# 2021年度
# 大学院理工学研究科
# 講義概要（シラバス）

## 法政大学

# 科目一覧［発行日：2021/5/1］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。


機械工学専攻【YA000】弾性学特論［塚本　英明］ ..... 1
機械工学専攻【YA002】応力解析特論［弓削　康平］ ..... 2
機械工学専攻【YA003】材料強度学特論［香川　豊］ ..... 4
機械工学専攻【YA004】衝撃破壊工学特論［崎野　清憲］ ..... 5
機械工学専攻【YA006】鉄鋼材料工学特論［栗山　幸久］ ..... 6
機械工学専攻【YA007】耐熱材料特論［近藤　義宏］ ..... 7
機械工学専攻【YA008】非金属材料特論［鞠谷　雄士］ ..... 9
機械工学専攻【YA009】複合材料特論［新井　和吉］ ..... 10
機械工学専攻【YA010】航空宇宙材料特論［青木　雄一郎］ ..... 11
機械工学専攻【YA011】応用熱力学特論［川上　忠重］ ..... 12
機械工学専攻【YA012】燃焼工学特論［川上　忠重］ ..... 13
機械工学専攻【YA013】伝熱工学特論［大久保　英敏］ ..... 14
機械工学専攻【YA014】熱動力特論［正木　大作］ ..... 15
機械工学専攻【YA015】流体力学特論１［辻田　星歩］ ..... 16
機械工学専攻【YA016】流体力学特論２［柳　良二］ ..... 17
機械工学専攻【YA017】流体機械特論１［玉木　秀明］ ..... 18
機械工学専攻【YA018】流体機械特論２［玉木　秀明］ ..... 19
機械工学専攻【YA020】機械力学特論［石井　千春］ ..... 20
機械工学専攻【YA021】制御工学特論［チャピ　ゲンツィ］ ..... 21
機械工学専攻【YA022】プロセス制御特論［加藤　誠］ ..... 22
機械工学専攻【YA023】機械音響工学特論［御法川　学］ ..... 24
機械工学専攻【YA024】人間・感性工学特論［菱田　博俊］ ..... 25
機械工学専攻【YA025】航空機設計特論［御法川　学］ ..... 27
機械工学専攻【YA026】宇宙飛行体特論［平子　敬一］ ..... 28
機械工学専攻【YA027】精密機械特論［菱田　博俊］ ..... 30
機械工学専攻【YA029】数値解析法特論［松川　豊］ ..... 32
機械工学専攻【YA030】資源環境物理学特論［原田　幸明］ ..... 33
機械工学専攻【YA031】極地環境学特論［山口　一］ ..... 34
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］ ..... 35
機械工学専攻【YA033】機械技術英語特論［山田　茂］ ..... 36
機械工学専攻【YA035】摩擦の原子論特論［平野　元久］ ..... 37
機械工学専攻【YA036】精密工学特論［吉田　一朗］ ..... 38
機械工学専攻【YA037】機械振動学特論［相原　建人］ ..... 40
機械工学専攻【YA344】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］年間授業/Yearly 41
機械工学専攻【YA345】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　一朗、相原　建人、平野　利幸］年間授業/Yearly 43
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 ..... 45
機械工学専攻【YA424】環境・エネルギー特別実験１・２・３［御法川　学］年間授業/Yearly ..... 46
機械工学専攻【YA425】環境・エネルギー特別研究１・２・３［川上　忠重］年間授業/Yearly ..... 47
機械工学専攻【YA426】環境・エネルギー特別実験１・２・３［川上　忠重］年間授業/Yearly ..... 49
機械工学専攻【YA427】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 ..... 51
機械工学専攻【YA430】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 ..... 52
機械工学専攻【YA433】マテリアルプロセッシング特別研究１・２・３［新井　和吉］年間授業/Yearly ..... 53
機械工学専攻【YA436】マテリアルプロセッシング特別実験１・２・３［新井　和吉］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］ ..... 55
電気電子工学専攻【YA501】回路工学特論２［斉藤　利通］ ..... 56
電気電子工学専攻【YA502】電磁波通信工学特論１［岩崎　久雄］ ..... 57
電気電子工学専攻【YA503】電磁波通信工学特論２［山内　潤治］ ..... 58
電気電子工学専攻【YA504】通信伝送工学特論１［山内　潤治］ ..... 59
電気電子工学専攻【YA506】電磁界数値解析特論［岡本　吉史］ ..... 60
電気電子工学専攻【YA512】電子物性工学特論１［中村　俊博］ ..... 61
電気電子工学専攻【YA513】電子物性工学特論２［中村　俊博］ ..... 62

電気電子工学専攻【YA515】知能ロボット特論［伊藤　一之］ ..... 63
電気電子工学専攻【YA516】知的制御特論［伊藤　一之］ ..... 64
電気電子工学専攻【YA517】集積回路特論１［南部　博昭］ ..... 65
電気電子工学専攻【YA518】集積回路特論２［南部　博昭］ ..... 66
電気電子工学専攻【YA519】半導体工学特論［宇佐川　利幸］ ..... 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］ ..... 70
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］ ..... 71
電気電子工学専攻【YA529】制御工学特論１［鈴木　雅康］ ..... 72
電気電子工学専攻【YA531】情報伝送工学特論１［斉藤　茂樹］ ..... 73
電気電子工学専攻【YA532】情報伝送工学特論２［斉藤　茂樹］ ..... 75
電気電子工学専攻【YA533】応用数学特論［田川　泰敬］ ..... 77
電気電子工学専攻【YA535】通信機器工学特論１［斉藤　茂樹］ ..... 78
電気電子工学専攻【YA536】通信機器工学特論２［斉藤　茂樹］ ..... 80
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］ ..... 82
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］ ..... 83
電気電子工学専攻【YA541】知能システム化技術特論［中村　壮亮］ ..... 84
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、佐々木　秀徳］ ..... 85
電気電子工学専攻【YA544】ナノ材料工学特論［三島　友義］ ..... 86
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］ ..... 87
電気電子工学専攻【YA546】機械学習特論［神野　健哉］ ..... 88
電気電子工学専攻【YA548】人工知能回路特論［鳥飼　弘幸］ ..... 89
電気電子工学専攻【YA549】電気化学エネルギー工学特論［五十嵐　泰史］ ..... 90
電気電子工学専攻【YA550】生体センシングエレクトロニクス特論［田沼　千秋］ ..... 91
電気電子工学専攻【YA551】マルチメディア通信特論［深沢　徹］ ..... 92
電気電子工学専攻【YA552】情報通信工学特論［柴山　純］ ..... 93
電気電子工学専攻【YA553】生物模倣回路特論［鳥飼　弘幸］ ..... 94
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］ ..... 95
電気電子工学専攻【YA555】電子材料プロセシング［石橋　啓次］ ..... 96
電気電子工学専攻【YA556】知的情報処理特論１ ..... 97
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 ..... 99
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、西村　征也、笠原　崇史、教員名なし］年間授業/Yearly100
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、西村　征也、笠原　崇史、教員名なし］年間授業/Yearly101
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］ ..... 102
電気電子工学専攻【YA925】回路工学特別研究１･２･３［鳥飼　弘幸、安田　彰］年間授業/Yearly ..... 103
電気電子工学専攻【YA928】回路工学特別実験１･２･３［鳥飼　弘幸、安田　彰］年間授業/Yearly ..... 104
電気電子工学専攻【YA931】通信工学特別研究１･２･３［山内　潤治］年間授業/Yearly ..... 105
電気電子工学専攻【YA934】通信工学特別実験１･２･３［山内　潤治］年間授業/Yearly ..... 106
電気電子工学専攻【YA938】制御工学特別研究１･２･３［中村　壮亮］年間授業/Yearly ..... 108
電気電子工学専攻【YA941】制御工学特別実験１･２･３［中村　壮亮］年間授業/Yearly ..... 110
応用情報工学専攻【YB000】離散アルゴリズム特論１［李　磊］ ..... 112
応用情報工学専攻【YB001】離散アルゴリズム特論２［李　磊］ ..... 113
応用情報工学専攻【YB004】計算機システム工学特論１［ＣＨＥＮ　Ｗｅｉ］ ..... 114
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］ ..... 116
応用情報工学専攻【YB006】通信ネットワーク特論１［上田　浩］ ..... 117
応用情報工学専攻【YB008】分散処理システム特論１［藤井　章博］ ..... 118
応用情報工学専攻【YB009】分散処理システム特論２［藤井　章博］ ..... 119
応用情報工学専攻【YB010】無線ネットワーク特論１［品川　満］ ..... 120
応用情報工学専攻【YB011】無線ネットワーク特論２［品川　満］ ..... 121
応用情報工学専攻【YB012】情報信号処理工学特論１［周　金佳］ ..... 122
応用情報工学専攻【YB013】情報信号処理工学特論２［周　金佳］ ..... 123
応用情報工学専攻【YB014】画像工学特論１［尾川　浩一］ ..... 124
応用情報工学専攻【YB016】知的情報処理特論１［彌冨　仁］ ..... 125
応用情報工学専攻【YB017】知的情報処理特論２［彌冨　仁］ ..... 127
応用情報工学専攻【YB018】感性情報処理システム特論１［赤松　茂］ ..... 128
応用情報工学専攻【YB020】脳情報処理特論１［平原　誠］ ..... 129

応用情報工学専攻【YB021】脳情報処理特論２［平原　誠］ ..... 130
応用情報工学専攻【YB022】画像解析特論［清水　昭伸］ ..... 131
応用情報工学専攻【YB023】応用信号処理特論［吉田　久］ ..... 132
応用情報工学専攻【YB024】学習アルゴリズム特論［藤原　靖宏］ ..... 134
応用情報工学専攻【YB025】データマイニング特論［小林　透］ ..... 135
応用情報工学専攻【YB026】計算幾何学特論［古賀　久志］ ..... 136
応用情報工学専攻【YB027】自然言語処理特論［別所　克人］ ..... 138
応用情報工学専攻【YB029】Ｗｅｂサービス技術特論［七丈　直弘］ ..... 140
応用情報工学専攻【YB030】センサーネット特論［門　勇一］ ..... 141
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［山﨑　泰明］ ..... 142
応用情報工学専攻【YB032】感覚・感性センシング特論［吉田　宏之］ ..... 144
応用情報工学専攻【YB033】３次元モデリング特論［斎藤　隆文］ ..... 145
応用情報工学専攻【YB034】視覚環境認識・理解特論［清水　郁子］ ..... 146
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］ ..... 147
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］ ..... 149
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、彌冨　仁、川口　悠子、和田　幸一］151
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［孫　鶴鳴］ ..... 152
応用情報工学専攻【YB100】暗号とその応用 ..... 153
応用情報工学専攻【YB304】応用情報工学特別研究１・２［赤松　茂、彌冨　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］年間授業/Yearly ..... 154
応用情報工学専攻【YB305】応用情報工学特別実験１・２［赤松　茂、彌冨　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］年間授業/Yearly ..... 155
応用情報工学専攻【YB400】応用情報工学プロジェクト［赤松　茂、彌冨　仁、尾川　浩一、金井　敦、品川　満、藤井　章博、李　磊、和田　幸一、周　金佳］ ..... 156
応用情報工学専攻【YB417】計算機工学特別研究１・２・３［李　磊］年間授業/Yearly ..... 157
応用情報工学専攻【YB420】計算機工学特別実験１・２・３［李　磊］年間授業/Yearly ..... 158
応用情報工学専攻【YB435】情報処理工学特別研究１・２・３［彌冨　仁］年間授業/Yearly ..... 159
応用情報工学専攻【YB438】情報処理工学特別実験１・２・３［彌冨　仁］年間授業/Yearly ..... 160
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 ..... 161
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 ..... 162
応用化学専攻【YB501】分子分光学特論［髙井　和之］ ..... 164
応用化学専攻【YB503】先端材料物性特論［緒方　啓典］ ..... 165
応用化学専攻【YB504】高分子物理化学特論［渡辺　敏行］ ..... 166
応用化学専攻【YB505】無機合成化学特論［石垣　隆正］ ..... 167
応用化学専攻【YB507】有機化学反応特論［河内　敦］ ..... 168
応用化学専攻【YB509】高エネルギー反応場特論［清水　禎樹、渡辺　博道］ ..... 169
応用化学専攻【YB510】無機反応化学特論［明石　孝也］ ..... 170
応用化学専攻【YB511】高分子合成化学特論［杉山　賢次］ ..... 171
応用化学専攻【YB513】化学装置物性特論［森　隆昌］ ..... 172
応用化学専攻【YB515】物質移動特論［山下　明泰］ ..... 173
応用化学専攻【YB517】微粒子材料工学特論［日下　靖之］ ..... 175
応用化学専攻【YB518】結晶化学工学特論［打越　哲郎］ ..... 176
応用化学専攻【YB520】環境計測特論［今村　隆史］ ..... 177
応用化学専攻【YB521】環境衛生学特論［福島　由美子、高橋　勉］ ..... 178
応用化学専攻【YB522】環境科学特論［渡邊　雄二郎］ ..... 179
応用化学専攻【YB523】起業特論［辻井　康一］ ..... 181
応用化学専攻【YB524】国際会議化学英語表現法［山田　茂］ ..... 183
応用化学専攻【YB527】コンピュータ利用化学特論［山田　祐理］ ..... 184
応用化学専攻【YB528】科学プレゼンテーション演習［山田　茂］ ..... 185
応用化学専攻【YB529】サステイナビリティ研究入門Ａ［富永　洋一］ ..... 186
応用化学専攻【YB530】サステイナビリティ研究入門Ｂ［今村　隆史］ ..... 187
応用化学専攻【YB531】フロンティア化学特論Ａ［小鍋　哲、川畑　史郎、岡田　浩、松本　尚之、田村　堅志、岡本　敏］ ..... 188
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、髙井　和之、森　隆昌、山下　明泰、渡邊　雄二郎］年間授業/Yearly ..... 189
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、髙井　和之、森　隆昌、山下　明泰、渡邊　雄二郎］年間授業/Yearly ..... 190

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］ ..... 192
応用化学専攻【YB919】先端応用化学特別研究１・２・３［渡邊　雄二郎］年間授業/Yearly ..... 193
応用化学専攻【YB919】先端応用化学特別研究１・２・３［山下　明泰］年間授業/Yearly ..... 194
応用化学専攻【YB922】先端応用化学特別実験１・２・３［渡邊　雄二郎］年間授業/Yearly ..... 195
応用化学専攻【YB922】先端応用化学特別実験１・２・３［山下　明泰］年間授業/Yearly ..... 197
応用化学専攻【YB937】先端応用化学特別研究１・２・３［高井　和之］年間授業/Yearly ..... 199
応用化学専攻【YB940】先端応用化学特別実験１・２・３［高井　和之］年間授業/Yearly ..... 200
システム理工学専攻【YC000】計算工学特論１［堀端　康善］ ..... 202
システム理工学専攻【YC001】計算工学特論２［堀端　康善］ ..... 203
システム理工学専攻【YC003】エージェント科学特論［塩谷　勇］ ..... 204
システム理工学専攻【YC008】電波計測光学特論１［春日　隆］ ..... 205
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］ ..... 206
システム理工学専攻【YC009】データサイエンス特論［三浦　孝夫］ ..... 207
システム理工学専攻【YC010】最適制御特論［木山　健］ ..... 208
システム理工学専攻【YC011】システム・モデリング特論［木山　健］ ..... 209
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］ ..... 210
システム理工学専攻【YC013】センサ信号処理特論［小林　一行］ ..... 211
システム理工学専攻【YC016】時空間物理学特論１［佐藤　修一］ ..... 212
システム理工学専攻【YC018】銀河考古学特論［田中　幹人］ ..... 213
システム理工学専攻【YC019】天文文化特論［田中　幹人］ ..... 214
システム理工学専攻【YC020】知識獲得特論［劉　健全］ ..... 215
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］ ..... 217
システム理工学専攻【YC023】原子分子物理特論［松尾　由賀利］ ..... 218
システム理工学専攻【YC028】産業人間科学特論１［伊藤　隆一］ ..... 219
システム理工学専攻【YC029】産業人間科学特論２［伊藤　隆一］ ..... 220
システム理工学専攻【YC033】科学技術英語表現［福澤　レベッカ］ ..... 221
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］ ..... 223
システム理工学専攻【YC036】システム診断特論［佐藤　浩志］ ..... 224
システム理工学専攻【YC037】人工知能特論［髙間　康史］ ..... 225
システム理工学専攻【YC038】電子回路特論［今枝　佑輔］ ..... 226
システム理工学専攻【YC039】相対性理論［今枝　佑輔］ ..... 227
システム理工学専攻【YC040】標準計測特論［今枝　佑輔］ ..... 228
システム理工学専攻【YC041】固体物性応用［永崎　洋］ ..... 229
システム理工学専攻【YC042】量子物性デバイス［小野　新平］ ..... 230
システム理工学専攻【YC043】固体物理学特論［百瀬　孝昌］ ..... 231
システム理工学専攻【YC044】符号理論特論１［寺杣　友秀］ ..... 232
システム理工学専攻【YC439】応用数理工学特別研究１・２・３［礒島　伸］年間授業/Yearly ..... 233
システム理工学専攻【YC440】応用数理工学特別実験１・２・３［礒島　伸］年間授業/Yearly ..... 234
システム理工学専攻【YC500】関数解析特論１［礒島　伸］ ..... 235
システム理工学専攻【YC501】関数解析特論２［礒島　伸］ ..... 236
システム理工学専攻【YC502】確率過程特論１［安田　和弘］ ..... 237
システム理工学専攻【YC503】確率過程特論２［安田　和弘］ ..... 238
システム理工学専攻【YC505】最適化ファイナンス特論［林　俊介］ ..... 239
システム理工学専攻【YC506】暗号とその応用 ..... 240
システム理工学専攻【YC507】計量経済学特論［中村　洋一］ ..... 241
システム理工学専攻【YC508】人間工学特論［鈴木　郁］ ..... 242
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］ ..... 243
システム理工学専攻【YC510】確率システム解析特論［田村　信幸］ ..... 244
システム理工学専攻【YC511】デリバティブ理論特論［畑　宏明］ ..... 246
システム理工学専攻【YC512】生産情報特論［作村　建紀］ ..... 247
システム理工学専攻【YC513】信頼性工学特論［木村　光宏］ ..... 248
システム理工学専攻【YC514】応用経済分析特論［中村　洋一］ ..... 249
システム理工学専攻【YC519】応用金融分析特論［宮越　龍義］ ..... 250
システム理工学専攻【YC522】離散最適化特論２［髙澤　兼二郎］ ..... 251
システム理工学専攻【YC523】先進経営科学特論［五島　洋行、中村　洋一、髙澤　兼二郎、田村　信幸、千葉　英史、安田　和弘、礒島　伸］ ..... 252

システム理工学専攻【YC922】システム理工学特別研究１・２［春日　隆、金沢　誠、小林　一行、佐藤　修一、塩谷　勇、鈴木　郁、堀端　康善、松尾　由賀利、三浦　孝夫、田中　幹人、柴田　千尋］年間授業/Yearly ..... 253
システム理工学専攻【YC923】システム理工学特別実験１・２［春日　隆、金沢　誠、小林　一行、佐藤　修一、塩谷　勇、鈴木　郁、堀端　康善、松尾　由賀利、三浦　孝夫、田中　幹人、柴田　千尋］年間授業/Yearly ..... 254
システム理工学専攻【YC952】システム理工学特別研究１・２［礒島　伸、木村　光宏、五島　洋行、寺杣　友秀、中村　洋一、宮越　龍義、田村　信幸、髙澤　兼二郎、千葉　英史、安田　和弘、林　俊介］年間授業/Yearly.... 255
システム理工学専攻【YC953】システム理工学特別実験１・２［礒島　伸、木村　光宏、五島　洋行、寺杣　友秀、中村　洋一、宮越　龍義、田村　信幸、髙澤　兼二郎、千葉　英史、安田　和弘、林　俊介］年間授業/Yearly.... 256
生命機能学専攻【YD004】ゲノム工学特論［山中　幸］ ..... 257
生命機能学専攻【YD005】蛋白質工学特論［常重　アントニオ］ ..... 258
生命機能学専攻【YD006】細胞工学特論［水澤　直樹］ ..... 259
生命機能学専攻【YD007】生命システム工学特論［西川　正俊］ ..... 260
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］ ..... 261
生命機能学専攻【YD009】生体超分子構造学特論［村上　聡］ ..... 262
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］ ..... 264
生命機能学専攻【YD011】生体分子計測工学特論［久保　智広］ ..... 265
生命機能学専攻【YD012】細胞操作工学特論［吉川　博文］ ..... 266
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］ ..... 268
生命機能学専攻【YD200】生命機能学演習１［金子　智行、佐藤　勉、曽和　義幸、廣野　雅文］ ..... 269
生命機能学専攻【YD400】生命機能学発展特別研究１・２・３［曽和　義幸］年間授業/Yearly..... 270
生命機能学専攻【YD403】生命機能学発展特別実験１・２・３［曽和　義幸］年間授業/Yearly..... 271
生命機能学専攻【YD500】基礎植物医科学特論［大島　研郎、佐野　俊夫］ ..... 272
生命機能学専攻【YD502】植物病先端研究特論［濱本　宏、鍵和田　聡］ ..... 273
生命機能学専攻【YD506】応用生物生態学特論［石川　成寿、大井田　寛］ ..... 274
生命機能学専攻【YD507】植物病原学特論［有江　力］ ..... 275
生命機能学専攻【YD508】植物薬学総合特論［石川　亮］ ..... 276
生命機能学専攻【YD509】土壌環境ゲノム科学特論［對馬　誠也、小板橋　基夫、吉田　重信、大友　量］ ..... 277
生命機能学専攻【YD701】植物医科学演習２［佐野　俊夫、鍵和田　聡、廣岡　裕吏、津田　新哉］ ..... 278
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、曽和　義幸、西川　正俊］年間授業/Yearly ..... 279
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、曽和　義幸、西川　正俊］年間授業/Yearly ..... 281
生命機能学専攻【YD848】植物医科学特別研究１・２［石川　成寿、大島　研郎、佐野　俊夫、津田　新哉、濱本　宏、廣岡　裕吏、鍵和田　聡、大井田　寛］年間授業/Yearly ..... 282
生命機能学専攻【YD849】植物医科学特別実験１・２［石川　成寿、大島　研郎、佐野　俊夫、津田　新哉、濱本　宏、廣岡　裕吏、鍵和田　聡、大井田　寛］年間授業/Yearly ..... 284
生命機能学専攻【YD931】植物医科学発展特別研究１・２・３［大島　研郎］年間授業/Yearly..... 285
生命機能学専攻【YD934】植物医科学発展特別実験１・２・３［大島　研郎］年間授業/Yearly..... 286
生命機能学専攻【YD935】植物医科学発展特別研究１・２・３［廣岡　裕吏］年間授業/Yearly..... 287
生命機能学専攻【YD936】植物医科学発展特別実験１・２・３［廣岡　裕吏］年間授業/Yearly..... 288

MEC500X1

# 弾性学特論

塚本　英明

単位数：2 単位 ｜ 開講時期：

**実務教員：**

**【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生じる変形（ひずみ）や内部に発生する力（応力）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】**

| 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学ぶ。 |
| 4 | 弾性基礎方程式 | つりあいの方程式等を学ぶ。 |
| 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 | エネルギ原理（２） | ポテンシャルエネルギ最小の定理、コンプリメンタルエネルギ最小の定理を学ぶ。 |
| 11 | サンブナンの原理、カスティリアノの定理 | これらの原理・定理の意味と使い方を学ぶ。 |
| 12 | 平板の曲げ、棒のねじり | 板曲げの基礎方程式、丸棒のねじり、一般形断面棒のねじり、ねじりの応力関数等を学ぶ。 |
| 13 | 熱変形 | 種々の熱変形、熱応力問題の解法を学ぶ。 |
| 14 | 異方性体の弾性学 | 異方性体の平面応力問題、曲げ問題、ねじり問題に対する解法を学ぶ。 |

**【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，数学の学習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であろう。

**【テキスト（教科書）】**
特になし。プリント、スライドを参照する。

**【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】**
出席（３０％）および課題に対する解答およびレポート（７０％）により評価する.

**【学生の意見等からの気づき】**
テンソルに慣れ親しむことが、弾性学を習得する上での近道である。また、それらを用いた簡単なプログラミングを行う（例えば平板の曲げや簡単な有限要素解析）とより理解が深まる。

【Outline and objectives】
This course discusses the concept of elasticity, an important property of solids, in a comprehensive way. It describes fundamentals of linear elasticity and applications, including kinematics, motion and equilibrium, constitutive relations, formulation of problems, and variational principles. It also explains how to solve various boundary value problems of one, two, and three dimensions.

MTL500X1

# 応力解析特論

弓削　康平

単位数：2 単位　｜　開講時期：

**実務教員：**

**【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。

**【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し、利用できる
・応力解析の精度と解析コストの関係を理解する

**【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」「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を講義形式で学ぶ。また、プログラミングと解析実習によってプログラムの構造と精度良い解析のための必要な知識を修得する。

**【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】**
なし / No

**【授業計画】**

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|---|
| 1 | 応力解析の進歩と現状 | 主として計算機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） | 多くの種類がある有限要素の中で、最初に提案された３角形要素を取り上げ、１要素の外力と要素内変位の関係（要素剛性方程式）を導く。 |
| 4 | 三角形要素を用いた２次元の応力解析（２）全体剛性方程式 | 要素剛性方程式から系全体の剛性方程式がどのように導かれるかを講義する。また、解を求めるために重要な役割を果たす連立方程式の数値解法についても説明する。 |
| 5 | 三角形要素を用いた２次元の応力解析（３）MATLAB の概要と使用方法 | 実際にプログラムを作成する前準備として、プログラミングに使用する MATLAB について説明し、ノートパソコンを用いて、行列やベクトル演算のプログラミング実習を行う。 |
| 6 | 三角形要素を用いた２次元の応力解析（４）解析プログラムの作成 | MATLAB を用いた、三角形要素による応力解析のプログラムを説明する。また、実際にプログラムを作成し、プログラムの動作を検証する方法を学ぶ。 |
| 7 | 理解度確認テスト（１） | 講義内容に関する理解度確認テストを実施する。また，テスト内容について解説する. |
| 8 | 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講義する。 |
| 9 | 四辺形要素を用いた２次元の応力解析（２）プログラムの作成 | 四辺形要素の解析プログラムの実際に作成して、三角形要素による解析の類似点と相違点を理解する。 |
| 10 | 四辺形要素を用いた２次元の応力解析（３）要素分割と精度 | 四辺形要素を用いた解析においては長方形、平行四辺形、台形など要素形状によって解析精度が大きく異なる。どのような要素分割が望ましいのかを実習をとおして理解する。 |
| 11 | 動的問題の有限要素法定式化 | 機械の設計においてはしばしば静的な強度解析のみならず動的解析が必要となる。ここでは有限要素法による弾性体の動的解析の定式化を示す。 |
| 12 | 固有振動数解析 | 共振周波数に近い周期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、そ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。 |
| 13 | 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。 |
| 14 | 陽解法による動的解析 | 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。 |

**【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。】MATLAB の準備（各自のノートＰＣで MATLAB を利用できる環境を整えて動作を確認しておく）。

**【テキスト（教科書）】**
授業支援システムを通して毎回配布する。

**【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】**
・試験　（50%） 応力解析法に関する知識を評価する
・授業中の課題 ( 50%) 実習課題のレポートを評価する
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】**
理解度を深めるために予習教材のほかに，理解度を確認する復習教材も作成し配布していく予定.

**【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 を使用する.

【Outline and objectives】
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.

MTL500X1

# 材料強度学特論

香川　豊

単位数：2 単位　｜　開講時期：

**実務教員：**

**【授業の概要と目的（何を学ぶか）】**
材料強度学の基礎を理解し、基礎知識を用いて社会で発生している材料強度学が適用できる材料やデバイスなどの破壊現象をミクロからマクロのスケールで理解することができ、より安全安心に材料やデバイスを利用することを行うための方法を考えることができるようになることを目的とする。

**【到達目標】**
1. 材料の破壊現象やデバイスの破壊などについて原因を説明できるようになること。
2. 材料やデバイスを安全安心に利用するために留意するべき基礎知識が身につくこと。
3. 材料強度学という知識を利用して材料やデバイスの破壊現象を他の人に説明できること。
4. 材料の破壊をミクロとマクロのスケールから考えることができること。

**【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」「DP3」に関連

**【授業の進め方と方法】**
授業の前半では材料強度学の基礎知識の中から重要なものを説明する。また、説明した基礎知識を、金属、プラスチックス、セラミックス、複合材料などへ適用するための方法を説明する。授業の後半では前半で説明した知識を用いて材料やデバイスの破壊現象について技術的なレポートを作成する方法を説明する。受講生が特定のテーマでレポートを作成し、授業の中でレポートの内容を発表し、他の受講生との間で討論を行う。討論するために不足していることに関しては、必要に応じて説明を行う。

**【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】**

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|---|
| 1 | 材料強度学概論 | 材料強度学とは何かを説明、各種材料から電子デバイスなど広範囲で利用することができることを説明する。 |
| 2 | 材料の破壊-1 | 材料の破壊現象を分類し、分類に従って現象と破壊の機構を説明する。脆性破壊と延性破壊など破壊現象ごとに説明する。 |
| 3 | 材料の破壊-2 | 材料の破壊現象を分類し、分類に従って現象と破壊の機構の一般論をミクロとマクロな立場から説明する。 |
| 4 | 工業材料の破壊-1 | 金属、プラスチックス、セラミックス、複合材料の破壊の特徴を説明する。金属を主に説明する。 |
| 5 | 工業材料の破壊-2 | 金属、プラスチックス、セラミックス、複合材料の破壊の特徴を説明する。プラスチックスを主に説明する。 |
| 6 | 工業材料の破壊-3 | 金属、プラスチックス、セラミックス、複合材料の破壊の特徴を説明する。セラミックスを主に説明する。 |
| 7 | 工業材料の破壊-4 | 金属、プラスチックス、セラミックス、複合材料の破壊の特徴を説明する。複合材料を主に説明する。 |
| 8 | デバイスの破壊 | 電子デバイスや LSI などで生じる破壊現象の原因と破壊現象と破壊に対する対策を説明する。 |
| 9 | 材料システムの破壊 | 材料を組み合わせて利用する場合の破壊現象について説明し、破壊を発生させないための対策を説明する。 |
| 10 | 材料強度レポート-1 | 材料強度が関係する問題を第三者に説明できるレポートを作成する方法を説明する。 |
| 11 | 材料強度レポート-2 | 材料強度が関係する授業で与えられる問題を受講生自身が考えレポートを作成する。問題は全員が異なるものを行う。 |
| 12 | 材料強度に関する討論-1 | 材料強度が関係する問題を受講生がレポートにしたものを用いて受講生が一人ずつ発表を行う。 |
| 13 | 材料強度に関する討論-2 | 受講生の発表に対して受講生が質問を行い理解を深める。内容について不足している部分や誤りのある場合は説明を行う。 |
| 14 | 材料強度のまとめ | 授業で行うものをまとめて全体を体系化する。 |

**【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】**
授業中に行うレポート作成、レポートを用いた発表と討論 (合計 80%) により評価する。平常点も考慮する (20%)。

**【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】**
授業に出席し、レポート発表に対し活発に議論する姿勢を期待する。学外での見学等（東京近郊）が好ましいと考えられる場合には授業開始前までに連絡する。

【Outline and objectives】
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.

MTL500X1

# 衝撃破壊工学特論

崎野　清憲

単位数：2 単位　｜　開講時期：

**実務教員：**

**【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。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、プロジェクターに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。

**【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】**

| 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<br>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）】**
特になし。授業中の配付資料。

**【参考書】**
特になし

**【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 and objectives】
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.

MTL500X1

# 鉄鋼材料工学特論

栗山　幸久

単位数：2 単位　｜　開講時期：

**実務教員：**

**【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】**
鉄鋼の原料から鋼板・形鋼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及び必要特性に関する知識が修得できる。また、他の材料と比較して鉄鋼材料の特性を修得できる。

**【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 4/9(金) を予定しています。
コロナの状況次第で、2020 年度同様 ZOOM によるオンライン双方向講義となります。
ポータルに教材などを up しますので、予習・復習に活用してください。

**【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】**

| 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 | 製銑 | 鉄鉱石，石炭などの原料、および、高炉，溶銑予備処理 |
| 第 4 回 | 製鋼 | 転炉，二次精錬，連続鋳造 |
| 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 | 厚板製造プロセス，強度，靱性，溶接性，ＴＭＣＰ |
| 第 7 回 | 前半の振返り・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 | 冷間圧延プロセス，自動車用鋼板，ハイテン |
| 第 9 回 | 線材 | 線材の製造プロセス、強化機構 |
| 第 10 回 | 棒鋼 | 棒鋼の製造プロセス，鍛造加工、熱処理 |
| 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 | 単純に見えるが材料の変形の種々の基礎が現れることを学ぶ |
| 第 13 回 | リサイクル・LCA | 他の材料との比較も含め，環境負荷の検討 |
| 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】**
2020 年度はコロナ禍のため、初回から ZOOM でオンライン双方向講義を行った。
教員側は学生の反応が掴み難かったが、話をなるべく振るようにして、対面講義に近づけるようにした。

**【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、大学に移ってから補強した理論で裏付けることにより、現象や事実だけでなく何故そうなっているかの理解を図って講義します。

【Outline and objectives】
1) Study of basic knowledge in manufacturing process of steel products.
2) Study of basic knowledge in material properties of steel demanded for application.
3) Study of basic knowledge in deformation properties and forming limits of steel.

MTL500X1

# 耐熱材料特論

近藤　義宏

単位数：2 単位 ｜ 開講時期：

**実務教員：**

**【授業の概要と目的（何を学ぶか）】**
・材料にとっての高温とは？
・耐熱材料の用途と必要条件。
・高温での回復と転位の上昇運動。
・高温での応力—ひずみ曲線はひずみ速度に依存。
・室温での強化因子、ひずみ強化と結晶粒径の微細化は高温では軟化因子。
・一定応力下での高温変形 (クリープ変形) の特徴。
・転位クリープとは。
・クリープ変形下での強化因子。
・耐熱鋼の種類と適用条件。
・Ni 基超合金の種類と適用条件。
・単結晶超合金が高強度である秘密。

**【到達目標】**
・高温変形は転位の上昇運動により生じることを理解する。
・転位の上昇運動は空孔の拡散に依存するため、変形が温度、時間依存型 (クリープ変形) であることを理解する。
・室温での強化因子であるひずみ強化と結晶粒径の微細化は、高温では再結晶や回復を促すことを理解する。
・転位クリープは遷移、定常および加速域からなることを理解する。
・フェライト系およびオーステナイト系耐熱鋼の違いを強化機構に基づいて理解する。
・超合金の強化機構を理解する。

**【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】**
耐熱金属材料を取り上げ、まず高温変形の特徴を室温の変形 (引張試験) と比べることで理解し、つぎにひずみ速度がより小さいクリープ変形を転位クリープの機構に基づいて示し、高温クリープでは室温での強化因子とされる、ひずみ効果および結晶粒径の微細化は弱化として働くことを教示する。ついで、高温クリープの強化因子を示した後、耐熱鋼および耐熱合金の種類とそれら強化機構の特徴を教示する。

**【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】**

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|---|
| 1 | ガイダンスおよび塑性変形を転位の移動で理解しよう。<br>14 回の講義の目的と内容を詳述する。 | 塑性変形は転位の移動で説明できることを教示する。 |
| 2 | ひずみ強化と結晶粒径の微細化による強化を転位の掃く面積比で理解しよう。 | ひずみ強化と結晶粒径の微細化による強化はいずれも転位の掃く面積を小さくすることで変形量を抑え、強化していることを理解させる。 |
| 3 | 室温での応力—ひずみ曲線 (引張試験) と高温でのものとの違いを理解しよう。 | 高温での応力—ひずみ曲線は室温とは異なり、1) ひずみ速度に依存すること、2) 直線硬化域が生じず、引張強さが判定し難いことを解説する。 |
| 4 | 高温の定義と空孔を介しての転位の上昇運動を理解しよう。 | 高温は拡散係数の値で定義でき、その値が大きくなると空孔の転位への移動が容易となり、「転位の上昇運動」が生ずることを解説する。 |
| 5 | 「回復」と「再結晶」の意味を「転位の上昇運動」で理解しよう。 | 「回復」は転位の上昇運動による転位の消滅であり、「再結晶」はさらに多くの転位の消滅で面状に転位の再配列が生ずることを理解させる。 |
| 6 | クリープ変形とクリープ曲線の特徴を理解しよう。 | 「クリープ変形」とは高温の一定応力下で生じる時間依存型の変形であることを認識させ、それを示すクリープ曲線の特徴を理解させる。 |
| 7 | 「遷移クリープ域」と「定常クリープ域」の特徴と意味を理解しよう。 | 「遷移クリープ域」は転位組織が発達して、一定の転位組織の「定常クリープ域」に至る領域であり、その特徴を詳述し、意味を理解させる。 |
| 8 | 「加速クリープ域」の特徴と意味を理解しよう。 | 「加速クリープ域」は変形に伴う断面減少、あるいは析出強化の低減と認識されてきたことを説明した後、新たな発現機構を概説する。 |
| 9 | より低応力側での「Coble クリープ」と「Nabarro-Herring クリープ」との存在とその特徴を理解しよう。 | すでに概説した「転位クリープ」の他に粒界拡散支配と体積拡散支配のクリープが存在を示し、それらの空孔による変形機構を概説する。 |
| 10 | 高温での強化機構を理解しよう。 | 高温での強化機構として、従来の固溶強化、析出強化の他に結晶形状制御強化と粒界析出強化があることを説明し、それらの機構を詳述する。 |
| 11 | フェライト系耐熱鋼とオーステナイト系耐熱鋼の違いを理解しよう。 | フェライト系耐熱鋼とオーステナイト系耐熱鋼とは異なり強化相と強化相を分散させる熱処理がそれらの結晶構造の違いにより異なることを概説する。 |
| 12 | 超合金の種類とそれらの強化相の違いを理解しよう。 | 超合金には Fe 基、Co 基および Ni 基があることをそれぞれの合金の特徴をあげ説明し、さらに、Ni 基合金が優位性を持つ理由を詳述する。 |
| 13 | Ni 基超合金の特徴と開発の歴史を理解しよう。 | 第 2 次大戦直前に始まった Ni 基超合金の開発の歴史は強化相である γ′相の体積率増加の歴史であったことを概説し、鍵となった技術を示す。 |
| 14 | 単結晶超合金の優位性とその変形の特徴を理解しよう。 | 単結晶 Ni 基超合金が第一段動翼に用いられてきた理由をそのクリープ変形の特徴に基づいて詳述する。 |

**【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。】興味のある学生君は以下の【参考書】欄に示す（１、２、３）の参考書を読むことを薦める。

**【テキスト（教科書）】**
テキストは講義開始にあたって配布する予定。

**【参考書】**

(1)O. D. Sherby and P. M. Burke:Progress in Materials Sci., 13(1969), pp.323-390
(2) 耐熱合金:新制金属講座新版材料篇、(社) 日本金属学会
(3) 鉄鋼材料:講座・現代の金属学-材料編、(社) 日本金属学会, p.186-211
(4) 三橋章:初めての金属材料学、ビギナーズブック 31、工業調査会、(2003)、p.130-132
(5) 丸山公一、中島英治:高温強度の材料科学、内田老鶴圃、(1997)

**【成績評価の方法と基準】**

・毎回行う予定のクイズあるいはレポートについての評価 (取り組みが意欲的になっていることを特に高く評価する)/50%
・平常点/25%
・講義での質問対する回答/25%

**【学生の意見等からの気づき】**

・院生の授業評価は的を得ているので大いに参考にしたい

【Outline and objectives】

Plastic strain and Orowan equation.
Creep controlled by recovery and dislocation climb
Strain rate dependence on stress-strain curves at high temperature
Grain size dependence on creep properties
Creep deformation under constant stress and constant load
Dislocation creep and diffusion creep
Strengthening factor under creep deformation/solid solution strength and precipitation strength
Heat-resisting steels and superalloys
Single crystal Ni-based superalloys

MTL500X1

# 非金属材料特論

鞠谷　雄士

単位数：2 単位 ｜ 開講時期：

**実務教員：**

**【授業の概要と目的（何を学ぶか）】**
高分子材料、セラミックス、複合材料等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ことで、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基本的な能力を獲得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」「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】**

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|---|
| 第 1 回 | 序論 | 材料工学的視点からみた材料の本質的性質－微視的視点と巨視的視点－ |
| 第 2 回 | 高分子材料概論 | 高分子とは何かを理解するとともに、身近な高分子の事例から基本を学ぶ |
| 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、ブロー成形などの成形加工法の基礎 |
| 第 4 回 | さまざまな高分子材料 | 高分子材料の化学構造と性質の関係 |
| 第 5 回 | 高分子材料の基本性能と化学構造の関係 | 力学的性質、熱的性質、光学的性質 |
| 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 | ガラス転移、結晶化、分子配向など |
| 第 8 回 | 高分子性 | 分子鎖のからみ合い、ゴム弾性 |
| 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 | 酸化物セラミックス、非酸化物セラミックス | 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 |
| 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。身の回りにある材料の種類、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
身近なモノから理解する高分子の科学　日刊工業新聞社
成形加工におけるプラスチック材料　森北出版

**【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】**
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、可能な範囲で講義資料の配布に努めます。

**【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 and objectives】
From the view point of materials science and comparin g with metallic materials, understand the fundamental characteristics and properties of non-metallic materials such as polymers, ceramics, and composites.

MTL500X1

# 複合材料特論

新井　和吉

単位数：2 単位　｜　開講時期：

**実務教員：**

**【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】**

| 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 and objectives】
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.
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.
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：

**実務教員：**

**【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はなく、当該分野の研究開発動向の紹介や実際の試験映像などを通して、実事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着けてもらう。また技術者として基礎的な材料特性を覚えてもらう。

**【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】**
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】**

| 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の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事象を把握する |
| 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 | 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 | 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 | 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
・その他、授業中に適宜資料を配布

**【成績評価の方法と基準】**
・レポート（30 %）、試験の点数（70 %）。
・これに加え授業中の質問への回答姿勢が加点される。
・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】**
・授業中に適宜、小テスト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。

【Outline and objectives】
Students will learn the characteristics of materials, such as metallic materials and composite materials, used in the structures of aircraft and spacecraft. In addition to the contents of the textbook, the course aims to acquire a broader range of practical knowledge through the overview of research and development trends and actual structural testing videos.

MEC500X1

# 応用熱力学特論

川上　忠重

単位数：2 単位 ｜ 開講時期：

**実務教員：**

**【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。
春学期の授業の一部はオンラインでの開講を予定している。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。
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】**
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】**

| 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権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】**
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。
評価方法：授業への取組み状況 (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。

【Outline and objectives】
The aim of this course is to achieve a comprihensive understanding of the fundamental concepts and principles of gas cycles and vapor cycles and their applications for thermodynmics theoretical cycles.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.
Your final grade will be decided according to the following process:
· The ratio of class sttendance 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：

**実務教員：**

**【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】
1. 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。
2. 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。
3. 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】**

| 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爆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：　授業への取組み (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 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、必要に応じて講義内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】**
必要に応じて、授業内で PC を使います。使う場合は事前にお知らせします。

**【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 and objectives】
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.
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(fkame propagation,ignition and flame stabilization,combustion of droplets and sprays and combustion of coal)
Your final grade will be decided according to the following process:
· The ratio of class sttendance 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：

**実務教員：**

**【授業の概要と目的（何を学ぶか）】**
伝熱工学はエネルギ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にする。
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」「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・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】**

| 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、ネジリテープ利用など |
| 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 | 高効率エネルギ技術、省エネルギ・排熱回収技術、エネルギ貯蔵技術（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】**
テストおよびレポート

**【学生の意見等からの気づき】**
特になし

【Outline and objectives】
The combination heat transfer, mass transfer, and chemical reaction problem is very important. I will present the heat and mass transfer at a solid -fluid interface surface.

MEC500X1

# 熱動力特論

正木　大作

単位数：2 単位　｜　開講時期：

**実務教員：**

**【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とする。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】**

| 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 |
| 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）

**【成績評価の方法と基準】**
出席 (平常点)+レポート提出 (100%)

**【学生の意見等からの気づき】**
配布物は予習できるよう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。

【Outline and objectives】
The aim of this course is to study how to utilize the fundamentals of thermofluid dynamics based on the conceptual design and configuration 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 development trends of jet engines are also addressed in environmental and ecological aspects.

MEC500X1

# 流体力学特論 1

辻田　星歩

単位数：2 単位 ｜ 開講時期：

**実務教員：**

**【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】**
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。また、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。さらに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】**
春学期の一部の授業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。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。
粘性流体の基本的な性質について、学部講義の流体力学を基礎にして講義を行なう。特に層流と乱流の性質の違い、および乱流の基本的な流れ場における渦運動の詳細について配布資料に基づいて講義を行う。また乱流の数値解析の現状について紹介する。

**【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】**

| 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 and objectives】
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.

MEC500X1

# 流体力学特論２

柳　良二

単位数：2 単位 ｜ 開講時期：

**実務教員：**

**【授業の概要と目的（何を学ぶか）】**
熱力学と流体力学の境界領域に位置する高速空気力学を対象とし、特に、熱力学の基礎を十分に理解した上で、圧縮性空気力学を学習します。また、簡易設計法による超音速風胴用ノズルの設計が出来る事を目指します。

**【到達目標】**
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。さらに、斜め衝撃波や膨張波における解析解が得られない関係式を Newton Raphson 法などの繰り返し計算法により数値解を求め、超音速風胴用ノズルを設計できることも目標の一つです

**【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】**
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。
コロナ感染症が 2021 年度秋学期までに収束しない場合はリモート講義になる可能性があります。Hoppii のお知らせ欄でお知らせしますので、注意しておいて下さい。

**【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】**
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】**

| 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 | 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 | 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 |
| 7 | 斜め衝撃波 02 | 弱い斜め衝撃波下流の状態量の誘導、超音速空気取入口の回復圧力 |
| 8 | 圧縮波と膨張波 | プラントルマイヤ流れの関係式の誘導、迎角のある薄翼に働く空気力 |
| 9 | 衝撃波の干渉 衝撃波の反射 | 衝撃波の反射、干渉、自由境界における衝撃波の反射、２元連立 Newton-Raphson 法 |
| 10 | 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 |
| 11 | 加熱と冷却を伴う管内流れ | レーレー線、加熱、冷却の影響 |
| 12 | 各種超音速ノズルの学習 | 超音速ノズルの簡易設計手法とその仕様と計算法、計算項目の説明および、レポート課題の提示 |
| 13 | 半理想気体 | 比熱が温度の関数である空気の数値計算法概要 比熱の温度の近似多項式、Newton Raphson 法による解法 |
| 14 | 高速流の計測法、可視化法 | ピトー管、シャドウグラフ法、シュリーレン法、マッハツェンダー法、ＤＧＶ法、ＬＤＶ法、ＰＩＶ法 |

**【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】**
講義資料 (パワポの PDF 版) を事前に講義の教材の所にアップロードします。事前にダウンロードしておいて下さい。エクセルが使用できる事。

**【テキスト（教科書）】**
教科書は使用しませんが、式の誘導や図、表を記載した講義資料 (パワポの PDF 版) を事前に講義の教材の所にアップロードします。事前にダウンロードしておいて下さい。

**【参考書】**
リープマン・ロシュコー、気体力学（玉田珖訳)、吉岡書店

**【成績評価の方法と基準】**
レポートの課題では、超音速風胴用ノズルを設計することが求められます。計算結果 (エクセルの計算表とグラフ) 及び設計計算書 (ワード) を 60 %の割合で評価し、講義中の平常点を 40 %の割合で評価します。

**【学生の意見等からの気づき】**
とくに無し

**【学生が準備すべき機器他】**
課題のレポートを書くのに必要ですので、エクセル及びワードが使える様にして下さい。

**【その他の重要事項】**
式の使い方を理解するために計算例を紹介しますので、エクセルが使用できると良いでしょう。

【Outline and objectives】
The aim of the class is to understand the compressible aerodynamics
which is an interdisciplinary subject between thermodynamics and fluid dynamics. The goal is to be able to design a supersonic nozzle employed
in a wind tunnel by the simplified method.

MEC500X1

# 流体機械特論 1

玉木　秀明

単位数：2 単位　｜　開講時期：

**実務教員：**

**【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】**
ターボ機械の基礎と同時に流体工学・熱力学の理解と応用力を高める。

**【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】**
流体機械は流体と機械の間でのエネルギー変換を行う装置である。その中で羽根車を回転させて生じる運動エネルギーを利用するのがターボ機械である。ターボ機械は、ガスタービン、蒸気タービン、ターボチャージャー、産業用圧縮機など多くの製品に適用されている。ターボ機械の設計では流体運動の把握と制御がその性能を作用する。本講座では、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。

**【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】**

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|---|
| 第 1 回 | ターボ機械の基礎（1） | ガイダンス<br>流体工学・熱力学の復習 |
| 第 2 回 | ターボ機械の基礎（2） | 流体工学・熱力学の復習 |
| 第 3 回 | ターボ機械の基礎（3） | ターボ機械の性能の表示・無次元数と性能の関係 |
| 第 4 回 | 二次元翼列理論（1） | 翼に作用する力・圧縮機翼列 |
| 第 5 回 | 二次元翼列理論　(2) | 圧縮機翼列・タービン翼列 |
| 第 6 回 | 軸流タービン（1） | 速度三角形・タービンの熱力学 |
| 第 7 回 | 軸流タービン（2） | 軸流タービンの性能 |
| 第 8 回 | 軸流圧縮機<br>軸流ファン（1） | 速度三角形・圧縮機の熱力学 |
| 第 9 回 | 軸流圧縮機<br>軸流ファン（2） | 軸流圧縮機の性能 |
| 第 10 回 | ターボ機械の不安定現象 (1) | サージング |
| 第 11 回 | ターボ機械の不安定現象 (1) | サージング・旋回失速 |
| 第 12 回 | 遠心圧縮機 | 遠心式圧縮機の作動原理 |
| 第 13 回 | 遠心圧縮機 | 遠心圧縮機の性能と空力設計 |
| 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【80 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。資料を配布（対面での授業が困難な場合、Hoppii にて配信）する。

**【参考書】**
Fluid Mechanics and Thermodynamics of Turbimachinery 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・実際の使われ方を交えて進めていきます。

**【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が、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。

【Outline and objectives】
Learning the basics of fluid mechanics and thermodynamics of turbomachinery.　Understanding the outline designing compressors and turbines

MEC500X1

# 流体機械特論２

玉木　秀明

単位数：2 単位　｜　開講時期：

**実務教員：**

**【授業の概要と目的（何を学ぶか）】**
ターボ機械とエネルギー機関（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】**

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|---|
| 第 1 回 | 概論・基本熱サイクル | 内燃機関の基本サイクル |
| 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) | コンバインドサイクルとコージェネレーション |
| 第 4 回 | ガスタービンの基本サイクルと性能特性 (3) | 圧縮機とタービンのマッチング |
| 第 5 回 | ガスタービンの基本サイクルと性能特性 (4) | ジェットエンジンサイクル（1）ターボジェットエンジン |
| 第 6 回 | ガスタービンの基本サイクルと性能特性 (5) | ジェットエンジンサイクル（2）ターボジェットファンエンジン |
| 第 7 回 | Loss Mechanism in Turbomachines (1) | Entropy Generation in Boudary Layers(1) 一般論 |
| 第 8 回 | Loss Mechanism in Turbomachines (2) | Entropy Generation in Boudary Layers(2) 翼面に発達する境界層 |
| 第 9 回 | Loss Mechanism in Turbomachines (3) | Mixing Process and Tip leakage loss(1)　混合損失 |
| 第 10 回 | Loss Mechanism in Turbomachines (4) | Mixing Process and Tip leakage loss(2)　翼端漏れ流れを中心に |
| 第 11 回 | Loss Mechanism in Turbomachines (5) | Entropy Production in Shock Waves, Endwall loss |
| 第 12 回 | Loss Mechanism in Turbomachines (6) | Endwall loss |
| 第 13 回 | Loss Mechanism in Turbomachines | Other Sources of Loss |
| 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【90 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【60 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) を使います（配布）。また、解説のための資料（日本語）を講義時に配布します。
（対面の授業が困難な場合、Hoppii にて配信します。）

**【参考書】**
「Internal Flow - Concepts and Applications」 E.M. Greitzer, C.S. Tan and M.B. Graf, Cambridge University Prsess
「Gas Turbine Theory 」H. Cohen, IHI Saravanamutto, CFC. Rodgers, Longman Scientific and Technical
「The DEsign 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 に関連した文献も積極的に取り入れていきます。実用性が高い部分を中心に、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。

**【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。）

【Outline and objectives】
Learning thermodynamic cycles in particular Brayton cycle (gas turbine cycle) strongly related to turbomachinery
Deepening understanding of fluid dynamics and thermodynamics through learning loss mechanism in turbomachinery

MEC500X1

# 機械力学特論

石井　千春

単位数：2 単位 ｜ 開講時期：

**実務教員：**

**【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，対面授業とオンライン授業を併用した開講となる。詳細については，授業開始日までに学習支援システム（Hoppii）に提示する。

**【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】**

| 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」、「機械振動学」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）】**
久曽神煌 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広く理解する。

【Outline and objectives】
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.

MEC500X1

# 制御工学特論

チャピ　ゲンツィ

単位数：2 単位　｜　開講時期：

**実務教員：**

**【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】**

| 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）】**
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 and objectives】
The aim of this course is to learn modern control theory. We will model several complex dynamic systems and design the feedback control using Matlab and Simulink.

PCE500X1

# プロセス制御特論

加藤　誠

単位数：2 単位　｜　開講時期：

**実務教員：**

**【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学習
7）燃料の燃焼による水・蒸気への熱エネルギー変換を主とした、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】**
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】**

| 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<br>MHI ゴミ焼却発電と計算機制御<br>& CO2 削減ビデオ<br>新規ＩＧＣＣプラント<br>蒸発器のモデル<br>炭素循環 |
| 第 2 回 | プロセス自動化と制御 | 計算機制御システム<br>POL と保守ツールと監視制御、<br>AM ステーション、シミュレータ、制御機器、<br>安全システムと装置、<br>リスク管理 |
| 第 3 回 | プロセス制御入門 | PID 制御・簡易ロバスト<br>カスケードとフィードフォワード制御、リサイクル,<br>自動と手動、3 要素制御, 物質収支制御,<br>Ｚ変換・むだ時間系,<br>むだ時間補償器,<br>むだ時間系の動特性と安定性 |
| 第 4 回 | タンク液位制御学生実験のシミュレーション課題 | ステップ応答からのパラメタ同定法,<br>ジーグラー・ニコルスのステップ応答法と限界感度法によるＰＩＤ制御調整法 |
| 第 5 回 | ファジー制御入門とタンクの液位制御ファジー制御 | メンバーシップ関数<br>ファジー推論<br>ファジー数学<br>ファジー決定<br>マンダニのファジー制御, 菅野のファジー制御ルール表, メンバーシップ関数, 非ファジイ化によるファジイ制御<br>蒸気発生器の離散値定性的シミュレーション |
| 第 6 回 | プロセスシーケンス制御入門<br>オンオフ制御入門 | 自己保持回路の各種表現<br>バッチプロセスの計量・混合シーケンスの例<br>MFG 表現・MLG 表現<br>SFC 表現<br>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表現の例題演習 | 冷凍機のシーケンス制御の例<br>フローチャート<br>デシジョンテーブル<br>論理回路<br>リレー回路<br>タイムチャート<br>SFC 表現 |
| 第 8 回 | アドバンスシーケンス制御表現 | マークフローグラフ (MFG)<br>シーケンシャルファンクションチャート (SFC) |

| | | |
|---|---|---|
| 第 9 回 | 運転支援システム<br>プラント安全技術 | 最適化燃焼制御<br>最適シーケンス制御<br>復水器洗浄ガイド<br>警報解析<br>診断システムの展開 (回転機振動診断)<br>リスク管理 |
| 第 10 回 | 化学・生物プロセスとプロセス制御の特徴 | 各種単位操作や制御装置を紹介する。特に、最近の高圧化学プロセスの例としてアンモニア合成法を紹介する。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についても紹介する。<br>２自由度制御 |
| 第 11 回 | 熱電併給薬品回収プロセス | 化学プロセスでもある製紙工場で使用されている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について紹介する。 |
| 第 12 回 | プロセスのロボット・メカトロニクス | 特に原子力プラントで使用されたロボットやシーケンス制御されたスーツブロワのメカトロニクスを紹介する |
| 第 13 回 | 原子力発電プロセス | 原子力事故を背景に、原子力発電プロセスの安全確保系統について紹介し、代替発電候補もいくつか紹介する。 |
| 第 14 回 | エネルギー変換 | プロセスにおける水のエネルギー変換<br>エクセルギー<br>ランキンサイクル<br>蒸気発生器<br>偏微分方程式 |

**【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）授業支援システムで公開している資料等の準備・予習と予習レポート作成

提供開始予定は 4 月 28 日

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復習レポートの追加

本授業の準備・復習時間は各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・花渕太 | 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 | グールド | 東京化学同人 |
| インテリジェント制御 | 福田敏男 | 昭晃堂 |

**【成績評価の方法と基準】**

平常点（演習課題、メール等での質疑の内容等）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：与えられた課題に的確な解答や展望や改善提案ができること。予習レポート 10%、復習レポート 40%

**【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会議に備えて 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 教室での実施した 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】**

昨年度まで秋学期集中科目でしたが本年度から秋学期毎週開講科目になります。

予習レポートは原則最初の授業日に持参すること、課題添付とメール添付での提出も認める。

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。

復習レポートは原則予習レポートに加筆・修正してレポート締切日に持参すること。課題添付と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 and objectives】

Process control is an important field that is in line with the servo mechanism in view of the classification in the application aspect of control and furthermore in a broad sense, in terms of control in a process, it is a broad field that comprehensively covers mechatronics and servo mechanisms, and its computer control. The system is packed with state-of-the-art excellent control technology, and learning for the students who intend to control the system is significant.

It is impossible to cover all of them, mainly here, the following items are aimed at the lesson.

1)Understand of basic and features of Process Control

2)Excersize of process control and Understand of small computer control experiments

3)Understand of control and monitoring for power plants

4)Understand of monitoring and control device for thermal processes and chemical processes

5)Understand of plant safety such as alarm, diagnostics technology and risk management

6)Learning of environmental problems through understanding carbon circulation, atomic generation and regeneration energy etc.

7)Learning of energy conversion from kinematic energy to electric energy,

via thermal energy conversion of water and steam by combustion of various fuels.

MEC500X1

# 機械音響工学特論

御法川　学

単位数：2 単位　｜　開講時期：

**実務教員：**

**【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】**

| 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 and objectives】
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.

MEC500X1

# 人間・感性工学特論

菱田　博俊

単位数：2 単位　｜　開講時期：

**実務教員：**

**【授業の概要と目的（何を学ぶか）】**
工学の大前提～心地良さの設計‥‥人を知り人生を支援する哲学
　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。

**【到達目標】**
1）人間、感性とは何かを理解する。
2）人間や感性に倣った、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。

**【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：　1日3．5時限分通しの集中講義を予定。菱田講義手帳サイト（http://ayugawara.g2.xrea.com/、http://www9.plala.or.jp/seitaikougaku/UNI/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、心地良さを実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。
1日目＝ 9 月 18 日 10:00～16:00 予定
2日目＝ 10 月 23 日 10:00～16:00 予定
3日目＝ 11 月 20 日 10:00～16:00 予定
4日目＝ 12 月 18 日 10:00～16:00 予定
日程は変更される可能性があるので、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：　新型コロナウィ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、注意していて下さい。
パーソナルミーティング ID ＝ 569-654-2883
https://us02web.zoom.us/j/5696542883?pwd=WWFSdEZXTHBnUUZmWnFqL1JnVmtGUT09
パスワード＝ 1234

**【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】**

| 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できるかを考える。 |
| 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・復習時間は、各4時間を標準とします。】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："みんなで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. マティーニ・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・桑田明徳・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・酒井譲・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・金子顕雄・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・金子顕雄・張錫亮："リラクゼィション手法の一原点である音と人間－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", 産業保健人間工学会第７回講演大会, 産業保健人間工学会 (2002-11) pp.72-75.
10) 中川健弓・菱田博俊・直井久："斜軸測投象法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.

**【成績評価の方法と基準】**

毎回の小レポート（概ね 40 点）、平常点及び人間感性認識体験（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。

**【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。

**【学生が準備すべき機器他】**

無し。

**【その他の重要事項】**

9 月 18 日 10:00 開始で、ZOOM により第 1 回目＝ガイダンスを行います。また、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。斯様に、第１時限目にかなり重要な事をするので、履修希望者は必ず出席して下さい。

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 and objectives】

The Great Premise of Engineering = Design for Comfort .... Philosophy to Know People and Support of Human Life
To understand what human engineering including ergonomics and kansei Engineering is, and to recognize that almost all engineering objects (systems) around you are related to human engineering including ergonomics and kansei Engineering. Finally to discuss on engineering from view points of human and Kansei engineering sense.

MEC500X1

# 航空機設計特論

御法川　学

単位数：2 単位　｜　開講時期：

**実務教員：**

**【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】**

| 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 | 航空機の分類、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 | 設計データーの作成 | 各種飛行機の機体仕様、性能の調査及び分類し、設計データーを作成する。 |
| 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ないます。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ー等を、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、積極的の飛行機のデーターを調べ、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 and objectives】
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.

INE500X1

# 宇宙飛行体特論

平子　敬一

単位数：2 単位　｜　開講時期：

**実務教員：**

**【授業の概要と目的（何を学ぶか）】**
人工衛星と一般的な衛星開発プロジェクトの進め方に興味を持つ学生を対象とする．プロジェクトの進め方では，文系，理系に共通的に活用できるいくつかのプロジェクトの技法を紹介する．（授業概要）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、衛星の姿勢制御に用いる実践的な制御則設計の基礎的な手法を理解，衛星開発プロジェクトでの利用頻度の高いいくつかのマネジメント技法の演習を通して理解する．更にそれぞれに課題を提起して発表・討論・解説を行ってディベートに慣れることを狙う．（授業の目的）衛星の基礎知識を把握し，制御系設計の基礎を習得する．また衛星開発プロジェクトでは，理系・文系に共通的にかつようできるマネジメント技法を習得して，将来の技術者・研究者の基本を習得する．また講義中の会話を通じて，将来のリーダとしての心構えの大枠を把握する．

**【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，集団においての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．正解答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，制御，プロジェクトマネジメントと 3 分野にわたるので，特段授業用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プリントを準備します．コロナ禍の状況によりますが，オンライン授業を前提として講義資料を学習支援システムを通じて提供する予定です．また，課題回答の発表と討論は，Zoom でのオンラインになる可能性が高いので，各人への Zoom 招待や，課題のフォローなどのため，各人のメールアドレスを以下の私のアドレス（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」などを活用する機会を提供する．また，Zoom でのオンラインでの課題発表，討議を通じて，自分の意見を述べ，相手の意見を聞くことでディベートに慣れることを狙う．オンラインではなく，対面授業でのコロナ禍のリスクが低くなった場合は，対面での課題発表の場を利用して，発表パワポの文字サイズ，発表姿勢，ポインタの使用要領などを紹介する．

**【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】**

| 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括的な説明（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括的な説明（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.<br>・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.<br>・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.<br>・課題回答全般について講評，解説する.<br>・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すること．設計解析ツール「MATLAB」などを利用できる環境を整えておくこと．課題として，基礎的な内容を例題として７項目提示する．課題１と２は，定量的な把握のための概算の要領を学習する．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する．課題５，６，７は，講義した技法を各自の体験例に適用して各自で実施することで技法を体験する．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説明をパワーポイント数枚にまとめて発表，印刷して提出する.

**【テキスト（教科書）】**

一般的衛星技術，制御の基礎知識，プロジェクトマネジメント技法に至るまで，範囲が多岐に渡る. 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を配布するため，教科書は必須ではない．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は MATLAB と制御系設計に関する一般的教科書が参考になる。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る.

**【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 ハンドフック（小林一行：秀和システム）・Matlab の総合応用（高谷邦夫：森北出版）

**【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点とする．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．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倫理的に説明することが重要．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思考プロセス，パラメータ設定の根拠などを明確に説明していることが重要．課題５，６，７は、技法の狙いを把握し、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．全般的に評価項目としては，・課題の確認・正確性・論理性・考察の深さ・パワポでの表現力と対面授業の場合は課題発表姿勢，を評価する.

**【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する．また，衛星についての予備知識が少ない学生が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る．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する．宇宙開発分野の専門用語を多用しないように配慮する.

**【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する．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する．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する.
講義資料は毎回出席者人数分を配布する.

**【その他の重要事項】**

課題発表のプレゼンテーションを通して，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図る．ディベート力の向上を図る.
また、講義は過去に説明した資料を参照する場合があるので，配布した資料は毎回持参すること.

【Outline and objectives】

Overview of spacecrafts, launch vehicles and key method of project management are explained. Also, practical basic design method of attitude control loops of spacecraft with flexible appendage such as large solar array panel is shown for students who has been interested in control system design. Materials are prepared for this lecture. Therefore, no texts are necessary. Seven exercises are issued and students make report with power point. If face to face lecture is difficult because of Covid-19, lecture and discussion will performed with Zoom, which means on-line lecture. In this case, internet tools such as Wi-Fi is necessary for Zoom.

MEC500X1

# 精密機械特論

菱田　博俊

単位数：2 単位 ｜ 開講時期：

**実務教員：**

**【授業の概要と目的（何を学ぶか）】**
精密‥‥時の最先端～機械と人間の共存と協調の歴史
　精密の本質的意味を理解し、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）精密の本質的意味を理解できる。　⇒　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3．5時限通しの集中講義を予定。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＝ 4 月 24 日 10:00～16:00 予定
2日目＝ 5 月 15 日 10:00～16:00 予定
3日目＝ 6 月 26 日 10:00～16:00 予定
4日目＝ 7 月 24 日 10:00～16:00 予定
日程は変更される可能性があるので、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：　新型コロナウィ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、注意していて下さい。
パーソナルミーティング ID ＝ 569-654-2883
https://us02web.zoom.us/j/5696542883?pwd=WWFSdEZXTHBnU
パスワード＝ 1234

**【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】**

| 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浚う。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 | 精密サインブル提示（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・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】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）】**
教科書は無い。

**【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・舟久保熙康・宮澤清人：” 精密工学序説”, 精密工学講座 1, コロナ社.
2）田口紘一・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）、平常点及び人間感性認識体験（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。

**【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。

**【学生が準備すべき機器他】**

無し。

**【その他の重要事項】**

4 月 24 日 10:00 開始で、ZOOM により第 1 回目＝ガイダンスを行います。また、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。斯様に、第 1 時限目にかなり重要な事をするので、履修希望者は必ず出席して下さい。

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 and objectives】

Precision .... The forefront of time - history of coexistence and coordination of machines and humans.
To understand the essential meaning of precision and to understand how it is human-like content.
In addition, to image precision and method to create precision in each process and/or category of engineering. Ultimately, to propose precision with uniqueness.

MEC500X1

# 数値解析法特論

松川　豊

単位数：2 単位 ｜ 開講時期：

**実務教員：**

**【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現象の数値解析法を学びます。

**【到達目標】**
伝熱現象と流体現象の数値解析法の基礎と、実際的な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】**

| 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) | 実際的な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、<br>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、また、演習が時間内に終わらなかった場合は各自で済ませておいてください。

**【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・演習の際には貸与パソコンが必要です。
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 and objectives】
This course introduces numerical analysis for heat transfer and fluid mechanics.

SES500X1

# 資源環境物理学特論

原田　幸明

単位数：2 単位　｜　開講時期：

**実務教員：**

**【授業の概要と目的（何を学ぶか）】**
資源とは何か、そのそれぞれの持つ特徴を理解し、持続可能な利用への道を議論できる程度を目指す。

**【到達目標】**
今後技術開発対象としてかかわるであろう資源に対して、その現状と持続可能な利用の道を自らの言葉で語れるようになること。

**【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」「DP3」に関連

**【授業の進め方と方法】**
資源リスクが顕著になってきている現在、その資源リスクの本質と解決への道筋を、最新の研究成果を用いながら明らかにする。
具体的には、2100 年をメドとした世界的な資源使用の予測、都市鉱山としてのわが国への資源蓄積とその循環利用の可能性、持続可能な資源利用の方向性と欧州のサーキュラーエコノミーの取り組みなどアップツーデートな課題に対する情報を提示し、その読み方底から引き出される製品設計、システム設計などへの実践の方向を論じる。
議論の背景として、資源とは何か、資源の「枯渇」とは何か、また、エネルギー、エクセルギー、エントロピー等の物理学的観点と、経済的観点、環境的観点の相違についても明らかにし、科学的見地からの資源の理解を身につける。
これからの「ものづくり」の主体となる受講者には、労働とともに富の源泉である資源の将来の利用を論じる場として積極的姿勢で受講して欲しい。

**【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】**

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|---|
| 1 | イントロダクション | 講義概要など |
| 2 | 資源とサステイナビリティ | 今話題になっている SDGs や資源効率の考え方、CO2 削減などの地球環境問題と資源問題の基本的な捉え方について論じる　さらに 資源利用の将来予測を最新の解析結果をもとに述べる |
| 3 | 資源とは何か | 資源とはいったい何か、それはいかにして形成されるのか、を述べる |
| 4 | 資源リスクの本質 | 資源の枯渇性、希少性、偏在性、不安定性など資源リスクのとらえ方について述べる。 |
| 5 | 元素構成と資源 | 資源理解の基本として、宇宙および地球の元素構成、またそれらがそれぞれに資源として注目される理由を述べる |
| 6 | 資源の顔① | 最も普遍的にみえる鉄と水の特殊な位置 |
| 7 | 資源の顔② | 希少な貴金属類がなぜ先端電子材料として用いられるのか等より詳細にその特徴、リスクの状態を明らかにする。 |
| 8 | 資源の顔③ | レアメタルおよびコモンメタルがなぜ使われるのかについて明らかにする。 |
| 9 | 資源代替技術の基本 | 減量・代替・循環を目指した使う立場からの資源戦略ととしての元素戦略の意義 |
| 10 | 資源代替技術の展開 | 元素戦略が切り開いた新たな代替技術の地平を紹介 |
| 11 | 資源の循環 | 地球環境圏と資源の循環、人間経済圏の中での資源の循環、その相互関係から循環型社会とは何かを論じる |
| 12 | 都市鉱山論 | 人間経済圏の中で新たに生み出される資源としてのリサイクル資源の現状を分析し、リサイクルのあり方を論じる |
| 13 | 熱力学と資源循環 | エントロピー エントロピー、エクセルギー等の熱力学的概念による資源環境論を紹介し、それらの持つ意味を論じる。 |
| 14 | モノづくりと資源効率 | 世界が追及している資源効率の改善、それをモノづくりの立場でどう取り組むか |

**【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。】資源やリサイクルに関する日々のニュースに耳を傾けること

**【テキスト（教科書）】**
そのつど配布資料を用いる

**【参考書】**
日刊工業新聞社「動き出したレアメタル代替戦略」￥2100
日刊工業新聞社「よくわかる　都市鉱山開発」

**【成績評価の方法と基準】**
毎回の小レポートと最終回の大レポートおよび授業参画度を加味して評価

**【学生の意見等からの気づき】**
学生の関心の高い元素についてより詳しく述べるようにしたい

**【学生が準備すべき機器他】**
オンラインのケースが想定されるので、ZOOM のできる環境。講義資料はその都度 PDF で配布するので、PDF が読めるソフト環境。

**【その他の重要事項】**
講義は基本的に隔週になるので、日程に注意してほしい。
初回は 9 月 22 日からで、10 月 6 日　20 日　11 月 3 日　24 日 (注意!)　12 月 8 日　1/12 日 (注意!) を予定している。

【Outline and objectives】
What is resources? The aim of this lecture is to understand the each feature of natural resources, and to discuss the way to sustainable use of the natural resources.

SES500X1

# 極地環境学特論

山口　一

単位数：2 単位　｜　開講時期：

**実務教員：**

**【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様になるのが、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ういうものか、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】**

| 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 | 海氷と地球環境 | 極地海洋と海氷との関わり、海洋大循環、アイス・アルベドー・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、急激な海氷の減少に伴う諸現象<br>南極との対比<br>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、急激な海氷の減少に伴う諸現象<br>南極との対比<br>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、急激な海氷の減少に伴う諸現象<br>南極との対比<br>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 | 海氷のリモートセンシング | 人工衛星を利用した海氷・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 | 海氷の数値予測：基礎 | 海氷の数値シミュレーション手法とその特徴 海氷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 | 海氷の数値予測：応用 | 流氷短期予報、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 | 氷海溜出油の移流・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。】特に無し。

**【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 and objectives】
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.

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：

**実務教員：**

**【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】**

| 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 70%以上の出席率に対してのみ、成績評価対象とする

**【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】**
PC を各自準備すること

**【その他の重要事項】**
特になし

【Outline and objectives】
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.
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.
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：

**実務教員：**

**【授業の概要と目的（何を学ぶか）】**
NHK World, BBC などから、科学技術その他の内容のニュース、インタビューを視聴し、また記事、スクリプトを読み、使える語彙力、聴解力を増強する。
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。
英語のニュースやインタビューが理解できる。
プレゼンや論文に使える語彙を増やす。
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】**
ニュース、インタビューを視聴し、関連記事、スクリプトの読解を行う。有用な表現の音読練習も行う。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】**

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|---|
| 1 | 導入 | 本授業、英語学習への導入 |
| 2 | 国内外のニュース | ニュース視聴、読解、語彙学習、発音練習を行う。 |
| 3 | 国内外のニュース | ニュース視聴、読解、語彙学習、発音練習を行う。 |
| 4 | 国内外のニュース | ニュース視聴、読解、語彙学習、発音練習を行う。 |
| 5 | 国内外のニュース | ニュース視聴、読解、語彙学習、発音練習を行う。 |
| 6 | 国内外のニュース | ニュース視聴、読解、語彙学習、発音練習を行う。 |
| 7 | 発音テスト及び指導 | リズム、ストレスに関するテスト及び指導 |
| 8 | インタビュー | インタビュー視聴、読解、語彙学習、発音練習を行う。 |
| 9 | インタビュー | インタビュー視聴、読解、語彙学習、発音練習を行う。 |
| 10 | インタビュー | インタビュー視聴、読解、語彙学習、発音練習を行う。 |
| 11 | インタビュー | インタビュー視聴、読解、語彙学習、発音練習を行う。 |
| 12 | インタビュー | インタビュー視聴、読解、語彙学習、発音練習を行う。 |
| 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 | 期末試験及び解説 | 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。
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．2011『東工大英単』研究社.

**【成績評価の方法と基準】**
筆記試験　40 %
発音テスト　30 %
平常点、授業への参加度　30 %

**【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、資格試験、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 and objectives】**
The objective of this class is to improve students' reading and listening skills and vocabulary by watching English news and interviews and reading articles and scripts on NHK World and BBC. Supra-segmental aspects of English pronunciation are also dealt with.

MEC500X1

# 摩擦の原子論特論

平野　元久

単位数：2 単位 ｜ 開講時期：

**実務教員：**

**【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】**

| 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）】**
松川 宏,「岩波講座 物理の世界　摩擦の物理」, 岩波書店 (2015).

**【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 and objectives】
The purpose 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 atomism in which various mechanical properties of materials are expressed from the basic properties of interatomic interactions.

MEC500X1

# 精密工学特論

吉田　一朗

単位数：2 単位　｜　開講時期：

**実務教員：**

**【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ついての社会的意義や学術的意義を理解できており，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が発出された場合を鑑み，秋学期中，必要に応じてオンラインでの開講となる。それにとも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】**

| 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６７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．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，これらの実務験と考察に基づいたものである。

【Outline and objectives】

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.

MEC500X1

# 機械振動学特論

相原　建人

単位数：2 単位 ｜ 開講時期：

**実務教員：**

**【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】**

| 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 and objectives】
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.

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

単位数：3 単位　｜　開講時期：年間授業/Yearly

実務教員：

**【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】**

| 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 and objectives】
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.

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　一朗、相原　建人、平野　利幸

単位数：2 単位　｜　開講時期：年間授業/Yearly

実務教員：

**【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】**

| 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）】**
指導教授による

**【参考書】**
指導教授による

**【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 and objectives】
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.

INE700X1

# 環境・エネルギー特別研究１・２・３

御法川　学

単位数：3 単位　｜　開講時期：年間授業/Yearly

実務教員：

**【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】**
回　　テーマ　　内容

**【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 and objectives】
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：**2 単位**　｜　開講時期：**年間授業**/Yearly

**実務教員：**

**【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実験、解析を通じて、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し、実験や解析を遂行する基礎的能力を身に付ける。

**【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。
各種の解析、実験を行い、考察を通じて、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】**
回　　テーマ　　内容

**【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 and objectives】
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 experiment and analysis.

INE700X1

# 環境・エネルギー特別研究１・２・３

川上　忠重

単位数：3 単位　｜　開講時期：年間授業/Yearly

**実務教員：**

**【授業の概要と目的（何を学ぶか）】**
環境・エネルギー特別研究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、機械工学の発展的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】**
・環境・エネルギー特別研究の研究室での研究に参加し、研究報告を主体的に行うことができる。
・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、論文投稿を自ら行うことが出来る。

**【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」「DP4」「DP5」に関連

**【授業の進め方と方法】**
研究室における研究活動
春学期の授業の一部ははオンラインでの開講を予定している。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。
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】**

| 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 and objectives】
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.

INE700X1

# 環境・エネルギー特別実験１・２・３

川上　忠重

単位数：2 単位　｜　開講時期：年間授業/Yearly

実務教員：

**【授業の概要と目的（何を学ぶか）】**
環境・エネルギー特別実験の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な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、多角的見地から討論することができる。
・高度な実験装置の製作、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】**
指導教授よる遠隔授業を含む講義形式とする。
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】**

| 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）】**
指導教授により、適宜、指示する。

**【参考書】**
指導教授により、適宜、指示する。

**【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 and objectives】
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.

MEC700X1

# ヒューマンロボティクス特別研究１・２・３

チャピ　ゲンツィ

単位数：3 単位　｜　開講時期：年間授業/Yearly

実務教員：

【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】

| 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）】
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 and objectives】
To provide students with comprehensive knowledge on human robotics systems and improve research and presentation skills.

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

実務教員：

【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】

| 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 and objectives】
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

MTL700X1

# マテリアルプロセッシング特別研究１・２・３

新井　和吉

単位数：3 単位 ｜ 開講時期：年間授業/Yearly

実務教員：

**【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，マテリアルプロセッシング分野）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】**
材料の粘弾性に関する力学特性や構造部材の製造法と性能解析，超高速衝突損傷と新複合材料の創製などに関する先端的，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】**
博士後期課程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．
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】**
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】**

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|---|
| 第 1 回 | 概説 | 講義内容の説明 |
| 第 2 回 | 文献調査 | 先行研究の調査と議論 |
| 第 3 回 | 文献調査 | 先行研究の調査と議論 |
| 第 4 回 | 文献調査 | 先行研究の調査と議論 |
| 第 5 回 | 材料の粘弾性 | 材料の粘弾性に関する力学特性の説明 |
| 第 6 回 | 材料の粘弾性 | 材料の粘弾性に関する力学特性の説明 |
| 第 7 回 | 材料の粘弾性 | 材料の粘弾性に関する力学特性の説明 |
| 第 8 回 | 構造部材の製造法 | 構造部材の製造法の説明 |
| 第 9 回 | 構造部材の製造法 | 構造部材の製造法の説明 |
| 第 10 回 | 構造部材の製造法 | 構造部材の製造法の説明 |
| 第 11 回 | 構造部材の製造法 | 構造部材の製造法の説明 |
| 第 12 回 | 構造部材の性能評価 | 構造部材の性能評価法の説明 |
| 第 13 回 | 構造部材の性能評価 | 構造部材の性能評価法の説明 |
| 第 14 回 | 構造部材の性能解析 | 構造部材の性能解析の説明 |
| 第 15 回 | 構造部材の性能解析 | 構造部材の性能解析の説明 |
| 第 16 回 | 超高速衝突損傷 | 超高速衝突損傷事例 |
| 第 17 回 | 超高速衝突損傷 | 超高速衝突損傷事例 |
| 第 18 回 | 超高速衝突実験と理論 | 超高速衝突実験と理論の説明 |
| 第 19 回 | 超高速衝突実験と理論 | 超高速衝突実験と理論の説明 |
| 第 20 回 | 超高速衝突実験と理論 | 超高速衝突実験と理論の説明 |
| 第 21 回 | 有限要素法による衝撃解析 | 有限要素法による衝撃解析の基礎解析 |
| 第 22 回 | 有限要素法による衝撃解析 | 有限要素法による衝撃解析の基礎解析 |
| 第 23 回 | 有限要素法による衝撃解析 | 有限要素法による衝撃解析の基礎解析 |
| 第 24 回 | 有限要素法による衝撃解析 | 有限要素法による衝撃解析の応用解析 |
| 第 25 回 | 有限要素法による衝撃解析 | 有限要素法による衝撃解析の応用解析 |
| 第 26 回 | 有限要素法による衝撃解析 | 有限要素法による衝撃解析の応用解析 |
| 第 27 回 | 新複合材料の創製 | 新複合材料の創製の説明 |
| 第 28 回 | 新複合材料の創製 | 新複合材料の創製の説明 |

**【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 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 and objectives】
This class aims to acquire superior research capabilities on mechanical engineering (in particular, materials processing fields) for acquiring a doctorate (engineering) degree through practical and advanced research activities.

MTL700X1

# マテリアルプロセッシング特別実験１・２・３

新井　和吉

単位数：2 単位 ｜ 開講時期：年間授業/Yearly

実務教員：

**【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実験，解析を通じて，博士（工学）の学位取得に向けた機械工学（特に，マテリアルプロセッシング）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】**
材料の粘弾性に関する力学特性や構造部材の製造法と性能解析，超高速衝突損傷と新複合材料の創製などに関する先端的，応用的研究の概念や手法を，個別のテーマに展開し，実験や解析を遂行する基礎的能力を身に付ける．

**【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】**
博士後期課程研究による研究遂行による．
各種の解析，実験を行い，考察を通じて，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．
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】**
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】**

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|---|
| 第 1 回 | 概説 | 講義内容の説明 |
| 第 2 回 | 文献調査 | 先行研究の調査と議論 |
| 第 3 回 | 文献調査 | 先行研究の調査と議論 |
| 第 4 回 | 文献調査 | 先行研究の調査と議論 |
| 第 5 回 | 研究提案発表 | 研究内容の検討と提案 |
| 第 6 回 | 研究提案発表 | 研究内容の検討と提案 |
| 第 7 回 | 研究提案発表 | 研究内容の検討と提案 |
| 第 8 回 | 実験方法の検討と提案 | 実験方法の検討とその詳細提案 |
| 第 9 回 | 実験方法の検討と提案 | 実験方法の検討とその詳細提案 |
| 第 10 回 | 実験方法の検討と提案 | 実験方法の検討とその詳細提案 |
| 第 11 回 | 高速衝突実験の実施 | 高速衝突実験の実施と実験データの取得 |
| 第 12 回 | 高速衝突実験の実施 | 高速衝突実験の実施と実験データの取得 |
| 第 13 回 | 高速衝突実験の実施 | 高速衝突実験の実施と実験データの取得 |
| 第 14 回 | 高速衝突実験の実施 | 高速衝突実験の実施と実験データの取得 |
| 第 15 回 | 高速衝突実験の実施 | 高速衝突実験の実施と実験データの取得 |
| 第 16 回 | 高速衝突実験の実施 | 高速衝突実験の実施と実験データの取得 |
| 第 17 回 | 高速衝突実験の実施 | 高速衝突実験の実施と実験データの取得 |
| 第 18 回 | 高速衝突実験の実施 | 高速衝突実験の実施と実験データの取得 |
| 第 19 回 | 高速衝突解析の実施 | 有限要素法による高速衝突解析の実施 |
| 第 20 回 | 高速衝突解析の実施 | 有限要素法による高速衝突解析の実施 |
| 第 21 回 | 高速衝突解析の実施 | 有限要素法による高速衝突解析の実施 |
| 第 22 回 | 高速衝突解析の実施 | 有限要素法による高速衝突解析の実施 |
| 第 23 回 | 高速衝突解析の実施 | 有限要素法による高速衝突解析の実施 |
| 第 24 回 | 進捗状況の報告と評価 | 実験および解析結果の報告とその評価 |
| 第 25 回 | 進捗状況の報告と評価 | 実験および解析結果の報告とその評価 |
| 第 26 回 | 進捗状況の報告と評価 | 実験および解析結果の報告とその評価 |
| 第 27 回 | 最終発表 | 研究成果の最終発表 |
| 第 28 回 | 最終発表 | 研究成果の最終発表 |

**【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 1 時間を標準とします。】特になし．

**【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 and objectives】
This class aims to acquire superior research capabilities on mechanical engineering (in particular, materials processing fields) for acquiring a doctorate (engineering) degree through practical and advanced experiment and analysis.

ELC500X2

# 回路工学特論 1

安田　彰

単位数：2 単位　｜　開講時期：

**実務教員：**

**【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で必要な，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．
ーーーーーーーー

**【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】**

| 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をしておく。

**【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 and objectives】
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：

**実務教員：**

**【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】**
基本的な非線形回路と人工ニューラルネットの概念の理解。

**【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、討論
オンライン授業の場合は Hoppii 記載事項やお知らせに従うこと。

**【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】**

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|---|
| 1 | 導入 | 非線形システムと非線形現象 |
| 2 | 連続時間非線形回路 | 平衡点の安定性 |
| 3 | 連続時間非線形回路 | リミットサイクル |
| 4 | 連続時間非線形回路 | 平均化法 |
| 5 | 連続時間非線形回路 | 調波平衡法 |
| 6 | 連続時間非線形回路 | 記述関数法 |
| 7 | 離散時間非線形回路 | 回転と AD 変換 |
| 8 | 離散時間非線形回路 | 周期倍分岐 |
| 9 | 離散時間非線形回路 | カオス |
| 10 | 人工ニューラルネット | ニューロンモデルと平衡点 |
| 11 | 人工ニューラルネット | エネルギー関数, 最適化 |
| 12 | 人工ニューラルネット | パーセプトロンと連想記憶 |
| 13 | 人工ニューラルネット | 相関学習、神経統計力学 |
| 14 | 人工ニューラルネット | 多層パーセプトロンと最急降下法 |

**【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。】研究動向の調査とまとめ

**【テキスト（教科書）】**
なし

**【参考書】**
田中、齊藤：ニューラルネットと回路、コロナ社

**【成績評価の方法と基準】**
平常点 (40%)、レポートと発表 (60%)

**【学生の意見等からの気づき】**
歴史的に重要な基礎事項が重要

【Outline and objectives】
An introduction to analysis and synthesis of nonlinear circuits and artificial neural networks.

ELC500X2

# 電磁波通信工学特論１

岩崎　久雄

単位数：２単位　｜　開講時期：

**実務教員：**

**【授業の概要と目的（何を学ぶか）】**
電波を用いた通信やエネルギー伝送を行うワイヤレスシステムの概要を理解し、そのワイヤレスシステムの中でアンテナ・高周波回路・電波伝搬等がどのようにシステムに寄与しているかを把握する。

**【到達目標】**
1.
高周波伝送線路とアンテナを理解し、基礎・応用技術を修得する。
2.
アンテナ・電波伝搬の無線通信システムへの寄与を把握する。
3.
研究開発動向を理解し、今後のシステム開発に不可欠な技術を理解する。

**【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１０週目まで、基本的・必須的な知識を解説し、無線通信システムに不可欠な技術を講義する。１１週から１４週で、研究開発動向を理解し、キー技術を把握し、その内容を発表し質疑討論を行う。
5 月 14 日から授業開始します。

**【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】**

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|---|
| 1 | ガイダンス | 本講義の進め方を説明する |
| 2 | 伝送線路特性Ⅰ | 高周波伝送線路方程式に関する講義を行う |
| 3 | 伝送線路特性Ⅱ | 高周波無損失伝送線路の基礎方程式に関する講義を行う |
| 4 | 伝送線路特性Ⅲ | 反射特性・定在波比に関する講義を行う |
| 5 | 伝送線路特性Ⅳ | 特性インピーダンスに関する講義を行う |
| 6 | マクスウエルの方程式 | 空間の放射される電波に関する講義を行う |
| 7 | 電波伝搬Ⅰ | 移動通信おける電波伝搬に関する講義を行う |
| 8 | 電波伝搬Ⅱ | ダイバーシチ受信に関する講義を行う |
| 9 | 送受信技術Ⅰ | ＯＦＤＭ(直交周波数分割多重）に関する講義を行う |
| 10 | 送受信技術Ⅱ | ＭＩＭＯ（Multi-input and Multi-Output) に関する講義を行う |
| 11 | ワイヤレス人体検知システム | ワイヤレス人体検知システムに関する調査結果のプレゼンテーションを行う |
| 12 | IoT 無線通信システム | IoT 無線通信システムに関する調査結果のプレゼンテーションを行う |
| 13 | ワイヤレス給電システム | ワイヤレス給電システムに関する調査結果のプレゼンテーションを行う |
| 14 | 超広帯域アンテナを用いたシステム | 超広帯域アンテナに関する調査結果の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４時間を標準とします。】本授様々な無線通信システム関する技術と論文等を事前に学習してください。

**【テキスト（教科書）】**
講義する内容は、事前に配布しますので、教科書は使用しません。

**【参考書】**
１．よくわかるワイヤレス通信　　東京電機大学出版　　田中博、風間宏志
２．やさしいディジタル無線　　電気通信協会　　田中良一

**【成績評価の方法と基準】**
プレゼンテーションの発表内容５０％と質疑応答５０％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 and objectives】
Understand the outline of a wireless system that performs communication and energy transmission using radio waves, and understand how antennas, high-frequency circuits, radio wave propagation, and the like contribute to the system in the wireless system.

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：

**実務教員：**

**【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】**
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】**

| 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 impedancce 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 impedancce 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）】**
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】**
平常点および口頭試問で評価する。

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

ELC500X2

# 通信伝送工学特論 1

山内　潤治

単位数：2 単位　｜　開講時期：

**実務教員：**

**【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取り上げ、各種デバイス、システムの理解を深める。

**【到達目標】**
最新の通信工学の英論文を題材とし、通信工学における問題解決法に実際に触れて、科学的、工学的発想を取得させる。

**【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】**
4 月 13 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】**

| 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. Taflove and S. Hageness, Computational Electrodynamics, Artech House, 2005.

**【成績評価の方法と基準】**
平常点、口頭試問による。

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

ELC500X2

# 電磁界数値解析特論

岡本　吉史

単位数：2 単位 ｜ 開講時期：

**実務教員：**

**【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枢である 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）】**

**【授業の進め方と方法】**
変位電流を無視できる周波数帯域における電気機器の電磁界解析法について，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】**

| 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．スマートフォンの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，樫山和男，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 and objectives】
The lecture is focused on the finite element analysis of Maxwell equation which governs electromagnetic field in space-time using differential and integral calculus, linear algebra, and vector analysis.

ELC500X2

# 電子物性工学特論 1

**中村　俊博**

単位数：**2 単位**　｜　開講時期：

**実務教員：**

**【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着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。オンラインでの開講となった場合、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。授業日までに具体的なオンライン授業の方法などを、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】**

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

ELC500X2

# 電子物性工学特論２

**中村　俊博**

単位数：**２単位**　｜　開講時期：

**実務教員：**

**【授業の概要と目的（何を学ぶか）】**
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。
オンラインでの開講となった場合、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。授業日までに具体的なオンライン授業の方法などを、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】**

| 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 and objectives】
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.

ELC500X2

# 知能ロボット特論

伊藤　一之

単位数：2 単位　｜　開講時期：

**実務教員：**

**【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研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】**

| 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の重要性を解説する |
| 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 and objectives】
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.

ELC500X2

# 知的制御特論

伊藤　一之

単位数：2 単位 ｜ 開講時期：

**実務教員：**

**【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】**

| 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） | ライントレースロボットを例題として、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 and objectives】
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.

ELC500X2

# 集積回路特論 1

南部　博昭

単位数：2 単位　｜　開講時期：

**実務教員：**

**【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**集積回路技術**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】**
※本授業はオンライン (Zoom) での講義を基本とします。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。
=====
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、アナログおよびディジタル・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ＬＳＩ回路を例題に、最新のＬＳＩ回路について解説する。

**【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】**

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|---|
| 第 1 回 | 集積回路の概要 | 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 | バイポーラディジタル回路 (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 | バイポーラディジタル回路 (2) | DTL 回路、TTL 回路、ECL 回路、IIL 回路 |
| 第 13 回 | バイポーラディジタル回路 (3) | バイポーラディジタル回路の 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ＬＳＩ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。

**【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 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 and objectives】
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.

ELC500X2

# 集積回路特論２

南部　博昭

単位数：**２単位**　｜　開講時期：

**実務教員：**

**【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**集積回路技術**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】**
※本授業はオンライン (Zoom) での講義を基本とします。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。
=====
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、アナログおよびディジタル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。

**【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】**

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|---|
| 第 1 回 | 集積回路の概要 | 集積回路の概要 |
| 第 2 回 | ＭＯＳトランジスタ (1) | ＭＯＳ Trs の構造と特性 |
| 第 3 回 | ＭＯＳトランジスタ (2) | ＭＯＳ Trs のモデル化 (BSIM3 モデル等) と SPICE シミュレーション |
| 第 4 回 | ＭＯＳディジタル回路 (1) | 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 |
| 第 5 回 | ＭＯＳディジタル回路 (2) | 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 |
| 第 6 回 | ＭＯＳディジタル回路 (3) | EE/ED 回路、CMOS 回路、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ディジタル回路 (4) | MOS ディジタル回路の SPICE シミュレーション |
| 第 8 回 | ＭＯＳアナログ回路 (1) | ソース接地増幅回路、定電流/定電圧回路、差動増幅回路、MOS 演算増幅器 |
| 第 9 回 | ＭＯＳアナログ回路 (2) | 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、ミクサ、VCO 等) |
| 第 10 回 | ＭＯＳアナログ回路 (3) | MOS アナログ回路の SPICE シミュレーション |
| 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。

**【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 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 and objectives】
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.

ELC500X2

# 半導体工学特論

宇佐川　利幸

単位数：2 単位　｜　開講時期：

**実務教員：**

**【授業の概要と目的（何を学ぶか）】**
半導体工学には、量子力学の関与が広い範囲で現れる。本講義では、筆者の研究開発も交えて、やや偏った最先端の半導体工学の最前線を紹介する。最初に半導体の物理を「キッテルの固体物理学」を用いて、結晶構造、Bloch 式による電子状態、金属が電子液体であること、などを学ぶ。Si,　SiC 半導体での電子移動度の物理や、超高温（700 ℃位まで）FET 動作を、ガスセンサ、パワーデバイスの事例を紹介する。また数 10 ナノの Si-ULSI では、配線金属の Cu 金属の粒界散乱が抵抗を決定し始めており、その物理的側面を紹介する。また Pt 貴金属粒界間の電気伝導が水素環境下において、乖離水素が Pt 粒界電気伝導や MOSFET の閾値電圧 Vth の値変化や Pt 薄膜の電気伝導が変化する水素物性を紹介する。この特異な Pt-Ti-O ゲート MOSFET の水素類似ガスの検出するガスセンサを紹介する。

**【到達目標】**
現状半導体がおかれている状況は、集積化路線が一部のメーカに偏り始めている。これを踏まえて、新しい半導体工学の流れやベースにあるデバイスやデバイス物理を理解する。講義の内容を、自分の行っている研究に役立てることを目指す。一方無謀とも思える方向にも一定の研究を注ぐべきフェーズになっているように感じる。
若い大学院生にはぜひチャレンジしてほしい。
配布論文を復習として読むことを進める（学術論文は教科書とは異なり、研究を始めた大学院生には良い教訓が得られると思う）。

**【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】**
配布論文を復習として読むことを進める（学術論文は教科書とは異なり、研究を始めた大学院生には良い教訓が得られると思う）。
微細化技術を原動力とする半導体技術の成熟化に伴い、半導体産業は大きな転換期を迎えつつある。この様な成熟環境下での研究開発の方向のひとつは、微細加工技術には依存しない「材料技術」からのアプローチである。本講義では、主として電子デバイスの発展を通じたヘテロ接合/量子井戸/バンドギャップ/半導体上の各種接合などの材料技術思想が果たした歴史的役割（失敗も含む）を俯瞰し、今後の発展方向の議論や講師の研究も紹介したい。授業の 1 － 2 日前に当日授業内容をメールでファイルを渡すことで、予習ができるようにする.

**【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】**
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】**

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|---|
| 第 1 回 | 半導体物理学の復習 1 | Si,GaAs,SiC の結晶構造；k－空間の構造、キッテルの固体物理をベースに紹介 |
| 第 2 回 | 半導体物理学の復習 2 | Bloch 方程式と工学的事例；　クローニッヒペニーモデルを紹介 |
| 第 3 回 | 電子液体としての金属 | Fermi liquid (フェルミ液体) など |
| 第 4 回 | 移動度 $\mu$ の由来と温度特性 | Si,SiC 結晶の移動度 $\mu$ ；各種機構（低温から高温：７００℃まで） |
| 第 5 回 | 高温動作（700 ℃）SiC-MOSFET | 高温動作が可能な SiC 半導体の事例：パワーデバイスの小型化や高温でのガスセンサ動作 |
| 第 6 回 | 金属の電気伝導：温度特性 | Si-LSI の配線金属 Cu 等の電気伝導と温度特性；Cu 粒界律速で抵抗が決まる |
| 第 7 回 | 金属/半導体（金属）間トンネル効果 | 金属の接触抵抗のオーミック特性：トンネル効果の WKB 近似 |
| 第 8 回 | 量子細線の電気伝導 | 数 10nm レヴェルの加工技術の Si － ULSI の配線では、Cu 粒界の抵抗が高速化・高密度化の制限因子になる時代 |
| 第 9 回 | 金属粒界間電子トンネル効果 | Cu,Pt 微粒子の粒界障壁での電子のポテンシャル障壁のトンネル効果：WKB 近似からのアプローチ |
| 第 10 回 | Pt 粒界に蓄積する水素原子の定量 | 水素顕微鏡、TEM,　SEM などによる水素原子の定量 |
| 第 11 回 | 金属粒界間水素アシスト電子トンネル効果 | Cu,Pt 微粒子の粒界障壁での電子のポテンシャル障壁のトンネル効果<br>水素原子がポテンシャル障壁を下げる現象 |
| 第 12 回 | Pt-Ti-O ゲート Si-MOSFET 型 水素類似ガスセンサ原理 | Pt 微粒子粒界間隙を乖離水素原子が移動、Pt-H 分極による閾値電圧のシフトから、外界の水素濃度を決定する。 |
| 第 13 回 | Pt-Ti-O ゲート Si-MOSFET 型 水素類似ガスセンサ | デバイス動作、デバイス構造、具体的応用例、MEMS 構造などの熱設計 |
| 第 14 回 | 金属酸化物半導体 (スズ酸化物 SnO2) のガスセンサ | SnO2 微粒子の接合の物理；水素ガス吸着による、表面空乏層の変化でガス濃度を検知；WKB 近似からのアプローチ |

**【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。】配布論文を復習として読むことを進める（学術論文は教科書とは異なり、研究を始めた大学院生には良い教訓が得られると思う）。量子力学、半導体物理、半導体デバイスの原理について、学部の授業内容を復習して欲しい。英語の文献を読みこなす訓練をして欲しい。仲間を作って勉強会をやると能率的です。

**【テキスト（教科書）】**
レジュメを配布する。行間を埋めて欲しい。

**【参考書】**
半導体デバイスの標準的教科書は例えば、S.M.Sze　Physics of Semiconductor Devices, Wiley& Sons
原論文を授業で示すので、読んでみて欲しい。

**【成績評価の方法と基準】**
(1) 試験の 1 月前くらいにレポート問題を出すので、最終講義日までに提出。
(2) レポート問題 (40%) の出来具合と平常点 (60%) を加味して総合的にきめる。

**【学生の意見等からの気づき】**
昨年は、学生の現状についての認識にギャップがあったので、今年は、基礎フェーズに戻して講義する。

**【その他の重要事項】**
自分で勉強し、考える態度を身につけよう。過去の失敗例も重要な知的財産である。疑問が生じたら、すぐに教官に質問しよう。仲間と議論するのも有用。配布論文を復習として読むことを進める（学術論文は教科書とは異なり、研究を始めた大学院生には良い教訓が得られると思う）。

【Outline and objectives】
The purpose and the overview of the focused semiconductor engineering;
(0) Summary of semiconductor physics; Crystal structure, Bloch equation, Fermi liquids, Physics of mobility until about 700 ℃, Power FETs, FETs type Hydrogen gas sensors, Physics of temperature dependence of metals such as Cu, Pt, Ti crystals.
(1) A few nm level of ULSI wiring by Cu metals is limited by the Cu-grain boundary resistance instead of Cu resistivity.
(2) Metal/Semiconductor quantum tunneling in ohmic contacts
(3) Hydrogen-assisted lowering potential between Pt grain boundaries shows Vth shift of Pt-gate MOSFETs or the change the Pt films under hydrogen gas environment.
(4) Pt-Ti-O gate Si-MOSFET or SiC MOSFET hydrogen gas sensors
(5) Oxidized Sn semiconductor indicate changing surface potentials by gas adsorption

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：

**実務教員：**

**【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】**
イオンビームの固体への照射は，不純物ドープ，改質，新材料の創製と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する。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っていきます。 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】**

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|---|
| 1 | イオンと原子 | 原子のサイズ、単位 |
| 2 | 弾性散乱 | イオンと原子核との弾性散乱過程の詳述 |
| 3 | 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 |
| 4 | 散乱確率と散乱断面積 | 中心力による散乱断面積の導出 |
| 5 | 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 |
| 6 | 弾性散乱と核反応 | 弾性散乱の範囲と散乱断面積の補正 |
| 7 | 演習 | 各種原子とイオンとの散乱断面積の計算 |
| 8 | 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 |
| 9 | 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 |
| 10 | イオン散乱による元素分析 | イオン散乱スペクトル |
| 11 | イオン散乱による元素分析 | 元素の深さ分布解析 |
| 12 | イオン散乱による元素分析 | 化合物の組成比解析 |
| 13 | イオンチャネリング | イオンチャネリングによる結晶性評価 |
| 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プ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 and objectives】
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 scattering method which is analysis technique using ion beam.

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：

**実務教員：**

**【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】**

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|---|
| 1 | 講義概要 | パワーエレクトロニクス製品の紹介，本講義で解説する内容の概要説明 |
| 2 | 半導体スイッチ素子 | ダイオード，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 |
| 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 |
| 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 25 %および講義中の質疑応答 15 %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 and objectives】
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：

**実務教員：**

**【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（コロナ禍におけるオンライン授業の実施にともない変更する可能性有り）．
・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】**

| 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 | 試験・まとめと解説 | 試験とそれを通した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】**
期末試験 40%，演習 40%，課題レポート 20%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 and objectives】
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.

ELC500X2

# 情報伝送工学特論 1

斉藤　茂樹

単位数：2 単位 ｜ 開講時期：

**実務教員：**

**【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。これらにはデジタル信号処理が応用されている。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、デジタルフーリエ変換、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高速フーリエ変換や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】**

オンライン授業でも対面と同様にテキストと同時に白板を共有化し筆記しながら説明を行う。随時、Q＆A、投票、グループ討論等で理解度を測る。特に項目毎の○ × 問題で授業を振り返る。重要な点は各自ノートに書くことで理解を深める。また 13 回目に授業内の課題の講評や解説を行う。

本授業は、「問題を提起しその解決手段（対策）を自身が考え自身の脳を鍛える」ことを基本として、技術を単に知識としてではなく使える技術力として身に着けることを主眼とする。難解な理論も作られた理由を考えることで、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。

例えば、位相特性が悪い伝送路でデジタル信号は何故歪むのか？ 歪を修正するには？ デジタルフィルタで、自由自在に波形を変えられるか？ 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】**

| 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、逆ディスクリートフーリエ変換が使用されている、○か × か？<br>（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<br>Z 変換 | X(n)⇒X^2(n) なるシステムは FIR フィルタで表せる、○か × か？<br>（畳み込み、ＦＩＲフィルタ） |
| 第 3 回 | ディスクリートフーリエ級数<br>（DFS） | 1 周期“１１１０”の周期信号は、直流を含む４つの周波数の信号の合成で表せる、○か × か？<br>（周期信号のフーリエ変換） |
| 第 4 回 | ディスクリートフーリエ変換<br>（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？<br>（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 | 連続信号は分割して DFT 処理した後で結合すればよい、○か × か？<br>（折り返し雑音、オーバラップ 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？<br>（周波数分解能、N ポイント） |
| 第 7 回 | 伝達関数 | 歪んだ波形を元通りにするには、その時間波形に逆伝達関数を乗算すればよい、○か × か？<br>（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？<br>（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。<br>（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？<br>（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？<br>（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。<br>（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）。<br>（課題は解明できたか） |
| 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、各講義において、課題解決に向けた参考資料を配布する。オンライン授業時は、各自ダウンロードして印刷すること。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「ディジタル信号処理（上）」コロナ社

**【成績評価の方法と基準】**
平常点（70%）、質疑応答状況 (10%)、まとめ演習 (20%、必須) を総合して評価する。まとめ演習は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、質疑応答状況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】**
授業目標の達成、成績評価基準の明示については、本シラバスに明記。応用力及び思考力については、グループ討論、演習により改善を図った。
項目毎に小問題を設け集中力向上を図る。

**【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１に続けて２を、更に情報伝送工学特論１及び２を履修することを薦める。伝送の基礎理論から応用システムまで、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機を開発（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 用無線技術やﾃﾞｼﾞ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 and objectives】
Easy-to-understand (useable) digital signal processing:
The disorder of the TV screen got less while moving. The data speed of smartphones gets faster and faster, access speed to overseas cloud servers is very fast. Digital signal processing is applied to these. Digital signal processing is now an essential key technology to various advanced digital devices.
In this lecture, we will mainly study "basic technology of digital signal processing for communication (especially digital Fourier transform, digital filter, fast Fourier transform, adaptive equalization)" as usable digital signal processing. It will become the basic knowledge in developing enterprise digital related products after graduation. We will study it with application examples and problem exercises to mobile phones, terrestrial digital broadcasting and optical communications. We will also cultivate inquiry into technology by solving the problem.
"Adaptive Equalization" that sequentially estimates characteristics of a path of an optical signal and compensates distorted signals is a state-of-the-art technology of optical communication. Application is endless.

ELC500X2

# 情報伝送工学特論２

斉藤　茂樹

単位数：**2 単位**　｜　開講時期：

**実務教員：**

**【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。このように伝送の基礎理論が駆使されている。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。

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付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】**

オンライン授業でも対面と同様にテキストと同時に白板を共有化し筆記しながら説明を行う。随時、Q＆A、投票、グループ討論等で理解度を測る。特に項目毎の○ × 問題で授業を振り返る。重要な点は各自ノートに書くことで理解を深める。また 13 回目に授業内の課題の講評や解説を行う。

本授業は、「問題を提起しその解決手段（対策）を自身が考え自身の脳を鍛える」ことを基本として、技術を単に知識としてではなく使える技術力として身に着けることを主眼とする。難解な理論も作られた理由を考えることで、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。

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】**

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|---|
| 第 1 回 | はじめに<br>（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？<br>（電力、スペクトル、変復調、フィルタ・・・） |
| 第 2 回 | 符号化<br>（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<br>（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<br>（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？<br>（技術士国家試験の問題）<br>（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？<br>（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<br>（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ｆｍ × ２倍以上必要だ、○か × か？<br>（標本化定理の真の意味） |
| 第 6 回 | 無歪伝送条件２ | デジタルデータはインパルスとみなせるので相互に干渉することはない、○か × か？<br>（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？<br>（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<br>（外乱君からの防御） | S/N は、アンプを通すと劣化する、○か × か？<br>（雑音量の計算、雑音電力スペクトル密度、演習） |
| 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？<br>（S/N 最大化条件、整合フィルタ、演習） |
| 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（ｓ）の最大周波数が最も重要、○か × か？<br>（SNR 計算、演習、ｻﾝﾌﾟﾘﾝｸﾞ、設計の間違い探し） |
| 第 11 回 | 誤り率計算１<br>（辿りつけたか診断） | 誤りはデータに雑音が加わって別のデータ領域に移ると発生、○か × か？<br>（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？<br>（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）<br>（課題は解明できたか） |
| 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、各講義において、課題解決に向けた参考資料を配布する。オンライン授業時は、各自ダウンロードして印刷すること。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
「ディジタル通信の基礎」 鈴木 博著 数理工学社

**【成績評価の方法と基準】**
平常点（70%）、質疑応答状況 (10%)、まとめ演習 (20%、必須) を総合して評価する。まとめ演習は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、質疑応答状況及びまとめ演習から目標の達成度をはかる。デジタル信号伝送の送信から受信まで継続した内容（ストーリ）となっているため欠かさず出席すること。

**【学生の意見等からの気づき】**
授業目標の達成、成績評価基準の明示については、本シラバスに明記。応用力及び思考力については、グループ討論、演習により改善を図った。項目毎に小問題を設け集中力向上を図る。

**【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１に続けて２を、更に情報伝送工学特論１及び２を履修することを薦める。伝送の基礎理論から応用システムまで、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機を開発（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 用無線技術やﾃﾞｼﾞ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 and objectives】
Easy-to-understand transmission basic theory:
A mail of a smartphone, how is the mail transmitted to the other party? In case　actually, the frequency spectrum of mail data (digital signal) is very wide and can not be transmitted as it is.　On the transmission side, band limitation is applied so that distortion does not occur, and on the reception side, a filter that maximizes S / N is applied. For this transmission, various important transmission basic theories are used.　S / N is not maximized even if only noise is removed by the filter.
The theme of this lecture is "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".　More specifically, we will study about the transmission theory required while the digital signal is encoded, transmitted, received and decoded.
It is also for you necessary to understand mathematical expressions, but rather you shall learn to apply these techniques sensibly through practical examples (designing filters of mobile phones etc.) and exercises.

MAT500X2

# 応用数学特論

田川　泰敬

単位数：2 単位　｜　開講時期：

**実務教員：**

**【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】**
・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・可観測性およびその必要十分条件の証明の理解
・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状態方程式・出力方程式の性質について述べる。また、それらの性質を数学的に証明する。さらに、伝達関数との相互関係について述べるとともに、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】**

| 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】**
とくになし

【Outline and objectives】
We will learn basic properties and applications of 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：

**実務教員：**

**【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。海外のﾜｰﾙﾄﾞｶｯﾌﾟのﾗｲﾌﾞ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（変復調、電波伝搬、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、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】**

オンライン授業でも対面と同様にテキストと同時に白板を共有化し筆記しながら説明を行う。随時、Q＆A、投票、グループ討論等で理解度を測る。特に項目毎の○ × 問題で授業を振り返る。重要な点は各自ノートに書くことで理解を深める。また 13 回目に授業内の課題の講評や解説を行う。

本授業は、「課題を提起しその解決手段（対策）を自身が考え自身の脳を鍛える」ことを基本として、技術を単に知識としてではなく使える技術力として身に着けることを主眼とする。難解な理論も作られた理由を考えることで、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。

例えば、ケータイの５Ｇの意味は？ プラチナバンドとは何か？ 変調って何？ 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】**

| 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ﾍﾟ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ﾍﾞｰｽﾊﾞﾝﾄﾞ (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 | 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を使っている、○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 レベルの電波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＆ダイバーシチ、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 | 特許は出願によって権利化される、○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）。（課題は解明できたか） |
| 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、各講義において、課題解決に向けた参考資料を配布する。オンライン授業時は、各自ダウンロードして印刷すること。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（70%）、質疑応答状況 (10%)、まとめ演習 (20%、必須) を総合して評価する。まとめ演習は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、質疑応答状況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】**
授業目標の達成、成績評価基準の明示については、本シラバスに明記。応用力及び思考力については、グループ討論、演習により改善を図った。
項目毎に小問題を設け集中力向上を図る。

**【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１に続けて２を、更に情報伝送工学特論１及び２を履修することを薦める。伝送の基礎理論から応用システムまで、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機を開発（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 用無線技術やﾃﾞｼﾞ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 and objectives】
Easy-to-understand communication technology:
Recently, IoT (Internet Of Things) , AI (Artificial Intelligence) and robot have been raised as advanced technology of government's new growth strategy. In particular, IoT is composed of various technologies, and you will be related to these technological developments in some way after graduation. Home appliances and automobile will also be equipped with communication means and will be transformed by IoT. Automatic driving technology is also good. These are supported by wireless communication and optical communication technology. Especially optical communication has been rapidly increasing transmission capacity by adopting signal processing technology of wireless communication. It is also thanks to these technologies that live image from overseas World Cup can be seen with little delay.
In this lecture, we will study about key technologies used in wireless communication and optical communication (modulation / demodulation, radio wave propagation, signal processing technology etc). Although we study mainly on wireless communication technology, I am convinced that signal processing technology can be applied to various technical fields and will be useful in practice even after graduation.
The theme of this lecture is "acquiring of basic knowledge of communication technology in general, and training of creativity (invention) and applicability". In the training of creativity and applicability, we also learn how to acquire patents on invention.

ELC500X2

# 通信機器工学特論２

斉藤　茂樹

単位数：２単位　｜　開講時期：

**実務教員：**

**【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。５Ｇ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、ﾌﾞﾙｰﾄｩｰｽ、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 Sciety5.0 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】**

オンライン授業でも対面と同様にテキストと同時に白板を共有化し筆記しながら説明を行う。随時、Q＆A、投票、グループ討論等で理解度を測る。特に項目毎の○ × 問題で授業を振り返る。重要な点は各自ノートに書くことで理解を深める。また 13 回目に授業内の課題の講評や解説を行う。

本授業は、「問題を提起しその解決手段（対策）を自身が考え自身の脳を鍛える」ことを基本として、技術を単に知識としてではなく使える技術力として身に着けることを主眼とする。難解な理論も作られた理由を考えることで、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。

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、４Ｋ、８Ｋは？ 無線 LAN で周波数チャ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？ ﾌﾞﾙｰﾄｩｰｽは何に使える？ 今後 IoT で世の中がどのように変わるか？ 自分たちで 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。Sciety5.0 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】**

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|---|
| 第 1 回 | 通信技術の復習 | 伝送方法の復習、キャリア信号を多値化したﾍﾞｰｽﾊﾞﾝﾄﾞ信号で変調して伝送、○か × か？（周波数、デジタル変復調、搬送波、ﾍﾞｰｽﾊﾞﾝﾄﾞ） |
| 第 2 回 | 通信機設計 | 受信感度は受信電力だけで決まる、○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 | ５Ｇで何ができるか？ 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、ｵﾚｵﾚ詐欺はなりすまし！（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、TV から投票データをスカイツリーに送信している、○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）（課題は解明できたか） |

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、各講義において、課題解決に向けた参考資料を配布する。オンライン授業時は、各自ダウンロードして印刷すること。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（70%）、質疑応答状況 (10%)、発表 (20%、必須) を総合して評価する。発表は、各自作成した発表資料を基に行う。オンライン授業においても、オンラインで発表する。
平常点から考える意欲を、質疑応答状況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】**
授業目標の達成、成績評価基準の明示については、本シラバスに明記。応用力及び思考力については、グループ討論、演習により改善を図った。
項目毎に小問題を設け集中力向上を図る。

**【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１に続けて２を、更に情報伝送工学特論１及び２を履修することを薦める。伝送の基礎理論から応用システムまで、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機を開発（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 用無線技術やﾃﾞｼﾞ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 and objectives】
Easy-to-understand wireless communication system:
In recent years, IoT (Internet of things) that integrates things and the Internet, AI(Artificial intelligence) and robot are rapidly spreading in daily life. Collecting driving information from each car and returning traffic jam information to the navigation. In the major apparel chain, IC tags are used as self-registration. Multiple items can be liquidated simultaneously. Voting for terrestrial digital broadcasting is also one of IoT. Collecting individual data makes it big data and it has various uses. Can 5G be a powerful tool for IoT? These are listed in the government's growth strategy as Society 5.0.
Main theme 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.).

At the end of the lesson, we will propose original sensor network system on how to reconstruct disaster area and how to implement environmental measures with IoT and M2M. Let's think about interesting and dreamy IoT systems together! Let's also consider making good ideas patented.

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：

**実務教員：**

**【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。

**【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
課題を設定して、課題解決アプローチを実践的に行う。

**【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】**

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|---|
| 1 | 光電子集積システム概要 | 社会的要請や産業動向<br>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 | 光電子集積回路の類型と特徴<br>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 | 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 | 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 | 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 | 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 | 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 | 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 | 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 |
| 12 | 課題集積デバイス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 |
| 13 | 課題集積デバイス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 | 講義のまとめ | 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方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 and objectives】
Understanding the optoelectronic systems, learn the architecture of integrated optoelectronic circuits and the operating principles and the device structures of photonics and electronic devices.

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：

**実務教員：**

**【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。

**【到達目標】**
・化合物半導体とヘテロ接合の理解。
・高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。

**【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。授業計画に沿ったパワーポイント資料で進める。電子ファイルは受講者に配布するので各自印刷した上で講義に参加する。ただし、コロナ禍による対面講義が制限された場合、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。資料にはパスワードが付けれている。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。その際に課題も与える。詳しくは学習支援システムを参照のこと。

**【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】**

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|---|
| 第 1 回 | 導入～高周波システム | 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 |
| 第 2 回 | 高周波デバイス用半導体材料（1） | 化合物半導体の電気特性。ヘテロ接合。 |
| 第 3 回 | 高周波デバイス用半導体材料（2） | 変調ドープヘテロ接合。歪みヘテロ接合。 |
| 第 4 回 | 化合物半導体結晶成長技術（1） | 超高真空排気技術。分子線エピタキシー。 |
| 第 5 回 | 化合物半導体結晶成長技術（2） | 気相エピタキシー。結晶評価技術。 |
| 第 6 回 | 高電子移動度トランジスタ（HEMT）（1） | HEMT の基本動作。 |
| 第 7 回 | 高電子移動度トランジスタ（HEMT）（2） | InP HEMT、MHEMT、高出力 HEMT。 |
| 第 8 回 | ヘテロ接合バイポーラトランジスタ (HBT) | HBT の構造と基本動作。各種 HBT の特性。 |
| 第 9 回 | HEMT と HBT の比較 | 利得、雑音、電力密度などの比較。 |
| 第 10 回 | 分布定数回路（1） | 電送線路、スミスチャートなどの復習。インピーダンス整合。 |
| 第 11 回 | 分布定数回路（2） | S パラメータ、高周波特性評価など。MMIC。 |
| 第 12 回 | その他の高周波デバイス (1) | Si-MOS トランジスタ。 |
| 第 13 回 | その他の高周波デバイス (2) | GaN トランジスタ。 |
| 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。 |

**【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、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。

**【テキスト（教科書）】**
（下記の「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。）

**【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）
「Physics of Semiconductor Devices」S.M.Sze John Wiley & Sons

**【成績評価の方法と基準】**
期末レポート課題 (70%) ＋平常点 (30%)
なお、コロナ禍による遠隔講義の場合は、ほぼ毎週出す課題に対するレポートで評価する。レポートの課題はメールにて配信する。

**【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。

**【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。
（対面講義が制限されている場合はこの限りではない）

【Outline and objectives】
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 physic and epitaxial growth are picked up on the lecture.

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：

**実務教員：**

**【授業の概要と目的（何を学ぶか）】**
機械学習や深層学習に関して、基礎理論の解説に加えて、実際のソースコードや最新論文を読み解きながら理解を深める。履修生にもいずれかの内容に関して、発表を促す。

**【到達目標】**
機械学習や深層学習に関して、基礎理論を理解し、簡単なソースコードの実装が出来るようになること。

**【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】**
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】**

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|---|
| 第 1 回 | 講義の概要と機械学習の歴史 | 講義の概要と機械学習の歴史に触れる |
| 第 2 回 | 機械学習とは | 機械学習の導入 |
| 第 3 回 | 帰納学習とは | 帰納学習の基礎理論に関して説明 |
| 第 4 回 | 帰納学習の最新研究 | 帰納学習の最新論文に関して説明 |
| 第 5 回 | 強化学習とは | 強化学習の基礎理論に関して説明 |
| 第 6 回 | 強化学習の最新研究 | 強化学習の最新論文に関して説明 |
| 第 7 回 | 群知能とは | 群知能の基礎理論に関して説明 |
| 第 8 回 | 群知能の最新研究 | 群知能の最新論文に関して説明 |
| 第 9 回 | 進化的手法とは | 進化的手法の基礎理論に関して説明 |
| 第 10 回 | 進化的手法の最新研究 | 進化的手法の最新論文に関して説明 |
| 第 11 回 | ニューラルネットワークとは | ニューラルネットワークの基礎理論に関して説明 |
| 第 12 回 | ニューラルネットワークの最新研究 | ニューラルネットワークの最新論文に関して説明 |
| 第 13 回 | 深層学習とは | 深層学習の基礎理論に関して説明 |
| 第 14 回 | 深層学習の最新研究 | 深層学習の最新論文に関して説明 |

**【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、計 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）】**
機械学習と深層学習 < C 言語によるシミュレーション> 、小高知宏、オーム社、2016 年、2600 円

**【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 and objectives】
This lecture not only presents the basic theory, but also read some actual source codes and latest papers in order to deepen the understandings of machine learning and deep learning techniques. Students are encouraged to make presentations on any content.

ELC500X2

# 電気機器の数理最適化特論

岡本　吉史、佐々木　秀徳

単位数：2 単位　｜　開講時期：

**実務教員：**

**【授業の概要と目的（何を学ぶか）】**
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】**

| 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-$\phi$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 | 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 |
| 9 | 数理計画法 | 非線形最適化手法，制約条件の考慮法，KKT |
| 10 | 随伴変数法 1 | 線形静磁界，非線形静磁界にいおける随伴問題の求解 |
| 11 | 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 |
| 12 | 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 |
| 13 | 知識処理を活用した電気機器の高度設計最適化技術 1 | AI 技術の基礎，AI と電気機器解析との連携法 |
| 14 | 知識処理を活用した電気機器の高度設計最適化技術 2 | AI と電気機器解析との高度連携法 |

**【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。】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，樫山和男，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，あるいは，それ以上のスペックを持つＰＣ

**【その他の重要事項】**
教員の都合により，授業予定が変更となる．

【Outline and objectives】
The lecture is focused on the design optimization method "Topology Optimization", which is based on the combination method of 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：

**実務教員：**

**【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進める。

**【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。

**【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受講者に配布するので各自印刷して講義に参加し、講義中の説明内容を記入する。ただし、対面講義が制限された場合、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。資料にはパスワードが付けれている。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。その際に課題も与える。詳しくは学習支援システムを参照のこと。

**【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】**

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|---|
| 第 1 回 | ナノテクノロジー概要 | ナノテクの範疇とされる技術、市場など。 |
| 第 2 回 | 微細化技術の動向 | Si-LSI におけるムーアの法則とナノリソグラフィー。 |
| 第 3 回 | ナノサイズメモリ | ナノドットメモリ、単一電子メモリなど。 |
| 第 4 回 | 次世代メモリ | PRAM、MRAM、ReRAM、Millipede などの新メモリ。 |
| 第 5 回 | 量子ドットの形成方法と物性 | トップダウンとボトムアップによるナノ構造形成技術。 |
| 第 6 回 | 量子ドットの応用技術と課題 | 量子ドットレーザ、量子ドットの位置・サイズ制御技術。 |
| 第 7 回 | カーボンナノチューブ（CNT）の概要 | CNT の構造と製造方法。 |
| 第 8 回 | CNT の物性と応用 | 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。 |
| 第 9 回 | ナノ構造評価技術 | 操作プローブ顕微鏡などの微細構造評価技術。 |
| 第 10 回 | MEMS の基礎と応用 | 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。 |
| 第 11 回 | その他の MEMS の応用例 | 医療・バイオ応用、半導体製造技術など。 |
| 第 12 回 | その他ナノテク応用例～工業製品の例 | ナノインプリント、ナノフォトニクスなど。 |
| 第 13 回 | その他ナノテク応用例～生活製品の例 | 化粧品、繊維、スポーツ用品等への応用、ナノ材料のリスク。 |
| 第 14 回 | まとめ | ナノ材料の注意点など。 |

**【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。

**【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）

**【参考書】**
特になし。

**【成績評価の方法と基準】**
期末レポート (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）
ただし、対面講義が制限された場合、毎週の課題に対するレポートを総合的に評価して成績を付ける。課題はメールにて配信する。

**【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。

**【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。
（対面講義が制限された場合はこの限りではない）

**【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。

【Outline and objectives】
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 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：

**実務教員：**

**【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）】**

**【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。討議に対し、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】**

| 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ー、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] 小テスト（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 and objectives】
This course introduces advanced Nano/Micro-devices based microelectromechanical systems (MEMS) processes. It is also designed to enhance students' skills in preparing a research proposal and making oral presentation through group work.

NAN500X2

# 機械学習特論

神野　健哉

単位数：2 単位 ｜ 開講時期：

**実務教員：**

**【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】**

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|---|
| 第 1 回 | 機械学習の概要 | 機械学習とは<br>機械学習の歴史<br>データの標準化、データの関係性<br>NumPy, matplotlib, pandas |
| 第 2 回 | 回帰分析 | 最小二乗法<br>単純回帰<br>重回帰<br>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<br>リッジ回帰（L1 正則化）<br>Lasso 回帰（L2 正則化） |
| 第 4 回 | 最尤推定法 | 最尤推定とは<br>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<br>2 点間類似度<br>ガウス基底 |
| 第 6 回 | 線形判別 | ロジスティック回帰<br>パーセプトロン規準<br>多クラス分類 |
| 第 7 回 | Support Vector Machine による線形分類 | 線形分類<br>サポートとは<br>ハードマージンとソフトマージン<br>双対問題 |
| 第 8 回 | Support Vector Machine による非線形分類 | カーネル関数<br>非線形分類 |
| 第 9 回 | 深層学習 | 多層パーセプトロン<br>パーセプトロン<br>誤差逆伝播法<br>深層学習<br>混同行列 |
| 第 10 回 | Auto Encoder | 特徴抽出 |
| 第 11 回 | Convolutional Neural Networks | 畳み込み<br>プーリング |
| 第 12 回 | 自然言語処理 | 単語分散表現<br>単語共起行列<br>CBOW と Skip-gram<br>word2vec |
| 第 13 回 | テキスト分類 | テキスト分類<br>RNN<br>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<br>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するようにすること。

**【テキスト（教科書）】**
本年度は特に指定しない。
講義で使用する pdf は事前に Hoppii で提示する。

**【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 and objectives】
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

# 人工知能回路特論

鳥飼　弘幸

単位数：2 単位　｜　開講時期：

**実務教員：**

**【授業の概要と目的（何を学ぶか）】**
神経模倣ハードウェアについて学ぶ.

**【到達目標】**
神経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）】**

**【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】**

| 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の設計 | 神経模倣ハードウェアの動力学の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の実装 | 神経模倣ハードウェアの動力学の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 and objectives】
The aim of this course is to help students acquire an understanding of state-of-the-art of the biomimetic circuit technology.

ELC500X2

# 電気化学エネルギー工学特論

五十嵐　泰史

単位数：2 単位　｜　開講時期：

**実務教員：**

**【授業の概要と目的（何を学ぶか）】**
講義と最新の論文を教材にした輪講により、基礎から応用までの電気化学を学ぶ。
酸化・還元反応から電池までのメカニズムが理解できる。

**【到達目標】**
・化学反応の基礎を理解する。
・最新の電気化学 (次世代電池、人工光合成など) 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】**
前半は電気化学の基礎について講義を行う。基礎の理解ができた後、テーマを決めて論文を選択し、輪講形式 (受講生が毎週持ち回りで担当箇所を理解して発表する) 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】**

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|---|
| 第 1 回 | 電気化学とは何か？ | 電気化学の概要<br>最近の話題 |
| 第 2 回 | 電気化学の基礎 | 電池の電極周りの電気化学的なふるまい、電気二重層、ファラデー定数 |
| 第 3 回 | 基準電極について | 仕組み、基準電極電位 |
| 第 4 回 | 酸化還元反応について | アノード反応、カソード反応、化学ポテンシャル |
| 第 5 回 | 電池の起電力について | ネルンストの式、pH の測定 |
| 第 6 回 | 電池の温度特性 | イオンの輸送、活性化エネルギー |
| 第 7 回 | 次世代電池について | 電解質、電極材料の開発 |
| 第 8 回 | 電解質の研究開発 | 固体電解質など |
| 第 9 回 | 電極材料の研究開発 | 正極材料、負極材料 |
| 第 10 回 | キャパシタへの応用 | スーパーキャパシタ |
| 第 11 回 | 人工光合成について (1) | 光合成の仕組み、自然界の光合成と人工光合成の比較 |
| 第 12 回 | 人工光合成について (2) | 最近の研究成果 |
| 第 13 回 | 人工光合成について (3) | 最近の研究成果と課題 |
| 第 14 回 | まとめ | 要点の整理 |

**【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。】輪講形式で論文を読む場合は、担当する部分を予習して、授業でその内容を解説できるように準備すること。

**【テキスト（教科書）】**
教科書は用いない。板書による授業と、選択した論文を輪講形式で読み込む。

**【参考書】**
渡辺 正　「電子移動の化学 電気化学入門」　朝倉書店
玉虫 伶太、高橋 勝緒　「エッセンシャル 電気化学」　東京化学同人
その他、電気化学関連の参考書

**【成績評価の方法と基準】**
平常点 (100%) ：輪講の担当部分の理解度、レポートなどを総合的に評価する。

**【学生の意見等からの気づき】**
基礎から応用まで電気化学が習得できる授業にしている。

【Outline and objectives】
The aim of this course is to understand basic electrochemistry, especially redox reaction.　By learning the course, you can understand the mechanisms of the electrochamical applications, such as primary batteries, rechargeable batteries, and artificial photosynthesis.

ELC500X2

# 生体センシングエレクトロニクス特論

田沼　千秋

単位数：2 単位　｜　開講時期：

**実務教員：**

**【授業の概要と目的（何を学ぶか）】**
この講座では，人体 (生体) の組織の状態を非破壊で計測 (センシング) する非破壊検査技術の基礎と応用について学びます.

**【到達目標】**
この講座の終了時には，超音波の特徴を活かした非侵襲検査が人体 (生体) の診断有効であることを基礎技術から応用まで，理解することを目的とする．また，その他のセンシング技術についても幅広く理解し，その特徴を的確に説明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】**
書籍，論文などを用いて，講義と輪講により知識，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】**

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|---|
| 1 | 生体センシングとは | 生体の検査装置の俯瞰 |
| 2 | 非破壊検査とは | 非破壊検査技術の現状 |
| 3 | 超音波による計測の基礎 (1) | 超音波の特徴と利用範囲 |
| 4 | 超音波による計測の基礎 (2) | 超音波計測の原理 |
| 5 | 超音波の応用 (1) | 非破壊検査への応用 |
| 6 | 超音波の応用 (2) | 超音波診断装置 |
| 7 | 超音波の応用 (5) | 超音波診断装置の現状と展望 |
| 8 | 固体イメージセンサの応用 (1) | 内視鏡とは |
| 9 | 固体イメージセンサの応用 (2) | 内視鏡の原理 |
| 10 | 固体イメージセンサの応用 (3) | 内視鏡の課題と展望 |
| 11 | DNA 検査とは (1) | DNA 検査の原理 |
| 12 | DNA 検査とは (2) | DNA 検査用チップの原理と応用 |
| 13 | DNA 検査とは (3) | DNA 検査の課題と展望 |
| 14 | まとめ | 生体センシング技術の課題と展望 |

**【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】**
医学と工学の融合による新たな検査，診断，治療などの技術開発に関る情報に多く触れるよう心掛ける.

**【テキスト（教科書）】**
担当教員が配布する資料を用いる.

**【参考書】**
超音波工学　電子情報技術産業協会編
生体計測とセンサ　戸川 達男 著
超音波　中村 僖良 著

**【成績評価の方法と基準】**
期末のレポート (60%) と授業での学習状況 (40%) により評価する.

**【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】**
資料配布・課題提出・連絡等は，学習支援システムにて実施する.

【Outline and objectives】
This course introduce the fundamentals and application of non-destructive inspection technology for non-destructively measuring (sensing) the state of the tissues of the body to students talking this course.

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：

**実務教員：**

**【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常数回路を学び、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】**
テキストに沿って講義を進める。適切な箇所で演習を行い、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】**

| 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ー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. (2916 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。

**【学生が準備すべき機器他】**
電卓、コンパス、定規

【Outline and objectives】
High frequency transmission technology is needed for late mutimedia 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：

**実務教員：**

**【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】**
あり / Yes

**【授業計画】**

| 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。】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】**
レポート課題を 90 %、宿題を 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 and objectives】
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.

ELC500X2

# 生物模倣回路特論

鳥飼　弘幸

単位数：2 単位 ｜ 開講時期：

実務教員：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】
This course will introduce design theory of biomimetic electronic circuits such as brain-inspired AI circuit, brain implant circuit, and cochlear implant circuit.

■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■
■　ＩＩＳＴ以外の学生が本講義の受講を希望する場合は，　■
■　必ず事前に担当教員に相談すること　■
■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■

【到達目標】
The students will get to understand the key concepts and techniques in design of biomimetic electronic circuits.

【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）】

【授業の進め方と方法】
The students will be asked to join numerical experiments (C language based simulations) and hardware experiments (Verilog-HDL language based hardware design) on biomimetic electronic circuits.

【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】

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|---|
| 1 | Fundamentals of biomimetic electronic circuits 1: Backgrounds | Backgrounds of biomimetic electronic circuits |
| 2 | Fundamentals of biomimetic electronic circuits 2: Mathematical models | Mathematical models of biomimetic electronic circuits |
| 3 | Fundamentals of biomimetic electronic circuits 3: Dynamics | Dynamics models of biomimetic electronic circuits |
| 4 | Fundamentals of biomimetic electronic circuits 4: Equilibria | Equilibria of biomimetic electronic circuits |
| 5 | Fundamentals of biomimetic electronic circuits 5: Oscillations | Oscillations of biomimetic electronic circuits |
| 6 | Fundamentals of biomimetic electronic circuits 6: Bifurcations | Bifurcations of biomimetic electronic circuits |
| 7 | Fundamentals of biomimetic electronic circuits 7: Learning | Learning of biomimetic electronic circuits |
| 8 | Applications of biomimetic electronic circuits 1: Design of dynamics | Design of dynamics of biomimetic electronic circuits |
| 9 | Applications of biomimetic electronic circuits 2: Analysis of dynamics | Analysis of dynamics of biomimetic electronic circuits |
| 10 | Applications of biomimetic electronic circuits 3: Design of learning | Design of learning of biomimetic electronic circuits |
| 11 | Applications of biomimetic electronic circuits 4: Hardware implementation of dynamics | Hardware implementation of dynamics of biomimetic electronic circuits |
| 12 | Applications of biomimetic electronic circuits 5: Hardware implementation of bifurcations | Hardware implementation of bifurcations biomimetic electronic circuits |
| 13 | Applications of biomimetic electronic circuits 6: Hardware implementation of plasticity | Hardware implementation of plasticity of biomimetic electronic circuits |
| 14 | Applications of biomimetic electronic circuits 7: Hardware implementation of learning | Hardware implementation of learning of biomimetic electronic circuits |

【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.】

【テキスト（教科書）】
Handouts and prints will be distributed.

【参考書】
Handouts and prints will be distributed.

【成績評価の方法と基準】
Reports 100%

【学生の意見等からの気づき】
None

【Outline and objectives】
The aim of this course is to help students acquire an understanding of state-of-the-art of the biomimetic circuit technology.

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：

**実務教員：**

**【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、機能性ナノ・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）】**

**【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】**

| 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舞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 |
| 第 6 回 | MEMS プロセスとデバイス (2) | MEMS デバイスと作製工程、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、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) | 発光性分子の特徴、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 | 機能性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、マイクロ流体デバイス技術、最新の機能性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、イオン性液体 |
| 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 | 真空・大気圧プラズマの原理、自己組織化単分子膜、表面分析技術 |
| 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 and objectives】
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.
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.

ELC500X2

# 電子材料プロセシング

石橋　啓次

単位数：2 単位　｜　開講時期：

**実務教員：**

**【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】**

| 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 | リソグラフィー | 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，エピタクシー，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，ステップカバレッジ，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，ダマシン法 |
| 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にする。

**【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 and objectives】
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

単位数：**単位** ｜ 開講時期：

**実務教員：**

**【授業の概要と目的（何を学ぶか）】**
This course firstly introduces “deep learning” techniques and then covers their supporting fundamental such as linear algebra, statistics, probabilistic model and their optimization. Objective of this course is to obtain important aspects of machine learning techniques and their relationship to the state-of-the art artificial intelligence.

**【到達目標】**
Develop a fundamental and practical knowledge of machine learning; understanding of discriminative (non-parametric) and generative (parametric) models. This makes it possible for students to understand state-of-the-art papers in this field.

**【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）】**

**【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】**

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|---|
| 1 | Introduction of deep learning | What is deep learning? Definition and history. Classification model and Generative model |
| 2 | Introduction of deep convolutional neural networks | Back propagation neural network, AlexNet, dropout, pooling, normalization, over-fitting |
| 3 | Fundamental of machine learning (1) | Regression, Introduction of basic probability theory (classical probability, Bayesian probability), curve fitting, model selection, curse of dimensionality |
| 4 | Fundamental of machine learning (2) | Frequentisum vs Bayesianisum, Bayes’ theorem, A priori probability, a posteriori probability, Bayes’ decision rule, ML estimation, MAP estimation |
| 5 | Fundamental of machine learning (3) | Decision theory, Information theory (entropy, mutual information, convex function, Kullback-Leibler divergence) |
| 6 | Fundamental of machine learning (4) | Decision theory, Information theory (entropy, mutual information, convex function, Kullback-Leibler divergence) |
| 7 | Basic linear algebra for machine learning (1) | Linear models, Matrix operation, review of basic terminology, principal component analysis (PCA) |
| 8 | Basic linear algebra for machine learning (2) | Singular value decomposition (SVD) |
| 9 | Introduction of cutting-edge research using deep learning | Introduction of state-of-the-art research on machine learning field |
| 10 | Regularization and optimization (1) | Linear classifier, regularization (L1: lasso, L2: ridge), regression, convex function, bias-variance decomposition |
| 11 | Regularization and optimization (2) | Semi-supervised training, Siamese networks, Triplet network, Adversarial training |
| 12 | Regularization and optimization (3) | EM algorithm and Typical probabilistic distributions |
| 13 | Introduction of natural language processing (1) | topic model (LSI) |
| 14 | Introduction of natural language processing (2) | topic model (LDA) |

**【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 Matlab or Google Colaboratory in the exercise.

**【その他の重要事項】**
If the course is offered online, changes in online class methods, plans, and grading methods will be presented on a case-by-case basis in the Learning support system (Hoppii). Please check carefully on a daily basis to see if your instructor contacts you via the learning support system.

**【Outline and objectives】**
This course firstly introduces “deep learning” techniques and then covers their supporting fundamental such as linear algebra, statistics, probabilistic model and their optimization.

Objective of this course is to obtain important aspects of machine learning techniques and their relationship to the state-of-the art artificial intelligence.

COS500X3

# ニューラルネットワークの理論と応用

単位数：**2 単位** ｜ 開講時期：

**実務教員：**

**【授業の概要と目的（何を学ぶか）】**
The course is composed of the theory and implementation of neural networks.
The target is to understand the principles of neural networks and have the ability to solve some computer vision and signal processing problems by using neural networks.

**【到達目標】**
There are three 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）】**

**【授業の進め方と方法】**
There are 12 lectures for the explanation and exercise, two lectures for the presentation.
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】**
なし / No

**【授業計画】**

| 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）】**
【本授業の準備・復習時間は、各４時間を標準とします。】Every 3-4 classes, there is a report.

**【テキスト（教科書）】**
教科書を使用しない

**【参考書】**
参考書を指定しない

**【成績評価の方法と基準】**
Report: 40%
Attendance: 10%
Final project presentation: 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】**
A notePC

【Outline and objectives】
The course is composed of the theory and implementation of neural networks.
The target is to understand the principles of neural networks and have the ability to solve some computer vision and signal processing problems by using neural networks.

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、西村　征也、笠原　崇史、教員名なし**

単位数：3 **単位**　｜　開講時期：**年間授業**/Yearly

**実務教員：**

**【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】**

| 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 and objectives】
The purpose of this course is to be able to write academic journal articles on research results and to present a conference.

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、西村　征也、笠原　崇史、教員名なし**

単位数：**2 単位**　｜　開講時期：**年間授業**/Yearly

**実務教員：**

**【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】**

| 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 and objectives】
Creating experiment data for publication of research results in academic journals and presentations

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：

**実務教員：**

**【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ースアワーに行う

**【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】**

| 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 and 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.

ELC700X2

# 回路工学特別研究１・２・３

鳥飼　弘幸、安田　彰

単位数：3 単位　｜　開講時期：年間授業/Yearly

実務教員：

**【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」「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】**

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|---|
| 第 1 回 | アドバンスト回路理論（1） | 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） | 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） | 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） | 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） | 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） | 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） | 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（1） | 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（2） | 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（3） | 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（4） | 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（5） | 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（6） | 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（7） | 最先端の応用回路について学ぶ |
| 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 and objectives】
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

鳥飼　弘幸、安田　彰

単位数：2 単位　｜　開講時期：年間授業/Yearly

実務教員：

**【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」「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】**

| 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 and objectives】
The aim of this course is to help students acquire an understanding of state-of-the-art of the circuit technology through experiments.

ELC700X2

# 通信工学特別研究１・２・３

山内　潤治

単位数：3 単位　｜　開講時期：年間授業/Yearly

実務教員：

**【授業の概要と目的（何を学ぶか）】**
電磁波の放射素子、伝送素子の理論に習熟した後、最新の素子、技術に応用し、問題点を解決する手法を学ぶ。既存の考え方や評価法にとらわれることなく、新たな発想を生み出す。

**【到達目標】**
新たな発想に基づく、放射素子、伝送素子を提案し、その動作原理を説明できるようにする。想定される応用例を提示する。

**【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】**
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。さらに研究室内の他者の発表に対して積極的に質問するとともに、新しい提案を行う。

**【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】**

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|---|
| 第 1 回目 | テーマの設定 | 教員とのディスカッションを通して、研究テーマを考える |
| 第 2 回目 | テーマの設定 | 教員とのディスカッションを通して、研究テーマを設定する |
| 第 3 回目 | 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 4 回目 | 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 5 回目 | 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 6 回目 | 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 7 回目 | 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 8 回目 | 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 9 回目 | 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 10 回目 | 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 11 回目 | 文献講購読、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 12 回目 | 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 13 回目 | 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 14 回目 | プレゼンテーション | 博士論文作成に関連した研究の中間発表 |
| 第 15 回目 | 研究方針の確認 | 春期の進捗を省みて、秋期の方針を定め、教員に報告する |
| 第 16 回目 | 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 回目 | 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 回目 | 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 回目 | 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 回目 | 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 回目 | 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 回目 | 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 回目 | 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 回目 | 文献講読、研究発表 | 派遣論文作成に関連した文献講読および研究発表 |
| 第 25 回目 | 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 回目 | 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 回目 | 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 回目 | プレゼンテーション | 博士論文作成に関連した研究発表 |

**【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年間の論文講読の平常点、研究のプレゼンテーションにより評価する。

**【学生の意見等からの気づき】**
アンケート非実施科目。

【Outline and objectives】
The objective of the course is to enable the sutudents to understand advanced theories and techniques used in the electromagnetic wave communications.　The students are encouraged to develop a novel idea, which is useful in modern communication engnineering.

ELC700X2

# 通信工学特別実験１・２・３

山内　潤治

単位数：2 単位 ｜ 開講時期：年間授業/Yearly

実務教員：

**【授業の概要と目的（何を学ぶか）】**
電磁波デバイスの特性評価法を身につける。放射パターン、利得、リターンロス、楕円率等の評価方法を学ぶ。

**【到達目標】**
電磁波デバイスの特性評価を、短時間にかつ正確にできるようにする。特別研究で得た知見を具体的に検証する。

**【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】**
各自の研究テーマに従い、試料を作製する。微細加工が必要な物に関しては、業者に委託し作製する。作製した試料を用いて実験を行い、諸特性を評価する。適切な周波数範囲を選択する。

**【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】**

| 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 | 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。 |
| 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。 |
| 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。 |
| 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。 |
| 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。 |
| 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。 |
| 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。 |
| 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。 |
| 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。 |
| 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。 |
| 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。 |
| 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。 |
| 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。 |
| 15 | 実験結果の中間報告 | 春期に行った実験の結果を中間報告する。 |
| 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。 |
| 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。 |
| 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。 |
| 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。 |
| 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。 |
| 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。 |
| 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。 |
| 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。 |
| 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。 |
| 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。 |
| 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。 |

| | | |
|---|---|---|
| 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。 |
| 28 | 博士論文作成に向けた実験のまとめ | 実験結果を総合的に検討し、教員に報告する。 |

**【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１時間を標準とします。】計画に沿って実験を進める。

**【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】**
立案した実験計画、実施した実験内容、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】**
アンケート非実施科目。

【Outline and objectives】
The objective of the course is to enable the students to understand advanced experimental techniques used in the electromagnetic wave communications. The students are encouraged to create a novel device, which is useful in modern communication engineering.

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

実務教員：

**【授業の概要と目的（何を学ぶか）】**
人間の心身の機能や能力を補完・維持・強化する AH（人間拡張 Augmented Human）システムを対象として、ユーザごとに最適化された動作の実現方法について、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】**
個人適合や相互補完を特徴とする AH（人間拡張 Augmented Human）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】**
個人適合や相互補完を特徴とする AH（人間拡張 Augmented Human）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】**

| 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 and objectives】
Hardware and software design of the AH (Augmented Human) system that supplements, maintains and strengthens the mental and physical functions and abilities of human beings are trained.

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

実務教員：

**【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、AH システムを実装・評価する。システムの実装に先立ち、（人間を内包するため限界はあるが）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 AH 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】**

| 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 and objectives】
Implement and evaluate the AH 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.

PRI500X3

# 離散アルゴリズム特論 1

李　磊

単位数：2 単位　｜　開講時期：

**実務教員：**

**【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。
なお、春学期のオンラインでの開講となる可能性があり、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】**
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】**

| 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、行列理論に関係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も考慮し、期末のレポートの成績で評価する。6 割以上の得点を合格基準とする。
なお、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は変更する場合もあり、具体的な方法と基準は、学習支援システムで提示する。

**【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 and objectives】
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.

PRI500X3

# 離散アルゴリズム特論２

李　磊

単位数：2 単位　｜　開講時期：

**実務教員：**

**【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。
なお、コロナウィルスの影響でオンラインでの開講となる可能性が高い。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。本授業の具体的なオンライン授業の方法などを、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】**
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】**

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|---|
| 第 1 回 | 計算機と計算のモデル | 計算機の分類、アルゴリズムの分類 |
| 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理、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も考慮し、期末のレポートの成績で評価する。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 and objectives】
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.

COT500X3

# 計算機システム工学特論 1

CHEN Wei

単位数：2 単位 ｜ 開講時期：

**実務教員：**

**【授業の概要と目的（何を学ぶか）】**
The course introduces the computing models and algorithms of distribution systems. The course also exposes students to an array of big data analysis theories, techniques and practices in different fields of study using distributed models. The topics include distributed computing models, massage-passing and shared memory systems, design and analysis of synchronous and asynchronous algorithms, fault tolerance, and data distribution, collection, processing and analysis in distributed systems. This is a project-based course that provides students with hands-on experience on distributed computing with different data types.

**【到達目標】**
The course will expose students to fundamental concepts into the algorithms and theory of distributed computing and its applications to data analytics. It discusses the important issues such as computing/communication efficiency, resource allocation, synchronization, global/local clock, dead lock, fault tolerance, security, and etc. in HPC, networked computers, wireless/sensor networks, IoTs, etc. This is a project-based course centered on hands-on experiences with methods on different types of data and frameworks.

**【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】**
講義と演習とプロジェクト

**【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】**

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|---|
| 1 | Introduction to distributed/parallel computing systems I | Architectures, hared & distributed memory, |
| 2 | Introduction to distributed/parallel computing systems II | Computation & communication complexity, control/data/processes, |
| 3 | Parallel algorithm design I | PRAM model |
| 4 | Parallel algorithm design II | Algorithm design and analysis on PRAM |
| 5 | Computing platforms for shared memory I | OpenMP |
| 6 | Computing platforms for shared memory II | GPU |
| 7 | Computing platforms for distributed memory | MPI & PVM |
| 8 | Computing on synchronous computer networks I | Synchronous network model |
| 9 | Computing on synchronous computer networks II | Algorithms of synchronized networks: lead election |
| 10 | Computing on synchronous computer networks III | Algorithms of synchronized networks: shortest path, minimum spanning tree,etc. |
| 11 | Computing on asynchronous computer networks I | Asynchronous network model, algorithms of synchronized networks: leader election, spanning tree |
| 12 | Computing on asynchronous computer networks II | Algorithms of synchronized networks: , breadth-first search; local time and global snapshots, resource allocation, deadlock and dinner of philosophers problem |
| 13 | Applications in distributed computing systems I | Sensor fusion and sensor networks |
| 14 | Applications in distributed computing systems II | IoTs, brock chains, 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。】
6 hours per week

**【テキスト（教科書）】**
1．Title: Distributed Algorithms: An Intuitive Approach.
Authors: Wan Fokkink
Publisher: The MIT Press (2013)
ISBN: 9780262026772
2. Title: An Introduction to Parallel Programming
Author: Peter S. Pacheco
Publisher: MK
ISBN: 978012374260-5

**【参考書】**
Title: Distributed Algorithms
Author: Nancy A. Lynch
Publisher: Morgan Kaufmann
ISBN: 9781558603486

**【成績評価の方法と基準】**
Assignments: 30%
Projects: 30%
Exams: 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】**
Visual Studio 2010　以降

**【その他の重要事項】**
特になし

【Outline and objectives】
The course introduces the computing models and algorithms of distribution systems. The course also exposes students to an array of big data analysis theories, techniques and practices in different fields of study using distributed models. The topics include distributed computing models, massage-passing and shared memory systems, design and analysis of synchronous and asynchronous algorithms, fault tolerance, and data distribution, collection, processing and analysis in distributed systems. This is a project-based course that provides students with hands-on experience on distributed computing with different data types.

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：

**実務教員：**

**【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】**

| 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，モニタリングとリセット法 |
| 第 12 回 | システムの故障から安定までの収束 1 | デジタル時計の同期化, |
| 第 13 回 | システムの故障から安定までの収束 2 | ビザンチン故障に対する自己安定化，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．
(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 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.

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：

**実務教員：**

**【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こっているか、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、レイヤ２，３，４およびアプリケーションレイヤを中心に学習する。

**【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理解する。次に，低レイヤーから順に学び，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チングについて学習する。また，ＡＰ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】**

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|---|
| 1 | ネットワーク概要 通信ネットワークの概要、歴史 | 通信ネットワークの概要、歴史を学ぶ。 |
| 2 | インターネットの構造 プロトコルレイヤ、アドレスの仕組み | プロトコルレイヤやパケット交換の概要を学ぶ。 |
| 3 | 有線ＬＡＮについて イーサネットの動作原理 | イーサネットについてその仕組みを理解する。 |
| 4 | 有線ＬＡＮについて イーサネットのプロトコル | CSMA/CD を中心に、有線 LAN のプロトコルの仕様、動作原理を学ぶ |
| 5 | 無線ＬＡＮ 無線ＬＡＮの仕様、動作原理、プロトコル | 無線ＬＡＮの仕様、動作原理、プロトコルを学ぶ。 |
| 6 | ＩＰプロトコル ＩＰプロトコルの機能および詳細 | ＩＰプロトコルのアドレスや機能を学ぶ。 |
| 7 | ＩＰルーチング ＩＰプロトコルのルーチング方式 | ＩＰプロトコルのルーチング方式を学ぶ。 |
| 8 | ＴＣＰ ＴＣＰプロトコルの機能および詳細 | ＴＣＰプロトコルの機能および詳細を学ぶ。 |
| 9 | 通信スループット 通信スループット、帯域、ＲＴＴの関係や考え方 | 通信スループット、帯域、ＲＴＴの関係や考え方を学ぶ。 |
| 10 | 通信セキュリティ 暗号、認証 | 暗号、認証について学ぶ。 |
| 11 | 通信セキュリティ セキュア通信プロトコル | セキュア通信プロトコルについて学ぶ。 |
| 12 | 文字コード １バイト系文字コート、２バイト系文字コード（日本語コード） | １バイト系文字コート、２バイト系文字コード（日本語コード）について学ぶ。 |
| 13 | 電子メールの仕組みとプロトコル | アプリケーションプロトコルとしての電子メールの仕組みとプロトコルについて学ぶ。 |
| 14 | 電子メールヘッダ | 電子メールヘッダについてその仕組みを学ぶ。 |

**【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。】
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】**
新規担当科目のためなし。

**【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はなく、企業の最先端の状況を伝え、重要性を把握させる。

【Outline and objectives】
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.

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：

**実務教員：**

**【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】**

| 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 | 要素技術の歴史的変遷（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）<br>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<br>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 数理的解析 1 | 通信プロトコルの階層化と多地点間通信の信頼性<br>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 数理的解析 2 | オペレーションズリサーチの応用（待ち行列他）<br>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 —オープンデーター 1 | RDF と SPARQL によるデータ処理 |
| 10 | データの分散化 —オープンデーター 2 | Linked Open Data の設計<br>Wiki ペディア、オープンストリートマップ |
| 11 | 処理の分散化 —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<br>Google Cloud Platform の概要（クラウドサービス演習） |
| 12 | 処理の分散化 —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）<br>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）<br>倫理的課題（放送大学教材）<br>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」）<br>イノベーションのモデル（トリクルアップ戦略）<br>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）】**
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

**【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 and objectives】**
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：

**実務教員：**

**【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】**

| 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】**
クジラ飛行机「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。

**【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 and objectives】
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：

**実務教員：**

**【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１ｍ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】**
近距離無線通信技術を理解し、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習得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】**
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】**

| 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。】新聞、インタネット、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】**
レポート内容を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。
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 and objectives】
I will lecture on wireless network construction technology along with communication mechanism about representative short-distance wireless communication.

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：

**実務教員：**

**【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、最終的にマッ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】**

| 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 | ポアッソン方程式、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 | マッ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。】関連する箇所を参考書で事前に調べておくこと

**【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】**
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】**
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。
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 and objectives】
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.

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：

**実務教員：**

**【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。
「春学期はオンラインでの開講となる。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】**
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】**

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|---|
| 1 | 情報理論の概要 | 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。 |
| 2 | 確率論の基礎 | 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。 |
| 3 | 情報量 | 自己情報量と平均情報量について解説する。 |
| 4 | エントロピー | 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。 |
| 5 | 条件付エントロピーおよび結合エントロピー | 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。 |
| 6 | 情報源 | 無記憶情報源について学ぶ。<br>随伴情報源、情報源のエントロピーについて学ぶ。 |
| 7 | 情報源符号化 | 情報源符号化、クラフトの不等式、マクミランの不等式、平均符号長について学ぶ。 |
| 8 | 符号化アルゴリズム（1） | 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。 |
| 9 | 符号化アルゴリズム（2） | ハフマン符号のアルゴリズムについて学ぶ。 |
| 10 | 通信路符号化 | 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。 |
| 11 | 誤り訂正符号 | ハミング符号、繰り返し符号について学ぶ。 |
| 12 | 通信路のモデルと通信路容量 | 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。 |
| 13 | 相互情報量 | 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概念を理解する。 |
| 14 | まとめ | 講義全体をまとめ，理解を確かめる。小レポート、課題に対する講評や解説も行う |

**【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】**
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）】**
"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。

**【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 and objectives】**
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.

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：

**実務教員：**

**【授業の概要と目的（何を学ぶか）】**
本講義では，ディジタル画像・映像処理の基本アルゴリズム（色の変換法，圧縮符号化，強調と解析など）について講述する。更に，マルチメディア表現に関する，コンピュータグラフィックスによるディジタル画像の生成技法についても概要を述べる。

**【到達目標】**
１）ディジタル画像・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・映像の圧縮方法について説明できる。
３）各種画像・映像の強調、解析手法について説明できる。
４）図形処理やＣＧ（コンピュータグラフィックス）によるディジタル画像の生成技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。
春学期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。

**【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】**

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|---|
| 1 | 導入 | ディジタル画像・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。 |
| 2 | 色彩情報の表現（１） | 光と視覚の基本特性（放射量と測光量，視細胞，混色と３原色）。 |
| 3 | 色彩情報の表現（２） | 色の表現法（RGB、YCbCr 表色系）。 |
| 4 | ディジタル画像・映像 | 量子化と標本化，解像度とデータ量について学ぶ。 |
| 5 | 画像・映像の前処理とグループ発表 | 空間フィルタ，直交変換（ＤＣＴ，ＤＦＴなど）について学ぶ。グループ発表を行う。 |
| 6 | 画像圧縮符号化（１） | 予測・変換・帯域分割符号化について学ぶ。 |
| 7 | 画像圧縮符号化（２） | 静止画像符号化方式の標準（JPEG）について学ぶ。 |
| 8 | 映像圧縮符号化（１） | フレーム補間、フレーム間予測、動き補償について学ぶ。 |
| 9 | 映像圧縮符号化（２）とグループ発表 | 動画像符号化方式（H.264/AVC, H.265/HEVC, H.266/VVC）について学ぶ。グループ発表を行う。 |
| 10 | 深層学習による圧縮技術 | 深層学習、深層学習による画像と映像の圧縮技術について学ぶ。 |
| 11 | 画像・映像の強調 | 超解像手法、ノイズ除去について学ぶ。 |
| 12 | 画像・映像の解析 | ２値化法と領域分割，直線・円の検出について学ぶ。 |
| 13 | ＣＧによる画像の生成 | ３次元ＣＧ，モデリング（ワイヤフレームモデル，サーフェースモデル，ソリッドモデル）について学ぶ。 |
| 14 | まとめとグループ発表 | 講義全体をまとめ，理解を確かめる。グループ発表を行う。 |

**【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】**
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 and objectives】
This lecture will introduce the basic image/video processing algorithms including the transform, compression/coding, enhancement and analysis etc.　Moreover, the technology of computer graphics will also be introduces.

HUI500X3

# 画像工学特論 1

尾川　浩一

単位数：2 単位 ｜ 開講時期：

**実務教員：**

**【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 online 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】**

| 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 techniqes, 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 requited 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.

HUI500X3

# 知的情報処理特論 1

彌冨　仁

単位数：2 単位 ｜ 開講時期：

実務教員：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】
This course firstly introduces “deep learning” techniques and then covers their supporting fundamental such as linear algebra, statistics, probabilistic model and their optimization. Objective of this course is to obtain important aspects of machine learning techniques and their relationship to the state-of-the art artificial intelligence.

【到達目標】
Develop a fundamental and practical knowledge of machine learning; understanding of discriminative (non-parametric) and generative (parametric) models. This makes it possible for students to understand state-of-the-art papers in this field.

【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】

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|---|
| 1 | Introduction of deep learning | What is deep learning? Definition and history. Classification model and Generative model |
| 2 | Introduction of deep convolutional neural networks | Back propagation neural network, AlexNet, dropout, pooling, normalization, over-fitting |
| 3 | Fundamental of machine learning (1) | Regression, Introduction of basic probability theory (classical probability, Bayesian probability), curve fitting, model selection, curse of dimensionality |
| 4 | Fundamental of machine learning (2) | Frequentisum vs Bayesianisum, Bayes' theorem, A priori probability, a posteriori probability, Bayes' decision rule, ML estimation, MAP estimation |
| 5 | Fundamental of machine learning (3) | Decision theory, Information theory (entropy, mutual information, convex function, Kullback-Leibler divergence) |
| 6 | Fundamental of machine learning (4) | Decision theory, Information theory (entropy, mutual information, convex function, Kullback-Leibler divergence) |
| 7 | Basic linear algebra for machine learning (1) | Linear models, Matrix operation, review of basic terminology, principal component analysis (PCA) |
| 8 | Basic linear algebra for machine learning (2) | Singular value decomposition (SVD) |
| 9 | Introduction of cutting-edge research using deep learning | Introduction of state-of-the-art research on machine learning field |
| 10 | Regularization and optimization (1) | Linear classifier, regularization (L1: lasso, L2: ridge), regression, convex function, bias-variance decomposition |
| 11 | Regularization and optimization (2) | Semi-supervised training, Siamese networks, Triplet network, Adversarial training |
| 12 | Regularization and optimization (3) | EM algorithm and Typical probabilistic distributions |
| 13 | Introduction of natural language processing (1) | topic model (LSI) |
| 14 | Introduction of natural language processing (2) | topic model (LDA) |

【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 Matlab or Google Colaboratory in the exercise.

【その他の重要事項】
If the course is offered online, changes in online class methods, plans, and grading methods will be presented on a case-by-case basis in the Learning support system (Hoppii). Please check carefully on a daily basis to see if your instructor contacts you via the learning support system.

【Outline and objectives】
This course firstly introduces “deep learning” techniques and then covers their supporting fundamental such as linear algebra, statistics, probabilistic model and their optimization.

Objective of this course is to obtain important aspects of machine learning techniques and their relationship to the state-of-the art artificial intelligence.

HUI500X3

# 知的情報処理特論２

彌冨　仁

単位数：2 単位　｜　開講時期：

実務教員：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】
This course emphasizes on important techniques and practical application of recent machine learning techniques including image understanding and natural language processing.
Then, the course introduces deep models based on generative models and explains their fundamentals.
Finally, this course pursuits several cutting-edge techniques associate with machine learning.

【到達目標】
Develop a comprehensive abilities for understanding state-of-the-art papers.
Develop an ability to find practical problems associated with machine learning fields (i.e. classification, regression, inference), find a path to their solutions and solve them.

【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. Classes in the latter part of this course are dedicated for presentation and discussion on cutting-edge papers.
# 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】

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|---|
| 1 | Deep learning for image recognition, understanding | Deep CNN models (Alexnet, VGG, Resnet, and their pre-trained network, autoencoder), Introduction of ILSVRC |
| 2 | Introduction of generative model | introduction of generative model |
| 3 | Convex function | convex function and primitives |
| 4 | Fundamental for generative model 1 | Jensen's inequality, KL-divergence, cross-entropy |
| 5 | Fundamental for generative model 2 (with example) | EM algorithm |
| 6 | Dimensional reduction | manifold hypothesis, autoencoder, sparse auto encoder |
| 7 | Dimensional reduction and generative model | variational auto encoder (VAE) |
| 8 | Generative adversarial networks (GANs) | Introduction of Generative adversarial networks (GANs), theory and implementation |
| 9 | Generative adversarial networks (GANs) 2 | towards practical GAN models: DCGAN and Wasserstein GAN |
| 10 | Semi supervised learning | Semi-supervised learning (graph-based models, siamese nets, Semi-supervised GAN) |
| 11 | Adversarial training (AT) and virtual adversarial training (VAT) | Introduction of adversarial training (AT) and its extension to semi-supervised setting (VAT) |
| 12 | Deep learning for time-series data | back propagation through time (BPTT), long short-term memory (LSTM), and applications |
| 13 | Transformer | attention mechanism and introduction of new key technique. |
| 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】
Use google colaboratory.
Minimum programming skills in Python is required.
If the course is offered online, changes in online class methods, plans, and grading methods will be presented on a case-by-case basis in the Learning support system (Hoppii). Please check carefully on a daily basis to see if your instructor contacts you via the learning support system.

【Outline and objectives】
This course emphasizes on important techniques and practical application of recent machine learning techniques including image understanding and natural language processing.
Then, the course introduces deep models based on generative models and explains their fundamentals.
Finally, this course pursuits several cutting-edge techniques associate with machine learning.

HUI500X3

# 感性情報処理システム特論１

赤松　茂

単位数：2 単位　｜　開講時期：

**実務教員：**

**【授業の概要と目的（何を学ぶか）】**
顔を見分け、話し言葉を理解し、手書き文字を読み、ポケットの中身を手探りで確かめるといった人間の五感に関わる情報処理の多くでは、パターン認識といわれる“やわらかな論理”を実現するメカニズムが大きな位置を占めている。これからのコンピュータは単に高速で正確な演算を行うだけでなく、このような人間に学んだ「やわらかな論理」を実現することがますます重要になってきており、したがってシステム工学の技術者はその理論的な基盤を身につけることが必要となってきている。本特論では、こうしたパターン認識における中心的な課題である特徴選択、識別関数の学習などについて、その基礎理論を体系的に学習することをめざす。

**【到達目標】**
パターン認識における特徴抽出，識別系の学習、認識システムの実装などについての最先端の研究成果を内外で高い評価を得ている学術論文の講読を通じて学び、自らの研究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】**
ヒューマンインタフェース研究室における研究課題として現在取り組んでいる、顔や人物動作の認識・生成システムの構築を具体的な事例としてとりあげ、その理解と実現に必要な画像認識・生成の要素技術について学習する。併せて、顔や人物像が伝える感性情報が人間によってどのように認知されているかを明らかにする認知心理学的な実験に係る代表的な手法についてもとりあげる。それらのテーマに関連する先行研究の論文を受講生自身がが内容を要約して発表する輪講形式の授業とする。
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。。
オンラインでの開講となった場合の、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。

**【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】**

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|---|
| 第 1 回 | 序論 | 人物像の認識・生成システムの概要、画像認識システムのインタフェースへの応用 |
| 第 2 回 | 顔画像認識システムの基礎（1） | 入力画像の前処理 |
| 第 3 回 | 顔画像認識システムの基礎（2） | 顔パターンの特徴抽出 |
| 第 4 回 | 顔画像認識システムの基礎（3） | 識別用特徴の次元圧縮のための主成分分析 |
| 第 5 回 | 顔画像認識システムの基礎（4） | Eigenface 法による顔画像符号化と復元 |
| 第 6 回 | 顔画像認識システムの基礎（5） | 識別系の構成法 |
| 第 7 回 | 顔画像認識システムの基礎（6） | 識別系の学習法と評価 |
| 第 8 回 | 顔画像認識システムの基礎（7） | 入力画像中の顔の検出と位置決め |
| 第 9 回 | 顔のモーフィングモデル（1） | 主成分分析による顔の多様性のモデル化 |
| 第 10 回 | 顔のモーフィングモデル（2） | 任意人物の顔の生成、印象変換への応用 |
| 第 11 回 | 顔表情の認識システム | 表情認識に有効な代表的な特徴抽出法 |
| 第 12 回 | 顔表情の生成システム | 表情表出のモデル |
| 第 13 回 | シーン中のターゲットの高速検索 | 色ヒストグラムによるアクティブ探索 |
| 第 14 回 | 人物像の動作認識 | 画像処理による動物体の検出・追跡・動き記述 |

**【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】
論文紹介の発表担当者は、指定された論文の内容を聴講参加するゼミ所属の４年生でも理解できる簡潔な説明を目指して、わかりやすいパワーポイントのスライドを作成し、そのプレゼンテーションを行う準備をすること。

**【テキスト（教科書）】**
毎回のケーススタディの題材としては、論文紹介当番にあたっている学生の研究テーマに応じてもっともふさわしいと判断した論文を、学習支援システムを通じて事前に配布する。

**【参考書】**
特に定めるものはないが、必要に応じて文献を紹介したり、そのコピーを学習支援システムを通じて配布する。

**【成績評価の方法と基準】**
授業への取り組み、発表当番における論文紹介の出来映えに応じて総合的に評価する。なお、研究テーマの分野の偏りにより、論文紹介の当番回数が少なくなる学生に対しては、代わりにレポート提出を課す場合がある。
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。

**【学生の意見等からの気づき】**
課題とする論文の難易度、その前提となる事前知識の確認に留意する。

**【学生が準備すべき機器他】**
講演に使用するパワーポイントのスライドは少なくとも１２枚以上とし、これらのスライドを１頁あたり６枚ずつ並べた形式による配布資料を作成し、論文紹介を行う授業の前に授業支援システムにアップできるように提出すること。

**【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 and objectives】
Kansei information processing（感性情報処理）is an area of investigation which evolved through interdisciplinary research collaboration between information engineering (such as image engineering) and human science (such as cognitive psychology). In this course, students are instructed in turn to read assigned papers in this field (not a few papers are in Japanese) and introduce them in the class.

FRI500X3

# 脳情報処理特論 1

平原　誠

単位数：2 単位　｜　開講時期：

**実務教員：**

**【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，学習理論および実装に関する基礎力を身に付ける．

**【到達目標】**
・ニューラルネットの学習理論の導出に関する基礎力．
・ニューラルネットの学習の視覚的な理解．
・ニューラルネット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】**
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。ニューラルネット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】**

| 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 | バックプロパゲーションによる多層ニューラルネットの学習 |
| 第 8 回 | 多層ニューラルネット | 多層ニューラルネットの実装 |
| 第 9 回 | リカレントニューラルネット | BPTT によるリカレントニューラルネットの学習 |
| 第 10 回 | リカレントニューラルネット | リカレントニューラルネットの実装 |
| 第 11 回 | リカレントニューラルネット | RTRL によるリカレントニューラルネットの学習 |
| 第 12 回 | RBF ネットワーク | RBF ネットワークの学習 |
| 第 13 回 | RBF ネットワーク | RBF ネットワークの実装 |
| 第 14 回 | まとめ | まとめ，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。】前回の復習を欠かさないこと．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．

**【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】**
平常点２０％，課題８０％．
（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】**
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 and objectives】
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, and their learning algorithms.

FRI500X3

# 脳情報処理特論２

平原　誠

単位数：2 単位　｜　開講時期：

**実務教員：**

**【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】**

| 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 にような非線形関数回帰，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。】前回の復習を欠かさないこと．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．

**【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】**
平常点２０％，課題８０％.
（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】**
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 and objectives】
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.

HUI500X3

# 画像解析特論

清水　昭伸

単位数：2 単位　｜　開講時期：

**実務教員：**

**【授業の概要と目的（何を学ぶか）】**
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．

**【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．

**【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】**
2021 年度は，対面授業が可能であれば対面で行うが，Zoom を用いたオンライン講義やハイブリッド講義の可能性も残されているため，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】**

| 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　－統計的形状モデルに基づく方法－ | 臓器の統計的形状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　－統計的形状モデルと最適化理論の融合－ | 臓器の統計的形状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： wzlgfpk）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４０％，レポート４０％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 and objectives】
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.

HUI500X3

# 応用信号処理特論

吉田　久

単位数：2 単位　｜　開講時期：

**実務教員：**

**【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。
春学期の少なくとも前半はオンラインでの開講となる。本講義は集中講義の形態で開講予定であったが，5 月 16 日（土）から少なくともオンライン講義の期間は，毎週土曜日の 2 時限目に本講義を開講する．

**【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】**

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|---|
| 1 | 時間－周波数表現の概要<br>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<br>Concept of time-frequency representation |
| 2 | 数学的準備<br>Some mathematics | フーリエ解析とデルタ関数の基礎<br>Fourier analysis and delta function |
| 3 | 時間－周波数解析の導入<br>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<br>Traditional signal representations and joint time-frequency representation |
| 4 | 信号表現<br>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<br>Time-frequency approach: Essence and terminology |
| 5 | 時間－周波数領域における信号の特徴（1）<br>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，単一成分信号と多成分信号<br>Analytic signal and Hilbert Transform |
| 6 | 時間－周波数領域における信号の特徴（2）<br>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<br>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）<br>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<br>Defining Amplitude, Phase, and IF using the analytic signal |
| 8 | 時間－周波数分布（1）<br>Time-frequency distributions (1) | Short-Time Fourier Transform，Spectrogram |
| 9 | 時間－周波数分布（2）<br>Time-frequency distributions (2) | 信号核の生成<br>Wigner Distribution, Wigner-Ville Distribution |
| 10 | 時間－周波数分布（3）<br>Time-frequency distributions (3) | ランダム信号の非定常スペクトル，<br>Wigner-Ville Spectrum for random signal |
| 11 | 時間－周波数分布（4）<br>Time-frequency distributions (4) | Wigner Distribution, Spectrogram と Wavelet の関係 |
| 12 | Wavelet 変換（1）<br>Wavelet Transform (1) | 連続 Wavelet 変換，逆連続 Wavelet 変換，連続 Wavelet 変換の意味<br>Continuous wavelet transform |
| 13 | Wavelet 変換（2）<br>Wavelet Transform (2) | 直交 Wavelet 変換，スケーリング関数，サンプリング定理<br>Discrete wavelet transform |
| 14 | Wavelet 変換（3）<br>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<br>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，詳細は各自次週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、演習と同時にミニッ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 and objectives】
In traditional signal processing, the natural variables time (t) or frequency (f) is 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. In this course, we present the essential concepts on which the field of TFSP is built. Our objective is to understand these basic time-frequency concepts and mastering methods for analyzing signals in time-frequency plane.

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：

**実務教員：**

**【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着け，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，SVM，決定木，クラスタリングを学ぶ．また従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】**

| 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 | SVM の基礎 | 線形サポートベクターマシン，カーネル関数 |
| 6 | SVM の発展 | 多値サポートベクターマシン，1 クラスサポートベクターマシン |
| 7 | 決定木の基礎 | CART，不純度 |
| 8 | 決定木の発展 | ランダムフォレスト，ブースティング |
| 9 | クラスタリングの基礎 | 階層型クラスタリング |
| 10 | クラスタリングの発展 | 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

**【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 and objectives】
As the results of recent advances of Internet and database technology, we can exploit various kinds of data. This course covers learning algorithms used in machine learning and data mining.

COT500X3

# データマイニング特論

小林　透

単位数：2 単位 ｜ 開講時期：

**実務教員：**

**【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】**

| 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 and objectives】
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.

PRI500X3

# 計算幾何学特論

古賀　久志

単位数：2 単位　｜　開講時期：

**実務教員：**

**【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 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。小テスト、レポート課題に関しては模範回答を授業支援システムで示し、学生が自分の間違いに気付けるようにする。
授業の開講形態は、現状では zoom を利用したリアルタイム開講を想定しているが、秋学期の開始時点でのコロナの状況に応じて変更する可能性がある。

**【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】**

| 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、幾何学を計算機で取り扱うこと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。本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 | 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 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上に OpenCV を使える環境を構築する。 |
| 第 9 回 | 施設配置問題 | 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 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 | アレンジメント | 複数個の直線による平面分割のことをアレンジメントと呼ぶ。アレンメントに関して成り立つ性質を理解する。 |
| 第 12 回 | クラスタリングアルゴリズムのプログラム実装 | OpenCV の画像処理ライブラリを使い、k-means クラスタリング法をプログラムで実装する。 |
| 第 13 回 | パターン認識入門 | パターン認識が多次元ベクトルの分類問題であることを理解し、基本的ななパターン認識アルゴリズムについて学ぶ。 |
| 第 14 回 | OpenCV を使った SVM プログラミング | 代表的なパターン分類手法である SVM の原理を理解し、実際に OpenCV で動かしてみる。 |

**【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。】
アルゴリズムを実現するための手段を持っていなければ、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 %: 主に OpenCV を使ってプログラミング実装する課題を出す。
-授業時に実施するレポート課題 60 %： こちらは昨年度まで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。簡単な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。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 and objectives】
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 geomerty with their application areas. Because pattern recognition is one of the application areas, this class refers to Support Vector Machine which is well-known as a pattern classifier.

HUI500X3

# 自然言語処理特論

別所　克人

単位数：2 単位　｜　開講時期：

**実務教員：**

**【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に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．レポート課題（宿題）を出す予定であり，授業で課題に対して講評する．

**【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】**

| 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」の説明と，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．
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】**
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 and objectives】
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.

FRI500X3

# Ｗｅｂサービス技術特論

七丈　直弘

単位数：2 単位　｜　開講時期：

**実務教員：**

**【授業の概要と目的（何を学ぶか）】**
Web サービスとは、従来、インターネット上で提供される、Web ブラウザや API 経由でアクセス可能なサービスを意味してきたが、近年では、そのような定義に当てはまらない多くのサービスが登場してきている。例えば、東南アジアで席巻する「スーパーアプリ」とよばれる「Gojek」や「Grab」は、Web 技術を根底におきつつも、金融・生活・移動など包摂的成長などにつながる社会的サービスを提供しており、狭義の Web サービスの枠を大きく外れている。このような Web 技術を基盤とする新興サービスの成功の根源には、ダイナミックに変化する環境を先取りしたリーンな開発・サービスデザインがある。本講義では、未来洞察とよばれる、社会変化の動向把握の手法を学び、シナリオプランニングの実施、テクノロジーフォーサイトを集中的に行う。

**【到達目標】**
Web サービスの原理を理解する。Web サービスをめぐるエコシステム（経済的背景、政策的背景、海外動向）について理解する。Web サービスの新企画を提案できるようになる。

**【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】**
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。コロナ対策として、密になりやすり対面でのワークショップをできるだけ避け、オンラインでのワークショップとする。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】**

| 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：スキャ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：スキャ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：スキャ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）】**
特にない。

**【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・オスターワルダー他「バリュー・プロポジション・デザイン」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）

**【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 Web サービスのビジネスモデル設計、サービス設計等を行う。

**【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 and objectives】
In the past, Web services have meant services provided on the Internet and accessible via Web browsers and APIs. In recent years, many services that do not meet such a definition have appeared. For example, “Gojek” and “Grab”, which are called “super apps” swept in Southeast Asia, provide social services that lead to inclusive growth, such as finance, living, and mobility, based on Web technology. It is far outside the narrow definition of Web services. The root of the success of such emerging technologies based on Web technologies is lean development and service design that anticipates a dynamically changing environment. In this lecture, students will learn how to grasp trends in social change, called future insights, and will focus on scenario planning and business model development.

COT500X3

# センサーネット特論

門　勇一

単位数：2 単位　｜　開講時期：

**実務教員：**

**【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】**

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|---|
| 第 1 回 | はじめに | 電磁波利用の歴史 |
| 第 2 回 | マックスウェルの方程式 | アンペアの法則、ファラディーの電磁誘導の法則からマックスウェル方程式の導出する |
| 第 3 回 | 平面電磁波（1） | マックスウェル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） | 微少ダイポールアンテナからの電磁波の放出について解説する |
| 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】平常点（50 %）および提出レポート（50 %）によって評価する。

**【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 and objectives】
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

山﨑　泰明

単位数：2 単位　｜　開講時期：

**実務教員：**

**【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、ビジネスプラン の作成を行なう。また、特に、インターネットビジネスに関わる講義では、専門家を招聘し、より知識の浸透を図ることとする。また、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ィ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】**

| 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）<br>⑦オープンイノベーション（ヘンリー・チェスブロウ） |
| 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（チャン・キム＆レネ・モボリュニュ）<br>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）<br>⑫リバース・イノベーション（ヒジャイ・ゴビンダラジャン）<br>⑬ユーザーイノベーション（エリック・ヒッペル） |
| 第 11 回 | ＩＴ革命 | 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。ＩＴ の登場によるその光と影、及び最新の ＩＴ ビジネストレンドについて解説する。 |
| 第 12 回 | プラットフォーム | 本講では、ＩＴ 革命後、有力なビジネスモデルとして登場・増殖し、今や産業界のキー概念になりつつあるプラットフォームについて多角的な理解ができるように解説する。 |
| 第 13 回 | ＩＴで変わるビジネス：FinTech | FinTech とは、「金融（Financial）」と「技術（Technology）」を組み合わせた米国発の造語であり、ＩＴ（情報技術）を駆使した金融サービスの創出を意味する。決済・送金・資産運用・資金調達（クラウドファンディング）・仮想通貨 （ブロックチェーン技術）などの新 サービスが次々と登場している。本講では金融業界に革命をもたらしている FinTech の意義とそのトレンドについて解説する。 |
| 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して、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）】**
・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】**
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 and objectives】
This course introduces about 13 innovation theories and the forefront of Internet business.

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：

**実務教員：**

**【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・知覚と感情を中心的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。
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。

**【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】**

| 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<br>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用さ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。
必要用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】**
2020 年度授業内リアクションでは実験データの分析についてより詳細な解説が要望された。
そこで授業後半では統計的手法について解説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 and objectives】
We will examine comprehensively about human cognitive function, especially sense, perception and emotion. Also, you will learn how to get and analyze psychological data.

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：

**実務教員：**

**【授業の概要と目的（何を学ぶか）】**
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】**

| 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<br>レポート課題，宿題の解答説明 |

**【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時間を標準とします。】
宿題（2 回）ならび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】**
宿題（2 回）ならびにレポート（2〜3 回）による．
単位取得の必要条件：　宿題 2 回提出，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．

**【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 and objectives】
Several topics in visual computing (i.e. computation techniques for shape and images) are lectured. The topics include shape processing, computer graphics, and visualization.

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：

**実務教員：**

**【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．

**【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】**

| 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 | 動画像処理 | 動画像からの 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。】自主的な学びを助けるために，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％）

**【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．配布資料をエチュードで配布し，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 and objectives】
The objective of this lecture is to learn methods for recognizing 3D structural information of the object in the image captured by camera.

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：

**実務教員：**

**【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【リラックスする呼吸へ誘導するソフトウェア】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.
プログラミングの全工程をカバーする設計手法の概略を知る
MATLAB で簡単なプログラムを作成動作できるようになる
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、講師が用意するデジタルヘルスケアのアプリケーション（呼吸誘導アプリケーション）を題材に、講義で学んだ手法を用いて改良ソフトウェアのデザインに取り組む。題材は、MATLAB 環境で動作するコードであり、MATLAB に関して初歩から使えるように指導する。
改良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よく、必ずしも matlab の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 12 回～13 回で各自発表を行い、受講生同士でのＱＡを行う。
○全回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】**

| 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 | 使いにくいソフトウェア | 使いにくさを生むユーザの脳内モデルと実装との違い<br>＜ MATLAB ＞基礎 |
| 3 | ユーザのゴール | ソフトウェアの設計で重要となるユーザのゴールの特性と実例<br>＜ MATLAB ＞呼吸誘導ソフトの紹介 |
| 4 | ユーザモデリング | ペルソナ法によるユーザモデリング<br>＜ MATLAB ＞呼吸データ取り込みと表示機能の紹介 |
| 5 | インタラクションの記述：シナリオ | シナリオによるユーザとソフトウェアの振る舞い記述<br>＜ MATLAB ＞呼吸パターンの分類機能の紹介 |
| 6 | オーケストレーション：調和的構成 | ソフトウェアモジュールの組み上げ方の指針<br>＜ MATLAB ＞望ましい呼吸パターンの表示機能の紹介 |
| 7 | イライラさせられる操作を省く | 必要だが、ユーザがやりたくない操作とは何か、どのように操作を減らすのか<br>＜ MATLAB ＞改良検討 |
| 8 | ユーザインタフェース設計パラダイム比較 | UI 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種類の比較的紹介<br>＜ MATLAB ＞改良検討 |
| 9 | アンドゥの設計 | 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<br>＜ MATLAB ＞改良検討 |
| 10 | データ入出力のユーザインタラクション | 実装に依存するデータの入出力を実装に依存せずにユーザに操作させる設計指針<br>＜ MATLAB ＞発表資料検討 |
| 11 | メニュー、ツールバー、ダイアログ | ユーザがソフトウェアへ指示を行うメニュー、ツールバー、ダイアログを快適なものにする設計指針<br>＜ MATLAB ＞発表資料検討 |
| 12 | 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 |
| 13 | 発表（２） | 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 |
| 14 | まとめ | 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 |

**【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

**【成績評価の方法と基準】**
平常点（４０％）、発表内容（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 が必要である．ノートＰＣには MATLAB がインストールされていて、最新の状態になっていること。

**【その他の重要事項】**
特になし

【Outline and objectives】
Students will learn a design method for software that requires user's interaction. This type of software design is different from those for scientific calculation and simulation, and deals with the behavior of the software against user manipulations or user reactions. Students also have opportunities to deepen the understanding level of the interaction design method taught in this class by applying it for refining the digital healthcare program provided by the lecturer.

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：

**実務教員：**

**【授業の概要と目的（何を学ぶか）】**
マルチモーダル情報処理特論では，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実例とを学んでいく。さらに、講義で学んだ技術を使うユースケースを検討して、その結果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、講義内容の理解を深めるとともに、プレゼンテーションスキルを向上できる。

**【到達目標】**
・時系列データのモデリング手法である隠れマルコフモデル（HMM）による時系列データ（例えば音声）の分類手法と EM アルゴリズムによる HMM のパラメータ推定方法を理解する
・バギング，ブースティング，ランダムフォレスト等の集合学習による情報統合技術の原理を理解する
・高精度と高速性を両立させる認識系の構成方法など，複数の認識手法を組み合わせるシステム構成の例を学ぶ
・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てもらう．
○各受講者が，講義で説明した主要技術のうちの一つを選んで，修士 1 年生を対象とした講義を想定したプレゼンテーションの資料を作成，プレゼンテーションを実施してもらう．
○全回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】**

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|---|
| (1) | マルチモーダル情報処理とは | 講義の進め方を説明し、個別モダリティ処理およびマルチモーダル処理の概略を紹介する。 |
| (2) | 機械学習とは | ・MATLAB の基礎的使い方を説明する．<br>・機械学習の概要を説明する |
| (3) | ディープニューラルネットワークによる処理 | ・ディープニューラルネットワーク（DNN）による画像分類、音声認識の実例を示す<br>・DNN の動作と学習過程を実例で説明する。 |
| (4) | 音の処理の基礎 | ・音を取り扱う方法を説明する<br>・時系列モデルの必要性を説明する |
| (5) | マルコフモデル | ・時系列データを取り扱うための統計的概念を説明する<br>・時系列データを表現するためにマルコフモデルを導入する |
| (6) | 隠れマルコフモデル | ・複雑な時系列現象を扱うのに適した隠れマルコフモデル（HMM）を説明する<br>・HMM とニューラルネットワークでの系列データの取り扱い方との関係を説明する |
| (7) | 音声認識手法の概要 | ・代表的な時系列データである音声信号を対象に，隠れマルコフモデルを用いた認識手法を概観する |
| (8) | 音声認識手法の学習 | ・HMM の学習方法である EM アルゴリズムを説明する<br>・DNN における音声認識手法の学習方法の概要を説明する |
| (9) | 複数モーダルの統合 | ・画像と音声の認識手法を組み合わせる統合モデルの基本的な概念を説明する |
| (10) | ブースティング、バギング | ・集合学習の代表的な手法である AdaBoost の仕組みと学習方法を説明する<br>・他の集合学習による統合処理の概要を簡単に紹介する |
| (11) | 決定木による情報統合と決定木の学習的構成 | ・異なるモーダル情報を統合する手法として決定木を導入し、その学習的構成手法を説明する。 |
| (12) | カスケード接続による認識システム | ・複数の認識系をシーケンシャルに組み合わせるシステムにおいて、組み合わせ方による全体性能の違いを説明する |
| (13) | 発表に関する検討 | ・発表内容の検討と講師によるレビュー |
| (14) | プレゼン | ・受講者が講義で紹介した主要技術内容を各自の観点でまとめ直してプレゼンする。 |

**【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）】**
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】**
講義で説明した技術の利用方法を検討して，その結果のプレゼンテーションを行ってもらう．評価は，平常点（２０％）プレゼンテーションの内容６０％と，他の発表への討論の内容（２０％）で行う．

**【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、最新の状態に設定を行っておくこと

【Outline and objectives】
Students will learn a theory for the prediction and classification integrally using data from multiple sources. Students will also have an opportunity to investigate the use case of the technologies learned in this class and make a presentation about the investigation result to other students, which can deepen the understanding level of what is learned and improve the presentation skills.

HUI500X3

# 科学技術文技法

李　磊、柴山　純、山内　潤治、彌冨　仁、川口　悠子、和田　幸一

単位数：2 単位　｜　開講時期：

**実務教員：**

**【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】**
Ａ４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、英文に頻出する特有の用語、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、コロナの影響で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】**

| 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 and objectives】
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. In this course, students learn how to write clearly and concisely, in both Japanese and English, through lectures and exercises.

COS500X3

# ニューラルネットワークの理論と応用

孫　鶴鳴

単位数：2 単位　｜　開講時期：

実務教員：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】
The course is composed of the theory and implementation of neural networks.
The target is to understand the principles of neural networks and have the ability to solve some computer vision and signal processing problems by using neural networks.

【到達目標】
There are three 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 lectures for the explanation and exercise, two lectures for the presentation.
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】
なし / No

【授業計画】

| 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）】
【本授業の準備・復習時間は、各４時間を標準とします。】Every 3-4 classes, there is a report.

【テキスト（教科書）】
教科書を使用しない

【参考書】
参考書を指定しない

【成績評価の方法と基準】
Report: 40%
Attendance: 10%
Final project presentation: 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】
A notePC

【Outline and objectives】
The course is composed of the theory and implementation of neural networks.
The target is to understand the principles of neural networks and have the ability to solve some computer vision and signal processing problems by using neural networks.

FRI500D1

# 暗号とその応用

単位数：**単位** ｜ 開講時期：

**実務教員：**

**【授業の概要と目的（何を学ぶか）】**
Nowadays, modern cryptography is widely used on the Internet and many IT applications. Cryptocurrencies and block-chains are one of the applications of cryptography. This course will introduce the basic concept and techniques of modern cryptography as well as for cryptocurrencies. It will also provide some advanced topics of modern cryptography such as post-quantum cryptography, homomorphic encryption, and functional encryption.

**【到達目標】**
The students will get to understand the key concepts and techniques in modern cryptography and its applications to cryptocurrencies, such as symmetric-key encryption, public-key encryption, digital signatures, Bitcoin, block-chains and some advanced concepts of cryptography.

**【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）】**

**【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】**

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|---|
| 1st class | Introduction | Background of modern cryptography. Introduction to the lecturer. Course overview. |
| 2nd class | Symmetric-key cryptosystems | Block ciphers and authentication code |
| 3rd class | Concept of Public-key cryptosystems | Public-key encryption, Key exchange |
| 4th class | Security and construction of public-key cryptosystems | CCA security, DH key exchange, RSA encryption, ElGamal encryption |
| 5th class | Concept and security of digital signatures and hash functions | Requirements for electronic signatures, EU-CMA security |
| 6th class | Construction of digital signatures and hash functions | RSA signatures, (EC-)DSA signatures, SHA family of hash functions |
| 7th class | Public-key infrastructures (PKI) | Certificate authorities (CA), Digital signature laws |
| 8th class | Post-quantum cryptography | Quantum computer, Lattice-based cryptography |
| 9th class | Electronic money | Traditional electronic money systems, Ecash systems |
| 10th class | Bitcoin | Proof of work (POW), Mining, Transactions, Block-chain. |
| 11th class | Drawbacks of Bitcoin and other cryptocurrencies | Proof of Stake (POS), Smart contract, Ethereum, DAG |
| 12th class | Block-chains | Open Ledger, Centralized/decentralized system, Public/private systems |
| 13th class | Advances of public-key cryptosystems (1) | Fully homomorphic encryption, Applications, Lattice based construction |
| 14th class | Advances of public-key cryptosystems (2) | Functional encryption, Applications, Bilinear based construction |

**【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/Cryptograph

**【テキスト（教科書）】**
I will introduce some books and articles in my lectures.

**【参考書】**
I will introduce some books and articles in my lectures.

**【成績評価の方法と基準】**
1. Class participation: 40%
2. Final report: 60%

**【学生の意見等からの気づき】**
All students are enthusiastic and showed a sufficient level of understanding.

PRI600X3

# 応用情報工学特別研究１・２

赤松　茂、彌冨　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

単位数：3 単位　｜　開講時期：年間授業/Yearly

実務教員：

**【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.

**【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】**

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|---|
| 第 1 回 | プロジェクト I-1<br>Project I-1 | 専門に近い問題を解く１－問題の提示<br>Study theme of specialized technical field |
| 第 2 回 | プロジェクト I-2<br>Project I-2 | 専門に近い問題を解く２－問題を解く１<br>Research 1 |
| 第 3 回 | プロジェクト I-3<br>Project I-3 | 専門に近い問題を解く３－問題を解く２<br>Research 2 |
| 第 4 回 | プロジェクト I-4<br>Project I-4 | 専門に近い問題を解く４－教員との討論<br>Discussion |
| 第 5 回 | プロジェクト I-5<br>Project I-5 | 専門に近い問題を解く５－論文の作成１<br>Writing technical document 1 |
| 第 6 回 | プロジェクト I-6<br>Project I-6 | 専門に近い問題を解く６－論文の作成２<br>Writing technical document 2 |
| 第 7 回 | プロジェクト I-7<br>Project I-7 | 専門に近い問題を解く７－成果発表<br>Presentation |
| 第 8 回 | プロジェクト II-1<br>Project II-1 | 専門から少し離れた問題を解く１－問題の提示<br>Study theme of general-purpose technical field |
| 第 9 回 | プロジェクト II-2<br>Project II-2 | 専門から少し離れた問題を解く２－問題を解く１<br>Research 1 |
| 第 10 回 | プロジェクト II-3<br>Project II-3 | 専門から少し離れた問題を解く３－問題を解く２<br>Research 2 |
| 第 11 回 | プロジェクト II-4<br>Project II-4 | 専門から少し離れた問題を解く４－教員との討論<br>Discussion |
| 第 12 回 | プロジェクト II-5<br>Project II-5 | 専門から少し離れた問題を解く５－論文の作成１<br>Writing technical document 1 |
| 第 13 回 | プロジェクト II-6<br>Project II-6 | 専門から少し離れた問題を解く６－論文の作成２<br>Writing technical document 2 |
| 第 14 回 | プロジェクト II-7<br>Project II-7 | 専門から少し離れた問題を解く７－成果発表<br>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．
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 and objectives】**
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

赤松　茂、彌冨　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

単位数：2 単位　｜　開講時期：年間授業/Yearly

実務教員：

**【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.

**【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】**

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|---|
| 第 1 回 | プロジェクト I-1<br>Project I-1 | 専門に近い問題を解く１－問題の提示<br>Study theme of specialized technical field |
| 第 2 回 | プロジェクト I-2<br>Project I-2 | 専門に近い問題を解く２－問題を解く１<br>Research 1 |
| 第 3 回 | プロジェクト I-3<br>Project I-3 | 専門に近い問題を解く３－問題を解く２<br>Research 2 |
| 第 4 回 | プロジェクト I-4<br>Project I-4 | 専門に近い問題を解く４－教員との討論<br>Discussion |
| 第 5 回 | プロジェクト I-5<br>Project I-5 | 専門に近い問題を解く５－論文の作成１<br>Writing technical document 1 |
| 第 6 回 | プロジェクト I-6<br>Project I-6 | 専門に近い問題を解く６－論文の作成２<br>Writing technical document 2 |
| 第 7 回 | プロジェクト I-7<br>Project I-7 | 専門に近い問題を解く７－成果発表<br>Presentation |
| 第 8 回 | プロジェクト II-1<br>Project II-1 | 専門から少し離れた問題を解く１－問題の提示<br>Study theme of general-purpose technical field |
| 第 9 回 | プロジェクト II-2<br>Project II-2 | 専門から少し離れた問題を解く２－問題を解く１<br>Research 1 |
| 第 10 回 | プロジェクト II-3<br>Project II-3 | 専門から少し離れた問題を解く３－問題を解く２<br>Research 2 |
| 第 11 回 | プロジェクト II-4<br>Project II-4 | 専門から少し離れた問題を解く４－教員との討論<br>Discussion |
| 第 12 回 | プロジェクト II-5<br>Project II-5 | 専門から少し離れた問題を解く５－論文の作成１<br>Writing technical document 1 |
| 第 13 回 | プロジェクト II-6<br>Project II-6 | 専門から少し離れた問題を解く６－論文の作成２<br>Writing technical document 2 |
| 第 14 回 | プロジェクト II-7<br>Project II-7 | 専門から少し離れた問題を解く７－成果発表<br>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．
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 and objectives】**
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.

COT500X3

# 応用情報工学プロジェクト

赤松　茂、彌冨　仁、尾川　浩一、金井　敦、品川　満、藤井　章博、李　磊、和田　幸一、周　金佳

単位数：2 単位　｜　開講時期：

**実務教員：**

**【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】**

| 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場合がある．
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 and objectives】
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

実務教員：

**【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。
なお、春学期のオンラインでの開講となるとき、それにともなう各回の授業計画の変更や具体的なオンライン授業の方法などを、学習支援システムで提示する。
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】**
なし / No

**【授業計画】**

| 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、実験および最終論文の内容により総合的評価する。
なお、春学期のオンラインでの開講となったとき、成績評価の方法と基準は変更する場合があり、具体的な方法と基準は、学習支援システムで提示する。

**【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】**
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 and objectives】
The purpose of these special researches is understanding structure of the fast algorithms, parallel algorithms, evolutional 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.

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

実務教員：

**【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はできるようにする。

**【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。
なお、春学期のオンラインでの開講となるとき、各回の授業計画の変更や具体的なオンライン授業の方法などを、学習支援システムで提示する。
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】**
なし / No

**【授業計画】**

| 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理 |
| 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、および実験レポートで総合的評価する。
なお、春学期のオンラインでの開講となったとき、成績評価の方法と基準は変更する場合があり、具体的な方法と基準は、学習支援システムで提示する。

**【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】**
貸与パソコン

【Outline and objectives】
The purpose of these experiments is understanding structure of algorithms, learning the programing method by realizing some related algorithms, and also can evaluate the performance for proposed new algorithms.

BME700X3

# 情報処理工学特別研究 1・2・3

彌冨　仁

単位数：3 単位 ｜ 開講時期：年間授業/Yearly

実務教員：

**【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。

**【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。

**【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】**

| 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。

**【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。

**【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。

**【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。

**【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 and objectives】
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

彌冨　仁

単位数：2 単位　｜　開講時期：年間授業/Yearly

実務教員：

**【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) と必ずセットで履修すること。

**【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。

**【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。
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.

**【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】**

| 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 1 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。

**【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。

**【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。

**【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。

**【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 and objectives】
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

実務教員：

**【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 survey, research, study of their research topic. Seminars will be held to discuss and present the research result.
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】**

| 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 |

**【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。】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，出席，外部への発表（論文、国際会議など）等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 and objectives】
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.

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

実務教員：

**【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】**

| 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２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，質疑応答，出席，実験成果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 and objectives】
This course provides lab students research and experimental project. Each student conducts the project under the advice of the supervisor. Students will acquire basic skills as research engineers.

BSC500Y1

# 分子分光学特論

髙井　和之

単位数：2 単位 ｜ 開講時期：

**実務教員：**

**【授業の概要と目的（何を学ぶか）】**
この授業では，気相におかれた分子および固相の物質と光との相互作用の基本について理解を深め，さまざまな励起源をもちいた分光学的手法を学ぶことにより，物質の構造および物質中の電子の状態，性質を調べる方法論を習得することを目指す．

**【到達目標】**
物質の性質はほぼ物質中の電子状態に依存しており，量子力学的粒子である電子の状態を探るためには光と物質中の電子の相互作用がどのように相互作用し，その結果どのような現象が生じるのかを理解する必要がある．この授業では種々の波長の光が物質の電子状態におよぼす様々な効果をいろいろな題材を挙げながら理解を進めていくとともに，光によって生じる電子状態変化や反応などの諸現象を理解するための分光実験の手法を解説し，実際の系においてどのように活用されているのかを学ぶ．

**【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】**
スライドなど用いて光と物質の間の相互作用の取り扱いに関する背景について解説する．また，学生が各自の研究テーマに関連した分光学的手法を利用した研究内容をスライドプレゼンテーションで発表するとともにアクティブラーニング形式での議論を行う．授業の初めに、前回の授業の議論内容からいくつか取り上げて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】**

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|---|
| 第 1 回 | 光の性質 | 光の粒子性と波動性 |
| 第 2 回 | 光と物質の相互作用 | 分子のエネルギー状態と光吸収 |
| 第 3 回 | 電子状態と種々のクロミズム | 色が変わる要因について |
| 第 4 回 | 固体物質と光との相互作用 | 深さ方向の侵入長と脱出長 |
| 第 5 回 | レーザーの原理 | 指向性のある光をどのように作るのか？ |
| 第 6 回 | 種々の励起光源と分光計測の基礎 | 分光に用いられる様々な光源とそれを用いた計測の基礎 |
| 第 7 回 | 光の反射、屈折、干渉 | 光の反射、屈折、干渉 |
| 第 8 回 | ラマン分光および赤外分光 | ラマン分光および赤外分光 |
| 第 9 回 | 光電子分光 | 表面敏感測定 |
| 第 10 回 | 磁気分光法 | ESR と NMR を中心に |
| 第 11 回 | 分光法と巨視的物性量との相関 | 磁性および伝導性との相関 |
| 第 12 回 | イメージング分光法の初歩 | 微小領域をどのように観測するか？ |
| 第 13 回 | 走査プローブ分光法 | 走査プローブ分光法 |
| 第 14 回 | 軽元素系物質と分光法 | 軽元素系物質と分光法 |

**【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。】必要に応じて課される宿題を解いて提出するとともに授業内における発表に関する議論を適宜自主的に継続する．

**【テキスト（教科書）】**
特になし

**【参考書】**
実験化学講座「表面」日本化学会編
浜口 宏夫, 平川 暁子「ラマン分光法」(日本分光学会 測定法シリーズ) 1988 年
大矢 博昭、山内 淳「電子スピン共鳴」講談社サイエンティフィク　1989 年

**【成績評価の方法と基準】**
レポート（70%）に加え，議論への貢献度（30%）を考慮し，総合的に判定する．

**【学生の意見等からの気づき】**
好評につきアクティブラーニング形式による議論を行う部分を継続する

**【学生が準備すべき機器他】**
授業支援システムを用いた資料の配布およびレポートの提出
調査結果の発表は貸与ノート PC を持参して行う

【Outline and objectives】
The aim of this course is to help students acquire an understanding of basic concept and knowledge required for Spectroscopy for Molecules and Materials, including deep understanding of a principle of interations between photons and materials.

MAC500Y1

# 先端材料物性特論

緒方　啓典

単位数：2 単位　｜　開講時期：

**実務教員：**

**【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】**

| 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）】**
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（宇佐美徳隆、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１４２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 and objectives】
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：

**実務教員：**

**【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，ガラス移転点，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】**

| 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）】**
高分子の構造と物性　講談社
松下 裕秀 (著), 佐藤 尚弘 (著), 金谷 利治 (著), 伊藤 耕三 (著), 渡辺 宏 (著), 田中 敬二 (著)
ISBN-10: 4061543806
ISBN-13: 978-4061543805

**【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 and objectives】
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：

**実務教員：**

**【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】**

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|---|
| 1 | 無機材料合成プロセスの概要 | ものつ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 | ＳＰＳ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） | ＣＶＤ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）】**
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 and objectives】
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：

**実務教員：**

**【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 organnometallic 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】**

| 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） Organnometallic 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 transiton-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 transiton-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 transiton-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 Hydrosilation |
| 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 methathesis |
| 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） Organometallic chemistry | 遷移金属触媒反応：代表的な工業化反応（2） Reactions in industry |
| 第 13 回 | 有機金属化学（１３） Organometallic chemistry | 遷移金属触媒反応：代表的な工業化反応（3） Reactions in industry |
| 第 14 回 | 有機金属化学（１４） Organometallic chemistry | 遷移金属触媒反応：代表的な工業化反応（4） Reactions in industry |

**【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】**
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 and objectives】**
Introduction to organometallic chemistry and transition-metal catalyzed reactions

APC500Y1

# 高エネルギー反応場特論

清水　禎樹、渡辺　博道

単位数：2 単位 ｜ 開講時期：

**実務教員：**

**【授業の概要と目的（何を学ぶか）】**

本講義前半では、高エネルギー化学反応場としてのプラズマについて学習する。荷電粒子の集まりであるプラズマは、電子・イオン等のエネルギーを上手に制御することで、工業材料、生体材料、食品などの幅広い物質を対象とする化学反応プロセスに適用することが可能である。講義を通して、各種プロセスで鍵となる電子・イオン等の運動に代表されるプラズマの物理と具体的な化学反応プロセスへの応用について学習し、プロセスの目的に応じた反応の促進に効果的な、電子・イオン等のエネルギー制御についての基礎知識を習得する。

また、高温における固体の物理的な振る舞いを理解もしくは予測するためには物質の高温物性値が必要となる。本講義後半では、固体物質の電気的／光学的／熱的な性質が、物質固有の微視的／巨視的構造からどのようにして発現するかを初歩的な固体物理理論により説明した上で、それらの高温物性値を測定する方法の原理や技術を解説する。

**【到達目標】**

1-(1) プラズマ中における電子・イオンの運動に代表される微視的な現象を理解する。
1-(2) プラズマの集団的性質を理解する。
1-(3) 基本的なプラズマ発生方法の原理を理解する。
1-(4) 具体的な化学反応プロセスで、プラズマ中の何が、どのように反応に寄与しているかを理解する。
1-(5) 将来、プラズマ化学反応を利用する際、最適なプラズマを選択して上手く活用できる知識を身につける。
2-(1) 高温における物体の挙動を簡単な固体物理理論を基にして定性的に理解もしくは予想する力を付ける。
2-(2) 固体の物理的性質の測定における技術的な注意点についての知識を蓄え、正確な測定を行う力を付ける。
2-(3) 高温物性の新しい測定法の開発や適切な測定法の選択を可能にする知識を蓄える。

**【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】**

前半では、先ず、プラズマプロセスが活用されている事例紹介を通して、プラズマが関わる化学反応について講義する。次に、化学反応に関わるプラズマ中の荷電粒子等のエネルギーなどについて説明する。プロセス応用では、場合によっては関連論文を基に講義を行う。また、履修生の専門に合わせ、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。その他、シラバスに予定された順序を前後する可能性がある。

後半では、様々な高温プロセスの開発や高温物理現象を説明するために高温物性値が必要となる事例を紹介する。次に、高温物性を測定する上で基本となる物理量である温度の測定法に関する理論・実験的な解説を行う。その後、高温物質の電気的／光学的／熱的性質に関して、初歩的な固体物理学を用いて定性的な理解を促した上で、それらの測定法に関する技術的な解説を行う。

**【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】**

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|---|
| 第 1 回 | プラズマプロセスに関する授業の概要 | プラズマ化学反応プロセスの事例紹介 |
| 第 2 回 | プラズマの発生 | プラズマの種類と発生の原理 |
| 第 3 回 | 荷電粒子等の運動 | 電子、イオン等の運動をはじめとしたミクロな現象 |
| 第 4 回 | プラズマの集団的性質 | 電子・イオンの集合体としての振る舞い |
| 第 5 回 | プロセス応用（Ⅰ） | 環境浄化や半導体プロセスへの応用 |
| 第 6 回 | プロセス応用（Ⅱ） | 農業等への応用 |
| 第 7 回 | プロセス応用（Ⅲ） | 材料合成への応用、プラズマプロセスに関する総括 |
| 第 8 回 | 熱物性測定の基本 | 熱物性測定及びに計測標準についての解説 |
| 第 9 回 | 測定の不確かさ（I） | 測定の不確かさの基本概念の解説 |
| 第 10 回 | 測定の不確かさ（II） | 測定の不確かさを導出する方法の解説 |
| 第 11 回 | 温度の測定（I） | 温度測定の原理と歴史の解説 |
| 第 12 回 | 温度の測定（II） | 温度測定技術の解説 |
| 第 13 回 | 高温熱物性の測定（I） | 熱物性に関する初歩的な固体物理理論とその一般的測定法に関する解説 |
| 第 14 回 | 高温熱物性の測定（II） | 高温熱物性測定に関する最近の研究事例の紹介 |

**【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）】**

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】**

2020 年度の授業実施状況を考慮して、授業計画を変更した。

**【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 and objectives】

1. The lecture in the first half will give the fundamental principle of plasma discharge and overview of the application to chemical reaction processes of handling a wide variety of substances such as industrial materials, biomaterials and food. Main purpose of this lecture is (1) Understanding of how plasma is involved in chemical reaction processes, (2) Acquiring knowledges to select the appropriate plasma and use it skillfully when we employ plasma in chemical reaction processes.

2. In order to understand or predict behaviors of solids at elevated temperatures in high-temperature processes or phenomena, we have needed high-temperature physical properties of various materials. Therefore, the lecture in the second half will explain principles and techniques for measuring various thermophysical properties such as specific heat capacity. Prior to the explanations of measurement techniques, theoretical descriptions of high-temperature physical properties, which result from microscopic or / and macroscopic structures of the materials, will be provided in terms of basic solid state physics.

BSC500Y1

# 無機反応化学特論

明石　孝也

単位数：2 単位　｜　開講時期：

**実務教員：**

**【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，無機材料プロセシング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】**
実際的な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】**

| 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シング | 無機材料プロセシング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シング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シング | 気相との反応を利用した無機材料プロセシング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シング | 液相からの無機材料プロセシング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）】**
　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】**
　無機プロセッシングに特化した内容に変更する。

**【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 and objectives】
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：

**実務教員：**

**【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】**
この授業では，数十年来発展してきた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ていく。
確認問題を解き理解度を確かめる（宿題として成績評価の対象）。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】**

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|---|
| 1 | 高分子とは | 高分子化学の基礎となる，高分子化合物の定義，性質について学ぶ。 |
| 2 | 平均分子量 | 高分子化合物の性質を決定づけている平均分子量の定義とその測定方法について学ぶ。 |
| 3 | 逐次重合の基礎 | 逐次重合の速度論について学ぶ。 |
| 4 | 逐次重合 | 縮合重合，重付加に用いられている有機反応を通じて，高分子生成反応について理解する。 |
| 5 | ラジカル重合 | ラジカル重合に用いられる開始剤，適用可能モノマーについて学ぶ。 |
| 6 | ラジカル共重合 | ラジカル共重合の速度論的解析から，ビニルモノマーの相対反応性について学ぶ。 |
| 7 | カチオン重合 | カチオン重合に用いられる開始剤，適用可能モノマーについて学ぶ。 |
| 8 | アニオン重合 | アニオン重合に用いられる開始剤，適用可能モノマーについて学ぶ。 |
| 9 | リビング重合 | リビングポリマーの生成と，ドーマント種による重合制御について学ぶ。 |
| 10 | 開環重合 | 環状化合物に特徴的な重合反応について学ぶ。 |
| 11 | 様々な形状のポリマー | ブロック共重合体，グラフト共重合体，星型ポリマーについて学ぶ。 |
| 12 | 立体規則性重合 | 生成ポリマーの立体化学をそれを制御する特別な重合反応について学ぶ。 |
| 13 | まとめ | 全体のまとめ |
| 14 | 期末試験 | 授業内テストを実施する |

**【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】**
（準備学習）各回のテーマに沿って，教科書の対応ページを読む。
（復習）講義ノート，資料を見ながら，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）

**【成績評価の方法と基準】**
確認問題（３０％），試験・レポート課題（７０％）
Ｃ評価：基本な高分子生成反応について説明できる。
Ｂ評価：基本的な高分子生成反応に加え，リビング重合法について具体例をあげて説明できる。
Ａ評価：望みの高分子化合物を合成するために適した重合法を選択し，詳細を説明できる。

**【学生の意見等からの気づき】**
自宅学習課題の充実

【Outline and objectives】
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：

**実務教員：**

**【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】**

| 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）】**
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】**
1.「基礎スラリー工学」　椿淳一郎、森隆昌、佐藤根大士、丸善出版
2.「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 and objectives】
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：

**実務教員：**

**【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。

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.

**【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と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。

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.

**【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】**

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|---|
| 第 1 回<br>No.1 | 質量と体積<br>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。<br>Mass of solids and fluids are defined from their volumes. |
| 第 2 回<br>No.2 | 運動量、エネルギー、物質移動のアナロジー<br>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。<br>There exist an analogy among three kinetic theories. |
| 第 3 回<br>No.3 | 分子拡散と対流<br>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。<br>Basic principles on molecular diffusion and convection are discussed. |
| 第 4 回<br>No.4 | 拡散係数<br>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。<br>Estimation of diffusion coefficient is discussed. |
| 第 5 回<br>No.5 | 基礎輸送方程式<br>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。<br>Derivation of generalized Fick's 1st law is discussed. |
| 第 6 回<br>No.6 | 基礎輸送方程式の使い方<br>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。<br>Simplification of the Fick's 1-st law is considered for practical use. |
| 第 7 回<br>No.7 | 蒸発と一方拡散<br>Vaporization and unidirectional diffusion | ２成分系の例題として、蒸発系を考える。<br>The rate of vaporization is considered in binary system. |
| 第 8 回<br>No.8 | 等モル相互拡散<br>Equimolar counter diffusion | ２成分系の例題として、混合系を考える。<br>An example problem with mixing is discussed in binary system. |
| 第 9 回<br>No.9 | 固体内拡散<br>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。<br>Diffusion in solid or the Fick's 2-nd law is discussed. |
| 第 10 回<br>No.10 | 反応を伴う定常状態物質移動（１）<br>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。<br>Transport phenomena on the surface of a solid with heterogeneous chemical reaction is considered. |
| 第 11 回<br>No.11 | 反応を伴う定常状態物質移動（２）<br>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。<br>Transport phenomena in a solution with homogeneous chemical reaction is considered. |
| 第 12 回<br>No.12 | 偏微分方程式の数値解法<br>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。<br>A general method for obtaining numerical solutions (Finite Difference Method) to a partial differential equation is discussed. |
| 第 13 回<br>No.13 | ラプラス方程式の数値解法<br>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。<br>A Laplace equation is solved by the finite difference method. |
| 第 14 回<br>No.14 | 拡散方程式の数値解法<br>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。<br>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）】**

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。

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.

**【テキスト（教科書）】**
水科篤郎・荻野文丸著　「輸送現象」(産業図書).
Mizushina 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、微分収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。
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.

**【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。
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.

**【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。
Students must carry their own laptops to the class in the 2nd half of the course.

【Outline and objectives】
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.

PCE500Y1

# 微粒子材料工学特論

日下　靖之

単位数：2 単位　｜　開講時期：

**実務教員：**

**【授業の概要と目的（何を学ぶか）】**
我々の周りの多く工業製品には粒子状物質が使用され，また，環境中にも多くの粒子状物質が存在する。「境界を持った小片」である粒子状物質は，バルクの固体，液体及び気体とは明らかに異なった特徴を有する。従って，その工業利用では，粒子状物質としての特性を理解する必要がある。この講義では，粒子状物質に関する基礎から応用にわたって講義する。学生はこの講義を通じ，粒子状物質固有の特徴を学習するとともに，工業材料として粉体・微粒子を取り扱う技術について学習することができる。

**【到達目標】**
学生は，粒子状であることでどのような特性が現れるのかを理解する。その知見に基づき，粒子状物質の工業利用や機能向上と粒子特性制御について理解する。粒子状物質の工業的価値や，我々の生活・安全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】**
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。また初回に提示する課題論文から興味のあるものを選択し，グループ発表とディスカッションを課す。

**【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】**

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|---|
| 第 1 回 | 粒子の基礎的特性とその評価 (1) | 身の周りの粒子状物質，粒子径と形状 |
| 第 2 回 | 粒子の基礎的特性とその評価 (2) | 形態的特性，力学特性，界面特性，帯電現象，光学特性 |
| 第 3 回 | 粒子の動力学的挙動 | ブラウン拡散, 沈降 |
| 第 4 回 | 粒子間相互作用と微粒子の分散・凝集 | 静力学的な相互作用，凝集速度論，分散操作 |
| 第 5 回 | 粒子生成ー粉砕法による | 粉砕プロセス |
| 第 6 回 | 粒子生成ー成長法による | 反応生成のメカニズムと微粒子生成 |
| 第 7 回 | 粉体層の構造と力学特性 | 粒子の充填構造，レオロジー，流動性 |
| 第 8 回 | 微粒子を扱う操作と工業材料化 (1) | コーティング，焼成 |
| 第 9 回 | 微粒子を扱う操作と工業材料化 (2) | 造粒・成形，グループ討議 |
| 第 10 回 | 粉体層を利用する化学プロセス | 透過流動，流体混合，流動層 |
| 第 11 回 | 粒子反応プロセス | 固気, 固液，固固反応 |
| 第 12 回 | 粒子分離プロセス | 分級，固固分離，固液分離 |
| 第 13 回 | 粒子プロセスのシミュレーション | 粒子生成・運動に関する数理モデル |
| 第 14 回 | 微粒子と環境・開発課題 | 環境における粒子, ナノ粒子のリスク |

**【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】**
講義中に紹介する。

**【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。

【Outline and objectives】
Since the ancient times, human’s lives have been supported by various particulate matter, such as food, pigment, ore, ceramics, pharmacy, cosmetic, black powder and so on. Particularly, very fine particulate matter is widely used in advanced functional materials. Through this lecture, students can learn physics hidden behind particulate matters and techniques for handling fine particles.

APC500Y1

# 結晶化学工学特論

打越　哲郎

単位数：2 単位 ｜ 開講時期：

**実務教員：**

**【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ッシングや特性評価方法（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「ものづくり」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】**

| 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ミクロ～マクロ的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 | 磁気的性質 | 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４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 and objectives】
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：

**実務教員：**

**【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、大気の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。

**【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（プロジェクターの併用）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】**

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|---|
| 1 | 分光学の基礎 | 光（電磁波）の特性、分光測定の概念 |
| 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 |
| 3 | 光と分子の相互作用（2） | 分子のエネルギーとスペクトル |
| 4 | 光と分子の相互作用（3）、大気環境の基礎（1） | スペクトルと選択則、大気の構造 |
| 5 | 大気環境の基礎（2） | 黒体放射、放射平衡、温室効果ガスと温暖化 |
| 6 | 吸収分光法 | ランベルト－ベールの法則、吸収分光装置と光源 |
| 7 | 光学素子と光の特性 | 光学素子、分光素子、光の回折と干渉 |
| 8 | 発光分光法、フーリエ分光法（1） | 発光検出の原理と手法、光の重ね合わせ |
| 9 | フーリエ分光法（2）、大気分光計測（1） | フーリエ分光法の原理と応用、長光路計測の基礎 |
| 10 | 大気分光計測（2） | 実大気での長光路分光計測および発光分光計測の応用例 |
| 11 | レーザー分光法 | レーザー光源、レーザー分光法の特徴、レーザー分光法の大気計測への応用 |
| 12 | 光計測データの解析（1） | 誤差論の基本 |
| 13 | 高分解能分光法、光計測データの解析（2） | マイクロ波・ミリ波分光の原理と大気計測への応用、分光計測データの解析法（大気微量物質の同定とその空間分布情報の抽出） |
| 14 | 光散乱計測、全体のまとめ | 光散乱計測の原理と大気計測への応用、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。】
光（電磁波）を利用した環境計測の原理と応用を理解するためには、物理、化学、工業数学の基礎を復習しておくことが望ましい。

**【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 %）

**【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 and objectives】
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：

**実務教員：**

**【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】**

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|---|
| 第 1 回 | 室内環境における真菌 | 微生物諸問題の導入。真菌（カビ）の基礎的性質 |
| 第 2 回 | 室内環境におけるウイルス・細菌 | 室内のウイルス、細菌の種類およびその基礎的性質 |
| 第 3 回 | 室内環境における粒子状物質 | 室内の粒子状物質の挙動や性質 |
| 第 4 回 | 室内環境における節足動物 | 室内の節足動物（ダニなど）の種類およびその性質 |
| 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 and objectives】
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：

実務教員：

**【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、大気の環境問題（陸水、地下水の環境問題、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】**

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|---|
| 1 | 本講義について<br>Introduction | 環境科学とは？ 本講義の概要について紹介する。<br>・What is environmental science?<br>Introduction to the lecturer.<br>Course overview. |
| 2 | 水環境汚染問題について（1）<br>Water pollution problems(1) | 水の重要性、陸水の汚染について解説する。<br>・Importance of water.<br>・Pollution of continent water. |
| 3 | 水環境汚染問題について<br>（2）<br>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。<br>・Pollution of groundwater.<br>・How to improve water quality. |
| 4 | 土壌環境汚染問題について（1）<br>Soil pollution problems(1) | 重金属による土壌汚染問題について解説する。<br>・Heavy metal contamination of soils. |
| 5 | 土壌環境汚染問題について（2）<br>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。<br>・Radioactive contamination of soils.<br>・How to clean contaminated soils. |
| 6 | 大気環境汚染問題について（1）<br>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。<br>・The effects of carbon dioxide on air pollution. |
| 7 | 大気環境汚染問題について（2）<br>Air pollution problems(2) | 大気汚染物質の浄化方法について解説する。<br>・How to improve air quality. |
| 8 | 口頭発表（1）<br>Presentation on environmental problems（1） | 環境問題に関する口頭発表を行う。<br>・Presentation on environmental problems. |
| 9 | 水環境問題に関する最新の論文紹介<br>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。<br>・Introduce the latest papers on water environmental problems. |
| 10 | 環境浄化材料について<br>environmental prification materials | 水・大気の環境浄化材料について例を挙げて説明する。<br>・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<br>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。<br>・Introduce the latest papers on environmental prification materials. |
| 12 | 環境分析方法について<br>Environmental analytical methods | 水・土壌・大気の分析方法について例を挙げて説明する。<br>・Introduce some examples of environmental analytical methods. |
| 13 | 環境分析法に関する最新の論文紹介<br>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。<br>・Introduce the latest papers on environmental analytical methods. |
| 14 | 口頭発表（2）<br>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。<br>・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）】**
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 and objectives】
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：

**実務教員：**

**【授業の概要と目的（何を学ぶか）】**
起業とは何か。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を理解する。講義では、ビジネスモデルの理解、リーン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、卒業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。
・ケーススタディに基づく考察を行うことで、ビジネスプランニングのスキルを高める。
・グループワークによるビジネスアイデアの創出およびプレゼンテーションを通して企画力、表現力を養う。
・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。

**【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】**
・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。
・必要に応じて参考図書および参考資料の通読を指定する。

**【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】**

| 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 | リーンキャンバ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、各回約 1 時間が標準です】
ケーススタディの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 60 分、最大 120 分程度の負荷を想定しています。

**【テキスト（教科書）】**
特に設定しない。
適宜、教材または参考資料を配布する。

**【参考書】**
『ハイテク・スタートアップの経営戦略―オープン・イノベーションの源泉』田路則子・露木恵美子, 東洋経済新報社, 2010 年
『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, ダイヤモンド社, 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
『事業構想力の研究』清成忠男, 宣伝会議, 2013 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

**【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。
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、できるだけ最新の起業事例を紹介する。

**【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
・パソコンが必要な場合は事前に連絡する

**【その他の重要事項】**
・講師自身は企業に所属し、実務として新規 WEB サービスの事業計画から構築、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 and objectives】
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：

**実務教員：**

**【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。教科書についているリスニング・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】**

| 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<br>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<br>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)<br>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<br>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<br>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<br>破擦音 | 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<br>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<br>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<br>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<br>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<br>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. 2011『東工大英単』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 and objectives】
The objective of this class is to provide students with basic knowledge of scientific presentation in English. Activities include looking at model presentation, learning useful expressions, and doing listening exercises. Segmental aspects of English pronunciation are also dealt with.

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：

**実務教員：**

**【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】**

| 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 | 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 |
| 第 4 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 5 回 | 気体の状態方程式 (2) | van der Waals 状態方程式 ほか |
| 第 6 回 | 化学熱力学一般 | 数学的取扱いを主に |
| 第 7 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 8 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 9 回 | 二成分系の相平衡 | 理想溶液と実在溶液の沸点図 |
| 第 10 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 11 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 12 回 | 量子論 (1) | 黒体放射に関する Planck の式 |
| 第 13 回 | 量子論 (2) | Schrödinger 方程式と波動関数の基本的性質 |
| 第 14 回 | 量子論 (3) | 水素類似原子の波動関数の三次元プロット |

**【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，充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。必要に応じて資料を配布する。

**【参考書】**
Mathematica の基本操作を学ぶなら，入門書を入手して，それに沿っていろいろと「遊んで」みることが手っ取り早い。ただし，発行が古い書籍は，当時のバージョンの Mathematica にしか対応していないので注意。本シラバス執筆時点 (2021 年 2 月) で，最新バージョンは「12.1.0」。

**【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 教室等が使える場合はその限りではない)。
そのほかに関数電卓があると，なにかと便利である。

**【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 単位の大きさで，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 and objectives】
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.

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：

**実務教員：**

**【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】**

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|---|
| 第 1 回 | プレゼンテーション概論<br>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。<br>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予習（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 and objectives】
The objective of this class is to provide students with practical knowledge of giving oral and poster presentations in English. Supra-segmental aspects of English pronunciation are also dealt with.

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：

**実務教員：**

**【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から高分子の電気的性質（イオン伝導性）を取り上げ、その基礎を復習します。更に、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】**

| 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（物理化学系）の復習 1 | 学部授業（物理化学系）の復習 1 |
| 3 | 学部授業（高分子物性系）の復習 2 | 高分子の電気的性質を中心に講義します |
| 4 | 固体高分子電解質の基礎 1 | 固体高分子電解質の歴史的背景を中心に講義します |
| 5 | 固体高分子電解質の基礎 2 | 固体高分子電解質の種類と構造について講義します |
| 6 | 固体高分子電解質の基礎 3 | 塩が水に溶ける不思議から電解質を考えます |
| 7 | 固体高分子電解質の基礎 4 | 固体高分子中への塩の溶解とイオン生成について講義します |
| 8 | 固体高分子電解質の基礎 5 | 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 6 | 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 | イオン伝導度の温度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 | イオン伝導度の塩濃度や高分子構造の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 | 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）、期末テスト（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 and objectives】
In this lecture, I will review the electrical properties (ion-conductive properties) of macromolecules from the contents related to undergraduate level polymeric materials science 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.

LIN500Y1

# サステイナビリティ研究入門B

今村　隆史

単位数：2 単位　｜　開講時期：

**実務教員：**

**【授業の概要と目的（何を学ぶか）】**
調和のとれた持続的な社会の構築に向けた行動を行っていくためには、行動の根拠となり得る知見を如何に集積し、活用するか、またその中で新たな課題・根拠を如何に見出し、さらなる行動に活用していくか、と言うことを体系的に扱うことが必要である。サステイナビリティ研究はその様な事を目指した新たな学問分野である。実社会では、国連では 2015 年 9 月に、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、様々な取り組みが行われつつある。これらのことを踏まえ、本授業では、理工学・生命環境科学の専門知識をもとに、環境問題の視点から SDGs を考えていく。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るのか、取り組みを進める上でどの様な点が問題となり得るのか、技術的イノベーションの必要性と技術導入を図る上での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の、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の問題点は何か、について議論できる能力を身につける。

**【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】**
1）講義資料の配布（プロジェクターの併用）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】**

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|---|
| 1 | 序論（1） | 持続可能な社会や持続可能な開発目標（SDGs）の概念、フロン類の化学的特性 |
| 2 | 序論（2） | オゾン層破壊とオゾン層保護の取り組みの概論（CFCs（フロン類）の開発の必要性と使用のメリット、フロンの大量消費とオゾン層破壊の予見、オゾン層破壊保護に向けた取り組みなど） |
| 3 | 大気科学のための物理・化学の基礎 | 大気の構造、気象学の基礎 |
| 4 | 大気中での物質輸送の基礎 | 気象学の基礎、大気中での物質の拡散と輸送の基礎 |
| 5 | オゾン層に関わる物理・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 |
| 6 | オゾン層破壊のメカニズム（1） | オゾン層破壊のメカニズム－大気中の連鎖反応－ |
| 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 | オゾン層破壊のメカニズム（2） | オゾンホールの発生メカニズム |
| 10 | フロンの規制と代替技術開発 | 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、脱フロン技術、フロンの回収と分解の取り組み |
| 11 | オゾン層破壊の影響（人の健康、生態系）、オゾン層変化の数値モデル | 紫外線による人の健康や生物への影響、成層圏オゾン層変動理解のための数値モデル |
| 12 | オゾン層の長期変化推定と温室効果ガスの影響 | 成層圏オゾン層の長期変化の数値シミュレーションと温室効果ガス増加の影響、フロン対策効果の推定 |
| 13 | オゾン層破壊と温暖化 | オゾン層変化と温暖化の関係、温室効果ガスの監視、温室効果ガス濃度増加と気候変動 |
| 14 | オゾン層保護の取り組みからのレッスン | オゾン層破壊などの環境問題対策と温暖化対策の関係、持続可能な社会の実現に向けての環境科学の役割についての意見交換 |

**【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。】
オゾン層破壊などの現象の理解のためには、物理、化学、気象学の基礎を復習しておくことが望ましい。

**【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著、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 %）

**【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 and objectives】
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. 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.

APC500Y1

# フロンティア化学特論 A

小鍋　哲、川畑　史郎、岡田　浩、松本　尚之、田村　堅志、岡本　敏

単位数：2 単位　｜　開講時期：

**実務教員：**

**【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。
「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）
「物質・材料と地球環境問題」田村賢志 (物質・材料研究機構)
「カーボンナノ材料の科学と実用化」松本尚之 (産業技術総合研究所)
「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）
「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)

**【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】**

| 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 | 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理について理解する。（川畑） |
| 3 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） |
| 4 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） |
| 5 回目 | 環境放射能問題と粘土鉱物 | 10 年が経過した福島汚染土壌問題について物質科学的に理解する。(田村） |
| 6 回目 | 汚染物質の吸着材料 | 水環境問題に資する除去材料について学ぶ。（田村） |
| 7 回目 | 環境問題とプラスチック | 長年環境問題となってきたプラスチック、高分子材料の環境問題への取り組みについて学ぶ。（田村） |
| 8 回目 | カーボンナノチューブとグラフェン | 代表的なナノ物質であるカーボンナノチューブとグラフェンなどの基礎（構造、物性、作製法など）と応用について学ぶ。（松本） |
| 9 回目 | カーボンナノ材料の実用例 | カーボンナノチューブの様々な実用例を紹介し、材料の特長からアプリケーションを探索する方法について学習する。（松本） |
| 10 回目 | カーボンナノ材料の製品化プロセス | カーボンナノチューブの製品化までの具体的な研究内容を紹介し、基礎研究から実用化（製品化）までの課題やプロセスを学習する。（松本） |
| 11 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） |
| 12 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の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） |
| 13 回目 | エレクトロニクス機器高付加価値の展望 | エレクトロニクス機器を取り巻く現状、最新のトレンドについて学び、今後の展望について理解する。（岡本） |
| 14 回目 | 最新スマホに使われる高機能ポリマー材料について | 液晶ポリマー、透明ポリイミドなど 5G 対応、フォルダブルデバイスなど最新のスマホに用いられ注目されている高機能ポリマー材料に関して学び、今後期待される材料の動向について理解する。（岡本） |

**【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】**
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 and objectives】
We study the frontier of chemistry. The researchers who are active in the front lines give lectures regarding various topics in applied chemistry.

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、髙井　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

実務教員：

**【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】**

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|---|
| 第 1 回 | 文献講読、研究発表 | 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 | 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 | 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 | 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 | 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 | 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 | 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 | 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 | 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 | 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 | 文献講購読、研究発表 | 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 | 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 | 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 | 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 | 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 | 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 | 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 | 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 | 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 | 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 | 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 | 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 | 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 | 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 | 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 | 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 | 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 | 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 and objectives】
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.

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、髙井　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

実務教員：

**【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】**

| 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 and objectives】
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.

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、髙井　和之、森　隆昌、山下　明泰、渡邊　雄二郎

単位数：2 単位　｜　開講時期：

**実務教員：**

**【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着けること、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着けること。
◎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】**

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|---|
| 第 1 回目 | 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 回目 | 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 回目 | 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 回目 | 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 回目 | 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 回目 | 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 回目 | 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 回目 | 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 回目 | 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 回目 | 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 回目 | 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 回目 | 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 回目 | 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 回目 | 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 and objectives】
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

渡邊　雄二郎

単位数：3 単位 ｜ 開講時期：年間授業/Yearly

実務教員：

**【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】**

| 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 | 文献講購読、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とめておくこと。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）】**
必要に応じで、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 and objectives】
The aim of this course is to gain knowledge in advanced research on environmental chemistry and environmental materials chemistry.

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

実務教員：

**【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」「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（プレセンテーセション）する。さらに研究の進捗状況を学生に報告させ、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】**

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|---|
| 第 1 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 2 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 3 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 4 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 5 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 6 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 7 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 8 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 9 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 10 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 11 回 | 文献講購読、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 12 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 13 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 14 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 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）】**
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の態度（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 and objectives】
Development of several functional materials and studies on their properties are selected as teaching materials. Also applications of these funtional materials to various devices are of interest of this course.

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

実務教員：

**【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】**

| 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）】**
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 and objectives】
The aim of this course is to gain experimental skills in advanced research on the environmental chemistry and environmental materials chemistry.

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

実務教員：

**【授業の概要と目的（何を学ぶか）】**
　指導教員と打ち合わせて「博士論文」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、修士論文を完成させるための研究を遂行する。その結果を「修士論文」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「博士論文」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」「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】**

| 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す。自分の研究テーマだけなく、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。

**【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 and objectives】

This course is specifically desined for selecting a research topic for the graduate doctoral research along with its goal. Background of the topic are to be found by litereture. Achieving the goal and writing the doctoral dissetation is the last part of this course as well as making the final presentation as a defence.

CHM700Y1

# 先端応用化学特別研究 1・2・3

髙井　和之

単位数：3 単位 ｜ 開講時期：年間授業/Yearly

実務教員：

**【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いつつ、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】**

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|---|
| 第 1 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 2 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 3 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 4 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 5 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 6 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 7 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 8 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 9 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 10 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 11 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 12 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 13 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 14 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 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 | 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 | 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。】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はなく、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 and objectives】
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

髙井　和之

単位数：2 単位 ｜ 開講時期：年間授業/Yearly

実務教員：

**【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いつつ、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】**

| 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はなく、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 and objectives】
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

堀端　康善

単位数：2 単位 ｜ 開講時期：

**実務教員：**

**【授業の概要と目的（何を学ぶか）】**
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，偏微分方程式の形になる。偏微分方程式の近似解を求める数値シミュレーションについて述べる。

**【到達目標】**
偏微分方程式の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、その各特性に合わせた解法を講義する。

**【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】**

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|---|
| 1 | 偏微分方程式 | 偏微分方程式の分類 |
| 2 | 偏微分方程式 | 双曲型偏微分方程式 |
| 3 | 偏微分方程式 | 放物型偏微分方程式 |
| 4 | 偏微分方程式 | 楕円型偏微分方程式 |
| 5 | 移流拡散方程式 | 積分形式、微分形式、移流拡散方程式 |
| 6 | 差分法 | 1 次の微分係数の近似 ― テイラー展開による方法 |
| 7 | 差分法 | 1 次の微分係数の近似 ― 補間による方法 |
| 8 | 差分法 | 2 次の微分係数の近似 |
| 9 | 差分法 | 境界近傍の格子点での近似、境界条件の組み入れ |
| 10 | 差分法 | 連立 1 次方程式 |
| 11 | 差分法 | 計算例 |
| 12 | 有限要素法 | 基底関数 |
| 13 | 有限要素法 | 1 次元定常問題 |
| 14 | 有限要素法 | 一般の定常問題 |

**【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 4 時間を標準とします。】なし。

**【テキスト（教科書）】**
適宜、資料配付

**【参考書】**
なし。

**【成績評価の方法と基準】**
レポート課題 100 %。
授業出席を前提とする。

**【学生の意見等からの気づき】**
内容を精選する。

【Outline and objectives】
Computational methods for solving steady problems of partial differential equations.

COS500X4

# 計算工学特論２

堀端　康善

単位数：**2 単位**　｜　開講時期：

**実務教員：**

**【授業の概要と目的（何を学ぶか）】**
非定常の偏微分方程式の近似解を求める方法について述べる。差分法，有限要素法，境界要素法を取り上げる。差分法の弱点は，領域の形状が複雑になると適用が困難になることである。この弱点を克服する手法である一般座標変換について述べる。

**【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】**
非定常問題の各数値解法を説明する。

**【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】**

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|---|
| 1 | 常微分方程式の数値解法 | 各種解法 |
| 2 | 常微分方程式の数値解法 | 安定性 |
| 3 | 差分法 ― 非定常問題 ― | オイラー法 |
| 4 | 差分法 ― 非定常問題 ― | リープ・フロッグ法 |
| 5 | 差分法 ― 非定常問題 ― | 後退型オイラー法 |
| 6 | 差分法 ― 非定常問題 ― | クランク・ニコルソン法、３時刻レベル法 |
| 7 | 差分法 ― 非定常問題 ― | 計算例 |
| 8 | 有限要素法 ― 非定常問題 ― | １次元問題 |
| 9 | 有限要素法 ― 非定常問題 ― | 一般問題 |
| 10 | 一般座標変換 | デカルト座標と一般座標の関係、ヤコビ行列 |
| 11 | 一般座標変換 | 変換パラメータ |
| 12 | 一般座標変換 | 一般座標に付随する誤差 |
| 13 | 一般座標変換 | 偏微分方程式の一般座標形、計算例 |
| 14 | 有限体積法 | 補間 |

**【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）】**
適宜、資料配付

**【参考書】**
なし。

**【成績評価の方法と基準】**
レポート課題 100 %。
授業出席をを前提とする。

**【学生の意見等からの気づき】**
内容を精選する。

【Outline and objectives】
Computational methods for solving unsteady problems of partial differential equations.

COT500X4

# エージェント科学特論

塩谷　勇

単位数：2 単位 ｜ 開講時期：

**実務教員：**

**【授業の概要と目的（何を学ぶか）】**
エージェントとは何か、エージェントの果たす役割について、これまでの研究、応用例を含めて解説する。特に、果たす役割は、ネットワークの発達と、複雑系と相まって、きわめて重要となってきている。特に社会科学の分野で有用なツールの発達とともに、大きな期待が寄せられている。この授業では、エージェントの果たす役割を中心に学ぶ。

**【到達目標】**
エージェントの基本的な考えを理解し、各モデルの役割を理解する。実際に、応用できる問題意識を持つ。

**【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】**
(1) 前回の復習、(2) 前回の課題の解説と解答状況、(3) 新規の内容、(4) 演習、(5) 課題の提示を中心に進める。

**【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】**

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|---|
| 1 回 | エージェント | エージェントとは何か。セルオートマトンを含めた初期のエージェントのや役割を学ぶ。 |
| 2 回 | セルオートマトン、チューリング機械 | 人工生命や万能性を意図したセルオートマトン、チューリング機械についての話題を学ぶ。 |
| 3 回 | 離散化 | 微分方程式とセルオートマトンの関係を離散化で学ぶ。 |
| 4 回 | 個人と集団 | 個人と集団を社会の中で論じる。 |
| 5 回 | 文化の流布 | Axelrod の文化の流布の考えを学ぶ、 |
| 6 回 | 自己組織化 | カウフマン・ネットワークの考えを述べる。 |
| 7 回 | 自己駆動粒子 | 自己駆動粒子の考えを学ぶ。 |
| 8 回 | GA | 進化計算の考えを学ぶ。 |
| 9 回 | 群知能 | 群知能の考えを学ぶ。 |
| 10 回 | PSO | 群知能最適化を学ぶ。 |
| 11 回 | 群集 | 群集、群衆の考えを学ぶ。 |
| 12 回 | エージェント言語 | NetLogo を学ぶ。 |
| 13 回 | 演習 | NetLogo を使った演習課題を提示する。 |
| 14 回 | まとめ | エージェントのまとめを行う。 |

**【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。】
演習のシステムのインストール、補助知識の学習、課題の作成を必要とする。

**【テキスト（教科書）】**
配布する。

**【参考書】**
論文等、各自で取集する。

**【成績評価の方法と基準】**
課題ですべて評価を行う。

**【学生の意見等からの気づき】**
直観的な理解と詳細の間に大きなギャップがあり、質疑応答で埋めたい。

**【学生が準備すべき機器他】**
PC

【Outline and objectives】
We will explain what an agent is, and what their roles it plays. including their researches and applications. In particular, the roles played have increased extremely important in combination with the developments of networks and complex systems. With the development of useful tools, especially in the field of social science, great expectations are placed on them. This lecture focus on the role played by agents.

APH500X4

# 電波計測光学特論 1

春日　隆

単位数：2 単位　｜　開講時期：

**実務教員：**

**【授業の概要と目的（何を学ぶか）】**
電波計測の最先端に位置する電波天文について学び、その理学的要求と、それを実現するための物理と技術について、知識を深め理解する。常に最先端科学し技術を様々分野へ応用することを意識することにも重きを置く。

**【到達目標】**
電波計測、特に電波天文観測の原理と方法の基礎を身につける。

**【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】**
講義と具体的な数字を用いた演習をおこなう。
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】**

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|---|
| 1 | 天文学の目的１ | 光学天文の歴史 |
| 2 | 天文学の目的２ | 光学天文の目的 |
| 3 | 天文観測技術１ | 方法の歴史 |
| 4 | 天文観測技術２ | 望遠鏡の歴史 |
| 5 | 現代の天文学 | 大望遠鏡 |
| 6 | 電波天文学１ | 目的と歴史 |
| 7 | 電波天文学２ | 電波望遠鏡の歴史 |
| 8 | 測地学 | 電波天文の応用 |
| 9 | 電波望遠鏡１ | 光学と放物面 |
| 10 | 電波望遠鏡２ | 単一鏡の反射望遠鏡 |
| 11 | 電波望遠鏡３ | 単一鏡の構造と指向精度 |
| 12 | 電波望遠鏡４ | 検出技術 |
| 13 | 電波望遠鏡５ | 検出技術 |
| 14 | 電波望遠鏡 | 伝送と周波数変換 |

**【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】**
内容について、事前に Web 等で資料を集める。

**【テキスト（教科書）】**
特になし。ただし用いるスライドはすべて英語である。

**【参考書】**
特になし。天文学全般については、シリーズ「現代の天文学」(日本評論社) を見るとよい。

**【成績評価の方法と基準】**
いくつかのレポート課題を評価する。

**【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】**
PC とプロジェクターを用いる。

【Outline and objectives】
Learn about radio astronomy situated at the cutting edge of radio science, deepen and understand scirntific and technological knowledges to realize it. We also focus on keeping aware of applying cutting-edge science and technology to various fields at all times.

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：

**実務教員：**

**【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】**

| 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 and objectives】
Learn the basics of mathematical logic, using Fitch's system of natural deduction.

COT500X4

# データサイエンス特論

三浦　孝夫

単位数：2 単位 ｜ 開講時期：

**実務教員：**

**【授業の概要と目的（何を学ぶか）】**
近年のインターネット技術によるアクセス可能なデータ量は　テラバイトからペタバイトに達すると言われる。実際、データ収集ツールやデータベースシステム、WEB システムなどの普及により、ビジネス分野（WWW, e-Commerce）や自然科学分野 (リモートセンシング、バイオ情報処理)、個人環境分野 (YouTube, デジタルカメラ) などで大量のデータを扱っている。一方で，それらから得られる知識はむしろ混乱気味であり，何をどう扱うか戸惑うことさえある。

**【到達目標】**
データマイニングは，「データベースからの知識発見」のための技術であり，興味のある・自明でない・有用なパターン（規則）を検出することを目的としている。授業では、帰納推論，同時関係・共起関係の検出，分類，クラスタ化，例外分析など，多くの種類のデータを多角的に取り扱う。現在最も注目を浴び進化し続けている研究分野である。

**【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】**
　この講義では，データマイニングの基礎から研究動向までを論じ最新動向を紹介すると同時に，多方面の情報科学・自然科学分野とのつながりを論じる。レポートや小テストの講評は学習支援システムを通じて行う。すべての授業で、スライドおよびビデオ資料を用意し、得ｂｂ快苦でも学べる環境を準備し、復習予習に備える。

**【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】**
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】**

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|---|
| [1] | データマイニングの背景 (1) | 出現と狙い |
| [2] | データマイニングの背景 (2) | データマイニング機能 |
| [3] | データの表現と操作 (1) | データクリーニング |
| [4] | データの表現と操作 (2) | データベース・データウエアハウスと OLAP |
| [5,6] | 頻出パターンと同時関係マイニング | ＡＰＲＩＯＲＩとＦＰＴｒｅｅアルゴリズム |
| [7] | 分類問題 (1) | 決定木とベイス分類 |
| [8] | 分類問題 (2) | 確率手法による分類 |
| [9] | 分類問題 (3) | EM アルゴリズムによる分類 |
| [10] | クラスタ解析 (1) | 分割法・階層法・密度法 |
| [11] | クラスタ解析 (2) | 高度クラスタ化アルゴリズム |
| [12,13] | 統計的学習理論 | 確率・確率過程を用いた特性抽出 |
| [14] | まとめと今後の動向 | 研究動向 |

**【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。】事前に資料を入手し読んでおいてください。

**【テキスト（教科書）】**
OHP を公開します。更にいくつかの文献を授業中に指示します。

**【参考書】**
Han, J., Kamber, M. Pei, J.: Data Mining (3rd ed), Morgan Kaufmann, 2011

**【成績評価の方法と基準】**
勉強する気で講義に出席して下さい。成績は，講義中に課されるレポートと最終レポートで評価します。結果を返却し講評します。体系立てた理解をしているかどうかがポイントです。

**【学生の意見等からの気づき】**
演習問題の強化

**【その他の重要事項】**
授業資料は授業審システム等から公開します。
授業を理解するには、論理的な考え方を習得している必要があります。

**【Outline and objectives】**
Nowadays there happens explosion of data amount, mainly because of the wide spread of internet almost all over activities. Howevr, it becomes harder and harder to extract useful knowledge from them since the vast amount, the complexity of the knowledge inside and the rapid change of the event trends. Without computer power, we couldn't catch up with them. In this class, we go through what data-mining we can do with, where we can head for and how we can believe "this" results.

COS500X4

# 最適制御特論

木山　健

単位数：2 単位 ｜ 開講時期：

**実務教員：**

**【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】**

| 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 (1) | 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 (2) | 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 (1) | LMI による解析条件の導出方法を学習する． |
| 第 14 回 | H∞ 制御 (2) | 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．

**【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 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.

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：

**実務教員：**

**【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】**

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|---|
| 第 1 回 | ラプラス変換 (1) | 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 | ラプラス変換 (2) | 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 (1) | 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 (2) | 状態方程式と伝達関数の関係を学習する． |
| 第 9 回 | 状態方程式 (3) | 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 (4) | 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デリング方法を学習する． |
| 第 12 回 | ロバスト制御 | ロバスト制御の基礎を学習する． |
| 第 13 回 | 一般化制御対象 (1) | 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 | 一般化制御対象 (2) | 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）】**
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】**
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 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.

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：

**実務教員：**

**【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】**
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】**

| 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実装 |
| 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 フィルター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 and objectives】
In this lecture, the student will learn the various sensing method and data processing methods of a mobile autonomous robot as a specific examples.

HUI500X4

# センサ信号処理特論

小林　一行

単位数：2 単位　｜　開講時期：

**実務教員：**

**【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】**

| 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 and objectives】
The student will learn the basics of one-dimensional signal processing, the basics of two-dimensional signal processing, and recent applications.

PHY500X4

# 時空間物理学特論 1

佐藤　修一

単位数：2 単位 ｜ 開講時期：

**実務教員：**

**【授業の概要と目的（何を学ぶか）】**
空間と時間と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】**

| 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函数、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函数、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）】**
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，授業の進度・内容に適宜フィードバックする.

【Outline and objectives】
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：

**実務教員：**

**【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。2020年度に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オンライン（Zoom）で発表し合う輪読形式で進める。

**【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】**

| 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。
自分の担当個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）】**
「Galaxies in the Universe: An Introduction」, Linda S. Sparke(著), Cambridge University Press, 2011 年

**【参考書】**
「銀河考古学」新天文学ライブラリー２　千葉柾司 (著)　日本評論社　2015 年

**【成績評価の方法と基準】**
自分の担当個所の発表および理解（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 and objectives】
Reading the textbook, "Galaxies in the universe", in turns.
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：

**実務教員：**

**【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オンライン（Zoom）で発表し合う輪読形式で進める。

**【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】**

| 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）】**
特になし。

**【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 and objectives】
Reading academic papers published in the CAPjournal (https://www.capjournal.org/)　in turns.

HUI500X4

# 知識獲得特論

劉　健全

単位数：2 単位　｜　開講時期：

**実務教員：**

**【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，および情報検索う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，ウェブクローリング，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】**

| 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ー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． |

**【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 2016-2020.

**【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】**
オンライン講義の実施，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，原則 Zoom によるオンラインで実施する．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 and objectives】
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.

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：

**実務教員：**

**【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（吸光、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】**

| 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 and objectives】
Quantum electronics is the field deeply related to laser science and technology. The lecture will start with fundamental processes of laser, namely absorption, spontaneous emission, and stimulated emission of light. Then, coherent interaction between atoms, molecules, ions and electromagnetic waves is discussed. The lectures will also cover precision laser spectroscopy and its related fields, including laser ablation processes.

APH500X4

# 原子分子物理特論

松尾　由賀利

単位数：2 単位　｜　開講時期：

**実務教員：**

**【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】**

| 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 and objectives】
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.

PSY500X4

# 産業人間科学特論 1

伊藤　隆一

単位数：2 単位 ｜ 開講時期：

**実務教員：**

**【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ＳＣＴ（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。
★ 2020 年度春学期は特別態勢を取るので、学習支援システムの当該科目名のお知らせ等を確認すること★

**【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ＳＣＴ（精研式文章完成法テスト）について、講義と実習を行う。ＳＣＴ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】**

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|---|
| 第 1 回 | ガイダンス | ガイダンス<br>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） | ＳＣＴによるパーソナリティの把握の実際（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），ＳＣＴ活用ガイド, 金子書房, 2012.

**【参考書】**
参考図書：①槇田仁 (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・槇田仁，ＳＣＴ用紙 (成人用)，金子書房，1960。

**【成績評価の方法と基準】**
レポート（４０％）、授業参加意欲（４０％）、講義中の質疑応答の内容（２０％）等を総合して評価する。

**【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やインバスケット・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 and objectives】
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.

PSY500X4

# 産業人間科学特論２

伊藤　隆一

単位数：２単位　｜　開講時期：

**実務教員：**

**【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ス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。
★第１回目の授業に参加した者のみ履修ができる★
2021 年度は特別体制をとるつもりなので、詳細な授業内容については、授業開始前に、学習支援システムの中の当該授業のお知らせを確認してほしい。

**【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】**
管理能力をを幅広く把握できるインバスケット技法（ゲーム・テスト）について、講義と実習を行う。インバスケット技法は、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。使用したインバス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】**

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|---|
| 第１回 | ガイダンス | ガイダンス<br>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 | インバスケット技法とは | インバスケット技法の解説 |
| 第６回 | インバスケット・ゲームを問題を解いてみる（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 | インバスケット・ゲームの解答のグループ討論（１） | インバスケット・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 | インバスケット・ゲームの解答のグループ発表（１） | インバスケット・ゲームのグループん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、インバスケット・ゲーム問題は、授業中に貸与・配布・紹介する。
インバスケット・ゲームは最終授業終了語彙回収する。
使用するテキスト：
①槇田仁・伊藤隆一ら　管理能力開発のためのインバスケット・ゲーム［改訂版］　金子書房　2008
②佐野勝男・槇田仁・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】**
レポート（４０%）、授業への参加意欲（４０%）、講義中の質疑応答内容（２０%）等を総合して評価する。

**【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やインバスケット・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 and objectives】
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.

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：

実務教員：

**【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 the 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】**

| 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 BiomedicalResearch 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｝（３０%）、プレゼンテーション①&②　(２０%)、最終論文と発表（３０%）

**【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 and objectives】
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.

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：

**実務教員：**

**【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はじめ，センサ技術と ICT を利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。
本授業の開始日は 5 月 11 日とします。対面授業再開までは，Zoom を利用したオンライン授業とし，授業の ID やパスワード，および授業資料は学習支援システムを利用します。

**【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】**

| 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的応用法を学ぶものである。計測関連の学部科科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）
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。
春学期前半がオンラインでの開講となることに伴い，成績評価の方法と基準を変更する。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。

**【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。
対面授業再開までは PC またはタブレットによりオンライン授業に参加してください。オンライン授業は Zoom を利用する予定です。ミーティング（オンライン授業）ID とパスワードは学習支援システムを利用して告知します。

【Outline and objectives】
Sensors are widely used in life, becoming an indispensable technology.
The effect of fusion of AI, Internet of Things and Big Data using data obtained from sensors has a great influence on industry, social, and life. This course introduces a case study of measurement devices, sensors, evaluation method of uncertainty and examples of smart sensing applications.

PRI500X4

# システム診断特論

佐藤　浩志

単位数：2 単位 ｜ 開講時期：

**実務教員：**

**【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】**

| 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 | システムの信頼性（3） | システム視点からの信頼性設計 |
| 第 4 回 | システムの理解（1） | 予測できない失敗 (1) |
| 第 5 回 | システムの理解（2） | 予測できない失敗 (2) |
| 第 6 回 | システムの理解（3） | 予測できるはずの失敗 (1) |
| 第 7 回 | システムの理解（4） | 予測できるはずの失敗 (2) |
| 第 8 回 | 異常検知 (1) | 正常標本，異常標本 |
| 第 9 回 | 異常検知 (2) | 時系列データの異常検知 |
| 第 10 回 | 異常検知 (3) | 単純ベイズ法による異常検知 |
| 第 11 回 | システム診断（1） | 判別分析の考え方 |
| 第 12 回 | システム診断（2） | マハラノビスの距離 |
| 第 13 回 | システム診断（3） | パターン認識とベイズ理論 |
| 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，統計解析を扱うために統計学関連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，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】**
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）
涌井良幸，涌井貞美： Excel ですっきりわかりベイズ統計入門，日本実業出版（2010）

**【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 and objectives】
The aim of this course is to help students acquire knowledge that the system can be verified or validated comprehensively by a statistical approach for system diagnosis and discussion through case study.

HUI500X4

# 人工知能特論

高間　康史

単位数：2 単位 ｜ 開講時期：

**実務教員：**

**【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】**

| 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，セマンティック Web，推論，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，前処理 |
| 4 | 相関ルール | 頻出アイテム集合，ルール抽出手法, 興味深さの指標 |
| 5 | 教師あり学習：基礎 | 教師あり学習とは，評価方法，決定木 |
| 6 | 教師あり学習：応用 | ナイーブベイズ，ニューラルネットワーク，サポートベクターマシン，その他の話題 |
| 7 | 教師なし学習：基礎 | 教師なし学習とは，分割型クラスタリング，階層的クラスタリング |
| 8 | 教師なし学習：応用 | 密度ベースクラスタリング，その他の話題 |
| 9 | 情報推薦 | 情報推薦とは，協調フィルタリング |
| 10 | 情報推薦システム | 推薦システムの評価，推薦説明 |
| 11 | 情報可視化 | 情報可視化とは，代表的可視化手法 |
| 12 | 情報可視化システム | 視覚分析，情報可視化システムの構成 |
| 13 | AI と人間の協調 | Human in the loop, semantic interaction |
| 14 | まとめと解説 | 講義内容のまとめ・復習<br>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, M. Kamber, J. Pei: DATA MINING - Concepts and Techniques - (3rd Edition), Morgan Kaufmann, 2012.
高間：情報可視化，森北出版，2017.

**【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 and objectives】
This lecture introduces key technologies and related topics of artificial intelligence. Students can learn about various AI technologies and think about its usage and issues concerned in society.

ELC500X4

# 電子回路特論

今枝　佑輔

単位数：2 単位 ｜ 開講時期：

**実務教員：**

**【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。
授業を対面で行うか、遠隔で行うかは状況次第となるが、遠隔で行う場合には授業時間内に zoom を使って解説および質疑応答をおこなう双方向リアルタイム型の遠隔授業を行う。

**【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】**

| 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・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】授業内容で興味を抱いた事項については、文献を調べたり WEB などを用いて積極的に調べてください。また、わからないことは授業中に積極的に質問し授業参加することを期待します。

**【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 ディジタル信号処理, 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】**
遠隔で講義を行う場合には、zoom を使って講義を行う。各自 zoom を操作できる環境を準備し、その使い方に慣れておくこと。1 授業の通信量は 300MB 〜 500MB になる予定である。この量のデータ量を問題なく通信できる環境を準備しておくこと。また課題やレポートは PDF 書類として提出を求める。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場合がある。詳しいことは授業開始時に指示する。

【Outline and objectives】
The basic physics to understand the response of electronic circuits is explained in this course.

APH500X4

# 相対性理論

今枝　佑輔

単位数：2 単位 ｜ 開講時期：

**実務教員：**

**【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
授業を対面で行うか、遠隔で行うかは状況次第となるが、遠隔で行う場合には授業時間内に zoom を使って解説および質疑応答をおこなう双方向リアルタイム型の遠隔授業を行う。

**【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】**

| 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 | 光速度測定、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度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。 |

**【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。】授業内容で興味を抱いた事項については、文献を調べたり WEB などを用いて積極的に調べてください。また、わからないことは授業中に積極的に質問し授業参加することを期待します。

**【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】**
遠隔で講義を行う場合には、zoom を使って講義を行う。各自 zoom を操作できる環境を準備し、その使い方に慣れておくこと。1 授業の通信量は 300MB 〜 500MB になる予定である。この量のデータ量を問題なく通信できる環境を準備しておくこと。また課題やレポートは PDF 書類として提出を求める。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場合がある。詳しいことは授業開始時に指示する。

【Outline and objectives】
In this course, we explain the special theory of relativity.

APH500X4

# 標準計測特論

今枝　佑輔

単位数：2 単位 ｜ 開講時期：

**実務教員：**

**【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。
授業を対面で行うか、遠隔で行うかは状況次第となるが、遠隔で行う場合には授業時間内に zoom を使って解説および質疑応答をおこなう双方向リアルタイム型の遠隔授業を行う。

**【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】**

| 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<br>キログラム原器から量子力学的定義へ |
| 4 | 光速度の測定 | 光速度測定の歴史<br>定義定数に変わった光速度 |
| 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<br>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<br>関節測定値に対する誤差<br>誤差伝搬 |
| 9 | 計測の具体例１ | GPS の物理<br>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<br>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<br>年周視差 |
| 12 | 計測の具体例４ | 天文学における距離測定<br>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・復習時間は、各４時間を標準とします。】授業内容で興味を抱いた事項については、文献を調べたり WEB などを用いて積極的に調べてください。また、わからないことは授業中に積極的に質問し授業参加することを期待します。

**【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】**
遠隔で講義を行う場合には、zoom を使って講義を行う。各自 zoom を操作できる環境を準備し、その使い方に慣れておくこと。1 授業の通信量は 300MB ～ 500MB になる予定である。この量のデータ量を問題なく通信できる環境を準備しておくこと。また課題やレポートは PDF 書類として提出を求める。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場合がある。詳しいことは授業開始時に指示する。

【Outline and objectives】
We explain the International System of Units and its background physics. Historical transition is also explained.

APH500X4

# 固体物性応用

永崎　洋

単位数：2 単位　｜　開講時期：

**実務教員：**

**【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】**

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|---|
| 第 1 回 | 始めに① | 超伝導現象とは？ |
| 第 2 回 | 始めに② | 超伝導研究の歴史 |
| 第 3 回 | 超伝導物理の基礎① | 金属中の電子の振る舞い |
| 第 4 回 | 超伝導物理の基礎② | 電子格子相互作用と電子間引力 |
| 第 5 回 | 超伝導物理の基礎③ | 磁束の量子化とジョセフソン効果 |
| 第 6 回 | 超伝導材料の基礎① | 超伝導体開拓史 |
| 第 7 回 | 超伝導材料の基礎② | 超伝導体のバリエーション |
| 第 8 回 | 高温超伝導① | 高温超伝導は可能か？ |
| 第 9 回 | 高温超伝導② | 銅酸化物高温超伝導体 |
| 第 10 回 | 高温超伝導③ | 鉄系高温超伝導体 |
| 第 11 回 | 高温超伝導④ | その他の高温超伝導体 |
| 第 12 回 | 超伝導応用の基礎① | 電力・交通分野 |
| 第 13 回 | 超伝導応用の基礎② | 電子デバイス分野 |
| 第 14 回 | 超伝導応用の基礎③ | ユニークな超伝導応用 |

**【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。】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 and objectives】
This series of lectures deals with superconductivity, both from basic and application points of view. The mechanism of superconductivity is explained based on the elementary quantum physics. Rich variety of superconducting applications are reviewed by using slids and videos.

PHY500X4

# 量子物性デバイス

小野　新平

単位数：2 単位 ｜ 開講時期：

**実務教員：**

**【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】**

| 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しての復習を行う |
| 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 1 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

**【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。

**【その他の重要事項】**
5 日間の集中講義とする。最終回は、校外授業による研究現場の見学会を予定。

【Outline and objectives】
The modern electronics and electronics industry have been developed by creating new functional materials such as metals, semiconductors, insulators, magnetic materials and by freely controlling the properties of each material.
These are used as a key technology to support the current advanced information society. In the lecture, we will explain the physical properties of each material from quantum mechanics and explain the actual device application.

APH500X4

# 固体物理学特論

百瀬　孝昌

単位数：2 単位 ｜ 開講時期：

**実務教員：**

**【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。

**【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】**

| 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 | 磁気の応用　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 and objectives】
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.

MAT500X4

# 符号理論特論 1

寺杣　友秀

単位数：2 単位 ｜ 開講時期：

**実務教員：**

**【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、それらいかに符号理論、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】**

| 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 and objectives】
Coding theory and cryptography theory are basics of information science.
We study them as applications of algebra.

ISE700X4

# 応用数理工学特別研究１・２・３

礒島　伸

単位数：3 単位 ｜ 開講時期：年間授業/Yearly

実務教員：

**【授業の概要と目的（何を学ぶか）】**
指導的技術者，あるいは研究者として自立的に活動できる素養を身に付け，システム理工学の分野で活躍できる，総合的な研究力を養う．

**【到達目標】**
１．専門領域における最先端の研究情報を収集できる
２．発展的研究を遂行するための基礎力が身についている
３．学術論文を執筆できる文書作成力が身についている

**【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」「DP4」「DP5」に関連

**【授業の進め方と方法】**
各自の研究テーマに関する調査，研究，学習を，セミナー形式もしくは個別に行う．
フィードバックはセミナー形式の研究討論時に直接与える．

**【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】**
なし / No

**【授業計画】**

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|---|
| 1 | オリエンテーション | 特別研究の進め方や内容の紹介 |
| 2 | 調査の実施（１） | 文献などの調査を行う |
| 3 | 学習（１） | 文献の理解に必要な学習を行う |
| 4 | 文献の検討（１） | 文献の内容の研究および討論を行う |
| 5 | 調査の報告（１） | 調査結果について小発表・討論を行う |
| 6 | 発表準備（１） | ここまでの研究をまとめ，発表資料作成を行う |
| 7 | 研究成果発表（１） | 進捗状況の発表や討論を行い，次の課題を整理する |
| 8 | 調査の実施（２） | 次の文献調査を行う |
| 9 | 学習（２） | 新しい文献の理解に必要な学習を行う |
| 10 | 文献の検討（２） | 新しい文献の研究および討論を行う |
| 11 | 調査の報告（２） | 新しい調査結果について小発表・討論を行う |
| 12 | 発表準備（２－１） | ここまでの研究をまとめ，参照資料を作成する |
| 13 | 発表準備（２－２） | 発表資料を作成する |
| 14 | 研究成果発表（２） | 半期分の研究成果の発表や討論を行う |
| 15 | 計画 | テーマを定め研究計画を立てる |
| 16 | 調査の実施（３） | 必要な文献調査などを行う |
| 17 | 学習（３） | 文献の理解に必要な学習を行う |
| 18 | 文献の検討（３） | 文献内容の研究・討論を行う |
| 19 | 研究（１） | テーマに関する研究に着手する |
| 20 | 研究（２） | テーマに関する研究を深める |
| 21 | 研究（３） | ここまでの研究を整理し，資料にまとめる |
| 22 | 研究（４） | テーマに関する研究の問題点を整理する |
| 23 | 研究（５） | テーマに関する研究を発展させる |
| 24 | 研究（６） | 研究テーマの発展の可能性を探る |
| 25 | 発表準備（３－１） | ここまでの研究をまとめ，参照資料を作成する |
| 26 | 発表準備（３－２） | 発表資料を作成する |
| 27 | 研究成果発表（３） | セミナー等において進捗状況の発表や討論を行う |
| 28 | 総括 | 研究・討論内容を振り返り課題を整理する |

**【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 3 時間を標準とします。】
専門分野の学会，セミナー，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）】**
使用しない．

**【参考書】**
適宜，担当教員から指示する．

**【成績評価の方法と基準】**
定期的な研究報告の内容と，対外発表や論文執筆などの研究成果を勘案して評価 (100%) する．

**【学生の意見等からの気づき】**
特になし．

【Outline and objectives】
Registered students shall acquire fundamental skills to be a leading technician or a researcher in the field of systems engineering.

ISE700X4

# 応用数理工学特別実験１・２・３

礒島　伸

単位数：2 単位 ｜ 開講時期：年間授業/Yearly

実務教員：

**【授業の概要と目的（何を学ぶか）】**
研究テーマを定め，指導教員のもとで研究や実験を行う．実験を進める上では，指導教員と密に接触し，実験の経過報告や討論を行う．指導的技術者や研究者としての素養を身につけ，システム理工学分野で活躍できる基礎力を養う．

**【到達目標】**
１．対外発表可能な水準で，適切な実験計画が立てられる
２．実験を実施し，必要に応じて再実験を適切に計画・実施できる
３．実験結果を過不足なく指導教員等に報告し，次の研究サイクルに進められる

**【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」「DP4」「DP5」に関連

**【授業の進め方と方法】**
指導教員のもと，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．
フィードバックはセミナー形式または個別での研究討論時に直接与える．

**【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】**
なし / No

**【授業計画】**

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|---|
| 1 | オリエンテーション | 特別実験の進め方や内容の紹介 |
| 2 | 調査の実施（１） | 文献などの調査を行う |
| 3 | 学習（１） | 文献の理解に必要な学習を行う |
| 4 | 文献の検討（１） | 文献内容の追試および検討を行う |
| 5 | 調査の報告（１） | 調査結果について小発表しフィードバックを受ける |
| 6 | 発表準備（１） | ここまでの実験結果をまとめる |
| 7 | 実験結果発表（１） | 進捗状況の発表を行い，次の課題を整理する |
| 8 | 調査の実施（２） | 次の文献調査を行う |
| 9 | 学習（２） | 新しい文献の理解に必要な学習を行う |
| 10 | 文献の検討（２） | 新しい文献内容の追試および討論を行う |
| 11 | 調査の報告（２） | 新しい調査結果について小発表しフィードバックを受ける |
| 12 | 発表準備（２－１） | ここまでの実験結果をまとめ，参照資料を作成する |
| 13 | 発表準備（２－２） | 発表資料を作成する |
| 14 | 実験結果発表（２） | 半期分の実験結果・研究成果の発表を行う |
| 15 | 計画 | テーマを定め実験計画を立てる |
| 16 | 調査の実施（３） | 必要な文献調査などを行う |
| 17 | 学習（３） | 文献の理解に必要な学習を行う |
| 18 | 文献の検討（３） | 文献内容の追試・検討を行う |
| 19 | 実験・研究（１） | テーマに関する実験に着手する |
| 20 | 実験・研究（２） | テーマに関する実験を継続する |
| 21 | 実験・研究（３） | ここまでの実験結果を整理し，資料にまとめる |
| 22 | 実験・研究（４） | 実験結果を分析し，考察を与える |
| 23 | 実験・研究（５） | 追加実験を行う |
| 24 | 実験・研究（６） | 追加実験を継続する |
| 25 | 発表準備（３－１） | ここまでの実験・研究をまとめ，参照資料を作成する |
| 26 | 発表準備（３－２） | 発表資料を作成する |
| 27 | 実験結果発表（３） | セミナー等において実験結果や研究成果の発表を行う |
| 28 | 総括 | 研究・討論内容を振り返り課題を整理する |

**【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。】
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）】**
使用しない．

**【参考書】**
適宜，担当教員から指示する．

**【成績評価の方法と基準】**
報告内容，質疑応答，出席，実験成果等を総合的に勘案して評価(100%)する．

**【学生の意見等からの気づき】**
特になし．

【Outline and objectives】
Focusing on a research theme or project, registered students shall conduct experiments needed in a proper manner. Collaborating with the advisor, experimental results shall be reported on a periodic basis.

MAT500X4

# 関数解析特論 1

礒島　伸

単位数：2 単位 ｜ 開講時期：

**実務教員：**

**【授業の概要と目的（何を学ぶか）】**
この授業では函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】**

| 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 | 一般の可測函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】**
なし

**【その他の重要事項】**
なし

【Outline and objectives】
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.

MAT500X4

# 関数解析特論２

礒島　伸

単位数：２ 単位 ｜ 開講時期：

**実務教員：**

**【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さを学ぶ．

**【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さを理解する．
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】**

| 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】**
なし

**【その他の重要事項】**
なし

【Outline and objectives】
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.

MAT500X4

# 確率過程特論 1

安田　和弘

単位数：2 単位 ｜ 開講時期：

**実務教員：**

**【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）が伴う現象で，そのよう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を中心に学ぶ．
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いが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）するのに用いることは可能と思われる．
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．
COVID-19 の流行状況により，変更する可能性がある．変更となる場合の変更内容は，Hoppii 上で案内する．

**【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】**

| 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・カッツの公式 | ファイマン・カッツの公式を紹介し，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と良い．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．また和書，洋書で良書も多数あるので適宜，参考にするとよい．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（ベァーント・エクセンダール著，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．レポートには必要に応じてフィードバックを与える．
COVID-19 の流行状況により，変更する可能性がある．変更となる場合の変更内容は，Hoppii 上で案内する．

**【学生の意見等からの気づき】**
特に対応するべき指摘はない．

**【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 and objectives】
The purpose of this course is to learn fundamental parts of stochastic analysis.

MAT500X4

# 確率過程特論２

安田　和弘

単位数：２ 単位 ｜ 開講時期：

**実務教員：**

**【授業の概要と目的（何を学ぶか）】**
確率過程特論１で学んだ確率微分方程式の応用について学ぶ．特に，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いが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手法を学び，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．
COVID-19 の流行状況により，変更する可能性がある．変更となる場合の変更内容は，Hoppii 上で案内する．

**【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】**

| 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 | 前回に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 | 前回に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 などで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（ベァーント・エクセンダール著，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．レポートには必要に応じてフィードバックを与える．
COVID-19 の流行状況により，変更する可能性がある．変更となる場合の変更内容は，Hoppii 上で案内する．

**【学生の意見等からの気づき】**
特に対応すべき点はない．

**【その他の重要事項】**
確率制御理論は，近年，AlphaGo などで注目を浴びている機械学習の中の強化学習と関係する話題です．強化学習は，本授業で学ぶ確率制御理論の離散時間近似した数値計算法と考えることもできます．簡単ではないですが，そういった興味ある学生も学んでみるといいです．

【Outline and objectives】
The purpose of this course is to learn stochastic control problems and approximation of stochastic processes.

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：

**実務教員：**

**【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の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）】**

**【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】**

| 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，二次錐計画問題といった錐を用いた最適化問題について述べる． |
| 9 | 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． |
| 10 | 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． |
| 11 | 半無限計画問題 | 無限個の制約式で特徴づけられる半無限計画問題について，その性質と解法を簡単に述べる． |
| 12 | 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を最適化の観点から述べる． |
| 13 | 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を用いたポートフォリオ最適化問題について述べる． |
| 14 | まとめ | これまでのまとめと発展的話題について述べる． |

**【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 2 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 and objectives】
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.

FRI500D1

# 暗号とその応用

単位数：**単位** ｜ 開講時期：

**実務教員：**

**【授業の概要と目的（何を学ぶか）】**
Nowadays, modern cryptography is widely used on the Internet and many IT applications. Cryptocurrencies and block-chains are one of the applications of cryptography. This course will introduce the basic concept and techniques of modern cryptography as well as for cryptocurrencies. It will also provide some advanced topics of modern cryptography such as post-quantum cryptography, homomorphic encryption, and functional encryption.

**【到達目標】**
The students will get to understand the key concepts and techniques in modern cryptography and its applications to cryptocurrencies, such as symmetric-key encryption, public-key encryption, digital signatures, Bitcoin, block-chains and some advanced concepts of cryptography.

**【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）】**

**【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】**

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|---|
| 1st class | Introduction | Background of modern cryptography. Introduction to the lecturer. Course overview. |
| 2nd class | Symmetric-key cryptosystems | Block ciphers and authentication code |
| 3rd class | Concept of Public-key cryptosystems | Public-key encryption, Key exchange |
| 4th class | Security and construction of public-key cryptosystems | CCA security, DH key exchange, RSA encryption, ElGamal encryption |
| 5th class | Concept and security of digital signatures and hash functions | Requirements for electronic signatures, EU-CMA security |
| 6th class | Construction of digital signatures and hash functions | RSA signatures, (EC-)DSA signatures, SHA family of hash functions |
| 7th class | Public-key infrastructures (PKI) | Certificate authorities (CA), Digital signature laws |
| 8th class | Post-quantum cryptography | Quantum computer, Lattice-based cryptography |
| 9th class | Electronic money | Traditional electronic money systems, Ecash systems |
| 10th class | Bitcoin | Proof of work (POW), Mining, Transactions, Block-chain. |
| 11th class | Drawbacks of Bitcoin and other cryptocurrencies | Proof of Stake (POS), Smart contract, Ethereum, DAG |
| 12th class | Block-chains | Open Ledger, Centralized/decentralized system, Public/private systems |
| 13th class | Advances of public-key cryptosystems (1) | Fully homomorphic encryption, Applications, Lattice based construction |
| 14th class | Advances of public-key cryptosystems (2) | Functional encryption, Applications, Bilinear based construction |

**【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/Cryptograph

**【テキスト（教科書）】**
I will introduce some books and articles in my lectures.

**【参考書】**
I will introduce some books and articles in my lectures.

**【成績評価の方法と基準】**
1. Class participation: 40%
2. Final report: 60%

**【学生の意見等からの気づき】**
All students are enthusiastic and showed a sufficient level of understanding.

ECN500X4

# 計量経済学特論

中村　洋一

単位数：2 単位　｜　開講時期：

**実務教員：**

**【授業の概要と目的（何を学ぶか）】**
経済理論を実証したり、反証したりするため、経済データに統計的・数学的方法を応用することの意義を学ぶ。

**【到達目標】**
実証分析のためのモデルの特定化、適切な推定方法の選択、推定結果の解釈・検定の能力を確立する。また、経済予測を行う技術を習得する。

**【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】**
実際の推定例を用いながらの講義を中心とするが、国民経済計算等の経済データを使って実証分析の演習も行う。

**【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】**

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|---|
| 1 | 重回帰 | 2 つ以上の説明変数があるモデルの推定 |
| 2 | 重回帰 | 2 変数モデルの統計的推定、回帰係数の解釈 |
| 3 | 重回帰 | 分散分析と仮説検定 |
| 4 | 重回帰 | 行列による係数および諸統計量の表現、多重共線性 |
| 5 | 系列相関 | D.W.、Durbin h<br>系列相関を前提とする推定法 |
| 6 | 不均一分散 | その検定と一般化最少２乗法 |
| 7 | 構造変化とダミー変数 | Chow test、ダミーの使い方 |
| 8 | 同時方程式体系 | 同時方程式バイアスと推定法 |
| 9 | パネル分析 | 固定効果推定、ランダム効果推定 |
| 10 | 質的データの分析 | プロビット、ロジット |
| 11 | 分断データの分析 | トービット・モデルの推定 |
| 12 | 共和分と誤差修正モデル | 定常過程、単位根検定、共和分とエラーコレクション・モデルの関係 |
| 13 | 時系列分析 | AR、MA モデル |
| 14 | 時系列分析 | ARMA、ARIMA、VAR モデル |

**【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】**
講義内容を確実に復習する。推定例、実証例の解釈・理解に努める。演習は課題を行うだけでなく、応用を試みる。

**【テキスト（教科書）】**
指定しない

**【参考書】**
計量経済学の方法（G.S. Maddala)、計量経済学（箕谷）など

**【成績評価の方法と基準】**
平常点

**【学生の意見等からの気づき】**
演習を増やすことを希望されるが、講義の内容も多いので、内容の充実に努めたい。

**【学生が準備すべき機器他】**
演習時には PC が必要

【Outline and objectives】
Learning how to apply mathematical and statistical methods to test economic theory empirically.

HUI500X4

# 人間工学特論

鈴木　郁

単位数：2 単位 ｜ 開講時期：

**実務教員：**

**【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．総授業回数の内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】**

| 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）】**

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呈示用資料のほか，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ーを持参のこと．

**【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ので，初回からの出席が望ましい．

**【Outline and objectives】**

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.

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：

**実務教員：**

**【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】**

| 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，全点対間最短経路問題 |
| 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）】**
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 and objectives】
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：

**実務教員：**

**【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構築する上で有用な確率モデルの原理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数学的な性質を理解する．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 properties of some stochastic models for Time-based maintenance.
(2) Evaluate 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．初めに確率過程，特にポアソン過程と再生過程の数学的な基礎を解説する．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 basic theories of Poisson and renewal processes are explained at the first step. In the next, the concepts 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.

**【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】**

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|---|
| 第 1 回 | 序論<br>Introduction | 確率に関する復習<br>Review for basic probability theory |
| 第 2 回 | 確率過程とその周辺 1<br>Stochastic processes and related topics 1 | ポアソン過程と非斉次ポアソン過程<br>Homogeneous and non-homogeneous Poisson process |
| 第 3 回 | 確率過程とその周辺 2<br>Stochastic processes and related topics 2 | 再生過程の基礎<br>再生関数の構造<br>Renewal process and renewal function |
| 第 4 回 | 確率過程とその周辺 3<br>Stochastic processes and related topics | 再生過程の漸近特性<br>再生報酬過程<br>Limiting properties of renewal process<br>Renewal reward process |
| 第 5 回 | 確率過程とその周辺 4<br>Stochastic processes and related topics | 確率的順序関係<br>故障分布の諸性質<br>Stochastic order relations<br>Characteristics of lifetime distributions |
| 第 6 回 | 保全方式<br>Maintenance policies | 予防保全と事後保全<br>時間計画保全と状態監視保全<br>Preventive maintenance anc corrective maintenance<br>Time-based Maintenance and Condition-based maintenance |
| 第 7 回 | 時間計画保全モデル 1<br>Stochasic models for Time-based maintenance 1 | 年齢取り替えとブロック取り替え<br>Age replacement and block replacement |
| 第 8 回 | 時間計画保全モデル 2<br>Stochastic models for Time-based maintenance 2 | 定期点検方策<br>確率順序による非定期点検方策の解析<br>Periodical inspection policy<br>Analysis of non-periodical inspection policies via stochastic orders |
| 第 9 回 | 時間計画保全モデル 3<br>Stochastic models for Time-based maintenance 3 | 小修理と非斉次ポアソン過程<br>小修理を伴うブロック取り替え方策<br>Minimal repair and non-homogeneous Poisson process<br>Block replacement policy with minimal repair |
| 第 10 回 | 不完全保全 1<br>Imperfect maintenance 1 | 不完全修理の基礎<br>一般修理の数理<br>Basic concepts of imperfect repair<br>Mathematical aspects of general repair |
| 第 11 回 | 不完全保全 2<br>Imperfent maintenance 2 | 一般修理を考慮したブロック取り替え<br>Block replacement policy with general repair |
| 第 12 回 | 不完全保全 3<br>Imperfect maintenance 3 | 幾何過程の基礎<br>幾何過程を考慮した取り替え方策<br>Fundamental mathematics of geometric processes<br>Replacement policies based on geometric process |
| 第 13 回 | 不完全保全 4<br>Imperfect maintenance 4 | 二変量取り替え方策<br>幾何過程における推定と検定<br>Bivariate replacement policies<br>Statistical inference for geometric processes |
| 第 14 回 | 状態監視保全モデル<br>Condition-based maintenance | 累積損傷モデルの基礎<br>累積損傷モデルを用いた最適取り替え方策<br>Fundamental mathematics of cumulative damage models<br>Replacement policy via cumulative damage models |

**【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】**
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 should review the previous lectures.

**【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, if 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) と平常点で評価する.
Your overall grade in the class will be decided based on the following:
- Class attendance
- In class discussion (Q&A)
- Reports

**【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 are 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 and objectives】
The aim of this course is to help students acquire an understanding of the basic concepts and mathematical theories of 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：

**実務教員：**

**【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―マートン方程式を導き、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―マートン方程式を導き、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】**

| 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、グリークスの紹介をする。 |
| 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―マート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―マートン方程式の導出 |
| 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① | アジアン・オプションに関するブラック―ショールズ―マートン方程式の導出 |
| 第 14 回 | アジアン・オプション② | 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】**
対面授業の場合、講義内の演習 (50%) と最終レポート (50%) で評価する。
オンライン授業の場合、各講義に対応した、小レポートせ評価する (100%).

**【学生の意見等からの気づき】**
特になし。

【Outline and objectives】
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：

実務教員：

【授業の概要と目的（何を学ぶか）】
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 the accelerated life testing.

【到達目標】
The goal of this class is to understand the basic methods for the accelerated life testing.

【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 and exercises.  Exercises will be submitted, and feedback will be given via the "Learning Support System." Good comments raised in the class will be introduced and utilized for further discussion.

【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】

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|---|
| 1 | Introduction | Describe motivation and applications of accelerated reliability testing. |
| 2 | Accelerated Test Models 1 | Models for Failure-Time Data |
| 3 | Accelerated Test Models 2 | Location-Scale-Based Parametric Distributions |
| 4 | Graphical Method 1 | Probability Plot |
| 5 | Graphical Method 2 | Probability Plot for multiple censoring data |
| 6 | Graphical Method 3 | Parameter Estimates using the Probability Plot |
| 7 | Maximum Likelihood Methods 1 | Maximum Likelihood for Location-Scale Based Distributions |
| 8 | Maximum Likelihood Methods 2 | Parametric Maximum Likelihood: Other Models |
| 9 | Confidence Interval 1 | Bootstrap Confidence Intervals |
| 10 | Confidence Interval 2 | Approximation of confidence intervals |
| 11 | Bayes 1 | Describe the use of Bayesian statistical methods to combine prior information with data to make inferences. |
| 12 | Bayes 2 | Bayesian methods for estimating reliability and for prediction. |
| 13 | Accelerated Model 1 | Failure-Time Regression Analysis |
| 14 | Accelerated Model 2 | Accelerated Test 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。】As a prerequisite, the probability theory and statistics should be reviewed.

【テキスト（教科書）】
Nothing.

【参考書】
[1] Nelson, W. (1990) Accelerated Testing Statistical Models, Test Plans, and Data Analysis. Wiley, New York.
[2] Meeker, W. Q., & Escobar, L. A. (2014). Statistical methods for reliability data. John Wiley & Sons.

【成績評価の方法と基準】
Exercise and reports (80%) and attitudes in class (20%)

【学生の意見等からの気づき】
Feedback can not be done because changing class teachers from this year.

【Outline and objectives】
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 the accelerated life testing.

MAT500X4

# 信頼性工学特論

木村　光宏

単位数：2 単位　｜　開講時期：

**実務教員：**

**【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講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】**

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|---|
| 1 | 基礎力試験 | 他数理統計学の基礎知識を確認する試験を行い採点する。不合格者には履修について再考を促す。講義資料の配布と説明。 |
| 2 | 導入 | 講義の進め方と諸注意、輪読の開始～Introduction |
| 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】**
出席と発表を重視し（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 and objectives】
This class aims at understanding basic software reliability theory. By reading the text book on software reliability engineering, the students will grasp how to assess the reliability of software product and its difficulties. Also they will see some perspectives for ideal software production.

ECN500X4

# 応用経済分析特論

中村　洋一

単位数：2 単位 ｜ 開講時期：

**実務教員：**

**【授業の概要と目的（何を学ぶか）】**
ゲーム理論と情報の経済学を中心とする応用ミクロ経済学の基本と具体的な適用例を学ぶ。

**【到達目標】**
企業の競争戦略、流通と取引戦略など実践的なテーマ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】**
講義と質疑応答を中心とする。

**【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】**

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|---|
| 第 1 回 | 市場構造と企業間競争 | Cournot と Bertrand の寡占モデル |
| 第 2 回 | 不確実性の経済理論 1 | 不確実性下の意思決定 |
| 第 3 回 | 不確実性の経済理論 2 | 不確実性への対応 |
| 第 4 回 | 情報の経済理論 1 | 情報と意思決定 |
| 第 5 回 | 情報の経済理論 2 | 情報の非対称性 |
| 第 6 回 | ゲーム理論 1 | ゲーム理論の基本的概念 |
| 第 7 回 | ゲーム理論 2 | Nash 均衡の求め方 |
| 第 8 回 | 競争分析 1 | 線形市場モデルと円環市場モデル |
| 第 9 回 | 競争分析 2 | 製品差別化 |
| 第 10 回 | 戦略的行動分析 1 | 戦略的行動の理論 |
| 第 11 回 | 戦略的行動分析 2 | 研究開発と広告戦略 |
| 第 12 回 | 流通と取引慣行 1 | 流通チャネルの内部調整 |
| 第 13 回 | 流通と取引慣行 2 | ブランド間競争 |
| 第 14 回 | 流通と取引慣行 3 | 返品制と再販制度 |

**【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】**
講義内容の確認と応用可能性の考察

**【テキスト（教科書）】**
指定しない

**【参考書】**
現代のミクロ経済学　丸山、成生　創文社
経営の経済学　丸山　有斐閣

**【成績評価の方法と基準】**
平常点

**【学生の意見等からの気づき】**
特になし

【Outline and objectives】
Learning basics in applied microeconomic theory of game and information, and their application.

ECN500X4

# 応用金融分析特論

宮越　龍義

単位数：2 単位　｜　開講時期：

**実務教員：**

**【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】**

| 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）】**
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 and objectives】
This course introduces the advanced monetary economics to students taking this course.

MAT500X4

# 離散最適化特論２

髙澤　兼二郎

単位数：2 単位 ｜ 開講時期：

**実務教員：**

**【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】**

| 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 | 緩和解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）】**
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】**
必要に応じて，講義中に紹介する.

**【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 and objectives】
Learn practical approaches to discrete optimization problems for which exact solutions are hard to find.

SSS500X4

# 先進経営科学特論

五島　洋行、中村　洋一、髙澤　兼二郎、田村　信幸、千葉　英史、安田　和弘、礒島　伸

単位数：2 単位 ｜ 開講時期：

実務教員：

【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】

| 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 | Discrete optimization (1) | Seminal lecture associated with discrete optimization |
| 6th | Discrete optimization (2) | Complementary lecture or exercise on discrete optimization |
| 7th | Stochastic systems (1) | Seminal lecture associated with stochastic systems |
| 8th | Stochastic systems (2) | Complementary lecture or exercise on stochastic systems |
| 9th | Engineering mathematics (1) | Seminal lecture associated with engineering mathematics |
| 10th | Engineering mathematics (2) | Complementary lecture or exercise on engineering mathematics |
| 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 and objectives】
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.

PRI600X4

# システム理工学特別研究１・２

**春日　隆、金沢　誠、小林　一行、佐藤　修一、塩谷　勇、鈴木　郁、堀端　康善、松尾　由賀利、三浦　孝夫、田中　幹人、柴田　千尋**

単位数：3 **単位**　｜　開講時期：**年間授業**/Yearly

**実務教員：**

**【授業の概要と目的（何を学ぶか）】**
毎週のセミナーを通じて，研究の進め方，研究テーマをいかに掘り下げるか，独創性はいかにして要請されるかを体験的に習得する．研究テーマは各大学院生と相談のうえ決める．

**【到達目標】**
研究テーマに対し，システム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．

**【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】**
指導教授の研究室において行われている研究に参加して，程度の高い輪講，討論を行う．学生はそれぞれ個別の題目を与えられ，上記の過程を通してシステム工学の目的，思想，方法論の基礎などを習得する．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】**

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|---|
| 1 | 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． |
| 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 and objectives】
Students study how to do research on computer science. Each students takes a research topic and does research on the topic.

PRI600X4

# システム理工学特別実験１・２

**春日　隆、金沢　誠、小林　一行、佐藤　修一、塩谷　勇、鈴木　郁、堀端　康善、松尾　由賀利、三浦　孝夫、田中　幹人、柴田　千尋**

単位数：**2 単位**　｜　開講時期：**年間授業/Yearly**

**実務教員：**

**【授業の概要と目的（何を学ぶか）】**
修士論文作成のための特別実験．指導教授の研究室において行われている研究に参加して，実験や演習を行う．これによってシステム工学を実験問題に適用する際の問題点を体験し，同時にそれを解決するための方法や技術を習得する．

**【到達目標】**
研究テーマに対し，システム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】**

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|---|
| 1 | 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． |
| 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 and objectives】
In ordder to write a master thesis, each student does research under supervision of a professor.

CMF600X4

# システム理工学特別研究１・２

**礒島　伸、木村　光宏、五島　洋行、寺杣　友秀、中村　洋一、宮越　龍義、田村　信幸、髙澤　兼二郎、千葉　英史、安田　和弘、林　俊介**

単位数：3 **単位**　｜　開講時期：**年間授業**/Yearly

**実務教員：**

**【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】**

| 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み方 3 | 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 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。】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 and objectives】
Learning basic theory and existing literature to enhance skills for thesis writing.

CMF600X4

# システム理工学特別実験１・２

**礒島　伸、木村　光宏、五島　洋行、寺杣　友秀、中村　洋一、宮越　龍義、田村　信幸、髙澤　兼二郎、千葉　英史、安田　和弘、林　俊介**

単位数：**2 単位**　｜　開講時期：**年間授業**/Yearly

**実務教員：**

**【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】**

| 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　1 2 |
| 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　1 | 数値実験データの作図・考察 1 1 |
| 26 | 経営工学実験レポート　2 | 数値実験データの作図・考察 2 2 |
| 27 | 経営工学実験レポート　3 | 数値実験データの作図・考察 3 3 |
| 28 | 経営工学実験レポート　4 | 数値実験データの作図・考察 4 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 1 時間を標準とします。】本授業の準備・復習時間は、各 1 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 and objectives】
Learning analytical methods, data and models for the preparation of graduate thesis.

GNM500Y2

# ゲノム工学特論

山中　幸

単位数：2 単位　｜　開講時期：

**実務教員：**

**【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情報が読解されてきた。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４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】**

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|---|
| 第 1 回 | ゲノムの構造（1） | ゲノム全遺伝情報の意義と DNA 配列決定からゲノム配列決定まで |
| 第 2 回 | ゲノムの構造（2） | ゲノム構造に関する調査 |
| 第 3 回 | ゲノムの構造（3） | ゲノム構造に関する討論 |
| 第 4 回 | ゲノム配列の生物学的意義（1） | RNA 合成とタンパク質合成情報に基づくゲノムアノテーション |
| 第 5 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 6 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 7 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 8 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 9 回 | ゲノム科学の展開（1） | メタゲノム・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。各テーマの課題に対して、授業外時間で調査を行い、授業内での討論に備える。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 and objectives】
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.

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：

**実務教員：**

**【授業の概要と目的（何を学ぶか）】**
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ー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】**

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|---|
| 第 1 回目 | 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 回目 | 構造と機能の相関 | 蛋白質の折り畳み（protein folding の問題） |
| 第 3 回目 | 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 回目 | 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 回目 | 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 回目 | 遺伝子 DNA の調整 | DNA ライブラリーの作製，c DNA ライブラリーの作製，目的 DNA の単離，目的 DNA の全合成 |
| 第 7 回目 | 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 回目 | 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 回目 | 変異蛋白質の調整 | 部位特異的変異，ランダム変異 |
| 第 10 回目 | ペプチドの化学合成，蛋白質化学修飾 | ディーバッグ法，1 ビーズ 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 回目 | 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, Pymol 等を紹介する。 |
| 第 12 回目 | 蛋白質完全化学合成 (I) | Merrifield 法による蛋白質合成 |
| 第 13 回目 | 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 回目 | 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（25 %），演習・宿題レポート（25 %）期末テスト（50 %）で総合的に評価する.

**【学生の意見等からの気づき】**
現在のコロナ禍の中、このコースはリアルタイムのオンライン配信の形式で実装されています． 条件が許せば、オンライン形式に加えて、対面形式の授業を実施することができます.
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が可能です.

**【学生が準備すべき機器他】**
場合により PC を持参することがあります．予め，授業支援システムでお知らせする.

**【その他の重要事項】**
なし

**【Outline and objectives】**
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

BLS500Y2

# 細胞工学特論

水澤　直樹

単位数：2 単位　｜　開講時期：

**実務教員：**

**【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。細胞工学というと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】**

| 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 and objectives】
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.

BLS500Y2

# 生命システム工学特論

西川　正俊

単位数：2 単位　｜　開講時期：

**実務教員：**

**【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】**

| 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 and objectives】
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.

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：

**実務教員：**

**【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。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ッ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ッ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ックスとは、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】**
通常の講義を行い、講義の最後に、講義に関する課題を解きます。講義の最後に、課題に基づいた、まとめの短いレポートを作成します。

**【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】**

| 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ックス・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スクス・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？ | システマ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、特に課題に関しては、十分に復習することが望ましい。

**【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ックス (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】**
昨年度、初めて on line で授業を行い、授業中に課題提出を行って、それに十分な時間を取ったところ、学生から、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、加えて、ゲノム解析技術に関する興味が高かったので、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 and objectives】**
"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.

BLS500Y2

# 生体超分子構造学特論

村上　聡

単位数：2 単位　｜　開講時期：

**実務教員：**

**【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れ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。それはパッ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】**

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|---|
| 1 | 蛋白質の機能を知るうえでなぜ立体構造を観ることが重要？ ：構造生物学への興味付け（酵素反応編） | ・酵素反応の構造学的理解<br>・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 |
| 2 | 蛋白質の機能を知るうえでなぜ立体構造を観ることが重要？ ：構造生物学への興味付け（結合解離編） | ・酵素以外の蛋白質の作動原理の構造学的理解<br>・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<br>・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<br>・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、$\alpha$ ヘリックス、$\beta$ 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 $\alpha$ ヘリックス、$\beta$ 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）<br>・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<br>・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<br>・X線の発生と回折の原理<br>・強度測定と位相問題<br>・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<br>・散乱光をフーリエ変換って何？ を理解<br>・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<br>・逆空間とは？ について感覚的に習得<br>・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<br>・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<br>・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）<br>・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<br>・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<br>・電子密度図の表示と、構造情報の吟味<br>・それによる 10，11，12 限目の知識のフィクセーション |
| 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<br>・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。<br>・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。<br>・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はいない事が判った。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、アップトゥーデイトな内容を盛り込むなどの努力を毎年行っている。コレ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 and objectives】
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 molecular functions of these biological supramolecules based on their structure at atomic level. It is indispensable to master the ability to describe and consider how these biological reaction can be taken place inside these biological supramolecules. In this lecture, lecturer briefly outline the method of structural analysis of biological supramolecules and structure and function relationship of them. Students will be able to understand how structural informations were analyzed, how to evaluate and utilize these informations for applied studies like drug development.

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：

**実務教員：**

**【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】**

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|---|
| 1 | 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 |
| 2 | 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．<br>担当　養王田 |
| 3 | 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。<br>担当 養王田 |
| 4 | 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<br>担当 黒田 |
| 5 | 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<br>担当 黒田 |
| 6 | 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<br>担当 黒田 |
| 7 | 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<br>担当 黒田 |
| 8 | 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．<br>担当　野口 |
| 9 | 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 |
| 10 | 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．<br>担当　野口 |
| 11 | 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．<br>担当　野口 |
| 12 | 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．<br>担当　篠原 |
| 13 | 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．<br>担当　篠原 |
| 14 | 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．<br>担当　篠原 |

**【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 and objectives】
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.

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：

**実務教員：**

**【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ているため、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】**

| 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）】**
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】**
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】**
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 and objectives】
Cilia/flagella are cell organelles crucial for cell motility and signal transduction.  As they have recently shown to be involved in various diseases collectively called “ciliopathy,” this field of study attract a lot of attention from not only basic biology but also from medical research field. In this class, I will give an outline for the technique to analyze these organelles at the molecular level and introduce the forefront of cilia/flagella research.

BLS500Y2

# 細胞操作工学特論

吉川　博文

単位数：2 単位　｜　開講時期：

**実務教員：**

**【授業の概要と目的（何を学ぶか）】**
今日ではさまざまな生命現象が、分子のレベルで捉えられるようになってきており、遺伝子やゲノム、遺伝子組換えといった生命科学に関する言葉は、マスコミでもよく取り上げられている。また、生体内で起こる生化学反応は複雑かつ緻密に制御されており、その制御によって細胞分裂、細胞増殖、発生分化といった機能が正常に営まれ、恒常性が維持される。制御が破綻すると異常をきたし、疾病や死に至る。本講義では、細胞の基本的な機能を理解した上で複製、転写といった各機能がどのような制御を受けているか、また変異や修復機構と進化との関係について議論する。また機能同士がどのように相互作用し、ネットワークを構築しているかといった細胞レベルでの高次機能に焦点を当てて解説する。材料としては、分子生物学発展の原動力の一つとなった枯草菌や、光合成微生物であるシアノバクテリアを用い、バクテリアの特技を活かした生命科学研究の一端を紹介する。

**【到達目標】**
細胞の機能は分子生物学 60 年の歴史の中で基本的な部分はかなり明らかになってきている。一方で、細菌から人まで、まだまだ分からない部分は多い。こうした生命現象の謎を追求する過程で基本的理解の見直しを迫られることも頻繁に起こる。このような生命科学の発展の様子を、いくつかの例を学びながら考える。さらに、約 10 年前に登場した次世代シーケンサーは生物学の手法にパラダイムシフトをもたらした。これからの生物学分野はゲノム情報の解析と常に隣り合わせで進めていくことが必須になっている。こうした解析技術の進歩と相まって、複製や転写といった基本的生命現象の中に、学部レベルで習得した普遍的知識を越える不思議な要素が潜んでいることを認識出来る。今後の生命科学は、膨大なゲノム情報の中で、その倫理的側面も配慮しながら、考えることの重要性がますます増大している。本講義では、新しい時代の細胞操作に関する知識や技術を身につけることに加え、思考力や応用力を習得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】**
PowerPoint を中心に、資料を配付しながら講義する。授業中に取り上げた課題について、一人ひとりに回答してもらい、考えることの重要性を学ぶ。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。特に、現代ではまだ明らかになっていない幾つかの課題について取り上げ、多様な考え方が出来ることを理解する。

**【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】**
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】**

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|---|
| 第 1 回 | イントロダクション | 本講義の目的と細胞の制御機構の概観 |
| 第 2 回 | 複製の制御機構と忠実度 | DNA 複製開始の制御機構と多様性、DNA の校正と修復機構の多様性 |
| 第 3 回 | ゲノム構造と変異 | 複製と転写のスピード、変異の入り方と進化的意義 |
| 第 4 回 | 分子シャペロンと変異の緩衝 | 分子シャペロンの機能と進化に対する画期的考察 |
| 第 5 回 | 進化の様式 | パラログ遺伝子の機能とトランスポゾンの影響、実験進化 |
| 第 6 回 | ウィルスとプリオン | 利己的遺伝子の機能と生命の境界を考える |
| 第 7 回 | 腸内細菌と健康 | 腸内細菌叢の新規解析法と病原菌の検出 |
| 第 8 回 | 遺伝子クローニングと組換え技術 | 遺伝子組換え技術の進展とその応用、生物発光、光線力学療法 |
| 第 9 回 | 次世代シーケンサーの威力 | 次世代シーケンサーがもたらした革新的意義、次世代によるマッピング法、イネおよびウシゲノムプロジェクト |
| 第 10 回 | 発現解析と転写機構 | 次世代シーケンサーによる発現解析と転写開始機構 |
| 第 11 回 | 転写の切り替えと熱ショック応答 | 生物機能の共通性と転写制御の多様性 |
| 第 12 回 | 高温適応とトレードオフ | 新規熱ショック応答機構と高温適応の多様性 |
| 第 13 回 | iPS 細胞とゲノム編集 | 生命科学における 2 つの革新的技術、iPS 細胞と CRISPR/Cas9 の意義と展開 |
| 第 14 回 | 細胞機能のネットワーク | 細菌の機能と高等生物研究への展開 |

**【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。】ワトソン・クリックの DNA 二重らせんモデルから誕生した分子生物学の発展に、微生物は大いに貢献してきた。PCR やゲノム編集といった生命科学の画期的発見は、微生物研究が発端となっている。このような微生物学の基礎知識や分子生物学の基本は予め身につけていることが望ましい。

**【テキスト（教科書）】**
教科書は使用せず、適宜プリントを配布する。オンデマンド講義資料の場合は、Power Point スライドショーとして添付する。

**【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】**
授業での学習状況や参加度を平常点として評価（20 %）。さらに授業中に小課題を出して回答してもらうが、授業内容を理解した上で自分の考えを述べているか、という点を特に重視して評価する（80 %）。

**【学生の意見等からの気づき】**
双方向の授業形態を増やします。

**【その他の重要事項】**
分子生物学の基本的講義を受講していることが望ましい

【Outline and objectives】
The aim of this course is to help students acquire an understanding of various regulatory network of the cellular function and also the necessary skills and knowledge needed to achieve a better performance in their graduate school studies. Recently, various life phenomena are elucidated in molecular level and cellular functions have been known to exert mutual influences. Therefore, it is necessary to see those functions as a network. Each fundamental function such as replication or transcription contains complicated and multimodal regulations and, in total, provides sophisticated cellular functions. Moreover, cellular function itself involving mutation or repair system equips inherent mechanism of evolution. In this course, based on the knowledge of molecular biology, we will discuss higher-order functions of the cell by introducing various interactions among individual functions and building cellular networks. This course also deals with the leading-edge technology in life science and discuss about their scientific and social significance as well as our preparation towards those future perspective.

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：

**実務教員：**

**【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について、特に植物病理学的側面に重点を置いて最近の重要な研究成果を中心に概説する。

**【到達目標】**
当該テーマにおける理解を深めるとともに英語原著論文や総説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容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は前提とする。

**【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】**

| 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 |
| 3 | エリシターの構造と作用 | ペプチドエリシター、タンパク伸長因子 |
| 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 | Pseudomonas 属細菌のエフェクター、AvrPto および AvrPtoB |
| 6 | 病原細菌の感染機構 | Xanthomonas 属細菌（ピーマン斑点細菌病菌）の TAL エフェクター、AvrBS3 |
| 7 | 病原細菌の感染機構 | Xanthomonas 属細菌（イネ白葉枯病菌）の TAL エフェクター |
| 8 | 半活物菌の感染機構 | トマト葉カビ病菌の感染過程と細胞壁表層の動態 |
| 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 | イネのいもち病抵抗性遺伝子と非病原力遺伝子 |
| 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 | イネいもち病菌のユニークな病原性因子 |
| 13 | 演習、ただし授業の進行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） |
| 14 | 演習、ただし授業の進行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）】**
パワーポイント資料を配布する。

**【参考書】**
指定しないが、講義内容とな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について、特にシグナル物質のやり取りのレベルで報告した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 and objectives】
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 lecture, students are expected to have interest in the plants' strategies of survival in the hostile environment.

BLS500Y2

# 生命機能学演習 1

金子　智行、佐藤　勉、曽和　義幸、廣野　雅文

単位数：2 単位　｜　開講時期：

**実務教員：**

**【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，生命科学関係の英語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】**

| 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（曽和義幸担当） |
| 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（廣野雅文担当） |
| 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・曽和義幸・佐藤勉・廣野雅文担当） |
| 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（曽和義幸担当） |
| 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（廣野雅文担当） |
| 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（曽和義幸担当） |
| 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（廣野雅文担当） |

**【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），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）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 and objectives】
This course deals with how to plan and summarize research in Frontier Bioscience (genome science, protein science, cell biology and biological systems).

BLS700Y2

# 生命機能学発展特別研究１・２・３

曽和　義幸

単位数：3 単位 ｜ 開講時期：年間授業/Yearly

実務教員：

**【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】**

| 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 and objectives】
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

曽和　義幸

単位数：2 単位　｜　開講時期：年間授業/Yearly

実務教員：

**【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】**

| 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 and objectives】
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：

**実務教員：**

**【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変化を受けるのかを理解する。そして、植物の生理的変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いるかに気をつけて発表する。
また、各回に論文内容に関した課題を出し、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】**

| 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】**
原著論文の批判的読解を 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 and objectives】
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.

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：

**実務教員：**

**【授業の概要と目的（何を学ぶか）】**
植物医科学に関係する先端研究を、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】**

| 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】**
香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 and objectives】
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.

BOA500Y3

# 応用生物生態学特論

石川　成寿、大井田　寛

単位数：2 単位　｜　開講時期：

**実務教員：**

**【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。個生態、個体群生態、群集生態について、簡単に解説したあと、環境と生物および人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】**
地球における環境問題は、人間の営みとともに自然の物質循環機能に大きな影響が生じ、野生生物のみならず人間に対しても大きな問題になっている。学生は本科目を通じて、自然界における物質循環機能や生態系の構造や機能を理解するとともに、生態的手法を活用した自然再生や保全生態について理解することができる。

**【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】**
学生が理解しやすりように、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】**

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|---|
| 第 1 回 | 糸状菌病の生態学 | 糸状菌の基礎 |
| 第 2 回 | 糸状菌病の生態学 | 糸状菌の生活史 |
| 第 3 回 | 糸状菌病の生態学３ | 糸状菌と環境 |
| 第 4 回 | 生態防除学１ | 病害の生態系を活用した防除の基礎 |
| 第 5 回 | 生態防除学２ | 病害の生態系を活用した防除の応用 |
| 第 6 回 | 生態防除について | 生態防除方法の概念 |
| 第 7 回 | 生態防除の成功例 | 生態防除の優れた事例を紹介し、新たな本防除方法のヒントを得る。 |
| 第 8 回 | 動物の適応戦略 | 環境適応進化、個体群動態 |
| 第 9 回 | 動物の個体間の相互作用 | 食う者と食われる者の関係、軍拡戦略、共進化 |
| 第 10 回 | 環境保全と応用生態学 | 生態学の応用、生態学と人間社会との関係、環境保全への生態学の貢献 |
| 第 11 回 | 害虫の保全的生物的防除 | 農業害虫の防除における生態学の応用 |
| 第 12 回 | 生態学演習Ⅰ | テーマディスカッション |
| 第 13 回 | 生態学演習Ⅱ | テーマディスカッション |
| 第 14 回 | まとめ | 全体のまとめを行う |

**【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、「受講態度」など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。

【Outline and objectives】
Ecology is a research field dealing with the relationship between organisms and environment; biological environment, abiotic environment.  This course will focus on individual ecology, population ecology, community ecology, and the aim is to heighten their understanding of the relationship between the environment and organisms and human.

PPE500Y3

# 植物病原学特論

有江　力

単位数：2 単位 ｜ 開講時期：

**実務教員：**

**【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】**

| 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、検疫、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、植物検疫の重要性や、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みます。

**【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

**【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】**
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。

**【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 and objectives】
Characteristics of phytopathogenic microorganisms, in particular pathogenic factors, nonpathogenic factors, and further recent research trends and perspectives on controlling pathogenic microorganisms.

PPE500Y3

# 植物薬学総合特論

石川　亮

単位数：2 単位　｜　開講時期：

**実務教員：**

**【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作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、今後の農薬のあり方も論議する。農薬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、機械学習やコンビナトリアルケミストリーやハイスループットスクリーニング等を用いた農薬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】**

| 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、国内の農薬市場 |
| 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？ | 薬剤耐性（抵抗性）のマネジメント |
| 第 14 回 | 生物の多様性と環境保全型農業での農薬の役割は？ | 有機農法と IPM の現状と問題点および総合まとめ |

**【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。】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 and objectives】
Learn the scientific knowledge on the type, role and safety of pesticides (plant pests, weed control drugs) for agricultural production.

PPE500Y3

# 土壌環境ゲノム科学特論

對馬　誠也、小板橋　基夫、吉田　重信、大友　量

単位数：2 単位　｜　開講時期：

**実務教員：**

**【授業の概要と目的（何を学ぶか）】**
土壌の微生物は、地球規模の環境問題や、農業上の土壌病害との関連で注目を集めている。土壌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。土壌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。本授業では土壌微生物概論（1～3 回）、土壌病害、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】**
土壌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】**

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|---|
| 1 | 土壌中の土壌病原菌と土壌微生物（概要） | 土壌に生息する細菌、糸状菌、線虫など様々な微生・小動物の紹介と土壌病原菌と土壌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 | 土壌微生物・病原菌の研究法と利用法　－科学的アプローチー | 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　ー生分解性資材とその分解酵素ー | 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壌微生物相の推移の評価。 |
| 5 | 農業現場における微生物利用　ー揮発性抗菌物質産生微生物などの利用ー | 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 | 土壌病害の対策　-物理・化学・生物的防除法- | 土壌還元消毒や太陽熱水など土壌病害の物理的、化学的防除、土壌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、土壌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 | 土壌病害管理システム－診断・評価・対策ー① | 診断・評価・対策をセットにした、新しい土壌病害管理法（予防的 IPM）を紹介。 |
| 12 | 土壌病害管理システム－診断・評価・対策ー② | 土壌 DNA に基づく土壌生物性解析法およびその活用事例等を紹介。 |
| 13 | 土壌病害管理システム－診断・評価・対策ー③ | 土壌病害管理システムにおける土壌生物性診断技術の事例、発病抑止的土壌の評価法等を紹介。 |
| 14 | 土壌病害管理システム－診断・評価・対策ー④ | 土壌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、土壌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、土壌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に加え、授業中の積極性等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 and objectives】
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.).

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：

**実務教員：**

**【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・学術論文の解読能力、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】**

| 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・討議を行を。 |
| 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時間を標準とします。

**【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】**
平常点： 50%、各教員ごとの課題解決能力評価: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 and objectives】
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.

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、曽和　義幸、西川　正俊

単位数：3 単位　｜　開講時期：年間授業/Yearly

実務教員：

**【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】**

| 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。

**【学生の意見等からの気づき】**
特になし。

【Outline and objectives】
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).

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、曽和　義幸、西川　正俊

単位数：2 単位　｜　開講時期：年間授業/Yearly

実務教員：

**【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】**

| 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。

**【学生の意見等からの気づき】**
特になし。

【Outline and objectives】
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).

PPE600Y3

# 植物医科学特別研究１・２

石川　成寿、大島　研郎、佐野　俊夫、津田　新哉、濱本　宏、廣岡　裕吏、鍵和田　聡、大井田　寛

単位数：3 単位　｜　開講時期：年間授業/Yearly

実務教員：

**【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】**

| 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の導入解説。 |
| 第 2 回 | 本授業全般についてのの解説。 | 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）】**
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。
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）】**
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、研究室内における指導、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 and objectives】
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.

PPE600Y3

# 植物医科学特別実験１・２

石川　成寿、大島　研郎、佐野　俊夫、津田　新哉、濱本　宏、廣岡　裕吏、鍵和田　聡、大井田　寛

単位数：2 単位　｜　開講時期：年間授業/Yearly

実務教員：

**【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】**

| 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）】**
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。
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）】**
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示される。また、図書館・データベース等の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 and objectives】
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.

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

実務教員：

**【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 年生の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・協調性を身に着ける。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】**
植物ゲノム医科学分野では、DNA クローニング、変異体作出、ゲノム解析・遺伝子発現解析など、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】**

| 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 | 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～第 13 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 14 週 | 中間検討 (1) | 研究室内で研究の進捗状況、今後の課題などをプレゼンテーションし、論議する。 |
| 第 15 週～第 23 週 | 博士論文研究 (2) | 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 24 週 | 中間検討 (2) | 博士論文のとりまとめにむけて研究室内で進捗状況をプレゼンテーションする。 |
| 第 25 週～第 27 週 | 博士論文のとりまとめ | 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 |
| 第 28 週 | 発表会 | 研究成果の発表 |

**【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 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】**
博士論文の研究経過と内容、論文作成能力、発表能力、平常点などにより、総合的に評価（100%）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 and objectives】
The aim of this course is to help students acquire skills to carry out research, analyze data, read papers, and discuss about researches. At the end of the second semester, a graduation research presentation will be held, which help students acquire skills to summarize their research and make a presentation about it. The research theme is to be related to "clinical plant science", and focuses on issues suggested by the mentor such as plant disease diagnosis, pest control, bacterial disease, characterization of pathogens, and molecular mechanism of pathogenicity.

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

実務教員：

**【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・協調性を身に着ける。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】**
植物ゲノム医科学分野では、DNA クローニング、変異体作出、ゲノム解析・遺伝子発現解析など、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】**

| 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 | 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 ～第 13 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 14 週 | 中間検討 (1) | 研究室内で研究の進捗状況、今後の課題などをプレゼンテーションし、論議する。 |
| 第 15 週 ～第 23 週 | 博士論文実験 (2) | 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 24 週 | 中間検討 (2) | 博士論文のとりまとめにむけて研究室内で進捗状況をプレゼンテーションする。 |
| 第 25 週 ～第 27 週 | 博士論文のとりまとめ | 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 |
| 第 28 週 | 発表会 | 研究成果の発表 |

**【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 1 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】**
博士論文の研究経過と内容、論文作成能力、発表能力、平常点などにより、総合的に評価（100%）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 and objectives】
The aim of this course is to help students acquire skills to carry out research, analyze data, read papers, and discuss about researches. At the end of the second semester, a graduation research presentation will be held, which help students acquire skills to summarize their research and make a presentation about it. The research theme is to be related to "clinical plant science", and focuses on issues suggested by the mentor such as plant disease diagnosis, pest control, bacterial disease, characterization of pathogens, and molecular mechanism of pathogenicity.

PPE700Y3

# 植物医科学発展特別研究１・２・３

廣岡　裕吏

単位数：3 単位 ｜ 開講時期：年間授業/Yearly

実務教員：

**【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・協調性を身に着ける。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】**

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|---|
| 第 1 週 ～第 7 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 | 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 ～第 13 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 14 週 | 中間検討 (1) | 研究室内で研究の進捗状況、今後の課題などをプレゼンテーションし、論議する。 |
| 第 15 週 ～第 23 週 | 博士論文研究 (2) | 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 24 週 | 中間検討 (2) | 博士論文のとりまとめにむけて研究室内で進捗状況をプレゼンテーションする。 |
| 第 25 週 ～第 27 週 | 博士論文のとりまとめ | 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 | 研究成果の発表を行う。 |

**【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】**
提出された博士論文の研究経過と内容、論文作成能力、発表能力、平常点などにより、総合的に評価 (100%) 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 and objectives】
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.

PPE700Y3

# 植物医科学発展特別実験１・２・３

廣岡　裕吏

単位数：2 単位 ｜ 開講時期：年間授業/Yearly

実務教員：

**【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・協調性を身に着ける。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】**

| 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 | 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～第 13 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 14 週 | 中間検討 (1) | 研究室内で研究の進捗状況、今後の課題などをプレゼンテーションし、論議する。 |
| 第 15 週～第 23 週 | 博士論文実験 (2) | 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 24 週 | 中間検討 (2) | 博士論文のとりまとめにむけて研究室内で進捗状況をプレゼンテーションする。 |
| 第 25 週～第 27 週 | 博士論文のとりまとめ | 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 | 研究成果の発表を行う。 |

**【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 1 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】**
提出された博士論文の研究経過と内容、論文作成能力、発表能力、平常点などにより、総合的に評価 (100%) 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 and objectives】
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.

法政大学
HOSEI University