

**2023年度
大学院理工学研究科
講義概要 (シラバス)**



法政大学

科目一覽

〔発行日：2023/5/1〕最新版のシラバスは、法政大学 Web シラバス (<https://syllabus.hosei.ac.jp/>) で確認してください。

凡例 その他属性

| | |
|----------------------------|-----------------------------|
| 〈他〉：他学部公開科目 | 〈グ〉：グローバル・オープン科目 |
| 〈優〉：成績優秀者の他学部科目履修制度対象科目 | 〈実〉：実務経験のある教員による授業科目 |
| 〈S〉：サーティフィケートプログラム_SDGs | 〈ア〉：サーティフィケートプログラム_アーバンデザイン |
| 〈ダ〉：サーティフィケートプログラム_ダイバーシティ | 〈未〉：サーティフィケートプログラム_未来教室 |

| | |
|---|----|
| 機械工学専攻 【YA000】 弾性学特論 [塚本 英明] 春学期授業/Spring | 1 |
| 機械工学専攻 【YA002】 応力解析特論 [弓削 康平] 秋学期授業/Fall | 2 |
| 機械工学専攻 【YA003】 材料強度学特論 [佐藤 英一] 春学期集中/Intensive(Spring) | 4 |
| 機械工学専攻 【YA004】 衝撃破壊工学特論 [崎野 清憲] 春学期授業/Spring | 5 |
| 機械工学専攻 【YA006】 鉄鋼材料工学特論 [米村 繁] 春学期授業/Spring | 6 |
| 機械工学専攻 【YA008】 非金属材料特論 [鞠谷 雄士] 春学期授業/Spring | 7 |
| 機械工学専攻 【YA009】 複合材料特論 [新井 和吉] 春学期授業/Spring | 8 |
| 機械工学専攻 【YA010】 航空宇宙材料特論 [青木 雄一郎] 秋学期集中/Intensive(Fall) | 9 |
| 機械工学専攻 【YA011】 応用熱力学特論 [川上 忠重] 春学期授業/Spring | 11 |
| 機械工学専攻 【YA012】 燃焼工学特論 [川上 忠重] 秋学期集中/Intensive(Fall) | 13 |
| 機械工学専攻 【YA013】 伝熱工学特論 [大久保 英敏] 秋学期授業/Fall | 15 |
| 機械工学専攻 【YA014】 熱動力特論 [正木 大作] 秋学期授業/Fall | 16 |
| 機械工学専攻 【YA015】 流体力学特論1 [辻田 星歩] 春学期授業/Spring | 17 |
| 機械工学専攻 【YA016】 流体力学特論2 [平野 利幸] 秋学期授業/Fall | 18 |
| 機械工学専攻 【YA017】 流体機械特論1 [玉木 秀明] 春学期授業/Spring | 19 |
| 機械工学専攻 【YA018】 流体機械特論2 [玉木 秀明] 秋学期授業/Fall | 20 |
| 機械工学専攻 【YA019】 有限要素法特論 [津田 徹] 秋学期集中/Intensive(Fall) | 22 |
| 機械工学専攻 【YA020】 機械力学特論 [石井 千春] 春学期授業/Spring | 24 |
| 機械工学専攻 【YA021】 制御工学特論 [チャピ ゲンツィ] 春学期授業/Spring | 25 |
| 機械工学専攻 【YA022】 プロセス制御特論 [加藤 誠] 秋学期授業/Fall | 26 |
| 機械工学専攻 【YA023】 機械音響工学特論 [御法川 学] 春学期授業/Spring | 28 |
| 機械工学専攻 【YA024】 人間・感性工学特論 [菱田 博俊] 秋学期集中/Intensive(Fall) | 29 |
| 機械工学専攻 【YA025】 航空機設計特論 [御法川 学] 秋学期授業/Fall | 32 |
| 機械工学専攻 【YA026】 宇宙飛行体特論 [平子 敬一] 春学期授業/Spring | 34 |
| 機械工学専攻 【YA027】 精密機械特論 [菱田 博俊] 春学期集中/Intensive(Spring) | 36 |
| 機械工学専攻 【YA029】 数値解析法特論 [松川 豊] 春学期授業/Spring | 38 |
| 機械工学専攻 【YA031】 極地環境学特論 [山口 一] 秋学期授業/Fall | 39 |
| 機械工学専攻 【YA032】 環境エネルギー技術戦略特論 [川上 忠重、御法川 学] 秋学期授業/Fall | 40 |
| 機械工学専攻 【YA033】 機械技術英語特論 [山田 茂] 秋学期授業/Fall | 41 |
| 機械工学専攻 【YA035】 摩擦の原子論特論 [平野 元久] 春学期授業/Spring | 42 |
| 機械工学専攻 【YA036】 精密工学特論 [吉田 一期] 秋学期授業/Fall | 43 |
| 機械工学専攻 【YA037】 機械振動学特論 [相原 建人] 春学期授業/Spring | 45 |
| 機械工学専攻 【YA098】 機械工学特別研究1・2 [新井 和吉、石井 千春、川上 忠重、崎野 清憲、チャピ ゲンツィ、塚本 英明、辻田 星歩、平野 元久、御法川 学、吉田 一期、相原 建人、平野 利幸、東出 真澄] 年間授業/Yearly | 46 |
| 機械工学専攻 【YA099】 機械工学特別実験1・2 [新井 和吉、石井 千春、川上 忠重、崎野 清憲、チャピ ゲンツィ、塚本 英明、辻田 星歩、平野 元久、御法川 学、吉田 一期、相原 建人、平野 利幸、東出 真澄] 年間授業/Yearly | 48 |
| 機械工学専攻 【YA420】 機械工学発展ゼミナール [御法川 学、チャピ ゲンツィ、平野 元久] 秋学期授業/Fall | 50 |
| 機械工学専攻 【YA421】 環境・エネルギー特別研究1・2・3 [御法川 学] 年間授業/Yearly | 51 |
| 機械工学専攻 【YA422】 環境・エネルギー特別実験1・2・3 [御法川 学] 年間授業/Yearly | 52 |
| 機械工学専攻 【YA425】 ヒューマンロボティクス特別実験1・2・3 [チャピ ゲンツィ] 年間授業/Yearly | 53 |
| 機械工学専攻 【YA426】 ヒューマンロボティクス特別研究1・2・3 [チャピ ゲンツィ] 年間授業/Yearly | 54 |
| 電気電子工学専攻 【YA500】 回路工学特論1 [安田 彰] 春学期授業/Spring | 55 |
| 電気電子工学専攻 【YA501】 回路工学特論2 [斉藤 利通] 秋学期授業/Fall | 56 |

| | | | |
|----------|----------------|--|-----|
| 電気電子工学専攻 | [YA502] | 電磁波通信工学特論1 [橋本 修] 春学期授業/Spring | 57 |
| 電気電子工学専攻 | [YA503] | 電磁波通信工学特論2 [山内 潤治] 秋学期授業/Fall | 58 |
| 電気電子工学専攻 | [YA504] | 通信伝送工学特論1 [山内 潤治] 春学期授業/Spring | 59 |
| 電気電子工学専攻 | [YA506] | 電磁界数値解析特論 [岡本 吉史] 春学期授業/Spring | 60 |
| 電気電子工学専攻 | [YA509] | 電磁界有限要素法特論 [阿波根 明] 秋学期授業/Fall | 61 |
| 電気電子工学専攻 | [YA512] | 電子物性工学特論1 [中村 俊博] 春学期授業/Spring | 62 |
| 電気電子工学専攻 | [YA513] | 電子物性工学特論2 [中村 俊博] 秋学期授業/Fall | 63 |
| 電気電子工学専攻 | [YA515] | 知能ロボット特論 [伊藤 一之] 春学期授業/Spring | 64 |
| 電気電子工学専攻 | [YA516] | 知的制御特論 [伊藤 一之] 秋学期授業/Fall | 65 |
| 電気電子工学専攻 | [YA517] | 集積回路特論1 [南部 博昭] 春学期授業/Spring | 66 |
| 電気電子工学専攻 | [YA518] | 集積回路特論2 [南部 博昭] 秋学期授業/Fall | 68 |
| 電気電子工学専攻 | [YA522] | イオンビーム応用工学特論 [西村 智朗] 秋学期授業/Fall | 70 |
| 電気電子工学専攻 | [YA524] | 知的電機システム設計特論 [佐々木 秀徳] 秋学期授業/Fall | 71 |
| 電気電子工学専攻 | [YA526] | パワーエレクトロニクス特論 [海野 洋] 秋学期授業/Fall | 72 |
| 電気電子工学専攻 | [YA529] | 制御工学特論1 [鈴木 雅康] 春学期授業/Spring | 73 |
| 電気電子工学専攻 | [YA531] | 情報伝送工学特論1 [斉藤 茂樹] 春学期授業/Spring | 74 |
| 電気電子工学専攻 | [YA532] | 情報伝送工学特論2 [斉藤 茂樹] 秋学期授業/Fall | 76 |
| 電気電子工学専攻 | [YA533] | 応用数学特論 [田川 泰敬] 秋学期授業/Fall | 78 |
| 電気電子工学専攻 | [YA535] | 通信機器工学特論1 [斉藤 茂樹] 春学期授業/Spring | 79 |
| 電気電子工学専攻 | [YA536] | 通信機器工学特論2 [斉藤 茂樹] 秋学期授業/Fall | 81 |
| 電気電子工学専攻 | [YA537] | 集積化光エレクトロニクス工学特論 [上條 健] 春学期授業/Spring | 83 |
| 電気電子工学専攻 | [YA540] | マイクロ波トランジスタ工学特論 [三島 友義] 春学期授業/Spring | 85 |
| 電気電子工学専攻 | [YA541] | 知能システム化技術特論 [中村 壮亮] 秋学期授業/Fall | 87 |
| 電気電子工学専攻 | [YA543] | 電気機器の数理最適化特論 [岡本 吉史] 春学期授業/Spring | 88 |
| 電気電子工学専攻 | [YA544] | ナノ材料工学特論 [三島 友義] 秋学期授業/Fall | 89 |
| 電気電子工学専攻 | [YA545] | 応用ナノマイクロデバイス特論 [水野 潤] 秋学期授業/Fall | 91 |
| 電気電子工学専攻 | [YA546] | 機械学習特論 [神野 健哉] 春学期授業/Spring | 92 |
| 電気電子工学専攻 | [YA548] | 人工知能回路特論 [鳥飼 弘幸] 秋学期授業/Fall | 93 |
| 電気電子工学専攻 | [YA551] | マルチメディア通信特論 [深沢 徹] 秋学期授業/Fall | 94 |
| 電気電子工学専攻 | [YA552] | 情報通信工学特論 [柴山 純] 秋学期授業/Fall | 95 |
| 電気電子工学専攻 | [YA553] | 生物模倣回路特論 [鳥飼 弘幸] 秋学期授業/Fall | 96 |
| 電気電子工学専攻 | [YA554] | ナノマイクロシステム工学特論 [笠原 崇史] 春学期授業/Spring | 97 |
| 電気電子工学専攻 | [YA555] | 電子材料プロセッシング [石橋 啓次] 秋学期授業/Fall | 98 |
| 電気電子工学専攻 | [YA556] | 知的情報処理特論1 [彌富 仁] 春学期授業/Spring | 99 |
| 電気電子工学専攻 | [YA557] | ニューラルネットワークの理論と応用 [斉 欣] 秋学期授業/Fall | 100 |
| 電気電子工学専攻 | [YA804] | 電気電子工学特別研究1・2 [安田 彰、伊藤 一之、斉藤 利通、柴山 純、鳥飼 弘幸、山内 潤治、岡本 吉史、中村 壮亮、中村 俊博、笠原 崇史、佐々木 秀徳] 年間授業/Yearly | 101 |
| 電気電子工学専攻 | [YA805] | 電気電子工学特別実験1・2 [安田 彰、伊藤 一之、斉藤 利通、柴山 純、鳥飼 弘幸、山内 潤治、岡本 吉史、中村 壮亮、中村 俊博、笠原 崇史、佐々木 秀徳] 年間授業/Yearly | 102 |
| 電気電子工学専攻 | [YA924] | 制御工学コアスタディ [伊藤 一之、中村 壮亮] 春学期授業/Spring | 103 |
| 電気電子工学専攻 | [YA934] | 回路工学特別研究1・2・3 [安田 彰] 年間授業/Yearly | 104 |
| 電気電子工学専攻 | [YA935] | 回路工学特別実験1・2・3 [安田 彰] 年間授業/Yearly | 105 |
| 電気電子工学専攻 | [YA948] | 制御工学特別研究1・2・3 [中村 壮亮] 年間授業/Yearly | 106 |
| 電気電子工学専攻 | [YA949] | 制御工学特別実験1・2・3 [中村 壮亮] 年間授業/Yearly | 108 |
| 電気電子工学専攻 | [YA954] | エネルギー工学特別研究1・2・3 [岡本 吉史] 年間授業/Yearly | 110 |
| 電気電子工学専攻 | [YA955] | エネルギー工学特別実験1・2・3 [岡本 吉史] 年間授業/Yearly | 112 |
| 応用情報工学専攻 | [YB000] | 離散アルゴリズム特論1 [李 磊] 春学期授業/Spring | 114 |
| 応用情報工学専攻 | [YB001] | 離散アルゴリズム特論2 [李 磊] 秋学期授業/Fall | 115 |
| 応用情報工学専攻 | [YB002] | 理論計算機科学特論1 [和佐 州洋] 春学期授業/Spring | 116 |
| 応用情報工学専攻 | [YB003] | 理論計算機科学特論2 [和佐 州洋] 秋学期授業/Fall | 117 |
| 応用情報工学専攻 | [YB005] | 計算機システム工学特論2 [和田 幸一] 秋学期授業/Fall | 118 |
| 応用情報工学専攻 | [YB006] | 通信ネットワーク特論1 [上田 浩] 春学期授業/Spring | 119 |
| 応用情報工学専攻 | [YB007] | 通信ネットワーク特論2 [谷本 茂明] 秋学期集中/Intensive(Fall) | 120 |
| 応用情報工学専攻 | [YB008] | 分散処理システム特論1 [藤井 章博] 春学期授業/Spring | 122 |
| 応用情報工学専攻 | [YB009] | 分散処理システム特論2 [藤井 章博] 秋学期授業/Fall | 123 |
| 応用情報工学専攻 | [YB010] | 無線ネットワーク特論1 [品川 満] 春学期授業/Spring | 124 |
| 応用情報工学専攻 | [YB011] | 無線ネットワーク特論2 [品川 満] 秋学期授業/Fall | 125 |

| | | | |
|----------|----------------|---|-----|
| 応用情報工学専攻 | [YB012] | 情報信号処理工学特論1 [周 金佳] 春学期授業/Spring | 126 |
| 応用情報工学専攻 | [YB013] | 情報信号処理工学特論2 [周 金佳] 秋学期授業/Fall | 128 |
| 応用情報工学専攻 | [YB014] | 画像工学特論1 [尾川 浩一] 秋学期授業/Fall | 130 |
| 応用情報工学専攻 | [YB016] | 知的情報処理特論1 [彌富 仁] 春学期授業/Spring | 131 |
| 応用情報工学専攻 | [YB017] | 知的情報処理特論2 [彌富 仁] 秋学期授業/Fall | 132 |
| 応用情報工学専攻 | [YB018] | 感性情報処理システム特論1 [山岸 昌夫] 春学期授業/Spring | 133 |
| 応用情報工学専攻 | [YB019] | 感性情報処理システム特論2 [山岸 昌夫] 秋学期授業/Fall | 134 |
| 応用情報工学専攻 | [YB020] | 脳情報処理特論1 [平原 誠] 春学期授業/Spring | 135 |
| 応用情報工学専攻 | [YB021] | 脳情報処理特論2 [平原 誠] 秋学期授業/Fall | 136 |
| 応用情報工学専攻 | [YB022] | 画像解析特論 [清水 昭伸] 秋学期授業/Fall | 137 |
| 応用情報工学専攻 | [YB023] | 応用信号処理特論 [吉田 久] 春学期集中/Intensive(Spring) | 139 |
| 応用情報工学専攻 | [YB024] | 学習アルゴリズム特論 [藤原 靖宏] 春学期授業/Spring | 141 |
| 応用情報工学専攻 | [YB025] | データマイニング特論 [小林 透] 秋学期集中/Intensive(Fall) | 142 |
| 応用情報工学専攻 | [YB026] | 計算幾何学特論 [古賀 久志] 秋学期授業/Fall | 143 |
| 応用情報工学専攻 | [YB027] | 自然言語処理特論 [別所 克人] 秋学期授業/Fall | 145 |
| 応用情報工学専攻 | [YB028] | プログラム意味論特論 [藤田 憲悦] 春学期授業/Spring | 147 |
| 応用情報工学専攻 | [YB029] | 情報処理未来洞察特論 [七丈 直弘] 春学期集中/Intensive(Spring) | 148 |
| 応用情報工学専攻 | [YB030] | センサーネット特論 [門 勇一] 春学期授業/Spring | 149 |
| 応用情報工学専攻 | [YB031] | インターネットとイノベーション特論 [山崎 泰明] 春学期授業/Spring | 150 |
| 応用情報工学専攻 | [YB032] | 感覚・感性センシング特論 [吉田 宏之] 秋学期授業/Fall | 151 |
| 応用情報工学専攻 | [YB033] | 3次元モデリング特論 [斎藤 隆文] 春学期授業/Spring | 152 |
| 応用情報工学専攻 | [YB034] | 視覚環境認識・理解特論 [清水 郁子] 秋学期授業/Fall | 153 |
| 応用情報工学専攻 | [YB035] | ヒューマンインタラクション特論 [倉掛 正治] 春学期授業/Spring | 154 |
| 応用情報工学専攻 | [YB036] | マルチモーダル情報処理特論 [倉掛 正治] 春学期授業/Spring | 156 |
| 応用情報工学専攻 | [YB037] | 科学技術文技法 [李 磊、柴山 純、山内 潤治、彌富 仁、川口 悠子、和佐 州洋] | |
| | | 秋学期授業/Fall | 158 |
| 応用情報工学専攻 | [YB038] | ニューラルネットワークの理論と応用 [齊 欣] 秋学期授業/Fall | 159 |
| 応用情報工学専攻 | [YB039] | 深層学習の効率的処理 [CAP Q HUU] 秋学期授業/Fall | 160 |
| 応用情報工学専攻 | [YB101] | 暗号とその応用 [真鍋 義文] 秋学期授業/Fall | 161 |
| 応用情報工学専攻 | [YB304] | 応用情報工学特別研究1・2 [彌富 仁、尾川 浩一、金井 敦、品川 満、藤井 章博、李 磊、和田 幸一、周 金佳、平原 誠、和佐 州洋、余 恪平、山岸 昌夫] 年間授業/Yearly | 162 |
| 応用情報工学専攻 | [YB305] | 応用情報工学特別実験1・2 [彌富 仁、尾川 浩一、金井 敦、品川 満、藤井 章博、李 磊、和田 幸一、周 金佳、平原 誠、和佐 州洋、余 恪平、山岸 昌夫] 年間授業/Yearly | 163 |
| 応用情報工学専攻 | [YB319] | 情報ネットワーク工学特別研究1・2・3 [藤井 章博] 年間授業/Yearly | 164 |
| 応用情報工学専攻 | [YB320] | 情報ネットワーク工学特別実験1・2・3 [藤井 章博] 年間授業/Yearly | 165 |
| 応用情報工学専攻 | [YB400] | 応用情報工学プロジェクト [彌富 仁、尾川 浩一、金井 敦、品川 満、藤井 章博、李 磊、和田 幸一、周 金佳、余 恪平] 秋学期集中/Intensive(Fall) | 166 |
| 応用情報工学専攻 | [YB409] | 計算機工学特別研究1・2・3 [李 磊] 年間授業/Yearly | 167 |
| 応用情報工学専攻 | [YB410] | 計算機工学特別実験1・2・3 [李 磊] 年間授業/Yearly | 168 |
| 応用情報工学専攻 | [YB435] | 情報処理工学特別研究1・2・3 [彌富 仁] 年間授業/Yearly | 169 |
| 応用情報工学専攻 | [YB438] | 情報処理工学特別実験1・2・3 [彌富 仁] 年間授業/Yearly | 171 |
| 応用情報工学専攻 | [YB439] | 情報処理工学特別研究1・2・3 [周 金佳] 年間授業/Yearly | 173 |
| 応用情報工学専攻 | [YB440] | 情報処理工学特別実験1・2・3 [周 金佳] 年間授業/Yearly | 175 |
| 応用化学専攻 | [YB500] | 分子シミュレーション特論 [高井 和之] 春学期授業/Spring | 177 |
| 応用化学専攻 | [YB503] | 先端材料物性特論 [緒方 啓典] 春学期授業/Spring | 178 |
| 応用化学専攻 | [YB504] | 高分子物理化学特論 [渡辺 敏行] 春学期授業/Spring | 179 |
| 応用化学専攻 | [YB505] | 無機合成化学特論 [石垣 隆正] 秋学期授業/Fall | 180 |
| 応用化学専攻 | [YB507] | 有機化学反応特論 [河内 敦] 秋学期授業/Fall | 181 |
| 応用化学専攻 | [YB509] | 高エネルギー反応場特論 [小林 清、松本 尚之] 秋学期授業/Fall | 182 |
| 応用化学専攻 | [YB510] | 無機反応化学特論 [明石 孝也] 春学期授業/Spring | 183 |
| 応用化学専攻 | [YB511] | 高分子合成化学特論 [杉山 賢次] 春学期授業/Spring | 184 |
| 応用化学専攻 | [YB513] | 化学装置物性特論 [森 隆昌] 秋学期授業/Fall | 185 |
| 応用化学専攻 | [YB515] | 物質移動特論 [山下 明泰] 秋学期授業/Fall | 186 |
| 応用化学専攻 | [YB517] | 微粒子材料工学特論 [神谷 秀博] 春学期授業/Spring | 188 |
| 応用化学専攻 | [YB518] | 結晶化学工学特論 [打越 哲郎] 春学期授業/Spring | 189 |
| 応用化学専攻 | [YB520] | 環境計測特論 [今村 隆史] 秋学期授業/Fall | 190 |
| 応用化学専攻 | [YB521] | 環境衛生学特論 [福島 由美子、高橋 勉] 秋学期授業/Fall | 191 |

| | |
|--|-----|
| 応用化学専攻 【YB522】 環境科学特論 [渡邊 雄二郎] 春学期授業/Spring | 192 |
| 応用化学専攻 【YB523】 起業特論 [辻井 康一] 秋学期授業/Fall | 194 |
| 応用化学専攻 【YB524】 国際会議化学英語表現法 [山田 茂] 春学期授業/Spring | 196 |
| 応用化学専攻 【YB525】 フロンティア化学特論 A [小鍋 哲、川畑 史郎、岡田 浩、田村 堅志、岡本 敏、本橋 輝樹] 春学期集中/Intensive(Spring) | 197 |
| 応用化学専攻 【YB527】 コンピュータ利用化学特論 [山田 祐理] 秋学期授業/Fall | 198 |
| 応用化学専攻 【YB528】 科学プレゼンテーション演習 [山田 茂] 秋学期授業/Fall | 199 |
| 応用化学専攻 【YB529】 サステナビリティ研究入門 A [富永 洋一] 秋学期授業/Fall | 200 |
| 応用化学専攻 【YB530】 サステナビリティ研究入門 B [今村 隆史] 秋学期授業/Fall | 201 |
| 応用化学専攻 【YB828】 応用化学特別研究 1・2 [明石 孝也、石垣 隆正、緒方 啓典、河内 敦、杉山 賢次、高 井 和之、森 隆昌、山下 明泰、渡邊 雄二郎] 年間授業/Yearly | 202 |
| 応用化学専攻 【YB829】 応用化学特別実験 1・2 [明石 孝也、石垣 隆正、緒方 啓典、河内 敦、杉山 賢次、高 井 和之、森 隆昌、山下 明泰、渡邊 雄二郎] 年間授業/Yearly | 203 |
| 応用化学専攻 【YB918】 応用化学発展ゼミナール [明石 孝也、石垣 隆正、緒方 啓典、河内 敦、杉山 賢次、 高井 和之、森 隆昌、山下 明泰、渡邊 雄二郎] 秋学期授業/Fall | 205 |
| 応用化学専攻 【YB924】 先端応用化学特別研究 1・2・3 [山下 明泰] 年間授業/Yearly | 206 |
| 応用化学専攻 【YB925】 先端応用化学特別実験 1・2・3 [山下 明泰] 年間授業/Yearly | 207 |
| 応用化学専攻 【YB930】 先端応用化学特別研究 1・2・3 [渡邊 雄二郎] 年間授業/Yearly | 209 |
| 応用化学専攻 【YB931】 先端応用化学特別実験 1・2・3 [渡邊 雄二郎] 年間授業/Yearly | 210 |
| 応用化学専攻 【YB932】 先端応用化学特別研究 1・2・3 [高井 和之] 年間授業/Yearly | 212 |
| 応用化学専攻 【YB933】 先端応用化学特別実験 1・2・3 [高井 和之] 年間授業/Yearly | 213 |
| システム理工学専攻 【YC000】 計算工学特論 1 [高倉 葉子] 春学期授業/Spring | 215 |
| システム理工学専攻 【YC001】 計算工学特論 2 [高倉 葉子] 秋学期授業/Fall | 216 |
| システム理工学専攻 【YC008】 応用論理・数理言語学特論 2 [金沢 誠] 秋学期授業/Fall | 217 |
| システム理工学専攻 【YC010】 最適制御特論 [木山 健] 秋学期授業/Fall | 218 |
| システム理工学専攻 【YC011】 システム・モデリング特論 [木山 健] 春学期授業/Spring | 219 |
| システム理工学専攻 【YC012】 知能化センシングシステム特論 [小林 一行] 春学期授業/Spring | 220 |
| システム理工学専攻 【YC013】 センサ信号処理特論 [小林 一行] 秋学期授業/Fall | 221 |
| システム理工学専攻 【YC014】 天体宇宙物理学特論 [小宮山 裕] 春学期授業/Spring | 222 |
| システム理工学専攻 【YC015】 天体宇宙観測特論 [小宮山 裕] 秋学期授業/Fall | 223 |
| システム理工学専攻 【YC016】 時空間物理学特論 1 [佐藤 修一] 春学期授業/Spring | 224 |
| システム理工学専攻 【YC018】 銀河考古学特論 [田中 幹人] 春学期授業/Spring | 225 |
| システム理工学専攻 【YC019】 天文文化特論 [田中 幹人] 秋学期授業/Fall | 226 |
| システム理工学専攻 【YC022】 量子エレクトロニクス特論 [松尾 由賀利] 春学期授業/Spring | 227 |
| システム理工学専攻 【YC023】 原子分子物理特論 [松尾 由賀利] 秋学期授業/Fall | 228 |
| システム理工学専攻 【YC024】 最適化モデリング特論 1 [鮎川 矩義] 春学期授業/Spring | 229 |
| システム理工学専攻 【YC025】 最適化モデリング特論 2 [鮎川 矩義] 秋学期授業/Fall | 230 |
| システム理工学専攻 【YC026】 人間工学特論 [鈴木 郁] 春学期授業/Spring | 231 |
| システム理工学専攻 【YC028】 産業人間科学特論 1 [伊藤 隆一] 春学期授業/Spring | 232 |
| システム理工学専攻 【YC029】 産業人間科学特論 2 [伊藤 隆一] 秋学期授業/Fall | 233 |
| システム理工学専攻 【YC033】 科学技術英語表現 [福澤 レベッカ] 秋学期授業/Fall | 234 |
| システム理工学専攻 【YC034】 知識獲得特論 [劉 健全] 春学期授業/Spring | 236 |
| システム理工学専攻 【YC035】 インテリジェントセンシング [佐藤 浩志] 春学期授業/Spring | 238 |
| システム理工学専攻 【YC036】 システム診断特論 [佐藤 浩志] 秋学期授業/Fall | 239 |
| システム理工学専攻 【YC037】 人工知能特論 [高間 康史] 春学期授業/Spring | 240 |
| システム理工学専攻 【YC038】 電子回路特論 [今枝 佑輔] 秋学期授業/Fall | 241 |
| システム理工学専攻 【YC039】 相対性理論 [今枝 佑輔] 秋学期授業/Fall | 242 |
| システム理工学専攻 【YC040】 標準計測特論 [今枝 佑輔] 春学期授業/Spring | 243 |
| システム理工学専攻 【YC041】 固体物性応用 [永崎 洋] 春学期集中/Intensive(Spring) | 244 |
| システム理工学専攻 【YC042】 量子物性デバイス [小野 新平] 春学期集中/Intensive(Spring) | 245 |
| システム理工学専攻 【YC043】 固体物理学特論 [百瀬 孝昌] 秋学期集中/Intensive(Fall) | 246 |
| システム理工学専攻 【YC045】 機械学習特論 2 [柴田 千尋] 秋学期授業/Fall | 247 |
| システム理工学専攻 【YC046】 e ビジネス特論 [呉 暁林] 春学期授業/Spring | 248 |
| システム理工学専攻 【YC500】 関数解析特論 1 [磯島 伸] 春学期授業/Spring | 250 |
| システム理工学専攻 【YC501】 関数解析特論 2 [磯島 伸] 秋学期授業/Fall | 251 |
| システム理工学専攻 【YC502】 確率過程特論 1 [安田 和弘] 春学期授業/Spring | 252 |
| システム理工学専攻 【YC503】 確率過程特論 2 [安田 和弘] 秋学期授業/Fall | 254 |

| | |
|---|-----|
| システム理工学専攻 【YC505】 最適化ファイナンス特論 [林 俊介] 秋学期授業/Fall..... | 255 |
| システム理工学専攻 【YC508】 先進経営科学特論 [寺杣 友秀、千葉 英史、林 俊介、五島 洋行、木村 光宏、 安田 和弘、宮越 龍義] 秋学期授業/Fall..... | 256 |
| システム理工学専攻 【YC509】 オペレーションズ・リサーチ特論2 [千葉 英史] 秋学期授業/Fall..... | 257 |
| システム理工学専攻 【YC510】 確率システム解析特論 [田村 信幸] 春学期授業/Spring..... | 258 |
| システム理工学専攻 【YC511】 デリバティブ理論特論 [畑 宏明] 春学期授業/Spring..... | 259 |
| システム理工学専攻 【YC512】 生産情報特論 [作村 建紀] 秋学期授業/Fall..... | 260 |
| システム理工学専攻 【YC513】 信頼性工学特論 [木村 光宏] 春学期授業/Spring..... | 261 |
| システム理工学専攻 【YC515】 符号理論特論1 [寺杣 友秀] 春学期授業/Spring..... | 262 |
| システム理工学専攻 【YC518】 応用金融分析特論 [宮越 龍義] 秋学期授業/Fall..... | 263 |
| システム理工学専攻 【YC520】 離散最適化特論2 [高澤 兼二郎] 秋学期授業/Fall..... | 264 |
| システム理工学専攻 【YC521】 暗号とその応用 [真鍋 義文] 秋学期授業/Fall..... | 265 |
| システム理工学専攻 【YC922】 システム理工学特別研究1・2 [鈴木 郁、金沢 誠、小林 一行、佐藤 修一、松尾 由賀利、田中 幹人、柴田 千尋、小宮山 裕、鮎川 矩義] 年間授業/Yearly..... | 266 |
| システム理工学専攻 【YC923】 システム理工学特別実験1・2 [鈴木 郁、金沢 誠、小林 一行、佐藤 修一、松尾 由賀利、田中 幹人、柴田 千尋、小宮山 裕、鮎川 矩義] 年間授業/Yearly..... | 267 |
| システム理工学専攻 【YC952】 システム理工学特別研究1・2 [磯島 伸、木村 光宏、五島 洋行、寺杣 友秀、宮 越 龍義、田村 信幸、高澤 兼二郎、千葉 英史、安田 和弘、林 俊介、劉 慶豊] 年間授業/Yearly..... | 268 |
| システム理工学専攻 【YC953】 システム理工学特別実験1・2 [磯島 伸、木村 光宏、五島 洋行、寺杣 友秀、宮 越 龍義、田村 信幸、高澤 兼二郎、千葉 英史、安田 和弘、林 俊介、劉 慶豊] 年間授業/Yearly..... | 269 |
| 生命機能学専攻 【YD004】 ゲノム工学特論 [山中 幸] 春学期授業/Spring..... | 270 |
| 生命機能学専攻 【YD005】 蛋白質工学特論 [常重 アントニオ] 秋学期授業/Fall..... | 271 |
| 生命機能学専攻 【YD006】 細胞工学特論 [水澤 直樹] 秋学期授業/Fall..... | 272 |
| 生命機能学専攻 【YD007】 生命システム工学特論 [川岸 郁朗] 秋学期授業/Fall..... | 273 |
| 生命機能学専攻 【YD008】 バイオインフォマティクス特論 [大島 拓] 春学期集中/Intensive(Spring)..... | 274 |
| 生命機能学専攻 【YD009】 生体超分子構造学特論 [村上 聡] 春学期集中/Intensive(Spring)..... | 275 |
| 生命機能学専攻 【YD010】 生体分子設計特論 [養王田 正文、野口 恵一、黒田 裕、篠原 恭介] 秋学期集中/Intensive(Fall)..... | 277 |
| 生命機能学専攻 【YD011】 生体分子計測工学特論 [久保 智広] 春学期集中/Intensive(Spring)..... | 278 |
| 生命機能学専攻 【YD012】 細胞操作工学特論 [西川 正俊] 春学期授業/Spring..... | 279 |
| 生命機能学専攻 【YD013】 細胞間コミュニケーション特論 [南 栄一] 秋学期授業/Fall..... | 280 |
| 生命機能学専攻 【YD014】 画像工学特論1 [尾川 浩一] 秋学期授業/Fall..... | 281 |
| 生命機能学専攻 【YD016】 分子シミュレーション特論 [高井 和之] 春学期授業/Spring..... | 282 |
| 生命機能学専攻 【YD017】 有機化学反応特論 [河内 敦] 秋学期授業/Fall..... | 283 |
| 生命機能学専攻 【YD019】 高分子物理化学特論 [渡辺 敏行] 春学期授業/Spring..... | 284 |
| 生命機能学専攻 【YD021】 環境科学特論 [渡邊 雄二郎] 春学期授業/Spring..... | 285 |
| 生命機能学専攻 【YD023】 環境計測特論 [今村 隆史] 秋学期授業/Fall..... | 287 |
| 生命機能学専攻 【YD024】 環境衛生学特論 [福島 由美子、高橋 勉] 秋学期授業/Fall..... | 288 |
| 生命機能学専攻 【YD200】 生命機能学演習1 [金子 智行、佐藤 勉、曾和 義幸、西川 正俊] 春学期授業/Spring..... | 289 |
| 生命機能学専攻 【YD410】 生命機能学発展ゼミナール [金子 智行、川岸 郁朗、佐藤 勉、常重 アントニオ、廣 野 雅文、水澤 直樹、山本 兼由、曾和 義幸、西川 正俊] 秋学期授業/Fall..... | 290 |
| 生命機能学専攻 【YD411】 生命機能学発展特別研究1・2・3 [川岸 郁朗] 年間授業/Yearly..... | 291 |
| 生命機能学専攻 【YD412】 生命機能学発展特別実験1・2・3 [川岸 郁朗] 年間授業/Yearly..... | 292 |
| 生命機能学専攻 【YD413】 生命機能学発展特別研究1・2・3 [廣野 雅文] 年間授業/Yearly..... | 293 |
| 生命機能学専攻 【YD414】 生命機能学発展特別実験1・2・3 [廣野 雅文] 年間授業/Yearly..... | 294 |
| 生命機能学専攻 【YD500】 基礎植物医学特論 [大島 研郎、佐野 俊夫] 秋学期授業/Fall..... | 295 |
| 生命機能学専攻 【YD502】 植物病先端研究特論 [濱本 宏、鍵和田 聡] 春学期授業/Spring..... | 296 |
| 生命機能学専攻 【YD506】 応用生物生態学特論 [大井田 寛、池田 健太郎] 秋学期授業/Fall..... | 297 |
| 生命機能学専攻 【YD507】 植物病原学特論 [有江 力] 秋学期集中/Intensive(Fall)..... | 298 |
| 生命機能学専攻 【YD508】 植物薬学総合特論 [石川 亮] 春学期集中/Intensive(Spring)..... | 299 |
| 生命機能学専攻 【YD509】 土壌環境ゲノム科学特論 [對馬 誠也、吉田 重信、大友 量] 春学期集中/Intensive(Spring)..... | 300 |
| 生命機能学専攻 【YD510】 有用植物開発学特論 [青木 直大] 春学期集中/Intensive(Spring)..... | 301 |
| 生命機能学専攻 【YD701】 植物医学演習2 [佐野 俊夫、鍵和田 聡、廣岡 裕史、津田 新哉] 秋学期授業/Fall..... | 303 |
| 生命機能学専攻 【YD832】 生命機能学特別研究1・2 [金子 智行、川岸 郁朗、佐藤 勉、常重 アントニオ、廣野 雅文、水澤 直樹、山本 兼由、曾和 義幸、西川 正俊] 年間授業/Yearly..... | 304 |
| 生命機能学専攻 【YD833】 生命機能学特別実験1・2 [金子 智行、川岸 郁朗、佐藤 勉、常重 アントニオ、廣野 雅文、水澤 直樹、山本 兼由、曾和 義幸、西川 正俊] 年間授業/Yearly..... | 306 |

| | | | | | |
|---------|----------------|-------------------|--|-------------|-----|
| 生命機能学専攻 | 【YD848】 | 植物医科学特別研究 1・2 | [大島 研郎、佐野 俊夫、津田 新哉、濱本 宏、廣岡 裕 吏、大井田 寛] | 年間授業/Yearly | 308 |
| 生命機能学専攻 | 【YD849】 | 植物医科学特別実験 1・2 | [大島 研郎、佐野 俊夫、津田 新哉、濱本 宏、廣岡 裕 吏、大井田 寛] | 年間授業/Yearly | 310 |
| 生命機能学専攻 | 【YD915】 | 植物医科学発展特別研究 1・2・3 | [大島 研郎] | 年間授業/Yearly | 311 |
| 生命機能学専攻 | 【YD916】 | 植物医科学発展特別実験 1・2・3 | [大島 研郎] | 年間授業/Yearly | 313 |
| 生命機能学専攻 | 【YD921】 | 植物医科学発展特別研究 1・2・3 | [津田 新哉] | 年間授業/Yearly | 315 |
| 生命機能学専攻 | 【YD922】 | 植物医科学発展特別実験 1・2・3 | [津田 新哉] | 年間授業/Yearly | 317 |

MEC500X1

弾性学特論

塚本 英明

単位数：2 単位 | 開講時期：春学期授業/Spring

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

弾性体に作用する応力とその変形に関する 2 次元および 3 次元の基本法則を修得する。本講義では応力とひずみ、変位、これらの間に成立する関係式、弾性基礎式と境界条件式など弾性学の基礎について解説するとともに、応力関数を用いた 2 次元問題の解法についても講述する。また、エネルギー原理とその数値解析への展開についても講述する。材料力学の知識のみでは解決できない高度な問題を含めて、統一的かつ理論的に一般的な応力・ひずみ場を解析するための手法について学ぶ。

【到達目標】

機械構造物・要素に外力が作用したときに内部に発生する力（応力）、生じる変形（ひずみ）を知ることは、強度や剛性を考慮した設計を行ううえで最も重要な事柄である。弾性学の基礎理論と弾性問題を解くために必要な条件式及び一般的解法を理解し、実用上有用な平面問題や軸対称問題の解を得ることを目標とし、有限要素法や境界要素法などの数値解析に必要な基礎的知識の習得へとつなげる。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

弾性力学の基礎理論と解法およびその応用について解説する。弾性体に生じる応力、ひずみに関する基礎方程式について詳説し、さらに平面問題、棒のねじり、曲げ、軸対称問題、熱変形、異方性問題など、工学的に重要な弾性問題の解法について学ぶ。授業は、5 月 11 日の週から開始。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】
なし / No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし / No

【授業計画】 授業形態：オンライン/online

| 回 | テーマ | 内容 |
|----|--------------------|---|
| 1 | 弾性学とは？ | 弾性学の概要を解説する。 |
| 2 | 応力とひずみ | 応力とひずみの定義を学ぶ（テンソル）。 |
| 3 | 応力とひずみの関係式 | 3次元弾性体における応力とひずみの関係式を学ぶ。 |
| 4 | 弾性基礎方程式 | つりあい方程式等を学ぶ。 |
| 5 | 主応力・主せん断応力 | 主応力・主せん断応力についてその定義および意義を学ぶ。 |
| 6 | モールの応力円 | モールの応力円の描き方、主応力・主せん断応力の求め方等を学ぶ。 |
| 7 | 2次元弾性問題（1） | 平面応力、平面ひずみ問題を解く。 |
| 8 | 2次元弾性問題（2） | エアリの応力関数を用いた解法、き裂問題の解き方等を学ぶ。 |
| 9 | エネルギー原理（1） | 仮想仕事の原理、補仮想仕事の原を学ぶ。 |
| 10 | エネルギー原理（2） | ポテンシャルエネルギー最小の定理、コンプリメンタルエネルギー最小の定理を学ぶ。 |
| 11 | サンブナンの原理、カステリアノの定理 | これらの原理・定理の意味と使い方等を学ぶ。 |
| 12 | 平板の曲げ | 板曲げの基礎方程式を学ぶ。 |
| 13 | 棒のねじり | 一般形断面棒のねじり、ねじりの応力関数等を学ぶ。 |
| 14 | 有限要素解析の基礎 | 有限要素解析の概要・基礎を学ぶ。 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】材料力学では、はりの曲げや棒のねじりなどについて学んだ。本講義ではこれらを統一的かつ理論的に解析する手法を学ぶ。応力、ひずみはテンソル表示されるため線形代数学は必須である。毎回の講義の復習と併せて、数学や材料力学の復習をすることが講義内容を理解するうえで大きな助けとなる。

【テキスト（教科書）】

特になし。毎回スライドを用いて、講義を行う。

【参考書】

"Theory of Elasticity", S.P.Timoshenko and J. N. Goodier, McGraw Hill.

工学基礎講座 7 弾性力学 小林繁夫 近藤恭平 培風館

【成績評価の方法と基準】

平常点（30 %）および課題に対する解答およびレポート点（70 %）により評価する。

【学生の意見等からの気づき】

弾性学の支配方程式をしっかり理解する。また、テンソル、行列計算に慣れ親しむことは、弾性学を習得する上で近道となる。さらに、それらを用いた簡単なプログラミングも（例えば平板の曲げや簡単な有限要素解析）も理解を深める。

【Outline (in English)】

【Course outline】 This course provides the concept of elasticity, an important property of solids, in a comprehensive way. It explains how to solve various boundary value problems of one, two, and three dimensions. 【Learning Objectives】 The aim of this course is to study fundamentals of linear elasticity and applications, including kinematics, motion and equilibrium, constitutive relations, formulation of problems, and variational principles. 【Learning activities outside of classroom】 Before/after each class meeting, students will be expected to spend 4 hours to understand the course content. 【Grading Criteria /Policy】 The total score of 60 or more out of 100 is considered acceptable.

MTL500X1

応力解析特論

弓削 康平

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

製品開発期間の短縮と効率化のために、自動車会社など機械産業界ではコンピュータを用いた応力解析を実施している。この応力解析の理論的な背景を理解しておくことは適切な設計のために重要である。この講義では、主として有限要素法による応力解析の基礎理論を理解し、解析プログラムの構造と実際の運用方法を修得することを目的とする。プログラミングには行列やベクトルの処理が簡単にできる MATLAB を利用する。また、汎用有限要素解析プログラム NASTRAN および LS-DYNA を用いた実習を行う。

【到達目標】

この授業の到達目標は以下のとおりである。

- ・応力解析の基礎理論を理解する
- ・応力解析のプログラム構造を理解する
- ・応力解析の精度と解析コストの関係を理解する
- ・実設計に使用される汎用有限要素解析プログラムの利用法を修得する

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

応力解析で広く用いられる有限要素法の定式化の基礎を説明する前半（第1回～第7回）は対面講義形式で説明する。また、後半のプログラミングと汎用有限要素ソフトを利用した解析実習等は主として ONLINE で講義する。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】なし / No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|----------------------------------|--|
| 1 | 応力解析の進歩と現状 | 主としてコンピュータを用いた応力解析法が発展してきた経緯を説明し、今日の産業界で担う役割や課題について説明する。 |
| 2 | 弾性体の静的・動的平衡方程式 | 平衡方程式の出発点となる「発散」という演算を説明し、これより弾性体の静的平衡方程式と動的平衡方程式を導く。 |
| 3 | 三角形要素を用いた2次元の応力解析 (1) 定式化 | 多くの種類がある有限要素の中で、最初に提案された3角形要素を用いた解析の定式化について説明する。 |
| 4 | 三角形要素を用いた2次元の応力解析 (2) プログラムと解析実習 | MATLAB を用いて三角形要素のプログラミング実習を行う。 |
| 5 | 三角形要素を用いた2次元の応力解析 (3) 汎用解析プログラム | 代表的な汎用有限要素解析プログラムのひとつ、NASTRAN の3角形要素を用いた解析法について説明する。 |
| 6 | 四辺形要素を用いた2次元の応力解析 (1) 定式化 | 三角形要素に続いて開発され、入力データの作成が容易で解析精度の良いために三角形要素に代わり応力解析の主役となった四辺形要素について説明する。 |
| 7 | 四辺形要素を用いた2次元の応力解析 (2) 要素分割数と精度 | 四辺形要素を用いた解析プログラムの構成と解析精度について説明する。 |

| | | |
|----|-----------------------------|---|
| 8 | 中実要素 (1) 定式化 | 3次元の応力解析を実施する際に使用する中実要素の定式化について説明する。 |
| 9 | 中実要素 (2) 汎用解析プログラム | 汎用解析プログラム NASTRAN を用いた3次元問題の解析法とその精度について講義する。 |
| 10 | 固有振動数解析 | 共振周波数に近い周期数の外力を受けると機械は大きな振幅で振動し、最悪の場合は破壊につながる。このため機械の設計においては、設計物の固有振動数と振動モードを把握しておくことが重要である。ここでは有限要素法による固有振動解析の理論を講義する。 |
| 11 | モード分解と周波数応答解析 | 固有振動数解析で得られた振動モードの特性を利用すると、連続体の振動は1自由度振動の重ね合わせに変換することができる（モード分解）。モード分解を利用することにより、広範囲の周波数に対する系の応答解析（周波数応答解析）を容易に計算できる。ここではこれらの解析の理論について講義する。 |
| 12 | 陽解法による動的解析 (1) 定式化 | 自動車の衝突解析などに広く用いられる陽解法による動的解析アルゴリズムとその安定条件について講義する。 |
| 13 | 陽解法による動的解析 (2) 弾塑性解析 | 陽解法による動的問題解析では金属の弾塑性変形が解析対象になることがしばしばある。ここではその基礎理論について講義する。 |
| 14 | 陽解法による動的解析 (3) 機構を有する構造物の解析 | 陽解法による動的問題解析ではグミーの衝突解析など機構を有する構造物の解析が行われる。ここでは機構解析の方法について説明する。 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。
 [準備] ポータルサイトを通して毎回配布する講義資料に目を通しておく
 [復習] 講義資料を復習するとともに小レポートが課された回はこれを作成する。

【テキスト（教科書）】

授業支援システムを通して講義資料を毎回配布する。

【参考書】

上坂：MATLAB プログラミング入門、牧野書店
 竹内・樫山・寺田：計算力学、森北出版

【成績評価の方法と基準】

・授業中に課す複数回の小レポート 100%で成績を評価する。
 ただし出席に数が全体の 2/3 に満たない学生は評価の対象外（E）とする。なお、30分以上遅れて入室した学生に関しては、特別な理由がない限り、欠席扱いとする。

【学生の意見等からの気づき】

実際の設計現場で使用される商用 FEM による演習もなるべく数多く行う

【学生が準備すべき機器他】

実習時にはノートPCを使用する。解析にはMATLAB および汎用有限要素解析 NASTRAN および LS-DYNA を使用する。MATLAB のインストールについて大学の指示に従うこと。また、NASTRAN と LS-DYNA のインストール法については講義中に指示する。

【Outline (in English)】

[Course outline]

Computational stress analysis is widely used for effective development of products in manufacturing industries. In this lecture, you will learn the basic theories of the computational stress analyses mainly based on the Finite Element Analysis. The programming exercises using MATLAB will be also conducted to understand how the theories are implemented in the programs.

[Learning Objectives]

After taking this course, you will be able to:

- know the basic theory for stress analyses
- make FEM programs using MATLAB
- use commercial FEM programs which are widely used in the world

【Learning activities outside of classroom】

Before/after each class meeting, you will be expected to spend 4 hours to understand the course content.

[Grading Criteria]

Short reports: 100%

MTL500X1

材料強度学特論

佐藤 英一

単位数：2 単位 | 開講時期：春学期集中/Intensive(Spring)

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

結晶性材料における材料強度学の基礎を理解し、基本的な構造設計を行えるようになる。基本的な材料選択の指導原理を、材料選択チャートを使って理解する。転位論の基礎を理解し、転位の力学から各種強化機構を導出する。

【到達目標】

1. 結晶性材料における材料強度学の基礎を理解すること。
2. 基本的な構造設計を行えるようになること。
3. 基本的な材料選択の指導原理を、材料選択チャートを使って理解すること。
4. 転位論の基礎を理解すること。
5. 転位の力学から各種強化機構を導出すること。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

講義を基本とし、各回ごとに小さな演習を行う。また、5, 10, 14回は、課題の演習とする。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

なし/No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし/No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|----|---------------|--|
| 1 | 宇宙工学における材料強度学 | 材料強度学とは何かを説明、宇宙工学における適用を解説する |
| 2 | 材料の準静的強度 | 結晶性材料の剛性、強度、靱性について説明する |
| 3 | 材料の高温強度 | エンジンで必要となる高温強度を説明する |
| 4 | 材料の破壊 | 高強度材で問題になる破壊現象を説明する |
| 5 | 演習:内圧容器の設計 | 2～4回のまとめとして、内圧容器の設計を演習として実施する。 |
| 6 | 宇宙構造材料の特色 | 宇宙構造材料の特色を説明詞、材料強度論の重要性を説明する |
| 7 | 材料選択チャート：強度 | 力学特性に関する材料選択チャートを説明する |
| 8 | 材料選択チャート：形状係数 | 梁で問題となる形状係数について説明し、有効比強度を導出する |
| 9 | 材料選択チャート：強度以外 | 力学特性以外の材料選択チャートを説明する |
| 10 | 演習：材料選択チャート | 7～9回のまとめとして、各人が修論で取り扱う材料の材料選択チャートの作製を演習として実施する |
| 11 | 転位の力学 | 転位を連続体力学で表現する |
| 12 | 転位の結晶学 | 結晶中の転位の挙動を説明する |
| 13 | 転位と欠陥の相互作用 | 転位と点欠陥、あるいは転位同士の相互作用を導出する |
| 14 | 演習：強化機構 | 11～13回のまとめとして、各種強化機構の導出を演習として実施する |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】レポート作成は授業時間を利用して行う予定であるが、授業時間内で終了しない場合は授業時間外に対応する必要がある。

対面授業が難しい場合にはWEBを利用したオンデマンド方式の授業やZOOMを用いた授業を行う。

【テキスト（教科書）】

なし

【参考書】

必要に応じて授業でプリントを配布する。

【成績評価の方法と基準】

5, 10, 14回に行う演習のレポート(80%)および平常点(20%)により評価する。

【学生の意見等からの気づき】

提出されたレポートでコメントを求められた場合には個別に対応する。

【学生が準備すべき機器他】

なし

【その他の重要事項】

なし

【Outline (in English)】

【COURSE OUTLINE】

The goal of this course is understanding of multiscale failure mechanism of solids, and application of the mechanism to explain failure behavior of solids, such as metals, polymers, ceramics, composites, and hybrid material systems.

【LEARNING OBJECTS】

At the end of the course, students are expected to achieve the objects of the class and to acquire preliminary understanding and knowledge of strength and fracture of materials.

【LEARNING ACTIVITIES OUTSIDE OF CLASSROOM】

Before/after each class meeting, students will be expected to spend 4 hours to understand the course content.

【GRADING CRITERIA/POLICY】

The total score of 60 or more out of 100 is considered acceptable. The grading will be decided based on reports, and presentations/discussions in the class.

MTL500X1

衝撃破壊工学特論

崎野 清憲

単位数：2 単位 | 開講時期：春学期授業/Spring

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

身近な衝撃問題から宇宙におけるスペースデブリの問題までを学ぶ。構造部材の衝撃破壊について材料強度学の知見に基づき、その現象と機構を理解する。具体的には破壊の種類、マクロの変形とミクロの結晶塑性との関連、そして構造部材の変形と破壊のメカニズムを理解する。波動の伝播による衝撃荷重の理解とその計測方法ならびに動的荷重が負荷した部材の変形挙動を学ぶ。また、衝撃荷重や衝撃波を用いた加工方法などを学ぶ。

【到達目標】

衝撃荷重を理解できる。
衝撃による構造部材の破壊様式を知ることが出来る。
衝撃荷重の測定方法を学ぶことが出来る。
高速変形機構を理解することが出来る。
部材の破壊について微視的見地から評価できる。
材料の強化機構を理解できる。
破壊の種類とその原因を知ることが出来る。
宇宙開発におけるデブリ問題を知ることが出来る。
衝撃荷重を用いた加工方法を学ぶことが出来る。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

構造部材の衝撃破壊についての諸問題を取り上げ、その変形と発生機構について巨視的ならびに微視的見地から理解を進める。ミクロの結晶塑性については転位論的考察を導入し、マクロの破壊については破壊面による解析を試みる。このように、巨視的な現象については微視的見地からの解析をできる限り試みる。授業は関連資料（プリント）の配布、プロジェクターを用いた教材の説明、さらには授業テーマごとに演習問題等を用意することで授業内容の定着と理解を深める。春学期の少なくとも前半はオンラインでの開講となる。それにとまなう各回の授業計画の変更については、学習支援システムでその都度提示する。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】
なし / No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】
なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|----|-------------|----------------------------|
| 1 | 概論 | 現在における衝撃問題の概要について述べる |
| 2 | 材料の破壊の基礎（1） | 破壊の種類と機構について述べる |
| 3 | 材料の破壊の基礎（2） | 時間依存型の破壊（高温破壊）について述べる |
| 4 | 材料の破壊の基礎（3） | 時間依存型破壊（繰り返し荷重）について述べる |
| 5 | 高速変形機構（1） | 高速変形機構の分類と変形挙動の概要について述べる |
| 6 | 高速変形機構（2） | 微視的変形機構に基づく構成式の具体形について述べる |
| 7 | 弾性体中の応力波（1） | 簡単な部材の応力波の伝播について述べる |
| 8 | 弾性体中の応力波（2） | 1次元波動伝播理論に基づく応力波の解析について述べる |
| 9 | 衝撃負荷装置と計測法 | ホプキンソン棒装置を中心とした測定法について詳述する |
| 10 | 衝撃破壊（1） | 応力波による棒や板の破壊について述べる |

| | | |
|----|-------------|--|
| 11 | 衝撃破壊（2） | スポール破壊、貫入・貫通現象について紹介する |
| 12 | 超高速衝突現象（1） | 衝撃波の発生と計測法について述べる |
| 13 | 超高速衝突現象（2） | 宇宙空間におけるスペースデブリ衝突の問題を紹介する |
| 14 | 衝撃を応用した塑性変形 | 爆発成形・圧着、水撃法を用いた加工法について紹介する 最後に試験を行い、評価の参考とする。 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】授業中のノートはきちんととり、復習するように。予習時間もさることながら復習時間を十分とるように。演習問題や宿題を出すことがあるので、きちんと理解するように。

【テキスト（教科書）】

特定のテキストは使用しない。
授業中に配付する資料。
時には視覚的効果を得るためにスライドを用いた講義を行う。

【参考書】

林卓夫、田中吉之助 共著：「衝撃工学」（日刊工業新聞社）

【成績評価の方法と基準】

課題の提出（40%）ならびに総合演習（60%）の成績で評価する。

【学生の意見等からの気づき】

特に指摘はないので、従来通り学生の理解が得られる授業を心掛ける。

【学生が準備すべき機器他】

関数電卓を携帯すること。演習問題の解法に使用する。

【その他の重要事項】

授業最終日に理解度確認のための簡単な試験を行う。

【Outline (in English)】

This course deals with the impact behavior of the structural components being subject to the dynamic loads in the wide rate range from a domestic shock to space debris.

It also gives a definite view on the impact fracture of structural components in terms of materials science consideration.

At first, it explains that several kinds of fractures, relationship between macro-deformation and micro-crystal plastic deformation, and the knowledge of a deformation and fracture mechanisms is accumulated. Subsequently, it presents that a measuring techniques of impact loads and the deformation behavior of the component being subject to a dynamic loading. At last, processing techniques with the aid of impact loads are introduced. By the end of the course, students should be able to know the followings:

- the fracture patterns of the structural components caused by an impact.
- the measuring techniques of an impact load.
- the deformation mechanism at high strain rates.
- the fracture mechanism of the components based on the microscopic view point.
- the problem of numerous debris in the space of universe.
- the processing techniques by the impact load.

Before/after each class meeting, students will be expected to spend four hours to understand the course content. Grading will be decided based on short reports: 20% and term-end examination: 80%.

MTL500X1

鉄鋼材料工学特論

米村 繁

単位数：2 単位 | 開講時期：春学期授業/Spring

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

- 1) 各種鉄鋼製品の製造プロセスに関する基礎知識の修得
- 2) 各種用途に要求される鉄鋼材料特性に関する基礎知識の修得
- 3) 鉄鋼材料の変形特性と変形限界に関する基礎知識の修得

【到達目標】

鉄鋼の原料から鋼材が製造できるまでの一連の製造プロセスに関する基礎知識が修得できる。厚板・薄板・線材・棒鋼等の鉄鋼製品の種類とそれぞれの製造プロセスおよび必要特性に関する知識が修得できる。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

本講義では、鉄鋼の製造プロセスや特性に関して基礎から学習する。講義開始は 4/7(金) を予定しています。

対面講義を基本としますが、状況によっては最大 7 回までオンライン双方向講義となります。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|--------|------------|---------------------------------|
| 第 1 回 | 鉄鋼製品概略 | 鉄鋼プロセスの概略，各種鉄鋼製品の種類・用途 |
| 第 2 回 | 鉄の歴史 | 鉄の生い立ち，製鉄業の歴史 |
| 第 3 回 | 製鉄 | 鉄鉱石，石炭などの原料，および高炉，溶鉄予備処理 |
| 第 4 回 | 製鋼 | 転炉，二次精錬，連続铸造 |
| 第 5 回 | 圧延 | 圧延基礎理論，熱間・冷間圧延プロセス |
| 第 6 回 | 厚板 | 鋼の基本的性質，厚板製造プロセス，TMCP，強度，靱性，溶接性 |
| 第 7 回 | 前半の振り返り・討議 | 前半のレポートを提出してもらい，それに基づきグループ討議 |
| 第 8 回 | 薄板 1 | 冷間圧延，焼鈍プロセス，鉄鋼材料の強さと変形，強化機構 |
| 第 9 回 | 薄板 2 | 自動車用鋼板，ハイテン，表面処理鋼板 |
| 第 10 回 | 棒鋼・線材 | 棒鋼，線材の製造プロセス，高強度線材 |
| 第 11 回 | 鋼管 | シームレス鋼管，UO 鋼管，スパイラル鋼管，電縫溶接鋼管 |
| 第 12 回 | 引張試験 | 板材の塑性変形特性，成形性試験法 |
| 第 13 回 | 変形と破壊 | 鉄鋼材料の破壊現象，破壊形態，低温脆性 |
| 第 14 回 | 発表 | 各人の提出したレポート内容の発表および質疑・討論 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は，各 4 時間を標準とします。】特になし

【テキスト（教科書）】

参考資料を配布

【参考書】

- ・「鉄と鉄鋼がわかる本」，日本実業出版社
- ・「鉄の未来が見える本」，日本実業出版社
- ・「鉄の薄板・厚板がわかる本」，日本実業出版社

・「スーパー鉄鋼 先進ハイテン」，文藝春秋社

【成績評価の方法と基準】

レポート課題：70 %

平常点：30 %

【学生の意見等からの気づき】

本年度授業担当者変更によりフィードバックできません。

【学生が準備すべき機器他】

オンライン双方向講義の場合，パソコンないしタブレットと通信環境

【その他の重要事項】

「鉄鋼材料工学特論」は，数十年にわたり鉄鋼会社の研究所・現場に勤務した経験をもとに，現象や事実だけでなく何故そうになっているかの理解を図って講義します。

【Outline (in English)】

【Course outline】

This course provides basic knowledge in following area

- 1) manufacturing process of steel products.
- 2) material properties of steel demanded for application.
- 3) deformation properties and forming limits of steel.

【Learning Objectives】

The goal of this course is to get above mentioned knowledge of 1), 2) and 3), and to get capability to compare steel and other materials for some application.

【Learning activities outside of classroom】

After each lecture, students will be expected to make summary of it to understand the content.

【Grading Criteria /Policy】

Overall grade will be evaluated by 30% in mid-term (+weekly) reports and 70% in term-end report.

MTL500X1

非金属材料特論

鞠谷 雄士

単位数：2 単位 | 開講時期：春学期授業/Spring

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

高分子材料、セラミックス、複合材料などの非金属材料の基礎的な性質・性能を、金属材料と対比しつつ、材料工学的観点から理解する。

【到達目標】

材料工学的観点から材料の性質を議論するための基礎知識・基礎能力を習得する。さらに、それらの材料を使用する際に必要となる材料選択や部材設計を行うための基本的な能力を獲得する。材料の性質は予め定まったものではなく、積極的に制御できるものという観点を体得する。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

近年、機械材料として重要度が増している非金属材料、すなわち高分子材料、セラミックス、およびそれらの複合材料について、その種類、用途、製造法、主要物性、物性評価理論に関する基礎事項を、主にパワーポイントを用いて講義する。各回の講義の最後に、小課題を与える。小課題への回答をまとめ、次回の講義で説明を補足することで、理解度の確認とフィードバックを行う。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】なし / No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|--------|--------------------|---|
| 第 1 回 | 序論 | 材料工学的観点から材料の本質的な性質を理解するための微視的視点と巨視的視点 |
| 第 2 回 | 高分子材料概論 | 身近な高分子材料。高分子の本質。高分子性、階層性。 |
| 第 3 回 | 高分子材料の成形加工法 | 紡糸・フィルム成形、射出成形、ブロー成形などの各種成形加工法の基本原理 |
| 第 4 回 | さまざまな高分子材料 | さまざまな高分子材料の化学構造と物性の関係 |
| 第 5 回 | 高分子材料の基本性能と化学構造の関係 | 高分子材料の力学的性質、熱的性質、光学的性質と化学構造の関係 |
| 第 6 回 | 高分子材料の構造 | 一次構造、二次構造、三次構造、高次構造の内容と区別。 |
| 第 7 回 | 高分子材料の構造制御 | 溶融成形加工過程におけるガラス転移、結晶化、分子配向などと高次構造制御の関係 |
| 第 8 回 | 高分子性 | 高分子の本質的な性質である分子鎖のからみ合い、ゴム弾性、長緩和時間。 |
| 第 9 回 | セラミックスの歴史 | セラミックスの歴史的発展過程、社会的意義、環境との調和 |
| 第 10 回 | 酸化セラミックス、非酸化セラミックス | アルミナ、ジルコニア、シリカ、チタニアなど、炭化物、窒化物、ホウ化物、炭素系、ナノセラミックスなど |
| 第 11 回 | 複合材料の基礎 | マトリクス、強化繊維、ナノコンポジット |
| 第 12 回 | 長繊維強化複合材料の力学 | 繊維束の強度、繊維強化複合材料の強度、弾性率の一般理論 |
| 第 13 回 | 短繊維強化複合材料の力学 | 臨界繊維長、弾性率の一般理論。微視力学的強化理論。 |
| 第 14 回 | まとめ | 非金属材料の総括 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】配布資料で講義内容を再確認する。身の回りにおける材料の種類、物性・機能、リサイクル・リユースの可能性などについて考察する。また、本授業を通して必要な数学や物理の復習を行う。

【テキスト（教科書）】

使用しない

【参考書】

材料科学への招待 培風館

ここだけは押さえておきたい高分子の基礎知識 日刊工業新聞社

成形加工におけるプラスチック材料 森北出版

身近なモノから理解する高分子の科学 日刊工業新聞社

【成績評価の方法と基準】

小テスト (30%)

期末レポート (70%)

【学生の意見等からの気づき】

材料工学的観点で材料を理解するためには、原子・分子のレベルでの理解が必須です。しかしながら、機械系の学生は、想像以上に化学式に対する抵抗感が強いようです。なるべくこの抵抗感を感じないように、注意・工夫して講義を進める予定です。また、講義内容の理解が深まるよう、講義資料・補足資料を配布します。

【学生が準備すべき機器他】

資料配布、期末レポートの提出には、授業支援システムを利用する

【その他の重要事項】

材料工学的な視点でものをみること、すなわち原子、分子レベルの微視的な視点と材料自体を塊としてとらえる巨視的な視点の双方を大事にすることが、材料の本質を理解するために極めて大切です。さまざまな刺激に対する材料の応答は千差万別ですが、そのなかにもどのような原理・原則が隠されているかを常に意識して下さい。

【Outline (in English)】

【Course outline】 This course provides a basic knowledge of the fundamental characteristics and properties of non-metallic materials such as polymers, ceramics, and composites, comparing with metallic materials.

【Learning Objectives】 At the end of the course, students are expected to achieve the objectives of the class and to acquire preliminary understanding and knowledge for discussing the characteristics of materials from the view point of materials science.

【Learning activities outside of classroom】 Before/after each class meeting, students will be expected to spend 4 hours to understand the course content.

【Grading Criteria /Policy】 The total score of 60 or more out of 100 is considered acceptable.

MTL500X1

複合材料特論

新井 和吉

単位数：2 単位 | 開講時期：春学期授業/Spring

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

複合材料は二種以上の材料からなり、単一の材料では得られない優れた特性を発現することができる材料であり、近年、航空機や自動車などの構造材料として使用されてきている。複合材料の中でも特に、繊維強化プラスチック（FRP）を中心に、構成材料と弾性理論、複合則、異方性や積層理論等について学ぶ。

【到達目標】

- 1) 複合材料の種類や構成素材、成形法について説明できる。
- 2) 複合材料の弾性理論、複合則について導出、利用できる。
- 3) 複合材料の異方性や積層理論等について理解できる。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

FRPをはじめとする2種以上の基材を組み合わせた複合材料は、軽くて強く、宇宙・航空の最先端技術分野から、自動車、工業用途、レジャー用品等に至るまで広く利用されており、今後もさらに発展することが期待されている。本特論では、講義形式にて複合材料の種類や製造法について概説した後、単一材料における材料力学を複合材料の場合にも発展させ、弾性理論、複合則、破損則、さらには複合材料の特質である異方性や積層理論等について講述する。

授業計画の変更がある場合は、学習支援システム、メールなどにてその都度提示する。課題等の提出・フィードバックは学習支援システムを通じて行う予定です。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

なし/No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし/No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|------|------------------|------------------------|
| 第1回 | 機械の材料 | 工業材料の種類と分類 |
| 第2回 | 複合材料の種類 | 複合とは、複合材料の歴史、FRPの種類と特徴 |
| 第3回 | FRPの構成素材 | マトリックス樹脂と強化繊維の特徴 |
| 第4回 | 複合材料の成形法 | 複合材料の成形フロー |
| 第5回 | 同上 | FRPの各種成形法 |
| 第6回 | 単一材料の材料力学基礎理論の復習 | 応力、ひずみ、フックの法則、許容応力 |
| 第7回 | 複合材料棒の一般的性質 | 複合材料棒の複合則、ヤング率、強度 |
| 第8回 | 複合材料の曲げ | 曲げの一般式 |
| 第9回 | 同上 | 曲げ剛性、曲がりにくいはり |
| 第10回 | 複合材平板の基礎理論 | 薄板に作用する応力 |
| 第11回 | 同上 | 応力の座標変換 |
| 第12回 | 同上 | 変位とひずみ、ひずみの座標変換 |
| 第13回 | 同上 | 等方性板、直交異方性板のフックの法則 |
| 第14回 | 同上 | 斜め方向の特性、実験による弾性定数の求め方 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】複合材料は、機械の材料として学んできた単一材料の内、二種類以上を複合化して作製された材料である。したがって、各単一材料の特性を十分に理解しておくこと。なお、理工学部機械工学科3年の授業科目「複合材料工学」を履修していることが望ましい。

【テキスト（教科書）】

教科書は使用しない（毎時間、資料を配付する）。

【参考書】

必要に応じて講義中に紹介する。

【成績評価の方法と基準】

期末および授業内に行う演習（100%）による。原則として出席率70%以上を成績評価対象とする。

【学生の意見等からの気づき】

できるだけ多くの複合材料の基礎知識を身につけられるよう、説明していく予定である。

【Outline (in English)】

(Course outline) A composite material or a composite is made from two or more constituent materials, and has characteristics that are superior to individual materials. Composites are widely employed in the leading technologies in fields of aviation, automobiles, industries, and leisure. This course introduces the FRP, which has been recently employed especially in the composite structures of airplanes and cars, and further provides basic knowledge on the design of composites as an industrial commodity.

(Learning Objectives) The goals of this course are as follows:

- (1) Obtain basic knowledge of the history and types of composite materials as well as their manufacturing processes.
- (2) Understand the fundamental theories of elasticity, stress, strain and deformation, mixtures and breakage rules, and anisotropy and lamination of composite materials.

(Learning activities outside of classroom) A composite material or a composite is made from two or more constituent materials. Therefore, it is necessary to have a thorough understanding of the properties of individual materials.

(Grading Criteria /Policy) The student's overall grade will be based on the following criteria:

- Short reports: 10%
- Term-end examination: 90%

This course will be taught in Japanese.

MTL500X1

航空宇宙材料特論

青木 雄一郎

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期集中/Intensive(Fall)

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

金属材料や複合材料など、航空機及び宇宙機の構造に用いられる材料について、その特性と設計時や運用時など適用上の留意事項を習得する。また、教科書に記載された内容だけでなく、研究施設を訪問することで当該分野の研究開発動向や研究方法などを学びながら実現象を把握することで、より幅広い知見の獲得を目指す。

【到達目標】

構造設計・製造の観点から、重要となる材料特性やその利用方法について理解を深め、広範囲な使用環境の下で材料を選択できる、技術者としての基本的な視点と能力を取得する事を目標とする。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

航空宇宙機構造の概要をまず把握し、それらに用いられる材料の特性など基礎的な知識に基づき、航空宇宙機の材料に関する特異性を把握する。また、近年の材料は設計できる材料へと進化しつつあり、主に複合材料に関して設計手法などについて理解を深める。さらに構造設計・加工性の観点から材料を評価する場合の考え方を示す。さらに航空宇宙機の材料選定の考え方について、講義中に学生と議論を行うことで、それらの考えを身に付けてもらう。また、当該分野の研究施設を訪問し関連技術研究の動向や座学では得られない知見を習得する。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

なし / No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

あり / Yes

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|-------|--------------------------------|--|
| 第 1 回 | ガイダンスおよび宇宙／航空機構造の概要 | 本講義を通じて取得する内容の概要を示す。また、航空宇宙機に用いられる構造の概要を把握する |
| 第 2 回 | 航空機などの主な材料である、金属材料の結晶に関する変形と強度 | 金属材料の結晶レベルにおける変形と強度との関係を把握する |
| 第 3 回 | プラスチックなどの、高分子材料の変形と強度 | 樹脂系材料などの変形挙動と強度に及ぼす影響、及びその支配要因について把握する |
| 第 4 回 | 脆性破壊の理論と実際 | 結晶材料および高分子材料が脆性破壊する場合の理論について把握する |
| 第 5 回 | 延性破壊の理論と実際 | 結晶材料および高分子材料が延性破壊する場合の理論について把握する |
| 第 6 回 | 時間依存性破壊の理論 | 疲労、高温時の破壊、低温時の脆性及び腐食など時間に依存する破壊の現象を把握する |
| 第 7 回 | 複合材料の適用状況と課題 | 複合材料の種類とその得失について把握し、実際に構造へ適用する時に留意すべき点について理解する |
| 第 8 回 | 複合材料の強化メカニズム（その 1） | 炭素繊維強化の樹脂系複合材料について、基礎的な力学と知識を得る |
| 第 9 回 | 複合材料の強化メカニズム（その 2） | 炭素繊維強化の樹脂系複合材料について、基礎的な力学と知識を得る |

第 10 回 アルミニウム合金とチタン合金
材料であるアルミ合金とチタン合金について、それぞれの特徴と適用部位及びその適用根拠について理解する

第 11 回 鉄鋼と耐熱合金およびその他の材料
エンジンや脚部品などの高荷重密度の部位に適用されるこれらの材料について、その根拠や特徴を理解する

第 12 回 航空機構造の特殊性と材料（フィールドワーク）
航空機用材料が使用される温度環境と、具体的な部位の構造様式及び適用材料に求められる性能を理解する

第 13 回 宇宙機・宇宙構造物とその材料（フィールドワーク）
主としてロケットの構造に関する知識を得て、特有な環境下における材料選定の根拠を把握する

第 14 回 材料適用の基本的考え方と軽量化の考え方（フィールドワーク）
航空宇宙機への材料適用の基本的な考え方と、疲労及び軽量化の観点からの留意事項について理解する

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】

- ・材料力学を習得している事
- ・金属材料、複合材料に関する基本的な知識を有する事
- ・航空宇宙機に関する興味を有している事
- ・機械系全般に関する、設計・製造に関心がある事
- ・配布される資料を事前に読んでおく事

【テキスト（教科書）】

- ・特にテキストは使用しない。
- ・講義で使用するパワーポイントの縮小版を配布する。但し、講義で用いる全ての頁ではなく、配布しない頁もある。適宜メモをする事
- ・ビデオ

【参考書】

- ・塩谷義「航空宇宙材料学」東京大学出版会, 1997
- ・日本航空技術協会「航空工学講座（4）航空機材料」2004
- ・辺・石川「先進複合材料工学」培風館, 2005
- ・その他、授業中に適宜資料を配布

【成績評価の方法と基準】

- ・小テスト（60%）、レポート（40%）
- ・これに加え授業への参加姿勢（質問応答姿勢など）が加点される。
- ・出席は 10 回以上が必須。それ以上の欠席は未履修とする。

【学生の意見等からの気づき】

- ・授業終了後に、小テスト（簡単なクイズ）などを行い理解度を確認しつつ講義を行う。特に授業中に口頭で質問し、理解度を確認するので積極的に答えてもらいたい。
- ・設計・開発現場での豊富な経験に基づいて、教科書に書かれていない設計現場の実情やその背景など、企業に入った場合に必要となる視点について披露し、必要な考え方と姿勢を取得してもらう。

【学生が準備すべき機器他】

パワーポイントによる講義を行う。特に機器は必要ないが、材料の特性値などについて講義中に各自の PC やスマホなどで調べさせる事がある。

【その他の重要事項】

- ・実際の機体構造や複合材料構造の一部などを持ち込む事もある。教科書では理解できない実物を各自の目と手で理解してもらう。
- ・フィールドワークは、宇宙航空研究開発機構調布航空宇宙センター飛行場分室の構造材料研究施設（三鷹市）を訪問する予定である。

【Outline (in English)】

【Course outline】 This course provides a basic knowledge of aerospace materials, such as metallic materials and composite materials, often used in aircraft and spacecraft.

【Learning Objectives】 At the end of the course, students are expected to acquire preliminary understanding and knowledge on aerospace materials for graduation research and mechanical engineering seminar II.

【Learning activities outside of classroom】 Before/after each class meeting, students will be expected to spend 4 hours to understand the course content.

【Grading Criteria /Policy】 The total score of 60 or more out of 100 is considered acceptable. Evaluation is conducted based on short Quiz after each class(60%) and Report(40%).

MEC500X1

応用熱力学特論

川上 忠重

単位数：2 単位 | 開講時期：春学期授業/Spring

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

熱力学の2つの重要な応用分野に動力の生産と冷凍があり、通常、これらは両方とも熱力学的サイクルで運転される系によって行われる。熱力学的サイクルはまた、サイクルを循環する物質である作動流体の相によって、ガスサイクルと蒸気サイクルに分類できる。本授業では、ガス動力サイクルおよび蒸気サイクルの応用熱力学的な観点からの作動原理および各種性能評価に関する理解を目的とする。

【到達目標】

【到達目標】

- 1) 熱力学の第二法則を中心に、ガス動力サイクルおよび蒸気サイクルにおける熱の不可逆性について考察することができる。
- 2) ガス動力サイクルおよび蒸気サイクルの作動原理から、熱力学観点からの状態量の変化および各種効率について適用することができる。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

応用熱力学の歴史と現在の応用熱力学についての知識を必要とする分野における基礎理論（各種熱機関およびサイクル）およびその応用を講義・輪読形式で教授する。必要に応じて輪講形式、グループワークおよびポートフォリオにより実際面との関連について検討することにより理解を深める。

課題等の提出・フィードバックは、適宜、「学習支援システム」と授業を通じて行う予定である。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|-------|---------------------------|---|
| 第 1 回 | ガス動力サイクルの基本原理 | ガス動力サイクル解析における理想化と単純化モデル、カルノーサイクルの工学的価値および理論空気がサイクルについて |
| 第 2 回 | 往復機関の作動原理 (1) 火花点火エンジン | オットーサイクルの作動原理、理論熱効率および平均有効圧力について |
| 第 3 回 | 往復機関の作動原理 (2) 圧縮点火エンジン | ディーゼルサイクルの作動原理、理論熱効率、自己着火のメカニズムおよび理論熱効率 |
| 第 4 回 | 往復機関の作動原理 (3) 複合圧縮点火エンジン | 高速ディーゼルサイクルの作動原理、理論熱効率および平均有効圧力について |
| 第 5 回 | スターリングサイクルとエリクソンサイクルの作動原理 | 閉じた系でのスターリングサイクルおよび定常流れ系でのエリクソンサイクルの熱効率について |
| 第 6 回 | 閉じた系および開いた系でのガスタービンエンジン | ブレイトンサイクルの作動原理、圧力比、コンプレッサー効率およびタービン効率について |
| 第 7 回 | 再生を伴うブレイトンサイクル | 再生を伴うブレイトンサイクルの有効率、理論熱効率について |
| 第 8 回 | 中間冷却、再熱および再生を伴うブレイトンサイクル | 単段コンプレッサーおよび2段コンプレッサーを用いたサイクルの作動原理および理論熱効率 |
| 第 9 回 | 理想的ジェット推進サイクル | ターボジェットエンジンの基本構成要素、推進動力および推進効率について |

| | | |
|--------|-----------------|---|
| 第 10 回 | ガス動力サイクルの第二法則解析 | 閉じた系と定常流れ系におけるエクセルギーと不可逆損失について |
| 第 11 回 | 蒸気動力サイクル (1) | カルノー蒸気サイクルの作動原理および問題点について |
| 第 12 回 | 蒸気動力サイクル (2) | ランキンサイクルの作動原理、エネルギー解析および熱消費率について |
| 第 13 回 | 蒸気動力サイクル (3) | ランキンサイクルの熱効率向上と理想的再熱ランキンサイクルについて |
| 第 14 回 | 蒸気動力サイクルの第二法則解析 | 蒸気動力サイクル (1) から (3) を踏まえたエクセルギーおよび不可逆損失について |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】基礎熱学、工業熱力学、伝熱工学、内燃機関および燃焼工学が理解されていることが、講義理解の必須条件であり、適宜、講義内容について、上記科目の理解不足の部分について、積極的に学習する。また、関連する専門書・論文等を調査し研究する。

【テキスト（教科書）】

講義中に資料として配布する。

【参考書】

講義中に資料として紹介する。

【成績評価の方法と基準】

評価方法：平常点 (30%) および 3 回程度の課題提出レポート (70%) で評価するが、原則として出席率及び課題提出率 70%以上を成績評価対象とする。

評価基準： 本科目において設定した到達目標を 60 %以上達成している学生を合格とする。

【学生の意見等からの気づき】

特に改善点については指摘はありませんでした。最新の研究動向との関連について、適宜講義中に入れていきますので、積極的に授業後の考察も各自行ってください。

【学生が準備すべき機器他】

各授業のお知らせ、教材の配布および課題提出等は、学習支援システムで行います。

【Outline (in English)】

(Course outline)

The aim of this course is to achieve a comprehensive understanding of the fundamental concepts and principles of gas cycles and vapor cycles and their applications for thermodynamics theoretical cycles.

(Learning objectives)

The objectives of this integrated subject are as follows:

1. Evaluate the performance of gas power cycles for which the working fluid remains a gas throughout the entire cycle.
2. Analyze both closed and open gas power cycles.
3. Analyze vapor power cycles in which the working fluid is alternately vaporized and condensed.
4. Investigate ways to modify the basic Rankine vapor power cycle to increase the cycle thermal efficiency.

(Learning activities outside of classroom)

Students will be expected to have completed the required assignments after each class. Your study time will be more than four hours for a class.

(Grading criteria/Policies)

Your final grade will be decided according to the following process:

- The ratio of class attendance over 70 % (over 10/14) will be decided the final grade
 - Usual performance score 60%, term-end examination 40%
- To pass, students must earn at least 60 points out of 100.

MEC500X1

燃焼工学特論

川上 忠重

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期集中/Intensive(Fall)

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

燃焼工学の歴史と現在の燃焼についての知識を必要とする分野における基礎理論およびその応用について講述する。特に現在、環境問題の観点から着目されている、各種燃焼形態の燃焼技術、化学反応、着火過程など、工学的に重要な燃焼現象の理論について教授する。

【到達目標】

【到達目標】

- 燃焼の物理的な基本現象の理解に基づいて、燃焼を支配する因子の作用について考察することができる。
- 層流予混合火炎及び乱流予混合火炎等の火炎伝播、連鎖分岐反応メカニズム、素反応機構及び消炎理論の理解により、現象のモデル化、化学反応モデル、微分方程式、流体力学、熱伝達等に関する理解の応用について考察することができる。
- 固体燃焼装置における火炎の安定化や有害成分の生成・抑制について考察することができる。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

燃焼工学における基礎事項、燃焼形態（予混合燃焼、拡散燃焼、群燃焼および固体燃焼）の理論的考え方および実機との対応について検討する。

講義中心の授業を実施するが、必要に応じて輪講形式、グループワークおよびポートフォリオにより実際面との関連について検討することにより理解を深める。

課題等の提出・フィードバックは、適宜、「学習支援システム」と授業を通じて行う予定である。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|--------|----------------------|---|
| 第 1 回 | 燃焼工学の歴史、燃焼の分類および律則過程 | ファン・カルマンによって確立された燃焼工学の考え方、燃焼現象の分類方法および燃焼律則過程の定義 |
| 第 2 回 | 予混合燃焼 (1) | アレニウス式による熱発理論及び爆発限界式 |
| 第 3 回 | 予混合燃焼 (2) | 予混合燃焼における連鎖分岐反応機構と連鎖分岐爆発理論 |
| 第 4 回 | 予混合燃焼 (3) | 着火条件でのエネルギー式及び消炎限界でのルイス数効果 |
| 第 5 回 | 予混合燃焼 (4) | 火炎伝播現象及びデトネーション (Hugoniot 式との関係) |
| 第 6 回 | 拡散火炎 (1) | 拡散火炎における境界層理論とダムケラー数 |
| 第 7 回 | 拡散火炎 (2) | 単一液滴の球対称一次元モデルを用いた準定常理論 |
| 第 8 回 | 拡散火炎 (3) | 単一液滴の球対称一次元モデルを用いた非定常理論 |
| 第 9 回 | 拡散火炎 (4) | 液滴列の燃焼機構及び噴霧燃焼における群燃焼 |
| 第 10 回 | 拡散燃焼 (5) | 群燃焼数と噴霧の着火機構（液滴型着火及び蒸気型着火） |
| 第 11 回 | 固体燃焼 (1) | 固体燃料の燃焼形態と微粉炭燃焼におけるチャー燃焼 |
| 第 12 回 | 固体燃焼 (2) | 爆発性化合物と爆発性混合物の燃焼形態 |

第 13 回 燃料電池

燃料電池の作動原理および問題点

第 14 回 ロケットエンジン

ロケットエンジンの作動原理と燃料

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】基礎熱学、工業熱力学、伝熱工学、内燃機関および燃焼工学が理解されていることが、講義理解の必須条件であり、適宜、講義内容について、上記科目の理解不足の部分について、積極的に学習する。また、関連する専門書・論文等を調査し研究する。

【テキスト（教科書）】

必要に応じて、講義中に配布する。

【参考書】

必要に応じて、講義中に紹介する。

【成績評価の方法と基準】

評価方法：平常点 (30%) および 3 回程度の課題提出レポート (70%) で評価するが、原則として出席率及び課題提出率 70% 以上を成績評価対象とする。

評価基準：本科目において設定した到達目標を 60 % 以上達成している学生を合格とする。

【学生の意見等からの気づき】

最新の研究動向に関する関心が高いので、適宜、必要に応じて講義中でも積極的に取り上げますが、授業後の考察も各自行ってください。

【学生が準備すべき機器他】

各授業のお知らせ、教材の配布および課題提出等は、学習支援システムで行います。

【その他の重要事項】

【カリキュラムの中の位置づけ】

「エネルギー変換工学」における環境工学、燃焼工学、熱力学、化学反応、内燃機関、流体工学を基にした、総合科目である。

【この科目に先行して学ぶことが望まれる科目】

基礎熱学、工業熱力学、流れの基礎、水力学、伝熱工学、流体工学、内燃機関、燃焼工学、エネルギー変換工学

【Outline (in English)】

(Course outline)

This course introduce the applications of concepts and principle about combustion theory and their evaluation of internal combustion engine and gas turbine in heat engineering.

(learning objectives)

The specific objectives of this integrated subjects are to

1) be able to explain the application concepts of combustion such as chemical kinetics, conservation equations for multi-component reaction systems, detonation, premixed laminar flames, gases diffusion flames and combustion of a single liquid fuel droplet.

2) be able to understand and explain the combustion characteristics of pre-mixed flames, diffusion flame and solid combustion (flame propagation, ignition and flame stabilization, combustion of droplets and sprays and combustion of coal)

(Learning activities outside of classroom)

Students will be expected to have completed the required assignments after each class. Your study time will be more than four hours for a class.

(Grading criteria/Policies)

Your final grade will be decided according to the following process:

・ The ratio of class attendance over 70 % (over 10/14) will be decided the final grade

・ Usual performance score 60%, term-end examination 40%

To pass, students must earn at least 60 points out of 100.

MEC500X1

伝熱工学特論

大久保 英敏

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

伝熱工学はエネルギー工学の分野においてきわめて重要な位置を占めるばかりでなく、機械工学、化学工学、原子力工学、宇宙工学、環境工学など広い応用分野を持っている。講義では、伝熱の基本形態である熱伝導、対流、熱放射、さらに、相変化を伴う伝熱、伝熱促進などの応用過程を三基本原理と輸送則により体系的に講義する。

【到達目標】

伝熱工学は温度差の結果として物体間に起こる熱エネルギー伝達を探究する工学であり、質量保存則、運動量保存則、熱エネルギー保存則の三基本原理、及びフーリエ熱伝導則等の輸送則から成り立っている。本講義では、基本原則の体系的な概念の詳細な把握、エネルギー・環境分野への適用概念の把握、宇宙・ナノテクノロジー等フロンティア・先端分野への適用概念の把握を目標とする。

伝熱工学の基礎と最新技術を学び、将来、伝熱工学分野に進む人だけでなく工学の広い分野に進む人のためにも伝熱工学の基礎・応用技術を理解してもらえようとする。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

各テーマ毎に3つの基本原理の更なる体系を講義する。また、最新の技術の技術論文、基礎資料を配布して、講義を進める。

さらに、エネルギー・環境分野、フロンティア・先端分野への適用について適宜トピックスを取り上げて紹介する。

必要に応じてテーマの小課題を出して、レポートを提出してもらう。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|-------|-------------------|--|
| No.1 | 熱伝導伝熱 | 定常熱伝導、非定常熱伝導など |
| No.2 | 対流伝熱 | 強制対流熱伝達、自然対流熱伝達など |
| No.3 | 放射伝熱 | 対流・熱放射複合熱伝達など |
| No.4 | 相変化伝熱 1 | 膜状凝縮熱伝達、滴状凝縮熱伝達など |
| No.5 | 相変化伝熱 2 | 蒸発・沸騰熱伝達、気液二相流など |
| No.6 | 相変化伝熱 3 | 融解・凝固熱伝達など |
| No.7 | 物質移動 1 | 拡散法則、熱伝達・物質移動のアナロジーなど |
| No.8 | 物質移動 2 | 物質移動を伴う伝熱など |
| No.9 | 伝熱促進 1 | 対流伝熱促進、フィン利用、ネジリテーブ利用など |
| No.10 | 伝熱促進 2 | 凝縮・蒸発伝熱促進など |
| No.11 | エネルギー・環境分野への適用 1 | 高効率エネルギー技術、省エネルギー・排熱回収技術、エネルギー貯蔵技術（蓄熱技術） |
| No.12 | エネルギー・環境分野への適用 2 | 炭酸ガス排出低減技術など |
| No.13 | フロンティア・先端分野への適用 1 | 宇宙無重力場の伝熱・流動、半導体などの新材料・機能材料創成など |
| No.14 | まとめ | 総括を行う |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】 演習問題の予習・復習、レポート

【テキスト（教科書）】

参考図書を講義で紹介する

【参考書】

参考図書を講義で紹介する

【成績評価の方法と基準】

テスト (60%) およびレポート (40%)

【学生の意見等からの気づき】

留學生が増えており、学部で学習した内容や基礎知識が異なっている。日本語と英語を併用した講義に取り組む必要もある。

【学生が準備すべき機器他】

演習を行うときは、電卓が必要。

【その他の重要事項】

学部で熱工学、伝熱工学を学んでいることが望ましい。

【Outline (in English)】

【Course outline】 This course systematically lectures on heat conduction, convection, heat radiation, heat transfer, heat transfer with phase change, and heat transfer promotion, which are the basic forms of heat transfer, based on basic principles and transport rules.

【Learning Objectives】 At the end of the course, students are expected to achieve the objectives of the class and to acquire expert knowledge.

【Learning activities outside of classroom】 Before/after each class meeting, students will be expected to spend 4 hours to understand the course content.

【Grading Criteria /Policy】 The total score of 60 or more out of 100 is considered acceptable.

MEC500X1

熱動力特論

正木 大作

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

学部にて学習した基礎科目を、熱動力システムの構成・設計の考え方にに基づき、活用する方法を学ぶ。その題材として、ジェットエンジンなどに用いられる航空用ガスタービンを対象とする。

【到達目標】

熱動力システムの例として取り上げるガスタービンの各種性能パラメーターについて、数式の定義の暗記ではなく、それが性能や挙動に及ぼす意味を直感的・大局的に把握できるよう物理的な原理を習得させる。また併せて、社会に出て企業に勤めたときに設計、実験、解析作業において即役立つような知識の実践性を重視する。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

熱動力特論では、ガスタービンの発展とそれを支えてきた各要素研究との関連を述べる。ガスタービンを一つの熱動力システムとして見た場合、熱力学的サイクルや各要素の設計上のパラメーターがどのように燃費などの性能に影響を及ぼすかについて、わかりやすく実践的に解説する。またエコ問題と関連して注目を集めている温室効果ガス削減や騒音低減など航空用ガスタービンの最新技術開発動向についても述べることにする。授業で出題する課題については授業内で解説・講評を行い、また個別の質問をメールでも受け付ける。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】なし/No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし/No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|--------|---------------------------|---|
| 第 1 回 | 熱動力システムとしてのガスタービンの紹介 | 世界および日本のエネルギー/環境問題とガスタービンとの関連性 |
| 第 2 回 | ガスタービンの各種形式の特徴 | 熱動力機関の分類とガスタービン式の特徴 |
| 第 3 回 | ガスタービンの基本構造および特性 | ガスタービンの種類と航空用ガスタービンの全体性能 |
| 第 4 回 | ガスタービンの熱力学サイクルとサイクル解析 | ガスタービンの熱力学サイクル上の特徴 |
| 第 5 回 | ガスタービンの熱力学サイクルと性能評価 | ガスタービンの性能評価と相似則の応用 |
| 第 6 回 | ガスタービンのターボ要素と翼列関係式 | ガスタービンの性能を決定するターボ要素の翼列関係式の導出 |
| 第 7 回 | ガスタービンのターボ要素の翼列負荷と損失 | ガスタービンの性能を決定するターボ要素の翼列の負荷に基づく損失の見積 |
| 第 8 回 | ガスタービンのターボ要素の数値設計法 (1) | ガスタービンのターボ要素の数値設計法 (速度三角形の重要性と翼型の発達) |
| 第 9 回 | ガスタービンのターボ要素の数値設計法 (2) | ガスタービンのターボ要素の数値設計法 (翼生成と翼列流れ解析から構造強度解析まで) |
| 第 10 回 | 航空用ガスタービンとエコ特性 (温室効果ガス) 1 | 航空用ガスタービンの性能向上と温室効果ガス削減の関係 |
| 第 11 回 | 航空用ガスタービンとエコ特性 (温室効果ガス) 2 | 航空用ガスタービンの性能向上に伴う空力的課題の解決 |
| 第 12 回 | 航空用ガスタービンとエコ特性 (騒音) 1 | 航空用ガスタービンの環境適合性問題としての騒音 |

第 13 回 航空用ガスタービンとエコ特性 (騒音) 2 航空用ガスタービンの環境適合性問題としての騒音と対策

第 14 回 航空用ガスタービンに関する最新の研究開発トピック紹介 航空用ガスタービンの極超音速飛行への適用

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】熱力学など機械工学における基礎科目についてあらかじめ復習しておくこと。

【テキスト（教科書）】

テキストは用いない（スライドとその印刷物配布による）

【参考書】

特には指定しないが、参考図書として「わかりやすいガスタービン」（共立出版株式会社）を推奨。

【成績評価の方法と基準】

出席時の授業での課題解答 (60%)+期末レポート提出 (40%)

【学生の意見等からの気づき】

配布物は予習できるようにできるだけ早めに配布するようにする。

【学生が準備すべき機器他】

関数電卓があれば望ましい。

【その他の重要事項】

民間企業及び国立研究開発機構でジェットエンジンのターボ機械の設計・解析・実験の実務経験あり。授業形式に関しては原則として対面授業とするが、大学当局から特段の指示があった場合、健康と安全を第一に考え、それに従うものとする。

【Outline (in English)】

The aim of this course is to study how to utilize the fundamentals of thermofluid dynamics using the conceptual design and analysis of heat power system. As the subject of heat power system, the gas turbine is mainly treated, which has wide range of applications including jet engines. The latest research and developmental trends of jet engines are also addressed in environmental and ecological aspects. By the end of the course, students should be able to understand the operating principles and the application to the latest research and developmental goals of gas turbine. Before/after each class meeting, students will be expected to spend four hours to prepare and review the course content. Grading will be determined based on assignments in each meeting(60%), and the term-end report(40%).

MEC500X1

流体力学特論 1

辻田 星歩

単位数：2 単位 | 開講時期：春学期授業/Spring

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

航空機や自動車およびガスタービンなどの流体機械の性能向上を目的に、各関係機関においては数値解析的手法 (CFD) による研究開発が行われている。これらの機器の内外の流れの大半は乱流であり、その複雑な流れ場を精度良くかつ効率的に解析するには、その複雑な挙動の中から普遍的な性質を抽出しそれに基づいて乱流現象をモデル化する必要がある。本授業では乱流モデルを理解する上で必要となる乱流場の基本特性を中心に学ぶ。

【到達目標】

1. 乱流と層流の性質の違い、および乱流の大小様々な渦運動が、その平均化された流れ場に与える影響について理解する。
2. 平板境界層、管内流、噴流および後流などの基本的な流れ場における乱流現象において共通して現れる時間平均特性を観察することにより、数値解析における乱流のモデル化の意味について理解する。
3. 各種乱流モデルの特徴について理解する。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

対面形式での開講予定です。口頭試問などを行うことにより授業内容の理解度を確認しながら進めていきます。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】
あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】
なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|--------|----------------------|----------------------------------|
| 第 1 回 | 乱流と層流 | 乱流と層流の流れの挙動の主な違いについて |
| 第 2 回 | 乱流の時間平均流 | 乱流の時間平均流に対する支配方程式について |
| 第 3 回 | 基礎的な流れ場の遷移現象 1 | 噴流にける層流から乱流への遷移について |
| 第 4 回 | 基礎的な流れ場の遷移現象 2 | 平板境界層と管内流にける層流から乱流への遷移について |
| 第 5 回 | 乱流の描写 | 乱流の特性を定量的に評価する方法について |
| 第 6 回 | 基礎的な乱流場の特性 1 | 噴流と後流の乱流特性について |
| 第 7 回 | 基礎的な乱流場の特性 2 | 平板境界層と管内流の乱流特性について |
| 第 8 回 | 壁面境界層の乱流特性 1 | 平板境界層の普遍的乱流特性について |
| 第 9 回 | 壁面境界層の乱流特性 2 | 管内流の壁面近傍の乱流特性について |
| 第 10 回 | 乱流の時間平均流における変動の影響 1 | Reynolds 平均と Reynolds 方程式の誘導について |
| 第 11 回 | 乱流の時間平均流における変動の影響 2 | Reynolds 応力と時間平均速度分布の関係について |
| 第 12 回 | 乱流の計算方法 | 種々の乱流の数値解析法について |
| 第 13 回 | Reynolds 方程式と乱流モデル 1 | 種々の乱流モデルとその特徴について |
| 第 14 回 | Reynolds 方程式と乱流モデル 2 | 2 方程式乱流モデルについて |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】各授業テーマに関連する学部授業の復習と配布資料の予習・復習、および課題レポートの作成

【テキスト（教科書）】

配布プリント

【参考書】

An Introduction to Computational Fluid Dynamics, Pearson Education Limited

【成績評価の方法と基準】

評価方法：レポート提出 (60%) と筆記試験 (40%) で評価する。
評価基準：本科目の到達目標を 60 % 以上達成している学生を合格とする。

【学生の意見等からの気づき】

特になし。

【Outline (in English)】

【Course outline】

Researches and developments have been actively performed to improve aerodynamic performances of aircrafts, automobiles, and fluid machineries such as a gas turbine and a wind turbine by using Computational Fluid Dynamics (CFD) techniques to solve various environmental problems. Most of the external and the internal flows encountered in such machines are turbulence which exhibits a highly complex, chaotic and random state of fluid motion. This course provides important topics concerning fundamental properties of turbulent flow field and modeling of turbulent flow which is based on the extraction of universal properties in turbulent phenomena and necessary to economically obtain numerical solutions with high accuracy.

【Learning Objectives】

After completing this course, students should be able to:

- Explain the difference in the properties of laminar and turbulent flows and the wide range of eddy size and the Reynolds averaged flow field in turbulent motion.
- Discuss the meaning of turbulence model in the numerical analysis by observing the common time-averaged property in the fundamental flows such as the flat plate boundary layer, the pipe flow, the jet and the wake.
- Describe the characteristics of all sorts of turbulence models.

【Learning activities outside of classroom】

Before/after each class meeting, students will be expected to spend 4 hours to understand the course content.

【Grading Criteria / Policy】

Students who achieve a total of 60% or more will pass the course.

MEC500X1

流体力学特論2

平野 利幸

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

密度の変化を無視できない圧縮性流れを対象とし、熱力学と流体力学を総合的に学習しながら、圧縮性流体力学を理解する事を主な目的とします。

【到達目標】

1. 垂直衝撃波の諸特性について理解する。
2. 一次元の波動の伝ば挙動と衝撃波の伝ば挙動を理解する。
3. 斜め衝撃波の諸特性について理解する。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

配付資料に基づき講義しますか、必要に応じて例題の計算を行い、式の使い方の習熟度を高めます。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

なし/No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし/No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|----|------------|---|
| 1 | 熱力学の基礎 01 | 熱力学の状態式、熱力学の第1法則と第2法則、等エントロピー変化 |
| 2 | 熱力学の基礎 02 | 淀み点状態、臨界状態の理解とエネルギー式から誘導される関係式の導出、気体分子運動論 |
| 3 | 流体力学の基礎 01 | 微小な圧力の伝播と音速の定義、臨界マッハ数 |
| 4 | 流体力学の基礎 02 | 等エントロピー流れの関係式とノズルを通過する流れ |
| 5 | 垂直衝撃波 01 | 支配方程式、プラントルの関係式、ランキンウゴニオの式 |
| 6 | 垂直衝撃波 02 | きわめて弱い衝撃波の気体の状態変化、ピトー管による超音速流れの測定 |
| 7 | 一次元の波動 01 | 一次元の等エントロピー微小振幅波の伝ば、有限振幅波の伝ば |
| 8 | 一次元の波動 02 | 圧縮波、膨張波、衝撃波管と衝撃波管内の流れの概要 |
| 9 | 斜め衝撃波 01 | 斜め衝撃波の支配方程式、衝撃波角と偏角の誘導 |
| 10 | 斜め衝撃波 02 | 弱い斜め衝撃波下流の状態量の誘導 |
| 11 | 斜め衝撃波 03 | 斜め衝撃波の反射と交差、超音速ダクト内の衝撃波と境界層の干渉 |
| 12 | 膨張波と衝撃波 01 | プラントルマイヤ流れの関係式の誘導 |
| 13 | 膨張波と衝撃波 02 | 迎角のある薄翼を過ぎる超音速流れ |
| 14 | 摩擦を伴う管内流れ | ファノー線、摩擦の影響、臨界長さ、管下流の状態量の誘導 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】各授業テーマに関する配布資料の予習・復習および課題レポートの作成

【テキスト（教科書）】

教科書は使用しませんが、講義資料を配布します。

【参考書】

杉山弘著、圧縮性流体力学、森北出版
リープマン・ロシュコー、気体力学（玉田瑛訳）、吉岡書店

【成績評価の方法と基準】

レポートの課題を80%、講義中の平常点を20%の割合で評価します。

【学生の意見等からの気づき】

特に無し

【学生が準備すべき機器他】

資料配布・課題提出等のために学習支援システム等を利用します。

【その他の重要事項】

講義ノートに目を通し、予習復習は最低限行ってください。

【Outline (in English)】

【Course outline】

The main objective of this course is to understand compressible fluid mechanics while comprehensively learning thermodynamics and fluid mechanics for compressible flows where the change in density cannot be ignored.

【Learning Objectives】

After completing this course, students should be able to:

- Understand the various characteristics of vertical shock waves.
- Understand one dimensional wave propagation behavior and shock wave propagation behavior.
- Understand the characteristics of oblique shock waves.

【Learning activities outside of classroom】

Before/after each class meeting, students will be expected to spend 4 hours to understand the course content.

【Grading Criteria /Policy】

Students who achieve a total of 60% or more will pass the course.

MEC500X1

流体機械特論 1

玉木 秀明

単位数：2 単位 | 開講時期：春学期授業/Spring

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

ターボ機械の作動原理および、それに関わる流体工学、熱力学を学ぶ。ターボ機械の代表例であるタービンと圧縮機の空力特性、空力設計法について理解する。

【到達目標】

ターボ機械の基礎を学ぶと同時に流体工学・熱力学の理解と応用能力を高める。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

学部で学んだ流体工学、熱力学、流体機械を復習しつつ、ターボ機械の作動原理・空力性能についてさらに深く学んでいく。

提出された課題に対しては、適宜、フィードバックを行う。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

なし/No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし/No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|--------|--------------|--|
| 第 1 回 | ターボ機械の基礎 (1) | ガイダンス 流体機械の種類と分類 流体工学・熱力学の復習 (1) |
| 第 2 回 | ターボ機械の基礎 (2) | 流体工学・熱力学の復習 (2) |
| 第 3 回 | ターボ機械の基礎 (3) | 流体工学・熱力学の復習 (3) ターボ機械の効率 (1) |
| 第 4 回 | ターボ機械の基礎 (4) | ターボ機械の効率 (2) |
| 第 5 回 | ターボ機械の基礎 (5) | 角運動量保存則 (1) |
| 第 6 回 | ターボ機械の基礎 (6) | 角運動量保存則 (2) |
| 第 7 回 | ターボ機械の基礎 (7) | 速度三角形 (1) |
| 第 8 回 | 相似則と無次元数 (1) | 速度三角形 (2) |
| 第 9 回 | 相似則と無次元数 (2) | 次元解析 ターボ機械の性能と無次元量 |
| 第 10 回 | 翼列 (1) | 圧縮性を考慮したターボ機械の性能と無次元量 比速度 |
| 第 11 回 | 翼列 (2) | 翼と翼列の流体力学 (1) |
| 第 12 回 | 翼列 (3) | 翼と翼列の流体力学 (2) |
| 第 13 回 | 遠心圧縮機 | 圧縮機翼列 |
| 第 14 回 | 試験 | 試験 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】

流体工学・熱力学の復習【60 分】

・水力学、流体工学で使用したテキストについて再読し、例題・演習が解けるようにする。

・工業熱力学で使用したテキストを再読し、熱力学第 1 および第 2 法則を十分に理解する。

配布資料を復習する【60 分】

【テキスト（教科書）】

教科書は使用しない。講義時に資料を配布する。また、資料は学習支援システムにもアップロードする。

【参考書】

Fluid Mechanics and Thermodynamics of Turbomachinery 7th Edition, S. L. Dixon, C. A. Hall (ELSEVIER)

Internal Flow, E. M. Greitzer, C. S. Tan, M. B. Graf (CAMBRIDGE University Press)

大橋秀雄著「流体機械 改訂・SI 版」森北出版

笠原英司編著「現代水力学」オーム社

河野通方 他共著：「工業熱力学（基礎編）」 東京大学出版

【成績評価の方法と基準】

平常点 (30%) と講義で取り上げた演習を基にした試験 (70%) で評価する（対面での試験が困難な場合、試験形式の課題によって評価する）。

【学生の意見等からの気づき】

例題を併用しながら授業を進めます。

式の導出・変形などもできるだけ省略することなく解説します。

最近のトピックスを交えて講義を進めていきます。

【学生が準備すべき機器他】

特になし。（対面での授業が困難な場合、Webex の視聴および、PDF ファイル等がダウンロード可能な PC やスマートフォンが必要です）

【その他の重要事項】

学部での「流体機械」は非圧縮性流体を前提に授業を行いました。本講座では圧縮性も考慮して「流体機械」の性能を考えていきます。「流体機械」を受講された方は、その配布資料に目を通しておくと、より深く理解できます。

対面授業を基本としますが、都合により、一部、オンラインで授業を行うことがあります。

【Outline (in English)】

授業概要 (Course outline)

The course deals with the basics of fluid mechanics and thermodynamics of turbomachinery, such as compressors and turbines.

到達目標 (Learning Objectives)

This course aims to reconfirm basics of fluid dynamics and thermodynamics by learning thermodynamic of turbomachinery and the outline designing compressors and turbines.

授業時間外の学習 (Learning activities outside of classroom)

Before/after each class meeting, students will be expected to spend at least an hour to understand the course content.

成績評価の方法と基準 (Grading Criteria/Policies)

Your overall grade in the class will be decided based on term-end examination (70%) and in-class contribution (30%). However, when the face-to-face class is impossible, your overall grade will be decided based on a report which simulates term-end examination.

MEC500X1

流体機械特論2

玉木 秀明

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

ターボ機械と、その適用先であるエネルギー機関（ここではブレイトンサイクル）の性能について学ぶ。また、ターボ機械に発生する流動損失を学ぶことで流体工学への理解を深める。

【到達目標】

1. 様々な熱サイクルのサイクル効率を計算することができる。
2. ブレイトン（ガスタービン）サイクルとターボ機械の空力性能の関わりを理解する。
3. コントロールボリュームを用いて流動現象をモデル化できる能力を習得する。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

ターボ機械の応用例としてガスタービンを取り上げる。作動原理、空力性能など学び、ターボ機械への理解を深める。また、英文解説記事をベースにして、ターボ機械に発生する損失について学ぶ。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】なし/No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】なし/No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|--------|-------------------------------------|---|
| 第 1 回 | 概論・基本熱サイクル | ターボ機械と熱機関 |
| 第 2 回 | ガスタービンの基本サイクルと性能特性 (1) | ブレイトンサイクル（単純サイクル） |
| 第 3 回 | ガスタービンの基本サイクルと性能特性 (2) | 航空用ガスタービンの性能 (1) |
| 第 4 回 | ガスタービンの基本サイクルと性能特性 (3) | 航空用ガスタービンの性能 (2) |
| 第 5 回 | ターボ機械の性能 | 非設計でのガスタービン性能 主要な損失 Loss Mechanism in Turbomachines に向けたガイダンス |
| 第 6 回 | Loss Mechanism in Turbomachines (1) | Mechanism for Entropy Creation 流れ場とエントロピー生成 |
| 第 7 回 | Loss Mechanism in Turbomachines (2) | Entropy Generation in Boudary Layers(1) 境界層とエントロピー生成 (1) |
| 第 8 回 | Loss Mechanism in Turbomachines (3) | Entropy Generation in Boudary Layers(2) 境界層とエントロピー生成 (2) |
| 第 9 回 | Loss Mechanism in Turbomachines (4) | Mixing Process (1) 異なる速度を持った流体の混合 |
| 第 10 回 | Loss Mechanism in Turbomachines (5) | Mixing Process (2) 簡単な流れの混合損失を求める |
| 第 11 回 | Loss Mechanism in Turbomachines (6) | Tip leakage loss 翼の隙間の流れとターボ機械の性能 |
| 第 12 回 | Loss Mechanism in Turbomachines (7) | Endwall loss 2 次流れとは |
| 第 13 回 | Loss Mechanism in Turbomachines (8) | Windage loss (Disk friction loss) 風損（円盤摩擦損失）の見積もり |
| 第 14 回 | 試験 | 試験 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】

該当部分の予習 【120 分】

・1 回～6 回 工業熱力学で使用したテキストを再読し、熱力学の関係式の導出と、熱力学第 1 および第 2 法則を十分に理解する。

・7 回～13 回 テキスト該当部分の予習

配布資料を復習する 【120 分】

【テキスト（教科書）】

・1 回～6 回 教科書はありません。資料を配布します。

・7 回～13 回 Loss Mechanism in Turbomachines

J. D. Denton J. Turbomach. October 1993, Volume 115(4), pp621 (36 pages) をベースに授業を行います（配布・アップロード）が、講義の際に配布する資料（日本語）がテキストとなります。

・配布資料は学習支援ツールにアップロードします。

【参考書】

「Internal Flow - Concepts and Applications」 E.M. Greitzer, C.S. Tan and M.B. Graf, Cambridge University Prsses

「Gas Turbine Theory」 H. Cohen, IHI Saravanamutto, CFC, Rodgers, Longman Scientific and Technical

「The DDesign of High-Efficiency Turbomachinery and Gas Turbine」 David Gordon Wilson, Thoeodosios Korakianitis, Prentice Hall

「Design and Analysis of Centrifugal Compressor」 Rene Van den Braembussche, ASME press

笠原英司編著「現代水力学」オーム社

河野通方 他共著：「工業熱力学（基礎編）」 東京大学出版

【成績評価の方法と基準】

平常点 (40%) と講義で取り上げた演習を基にした試験 (60%) で評価する（対面での試験が困難な場合、試験形式の課題で評価する）。

【学生の意見等からの気づき】

文献（特に図や写真）を利用して具体例を解説していきます。

Loss Mechanism in Turbomachines の中で、実用性が高い部分をピックアップして解説します。

できるだけ簡潔に解説を行います。

講義内容にとらわれず、幅広くターボ機械の空力性能を理解する上で有用性の高い文献や資料等を紹介していきます。

簡単な例題を通して「損失と流体機械の性能の関係について理解を深めます。

【学生が準備すべき機器他】

特になし。（対面での授業が困難な場合、Webex の視聴および、PDF ファイル等がダウンロード可能な PC やスマートフォンが必要です。）

【その他の重要事項】

対面を基本としますが、都合により一部の講義がオンラインになることがあります。

進捗によって、講義内容が変更されることがあります。

【Outline (in English)】

授業概要 (Course outline)

The course deals with two subjects. One deals with thermodynamic cycles strongly related to turbomachinery, such as the Brayton cycle known as the gas turbine cycle. The other deals with loss mechanisms in turbomachinery from the point of view of fluid dynamics. Loss means that the flow phenomena generate entropy and deteriorate the efficiency of turbomachinery.

到達目標 (Learning Objectives)

This course aims to reconfirm the basics of thermodynamics and fluid dynamics through learning thermodynamic cycles and the loss mechanism in turbomachinery.

授業時間外の学習 (Learning activities outside of classroom)

Before/after each class meeting, students will be expected to spend at least 2 hours understanding the course content.

成績評価の方法と基準 (Grading Criteria/Policies)

Your overall grade in the class will be decided based on the term-end examination (60%) and in-class contribution (40%). However, when the exam face-to-face is impossible, your overall grade will be decided based on a report which simulates a term-end exam.

MEC500X1

有限要素法特論

津田 徹

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期集中/Intensive(Fall)

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

この科目は機械工学の応用科目の 1 つであり、機械工学を勉強してきた学生を対象に、数値計算法の基礎と有限要素法について学習します。また、機械工学に対する視野を広め、今後の勉学、研究を行っていく興味を一層喚起するために、大学の講義では聞くことのできないような工学の現場のトピックを講義します。

そして、この講義を通して、職業人としての機械技術者には、世の中でいかなることが要求されるのかを講述し、これらを通して、機械工学の基礎的な知識を応用に役立てる能力を養います。

【到達目標】

本講義では、機械工学に必要な不可欠な数値シミュレーション手法の紹介を行い、その目標は、現在、産業界の設計および研究分野で、シミュレーション手法として広く使用されている有限要素法の仕組みを理解することにあります。

本講義では、そのために以下の達成目標を設定します。

- (1) 先ず、様々な近似手法（差分法やガラーキン法、リッツ法）を理解し、1次元問題を例にとり、各手法による近似解を手計算で求め、厳密解との比較を通じて近似手法の基礎を習得すること。
- (2) 前項を踏まえて、ガラーキン法の考え方を発展させた有限要素法のアルゴリズムを理解学習すること。
- (3) さらに、産業界の実際の現場で使用されているシミュレーションツールについての紹介を通じて、実際の作業の流れを把握すること。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

講義は、予めパワーポイントで作成した資料を教室内のスクリーンに映し、その説明および解説を加えながら進めます。また、必要に応じて板書も行います。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

なし / No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|-------|--------------------------------|--|
| 第 1 回 | 全体の講義内容の概要 紹介、シミュレーション工学の概要 | ・シミュレーション工学とは ・連続体力学における主な数値解析法の概要 ・シミュレーション工学の発展の背景 ・シミュレーション工学の特徴 ・数値シミュレーションにおける四つの過程 |
| 第 2 回 | 現象のモデル化 | ・各種問題をモデルの系で分類 ・各種問題を状態に着目して分類 ・各種問題を偏微分方程式の型で分類 ・その他の分類 基礎となる力学による分類 動的過渡解析の解法による分類 線形と非線形の種類 材料特性による分類 幾何学的特性によるによる分類 運動を記述する座標系による分類 |

| | | |
|-------|-----------------|--|
| 第 3 回 | モデリングと計算例の紹介 | ・シミュレーションの手順 ・PrePost ツールによる操作例 ・シミュレーションの手順のまとめ ・メッシュ分割時の注意点 ・メッシングのガイドラインと品質 ・モデル化における注意点 ・初心者が侵し易い誤り |
| 第 4 回 | 数値計算法 1（差分法の基礎） | ・非線形方程式の近似解法 二分法 逐次代入法 割線法 ニュートン法 ・差分法の基礎 テーラー展開 差分近似式 ・差分法による初期値問題 1 階の常微分方程式の初期値問題 高階の常微分方程式の初期値問題 |
| 第 5 回 | 数値計算法 2（差分法の応用） | ・流れの問題 流れ問題 移流問題の概要 ・差分法による初期値・境界値問題 1次元移流計算法（双曲型） 1次元拡散計算法（放物型） |
| 第 6 回 | 熱伝導問題の概要 | ・熱伝導の法則 フーリエの法則 ・熱伝導方程式の導出 定常熱伝導方程式 非定常熱伝導方程式 ・熱伝導に関する基礎事項 比熱と熱容量 ・熱伝導の境界条件 熱流束 熱伝達 熱放射（輻射） |
| 第 7 回 | 離散化手法 1：重み付き残差法 | ・離散化手法の種類 ・重み付き残差法 選点法 最小二乗法 ガラーキン法 |
| 第 8 回 | 離散化手法 2：変分原理 | ・変分法 変分問題の概要 変分原理の考え方 変分原理 最小ポテンシャルエネルギーの原理 Ritz 法 |
| 第 9 回 | マトリックス法 | ・フックの法則 ・要素剛性マトリックス ・マトリックスの座標変換 ・全体剛性マトリックス ・支持条件の処理 ・連立 1 次方程式の解法 ガウスの消去法 ヤコビ法 |

| | |
|--------------------|---|
| 第 10 回 有限要素法 1 | <ul style="list-style-type: none"> ・はじめに ・1次元問題 ・ガラーキン法 ・有限要素法の概要 |
| 第 11 回 有限要素法 2 | <ul style="list-style-type: none"> ・ガラーキン法と FEM のまとめ ・2次元ポアソン方程式問題 ・有限要素法による定式化 ・メッシュ分割 ・有限要素の種類 ・形状関数の導出 ・要素係数マトリックス ・全体の連立1次方程式 |
| 第 12 回 有限要素法 3 | <ul style="list-style-type: none"> ・四角形1次要素の定式 ・数値積分法 (ガウス積分) ・高次要素について |
| 第 13 回 その他のトピックの紹介 | <ul style="list-style-type: none"> ・トピックの紹介 |
| 第 14 回 最終テスト | <ul style="list-style-type: none"> ・筆記試験 (大問6題) |

Evaluation is based on a total of 10 mini-test (40%) and a final-exam (60%).

・ Mini test (10 times in total): Weight 40%

10 points per session, total 100 points

At the end of the lecture, ask questions and collect them.

・ Final test: Weight 60%

Out of 100 points

Evaluation criteria:

The total score Of 60 or more out of 100 is considered acceptable.

【授業時間外の学習 (準備学習・復習・宿題等)】

授業時間だけで、講義の内容を全て理解し、その理解を定着させることはできないと思われまます。

授業の復習・予習 (各2時間を標準とする) を必要とします。

「授業計画」の欄にキーワードを示しているのので、それらのキーワードに関する予習を行い、理解できない項目等を明確にしておきます。更に、講義後は復習としてテキストを読み直しと演習を通じ、理解の定着を図ります。

【テキスト (教科書)】

教科書は使用せず、講義に使用する資料は適宜配布します。

【参考書】

なし

【成績評価の方法と基準】

評価方法

全 10 回の小テスト (40%) と最終日の試験 (60%) により評価します。

・小テスト (全 10 回) : ウェイト 40%

1 回 10 点満点, 合計 100 点満点

講義の最後に問題を出し回収する。

・最終試験: ウェイト 60%

100 点満点

評価基準

小テストと最終試験の合計点 (100 点満点) が 60 点以上で合格。

【学生の意見等からの気づき】

本年度新規科目につきアンケートを実施していません。

【Outline (in English)】

【Course outline】

This subject is one of the applied subjects of mechanical engineering and is intended for students who have studied mechanical engineering and learns the basics of numerical calculation methods and the finite element method. In addition, in order to broaden the perspective of mechanical engineering and stimulate interest in future study and research, lectures will be given on actual engineering topics that cannot be heard in university lectures.

【Learning Objectives】

Through this lecture, I will give a lecture on what is required of mechanical engineers as professionals in the world. Through these activities, students develop the ability to apply their basic knowledge of mechanical engineering.

【Learning activities outside of classroom】

It seems that it is not possible to understand all the contents of the lecture and to establish that understanding in class time alone. It is necessary to review and prepare for classes (2 hours each). Related keywords are shown in the "Lesson plan" column, so prepare for those keywords and clarify items that you do not understand. In addition, after the lecture, students will reread the text as a review and do exercises to consolidate their understanding.

【Grading Criteria /Policy】

Evaluation method:

MEC500X1

機械力学特論

石井 千春

単位数：2 単位 | 開講時期：春学期授業/Spring

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

工学において創造的な設計を行う技術を身に付けるため、力と運動の影響を予測する能力を向上させる。

【到達目標】

1. エネルギーに基づくモデリングの手法を理解し、モデルの評価を行うことができる。
2. 質点および剛体の力学を理解し、運動方程式を立てて解くことができる。
3. 振動現象を理論と結び付けて考えることができ、その概要を説明できる。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

本講義では、「質点の力学」、「剛体の平面運動から3次元運動の入門」、「振動とその時間応答」において、現実によく遭遇する例題と問題を取り上げ、その解法について演習を交えて講義を行う。本年度は、原則として対面授業のみでの開講となるので注意すること。適時、質疑によって受講生の疑問にフィードバックを行う。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】
なし/No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】
なし/No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|----|-------------------|-----------------------------|
| 1 | エネルギーに基づくモデリング（1） | エネルギーに基づくモデリングの手法 |
| 2 | エネルギーに基づくモデリング（2） | ラグランジュ方程式によるモデル化、運動解析、モデル評価 |
| 3 | 質点の運動学 | 空間曲線運動 |
| 4 | 質点の動力学（1） | 運動方程式と問題の解法 |
| 5 | 質点の動力学（2） | 直線運動、曲線運動 |
| 6 | 質点系の動力学（1） | 仕事- エネルギーの原理 |
| 7 | 質点系の動力学（2） | 直線運動量、角運動量 |
| 8 | 剛体の平面運動学 | 剛体の平面運動 |
| 9 | 剛体の平面動力学（1） | 並進運動、回転運動 |
| 10 | 剛体の平面動力学（2） | 仕事とエネルギー |
| 11 | 剛体の3次元ダイナミクス入門（1） | 並進運動 |
| 12 | 剛体の3次元ダイナミクス入門（2） | 固定軸まわりの回転運動 |
| 13 | 振動とその時間応答（1） | 質点の自由振動 |
| 14 | 振動とその時間応答（2） | 質点の強制振動 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】学部生のときの「機械力学Ⅰ」、「機械力学Ⅱ」の講義の内容を復習しておくこと。また、解析に必要となるので、微分方程式（同次方程式、非同次方程式）の解法についても復習しておくこと。

【テキスト（教科書）】

久曾神煌 矢鍋重夫 他 著、「機械系のための力学」、朝倉書店

【参考書】

橋本洋志 石井千春 他 著、「微分方程式+モデルデザイン教本」、オーム社

J. L. Meriam & L. G. Kraige 浅見敏彦 訳、「カラー図解 機械の力学 質点の力学」、丸善

J. L. Meriam & L. G. Kraige 浅見敏彦 訳、「カラー図解 機械の力学 剛体の力学」、丸善

【成績評価の方法と基準】

評価方法：授業中に行う演習とレポート（40%）と期末試験（60%）で評価する。

評価基準：本科目において設定した達成目標を60%以上達成している学生を合格とする。

【学生の意見等からの気づき】

演習問題の解説に関してよい評価があったので、今後も丁寧な解説を心がける。

【学生が準備すべき機器他】

特になし。

【その他の重要事項】

機械力学は、材料力学、流体力学、熱力学と共に機械工学の基礎となる学問の1つであり、本科目を受講すれば機械技術者として必要な多くの知識が得られる。学部生のときに「機械力学」、「機械振動学」において履修した基礎知識に加え、エネルギーに基づくモデリング手法を習得し、機械力学を現実問題に関連付けてさらに深く理解する。

【Outline (in English)】

【授業の概要（Course outline）】

In this course, in order to learn a skill of conducting a creative design in engineering, the capability to solve exercise question through application of dynamics is trained.

【到達目標（Learning Objectives）】

By the end of the course, students should be able to do the followings:

1. You can understand the modeling technique based on energy, and can evaluate the derived model.
2. You can understand the particle dynamics and rigid body dynamics, and can derive and solve the equation of motion.
3. You can understand the oscillatory phenomenon, and can explain its outline.

【授業時間外の学習（Learning activities outside of classroom）】

Students will be expected to review "Machine Dynamics I", "Machine Dynamics II" and "Differential equation" in undergraduate course.

Your study time will be more than four hours for a class.

【成績評価の方法と基準（Grading Criteria /Policy）】

Final grade will be calculated according to the following process
Short reports in class and reports (40%), and term-end examination (60%)

MEC500X1

制御工学特論

チャピ ゲンツィ

単位数：2 単位 | 開講時期：春学期授業/Spring

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

各種ロボット、特に動的に運動するロボットのシステムモデルとその制御方法を自ら学ぶ。

【到達目標】

1. ロボット制御に必要なモデル化できるシステムの運動方程式を求めることができること。
2. 非線形モデルの線形化ができること。
3. 力学的物理系のモデル化ができること。
4. 現代制御理論の基礎となる状態方程式表現が使えること。
5. 各種の解析ソフトが使えること。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

授業計画については、学習支援システムでその都度提示する。ロボットなどの制御系の設計をするためには、まず、システムのモデル化をする必要がある。そのため、解析力学を用いて運動方程式を導出し、そのモデルを用いて最適制御系の設計を行う。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】なし / No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|--------|----------------------|--|
| 第 1 回 | MATLAB について | Matlab について学ぶ |
| 第 2 回 | Simulink について | Simulink について学ぶ |
| 第 3 回 | システムのモデル化 | 各種のシステムのモデル化について解説する。Matlab モデルについて演習をする |
| 第 4 回 | システムのモデル化 | Simulink モデルについて演習をする |
| 第 5 回 | 状態方程式によるシステムの表現 | 非線形な運動方程式で表される非線形システムの線形化、状態方程式による表現について学ぶ |
| 第 6 回 | 状態方程式の解 | 状態方程式の解について学ぶ |
| 第 7 回 | 特性方程式、固有値、固有ベクトル対角変換 | 正準形式による表現について学ぶ |
| 第 8 回 | 可制御・可観測 | 状態方程式で表されたシステムに対する可制御、可観測の概念および状態変数フィードバックの解説をする |
| 第 9 回 | 状態フィードバック | 状態方程式で表されたシステムに対する状態フィードバックについて解説・演習をする |
| 第 10 回 | 直接フィードバック | 直接フィードバックについて解説・演習をする |
| 第 11 回 | オブザーバ | オブザーバについて解説・演習をする |
| 第 12 回 | 総合演習 | Matlab を用いて DC モータ速度制御 |
| 第 13 回 | 総合演習 | Simulink を用いて DC モータ速度制御 |
| 第 14 回 | 総合演習 | Matlab を用いて DC モータ位置制御 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】授業内で各種の演習を行うが、解答できなかった問題については、宿題として各自理解することが要求される。

【テキスト（教科書）】

配布プリントおよび板書による。

【参考書】

川田 昌克、西岡 勝博、井上 和夫、「MATLAB/Simulink によるわかりやすい制御工学」、森北出版

【成績評価の方法と基準】

提出された演習問題のレポートによる評価（100 %）する。

【学生の意見等からの気づき】

最終のレポート（課題）の作成にはいろいろな知識が必要であるため、途中であきらめる受講者もいる。TA をより活用して理解の手助けとなるようにしたい。

【学生が準備すべき機器他】

シミュレーションの様子や結果をプロジェクターで見せる。Matlab・Simulink などの種々のコンピュータソフトを用いて演習の解答を求める。

【Outline (in English)】

【Course outline】

The aim of this course is to learn modern control theory.

【Learning Objectives】

We will model several complex dynamic systems and design the feedback control using Matlab and Simulink.

【Learning activities outside of classroom】

Before/after each class meeting, students will be expected to spend 4 hours to understand the course content.

【Grading Criteria /Policy】

The total score of 60 or more out of 100 is considered acceptable.

PCE500X1

プロセス制御特論

加藤 誠

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

プロセス制御は制御の応用面での分類上サーボ機構と並ぶ重要な分野であり、さらに、広義のプロセスにおける制御という意味ではメカトロニクスやサーボ機構をも包括・総括する広範な分野であり、その計算機制御システムも最先端の優れた制御技術が満載されていて、熱流体工学や化学機械工学や振動工学やシステム制御を志す学生が主体的に学習して大きな意義を獲得していく。

その全てを網羅することは不可能であり、ここでは主に次の項目を授業目的とする。

- 1) プロセス制御の基礎と特徴の理解
- 2) プロセス制御演習と小規模計算機制御実験の理解
- 3) 発電プロセスと制御と監視の理解
- 4) 火力プロセスと化学プロセスの監視制御装置の理解
- 5) 警報・診断技術やリスク管理などプラント安全に関する事項の理解
- 6) 炭素循環や原子力発電や再生エネルギーなどの理解を通じた環境問題の理解
- 7) 燃料の燃焼による水・蒸気への熱エネルギー変換から、蒸気運動エネルギーの電気エネルギーへの変換の理解

【到達目標】

- 1) プロセス制御の定義や特徴を説明できる
- 2) 制御対象としてのさまざまなプロセスの構造や特徴を説明できる
- 3) プラント安全のための各種技術について説明できる
- 4) 指定された各種参考文献の概要を説明できる
- 5) 演習を通じて次のような項目の理解を深めて、レポートで説明できる
 - ・むだ時間系とその近似法や各種制御法
 - ・1次遅れとむだ時間系の PID 制御の古典的調整法
 - ・ファジー制御
 - ・その他の各種知能制御等
- 6) アナログとデジタル、連続時間と離散時間システムの違いを説明できる。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

プロセス制御の基礎をマスターするために、講義と学生実験の紹介後に演習（筆記と CAD）を行うと共に、産業用プロセス制御として、火力発電プロセス制御と化学プロセスを紹介する。講義では知能制御等をプロセス制御に導入するための基礎数学とその応用法についての解説も行う。

電力・化学プラントを中心に教科書に沿ってプロセスの基礎制御を講述した後、小規模計算機制御の体験学習としてタンクの液位制御を例に、ステップ応答による1次遅れとむだ時間系のパラメータ同定と PID 制御の調整法を制御系 CAD 演習として行う。次に、多変数アドバンス制御の準備として空間論と行列論の入門を筆記演習によって復習して頂く。次に、知能制御の代表として、タンク系に対する簡易ファジー制御の体験学習を紹介する。残された時間でその他の知能制御等について、講義後に演習によって確認を行っていく。警報解析、故障診断、リスクマネージメントなどプラント安全に関する事項を抽出して纏めて解説を行う。

1日に実施するコマ数によって順序の組み換えがあり得る。授業支援システムを用いて資料提供・予習復習レポート課題の提示（提出も可）

オンライン授業開始日は9月12日（土）の予定である。授業支援システムでのお知らせ開始と予習資料・レポート課題・アンケート閲覧開始は4月28日である。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

なし / No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|------|---------------------------|--|
| 第1回 | 発電プロセス入門 | 火力発電の仕組み動画と各種系統図解説 新規 I G C Cプラント等 |
| 第2回 | プロセス自動化と制御 | 計算機制御システム、POL と保守ツールと監視制御、AM ステーション、制御機器、安全システム、リスク管理 |
| 第3回 | プロセス制御入門 | PID 制御、カスケードとフィードフォワード制御、3要素制御、物質収支制御、Z変換、むだ時間系の特性と補償器 |
| 第4回 | タンク液位 PID 制御 | 無駄時間系のステップ応答パラメータ同定法、ジグラー・ニコルスのステップ応答法と限界感度法 |
| 第5回 | ファジー制御入門とタンク液位ファジー制御 | メンバーシップ関数、ファジー推論、ファジー数学、ファジー決定、マンダニのファジー制御、非ファジイ化、 |
| 第6回 | プロセスシーケンス制御 | 自己保持回路の各種表現、バッチプロセスの計量・混合シーケンスの例、シーケンス制御機器と構成 |
| 第7回 | プロセスシーケンス制御 | 冷凍機のシーケンス制御、フローチャート、デシジョンテーブル、 |
| 第8回 | 蒸気発生器と加熱タンク | 蒸気発生器と加熱タンク 蒸気発生器の離散値定性的シミュレーション、 加熱タンクの多変数動的モデルと可制御・可観測 |
| 第9回 | 運転支援システム | LQR CAD 最適化燃焼制御、熱吸収管理、復水器洗浄ガイド、警報解析、診断システム、リスク管理 |
| 第10回 | 化学・生物プロセス制御 | 各種単位操作や制御装置、製紙プロセスでの自家発コジェネや発酵プロセスの計算機制御 |
| 第11回 | 熱電併給・コジェネプロセス | ごみ焼却プラント、自家発電の熱電併給薬品回収ボイラプロセスの運転支援システム |
| 第12回 | プロセス振動診断とプロセスロボット・メカトロニクス | 流体回転機械や渦励振や配管の流体振動等のプロセス振動、併せてロボットやスーツプロワ等のメカトロニクス |
| 第13回 | 原子力発電プロセスと再生エネルギー | 原子力事故を背景に、原子力発電プロセスの機能安全、PWR と BWR 系統について紹介、代替発電候補もいくつか紹介 |
| 第14回 | エネルギー変換 | 水のエネルギー変換、エクセルギー、ランキンサイクル（再熱と再生）、ブレイトンサイクル（中間冷却） |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】

1) 授業支援システムの教材で公開している資料等の予習とレポート作成開始

提供開始は4月末の予定

2) 授業中に与えられた学習支援システムの課題の提出とレポートの追加

本授業の予習・復習時間は4時間を標準として実施する。

【テキスト (教科書)】

- 1) 学習支援システムで公開している予習用教材資料
- 2) 授業で必要に応じて配布するプリント (PPT 資料や文献)
- 3) 今後のために下記の筆頭参考書を購入することが望ましい。

【参考書】

| | | |
|--------------------|---------|--------|
| 標準自動制御 | 長谷川健介監修 | 実教出版 |
| システム制御基礎理論 | 加藤 誠 | コロナ社 |
| 計装システムの基礎と応用 | 千本資・花淵太 | オーム社 |
| 化学プロセス制御 | バックレイ | 化学同人 |
| 化学プロセス制御 | ゲールド | 東京化学同人 |
| 回転機械の振動, 続・回転機械の振動 | | コロナ社 |

【成績評価の方法と基準】

平常点 (演習課題等) とレポート点を加えて総合評価する。
 平常点 50%、レポート点 50% で評価する。平常点：各回演習解答点。レポート点：記述式レポート 45% (与えられた課題に的確な感想や展望や改善提案ができること), CAD レポート 5% (教材・動画および課題資料の PC 自習)

評価基準 100 点満点で 60 点以上が合格

S:90 点以上

A:80 点以上

B:70 点以上

C:60 点以上

D:60 点未満 不合格

E:未受験・評価不能

但し、レポート未提出は未受験、出席および演習提出が 2/3 未満は評価不能とする。

【学生の意見等からの気づき】

臨場感を増すため水位実験装置の簡易操作マニュアルを配布する。

【学生が準備すべき機器他】

学習支援システムからの教材ダウンロードやオンライン授業に備えて zoom が利用できる環境を整えること。

準備・復習のために制御系 CAD の MATLAB・SIMULINK をダウンロードしたパソコンを準備することが望ましい。原則 PC 教室で実施した CAD 演習をレポートに追加して、提出すること

【その他の重要事項】

本年度も秋学期毎週開講科目になります。

対面授業を原則としますが、状況に応じてオンラインになることがあります。

演習やレポートの配布と提出は授業支援システムの課題機能を併用します。

各回の課題の回答例を翌週配布することで、授業のフィードバックとします。

皆さんはそれを参考に再提出・遅れ提出をして再フィードバックして下さい。

期末レポートは 2 回に分けて授業支援の教材機能にアップした資料等を参考に課題機能のレポートに提出すること。2 回目は MATLAB/CAD 演習を含むこと。申告によりメール添付提出も認める。

オフィスアワーは授業期間中、授業後 10 分間受け付ける。

下記のメール質問も受け付ける。

makoto.katoh.93@hosei.ac.jp

【Outline (in English)】

【Course outline】 This course provides a basic knowledge of some specific areas of the various processes and process control systems. Students will be motivated by understanding the background and development of the various process and process control systems.

【Learning Objectives】

At the end of the course, students are expected to achieve the objectives of the class and to acquire preliminary understanding and knowledge for basis of various processes and process control systems.

【Learning activities outside of classroom】

Before/after each class meeting, students will be expected to spend 4 hours to understand the course content.

【Grading Criteria /Policy】

The total score of 60 or more out of 100 is considered acceptable.

MEC500X1

機械音響工学特論

御法川 学

単位数：2 単位 | 開講時期：春学期授業/Spring

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

機械から発生する騒音低減、製品の静音設計や音質向上を行うには、音響工学の理論と実践的な手法の理解が必要である。本講義では、機械システムの低騒音設計に必要な知識を応用的に展開できるような技術を習得する。

【到達目標】

1. 音響の伝搬（波動）の数学的な表現が理解できる。
2. 騒音の発生機構による分類と特性が理解できる。
3. 騒音の分析法が実践的に理解できる。
4. 聴覚と騒音の関係を低騒音設計につなげることができる。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

本講義では、実際の機械システムにおける振動騒音の制御に関して、より物理的な検討が行えるように、音波（波動現象）の数学的表現、空力騒音の流体力学的考察などについて説明する。同時に、騒音振動の解析技術についても概説する。また、機械騒音の音質向上技術として、人間が感じる音を評価するための音質評価技術（聴覚モデルや試験方法）についても述べ、実際の適用例を紹介する。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|--------|----------------------|--------------------------|
| 第 1 回 | ガイダンス | イントロダクション |
| 第 2 回 | 音響の有効利用と騒音問題 | 機械システムにおいて音がどのように扱われているか |
| 第 3 回 | 音響（騒音）の低減手法 | 基本的な騒音発生メカニズムの分類と低減法について |
| 第 4 回 | 波動方程式と音響シミュレーション技術① | 波動方程式の導出と 1 次元波動の伝搬 |
| 第 5 回 | 波動方程式と音響シミュレーション技術② | 1 次元ダクトの境界条件と音波の伝搬 |
| 第 6 回 | 音響振動の計測技術 | いろいろな音響計測法 |
| 第 7 回 | 空力騒音①（発生機構と理論） | Lighthill の式と音響相似則 |
| 第 8 回 | 空力騒音②（ファン騒音） | ファン騒音の発生メカニズムと理論 |
| 第 9 回 | 空力騒音③（産業機械・乗り物の空力騒音） | 各種の空力騒音の発生メカニズムと低減法 |
| 第 10 回 | 心理音響①（聴覚の特性） | ラウドネスについて |
| 第 11 回 | 心理音響②（評価量と官能試験） | 心理音響メトリクスと官能検査法 |
| 第 12 回 | 音質向上設計の例① | 騒音低減の観点から見た音質向上設計 |
| 第 13 回 | 音質向上設計の例② | 快音化の観点から見た音質向上設計 |
| 第 14 回 | これからの機械音響 | 最新の事例紹介 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】音響工学の復習

【テキスト（教科書）】

資料を配布します。

【参考書】

鈴木ほか, 機械音響工学, コロナ社

【成績評価の方法と基準】

授業内での演習、課題提出などで総合的に評価します。

【学生の意見等からの気づき】

特になし

【Outline (in English)】

【Course outline】

Understanding acoustic engineering theory and practical method is necessary to reduce the noise generated from the machine, silent design of the product and sound quality improvement. In this lecture, we acquire skills that can apply applied knowledge necessary for low noise design of mechanical system.

【Learning Objectives】

In this class, students will be able to acquire the following skills To understand the mathematical expression of sound propagation (wave motion).

To understand the classification and characteristics of noise according to its generation mechanism.

Understanding of practical noise analysis methods.

To understand the relationship between hearing and noise in relation to low noise design.

【Learning activities outside of classroom】

The standard preparation and review time for this class is 4 hours each. Review of acoustical engineering will be done as needed.

【Grading Criteria /Policy】

Students will be evaluated comprehensively through in-class exercises and submission of assignments.

MEC500X1

人間・感性工学特論

菱田 博俊

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期集中/Intensive(Fall)

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

精密工学特論の裏番組です。この授業の本質は、AI・情報化社会における、機械と人間の適切な分担を、「人間とは何か」から考える事です。

工学の大前提に、心地良さの設計があります。人を知り人生を支援する哲学です。人間工学および感性工学とは何かを理解し、身の周りのおよそ全ての工学物体（システム）が人間工学および感性工学と関係している事を認識し、今後は人間・感性工学的な目で工学を捉えられる様にする事が具体的な目的です。

【到達目標】

- 1) 人間、感性とは何かを理解する。
- 2) 人間や感性に依った、或いは人間や感性と関連する工学をイメージする。
- 3) 身の周りのおよそ全ての工学物体（システム）が人間工学および感性工学と関係している事を認識する。
- 4) 人間工学および感性工学とは何かを理解する。
- 5) 人間や感性に関わる工学産物を独自性と共に提案する。
- 6) この先の機械と人間の共存について考え、自らの工学技術をグローバル世界において生かす事ができる。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

・概要： 一部の医学ならびに生物学と、人間工学、感性工学を学び、人間を物理的、心理的に知り、その知識を工学に適用する事を考える。そして創作レポート（最終レポート）では、各自のイメージする心地良さを実現する機械またはシステムを提案して貰う。

・方法： 数日に掛けて集中講義を予定。菱田講義手帳サイト (<http://ayugawara.g2.xrea.com/>、<http://www9.plala.or.jp/seitaikougaku/UNI/NKTannounce.htm>) を連絡基地とするので、適宜（毎講義前に）参照されたい。毎講義前に、その回の予習をして小課題に解答しメールで提出する。また講義の後半では人間感性認識体験または最新の研究紹介を行うので、人間と機械の比較をして貰う。講義は主としてスライドの解説で行うが、適宜小実験も行う。試験を行わず、心地良さを實現する工学検討と言う課題を課すのでレポートをメールで提出する。

なお、提出先メールアドレスはサイト記載のものではないので、必ず変更後のアドレスを授業で確認する事。

1 日目は 9 月 9 日 10:00～12:00 予定
 2 日目は 9 月 30 日 10:00～16:00（途中昼食休憩あり）予定
 3 日目は 10 月 7 日 10:00～16:00（途中昼食休憩あり）予定
 2 日目は 10 月 28 日 10:00～16:00（途中昼食休憩あり）予定
 3 日目は 11 月 4 日 10:00～16:00（途中昼食休憩あり）予定
 4 日目は 12 月 2 日 10:00～16:00（途中昼食休憩あり）予定
 日程は変更される可能性があるため、大学ポータルサイトのお知らせ等々を注意しておいてください。

・注意： 計画を芯として、生きた講義をします（順番や長さを変更する可能性あり）。なので、聞きたい事をどんどんリクエストして下さい。

・注意： 新型コロナウイルス感染防止対策の一環として、基本的にはオンライン教室にする予定です。対面にする際には予め大学ポータルサイトのお知らせ機能で連絡をしますので、注意して下さい。

パーソナルミーティング ID = ZOOM 889 395 9074

パスワード = 850038

この ZOOM 教室は、50 分経過前に一旦落として再度つなぎ直します（休憩を入れます）ので、ご協力ください。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし / No

【授業計画】 授業形態：オンライン/online

| 回 | テーマ | 内容 |
|----|--------------|--|
| 1 | 導入 | ガイダンス、医学と工学の融合について。 |
| 2 | 解剖生理学 (1) | 組織、運動器、付属器、最新細胞工学実験。 |
| 3 | 安全工学 | ヒューマンエラー、企業における安全衛生の考え方と、安全確保の具体的方策。 |
| 4 | 五感 | 解剖学（感覚器）、人間の感性と成長。 |
| 5 | 視聴覚 | イヤフォン難聴研究概説・・・破壊力学の人体応用（対面授業ができた場合には、視聴覚バランスに関する実験。） |
| 6 | 視覚 | 音楽療法研究概説・・・音響学の人体応用（対面授業ができた場合には、視覚と錯誤に関する実験。最新の研究事例。） |
| 7 | 聴覚 | 図学研究概説・・・資格の錯誤について |
| 8 | 脳神経工学 | 解剖学（脳神経系）、計算力学（ニューロ、ファジー）。 |
| 9 | 解剖生理学 (2) | 呼吸器系、循環器系、血液と免疫リンパ系。 |
| 10 | 生体流力 | 解剖学（循環器、呼吸器）、最新人間流体工学事例紹介。 |
| 11 | 解剖生理学 (3) | 消化器系、内分泌系、生殖泌尿器、免疫、遺伝子。 |
| 12 | 癌・死と老化・外科診断学 | 工学は人間の命の為に何が出来るかを考える。 |
| 13 | 医療工学・医学総論 | 最新の外科治療学、内科診断学、老化と人生。 |
| 14 | レポート作成 | 毎回の小レポート作成の時間を及び、創作レポートの作成の時間をここに充当する。 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習・体験・レポート作成時間等は、総じて授業 2 時間分を標準とします。】具体的な体験、レポートについては、授業中で指示する。人間が生きている事を実感し、心地良さと言う観点を以って周囲の工学物体およびシステムを観察されたい。また、社会における様々な問題点を、心地良さの観点から探して貰いたい。

【テキスト（教科書）】

指定せず。

【参考書】

/書籍/

- 1) 前田章夫：“視覚のメカニズム”，裳華房。
- 2) 金子隆芳：“色の科学”，みすず書房。
- 3) 編/村上郁也：“イラストレクチャー 認知神経科学”，オーム社。
- 4) 小松正史：“みんなのできる音のデザイン”，ナカニシヤ出版。
- 5) 編/新井正治：“透視人体解剖図”，金原出版。
- 6) 飯島泰蔵：“視覚情報の基礎理論”，コロナ社。
- 7) 重野純：“音の世界の心理学”，ナカニシヤ出版。
- 8) 大山正：“視覚心理学への招待”，サイエンス社。
- 9) 淀川英司・他 2：“視聴覚の認知科学”，電気情報通信学会。
- 10) 岩田誠：“見る脳・描く脳”，東大出版会。
- 11) 岩田誠：“認知症の脳科学”，日本評論社。
- 12) 福田忠彦・福田亮子：“人間工学ガイド”，サイエンティスト社。

- 13) 藤井正子・桜木晃彦：“みて、ふれて、測って学ぶ生体のしくみ”，南山堂。
 - 14) 石川春律・外崎昭：“わかりやすい解剖生理”，文光堂。
 - 15) H.F. マティエニ・他 2・監訳/井上貴央：“カラー人体解剖学”，西村書店。
 - 16) 宮崎文夫・他 2：“ロボティクス入門”，共立出版株式会社。
 - 17) 小田裕昭・他 2編：“健康栄養学”，共立出版株式会社。
 - 18) 若松秀俊・本間達：“医用工学”，共立出版株式会社。
 - 19) 菊地正：“感覚知覚心理学”，朝倉書店。
 - 20) 篠田博之・藤枝一郎：“色彩工学入門”，森北出版株式会社。
 - 21) 大森俊雄・他 6：“応用生命科学”，株式会社昭晃堂。
 - 22) 津山祐子：“音楽療法”，ナカニシヤ出版。
 - 23) 熊谷泉・金谷茂則：“生命工学”，共立出版株式会社。
 - 24) 宮入裕夫：“生体材料の構造と機能”，養賢堂。
 - 25) 洲崎春海・他 2：“Success 耳鼻咽喉科”，金原出版株式会社。
 - 26) “新耳鼻咽喉科頭頸部外科学”，日本医事新報社。
 - 27) 菱田博俊・直井久・御法川学：“機械デザイン”，コロナ社。
 - 28) 呉景龍・塚本一義：“現代人間工学”，知的システム設計の基礎と実践，森北出版。
 - 29) 菱田博俊：“わかりやすい材料学の基礎”，成山堂書店。
- /論文/
- 1) 菱田博俊・齋藤嘉孝・菱田啓子：“音の心地良い聴覚情報としての有効活用の試行－第二報 環境音の音量調査およびその諸考察”，産業保健人間工学研究，13 (2011-9) pp.23-26。
 - 2) 菱田博俊・岳尾隼人・菱田啓子・御法川学：“音の心地良い聴覚情報としての有効活用の試行－第三報 イヤフォンのスペクトル特性調査方法の検討”，産業保健人間工学研究，13 (2011-9) pp.27-30。
 - 3) 菱田博俊・桑田明德・菱田啓子：“音の心地良い聴覚情報としての有効活用の試行－第一報 音響難聴に関する諸調査および諸考察”，産業保健人間工学研究，12 (2010-10) pp.68-71。
 - 4) 菱田博俊・呂学龍・酒井謙・徳植公一：“DICOM 形式医療画像データの粒子法への適用ツール開発”，計算工学講演会論文集 CD-ROM, Vol.16 (2011-05)。
 - 5) 菱田博俊・直井久：“立方体の斜軸測投影図における認識限界に関する諸考察”，図学研究，37-2 (2003-6) pp.9-17。
 - 6) 菱田博俊・直井久：“立方体の直軸測投影図を認識し易い適切な描画方向に関する諸考察”，図学研究，36-4 (2002-12) pp.11-18。
 - 7) 吉村忍・菱田博俊・矢川元基：“ニューラルネットワークによる非弾性構成方程式のパラメータ決定法”，日本機械学会論文集 A, 59-559 (1993-3) pp.518-525。
 - 8) 菱田博俊・金子穎雄・橘田和也：“高齢化という表現の生理的・病理的認識過程を原点にした健康意識認識を支援する WEB の試行～1”，第 13 回日本健康教育学会講演大会，日本健康教育学会誌第 12 特集号，日本健康教育学会，獨協医学大学，6 月 5 日 (2004-6)。
 - 9) 菱田博俊・金子穎雄・張錫亮：“リラクゼーション手法の一点である音と人間－第一報：音色の成分設計および再生プログラムの作成とその適用研究方針の検討”，産業保健人間工学学会第 7 回講演大会，産業保健人間工学学会 (2002-11) pp.72-75。
 - 10) 中川健弓・菱田博俊・直井久：“斜軸測投影図の写真画像による評価”，日本図学会大会，武蔵野工業大学，日本図学会，5 月 8 日 (1998-5) pp.37-46。
 - 11) 吉村忍・矢川元基・岡野靖・菱田博俊：“階層型ニューラルネットワークを用いた二次元平板の構造同定”，日本機械学会通常総会，日本機械学会，920-17A (1992) pp.131-132。
 - 12) 吉村忍・矢川元基・菱田博俊：“非線形材料構成方程式のためのパラメータ最適化手法：階層型ニューラルネットワークの適用”，日本機械学会通常総会，日本機械学会，920-17A (1992) pp.133-135。
 - 13) 菱田博俊・吉村忍・矢川元基：“ニューラルネットワークに基づく非弾性構成方程式のパラメータ同定”，日本機械学会関西支部講演大会，日本機械学会，910-22 (1991) pp.67-68。
 - 14) Hirotooshi HISHIDA, et.al,“Construction of a Music Database for Earphone Hearing Loss Prevention and Music Therapy”, AK-IMCIC-2021, Paper ID: ZA453RJ.
 - 15) Hirotooshi Hishida, et.al,“Basic Concept of the Data Base on Music and Sound - I : Examples of Frequency Analysis -”, WMSCI 2020, pp.43-47.
 - 16) Hirotooshi Hishida, et.al,“Basic Concept of the Data Base on Music and Sound - II : Frequency Analysis to Beethoven's Piano Sonatas -”, WMSCI 2020, pp.48-52.

- 17) Hirotooshi HISHIDA, et.al,“Basic Research on Music Therapy - Proposal on Timbre Comparison Experiment Method -”, AK-IMCIC-2021, Paper ID: ZA309PK.
- 18) Hirotooshi HISHIDA, et.al,“Experiment of Music Therapy Conducted at a Classical Music Recital - Measurement of Pulse Wave, Blood Pressure and Cardiac Orientation -”, Journal on Systemics, Cybernetics and Informatics, 19-3 (2021) pp.58-65.
- 19) Hirotooshi HISHIDA, et.al,“Experiment of Music Therapy Conducted at a Classical Music Recital - Measurement of Saliva Amylase, Hand Sweat and Muscle Hardness -”, AK-IMCIC-2021, Paper ID: ZA714SU.
- 20) Hirotooshi Hishida, et.al,“Basic Study on the Mechanism of Earphone Hearing Loss: About Correlation between Ear Age and Real Age”, Journal of Systemics, Cybernetics and Informatics, 18-5 (2020) pp.1-6.
- 21) Hirotooshi HISHIDA, et.al,“Basic Study on the Mechanism of Earphone Hearing loss - Further Experiment obtaining Ear Age and Real Age ζ”, WMSCI 2021, Paper ID: BA384OL.
- 22) Hirotooshi HISHIDA, et.al,“Construction of a Music Database for Earphone Hearing Loss Prevention and Music Therapy - Discussions on the Relationship Between Beethoven's Music and His Deafness -”, Journal on Systemics, Cybernetics and Informatics, 19-6 (2021) pp.1-8.
- 23) Hirotooshi HISHIDA, et.al,“Earpho24)ne Hearing Loss - Discussion of Accuracy of Ear Age Conversion Method -”, AK-IMCIC-2021, Paper ID: ZA102EB.
- 24) Hirotooshi HISHIDA, et.al,“Basic Study on Evaluation of Earphone Hearing Loss - Discussion of Integration of Audiograms ζ”, WMSCI 2021, Paper ID: BA072SI.
- 25) Hirotooshi Hishida, et.al,“Basic Study on the Directivity in an Oblique Projection Drawing - The Influence of Time on the Directivity”, WMSCI 2020, pp.56-58.
- 26) Hirotooshi Hishida, et.al,“Basic Study on the Recognition of Height (Vertical Length) and Width (Horizontal Length) of Squares”, WMSCI 2020, pp.53-55.
- 27) Hirotooshi HISHIDA, et.al,“Basic Study on the Recognition of Line Thickness - Proposal of Experimental Method and Presentation of Its Results ζ”, WMSCI 2021, Paper ID: BA430CN.
- 28) Hirotooshi HISHIDA, et.al,“Development of Turning Support Jig for Elderly People”, WMSCI 2021, Paper ID: BA737CZ.

【成績評価の方法と基準】

毎回の小レポート（概ね 40 点）、授業内討論や人間感性認識体験（概ね 20 点）、最終レポート（概ね 40 点）により総合的に評価する。60 点を超えた者に対して、単位と、到達度に応じてグレードを与える。最終レポートの提出締め切りは概して 2 月 1 日なので、早めに着手する事。

【学生の意見等からの気づき】

サイト更新を心がけますが、更新作業が上手くいかない状態になっています（原因不明）。基本的に課題とレポートはすでに掲示してありますので、探してやってみて貰えればと思いますが、書式については希望がありましたらこちらからメールします。

なお、レポート等の提出先メールアドレスは、grosshundi13@yahoo.co.jp です。お間違えのない様に！（grosshundi@yahoo.co.jp ではありません。）

【学生が準備すべき機器他】

ZOOM の遠隔教室に入れる様にしておいてください。

【その他の重要事項】

初日の第 1 回目＝ガイダンスには、必ず出席して下さい。上記スケジュールをたたき台にして、履修希望者との対話に基づきスケジュールを確定します。更に、サイトの入室 ID / PW を教えます。

なお、広義の人間・感性工学に関してを 1 冊にまとめた薦められる教科書は、現時点で確認できていない。聴講者数が増えれば、教科書発行を検討したい。

【Outline (in English)】

【Course outline】

This class is a counterprogram of "Advanced precision machinery". The essence of this class is to consider about the appropriate division between machines and humans in the present era of AI/information from such view point that "what is human beings".

Comfortable design is a major premise of engineering. It is a philosophy that knows people and supports their lives.

【Learning Objectives】

At the end of the course, students can hopefully understand what ergonomics and kansei engineering are, recognize that almost all engineering objects (systems) around us are related to ergonomics and kansei engineering, and handle engineering with human and kansei engineering sense.

【Learning activities outside of classroom】

Before/after each class meeting, students will be expected to spend 4 hours to understand the course content.

【Grading Criteria /Policy】

The total score of 60 or more out of 100 is considered acceptable.

MEC500X1

航空機設計特論

御法川 学

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

この授業では、航空機についての要求飛行性能を満足する機体の仕様を求めるための最適設計の概念について、機体の空力設計、構造設計、システム設計の基本的な設計要素から、機体の仕様を決定します。

【到達目標】

本授業では、シンプルな小型飛行機を例題として、要求飛行性能を満足する機体仕様を授業の進行に従って段階的に受講生各自が系統的に数値設計を実際に行い、飛行機の設計法の概念を理解することにあります。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

受講生は、各自の要求性能を満足する数値設計を行い、機体の性能仕様、機体三面図を作成し、機体仕様書の作成を行う。また、機体の運動（安定性）と空力設計の基本的な考え方を習得し、航空機設計のセンスを養います。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】あり / Yes

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|----|---------------------|--|
| 1 | 飛行機の開発計画の概要 | 飛行機の開発計画の概要について説明し、その全体像を把握する。 |
| 2 | 航空機の種類、運航方法 | 航空機には、法規によってその分類、運航方法が規定されており、運航を行うために求められる飛行機の機能と、性能の概要について説明する。 |
| 3 | 飛行機の安全基準及 | 飛行機に求められる安全基準及について説明し、ICAO、FAR、JAR、ASTM 及び我が国の航空機の安全基準の概要について説明する。 |
| 4 | 設計データの作成 | 各種飛行機の機体仕様、性能の調査及び分類し、設計データを作成する。 |
| 5 | 飛行機の飛行のメカニズム | 飛行機の飛行のメカニズムを説明し、操縦装置、エンジンの操作等の機能について説明する。 |
| 6 | 設計要求仕様の決定 | 受講生各自が設計する飛行機の設計要求仕様を決定する。 |
| 7 | 機体の空力特性 | 翼の空力特性及び3次元翼の空力特性、胴体等の空力特性について説明し、機体の空力特性の検討を行う。 |
| 8 | 全機の空力特性と必要馬力 | 機体全機の空力特性を推定し、これより必要馬力を求める。 |
| 9 | 飛行速度に対する必要馬力、利用馬力曲線 | プロペラ、エンジンの特性から利用馬力を求め、飛行速度に対する必要馬力、利用馬力曲線を作成する。 |
| 10 | 機体の重心と、安定性と操縦性 | 機体の重心と、安定性と操縦性（動安定性を含む）との関係を説明し、重心位置の限界について説明する。 |

| | | |
|----|-------------------|---|
| 11 | 主翼に荷かる飛行荷重と運動包囲線図 | 主翼に荷かる飛行荷重について説明し、機体の飛行速度と飛行荷重との関係を説明し、運動包囲線図を作成する。 |
| 12 | 機体の基本構造の概要 | 機体の基本構造の概要について説明し、基本構造を検討する。 |
| 13 | 機体の各種操縦システム | 機体の各種操縦システムの機能について説明する。 |
| 14 | 要求飛行性能を満足する機体の仕様 | 要求飛行性能を満足する機体の仕様を求める。 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】本授業では、短期間でこの授業テーマを行うため、受講生各自が授業外で要求性能を満足する機体仕様を求めるための数値設計を行いません。これらの作業は、講義と次の講義の間に各自が行い、また既存の飛行機の各種のデータ等を、参考書、インターネット等を使用して講義前に事前に調査することが重要です。

受講生各自が、積極的飛行機のデータを調べ、飛行機の構造、エンジンの構造、プロペラ等についての知識を事前に勉強しておくことが、本授業を理解する上で大変重要です。

【テキスト（教科書）】

特に指定しないが、この講義のために担当教員が作成した印刷物を授業にて配布します。

【参考書】

Aircraft Design: A Conceptual Approach (AIAA Education Series)
 航空機設計法 [李家賢一／著]、
 耐空性審査要領（法文書林、航空局監修）、
 航空法（法文書林、航空局監修）、
 FAR (Federal Aviation Regulation)、
 ASTM International (American Society for Testing and Materials) その他は、その都度必要に応じて指示する。

【成績評価の方法と基準】

各受講生は、各自が要求性能を満足する数値設計を行なって飛行性能仕様を求め、機体3面図の作成を行い機体仕様書として作成する。この仕様書の提出をもって期末試験とする。この仕様書の評価を60%とする。
 この間、小テスト（30分）を2回実施し、授業中の参加の度合を総合的に評価する。この評価を40%とする。

【学生の意見等からの気づき】

航空機設計の知識範囲は多岐に渡るため、要点を絞って教育する。

【Outline (in English)】

【Course outline】

In this lesson, we will decide the specification of the aircraft from the basic design elements of the aircraft's aerodynamic design, structural design, and system design about the concept of optimum design for finding the specification of the aircraft satisfying the required flight performance of the aircraft.

【Learning Objectives】

In this class, using a simple small airplane as an example, each student will systematically carry out numerical design of the airframe specifications to satisfy the required flight performance in a step-by-step manner as the class progresses, in order to understand the concept of airplane design methods.
 【Learning activities outside of classroom】

The standard preparation and review time for this class is 4 hours each. In this class, in order to carry out this class theme in a short period of time, each student will carry out numerical design outside the class in order to obtain airframe specifications that satisfy the required performance. It is important for each student to do this work between the lecture and the next lecture, and to research various data on existing airplanes using reference books, the Internet, etc. before the lecture.

It is very important that each student actively researches data on airplanes and learns about airplane structures, engine structures, propellers, etc. in advance in order to understand this class.

【Grading Criteria /Policy】

Each student is required to make a numerical design that satisfies the performance requirements, obtain the flight performance specifications, and make a three-view drawing of the aircraft to prepare the aircraft specifications. The submission of this specification will be the final exam. The evaluation of this specification will be 60%.

During this period, quizzes (30 minutes) will be given twice, and the level of participation in the class will be evaluated comprehensively. This evaluation will be 40%.

INE500X1

宇宙飛行体特論

平子 敬一

単位数：2 単位 | 開講時期：春学期授業/Spring

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

（授業概要）人工衛星全般の基礎知識と衛星の姿勢制御の基礎を説明します。また一般的な衛星開発プロジェクトの進め方とプロジェクトマネジメント技法のなかから、文系、理系に共通的に活用できる技法を紹介します。いくつかの課題を提起してその回答を発表してディベート練習の場を設けます。（授業の目的・意義）衛星システムおよび衛星を構成するサブシステムの基本を理解します。衛星の姿勢制御の実践的な手法の基礎を理解します。また、衛星開発プロジェクトにおいて利用頻度の高いいくつかのマネジメント技法の効果を演習を通して体感します。更にいくつかの課題を提起してその回答を学生自身で発表・討論することでディベートに慣れます。この講義全体を通して、物の設計解は一意ではなく前提条件や視点が異なると解が違ってくることが感覚的に理解し、柔軟な発想を持って関係者と議論できるマインドを修得して、将来のリーダーとしての心構えの大枠を把握します。

【到達目標】

（1）宇宙開発に関わる基礎技術を理解し、宇宙開発活動を身近に感じることができる。（2）振動現象の特徴を理解し、制御系の安定・不安定性の概念を理解できる。（3）実際の衛星開発プロジェクトにおいて頻繁に活用するマネジメント技法を習得する。（4）講義全般を通して、何らかのアグレッシブな姿勢になり、さらに、卒業後に社会人としての成長を加速する動機を得ることができる。（5）いくつかの課題を提示してパワポ形式のレポートを提出、発表してグループ討議することで、集団における自己表現やディベートに慣れることができる。（6）個々の課題に対する回答をパワーポイントで作成して発表する。正解が一義ではないので、資料での課題定義、前提条件定義、アプローチ、結論、考察などの論理的な展開度合いを評価する。

課題はプレゼンテーション資料の印刷物を提出し、授業で発表する。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

講義内容が、衛星全般に関わる基礎地機器、衛星の簡単な姿勢制御系設計の基礎、理系文系に関わらず活用できるプロジェクトマネジメントの3分野に渡るので、特段授業用に3種類の教科書を準備する必要はありません。各分野で講義する内容をまとめた講義資料の電子ファイル(pdfファイル)を学習支援システムを通じて受講生に配布します。紙媒体が必要な人は各自でプリントアウトしてください。現時点では対面講義を想定していますが、コロナ禍の状況や基礎疾患を持つ学生が受講する場合はオンラインやハイブリッド授業にすることも想定して、いずれのケースでも対応できる資料になっています。講義がオンラインに切り替わってもZoomなどで対応できるよう、各自のメールアドレスを私のアドレス(keiichi.hirako.47@hosei.ac.jp)にメールで知らせてください。制御系設計の課題では解析ツール「MATLAB」を活用する機会を提供し、MATLAB入門の基礎的な操作のヒントを資料に含めています。また、課題の結果を少なくとも各自1回発表できるようにします。課題発表の場を利用して、相手の考えに対して自分の意見や感想を述べることでディベートに慣れることを狙っています。また、課題回答発表の場を活用して、発表資料の文字サイズなどの視覚効果、発表姿勢、ポインタの使用などプレゼンテーションの要領を解説します。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり/Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】なし/No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|------|----------------------|--|
| 第1回 | はじめに、衛星システム | ・オリエンテーリングとして講座の概要と狙いを説明。・宇宙飛行体の分類、システムの概要を説明。 |
| 第2回 | 人工衛星の軌道 | ・人工衛星の軌道運動全般の説明。・課題1を提示（概算要領の解説を目的として、人工衛星の速度を概算。） |
| 第3回 | 衛星を構成するサブシステム（1） | ・人工衛星を構成するサブシステムの概要（1）。・課題2を提示（概算要領の解説を目的として、人工衛星に作用する外乱トルクを概算。）・課題1の回答を数名が各々発表し、グループ内で質疑応答、コメント、討議する。 |
| 第4回 | 衛星を構成するサブシステム（2） | ・人工衛星を構成するサブシステムの概要（2）。・課題2の回答を数名が各々発表し、グループ内で質疑応答、コメント、討議する。 |
| 第5回 | ボード線図とラプラス変換 | ・ラプラス変換とボード線図を説明。・物体の運動とボード線図との関係からボード線図の意味を説明。 |
| 第6回 | 衛星ダイナミクス | ・柔軟な太陽電池パネルを持つ衛星の姿勢ダイナミクスを説明。・課題3を提示（柔軟な太陽電池パネルを持つ衛星ダイナミクスのボード線図を作成。） |
| 第7回 | PID制御則（方式1） | ・実際の人工衛星の姿勢制御に用いているPID制御則設計（方式1）を説明。・課題3の回答を数名が各々発表し、グループ内で質疑応答、コメント、討議する。 |
| 第8回 | PID制御則（方式2） | ・実際の人工衛星の姿勢制御に用いているPID制御則設計（方式2）を説明。・課題4を提示（柔軟な太陽電池パネルを持つ衛星の制御ループを設計。）・課題3の回答を数名が各々発表し、グループ内で質疑応答、コメント、討議する。 |
| 第9回 | デジタル制御系 | ・アナログ系で設計した制御則をデジタル制御用に変換する手法を説明。・課題4の回答を数名が各々発表し、グループ内で質疑応答、コメント、討議する。 |
| 第10回 | 衛星開発のプロセス | ・一連のプロジェクトマネジメント技法講義の導入として、編人工衛星の開発プロセスの概要を説明。 |
| 第11回 | プロジェクトマネジメント（1） | ・プロジェクトマネジメントの総合的な説明（1）。 |
| 第12回 | プロジェクトマネジメント（2）と作業定義 | ・プロジェクトマネジメントの総合的な説明（2）と作業定義（WBS）技法の説明。・課題5を提示（身近な例を対象にして作業定義（WBS）を実施。） |

第13回 不具合解析とトレードオフ
・不具合解析 (FTA) 技法とトレードオフ技法の説明。・課題6を提示 (身近な例を対象にして不具合解析 (FTA) を実施。)・課題7を提示 (身近な例を対象にしてトレードオフを実施。)・課題5の回答を数名が各々発表し、グループ内で質疑応答、コメント、討議する。

第14回 スケジュール管理
・スケジュール管理技法の説明。
・課題6の回答を数名が各々発表し、グループ内で質疑応答、コメント、討議する。
・課題7の回答を数名が各々発表し、グループ内で質疑応答、コメント、討議する。
・課題回答全般について講評、解説する。
・将来を担う技術屋・研究者として好ましい姿勢などを解説。

【授業時間外の学習 (準備学習・復習・宿題等)】

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】衛星に関しては書籍、科学雑誌、インターネットなどで宇宙開発に関わる情報を事前に入手しておいて下さい。設計解析ツール「MATLAB」などを制御系検討に利用できる解析環境を整えて下さい。課題では基礎的な内容を例題として7項目を提示します。課題1と2は定量的な把握のための概算の要領を体験し、課題3と4は解析ツール「MATLAB」などを活用して衛星ダイナミクスと制御ループのボード線図を作成します。課題5、6、7は、講義したマネジメント技法を各自の体験例に適用して実施することで技法を適用した場合の効果を体験します。いずれも、課題の定義、前提条件、考え方、アプローチ、結果、考察などの論理的な展開での説明をパワーポイント数枚にまとめて発表して、電子ファイルを提出してもらいます。

【テキスト (教科書)】

一般的な衛星の基礎知識、衛星の姿勢制御の簡素化した基礎知識、プロジェクトマネジメント技法に至るまで、範囲が多岐に渡ります。このような背景により、講義毎に対象部分に的を絞って作成した専用資料の電子ファイルを配布するので、教科書は必須ではありません。ただし、卒業後も制御系設計などに関わることを希望する学生には MATLAB と制御系設計に関する一般的教科書が参考になります。また、プロジェクトマネジメントを指向する学生はプロジェクトマネジメント関連のテキストが参考になります。

【参考書】

・人工衛星と宇宙探査機 (木田隆、小松敬治、川口淳一郎：コロナ社)・衛星設計入門 (茂原正道、鳥山芳夫：培風館)・MATLAB による制御工学 (足立修一：東京電機大学出版局)・最新 MATLAB ハンドブック (小林一行：秀和システム)・Matlab の総合応用 (高谷邦夫：森北出版) など

【成績評価の方法と基準】

評点は、7件の課題レポート (パワポ形式) で70点、平常点30点とします。課題1と2は結果の提示のみではなく、その結果に至るプロセスや考え方が明記されていることが重要です。課題3はボード線図が適切であることと、そのボード線図を得るために設定した前提、アプローチと考察などを論理的に説明することが重要です。課題4については制御系設計結果は一義ではないため、制御系設計結果を得るための前提条件、パラメータ設定の根拠、考え方、思考プロセス、適用したアプローチ、結果、考察などを論理的に展開して明確に説明していることが重要です。課題5、6、7は、技法の狙いを把握していること、アプローチや考え方が明示されていることと、検討が客観的であること、相手を納得させる論理展開であることが重要です。各々の課題には結果が唯一でない特性があるため、課題回答の一般的な評価ポイントは、・回答資料のなかで課題から回答までまとまった内容になっているか、・回答に至るまでの考え方やプロセスが示されているか、・前提条件や仮説がある場合はその根拠なども含めて明確にしているか、・回答資料の展開が論理的か、・発表資料として視覚的に相手の興味を引く表現か、などです。

【学生の意見等からの気づき】

制御系を専攻していない学生が受講しやすいように、プロジェクトマネジメント関係の内容を充実させ、理工系に関わらず事務系業務にも応用できることが伝わるように解説します。また、衛星に関する予備知識が少ない学生でも理解しやすいように専門略語の使用を避けて平易な表現を心がけます。企業および JAXA での実践的な人工衛星の姿勢制御系設計、衛星開発プロジェクト経験や技術者の行動指針など、実戦経験に基づく知見を紹介します。宇宙開発分野の専門用語を多用しないように配慮します。

【学生が準備すべき機器他】

課題については、概算のための関数電卓やパソコンの関数機能を使用します。パワーポイントを用いてプレゼン資料形式で解答を作成して各課題毎に各々数名がプレゼンするので各自でパソコンを準備してください。制御系設計の課題では解析ツールとして「MATLAB」等の利用可能な解析ツールを使用してください。

【その他の重要事項】

課題発表のプレゼンテーションでは論理的な回答発表以外にも、受け身の授業ではなく、自己の意見を主張するマインドの醸成を目的としています。これによってディベート力の向上を図ります。また、講義では過去の講義で説明した資料を再度参照する場合がありますので、配布した資料は適宜参照できるように、プリントアウトや電子ファイルで保有してください。メーカおよび JAXA での人工衛星に関する制御系開発、システム開発、プロジェクトマネージャの経験から、社会において自己成長の加速に寄与する技術者としての姿勢、思考形態、行動指針、基礎知識などを伝える授業を目指しています。

【None】

None

【Outline (in English)】

【Course outline】 Overview of spacecrafts and basic control algorithm of the satellite attitude. Project management of development of the atellite are explained. Also, some manegement methods about project are explained. Some subjects are issued and sutudents make presentaion of the results and discuccs. Seven exercises are issued and students make report with power point. Second purpose of this lecture is to make attitude of students for future engineer or researcher.

【Course outline】 This course provides a basic knowledge of spacecraft system and basic method for designing the attitude control loops, also introduce some tools for project management. Students will be motivated by understanding the background of the space development activities.

【Learning Objectives】 At the end of the course, students are expected to obtain basic knowledge about spacecrafts and outline of project management and to activate themselves for future researcher or engineer.

【Learning activities outside of classroom】 Before/after each class meeting, students will be expected to spend 4 hours to understand the course content and to answer to a subjects.

【Grading Criteria /Policy】 The total score of 60 or more out of 100 is considered acceptable.

MEC500X1

精密機械特論

菱田 博俊

単位数：2 単位 | 開講時期：春学期集中/Intensive(Spring)

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

人間・感性工学特論の裏番組です。この授業の本質は、AI・情報化社会における、機械と人間の適切な分担を、「機械とは何か」から考える事です。

精密…時の最先端～機械と人間の共存と協調の歴史

精密の本質の意味を理解し、それが如何に人間らしい内容かを納得する。

その上で、工学の各プロセスやカテゴリーに於ける精密、及び精密の創出方法をイメージできる様になる。最終的には、精密を独自性と共に提案できる様になる。

【到達目標】

- 1) 精密の本質の意味を理解できる。 ⇒ 毎回の演習で目標達成評価を行う。
- 2) 工学の各プロセスやカテゴリーに於ける精密、及び精密の創出方法をイメージできる。 ⇒ 毎回の演習で目標達成評価を行う。
- 3) そのチェックも兼ねて、精密を独自性と共に提案できる。 ⇒ 創作レポート（最終レポート）で目標達成評価を行う。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

・概要： 機械は過去から未来にかけて、いずこの人間社会をも支え続けてきている。中でも、各時代に於いて先導的役割を担い、時として時代を大きく変えてきた機械が、その時々々の精密機械であると言える。本講義では、「精密」の意味を考えつつ、精密機械の素材、設計、加工、評価等について説明する。そして最終レポートでは、各自のイメージする精密機械を提案して貰う。

・方法： 1日全スケジュールの25%分の集中講義を予定。菱田講義手帳サイト (<http://ayugawara.g2.xrea.com/>, <http://www9.plala.or.jp/seitaikougaku/UNI/SKTannounce.htm>) を連絡基地とするので、適宜（毎講義前に）参照されたい。毎講義前に、その回の予習をして小課題に解答しメールで提出する。また講義の後半では人間感性認識体験を行うので、機械と人間の比較をして貰う。講義は主としてスライドの解説で行うが、適宜実物サンプルも見せる。試験を行わず、精密の創出と言う課題を課すので創作レポートをメールで提出する。

1日目は4月22日10:00～16:00（途中昼食休憩あり）予定

2日目は5月6日10:00～16:00（途中昼食休憩あり）予定

3日目は6月3日10:00～16:00（途中昼食休憩あり）予定

4日目は7月15日10:00～16:00（途中昼食休憩あり）予定

日程は変更される可能性があるため、大学ポータルサイトのお知らせ等を注意しておいてください。

・注意： 計画を芯として、生きた講義をします（順番や長さを変更する可能性あり）。なので、聞きたい事をどんどんリクエストして下さい。

・注意： 新型コロナウイルス感染防止対策の一環として、基本的にはオンライン教室にする予定です。対面にする際には予め大学ポータルサイトのお知らせ機能で連絡をしますので、注意して下さい。パーソナルミーティング ID = ZOOM 889 395 9074
パスワード = 850038

この ZOOM 教室は、50 分経過前に一旦落として再度つなぎ直します（休憩を入れます）ので、ご協力ください。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし / No

【授業計画】 授業形態：オンライン/online

| 回 | テーマ | 内容 |
|----|------------|--|
| 1 | 導入 | ガイダンス、精密の哲学。工学と精密工学、機械と人間。 |
| 2 | 精密の歴史 | 精密の歴史を追い、時々々の精密の意味を考える。 |
| 3 | 統計とビッグデータ | 正規分布を中心に、品質管理の考え方を扱う。またビッグデータと AI についてを論じる。 |
| 4 | 仮想工場見学 | 精密を作る中小企業の紹介（対面の場合にはサンプル提示）：大阪精密、大阪製作所、三井ハイテック、等。 |
| 5 | 歪ゲージと材料 | （歪ゲージを考える上で必要な）弾性力学の基礎。 |
| 6 | 歪ゲージと回路 | 精密サインプル提示（歪ゲージ）、歪ゲージ概論。 歪測定原理と、歪ゲージを通して考える精密化の足がかり。 |
| 7 | 精密設計 | 精密設計の基礎、過去のレポートの紹介。 |
| 8 | 精密機構・精密制御 | 機構概論、制御概論の中に精密を考える。 |
| 9 | 精密材料 | 原子創生の謎（対面の場合には、VTR を見せる。）精密に関わる諸材料、元素紹介。 |
| 10 | 精密加工・精密測定 | 加工概論、測定概論の中に精密を考える。精密測定（対面の場合には、VTR を見せる。） |
| 11 | 超精密・最新研究事例 | 超精密概論、東大、名大、名工大の最新事例。 |
| 12 | 医療工学・画像処理 | 呼吸音の画像解析、CT・MRI の画像診断学。 |
| 13 | 人間と機械 | ロボットと人間、心臓と循環器、本講義総括、美。 |
| 14 | レポート作成 | 毎回の小レポート作成の時間を及び、創作レポートの作成の時間をここに充当する。 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習・体験・レポート作成時間等は、総じて授業2時間限分を標準とします。】具体的な体験、レポートについては、授業中で指示する。日々、繊細な感性と美意識を持って、いろいろな機械やシステムと接する事。また、人間への理解を深める事。

【テキスト（教科書）】

指定せず。

【参考書】

次の書籍にかなり通じる事が書かれている。

- 0) 菱田博俊：わかりやすい材料学の基礎、成山堂書店。
また、以下の書籍を参考図書に指定するので、適宜参照されたい。
- 1) 櫻井好正・津和秀夫・得丸英勝・舟久保康康・宮澤清人：”精密工学序説”，精密工学講座 1，コロナ社。
- 2) 田口絏一・明石剛二：”精密加工学”，機械系教科書シリーズ 16，コロナ社。
- 3) 丸井悦男：”超精密加工学”，メカトロニクス教科書シリーズ 10，コロナ社。
- 4) 津村喜代治：”基礎精密測定”，第 3 版，共立出版。
- 5) 中沢弘：”精密工学”，理工学講座，東京電機大学出版局。
- 6) 安永暢男・高木純一郎：”精密機械加工の原理”，日刊工業新聞社。
- 7) 菱田博俊：”青少年のための統計学入門”，現代図書。

【成績評価の方法と基準】

毎回の小レポート（概ね 40 点）、授業内討論や人間感性認識体験（概ね 20 点）、創作レポート（概ね 40 点）により総合的に評価する。60 点を超えた者に対して、単位と、到達度に応じてグレードを与える。最終レポートの提出締め切りは概して 7 月 29 日なので、早めに着手する事。

【学生の意見等からの気づき】

サイト更新を心がけますが、更新作業が上手くいかない状態になっています（原因不明）。基本的に課題とレポートはすでに掲示してありますので、探してやってみて貰えればと思いますが、書式については希望がありましたらこちらからメールします。

なお、レポート等の提出先メールアドレスは、grosshundi13@yahoo.co.jp です。お間違えのない様に！（grosshundi@yahoo.co.jp ではありません。）

【学生が準備すべき機器他】

ZOOM の遠隔教室に入れる様にしておいてください。

【その他の重要事項】

初日の第 1 回目＝ガイダンスには、必ず出席して下さい。上記スケジュールをたたき台にして、履修希望者との対話に基づきスケジュールを確定します。更に、サイトの入室 ID / PW を教えます。

なお、精密に関してを 1 冊にまとめた薦められる教科書は、現時点で確認できていない。聴講者数が増えれば、教科書発行を検討したい。

【Outline (in English)】**【Course outline】**

This class is a counterprogram of "Advanced human and sense engineering". The essence of this class is to consider about the appropriate division between machines and humans in the present era of AI/information from such view point that "what is a machine". Precise design is a major premise of engineering. It is a philosophy that knows people and supports their lives.

【Learning Objectives】

At the end of the course, students can hopefully understand the essential meaning of precision, imagine the precision and the method of creating precision in each process and category of engineering, and propose their own precision with uniqueness.

【Learning activities outside of classroom】

Before/after each class meeting, students will be expected to spend 4 hours to understand the course content.

【Grading Criteria /Policy】

The total score of 60 or more out of 100 is considered acceptable.

MEC500X1

数値解析法特論

松川 豊

単位数：2 単位 | 開講時期：春学期授業/Spring

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

理工学分野において重要な伝熱現象と流体流れ現象の数値解析法を学びます。

【到達目標】

伝熱現象と流体流れ現象の数値解析法の基礎と、実際の数値シミュレーションを行う際に役立つ基礎を身につけることを到達目標とします。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

伝熱現象と流体流れ現象の数値解析法の概要を示したのち、具体的問題を通じながら学んでゆきます。具体例としては、1次元の熱伝導方程式、非粘性 Burgers 方程式、Euler 方程式、および、2次元の Euler 方程式の問題をとりあげます。その後、非圧縮性流、粘性流、乱流、高速流、反応流などの実際的な各種問題への適用を示し、最後に流体流れ現象を対象とする数値解析法である数値流体力学の最近の話題と動向を紹介します。この授業では数値解析法の理論のみではなく、計算コード（プログラム）の実際も学びます。また、講義を進めながら、実習・演習も行います。課題等の提出・フィードバックは、学習支援システムを通じて行う予定です。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり/Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】なし/No

【授業計画】 授業形態：オンライン/online

| 回 | テーマ | 内容 |
|--------|-------------------------|--------------------------------------|
| 第 1 回 | 概論 | 概論 |
| 第 2 回 | 1 次元熱伝導方程式 (1) | 数値解析法の手法と考え方 |
| 第 3 回 | 1 次元熱伝導方程式 (2) | 各種手法の理論 |
| 第 4 回 | 1 次元熱伝導方程式 (3) | 計算コードの実際と実例 |
| 第 5 回 | 1 次元非粘性 Burgers 方程式 (1) | 流体の数値解析法 |
| 第 6 回 | 1 次元非粘性 Burgers 方程式 (2) | 各種手法の理論 |
| 第 7 回 | 1 次元非粘性 Burgers 方程式 (3) | 計算コードの実際と実例 |
| 第 8 回 | 1 次元 Euler 方程式 (1) | 実際の流体の数値シミュレーション |
| 第 9 回 | 1 次元 Euler 方程式 (2) | 各種手法の理論 |
| 第 10 回 | 1 次元 Euler 方程式 (3) | 計算コードの実際と実例 |
| 第 11 回 | 2 次元 Euler 方程式 (1) | 多次元問題の考え方 |
| 第 12 回 | 2 次元 Euler 方程式 (2) | 各種手法の理論 |
| 第 13 回 | 2 次元 Euler 方程式 (3) | 計算コードの実際と実例 |
| 第 14 回 | 各種問題への適用 | 非圧縮性流、粘性流、乱流、高速流、反応流、数値流体力学の最近の話題と動向 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】

準備学習は必要ありません。

復習としては、毎回の授業内容を復習しながら演習にとりかかってください。

【テキスト（教科書）】

教科書は使用しません。

【参考書】

授業の進行において適宜紹介します。

【成績評価の方法と基準】

到達目標に関する課題レポートにより評価します。

課題レポート 100 点満点において、60 点以上を合格とします。

【学生の意見等からの気づき】

授業は講義のみではなく、実習・演習も行います。

【学生が準備すべき機器他】

実習・演習はパソコンを使います。

また、資料は学習支援システムにおいて配布します。

【その他の重要事項】

履修にあたっては、伝熱学と流体力学の基礎的な知識を持つことが望まれます。

また、プログラミングの基礎的な知識もあれば望ましいですが、無くても支障ありません。

【Outline (in English)】

【授業の概要（Course outline）】

This course introduces numerical analysis for heat transfer and fluid flow.

【到達目標（Learning Objectives）】

You are expected to learn fundamental numerical analysis for heat transfer and fluid flow.

【授業時間外の学習（Learning activities outside of classroom）】

After each class meeting, you are expected to spend four hours to understand the course content.

【成績評価の方法と基準（Grading Criteria /Policy）】

Your grade is evaluated in short reports.

SES500X1

極地環境学特論

山口 一

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

地球温暖化が進むにつれ、極地の様々な問題が浮き彫りにされつつある。極地は地球環境の鋭敏なセンサーであるとともに、影響を受けやすい所である。極地で起きている様々な問題、並びに、その環境変化により世界的に高まっている利用・開発の気運を、極地に関わる科学と技術をベースに理解する。そして、IPCC 報告書にも記載されている、地球温暖化に対する「緩和」と「適用」のマッチングのあるべき姿を考える。

【到達目標】

気候変動についてのプラスの面とマイナスの面を正しく学び、我々が今後どうしてゆくべきかを考えられるようになるのが、目標である。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

地球温暖化問題の把握と解決のための重要な要素となっており、かつ、今後の資源・エネルギーの供給源として期待されている、極地の問題について講義する。極地の自然環境とはどのようなものか、それが地球環境とどの様に関わっているのかを理解した上で、科学的知見を基に持続的発展を実現するための技術について教授する。授業は PC によるスライド映写やビデオ映写により行う。学生には毎回の PC スライドのカラープリントを配布する。学生が講義を聞きつつ、重要と思われる所を余白にメモする形で、授業を進める。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

なし/No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし/No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|----|----------------------|---|
| 1 | 極地と地球環境 | オーロラ、オゾンホール、北極スモッグなどの極地特有の現象と地球環境の関わりについて |
| 2 | 海水と地球環境 | 極地海洋と海水との関わり、海洋大循環、アイス・アルベド・フィードバック |
| 3 | 両極域の氷海航行に関する最近の話題：現況 | 北極域の温暖化増幅、急激な海水の減少に伴う諸現象 南極との対比 北極海航路・資源開発の進行 |
| 4 | 両極域の氷海航行に関する最近の話題：変動 | 北極域の温暖化増幅、急激な海水の減少に伴う諸現象 南極との対比 北極海航路・資源開発の進行 |
| 5 | 両極域の氷海航行に関する最近の話題：経済 | 北極域の温暖化増幅、急激な海水の減少に伴う諸現象 南極との対比 北極海航路・資源開発の進行 |
| 6 | パイプライン、永久凍土ほか、最近の話題 | 陸域の状況と最近の変化・対応 |
| 7 | 海水のリモートセンシング | 人工衛星を利用した海水・海洋観測概説 |
| 8 | 地球流体力学基礎 | 海洋計算の基礎方程式、回転系の流体力学、成層現象の基礎 |
| 9 | 海洋の数値予測 | 海洋の数値シミュレーション手法とその応用 |
| 10 | 海水の数値予測：基礎 | 海水の数値シミュレーション手法とその特徴 海水と海洋の数値シミュレーション例、オホーツク海と北極海 |

- | | | |
|----|---------------|---|
| 11 | 海水の数値予測：応用 | 流水短期予報、氷海流出油、環境脆弱性指標地図 氷海中での流出油挙動と、その対策立案のための環境脆弱性指標地図 (ESIMap) |
| 12 | 砕氷船と氷海用構造物 | 氷海域の資源開発と輸送の主役となる砕氷船と氷海用構造物の特徴と設計思想 |
| 13 | 氷海試験水槽 | 砕氷船、氷海用構造物を実験するための氷海試験水槽について |
| 14 | 氷海試験水槽の新しい使い方 | 氷海流出油の移流・拡散の実験、油回収装置の開発 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】各回の配布資料 pdf を事前に学習支援システム (Hoppii) にアップしますので、予習・復習に活用してください。

【テキスト（教科書）】

特に無し。

【参考書】

必要に応じて講義中に紹介する。

【成績評価の方法と基準】

平常点 (3 割) とレポート (7 割) により、評価する。

【学生の意見等からの気づき】

特に不満はないようである。

【Outline (in English)】

【Course outline】 As global warming progresses, various problems of polar regions are getting more and more significant. Polar regions are sensitive sensors of the global environment and is susceptible to be influenced. You will understand on the basis of polar science and technology the various problems occurring in the polar regions and the momentum of utilization and development that is increasing worldwide due to the environmental change. Then, you will consider the matching between "mitigation" and "adaptation" for global warming and climate change, which was described in the IPCC reports.

This course provides a basic knowledge of specific area of the research to be conducted in the graduation research. Students will be motivated by understanding the background of the research. 【Learning Objectives】 At the end of the course, students are expected to achieve the objectives of the class and to acquire preliminary understanding and knowledge for graduation research and mechanical engineering seminar II.

【Learning activities outside of classroom】 Before/after each class meeting, students will be expected to spend 4 hours to understand the course content.

【Grading Criteria /Policy】 The total score of 60 or more out of 100 is considered acceptable.

SES500X1

環境エネルギー技術戦略特論

川上 忠重、御法川 学

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

新しい環境エネルギーに対応するための音環境、自然エネルギー、代替燃料及びエネルギー工学に基づく地球環境問題に関する専門知識を主体的に獲得し、発想力豊かな環境エネルギー技術戦略のための能力向上を目的とする。

【到達目標】

環境・エネルギー・資源問題を俯瞰し、将来へ向けた日本、アジア、世界のエネルギー社会を構想する。地球環境問題、特にエネルギー源の二酸化炭素の削減と次世代エネルギーの開発は日本社会にとっても、産業界にとっても、またアジアにとっても、最重要課題である。今後のエネルギー構成と温暖化防止のため方策や技術経営、新事業開発、産業界における組織と人間のあり方、戦略構想の建て方などとともに、環境エネルギー問題について多角的に検討する能力を身に付けることを目的とする。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

講義及び演習を主体として、課題評価も適宜授業期間内で実施する。課題等の提出・フィードバックは、適宜、「学習支援システム」と授業を通じて行う予定である。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|--------|----------------------|---|
| 第 1 回 | 音環境とエネルギー戦略① | システムから放射される音響エネルギーの量と質について論じる |
| 第 2 回 | 音環境とエネルギー戦略② | システムの受動的静音化技術におけるエネルギー戦略について論じる |
| 第 3 回 | 音環境とエネルギー戦略③ | システムの能動的静音化技術におけるエネルギー戦略について論じる |
| 第 4 回 | 音環境とエネルギー戦略④ | 流体機械から発生する音響に関するエネルギー的考察を行う |
| 第 5 回 | 自然エネルギー利用技術とエネルギー戦略① | 大型風力発電の要素技術、設計手法、エネルギー戦略について論じる |
| 第 6 回 | 自然エネルギー利用技術とエネルギー戦略② | 小型風力発電の要素技術、設計手法、エネルギー戦略について論じる |
| 第 7 回 | 自然エネルギー利用技術とエネルギー戦略③ | 水力発電（主にマイクロ水力）の要素技術、設計手法、エネルギー戦略について論じる |
| 第 8 回 | 自然エネルギー利用技術とエネルギー戦略④ | バイオマスなど、その他の代替エネルギーによるエネルギー戦略について考察する |
| 第 9 回 | エネルギーの概念と日常生活 | エネルギーの原点と地球温暖化問題及びエネルギーの保存と散逸について検討する |
| 第 10 回 | エネルギー工学の技術史 | 人類のエネルギー利用の歴史及びエネルギー革命と近代化について理解を深める |
| 第 11 回 | エネルギー環境学 | 地球環境問題とエネルギーの関係及びそれらの現状と取り組みについて検討する |

第 12 回 エネルギーと地球温暖化問題 地球温暖化問題の背景及び地球温暖化への長期ビジョンについて理解を深める

第 13 回 エネルギー技術と環境問題の歴史 日本の環境汚染問題の歴史及び内燃機関による公害の対応技術について検討する

第 14 回 エネルギー資源と統計 エネルギー需要の現状及び再生可能型エネルギーについて理解を深める

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】 演習問題及びレポート課題に主体的に取り組むこと。

【テキスト（教科書）】

特に指定しない

【参考書】

特に指定しない

【成績評価の方法と基準】

平常点 30%、レポート課題 (50%) および小テスト (20%) により評価する。なお、原則として出席率及び課題提出率 70%以上を、成績評価対象とする

【学生の意見等からの気づき】

各授業のお知らせ、教材の配布および課題提出等は、学習支援システムで行います。

【学生が準備すべき機器他】

PC を各自準備すること

【その他の重要事項】

特になし

【Outline (in English)】

(Course outline)

This course introduce the applications of concepts and principle about environmental energy and their evaluation of the noise environment, natural energy, alternative fuel, and engineering of energy from the strategical technique point of view for the environmental energy.

(Learning objectives)

The specific objectives of this integrated subjects are to

1) be able to explain the application concepts of environmental energy such as noise environment, natural energy, alternative fuels and engineering of energy.

2) be able to understand and explain the noise environment and its control, wind energy facility, hydroelectric power generation, energy balance, biomass energy, refuse derived fuel, natural gas(methane in ice) and extra heavy oil in the world.

(Learning activities outside of classroom)

Students will be expected to have completed the required assignments after each class. Your study time will be more than four hours for a class.

(Grading criteria/Policies)

Your final grade will be decided according to the following process:

・ The ratio of class attendance over 70 % (over 10/14) will be decided the final grade

・ Usual performance score 30%, Reports 50% and small tests 20%.

To pass, students must earn at least 60 points out of 100.

LIN500X1

機械技術英語特論

山田 茂

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

様々な英語（ビジネス英語、時事英語、科学技術英語）に触れる過程で、英英辞典を参照し、発音練習、プレゼンを行い、受講生の英語力の増強を図る。

意味を適切に伝えられるよう、リズム、ストレス、イントネーションの解説、練習も行う。

【到達目標】

辞書類を効果的に使い、英文記事が読める。

英語のニュースが理解できる。

英語でのプレゼンの形式を理解し、実践できる。

英語のリズム、ストレス、イントネーションの基本を理解し、運用できる。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

様々な英語に触れ、英英辞典を使い意味を解釈し、発音練習、プレゼンを行う。これ以外に、英語のリズム、ストレス、イントネーション（プリントを配布）を扱う。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|----|-------------------------|-------------------------|
| 1 | Introduction、弱形と強形 | 本授業、英語学習への導入 |
| 2 | ビジネス英語・英英辞典の使い方、リズムの基本 | リスニング、読解、語彙学習、発音練習を行う。 |
| 3 | ビジネス英語・英英辞典の使い方、リズムの基本 | リスニング、読解、語彙学習、発音練習を行う。 |
| 4 | ビジネス英語・英英辞典の使い方、トーン | リスニング、読解、語彙学習、発音練習を行う。 |
| 5 | ビジネス英語・英英辞典の使い方、トーン | リスニング、読解、語彙学習、発音練習を行う。 |
| 6 | 時事英語、句のイントネーション | ニュース視聴、読解、語彙学習、発音練習を行う。 |
| 7 | グループ・プレゼン(1)、文のイントネーション | ペアまたはグループでプレゼンを行う。 |
| 8 | グループ・プレゼン(2)、文のイントネーション | ペアまたはグループでプレゼンを行う。 |
| 9 | 様々な英語、上昇調と下降調 | 読解、語彙学習、発音練習を行う。 |
| 10 | プレゼン(1) | 個人でプレゼンを行う。 |
| 11 | プレゼン(2) | 個人でプレゼンを行う。 |
| 12 | Feedback、イントネーションの応用 | プレゼンを振り返る。 |
| 13 | 発音テスト及び指導 | イントネーションに関するテスト及び指導 |
| 14 | 期末試験、総括 | 筆記試験及び解説を行う |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】 授業で扱った重要語句を習得する。

グループ、個人でのプレゼンの準備を行う。

授業で扱ったリズム、ストレス、イントネーションをマスターする。

【テキスト（教科書）】

ニュース等を使うため、資料はハンドアウトまたはファイルで配布する。

【参考書】

松坂ヒロシ. 1986. 『英語音声学入門』 研究社.

小川直樹. 2009. 『耳慣らし英語ヒアリング 2 週間集中ゼミ』 新装版. アルク.

東京工業大学. 2021 『東工大単』 新装版. 研究社.

【成績評価の方法と基準】

筆記試験 40 %

発音テスト 20 %

プレゼン 20 %

平常点、授業への参加度 20 %

【学生の意見等からの気づき】

学生が関心があり実用的な、プレゼン、特にリスニング、スピーキングの強化につながる内容にした。

【Outline (in English)】

Course outline: This class familiarizes students with various kinds of English (business, media, science and technology).

Learning Objectives: In dealing with English texts, the students are to learn and improve their skills in dictionary use, reading, listening, pronunciation, and presentation.

Learning activities outside of classroom: Before and after each class, the students are expected to spend four hours for preparation and reviewing (including studying materials to be covered, reading materials aloud, memorizing important expressions, and preparing presentations).

Grading Criteria: Evaluation will be made on the following bases:

Final written examination: 40 %

Pronunciation examination: 20 %

Presentations: 20 %

Class participation: 20 %

MEC500X1

摩擦の原子論特論

平野 元久

単位数：2 単位 | 開講時期：春学期授業/Spring

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

原子間相互作用の基本性質から摩擦発生の機構を理解することを目的とする。わかりやすく勉学を進めるために、基本的な MATLAB プログラミングを用いた、原子レベル分子動力学シミュレーションを活用し、数値解析、データ処理の基本事項を一つ一つ確認して講義を進める。

【到達目標】

本講義の目標は、材料物性、機械強度、摩擦特性の基本的性質を原子レベルで理解し、原子間相互作用の基本的性質から材料のさまざまな機械的性質が発現する原子論を理解することである。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

講義形式

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

なし/No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし/No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|--------|-------------------------|--|
| 第 1 回 | 摩擦学概論 | 摩擦の説明、ルネサンス期から現代までの摩擦研究の歴史を解説する。 |
| 第 2 回 | 摩擦の法則: 理論 (1) | 摩擦の凹凸接と分子説を解説する。 |
| 第 3 回 | 摩擦の法則: 理論 (2) | 摩擦の凹凸接と分子説を解説する。 |
| 第 4 回 | 摩擦の法則: 実験 (1) | 摩擦法則の適用範囲について議論する。 |
| 第 5 回 | 摩擦の法則: 実験 (2) | 摩擦法則の適用範囲について議論する。 |
| 第 6 回 | 原子レベルの摩擦: 摩擦の原子論モデル (1) | 独立振動子モデル、トムリンソンモデル、フレンケルコントロワモデルを説明する。 |
| 第 7 回 | 原子レベルの摩擦: 摩擦の原子論モデル (2) | 独立振動子モデル、トムリンソンモデル、フレンケルコントロワモデルを説明する。 |
| 第 8 回 | 原子レベルの摩擦: 摩擦の原子論モデル (3) | 独立振動子モデル、トムリンソンモデル、フレンケルコントロワモデルを説明する。 |
| 第 9 回 | 原子レベルの摩擦実験 (1) | 原子スケール分解能の摩擦測定法を解説する。 |
| 第 10 回 | 原子レベルの摩擦実験 (2) | 原子スケール分解能の摩擦測定法を解説する。 |
| 第 11 回 | 原子レベルの摩擦実験 (3) | 原子スケール分解能の摩擦測定法を解説する。 |
| 第 12 回 | 超潤滑 (1) | 超潤滑の発生機構を議論する。 |
| 第 13 回 | 超潤滑 (2) | 超潤滑の発生機構を議論する。 |
| 第 14 回 | 超潤滑 (2) | 超潤滑の実証実験を解説する。 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】

【テキスト（教科書）】

適宜、プリントを配布する。

【参考書】

Motohisa Hirano, Friction at the Atomic Level: Atomistic Approaches in Tribology, Wiley-VCH; 第 1 版 (2018).

【成績評価の方法と基準】

レポートの内容を評価する。

【学生の意見等からの気づき】

(1) 演習課題・小テストを実施し、理解度を確認して進める。(2) 演習課題の実施によって、有限要素プログラムを自力で作成できるようにする。(3) 理解度を上げるため、理解の状況や進捗に合わせて授業計画の順序や内容を柔軟に変更する。

【Outline (in English)】

【Course outline】 This course provides a basic knowledge of atomistics of friction -nanotribology- to be conducted in the graduation research. Students will be motivated by understanding the background of the research in nanotribology.

【Learning Objectives】

The objectives of this lecture is to understand the basic properties of material properties, mechanical strength, and frictional properties at the atomic level, and to understand the atomistics in which various mechanical properties of materials are expressed from the basic properties of inter-atomic interactions.

【Learning activities outside of classroom】

None

【Grading Criteria /Policy】

The total score of 60 or more out of 100 is considered acceptable.

MEC500X1

精密工学特論

吉田 一朗

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

理学・工学、科学技術、工業技術と社会の発展にとって、精密さと加工技術・計測技術・設計技術は切っても切れない関係にある。本特論では、最新の研究動向の調査とアクティブラーニング、フィールドワークを通し、これらの事柄と密接に関係する精密工学の概要について学び、博士前期課程で必要になる研究開発の考え方を身につける。

【到達目標】

1. 精密工学やそれに関連する分野や研究テーマについて深く知り、調査・考察できること。
2. 自身の研究テーマや関心事についての社会的意義や学術的意義を理解でき、他者に説明できること。
3. 上記の2の内容を過不足なく短い言葉、ショートプレゼンで簡潔に伝えることができる能力。
4. 研究開発に対する考え方や姿勢を理解すること。
5. 理系分野、機械工学分野の社会的意義や学術的意義、重要性や貢献について理解できていること。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」に関連

【授業の進め方と方法】

授業の概要と目的に沿って、講義形式、演習形式、および、最新の研究動向の調査とアクティブラーニング、フィールドワークを実施する方法で授業を進める。適時、課題の解説などや質疑応答などを通じてフィードバックを行なう。

新型コロナウイルスの状況や政府からの非常事態宣言および東京都からの緊急事態措置等が発出される状況となった場合は、秋学期中、必要に応じてオンラインでの開講となる。それにとまなう各回の授業内容や計画の変更、成績評価の方法などの変更等については、学習支援システムでその都度提示する。また、本授業の開始日も必要に応じて学習支援システム：Hoppii等から通知する。本シラバスに記載の全事項は新型コロナ禍前や非常事態宣言時以外を想定して作成されているため、オンライン式、対面式を含め具体的な授業の進め方などは、学習支援システム：Hoppii等で提示する。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】あり / Yes

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|-------------|---|
| 1 | ガイダンス | イントロダクション。 |
| 2 | 精密工学特論とは | 精密工学特論について説明する。 |
| 3 | 最先端の研究の紹介 | 最先端の研究について紹介する。 |
| 4 | 精密工学の温故知新 | 精密工学の技術が必要な日本古来の優れた技術について知り、研究開発のモチベーションを向上させる。 |
| 5 | アクティブラーニング① | 学生自身の研究について発表し合い、討論し、研究力・プレゼン力のレベルアップを図る① |
| 6 | アクティブラーニング② | 学生自身の研究について発表し合い、討論し、研究力・プレゼン力のレベルアップを図る② |
| 7 | アクティブラーニング③ | 学生自身の研究について発表し合い、討論し、研究力・プレゼン力のレベルアップを図る③ |

| | | |
|----|-------------|---|
| 8 | アクティブラーニング④ | 学生自身の研究について発表し合い、討論し、研究力・プレゼン力のレベルアップを図る④ |
| 9 | アクティブラーニング⑤ | 学生自身の研究について発表し合い、討論し、研究力・プレゼン力のレベルアップを図る⑤ |
| 10 | 最新の研究紹介 | 最新の研究動向について知識を深める。 |
| 11 | フィールドワーク① | 学生各自の修論テーマに関連する展示会・講演会に参加し、その内容を報告し、討論する① |
| 12 | フィールドワーク② | 学生各自の修論テーマに関連する展示会・講演会に参加し、その内容を報告し、討論する② |
| 13 | フィールドワーク③ | 学生各自の修論テーマに関連する展示会・講演会に参加し、その内容を報告し、討論する③ |
| 14 | 総括、総合演習 | 全体を総括し、習得した知見やスキルをレビューする。 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】 理工系の学部を卒業し学位授与されたということは、国家機関から学士号の認定を公式に受けたということである。理工系の学士号の保有者に見合った理工学の知識・素養を再認識し、理工学に関する基礎科目を十分に復習し、身につけておくことが重要である。

また、身近にある機械やシステムを観察し、その本質的機能は何か、なぜそのような構造・システムになっているのか、もっと良い構造やシステムは考えられないか、などを考え、問題意識を持って授業に臨む姿勢を期待する。

文科省の省令で定められている時間外の学習時間は、2単位の授業では約6.7時間以上です。

つまり、2単位の授業では、1週あたり約4.8時間以上の授業時間外の学習を学生が実施することが義務付けられています。

【テキスト（教科書）】

教科書については、初回のガイダンスで説明する。

1. Bilingual edition 計測工学 Measurement and Instrumentation, 高偉, 清水裕樹, 羽根一博, 祖山均, 足立幸志, 朝倉書店, 2017年, 3,080円(税込).

2. 表面性状用ローパスフィルタの数理, 近藤雄基, 沼田宗敏, 吉田一朗, 東京図書出版, 2023年, 2,200円(税込).

3. 計測工学(機械系教科書シリーズ), 押田至啓, 木村一郎, 前田良昭, コロナ社, 2001年, 2,970円(税込).

【参考書】

1. 計測システム工学の基礎 第4版, 松田康広・西原主計, 森北出版, 2020年, 2,750円(税込).

【成績評価の方法と基準】

授業内での課題、演習および報告レポートなどで総合的に評価(100%)します。原則として出席率2/3以上を成績評価対象とする。出席を取る日は、事前に予告する。

【学生の意見等からの気づき】

できるだけ多くの知識を身につけられるよう、説明していく予定である。開講初年度のため、意見があれば反映する。

【学生が準備すべき機器他】

1. 貸与ノート PC を使用する場合がある。

2. レポート・課題の提出用紙は、A4もしくはA3のみを受け付ける。提出用紙サイズは、授業中に指示する。

【その他の重要事項】

本特論は、「実務経験のある教員による授業」である。授業担当者の吉田は、精密機器メーカーで約8年間、超精密機器の研究開発の実務経験、および、実際に販売する精密機器の製品開発・設計の実務経験がある。また、以前の職歴の中で大学においては製品化を目指した研究開発プロジェクトに主業務として参画し、超精密の機械加工機や半導体製造装置による研究開発の実務経験もある。また、前職から現在も精密工学に関連する装置やシステム、ソフトウェアの登録特許や特許出願がある。本シラバスに記載の内容および本講義で説明する内容は、これらの実務経験と考察に基づいたものである。

【Outline (in English)】

【Course outline】

For innovations and developments in science, engineering science, science technology, industrial technology, and social, processing technology, measurement technology, and design technology are essential and indispensable.

In this advanced lecture, students will learn about the outline of the precision engineering closely related to the above-mentioned important matters by surveys of newest research trends, active learning works and a field work. In addition, students will acquire the ways and manners of thinking and considering that is necessary for the research and development in the master's programs.

【Learning Objectives】

At the end of the course, students are expected to understand and acquire the precision engineering and the manners of R&D.

【Learning activities outside of classroom】

Before/after each class meeting, students will be expected to spend 4 hours to understand the course content.

【Grading Criteria /Policy】

The total score score of 60 or more out of 100 is considered acceptable. At least 2/3 attendance is required.

MEC500X1

機械振動学特論

相原 建人

単位数：2 単位 | 開講時期：春学期授業/Spring

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

近年、機械の大型化・高速化が進むにつれ、その機械の動的挙動を考慮した設計が必要となっている。そのためには動的挙動つまり振動現象を理解することが重要である。この授業では主に連続体を対象とし、発生する振動現象を学ぶ。

【到達目標】

1. 連続体の自由振動と強制振動の理論を理解し、運動方程式を立てて解くことができること。
2. 動吸振器理論を理解し、適切なダンパを設計できるようになること。
3. 非線形振動について理解し、理論解析、数値計算により現象解明ができるようになること。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」に関連

【授業の進め方と方法】

毎回の演習と解説により理解を深める。適時、学習等の実施内容に対してフィードバックを行う。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|--------|---------------|---|
| 第 1 回 | 1 自由度系の振動 | 1 自由度系の自由振動と強制振動について運動方程式を立て、その特性を理解する。 |
| 第 2 回 | 多自由度系の振動 | 多自由度系の自由振動と強制振動について運動方程式を立て、その特性を理解する。 |
| 第 3 回 | 連続体の振動 | 連続体の自由振動と強制振動について運動方程式を立て、その特性を理解する。 |
| 第 4 回 | 回転機械の振動 | 回転体の強制振動について運動方程式を立て、その特性を理解する。 |
| 第 5 回 | 動吸振器 | 動吸振器理論について理解する。 |
| 第 6 回 | 遠心振り子式動吸振器の理論 | 遠心振り子式動吸振器の理論について理解する。 |
| 第 7 回 | 遠心振り子式動吸振器の設計 | 遠心振り子式動吸振器の設計法について理解する。 |
| 第 8 回 | モード解析 | モード解析の理論について理解する。 |
| 第 9 回 | 実験モード解析 | 実験モード解析について理解する。 |
| 第 10 回 | 不規則振動 | 不規則振動の扱い方と応答について理解する。 |
| 第 11 回 | 非線形振動 | 非線形振動について運動方程式を立て、その特性について理解する。 |
| 第 12 回 | 自励振動 | 自励振動の特徴と応答について理解する。 |
| 第 13 回 | 非線形振動の解析手法 | 非線形振動に対する理論解析法と数値計算法について理解する。 |
| 第 14 回 | 振動の安定性とその判別法 | 非線形振動における解の安定性とその判別法について理解する。 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】機械力学、機械振動学で学習した運動方程式の立て方および解き方を復習しておくこと。

【テキスト（教科書）】

配布プリント。教科書は使用しない。

【参考書】

吉川考雄、松井剛一、石井徳章、「機械の力学」、コロナ社

【成績評価の方法と基準】

評価方法：授業中に行う演習とレポート（100%）で評価する。
評価基準：本科目において設定した達成目標を 60% 以上達成している学生を合格とする。

【学生の意見等からの気づき】

授業毎に配布する資料をベースとして授業が進められ、その資料に学生がメモしていくことで学生オリジナルの教材が完成する。授業で使用するスライドは学生がメモしやすいように構成されている。

【学生が準備すべき機器他】

貸与ノートパソコンを持参すること。

【Outline (in English)】

In recent years, as the machine becomes larger and faster, it is necessary to design in consideration of the dynamic behavior of the machine. For that, it is important to understand the dynamic behavior. In this lesson, we will mainly focus on continuous system and learn the oscillation phenomena.

【Course outline】 This course provides a basic knowledge of mechanical vibration. Students will be motivated by understanding the mechanical vibration.

【Learning Objectives】 At the end of the course, students are expected to achieve the objectives of the class and to acquire preliminary understanding and knowledge for mechanical vibration.

【Learning activities outside of classroom】 Before/after each class meeting, students will be expected to spend 4 hours to understand the course content.

【Grading Criteria / Policy】 The total score of 60 or more out of 100 is considered acceptable.

MEC600X1

機械工学特別研究1・2

新井 和吉、石井 千春、川上 忠重、崎野 清憲、チャピ ゲンツィ、塚本 英明、辻田 星歩、平野 元久、御法川 学、
吉田 一朗、相原 建人、平野 利幸、東出 真澄

単位数：3 単位 | 開講時期：年間授業/Yearly

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

指導担当教授の研究室において行われている研究に参加し、輪講、研究報告、討論さらには国内外における研究発表などを通じて、機械工学の研究に必要な方法論と高度な問題解決能力を習得する。

【到達目標】

・研究室の研究に参加し、研究報告を行うことができる。
・研究内容に関する討論を行うことができる。
・指導教員の指導の下、国内外における学会発表、論文投稿を行うことが出来る。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

研究室における研究活動

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

あり/Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし/No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|--------|------------------|-------------------------------------|
| 第 1 回 | 研究企画書の意義 その 1 | 研究背景、先行研究の調査をもとに研究目的を明確にする。 その 1 |
| 第 2 回 | 研究企画書の意義 その 2 | 研究背景、先行研究の調査をもとに研究目的を明確にする。 その 2 |
| 第 3 回 | 文献調査 その 1 発展編 | 図書館電子ジャーナル操作法の習得 その 1 |
| 第 4 回 | 文献調査 その 2 発展編 | 図書館電子ジャーナル操作法の習得 その 2 |
| 第 5 回 | 文献調査 その 3 発展編 | 図書館電子ジャーナル操作法の習得 その 3 |
| 第 6 回 | 文献調査 その 4 発展編 | 図書館電子ジャーナル操作法の習得 その 4 |
| 第 7 回 | 研究企画書の構成 その 1 | 研究の進め方、研究過程論を学ぶ その 1 |
| 第 8 回 | 研究企画書の構成 その 2 | 研究の進め方、研究過程論を学ぶ その 2 |
| 第 9 回 | 研究企画の立案 その 1 | 研究戦略の意義を学ぶ その 1 |
| 第 10 回 | 研究企画の立案 その 2 | 研究戦略の意義を学ぶ その 2 |
| 第 11 回 | 実験・理論の基礎 その 1 | 実験・理論の修得法 基礎編 その 1 |
| 第 12 回 | 実験・理論の基礎 その 2 | 実験・理論の修得法 基礎編 その 2 |
| 第 13 回 | 実験・理論の基礎 その 3 | 実験・理論の修得法 応用編 その 1 |
| 第 14 回 | 実験・理論の基礎 その 4 | 実験・理論の修得法 応用編 その 2 |

第 15 回 実験・理論の基礎
その 5

実験・理論の修得法
発展編
その 1

第 16 回 実験・理論の基礎
その 6

実験・理論の修得法
発展編
その 2

第 17 回 学術論文の読み方
その 1

欧文論文の読解と討論
基礎編
その 1

第 18 回 学術論文の読み方
その 2

欧文論文の読解と討論
基礎編
その 2

第 19 回 学術論文の読み方
その 3

欧文論文の読解と討論
応用編
その 1

第 20 回 学術論文の読み方
その 4

欧文論文の読解と討論
応用編
その 2

第 21 回 論文作成の技法
その 1

論文作成トレーニング
基礎編
その 1

第 22 回 論文作成の技法
その 2

論文作成トレーニング
基礎編
その 2

第 23 回 論文作成の技法
その 3

論文作成トレーニング
応用編
その 1

第 24 回 論文作成の技法
その 4

論文作成トレーニング
応用編
その 2

第 25 回 論文作成の技法
その 5

論文作成トレーニング
発展編
その 1

第 26 回 論文作成の技法
その 6

論文作成トレーニング
発展編
その 2

第 27 回 論文作成の基本ルール
と研究企画の展望
その 1

学術論文における数式、物理量の
記法、論文の構成、関連文献の引
用方法を修得する。
今後の研究の進め方、研究計画を
展望する。

第 28 回 論文作成の基本ルール
と研究企画の展望
その 2

学術論文における数式、物理量の
記法、論文の構成、関連文献の引
用方法を修得する。
今後の研究の進め方、研究計画を
展望する。

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 3 時間を標準とします。】関連する
文献・研究動向の調査など

【テキスト（教科書）】

指導教員による

【参考書】

指導教員による

【成績評価の方法と基準】

平常の研究活動、学会発表、修士論文作成などを総合的に評価する

【学生の意見等からの気づき】

特になし

【Outline (in English)】

【Course outline】

The aim of this course is to help students acquire the necessary skills and knowledge needed to achieve a better performance in the study of a mechanical engineering. It also enhances the development of students' techniques in carrying out engineering experiment and furthermore in making oral or poster presentations and self-regulated learning.

【Learning Objectives】

At the end of the course, students are expected to acquire the research abilities, presentation skill, and self managed PDCA ability.

【Learning activities outside of classroom】

Before/after each class meeting, students will be expected to spend 4 hours to understand the course content.

【Grading Criteria /Policy】

The total score score of 60 or more out of 100 is considered acceptable.

MEC600X1

機械工学特別実験 1・2

新井 和吉、石井 千春、川上 忠重、崎野 清憲、チャピ ゲンツィ、塚本 英明、辻田 星歩、平野 元久、御法川 学、吉田 一郎、相原 建人、平野 利幸、東出 真澄

単位数：2 単位 | 開講時期：年間授業/Yearly

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

指導教授の研究室において行われている研究に参加し、実験およびこれに関連する討論などを通じて、機械工学の研究に必要な高度の実験技術を習得する。

【到達目標】

- ・指導教授の指導の下、実験・解析を自ら進めることができる。
- ・実験結果をもとに、討論ができる。
- ・基礎的な実験装置の製作、計測、理論の構築ができる。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたなどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」に関連

【授業の進め方と方法】

指導教授による

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|--------|-------------------|---------------------------|
| 第 1 回 | 機械工学実験技法 その 1 | 実験装置の設計・試作 基礎編 その 1 |
| 第 2 回 | 機械工学実験技法 その 2 | 実験装置の設計・試作 基礎編 その 2 |
| 第 3 回 | 機械工学実験技法 その 3 | 実験装置の設計・試作 応用編 その 1 |
| 第 4 回 | 機械工学実験技法 その 4 | 実験装置の設計・試作 応用編 その 2 |
| 第 5 回 | 機械工学実験技法 その 5 | 実験装置の設計・試作 発展編 その 1 |
| 第 6 回 | 機械工学実験技法 その 6 | 実験装置の設計・試作 発展編 その 2 |
| 第 7 回 | 機械工学実験技法 その 7 | 計測法・制御法 基礎編 その 1 |
| 第 8 回 | 機械工学実験技法 その 8 | 計測法・制御法 基礎編 その 2 |
| 第 9 回 | 機械工学実験技法 その 9 | 計測法・制御法 応用編 その 1 |
| 第 10 回 | 機械工学実験技法 その 10 | 計測法・制御法 応用編 その 2 |
| 第 11 回 | 機械工学実験技法 その 11 | 計測法・制御法 発展編 その 1 |
| 第 12 回 | 機械工学実験技法 その 12 | 計測法・制御法 発展編 その 2 |
| 第 13 回 | 機械工学実験解析 その 1 | 実験データ収集法 基礎編 その 1 |

| | | |
|--------|--------------------|----------------------------|
| 第 14 回 | 機械工学実験解析 その 2 | 実験データ収集法 基礎編 その 2 |
| 第 15 回 | 機械工学実験解析 その 3 | 実験データ収集法 応用編 その 1 |
| 第 16 回 | 機械工学実験解析 その 4 | 実験データ収集法 応用編 その 2 |
| 第 17 回 | 機械工学実験解析 その 5 | 実験データ収集法 発展編 その 1 |
| 第 18 回 | 機械工学実験解析 その 6 | 実験データ収集法 発展編 その 2 |
| 第 19 回 | 機械工学実験解析 その 7 | 実験データ解析法 基礎編 その 1 |
| 第 20 回 | 機械工学実験解析 その 8 | 実験データ解析法 基礎編 その 2 |
| 第 21 回 | 機械工学実験解析 その 9 | 実験データ解析法 応用編 その 1 |
| 第 22 回 | 機械工学実験解析 その 10 | 実験データ解析法 応用編 その 2 |
| 第 23 回 | 機械工学実験解析 その 11 | 実験データ解析法 発展編 その 1 |
| 第 24 回 | 機械工学実験解析 その 12 | 実験データ解析法 発展編 その 2 |
| 第 25 回 | 機械工学実験レポート その 1 | 実験データの考察 基礎編 その 1 |
| 第 26 回 | 機械工学実験レポート その 2 | 実験データの考察 基礎編 その 2 |
| 第 27 回 | 機械工学実験レポート その 3 | 実験データの考察 応用・発展編 その 1 |
| 第 28 回 | 機械工学実験レポート その 4 | 実験データの考察 応用・発展編 その 2 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 1 時間を標準とします。】 特になし

【テキスト（教科書）】

指導教員による

【参考書】

指導教員による

【成績評価の方法と基準】

研究の進捗を総合的に評価する

【学生の意見等からの気づき】

特になし

【Outline (in English)】

【Course outline】

The aim of this course is to help students acquire the necessary skills and knowledge needed to achieve a better performance in the study of a mechanical engineering. It also enhances the development of students' techniques in carrying out engineering experiment.

【Learning Objectives】

At the end of the course, students are expected to acquire the research abilities, engineering experiment skills, and self managed PDCA ability.

【Learning activities outside of classroom】

Before/after each class meeting, students will be expected to spend 4 hours to understand the course content.

【Grading Criteria /Policy】

The total score score of 60 or more out of 100 is considered acceptable.

MEC500X1

機械工学発展ゼミナール

御法川 学、チャピ ゲンツィ、平野 元久

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

機械工学分野における高度な専門知識や研究手法をゼミナール形式で学ぶ。

受講者は博士課程の学生であり、身に付けるべき専門性を体系的、客観的に捉えることによって、その研究が社会や産業に対してどのように位置づけられ、活用されていくのかを体得する。

【到達目標】

機械工学分野における高度な専門知識や研究手法を体系的、客観的に捉える能力を身に付ける。

教員とのディスカッションにより、学生自身が課題設定をしてソリューションを提案できる。

研究分野における十分なプレゼンテーション能力を身に付ける。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP3」「DP4」に関連

【授業の進め方と方法】

先端的な研究分野に関する講義および話題提供を教員が行い、それらに対するディスカッションを毎回行う。また、逆に学生による研究成果報告や話題提供をプレゼンテーション演習として行う。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|--------------------------------|---|
| 1 | イントロダクション | 授業の進め方の説明および取り扱う内容を俯瞰し、動機付けを図る。 |
| 2 | 機械工学分野における研究動向に関する講義とディスカッション① | 学生の研究分野から見た機械工学分野の研究動向を教員が講義し、内容についてディスカッションする。 |
| 3 | 機械工学分野における研究動向に関する講義とディスカッション② | 学生の研究分野における研究手法に関して、教員が講義し、内容についてディスカッションする。 |
| 4 | 機械工学分野における研究動向に関する講義とディスカッション③ | 学生の研究分野とは異なる機械工学分野の研究動向について教員が講義し、内容についてディスカッションする。 |
| 5 | 機械工学分野における研究動向に関する講義とディスカッション④ | 学生の研究分野とは異なる機械工学分野の研究手法について教員が講義し、内容についてディスカッションする。 |
| 6 | 博士論文への展開に関するディスカッション① | これまでの講義から、学生の博士論文に展開できる内容について検討する。 |
| 7 | プレゼンテーション① | これまでの議論を受けて、学生がプレゼンテーションを行い、新たな研究手法を提案する。 |
| 8 | 機械工学分野における研究動向に関する講義とディスカッション⑤ | 学生の研究分野から見た機械工学分野の研究動向を教員が講義し、内容についてディスカッションする。 |
| 9 | 機械工学分野における研究動向に関する講義とディスカッション⑥ | 学生の研究分野における研究手法に関して、教員が講義し、内容についてディスカッションする。 |

| | | |
|----|--------------------------------|---|
| 10 | 機械工学分野における研究動向に関する講義とディスカッション⑦ | 学生の研究分野とは異なる機械工学分野の研究動向について教員が講義し、内容についてディスカッションする。 |
| 11 | 機械工学分野における研究動向に関する講義とディスカッション⑧ | 学生の研究分野とは異なる機械工学分野の研究手法について教員が講義し、内容についてディスカッションする。 |
| 12 | 博士論文への展開に関するディスカッション② | これまでの講義から、学生の博士論文に展開できる内容について検討する。 |
| 13 | プレゼンテーション② | これまでの議論を受けて、学生がプレゼンテーションを行い、新たな研究手法を提案する。 |
| 14 | 総括 | 全体を総括し、習得した知見やスキルをレビューする。 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

講義においては適宜話題提供がなされるため、事前の理解と論点整理が必要である。

【テキスト（教科書）】

特に指定しない

【参考書】

特に指定しない

【成績評価の方法と基準】

講義におけるディスカッション（50%）

学生によるプレゼンテーション（50%）

【学生の意見等からの気づき】

特になし

【学生が準備すべき機器他】

特になし

【Outline (in English)】

[Course outline]

Participants learn advanced expertise and research methods in the field of mechanical engineering in a seminar format. The participants are doctoral students, who acquire a systematic and objective understanding of the expertise they need to acquire, and how their research is positioned and utilised in society and industry.

[Learning objectives]

To acquire the ability to systematically and objectively perceive advanced expertise and research methods in the field of mechanical engineering.

Through discussions with the teaching staff, students are able to set up their own problems and propose solutions.

Acquire sufficient presentation skills in the field of research.

[Grading criteria]

Discussions in lectures (50%)

Student presentations (50%)

INE700X1

環境・エネルギー特別研究 1・2・3

御法川 学

単位数：2 単位 | 開講時期：年間授業/Yearly

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

本授業は、実践的かつ先端的な研究活動を通じて、博士（工学）の学位取得に向けた機械工学（特に環境・エネルギー分野）に関する優れた研究能力を身に付けることを目指す。

【到達目標】

機械システムの静音化、低振動化に関する先端的、応用的研究の概念や手法を、個別のテーマに展開できる能力を身に付ける。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」「DP4」「DP5」に関連

【授業の進め方と方法】

修士研究による研究遂行による。

先行研究・文献の調査、研究の全体構想、手法の確立、実施と考察に関して、指導教員とのディスカッションのもと進める。またその成果を内外に発表する。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

あり / Yes

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|----|-----------|--|
| 1 | 導入 | 博士論文に対する取り組み、研究分野の概観 |
| 2 | 研究のスコープ | 当該研究における背景と目的の明文化 |
| 3 | 先行研究調査 | 当該分野における先行研究、製品開発事例の調査とまとめ |
| 4 | 研究計画 | 当該研究の実実施計画とコストの算定 |
| 5 | 理論 | 機械工学等に基づいた理論の適用および構築 |
| 6 | 現象のモデル化 | 当該研究における対象となる現象の物理数学モデルの構築と可視化 |
| 7 | 実験装置 | 当該研究における対象となる現象確認のための実験装置の計画、設計、試作に関する検討 |
| 8 | 実験方法 | 当該研究における対象となる現象確認のための実験方法の計画、設計、試作に関する検討 |
| 9 | 計測と評価 | 実験により得るべき項目のための計測手法の計画、設計、試作ならびに評価 |
| 10 | 考察 | 実験により得られた事実や現象の考察と理論モデルとの比較検討 |
| 11 | 論文構成 | 当該研究で得られた成果を元に論文（発表）の骨子を検討・構築 |
| 12 | プレゼンテーション | 研究成果をアピールするためのプレゼンテーション製作とディスカッション |
| 13 | 学会発表 | 対外的なプレゼンテーションによる部外者とのディスカッション |
| 14 | ラップアップ | 研究分野における当該研究成果の位置づけ、今後の展開についての議論 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 3 時間を標準とします。】 文献調査、研究手法の理解など。

【テキスト（教科書）】

指導内容による。

【参考書】

指導内容による。

【成績評価の方法と基準】

定期的な進捗報告とディスカッション、中間発表、学会発表の実績、博士論文の提出と審査などにより総合的に評価する。

【学生の意見等からの気づき】

特になし。

【Outline (in English)】

This class aims to acquire superior research capabilities on mechanical engineering (in particular, environment and energy fields) for acquiring a doctorate (engineering) degree through practical and advanced research activities.

INE700X1

環境・エネルギー特別実験 1・2・3

御法川 学

単位数：3 単位 | 開講時期：年間授業/Yearly

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

本授業は、実践的かつ先端的な研究活動を通じて、博士（工学）の学位取得に向けた機械工学（特に環境・エネルギー分野）に関する優れた研究能力を身に付けることを実践を通じて目指す。

【到達目標】

機械システムの静音化、低振動化に関する先端的、応用的研究の概念や手法を、個別のテーマに展開できる能力を身に付けるための実践を行う。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」「DP4」「DP5」に関連

【授業の進め方と方法】

修士研究による研究遂行による。
 先行研究・文献の調査、研究の全体構想、手法の確立、実施と考察に関して、指導教員とのディスカッションのもと進める。またその成果を内外に発表する。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】
 あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】
 あり / Yes

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|----|----------------|------------------------------------|
| 1 | 導入 | 博士論文に対する取り組み、研究分野の概観 |
| 2 | 研究のスコープの実践 | 当該研究における背景と目的の明文化 |
| 3 | 先行研究調査の実践 | 当該分野における先行研究、製品開発事例の調査とまとめ |
| 4 | 研究計画の策定 | 当該研究の実施計画とコストの算定 |
| 5 | 理論の構築 | 機械工学等に基づいた理論の適用および構築 |
| 6 | 現象のモデル化の実践 | 当該研究における対象となる現象の物理数学モデルの構築と可視化 |
| 7 | 実験装置の設計試作 | 当該研究における対象となる現象確認のための実験装置の計画、設計、試作 |
| 8 | 実験方法の構築と実践 | 当該研究における対象となる現象確認のための実験方法の計画、設計、試作 |
| 9 | 計測と評価の実践 | 実験により得るべき項目のための計測手法の計画、設計、試作ならびに評価 |
| 10 | 考察と再実験 | 実験により得られた事実や現象の考察と理論モデルとの比較 |
| 11 | 論文製作 | 当該研究で得られた成果を元に論文（発表）の骨子を検討・構築 |
| 12 | プレゼンテーション制作と実践 | 研究成果をアピールするためのプレゼンテーション製作とディスカッション |
| 13 | 学会発表の実践 | 対外的なプレゼンテーションによる部外者とのディスカッション |
| 14 | ラップアップの実践 | 研究分野における当該研究成果の位置づけ、今後の展開についての議論 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 3 時間を標準とします。】文献調査、研究手法の理解など。

【テキスト（教科書）】

指導内容による。

【参考書】

指導内容による。

【成績評価の方法と基準】

定期的な進捗報告とディスカッション、中間発表、学会発表の実績、博士論文の提出と審査などにより総合的に評価する。

【学生の意見等からの気づき】

特になし。

【Outline (in English)】

This class aims to acquire superior research capabilities on mechanical engineering (in particular, environment and energy fields) for acquiring a doctorate (engineering) degree through practical and advanced research activities.

MEC700X1

ヒューマンロボティクス特別実験 1・2・3

チャピ ゲンツィ

単位数：2 単位 | 開講時期：年間授業/Yearly

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

In this course, students will:

1. Explore the broad scope of robotic applications
2. Learn how to develop a robotic project
3. Learn to program the robots
4. Program autonomous mobile robots to achieve challenging tasks

【到達目標】

The goal of this course is to use a hands-on approach to introduce the robotics applications in human environments.

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」「DP4」「DP5」に関連

【授業の進め方と方法】

At least the first half of the semester will be offered online. The changes in the lesson plan will be presented in the learning support system. The start date of this lesson is April 24, and by this date, specific online lesson methods will be presented in the learning support system.

The students will master their knowledge in Human robotics by long term projects, survey of scientific literature, survey of specialized books and presentation of their findings.

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|----|-------------------------------|--|
| 1 | Guidance | The contents of this lecture will be presented |
| 2 | Literature review | Survey and discussion on previous research. Each student has to start thinking about his/her robotic project |
| 3 | Literature review | Survey and discussion on previous research. Each student has to start thinking about his/her robotic project |
| 4 | Literature review | Survey and discussion on previous research. Each student has to start thinking about his/her robotic project |
| 5 | Project proposal presentation | Each student will present his/her robotic project |
| 6 | Project proposal presentation | Each student will present his/her robotic project |
| 7 | Project proposal presentation | Each student will present his/her robotic project |
| 8 | Hardware system design | Sensors and actuators that will be used in the project |
| 9 | Hardware system design | Sensors and actuators that will be used in the project |
| 10 | Hardware system design | Sensors and actuators that will be used in the project |
| 11 | Software system design | OS platform and programming language |
| 12 | Software system design | OS platform and programming language |

| | | |
|----|-------------------------------|--|
| 13 | Software system design | OS platform and programming language |
| 14 | Robotic system implementation | Integration of all subsystems |
| 15 | Robotic system implementation | Integration of all subsystems |
| 16 | Robotic system implementation | Integration of all subsystems |
| 17 | Robotic system implementation | Integration of all subsystems |
| 18 | Robotic system implementation | Integration of all subsystems |
| 19 | Robotic system implementation | Integration of all subsystems |
| 20 | Robotic system implementation | Integration of all subsystems |
| 21 | Robotic system implementation | Integration of all subsystems |
| 22 | Robotic system implementation | Integration of all subsystems |
| 23 | Robotic system implementation | Integration of all subsystems |
| 24 | Performance evaluation | Performance evaluation of the developed system |
| 25 | Performance evaluation | Performance evaluation of the developed system |
| 26 | Performance evaluation | Performance evaluation of the developed system |
| 27 | Final presentation | Final presentation of developed system |
| 28 | Final presentation | Final presentation of developed system |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 1 時間を標準とします。】 Students has to read the materials suggested. Work individually in the selected project.

【テキスト（教科書）】

A list of reference books and articles will be given through the lectures.

【参考書】

Robotics, Vision and Control
Fundamental Algorithms in MATLAB,
Peter Corke, 2017

【成績評価の方法と基準】

Grading will be based mainly on the final project, in-class presentation and attendance.

【学生の意見等からの気づき】

Questionnaires are not considered

【Outline (in English)】

In this course, students will:

1. Explore the broad scope of robotic applications
2. Learn how to develop a robotic project
3. Learn to program the robots
4. Program autonomous mobile robots to achieve challenging tasks

MEC700X1

ヒューマンロボティクス特別研究 1・2・3

チャピ ゲンツイ

単位数：3 単位 | 開講時期：年間授業/Yearly

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

The course is primarily for graduate students with a strong motivation and a keen interest in research. The course will provide students with a comprehensive introduction to the area of intelligent robots and their applications in human environments. In addition to the weekly readings, presentations, and discussions, students will be involved in research project involving hardware, software and performance evaluation of developed robotic systems.

【到達目標】

Students will be introduced to the area of intelligent robots and their applications in human environment. Students will acquire a deep knowledge on robot hardware, intelligent algorithms such Neural networks, Genetic Algorithms and Deep Learning. In addition, students will develop problem solving and critical thinking ability.

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」「DP4」「DP5」に関連

【授業の進め方と方法】

The students will master their knowledge in Human robotics by long term projects, survey of scientific literature, survey of specialized books and presentation of their findings.

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】
あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】
なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|----|-------------------|--|
| 1 | Guidance | Explanation of the lecture content |
| 2 | Literature review | Survey and discussion on previous research. |
| 3 | Literature review | Survey and discussion on previous research. |
| 4 | Literature review | Survey and discussion on previous research. |
| 5 | Neural Networks | Several neural networks architectures will be explained |
| 6 | Neural Networks | Several neural networks architectures will be explained |
| 7 | Neural Networks | Several neural networks architectures will be explained |
| 8 | Deep Learning | Deep learning theory will be introduced |
| 9 | Deep Learning | Deep learning theory will be introduced |
| 10 | Deep Learning | Deep learning theory will be introduced |
| 11 | Genetic algorithm | Theory of Genetic Algorithm will be explained |
| 12 | Genetic algorithm | Theory of Genetic Algorithm will be explained |
| 13 | Genetic algorithm | Theory of Genetic Algorithm will be explained |
| 14 | Robot vision | Object recognition, masking and Deep learning for object recognition will be discussed |

| | | |
|----|------------------------------|--|
| 15 | Robot vision | Object recognition, masking and Deep learning for object recognition will be discussed |
| 16 | Robot vision | Object recognition, masking and Deep learning for object recognition will be discussed |
| 17 | Robot Software | Robot programming and robot operating system will be explained |
| 18 | Robot Software | Robot programming and robot operating system will be explained |
| 19 | Robot Software | Robot programming and robot operating system will be explained |
| 20 | Robot Software | Robot programming and robot operating system will be explained |
| 21 | Robot Hardware | Robot sensor and actuators will be explained |
| 22 | Robot Hardware | Robot sensor and actuators will be explained |
| 23 | Robot Hardware | Robot sensor and actuators will be explained |
| 24 | Intelligent robot navigation | Goal oriented, obstacle avoidance, SLAM techniques will be discussed |
| 25 | Intelligent robot navigation | Goal oriented, obstacle avoidance, SLAM techniques will be discussed |
| 26 | Intelligent robot navigation | Goal oriented, obstacle avoidance, SLAM techniques will be discussed |
| 27 | System integration | Integrating software and hardware elements for robot development |
| 28 | System integration | Integrating software and hardware elements for robot development |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】
【本授業の準備・復習時間は、各 3 時間を標準とします。】 Students has to read the materials suggested. Work individually in the selected project.

【テキスト（教科書）】
A list of reference books and articles will be given through the lectures.

【参考書】
Robotics, Vision and Control
Fundamental Algorithms in MATLAB,
Peter Corke, 2017

【成績評価の方法と基準】
Grading will be based mainly on the final project, in-class presentation, attendance and participation.

【学生の意見等からの気づき】
Questionnaires are not considered

【Outline (in English)】
To provide students with comprehensive knowledge on human robotics systems and improve research and presentation skills.

ELC500X2

回路工学特論 1

安田 彰

単位数：2 単位 | 開講時期：春学期授業/Spring

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

CMOS アナログ集積回路設計の基礎を身につけ、商用実デバイスを
用いたアナログ LSI を設計出来るようになる。

【到達目標】

増幅器などの CMOS アナログ機能回路ブロックの設計に必要な、
CMOS デバイスの特性、基本回路の動作、基本回路の解析方法、シ
ミュレータを用いた設計方を身につけ、実回路設計が出来るように
なる。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示され
た能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針
に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

本授業では、CMOS 基本回路の動作、解析方法について、輪講形式
で発表を行う。

現在携帯電話等の電子機器で広く用いられている MOS トランジスタ
を用いた機能回路ブロックの構成法と回路解析法、設計法につい
て学ぶ。先ず、MOS トランジスタのデバイス特性、小信号モデル
を知り、これらを用いた基本回路およびこの等価回路について学ぶ。
つづいて演算増幅器やコンパレータ回路の構成法を学ぶ。応用回路
としてフィルタや PLL 回路、アナログ-デジタル変換器等につい
て学ぶ。また、最近の研究動向について議論する。

最後に、CMOS の実デバイスパラメータを用いた回路設計を各自で
行い、CMOS 回路設計における設計パラメータと特性の複雑な関係
を理解する。

***注意：当面は、学習支援システムを用いて課題を出しますので、
これに取り組んで下さい。

5 月 12 日から、オンラインでの授業を開始したいと考えています。
しかし、今後変更がある可能性もありますので、Web シラバス、授
業支援システムで確認ください。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|----|------------------|--------------------------------------|
| 1 | MOS デバイスの基礎 ① | シリコン半導体の基礎 |
| 2 | MOS デバイスの基礎 ② | MOS トランジスタ |
| 3 | MOS デバイスの基礎 ③ | MOS トランジスタモデル |
| 4 | アナログ回路とは | アナログ回路の評価指標と条件 |
| 5 | 1 段増幅器① | ソース接地増幅器、ゲート接地増幅器 |
| 6 | 1 段増幅器② | ソースホロア回路、1 トランジスタ基本回路の特徴 |
| 7 | 1 段増幅器③ | 2 トランジスタ回路の特性 |
| 8 | 差動増幅器① | CMOS 差動増幅器の基本特性 |
| 9 | 差動増幅器② | CMOS 差動増幅器の小信号特性 (差動利得、同相利得、CMRR) |
| 10 | 差動増幅器③ | 高周波特性、カスコード回路、ギルバートセル |
| 11 | カレントミラー① | カレントミラー回路の特性 |
| 12 | カレントミラー② | カスケードカレントミラー回路、 負荷素子としてのカレントミラー回路 |
| 13 | 周波数特性① | 基本回路の周波数特性 |

14 周波数特性② 周波数特性の改善と位相補償

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】アナログ
電子回路の復習しておく。

【テキスト（教科書）】

Behzd Razavi (著)「アナログ CMOS 集積回路の設計 基礎編」、
Behzd Razavi (著)“Design of Analog CMOS Integrated Circuits”

【参考書】

谷口研二「CMOS アナログ回路入門」CQ 出版社

【成績評価の方法と基準】

授業中の発表 (40 %)

設計レポート (60%)

【学生の意見等からの気づき】

アナログ LSI の本質を理解できるよう演習を行います。

【学生が準備すべき機器他】

ノート PC

【Outline (in English)】

This course introduces the basics of CMOS analog integrated
circuit design and students become to be able to design analog
LSI using commercial real devices at the end of this course.

ELC500X2

回路工学特論2

斉藤 利通

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

非線形回路に見られる基本的な非線形現象とその解析法について学ぶ。人工ニューラルネットワーク等を対象に非線形現象応用例を学ぶ。最近の研究動向についても検討する。

【到達目標】

典型的な非線形回路と人工ニューラルネットワークの基本動作と工学的応用の理解

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

講義、演習、発表-討論

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

なし/No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし/No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|----|------------------------------|----------------------|
| 1 | 導入 | 非線形システムと非線形現象 |
| 2 | 非線形回路 | マルチバイブレータ |
| 3 | 離散時間非線形システム | A/D コンバータ, D/A コンバータ |
| 4 | 離散時間非線形システム | ロジスティックマップ、周期倍分岐 |
| 5 | 離散時間非線形システム | 重区分線形系, カオス |
| 6 | 離散時間非線形システム | カオスのスパイクング発振器 |
| 7 | 人工ニューラルネットワーク | エネルギー関数と最適化 |
| 8 | 人工ニューラルネットワーク | 最適化とハードウェア |
| 9 | 人工ニューラルネットワーク | 連想メモリ, 相関学習 |
| 10 | 人工ニューラルネットワーク | 多層パーセプトロン, 最急降下法 |
| 11 | 人工ニューラルネットワーク | バイナリニューラルネットワーク |
| 12 | 非線形回路、ニューラルネットワーク、AI に技術研究動向 | 発表と討論 |
| 13 | 非線形回路、ニューラルネットワーク、AI に技術研究動向 | 発表と討論 |
| 14 | 非線形回路、ニューラルネットワーク、AI に技術研究動向 | 発表と討論 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】 研究動向の調査とまとめ

【テキスト（教科書）】

なし

【参考書】

なし

【成績評価の方法と基準】

発表とレポート (70%) 討論 (30%)

【学生の意見等からの気づき】

将来の最先端技術を開発するには、基礎固めが重要。

【Outline (in English)】

(Course outline) An introduction to analysis and synthesis of nonlinear circuits and artificial neural networks.

(Learning objectives) Understanding basic dynamics and engineering applications in typical nonlinear circuits and artificial neural networks.

(Learning activities outside of classroom) Numerical experiments of nonlinear circuits and artificial neural networks.

(Grading Criterion/Policy) Presentation and report (70%) Discussion (30%)

ELC500X2

電磁波通信工学特論 1

橋本 修

単位数：2 単位 | 開講時期：春学期授業/Spring

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

電波の利用は、ミリ波帯から THz 帯に到るまで急速に進んでいる。一方で、電波の利用が進む中で電波洪水のような状況にも思われる。本講義では、無線通信システムに不可欠な技術として、伝送路やアンテナさらには電波伝搬について理解を深める。また、電波洪水の救世主としての電波吸収体、シールド技術やその基礎となる材料測定法について理解を深める。さらに、高周波デバイスの設計に必要な不可欠な数値計算法について理解を深める。

【到達目標】

伝送線理論、伝送路、アンテナ、電波伝搬、材料定数測定、電波吸収、シールド、数値計算法についての基礎から応用までを理解する。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

1 週目に講義の進め方を説明する。2 週目から 14 週目まで、無線通信システムや高周波デバイスの設計に不可欠な技術を講義する。その間にレポートの提出を行う。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】
なし / No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】
なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|----|-------------|---|
| 1 | ガイダンス | 本講義の進め方や電波の利用について説明する。 |
| 2 | 伝送線理論 I | 電波の基礎と伝送線理論について理解する。 |
| 3 | 伝送線理論 II | 伝送線理論に関する講義を行う。無限長線路や有限長線路の取り扱いを理解する。 |
| 4 | シールドと吸収 I | 隙間からの電波漏洩に着目し、平行金属板線路や異方性材料を充填した金属平板線路内の伝搬について理解する。 |
| 5 | シールドと吸収 II | 近傍界と遠方界、シェルクノフの式について理解する。 |
| 6 | シールドと吸収 III | 電波吸収体の基礎と多層電波吸収体について理解する。また、導波路の基礎について理解する。 |
| 7 | アンテナ | アレーアンテナなど各種アンテナについて理解する。 |
| 8 | 材料定数測定 I | 材料定数の測定法の概要と共振器を用いた材料定数定数の測定法について理解する。また、測定の実例について理解する。 |
| 9 | 材料定数測定 II | 同軸管法や導波管法を用いた材料定数の測定法について理解する。また、測定の実例について理解する。 |
| 10 | 材料定数測定 III | 自由空間法における材料定数の測定法について理解する。また、実例について理解する。 |
| 11 | 数値計算法 I | モーメント法について理解する。また、反射波の測定法について理解する。 |
| 12 | 数値計算法 II | FD 法と FDTD 法について理解する。 |

| | | |
|----|-----------|---|
| 13 | 数値計算法 III | 有限要素法について理解する。また、FDTD の応用として材料定数の非破壊測定について理解する。 |
| 14 | 電波伝搬 | フリスの公式、レーダ方程式、5 G について理解する。 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】

学生は授業で配布するテキストで予習すること、また授業内で行う演習問題で復習すること。

【テキスト（教科書）】

講義する内容は、自作資料を配布します。

【参考書】

1. 新しい電波工学 培風館 橋本 修
2. 電波吸収体のはなし 日刊工業新聞 橋本 修

【成績評価の方法と基準】

レポートで評価する。

【学生の意見等からの気づき】

「特になし」

【学生が準備すべき機器他】

「特になし」

【その他の重要事項】

「特になし」

【Outline (in English)】

The use of radio waves is rapidly advancing, from the millimeter wave band to the THz band. On the other hand, we seem to be in a situation of radio wave flood as the use of radio waves advances. In this lecture, we will deepen our understanding of transmission lines, antennas, and radio wave propagation as indispensable technologies for wireless communication systems. In addition, we will deepen our understanding of numerical calculation methods that are essential for the design of high frequency devices.

ELC500X2

電磁波通信工学特論2

山内 潤治

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

放射および電磁波伝送を学ぶ。

【到達目標】

アンテナと伝送線路に於ける電界と磁界の定式化に習熟する。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

9月26日からオンラインで実施する。

情報伝送解析法と電磁波情報解析法とを併用して、放射伝送問題を考察する。演習をまじえながらゼミナール形式で授業を進めていく。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

なし / No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし / No

【授業計画】 授業形態：オンライン/online

| 回 | テーマ | 内容 |
|------|------------------|--|
| 第1回 | 歴史的背景 | text 内容の技術背景を述べる。 |
| 第2回 | 国内技術動向 | text 内容の周辺技術動向を概説する。国内状況の概説。 |
| 第3回 | 国外技術動向 | text 内容の周辺技術動向を概説する。国外状況の概説。 |
| 第4回 | 課題解決のための理論手法 | Maxwell の方程式を基礎とした技術解決手法の具体例を述べる。理論解法を中心として述べる。 |
| 第5回 | 課題解決のための実験手法 | 課題解決のための実験的手法を述べる。電界測定法を中心に述べる。 |
| 第6回 | 基礎理論 | text 内に現れる方程式を詳述する。Intrinsic impedance についての物理。 |
| 第7回 | 基礎演習と解説 | Intrinsic impedance について演習する。 |
| 第8回 | インピーダンスに関連する理論 | Bloch impedance についての物理と解釈。 |
| 第9回 | インピーダンスに関連する問題演習 | Bloch impedance についての例題と演習。 |
| 第10回 | 直線状アンテナ | Metamaterial とは何か。metamaterial antenna 設計の基礎を学ぶ。 |
| 第11回 | 広帯域特性の実現 | 2線の線状アンテナの帯域と広帯域化についての技術。 |
| 第12回 | 速波遅波 | Fast wave についての物理。下限周波数と上限周波数の出し方。 |
| 第13回 | 分散特性 | 分散特性と Fast wave についての関係。漏洩アンテナの原理について。 |
| 第14回 | 前方放射と後方放射 | Back radiation と Forward radiation の生成法。 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】紹介した文献を予習しておく。

【テキスト（教科書）】

IEEE 等の英文論文を使用する。Hoppii にて配布する。

【参考書】

Metamaterials (IEEE Press)

【成績評価の方法と基準】

平常点、口頭試問に加えて、第14回に行われる受講者のプレゼンテーションの成果に基づく。

【学生の意見等からの気づき】

適度のスピードで授業を行うこと

【その他の重要事項】

分布定数回路、波動方程式をすでに学習していることを前提とする。全回出席を基本とする。学会出張を含め、いかなる事由であっても欠席した場合には、その分のレポートを課す。

【Outline (in English)】

< Course outline >

The purpose of this course is to provide the theories of radiation from various antennas and propagation through dielectric waveguides.

< Learning objectives >

By the end of the course, students are expected to acquire the following skills:

- Understanding of various functional devices in optical communications

- Knowledge of optical communication devices, including the multiplexer, switch, polarization rotator, and wavelength filter

< Learning activities outside of classroom >

Before each class meeting, students will be expected to spend four hours to understand the course content. Moreover, additional work is expected in case the report is assigned as homework.

< Grading Criteria >

Your overall grade in the class will be decided based on the following:

Term-end oral examination: 50%, in class contribution: 50%.

ELC500X2

通信伝送工学特論 1

山内 潤治

単位数：2 単位 | 開講時期：春学期授業/Spring

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

電磁波を用いた通信工学における最近のトピックスを学び、各種デバイスの理解を深める。

【到達目標】

最新の通信工学に関する英論文において、通信工学における問題解決法に実際に触れて、科学的、工学的発想を修得する。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

4月11日からオンラインで開始する。

光通信機能デバイスに関する、基礎的な英語文献の講読を通じて、基本的な動作原理、特性評価法の理解を目的とする。内容は、パワー分割器、合分波器、偏光分割器、偏光変換器、アイソレータ、レンズ、方向性結合器、フィルタ等の中から適宜選択する。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

なし/No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし/No

【授業計画】 授業形態：オンライン/online

| 回 | テーマ | 内容 |
|------|-------------|--------------------------|
| 第1回 | オリエンテーション | 文献資料の配布、内容の紹介、概要説明 |
| 第2回 | 技術背景、研究背景 1 | 技術的な問題点、研究背景、必要性を理解 |
| 第3回 | 技術背景、研究背景 2 | 前回に続き、内外の背景に関してさらに理解を深める |
| 第4回 | 理論的な取り扱い 1 | 光デバイスの基礎理論を学部での内容を含め復習 |
| 第5回 | 理論的な取り扱い 2 | 前回に引き続き、基礎理論を学習 |
| 第6回 | デバイス構造 | 取り扱うデバイス構造の概要を理解 |
| 第7回 | 動作原理 | デバイスの動作原理を定性的に理解 |
| 第8回 | 特性評価 1 | 電磁界分布を検討 |
| 第9回 | 特性評価 2 | ポインティングベクトルにより、パワー分布を検討 |
| 第10回 | 特性評価 3 | 反射率、透過率の理解と検討 |
| 第11回 | 特性評価 4 | 損失の検討 |
| 第12回 | 特性評価 5 | 波長特性の検討 |
| 第13回 | 特性評価 6 | 実験値、あるいは他の手法との比較検討 |
| 第14回 | 総まとめと試問 | 講義内容に関する総まとめと試問 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】配布された資料の予習を必須とする。

【テキスト（教科書）】

英文文献、資料を適宜選択し、Hoppiiにて配布する。

【参考書】

A. Taflov and S. Hageness, Computational Electrodynamics, Artech House, 2005.

【成績評価の方法と基準】

平常点、口頭試問に加えて、第14回に行われる受講者のプレゼンテーションの成果に基づく。

【学生の意見等からの気づき】

テーマの選択に学生からの希望を反映させた。

【その他の重要事項】

電波光波伝送工学の基礎の理解を受講の前提とする。全回出席を基本とする。学会出張を含め、いかなる事由であっても欠席した場合には、その分のレポートを課す。

【Outline (in English)】

< Course outline >

Recent topics in electromagnetic wave transmission and communications are provided to deepen the understanding of the latest technologies and trends.

< Learning objectives >

By the end of the course, students are expected to acquire the following skills:

- Understanding of various functional devices in optical communications

- Knowledge of optical communication devices, including the multiplexer, switch, polarization rotator, and wavelength filter

< Learning activities outside of classroom >

Before each class meeting, students will be expected to spend four hours to understand the course content. Moreover, additional work is expected in case the report is assigned as homework.

< Grading Criteria >

Your overall grade in the class will be decided based on the following:

Term-end oral examination: 50%, in class contribution: 50%.

ELC500X2

電磁界数値解析特論

岡本 吉史

単位数：2 単位 | 開講時期：春学期授業/Spring

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

微分積分・ベクトル解析・線形代数等の基礎数学を礎とし、時空間電磁界現象の核である Maxwell 方程式の有限要素解析について講義する。

【到達目標】

Maxwell 方程式の弱形式を導出し、有限要素法によって一次元電磁界解析を行える。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

電気機器の電磁界解析法（特に、静磁界・静電界）について、講義を進める。初学者が理解できるように、数式変形の細部まで説明し、有限要素法の基礎を中心として講義を進める。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

なし/No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし/No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|----|-------------------|-----------------------------------|
| 1 | Maxwell 方程式 I | アンペアの周回積分の法則、電磁誘導の法則 |
| 2 | Maxwell 方程式 II | 磁気ベクトルポテンシャル、電気スカラーポテンシャル、不定性 |
| 3 | Maxwell 方程式 III | 時間領域、周波数領域における定式化、ゲージ変換 |
| 4 | 電磁界数値解析手法 | 様々な数値解析手法の分類 |
| 5 | 差分法による静電界解析 I | 単一媒質、複合誘電体 |
| 6 | 差分法による静電界解析 II | ポアソン方程式の求解 |
| 7 | 有限要素法による静電界解析 I | ガラーキン法、一次要素、磁性体界面における磁束密度・磁界の境界条件 |
| 8 | 有限要素法による静電界解析 II | 単一媒質、複合誘電体 |
| 9 | 有限要素法による静電界解析 III | ポアソン方程式の求解 |
| 10 | 有限要素法を用いた静磁界解析 I | ガラーキン法、磁性体界面における磁束密度・磁界の境界条件 |
| 11 | 有限要素法を用いた静磁界解析 II | 二次要素 |
| 12 | 一次元渦電流解析 I | 周波数領域一次元拡散方程式の導出、解析解 |
| 13 | 一次元渦電流解析 II | 磁束密度、渦電流の時空間変化 |
| 14 | 一次元渦電流解析 III | 時間方向の離散化 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】

オンライン講義の場合、各自の貸与 PC で聴講してください。スマートフォン画面は小さすぎるため、ノートテークに不適切です。

【テキスト（教科書）】

特に指定しない。

【参考書】

中田高義, 高橋則雄: 「電気工学の有限要素法」, 森北出版株式会社
 原武久: 「非構造分野における有限要素法の基礎」, 昭晃堂
 Peter P. Silvester, Ronald L. Ferrari, "Finite elements for electrical engineers," CANBRIDGE

五十嵐一, 亀有昭久, 加川幸雄, 西口磯春, A. ボサビ: 「新しい計算電磁気学」, 培風館

本間利久, 五十嵐一, 川口秀樹: 「数値電磁力学 - 基礎と応用 -」, 培風館

竹内則雄, 檜山和男, 寺田賢二郎: 「計算力学 有限要素法の基礎」, 森北出版株式会社

【成績評価の方法と基準】

レポート等を総合化し、成績判定を行う。

【学生の意見等からの気づき】

特になし

【学生が準備すべき機器他】

貸与ノートパソコン, あるいは、それ以上のスペックを有する PC

【その他の重要事項】

特になし。

【Outline (in English)】

The lecture is focused on learning the finite element analysis of Maxwell equation which governs space-time electromagnetic field using differential and integral calculus, linear algebra, and vector analysis.

ELC500X2

電磁界有限要素法特論

阿波根 明

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

商用周波数帯の電磁界解析を行うための三次元有限要素法の基礎を学ぶ。また、電気機器設計のための実用的な解析技術の学習を行う。

【到達目標】

電磁界の支配方程式から有限要素法による離散化と応用技術の習得を目標とする。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

電磁界解析に関する三次元有限要素法について講義を進める。初学者が理解できるように、数式変形の細部まで説明する。

また、適宜課題とそのフィードバックにより理解度を確認するとともにコミュニケーションを図る。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

なし/No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし/No

【授業計画】 授業形態：オンライン/online

| 回 | テーマ | 内容 |
|--------|-------------|--------------------------------|
| 第 1 回 | ベクトル解析 | 電磁界解析と有限要素法に必要な数学的知識について学ぶ |
| 第 2 回 | 有限要素法による定式化 | 支配方程式から有限要素法の離散化式の導出を行う |
| 第 3 回 | 実習 1 | ソフトウェアを用いた基礎演習を行う |
| 第 4 回 | 実習 2 | ソフトウェアを用いたヒステリシス、並列計算演習を行う |
| 第 5 回 | 形状関数の導出 1 | スカラー形状関数とベクトル形状関数の求め方を学ぶ |
| 第 6 回 | 形状関数の導出 2 | 高次ベクトル形状関数へ拡張させる |
| 第 7 回 | 形状関数の導出 3 | さらに発展した高次ベクトル形状関数とゲージの関係について学ぶ |
| 第 8 回 | ヒステリシス解析 1 | 各種ヒステリシスモデルとプレイモデルの概要を学ぶ |
| 第 9 回 | ヒステリシス解析 2 | プレイモデルの有限要素法への適用について学ぶ |
| 第 10 回 | ヒステリシス解析 3 | プレイモデルの実用的な手法について学ぶ |
| 第 11 回 | 連立方程式の解求法 | 大規模連立方程式解法である ICCG 法などの反復法を学ぶ |
| 第 12 回 | 梯子型回路 1 | 梯子型回路の基礎理論について学ぶ |
| 第 13 回 | 梯子型回路 2 | 梯子型回路を用いた実用的な電磁界解析への応用について学ぶ |
| 第 14 回 | 電磁力計算とまとめ | 節点力法と誤差修正法による電磁力計算を学ぶ |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】

授業内で皆さんの研究内容についてプレゼンをしていただきます。また、授業後に課題に対するレポートを提出していただくこともあります。

【テキスト（教科書）】

特に指定なし。

【参考書】

中田高義, 高橋則雄: 「電気工学の有限要素法」, 森北出版株式会社

五十嵐一, 亀有昭久, 加川幸雄, 西口磯春, A. ボサビ: 「新しい計算電磁気学」, 培風館

【成績評価の方法と基準】

以下の配分で成績を評価します。

プレゼン (20%), レポート (30%), 平常点 (50%)。

【学生の意見等からの気づき】

なし。

【学生が準備すべき機器他】

オンライン授業の場合、ネットワーク環境と貸与ノート PC, または同等以上のスペックを持つ PC が必要。

【その他の重要事項】

教員の都合により、日程や講義の順序が入れ替わることがある。

【Outline (in English)】

This course introduces the basics of the three-dimensional finite element method for electromagnetic field analysis and practical analysis techniques.

The goal of this course are to master the discretization technique with the finite element method from the governing equations of the electromagnetic field and to obtain applied technologies.

Lecture/Exercise (two-credits)

Students will be expected to have completed the required assignments after each class meeting. Your study time will be more than four hours for a class.

Your overall grade in the class will be decided based on the following

Presentation : 20% Short reports : 30%, in class contribution : 50%

ELC500X2

電子物性工学特論 1

中村 俊博

単位数：2 単位 | 開講時期：春学期授業/Spring

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

先端電子デバイス物性の研究に必要な光・電子・ナノ物性工学に関する基礎知識、最新の研究状況についての理解を深める。

【到達目標】

先端電子デバイス物性工学に関する英語文献の内容を理解し、自らの修士研究との問題設定と関連づける能力を身に付けることを目標とする。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

英語教科書の抜粋や英語論文を題材に用いて、輪講形式及び発表形式で学ぶ。内容に関するフィードバックは、講義内で行う。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|--------|----------------|-------------------------|
| 第 1 回 | 光物性の基礎 1 | 光学定数、複素屈折率、光学材料 |
| 第 2 回 | 光物性の基礎 2 | エネルギー準位、バンド構造、状態密度 |
| 第 3 回 | 光物性の基礎 3 | 固体中の光の伝搬 |
| 第 4 回 | 光物性の基礎 4 | 双極子モデル、分散関係 |
| 第 5 回 | バンド間吸収 | 半導体のバンド端吸収、吸収測定、光検出器 |
| 第 6 回 | 発光現象 | 固体発光、光励起発光、電界励起発光、レーザー |
| 第 7 回 | 量子サイズ効果 | 量子閉じ込め、エネルギー準位、量子ドット |
| 第 8 回 | 自由電子 | プラズマ吸収、プラズモン |
| 第 9 回 | 発光中心 | 欠陥、希土類金属、遷移金属 |
| 第 10 回 | 光物性工学の最新研究動向 1 | 光物性工学に関する研究背景、問題点 |
| 第 11 回 | 光物性工学の最新研究動向 2 | 材料系、実験手法、解析手法、問題解決アプローチ |
| 第 12 回 | 光物性工学の最新研究動向 3 | 光物性工学に関する最新知見の理解 |
| 第 13 回 | 光物性工学の最新研究動向 4 | 光物性工学分野における今後の展望についての議論 |
| 第 14 回 | まとめ | 授業内容のまとめ |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】関連文献の調査・検討、及び発表資料の作成。

【テキスト（教科書）】

特に指定しない

【参考書】

Mark FOX 著 Optical Properties of solids, Oxford University Press

その他、英語論文を必要に応じて授業中に紹介する。

【成績評価の方法と基準】

【評価方法】発表形式における内容（50%）、レポート（50%）
【評価基準】設定した目標に対して60%以上達成している場合に合格

【学生の意見等からの気づき】

特になし

【Outline (in English)】

This course introduces the fundamentals of optical and electronic properties of solid such as semiconductor, dielectrics, and metals to students taking this course.

(Grading Criteria /Policies)

Your overall grade in the class will be decided based on the following

Presentation: 50%、in class contribution: 50%

ELC500X2

電子物性工学特論 2

中村 俊博

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

自らの研究に関連する先端電子デバイス物性工学に関する最新研究状況を把握し、研究課題の設定能力を養う。

【到達目標】

自らの研究に関連する先端電子デバイス物性工学に関する英語文献の探索能力・研究課題の設定能力を身につける。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

指定した各トピックに対する、英語教科書の抜粋や英語論文などの題材を各自設定し、内容の発表・議論を全員で行う。内容に関するフィードバックは、講義内で行う。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|--------|-------------------------|-----------|
| 第 1 回 | 半導体量子ドット 1 | 新奇材料 |
| 第 2 回 | 半導体量子ドット 2 | 新奇作製プロセス |
| 第 3 回 | 半導体量子ドット 3 | 発光メカニズム |
| 第 4 回 | 半導体量子ドット 4 | 新奇物性 |
| 第 5 回 | 半導体レーザー 1 | 利得材料 |
| 第 6 回 | 半導体レーザー 2 | レーザー物性 |
| 第 7 回 | 半導体レーザー 3 | 共振器特性 |
| 第 8 回 | 無機発光材料 1 | 新奇母体材料 |
| 第 9 回 | 無機発光材料 2 | 新奇発光中心 |
| 第 10 回 | 無機発光材料 3 | 発光デバイス応用 |
| 第 11 回 | 金属ナノ構造の表面プラズモンによる発光制御 1 | 発光制御 |
| 第 12 回 | 金属ナノ構造の表面プラズモンによる発光制御 2 | 新奇金属ナノ構造体 |
| 第 13 回 | 金属ナノ構造の表面プラズモンによる発光制御 3 | 光物性 |
| 第 14 回 | まとめ | 授業内容のまとめ |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】関連文献の調査・検討、及び発表資料の作成。

【テキスト（教科書）】

特に指定しない。

【参考書】

英語文献を必要に応じて授業中に紹介する。

【成績評価の方法と基準】

[評価方法] 発表・議論における内容（70%）、レポート（30%）
[評価基準] 設定した目標に対して 60% 以上達成している場合に合格

オンラインとなった場合の成績評価の方法と基準は学習支援システムで提示する予定である。

【学生の意見等からの気づき】

特になし

【Outline (in English)】

The aim of this course is to help students acquire the necessary skills and knowledge needed to achieve a better performance in solid state physics research fields.

(Grading Criteria /Policies)

Your overall grade in the class will be decided based on the following

Presentation: 50%、in class contribution: 50%

ELC500X2

知能ロボット特論

伊藤 一之

単位数：2 単位 | 開講時期：春学期授業/Spring

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

未知環境において自律的、適応的に振舞うことが可能なロボットの実現を目標とする。前半では、知能ロボットの実現にあたっての問題点を解説し、後半では、この問題を解決するために現在行われている研究について、工学以外の分野も含め総合的に解説する。

【到達目標】

従来研究の問題点を整理し、問題を解決するための方策を提示できるようにする。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

前半は、講義形式で解説を行う。

第 9 - 15 回の研究事例においては、興味のある論文を各自もちより、一人につき 1 回程度その内容を発表してもらい、討論を行う。課題等の提出・フィードバックは「学習支援システム」を通じて行う。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|------------|-----------|-------------------------------------|
| 第 1 回 | 概要 | 本講義の目的、知能ロボットの現状などについて述べる |
| 第 2 回 | チューリングテスト | チューリングテストを例に知能の有無を判別することの難しさについて考える |
| 第 3 回 | 記号接地問題 | 意味の理解における身体的重要性を解説する |
| 第 4 回 | フレーム問題 | フレーム問題を中心にロボットの知能を実現する際の問題点について解説する |
| 第 5 回 | 身体と知能 | 昆虫などを例に、知能の実現において身体の果たす役割を解説する |
| 第 6 回 | 相互作用と知能 1 | 環境との相互作用により実現される知的な振る舞いについて解説する |
| 第 7 回 | 相互作用と知能 2 | 生物の知的な振る舞いについて、環境との相互作用の立場から解説する |
| 第 8 回 | 生態心理学 1 | 人間の知覚について解説する |
| 第 9 - 14 回 | 研究事例 | 最新の研究事例をもとに討論を行う |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】各自、関連分野の論文を読み、発表および質疑応答の準備をすること

【テキスト（教科書）】

特に使用しない。

【参考書】

授業中に紹介する

【成績評価の方法と基準】

レポート、平常点、講義中の質疑応答等を総合して評価する。

【学生の意見等からの気づき】

スライドの文字が小さくなる場合がある。見難い場合には、前方の席に座る、オペラグラスを用意するなど、各自適切に対処をされたい。

【Outline (in English)】

The goals of this course are to

(1) Understand fundamental problems in realizing autonomous robots which operate in unknown complex environment.

(2) Survey latest researches in intelligent robotics.

Grading Criteria

Report(homework) 50%, In class contributions 50%

ELC500X2

知的制御特論

伊藤 一之

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

強化学習を用いたロボットの制御について講義する。実環境に対して強化学習を適用する上での問題点を理解するとともに、実際に強化学習を基にした制御系の設計を行う。

【到達目標】

強化学習を基にした制御系を設計できるようになる

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

前半は、講義形式の授業を行い、実環境に対して強化学習を適用する上での問題点や注意点を解説する。

後半は、演習形式の授業とし、制御系の設計とロボットへの実装を行う。

課題等の提出・フィードバックは「学習支援システム」を通じて行う。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|----------|----------------|---|
| 1 回 | 強化学習の概要 | 本授業の目的と、強化学習の概要について述べる。 |
| 2 回 | 強化学習のアルゴリズム | Q 学習を中心として、強化学習のアルゴリズムを解説する。 |
| 3 回 | 実環境への適用における問題点 | 状態爆発、汎化能力の欠如、実時間学習など、実問題への適用にあたっての問題点を解説する |
| 4 - 6 回 | 実装 1（シミュレーション） | ノート PC を用いて、シミュレーション上で強化学習を行う |
| 7 - 14 回 | 実装 2（実問題への適用） | ラインレースロボットを例として、強化学習を実装する。最後に実装結果をレポートとして報告する |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】 各講義の内容を復習し、理解しておくこと。

【テキスト（教科書）】

伊藤一之著、ロボットインテリジェンス、オーム社、2007

【参考書】

日本ロボット学会誌
人工知能学会誌
計測自動制御学会論文誌

【成績評価の方法と基準】

出席・授業態度（30%）、および、レポート（70%）により、総合的に評価する

【学生の意見等からの気づき】

プログラム全体の構成を説明する必要から、スライドの文字が小さくなる場合がある。見難い場合には、前方の席に座る、オペラグラスを用意するなど、各自適切に対処をされたい。

【学生が準備すべき機器他】

ノート PC を持参すること

【Outline (in English)】

The goals of this course are to

(3) Obtain basic knowledge about intelligent control.

(4) Understand learning process in Reinforcement Learning.

(5) Write a program of Reinforcement Learning using C language.

Grading Criteria

Report(homework) 50%, In class contributions 50%

ELC500X2

集積回路特論 1

南部 博昭

単位数：2 単位 | 開講時期：春学期授業/Spring

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

スマートフォン、パソコン、テレビ、ゲーム機などの民生用やインターネット・サーバ/スイッチに代表される産業用電子機器は、現在急速に進化しており、それを支えているのが**半導体集積回路 (IC・LSI) 技術**である。本授業では、集積回路に使用される各デバイスの基本特性を復習しながら、それらを用いた応用・実用回路について学ぶ。また **Spice** シミュレータ用にトランジスタ特性のモデル化を行い、これらのモデルを用いて回路シミュレーションを行う。以上により、応用・実用回路の動作を実際に信号波形を観測しながら理解する。

なお、**集積回路特論 1**では、バイポーラ・トランジスタとバイポーラ集積回路を中心に学び、**集積回路特論 2**では、MOS トランジスタと MOS 集積回路を中心に学ぶ。

【到達目標】

(1)バイポーラ集積回路に使用される各デバイスの基本特性を理解する。(2)バイポーラ応用・実用回路の基本動作を理解する。(3)Spice シミュレータ用バイポーラトランジスタモデルを理解する。(4)バイポーラモデルを用いた回路シミュレーション手法を理解する。(5)シミュレーションを活用し、バイポーラ応用・実用回路の詳細な動作や特性を理解する。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

最初に、集積回路に使用される受動素子やバイポーラトランジスタの構造と特性を復習し、これらデバイスのモデル化を行う。また、これらのモデルを用いて **Spice** シミュレーションを行い、モデルパラメータとデバイス特性の関連を解析する。次に、アナログおよびデジタル・バイポーラ集積回路について学び、回路シミュレーションを行う。ここでは、デバイス特性、温度、電源電圧が回路特性に与える影響を解析する。なお、実際のマスクパターンのレイアウト設計についても言及し、微細加工に関する最新技術を説明する。最後に、超高速バイポーラメモリ L S I 回路を例題に、最新の L S I 回路について解説する。

=====

※本授業の講義は、一部をオンライン (**Zoom**) で行います。教材 (講義で使用するスライド、参考資料等) は、学習支援システムからダウンロードできます。

【アクティブラーニング (グループディスカッション、ディベート等) の実施】
なし / No

【フィールドワーク (学外での実習等) の実施】
なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|-------|------------------|--|
| 第 1 回 | 半導体集積回路の概要 | 半導体集積回路の概要 |
| 第 2 回 | 集積回路用受動素子 (1) | 受動素子 (R, C, L) の構造と特性 |
| 第 3 回 | 集積回路用受動素子 (2) | 受動素子のモデル化と SPICE シミュレーション |
| 第 4 回 | バイポーラトランジスタ (1) | バイポーラ Trs の構造と特性 |
| 第 5 回 | バイポーラトランジスタ (2) | バイポーラ Trs のモデル化 (Gummel Poon モデル) と SPICE シミュレーション |
| 第 6 回 | ダイオード、配線、および寄生素子 | ダイオードの構造と特性、配線の構造と特性、および寄生素子 |
| 第 7 回 | 集積回路用素子のマスクパターン | マスクパターンのレイアウト設計 |

| | | |
|--------|-----------------|--|
| 第 8 回 | バイポーラアナログ回路 (1) | バイアス回路 (電流源、電圧源)、増幅回路、レベルシフト回路 |
| 第 9 回 | バイポーラアナログ回路 (2) | 掛算回路、非線形演算回路、演算増幅器、AD 変換器/DA 変換器 |
| 第 10 回 | バイポーラアナログ回路 (3) | バイポーラアナログ回路の SPICE シミュレーション |
| 第 11 回 | バイポーラデジタル回路 (1) | インバータ、ダイオード論理、トランジスタ論理、ワイヤード論理回路 |
| 第 12 回 | バイポーラデジタル回路 (2) | DTL 回路、 TTL 回路、 ECL 回路、 IIL 回路 |
| 第 13 回 | バイポーラデジタル回路 (3) | バイポーラデジタル回路の SPICE シミュレーション |
| 第 14 回 | 応用例 | 超高速バイポーラメモリ L S I 回路 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

本講の受講者は、学部で電気回路または電子回路について履修していることが望ましいが、授業では適宜基礎から説明するので、必ずしも必要ではない。なお、本授業の準備・復習時間は、各 1 時間を標準とします。

【テキスト (教科書)】

特に指定しない。

【参考書】

- (1) 永田穰、柳井久義著「新版 集積回路工学 (1) プロセス・デバイス技術編」(コロナ社)
- (2) 永田穰、柳井久義著「新版 集積回路工学 (2) 回路技術編」(コロナ社)
- (3) 神崎康宏著「電子回路シミュレータ **LTspice** 入門編」(CQ出版社)
- (4) F.R.Gray et al., "Analysis and Design of Analog Integrated Circuits", John Wiley & Sons, Inc.

【成績評価の方法と基準】

平常点 (授業への参加度および授業中の質疑応答) およびレポート課題 (上記到達目標の達成度) で評価する。
なお配分は、平常点：レポート課題 = 60%：40% とする。

【学生の意見等からの気づき】

Spice によるシミュレーションが好評のため、引続き実施する。

【学生が準備すべき機器他】

授業では、講義関連 **HP** (動画を含む) の視聴や回路シミュレーション等のために適宜各自の **ノート PC** を使用する。

【その他の重要事項】

全講義、講義資料 (動画を含む) をスクリーンに表示または **Zoom** の画面共有機能でパソコン画面に表示しながら行う。

【Outline (in English)】

授業概要 (Course outline)

Consumer electronics such as mobile phones, smartphones, personal computers, and televisions, as well as industrial electronic devices such as Internet servers and switches, are now rapidly evolving. It is an integrated circuit technology to support it.

In this class, we review the basic characteristics of each device used in integrated circuits, and learn about the applications and practical circuits using them. The transistor characteristics are modeled for the Spice Simulator, and the circuit simulation is performed using these models.

By the above, the operation of the application and the practical circuit is understood while actually observing the signal waveform. In the "Large Scale Integrated Circuit Engineering (1)", we learn mainly about bipolar transistors and bipolar integrated circuits, and in the "Large Scale Integrated Circuit Engineering (2)", we mainly study MOS transistors and MOS integrated circuits.

到達目標 (Learning Objectives)

By the end of the course, students should be able to do the followings :

- (1) To understand basic characteristics of each device used for an integrated circuit.
- (2) To understand circuit characteristics of a basic circuit and an application circuit of an integrated circuit.
- (3) To understand transistor model for Spice circuit simulation.
- (4) To understand the circuit simulation technique using the transistor model.
- (5) To understand in-depth circuit characteristics of an integrated circuit by utilizing a simulation.

授業時間外の学習 (Learning activities outside of classroom)

After each class meeting, students will be expected to spend one hour to understand the course content.

成績評価の方法と基準 (Grading Criteria /Policies)

Your overall grade in the class will be decided based on the following :

In class contribution : 60%.

Short reports : 40%.

ELC500X2

集積回路特論2

南部 博昭

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

スマートフォン、パソコン、テレビ、ゲーム機などの民生用やインターネット・サーバ/スイッチに代表される産業用電子機器は、現在急速に進化しており、それを支えているのが**半導体集積回路 (IC・LSI) 技術**である。本授業では、集積回路に使用される各デバイスの基本特性を復習しながら、それらを用いた応用・実用回路について学ぶ。また **Spice** シミュレータ用にトランジスタ特性のモデル化を行い、これらのモデルを用いて回路シミュレーションを行う。以上により、応用・実用回路の動作を実際に信号波形を観測しながら理解する。

なお、**集積回路特論1**では、バイポーラ・トランジスタとバイポーラ集積回路を中心に学び、**集積回路特論2**では、MOSトランジスタとMOS集積回路を中心に学ぶ。

【到達目標】

(1) MOS集積回路に使用される各デバイスの基本特性を理解する。
(2) MOS応用・実用回路の基本動作を理解する。(3)Spice シミュレータ用MOSトランジスタモデルを理解する。(4) MOSモデルを用いた回路シミュレーション手法を理解する。(5) シミュレーションを活用し、MOS応用・実用回路の詳細な動作や特性を理解する。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

最初に、集積回路に使用されるMOSトランジスタの構造と特性を復習し、トランジスタのモデル化を行う。また、このモデルを用いてSpiceシミュレーションを行い、モデルパラメータとトランジスタ特性の関連を解析する。次に、アナログおよびデジタルMOS集積回路について学び、回路シミュレーションを行う。ここでは、トランジスタ特性、温度、電源電圧が回路特性に与える影響を解析する。さらに、モンテカルロ解析によりプロセスばらつきの影響についても考察する。最後に、超高集積MOSメモリLSI回路を例題に、最新のLSI回路について説明する。また、最新の半導体ビジネスを概観するために、LSI市場およびLSI価格と製造コストについても解説する。

=====

※本授業の講義は、一部をオンライン (Zoom) で行います。教材 (講義で使用するスライド、参考資料等) は、学習支援システムからダウンロードできます。

【アクティブラーニング (グループディスカッション、ディベート等) の実施】
なし / No

【フィールドワーク (学外での実習等) の実施】

なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|-----|------------|--|
| 第1回 | 半導体集積回路の概要 | 半導体集積回路の概要 |
| 第2回 | MOSトランジスタ | MOS Trs の構造と特性 |
| | (1) | |
| 第3回 | MOSトランジスタ | MOS Trs のモデル化 (BSIM3モデル等) と SPICE シミュレーション |
| | (2) | |
| 第4回 | MOSデジタル回路 | MOS-FET の種類と動作モード、MOS-FET の回路モデル、MOS回路の基礎 |
| | (1) | |
| 第5回 | MOSデジタル回路 | MOS インバータの直流特性、MOS インバータのスイッチング特性 |
| | (2) | |

| | | |
|------|-------------|---|
| 第6回 | MOSデジタル回路 | EE/ED 回路、CMOS 回路、 |
| | (3) | Bi-CMOS 回路、スタティック回路とダイナミック回路、メモリ回路 |
| 第7回 | MOSデジタル回路 | MOS デジタル回路の SPICE |
| | (4) | シミュレーション |
| 第8回 | MOSアナログ回路 | ソース接地増幅回路、定電流/定電圧回路、差動増幅回路、MOS |
| | (1) | 演算増幅器 |
| 第9回 | MOSアナログ回路 | フィルタ回路 (スイッチト・キャパシタ等)、A-D/D-A 変換回路、無線通信回路 (AMP、ミキサ、VCO 等) |
| | (2) | |
| 第10回 | MOSアナログ回路 | MOS アナログ回路の SPICE シミュレーション |
| | (3) | |
| 第11回 | MOS回路のレイアウト | MOS 回路のレイアウトおよび寄生 MOS と保護回路 |
| 第12回 | 素子ばらつきと回路特性 | 素子ばらつきとモンテカルロ解析 |
| 第13回 | 応用例 | 超高集積MOSメモリLSI回路 |
| 第14回 | 最新半導体ビジネス | LSI 市場およびLSI 価格と製造コスト |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

本講の受講者は、学部で電気回路または電子回路について履修していることが望ましいが、授業では適宜基礎から説明するので、必ずしも必要ではない。なお、本授業の準備・復習時間は、各1時間を標準とします。

【テキスト（教科書）】

特に指定しない。

【参考書】

- (1) 永田穰、柳井久義著「新版 集積回路工学 (1) プロセス・デバイス技術編」(コロナ社)
- (2) 永田穰、柳井久義著「新版 集積回路工学 (2) 回路技術編」(コロナ社)
- (3) 神崎康宏著「電子回路シミュレータ LTspice 入門編」(CQ出版社)
- (4) R.J.Baker, "CMOS Circuit Design, Layout, and Simulation", John Wiley & Sons, Inc.

【成績評価の方法と基準】

平常点 (授業への参加度および授業中の質疑応答) およびレポート課題 (上記到達目標の達成度) で評価する。
なお配分は、平常点：レポート課題 = 60%：40% とする。

【学生の意見等からの気づき】

Spice によるシミュレーションが好評のため、引続き実施する。

【学生が準備すべき機器他】

授業では、講義関連HP (動画を含む) の視聴や回路シミュレーション等のために適宜各自のノートPCを使用する。

【その他の重要事項】

全講義、講義資料 (動画を含む) をスクリーンに表示または Zoom の画面共有機能でパソコン画面に表示しながら行う。

【Outline (in English)】

授業概要 (Course outline)

Consumer electronics such as mobile phones, smartphones, personal computers, and televisions, as well as industrial electronic devices such as Internet servers and switches, are now rapidly evolving. It is an integrated circuit technology to support it.

In this class, we review the basic characteristics of each device used in integrated circuits, and learn about the applications and practical circuits using them. The transistor characteristics are modeled for the Spice Simulator, and the circuit simulation is performed using these models.

By the above, the operation of the application and the practical circuit is understood while actually observing the signal waveform. In the "Large Scale Integrated Circuit Engineering (1)", we learn mainly about bipolar transistors and bipolar integrated circuits, and in the "Large Scale Integrated Circuit Engineering (2)", we mainly study MOS transistors and MOS integrated circuits.

到達目標 (Learning Objectives)

By the end of the course, students should be able to do the followings :

- (1) To understand basic characteristics of each device used for an integrated circuit.
- (2) To understand circuit characteristics of a basic circuit and an application circuit of an integrated circuit.
- (3) To understand transistor model for Spice circuit simulation.
- (4) To understand the circuit simulation technique using the transistor model.
- (5) To understand in-depth circuit characteristics of an integrated circuit by utilizing a simulation.

授業時間外の学習 (Learning activities outside of classroom)

After each class meeting, students will be expected to spend one hour to understand the course content.

成績評価の方法と基準 (Grading Criteria /Policies)

Your overall grade in the class will be decided based on the following :

In class contribution : 60%.

Short reports : 40%.

QBS500X2

イオンビーム応用工学特論

西村 智朗

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

イオンビーム技術は半導体の特性改質、新材料の創製や物性評価に利用できるなど大変有用な技術です。本講では学生がイオンビームと固体との相互作用を理解することを目的としてその基礎過程を学びます。またイオンビームを用いた分析技術であるイオン散乱法のシミュレーションプログラムの作成を通してプログラミングスキルを高めることも目的とします。

【到達目標】

イオンビームと固体の相互作用やイオンビームを用いた固体分析手法を理解し、受講者の研究に役立てることを目標とします。

1. イオンビームと固体（原子）との相互作用の基本現象が理解できる
2. イオンビームを用いた元素分析および深さ分布解析法（ラザフォード後方散乱法）が理解できる
3. イオン散乱のシミュレーションプログラムの作成を通してプログラミングスキルが身につく

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

本講ではイオンビームと固体との相互作用を理解することを目的として基礎過程とイオン散乱法を講述します。本講義は主に輪講形式で行い、またより理解を深めるためにイオンビーム分析のための簡易なコンピューターシミュレーションプログラムの作成を行います。課題は「学習支援システム」等を通じて行い、授業中に講評する予定です。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|----|--------------------|----------------------------|
| 1 | イオンビーム応用 | イオンビームを用いた分析手法の概要説明 |
| 2 | イオンと原子 | 原子のサイズ、単位 |
| 3 | 弾性散乱 | イオンと原子核との弾性散乱過程の詳述 |
| 4 | 散乱確率と散乱断面積 | イオン散乱確率と散乱断面積の概念 |
| 5 | 散乱確率と散乱断面積 | 中心力による散乱断面積の導出 |
| 6 | 散乱確率と散乱断面積 | 重心系と実験室系の散乱、2 体問題による断面積の導出 |
| 7 | 弾性散乱と核反応 | 弾性散乱の範囲と散乱断面積の補正 |
| 8 | 演習 | 各種原子とイオンとの散乱断面積の計算 |
| 9 | 固体中でのイオンのエネルギー損失過程 | 電子および原子核によるエネルギー損失過程 |
| 10 | 固体中でのイオンのエネルギー損失過程 | 電子によるイオンのエネルギー損失過程の詳細 |
| 11 | イオン散乱による元素分析 | イオン散乱スペクトル |
| 12 | イオン散乱による元素分析 | 元素の深さ分布解析 |
| 13 | イオン散乱による元素分析 | 化合物の組成比解析 |

- 14 固体へのイオン注入 固体へのイオン注入による不純物ドーピングとイオン注入および改質などの研究例紹介

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

受講生は次回内容について英文和訳を行い、理解しにくい事柄について他人に説明出来るよう調べておいて下さい。また本授業の準備・復習時間は各3時間を標準とします。

【テキスト（教科書）】

講義中に参考資料を配布します。

【参考書】

1. Fundamentals of surface and thin film analysis by L.C. Feldman and J.W. Mayer(North-Holland)
2. Backscattering spectrometry by W-K. Chu, J.W. Mayer and M-A. Nicolet(Academic Press)
3. Materials analysis by ion channeling by L.C. Feldman, J.W. Mayer, and S.T. Picraux(Academic Press)

注意：以上の参考書は残念ながらすでに絶版となっていますが、必要に応じて講義中に内容を受講者に提示します。

【成績評価の方法と基準】

1. イオンビームと固体との相互作用の基本現象を理解するという目標に対して、参考資料の事前学習と内容の発表（輪番）を行い評価します (20%)
2. イオンビームを用いた元素分析および深さ分布解析法が理解できるという目標に対しては小テストを行い評価します (20%)
3. 授業を通してイオン散乱のシミュレーションプログラムの作成を行い完成状態で評価します (20%)
4. 平常点 (40%)

【学生の意見等からの気づき】

特になし

【学生が準備すべき機器他】

貸与パソコンの持参

【Outline (in English)】

(Course outline) Ion beam technology is a very useful technology such as impurity doping, reforming, creation of new materials and evaluation of material properties. In this lecture, students learn the basic process for the purpose of understanding the interaction between ion beam and solid. It also aims to enhance programming skills through creation of simulation program of ion beam analysis.

(Learning Objectives) At the end of the course, students are expected to be able to explain the basic interactions of ion beams with solids, to explain depth profile analysis using ion beams, and to create a simple simulation program using a graphical-user-interface.

(Learning activities outside of classroom) Before each class meeting, students will be expected to have read the relevant chapter(s) from the text. Your required study time is at least three hours for each class meeting.

(Grading Criteria /Policy) Your overall grade in the class will be decided based on the following

give a presentation on the content of the text: 20%, mid-term short examination: 20%, completeness of the simulation program for ion scattering analysis: 20%, in class contribution: 40%.

ELC500X2

知的電機システム設計特論

佐々木 秀徳

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

二次元電磁界有限要素法や深層学習を利用した電気機器の最適化手法について講義を行う。

【到達目標】

静磁界における二次元有限要素法の基礎や有限要素法を用いた電気機器の最適化技術についての知識を取得する。また、深層学習の基礎を理解し、知識ベースの最適化技術について理解を深める。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

講義形式で実施する。有限要素法、最適化手法および深層学習について基礎から説明を行う。PowerPoint の他に板書を行う場合があるので、ノートを用意すること。講義内でレポートを課す。レポートの内容について適宜全体へフィードバックを行う。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

なし/No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし/No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|--------|----------------|-----------------------------------|
| 第 1 回 | ガイダンス | ガイダンス、基本事項の確認 |
| 第 2 回 | 電磁界解析のための基礎方程式 | Maxwell 方程式の復習 |
| 第 3 回 | 二次元有限要素法 I | 有限要素方程式の導出 |
| 第 4 回 | 二次元有限要素法 II | 補間関数 |
| 第 5 回 | 二次元有限要素法 III | 要素 |
| 第 6 回 | 二次元有限要素法 IV | 変分法・ガラーキン法 |
| 第 7 回 | 二次元有限要素法 V | 連立一次方程式の計算 |
| 第 8 回 | 二次元有限要素法 VI | 非線形解析・モータ解析における諸問題 |
| 第 9 回 | 二次元有限要素法 VII | 渦電流を考慮した解析法 |
| 第 10 回 | 最適化手法の基礎 | パラメータ最適化、トポロジー最適化、ヒューリスティックアルゴリズム |
| 第 11 回 | 深層学習 I | ニューラルネットの構成 |
| 第 12 回 | 深層学習 II | 学習における勾配法 |
| 第 13 回 | 深層学習 III | 誤差逆伝搬法、正則化 |
| 第 14 回 | 深層学習と最適化 | 深層学習による電気機器特性推定、電気機器最適化への深層学習適用 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】

【テキスト（教科書）】

特に指定しない。

【参考書】

中田高義、高橋則雄：「電気工学の有限要素法」、森北出版
 五十嵐一、亀有昭久、加川幸雄、西口磯春、A. ボサビ：「新しい計算電磁気学」、培風館
 本間利久、五十嵐一、川口秀樹：「数値電磁力学－基礎と応用－」、培風館
 (社)電気学会進化技術応用調査専門委員会：「進化技術ハンドブック第 I 巻」、近代科学社
 瀧雅人：「これならわかる深層学習入門」、講談社
 I.Goodfellow, Y.Bengio, A.Courville：「Deep Learning」、KADOKAWA
 五十嵐一：「電磁界解析による最適設計」、森北出版

【成績評価の方法と基準】

レポート点を総合的に集計し、60 点以上を合格とする。

【学生の意見等からの気づき】

スライドを充実させ、わかりやすい講義を心がける。

【学生が準備すべき機器他】

貸与パソコンあるいはそれ以上のスペックを有するパソコン

【Outline (in English)】

< Course outline >

This course introduce the optimization method of electric machine using two dimensional finite element method, and deep learning.

< Learning Objectives >

The goal of this course is to acquire knowledge of the basics of the two-dimensional finite element method for magnetostatic fields, optimization techniques for electrical devices using the finite element method, and deep learning.

< Learning activities outside of classroom >

Before/after each class meeting, students will be expected to spend four hours understanding the course content.

< Grading Criteria /Policy >

The final grade will be calculated according to the following process Reports, and in-class contribution.

ELC500X2

パワーエレクトロニクス特論

海野 洋

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

パワーエレクトロニクスは産業界にとって必要不可欠な技術として今後とも社会の発展に重要な役割を担う。本科目では主に直流から直流への電力変換を行うスイッチングコンバータに関連する基本事項を学ぶとともに、実際の設計手法や周辺アプリケーションについても解説する。

【到達目標】

各種スイッチングコンバータの動作と特徴を理解する。
スイッチングコンバータに用いる半導体スイッチ素子、受動素子の特徴を理解する。
スイッチングコンバータの基本的な設計ができる。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

各種スイッチングコンバータの動作、半導体スイッチ素子の特性、制御用 IC の使い方、キャパシタなどの受動部品の使い方およびトランスの設計法など実際の設計に則した実務的な内容を例題や演習を交えて解説する。また、最新の技術動向についても適宜説明する予定である。

講義は受講者の発表と組み合わせて行う。受講者には持ち回りで課題テーマについて発表してもらう。講師より適宜補足説明を行う。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|----|--------------------------|---|
| 1 | 講義概要 半導体スイッチ素子 (1) | パワーエレクトロニクスの紹介、 本講義で解説する内容の概要説明、 ダイオードの特性 |
| 2 | 半導体スイッチ素子 (2) | バイポーラトランジスタ、MOS FET などの特性 |
| 3 | 受動部品 | 抵抗、キャパシタなどの受動部品 |
| 4 | 非絶縁型コンバータ (1) | ブーストコンバータ、バックコン バータの基本動作、出力電圧制御 方式 |
| 5 | 非絶縁型コンバータ (2) | ブーストコンバータの設計 |
| 6 | 絶縁型コンバータ (1) | フライバックコンバータ、リンギ ングチョークコンバータの基本動 作 |
| 7 | 絶縁型コンバータ (2) | フォワードコンバータの基本動作 |
| 8 | 絶縁型コンバータ (3) | フォワードコンバータの設計方法 |
| 9 | 絶縁型コンバータ (4) | アクティブクランプ方式フォワ ードコンバータの基本動作 |
| 10 | 絶縁型コンバータ (5) | フォワードコンバータ向け出力 チョークのトランス一体化、解析 手法 |
| 11 | 絶縁型コンバータ (6) | ブリッジコンバータの基本動作 |
| 12 | 共振型コンバータ | 擬似共振型、電流共振型コンバ ータの基本動作 |
| 13 | 入力高調波電流 | 高調波電流規制、力率改善回路 |
| 14 | EMC | EMI ノイズ、イミュニティ |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】電気回路のインダクタおよびキャパシタの振る舞いを理解しておく。

ダイオード、バイポーラトランジスタおよび MOSFET などの半導体スイッチ素子の動作原理を理解しておく。

回路シミュレーションソフトを扱えることが望ましいが、必須ではない。

本授業の準備・復習時間は、各回 4 時間を標準とします。

【テキスト（教科書）】

特に指定せず、主として板書と配布した資料に基づき講義を進める。

【参考書】

電気回路、電磁気学などの教科書、電機メーカーのカタログ、技術資料および学会のプロシーディングなど。

【成績評価の方法と基準】

平常点 60 %、課題発表 30 %および講義中の質疑応答 10 %で評価する。理解度、積極的な姿勢などに応じて評価する。

【学生の意見等からの気づき】

特になし

【学生が準備すべき機器他】

講義は主にプロジェクターを用いたパワーポイントで行う。

【Outline (in English)】

This course deals with the techniques related to switching converters that mainly convert DC to DC power. It also explains design methods and peripheral applications.

ELC500X2

制御工学特論 1

鈴木 雅康

単位数：2 単位 | 開講時期：春学期授業/Spring

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

状態空間法に基づく時間領域での制御系の解析法と設計法について学ぶ。線形代数・多変数微積分学を復習しながら積極的に応用していく。

【到達目標】

- ・現代制御理論の基本的概念を理解できること。
- ・極配置によるレギュレータ・オブザーバの設計ができること。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

- ・講義は2時限分連続（全7回）でおこなう。
- ・適宜、演習をおこないながら進める。
- ・学習に活かせるよう、提出された課題に対する評価を学生にフィードバックする。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】
なし / No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】
なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|----|--------------------|--|
| 1 | 制御工学への導入 | 制御工学とはどのような学問であるか概説する |
| 2 | 古典制御 | 古典制御論の概説：システムの表現方法・制御系設計 |
| 3 | 現代制御論の概説・状態方程式 | 古典制御論とのアプローチの違いの概説と、微分方程式による動的システムの記述についての説明 |
| 4 | 線形システム 1 | 線形代数の復習 |
| 5 | 線形システム 2 | 行列指数関数と入力をもつ線形システムの一般解 |
| 6 | 伝達関数 | 伝達関数表現と状態空間表現の関係 |
| 7 | 可制御性 | 可制御性の定義と特徴づけ |
| 8 | 可観測性 | 可観測性の定義と特徴づけ |
| 9 | 同値変換と正準形 | 可制御正準形・可観測正準形・正準分解 |
| 10 | 安定性 | 安定性の定義と固有値による特徴づけ |
| 11 | 極配置 | 線形システムの極配置問題と特徴づけ |
| 12 | レギュレータ（状態フィードバック則） | 極配置を応用した状態安定化器の設計 |
| 13 | オブザーバと出力フィードバック系 | 極配置を応用した状態推定器の設計、ならびに、状態フィードバック則との結合 |
| 14 | まとめ | 講義内容全体の俯瞰 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とし、
・授業内容の復習、
・授業内で示される課題を用いた予習・復習
を実践してください。

【テキスト（教科書）】

指定なし

【参考書】

吉川恒夫・井村順一「現代制御論」コロナ社
南裕樹「Python による制御工学入門」オーム社

【成績評価の方法と基準】

最終課題レポート 30%、宿題 40%、平常点 30%で評価する。

【学生の意見等からの気づき】

線形代数・微積分といった数学基礎や講義内容について演習を通して随時復習する。

【Outline (in English)】

The focus of this course is on analysis/design methods of control systems in the time-domain based on the state space representation. The linear algebra and multivariable calculus will be reviewed and actively utilized. The goals of this course are to understand fundamental concepts of the modern control theory, and to be able to design regulators and observers using the pole placement. Before/after each class meeting, students will be expected to spend four hours to understand the course content. Your overall grade in the class will be decided based on the following:

Term-end report: 30%, short reports: 40%, in-class exercise: 30%

ELC500X2

情報伝送工学特論 1

斉藤 茂樹

単位数：2 単位 | 開講時期：春学期授業/Spring

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

分かり易い（使える）デジタル信号処理：移動中も TV 画面の乱れが少なくなった。スマホの速度がますます速くなっていく。海外のクラウドサーバへのアクセスが超早い。海外のライブ映像も遅延が殆ど無い。これらにはデジタル信号処理が駆使されている。今やデジタル信号処理は、様々な最新デジタル機器に必須のキーテクである。

本講では、使えるデジタル信号処理として、主に、「通信向けのデジタル信号処理の基礎技術（特に、ディスクリットフーリエ変換、デジタルフィルタ、高速フーリエ変換、適応等化）」を習得する。企業でデジタル関連の商品を開発する際の基礎知識となる。携帯電話、地デジ及び光通信への応用例の紹介や演習を交えて学ぶ。課題を解明する方法で技術への探究心も養う。信号の通り道の特性を逐次推定し歪んだ信号を補償する「適応等化」は、光通信の最先端技術。応用は果てしない。

【到達目標】

本科目では、以下を到達目標とする

- ①デジタル信号処理の基本となるディスクリットフーリエ変換について、数式だけでなく感覚的に身につけ応用できるようになる。
- ②デジタルフィルタが設計できる。
- ③高速フーリエ変換と適応等化が理解できる。携帯電話、地デジ及び光通信の変復調のしくみが理解できる。
- ④それらを信号伝送や信号制御に応用できる力（通信の分野に限らない）を身に付ける。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

本授業は、「課題を提起しその解決手段を自身が考える」ことで、知識だけではなく使える技術力を身に着ける。技術の真の意味を理解し、応用を可能とし、更には新たに創造できる力を養う。教科書は使用せず資料を配布するが、対話形式や討論形式で考える力を引き出し、自身でノートにまとめることで記憶を深める。難しい理論式については分かり易く解説するので、通信以外の世界に進まれる方にも一助になると確信する。更に、クイズ形式やグループ討論等で楽しく学ぶ。特に項目毎の○×問題で理解度を測る。また 13 回目には授業内の課題の講評や解説を行う。

例えば、位相特性が悪い伝送路で信号波形は何故歪むのか？ デジタルフィルタで波形を修復できるか？ 高速フーリエ変換のしくみは？ これらの解決手段を討論等によって検討し、発表し、講評を受けることで自身の力として取り込む。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|-------|-----------------|---|
| 第 1 回 | デジタル信号処理と通信への応用 | 地デジの送信機には、逆ディスクリットフーリエ変換が使用されている、○か×か？ (携帯電話、無線 LAN、地デジ、大容量光通信) |
| 第 2 回 | 線形不変システム Z 変換 | $X(n) \Rightarrow X^*(z)$ なるシステムは FIR フィルタで表せる、○か×か？ (畳み込み、FIR フィルタ) |

| | | |
|--------|---------------------|---|
| 第 3 回 | ディスクリットフーリエ級数 (DFS) | “1 1 1 0”を周期とする周期信号は、直流を含む4つの周波数の信号の合成で表せる、○か×か？ (周期信号のフーリエ変換) |
| 第 4 回 | ディスクリットフーリエ変換 (DFT) | DFT は、非周期信号のスペクトルを求める方法である、○か×か？ (DFT は信号処理のスーパーウェポン！) |
| 第 5 回 | 連続信号の DFT 処理方法 | 連続信号の DFT は時間的に区切って DFT 処理した後で結合すればよい、○か×か？ (折り返し雑音、オーバーラップ Add) |
| 第 6 回 | DFT と周波数/時間との関係 | DFT 結果の周波数分解能は、ポイント数 N が大きい程細かい、○か×か？ (周波数分解能、N ポイント) |
| 第 7 回 | 伝達関数 | 歪んだ波形を修復するには、その時間波形に逆伝達関数を乗算すればよい、○か×か？ (伝達関数、システム制御) |
| 第 8 回 | デジタルフィルタの設計 | 伝送信号は複数の周波数信号の合成体、例えば高い周波数信号だけ遅れたら波形は歪む、○か×か？ (位相直線性) |
| 第 9 回 | コヒーレント光通信への応用 | 海底ケーブルの伝送特性が刻々と変化、対策はどれ？ ①時々潜ってフィルタ係数を変更、②時々引き上げてフィルタ係数を変更、③参照信号と比較して自動でフィルタ係数を変更。 (コヒーレント光通信、信号処理、適応等化) |
| 第 10 回 | 高速フーリエ変換 1 | 高速フーリエ変換は DFT を近似的に簡易化したもの、○か×か？ (時間間引き FFT、シグナルフローグラフ) |
| 第 11 回 | 高速フーリエ変換 2 | バタフライ演算とは FFT の最小の計算単位、○か×か？ (バタフライ演算) |
| 第 12 回 | 高速フーリエ変換 3 | 君も FFT を設計してみよう。 (4 ポイント FFT、周波数間引き FFT) |
| 第 13 回 | まとめ | これまでの授業の振り返り（授業内の小問題や課題に対する講評や解説）。 |
| 第 14 回 | まとめ演習及び解説 | 到達目標の達成度の確認 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】学んだ内容を、実践（日常や研究）で使ってみる。多くの疑問を出し答えを考えることで知識を深める。些細な疑問でも積極的にメールや授業で提示されたい。

【テキスト（教科書）】

教科書は使用せず、学習支援システムにアップロードした参考資料で講義を行う。各自ダウンロードし必要に応じて印刷すること。討論結果や自らの検討結果をノートに書き留めることで記憶を深める。

【参考書】

1. 中村尚五著「デジタル信号処理」、「デジタルフィルタ」、「デジタルフーリエ変換」東京電機大学出版局
2. 伊達玄著「デジタル信号処理(上)」コロナ社

【成績評価の方法と基準】

平常点 (60%)、課題 (20%)、まとめ演習 (20%、必須) を総合して評価する。まとめ演習は対面で実施。オンライン授業の場合、ダウンロードした問題に回答する形式で行う。

平常点から考える意欲を、課題及びまとめ演習から目標の達成度をはかる。各回の授業の内容は相互に関係しているので授業に欠かさず出席すること。

【学生の意見等からの気づき】

成績評価基準は本シラバスに明記。項目毎に○×問題で理解度を測り授業にフィードバックする。

【学生が準備すべき機器他】

オンライン授業の場合、スマホよりもテキストが見やすいモニターのあるPCを望む。更にカメラ付がベター。

【その他の重要事項】

通信機器工学特論と情報伝送工学特論はセットとして履修された。また、特論1(春)に続けて特論2(秋)を履修することを薦める。伝送の基礎理論から応用まで、通信技術全般を学ぶことができる。通信分野以外にも役立ち、企業での活躍の一助となるであろう。無線技術士の資格取得や特許作成力の習得にも有用。

通信機器工学特論1： 分かり易い通信技術

通信機器工学特論2： 分かり易い無線システム

情報伝送工学特論1： 分かり易い(使える) デジタル信号処理

情報伝送工学特論2： 分かり易い伝送基礎理論

【実務経験及び反映】 NTT 研究所で初代デジタル携帯電話を開発(2018年度電波技術協会賞受賞)。第1級無線従事技術士取得。回路設計から標準規格化まで担当。NTT エレクトロニクス株式会社で各種通信機器を開発。特に、無線LAN(Wi-Fi)用IC、TV素材伝送無線装置、及びIoT用無線装置、並びにセキュリティ技術を開発。

上記の実務経験を活かして、情報通信技術の様々な疑問について分かり易く解説する。特に、IoT用無線技術やデジタル信号処理技術は、今後の研究開発活動の一助になると考える。さらに特許事務所での実務経験を生かした特許取得方法の講義は企業に入社後間違いなく有益となる。

【Outline (in English)】

This course introduces "basic technology of digital signal processing for communication (especially discrete Fourier transform, digital filter, fast Fourier transform, adaptive equalization)" as usable digital signal processing to students taking this course.

The goals of this course are to be able to sensuously learn and apply the Fourier transform, which is the basis of digital signal processing, as well as mathematical formulas.

Students will be expected to have completed the required assignments after each class meeting. Your study time will be more than four hours for a class.

Your overall grade in the class will be decided based on the following Term end examination: 20%, Short reports :20%, and in class contribution: 60%.

ELC500X2

情報伝送工学特論 2

斉藤 茂樹

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

分かり易い伝送基礎理論：スマホのメール、どのようにして相手に届いているのか？ 実は、メールのデータのスペクトルはとても広くてこのままでは伝送できない。送信側では歪が発生しないように帯域制限をかけ、受信側では S/N を最大にできるフィルタをかけている。フィルタで雑音だけ除去しても S/N は最大にはならない。えッ、何故？ 種明かしは授業の中で。

本科目のテーマは、「携帯電話等の無線通信や大容量光通信の基本となるデジタル信号伝送の基礎技術（特に、スペクトル計算、サンプリング、最適フィルタ設計、誤り率計算等）の習得」及び「その応用」とする。デジタル信号が符号化され、伝送され、受信され、復号されるまでに必要な伝送理論について習得する。数式の理解も必要ではあるが、むしろそれらの技術を感覚的に身につけ応用できるように実例（携帯電話のフィルタ等）や演習を交えて学ぶ。通信分野以外の方にも有益。

【到達目標】

本科目では、以下を到達目標とする。

- ①デジタル信号伝送の基礎技術（スペクトル、S/N 等）について、数式だけでなく感覚的に身につけ応用できるようになる。一般のデジタル信号伝送回路の設計にも有用。
- ②スペクトル計算、S/N 計算、誤り率計算ができる。
- ③最適受信フィルタが設計できる。
- ④新たな伝送方式（通信分野に限らない）をイメージしたり創り出したりできる。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

本授業は、「課題を提起しその解決手段を自身が考える」ことで、知識だけではなく使える技術力を身につける。技術の真の意味を理解し、応用を可能とし、更には新たに創造できる力を養う。教科書は使用せず資料を配布するが、対話形式や討論形式で考える力を引き出し、自身でノートにまとめることで記憶を深める。難しい理論式については分かり易く解説するので、通信以外の世界に進まれる方にも一助になると確信する。更に、クイズ形式やグループ討論等で楽しく学ぶ。特に項目毎の○×問題で理解度を測る。また 13 項目に授業内の課題の講評や解説を行う。

例えば、サンプリングの定理、守らないと伝送できないか？ サンプリング定理守ったはずなのに伝送特性が劣化した、何故？ S/N を最大にするフィルタってどのようにして作る？ デジタル信号はどのようにして誤るのか、そこから誤る確率を求めてみよう。これらの解決手段を討論等によって検討し、発表し、講評を受けることで自身の力として取り込む。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|-------|------------------------|--|
| 第 1 回 | はじめに (データ君の大冒険スタート) | 携帯、地デジ、光通信も伝送の基本モデルは同じ、○か×か？ (電力、スペクトル、変復調、フィルタ・・・) |
| 第 2 回 | 符号化 (データ君の武装) | 差動符号化は、どっち？ ①データの差分をキャリア位相に割り当てる、②データをキャリア位相の差分に割り当てる (伝送符号形式、グレイコード、差動符号化) |

| | | |
|--------|---------------------------|--|
| 第 3 回 | 電力スペクトル密度 1 (データ君のパワー) | 信号の電力スペクトル密度は、その信号の相互相関関数をフーリエ変換すれば求まる、○か×か？ (技術士国家試験の問題) (電力スペクトル密度、ウィナー・ヒンチンの定理) |
| 第 4 回 | 電力スペクトル密度 2 | クロックは線スペクトル、ランダム信号は連続スペクトル、○か×か？ (ランダムデータの電力スペクトル密度の計算) |
| 第 5 回 | 無歪伝送条件 1 (チームワーク) | 最大周波数 f_m の信号のサンプリング周波数は、必ず $f_m \times 2$ 倍以上必要だ、○か×か？ (標準化定理の真の意味) |
| 第 6 回 | 無歪伝送条件 2 | 0 と 1 のデータ列はインパルス列、フィルタで相互に干渉することはない、○か×か？ (インパルス応答、符号間干渉、ナイキスト基準) |
| 第 7 回 | 無歪伝送条件 3 | デジタル信号のフィルタ出力をオシロスコープで見ると人間の目のようになるのでアイパターンという、○か×か？ (演習、コサインロールオフフィルタ設計) |
| 第 8 回 | 最適フィルタ 1 (外乱君からの防御) | S/N は、アンプを通すと劣化する、○か×か？ (雑音量の計算、雑音電力スペクトル密度) |
| 第 9 回 | 最適フィルタ 2 | S/N を最大にするフィルタは、身(S)も削る、○か×か？ (S/N 最大化条件、整合フィルタ) |
| 第 10 回 | 最適フィルタ 3 | 受信信号をサンプリングして整合フィルタを通す場合、信号の最大周波数が最も重要、○か×か？ (SNR 計算、設計の間違い探し) |
| 第 11 回 | 誤り率計算 1 (辿りつけたか診断) | 誤りはデータに雑音加わって別のデータ領域に移ると発生、○か×か？ (受信信号の確率密度関数) |
| 第 12 回 | 誤り率計算 2 | 10000 ビットの送信データに対して 3 ビット誤る場合、誤り率は 3×10^{-4} として表す、○か×か？ (エラー関数、誤り率グラフ作成) |
| 第 13 回 | まとめ | これまでの授業の振り返り（授業内の小問題や課題に対する講評や解説） |
| 第 14 回 | まとめ演習及び解説 | 到達目標の達成度の確認 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】学んだ内容を、実践（日常や研究）で使ってみる。多くの疑問を出し答えを考えることで知識を深める。些細な疑問でも積極的にメールや授業で提示されたい。

【テキスト（教科書）】

教科書は使用せず、学習支援システムにアップロードした参考資料で講義を行う。各自ダウンロードし必要に応じて印刷すること。討論結果や自らの検討結果をノートに書き留めることで記憶を深める。

【参考書】

1. 電気・電子工学基礎シリーズ 8

「通信システム工学」 安達文幸著 朝倉書店

2. 電子・通信工学=EKR-10

「デジタル通信の基礎」 鈴木 博著 数理工学社

【成績評価の方法と基準】

平常点 (60%)、課題 (20%)、まとめ演習 (20%、必須) を総合して評価する。まとめ演習は対面で実施。オンライン授業の場合、ダウンロードした問題に回答する形式で行う。

平常点から考える意欲を、課題及びまとめ演習から目標の達成度をはかる。各回の授業の内容は相互に関係しているので授業に欠かさず出席すること。

【学生の意見等からの気づき】

成績評価基準は本シラバスに明記。項目毎に○×問題で理解度を測り授業にフィードバックする。

【学生が準備すべき機器他】

オンライン授業の場合、スマホよりもテキストが見やすいモニタのあるPCを望む。更にカメラ付がベター。

【その他の重要事項】

通信機器工学特論と情報伝送工学特論はセットとして履修されたい。また、特論1 (春) に続けて特論2 (秋) を履修することを薦める。伝送の基礎理論から応用まで、通信技術全般を学ぶことができる。通信分野以外にも役立ち、企業での活躍の一助となるであろう。無線技術士の資格取得や特許作成力の習得にも有用。

通信機器工学特論1： 分かり易い通信技術

通信機器工学特論2： 分かり易い無線システム

情報伝送工学特論1： 分かり易い(使える) デジタル信号処理

情報伝送工学特論2： 分かり易い伝送基礎理論

【実務経験及び反映】 NTT 研究所で初代デジタル携帯電話を開発 (2018 年度電波技術協会賞受賞)。第 1 級無線従事技術士取得。回路設計から標準規格化まで担当。NTT エレクトロニクス株式会社で各種通信機器を開発。特に、無線 LAN (Wi-Fi) 用 IC、TV 素材伝送無線装置、及び IoT 用無線装置、並びにセキュリティ技術を開発。

上記の実務経験を活かして、情報通信技術の様々な疑問について分かり易く解説する。特に、IoT 用無線技術やデジタル信号処理技術は、今後の研究開発活動の一助になると考える。さらに特許事務所での実務経験を生かした特許取得方法の講義は企業に入社後間違いなく有益となる。

【Outline (in English)】

This course introduces "actively studying the fundamental technology of digital signal transmission (in particular, spectrum calculation, sampling theorem, optimum filter design, error rate calculation, etc.) which is the basis of wireless communication such as cellular phone and large capacity optical communication, and training the ability of applying the fundamental technology to design procedure" to students taking this course.

The goals of this course are to be able to sensuously acquire and apply not only mathematical formulas but also basic technologies for digital signal transmission (spectrum, S / N, etc.).

Students will be expected to have completed the required assignments after each class meeting . Your study time will be more than four hours for a class.

Your overall grade in the class will be decided based on the following Term end examination: 20 %、 Short reports :20%、 and in class contribution: 60%.

MAT500X2

応用数学特論

田川 泰敬

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

線形代数をベースに線形システム論において重要な役割を演ずる伝達関数、状態方程式・出力方程式の性質とその応用について学ぶ。

【到達目標】

- ・伝達関数とそのメリット
- ・状態方程式・出力方程式の理解
- ・物理法則から得られた微分方程式、状態方程式、および伝達関数の相互関係の理解
- ・可制御性・可観測性
- ・状態方程式の正準形と実現問題
- ・実システムへの応用

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

線形代数をベースに線形システム論、制御工学において重要な役割を演ずる伝達関数、状態方程式・出力方程式の性質について述べるとともに、伝達関数と状態方程式・出力方程式の相互関係について述べる。また、実際の応用において、それらがどのような役割を果たすかを理解する。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

なし / No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし / No

【授業計画】 授業形態：オンライン/online

| 回 | テーマ | 内容 |
|--------|------------|-----------------------------|
| 第 1 回 | 線形系の表現 1 | 伝達関数、周波数応答特性 |
| 第 2 回 | 線形系の表現 2 | 状態方程式・出力方程式 |
| 第 3 回 | 線形代数の復習 | 行列式、逆行列、固有値問題 |
| 第 4 回 | 伝達関数と状態方程式 | 状態方程式から伝達関数の導出、プロパー性 |
| 第 5 回 | 演習 | 演習により第 1～4 回の内容の理解を深める |
| 第 6 回 | 状態方程式の解法 | 状態方程式の解、状態遷移行列の計算 |
| 第 7 回 | 可制御性 | その意味と条件の導出および必要十分性の証明 |
| 第 8 回 | 可観測性 | その意味と条件の導出および必要十分性の証明 |
| 第 9 回 | 正準形 | なぜ、正準形？ 可制御正準形・可観測正準形 |
| 第 10 回 | 実現問題 | 伝達関数から状態方程式の導出 |
| 第 11 回 | リアプノフの安定定理 | 安定条件と必要十分性の証明 |
| 第 12 回 | 制御工学への展開 1 | 状態フィードバック、オブザーバー |
| 第 13 回 | 制御工学への展開 2 | Advanced Control Theory の紹介 |
| 第 14 回 | 最近のトピックス 1 | 学会、産業界での話題 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】必要に応じて home work を課す。

【テキスト（教科書）】

教科書は用いず、必要に応じて資料を配布する。参考書は講義において紹介する。

【参考書】

必要に応じて紹介する。

【成績評価の方法と基準】

出席状況、講義中の質疑応答、レポート、プレゼンテーションなどを総合して評価する。

【学生の意見等からの気づき】

丁寧な説明を心がける。

【学生が準備すべき機器他】

カメラ、マイク付きの PC

【Outline (in English)】

We will learn basic properties and applications of transfer function and state space expressions which play very important role in linear system theory.

ELC500X2

通信機器工学特論 1

斉藤 茂樹

単位数：2 単位 | 開講時期：春学期授業/Spring

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

分かり易い通信技術：IoT（モノのインターネット）、AI（人工知能）及びロボットが政府の新成長戦略の先端技術として掲げられている。特に、IoTは、幅広い技術分野に関連しており、卒業後も何等かの形でこれらの技術開発に携わるであろう。家電や車も通信手段を備えIoTにより変革を遂げていくであろう。自動運転技術も然りである。これらを支えているのは、無線通信や光通信技術である。特に光通信は無線通信の信号処理技術を取り入れて急速に大容量化が図られている。海外の「ワールドカップ」のライブ映像が殆ど遅延なしで見られるのもこれらの技術のお蔭である。

本講では、無線通信や光通信で使用される主要技術（デジタル変復調、電波伝搬、デジタル信号処理技術等）について学ぶ。無線通信技術を中心に考えるが、デジタル信号処理技術は様々な技術分野への応用が可能であり卒業後も実践で役立つと確信する。テーマは、「通信技術全般の基礎知識の習得と創造力（発明力）・応用力の養成」とする。創造力・応用力の養成では、特許作成方法も学ぶ。

【到達目標】

本科目では、以下を到達目標とする。

- ①（無線）通信全般の基礎技術を幅広く習得する。
- ②通信機器に関する基礎技術を数式だけでなく感覚的に身につける。
- ③キーワードを聞いただけで通信の動作をイメージできるようになる。
- ④それを通して、新たな通信装置や通信技術を開拓しえる力、即ち豊かな創造力を身に付ける。
- ⑤特許が作成できる。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

本授業は、「課題を提起しその解決手段を自身が考える」ことで、知識だけではなく使える技術力を身に着ける。技術の真の意味を理解し、応用を可能とし、更には新たに創造できる力を養う。教科書は使用せず資料を配布するが、対話形式や討論形式で考える力を引き出し、自身でノートにまとめることで記憶を深める。難しい理論式については分かり易く解説するので、通信以外の世界に進まれる方にも一助になると確信する。更に、クイズ形式やグループ討論等で楽しく学ぶ。特に項目毎の○×問題で理解度を測る。また13回目に授業内の課題の講評や解説を行う。

例えば、ケータイの音声通話とラインの音声通話はどう違う？ ブラチナバンドとは何か？ 5Gは速いだけか？ 変調は何故必要？ スマホ画面のアンテナ表示の意味は？ 携帯電波はどこまで届くのか？ 苦労して発明した技術、権利化しなかったらどうなる？ これらの解決手段を討論等によって検討し、発表し、講評を受けることで自身の力として取り込む。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり/Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】なし/No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|-----|--------------|---|
| 第1回 | 自動運転技術を支えるもの | 自動運転を支えている無線はどれか、ケータイ、無線LAN、ミリ波、FMラジオ、GPS、ETC？（通信のしくみ、無線通信・光通信） |

第2回 携帯電話機の構造

ケータイの中を覗いてみよう、電波はRF部で作っている、○か×か？

（RF部、ベースバンド部、変復調部、受信電力の単位dBm）

第3回 ベースバンド信号

音声、音楽、写真、動画、TV画像、メール、SNS、ネット、のうち、ベースバンド信号はどれか？（デジタル化、伝送レート）

第4回 フィルタリング

動画や音楽はデジタル信号に変換する方が周波数スペクトルが狭くなり伝送しやすくなる、○か×か？（フーリエ変換、符号間干渉、ナイキストフィルタ）

第5回 デジタル変調

変調とは次のどっち？ ①ベースバンド（BB）の調子をキャリアで変える、②キャリアの調子をBBで変える？（ベースバンド信号とキャリア、ベクトル変調、QPSK）

第6回 デジタル復調

S/Nが小さく受信が不安定、アンプすれば改善できる、○か×か？（S/N、同期検波、遅延検波、誤り率）

第7回 最新変復調方式

最新の変復調はフーリエ変換が駆使されている、○か×か？

（FFT、OFDM、スペクトラム拡散、CDMA、MIMO）

第8回 周波数、電波伝搬

電波は周波数が高い程、ビルの裏へ回り込みやすい、○か×か？（周波数割当、伝搬特性）

第9回 回線設計

Wi-Fiの電波レベルでも東京から大阪まで届く、○か×か？

（アンテナ利得、伝播距離、受信感度、雑音電力）

第10回 フェージング、アクセス方式、適応等化

電波も音と同じように直接波と反射波との合成で強弱が発生する、○か×か？

（フェージング、ダイバーシチ、適応等化）

第11回 誤り訂正方式、高周波回路

CDやDVDに傷がつくとデータが破損し使い物にならない、○か×か？

（FEC、CRC、リードソロモン、ビタビ、PLL）

第12回 特許取得方法

特許は出願すれば権利化される、○か×か？

（特許の重要性、特許の取り方、発明のコツ）

第13回 まとめ

これまでの授業の振り返り（授業内の小問題や課題に対する講評や解説）。

第14回 まとめ演習及び解説

到達目標の達成度の確認

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】学んだ内容を、実践（日常や研究）で使ってみる。多くの疑問を出し答えを考えることで知識を深める。些細な疑問でも積極的にメールや授業で提示されたい。

【テキスト（教科書）】

教科書は使用せず、学習支援システムにアップロードした参考資料で講義を行う。各自ダウンロードし必要に応じて印刷すること。討論結果や自らの検討結果をノートに書き留めることで記憶を深める。

【参考書】

1. 坂田史朗、嶋本薫編著「無線通信技術大全」リックテレコム

【成績評価の方法と基準】

平常点 (60%)、課題 (20%)、まとめ演習 (20%、必須) を総合して評価する。まとめ演習は対面で実施。オンライン授業の場合、ダウンロードした問題に回答する形式で行う。

平常点から考える意欲を、課題及びまとめ演習から目標の達成度をはかる。各回の授業の内容は相互に関係しているので授業に欠かさず出席すること。

【学生の意見等からの気づき】

成績評価基準は本シラバスに明記。項目毎に○×問題で理解度を測り授業にフィードバックする。

【学生が準備すべき機器他】

オンライン授業の場合、スマホよりもテキストが見やすいモニタのあるPCを望む。更にカメラ付がベター。

【その他の重要事項】

通信機器工学特論と情報伝送工学特論はセットとして履修された。また、特論1(春)に続けて特論2(秋)を履修することを薦める。伝送の基礎理論から応用まで、通信技術全般を学ぶことができる。通信分野以外にも役立ち、企業での活躍の一助となるであろう。無線技術士の資格取得や特許作成力の習得にも有用。

通信機器工学特論1：分かり易い通信技術

通信機器工学特論2：分かり易い無線システム

情報伝送工学特論1：分かり易い(使える) デジタル信号処理

情報伝送工学特論2：分かり易い伝送基礎理論

【実務経験及び反映】 NTT 研究所で初代デジタル携帯電話を開発(2018年度電波技術協会賞受賞)。第1級無線従事技術士取得。回路設計から標準規格化まで担当。NTT エレクトロニクス株式会社で各種通信機器を開発。特に、無線LAN(Wi-Fi)用IC、TV素材伝送無線装置、及びIoT用無線装置、並びにセキュリティ技術を開発。

上記の実務経験を活かして、情報通信技術の様々な疑問について分かり易く解説する。特に、IoT用無線技術やデジタル信号処理技術は、今後の研究開発活動の一助になると考える。さらに特許事務所での実務経験を生かした特許取得方法の講義は企業に入社後間違いなく有益となる。

【Outline (in English)】

This course introduces key technologies used in wireless communication and optical communication (digital modulation / demodulation, radio wave propagation, digital signal processing technology etc) to students taking this course.

The goals of this course are to acquire a wide range of basic technologies for (wireless) communication in general.

Students will be expected to have completed the required assignments after each class meeting. Your study time will be more than four hours for a class.

Your overall grade in the class will be decided based on the following Term end examination: 20%、Short reports :20%、and in class contribution: 60%.

ELC500X2

通信機器工学特論 2

斉藤 茂樹

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

分かり易い無線システム：近年、物とインターネットの融合 IoT (Internet of things) が AI やロボットと共に急速に生活に浸透してきている。車の走行情報を各車から集め渋滞情報をナビに転送。大手アパレルチェーンでは、IC タグをセルフレジとして使用。地デジの投票も IoT。個々のデータを集めればビッグデータとなり使い道様々。5 G も IoT の強力な手段の一つとなる。これらは「Society5.0」として政府の成長戦略に掲げられている。

メインテーマは、「IoT を用いた Society5.0 実現に向けたソリューション提案力の養成」とし、無線システム設計及び各種（無線）通信システム（携帯電話、地デジ、無線 LAN、ZigBee、ブルーツース、GPS、IC カード、IC タグ、セキュリティ、光通信等）について、その仕組みや応用技術について考える。授業の最後には、被災地域の復興や環境対策等を IoT や M2M で実現する方法について、オリジナルのセンサネットワークシステムを提案し合う。一緒に面白く夢のある IoT システムを考えてみよう！グッドアイデアは特許化も考えよう。

【到達目標】

本科目では、以下を到達目標とする。

- ①無線通信システムの基本的設計方法を考える。
- ②様々な無線システム及び応用方法について習得する。セキュリティについても考える。
- ③種々の通信システムの特性を生かして、IoT を用いた Society5.0 を実現する豊かな創造力を身に付ける。
- ④特許が作成できる。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

本授業は、「課題を提起しその解決手段を自身が考える」ことで、知識だけではなく使える技術力を身に着ける。技術の真の意味を理解し、応用を可能とし、更には新たに創造できる力を養う。教科書は使用せず資料を配布するが、対話形式や討論形式で考える力を引き出し、自身でノートにまとめることで記憶を深める。難しい理論式については分かり易く解説するので、通信以外の世界に進まれる方にも一助になると確信する。更に、クイズ形式やグループ討論等で楽しく学ぶ。特に項目毎の○×問題で理解度を測る。また 13 項目に授業内の課題の講評や解説を行う。

例えば、地デジのハイビジョンの信号はどのようにして家庭のテレビに送り届けられるか、4 K、8 K とは？無線 LAN で周波数チャンネルを共同で使うしくみは？無線 LAN のセキュリティのしくみは？ブルーツースは何に使える？今後 IoT で世の中がどのように変わるか？自分たちが IoT を作ってみよう！これらの解決手段を討論等によって検討し、発表し、講評を受けることで自身の力として取り込む。Society5.0 についても論議する。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|-------|---------|--|
| 第 1 回 | 通信技術の復習 | 伝送方法の復習、変調とは、ベースバンド信号の位相や周波数をキャリアによって変えること、○か×か？ (周波数、デジタル変復調、搬送波、ベースバンド) |

| | | |
|--------|-------------------|---|
| 第 2 回 | 通信機設計 | 受信感度は受信電力 (S) で決まり S/N は無関係、○か×か？ (回線設計、送信電力、伝送距離、受信電力、雑音電力) |
| 第 3 回 | セルラー方式&通信プロトコル | 九州に移動してもケータイにかかってくるのは、全国一斉に呼び出しているから、○か×か？ (セル設計、位置登録、接続シーケンス) |
| 第 4 回 | 次世代携帯電話 | 5 G で何が出来るか？自動運転、遠隔医療、宇宙通信、○か×か？ (3 G、LTE、4 G、5 G・・・) |
| 第 5 回 | 無線 LAN のしくみ | 無線 LAN が同時に大勢で使えるのはその分のチャンネルがあるからだ、○か×か？ (11a/g/n、OFDM 変調、MIMO、パケット伝送) |
| 第 6 回 | 無線 LAN のセキュリティ 1 | セキュリティの基本は、暗号と認証、どっちが重要？戦争では暗号解読は死活問題、れれ詐欺はなりすまし！ (暗号化、認証、共通鍵方式、公開鍵方式) |
| 第 7 回 | 無線 LAN のセキュリティ 2 | https の"s" は、このサイトがチャョー（スーパー）面白サイトを表している、○か×か？ (電子証明書) |
| 第 8 回 | 地上デジタル放送 1 | 時代は更なる高精細（4 K、8 K）へ。情報量はハイビジョンの 4 倍、8 倍、○か×か？ (MPEG、HEVC、OFDM、フーリエ変換) |
| 第 9 回 | 地上デジタル放送 2 | リモコンでの投票、投票データが TV からスカイツリーに送信されている、○か×か？ (ガードインターバル、ワンセグ) |
| 第 10 回 | ユビキタスネットワーク 1 | いつでもどこでもドクタ、いつでもどこでもカルテ、実現可能か？ (IoT、Bluetooth、ZigBee、) |
| 第 11 回 | ユビキタスネットワーク 2 | 近い将来、改札でカードを差し出す必要がなくなる、ホント？ (小電力無線、RFID、ETC、GPS、人体通信) |
| 第 12 回 | 大容量光通信 | 最新の光通信は、無線と同様に位相変調が可能である、○か×か？ (コヒーレント光通信、波長分散補償、適応等化) |
| 第 13 回 | まとめ | これまでの授業の振り返り（授業内の小問題や課題に対する講評や解説） |
| 第 14 回 | 新ネットワーク提案（発表及び講評） | マイセンサネットワークシステムを提案してみよう（発表） 提案ネットワークの特許作成演習 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】学んだ内容を、実践（日常や研究）で使ってみる。多くの疑問を出し答えを考えることで知識を深める。些細な疑問でも積極的にメールや授業で提示されたい。

【テキスト（教科書）】

教科書は使用せず、学習支援システムにアップロードした参考資料で講義を行う。各自ダウンロードし必要に応じて印刷すること。討論結果や自らの検討結果をノートに書き留めることで記憶を深める。

【参考書】

1. 坂田史朗、嶋本薫編著「無線通信技術大全」リックテレコム

【成績評価の方法と基準】

平常点（60%）、課題（20%）、発表（20%、必須）を総合して評価する。発表は、対面にて各自作成した発表資料を基に行う。オンライン授業の場合、オンラインで発表する。

平常点から考える意欲を、課題及び発表内容から目標の達成度をはかる。各回の授業の内容は相互に関係しているので授業に欠かさず出席すること。

【学生の意見等からの気づき】

成績評価基準は本シラバスに明記。項目毎に○×問題で理解度を測り授業にフィードバックする。

【学生が準備すべき機器他】

オンライン授業の場合、スマホよりもテキストが見やすいモニターのあるPCを望む。更にカメラ付がベター。

【その他の重要事項】

通信機器工学特論と情報伝送工学特論はセットとして履修されたい。また、特論1（春）に続けて特論2（秋）を履修することを薦める。伝送の基礎理論から応用まで、通信技術全般を学ぶことができる。通信分野以外にも役立ち、企業での活躍の一助となるであろう。無線技術士の資格取得や特許作成力の習得にも有用。

通信機器工学特論1：分かり易い通信技術

通信機器工学特論2：分かり易い無線システム

情報伝送工学特論1：分かり易い（使える）デジタル信号処理

情報伝送工学特論2：分かり易い伝送基礎理論

【実務経験及び反映】 NTT 研究所で初代デジタル携帯電話を開発（2018年度電波技術協会賞受賞）。第1級無線従事技術士取得。回路設計から標準規格化まで担当。NTT エレクトロニクス株式会社で各種通信機器を開発。特に、無線 LAN（Wi-Fi）用 IC、TV 素材伝送無線装置、及び IoT 用無線装置、並びにセキュリティ技術を開発。

上記の実務経験を活かして、情報通信技術の様々な疑問について分かり易く解説する。特に、IoT 用無線技術やデジタル信号処理技術は、今後の研究開発活動の一助になると考える。さらに特許事務所での実務経験を生かした特許取得方法の講義は企業に入社後間違いなく有益となる。

【Outline (in English)】

Main theme of this course is "Training of the ability to propose solutions for realizing Society 5.0 using IoT", and we will study mechanism and applied technology of the various (wireless) communication systems (cellular phone, terrestrial digital broadcasting, wireless LAN, ZigBee, Bluetooth, GPS, RF-ID, IC Tags, security, optical communication, etc.).

The goals of this course are to acquire a rich imagination to realize Society 5.0 using IoT, taking advantage of the characteristics of various communication systems.

Students will be expected to have completed the required assignments after each class meeting. Your study time will be more than four hours for a class.

Your overall grade in the class will be decided based on presentation of my sensor network: 20%, Short reports: 20%, and in class contribution: 60%.

ELC500X2

集積化光エレクトロニクス工学特論

上條 健

単位数：2 単位 | 開講時期：春学期授業/Spring

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

光電子システムを俯瞰的に理解し、光デバイスおよび電子デバイスの集積のシステムアーキテクチャーと個別デバイスの原理およびデバイス構造を習得する。

光電子集積デバイスのシステム応用を念頭に技術課題を考える能力を身につける。

【到達目標】

光電子システムのアーキテクチャーを理解する

光電子システムを設計するための性能要件とアーキテクチャーの整合を理解する

上記、集積システムを構成する各種デバイスの動作原理とデバイス構造、作製方法を理解する。

Understand the architecture of optoelectronic systems.

Understand performance requirements and architecture of photonic integrated circuits Understand the operating principle, device structure, and manufacturing technologies of various devices to make up the integrated system.

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

光電子システムと集積回路に関する概論の講義。

光電子集積システムに関する開発アプローチに関する講義。

光電子システムに関する課題を設定して、課題解決の提案のプレゼンテーションとグループディスカッションを行う。

Introductory Lecture on Optoelectronic Systems and Integrated Circuits

Lecture on development approaches for optoelectronic integrated systems

For given issues related to optoelectronic systems, presentation and group discussions to propose solutions to the issues.

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|--|------------------------------------|
| 1 | 光電子集積システム概要 Introduction to Optoelectronic Systems(1) | 社会的要請や産業動向 光電子集積システムの開発の技術的発展経緯 |
| 2 | 光電子集積システム概要 Introduction to Optoelectronic Systems(2) | 光電子集積回路の類型と特徴技術的課題と解決方法の総論 |
| 3 | 光電子集積システムの最新動向 Optoelectronic Systems: Present and Future | 光電子集積システムの最新技術と産業動向 |
| 4 | 課題要素デバイス 1 Element of Optoelectronic Systems 1-1 | 課題要素デバイスの動作原理に関するレポーティングと議論および講義 |

| | | |
|----|--|-------------------------------------|
| 5 | 課題要素デバイス 1 Element of Optoelectronic Systems 1-2 | 課題要素デバイスの動作原理と構造に関するレポーティングと議論および講義 |
| 6 | 課題要素デバイス 2 Element of Optoelectronic Systems 2-1 | 課題要素デバイスの動作原理と構造に関するレポーティングと議論および講義 |
| 7 | 課題要素デバイス 2 Element of Optoelectronic Systems 2-2 | 課題要素デバイスの動作原理と構造に関するレポーティングと議論および講義 |
| 8 | 課題要素デバイス 3 Element of Optoelectronic Systems 3-1 | 課題要素デバイスの動作原理と構造に関するレポーティングと議論および講義 |
| 9 | 課題要素デバイス 3 Element of Optoelectronic Systems 3-2 | 課題要素デバイスの動作原理と構造に関するレポーティングと議論および講義 |
| 10 | 課題集積デバイス 4 Element of Optoelectronic Systems 4-1 | 課題集積デバイスの動作原理と構造に関するレポーティングと議論および講義 |
| 11 | 課題集積デバイス 4 Element of Optoelectronic Systems 4-2 | 課題集積デバイスの動作原理と構造に関するレポーティングと議論および講義 |
| 12 | 課題集積デバイス 5 Element of Optoelectronic Systems 5-1 | 課題集積デバイスの動作原理と構造に関するレポーティングと議論および講義 |
| 13 | 課題集積デバイス 2 Element of Optoelectronic Systems 5-2 | 課題集積デバイスの動作原理と構造に関するレポーティングと議論および講義 |
| 14 | 光電子システムの最新動向と産業的な立ち位置 Review of Optoelectronic Circuits and its industrial impact | 講義内容を確認を行い、実業における展開について講義する |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】レポーティングについて、与えられた課題についてデバイスや集積回路を必要とする背景や応用および動作原理、構造と製造方法を調査、理解して報告する。報告は、グループ単位で行う。報告に必要な資料の準備を行う。各自2-3時間程度の学習・調査・資料作成時間を要する。

【テキスト（教科書）】

テキストなし。
参考文献を適時配布する。

【参考書】

指定する参考書は無い。
必要に応じて、参考書・参考文献をアドバイスする。

【成績評価の方法と基準】

授業テーマ課題レポート (50%)
期末レポート課題 (50%)

【学生の意見等からの気づき】

実用面や事業化などについても触れながら、社会的価値や経済的な価値についても講義する。

本分野のビジネスにおける課題とその解決方法の事例や取り組みなどを織り交ぜながら進める。

【学生が準備すべき機器他】

PC：レポートの報告は自身のPCにてPPTを用いて行っていただきます。

【Outline (in English)】

The purpose of this course is to acquire the basic architecture and elemental technology related to the design and fabrication of optoelectronic systems.

ELC500X2

マイクロ波トランジスタ工学特論

三島 友義

単位数：2 単位 | 開講時期：春学期授業/Spring

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

本講義の目的は、近年の高周波無線通信システムで用いられている高周波トランジスタの知識を幅広く習得するとともに、トランジスタの高周波特性に強く関連する半導体物性とエピタキシャル結晶成長技術について高い専門知識を習得することにある。本講義で対象とする半導体材料はおもに GaAs、InP、GaN などの化合物半導体である。

【到達目標】

- ・化合物半導体とヘテロ接合の理解。
- ・高電子移動度トランジスタ (HEMT) の原理と応用の理解。
- ・ヘテロ接合バイポーラトランジスタ (HBT) の原理と応用の理解。
- ・高周波デバイス応用システムの把握。
- ・Understanding of compound semiconductors and heterojunctions.
- ・Understanding the principles and applications of high electron mobility transistors (HEMTs).
- ・Understanding the principles and applications of heterojunction bipolar transistors (HBTs).
- ・Understanding high-frequency device application systems.

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

おもに化合物半導体材料を用いた高周波デバイスと関連技術を理解する。半導体の電子物性向上と構造の工夫によるトランジスタの高周波化を中心に講義する。最新の高周波デバイス応用システムについても簡単に触れる。半導体の基本から学び直し大学院生にふさわしい幅広い高周波関連技術を習得する。講義は授業計画に沿ったパワーポイント資料で進める。学習支援システム上に説明付き講義資料をアップロードするので各自印刷した上で講義に参加する。資料にはパスワードが付けられている。受講者は三島までメールにて事前申請も行いパスワードを取得すること。詳しくは学習支援システムを参照のこと。

Understand high-frequency devices and related technologies that mainly use compound semiconductor materials. Lectures will focus on increasing the frequency of transistors by improving the electronic properties of semiconductors and devising structures. The latest high-frequency device application systems will also be briefly touched upon. Relearn from the basics of semiconductors and acquire a wide range of high-frequency related technologies suitable for graduate students. Lectures will proceed with PowerPoint materials in line with the lesson plan. Since lecture materials with explanations will be uploaded to the learning support system, each student will print them out and participate in the lectures. The document is password protected. Students must apply in advance by e-mail to Mishima and obtain a password. For details, refer to the learning support system.

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】
なし/No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】
なし/No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|--------|---|---|
| 第 1 回 | 導入～高周波システム Introduction to high frequency system | マイクロ波、ミリ波の性質と主な応用システム。高周波デバイスの概要 Microwave and millimeter wave properties and main application systems. Overview of high frequency devices |
| 第 2 回 | 高周波デバイス用半導体材料 (1) Semiconductor materials for high frequency devices (1) | 化合物半導体の電気特性とヘテロ接合 Electrical properties of compound semiconductors and heterojunctions. |
| 第 3 回 | 高周波デバイス用半導体材料 (2) Semiconductor materials for high frequency devices (2) | 変調ドーブヘテロ接合と歪みヘテロ接合 Modulation-doped heterojunction and strained heterojunction |
| 第 4 回 | 化合物半導体結晶成長技術 (1) Compound semiconductor crystal growth technology (1) | 超高真空排気技術と分子線エピタキシー Ultra-high vacuum pumping technology and molecular beam epitaxy |
| 第 5 回 | 化合物半導体結晶成長技術 (2) Compound semiconductor crystal growth technology (2) | 気相エピタキシーと結晶評価技術 Vapor phase epitaxy and crystal evaluation technology |
| 第 6 回 | 高電子移動度トランジスタ (HEMT) (1) High Electron Mobility Transistor (HEMT) (1) | HEMT の基本動作 Basic operation of HEMT |
| 第 7 回 | 高電子移動度トランジスタ (HEMT) (2) High Electron Mobility Transistor (HEMT) (2) | InP HEMT、MHEMT、高出力 HEMT InP HEMTs, MHEMTs, High Power HEMTs |
| 第 8 回 | ヘテロ接合バイポーラトランジスタ (HBT) Heterojunction bipolar transistor (HBT) | HBT の構造と基本動作 各種 HBT の特性 Structure and basic operation of HBTs Characteristics of various HBTs |
| 第 9 回 | HEMT と HBT の比較 Comparison of HEMTs and HBTs | 利得、雑音、電力密度などの比較 Comparison of gain, noise, power density, etc. |
| 第 10 回 | 分布定数回路 (1) Distributed constant circuit (1) | 電送線路、スミスチャートおよびインピーダンス整合 Transmission lines, Smith charts and impedance matching |
| 第 11 回 | 分布定数回路 (2) Distributed constant circuit (2) | S パラメータ、高周波特性評価および MMIC S-parameters, high frequency characterization and MMIC |

- 第12回 その他の高周波デバイス (1) Si-MOS トランジスタ
Si-MOS transistors
Other high frequency devices(1)
- 第13回 その他の高周波デバイス (2) GaN トランジスタ
Trasistor made with GaN
Other high frequency devices(2)
- 第14回 GaN デバイスの将来展望
高周波から高効率電源応用への展開
Future Prospects of GaN Devices
Development from high frequency to high efficiency power supply application

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各2時間を標準とします。】本講義は、量子力学、電子物性論、半導体工学の基礎知識を前提とするため、学部講義の復習と把握をしておくことが望まれる。

[The standard preparation and review time for this class is 2 hours each.] Since this lecture assumes basic knowledge of quantum mechanics, electronic physics, and semiconductor engineering, it is desirable to review and understand undergraduate lectures.

【テキスト（教科書）】

（下記の参考書「超高速エレクトロニクス」に準拠した図面を用いた電子ファイルを配布するが、文書を含めた理解には本書の利用を勧める。）

(Electronic files with drawings conforming to the following reference book "Super High Speed Electronics" will be distributed, but I recommend using this book for understanding including documents.)

【参考書】

中村徹 三島友義著「超高速エレクトロニクス」コロナ社（講義中の説明は本書に従っている）

Toru Nakamura, Tomoyoshi Mishima, "Super High Speed Electronics" Corona Publishing (The explanations in the lectures are based on this book)

「Physics of Semiconductor Devices」S.M.Sze John Wiley & Sons

【成績評価の方法と基準】

成績は随時出す課題に対するレポート(70%)と平常点(30%)で評価する。レポートの課題はメールまたはアップロードにて配信する。Grades are evaluated by report (70%) and normal score (30%) for assignments issued at any time. Report assignments are delivered by email or upload.

【学生の意見等からの気づき】

日進月歩の技術分野であることから、基礎から最新技術まで毎年講義資料を見直して改定して行き、ホットな情報伝達に勤める。

Since this is a rapidly evolving technical field, The lecturer review and revise lecture materials every year, from the basics to the latest technology, and strive to convey hot information.

【学生が準備すべき機器他】

パワーポイントで講義するためスクリーンとプロジェクター台の設置。

Setting up a screen and a projector stand for PowerPoint lectures.

【Outline (in English)】

The aim of this lecture is to learn high frequency transistors which have been widely used in microwave or millimeter wave communication systems. The transistor's performances are strongly connected to physical properties of the used semiconductor materials; hence, the semiconductor physics and epitaxial growth are picked up on the lecture. The semiconductor materials targeted in this lecture are mainly compound semiconductors such as GaAs, InP, and GaN.

HUI500X2

知能システム化技術特論

中村 壮亮

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

先端のロボット技術に関して調査発表し、ディスカッションを通して理解を深める。ロボット技術に関しては、人間（や生物）拡張、人間支援などのトピックを扱う。

【到達目標】

先端のロボット技術に関して理解を深めること。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

基礎理論をレクチャーする回と最新論文を発表する回が交互に繰り返される形で進める。教員のみならず、学生も発表やディスカッションに参加する。

発表内容に関しては、適宜教員がフィードバックを行う。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|--------|---|--------------------|
| 第 1 回 | 講義のガイダンス | 講義のガイダンスを実施 |
| 第 2 回 | Topic1 のプレゼン (昨年は人間拡張による人間の進化の限界) | プレゼンおよびディスカッションを実施 |
| 第 3 回 | Topic1 のプレゼン (昨年は人間拡張による人間の進化の限界) | プレゼンおよびディスカッションを実施 |
| 第 4 回 | Topic2 のプレゼン (昨年は AI やロボットがもたらす人類への危険) | プレゼンおよびディスカッションを実施 |
| 第 5 回 | Topic2 のプレゼン (昨年は AI やロボットがもたらす人類への危険) | プレゼンおよびディスカッションを実施 |
| 第 6 回 | Topic3 のプレゼン (昨年はロボティクスによる次世代の情動的サービス) | プレゼンおよびディスカッションを実施 |
| 第 7 回 | Topic3 のプレゼン (昨年はロボティクスによる次世代の情動的サービス) | プレゼンおよびディスカッションを実施 |
| 第 8 回 | Topic4 のプレゼン (昨年はロボティクスによる次世代の物理的サービス) | プレゼンおよびディスカッションを実施 |
| 第 9 回 | Topic4 のプレゼン (昨年はロボティクスによる次世代の物理的サービス) | プレゼンおよびディスカッションを実施 |
| 第 10 回 | Topic5 のプレゼン (昨年はロボティクスによる人間以外の生物・植物などの拡張) | プレゼンおよびディスカッションを実施 |
| 第 11 回 | Topic5 のプレゼン (昨年はロボティクスによる人間以外の生物・植物などの拡張) | プレゼンおよびディスカッションを実施 |

第 12 回 先端研究に関するディスカッション 先端研究に関するディスカッションを実施

第 13 回 先端研究に関するディスカッション 先端研究に関するディスカッションを実施

第 14 回 先端研究に関するディスカッション 先端研究に関するディスカッションを実施

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】自分の担当発表の資料準備

【テキスト（教科書）】

なし

【参考書】

なし

【成績評価の方法と基準】

作成した発表資料の質と講義中での発表の出来を計 70%として評価し、ディスカッションへの参加態度などの平常点を計 30%として評価する。

【学生の意見等からの気づき】

ある程度の負荷はあるが高い学習効果と満足度が得られている事が分かった

【学生が準備すべき機器他】

ノート PC

【Outline (in English)】

- Course Outline & Learning Objectives

Students will research, present, and discuss advanced robotic technologies to deepen their understanding. Topics will include human (and biological) augmentation and human assistance.

- Learning activities outside of classroom

Before each class meeting, students will be expected to spend enough time preparing the assigned presentation. Moreover, questions and comments during the discussion time in the class is highly expected.

- Grading Criteria

The grade is 100% evaluated by quality of presentation and discussion.

ELC500X2

電気機器の数理最適化特論

岡本 吉史

単位数：2 単位 | 開講時期：春学期授業/Spring

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

三次元有限要素法と最適化手法を礎とした電気機器の設計最適化手法「トポロジー最適化」について講義を行う。

【到達目標】

有限要素法と最適化手法を併用し、簡易モデルに対して設計最適化を行える。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

電気機器の設計最適化手法について、講義を進める。初学者でも理解できるように、複雑な定式化についても細部まで分かりやすい式変形に努める。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】
なし/No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし/No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|----|-----------------------|-------------------------------------|
| 1 | 改良磁気回路法 | リング試料の解析 |
| 2 | 改良磁気回路法と電気回路の強連成解析 | リング試料の解析 |
| 3 | 辺要素を用いた有限要素法による磁界解析 1 | 静磁界, ガラーキン法, 節点要素・辺要素による空間方向の離散化 |
| 4 | 辺要素を用いた有限要素法による磁界解析 2 | 磁気非線形性を考慮した静磁界解析, 過少緩和法, ニュートンラフソン法 |
| 5 | 辺要素を用いた有限要素法による磁界解析 3 | A- ϕ 法を使用した渦電流解析 |
| 6 | 辺要素を用いた有限要素法による磁界解析 4 | 電気回路方程式との強連成解析 |
| 7 | 辺要素を用いた有限要素法による磁界解析 5 | 三相交流電源との強連成解析 |
| 8 | 辺要素を用いた有限要素法による磁界解析 6 | 各種電動機の特性解析に必要な解析条件, 鉄損解析手法 |
| 9 | 設計最適化手法概論 | 各種最適化手法の分類, トポロジー最適化 |
| 10 | 数理計画法 | 非線形最適化手法, 制約条件の考慮法, KKT |
| 11 | 随伴変数法 I | 線形静磁界, 非線形静磁界における随伴問題の求解 |
| 12 | 随伴変数法 II | 時間領域渦電流解析における随伴問題の求解 |
| 13 | 随伴変数法 III | 回路方程式との強連成時における随伴問題の求解 |
| 14 | 電気機器のトポロジー最適化 | 感度解析を援用したトポロジー最適化 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】
オンライン講義の場合、同時双方向型講義を実施します。ノートテークして頂きますので、皆さんの貸与ノートパソコン等、比較的大きいモニターで講義を聴講してください。

【テキスト（教科書）】

特に指定しない。

【参考書】

中田高義, 高橋則雄：「電気工学の有限要素法」, 森北出版株式会社

原武久：「非構造分野における有限要素法の基礎」, 昭晃堂

Peter P. Silvester, Ronald L. Ferrari, "Finite elements for electrical engineers," CANBRIDGE

五十嵐一, 亀有昭久, 加川幸雄, 西口磯春, A. ボサビ：「新しい計算電磁気学」, 培風館

本間利久, 五十嵐一, 川口秀樹：「数値電磁力学 - 基礎と応用 -」, 培風館

竹内則雄, 檜山和男, 寺田賢二郎：「計算力学 有限要素法の基礎」, 森北出版株式会社

北村充：「数理計画法による最適化 実際の問題に活かすための考え方と手法」, 森北出版株式会社

田村明久, 村松正和：「工系数学口座 17 最適化法」, 共立出版株式会社

寒野善博, 土谷隆：「東京大学工学教程 基礎系 数学 最適化法と変分法」, 丸善出版株式会社

矢部博, 八巻直一：「応用数値計算ライブラリ 非線形計画法」, 朝倉書店

【成績評価の方法と基準】

レポート等を総合化して、成績を評価する。

【学生の意見等からの気づき】

なし

【学生が準備すべき機器他】

貸与ノートPC

【その他の重要事項】

特になし。

【Outline (in English)】

The lecture is focused on learning the design optimization method "Topology Optimization", which is composed of 3-D finite element method and mathematical programming.

NAN500X2

ナノ材料工学特論

三島 友義

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

大学院卒として知っておくべきナノ材料および関連知識を下記の授業計画に従って広く習得する。ナノテクは先端材料と先端科学・技術のすべてに関わるものであるため、特に後半では最新のトピックスを多く交えて理解を拡大する。

【到達目標】

以下のナノテクノロジー基幹技術の把握。

- ・次世代メモリの動作原理と得失。
- ・量子ドットの製作技術と応用。
- ・カーボンナノチューブの構造と応用。
- ・MEMS の技術・応用状況。
- ・その他のナノ材料と応用。

Grasping of the following core nanotechnologies.

- ・ Operating principles and advantages and disadvantages of next-generation memory.
- ・ Fabrication technology and application of quantum dots.
- ・ Structure and application of carbon nanotubes.
- ・ The technology and application status of MEMS.
- ・ Other nanomaterials and applications.

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

ナノテクノロジーの基本となるナノ材料の最新技術と応用、および、今後の動向を学ぶ。大学院生として知っておくべき話題の技術を数多く、かつ、系統的に紹介する。講義はパワーポイントを用いてビジュアルに進める。講義資料は電子ファイルとして講義前にアップロードする。資料にはパスワードが付けられている。受講者は三島までメールにて事前申請も行いパスワードを取得すること。詳しくは学習支援システムを参照のこと。

Learn about the latest technologies and applications of nanomaterials, which are the basis of nanotechnology, and future trends. Many topical technologies that graduate students should know about will be systematically introduced. The lecture will proceed visually using PowerPoint. Lecture materials will be uploaded as electronic files before the lecture. The document is password protected. Students must apply in advance by e-mail to Mishima and obtain a password. For details, refer to the learning support system.

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】
なし/No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし/No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|-------|---|---|
| 第 1 回 | ナノテクノロジー概要 An overview of nanotechnology | ナノテクの範疇とされる技術、市場など。 Technologies and markets that fall under the category of nanotechnology. |
| 第 2 回 | 微細化技術の動向 Micro-nanotechnology trends | Si-LSI におけるムーアの法則とナノリソグラフィ。 Moore's law and nanolithography in Si-LSI. |
| 第 3 回 | ナノサイズメモリ nano-size memory | ナノドットメモリ、単一電子メモリなど。 nanodot memory, single electron memory, etc. |

| | | |
|--------|---|--|
| 第 4 回 | 次世代メモリ next generation memory | PRAM、MRAM、ReRAM、Millipede などの新メモリ。 New memories such as PRAM, MRAM, ReRAM and Millipede. |
| 第 5 回 | 量子ドットの形成方法と物性 Formation method and physical properties of quantum dots | トップダウンとボトムアップによるナノ構造形成技術。 Top-down and bottom-up nanostructure formation technology. |
| 第 6 回 | 量子ドットの応用技術と課題 Application technology and issues of quantum dots | 量子ドットレーザ、量子ドットの位置・サイズ制御技術。 Quantum dot laser, quantum dot position and size control technology. |
| 第 7 回 | カーボンナノチューブ (CNT) の概要 Outline of carbon nanotube (CNT) | CNT の構造と製造方法。 Structure and manufacturing method of CNT. |
| 第 8 回 | CNT の物性と応用 Physical properties and applications of CNTs | CNT の構造と電気的・光学的特性の関係、既に応用された製品や今後に期待がされる製品。 Relationship between CNT structure and electrical/optical properties. Products that have already been applied and products that are expected in the future. |
| 第 9 回 | ナノ構造評価技術 Nanostructure evaluation technology | 走査プローブ顕微鏡などの微細構造評価技術。 Microstructural characterization techniques such as scanning probe microscopy. |
| 第 10 回 | MEMS の基礎と応用 Fundamentals and applications of MEMS | マイクロマシンを使ったセンサーの動作原理と代表的なデバイス。 Operating principles and representative devices of sensors using micromachines. |
| 第 11 回 | その他の MEMS の応用例 Other MEMS application examples | 医療・バイオ応用、半導体製造技術など。 Medical and bio applications, semiconductor manufacturing technology, etc. |
| 第 12 回 | その他ナノテク応用例～工業製品の例 Other examples of nanotechnology applications ~Examples of industrial products | ナノインプリント、ナノフォトンクスなど。 nanoinprint, nanophotonics, etc. |
| 第 13 回 | その他ナノテク応用例～生活製品の例 Other examples of nanotechnology applications ~Examples of daily life products | 化粧品、繊維、スポーツ用品等への応用、ナノ材料のリスク。 Applications in cosmetics, textiles, sporting goods, etc., and the risks of nanomaterials. |
| 第 14 回 | まとめ Summary | ナノ材料の注意点など。 Notes on nanomaterials, etc. |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】自らもナノ分野の情報収集に努め、講義内容の理解度を深めるとともに知識の横広めを行うことが望まれる。

It is hoped that students will also strive to collect information in the nano field themselves, deepen their understanding of the content of the lectures, and spread their knowledge across the board.

【テキスト（教科書）】

特になし。（講義資料を電子ファイルとして配布）

Nothing special. (Lecture materials will be distributed as electronic files.)

【参考書】

特になし。Nothing special.

【成績評価の方法と基準】

レポート (70%) + 平常点 (30%)

(レポートでは講義中の説明内容の理解度を問う設問を多く設けている。

課題はメールにて配信する。)

Report (70%) + Normal score (30%)

(In the report, there are several questions that ask the degree of understanding of the contents of the lecture. Assignments will be delivered by email.)

【学生の意見等からの気づき】

微細 MOS メモリーの範囲を縮小し、最新の研究・開発状況の範囲を拡大する。

Shrink the scope of fine MOS memory and expand the scope of the latest research and development status.

【学生が準備すべき機器他】

パワーポイントで講義するためスクリーンとプロジェクターステージの設置。

Setting up a screen and a projector stage for PowerPoint lectures.

【その他の重要事項】

本講義は、量子力学、電子物性論、半導体工学の基礎知識を前提とする。

This lecture assumes basic knowledge of quantum mechanics, electronic physics, and semiconductor engineering.

【Outline (in English)】

The aim of this lecture is to learn the latest nanotechnologies and nano-meter size materials which have been providing advance properties and performances in many kinds of applications. Contents listed in the schedule are suitable for graduate students.

ELC500X2

応用ナノマイクロデバイス特論

水野 潤

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

MEMS（マイクロエレクトロメカニカルシステム）技術を使った、半導体マイクロ・ナノデバイスの各種の要素技術の基礎とその応用デバイス動作原理を学ぶ。さらにグループを形成してその内で共同作業を行い、グループリサーチプロポーザルを行い、グループによるプレゼンテーションの基礎を学ぶ。

【到達目標】

MEMS の要素技術を学び、その内容から独自アイデアのマイクロ・ナノデバイスのコンセプトをグループリサーチとして提案可能になる。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

講義は配布資料を中心に説明し、必要に応じて板書し進める。理解を助けるために、毎回各自 3 行纏め報告を作成させる。次にその後 2 名 1 組（総人数によっては 1 組のみ 3 名）のグループに分けてグループリサーチの要素技術や提案するコンセプトについて討論をさせる。討論に対し、教員が講評を述べることでフィードバックする。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】なし / No

【授業計画】 授業形態：オンライン/online

| 回 | テーマ | 内容 |
|--------|---------------------------------------|---|
| 第 1 回 | 講義の授業計画の説明・概論 | リサーチプロポーザルグループ分け（2 人 1 組、総人数によって 3 人 1 組） |
| 第 2 回 | ナノ・マイクロ技術 (1) の座学とグループディスカッション | フォトリソグラフィ、その他の微細加工の討議 |
| 第 3 回 | ナノ・マイクロ技術 (2) の座学とグループディスカッション | 成膜技術、薄膜形成の討議 |
| 第 4 回 | ナノ・マイクロ技術 (3) の座学とグループディスカッション | エッチング技術（ウエット、ドライ）、エッチング技術の応用についての討議 |
| 第 5 回 | ナノ・マイクロ要素技術の纏め | 小テスト |
| 第 6 回 | ナノ・マイクロデバイスの要素技術についての発表資料の準備 | 各グループの発表資料準備 |
| 第 7 回 | ナノ・マイクロデバイスの要素技術についての発表 | 各グループの発表及び、その内容について講義参加者の質問を含めた討論 |
| 第 8 回 | ナノ・マイクロデバイスの応用技術 (1) の座学とグループディスカッション | 有機 EL 分野及び討議 |
| 第 9 回 | ナノ・マイクロデバイスの応用技術 (2) の座学とグループディスカッション | エレクトロニクス分野（センシング）、身近な化学・物理センサの討議 |
| 第 10 回 | ナノ・マイクロデバイスの応用技術 (3) の座学とグループディスカッション | エレクトロニクス分野（3 次元実装）、先端材料の討議 |

| | | |
|--------|---------------------------------------|-------------------------|
| 第 11 回 | ナノ・マイクロデバイスの応用技術 (4) の座学とグループディスカッション | バイオ医療分野、医療における微細加工技術の討議 |
| 第 12 回 | ナノ・マイクロデバイスの応用技術の纏め | 小テスト |
| 第 13 回 | ナノ・マイクロデバイスの新しいコンセプトについて発表 | 各グループの発表資料準備 |
| 第 14 回 | ナノ・マイクロデバイスの新しいコンセプトについて各グループの発表 | その内容について講義参加者の質問を含めた討論 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】

1. 講義ノート、配布資料を復習する。
2. 講義内容について、理解を深めるため、参考書・インターネット等で調べる。

【テキスト（教科書）】

配布資料

【参考書】

はじめての MEMS 江刺正喜著 森北出版

【成績評価の方法と基準】

【評価方法】レポート（50%）、発表（50%）

【評価基準】本科目が設定した目標値を 60%以上達成した学生を合格とする

【学生の意見等からの気づき】

特に無し

【その他の重要事項】

民間企業の開発業務に携わってきた教員が、企業におけるナノマイクロデバイスの開発プロセスについても講義する。

【Outline (in English)】

This course introduces advanced Nano/Micro-devices based microelectromechanical systems (MEMS) processes. At the end of this course, students will be able to propose novel functional Nano/Micro-devices and acquire skills in preparing a research proposal and making oral presentation through group work. Students will be expected to spend four hours on preparing and reviewing each class. Grading will be decided based on short report (50%) and presentation (50%). To pass this course, students must earn at least 60 points out of 100.

NAN500X2

機械学習特論

神野 健哉

単位数：2 単位 | 開講時期：春学期授業/Spring

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

機械学習・人工知能における様々な基礎理論を理解した上で実際に使えるようにする。
さらに基礎的事項を学んだ上で近年提案されている様々なアルゴリズムを理解する。
講義で紹介した各アルゴリズムは Python を用いて実装し、理解を深める。

【到達目標】

与えられたデータの中から関係性を自動的に見出して、未知のデータの解析に役立てるのが機械学習である。機械学習は大別して回帰、分類、強化学習に分類することができる。

さらに各入力データに対応した出力が与えられている場合と与えられていない場合にも大別することができる。これらは教師あり学習、教師なし学習と言われる。

本講義では回帰、分類に着目し、教師あり学習と教師なし学習とはどのようなものであるかを理解できるようにする。

与えられたデータに依存してシステムのパラメータが決定する機械学習では、観測データの標準化、正規化がまず重要である。また観測データに含まれるノイズを評価し、これらを的確に判断するための交差検証などの手法を使えるようにする。

また古典的な手法だけでなく、近年脚光浴びている比較的新しい手法に関しても実装したプログラムを動作させながらアルゴリズムを理解し、実際に使えるようにする。

単にアルゴリズムを実装し、動かすだけでなく結果の考察ができるようにする

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

講義中に課題を課す
及び Python でのアルゴリズム実装の実習を課す。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】
あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】
なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|--------|---------------------------------|---|
| 第 1 回 | 機械学習の概要 | 機械学習とは 機械学習の歴史 データの標準化、データの関係性 NumPy, matplotlib, pandas |
| 第 2 回 | 回帰分析 | 最小二乗法 単純回帰 重回帰 非線形回帰 |
| 第 3 回 | 過剰適合と正則化 | クロスバリデーション リッジ回帰 (L1 正則化) Lasso 回帰 (L2 正則化) |
| 第 4 回 | 最尤推定法 | 最尤推定とは 最小二乗法との関係 |
| 第 5 回 | カーネル回帰 | カーネル法とは 2 点間類似度 ガウス基底 |
| 第 6 回 | 線形判別 | ロジスティック回帰 パーセプトロン規準 多クラス分類 |
| 第 7 回 | Support Vector Machine による線形分類 | 線形分類 サポートとは ハードマージンとソフトマージン 双対問題 |
| 第 8 回 | Support Vector Machine による非線形分類 | カーネル関数 非線形分類 |
| 第 9 回 | 深層学習 | 多層パーセプトロン パーセプトロン 誤差逆伝播法 深層学習 混同行列 |
| 第 10 回 | Auto Encoder | 特徴抽出 |
| 第 11 回 | Convolutional Neural Networks | 畳み込み プーリング |
| 第 12 回 | 自然言語処理 | 単語分散表現 単語共起行列 CBOW と Skip-gram word2vec |

第 13 回 テキスト分類
テキスト分類
RNN
LSTM

第 14 回 本講義のまとめ
本講義で取り上げた機械学習アルゴリズムの振り返り
最終課題レポートの説明

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】
毎回紹介するアルゴリズムは実際にプログラムを実装し、それを動作させることで理解できるようにすること。

【テキスト（教科書）】

Python でプログラミングして理解する機械学習アルゴリズム、神野健哉、現代科学社、ISBN: 9784764906365

【参考書】

・パターン認識と機械学習 (上)、C.M. ビショップ、丸善出版、ISBN:9784621061220
・パターン認識と機械学習 (下)、C.M. ビショップ、丸善出版、ISBN:9784621061244
・わかりやすいパターン認識 (第 2 版)、石井 健一郎、上田 修功、前田 英作、村瀬 洋、オーム社、ISBN:9784274224508
・続・わかりやすいパターン認識—教師なし学習入門—、石井 健一郎、上田 修功、オーム社、ISBN:9784274215308

【成績評価の方法と基準】

毎回の講義時に課題を課す。成績はそれらの結果 (50%) ならびに期末レポートの結果 (50%) を総合して 100 点満点で評価し 60 点以上のものに所定の単位を与える。

【学生の意見等からの気づき】

近年提案されている機械学習アルゴリズムも取り上げて欲しいという要望を反映し、講義の後半は比較的新しいアルゴリズムをテーマに取り入れた。

【学生が準備すべき機器他】

Python でプログラムを作成、実行ができる PC

【Outline (in English)】

To understand the various basic theories in machine learning and artificial intelligence, and to be able to use them in practice.
After learning the basics, we will understand various algorithms that have been proposed in recent years.
Each algorithm introduced in the lecture will be implemented using Python to deepen understanding.

ELC500X2

マルチメディア通信特論

深沢 徹

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

近年のマルチメディア機器には様々な無線通信が利用されており、それらの設計や動作理解のためには高周波伝送の知識が不可欠である。高周波伝送の基礎となる伝送線路やその振る舞い、設計のためのツールとなる散乱行列や S パラメータ、それらの測定法などについて学ぶ。

【到達目標】

直流や低周波と高周波の伝送特性の違いについて理解する。高周波の伝送を理解するために分布定数回路を学び、電圧、電流を進行波、後退波として扱う方法を取得する。さらに、反射、整合の概念を理解し、これらを統合して扱う散乱行列、S パラメータについて理解する。本講座により高周波回路の基本的な構造や役割が理解でき、簡単な設計ができるようになることを目標とする。また、将来的に高周波を利用する際の基礎となる知識取得を目標とする。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

講師が作成したテキストに沿って講義を進める。適切な箇所では演習を行い、講義の内容の理解を深める。また、身近にある高周波回路を用いた実用例について紹介し、単なる知識だけではなく、実用として広く活用されていることを理解する。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】
なし / No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】
なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|----|----------------|------------------------------------|
| 1 | オリエンテーション | 講師自己紹介、講義の進め方、本講座の目的、実例の紹介 |
| 2 | 伝送線路理論 1 | フェーザー表示、分布定数回路の基礎 |
| 3 | 伝送線路理論 2 | 定在波分布、入力インピーダンス |
| 4 | 伝送線路理論 3 | 1/4 波長線路による整合、変成器、従属接続によるインピーダンス変換 |
| 5 | 伝送線路理論 4 | スミスチャート、アドミタンスチャート |
| 6 | 代表的な伝送線路 1 | 平衡 2 線、同軸線路、ストリップ線路、マイクロストリップ線路 |
| 7 | 代表的な伝送線路 2 | 導波管 |
| 8 | 散乱行列 1 | 散乱行列の考え方、定義 |
| 9 | 散乱行列 2 | 散乱行列の求め方、無損失回路の散乱行列、参照面の変更 |
| 10 | 整合回路 | スタブによる整合、集中定数による整合 |
| 11 | スミスチャート演習 | スミスチャートを用いたインピーダンス変換、整合に関する演習 |
| 12 | S パラメータ | さまざまな回路の S パラメータ、アンテナの S パラメータ |
| 13 | S パラメータ測定法 | ネットワークアナライザを用いた測定法の説明、キャリブレーションの原理 |
| 14 | 散乱行列の組み合わせ、まとめ | 個別の回路の S パラメータを組み合わせた回路全体の解析法、課題指示 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】当日の講義の復習、次回の講義の予習をする。講義内で指示された課題についてレポートを作成する。

【テキスト（教科書）】

特に指定しない。

【参考書】

内藤喜之著、電子情報通信学会編「マイクロ波・ミリ波工学」、コロナ社、1986 年。(2970 円)

【成績評価の方法と基準】

平常点 (40%)、課題に対するレポート (60%) により評価する。

【学生の意見等からの気づき】

単なる理論を学ぶだけではなく、その裏にある意味や意義まで理解できるよう、丁寧にわかりやすく講義することを心がける。学生の理解度に合わせて講義の進めるスピードを調整する。

【学生が準備すべき機器他】

電卓、コンパス、定規

【Outline (in English)】

High frequency transmission technology is needed for late multimedia devices because they commonly have wireless communication features. In this lecture, features and mechanism of transmission lines, tools to design the lines such as scattering matrix and S-parameters and measurement methods are to be studied.

ELC500X2

情報通信工学特論

柴山 純

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

電磁波を用いた情報通信工学、特に電波・ミリ波と光波の間に存在するテラヘルツ波を用いた情報通信を取り上げ、テラヘルツ波の基本特性から各種デバイスへの応用までを学ぶ。

【到達目標】

通信工学の英語テキスト、英語論文を題材として、電波と光波の両方の特徴を併せ持つテラヘルツ波の特性を理解し、新規デバイスの着想を得るのが目標である。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

テラヘルツ波に関する基礎的な英語文献の購読する。特に、テラヘルツ波の発振、受信、導波に関する基本原理を理解し、テラヘルツ波通信とテラヘルツ波を用いた応用まで議論していく。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|--------|------------------|---------------------|
| 第 1 回 | オリエンテーション | 文献資料の配布、内容の紹介、概要説明 |
| 第 2 回 | 電磁波のスペクトル | マイクロ波・ミリ波・テラヘルツ波・光波 |
| 第 3 回 | テラヘルツ波の発振 | テラヘルツ波の種々の発振方法 |
| 第 4 回 | テラヘルツ波の受信 | テラヘルツ波の種々の受信方法 |
| 第 5 回 | テラヘルツ波の空間伝搬 | テラヘルツ波の空間伝搬の特性 |
| 第 6 回 | テラヘルツ波の導波 (1) | テラヘルツ波の導波路伝搬の特性 |
| 第 7 回 | テラヘルツ波の導波 (2) | 疑似表面プラズモンポラリトンの伝搬 |
| 第 8 回 | 種々のデバイス (1) | フィルタ |
| 第 9 回 | 種々のデバイス (2) | スプリッタ |
| 第 10 回 | テラヘルツ波を用いた通信 (1) | テラヘルツ無線通信 |
| 第 11 回 | テラヘルツ波を用いた通信 (2) | テラビット光通信 |
| 第 12 回 | テラヘルツ波を用いた通信 (3) | 光-電気信号変換技術 |
| 第 13 回 | テラヘルツ波応用 (1) | センシングへの応用 |
| 第 14 回 | テラヘルツ波応用 (2) | 環境・宇宙天文学への応用 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】配布された資料の予習を必須とする。

【テキスト（教科書）】

英文文献、資料を適宜配布。

【参考書】

Erik Bründermann, Heinz-Wilhelm Hübers, Maurice FitzGerald Kimmitt, "Terahertz Techniques," Springer

【成績評価の方法と基準】

発表資料、プレゼンテーションを 90 %、平常点を 10 % として評価する。

【学生の意見等からの気づき】

特に改善すべき点の指摘がなかった。

【その他の重要事項】

全回出席を基本とする。学会出張を含め、いかなる事由であっても欠席した場合には、その分のレポートを課す。

【Outline (in English)】

We discuss the information communication technology using electromagnetic waves, particularly with terahertz waves existing between radio waves, millimeter waves and light waves. We study from fundamental characteristics of terahertz waves to application to various devices. The goal is to understand the characteristics of terahertz waves, which have characteristics of both radio waves and light waves, and to get ideas for new devices, using English texts and papers on communication engineering. Grades will be based on the quality of the presentation materials, presentation, and ordinary points.

ELC500X2

生物模倣回路特論

鳥飼 弘幸

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

生物模倣ハードウェアの設計に必要な力学系理論について学ぶ。

【到達目標】

生物模倣ハードウェアについての知識を身に着ける。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

講義、演習、授業内での発表により授業を進める。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

なし/No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし/No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|----|-----------------------------|------------------------------------|
| 1 | 基礎編 1：神経模倣ハードウェアの動力学の基礎 | 神経模倣ハードウェアの動力学的について学ぶ |
| 2 | 基礎編 2：神経模倣ハードウェアの平衡状態の基礎 | 神経模倣ハードウェアの平衡状態について学ぶ |
| 3 | 基礎編 3：神経模倣ハードウェアの振動状態の基礎 | 神経模倣ハードウェアの振動状態について学ぶ |
| 4 | 基礎編 4：神経模倣ハードウェアの分岐現象の基礎 | 神経模倣ハードウェアの分岐現象について学ぶ |
| 5 | 基礎編 5：神経模倣ハードウェアの非線形信号処理の基礎 | 神経模倣ハードウェアの非線形信号処理について学ぶ |
| 6 | 基礎編 6：神経模倣ハードウェアの可塑性の基礎 | 神経模倣ハードウェアの可塑性について学ぶ |
| 7 | 基礎編 7：神経模倣ハードウェアの学習の基礎 | 神経模倣ハードウェアの学習について学ぶ |
| 8 | 応用編 1：神経模倣ハードウェアの動力学的設計 | 神経模倣ハードウェアの動力学的ハードウェア設計法について学ぶ |
| 9 | 応用編 2：神経模倣ハードウェアの動力学的実装 | 神経模倣ハードウェアの動力学的ハードウェア実装法について学ぶ |
| 10 | 応用編 3：神経模倣ハードウェアの非線形信号処理の設計 | 神経模倣ハードウェアの非線形信号処理のハードウェア設計法について学ぶ |
| 11 | 応用編 4：神経模倣ハードウェアの非線形信号処理の実装 | 神経模倣ハードウェアの非線形信号処理のハードウェア実装法について学ぶ |
| 12 | 応用編 5：神経模倣ハードウェアの学習の数値解析 | 神経模倣ハードウェアの学習の数値解析法について学ぶ |
| 13 | 応用編 6：神経模倣ハードウェアの学習の設計 | 神経模倣ハードウェアの学習のハードウェア設計法について学ぶ |
| 14 | 応用編 7：神経模倣ハードウェアの学習の実装 | 神経模倣ハードウェアの学習の実装法についてハードウェア学ぶ |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。

【テキスト（教科書）】

講義内で提示する。

【参考書】

特になし。

【成績評価の方法と基準】

平常点 100%

【学生の意見等からの気づき】

該当なし。

【Outline (in English)】

(Course outline)

The aim of this course is to help students acquire an understanding of state-of-the-art of the biomimetic circuit technology and related dynamical system theory.

(Learning objectives)

By the end of the course, students are expected to acquire following skills

- Understanding of nonlinear dynamical system theory in biomimetic circuit

- Design of biomimetic circuit

(Learning activities outside of classroom)

Before each class meeting, students will be expected to spend four hours to understand the course content. Moreover, additional work is expected in case the report is assigned as homework.

(Grading Criteria)

In class contributions including mini exams: 100%

ELC500X2

ナノマイクロシステム工学特論

笠原 崇史

単位数：2 単位 | 開講時期：春学期授業/Spring

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

MEMS デバイス、有機 EL などの最先端デバイスの動作原理を理解するための電気電子材料の基礎物性および、デバイス作製のための微細加工、薄膜形成技術について学ぶ。

【到達目標】

従来のデバイスの電気特性および作製技術について理解し、機能的ナノ・マイクロデバイスを提案できる。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

演習、討議をまじえながら講義形式で進める。講義は板書、配布資料、スライドにより進める。演習問題は、講義中に模範解答を解説することでフィードバックする。

社会情勢に伴う各回の授業計画・実施方法の変更については、学習支援システムでその都度提示する。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|--------|----------------------|--|
| 第 1 回 | 総論 | 授業計画の説明、エレクトロニクスデバイスで用いられる電気電子材料とデバイスの作製技術 |
| 第 2 回 | 無機および有機半導体材料の構成 (1) | シリコンを母材とする半導体デバイスのキャリアの振る舞いとエネルギーバンド図 |
| 第 3 回 | 無機および有機半導体材料の構成 (2) | 有機化合物と炭素の結合、多環芳香族化合物、有機半導体の電子構造 |
| 第 4 回 | 無機および有機半導体材料の構成 (3) | 有機半導体材料の特徴、有機デバイスの概要 |
| 第 5 回 | MEMS プロセスとデバイス (1) | 半導体製造の前工程および後工程、MEMS デバイスの種類 |
| 第 6 回 | MEMS プロセスとデバイス (2) | MEMS デバイスの作製工程、ナノ加工技術、最新の MEMS 技術 |
| 第 7 回 | 有機半導体材料を用いた自発光素子 (1) | 有機 EL の動作原理、仕事関数、キャリアの注入・輸送現象、有機薄膜の形成、デバイスの評価 |
| 第 8 回 | 有機半導体材料を用いた自発光素子 (2) | 発光性分子の励起状態、注入・輸送層材料の特徴、有機薄膜の形成方法、有機 EL の歴史と最新の研究事例 |
| 第 9 回 | 機能的液体を用いた自発光素子 | 液体有機半導体を用いた有機 EL 素子、最新の機能的液体材料の研究事例 |
| 第 10 回 | 有機電気化学の原理を利用した自発光素子 | 電極電位、電子移動と物質輸送、電気化学発光素子の発光原理 |
| 第 11 回 | 印刷技術と電子デバイス | 印刷技術による回路形成方法、圧電材料を用いたアクチュエータの動作原理、フレキシブルセンサ |
| 第 12 回 | 表面改質技術と濡れ性評価 | 表面分析技術、励起状態の酸素、自己組織化単分子膜 |
| 第 13 回 | 研究事例 (1) | 最新の MEMS デバイスの研究事例を基に討議を行う |
| 第 14 回 | 研究事例 (2) | 最新の有機エレクトロニクスデバイスの研究事例を基に討議を行う |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】

1. 講義資料を復習する。
2. 講義内容について、理解を深めるため、参考書・インターネット等で調べる。

【テキスト（教科書）】

特に指定しない

【参考書】

菅博『増補改訂版 図説電子デバイス』（産業図書）、松本智『基礎から学ぶ電子物性』（電気学会）、『薄膜ハンドブック（第 2 版）』（オーム社）、『先端有機半導体デバイス』（オーム社）など

【成績評価の方法と基準】

【評価方法】 討議 (70%)、講義時に実施する演習 (30%) による

【評価基準】 本科目において設定した目標を 60 % 以上達成している学生を合格とする

【学生の意見等からの気づき】

理解を助けるために、資料を充実させる。

【その他の重要事項】

民間企業の研究開発に携わってきた教員が、大学における基礎研究の意義や、大学での研究活動が企業で役に立つ事例を紹介する。

【Outline (in English)】

(Course outline)

This course introduces the basic physics of inorganic and organic materials and the micro- and nanofabrication techniques in order to understand the characteristics of the electronic devices.

(Learning Objectives)

At the end of this course, you will be able to understand the basic operation of the electronic devices fabricated by N/MEMS and printing technologies.

(Learning activities outside of classroom)

Students will be expected to spend four hours on preparing and reviewing each class.

(Grading Criteria /Policy)

Grading will be decided based on the quality of reports (30%) and presentation (70%). To pass this course, students must earn at least 60 points out of 100.

ELC500X2

電子材料プロセス

石橋 啓次

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

PCやスマートフォン等々、身の回りの電子デバイスには導体、半導体、絶縁体、誘電体、磁性体と様々な材料が電子材料として用いられている。特に、LSIやFPD等では、微細加工技術を駆使してこれら材料が適用されている。本講では、LSIやFPDを中心にこれら材料の基板製造、改質、薄膜化、パターンニング等の微細加工プロセス技術の基礎を学ぶ。また、具体的な実用技術の現状と課題について概説し、理解を深める。

【到達目標】

本講の到達目標は、各種電子材料の電子デバイスへの適用における微細加工プロセス技術の基礎を把握することである。加えて、課題についてのプレゼンテーション能力を高めることも重要な要素である。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

日刊工業新聞社出版「超微細化工の基礎－電子デバイスプロセス技術－」（麻蒔立男著）をテキストとして用いる。章あるいは節単位で受講者に講義担当を割り当て、受講者は、担当するテーマを調査し、パワーポイントにまとめて発表する。講師より適宜補足説明や具体的な実用技術等について紹介し、理解を深める。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり/Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】なし/No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|----|----------------------|--|
| 1 | 超微細化工の概要 | 超微細化工 |
| 2 | 基板 | 単結晶基板とガラス基板の作り方 |
| 3 | 熱酸化 | 処理の方法と装置 |
| 4 | リソグラフィ | 露光・描画技術（光露光，X線露光，電子ビーム露光） |
| 5 | エッチング | ウェットエッチング，ドライエッチング |
| 6 | ドーピング | 熱拡散，イオン注入 |
| 7 | 薄膜の基本的性質と薄膜作成方法の概要-1 | 薄膜成長，エビタクシー，アモルファス構造，薄膜の基本的性質 |
| 8 | 薄膜の基本的性質と薄膜作成方法の概要-2 | 真空を用いた薄膜作成方法の概要，付着強度，ステップカバレージ，プラズマとその作用 |
| 9 | 気相成長法（CVD） | 熱CVD，プラズマCVD，光CVD，MOCVD他 |
| 10 | 蒸着とイオンプレーティング | 蒸着源，蒸気放出特性，蒸着の実例，イオンプレーティング，イオンビーム蒸着，レーザーアブレーション |
| 11 | スパッタ | スパッタ現象，スパッタの方式，スパッタの実例 |
| 12 | 精密めっき | めっきの概要，IC配線用銅めっき |
| 13 | 平坦化技術 | 平坦化技術の概要，凹凸のない薄膜成長，後加工による平坦化，CMP技術，ダマシシ法 |
| 14 | 真空技術の基礎 | 真空とは，気体分子運動論，気体の流れ，真空ポンプ，真空計，真空排気 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】担当講義の資料作成。
講義担当でない授業については、テキストの通読と質問事項の整理。

【テキスト（教科書）】

日刊工業新聞社出版「超微細化工の基礎－電子デバイスプロセス技術－」（麻蒔立男著）

【参考書】

広瀬（編集）：次世代 ULSI プロセス技術，リアライズ社
麻蒔：薄膜作製の基礎，日刊工業新聞社
麻蒔：「薄膜」の基本－原子に迫る超微細・超高密度の世界，ソフトバンククリエイティブ株式会社

【成績評価の方法と基準】

平常点 (50%)：担当講義以外でも予習し、講義担当者のプレゼンテーションについて意見や質問ができること。
担当講義の資料内容とプレゼンテーション (50%)：テキストの内容を理解し、自分なりの考察を加えた資料、プレゼンテーションとなっていること。
以上を評価し、C以上を合格とする。

【学生の意見等からの気づき】

現授業の進め方では、担当以外のテーマに対しての知識や理解が浅いようである。今後、各テーマごとにいくつかの項目を取り上げ、受講者がお互いに議論する時間を設けていくこととする。

【その他の重要事項】

真空技術の基礎については講義を行う。

【Outline (in English)】

Various materials such as a conductor, a semiconductor, and an insulator are used as electronic materials for the electronic devices such as a PC or a smartphone. Particularly, in LSI or the FPD, these materials are applied using the latest nanofabrication techniques. In this lecture, we learn the basics of nanofabrication processing techniques such as substrate preparing, thin film forming, reforming, patterning processes of these materials mainly on LSI and FPD. In addition, an outline about the current status and the issues of the concrete practical techniques are given in this lecture.

HUI500X3

知的情報処理特論 1

彌富 仁

単位数：単位 | 開講時期：春学期授業/Spring

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

In this lecture, the state-of-the-art machine learning techniques will be introduced as an introduction, and the fundamental techniques that are important in today's machine learning, such as CNNs, RNNs, and transformers, will be taught to support these techniques.

The fundamental knowledge of linear algebra, statistics, stochastic models and their optimization, which are fundamentally necessary here, will be reviewed.

【到達目標】

To acquire basic and practical knowledge of machine learning; to understand the fundamentals of today's deep learning techniques such as CNN and Transformer, and to be able to implement them to a certain degree.

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

Each class usually consists of lecture, discussion and exercise. Students are requested to do exercise in each class and some homework assignments.

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|--|
| 1 | Introduction of machine learning | What is machine learning? Definition and history. Classification and Generative models with cutting edge examples. |
| 2 | Training of neural networks | "Learning" of Back propagation neural networks (BPNN) and Convolutional neural networks (CNNs). |
| 3 | Efficient training of neural networks (1) | Weight initialization, Data pre-processing, covariate-shift, batch-normalization, regularization (revisited), dropout, hyper-parameter search |
| 4 | Efficient training of neural networks (2) | CNNs with efficient training techniques. (residual connections, squeeze-excitation, noisy-student etc.) |
| 5 | Fundamental of machine learning (1) | Review of basic probability theory for machine learning - covariance, Bayes probabilities, parameter estimation with ML estimation (curve-fitting example) |
| 6 | Fundamental of machine learning (2) | Review of basic linear algebra for dimensional reduction |
| 7 | Dimensional reduction (1) | Singular value decomposition (SVD), eigenvalue decomposition, Principal component analysis (PCA) |

| | | |
|----|--|--|
| 8 | Dimensional reduction (2) | Neural network-based dimensional reduction - Autoencoders (AEs), Sparse autoencoders, and convolutional autoencoders (CAE) |
| 9 | Time-series (text) processing | Recurrent neural networks (RNNs) - LSTM and text processing |
| 10 | Transformers (1) - the new fundamental of state-of-the-art ML models | Introduction of Attention mechanism and Transformers |
| 11 | Transformers (2) | Introduction of Bi-directional encoder representations from Transformers (BERT) |
| 12 | Reinforcement learning (1) | State-value function, Bellman's equation, value iteration, Monte Carlo-based approach, Temporal Difference |
| 13 | Reinforcement learning (2) | Policy evaluation and control, on-policy and off-policy, SARSA, Q-learning, DQN (deep Q networks) |
| 14 | Wrap-up | wrap-up |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】 Students should be proficient in the use of basic linear algebra and programming at least one language.

【テキスト（教科書）】

No specific textbook assigned. Materials (paper, reference, book chapter, slides) will be provided from time to time. Students will find good references by their own.

【参考書】

"Pattern recognition and machine learning" C.Bishop, Springer 2006.

【成績評価の方法と基準】

60% in exercises in class and homework.

40% in final report.

(both on-line and off-line)

Use Hoppii system (Learning support system) to submit assignments and feedback.

Explanations of the assignments (except for the final assignment) will be given in the next and subsequent classes.

【学生の意見等からの気づき】

Follow-up by native language is sometimes necessary.

【学生が準備すべき機器他】

Personal computers.

Basically we will use Google Colaboratory in the exercise.

【Outline (in English)】

In this lecture, the state-of-the-art machine learning techniques will be introduced as an introduction, and the fundamental techniques that are important in today's machine learning, such as CNNs, RNNs, and transformers, will be taught to support these techniques.

The fundamental knowledge of linear algebra, statistics, stochastic models and their optimization, which are fundamentally necessary here, will be reviewed.

COS500X3

ニューラルネットワークの理論と応用

齊 欣

単位数：単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

The course covers both theoretical and practical aspects of neural networks, including their implementation.

By the end of the course, students will gain a solid understanding of neural network principles and will be able to apply them to solve some computer vision and signal processing problems.

In addition to classroom instruction, students are expected to devote about an hour to learning activities per class.

Grading will primarily be based on the quality of the project and presentation.

【到達目標】

There are 3 major goals.

- 1) Understand the basic principles of neural networks.
- 2) Command at least one training framework such as Tensorflow.
- 3) Can solve one computer vision or signal processing research problems by using neural networks.

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

There are 12 classes for lectures and exercises, 2 classes for the presentation.

Classes are provided via face-to-face by default and could be online. Changes in the lecture plan due to this shift will be announced on the learning support system.

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|--|
| 1 | History of Neural Networks | This course introduces the the history and inspiration of neural networks. |
| 2 | Training the Network | This course explains some basic knowledge for training the network. |
| 3 | Improve the Learning I | This course explains the training techniques such as cost function determinations. |
| 4 | Improve the Learning II | This course explains the training techniques such as regularization methods. |
| 5 | Convolutional Neural Network | This course introduces the structure and benefit of convolutional neural networks. |
| 6 | Variants of Convolutional Neural Network | This course introduces several kinds of convolutions such as transposed convolution. |
| 7 | Popular Convolutional Neural Network Architectures | This course introduces some recent famous CNN architectures such as AlexNet. |
| 8 | Reducing Complexity of Convolutional Neural Network | This course introduces some simplified CNN such as 1x1 convolution. |

| | | |
|----|--|---|
| 9 | Advanced Convolutional Neural Network | This course introduces some advanced CNN such as group convolution. |
| 10 | Recurrent Neural Networks | This course explains some RNNs such as Long-Short Term Memory (LSTM). |
| 11 | Variational Autoencoder and Generative Adversarial Network | This course explains the principles of VAE and GAN and their usage in image generation. |
| 12 | Transfer Learning | This course shows how to use transfer learning in different networks. |
| 13 | Final Presentation I | Students give presentation. |
| 14 | Final Presentation II | Students give presentation. |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

For each class, students should prepare for 2 hours and review for 2 hours, a total of 4 hours.

For every 3-4 classes, there is an exercise.

【テキスト（教科書）】

No textbook will be used.

【参考書】

No references will be used.

【成績評価の方法と基準】

Exercise or Report: 40%

Class participation & Attendance: 10%

Final project presentation: 50%

【学生の意見等からの気づき】

Not applicable.

【学生が準備すべき機器他】

A laptop for in-class use.

【Outline (in English)】

The course covers both theoretical and practical aspects of neural networks, including their implementation.

By the end of the course, students will gain a solid understanding of neural network principles and will be able to apply them to solve some computer vision and signal processing problems.

In addition to classroom instruction, students are expected to devote about an hour to learning activities per class.

Grading will primarily be based on the quality of the project and presentation.

ELC600X2

電気電子工学特別研究 1・2

安田 彰、伊藤 一之、斉藤 利通、柴山 純、鳥飼 弘幸、山内 潤治、岡本 吉史、中村 壮亮、中村 俊博、笠原 崇史、佐々木 秀徳

単位数：3 単位 | 開講時期：年間授業/Yearly

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

研究成果の学術雑誌や学会発表での公表するための準備

【到達目標】

回路工学分野、
エネルギー工学分野、
通信工学分野、
制御工学分野、
材料・物性分野
などに関する研究の遂行と公表の準備

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

研究討論、発表指導

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

あり/Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

あり/Yes

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|----|-----|-----------------|
| 1 | 調査 | 先行研究の調査、予備知識の整理 |
| 2 | 調査 | 先行研究の調査、予備知識の整理 |
| 3 | 調査 | 先行研究の調査、予備知識の整理 |
| 4 | 調査 | 先行研究の調査、予備知識の整理 |
| 5 | 調査 | 先行研究の調査、予備知識の整理 |
| 6 | 発表 | 先行研究の調査、予備知識の整理 |
| 7 | 討論 | 先行研究の調査、予備知識の整理 |
| 8 | 調査 | 先行研究の調査、予備知識の整理 |
| 9 | 調査 | 先行研究の調査、予備知識の整理 |
| 10 | 調査 | 先行研究の調査、予備知識の整理 |
| 11 | 調査 | 先行研究の調査、予備知識の整理 |
| 12 | 調査 | 先行研究の調査、予備知識の整理 |
| 13 | 調査 | 先行研究の調査、予備知識の整理 |
| 14 | まとめ | 先行研究の調査結果の発表 |
| 15 | 研究 | 先行研究に関する討論 |
| 16 | 研究 | 研究内容の点検、発表準備 |
| 17 | 研究 | 研究内容の点検、発表準備 |
| 18 | 研究 | 研究内容の点検、発表準備 |
| 19 | 研究 | 研究内容の点検、発表準備 |
| 20 | 研究 | 研究内容の点検、発表準備 |
| 21 | 研究 | 研究内容の点検、発表準備 |
| 22 | 研究 | 研究内容の点検、発表準備 |
| 23 | 研究 | 研究内容の点検、発表準備 |
| 24 | 研究 | 研究内容の点検、発表準備 |
| 25 | 研究 | 研究内容の点検、発表準備 |
| 26 | 研究 | 研究内容の点検、発表準備 |
| 27 | 研究 | 研究内容の点検、発表準備 |
| 28 | 研究 | 研究内容の点検、発表準備 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 3 時間を標準とします。】文献調査、発表資料作成など

【テキスト（教科書）】

なし

【参考書】

学術論文

【成績評価の方法と基準】

平常点 (20), 論文 (40), 発表 (40)

【学生の意見等からの気づき】

発表技術は極めて重要

【Outline (in English)】

The purpose of this course is to be able to write academic journal articles on research results and to present a conference. Conduct research and prepare for publication in the fields of circuit engineering, energy engineering, communication engineering, control engineering, and materials and physical properties. Evaluation will be based on 20% of normal score, 40% of paper, and 40% of presentation.

ELC600X2

電気電子工学特別実験 1・2

安田 彰、伊藤 一之、斉藤 利通、柴山 純、鳥飼 弘幸、山内 潤治、岡本 吉史、中村 壮亮、中村 俊博、笠原 崇史、佐々木 秀徳

単位数：2 単位 | 開講時期：年間授業/Yearly

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

研究成果の学術雑誌や学会発表での公表のための実験データ作成

【到達目標】

回路工学分野、
エネルギー工学分野、
通信工学分野、
制御工学分野、
材料・物性分野
などに関する研究の実験データ作成

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示された
どの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針
に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

研究討論、実験指導

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

あり / Yes

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|--------|-------|------------------------------|
| 第 1 回 | 実験の準備 | 先行研究調査、プログラミング練習、実験計画、予備実験 等 |
| 第 2 回 | 実験の準備 | 先行研究調査、プログラミング練習、実験計画、予備実験 等 |
| 第 3 回 | 実験の準備 | 先行研究調査、プログラミング練習、実験計画、予備実験 等 |
| 第 4 回 | 実験の準備 | 先行研究調査、プログラミング練習、実験計画、予備実験 等 |
| 第 5 回 | 実験の準備 | 先行研究調査、プログラミング練習、実験計画、予備実験 等 |
| 第 6 回 | 実験の準備 | 先行研究調査、プログラミング練習、実験計画、予備実験 等 |
| 第 7 回 | 実験の準備 | 先行研究調査、プログラミング練習、実験計画、予備実験 等 |
| 第 8 回 | 実験の準備 | 先行研究調査、プログラミング練習、実験計画、予備実験 等 |
| 第 9 回 | 実験の準備 | 先行研究調査、プログラミング練習、実験計画、予備実験 等 |
| 第 10 回 | 実験の準備 | 先行研究調査、プログラミング練習、実験計画、予備実験 等 |
| 第 11 回 | 実験の準備 | 先行研究調査、プログラミング練習、実験計画、予備実験 等 |
| 第 12 回 | 実験の準備 | 先行研究調査、プログラミング練習、実験計画、予備実験 等 |
| 第 13 回 | 実験の準備 | 先行研究調査、プログラミング練習、実験計画、予備実験 等 |
| 第 14 回 | まとめ | 実験計画の発表、討論 |
| 第 15 回 | 実験 | 研究成果を学術雑誌や学会発表での公表するためのデータ作成 |
| 第 16 回 | 実験 | 研究成果を学術雑誌や学会発表での公表するためのデータ作成 |
| 第 17 回 | 実験 | 研究成果を学術雑誌や学会発表での公表するためのデータ作成 |
| 第 18 回 | 実験 | 研究成果を学術雑誌や学会発表での公表するためのデータ作成 |
| 第 19 回 | 実験 | 研究成果を学術雑誌や学会発表での公表するためのデータ作成 |
| 第 20 回 | 実験 | 研究成果を学術雑誌や学会発表での公表するためのデータ作成 |

第 21 回 実験

研究成果を学術雑誌や学会発表での公表するためのデータ作成

第 22 回 実験

研究成果を学術雑誌や学会発表での公表するためのデータ作成

第 23 回 実験

研究成果を学術雑誌や学会発表での公表するためのデータ作成

第 24 回 実験

研究成果を学術雑誌や学会発表での公表するためのデータ作成

第 25 回 実験

研究成果を学術雑誌や学会発表での公表するためのデータ作成

第 26 回 実験

研究成果を学術雑誌や学会発表での公表するためのデータ作成

第 27 回 実験

研究成果を学術雑誌や学会発表での公表するためのデータ作成

第 28 回 まとめ

実験結果の発表、討論

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 1 時間を標準とします。】 実験システムとデータの点検

【テキスト（教科書）】

なし

【参考書】

学術雑誌など

【成績評価の方法と基準】

平常点 (20) 論文執筆 (40) 発表 (40)

【学生の意見等からの気づき】

段階を踏んだ実験計画が重要

【Outline (in English)】

Creating experiment data for publication of research results in academic journals and presentations. To prepare experimental data for research in the fields of circuit engineering, energy engineering, communication engineering, control engineering, and materials and properties. Evaluation will be based on 20% of normal score, 40% of paper, and 40% of presentation.

ELC500X2

制御工学コアスタディ

伊藤 一之、中村 壮亮

単位数：2 単位 | 開講時期：春学期授業/Spring

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

自立した研究者が備えるべき汎用スキルである問題発見能力・問題解決能力を高めるとともに、応用寄りの立ち位置で研究に取り組むシステム制御分野の研究者に求められるであろうシーズ技術の具現化能力を磨く。

【到達目標】

システム制御分野の自立した研究者に成長するため、以下の7項目を幅広く実践する。

1. 先行研究調査、市場調査
2. 要件定義、要求仕様
3. 機能設計、システム設計
4. コア技術の理論構築、仮説提唱
5. シミュレーション、実験
6. 評価
7. 科学技術文書の作成

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」「DP4」「DP5」に関連

【授業の進め方と方法】

システム制御分野の研究活動のチェックポイントである（到達目標の欄で挙げた）7項目について、自身の博士研究と照らし合わせる形で確認する。

課題等のフィードバックはオフィスアワーに行う

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】あり / Yes

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|------|-----------|---|
| 第1回 | ガイダンス | 本講義の内容について周知する。 |
| 第2回 | 先行研究調査 | 新規性・実用性とも期待できる研究課題を設定出来ているかを確認し、論文調査の力点、結果のまとめ方を習得する。 |
| 第3回 | 市場調査 | 応用の際には市場に受け入れられる研究内容であるかを確認し、市場調査で参考にすべき資料や注目すべきポイントについて習得する。 |
| 第4回 | 要件定義 | 要件定義（どのような機能を実現するか）を明確に書き下すための方法論を習得する。 |
| 第5回 | 要求仕様 | 機能に求められる具体的な性能目標（スペック）を書き下す方法論を習得する。 |
| 第6回 | 機能設計 | 要素機能を実現するための設計論について学ぶ。 |
| 第7回 | システム設計 | 要素機能を統合したシステムを実現するための設計論について学ぶ。 |
| 第8回 | コア技術の理論構築 | シーズ技術の理論部分について妥当性を確認する。 |
| 第9回 | 仮説提唱 | （実験前に）予測できない部分を明確にし、その部分に対して立てている仮説の妥当性を確認する。 |
| 第10回 | シミュレーション | 使用するシミュレータについて妥当性を確認する。 |

第11回 実験

実験のプロトコルについて妥当性を確認する。

第12回 評価

時間応答の場合は応答性・安定性などの時系列評価、人間を対象とする場合は統計評価など、研究内容に即した評価方法の妥当性を確認する。

第13回 科学技術文書の作成

得られた知見を論文（や特許）としてまとめあげる作法を学び、実践する。

第14回 まとめ

本講義で学習した7項目について総復習する。

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】準備学習：自身の研究活動の中から毎回のテーマに沿った内容を発表形式にまとめる。

復習：講義で学んだ内容を復習し、自身の研究活動に活かす。

【本授業の準備・学習時間は、各4時間を標準とします。】

【テキスト（教科書）】

毎回のテーマに沿って指示する

【参考書】

毎回のテーマに沿って指示する

【成績評価の方法と基準】

毎回の発表内容とディスカッションを通して評価を行う

【学生の意見等からの気づき】

アンケート非実施科目

【学生が準備すべき機器他】

特になし

【Outline (in English)】

- Course Outline & Learning Objectives

Problem discovery and problem-solving abilities, which are general skills among skillful researchers in the field of control engineering are trained through the course.

- Learning activities outside of classroom

Training for at least four hours a week.

- Grading Criteria

Students who gained the skills set in the course to enough level will be graded as passing.

ELC700X2

回路工学特別研究 1・2・3

安田 彰

単位数：3 単位 | 開講時期：年間授業/Yearly

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

最先端の回路工学について学ぶ

【到達目標】

最先端の回路工学についての知識を身につける

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」「DP4」「DP5」に関連

【授業の進め方と方法】

講義、演習、授業内での発表により授業を進める

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】
なし/No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし/No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|--------|------------|------------------------|
| 第 1 回 | アドバンスト回路理論 | 最先端の回路理論について学ぶ(1) |
| 第 2 回 | アドバンスト回路理論 | 最先端の回路理論について学ぶ(2) |
| 第 3 回 | アドバンスト回路理論 | 最先端の回路理論について学ぶ(3) |
| 第 4 回 | アドバンスト回路理論 | 最先端の回路理論について学ぶ(4) |
| 第 5 回 | アドバンスト回路理論 | 最先端の回路理論について学ぶ(5) |
| 第 6 回 | アドバンスト回路理論 | 最先端の回路理論について学ぶ(6) |
| 第 7 回 | アドバンスト回路理論 | 最先端の回路理論について学ぶ(7) |
| 第 8 回 | アドバンスト応用回路 | 最先端の応用回路について学ぶ(1) |
| 第 9 回 | アドバンスト応用回路 | 最先端の応用回路について学ぶ(2) |
| 第 10 回 | アドバンスト応用回路 | 最先端の応用回路について学ぶ(3) |
| 第 11 回 | アドバンスト応用回路 | 最先端の応用回路について学ぶ(4) |
| 第 12 回 | アドバンスト応用回路 | 最先端の応用回路について学ぶ(5) |
| 第 13 回 | アドバンスト応用回路 | 最先端の応用回路について学ぶ(6) |
| 第 14 回 | アドバンスト応用回路 | 最先端の応用回路について学ぶ(7) |
| 第 15 回 | 文献講読、研究発表 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 16 回 | 文献講読、研究発表 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 17 回 | 文献講読、研究発表 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 18 回 | 文献講読、研究発表 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 19 回 | 文献講読、研究発表 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 20 回 | 文献講読、研究発表 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 21 回 | 文献講読、研究発表 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |

| | | |
|--------|-----------|------------------------|
| 第 22 回 | 文献講読、研究発表 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 23 回 | 文献講読、研究発表 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 24 回 | 文献講読、研究発表 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 25 回 | 文献講読、研究発表 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 26 回 | 文献講読、研究発表 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 27 回 | 文献講読、研究発表 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 28 回 | 文献講読、研究発表 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 3 時間を標準とします。】講義内で提示される資料に基づいて授業時間外の学習を行う。

【テキスト（教科書）】

講義内で提示する。

【参考書】

特になし。

【成績評価の方法と基準】

平常点 100%

【学生の意見等からの気づき】

特になし。

【Outline (in English)】

The aim of this course is to help students acquire an understanding of state-of-the-art of the circuit technology.

ELC700X2

回路工学特別実験 1・2・3

安田 彰

単位数：2 単位 | 開講時期：年間授業/Yearly

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

実験を通して最先端の回路工学について学ぶ

【到達目標】

最先端の回路工学についての知識を身につける

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」「DP4」「DP5」に関連

【授業の進め方と方法】

実験、演習、授業内での発表により授業を進める

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】
なし/No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】
なし/No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|--------|------------------|---|
| 第 1 回 | アドバンスト回路理論 (1) | 実験を通して最先端の回路理論について学ぶ |
| 第 2 回 | アドバンスト回路理論 (2) | 実験を通して最先端の回路理論について学ぶ |
| 第 3 回 | アドバンスト回路理論 (3) | 実験を通して最先端の回路理論について学ぶ |
| 第 4 回 | アドバンスト回路理論 (4) | 実験を通して最先端の回路理論について学ぶ |
| 第 5 回 | アドバンスト回路理論 (5) | 実験を通して最先端の回路理論について学ぶ |
| 第 6 回 | アドバンスト回路理論 (6) | 実験を通して最先端の回路理論について学ぶ |
| 第 7 回 | アドバンスト回路理論 (7) | 実験を通して最先端の回路理論について学ぶ |
| 第 8 回 | アドバンスト応用回路実験 (1) | 実験を通して最先端の応用回路について学ぶ |
| 第 9 回 | アドバンスト応用回路実験 (2) | 実験を通して最先端の応用回路について学ぶ |
| 第 10 回 | アドバンスト応用回路実験 (3) | 実験を通して最先端の応用回路について学ぶ |
| 第 11 回 | アドバンスト応用回路実験 (4) | 実験を通して最先端の応用回路について学ぶ |
| 第 12 回 | アドバンスト応用回路実験 (5) | 実験を通して最先端の応用回路について学ぶ |
| 第 13 回 | アドバンスト応用回路実験 (6) | 実験を通して最先端の応用回路について学ぶ |
| 第 14 回 | アドバンスト応用回路実験 (7) | 実験を通して最先端の応用回路について学ぶ |
| 第 15 回 | 博士論文作成に向けた実験 | 研究計画に従って、実験を行う。その結果を検証し、教員と議論するとともに、次のステップの実験方針を検討する。 |
| 第 16 回 | 博士論文作成に向けた実験 | 研究計画に従って、実験を行う。その結果を検証し、教員と議論するとともに、次のステップの実験方針を検討する。 |
| 第 17 回 | 博士論文作成に向けた実験 | 研究計画に従って、実験を行う。その結果を検証し、教員と議論するとともに、次のステップの実験方針を検討する。 |

| | | |
|--------|--------------|---|
| 第 18 回 | 博士論文作成に向けた実験 | 研究計画に従って、実験を行う。その結果を検証し、教員と議論するとともに、次のステップの実験方針を検討する。 |
| 第 19 回 | 博士論文作成に向けた実験 | 研究計画に従って、実験を行う。その結果を検証し、教員と議論するとともに、次のステップの実験方針を検討する。 |
| 第 20 回 | 博士論文作成に向けた実験 | 研究計画に従って、実験を行う。その結果を検証し、教員と議論するとともに、次のステップの実験方針を検討する。 |
| 第 21 回 | 博士論文作成に向けた実験 | 研究計画に従って、実験を行う。その結果を検証し、教員と議論するとともに、次のステップの実験方針を検討する。 |
| 第 22 回 | 博士論文作成に向けた実験 | 研究計画に従って、実験を行う。その結果を検証し、教員と議論するとともに、次のステップの実験方針を検討する。 |
| 第 23 回 | 博士論文作成に向けた実験 | 研究計画に従って、実験を行う。その結果を検証し、教員と議論するとともに、次のステップの実験方針を検討する。 |
| 第 24 回 | 博士論文作成に向けた実験 | 研究計画に従って、実験を行う。その結果を検証し、教員と議論するとともに、次のステップの実験方針を検討する。 |
| 第 25 回 | 博士論文作成に向けた実験 | 研究計画に従って、実験を行う。その結果を検証し、教員と議論するとともに、次のステップの実験方針を検討する。 |
| 第 26 回 | 博士論文作成に向けた実験 | 研究計画に従って、実験を行う。その結果を検証し、教員と議論するとともに、次のステップの実験方針を検討する。 |
| 第 27 回 | 博士論文作成に向けた実験 | 研究計画に従って、実験を行う。その結果を検証し、教員と議論するとともに、次のステップの実験方針を検討する。 |
| 第 28 回 | 博士論文作成に向けた実験 | 研究計画に従って、実験を行う。その結果を検証し、教員と議論するとともに、次のステップの実験方針を検討する。 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 1 時間を標準とします。】講義内で提示される資料に基づいて授業時間外の学習を行う。

【テキスト（教科書）】

講義内で提示する。

【参考書】

特になし。

【成績評価の方法と基準】

平常点 100%

【学生の意見等からの気づき】

特になし。

【Outline (in English)】

The aim of this course is to help students acquire an understanding of state-of-the-art of the circuit technology through experiments.

ELC700X2

制御工学特別研究 1・2・3

中村 壮亮

単位数：3 単位 | 開講時期：年間授業/Yearly

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

高度なロボットシステムを対象として、ハードウェア（センサ・アクチュエータ）およびソフトウェア（信号処理・制御系）の両面から考察し、新機能の提案に結び付けるとともに、実装に向けた基本知識・方法論を体得する。

【到達目標】

高度なロボットシステムにおいて、新機能の提案、要件定義や要求仕様の決定、基礎技術や設計論など実装技術の習得を実施する。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」「DP4」「DP5」に関連

【授業の進め方と方法】

高度なロボットシステムにおいて、新機能の提案、要件定義や要求仕様の決定、基礎技術や設計論など実装技術の習得を実施するため、市場調査、学術文献調査、専門書調査などを行う。適宜、教員が口頭にてフィードバックを与える。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】あり / Yes

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|--------|----------|---|
| 第 1 回 | ガイダンス | 本講義の内容について周知する。 |
| 第 2 回 | 先行研究調査 1 | 先行研究調査やブレインストーミングを通して、新規性・実用性とも期待できる新機能を提案する。 |
| 第 3 回 | 先行研究調査 2 | 先行研究調査やブレインストーミングを通して、新規性・実用性とも期待できる新機能を提案する。 |
| 第 4 回 | 先行研究調査 3 | 先行研究調査やブレインストーミングを通して、新規性・実用性とも期待できる新機能を提案する。 |
| 第 5 回 | 要件定義 1 | 要件定義（どのような機能を実現するか）を明確に書き下す。 |
| 第 6 回 | 要件定義 2 | 要件定義（どのような機能を実現するか）を明確に書き下す。 |
| 第 7 回 | 先行研究調査 4 | 先行研究調査やブレインストーミングを通して、新規性・実用性とも期待できる新機能を提案する。 |
| 第 8 回 | 先行研究調査 5 | 先行研究調査やブレインストーミングを通して、新規性・実用性とも期待できる新機能を提案する。 |
| 第 9 回 | 先行研究調査 6 | 先行研究調査やブレインストーミングを通して、新規性・実用性とも期待できる新機能を提案する。 |
| 第 10 回 | 先行研究調査 7 | 先行研究調査やブレインストーミングを通して、新規性・実用性とも期待できる新機能を提案する。 |
| 第 11 回 | 先行研究調査 8 | 先行研究調査やブレインストーミングを通して、新規性・実用性とも期待できる新機能を提案する。 |
| 第 12 回 | 要件定義 3 | 要件定義（どのような機能を実現するか）を明確に書き下す。 |
| 第 13 回 | 要件定義 4 | 要件定義（どのような機能を実現するか）を明確に書き下す。 |
| 第 14 回 | まとめ | これまでの先行研究調査の結果を踏まえて、提案する新機能の要件定義をまとめる。 |

第 15 回 市場調査 1

応用の際には市場に受け入れられる機能であるかを確認する。性能のみならずコストなども考慮した現実的なスペックに対して市場導入の可能性を議論する。

第 16 回 市場調査 2

応用の際には市場に受け入れられる機能であるかを確認する。性能のみならずコストなども考慮した現実的なスペックに対して市場導入の可能性を議論する。

第 17 回 要件仕様 1

機能に求められる具体的な性能目標（スペック）を書き下す。

第 18 回 要件仕様 2

機能に求められる具体的な性能目標（スペック）を書き下す。

第 19 回 センシング技術の習得 1

関連する計測技術について学習する。

第 20 回 センシング技術の習得 2

関連する計測技術について学習する。

第 21 回 機械学習技術の習得 1

関連する機械学習の技術について学習する。

第 22 回 機械学習技術の習得 2

関連する機械学習の技術について学習する。

第 23 回 アクチュエーション技術の習得 1

関連するアクチュエーションの技術について学習する。

第 24 回 アクチュエーション技術の習得 2

関連するアクチュエーションの技術について学習する。

第 25 回 システム統合技術 1

プログラミング（通信・組み込み・スクリプト・UI）や回路実装（回路解析・設計・実装（基盤加工など含む））を広く学習する。

第 26 回 システム統合技術 2

プログラミング（通信・組み込み・スクリプト・UI）や回路実装（回路解析・設計・実装（基盤加工など含む））を広く学習する。

第 27 回 システム統合技術 3

プログラミング（通信・組み込み・スクリプト・UI）や回路実装（回路解析・設計・実装（基盤加工など含む））を広く学習する。

第 28 回 まとめ

要求仕様の明確化および実装に要する諸知識の網羅的な学習に関して、実施した内容を整理・復習する。

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 3 時間を標準とします。】準備学習：テーマに沿った内容を学習し、発表資料を用意する。復習：講義で学んだ内容を復習し、自身の研究活動に活かす。

【テキスト（教科書）】

毎回のテーマに沿って指示する

【参考書】

毎回のテーマに沿って指示する

【成績評価の方法と基準】

毎回の発表内容とディスカッションを通して評価を行う

【学生の意見等からの気づき】

アンケート非実施科目

【Outline (in English)】

- Course Outline & Learning Objectives

Skills of hardware and software design of the intelligent robot system are trained.

- Learning activities outside of classroom

Training for at least four hours a week.

- Grading Criteria

Students who gained the skills set in the course to enough level will be graded as passing.

ELC700X2

制御工学特別実験 1・2・3

中村 壮亮

単位数：2 単位 | 開講時期：年間授業/Yearly

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

制御工学特別研究で学んだことを実践するために、ロボットシステムを実装・評価する。システムの実装に先立ち、可能な限りのモデル化とシミュレーションによる事前確認を行う。そして、これらの知見を踏まえて、実際のシステム実装および性能評価を行う。

【到達目標】

AH システムの実装・評価の方法について実践を通して習得する。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」「DP4」「DP5」に関連

【授業の進め方と方法】

制御工学特別研究では、本講義で実装を目指すロボットシステムの要件定義・要求仕様を固めるとともに、必要技術の学習に着手している。

そこで、本講義では、その要件定義・要求仕様を満たすようにシステムの設計を行い、各種技術を導入して実装し、性能評価までを行う。適宜、教員が口頭にてフィードバックを与える。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

あり / Yes

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|-------|----------|---|
| 第 1 回 | ガイダンス | 本講義の内容について周知する。 |
| 第 2 回 | システム設計 1 | システムアーキテクチャと動作フロー（機能のフローや状態遷移（適応的なものでは必須））および、ハードウェア・ソフトウェアなどの構成要素を明確にする。 |
| 第 3 回 | システム設計 2 | システムアーキテクチャと動作フロー（機能のフローや状態遷移（適応的なものでは必須））および、ハードウェア・ソフトウェアなどの構成要素を明確にする。 |
| 第 4 回 | システム設計 3 | システムアーキテクチャと動作フロー（機能のフローや状態遷移（適応的なものでは必須））および、ハードウェア・ソフトウェアなどの構成要素を明確にする。 |
| 第 5 回 | システム設計 4 | システムアーキテクチャと動作フロー（機能のフローや状態遷移（適応的なものでは必須））および、ハードウェア・ソフトウェアなどの構成要素を明確にする。 |
| 第 6 回 | システム設計 5 | システムアーキテクチャと動作フロー（機能のフローや状態遷移（適応的なものでは必須））および、ハードウェア・ソフトウェアなどの構成要素を明確にする。 |
| 第 7 回 | システム設計 6 | システムアーキテクチャと動作フロー（機能のフローや状態遷移（適応的なものでは必須））および、ハードウェア・ソフトウェアなどの構成要素を明確にする。 |

| | | |
|--------|--------------------------|---|
| 第 8 回 | システム設計 7 | システムアーキテクチャと動作フロー（機能のフローや状態遷移（適応的なものでは必須））および、ハードウェア・ソフトウェアなどの構成要素を明確にする。 |
| 第 9 回 | システム設計 8 | システムアーキテクチャと動作フロー（機能のフローや状態遷移（適応的なものでは必須））および、ハードウェア・ソフトウェアなどの構成要素を明確にする。 |
| 第 10 回 | システム実装 1 | 計測・学習・制御などの専門知識および回路実装やプログラミングのスキルを活かし、システムを実装する。 |
| 第 11 回 | システム実装 2 | 計測・学習・制御などの専門知識および回路実装やプログラミングのスキルを活かし、システムを実装する。 |
| 第 12 回 | システム実装 3 | 計測・学習・制御などの専門知識および回路実装やプログラミングのスキルを活かし、システムを実装する。 |
| 第 13 回 | システム実装 4 | 計測・学習・制御などの専門知識および回路実装やプログラミングのスキルを活かし、システムを実装する。 |
| 第 14 回 | システム実装 5 | 計測・学習・制御などの専門知識および回路実装やプログラミングのスキルを活かし、システムを実装する。 |
| 第 15 回 | システム実装 6 | 計測・学習・制御などの専門知識および回路実装やプログラミングのスキルを活かし、システムを実装する。 |
| 第 16 回 | システム実装 7 | 計測・学習・制御などの専門知識および回路実装やプログラミングのスキルを活かし、システムを実装する。 |
| 第 17 回 | システム実装 8 | 計測・学習・制御などの専門知識および回路実装やプログラミングのスキルを活かし、システムを実装する。 |
| 第 18 回 | システム実装 9 | 計測・学習・制御などの専門知識および回路実装やプログラミングのスキルを活かし、システムを実装する。 |
| 第 19 回 | システム実装 10 | 計測・学習・制御などの専門知識および回路実装やプログラミングのスキルを活かし、システムを実装する。 |
| 第 20 回 | システム評価 1 (実験プロトコルの決定) | 実験のプロトコルを決定 (被験者数・層、手順、収集するデータとその評価方法など) |
| 第 21 回 | システム評価 2 (実験プロトコルの決定) | 実験のプロトコルを決定 (被験者数・層、手順、収集するデータとその評価方法など) |
| 第 22 回 | システム評価 3 (実験) | (必要であれば被験者も募る形で) 実験を行う |
| 第 23 回 | システム評価 4 (実験) | (必要であれば被験者も募る形で) 実験を行う |
| 第 24 回 | システム評価 5 (実験) | (必要であれば被験者も募る形で) 実験を行う |

| | | |
|--------|--------------------|---|
| 第 25 回 | システム評価6 (結果の解析) | 統計評価を実施 (各種検定や分散分析や多変量解 析などを実施する) |
| 第 26 回 | システム評価7 (結果の解析) | 統計評価を実施 (各種検定や分散分析や多変量解 析などを実施する) |
| 第 27 回 | 結果の文書化 | 得られた知見を文書化する |
| 第 28 回 | まとめ | 本講義で実施した内容を振り返 り、整理する。 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 1 時間を標準とします。】準備学習
：毎回のテーマに沿った内容を実施し、発表資料を用意する。
復習：講義で学んだ内容を復習し、自身の研究活動に活かす。

【テキスト（教科書）】

毎回のテーマに沿って指示する

【参考書】

毎回のテーマに沿って指示する

【成績評価の方法と基準】

毎回の発表内容とディスカッションを通して評価を行う

【学生の意見等からの気づき】

アンケート非実施科目

【Outline (in English)】

- Course Outline & Learning Objectives

Implement and evaluate the robotic system to practice what you learned in the previous lecture, control engineering special research. Prior to implementation of the system, we carry out preliminary confirmation through modeling and simulation (although there are limits to include humans). Based on these findings, actual system implementation and performance evaluation are carried out.

- Learning activities outside of classroom

Training for at least four hours a week.

- Grading Criteria

Students who gained the skills set in the course to enough level will be graded as passing.

ELC700X2

エネルギー工学特別研究 1・2・3

岡本 吉史

単位数：3 単位 | 開講時期：年間授業/Yearly

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

最先端の電磁気工学，計算工学について学ぶ。

【到達目標】

最先端の電磁気工学，計算工学を修得する。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」「DP4」「DP5」に関連

【授業の進め方と方法】

講義，演習，授業内での発表により授業を進める。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】
なし/No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】
なし/No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|-----------------|-------------------|--------------------------|
| 先進電 磁気工 学 | 最先端の電磁気工学を 学ぶ。 | 電磁気応用，電気機器設計，電磁 界数値解析 |
| 先進電 磁気工 学 | 最先端の電磁気工学を 学ぶ。 | 電磁気応用，電気機器設計，電磁 界数値解析 |
| 先進電 磁気工 学 | 最先端の電磁気工学を 学ぶ。 | 電磁気応用，電気機器設計，電磁 界数値解析 |
| 先進電 磁気工 学 | 最先端の電磁気工学を 学ぶ。 | 電磁気応用，電気機器設計，電磁 界数値解析 |
| 先進電 磁気工 学 | 最先端の電磁気工学を 学ぶ。 | 電磁気応用，電気機器設計，電磁 界数値解析 |
| 先進電 磁気工 学 | 最先端の電磁気工学を 学ぶ。 | 電磁気応用，電気機器設計，電磁 界数値解析 |
| 先進電 磁気工 学 | 最先端の電磁気工学を 学ぶ。 | 電磁気応用，電気機器設計，電磁 界数値解析 |
| 先進電 磁気工 学 | 最先端の電磁気工学を 学ぶ。 | 電磁気応用，電気機器設計，電磁 界数値解析 |
| 先進電 磁気工 学 | 最先端の電磁気工学を 学ぶ。 | 電磁気応用，電気機器設計，電磁 界数値解析 |
| 先進電 磁気工 学 | 最先端の電磁気工学を 学ぶ。 | 電磁気応用，電気機器設計，電磁 界数値解析 |
| 先進電 磁気工 学 | 最先端の電磁気工学を 学ぶ。 | 電磁気応用，電気機器設計，電磁 界数値解析 |
| 先進電 磁気工 学 | 最先端の電磁気工学を 学ぶ。 | 電磁気応用，電気機器設計，電磁 界数値解析 |
| 先進電 磁気工 学 | 最先端の電磁気工学を 学ぶ。 | 電磁気応用，電気機器設計，電磁 界数値解析 |

| | | |
|-------------------|---------|-----------|
| 文献講 読・研 究発表 | 博士論文作成法 | 文献購読，研究発表 |
| 文献講 読・研 究発表 | 博士論文作成法 | 文献購読，研究発表 |
| 文献講 読・研 究発表 | 博士論文作成法 | 文献購読，研究発表 |
| 文献講 読・研 究発表 | 博士論文作成法 | 文献購読，研究発表 |
| 文献講 読・研 究発表 | 博士論文作成法 | 文献購読，研究発表 |
| 文献講 読・研 究発表 | 博士論文作成法 | 文献購読，研究発表 |
| 文献講 読・研 究発表 | 博士論文作成法 | 文献購読，研究発表 |
| 文献講 読・研 究発表 | 博士論文作成法 | 文献購読，研究発表 |
| 文献講 読・研 究発表 | 博士論文作成法 | 文献購読，研究発表 |
| 文献講 読・研 究発表 | 博士論文作成法 | 文献購読，研究発表 |
| 文献講 読・研 究発表 | 博士論文作成法 | 文献購読，研究発表 |
| 文献講 読・研 究発表 | 博士論文作成法 | 文献購読，研究発表 |
| 文献講 読・研 究発表 | 博士論文作成法 | 文献購読，研究発表 |
| 文献講 読・研 究発表 | 博士論文作成法 | 文献購読，研究発表 |
| 文献講 読・研 究発表 | 博士論文作成法 | 文献購読，研究発表 |
| 文献講 読・研 究発表 | 博士論文作成法 | 文献購読，研究発表 |
| 文献講 読・研 究発表 | 博士論文作成法 | 文献購読，研究発表 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】
【本授業の準備・復習時間は、各 3 時間を標準とします。】

【テキスト（教科書）】
講義内で提示する。

【参考書】
特になし。

【成績評価の方法と基準】
平常点に基づき，成績を評価する。

【学生の意見等からの気づき】
特になし。

【学生が準備すべき機器他】
特になし。

【その他の重要事項】
特になし。

【Outline (in English)】

The objective of this lecture is to learn the state of the arts regarding the electromagnetics engineering and computational engineering and science.

ELC700X2

エネルギー工学特別実験 1・2・3

岡本 吉史

単位数：2 単位 | 開講時期：年間授業/Yearly

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

ハードウェア、ソフトウェア双方を活用し、最先端の電磁気工学について学ぶ。

【到達目標】

ハードウェア、ソフトウェア双方を活用し、最先端の電磁気工学を修得する。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」「DP4」「DP5」に関連

【授業の進め方と方法】

主として、実験・演習・研究発表に基づいて、講義を進める。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

なし/No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし/No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|---------|------------------------|----------------------|
| 先端電磁気工学 | 各種実験を通して、最先端の電磁気工学を学ぶ。 | 電磁気応用、電気機器設計、電磁界数値解析 |
| 先端電磁気工学 | 各種実験を通して、最先端の電磁気工学を学ぶ。 | 電磁気応用、電気機器設計、電磁界数値解析 |
| 先端電磁気工学 | 各種実験を通して、最先端の電磁気工学を学ぶ。 | 電磁気応用、電気機器設計、電磁界数値解析 |
| 先端電磁気工学 | 各種実験を通して、最先端の電磁気工学を学ぶ。 | 電磁気応用、電気機器設計、電磁界数値解析 |
| 先端電磁気工学 | 各種実験を通して、最先端の電磁気工学を学ぶ。 | 電磁気応用、電気機器設計、電磁界数値解析 |
| 先端電磁気工学 | 各種実験を通して、最先端の電磁気工学を学ぶ。 | 電磁気応用、電気機器設計、電磁界数値解析 |
| 先端電磁気工学 | 各種実験を通して、最先端の電磁気工学を学ぶ。 | 電磁気応用、電気機器設計、電磁界数値解析 |
| 先端電磁気工学 | 各種実験を通して、最先端の電磁気工学を学ぶ。 | 電磁気応用、電気機器設計、電磁界数値解析 |
| 先端電磁気工学 | 各種実験を通して、最先端の電磁気工学を学ぶ。 | 電磁気応用、電気機器設計、電磁界数値解析 |
| 先端電磁気工学 | 各種実験を通して、最先端の電磁気工学を学ぶ。 | 電磁気応用、電気機器設計、電磁界数値解析 |
| 先端電磁気工学 | 各種実験を通して、最先端の電磁気工学を学ぶ。 | 電磁気応用、電気機器設計、電磁界数値解析 |
| 先端電磁気工学 | 各種実験を通して、最先端の電磁気工学を学ぶ。 | 電磁気応用、電気機器設計、電磁界数値解析 |
| 先端電磁気工学 | 各種実験を通して、最先端の電磁気工学を学ぶ。 | 電磁気応用、電気機器設計、電磁界数値解析 |
| 先端電磁気工学 | 各種実験を通して、最先端の電磁気工学を学ぶ。 | 電磁気応用、電気機器設計、電磁界数値解析 |
| 先端電磁気工学 | 各種実験を通して、最先端の電磁気工学を学ぶ。 | 電磁気応用、電気機器設計、電磁界数値解析 |
| 先端電磁気工学 | 各種実験を通して、最先端の電磁気工学を学ぶ。 | 電磁気応用、電気機器設計、電磁界数値解析 |
| 先端電磁気工学 | 各種実験を通して、最先端の電磁気工学を学ぶ。 | 電磁気応用、電気機器設計、電磁界数値解析 |
| 先端電磁気工学 | 各種実験を通して、最先端の電磁気工学を学ぶ。 | 電磁気応用、電気機器設計、電磁界数値解析 |
| 先端電磁気工学 | 各種実験を通して、最先端の電磁気工学を学ぶ。 | 電磁気応用、電気機器設計、電磁界数値解析 |

| | | |
|--------------|------------------------|-----------------------------|
| 先端電磁気工学 | 各種実験を通して、最先端の電磁気工学を学ぶ。 | 電磁気応用、電気機器設計、電磁界数値解析 |
| 博士論文執筆に向けた実験 | 電磁気工学実験 | 研究結果の検証・議論、新規性の発掘、学術論文の執筆技術 |
| 博士論文執筆に向けた実験 | 電磁気工学実験 | 研究結果の検証・議論、新規性の発掘、学術論文の執筆技術 |
| 博士論文執筆に向けた実験 | 電磁気工学実験 | 研究結果の検証・議論、新規性の発掘、学術論文の執筆技術 |
| 博士論文執筆に向けた実験 | 電磁気工学実験 | 研究結果の検証・議論、新規性の発掘、学術論文の執筆技術 |
| 博士論文執筆に向けた実験 | 電磁気工学実験 | 研究結果の検証・議論、新規性の発掘、学術論文の執筆技術 |
| 博士論文執筆に向けた実験 | 電磁気工学実験 | 研究結果の検証・議論、新規性の発掘、学術論文の執筆技術 |
| 博士論文執筆に向けた実験 | 電磁気工学実験 | 研究結果の検証・議論、新規性の発掘、学術論文の執筆技術 |
| 博士論文執筆に向けた実験 | 電磁気工学実験 | 研究結果の検証・議論、新規性の発掘、学術論文の執筆技術 |
| 博士論文執筆に向けた実験 | 電磁気工学実験 | 研究結果の検証・議論、新規性の発掘、学術論文の執筆技術 |
| 博士論文執筆に向けた実験 | 電磁気工学実験 | 研究結果の検証・議論、新規性の発掘、学術論文の執筆技術 |
| 博士論文執筆に向けた実験 | 電磁気工学実験 | 研究結果の検証・議論、新規性の発掘、学術論文の執筆技術 |
| 博士論文執筆に向けた実験 | 電磁気工学実験 | 研究結果の検証・議論、新規性の発掘、学術論文の執筆技術 |
| 博士論文執筆に向けた実験 | 電磁気工学実験 | 研究結果の検証・議論、新規性の発掘、学術論文の執筆技術 |
| 博士論文執筆に向けた実験 | 電磁気工学実験 | 研究結果の検証・議論、新規性の発掘、学術論文の執筆技術 |
| 博士論文執筆に向けた実験 | 電磁気工学実験 | 研究結果の検証・議論、新規性の発掘、学術論文の執筆技術 |
| 博士論文執筆に向けた実験 | 電磁気工学実験 | 研究結果の検証・議論、新規性の発掘、学術論文の執筆技術 |
| 博士論文執筆に向けた実験 | 電磁気工学実験 | 研究結果の検証・議論、新規性の発掘、学術論文の執筆技術 |
| 博士論文執筆に向けた実験 | 電磁気工学実験 | 研究結果の検証・議論、新規性の発掘、学術論文の執筆技術 |
| 博士論文執筆に向けた実験 | 電磁気工学実験 | 研究結果の検証・議論、新規性の発掘、学術論文の執筆技術 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各1時間を標準とします。】

【テキスト（教科書）】

特に指定しない。

【参考書】

特になし。

【成績評価の方法と基準】

平常点に基づいて、成績を評価する。

【学生の意見等からの気づき】

特になし。

【学生が準備すべき機器他】

特になし。

【その他の重要事項】

特になし。

【Outline (in English)】

The objective of this lecture is to understand the advanced electromagnetics engineering using both the hardware and software.

PRI500X3

離散アルゴリズム特論 1

李 磊

単位数：2 単位 | 開講時期：春学期授業/Spring

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

授業のテーマは下記の通りである。システムの概要、システムの性質、離散構造、組み合わせ計数、グラフの理論、(0,1) 行列、非負行列、M 行列、線形相補性問題、Toeplitz 行列、巡回行列、Vandermonde 行列、まとめ。

【到達目標】

離散アルゴリズムの基礎内容を理解でき、柔軟なアルゴリズム設計能力を身につけてもらう。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

情報処理および情報応用の分野で多く現れている離散システムの構造、性質およびその数学的背景を講義する。課題等に対し、授業期間中で回答における評価及び解説を行う。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

なし / No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|--------|----------------|----------------------------|
| 第 1 回 | システムの概要 | システム、離散システム、およびその応用背景 |
| 第 2 回 | システムの性質 | システムの複雑さ、システムの安定性 |
| 第 3 回 | 離散構造 | 離散構造の実例、解析 |
| 第 4 回 | 組み合わせ計数 | 組み合わせ計数問題の実例、解析法 |
| 第 5 回 | グラフの理論 (1) | 道と閉路、オイラーグラフ、ハミルトングラフ |
| 第 6 回 | グラフの理論 (2) | 木の性質、木の数え上げ、応用 |
| 第 7 回 | (0,1) 行列 | (0,1) 行列の性質、応用 |
| 第 8 回 | 非負行列 | 非負行列の理論、性質 |
| 第 9 回 | M 行列 | M 行列の性質、判別法 |
| 第 10 回 | 線形相補性問題 | 線形相補性問題、性質、解法 |
| 第 11 回 | Toeplitz 行列 | Toeplitz 行列の定義、性質、高速アルゴリズム |
| 第 12 回 | 巡回行列 | 巡回行列の性質、畳み込み |
| 第 13 回 | Vandermonde 行列 | Vandermonde 行列の性質、数式処理への応用 |
| 第 14 回 | まとめ | まとめ |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】線形代数、行列理論に関する内容を復習すること

【テキスト（教科書）】

随時に資料配布する。

【参考書】

特になし

【成績評価の方法と基準】

授業での学習状況や参加度（30%）も考慮し、期末のレポートの成績（70%）で評価する。6 割以上の得点を合格基準とする。

【学生の意見等からの気づき】

実用の例題及び演習を充実させる。

【学生が準備すべき機器他】

液晶プロジェクター等を利用する。

【その他の重要事項】

特になし。

【Outline (in English)】

This lecture will include the following topics : Overview of the system, Properties of the system, Discrete structures, Combinational counting, Graph theory, (0,1) matrix, Non-negative matrix, M matrix, LCP, Toeplitz matrix, Circulant matrix, Circulant matrix, etc. The goal is learning foundation of discrete algorithms and efficient program technology. Linear algebra and matrix theory is needed for preparation using about 4 hours outside of the class. Grading criteria is based on the score of final report document, 60% or more completeness is needed for pass.

PRI500X3

離散アルゴリズム特論2

李 磊

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

授業のテーマは下記の通りである。計算機と計算のモデル、計算の複雑さと安定性、グラフ探索、ネットワークの構造評価、暗号アルゴリズム、整数アルゴリズム、高速フーリエ変換、高速多項式アルゴリズム、遺伝的アルゴリズム基礎、遺伝的アルゴリズム応用、ソフトコンピューティング、まとめ。

【到達目標】

離散アルゴリズムの応用例を紹介し、様々な分野での離散アルゴリズムの設計能力を身につけてもらう。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

離散システムの特徴を生かした高効率なアルゴリズムおよびその応用例を講義する。高速アルゴリズムの一般設計技法とその計算複雑さの限界解析も論ずる。課題等に対し、授業期間中で回答における評価及び解説を行う。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】
なし / No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|--------|-----------------|--------------------------|
| 第 1 回 | 計算機と計算のモデル | 計算機の種類、アルゴリズムの種類 |
| 第 2 回 | 計算の複雑さと安定性 | 計算の評価基準、計算の複雑さ、計算の安定性 |
| 第 3 回 | グラフ探索 | グラフ探索アルゴリズムとその応用 |
| 第 4 回 | ネットワークの構造評価 | 並列計算機相互結合網の設計例とその評価 |
| 第 5 回 | 暗号アルゴリズム | 整数論基礎と基本的暗号アルゴリズム |
| 第 6 回 | 整数アルゴリズム | 整数乗算の高速アルゴリズム、多項式計算との関連性 |
| 第 7 回 | 高速フーリエ変換 | FFT、巡回たたみこみ、数論変換 |
| 第 8 回 | 高速多項式アルゴリズム | 多項式の乗算、除算 |
| 第 9 回 | 遺伝的アルゴリズム基礎 | 遺伝的アルゴリズムの基本原則、手順 |
| 第 10 回 | 遺伝的アルゴリズム応用 (1) | パターンマッチング |
| 第 11 回 | 遺伝的アルゴリズム応用 (2) | ニューラルネットワークの構造決定 |
| 第 12 回 | 遺伝的アルゴリズム応用 (3) | 人工生命へのアプローチ |
| 第 13 回 | ソフトコンピューティング | ファジー、ニューロコンピューティングの基礎 |
| 第 14 回 | まとめ | まとめ |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】 C または C++ プログラミング言語を復習すること

【テキスト（教科書）】

随時に資料配布する。

【参考書】

特になし

【成績評価の方法と基準】

授業での学習状況や参加度（30%）も考慮し、期末のレポートの成績（70%）で評価する。6 割以上の得点を合格基準とする。

【学生の意見等からの気づき】

演習問題も充実する。

【学生が準備すべき機器他】

液晶プロジェクター等を利用する。

【その他の重要事項】

特になし。

【Outline (in English)】

This lecture will include the following topics : Computers and computational model, Computational complexity and stability, Graph searching, Evaluation of the network structure, Coding algorithms, Integer algorithms, FFT, FPT, Simple GA and its application, Softcomputing, etc. The goal is learning applications of discrete algorithms and efficient program technology. C or C++ Programming Language is needed for preparation using about 4 hours outside of the class. Grading criteria is based on the final report document, 60% or more completeness is needed for pass.

PRI500X3

理論計算機科学特論 1

和佐 州洋

単位数：2 単位 | 開講時期：春学期授業/Spring

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

多項式時間で動作するような効率良いアルゴリズムを発見することは理論計算機科学における重要な問いの一つである。一方で、もしこのようなアルゴリズムを発見することが難しい場合、諦めるしかないのだろうか？本講義では、それでもなお厳密指数時間アルゴリズムという枠組みで、出来る限り諦めない方法について紹介する。

【到達目標】

本講義の到達目標は、厳密指数時間アルゴリズムを設計する手法の基本を知ることである。したがって、具体的には、下記の項目を達成目標とする。

- (1) 講義で導入されたいくつかの重要な定義を説明できる。
- (2) 厳密指数時間アルゴリズムを設計するための基本戦略を説明できる。
- (3) この分野で紹介される幾つかの定理について、自ら証明できる。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

本講義は、一つ一つの概念に関して丁寧に定義などにも説明すると同時に、実際に学生自ら手を動かして証明等を再構成できるように講義をすすめていく。また、受講者数が少ない場合には、輪講形式とする場合がある。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

なし/No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし/No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|--------|----------------|---------------------------------------|
| 第 1 回 | 導入 | 講義概要、簡単なアルゴリズムの紹介 |
| 第 2 回 | 分枝限定法 | k-SAT, 独立集合 |
| 第 3 回 | 動的計画法 | いくつかの簡単な例と TSP |
| 第 4 回 | 包除原理 (1) | 包除原理の基本と簡単な例 |
| 第 5 回 | 包除原理 (2) | 被覆問題や分割問題に対する具体的な例 |
| 第 6 回 | 木幅 (1) | 木幅の定義と木幅を用いた動的計画法 |
| 第 7 回 | 木幅 (2) | 準同型なグラフの数え上げ |
| 第 8 回 | 測度統治法 (1) | 測度統治法の基本、独立集合およびフィードバック頂点集合に対するアルゴリズム |
| 第 9 回 | 測度統治法 (2) | 支配集合に対するアルゴリズム、測度統治法の下界 |
| 第 10 回 | 集合の畳み込み | 高速ゼータ変換、高速な集合の畳み込み |
| 第 11 回 | 局所探索と SAT | ハミング空間とハミング距離を用いたアルゴリズム |
| 第 12 回 | Split and List | 問題の分割と統合を用いた高速なアルゴリズム |
| 第 13 回 | 時間計算量と空間計算量 | 時間計算量と空間計算量のトレードオフ |
| 第 14 回 | まとめ | 講義全体のまとめと関連する話題の紹介 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】

【テキスト（教科書）】

本講義は、下記の書籍を土台に構成している。ただし、購入する必要はない。

Fedor V. Fomin and Dieter Kratsch, "Exact Exponential Algorithms," Springer, 2010.

【参考書】

テキストに関連する文献情報が多数掲載されているため、それを参考にすること。

<https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-642-16533-7>

【成績評価の方法と基準】

中間レポート 40%, 及び期末レポート 60% で成績を評価する。到達目標に対して 60%以上の評価を得た場合合格となる。

【学生の意見等からの気づき】

昨年度は輪講形式で行った。今年度も学生の理解度・事前知識に応じて柔軟に対応する。

【学生が準備すべき機器他】

PDF を閲覧できる機器

【Outline (in English)】

Developing efficient algorithms that work in polynomial time is one of the important goals in theoretical computer science. On the other hand, if it is difficult to find such an algorithm, can we do nothing but give up? In this course, from the viewpoint of exact exponential time algorithms, we learn how to design better running time algorithms.

By the end of this lecture, students should be able to do the following: Students can explain several important definitions introduced in the lecture, can explain the basic strategies for designing exact exponential time algorithms, and can prove several basic problems in the field.

Before/after each class meeting, students will be expected to spend four hours to understand the course content.

Your overall grade in the class will be decided based on the following Mid-term report: 40%, and Term-end report: 60%.

PRI500X3

理論計算機科学特論2

和佐 州洋

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

理論計算機科学を学び始めてすぐに、自然な問題の多くは NP 困難であることに気が付く。このような問題に対して、我々は何もできないのだろうか。一見すると容易に解くことができないように見える問題も、問題に潜むある種の特徴に着目すると、限定された状況においては効率よいアルゴリズムが存在することを示すことができる。本講義では、このようなアルゴリズムの構築技法に関して、パラメータという観点からその基礎を学ぶ。

【到達目標】

固定パラメータ容易性に関する基礎的な概念の習得を目指す。具体的には、Kernelization や Bounded search tree, Iterative compression などの技法を用いたアルゴリズムの構成方法を説明できること、木幅の定義と木幅を用いたアルゴリズムの構成方法を説明できること、固定パラメータの下での困難性の定義を説明できることを目標とする。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

本講義では、講義形式で基礎的な事項を学ぶ。さらに、授業中に適宜行われる演習問題を通じて理解度を把握する。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】
なし/No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】
なし/No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|--------|---------------------------|--|
| 第 1 回 | 導入 | 講義の概要、固定パラメータ容易性について |
| 第 2 回 | Kernelization (1) | 定義、簡単なカーネルの導入 |
| 第 3 回 | Kernelization (2) | Crown decomposition, expansion lemma |
| 第 4 回 | Bounded search trees (1) | Bounded search tree に関する基本的な考え方、頂点被覆に対するアルゴリズム |
| 第 5 回 | Bounded search trees (2) | Feedback vertex set, closest string に対するアルゴリズム |
| 第 6 回 | Iterative compression (1) | Iterative compression に対する基本的な考え方、Feedback vertex set に対するアルゴリズム (1) |
| 第 7 回 | Iterative compression (2) | Feedback vertex set に対するアルゴリズム (2), Odd cycle transversal に対するアルゴリズム |
| 第 8 回 | 中間試験 | 前半の内容に関する試験 |
| 第 9 回 | Dynamic programming | Set Cover, Steiner tree, Inclusion-exclusion principle を用いたアルゴリズム |
| 第 10 回 | Treewidth (1) | 木幅の定義, Weighted independent set と Steiner tree に対するアルゴリズム |
| 第 11 回 | Treewidth (2) | Courcelle の定理 |
| 第 12 回 | Treewidth (3) | Grid theorem, Bidimensionality |
| 第 13 回 | The W-hierarchy | 定義, Parameterized reduction, W[1] 完全な問題 |

第 14 回 The Exponential-Time Hypothesis ETH と SETH の定義, 古典的な結果との関係

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】

【テキスト（教科書）】

教科書は指定しない。

【参考書】

本講義は次の図書を参考にして授業を組み立てている。

Marek Cygan, Fedor V. Fomin, Lukasz Kowalik, Daniel Lokshantov, Dániel Marx, Marcin Pilipczuk, Michal Pilipczuk, and Saket Saurabh. Parameterized Algorithms, Springer International Publishing, 2015.

【成績評価の方法と基準】

レポート (60%) と 中間試験 (40%) で評価する。到達目標に対して、60% 以上の評価を獲得した学生を合格とする。

【学生の意見等からの気づき】

特になし

【Outline (in English)】

We often encounter intractable problems in our daily life. In this course, students learn how we deal with such problems. In particular, we learn how to develop efficient algorithms with respect to the parameters of problems. The aim of this course is that students understand the basics of parameterized algorithms.

By the end of this course, students should be able to do the following:

Students can explain basic techniques for developing parameterized algorithms.

Students can explain the definition of treewidth.

Students can explain the definition of the intractability of parameterized problems.

Before/after each class meeting, students will be expected to spend four hours to understand the course content.

Your overall grade in the class will be decided based on the following

Term-end report: 60%, Mid-term exam: 40%.

COT500X3

計算機システム工学特論2

和田 幸一

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

計算機をネットワークで結合した計算機ネットワーク上での分散計算システムの原理とその仕組み、特に、故障が発生するネットワーク上での分散計算のアルゴリズム設計技法である自己安定アルゴリズムに関する基礎的事項の学習を目的とする。

【到達目標】

分散システムのモデル、自己安定性の概念、その動機が説明できる。また、さまざまな分散計算モデル上での自己安定アルゴリズムや自己安定器の概念とその具体例を説明できる。さらに、システム上に故障が発生した場合の自己安定するまでの収束時間や局所自己安定性に関して実例を用いて説明できる。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

オンラインでの開講となった場合、オンライン授業の方法や各回の授業計画の変更、成績評価方法の変更などについては、学習支援システムでその都度提示する。

課題等の提出、フィードバックは学習支援システムを通じて行う予定です。

分散システムのモデル、分散システムの自己安定性、自己安定アルゴリズム、自己安定器、故障が発生した時のシステムの収束性、局所自己安定性、自己安定計算に関して、輪講形式で行う。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

なし/No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし/No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|--------|-----------------------------|---|
| 第 1 回 | オリエンテーション | 分散計算自己安定性とは、例題による分散アルゴリズム入門。 |
| 第 2 回 | 自己安定性の基礎的概念 1 | 分散システムのモデル、自己安定性の必要条件。 |
| 第 3 回 | 自己安定性の基礎的概念 2 | 自己安定の複雑さの尺度、乱択自己安定、自己安定アルゴリズムの具体例と正当性の証明技法。 |
| 第 4 回 | 自己安定性の動機付け | システムの初期化、故障によるシステムの任意状態からのアルゴリズム。 |
| 第 5 回 | いろいろな分散システムにおける自己安定アルゴリズム 1 | トークンパッシングモデル上の自己安定アルゴリズム。 |
| 第 6 回 | いろいろな分散システムにおける自己安定アルゴリズム 2 | データリンクアルゴリズム |
| 第 7 回 | いろいろな分散システムにおける自己安定アルゴリズム 3 | 自己安定ランク付けアルゴリズム |
| 第 8 回 | いろいろな分散システムにおける自己安定アルゴリズム 4 | ID に基づく動的なシステム |
| 第 9 回 | いろいろな分散システムにおける自己安定アルゴリズム 5 | 自己安定同期器 |
| 第 10 回 | いろいろな分散システムにおける自己安定アルゴリズム 6 | 匿名システムにおける自己安定名前付けアルゴリズム |
| 第 11 回 | 自己安定器 | 再同期安定器、モニタリングトリセット法 |

第 12 回 システムの故障から安 デジタル時計の同期化、

定までの収束 1

第 13 回 システムの故障から安 ビザンチン故障に対する自己安定

定までの収束 2

化、非同期システムの自己安定

化。

第 14 回 局所自己安定性

超自己安定性、自己安定故障封じ込めアルゴリズム、エラー検出コードとエラーの修正。

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】(1) 毎回演習問題を出すので、それらを解き、レポートを提出する。

(2) 演習問題の発表担当者は、他の学生に理解させることを

念頭に置いてパワーポイント資料を作成すること。

本授業の準備・学習時間は、各 4 時間を標準とする。

【テキスト（教科書）】

Shlomi Dolev, Self-Stabilization, The MIT Press, 2000.

ISBN 0-262-04178-2.

【参考書】

講義時に紹介する。

【成績評価の方法と基準】

オンラインでの開講となった場合、成績評価の方法と基準も変更する場合があります。

その場合の具体的な方法と基準は、担当教員が学習支援システムで提示する。

(1) テスト、演習問題のレポート提出・発表、出席状況、質問への応答により評価する。

(2) 本科目において設定した到達目標の 60 % 以上達成した場合に合格とする。

【学生の意見等からの気づき】

特になし。

【その他の重要事項】

担当教員から、学習支援システムを通じた連絡がないか、日ごろから確認をよくするようにしてください。

【Outline (in English)】

【outline and objectives】

This lecture aims to learn the principle and mechanism of distributed computations on computer networks, in particular, basic items about self-stabilizing algorithms, which are algorithmic design methods for distributed computing in faulty computer networks.

【goal】

Explain models of distributed systems, the concept of self-stability, and its motivations. The concepts of self-stabilizing algorithms and self-stabilizers on various distributed computation models and their concrete examples can be explained. Furthermore, the convergence time to self-stability and local self-stability when a failure occurs in the system can be explained using real examples.

【learning outside the classroom】

4 hours per week.

【grading criteria】

assignments and reports: 80% presentation: 20%.

COT500X3

通信ネットワーク特論 1

上田 浩

単位数：2 単位 | 開講時期：春学期授業/Spring

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

通信ネットワークの基本的な動作を理解するために、インターネットをモデルとしてその原理とネットワークプロトコルを中心に学ぶ。ネットワーク内で何が起きているか、どのようにデータが転送されるのかを理解する。

【到達目標】

インターネットとLANの仕組みを理解し、ネットワーク設計を行うことができる基本技術を習得することを目標とする。特に、ルーティングを中心に学習する。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

インターネットに代表される情報通信ネットワークの仕組みを学習する。具体的には、まず、ネットワークの基本的な構造、通信の仕組み、プロトコルレイヤ構成をふり返る。次に、代表的なルーティングプロトコルを習得する。TCP/IPを中心にネットワークにおけるIPアドレスの構成やパケットルーティングについて学習する。また、アプリケーションレイヤについて、いくつかの具体的プロトコルの原理と動作を学ぶ。

課題に対するフィードバック（評価とコメント）を原則として課題を出題した次の授業までに迅速に行う。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり/Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】なし/No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|----|----------------|--|
| 1 | IP とルーティング (1) | IP パケットが目的地まで到着できる仕組みを学ぶ。 |
| 2 | IP とルーティング (2) | IP についてこれまで学んできた知識の確認を行う。 |
| 3 | ルーティングの概要 | デフォルトルート、スタティックルーティング、ダイナミックルーティングについて整理する |
| 4 | OSPF(1) | OSPF の概要とその特徴であるリンクステートプロトコルについて学ぶ |
| 5 | OSPF(2) | OSPF におけるルーティングテーブルの作成について学ぶ。 |
| 6 | OSPF(3) | OSPF のルータにおける設定例をとり上げる。 |
| 7 | OSPF(4) | OSPF のパケットフォーマットについて学ぶ。 |
| 8 | RIP(1) | RIP の概要と歴史、その特徴であるディスタンスベクター型アルゴリズムについて学ぶ。 |
| 9 | RIP(2) | RIP のルータにおける設定例をとり上げ、OSPF との比較を行う。 |
| 10 | RIP(3) | RIP のメッセージフォーマットについて学ぶ。 |
| 11 | BGP(1) | BGP-4 の概要と OSPF との違いについて学ぶ。 |
| 12 | BGP(2) | BGP-4 メッセージフォーマットについて学ぶ。 |
| 13 | BGP(3) | BGP-4 のパス属性について学ぶ。 |
| 14 | BGP(4) | BGP 運用の実例について学ぶ。 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】
課外レポート対応

【テキスト（教科書）】

授業中に提示するパワーポイント等

【参考書】

・金井他著「基本からわかる情報通信ネットワーク 講義ノート」オーム社
・情報処理技術者試験ネットワークスペシャリスト関連の参考書
・「マスタリング TCP/IP 入門編 第6版」（オーム社）
その他、必要に応じて講義中に紹介する。

【成績評価の方法と基準】

オンラインでの授業の場合

・毎回の小テスト、レポート等 → 50%程度
・最終回に行うオンラインテストと最終レポート → 50%程度
対面授業の場合
レポート（20%程度）、演習（20%程度）、期末試験（50%程度）、授業姿勢（10%程度）を総合的に判断して行う。

【学生の意見等からの気づき】

課題に対するフィードバックを迅速に行うように努める。

【学生が準備すべき機器他】

学習支援システム等を利用する。

【その他の重要事項】

オンライン開講になった場合の対応

・オンデマンド型講義とする
・セクションごとの学習目標を明示し、達成状況を評価に反映させる
実務経験

・大学の情報システム・ネットワークの管理運用
・ネットワークトラフィックの計測と分析
・クラウドシステムの企画と運用
・セキュリティポリシーの策定と運用・普及

授業の実施

・企業から講師を招き、実際の企業活動への理解を深める。
・実務経験を交えつつ、実践的な授業を行う。
・学問的なことだけでなく、企業の最先端の状況を伝え、重要性を把握させる。

【Outline (in English)】

Course outline: In order to understand a fundamental operation of a communication network, you learn the principle and network protocol of the Internet. You understand what has happened in the network, and how a data is transferred.

Learning Objectives:

The goals of this course are to obtain basic knowledge of routing protocols such as RIP, OSPF.

Learning activities outside of classroom:

Before/after each class meeting, students will be expected to spend four hours to understand the course content.

Grading Criteria /Policy:

Final grade will be calculated according to the following process
Assignment (50%), Online test/quiz (50%).

COT500X3

通信ネットワーク特論 2

谷本 茂明

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期集中/Intensive(Fall)

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

最初に、通信設計の基礎である状態遷移図とシーケンスについて学ぶ。さらに、原文(RFC)のプロトコル仕様を実際に読むことにより、仕様表現の仕方と読み方を習得し、通信技術開発における技術の表現方法と設計方法を学習する。

【到達目標】

通信プロトコルの英文スペックを理解できるようになり、それをもとにプログラムを設計できる基礎的な技術を身につけることを目標とする。また、スペックの基本的な読み方を学び、他のドキュメントを読むことができる応用力を身につける。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

通信ネットワーク特論 1 にて身につけた知識を踏まえ、具体的なプロトコルについての仕様について、さらに高度なプロトコルについて学ぶとともに、主に原典となる RFC 英文ドキュメントを分担して読み、その内容について、原文とともに内容をプレゼンテーションする（輪講）。英文力、調査検討力、未知の文章や論文の読解力を高める事も目的とする。なお、受講者数により実施方法を適宜調整する

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|----|--|--|
| 1 | ガイダンスおよび導入 | 講義概要説明、通信ネットワーク特論 1 のまとめと復習 |
| 2 | 通信、標準化とは | 通信ネットワークについて、プロトコルや通信仕様が決まる仕組み、IETF の RFC の読み方を学ぶ。 |
| 3 | 状態遷移図 | 通信プロトコル仕様としての状態遷移図を理解する。 |
| 4 | 状態遷移図演習 | 演習を通じて状態遷移の理解を深める。 |
| 5 | 公開鍵と認証の仕組み | 暗号理論の理解と、セキュアプロトコルとしての SSL,IPsec の仕組みを学ぶ。 |
| 6 | HTTP の仕組み | アプリケーションレイヤプロトコルとしての HTTP の仕組みを学ぶ。 |
| 7 | RFC793 TCP プロトコル仕様の RFC 原文(英文)の輪講(全体構成) | TCP プロトコル仕様の RFC793 原文(英文)の輪講: TCP/IP モデル、TCP の位置づけなどの全体構成の概要を学ぶ。 |
| 8 | RFC793 TCP プロトコル仕様の RFC 原文(英文)の輪講(Introduction) | TCP プロトコル仕様の RFC793 原文(英文)の輪講: 1. Introduction |
| 9 | RFC793 TCP プロトコル仕様の RFC 原文(英文)の輪講(Philosophy) | TCP プロトコル仕様の原 RFC793 原文(英文)の輪講: 2. Philosophy |
| 10 | RFC793 TCP プロトコル仕様の RFC 原文(英文)の輪講(Header Format) | TCP プロトコル仕様の原 RFC793 原文(英文)の輪講:3.1 Header Format から 3.2 Terminology まで |

| | | |
|----|---|--|
| 11 | RFC793 TCP プロトコル仕様の RFC 原文(英文)の輪講(Sequence) | TCP プロトコル仕様の原 RFC793 原文(英文)の輪講: 3.3 Sequence Numbers から 3.6 Precedence and Security まで |
| 12 | RFC793 TCP プロトコル仕様の RFC 原文(英文)の輪講(Data Communication) | TCP プロトコル仕様の原 RFC793 (原文(英文)の輪講: 3.7 Data Communication から 3.8 Interface まで |
| 13 | RFC793 TCP プロトコル仕様の RFC 原文(英文)の輪講(Event Processing) | TCP プロトコル仕様の原 RFC793 原文(英文)の輪講: 3.9 Event Processing |
| 14 | まとめ | 総まとめ、RFC793 の改訂などの補足 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】

課外レポート対応、課題の実施

【テキスト（教科書）】

RFC 原文ドキュメント(英文)

配布資料による。

【参考書】

- ・「コンピュータネットワーク入門」(サイエンス社)
- ・情報処理技術者試験 ネットワークスペシャリスト関連の参考書
- ・マスタリング TCP / IP 入門編 (オーム社)
- ・マスタリング TCP / IP 応用編 (オーム社)
- ・RFC ドキュメントなど

【成績評価の方法と基準】

プレゼン(プレゼン資料最終提出含む)(70%程度)、レポート(10%程度)、演習(10%程度)、授業姿勢(10%程度)を総合的に判断して行う。

【学生の意見等からの気づき】

全員参加により理解を深めるやり方を工夫する。

【その他の重要事項】

オンラインでの開講となった場合、オンライン授業の方法や授業計画の変更、成績評価方法の変更などについては、学習支援システムでその都度提示する。担当教員から学習支援システムを通じた連絡がないか、日ごろからよく確認するようにしてください。

実務経験

- ・汎用コンピュータの開発環境の開発
- ・電話網インテリジェントネットワークの開発
- ・セキュリティシステムの研究開発およびマネジメント

授業の実施

- ・実務経験を交えつつ、実践的な授業を行う。
- ・学問的なことだけでなく、企業の最先端の状況を伝え、重要性を把握させる。

【Outline (in English)】

Course outline:

First of all, the state transition diagram and sequence which are the substructures of a communication design is learned.

Furthermore, by reading the original protocol specification (original RFC), the method to express communication protocol and how to read the specification is mastered. So that, the way of expression of the a communication technology is learned.

Learning Objectives:

The goal is to become able to understand the English specifications of communication protocols and to acquire basic technology that can design programs based on them.

Learning activities outside of classroom:

Students will be expected to have completed the required assignments. Your study time will be more than four hours for a class

Grading Criteria/Policies:

Your overall grade in the class will be decided based on the following

Presentation: 70%、Reports : 10%、Exercise: 10%、Attitude toward class: 10%

COT500X3

分散処理システム特論 1

藤井 章博

単位数：2 単位 | 開講時期：春学期授業/Spring

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

分散システム特論 I/II では、Web やクラウドコンピューティング、携帯型デバイス等を包括する技術分野全体を俯瞰できるようにする。その中で、具体的な要素技術の重要な項目を取り上げ、講義・演習を行う。

【到達目標】

「分散システム」と称される技術の体系は、計算機システムを LAN(Local Area Network) などの分散環境で利用するための研究開発として始まった。まず、トランザクションの一貫性制御や分散アルゴリズムは、理論的な基礎を与える項目であり、学部授業の基礎の上に立ってこれらをより深く理解する。

インターネット利用が拡大する中で、Web による情報公開と閲覧、および Web を利用した情報処理の方法が多様化し成熟していった。さらに、スマートフォンやタブレット等携帯型の計算機システムが幅広く活用されるようになり、社会生活が関連する技術によって短期間に大きく変化した。そこで、Web 技術を中心に、より進んだ要素技術の解説とともに、Web の登場によって新たにもたらされる産業や社会生活の変化にも触れる。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

教材の配布と座学、プログラミング演習を行う。教材としては、学術論文等の資料を適宜配布する。座学には DVD などの副教材も併用する。プログラミング演習には、Python 言語を主に使用する。履修に際しては、学部で「分散システム性能評価法」、「検索技術」を履修して、Python 言語の利用に慣れていることが望ましい。感染対策のために、オンデマンドを併用する。課題等に対するフィードバックは学習支援システムまたは授業などで行う

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|--------------------------|---|
| 1 | 分散システムを構成する要素技術とその発展経緯 1 | 要素技術の歴史の変遷（富士通計算機開発事例、トロン事例、Google 事例） |
| 2 | 分散システムを構成する要素技術とその発展経緯 2 | 分散オブジェクト指向技術（RPC の Java による実装例） Web サービス技術（XML と BPEL） |
| 3 | 分散システムを構成する要素技術とその発展経緯 3 | RESTful Web API の意義 マッシュアップと API エコノミー（Harvard 大学資料利用） |
| 4 | 基礎理論 I アルゴリズム編 1 | 事象生起関係と因果順序性、全順序性（「分散アルゴリズム」利用）、生成木の構成アルゴリズム集中型 |
| 5 | 基礎理論 I アルゴリズム編 2 | 生成木の構成アルゴリズム分散型 とリーダー選出問題と同期の定義、連続的同期 |
| 6 | 基礎理論 I アルゴリズム編 3 | 分散システムの連続的同期と全順序性およびその IoT システム設計における意義について |
| 7 | 基礎理論 II 数理解析 1 | 通信プロトコルの階層化と多地点間通信の信頼性 オペレーションズリサーチの応用（線形計画法） |

| | | |
|----|-------------------------------|---|
| 8 | 基礎理論 II 数理解析 2 | オペレーションズリサーチの応用（待ち行列他） 統計的手法の応用（ベイズ推定、Twitter のフィルタリング他） |
| 9 | データの分散化 一オープンデータ 1 | RDF と SPARQL によるデータ処理 |
| 10 | データの分散化 一オープンデータ 2 | Linked Open Data の設計 Wiki ペディア、オープンストリートマップ |
| 11 | 処理の分散化 一クラウドコンピューティング 1 | IaaS、PaaS、SaaS、パブリック・プライベートクラウド Google Cloud Platform の概要（クラウドサービス演習） |
| 12 | 処理の分散化 一クラウドコンピューティング 2 | Git Hub の利用、Docker による仮想環境の設定 |
| 13 | IT の産業への応用 | IT 人材のキャリアパス（政策研究所研究レポートより） 電子商取引の登場とその発展（鮮魚取引、大学情報システム） 倫理的課題（放送大学教材） 情報通信技術政策（政策研レポート） |
| 14 | IT によるイノベーション | イノベーションと産業発展（セブンイレブンの事例と粘着性の概念「イノベーションのダイナミクス概要」） イノベーションのモデル（トリクルアップ戦略） IT のビジネスモデルの類型（イノベーションのジレンマ） |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】 Python によるプログラミング課題の実施を課す。

【テキスト（教科書）】特に指定しない

【参考書】

「集合知プログラミング」オライリー
「セマンティック Web プログラミング」オライリー
「分散処理システム」真鍋義文、森北出版

【成績評価の方法と基準】

基礎理論に関する演習レポート
平常点
プログラミング演習課題提出
ICT 産業の動向に関する考察レポート
小テスト・レポート 50 %
平常点 50 %

【学生の意見等からの気づき】

少人数にふさわしい学習方法として、討論を促し、それを通じて事象の理解が深まるように配慮する。

【Outline (in English)】

Overview for recent distributed computing systems such as Web, Cloud Computing Environment, Wearable Computer, etc are treated. Practical problem solving are included for several topics.

COT500X3

分散処理システム特論 2

藤井 章博

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

Web 技術に基づいた分散システムの技術体系を情報の収集、蓄積、分析、公開の観点からとらえる。単元によっては、技術の歴史的変遷、数理的な基礎を解説する。学部での「分散システム」を発展させる内容として Python 言語を利用した情報収集、分析、システム設計開発を行う。

【到達目標】

「分散システム特論」の I と II を通じて、情報の収集、データ分析、自然言語処理、機械学習の方法、ニューラルネットワークの利用、知識の表現、知識の活用をサブテーマとして取り上げる。これらの項目に関して一定の知識と実践的なスキルを身に着ける。それらを利用して Web システムの分析や構築に発展させるための実践的なノウハウを身に着ける。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

演習を通じて理解を深める。配布するコードの実装と動作確認を各自行い、演習を通じて理解を深める。感染対策のために、オンラインとオンデマンド講義を併用する。課題等に対するフィードバックは学習支援システムまたは授業などで行う

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|----|------------------|-----------------------|
| 1 | 分散システムからの情報の収集 1 | HTTP プロトコルの動産 |
| 2 | 情報の収集 2 | パーサの使い方、キーバリュー型データベース |
| 3 | データの分析 1 | 統計的分析ベイズ推定法 |
| 4 | データの分析 2 | サポートベクターマシンの利用 |
| 5 | 自然言語処理 1 | 英文論文および手紙 |
| 6 | 自然言語処理 2 | 和文コーパス |
| 7 | 機械学習 1 | Python 科学技術計算ライブラリの活用 |
| 8 | 機械学習 2 | Gensim ライブラリの活用、 |
| 9 | ニューラルネットワーク 1 | NN の自作、原理の理解 |
| 10 | ニューラルネットワーク 2 | Chainer ライブラリの活用 |
| 11 | 知識の表現 1 | 三項組データと活用 |
| 12 | 知識の表現 2 | RDF とオントロジー |
| 13 | 知識の活用 1 | SPARQL による検索 |
| 14 | 知識の活用 2 | LOD と DBPedia の利用 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】 配布するコードの実装と動作確認は各自の PC 上で行うこと。

【テキスト（教科書）】

プリント、演習用プログラムを配布する。

【参考書】

クジラ飛行機「Python によるスクレイピング&機械学習」ソシム
Toby Segran「集合知プログラミング」オライリー
Toby Segran「セマンティック Web プログラミング」オライリー
黒橋禎夫「自然言語処理」NHK 出版

【成績評価の方法と基準】

演習課題の実施成果の提出を随時求める。

レポート 50 %

平常点 50 %

【学生の意見等からの気づき】

少人数であるので、大学院での研究活動にフィードバックする。

【Outline (in English)】

Advanced Issue in Distributed System, such as Web System Design Paradigm, Semantic Web and its Applications for Social Problems, Data Analysis based on Machine Learning Technique.

COT500X3

無線ネットワーク特論 1

品川 満

単位数：2 単位 | 開講時期：春学期授業/Spring

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

誰にとっても使いやすいユビキタスサービスを実現するには、人が行動する範囲内のラスト 1 m をつなぐ近距離の無線通信技術が重要な役割を担う。代表的な近距離無線通信技術を取り上げ、通信仕組みとともに、無線ネットワークの構築技術を講義する。

【到達目標】

近距離無線通信の要素技術に触れ、無線ネットワークシステムを構築するための基礎技術を理解することで、実際の無線ネットワークシステム設計や開発適用可能な実践力が身につけられる。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

資料を用いた授業、および適宜課題を提示しディスカッションにより理解を深める。リアクションペーパー等におけるコメントは適宜授業内で紹介し、授業内容の理解に活かします。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

なし / No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|--------|----------------|--|
| 第 1 回 | 無線ネットワーク | 無線ネットワークを活用した IoT について解説する |
| 第 2 回 | 正弦波 | 無線の基本となる正弦波信号の表し方 |
| 第 3 回 | 基礎数学 | 無線通信で用いる数学 |
| 第 4 回 | 電磁波 | マックスウエル方程式から電磁波の発生を導く |
| 第 5 回 | 一次変調 | 一次変調方式である AM, FM, PM, ASK, FSK, PSK について学ぶ |
| 第 6 回 | 計測技術 | 変調信号を正しく評価するための計測技術 |
| 第 7 回 | 二次変調 | 二次変調方式のスペクトラム拡散の原理と特徴 |
| 第 8 回 | デジタル変調 | デジタル変調の考え方と代表的な変調方式 |
| 第 9 回 | OFDM | OFDM の原理の特徴 |
| 第 10 回 | MIMO | MIMO 技術の仕組みと特徴 |
| 第 11 回 | 無線システムの雑音 | 無線システムの性能を制限する雑音 |
| 第 12 回 | スペクトラムアナライザ | スペクトラムアナライザの測定原理と使い方 |
| 第 13 回 | ネットワークアナライザ | ネットワークアナライザの測定原理と使い方 |
| 第 14 回 | 無線ネットワークサービス調査 | 実際に使われている無線ネットワークを調査し、レポートを作成する |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】技術専門書、新聞、WEB、技術雑誌などを通じて、無線通信ネットワークの技術動向を調べること。

【テキスト（教科書）】

毎回の講義で使用する資料は、講義中に配布あるいは授業支援システムを利用して配布する。そのほか変更がある場合には、授業内でアナウンスする。

【参考書】

「無線通信技術大全」（阪田史郎、リックテレコム）

【成績評価の方法と基準】

適宜実施する小テスト、および最終レポート課題を 100 点満点で評価し、60 点以上を合格とする。

【学生の意見等からの気づき】

先端の開発現場での事例を紹介しながら講義を行う。

【学生が準備すべき機器他】

特になし

【その他の重要事項】

企業での研究開発経験に基づき、原理とともに実用化の例を含めて講義する。授業の方法や授業計画の変更、成績評価方法の変更などについては、学習支援システムでその都度提示する。担当教員から学習支援システムを通じた連絡がないか、日ごろからよく確認するようにしてください。

【Outline (in English)】

This course introduces the wireless network construction technology along with communication mechanism about representative short-distance wireless communication.

Before/after each class, students are expected to spend 4 hours understanding the course content.

The final grade will be evaluated by test and reports.

COT500X3

無線ネットワーク特論2

品川 満

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

無線ネットワークに使われている無線通信は、電磁波を利用した技術である。電磁波の基礎となる電磁気学を学ぶことにより、無線通信メカニズムや無線ネットワーク、さらには無線システムに使われている電子機器の動作の理解を深め、最終的には無線ネットワークシステムの設計や開発に活かすことができる。

【到達目標】

電荷、電流、電界、磁界といった電磁気学の基本概念とこれらの物理量の時間変動に関わる様々な電磁気の法則を一つ一つ理解し、最終的にマクスウエルの方程式にたどり着き、電磁波発生メカニズムを理解することを目標とする。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

電磁気学の歴史、電荷と磁荷、電位と電流、電界と磁界など電気と磁気を対比しながら講義を進める。最先端研究の例や情報工学への活用例にも触れ、無線ネットワークシステムにおいて電磁気学を学ぶ意義を確認する。講義形式を主体とし、課題提出を行うことで電磁気学の理解する。あらかじめ渡した講義資料を予習し、受講者の前で予習内容をプレゼンすることで理解をさらに深める形式をとる場合もある。リアクションペーパー等におけるコメントは適宜授業内で紹介し、授業内容の理解に活かします。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】
なし / No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】
なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|--------|--------------|----------------------------------|
| 第 1 回 | 電磁気学と情報工学 | 電磁気学と情報工学の関係をベースに講義で学ぶべきことを俯瞰する |
| 第 2 回 | 電磁気学の歴史 | 電気と磁気の発見と利用 |
| 第 3 回 | ガウスの法則と電場 | 演算子ナブラ ∇ 、電場の発散 |
| 第 4 回 | 静電ポテンシャル | 電位、スカラーポテンシャル |
| 第 5 回 | 静電場のエネルギー | ポアソン方程式、コンデンサ、エネルギー |
| 第 6 回 | 定常電流 | 定常電流と保存則、オームの法則、起電力 |
| 第 7 回 | 静磁場 | エルステッドの発見とアンペールの法則 |
| 第 8 回 | ビオ-サバールの法則 | ビオ-サバールの法則の導出とその法則の意味 |
| 第 9 回 | 電流にはたらく磁場の力 | アンペールの力、ローレンツ力 |
| 第 10 回 | 時間的に変動する電磁場 | 変位電流、ファラデーの電磁誘導 |
| 第 11 回 | 電磁気学の基本法則 | マクスウエルの方程式、電磁波の存在 |
| 第 12 回 | 電磁波 | 波動方程式、平面波 |
| 第 13 回 | 電磁波の放射 | ポインティング・ベクトル、ガウスの定理 |
| 第 14 回 | 電磁気学に関するレポート | 各自の研究テーマに近い電磁気学の課題を選択し、レポートを作成する |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】講義に関連する技術項目を技術専門書、WEB、参考書で事前に調べておいてください。

【テキスト（教科書）】

毎回の講義で使用する資料は、講義中に配布する。そのほか変更がある場合には、授業内でアナウンスする。

【参考書】

砂川重信著「電磁気学の考え方」岩波書店
ファインマン著 「ファインマン物理学 III」岩波書店

【成績評価の方法と基準】

適宜出題する小テスト、最終レポート課題を 100 点満点で評価する。60 点以上を合格とする。

【学生の意見等からの気づき】

式の導出だけにとどまらず、実際のシステムにどのように使われている事例を使って、電磁波発生メカニズムをわかりやすく講義する。

【学生が準備すべき機器他】
特になし

【その他の重要事項】

無線の基礎となる電磁波の発生を丁寧に解説するとともに、企業での研究開発経験を活かして、実際の応用例を講義する。授業の方法や授業計画の変更、成績評価方法の変更などについては、学習支援システムでその都度提示する。担当教員から学習支援システムを通じた連絡がないか、日ごろからよく確認するようにしてください。

【Outline (in English)】

This course introduces Maxwell's equations concerning electromagnetic waves. Wireless communication is based on electromagnetic waves. By learning the electromagnetism, we will understand the wireless communication mechanism, wireless network, and the operation of electronic devices used in wireless systems.

Before/after each class, students are expected to spend 4 hours understanding the course content.

The final grade will be evaluated by test and reports.

HUI500X3

情報信号処理工学特論 1

周 金佳

単位数：2 単位 | 開講時期：春学期授業/Spring

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

情報理論は情報システムの中心的基礎理論である。情報とは何かということに関し「エントロピー」の概念および基礎的な「符号理論」についての知識を学ぶ。条件付きエントロピーや相互情報量などの本質的な概念も理解する。符号理論では情報源の符号化と誤り訂正符号として基礎的な巡回符号理論を中心に学ぶ。

【到達目標】

本講義を履修することにより、以下の知識と能力を修得する。
 (1) 情報、情報源を理解した上で、自己情報量と平均情報量が計算できる。
 (2) 情報源符号化の意味を理解した上で、基本的な符号化の方法とその効果を評価できる。
 (3) 与えられた情報源に対して結合エントロピー、条件付きエントロピー、相互情報量が計算できる。
 (4) 通信路モデルに対して通信路容量、復号誤り率が計算できる。
 (5) 通信路符号化の意味を理解した上で、与えられた符号の符号化及び復号が行える。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

パワーポイント、板書と視聴覚メディアを活用しながら講義形式ですすめる。
 毎回プリントを配布する。
 講義内容に関連した演習課題（プログラミング課題も含む）を必要に応じて出題し、レポートを「学習支援システム」を通じて提出する。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|---|
| 1 | 情報理論の概要 Overview of information theory | 序論として情報のモデル化、情報量、情報の発生、情報の表現。情報の伝送、およびこれらのモデル化について概説する。 Overview of information theory including information model, source coding, and transmission. |
| 2 | 確率論の基礎 Review of probability theory. | 確率変数と確率分布、条件付き確率、ベイズの定理など、情報理論に関係の深い確率論の基礎を復習する。 Review the basic concepts in probability theory. |
| 3 | 情報量 Measure the information | 自己情報量と平均情報量について解説する。Introduce self-information and how to measure the average information. |
| 4 | エントロピー Information entropy. | エントロピー関数を紹介し、エントロピーの数学的性質を証明する。 Introduce how to calculate information entropy, and how to prove the mathematical properties. |

| | | |
|----|--|---|
| 5 | 条件付エントロピーおよび結合エントロピー Conditional entropy and joint entropy. | 条件付エントロピーおよび結合エントロピーについて紹介する。各種エントロピーの性質、関係について学ぶ。 Introduce the concepts and properties of conditional entropy and joint entropy. 無記憶情報源、情報源のエントロピーについて学ぶ。 Learn about memoryless information source, source information entropy |
| 6 | 情報源 Source information | 情報源符号化、クラフトの不等式、平均符号長について学ぶ。 Learn about source coding, Kraft inequality, and average coding length. |
| 7 | 情報源符号化 Source coding | シャノン符号およびファノ符号のアルゴリズムについて学ぶ。 Learn about Shannon code and Fano code. |
| 8 | 符号化アルゴリズム (1) Coding algorithm (1) | ハフマン符号のアルゴリズムについて学ぶ。 Learn about Huffman code. |
| 9 | 符号化アルゴリズム (2) Coding algorithm (2) | 通信路における符号化として、誤りの発生と制御について説明する。誤りの検出と訂正の原理について概要を理解する。 Learn channel coding. Understand the principles of error detection and correction. |
| 10 | 通信路符号化 Channel coding | ハミング符号、繰り返し符号について学ぶ。 Learn about hamming code. |
| 11 | 誤り訂正符号 Error detection and correction | 通信路のモデルを理解する。通信路容量の意味と計算方法を理解する。 Understand channel model and how to calculate channel capacity. |
| 12 | 通信路のモデルと通信路容量 Channel model and channel capacity | 相互情報量は受信される情報量は送信される情報量から通信路で失う情報量を減算することで得られることの意味を理解する。 Understand the concept of mutual information. Learn about how to calculate mutual information. |
| 13 | 相互情報量 Mutual information | 講義全体をまとめ、理解を確かめる。 Summarize the lecture and confirm the understanding |
| 14 | まとめ Summary | |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 1 時間を標準とします。】講義内容に関連した演習課題を必要に応じて出題し、レポートを「学習支援システム」を通じて提出するようにして、授業時間外の学習を行う。本授業の準備・復習時間は、各 1 時間を標準とします。

【テキスト（教科書）】

"A Student's Guide to Coding and Information Theory", Stefan. M. Moser, Cambridge.

【参考書】

"An introduction to information theory: symbol, signals and noise", John R. Pierce, Science.

"Elements of information theory". 2nd edition, Thomas M. Cover and Joy A, Wiley.

【成績評価の方法と基準】

成績は期末試験 40%、レポート課題 60%として評価する。

成績評価は 100 点満点とし、60 点以上が合格となります。

Final examination: 40%

Reports: 60%

【学生の意見等からの気づき】

特になし

【その他の重要事項】

確率論、代数・統計の基礎を修得できていることが求められる。

オンラインでの開講となった場合、オンライン授業の方法や授業計画の変更、成績評価方法の変更などについては、学習支援システムでその都度提示する。担当教員から学習支援システムを通じた連絡がないか、日ごろからよく確認するようにしてください。

【Outline (in English)】

This course will introduce the key coding and information theories, including information entropy, conditional entropy, mutual information. Moreover, this course will also introduce the coding theories including source coding for data compression and channel coding for data transmission over a noisy channel, all based on the substantial concept of entropy. The goal is to understand the basic knowledge of information and coding systems.

Before/after each class, students are expected to spend 1 hour understanding the course content.

The final grade will be calculated by reports (40%) and final examination (60%).

HUI500X3

情報信号処理工学特論 2

周 金佳

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

本講義では、デジタル画像・映像処理の基本アルゴリズム（色の変換法、フィルタリング、画像ワーピングなど）について講述する。

【到達目標】

- 1) デジタル画像・映像の構成や各種変換処理について理解できる。
- 2) 各種画像・映像の強調、解析手法について説明できる。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

パワーポイント、板書と視聴覚メディアを活用しながら講義形式ですすめる。

毎回プリントを配布する。

グループワークとグループ発表（全3回）を行う。

講義内容に関連した演習課題（プログラミング課題も含む）を必要に応じて出題し、レポートを「学習支援システム」を通じて提出する。フィードバックも「学習支援システム」を通じて行う予定です。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|--|--|
| 1 | 導入 Introduction | デジタル画像・映像処理の歴史、様々な画像・映像処理を応用例とともに紹介する。 Introduce the digital image/video processing history and related applications |
| 2 | 視覚の基本特性 biological vision | 光と視覚の基本特性 Basic features of biological vision and digital image sensing. |
| 3 | 色彩情報の表現 Color space | 色の表現法（RGB、YCbCr 表色系）。 Various way to represent color (RGB, YCbCr, HSV, etc.) |
| 4 | デジタル画像・映像 Basic concepts of digital image and video | 量子化、解像度とピクセルなどについて学ぶ。 Introduce the basic concepts of digital image and video including quantization, resolution, pixel |
| 5 | 画像・映像の前処理 preprocessing technologies | 空間フィルタ、直交変換（DCT、DFTなど）について学ぶ。 Introduce filtering, and transform technologies |
| 6 | グループ発表 group presentation | グループ発表を行う。 Group presentation |
| 7 | リサンプリング Image resampling | デジタル画像を拡大・縮小する際に、ドットとドットの間を補間方法 (sub-sampling and super-resolution) について学ぶ。 Introduce the sub-sampling and super resolution technologies from image resampling. |

| | | |
|----|--|--|
| 8 | エッジ検出 Edge detection | エッジ検出について学ぶ。 Introduce edge detection technologies. |
| 9 | 画像ワーピング Image warping | ワーピング技術の基礎理論と応用について学ぶ。 Introduce image warping technologies and applications. |
| 10 | 画像モーフィング Image morphing | 画像モーフィングの基礎理論と応用について学ぶ。 Introduce image morphing technologies and applications. |
| 11 | グループ発表 group presentation | グループ発表を行う。 Group presentation |
| 12 | 畳み込みニューラルネットワークによる画像・映像の解析技術 Convolutional neural network for image and video processing. | 畳み込みニューラルネットワークによる画像と映像の解析について学ぶ。 Introduce the basic concept of convolutional neural network and how to use it for image/video processing. |
| 13 | 敵対的生成ネットワーク Generative adversarial networks | 敵対的生成ネットワークの原理を学ぶ Learn the theory of generative adversarial networks |
| 14 | まとめと発表 Summary and final presentation | 講義全体をまとめ、理解を確かめる。 発表を行う。 Summary and final presentation |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 1 時間を標準とします。】講義内容に関連した演習課題（プログラミング課題も含む）を必要に応じて出題し、レポートを「学習支援システム」を通じて提出するようにして、授業時間外の学習を行う。本授業の準備・復習時間は、各 1 時間を標準とします。

【テキスト（教科書）】

”Digital Image Processing,” Rafeal C.Gonzalez, Richard E.Woods, Pearson Education/PHI.

【参考書】

”Digital Video Processing,” A. Murat Tekalp, Prentice Hall.

【成績評価の方法と基準】

成績はグループ発表 40%、レポート課題 60%として評価する。成績評価は 100 点満点とし、60 点以上が合格となります。

【学生の意見等からの気づき】

特になし。

【その他の重要事項】

オンラインでの開講となった場合、オンライン授業の方法や授業計画の変更、成績評価方法の変更などについては、学習支援システムでその都度提示する。担当教員から学習支援システムを通じた連絡がないか、日ごろからよく確認するようにしてください。

【Outline (in English)】

This lecture will introduce the basic image/video processing algorithms including transformation, filtering, resampling etc. The goal is to get familiar with the image and video processing technologies.

Before/after each class, students are expected to spend 1 hour understanding the course content.

The final grade will be calculated by final examination (40%) and reports (60%).

HUI500X3

画像工学特論 1

尾川 浩一

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

The basic concept of the generation of an image with the interactions between media and waves such as electromagnetic waves is described in this class. The theme of this lecture is to understand imaging techniques consist of several physical phenomena and mathematics.

【到達目標】

The goal of the class is to understand that how several imaging modalities work and how the mathematical algorithms are used to make an image. The imaging modalities illustrated in this lecture are those used in the practical clinical field. The basics of these modalities are described as well as the cutting edge technologies for each modality. The waves used for imaging are x-rays, gamma rays, electro-magnetic waves and ultrasound. The target modalities are digital radiography, digital mammography, ultrasonic echo, x-ray CT(computed tomography), magnetic resonance imaging, single photon emission CT, and positron emission tomography.

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

The class will be served with a face to face lecture with discussion. The feedback of a report will be made with a learning management system of e-mail directly.

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|------|-------------------------------|--|
| 1st | Physics for imaging | Generation of x-rays and interactions between x-rays and media, measurement of x-rays in diagnostic medicine |
| 2nd | Mathematics for imaging | Delta function, point spread function, convolution, Fourier transform, random theory |
| 3rd | Digital radiography(1) | X-ray detection media, flat panel detector(FPD) |
| 4th | Digital radiography(2) | Structure of FPD and imaging techniques, performance evaluation, clinical application |
| 5th | Digital mammography | Mammography apparatus, structure of detectors, imaging techniques |
| 6th | Magnetic resonance imaging(1) | Principles of magnetic resonance imaging |
| 7th | Magnetic resonance imaging(2) | Pulse sequence for imaging, artifacts |
| 8th | Magnetic resonance imaging(3) | Hardware and software, topics |
| 9th | Ultrasonic echo | Scanning techniques, imaging techniques, recent topics |
| 10th | X-ray CT(1) | Principle of the computed tomography, x-ray detector |
| 11th | X-ray CT(2) | Image reconstruction techniques, image quality |

| | | |
|------|-----------------------------------|--|
| 12th | X-ray CT(3) | Artifact, multislice CT, recent topics |
| 13th | Single photon emission CT (SPECT) | Single photon and positron, detection of photons, scintillator and semiconductor detecto、SPECT apparatus |
| 14th | Positron emission CT | Absorption correction, scatter correction, SPECT/CT, recent topics |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

Reading of a handout distributed beforehand。Preparation and review of a class are required for about four hours. The on-demand contents which are the recording of each class will be helpful for review.

【テキスト（教科書）】

Selfmade textbook

【参考書】

- (1)Handbook of Medical Imaging, Japan Association of Medical Imaging Technology, 2012
- (2)Handbook of Medical Imaging, vol.1, Milan Sonka et al, SPIE press
- (3)Computed Tomography, Buzug TM, Springer
- (4)The Essential Physics of Medical Imaging, Bushberg JT, Lippincott Williams & Wilkins

【成績評価の方法と基準】

[method] Report (100%)

[criteria] Understanding the goal over 60%

【学生の意見等からの気づき】

I realized a comprehensive class with many images

【学生が準備すべき機器他】

Note CT or desktop computer.

【Outline (in English)】

【Course outline】The aim of this course is to understand the generation of images. 【Learning Objectives】At the end of the course, students are expected to obtain some skills to develop an imaging modarity. 【Learning activities outside of classroom】Before each class meeting, students will be expected to have read the relevant chapter from the text. Your required study time is at least one hour for each class meeting. 【Grading Criteria /Policy】Grading will be decided based on lab reports (80%), and class contribution (20%).

HUI500X3

知的情報処理特論 1

彌富 仁

単位数：2 単位 | 開講時期：春学期授業/Spring

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

In this lecture, the state-of-the-art machine learning techniques will be introduced as an introduction, and the fundamental techniques that are important in today's machine learning, such as CNNs, RNNs, and transformers, will be taught to support these techniques.

The fundamental knowledge of linear algebra, statistics, stochastic models and their optimization, which are fundamentally necessary here, will be reviewed.

【到達目標】

To acquire basic and practical knowledge of machine learning; to understand the fundamentals of today's deep learning techniques such as CNN and Transformer, and to be able to implement them to a certain degree.

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

Each class usually consists of lecture, discussion and exercise. Students are requested to do exercise in each class and some homework assignments.

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|--|
| 1 | Introduction of machine learning | What is machine learning? Definition and history. Classification and Generative models with cutting edge examples. |
| 2 | Training of neural networks | "Learning" of Back propagation neural networks (BPNN) and Convolutional neural networks (CNNs). |
| 3 | Efficient training of neural networks (1) | Weight initialization, Data pre-processing, covariate-shift, batch-normalization, regularization (revisited), dropout, hyper-parameter search |
| 4 | Efficient training of neural networks (2) | CNNs with efficient training techniques. (residual connections, squeeze-excitation, noisy-student etc.) |
| 5 | Fundamental of machine learning (1) | Review of basic probability theory for machine learning - covariance, Bayes probabilities, parameter estimation with ML estimation (curve-fitting example) |
| 6 | Fundamental of machine learning (2) | Review of basic linear algebra for dimensional reduction |
| 7 | Dimensional reduction (1) | Singular value decomposition (SVD), eigenvalue decomposition, Principal component analysis (PCA) |

| | | |
|----|--|--|
| 8 | Dimensional reduction (2) | Neural network-based dimensional reduction - Autoencoders (AEs), Sparse autoencoders, and convolutional autoencoders (CAE) |
| 9 | Time-series (text) processing | Recurrent neural networks (RNNs) - LSTM and text processing |
| 10 | Transformers (1) - the new fundamental of state-of-the-art ML models | Introduction of Attention mechanism and Transformers |
| 11 | Transformers (2) | Introduction of Bi-directional encoder representations from Transformers (BERT) |
| 12 | Reinforcement learning (1) | State-value function, Bellman's equation, value iteration, Monte Carlo-based approach, Temporal Difference |
| 13 | Reinforcement learning (2) | Policy evaluation and control, on-policy and off-policy, SARSA, Q-learning, DQN (deep Q networks) |
| 14 | Wrap-up | wrap-up |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】 Students should be proficient in the use of basic linear algebra and programming at least one language.

【テキスト（教科書）】

No specific textbook assigned. Materials (paper, reference, book chapter, slides) will be provided from time to time. Students will find good references by their own.

【参考書】

"Pattern recognition and machine learning" C.Bishop, Springer 2006.

【成績評価の方法と基準】

60% in exercises in class and homework.

40% in final report.

(both on-line and off-line)

Use Hoppii system (Learning support system) to submit assignments and feedback.

Explanations of the assignments (except for the final assignment) will be given in the next and subsequent classes.

【学生の意見等からの気づき】

Follow-up by native language is sometimes necessary.

【学生が準備すべき機器他】

Personal computers.

Basically we will use Google Colaboratory in the exercise.

【Outline (in English)】

In this lecture, the state-of-the-art machine learning techniques will be introduced as an introduction, and the fundamental techniques that are important in today's machine learning, such as CNNs, RNNs, and transformers, will be taught to support these techniques.

The fundamental knowledge of linear algebra, statistics, stochastic models and their optimization, which are fundamentally necessary here, will be reviewed.

HUI500X3

知的情報処理特論 2

彌富 仁

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

In this course, we will focus on deep models based on generative models, which have been especially developed in recent years among machine learning techniques. In addition to confirming the fundamentals of these technologies, state-of-the-art models will be carefully explained.

【到達目標】

Develop the overall ability to understand state-of-the-art papers.

Develop the ability to identify, map out and solve practical problems related to the field of machine learning.

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたなどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

Each class usually consists of lecture, discussion and exercise. Students are requested to do exercise in each class and some homework assignments.

Contents may vary according to proficiency of students.

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|--|
| 1 | Introduction of generative models | Introduction to generative models and their state-of-the-art (based on GANs, diffusion models, etc.). |
| 2 | Fundamental of generative models (1) | Bayesian probabilistic theory, ML, MAP estimation, conjugate prior |
| 3 | Fundamental of generative models (2) | Convex set and convex function, Jensen's inequality |
| 4 | Fundamental of generative models (3) | [with exercise] Expectation maximization (EM) algorithm, Kullback-Leibler (KL) divergence, |
| 5 | Fundamental of generative models (4) | Manifold hypothesis, Variational autoencoders (VAE) |
| 6 | Generative adversarial networks (GAN) (1) | Introduction of Generative adversarial networks (GANs) |
| 7 | Generative adversarial networks (GAN) (2) | DCGAN, WGAN, Lipschitz continuous, WGAN-GP (SN-GAN), evaluation criteria for generative models |
| 8 | Generative adversarial networks (GAN) (3) | Application of GANs (CycleGAN, Real-ESRGAN, StyleGAN etc.), Soft-IntroVAE |
| 9 | Semi-supervised training (1) | semi-supervised learning (self training, co-training, graph-based training), siamese-, triplet- networks. (metric, contrastive learning) |

| | | |
|----|-------------------------------------|--|
| 10 | Semi-supervised training (2) | Adversarial example, adversarial training and virtual adversarial training (VAT) |
| 11 | Diffusion models (1) | Diffusion models and Introduction of Latent diffusion model (1/2) |
| 12 | Diffusion models (2) | Latent diffusion model (2/2) and their fine tuning (textual inversion) |
| 13 | Generative pre-trained Transformers | Generative pre-trained transformer (GPT) |
| 14 | summary | sumamry |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】 Students must have basic background of machine learning.

【テキスト（教科書）】

No specific textbook assigned. Materials (paper, reference, book chapter, slides) will be provided from time to time. Students will find good references by their own.

【参考書】

"Pattern recognition and machine learning" C.Bishop, Springer 2006.

Keras documentation (deep learning framework) <https://keras.io/>

【成績評価の方法と基準】

60% in exercises in class and homework
40% in final report
(both on-line, off-line)

Use Hoppii system (Learning support system) to submit assignments and feedback.

Explanations of the assignments (except for the final assignment) will be given in the next and subsequent classes.

【学生の意見等からの気づき】

Support with native language is sometimes necessary.

【学生が準備すべき機器他】

Own computer (use google colaboratory)

【その他の重要事項】

This class is a continuation of [YB016: Intelligent Information Processing I].

Solid understanding of neural networks, including CNNs, is required.

If not, take [YB016: Intelligent Information Processing I] first. Use google Colaboratory.

Minimum programming skills in Python is required.

【Outline (in English)】

In this course, we will focus on deep models based on generative models, which have been especially developed in recent years among machine learning techniques. In addition to confirming the fundamentals of these technologies, state-of-the-art models will be carefully explained.

HUI500X3

感性情報処理システム特論 1

山岸 昌夫

単位数：2 単位 | 開講時期：春学期授業/Spring

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

様々な観測から有益な情報を抽出するためには、観測信号に対する適切な処理が必要となる。この講義では、観測された信号に施す処理について、理論と実装の両面を学び理解を深めることを目的とする。

【到達目標】

(i) 回帰分析、次元削減手法、クラスター分析の様々な手法について、適切に説明することができる。(ii) それらのプログラムコードをライブラリに頼ることなく書き下すことができる。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

スライドを活用した対面形式での講義を主として、講義内容に関連した演習課題（プログラミング課題も含む）を通じて理解を深める。課題等に対するフィードバックは学習支援システムや授業で行う。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|--------|--------------|----------------------------|
| 第 1 回 | 情報のデジタル化 | 標本化定理、フーリエ級数、フーリエ変換 |
| 第 2 回 | 回帰分析（1） | 最小二乗法、Ridge 回帰 |
| 第 3 回 | 回帰分析（2） | LASSO 回帰 |
| 第 4 回 | 回帰分析（3） | 回帰分析手法の実装 |
| 第 5 回 | 次元削減（1） | 固有値問題、主成分分析 |
| 第 6 回 | 次元削減（2） | カーネル主成分分析 |
| 第 7 回 | 次元削減（3） | 主成分分析とカーネル主成分分析の実装 |
| 第 8 回 | 次元削減（4） | 局所線形埋込 |
| 第 9 回 | 次元削減（5） | 局所線形埋込の実装 |
| 第 10 回 | ロバスト主成分分析（1） | 主成分分析のノイズに対する脆弱性、ロバスト主成分分析 |
| 第 11 回 | ロバスト主成分分析（2） | ロバスト主成分分析の実装 |
| 第 12 回 | クラスター分析（1） | k-means、スペクトラルクラスタリングの準備 |
| 第 13 回 | クラスター分析（2） | スペクトラルクラスタリング |
| 第 14 回 | クラスター分析（3） | スペクトラルクラスタリングの実装 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】
特に、演習課題と復習に時間をかけ、授業で学んだ知識の定着をはかること。

【テキスト（教科書）】

プリントを配布する。

【参考書】

Aurélien Géron 著、下田 倫大 監修、長尾 高弘 翻訳、scikit-learn、Keras、TensorFlow による実践機械学習。オライリージャパン、第 2 版、2020。

【成績評価の方法と基準】

期末レポート（60%）、レポート（30%）、授業姿勢（10%）を総合的に判断して評価する。

【学生の意見等からの気づき】

本年度新規科目につきアンケートを実施していません

【Outline (in English)】

To extract useful information from various observations, appropriate processing of the observed signals is necessary. The purpose of this lecture is to deepen understanding of both theory and implementation of processing applied to observed signals.

【Goal】

Upon completion of this lecture, students will be able to (i) explain appropriately various methods of regression analysis, dimensionality reduction techniques, and cluster analysis, (ii) write down their program codes without relying on libraries.

【Learning Activities Outside of Classroom】

The standard time to spend preparing and reviewing this lesson is 4 hours. In particular, students are encouraged to spend time on assignments and reviews to improve their knowledge in the class.

【Grading Criteria /Policy】

Students are evaluated based on the semester final assignment (60%), the homework assignments (30%), and attitude (10%).

HUI500X3

感性情報処理システム特論2

山岸 昌夫

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

感性情報処理システム特論1で紹介した処理手法の一部には、反復処理による逐次近似アルゴリズムが用いられている。この講義では、逐次近似アルゴリズムの理解を深めるため、凸最適化理論の基本と凸最適化アルゴリズムを学ぶ。

【到達目標】

(i) 凸最適化理論の基本的な事項について、適切に説明をすることができる。
 (ii) 近接勾配法や **Douglas-Rachford** アルゴリズムのプログラムコードをライブラリに頼ることなく書き下すことができる。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

スライドを活用した対面形式での講義を主として、講義内容に関連した演習課題（プログラミング課題も含む）を通じて理解を深める。課題等に対するフィードバックは学習支援システムや授業で行う。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

あり/Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし/No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|------|------------------|---------------------------------------|
| 第1回 | 凸最適化入門（1） | 凸集合、凸関数の基本的な性質 |
| 第2回 | 凸最適化入門（2） | 凸最適化問題の解の存在性と唯一性 |
| 第3回 | 凸射影定理 | 凸射影定理、凸射影の非拡大性 |
| 第4回 | 凸関数の劣微分（1） | 劣微分の定義、具体例 |
| 第5回 | 凸関数の劣微分（2） | 劣微分の基本的な性質、方向微分との関係 |
| 第6回 | 凸関数の劣微分（3） | 劣微分の代数的な性質 |
| 第7回 | 非拡大写像の不動点定理 | Krasnoselskii-Mann アルゴリズム、近接写像 |
| 第8回 | 凸関数と最小化アルゴリズム（1） | 近接勾配法 |
| 第9回 | 凸関数と最小化アルゴリズム（2） | 近接勾配法の実装 |
| 第10回 | 凸関数と最小化アルゴリズム（3） | Douglas-Rachford アルゴリズム |
| 第11回 | 凸関数と最小化アルゴリズム（4） | Douglas-Rachford アルゴリズムの実装 |
| 第12回 | 凸関数と最小化アルゴリズム（5） | 交互方向乗数法 |
| 第13回 | 回帰分析再考（1） | LASSO 回帰の復習、スパース性促進のための非凸正則化 |
| 第14回 | 回帰分析再考（2） | 非凸正則化項付き最小二乗推定モデル |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】
 特に、演習課題と復習に時間をかけ、授業で学んだ知識の定着をはかること。

【テキスト（教科書）】

プリントを配布する。

【参考書】

飯塚 秀明, 連続最適化アルゴリズム, オーム社, 2023.
 Heinz H. Bauschke, Patrick L. Combettes, *Convex Analysis and Monotone Operator Theory in Hilbert Spaces*, Springer; 2nd ed, 2017.

【成績評価の方法と基準】

期末レポート（60%）、レポート（30%）、授業姿勢（10%）を総合的に判断して評価する。

【学生の意見等からの気づき】

本年度新規科目につきアンケートを実施していません

【Outline (in English)】

This lecture covers the basics of convex optimization theory and convex optimization algorithms in order to deepen understanding of successive approximation algorithms.

【Goal】

Upon completion of this lecture, students will be able to (i) appropriately explain the fundamentals of convex optimization theory, (ii) Write down program code for the proximal gradient method and the Douglas-Rachford algorithm without relying on libraries.

【Learning Activities Outside of Classroom】

The standard time to spend preparing and reviewing this lesson is 4 hours. In particular, students are encouraged to spend time on assignments and reviews to improve their knowledge in the class.

【Grading Criteria /Policy】

Students are evaluated based on the semester final assignment (60%), the homework assignments (30%), and attitude (10%).

FRI500X3

脳情報処理特論 1

平原 誠

単位数：2 単位 | 開講時期：春学期授業/Spring

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

脳は現在のコンピュータにはない高度で柔軟な情報処理を行っている。ここでは、脳の情報処理を模倣したニューラルネットワークおよびその周辺技術を通じて、学習理論および実装に関する基礎力を身に付ける。

【到達目標】

学生は以下を身に付けることができる：

- ・ニューラルネットワークの学習理論の導出に関する基礎力。
- ・ニューラルネットワークの学習の視覚的な理解。
- ・ニューラルネットワークを一から実装できる程度の基礎力。
- ・理論の改良や新理論の導出ができる程度の基礎力。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

ニューラルネットワークは生体の諸現象の説明など脳の解明に用いられるほか、パターン認識、予測、制御、最適化など工学的にも応用される。理論の導出に重点を置くこととし、理解を深めるため、ライブラリ等を一切用いずに、一からの実装を試みる。課題等の提出・フィードバックは「学習支援システム」を通じて行う予定である。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

なし/No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし/No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|--------|------------------|--------------------------------|
| 第 1 回 | 神経細胞のモデル | 中枢神経系、大脳皮質、神経細胞 |
| 第 2 回 | 線形モデル | 線形モデルとその実装、バッチ学習、オンライン学習 |
| 第 3 回 | シグモイド型モデル | シグモイド型モデルとその実装 |
| 第 4 回 | AdaBoost | 指数損失最小化による AdaBoost の学習 |
| 第 5 回 | AdaBoost | スタンプを用いた AdaBoost の実装 |
| 第 6 回 | AdaBoost | シグモイド型モデルを用いた AdaBoost の実装 |
| 第 7 回 | 多層ニューラルネットワーク | バックプロパゲーションによる多層ニューラルネットワークの学習 |
| 第 8 回 | 多層ニューラルネットワーク | 多層ニューラルネットワークの実装 |
| 第 9 回 | リカレントニューラルネットワーク | BPTT によるリカレントニューラルネットワークの学習 |
| 第 10 回 | リカレントニューラルネットワーク | リカレントニューラルネットワークの実装 |
| 第 11 回 | リカレントニューラルネットワーク | RTRL によるリカレントニューラルネットワークの学習 |
| 第 12 回 | 独立成分分析 | 独立成分分析のアルゴリズム |
| 第 13 回 | 独立成分分析 | 独立成分分析の実装 |
| 第 14 回 | 独立成分分析 | 複数の独立成分の抽出と実装 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】前回の復習および毎回の宿題を欠かささないこと。

【テキスト（教科書）】

資料を適宜配布する。

【参考書】

図書館に数多くの参考書がある。

【成績評価の方法と基準】

課題 70%、小テスト 20%、平常点 10%..

（変更の可能性がある。その場合には授業中にその都度お知らせする）

【学生の意見等からの気づき】

アンケート結果では特に問題点が見つかりませんでしたので、前年度と同じペースで進める予定です。

【学生が準備すべき機器他】

貸与パソコンを持参すること。

【その他の重要事項】

理論を深く理解するために線形代数、微分、最適化に関する数学的基礎知識を身につけておくこと。学習の様子を視覚的に捉えるため、実装は Excel のワークシート上で行う。Excel の基本的な使い方、特に絶対番地、相対番地、基本的な関数を学んでおくこと。オンラインでの開講となった場合、オンライン授業の方法や授業計画の変更などについては、学習支援システムでその都度提示する。学習支援システムを通じた連絡がないか、日ごろからよく確認するようにしてください。

【Outline (in English)】

This course deals with machine learning that is one of the fastest growing areas of artificial intelligence. Topics include linear neuron models, nonlinear neuron models, multilayer neural networks, recurrent neural networks, AdaBoost, independent component analysis and their learning algorithms. This course places emphasis on mathematical derivation and computer implementation of the learning algorithms. Students are required to have a knowledge of probability, statistics, calculus, algebra, optimization and Excel skills to keep up with this course. At the end of this course, students are expected to derive the learning algorithms and implement them from scratch in Excel. Students will be expected to have completed the required assignments after each class meeting. Before/after each class meeting, students will be expected to spend four hours to understand the course content. Final grade will be calculated according to the following process: homework (70%), quizzes (20%), and in-class contribution (10%)..

FRI500X3

脳情報処理特論2

平原 誠

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

脳は現在のコンピュータにはない高度で柔軟な情報処理を行っている。ここでは、脳の情報処理を模倣したニューラルネットおよびその周辺技術を通じて、学習技術の理論および実装に関する基礎力を身に付ける。

【到達目標】

学生は以下を身に付けることができる：

- ・学習理論の導出に関する基礎力。
- ・学習の視覚的な理解。
- ・学習理論を一から実装できる程度の基礎力。
- ・理論の改良や新理論の導出ができる程度の基礎力。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

学習技術はパターン認識、予測、制御、最適化など幅広く応用され、将来の情報処理技術の柱として発展していくことが期待される。理論の導出に重点を置くこととし、理解を深めるため、ライブラリ等を一切用いずに、一からの実装を試みる。課題等の提出・フィードバックは「学習支援システム」を通じて行う予定である。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

なし/No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし/No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|------|-----------|---------------------------|
| 第1回 | EM アルゴリズム | 1変量正規分布、最尤法、実装 |
| 第2回 | EM アルゴリズム | 1変量混合正規分布、EM アルゴリズム、実装 |
| 第3回 | EM アルゴリズム | 多変量正規分布、最尤法、実装 |
| 第4回 | EM アルゴリズム | 多変量混合正規分布、EM アルゴリズム、実装 |
| 第5回 | 線形 SVM | ハードマージン、主問題定式化、双対問題定式化 |
| 第6回 | 線形 SVM | ソフトマージン、主問題定式化、双対問題定式化 |
| 第7回 | 線形 SVM | SMO 学習アルゴリズム |
| 第8回 | 線形 SVM | 実装 |
| 第9回 | 非線形 SVM | 線形 SVM による非線形分離、実装 |
| 第10回 | 非線形 SVM | カーネル、実装 |
| 第11回 | 線形 SVR | 主問題定式化、双対問題定式化 |
| 第12回 | 線形 SVR | SMO 学習アルゴリズム |
| 第13回 | 線形 SVR | 実装 |
| 第14回 | 非線形 SVR | 線形 SVR による非線形関数回帰、カーネル、実装 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】前回の復習および毎回の宿題を欠かさないこと。

【テキスト（教科書）】

資料を適宜配布する。

【参考書】

図書館に数多くの参考書がある。

【成績評価の方法と基準】

課題70%、小テスト20%、平常点10%。
(変更の可能性ある。その場合には授業中にその都度お知らせする)

【学生の意見等からの気づき】

アンケート結果では特に問題点が見つかりませんでしたので、前年度と同じペースを進める予定です。

【学生が準備すべき機器他】

貸与パソコンを持参すること。

【その他の重要事項】

理論を深く理解するために線形代数、微分、最適化に関する数学的基礎知識を身につけておくこと。学習の様子を視覚的に捉えるため、実装は Excel のワークシート上で行う。Excel の基本的な使い方、特に絶対番地、相対番地、基本的な関数を学んでおくこと。オンラインでの開講となった場合、オンライン授業の方法や授業計画の変更などについては、学習支援システムでその都度提示する。学習支援システムを通じた連絡がないか、日ごろからよく確認するようにしてください。

【Outline (in English)】

This course deals with machine learning that is one of the fastest growing areas of artificial intelligence. Topics include maximum likelihood method and EM algorithm for density estimation, support vector machine for classification and support vector regression for function approximation. This course places emphasis on mathematical derivation and computer implementation of the learning algorithms. Students are required to have a knowledge of probability, statistics, calculus, algebra, optimization and Excel skills to keep up with this course. At the end of this course, students are expected to derive the learning algorithms and implement them from scratch in Excel. Students will be expected to have completed the required assignments after each class meeting. Before/after each class meeting, students will be expected to spend four hours to understand the course content. Final grade will be calculated according to the following process: homework (70%), quizzes (20%), and in-class contribution (10%).

HUI500X3

画像解析特論

清水 昭伸

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

【授業内容】本講では、医用画像処理の分野で良く用いられる画像処理とパターン認識に焦点をあてて体系的に紹介する。具体的には、画像処理については、古典的手法（空間フィルタリングや二値化）から最近の画像処理手法（Level Set 法、グラフカット、圧縮センシングなど）、また、パターン認識技術については、基礎となるベイズ決定について紹介したのち、最近の新しい方法（アンサンブル学習、深層学習など）について解説する。

【授業の目的と意義】医用画像処理の基礎と応用技術の全体像を学びます。E2E の深層学習では知ることのできない処理の意味を学ぶことで、E2E の深層学習ベースのアプローチを深く理解することも可能になります。

【到達目標】

医用画像解析のためのさまざまな画像処理やパターン認識技術について理解できるようになることがこの講義の目的である。

例えば、空間フィルタリングや二値化については、対象の性質を理解したうえで、処理の仕組みを理解できることを目指す。

Level Set 法、グラフカット、圧縮センシングなどでは、処理の数理的背景を理解した上で、対象の性質と併せて処理を理解することを目標とする。

パターン認識技術については、基礎となるベイズ決定や、最近の新しい方法（アンサンブル学習、深層学習など）を学ぶが、単に個々の技術について学ぶだけでなく、ここまでの医用画像処理との関係についても学ぶことを目指す。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

2023 年度は、原則対面授業とするが、念のため、9 月中旬に本シラバスを確認すること。

なお、講義資料等は google classroom で配布する。クラスコード等も 9 月中旬に本シラバスにて公開予定である。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

なし / No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|-------|-------------------------|---|
| 第 1 回 | オリエンテーションと医用画像表示技術 | 講義の概要や予定について述べた後、ボリュームレンダリングなどの医用画像表示技術について解説する |
| 第 2 回 | 濃淡画像処理 | 平滑化処理、微分フィルタなどについて解説する。 |
| 第 3 回 | 領域抽出 - 古典的手法 - | 2 値化、領域拡張、watershed などの古典的手法について解説する。 |
| 第 4 回 | 領域抽出 - 最大事後確率法 - | 期待値最大化法による分布パラメータ推定と、最大事後確率法による領域抽出処理について解説する。 |
| 第 5 回 | 領域抽出 - 統計的形狀モデルに基づく方法 - | 臓器の統計的形狀モデルとそれによる領域抽出法について解説する。 |
| 第 6 回 | 領域抽出 - 最適化理論に基づく処理 - | Level Set, Graph cuts, Random Walk などの最適化理論に基づく領域抽出法について解説する。 |

| | | |
|--------|----------------------------|--|
| 第 7 回 | 領域抽出 - 統計的形狀モデルと最適化理論の融合 - | 臓器の統計的形狀モデルと最適化理論を融合した方法について解説する。 |
| 第 8 回 | 連結成分処理 - 定義とラベル付けなど - | 連結性と連結成分について説明したのち、ラベル付けのアルゴリズムについて解説する。 |
| 第 9 回 | 連結成分処理 - 図形融合と細線化 - | モルフォロジー処理を用いた図形融合や細線化処理について説明する。また、3 次元への拡張法についても解説する。 |
| 第 10 回 | ベイズ決定 | パターン認識の基礎となるベイズ決定について解説する。 |
| 第 11 回 | アンサンブル学習 | バギング、ブースティング、ランダムフォレストなどを解説する。 |
| 第 12 回 | 深層学習の導入 | ニューラルネットワークの歴史と最近の深層学習のブームとその背景について解説する。 |
| 第 13 回 | 深層学習の応用 | 医用画像処理における深層学習について解説する。 |
| 第 14 回 | まとめ | 全体をまとめ、課題のレポートを出す。 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】学部生レベルの数学や統計に関する復習をしておくことが望ましい。

【テキスト（教科書）】

講義の資料は、google classroom から配布する。そのため、google classroom（クラスコード：未定）に事前に登録をしておくこと。

なお、google classroom への登録の際は、大学の google アカウントを利用すること（プライベートアカウントは不可）。

【参考書】

医用画像工学ハンドブック
日本医用画像工学会（著、監修）、日本医用画像工学ハンドブック編集委員会（編集）
ISBN-10: 4990666704

【成績評価の方法と基準】

平常点、小テスト、レポート課題で採点する。
おおよそ平常点 20%、小テスト 20%、レポート 60% の割合で採点する。

オンライン、対面形式ともにこの評価方法を利用する。
課題などに対するフィードバックの方法については授業中に通知する。

【学生の意見等からの気づき】

特になし。

【学生が準備すべき機器他】

配布する講義資料を表示したり、小テストに回答するためのパソコン。

【その他の重要事項】

オンラインでの開講となった場合、オンライン授業の方法や授業計画の変更、成績評価方法の変更などについては、学習支援システムなど指定の方法でその都度提示する。担当教員から連絡がないか、日ごろからよく確認すること。

【Outline (in English)】

[Course outline] This course introduces medical image analysis and pattern recognition to students taking this course. For example, spatial filtering, binarization, level set, graph cuts, and compressed sensing based segmentation algorithms. Deep learning based approaches are also explained.

[Learning Object]At the end of the course, students are expected to understand a variety of foundations and applications of medical image analysis.

[Learning activities outside of classroom] Students will be expected to have read the relevant papers. Your required study time is at least one hour for each class meeting.

[Grading Criteria /Policy] Your overall grade in the class will be decided based on the following Short examination: 30%、Reports : 60%、in class contribution: 10%

HUI500X3

応用信号処理特論

吉田 久

単位数：2 単位 | 開講時期：春学期集中/Intensive(Spring)

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

古典的な信号解析において、信号を時間変数 (t) の関数として、あるいは周波数変数 (f) の関数として解析する方法が存在しますが、それらは排他的に別々の解析方法として扱われてきました。近年、両方法の制約を超える 2 つの変数 (t, f) を同時に使用する時間-周波数解析が様々な分野（工学、医学、地球環境学）で利用されるようになりつつあります。本講義では、時間-周波数解析に関する概念、理論、アルゴリズムを基礎から体系的に学習することを目的とします。

【到達目標】

以下に挙げる事項を習得することを到達目標とします。

1. 基本的な信号表現（時間領域および周波数領域）を記述することができる。
2. 時間-周波数表現における専門用語を理解できる。
3. フーリエ解析ならびにスペクトログラムを理解し、実装できる
4. Wigner, Wigner-Ville 分布を理解し、実装できる。
5. Wavelet 変換を理解し、連続ならびに離散直交 Wavelet 変換を理解し、実装できる

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

講義と演習を組み合わせた授業を行います。講義では、理論背景を踏まえ、時間-周波数解析を基礎から体系的に学習します。実際に学習した理論を基にして、具現化したアルゴリズムをコンピュータ上に実装する演習を通して講義内容の理解を深め、各手法の特徴や技術的課題・限界など、実践的知識と技術を身につけます。

本講義は集中講義の形態で開講予定である。4月22日（土）2,3 時限、6月3日（土）2,3,4 時限、6月24日（土）2,3,4 時限、7月22日（土）2,3,4 時限、8月21日（月）2,3,4 時限目。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|--|
| 1 | 時間-周波数表現の概要 Introduction | 時間-周波数表現の概念と意味、時間-周波数表現における信号の特徴量 Concept of time-frequency representation |
| 2 | 数学的準備 Some mathematics | フーリエ解析とデルタ関数の基礎 Fourier analysis and delta function |
| 3 | 時間-周波数解析の導入 The need for time-frequency analysis | 古典的信号表現として信号の時間領域表現・周波数領域の紹介、ならびに時間領域と周波数領域の関係 Traditional signal representations and joint time-frequency representation |
| 4 | 信号表現 The time-frequency description of signals | 信号表現の数学的記述、時間表現とスペクトル表現、時間-周波数表現とその望ましい特性 Time-frequency approach: Essence and terminology |

| | | |
|----|--|---|
| 5 | 時間-周波数領域における信号の特徴 (1) Time-frequency distributions: fundamental ideas (1) | 解析信号とヒルベルト変換、時間幅と帯域幅、単一成成分号と多成分信号 Analytic signal and Hilbert Transform |
| 6 | 時間-周波数領域における信号の特徴 (2) Time-frequency distributions: fundamental ideas (2) | 瞬時周波数とスペクトル遅延、平均瞬時周波数とグループ遅延、緩和時間と瞬時帯域幅 Instantaneous frequency (IF) and spectral delay (SD) |
| 7 | 時間-周波数領域における信号の特徴 (3) Time-frequency distributions: fundamental ideas (3) | 解析信号を用いた信号の振幅、位相、瞬時周波数の定義 Defining Amplitude, Phase, and IF using the analytic signal |
| 8 | 時間-周波数分布 (1) Time-frequency distributions (1) | Short-Time Fourier Transform, Spectrogram |
| 9 | 時間-周波数分布 (2) Time-frequency distributions (2) | 信号核の生成 Wigner Distribution, Wigner-Ville Distribution |
| 10 | 時間-周波数分布 (3) Time-frequency distributions (3) | ランダム信号の非定常スペクトル、 Wigner-Ville Spectrum for random signal |
| 11 | 時間-周波数分布 (4) Time-frequency distributions (4) | Wigner Distribution, Spectrogram と Wavelet の関係 |
| 12 | Wavelet 変換 (1) Wavelet Transform (1) | 連続 Wavelet 変換、逆連続 Wavelet 変換、連続 Wavelet 変換の意味 Continuous wavelet transform |
| 13 | Wavelet 変換 (2) Wavelet Transform (2) | 直交 Wavelet 変換、スケーリング関数、サンプリング定理 Discrete wavelet transform |
| 14 | Wavelet 変換 (3) Wavelet Transform (3) | 分解アルゴリズムと再構成アルゴリズム、局在性となめらかさ Wavelet decomposition and reconstruction algorithm |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】時間-周波数解析理論の理解を深める目的でコンピュータ上で、Python（もしくは MATLAB/Octave でもよい）を用いた演習を行う。授業時間内に Python の使用方法について簡単に説明するが、詳細は自習するようにしてください。また、実際のデータ解析は授業時間外に宿題として行われることもあります。

【テキスト（教科書）】

特に指定しません。適宜資料を配布します。

【参考書】

1. Time-Frequency Signal Analysis and Processing, Second Edition: A Comprehensive Reference (Eurasip and Academic Press Series in Signal and Image Processing), Boualem Boashash, Academic Press, 2015, ISBN:9780123984999.
2. 応用のためのウェーブレット (シリーズ応用数理), 山田 道夫, 共立出版, 2016, ISBN:84320019546.

3. Time Frequency Analysis: Theory and Applications (Prentice-Hall Signal Processing), Leon Cohen, Prentice Hall, 1994, ISBN:9780135945322.

【成績評価の方法と基準】

授業中に学んだ信号解析、特に時間-周波数解析法に関する理論の理解度を高めるために、コンピュータを用いた演習を行う。この演習問題に対するレポートにより評価する。(100%)

【学生の意見等からの気づき】

事前配布資料を用いた予習を徹底するように指導します。講義内容の概要を把握して、講義に臨むことによって、講義の進度を学生の理解度とリンクさせるようにします。また、演習と同時にミニツペーパーも併用することで短いサイクルでのフィードバックを可能としたいと思います。

【学生が準備すべき機器他】

Python, あるいは MATLAB/Octave を導入した PC を持参してください。

【Outline (in English)】

In traditional signal processing, the natural variables time (t) or frequency (f) have been used exclusively and independently each other in their methods, techniques, and algorithms. Recently, a set of signal processing methods which is called "Time-Frequency Signal Processing (TFSP) in which either time t and frequency f are used simultaneously has become a standard signal processing technology with applications found in all traditional areas of signal processing and beyond.

【Course outline】

This course introduces the essential concepts on which the field of TFSP is built.

【Learning objectives】

The objectives of this course are to master the following items. (1) Describe basic signal representations in time domain and frequency domain. (2) Understand the terminology used in time-frequency representation. (3) Understand and implement Fourier analysis and spectrograms. (4) Understand and implement Wigner and Wigner-Ville distributions. (5) Understand Wavelet transforms, and implement continuous and discrete orthogonal Wavelet transforms.

【Learning activities outside of classroom】

Exercises using Python (or MATLAB/Octave) will be conducted on a computer to deepen the understanding of time-frequency analysis theory. A brief explanation of how to use Python will be given during class time, but students are expected to study the details on their own. Actual data analysis may also be done outside of class time as homework.

【Grading criteria/Policy】

Computer-based exercises will be conducted to enhance the students' understanding of the theory of signal analysis, especially the time-frequency analysis method, which they have learned during the class. Grading will be decided based on those reports of the exercises.

HUI500X3

学習アルゴリズム特論

藤原 靖宏

単位数：2 単位 | 開講時期：春学期授業/Spring

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

近年はインターネット技術やデータベース技術などの進展により様々なデータが利用可能になっている。この授業では様々なデータを解析するために必要となる機械学習やデータマイニングなどにおける学習アルゴリズムの習得を目的とする。

【到達目標】

機械学習やデータマイニングなどの人工知能技術は非常に進展の速度が早く、必ずしも教科書的な手法が確立されているわけではない。そのため本授業では現在のデータサイエンスにおいて利用されている基礎的な学習アルゴリズムを身に付け、将来的に機械学習やデータマイニングを利用できる素養の獲得を目指す。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

まずビッグデータ解析における学習アルゴリズムの位置づけについて理解する。次に具体的な学習アルゴリズムとして回帰分析、決定木、SVM、クラスタリングを学ぶ。また授業の後半では現在活発に研究されている深層学習について学ぶ。課題等の提出・フィードバックは「学習支援システム」を通じて行う予定。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

なし / No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし / No

【授業計画】 授業形態：オンライン/online

| 回 | テーマ | 内容 |
|----|----------|-----------------------------|
| 1 | 概要と導入 | データサイエンスにおける学習アルゴリズム |
| 2 | 機械学習導入 | 教師あり学習、教師なし学習などの機械学習の概要 |
| 3 | 回帰分析の基礎 | 単回帰分析、重回帰分析 |
| 4 | 回帰分析の発展 | リッジ回帰、Lasso 回帰 |
| 5 | 決定木の基礎 | CART、不純度 |
| 6 | 決定木の発展 | ランダムフォレスト、ブースティング |
| 7 | SVM の基礎 | 線形分離可能、分類超平面 |
| 8 | SVM の発展 | 最適化問題、KKT 条件、双対問題 |
| 9 | SVM の応用 | ソフトマージン、カーネル法、多値サポートベクターマシン |
| 10 | クラスタリング | 階層型クラスタリング、K-means 法 |
| 11 | グラフ解析の基礎 | グラフ構造、グラフ探索 |
| 12 | グラフ解析の発展 | 次数分布、スケールフリーネットワーク |
| 13 | 深層学習の基礎 | 単純パーセプトロン、多層パーセプトロン |
| 14 | 深層学習の発展 | 確率的勾配法、ReLU 関数 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】
確率・統計、線形代数の復習

【テキスト（教科書）】

特になし

【参考書】

特になし

【成績評価の方法と基準】

平常点 0%，レポート課題 100%として評価

【学生の意見等からの気づき】

特になし

【学生が準備すべき機器他】

特になし

【その他の重要事項】

授業の方法や授業計画の変更、成績評価方法の変更などについては、学習支援システムでその都度提示する。担当教員から学習支援システムを通じた連絡がないか、日ごろからよく確認するようにしてください。

【Outline (in English)】

As the result of recent advances in Internet and database technology, we can exploit various kinds of data. This course introduces learning algorithms used in machine learning and data mining to students taking this course. The goals of this course are to learn fundamental learning algorithms such as regression, decision tree, SVM, clustering, graph analysis, and deep learning. Students will be expected to have read textbooks on statistics and algebra before each class meeting. Your study time will be more than four hours for a class. Your overall grade in the class will be decided based on the following:

Report : 100%

COT500X3

データマイニング特論

小林 透

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期集中/Intensive(Fall)

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

クラウドコンピューティング技術の発展に伴い、文書、イメージ、グラフ形式データ、センサー・データなどの非構造化データを含む「ビッグデータ」が注目を集めている。本特論では、「ビッグデータ」から知識を抽出することを目的としたデータマイニング技術を扱う。具体的には、その代表的要素技術である統計解析、クラスタリング、パターン認識、機械学習を中心に、ビジネスインテリジェンスやマーケティングなどへの具体的な適用例を交えながら解説する。

【到達目標】

本特論では、データマイニングの基礎技術を理解し、その応用としてどのようなことが実現可能かイメージできることを目指す。最終的には、各自の抱えている研究テーマに対して具体的にどんなデータマイニング技術が適用できるかを検討し、検討結果を発表できることを目指す。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

授業においては、データマイニングの要素技術である統計解析、クラスタリング、パターン認識、機械学習等の基礎的な内容に触れると共に、最新の研究事例なども頻繁に取り入れていく。また、その応用事例としてビジネス分野へのインパクトを中心にその特徴の解説を試みる。本授業は講義形式で行う。また、適宜、グループディスカッション&プレゼンテーション、パソコンを利用した演習を行う。

- ・課題等の提出・フィードバックは「学習支援システム」を通じて行う予定である。
- ・オフィス・アワーで、課題（試験やレポート等）に対して講評する。
- ・授業の初めに、前回の授業で提出されたリアクションペーパーからいくつか取り上げ、全体に対してフィードバックを行う。
- ・リアクションペーパー等における良いコメントは授業内で紹介し、さらなる議論に活かす。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

あり/Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし/No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|--------|--------------------|---------------------------------|
| 第 1 回 | データマイニングとは | ～データベースにおける知識発見とデータマイニングの概念～ |
| 第 2 回 | 学習とは何か | ～機械学習アルゴリズムを用いる際の方法論的問題の理解～ |
| 第 3 回 | データマイニングとデータウェアハウス | ～両者の関係、特にデータウェアハウスの役割～ |
| 第 4 回 | 知識の発見段階 | ～知識発見の手順～ |
| 第 5 回 | 統計解析技術 | ～あらましと検定法～ |
| 第 6 回 | ベイズ統計 | ～ある事情が起こる確率によりある事情を分類する方法～ |
| 第 7 回 | 多変量解析 | ～複数の変数を持つデータの統計処理方法～ |
| 第 8 回 | 主成分分析 | ～複数の説明変数を持ついくつかのデータの特徴を明確にする方法～ |
| 第 9 回 | クラスタリング 1 | ～あるデータ群を数値データの類似性に基づいて分類する方法～ |
| 第 10 回 | クラスタリング 2 | ～非階層的クラスタリング方法～ |
| 第 11 回 | パターン認識 | ～観測されたパターンをあるカテゴリに分類する方法～ |
| 第 12 回 | パターン認識と機械学習 | ～教師あり学習と教師無し学習～ |

第 13 回 データマイニングの手順 ～データマイニングのための環境整備方法～

第 14 回 ビジネスインテリジェンスへの応用 ～実例によるビジネスへのインパクト～

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】・授業開始前までに、データマイニングや AI に関する関連書籍を最低一冊は読破する。

- ・授業で出された課題を、次の授業までに完遂する。
- ・本授業の準備・課題実施時間は、各 4 時間を標準とする。

【テキスト（教科書）】

授業中に適宜指定する

【参考書】

授業中に適宜指定する

【成績評価の方法と基準】

- ・口頭発表による最終試験 (100%)、プレゼン資料提出によって決定する。
- ・成績評価は 100 点満点とし、60 点以上を合格とする。
- なお、オンライン講義となった場合でも、オンラインでの口頭発表を行うため、対面時と評価方法や基準は変わらない。

【学生の意見等からの気づき】

- ・板書時、見やすく大きな字で、順を追って書くようにする。
- ・グループディスカッションとプレゼンテーション、パソコンを利用した演習など、一方的な講義形式にならないよう学生参加型の講義を行う。

【学生が準備すべき機器他】

パソコンの持参が必要

【その他の重要事項】

オンラインでの開講となった場合、オンライン授業の方法や授業計画の変更、成績評価方法の変更などについては、学習支援システムでその都度提示する。担当教員から学習支援システムを通じた連絡がないか、日ごろからよく確認するようにしてください。

【Outline (in English)】

【Course outline】

Data mining includes data mining technologies which contain the knowledge extraction from the big data. For example, statistics, clustering, pattern recognition, and machine learning will be explained. Business intelligence and marketing will be also lectured.

【Learning Objectives】

- ・ Being able to understand a basic technology of the data mining
- ・ Being able to image an application based on the data mining technology
- ・ Being able to make a presentation about the data mining technology suitable for a study theme of each student

【Learning activities outside of classroom】

Student will read at least one book about the data mining or AI by the class starts.

Students will be expected to have completed the required assignments after each class meeting. Your study time will be more than four hours for a class.

【Grading Criteria /Policy】

Your overall grade in the class will be decided based on the following

Term-end presentation and report: 100%

PRI500X3

計算幾何学特論

古賀 久志

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

コンピュータグラフィックス・画像処理・地理情報処理の基礎理論となる計算幾何学を学ぶ。計算幾何学の様々な基本アルゴリズムを教授し、さらに、それらがどのような応用分野で利用されるのかも紹介する。応用分野にはパターン認識も含まれており、代表的なパターン分類器である **Support Vector Machine** やニューラルネットワークについても学ぶ。

【到達目標】

計算幾何学がどのような応用領域で使われるのかをまず理解し、主要なアルゴリズム設計方法を習得して実装までできるようになることを目標とする。

本講義は、計算幾何学の代表的な問題を取り上げ、それぞれの問題に対するアルゴリズムを紹介する形式で進行する。その過程で、個別の問題に依らない計算幾何学ならではの普遍的なアルゴリズム設計手法を学習する。さらに、実際にアルゴリズムをプログラム実装し、学んだアルゴリズム設計法を確実に習得する。一方で、**OpenCV** に用意されたライブラリを使ったアルゴリズム実装も経験し、既存ソフトウェアパッケージを使ったプログラム開発の訓練をする。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

講義を中心した授業を行い、必要に応じて、アルゴリズムを実装する課題を出す。プログラミング課題は、C 言語を熟知していることを前提とする。また、計算幾何学のアルゴリズムを簡単にライブラリとして使える **OpenCV** も紹介する。講義での理解を深めるため、講義時間内に小テストを実施したり、講義後に小レポート課題を課したりする。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】
なし / No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】
なし / No

【授業計画】 授業形態：オンライン/online

| 回 | テーマ | 内容 |
|-------|-----------------|--|
| 第 1 回 | 計算幾何学とは | 計算幾何学とは何かを紹介する。また、幾何学をコンピュータでの困難さを理解する。授業理解に必要な平面幾何学についても言及する。 |
| 第 2 回 | 計算幾何学で使用するデータ構造 | 本講義の理解に必要な基本データ構造（スタック、キューなど）を復習する。今回は学部の授業の復習。 |
| 第 3 回 | 多線分の交差判定 | 計算幾何学特有のアルゴリズムである平面走査法について講義し、平面走査法ベースの多線分交差判定アルゴリズムを紹介する。 |
| 第 4 回 | 凸包 (1) 逐次構成法 | 凸包とは何かを説明し、それを求めるアルゴリズムを紹介する。計算幾何学における代表アルゴリズムである逐次構成法を説明する。 |
| 第 5 回 | 凸包 (2) 分割統治法 | 凸包を計算する別のアルゴリズムを紹介する。その際、計算幾何学における代表アルゴリズムである分割統治法を説明する。 |
| 第 6 回 | ボロノイ図 | ボロノイ図とは何かを紹介し、それを求めるアルゴリズムを講義する。 |

| | | |
|--------|---------------------------------|--|
| 第 7 回 | 施設配置問題と k-means クラスタリング | 施設配置問題を題材としてボロノイ図の拡張である重心ボロノイ図について勉強する。また、施設配置問題を単純化したクラスタリングも取り扱う。 |
| 第 8 回 | OpenCV プログラミングの環境構築 | オープンソースのコンピュータビジョンライブラリである OpenCV を紹介する。実際にノートパソコンまたはデスクトップパソコン上に OpenCV を使える環境を構築する。 |
| 第 9 回 | ドロネー三角形分割 | ボロノイ図の双対データ構造であるドロネー三角形分割について講義する。 |
| 第 10 回 | OpenCV による画像処理入門 | 画像は画素集合であるが、 OpenCV でどう画素集合を保持しているかを解説する。画素値をプログラムで修正する方法も紹介する。 |
| 第 11 回 | パターン認識入門 | 計算機によるパターン認識は、認識対象オブジェクトを特徴ベクトルと呼ばれる多次元ベクトルに変換し、特徴ベクトルを分類することで実現されるというパターン認識の基本的な原理を理解する。また、 SVM や最近傍法といった代表的な分類器を学ぶ。 |
| 第 12 回 | OpenCV を使ったパターン認識プログラミング | OpenCV を使って C++ でパターン認識プログラムを実装する方法を学ぶ。さらに認識精度の算出方法も身につける。 |
| 第 13 回 | アレンジメント | 複数の直線による平面分割のことをアレンジメントと呼ぶ。アレンジメントに関して成り立つ性質を理解する。 |
| 第 14 回 | 深層学習による画像認識 | Deep Neural Network (DNN) を用いた画像分類器のアーキテクチャを学ぶ。さらに、実際に OpenCV で DNN ベースの画像認識器を動かすプログラミング演習にも取り組む。 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】
アルゴリズムを実現するための手段を持っていないければ、この授業の効果を十分認識することは困難であるため、プログラミングの能力を向上させておくこと。とくに、**OpenCV** のプログラミングは **C++** で行うので、**C++** について勉強しておくことが望ましい。さらに、**Visual Studio** あるいは **g++** を使ってプログラム開発を行うので、この開発環境に事前に慣れておくことをお勧めする。

【テキスト（教科書）】

なし

【参考書】

- 計算幾何学 (数理工学ライブラリー), 朝倉書店, 杉原 厚吉 [著]
- 計算幾何学入門—幾何アルゴリズムとその応用, 森北出版, 譚 学厚, 平田 富夫 (著)

【成績評価の方法と基準】

以下の 2 つを総合して成績を評価する。
- 学期末レポート課題点 40 %: 内容は **OpenCV** を使ったプログラミング実装がメインであるが、筆記問題も混ざっている。

-授業時に実施するレポート課題 60 %：こちらは以前は講義内小テストとして実施していた内容である。オンライン授業では実施が困難なのでレポート課題に変更した。プログラミング課題も出題することがある。

【学生の意見等からの気づき】

授業内の小テスト（今年度はレポート課題）は、講義内容の理解にとっても有用なので、実施回数を増やす。

【学生が準備すべき機器他】

各自持参のパソコンを使って OpenCV のプログラミング環境を構築する。配布資料は授業支援システムを使って配布する。Windows パソコンであれば Visual Studio を開発環境として利用する。Mac パソコンや Linux パソコンであれば、g++ で開発することになる。

【その他の重要事項】

小テスト（今年度はレポート課題）を通じて授業の理解状況を測る。その結果に応じてシラバスより授業速度を下げる可能性がある。

【Outline (in English)】

Course outline:

The students will learn computational geometry which serves as a theoretical foundation of computer graphics, image processing and geographical information systems. This class explains various standard algorithms in computational geometry with their application areas. Because pattern recognition is one of the application areas, this class refers to Support Vector Machine and Deep Neural Network both of which are well-known pattern classifiers.

Learning Objectives:

1. To understand the application areas of computational geometry.
2. To learn standard algorithmic techniques in computational geometry, so that you may implement them as computer programs.

This lecture chooses famous problems in computational geometry and introduces known algorithms to solve them. In order to understand these algorithms well, students will implement them with C++ in practice. Here, at the same time, students will learn how to develop computer programs by making use of software packages like OpenCV.

Learning activities outside of classroom:

Because students are supposed to write programs in C++ in this class, I recommend you to study this programming language in advance. Ideally, the students are expected to get familiar with one of the next two software development environments, i.e., g++ or MS Visual Studio.

Grading Criteria:

The grade of this class is decided from the two elements:

1. (60%) Several reports assigned after some of the lectures which examine how well you understand the contents of them. Sometimes, you need to complete some programming task.
2. (40%) The end-term report: Students are mainly required to implement several programs in C++. But, the end-term report contains also some written questions.

HUI500X3

自然言語処理特論

別所 克人

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

インターネット技術の発展に伴い、多くの文書があふれている。これらを有効に活用するためには、自然言語処理技術が必須である。本論では、自然言語解析の基本的手法を理解・習得するとともに、その応用法である文書検索、機械翻訳にも言及し、人間が記述した自然言語の解析、応用技術を理解する。

【到達目標】

本講義では、形態素解析、構文解析などの自然言語解析基本技術の仕組みを、必要に応じて作成できる、または既存の解析ツールをアプリケーションに応用できるレベルで理解することを目標とする。また、専門用語を理解することによって、自然言語処理研究の内容を自習できる知識を身につけることを最終目標とする。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

人間が記述したテキストは、文字から成り立っており、文字が集まると単語に、単語が集まると文になる。本講では、単なるバイトコードであるテキストから、意味をとらえるまでの解析技術を、レベルに分けて解説する。また、自然言語処理の適用技術として、機械翻訳、文書検索、文書分類も紹介する。

講義は、各回のテーマに合わせたスライドによる説明を中心とする。また、レポート課題（宿題）を出す。資料の配布、課題の配布・提出は学習支援システムを通じて行う予定である。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

なし/No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし/No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---------------------|---|
| 1 | 自然言語処理の概要及び文字コードセット | 自然言語処理の適用分野や流れ、関連分野など、自然言語処理と講義の概要を説明する。次に、コンピュータから見ると、単なるバイト列である文字列を、言語として扱うため、コンピュータにおける文字の表現方法（文字コードセット）を説明する。 |
| 2 | 文字列検索と辞書 | 文字列がどのような単語からできているかは、自然言語解析の基本であるため、単語を集めた辞書と文字列の照合は頻繁に行われる。この回は文字列照合と辞書検索に焦点をあて、代表的アルゴリズムを説明する。 |
| 3 | 形態素解析：英語の品詞タグ付け | 文字列がどのような単語から成り立っているかを解析する「形態素解析」の前半。まず、単語の文法的特徴を表現する「品詞」を説明し、単語に品詞を付与するための統計モデル（講義では HMM を扱う）を紹介する。 |
| 4 | 形態素解析：最適経路探索 | 形態素解析の後半。英単語に対する品詞タグ付を効率的に行うアルゴリズムを説明して、日本語形態素解析へ拡張する。 |
| 5 | コーパスと評価 | 近年の自然言語処理は、実例を集めた「コーパス」に基づいて、機械学習などの技法を使って行われている。この回では、代表的コーパスの紹介とコーパスに基づく言語処理の評価法について説明する。 |

| | | |
|----|-----------------------|---|
| 6 | 自然言語処理応用：文書検索 | 形態素解析ができるだけでも、さまざまなアプリケーションを作ることができる。この回では、インターネット検索に代表される文書検索について、そこで使われる技術の解説を行う。 |
| 7 | 自然言語処理応用：文書分類とクラスタリング | 形態素解析を使った応用技術の2つ目。メールの分類などに使用されている文書分類技術と文書のクラスタリング技術について解説する。 |
| 8 | 構文解析：日本語係り受け解析 | 形態素解析と並ぶ基本技術である構文解析（文の構造解析）について、2回に分けて説明する。前半は日本語の構文解析で、文節間の係り受けを解析する方法を説明する。 |
| 9 | 構文解析：文脈自由文法の解析 | 英語などの構文解析では、句を単位とした構造解析が主流である。この回では、文脈自由文法と呼ばれる文法を用いて、英語の文構造を解析する方法について説明する。 |
| 10 | 言語モデル | 言語モデルは、文のもっともらしさを測るもので、音声認識、機械翻訳など、広範囲な応用分野で使われている基本技術である。この回では、代表的言語モデルである N グラムモデルについて解説する。 |
| 11 | 自然言語処理応用：機械翻訳の概要 | 自然言語処理の最も直接的な応用である機械翻訳を2回に分けて説明する。前半は、機械翻訳の難しさと、その規則による解法を説明し、近年の統計翻訳のモデルを説明する。 |
| 12 | 自然言語処理応用：句に基づく統計翻訳 | 機械翻訳の後半では、代表的方法である句に基づく統計翻訳について、その学習方法と翻訳方法について説明する。 |
| 13 | 意味解析 | 言語の意味を工学的に捉える方法を紹介する。ここでは、単語の意味解析と、文の意味解析の概要を説明する。 |
| 14 | 自然言語処理応用：質問応答 | スマートフォンなどで一般的になった、質問応答システムについて、使われている技術の概要を説明する。 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】レポート課題（宿題）を期間中3回出す予定。

【テキスト（教科書）】

教科書は使用せず、スライドで講義する。

【参考書】

奥村学「自然言語処理の基礎」、コロナ社、ISBN:978-4-339-02451-7

【成績評価の方法と基準】

平常点：42%

レポート課題（宿題）：58%（期間中3回予定）

オンライン、対面形式ともにこの評価方法を利用する。

【学生の意見等からの気づき】

既存ツールなどを用いて事後復習することを強く推奨する。

【学生が準備すべき機器他】

レポート課題（宿題）の内、1つはコンピュータソフト（Windows 用）を使用する課題とする予定。

【その他の重要事項】

オンラインでの開講となった場合、オンライン授業の方法や授業計画の変更、成績評価方法の変更などについては、学習支援システムなど指定の方法でその都度提示する。担当教員から連絡がないか、日ごろからよく確認すること。

【Outline (in English)】

【Course outline】

With the development of Internet technology, many documents are overflowing. In order to make effective use of these, natural language processing technology is indispensable. In this course, we will understand and acquire the basic method of natural language analysis, and also refer to document retrieval and machine translation which are its applied methods, and understand the analysis and applied technology of natural language described by humans.

【Learning Objectives】

The goal of this lecture is to understand the mechanism of basic natural language analysis technology such as morphological analysis and parsing at a level where it can be created as needed or existing analysis tools can be applied to applications. The ultimate goal is to acquire the knowledge to learn the contents of natural language processing research by understanding the technical terms.

【Learning activities outside of classroom】

Before/after each class meeting, students will be expected to spend four hours to understand the course content.

Report assignments (homework) will be given three times during the period.

【Grading Criteria /Policies】

Participation degree : 42%

Report assignments (homework) : 58% (Scheduled 3 times during the period)

This evaluation method is used for both online and face-to-face.

COT500X3

プログラム意味論特論

藤田 憲悦

単位数：単位 | 開講時期：春学期授業/Spring

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

最初に、述語論理の意味論と証明論の基礎を学ぶ。これは、プログラム意味論とその応用の一つであるプログラム検証にとって不可欠である。次にこれに基づいて、公理の意味論、表示の意味論、プログラムの不動点定理などを習得して、プログラミング言語の理論を理解する。

【到達目標】

つぎの項目の習得をゴールとする

- (1) 一階述語論理の意味論
- (2) 一階述語論理の証明論
- (3) 形式的体系 NK の健全性と完全性（Gödel の完全性定理）
- (4) 帰納法の原理、様々な帰納法、帰納法の証明と再帰的プログラム
- (5) 公理の意味論
- (6) 表示の意味論
- (7) CPO と CPO 上の連続関数
- (8) プログラムの不動点意味論（最小不動点定理）

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたなどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

講義形式であり、テキストとスライドの両方を利用する。定理証明などに関するプログラミングの課題を活用することもある。対面での開講に変更される可能性がある。この場合の授業方法・授業計画、成績評価方法の変更などについては、課題等の提出・フィードバック等の仕方も含め学習支援システムまたは授業中に別途指示する。授業中に小問を質問することがあるので授業中に必ず解答のこと。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

なし / No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし / No

【授業計画】 授業形態：オンライン/online

| 回 | テーマ | 内容 |
|--------|-----------------------|---|
| 第 1 回 | プログラム意味論：プログラミング言語の理論 | プログラミング言語の役割、意味論的手法と証明論的手法、数理論理学：意味論と証明論、プログラミング言語の意味論、プログラムの意味関数とコンピュータの状態 |
| 第 2 回 | 述語論理への準備 | 命題論理の復習：意味論と証明論 |
| 第 3 回 | 形式的体系 NK | NK の健全性と完全性：ブール代数、真理値表と排中律、ワンのアルゴリズム |
| 第 4 回 | 帰納法の原理 | 最小数の原理、数学的帰納法、累積帰納法、整礎な関係とネーター帰納法、構造帰納法、計算帰納法、不動点帰納法 |
| 第 5 回 | 述語論理の意味論 | 構造と解釈 |
| 第 6 回 | 述語論理の証明論 | NK の推論規則と証明図 |
| 第 7 回 | NK の健全性と完全性 | Shutte の分解法と Gödel の完全性定理 |
| 第 8 回 | 公理の意味論 | Naur-Floyd の帰納的表明法、Hoare 論理、プログラム検証：部分正当性と停止性 |
| 第 9 回 | 表示の意味論 | 手続き型プログラムから関数型プログラムへの変換 |
| 第 10 回 | 連続関数の不動点定理 | 半順序構造と近似の概念、CPO と CPO 上の連続関数 |
| 第 11 回 | 複合データ領域 | 直積と関数空間 |
| 第 12 回 | プログラムの不動点意味論 | 再帰プログラムの不動点意味論 |

第 13 回 プログラミング言語の証明論と定理証明、意味論とモデル理論再考

第 14 回 総まとめと課題 プログラム検証技術

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】

スライドや課題の復習、テキストの予習に取り組む

【テキスト（教科書）】

「数理パズルで楽しく学べる論理学」（藤田）コロナ社（2022）2 章：命題論理の意味論、形式的体系、健全性と完全性、及び 3 章：述語論理の言語、形式的体系、意味論。

<https://www.coronasha.co.jp/np/isbn/9784339029239/>

【参考書】

小野寛暁：情報科学における論理、日本評論社（1994）

Dirk van Dalen：Logic and Structure, Fifth Edition, Springer(2004)

J.-Y.Girard, P.Taylor, Y.Lafont：Proofs and Types, Cambridge University Press(1989)

田辺、中島、長谷川：コンピュータサイエンス入門（論理とプログラム意味論）、岩波書店（1999）

中島玲二：数理情報学入門（スコット・プログラム理論）、朝倉書店（1982）

横内寛文：プログラム意味論、共立出版（1994）

【成績評価の方法と基準】

【評価方法】

レポート（50%）と定期試験（50%）による。

【評価基準】

本科目において設定した達成目標を 60%以上達成している学生を合格とする。対面での開講となった場合、成績評価の方法と基準も（レポート 100%などに）変更する場合がある。その場合の具体的な方法と基準は、学習支援システムまたは授業中に提示する。

【学生の意見等からの気づき】

特になし

【学生が準備すべき機器他】

授業にはノート PC を持参すること

【その他の重要事項】

対面授業への移行などは学習支援システムを通じて連絡する。学習支援システムを通じた連絡がないかどうか確認を怠らないこと。

【Outline (in English)】

The aim of this course is to give an introduction to the formal semantics of programming languages. The goals of this course are to understand the principles of programming languages and the practical foundations. Students will be expected to have the relevant chapters from the text including the course notes. Your study time will be more than one hour for a class. Grading will be decided based on reports (50%) and/or term-end examination (50%).

FRI500X3

情報処理未来洞察特論

七丈 直弘

単位数：単位 | 開講時期：春学期集中/Intensive(Spring)

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

情報技術の進展は著しく、サービスおよびプロダクトの開発を行う上では、将来起きるであろう大きな変化を念頭に置いた活動が求められている。だが、我々は極めて変化に富んだ不確実性の時代に存在しており、中長期的な将来においてどのような社会が成立しているかを予測することは不可能である。このような不確実性が高い状況下での戦略立案を行う上で「未来洞察」という手法が用いられている。未来洞察は不確実性によって特定の状況が成立することを「予測」することが原理的に困難な状況下で、生じやすい状況の幅を予測する手法である。具体的には、将来の変化の外縁を複数の点で結ぶことで将来変化の可能性の範囲を規定し、変化の外縁に位置する点をシナリオとして言語化し、それが生じる条件とその含意を探索していく。本授業では未来洞察の手法を学び、その実践を通じて、不確実な未来に対応できる能力を育成することを目指す。

【到達目標】

世界の変化（経済的背景、政策的背景、海外動向）について理解する。未来洞察の概念を理解する。未来洞察手法を活用して簡単なシナリオ分析を実施可能となる。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

テーマごとに講義を行った後、その内容に基づくグループワークを行う。対面での講義ができない場合にはオンデマンド教材を作成して提供する。グループワークによって作成した資料は授業時間中にフィードバックを行う。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり/Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】なし/No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|--------|-----------------------|--|
| 第 1 回 | イントロダクション (未来洞察 1) | 講義の概要と構成についての説明。 |
| 第 2 回 | 未来洞察 2 | 将来の社会変化と社会における潜在的課題を把握するための手法である「未来洞察」の方法論を学ぶ。 |
| 第 3 回 | 未来洞察 3 | 未来洞察の実施：前回で学んだ手法を実践し、近未来の社会変化と社会課題について把握を行う |
| 第 4 回 | 未来洞察 4 | 未来洞察の実施：シナリオ分析手法を実践する |
| 第 5 回 | 未来洞察 5 | 未来洞察手法の学習：スキヤニングに基づく未来洞察を行う |
| 第 6 回 | 未来洞察 6 | 未来洞察の実施：スキヤニングマテリアルを読み解き、隠れた潮流を探す |
| 第 7 回 | 未来洞察 7 | 未来洞察の実施：スキヤニングの結果得られた潮流を総合し、将来の社会変化の方向性を把握する |
| 第 8 回 | 未来洞察 8 | 未来洞察の実施：社会変化の方向性として得られた内容を相互評価し、意見集約を行う。 |
| 第 9 回 | テクノロジーフォーサイト 1 | テクノロジーフォーサイトの方法論について学ぶ。 |
| 第 10 回 | テクノロジーフォーサイト 2 | データ駆動型のテクノロジーフォーサイトについて学ぶ |

| | | |
|--------|----------------|---|
| 第 11 回 | テクノロジーフォーサイト 3 | データを基にしたテクノロジーフォーサイトを実践する。論文・特許情報を解析する。 |
| 第 12 回 | テクノロジーフォーサイト 4 | 論文・特許情報を解析して得られた結果と未来洞察結果との総合を行う。 |
| 第 13 回 | テクノロジーフォーサイト発表 | 第 10～12 回で開発した未来洞察を各自発表する。 |
| 第 14 回 | テクノロジーフォーサイト講評 | 前回の発表内容を基に相互討議を行う。 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】授業内で与えられたテーマに基づく調査を行うための状況調査・企画作成が求められる。

【テキスト（教科書）】

特になし。

【参考書】

- [1] Angela Wilkinson "Strategic Foresight Primer" (https://ec.europa.eu/epsc/publications/other-publications/strategic-foresight-primer_en)
- [2] 日本総合研究所 未来デザイン・ラボ「新たな事業機会を見つける「未来洞察」の教科書」KADOKAWA
- [3] 山口高弘「アイデア・メーカー」東洋経済新報社
- [4] アレックス・オスターワルダ他「バリエーション・プロポジション」翔泳社

【成績評価の方法と基準】

成績は授業中でのプレゼンテーション、ディスカッションへの参加、レポートによって評価を行う。（筆記試験は行わない）成績評価は 100 点満点とし、60 点以上を合格とする。

【学生の意見等からの気づき】

講義の多くの部分でワークショップ形式を採用し、学生全員と教員との間での議論によって未来社会の変化を洞察する。

【学生が準備すべき機器他】

ノート PC
インターネット接続

【Outline (in English)】

Information technology is advancing rapidly, and developers of services and products need to keep in mind the major changes that will occur in the future. However, we exist in an era of extreme change and uncertainty, and it is impossible to predict what kind of society will be established in the medium to long term. For strategic planning under such uncertain circumstances, a methodology called "Foresight" is used. Foresight is a method of anticipating the range of possible situations that may arise in a situation where it is in principle difficult to "predict" that a particular situation will materialize due to uncertainty. Specifically, it defines the range of possible future changes by connecting multiple points on the boundaries of future changes, articulating the points on the boundaries of change as scenarios, and exploring the conditions under which these scenarios will occur and their implications. The objective of this class is to develop the ability to cope with an uncertain future by learning and practicing foresight methods.

COT500X3

センサーネット特論

門 勇一

単位数：2 単位 | 開講時期：春学期授業/Spring

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

無線センサーネットワークの基礎となるアンテナからの電磁波の放射と伝搬について Maxwell の方程式と電磁ポテンシャルの方程式を用いて解説する。次世代移動体通信やセンサーネットワーク通信のシステム設計の基礎となる無線通信回線設計の基礎を習得することを目的とする。

【到達目標】

1. 現代生活において様々なシーンで電磁波が活用されていることを語れる。
2. 電磁波の放射と伝搬に関する物理的イメージをもつ。
3. マックスウエルの方程式から波動方程式導出できる。
4. 真空中の平面電磁波の伝搬特性を説明できる。
5. 電磁波の発振源とアンテナを結ぶ導波路の特性を説明できる。
6. 微小ダイポールアンテナの放射特性をグリーン関数を使って記述できる。
7. 以上を通じて、無線通信システムを設計する基礎を習得する。次に、将来の次世代移動体通信システムやセンサーネットワークシステムを開発するための課題を提示して、電磁波を用いた無線通信システムにおける研究開発課題と新たな無線通信サービスの可能性を理解することを目標とする。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

本講義では独自のテキストにより「アンテナからの電磁波の放射と伝搬の基礎」を学ぶ。無線通信の基礎となる無線通信回線設計の基礎を習得するため、微小ダイポールアンテナを用いた通信回線設計の例を演習課題にする。最新の次世代移動体通信システム、センサーネットワーク、無線電力伝送に関する基本構成と技術課題を解説し、無線通信技術を用いた新たなサービスの可能性をグループディスカッションする。また、リアクションペーパー等におけるコメントは適宜授業内で紹介し、授業内容の理解に活かします。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|-------|------------------|---|
| 第 1 回 | はじめに | 電磁波利用の歴史 |
| 第 2 回 | マックスウエルの方程式 | アンペアの法則、ファラデーの電磁誘導の法則からマックスウエルの方程式の導出する |
| 第 3 回 | 平面電磁波（1） | マックスウエルの方程式から波動方程式を導き、平面波の場合について方程式を解いて波動の伝搬を解説する |
| 第 4 回 | 平面電磁波（2） | 電磁波の位相速度と群速度、波動インピーダンス、偏波について解説する |
| 第 5 回 | 電磁ポテンシャルを用いた方程式系 | ベクトルポテンシャルとスカラーポテンシャルを用いた Maxwell の方程式と等価な方程式系の導出 |
| 第 6 回 | 単位波源（点のアンテナ）（1） | 単位波源（点のアンテナ）が形成するベクトルポテンシャルを導く |
| 第 7 回 | 単位波源（点のアンテナ）（2） | 単位波源（点の波源）の重ね合わせで任意形状のアンテナが形成するベクトルポテンシャルを導く |
| 第 8 回 | アンテナ（1） | 微小ダイポールアンテナからの電磁波の放射について解説する |

| | | |
|--------|-----------------|---|
| 第 9 回 | アンテナ（2） | 微小ダイポールアンテナの放射特性 |
| 第 10 回 | 無線通信回線の基礎 | 微小ダイポールアンテナを用いた無線通信回線設計の基礎 |
| 第 11 回 | 移動体通信システム | セル方式と高性能化に向けた技術的課題 |
| 第 12 回 | センサーネットワーク・システム | 無線センサーネットワークの構成法と技術課題 |
| 第 13 回 | 無線電力伝送 | 電磁波で電力を伝送する方法と技術課題 |
| 第 14 回 | 社会的課題への応用 | センサーネットワークをエネルギー、防災、農業、ヘルスケアなどの分野へ応用する意義と課題について検討する |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】レポート課題の取り組みと提出

【テキスト（教科書）】

「電磁波動工学基礎」のオリジナルテキスト、資料等を PDF で適宜配布する。

【参考書】

「電磁波工学入門」高橋応明著、数理工学社
「電磁波工学」稲垣直樹著、丸善
「理論電磁気学」砂川重信著、紀伊国屋書店など

【成績評価の方法と基準】

【評価方法】成績評価は 100 点満点とし、60 点以上を合格とする。評価の配分は平常点（出席と講義中の質疑応答などで 50 %）およびレポート課題（50 %）とする。

【学生の意見等からの気づき】

講義では電磁波の伝搬と放射に関する物理的な基礎に重点を置くが、次世代移動体通信システム、センサーネットワーク、無線電力伝送などの最新技術開発との関係も適宜説明する。

【学生が準備すべき機器他】

プロジェクター

【その他の重要事項】

オンラインでの開講となった場合、オンライン授業の方法や授業計画の変更、成績評価方法の変更などについては、学習支援システムでその都度提示する。担当教員から学習支援システムを通じた連絡がないか、日ごろからよく確認するようにしてください。

【Outline (in English)】

Electromagnetic engineering is the technology behind wireless sensor networks and Internet of Things (IoT). In addition, the future mobile communication systems will pay significant attention to wireless communication system using millimeter-wave and high-performance antenna. This lecture aims to understand the basic of electromagnetic wave behavior and develop it for the application.

COT500X3

インターネットとイノベーション特論

山崎 泰明

単位数：2 単位 | 開講時期：春学期授業/Spring

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

インターネットによるイノベーションの議論では、主として技術革新がもたらす人間社会の進化、コミュニケーション手段の多様化などに着目されるが、新技術をもとに事業を創造し、社会に普及させるのは企業である。近年では、インダストリー 4.0 や人工知能 (AI)、IoT (モノのインターネット)、ビッグデータ分析、そしてロボットを使った工場の無人化などについての記事を毎日のように目にする。それらの技術を活用し、今までにない全く新しいビジネスモデルも生まれてきている。本講義では、イノベーション創出のベースとなる主な理論を学び、その知識を身につけた上でインターネットによるイノベーションを具体的に実現している企業の経営戦略やビジネスモデル及びサービスの展開等について理解を深める。

【到達目標】

イノベーションに関する理論を学習することにより、企業のビジネスの本質を見極める深い洞察力を身につける。また、インターネットビジネスに関わる実際のビジネスのケーススタディを通して、広い視野を養う。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

講義及びディスカッション、小テストによる理解度の確認、そして期末の課題としてビジネスプランの作成を行なう。コロナウイルスの影響等により、対面での授業が困難であると大学側が判断した場合は、対面授業と同様の資料等を用いてオンデマンドでの授業とする。毎回、授業の最後に小レポートを課し、メールで各自へコメントを行なう。なお、メールアドレスはオープンにし、随時、履修生からの質問等は受け付け、遅滞なく返信等を行なう。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|-------|-------------------------------------|--|
| 第 1 回 | イントロダクション インターネットの進化 とイノベーション | インターネットの技術革新は、さまざまなイノベーションを生成した。1990 年代の米国経済の復権は、それらのイノベーションによるものであり、学問としてのMOT（技術経営）が果たした役割は大きい。第 1 回目はイントロダクションとして、各回の講義の狙いについて説明するとともに、身近にある代表的な企業の経営戦略と、イノベーションがもたらした価値について概要を知る。 |
| 第 2 回 | イノベーション理論の変遷 1 | ①新結合（ジョセフ・シュンペーター） |
| 第 3 回 | イノベーション理論の変遷 2 | ②パラダイムシフト（トーマス・クーン） |
| 第 4 回 | イノベーション理論の変遷 3 | ③企業家（ピーター・ドラッカー） |
| 第 5 回 | イノベーション理論の変遷 4 | ④破壊的イノベーション（ジェームス・アッターバック） |
| 第 6 回 | イノベーション理論の変遷 5 | ⑤イノベーションのジレンマ（クレイトン・クリステンセン） |
| 第 7 回 | イノベーション理論の変遷 6 | ⑥イノベーション・マネジメント（ジョー・テッド） ⑦オープンイノベーション（ヘンリー・チェスプロウ） |
| 第 8 回 | イノベーション理論の変遷 7 | ⑧イノベーター理論（エヴェリット・ロジャース） |

| | | |
|--------|----------------------|--|
| 第 9 回 | イノベーション理論の変遷 8 | ⑨バリュー・イノベーション（チャーン・キム&レネ・モボリュニユ） ⑩ダイナミック・ケイパビリティ（デビッド・ティース） |
| 第 10 回 | イノベーション理論の変遷 9 | ⑪意味のイノベーション（ロベルト・ベルガンディ） ⑫リバース・イノベーション（ヒジャイ・ゴビンダラジャン） ⑬ユーザーイノベーション（エリック・ヒッペル） |
| 第 11 回 | 重要技術とデジタルライフ 1 | IT 技術の変革によって、産業革命、行政のあり方から個人のライフスタイルまで、社会全体が急激に変化した。ここでは「新しい働き方の実現」や「人に寄り添うサービスの実現」について学ぶ。 |
| 第 12 回 | 重要技術とデジタルライフ 2 | 本講義では、「シンセティック・メディア」や「ボイステクノロジーの進化」によるデジタルヒューマンについて学ぶ。 |
| 第 13 回 | 重要技術とデジタルライフ 3 | ここでは「ジェロンテック」や「FinTech」について学ぶ。 |
| 第 14 回 | ビジネスプランの作成（春学期授業内試験） | ビジネスプランの作成：本講義で学んだイノベーション理論及びさまざまなインターネットビジネスを参考に、独自のインターネットビジネスのプランを作成する。 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】

・事前にテキストをサイトにアップしますので、2 時間程度の予習を望みます。

・また、期末のビジネスプランの作成に向け、毎回の授業の復習が 2 時間程度は必要と考えます。

【テキスト（教科書）】

講師作成の資料を事前にサイトにアップする。

【参考書】

事前に参考資料等の紹介を行なう。

【成績評価の方法と基準】

授業関与度 30%

理解度小テスト 30%

ビジネスプラン 40%

【学生の意見等からの気づき】

これまでの種々のイノベーションに関するメカニズムを知るとともに、未来の社会を構想する方法論や思考方法を身につける。

【Outline (in English)】

【Course outline】

Theory about innovation of 13 necessary to building of a new business model is learned in this lecture. Further, I think about the digital service to settle the problem of our living.

【Learning Objectives】

Remarkable manufacturing isn't always value making. Fusion of technological knowledge and business administration-like knowledge will be a countermeasure. I aim to put on this thought.

【Learning activities outside of classroom】

Two hours of preparation and two hours of review.

【Grading Criteria/Policies】

Your overall grade in the class will be decided based on the following.

Term-end examination : 40%, Short report : 30%, in class contribution : 30%

HUI500X3

感覚・感性センシング特論

吉田 宏之

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

人間の認知機能について、特に感覚・知覚と感情を中心に総合的に考究する。また、心理学的なデータの取得分析方法について修得する。

【到達目標】

直接観察ができない人間の心的過程について基本的知識を習得し、また研究の方法論を修得できる。そして感性的研究について、これまでに得られている具体的な研究成果について理解できる。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

人間の視覚情報処理を中心に近年の様々な分野での研究成果に関して講義する。

授業の初めに、前回の授業で提出されたリアクションペーパーからいくつか取り上げ、全体に対してのフィードバックを行う。

また、心理実験の方法論についても紹介し、実際に心理実験を体験実施する。

テーマは顔表情認知に関するものとなり、受講生は互いに実験者や実験参加者を行う。

授業で行う心理実験はデータを収集、分析しレポートとして提出する。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|--------|-----------------------|--|
| 第 1 回 | 初回ガイダンス・心理学に関する基本的な説明 | 授業の概要（心理学、感性とは何か） |
| 第 2 回 | 視覚の諸過程 | 網膜細胞の仕組み、色彩や動きの知覚 |
| 第 3 回 | 目から脳への情報の伝達と脳内情報処理 | 網膜からの信号統合、脳内情報処理 |
| 第 4 回 | 高次視覚処理 | パターンの良さ・美の認識 |
| 第 5 回 | 認知と感情 1 | 顔認知モデル 表情認知、表情と感情 |
| 第 6 回 | 認知と感情 2 | 表情とコミュニケーション |
| 第 7 回 | 実験計画法と分析法 | 実験計画の立て方、各種測定法の紹介および測定データに即した分析の方法につちえ |
| 第 8 回 | 感情・認知に関する研究の基礎知識 | 感情・認知心理学的研究で使われる実験環境について |
| 第 9 回 | 感情・認知研究に用いる実験材料の取得方法 | 実験で使用する刺激の素材準備についての解説と体験 |
| 第 10 回 | 実験刺激の加工と整備 | 実験計画に沿った実験刺激作成についての解説 |
| 第 11 回 | 実験環境の整備 | 実験制御プログラムの解説と準備 |
| 第 12 回 | 実験の実施方法 1 | 感覚感性に関する実験の実施方法の解説 |
| 第 13 回 | 実験の実施方法 2 | 感覚感性に関する実験の実施方法の実習 |
| 第 14 回 | 実験データ解析 | 取得データの分析方法の解説と実習 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】

第 1 回～第 7 回 研究論文、配布資料を事前に読む（各 4 時間）

第 8 回～第 12 回 実験の事前準備（素材加工、プログラム等）をする（各 4 時間）

第 13 回～第 14 回 実験データの解析を行ってレポートを書く（各 4 時間）

【テキスト（教科書）】

使用しない。

【参考書】

吉川・中村・益谷（編著）「顔と心」サイエンス社 1993.

竹原・野村（編著）「顔研究の最前線」北大路書房 2004.

大山・宮埜・岩脇「心理学研究法」サイエンス社 2005.

ほかに適宜授業内で指示する。

【成績評価の方法と基準】

レポート（70%）平常点（30%）として評価する。

レポートは感情・認知心理学的研究方法が理解できていることを示す必要がある。

レポート評価基準

S:配布資料に従ってレポートを作成し、先行研究と対比しながら独自性の高い考察を行う。

A:配布資料に従ってレポートを作成し、先行研究と対比しながら考察する。

B:配布資料に従ってレポートを作成し、自分なりの考察をおこなう。

C:配布資料に従ってレポートを作成提出する。

D:レポートの必要要件が不足している。

必要要件について授業内で資料を配布する。

平常点は授業内での作業（準備からデータ収集、データ分析まで）に対して評価する。

【学生の意見等からの気づき】

心理学的データを取得する研究を行っている学生であっても心理データの取り扱いをする上で求められる研究倫理に曖昧である部分があるように見受けられた。2023 年は対応する内容を増やす予定である。

【学生が準備すべき機器他】

PC とプロジェクタを使用して授業を進める。

また各自 PC を持参し、実験準備・データ処理等を行うために必要なソフトウェア群を用意する。

MATLAB を使用するのでインストールしておく。

【その他の重要事項】

個人を対象とした各種データは個人情報として慎重に扱うこと。

【Outline (in English)】

[Outline]We will examine comprehensively about human cognitive function, especially sense, perception and emotion. Also, you will learn how to get and analyze psychological data. [Learning Objectives]You can acquire basic knowledge and research methods about human mental processes that cannot be observed directly. And you can understand the concrete research results that have been obtained so far for Kansei research.

[Learning activities outside of classroom]Read research papers and handouts in advance.

Prepare for the experiment (material processing, program, etc.).

Analyze experimental data and write a report (4 hours each)

[Grading Criteria /Policy]The report is rated at 70% and the normal score is rated at 30%.

The report should show that the emotional and cognitive psychological research methods are understood.

COT500X3

3次元モデリング特論

斎藤 隆文

単位数：2 単位 | 開講時期：春学期授業/Spring

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

本授業では、形状処理、コンピュータグラフィックス（CG）、可視化など、形や画像を計算機で扱う方法論のいくつかを習得する。

【到達目標】

形状処理や画像に関連する技術を、各自の専門分野の研究活動に活かすことを目標とする。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

上記の関連分野の中から、他分野にも役立つ内容を中心に、いくつかのトピックスを選び、手作業による実習を交えながら論じる。また、最新の研究動向を紹介する。

課題等の提出・フィードバックは「学習支援システム（Hoppii）」を通じて行う。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり/Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし/No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|--------|-----------------------|---------------------------|
| 第 1 回 | 導入 | コンピュータグラフィックスの概要 |
| 第 2 回 | 曲線と曲面（1） | 曲線の表現、ベジエ曲線とその作図 |
| 第 3 回 | 曲線と曲面（2） | ベジエ曲線の微分 |
| 第 4 回 | 曲線と曲面（3） | 同次座標と有理ベジエ曲線 |
| 第 5 回 | 曲線と曲面（4） | B-スプライン曲線、曲面への拡張 |
| 第 6 回 | 曲線と曲面（5） | レポート課題、宿題の解答説明 |
| 第 7 回 | 情報伝達のための CG（1） | 非写実的画像生成 |
| 第 8 回 | 情報伝達のための CG（2） | 科学技術データの可視化 |
| 第 9 回 | 情報伝達のための CG（3） | 情報可視化 |
| 第 10 回 | 情報伝達のための CG（4） | レポート課題の解答説明、関連研究紹介 |
| 第 11 回 | カメラの原理と実写画像に基づく CG（1） | カメラと写真撮影の原理（1）：レンズ |
| 第 12 回 | カメラの原理と実写画像に基づく CG（2） | カメラと写真撮影の原理（2）：露出 |
| 第 13 回 | カメラの原理と実写画像に基づく CG（3） | 実写画像に基づく CG |
| 第 14 回 | カメラの原理と実写画像に基づく CG（4） | CG における画像処理の利用 課題の解答説明 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とする。
毎回の授業後に課題（オンラインテストまたは提出課題）を課す。それとは別にレポート課題を適宜課す。

【テキスト（教科書）】

特に使用しない。講義プリントを配布する。

【参考書】

特になし。

【成績評価の方法と基準】

毎回の授業後の課題（オンラインテストまたは提出課題）、およびレポート（3回）による。

単位取得の必要条件： 授業の課題 60%以上提出、レポート 1 回以上提出。

【学生の意見等からの気づき】

授業内容の定着方法の改善を図る。

【学生が準備すべき機器他】

授業資料などを学習支援システムから配布するため、ノート PC の持参が望ましい。

【その他の重要事項】

担当教員から学習支援システムを通じた連絡がないか、日ごろからよく確認するようにしてください。

【Outline (in English)】

Several topics in visual computing (i.e. computation techniques for shape and images) are lectured. The topics include shape processing, computer graphics, and visualization.

The goal is to apply shape processing and image-related techniques to research activities in your field of expertise.

Students will be expected to have completed the required assignments after each class meeting. Your study time will be more than four hours for a class.

Your overall grade in the class will be decided based on the following; homework: 50%, reports: 50%.

HUI500X3

視覚環境認識・理解特論

清水 郁子

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

カメラで撮影した画像から、対象を認識する手法を学ぶ。特に、カメラの周辺の環境の 3 次元的構造を理解するための手法を中心に知識を習得する。

【到達目標】

画像処理の基本的な手法を身につける。画像からどのような情報が得られるのか、特に、2 次元画像と 3 次元空間の幾何学的関係から何がわかるのかを理解する。また、様々な応用例について理解する。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

本講義では、画像を用いたコンピュータによる対象の認識手法を学ぶ。特に、画像を撮影したカメラを取り巻く環境の 3 次元的な構造を理解する手法やその応用例などについて、いくつかのトピックについて調査演習を含めて理解を深める。

課題等の提出・フィードバックは「学習支援システム（Hoppii）」を通じて行う予定です。

In this lecture, students will learn how to recognize objects by computer using images. In particular, we will deepen students' understanding of several topics, including methods for understanding the three-dimensional structure of the environment surrounding the camera that captured the images and their applications, including survey exercises.

Assignments will be submitted and feedback will be provided through the "Learning Support System (Hoppii)".

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|--------|--------------------------------|------------------------------------|
| 第 1 回 | 概要 | 画像による 3 次元空間認識の目的と応用例を紹介する。 |
| 第 2 回 | 画像の生成過程 | 画像と空間の関係、画像の生成について説明する |
| 第 3 回 | 射影変換とは | 画像と空間の関係を表す射影変換とは何かを説明する |
| 第 4 回 | パラメータ推定 | 3 次元空間認識のためのパラメータ推定の方法について説明する |
| 第 5 回 | 最小 2 乗法、ロバスト統計 | 幾何学的関係を推定するための基本手法について説明する |
| 第 6 回 | 2 枚の画像間の関係 | 基本行列とは何かを説明する |
| 第 7 回 | 基本行列の推定 | 2 つのカメラ間の関係を表す基本行列の推定方法について説明する |
| 第 8 回 | 2 枚の画像間の関係 2 | 基礎行列とは何か、基礎行列との違いは何かを説明する |
| 第 9 回 | 基礎行列の推定 | 2 つのカメラ間の関係を表す基礎行列の推定方法について説明する |
| 第 10 回 | 2 枚の画像からの 3 次元構造の推定 | 射影復元、アフィン復元、ユークリッド復元とはどういうことかを説明する |
| 第 11 回 | 射影復元、アフィン復元、ユークリッド復元の方法とそれらの関係 | どのような場合に対象のどのような情報を推定できるのかについて説明する |
| 第 12 回 | 動画画像処理 | 動画画像からの 3 次元構造の推定方法について説明する |

第 13 回 距離画像処理 距離画像とは何か、どのようにして得ることができるかについて説明する

第 14 回 距離画像処理の諸手法と応用例 距離画像を用いた基本的な処理と応用について説明する

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】自主的な学習を助けるために、調査と発表や討論などの課題を課すことがある。

【テキスト（教科書）】

特に指定しない。

【参考書】

特に指定しない。

【成績評価の方法と基準】

平常点（20%）、レポート課題（30%）、期末レポート（50%）
Regular marks (20%), report assignment (30%), final report (50%)

【学生の意見等からの気づき】

学生が自発的に考え、それを発表することができるよう配慮します。

【学生が準備すべき機器他】

学生用ノート PC を持参してください。配布資料をエッチャードで配布し、演習を行います。

【その他の重要事項】

オンラインでの開講となった場合、オンライン授業の方法や授業計画の変更、成績評価方法の変更などについては、学習支援システムでその都度提示する。担当教員から学習支援システムを通じた連絡がないか、日ごろからよく確認するようにしてください。

【Outline (in English)】

(Course outline)

The objective of this lecture is to learn methods for recognizing 3D structural information of the object in the image captured by camera.

(Learning Objectives)

Acquire basic image processing techniques. Understand what kind of information can be obtained from images, in particular, what can be understood from the geometric relationship between 2D images and 3D space. Understand the various applications.

In this lecture, students will learn how to recognize objects by computer using images. In particular, we will deepen students' understanding of several topics, including methods for understanding the three-dimensional structure of the environment surrounding the camera that captured the images and their applications, including survey exercises.

(Grading Criteria /Policy)

Regular marks (20%), report assignment (30%), final report (50%)

HUI500X3

ヒューマンインタラクション特論

倉掛 正治

単位数：2 単位 | 開講時期：春学期授業/Spring

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

本講義では、人が操作するソフトウェアをデザインする手法を学ぶ。科学技術計算用のプログラムやシミュレーション用のプログラムと異なり、人が操作するプログラムを設計するには、ユーザインタフェースに加えて、人の操作や反応に対してソフトウェアがどのように振る舞うかを設計する必要がある。本講義では、心理学的知見（特に、利用者の思い込みやエラーのパターン）も踏まえ、ソフトウェアの振る舞いをデザインするインタラクションデザインの手法を学ぶ。さらに、講師が用意する【バスのリアルタイム運行情報を調べるソフトウェア】を題材にインタラクションデザインの実践を体験する。

【到達目標】

- ・ヒューマンインタラクションについての学際的な知識を身につける。
- ・ソフトウェア設計の全工程の概略を知る
- ・ヒューマンエラーを想定しながら機能とデータを配置するソフトウェアの画面設計を体験する
- ・スライドを用いたプレゼンテーションスキルが向上する

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

○基本的には講義形式で授業を行う。
後半の講義では、講師が用意するソフトウェアの要求仕様を題材に、講義で学んだ手法を用いてソフトウェアのデザインに取り組む。ソフトウェアのデザイン実践は、対象ユーザのモデリング、新しいニーズの定式化、ソフトウェアでの機能の追加など、様々な形態で行っていくが、プログラミングは必要ではない。

アプリケーションの改良方針や具体的な改良内容などをスライドにまとめて、第 13 回～14 回で各自発表を行い、受講生同士での Q A を行う。

○一部オンライン授業で実施予定。授業の方法や授業計画の変更、成績評価方法の変更などが必要になった場合は、学習支援システムでその都度提示する。担当教員から学習支援システムを通じた連絡がないか、日ごろからよく確認するようにしてください。

○講義資料の配布、プレゼン資料作成に必要な素材の提供は、「学習支援システム（Hoppii）」を通じて行う

○プレゼンに対するフィードバックは、発表直後に口頭で行う。

○質問やコメントの受付、およびそれらへのフィードバックは「学習支援システム（Hoppii）」を通じて行う。必要に応じて、質問・コメントを授業内で紹介し、さらなる議論に活かす

○プログラムの実行環境としては、matlab を使う

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|-------------------|---|
| 1 | はじめに | 人が操作するソフトウェアを設計するインタラクションデザインの紹介、講義の進め方の説明 |
| 2 | 使いにくいツール | 使いにくい道具、ユーザインタフェースの例を紹介。日常の道具を題材に、使いやすさに関する心理学知見を学ぶ |
| 3 | 概念モデル、実装モデル | 使いにくさを生むユーザの概念（脳内）モデルと実装との違いについて学ぶ |
| 4 | 概念モデルはどのように作られるのか | 使いづらいツールはどこが悪いのかを、概念モデルとの関係で考える |

| | | |
|----|---------------------------------|--|
| 5 | インタラクションの設計（1）：ユーザモデリング、シナリオ | ペルソナ法によるユーザモデリングとシナリオ作成によるインタラクション記述について学ぶ |
| 6 | シナリオを使ったインターラクティブなインタラクション設計の実践 | シナリオ作成によりインターラクティブなインタラクションデザインを実践する |
| 7 | ペルソナを使ったインタラクション設計の実践 | ペルソナを使って、想定するユーザ層に合わせたデザインを実践する |
| 8 | インタラクションの設計（2）：要件定義、画面構成 | ペルソナとシナリオから、ソフトウェアが具備すべき機能とデータの要件を決め、画面構成を決定していく手順を学ぶ |
| 9 | デザインパターン：ユーザインタフェース設計パラダイム比較 | ビジュアルインタフェース設計の代表的なパラダイムである、実装中心、メタファー活用、イディオム利用、の3種類を紹介する |
| 10 | インタラクションの設計（3）：要件からデザインへ | 抽出された要件から、プログラムでの実現目標を決める設計手順を学ぶ |
| 11 | デザインパターン：ヒューマンエラーとアンドン | 直前の操作を取り消す【アンドゥ】を、ユーザの脳内モデルを仮定して設計する手法を考える |
| 12 | デザインパターン：データの保存と入力 | 実装に依存するデータの出入力を実装に依存せずにユーザに操作させるための設計指針を考える |
| 13 | 発表（1） | 受講者が、本講義で学んだインタラクションデザイン手法を用いて行った呼吸誘導アプリケーションの改良についてプレゼンを行う |
| 14 | 発表（2）、まとめ | 受講者が、本講義で学んだインタラクションデザイン手法を用いて行った呼吸誘導アプリケーションの改良についてプレゼンを行う 本授業内容についての総合的議論、プレゼンに対する総括的講評や解説を行う |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

本授業の準備・復習等の授業時間外学習は 4 時間を標準とする

【テキスト（教科書）】

教科書はなし。講師が用意したスライドとプログラムファイルを授業支援システムに事前に登録する

【参考書】

アランクーパー、他、”About Face 3：インタラクションデザインの極意”、アスキーメディアワークス
北原義典、”イラストで学ぶ ヒューマンインタフェース”、講談社

【成績評価の方法と基準】

平常点（40%）、改良ソフトウェアに関する発表（60%）で評価する。

【学生の意見等からの気づき】

講義形式だけでは、表層的な理解になりがちであるため、講義で説明した技術や手法をプログラムの改良に使うことで理解を深めてもらう。

【学生が準備すべき機器他】

実習ではノートPCを使う場合がある。

【その他の重要事項】

特になし

【Outline (in English)】

Students will learn a design method for software that requires user's interaction. The design method for this type of software is different from those for scientific calculation and simulation, and deals with the behavior of software to process user manipulations and/or user reactions. This course covers from psychological studies about human to machine interaction, to design methods for user model, interaction framework, visual interface, and to input output design.

Students also have an opportunity to deepen the understanding of the design method by applying it for an assignment on designing a software that provides public bus service status information. Students are required to make a presentation about the result of the software designing assignment in a class.

[Learning activities outside of classroom]

The review and the preparation of each lesson will take 4 hours. How to use MATLAB should be learnt by students themselves by mainly using web and with the help from the staff at the software center for the setting related things.

[Grading Criteria /Policy]

Grade is determined 40% by the submission of an assignment for each lesson and 60% by the evaluation of the presentation regarding the software designing assignment.

HUI500X3

マルチモーダル情報処理特論

倉掛 正治

単位数：2 単位 | 開講時期：春学期授業/Spring

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

本講義では、画像、映像、音声、センサー情報等の異なるメディアの情報を統合的に用いて分類・予測を行う技術の原理と手法を学んでいく。さらに、計量社会科学や金融工学など他の分野のデータ処理手法との比較を通して、データが得られてから適用する手法を選択するまでに必要となる実践的な手続きについて考えていく。以上の講義内容をふまえて、講師が与えるデータ分析テーマに対する自分としての取り組み手順をまとめて他の学生に対してプレゼンテーションを行う。これにより、講義で学んだ知識が本当に使えるレベルで身につくとともに、プレゼンテーションスキルを向上できる。

【到達目標】

- ・時系列データを取り扱う隠れマルコフモデル (HMM)、RNN、LSTM の各手法を **matlab** で使えるようになる
- ・DNN のパラメータ更新の手法である逆誤差伝播法や潜在変数を持つモデルの最適化法である EM アルゴリズムの理論を理解するとともに、高次元空間でのローカルミニマム問題の性質を知る。
- ・機械学習における最適化問題の特性から、過学習、正則化の意味を理解する
- ・計量社会科学や金融工学の基本的手法を学ぶ
- ・与えられたデータに対して、適用すべき手法を判断するプロセスを経験する
- ・高度な技術を分かりやすくプレゼンする訓練を経験する

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

- 講義形式で、画像・音声等の特定メディアに依存する処理技術、複数メディアを統合する処理についての代表的な技術について説明する。受講者は、**MATLAB** を用いて提供されるコードを動作させて説明された技術の動作を体験し理解を深める。
- 各受講者が、講師から与えられた問題提起に基づき、与えられたデータから適用すべき手法を決定するまでのプロセスを講師とともに検討し、その結果をまとめて他の受講者へプレゼンテーションする。
- 講義の一部は、オンライン授業で実施予定。授業の方法や授業計画の変更、成績評価方法の変更などが必要になった場合は、学習支援システムでその都度提示する。担当教員から学習支援システムを通じた連絡がないか、日ごろからよく確認するようにしてください。
- 講義資料の配布、プレゼン資料作成に必要な素材の提供は、「学習支援システム (Hoppii)」を通じて行う
- プレゼンに対するフィードバックは、発表直後に口頭で行う。
- 質問やコメントの受付、およびそれらへのフィードバックは「学習支援システム (Hoppii)」を通じて行う。必要に応じて、質問・コメントを授業内で紹介し、さらなる議論に活かします

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|-----|--------------------------|--|
| (1) | マルチモーダル情報処理とは | ・講義の進め方と内容の概略を理解する ・統計的モデリングとは何かを確認する |
| (2) | 深層ニューラルネットワーク (DNN) の定式化 | ・DNNの基本的概念と処理内容を一通り復習する ・勾配法、活性化関数、最尤法、ソフトマックス関数、クロスエントロピー等 |

- | | | |
|------|------------------------|--|
| (3) | DNNによる画像分類 | ・DNNのCNNによる画像分類手法の分類処理と学習過程の処理を学ぶ ・ matlab で実例に触れる。 |
| (4) | 音の取り扱いと系列データ処理 | ・音の物理的性質と取り扱う方法を学ぶ ・時系列モデルとして HMM 、 RNN 、 LSTM を学ぶ ・ matlab で実例に触れる。 |
| (5) | DNNでのパラメータ学習の理論 | ・CNN、RNN、LSTMにおける勾配法、誤差逆伝播法の理論を学ぶ |
| (6) | DNNにおける最適化 | ・DNNにおける高次元空間での最適化問題の特性を学ぶ |
| (7) | CNNの発展形 | ・Alexnet以降のCNNの処理方法の発展を概観する ・転移学習による学習オプション選定を実践する |
| (8) | DNNにおける系列データ処理の発展形 | ・LSTM以降の時系列データ処理方法の発展を概観する ・ matlab で音データの分類処理を実践する |
| (9) | 機械学習における最適化問題、過学習、正則化 | ・未学習、過学習の統計的意味を学ぶ ・過学習を低減させる正則化処理の位置づけを学ぶ ・正則化処理の代表であるドロップアウト処理と集合学習の関連を学ぶ |
| (10) | 計量社会科学・金融工学の手法との比較 | ・社会経済活動データの分析の実態を知る ・機械学習でのデータの性質や扱い方との違いを比較して理解する |
| (11) | めったに起こらない大災害をどうモデル化するか | ・機械学習の手法を実際のデータに適用する際の様々な考慮点を講師と一緒に考察していく |
| (12) | マルチモーダル処理：物体検出・医療画像処理 | ・DNNの応用による物体検出手法を学ぶ ・DNNの応用による医療画像処理の例を学ぶ ・EM法の理論を学ぶ |
| (13) | AIによる画像生成 | ・DNNの応用による画像生成の実例を学ぶ ・プレゼンテーション課題の検討と講師によるレビュー |
| (14) | プレゼンテーション | ・受講者によるプレゼンテーション |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

- 本授業の準備・復習等の授業時間外学習は4時間を標準とする
- 学んだ技術を自分の言葉で他の受講者に説明できるように深く理解してプレゼン資料の準備を行うこと。

【テキスト（教科書）】

特になし。
講義スライドは授業支援システムへ事前にアップする。

【参考書】

パターン認識と機械学習 上 下 (C.M. ビショップ著、丸善出版)

【成績評価の方法と基準】

平常点：40%
・毎回の講義において、講義の感想を授業支援システムにアップすること。

- ・感想は1～2行でよい
 - ・全体で3回程度、講義中に説明した MATLAB でのコードの実行結果を提出することがある。
- プレゼンテーション：60%
- ・プレゼンテーションの内容は、3種類の問題から選択した問題への回答とする。
 - ・プレゼンテーションの内容が問題に対する回答になっているか、論理的な説明になっているか、学んだ知識を適切に使っているか、が評価基準

【学生の意見等からの気づき】

- ・受講者が自ら講義内容に関連した課題を解かせる機会を与えることで理解しやすくなる
- ・できるだけ具体例で処理の効果が分かるように講義内容を工夫する
- ・企業での研究開発内容の具体的な話を盛り込む

【学生が準備すべき機器他】

プレゼン用に各自のノート PC を使用

また、各自のPCへ matlab 環境をダウンロードし、最新の状態で設定を行っておくこと

【Outline (in English)】

Students will learn methods for the prediction and classification by using integrally data from multiple modal medium including CNN,RNN,LSTM and ensemble learning, and relevant theory including backpropagation and Expectation-Maximization algorithm. Students will also have an opportunity to investigate the difference on the practical procedures between for the case processing image and audio data and for the case processing data in a financial market and in quantitative social science. Students are required to make a presentation about the investigation result for an assigned issue , which can deepen the understanding of the lessons and improve presentation skills.

[Learning activities outside of classroom]

The review and the preparation of each lesson will take 4 hours. How to use MATLAB should be learnt by students themselves by mainly using web and with the help form the staff at the software center for the setting related things.

[Grading Criteria /Policy]

Grade is determined 40% by the submission of the assignment for each lesson and 60% by the evaluation of the presentation and how effective on the following question-and-answer session.

HUI500X3

科学技術文技法

李 磊、柴山 純、山内 潤治、彌富 仁、川口 悠子、和佐 州洋

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

理系の技術者には、内容を分かりやすく正確に書く、という能力が求められるが、このような技術文構成には、どのような言語で書くにしても、方法論の習得とトレーニングが必要である。本授業では、技術文の構成法について講義と演習を行い、簡潔で正確な技術文を書く方法を学ぶ。

【到達目標】

A 4 用紙 1 枚程度の論文形式のレポートが作成できるように指導する。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

科学技術文を構成するために必須の事項を整理し、順に講義するとともに、それぞれのトピックスに関して演習を行い、技術文作成法を学ぶ。具体的には、論理構成法、接続詞の使い方、英文に類出する特有の用語、慣用表現を紹介する。口頭のプレゼンテーションにおける注意点も教授する。最終回には総合的なレポートの提出を課す。なお、数回の授業がオンラインでの開講となる可能性もあり、学習支援システムでその都度提示する。課題等に対し、授業期間中で回答における評価及び解説を行う。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|--------|-----------------|---------------------------|
| 第 1 回 | 技術論文とは | 授業の進め方のオリエンテーション |
| 第 2 回 | 技術論文の構成概略 | 論理展開法、日本語と英語の論理の違い |
| 第 3 回 | 技術論文の構成概略 | 演習 |
| 第 4 回 | 情報電子工学関連論文 (1) | 歴史的背景、新規性、有効性の表現法 |
| 第 5 回 | 情報電子工学関連論文 (1) | 演習 |
| 第 6 回 | 情報電子工学関連論文 (2) | 理論、数式についての記述と慣用表現、了解性の表現法 |
| 第 7 回 | 情報電子工学関連論文 (2) | 演習 |
| 第 8 回 | 情報電子工学関連論文 (3) | 実験についての記述と慣用表現、信頼性の表現法 |
| 第 9 回 | 情報電子工学関連論文 (3) | 演習 |
| 第 10 回 | 情報電子工学関連論文 (4) | 日本人が間違えやすい英語表現 |
| 第 11 回 | 情報電子工学関連論文 (4) | 演習 |
| 第 12 回 | 論文プレゼンテーション (1) | 分かりやすい発表資料作成法 |
| 第 13 回 | 論文プレゼンテーション (2) | 学術講演会論文発表法 |
| 第 14 回 | まとめ | 総復習 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】テキストの予習。各ゼミで使用している英語論文を、内容よりも英語表現に重点を置いて、読み直してくること。

【テキスト（教科書）】

担当教員が作成したプリントを配布。MyCampus の資料をダウンロードすること。

【参考書】

- (1) 木下是雄、“理科系の作文技術”、中公新書
- (2) 杉原厚吉、“理科系のための英文作法”、中公新書
- (3) 富井篤、“科学技術英語表現辞典”、オーム社

【成績評価の方法と基準】

授業での学習状況や参加度を考慮し、期末の最終レポートと各回のレポートの成績（100%）を集計し評価する。6 割以上の得点を合格基準とする。

【学生の意見等からの気づき】

アンケート非実施科目。

【その他の重要事項】

英語の辞書、ゼミで読んでいる英語文献を持参すること。

【Outline (in English)】

In this course, students learn how to write clearly and concisely, in both Japanese and English, through lectures and exercises. The goal of this course is to enhance the development of students' skills in technical writing as a part of basic training for scientists and engineers. Preparation of the text and English papers are needed using about 4 hours outside of the class. Grading criteria is based on the learning conditions and report contents, 60% or more completeness is needed for pass.

COS500X3

ニューラルネットワークの理論と応用

齊 欣

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

The course covers both theoretical and practical aspects of neural networks, including their implementation.

By the end of the course, students will gain a solid understanding of neural network principles and will be able to apply them to solve some computer vision and signal processing problems.

In addition to classroom instruction, students are expected to devote about an hour to learning activities per class.

Grading will primarily be based on the quality of the project and presentation.

【到達目標】

There are 3 major goals.

- 1) Understand the basic principles of neural networks.
- 2) Command at least one training framework such as Tensorflow.
- 3) Can solve one computer vision or signal processing research problems by using neural networks.

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

There are 12 classes for lectures and exercises, 2 classes for the presentation.

Classes are provided via face-to-face by default and could be online. Changes in the lecture plan due to this shift will be announced on the learning support system.

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|--|
| 1 | History of Neural Networks | This course introduces the the history and inspiration of neural networks. |
| 2 | Training the Network | This course explains some basic knowledge for training the network. |
| 3 | Improve the Learning I | This course explains the training techniques such as cost function determinations. |
| 4 | Improve the Learning II | This course explains the training techniques such as regularization methods. |
| 5 | Convolutional Neural Network | This course introduces the structure and benefit of convolutional neural networks. |
| 6 | Variants of Convolutional Neural Network | This course introduces several kinds of convolutions such as transposed convolution. |
| 7 | Popular Convolutional Neural Network Architectures | This course introduces some recent famous CNN architectures such as AlexNet. |
| 8 | Reducing Complexity of Convolutional Neural Network | This course introduces some simplified CNN such as 1x1 convolution. |

| | | |
|----|--|---|
| 9 | Advanced Convolutional Neural Network | This course introduces some advanced CNN such as group convolution. |
| 10 | Recurrent Neural Networks | This course explains some RNNs such as Long-Short Term Memory (LSTM). |
| 11 | Variational Autoencoder and Generative Adversarial Network | This course explains the principles of VAE and GAN and their usage in image generation. |
| 12 | Transfer Learning | This course shows how to use transfer learning in different networks. |
| 13 | Final Presentation I | Students give presentation. |
| 14 | Final Presentation II | Students give presentation. |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

For each class, students should prepare for 2 hours and review for 2 hours, a total of 4 hours.

For every 3-4 classes, there is an exercise.

【テキスト（教科書）】

No textbook will be used.

【参考書】

No references will be used.

【成績評価の方法と基準】

Exercise or Report: 40%

Class participation & Attendance: 10%

Final project presentation: 50%

【学生の意見等からの気づき】

Not applicable.

【学生が準備すべき機器他】

A laptop for in-class use.

【Outline (in English)】

The course covers both theoretical and practical aspects of neural networks, including their implementation.

By the end of the course, students will gain a solid understanding of neural network principles and will be able to apply them to solve some computer vision and signal processing problems.

In addition to classroom instruction, students are expected to devote about an hour to learning activities per class.

Grading will primarily be based on the quality of the project and presentation.

COS500X3

深層学習の効率的処理

CAP Q HUU

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

This course is an introduction to deep learning and its applications mainly for computer vision. The course includes the fundamental components of modern deep learning systems such as neural network architectures and learning algorithms. Later, some research topics for computer vision such as image classification, object detection, image segmentation, generative models (GANs), attention & transformers, etc., will be covered.

【到達目標】

After this course, students will be able to understand, implement and/or apply deep neural networks to their research. In addition, they will gain a better overview of several important research topics in computer vision.

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

Lectures will be highly interactive. Students will be asked to participate in discussions and ask questions about the lectures. There will be some deep learning implementations given and students will practice together during the class. The assignment will be in a form of coding practice or questions. Students will be asked to explore and present their understanding of a topic/project they are interested in deep learning as a final presentation.

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】あり / Yes

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|---|
| 1 | Course introduction | Course overview, history of computer vision, setting up coding environments |
| 2 | Basic machine learning review | Linear classification, model representation, loss functions, and basic mathematics review |
| 3 | Optimization | Stochastic gradient descent (SGD), regularization, weight decay, momentum, etc. |
| 4 | Neural networks (part I) | Introduction to neurons and the brain, fully-connected networks, forward propagation |
| 5 | Neural networks (part II) | Backward propagation algorithm |
| 6 | Training tricks for neural networks | Study several activation functions, normalization, and regularizations techniques |
| 7 | Convolutional neural networks (CNN) | Introduction to convolutional neural networks, introduce some CNN models for image classification |
| 8 | Visualizing and understanding models | Feature visualization, understanding the decisions of models, neural style transfer |
| 9 | Object detection and image segmentation | Study various CNN architectures for object detection and image segmentation |

| | | |
|----|---------------------------------|---|
| 10 | Generative adversarial networks | Introduction to generative adversarial networks and its applications |
| 11 | Attention and transformers | Introduction to self-attention and transformers and the applications for computer vision |
| 12 | Self-supervised learning | Introduction to deep self-supervised learning, image inpainting, contrastive learning methods |
| 13 | Diffusion Models | Introduction to diffusion models and its applications |
| 14 | Final presentations | Students present their projects |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】 Homework and final presentation/project

【テキスト（教科書）】

Slides will be printed and distributed

【参考書】

- “Deep Learning” by Goodfellow, Bengio, and Courville (available online at <https://www.deeplearningbook.org/>)
 - CS231n: Deep Learning for Computer Vision - Stanford University (available online at <http://cs231n.stanford.edu/index.html>)

【成績評価の方法と基準】

Assignment (both in class/homework) 50% + Final presentation/project 50%

【学生の意見等からの気づき】

Not applicable

【学生が準備すべき機器他】

- Personal laptop
 - Basic knowledge of Machine Learning
 - Basic knowledge of Python, and some packages such as Numpy, Pandas, Matplotlib, PyTorch, etc.

【Outline (in English)】

This course is an introduction to deep learning and its applications mainly for computer vision. The course includes the fundamental components of modern deep learning systems such as neural network architectures and learning algorithms. Later, some research topics for computer vision such as image classification, object detection, image segmentation, generative models (GANs), attention & transformers, etc., will be covered.

FRI500D1

暗号とその応用

真鍋 義文

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

Modern cryptography is widely used on the Internet and in many IT applications. Cryptocurrencies and blockchains are one of the applications of cryptography. This course will introduce the basic concepts and techniques of modern cryptography and cryptocurrencies. It will also provide some advanced topics of modern cryptography such as post-quantum cryptography and homomorphic encryption.

【到達目標】

The students will understand the key concepts and techniques in modern cryptography such as symmetric-key encryption, public-key encryption, digital signatures, Bitcoin, blockchains, and some advanced cryptography concepts.

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

Following the lectures, the students will learn the concepts and understand the basis of modern cryptography and cryptocurrencies. This course provides opportunities for students to learn the basic knowledge, methods, and techniques.

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし / No

【授業計画】 授業形態：オンライン/online

| 回 | テーマ | 内容 |
|------------|---|--|
| 1st class | Introduction | Background of modern cryptography. Course overview. |
| 2nd class | Symmetric-key cryptosystems (1) | One-time pad cipher and block ciphers |
| 3rd class | Symmetric-key cryptosystems (2) | DES, AES, and block cipher modes of operation |
| 4th class | Public-key cryptosystems(1) | Concepts of public-key cryptography, RSA encryption |
| 5th class | Public-key cryptosystems(2) | ElGamal encryption and security requirements of public-key cryptosystems |
| 6th class | Hash functions | Hash function and its security requirements |
| 7th class | Digital signatures | RSA signature, DSA, and security requirements |
| 8th class | Password authentication | Password authentication and password attacks |
| 9th class | Message authentication | Message authentication code |
| 10th class | Key generation | Random number generator and key generation |
| 11th class | Public key infrastructure (PKI) | Certificate authorities (CA) |
| 12th class | Internet protocols | TLS, VPN, and Wi-Fi security |
| 13th class | Bitcoin | Cryptocurrencies, blockchains, and smart contracts |
| 14th class | Post-quantum cryptography and advanced cryptography | Lattice-based cryptography and fully homomorphic encryption |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【Preparatory study and review time for this class are 4 hours each.】

Before the first lecture, please check:

<https://en.wikipedia.org/wiki/Cryptography>

【テキスト（教科書）】

None

【参考書】

Jonathan Katz and Yehuda Lindell: "Introduction to Modern Cryptography: Third Edition", Chapman and Hall/CRC.

【成績評価の方法と基準】

1. Reports in every class: 100%

【学生の意見等からの気づき】

None

【学生が準備すべき機器他】

The students need to bring a laptop computer for some reports.

PRI600X3

応用情報工学特別研究 1・2

彌富 仁、尾川 浩一、金井 敦、品川 満、藤井 章博、李 磊、和田 幸一、周 金佳、平原 誠、和佐 州洋、余 恪平、山岸 昌夫

単位数：3 単位 | 開講時期：年間授業/Yearly

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

学生の専門に近い分野とそうでない分野からの与えられる解が 1～2 か月程度で得られることが想定されるテーマ（問題）に取り組む。研究の進め方、研究のまとめ方、論文の書き方、発表の仕方などを学ぶ。

The study themes of the specialized technical field and the general-purpose technical field are proposed. It is an aim to learn the process of study, the summary of the study, technical writing, and presentation method.

【到達目標】

与えられた問題を解決し、小論文にまとめ、その内容をわかりやすく発表することができる。

The student is able to explain the technical report by solving the problem and summarizing the study.

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

オンラインでの開講となった場合、オンライン授業の方法や各回の授業計画の変更、成績評価方法の変更などについては、学習支援システムでその都度提示する。

出題教員と密に接触し、問題を解決する経過報告、討論を行う。1 学期当たり 2～3 テーマに取り組み、それぞれのテーマに関して小論文を作成するとともに、結果を担当教員全員の前で発表する。

The student discuss the solution process of the proposed problem with the teacher, summarize the study, and present the results.

春学期の少なくとも前半はオンラインでの開講となる。それにとまなう各回の授業計画の変更については、学習支援システムでその都度提示する。

Classes could be online. Changes in the lecture plan due to this shift will be announced on the learning support system.

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】あり / Yes

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|-------|---------------------------|--|
| 第 1 回 | プロジェクト I-1 Project I-1 | 専門に近い問題を解く 1 - 問題の提示 Study theme of specialized technical field |
| 第 2 回 | プロジェクト I-2 Project I-2 | 専門に近い問題を解く 2 - 問題を解く 1 Research 1 |
| 第 3 回 | プロジェクト I-3 Project I-3 | 専門に近い問題を解く 3 - 問題を解く 2 Research 2 |
| 第 4 回 | プロジェクト I-4 Project I-4 | 専門に近い問題を解く 4 - 教員との討論 Discussion |
| 第 5 回 | プロジェクト I-5 Project I-5 | 専門に近い問題を解く 5 - 論文の作成 1 Writing technical document 1 |
| 第 6 回 | プロジェクト I-6 Project I-6 | 専門に近い問題を解く 6 - 論文の作成 2 Writing technical document 2 |

| | | |
|--------|-----------------------------|--|
| 第 7 回 | プロジェクト I-7 Project I-7 | 専門に近い問題を解く 7 - 成果発表 Presentation |
| 第 8 回 | プロジェクト II-1 Project II-1 | 専門から少し離れた問題を解く 1 - 問題の提示 Study theme of general-purpose technical field |
| 第 9 回 | プロジェクト II-2 Project II-2 | 専門から少し離れた問題を解く 2 - 問題を解く 1 Research 1 |
| 第 10 回 | プロジェクト II-3 Project II-3 | 専門から少し離れた問題を解く 3 - 問題を解く 2 Research 2 |
| 第 11 回 | プロジェクト II-4 Project II-4 | 専門から少し離れた問題を解く 4 - 教員との討論 Discussion |
| 第 12 回 | プロジェクト II-5 Project II-5 | 専門から少し離れた問題を解く 5 - 論文の作成 1 Writing technical document 1 |
| 第 13 回 | プロジェクト II-6 Project II-6 | 専門から少し離れた問題を解く 6 - 論文の作成 2 Writing technical document 2 |
| 第 14 回 | プロジェクト II-7 Project II-7 | 専門から少し離れた問題を解く 7 - 成果発表 Presentation |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 3 時間を標準とします。】指導教員の指示に従うこと。

The teacher explains the preparation for the lecture.

【テキスト（教科書）】

指導教員の指示に従うこと。

The teacher shows the textbooks.

【参考書】

指導教員の指示に従うこと。

The teacher shows the references.

【成績評価の方法と基準】

オンラインでの開講となった場合、成績評価の方法と基準も変更する場合があります。

その場合の具体的な方法と基準は、担当教員が学習支援システムで提示する。

作成される小論文と成果発表に基づいて評価する。

Technical paper and presentation are examined.

小論文 80 %、成果発表 20 %

【学生の意見等からの気づき】

特になし。

【その他の重要事項】

担当教員から、学習支援システムを通じた連絡がないか、日ごろから確認をよくするようにしてください。

【Outline (in English)】

情報ネットワーク、社会情報、生体情報、基礎、ユビキタス、人間環境の観点から研究・開発に取り組み、新しい価値の創造に資する能力を涵養する。In terms of Information network, Social realization, bio engineering, Computer science foundation, Ubiquitous computing, Human interaction/environment, students are to acquire abilities to persuade research and development.

PRI600X3

応用情報工学特別実験 1・2

彌富 仁、尾川 浩一、金井 敦、品川 満、藤井 章博、李 磊、和田 幸一、周 金佳、平原 誠、和佐 州洋、余 恪平、山岸 昌夫

単位数：2 単位 | 開講時期：年間授業/Yearly

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

学生の専門に近い分野とそうでない分野からの与えられる解が 1～2 か月程度で得られることが想定されるテーマ（問題）に取り組む。研究の進め方、研究のまとめ方、論文の書き方、発表の仕方などを学ぶ。

The study themes of the specialized technical field and the general-purpose technical field are proposed. It is an aim to learn the process of study, the summary of the study, technical writing, and presentation method.

【到達目標】

与えられた問題を解決し、小論文にまとめ、その内容をわかりやすく発表することができる。

The student is able to explain the technical report by solving the problem and summarizing the study.

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

オンラインでの開講となった場合、オンライン授業の方法や各回の授業計画の変更、成績評価方法の変更などについては、学習支援システムでその都度提示する。

出題教員と密に接触し、問題を解決する経過報告、討論を行う。1 学期当たり 2～3 テーマに取り組み、それぞれのテーマに関して小論文を作成するとともに、結果を担当教員全員の前で発表する。

The student discuss the solution process of the proposed problem with the teacher, summarize the study, and present the results.

春学期の少なくとも前半はオンラインでの開講となる。それにとまなう各回の授業計画の変更については、学習支援システムでその都度提示する。

Classes could be online. Changes in the lecture plan due to this shift will be announced on the learning support system.

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】あり / Yes

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|-------|---------------------------|--|
| 第 1 回 | プロジェクト I-1 Project I-1 | 専門に近い問題を解く 1 - 問題の提示 Study theme of specialized technical field |
| 第 2 回 | プロジェクト I-2 Project I-2 | 専門に近い問題を解く 2 - 問題を解く 1 Research 1 |
| 第 3 回 | プロジェクト I-3 Project I-3 | 専門に近い問題を解く 3 - 問題を解く 2 Research 2 |
| 第 4 回 | プロジェクト I-4 Project I-4 | 専門に近い問題を解く 4 - 教員との討論 Discussion |
| 第 5 回 | プロジェクト I-5 Project I-5 | 専門に近い問題を解く 5 - 論文の作成 1 Writing technical document 1 |
| 第 6 回 | プロジェクト I-6 Project I-6 | 専門に近い問題を解く 6 - 論文の作成 2 Writing technical document 2 |

| | | |
|--------|-----------------------------|--|
| 第 7 回 | プロジェクト I-7 Project I-7 | 専門に近い問題を解く 7 - 成果発表 Presentation |
| 第 8 回 | プロジェクト II-1 Project II-1 | 専門から少し離れた問題を解く 1 - 問題の提示 Study theme of general-purpose technical field |
| 第 9 回 | プロジェクト II-2 Project II-2 | 専門から少し離れた問題を解く 2 - 問題を解く 1 Research 1 |
| 第 10 回 | プロジェクト II-3 Project II-3 | 専門から少し離れた問題を解く 3 - 問題を解く 2 Research 2 |
| 第 11 回 | プロジェクト II-4 Project II-4 | 専門から少し離れた問題を解く 4 - 教員との討論 Discussion |
| 第 12 回 | プロジェクト II-5 Project II-5 | 専門から少し離れた問題を解く 5 - 論文の作成 1 Writing technical document 1 |
| 第 13 回 | プロジェクト II-6 Project II-6 | 専門から少し離れた問題を解く 6 - 論文の作成 2 Writing technical document 2 |
| 第 14 回 | プロジェクト II-7 Project II-7 | 専門から少し離れた問題を解く 7 - 成果発表 Presentation |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 1 時間を標準とします。】指導教員の指示に従うこと。

The teacher explains the preparation for the lecture.

【テキスト（教科書）】

指導教員の指示に従うこと。

The teacher shows the textbooks.

【参考書】

指導教員の指示に従うこと。

The teacher shows the references.

【成績評価の方法と基準】

オンラインでの開講となった場合、成績評価の方法と基準も変更する場合があります。

その場合の具体的な方法と基準は、担当教員が学習支援システムで提示する。

作成される小論文と成果発表に基づいて評価する。

Technical paper and presentation are examined.

小論文の作成 60 点、成果発表 40 点とし、総合で 60 点以上で合格とする。

【学生の意見等からの気づき】

特になし。

【その他の重要事項】

担当教員から、学習支援システムを通じた連絡がないか、日ごろから確認をよくするようにしてください。

【Outline (in English)】

情報ネットワーク、社会情報、生体情報、基礎、ユビキタス、人間環境の観点から研究・開発に取り組み、新しい価値の創造に資する能力を涵養する。In terms of Information network, Social realization, bio engineering, Computer science foundation, Ubiquitous computing, Human interaction/environment, students are to acquire abilities to persuade research and development.

COS700X3

情報ネットワーク工学特別研究 1・2・3

藤井 章博

単位数：3 単位 | 開講時期：年間授業/Yearly

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

自然言語処理、Web サービス、セマンティック Web、知識処理の分野から研究テーマを選択し、研究活動を行う。

【到達目標】

学会等で対外発表に耐えうる研究成果。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」「DP4」「DP5」に関連

【授業の進め方と方法】

研究成果の発表と討論

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|--------|------------------|---------------|
| 第 1 回 | 研究活動の進捗報告と 検討 | 研究活動の成果の評価と検討 |
| 第 2 回 | 同上 | 同上 |
| 第 3 回 | 同上 | 同上 |
| 第 4 回 | 同上 | 同上 |
| 第 5 回 | 同上 | 同上 |
| 第 6 回 | 同上 | 同上 |
| 第 7 回 | 同上 | 同上 |
| 第 8 回 | 同上 | 同上 |
| 第 9 回 | 同上 | 同上 |
| 第 10 回 | 同上 | 同上 |
| 第 11 回 | 同上 | 同上 |
| 第 12 回 | 同上 | 同上 |
| 第 13 回 | 同上 | 同上 |
| 第 14 回 | 同上 | 同上 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 1 時間を標準とします。】

【テキスト（教科書）】

IEEE 等の既存文献

【参考書】

特に指定しない。

【成績評価の方法と基準】

研究活動の質と量により評価する。

【学生の意見等からの気づき】

例年の指導からのフィードバックを生かす。

【Outline (in English)】

Research Projects in the fields such as Natural Language Processing, Web Service, Semantic Web, Knowledge Processing.

COS700X3

情報ネットワーク工学特別実験 1・2・3

藤井 章博

単位数：2 単位 | 開講時期：年間授業/Yearly

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

自然言語処理、Web サービス、セマンティック Web、知識処理の分野から研究テーマを選択し、研究活動を行う。

【到達目標】

学会等で対外発表に耐えうる研究成果。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」「DP4」「DP5」に関連

【授業の進め方と方法】

研究成果の発表と討論

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|--------|------------------|---------------|
| 第 1 回 | 研究活動の進捗報告と 検討 | 研究活動の成果の評価と検討 |
| 第 2 回 | 同上 | 同上 |
| 第 3 回 | 同上 | 同上 |
| 第 4 回 | 同上 | 同上 |
| 第 5 回 | 同上 | 同上 |
| 第 6 回 | 同上 | 同上 |
| 第 7 回 | 同上 | 同上 |
| 第 8 回 | 同上 | 同上 |
| 第 9 回 | 同上 | 同上 |
| 第 10 回 | 同上 | 同上 |
| 第 11 回 | 同上 | 同上 |
| 第 12 回 | 同上 | 同上 |
| 第 13 回 | 同上 | 同上 |
| 第 14 回 | 同上 | 同上 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 1 時間を標準とします。】

【テキスト（教科書）】

IEEE 等の既存文献

【参考書】

特に指定しない。

【成績評価の方法と基準】

研究活動の質と量により評価する。

【学生の意見等からの気づき】

例年の指導からのフィードバックを生かす。

【Outline (in English)】

Research Projects in the fields such as Natural Language Processing, Web Service, Semantic Web, Knowledge Processing.

COT500X3

応用情報工学プロジェクト

彌富 仁、尾川 浩一、金井 敦、品川 満、藤井 章博、李 磊、和田 幸一、周 金佳、余 恪平

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期集中/Intensive(Fall)

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

多様化を続ける現代の情報化社会においては、さまざまな社会問題に的確に対処でき、新しい価値を創造できる優秀な情報通信技術者が必要です。プロジェクト学習を通じて新しい価値の創造に資する能力を涵養することを目的とします。

【到達目標】

各自に課せられた課題を解決するために、アルゴリズムの考案、プログラムの開発、手法の提案、等を行う。さらに、これらを評価する基準について吟味し、検証を行う。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」「DP4」「DP5」に関連

【授業の進め方と方法】

オンラインでの開講となった場合、オンライン授業の方法や各回の授業計画の変更、成績評価方法の変更などについては、学習支援システムでその都度提示する。

課題等の提出、フィードバックは学習支援システムを通じて行う予定です。

指導教員の指示に従う。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

あり / Yes

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|--------|-----------|--|
| 第 1 回 | ガイダンス | プロジェクト全体の概要を定め、目標設定を行う。その後、計画に従いプロジェクトを実施する。 |
| 第 2 回 | プロジェクトの実践 | 以下、プロジェクトの実施 |
| 第 3 回 | プロジェクト実践 | 研究・開発に取り組む |
| 第 4 回 | プロジェクト実践 | 研究・開発に取り組む |
| 第 5 回 | プロジェクト実践 | 研究・開発に取り組む |
| 第 6 回 | プロジェクト実践 | 研究・開発に取り組む |
| 第 7 回 | プロジェクト実践 | 研究・開発に取り組む |
| 第 8 回 | プロジェクト実践 | 研究・開発に取り組む |
| 第 9 回 | プロジェクト実践 | 研究・開発に取り組む |
| 第 10 回 | プロジェクト実践 | 研究・開発に取り組む |
| 第 11 回 | プロジェクト実践 | 研究・開発に取り組む |
| 第 12 回 | プロジェクト実践 | 研究・開発に取り組む |
| 第 13 回 | プロジェクト実践 | 研究・開発に取り組む |
| 第 14 回 | まとめ | 総合的な評価と検証 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】

【テキスト（教科書）】

課題に関連する文献、資料、書籍を指導教員より提示する。

【参考書】

同上

【成績評価の方法と基準】

オンラインでの開講となった場合、成績評価の方法と基準も変更する可能性がある。

その場合の具体的な方法と基準は、担当教員が学習支援システムで提示する。

課題への取り組み状況、学会等での対外発表等の状況を総合的に勘案して評価する。

【学生の意見等からの気づき】

授業アンケート、研究室での対話を通じたフィードバックを行う。

【その他の重要事項】

担当教員から、学習支援システムを通じた連絡がないか、日ごろから確認をよくするようにしてください。

【Outline (in English)】

Working on research and development from the perspectives of information networks, social information, biological information, basics, ubiquitous, and human environment, and cultivating the ability to contribute to the creation of new value.

PRI700X3

計算機工学特別研究 1・2・3

李 磊

単位数：3 単位 | 開講時期：年間授業/Yearly

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

計算機工学分野で、特に高速アルゴリズム、並列アルゴリズム、進化的アルゴリズム、強化学習アルゴリズム等の専門著作や論文を講読することにより、アルゴリズムの設計法と解析法を体系的に学習し、該当分野の研究能力を身につけてもらう。

【到達目標】

アルゴリズム分野、特に最近の進化的アルゴリズム、強化学習アルゴリズムの研究能力を身に付け、研究活動を行えるようにしてもらう。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」「DP4」「DP5」に関連

【授業の進め方と方法】

専門著作や論文を購読し、研究室で毎週一回の研究発表を行う。自由討論により、プレゼンテーションの能力や研究能力を身につけてもらうようにする。課題等に対し、授業期間中で回答における評価及び解説を行う。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|--------|--------------|--------------------------------|
| 第 1 回 | 高速アルゴリズム | 高速アルゴリズムの設計技術 |
| 第 2 回 | 高速アルゴリズム | 高速アルゴリズムの解析法 |
| 第 3 回 | 高速アルゴリズム | 高速アルゴリズムの論文購読 |
| 第 4 回 | 高速アルゴリズム | 高速アルゴリズムの実装と性能 |
| 第 5 回 | 並列アルゴリズム | 並列アルゴリズムの設計法 |
| 第 6 回 | 並列アルゴリズム | 並列アルゴリズムの解析法 |
| 第 7 回 | 並列アルゴリズム | 並列アルゴリズムの論文購読 |
| 第 8 回 | 並列アルゴリズム | 並列アルゴリズムの実装および性能評価 |
| 第 9 回 | 遺伝的アルゴリズム | 遺伝的アルゴリズムの設計法 |
| 第 10 回 | 遺伝的アルゴリズム | 遺伝的アルゴリズムの解析法 |
| 第 11 回 | 遺伝的アルゴリズム | 遺伝的アルゴリズムの論文購読 |
| 第 12 回 | 遺伝的アルゴリズム | 遺伝的アルゴリズムの実装および性能評価 |
| 第 13 回 | 遺伝的アルゴリズムの拡張 | 様々な遺伝的アルゴリズムの拡張を紹介し、その原理を理解する。 |
| 第 14 回 | ニューラルネットワーク | ニューラルネットワークの基本原理 |
| 第 15 回 | ニューラルネットワーク | ニューラルネットワークの論文購読 |
| 第 16 回 | ニューラルネットワーク | ニューラルネットワークの応用問題 |
| 第 17 回 | ニューラルネットワーク | ニューラルネットワークの実装および性能評価 |
| 第 18 回 | ファジー制御アルゴリズム | ファジー制御アルゴリズムの原理 |
| 第 19 回 | ファジー制御アルゴリズム | ファジー制御アルゴリズムの応用問題 |
| 第 20 回 | ファジー制御アルゴリズム | ファジー制御アルゴリズムの実装および性能評価 |
| 第 21 回 | 強化学習アルゴリズム | 強化学習アルゴリズムの原理 |
| 第 22 回 | 強化学習アルゴリズム | 様々な強化学習アルゴリズム |
| 第 23 回 | 強化学習アルゴリズム | 強化学習アルゴリズムの応用問題 |
| 第 24 回 | 強化学習アルゴリズム | 強化学習アルゴリズムの論文購読 |
| 第 25 回 | 強化学習アルゴリズム | 強化学習アルゴリズムの実装および性能評価 |

第 26 回 論文発表 ゼミで研究論文の発表および討論
 第 27 回 論文発表 ゼミで研究論文の発表および討論
 第 28 回 論文発表 ゼミで研究論文の発表及び討論

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 3 時間を標準とします。】予習と復習は必要である。論文発表には質疑応答できるようにする。

【テキスト（教科書）】

最近の国内学会論文誌または海外のジャーナルペーパーを用いる。

【参考書】

特になし

【成績評価の方法と基準】

研究に対する取り組みの状況（30%）、実験および最終論文の内容（70%）により、6 割以上の完成度で総合的評価する。

【学生の意見等からの気づき】

特になし

【学生が準備すべき機器他】

パソコン等

【その他の重要事項】

C++プログラミングの習得は必要

【Outline (in English)】

The purpose of these special researches is understanding structure of the fast algorithms, parallel algorithms, evolutionary algorithms and reinforcement learning in computer engineering and science by reading and discussing related papers and books, and can do some related researches in design and analysis of the algorithms. The goal is learning recent algorithms and softcomputing methods and applying them to some practical problems. Presentation is needed for preparation using about 3 hours outside of the class. Grading criteria is based on presentation and research contents, 60% or more completeness is needed for pass.

PRI700X3

計算機工学特別実験 1・2・3

李 磊

単位数：2 単位 | 開講時期：年間授業/Yearly

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

アルゴリズムの実装により、アルゴリズムの仕組みを理解し、プログラミングの能力を身につけ、新規性のある提案アルゴリズムに対し、その性能評価を行うことができるようにする。

【到達目標】

コンピュータサイエンス分野の研究者としてのプログラミング能力を身に付け、提案アルゴリズムの実装と性能評価を行うことができるようにする。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」「DP4」「DP5」に関連

【授業の進め方と方法】

計算機工学特別研究 1・2・3 と並行して、様々なアルゴリズムの実装方法を行いながら、そのアルゴリズムの仕組みを理解し、研究論文での研究成果など新しいアルゴリズムの実装も実施し、性能評価を行う。課題等に対し、授業期間中で回答における評価及び解説を行う。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|--------|-----------------------|----------------------------------|
| 第 1 回 | 高速アルゴリズムの実装と性能評価 | 特殊行列の高速アルゴリズム |
| 第 2 回 | 高速アルゴリズムの実装と性能評価 | 特殊行列の高速アルゴリズムの実装と性能評価 |
| 第 3 回 | 高速アルゴリズムの実装と性能評価 | 多項式の高速アルゴリズム |
| 第 4 回 | 高速アルゴリズムの実装と性能評価 | 多項式の高速アルゴリズムの実装と性能評価 |
| 第 5 回 | 直交変換の高速アルゴリズムの実装と性能評価 | 様々な直交変換とその信号処理における応用 |
| 第 6 回 | 直交変換の高速アルゴリズムの実装と性能評価 | 直交変換のアルゴリズムの実装 |
| 第 7 回 | 直交変換の高速アルゴリズムの実装と性能評価 | 直交変換のアルゴリズムの性能評価 |
| 第 8 回 | 高速アルゴリズムの計算量の限界 | 高速アルゴリズムの計算量の上限と下限 |
| 第 9 回 | 並列アルゴリズムの実装と性能評価 | 並列計算機のモデル、並列アルゴリズムのモデル |
| 第 10 回 | 並列アルゴリズムの実装と性能評価 | 並列アルゴリズムのプログラミング技法 |
| 第 11 回 | 並列アルゴリズムの実装と性能評価 | 基礎問題の並列アルゴリズムの紹介 |
| 第 12 回 | 並列アルゴリズムの実装と性能評価 | 基礎問題の並列アルゴリズムの実装と性能評価 |
| 第 13 回 | 並列アルゴリズムの実装と性能評価 | 基礎問題の並列アルゴリズムの実装と性能評価 |
| 第 14 回 | 並列アルゴリズムの計算量 | 基礎問題の並列アルゴリズムの並列計算量の解析および実験による観察 |
| 第 15 回 | 高速アルゴリズムと並列アルゴリズムの特徴 | 高速アルゴリズムと並列アルゴリズムの特徴を討論する。 |

| | | |
|--------|----------------------|------------------------|
| 第 16 回 | 遺伝的アルゴリズムの実装と性能評価 | 単純遺伝的アルゴリズムの実装 |
| 第 17 回 | 遺伝的アルゴリズムの実装と性能評価 | 遺伝的アルゴリズムの拡張とその実装 |
| 第 18 回 | 遺伝的アルゴリズムの実装と性能評価 | 巡回セールスマン問題への適用 |
| 第 19 回 | ファジー制御アルゴリズムの実装と性能評価 | ファジー制御アルゴリズムの概要 |
| 第 20 回 | ファジー制御アルゴリズムの実装と性能評価 | ファジー制御アルゴリズムの応用 |
| 第 21 回 | ファジー制御アルゴリズムの実装と性能評価 | ファジー制御アルゴリズムの実装および性能評価 |
| 第 22 回 | ニューラルネットワークの実装と性能評価 | ニューラルネットワークの概要 |
| 第 23 回 | ニューラルネットワークの実装と性能評価 | 様々なニューラルネットワーク |
| 第 24 回 | ニューラルネットワークの実装と性能評価 | ニューラルネットワークの応用問題 |
| 第 25 回 | ニューラルネットワークの実装と性能評価 | ニューラルネットワークの実装と性能評価 |
| 第 26 回 | ニューラルネットワークの実装と性能評価 | ニューラルネットワークの実装と性能評価 |
| 第 27 回 | 強化学習アルゴリズムの実装と性能評価 | 強化学習アルゴリズムの基本原則 |
| 第 28 回 | 強化学習アルゴリズムの実装と性能評価 | 強化学習アルゴリズムの応用問題 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 1 時間を標準とします。】 予習と復習を行い、プログラミングをできるように準備する。

【テキスト（教科書）】

C++プログラミング等

【参考書】

特になし

【成績評価の方法と基準】

実験に取り組みの状況（30%）、および実験レポート（70%）で総合的評価する。

【学生の意見等からの気づき】

特になし

【学生が準備すべき機器他】

貸与パソコン

【Outline (in English)】

The purpose of these experiments is understanding structure of algorithms, learning the programming method by realizing some related algorithms, and also can evaluate the performance for proposed new algorithms. The goal is learning and improving some recent algorithms or softcomputing methods and applying them to some practical problems. Algorithm analysis and implementation are needed for preparation using about 1 hours outside of the class. Grading criteria is based on presentation and research contents, 60% or more completeness is needed for pass.

BME700X3

情報処理工学特別研究 1・2・3

彌富 仁

単位数：3 単位 | 開講時期：年間授業/Yearly

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

機械学習に基づく先端研究を実施する。先行・周辺研究調査、研究計画、研究の遂行、成果のまとめと発表を実施する。

この科目は、情報処理工学特別研究 1・2・3 [YB438] とセットで履修すること。

Conduct advanced research based on machine learning. Conduct prior and peripheral research surveys, research planning, execution of research, and compilation and presentation of results.

This course must be taken in combination with Advanced Laboratory for Information Processing (1), (2), and (3) [YB438].

【到達目標】

複数の国際的に認められる複数の研究成果および、それに伴う研究能力の涵養。

春学期の少なくとも前半はオンラインでの開講となる。それにともなう各回の授業計画の変更については、学習支援システムでその都度提示する。

Classes could be online. Changes in the lecture plan due to this shift will be announced on the learning support system.

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」「DP4」「DP5」に関連

【授業の進め方と方法】

Online、対面問わず、適切な頻度で、個別あるいはグループでのディスカッションを通じて計画、進捗の確認などを行う。

必要に応じて外部の研究協力者とも連携し、研究室および、その他必要な場所でディスカッションを適宜実施しながら進める。また得られた成果は積極的に対外的に論文や国内外の会議論文などとして公開する。

Plan and progress will be reviewed through individual and group discussions, both online and in person, as often as appropriate.

When necessary, we will also collaborate with outside research collaborators and hold discussions as appropriate. The results of the research will be actively published in the form of papers and conference papers both in Japan and abroad.

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】あり / Yes

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|--------------------------------|---|
| 1 | 研究の実施 (授業回数を区切らないで年間を通じて実施) | 先行・周辺研究調査、研究計画、研究の遂行、成果のまとめと発表 (授業回数を区切らないで年間を通じて実施) |
| 2 | 研究の実施 (授業回数を区切らないで年間を通じて実施) | 先行・周辺研究調査、研究計画、研究の遂行、成果のまとめと発表 (授業回数を区切らないで年間を通じて実施) |
| 3 | 研究の実施 (授業回数を区切らないで年間を通じて実施) | 先行・周辺研究調査、研究計画、研究の遂行、成果のまとめと発表 (授業回数を区切らないで年間を通じて実施) |

| | | |
|----|--------------------------------|---|
| 4 | 研究の実施 (授業回数を区切らないで年間を通じて実施) | 先行・周辺研究調査、研究計画、研究の遂行、成果のまとめと発表 (授業回数を区切らないで年間を通じて実施) |
| 5 | 研究の実施 (授業回数を区切らないで年間を通じて実施) | 先行・周辺研究調査、研究計画、研究の遂行、成果のまとめと発表 (授業回数を区切らないで年間を通じて実施) |
| 6 | 研究の実施 (授業回数を区切らないで年間を通じて実施) | 先行・周辺研究調査、研究計画、研究の遂行、成果のまとめと発表 (授業回数を区切らないで年間を通じて実施) |
| 7 | 研究の実施 (授業回数を区切らないで年間を通じて実施) | 先行・周辺研究調査、研究計画、研究の遂行、成果のまとめと発表 (授業回数を区切らないで年間を通じて実施) |
| 8 | 研究の実施 (授業回数を区切らないで年間を通じて実施) | 先行・周辺研究調査、研究計画、研究の遂行、成果のまとめと発表 (授業回数を区切らないで年間を通じて実施) |
| 9 | 研究の実施 (授業回数を区切らないで年間を通じて実施) | 先行・周辺研究調査、研究計画、研究の遂行、成果のまとめと発表 (授業回数を区切らないで年間を通じて実施) |
| 10 | 研究の実施 (授業回数を区切らないで年間を通じて実施) | 先行・周辺研究調査、研究計画、研究の遂行、成果のまとめと発表 (授業回数を区切らないで年間を通じて実施) |
| 11 | 研究の実施 (授業回数を区切らないで年間を通じて実施) | 先行・周辺研究調査、研究計画、研究の遂行、成果のまとめと発表 (授業回数を区切らないで年間を通じて実施) |
| 12 | 研究の実施 (授業回数を区切らないで年間を通じて実施) | 先行・周辺研究調査、研究計画、研究の遂行、成果のまとめと発表 (授業回数を区切らないで年間を通じて実施) |
| 13 | 研究の実施 (授業回数を区切らないで年間を通じて実施) | 先行・周辺研究調査、研究計画、研究の遂行、成果のまとめと発表 (授業回数を区切らないで年間を通じて実施) |
| 14 | 研究の実施 (授業回数を区切らないで年間を通じて実施) | 先行・周辺研究調査、研究計画、研究の遂行、成果のまとめと発表 (授業回数を区切らないで年間を通じて実施) |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 3 時間を標準とします。】 授業時間に限らず、通年で実施。ディスカッションなどは適宜実施する。

Conducted throughout the year, not limited to class time. Discussions, etc. will be held as appropriate.

【テキスト（教科書）】

指定しない。研究テーマ、進捗に応じて必要な文献（論文など）を適宜使用する。

Not specified. Necessary references (papers, etc.) will be used as necessary depending on the research theme and progress.

【参考書】

指定しない。研究テーマ、進捗に応じて必要な文献（論文など）を適宜使用する。

Not specified. Necessary references (papers, etc.) will be used as necessary depending on the research theme and progress.

【成績評価の方法と基準】

研究の目標に対する進捗および、外部への発表（論文、国際会議、国内会議、その他など）、そのインパクト（論文の質、引用件数など）で評価する。

評価は Online を併用する場合でも変更しない。

The evaluation will be based on the progress toward research goals and external publications (papers, international conferences, national conferences, etc.), and their quality and impact.

【学生の意見等からの気づき】

今年度は特になし。

【学生が準備すべき機器他】

特になし。

【その他の重要事項】

この科目の特性を考慮し、授業方式の変更を含めたすべての連絡は、原則に大学に登録されたメールを通じて行う。

【Outline (in English)】

Conduct an advanced research mainly on machine learning field including a survey, planning, investigation, and summarize the achievements and make their presentation.

BME700X3

情報処理工学特別実験 1・2・3

彌富 仁

単位数：2 単位 | 開講時期：年間授業/Yearly

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

機械学習に基づく先端研究を実施する。先行・周辺研究調査、研究計画、研究の遂行、成果のまとめと発表を実施する。

情報処理工学特別研究 (1),(2),(3) [YB435] と必ずセットで履修すること。

Conduct advanced research based on machine learning. The course includes research on prior and surrounding research, research planning, execution of the research, and compilation and presentation of the results.

This course must be taken in combination with Advanced Seminar for Information Processing (1), (2), and (3) [YB435].

【到達目標】

複数の国際的に認められる複数の研究成果および、それに伴う研究能力の涵養。

Cultivation of multiple internationally recognized research outputs and associated research skills.

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」「DP4」「DP5」に関連

【授業の進め方と方法】

Online、対面問わず、適切な頻度で、個別あるいはグループでのディスカッションを通じて計画、進捗の確認などを行う。

必要に応じて外部の研究協力者とも連携し、研究室および、その他必要な場所でディスカッションを適宜実施しながら進める。

Plan and confirm progress through individual and group discussions, both online and in person, as often as appropriate. Discussions will be held in collaboration with outside research collaborators as necessary.

Depending on the situation, this may be conducted online.

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

あり / Yes

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|--------------------------------|---|
| 1 | 研究の実施 (授業回数を区切らないで年間を通じて実施) | 先行・周辺研究調査、研究計画、研究の遂行、成果のまとめと発表 (授業回数を区切らないで年間を通じて実施) |
| 2 | 研究の実施 (授業回数を区切らないで年間を通じて実施) | 先行・周辺研究調査、研究計画、研究の遂行、成果のまとめと発表 (授業回数を区切らないで年間を通じて実施) |
| 3 | 研究の実施 (授業回数を区切らないで年間を通じて実施) | 先行・周辺研究調査、研究計画、研究の遂行、成果のまとめと発表 (授業回数を区切らないで年間を通じて実施) |
| 4 | 研究の実施 (授業回数を区切らないで年間を通じて実施) | 先行・周辺研究調査、研究計画、研究の遂行、成果のまとめと発表 (授業回数を区切らないで年間を通じて実施) |
| 5 | 研究の実施 (授業回数を区切らないで年間を通じて実施) | 先行・周辺研究調査、研究計画、研究の遂行、成果のまとめと発表 (授業回数を区切らないで年間を通じて実施) |

| | | |
|----|--------------------------------|---|
| 6 | 研究の実施 (授業回数を区切らないで年間を通じて実施) | 先行・周辺研究調査、研究計画、研究の遂行、成果のまとめと発表 (授業回数を区切らないで年間を通じて実施) |
| 7 | 研究の実施 (授業回数を区切らないで年間を通じて実施) | 先行・周辺研究調査、研究計画、研究の遂行、成果のまとめと発表 (授業回数を区切らないで年間を通じて実施) |
| 8 | 研究の実施 (授業回数を区切らないで年間を通じて実施) | 先行・周辺研究調査、研究計画、研究の遂行、成果のまとめと発表 (授業回数を区切らないで年間を通じて実施) |
| 9 | 研究の実施 (授業回数を区切らないで年間を通じて実施) | 先行・周辺研究調査、研究計画、研究の遂行、成果のまとめと発表 (授業回数を区切らないで年間を通じて実施) |
| 10 | 研究の実施 (授業回数を区切らないで年間を通じて実施) | 先行・周辺研究調査、研究計画、研究の遂行、成果のまとめと発表 (授業回数を区切らないで年間を通じて実施) |
| 11 | 研究の実施 (授業回数を区切らないで年間を通じて実施) | 先行・周辺研究調査、研究計画、研究の遂行、成果のまとめと発表 (授業回数を区切らないで年間を通じて実施) |
| 12 | 研究の実施 (授業回数を区切らないで年間を通じて実施) | 先行・周辺研究調査、研究計画、研究の遂行、成果のまとめと発表 (授業回数を区切らないで年間を通じて実施) |
| 13 | 研究の実施 (授業回数を区切らないで年間を通じて実施) | 先行・周辺研究調査、研究計画、研究の遂行、成果のまとめと発表 (授業回数を区切らないで年間を通じて実施) |
| 14 | 研究の実施 (授業回数を区切らないで年間を通じて実施) | 先行・周辺研究調査、研究計画、研究の遂行、成果のまとめと発表 (授業回数を区切らないで年間を通じて実施) |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】 授業時間に限らず、通年で実施。ディスカッションなどは適宜実施する。

Conducted throughout the year, not limited to class time. Discussions, etc. will be held as appropriate.

【テキスト（教科書）】

指定しない。研究テーマ、進捗に応じて必要な文献（論文など）を適宜使用する。

Not specified. Necessary references (papers, etc.) will be used as necessary depending on the research theme and progress.

【参考書】

指定しない。研究テーマ、進捗に応じて必要な文献（論文など）を適宜使用する。

Not specified. Necessary references (papers, etc.) will be used as necessary depending on the research theme and progress.

【成績評価の方法と基準】

研究の目標に対する進捗および、外部への発表（論文、国際会議、国内会議

、その他など）、そのインパクト（論文の質、引用件数など）で評価する

The evaluation will be based on the progress toward research goals and external publications (papers, international conferences, national conferences, etc.), and their quality and impact.

【学生の意見等からの気づき】

今年度は特になし。

【学生が準備すべき機器他】

特になし。

【その他の重要事項】

この科目の特性を考慮し、授業方式の変更を含めたすべての連絡は、原則に大学に登録されたメールを通じて行う。

【Outline (in English)】

All doctoral course student need to take this course.

Conduct an advanced research mainly on machine learning field including a survey, planning, investigation, and summarize the achievements and make their presentation.

BME700X3

情報処理工学特別研究 1・2・3

周 金佳

単位数：3 単位 | 開講時期：年間授業/Yearly

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

指導教員のもとで、専攻分野に関する研究や学術論文などの調査を行なう。学術論文の読解力を養うとともに、論文の作成、発表の訓練を行う。技術者、研究者としての素養を身に付け、応用情報工学の分野で活躍できる基礎力を養うことを目的としている。

【到達目標】

This course aims to cultivate the ability to understand advanced technologies in applied information engineering and acquiring the basic skills to conduct research.

応用情報工学専攻の各分野それぞれの最先端技術と基礎となる理論を理解し、さらなる発展を可能とするための基礎力を身につけることを目標とする。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」「DP4」「DP5」に関連

【授業の進め方と方法】

The course will be given in a highly interactive manner. The students will be asked to do a survey, research, the study of their research topic. Seminars will be held to discuss and present the research results.

指導教員のもと、各自の研究テーマに関する調査、研究、学習を、セミナー形式に行う。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

あり / Yes

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|----|-----------|------------------------------------|
| 1 | オリエンテーション | 特別研究の進め方、内容の紹介、概要 |
| 2 | 研究の実施と報告 | 研究調査、計画、進行状況、成果のプレゼンテーションとディスカッション |
| 3 | 研究の実施と報告 | 研究調査、計画、進行状況、成果のプレゼンテーションとディスカッション |
| 4 | 研究の実施と報告 | 研究調査、計画、進行状況、成果のプレゼンテーションとディスカッション |
| 5 | 研究の実施と報告 | 研究調査、計画、進行状況、成果のプレゼンテーションとディスカッション |
| 6 | 研究の実施と報告 | 研究調査、計画、進行状況、成果のプレゼンテーションとディスカッション |
| 7 | 研究の実施と報告 | 研究調査、計画、進行状況、成果のプレゼンテーションとディスカッション |
| 8 | 研究の実施と報告 | 研究調査、計画、進行状況、成果のプレゼンテーションとディスカッション |
| 9 | 研究の実施と報告 | 研究調査、計画、進行状況、成果のプレゼンテーションとディスカッション |
| 10 | 研究の実施と報告 | 研究調査、計画、進行状況、成果のプレゼンテーションとディスカッション |

| | | |
|----|----------|------------------------------------|
| 11 | 研究の実施と報告 | 研究調査、計画、進行状況、成果のプレゼンテーションとディスカッション |
| 12 | 研究の実施と報告 | 研究調査、計画、進行状況、成果のプレゼンテーションとディスカッション |
| 13 | 研究の実施と報告 | 研究調査、計画、進行状況、成果のプレゼンテーションとディスカッション |
| 14 | 研究の実施と報告 | 研究調査、計画、進行状況、成果のプレゼンテーションとディスカッション |
| 15 | 研究の実施と報告 | 研究調査、計画、進行状況、成果のプレゼンテーションとディスカッション |
| 16 | 研究の実施と報告 | 研究調査、計画、進行状況、成果のプレゼンテーションとディスカッション |
| 17 | 研究の実施と報告 | 研究調査、計画、進行状況、成果のプレゼンテーションとディスカッション |
| 18 | 研究の実施と報告 | 研究調査、計画、進行状況、成果のプレゼンテーションとディスカッション |
| 19 | 研究の実施と報告 | 研究調査、計画、進行状況、成果のプレゼンテーションとディスカッション |
| 20 | 研究の実施と報告 | 研究調査、計画、進行状況、成果のプレゼンテーションとディスカッション |
| 21 | 研究の実施と報告 | 研究調査、計画、進行状況、成果のプレゼンテーションとディスカッション |
| 22 | 研究の実施と報告 | 研究調査、計画、進行状況、成果のプレゼンテーションとディスカッション |
| 23 | 研究の実施と報告 | 研究調査、計画、進行状況、成果のプレゼンテーションとディスカッション |
| 24 | 研究の実施と報告 | 研究調査、計画、進行状況、成果のプレゼンテーションとディスカッション |
| 25 | 研究の実施と報告 | 研究調査、計画、進行状況、成果のプレゼンテーションとディスカッション |
| 26 | 研究の実施と報告 | 研究調査、計画、進行状況、成果のプレゼンテーションとディスカッション |
| 27 | 研究の実施と報告 | 研究調査、計画、進行状況、成果のプレゼンテーションとディスカッション |
| 28 | 研究の実施と報告 | 研究調査、計画、進行状況、成果のプレゼンテーションとディスカッション |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】専門分野の国際会議、学会、研究会などの開催に注意を払い、興味のあるものには積極的に参加・発表すること。

【テキスト（教科書）】

教員の指示に従うこと。

【参考書】

教員の指示に従うこと。

【成績評価の方法と基準】

毎週の報告内容 (70%)、外部への発表 (論文、国際会議など) (30%) を勘案し担当教員が個別に評価する。

【学生の意見等からの気づき】

ディスカッションの時間を多くとりコミュニケーションを図る。

【その他の重要事項】

オンラインでの開講となった場合、オンライン授業の方法や授業計画の変更、成績評価方法の変更などについては、学習支援システムでその都度提示する。担当教員から学習支援システムを通じた連絡がないか、日ごろからよく確認するようにしてください。

【Outline (in English)】

This course trains skills to conduct research on information processing. Each student conducts a literature survey and presents research progress. Through the presentation/discussion, students will extend their research conducting skills.

Before/after each class meeting, students will be expected to spend four hours understanding the course content.

The final grade will be calculated according to the weekly reports (70%), and research achievements such as the paper submission to the international conferences (30%).

BME700X3

情報処理工学特別実験 1・2・3

周 金佳

単位数：2 単位 | 開講時期：年間授業/Yearly

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

専攻分野で研究テーマを定め、指導教員のもとで研究や実験を行なう。実験を進める上では、指導教員と密に接触し、実験の経過報告、討論を行なう。実験、実習を中心として、技術者、研究者としての素養を身に付け、応用情報工学分野で活躍できる基礎力を養うことを目的としている。各ゼミにてそれぞれ最新のテーマを設定する。

【到達目標】

応用情報工学分野においてゼミごとに設定された研究テーマの実験・研究を教員の指導にしたがって遂行し、論文や国際会議・学会発表という形で外部に成果を発信する。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」「DP4」「DP5」に関連

【授業の進め方と方法】

教員のもと、各自の研究テーマに関する調査、実験および学習を、セミナー形式もしくは個別に行う。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】あり / Yes

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|----|-----------|---|
| 1 | オリエンテーション | 特別実験の進め方、内容の紹介、概要 |
| 2 | 実験の実施と報告 | 調査、実験および学習の実施とその進行状況のプレゼンテーションとディスカッション |
| 3 | 実験の実施と報告 | 調査、実験および学習の実施とその進行状況のプレゼンテーションとディスカッション |
| 4 | 実験の実施と報告 | 調査、実験および学習の実施とその進行状況のプレゼンテーションとディスカッション |
| 5 | 実験の実施と報告 | 調査、実験および学習の実施とその進行状況のプレゼンテーションとディスカッション |
| 6 | 実験の実施と報告 | 調査、実験および学習の実施とその進行状況のプレゼンテーションとディスカッション |
| 7 | 実験の実施と報告 | 調査、実験および学習の実施とその進行状況のプレゼンテーションとディスカッション |
| 8 | 実験の実施と報告 | 調査、実験および学習の実施とその進行状況のプレゼンテーションとディスカッション |
| 9 | 実験の実施と報告 | 調査、実験および学習の実施とその進行状況のプレゼンテーションとディスカッション |
| 10 | 実験の実施と報告 | 調査、実験および学習の実施とその進行状況のプレゼンテーションとディスカッション |
| 11 | 実験の実施と報告 | 調査、実験および学習の実施とその進行状況のプレゼンテーションとディスカッション |
| 12 | 実験の実施と報告 | 調査、実験および学習の実施とその進行状況のプレゼンテーションとディスカッション |

| | | |
|----|----------|--|
| 13 | 実験の実施と報告 | 調査、実験および学習の実施とその進行状況のプレゼンテーションとディスカッション |
| 14 | 実験の実施と報告 | 調査、実験および学習の実施とその進行状況のプレゼンテーションとディスカッション |
| 15 | 実験の実施と報告 | 調査、実験および学習の実施とその進行状況のプレゼンテーションとディスカッション |
| 16 | 実験の実施と報告 | 調査、実験および学習の実施とその進行状況のプレゼンテーションとディスカッション |
| 17 | 実験の実施と報告 | 調査、実験および学習の実施とその進行状況のプレゼンテーションとディスカッション |
| 18 | 実験の実施と報告 | 調査、実験および学習の実施とその進行状況のプレゼンテーションとディスカッション |
| 19 | 実験の実施と報告 | 調査、実験および学習の実施とその進行状況のプレゼンテーションとディスカッション |
| 20 | 実験の実施と報告 | 調査、実験および学習の実施とその進行状況のプレゼンテーションとディスカッション |
| 21 | 実験の実施と報告 | 調査、実験および学習の実施とその進行状況のプレゼンテーションとディスカッション |
| 22 | 実験の実施と報告 | 調査、実験および学習の実施とその進行状況のプレゼンテーションとディスカッション |
| 23 | 実験の実施と報告 | 調査、実験および学習の実施とその進行状況のプレゼンテーションとディスカッション |
| 24 | 実験の実施と報告 | 調査、実験および学習の実施とその進行状況のプレゼンテーションとディスカッション |
| 25 | 実験の実施と報告 | 調査、実験および学習の実施とその進行状況のプレゼンテーションとディスカッション |
| 26 | 実験の実施と報告 | 調査、実験および学習の実施とその進行状況のプレゼンテーションとディスカッション |
| 27 | 実験の実施と報告 | 調査、実験および学習の実施とその進行状況のプレゼンテーションとディスカッション |
| 28 | 実験の実施と報告 | 調査、実験および学習の実施とその進行状況のプレゼンテーションとディスカッション。 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】専門領域について文献や論文調査するとともに、学会参加や発表をすること。

【テキスト（教科書）】

教員の指示に従うこと。

【参考書】

教員の指示に従うこと。

【成績評価の方法と基準】

報告内容（70%）、実験成果（外部への発表など 30%）等を総合的に勘案し担当教員が個別に評価する。

【学生の意見等からの気づき】

ディスカッションの時間を多くとりコミュニケーションを図る。

【その他の重要事項】

オンラインでの開講となった場合、オンライン授業の方法や授業計画の変更、成績評価方法の変更などについては、学習支援システムでその都度提示する。担当教員から学習支援システムを通じた連絡がないか、日ごろからよく確認するようにしてください。

【Outline (in English)】

This course provides lab students with research and experimental projects. Each student conducts the project under the advice of the supervisor. Students will acquire basic skills as research engineers.

Before/after each class meeting, students will be expected to spend four hours understanding the course content.

The final grade will be calculated according to the research reports and presentation (70%), and research achievements such as the paper submission to the international conferences (30%).

BSC500Y1

分子シミュレーション特論

高井 和之

単位数：単位 | 開講時期：春学期授業/Spring

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

この授業では、分子の性質を決めている電子の分布を議論する方法である分子軌道法および分子間の相互作用を記述する分子動力学についての理解を深め、分子シミュレーションの技法を学ぶ。

【到達目標】

分子動力学・分子軌道法にもとづくシミュレーションを行うための基礎となる、運動方程式、分子間力、量子力学およびそれらの取り扱い方について学び、シミュレーション手法の一般的な使い方を身に付ける。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

実際に分子シミュレーションをおこない、一般的な使い方の技法について学ぶ。分子シミュレーションから得られる様々な情報についてその背景を学習し、実際に計算結果の解析をおこなって実験結果との比較などおこない習得する。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|----|---------------------|-----------------------|
| 1 | コンピュータ・シミュレーションとは何か | 分子シミュレーションのあらましについて解説 |
| 2 | 運動方程式の一般的な表し方 | 分子運動を記述するための古典力学の復習 |
| 3 | 多電子原子、分子の電子状態 | 電子状態を取り扱う量子力学の復習 |
| 4 | 分子軌道法入門 | 多電子原子の電子状態 |
| 5 | 分子軌道法入門 | 二原子分子の電子状態の計算 |
| 6 | 分子軌道法入門 | 振動・回転状態の計算 |
| 7 | 分子軌道法入門 | 赤外吸収とラマン散乱との比較 |
| 8 | 分子軌道の実際 | 熱力学的物理量の議論 |
| 9 | 分子軌道の実際 | 基底関数に関する依存性 |
| 10 | 分子軌道法の応用 | 近似法と精度 |
| 11 | 分子軌道法の応用 | 反応と解離、極限反応経路 |
| 12 | 密度汎関数法 | メタノールの電子状態計算 |
| 13 | クラスター計算 | ナノグラフェンを例に |
| 14 | 分子動力学計算の基礎 | 分子間相互作用の理解 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

レポート作成、テキスト・参考書による予習、復習など。

【テキスト（教科書）】

岡崎 進・吉井範行著「コンピューター・シミュレーションの基礎」第2版

【参考書】

M. P. Allen, D. J. Tildesley「電子構造論による化学の探求」第二版
ガウシアン社

James B Foresman Eelen Frisch 田崎健三

Donald A. McQuarrie「Statistical Mechanics」HarperCollins

【成績評価の方法と基準】

レポートに加え、質疑、議論への参加度を考慮し、総合的に判定する。

【学生の意見等からの気づき】

好評につきシミュレーションの実習を中心とした授業構成とする

【学生が準備すべき機器他】

本質的に情報機器利用する授業であるので貸与ノート PC の持参などについては授業内で指示を行う

【Outline (in English)】

The aim of this course is to help students acquire an understanding of principles of the molecular simulation methods in terms of the molecular orbital theory concerning with a distribution of electrons which gives molecular properties, and the molecular dynamics describing interactions between molecules.

MAC500Y1

先端材料物性特論

緒方 啓典

単位数：2 単位 | 開講時期：春学期授業/Spring

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

半導体物性の基礎を理解し、半導体の応用例として太陽電池を取り上げ、その構造および特性を決定する要因をミクロな立場から理解するとともに、材料の種類による研究開発の現状や問題点について理解する。さらに、有機薄膜太陽電池、有機-無機ハイブリッド型太陽電池、量子ドット太陽電池等、新規次世代太陽電池の実用化に向けた材料設計、デバイス設計のための基礎能力を身につける。

【到達目標】

半導体物性の基礎、太陽電池特性を決定する要因をミクロな立場から理解すること。有機薄膜太陽電池、有機-無機ハイブリッド型太陽電池、量子ドット太陽電池等、現在開発段階にある太陽電池に関する基礎知識を身につける。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

授業は教科書の内容に沿った講義形式および受講者による論文発表により行う。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|-------|---------------------------|--|
| 1 回目 | 半導体の基礎物性-01 | バンド構造、電子と正孔、状態密度、有効質量、真性半導体と不純物半導体等、半導体物性の基礎について学ぶ。 |
| 2 回目 | 半導体の基礎物性-02 | 半導体と光の相互作用、光の吸収および再結合過程、半導体素子物理の基礎方程式について学ぶ。 |
| 3 回目 | p-n 接合ダイオード | p-n 接合の静電学、接合容量、拡散電流、暗及び光照射下におけるダイオード特性、太陽電池の出力特性を表すパラメータについて学ぶ。 |
| 4 回目 | 変換効率の限界と損失 | 太陽電池の効率限界および効率損失を決める要因について学ぶ。 |
| 5 回目 | 結晶シリコン及び薄膜シリコン太陽電池 | 結晶シリコン及び薄膜シリコン太陽電池の構造及び特性の特徴について学ぶ。 |
| 6 回目 | II-VI 族およびカルコパイライト化合物太陽電池 | CIS, CdTe および II-VI 族化合物半導体の物性及び太陽電池特性について学ぶ。 |
| 7 回目 | III-V 族太陽電池 | III-V 族化合物半導体の物性と太陽電池の特徴について学ぶ。 |
| 8 回目 | 有機薄膜太陽電池-01 | 有機半導体の物性の基礎について学ぶ。 |
| 9 回目 | 有機薄膜太陽電池-02 | 有機薄膜太陽電池の種類および特徴について学ぶ。 |
| 10 回目 | 有機薄膜太陽電池-03 | 有機薄膜太陽電池の高効率化に向けた研究事例について学ぶ。 |
| 11 回目 | 量子ナノ構造太陽電池 | 半導体量子構造の電子状態、量子ドット太陽電池の基礎と研究事例について学ぶ。 |
| 12 回目 | 有機-無機ハイブリッド型太陽電池その他 | 新規材料を用いた太陽電池の基礎研究事例について学ぶ。 |
| 13 回目 | 研究論文紹介-01 | 学生による研究論文紹介および discussion を行う。 |

14 回目 研究論文紹介-02

前回に引き続き、学生による研究論文紹介および discussion を行う。

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】

授業に必要な資料は事前に授業支援システムを通じて配布する。履修者は各自配布資料に事前に目を通し、関連した教科書の箇所をよく読んで授業に臨むこと。また、受講生に最新の研究内容に関する学術論文を配布し、その内容について受講生による発表をあわせて行う。

【テキスト（教科書）】

「太陽電池の物理」Peter Wurfel 著（宇佐美德隆、石原照也、中嶋一雄監訳）丸善株式会社

【参考書】

- ・「太陽電池の基礎と応用」山口真史、M.A. グリーン、小島信晃著 丸善株式会社
- ・「有機半導体デバイス」日本学術振興会情報科学用有機材料第 1 4 2 委員会 C 部会編 オーム社
- ・「有機薄膜太陽電池の最新技術 II」(上原 赫、吉川 暹監修) シーエムシー出版
- ・「有機薄膜太陽電池の高効率化と耐久性向上」サイエンス&テクノロジー株式会社
- ・「量子ドット太陽電池」岡田至崇著 工業調査会
- ・「CIGS 太陽電池の基礎技術」中田時夫著 日刊工業新聞社

【成績評価の方法と基準】

出席点、発表内容、およびレポート点を元に総合的に判断する。

【学生の意見等からの気づき】

理解が難しいと思われる点は随時補足説明を行います。

【学生が準備すべき機器他】

講義に当たり必要な資料は授業支援システムを通して事前に配布します。

【その他の重要事項】

次世代太陽電池を構成する材料は有機化合物から無機化合物、高分子材料など多岐にわたります。また、その発電メカニズムおよび高効率化に向けたプロセスを理解することにより、他の半導体をベースとしたさまざまな電子デバイス、光触媒等の研究開発を行う上で有益な知識となります。

自然科学関連の国立研究機関で勤務経験を持つ教員が、その経験を生かして材料化学の基礎的知識を含めて講義します。

【Outline (in English)】

Photovoltaic (PV) power generation based on photovoltaic cells is known as an important renewable energy. Topics covered in this course will include the following: basics of photovoltaics effect, semiconductor physics, solar cells, advanced design of solar cells, and PV systems. This course will provide a comprehensive overview of photovoltaics power generation. Next, basic semiconductor physics which are required to understand the operation of solar cells will be introduced. The course will demonstrate how solar cells generate electricity, structures of solar cells and techniques to improve the conversion efficiency. Finally, this course will learn basic skills for material design and device design for commercialization of new next-generation solar cells such as organic solar cells, organic-inorganic hybrid solar cells, quantum dot solar cells, etc.

APC500Y1

高分子物理化学特論

渡辺 敏行

単位数：2 単位 | 開講時期：春学期授業/Spring

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

あらゆる面で人間生活と深い関わりを持つ繊維、プラスチック、ゴム等高分子の有機材料としての特性（分子量、ガラス転移点、立体特異性、結晶性、機能性等）と固有の性質である粘弾性（レオロジー）の基礎を習得する。特に化学構造と物性の相関性を理解することに重点を置く。高分子物理化学の理論と分子設計法を習得することが本授業の到達目標である。

【到達目標】

高分子の平均分子量が理解できているか
 ガラス転移点や融点の物理化学的解釈と測定法が理解できているか
 立体配置、立体配座等の高分子特有の立体規則性を理解できているか
 結晶、液晶、非晶、結晶化の動力学、結晶化度が理解できているか
 ゴム弾性と粘弾性が理解できているか
 応力緩和とクリープ現象が理解できているか
 動的粘弾性が理解できているか
 重ね合わせの原理が理解できているか
 高分子の広がり の定義を理解できているか
 ポリマーアロイについて定義、相構造が理解できているか

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示された
 どの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針
 に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

受講希望者は学習支援システムに登録すること。学習支援システム
 のお知らせも読んでください。
 学習システムの資料、教科書の該当ページを学習しておくこと。理
 解できなかった事を中心に解説する。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】
 なし / No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】
 なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|-------|------------|---|
| 第 1 回 | 高分子とは | ポリマーとは何か？ 石油化学からの由来及びその系統図を示し、化学構造式を知る。 |
| 第 2 回 | 高分子化学の歴史 | 高分子の歴史を伝え、学問としての確立過程と有機材料として日常生活との関りを広く理解する。 |
| 第 3 回 | 高分子の特性・分子量 | 高分子の特性と平均分子量 (Mn, Mw) の考え方を説明し、高分子分子量測定法を示す。 |
| 第 4 回 | 熱的性質 | ガラス転移点 (Tg) や融点 (Tm) の現象を知ると同時に物理化学的解釈と測定法を示す。 |
| 第 5 回 | 立体特異性 | 立体配置、立体配座とは、高分子特有の立体規則性 (iso, syndio, atact) を実例に基づき説明する。 |
| 第 6 回 | 結晶性と結晶構造 | ポリマーのラメラ結晶の電顕観察を示す。結晶化の動力学、結晶化度、単位胞の考え方などを学ぶ。 |
| 第 7 回 | 同上 | 具体例としてポリエチレン PE, ポリプロピレン PP, ナイロン PA の結晶構造を知る。 |
| 第 8 回 | レオロジー（粘弾性） | レオロジーとは？ 弾性・ゴム弾性と粘性・粘度の定義を示し、粘弾性（弾性+粘性）を理解する。 |
| 第 9 回 | 応力緩和とクリープ | 粘弾性の基礎、応力緩和とクリープ現象を説明し、それぞれの基本方程式を解説する。 |

第 10 回 2つの模型

Maxwell(M)、
Voigt(V) 模型

M 模型と V 模型を説明し、理論的解釈を付ける。
 応用として 4 要素模型、多要素模型を学ぶ。

第 11 回 重ね合わせの原理

ポリマーのマスターカーブを画
 き、時間—温度の換算原理を理解
 する。

第 12 回 動的特性

静的応力に対し、より現実に近い
 動的応力を加えた時の粘弾性挙動
 の解釈を行う。

第 13 回 高分子の広がり

高分子の広がりを表す根平均二乗
 末端間距離と平均二乗回転半径に
 ついて解説する。

第 14 回 高分子多成分系の物理
 化学

ポリマーアロイについて定義、相
 構造、キヤラクタリゼーション、
 種類等を概説する。

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】事前に学習
 支援システムの資料、教科書の該当ページを学習しておくこと。ほ
 ぼ毎回、宿題を課す。

【テキスト（教科書）】

基礎高分子科学 第 2 版
 高分子学会編 東京化学同人
 ISBN 9784807909629

【参考書】

レオロジー入門（高分子刊行会）、ポリマーアロイ（共立出版）

【成績評価の方法と基準】

春学期の少なくとも前半がオンラインでの開講となったことにとも
 ない、成績評価の方法と基準も変更する。具体的な方法と基準は、授
 業開始日に学習支援システムで提示する。

下記は平常時の場合の成績評価方法

出席点 10%, レポート 10%, 中間試験と期末試験 80%で総合的に評
 価する。

【学生の意見等からの気づき】

理解を深めるために毎回宿題を課す

【学生が準備すべき機器他】

特に無し

【その他の重要事項】

< 備考 > プリントを活用するので専用ファイルを各自準備する。テ
 キストどおりの講義を必ずしも行うわけではないので、ノートを確
 り取ること。

< 教育手法 > ビデオ教材、Power point、講義実験などにより、理
 解を深める。

【Outline (in English)】

The goal of this class is to understand the theory of
 macromolecular physics and chemistry and molecular design
 concept

PCE500Y1

無機合成化学特論

石垣 隆正

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

無機材料の代表的な製造プロセス（固相法、液相法、気相法）について概説する。また、最近の科学技術の進歩により生まれたナノ組織材料、光・磁気デバイス、新エネルギーデバイスなどで使用される無機材料を紹介し、機能性の利用、作製プロセスを解説する。

【到達目標】

無機材料作製プロセスの理解。当該領域の英語論文の内容理解。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

無機材料の製造プロセスについて順次概説する。各回課題論文を配布するので、論文の抄録をレポートとして提出する。また、各回、数人で分担して、当該論文の目的、実験方法、結果について報告する。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

なし/No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし/No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|----|-----------------------|-------------------------------------|
| 1 | 無機材料合成プロセスの概要 | ものづくりの意義とセラミックス材料とその基盤となる科学技術を概説する。 |
| 2 | 固相プロセス（Ⅰ） | 常圧焼結法による透明焼結体の作製 |
| 3 | 固相プロセス（Ⅱ） | 固相反応法による複合セラミックスの作製 |
| 4 | 固相プロセス（Ⅲ） | ホットプレス法によるセラミックス焼結体の作成 |
| 5 | ガス圧焼結法による窒化物セラミックスの焼結 | 高圧窒素中での窒化物セラミックスの焼結 |
| 6 | S P S法によるセラミックスの焼結 | 放電プラズマ焼結法によるセラミックス材料の作製 |
| 7 | 溶液プロセス（Ⅰ） | 沈殿析出プロセスによるセラミックス粉末の作製 |
| 8 | 溶液プロセス（Ⅱ） | ゾルゲル法によるセラミックス粉末の合成 |
| 9 | 溶液プロセス（Ⅲ） | 水熱法によるセラミックス材料の合成 |
| 10 | 溶液プロセス（Ⅳ） | 超臨界流体を利用したセラミックス材料合成 |
| 11 | 溶液プロセス（Ⅴ） | 溶液プロセスによる金属粉末の合成 |
| 12 | 気相プロセス（Ⅰ） | C V D法によるセラミックス粉末の合成 |
| 13 | 気相プロセス（Ⅱ） | スパッタリング法によるセラミックス薄膜の合成。 |
| 14 | 気相プロセス（Ⅲ） | レーザーアブレーション法によるセラミックス薄膜の合成 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】 課題資料のまとめ。

【テキスト（教科書）】

講義資料を配付する。

【参考書】

「セラミックスの基礎科学」守吉、笹本、植松、伊熊著、内田老鶴圃。

【成績評価の方法と基準】

講義内容に関連する課題を調査したレポートの提出とその達成度。

【学生の意見等からの気づき】

講義で取り上げたトピックを学生間で討論する時間を設ける。

【Outline (in English)】

Production processes of inorganic ceramic materials, including solid-state, liquid phase and vapor phase methods, are overviewed. Functions and fabrication processes of ceramic materials utilized in opto-electric, magnetic and new energy-related devices are learned.

BSC500Y1

有機化学反応特論

河内 敦

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

現代の有機化学に欠くことの出来ない有機金属化学の基本事項および遷移金属触媒反応の基礎を学ぶ。

【到達目標】

(1) 有機金属錯体の構造と結合および反応性を理解する。

(2) 代表的な遷移金属触媒反応の特徴と反応機構を理解する。

(1) Structures, bondings, and reactivities of organometallic complexes

(2) Features and reaction mechanisms of transition-metal catalyzed reactions

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

「基礎有機化学Ⅰ・Ⅱ」「有機化学Ⅰ・Ⅱ」で学んだ事項を基礎として、遷移金属を用いた有機合成および遷移金属触媒反応への展開を図る。数多くの反応を羅列するのではなく、反応の本質を考察することを主眼とする。

課題に対するフィードバックは学習支援システムで行う。理解度に応じて授業内でも補足説明をおこなう。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|--------|---|---|
| 第 1 回 | 有機金属化学 (1) Organometallic chemistry | 遷移金属錯体の構造と結合 (1) Structures and bondings of transition-metal complexes |
| 第 2 回 | 有機金属化学 (2) Organometallic chemistry | 遷移金属錯体の構造と結合 (2) Structures and bondings of transition-metal complexes |
| 第 3 回 | 有機金属化学 (3) Organometallic chemistry | 遷移金属錯体の基本反応 (1) Basic reactions of transition-metal complexes |
| 第 4 回 | 有機金属化学 (4) Organometallic chemistry | 遷移金属錯体の基本反応 (2) Basic reactions of transition-metal complexes |
| 第 5 回 | 有機金属化学 (5) Organometallic chemistry | 遷移金属錯体の基本反応 (3) Basic reactions of transition-metal complexes |
| 第 6 回 | 有機金属化学 (6) Organometallic chemistry | 遷移金属触媒反応：クロスカップリング反応および関連反応 (1) Cross-coupling reactions |
| 第 7 回 | 有機金属化学 (7) Organometallic chemistry | 遷移金属触媒反応：クロスカップリング反応および関連反応 (2) Cross-coupling reactions |
| 第 8 回 | 有機金属化学 (8) Organometallic chemistry | 遷移金属触媒反応：ヒドロシリル化反応 Hydrosilylation |
| 第 9 回 | 有機金属化学 (9) Organometallic chemistry | 遷移金属触媒反応：オレフィンメタセシス Olefin metathesis |
| 第 10 回 | 有機金属化学 (10) Organometallic chemistry | 遷移金属触媒反応：C-H活性化 C-H Activation |
| 第 11 回 | 有機金属化学 (11) Organometallic chemistry | 遷移金属触媒反応：代表的な工業化反応 (1) Reactions in industry |

第 12 回 有機金属化学 (12) 遷移金属触媒反応：代表的な工業化反応 (2)
Organometallic chemistry Reactions in industry

第 13 回 有機金属化学 (13) 遷移金属触媒反応：代表的な工業化反応 (3)
Organometallic chemistry Reactions in industry

第 14 回 有機金属化学 (14) 遷移金属触媒反応：代表的な工業化反応 (4)
Organometallic chemistry Reactions in industry

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】講義ノート・配付資料・参考書をもとに必ず復習する。反応機構は、一つ一つのステップを確認しながら、必ず紙に書いて（自分で手を動かして）理解する。

Reviews on the textbook and distributed materials

【テキスト（教科書）】

補助プリントを適宜配付する。

Prints are distributed.

【参考書】

野依良治 他編「大学院講義 有機化学Ⅰ」東京化学同人

S. Warren 他著、野依良治 他訳「ウオーレン 有機化学(下)」東京化学同人

• "Daigakuin Kougi Yukikagaku", R. Noyori et al., Tokyo Kagaku Doujin.

• "Organic Chemistry", S. Warren et al., Oxford University Press.

【成績評価の方法と基準】

平常点 (10%) および試験 (90%) で評価する。

Attendance + Test

【学生の意見等からの気づき】

板書と PowerPoint (または書画カメラ) の併用をより効率的におこなう。

専門外の学生も聴講しているので、一般性のある話をするように努める。

Chalk talk and PowerPoint

【Outline (in English)】

Introduction to organometallic chemistry and transition-metal catalyzed reactions

APC500Y1

高エネルギー反応場特論

小林 清、松本 尚之

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

本講義前半では、解析力学からエネルギー概念が生まれた背景と熱力学、解析熱力学および解析化学熱力学の関係を解説する。また、それらを拡張して解析電気化学理論と固体電気化学理論が生まれた背景や理論関係を解説する。そして、これらの理論が現代重要になっている蓄電池などのエネルギー変換デバイスにどう生かされているかを解説する。

また、本講義後半では、気相または固相における高エネルギー反応場を利用した合成手法について、その原理や特徴について詳しく説明する。さらに、高エネルギー反応場を利用した材料合成プロセスの実用化例についても解説する。

【到達目標】

1-(1) ニュートン力学から派生した解析力学によりポテンシャルおよびエネルギー概念がどのように生み出されたか理解する。

1-(2) カルノー理論発明のアイデアから熱力学の第一法則誕生までを理解する。

1-(3) Gibbs により発明された解析熱力学の考え方を理解し、その拡張である解析化学熱力学の理論拡張の考え方を理解する。

1-(4) 解析化学熱力学の拡張法を基に解析電気化学理論への拡張を理解する。

1-(5) イオン輸送理論と局所平衡から蓄電池や燃料電池のエネルギー変換理論を理解する。

2-(1) 高エネルギー反応場を利用した材料合成プロセスについてその原理や特長を理解し、実際の材料合成プロセスに応用展開する力をつける。

2-(2) 高エネルギー反応場を利用した材料合成プロセスについて実際の実用化例をもとに、材料開発の実用化に必要な考え方を身に付ける。

2-(3) 高エネルギー反応場を利用した材料（カーボンナノチューブを本講義では例とする）を利用した実際の用途展開など、材料利用を見据えた材料開発の考え方を養う。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

前半では、普段何気なく使っているエネルギーという概念がどう理論的に生まれ解析的表記に至った経緯から講義を始める。その後、この考え方が様々なタイプの熱力学や電気化学にどのように導入され発展したかを概観し、最後に現代の理論応用を説明する。それぞれの内容で関連する書籍を紹介しながら講義を行う。また、履修生の専門に合わせて、授業計画に記載の内容のテーマを変更する可能性がある。

後半では、材料合成の新たな技術について探求する。気相または固相における高エネルギー反応場を利用した合成手法について、その原理や特徴、実際の合成事例について学習する。さらに、カーボンナノチューブを例に、高エネルギー反応場を利用した合成技術のスケールアップや実用化プロセス、用途展開などについて、将来的には業界で求められる材料開発の専門知識を身につけるために技術的かつ実用的な解説を実施する。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】なし / No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|-------|--------------------|--|
| 第 1 回 | 力学分野におけるエネルギー概念の誕生 | ニュートン力学から派生した解析力学においてエネルギー概念が生まれるまでの物語 |

| | | |
|--------|----------------------------|--|
| 第 2 回 | 前期熱力学 | カルノーが考えた熱機関理論の物理描像から熱力学の第一法則誕生までの概論 |
| 第 3 回 | 解析熱力学と化学熱力学への拡張 | Gibbs により創出された解析熱力学の考え方と化学熱力学への拡張理論 |
| 第 4 回 | 解析電気化学 | Gibbs の解析化学熱力学の概念を拡張した解析電気化学理論の解説 |
| 第 5 回 | 古典不可逆熱力学の概論 | 電気化学で必要になる不可逆系を扱う理論として古典不可逆熱力学の考え方を解説 |
| 第 6 回 | 固体電気化学 (I) | 解析電気化学を固体系に特化した固体電気化学の概論。特にイオン輸送理論を解説 |
| 第 7 回 | 固体電気化学 (II) | 固体電気化学で重要な局所平衡概念について学ぶ。 |
| 第 8 回 | 高エネルギー反応場利用した材料合成の概要 | 高エネルギー反応場を利用した材料合成の全体像を解説 |
| 第 9 回 | 気相における材料合成 (I) | 化学気相堆積 (CVD) 法や分子線エピタキシー (MBE) 法について解説 |
| 第 10 回 | 気相における材料合成 (II) | 物理気相堆積 (PVD) 法や原子層堆積 (ALD) 法について解説 |
| 第 11 回 | 気相/液相における材料合成 (I) | プラズマを利用した材料合成について解説 |
| 第 12 回 | 気相/液相における材料合成 (II) | マイクロ波を利用した材料合成について解説 |
| 第 13 回 | 高エネルギー反応場利用した材料合成の実用化 (I) | CVD法を用いたカーボンナノチューブのスケールアップ例の紹介 |
| 第 14 回 | 高エネルギー反応場利用した材料合成の実用化 (II) | CVD法を用いたカーボンナノチューブの実用化例を紹介 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】

【テキスト（教科書）】

教科書を使用しない。

【参考書】

第 1 回目および第 8 回目に紹介する。

【成績評価の方法と基準】

平常点（20%）、授業中の課題・宿題等（80点）

【学生の意見等からの気づき】

2022 年度の授業実施状況を考慮して、授業計画を変更した。また、授業後半の内容を変更した。

【学生が準備すべき機器他】

必要となった場合には、事前に連絡する。

【Outline (in English)】

1. The first half of the lecture will give the historical and basic stories; (1) concept of an energy in analytical mechanics; (2) relationships among thermodynamics, analytical thermodynamics, and analytical chemical thermodynamics; (3) extension of analytical electrochemistry from analytical chemical thermodynamics and solid-state electrochemistry; (4) applications to the solid-state electrochemical theory to present battery technology.

2. The latter half of the lecture will give the principles and characteristics of synthesis methods involving the gas or solid phase using high-energy reaction fields as well as examples of practical applications of material synthesis processes.

BSC500Y1

無機反応化学特論

明石 孝也

単位数：2 単位 | 開講時期：春学期授業/Spring

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

無機材料開発において必要とされる知識と、学部における無機化学との間には極めて大きなギャップがある。本授業はそのギャップを埋めるべく、無機材料プロセスのための熱力学と反応速度論、界面化学を習得する。

また、説明は日本語で行うが、英語による板書や英文資料を用いることで科学技術英語能力の向上を行う。

【到達目標】

実際の熱力学と反応速度論、界面化学を習得すること、科学技術英語能力の向上を目標としている。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

原料粒子の合成工程から無機材料を製造するまでの工程を深く理解するために、反応速度論、熱力学、界面化学を基礎とした授業を行う。なお、理解を深めるための演習問題を基本的に毎回行う。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】なし/No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】なし/No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|--------|-----------------------------|--|
| 第 1 回 | 概要、修士研究テーマにおけるプロセス | 無機材料プロセスと無機材料物性評価に関する概要と各自の修士研究テーマにおけるプロセスをフローチャートや図でまとめる。 |
| 第 2 回 | 気相との反応を利用した無機材料プロセス | 気相との反応を利用した無機材料プロセスに関する講義と演習を行う。 |
| 第 3 回 | 液相からの無機材料プロセス | 液相からの無機材料プロセスに関する講義と演習を行う。 |
| 第 4 回 | 酸化物中の点欠陥、Kröger-Vink の表記法 | 酸化物の欠陥化学と Kröger-Vink の表記法に関する講義と演習を行う。 |
| 第 5 回 | Brouwer 図 (Kröger-Vink 図) | Brouwer 図 (Kröger-Vink 図) に関する講義と演習を行う。 |
| 第 6 回 | 電気伝導率の酸素分圧依存性 | 電気伝導率の酸素分圧依存性に関する講義と演習を行う。 |
| 第 7 回 | 固相-気相反応の熱力学、ギブズエネルギー変化、平衡分圧 | 固相-気相反応の熱力学、ギブズエネルギー変化、平衡分圧に関する講義と演習を行う。 |
| 第 8 回 | 固相-固相反応の律速段階と速度論 | 固相-固相反応の律速段階と速度論に関する講義と演習を行う。 |
| 第 9 回 | 固相-気相反応の速度論 | 固相-気相反応の速度論に関する講義と演習を行う。 |
| 第 10 回 | Jander の式と Carter の式 | Jander の式と Carter の式に関する講義と演習を行う。 |
| 第 11 回 | 気相や液相からの固体粒子の核生成の理論 | 気相や液相からの固体粒子の核生成の理論に関する講義と演習を行う。 |
| 第 12 回 | 液相からの結晶成長の速度論 | 液相からの結晶成長の速度論に関する講義と演習を行う。 |
| 第 13 回 | 拡散律速の結晶成長 | 拡散律速の結晶成長に関する講義と演習を行う。 |
| 第 14 回 | まとめ | 講義の復習とまとめを行う。 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】
前回までの講義内容の理解。英文テキストの読解。

【テキスト（教科書）】

使用しない。

【参考書】

"Ceramic Processing", Mohamed N. Rahaman, Taylor & Francis, ISBN 0-8493-7285-2

【成績評価の方法と基準】

演習・レポートに加え、授業への積極的な貢献度を考慮し、総合的に判断する。

【学生の意見等からの気づき】

学生の理解度を把握するために、対面授業を継続する。

【学生が準備すべき機器他】

関数電卓使用。ノートパソコンを持ち込んでも良い。

【Outline (in English)】

This class gives practical skills and knowledge based on thermodynamics, kinetics, and interfacial chemistry for ceramic processing.

APC500Y1

高分子合成化学特論

杉山 賢次

単位数：2 単位 | 開講時期：春学期授業/Spring

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

様々な高分子合成論の基礎を学ぶと共に、最近特に注目を集めているリビング重合を中心とした新しい重合反応について、モノマーの化学構造と反応点（活性種）を対応させながら理解を深める。

【到達目標】

- (1) 基本的な高分子生成反応について理解している。
- (2) リビング重合法について具体例をあげて説明できる。
- (3) 目的の高分子に適した重合法を選択できる。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

板書、プロジェクターを併用し解説する。授業時間内に行う確認テストによって理解度を確かめる。指名した学生に解答を求めることもある。課題に対するフィードバックは学習支援システムで行う。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

なし/No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし/No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|----|------------|--------------------------|
| 1 | 高分子とは | 高分子化合物の定義や基本的な性質を学ぶ |
| 2 | 逐次重合の速度論 | 縮合重合・重付加の反応速度論を学ぶ |
| 3 | 逐次重合の有機反応 | 縮合重合・重付加で用いられる有機反応を学ぶ |
| 4 | ラジカル重合 | ラジカル重合の特徴、素反応を学ぶ |
| 5 | ラジカル共重合 | ビニルモノマーの相対的反応性を学ぶ |
| 6 | カチオン重合 | カチオン重合の特徴、素反応を学ぶ |
| 7 | アニオン重合 | アニオン重合の特徴、素反応を学ぶ |
| 8 | リビング重合 | 重合反応の制御を学ぶ |
| 9 | 開環重合 | 環状化合物の重合反応を学ぶ |
| 10 | 立体規則性重合 | 生成ポリマーの立体化学の制御法を学ぶ |
| 11 | 様々な形状のポリマー | 主鎖骨格の異なるポリマーの特徴を学ぶ |
| 12 | 高分子合成戦略（1） | リビング重合によるポリマーの精密合成について学ぶ |
| 13 | 高分子合成戦略（2） | リビング重合による高分子合成スキームを計画する |
| 14 | まとめ | 全体のまとめ |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】

（準備学習）教科書の対応ページを読む。

（復習）講義ノート、資料を参考に、教科書の重要ポイントにマークを入れる。

【テキスト（教科書）】

高分子学会編, 基礎高分子科学 第2版, 東京化学同人 (2020)

【参考書】

遠藤剛編, 高分子の合成 (上) (下), 講談社サイエンティフィク (2010)

西久保忠臣編, ベーシックマスター高分子化学, オーム社 (2011)

高分子学会編, 基礎高分子科学演習, 東京化学同人 (2011)

【成績評価の方法と基準】

授業への貢献度・確認問題 (50%)、レポート (50%) に基づき、本学の定める基準に従い、S～Eの12段階で評価する。

【学生の意見等からの気づき】

自宅学習課題の充実

【Outline (in English)】

This course provides students with the foundations for the Polymer Chemistry. It will address the recent advance of polymer synthesis including the living polymerization systems as well as typical polymerization techniques. Students will learn to recognize such polymerization reactions in relationship to the chemical structures of monomer and the active species.

PCE500Y1

化学装置物性特論

森 隆昌

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

化学プロセスは様々な単位操作の組み合わせで構成されており、この化学プロセスを工業化するために必要な技術を整理し、体系化した学問が化学工学である。本講義では、セラミックス製造プロセス、固液分離プロセスを題材として、化学プロセスにおける装置の最適運転設計指針について学ぶ。

【到達目標】

物質収支、エネルギー収支を理解する。
各単位操作、装置の基礎を理解する。
スラリー特性がプロセスに及ぼす影響を理解する。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

化学プロセスを設計する上で必要な単位、次元、収支に関する基礎を学ぶ。その後、スラリーの基礎から応用まで、演習を交えながら講義する。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】
あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|----|-------------------|----------------------------|
| 1 | 粒子の基礎特性 1 | 粒子径、粒子径分布 |
| 2 | 粒子の基礎特性 2 | 粒子径、粒子径分布に関する演習 |
| 3 | 粒子の基礎特性 3 | 粒子径以外の物性値 |
| 4 | 粒子の基礎特性 4 | 粒子径以外の物性値に関する演習 |
| 5 | 液中での粒子集合状態 1 | 粒子間力 |
| 6 | 液中での粒子集合状態 2 | 粒子間力に関する演習 |
| 7 | 液中での粒子集合状態 3 | 粒子の分散・凝集 |
| 8 | 液中での粒子集合状態 4 | 粒子の分散・凝集に関する演習 |
| 9 | スラリー特性（流動性）1 | スラリーの流動曲線、粘度、降伏値 |
| 10 | スラリー特性（流動性）2 | スラリーの流動曲線、粘度、降伏値に関する演習 |
| 11 | スラリー特性（流動性）3 | 流動特性評価装置の演習 |
| 12 | スラリー特性からのプロセス制御 1 | シート成形に関する演習 |
| 13 | スラリー特性からのプロセス制御 2 | スピンコーティングに関する演習 |
| 14 | 総合的な演習・まとめ | スラリー特性と化学装置の運転条件の関係に関するまとめ |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】
数回レポート課題を実施する。
授業で取り上げられなかった単位操作についても教科書、参考書等で自習する。

【テキスト（教科書）】

なし。

【参考書】

- 「基礎スラリー工学」 椿淳一郎、森隆昌、佐藤根大士、丸善出版
- 「粒子・粉体工学」 椿淳一郎、鈴木道隆、神田良照

【成績評価の方法と基準】

毎回の授業の取り組み方及びレポート内容で総合的に評価する。

【学生の意見等からの気づき】

特になし。

【Outline (in English)】

Chemical processes are consist of several unit operations. In this course, students will learn how to control the slurry properties and slurry processes.

PCE500Y1

物質移動特論

山下 明泰

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

化学工学の基礎理論は平衡論と速度論からなる。このうち速度論は、運動量移動、エネルギー移動、および物質移動の3つの理論に大別できるが、本講義ではその中で工業生産に最も直接的に関わる物質移動の基礎理論を取り扱う。

【到達目標】

運動量移動、エネルギー移動、および物質移動の基礎理論の間にはアナロジーが成立する。このため本講義では、単に物質移動を学ぶに留まらず、他の移動現象理論に通じる化学工学的センスを養うことを最終的な目標とする。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

物質移動は分子拡散と対流の2つに分けることができるが、通常、この2つの現象は同時に生じる。特に拡散と自然対流が生じているときには、切り分けが難しいこともある。本講義では例題を中心に、必要な数式を誘導するが、人の名前がついた有名な数式については、その導出を含めて記憶することで、確実な知識が身につくように配慮する。尚、本科目は総て英語で講義する。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】なし/No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし/No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|---------------|--|---|
| 第 1 回 No.1 | 質量と体積 Mass and Volume | 固体や流体の質量を、微小要素の体積から定義する。 Mass of solids and fluids are defined from their volumes. |
| 第 2 回 No.2 | 運動量、エネルギー、物質移動のアナロジー Analogy among theories on momentum, energy, mass | 運動量、エネルギー、物質移動の3者には、互いにアナロジーが成立する。 There exist an analogy among three kinetic theories. |
| 第 3 回 No.3 | 分子拡散と対流 Molecular diffusion and Convection | 物質移動を支配する分子拡散と対流について解説する。 Basic principles on molecular diffusion and convection are discussed. |
| 第 4 回 No.4 | 拡散係数 Diffusion coefficient | 分子拡散を支配する拡散係数の推算法について述べる。 Estimation of diffusion coefficient is discussed. |
| 第 5 回 No.5 | 基礎輸送方程式 Governing equations on transport phenomena | 一般化されたフィックの第1法則を導出する。 Derivation of generalized Fick's 1st law is discussed. |
| 第 6 回 No.6 | 基礎輸送方程式の使い方 Usage of governing equations | 一般化されたフィックの第1法則を、実験系に合わせて簡易化する方法を考える。 Simplification of the Fick's 1-st law is considered for practical use. |

第 7 回 蒸発と一方拡散

No.7 Vaporization and unidirectional diffusion

2成分系の例題として、蒸発系を考える。

The rate of vaporization is considered in binary system.

第 8 回 等モル相互拡散

No.8 Equimolar counter diffusion

2成分系の例題として、混合系を考える。

An example problem with mixing is discussed in binary system.

第 9 回 固体内拡散

No.9 Diffusion in solid

固体内での非定常拡散、すなわちフィックの第2法則（拡散方程式）を考える。

Diffusion in solid or the Fick's 2-nd law is discussed.

第 10 回 反応を伴う定常状態物質移動（1）

No.10 Steady mass transport with chemical reaction (1)

固体表面で化学反応を伴う気相系の輸送現象を取り扱う。

Transport phenomena on the surface of a solid with heterogeneous chemical reaction is considered.

第 11 回 反応を伴う定常状態物質移動（2）

No.11 Steady mass transport with chemical reaction (2)

溶液内の化学反応について、一時瞬間不可逆反応を仮定した解析を行う。

Transport phenomena in a solution with homogeneous chemical reaction is considered.

第 12 回 偏微分方程式の数値

No.12 解法
Numerical solutions for a partial differential equation

偏微分方程式の数値解を求めるための一般的方法（有限差分法）について講義する。

A general method for obtaining numerical solutions (Finite Difference Method) to a partial differential equation is discussed.

第 13 回 ラプラス方程式の数値

No.13 解法
Numerical solutions for the Laplace equation.

有限差分法によりラプラス方程式の数値解を求める。

A Laplace equation is solved by the finite difference method.

第 14 回 拡散方程式の数値解法

No.14 Numerical solutions for the diffusion equation.

有限差分法により拡散方程式の数値解を求める。

A diffusion equation is solved by the finite difference method.

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】

数式の誘導を含む演習問題を、レポートとして課す。課題に対するフィードバックは学習支援システムで行う。

【テキスト（教科書）】

水科篤郎・荻野文丸著 「輸送現象」（産業図書）。
Mizushima T, Ogino F: YUSO-GENSHO-RON (SANGYO TOSHO CO., JAPAN, in Japanese)

【参考書】

Bird RB, Stewart WE, Lightfoot EN: Transport Phenomena, Wiley (1960, 2nd ed. 2002).

【成績評価の方法と基準】

レポート課題（100%）による。

It will be done by the scores of several take-home examinations (100%) .

【学生の意見等からの気づき】

物質移動の本質を客観的に理解するためのツールとして、本科目における数式の運用は避けられないが、化学工学的に大切なことは数学ではなく、微分取支を積分することで得られることを理解させたい。そのためには基礎となるいくつかの数式の記憶は必須であることを教授する。

【学生が準備すべき機器他】

重要な考え方や数式の誘導は総て板書するが、図、表、問題文などは常時スクリーンに投影し、喚起を図る。後半期は数値解析が重要となるので、エクセルの操作法に習熟しておく必要がある。

【その他の重要事項】

後半期は講義にノートパソコンを持参することは必須となる。

【Outline (in English)】

The basic principles in chemical engineering include both equilibria and kinetic theories. Among them, kinetic theories are composed of the following three things, i.e., momentum transport, energy transport, and mass transport. In this lecture, basic theories on mass transport are taken into account in detail that is the most directly related to industrial production processes.

Goals:

It is well known that there exists an analogy among theories on momentum transport, energy transport, and mass transport. We then learn not only mass transport but also other transport phenomena, seeking for growing the sense of entire chemical engineering.

Methods:

The mass transport includes both diffusion and convection mechanism; however, in most cases these two phenomena occur at the same time. We derive necessary equations for analyzing the system of interest. Students are expected to learn by heart their derivation procedures as well as the name of equations, resulting in receiving higher knowledge of chemical engineering.

This course is exclusively taught in English.

Work to be done outside of class (preparation, etc.):

Several take-home examinations that may include a derivation of an appropriate equation of the system are required.

Solutions and comments will be available from LMS.

Changes following student comments:

It would be wonderful if the students realize that an analysis for the real system may be done by integrating an appropriate governing equations and mathematics is not an essential part of the procedure, although it is an important tool. Memorizing well-known equations is necessary and help students understand genesis of the system.

Equipment student needs to prepare:

Important concept and the derivation of equations are shown on the board (or on the PowerPoint if on the WEB), while a schematic representation of the system is always shown on the screen. Since numerical analysis is an important part in the 2-nd half of the course, students are advised to be well-trained for utilizing EXCEL.

Others:

Students must carry their own laptops to the class in the 2nd half of the course.

PCE500Y1

微粒子材料工学特論

神谷 秀博

単位数：2 単位 | 開講時期：春学期授業/Spring

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

触媒など固体が関与する様々な化学反応プロセス、セラミックスや金属等の材料プロセス、集塵・エアロゾルなど環境・エネルギー関連分野、医薬品、食品や、食料生産などにも粒子・粉体が関与する分野は幅広い。本講義では、こうした幅広い応用分野に適用されている粒体プロセスについて事例を交えて紹介しながら、その基礎的事項である、粉体とは何か、粒子に関する幾何的、物理化学的特性、粒子表面間相互作用、ブラウン運動などの基礎的事項と、粒子集合体である「粉体」としての挙動、充填構造から粉体の静的、動的挙動、集じんなどでの流体透過性など基礎的内容と、実際に工業プロセスとして利用される粉体に関する工学的基礎に分けて講義を行う。

【到達目標】

液中、気中に分散した微粒子の沈降、拡散、凝集、相互作用、堆積を支配する物理法則を理解でき、現実の問題との関係を説明できる。微視的な視点と巨視的な視点で微粒子の振る舞いをイメージできる。代表的な微粒子計測手法の原理、解析法を理解し、微粒子分散系の粒子挙動を解析する技術を習得している。粒子・粉体の製造方法に関する知識、基礎的事項も理解している。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

授業は講義形式で行う。講義における理解のポイントを設け、それに対応して 2,3 回の小レポート提出を課す。また授業に関連する学術論文を課題としてグループ発表とディスカッションを課す。粒子運動に関する数値シミュレーション法についても紹介し、簡単な演習をする。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|-------|-------------------------------------|--|
| 第 1 回 | 本講義の背景と応用事例、微粒子が関わる諸現象の紹介、微粒子化の意義 | 粉体の歴史、身の周りの粒子状物質、粒子を原料とする材料、工業利用の紹介 |
| 第 2 回 | 第一章 微粒子、粉体特性、粒子径による微粒子特性、構造の変化 | 粒子径による粒子特性変化、表面エネルギー、構造・機能、表面間作用の変化 |
| 第 3 回 | 第二章 粒子の特性 2.1 粒子の幾何学的特性 | 粒子の大きさ、形状の定義、粒度分布、統計的扱い、粒子の表面特性、比表面積 |
| 第 4 回 | 2.2 粒子間相互作用 | 気中、液中の粒子間相互作用。van der Waals 力、液架橋力、静電気力。DLVO 理論の基礎 |
| 第 5 回 | 2.3 粉体層の充填構造 | 規則的及びランダム充填構造の基礎、細孔構造、毛管現象 |
| 第 6 回 | 2.4 粒子の運動特性 | 単一粒子の運動、ブラウン運動と慣性運動、Stokes の法則 |
| 第 7 回 | 2.5 粒子特性の測定法 | 粒度分布測定法、比表面積測定法、細孔径分布測定法 |
| 第 8 回 | 第 3 章 粉体の静的挙動と関連操作 | 粉体層の静力学、粉体層強度の Rumpf の理論、粉体貯槽における Janssen の理論 |
| 第 9 回 | 第 4 章 粉体の動的挙動と関連操作 4.1 粒子分散系動的挙動 | 粒子分散系の粘弾性挙動、レオロジー、流動層など動的粉体プロセス |

| | | |
|--------|--------------------|---------------------------------------|
| 第 10 回 | 4.2 粒子分離・分級 | 粒子分離法、捕集効率、サイクロン、電気集じん、フィルターろ過操作 |
| 第 11 回 | 4.3 粉体の圧力損失と流動層 | 粒子層中への流体透過による圧力損失のモデル、静止層と流動層 |
| 第 12 回 | 4.4 粒子集合状態制御法 | 粉体の造粒法、転動法、噴霧乾燥法、成型法（金型法、鑄込み法、塗布法など） |
| 第 13 回 | 第五章 粉体製造法 | 粉砕法と粒子合成法、閉回路粉砕、核生成と成長の理論 |
| 第 14 回 | 微粒子工学に関する最新研究を読み解く | 本講義で得た知識をもとに論文を読み、グループ発表とディスカッションを行う。 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】Web にアップされている講義資料を講義前に一読する。グループ発表の準備をする。

【テキスト（教科書）】

教科書はなし。

【参考書】

講義内容よりもさらに進んで学習したい受講者のために参考書を紹介します。

（全般）日高重助・神谷秀博編著「基礎粉体工学」日刊工業新聞社（材料関係）内藤牧夫、牧野尚夫、多々見純一、米屋勝利編著「入門粉体材料設計」日刊工業新聞社（集じん技術）金岡千嘉男、牧野尚夫 編著「はじめての集じん技術」日刊工業新聞社（粒子間相互作用）Jacob Israelachvili "Intermolecular & Surface Forces" Academic Press

【成績評価の方法と基準】

レポートに基づき評価する。配点は小レポート 40%、最終レポート 60%とする。

【学生の意見等からの気づき】

本年度授業担当者変更によりフィードバックできません。

【学生が準備すべき機器他】

数値シミュレーション法の一例を、EXCEL を使って実施する予定がある。パソコンの所有状態を確認して実施する。

【Outline (in English)】

Course outline:

This course introduces physical and chemical particles and powder behaviors and related techniques for handling and preparing fine particles. The main topics include sedimentation, diffusion, electrostatic/hydrodynamic/adhesive interactions, aggregation, deposition, wetting, coating, segregation and rheology. The physics related to colloidal assemblies such as permeability, consolidation and fracture are also explained.

Learning Objectives:

From this course, students will be able to explain the roles of colloidal particles in various practical issues from both microscopic, mesoscopic and macroscopic points of view.

Learning activities outside of classroom:

Before/after each class meeting, students will be expected to spend four hours to understand the course content.

Grading Criteria /Policy:

40% from short reports and 60% from final report.

APC500Y1

結晶化学工学特論

打越 哲郎

単位数：2 単位 | 開講時期：春学期授業/Spring

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

無機材料を中心とする様々な材料について、組成、結晶構造や組織微構造の制御により得られる機能性とそれらが発現するメカニズムについて学ぶ。また、機能設計された材料を創製するためのプロセスや特性評価方法（機器分析、分光法など）について学ぶ。

【到達目標】

材料の諸特性と結晶構造の関係を理解し、様々な物性が発現するメカニズムについて理解する。また、欲しい機能を最大限に引き出すためにはどのような組織微構造を設計すればよいか、またそのような構造はどのようなプロセスを用いて作り込めばよいかを、材料設計の視点から考えられるようになる。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

講義資料を配布しその内容に沿って講義を進める。学生からの疑問、質問は、翌週の授業で取り上げ解説する。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】なし/No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】なし/No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|-----------|--|
| 1 | イントロダクション | 結晶の定義と結晶構造の種類などについて概説し、材料物性からみた結晶構造の重要性について理解する。 |
| 2 | 化学結合と結晶 | 結晶中で原子の間を結び付けている化学結合力について、簡単な化合物を取り上げて説明する。 |
| 3 | 結晶の熱力学 | 結晶の成長機構や安定性、相変化（状態図）を熱力学的に理解する。 |
| 4 | 結晶構造解析 | X線回折法やラマン分光法などの代表的な結晶構造解析法について原理と応用を説明する。 |
| 5 | 結晶表面の物理化学 | 結晶材料の表面構造と物理化学的性質の関係について述べ、光電子分光法などの代表的な表面分析の原理と応用法を説明する。 |
| 6 | 結晶の反応論 | 主として固相反応における結晶構造と反応性の相関やマイクロ～マクロの結晶構造を設計するための手法について述べる。 |
| 7 | 格子欠陥 | 結晶材料の不定比性や格子欠陥と材料特性の関係について説明し、結晶の格子欠陥制御の重要性を理解する。 |
| 8 | 電気伝導性 | 材料の電子伝導性やイオン導電性が発現するメカニズムを結晶学的に説明し、伝導性に及ぼす結晶性や配向の影響について解説する。 |
| 9 | 圧電・誘電的性質 | 圧電材料の結晶的特徴について説明し、その高機能化をはかるための設計指針について述べる。 |

| | | |
|----|----------|---|
| 10 | 光学的性質 | 結晶の光学的性質、非線形光学効果、結晶中の音響波やフォノンやフォトンの相互作用などについて解説する。フォトニック材料や発光材料についても触れる予定である。 |
| 11 | 磁氣的性質 | 磁性はなぜ発現するのか、強磁性材料のナノ組織と磁気特性、常磁性、反磁性材料の磁場配向などについて説明する。 |
| 12 | 熱的性質 | 材料の熱伝導性、耐熱性や熱電特性などの熱的性質と結晶構造の関係について理解する。 |
| 13 | 機械的性質 | 材料の固さ、脆さ、加工性などの機械的性質と結晶構造の関係について理解する。 |
| 14 | 非結晶（ガラス） | 非晶質材料の合成法について紹介し、代表的な非晶質材料について諸特性を解説する。 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

本授業の準備・復習時間は、各2時間を標準とします。配布する資料を参考に講義の内容をよく復習し、分からなかった点を次回の講義で質問すること。

【テキスト（教科書）】

適宜資料を配布する。（毎回配布する資料をファイルするとオリジナルな参考書が出来上がります）

【参考書】

適宜紹介する。

【成績評価の方法と基準】

出席状況、演習、レポートの組み合わせで評価する。

【学生の意見等からの気づき】

今年も「初めてわかった」という声に応える密度の濃い授業を心がけます。無機化学、有機化学どちらの専攻の方にも役立つことを意識した内容構成としています。

【学生が準備すべき機器他】

特になし。

【その他の重要事項】

材料化学に強く興味を持っていること。

【Outline (in English)】

Students learn about functions and its appearance mechanism obtained by controlling composition, crystal structure and microstructure by taking various materials, mainly inorganic materials, as examples. Students will also learn about processing and characterization methods (equipment analysis, spectroscopy, etc.) to fabricate functionally designed materials.

APC500Y1

環境計測特論

今村 隆史

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

環境問題の解決のためには、環境問題を引き起こしているプロセスの科学的な理解と、それに基づいた方策の立案とその実施、ならびに方策の効果の検証が必要である。そのためには、環境の状態を注意深く計測・監視することが必要である。そこで環境計測特論では、大気環境を主たる計測の対象として、光（電磁波）を利用した計測手法について解説する。具体的には、計測手法の原理や測定方法、計測手法の実環境計測への応用例、取得したデータからいかに環境情報を抽出できるか、について解説する。

【到達目標】

光（電磁波）を利用した多様な計測手法の原理や特徴と大気環境計測への応用の有用性に関する基礎知識を身につける。

The goals of this course are to learn the principles of spectroscopic techniques and how they are applied to atmospheric environment measurements

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

- 1) 講義資料の配布と板書による説明
- 2) 授業で解説した内容について議論を求めることがある
- 3) 授業中に出す課題についてのレポートの提出を求める

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

なし/No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし/No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|----|----------------|---|
| 1 | 光（電磁波）の特性 | 振動と波、光（電磁波）の特性－波としての光、粒子としての光、エネルギーと波長、偏光 |
| 2 | 光と分子の相互作用（1） | 波動方程式の復習、原子のエネルギー、原子スペクトル |
| 3 | 光と分子の相互作用（2） | 分子のエネルギー、分子スペクトル、選択則 |
| 4 | 大気環境の基礎 | 黒体放射、放射平衡、大気中の物質の分布 |
| 5 | 吸収分光法、光学素子・検出器 | ランベルト－ベールの法則、吸収分光装置、光学素子、分光素子 |
| 6 | 発光分光法 | 発光検出の原理と手法、発光分光装置 |
| 7 | フーリエ分光法 | 光の重ね合わせと干渉、フーリエ分光法の原理と応用 |
| 8 | 誤差論 | 測定誤差、誤差分布、最小二乗法 |
| 9 | 長光路吸収計測 | 長光路吸収計測の基礎、実大気での長光路分光計測の応用例 |
| 10 | エアロゾル計測 | 光散乱と消散係数、エアロゾル計測 |
| 11 | レーザー計測法（1） | レーザー光源、レーザー分光法の特徴、レーザー分光法の応用（実験室系、実大気計測） |
| 12 | レーザー計測法（2） | レーザー分光法の大気計測への応用（吸収・発光計測、エアロゾル計測、レーザーイオン化） |
| 13 | 電波分光法、高度分布情報 | 電波（マイクロ波・ミリ波）分光の原理と大気計測への応用、大気中の物質の空間分布情報の抽出法 |

- 14 衛星分光計測、全体のまとめ 衛星搭載センサーを用いた大気計測法とその応用、光（電磁波）を利用した大気環境計測についてのまとめ

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】

各講義で出される課題をレポートとして提出することが求められます（1時間程度で出来るレベルです）。

【テキスト（教科書）】

教科書は使用しない。

【参考書】

- 1) 物理化学の教科書（例：「アトキンス 物理化学（上、下）第10版」P.W.Atkins, J. de Paula（著）中野元祐、上田貴洋、奥村光隆、北河康隆（訳）、東京化学同人）
- 2) 「分光測定の基礎」小尾欣一（著）、講談社サイエンティフィク
- 3) 「電波を用いる分光」住吉吉英、尾関博之、高野秀路（著）、講談社サイエンティフィク
- 4) 「Chemistry of the Upper and Lower Atmosphere」B. J. Finlayson-Pitts, J. N. Pitts, Jr.（著）、Academic Press

【成績評価の方法と基準】

授業中の議論、レポートをもとに評価（目安として、40%：60%）
Grading will be decided based on the contribution to the class (40%) and the submitted papers (60%).

【学生の意見等からの気づき】

簡単な実例や演習・模擬実験を加えるなど、大気分光計測の具体的なイメージをつかみやすくする。理解の状況に合わせて講義のスピードを調整する。

【Outline (in English)】

This course deals with the principles of optical spectroscopic techniques which are applied to the field measurements and remote sensing of atmospheric environments as well as the laboratory studies of atmospheric species. It also introduces the data analysis techniques in order to extract the information on the spatial and temporal distribution of atmospheric pollutants and trace species from the observed data.

APC500Y1

環境衛生学特論

福島 由美子、高橋 勉

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

現代における環境問題の重要性は周知されており、その最終目標は人間の健康を保護することであり、生命科学部の学生はその自然科学的分野を深く理解することが重要である。また、環境問題の健康影響にはメカニズム、実態などを知るとともに、環境の生物学的側面を学ぶことも総合的理解のために有用である。環境衛生学特論では以上を鑑みて、環境問題やその衛生学分野を学ぶとともに、環境生物学の考え方、測定法などを学ぶ。

【到達目標】

現在問題になっている諸種の環境問題について自然科学的側面から経緯、特徴、健康影響、課題を説明できること。また、室内環境における生物学的取り組みについて説明できるとともに、代表的な生物学的指標の測定法についても説明できること。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

環境衛生学は学際的分野であり、広範囲である。本論では、環境各分野について環境問題を良く知り、生命科学との関連に関する認識を深めること、室内環境の生物分野における考え方、取り組みを理解させることを目的とし、総論と各論（特に生物分野）の2部構成とする。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】
あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】
なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|------|------------|-------------------------------|
| 第1回 | 真菌 | 微生物諸問題の導入。真菌（カビ）の基礎的性質 |
| 第2回 | ウイルス | ウイルスの種類およびその基礎的性質 |
| 第3回 | 細菌1 | 細菌の種類およびその基礎的性質（食中毒） |
| 第4回 | 細菌2 | 細菌の種類およびその基礎的性質（皮膚常在菌） |
| 第5回 | 環境微生物の制御方法 | 防カビ・抗菌剤の市場とメカニズム |
| 第6回 | 設備の微生物問題1 | 生活環境中の設備と微生物汚染の危険性 |
| 第7回 | 設備の微生物問題2 | 実際の設備を見学し、微生物対策を学ぶ |
| 第8回 | 概論と地球環境 | 地球規模の環境問題（オゾン層破壊、酸性雨、地球温暖化など） |
| 第9回 | 環境保全 | 公害とその防止対策、環境基本法 |
| 第10回 | 大気環境 | 大気汚染、発生要因など |
| 第11回 | 水環境 | 水の衛生、水質汚濁、下水処理 |
| 第12回 | 生活環境 | 温熱条件、放射線による健康影響 |
| 第13回 | 室内環境 | 化学物質などによる汚染とその対策 |
| 第14回 | 廃棄物 | 廃棄物の種類、処理法 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】なし

【テキスト（教科書）】

なし

【参考書】

なし

【成績評価の方法と基準】

前半と後半のレポート、出席状況、講義中の質疑応答等を総合して評価する。基準はレポートテーマの内容などから決定する。

【学生の意見等からの気づき】

全体として平均的であった。A+の割合を増やしたい。

【学生が準備すべき機器他】

パソコン、プロジェクターを使用することがある。

【Outline (in English)】

global environmental issues and environmental microbes

APC500Y1

環境科学特論

渡邊 雄二郎

単位数：2 単位 | 開講時期：春学期授業/Spring

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

大学院修士課程で学ぶ必要のある範囲の環境科学、環境材料科学、その中でも水、土壌、大気の問題（陸水、地下水の問題、土壌の重金属汚染問題、放射性物質汚染問題、地球温暖化問題等）およびそれらを解決する環境浄化材料と環境分析方法について講義する。

【到達目標】

学生が到達すべき行動目標を以下に示す。

- 1) 過去および現在の環境問題（特に水環境問題と放射性物質汚染問題）に関する具体的事例を列挙し、説明できる。
- 2) 環境問題解決へ有効な環境浄化材料を提案できる。
- 3) 環境問題解決のための適切な分析評価方法を提案できる。

The goals of this course are to

- (1) be able to explain global environmental problems, past and present.
- (2) be able to propose environmental purification materials effective for solving environmental problems.
- (3) be able to propose an appropriate analytical method for solving environmental problems.

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

様々な環境汚染問題（水環境、土壌環境、大気環境）を化学者の観点から講義する（7回）。また環境問題を解決するために必要な分析方法および環境浄化材料に関する最新の論文を紹介する（7回）。パワーポイント資料を用いた講義形式の授業で、環境問題に関係する1回以上の口頭発表とレポートを課す。

The first seven lectures are on an overview of the environmental problems, water, air and soil pollutions. The following lectures are to learn about environmental purification materials and analytical methods for solving environmental problems. Some advanced topics in environmental problems will be also addressed and discussed. The students will make presentations and reports about assigned themes in environmental problems, environmental purification materials and environmental analytical methods.

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|--|
| 1 | 本講義について Introduction | 環境科学とは？ 本講義の概要について紹介する。 ・ What is environmental science? Introduction to the lecturer. Course overview. |
| 2 | 水環境汚染問題について（1） Water pollution problems(1) | 水の重要性、陸水の汚染について解説する。 ・ Importance of water. ・ Pollution of continent water. |
| 3 | 水環境汚染問題について（2） Water pollution problems(2) | 地下水の汚染及び汚染水の浄化方法について解説する。 ・ Pollution of groundwater. ・ How to improve water quality. |

| | | |
|----|---|--|
| 4 | 土壌環境汚染問題について（1） Soil pollution problems(1) | 重金属による土壌汚染問題について解説する。 ・ Heavy metal contamination of soils. |
| 5 | 土壌環境汚染問題について（2） Soil pollution problems(2) | 福島第一原発事故を中心に土壌の放射性物質汚染問題及び土壌浄化方法について解説する。 ・ Radioactive contamination of soils. ・ How to clean contaminated soils. |
| 6 | 大気環境汚染問題について（1） Air pollution problems(1) | 大気汚染に関する二酸化炭素の影響について解説する。 ・ The effects of carbon dioxide on air pollution. |
| 7 | 大気環境汚染問題について（2） Air pollution problems(2) | 大気汚染物質の浄化方法について解説する。 ・ How to improve air quality. |
| 8 | 口頭発表（1） Presentation on environmental problems(1) | 環境問題に関する口頭発表を行う。 ・ Presentation on environmental problems. |
| 9 | 水環境問題に関する最新の論文紹介 Introduction of the latest papers on water environmental problems | 水環境問題に関する最新の論文を紹介する。 ・ Introduce the latest papers on water environmental problems. |
| 10 | 環境浄化材料について environmental prification materials | 水・大気環境浄化材料について例を挙げて説明する。 ・ Introduce some examples of environmental purification materials. |
| 11 | 環境浄化材料に関する最新の論文紹介 Introduction of the latest papers on environmental prification materials | 環境浄化材料に関する最新の論文を紹介する。 ・ Introduce the latest papers on environmental prification materials. |
| 12 | 環境分析方法について Environmental analytical methods | 水・土壌・大気分析方法について例を挙げて説明する。 ・ Introduce some examples of environmental analytical methods. |
| 13 | 環境分析法に関する最新の論文紹介 Introduction of the latest papers on environmental analytical methods | 環境分析法に関する最新の論文を紹介する。 ・ Introduce the latest papers on environmental analytical methods. |
| 14 | 口頭発表（2） Presentation on environmental problems(2) | 環境浄化材料及び環境評価方法に関する口頭発表を行う。 ・ Presentation on environmental purification materials and environmental analytical methods. |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】
【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】

各授業前に学部時に学んだ基礎化学、分析化学、環境化学を復習しながら授業に望めば、表面だけではなく深いところまで理解できる。
Students are expected before each class to review fundamental chemistry, analytical chemistry and environmental chemistry.

【テキスト（教科書）】

None.

【参考書】

1. J. E. Andrews et al. "An Introduction to Environmental Chemistry" Blackwell Pub.
2. A. G. Howard, "Aquatic Environmental Chemistry" Oxford Sci. Pub.

【成績評価の方法と基準】

レポート：50%、口頭発表：50%を総合して評価

Reports: 50%, Presentation: 50%

【学生の意見等からの気づき】

None.

【Outline (in English)】

This course is the study of nature and the scope of environmental problems, including water, soil and air pollutions. Other topics addressed include, environmental purification materials, and an appropriate analytical method for solving environmental problems.

MAN500Y1

起業特論

辻井 康一

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

起業とは何か。起業家はどのように創業し、成長を遂げていくのかという、起業家活動のプロセスの理解を目指す。授業では、ビジネスモデルの理解、リスタートアップのケーススタディやデザイン思考を用いたユーザ志向開発およびアイデア発想法などの技法解説に加え、事例分析を通して理論と実務の両面から起業プロセスを学ぶ。

本講義で扱う事例は日本および欧米の起業をモデルとし、修了後の進路決定や創業、社内起業を見据えた実践的なものとする。

【到達目標】

- ・起業プロセスを体系的に理解した上で、ビジネスモデルおよび起業に関する実践的マネジメントを学ぶ。
- ・国内外の最先端の起業家活動を理解し、グローバルな視点を持つ。
- ・ケーススタディに基づく考察を行い、ビジネスプランニングのスキルを高める。
- ・自分でビジネスアイデアを創出し、ビジネス企画プレゼンテーションを行うための演習を行い、社会に出てから役に立つ企画力、表現力、質問応答力を養う。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

- ・授業はオンラインと対面を半々とする予定であり、授業初回に方法を提示する
- ・講義資料は学習支援システム上で配布する
- ・必要に応じて参考 WEB サイトおよび参考資料の通読を指定する
- ・概念の理解のために、スライドを用いて解説を行う
- ・個人でのケーススタディの分析と、それをもとに全員で議論を行う
- ・デザイン思考を用いたビジネスアイデア創出の演習および、発表を行う

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|-----|-----------|--|
| 1 回 | イントロダクション | 講義のガイダンス、スタートアップと起業家の定義を行う |
| 2 回 | 起業プロセス 1 | 起業の機会認識、起業の意思決定、具体化、実行（戦略策定、組織組成）、成長、出口の一連のプロセスについて理解する |
| 3 回 | 起業プロセス 2 | 起業の機会認識と具体化プロセスの理解とケーススタディによるディスカッションを行う |
| 4 回 | 起業プロセス 3 | ビジネスモデルの収益化、キャッシュフローと損益分岐点の理解および、資金調達と出口戦略、ベンチャーキャピタルの仕組と収益化について理解する |
| 5 回 | ケーススタディ | 日本および諸外国のスタートアップ企業事例の総合的分析とディスカッションを行う |
| 6 回 | アイデア発想 | いくつかのアイデア発想法を用いたアイデア出し技法について演習を行いながら理解する |
| 7 回 | デザイン思考 1 | アイデア創出のためのデザイン思考プロセスを理解する |

| | | |
|------|------------------|--|
| 8 回 | デザイン思考 2 | テクノロジープッシュとマーケットプッシュについて、演習を通してそのプロセスの違いを理解する |
| 9 回 | ビジネスアイデアの検討 1 | 課題分析とユーザ分析（グループワーク）を行う |
| 10 回 | ビジネスアイデアの検討 2 | アイデア発想法を用いたソリューション検討とビジネスモデルの検討（グループワーク）を行う |
| 11 回 | ビジネスアイデアの検討 3 | 収益モデルの検討（グループワーク）を行う |
| 12 回 | ビジネスプランレビュー | リーンキャンパスを用いて作成したビジネスプランのレビューとディスカッションを行う |
| 13 回 | ビジネスプランプレゼンテーション | 作成したビジネスプランの発表とフィードバックを行う |
| 14 回 | 起業の実際とまとめ | スタートアップ企業のモデル分析と現在の業績および事業戦略分析を行い、これまでの学習内容を総括する |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、1 時間を標準とする】

またビジネスプラン発表に向け、事前検討およびデザイン思考・ビジネスプラン作成のための調査および発表準備として、授業後半において 60 分～120 分程度の負荷を想定している。

【テキスト（教科書）】

特に設定しない。

授業の際に教材または参考資料を配布する。

【参考書】

『ベンチャーマネジメント 事業創造入門』長谷川博和, 日本経済新聞 2010 年
『ビジネス・クリエーション!』ビル・オーレット, ダイアモンド社, 2014 年
『リーン・スタートアップ』, エリック・リース, 日系 BP 社, 2012 年
『イノベーションの最終解』クレイトン・M・クリステンセン, 翔泳社, 2014 年
『両利きの経営』オライリー, タッシュマン, 東洋経済新報社, 2019 年
『ゼロからつくるビジネスモデル』井上彦彦, 東洋経済新報社, 2019 年
『SHIFT : イノベーションの作法』濱口秀司 (ダイアモンド社) 2019 年

【成績評価の方法と基準】

毎回の事前課題に対するメモ提出 (20%)、ケーススタディのミニレポート提出 (20%)、ビジネスプランのプレゼンテーション (40%)、起業家活動の分析に関する最終レポート (20%) で評価する。

【学生の意見等からの気づき】

グループ演習やディスカッション、発表の時間を多くとるようにし、インタラクティブな講義とする。
就職活動、インターンや会社見学などの時期とも重なることから、これらに有用な情報を提供するとともに、実践的な活動を行う。
できるかぎり最新の起業事例を用いて授業を進める予定とする。

【学生が準備すべき機器他】

- ・インターネットを使用し動画視聴を併用する
- ・課題発表を行うことがあるので、パソコンの持参が望ましい

【その他の重要事項】

・対面授業が前提としているが、授業の構成上、一部日程をリモートによる実施を数回想定しており、その際は授業で案内する。
・講師自身は企業に所属し、新規 WEB サービスの事業計画、構築、運営管理を行う立場にある。事業構築を行う上での課題、予期せぬ事象の発生などの実際の経験から得られた内容を踏まえた講義を展開する。

【Outline (in English)】

The aim of this course is to understand the process of entrepreneurship. In addition, an understanding of business model, case study of lean startup, user-oriented development using design thinking, and explanation of the idea creation method are performed. This course focuses on entrepreneurship models in Japan and the US and Europe, and learns the process of entrepreneurship from both theory and practice through case analysis.

LIN500Y1

国際会議化学英語表現法

山田 茂

単位数：2 単位 | 開講時期：春学期授業/Spring

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

国際学会で英語で発表を行う上で手本となるプレゼンの例を検討し、音読練習をすることにより有用な文、表現を習得する。教科書についてリスニング・エクササイズを行い、聴解力も鍛える。英語の分節音（母音、子音、子音結合）の発音に関する指導、練習も行う。

【到達目標】

英語でのプレゼンに有用な表現を習得する。
プレゼンを聞き、質疑応答に対応できる聴解力をつける。
発音記号が読め、英語の分節音を適切に発音できる。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

予習を前提に、教科書に基き、解説、答え合わせ、発音練習等を行う。対面、オンライン等、具体的なオンライン授業の方法などは学習支援システムで提示する。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|-------|--|---|
| 第 1 回 | 導入、辞書の使い方 | 授業へのイントロダクション。 電子辞書、コロケーション辞典、 専門辞典などの使い方を扱う。 |
| 第 2 回 | Part 1 Starting your presentation 母音 | 教科書の解説、有用表現の習得、 分節音の発音練習を行う。 |
| 第 3 回 | 3 Example introduction 2 母音 | 教科書の解説、有用表現の習得、 分節音の発音練習を行う。 |
| 第 4 回 | 5 Example introduction 3 (Part 2) 二重、三重母音 | 教科書の解説、有用表現の習得、 分節音の発音練習を行う。 |
| 第 5 回 | Quick Guide 1: Starting your presentation - Key sentences 破裂音 | 教科書の解説、有用表現の習得、 分節音の発音練習を行う。 |
| 第 6 回 | Part 2 How to handle the main body of your presentation 摩擦音 | 教科書の解説、有用表現の習得、 分節音の発音練習を行う。 |
| 第 7 回 | 1 Starting a new section 摩擦音 | 教科書の解説、有用表現の習得、 分節音の発音練習を行う。 |
| 第 8 回 | 6 Using questions in the main body 移行音 | 教科書の解説、有用表現の習得、 分節音の発音練習を行う。 |
| 第 9 回 | Part 3 How to handle conclusions 子音結合 | 教科書の解説、有用表現の習得、 分節音の発音練習を行う。 |

| | | |
|--------|--|---------------------------------|
| 第 10 回 | 3 Example conclusion 2 子音結合 | 教科書の解説、有用表現の習得、 分節音の発音練習を行う。 |
| 第 11 回 | Part 4 The question and answer session 子音結合 | 教科書の解説、有用表現の習得、 分節音の発音練習を行う。 |
| 第 12 回 | Presentation Topics 7 Buss sessions 子音結合 | 教科書の解説、有用表現の習得、 分節音の発音練習を行う。 |
| 第 13 回 | 発音テスト・指導 | 個別に発音のチェックを行う。 |
| 第 14 回 | 期末試験、総括 | 筆記試験、まとめを行う |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】授業の範囲のわからない語句の意味を辞書で調べてくる。
授業で扱った語句を習得し、プレゼンに使えるようにする。
授業で扱った分節音の発音をマスターする。

【テキスト（教科書）】

C. S. Langham. 2010. 『国際会議 English スピーキング・エクササイズ 口演・発表・応答』医歯薬出版。

【参考書】

松坂ヒロシ. 1986. 『英語音声学入門』研究社。
小川直樹. 2009. 『耳慣らし英語ヒアリング 2 週間集中ゼミ』新装版。アルク。
東京工業大学. 2021 『東工大英単』新装版。研究社。

【成績評価の方法と基準】

期末試験：40 %
発音テスト：30 %
平常点、課題：30 %

【学生の意見等からの気づき】

受講年度に国際学会で発表する学生が増えてきているので、プレゼンに即使える実践的な英語表現の習得、リスニング力の向上を目指す。

【Outline (in English)】

Course outline: In this class students acquire basic knowledge of scientific presentation by looking at model presentations and doing exercises provided in the textbook.

Learning Objectives: Students are to learn the structure of presentation and useful expressions so as to apply the knowledge gained to their own presentations.

Learning activities outside of classroom: Before and after each class, the students are expected to spend four hours for preparation and reviewing (including studying materials to be covered, and reading aloud and memorizing important expressions).

Grading Criteria: Evaluation will be made on the following bases:

Final written examination: 40 %

Pronunciation examination: 30 %

Class participation: 30 %

APC500Y1

フロンティア化学特論 A

小鍋 哲、川畑 史郎、岡田 浩、田村 堅志、岡本 敏、本橋 輝樹

単位数：2 単位 | 開講時期：春学期集中/Intensive(Spring)

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

第一線で活躍されている研究者を講師として招き、先端研究の基礎となる概念、および最近のトピックスについて講義を行う。講師は、化学に関する様々な分野から選ばれており、広く応用化学に関する研究の最前線における展開や問題点について考える機会を与える。

【到達目標】

応用化学の各研究分野の研究内容を理解し、応用化学の最先端にいる研究者との交流や研究に関する議論を行うことにより、研究開発者・技術者としての基礎知識・素養を身につける。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

本講義の履修者は毎回出席することを原則とする。今年度は、5名の兼任講師の方々を迎えている。集中講義となるため、今後の連絡に注意すること。

「物質・材料と地球環境問題」田村賢志（物質・材料研究機構）
「アルミニウム、素材から部品事業へ」岡田浩（日本軽金属株式会社）
「環境・エネルギー応用に向けた機能性セラミックス開発」本橋輝樹（神奈川大学）

「製品高付加価値化のためのエレクトロニクス材料について」岡本敏（住友化学株式会社）

「化学者のための量子コンピュータ入門：基礎と化学分野への応用」川畑史郎（産業技術総合研究所）

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

なし/No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし/No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|------|-------------------|---|
| 1 回目 | はじめに | 本講義の概要について紹介する。（小鍋） |
| 2 回目 | 環境汚染に向けた吸着材料開発 | 土壌、水環境の汚染問題、その解決のための吸着材料の開発動向を学ぶ。（田村） |
| 3 回目 | CO2 回収・固定技術 | カーボンニュートラルに向けたCO2 回収と固定化技術について学ぶ。（田村） |
| 4 回目 | 環境汚染とプラスチック | プラスチックによる環境汚染、解決に向けた様々な取り組みを紹介する。（田村） |
| 5 回目 | アルミニウム産業とアルミニウム製造 | 世界から見た日本のアルミニウム産業について理解する。アルミニウムの生まれるまでを知り、どのマーケットで使われているのか、なぜ好んで使われるのか、普段何気なく接してきたものを題材に自分の頭で考えてみる。（岡田） |
| 6 回目 | 自動車用アルミニウム部品の開発 | お客様に届けられる商品として「素材」と「部品」がある。その違いを知り、なぜ「素材」としてしか買っていただけないのか、なぜ「部品」として買っていただけるのか、企業が成長するためにビジネスモデルの変化を学ぶ。企業で働く自分を想像してみる。（岡田） |

| | | |
|-------|---|---|
| 7 回目 | 機能性セラミックスの化学と材料開発研究 | 複合金属酸化物を中心とした機能性セラミックスの化学を学び、材料開発研究の進め方について理解する。（本橋） |
| 8 回目 | 機能性セラミックスにおける最新の研究例 1 | 講師（本橋）が手がけている研究例について学ぶ。酸素ガス分離・製造のための「酸素貯蔵材料」、革新型蓄電池や水電解技術のための「酸素反応触媒」を紹介する。（本橋） |
| 9 回目 | 機能性セラミックスにおける最新の研究例 2 | 講師（本橋）が手がけている研究例について学ぶ。低温動作型 SOFC のための「プロトン伝導体」、炭素資源活用のための「メタン転換触媒」を紹介する。（本橋） |
| 10 回目 | 総合化学会社におけるオープンイノベーションの R&D への活用について | 現在、総合化学会社において、環境変化への迅速な対応などを目的として、オープンイノベーションを研究開発戦略に積極的に活用している取り組みを紹介する。（岡本） |
| 11 回目 | 合成生物学ベンチャーとの協業による最新のカーボンニュートラルの取り組みについて | 米国やイスラエルなどの合成生物学ベンチャー企業との協業を通して、カーボンニュートラルの取り組みを行っている最新の事例を紹介する。（岡本） |
| 12 回目 | 量子コンピュータとは？ | 従来型コンピュータよりも高速な情報処理を可能とする量子コンピュータの基本原則について理解する。（川畑） |
| 13 回目 | 量子コンピュータ研究開発の最先端 | 量子コンピュータのハードウェアやソフトウェアの最新研究開発動向について学ぶ。（川畑） |
| 14 回目 | 量子コンピュータの化学分野への応用 | 量子コンピュータを利用して量子化学の問題を高速に解くアルゴリズムやその社会的影響について学ぶ。（川畑） |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】

各教員の講義内容に関する資料は、必要に応じ事前に掲示および学習支援システムを通じて配布する。受講生はその資料を元に事前に準備学習を行うことが望ましい。

【テキスト（教科書）】

必要に応じ各教員から別途指示する。

【参考書】

必要に応じ各教員から別途指示する。

【成績評価の方法と基準】

出席および講義中の議論、質疑応答、各教員からの出題される課題レポートの結果を元に総合的に評価を行う。

【学生の意見等からの気づき】

特になし。

【Outline (in English)】

We study the frontier of chemistry. The researchers who are active in the front lines give lectures regarding various topics in applied chemistry.

PCE500Y1

コンピュータ利用化学特論

山田 祐理

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

数式処理ソフト Wolfram Mathematica を用い、化学のさまざまな問題について理解・考察・解決する手法を学ぶ。特に、Mathematica の高度なグラフィック機能を活用し、問題を視覚的に捉える方法を身に付ける。

【到達目標】

- ・ Mathematica の基本的な使い方を身に付ける。
- ・ Mathematica を利用して、化学のさまざまな問題に対応することができる。
- ・ 問題の性質に対応して、それに相応しい形式でグラフや図を作成することができる。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

Mathematica がインストールされた PC を持ち込むことを前提として授業を進める (PC 教室等が使える場合はその限りではない)。

Mathematica は使ったことのない者も多いだろうから、まずは数学ソフトとしての Mathematica の基本的な使い方を学ぶ。

その後、化学のさまざまな問題について、Mathematica を用いた解法例を紹介する。

2～3 回ごとに、それまでの講義内容に沿った実習を各自で行う。実習課題は、学習支援システムを用いて数日内に提出する。

提出された課題については、締切後に授業内でフィードバックを行う。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

なし/No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし/No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|--------|----------------------|---|
| 第 1 回 | Mathematica の使い方 (1) | 変数の扱い、集合とリスト、数値計算、数式計算、組み込み関数、関数定義、グラフプロット |
| 第 2 回 | Mathematica の使い方 (2) | 方程式の解法、関数近似、微分・積分 |
| 第 3 回 | 気体の状態方程式 (1) | 物理量と単位の扱い、完全気体の状態方程式、virial 状態方程式、非線形近似 |
| 第 4 回 | 気体の状態方程式 (2) | van der Waals 状態方程式 ほか |
| 第 5 回 | 化学熱力学一般 | 数学的取扱いを主に |
| 第 6 回 | 純物質の相平衡 (1) | 実在気体の状態方程式と気液相境界 |
| 第 7 回 | 純物質の相平衡 (2) | 気液相境界の関数近似、Antoine の式、Clausius-Crapeyron の式 |
| 第 8 回 | 二成分系の相平衡 | 理想溶液と実在溶液の沸点図 |
| 第 9 回 | 水の物性と電離平衡 | 水の密度およびイオン積の温度や圧力による変化 |
| 第 10 回 | 酸塩基平衡と滴定曲線 | 強酸-強塩基系、弱酸-強塩基系の滴定曲線のプロット |
| 第 11 回 | 量子論 (1) | 黒体放射に関する Planck の式 |
| 第 12 回 | 量子論 (2) | Schrödinger 方程式と波動関数の基本的性質 |
| 第 13 回 | 量子論 (3) | 水素類似原子の波動関数の三次元プロット |
| 第 14 回 | 分子や結晶の構造の可視化 | Mathematica のグラフィック機能の化学への応用 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】授業内で扱う問題自体は、化学としてはごく基本的なものであるから、特に復習の必要はないはず。当シラバスを参照して、必要なら再確認しておくこと。Mathematica については、毎回のように新たな用法・機能を学ぶので、十分に練習して次回以降は自然に使えるようにしておくこと。

【テキスト（教科書）】

特に使用しない。講義資料として用いる Mathematica ファイル等は、授業前日までに学習支援システムを通して配布する。

【参考書】

Mathematica の基本操作を学ぶなら、入門書を購入して、それに沿っていろいろと「遊んで」みるのが手取り早い。ただし、発行が古い書籍は、当時(まで)のバージョンにしか対応していないので注意。本シラバス執筆時点(2023 年 2 月)で、最新バージョンは「13.2」。

【成績評価の方法と基準】

課題の提出状況および解答状況から評価する (100 %)。

【学生の意見等からの気づき】

学生が実際に Mathematica を触ってみて、その有用さに気付けるような授業・実習を提供する。

【学生が準備すべき機器他】

Mathematica がインストールされた PC を毎回持参すること (PC 教室等を用いる場合はその限りではない)。

【その他の重要事項】

Mathematica は、初回授業開始までに必ずインストールを済ませておくこと。大学の貸与ノート PC や研究室備品(大学資産)の PC には、大学のライセンスでインストール可能である。

なお、Mathematica のインストールファイルは GB 単位の大きさと、インストール作業にはかなり時間がかかることを予め注意しておく(直前にやろうとしても間に合わない)。

【Outline (in English)】

(Course outline)

This course deals with techniques to understand, consider and solve basic subjects of chemistry through using Wolfram Mathematica. It also enhances learning how to visually perceive subjects using Mathematica's advanced graphic functions.

(Learning Objectives)

Students will acquire an understanding of

- the basics of using Mathematica,
- how to use Mathematica to deal with a variety of chemistry problems, and
- how to create the appropriate graphs and diagrams for the characteristics of the problem.

(Learning activities outside of classroom)

The problems dealt with in class are very basic in chemistry, so it should not be necessary to review them. Students should be refer to this syllabus and review if necessary.

As for Mathematica, you will learn new usages and functions in each lesson, so practice enough so that you can use it naturally from the next time onwards.

(Grading Criteria /Policy)

Grading will be decided based on the submission status and answer status of the assignments (100 %).

LIN500Y1

科学プレゼンテーション演習

山田 茂

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

国際学会で効果的に口頭発表、ポスター発表、また司会ができるよう、有用な英語表現を学び、発音練習も行う。

英語で意味を適切に伝えられるよう、リズム、ストレス、イントネーションの練習も行う。

【到達目標】

国際学会で英語で効果的なプレゼンができるよう、有用な表現を習得する。

英語のリズム、ストレス、イントネーションへの理解を深め、運用能力を高める。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

国際学会で英語で口頭発表を行うことを念頭に置き、様々な場面でキーとなる英語表現を学び、発音練習を行う。リズム・ストレス・イントネーションも学んでいく。受講生は、英語での口頭発表を複数回行うことが要求される。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|--------|---|---|
| 第 1 回 | プレゼンテーション 概論 辞書の使い方 | 受講生のプレゼンテーションを経験を踏まえ、プレゼンテーションの意義、重要事項に触れる。 英語での発信のために有用な辞書（和英辞典、英英辞典、類義語辞典、コロケーション辞典、専門用語辞典等）の使い方を学ぶ。 |
| 第 2 回 | 1 Starting | 導入 |
| 第 3 回 | 1 Starting | 導入 |
| 第 4 回 | 2 Using informal, spoken English | 堅苦しくない英語の使い方 |
| 第 5 回 | 3 Simple ways to improve your slides | 効果的なスライド |
| 第 6 回 | 3 Simple ways to improve your slides | 効果的なスライド |
| 第 7 回 | 口頭発表演習（1） | これまでの学習を踏まえ、受講生に英語で口頭発表をしてもらおう。 |
| 第 8 回 | 4 How to improve the clarity of the main body | 本論 |
| 第 9 回 | 4 How to improve the clarity of the main body | 本論 |
| 第 10 回 | 4 How to improve the clarity of the main body | 本論 |
| 第 11 回 | 4 How to improve the clarity of the main body | 本論 |
| 第 12 回 | 5 Finishing your presentation | 終わり方 |
| 第 13 回 | 6 How to create a clear summary slide | サマリー |
| 第 14 回 | 口頭発表演習（2） | これまでの学習を踏まえ、受講生に英語で口頭発表をしてもらおう。 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】教科書の指定されたページの子習（わからない語句を辞書で調べてくる）。

毎回の英語発音の復習。

【テキスト（教科書）】

Langham, C. S. 2019. 『国際学会 English 口頭発表 研究発表のための英語プレゼンテーション』 医歯薬出版。

【参考書】

松坂ヒロシ. 1986. 『英語音声学入門』 研究社。

小川直樹. 2009. 『耳慣らし英語ヒアリング 2 週間集中ゼミ』 新装版. アルク。

【成績評価の方法と基準】

口頭発表などの課題、平常点により総合的に判断する。

【学生の意見等からの気づき】

受講年度内に国際学会で口頭発表、ポスター発表をする学生が増えてきているので、国際学会での様々な場面に対応できるよう、より実践的な内容を扱う。

【Outline (in English)】

Course outline: In this class students acquire practical knowledge of giving oral and poster presentations in English by looking at model presentations and learning useful words and expressions provided in the text book.

Learning Objectives: Students are to learn the structure of presentation and useful expressions so as to apply the knowledge gained to their own presentations.

Learning activities outside of classroom: Before and after each class, the students are expected to spend four hours for preparation and reviewing (including studying materials to be covered, reading aloud and memorizing important expressions, and preparing presentations).

Grading Policy: In-class presentations and class participation will be considered.

LIN500Y1

サステイナビリティ研究入門A

富永 洋一

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

「固体高分子電解質 (Solid Polymer Electrolytes)」は、ポリエーテルなどの極性高分子と塩 (イオン源) から構成される新しい電解質材料です。これまでの電解質材料は、主に液体や無機系固体でしたが、固体高分子電解質は、高分子特有の柔軟性や軽量・薄膜化が可能である利点を有効に活用した次世代導電材料として注目されています。本講義では、まず学部レベルの高分子材料科学に関する内容を中心に、特に高分子物性 (力学的・熱的・電気的性質) を取り上げ、その基礎を復習します。次に、固体高分子電解質に焦点を絞り、歴史や種類、必要性や社会的ニーズから応用性まで一貫した講義を進めていきます。塩の溶解メカニズム、物質拡散現象、導電率の測定法や最新の電源事情など、詳しく解説します。

【到達目標】

高分子の物理化学的性質 (力学的、熱的、電気的性質) および固体高分子電解質の基礎を理解する。リチウムイオン二次電池などのエネルギー貯蔵デバイスの種類や材料構成、動作原理が分かるようになる。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか (該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連)】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

講義形式 (パワーポイント使用)、別途資料を配付します。

【アクティブラーニング (グループディスカッション、ディベート等) の実施】

なし / No

【フィールドワーク (学外での実習等) の実施】

なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|----|----------------------|---------------------------------------|
| 1 | 授業ガイダンス | 授業ガイダンス |
| 2 | 学部授業 (基礎高分子科学) の復習 1 | 高分子の力学的性質を中心に講義します |
| 3 | 学部授業 (基礎高分子科学) の復習 2 | 高分子の熱的性質を中心に講義します |
| 4 | 学部授業 (基礎高分子科学) の復習 3 | 高分子の電気的性質を中心に講義します |
| 5 | 確認テスト (基礎高分子科学) | 理解度をチェックするための簡単なテストを実施します |
| 6 | 固体高分子電解質の基礎 1 | 固体高分子電解質の歴史・種類・構造などを中心に講義します |
| 7 | 固体高分子電解質の基礎 2 | 塩が水に溶ける不思議から電解質を考えます |
| 8 | 固体高分子電解質の基礎 3 | 固体高分子電解質の相図と結晶化について講義します |
| 9 | 固体高分子電解質の基礎 4 | 固体高分子中におけるイオン移動のメカニズムについて講義します |
| 10 | 固体高分子電解質の測定・評価 1 | イオン伝導度の測定技術について解説します |
| 11 | 固体高分子電解質の測定・評価 2 | イオン伝導特性について解説します |
| 12 | 固体高分子電解質の測定・評価 3 | 塩種、塩濃度や高分子構造によるイオン伝導特性に及ぼす影響について解説します |
| 13 | 固体高分子電解質の応用 | リチウムイオン二次電池、燃料電池、色素増感太陽電池の基礎と応用を紹介します |
| 14 | 期末テスト (固体高分子電解質) | 理解度をチェックするための簡単なテストを実施します |

【授業時間外の学習 (準備学習・復習・宿題等)】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】

【テキスト (教科書)】

適宜資料を配布します。テキスト・教科書の新規購入は不要です。

【参考書】

Fiona M. Gray, Solid Polymer Electrolytes ~Fundamentals and Technological Applications ~ (VCH Publishers, 1991), 「基礎高分子科学」(高分子学会 編, 東京化学同人)、高分子機能材料シリーズ第5巻「電子機能材料」など

【成績評価の方法と基準】

レポート (20%×2 回を予定)、テスト (30%)、その他平常点 (30%) を中心に総合的に評価します。授業に取り組む姿勢、授業中の質問数やその内容も成績に含めます。

【学生の意見等からの気づき】

特になし

【Outline (in English)】

In this course, I will review physicochemical properties (mechanical, thermal and electrical properties) of polymers from the contents related to undergraduate level science of polymeric materials and review the foundation. Next, I will focus on solid polymer electrolytes and promote consistent lectures from history, kind, necessity and social needs to applicability. Explain in detail the dissolution mechanism of salt, material diffusion phenomenon, measurement method of conductivity, latest power supply circumstances and so on.

The aim of this course is to help students acquire fundamentals of polymers and solid polymer electrolytes. At the end of the course, students are expected to physicochemical properties of polymers and their applications. Before/after each class meeting, students will be expected to spend at least two hours each to understand the course content. Grading will be decided based on examination 30%, short reports 40% and in-class contribution 30%.

LIN500Y1

サステナビリティ研究入門B

今村 隆史

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

持続可能な社会の構築には科学的根拠に基づいた「行動」が必須である。その行動のための具体的な指針として、2015年9月に国連で、貧困や飢餓の撲滅から目標達成のためのパートナーシップに至る17の目標からなる持続可能な開発目標（SDGs）が採択され、今や様々な取り組みが行われつつある。行動を促し広げていくためには、その取り組み目標と工程が合理的な科学的根拠に支えられたものであり、更に新たな知見に基づいて取り組み目標が修正される姿となっていることが望まれる。これらのことを踏まえ、本授業では、環境問題の視点からSDGsの基盤的な考えについて、理工学・生命環境科学の専門知識をもとに考えていく。具体的な事例としてオゾン層破壊/オゾン層保護を題材に取り上げる。授業では、環境問題の予防や改善に向けた試み・取り組みがどの様な科学的知見に基づいて行われてきたのか、取り組みを進める上でどの様な点が問題となったのか、技術的イノベーションの必要性和技術導入を図る上でどの様な問題とは何かなどについて解説する。次に、同様の概念やアプローチを他の環境問題（気候変動の問題など）に応用する際の一般性と問題点などについて議論を行う。これらを通して、今後の持続可能な社会の構築を目指す上で、行動や社会協働の根拠と実施状況の把握や効果の検証のために環境科学が果たすべき役割について議論できる能力を身につける。

【到達目標】

地球環境問題（オゾン層破壊や気候変動など）に関連する物理・化学プロセスを理解する上で必要となる基礎的な知識を習得する。学んだ基礎的な知識を土台にして、オゾン層保護の取り組みがどの様な科学的根拠のもとに行われたか、オゾン層保護対策の有効性はどの様に監視・検証されてきたのか、数値モデルはどの様な役割を果たしてきたかなどについて理解する。更に、学んだ考え方が、他の環境問題に対する対策立案や技術開発に応用可能であるか、対策などの取り組みを推進する上でどの様な問題点とは何か、について議論できる能力を身につける。

At the end of the course, participants are expected to understand how important systematic monitoring, process studies, model prediction, evaluation of environmental effects, and technological developments are to solve the environmental issues.

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

- 1) 講義資料の配布と板書による説明
- 2) 授業で解説した内容について議論を求めることがある
- 3) 授業中に出す課題についてのレポートの提出を求める

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

なし/No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし/No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---------------------|---|
| 1 | 序論 | 持続可能な社会や持続可能な開発目標（SDGs）の概念、フロン類（クロロフロロカーボン類：CFCs）の化学的特性 |
| 2 | 大気科学のための物理・化学の基礎（1） | 大気の組成、大気中濃度の時間変化・空間分布、大気滞留時間（大気寿命）、大気圧 |
| 3 | 大気科学のための物理・化学の基礎（2） | 大気の運動、大気中での物質の拡散と輸送の基礎 |

| | | |
|----|------------------|---|
| 4 | 成層圏化学の基礎 | 成層圏オゾンの分布、オゾンの生成と分解に関わる化学プロセス |
| 5 | オゾン層破壊のメカニズム | オゾン層破壊のメカニズム-大気中の連鎖反応- |
| 6 | 放射と気温 | 温室効果、温室効果ガス、気温分布 |
| 7 | 大気中のフロン量の監視 | 大気中のフロンの時間・空間分布の観測、フロンの観測結果を利用したフロンの放出量推定 |
| 8 | オゾン層の監視 | 成層圏オゾンや紫外線の監視方法、環境監視の重要性、監視結果の例 |
| 9 | オゾンホール | オゾンホールの発生メカニズム、オゾンホールの長期変化、南極・北極オゾン層の違い |
| 10 | 温室効果ガスの監視 | 温室効果ガスの時間・空間分布の観測、地球規模での物質循環 |
| 11 | フロンの規制とオゾン層破壊の影響 | オゾン破壊係数、フロン規制の強化（代替フロン、臭化メチル）の根拠、オゾン層と紫外線、紫外線影響 |
| 12 | 大気科学数値モデル（1） | 大気数値モデルの基礎、オゾン分布などの再現 |
| 13 | 大気科学数値モデル（2） | 成層圏オゾン層の長期変化の数値シミュレーション、フロン対策の効果の推定、温室効果ガスの影響 |
| 14 | オゾン層破壊と温暖化 | オゾン層破壊と温暖化の相互関係、オゾン層保護対策と気候変動対策の関係、持続可能な社会の実現に向けての環境化学の役割について（意見交換） |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】

各講義で出される課題をレポートとして提出することが求められず（1時間程度で出来るレベルです）。

【テキスト（教科書）】

教科書は使用しない。

【参考書】

- 1) 「大気化学入門」D. J. Jacob（著）、近藤豊（訳）、東京大学出版会
- 2) 「成層圏オゾン」島崎達夫（著）、東京大学出版会
- 3) 「地球温暖化の事典」国立環境研究所地球環境研究センター編者、丸善出版

【成績評価の方法と基準】

授業中の議論、レポートをもとに評価（目安として、40%：60%）
Grading will be decided based on the contribution to the class (40%) and the submitted papers (60%).

【学生の意見等からの気づき】

馴染みのない分野に関連する内容も含まれていると思いますので、理解が難しいと思われる部分はその都度補足説明を行います。また、理解の状況に合わせて講義のペースを調整したい。

【Outline (in English)】

The purpose of this course is to help students understand the concepts of the Sustainable Development Goals (SDGs), especially from the viewpoint of the solutions of environmental issues. The course deals with the protection of the ozone layer as an example how we have been tackling this global environmental problem. Global warming/climate change issue is also briefly introduced, and we will consider how effective it is to apply the ideas for ozone layer protection and what problems it has.

CHM600Y1

応用化学特別研究1・2

明石 孝也、石垣 隆正、緒方 啓典、河内 敦、杉山 賢次、高井 和之、森 隆昌、山下 明泰、渡邊 雄二郎

単位数：3 単位 | 開講時期：年間授業/Yearly

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

指導教員のもと「修士論文」のテーマを選定する。研究テーマの背景を文献により調べ、具体的な研究の実施計画を立て、実験を行う。実験結果をもとに議論し、次の実験計画を立て、それを実行する。これを繰り返すことで、研究者に求められる素養を身に着ける。

【到達目標】

与えられた研究テーマを正確に理解できる。研究テーマ遂行のための計画を立てることができ、必要に応じて、計画の軌道修正ができる。得られた実験データを適切に解析し、解釈することができる。実験経過について、定期的に文章にまとめて報告ができる。実験ノートを正しくつける習慣を身につける。研究に関するプレゼンテーション能力を身に着ける。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

研究テーマに関連した学術文献や専門書の講読を行うとともに、研究の途中経過を報告（プレゼンテーション）する。さらに研究の進捗状況を報告し、自分が行っている研究の意義を第三者に説明できるようにする。本科目は、通常の授業とは異なり、所属研究室における日々の研究活動を前提としている。指導教員の指示に従うこと。なお、必ずしも授業計画通りに進むとは限らない。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり/Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】なし/No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|--------|------------|------------------------|
| 第 1 回 | 文献講読、研究発表目 | 修士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 2 回 | 文献講読、研究発表目 | 修士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 3 回 | 文献講読、研究発表目 | 修士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 4 回 | 文献講読、研究発表目 | 修士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 5 回 | 文献講読、研究発表目 | 修士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 6 回 | 文献講読、研究発表目 | 修士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 7 回 | 文献講読、研究発表目 | 修士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 8 回 | 文献講読、研究発表目 | 修士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 9 回 | 文献講読、研究発表目 | 修士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 10 回 | 文献講読、研究発表目 | 修士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 11 回 | 文献講読、研究発表目 | 修士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 12 回 | 文献講読、研究発表目 | 修士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 13 回 | 文献講読、研究発表目 | 修士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 14 回 | 文献講読、研究発表目 | 修士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 15 回 | 文献講読、研究発表目 | 修士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |

| | | |
|--------|------------|------------------------|
| 第 16 回 | 文献講読、研究発表目 | 修士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 17 回 | 文献講読、研究発表目 | 修士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 18 回 | 文献講読、研究発表目 | 修士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 19 回 | 文献講読、研究発表目 | 修士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 20 回 | 文献講読、研究発表目 | 修士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 21 回 | 文献講読、研究発表目 | 修士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 22 回 | 文献講読、研究発表目 | 修士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 23 回 | 文献講読、研究発表目 | 修士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 24 回 | 文献講読、研究発表目 | 修士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 25 回 | 文献講読、研究発表目 | 修士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 26 回 | 文献講読、研究発表目 | 修士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 27 回 | 文献講読、研究発表目 | 修士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 28 回 | 文献講読、研究発表目 | 修士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 3 時間を標準とします。】文献、専門書を事前に良く学習しておくこと。自分の研究テーマに関連する文献を自分で見つける努力をすること。

【テキスト（教科書）】

特に指定しない。

【参考書】

各研究テーマに関連した論文。

【成績評価の方法と基準】

1 年間の論文講読、研究のプレゼンテーションについて各指導教員の観点にもとづき総合的に評価を行う。

【学生の意見等からの気づき】

受け身ではなく、自主的に研究を行う姿勢が必要である。自分の研究テーマだけでなく、他の受講者の研究テーマにも興味を持ち、積極的に議論に参加するよう心掛けること。

【Outline (in English)】

The aim of this course is to help students acquire fundamentals as chemical researcher by proceeding a research project upon suggestions by the appointed supervisor toward master thesis, which includes literature surveillance, planning and carrying out chemical experiment, analysis and discussion of the results, and feedback toward next experiment. Before/after each class meeting, students will be expected to spend three hours to understand the course content.

CHM600Y1

応用化学特別実験 1・2

明石 孝也、石垣 隆正、緒方 啓典、河内 敦、杉山 賢次、高井 和之、森 隆昌、山下 明泰、渡邊 雄二郎

単位数：2 単位 | 開講時期：年間授業/Yearly

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

指導教員のもと「修士論文」のテーマを選定する。研究テーマの背景を文献により調べ、具体的な研究の実施計画を立て、実験を行う。実験結果をもとに議論し、次の実験計画を立て、それを実行する。これを繰り返すことで、研究者に求められる素養を身に着ける。

【到達目標】

独創的で学術的価値のある「修士論文」を完成させる。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

教員との議論にもとづいて与えられた研究テーマに関する実験・解析・考察を行い、研究の進捗状況についての報告と教員との討論を繰り返しながら研究を進める。これらにもとづき国際会議を含めた幅広い分野の学会での研究発表を行うように努める。本科目は、通常の授業とは異なり、所属研究室おける日々の研究活動を前提としている。指導教員の指示に従うこと。なお、必ずしも授業計画通りに進むとは限らない。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

あり/Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし/No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|----|--------------|---|
| 1 | 研究テーマの設定 | 修士課程の研究テーマ設定について教員と話し合いを行い、研究テーマを決める。 |
| 2 | 修士論文作成に向けた実験 | 研究計画に従って、実験を行う。その結果を解析し、教員と議論するとともに、次のステップの実験方針を検討する。 |
| 3 | 修士論文作成に向けた実験 | 研究計画に従って、実験を行う。その結果を解析し、教員と議論するとともに、次のステップの実験方針を検討する。 |
| 4 | 修士論文作成に向けた実験 | 研究計画に従って、実験を行う。その結果を解析し、教員と議論するとともに、次のステップの実験方針を検討する。 |
| 5 | 修士論文作成に向けた実験 | 研究計画に従って、実験を行う。その結果を解析し、教員と議論するとともに、次のステップの実験方針を検討する。 |
| 6 | 修士論文作成に向けた実験 | 研究計画に従って、実験を行う。その結果を解析し、教員と議論するとともに、次のステップの実験方針を検討する。 |
| 7 | 修士論文作成に向けた実験 | 研究計画に従って、実験を行う。その結果を解析し、教員と議論するとともに、次のステップの実験方針を検討する。 |
| 8 | 修士論文作成に向けた実験 | 研究計画に従って、実験を行う。その結果を解析し、教員と議論するとともに、次のステップの実験方針を検討する。 |
| 9 | 修士論文作成に向けた実験 | 研究計画に従って、実験を行う。その結果を解析し、教員と議論するとともに、次のステップの実験方針を検討する。 |
| 10 | 修士論文作成に向けた実験 | 研究計画に従って、実験を行う。その結果を解析し、教員と議論するとともに、次のステップの実験方針を検討する。 |
| 11 | 修士論文作成に向けた実験 | 研究計画に従って、実験を行う。その結果を解析し、教員と議論するとともに、次のステップの実験方針を検討する。 |
| 12 | 修士論文作成に向けた実験 | 研究計画に従って、実験を行う。その結果を解析し、教員と議論するとともに、次のステップの実験方針を検討する。 |
| 13 | 修士論文作成に向けた実験 | 研究計画に従って、実験を行う。その結果を解析し、教員と議論するとともに、次のステップの実験方針を検討する。 |
| 14 | 修士論文作成に向けた実験 | 研究計画に従って、実験を行う。その結果を解析し、教員と議論するとともに、次のステップの実験方針を検討する。 |
| 15 | 修士論文作成に向けた実験 | 研究計画に従って、実験を行う。その結果を解析し、教員と議論するとともに、次のステップの実験方針を検討する。 |
| 16 | 修士論文作成に向けた実験 | 研究計画に従って、実験を行う。その結果を解析し、教員と議論するとともに、次のステップの実験方針を検討する。 |
| 17 | 修士論文作成に向けた実験 | 研究計画に従って、実験を行う。その結果を解析し、教員と議論するとともに、次のステップの実験方針を検討する。 |
| 18 | 修士論文作成に向けた実験 | 研究計画に従って、実験を行う。その結果を解析し、教員と議論するとともに、次のステップの実験方針を検討する。 |
| 19 | 修士論文作成に向けた実験 | 研究計画に従って、実験を行う。その結果を解析し、教員と議論するとともに、次のステップの実験方針を検討する。 |
| 20 | 修士論文作成に向けた実験 | 研究計画に従って、実験を行う。その結果を解析し、教員と議論するとともに、次のステップの実験方針を検討する。 |
| 21 | 修士論文作成に向けた実験 | 研究計画に従って、実験を行う。その結果を解析し、教員と議論するとともに、次のステップの実験方針を検討する。 |
| 22 | 修士論文作成に向けた実験 | 研究計画に従って、実験を行う。その結果を解析し、教員と議論するとともに、次のステップの実験方針を検討する。 |
| 23 | 修士論文作成に向けた実験 | 研究計画に従って、実験を行う。その結果を解析し、教員と議論するとともに、次のステップの実験方針を検討する。 |
| 24 | 修士論文作成に向けた実験 | 研究計画に従って、実験を行う。その結果を解析し、教員と議論するとともに、次のステップの実験方針を検討する。 |

- | | | |
|----|------------------|---|
| 25 | 修士論文作成に向けた 実験 | 研究計画に従って、実験を行う。 その結果を解析し、教員と議論す るとともに、次のステップの実験 方針を検討する。 |
| 26 | 修士論文作成に向けた 実験 | 研究計画に従って、実験を行う。 その結果を解析し、教員と議論す るとともに、次のステップの実験 方針を検討する。 |
| 27 | 修士論文作成に向けた 実験 | 研究計画に従って、実験を行う。 その結果を解析し、教員と議論す るとともに、次のステップの実験 方針を検討する。 |
| 28 | 修士論文作成に向けた 実験 | 研究計画に従って、実験を行う。 その結果を解析し、教員と議論す るとともに、次のステップの実験 方針を検討する。 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 1 時間を標準とします。】研究テーマに関する文献調査。

【テキスト（教科書）】

特に指定しない。

【参考書】

各研究テーマに関連した論文。

【成績評価の方法と基準】

修士論文を作成する過程について各指導教員の観点にもとづき総合的に評価を行う。

【学生の意見等からの気づき】

受け身ではなく、自主的に研究を行う姿勢が必要です。自分の研究テーマだけでなく、他の受講者の研究テーマにも興味を持ち、積極的に議論に参加するよう心掛けてください。

【Outline (in English)】

The aim of this course is to help students acquire fundamentals as chemical researcher by proceeding a research project upon suggestions by the appointed supervisor toward master thesis, which includes literature surveillance, planning and carrying out chemical experiment, analysis and discussion of the results, and feedback toward next experiment.

Before/after each class meeting, students will be expected to spend one hour to understand the course content.

CHM500Y1

応用化学発展ゼミナール

明石 孝也、石垣 隆正、緒方 啓典、河内 敦、杉山 賢次、高井 和之、森 隆昌、山下 明泰、渡邊 雄二郎

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

本講義では、学生が国際的視野から最新の応用化学の研究の潮流を理解し、新たな研究課題設定とその解決に向けた研究の提案ができる能力を身につけること、さらに、研究分野以外の研究者との共同研究を行うにあたり主導的に創造性を発揮できる能力を養うことを目的としている。具体的には、応用化学専攻の各分野（材料科学、環境化学、化学工学）の全専任教員とオムニバス形式で関連した先端応用化学の研究テーマを決め、各テーマに関する英語での文献講読、議論および意見交換を行い、境界の研究領域において広い視野で活躍できる実践的な研究推進能力を身につける。

【到達目標】

- ◎他研究分野・境界領域の研究に関する文献・研究テーマに関する内容を正確に理解することが出来ること。
- ◎上記研究テーマに関連した研究遂行のための論理的な研究計画を立てることができること。
- ◎論理的な研究計画書・研究報告書を作成することができること。
- ◎研究者と高い専門性に基づく研究に関する議論を行う能力を身につけること。
- ◎研究課題に関わる領域全般について、深く本質を探り、独創的なアイデアを生み出す能力を身につけること。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」「DP4」「DP5」に関連

【授業の進め方と方法】

応用化学専攻の各分野（材料科学、環境化学、化学工学）に属する全専任教員とオムニバス形式で関連した先端応用化学の研究テーマを決め、各テーマに関する英語での文献講読、議論および意見交換を行う。その結果をもとに関連した研究発展の可能性および研究計画についてレポートにまとめる。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|-------|-----------|---|
| 第 1 回 | ガイダンス | 本講義の意義、授業の進め方、評価方法についてのガイダンスを行う。 |
| 第 2 回 | 文献講読および議論 | 応用化学専攻の各分野（材料科学、環境化学、化学工学）に属する専任教員と提示された研究テーマに関する議論を行う。 |
| 第 3 回 | 文献講読および議論 | 応用化学専攻の各分野（材料科学、環境化学、化学工学）に属する専任教員と提示された研究テーマに関する議論を行う。 |
| 第 4 回 | 文献講読および議論 | 応用化学専攻の各分野（材料科学、環境化学、化学工学）に属する専任教員と提示された研究テーマに関する議論を行う。 |
| 第 5 回 | 文献講読および議論 | 応用化学専攻の各分野（材料科学、環境化学、化学工学）に属する専任教員と提示された研究テーマに関する議論を行う。 |
| 第 6 回 | 文献講読および議論 | 応用化学専攻の各分野（材料科学、環境化学、化学工学）に属する専任教員と提示された研究テーマに関する議論を行う。 |

| | | |
|--------|-----------|---|
| 第 7 回 | 文献講読および議論 | 応用化学専攻の各分野（材料科学、環境化学、化学工学）に属する専任教員と提示された研究テーマに関する議論を行う。 |
| 第 8 回 | 文献講読および議論 | 応用化学専攻の各分野（材料科学、環境化学、化学工学）に属する専任教員と提示された研究テーマに関する議論を行う。 |
| 第 9 回 | 文献講読および議論 | 応用化学専攻の各分野（材料科学、環境化学、化学工学）に属する専任教員と提示された研究テーマに関する議論を行う。 |
| 第 10 回 | 文献講読および議論 | 応用化学専攻の各分野（材料科学、環境化学、化学工学）に属する専任教員と提示された研究テーマに関する議論を行う。 |
| 第 11 回 | 文献講読および議論 | 応用化学専攻の各分野（材料科学、環境化学、化学工学）に属する専任教員と提示された研究テーマに関する議論を行う。 |
| 第 12 回 | 文献講読および議論 | 応用化学専攻の各分野（材料科学、環境化学、化学工学）に属する専任教員と提示された研究テーマに関する議論を行う。 |
| 第 13 回 | 文献講読および議論 | 応用化学専攻の各分野（材料科学、環境化学、化学工学）に属する専任教員と提示された研究テーマに関する議論を行う。 |
| 第 14 回 | 研究発表 | 本講義のまとめとして本講義によって学生が取得した知識を反映したかたちで研究計画および進捗状況について学生が自ら発表を行う。 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】各教員が配布する文献、専門書を事前に良く学習しておくこと。

【テキスト（教科書）】

講義に関連したテキスト・文献等は各教員から必要に応じ指定する。

【参考書】

参考書は、研究テーマごとに授業中に別途指定する。

【成績評価の方法と基準】

講義中で取り扱う研究テーマに関連した論文に関する理解度、議論能力、研究計画に関するプレゼンテーションを元に総合的に評価する。

【学生の意見等からの気づき】

他研究分野・境界領域の研究に関して積極的に理解を深め、自主的に自らの研究に積極的に生かそうとする姿勢が必要です。積極的に教員との議論を行うよう心掛けてください。

【Outline (in English)】

Outline: omnibus discussion with the professors in the applied chemistry major.

Objectives: Improving ability as researcher

CHM700Y1

先端応用化学特別研究 1・2・3

山下 明泰

単位数：3 単位 | 開講時期：年間授業/Yearly

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

機能性材料の開発および物性研究に関する基礎能力を身につけ、各種デバイスへの応用の基礎について学ぶ。

【到達目標】

与えられた研究テーマを正確に理解できる。研究テーマ遂行のための計画を立てることができ、必要に応じて、計画の軌道修正ができる。得られた実験データを適切に解析し、解釈することができる。実験経過について、定期的に文章にまとめて報告ができる。実験ノートを正しくつける習慣を身につける。研究に関するプレゼンテーション能力を身につける。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」「DP4」「DP5」に関連

【授業の進め方と方法】

各自の研究テーマに関連した学術文献や専門書の講読を行うとともに、研究の途中経過を報告（プレゼンテーション）する。さらに研究の進捗状況を自ら報告し、自分が行っている研究の意義を、第三者に説明できるようにする。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】あり / Yes

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|--------|------------|------------------------|
| 第 1 回 | 文献講読、研究発表目 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 2 回 | 文献講読、研究発表目 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 3 回 | 文献講読、研究発表目 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 4 回 | 文献講読、研究発表目 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 5 回 | 文献講読、研究発表目 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 6 回 | 文献講読、研究発表目 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 7 回 | 文献講読、研究発表目 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 8 回 | 文献講読、研究発表目 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 9 回 | 文献講読、研究発表目 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 10 回 | 文献講読、研究発表目 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 11 回 | 文献講読、研究発表目 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 12 回 | 文献講読、研究発表目 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 13 回 | 文献講読、研究発表目 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 14 回 | 文献講読、研究発表目 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 15 回 | 文献講読、研究発表目 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 16 回 | 文献講読、研究発表目 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 17 回 | 文献講読、研究発表目 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |

| | | |
|--------|------------|------------------------|
| 第 18 回 | 文献講読、研究発表目 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 19 回 | 文献講読、研究発表目 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 20 回 | 文献講読、研究発表目 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 21 回 | 文献講読、研究発表目 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 22 回 | 文献講読、研究発表目 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 23 回 | 文献講読、研究発表目 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 24 回 | 文献講読、研究発表目 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 25 回 | 文献講読、研究発表目 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 26 回 | 文献講読、研究発表目 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 27 回 | 文献講読、研究発表目 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 28 回 | 文献講読、研究発表目 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 3 時間を標準とします。】 文献、専門書を事前に良く学習しておくこと。自分の研究テーマに関連する文献を自分で見つける努力をすること。

【テキスト（教科書）】

テキストは必要に応じ指定する。現在の研究テーマに関連した文献を読む。

【参考書】

参考書は、研究テーマごとに授業中に別途指定する。

【成績評価の方法と基準】

1 年間の論文講読（50%）、研究のプレゼンテーションに臨む態度およびその出来映え（50%）により評価する。

【学生の意見等からの気づき】

受け身ではなく、自主的に研究を行う姿勢が必要である。自分の研究テーマだけでなく、他の受講者の研究テーマにも興味を持ち、積極的に議論に参加するよう心掛けること。

【学生が準備すべき機器他】

特になし。

【その他の重要事項】

特になし。

【Outline (in English)】

Students learn the development of functional materials and studies of their physicochemical properties and also study basics of application of these materials to various devices.

CHM700Y1

先端応用化学特別実験 1・2・3

山下 明泰

単位数：2 単位 | 開講時期：年間授業/Yearly

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

指導教員と打ち合わせて論文のテーマを選定し、研究目標を立てる。その研究テーマの背景を文献により調べ、具体的な研究の実施計画を立てる。研究目標を達成し、博士論文を完成させるための研究を遂行する。その結果を「博士論文」としてまとめ、論文審査を受ける。

【到達目標】

独創的で学術的価値のある論文を完成させる。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたなどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」「DP4」「DP5」に関連

【授業の進め方と方法】

<理論化学分野>

特別研究のテーマについて実験を行う。

<材料化学分野>

特別研究のテーマについて実験を行う。

<物質プロセス工学分野>

特別研究のテーマについて実験を行う。

<人間環境化学分野>

特別研究のテーマについて実験を行う。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

あり / Yes

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|--------------|---|
| 1 | 研究テーマの設定 | 博士課程の研究テーマ設定について教員と話し合いを行い、研究テーマを決める。 |
| 2 | 博士論文作成に向けた実験 | 研究計画に従って、実験を行う。その結果を解析し、教員と議論するとともに、次のステップの実験方針を検討する。 |
| 3 | 博士論文作成に向けた実験 | 研究計画に従って、実験を行う。その結果を解析し、教員と議論するとともに、次のステップの実験方針を検討する。 |
| 4 | 博士論文作成に向けた実験 | 研究計画に従って、実験を行う。その結果を解析し、教員と議論するとともに、次のステップの実験方針を検討する。 |
| 5 | 博士論文作成に向けた実験 | 研究計画に従って、実験を行う。その結果を解析し、教員と議論するとともに、次のステップの実験方針を検討する。 |
| 6 | 博士論文作成に向けた実験 | 研究計画に従って、実験を行う。その結果を解析し、教員と議論するとともに、次のステップの実験方針を検討する。 |
| 7 | 博士論文作成に向けた実験 | 研究計画に従って、実験を行う。その結果を解析し、教員と議論するとともに、次のステップの実験方針を検討する。 |
| 8 | 博士論文作成に向けた実験 | 研究計画に従って、実験を行う。その結果を解析し、教員と議論するとともに、次のステップの実験方針を検討する。 |

| | | |
|----|--------------|---|
| 9 | 博士論文作成に向けた実験 | 研究計画に従って、実験を行う。その結果を解析し、教員と議論するとともに、次のステップの実験方針を検討する。 |
| 10 | 博士論文作成に向けた実験 | 研究計画に従って、実験を行う。その結果を解析し、教員と議論するとともに、次のステップの実験方針を検討する。 |
| 11 | 博士論文作成に向けた実験 | 研究計画に従って、実験を行う。その結果を解析し、教員と議論するとともに、次のステップの実験方針を検討する。 |
| 12 | 博士論文作成に向けた実験 | 研究計画に従って、実験を行う。その結果を解析し、教員と議論するとともに、次のステップの実験方針を検討する。 |
| 13 | 博士論文作成に向けた実験 | 研究計画に従って、実験を行う。その結果を解析し、教員と議論するとともに、次のステップの実験方針を検討する。 |
| 14 | 博士論文作成に向けた実験 | 研究計画に従って、実験を行う。その結果を解析し、教員と議論するとともに、次のステップの実験方針を検討する。 |
| 15 | 博士論文作成に向けた実験 | 研究計画に従って、実験を行う。その結果を解析し、教員と議論するとともに、次のステップの実験方針を検討する。 |
| 16 | 博士論文作成に向けた実験 | 研究計画に従って、実験を行う。その結果を解析し、教員と議論するとともに、次のステップの実験方針を検討する。 |
| 17 | 博士論文作成に向けた実験 | 研究計画に従って、実験を行う。その結果を解析し、教員と議論するとともに、次のステップの実験方針を検討する。 |
| 18 | 博士論文作成に向けた実験 | 研究計画に従って、実験を行う。その結果を解析し、教員と議論するとともに、次のステップの実験方針を検討する。 |
| 19 | 博士論文作成に向けた実験 | 研究計画に従って、実験を行う。その結果を解析し、教員と議論するとともに、次のステップの実験方針を検討する。 |
| 20 | 博士論文作成に向けた実験 | 研究計画に従って、実験を行う。その結果を解析し、教員と議論するとともに、次のステップの実験方針を検討する。 |
| 21 | 博士論文作成に向けた実験 | 研究計画に従って、実験を行う。その結果を解析し、教員と議論するとともに、次のステップの実験方針を検討する。 |
| 22 | 博士論文作成に向けた実験 | 研究計画に従って、実験を行う。その結果を解析し、教員と議論するとともに、次のステップの実験方針を検討する。 |
| 23 | 博士論文作成に向けた実験 | 研究計画に従って、実験を行う。その結果を解析し、教員と議論するとともに、次のステップの実験方針を検討する。 |

- | | | |
|----|------------------|---|
| 24 | 博士論文作成に向けた 実験 | 研究計画に従って、実験を行う。 その結果を解析し、教員と議論す るとともに、次のステップの実験 方針を検討する。 |
| 25 | 博士論文作成に向けた 実験 | 研究計画に従って、実験を行う。 その結果を解析し、教員と議論す るとともに、次のステップの実験 方針を検討する。 |
| 26 | 博士論文作成に向けた 実験 | 研究計画に従って、実験を行う。 その結果を解析し、教員と議論す るとともに、次のステップの実験 方針を検討する。 |
| 27 | 博士論文作成に向けた 実験 | 研究計画に従って、実験を行う。 その結果を解析し、教員と議論す るとともに、次のステップの実験 方針を検討する。 |
| 28 | 博士論文作成に向けた 実験 | 研究計画に従って、実験を行う。 その結果を解析し、教員と議論す るとともに、次のステップの実験 方針を検討する。 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各1時間を標準とします。】本科目は
通年30回の通常の授業とは異なり、研究室おける毎日の研究活動
を通じて遂行される。

【テキスト（教科書）】

特に指定しない。

【参考書】

各研究テーマに関連した論文を適宜指定する。

【成績評価の方法と基準】

評価方法：指導教授により異なる。

評価基準：本科目において設定した達成目標を、60%以上達成し
ている学生を合格とする。

研究の進捗 50%

報告書・論文 30%

プレゼンテーション 20%

【学生の意見等からの気づき】

受け身ではなく、自主的に研究を行う姿勢が必要である。自分の
研究テーマだけでなく、他の受講者の研究テーマにも興味を持ち、積
極的に議論に参加するよう心掛けること。

【学生が準備すべき機器他】

特になし。

【その他の重要事項】

特になし。

【Outline (in English)】

Students are required to set the study goal after selecting
an individual research topic. The research topic should first
be investigated by extensive reading of literatures, then a
concrete research schedule should be planned. Projects must
be proceeded by performing experiments. Finally, students
are required to complete doctoral dissertations that should be
examined by the committee.

CHM700Y1

先端応用化学特別研究 1・2・3

渡邊 雄二郎

単位数：3 単位 | 開講時期：年間授業/Yearly

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

環境化学、環境材料化学の基礎を理解し、それを現在の環境問題を解決できる最先端の分析手法、材料合成に応用する手法を学ぶ。

【到達目標】

現在の環境問題を解決する最適な環境浄化材料と分析方法を提案できる。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」「DP4」「DP5」に関連

【授業の進め方と方法】

現在の環境問題や環境浄化技術等、研究テーマに関連した学術文献や専門書を購読する。文献から得られた知見を基に、自身の研究データについて考察する。研究の進捗状況を報告（プレゼンテーション）する。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

あり / Yes

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|----|-----------|------------------------|
| 1 | 文献講読、研究発表 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 2 | 文献講読、研究発表 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 3 | 文献講読、研究発表 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 4 | 文献講読、研究発表 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 5 | 文献講読、研究発表 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 6 | 文献講読、研究発表 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 7 | 文献講読、研究発表 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 8 | 文献講読、研究発表 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 9 | 文献講読、研究発表 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 10 | 文献講読、研究発表 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 11 | 文献講読、研究発表 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 12 | 文献講読、研究発表 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 13 | 文献講読、研究発表 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 14 | 文献講読、研究発表 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 15 | 文献講読、研究発表 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 16 | 文献講読、研究発表 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 17 | 文献講読、研究発表 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 18 | 文献講読、研究発表 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 19 | 文献講読、研究発表 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |

| | | |
|----|-----------|------------------------|
| 20 | 文献講読、研究発表 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 21 | 文献講読、研究発表 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 22 | 文献講読、研究発表 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 23 | 文献講読、研究発表 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 24 | 文献講読、研究発表 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 25 | 文献講読、研究発表 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 26 | 文献講読、研究発表 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 27 | 文献講読、研究発表 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 28 | 文献講読、研究発表 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 3 時間を標準とします。】自身の研究テーマに関する文献、専門書を良く読みまわしておくこと。自身の研究テーマを発展させるためにどのような研究が必要なのか考えること。

【テキスト（教科書）】

必要に応じて、研究テーマに関連するテキスト、文献を提示する。

【参考書】

環境化学、環境材料化学に関する参考書を別途指定する。

【成績評価の方法と基準】

論文講読、研究発表内容により評価する。

【学生の意見等からの気づき】

国内・国際会議での発表、共同研究者との議論を通して、自身の研究の視野を広げることを心掛ける。

【Outline (in English)】

The aim of this course is to gain knowledge in advanced research on environmental chemistry and environmental materials chemistry.

Before/after each class meeting, students will be expected to spend three hours to understand the course content.

CHM700Y1

先端応用化学特別実験 1・2・3

渡邊 雄二郎

単位数：2 単位 | 開講時期：年間授業/Yearly

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

環境化学及び環境材料化学の基礎を理解し、現在の環境問題を評価する手法や環境浄化材料の合成方法を身につける。

【到達目標】

個々の環境問題を評価する手法を提案できる。
個々の環境問題に対する最適な環境浄化材料を合成する方法を提案できる。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」「DP4」「DP5」に関連

【授業の進め方と方法】

各自の研究テーマに必要な環境化学、環境材料化学に関する実験を実施する。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】
あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】
あり / Yes

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|----|-----------------|--|
| 1 | ガイダンス | 研究室の研究内容の説明 |
| 2 | 研究テーマの設定 | 博士課程で実施する研究テーマを設定する。 |
| 3 | 研究（実験）計画の作成 | 研究計画を作成し、計画の妥当性に関して議論する。 |
| 4 | 設定した研究テーマに関する実験 | 研究計画に従って、実験を実施する。得られた結果をまとめ、その内容に関して議論する。今後の進め方に関して検討する。 |
| 5 | 設定した研究テーマに関する実験 | 研究計画に従って、実験を実施する。得られた結果をまとめ、その内容に関して議論する。今後の進め方に関して検討する。 |
| 6 | 設定した研究テーマに関する実験 | 研究計画に従って、実験を実施する。得られた結果をまとめ、その内容に関して議論する。今後の進め方に関して検討する。 |
| 7 | 設定した研究テーマに関する実験 | 研究計画に従って、実験を実施する。得られた結果をまとめ、その内容に関して議論する。今後の進め方に関して検討する。 |
| 8 | 設定した研究テーマに関する実験 | 研究計画に従って、実験を実施する。得られた結果をまとめ、その内容に関して議論する。今後の進め方に関して検討する。 |
| 9 | 設定した研究テーマに関する実験 | 研究計画に従って、実験を実施する。得られた結果をまとめ、その内容に関して議論する。今後の進め方に関して検討する。 |
| 10 | 設定した研究テーマに関する実験 | 研究計画に従って、実験を実施する。得られた結果をまとめ、その内容に関して議論する。今後の進め方に関して検討する。 |
| 11 | 設定した研究テーマに関する実験 | 研究計画に従って、実験を実施する。得られた結果をまとめ、その内容に関して議論する。今後の進め方に関して検討する。 |

| | | |
|----|-----------------|---|
| 12 | 設定した研究テーマに関する実験 | 研究計画に従って、実験研究計画に従って、実験を実施する。得られた結果をまとめ、その内容に関して議論する。今後の進め方に関して検討する。 |
| 13 | 設定した研究テーマに関する実験 | 研究計画に従って、実験を実施する。得られた結果をまとめ、その内容に関して議論する。今後の進め方に関して検討する。 |
| 14 | 設定した研究テーマに関する実験 | 研究計画に従って、実験を実施する。得られた結果をまとめ、その内容に関して議論する。今後の進め方に関して検討する。 |
| 15 | 設定した研究テーマに関する実験 | 研究計画に従って、実験を実施する。得られた結果をまとめ、その内容に関して議論する。今後の進め方に関して検討する。 |
| 16 | 設定した研究テーマに関する実験 | 研究計画に従って、実験を実施する。得られた結果をまとめ、その内容に関して議論する。今後の進め方に関して検討する。 |
| 17 | 設定した研究テーマに関する実験 | 研究計画に従って、実験を実施する。得られた結果をまとめ、その内容に関して議論する。今後の進め方に関して検討する。 |
| 18 | 設定した研究テーマに関する実験 | 研究計画に従って、実験を実施する。得られた結果をまとめ、その内容に関して議論する。今後の進め方に関して検討する。 |
| 19 | 設定した研究テーマに関する実験 | 研究計画に従って、実験を実施する。得られた結果をまとめ、その内容に関して議論する。今後の進め方に関して検討する。 |
| 20 | 設定した研究テーマに関する実験 | 研究計画に従って、実験を実施する。得られた結果をまとめ、その内容に関して議論する。今後の進め方に関して検討する。 |
| 21 | 設定した研究テーマに関する実験 | 研究計画に従って、実験を実施する。得られた結果をまとめ、その内容に関して議論する。今後の進め方に関して検討する。 |
| 22 | 設定した研究テーマに関する実験 | 研究計画に従って、実験を実施する。得られた結果をまとめ、その内容に関して議論する。今後の進め方に関して検討する。 |
| 23 | 設定した研究テーマに関する実験 | 研究計画に従って、実験を実施する。得られた結果をまとめ、その内容に関して議論する。今後の進め方に関して検討する。 |
| 24 | 設定した研究テーマに関する実験 | 研究計画に従って、実験を実施する。得られた結果をまとめ、その内容に関して議論する。今後の進め方に関して検討する。 |
| 25 | 設定した研究テーマに関する実験 | 研究計画に従って、実験を実施する。得られた結果をまとめ、その内容に関して議論する。今後の進め方に関して検討する。 |
| 26 | 設定した研究テーマに関する実験 | 研究計画に従って、実験を実施する。得られた結果をまとめ、その内容に関して議論する。今後の進め方に関して検討する。 |

- 27 設定した研究テーマに関する実験 研究計画に従って、実験を実施する。得られた結果をまとめ、その内容に関して議論する。今後の進め方に関して検討する。
- 28 設定した研究テーマに関する実験 研究計画に従って、実験を実施する。得られた結果をまとめ、その内容に関して議論する。今後の進め方に関して検討する。

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各1時間を標準とします。】実験計画を立てる。文献調査を行う。

【テキスト（教科書）】

特に指定しない。

【参考書】

研究テーマに関連した論文を適宜指定する。

【成績評価の方法と基準】

実験計画、実験内容、得られた実験結果を総合的に評価する。

【学生の意見等からの気づき】

事前に実験計画を立案し効率良く実験を行う。

【Outline (in English)】

The aim of this course is to gain experimental skills in advanced research on the environmental chemistry and environmental materials chemistry.

Before/after each class meeting, students will be expected to spend one hour to understand the course content.

CHM700Y1

先端応用化学特別研究 1・2・3

高井 和之

単位数：3 単位 | 開講時期：年間授業/Yearly

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

物性物理化学における先端的分野の中から指導教員との議論にもとづいて「博士論文」のテーマを提案する。研究テーマの背景を文献により調べ、具体的な研究の実施計画を立て、実験を行う。実験結果をもとに議論し、次の実験計画を立て、それを実行する。これを繰り返すことで、学術上の新たな知見を見出すことを目指す。

【到達目標】

教員との議論にもとづき新たな研究テーマを提案する。研究テーマ遂行のための計画を立てることができ、必要に応じて、計画の軌道修正ができる。得られた実験データを適切に解析し、解釈することができる。これらにもとづき適宜、国際会議を含めた幅広い分野の学会での研究発表および国内外の学術誌における研究成果の出版を行うしつつ、研究を着実に推進できる。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」「DP4」「DP5」に関連

【授業の進め方と方法】

研究テーマに関連した学術文献や専門書の講読を行うとともに、研究の途中経過を報告（プレゼンテーション）する。さらに研究の進捗状況を報告し、自分が行っている研究の意義を第三者に説明できるようにする。本科目は、通常の授業とは異なり、所属研究室における日々の研究活動を前提としている。指導教員の指示に従うこと。なお、必ずしも授業計画通りに進むとは限らない。授業の初めに、前回の授業での議論内容からいくつか取り上げて個別もしくは全体へフィードバックする。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり/Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】なし/No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|--------|-------------|------------------------|
| 第 1 回 | 文献講読, 研究発表目 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 2 回 | 文献講読, 研究発表目 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 3 回 | 文献講読, 研究発表目 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 4 回 | 文献講読, 研究発表目 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 5 回 | 文献講読, 研究発表目 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 6 回 | 文献講読, 研究発表目 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 7 回 | 文献講読, 研究発表目 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 8 回 | 文献講読, 研究発表目 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 9 回 | 文献講読, 研究発表目 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 10 回 | 文献講読, 研究発表目 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 11 回 | 文献講読, 研究発表目 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 12 回 | 文献講読, 研究発表目 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 13 回 | 文献講読, 研究発表目 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |

| | | |
|--------|-------------|------------------------|
| 第 14 回 | 文献講読, 研究発表目 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 15 回 | 文献講読, 研究発表目 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 16 回 | 文献講読, 研究発表目 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 17 回 | 文献講読, 研究発表目 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 18 回 | 文献講読, 研究発表目 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 19 回 | 文献講読, 研究発表目 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 20 回 | 文献講読, 研究発表目 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 21 回 | 文献講読, 研究発表目 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 22 回 | 文献講読, 研究発表目 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 23 回 | 文献講読, 研究発表目 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 24 回 | 文献講読, 研究発表目 | 派遣論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 25 回 | 文献講読, 研究発表目 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 26 回 | 文献講読, 研究発表目 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 27 回 | 文献講読, 研究発表目 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 28 回 | 文献講読, 研究発表目 | 博士論文作成に関連した文献講読および研究発表 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 3 時間を標準とします。】博士論文作成に向けて授業時間外においても常に文献調査を行い、最新の研究動向に関する知見や情報を把握しておくこと。

【テキスト（教科書）】

特に指定しない

【参考書】

研究テーマに関連した文献・その他の情報を教員および関連分野の研究者の助言も取り入れながら自身で収集する。

【成績評価の方法と基準】

年間を通じた文献調査発表、研究成果発表および他の発表に関する議論への貢献度により評価する。

【学生の意見等からの気づき】

自分の研究分野だけでなく、他の分野の研究者の研究テーマにも興味を持ち、積極的に研究者としての視野を広げるよう心掛けること。

【Outline (in English)】

The aim of this course is to help students bring out new advanced knowledge by proceeding a research project upon suggestions by the appointed supervisor toward PhD thesis, which includes literature surveillance, planning and carrying out chemical experiment, analysis and discussion of the results, and feedback toward next experiment.

CHM700Y1

先端応用化学特別実験 1・2・3

高井 和之

単位数：2 単位 | 開講時期：年間授業/Yearly

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

物性物理化学における先端的分野の中から指導教員との議論にもとづいて「博士論文」のテーマを提案する。研究テーマの背景を文献により調べ、具体的な研究の実施計画を立て、実験を行う。実験結果をもとに議論し、次の実験計画を立て、それを実行する。これを繰り返すことで、学術上の新たな知見を見出すことを目指す。

【到達目標】

教員との議論にもとづき新たな研究テーマを提案する。研究テーマ遂行のための計画を立てることができ、必要に応じて、計画の軌道修正ができる。得られた実験データを適切に解析し、解釈することができる。これらにもとづき適宜、国際会議を含めた幅広い分野の学会での研究発表および国内外の学術誌における研究成果の出版を行うつつ、研究を着実に推進できる。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」「DP4」「DP5」に関連

【授業の進め方と方法】

文献調査や教員との議論にもとづいて研究テーマを提案し、定めた研究テーマに関する実験・解析・考察を行い、研究の進捗状況についての報告と教員との討論を繰り返しながら研究を進める。これらにもとづき国際会議を含めた幅広い分野の学会での研究発表を行うと同時に国内外の学術誌において研究成果を出版するように努める。本科目は、通常の授業とは異なり、所属研究室における日々の研究活動を前提としている。指導教員の指示に従うこと。なお、必ずしも授業計画通りに進むとは限らない。授業の初めに、前回の授業での議論内容からいくつか取り上げて個別もしくは全体へフィードバックする。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|--------------|---|
| 1 | 研究テーマの設定 | 文献調査や教員との議論にもとづいて研究テーマを提案し、十分な検討を経て内容を決める。 |
| 2 | 博士論文作成に向けた実験 | 研究テーマに沿った実験計画を立て、実験を行い、その結果・考察についての教員との討論により次の方向を定めながら研究を進める。 |
| 3 | 博士論文作成に向けた実験 | 研究テーマに沿った実験計画を立て、実験を行い、その結果・考察についての教員との討論により次の方向を定めながら研究を進める。 |
| 4 | 博士論文作成に向けた実験 | 研究テーマに沿った実験計画を立て、実験を行い、その結果・考察についての教員との討論により次の方向を定めながら研究を進める。 |
| 5 | 博士論文作成に向けた実験 | 研究テーマに沿った実験計画を立て、実験を行い、その結果・考察についての教員との討論により次の方向を定めながら研究を進める。 |

| | | |
|----|--------------|---|
| 6 | 博士論文作成に向けた実験 | 研究テーマに沿った実験計画を立て、実験を行い、その結果・考察についての教員との討論により次の方向を定めながら研究を進める。 |
| 7 | 博士論文作成に向けた実験 | 研究テーマに沿った実験計画を立て、実験を行い、その結果・考察についての教員との討論により次の方向を定めながら研究を進める。 |
| 8 | 博士論文作成に向けた実験 | 研究テーマに沿った実験計画を立て、実験を行い、その結果・考察についての教員との討論により次の方向を定めながら研究を進める。 |
| 9 | 博士論文作成に向けた実験 | 研究テーマに沿った実験計画を立て、実験を行い、その結果・考察についての教員との討論により次の方向を定めながら研究を進める。 |
| 10 | 博士論文作成に向けた実験 | 研究テーマに沿った実験計画を立て、実験を行い、その結果・考察についての教員との討論により次の方向を定めながら研究を進める。 |
| 11 | 博士論文作成に向けた実験 | 研究テーマに沿った実験計画を立て、実験を行い、その結果・考察についての教員との討論により次の方向を定めながら研究を進める。 |
| 12 | 博士論文作成に向けた実験 | 研究テーマに沿った実験計画を立て、実験を行い、その結果・考察についての教員との討論により次の方向を定めながら研究を進める。 |
| 13 | 博士論文作成に向けた実験 | 研究テーマに沿った実験計画を立て、実験を行い、その結果・考察についての教員との討論により次の方向を定めながら研究を進める。 |
| 14 | 博士論文作成に向けた実験 | 研究テーマに沿った実験計画を立て、実験を行い、その結果・考察についての教員との討論により次の方向を定めながら研究を進める。 |
| 15 | 博士論文作成に向けた実験 | 研究テーマに沿った実験計画を立て、実験を行い、その結果・考察についての教員との討論により次の方向を定めながら研究を進める。 |
| 16 | 博士論文作成に向けた実験 | 研究テーマに沿った実験計画を立て、実験を行い、その結果・考察についての教員との討論により次の方向を定めながら研究を進める。 |
| 17 | 博士論文作成に向けた実験 | 研究テーマに沿った実験計画を立て、実験を行い、その結果・考察についての教員との討論により次の方向を定めながら研究を進める。 |

| | | |
|----|--------------|---|
| 18 | 博士論文作成に向けた実験 | 研究テーマに沿った実験計画を立て、実験を行い、その結果・考察についての教員との討論により次の方向を定めながら研究を進める。 |
| 19 | 博士論文作成に向けた実験 | 研究テーマに沿った実験計画を立て、実験を行い、その結果・考察についての教員との討論により次の方向を定めながら研究を進める。 |
| 20 | 博士論文作成に向けた実験 | 研究テーマに沿った実験計画を立て、実験を行い、その結果・考察についての教員との討論により次の方向を定めながら研究を進める。 |
| 21 | 博士論文作成に向けた実験 | 研究テーマに沿った実験計画を立て、実験を行い、その結果・考察についての教員との討論により次の方向を定めながら研究を進める。 |
| 22 | 博士論文作成に向けた実験 | 研究テーマに沿った実験計画を立て、実験を行い、その結果・考察についての教員との討論により次の方向を定めながら研究を進める。 |
| 23 | 博士論文作成に向けた実験 | 研究テーマに沿った実験計画を立て、実験を行い、その結果・考察についての教員との討論により次の方向を定めながら研究を進める。 |
| 24 | 博士論文作成に向けた実験 | 研究テーマに沿った実験計画を立て、実験を行い、その結果・考察についての教員との討論により次の方向を定めながら研究を進める。 |
| 25 | 博士論文作成に向けた実験 | 研究テーマに沿った実験計画を立て、実験を行い、その結果・考察についての教員との討論により次の方向を定めながら研究を進める。 |
| 26 | 博士論文作成に向けた実験 | 研究テーマに沿った実験計画を立て、実験を行い、その結果・考察についての教員との討論により次の方向を定めながら研究を進める。 |
| 27 | 博士論文作成に向けた実験 | 研究テーマに沿った実験計画を立て、実験を行い、その結果・考察についての教員との討論により次の方向を定めながら研究を進める。 |
| 28 | 博士論文作成に向けた実験 | 研究テーマに沿った実験計画を立て、実験を行い、その結果・考察についての教員との討論により次の方向を定めながら研究を進める。 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 1 時間を標準とします。】博士論文作成に向けて授業時間外においても常に実験・解析・考察を行い、研究を推進すること。

【テキスト（教科書）】

特に指定しない

【参考書】

研究テーマに関連した文献・その他の情報を教員および関連分野の研究者の助言も取り入れながら自身で収集する。

【成績評価の方法と基準】

得られた知見が学術上貢献するところが大きいかという観点から総合的に評価する。

【学生の意見等からの気づき】

自分の研究分野だけでなく、他の分野の研究者の研究テーマにも興味を持ち、積極的に研究者としての視野を広げるよう心掛けること。

【Outline (in English)】

The aim of this course is to help students bring out new advanced knowledge by proceeding a research project upon suggestions by the appointed supervisor toward PhD thesis, which includes literature surveillance, planning and carrying out chemical experiment, analysis and discussion of the results, and feedback toward next experiment.

COS500X4

計算工学特論 1

高倉 葉子

単位数：2 単位 | 開講時期：春学期授業/Spring

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

【概要】連続媒質内の場（電磁界，半導体内の電位・電子・正孔の場，流体の速度・温度の場）を支配する方程式は，偏微分方程式の形で表される。偏微分方程式の近似解を求める数値計算法について，定常問題を中心に扱う。

【目的と意義】理工学分野では近年，偏微分方程式の数値解を得て現象を理解することが必要不可欠となりつつある。数値計算法を理解することは，数値解を得るのみならず，結果の解釈にも有効である。

【到達目標】

偏微分方程式の分類と定常問題の数値解法を理解する。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

偏微分方程式の分類を示し，その各特性に合わせた数値解法を講義する。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】なし / No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|----|--------------------|--|
| 1 | 偏微分方程式 | 偏微分方程式の分類：判別式による双曲型，放物型，楕円型への分類 |
| 2 | 双曲型偏微分方程式 | 特性曲線法の概要；移流方程式の数値計算例（中心差分と風上差分）と安定性 |
| 3 | 放物型偏微分方程式 | 熱伝導方程式の数値計算例（陽解法と陰解法）と安定性；Lax の同等定理 |
| 4 | 楕円型偏微分方程式 | 定常熱伝導方程式（ラプラス方程式）の数値計算例と連立1次方程式の解法 |
| 5 | モデル方程式： 移流拡散方程式 | 移流拡散方程式の定義；保存則における積分形，微分形，その間の変換；保存則の例 |
| 6 | 差分法 | 微分係数の差分近似：テイラー展開による方法 |
| 7 | 差分法 | 微分係数の差分近似：補間による方法，コンパクトスキーム |
| 8 | 差分法 | 境界条件の設定；移流拡散方程式の差分化と数値計算例 |
| 9 | 差分法 | 離散化誤差の評価法；連立1次方程式の解法（直接法と反復法など） |
| 10 | 有限体積法 | 積分形における面積分と体積分，補間と微分，数値計算例 |
| 11 | 有限要素法 | 1次元定常問題（Galerkin 展開における基底関数，弱形式） |
| 12 | 有限要素法 | 多次元定常問題（基底関数，多次元の部分積分と弱形式） |
| 13 | 境界要素法 | ラプラス方程式と境界積分方程式 |
| 14 | 高速フーリエ変換 | 離散フーリエ変換と高速フーリエ変換（FFT） |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

本授業の準備・復習時間は，内容理解のため各講義につき4時間以上を標準とする。

【テキスト（教科書）】

各回講義ごとに，資料配付。

【参考書】

主要な参考書：

1-4 回目（双曲型，放物型，楕円型偏微分方程式の数値解法）：

Gordon D. Smith, "Numerical Solution of Partial Differential Equations," Third Edition, Oxford University Press, 1993.

5,11,12 回目（移流拡散方程式，および有限要素法）：

村田健郎，名取亮，唐木幸比古，“大型数値シミュレーション，”岩波書店，1990.

6-10 回目（差分法と有限体積法）：

J.H. Ferziger, M. Peric, R.L. Street, "Computational Methods for Fluid Dynamics," Fourth Edition, Springer, 2020.

13 回目（境界要素法）：

C.A. Brebbia, S. Walker, "Boundary Element Techniques in Engineering," Newnes-Butterworths, 1980.

14 回目（高速フーリエ変換）および数値計算法の基礎全般：

高倉葉子，数値計算の基礎—解法と誤差—，コロナ社，2007.

（数値計算法の基礎全般に関しては，良書はあまたあります）

【成績評価の方法と基準】

授業への参加・取組みを前提とし，レポート課題 100 % で評価する。

【学生の意見等からの気づき】

内容を精選する。

【Outline (in English)】

The equations that govern the field in a continuum medium (field of electromagnetic field, field of potential / electron / hole in semiconductor, field of velocity / temperature of fluid) are expressed in the form of PDEs (partial differential equations). This course deals with computational methods of the PDEs, focusing on stationary problems.

By the end of this course, students should be able to understand computational methods of steady problems for the PDEs.

Before/after each class meeting, students will be expected to spend four hours to understand the course contents.

Grading will be decided based on report assignments (100%) on the premise of in-class contribution.

COS500X4

計算工学特論 2

高倉 葉子

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

【概要】偏微分方程式の近似解を求める方法について非定常問題を中心に扱い、差分法、有限体積法、有限要素法を取り上げる。非定常移流拡散方程式の数値解法の例の後、双曲型偏微分方程式の現代数値解法（TVD 法、WENO 法など）を示す。

【目的と意義】理工学分野では近年、偏微分方程式の数値解を得て現象を理解することが必要不可欠となりつつあり、非定常問題の重要性は増している。数値計算法を理解することは、数値解を得るのみならず、結果の解釈にも有効である。

【到達目標】

偏微分方程式の非定常問題の数値解法を理解する。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

偏微分方程式の非定常問題について、各数値解法を講義する。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】なし/No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】なし/No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|----|----------------------------|---|
| 1 | 常微分方程式の数値解法 | 初期値問題の数値解法： Euler 法、精度と安定性 |
| 2 | 常微分方程式の数値解法 | Runge-Kutta 法、予測子・修正子法、連立方程式系への拡張 |
| 3 | モデル方程式：非定常移流拡散方程式、差分法（陽解法） | オイラー陽解法、蛙飛び法、安定性解析（フーリエ級数法と係数正值条件） |
| 4 | 差分法（陰解法） | オイラー陰解法、クランクニコルソン法、3 時刻レベル法、多次元化、陰解法と連立 1 次方程式、数値計算例 |
| 5 | 差分法：まとめ | 移流拡散方程式の数値解法：適合性、安定性、収束性、フーリエ級数法による安定性解析 |
| 6 | 非線形移流拡散方程式と差分法 | Navier-Stokes 方程式に対する MAC 法、フラクショナルステップ法、SIMPLE タイプの方法 |
| 7 | 有限要素法 | 非定常 1 次元問題 |
| 8 | 有限要素法 | 非定常多次元問題 |
| 9 | 双曲型方程式：モデル方程式と数値解の解釈 | 非定常移流方程式系（圧縮性流体力学）と基礎的な現象説明（現代数値解法は高速流体で発展したため用語説明を行うが、他分野にも適用可能） |
| 10 | 双曲型方程式の解析解 | スカラー保存則の解の構築（弱解とエントロピー条件）、線形保存則の解析解 |
| 11 | 双曲型方程式の現代数値解法 | 線形安定性と非線形安定性、保存型スキーム、Godunov(厳密リーマン解法)と近似リーマン解法 |
| 12 | 双曲型方程式の現代数値解法 | TVD 法、再構築と TV 安定性、slope limiter と flux limiter、TVD 法であるための十分条件 |
| 13 | 双曲型方程式の現代数値解法 | 半離散化法: TVD Runge-Kutta 法、MUSCL 法、ENO 法と WENO 法 |

14 一般座標変換（微分形）一般座標変換式における差分法と有限体積法（積分形）有限体積法の幾何学的解釈

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

本授業の準備・復習時間は、内容理解のため各講義につき 4 時間以上を標準とする。

【テキスト（教科書）】

各回講義ごとに、資料配付。

【参考書】

主要な参考書：

1,2 回目（常微分方程式の数値解法）および数値計算法の基礎全般：高倉葉子，数値計算の基礎—解法と誤差—，コロナ社，2007.

（数値計算法の基礎全般に関しては、良書はあまたあります）

3-6 回目（非定常および非線形移流拡散方程式の数値解法）：

J.H. Ferziger, M. Peric, R.L. Street, "Computational Methods for Fluid Dynamics," Fourth Edition, Springer, 2020.

5 回目（フーリエ級数法による安定性解析）：

C. Hirsch, "Numerical Computation of Internal and External Flows," Volume 1, John Wiley & Sons Ltd., 1988.

7,8 回目（有限要素法）：

村田健郎，名取亮，唐木幸比古，“大型数値シミュレーション”，岩波書店，1990.

9 回目（基礎的な圧縮性流体現象）：

H.W. Liepmann and A. Roshko, "Elements of Gas-dynamics," by Authors, 1957; Dover, 2001.

10-13 回目（双曲型偏微分方程式（保存則）の現代数値解法）：

R.J. LeVeque, "Numerical Methods for Conservation Laws," Lectures in Mathematics, ETH Zürich, Birkhäuser, 1992.

14 回目（一般座標変換式による差分法）：

C.A.J. Fletcher, "Computational Techniques for Fluid Dynamics," Second Edition, Vol.1, Springer, 1991.

【成績評価の方法と基準】

授業への参加・取組みを前提とし、レポート課題 100 % で評価する。

【学生の意見等からの気づき】

内容を精選する。

【Outline (in English)】

This course deals with computational methods for solving unsteady problems of PDEs (partial differential equations), showing the finite difference method, finite volume method, and finite element method. After explaining the computational methods of unsteady convection-diffusion equations, the hyperbolic partial difference equations and their modern numerical methods (TVD schemes, WENO schemes, etc.) are taken up.

By the end of this course, students should be able to understand computational methods of unsteady problems of the PDEs.

Before/after each class meeting, students will be expected to spend four hours to understand the course contents.

Grading will be decided based on report assignments (100%) on the premise of in-class contribution.

PRI500X4

応用論理・数理言語学特論2

金沢 誠

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

Fitch スタイルの自然演繹の体系を使って、数理論理学の基本的事項を学ぶ。

【到達目標】

- ・命題を 1 階述語言語の論理式の形に記号化できる
- ・簡単な証明を自然演繹の推論図として形式化できる
- ・健全性定理と完全性定理の証明を理解する

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

板書を中心とした講義による。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

なし / No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|----|-----------------|---|
| 1 | 論理式 | 論理式で用いる記号とその意味 |
| 2 | 命題の記号化 | いろいろな命題の論理式による表現の仕方 |
| 3 | 形式的推論 (1) | 論理記号の導入規則と除去規則、等号に関する推論規則 |
| 4 | 形式的推論 (2) | 形式的証明の例 |
| 5 | 1 階述語言語 | 等号を持つ 1 階の述語言語の定義 |
| 6 | 自然演繹 | Fitch スタイルの自然演繹における推論図の厳密な定義 |
| 7 | 論理的同値性 | 互いに導出可能な論理式の性質 |
| 8 | 健全性定理と完全性定理 | 健全性定理の証明、完全性定理の証明のための補題 |
| 9 | 完全性定理 | Henkin 流の完全性定理の証明 |
| 10 | 演繹式計算 | 演繹式を用いた自然演繹の体系 NK、NK と Fitch スタイルの自然演繹の体系との対応 |
| 11 | Gentzen の体系 (1) | Gentzen の演繹式計算 LK |
| 12 | Gentzen の体系 (2) | LK と NK との対応 |
| 13 | Gentzen の基本定理 | LK に関する Gentzen の基本定理の証明 |
| 14 | 決定手続き | 命題計算における証明可能性を判定する Wang のアルゴリズム |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】授業中に示された演習問題を解く。講義ノートを読んで復習する。

【テキスト（教科書）】

なし。適宜講義ノートを配布する。

【参考書】

角田 譲『数理論理学入門』朝倉書店、1996 年。

【成績評価の方法と基準】

宿題 (40%) と期末レポート課題 (60%) による。

【学生の意見等からの気づき】

特になし。

【Outline (in English)】

(Course outline)

Learn the basics of mathematical logic, using Fitch's system of natural deduction.

(Learning objectives)

- Learn how to express various propositions in the language of first-order logic
 - To formalize simple proofs as derivations in natural deduction
 - To understand the proofs of the soundness and completeness theorems
- (Learning activities outside classrooms)
- Biweekly homework assignments
- (Grading criteria)
- Homework assignments (40%) and final take-home exam (60%)

COS500X4

最適制御特論

木山 健

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

古典制御ではラプラス変換を使って周波数領域でシステムを扱ってきたが、ここでは時間領域でシステムを表現する（ポスト）現代制御理論について学ぶ。状態方程式や状態遷移行列を基本として学習する。（ポスト）現代制御理論は多入出力系についても見通しよく統一的に扱うことができることを示す。

【到達目標】

最適制御や最適化手法の本質を理解させる。これにより新たな制御法や最適化手法の理論を構築できるようにする。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

講義形式で行う。必要に応じて演習を行う。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

なし/No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし/No

【授業計画】 授業形態：オンライン/online

| 回 | テーマ | 内容 |
|--------|----------------------|--------------------------------|
| 第 1 回 | ポスト現代制御の概説 | ポスト現代制御の概要と古典制御との関係を学習する。 |
| 第 2 回 | 状態方程式 | 状態方程式と伝達関数の関係を学習する。 |
| 第 3 回 | 状態方程式の解 | 状態方程式の解の導出方法を学習する。 |
| 第 4 回 | 可制御性 | 可制御行列の意味と導出方法を学習する。 |
| 第 5 回 | 極配置 | 極配置方法と可制御行列との関係を学習する。 |
| 第 6 回 | 可観測性 | 可観測行列の意味と導出方法を学習する。 |
| 第 7 回 | オブザーバ | オブザーバの構造の導出方法を学習する。 |
| 第 8 回 | 安定性 | リアプノフの安定条件と線形行列不等式（LMI）を学習する。 |
| 第 9 回 | マルチエージェントシステム | マルチエージェントシステムの合意制御を中心に学習する。 |
| 第 10 回 | 最適制御の解析条件 | LMI による解析条件の導出方法を学習する。 |
| 第 11 回 | 最適制御の設計条件 | LMI による設計条件とリカッチ方程式の導出方法を学習する。 |
| 第 12 回 | モデル予測制御 | モデル予測制御の基礎を学習する。 |
| 第 13 回 | H_{∞} 制御の解析条件 | LMI による解析条件の導出方法を学習する。 |
| 第 14 回 | H_{∞} 制御の設計条件 | LMI による設計条件の導出方法を学習する。 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

学部で学んだ制御工学、線形代数、微分方程式を復習しておいて下さい。本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。

【テキスト（教科書）】

吉川恒夫、井村順一『現代制御論』コロナ社 1994 年

【参考書】

岩崎徹也『LMI と制御』昭晃堂 1997 年

白石昌武『入門現代制御理論』日刊工業新聞社 1995 年

小郷寛、美多勉『システム制御理論入門』実教出版 1979 年

井村順一、東俊一、増淵泉『ハイブリッドシステムの制御』コロナ社 2014 年

【成績評価の方法と基準】

演習（40%）、レポート（60%）などを総合的に考慮して評価する。

【学生の意見等からの気づき】

丁寧に基礎から話す必要がある。

【Outline (in English)】

Outline and objectives: Classical control has dealt with systems in a frequency domain using Laplace transformation, but here this class learns about (post) modern control theory which expresses a system in a time domain. Learning is based on state equations and state transition matrices. The (post) modern control theory shows that multiple input / output systems can also be handled uniformly with good prospects.

Goal: The goals of this course are to help students understand the essence of the linear quadratic control and optimization methods, and to enable them to develop new control theories and optimization ones.

Learning activities outside of classroom: Students will be expected to review control engineering, linear algebra, and differential equations from their undergraduate studies, and to spend at least four hours to understand the course content before/after each class meeting.

Grading criteria: Your overall grade in the class will be decided based on comprehensive consideration of exercises 40%, reports 60% and etc.

MAT500X4

システム・モデリング特論

木山 健

単位数：2 単位 | 開講時期：春学期授業/Spring

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

微分方程式、伝達関数、状態方程式による様々なモデリングの方法を、また入出力データを用いて状態方程式の同定によるモデリングの方法を学習する。

【到達目標】

動的システムの様々なモデリングの方法を理解させる。これにより新たなモデリング手法の理論を構築できるようにする。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

講義形式で行う。必要に応じて演習を行う。課題として実際のモデリングに取り組んでもらう。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】
なし/No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】
なし/No

【授業計画】 授業形態：オンライン/online

| 回 | テーマ | 内容 |
|--------|---------------|---------------------------------|
| 第 1 回 | ラプラス変換 | 微分方程式によるモデリング方法とラプラス変換を学習する。 |
| 第 2 回 | コーシーの積分公式 | コーシーの積分公式とラプラス変換の関係を学習する。 |
| 第 3 回 | 逆ラプラス変換 | 周回積分と逆ラプラス変換の関係を学習する。 |
| 第 4 回 | 伝達関数 | 微分方程式とラプラス変換と伝達関数の関係を学習する。 |
| 第 5 回 | 既約分解表現 | 伝達関数の既約分解表現によるモデリング方法を学習する。 |
| 第 6 回 | ユーラパラメトリゼーション | 安定化コントローラのパラメトリゼーションを学習する。 |
| 第 7 回 | 状態方程式の基礎 | 状態方程式によるモデリング方法を学習する。 |
| 第 8 回 | 状態方程式と伝達関数 | 状態方程式と伝達関数の関係を学習する。 |
| 第 9 回 | システム次数と状態方程式 | 次数の増減に対する状態方程式への影響を学習する。 |
| 第 10 回 | 状態方程式の連続性 | 次数の増減に連続的な状態方程式表現を学習する。 |
| 第 11 回 | 部分空間同定法 | 入出力データから状態方程式表現によるモデリング方法を学習する。 |
| 第 12 回 | ロバスト制御の基礎 | ロバスト制御の基礎を学習する。 |
| 第 13 回 | 加法的摂動と乗法的摂動 | 加法的摂動や乗法的摂動に対するロバスト制御の定式化を学習する。 |
| 第 14 回 | 混合感度問題 | 混合感度問題の定式化を中心に学習する。 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】
学部で学んだ制御工学、線形代数、微分方程式を復習しておいて下さい。

【テキスト（教科書）】

特に指定しない。（参考となる書籍等は、講義中にも紹介する。）

【参考書】

足立修一『MATLAB による制御工学』東京電機大学出版局 1999 年
杉江俊治、藤田政之『フィードバック制御入門』コロナ社 1999 年
吉川恒夫、井村順一『現代制御論』コロナ社 1994 年

足立修一『MATLAB による制御のための上級システム同定』東京電機大学出版局 2004 年

【成績評価の方法と基準】

演習（40%）、レポート（60%）などを総合的に考慮して評価する。

【学生の意見等からの気づき】

丁寧に基礎から話す必要がある。

【Outline (in English)】

Outline and objectives: This class learns a state equation, a transfer function and various methods of a modeling by the state equation and a modeling by identification of the state equation using input and output data.

Goal: The goals of this course are to help students understand various modeling methods of dynamic systems, and to enable them to develop new modeling ones.

Learning activities outside of classroom: Students will be expected to review control engineering, linear algebra, and differential equations from their undergraduate studies, and to spend at least four hours to understand the course content before/after each class meeting.

Grading criteria: Your overall grade in the class will be decided based on comprehensive consideration of exercises 40%, reports 60% and etc.

HUI500X4

知能化センシングシステム特論

小林 一行

単位数：2 単位 | 開講時期：春学期授業/Spring

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

知能化のためのセンシング法として特に、具体例として移動型自律ロボットを例にそのセンシング法およびデータ処理法を学ぶ。

【到達目標】

センサに対し、適切なセンシング法、適切なデータ処理法、そして結果の適切な解釈ができる能力を身に付ける。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

複数のセンサからの情報からどのように適切に判断するための処理をするかをテーマに、最新のトピックを交え講義を行う。移動体上に搭載するセンサを想定し、不完全な情報から適切な判断をどのように処理するかを解説する。課題結果のフィードバックは、授業中に随時おこなう。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

あり/Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし/No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|----|-------------------------|-------------------------|
| 1 | 知能化センシングシステム概論 | 知能化のためのセンシング |
| 2 | 2次元空間上での移動ロボットとセンシング | 並進、回転を伴う座標変換の基礎 |
| 3 | 移動ロボットとセンシング | 回転行列と同次変換行列 |
| 4 | Simulinkによる実装 | Simulinkの使い方と移動ロボットの实装 |
| 5 | 仮想障害物検出センサの実装例 | 様々な障害物回避アルゴリズム |
| 6 | ロボットアームとセンシング | 3次元空間上での運動とセンシング |
| 7 | 静運動学順運動学、逆運動学 | 運動学、逆運動学の基礎 |
| 8 | ラグランジュ方程式 | ラグランジュ方程式の立て方 |
| 9 | ニュートンオイラー法 | ニュートンオイラー法によるシミュレーション |
| 10 | 知能化のためのセンサフュージョン | センサフュージョン概論 |
| 11 | Kalmanフィルタによるセンサフュージョン例 | 複数のセンサをカルマンフィルタにより融合する。 |
| 12 | SLAM問題について | SLAM問題の定義と、いくつかの解法 |
| 13 | 最近の動向 | パスプランニング問題の定義と、いくつかの解法 |
| 14 | まとめ | 講義の総括を行う。 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】前回の授業での演習問題を復習ししっかり出来るようにしておくこと

【テキスト（教科書）】

「ロボットモデリング」（オーム社：小林一行 著）

【参考書】

「最新 MATLAB ハンドブック 第七版」（秀和システム：小林一行 著）

【成績評価の方法と基準】

レポート（60%）、出席態度、講義中の質疑応答等（40%）で評価する。

【学生の意見等からの気づき】

MATLAB 言語に慣れておくこと。

【学生が準備すべき機器他】

貸与パソコン

【Outline (in English)】

【Course outline】

In this lecture, the student will learn the various sensing method and data processing methods of a mobile autonomous robot as specific examples.

【Learning Objectives】

The purpose of this lecture is to acquire the ability to use appropriate sensing methods, appropriate data processing methods, and appropriate interpretation of results for sensors.

【Learning activities outside of classroom】

Students will be expected to have completed the required assignments after each class meeting. Your study time will be more than four hours for a class.

【Grading Criteria /Policy】

Your overall grade in the class will be decided based on the following

Term-end presentation: 60%, comprehensive short reports and contribution to the lecture: 40%.

HUI500X4

センサ信号処理特論

小林 一行

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

1 次元信号処理の基礎、2 次元信号処理の基礎と最近の応用例を交え学習する。

【到達目標】

ハード、ソフトの両面から 1 次元信号処理の基礎を習得する。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

本講義では、音声など、時系列信号などにおいて、それぞれセンサの特性に適した信号処理法について扱う。プログラミング言語としては、MATLAB を用い、プログラミング例を交えながら講義する。課題結果のフィードバックは、授業中に随時おこなう。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】
あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】
なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|----|-------------------------------|---|
| 1 | センサ信号処理概論 | センサ開発事例の紹介、センサ開発事例、センサフュージョン |
| 2 | センサ信号処理のためのハードウェア基礎 | センサとコンピュータに取り込むための基礎 |
| 3 | ハードウェア設計 | オペアンプによるフィルタ、増幅回路設計 |
| 4 | データビジュアライゼーションと GUI プログラミング 1 | MATLAB によるデータの可視化のための基礎 その 1 |
| 5 | データビジュアライゼーションと GUI プログラミング 2 | MATLAB によるデータの可視化のための基礎 その 2 |
| 6 | センサ信号処理基礎 | フーリエ変換、FFT、コンボリューション・デコンボリューション、むだ時間計測法 |
| 7 | 時系列データ処理、最小 2 乗法 | MATLAB による最小二乗法の記述 |
| 8 | 線形予測モデルと逐次最小 2 乗法 | リアルタイム処理のための最小二乗法の式の展開 |
| 9 | カルマンフィルタとマイコンによる実装 | リアルタイム処理のためのカルマンフィルタの基礎 |
| 10 | センサデザインと信号処理 | GIC フィルタデザイン |
| 11 | フィルタデザインとプログラミング 1 | マイコンによる具体的な実装 その 1 |
| 12 | フィルタデザインとプログラミング 2 | マイコンによる具体的な実装 その 2 |
| 13 | 最近の研究動向 | 最近の信号処理の動向 |
| 14 | まとめ | 講義の総括を行う |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】前回の授業での演習問題を復習ししっかりできるようにしておくこと

【テキスト（教科書）】

特になし。

【参考書】

「最新 MATLAB ハンドブック 第七版」（秀和システム：小林一行 著）

【成績評価の方法と基準】

レポート（60%）、出席態度、講義中の質疑応答等（40%）を総合して評価する。

【学生の意見等からの気づき】

知識の定着のため、演習・課題を充実させる。

【学生が準備すべき機器他】

貸与パソコン

【Outline (in English)】

【Course outline】

The student will learn the basics of one-dimensional signal processing, the basics of two-dimensional signal processing, and recent applications.

【Learning Objectives】

Learn the basics of 1D signal processing in terms of both hardware and software.

【Learning activities outside of classroom】

Students will be expected to have completed the required assignments after each class meeting. Your study time will be more than four hours for a class.

【Grading Criteria /Policy】

Your overall grade in the class will be decided based on the following

Term-end presentation: 60%, comprehensive short reports and contribution to the lecture: 40%.

ASR500X4

天体宇宙物理学特論

小宮山 裕

単位数：単位 | 開講時期：春学期授業/Spring

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

宇宙・天体の諸現象は物理学の原理・法則を使って理解することが可能である。本授業ではいくつかの現象を取り上げ、どのような物理が背景にあるのかを学び、実際の計算を通して現象を理解することを目的とする。

【到達目標】

宇宙・天体の諸現象の理解に必要となる、力学・電磁気学・熱統計力学・量子力学などの基礎を習得する。また、それを応用することで実際の宇宙・天体現象が再現されることを確認する。単位変換や桁数の多い天文学に関する計算に慣れ、自らの力で天文観測から得られる情報を解釈する力を身に着ける。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

毎回テーマを設け、そのテーマについて資料を基に学習し授業内で発表し、その発表に対する議論と解説によって理解を深めるという形式で授業を進める。授業は日本語で行うが、和文・英文資料を使用する。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

あり/Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし/No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|--------|-----------|----------------------|
| 第 1 回 | ガイダンス | 授業の進め方について |
| 第 2 回 | 恒星の物理 | 恒星物理の基礎方程式、エネルギー、主系列 |
| 第 3 回 | 恒星の物理 | 恒星の進化 |
| 第 4 回 | 恒星の物理 | 恒星の最期 |
| 第 5 回 | 星団の物理 | 星団と HR 図、等時曲線、初期質量関数 |
| 第 6 回 | 星団の物理 | 星団の進化 |
| 第 7 回 | 星団の物理 | 星団の応用 |
| 第 8 回 | 星間物質の物理 | 星間物質の諸形態 |
| 第 9 回 | 星間物質の物理 | 星形成領域 |
| 第 10 回 | 星間物質の物理 | 超新星残骸 |
| 第 11 回 | 銀河の物理・宇宙論 | 銀河・銀河団の基礎 |
| 第 12 回 | 銀河の物理・宇宙論 | 銀河の分布と宇宙の進化 |
| 第 13 回 | 銀河の物理・宇宙論 | ダークマター・ダークエネルギー |
| 第 14 回 | まとめ | まとめ |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】

各テーマについて資料に基づき各自で事前学習する

【テキスト（教科書）】

特になし

【参考書】

授業内で紹介する

【成績評価の方法と基準】

授業内での発表・議論によって理解度を測り評価する

【学生の意見等からの気づき】

特になし

【学生が準備すべき機器他】

特になし

【Outline (in English)】

This course deals with astronomical and cosmological phenomena and interprets them with basic physics. The goals of this course are to learn basics of dynamics, electromagnetism, thermo-dynamics, statistical mechanics, quantum mechanics, etc. which are required to understand astronomical and cosmological phenomena, and to confirm that such phenomena can be reproduced by utilizing the basic physics. Students will be expected to learn each topic from references and review the topic before each class meeting. Grading will be decided based on in-class report and discussion.

ASR500X4

天体宇宙観測特論

小宮山 裕

単位数：単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

天体・宇宙の観測で使用されている望遠鏡や観測装置について学ぶ。そして、どのような観測を行って、どのような宇宙・天体の情報を得ることができるのかを学ぶ。

【到達目標】

望遠鏡や観測装置について、その動作原理や測定原理を理解する。撮像観測・分光観測など基本的な観測法から得られる情報などについて理解する。天文観測の方法や観測の基礎となる信号雑音比といった概念を理解する。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

毎回テーマを設け、そのテーマについて資料を基に学習し授業内で発表し、その発表に対する議論と解説によって理解を深めるという形式で授業を進める。授業は日本語で行うが、和文・英文資料を使用する。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

あり/Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし/No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|------|---------|------------------|
| 第1回 | ガイダンス | 授業の概要、授業の進め方について |
| 第2回 | 観測の基礎 | 基礎観測量、信号、ノイズ |
| 第3回 | 大気の影響 1 | 透過率、背景光、大気が及ぼす歪み |
| 第4回 | 大気の影響 2 | シーイング、大気の影響の克服 |
| 第5回 | 望遠鏡 | 歴史、型式、光学系、収差 |
| 第6回 | 撮像観測 | 回折限界と像の劣化 |
| 第7回 | 撮像観測 | CCDの基礎、CCD画像 |
| 第8回 | 撮像観測 | 測光、フィルター |
| 第9回 | 撮像観測 | 位置計測、形状計測 |
| 第10回 | 分光観測 | 分散素子、光学系 |
| 第11回 | 分光観測 | 分解能 |
| 第12回 | 分光観測 | 分光観測から得られる物理量 |
| 第13回 | その他の観測 | 偏光観測、干渉観測 |
| 第14回 | まとめ | まとめ |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】
各テーマについて資料に基づき各自で事前学習する

【テキスト（教科書）】

特になし

【参考書】

授業内で紹介する

【成績評価の方法と基準】

授業内での発表・議論によって理解度を測り評価する

【学生の意見等からの気づき】

特になし

【学生が準備すべき機器他】

特になし

【その他の重要事項】

特になし

【Outline (in English)】

This course deals with telescopes and astronomical instruments and introduces what kind of information about the astronomical objects and universe can be obtained from astronomical observations. The goals of this course are to understand how telescope and astronomical instruments work, what information can be derived from basic observations such as imaging and spectroscopy, and important concepts related to the astronomical observations. Students will be expected to learn each topic from references and review the topic before each class meeting. Grading will be decided based on in-class report and discussion.

PHY500X4

時空間物理学特論 1

佐藤 修一

単位数：2 単位 | 開講時期：春学期授業/Spring

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

空間と時間を統一的に扱うことによって、重力場の効果を古典力学の枠組みのなかに取り入れたのが相対性理論である。はじめに相対性理論の枠組みを概観し、実験によってどこまで確かめられているのかを紹介する。つぎに相対性理論が予言する重力波について解説し、宇宙を観測・理解する上で電磁波および広い意味での宇宙線に次ぐ第3の観測手段としての重力波について学ぶ。

【到達目標】

相対性理論の基礎・枠組みの理解を通して重力波について学ぶ

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

相対性理論の標準的な枠組みにそって概要を説明する。併せて問題演習を取り入れ、基礎的な数学的取り扱いを習得する。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|--------|--------------|--|
| 第 1 回 | 特殊相対論の基礎 | ガリレイ変換、マイケルソンモーリーの実験、特殊相対論の公理、ミンコフスキー時空 |
| 第 2 回 | ローレンツ変換 1 | 慣性座標系間の座標変換、ローレンツ変換の性質 |
| 第 3 回 | ローレンツ変換 2 | ローレンツ群、トーマス歳差、ベクトルとテンソル |
| 第 4 回 | 特殊相対論と電磁気学 1 | 電荷と電流、マクスウェルの方程式、電磁場のポテンシャル、電磁場のエネルギー・テンソル |
| 第 5 回 | 特殊相対論と電磁気学 2 | 電磁場のラグランジュ関数、質点の運動方程式、荷電粒子に働く力 |
| 第 6 回 | 特殊相対論と電磁気学 3 | 質点のラグランジュ関数、回転する座標系、質点系のエネルギーテンソル |
| 第 7 回 | リーマン幾何学 1 | リーマン空間、テンソルの座標変換、基本テンソル |
| 第 8 回 | リーマン幾何学 2 | ベクトルの平衡移動と共変微分、測地線、空間の曲率 |
| 第 9 回 | 一般相対論の基礎 1 | 一般相対性の原理、電磁場の方程式、質点の運動方程式 |
| 第 10 回 | 一般相対論の基礎 2 | 等価原理、負の質量、弱い重力場 |
| 第 11 回 | 重力場 1 | アインシュタイン方程式、重力場の作用積分、シュワルツシルド時空 |
| 第 12 回 | 重力場 2 | カー時空、時空の特異点、アインシュタイン方程式の線形近似 |
| 第 13 回 | 高密度星 1 | 星の古典論、星の相対論 |
| 第 14 回 | 高密度星 2 | 高密度星、星の重力崩壊 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】

特に指定しない。

【テキスト（教科書）】

特に指定しない。

【参考書】

特に指定しない。

【成績評価の方法と基準】

平常点とレポート等（50%）および期末試験（50%）から総合的に評価する。

【学生の意見等からの気づき】

授業改善アンケートおよび日常的な意見や要望・実際の授業の状況などを踏まえ、授業の進捗・内容に適宜フィードバックする。

【Outline (in English)】

The idea of Spacetime, which is a dependent combination of 3-dimensional space and time, will be introduced based on Riemann algebra. After overview of theoretical framework, related experiments, to verify the theory of general relativity, will be introduced together with gravitational wave, which is a bland new way to look into universe.

ASR500X4

銀河考古学特論

田中 幹人

単位数：2 単位 | 開講時期：春学期授業/Spring

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

天文学の専門書（洋書）の輪読を通して、恒星・銀河の理解を深める。使用するテキストは、「Galaxies in the universe」で内容は以下の通り（一部省略）。

1. Introduction
2. Mapping our Milky Way
3. The orbits of the stars
4. Our backyard: the Local Group
5. Spiral and SO galaxies
6. Elliptical galaxies
7. Galaxy groups and clusters
8. Large-scale distribution of galaxies
9. Active galactic nuclei and the early history of galaxies

【到達目標】

- ・天文英語に慣れる。
- ・セミナー形式に慣れる。
- ・恒星・銀河の知識を深める。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

テキストの各章節を受講者で分担して発表し合う輪読形式で進める。必要に応じて、オンライン授業も併用する。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

あり/Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし/No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|----|--------------------------------------|-------------------------|
| 1 | ガイダンス | 授業の進め方、評価方法の説明。輪読の分担決め。 |
| 2 | Introduction | イントロダクション |
| 3 | Mapping our Milky Way | 銀河系の構造 |
| 4 | Mapping our Milky Way | 銀河系の構造 |
| 5 | Our backyard: the Local Group | 局所銀河群 |
| 6 | Our backyard: the Local Group | 局所銀河群 |
| 7 | Spiral and SO galaxies | 渦巻銀河とレンズ状銀河 |
| 8 | Spiral and SO galaxies | 渦巻銀河とレンズ状銀河 |
| 9 | Elliptical galaxies | 楕円銀河 |
| 10 | Elliptical galaxies | 楕円銀河 |
| 11 | Galaxy groups and clusters | 銀河群と銀河団 |
| 12 | Galaxy groups and clusters | 銀河群と銀河団 |
| 13 | Large-scale distribution of galaxies | 銀河の大規模構造 |
| 14 | Large-scale distribution of galaxies | 銀河の大規模構造 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とする。
自分の担当箇所を発表するためのレジュメ作りを事前に行う必要がある。

【テキスト（教科書）】

・Linda S. Sparke(著)、「Galaxies in the Universe: An Introduction」、Cambridge University Press、2011 年

【参考書】

・千葉証司著、「銀河考古学（新天文学ライブラリー第 2 巻）」、日本評論社、2015 年

【成績評価の方法と基準】

自分の担当箇所を発表および理解（50%）
他人の発表への質問・および議論への参加（50%）

【学生の意見等からの気づき】

特になし。

【その他の重要事項】

国立大学で天文学の基礎研究に携わってきた教員が、当該分野の基礎概念について講義する。

【Outline (in English)】

This course introduces the basis of optical/infrared astronomy, especially stars and galaxies in the universe. The goal of this course is to understand stars and galaxies through reading the textbook, "Galaxies in the universe", in turns. Before each class meeting, students will be expected to spend four hours to understand the textbook. Final grade will be calculated according to presentation (50%) and discussion (50%).

1. Introduction
2. Mapping our Milky Way
3. The orbits of the stars
4. Our backyard: the Local Group
5. Spiral and SO galaxies
6. Elliptical galaxies
7. Galaxy groups and clusters
8. Large-scale distribution of galaxies
9. Active galactic nuclei and the early history of galaxies

ASR500X4

天文文化特論

田中 幹人

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

天文学は、宇宙の謎を解明する最先端の科学研究のみならず、教育、社会、文化、メディアにおけるコミュニケーションツールとしてしばしば利用される。本講義では、天文学におけるコミュニケーションについて研究を行った結果がまとめられた専門誌「CAPjournal (<https://www.capjournal.org/>)」に投稿された天文文化に関する英論文を輪読し、グローバルな天文文化の現状および事例を理解する。

【到達目標】

- ・ 科学英語に慣れる。
- ・ セミナー形式に慣れる。
- ・ 天文文化の知識を深める。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

CAPjournal に投稿された各論文を受講者で分担して発表し合う輪読形式で進める。必要に応じて、オンライン授業も併用する。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|----|-------|-------------------------|
| 1 | ガイダンス | 授業の進め方、評価方法の説明。輪読の分担決め。 |
| 2 | 論文の輪読 | 論文 1,2 の輪読 |
| 3 | 論文の輪読 | 論文 3,4 の輪読 |
| 4 | 論文の輪読 | 論文 5,6 の輪読 |
| 5 | 論文の輪読 | 論文 7,8 の輪読 |
| 6 | 論文の輪読 | 論文 9,10 の輪読 |
| 7 | 論文の輪読 | 論文 11,12 の輪読 |
| 8 | 論文の輪読 | 論文 13,14 の輪読 |
| 9 | 論文の輪読 | 論文 15,16 の輪読 |
| 10 | 論文の輪読 | 論文 17,18 の輪読 |
| 11 | 論文の輪読 | 論文 19,20 の輪読 |
| 12 | 論文の輪読 | 論文 21,22 の輪読 |
| 13 | 論文の輪読 | 論文 23,24 の輪読 |
| 14 | 論文の輪読 | 論文 25,26 の輪読 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とする。
自分の担当論文を解説するためのレジュメ作りを事前に行う必要がある。

【テキスト（教科書）】

・ CAPjournal (<https://www.capjournal.org/>)

【参考書】

特になし。

【成績評価の方法と基準】

自分の担当論文の発表および理解（50%）
他人の発表への質問・および議論への参加（50%）

【学生の意見等からの気づき】

特になし。

【その他の重要事項】

国立大学で天文学の基礎研究に携わってきた教員が、当該分野の基礎概念について講義する。

【Outline (in English)】

This course introduces the basis of astronomical communication techniques. The goal of this course is to understand the practical techniques through reading academic papers published in the CAPjournal (<https://www.capjournal.org/>) in turns. Before each class meeting, students will be expected to spend four hours to understand the textbook. Final grade will be calculated according to presentation (50%) and discussion (50%).

APH500X4

量子エレクトロニクス特論

松尾 由賀利

単位数：2 単位 | 開講時期：春学期授業/Spring

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

原子、分子、イオンなどの物質と電磁波とのコヒーレントな相互作用を研究し、通信・制御あるいは計測に利用する学問・技術分野である量子エレクトロニクスについて学ぶ。レーザーの基礎的過程（吸収、自発的放出、誘導放出）を学び、レーザー分光を用いる種々の精密測定法とその関連分野について学習する。

【到達目標】

レーザーの基礎を学んだ後、これらコヒーレントな電磁波と原子、分子、イオンなどの物質との相互作用を記述することを学習する。レーザー分光におけるスペクトル線の形が持つ物理的意味について学習し、これを制御することで到達する超精密測定など最近の研究や技術の発展について学ぶ。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

授業はパワーポイントを使用した講義形式で行う。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|----|---------------|-------------------------------|
| 1 | 量子エレクトロニクスとは | 量子エレクトロニクスとレーザーの歴史を概観する |
| 2 | 光の放出と吸収 1 | 電磁波の物理を復習する |
| 3 | 光の放出と吸収 2 | 光の自然放出、誘導放出について学ぶ |
| 4 | レーザー 1 | レーザーの基礎、原理を学ぶ |
| 5 | レーザー 2 | 気体、固体、半導体レーザーなど、種々のレーザーの特性を学ぶ |
| 6 | コヒーレントな相互作用 1 | 二準位原子と光のコヒーレントな相互作用を学ぶ |
| 7 | コヒーレントな相互作用 2 | スペクトル線の幅とその意味について学ぶ |
| 8 | コヒーレントな相互作用 3 | 原子と光の相互作用を密度行列で記述することを学ぶ |
| 9 | コヒーレントな相互作用 4 | 光学的ブロッホ方程式による記述を学ぶ |
| 10 | いろいろな分光法 1 | 非線形分光法について学ぶ |
| 11 | いろいろな分光法 2 | 時間分解分光法を学ぶ |
| 12 | レーザー応用 1 | 非線形光学について学ぶ |
| 13 | レーザー応用 2 | レーザーアブレーションとその応用を学ぶ |
| 14 | 最近の話題から | 原子時計、超精密分光について解説する |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】量子力学の基本的なところを理解しておくことが望ましい

【テキスト（教科書）】

特になし

【参考書】

霜田光一「レーザー物理入門」（岩波書店）

【成績評価の方法と基準】

期間中に課す複数回のレポート 90%、平常点 10%。

【学生の意見等からの気づき】

特になし

【Outline (in English)】

(Course outline)

Quantum electronics is the field developed after the invention of laser in 1960. Coherence can be regarded as the most important property of laser light. The lectures will cover basics of laser, applications to nonlinear optics and precision spectroscopy.

(Learning Objectives)

The goal of this course is to learn the basics of laser and nonlinear effects caused by laser.

(Learning activities outside of classroom)

Before/after each class meeting, students will be expected to spend four hours to understand the course content.

(Grading Criteria /Policy)

Your overall grade in the class will be decided based on the following

Mid-term and term-end reports: 90%, in class contribution: 10%

APH500X4

原子分子物理特論

松尾 由賀利

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

学部で学んだ量子力学の発展として、物質の基礎である原子、分子の量子力学による取扱いを学習する。原子、分子の性質を調べるための有効な手段である分光学の基礎から応用までを学ぶ。原子核や物質科学など他分野への応用、最近の研究についても学習することで、物質の根源およびそのアプローチについて学ぶ。

【到達目標】

量子力学を実際の原子、分子の系に適用して得られるエネルギー準位やスペクトルについて学ぶ。このための手段としての分光学、特にレーザー分光学について基礎から応用まで学習する。最近の著しい発展であるレーザー冷却や原子核物理への応用についても学ぶ。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

授業はパワーポイントを使用した講義形式で行う。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|----|--------------|-------------------------------|
| 1 | 量子力学と原子模型 | 量子力学と原子模型について復習する |
| 2 | 原子のエネルギー準位 1 | 水素様原子を量子力学で記述する |
| 3 | 原子のエネルギー準位 2 | 原子の微細構造準位を学ぶ |
| 4 | 原子のエネルギー準位 3 | 原子のエネルギー準位間の遷移強度について学習する |
| 5 | 原子のエネルギー準位 4 | 原子の超微細構造準位を学ぶ |
| 6 | 原子のエネルギー準位 5 | 原子遷移の選択則とスペクトルの強度を学ぶ |
| 7 | 原子のエネルギー準位 6 | 磁場中の原子のエネルギー準位を学ぶ |
| 8 | 分子のエネルギー準位 1 | 2 原子分子のエネルギー準位とスペクトルを学ぶ |
| 9 | 分子のエネルギー準位 2 | 多原子分子のエネルギー準位とスペクトルを学ぶ |
| 10 | レーザー分光 1 | レーザー分光におけるスペクトル線の幅とその意味を学習する |
| 11 | レーザー分光 2 | 高分解能レーザー分光について学ぶ |
| 12 | レーザー分光応用 1 | レーザーを利用した原子準位の操作法である光ポンピングを学ぶ |
| 13 | レーザー分光応用 2 | レーザーを利用した原子の操作法であるレーザー冷却を学ぶ |
| 14 | 最近の話題から | レーザー冷却とボーズ・アインシュタイン凝縮について解説する |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】量子力学の基本的なところを理解しておくことが望ましい

【テキスト（教科書）】

特になし

【参考書】

平野功「原子スペクトル入門」（技報堂出版）、ヘルツベルグ「分子スペクトル入門」（培風館）

【成績評価の方法と基準】

期間内に課す複数回のレポート 90%、平常点 10%。

【学生の意見等からの気づき】

特になし

【Outline (in English)】

(Course outline)

Atomic and molecular physics on the basis of quantum mechanics. The lectures will cover fundamental and application of spectroscopy, which is effective to study the properties of atoms and molecules. Applications to the other field such as nuclear physics, materials science, and topics of recent research are also discussed.

(Learning Objectives)

The goal of this course is to learn energy levels of atoms and molecules based on quantum mechanics and laser spectroscopic methods for precision measurement of atoms and molecules.

(Learning activities outside of classroom)

Before/after each class meeting, students will be expected to spend four hours to understand the course content.

(Grading Criteria /Policy)

Your overall grade in the class will be decided based on the following

Mid-term and term-end reports: 90%, in class contribution: 10%

COS500X4

最適化モデリング特論 1

鮎川 矩義

単位数：単位 | 開講時期：春学期授業/Spring

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

最適化モデリングにおいて基本的な役割を果たす数理計画の考え方や手法を学ぶ。理工学のさまざまな場面で適切に最適化モデルを構築して問題解決を行なうための基礎力を養うことが目的である。

【到達目標】

- ・数理計画における基本的なモデルの定義や性質を説明でき、分類できる
- ・ネットワーク計画の基本的なアルゴリズムの挙動を説明できる
- ・それらのアルゴリズムの妥当性を理論的に説明できる
- ・非線形計画の基本的なアルゴリズムの原理を説明できる
- ・それらのプログラムを作成でき、計算途中の挙動や最終結果を解釈できる

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

スライドを使用した講義形式で進める。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

あり/Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし/No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|--------|--------------|-------------------------|
| 第 1 回 | 数理計画モデル (1) | 線形計画モデル |
| 第 2 回 | 数理計画モデル (2) | ネットワーク計画モデル |
| 第 3 回 | 数理計画モデル (3) | 非線形計画モデル |
| 第 4 回 | 数理計画モデル (4) | 組合せ計画モデル |
| 第 5 回 | 数理計画モデル (5) | ここまでの総合演習、簡単なプログラム作成と実験 |
| 第 6 回 | ネットワーク計画 (1) | 最短路問題とダイクストラ法 |
| 第 7 回 | ネットワーク計画 (2) | 最大流問題とフロー増加法 |
| 第 8 回 | ネットワーク計画 (3) | フロー増加法の正当性と最大流最小カット定理 |
| 第 9 回 | ネットワーク計画 (4) | 最小費用流問題と不平等路除去法 |
| 第 10 回 | ネットワーク計画 (5) | ここまでの総合演習、簡単なプログラム作成と実験 |
| 第 11 回 | 非線形計画 (1) | 最適解の種類、勾配とヘッセ行列、最適性条件 |
| 第 12 回 | 非線形計画 (2) | 最急降下法、ニュートン法 |
| 第 13 回 | 非線形計画 (3) | ニュートン法、準ニュートン法 |
| 第 14 回 | 非線形計画 (4) | ここまでの総合演習、簡単なプログラム作成と実験 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

本授業の準備・復習等の授業時間外学習は 4 時間を標準とする。簡単な数値例を与えるので、手計算をしたり、プログラムを作成したりして理解を深める。

【テキスト（教科書）】

福島雅夫（2020）『新版 数理計画法入門』朝倉書店

【参考書】

指定しない

【成績評価の方法と基準】

期末レポート（60 %）および授業への貢献度（40 %）を合わせて評価します。

【学生の意見等からの気づき】

初年度のため、なし

【Outline (in English)】

This course introduces the concepts and methods of mathematical programming, which play a fundamental role in optimization modeling. The goal of this course is to cultivate the basic skills to construct optimization models appropriately and solve problems in various situations of science and engineering.

COS500X4

最適化モデリング特論2

鮎川 矩義

単位数：単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

与えられた問題を最適化問題として定式化する方法をいくつかの事例を通して学び、ソフトウェアを用いて実際に最適解を求め、結果を解釈するというプロセスを体験する。理工学のさまざまな場面で適切に最適化モデルを構築して問題解決を行なうための基礎力を養うことが目的である。

【到達目標】

- ・目的関数と制約条件を定めて最適化問題に落とし込むことができる
- ・簡単な最適化問題を具体的に数式で表現できる（定式化できる）
- ・定式化の妥当性を検証できる
- ・データと定式化をソフトウェアに与えて最適解を計算できる
- ・最適解の性質を多角的に検討してモデルの改善につなげることができる

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

スライドを使用した講義形式で進める。Python を用いてプログラムを書き、理解を深める。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

あり/Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし/No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|--------|---------------------|--------------------|
| 第 1 回 | 数理モデルとは | モデル、数理モデル、数理最適化モデル |
| 第 2 回 | Python による数理最適化 (1) | 連立一次方程式と線形計画問題 |
| 第 3 回 | Python による数理最適化 (2) | 大規模問題の場合の処理 |
| 第 4 回 | 学校のクラス編成 (1) | 課題の整理と考察 |
| 第 5 回 | 学校のクラス編成 (2) | 数理モデリングと実装 |
| 第 6 回 | 学校のクラス編成 (3) | 数理モデルの検証 |
| 第 7 回 | 最終課題説明 | テーマ決めと問題定義、グループ討論 |
| 第 8 回 | 割引クーポンキャンペーン (1) | 課題の整理と考察 |
| 第 9 回 | 割引クーポンキャンペーン (2) | 数理モデリングと実装 |
| 第 10 回 | 割引クーポンキャンペーン (3) | 結果の評価 |
| 第 11 回 | 輸送車両の配送計画 (1) | 課題の整理と考察 |
| 第 12 回 | 輸送車両の配送計画 (2) | 数理モデリング |
| 第 13 回 | 輸送車両の配送計画 (3) | 実装と数値実験 |
| 第 14 回 | 最終発表会 | 発表会と投票、講評 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

本授業の準備・復習等の授業時間外学習は 4 時間を標準とする。プログラムを作成して理解を深める。

【テキスト（教科書）】

岩永二郎、石原響太、西村直樹、田中一樹（2021）『Python ではじめる数理最適化：ケーススタディでモデリングのスキルを身につけよう』オーム社

【参考書】

指定しない

【成績評価の方法と基準】

期末レポート（60%）および授業への貢献度（40%）を合わせて評価します。

【学生の意見等からの気づき】

初年度のため、なし

【Outline (in English)】

This course introduces ways of formulating given problems as optimization problems through several examples, and experience the process of actually finding optimal solutions using software and interpreting the results. The goal of this course is to cultivate the basic skills to construct optimization models appropriately and solve problems in various situations of science and engineering.

HUI500X4

人間工学特論

鈴木 郁

単位数：2 単位 | 開講時期：春学期授業/Spring

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

システムの複雑化と巨大化に伴い、事故もまた複雑かつ巨大なものとなってきた。表面的には原因がオペレーターのミスに帰されることが多いが、細かく見ると人間-機械系における機械側の側や、人的な組織に誘因が潜在している場合も多い。講義で事故事例やその認知心理学的側面について学習した後、受講者各自が自ら選んだテーマについて発表する。

【到達目標】

大事故などの裏に潜む、人間-機械系における機械側の要因、会社などの組織的要因、個々の人間の認知心理学的要因などについて知る。これは、複雑かつ巨大なシステム以外に関して考える上でも役立つであろう。また同時に、発表のまとめ方についても、他の学生の発表などから学べるはずである。以上は、システム理工学以外を専攻する学生にも有益であろう。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

授業の到達目標及びテーマに沿って、授業計画に示したようにすすめる。説明が済んだ後は、履修者各々が関連した題材を探してまとめ、発表を行う。総授業回数の中の何回を説明に用いるのかは、受講者の人数に応じて調整する。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり/Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし/No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|--------|-------------------------|---------------------------------------|
| 第 1 回 | 人間の処理容量 | 認知的な意味の、人間の（情報）処理容量。 |
| 第 2 回 | Incident や accident の解析 | Incident や accident の解析方法。 |
| 第 3 回 | Incident や accident の予防 | Incident や accident の解析を予防に生かす。 |
| 第 4 回 | 3 種類の行為 | 行為を 3 種類に分類、分類別の発生しやすい過誤の種類。 |
| 第 5 回 | 自動化と人間 | 自動化と人間の立場、望ましい自動化とは。 |
| 第 6 回 | メンタルモデル | どのようにメンタルモデルが使い手のなかに作られ、また行為に影響を及ぼすか。 |
| 第 7 回 | デザインと事故 | インタフェース等のデザインと事故。 |
| 第 8 回 | 受講者による発表 1 回目 | 2~3 名の受講者による発表、1 回目。 |
| 第 9 回 | 受講者による発表 2 回目 | 2~3 名の受講者による発表、2 回目。 |
| 第 10 回 | 受講者による発表 3 回目 | 2~3 名の受講者による発表、3 回目。 |
| 第 11 回 | 受講者による発表 4 回目 | 2~3 名の受講者による発表、4 回目。 |
| 第 12 回 | 受講者による発表 5 回目 | 2~3 名の受講者による発表、5 回目。 |
| 第 13 回 | 受講者による発表 6 回目 | 2~3 名の受講者による発表、6 回目。 |
| 第 14 回 | むすび | 受講者による発表の総括、あるいは発表の補足。 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】

講義内容を参考に、各自、発表にむけてレジュメを含め、プレゼンテーションの準備を入念に行うこと。題目の選び方、そして参考・引用した文献の受け売りだけでなく、講義内容との関連において自分なりの見方や解析をどれだけ含められるか、などが重要である。発表時にはパワーポイント等を用いた提示用資料のほか、受講者人数に応じた数のレジュメ（のコピー）を用意すること。

【テキスト（教科書）】

特に指定しない。（参考となる書籍等は、講義中に紹介する。）

【参考書】

特に指定しない。

【成績評価の方法と基準】

各自による発表、他者の発表から何を得ているか（発表の行われる回には、記入用紙を配布）、そして平常点による。全体を 100% としたときの評価のおよその内訳は、各自の発表（レジュメを含む）の出来が 50%、平常点が 30%、他者の発表から何を得ているか（用紙への記入より評価）が 20% である。

【学生の意見等からの気づき】

受講者数が少なく当該アンケートが行われない年もあるが、講義の趣旨から見て取り入れられるものについては、参考としたい。

【学生が準備すべき機器他】

発表時には、大学貸与のノート型パーソナルコンピュータを持参すること。

【その他の重要事項】

発表には、項目のまとめ方などの技術が要されるが、過度に視覚的工夫等にはしらずに、内容の充実に努めてほしい。また、他人の発表の良い点を学ぶことも、有益である。

なお、重要な内容を扱う可能性があるため、初回からの出席が望ましい。

発表を含め全てを対面にて行う予定であるが、コロナ禍の状況如何では一部をオンラインとする可能性もある。

【Outline (in English)】

What is the cause of a big accident? Ergonomics/Human Factors may be helpful to know the way for understanding about the cause and preventing the accident to occur. Several aspects including psychological and organizational ones are also discussed in this course. Each of students must select a topic related to accidents and present one's aspects/understanding about it to the others.

PSY500X4

産業人間科学特論 1

伊藤 隆一

単位数：2 単位 | 開講時期：春学期授業/Spring

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

産業現場（採用や管理職登用など）、心理臨床現場（クリニックや相談所など）で広く使用されている S C T（精研式文章完成法テスト）について、講義と実習を行う。第 1 回目の授業に参加した者のみ履修ができる。

【到達目標】

産業心理学、特に人事や教育研修についての幅広い知識を獲得し、パーソナリティの幅広さと奥深さを実体験することが重要である。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

パーソナリティを幅広く把握できる S C T（精研式文章完成法テスト）について、講義と実習を行う。S C Tは、産業界の人事・教育現場や心理臨床領域で幅広く活用されている心理把握技法である。授業に参加し、多くのケースにふれ、パーソナリティの幅広さと奥深さを実体験することが重要である。テキストと 20 ケース程度の事例集は授業内貸与・配布とする。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|--------|----------------|---------------------------|
| 第 1 回 | ガイダンス | ガイダンス テキストと参考書、課題を説明する |
| 第 2 回 | パーソナリティの枠組み | パーソナリティの枠組みと内容 |
| 第 3 回 | パーソナリティの把握 (1) | パーソナリティ把握の諸技法 |
| 第 4 回 | 〃 (2) | S C Tによるパーソナリティの把握の実例 (1) |
| 第 5 回 | 〃 (3) | 〃 (2) |
| 第 6 回 | ケース A の実習 | ケース検討と評価結果のフィードバック (1) |
| 第 7 回 | ケース B・C の実習 | 〃 (2) |
| 第 8 回 | ケース 1・2 の実習 | 〃 (3) |
| 第 9 回 | ケース 3・4 の実習 | 〃 (4) |
| 第 10 回 | ケース 5・6 の実習 | 〃 (5) |
| 第 11 回 | ケース 7・8 の実習 | 〃 (6) |
| 第 12 回 | ケース 9～11 の実習 | 〃 (7) |
| 第 13 回 | 特殊ケースの実習 (1) | 〃 (8) |
| 第 14 回 | 特殊ケースの実習 (2) | 〃 (9) |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】
事前課題（ケースのパーソナリティ・スケッチ）を必ず行ってから、授業に参加すること。
参考書を読ませて、レポートを書かせることがある。

【テキスト（教科書）】

テキスト、ケースは、授業中に貸与・配布・紹介する。
使用するテキスト：伊藤隆一（編著）、S C T活用ガイド、金子書房、2012。

【参考書】

参考図書：①横田仁（編著）、伊藤隆一ら、パーソナリティの診断総説 手引、金子書房、2001。（共著）。②佐野勝男・横田仁、S C T用紙（成人用）、金子書房、1960。

【成績評価の方法と基準】

課題レポート（50 %）、授業参加意欲（50 %）等を総合して評価する。

The grade depends on the performances of reports（50 %）and positive attitude and will in class hours(50%).

【学生の意見等からの気づき】

今後とも、わかりやすく、具体的で、実践的な授業を行っていきたい。

【その他の重要事項】

★第 1 回目の授業に参加した者のみ履修ができる★

★授業開始前に、学習支援システムに登録しておくこと★

授業に出席し、積極的に討論に参加することが重要である。

長年、S C Tやインバスケケット・ゲームを活用して、セミナーや、企業人事、特に採用や登用に関する意見書を作成するアウトソーシングを行っている。それらの知識や技能を授業の中で紹介したい。

【Outline (in English)】

Recently corporate managers and directors have played more important roles in management such as smoothly carrying out daily operations and projects and properly coaching their colleagues. In order to assess their management abilities and personality accurately, proper assessment tools should be developed. This course introduces personality and management ability, and Sentence Completion Test (SCT) to students taking this course. The goal of this course is to be able to assess personality and management ability using SCT.

The grade depends on the performances of reports（50 %）and positive attitude and will in class hours(50%).

PSY500X4

産業人間科学特論2

伊藤 隆一

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

産業現場（採用や管理職登用、管理職研修など）で使用されているインバケット技法について、講義と実習を行う。

また、産業心理学に関する著書を一冊読破して、プレゼンテーションする。

【到達目標】

産業心理学の幅広い知識、および、管理能力の幅広さと奥深さを実体験するすることが重要である。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

管理能力を幅広く把握できるインバケット技法（ゲーム・テスト）について、講義と実習を行う。インバケット技法は、産業界の人事・教育現場で活用されている管理能力把握技法である。授業に参加し、多くのケースにふれ、管理能力の幅広さと奥深さを実体験することが重要である。テキストとケースは授業内貸与・配布とする。使用したインバケットゲーム問題は最終授業後回収する。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

あり/Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし/No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|------|-------------------------|---|
| 第1回 | ガイダンス | ガイダンス テキストと参考書、課題を説明する |
| 第2回 | パーソナリティ（1） | パーソナリティの枠組み |
| 第3回 | 〃（2） | パーソナリティ把握の方法 |
| 第4回 | 管理能力と適性 | 管理能力と適性の把握方法 |
| 第5回 | インバケット技法とは | インバケット技法の解説 |
| 第6回 | インバケット・ゲームを問題解いてみる（1） | 個人作業として実際に問題を解いてみる |
| 第7回 | 〃（2） | 〃（2） |
| 第8回 | インバケット・ゲームの解答のグループ討論（1） | インバケット・ゲームの解答をグループワークとして集団討論し、グループとしての解答を出す。（1） |
| 第9回 | 〃（2） | 〃（2） |
| 第10回 | 〃（3） | 〃（3） |
| 第11回 | 〃（4） | 〃（3） |
| 第12回 | 〃（5） | 〃（5） |
| 第13回 | インバケット・ゲームの解答のグループ発表（1） | インバケット・ゲームのグループ解答を発表をプレゼンテーションする（1） |
| 第14回 | 〃（2）A問題の解説 | 〃（2） |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】

事前課題が出るが、必ず授業前に予習をしてから、授業に参加すること。参考書を読ませて、レポートを書かせることがある。

【テキスト（教科書）】

テキスト、インバケット・ゲーム問題は、授業中に貸与・配布・紹介する。

使用するテキスト：

- ①横田仁・伊藤隆一ら 管理能力開発のためのインバケット・ゲーム [改訂版] 金子書房 2008
- ②佐野勝男・横田仁・関本昌秀 新・管理能力の発見と評価 金子書房 1987

【参考書】

授業の中で紹介する。

【成績評価の方法と基準】

課題レポート（50%）、授業参加意欲（50%）等を総合して評価する。
The grade depends on the performances of reports (50%) and positive attitude and will in class hours(50%).

【学生の意見等からの気づき】

今後とも、わかりやすく、具体的で、実践的な授業を行っていきたい。

【その他の重要事項】

★第1回目の授業に参加した者のみ履修ができる★

★授業開始前に、学習支援システムに登録しておくこと★

授業に出席し、積極的に討論に参加することが重要である。

長年、SCTやインバケット・ゲームを活用して、セミナーや、企業人事、特に採用や登用に関する意見書を作成するアウトソーシングを行っている。それらの知識や技能を授業の中で紹介したい。

【Outline (in English)】

Recently corporate managers and directors have played more important roles in management such as smoothly carrying out daily operations and projects and properly coaching their colleagues. In order to assess their management abilities and personality accurately, proper assessment tools should be developed. This course introduces personality and management ability, and In-basket games to students taking this course. The goal of this course is to be able to assess management ability using In-basket games.

The grade depends on the performances of reports (50%) and positive attitude and will in class hours(50%).

LIN500X4

科学技術英語表現

福澤 レベッカ

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

学会において効果に発表するには論文を理論的に書くスキルが不可欠である。本授業では、受講生はパラグラフ構成の復習から始め、アカデミック・ライティングを振り返る。授業の後半では、アカデミックな論文の校正の基礎について紹介する。具体的には、文法、文のスタイル、そして正式な表現などが含まれる。授業全体を通して、リスニングの技能、相手に通じる発音、英語で話すことへの自信をつけることに注意しながら学習する。

【到達目標】

The purpose of this class is learn to write and present papers for international academic conferences.

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

Classes combine lectures, actual writing practice and writing exercises, small group discussion and activities, reading and pronunciation practice as well as conversation. Students will write and present three papers integrating detailed feedback on each rough draft from the instructor.

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|-----|---|--|
| 1 回 | Introduction to the course: What is an academic presentation? | Students will learn the essential principles of effective writing and presentations. |
| 2 回 | Introduction to the Basics-Paragraph Writing | This lesson reviews the structural principles of all writing: unity, coherence, development. |
| 3 回 | Introduction to the Basics- Writing abstracts & the structure of academic presentations | Students will apply the principles of paragraph construction to writing an abstract and learn how to design effective conference presentations. |
| 4 回 | Student Presentation #1 Introduction to the Basics- Beyond the Paragraph | Students will present a one-paragraph abstract about their own research. They will learn how to expand the structure of paragraphs to multi-paragraph compositions and use transitional expressions. |
| 5 回 | Introduction to the Basics- Beyond the Paragraph | The structure and characteristics of effective academic introductions and conclusions will be introduced. |
| 6 回 | Introduction to Academic Papers | This class focuses on how to write summaries, paraphrases and when to use quotes. |
| 7 回 | Student Presentation #2 | Students will practice and present a short multi-paragraph explanation of part of their own research. |

| | | |
|------|--|---|
| 8 回 | Introduction to Academic Papers | How to introduce quotes, paraphrases and summaries into one's own writing is the subject of this class. |
| 9 回 | Revision, Editing & Proofreading for Academic Papers | Five common grammar mistakes to avoid will be the focus of the first step in editing. |
| 10 回 | Revision, Editing & Proofreading for Academic Papers | While learning the basic principles of sentence variety for academic presentations, student groups will edit exercises and their own writing. |
| 11 回 | Revision, Editing & Proofreading for Academic Papers | While learning the basic principles of writing style for academic presentations, student groups will edit exercises and their own writing. |
| 12 回 | Revision, Editing & Proofreading for Academic Papers | While learning the basic principles of tone for academic presentations, student groups will edit exercises and their own writing. |
| 13 回 | Presentation Skills | Students will learn how to use appropriate delivery strategies and clear expression as well as how to generate audience attention and interest. |
| 14 回 | Final Presentations | Students will make and present a power point presentation in their field of research. |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・学習時間は、各 4 時間を標準とします。】
Students will complete regular writing assignments outside of class and are expected to read both academic and popular periodicals in their research field.

【テキスト（教科書）】

Handouts

【参考書】

Davis, Martha. (2002) Scientific Papers and Presentations. San Diego: Academic Press.
Fowler, H. Ramsey and Jane Aaron. (1989) The Little, Brown Handbook. New York: HarperCollins.
Oshima, Alice. (2006) Writing Academic English. 4th ed. White Plains, NY: Longman.
Strunk, W. and E.B. White. (2000) The Elements of Style. 4th ed. New York: Longman.
(in translation: 荒武、三郎, (1985) 英語文章ルールブック. 荒武出版)
Warriner, John E. (1988) English Composition and Grammar. (Complete course) Orlando: Harcourt Brace Jovanovich, Publishers.
Zieger, Mimi (1999) Essentials of Writing Biomedical Research Papers. New York: McGraw Hill Professional.
岡村、三浦、玉井、伊藤 (2015) 理系ジェネラリストへの手引き 東京:日本評論社。

【成績評価の方法と基準】

平常点(20%)、ライティングアサインメント(プレゼン原稿)とプレゼンテーション(30%)、最終論文と発表(50%)

【学生の意見等からの気づき】

Japanese explanations will be added when necessary.

【学生が準備すべき機器他】

授業支援システム (e'tudes)

【その他の重要事項】

This course will be conducted in English with Japanese as support for student learning.

【Outline (in English)】

Course Outline:

Effective conference presentations are based on solid writing skills. The class begins with a review of the fundamentals of organization—basic paragraph and short essay writing. The second segment of the course introduces the essentials of academic writing and presentation.

The last third of the class introduces editing skills for improving sentence-level writing—grammar, style, tone and word choice. Special attention will be paid throughout the course to developing listening skills, understandable pronunciation, as well as confidence in speaking English in a variety of settings that students will encounter when attending international conferences.

Learning Objectives:

The purpose of this class is learn to write and present papers for international academic conferences.

Learning activities outside of the classroom:

Students will complete regular writing assignments outside of class and are expected to read both academic and popular periodicals in their research field.

Grading Policy:

In-class activities (20%), Writing Assignments and presentations 1 & 2 (30%), Final paper, presentation and Powerpoint(50%)

HUI500X4

知識獲得特論

劉 健全

単位数：2 単位 | 開講時期：春学期授業/Spring

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

大規模データを対象とした知識獲得を目的とする情報処理技術において、核となる方法論と処理技術の集合としたデータマイニングについて論じる。まず、知識を発見するための基本手法に関する概論を示し、続いて検索支援の技法、リンク解析等の手段によるウェブやテキストを対象としたデータ解析と知識獲得の技法、および、その周辺の話題を取り上げ解説する。

【到達目標】

知識獲得を目的としたデータマイニングの基礎となる、相関ルールとパターン、教師付き学習と教師なし学習、部分的教師付き学習、および情報検索とウェブ検索について理解をし、応用できる能力を身に付ける。また、データマイニングの各種技法が広く応用されるビッグデータ処理に関する最先端の研究論文を調査し、内容を理解したうえで、獲得した知識を紹介できるプレゼンテーション力を身に付ける。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

まず、データマイニングの基礎となる、相関ルールとパターン、教師付きと教師なしの学習、部分的教師付き学習、および情報検索とウェブ検索について、それぞれを講義により解説する。解説した基礎知識を応用し、授業内での演習問題による理論・技術・アルゴリズムをさらに理解してもらう。

そして、ウェブデータを対象としたデータマイニング技術において、ソーシャル・ネットワーク分析、ウェブクロウリング、リンク解析による構造化したデータの抽出、情報の統合、オピニオンマイニング、感情分析、および推薦システムについて、それぞれを講義により解説する。

最終的に、授業で学んだデータマイニングの各種技法を総合的に運用して、近年のトップ国際会議と国際雑誌に公表されたビッグデータ処理に関する最先端の研究論文を調査してもらい、その内容を理解したうえで、論文に述べたデータマイニング技術をプレゼンテーションにより紹介してもらう。発表内容およびプレゼンテーションに対して総合的に講評し、全体に対してフィードバックする。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|-------|-----------------|--|
| 第 1 回 | データマイニングの基礎 (1) | 序論、相関ルール、シーケンシャルパターンを中心に解説する。 |
| 第 2 回 | データマイニングの基礎 (2) | 教師付き・教師なし・部分的教師付きの学習を中心に解説する。 |
| 第 3 回 | データマイニングの基礎 (3) | 情報検索とウェブ検索に関する方法論と技術を中心に解説する。 |
| 第 4 回 | 論文調査の課題発表 (1) | DM に関連する国際会議・雑誌の紹介、論文紹介のまとめ方、発表資料の作り方を解説する。調査対象となる論文一覧を発表する。 |
| 第 5 回 | ウェブマイニングの技法 (1) | Web 文書を収集するためのコア技術であるウェブクロウリングを中心に解説する。 |
| 第 6 回 | ウェブマイニングの技法 (2) | ソーシャル・ネットワーク分析の技術を中心に解説する。 |
| 第 7 回 | ウェブマイニングの技法 (3) | リンク解析による構造化したデータの抽出技術を中心に解説する。 |

| | | |
|--------|-----------------|---|
| 第 8 回 | ウェブマイニングの技法 (4) | 情報の統合、オピニオンマイニング、感情分析を中心に解説する。 |
| 第 9 回 | ウェブマイニングの技法 (5) | 情報推薦システムに関する技術を中心に解説する。 |
| 第 10 回 | 論文調査の課題発表 (2) | 各自選んだ調査論文に対してプレゼンテーションにより論文の内容を紹介してもらう。発表内容に対して講評を行う。(前半) |
| 第 11 回 | 論文調査の課題発表 (3) | 各自選んだ調査論文に対してプレゼンテーションにより論文の内容を紹介してもらう。発表内容に対して講評を行う。(後半) |
| 第 12 回 | 知識獲得に関する研究動向 | ビッグデータ解析, NoSQL, NewSQL, 分散情報検索などについて紹介する。 |
| 第 13 回 | 講義全体の総括 | 12 回の講義に渡って解説した内容について全体的に総括する。 |
| 第 14 回 | 予備 | 各回において残った課題や、総括後に新たに出た質問に対して回答する。 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】

講義資料は英語により作成されるため、前回の授業で配布された資料を事前に読み、ある程度次回の講義内容を理解しておく必要がある。授業内では、調査した論文について PowerPoint により内容紹介のプレゼンテーションをする予定であるので、PowerPoint を使えるようにしておく必要がある。また、論文調査とプレゼンのために、授業時間外において講義資料の復習、文献の精読、発表資料の作成をする必要がある。

【テキスト（教科書）】

特になし。講義資料のプリントを学習支援システムにて配布する予定である。

【参考書】

- Bing Liu: "Web Data Mining – Exploring Hyperlinks, Contents, and Usage Data". Second Edition, July 2011. Springer.
- Jure Leskovec, Anand Rajaraman, Jeff Ullman: "Mining of Massive Datasets". Second Edition, March 2014. Cambridge University Press. (特に Chapter 9)
- 近年の国際会議の Proceedings: KDD/ICDM/SIGMOD/VLDB/ICDE 2018-2022.

【成績評価の方法と基準】

レポート、講義中の質疑応答、論文調査のプレゼンテーション、および平常点により総合的に評価する。具体的な割合は以下の通りで構成する。

- 平常点 (30%)
- プレゼンテーション (30%)
- 最終レポート (30%)
- 質疑応答 (10%)

【学生の意見等からの気づき】

本講義で解説する内容は、より実践的なものであり、講義資料が英語であるため、学生にとって学びの非常に良い機会だと認識した。今年度も引き続き、同形式で講義を進行する予定。

【学生が準備すべき機器他】

オンライン講義実施の場合、および調査した論文を紹介するプレゼンテーションに必要なもの: インターネット接続可能なノートパソコン

【その他の重要事項】

今年度の講義は、授業での理解度や集中度を向上させるために、原則対面で実施する。コロナの悪化状況に応じて Zoom によるオンラインの実施に切り替える可能性もある。初回の講義にて、受講生の IT 環境調査を行い、調査結果に応じて Teams などのツール利用に切り替える可能性がある。

【Outline (in English)】

【Abstract】

In this course, a series of technologies for information processing and knowledge acquisition focusing on big data will be introduced, including the core fundamental theories and practical techniques for data mining. During the whole course, the fundamental theory related to knowledge discovery will be introduced first. Then, the practical techniques for information retrieval, link analysis, web or text data analysis, and other methods for knowledge acquisition, will be introduced. Finally, recent research topics related to AI, Big Data, and IoT will be introduced as extended knowledge.

【Objectives / Goals】

The objective of knowledge acquisition is to learn the fundamentals and the practical skills of data mining techniques, including association rule & pattern, supervised learning, unsupervised learning, semi-supervised learning, information retrieval, and web search. Furthermore, the objective also includes the related skills for surveying the latest research papers regarding data mining and big data processing, and the presentation skills for introducing the approaches and related contents presented in those papers after the survey phase.

【Methods】

In this course, the fundamentals of data mining techniques including association rule & pattern, supervised learning, unsupervised learning, semi-supervised learning, information retrieval and web search, will be introduced. Practical exercises will be conducted to apply the previous fundamental techniques to solve real problems for better understanding of those theories, technologies, and algorithms.

Subsequently, the data mining techniques focusing on web data, including social network analysis, web crawling, link analysis, structure data extraction, information integration, opinion mining, sentiment analysis, and recommendation system, will be introduced in this course as well.

Finally, the students will be asked to apply all learned data mining techniques to solve real problems, to survey the latest research papers related to big data processing that have been published at the recent five years in the proceedings of major international conferences and journals, and to give a presentation to introduce the latest techniques or approaches introduced in those papers.

【Work to be done outside of class】

All lecture notes are created in English. The students are requested to read the lecture notes that were delivered at previous lecture in advance in order to have basic understanding on the contents. In some lectures, the students need to do a presentation using PowerPoint to introduce the surveyed papers, thus please learn how to use PowerPoint in advance. For the purpose of paper survey and presentation, extra time for reviewing the lecture notes (around 4 hours), reading the lecture notes in advance (around 4 hours), intensive reading of literature, and preparing presentation materials, will be required after the lecture time.

【Textbooks】

Not require to buy any extra textbooks. Lecture notes will be delivered in each lecture.

【References】

- Bing Liu: "Web Data Mining – Exploring Hyperlinks, Contents, and Usage Data". Second Edition, July 2011. Springer.
- Jure Leskovec, Anand Rajaraman, Jeff Ullman: "Mining of Massive Datasets". Second Edition, March 2014. Cambridge University Press. (Chapter 9)

- Proceedings of conferences:
KDD/ICDM/SIGMOD/VLDB/ICDE 2018-2022.

【Grading criteria】

The grading criteria include the evaluations on the submitted final reports, the reaction of Q&A in the course, the presentation of surveyed papers, and the regular attendance. The overall grade is composed of the following percentages on each criterion.

- Regular attendance (30%)
- Presentation of surveyed papers (30%)
- Final reports (30%)
- Reaction of Q&A in the course (10%)

【Changes following student comments】

All contents introduced in this course are more at the practical perspective rather than theoretical only, and all lecture notes are prepared in English. Based on the evaluations by the students in the past years, this course is recognized as very good opportunity for learning English and practical technologies related to AI and Big Data. Therefore, this year, all lectures of this course will be instructed in the same way as previous years.

【IT equipment】

A laptop or PC with Internet connection will be used for attending online lectures (in case), paper survey and presentation in the course.

【Others】

This year, the course will be instructed in-person to increase the ration of concentration and comprehension during the lectures. It will be an option to change to online (Zoom) course when the COVID-19 situation would be getting worse. In the first lecture, the students' IT environments will be confirmed by the instructor to guarantee everyone can fairly attend the online lectures. In some cases, using Teams as an online tool will be an alternative.

PRI500X4

インテリジェントセンシング

佐藤 浩志

単位数：2 単位 | 開講時期：春学期授業/Spring

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

人工知能、IoT、ビッグデータといった言葉が世の中に氾濫している。センサで検出する対象範囲は広く、もはや生活の中で欠かせない存在になっている。産業、社会、生活の分野で幅広く横断的に応用され、デジタル化の進行が業界の垣根を壊し、社会に多大な影響を与えつつある。

本講義では、センシング工学、計測データの評価方法の復習から始め、センサ技術と ICT を利活用する要素技術および、新しい動きについて議論を深めながら先端事例を学ぶ。

【到達目標】

計測の構造、評価方法、および具体的な手法、応用例までの理解を深める。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

計測工学、センシング工学、誤差論、センサデバイスの原理等を学びながら、ICT とセンサ技術の融合から活性化している、インテリジェント・センシングについて理解を深める。具体的な事例では、建設業界、自動車、人体などの活用事例を例に解説しながら、各自が興味深い事例について調査研究を実施し、簡単な発表および議論等のグループワークを実施する。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|--------|-----------------|----------------------|
| 第 1 回 | ガイダンス、センシング工学とは | 測定、計測、センシングの考え方 |
| 第 2 回 | 国際単位系とトレーサビリティ | SI 単位等について |
| 第 3 回 | センサデータとその誤差 (1) | センサデータの取り扱い |
| 第 4 回 | センサデータとその誤差 (2) | 不確かさ評価 (1) |
| 第 5 回 | センサデータとその誤差 (3) | 不確かさ評価 (2) |
| 第 6 回 | センシング (1) | センサ素子とシステム (1) |
| 第 7 回 | センシング (2) | センサ素子とシステム (2) |
| 第 8 回 | センシング (3) | センサ素子とシステム (3) |
| 第 9 回 | センシング工学の展開 | 無線 IC タグ、GPS センシングなど |
| 第 10 回 | 高精度センシング技術 | 高精度計測技術の活用事例 |
| 第 11 回 | スマート・センシング (1) | 要素技術と活用事例 (1) |
| 第 12 回 | スマート・センシング (2) | 要素技術と活用事例 (2) |
| 第 13 回 | スマート・センシング (3) | 要素技術と活用事例 (3) |
| 第 14 回 | インテリジェントセンシング総論 | まとめ |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】本講義は、センシング技術の先端の応用法を学ぶものである。計測関連の学部科目目および電気磁気学、情報工学、数理工学関連の科目を復習しておかなければならない。

また、グループワークの際には、新聞や専門書などから事例について調査し、議論の準備、発表の準備を必要とする。

【テキスト（教科書）】

適宜、紹介する。

【参考書】

木下、実森：センシング工学入門、コロナ社（2007）
 今井 秀孝：測定における不確かさの表現のガイド"GUM"ハンドブック、日本規格協会（2018）
 日経コンピュータ：すべてわかる IoT 大全 2018、日経 BP 社（2018）
 八子、杉山、竹之下、松浦、土本：IoT の基本・仕組み・重要事項が全部わかる教科書、SB クリエイティブ（2017）

【成績評価の方法と基準】

2 回のレポート（35%×2）と平常点（30%）で評価する。

【学生の意見等からの気づき】

センシング工学、計測の評価方法について復習しておくこと。また新聞やニュースを読み、情報産業の進展について知識を深めておくこと。

【学生が準備すべき機器他】

PC やタブレットを持参すると効果的に受講できる。

【Outline (in English)】

This course introduces a case study of measurement devices, sensors, evaluation method of uncertainty and examples of smart sensing applications.

At the end of the course, students are expected to estimate an uncertainty of measurement system and be able to contribute to discussions involving smart sensing.

Before/after each class meeting, students will be expected to spend four hours to understand the course content practice/survey.

Final grade will be calculated according to the following process
 Mid-term report (35%), term-end report (35%), and in-class contribution (30%).

PRI500X4

システム診断特論

佐藤 浩志

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

システム診断を目的としたシステム工学的アプローチと統計的手法の習得を目指し、過去の事例について議論しながらシステムの総合的な診断ができる判断力を養う。

【到達目標】

システムの診断は、計測、パターン認識、判定、予測手法などを基礎として構築されている。この基本的な考え方を理解するとともに、システム診断におけるいくつかの事例について見識を深めながら、システムを総合的に評価できる素養を身につける。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

信頼性や安全性に関する問題は人間行動、社会的評価、情報処理、経済性などを含んだ複合システムの問題である。過去に生じたシステムに起因すると思われる事故や障害等を紹介しながら、これらの事例をシステム工学の手法により総合的に判断するための手法の解説、およびグループワークによる議論等を行う。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|--------|--------------|------------|
| 第 1 回 | システムの信頼性 (1) | システムズアプローチ |
| 第 2 回 | システムの信頼性 (2) | 信頼性と安全性 |
| 第 3 回 | システムの問題構造 | 問題の構造分析 |
| 第 4 回 | システムの理解 (1) | 失敗を通じての理解 |
| 第 5 回 | システムの理解 (2) | 予測できない失敗 |
| 第 6 回 | システムの理解 (3) | 予測できるはずの失敗 |
| 第 7 回 | システムの理解 (4) | 樹木構造の問題点 |
| 第 8 回 | システムの理解 (5) | 利便性を追求する社会 |
| 第 9 回 | システムの理解 (6) | 付加設計 |
| 第 10 回 | システムの理解 (7) | トラブル仮想演習 |
| 第 11 回 | システムの理解 (8) | 安全啓発 |
| 第 12 回 | システム診断 (1) | 異常検知 |
| 第 13 回 | システム診断 (2) | 判別分析 |
| 第 14 回 | システム診断総論 | まとめ |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】本講義は、システム工学と統計解析を扱うため、システム工学および統計学の関連科目について復習しておかなければならない。また、グループワークの際には、担当した事例について調査し、議論の準備、発表の準備を必要とする。

【テキスト（教科書）】

適宜、紹介する。

【参考書】

池田将明：システムズアプローチによる問題解決の方法－システム工学入門－、森北出版（2013）

畑村洋太郎：だから失敗は起こる、NHK 出版（2007）

井手剛：入門機械学習による異常検知、コロナ社（2015）

鈴木真人：試して究める！品質工学 MT システム解析法入門、日刊工業新聞社（2012）

【成績評価の方法と基準】

2 回のレポート（35%×2）と平常点（30%）から評価する。

【学生の意見等からの気づき】

基本的なシステム工学および統計解析を理解しておくこと。

【学生が準備すべき機器他】

PC を持参することが望ましい。

【Outline (in English)】

The aim of this course is to help students acquire knowledge that the system can be verified or validated comprehensively by a systems approach or a statistical approach for system diagnosis and discussion through case study.

At the end of this course, students will develop knowledge from the Study of failure, and acquire the ability to comprehensively evaluate the system.

Before/after each class meeting, students will be expected to spend four hours to understand the course content Practice/Survey.

Final grade will be calculated according to the following process Mid-term report (35%), term-end report (35%), and in-class contribution (30%).

HUI500X4

人工知能特論

高間 康史

単位数：2 単位 | 開講時期：春学期授業/Spring

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

授業概要：現代社会で必要不可欠な技術となりつつある人工知能について、主要技術や関連話題などについて概説する。

授業の目的・意義：人工知能の主要技術について理解し、社会での活用方法や課題について主体的に考えることができるようになる。

【到達目標】

- ・人工知能の主要技術について理解できる。
- ・人工知能の社会での活用方法について考えることができる。
- ・人工知能が社会にもたらす課題について考えることができる。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

講義形態で行う。

最終授業で、13 回までの講義内容のまとめや復習だけでなく、授業内で行った小レポート等、課題に対する講評や解説も行う。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

なし/No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし/No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|----|------------|---|
| 1 | 人工知能の歴史 | 人工知能の誕生から現在までの概説 |
| 2 | 論理と推論 | 命題論理、述語論理、非単調推論、確率的推論 |
| 3 | データマイニング | データマイニングとは、マイニングの方法、前処理 |
| 4 | 相関ルール：基礎 | 頻出アイテム集合、ルール抽出手法 |
| 5 | 相関ルール：評価 | 興味深さの指標 |
| 6 | 教師あり学習：基礎 | 教師あり学習とは、決定木、ベイズの定理 |
| 7 | 教師あり学習：評価 | 評価指標、訓練データとテストデータ |
| 8 | 教師あり学習：応用 | アンサンブル学習、SVM、多クラス分類 |
| 9 | 教師なし学習：基礎 | クラスタリングとは、k-Means、階層的手法 |
| 10 | 教師なし学習：応用 | 密度ベース手法、グラフベース手法 |
| 11 | 情報推薦：基礎 | 情報推薦とは、協調フィルタリング |
| 12 | 情報推薦：応用 | 推薦システムの評価、協調フィルタリングの課題 |
| 13 | 人工知能と人間の協調 | AI と IA, Human in the loop, 人工知能とビッグデータ |
| 14 | まとめと解説 | 講義内容のまとめ・復習 課題などに対する講評・解説 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。

【テキスト（教科書）】

使用しない

【参考書】

J. Han, J. Pei, H. Tong: DATA MINING - Concepts and Techniques - (4th Edition), Morgan Kaufmann, 2022.

【成績評価の方法と基準】

レポート課題：80%

平常点：20%

【学生の意見等からの気づき】

特になし

【学生が準備すべき機器他】

講義資料を事前に PDF で配布するので、印刷するかノート PC・タブレットなどで講義中に確認できるようにしておくこと。

【その他の重要事項】

特になし

【Outline (in English)】

【Course outline】

This lecture introduces key technologies and related topics of artificial intelligence.

【Learning Objectives】

Students can learn about various AI technologies and think about their usage and issues concerned in society.

【Learning activities outside of classroom】

Before/after each class meeting, students will be expected to spend four hours understanding the course content.

【Grading Criteria /Policy】

Your overall grade in the class will be decided based on the following

Reports : 80%, in-class contribution: 20%

ELC500X4

電子回路特論

今枝 佑輔

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

電子回路の仕組みや特性を理解するために、その基礎となる物理的プロセスを正しく把握する。

【到達目標】

電子回路について、より深い理解を得ることを目標とする。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

本講義では電子回路を理解するための物理学的手法について取り扱う。特にデジタル回路システムの基本概念について紹介する。

授業は対面で行うが、板書はすべて zoom 上のホワイトボードを共有・配信することでおこなう。資料の提示も zoom の画面共有を通じて行うので、受講に際しては zoom の受信を適切に行えるデバイスを持ち込んで使用すること。また初回授業までに zoom の使い方に慣れておくこと。zoom の接続先は別途指示する。

授業は講義形式で行うが質問は授業中随時受け付ける。

学生の積極的な授業参加を期待したい。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

なし/No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし/No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|----|-------------------------------|--------------------------------|
| 1 | フーリエ変換、ベッセルの不等式、パーセバルの等式 | 物理現象を周波数領域で記述するためのフーリエ変換の手法を学ぶ |
| 2 | 線形システムの特性 | 線形システムの基本的な特性について学ぶ |
| 3 | パワースペクトル、自己相関関数、ウィーナー＝ヒンチンの定理 | パワースペクトルと自己相関関数の関係を学ぶ |
| 4 | 様々なフィルター | 様々なフィルターがもたらす効果を理解する |
| 5 | ラプラス変換と伝達関数 | ラプラス変換とフーリエ変換の関係を学ぶ。 |
| 6 | 離散時間システム | ナイキストの定理を理解する |
| 7 | デジタルフィルター | デジタル信号における窓関数の効果と特性について学ぶ |
| 8 | デジタル信号におけるパワースペクトル | デジタル信号におけるパワースペクトルについて学ぶ |
| 9 | 離散フーリエ変換 | FFT アルゴリズムについて学ぶ |
| 10 | z 変換 | 離散時間システムに対するラプラス変換について学ぶ |
| 11 | ナイキストの安定条件 | ナイキストの安定条件を用いて回路の安定性を調べる |
| 12 | ボード線図とナイキスト線図 | 様々な安定性判別法について学ぶ |
| 13 | フィードバック系の特性と補償 | フィードバック系の補償のやり方を学ぶ |
| 14 | 増幅器の雑音 | 増幅器の雑音の一般論 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習等の授業時間外学習は、4 時間を標準とします】 授業内容に関して興味をもった項目については、積極的に書籍や WEB などでも調べたり、不明な点や参考資料などについて授業中でも構わないので質問してください。積極的な授業参加を期待します。また後述のように、講義ノートを毎回 PDF 化したうえで提出してもらいます。

ノートの PDF 化については手段は問いませんが、授業中にその方法の一例については紹介します。

また、復習時に新たに調べて理解したことなどをノートに追記して、ノートの記載事項を充実させることを推奨します。

【テキスト（教科書）】

特に無し

【参考書】

霜田光一・桜井捷海：エレクトロニクスの基礎（新版），裳華房
樋口龍雄・川又政征：MATLAB 対応 デジタル信号処理，森北出版

【成績評価の方法と基準】

毎回、講義でとったノートを PDF 化した上で提出してもらいます。この提出されたノートの内容評価を 40% とし、残りの 60% は期末レポートにより評価し、その合計により最終評価を決定します。

【学生の意見等からの気づき】

特になし

【学生が準備すべき機器他】

教室講義であっても zoom を使用して講義を行います。各自 zoom を十分に操作・視聴できる環境・デバイスを準備し、その使い方に慣れておくこと。また提出ノートやレポートは PDF 書類として提出することを求めます。どのように PDF 書類を作成するか、その方法は問わないが、例えば手書きのものを PDF 化するならばスマホアプリのスキャナなどを利用する方法があります。詳しいことは授業開始時に指示します。

【Outline (in English)】

The basic physics to understand the response of electronic circuits is explained in this course.

At the end of the course, students are expected to explain, how the basic formulae are derived and what are the background physics of the formulae.

Before/after each class meeting, students will be expected to spend four hours to understand the course content.

Your overall grade in the class will be decided based on the following

Term-end report: 60%, Submuted notes by PDF after each lecture: 40%.

APH500X4

相対性理論

今枝 佑輔

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

特殊相対論は力学、電磁気学を統一的に取り扱う理論であり、ローレンツ不変という原理を軸に組み立てられている。この理論では時間と空間（時空）という枠組みそのものが不変ではなくなる。講義では運動する観測者から見た時空の振る舞いを調べる。

【到達目標】

さまざまな運動によって時空の概念がどのように変わるかを理解することを目標とする。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

講義ではローレンツ変換をもとに特殊相対論の基礎について学ぶ。授業は対面で行うが、板書はすべて zoom 上のホワイトボードを共有・配信することでおこなう。資料の提示も zoom の画面共有を通じて行うので、受講に際しては zoom の受信を適切に行えるデバイスを持ち込んで使用すること。また初回授業までに zoom の使い方に慣れておくこと。zoom の接続先は別途指示する。授業は講義形式で行うが質問は授業中随時受け付ける。学生の積極的な授業参加を期待したい。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】
なし/No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】
なし/No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|----|----------------------------|------------------------------------|
| 1 | 相対論の導入、相対論はなぜ必要か | 古典力学が破たんする例を調べる。 |
| 2 | ニュートンの法則、慣性系、法則と変換則、ガリレイ変換 | ニュートンの法則を元にした古典力学を調べる。 |
| 3 | マクスウェルの電磁気学とガリレイ変換 | マクスウェルの電磁気学がガリレイ変換と両立しないことを見る。 |
| 4 | 光速測定、光行差、エーテル | 光の測定の歴史的発展を調べる。 |
| 5 | フィゾーの実験、マイケルソン・モーレーの実験 | 相対論に結びつく光速不変の検証実験について調べる。 |
| 6 | 特殊相対性理論、ローレンツ変換 | ローレンツ変換の意味を考える。 |
| 7 | 同時性の概念、ミンコフスキー時空 | 相対論的時空を考える。 |
| 8 | 時計の遅れ、双子のパラドックス | ローレンツ変換からの帰結を調べる。 |
| 9 | ローレンツ収縮、運動する物体の回転、速度の合成 | 引き続き、ローレンツ変換からの帰結を調べる。 |
| 10 | ドップラー効果、光行差 | 相対論的ドップラー効果、光行差について調べる。 |
| 11 | 相対論的質量、運動量、エネルギー、光子（フォトン） | 相対論的な質量、運動量、エネルギー、光子（フォトン）について調べる。 |
| 12 | 相対論的運動方程式 | 古典力学に代わる相対論的力学の方程式を導出する。 |
| 13 | 粒子の生成、崩壊、散乱 | 相対論的に粒子の生成、崩壊、散乱を考える。 |
| 14 | 共変形式のマクスウェル方程式 | 共変形式のマクスウェル方程式を求めると。 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習等の授業時間外学習は、4 時間を標準とします】 授業内容に関して興味をもった項目については、積極的に書籍や WEB などで調べたり、不明な点や参考資料などについて授業中でも構わないので質問してください。積極的な授業参加を期待します。また後述のように、講義ノートを毎回 PDF 化したうえで提出してもらいます。

ノートの PDF 化については手段は問いませんが、授業中にその方法の一例については紹介します。

また、復習時に新たに調べて理解したことなどをノートに追記して、ノートの記載事項を充実させることを推奨します。

【テキスト（教科書）】

特に指定なし

【参考書】

風間洋一：相対性理論入門講義、培風館
ランダウ、リフシッツ：場の古典論、東京図書

【成績評価の方法と基準】

毎回、講義でとったノートを PDF 化した上で提出してもらいます。この提出されたノートの内容評価を 40% とし、残りの 60 % は期末レポートにより評価し、その合計により最終評価を決定します。

【学生の意見等からの気づき】

特になし

【学生が準備すべき機器他】

教室講義であっても zoom を使用して講義を行います。各自 zoom を十分に操作・視聴できる環境・デバイスを準備し、その使い方に慣れておくこと。また提出ノートやレポートは PDF 書類として提出することを求めます。どのように PDF 書類を作成するか、その方法は問わないが、例えば手書きのものを PDF 化するならばスマホアプリのスキャナなどを利用する方法があります。詳しいことは授業開始時に指示します。

【Outline (in English)】

In this course, we explain the special theory of relativity.

At the end of the course, students are expected to explain, how the basic formulae are derived and what are the background physics of the formulae.

Before/after each class meeting, students will be expected to spend four hours to understand the course content.

Your overall grade in the class will be decided based on the following

Term-end report: 60%, Submuted notes by PDF after each lecture: 40%.

APH500X4

標準計測特論

今枝 佑輔

単位数：2 単位 | 開講時期：春学期授業/Spring

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

自然を調べるには様々な対象を定量化し、その定量化された物理量をもとに議論がなされなければならない。その際、何を基準に物理量の定量化が行われるかは非常に重要な問題である。本講義では時間、長さ、質量などの物理量の標準がどのように定義され、それが実際にどのように計測されるのかについて、その歴史と現状を解説する。普段無意識に利用している標準が物理法則と結びついており、物理計測技術の進歩によって変遷していることを理解する。

【到達目標】

計測における標準の役割を理解し、標準がどのように決定されているかを知る。標準決定の歴史と現状および物理的背景に興味をもつ。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

ものを測ったり現象を記述する際に基準となる「ものさし」と「とけい」や「重さ」には国際的に取り決められた「標準 (Standard)」がある。今日標準として用いられている時刻・周波数、長さや質量の単位を決める物理現象とその計測法やその背景にある量子力学や相対性理論について具体例を用いて説明する。計測技術の進歩や精度向上に伴う標準の決め方の歴史的な変遷についても触れ、これらと密接に関係する基準座標系や定数系についても解説する。

授業は対面で行うが、板書はすべて zoom 上のホワイトボードを共有・配信することでおこなう。資料の提示も zoom の画面共有を通じて行うので、受講に際しては zoom の受信を適切に行えるデバイスを持ち込んで使用すること。また初回授業までに zoom の使い方に慣れておくこと。zoom の接続先は別途指示する。

授業は講義形式で行うが質問は授業中随時受け付ける。

学生の積極的な授業参加を期待したい。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

なし / No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|----|----------|------------------------------------|
| 1 | 計測 | ものを測るということ |
| 2 | 物理量 | 単位と標準 |
| 3 | 質量の測定 | 決定の歴史 キログラム原器から量子力学的定義へ |
| 4 | 光速の測定 | 光速測定史の歴史 定義定数に変わった光速 |
| 5 | 長さの測定 | メートル原器から原子放射の波長へ、そして原子放射の周波数による定義に |
| 6 | 時間の測定 | セシウム原子による秒の定義、原子時計の高精度化の試みから光格子時計へ |
| 7 | 周波数の測定 | 周波数測定の方法 測定した波形から何がわかるか？ |
| 8 | 測定誤差 | 直接測定量に対する誤差 間接測定値に対する誤差 誤差伝搬 |
| 9 | 計測の具体例 1 | GPS の物理 GPS による位置決定法 |
| 10 | 計測の具体例 2 | 天文学における速度測定 ドップラーシフト |

| | | |
|----|----------|----------------------|
| 11 | 計測の具体例 3 | 天文学における距離測定 年周視差 |
| 12 | 計測の具体例 4 | 天文学における距離測定 標準光源法 |
| 13 | 計測の具体例 5 | 重力波の測定 |
| 14 | まとめ | 講義の補足とまとめ |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習等の授業時間外学習は、4 時間を標準とします】授業内容に関して興味をもった項目については、積極的に書籍や WEB などでも調べたり、不明な点や参考資料などについて授業中でも構わないので質問してください。積極的な授業参加を期待します。また後述のように、講義ノートを毎回 PDF 化したうえで提出してもらいます。

ノートの PDF 化については手段は問いませんが、授業中にその方法の一例については紹介します。

また、復習時に新たに調べて理解したことなどをノートに追記して、ノートの記載事項を充実させることを推奨します。

【テキスト（教科書）】

特に使用しません。

【参考書】

必要があれば、授業中に適宜紹介します。

【成績評価の方法と基準】

毎回、講義でとったノートを PDF 化した上で提出してもらいます。この提出されたノートの内容評価を 40% とし、残りの 60% は期末レポートにより評価し、その合計により最終評価を決定します。

【学生の意見等からの気づき】

特に無し

【学生が準備すべき機器他】

教室講義であっても zoom を使用して講義を行います。各自 zoom を十分に操作・視聴できる環境・デバイスを準備し、その使い方に慣れておくこと。また提出ノートやレポートは PDF 書類として提出することを求めます。どのように PDF 書類を作成するか、その方法は問わないが、例えば手書きのものを PDF 化するならばスマホアプリのスキャナなどを利用する方法があります。詳しいことは授業開始時に指示します。

【Outline (in English)】

We explain the International System of Units and its background physics. Historical transition is also explained.

At the end of the course, students are expected to explain the history and the current definition of units and the their background physics.

Before/after each class meeting, students will be expected to spend four hours to understand the course content.

Your overall grade in the class will be decided based on the following

Term-end report: 60%, Submuted notes by PDF after each lecture: 40%.

APH500X4

固体物性応用

永崎 洋

単位数：2 単位 | 開講時期：春学期集中/Intensive(Spring)

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

超伝導をテーマとした集中講義を行う。超伝導に関する様々な研究分野、具体的には、新物質開発、超伝導機構解明、実用技術開発等の現状を概観し、基礎、応用両面に渡る広範な超伝導研究の全体像を把握することをその目的とする。

【到達目標】

固体の電気抵抗がある温度以下で突然消失する、「超伝導」は、物質が示す最も劇的な現象の一つである。超伝導体の示すゼロ抵抗や完全反磁性（超伝導体中には磁場の侵入が起こらないこと）といった性質は、物性物理学の対象として興味深いだけでなく、その性質を利用した電力送電、強磁場発生磁石、高速コンピュータ等、実用に向けた研究も多方面で行われている。これらの研究の駆動力となっているのが、より高い性能を有する新超伝導体の開発であり、実際に、2008年に新たな高温超伝導体が発見されたことによって、超伝導研究は新たな展開を見せている。

本授業では、超伝導に関する研究を、物性物理、物質科学、および電気・電子工学的観点から概観する。超伝導というテーマを巡って、実験的研究と理論的研究が、あるいは、基礎研究と実用化研究がどのように関わり、新たな研究分野がどのように形成されてきたかについて理解を深めることが本授業の到達目標である。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

集中講義の形式で行う。講義ノートをプロジェクターでスクリーンに投影して説明する。又、進捗に応じ、適宜オープンディスカッションを行う。各日の授業終了時に、その日の講義内容について理解度チェックテストを行う。希望に応じて最終日には産業技術総合研究所（つくば市）のラボツアーを行う。

尚、講義開始日までに通常の授業が行えない場合は、オンデマンド形式での講義を行う。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

なし / No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

あり / Yes

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|-------|---------------|-----------------------------------|
| 第 1 回 | 超伝導現象の紹介 | 超伝導が示すゼロ抵抗、完全判事性、磁場のデジタル化について紹介する |
| 第 2 回 | 超伝導研究の歴史 | 超伝導研究の進展について概観する |
| 第 3 回 | 固体の中の電子の振る舞い | 金属の中で電子がどのように運動するか、量子力学に基づいて説明を行う |
| 第 4 回 | 超伝導現象の起源 | 超伝導体の中での電子の振る舞いについて量子力学に基づいて説明する |
| 第 5 回 | 超伝導の特徴 | 磁束の量子化とジョセフソン効果の詳細な説明 |
| 第 6 回 | 超伝導材料の歴史 | 超伝導体がどのように開発されてきたか概観する |
| 第 7 回 | 超伝導材料のバリエーション | 様々な超伝導体を紹介する |
| 第 8 回 | 高温超伝導の基礎 | 高温超伝導の可能性について概略を述べる |
| 第 9 回 | 現存する高温超伝導体 | 銅酸化物高温超伝導体の紹介：銅酸化物 |

第 10 回 現存する高温超伝導体 鉄系高温超伝導体の紹介
：鉄化合物

第 11 回 現存する高温超伝導体 水素化合物高温超伝導体の紹介
：水素化合物

第 12 回 超伝導応用の基礎：電 電力・交通分野における超伝導応用の紹介
力・交通分野

第 13 回 超伝導応用の基礎：電 電子デバイス分野における超伝導
子デバイス分野 応用の紹介

第 14 回 超伝導応用の基礎：そ ユニークな超伝導応用
の他

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】特にないが、量子力学、固体物理学に関する基礎知識があると望ましい。

【テキスト（教科書）】

特に定めない。

【参考書】

これ一冊でわかる超伝導実用技術 未踏科学技術協会 超伝導科学技術研究会編著 日刊工業新聞社

【成績評価の方法と基準】

毎日の授業終了時に授業内容に関するレポート課題を出題、メール添付で答案を提出してもらう。25%*3 および、最終日のフィールドワーク参加を 25 %、計 100 % として評価する。

【学生の意見等からの気づき】

なし

【学生が準備すべき機器他】

講義資料（パワーポイント）を授業当日配布するため、コンピューターがあれば持参してください

【Outline (in English)】

The aim of this course is to help students to acquire basic knowledge on superconductivity.

At the end of the course, students are expected to learn

- A: basic mechanism of superconductivity
- B: variation of superconductivity applications
- C: frontline of superconductivity research

Students will be expected to have knowledge on quantum mechanics.

Lecture notes will be projected on the screen and explained.

At the end of each day's class, students will be given a comprehension test on the content of the day's lecture. A lab tour of the National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (Tsukuba) will be given on the last day of class if desired.

PHY500X4

量子物性デバイス

小野 新平

単位数：2 単位 | 開講時期：春学期集中/Intensive(Spring)

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

現代の電子産業・エレクトロニクス産業は、金属・半導体・絶縁体・磁性体などの新規機能材料の創製と、それぞれの材料の特性を自在に制御することで発展してきた。これら物性変化を利用したデバイスは、現在の高度情報社会を支えるキーテクノロジーとして利用されている。本講義では、最新のデバイスを考える上で何故量子力学が必要なのか、量子力学の基礎から紐を解いて、実際のデバイス応用まで初学者でも理解できることを目的とする。

【到達目標】

材料物性の基礎として、電子状態の変化によって絶縁体から金属まで変化する様子を、量子力学を利用して理解する。また、これら電子状態を制御することを応用した新規電子デバイスなど、基礎的な量子力学が、実際のデバイスにどのように結びつき、どのような機能を持たすことができるのか、イメージをつかめ、身近なエレクトロニクスの原理の理解ができる。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

パワーポイントおよび板書による集中講義

校外授業

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

なし / No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

あり / Yes

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|----|------------------|---|
| 1 | イントロダクション | これから学ぶ量子効果を利用するデバイスに関して、多くの量子現象を概観し、本講義の中心となる半導体についての解説を行う。 |
| 2 | 量子力学と半導体デバイスの関係 | なぜ量子力学が半導体デバイスの理解に必要なのか説明する。 |
| 3 | 量子効果 | 量子力学の基礎となる粒子と波動の二重性に関する復習を行う |
| 4 | シュレディンガー方程式 | 自由粒子を説明するのに使うシュレディンガー方程式に関して説明を行う。 |
| 5 | 井戸型ポテンシャル | 自由粒子によく用いられる井戸型ポテンシャルに関して、解説を行うと同時に実際のデバイスに関して紹介を行う。 |
| 6 | バンド構造 | シュレディンガー方程式と実際の材料の結びつきについて解説し、金属、半導体、絶縁体など異なる電子状態が生まれる理由について解説する。 |
| 7 | バンド構造と境界条件 | 固体中における電子の持つバンド構造について解説を行う。 |
| 8 | 電界効果による物性制御 | 化学置換と電界効果による電子状態制御の違いについて学ぶ |
| 9 | 電界効果による量子相転移制御 | 電界効果による金属—半導体転移とそれを使った電子デバイスに関して学ぶ |
| 10 | 電界効果による量子相転移制御 2 | 電界効果による磁性制御に関して、メカニズムとその応用に関して学ぶ |
| 11 | 発光デバイス | 量子状態を利用する発光デバイスに関してのメカニズムを学ぶ |

| | | |
|----|----------|--|
| 12 | 電界効果の新展開 | 電解質を利用した電界効果とその応用に関して解説を行う。 |
| 13 | 校外授業 | 最先端の研究の見学を通じて、授業で学んだ知識を利用した実際の電子デバイスについて学ぶ |
| 14 | 校外授業 2 | 最先端の研究の見学を通じて、量子相転移を利用した電子デバイスを駆動させてみる |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】
量子力学と固体物理学の基本を理解しておくこと。

【テキスト（教科書）】

特になし

【参考書】

キッテル「固体物理学入門」（丸善）

【成績評価の方法と基準】

講義最終回に課すレポートによる。また、平常点も加味する。

【学生の意見等からの気づき】

授業内容のパワーポイントは、事前に掲示板にアップし、予習・復習ができるようにします。また、授業で取り扱う数式に関しては、自ら計算をすることで、より理解を深めるように工夫をします。

【その他の重要事項】

5 日間の集中講義とする。

4 回は土曜日に対面にて行う。（ただし状況に応じてオンラインの可能性あり）

最終回は、校外授業で研究現場の見学会を予定する。

【Outline (in English)】

The modern electronics industry has developed by creating new functional materials such as metals, semiconductors, insulating and magnetic materials, and by controlling the properties. Devices which take advantage of these changes in physical properties are key technologies in support of today's advanced information society. In this lecture, we aim to explain why quantum mechanics is necessary when considering the latest devices, to unravel the basics of quantum mechanics, and to enable even beginners to understand the actual device applications.

APH500X4

固体物理学特論

百瀬 孝昌

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期集中/Intensive(Fall)

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

固体物理学および固体電子論の基礎と応用。半導体や磁性材料など、固体を対象とした基礎研究や応用開発に携わる人に必要な知識が習得できるような講義を目指す。また、分子性固体の光物性の基礎と応用についても解説する。

【到達目標】

固体物理学は、固体に関する様々な現象や性質を、量子力学・統計熱力学を基礎とするミクロな視点から解き明かす分野である。固体中の電子の振る舞いや磁気現象の正しい理解は、各種半導体、磁気カード、光磁気ディスク、ネオジウム超強力磁石といった、身近な物から最先端の技術を支える機能性材料・デバイスの研究・開発・応用に必要不可欠である。本授業では、固体の電子論、磁性論、光物性など固体一般の性質の理解を深め、それらを通して半導体、磁性体、超伝導体などについて、最先端の例をふまえながら理解することを目指す。また最も簡単な分子である水素分子の固体の光吸収・散乱を例に分子性固体の性質とその光物性の基礎を理解する。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

集中講義。講義ノートをプロジェクターでスクリーンに投影して説明する。講義ノートを印刷して配布する。対面授業を予定しているが、状況によってはリモートでの集中講義に切り替わる可能性がある。オンラインに切り替える場合は学習支援システムを通じて受講者に事前にお知らせする。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|--------|------------|--|
| 第 1 回 | 固体物理学の基礎 1 | 空間格子と結晶構造、X線回折 |
| 第 2 回 | 固体物理学の基礎 2 | 格子振動、フォノンと音響、光学モード |
| 第 3 回 | 固体物理学の基礎 3 | 固体の比熱 アインシュタインモデルとデバイモデル |
| 第 4 回 | 固体電子論 1 | 自由電子論と金属の比熱 フェルミディラック分布 |
| 第 5 回 | 固体電子論 2 | 周期ポテンシャルとエネルギーバンド、フェルミ面と状態密度 |
| 第 6 回 | 固体電子論 3 | 金属の伝導現象 ホール効果、ペルチエ効果、半導体の電子論 トランジスタの原理など |
| 第 7 回 | 磁性体論 1 | 磁気モーメントとスピン |
| 第 8 回 | 磁性体論 2 | 常磁性とキューリーの法則、強磁性、反強磁性、フェリ磁性など |
| 第 9 回 | 最先端トピックス 1 | いろいろな磁性体 ハードディスクなど磁気記憶装置への応用 |
| 第 10 回 | 最先端トピックス 2 | 磁気応用 断熱消磁や光磁気ディスクなどへの応用 超伝導現象とその応用、酸化物高温超伝導体など |
| 第 11 回 | 原子分子の光物性 1 | 光吸収、散乱、原子・分子の電子振動回転励起状態 |
| 第 12 回 | 原子分子の光物性 2 | 固体水素の分光、超流動ヘリウム液滴中の分光 |
| 第 13 回 | レポート発表 1 | 固体物理学に関する最先端トピックス |

第 14 回 レポート発表 2 固体物理学に関する最先端トピックス

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】
量子力学と統計熱力学の基本的なところを理解しておくことが望ましい。

【テキスト（教科書）】

特に定めない。

【参考書】

特に指定はないが、キッテルなど固体物理学の入門書的な教科書。

【成績評価の方法と基準】

講義最終回に課すレポート発表による。

【学生の意見等からの気づき】

ありません。

【学生が準備すべき機器他】

ありません。

【その他の重要事項】

ありません。

【Outline (in English)】

Course outline: Fundamental and application of solid state physics and solid state electron theory. The lectures will cover topics which are necessary for those who will be engaging to the fundamental or development research on solid materials. In addition optical properties of molecular solids will be discussed. Learning Objectives: The goals of this course are to deepen understanding of general properties of solids such as electron theory, magnetism, and optical properties of solids, and to understand semiconductors, magnetic materials, and superconductors through state-of-the-art examples. The course will also focus on the properties of molecular solids and their optical properties.

Learning activities outside of classroom: Prior understanding of the basics of quantum mechanics and statistical thermodynamics is desirable.

Grading Criteria / Policy: The grade will be evaluated based on the presentation of a report assigned to each student at the end of the lecture.

PRI500X4

機械学習特論2

柴田 千尋

単位数：単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

本講義では、最近注目度の高い、深層ニューラルネットの一つの技術である、Transformer モデルについての基礎知識を、主にプログラミングの観点から、自然言語処理と画像処理を対象に、どのように用いられるのかについての知識を獲得することを狙う。本講義では python 言語、および pytorch と呼ばれるライブラリを用いたプログラムを実際に作成することを通して、より深く理解することを狙う。

【到達目標】

Transformer とはどのようなモデルかについての一般的な知識を獲得する。また、それらが現実の問題に対して、どのような応用の可能性があるかについての視野を広げる。また、実際にどのようにプログラムされるのかについて理解を深める。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

講義中に、ノート PC を用いて実際のプログラムを参照し、記述してゆく。また、講義の最後にレポートの提出を求める。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】
なし / No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】
なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|----|--------------------------|--|
| 1 | 導入 | この講義の進め方や、全体像、必要となる基礎知識について説明する。また、深層学習の基本的な知識について、説明を行う。 |
| 2 | Transformer モデル 1 | Transformer モデルの基本的な構造について説明を行う。 |
| 3 | Transformer モデル 2 | 引き続き、Transformer モデルの基本的な構造について詳細の説明を行う。 |
| 4 | BERT 系のモデル 1 | BERT とよばれる Transformer を用いたモデルについて説明を行う。 |
| 5 | BERT 系のモデル 2 | BERT の改良モデルなど、BERT に関係するモデルについて、より詳細な説明を行う。 |
| 6 | 自然言語処理の基礎的なタスク 1(言語理解) | BERT を用いた自然言語のタスクについて、特に言語理解に関するタスクに焦点を当て、どのようなものがあるのか、講義を行う。 |
| 7 | 自然言語処理の基礎的なタスク 2(機械翻訳) | 引き続き、自然言語処理タスクへの応用として、機械翻訳に Transformer モデルを用いた機械翻訳に関して、講義を行う。 |
| 8 | 自然言語処理の基礎的なタスク 3(テキスト生成) | 引き続き、自然言語処理タスクへの応用として、Transformer モデルを用いたテキスト生成に関して、説明を行う。 |
| 9 | 画像処理における Transformer | 画像処理において Transformer がどのように使われるのかについて説明を行う。 |
| 10 | Vision Transformer モデル 1 | Vision Transformer モデルの詳細について講義を行う。 |

| | | |
|----|----------------------------------|---|
| 11 | Vision Transformer モデル 2 | Vision Transformer モデルの可視化技術等の詳細について説明を行う。 |
| 12 | Vision Transformer モデルの応用 | Vision Transformer モデルの適用の観点から、いくつかの画像処理の応用的なタスクについて、講義を行う。 |
| 13 | Vision Transformer モデルの派生と発展的テーマ | Vision Transformer モデルの発展的テーマについて、解説を行う。 |
| 14 | 今後の展望 | 講義の全体のまとめと、Transformer の今後の展望について説明する。 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】

【テキスト（教科書）】

Denis Rothman, 黒川利明 訳「Transformer による自然言語処理」朝倉書店
片岡裕雄 監修、「Vision Transformer 入門」技術評論社

【参考書】

特になし

【成績評価の方法と基準】

学期末に提出するレポートにて評価を行う。

【学生の意見等からの気づき】

本年度新規科目につきアンケートを実施していません。

【学生が準備すべき機器他】

ノート PC

【その他の重要事項】

python 言語について基礎的な知識を持っていることが望ましい。

【Outline (in English)】

【Outline】

This lecture aims to acquire basic knowledge of Transformer models, an architecture of deep neural networks that has been attracting a lot of attention recently, and how it is used mainly from a programming perspective. The aim of this lecture is to deepen the understanding of the Transformer model by actually writing programs using the python language and a library called pytorch.[Learning Activities Outside of Classroom]

Basic knowledge of Python language is required in advance.

【Grading Criteria】

Evaluation is based on the report submitted at the end of the semester.

ECN500X4

e ビジネス特論

呉 曉林

単位数：単位 | 開講時期：春学期授業/Spring

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

e ビジネスとはネットを通じた販売やサービスのそうしゅうです。e コーマス、電子商取引と呼ばれることもあります。ネット企業だけではなくリアル店など企業活動でネットを利用する場合にも使うことがあります。企業の DX が進み、ネット企業と既存企業の事業境界がなくなり、e ビジネスと企業の DX（デジタルトランスフォーメーション）の両方を含む「デジタル経営」が求められています。本授業は e ビジネスと DX の動向、戦略、手法、事例、これまでの e ビジネスの「歴史」を取り扱う教科書で学び、また関連する文献（書籍、レポート、論文など）をサーベアーします。教員と受講者が e ビジネスと既存のビジネス、新たな企業戦略やビジネスモデル、小売業の DX、物流、金融、製造、建設、旅行などの業界の DX などについて双方向の議論を行います。基礎知識と動向だけではなく、企業戦略や業界の変革についても理解の促進を目的とします。

【到達目標】

e ビジネスに関する基礎知識を獲得して、e ビジネスと既存のビジネス、新たな企業戦略やビジネスモデルについて業界と事例分析を通して日進月歩している変化と動向を把握できることを目標とします。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

講義と討論を中心に進めていきます。受講者はテキスト、書籍、レポート、事例などから関心のあるテーマを選び、輪読、発表と討論を行います。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】なし/No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし/No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|-------|--------------------------------------|--|
| 第 1 回 | オリエンテーション デジタル経営の状況 | e ビジネスと DX の進展 |
| 第 2 回 | ネット販売 (BtoC) ・オムニチャネル・ 小売り業 DX | BtoC ビジネスの動向 amazon.comtoamazon ジャパン の戦略と手法 インタネットモール D2C、CtoC、越境 EC |
| 第 3 回 | ネット広告と e マー ケティング | ネット企業 e マーケティングの手法 SNS のマーケティング |
| 第 4 回 | ビジネスホテル | 従来のビジネスモデルと e ビジネ スの異同 シェアリングエコノミー ポータルサイトとプラットフォーム の機能 |
| 第 5 回 | B to B | ビジネスモデルにおける価格戦略 電子調達 e マーケットプレイス 業界の情報インフラ構築 付加機能提供・API 提供 |
| 第 6 回 | デジタル時代のエコシ ステム | エコシステム概念 ビジネスエコシステム エコシステムとその他のモデルと の比較 |

第 7 回 プラットホームエコシ
ステム

組織における「場」と「プラット
ホーム」の違い
プラットフォームの支配力と対
抗手段
プラットフォームの論理

第 8 回 BtoC 物流・物流 DX、
フィンテック・金融
DX

BtoC 物流
求貨求車と倉庫の仲介
電子マネーとスマホ決済
ネット販売の決済・電子手形
資金調達と融資

第 9 回 製造業・建設業の DX

業界の DX で利用される技術
製造業の DX
建設業の DX
事例分析

第 10 回 旅行業界の e ビジネ
スと DX

ネット業界のネット化
これまでの旅行業界の情報シス
テム
ネット宿泊予約
旅行代理店の DX

第 11 回 e ビジネス・DX に関
連するビジネス方法特
許と特許戦略

特許について
ソフトウェアの特許について
ビジネス方法特許
ネット企業の特許戦略

第 12 回 イノベーションの視点
から見た e ビジネス・
DX

イノベーションの分析手法
e ビジネスのイノベーションの
特徴
e ビジネスの組織戦略
オープンイノベーション

第 13 回 事例分析と発表

受講者が関心のある業界と企業に
ついてリサーチした成果を発表し
ます。

第 14 回 事例分析と発表

受講者が関心のある業界と企業に
ついてリサーチした成果を発表し
ます。

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】

講義のほか、参考書や教員の指示した文献をよみ、各自で問題意識を持ってメモの作成に取り組みましょう。

【テキスト（教科書）】

幡鎌博（2022）『ビジネス DX の教科書』創成社
松崎和久（デジタル時代のエコシステム経営』同文館出版

【参考書】

尾原和啓（2020）『ネットビジネス進化論』NHK 出版
シバタナオキ（2017）『決算を読む習慣ーシリコンバレーの起業家
が教える世界で通じる最強のビジネス教養』
廣田章光ほか（2020）『デジタル社会のマーケティング』中央経済社

【成績評価の方法と基準】

通常の場合は文献の閲読などの取り組み（40 %）、口頭発表とプレ
ゼン（40 %）、事例分析レポート（20 %）とします。

【学生の意見等からの気づき】

レポートの作成と討論は学習内容を理解し、プレゼン能力を高める
のに重要ですので、積極的に取り組んでほしい。

【学生が準備すべき機器他】

ノート PC を持参してください。

【Outline (in English)】

This course will focus upon e-business and DX trends, strategies, methodology and examples. Students will learn from the textbooks published so far regarding the "history" of e-business, and survey related literature (books, reports, papers, etc.). Both teacher and students will participate in discussions on such topics as e-business and existing operations, new corporate strategies and business models, DX in retail, logistics, finance, manufacturing, construction, and travel. The purpose of this course will not only promote basic knowledge and trends, but also help in understanding corporate strategies and industry changes.

MAT500X4

関数解析特論 1

磯島 伸

単位数：2 単位 | 開講時期：春学期授業/Spring

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

この授業では関数解析の基礎となるルベーグ積分について学ぶ。さらに、それを使って定義される種々の関数空間について学び、それらがヒルベルト空間やバナッハ空間になることを理解する。

【到達目標】

微積分で学んだ積分をルベーグ積分に一般化する必要性を理解する。ルベーグ積分論に現れる論証法を理解する。関数解析の基本となるルベーグ積分、ヒルベルト空間、バナッハ空間の基礎を理解する。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

講義形式で行う。

課題等の提出・フィードバックは「学習支援システム」を通じて行う予定である。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

なし/No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし/No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|--------|---------------|-------------------------------|
| 第 1 回 | 集合と実数の基本性質 | 講義に必要となる集合と実数の基本性質を述べる |
| 第 2 回 | リーマン積分 | 微積分で学んだ積分の定義の復習および問題点の提示 |
| 第 3 回 | 外測度 | 集合に対する外測度の定義と性質を紹介する |
| 第 4 回 | 可測集合と測度 | ルベーグ積分や確率論の基本となる測度の定義と性質を述べる |
| 第 5 回 | 可測関数 | 可測関数、とくに単関数の定義と基本性質を紹介する |
| 第 6 回 | 単関数のルベーグ積分 | 単関数に対してルベーグ積分を定義する |
| 第 7 回 | ルベーグ積分の定義 | 一般の可測関数に対してルベーグ積分を定義する |
| 第 8 回 | ルベーグ積分の基本性質 | ルベーグ積分の持つ基本性質を述べる |
| 第 9 回 | ルベーグの収束定理 | 単調収束定理および優収束定理を紹介する |
| 第 10 回 | 様々な収束定理 | ルベーグ積分における種々の収束定理を紹介する |
| 第 11 回 | リーマン積分とルベーグ積分 | リーマン積分とルベーグ積分の関係を述べる |
| 第 12 回 | 無限次元線形空間 | 無限次元線形空間の基礎事項を述べる |
| 第 13 回 | ヒルベルト空間 | ヒルベルト空間の定義と完備性について解説する |
| 第 14 回 | L^1 空間の完備性 | 重要なヒルベルト空間である L^1 空間の完備性を示す |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】

微積分の知識を確実にするための復習を行うこと。

授業時間内に提示する課題に各自で取り組み、理解を深めることが期待される。

【テキスト（教科書）】

特になし。

担当教員が作成する参考資料を配付する。

【参考書】

寺澤順「初めてのルベーグ積分」日本評論社
志賀浩二「ルベーグ積分 30 講」朝倉書店

【成績評価の方法と基準】

期末レポート (100%) により成績を判定する。

【学生の意見等からの気づき】

できる限り具体例を挙げる

【学生が準備すべき機器他】

以下のように学習支援システムを利用する。

- ・ 授業資料の配布
- ・ 課題の出題および提出

【その他の重要事項】

なし

【Outline (in English)】

(Course outline)

In this lesson, we learn about Lebesgue integration which is the basis of functional analysis. In addition, we learn about the various functional spaces defined by using it and understand that they have the structure of Hilbert space or Banach space.

(Learning Objectives)

The goals of this course are to understand the followings:

- Why we need Lebesgue integral.
- Typical technique of proof for Lebesgue integral.
- Basic of Lebesgue integral.

(Learning activities outside of classroom)

Before/after each class meeting, students will be expected to spend four hours to understand the course content.

(Grading Criteria)

Grading will be decided based on the term report (100%).

MAT500X4

関数解析特論2

磯島 伸

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

関数解析の基本であるバナッハ空間、ヒルベルト空間についての基礎事項を学ぶ。関数解析は線形代数の無限次元版であり、作用素は行列の一般化であることを学ぶ。とくに、無限次元特有の現象と完備性の重要性を学ぶ。

【到達目標】

関数解析は線形代数の無限次元版であること、収束の議論が必要になることを理解する。

関数解析における完備性の重要性を理解する。

無限次元特有の現象を理解する。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

講義形式で進める。線形代数学・微分積分学の関連事項も必要に応じて復習する。

課題等の提出・フィードバックは「学習支援システム」を通じて行う予定である。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

なし/No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし/No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|------|--------------|----------------------------|
| 第1回 | 線形代数再論 | 一般ベクトル空間の復習 |
| 第2回 | 距離空間 | 内積空間・ノルム空間・距離空間の復習 |
| 第3回 | 実数列の収束 | 実数の性質、実数列の収束定義とコーシー列の性質 |
| 第4回 | バナッハ空間 | バナッハ空間の定義と例 |
| 第5回 | 線形作用素 | 線形作用素、有界作用素の性質 |
| 第6回 | 線形作用素のなす空間 | 作用素ノルムと有界線形作用素がなすバナッハ空間の紹介 |
| 第7回 | ヒルベルト空間の基本性質 | 無限次元ヒルベルト空間の定義と基本性質 |
| 第8回 | 正規直交系 | ヒルベルト空間の正規直交系の性質と具体例 |
| 第9回 | フーリエ級数 | 正規直交系による一般フーリエ級数の構成と完全性 |
| 第10回 | 直和分解 | 閉部分空間による射影定理と直和分解 |
| 第11回 | リースの表現定理 | リースの表現定理の紹介 |
| 第12回 | 共役作用素 | 共役作用素の定義と性質 |
| 第13回 | 自己共役作用素 | 自己共役作用素とその固有値の性質 |
| 第14回 | 種々の応用 | 微分方程式や最適化問題への応用 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】

線形代数学・微分積分学を必要に応じて適宜復習する。

【テキスト（教科書）】

特になし。担当教員が作成する参考資料を配付する。

【参考書】

洲之内治男「関数解析入門」サイエンス社

志賀浩二「固有値問題30講」朝倉書店

山田功「工学のための関数解析」数理工学社

【成績評価の方法と基準】

期末レポートの成績(100%)により成績を判定する。

【学生の意見等からの気づき】

特になし。

【学生が準備すべき機器他】

以下のように学習支援システムを利用する。

・授業資料の配布

・課題の出題および提出

【その他の重要事項】

なし

【Outline (in English)】

(Course outline)

Learn the fundamentals on Banach space, Hilbert space, which is the basis of functional analysis. We learn that functional analysis is an infinite dimensional version of linear algebra, and that operators are generalizations of matrices. In particular, we learn phenomena peculiar to infinite dimensions and the importance of completeness.

(Learning Objectives)

By the end of the course, students should understand the followings:

– Functional analysis is an infinite dimensional version of linear algebra.

– Importance of completeness

– Phenomenon peculiar to infinite dimensional space

(Learning activities outside of classroom)

Before/after each class meeting, students will be expected to spend four hours to understand the course content.

(Grading Criteria)

Your overall grade in the class will be decided based on the Term-end report (100%).

MAT500X4

確率過程特論 1

安田 和弘

単位数：2 単位 | 開講時期：春学期授業/Spring

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

世の中のほとんどの現象はノイズ（不規則性）を伴い、そのような不規則な現象が時間とともに刻々と起きていると考えられる。そのような現象をモデル化するのに確率過程が必要である。本授業では、特にブラウン運動（ウィーナー過程、ホワイトノイズ（白色雑音））およびそこから導かれる確率過程や解析手法を学ぶ。

応用や関連分野は多岐にわたる：

・工学（確率システム、確率制御工学、宇宙工学、ロボット工学、自動制御工学など）

・金融工学・数理ファイナンス、経済学

・OR（信頼性工学など）

・物理学（統計力学・統計物理など）

・生物学（遺伝、感染症モデル、数理生物学など）

・数理人口学（人口変動など）

・気候・気象学

・交通工学（動的な交通流など）

・フラクタル理論

・放物型偏微分方程式（拡散方程式）と関わる分野（熱伝導、製薬など）

など幅広い分野で用いられている。

また、本授業で学ぶ内容は、ここには書かれていなくても、時間と共にランダムに変化する現象をモデル化（および分析）することが可能と思われる。

本授業の目的は、上記の通り幅広い応用をもつ確率解析の基礎理論を学ぶことである。

【到達目標】

より詳しい内容：

1. ランダム・ウォークからブラウン運動に確率過程を拡張し、ブラウン運動の性質を学ぶ。

2. 条件付き期待値を学んだ後、マルチンゲールの定義及び性質を学ぶ。

3. ブラウン運動による確率積分の定義を与え、性質や伊藤の公式を学ぶ。

4. 確率微分方程式を学ぶ。

5. 確率解析で必要となるその他の定理等を学ぶ。

これらを体系的に理解することが到達目標である。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

授業は講義形式で、板書で行う。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

なし/No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし/No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|-------|-------------|-------------------------|
| 第 1 回 | はじめに、確率過程とは | 確率過程についてのガイダンスをする。 |
| 第 2 回 | ランダム・ウォーク | ランダム・ウォークの定義や性質などを紹介する。 |
| 第 3 回 | ブラウン運動 1 | ブラウン運動のイメージや定義を与える。 |
| 第 4 回 | ブラウン運動 2 | ブラウン運動の性質を学ぶ。 |
| 第 5 回 | 条件付き期待値 | 条件付き期待値の定義及び性質を学ぶ。 |
| 第 6 回 | マルチンゲール 1 | マルチンゲールの定義を与える。 |
| 第 7 回 | マルチンゲール 2 | マルチンゲールの性質について学ぶ。 |

第 8 回 確率積分 1

確率積分の定義を与える。

第 9 回 確率積分 2

確率積分の性質について学ぶ。

第 10 回 伊藤の公式

伊藤の公式を紹介し、いくつか計算例を示す。

第 11 回 確率微分方程式 1

確率微分方程式を紹介し、そのイメージを与える。

第 12 回 確率微分方程式 2

簡単な確率微分方程式について解くことが出来るようにする。

第 13 回 ギルサノフの定理

ギルサノフの定理を紹介し、それを用いる方法を学ぶ。

第 14 回 ファイマン・カツツの公式

ファイマン・カツツの公式を紹介し、確率微分方程式と偏微分方程式との関係を学ぶ。

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】

受講前に学部の授業の応用確率論について復習しておくことと良い。毎回の講義ノートは復習し、分からない点は随時質問に来て解消しておくこと。また和書、洋書で良書も多数あるので適宜、参考にする。和書に関しては、「参考書」でいくつか紹介している。

【テキスト（教科書）】

特に指定しない。

【参考書】

例題で学べる確率モデル（成田清正著、共立出版）

確率解析への誘い（成田清正著、共立出版）

確率微分方程式入門（石村直之、共立出版）

新版 ファイナンスの確率解析入門（藤田岳彦、講談社）

確率微分方程式（長井英生著、共立出版）

確率微分方程式（ベアレント・エクセンダー著、シュプリンガー）

確率微分方程式とその応用（兼清泰明著、森北出版）

確率システムにおける制御理論（向谷博明著、コロナ社）

確率システム入門（大住晃著、朝倉書店）

など

【成績評価の方法と基準】

平常点 (40%) とレポート (60%) で評価する。欠席が 4 回以上の場合は無条件で不可とする。

【学生の意見等からの気づき】

特に対応すべき指摘はない。

【その他の重要事項】

秋学期科目の「確率過程特論 2」では、確率制御理論について学ぶ。確率制御理論は、AlphaGo やロボット工学などで近年注目を浴びている強化学習と関連する話題である。そのような分野にも興味ある学生は、まず「確率過程特論 1」を履修しておいてください。

【Outline (in English)】

【Course outline】

The purpose of this course is to learn fundamental parts of stochastic analysis.

【Learning Objectives】

The goals of this course are to understand fundamental parts of stochastic analysis.

【Learning activities outside of classroom】

Students will be expected to read the relevant chapter(s) from references before each class meeting.

Students will be expected to review the lecture note and solve problems

given in class after each class meeting.

Your study time will be more than four hours for a class.

【Grading Criteria /Policy】

Final grade will be calculated according to the following process reports (60%) and in-class contribution (40%). If number of absence is more than or equal to 4, your grade is automatically D.

MAT500X4

確率過程特論 2

安田 和弘

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

確率制御理論と確率微分方程式の数値シミュレーション方法について学ぶ。

確率制御理論および確率微分方程式の応用や関連分野は多岐にわたる：

- ・工学（確率システム、確率制御工学、宇宙工学、ロボット工学、自動制御工学など）
- ・金融工学・数理ファイナンス、経済学
- ・OR（信頼性工学など）
- ・物理学（統計力学・統計物理など）
- ・生物学（遺伝、感染症モデル、数理生物学など）
- ・数理人口学（人口変動など）
- ・交通工学（動的な交通流など）
- ・機械学習（強化学習など）
- ・放物型偏微分方程式（拡散方程式）と関わる分野（熱伝導、製菓など）

など幅広い分野で用いられている。

また、本授業で学ぶ内容は、ここには書かれていなくても、時間と共にランダムに変化する現象をモデル化し、最適化やシミュレーションするのに用いることは可能と思われる。

本授業の目的は、多岐にわたる応用をもつ確率制御理論や確率微分方程式の数値計算法を学び、各自の応用分野に役立てていけるようになることを目的とする。

【到達目標】

確率微分方程式を用いた確率制御問題の定式化の理解及び簡単な問題の解法を理解すること。また、確率微分方程式の近似アルゴリズムの理解及び簡単なプログラムを書き、実装できるようになること。

1. 確率制御問題を定式化できるようになり、簡単な問題の解法を知ること。
2. 確率微分方程式の近似手法・アルゴリズムを学び、実際にプログラムを書けるようになること。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

授業は講義形式で、板書で行う。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】
なし/No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】
なし/No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|-------|-----------------|------------------------------|
| 第 1 回 | 確率制御問題 1 | 確率制御問題を紹介する。 |
| 第 2 回 | 確率制御問題 2 | マルチンゲールの定義や性質を紹介する。 |
| 第 3 回 | 確率制御問題 3 | マルチンゲール法を用いた解法の前半を紹介する。 |
| 第 4 回 | 確率制御問題 4 | 前回到続きマルチンゲール法を用いた解法の後半を紹介する。 |
| 第 5 回 | 確率制御問題 5 | 動的計画法について紹介する。 |
| 第 6 回 | 確率制御問題 6 | ベルマン方程式を用いた解法の前半を紹介する。 |
| 第 7 回 | 確率制御問題 7 | 前回到続きベルマン方程式を用いた解法の後半を紹介する。 |
| 第 8 回 | 確率制御問題 8 | 偏微分方程式のシミュレーション方法を紹介する。 |
| 第 9 回 | 確率過程のシミュレーション 1 | 確率微分方程式のシミュレーションについて紹介する。 |

第 10 回 確率過程のシミュレーション 2 オイラー・丸山近似のアルゴリズムを紹介する。

第 11 回 確率過程のシミュレーション 3 オイラー・丸山近似の精度について紹介する。

第 12 回 確率過程のシミュレーション 4 オイラー・丸山近似の収束に関する証明を紹介する。

第 13 回 確率過程のシミュレーション 5 確率的テイラー展開について紹介する。

第 14 回 確率過程のシミュレーション 6 マルチレベルモンテカルロ法について紹介する。

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】

毎回の講義ノートを復習し、分からない点は随時質問に来て解消しておくこと。前半の確率制御問題は実際に具体的な数字を代入して、自分で数値に直して考えてみるとよい。後半のシミュレーションに関しては、各自 C 言語や C++、Excel など実際にシミュレーションを行ってみると理解が深まる。

【テキスト（教科書）】

特に指定しない。

【参考書】

- 確率制御に関する参考書
 - 確率微分方程式（長井英生著、共立出版）
 - 数理ファイナンス（関根順著、培風館）
 - 確率微分方程式（ベアレント・エクセンダー著、シュプリンガー）
 - 確率微分方程式とその応用（兼清泰明著、森北出版）
 - 確率システムにおける制御理論（向谷博明著、コロナ社）
 - 確率システム入門（大住晃著、朝倉書店）
- シミュレーションに関する参考書
 - 確率解析と伊藤過程（小川重義著、朝倉書店）
 - 例題で学べる確率モデル（成田清正著、共立出版）
 - Numerical Solution of Stochastic Differential Equations (Kloeden, Platen 著, Springer)

【成績評価の方法と基準】

平常点（40%）とレポート（60%）で評価する。欠席が 4 回以上の場合は無条件で不可とする。

【学生の意見等からの気づき】

特に対応すべき点はない。

【Outline (in English)】

【Course outline】

The purpose of this course is to learn stochastic control theory and numerical methods for stochastic processes.

【Learning Objectives】

The goals of this course are to understand fundamental parts of stochastic control theory and numerical method for stochastic processes.

【Learning activities outside of classroom】

Students will be expected to read the relevant chapter(s) from references before each class meeting.

Students will be expected to review the lecture note. Also students will be expected to solve some problems from references and write programming codes for simulation after each class meeting.

Your study time will be more than four hours for a class.

【Grading Criteria /Policy】

Final grade will be calculated according to the following process reports (60%) and in-class contribution (40%). If number of absence is more than or equal to 4, your grade is automatically D.

SSS500X4

最適化ファイナンス特論

林 俊介

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

オペレーションズリサーチ (OR) の中でも特に『最適化』はその中核を成す重要な理論であり、実際、企業経営におけるコスト最小化や利益最大化、金融工学におけるリスク最小化といった現実問題に対する適用がこれまで盛んになされてきた。本授業は、最適化の理論とアルゴリズムに関する解説を軸に行っていく予定であるが、それだけに留まらず、ファイナンスにおけるポートフォリオ最適化など、具体的なアプリケーションも幾つか紹介していく。また、ゲーム理論や変分不等式問題といった最適化と関わり深い均衡問題に対しても触れていく予定である。

【到達目標】

最適化（特に連続最適化）に関する理論を習得し様々な場面に適用できるようになる。また、ファイナンスにおけるポートフォリオ最適化問題等、現実的に対処すべき問題を最適化モデルとして定式化し、最適解をアルゴリズムを用いて求めるだけでなく、問題そのものを数理的に解析できるようになる。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

講義において理論の解説を行い、授業の最後に簡単な演習課題を課す。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】
なし / No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】
なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|----|---------------------------|--|
| 1 | はじめに | 最適化に関する基礎事項について述べる。 |
| 2 | 線形計画 1 | 線形計画問題に関する基礎事項について基底・非基底の観点から述べる。 |
| 3 | 線形計画 2 | 線形計画問題の双対性について述べる。 |
| 4 | 非線形最適化と凸解析 | 非線形最適化問題とその性質について凸解析の観点から述べる。 |
| 5 | 制約付き最適化問題とその最適性 | 制約付き最適化問題の最適性条件でもある Karush-Kuhn-Tucker 条件 (KKT 条件) について詳しく述べる。 |
| 6 | 無制約最適化問題に対するアルゴリズム | 無制約最適化問題の典型的な解法である最急降下法、ニュートン法、準ニュートン法について述べる。 |
| 7 | 二次計画法と制約付き最適化問題に対するアルゴリズム | 二次計画法について述べた後、制約付き最適化問題に対するアルゴリズムの代表とも言える逐次二次計画法について説明する。 |
| 8 | 錐上の最適化 | 錐の概念について述べた後、二次錐計画法問題といった錐を用いた最適化問題について述べる。 |
| 9 | グラフ理論の基礎知識 | グラフ理論の基礎的な定理や用語、概念の説明を具体例を用いて行う。 |
| 10 | ネットワーク最適化 | ネットワーク最適化とその具体例について紹介する。 |

- | | | |
|----|-------------------|---|
| 11 | 相補性問題とナッシュ均衡 | 最適化問題と関連の深い問題である相補性問題について述べ、ゲーム理論との関連性について紹介する。 |
| 12 | 変分不等式問題 | 最適化問題や相補性問題を含む広いクラスの問題である変分不等式問題について述べる。 |
| 13 | ファイナンスにおける最適化問題 1 | ファイナンスにおける最適化問題の代表例でもあるポートフォリオ最適化問題について実例を踏まえて説明する。 |
| 14 | ファイナンスにおける最適化問題 2 | 分散以外のリスク尺度である VaR とそれを用いたポートフォリオ最適化について述べる。 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】

【テキスト（教科書）】

教科書は使用しない。

【参考書】

新版 数理計画入門, 福島雅夫, 朝倉書店
非線形最適化の基礎, 福島雅夫, 朝倉書店
ポートフォリオ最適化と数理計画法, 枇々木規雄・田辺隆人, 朝倉書店

【成績評価の方法と基準】

最終レポート (60%), 演習課題 (20%), 平常点 (20%) で評価する。

【学生の意見等からの気づき】

特になし

【Outline (in English)】

In the area of Operations Research (OR), the optimization technique plays a crucial role and is applicable to many real problems in economics, management sciences, financial engineering, civil engineering, etc. This lecture focuses not only on the theory and algorithm of optimization but also on concrete applications in the real society such as portfolio optimization. Moreover, we will introduce some equilibrium problems (e.g., game theory, variational inequalities) related to optimization.

SSS500X4

先進経営科学特論

寺杣 友秀、千葉 英史、林 俊介、五島 洋行、木村 光宏、安田 和弘、宮越 龍義

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

This class takes up and outlines research topics associated with industrial and systems engineering, ranging from applied mathematics, mathematical programming, to social engineering. Recent advances on several themes may be highlighted as well. Alongside expertise in each laboratory, attendees shall acquire broader range of knowledge and skill in relation to the department. / 経営システム工学に関する研究を行う上で有用と思われるテーマをいくつか取り上げ、講義や演習を行う。授業は原則として英語で行われる。

【到達目標】

As per the followings.

1. Comprehend terminologies and concepts, capable of explaining them to others
2. Skilled to make plans for experiments in a proper manner
3. Able to write good research reports

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

The class will be conducted by seven lecturers. Each will take up one or several topics associated with expertise. Some would be seminal or introductory lectures, some could be discussions, while others might be exercise or investigation. The orders of the candidate topics may be changed.

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|------|---------------------------------------|--|
| 1st | Introduction, applied mathematics (1) | Seminal lecture associated with applied mathematics |
| 2nd | Applied mathematics (2) | Complementary lecture or exercise on applied mathematics |
| 3rd | Operations Research (1) | Seminal lecture associated with Operations Research |
| 4th | Operations Research (2) | Complementary lecture or exercise on Operations Research |
| 5th | Optimization and Equilibrium (1) | Theoretical and practical topics on optimization problem |
| 6th | Optimization and Equilibrium (2) | Theoretical and practical topics on equilibrium problem |
| 7th | Engineering mathematics (1) | Seminal lecture associated with engineering mathematics |
| 8th | Engineering mathematics (2) | Complementary lecture or exercise on engineering mathematics |
| 9th | Bayesian statistics (1) | Seminal lecture associated with Bayesian statistics |
| 10th | Bayesian statistics (2) | Complementary lecture or exercise on Bayesian statistics |
| 11th | Financial engineering (1) | Seminal lecture associated with financial engineering |

| | | |
|------|---------------------------|--|
| 12th | Financial engineering (2) | Complementary lecture or exercise on financial engineering |
| 13th | Economic statistics (1) | Seminal lecture associated with economic statistics |
| 14th | Economic statistics (2) | Complementary lecture or exercise on economic statistics |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】 To be announced when needed.

【テキスト（教科書）】

No textbook shall be designated.

【参考書】

Will be introduced by each lecturer when needed.

【成績評価の方法と基準】

Shall be assessed based upon:

- (1) Final report (70%)
 - (2) Activity and positive contribution to the class (30%)
- An assignment will be given by each lecturer. Every student must submit two or more assignments as a final report.

【学生の意見等からの気づき】

N/A (no survey available)

【Outline (in English)】

(Course outline)This class takes up and outlines research topics associated with industrial and systems engineering, ranging from applied mathematics, mathematical programming, to social engineering.

Recent advances on several themes may be highlighted as well. (Learning Objective)

Comprehend terminologies and concepts, capable of explaining them to others.

Skilled to make plans for experiments in a proper manner.

Able to write good research reports (Learning activities outside of classroom)

Alongside expertise in each laboratory, attendees shall acquire broader range of knowledge and skill in relation to the department.

(Grading Criteria/Policy)An assignment will be given by each lecturer.

Every student must submit two or more assignments as a final report.

Report (70%), in-class contribution (30%)

MAT500X4

オペレーションズ・リサーチ特論2

千葉 英史

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

1つの問題に対して様々なアルゴリズムが考えられるが、その多くはある種の設計技法から導くことが出来る。そこで本授業では、代表的な設計技法として、分割統治法、貪欲法、枝刈探索法、動的計画法、行列探索法、スケールリング法などを学ぶ。また、アルゴリズムの効率を評価するために、計算量解析のやり方を学ぶ。以上の内容を通して、既存のアルゴリズムが、単なる思いつきのものではなく、科学的な方法論に基づいたものであることを理解する。

【到達目標】

効率良いアルゴリズムを設計するための方法論を理解し、それを実際に適用できるようになることを目標とする。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

板書スタイル。必要に応じて、演習やCプログラミングを行う。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

なし/No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし/No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|------|----------------|---------------------------|
| 第1回 | アルゴリズム設計の基礎(1) | 再帰、分割統治法、動的計画法 |
| 第2回 | アルゴリズム設計の基礎(2) | 区間の探索、凸包 |
| 第3回 | アルゴリズム設計の基礎(3) | 連結リスト、データ構造、逆数の計算 |
| 第4回 | 分割統治法 | マージソート、中央値の計算、凸包の計算 |
| 第5回 | 貪欲法 | 最小全域木、ナップサック問題、最短経路問題 |
| 第6回 | 枝刈探索法 | 2変数の線形計画問題 |
| 第7回 | 線形計画法 | 線形分離可能性問題、整数計画問題、充足可能性問題 |
| 第8回 | 動的計画法(1) | 最長共通部分列、全点对間最短経路問題 |
| 第9回 | 動的計画法(2) | 最適2分探索木、三角形分割 |
| 第10回 | 動的計画法(3) | 連鎖行列積、ナップサック問題、巡回セールスマン問題 |
| 第11回 | 行列探索法 | 単調な行列、完全単調な行列 |
| 第12回 | スケールリング法 | 最短経路問題 |
| 第13回 | 乱択アルゴリズム | モンテカルロアルゴリズム、ラスベガスアルゴリズム |
| 第14回 | 近似アルゴリズム | ナップサック問題、PTAS、FPTAS |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】
アルゴリズムやプログラムに関する基本的な内容を仮定して、授業は進められる。そのため必要に応じて、自ら勉強する必要がある。

【テキスト（教科書）】

特になし。

【参考書】

浅野 他, アルゴリズムイントロダクション第3版, 近代科学社, 2013.

浅野哲夫, 計算幾何学, 朝倉書店, 1990.

【成績評価の方法と基準】

レポートから評価する。

【学生の意見等からの気づき】

特に無し。

【Outline (in English)】

Generally, a number of different algorithms can be considered for any computational problem, and we can derive most of such algorithms from certain design techniques. In this course, we study principal algorithm design techniques: divide-and-conquer, greedy algorithm, prune-and-search, dynamic programming, matrix searching, scaling algorithm, etc. Moreover, we learn how to analyze time complexity in order to evaluate the efficiency of algorithms. Students taking this course will come to understand that known algorithms are based on scientific methodologies, not just ideas.

MAT500X4

確率システム解析特論

田村 信幸

単位数：2 単位 | 開講時期：春学期授業/Spring

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

各種システムに対する最適な保全方策を導出する上で有用な確率モデルの考え方と数学的な理論を学ぶ。また、基礎となる確率論と確率過程論、特にポアソン過程と再生過程にも触れる。

【到達目標】

時間計画保全のための確率モデルの構造と性質を理解する。また、数値解析を通してモデルの定量的な評価を行うことができる。

The goals of this course are to

- (1) Understand the structure and the properties of some stochastic models for Time-based maintenance.
- (2) Evaluate the stochastic models from quantitative viewpoints through numerical analysis.

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

基本的には講義形式で行う。初めに数学的な準備として確率過程、特に代表的な計数過程であるポアソン過程と再生過程の特徴と性質を解説する。次に時間計画保全のための幾つかの確率モデルについて、基本的な考え方と重要な性質を説明する。適宜演習を交えながら講義を進める。

Following lectures, the fundamental theories of Poisson and renewal processes are explained at the first step. In the next, I will explain the frameworks and the properties of some stochastic models for Time-based maintenance. The students will be asked to join the discussions and consider their own solutions for questions.

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

あり/Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし/No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|-------|---|---|
| 第 1 回 | 序論 Introduction | 確率に関する復習 Review on basic probability theory |
| 第 2 回 | 計数過程とその周辺 1 Counting processes and their related topics 1 | ポアソン過程と非斉次ポアソン過程 Homogeneous and non-homogeneous Poisson processes |
| 第 3 回 | 計数過程とその周辺 2 Counting processes and their related topics 2 | 再生過程の基礎 再生関数の構造 Renewal process and renewal function |
| 第 4 回 | 計数過程とその周辺 3 Counting processes and their related topics 3 | 再生過程の漸近特性 再生報酬過程 Limiting properties of renewal process Renewal reward process |
| 第 5 回 | 計数過程とその周辺 4 Counting processes and their related topics | 確率的順序関係 故障分布の諸性質 Stochastic order relations Characteristics of lifetime distributions |
| 第 6 回 | 保全方式 Maintenance policies | 予防保全と事後保全 時間計画保全と状態監視保全 Preventive maintenance and corrective maintenance Time-based maintenance and Condition-based maintenance |
| 第 7 回 | 時間計画保全モデル 1 Stochastic models for Time-based maintenance 1 | 年齢取り替えとブロック取り替え Age replacement and block replacement |
| 第 8 回 | 時間計画保全モデル 2 Stochastic models for Time-based maintenance 2 | 定期点検方策 確率順序による非定期点検方策の解析 Periodical inspection policy Analysis of non-periodical inspection policies via stochastic orders |
| 第 9 回 | 時間計画保全モデル 3 Stochastic models for Time-based maintenance 3 | 小修理と非斉次ポアソン過程 小修理を伴うブロック取り替え方策 Minimal repair and non-homogeneous Poisson process Block replacement policy with minimal repair |

| | | |
|--------|--|---|
| 第 10 回 | 不完全保全 1 Imperfect maintenance 1 | 不完全修理の基礎 一般修理の数理 Basic idea of imperfect repair Mathematical aspects of general repair |
| 第 11 回 | 不完全保全 2 Imperfect maintenance 2 | 一般修理を考慮したブロック取り替え Block replacement policy with general repair |
| 第 12 回 | 不完全保全 3 Imperfect maintenance 3 | 幾何過程の基礎 幾何過程を考慮した取り替え方策 Fundamental mathematics of geometric processes Replacement policies based on geometric process |
| 第 13 回 | 不完全保全 4 Imperfect maintenance 4 | 二変量取り替え方策 幾何過程における推定と検定 Bivariate replacement policies Statistical inference for geometric processes |
| 第 14 回 | 状態監視保全モデル Condition-based maintenance | 累積損傷モデルの基礎 累積損傷モデルを用いた最適取り替え方策 Fundamental mathematics of cumulative damage models Replacement policy via cumulative damage models |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】

学部レベルの確率論と統計学の内容を理解していることを前提とする。また、数値計算を行うための能力をある程度有していること。

Prior to this course, the students must understand basic probability theory and statistics at bachelor level. Also, the students have the ability of numerical computation.

【テキスト（教科書）】

特に使用しない。必要に応じて資料を配布する。

Handouts and related materials will be provided to the students, as necessary.

【参考書】

Nakagawa, T.; Stochastic Processes with Applications to Reliability Theory, Springer, 2011.

Osaki, S. (Ed.); Stochastic Models in Reliability and Maintenance, Springer, 2002.

Tijms, H.C.; A First Course in Stochastic Models, Wiley, 2003.

【成績評価の方法と基準】

レポート (2 回程度) の予定 (60%) と平常点 (40%) で評価する。

Your overall grade in the class will be decided based on the following:

- Class attendance (20%)
- In class discussion (20%)
- Reports (60%)

【学生の意見等からの気づき】

内容が難しいとの意見があったため、定理の導出に関する説明は最小限に留め、定理の意味や使用法に重点を置いて講義を行う。

Some students had an opinion that the contents of this course are too difficult. Thus, the proofs of some theorems would be omitted and their interpretations and usages will be provided.

【学生が準備すべき機器他】

特になし。

N/A

【その他の重要事項】

受講学生の理解度によって授業計画を多少変更する。

初回の講義時に確率統計と数理統計学（経営システム工学科の必修科目）に関連した内容の小テストを行うことがある。

The contents of this course is decided in response to students' comprehension.

Quiz might be conducted at the first class to check the skill in basic probability theory and statistics.

【Outline (in English)】

The aim of this course is to help students acquire an understanding of the basic concepts and the mathematical theories on stochastic models for maintenance problems to students taking this course. It also enhances the development of students' skill in analysis of some counting processes.

ECN500X4

デリバティブ理論特論

畑 宏明

単位数：2 単位 | 開講時期：春学期授業/Spring

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

ブラウン運動、確率積分、伊藤の公式、確率微分方程式 (Black-Scholes モデル程度) を簡単に紹介して、ヨーロピアン型コール価格に対するブラック＝ショールズ式を導く。更に、エキゾチック・オプションを扱う。

【到達目標】

主に次の2点を目標とする。

1. ヨーロピアン型コール価格に対するブラック＝ショールズ＝マーソン方程式を導き、その解を求めて価格計算ができること。
2. リスク中立価格評価法を用いて、ヨーロピアン型コールの価格計算ができること。
3. エキゾチック・オプションに関するブラック＝ショールズ＝マーソン方程式を導き、その解を求めて価格計算ができること。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

- ・対面授業の場合は、講義と演習
- ・オンライン授業の場合は、講義動画と課題

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

なし / No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|--------|------------------------------|---|
| 第 1 回 | ブラウン運動 | ブラウン運動の紹介 |
| 第 2 回 | 伊藤積分とその性質 | 伊藤積分の紹介とその代表的な性質についての説明 |
| 第 3 回 | 伊藤の公式① | 伊藤の公式とこの公式を用いて得られる性質の説明 |
| 第 4 回 | 伊藤の公式② | 伊藤の公式を用いて、演習問題を解く |
| 第 5 回 | ブラック＝ショールズ方程式① | ブラック＝ショールズ偏微分方程式の導出について |
| 第 6 回 | ブラック＝ショールズ方程式② | ブラック＝ショールズ方程式の解についての説明後、ギリクスの紹介をする。 |
| 第 7 回 | リスク中立価格評価法 | リスク中立確率測度、ギルザノフの定理を紹介して、リスク中立価格評価法を用いて、ブラック＝ショールズ式の導出を説明する。 |
| 第 8 回 | ブラック＝ショールズ方程式、リスク中立価格評価法(演習) | ブラック＝ショールズ方程式、リスク中立価格評価法をより深く理解して頂くために、演習をする。 |
| 第 9 回 | ノックアウト・バリア・オプション① | ドリフトのあるブラウン運動の最大値についての説明 |
| 第 10 回 | ノックアウト・バリア・オプション② | アップ・アンド・アウト・コールの価格に関するブラック＝ショールズ＝マーソン方程式を導出して、解、つまりアップ・アンド・アウト・コールの価格を求めるところまでの説明 |
| 第 11 回 | ルックバック・オプション① | ルックバック・オプションに関するブラック＝ショールズ＝マーソン方程式の導出 |
| 第 12 回 | ルックバック・オプション② | アップ・アンド・アウト・コールの価格計算 |

第 13 回 アジアン・オプション アジアン・オプションに関するブラック＝ショールズ＝マーソン方程式の導出

第 14 回 アジアン・オプション アジアン・オプションの価格計算

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】

【テキスト（教科書）】

指定しない。

【参考書】

ファイナンスのための確率解析 II (連続時間モデル) : S.E. シュリーヴ (著), 今井 達也 (翻訳), 河野 祐一 (翻訳), 田中 久充 (翻訳) 丸善出版

【成績評価の方法と基準】

講義内の演習 (50%) と最終レポート (50%) で評価する。

【学生の意見等からの気づき】

特になし。

【その他の重要事項】

進度によっては、対面がオンライン、オンラインが対面になるかもしれませんが、対面が 7 回、オンライン 7 回になるように調整します。

【Outline (in English)】

In this lecture, we will lead the Black-Scholes formula for European call prices. In addition, we deal with exotic options.

MAT500X4

生産情報特論

作村 建紀

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

加速寿命試験は、製造業において、特に単純な部品や材料の信頼性に関する情報をタイムリーに得るために広く用いられている。この授業の目的は、加速寿命試験の概念と方法を理解することにある。

【到達目標】

統計学に基づく信頼性の評価方法について、グラフィカル法、最尤法、ベイズ法による推定を理解し、実際の加速寿命試験による製品寿命データに活用できる。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

講義と演習を行う。学習支援システムで演習問題を提出し、フィードバックを行う。授業中に寄せられた良いコメントは紹介し、さらなる議論に活かす。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

あり/Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし/No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|----|---------------|--|
| 1 | ガイダンス | 加速寿命試験の動機と概念について学ぶ。 |
| 2 | 故障時間データ | 製品寿命である故障時間データとその確率モデルについて学ぶ。 |
| 3 | モデル | 信頼性分野で便利な確率モデルとして、位置尺度分布族と対数位置尺度分布族を学ぶ。 |
| 4 | 確率プロット法 | 簡便なモデル推定法である確率プロット法と、ノンパラメトリック法を組み合わせた概念を学ぶ。 |
| 5 | 確率プロット法による推定 | ノンパラメトリック法と回帰分析を組み合わせた確率プロット法によるパラメータ推定法を学ぶ。 |
| 6 | 最尤推定法 | 位置尺度分布族における最尤推定法について、漸近正規性を中心に学ぶ。 |
| 7 | 信頼区間の構成 | パラメータの定義域を考慮した適切な信頼区間の構成方法について学ぶ。 |
| 8 | ブートストラップ法 | 信頼区間の近似的な算出法として、ブートストラップ法の概念を学ぶ。 |
| 9 | ベイズ推定 I | 信頼性データについてのベイズ推定の概念について学ぶ。 |
| 10 | ベイズ推定 II | ベイズ推定の簡便な方法として、シミュレーションベースの事後サンプリング法を学ぶ。 |
| 11 | 加速試験モデル | 加速寿命試験データを、位置尺度分布族と物理特性式でつなぎ推定する方法について学ぶ。 |
| 12 | 温度ストレスとアレニウス則 | 温度ストレスとアレニウス則に基づくモデルについて学ぶ。 |
| 13 | 電気ストレスと逆べき乗則 | 電気ストレスと逆べき乗則に基づくモデルについて学ぶ。 |
| 14 | ステップストレス試験 | 段階的にストレスが上昇するステップストレス試験におけるモデルについて学ぶ。 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】前提として、確率論や統計学を復習しておく必要がある。

【テキスト（教科書）】

特になし。

【参考書】

- [1] Meeker, W. Q., Escobar, L. A., and Pascual, F. G. (2022). Statistical methods for reliability data. John Wiley & Sons.
 [2] Nelson, W. (1990) Accelerated Testing Statistical Models, Test Plans, and Data Analysis. Wiley, New York.

【成績評価の方法と基準】

成績は、平常点 (10%)、講義中に出题する演習課題 (10%)、Homework(40%)、期末レポート (40%) で決定される。期末試験は必ず受験すること。上記の配分は状況に応じて変更する可能性がある。

【学生の意見等からの気づき】

演習が少ないという意見があったため、授業時間内に簡単な演習に取り組み時間を作る。

【Outline (in English)】

(Course outline)

Accelerated Tests are used widely in manufacturing industries, particularly to obtain timely information on the reliability of simple components and materials. The purpose of this class is to understand the concepts and methods of accelerated life testing.

(Learning Objectives)

The goal of this class is to understand the estimation of reliability based on statistics using graphical, maximum likelihood, and Bayesian methods and to apply these methods to actual product life data from accelerated life tests.

(Learning activities outside of the classroom)

Your study time will be more than four hours for a class. As a prerequisite, students should review probability theory and statistics.

(Grading Criteria /Policies)

Your grade will be determined by a usual performance score (10%), exercises (10%), homework (40%), and a final assignment (40%). We may change the relative weighting of these at any time. You must submit the final assignment.

MAT500X4

信頼性工学特論

木村 光宏

単位数：2 単位 | 開講時期：春学期授業/Spring

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

学生はソフトウェアの品質・信頼性にかかわる諸問題を理解することができるようになる。また英語文献を通読する際、英和辞書がなくても大略の意図を掴むことができる能力が養成される。また、いくつかの統計的・数理解析技法が身につく。これらを目的とする。

【到達目標】

以下を主な到達目標とする。学生が信頼性の諸量の定義を理解でき、その説明ができるようになること。輪読を通じて必要となる、統計・グラフ理論等、周辺の知識を確認し理解を深めること。辞書なしで英文邦訳をリアルタイムで行えるようになること。ソフトウェア信頼性の評価法、困難さについて説明ができるようになること。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

学部レベルの数理統計学を修得済みのものを主な対象とする。そのため第一回の授業においてその基礎知識を問う試験を行う。応用確率論が扱うひとつの領域として信頼性理論がある。本科目では特にソフトウェアの信頼性を評価するための数理モデルである。ソフトウェア信頼性モデルについて、その前提となる知識から始め、モデル化の実際について習得する。基本的に英語文献の輪読に多くの時間を割く。提出物については適時講評する。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

なし/No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし/No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|--------|---------------------------|--|
| 1 | 基礎力試験 | Examination will be given in order to grasp the students' knowledge about probability theory and statistics. The students who do not have enough knowledge should reconsider not to take this class. |
| 2 | 導入 | Introduction to this class |
| 3 | 輪読—ソフトウェアの信頼性の背景 | Why does software cost so much? |
| 4 | 輪読—信頼度の定義 | Definitions of Reliability measures and terminologies |
| 第 5 回 | 輪読—確率統計の知識確認（前半） | Failure rate function and some common probability distributions |
| 第 6 回 | 輪読—確率統計の知識確認（後半） | Some more distributions and their characteristics |
| 第 7 回 | 輪読—保守性とアベイラビリティ | Understanding several availability measures of systems |
| 第 8 回 | 輪読—ソフトウェア信頼性評価の静的モデリング（1） | Halstead's software metric (additional study resources provided) |
| 第 9 回 | 輪読—ソフトウェア信頼性評価の静的モデリング（2） | McCabe's cyclomatic complexity metric |
| 第 10 回 | 輪読—ソフトウェア信頼性評価の静的モデリング（3） | Famous error seeding model and its variations |
| 第 11 回 | 輪読—ソフトウェア信頼性評価の動的モデリング（1） | Failure rate models (Jelinski-Moranda model) |
| 第 12 回 | 輪読—ソフトウェア信頼性評価の動的モデリング（2） | Failure rate models (Schick-Wolverton model) |
| 第 13 回 | 輪読—ソフトウェア信頼性評価の動的モデリング（3） | Other dynamical models |
| 第 14 回 | 確率過程による信頼度成長モデル | Nonhomogeneous Poisson process models |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】確率論・統計学の学部授業を習得した知識があることを想定して進める。それを確認するために特に初回は試験を行う。

【テキスト（教科書）】

配布資料を用いる。その原典は、Hoang Pham, Software Reliability, Springer-Verlag Singapore (2000) である。

【参考書】

授業内に適宜紹介する。

【成績評価の方法と基準】

授業態度と発表を重視し（50%）、さらに講義内での演習・レポート（50%）により評価する。

【学生の意見等からの気づき】

周辺知識についても丁寧に紹介するようにしたい

【学生が準備すべき機器他】

大学貸与 PC の Mathematica を用いた数値計算の演習を行うことがある

【その他の重要事項】

コロナ禍対応等でスケジュール・内容等に変更が生じる可能性があるため、hoppii 内の学習支援システムの当科目に関する掲示板等を授業期間を通じて注意しておくこと。

【Outline (in English)】

Course outline:

This class aims to understand basic software reliability theory. By reading the textbook on software reliability engineering, the students will grasp how to assess the reliability of software products and their difficulties. Also, they will see some perspectives for ideal software production.

Learning objectives:

Students will acquire an understanding of

- 1) basic concepts of reliability engineering,
- 2) the importance of software reliability, and
- 3) how to evaluate software reliability by using several mathematical techniques.

Learning activities outside of the classroom:

Before/after each class meeting, students will be expected to spend four hours to grasp the course content.

Grading criteria/Policy:

The lecturer will decide your overall grade based on the following:

Contribution to the class and goodness of presentation: 50%, In-class exercise and final report: 50%

MAT500X4

符号理論特論 1

寺杣 友秀

単位数：2 単位 | 開講時期：春学期授業/Spring

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

代数学の応用として情報通信で用いられる符号理論、暗号理論について学ぶ

【到達目標】

整数論および代数学の基礎を習得して、それらに符号理論、暗号理論に応用されているかを理解する

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

配布された資料をもとに授業を進め、何回か演習問題をレポートとして課す

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

なし / No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|----|-------------------|-------------------------|
| 1 | 初等整数論 | 合同剰余とフェルマーの定理について学ぶ |
| 2 | ユークリッドアルゴリズムと素体 | 素体とユークリッドアルゴリズムによる逆元の計算 |
| 3 | 有限体と原始元 | 有限体上の多項式と原始元の存在 |
| 4 | 既約多項式とガロア体 | 既約多項式を用いたガロア体の構成を行う |
| 5 | 共通鍵暗号とディフィーヘルマン暗号 | 離散対数問題とディフィーヘルマン暗号 |
| 6 | 公開鍵暗号と RSA 暗号 | 公開鍵暗号と RSA 暗号 |
| 7 | 認証とハッシュ | 暗号理論の応用としての認証について |
| 8 | 符号理論の一般論 | ハミング長さ、シングルトン限界など |
| 9 | リードソロモン符号 | リードソロモン符号の定義と性質 |
| 10 | リードソロモン符号の復号 | リードソロモン符号の復号について |
| 11 | 巡回符号と BCH 符号 | 巡回符号と BCH 符号について |
| 12 | 楕円曲線の性質 | 楕円曲線と加法の性質 |
| 13 | 楕円曲線暗号 | 楕円曲線ディフィーヘルマン鍵共有 |
| 14 | まとめ | 今学期のまとめ |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】

【テキスト（教科書）】

授業中に資料を配布

【参考書】

授業中に指示

【成績評価の方法と基準】

期末試験 70%とレポート 30%で評価する

【学生の意見等からの気づき】

具体的な問題を解くことにより、理論の意味を分かるようにしていくのが早道である

【Outline (in English)】

Coding theory and cryptography theory are basics of information science.

We study them as applications of algebra.

ECN500X4

応用金融分析特論

宮越 龍義

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

金融分析の対象となる銀行・企業・政府の資金調達や運用に関する伝統的および最新の分析手法と、近年の資金調達や運用の急速なグローバル化に関する研究を行う。

【到達目標】

工学的手法を応用して、金融システムのグローバル化と脆弱性、世界的金融危機、金融システムの成熟と経済発展の関係など、現代の直面する金融問題を分析する知識と能力の修得を目指す。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

最近話題となっている研究テーマとそれを分析する手法を、論文を例に取り挙げながら解説する。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

なし/No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし/No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|----|-----------------------|--------------------|
| 1 | 金融機関の合併と異業種展開 1 | 範囲・規模の経済性とトランスログ関数 |
| 2 | 金融機関の合併と異業種展開 2 | 範囲・規模の経済性とトランスログ関数 |
| 3 | 年金の資金調達 1 | 世代重複モデル |
| 4 | 年金の資金調達 2 | 世代重複モデル |
| 5 | 地域経済の発展と金融 1 | 確率フロンティア関数 |
| 6 | 地域経済の発展と金融 2 | 確率フロンティア関数 |
| 7 | まとめ | 中間試験 |
| 8 | 為替レート決定式の推定と為替レート予想 1 | 時系列の共和分過程と単位根過程 |
| 9 | 為替レート決定式の推定と為替レート予想 2 | 時系列の共和分過程と単位根過程 |
| 10 | 株価収益率とボラティリティー予想 1 | 多変量 GARCH,EGARCH |
| 11 | 株価収益率とボラティリティー予想 2 | 多変量 GARCH,EGARCH |
| 12 | 自国通貨建・アジア国債市場 | ネットワーク分析 |
| 13 | 自国通貨建・アジア国債市場 | ネットワーク分析 |
| 14 | まとめ | 期末試験 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】
経済のTVニュースを良く見ていると講義に興味が湧くと同時に、理解が深まります。

【テキスト（教科書）】

講義に使用する論文を事前に毎回配布する。

【参考書】

毎回講義の時に紹介する。さらには、Reading Lists を配布する。

【成績評価の方法と基準】

出席 (50%)、中間・期末試験 (50%)。

【学生の意見等からの気づき】

「計量経済学特論」を履修していると、この講義の理解が深まります

【その他の重要事項】

事前に履修すべき科目・関連科目は、計量経済学特論、公共経済学特論、応用経済分析特論であり、また、学部の科目としては、微積・線形代数・統計学は必須である。

【Outline (in English)】

This course introduces the advanced monetary economics to students taking this course.

MAT500X4

離散最適化特論2

高澤 兼二郎

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

厳密解を求めるのが困難な離散最適化問題に対する実践的な手法を学ぶ。

【到達目標】

実用上現れる NP 困難な離散最適化問題に対する、近似アルゴリズムをはじめとする解決手法を理論的に理解する。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

講義形式で行う。必要に応じて、質疑応答、問題演習、および演習問題の解説の時間をとる。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|----|---------------------------|-----------------------------------|
| 1 | イントロダクション | 本授業の内容の概説 |
| 2 | 基礎 | 近似アルゴリズムの基礎 |
| 3 | クラス PTAS | クラス PTAS の定義と問題例 |
| 4 | クラス FPTAS | クラス FPTAS の定義と問題例 |
| 5 | クラス log-APX とクラス poly-APX | クラス log-APX とクラス poly-APX の定義と問題例 |
| 6 | 線形計画による近似アルゴリズム設計 | 緩和の整数ラウンディング |
| 7 | これまでのおさらい | これまでの講義内容のおさらい |
| 8 | 施設配置問題 | 施設配置問題に対する近似アルゴリズム |
| 9 | k-センター問題 | k-センター問題に対する近似アルゴリズム |
| 10 | k-メディアン問題 | k-メディアン問題に対する近似アルゴリズム |
| 11 | シュタイナー森問題 | シュタイナー森問題に対する近似アルゴリズム |
| 12 | 最大充足化問題 | 最大充足化問題に対する近似アルゴリズム |
| 13 | 半正定値計画問題 | 半正定値計画問題を用いた整数ラウンディングアルゴリズム |
| 14 | 講義全体のまとめ | 講義全体の内容の復習 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】
離散数学や線形計画法について、適宜復習する。

【テキスト（教科書）】

浅野孝夫: 近似アルゴリズム, 共立出版, 2019.

【参考書】

D.P. Williamson, D.B.Shmoys (著), 浅野孝夫 (訳): 近似アルゴリズムデザイン, 共立出版, 2015.

V.V. Vazirani (著), 浅野孝夫 (訳): 近似アルゴリズム, 丸善出版, 2012.

D.P. Williamson, D.B.Shmoys: The Design of Approximation Algorithms, Cambridge University Press, 2011.

V.V. Vazirani: Approximation Algorithms, Springer, 2001.

【成績評価の方法と基準】

レポート (100%) によって評価する。平常点を加味することがある。

【学生の意見等からの気づき】

具体的な例を示しながら講義することや、授業内に問題演習の時間を設けることを心がける。

【Outline (in English)】

Learn practical approaches to discrete optimization problems for which exact solutions are hard to find.

FRI500D1

暗号とその応用

真鍋 義文

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

Modern cryptography is widely used on the Internet and in many IT applications. Cryptocurrencies and blockchains are one of the applications of cryptography. This course will introduce the basic concepts and techniques of modern cryptography and cryptocurrencies. It will also provide some advanced topics of modern cryptography such as post-quantum cryptography and homomorphic encryption.

【到達目標】

The students will understand the key concepts and techniques in modern cryptography such as symmetric-key encryption, public-key encryption, digital signatures, Bitcoin, blockchains, and some advanced cryptography concepts.

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

Following the lectures, the students will learn the concepts and understand the basis of modern cryptography and cryptocurrencies. This course provides opportunities for students to learn the basic knowledge, methods, and techniques.

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし / No

【授業計画】 授業形態：オンライン/online

| 回 | テーマ | 内容 |
|------------|---|--|
| 1st class | Introduction | Background of modern cryptography. Course overview. |
| 2nd class | Symmetric-key cryptosystems (1) | One-time pad cipher and block ciphers |
| 3rd class | Symmetric-key cryptosystems (2) | DES, AES, and block cipher modes of operation |
| 4th class | Public-key cryptosystems(1) | Concepts of public-key cryptography, RSA encryption |
| 5th class | Public-key cryptosystems(2) | ElGamal encryption and security requirements of public-key cryptosystems |
| 6th class | Hash functions | Hash function and its security requirements |
| 7th class | Digital signatures | RSA signature, DSA, and security requirements |
| 8th class | Password authentication | Password authentication and password attacks |
| 9th class | Message authentication | Message authentication code |
| 10th class | Key generation | Random number generator and key generation |
| 11th class | Public key infrastructure (PKI) | Certificate authorities (CA) |
| 12th class | Internet protocols | TLS, VPN, and Wi-Fi security |
| 13th class | Bitcoin | Cryptocurrencies, blockchains, and smart contracts |
| 14th class | Post-quantum cryptography and advanced cryptography | Lattice-based cryptography and fully homomorphic encryption |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【Preparatory study and review time for this class are 4 hours each.】

Before the first lecture, please check:

<https://en.wikipedia.org/wiki/Cryptography>

【テキスト（教科書）】

None

【参考書】

Jonathan Katz and Yehuda Lindell: "Introduction to Modern Cryptography: Third Edition", Chapman and Hall/CRC.

【成績評価の方法と基準】

1. Reports in every class: 100%

【学生の意見等からの気づき】

None

【学生が準備すべき機器他】

The students need to bring a laptop computer for some reports.

PRI600X4

システム理工学特別研究 1・2

鈴木 郁、金沢 誠、小林 一行、佐藤 修一、松尾 由賀利、田中 幹人、柴田 千尋、小宮山 裕、鮎川 矩義

単位数：3 単位 | 開講時期：年間授業/Yearly

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

各大学院生は指導教員と相談しながら研究テーマを決める。毎週の研究打ち合わせを通じて、研究の進め方、研究テーマをいかに掘り下げ、独創性をどのように創るかを体験的に習得する。大学院生は国際的な発表の場で、研究テーマの目的や研究の意義を確認する。

【到達目標】

受講生は、研究テーマに対し、システム理工学的な視点から問題を分析し、解決するための方法や技術を習得する。解決した結果を適切にプレゼンテーションできる能力も、身に付ける。受講生は英語による国際会議の場で、修得した能力を十分に発揮して、自分の研究を国際的に問うことが求められる。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

受講生は指導教員と協力して研究テーマに取り組み、高度な議論、討論に参加できるようにする。学生はそれぞれ個別のテーマについて、システム理工学の目的、思想、方法論の基礎を習得する。なお研究内容などによっては、アクティブラーニングやフィールドワークが無い場合もある。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】あり / Yes

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|----|-------------|---|
| 1 | 研究テーマの決定 | 研究テーマを指導教員と相談して決め、先行研究について調査法、また必要な予備知識を習得する。 |
| 2 | 先行研究の調査 | 先行研究について調査し、また必要な予備知識を習得する。 |
| 3 | 先行研究の調査 | 先行研究について調査し、また必要な予備知識を習得する。 |
| 4 | 先行研究の調査 | 先行研究について調査し、また必要な予備知識を習得する。 |
| 5 | 先行研究の調査 | 先行研究について調査し、また必要な予備知識を習得する。 |
| 6 | 調査結果の発表 | 調査の結果などについて、発表する。 |
| 7 | 研究・実験の準備 | 調査結果などに基づき、具体的に研究・実験の準備を行う。 |
| 8 | 研究・実験の準備 | 調査結果などに基づき、具体的に研究・実験の準備を行う。 |
| 9 | 研究・実験の準備 | 調査結果などに基づき、具体的に研究・実験の準備を行う。 |
| 10 | 研究・実験の準備 | 調査結果などに基づき、具体的に研究・実験の準備を行う。 |
| 11 | 予備実験など | 予備的な研究（調査などの場合）や実験を行う。 |
| 12 | 予備実験など | 予備的な研究（調査などの場合）や実験を行う。 |
| 13 | 予備実験など | 予備的な研究（調査などの場合）や実験を行う。 |
| 14 | 予備実験など | 予備的な研究（調査などの場合）や実験を行う。 |
| 15 | 予備実験など | 予備的な研究（調査などの場合）や実験を行う。 |
| 16 | 予備実験などの結果発表 | 予備的な研究（調査などの場合）や実験の結果について発表する。 |

- 17 本実験などの方向付け 予備的な研究（調査などの場合）や実験の結果に基づき、本実験などの方向性を決定する。
- 18 本実験などの方向付け 予備的な研究（調査などの場合）や実験の結果に基づき、本実験などの方向性を決定する。
- 19 本実験などの準備 本実験などの準備を行う。
- 20 本実験などの準備 本実験などの準備を行う。
- 21 本実験など 本実験などを行う。
- 22 本実験など 本実験などを行う。
- 23 本実験など 本実験などを行う。
- 24 本実験など 本実験などを行う。
- 25 本実験など 本実験などを行う。
- 26 結果のまとめ 本実験などの結果についてまとめ、発表する。
- 27 最終発表の準備など 結果のまとめに基づき、最終発表の準備などを行う。
- 28 最終発表の準備など 結果のまとめに基づき、最終発表の準備などを行う。

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 3 時間を標準とします。】 適宜紹介する。

【テキスト（教科書）】

適宜紹介する。

【参考書】

適宜紹介する。

【成績評価の方法と基準】

毎週の報告などから判断する。

【学生の意見等からの気づき】

アンケートは実施していない。

【学生が準備すべき機器他】

貸与パソコン。

【Outline (in English)】

Each graduate student decides on a research theme in consultation with his or her supervisor. Through weekly research meetings, students will experience how to proceed with his/her research, how to delve into research themes, and how to create his/her originality. Graduate students confirm the significance of their research themes at international conferences.

PRI600X4

システム理工学特別実験 1・2

鈴木 郁、金沢 誠、小林 一行、佐藤 修一、松尾 由賀利、田中 幹人、柴田 千尋、小宮山 裕、鮎川 矩義

単位数：2 単位 | 開講時期：年間授業/Yearly

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

受講生は修士論文作成のための特別実験を、指導教員と協力して主体的に研究に参加して、研究計画、理論的な枠組みの構築、実験を行う。受講生は自分の研究テーマをシステム理工学の観点から考察し、解決しなければならない問題は何かを明確にし、解決策を提案して国際的な場で問い、その有用性を確認する。

【到達目標】

研究テーマに対し、システム理工学的な視点から問題を分析し、解決するための方法や技術を習得する。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

講義形式の授業ではない。日常的な対話とアドバイス、発表により進められる。なお研究内容などによっては、アクティブラーニングやフィールドワークが無い場合もある。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

あり / Yes

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|----|-------------|--|
| 1 | 先行研究の調査 | すでに決定している研究テーマについて主体的な研究をリードし、最近の先行研究について調査し、また必要な予備知識を習得する。 |
| 2 | 先行研究の調査 | 最近の先行研究について調査し、また必要な予備知識を習得する。 |
| 3 | 先行研究の調査 | 最近の先行研究について調査し、また必要な予備知識を習得する。 |
| 4 | 先行研究の調査 | 最近の先行研究について調査し、また必要な予備知識を習得する。 |
| 5 | 先行研究の調査 | 最近の先行研究について調査し、また必要な予備知識を習得する。 |
| 6 | 調査結果の発表 | 調査の結果などについて、自分なりの視点から掘り下げて発表する。 |
| 7 | 研究・実験の準備 | 調査結果などに基づき、具体的に研究・実験の準備を行う。 |
| 8 | 研究・実験の準備 | 調査結果などに基づき、具体的に研究・実験の準備を行う。 |
| 9 | 研究・実験の準備 | 調査結果などに基づき、具体的に研究・実験の準備を行う。 |
| 10 | 研究・実験の準備 | 調査結果などに基づき、具体的に研究・実験の準備を行う。 |
| 11 | 予備実験など | 予備的な研究（調査などの場合）や実験を行う。 |
| 12 | 予備実験など | 予備的な研究（調査などの場合）や実験を行う。 |
| 13 | 予備実験など | 予備的な研究（調査などの場合）や実験を行う。 |
| 14 | 予備実験など | 予備的な研究（調査などの場合）や実験を行う。 |
| 15 | 予備実験など | 予備的な研究（調査などの場合）や実験を行う。 |
| 16 | 予備実験などの結果発表 | 予備的な研究（調査などの場合）や実験の結果について発表する。 |

| | | |
|----|------------|---|
| 17 | 本実験などの方向付け | 予備的な研究（調査などの場合）や実験の結果に基づき、本実験などの方向性を決定する。 |
| 18 | 本実験などの方向付け | 予備的な研究（調査などの場合）や実験の結果に基づき、本実験などの方向性を決定する。 |
| 19 | 本実験などの準備 | 本実験などの準備を行う。 |
| 20 | 本実験などの準備 | 本実験などの準備を行う。 |
| 21 | 本実験など | 本実験などを行う。 |
| 22 | 本実験など | 本実験などを行う。 |
| 23 | 本実験など | 本実験などを行う。 |
| 24 | 本実験など | 本実験などを行う。 |
| 25 | 本実験など | 本実験などを行う。 |
| 26 | 結果のまとめ | 本実験などの結果についてまとめ、発表する。 |
| 27 | 最終発表の準備など | 結果のまとめに基づき、最終発表の準備などを行う。 |
| 28 | 最終発表の準備など | 結果のまとめに基づき、最終発表の準備などを行う。 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 1 時間を標準とします。】修士論文研究ノートを作り、実験内容を記録・考察をしておくこと。

【テキスト（教科書）】

指導教授により、必要に応じて紹介されることがある。

【参考書】

指導教員より紹介されることがあるほか、学術論文等、自ら積極的に探すこと。

【成績評価の方法と基準】

研究実験への熱意、研究実験の成果、研究実験成果のまとめ方などから総合的に評価する。

【学生の意見等からの気づき】

少人数のため、アンケートは実施していない。

【Outline (in English)】

Students join the meeting for writing their master's thesis, actively participate in research in cooperation with his supervisor, research plans, build theoretical frameworks, and conduct the experiments of his/her topics. Students consider their own research themes from the perspective of system sciences and engineering, clarify the problems that must be solved, propose solutions, ask his works in international conferences, and confirm their usefulness.

CMF600X4

システム理工学特別研究 1・2

磯島 伸、木村 光宏、五島 洋行、寺杣 友秀、宮越 龍義、田村 信幸、高澤 兼二郎、千葉 英史、安田 和弘、林 俊介、劉 慶豊

単位数：3 単位 | 開講時期：年間授業/Yearly

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

当該研究室において行われる研究に参加し、輪講、研究報告、討論、さらには国内外における研究発表などを通じて、研究論文執筆のためのために必要な、基礎理論、先行研究のサーベイ、高度な問題解決能力を習得する。

【到達目標】

研究内容に関する討論に参加し、国内外における学会発表、論文投稿、論文掲載が出来ること。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

研究テーマを決め、必要な基礎理論の学習・応用・発展、先行研究の展望、新たな知見を得る。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|----|---------------------------------|----------------------------------|
| 1 | 基礎・応用理論 | 基礎・応用理論の輪講 |
| 2 | 基礎・応用理論 | 基礎・応用理論の輪講 |
| 3 | 基礎・応用理論 | 基礎・応用理論の輪講 |
| 4 | 発展理論 | 発展理論の輪講 |
| 5 | 発展理論 | 発展理論の輪講 |
| 6 | 発展理論 | 発展理論の輪講 |
| 7 | 研究企画 | 研究背景・先行研究の調査 |
| 8 | 研究企画 | 研究背景・先行研究の調査 |
| 9 | 研究企画 | 研究背景・先行研究の調査 |
| 10 | 研究手法 | 研究手法の選択と精査 |
| 11 | 研究手法 | 研究手法の選択と精査 |
| 12 | 研究手法 | 研究手法の選択と精査 |
| 13 | 研究の方向性と意義 | 研究の方向性と意義の確認 |
| 14 | 研究の方向性と意義 | 研究の方向性と意義の確認 |
| 15 | 研究の方向性と意義 | 研究の方向性と意義の確認 |
| 16 | 論文作成の技法 その1 | プログラミング・作図技法・数値 実験 1 |
| 17 | 論文作成の技法 その2 | プログラミング・作図技法・数値 実験 2 |
| 18 | 論文作成の技法 その3 | プログラミング・作図技法・数値 実験 3 |
| 19 | 論文作成の技法 その4 | 分析結果の日本語表現方法 |
| 20 | 論文作成の技法 その5 | 分析結果の英語表現方法 1 |
| 21 | 論文作成の技法 その6 | 分析結果の英語表現方法 2 |
| 22 | 論文の分析結果と含意 1 | 先行研究との比較と焦点の当て方 1 |
| 23 | 論文の分析結果と含意 2 | 先行研究との比較と焦点の当て方 2 |
| 24 | 論文の分析結果と含意 3 | 先行研究との比較と焦点の当て方 3 |
| 25 | 論文の投稿技術とレ フェリーレポートの読 み方 1 | 投稿分野の最前線:対象とする研 究分野やホットイシュー 1 |
| 26 | 論文の投稿技術とレ フェリーレポートの読 み方 2 | 投稿分野の最前線:対象とする研 究分野やホットイシュー 2 |

27 論文の投稿技術とレ フェリーレポートの読 投稿分野の最前線:対象とする研
み方 3 究分野やホットイシュー 3

28 研究論文作成の総括 総括

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

本授業の準備・復習時間は、各 3 時間を標準とします。関連分野を幅広く研究すること。

【テキスト（教科書）】

適宜指示する。

【参考書】

適宜指示する。

【成績評価の方法と基準】

平常の研究態度、学会発表、修士論文の内容などを総合的に評価する。

【学生の意見等からの気づき】

研究の意義を見出せるかが重要。

【Outline (in English)】

(Course outline)

This course deals with learning basic theory and existing literature.

(Learning Objectives)

At the end of the course, students are expected to obtain higher and wider knowledge on the basic theory and existing literatures.

(Learning activities outside of classroom)

After each class meeting, students will be expected to spend 6 hours

to understand the course content.

(Grading Criteria /Policy)

Your grade will be decided based on the performance of the paper and

your attitude for research execution: pass 60 points or more out of 100 points.

CMF600X4

システム理工学特別実験 1・2

磯島 伸、木村 光宏、五島 洋行、寺杣 友秀、宮越 龍義、田村 信幸、高澤 兼二郎、千葉 英史、安田 和弘、林 俊介、劉 慶豊

単位数：2 単位 | 開講時期：年間授業/Yearly

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

研究論文を作成するための分析手法、データ、モデル等について検討する。

【到達目標】

研究のための技術、情報に習熟する。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

データを取集整理し、様々な分析手法を適用する。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|----|------------|-------------------------|
| 1 | 経営工学実験技法 | 1 数値実験装置の設計・プログラミング 1 |
| 2 | 経営工学実験技法 | 2 数値実験装置の設計・プログラミング 2 |
| 3 | 経営工学実験技法 | 3 数値実験装置の設計・プログラミング 3 |
| 4 | 経営工学実験技法 | 4 数値実験装置の設計・プログラミング 4 |
| 5 | 経営工学実験技法 | 5 数値実験装置の設計・プログラミング 5 |
| 6 | 経営工学実験技法 | 6 数値実験装置の設計・プログラミング 6 |
| 7 | 経営工学実験技法 | 7 数値実験装置の設計・プログラミング 7 |
| 8 | 経営工学実験技法 | 8 数値実験装置の設計・プログラミング 8 |
| 9 | 経営工学実験技法 | 9 数値実験装置の設計・プログラミング 9 |
| 10 | 経営工学実験技法 | 10 数値実験装置の設計・プログラミング 10 |
| 11 | 経営工学実験技法 | 11 数値実験装置の設計・プログラミング 11 |
| 12 | 経営工学実験技法 | 12 数値実験装置の設計・プログラミング 12 |
| 13 | 経営工学実験解析 | 1 数値実験データ収集法・解析 1 |
| 14 | 経営工学実験解析 | 2 数値実験データ収集法・解析 2 |
| 15 | 経営工学実験解析 | 3 数値実験データ収集法・解析 3 |
| 16 | 経営工学実験解析 | 4 数値実験データ収集法・解析 4 |
| 17 | 経営工学実験解析 | 5 数値実験データ収集法・解析 5 |
| 18 | 経営工学実験解析 | 6 数値実験データ収集法・解析 6 |
| 19 | 経営工学実験解析 | 7 数値実験データ収集法・解析 7 |
| 20 | 経営工学実験解析 | 8 数値実験データ収集法・解析 8 |
| 21 | 経営工学実験解析 | 9 数値実験データ収集法・解析 9 |
| 22 | 経営工学実験解析 | 10 数値実験データ収集法・解析 10 |
| 23 | 経営工学実験解析 | 11 数値実験データ収集法・解析 11 |
| 24 | 経営工学実験解析 | 12 数値実験データ収集法・解析 12 |
| 25 | 経営工学実験レポート | 数値実験データの作図・考察 1 |
| 26 | 経営工学実験レポート | 数値実験データの作図・考察 2 |

27 経営工学実験レポート 数値実験データの作図・考察 3

28 経営工学実験レポート 数値実験データの作図・考察 4

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

本授業の準備・復習時間は、各 2 時間を標準とします。研究に実際に使用する手法については一層の習熟が必要となる。

【テキスト（教科書）】

適宜指示する。

【参考書】

適宜指示する。

【成績評価の方法と基準】

採用したデータ、手法に関する理解度による。

【学生の意見等からの気づき】

適切な無理のない手法を選択することが重要。

【Outline (in English)】

(Course outline)

This course deals with learning analytical methods, data and models for the preparation of graduate thesis. That is, this course deals with producing academic papers.

(Learning Objectives)

At the end of the course, students are expected to obtain the academic paper.

(Learning activities outside of classroom)

After each class meeting, students will be expected to spend four hours to understand the course content.

(Grading Criteria /Policy)

Your grade will be decided based on the performance of the paper and your attitude for research execution: pass 60 points or more out of 100 points.

GNM500Y2

ゲノム工学特論

山中 幸

単位数：2 単位 | 開講時期：春学期授業/Spring

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

1995年にインフルエンザ菌ゲノムの全遺伝構造が解明されて以来、ヒトを含めた多数のゲノム全遺伝配列が読解されてきた。革新的な解析技術や情報処理技術の開発により、膨大なゲノム情報を、研究領域だけでなく個人医療や産業活用する時代に突入した。授業では、ゲノム科学の視点から5つのテーマにおける課題を設定する。その討論を通じて、ゲノム解析の現状を理解し、今後を展望する。

【到達目標】

ゲノムの構造と機能を正しく理解し、各テーマで展開される情報やその問題点について考察する能力を養う。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

授業は、講義と学生主体の討論をセットにした形式で進める。各テーマの講義後に、テーマに沿った課題を設定し、個人で調査を行う。その内容に対して、学生グループ間で論点整理後、討論を行う。授業内で、各テーマの課題・討論に対するフィードバックを行う。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり/Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし/No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|------|-----------------|-------------------------|
| 第1回 | ゲノムの構造（1） | DNA配列決定からゲノム配列決定 |
| 第2回 | ゲノムの構造（2） | ゲノム構造に関する調査 |
| 第3回 | ゲノム配列の生物学的意義（1） | ゲノムアノテーション |
| 第4回 | ゲノム配列の生物学的意義（2） | ゲノム配列の生物学的意義に関する調査 |
| 第5回 | ゲノム配列の生物学的意義（3） | ゲノム配列の生物学的意義に関する討論 |
| 第6回 | ゲノム全情報の利用（1） | ゲノミクス・トランスクリプトーム・プロテオーム |
| 第7回 | ゲノム全情報の利用（2） | ゲノム全情報の利用に関する調査 |
| 第8回 | ゲノム全情報の利用（3） | ゲノム全情報の利用に関する討論 |
| 第9回 | ゲノム科学の展開（1） | ゲノム情報とシステム生物学 |
| 第10回 | ゲノム科学の展開（2） | ゲノム科学の応用に関する調査 |
| 第11回 | ゲノム科学の展開（3） | ゲノム科学の応用に関する討論 |
| 第12回 | ゲノム科学の展開（4） | これからのゲノム科学 |
| 第13回 | ゲノム科学の展開（5） | これからのゲノム科学に関する調査 |
| 第14回 | まとめ | 全体の総括 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

本科目の受講に際して、ゲノムに関わる生物化学、分子生物学、細胞生物学の基本的知識の修得が必要である。本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とする。

【テキスト（教科書）】

特になし。

【参考書】

授業内で適時紹介する。

【成績評価の方法と基準】

それぞれの課題に対する調査および討論への取り組み（50%）と提出されるレポート（50%）で総合的に評価する。

【学生の意見等からの気づき】

特になし。

【学生が準備すべき機器他】

授業ではノートPC（貸与パソコンなど）を持参すること。

【Outline (in English)】

We can easily access the genomic information from many species of organisms. Innovative developments of sequencing analyses and bioinformatics enable to solve industrial problems using the genomic information. In this course, we will discuss global research and innovative technologies of genomics by the opened debate between students. The goal of this course is to understand recent genomics, contemplating a vision for the future of genomics research. Your overall grade in the class will be decided based on the following Short reports :50% and in class contribution:50%.

BLS500Y2

蛋白質工学特論

常重 アントニオ

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

本科目は、蛋白質分子を設計するために使用される基本的なツールやテクニックを紹介する。蛋白質の研究の全体に影響を実証するために、ケーススタディを使用している。蛋白質工学に利用する具体的なアプローチへの学際的な概要（反応速度論、数理モデリング、熱力学等）を適用する。

【到達目標】

蛋白質工学の基礎的な概要や手法を理解する。英語論文に基づいてケーススタディを導入することによって英語読解力を身につけ、最新情報を注目することを目指す。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

ケーススタディに基づいて最新情報を紹介するために英語の論文の読解は必要である。紹介する資料は授業支援システムにアップロードし、予め、予習すること。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|--------|--------------------------------|--|
| 第 1 回 | 蛋白質の基礎 | アミノ酸からペプチドや蛋白質。巨大な複合体を紹介する。 |
| 第 2 回 | 構造と機能の相関 | 蛋白質の折り畳み (protein folding) の問題) |
| 第 3 回 | 蛋白質のパターンとモチーフ | モチーフ、ドメイン構造、分析ツール、パターンとモチーフサーチ、リピートサーチなど。 |
| 第 4 回 | 蛋白質の精製 (I) | 抽出、塩析、ゲル電気泳動 (SDS-ゲル電気泳動、2 次元ゲル電気泳動等) |
| 第 5 回 | 蛋白質の精製 (II) | 高速液体クロマトグラフィーによる蛋白質の精製 (アフィニティークロマトグラフィー等)、抗体を用いた精製法 |
| 第 6 回 | 遺伝子 DNA の調整 | DNA ライブラリーの作製、cDNA ライブラリーの作製、目的 DNA の単離、目的 DNA の全合成 |
| 第 7 回 | アミノ酸配列の決定 | SDS-ゲル電気泳動で分離した蛋白からのペプチドの調整、S-S 結合の切断、蛋白質の切断、Edman 分析法、N 末端のブロック。 |
| 第 8 回 | リコンビナント蛋白質の生産と巻き戻し (refolding) | 大腸菌での生産、酵母での賛成、その他。 |
| 第 9 回 | 変異蛋白質の調整 | 部位特異的変異、ランダム変異 |
| 第 10 回 | ペプチドの化学合成、蛋白質化学修飾 | ディーバッグ法、1 ピーズ 1 ペプチドのランダムペプチドライブラリーの作製等、架橋反応等。 |
| 第 11 回 | 分子グラフィクスおよびモデリング | Protein Data Bank, ExPASy 等 Abalone, Swiss Deep Viewer, Chimera X, Pymol 等を紹介する。 |

| | | |
|--------|---------------|--|
| 第 12 回 | 蛋白質完全化学合成 | Merrifield 法による個相ペプチド合成法 |
| 第 13 回 | 新規蛋白質の創生 (II) | de novo 蛋白質、蛋白質の分子設計、4 本ヘリクスバンドル (4-helix bundle) とその応用。 |
| 第 14 回 | 蛋白質変性および最折り畳み | 界面活性剤および NDSB の応用 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】
予め、配布資料や教材を読習すること。

【テキスト（教科書）】

Lesk, A.M., Introduction to Protein Science, 2nd Ed., Oxford University Press, UK (2010)

【参考書】

- * Protein Design, Methods and Applications, Guerois, R. & López de la Paz, M., Eds., Humana Press, New Jersey, USA (2003)
- * Lundblad, R.L., Chemical Reagents for Protein Modification, CRC Press, Florida, USA (2005)
- * 配布された文献。

【成績評価の方法と基準】

小テスト (20%), 演習・宿題レポート (20%) 期末テスト (60%) で総合的に評価する。

【学生の意見等からの気づき】

レポートや宿題などをフォローアップする。受講生が興味のあるテーマに対して集中することも可能です。

【学生が準備すべき機器他】

本授業に参加するためにたまにノート PC を持参することを推奨します。たまにノート PC および適切なプログラムを用いて蛋白質構造の観察が行われます。

【その他の重要事項】

なし

【Outline (in English)】

This course will introduce tools and techniques used for the design and expression of proteins. Case studies will be presented to demonstrate the impact of these techniques on general aspects of protein research. Application of interdisciplinary methods (such as kinetics, mathematical modeling, thermodynamics, etc.) will be also presented to give a concrete application.

The final grade will be calculated based on (1) Quizzes (20%), (2) Reports/Homework (20%) and (3) Final test (60%).

Your active participation in class is highly encouraged.

BLS500Y2

細胞工学特論

水澤 直樹

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

細胞工学は分子生物学と細胞生物学の進展によって展開された分野であり、そのカバーする領域は微生物科学領域、動物科学領域、植物科学領域と広範囲にわたる。本特論では、微生物科学領域と植物科学領域に関連する光合成分野に焦点をあてる。細胞工学という遺伝子操作技術を利用した応用研究のイメージが強いが、対象となる生物現象の深い理解なしには真に役に立つ応用研究はできない。そこで、改変すべき生物現象の仕組みをまず理解した上で、遺伝子操作の手法、生物機能改変の戦略とその実際を学ぶ。

【到達目標】

細胞工学的手法を用いた光合成機能の改良および安定化は地球規模のエネルギー問題や食料問題を解決する手段の1つとして期待されている。本授業では、光合成装置の構造と機能を理解するとともに、遺伝子工学的手法を用いた光合成機能の解明およびその機能の改変に関わる最新の知見を習得することを目的とする。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

まず、光合成反応の概説をしたのちに、光合成生物の培養法、光合成生物の形質転換法の原理と実際例を紹介する。その後の授業は、光合成個々の反応系の解説と各反応系の問題を細胞工学的手法で解決した例の紹介をセットでおこなう。実際の研究例については総説ではなく、原著論文を紹介する。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】なし/No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】なし/No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|-----|-----------------------------|---|
| 第1回 | 序論 | 光合成の概説と本分野への細胞工学アプローチの可能性について解説する。 |
| 第2回 | 光合成生物の培養法と形質転換法（1）シアノバクテリア | シアノバクテリアの培養法と形質転換法について解説する。 |
| 第3回 | 光合成生物の培養法と形質転換法（2）緑藻、コケ | 緑藻とコケの培養法と形質転換法について解説する。 |
| 第4回 | 光合成生物の培養法と形質転換法（3）被子植物 | 被子植物の生育法と形質転換法について解説する。 |
| 第5回 | 光合成色素（1）解説 | 光合成色素の合成経路およびその構造と光合成における機能などについて解説する。 |
| 第6回 | 光合成色素（2）細胞工学的アプローチ | 光合成色素の代謝経路の改変と光合成の関係などについて紹介する。 |
| 第7回 | 光化学系2と光化学系1（1）解説 | 各光化学系の構造と機能、アセンブリー、動的構造変化などについて解説する。 |
| 第8回 | 光化学系2と光化学系1（2）細胞工学的アプローチ | 光化学系構成蛋白質の改変による活性アミノ酸残基や機能領域の解明、複合体構造の安定化の試みなどについて紹介する。 |
| 第9回 | シトクロム b6f 複合体、ATP 合成酵素（1）解説 | シトクロム b6f 複合体、ATP 合成酵素の構造と機能、光化学系1の循環的電子伝達などについて解説する。 |

第10回 シトクロム b6f 複合体、ATP 合成酵素（2）細胞工学的アプローチ

変異体を用いた ATP 合成酵素、シトクロム b6f 複合体の構造と機能の解明、光化学系1の循環的電子伝達におけるシトクロム b6f 複合体の機能解明などについて紹介する。

第11回 光合成膜を構成する脂質（1）解説

光合成膜を構成する脂質の生合成経路、構造と光合成における機能などについて解説する。

第12回 脂質（2）細胞工学的アプローチ

脂質欠損株を用いた光合成における脂質の機能について、脂質を構成する脂肪酸の不飽和度改変による低温耐性の光合成生物の作出などについて紹介する。

第13回 カルビン回路、光呼吸、C4 光合成、CAM 代謝（1）解説

各代謝経路の詳細とその生理的意義などについて解説する。

第14回 カルビン回路、光呼吸、C4 光合成および CAM 代謝（2）細胞工学的アプローチ

CO₂ 固定能の高い光合成生物の作出について、光呼吸関連酵素の改変による光合成機能への影響について、C3 植物への C4 光合成の導入の試みなどについて紹介する。

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。光合成反応は複雑で多くの蛋白質・コファクターが関与しているため、講義の受講だけでは理解するのが難しい面がある。光合成諸反応の概略を一般的な教科書で予習・復習する。

【テキスト（教科書）】

特になし。プリント資料を配付する。

【参考書】

必要に応じて紹介する。

【成績評価の方法と基準】

授業に取り組む姿勢（平常点：授業内容に関連した質問、討論を含む）とレポート提出による授業内容に対する理解度と考察力を評価する。平常点とレポート点は50%と50%の配分で評価する。

【学生の意見等からの気づき】

光合成についての履修背景が少ない学生が多いので、基礎から解説することを心がける。

【Outline (in English)】

This course deals with the mechanism of photosynthesis, which occurs in plants, algae and some types of bacteria, and its application such as development of stress-tolerant plants by manipulation of photosynthetic genes.

Before/after each class meeting, students will be expected to spend four hours to understand the course content.

Final grade will be calculated according to the following process. Reports (50%) and in-class contribution (50%).

BLS500Y2

生命システム工学特論

川岸 郁朗

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

核酸・脂質・蛋白質などの高分子が作り出す構造はさまざまな機能を生み出し、あらゆる生命現象の基盤となっている。しかし、これらの構成要素そのものを詳細に調べても、生命現象のメカニズムが理解できるとは限らない。本講義では、要素の詳細にこだわるのではなく、要素同士の相互作用によって生じる性質をシステムとして捉え、生命現象の根底にあるメカニズムを理解する手法を学ぶ。

【到達目標】

シグナル伝達系と細胞骨格を題材とし、システム工学的視点に立った生命現象の理解を深める。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

講義と演習，議論

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

あり/Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし/No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|----|-------------|---|
| 1 | 序論 | 生命科学におけるシステム工学的視点について概説する。 |
| 2 | シグナル伝達系概論 1 | フードバック，フィードフォワード回路について解説する。 |
| 3 | シグナル伝達系概論 2 | シグナル伝達系のダイナミクスの解析について解説する。 |
| 4 | 原核生物の走化性 1 | 走化性シグナル伝達系の分子機構について解説する。 |
| 5 | 原核生物の走化性 2 | 走化性シグナル伝達系が示す性質について解説する。 |
| 6 | 真核細胞の走化性 1 | 真核細胞の走化性シグナル伝達系の分子機構について解説する。 |
| 7 | 真核細胞の走化性 2 | 真核細胞の走化性シグナル伝達系が示すダイナミクスについて議論する。 |
| 8 | 原核細胞の細胞分裂 1 | 原核細胞の細胞分裂面決定に関わる分子について解説する。 |
| 9 | 原核細胞の細胞分裂 2 | 原核細胞の細胞分裂面決定機構について解説する。 |
| 10 | 原核細胞の細胞分裂 3 | 原核細胞の細胞分裂のダイナミクスについての研究手法とその結果について議論する。 |
| 12 | 真核細胞の細胞分裂 1 | 真核細胞の細胞分裂装置を構成する分子について解説する。 |
| 12 | 真核細胞の細胞分裂 2 | 真核細胞の細胞分裂面決定に関わる分子の相互作用について解説する。 |
| 13 | 真核細胞の細胞分裂 3 | 真核細胞の細胞分裂面決定機構の研究手法とその結果について議論する。 |
| 14 | 真核細胞の細胞分裂 4 | 真核細胞の細胞分裂装置形成についての研究手法とその結果について議論する。 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

授業内で指定する論文を読む（週 4 時間を標準とする）。

【テキスト（教科書）】

指定なし。

【参考書】

細胞の分子生物学

【成績評価の方法と基準】

授業への取り組み，レポート，発表を総合的に評価する。

【学生の意見等からの気づき】

本年度新規科目につきアンケートを実施していません。

【学生が準備すべき機器他】

なし

【Outline (in English)】

This course is an introduction to the system biology. We will build an understanding of biological systems not sticking to the details of the elements, rather focus on the emergence of intracellular structures through interactions among the cell constituents.

Commitments to the class, reports, and presentation are taken together for evaluation.

BLS500Y2

バイオインフォマティクス特論

大島 拓

単位数：2 単位 | 開講時期：春学期集中/Intensive(Spring)

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

生命現象は、遺伝子やタンパク質が個別に機能するだけでは実現されず、多様な要素が組み合わさって生じます。これをつかさどるのが、ゲノムです。そのため、現代の生命科学では、ゲノム解析が非常に重要な役割を持ちます。本講義では、ゲノムを理解するために必要な分子生物学の基礎知識を復習した後、バイオインフォマティクスを用いたゲノム研究に必要となる基礎的な知識を学びます。

【到達目標】

次世代シーケンサー、トランスクリプトームといったゲノム解析技術、解析に用いられるデータベース、それらを用いたバイオインフォマティクスによる解析について、具体的な解析例について学び、バイオインフォマティクスとは、いつ、どこで、どのような際に使われているのを理解する。同時に、それらの基盤となっている統計を含めた基盤となる概念を理解する。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

それぞれの講義では、最初に資料を使った講義を行い、講義の後半に、課題に基づいた課題に対する、まとめた短いレポートを作成します。これが、復習及び、次回の講義の予習になります。2 回目以降の講義では、前回の講義の課題に関する解説も行います。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】
なし / No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】
なし / No

【授業計画】 授業形態：オンライン/online

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|-----------------------------|--|
| 1 | システム生物学とバイオインフォマティクス・ゲノム生物学 | イントロダクション。システム生物学・バイオインフォマティクス・ゲノム生物学・分子生物学の関係を見ていきます |
| 2 | ゲノムを理解するために必要な分子生物学の復習 | システムを構築するために必要なゲノムの特徴について復習します |
| 3 | タンパク質配列解析基礎 | 相同解析による生物の進化とタンパク質の機能解析について学びます。 |
| 4 | ゲノム塩基配列決定入門 | ゲノム配列の決定から、機能予測までの基礎的な知識を身につけます。 |
| 5 | 次世代シーケンシング | 次世代シーケンサーの仕組みと機能、解析法の基礎について学びます。 |
| 6 | トランスクリプトーム入門 | トランスクリプトーム解析と ChIP-chip 解析による網羅的な転写制御の解析手法について学びます。 |
| 7 | プロテオーム解析 | 網羅的なタンパク質の相互作用解析、それを元にしたタンパク質機能解析について学びます |
| 8 | データベース | 生命をシステムとして解析するためにはデータベースがあると非常に便利です。どのようなデータベースが存在し、どのように利用されているかを学びます |
| 9 | 細胞の中のネットワーク | 転写ネットワーク、代謝パスウェイ等に生命現象を担うネットワークについて学びます |

- | | | |
|----|-----------------|--|
| 10 | 必須遺伝子ってなに？ | システムティックな遺伝子機能の解析について学びます。 |
| 11 | 遺伝子発現制御システム解析法 | レポーター解析等、細胞内の遺伝子発現解析するために必要となる手法を紹介しします。 |
| 12 | 転写制御システム解析法 | ゲノム解析、試験管内再構成等、新たな手法について紹介しします。 |
| 13 | 生物の多様性と最適化 | 生物がどのようにシステムを変化させ、生育環境に適応するか考えます。 |
| 14 | ゲノム解析とゲノム操作の最前線 | ゲノム解析を最大限に利用して、ゲノムを操作し、生物を利用する時代が近づいています。講義の最後に、その最前線を紹介します。 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】受講する学生は、集中講義であるので、細かな準備学習は求められないが、分子生物学の基礎的な知識（遺伝子、転写、翻訳、複製）に関しては、復習し、理解しておくことが望ましい。その日行った講義に関する復習は、各講義ごとに出される復習問題を提出する際に、それを中心に十分に行うことが望ましい。提出された復習問題は採点し、成績評価の参考とする。

【テキスト（教科書）】

教科書は使用しない。プリント等で対応する。

【参考書】

はじめてのバイオインフォマティクス（藤博幸，講談社サイエンティフィック） [ISBN]4061538624
システム生物学入門（Uri Alon 著，共立出版） [ISBN]9784320056732

【成績評価の方法と基準】

毎回の課題提出：100%
毎回の授業中に課題（レポート）を出し、その時間の復習及び次の授業の予習として課題を解いていただきます。課題はすべて採点し、その結果を総合して、成績評価とします。

【学生の意見等からの気づき】

講義直後の復習につながり理解ができる、との評価をいただいたので、その部分は今年度も踏襲し、ゲノム工学、ゲノム解析技術に関する興味が高かったので、本年度、最新の解析手法にアップデートできる部分は変更し、講義します

【その他の重要事項】

博士号取得後、製薬会社での勤務を通し、バイオインフォマティクスを用いた応用研究も経験したことから、この経験も反映させながら、実践的・具体的な解析手法に関して講義する。

【Outline (in English)】

"Genome" is the key concept to understand the biological system. Therefore, "genomics", which is a scientific field to study genome, is very important subject to study current biology. Bioinformatics is the essential technique for genomics. This lecture will introduce beginners the essential and basic knowledge of bioinformatics, which will be helpful for many graduate students to start the genomics and the systems biology.

This lecture course will be opened as an intensive lecture for the genomics and systems biology that are probably not familiar for many students. Therefore, after each lecture, students will be required to review the lecture through preparing the report or answering to quiz. All the reports and quiz submitted will be scored. Based on the marks, students will be graded.

BLS500Y2

生体超分子構造学特論

村上 聡

単位数：2 単位 | 開講時期：春学期集中/Intensive(Spring)

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

生命とは無数の生体超分子が織りなす化学反応の総体である、と考えるならば、それを本質的に理解するためには反応の現場である生体超分子の立体構造を原子レベルで解析し、反応機構を物理や化学のコトバで記述し、考察する能力の習得が不可欠である。本講義では、生体超分子の構造解析の手法についてやさしく概説するとともに、生体超分子の立体構造、及びそれが可能にする生体機能との合理的な連関について触れ、生体超分子の立体構造情報の、求め方、見方、吟味の仕方、使い方などを理解し習得する。

【到達目標】

生命科学の研究において必要となるセンスのひとつは、全ての生命現象は物理法則に従う化学的な現象であるという考え方を持つことである。それにより、現象の本質的な理解や、制御などの応用展開が望める。生命現象の反応の場である生体超分子について、どのような手法で構造を観察することが出来、構造情報から何が解り、どのように研究の役立つのか？ という構造生物学的なセンスの涵養がこの授業の到達目的である。勿論、受講者達を構造学者にすることが到達目標ではない。受講者自らが、それぞれの研究分野に於いて、適宜構造生物学的なセンスを発揮することができるようになるようにするのがこの授業の究極的な目標である。それは、構造解析の基本を知り、構造論文を正しく読み、構造データベースを駆使し、構造情報を適切に利用することが出来る能力の習得をとおして達成される。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

この授業は、生物物理化学の分野と分類されるだろう。それはバツとイメージするならば、数式が多出する「シンドイ」「ムズカシイ」「ダルイ」授業とイメージされるかもしれない。しかし、本講義では、数式をほとんど使う事なく、感覚的にこの構造生物学の物理化学的な部分を習得させるよう工夫している。分子模型を使った生体超分子の構造構築原理の理解や、結晶の代わりに回折格子を使い、X線の代わりに、可視光を使う光学回折実験を行うことで逆空間の概念や、フーリエ変換の理解など、実際に手を動かしてもらいながら理解してもらう。本講義は、理論的なことをただ座学で学ぶだけでなく、実習的な企画も多く取り入れることで感覚的に、「頭と手のシナジー」でより深く学んでもらう。

新型コロナウイルス感染症の拡大状況次第では 2020 年のように今年度も完全オンライン形式となる可能性もあるが、実習・演習編については、教育効果の観点からなるべく対面形式で行いたいと考えている。なお、その際は大教室で密を避けたかたちでの実施を予定している。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|----|---|---|
| 1 | 蛋白質の機能を知ることが重要？ | ・酵素反応の構造学的理解 ・プロテアーゼ、ヌクレアーゼの立体構造から分かった反応メカニズムと基質認識メカニズムの理解（酵素反応編） |
| 2 | 蛋白質の機能を知ることが重要？ | ・酵素以外の蛋白質の作動原理の構造学的理解 ・DNA結合蛋白質、トランスポーター、構造蛋白（ケラチンなど）の立体構造から分かった作動メカニズムの理解 |
| 3 | 蛋白質構造の構造構築原理の理解 | ・構造の階層性（一次構造・二次構造・モチーフ・三次構造・四次構造）と立体構造の成り立ちの理解 ・蛋白質の構造構築原理の裏にある相互作用の物理化学的理解 ・カリウムチャネルの構造から分かったイオン透過メカニズムの理解 |
| 4 | 実習・演習編・ペプチド結合 | ・分子モデルを使って、ペプチド結合、 α ヘリックス、 β シートを作り、生体超分子の構造構築原理やペプチドの立体化学について習得 |
| 5 | 実習・演習編・水素結合と二次構造、三次構造 | ・作られた α ヘリックス、 β シートを組み合わせて、大きな蛋白質分子を作る（二次構造～三次構造） ・それによる 1, 2, 3 限目の知識のフィクセーション |
| 6 | 構造解析の技法 | ・X線結晶構造解析、NMR、クライオ電子顕微鏡観察 ・その長所と短所 |
| 7 | 構造解析法の最右翼である X 線結晶構造解析の概念 | ・大量発現系の構築と、蛋白質精製、結晶化の手法 ・X線の発生と回折の原理 ・強度測定と位相問題 ・フーリエ変換と電子密度図所 得、モデル構築とその精密化 |
| 8 | 実習・演習編：FFTによるフーリエ変換（数式を使わないフーリエ変換） | ・FFT計算によるフーリエ変換と逆フーリエ変換を概念的に理解 ・散乱光をフーリエ変換して何を理解 ・散乱も回折も構造を調べるうえでは大して変わらない事を理解 |
| 9 | 実習・演習編：光学回折による逆空間の理解とフーリエ変換 | ・光学回折による格子と逆格子の観察：なぜ X 線結晶構造解析には結晶が必要なのか？ 原理を感覚的に理解 ・逆空間とは？ について感覚的に習得 ・光学レンズを用いたフーリエ変換：レンズによる結像を通して、X線結晶構造解析と光学顕微鏡による観察との類似性を理解 ・それによる 6, 7, 8 限目の知識のフィクセーション |
| 10 | 構造情報の読み方：構造解析をやる人にならずとも、構造をきちんと見られる人になる | ・構造論文を読むときに出てくる統計値の理解を通した論文の信憑性の判断 ・PDB データの中身の理解 |

- 11 構造情報の使い方（研究編）：自分の研究テーマを構造学的に考える力、構造学的知見を使える力をつける
- ・構造情報に基づく研究展開法（構造、あるとき/ないとき）
 - ・他の物理化学的、分子生物学的手法との組み合わせによる詳細な構造機能解析と分子動力学計算は何がしたいのかを理解
- 12 構造情報の使い方（応用編）：構造情報を役立てることができる力をつける
- ・構造を利用した合理的薬剤設計
 - ・構造など物理化学に基づく生物科学の研究法について
- 13 実習・演習編：構造情報のデータベース利用
- ・PC用グラフィクスプログラムを利用した蛋白質3次元モデルの表示と観察
 - ・電子密度図の表示と、構造情報の吟味
 - ・それによる10, 11, 12限目の知識のフィクセーション
 - ・また、最新の構造予測についても触れる
- 14 実習・演習編：構造情報のデータベース利用：ゼミ編
- ・構造学的な見地で自らの研究を考えてみる
 - ・受講生それぞれの研究テーマについてデータベースを使った構造情報の検索について会得する。
 - ・受講生それぞれの研究テーマと構造生物学的な展開の可能性について、ディスカッションする。
 - ・抗議全体を通して得た自らの学びについて再確認する。

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】生化学、蛋白質科学の基礎、とりわけアミノ酸や核酸などの基礎について確認することが望ましい。

【テキスト（教科書）】

特に設定していない。

【参考書】

興味を持った人がさらに学ぶ為に以下を薦める。

- ・ノーベル賞の生命科学入門・構造生物学の発展（講談社）
- ・入門構造生物学（共立出版）

【成績評価の方法と基準】

試験は行わない。実習・演習編での達成（50%）と、レポート提出（50%）により評価する。

【学生の意見等からの気づき】

専攻開闢以来永く授業を担当し毎年改良を重ねてきた。レポートによる学生からの感想や、授業評価アンケートを見るとほぼポジティブな意見であり、これまでの授業方法が間違っていない事が判った。とりわけ、座学による理論の概説と、それに続く実習・演習編とのシナジーによる知識のフィクセーションは特に評判が良い。しかし、これらに甘んじることなく、アップデートな内容を盛り込むなどの努力を毎年行っている。これまで分からなかったことが分かった！これまで興味なかったけど面白いんだということが分かった！という声多数。

【学生が準備すべき機器他】

講義の後半（13回目、14回目）では、インターネット経由でのデータベース（Protein Data Bank）サーチや、蛋白構造表示ソフト（Pymol）を用いた実習を行うため、各自のノー PC、マウス（左右クリック+ホイールが望ましい）を持参すること（講義の最初に指示する）。

【その他の重要事項】

質問は murakami@bio.titech.ac.jp（東工大・村上聡）まで。

【ハンドアウトなど】

配布しません。兎に角、前を見て話を聞き流して欲しい。

【板書など】

動画やアニメーションを多く盛り込んだ PC でのプレゼンテーションで授業を行う。気になったところは「写メ」「スクショ」全然 OK

【Outline (in English)】

Life is considered to be an integration of chemical reactions carried out by biological supramolecules, like proteins, nucleic acids and their complexes. In order to understand life essentially, it is quite important to analyze and comprehend the molecular functions of these biological supramolecules based on their structure at an atomic level. It is indispensable to master the ability to describe and consider how these biological reactions can be taken place inside these biological supramolecules. This course introduces the method of structural analysis of biological supramolecules and their structure and function relationship of them. At the end of the course, students are expected to be able to understand how structural information was analyzed, how to evaluate and utilize this information for applied studies like drug development. Before/after each class meeting, students will be expected to spend four hours to understand the course content. The final grade will be calculated according to the following process: Term-end essay (50%) and in-class contribution (including practical course (4th, 5th, 8th, 9th, 13th, 14th classes)) (50%).

BLS500Y2

生体分子設計特論

養王田 正文、野口 恵一、黒田 裕、篠原 恭介

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期集中/Intensive(Fall)

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

タンパク質は生体における最も重要な機能分子である。生命の多様で高効率な機能は、様々なタンパク質の高度な機能により獲得されたものである。タンパク質は 20 種類のアミノ酸が直鎖状につながった“ひも”として生成され、フォールディングにより複雑な三次構造を形成することで、機能を獲得する。生命を模倣しその能力を利用という生命工学の目的を達成するには、目的の機能を有するタンパク質を設計・生産する技術の確立が必要である。本講義では、タンパク質の機能と構造の関係、フォールディング機構、タンパク質の構造安定性・運動性、凝集、分子間相互作用、立体構造解析など、タンパク質設計の基盤に関する講義を行う。

【到達目標】

タンパク質の配列から高次構造解析、構造形成の原理、構造予測の基礎を習得し、分子設計の基盤を理解する。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

始めに蛋白質立体構造の物性に関する基礎的な概念を講義し、その後、蛋白質立体構造解析の王道である X 線結晶構造解析、多量体構造解析、翻訳後修飾の解析などを学ぶ。後半では、蛋白質のフォールディングと安定性、蛋白質の溶解性と凝集の物理化学的及び生物学的背景、分子シャペロンによるフォールディング制御と疾病との関係等に学ぶ。一連の講義を通じて、蛋白質分子設計の基盤を理解できるようになる。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】なし / No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|-----------------|--|
| 1 | 蛋白質立体構造の基礎 1 | 蛋白質立体構造とその重要性について学習する。 担当 野口 |
| 2 | 蛋白質立体構造の基礎 2 | 代表的な超二次構造（モチーフ）、ドメイン構造、三次構造を中心に蛋白質の立体構造の特徴について学習する。 担当 野口 |
| 3 | 蛋白質立体構造の解析 1 | 蛋白質の立体構造解析に必要な結晶化と X 線構造解析の原理について学習する。 担当 野口 |
| 4 | 蛋白質立体構造の解析 2 | X 線結晶構造解析の実際について実例に基づき学習する。 担当 野口 |
| 5 | 蛋白質科学の基礎的概念 1 | 蛋白質の立体構造、物性、など蛋白質科学の基礎的概念について学習する。 担当 黒田 |
| 6 | 蛋白質科学の基礎的概念 2 | アミノ酸配列から立体構造を予測する方法について学習する。 担当 黒田 |
| 7 | 蛋白質の安定性と凝集 | 蛋白質の熱力学的安定性及び凝集の物理化学について学習する。 担当 黒田 |
| 8 | 蛋白質の凝集とその生物学的影響 | 蛋白質の凝集の生物学的影響を担当者の最近の研究から学習する。 担当 黒田 |

| | | |
|----|-------------------|--|
| 9 | 蛋白質のミスフォールディングと疾病 | 蛋白質のミスフォールディングとそれに起因する疾病について学習する。 担当 篠原 |
| 10 | 動く繊毛の機能 | 動く繊毛の機能を例にからだの中の繊毛の機能について学習する。 担当 篠原 |
| 11 | 動かないセンサー繊毛の機能 | 動かないセンサー繊毛の機能を例にからだの中の繊毛の機能について学習する。 担当 篠原 |
| 12 | 蛋白質分子設計の実際 1 | 医薬品開発における蛋白質分子設計について学習する。 担当 養王田 |
| 13 | 蛋白質分子設計の実際 2 | 研究及び酵素工業利用における蛋白質分子設計について学習する。 担当 養王田 |
| 14 | 分子シャペロンの機能 | 細胞内における蛋白質フォールディングを司る分子シャペロンの機能について学習する。 担当 養王田 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

予習のために事前に講義資料を配布する。4 時間程度予習を行うこと。講義時間中にレポート課題を出すので、4 時間程度復習の上、レポートを提出すること。

【テキスト（教科書）】

授業中に適宜紹介

【参考書】

授業中に適宜紹介

【成績評価の方法と基準】

講義中の質疑応答（40%）、レポート（60%）で総合的に評価する。

【学生の意見等からの気づき】

特になし

【学生が準備すべき機器他】

特になし

【その他の重要事項】

特になし

【Outline (in English)】

Protein is the most important functional molecule in living organisms. The diverse and highly efficient functions of life are obtained by the advanced functions of various proteins. Proteins are produced as "strings" consisting of 20 types of amino acids connected in a linear fashion, and gain their function by forming a complex tertiary structure by folding. In order to achieve the purpose of biotechnology of imitating life and utilizing its ability, it is necessary to establish a technology for designing and producing a protein having a desired function. In this lecture, lectures will be given on the fundamentals of protein design, including the relationship between protein function and structure, folding mechanism, protein structural stability and motility, aggregation, intermolecular interaction, and three-dimensional structure analysis. The students are requested to study the lecture materials that will be provided beforehand. Each teacher will give a theme for report assignment. Grades will be determined by the evaluation of the reports.

BLS500Y2

生体分子計測工学特論

久保 智広

単位数：2 単位 | 開講時期：春学期集中/Intensive(Spring)

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

真核生物鞭毛（繊毛と同義）は細胞運動や細胞のシグナル伝達に関わる細胞小器官である。近年、多くの疾患に関与することが明らかとなってきたため、基礎生物学的な興味に加え、医学研究分野からも多くの注目を集めている。本講義では、鞭毛繊毛を、分子レベルで解析する技術を概説しながら、鞭毛研究の最先端を紹介する。

【到達目標】

単細胞緑藻類クラミドモナスを用いた鞭毛の研究を題材に、細胞生物学的な手法（光学顕微鏡、電子顕微鏡、1 分子生物学、分子生物学、生化学など）の原理を理解することを目標とする。出席点とレポートによって評価する。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

通常の講義形式をとります。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

なし / No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|----|---------------------------|-----------------------------|
| 01 | 光学顕微鏡の基礎 1 | 光学顕微鏡の歴史、原理 |
| 02 | 光学顕微鏡の基礎 2 | 多様な光学顕微鏡について |
| 03 | 光学顕微鏡の応用 1 | 鞭毛繊毛研究の紹介 |
| 04 | 光学顕微鏡の応用 2 | 単細胞緑藻類クラミドモナスを用いた鞭毛研究 |
| 05 | 電子顕微鏡の基礎 1 | 電子顕微鏡の基礎 |
| 06 | 電子顕微鏡の基礎 2 | 鞭毛研究への応用 |
| 07 | 電子顕微鏡の応用 1 | 分子モーター（キネシン）について |
| 08 | 電子顕微鏡の応用 2 | 分子モーター（ダイニン）について |
| 09 | In vitro motility assay 1 | In vitro motility assay の基礎 |
| 10 | In vitro motility assay 2 | 鞭毛ダイニン運動性解析への応用 |
| 11 | 全反射蛍光顕微鏡 1 | 全反射蛍光顕微鏡の基礎 |
| 12 | 全反射蛍光顕微鏡 2 | 全反射蛍光顕微鏡の応用 |
| 13 | クライオ電子顕微鏡法 1 | クライオ電子顕微鏡の基礎 |
| 14 | クライオ電子顕微鏡法 2 | 鞭毛研究への応用 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】準備は、本授業で使用される論文の要旨に目を通すこと（学習時間は4時間程度）。復習は、最後に課されるレポートを記述すること（学習時間は4時間程度）。

【テキスト（教科書）】

特に無し

【参考書】

特に無し

【成績評価の方法と基準】

出席 (50%) とレポート (50%) で評価します。

【学生の意見等からの気づき】

特になし

【学生が準備すべき機器他】

パワーポイントスライド用のプロジェクターを使用します。

【その他の重要事項】

講義で用いるスライドを講義資料として配布します。

【Outline (in English)】

Eukaryotic flagella (also called cilia) are cell organelles involved in cell motility and signal transduction. As their involvement in many diseases has been revealed in recent years, they have attracted much attention not only in basic biology but also in medical research. In this lecture, I will provide an overview of the techniques used to analyze cilia at the molecular level, while introducing the cutting-edge research in the field of cilia.

Your overall grade in the class will be decided based on the following

Term-end examination: 0%、Short reports : 50%、in class contribution: 50%

BLS500Y2

細胞操作工学特論

西川 正俊

単位数：2 単位 | 開講時期：春学期授業/Spring

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

核酸・脂質・蛋白質などの高分子が作り出す構造はさまざまな機能を生み出し、あらゆる生命現象の基盤となっている。しかし、これらの構成要素そのものを詳細に調べても、生命現象のメカニズムが理解できるとは限らない。本講義では、要素の詳細にこだわるのではなく、要素同士の相互作用によって生じる性質をシステムとして捉え、生命現象の根底にあるメカニズムを理解する手法を学ぶ。

【到達目標】

シグナル伝達系と細胞骨格を題材とし、システム工学的視点に立った生命現象の理解を深める。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

資料を配付しながら講義し、講義に関連する文献調査を行う。その結果を踏まえてクラスで議論し、生命現象のシステムの理解を深める。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|--------|-------------|---|
| 第 1 回 | 序論 | 生命科学におけるシステム工学的視点について概説する。 |
| 第 2 回 | シグナル伝達系概論 1 | フードバック、フィードフォワード回路について解説する。 |
| 第 3 回 | シグナル伝達系概論 2 | シグナル伝達系のダイナミクスの解析について解説する。 |
| 第 4 回 | 原核生物の走化性 1 | 走化性シグナル伝達系の分子機構について解説する。 |
| 第 5 回 | 原核生物の走化性 2 | 走化性シグナル伝達系のダイナミクスについて解説する。 |
| 第 6 回 | 真核細胞の走化性 1 | 真核細胞の走化性シグナル伝達系の分子機構について解説する。 |
| 第 7 回 | 真核細胞の走化性 2 | 真核細胞の走化性シグナル伝達系が示すダイナミクスについて議論する。 |
| 第 8 回 | 原核細胞の細胞分裂 1 | 原核細胞の細胞分裂面決定に関わる分子について解説する。 |
| 第 9 回 | 原核細胞の細胞分裂 2 | 原核細胞の細胞分裂面決定機構について解説する。 |
| 第 10 回 | 原核細胞の細胞分裂 3 | 原核細胞の細胞分裂のダイナミクスについての研究手法とその結果について議論する。 |
| 第 11 回 | 真核細胞の細胞分裂 1 | 真核細胞の細胞分裂装置を構成する分子について解説する。 |
| 第 12 回 | 真核細胞の細胞分裂 2 | 真核細胞の細胞分裂面決定に関わる分子の相互作用について解説する。 |
| 第 13 回 | 真核細胞の細胞分裂 3 | 真核細胞の細胞分裂面決定機構の研究手法とその結果について議論する。 |
| 第 14 回 | 真核細胞の細胞分裂 4 | 真核細胞の細胞分裂装置形成についての研究手法とその結果について議論する。 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】授業内で指定する論文を読む。

【テキスト（教科書）】

指定なし

【参考書】

Essential 細胞生物学 Alberts 他著 中村桂子・松原謙一監訳（南江堂）

【成績評価の方法と基準】

授業への取り組み、レポート、発表を総合的に評価する。

【学生の意見等からの気づき】

本年度授業担当者変更によりフィードバックできません。

【Outline (in English)】

This course is an introduction to the system biology. We will build an understanding of biological systems not sticking to the details of the elements, rather focus on the emergence of intracellular structures through interactions among the cell constituents. It is required to work about 4 hours a week. Grade is given based on reports, discussions in the class.

BLS500Y2

細胞間コミュニケーション特論

南 栄一

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

高等植物は自らの生育に大きなインパクトを持つ微生物との相互作用において、ユニークな信号認識・伝達システムを発達させてきた。これらを知ることは作物生産の観点からも重要であり、研究の歴史は長い。この授業では、植物-微生物間の細胞レベルでの相互作用を取り上げ、特に細菌病、菌類病についてこれまでの重要な研究成果を概説する。

【到達目標】

当該テーマにおける理解を深めるとともに論文等で報告された研究成果を批判的に読む姿勢を身につける。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

植物-微生物間の相互作用の分子機構についてこれまでになされた重要な研究の概要を、主に原著論文の図表で紹介する。また学生は選んだ原著論文を紹介するとともにその要約をレポートとして提出する。具体的な講義内容については最新の研究動向を見ながら適宜変更もありうる。授業は隔週を原則とするが場合によってスケジュールを変更する可能性があることをあらかじめ了承されたい。なお、植物病理学の基礎的な知識を受講の前提とする。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

なし/No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし/No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|----|-----------------------------------|---|
| 1 | エリシターの構造と作用 | ペプチド性エリシター、Pep13 |
| 2 | エリシターの構造と作用 | ペプチド性エリシター、フラジェリンとタンパク伸長因子 |
| 3 | エリシターの構造と作用 | 糖質エリシター、キチンオリゴ糖 |
| 4 | エリシターの構造と作用 | 糖質エリシター、キチンオリゴ糖 |
| 5 | 病原細菌の感染機構 | <i>Pseudomonas</i> 属細菌のエフェクター、AvrPto および AvrPtoB を中心に |
| 6 | 病原細菌の感染機構 | <i>Xanthomonas</i> 属細菌（ピーマン斑点細菌病）の TAL エフェクター |
| 7 | 病原細菌の感染機構 | <i>Xanthomonas</i> 属細菌（イネ白葉枯病）の TAL エフェクター |
| 8 | 半活物菌の感染機構 | イネいもち病菌の感染過程 |
| 9 | 半活物菌の感染機構 | イネいもち病菌の感染過程 |
| 10 | 半活物菌の感染機構 | イネいもち病菌の感染過程 |
| 11 | 半活物菌の感染機構 | イネいもち病菌の病原性因子としての非病原力遺伝子-その同定と機能解析 |
| 12 | 半活物菌の感染機構 | イネとイネいもち病菌の相互作用にかかわる因子 |
| 13 | 半活物菌の感染機構 | イネとイネいもち病菌の相互作用にかかわる因子 |
| 14 | 演習、ただし授業の状況により後日レポート提出のみとする可能性あり。 | 受講生による論文紹介（時間は受講生の人数による） |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】日頃から英語の原著論文を深く批判的に読むよう心がけること。

【テキスト（教科書）】

掲示板を通じてパワーポイント資料を配布するので予習・復習に活用されたい。

【参考書】

講義で紹介する原著論文や総説の出典を示すのでそれを参考にすること。

【成績評価の方法と基準】

植物と微生物の病理学的な相互作用等に関する英語原著論文を紹介しその研究の意義や問題点などをレポートとして提出する。(60%)。これに平常点(40%)を加味して成績評価とする。

【学生の意見等からの気づき】

講義内容の節目で重要なポイントを整理して提示する。

【学生が準備すべき機器他】

なし。

【Outline (in English)】

Higher plants are exposed to the environmental stresses, including interactions with various pathogenic microbes. Understanding of how plants respond to biotic stresses is crucial to crop development. In this class, students are expected to have interest in the plants' strategies of survival in the hostile environment. It is highly required to be critical when reading original papers on this topic (and other topics too). Students are rated according to reports of introduction of original paper of their interests in addition to the attitude to science observed in daily classes.

HUI500X3

画像工学特論 1

尾川 浩一

単位数：単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

The basic concept of the generation of an image with the interactions between media and waves such as electromagnetic waves is described in this class. The theme of this lecture is to understand imaging techniques consist of several physical phenomena and mathematics.

【到達目標】

The goal of the class is to understand that how several imaging modalities work and how the mathematical algorithms are used to make an image. The imaging modalities illustrated in this lecture are those used in the practical clinical field. The basics of these modalities are described as well as the cutting edge technologies for each modality. The waves used for imaging are x-rays, gamma rays, electro-magnetic waves and ultrasound. The target modalities are digital radiography, digital mammography, ultrasonic echo, x-ray CT(computed tomography), magnetic resonance imaging, single photon emission CT, and positron emission tomography.

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたなどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

The class will be served with a face to face lecture with discussion. The feedback of a report will be made with a learning management system of e-mail directly.

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|------|-------------------------------|--|
| 1st | Physics for imaging | Generation of x-rays and interactions between x-rays and media, measurement of x-rays in diagnostic medicine |
| 2nd | Mathematics for imaging | Delta function, point spread function, convolution, Fourier transform, random theory |
| 3rd | Digital radiography(1) | X-ray detection media, flat panel detector(FPD) |
| 4th | Digital radiography(2) | Structure of FPD and imaging techniques, performance evaluation, clinical application |
| 5th | Digital mammography | Mammography apparatus, structure of detectors, imaging techniques |
| 6th | Magnetic resonance imaging(1) | Principles of magnetic resonance imaging |
| 7th | Magnetic resonance imaging(2) | Pulse sequence for imaging, artifacts |
| 8th | Magnetic resonance imaging(3) | Hardware and software, topics |
| 9th | Ultrasonic echo | Scanning techniques, imaging techniques, recent topics |
| 10th | X-ray CT(1) | Principle of the computed tomography, x-ray detector |
| 11th | X-ray CT(2) | Image reconstruction techniques, image quality |

| | | |
|------|-----------------------------------|--|
| 12th | X-ray CT(3) | Artifact, multislice CT, recent topics |
| 13th | Single photon emission CT (SPECT) | Single photon and positron, detection of photons, scintillator and semiconductor detecto、SPECT apparatus |
| 14th | Positron emission CT | Absorption correction, scatter correction, SPECT/CT, recent topics |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

Reading of a handout distributed beforehand. Preparation and review of a class are required for about four hours. The on-demand contents which are the recording of each class will be helpful for review.

【テキスト（教科書）】

Selfmade textbook

【参考書】

- (1)Handbook of Medical Imaging, Japan Association of Medical Imaging Technology, 2012
- (2)Handbook of Medical Imaging, vol.1, Milan Sonka et al, SPIE press
- (3)Computed Tomography, Buzug TM, Springer
- (4)The Essential Physics of Medical Imaging, Bushberg JT, Lippincott Williams & Wilkins

【成績評価の方法と基準】

[method] Report (100%)

[criteria] Understanding the goal over 60%

【学生の意見等からの気づき】

I realized a comprehensive class with many images

【学生が準備すべき機器他】

Note CT or desktop computer.

【Outline (in English)】

【Course outline】The aim of this course is to understand the generation of images. 【Learning Objectives】At the end of the course, students are expected to obtain some skills to develop an imaging modality. 【Learning activities outside of classroom】Before each class meeting, students will be expected to have read the relevant chapter from the text. Your required study time is at least one hour for each class meeting. 【Grading Criteria /Policy】Grading will be decided based on lab reports (80%), and class contribution (20%).

BSC500Y1

分子シミュレーション特論

高井 和之

単位数：単位 | 開講時期：春学期授業/Spring

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

この授業では、分子の性質を決めている電子の分布を議論する方法である分子軌道法および分子間の相互作用を記述する分子動力学についての理解を深め、分子シミュレーションの技法を学ぶ。

【到達目標】

分子動力学・分子軌道法にもとづくシミュレーションを行うための基礎となる、運動方程式、分子間力、量子力学およびそれらの取り扱い方について学び、シミュレーション手法の一般的な使い方を身に付ける。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

実際に分子シミュレーションをおこない、一般的な使い方の技法について学ぶ。分子シミュレーションから得られる様々な情報についてその背景を学習し、実際に計算結果の解析をおこなって実験結果との比較などおこない習得する。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|----|---------------------|-----------------------|
| 1 | コンピュータ・シミュレーションとは何か | 分子シミュレーションのあらましについて解説 |
| 2 | 運動方程式の一般的な表し方 | 分子運動を記述するための古典力学の復習 |
| 3 | 多電子原子、分子の電子状態 | 電子状態を取り扱う量子力学の復習 |
| 4 | 分子軌道法入門 | 多電子原子の電子状態 |
| 5 | 分子軌道法入門 | 二原子分子の電子状態の計算 |
| 6 | 分子軌道法入門 | 振動・回転状態の計算 |
| 7 | 分子軌道法入門 | 赤外吸収とラマン散乱との比較 |
| 8 | 分子軌道の実際 | 熱力学的物理量の議論 |
| 9 | 分子軌道の実際 | 基底関数に関する依存性 |
| 10 | 分子軌道法の応用 | 近似法と精度 |
| 11 | 分子軌道法の応用 | 反応と解離、極限反応経路 |
| 12 | 密度汎関数法 | メタノールの電子状態計算 |
| 13 | クラスター計算 | ナノグラフェンを例に |
| 14 | 分子動力学計算の基礎 | 分子間相互作用の理解 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

レポート作成、テキスト・参考書による予習、復習など。

【テキスト（教科書）】

岡崎 進・吉井範行著「コンピューター・シミュレーションの基礎」第2版

【参考書】

M. P. Allen, D. J. Tildesley「電子構造論による化学の探求」第二版
ガウシアン社

James B Foresman Eelen Frisch 田崎健三

Donald A. McQuarrie「Statistical Mechanics」HarperCollins

【成績評価の方法と基準】

レポートに加え、質疑、議論への参加度を考慮し、総合的に判定する。

【学生の意見等からの気づき】

好評につきシミュレーションの実習を中心とした授業構成とする

【学生が準備すべき機器他】

本質的に情報機器利用する授業であるので貸与ノート PC の持参などについては授業内で指示を行う

【Outline (in English)】

The aim of this course is to help students acquire an understanding of principles of the molecular simulation methods in terms of the molecular orbital theory concerning with a distribution of electrons which gives molecular properties, and the molecular dynamics describing interactions between molecules.

BSC500Y1

有機化学反応特論

河内 敦

単位数：単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

現代の有機化学に欠くことの出来ない有機金属化学の基本事項および遷移金属触媒反応の基礎を学ぶ。

【到達目標】

(1) 有機金属錯体の構造と結合および反応性を理解する。

(2) 代表的な遷移金属触媒反応の特徴と反応機構を理解する。

(1) Structures, bondings, and reactivities of organometallic complexes

(2) Features and reaction mechanisms of transition-metal catalyzed reactions

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

「基礎有機化学Ⅰ・Ⅱ」「有機化学Ⅰ・Ⅱ」で学んだ事項を基礎として、遷移金属を用いた有機合成および遷移金属触媒反応への展開を図る。数多くの反応を羅列するのではなく、反応の本質を考察することを主眼とする。

課題に対するフィードバックは学習支援システムで行う。理解度に応じて授業内でも補足説明をおこなう。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり/Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】なし/No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|------|--|--|
| 第1回 | 有機金属化学（1） Organometallic chemistry | 遷移金属錯体の構造と結合（1） Structures and bondings of transition-metal complexes |
| 第2回 | 有機金属化学（2） Organometallic chemistry | 遷移金属錯体の構造と結合（2） Structures and bondings of transition-metal complexes |
| 第3回 | 有機金属化学（3） Organometallic chemistry | 遷移金属錯体の基本反応（1） Basic reactions of transition-metal complexes |
| 第4回 | 有機金属化学（4） Organometallic chemistry | 遷移金属錯体の基本反応（2） Basic reactions of transition-metal complexes |
| 第5回 | 有機金属化学（5） Organometallic chemistry | 遷移金属錯体の基本反応（3） Basic reactions of transition-metal complexes |
| 第6回 | 有機金属化学（6） Organometallic chemistry | 遷移金属触媒反応：クロスカップリング反応および関連反応（1） Cross-coupling reactions |
| 第7回 | 有機金属化学（7） Organometallic chemistry | 遷移金属触媒反応：クロスカップリング反応および関連反応（2） Cross-coupling reactions |
| 第8回 | 有機金属化学（8） Organometallic chemistry | 遷移金属触媒反応：ヒドロシリル化反応 Hydrosilylation |
| 第9回 | 有機金属化学（9） Organometallic chemistry | 遷移金属触媒反応：オレフィンメタセシス Olefin metathesis |
| 第10回 | 有機金属化学（10） Organometallic chemistry | 遷移金属触媒反応：C-H活性化 C-H Activation |
| 第11回 | 有機金属化学（11） Organometallic chemistry | 遷移金属触媒反応：代表的な工業化反応（1） Reactions in industry |

第12回 有機金属化学（12） 遷移金属触媒反応：代表的な工業化反応（2）
Organometallic chemistry Reactions in industry

第13回 有機金属化学（13） 遷移金属触媒反応：代表的な工業化反応（3）
Organometallic chemistry Reactions in industry

第14回 有機金属化学（14） 遷移金属触媒反応：代表的な工業化反応（4）
Organometallic chemistry Reactions in industry

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】講義ノート・配付資料・参考書をもとに必ず復習する。反応機構は、一つ一つのステップを確認しながら、必ず紙に書いて（自分で手を動かして）理解する。

Reviews on the textbook and distributed materials

【テキスト（教科書）】

補助プリントを適宜配付する。

Prints are distributed.

【参考書】

野依良治 他編「大学院講義 有機化学Ⅰ」東京化学同人

S. Warren 他著、野依良治 他訳「ウオーレン 有機化学(下)」東京化学同人

• "Daigakuin Kougi Yukikagaku", R. Noyori et al., Tokyo Kagaku Doujin.

• "Organic Chemistry", S. Warren et al., Oxford University Press.

【成績評価の方法と基準】

平常点（10%）および試験（90%）で評価する。

Attendance + Test

【学生の意見等からの気づき】

板書と PowerPoint（または書画カメラ）の併用をより効率的におこなう。

専門外の学生も聴講しているので、一般性のある話をするように努める。

Chalk talk and PowerPoint

【Outline (in English)】

Introduction to organometallic chemistry and transition-metal catalyzed reactions

APC500Y1

高分子物理化学特論

渡辺 敏行

単位数：単位 | 開講時期：春学期授業/Spring

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

あらゆる面で人間生活と深い関わりを持つ繊維、プラスチック、ゴム等高分子の有機材料としての特性（分子量、ガラス転移点、立体特異性、結晶性、機能性等）と固有の性質である粘弾性（レオロジー）の基礎を習得する。特に化学構造と物性の相関性を理解することに重点を置く。高分子物理化学の理論と分子設計法を習得することが本授業の到達目標である。

【到達目標】

高分子の平均分子量が理解できているか
 ガラス転移点や融点の物理化学的解釈と測定法が理解できているか
 立体配置、立体配座等の高分子特有の立体規則性を理解できているか
 結晶、液晶、非晶、結晶化の動力学、結晶化度が理解できているか
 ゴム弾性と粘弾性が理解できているか
 応力緩和とクリープ現象が理解できているか
 動的粘弾性が理解できているか
 重ね合わせの原理が理解できているか
 高分子の広がり の定義を理解できているか
 ポリマーアロイについて定義、相構造が理解できているか

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示された
 どの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針
 に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

受講希望者は学習支援システムに登録すること。学習支援システム
 のお知らせも読んでください。
 学習システムの資料、教科書の該当ページを学習しておくこと。理
 解できなかった事を中心に解説する。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】
 なし/No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】
 なし/No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|-------|------------|---|
| 第 1 回 | 高分子とは | ポリマーとは何か？ 石油化学からの由来及びその系統図を示し、化学構造式を知る。 |
| 第 2 回 | 高分子化学の歴史 | 高分子の歴史を伝え、学問としての確立過程と有機材料として日常生活との関りを広く理解する。 |
| 第 3 回 | 高分子の特性・分子量 | 高分子の特性と平均分子量 (Mn, Mw) の考え方を説明し、高分子分子量測定法を示す。 |
| 第 4 回 | 熱的性質 | ガラス転移点 (Tg) や融点 (Tm) の現象を知ると同時に物理化学的解釈と測定法を示す。 |
| 第 5 回 | 立体特異性 | 立体配置、立体配座とは、高分子特有の立体規則性 (iso, syndio, atact) を実例に基づき説明する。 |
| 第 6 回 | 結晶性と結晶構造 | ポリマーのラメラ結晶の電顕観察を示す。結晶化の動力学、結晶化度、単位胞の考え方などを学ぶ。 |
| 第 7 回 | 同上 | 具体例としてポリエチレン PE, ポリプロピレン PP, ナイロン PA の結晶構造を知る。 |
| 第 8 回 | レオロジー（粘弾性） | レオロジーとは？ 弾性・ゴム弾性と粘性・粘度の定義を示し、粘弾性（弾性+粘性）を理解する。 |
| 第 9 回 | 応力緩和とクリープ | 粘弾性の基礎、応力緩和とクリープ現象を説明し、それぞれの基本方程式を解説する。 |

第 10 回 2つの模型

Maxwell(M)、
Voigt(V) 模型

M 模型と V 模型を説明し、理論的解釈を付ける。
 応用として 4 要素模型、多要素模型を学ぶ。

第 11 回 重ね合わせの原理

ポリマーのマスターカーブを画
 き、時間—温度の換算原理を理解
 する。

第 12 回 動的特性

静的応力に対し、より現実に近い
 動的応力を加えた時の粘弾性挙動
 の解釈を行う。

第 13 回 高分子の広がり

高分子の広がりを表す根平均二乗
 末端間距離と平均二乗回転半径に
 ついて解説する。

第 14 回 高分子多成分系の物理
 化学

ポリマーアロイについて定義、相
 構造、キャラクタリゼーション、
 種類等を概説する。

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】事前に学習
 支援システムの資料、教科書の該当ページを学習しておくこと。ほ
 ぼ毎回、宿題を課す。

【テキスト（教科書）】

基礎高分子科学 第 2 版
 高分子学会編 東京化学同人
 ISBN 9784807909629

【参考書】

レオロジー入門（高分子刊行会）、ポリマーアロイ（共立出版）

【成績評価の方法と基準】

春学期の少なくとも前半がオンラインでの開講となったことにとも
 ない、成績評価の方法と基準も変更する。具体的な方法と基準は、授
 業開始日に学習支援システムで提示する。

下記は平常時の場合の成績評価方法
 出席点 10%, レポート 10%, 中間試験と期末試験 80%で総合的に評
 価する。

【学生の意見等からの気づき】

理解を深めるために毎回宿題を課す

【学生が準備すべき機器他】

特に無し

【その他の重要事項】

< 備考 > プリントを活用するので専用ファイルを各自準備する。テ
 キストどおりの講義を必ずしも行うわけではないので、ノートを確
 り取ること。

< 教育手法 > ビデオ教材、Power point、講義実験などにより、理
 解を深める。

【Outline (in English)】

The goal of this class is to understand the theory of
 macromolecular physics and chemistry and molecular design
 concept

APC500Y1

環境科学特論

渡邊 雄二郎

単位数：単位 | 開講時期：春学期授業/Spring

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

大学院修士課程で学ぶ必要のある範囲の環境科学、環境材料科学、その中でも水、土壌、大気の問題（陸水、地下水の問題、土壌の重金属汚染問題、放射性物質汚染問題、地球温暖化問題等）およびそれらを解決する環境浄化材料と環境分析方法について講義する。

【到達目標】

学生が到達すべき行動目標を以下に示す。

- 1) 過去および現在の環境問題（特に水環境問題と放射性物質汚染問題）に関する具体的事例を列挙し、説明できる。
- 2) 環境問題解決へ有効な環境浄化材料を提案できる。
- 3) 環境問題解決のための適切な分析評価方法を提案できる。

The goals of this course are to

- (1) be able to explain global environmental problems, past and present.
- (2) be able to propose environmental purification materials effective for solving environmental problems.
- (3) be able to propose an appropriate analytical method for solving environmental problems.

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

様々な環境汚染問題（水環境、土壌環境、大気環境）を化学者の観点から講義する（7回）。また環境問題を解決するために必要な分析方法および環境浄化材料に関する最新の論文を紹介する（7回）。パワーポイント資料を用いた講義形式の授業で、環境問題に関係する1回以上の口頭発表とレポートを課す。

The first seven lectures are on an overview of the environmental problems, water, air and soil pollutions. The following lectures are to learn about environmental purification materials and analytical methods for solving environmental problems. Some advanced topics in environmental problems will be also addressed and discussed. The students will make presentations and reports about assigned themes in environmental problems, environmental purification materials and environmental analytical methods.

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|--|
| 1 | 本講義について Introduction | 環境科学とは？ 本講義の概要について紹介する。 ・ What is environmental science? Introduction to the lecturer. Course overview. |
| 2 | 水環境汚染問題について（1） Water pollution problems(1) | 水の重要性、陸水の汚染について解説する。 ・ Importance of water. ・ Pollution of continent water. |
| 3 | 水環境汚染問題について（2） Water pollution problems(2) | 地下水の汚染及び汚染水の浄化方法について解説する。 ・ Pollution of groundwater. ・ How to improve water quality. |

| | | |
|----|--|--|
| 4 | 土壌環境汚染問題について（1） Soil pollution problems(1) | 重金属による土壌汚染問題について解説する。 ・ Heavy metal contamination of soils. |
| 5 | 土壌環境汚染問題について（2） Soil pollution problems(2) | 福島第一原発事故を中心に土壌の放射性物質汚染問題及び土壌浄化方法について解説する。 ・ Radioactive contamination of soils. ・ How to clean contaminated soils. |
| 6 | 大気環境汚染問題について（1） Air pollution problems(1) | 大気汚染に関する二酸化炭素の影響について解説する。 ・ The effects of carbon dioxide on air pollution. |
| 7 | 大気環境汚染問題について（2） Air pollution problems(2) | 大気汚染物質の浄化方法について解説する。 ・ How to improve air quality. |
| 8 | 口頭発表（1） Presentation on environmental problems(1) | 環境問題に関する口頭発表を行う。 ・ Presentation on environmental problems. |
| 9 | 水環境問題に関する最新の論文紹介 Introduction of the latest papers on water environmental problems | 水環境問題に関する最新の論文を紹介する。 ・ Introduce the latest papers on water environmental problems. |
| 10 | 環境浄化材料について environmental purification materials | 水・大気環境浄化材料について例を挙げて説明する。 ・ Introduce some examples of environmental purification materials. |
| 11 | 環境浄化材料に関する最新の論文紹介 Introduction of the latest papers on environmental purification materials | 環境浄化材料に関する最新の論文を紹介する。 ・ Introduce the latest papers on environmental purification materials. |
| 12 | 環境分析方法について Environmental analytical methods | 水・土壌・大気分析手法について例を挙げて説明する。 ・ Introduce some examples of environmental analytical methods. |
| 13 | 環境分析法に関する最新の論文紹介 Introduction of the latest papers on environmental analytical methods | 環境分析法に関する最新の論文を紹介する。 ・ Introduce the latest papers on environmental analytical methods. |
| 14 | 口頭発表（2） Presentation on environmental problems(2) | 環境浄化材料及び環境評価方法に関する口頭発表を行う。 ・ Presentation on environmental purification materials and environmental analytical methods. |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】

各授業前に学部時に学んだ基礎化学、分析化学、環境化学を復習しながら授業に望めば、表面だけではなく深いところまで理解できる。
Students are expected before each class to review fundamental chemistry, analytical chemistry and environmental chemistry.

【テキスト（教科書）】

None.

【参考書】

1. J. E. Andrews et al. "An Introduction to Environmental Chemistry" Blackwell Pub.
2. A. G. Howard, "Aquatic Environmental Chemistry" Oxford Sci. Pub.

【成績評価の方法と基準】

レポート：50%、口頭発表：50%を総合して評価

Reports: 50%, Presentation: 50%

【学生の意見等からの気づき】

None.

【Outline (in English)】

This course is the study of nature and the scope of environmental problems, including water, soil and air pollutions. Other topics addressed include, environmental purification materials, and an appropriate analytical method for solving environmental problems.

APC500Y1

環境計測特論

今村 隆史

単位数：単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

環境問題の解決のためには、環境問題を引き起こしているプロセスの科学的な理解と、それに基づいた方策の立案とその実施、ならびに方策の効果の検証が必要である。そのためには、環境の状態を注意深く計測・監視することが必要である。そこで環境計測特論では、大気環境を主たる計測の対象として、光（電磁波）を利用した計測手法について解説する。具体的には、計測手法の原理や測定方法、計測手法の実環境計測への応用例、取得したデータからいかに環境情報を抽出できるか、について解説する。

【到達目標】

光（電磁波）を利用した多様な計測手法の原理や特徴と大気環境計測への応用の有用性に関する基礎知識を身につける。

The goals of this course are to learn the principles of spectroscopic techniques and how they are applied to atmospheric environment measurements

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

- 1) 講義資料の配布と板書による説明
- 2) 授業で解説した内容について議論を求めることがある
- 3) 授業中に出す課題についてのレポートの提出を求める

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

なし/No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし/No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|----|----------------|---|
| 1 | 光（電磁波）の特性 | 振動と波、光（電磁波）の特性－波としての光、粒子としての光、エネルギーと波長、偏光 |
| 2 | 光と分子の相互作用（1） | 波動方程式の復習、原子のエネルギー、原子スペクトル |
| 3 | 光と分子の相互作用（2） | 分子のエネルギー、分子スペクトル、選択則 |
| 4 | 大気環境の基礎 | 黒体放射、放射平衡、大気中の物質の分布 |
| 5 | 吸収分光法、光学素子・検出器 | ランベルト－ベールの法則、吸収分光装置、光学素子、分光素子 |
| 6 | 発光分光法 | 発光検出の原理と手法、発光分光装置 |
| 7 | フーリエ分光法 | 光の重ね合わせと干渉、フーリエ分光法の原理と応用 |
| 8 | 誤差論 | 測定誤差、誤差分布、最小二乗法 |
| 9 | 長光路吸収計測 | 長光路吸収計測の基礎、実大気での長光路分光計測の応用例 |
| 10 | エアロゾル計測 | 光散乱と消散係数、エアロゾル計測 |
| 11 | レーザー計測法（1） | レーザー光源、レーザー分光法の特徴、レーザー分光法の応用（実験室系、実大気計測） |
| 12 | レーザー計測法（2） | レーザー分光法の大気計測への応用（吸収・発光計測、エアロゾル計測、レーザーイオン化） |
| 13 | 電波分光法、高度分布情報 | 電波（マイクロ波・ミリ波）分光の原理と大気計測への応用、大気中の物質の空間分布情報の抽出法 |

- 14 衛星分光計測、全体のまとめ 衛星搭載センサーを用いた大気計測法とその応用、光（電磁波）を利用した大気環境計測についてのまとめ

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】

各講義で出される課題をレポートとして提出することが求められます（1時間程度で出来るレベルです）。

【テキスト（教科書）】

教科書は使用しない。

【参考書】

- 1) 物理化学の教科書（例：「アトキンス 物理化学（上、下）第10版」P.W.Atkins, J. de Paula（著）中野元祐、上田貴洋、奥村光隆、北河康隆（訳）、東京化学同人）
- 2) 「分光測定の基礎」小尾欣一（著）、講談社サイエンティフィク
- 3) 「電波を用いる分光」住吉吉英、尾関博之、高野秀路（著）、講談社サイエンティフィク
- 4) 「Chemistry of the Upper and Lower Atmosphere」B. J. Finlayson-Pitts, J. N. Pitts, Jr.（著）、Academic Press

【成績評価の方法と基準】

授業中の議論、レポートをもとに評価（目安として、40%：60%）

Grading will be decided based on the contribution to the class (40%) and the submitted papers (60%).

【学生の意見等からの気づき】

簡単な実例や演習・模擬実験を加えるなど、大気分光計測の具体的なイメージをつかみやすくする。理解の状況に合わせて講義のスピードを調整する。

【Outline (in English)】

This course deals with the principles of optical spectroscopic techniques which are applied to the field measurements and remote sensing of atmospheric environments as well as the laboratory studies of atmospheric species. It also introduces the data analysis techniques in order to extract the information on the spatial and temporal distribution of atmospheric pollutants and trace species from the observed data.

APC500Y1

環境衛生学特論

福島 由美子、高橋 勉

単位数：単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

現代における環境問題の重要性は周知されており、その最終目標は人間の健康を保護することであり、生命科学部の学生はその自然科学的分野を深く理解することが重要である。また、環境問題の健康影響にはメカニズム、実態などを知るとともに、環境の生物学的側面を学ぶことも総合的理解のために有用である。環境衛生学特論では以上を鑑みて、環境問題やその衛生学分野を学ぶとともに、環境生物学の考え方、測定法などを学ぶ。

【到達目標】

現在問題になっている諸種の環境問題について自然科学的側面から経緯、特徴、健康影響、課題を説明できること。また、室内環境における生物学的取り組みについて説明できるとともに、代表的な生物学的指標の測定法についても説明できること。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

環境衛生学は学際的分野であり、広範囲である。本論では、環境各分野について環境問題を良く知り、生命科学との関連に関する認識を深めること、室内環境の生物分野における考え方、取り組みを理解させることを目的とし、総論と各論（特に生物分野）の2部構成とする。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり/Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし/No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|------|------------|-------------------------------|
| 第1回 | 真菌 | 微生物諸問題の導入。真菌（カビ）の基礎的性質 |
| 第2回 | ウイルス | ウイルスの種類およびその基礎的性質 |
| 第3回 | 細菌1 | 細菌の種類およびその基礎的性質（食中毒） |
| 第4回 | 細菌2 | 細菌の種類およびその基礎的性質（皮膚常在菌） |
| 第5回 | 環境微生物の制御方法 | 防カビ・抗菌剤の市場とメカニズム |
| 第6回 | 設備の微生物問題1 | 生活環境中の設備と微生物汚染の危険性 |
| 第7回 | 設備の微生物問題2 | 実際の設備を見学し、微生物対策を学ぶ |
| 第8回 | 概論と地球環境 | 地球規模の環境問題（オゾン層破壊、酸性雨、地球温暖化など） |
| 第9回 | 環境保全 | 公害とその防止対策、環境基本法 |
| 第10回 | 大気環境 | 大気汚染、発生要因など |
| 第11回 | 水環境 | 水の衛生、水質汚濁、下水処理 |
| 第12回 | 生活環境 | 温熱条件、放射線による健康影響 |
| 第13回 | 室内環境 | 化学物質などによる汚染とその対策 |
| 第14回 | 廃棄物 | 廃棄物の種類、処理法 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】なし

【テキスト（教科書）】

なし

【参考書】

なし

【成績評価の方法と基準】

前半と後半のレポート、出席状況、講義中の質疑応答等を総合して評価する。基準はレポートテーマの内容などから決定する。

【学生の意見等からの気づき】

全体として平均的であった。A+の割合を増やしたい。

【学生が準備すべき機器他】

パソコン、プロジェクターを使用することがある。

【Outline (in English)】

global environmental issues and environmental microbes

BLS500Y2

生命機能学演習 1

金子 智行、佐藤 勉、曾和 義幸、西川 正俊

単位数：2 単位 | 開講時期：春学期授業/Spring

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

生命科学の研究・教育を行う際に必要な文献を検索し、その内容を深く読み取ること、およびその分野で知られていることや自分自身の研究計画・成果を論理的かつ明快な文章にまとめることは必須である。そのスキルアップを図るため、文献読解や文章作成の実践を行う。

【到達目標】

本演習では、生命科学関係の英文献の検索と論理的・批判的読解、および研究計画・成果をまとめた英語・日本語の文章の作成を実践し、能力の向上を目指す。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

まず、英語論文の検索・読解について概説する。その後、各自テーマを決めて文献を検索し、読解した内容を発表する。また、和文・英文の文章作成について概説し、各自で日本語の研究計画書の作成、英語の論文の作成を実践する。教員が指導してフィードバックをおこなうだけでなく、学生がお互いに批評し合うことでフィードバックをおこないながら、論文読解・作成能力の向上を図る。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|--------|------------------------------|--|
| 第 1 回 | 本演習のねらいと方針 生命科学文献検索・読解法概説 | 本演習の目標と実施方法に関する説明・文献検索・読解の方法に関する概説（金子智行・佐藤勉担当） |
| 第 2 回 | 生命科学英語文献読解演習 1 | ゲノム関連文献読解（佐藤勉担当） |
| 第 3 回 | 生命科学英語文献読解演習 2 | 蛋白質関連文献読解（曾和義幸担当） |
| 第 4 回 | 生命科学英語文献読解演習 3 | 細胞関連文献読解（金子智行担当） |
| 第 5 回 | 生命科学英語文献読解演習 4 | 生命システム関連文献読解（西川正俊担当） |
| 第 6 回 | 生命科学文章作成概説 | 生命科学の研究計画書・報告書・論文等の作成法に関する説明（金子智行・曾和義幸・佐藤勉・西川正俊担当） |
| 第 7 回 | 生命科学研究計画書作成演習 1 | ゲノム発現調節関係（佐藤勉担当） |
| 第 8 回 | 生命科学研究計画書作成演習 2 | 蛋白質機能調節関係（曾和義幸担当） |
| 第 9 回 | 生命科学研究計画書作成演習 3 | 細胞機能調節関係（金子智行担当） |
| 第 10 回 | 生命科学研究計画書作成演習 4 | 生命システム調節関係（西川正俊担当） |
| 第 11 回 | 生命科学英語論文作成演習 1 | ゲノム関連論文作成法（佐藤勉担当） |
| 第 12 回 | 生命科学英語論文作成演習 2 | 蛋白質関連論文作成（曾和義幸担当） |
| 第 13 回 | 生命科学英語論文作成演習 3 | 細胞関連論文作成（金子智行担当） |
| 第 14 回 | 生命科学英語論文作成演習 4 | 生命システム関連論文作成（西川正俊担当） |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】英文論文を初めとした生命科学関連分野の文章をできる限り多く読むこと、日本語・英語で正確な文章が書けるように努力すること。

【テキスト（教科書）】

とくになし。適宜プリントなどの資料を配付する。

【参考書】

とくになし。必要・要望に応じて適宜参考書を紹介する。

【成績評価の方法と基準】

課題の達成度（プレゼンテーションがよく準備され、適切に行えているか）(50%)、授業への積極的参加（他人のプレゼンテーションに対し、質問やコメントなどしているか）(50%)を総合的に評価する。

【学生の意見等からの気づき】

各自の研究と一見関連の薄い事項でも、それを理解することの重要性について解説する。

【学生が準備すべき機器他】

スライド（動画を含む）等

【Outline (in English)】

This course deals with how to plan and summarize research in Frontier Bioscience (genome science, protein science, cell biology and biological systems). The aim of the course is the improvement of skills in the reading and writing of scientific literature. Students will be expected to have completed the required assignments after each class meeting. Your study time will be more than four hours for a class. Grading will be decided based on the quality of presentation (50%) and discussion (50%).

BLS500Y2

生命機能学発展ゼミナール

金子 智行、川岸 郁朗、佐藤 勉、常重 アントニオ、廣野 雅文、水澤 直樹、山本 兼由、曾和 義幸、西川 正俊

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

幅広い研究分野の専門性を身につけた上での学位取得を目指すために設置した博士後期課程のコースワーク科目である。生命機能学専攻（生命機能学領域）の全教員の研究テーマの、目的、実験手法、データ分析法について理解を深める。各教員がそれぞれの専門分野の研究について説明・討論を行う。一方受講生も自らの研究の進捗状況について説明し、指導教員とは異なるアングルからアドバイスを受ける。各教員との徹底した討論を通じ、自らの研究を遂行するためのヒントを導き、かつ討論のスキルを高める。

【到達目標】

各教員の研究を広く理解し、かつ自らの研究についてアドバイスを受けることにより、自身の研究に反映させることを到達目標としている。また、学術論文投稿時のレフェリーとのやり取り、および国際学会における質疑応答に対応できるようにする。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」「DP4」「DP5」に関連

【授業の進め方と方法】

教員と受講生の研究紹介とそれについての徹底した討論を行う。開講日は掲示により連絡する。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|----|-----------|-----------------------------------|
| 1 | イントロダクション | この科目についての概要説明 |
| 2 | ゲノム研究 I | 佐藤勉教員の研究解説（細菌の細胞分化とウイルスとの相互作用） |
| 3 | ゲノム研究 II | 山本兼由教員の研究解説（細菌の転写ネットワーク） |
| 4 | ゲノム研究討論 | ゲノム研究についての討論 |
| 5 | 蛋白質研究 I | 曾和義幸教員の研究解説（モーター蛋白質の構造と機能） |
| 6 | 蛋白質研究 II | 常重アントニオ教員の研究解説（蛋白質間、蛋白質・低分子間相互作用） |
| 7 | 蛋白質研究 III | 水澤直樹教員の研究解説（光合成装置の構築メカニズム） |
| 8 | 蛋白質研究討論 | 蛋白質研究についての討論 |
| 9 | 細胞研究 I | 金子智行教員の研究解説（構成的アプローチによる細胞・組織の再構成） |
| 10 | 細胞研究 II | 川岸郁朗教員の研究紹介（細菌の環境応答センサー） |
| 11 | 細胞研究 III | 廣野雅文教員の研究紹介（細胞の分裂・運動に関わる蛋白質の機能） |
| 12 | 細胞研究討論 | 細胞研究についての討論 |
| 13 | 最新論文紹介 | 受講生が関連する最新の論文を紹介し、討論を行う |
| 14 | 総合討論 | 受講生の今後の研究方針の発表 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】予め各教員の最新の学術論文を読んでおくこと。また、自らの研究内容を30分程度でまとめておくこと。

【テキスト（教科書）】

なし。ただし、資料等が配布される。

【参考書】

なし。授業中に関連論文などが配布される。

【成績評価の方法と基準】

質疑への対応とレポートを総合的に評価する。

【学生の意見等からの気づき】

受講者が少人数のため、フィードバックできません。

【その他の重要事項】

米国フィラデルフィア市にあるペンシルバニア大学ベレルマン医学部に所属時、ジョンソン財団の委員であった。学部生、院生、PDの指導を行いました。(AT)

【Outline (in English)】

During fall semester, the doctoral candidate will participate, through different course works in the form of lectures and discussion, in a wide variety of research fields presented by their respective specialists. To deepen the acquired knowledge, each instructor will expose their particular goals, methodology, and data analysis. In response, the candidate will report about his/her specific research work, and will be given a critique and advice from a different point of view that differs from his/her advisor. Development and reinforcement of skills conducive to an active discussion is expected from the candidate.

BLS700Y2

生命機能学発展特別研究 1・2・3

川岸 郁朗

単位数：3 単位 | 開講時期：年間授業/Yearly

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

超分子複合体の構造形成・機能発現について理解するため、分子モーターをモデル系として、主に 1 分子機能解析技術を用いた研究をおこなう。主要な原著論文の講読を通じて、現在の研究の最前線を理解し、発展的な研究課題を設定し、そのための研究方法と手段を考察する。実験から得られたデータの意味を理解し、先人の結果と比較して新しい発見とその応用を考える。

【到達目標】

各自の課題に対して、主要な原著論文から、研究課題の内容と意義を正確に理解する。さらに、取得した実験結果を踏まえて研究成果としてまとめる。また、これらの成果は国内外学会で発表、学術論文として公表する。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」「DP4」「DP5」に関連

【授業の進め方と方法】

研究課題の内容と意義を正確に理解するために、主要な原著論文を講読する。また、「生命機能学発展特別実験 1・2・3」で実施した実験結果の内容と意義を中心に討論してフィードバックをおこなう。このサイクルを繰り返して研究成果としてまとめる。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】あり / Yes

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|--------|-----------------|----------------------|
| 第 1 回 | ガイダンス | 研究課題の選定と実施計画 |
| 第 2 回 | 生命機能学発展特別研究- 1 | 研究の実践 |
| 第 3 回 | 生命機能学発展特別研究- 2 | 研究の実践 |
| 第 4 回 | 生命機能学発展特別研究- 3 | 研究の実践 |
| 第 5 回 | 生命機能学発展特別研究- 4 | 研究の実践 |
| 第 6 回 | 生命機能学発展特別研究- 5 | 研究の実践 |
| 第 7 回 | 成果報告- 1 | これまでの研究成果の報告と今後の目標設定 |
| 第 8 回 | 生命機能学発展特別研究- 6 | 研究の実践 |
| 第 9 回 | 生命機能学発展特別研究- 7 | 研究の実践 |
| 第 10 回 | 生命機能学発展特別研究- 8 | 研究の実践 |
| 第 11 回 | 生命機能学発展特別研究- 9 | 研究の実践 |
| 第 12 回 | 生命機能学発展特別研究- 10 | 研究の実践 |
| 第 13 回 | 生命機能学発展特別研究- 11 | 研究の実践 |
| 第 14 回 | 成果報告- 2 | これまでの研究成果の報告と今後の目標設定 |
| 第 15 回 | 生命機能学発展特別研究- 12 | 研究の実践 |
| 第 16 回 | 生命機能学発展特別研究- 13 | 研究の実践 |

| | | |
|--------|-----------------|----------------------|
| 第 17 回 | 生命機能学発展特別研究- 14 | 研究の実践 |
| 第 18 回 | 生命機能学発展特別研究- 15 | 研究の実践 |
| 第 19 回 | 生命機能学発展特別研究- 16 | 研究の実践 |
| 第 20 回 | 生命機能学発展特別研究- 17 | 研究の実践 |
| 第 21 回 | 成果報告- 3 | これまでの研究成果の報告と今後の目標設定 |
| 第 22 回 | 生命機能学発展特別研究- 18 | 研究の実践 |
| 第 23 回 | 生命機能学発展特別研究- 19 | 研究の実践 |
| 第 24 回 | 生命機能学発展特別研究- 20 | 研究の実践 |
| 第 25 回 | 生命機能学発展特別研究- 21 | 研究の実践 |
| 第 26 回 | 生命機能学発展特別研究- 22 | 研究の実践 |
| 第 27 回 | 生命機能学発展特別研究- 23 | 研究の実践 |
| 第 28 回 | 成果報告- 4 | 全体の研究成果のまとめと今後の展望 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 3 時間を標準とします。】研究を遂行する上で必要な内容について、関連する原著論文や書籍等から情報収集し、理解を深める。

【テキスト（教科書）】

研究進展に応じて適宜紹介する。

【参考書】

研究進展に応じて適宜紹介する。

【成績評価の方法と基準】

期末にまとめられる研究成果を主たる評価の対象とする。

【学生の意見等からの気づき】

特になし。

【Outline (in English)】

This course deals with how to analyze and interpret the experimental data from the state-of-the-art research in single molecule biology.

BLS700Y2

生命機能学発展特別実験 1・2・3

川岸 郁朗

単位数：2 単位 | 開講時期：年間授業/Yearly

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

生命機能学発展特別研究で目指す内容を実験を通して実証する。すなわち、超分子複合体の代表例の一つである分子モーターを題材に、1 分子機能解析技術を用いて、分子の動きを直接観察することによって、そのメカニズムの解明を目指す。

【到達目標】

各自の課題に対して、これまでの知見を原書論文などの資料を調査し、課題を実証する実験の計画、実施、分析を踏まえ、実験結果をまとめる。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」「DP4」「DP5」に関連

【授業の進め方と方法】

研究課題の内容と意義を正確に理解するために、主要な原著論文を講読する。その上で、研究課題の実証に適当な実験を計画と実施を行い、その結果の内容と意義を討論しながらフィードバックをおこなう。また、「生命機能学発展特別研究 1・2・3」での議論を踏まえ、適時行うべき実験の見直しを図る。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】あり / Yes

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|--------|-----------------|----------------------|
| 第 1 回 | ガイダンス | 研究課題の選定と実施計画 |
| 第 2 回 | 生命機能学発展特別実験- 1 | 実験の実践 |
| 第 3 回 | 生命機能学発展特別実験- 2 | 実験の実践 |
| 第 4 回 | 生命機能学発展特別実験- 3 | 実験の実践 |
| 第 5 回 | 生命機能学発展特別実験- 4 | 実験の実践 |
| 第 6 回 | 生命機能学発展特別実験- 5 | 実験の実践 |
| 第 7 回 | 成果報告- 1 | これまでの研究成果の報告と今後の目標設定 |
| 第 8 回 | 生命機能学発展特別実験- 6 | 実験の実践 |
| 第 9 回 | 生命機能学発展特別実験- 7 | 実験の実践 |
| 第 10 回 | 生命機能学発展特別実験- 8 | 実験の実践 |
| 第 11 回 | 生命機能学発展特別実験- 9 | 実験の実践 |
| 第 12 回 | 生命機能学発展特別実験- 10 | 実験の実践 |
| 第 13 回 | 生命機能学発展特別実験- 11 | 実験の実践 |
| 第 14 回 | 成果報告- 2 | これまでの研究成果の報告と今後の目標設定 |
| 第 15 回 | 生命機能学発展特別実験- 12 | 実験の実践 |
| 第 16 回 | 生命機能学発展特別実験- 13 | 実験の実践 |
| 第 17 回 | 生命機能学発展特別実験- 14 | 実験の実践 |

| | | |
|--------|-----------------|----------------------|
| 第 18 回 | 生命機能学発展特別実験- 15 | 実験の実践 |
| 第 19 回 | 生命機能学発展特別実験- 16 | 実験の実践 |
| 第 20 回 | 生命機能学発展特別実験- 17 | 実験の実践 |
| 第 21 回 | 成果報告- 3 | これまでの研究成果の報告と今後の目標設定 |
| 第 22 回 | 生命機能学発展特別実験- 18 | 実験の実践 |
| 第 23 回 | 生命機能学発展特別実験- 19 | 実験の実践 |
| 第 24 回 | 生命機能学発展特別実験- 20 | 実験の実践 |
| 第 25 回 | 生命機能学発展特別実験- 21 | 実験の実践 |
| 第 26 回 | 生命機能学発展特別実験- 22 | 実験の実践 |
| 第 27 回 | 生命機能学発展特別実験- 23 | 実験の実践 |
| 第 28 回 | 成果報告- 4 | 全体の研究成果のまとめと今後の展望 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 1 時間を標準とします。】研究課題に関連する実験や解析の情報を最新の原著論文や書籍等から収集する。

【テキスト（教科書）】

特になし。

【参考書】

研究進展に応じて適宜紹介する。

【成績評価の方法と基準】

期末にまとめられる研究成果を主たる評価の対象とする。

【学生の意見等からの気づき】

特になし。

【Outline (in English)】

This course deals with how to plan and conduct experiments of the state-of-the-art research in single molecule biology.

BLS700Y2

生命機能学発展特別研究 1・2・3

廣野 雅文

単位数：3 単位 | 開講時期：年間授業/Yearly

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

超分子複合体の構造形成・機能発現について理解するため、分子モーターをモデル系として、主に 1 分子機能解析技術を用いた研究をおこなう。主要な原著論文の講読を通じて、現在の研究の最前線を理解し、発展的な研究課題を設定し、そのための研究方法と手段を考察する。実験から得られたデータの意味を理解し、先人の結果と比較して新しい発見とその応用を考える。

【到達目標】

各自の課題に対して、主要な原著論文から、研究課題の内容と意義を正確に理解する。さらに、取得した実験結果を踏まえて研究成果としてまとめる。また、これらの成果は国内外学会で発表、学術論文として公表する。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」「DP4」「DP5」に関連

【授業の進め方と方法】

研究課題の内容と意義を正確に理解するために、主要な原著論文を講読する。また、「生命機能学発展特別実験 1・2・3」で実施した実験結果の内容と意義を中心に討論してフィードバックをおこなう。このサイクルを繰り返して研究成果としてまとめる。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり/Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】なし/No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|--------|-----------------|----------------------|
| 第 1 回 | ガイダンス | 研究課題の選定と実施計画 |
| 第 2 回 | 生命機能学発展特別研究- 1 | 研究の実践 |
| 第 3 回 | 生命機能学発展特別研究- 2 | 研究の実践 |
| 第 4 回 | 生命機能学発展特別研究- 3 | 研究の実践 |
| 第 5 回 | 生命機能学発展特別研究- 4 | 研究の実践 |
| 第 6 回 | 生命機能学発展特別研究- 5 | 研究の実践 |
| 第 7 回 | 成果報告- 1 | これまでの研究成果の報告と今後の目標設定 |
| 第 8 回 | 生命機能学発展特別研究- 6 | 研究の実践 |
| 第 9 回 | 生命機能学発展特別研究- 7 | 研究の実践 |
| 第 10 回 | 生命機能学発展特別研究- 8 | 研究の実践 |
| 第 11 回 | 生命機能学発展特別研究- 9 | 研究の実践 |
| 第 12 回 | 生命機能学発展特別研究- 10 | 研究の実践 |
| 第 13 回 | 生命機能学発展特別研究- 11 | 研究の実践 |
| 第 14 回 | 成果報告- 2 | これまでの研究成果の報告と今後の目標設定 |
| 第 15 回 | 生命機能学発展特別研究- 12 | 研究の実践 |
| 第 16 回 | 生命機能学発展特別研究- 13 | 研究の実践 |

| | | |
|--------|-----------------|----------------------|
| 第 17 回 | 生命機能学発展特別研究- 14 | 研究の実践 |
| 第 18 回 | 生命機能学発展特別研究- 15 | 研究の実践 |
| 第 19 回 | 生命機能学発展特別研究- 16 | 研究の実践 |
| 第 20 回 | 生命機能学発展特別研究- 17 | 研究の実践 |
| 第 21 回 | 成果報告- 3 | これまでの研究成果の報告と今後の目標設定 |
| 第 22 回 | 生命機能学発展特別研究- 18 | 研究の実践 |
| 第 23 回 | 生命機能学発展特別研究- 19 | 研究の実践 |
| 第 24 回 | 生命機能学発展特別研究- 20 | 研究の実践 |
| 第 25 回 | 生命機能学発展特別研究- 21 | 研究の実践 |
| 第 26 回 | 生命機能学発展特別研究- 22 | 研究の実践 |
| 第 27 回 | 生命機能学発展特別研究- 23 | 研究の実践 |
| 第 28 回 | 成果報告- 4 | 全体の研究成果のまとめと今後の展望 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 3 時間を標準とします。】研究を遂行する上で必要な内容について、関連する原著論文や書籍等から情報収集し、理解を深める。

【テキスト（教科書）】

研究進展に応じて適宜紹介する。

【参考書】

研究進展に応じて適宜紹介する。

【成績評価の方法と基準】

期末にまとめられる研究成果を主たる評価の対象とする。

【学生の意見等からの気づき】

特になし。

【Outline (in English)】

This course deals with how to analyze and interpret the experimental data from the state-of-the-art research in single molecule biology.

BLS700Y2

生命機能学発展特別実験 1・2・3

廣野 雅文

単位数：2 単位 | 開講時期：年間授業/Yearly

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

生命機能学発展特別研究で目指す内容を実験を通して実証する。すなわち、超分子複合体の代表例の一つである分子モーターを題材に、1 分子機能解析技術を用いて、分子の動きを直接観察することによって、そのメカニズムの解明を目指す。

【到達目標】

各自の課題に対して、これまでの知見を原書論文などの資料を調査し、課題を実証する実験の計画、実施、分析を踏まえ、実験結果をまとめる。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」「DP4」「DP5」に関連

【授業の進め方と方法】

研究課題の内容と意義を正確に理解するために、主要な原著論文を講読する。その上で、研究課題の実証に適当な実験を計画と実施を行い、その結果の内容と意義を討論しながらフィードバックをおこなう。また、「生命機能学発展特別研究 1・2・3」での議論を踏まえ、適時行うべき実験の見直しを図る。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|--------|-----------------|----------------------|
| 第 1 回 | ガイダンス | 研究課題の選定と実施計画 |
| 第 2 回 | 生命機能学発展特別実験- 1 | 実験の実践 |
| 第 3 回 | 生命機能学発展特別実験- 2 | 実験の実践 |
| 第 4 回 | 生命機能学発展特別実験- 3 | 実験の実践 |
| 第 5 回 | 生命機能学発展特別実験- 4 | 実験の実践 |
| 第 6 回 | 生命機能学発展特別実験- 5 | 実験の実践 |
| 第 7 回 | 成果報告- 1 | これまでの研究成果の報告と今後の目標設定 |
| 第 8 回 | 生命機能学発展特別実験- 6 | 実験の実践 |
| 第 9 回 | 生命機能学発展特別実験- 7 | 実験の実践 |
| 第 10 回 | 生命機能学発展特別実験- 8 | 実験の実践 |
| 第 11 回 | 生命機能学発展特別実験- 9 | 実験の実践 |
| 第 12 回 | 生命機能学発展特別実験- 10 | 実験の実践 |
| 第 13 回 | 生命機能学発展特別実験- 11 | 実験の実践 |
| 第 14 回 | 成果報告- 2 | これまでの研究成果の報告と今後の目標設定 |
| 第 15 回 | 生命機能学発展特別実験- 12 | 実験の実践 |
| 第 16 回 | 生命機能学発展特別実験- 13 | 実験の実践 |
| 第 17 回 | 生命機能学発展特別実験- 14 | 実験の実践 |

| | | |
|--------|-----------------|----------------------|
| 第 18 回 | 生命機能学発展特別実験- 15 | 実験の実践 |
| 第 19 回 | 生命機能学発展特別実験- 16 | 実験の実践 |
| 第 20 回 | 生命機能学発展特別実験- 17 | 実験の実践 |
| 第 21 回 | 成果報告- 3 | これまでの研究成果の報告と今後の目標設定 |
| 第 22 回 | 生命機能学発展特別実験- 18 | 実験の実践 |
| 第 23 回 | 生命機能学発展特別実験- 19 | 実験の実践 |
| 第 24 回 | 生命機能学発展特別実験- 20 | 実験の実践 |
| 第 25 回 | 生命機能学発展特別実験- 21 | 実験の実践 |
| 第 26 回 | 生命機能学発展特別実験- 22 | 実験の実践 |
| 第 27 回 | 生命機能学発展特別実験- 23 | 実験の実践 |
| 第 28 回 | 成果報告- 4 | 全体の研究成果のまとめと今後の展望 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 1 時間を標準とします。】研究課題に関連する実験や解析の情報を最新の原著論文や書籍等から収集する。

【テキスト（教科書）】

特になし。

【参考書】

研究進展に応じて適宜紹介する。

【成績評価の方法と基準】

期末にまとめられる研究成果を主たる評価の対象とする。

【学生の意見等からの気づき】

特になし。

【Outline (in English)】

This course deals with how to plan and conduct experiments of the state-of-the-art research in single molecule biology.

BAB500Y3

基礎植物医科学特論

大島 研郎、佐野 俊夫

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

植物の正常状態での発生・成長・分化を理解することを第一段階の目的とする。その上で生物的環境ストレスとみなすことができる、病原微生物の感染により、植物体がどのような生理的变化を受けるのかを理解する。そして、植物の生理的变化を解析する方法についての概要を理解する。

また、病原微生物の分泌する物質が植物とどのように関わっているかの物質的根拠も理解できるように努める。

【到達目標】

植物の発生・成長・分化の概要を理解することができる。また、その前提の上で病原微生物が感染した時植物体がどのような変化を受けるかを、正常状態との対比で理解できるように配慮する。更に、原著論文を読んで、そこからどのような結論が引き出せるかの批評的読解と、今後の可能性についての視野についても論議が可能となるような基礎力が付くようになることに努める。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

代表的な原著論文を読み、論文内容をパワーポイント等にまとめて発表する。その際、方法、結果、考察の内容だけでなく、それらがどのように区別して書かれているかに気をつけて発表する。

また、各回に論文内容に関する課題を出し、回答して返却する。

次回授業時に課題の解説を行う。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

あり / Yes

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|--------|--------------------|-----------------------------------|
| 第 1 回 | 序論 | 講義受講に必要な姿勢と知識の概要を説明する。 |
| 第 2 回 | 植物発生・成長・分化 (1) | 発生・成長・分化の基本的事項についての概要を行う。 |
| 第 3 回 | 植物発生・成長・分化 (2) | オーキシン・サイトカイニンとその関連物質について。 |
| 第 4 回 | 植物発生・成長・分化 (3) | ジベレリン・エチレンとその関連物質について。 |
| 第 5 回 | 植物発生・成長・分化 (4) | アブシジン酸とその関連物質について。 |
| 第 6 回 | 植物発生・成長・分化 (5) | ジャスモン酸とその関連物質について。 |
| 第 7 回 | 植物発生・成長・分化 (6) | ストリゴラクトンとその他の関連物質について。アレロパシーについて。 |
| 第 8 回 | 植物と病原微生物とのかかわり (1) | 菌類による植物感染の分子機構。 |
| 第 9 回 | 植物と病原微生物とのかかわり (2) | 細菌類による植物感染の分子機構。 |
| 第 10 回 | 植物と病原微生物とのかかわり (3) | ウイルスによる植物感染の分子機構。 |
| 第 11 回 | 病原微生物に対する予防技術 (1) | 生物農薬による予防技術について。 |
| 第 12 回 | 病原微生物に対する予防技術 (2) | 抵抗性誘導剤による予防技術について。 |
| 第 13 回 | 病原微生物耐性植物 (1) | 病原微生物耐性植物の育成について (真菌・細菌類)。 |
| 第 14 回 | 病原微生物耐性植物 (2) | 病原微生物耐性植物の育成について (ウイルス)。 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

関連して紹介する原著論文を予め読み、批判的見解を準備する。本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。

【テキスト（教科書）】

特に定めず、その都度原著論文を紹介する。

【参考書】

植物工学の基礎 (長田編、東京化学同人)、細胞工学の基礎 (永井、富田、長田著、東京化学同人)

【成績評価の方法と基準】

原著論文の批評的読解を 50 % とし、平常点を 50 % とする。

【学生の意見等からの気づき】

特になし。

【学生が準備すべき機器他】

特になし。

【Outline (in English)】

The first purpose is to understand the development, growth and differentiation of plants in the normal condition. Then, we understand the physiological change of the plant body under the infection of pathogenic microorganism that is regarded as biological environmental stress. Further, we understand the outline of the research methods to analyze the physiological change of the plant body. Final grade will be decided based on critical reading of an original paper (50%) and contribution to class (50%).

PPE500Y3

植物病先端研究特論

濱本 宏、鍵和田 聡

単位数：2 単位 | 開講時期：春学期授業/Spring

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

植物医学科学に関する先端研究を、学術雑誌に掲載されている具体的な研究・開発の例をもとに学ぶ。特に、分子生物学的手法や情報科学的手法を用いた研究を積極的に取り上げる。

【到達目標】

植物医学科学の最新知識を身につけるとともに、先端研究に用いられる手法を理解し、自身の研究に展開するための考える力を養うことを目標とする。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

<<授業実施方法の詳細等は学習支援システムを通じてお知らせします>>植物医学科学の先端研究に関するテーマを設定し、それぞれのテーマごと2回を基本として具体的な研究報告（論文）を紹介する。テーマ1回目には研究報告に用いられている特殊用語・専門用語を中心に説明を行い、研究内容の読み込を行う。第2回目には研究内容についての討論等を行い、与えられる課題について小レポートを作成する。提出された小レポートに対するコメントなどフィードバックは、それぞれの担当教員が次のテーマを取り上げる回の冒頭に行うことを基本とする。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり/Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】なし/No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|------|---------------------|--|
| 第1回 | はじめに | 植物病研究の先端研究について概説し、授業の進め方を説明する |
| 第2回 | ゲノム解析研究（1） | 植物ゲノム、植物病原微生物ゲノム解析の先端研究の論文紹介、用語解説 |
| 第3回 | ゲノム解析研究（2） | 紹介した論文の解説、小レポートの作成 |
| 第4回 | 遺伝子発現・プロテオーム研究（1） | 植物病に関する、遺伝子発現・プロテオームの先端研究の論文紹介、用語解説 |
| 第5回 | 遺伝子発現・プロテオーム研究（2） | 紹介した論文の解説、小レポートの作成 |
| 第6回 | 遺伝子診断・解析研究（1） | 遺伝子診断・解析に関する先端研究の論文紹介、用語解説 |
| 第7回 | 遺伝子診断・解析研究（2） | 紹介した論文の解説、小レポートの作成 |
| 第8回 | 防除薬剤・診断試薬研究（1） | 殺菌剤や殺虫剤、植物成長調整剤、阻害剤・染色剤など薬剤・試薬に関する先端研究の論文紹介、用語解説 |
| 第9回 | 防除薬剤・診断試薬研究（2） | 紹介した論文の解説、小レポートの作成 |
| 第10回 | 遺伝子導入・組換え技術研究（1） | 最新の遺伝子導入・組換え手法解説に関する先端研究の論文紹介、用語解説 |
| 第11回 | 遺伝子導入・組換え技術研究（2） | 紹介した論文の解説、小レポートの作成 |
| 第12回 | 画像解析・画像診断等情報科学研究（1） | 植物病の診断等に係る人工知能を含む情報科学に関する先端研究の論文紹介、用語解説 |
| 第13回 | 画像解析・画像診断等情報科学研究（2） | 紹介した論文の解説、小レポートの作成 |

第14回 総合討論

とりあげたすべてのテーマに関する総合討論

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

復習として、学んだテーマに関する手法や最新知見に関する文献調査を行い、研究動向を自分の目で確かめる。本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。

【テキスト（教科書）】

教科書は使用しない。担当教員が教材をテーマごとに配布する。

【参考書】

必要に応じてテーマごとに紹介する。

【成績評価の方法と基準】

授業への積極性などの平常点:50%、テーマごとの小レポート:50%。

【学生の意見等からの気づき】

最新の研究報告の中から、できるだけ受講学生の研究内容に役立つ可能性があり、興味を持てる内容のものを選びたい。

【学生が準備すべき機器他】

単語・用語などを授業内に積極的に調べるので、電子辞書やインターネットに接続できる端末（スマートフォンでもよい）を準備する。

【その他の重要事項】

化粧品業界に勤務経験のある教員が、関連技術の応用可能性や、想定される困難なども含め解説し、討論・議論する。

【Outline (in English)】

【Course outline】

Cutting-edge research works will be picked up to learn, not only the new findings and the idea of the research works, but also the detailed techniques used in each works. Works on molecular biology and Information and Communication Technology are the examples of the regular topics.

【Learning Objectives】

The goal of this course is to know the recent topics in clinical plant science and to obtain the skills on how to make out the strategies of research.

【Learning activities outside of classroom】

To examine the meanings and the ideas of the scientific terms that you didn't know.

【Grading Criteria /Policy】

The final evaluation will be decided by the daily contribution to the class (50%) and the short reports (50%).

BOA500Y3

応用生物生態学特論

大井田 寛、池田 健太郎

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

生態学は生物と環境（生物的環境、非生物的環境）との関係を扱う研究分野である。ここでは具体的な対象として農業害虫および植物病を中心とした農業生態系を扱い、環境と生物、およびそれに関わる人間との関係について理解を深めることを目的とする。

【到達目標】

農業生態系は食料生産のために人間によって管理されている特別な生態系である。この授業では、その農業生態系における害虫の生活環境および植物病の伝染環を理解する。加えて、農業生態系を踏まえた農業害虫や植物病の管理と、その有効性を評価する統計的な解析の基本的な手法を習得する。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

学生が理解しやすいように、パワーポイントを用いて解説する。できるだけ、写真や図表を提示してわかりやすく解説する。また、関連する資料を配布し、講義終了後でも確認できるようにする。課題のフィードバック、質問等へのフィードバックは、学習支援システム（Hoppii）または次の講義にて行う。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|--------|------------------------|-----------------------------------|
| 第 1 回 | ガイダンス、昆虫の生態解明とデータの特性 | 生態解明に必要な各種データの特徴、統計処理ソフト R の概説 |
| 第 2 回 | 害虫・天敵の発育特性 | 発育零点、有効積算温度、発育日数の解明、体サイズの比較 |
| 第 3 回 | 害虫・天敵の増殖特性 | 産卵・生存曲線の調査による増殖パラメータの解明 |
| 第 4 回 | 害虫・天敵の飼育法の確立 | 産卵基質の有効性評価 |
| 第 5 回 | 餌に対する害虫の適性、選好性 | 適性評価（生存時間分析）、選好性評価（反復測定分散分析） |
| 第 6 回 | 害虫防除効果の評価 | 反復測定分散分析などによる害虫密度の比較 |
| 第 7 回 | 学生による演習の発表① | 統計的手法を活用した各種データの取り扱い |
| 第 8 回 | 土壌伝染する植物病の発生生態と防除 1 | メタ・アナリシスによる耕種的防除技術の評価 |
| 第 9 回 | 海外の農業生態系、特殊な伝染経路を持つ植物病 | Join count 統計量による植物病の拡大様式の解明 |
| 第 10 回 | 土壌伝染する植物病の発生生態と防除 2 | 一般化線形モデルによる化学的防除技術の評価 |
| 第 11 回 | 特産作物に発生する植物病の多発要因 | 一般化線形モデルによる多発生要因の解明 |
| 第 12 回 | 花き類の植物病の生態と防除 | 一般化線形混合モデルによる化学的防除技術の評価 |
| 第 13 回 | 土壌伝染する高原野菜の植物病の発生生態 | 地図情報システム（GIS）を活用した土壌病害の発病ポテンシャル予測 |
| 第 14 回 | 学生による演習の発表② | 統計的手法を活用した各種データの取り扱い |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

それぞれの内容ごとに資料を配布するので、学生はこれをもとにして、講義のポイントをまとめておく。課題に関して図書館にある関連図書や web サイトで調べ、授業中に学んだことを、十分理解するように心がける。

本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。

【テキスト（教科書）】

授業の過程で紹介する

【参考書】

最新の知識を伝えるために、必要に応じて資料を配布する。

【成績評価の方法と基準】

講義内容を理解しているか、植物医師としての基礎知識を修得しているかについて、演習発表・レポートを重視し（80%）、受講態度など（20%）を総合して評価する。

【学生の意見等からの気づき】

パワーポイントで解説するにあたり、学生からの授業改善アンケートでも評価されている図や写真を示すとともに、資料を配布する。

【その他の重要事項】

農業生産現場で植物保護の研究・指導に携わった教員が、農業生態的アプローチで、害虫および植物病の管理技術およびその解析手法について解説する。

【Outline (in English)】

Ecology is a field of study that deals with the relationship between organisms and their environment (biological and non-biological environment). Here, we deal with agricultural ecosystems, with a focus on agricultural pests and plant diseases, to deepen our understanding of the relationship between the environment, organisms, and the human beings involved.

Agroecosystems are special ecosystems managed by humans for food production. In this course, students will understand the life cycles of the pests and the pathogens of plant diseases in this agroecosystem. In addition, students will learn knowledge and techniques for managing agricultural pests and plant diseases based on the agroecosystem and statistical analysis to evaluate their effectiveness. The evaluation will be based on whether the student understands the lecture content and has acquired the basic knowledge as a plant physician, with emphasis on the presentation and report of exercises (80%), as well as on the student's attitude and other factors (20%).

PPE500Y3

植物病原学特論

有江 力

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期集中/Intensive(Fall)

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

植物病原微生物の特性、特に病原性因子、非病原性因子など、さらに病原微生物の制御法に関する最近の研究動向と考え方

【到達目標】

植物病原微生物の特性、特に病原性因子、非病原性因子など、さらに病原微生物の制御法に関する最近の研究動向と考え方を理解し、総合的に植物病原に関する理解を深める。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

植物病害は、安全な食料の安定な生産に対して、量的および質的なダメージを与える生産阻害要因である。植物に病気を起こす主因である病原について、諸性質・病原性関連因子・植物との相互関係などをより明らかにすることにより、植物の病害を安全・確実に制御することに繋げていくことが期待される。本講義では、病原の概説、病原研究を行う目的、実験結果に基づいた研究計画の立て方、原研究に利用できる比較的新しい技術、病原菌の交配と進化との関係、病原制御技術のメカニズムと長所・短所、等について具体的な研究事例と世界的研究動向を併せて紹介する。なお、講義は2回分を連続で、学生の発表形式を取り入れながら開講し、課題等の提出・フィードバックは「学習支援システム」を通じて行う予定である。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】あり / Yes

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|------------------------------|---|
| 1 | イントロダクション | 講義の実施方法や、論文選択方法の紹介 |
| 1 | 植物病原の社会影響 | 植物保護の背景などに関する概説 |
| 1 | 植物病原の伝搬、検査、検診、種子伝染性病害 | 病原の多様な伝搬方法について紹介し、植物検査の重要性や、それに基づく病害拡大防止の方法について紹介する。 |
| 2 | 発表テーマ決め | 発表テーマの紹介と発表順の決定 |
| 2 | 植物病原の病原性分化の分子機構 (1) | 植物病原微生物の植物との共進化などについて紹介する |
| 2 | 植物病原の病原性分化の分子機構 (2) | 植物病原微生物の植物との共進化などについて紹介する |
| 3 | 植物病原の発病関連因子 | 植物病原微生物の病原性のメカニズムについて広い視野で紹介する。 |
| 3 | 化学的方法および病害抵抗性誘導による植物病原の制御 | 化学農薬の作用機作や、植物の病害抵抗性機構やその病害防除への利用技術について紹介する |
| 3 | 植物病原の生物的制御・物理的制御 | 植物病原の生物的制御・物理的制御の利点や欠点について紹介する。 |
| 4 | 植物病原に関する論文の紹介と議論、その背景の紹介 (1) | 選択した論文の内容の紹介、その論文を選択した理由、論文の良い点、悪い点について議論する。また、論文の背景について紹介する。 |
| 4 | 植物病原に関する論文の紹介と議論、その背景の紹介 (2) | 選択した論文の内容の紹介、その論文を選択した理由、論文の良い点、悪い点について議論する。また、論文の背景について紹介する。 |

| | | |
|---|------------------------------|---|
| 4 | 植物病原に関する論文の紹介と議論、その背景の紹介 (3) | 選択した論文の内容の紹介、その論文を選択した理由、論文の良い点、悪い点について議論する。また、論文の背景について紹介する。 |
| 5 | 子嚢菌の交配と病原性 | 植物病原糸状菌の交配やそのメカニズム、病原性との関連に関する話題 |
| 5 | 植物工場と植物病害 | 植物工場における植物生産が拡大している。植物工場において発生する病害やその対処方法について議論する。 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】参考文献の調査などの予習も含まれます。

[The standard preparation and homework time for this class is 4 hours each time] Includes preparations such as bibliographic surveys.

【テキスト（教科書）】

特になし、発表で使用する論文をテキストとして利用する

No text is specified. We will present the slides used in the lecture in advance.

【参考書】

眞山 (2010) 植物病理学

Agrios (2004) Plant Pathology 5th Ed., Elsevier

【成績評価の方法と基準】

課題・レポート (50%) に加え、授業への積極的な貢献度（質問、討議参加等）(50%) を総合的に評価する。

In addition to assignments and reports (50%), the degree of positive contribution to the lesson (questions, participation in discussions, etc.) (50%) is comprehensively evaluated.

【学生の意見等からの気づき】

現在なし

【学生が準備すべき機器他】

パワーポイント

【Outline (in English)】

Characteristics of phytopathogenic microorganisms, in particular pathogenic factors, nonpathogenic factors, and further recent research trends and perspectives on controlling pathogenic microorganisms.

[The standard preparation and homework time for this class is 4 hours each time] Includes preparations such as bibliographic surveys.

In addition to assignments and reports (50%), the degree of positive contribution to the lesson (questions, participation in discussions, etc.) (50%) is comprehensively evaluated.

PPE500Y3

植物薬学総合特論

石川 亮

単位数：2 単位 | 開講時期：春学期集中/Intensive(Spring)

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

農作物生産のための植物薬（植物病害虫、雑草防除薬剤）の種類や役割、安全性に対する科学的知識を習得する。

【到達目標】

生物の多様性を保ちつつ、安全で信頼できる食料の安定供給に貢献する薬剤を科学的に理解、判断し、今後の薬剤のあり方や使い方を考えることを目的とする。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

植物生産に関わる薬剤の開発の歴史や作用機等を科学的に解説するとともに、食料の安定供給と生物多様性維持を両立させる方策等、今後の農業のあり方も論議する。農業等の薬剤作用機作については、標的分子と薬剤分子の相互作用の分子イメージ解析、機械学習やコンピュータシミュレーションやハイスループットスクリーニング等を用いた農業開発の手法についても解説する。

課題等の提出・フィードバックは「学習支援システム」を通じて行う予定。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|--------|-----------------------------|--------------------|
| 第 1 回 | 農薬とは？（1） | 農薬のイメージとリスクに対する考え方 |
| 第 2 回 | 農薬とは？（2） | 農薬の歴史と果たしてきた役割 |
| 第 3 回 | 農薬とは？（3） | 農薬の安全性評価と登録 |
| 第 4 回 | 農薬は今、どのように使われているのか？ （1） | 世界、国内の農業市場 |
| 第 5 回 | 農薬は今、どのように使われているのか？ （2） | 防除対象と代表的な農薬 |
| 第 6 回 | 農薬はどのような作用で効果を出しているのか？ | 農薬の作用機作 |
| 第 7 回 | 農薬はどのように研究開発されているのか？ （1） | 農薬の求められる特性 |
| 第 8 回 | 農薬はどのように研究開発されているのか？ （2） | 研究開発の過程 |
| 第 9 回 | 農薬はどのように研究開発されているのか？ （3） | 新規化合物の探索 |
| 第 10 回 | 農薬はどのように研究開発されているのか？ （4） | 新製品の開発 |
| 第 11 回 | 農薬はどのように研究開発されているのか？ （5） | 研究開発の事例 |
| 第 12 回 | 薬剤耐性（抵抗性）とは？ | 農薬耐性（抵抗性）獲得のメカニズム |
| 第 13 回 | 薬剤耐性（抵抗性）の出現を防ぐには？ | 農薬耐性（抵抗性）のマネジメント |

第 14 回 生物の多様性と環境保 有機農法と IPM の現状と問題点
全型農業での農薬の役割 および総合まとめ
割は？

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】 参考文献調査等、予習、復習

【テキスト（教科書）】

資料を配布

【参考書】

授業毎に紹介する。

【成績評価の方法と基準】

レポート課題（40%）に加え、授業への取り組み、貢献度などを考慮した平常点（60%）で評価する。

【学生の意見等からの気づき】

講義概要資料の配布および議論を絡めた双方向の講義により、より深い理解を促す。

【学生が準備すべき機器他】

パソコンなど情報機器（授業に使用する資料は PDF にて配布します）

【Outline (in English)】

Learn the scientific knowledge on the type, role, and safety of pesticides (plant pests, weed control drugs) for agricultural production.

The purpose is to scientifically understand and judge pesticides that contribute to the stable supply of safe and reliable food while maintaining biodiversity, and to think about the future of pesticides and how to use them.

Before/after each class meeting, students will be expected to spend four hours understanding the course content.

Your overall grade in the class will be decided based on the following

Short reports: 40%、in class contribution: 60%

PPE500Y3

土壤環境ゲノム科学特論

對馬 誠也、吉田 重信、大友 量

単位数：2 単位 | 開講時期：春学期集中/Intensive(Spring)

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

土壤の微生物は、地球規模の環境問題や、農業上の土壤病害との関連で注目を集めている。土壤には膨大な数の多様な微生物が存在し、炭素・窒素等の物質循環を行なうことで地球の生物圏を維持し、また作物の生育にさまざまな影響を及ぼしている。土壤等の環境中の微生物は試験管中とはその状態が大きく異なること、またそのほとんどが培養できないことから解析は困難であったが、新しい解析手法の開発等により、多くの新たな知見が集積してきている。本授業では土壤微生物概論（1～3回）、土壤病害、有用微生物、菌根菌の機能、利用（4～14回）について講義し、今後の研究の展開と新たな利用等の可能性について考える。

【

【到達目標】

土壤微生物の生態や機能、農業生産や地球環境保全に果たす役割について知識を得るとともに、複雑系を対象とした研究の考え方や利用や制御も含めた今後の展開について考える力を習得する。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

講義形式による授業を基本とする。

課題等の提出・フィードバックは「学習支援システム」を通じて行う予定である。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

なし/No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし/No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|-------------------------------------|--|
| 1 | 土壤中の土壤病原菌と土壤微生物（概要） | 土壤中に生息する細菌、糸状菌、線虫など様々な微生物・小動物の紹介と土壤病原菌と土壤微生物の関係を整理 |
| 2 | 各種微生物評価手法、病原菌の特異検出法 | 微生物・病原菌の評価法（DNA解析、血清法、培地法など）と各手法のメリット、デメリットの紹介。 |
| 3 | 土壤微生物・病原菌の研究法と利用法 - 科学的アプローチ | 微生物が生息する環境（複雑系）を解析するための科学的アプローチ（仮説検証、データドリブン型研究等）について紹介。 |
| 4 | 農業現場における微生物利用 - 生分解性資材とその分解酵素 - | 生分解性資材の分解菌の選抜と、現場における効果および土壤微生物相の推移の評価。 |
| 5 | 農業現場における微生物利用 - 揮発性抗菌物質産生微生物などの利用 - | 揮発性抗菌物質産生微生物の選抜と、圃場における効果および実用への応用の取り組みを紹介。 |
| 6 | 土壤病害の対策 - 物理・化学・生物的防除法 - | 土壤還元消毒や太陽熱水など土壤病害の物理的、化学的防除、土壤微生物を用いた生物的防除の取り組みの事例を紹介 |
| 7 | 植物生育を支える微生物 | 菌根菌とはどんな微生物かの紹介 |
| 8 | 菌根菌の生物的特徴 | 菌根菌の植物共生の分子機構や絶対共生の理由を解説 |
| 9 | 菌根菌の多面的機能 | AM菌のリン酸代謝、重金属耐性付与、土壤環境改善などに関する研究の紹介 |

- | | | |
|----|---------------------------|---|
| 10 | 菌根菌機能の農業利用 | AM菌の前作効果とそれを活用した減肥技術の紹介 |
| 11 | 土壤病害管理システム - 診断・評価・対策 - ① | 診断・評価・対策をセットにした、新しい土壤病害管理法（予防的IPM）を紹介。 |
| 12 | 土壤病害管理システム - 診断・評価・対策 - ② | 土壤DNAに基づく土壤生物性解析法およびその活用事例等を紹介。 |
| 13 | 土壤病害管理システム - 診断・評価・対策 - ③ | 土壤病害管理システムにおける土壤生物性診断技術の事例、発病抑制的土壤の評価法等を紹介。 |
| 14 | 土壤病害管理システム - 診断・評価・対策 - ④ | 土壤病害管理システムにおける各種防除技術のうち、特に生物的防除手法の活用法等を紹介。 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。

予習では、環境中、土壤中の微生物に関して広く勉強してください。講義終了後は復習して、土壤微生物の研究に関して、問題や課題を自分なりに考えるようにしてください。

【テキスト（教科書）】

特になし

【参考書】

特になし

【成績評価の方法と基準】

レポートまたは小テスト（どちらかで80%）に加え、授業中の積極性等（20%）を考慮し総合的に判断する。

【学生の意見等からの気づき】

授業内容について、学生とできるだけ多く議論できるようにしたいと考えています。

【学生が準備すべき機器他】

特になし

【その他の重要事項】

特になし

【Outline (in English)】

Soil microorganisms have been utilized for various fields such as agriculture, medicine, environmental science. Additionally, many microorganisms in soils play an important role in circulation of nitrogen and carbon, resulting in the maintenance of stratosphere. Although most of microorganisms have been non-cultured, recent technology enable us to analyze them. In this class, students will learn the overview of recent soil microbiology, the analytical methods such as DNA technology, and the classification, and the utilization of the microorganisms (bacteria, fungi, mycorrhizal fungi etc.). Studies concerning microorganisms in soil and environment must be done outside of class. The result of the report or quiz (80%) and student's learning attitude (20%) will be evaluated for your grade.

PPE500Y3

有用植物開発学特論

青木 直大

単位数：2 単位 | 開講時期：春学期集中/Intensive(Spring)

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

学生は、人類が利用してきた'有用植物'の多様性を理解した上で、有用植物の開発手法（特に近年の品種改良法）について学ぶ。さらに、農業に関する諸問題（食料生産・気候変動・生物多様性など）について、有用植物開発の視点から考察する力を養う。

【到達目標】

学生は、人類が利用してきた有用植物に関する以下の知識やスキルを得ることができる。

- ・有用植物の用途別分類と主要な種の特徴
- ・有用植物の開発手法および開発例、特に近年の品種改良技術
- ・有用植物開発の問題点と今後の展望

Students will gain the following knowledge and skills related to useful plants that have been used by mankind.

- Classification of useful plants according to their uses and characteristics of major species.
- Methods and examples of development of useful plants, especially recent breeding techniques.
- Problems in the development of useful plants and future prospects.

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

配布する資料の説明を中心に進め、質疑応答（双方向）で理解度を確認する。また、グループディスカッション等によって他の学生と知識や意見を共有し、理解を深める。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】なし / No

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|-------|-----------------------------|---|
| 第 1 回 | 総論（1）農業に関わる諸問題 | 農業の現状および問題点を紹介し、有用植物開発の果たすべき役割について解説する。 |
| 第 2 回 | 総論（2）有用植物の分類と種類 | 有用植物（作物）を用途別に分類し、各分類の特徴について解説する。 |
| 第 3 回 | 用途別各論（1）食用作物 | 主要な食用作物（イネなど）について、形態的・生理的特徴などを中心に解説する。 |
| 第 4 回 | 用途別各論（2）飼料／工芸作物 | 主要な飼料（牧草など）／工芸作物（ワタなど）の形態的・生理的特徴などを中心に解説する。 |
| 第 5 回 | 用途別各論（3）園芸作物 | 主要な園芸作物（トマトなど）について、形態的・生理的特徴などを中心に解説する。 |
| 第 6 回 | 有用植物の開発手法（1）交雑育種技術・マーカー選抜技術 | 古典的な交配育種から比較的最近の技術であるマーカー育種について解説する。 |
| 第 7 回 | 有用植物の開発手法（2）遺伝子組換え技術・ゲノム編集 | 遺伝子組換え技術やゲノム編集技術の歴史や原理について解説する。 |
| 第 8 回 | アクティブラーニング：遺伝子組換え作物とゲノム編集作物 | 遺伝子組換え／ゲノム編集作物について、グループディスカッションを行う。 |
| 第 9 回 | 有用植物開発（1）病害虫耐性 | 生物的ストレスに対する耐性付与を目的とした開発例について解説する。 |

| | | |
|--------|------------------------------|--------------------------------------|
| 第 10 回 | 有用植物開発（2）環境ストレス耐性 | 非生物的ストレスに対する耐性付与を目的とした開発例について解説する。 |
| 第 11 回 | 有用植物開発（3）生産能力向上（構造変化） | 植物の形（形態）の改変を目的とした開発例について解説する。 |
| 第 12 回 | 有用植物開発（4）生産能力向上（ソース／シンク機能改変） | 植物体内の代謝の改変を目的とした開発例について解説する。 |
| 第 13 回 | 有用植物開発（5）花き、油脂、環境浄化 | 品質の改良や特別な用途を目的とした開発例について解説する。 |
| 第 14 回 | アクティブラーニング：まとめ | 有用植物開発における問題点や展望についてグループディスカッションを行う。 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 2 時間を標準とします。】

作物の育種学および生理学に関する基本的な知識を予習しておく。事前に配布する資料を通読し、予習をする。分からない専門用語などについては参考書などで調べておく。

【The standard preparation and review time for this course is 2 hours each.】

Students are expected to have a basic knowledge of crop breeding and physiology.

Students should read through the materials distributed in advance and look up any technical terms they do not understand.

【テキスト（教科書）】

特に教科書は使用しない。

【参考書】

「作物生産生理学の基礎」農山魚村文化協会、2016 年
「作物学の基礎 I：」農山魚村文化協会、2013 年
「作物学の基礎 I・II」農山魚村文化協会、2015 年
「園芸学の基礎」農山魚村文化協会、2012 年
「植物育種学」朝倉書店、2021 年
「形質転換プロトコル：植物編」化学同人、2012 年
「ゲノム編集食品：農林水産分野への応用と持続的社会的の実現」NTS、2021 年

【成績評価の方法と基準】

受講態度等の平常点（40%）とレポート（60%）で評価する。
Students will be assessed on the basis of their attitude (40%) and reports (60%).

【学生の意見等からの気づき】

授業の一部（3～5 回程度）をオンラインで実施することによって、学習効果を上げることができると考える。

【学生が準備すべき機器他】

オンライン授業の受講に十分なスペックのパソコン。

【Outline (in English)】

【Course outline】

Students will learn about the diversity of 'useful plants' that have been used by mankind, and then learn about methods of useful plant development (especially recent breeding methods). In addition, students will develop the ability to consider various issues related to agriculture (food production, climate change, biodiversity, etc.) from the perspective of useful plant development.

【Learning objectives】

Students will gain the following knowledge and skills related to useful plants that have been used by mankind.

- Classification of useful plants according to their uses and characteristics of major species.
- Methods and examples of development of useful plants, especially recent breeding techniques.
- Problems in the development of useful plants and future prospects.

【Learning activities outside of classroom】

The standard preparation and review time for this course is 2 hours each.

Students are expected to have a basic knowledge of crop breeding and physiology.

Students should read through the materials distributed in advance and look up any technical terms they do not understand.

【Grading criteria/policy】

Students will be assessed on the basis of their attitude (40%) and reports (60%).

PPE500Y3

植物医科学演習2

佐野 俊夫、鍵和田 聡、廣岡 裕吏、津田 新哉

単位数：2 単位 | 開講時期：秋学期授業/Fall

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

植物生産および環境に関する問題の解決のための植物医科学の果たす役割と問題解決のための技術を学び、個別課題に取り組むことで、上記の問題解決に必要な能力を身につける。

【到達目標】

植物医科学が植物生産・環境問題などにいかに寄与できるかを実践的に学習・考察することを通じて、研究と生産の現場を知り、実社会における問題の解決にむけ、専門書・学術論文の読解能力、研究・技術文書の執筆能力および国際学会での報告能力を身につける、いわゆる「読む・書く・話す」能力を向上することを目標とする。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

植物生産・環境問題に対してなすべき植物医科学の研究課題を調査、討議する。その課題に対し、実際に行われている研究・実験の結果を解析し、また、その意義を先人のデータと比較しながら評価する。さらに、次に行うべき問題解決のための対策をたて、討議し、まとめる。これらを通じて、結果の発表手法、論文作成の要領等を修得し、「読む・書く・話す」能力を向上する。分野としては、基礎植物医科学、植物病抵抗性学、応用生物生態学を取り上げる。毎授業時間に、発表内容および発表方法に対してコメントすることで、フィードバックをおこなう。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり/Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】あり/Yes

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|------|--------------|--|
| 第1回 | はじめに | 授業の進め方をガイダンスする。 |
| 第2回 | 基礎植物医科学演習(1) | 課題に関する調査・討議のテーマを設定する。世界の食糧生産と植物病害との関係を中心に考える。 |
| 第3回 | 基礎植物医科学演習(2) | 国・地域別の具体的研究内容を調査し結果の報告を行う。 |
| 第4回 | 基礎植物医科学演習(3) | 研究内容評の評価と意義づけをおこない、調査結果をプレゼンテーションする。 |
| 第5回 | 植物病抵抗性演習(1) | 課題に関する調査・討議のテーマを設定する。植物病に対する宿主と病原体との相互作用を中心に考える。 |
| 第6回 | 植物病抵抗性演習(2) | 植物ウイルスに関する課題を中心として調査・討議を行う。 |
| 第7回 | 植物病抵抗性演習(3) | 細菌病・ファイトプラズマを中心として調査・討議を行う。 |
| 第8回 | 植物病抵抗性演習(4) | 菌類を中心として調査・討議を行う。 |
| 第9回 | 植物病抵抗性演習(5) | 国内外の最新の重要な研究報告などに関して討議を行う。 |
| 第10回 | 植物病抵抗性演習(6) | これまでの調査結果を簡潔に取りまとめプレゼンテーションする。 |
| 第11回 | 応用生物生態演習(1) | 課題に関する調査・討議のテーマを設定する。植物医科学に関連する植物の遺伝子などを中心に考える。 |
| 第12回 | 応用生物生態演習(2) | 植物遺伝子に関する国内外の最新の重要な研究報告などについて討議を行う。 |

| | | |
|------|-------------|---|
| 第13回 | 応用生物生態演習(3) | これまでの植物遺伝子に関する調査結果を簡潔に取りまとめプレゼンテーションする。 |
| 第14回 | 総合発表会・報告書提出 | 特に重要な課題・テーマについてまとめの発表・レポートの作成を行う。 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

毎回のテーマの十分な理解のための下調べと内容の復習を行う。本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とする。

【テキスト（教科書）】

特になし。適宜プリント等の資料を配布する。

【参考書】

特になし。必要に応じて授業毎に指示する。

【成績評価の方法と基準】

成績の評価は、平常点で50%、各教員ごとの課題解決能力の評価で50%とする。

【学生の意見等からの気づき】

アンケートにより、参考になる内容があれば取り入れる。少人数での論議が中心となるので、各自の問題意識を正確に把握して、授業の改善に努める。

【学生が準備すべき機器他】

原則パワーポイントを使用して行う。

【その他の重要事項】

特になし。

【Outline (in English)】

In order to solve problems related to plant production and environmental issues, we learn special knowledge about the role played by clinical plant science, and acquire the skills to solve the above problems by taking individual tasks. Through practical study and consideration of how plant medical science can contribute to plant production and environmental issues, students will learn about research and production, and acquire the ability to decipher technical books and academic papers, write research and technical documents, and give presentations at international conferences in order to solve problems in the real world. Students will be required to do preliminary research and review the content for adequate understanding of the subject matter. The standard preparation and review time for this class is 4 hours each. Grading will be based on 50% for attendance and 50% for each faculty member's problem-solving skills.

BLS600Y2

生命機能学特別研究 1・2

金子 智行、川岸 郁朗、佐藤 勉、常重 アントニオ、廣野 雅文、水澤 直樹、山本 兼由、曾和 義幸、西川 正俊

単位数：3 単位 | 開講時期：年間授業/Yearly

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

生命機能を分子レベルで理解するために、ゲノム・蛋白質・細胞・生命システムという各階層での生命機能発現のメカニズムについて学ぶ。

【到達目標】

ゲノム・蛋白質・細胞・生命システムという各階層での生命機能発現のメカニズムを、それらを担う生体分子の構造、機能、相互作用、統合作用を基礎にして理解することを目指す。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

ゲノム・蛋白質・細胞・生命システムという各階層での生命機能発現の分子機序を明らかにするため、それぞれのモデル系を用いて研究をおこなう。主要な原著論文の講読を通じて、当該分野の研究史と現状を把握し、当該分野の進展に貢献できる独創的な研究課題を設定し、そのための研究方法と手段を考察する。実験から得られたデータの意味を理解し、先人の結果と比較して、新しい発見とその応用を考え、議論を通してフィードバックをおこないながら研究を遂行する。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】あり / Yes

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|--------|---------------|--|
| 第 1 回 | 序論 | 生命の定義、生体の階層構造とそれらの構造・機能 |
| 第 2 回 | ゲノムの構造と機能 | ゲノムの定義、構造の決定法、分子構造、遺伝子情報の正体、遺伝の機構、転写と翻訳の機構 |
| 第 3 回 | ゲノム・モデル系 1 | 枯草菌における細胞分化をモデルとした、グローバルな転写・翻訳制御 |
| 第 4 回 | ゲノム・モデル系 2 | 大腸菌における環境応答をモデルとした、グローバルな転写・翻訳制御 |
| 第 5 回 | 蛋白質の構造と機能 | 蛋白質構造の階層性、構造決定法、構造安定性、機能の多様性、酵素作用、分子進化 |
| 第 6 回 | 蛋白質・モデル系 1 | 分子モーター蛋白質をモデルとした、蛋白質の構造、運動メカニズム |
| 第 7 回 | 蛋白質・モデル系 2 | ヘモグロビンをモデルとした、構造決定法、高次構造、機能発現機構、分子進化 |
| 第 8 回 | 細胞の構造と機能 | 動物細胞、植物細胞の構造と特徴、細胞内小器官とそれらの機能、細胞内代謝 |
| 第 9 回 | 細胞・モデル系 1 | 動物細胞の機能発現、蛋白発現系、iPS 細胞を用いたネットワークの構成的理解 |
| 第 10 回 | 細胞・モデル系 2 | 植物細胞の機能発現、細胞増殖、機能分化、成長と植物ホルモン |
| 第 11 回 | 生命システムの構造と機能 | 生命システムの階層構造、分子構築および機能発現、システム統合の原理 |
| 第 12 回 | 生命システム・モデル系 1 | 真核細胞の細胞小器官構築をモデルとしたシステムの分子機構 |

| | | |
|--------|----------------|--|
| 第 13 回 | 生命システム・モデル系 2 | 原核細胞における環境応答をモデルとしたシステムの分子機構 |
| 第 14 回 | 生命機能学のトピックス | 生命機能学の最新トピックス、先端技術の現状と将来 |
| 第 15 回 | 生命科学の文献検索、情報収集 | 生命科学の文献検索の方法、核酸と蛋白質のデータベース検索の方法 |
| 第 16 回 | ゲノムの論文購読 1 | ゲノム関係の原著論文を購読し、内容を発表することによって、研究の最前線を理解する。 |
| 第 17 回 | ゲノムの論文購読 2 | ゲノム関係の原著論文を購読し、内容を発表することによって、研究の最前線を理解する。 |
| 第 18 回 | ゲノムの論文購読 3 | ゲノム関係の原著論文を購読し、内容を発表することによって、研究の最前線を理解する。 |
| 第 19 回 | 蛋白質の論文購読 1 | 蛋白質関係の原著論文を購読し、内容を発表することによって、研究の最前線を理解する。 |
| 第 20 回 | 蛋白質の論文購読 2 | 蛋白質関係の原著論文を購読し、内容を発表することによって、研究の最前線を理解する。 |
| 第 21 回 | 蛋白質の論文購読 3 | 蛋白質関係の原著論文を購読し、内容を発表することによって、研究の最前線を理解する。 |
| 第 22 回 | 細胞の論文購読 1 | 細胞関係の原著論文を購読し、内容を発表することによって、研究の最前線を理解する。 |
| 第 23 回 | 細胞の論文購読 2 | 細胞関係の原著論文を購読し、内容を発表することによって、研究の最前線を理解する。 |
| 第 24 回 | 細胞の論文購読 3 | 細胞関係の原著論文を購読し、内容を発表することによって、研究の最前線を理解する。 |
| 第 25 回 | 生命システムの論文購読 1 | 生命システム関係の原著論文を購読し、内容を発表することによって、研究の最前線を理解する。 |
| 第 26 回 | 生命システムの論文購読 2 | 生命システム関係の原著論文を購読し、内容を発表することによって、研究の最前線を理解する。 |
| 第 27 回 | 生命システムの論文購読 3 | 生命システム関係の原著論文を購読し、内容を発表することによって、研究の最前線を理解する。 |
| 第 28 回 | 生命機能学の研究課題 | 研究最前線の視野の上に立ち、新たな研究課題を設定する。 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 3 時間を標準とします。】常に、新聞、雑誌、インターネットなどのメディアを利用して、生命科学に関する世の中の動向、最新情報などの知識の修得に努めること。

【テキスト（教科書）】

特になし。適宜、プリントなどの資料を配付する。

【参考書】

特になし。適宜、分野に応じて参考書を紹介する。

【成績評価の方法と基準】

広く生命科学についての基礎知識、生命機能学の 4 分野（ゲノム、蛋白質、細胞、生命システム）に関する専門知識を修得していること。また、原著論文を購読してよく理解する力をもつこと。さらに、生命科学の情報収集に精通して、最前線の知識を得る能力をもつこと。成績は研究内容の発表（40 %）、レポートの提出（40 %）、発表に対する議論（20 %）で評価する。

【学生の意見等からの気づき】

特になし。

【Outline (in English)】

This course deals with how to analyze and interpret data of the state-of-the-art research in Frontier Bioscience (genome science, protein science, cell biology and biological systems).

The goals of this course are to understand the mechanisms of biological function expression at each level of the hierarchy (genome, protein, cell, and biological system) based on the structure, function, interaction, and integration of the biomolecules.

Students will be expected to have completed the required assignments after each class meeting. Your study time will be more than four hours for a class.

Final grade will be calculated according to the following process Reports (40%), presentation (40%), and in class contribution (20%).

BLS600Y2

生命機能学特別実験 1・2

金子 智行、川岸 郁朗、佐藤 勉、常重 アントニオ、廣野 雅文、水澤 直樹、山本 兼由、曾和 義幸、西川 正俊

単位数：2 単位 | 開講時期：年間授業/Yearly

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

ゲノム・蛋白質・細胞・生命システムという各階層での生命機能発現のメカニズムを、それらを担う生体分子の構造、機能、相互作用、統合作用を研究するための実験を行う。

【到達目標】

ゲノム・蛋白質・細胞・生命システムという各階層での生命機能発現のメカニズムを、それらを担う生体分子の構造、機能、相互作用、統合作用を研究するための実験手技を習得し、それらを駆使して当該分野の進展に貢献できる成果をあげる。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

生命機能学の研究課題に沿った実験を行う。すなわち、設定した研究課題の達成に必要なさまざまな実験技法を学び、それを適切に用いた実験計画を立て、試行錯誤を繰り返しながら研究を遂行し、議論を通してフィードバックしながら、当該分野の進展に貢献できる成果をあげることを目指す。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】あり / Yes

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|--------|------------------|---|
| 第 1 回 | 序論 | 生命機能学実験の基礎 |
| 第 2 回 | ゲノムの構造・機能の実験法 | ゲノム研究の一般的実験法 |
| 第 3 回 | ゲノム・モデル系の実験 1 | 枯草菌における細胞分化をモデルとした、グローバルな転写・翻訳制御の実験 |
| 第 4 回 | ゲノム・モデル系の実験 2 | 大腸菌における環境応答をモデルとした、グローバルな転写・翻訳制御の実験 |
| 第 5 回 | 蛋白質の構造と機能の実験法 | 蛋白質構造の構造決定法、構造安定性、機能の多様性、酵素作用、分子進化に関わる実験法 |
| 第 6 回 | 蛋白質・モデル系の実験 1 | 分子モーター蛋白質をモデルとした、蛋白質の構造、運動メカニズムの実験 |
| 第 7 回 | 蛋白質・モデル系の実験 2 | ヘモグロビンをモデルとした、構造決定法、高次構造、機能発現機構、分子進化の実験 |
| 第 8 回 | 細胞の構造と機能の実験法 | 動物細胞、植物細胞の構造、細胞内小器官の機能、細胞内代謝の実験法 |
| 第 9 回 | 細胞・モデル系の実験 1 | 動物細胞の機能発現、蛋白発現系、iPS 細胞を用いたネットワークの構成的理解の実験 |
| 第 10 回 | 細胞・モデル系の実験 2 | 植物細胞の機能発現、細胞増殖、機能分化、成長と植物ホルモンの実験 |
| 第 11 回 | 生命システムの構造・機能の実験法 | 生命システムの階層構造、分子構築および機能発現、システム統合の実験 |
| 第 12 回 | 生命システム・モデル系の実験 1 | 真核細胞の細胞小器官構築をモデルとしたシステム分子機構の実験 |
| 第 13 回 | 生命システム・モデル系の実験 2 | 原核細胞における環境応答をモデルとしたシステム分子機構の実験 |

| | | |
|--------|--------------------|------------------------------------|
| 第 14 回 | 生命機能学実験のトピックス | 生命機能学の実験法の最新トピックス、先端技術の現状と将来 |
| 第 15 回 | 生命機能学実験結果の解析と考察の基礎 | 生命機能学実験結果の解析と文献データ、データベースに基づく考察の基礎 |
| 第 16 回 | ゲノム実験の解析とプレゼン 1 | ゲノム関係の実験結果の解析と考察、結果のプレゼン |
| 第 17 回 | ゲノム実験の解析とプレゼン 2 | ゲノム関係の実験結果の解析と考察、結果のプレゼン |
| 第 18 回 | ゲノム実験の解析とプレゼン 3 | ゲノム関係の実験結果の解析と考察、結果のプレゼン |
| 第 19 回 | 蛋白質実験の解析とプレゼン 1 | 蛋白質関係の実験結果の解析と考察、結果のプレゼン |
| 第 20 回 | 蛋白質実験の解析とプレゼン 2 | 蛋白質関係の実験結果の解析と考察、結果のプレゼン |
| 第 21 回 | 蛋白質実験の解析とプレゼン 3 | 蛋白質関係の実験結果の解析と考察、結果のプレゼン |
| 第 22 回 | 細胞実験の解析とプレゼン 1 | 細胞関係の実験結果の解析と考察、結果のプレゼン |
| 第 23 回 | 細胞実験の解析とプレゼン 2 | 細胞関係の実験結果の解析と考察、結果のプレゼン |
| 第 24 回 | 細胞実験の解析とプレゼン 3 | 細胞関係の実験結果の解析と考察、結果のプレゼン |
| 第 25 回 | 生命システム実験の解析とプレゼン 1 | 生命システム関係の実験結果の解析と考察、結果のプレゼン |
| 第 26 回 | 生命システム実験の解析とプレゼン 2 | 生命システム関係の実験結果の解析と考察、結果のプレゼン |
| 第 27 回 | 生命システム実験の解析とプレゼン 3 | 生命システム関係の実験結果の解析と考察、結果のプレゼン |
| 第 28 回 | 生命機能学の研究成果の発表 | 生命機能学実験の成果の学会発表および論文作成の要領 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 1 時間を標準とします。】常に、新聞、雑誌、インターネットなどのメディアを利用して、生命科学実験法に関する世の中の動向、最新情報などの知識の修得に努めること。他の大学の研究室や研究所などの見学も有意義である。

【テキスト（教科書）】

特になし。適宜、プリントなどの資料を配付する。

【参考書】

特になし。適宜、分野に応じて参考書を紹介する。

【成績評価の方法と基準】

広く生命科学の基礎的実験手法について習熟していること。設定された研究課題の実験法を習熟していること。実験データを解析し、その結果の意味を理解し、他者の結果と比較して、得られた成果を発表できること。成績は研究内容の発表 (40%)、レポートの提出 (40%)、発表に対する議論 (20%) で評価する。

【学生の意見等からの気づき】

特になし。

【Outline (in English)】

This course deals with how to plan and conduct experiments of the state-of-the-art research in Frontier Bioscience (genome science, protein science, cell biology and biological systems).

The goals of this course are to acquire experimental techniques for studying the mechanisms of biological function expression at each level of the hierarchy (genome, protein, cell, and biological system) based on the structure, function, interaction, and integration of the biomolecules.

Students will be expected to have completed the required assignments after each class meeting. Your study time will be more than four hours for a class.

Final grade will be calculated according to the following process
Reports (40%), presentation (40%), and in class contribution
(20%).

PPE600Y3

植物医科学特別研究 1・2

大島 研郎、佐野 俊夫、津田 新哉、濱本 宏、廣岡 裕吏、大井田 寛

単位数：3 単位 | 開講時期：年間授業/Yearly

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

植物医科学の基盤をなす知見と高度な研究手法を習得し、それらをさらに発展させ、生産現場において実践手法につなげる研究をおこなう。また、研究者として独立して研究できるような能力をつける。

【到達目標】

植物医科学の研究に必要な方法論と高度の問題解決能力を習得し、同時にプレゼンテーション能力を身に付ける。原著論文を含む論文読解能力も高める。また、最終的には学術雑誌への投稿が出来るように、論文作成の能力もつける。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

主要な原著論文の講読を通じて、当該分野の研究史と現状を把握し、当該分野の進展に貢献できる独創的・実践的な研究課題を設定し、そのための研究方法と手段を考察する。原著論文を批判的に読む能力も付けるよう努める。実験から得られたデータの意味を理解し、先人の結果と比較して、新しい発見とその確立、更なる応用を考える。授業進行の詳細は、指導担当教員が決する。

毎週の研究室ゼミ時間に、研究内容および発表のしかたについてコメントをするが、研究内容の進捗に関しては随時ディスカッションをすることで、フィードバックをおこなう。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】あり / Yes

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|--------|----------------------|--------------------------------------|
| 第 1 回 | 全体概要説明および導入 | 本授業全般についての導入解説。 |
| 第 2 回 | 本授業全般についての解説。 | 輪読等による基礎知識の確認と習得。 |
| 第 3 回 | 基礎知識の確認（展開）。 | 輪読等による基礎知識の確認とその展開。 |
| 第 4 回 | 基礎知識の確認・文献調査・研究計画の立案 | 輪読等による基礎知識、最新知識の確認し、研究計画の作成。 |
| 第 5 回 | 文献調査・研究計画 | 文献調査等による最新知識の確認。研究計画の作成。 |
| 第 6 回 | 文献調査・研究計画・研究手法の確認（1） | 文献調査等による最新知識の確認。研究計画の作成。研究手法について討論。 |
| 第 7 回 | 文献調査・研究計画・研究結果の報告（2） | 文献調査等による最新知識の確認。研究計画、および得られた研究結果を報告。 |
| 第 8 回 | 文献調査・研究計画・研究結果の報告（3） | 文献調査等による最新知識の確認。研究計画、および得られた研究結果を報告。 |
| 第 9 回 | 文献調査・研究計画・研究結果の報告（4） | 文献調査等による最新知識の確認。研究計画、および得られた研究結果を報告。 |
| 第 10 回 | 研究結果の報告・研究手法の確認（1） | 研究結果の報告と研究手法の確認を行う。 |
| 第 11 回 | 研究結果の報告・研究手法の確認（2） | 研究結果の報告と研究手法の確認を行う。 |
| 第 12 回 | 研究結果の報告・考察（1） | 研究結果の報告と、その結果について考察・討論する。 |
| 第 13 回 | 研究結果の報告・考察（2） | 研究結果の報告と、その結果について考察・討論する。 |

| | | |
|--------|----------------|--|
| 第 14 回 | 中間報告 | 研究結果についてまとめて中間報告する。 |
| 第 15 回 | 研究結果の報告・考察（3） | 担当者を決め、担当者が研究結果の報告を行い、その結果について考察・討論する。 |
| 第 16 回 | 研究結果の報告・考察（4） | 担当者が研究結果の報告を行い、その結果について考察・討論する。 |
| 第 17 回 | 研究結果の報告・考察（5） | 担当者が研究結果の報告を行い、その結果について考察・討論する。 |
| 第 18 回 | 研究結果の報告・考察（6） | 担当者が研究結果の報告を行い、その結果について考察・討論する。 |
| 第 19 回 | 研究結果の報告・考察（7） | 担当者が研究結果の報告を行い、その結果について考察・討論する。 |
| 第 20 回 | 研究結果の報告・考察（8） | 担当者が研究結果の報告を行い、その結果について考察・討論する。 |
| 第 21 回 | 研究結果の報告・考察（9） | 担当者が研究結果の報告を行い、その結果について考察・討論する。 |
| 第 22 回 | 研究結果の報告・考察（10） | 担当者が研究結果の報告を行い、その結果について考察・討論する。 |
| 第 23 回 | 研究結果の報告・考察（11） | 担当者が研究結果の報告を行い、その結果について考察・討論する。 |
| 第 24 回 | 研究結果の報告・考察（12） | 担当者が研究結果の報告を行い、その結果について考察・討論する。 |
| 第 25 回 | 研究結果の報告・考察（13） | 担当者が研究結果の報告を行い、その結果について考察・討論する。 |
| 第 26 回 | 研究結果の報告・考察（14） | 担当者が研究結果の報告を行い、その結果について考察・討論する。 |
| 第 27 回 | 研究結果のまとめ（1） | 報告会を行うとともに、研究成果をまとめる。 |
| 第 28 回 | 研究結果のまとめ（2） | 報告会を行うとともに、研究成果をまとめる。また、プレゼンテーションを行う。 |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 3 時間を標準とします。】論文および文献の調査とその内容の確認および報告書の作成し、疑問点はあらかじめ調査する。

【テキスト（教科書）】

指導教員から必要に応じて、個別に配布もしくは指定する。

【参考書】

指導教員から必要に応じて、個別に紹介する。

【成績評価の方法と基準】

論文講読への取組みの態度、理解度と、論文の内容を研究に活かす能力、さらに研究のプレゼンテーション能力等を総合的に評価（80%）する。また、研究室における指導、アドバイス状況等を加味して評価（20%）判定する。

【学生の意見等からの気づき】

特に意見は述べられていないが、意見をくみ上げるよう努める。

【Outline (in English)】

We will acquire the knowledge and advanced research methods that form the basis of clinical plant science, and conduct research that will lead to practical methods at crop fields. We will acquire the ability to study independently as a researcher, as well. The standard preparation and review time for this class is 3 hours each. Students will research papers and literature, check their contents, write reports, and investigate questions in advance. Students will be comprehensively evaluated (80%) on the basis of their attitude toward and understanding of the reading of the papers, their ability to apply the contents of the papers to their research, and their ability to present their research. In addition, students will be evaluated based on their guidance and advice in the laboratory (20%).

PPE600Y3

植物医科学特別実験 1・2

大島 研郎、佐野 俊夫、津田 新哉、濱本 宏、廣岡 裕吏、大井田 寛

単位数：2 単位 | 開講時期：年間授業/Yearly

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

植物医科学の基盤をなす知見と技術を習得し、また生産現場にそれらを生かす実践手法に関する研究目標を設定し、それに基づいて実験を推進し、研究を展開する。

【到達目標】

設定した研究課題の達成に必要なさまざまな実験手法を学び、それを適切に活用した実験計画の下に、実験に関する経験をつんで、当該分野の学術的進歩につながるような成果を挙げて、修士論文作成を前提として進行することを目標とする。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

【授業の進め方と方法】

指導担当教員の指導の下に、あるテーマの下に研究、調査および実験を遂行することによって、より高い実験能力を獲得できるようにする。実験内容の詳細と具体的内容は、各指導教員により定められるが、受講者は実験手法に関しても具体的手順も含め、良く相談することが不可欠である。毎週の研究室ゼミ時間に、研究内容および発表のしかたについてコメントをするが、研究内容の進捗に関しては随時ディスカッションをすることで、フィードバックをおこなう。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】あり / Yes

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|--------|-----------------|----------------------------------|
| 第 1 回 | 概要説明 | 研究テーマの設定と実験内容の確認、実験施設、器具、薬品等の確認。 |
| 第 2 回 | 実験・解析 (1) | 計画に基づいた実験の遂行。 |
| 第 3 回 | 実験・解析 (2) | 計画に基づいた実験の遂行。 |
| 第 4 回 | 実験・解析 (3) | 計画に基づいた実験の遂行。 |
| 第 5 回 | 実験・解析 (4) | 計画に基づいた実験の遂行。 |
| 第 6 回 | 実験内容・データの精査 (1) | 実験内容のチェックと得られたデータの精査。 |
| 第 7 回 | 実験内容・データの精査 (2) | 実験内容のチェックと得られたデータの精査。 |
| 第 8 回 | 実験・解析 (5) | 計画に基づいた実験の遂行。 |
| 第 9 回 | 実験・解析 (6) | 計画に基づいた実験の遂行。 |
| 第 10 回 | 実験・解析 (7) | 計画に基づいた実験の遂行。 |
| 第 11 回 | 実験・解析 (8) | 計画に基づいた実験の遂行。 |
| 第 12 回 | 実験・解析 (9) | 計画に基づいた実験の遂行。 |
| 第 13 回 | 実験内容・データの精査 (3) | 実験内容のチェックと得られたデータの精査。 |
| 第 14 回 | 実験・解析 (10) | 計画に基づいた実験の遂行。 |
| 第 15 回 | 実験・解析 (11) | 計画に基づいた実験の遂行。 |
| 第 16 回 | 実験・解析 (12) | 計画に基づいた実験の遂行。 |
| 第 17 回 | 実験・解析 (13) | 計画に基づいた実験の遂行。 |
| 第 18 回 | 実験・解析 (14) | 計画に基づいた実験の遂行。 |
| 第 19 回 | 実験内容・データの精査 (4) | 実験内容のチェックと得られたデータの精査。 |
| 第 20 回 | 実験・解析 (15) | 計画に基づいた実験の遂行。 |
| 第 21 回 | 実験・解析 (16) | 計画に基づいた実験の遂行。 |
| 第 22 回 | 実験・解析 (17) | 計画に基づいた実験の遂行。 |
| 第 23 回 | 実験・解析 (18) | 計画に基づいた実験の遂行。 |
| 第 24 回 | 実験・解析 (19) | 計画に基づいた実験の遂行。 |
| 第 25 回 | 実験・解析 (20) | 計画に基づいた実験の遂行。 |
| 第 26 回 | 実験内容・データの精査 (5) | 実験内容のチェックと得られたデータの精査。 |

第 27 回 データのまとめと修士論文の作成 (1) 実験内容のチェックと得られたデータの精査し、修士論文を作成する。

第 28 回 データのまとめと修士論文の作成 (2) 実験内容のチェックと得られたデータの精査し、修士論文を作成する。

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 1 時間を標準とします。】実験器具、機器、試薬の使用上の注意の確認と安全確認についても予め調査する。必要に応じて、その分野の先達の教示をあおぐ。

【テキスト（教科書）】

指導教員から必要に応じて、個別配布入手の指示が与えられる。

【参考書】

指導教員から必要に応じて示される。また、図書館・データベース等を積極的に利用する。

【成績評価の方法と基準】

実験への取り組み姿勢、研究遂行の努力、得られた成果、学会での発表、修士論文の内容、学術論文の専門誌への投稿も評価の対象となる。などを総合して判断される (80%)。また、研究室員に対する指導、アドバイス等の平常点 (20%)。

【学生の意見等からの気づき】

特に具体的意見は出されていないが、出された意見は積極的にくみ上げるよう努める。

【Outline (in English)】

We will acquire the knowledge and techniques that form the basis of clinical plant science, and conduct research that will aim to apply the practical methods at crop fields. The standard preparation and review time for this class is one hour each. Check the precautions and safety checks for the use of laboratory equipment, instruments, and reagents. If necessary, ask for guidance from experts in the field. The student's attitude toward the experiment, efforts to carry out the research, results obtained, presentations at academic conferences, content of the master's thesis, and submission of the academic paper to professional journals will also be evaluated. The student will be judged based on a comprehensive evaluation of the following factors (80%). In addition, ordinary points such as guidance and advice to laboratory members (20%).

PPE700Y3

植物医科学発展特別研究 1・2・3

大島 研郎

単位数：3 単位 | 開講時期：年間授業/Yearly

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

各教官の指導のもとでテーマを決め研究を遂行し、研究計画、データ取得、論議の進め方などを修得する。3年 秋学期末には博士論文発表会を行い、研究内容をまとめ上げ発表するスキルを身につける。研究テーマは「植物医科学」に関わるものとし、植物病害診断、病害防除、微生物病、病原体の性状解析、病原性メカニズムの解析など、指導教官が提示した課題を中心に選択する。

【到達目標】

研究の進め方、結果の整理、論議・考察、残された課題などを分析・整理するプロセスを通じて、「論理的な思考能力」と「問題解決能力」を習得することを目標とする。また、共同作業や情報交換を円滑に行うための社会的マナー・コミュニケーション能力・協調性を身につける。生物の多様性・普遍性・環境への適応と進化について学ぶことで、植物医科学に対する好奇心・探究心を養う。実験・研究によって得られた成果を論文としてまとめ、学術雑誌に投稿し、学術論文として発表する。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」「DP4」「DP5」に関連

【授業の進め方と方法】

植物医科学や樹木医学等の最新の技術を活用することで、病原微生物の感染戦略を解き明かすことを目指す。各自の研究テーマに関連する英語論文を読む力を身につけるとともに、関連分野の知識や最先端の知見を包括的に理解する。また、研究テーマのプラン設計や実験の進め方についても自身で設計する能力を身につける。春学期の終わりに中間発表会、秋学期の終わりに発表会を開催し、自身の行った研究を発表する力を身につける。3年次 秋学期の終わりには博士論文の審査会を開催し、博士としての十分な能力を有するかどうかを審査することで、フィードバックをおこなう。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】あり / Yes

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|-------|------------|--|
| 第 1 週 | テーマの説明 | 研究室の研究テーマ候補を提示する。 |
| 第 2 週 | 研究の進め方 (1) | 選択したテーマに沿って研究方法等を検討し、研究目的、研究方法を各自プレゼンテーションする（論議、指導などを含む） |
| 第 3 週 | 博士論文研究 (1) | 研究計画を作成し、研究を進める（関係論文・専門書輪読、論議、教員の指導などを含む） |
| 第 4 週 | 博士論文研究 (2) | 研究計画を作成し、研究を進める（関係論文・専門書輪読、論議、教員の指導などを含む） |
| 第 5 週 | 博士論文研究 (3) | 研究計画を作成し、研究を進める（関係論文・専門書輪読、論議、教員の指導などを含む） |
| 第 6 週 | 博士論文研究 (4) | 研究計画を作成し、研究を進める（関係論文・専門書輪読、論議、教員の指導などを含む） |
| 第 7 週 | 中間検討 (1) | 研究計画を作成し、研究を進める（関係論文・専門書輪読、論議、教員の指導などを含む） |

| | | |
|--------|----------------|---|
| 第 8 週 | 博士論文研究 (5) | 研究を進める（関係論文・専門書輪読、論議、教員の指導などを含む） |
| 第 9 週 | 博士論文研究 (6) | 研究を進める（関係論文・専門書輪読、論議、教員の指導などを含む） |
| 第 10 週 | 博士論文研究 (7) | 研究を進める（関係論文・専門書輪読、論議、教員の指導などを含む） |
| 第 11 週 | 博士論文研究 (8) | 研究を進める（関係論文・専門書輪読、論議、教員の指導などを含む） |
| 第 12 週 | 博士論文研究 (9) | 研究を進める（関係論文・専門書輪読、論議、教員の指導などを含む） |
| 第 13 週 | 博士論文研究 (10) | 研究を進める（関係論文・専門書輪読、論議、教員の指導などを含む） |
| 第 14 週 | 中間発表会 | 研究成果の発表を行う |
| 第 15 週 | テーマの確認 | 博士研究の目標設定を見直す |
| 第 16 週 | 研究の進め方 (2) | 選択したテーマに沿って研究方法等を再検討し、研究目的、研究方法を各自プレゼンテーションする（論議、指導などを含む） |
| 第 17 週 | 博士論文研究 (11) | 博士論文とりまとめを念頭にした計画を作成し、研究を進める（関係論文・専門書輪読、論議、教員の指導などを含む） |
| 第 18 週 | 博士論文研究 (12) | 博士論文とりまとめを念頭にした計画を作成し、研究を進める（関係論文・専門書輪読、論議、教員の指導などを含む） |
| 第 19 週 | 博士論文研究 (13) | 博士論文とりまとめを念頭にした計画を作成し、研究を進める（関係論文・専門書輪読、論議、教員の指導などを含む） |
| 第 20 週 | 博士論文研究 (14) | 博士論文とりまとめを念頭にした計画を作成し、研究を進める（関係論文・専門書輪読、論議、教員の指導などを含む） |
| 第 21 週 | 中間検討 (2) | 博士論文のとりまとめに向けて研究室内で進捗状況をプレゼンテーションする |
| 第 22 週 | 博士論文のとりまとめ (1) | 博士論文作成指導、プレゼンテーション指導、報告要旨集作成などをとおして研究をまとめる |
| 第 23 週 | 博士論文のとりまとめ (2) | 博士論文作成指導、プレゼンテーション指導、報告要旨集作成などをとおして研究をまとめる |
| 第 24 週 | 博士論文のとりまとめ (3) | 博士論文作成指導、プレゼンテーション指導、報告要旨集作成などをとおして研究をまとめる |
| 第 25 週 | 博士論文のとりまとめ (4) | 博士論文作成指導、プレゼンテーション指導、報告要旨集作成などをとおして研究をまとめる |
| 第 26 週 | 博士論文のとりまとめ (5) | 博士論文作成指導、プレゼンテーション指導、報告要旨集作成などをとおして研究をまとめる |
| 第 27 週 | 博士論文のとりまとめ (6) | 博士論文作成指導、プレゼンテーション指導、報告要旨集作成などをとおして研究をまとめる |
| 第 28 週 | 発表会 | 博士研究の成果発表を行う |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 3 時間を標準とします。】博士研究に関する文献を読むなど、授業時間以外にも積極的に学習することを心掛ける。

【テキスト（教科書）】

必要な文献、実験マニュアル等の資料を提示する。

【参考書】

適宜、参考文献などを提示する。

【成績評価の方法と基準】

日頃の研究への積極的な取り組み、研究遂行能力、平常点等で約 50%、博士論文の研究経過と内容、論文作成能力、発表能力等で約 50%を目安として、総合的に評価する。

【学生の意見等からの気づき】

研究の進捗状況について定期的にディスカッションを行うなど、研究が効率的に進められるように工夫している。

【Outline (in English)】

The objective of this course is to learn how to prepare own research plans and get results. Based on the results, students also learn how to conclude the research. They can then try to prepare and submit own researches to academic journals. Before/after each class meeting, students will be expected to spend four hours to understand the course content. Grading will be decided based on PhD thesis (50%), and the quality of the students' experimental performance in the lab (50%).

PPE700Y3

植物医科学発展特別実験 1・2・3

大島 研郎

単位数：2 単位 | 開講時期：年間授業/Yearly

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

各教官の指導のもとでテーマを決め実験を遂行し、研究計画、データ取得、論議の進め方などを修得する。3年 秋学期末には博士論文発表会を行い、研究内容をまとめ上げ発表するスキルを身につける。研究テーマは「植物医科学」に関わるものとし、植物病害診断、病害防除、微生物病、病原体の性状解析、病原性メカニズムの解析など、指導教官が提示した課題を中心に選択する。

【到達目標】

研究の進め方、結果の整理、論議・考察、残された課題などを分析・整理するプロセスを通じて、「論理的な思考能力」と「問題解決能力」を習得することを目標とする。また、共同作業や情報交換を円滑に行うための社会的マナー・コミュニケーション能力・協調性を身につける。生物の多様性・普遍性・環境への適応と進化について学ぶことで、植物医科学に対する好奇心・探究心を養う。実験・研究によって得られた成果を論文としてまとめ、学術雑誌に投稿し、学術論文として発表する。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」「DP4」「DP5」に関連

【授業の進め方と方法】

植物医科学や樹木医学等の最新の技術を活用することで、病原微生物の感染戦略を解き明かすことを目指す。各自の研究テーマに関連する英語論文を読む力を身につけるとともに、関連分野の知識や最先端の知見を包括的に理解する。また、研究テーマのプラン設計や実験の進め方についても自身で設計する能力を身につける。春学期の終わりに中間発表会、秋学期の終わりに発表会を開催し、自身の行った研究を発表する力を身につける。3年次 秋学期の終わりには博士論文の審査会を開催し、博士としての十分な能力を有するかどうかを審査することで、フィードバックをおこなう。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】あり / Yes

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|-------|------------|---|
| 第 1 週 | テーマの説明 | 研究室の研究テーマ候補を提示する。 |
| 第 2 週 | 研究の進め方 (1) | 選択したテーマに沿って研究方法等を検討し、研究目的、研究方法を各自プレゼンテーションする（論議、指導などを含む）。 |
| 第 3 週 | 博士論文実験 (1) | 研究計画を作成し、実験を進める（関係論文・専門書輪読、論議、教員の指導などを含む）。 |
| 第 4 週 | 博士論文実験 (2) | 研究計画を作成し、実験を進める（関係論文・専門書輪読、論議、教員の指導などを含む）。 |
| 第 5 週 | 博士論文実験 (3) | 研究計画を作成し、実験を進める（関係論文・専門書輪読、論議、教員の指導などを含む）。 |
| 第 6 週 | 博士論文実験 (4) | 研究計画を作成し、実験を進める（関係論文・専門書輪読、論議、教員の指導などを含む）。 |
| 第 7 週 | 中間検討 (2) | 博士論文のとりまとめに向けて研究室内で進捗状況をプレゼンテーションする |

| | | |
|--------|----------------|---|
| 第 8 週 | 博士論文実験 (5) | 実験を進める（関係論文・専門書輪読、論議、教員の指導などを含む） |
| 第 9 週 | 博士論文実験 (6) | 実験を進める（関係論文・専門書輪読、論議、教員の指導などを含む） |
| 第 10 週 | 博士論文実験 (7) | 実験を進める（関係論文・専門書輪読、論議、教員の指導などを含む） |
| 第 11 週 | 博士論文実験 (8) | 実験を進める（関係論文・専門書輪読、論議、教員の指導などを含む） |
| 第 12 週 | 博士論文実験 (9) | 実験を進める（関係論文・専門書輪読、論議、教員の指導などを含む） |
| 第 13 週 | 博士論文実験 (10) | 実験を進める（関係論文・専門書輪読、論議、教員の指導などを含む） |
| 第 14 週 | 中間発表会 | 成果の発表を行う |
| 第 15 週 | テーマの確認 | 実験の目標設定を見直す |
| 第 16 週 | 研究の進め方 (2) | 選択したテーマに沿って研究方法等を再検討し、研究目的、研究方法を各自プレゼンテーションする（論議、指導などを含む） |
| 第 17 週 | 博士論文実験 (11) | 博士論文とりまとめを念頭にした計画を作成し、実験を進める（関係論文・専門書輪読、論議、教員の指導などを含む） |
| 第 18 週 | 博士論文実験 (12) | 博士論文とりまとめを念頭にした計画を作成し、実験を進める（関係論文・専門書輪読、論議、教員の指導などを含む） |
| 第 19 週 | 博士論文実験 (13) | 博士論文とりまとめを念頭にした計画を作成し、実験を進める（関係論文・専門書輪読、論議、教員の指導などを含む） |
| 第 20 週 | 博士論文実験 (14) | 博士論文とりまとめを念頭にした計画を作成し、実験を進める（関係論文・専門書輪読、論議、教員の指導などを含む） |
| 第 21 週 | 中間検討 (2) | 博士論文のとりまとめに向けて研究室内で進捗状況をプレゼンテーションする |
| 第 22 週 | 博士論文のとりまとめ (1) | 博士論文作成指導、プレゼンテーション指導、報告要旨集作成などをとおして実験をまとめる |
| 第 23 週 | 博士論文のとりまとめ (2) | 博士論文作成指導、プレゼンテーション指導、報告要旨集作成などをとおして実験をまとめる |
| 第 24 週 | 博士論文のとりまとめ (3) | 博士論文作成指導、プレゼンテーション指導、報告要旨集作成などをとおして実験をまとめる |
| 第 25 週 | 博士論文のとりまとめ (4) | 博士論文作成指導、プレゼンテーション指導、報告要旨集作成などをとおして実験をまとめる |
| 第 26 週 | 博士論文のとりまとめ (5) | 博士論文作成指導、プレゼンテーション指導、報告要旨集作成などをとおして実験をまとめる |
| 第 27 週 | 博士論文のとりまとめ (6) | 博士論文作成指導、プレゼンテーション指導、報告要旨集作成などをとおして実験をまとめる |
| 第 28 週 | 発表会 | 博士研究の成果発表を行う |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、4時間を標準とします。】博士研究に関する文献を読むなど、授業時間以外にも積極的に学習することを心掛ける。

【テキスト（教科書）】

必要な文献、実験マニュアル等の資料を提示する。

【参考書】

適宜、参考文献などを提示する。

【成績評価の方法と基準】

日頃の実験への積極的な取り組み、実験遂行能力、平常点等で約 50%、博士論文の実験経過と内容、論文作成能力、発表能力等で約 50%を目安として、総合的に評価する。

【学生の意見等からの気づき】

研究の進捗状況について定期的にディスカッションを行うなど、研究が効率的に進められるように工夫している。

【Outline (in English)】

The objective of this course is to learn latest methods to conduct own research. Students can obtain knowledges from reading the latest research papers and discussing with outstanding researchers. Based on them, they develop own experiments. Before/after each class meeting, students will be expected to spend four hours to understand the course content. Grading will be decided based on PhD thesis (50%), and the quality of the students' experimental performance in the lab (50%).

PPE700Y3

植物医科学発展特別研究 1・2・3

津田 新哉

単位数：3 単位 | 開講時期：年間授業/Yearly

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

各教官の指導のもとでテーマを決め研究を遂行し、研究計画、データ取得、論議の進め方などを修得する。3年 秋学期末には博士論文発表会を行い、研究内容をまとめ上げ発表するスキルを身につける。研究テーマは「植物医科学」に関わるものとし、植物病害診断、病害防除、微生物病、病原体の性状解析、病原性メカニズムの解析など、指導教官が提示した課題を中心に選択する。

【到達目標】

研究の進め方、結果の整理、論議・考察、残された課題などを分析・整理するプロセスを通じて、「論理的な思考能力」と「問題解決能力」を習得することを目標とする。また、共同作業や情報交換を円滑に行うための社会的マナー・コミュニケーション能力・協調性を身につける。生物の多様性・普遍性・環境への適応と進化について学ぶことで、植物医科学に対する好奇心・探究心を養う。実験・研究によって得られた成果を論文としてまとめ、学術雑誌に投稿し、学術論文として発表する。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」「DP4」「DP5」に関連

【授業の進め方と方法】

植物医科学や樹木医学等の最新の技術を活用することで、病原微生物の感染戦略を解き明かすことを目指す。各自の研究テーマに関連する英語論文を読む力を身につけるとともに、関連分野の知識や最先端の知見を包括的に理解する。また、研究テーマのプラン設計や実験の進め方についても自身で設計する能力を身につける。春学期の終わりに中間発表会、秋学期の終わりに発表会を開催し、自身の行った研究を発表する力を身につける。3年次 秋学期の終わりには博士論文の審査会を開催し、博士としての十分な能力を有するかどうかを審査することで、フィードバックをおこなう。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】あり / Yes

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|-------|------------|--|
| 第 1 週 | テーマの説明 | 研究室の研究テーマ候補を提示する。 |
| 第 2 週 | 研究の進め方 (1) | 選択したテーマに沿って研究方法等を検討し、研究目的、研究方法を各自プレゼンテーションする（論議、指導などを含む） |
| 第 3 週 | 博士論文研究 (1) | 研究計画を作成し、研究を進める（関係論文・専門書輪読、論議、教員の指導などを含む） |
| 第 4 週 | 博士論文研究 (2) | 研究計画を作成し、研究を進める（関係論文・専門書輪読、論議、教員の指導などを含む） |
| 第 5 週 | 博士論文研究 (3) | 研究計画を作成し、研究を進める（関係論文・専門書輪読、論議、教員の指導などを含む） |
| 第 6 週 | 博士論文研究 (4) | 研究計画を作成し、研究を進める（関係論文・専門書輪読、論議、教員の指導などを含む） |
| 第 7 週 | 中間検討 (1) | 研究計画を作成し、研究を進める（関係論文・専門書輪読、論議、教員の指導などを含む） |

| | | |
|--------|----------------|---|
| 第 8 週 | 博士論文研究 (5) | 研究を進める（関係論文・専門書輪読、論議、教員の指導などを含む） |
| 第 9 週 | 博士論文研究 (6) | 研究を進める（関係論文・専門書輪読、論議、教員の指導などを含む） |
| 第 10 週 | 博士論文研究 (7) | 研究を進める（関係論文・専門書輪読、論議、教員の指導などを含む） |
| 第 11 週 | 博士論文研究 (8) | 研究を進める（関係論文・専門書輪読、論議、教員の指導などを含む） |
| 第 12 週 | 博士論文研究 (9) | 研究を進める（関係論文・専門書輪読、論議、教員の指導などを含む） |
| 第 13 週 | 博士論文研究 (10) | 研究を進める（関係論文・専門書輪読、論議、教員の指導などを含む） |
| 第 14 週 | 中間発表会 | 研究成果の発表を行う |
| 第 15 週 | テーマの確認 | 博士研究の目標設定を見直す |
| 第 16 週 | 研究の進め方 (2) | 選択したテーマに沿って研究方法等を再検討し、研究目的、研究方法を各自プレゼンテーションする（論議、指導などを含む） |
| 第 17 週 | 博士論文研究 (11) | 博士論文とりまとめを念頭にした計画を作成し、研究を進める（関係論文・専門書輪読、論議、教員の指導などを含む） |
| 第 18 週 | 博士論文研究 (12) | 博士論文とりまとめを念頭にした計画を作成し、研究を進める（関係論文・専門書輪読、論議、教員の指導などを含む） |
| 第 19 週 | 博士論文研究 (13) | 博士論文とりまとめを念頭にした計画を作成し、研究を進める（関係論文・専門書輪読、論議、教員の指導などを含む） |
| 第 20 週 | 博士論文研究 (14) | 博士論文とりまとめを念頭にした計画を作成し、研究を進める（関係論文・専門書輪読、論議、教員の指導などを含む） |
| 第 21 週 | 中間検討 (2) | 博士論文のとりまとめに向けて研究室内で進捗状況をプレゼンテーションする |
| 第 22 週 | 博士論文のとりまとめ (1) | 博士論文作成指導、プレゼンテーション指導、報告要旨集作成などをとおして研究をまとめる |
| 第 23 週 | 博士論文のとりまとめ (2) | 博士論文作成指導、プレゼンテーション指導、報告要旨集作成などをとおして研究をまとめる |
| 第 24 週 | 博士論文のとりまとめ (3) | 博士論文作成指導、プレゼンテーション指導、報告要旨集作成などをとおして研究をまとめる |
| 第 25 週 | 博士論文のとりまとめ (4) | 博士論文作成指導、プレゼンテーション指導、報告要旨集作成などをとおして研究をまとめる |
| 第 26 週 | 博士論文のとりまとめ (5) | 博士論文作成指導、プレゼンテーション指導、報告要旨集作成などをとおして研究をまとめる |
| 第 27 週 | 博士論文のとりまとめ (6) | 博士論文作成指導、プレゼンテーション指導、報告要旨集作成などをとおして研究をまとめる |
| 第 28 週 | 発表会 | 博士研究の成果発表を行う |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 3 時間を標準とします。】博士研究に関する文献を読むなど、授業時間以外にも積極的に学習することを心掛ける。

【テキスト（教科書）】

必要な文献、実験マニュアル等の資料を提示する。

【参考書】

適宜、参考文献などを提示する。

【成績評価の方法と基準】

日頃の研究への積極的な取り組み、研究遂行能力、平常点等で約 50%、博士論文の研究経過と内容、論文作成能力、発表能力等で約 50%を目安として、総合的に評価する。

【学生の意見等からの気づき】

研究の進捗状況について定期的にディスカッションを行うなど、研究が効率的に進められるように工夫している。

【Outline (in English)】

The objective of this course is to learn how to prepare own research plans and get results. Based on the results, students also learn how to conclude the research. They can then try to prepare and submit own researches to academic journals. Before/after each class meeting, students will be expected to spend four hours to understand the course content. Grading will be decided based on PhD thesis (50%), and the quality of the students' experimental performance in the lab (50%).

PPE700Y3

植物医科学発展特別実験 1・2・3

津田 新哉

単位数：2 単位 | 開講時期：年間授業/Yearly

その他属性：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

各教官の指導のもとでテーマを決め実験を遂行し、研究計画、データ取得、論議の進め方などを修得する。3年 秋学期末には博士論文発表会を行い、研究内容をまとめ上げ発表するスキルを身につける。研究テーマは「植物医科学」に関わるものとし、植物病害診断、病害防除、微生物病、病原体の性状解析、病原性メカニズムの解析など、指導教官が提示した課題を中心に選択する。

【到達目標】

研究の進め方、結果の整理、論議・考察、残された課題などを分析・整理するプロセスを通じて、「論理的な思考能力」と「問題解決能力」を習得することを目標とする。また、共同作業や情報交換を円滑に行うための社会的マナー・コミュニケーション能力・協調性を身につける。生物の多様性・普遍性・環境への適応と進化について学ぶことで、植物医科学に対する好奇心・探究心を養う。実験・研究によって得られた成果を論文としてまとめ、学術雑誌に投稿し、学術論文として発表する。

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」「DP4」「DP5」に関連

【授業の進め方と方法】

植物医科学や樹木医学等の最新の技術を活用することで、病原微生物の感染戦略を解き明かすことを目指す。各自の研究テーマに関連する英語論文を読む力を身につけるとともに、関連分野の知識や最先端の知見を包括的に理解する。また、研究テーマのプラン設計や実験の進め方についても自身で設計する能力を身につける。春学期の終わりに中間発表会、秋学期の終わりに発表会を開催し、自身の行った研究を発表する力を身につける。3年次 秋学期の終わりには博士論文の審査会を開催し、博士としての十分な能力を有するかどうかを審査することで、フィードバックをおこなう。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】あり / Yes

【授業計画】 授業形態：対面/face to face

| 回 | テーマ | 内容 |
|-------|------------|---|
| 第 1 週 | テーマの説明 | 研究室の研究テーマ候補を提示する。 |
| 第 2 週 | 研究の進め方 (1) | 選択したテーマに沿って研究方法等を検討し、研究目的、研究方法を各自プレゼンテーションする（論議、指導などを含む）。 |
| 第 3 週 | 博士論文実験 (1) | 研究計画を作成し、実験を進める（関係論文・専門書輪読、論議、教員の指導などを含む）。 |
| 第 4 週 | 博士論文実験 (2) | 研究計画を作成し、実験を進める（関係論文・専門書輪読、論議、教員の指導などを含む）。 |
| 第 5 週 | 博士論文実験 (3) | 研究計画を作成し、実験を進める（関係論文・専門書輪読、論議、教員の指導などを含む）。 |
| 第 6 週 | 博士論文実験 (4) | 研究計画を作成し、実験を進める（関係論文・専門書輪読、論議、教員の指導などを含む）。 |
| 第 7 週 | 中間検討 (2) | 博士論文のとりまとめに向けて研究室内で進捗状況をプレゼンテーションする |

| | | |
|--------|----------------|---|
| 第 8 週 | 博士論文実験 (5) | 実験を進める（関係論文・専門書輪読、論議、教員の指導などを含む） |
| 第 9 週 | 博士論文実験 (6) | 実験を進める（関係論文・専門書輪読、論議、教員の指導などを含む） |
| 第 10 週 | 博士論文実験 (7) | 実験を進める（関係論文・専門書輪読、論議、教員の指導などを含む） |
| 第 11 週 | 博士論文実験 (8) | 実験を進める（関係論文・専門書輪読、論議、教員の指導などを含む） |
| 第 12 週 | 博士論文実験 (9) | 実験を進める（関係論文・専門書輪読、論議、教員の指導などを含む） |
| 第 13 週 | 博士論文実験 (10) | 実験を進める（関係論文・専門書輪読、論議、教員の指導などを含む） |
| 第 14 週 | 中間発表会 | 成果の発表を行う |
| 第 15 週 | テーマの確認 | 実験の目標設定を見直す |
| 第 16 週 | 研究の進め方 (2) | 選択したテーマに沿って研究方法等を再検討し、研究目的、研究方法を各自プレゼンテーションする（論議、指導などを含む） |
| 第 17 週 | 博士論文実験 (11) | 博士論文とりまとめを念頭にした計画を作成し、実験を進める（関係論文・専門書輪読、論議、教員の指導などを含む） |
| 第 18 週 | 博士論文実験 (12) | 博士論文とりまとめを念頭にした計画を作成し、実験を進める（関係論文・専門書輪読、論議、教員の指導などを含む） |
| 第 19 週 | 博士論文実験 (13) | 博士論文とりまとめを念頭にした計画を作成し、実験を進める（関係論文・専門書輪読、論議、教員の指導などを含む） |
| 第 20 週 | 博士論文実験 (14) | 博士論文とりまとめを念頭にした計画を作成し、実験を進める（関係論文・専門書輪読、論議、教員の指導などを含む） |
| 第 21 週 | 中間検討 (2) | 博士論文のとりまとめに向けて研究室内で進捗状況をプレゼンテーションする |
| 第 22 週 | 博士論文のとりまとめ (1) | 博士論文作成指導、プレゼンテーション指導、報告要旨集作成などをおして実験をまとめる |
| 第 23 週 | 博士論文のとりまとめ (2) | 博士論文作成指導、プレゼンテーション指導、報告要旨集作成などをおして実験をまとめる |
| 第 24 週 | 博士論文のとりまとめ (3) | 博士論文作成指導、プレゼンテーション指導、報告要旨集作成などをおして実験をまとめる |
| 第 25 週 | 博士論文のとりまとめ (4) | 博士論文作成指導、プレゼンテーション指導、報告要旨集作成などをおして実験をまとめる |
| 第 26 週 | 博士論文のとりまとめ (5) | 博士論文作成指導、プレゼンテーション指導、報告要旨集作成などをおして実験をまとめる |
| 第 27 週 | 博士論文のとりまとめ (6) | 博士論文作成指導、プレゼンテーション指導、報告要旨集作成などをおして実験をまとめる |
| 第 28 週 | 発表会 | 博士研究の成果発表を行う |

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、4時間を標準とします。】博士研究に関する文献を読むなど、授業時間以外にも積極的に学習することを心掛ける。

【テキスト（教科書）】

必要な文献、実験マニュアル等の資料を提示する。

【参考書】

適宜、参考文献などを提示する。

【成績評価の方法と基準】

日頃の実験への積極的な取り組み、実験遂行能力、平常点等で約 50%、博士論文の実験経過と内容、論文作成能力、発表能力等で約 50%を目安として、総合的に評価する。

【学生の意見等からの気づき】

研究の進捗状況について定期的にディスカッションを行うなど、研究が効率的に進められるように工夫している。

【Outline (in English)】

The objective of this course is to learn latest methods to conduct own research. Students can obtain knowledges from reading the latest research papers and discussing with outstanding researchers. Based on them, they develop own experiments. Before/after each class meeting, students will be expected to spend four hours to understand the course content. Grading will be decided based on PhD thesis (50%), and the quality of the students' experimental performance in the lab (50%).

