

**2020年度  
大学院理工学研究科  
講義概要（シラバス）**



**法政大学**

# 科目一覽

[発行日: 2020/5/1] 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	【YA001】	応用塑性学特論 [大澤 泰明]	2
機械工学専攻	【YA002】	応力解析特論 [弓削 康平]	3
機械工学専攻	【YA003】	材料強度学特論 [香川 豊]	5
機械工学専攻	【YA004】	衝撃破壊工学特論 [崎野 清憲]	6
機械工学専攻	【YA006】	鉄鋼材料工学特論 [栗山 幸久]	7
機械工学専攻	【YA007】	耐熱材料特論 [近藤 義宏]	8
機械工学専攻	【YA008】	非金属材料特論 [鞠谷 雄士]	10
機械工学専攻	【YA009】	複合材料特論 [新井 和吉]	11
機械工学専攻	【YA010】	航空宇宙材料特論 [永尾 陽典]	12
機械工学専攻	【YA011】	応用熱力学特論 [川上 忠重]	14
機械工学専攻	【YA012】	燃焼工学特論 [川上 忠重]	15
機械工学専攻	【YA013】	伝熱工学特論 [大久保 英敏]	16
機械工学専攻	【YA014】	熱動力特論 [正木 大作]	17
機械工学専攻	【YA015】	流体力学特論1 [辻田 星歩]	18
機械工学専攻	【YA016】	流体力学特論2 [柳 良二]	19
機械工学専攻	【YA017】	流体機械特論1 [玉木 秀明]	20
機械工学専攻	【YA018】	流体機械特論2 [玉木 秀明]	21
機械工学専攻	【YA020】	機械力学特論 [石井 千春]	22
機械工学専攻	【YA021】	制御工学特論 [チャピ ゲンツイ]	23
機械工学専攻	【YA022】	プロセス制御特論 [加藤 誠]	24
機械工学専攻	【YA023】	機械音響工学特論 [御法川 学]	26
機械工学専攻	【YA024】	人間・感性工学特論 [菱田 博俊]	27
機械工学専攻	【YA025】	航空機設計特論 [御法川 学]	29
機械工学専攻	【YA026】	宇宙飛行体特論 [平子 敬一]	30
機械工学専攻	【YA027】	精密機械特論 [菱田 博俊]	32
機械工学専攻	【YA029】	数値解析法特論 [松川 豊]	34
機械工学専攻	【YA030】	資源環境物理学特論 [原田 幸明]	35
機械工学専攻	【YA031】	極地環境学特論 [山口 一]	36
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]	37
機械工学専攻	【YA033】	機械技術英語特論 [山田 茂]	38
機械工学専攻	【YA035】	摩擦の原子論特論 [平野 元久]	39
機械工学専攻	【YA036】	精密工学特論 [吉田 一朗]	40
機械工学専攻	【YA037】	機械振動学特論 [相原 建人]	42
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、大澤 泰明、川上 忠重、崎野 清憲、チャピ ゲンツイ、塚本 英明、辻田 星歩、平野 元久、御法川 学、吉田 一朗、相原 建人] 年間授業/Yearly	43
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、大澤 泰明、川上 忠重、崎野 清憲、チャピ ゲンツイ、塚本 英明、辻田 星歩、平野 元久、御法川 学、吉田 一朗、相原 建人] 年間授業/Yearly	45
機械工学専攻	【YA420】	機械工学発展ゼミナール [御法川 学、チャピ ゲンツイ]	47
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	48
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	49
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	50
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	52
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 ゲンツイ] 年間授業/Yearly	54
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 ゲンツイ] 年間授業/Yearly	56
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	57
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	58
電気電子工学専攻	【YA500】	回路工学特論1 [安田 彰]	59
電気電子工学専攻	【YA501】	回路工学特論2 [斉藤 利通]	60
電気電子工学専攻	【YA502】	電磁波通信工学特論1 [岩崎 久雄]	61
電気電子工学専攻	【YA504】	通信伝送工学特論1 [山内 潤治]	62
電気電子工学専攻	【YA505】	通信伝送工学特論2 [山内 潤治]	63
電気電子工学専攻	【YA506】	電磁界数値解析特論 [岡本 吉史]	64

電気電子工学専攻	【YA507】	電磁力学特論 [西村 征也]	65
電気電子工学専攻	【YA512】	電子物性工学特論 1 [中村 俊博]	66
電気電子工学専攻	【YA513】	電子物性工学特論 2 [中村 俊博]	67
電気電子工学専攻	【YA515】	知能ロボット特論 [伊藤 一之]	68
電気電子工学専攻	【YA516】	知的制御特論 [伊藤 一之]	69
電気電子工学専攻	【YA517】	集積回路特論 1 [南部 博昭]	70
電気電子工学専攻	【YA518】	集積回路特論 2 [南部 博昭]	72
電気電子工学専攻	【YA519】	半導体工学特論 [宇佐川 利幸]	74
電気電子工学専攻	【YA520】	半導体プロセス工学特論 1 [本田 耕一郎]	76
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]	78
電気電子工学専攻	【YA523】	電力システム工学特論 1 [里 周二]	79
電気電子工学専攻	【YA524】	電力システム工学特論 2 [里 周二]	80
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]	81
電気電子工学専攻	【YA529】	制御工学特論 1 [鈴木 雅康]	82
電気電子工学専攻	【YA531】	情報伝送工学特論 1 [斉藤 茂樹]	83
電気電子工学専攻	【YA532】	情報伝送工学特論 2 [斉藤 茂樹]	85
電気電子工学専攻	【YA533】	応用数学特論 [田川 泰敬]	87
電気電子工学専攻	【YA535】	通信機器工学特論 1 [斉藤 茂樹]	88
電気電子工学専攻	【YA536】	通信機器工学特論 2 [斉藤 茂樹]	90
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]	92
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]	93
電気電子工学専攻	【YA541】	知能システム化技術特論 [中村 壮亮]	94
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]	95
電気電子工学専攻	【YA544】	ナノ材料工学特論 [三島 友義]	96
電気電子工学専攻	【YA546】	機械学習特論 [神野 健哉]	97
電気電子工学専攻	【YA548】	人工知能回路特論 [鳥飼 弘幸]	98
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]	99
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]	100
電気電子工学専攻	【YA551】	マルチメディア通信特論 [深沢 徹]	101
電気電子工学専攻	【YA552】	情報通信工学特論 [柴山 純]	102
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]	103
電気電子工学専攻	【YA555】	電子材料プロセッシング [石橋 啓次]	104
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、里 周二、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]	年間授業/Yearly105
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、里 周二、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]	年間授業/Yearly106
電気電子工学専攻	【YA920】	回路工学コアスタディ [安田 彰、斉藤 利通、鳥飼 弘幸]	107
電気電子工学専攻	【YA922】	マイクロ・ナノ工学コアスタディ [中村 俊博]	108
電気電子工学専攻	【YA923】	エネルギー工学コアスタディ [岡本 吉史、里 周二]	109
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]	110
電気電子工学専攻	【YA925】	回路工学特別研究 1・2・3 [鳥飼 弘幸]	年間授業/Yearly 111
電気電子工学専攻	【YA928】	回路工学特別実験 1・2・3 [鳥飼 弘幸]	年間授業/Yearly 112
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 113
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 114
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 116
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 118
電気電子工学専攻	【YA943】	プラズマ工学コアスタディ [西村 征也]	120
応用情報工学専攻	【YB000】	離散アルゴリズム特論 1 [李 磊]	121
応用情報工学専攻	【YB001】	離散アルゴリズム特論 2 [李 磊]	122
応用情報工学専攻	【YB002】	形式的設計特論 1 [宮本 健司]	123
応用情報工学専攻	【YB003】	形式的設計特論 2 [宮本 健司]	124
応用情報工学専攻	【YB004】	計算機システム工学特論 1 [CHEN Wei]	125
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]	127
応用情報工学専攻	【YB006】	通信ネットワーク特論 1 [金井 敦]	128
応用情報工学専攻	【YB007】	通信ネットワーク特論 2 [金井 敦]	129
応用情報工学専攻	【YB008】	分散処理システム特論 1 [藤井 章博]	130
応用情報工学専攻	【YB009】	分散処理システム特論 2 [藤井 章博]	131

応用情報工学専攻	<b>[YB010]</b>	無線ネットワーク特論1 [品川 満]	132
応用情報工学専攻	<b>[YB011]</b>	無線ネットワーク特論2 [品川 満]	133
応用情報工学専攻	<b>[YB012]</b>	情報信号処理工学特論1 [八名 和夫]	134
応用情報工学専攻	<b>[YB013]</b>	情報信号処理工学特論2 [八名 和夫]	135
応用情報工学専攻	<b>[YB015]</b>	画像工学特論2 [尾川 浩一]	136
応用情報工学専攻	<b>[YB016]</b>	知的情報処理特論1 [彌富 仁]	137
応用情報工学専攻	<b>[YB017]</b>	知的情報処理特論2 [彌富 仁]	138
応用情報工学専攻	<b>[YB019]</b>	感性情報処理システム特論2 [赤松 茂]	139
応用情報工学専攻	<b>[YB020]</b>	脳情報処理特論1 [平原 誠]	141
応用情報工学専攻	<b>[YB021]</b>	脳情報処理特論2 [平原 誠]	142
応用情報工学専攻	<b>[YB022]</b>	画像解析特論 [清水 昭伸]	143
応用情報工学専攻	<b>[YB023]</b>	応用信号処理特論 [吉田 久]	144
応用情報工学専攻	<b>[YB024]</b>	学習アルゴリズム特論 [藤原 靖宏]	145
応用情報工学専攻	<b>[YB025]</b>	データマイニング特論 [小林 透]	146
応用情報工学専攻	<b>[YB026]</b>	計算幾何学特論 [古賀 久志]	147
応用情報工学専攻	<b>[YB027]</b>	自然言語処理特論 [別所 克人]	149
応用情報工学専攻	<b>[YB028]</b>	プログラム意味論特論 [金藤 栄孝]	151
応用情報工学専攻	<b>[YB029]</b>	Webサービス技術特論 [七丈 直弘]	154
応用情報工学専攻	<b>[YB030]</b>	センサーネット特論 [門 勇一]	155
応用情報工学専攻	<b>[YB031]</b>	インターネットとイノベーション特論 [山崎 泰明]	156
応用情報工学専攻	<b>[YB032]</b>	感覚・感性センシング特論 [吉田 宏之]	157
応用情報工学専攻	<b>[YB033]</b>	3次元モデリング特論 [斎藤 隆文]	158
応用情報工学専攻	<b>[YB034]</b>	視覚環境認識・理解特論 [清水 郁子]	159
応用情報工学専攻	<b>[YB037]</b>	科学技術文技法 [李 磊、柴山 純、山内 潤治、宮本 健司、彌富 仁、川口 悠子]	160
応用情報工学専攻	<b>[YB038]</b>	ニューラルネットワークの理論と応用 [孫 鶴鳴]	161
応用情報工学専攻	<b>[YB304]</b>	応用情報工学特別研究1・2 [赤松 茂、彌富 仁、尾川 浩一、金井 敦、品川 満、藤井 章博、八名 和夫、李 磊、和田 幸一、周 金佳 Jinjia Zhou、平原 誠、宮本 健司] 年間授業/Yearly	162
応用情報工学専攻	<b>[YB305]</b>	応用情報工学特別実験1・2 [赤松 茂、彌富 仁、尾川 浩一、金井 敦、品川 満、藤井 章博、八名 和夫、李 磊、和田 幸一、周 金佳 Jinjia Zhou、平原 誠、宮本 健司] 年間授業/Yearly	163
応用情報工学専攻	<b>[YB416]</b>	応用情報工学プロジェクト [赤松 茂、彌富 仁、尾川 浩一、金井 敦、品川 満、藤井 章博、八名 和夫、李 磊、和田 幸一]	164
応用情報工学専攻	<b>[YB417]</b>	計算機工学特別研究1・2・3 [李 磊] 年間授業/Yearly	165
応用情報工学専攻	<b>[YB420]</b>	計算機工学特別実験1・2・3 [李 磊] 年間授業/Yearly	166
応用情報工学専攻	<b>[YB429]</b>	情報処理工学特別研究1・2・3 [八名 和夫] 年間授業/Yearly	167
応用情報工学専攻	<b>[YB432]</b>	情報処理工学特別実験1・2・3 [八名 和夫] 年間授業/Yearly	168
応用情報工学専攻	<b>[YB435]</b>	情報処理工学特別研究1・2・3 [彌富 仁] 年間授業/Yearly	170
応用情報工学専攻	<b>[YB438]</b>	情報処理工学特別実験1・2・3 [彌富 仁] 年間授業/Yearly	171
応用情報工学専攻	<b>[YB439]</b>	情報処理工学特別研究1・2・3 [周 金佳 Jinjia Zhou] 年間授業/Yearly	172
応用情報工学専攻	<b>[YB440]</b>	情報処理工学特別実験1・2・3 [周 金佳 Jinjia Zhou] 年間授業/Yearly	173
応用化学専攻	<b>[YB501]</b>	分子分光光学特論 [高井 和之]	174
応用化学専攻	<b>[YB502]</b>	固体分光光学特論 [緒方 啓典]	175
応用化学専攻	<b>[YB504]</b>	高分子物理化学特論 [渡辺 敏行]	177
応用化学専攻	<b>[YB506]</b>	高機能セラミックス特論 [石垣 隆正]	178
応用化学専攻	<b>[YB508]</b>	有機合成化学特論 [河内 敦]	179
応用化学専攻	<b>[YB509]</b>	高エネルギー反応場特論 [清水 禎樹、渡辺 博道]	180
応用化学専攻	<b>[YB510]</b>	無機反応化学特論 [明石 孝也]	181
応用化学専攻	<b>[YB512]</b>	高分子設計特論 [杉山 賢次]	182
応用化学専攻	<b>[YB514]</b>	反応工学特論 [山下 明泰]	183
応用化学専攻	<b>[YB516]</b>	分離工学特論 [森 隆昌]	185
応用化学専攻	<b>[YB517]</b>	微粒子材料工学特論 [遠藤 茂寿]	186
応用化学専攻	<b>[YB518]</b>	結晶化学工学特論 [打越 哲郎]	187
応用化学専攻	<b>[YB519]</b>	水環境工学特論 [渡邊 雄二郎]	188
応用化学専攻	<b>[YB520]</b>	環境計測特論 [今村 隆史]	190
応用化学専攻	<b>[YB521]</b>	環境衛生学特論 [福島 由美子、高橋 勉]	191
応用化学専攻	<b>[YB523]</b>	起業特論 [辻井 康一]	192
応用化学専攻	<b>[YB524]</b>	国際会議化学英語表現法 [山田 茂]	193
応用化学専攻	<b>[YB527]</b>	コンピュータ利用化学特論 [山田 祐理]	194

応用化学専攻 【YB528】 科学プレゼンテーション演習 [山田 茂]	195
応用化学専攻 【YB529】 サステナビリティ研究入門A [富永 洋一]	196
応用化学専攻 【YB530】 サステナビリティ研究入門B [今村 隆史]	197
応用化学専攻 【YB532】 フロンティア化学特論B [小鍋 哲、菊池 裕、小林 真盛、田中 浩士、富沢 成美、宮田 耕充]	198
応用化学専攻 【YB828】 応用化学特別研究1・2 [明石 孝也、石垣 隆正、緒方 啓典、河内 敦、杉山 賢次、高井 和之、森 隆昌、山下 明泰、渡邊 雄二郎] 年間授業/Yearly	199
応用化学専攻 【YB829】 応用化学特別実験1・2 [明石 孝也、石垣 隆正、緒方 啓典、河内 敦、杉山 賢次、高井 和之、森 隆昌、山下 明泰、渡邊 雄二郎] 年間授業/Yearly	200
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]	202
応用化学専攻 【YB919】 先端応用化学特別研究1・2・3 [森 隆昌] 年間授業/Yearly	203
応用化学専攻 【YB922】 先端応用化学特別実験1・2・3 [森 隆昌] 年間授業/Yearly	204
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	206
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	207
システム理工学専攻 【YC000】 計算工学特論1 [堀端 康善]	209
システム理工学専攻 【YC001】 計算工学特論2 [堀端 康善]	210
システム理工学専攻 【YC002】 言語科学特論1 [梨本 邦直]	211
システム理工学専攻 【YC003】 言語科学特論2 [塩谷 勇]	212
システム理工学専攻 【YC005】 分散システム特論1 [滝沢 誠]	213
システム理工学専攻 【YC006】 分散システム特論2 [滝沢 誠]	214
システム理工学専攻 【YC007】 応用論理・数理言語学特論1 [金沢 誠]	215
システム理工学専攻 【YC009】 データサイエンス特論 [三浦 孝夫]	216
システム理工学専攻 【YC010】 最適制御特論 [木山 健]	217
システム理工学専攻 【YC011】 システム・モデリング特論 [木山 健]	218
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]	219
システム理工学専攻 【YC013】 センサ信号処理特論 [小林 一行]	220
システム理工学専攻 【YC015】 電波計測光学特論2 [春日 隆]	221
システム理工学専攻 【YC017】 時空間物理学特論2 [佐藤 修一]	222
システム理工学専攻 【YC018】 銀河考古学特論 [田中 幹人]	223
システム理工学専攻 【YC019】 天文文化特論 [田中 幹人]	224
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]	225
システム理工学専攻 【YC023】 原子分子物理特論 [松尾 由賀利]	226
システム理工学専攻 【YC028】 産業人間科学特論1 [伊藤 隆一]	227
システム理工学専攻 【YC029】 産業人間科学特論2 [伊藤 隆一]	228
システム理工学専攻 【YC030】 産業経済分析特論 [呉 暁林]	229
システム理工学専攻 【YC031】 フィールドワーク特論 [福澤 レベッカ]	230
システム理工学専攻 【YC032】 言語能力評価特論 [柳川 浩三]	232
システム理工学専攻 【YC033】 科学技術英語表現 [福澤 レベッカ]	233
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]	235
システム理工学専攻 【YC036】 システム診断特論 [佐藤 浩志]	236
システム理工学専攻 【YC037】 人工知能特論 [高間 康史]	237
システム理工学専攻 【YC038】 電子回路特論 [今枝 佑輔]	238
システム理工学専攻 【YC039】 相対性理論 [今枝 佑輔]	239
システム理工学専攻 【YC040】 標準計測特論 [今枝 佑輔]	240
システム理工学専攻 【YC041】 固体物性応用 [永崎 洋]	241
システム理工学専攻 【YC042】 量子物性デバイス [小野 新平]	242
システム理工学専攻 【YC043】 固体物理学特論 [百瀬 孝昌]	243
システム理工学専攻 【YC420】 創生科学博士プロジェクト [春日 隆、金沢 誠、小林 一行、佐藤 修一、塩谷 勇、鈴木 郁、滝沢 誠、堀端 康善、松尾 由賀利、三浦 孝夫、田中 幹人]	244
システム理工学専攻 【YC422】 経営システム工学コアスタディ [磯島 伸]	245
システム理工学専攻 【YC435】 応用数理工学特別研究1・2・3 [五島 洋行] 年間授業/Yearly	246
システム理工学専攻 【YC438】 応用数理工学特別実験1・2・3 [五島 洋行] 年間授業/Yearly	247
システム理工学専攻 【YC439】 応用数理工学特別研究1・2・3 [磯島 伸] 年間授業/Yearly	248
システム理工学専攻 【YC440】 応用数理工学特別実験1・2・3 [磯島 伸] 年間授業/Yearly	249
システム理工学専攻 【YC500】 関数解析特論1 [磯島 伸]	250
システム理工学専攻 【YC501】 関数解析特論2 [磯島 伸]	251

システム理工学専攻	<b>[YC502]</b> 確率過程特論1 [安田 和弘]	252
システム理工学専攻	<b>[YC503]</b> 確率過程特論2 [安田 和弘]	253
システム理工学専攻	<b>[YC504]</b> 数値計算法特論 [五島 洋行]	254
システム理工学専攻	<b>[YC505]</b> ファイナンス理論特論 [安田 和弘]	256
システム理工学専攻	<b>[YC507]</b> 計量経済学特論 [中村 洋一]	257
システム理工学専攻	<b>[YC509]</b> 生体情報信号処理特論 [鈴木 郁]	258
システム理工学専攻	<b>[YC510]</b> オペレーションズ・リサーチ特論1 [田村 信幸]	259
システム理工学専攻	<b>[YC511]</b> デリバティブ理論特論 [畑 宏明]	260
システム理工学専攻	<b>[YC512]</b> 生産情報特論 [作村 建紀]	261
システム理工学専攻	<b>[YC513]</b> 信頼性工学特論 [木村 光宏]	262
システム理工学専攻	<b>[YC514]</b> 応用経済分析特論 [中村 洋一]	263
システム理工学専攻	<b>[YC515]</b> 公共経済学特論 [宮越 龍義]	264
システム理工学専攻	<b>[YC516]</b> 符号理論特論2 [寺杣 友秀]	265
システム理工学専攻	<b>[YC520]</b> 離散最適化特論1 [高澤 兼二郎]	266
システム理工学専攻	<b>[YC523]</b> 先進経営科学特論 [五島 洋行、中村 洋一、高澤 兼二郎、田村 信幸、千葉 英史、安田 和弘、寺杣 友秀]	267
システム理工学専攻	<b>[YC922]</b> 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、滝沢 誠、堀端 康善、松尾 由賀利、三浦 孝夫、田中 幹人] 年間授業/Yearly	268
システム理工学専攻	<b>[YC923]</b> 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、滝沢 誠、堀端 康善、松尾 由賀利、三浦 孝夫、田中 幹人] 年間授業/Yearly	269
システム理工学専攻	<b>[YC952]</b> システム理工学特別研究1・2 [磯島 伸、木村 光宏、五島 洋行、寺杣 友秀、中村 洋一、宮越 龍義、田村 信幸、高澤 兼二郎、千葉 英史、安田 和弘] 年間授業/Yearly	270
システム理工学専攻	<b>[YC953]</b> システム理工学特別実験1・2 [磯島 伸、木村 光宏、五島 洋行、寺杣 友秀、中村 洋一、宮越 龍義、田村 信幸、高澤 兼二郎、千葉 英史、安田 和弘] 年間授業/Yearly	271
生命機能学専攻	<b>[YD000]</b> ゲノム科学特論 [佐藤 勉]	272
生命機能学専攻	<b>[YD001]</b> 蛋白質科学特論 [曾和 義幸]	273
生命機能学専攻	<b>[YD002]</b> 細胞生物学特論 [金子 智行]	274
生命機能学専攻	<b>[YD003]</b> 生命システム科学特論 [廣野 雅文]	275
生命機能学専攻	<b>[YD008]</b> バイオインフォマティクス特論 [大島 拓]	276
生命機能学専攻	<b>[YD009]</b> 生体超分子構造学特論 [村上 聡]	277
生命機能学専攻	<b>[YD010]</b> 生体分子設計特論 [養王田 正文、野口 恵一、黒田 裕、篠原 恭介]	279
生命機能学専攻	<b>[YD011]</b> 生体分子計測工学特論 [久保 智広]	280
生命機能学専攻	<b>[YD012]</b> 細胞操作工学特論 [吉川 博文]	281
生命機能学専攻	<b>[YD013]</b> 細胞間コミュニケーション特論 [南 栄一]	282
生命機能学専攻	<b>[YD201]</b> 生命機能学演習2 [川岸 郁朗、常重 アントニオ Antonio TSUNESHIGE、山本 兼由、水澤 直樹]	283
生命機能学専攻	<b>[YD400]</b> 生命機能学発展特別研究1・2・3 [曾和 義幸] 年間授業/Yearly	284
生命機能学専攻	<b>[YD403]</b> 生命機能学発展特別実験1・2・3 [曾和 義幸] 年間授業/Yearly	285
生命機能学専攻	<b>[YD410]</b> 生命機能学発展ゼミナール [金子 智行、川岸 郁朗、佐藤 勉、常重 アントニオ Antonio TSUNESHIGE、廣野 雅文、水澤 直樹、山本 兼由、曾和 義幸]	286
生命機能学専攻	<b>[YD501]</b> 応用植物医科学特論 [廣岡 裕史、津田 新哉]	287
生命機能学専攻	<b>[YD503]</b> 植物総合診療科学特論 [石川 成寿、廣岡 裕史]	288
生命機能学専攻	<b>[YD504]</b> 生物アシミレーション科学特論 [佐野 俊夫、濱本 宏]	289
生命機能学専攻	<b>[YD505]</b> 植物免疫分子システム学特論 [鍵和田 聡、大島 研郎]	290
生命機能学専攻	<b>[YD507]</b> 植物病原学特論 [有江 力]	291
生命機能学専攻	<b>[YD508]</b> 植物薬学総合特論 [石川 亮]	292
生命機能学専攻	<b>[YD509]</b> 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]	293
生命機能学専攻	<b>[YD510]</b> 有用植物開発学特論 [大杉 立]	294
生命機能学専攻	<b>[YD700]</b> 植物医科学演習1 [濱本 宏、石川 成寿、大島 研郎、大井田 寛]	295
生命機能学専攻	<b>[YD832]</b> 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 Antonio TSUNESHIGE、廣野 雅文、水澤 直樹、山本 兼由、曾和 義幸] 年間授業/Yearly	296
生命機能学専攻	<b>[YD833]</b> 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 Antonio TSUNESHIGE、廣野 雅文、水澤 直樹、山本 兼由、曾和 義幸] 年間授業/Yearly	298
生命機能学専攻	<b>[YD848]</b> 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 裕史、鍵和田 聡、大井田 寛] 年間授業/Yearly	299
生命機能学専攻	<b>[YD849]</b> 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 裕史、鍵和田 聡、大井田 寛] 年間授業/Yearly	300

生命機能学専攻 【YD912】 植物医科学発展ゼミナール [石川 成寿、大島 研郎、佐野 俊夫、津田 新哉、濱本 宏、 廣岡 裕史、大井田 寛] .....	301
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 .....	302
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 .....	303
生命機能学専攻 【YD935】 植物医科学発展特別研究 1・2・3 [廣岡 裕史] 年間授業/Yearly .....	304
生命機能学専攻 【YD936】 植物医科学発展特別実験 1・2・3 [廣岡 裕史] 年間授業/Yearly .....	305

MEC500X1

## 弾性学特論

塚本 英明

単位数：2 単位 | 開講時期：

## 【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な解法を理解し、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	エネルギー原理（1）	仮想仕事の原理、補仮想仕事の原を学ぶ。
10	エネルギー原理（2）	ポテンシャルエネルギー最小の定理、コンプリメンタルエネルギー最小の定理を学ぶ。
11	サンブナンの原理、カステリアノの定理	これらの原理・定理の意味と使い方等を学ぶ。
12	平板の曲げ、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

## 応用塑性学特論

大澤 泰明

単位数：2 単位 | 開講時期：

### 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

利用拡大が予想されるアルミニウム、マグネシウム、チタン合金などの非鉄、高比強度の素材は一般的に鉄鋼材に比して加工性能が劣る。このことを踏まえて、本講義から得られる知識を実際に行き使して、どのように加工性向上を図るかを主要なテーマとして意識する

### 【到達目標】

狭義のレオロジー、非弾性体理論および弾性力学の総括から、連続体力学に基づく塑性力学までを理解する。延性金属薄板の成形性理論では、英語文献を教材として学ぶ

【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」に関連

### 【授業の進め方と方法】

国内および海外におけるアルミニウム合金やマグネシウム合金の利用による機械部品や自動車の軽量化について、加工技術上の問題点やその克服法についても口述する。

### 【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	非弾性体の応答	線形非弾性体の力学応答
第 2 回	連続体力学の序論	連続体力学の緒論、紹介
第 3 回	テンソル表記法と総和規約	テンソル解析における成分の表記および総和規約
第 4 回	偏差成分と静水圧成分	応力、ひずみの偏差成分と静水圧成分
第 5 回	降伏条件	一般的な降伏条件の物理的、幾何学的意味
第 6 回	ひずみ増分理論と構成式	塑性域内の応力とひずみ（増分）の関係
第 7 回	スラブ法解析	初等解析法としてのスラブ法
第 8 回	延性金属板材の成形性	張出し、深絞り、曲げ、せん断加工
第 9 回	成形限界線図	解析的、実験的な成形限界線図 (FLD)
第 10 回	ひずみ速度依存性材料	ひずみ速度依存性材料の不安定限界と超塑性の応答
第 11 回	すべり線場の理論	すべり線場理論の概要
第 12 回	すべり線場法による解析	すべり線場理論による例題の解析
第 13 回	上界および下界の定理	平面ひずみ場における上下界の定理
第 14 回	成形性の改善・向上の方法論	難加工性の克服するいくつかの方策

### 【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】出席してただ単に話を聞くだけでは、学ぶことにならない。積極的、能動的に授業に参加することを希望する。

### 【テキスト（教科書）】

特に指定しない

### 【参考書】

連続体力学の話法：清水 昭比古，森北出版

### 【成績評価の方法と基準】

出席、質問回数、およびレポートと試問などを総合的に算定

### 【学生の意見等からの気づき】

特になし

### 【Outline and objectives】

Applied theory of Plasticity is described. Deformable metal can be supplied to any kind of manufacturing process. Analytical investigation on the process, will be needed for revised products. Whole mathematical structure must be prepared for total understanding.

MTL500X1

## 応力解析特論

弓削 康平

単位数：2 単位 | 開講時期：

## 【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、ノートPCを利用し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）<br>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）<br>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）<br>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：

## 【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マイ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. 材料の破壊をマイ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、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マイ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、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、セラミックス、複合材料の破壊の特徴を説明する。プラスチックを主に説明する。
6	工業材料の破壊-3	金属、プラスチック、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、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。

## 【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は添削して返却する。

## 【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.

## 衝撃破壊工学特論

崎野 清憲

単位数：2 単位 | 開講時期：

## 【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、プロジェクターを用いた教材の説明、さらには授業テーマごとに演習問題等を用意することで授業内容の定着と理解を深める。春学期の少なくとも前半はオンラインでの開講となる。それにとまなう各回の授業計画の変更については、学習支援システムでその都度提示する。授業は5月13日から始める。

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

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

## 【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

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

## 【テキスト（教科書）】

特になし。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：

## 【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】

鉄鋼の原料から熱延鋼板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。厚板や薄板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 4/24(金) から開講しています。次回は 5/1 10:50 からです。ZOOM で実施するので以下から参加して下さい。https://zoom.us/j/96935048346

ポータルに講義の進め方、教材などを up していますので、見て下さい。

## 【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】

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	鉄の歴史	鉄の生い立ち、製鉄業の歴史
第 2 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 3 回	原料	鉄鉱石、石炭、焼結、コークス
第 4 回	製鉄	高炉、溶鉄予備処理
第 5 回	製鋼	転炉、二次精錬、連続铸造
第 6 回	圧延	圧延基礎理論、ロール、熱間圧延プロセス
第 7 回	厚板	厚板製造プロセス、強度、靱性、溶接性、TMCP
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	プレス加工	薄板のプレス加工、成形性評価
第 10 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 11 回	チューブフォーミング	管材の曲げ加工、ハイドロフォーム
第 12 回	棒鋼・線材	棒鋼線材の製造プロセス、強度、成形性
第 13 回	リサイクル・LCA	他の材料と比較も含め、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

## 【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【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】

今年度から講師が変わるので、前任者からの引継ぎを参考に総合討議を増やす。

## 【学生が準備すべき機器他】

プロジェクタ使用

## 【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.

## 【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強化因子。
- ・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くすることを教示する。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。 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%
- ・ 講義での質問に対する回答/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 super alloys  
Single crystal Ni-based super alloys

MTL500X1

## 非金属材料特論

鞠谷 雄士

単位数：2 単位 | 開講時期：

## 【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。

## 【アクティブラーニング（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、そのなかにもどのような原理原則が隠されているかを常に意識して下さい。

## 【Outline and objectives】

From the view point of materials science and comparing 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：

## 【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。

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、メールなどにてその都度提示する。本授業の開始日は4月27日とし、この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、メールなどにて連絡する。

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

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

永尾 陽典

単位数：2 単位 | 開講時期：

## 【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、ビデオなどの映像を用いて、実際の構造や破壊試験などを見せるが、教科書の中だけではなく、実際の事象を視覚からも把握し理解を深めてもらう。

## 【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する技術者としての、基本的な視点と能力を取得する事を目標とする。

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

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP3」に関連

## 【授業の進め方と方法】

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

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	ガイダンスおよび宇宙／航空機構造の概要	本講義を通じて取得する内容の概要を示す。また、航空宇宙機に用いられる構造の概要を把握する。
第 2 回	航空機などの主な材料である、金属材料の結晶に関する変形と強度	金属材料の結晶レベルにおける変形と強度との関係を把握する
第 3 回	プラスチックなどの、高分子材料の変形と強度	樹脂系材料などの変形挙動と強度に及ぼす影響、及びその支配要因について把握する
第 4 回	脆性破壊の理論と実際	結晶材料および高分子材料が脆性破壊する場合の理論について把握する
第 5 回	延性破壊の理論と実際	結晶材料および高分子材料が延性破壊する場合の理論について把握する
第 6 回	時間依存性破壊の理論	疲労、高温時の破壊、低温時の脆性及び腐食など時間に依存する破壊の事象を把握する
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・授業内テスト

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 ppt 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。
- ・レポートと試験

## 【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。

## 【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】

- ・講師による航空宇宙機の設計・開発現場での豊富な実務経験に基づいて、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。
- ・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 3 D の実物を各自の目と手で理解してもらう。

**【Outline and objectives】**

Materials used for structures of aircraft and spacecraft, such as metallic materials and composite materials, to acquire characteristics and notes on application such as design phase and operation. Moreover, although we show actual structure, destructive test etc. using video, we grasp actual phenomenon not only in textbook but also visually and deepen understanding.

## 【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。

春学期の少なくとも前半はオンラインでの開講となる。それにとまなう各回の授業計画の変更については、学習支援システムでその都度提示する。

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

なし/No

## 【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし/No

## 【授業計画】

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とともない、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 comprehensive understanding of the fundamental concepts and principles of gas cycles and vapor cycles and their applications for thermodynamics 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 attendance over 70 % (over 10/14) will be decided the final grade

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

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

MEC500X1

## 燃焼工学特論

川上 忠重

単位数：2 単位 | 開講時期：

### 【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。

### 【アクティブラーニング（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	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、必要に応じて講義中でも積極的に取り上げますが、授業後の考察も各自行ってください。

### 【学生が準備すべき機器他】

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 (flame 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 attendance over 70 % (over 10/14) will be decided the final grade

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

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

MEC500X1

## 伝熱工学特論

大久保 英敏

単位数：2 単位 | 開講時期：

## 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

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

## 【到達目標】

伝熱工学は温度差の結果として物体間に起こる熱エネルギー伝達を探究する工学であり、質量保存則、運動量保存則、熱エネルギー保存則の三基本原理、及びフーリエ熱伝導則等の輸送則から成り立っている。本講義では、基本原理の体系的な概念の詳細な把握、エネルギー・環境分野への適用概念の把握、宇宙・ナノテクノロジー等フロンティア・先端分野への適用概念の把握を目標とする。伝熱工学の基礎と最新技術を学び、将来、伝熱工学分野に進む人だけでなく工学の広い分野に進む人のためにも伝熱工学の基礎・応用技術を理解してもらえようとする。

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

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP3」に関連

## 【授業の進め方と方法】

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

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

必要に応じてテーマの小課題を出して、レポートを提出してもらう。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし / No

## 【授業計画】

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

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

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

## 【テキスト（教科書）】

参考図書を講義で紹介する

## 【参考書】

参考図書を講義で紹介する

## 【成績評価の方法と基準】

テストおよびレポート

## 【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：

## 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

学部にて学習した基礎科目を、熱動力システムの構成・設計の考え方にに基づき、活用する方法を学ぶ。その題材として、航空用ジェットエンジンなどに用いられる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パラメータについて、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低CO<sub>2</sub>化や騒音対策など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。

## 【アクティブラーニング（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	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の特徴
第3回	ガスタービンの基本構造および特性	ガスタービンの種類、その運用と特性
第4回	ガスタービンの熱力学サイクル	ガスタービンの熱力学サイクル上の特徴
第5回	ジェットエンジンの基本構造および特性	熱動力機関の分類とジェットエンジン
第6回	ガスタービンの設計に重要な各種パラメータ	ガスタービンの性能を決定する各種パラメータの解説
第7回	ガスタービンと要素の性能向上	ガスタービンの性能向上の各種手法
第8回	ガスタービンと温室効果ガス	ガスタービンの性能向上と温室効果ガスとの関係
第9回	ガスタービンと騒音	騒音規制と騒音低減技術
第10回	ガスタービンの最新適用動向	極超音速機へのガスタービンの適用
第11回	輪講(1)	ガスタービン・航空原動機に関する最新トピック
第12回	輪講(2)	ガスタービン・航空原動機に関する最新トピック
第13回	輪講(3)	ガスタービン・航空原動機に関する最新トピック
第14回	輪講(4)	ガスタービン・航空原動機に関する最新トピック

## 【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。】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にできるだけ早めに配布するようにする。

## 【学生が準備すべき機器他】

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.

## 【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。本授業の開始日は 4 月 27 日とし、この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。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 2 方程式乱流モデルについて  
流モデル 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。】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：

## 【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洞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性を Newton Raphson 法などの繰り返し計算法により数値解を求め、超音速風洞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が、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。

コロナ感染症関係:

本講義は秋学期(開講日 9月24日)の講義なので、通常の方法にて講義を行います。

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

なし/No

## 【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし/No

## 【授業計画】

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
10	摩擦を伴う管内流れ	Newton-Raphson 法 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）】

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】エクセル及びワードを使用できる事。

## 【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を配付します。

## 【参考書】

リープマン・ロシュコー、気体力学（玉田瑛訳）、吉岡書店

## 【成績評価の方法と基準】

レポートの課題では、超音速風洞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】

パソコン又は関数電卓。

## 【その他の重要事項】

講義の際、式の使い方を理解するために計算例を紹介するので、エクセルの入ったパソコン等を持参する事が望ましい。

## 【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：

## 【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、その代表例であるタービン、圧縮機  
の特性・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】

「学習支援システムで授業が開始されるのは、4月21日からです」  
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。  
その中でも、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、熱力学を復習しつ  
つ、ターボ機械の作動原理・性能特性を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 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 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 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は再読し、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。

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。資料を配布する。

## 【参考書】

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

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

大橋秀雄著「流体機械 改訂・SI版」森北出版

笠原英司編著「現代水力学」オーム社

河野通方 他共著：「工業熱力学（基礎編）」東京大学出版

## 【成績評価の方法と基準】

平常点 (30%) と講義で取り上げた演習を基にした試験 (70%) で評  
価する。

## 【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】

試験では関数電卓が必要となります。

## 【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。

## 【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：

## 【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. 簡単な熱サイクルの計算ができる
2. ブレイトン（ガスタービン）サイクルの理解
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、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 (1)
第2回	基本熱サイクル	内燃機関の基本サイクル (2)
第3回	ガスタービンの基本サイクルと性能特性 (1)	単純サイクル、再生サイクル
第4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エネレーション
第5回	ガスタービンの基本サイクルと性能特性 (3)	ジェットエンジンサイクル (1)
第6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 (2)
第7回	Loss Mechanism in Turbomachines	Entropy Generation in Boudary Layers(1)
第8回	Loss Mechanism in Turbomachines	Entropy Generation in Boudary Layers(2)
第9回	Loss Mechanism in Turbomachines	Mixing Process and Tip leakage loss(1)
第10回	Loss Mechanism in Turbomachines	Mixing Process and Tip leakage loss(2)
第11回	Loss Mechanism in Turbomachines	Entropy Production in Shock Waves, Endwall loss
第12回	Loss Mechanism in Turbomachines	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。

## 【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  
 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。

## 【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。

## 【学生が準備すべき機器他】

試験には、関数電卓が必要となります。

## 【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

## 【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。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。本授業の開始日は4月23日とし、5月13日までに第1講と第2講について各自で自習することとする。第1講と第2講の内容については学習支援システムに提示してある。5月14日より本格的にオンライン授業を開始するので、この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】

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）】

久曾神煌 矢鍋重夫 他 著、「機械系のための力学」、朝倉書店

## 【参考書】

橋本洋志 石井千春 他 著、「微分方程式+モデルデザイン教本」、オーム社

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

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

## 【成績評価の方法と基準】

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

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

## 【学生の意見等からの気づき】

演習問題の解説に関してよい評価があったので、今後も丁寧な解説を心がける。

## 【学生が準備すべき機器他】

特になし。

## 【その他の重要事項】

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

## 【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 ゲンツイ

単位数：2 単位 | 開講時期：

## 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

学部で習得した制御工学の関連科目を基礎として、古代制御理論から現代制御理論までを、さらに深く学習し、制御工学の重要項目について説明することができることを目標とする。

## 【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】

春学期の少なくとも前半はオンラインでの開講となる。それにとまなう各回の授業計画の変更については、学習支援システムでその都度提示する。本授業の開始日は4月27日とし、この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。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】

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	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 を用いて車のクルーズコントロール
第13回	総合演習	Matlab を用いて DC モータ速度制御
第14回	総合演習	Simulink を用いて DC モータ速度制御

## 【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

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

## 【テキスト（教科書）】

配布プリントおよび板書による。

## 【参考書】

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

## 【成績評価の方法と基準】

提出された演習問題のレポートによる評価（100%）する。

## 【学生の意見等からの気づき】

具体的な応用例を増やし、理解の助けとしたい。

## 【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：

## 【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

## 【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

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

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP3」に関連

## 【授業の進め方と方法】

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

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

対面授業開始日は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	ゴミ焼却プラント CO2除去プラント 新規IGCCプラント 蒸発器のモデル 炭素循環 原子力プラント 再生エネルギー
第2回	発電プロセス計算機制御システム	ゴミ焼却プラント計算機制御システム POLの保守ツールと制御 AMステーション
第3回	プロセス制御入門	PID制御・簡易ロバスト カスケードとフィードフォワード制御、リサイクル 自動と手動、物質収支制御 Z変換・むだ時間系 むだ時間補償器 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ータ同定法 ジージャー・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	運転支援システムプラント安全技術	最適化燃焼制御 最適シーケンス制御 復水器洗浄ガイド 警報解析 診断システムの展開（回転機振動診断） リスク管理
第6回	プロセスシーケンス制御入門 オンオフ制御入門	自己保持回路の各種表現 バッチプロセスの計量・混合シーケンスの例 MFG表現・MLG表現 SFC表現 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 フローチャート デシジョンテーブル 論理回路 リレー回路 タイムチャート SFC表現
第8回	ファジー制御入門とタンクの液位制御ファジー制御 中間レポート提出	メンバーシップ関数 ファジー推論 ファジー数学 ファジー決定 マンダニのファジー制御 管ファジー制御ルール表 メンバーシップ関数 非ファジー化野のファジー制御
第9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。

第 10 回	制御系 C A D 演習 1	P I D 制御 2 自由度制御
	MATLAB/Simulink 基本操作法	
第 11 回	制御系 C A D 演習 2	ボード線図の表現 むだ時間と 1 次遅れ系 のステップ応答と周波 数応答
第 12 回	制御系 C A D 演習 3	P 制御と P I 制御の比較 オープンループと P I 制御の比較
第 13 回	制御系 C A D 演習 4	有本・ポッター法による無限時間 最適レギュレータ制御 の C A D 設計
第 14 回	制御系 C A D 演習 5	動特性表示の自動化 ： 2 自由度 P I-LQ G 制御の C A D 設計
		バデ近似 Z N の P I D パラメタ調整法 計算、無限時間評価計算 総復習 カルマンフィルタ解説 L Q G 制御演習

#### 【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。】 1) 制御系 C A D の使用法の習得

2) 基礎制御や基礎数学の復習

3) 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

4) 授業中に与えられた課題の復習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) 授業支援システムで公開している予習資料

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参考書を購入することが望ましい。

#### 【参考書】

計装システムの基礎と応用	千本資・花瀧太	オーム社
化学プロセス制御	バックレイ	化学同人
化学プロセス制御	ゲールド	東京化学同人
標準自動制御	長谷川健介監修	実教出版
インテリジェント制御	福田敏男	昭晃堂
システム制御基礎理論	加藤 誠	コロナ社

#### 【成績評価の方法と基準】

平常点（演習解答等）とレポート点を加えて総合評価する。

平常点 50%、演習解答を加えたレポート点 50% で評価する。平常点：演習解答点を加算。レポート点：与えられた課題に的確な解答ができること。

#### 【学生の意見等からの気づき】

初心者のために MATLAB/Simulink の簡易操作マニュアルを配布する。

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】

授業中適宜情報演習室にて制御系 C A D 演習を行う。

準備・復習のために制御系 C A D が使用できるパソコンを使用できるように準備することが望ましい。

#### 【その他の重要事項】

昨年度まで春学期科目でしたが本年度から 8 月末開講の秋学期科目になります。

準備レポートは最初の授業時間に持参して提出すること

C A D 演習以外の中間レポートは後半の最初の講義のときに持参して、提出すること

期末レポートは C A D 演習の結果も加えて、加筆・修正して最終回に提出すること

#### 【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) Excercise 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..

MEC500X1

## 機械音響工学特論

御法川 学

単位数：2 単位 | 開講時期：

## 【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：

## 【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) 人間や感性に合った、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時間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/seitaiougaku/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。

・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。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）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	視聴覚バランスに関する実験。
6	視覚	視覚と錯誤に関する実験。最新の研究事例（色）。
7	聴覚	最新の研究事例（高周波の弊害＝イヤホン難聴と活用＝音楽療法）。
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：“みんなのできる音のデザイン”，ナカニシヤ出版。
- 5) 編/新井正治：“透視人体解剖図”，金原出版。
- 6) 飯島泰蔵：“視覚情報の基礎理論”，コロナ社。
- 7) 重野純：“音の世界の心理学”，ナカニシヤ出版。
- 8) 大山正：“視覚心理学への招待”，サイエンス社。
- 9) 淀川英司・他2：“視聴覚の認知科学”，電気情報通信学会。
- 10) 岩田誠：“見る脳・描く脳”，東大出版会。
- 11) 岩田誠：“認知症の脳科学”，日本評論社。
- 12) 福田忠彦・福田亮子：“人間工学ガイド”，サイエンティスト社。
- 13) 藤井正子・桜木晃彦：“みて、ふれて、測って学ぶ生体のしくみ”，南山堂。
- 14) 石川春律・外崎昭：“わかりやすい解剖生理”，文光堂。
- 15) H.F. マティーニ・他2・監訳/井上貴史：“カラー人体解剖学”，西村書店。
- 16) 宮崎丈夫・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・金子穎雄・橋田和也：“高齢化という表現の生理的・病的認識過程を原点にした健康意識認識を支援する WEB の試行～1”，第 13 回日本健康教育学会講演大会，日本健康教育学会誌第 12 特集号，日本健康教育学会，獨協医学大学，6 月 5 日 (2004-6).
- 9) 菱田博俊・金子穎雄・張錫亮：“リラクゼーション手法の一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：“斜軸測投影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、基本的に課題とレポートはすでに掲示してあるので、探してみてください。

#### 【学生が準備すべき機器他】

無し。

#### 【その他の重要事項】

第 1 時限目に、ガイダンスを行う。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する。更に、サイトの入室 ID / PW を教える。斯様に、第 1 時限目にかかなり重要な事をするので、履修希望者は必ず出席されたい。開講通知をサイトおよび校内掲示板において掲示する。

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：

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

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

## 【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

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

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

## 【テキスト（教科書）】

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

## 【参考書】

Aircraft Design: A Conceptual Approach (AIAA Education Series)

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

## 【成績評価の方法と基準】

各受講生は、各自が要求性能を満足する数値設計を行なって飛行性能仕様を求め、機体3面図の作成を行い機体仕様書として作成する。この仕様書の提出をもって期末試験とする。この仕様書の評価を60%とする。

この間、小テスト（30分）を2回実施し、授業中の参加の度合を総合的に評価する。この評価を40%とする。

## 【学生の意見等からの気づき】

航空機設計の知識範囲は多岐に渡るため、要点を絞って教育する。

## 【Outline 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.

**【授業の概要と目的（何を学ぶか）】**

人工衛星と一般的な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。一部に制御系設計の基礎解説を含んでおり、制御系設計に興味を持つ学生の参考になる。(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紹介、衛星の姿勢制御に実際に用いる制御系設計の基礎的な手法の紹介、衛星開発プロジェクトで用いる種々のマネジメント技法から利用頻度の高い技法を紹介する。更にそれぞれ例題を用いて理解を深める。(目的) 衛星の基礎知識の習得。衛星の姿勢ダイナミクスの把握。実際の衛星の姿勢制御手法の習得。衛星開発プロジェクトで利用頻度の高いマネジメント技法の理解を目的とする。コロナ対策上、14 の資料を電子ファイルで提示して自己学習を主体とする。その中に 7 課題を提示するので、そのパワポ形式のレポートをメール送付で提出採点する。講義資料の冒頭に、将来社会人としての成長を促すようなコメントを追記しており、以降の行動のヒントになることを期待している。当初、課題を発表して参加者でディスカッションする場を設けてディベートの練習を予定していたが、これについて、Zoom などの環境が整備された場合には、Web を介して実施することを考えている。

**【到達目標】**

(1) 宇宙開発に関わる基本技術を理解し、宇宙開発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できる。(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電子メールで提出する。必要に応じて、電子メールで QA する。Zoom などのインターネット会議の環境が整備された場合は、Zoom などを利用して課題発表とグループ討議をして発言やディベートの練習を図る。(6) 個々の課題に対する正解答が一義でないで、解答の正否よりも、事象を理解していることに採点のウェイトを置く。したがって、解答を導出するアプローチなどの思考方法やそのプロセスをロジカルに説明するレポートが望ましい。

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

(4月20日追記) 4月27日を講義開始日とします。講義資料は、各位のメールアドレスを以下の私のアドレス (kei-ichi.hirako@sdm.keio.ac.jp) にメールで知らせてください。資料をメールに添付して送ります。学習支援システムを利用して提示することも予定していますが、利用実績がないので申し訳ないですが確実性がまだ保証できません。

コロナ対策として、基本的に講義資料を電子ファイルで学生に送付し、自己学習とする。資料の内容は(1) 人工衛星の基礎知識の習得。人工衛星のシステムと構成するサブシステムの基本技術。その中で、人工衛星の姿勢を乱す外乱トルクと衛星の飛翔速度の概算を課題とし、研究者/技術者として定量的に概算する要領を練習する。(2) 物体の振動運動の特性をボード線図と関連づけて説明し、柔軟な太陽電池パネルの振動を含む衛星の姿勢運動の特性をボード線図で解説する。人工衛星の制御系設計において実際に活用する制御系設計手法の基礎を理解し、柔軟な太陽電池パネルの振動を含む衛星の回転姿勢を制御する制御系設計を練習する。この授業により解析ツール「MATLAB」を活用する機会を提供する。(3) 実際の衛星開発プロセスの例を解説した後、衛星開発プロジェクトにおいて活用する技法の中から理工系および事務系に共通して活用でき、また実際に活用頻度が多いプロジェクトマネジメントの技法を解説する。種々の作業定義の方法、いくつかの選択肢から特定の方針を選定する手法、技術的問題が生じた場合に行う不具合解析などの技法を、各人の経験を例として実際に応用して練習する。(4) 将来、社会に出てからの立ち上がり円滑になることを狙って、心構えや積極的な参画意識が育つように、電子メールで関連な質疑などを受け付けて議論できることを狙う。7つの課題を提示し、検討結果をパワーポイント形式で作成して電子メールで提出する。また、課題発表の機会を活用してプレゼンテーション技法の習得も図る。将来インターネット環境で会議が可能になった場合、Zoom などを利用して課題発表、議論の場を設ける。

**【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】**

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章	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する。 ・宇宙飛行体の分類、システムの概要を説明する。
第2章	人工衛星の軌道	・人工衛星の軌道運動全般を説明する。(課題1) 概算の要領を理解する為に、衛星の速度を概算する。
第3章	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(その1)を説明する。(課題2) 概算の要領を理解する為に、衛星に作用する外乱トルクを概算する。
第4章	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(その2)を説明する。
第5章	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する。 ・物体の運動とボード線図とを関係付けて説明する。
第6章	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ボード線図を用いて説明する。(課題3) 2種類の振動を有する衛星ダイナミクスのボード線図を作成する。
第7章	PID制御則(方式1)	・実際の人工衛星の姿勢制御に用いるPID制御系設計からゲイン安定方式を説明する。
第8章	PID制御則(方式2)	・実際の人工衛星の姿勢制御に用いるPID制御系設計から位相安定方式を説明する。(課題4) 2種類の振動を有する衛星の姿勢制御則を設計する。

第9章 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する。
第10章 衛星開発のプロセス	・人工衛星の開発プロセスの概要を説明（以降の一連のプロジェクトマネジメント技法講義の導入を説明する）。
第11章 プロジェクトマネジメント（1）	・プロジェクトの特徴やプロジェクトマネジメントを総括的に説明する（その1）。
第12章 プロジェクトマネジメント（2）と作業定義	・プロジェクトの特徴やプロジェクトマネジメントを総括的に説明する（その2）。・組織でプロジェクトを進める場合に各人に作業を割り付ける技法を解説する。（課題5）各人の経験した事項をテーマにして作業定義を練習する。
第13章 不具合解析とトレードオフ	・不具合（故障や事故）が発生した場合に、原因究明に活用する不具合解析（FTA）技法を説明する。・複数の候補から一つを選定するトレードオフ技法を説明する。（課題6）各自の体験例をテーマに不具合解析を実施する。（課題7）各自の体験例をテーマにトレードオフを実施する。
第14章 スケジュール管理	・プロジェクトのスケジュール管理技法を説明する。

#### 【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。】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。いずれも、考え方やアプローチなどの説明と結果をパワーポイント数枚にまとめて提出する。インターネットでの会議環境が整備された場合は、月曜日3時限などの時間帯を利用して、発表、ディスカッションを試みる。

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

#### 【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ロジカル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ロジカル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、・正確性・論理性・考察の深さ・パワポでの表現力・課題発表姿勢、である。各課題の回答の冒頭で、課題を明示することで、起承転結の構成に心がけることも重要。

#### 【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りますので、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 sent by e-mail to each student. Students are requested self-learning by materials. Seven exercises are issued and students reports answer in power point with e-mail. If internet meeting tool is available in the future, discussion in internet such as Zoom will be applicable.

**【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

精密の本質の意味を理解し、それが如何に人間らしい内容かを納得する。

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

**【到達目標】**

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

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

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP3」に関連

**【授業の進め方と方法】**

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

・方法： 1日3.5時間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。

・注意： 計画を芯として、生きた講義をします（柔軟に変更します）。聞きたい事があったらリクエストして下さい。

**【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】**

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洩す。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	精密サンプル提示（大阪精密、大阪製作所、三井ハイテック、等）
5	歪ゲージと材料	（歪ゲージを考える上で必要な）弾性力学の基礎。
6	歪ゲージと回路	精密サインプル提示（歪ゲージ）、歪ゲージ概論。 歪測定原理と、歪ゲージを通して考える精密化の足がかり。
7	精密設計	精密設計の基礎、過去のレポートの紹介。

8	精密機構・精密制御	機構概論、制御概論の中に精密を考える。
9	精密材料	原子創成の謎（VTR）、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（VTR）。
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) 田口統一・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】**

サイトの更新を心がけますが、毎回課題と最終レポートの内容はすでに掲載してありますので、探してみてください。

**【学生が準備すべき機器他】**

無し。

**【その他の重要事項】**

第 1 時限目に、ガイダンスを行う。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する。更に、サイトの入室 ID / PW を教える。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されたい。開講通知をサイトおよび校内掲示板において掲示する。

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.

## 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

この授業では工学分野において重要な伝熱現象と流体现象を対象としてとりあげ、その数値解析法を学びます。

## 【到達目標】

伝熱現象と流体现象を対象とする数値解析法の基本的な考え方と実際、および、本格的な数値シミュレーションを実施する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】

伝熱現象と流体现象を対象とする数値解析法の概要を示したのち、いくつかの具体的問題を通じながら、基本的な考え方と実際を学んでゆきます。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、反応流などの実際の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。

## 【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）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)	実際の流体の数値シミュレーション
第 9 回	1 次元 Euler 方程式 (2)	各種手法の理論
第 10 回	1 次元 Euler 方程式 (3)	計算コードの実際と実例
第 11 回	2 次元 Euler 方程式 (1)	多次元問題の考え方
第 12 回	2 次元 Euler 方程式 (2)	各種手法の理論
第 13 回	2 次元 Euler 方程式 (3)	計算コードの実際と実例
第 14 回	各種問題への適用	非圧縮性流、粘性流、乱流、高速流、反応流、数値流体力学の最近の話題と動向

## 【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】準備学習は必要ありません。

復習としては、毎回の授業内容を復習し、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。

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、資料は授業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、な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：

## 【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トゥ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異な位置
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】

レポート および 受講態度

## 【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

## 【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23日からで、10月7日 21日 11月11日 25日 12月9日 23日を予定している。

## 【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：

## 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

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

## 【到達目標】

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

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

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP3」に関連

## 【授業の進め方と方法】

地球温暖化問題の把握と解決のための重要な要素となっており、かつ、今後の資源・エネルギーの供給源として期待されている、極地の問題について講義する。極地の自然環境とはどういうものか、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	海水と地球環境	極地海洋と海水との関わり、海洋大循環、アイス・アルベド・フィードバック
3	両極域の氷海航行に関する最近の話題：現況	北極域の温暖化増幅、急激な海水の減少に伴う諸現象 南極との対比 北極海航路・資源開発の進行
4	両極域の氷海航行に関する最近の話題：変動	北極域の温暖化増幅、急激な海水の減少に伴う諸現象 南極との対比 北極海航路・資源開発の進行
5	両極域の氷海航行に関する最近の話題：経済	北極域の温暖化増幅、急激な海水の減少に伴う諸現象 南極との対比 北極海航路・資源開発の進行
6	バイブライン、永久凍土ほか、最近の話題	陸域の状況と最近の変化・対応
7	海水のリモートセンシング	人工衛星を利用した海水・海洋観測概説
8	地球流体力学基礎	海洋計算の基礎方程式、回転系の流体力学、成層現象の基礎
9	海洋の数値予測	海洋の数値シミュレーション手法とその応用

10	海水の数値予測：基礎	海水の数値シミュレーション手法とその特徴 海水と海洋の数値シミュレーション例、オホーツク海と北極海
11	海水の数値予測：応用	流水短期予報、氷海流出油、環境脆弱性指標地図 氷海中での流出油挙動と、その対策立案のための環境脆弱性指標地図（ESIMap）
12	砕氷船と氷海用構造物	氷海域の資源開発と輸送の主役となる砕氷船と氷海用構造物の特徴と設計思想
13	氷海試験水槽	砕氷船、氷海用構造物を実験するための氷海試験水槽について
14	氷海試験水槽の新しい使い方	氷海溜出油の移流・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。

## 【学生が準備すべき機器他】

学生が用意する機器等は、特にない。講師のノート PC を持ち込み、PC スライド映写、ビデオ映写をしつつ講義する。

## 【その他の重要事項】

特に無し。

## 【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：

## 【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、授業支援システムによる課題評価も適宜授業内で実施する。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

なし / No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし / No

## 【授業計画】

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：

## 【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：

## 【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を理解し、原子論モデルの静摩擦・動摩擦の発生機構を習得する。わかりやすく勉強を進めるために、MATLAB プログラミングによる原子の動力学シミュレーションを行い、数値解析、データ処理の基本事項を確認して講義を進める。

## 【到達目標】

授業の目標は、原子間相互作用の基本的性質や非線形振動の立場から、静摩擦と動摩擦摩擦発生の原子論的機構を理解する。

【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」「DP3」に関連

## 【授業の進め方と方法】

本講義では、動力学を自ら実施するのに必要な、力学、非線形振動理論、材料科学、計算機プログラミングの基礎を修得することを目指す。原子摩擦、非線形力学の基礎的問題を例題として、計算機シミュレーションの技法によって、解析的に解くことが困難な問題をいかにして数値的に解くかの方法を修得する。

【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
第 1 回	摩擦の原子論概論	ルネサンス期から現代までの摩擦研究の歴史を学習する。
第 2 回	表面あらかの評価	表面粗さの評価法として、最大高さ、十点平均粗さ、算術平均粗さ、二乗平均粗さ、そして表面粗さの測定方法を学習する。
第 3 回	真実接触理論 (1)	粗さのある表面同士の接触と真実接触面積から導かれる摩擦力学理論を学習する。
第 4 回	弾性接触理論	点接触の弾性変形から導かれるヘルツの公式を学習する。
第 5 回	摩擦とクーロンの法則	摩擦力学として、クーロンの法則を学習する。
第 6 回	表面エネルギーと吸着力	表面張力・毛細管現象から発生する摩擦力を学習する。
第 7 回	分子動力学 (1)	ベルレ法により原子運動の時間発展の数値計算法を学習する。
第 8 回	分子動力学 (2)	摩擦原子論モデルの値解法を学習する。
第 9 回	原子論モデルの静摩擦解析と量潤滑 (1)	結晶表面の整合性を起源とする摩擦発生理論を学習する。
第 10 回	原子論モデルの静摩擦解析と量潤滑 (2)	結晶表面の非整合性を起源とする超潤滑発生理論を学習する。
第 11 回	原子論モデルの動摩擦解析 (1)	並進運動エネルギーが原子振動に散逸する非可逆過程を統計力学の立場から学数する。
第 12 回	原子論モデルの動摩擦解析 (2)	超潤滑から非線形振動を介して摩擦に至る卑賤力学現象を学習する。
第 13 回	原子レベル摩擦実験 (1)	原子レベル表面の作製と表面分析評価方法を学習する。
第 14 回	原子レベル摩擦実験 (2)	原子間力顕微鏡の測定技術の基礎を学習する。

## 【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】

## 【テキスト（教科書）】

適宜、プリントを配布する。

## 【参考書】

M. Hirano, Friction at the Atomic Level : Atomistic Approaches in Tribology, Wiley-VCH Verlag GmbH 2018 年 2 月 ISBN: 978-3-527-41169-6.

## 【成績評価の方法と基準】

期末試験により成績を評価する。

## 【学生の意見等からの気づき】

ナノテクノロジーの基礎研究に関連した科目である。

## 【Outline and objectives】

The goal is to understand the basic idea of interatomic interaction and to study the atomistic mechanisms of static and dynamic friction appeared in the atomistic friction model. In order to promote the study in an easy-to-understand manner, the computer simulation of atomic scale friction models using MATLAB programming is performed, and the basics of numerical analysis and data processing are confirmed.

## 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

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

## 【到達目標】

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

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

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」に関連

## 【授業の進め方と方法】

授業の概要と目的に沿って、講義形式、演習形式、および、最新の研究動向の調査とアクティブラーニング、フィールドワークを実施する方法で授業を進める。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）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)。

## 【参考書】

1. 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)。

## 【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 を使用する可能性がある。
2. レポート・課題の提出用紙は、A4もしくはA3のみを受け付ける。提出用紙サイズは、授業中に指示する。

## 【その他の重要事項】

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

## 【Outline 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.

## 【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】

オンラインでの開講となる。それにとまなう各回の授業計画の変更については、学習支援システムでその都度提示する。本授業の開始日は4月22日とし、この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	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】

吉川孝雄, 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、大澤 泰明、川上 忠重、崎野 清憲、チャピ ゲンツィ、塚本 英明、辻田 星歩、平野 元久、御法川 学、吉田 一郎、相原 建人

単位数：3 単位 | 開講時期：年間授業/Yearly

## 【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、大澤 泰明、川上 忠重、崎野 清憲、チャピ ゲンツィ、塚本 英明、辻田 星歩、平野 元久、御法川 学、吉田 一郎、相原 建人

単位数：2 単位 | 開講時期：年間授業/Yearly

## 【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】

指導教授による

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

あり/Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし/No

## 【授業計画】

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

発行日：2020/5/1

**【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.

MEC500X1

## 機械工学発展ゼミナール

御法川 学、チャピ ゲンツィ

単位数：2 単位 | 開講時期：

## 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

機械工学分野における高度な専門知識や研究手法をゼミナール形式で学ぶ。受講者は博士課程の学生であり、身に付けるべき専門性を体系的、客観的に捉えることによって、その研究が社会や産業に対してどのように位置づけられ、活用されていくのかを体得する。

## 【到達目標】

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

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

研究分野における十分なプレゼンテーション能力を身に付ける。

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

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP3」「DP4」に関連

## 【授業の進め方と方法】

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

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし / No

## 【授業計画】

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

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

## 【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】講義においては適宜話題提供がなされるため、事前の理解と論点整理が必要である。

## 【テキスト（教科書）】

特に指定しない

## 【参考書】

特に指定しない

## 【成績評価の方法と基準】

講義におけるディスカッション（50%）

学生によるプレゼンテーション（50%）

## 【学生の意見等からの気づき】

特になし

## 【学生が準備すべき機器他】

特になし

## 【Outline and objectives】

In this seminar the students will gain a practical knowledge of how research is done. In addition, they will learn how the research results can be utilized for society and industry applications.

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

### 【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

## 【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.

## 【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】

研究室における研究活動

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】

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	研究企画書の立案 その 1	研究戦略の意義を学ぶ その 1
第 10 回	研究企画書の立案 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

## 【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】

指導教授による

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

あり/Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし/No

## 【授業計画】

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.

## 【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】

At least the first half of the spring 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	Explanation of the lecture content
2	Literature review	Survey and discussion on previous research.
3	Literature review	Survey and discussion on previous research.
4	Literature review	Survey and discussion on previous research.
5	Neural Networks	Several neural networks architectures will be explained
6	Neural Networks	Several neural networks architectures will be explained
7	Neural Networks	Several neural networks architectures will be explained
8	Deep Learning	Deep learning theory will be introduced
9	Deep Learning	Deep learning theory will be introduced
10	Deep Learning	Deep learning theory will be introduced
11	Genetic algorithm	Theory of Genetic Algorithm will be explained

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

## 【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 3 時間を標準とします。】 Students has to read the materials suggested. Work individually in the selected project.

## 【テキスト（教科書）】

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

## 【参考書】

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

## 【成績評価の方法と基準】

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

【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

## 【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 spring 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

## 【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。

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、メールなどにてその都度提示する。本授業の開始日は4月24日とし、この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、メールなどで連絡する。

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

あり/Yes

## 【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

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 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 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 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 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 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 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

## 【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。

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、メールなどにてその都度提示する。本授業の開始日は4月24日とし、この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、メールなどで連絡する。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

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：

## 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

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

## 【到達目標】

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

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

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

## 【授業の進め方と方法】

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

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

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

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

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

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

あり / Yes

## 【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし / No

## 【授業計画】

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.

## 回路工学特論2

齊藤 利通

単位数：2 単位 | 開講時期：

### 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

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

### 【到達目標】

基本的な非線形回路と人工ニューラルネットワークの概念の理解。

【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

【アクティブラーニング（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ワーク	ニューロンモデルと平衡点
11	人工ニューラルネットワーク	エネルギー関数, 最適化
12	人工ニューラルネットワーク	パーセプトロンと連想記憶
13	人工ニューラルネットワーク	相関学習、神経統計力学
14	人工ニューラルネットワーク	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：ニューラルネットワークと回路、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：

## 【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	移動通信に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。】本授業様々な無線通信システムに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.

**【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 21 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	前回到続き、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	前回到引き続き、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、資料を適宜配布。

**【参考書】**

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

**【成績評価の方法と基準】**

平常点、口頭試問による。

**【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

## 通信伝送工学特論 2

山内 潤治

単位数：2 単位 | 開講時期：

## 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

通信伝送工学特論 1 に引き続いて、通信機能デバイスのより詳しい説明を行う。物理現象の理解に力点を置く。

## 【到達目標】

通信回路の背後にある物理現象を理解し、自ら光通信回路を設計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】

通信伝送工学特論 1 に引き続いて、光通信機能デバイスに関する、さらに進んだ英語文献の講読を行う。講義の手法は通信伝送工学特論 1 と同様であるが、より高度な解析手法、特殊なデバイス応用に言及する。解決すべき問題点、将来展望についても触れる。

## 【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】

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	内容の紹介、文献資料の配布、概要の説明
第 2 回	技術背景、研究背景 1	技術的な問題点、研究背景、必要性の理解
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	理論的解析法 1	光デバイスを理論的に扱う高度な手法について学習
第 5 回	理論的解析法 2	前回に引き続き、高度な解析法を学習
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 1	デバイスの動作原理の定性的な理解
第 8 回	動作原理 2	動作原理を定量的に評価する手法の説明
第 9 回	特性評価 1	電磁界のふるまいの検討
第 10 回	特性評価 2	伝送特性の評価
第 11 回	特性評価 3	波長応答の評価
第 12 回	将来展望 1	最新の学会報告の事例を紹介
第 13 回	将来展望 2	解決すべき問題点、技術動向を紹介
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】

S. A. Maier, Plasmonics, Springer, 2007.

## 【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】

通信伝送工学特論 1 の履修を前提とする。

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】

This course is the sequence of the Electromagnetic-Wave Transmission Engineering (1). More advanced techniques and devices of the electromagnetic wave transmission and communications are introduced.

ELC500X2

## 電磁界数値解析特論

岡本 吉史

単位数：2 単位 | 開講時期：

## 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

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

## 【到達目標】

Maxwell 方程式の弱形式を導出し、有限要素法によって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、電気スカラーポテンシャル、不定性
3	Maxwell 方程式 III	時間領域、周波数領域における定式化、ゲージ変換
4	電磁界数値解析手法	様々な数値解析手法の分類
5	差分法による静電界解析 I	単一媒質、複合誘電体
6	差分法による静電界解析 II	ポアソン方程式の求解
7	有限要素法による静電界解析 I	ガラーキン法、一次要素、磁性体界面における磁束密度・磁界の境界条件
8	有限要素法による静電界解析 II	単一媒質、複合誘電体
9	有限要素法による静電界解析 III	ポアソン方程式の求解
10	有限要素法を用いた静電界解析 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電界解析 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。】 特になし

## 【テキスト（教科書）】

特に指定しない。

## 【参考書】

中田高義、高橋則雄：「電気工学の有限要素法」、森北出版株式会社  
 原武久：「非構造分野における有限要素法の基礎」、昭晃堂  
 Peter P. Silvester, Ronald L. Ferrari, "Finite elements for electrical engineers," CANBRIDGE  
 五十嵐一、亀有昭久、加川幸雄、西口磯春、A. ボサビ：「新しい計算電磁気学」、培風館

本間利久、五十嵐一、川口秀樹：「数値電磁力学 - 基礎と応用 -」、培風館

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

## 【成績評価の方法と基準】

レポート等を総合化した点数が、60 点以上の学生を合格と判定する。

## 【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】

特になし

## 【その他の重要事項】

プロジェクターを使用する場合もある。

## 【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

## 電磁力学特論

西村 征也

単位数：2 単位 | 開講時期：

## 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

本講義においては、プラズマ物理学の理論シミュレーション研究を行う上での基本的な知識と基礎的なスキルを身につけることを目的とする。

## 【到達目標】

- ・摂動論と漸近接続法の基本的な考え方を説明できる。
- ・簡約化 MHD モデルの導出における基本的な前提と導出の流れを説明できる。
- ・簡約化 MHD モデルを具体的な不安定性に適用し、数値的に解くことができる。
- ・スペクトル法と擬スペクトル法の考え方を説明できる。
- ・MPI を用いた並列計算を行う際の基本的な流れを説明することができる。
- ・フーリエモード解析や三波結合における基本的な考え方を説明できる。
- ・プラズマ乱流を扱うための基本的な概念を説明することができる。
- ・流体力学的現象と運動論的現象の違いを説明することができる。

【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】

テキストや文献の調査と発表形式による調査報告を中心とする。

## 【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】

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	摂動論	常微分方程式の摂動論的アプローチ
第 2 回	漸近接続法	境界層問題に対する漸近接続法による解析的アプローチ
第 3 回	テアリングモードの線形解析	漸近接続法を用いたテアリングモードの線形解析
第 4 回	簡約化 MHD モデル	マルチスケール摂動の手法に基づく簡約化 MHD モデルの導出
第 5 回	簡約化 MHD モデルの線形化	簡約化 MHD モデルの線形化方程式の導出
第 6 回	MHD 不安定性の線形安定性解析	テアリングモードとインターチェンジモードに関する線形安定性解析
第 7 回	スペクトル法	フーリエ級数展開された非線形方程式系の数値的取り扱い
第 8 回	擬スペクトル法	擬スペクトル法の考え方
第 9 回	MPI の使用法	MPI における通信方法の基本
第 10 回	MPI の実践	領域分割型、Master-Slave 型に基づく MPI の実装
第 11 回	簡約化 MHD モデルの非線形シミュレーション	MPI を用いた非線形シミュレーションコードの使用法
第 12 回	フーリエモード解析	波数空間におけるパワースペクトル、三波結合の考え方
第 13 回	乱流としてのプラズマの取り扱い	乱流による異常輸送の考え方、崩壊現象の紹介、カスケード・インバースカスケードの考え方
第 14 回	運動論的効果を含む MHD モデル	電磁流体力学的現象と運動論的現象の区別、運動論的効果を MHD モデルに組み込む手法

## 【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。】テキストや論文の調査を行う。  
調査結果を報告するための発表資料を作成する。

## 【テキスト（教科書）】

必要に応じて指定する。

## 【参考書】

必要に応じて指定する。

## 【成績評価の方法と基準】

到達目標の 8 項目の各項目に対して評価を行い、プラズマ物理学の理論シミュレーション研究を行う上での基本的な知識と基礎的なスキルが身につくと判断される場合に限り合格とする。

## 【学生の意見等からの気づき】

担当初年度のため該当しない。

## 【Outline and objectives】

This course introduces the basic knowledge and fundamental skills in conducting theoretical and simulation research of plasma physics.

ELC500X2

## 電子物性工学特論 1

中村 俊博

単位数：2 単位 | 開講時期：

### 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

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

### 【到達目標】

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

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

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

### 【授業の進め方と方法】

英語教科書の抜粋や英語論文を題材に用いて、輪講形式及び発表形式で学ぶ。

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方法については、学習支援システムに提示している。本授業の開始日は 4 月 27 日とする。

### 【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	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：

## 【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。

## 【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）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

## 【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：

### 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

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

### 【到達目標】

従来研究の問題点を整理し、問題を解決するための方策を提示できるようにする。

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

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

### 【授業の進め方と方法】

前半は、講義形式で解説を行う。

第 9 - 15 回の研究事例においては、興味のある論文を各自もちより、一人につき 1 回程度その内容を発表してもらい、討論を行う。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）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：

**【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。

**【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）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.

## 集積回路特論 1

南部 博昭

単位数：2 単位 | 開講時期：

## 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

携帯電話、スマートフォン、パソコン、テレビ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】

※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。本授業の開始日は 5 月 11 日とし、この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。

=====

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

【アクティブラーニング（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 <b>SPICE</b> 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 <b>Trs</b> 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 <b>Trs</b> のモデル化 ( <b>Gummel Poon</b> モデル) と <b>SPICE</b> 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 <b>SPICE</b> シミュレーション
第 11 回	バイポーラデジタル回路 (1)	インバータ、ダイオード論理、トランジスタ論理、ワイヤード論理回路
第 12 回	バイポーラデジタル回路 (2)	<b>DTL</b> 回路、 <b>TTL</b> 回路、 <b>ECL</b> 回路、 <b>IIL</b> 回路
第 13 回	バイポーラデジタル回路 (3)	バイポーラデジタル回路の <b>SPICE</b> シミュレーション
第 14 回	応用例	超高速バイポーラメモリ L S I 回路

## 【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】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 H P (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 P C を使用する。必ず P C を持参下さい。

## 【その他の重要事項】

全講義、講義資料 (動画を含む) をプロジェクタを用いてスクリーンに投影しながら行う。

## 【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.

## 集積回路特論2

南部 博昭

単位数：2 単位 | 開講時期：

## 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

携帯電話、スマートフォン、パソコン、テレビ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】

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

【アクティブラーニング（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	MOS Trs の構造と特性
第3回	MOS トランジスタ	MOS Trs のモデル化 (BSIM3 モデル等) と SPICE シミュレーション
第4回	MOS デジタル回路	MOS-FET の種類と動作モード、MOS-FET の回路モデル、MOS 回路の基礎
第5回	MOS デジタル回路	MOS インバータの直流特性、MOS インバータのスイッチング特性
第6回	MOS デジタル回路	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 デジタル回路	MOS デジタル回路の SPICE シミュレーション

第8回	MOS アナログ回路	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	フィルタ回路 (スイッチト・キャパシタ等)、A-D/D-A 変換回路、無線通信回路 (AMP、ミキサ、VCO 等)
第10回	MOS アナログ回路	MOS アナログ回路の SPICE シミュレーション
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）】

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】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。必ずPCを持参下さい。

## 【その他の重要事項】

全講義、講義資料 (動画を含む) をプロジェクタを用いてスクリーンに投影しながら行う。

## 【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.

## 【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「キツェルの固体物理学」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  $V_{th}$  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ーに偏り始めている。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。

【アクティブラーニング（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、キツェ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 方程式と工学的な事例； クローニヒベニーモデルを紹介
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

第 8 回 量子細線の電気伝導

第 9 回 金属粒界間電子トンネル効果

第 10 回 Pt 粒界に蓄積する水素原子の定量

第 11 回 金属粒界間水素アシスト電子トンネル効果

第 12 回 Pt-Ti-O ゲート Si-MOSFET 型水素類似ガスセンサ原理

第 13 回 Pt-Ti-O ゲート Si-MOSFET 型水素類似ガスセンサ

第 14 回 金属酸化物半導体（スズ酸化物 SnO<sub>2</sub>）のガスセンサ

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

数 10nm レベルの加工技術の 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

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  
水素顕微鏡、TEM, SEM などによる水素原子の定量

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  
水素原子がポテンシャル障壁を下げる現象

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。

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

SnO<sub>2</sub> 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のが能率的です。

## 【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 °C, 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  $V_{th}$  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

## 半導体プロセス工学特論 1

本田 耕一郎

単位数：2 単位 | 開講時期：

## 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

高集積で信頼性の高い半導体デバイス (LSI) を作製するには、その対象となるデバイスの動作原理を理解し、結晶技術、製膜技術、微細加工技術、清浄化技術を密接に関連付けた製造プロセスを構築する必要がある。LSI はいわば総合芸術であるが、それを実現するためにスケーリング測による微細化を指導原理として、合理的な製造プロセスと材料が選択されてきた。ここではメモリデバイスを切り口として LSI における材料と製造プロセスとデバイス特性の有機的な結びつきを理解することを目的とする。

## 【到達目標】

LSI の基板となる半導体材料に関する知識を取得する。LSI 製造プロセスのコンセプトを理解する。メモリデバイスの基本動作を理解し、動作を特徴づけるメモリセル構造とその製造プロセスを理解する。具体的には 1) 半導体材料中で最も大量に使用される Si ウェーハに関してその基本的な性質を理解する。2) 半導体素子を製造する一連のプロセス技術の中で、最も重要な微細化技術と基本的な CMOS 製造のプロセスフローの概要を理解する。3) 各種メモリ (DRAM, Flash, FRAM 等) を取り上げてメモリセルの構造とその形成方法を理解する。特に DRAM に特徴的なキャパシタ構造と、関連する Refresh 動作を取り上げ、信頼性向上のための製造技術のゲッタリング技術に関して、基本概念から現実の対策までを理解する。

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

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

## 【授業の進め方と方法】

授業は講義を主体とする。現実の半導体材料、デバイス構造と動作原理、および製造プロセスを解説する。これに基づいて、何故このような選択がなされてきたのかを対話を通じて思考するように進める。理解度はレポートにより確認する。

## 【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	Introduction	講義方針、評価方法に関する説明 講義への導入、「半導体とは」どのような物質か?半導体の結晶構造、エネルギーバンド構造
第 2 回	半導体物性の復習	電子・正孔、真性半導体、半導体の伝導型に関する基礎知識の確認 半導体のドーピングとはどのような技術か?
第 3 回	Si 結晶技術	LSI 製造に用いられる Si ウェーハに関して Si 結晶成長からウェーハが出来るまで
第 4 回	Si 結晶中の不純物	Si 中に制御して導入するドーパント (III, V 族) 不純物の振る舞い
第 5 回	Si 結晶中の不純物	Si 結晶成長中に意図せず混入する軽元素 (酸素, 炭素, 窒素) の振る舞い
第 6 回	Si 結晶中の不純物	Si 中の不純物析出の一般論 LSI 製造プロセス中の酸素析出の制御

第 7 回	Si 結晶中の不純物	LSI 製造プロセス中に汚染として混入する金属の振る舞い 素子特性との関連・ゲッタリング技術
第 8 回	LSI 開発の指導原理	IC 開発の歴史 微細化による高集積化、微細化の指導原理としてのスケーリング
第 9 回	CMOS 作製プロセスレビュー	素子製造ユニットプロセス技術の概要 微細加工 (フォトリソグラフィ, エッチング), 薄膜堆積技術
第 10 回	CMOS 作製プロセスレビュー	微細化とフォトリソグラフィ技術進展の関連 フォトリソグラフィ技術の詳細-露光技術
第 11 回	CMOS 作製プロセスレビュー	フォトリソグラフィ技術の詳細-超解像技術
第 12 回	CMOS 作製プロセスレビュー	ユニットプロセスを組み合わせる素子形成に至る、一般的な製造プロセスフロー
第 13 回	半導体メモリプロセスの各論	DRAM 動作原理、微細化による高集積化、キャパシタの変遷、キャパシタの作製方法
第 14 回	半導体メモリプロセスの各論	その他のメモリ Flash, FRAM の動作原理と特徴的なメモリセル

## 【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】電子物性論、半導体工学の知識を前提とする。

## 【テキスト（教科書）】

プリント配布

## 【参考書】

特になし。

## 【成績評価の方法と基準】

平常点

講義中の質疑応答。質疑は講義中に随時行う。

正否は問わないので受講者なりのレスポンスを求める。20%

レポート

- 1) 半導体の基本的で特徴的な物性の理解 10%  
半導体産業における Si の位置づけに関する理解 5%  
Si ウェーハの作成方法と産業用途で特徴的な特性の理解 10%
- 2) CMOS 製造プロセスフローの理解 5%  
微細化プロセス技術の理解 30%
- 3) メモリセルの構造とその形成方法の理解 10%
- 4) LSI の素材と製造プロセス、デバイス特性の有機的な結びつきの理解 10%

## 【学生の意見等からの気づき】

アンケート実施せず。

## 【学生が準備すべき機器他】

プロジェクト使用

資料配布

## 【Outline and objectives】

To make a highly integrated semiconductor device (LSI) in high reliability, it is important to build a manufacturing process closely associated with crystal technology, micro-fabrication technology, clean technology, and to understand the operating principle of the target device.

This course is intended to understand the tight relation of materials, LSI manufacturing process and device characteristics in memory devices.

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：

## 【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ある。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ぶ。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する。

## 【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する。

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、不純物ドーピング、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ある。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く。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし / No

## 【授業計画】

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ピングとイオン注入および改質などの研究例紹介

## 【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】次回内容の予習。

## 【テキスト（教科書）】

講義中に参考資料を配布する。

## 【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るが、必要に応じて講義中に内容を受講者に提示する。

## 【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）を行い評価する (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する (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する (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

## 電力システム工学特論 1

里 周二

単位数：2 単位 | 開講時期：

## 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

数値電界解析としての差分法、有限要素法、電荷重畳法の理論的背景について学ぶ。

## 【到達目標】

簡単な球-平板問題を電荷重畳法によって数値計算できるようになる。

【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】

プログラミングの使用言語は C である。コンパイラは本大学からがサイトライセンスを購入している、Visual Studio を使う。

まず、問題の電磁気学的意味を説明し、次にそのプログラミング手法について説明する。雛形としてのプログラムを与えるのでそれを改良して目的のプログラムを完成される。

## 【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
1	差分法	差分法の理論的背景を学ぶ。
2	有限要素法（上）	理論的背景、電気回路への応用。
3	有限要素法（中）	平行平板、同軸円筒問題を解く。
4	有限要素法（下）	同心球問題を解く。
5	点電荷による電位・電界	クーロンの法則・ガウスの面積積分 影像電荷の考え方を学ぶ。
6	面電荷による電位・電界	クーロンの法則・ガウスの面積積分。
7	空間電荷による電位・電界	電位・電界計算点が帯電球の内外である場合の計算方法を学び、ポアソン方程式の導入について学ぶ。
8	影像法（前）	二次元場の電位が0である形状が1) 無限大平面、2) 円である場合の影像電荷の置き方について学ぶ。
9	影像法（後）	回転対称場のアポロニウスの円（球）を影像境界とした場合の取り扱いについて学ぶ。
10	二次元周期電荷、双球座標	二次元場の電位が0である形状が1) 無限大平面、2) 円である場合の周期電荷の取り扱いと、球-球電極を解析的に計算する場合に必要な双球座標について学ぶ。
11	電荷重畳法で使われる集中電荷	線電荷、リング電荷による電位・電界の解析式の導出と問題点について学ぶ。
12	Landen 変換	リング電荷による電位・電界を数値計算する場合に必要な完全楕円積分を Landen 変換によって計算する手法について学ぶ。
13	球-平板電極、平等電界下の接地球	球-平板電極、平等電界下の接地球問題を電荷重畳法でプログラミングし、数値計算で解く。
14	棒-平板電極、円板電極	球-平板電極、円板電極問題を電荷重畳法でプログラミングし、数値計算で解く。

## 【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】誤った先入観に基づいて学ぶ恐れがあるので予習は必要としないが復習を忘れない。

報告書は期限までに遅れることなく提出すること。報告書は A4 用紙に書き、最初のページは課題、提出日、氏名、学籍番号だけを書き、2 ページ目から報告内容を書く。ルーズリーフに書いたりしない。

## 【テキスト（教科書）】

授業の資料は事前に教科書の WEB にアップロードする。

## 【参考書】

学部で使った電磁気学の教科書。C 言語のプログラミング法について書かれた本。

## 【成績評価の方法と基準】

報告書（80点）と授業態度（20点）で評価する。

## 【学生の意見等からの気づき】

無料ということで、指定された MS Visual Studio の C++ ではなく CygWin の Gnu C++ コンパイラを持ち込む学生がいる。前年は何とか対処したが今年からは Gnu C++ には対応しない。

## 【学生が準備すべき機器他】

Laptop PC, MS Visual Studio C++ コンパイラ

## 【Outline and objectives】

Learn theoretical background of FDN, FEM and charge simulation method.

ELC500X2

## 電力システム工学特論 2

里 周二

単位数：2 単位 | 開講時期：

## 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

種々の座標系における電磁気学の基本原理を学ぶ。

## 【到達目標】

見慣れない直交座標系が現れても、Gradient, Divergence, Rotation, Vector Laplacian 演算を正しく理解し、与えられた微分方程式が解けるようになる。

【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】

予め配布して資料をプロジェクトで映し、補足説明の必要な内容を板書する。

## 【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	概要紹介	初回を含めて 15 回の授業で何を学ぶかについてガイダンスを行う。
2	一般論	歴史的に行われてきた数値電磁界計算の実態を 70 年ほど遡って学ぶ。
3	スカラーとベクトル界 (前半)	Gradient, Divergence, Rotation の定義と応用を学ぶ
4	スカラーとベクトル界 (後半)	一般座標系のベクトル演算を学ぶ。
5	直角, 円柱, 球座標	一般座標系の特別な場合としてなじみ深い直角, 円柱, 球座標を使って平易な問題を解く。
6	直角座標およびフーリエ係数の算出	2 次元現場の直角座標を使った場合の薄板の温度分布, 電位分布を Laplace の方程式から解く 0 ポテンシャルの重ね合わせを理解する。
7	偏微分方程式 (前半)	変数分離により微分方程式を解く技術を学ぶ。
8	偏微分方程式 (後半)	何故特殊関数と呼ばれる関数が現れるのかを学び, 第 1 種, 2 種 Legendre 関数及び Bessel 関数の振る舞いと応用を学ぶ。
9	直交関数	重み付き直交関数を用いた解の展開 (重ね合わせ) を学ぶ。Laguerre 関数, Hermite 関数の性質にも触れる。
10	円筒座標	円筒座標のポテンシャル問題を解き, Bessel 関数を使った級数開方について学ぶ。
11	楕円筒座標, 放物面座標	楕円筒座標放物面座標を使って, 電界下のポイド解析を行う。
12	球座標	1, 2, 3 変数独立な場合の球座標問題を解析する。
13	長回転楕円体座標	長回転楕円体座標での Gradient, Divergence, Rotation を学び, 帯電した扁平楕円体回りの電界を計算する。

14 扁平楕円体座標

扁平楕円体座標系での Gradient, Divergence, Rotation を学び, 帯電した扁平楕円体回りの電界を計算する。

## 【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。】授業の前に電子資料をアップロードするので、各自入手しておくこと。予習は必ずしも必要とされないが、復習は必ず各自で行うこと。

## 【テキスト（教科書）】

P. Moon and D.E. Spencer: "Field Theory for Engineer", D. VAN NOSTRAND COMPANY, INC (絶版)

## 【参考書】

P. Moon and D.E. Spencer: "Field Theory Handbook", Springer-Verlag

## 【成績評価の方法と基準】

期末試験 (40%), レポート課題 (30%) 平常点等 (30%) の重みで成績評価を行う。成績評価は 100 点満点とし、60 点以上が合格とします。

## 【学生の意見等からの気づき】

特に指摘事項は寄せられていない。

## 【Outline and objectives】

Learn various coordinate systems and solve Laplace's equations in the coordinates.

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：

## 【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で行う。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：

## 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

状態空間法に基づく時間領域での制御系の解析法と設計法について学ぶ。線形代数・多変数微積分学を復習しながら積極的に応用していく。

## 【到達目標】

- ・現代制御理論の基本的概念を理解できること。
- ・極配置によるレギュレータ・オブザーバの設計ができること。

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

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

## 【授業の進め方と方法】

- ・講義は2時限分連続（全7回）でおこなう。
- ・適宜、演習をおこないながら進める。

## 【アクティブラーニング（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時間を標準とします。】・授業内容を復習する

- ・授業内で示される課題を予習・復習する

## 【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：

## 【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】

★春学期の前半はオンラインでの開講とし、授業計画の変更は学習支援システムで都度提示する。本授業の開始日は4月25日とし学習方法は当該システムで提示する。★

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つ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、逆ディスクリットフーリエ変換が使用されている、○か×か？ (携帯電話、無線 LAN、地デジ、大容量光通信)

第2回	線形不変システム Z 変換	$X(n) \Rightarrow X^2(n)$ なるシステムは FIR フィルタで表せる、○か×か？ (畳み込み、FIR フィルタ)
第3回	ディスクリットフーリエ級数 (DFS)	1 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？ (周期信号のフーリエ変換)
第4回	ディスクリットフーリエ変換 (DFT)	DFT は、非周期信号のスペクトルを求める方法である、○か×か？ (DFT は信号処理のスーパーウェポン！)
第5回	連続信号の DFT 処理方法	連続信号は分割して DFT 処理した後で結合すればよい、○か×か？ (折り返し雑音、オーバーラップ Add)
第6回	DFT と周波数/時間との関係	DFT 結果の周波数分解能は、ポイント数 N が大きい程細かい、○か×か？ (周波数分解能、N ポイント)
第7回	伝達関数	歪んだ波形を元通りにするには、その時間波形に逆伝達関数を乗算すればよい、○か×か？ (伝達関数、システム制御)
第8回	デジタルフィルタの設計	伝送信号は複数の周波数信号の合成体、例えば高い周波数信号だけ遅れたら波形は歪む、○か×か？ (位相直線性)
第9回	コヒーレント光通信への応用	海底ケーブルの伝送特性が刻々と変化、対策はどれ？ ①時々潜ってフィルタ係数を変更、②時々引き上げてフィルタ係数を変更、③参照信号と比較して自動でフィルタ係数を変更。 (コヒーレント光通信、信号処理、適応等化)
第10回	高速フーリエ変換 1	高速フーリエ変換は DFT を近似的に簡易化したもの、○か×か？ (時間間引き FFT、シグナルフローグラフ)
第11回	高速フーリエ変換 2	バタフライ演算とは FFT の最小の計算単位、○か×か？ (バタフライ演算)
第12回	高速フーリエ変換 3	君も FFT を設計してみよう。 (4 ポイント FFT、周波数間引き FFT)
第13回	まとめ演習 1	これまでの授業の振り返り (課題は解明できたか)
第14回	まとめ演習 2 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。

## 【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。討論結果や自らの検討結果をノートに書き留めることで記憶を深める。

## 【参考書】

1. 中村尚五著「デジタル信号処理」、「デジタルフィルタ」、「デジタルフーリエ変換」東京電機大学出版局
2. 伊達玄著「デジタル信号処理(上)」コロナ社

### 【成績評価の方法と基準】

★春学期の前半がオンラインでの開講になったことに伴い、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、授業を進める中で学習支援システムで提示する。★

平常点 (80%)、検討・討論状況 (10%)、まとめ演習 (10%、必須) を総合して評価する。

平常点及び検討・討論状況等から考える意欲を、質疑応答等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。隣席同士の討論や結果発表を増やし集中力向上を図る。

### 【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 用無線技術やデジタル信号処理技術は、今後の研究開発活動の一助になると考える。さらに特許事務所での実務経験を生かした特許取得方法の講義は企業に入社後間違いなく有益となる。

### 【Outline 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：

## 【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つけ応用できるようになる。一般のデジタル信号伝送回路の設計にも有用。
- ②スペクトル計算、S/N 計算、誤り率計算ができる。
- ③最適受信フィルタが設計できる。
- ④新たな伝送方式（通信分野に限らない）をイメージしたり創り出したりできる。

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

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

## 【授業の進め方と方法】

本授業は、「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つ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 (データ君の大冒険スタート)	携帯、地デジ、光通信も伝送の基本モデルは同じ、○か × か？ (電力、スペクトル、変復調、フィルタ・・・)

第 2 回	符号化 (データ君の武装)	差動符号化は、どっち？ ①データの差分をキャリア位相に割り当てる、②データをキャリア位相の差分に割り当てる (伝送符号形式、グレイコード、差動符号化)
第 3 回	電力スペクトル密度 1 (データ君のパワー)	信号の電力スペクトル密度は、その信号の相互相関関数をフーリエ変換すれば求まる、○か × か？ (技術士国家試験の問題) (電力スペクトル密度、ウィナーヒンチンの定理)
第 4 回	電力スペクトル密度 2	クロックは線スペクトル、ランダム信号は連続スペクトル、○か × か？ (ランダムデータの電力スペクトル密度の計算)
第 5 回	無歪伝送条件 1 (チームワーク)	最大周波数 $f_m$ の信号のサンプリング周波数は、必ず $f_m \times 2$ 倍以上必要だ、○か × か？ (標準化定理の真の意味)
第 6 回	無歪伝送条件 2	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？ (インパルス応答、符号間干渉、ナイキスト基準)
第 7 回	無歪伝送条件 3	デジタル信号のフィルタ出力をオシロスコープで見ると人間の目のようになるのでアイパターンという、○か × か？ (演習、コサインロールオフフィルタ設計)
第 8 回	最適フィルタ 1 (外乱君からの防御)	S/N は、アンプを通すと劣化する、○か × か？ (雑音量の計算、雑音電力スペクトル密度、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？ (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？ (SNR 計算、演習、サンプリング、設計の間違い探し)
第 11 回	誤り率計算 1 (辿りつけたか診断)	誤りはデータに雑音加わって別のデータ領域に移ると発生、○か × か？ (受信信号の確率密度関数)
第 12 回	誤り率計算 2	10000 ビットの送信データに対して 3 ビット誤る場合、誤り率は $3 \times 10^{-4}$ として表す、○か × か？ (エラー関数、誤り率グラフ作成)
第 13 回	まとめ演習 1	これまでの復習
第 14 回	まとめ演習 2 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。

### 【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。討論結果や自らの検討結果をノートに書き留めることで記憶を深める。

### 【参考書】

1. 電気・電子工学基礎シリーズ8  
「通信システム工学」 安達文幸著 朝倉書店
2. 電子・通信工学=EKR-10  
「デジタル通信の基礎」 鈴木 博著 数理工学社

### 【成績評価の方法と基準】

平常点(80%)、検討・討論状況(10%)、まとめ演習(10%、必須)を総合して評価する。

平常点及び検討・討論状況等から考える意欲を、質疑応答等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(ストーリー)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。隣席同士の討論や結果発表を増やし集中力向上を図る。

### 【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 用無線技術やデジタル信号処理技術は、今後の研究開発活動の一助になると考える。さらに特許事務所での実務経験を生かした特許取得方法の講義は企業に入社後間違いなく有益となる。

### 【Outline 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：

## 【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.

## 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

分かり易い通信技術：昨今、IoT（モノのインターネット）と AI（人工知能）が政府の新成長戦略の先端技術として掲げられた。特に、IoT は、幅広い技術分野に関連しており、卒業後も何ら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「ワットアップのライブ」映像が殆ど遅延なしで見られるのもこれらの技術のお蔭である。

本講では、無線通信や光通信で使用される主要技術（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】

★春学期の前半はオンラインでの開講とし、授業計画の変更は学習支援システムで都度提示する。本授業の開始日は4月25日とし学習方法は当該システムで提示する。★

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？苦勞して発明した技術、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ペクトルが狭くなり伝送しやすくなる、○か×か？（フーリエ変換、符号間干渉、ナイキストフィルタ）

第5回 デジタル変調

変調とは次のどっち？①ベースバンド（BB）の調子をキャリアで変える、②キャリアの調子をBBで変える？（ベースバンド信号とキャリア、ベクトル変調、QPSK）

第6回 デジタル復調

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 まとめ演習1

これまでの授業の振り返り（課題は解明できたか）

第14回 まとめ演習2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。

## 【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。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】

★春学期の前半がオンラインでの開講になったことに伴い、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、授業を進める中で学習支援システムで提示する。★

平常点 (80%)、検討・討論状況 (10%)、まとめ演習 (10%、必須) を総合して評価する。

平常点及び検討・討論状況等から考える意欲を、質疑応答等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。隣席同士の討論や結果発表を増やし集中力向上を図る。

### 【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 用無線技術やデジタル信号処理技術は、今後の研究開発活動の一助になると考える。さらに特許事務所での実務経験を生かした特許取得方法の講義は企業に入社後間違いなく有益となる。

### 【Outline and objectives】

Easy-to-understand communication technology:

Recently, IoT (Internet Of Things) and AI (Artificial Intelligence) 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.

## 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

分かり易い無線システム：近年、物とインターネットの融合 **IoT** (Internet of things) が AI やロボットと共に急速に生活に浸透してきている。車の走行情報を各車から集め渋滞情報をナビに転送。大手アパレルチェーンでは、IC タグをセルフレジとして使用。地デジの投票も **IoT**。個々のデータを集めればビッグデータとなり使い道様々。5 G も **IoT** の強力な手段の一つとなる。これらは「**Society5.0**」として政府の成長戦略に掲げられている。

メインテーマは、「IoT を用いた **Society5.0** 実現に向けたソリューション提案力の養成」とし、無線システム設計及び各種（無線）通信システム（携帯電話、地デジ、無線 LAN、ZigBee、ブルーツース、GPS、IC カード、IC タグ、セキュリティ、光通信等）について、その仕組みや応用技術について考える。授業の最後には、被災地域の復興や環境対策を **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徴を生かして、IoT を用いた **Society5.0** を実現する豊かな創造力を身に付ける。
- ④特許が作成できる。

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

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

## 【授業の進め方と方法】

本授業は、「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付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、4 K、8 K は？ 無線 LAN で周波数チャンネルを共同で使うしくみは？ 無線 LAN のセキュリティのしくみは？ ブルーツースは何に使える？ 今後 IoT で世の中がどのように変わるか？ 自分たちで 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。**Society5.0** についても論議する。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし / No

## 【授業計画】

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パルス信号で変調して伝送、○か×か？ (周波数、デジタル変復調、搬送波、パルス)

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	5 G 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ンネルがあるからだ、○か×か？ (11a/g/n、OFDM 変調、MIMO、パケット伝送)
第 6 回	無線 LAN のセキュリティ 1	セキュリティの基本は、暗号と認証、どっちが重要？ 戦争では暗号解読は死活問題、れれ詐欺はなりすまし！ (暗号化、認証、共通鍵方式、公開鍵方式)
第 7 回	無線 LAN のセキュリティ 2	https の"s" は、このサイトがチョー（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	新ネットワーク提案 1 (発表及び解説)	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) (課題):被災地域の復興、環境問題への対策、等
第 14 回	新ネットワーク提案 2 (発表及び解説)	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。

**【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。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（80%）、検討・討論状況（10%）、課題発表（10%、必須）を総合して評価する。

平常点及び検討・討論状況等から考える意欲を、質疑応答等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。隣席同士の討論や結果発表を増やし集中力向上を図る。

**【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を開発（2018年度電波技術協会賞受賞）。第1級無線従事技術士取得。回路設計から標準規格化まで担当。NTT エレクトロニクス株式会社で各種通信機器を開発。特に、無線 LAN（Wi-Fi）用 IC、TV 素材伝送無線装置、及び IoT 用無線装置、並びにセキュリティ技術を開発。

上記の実務経験を活かして、情報通信技術の様々な疑問について分かり易く解説する。特に、IoT 用無線技術やデジタル信号処理技術は、今後の研究開発活動の一助になると考える。さらに特許事務所での実務経験を生かした特許取得方法の講義は企業に入社後間違いなく有益となる。

**【Outline 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：

## 【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。

## 【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 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 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。

## 【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：

## 【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させる。ただし、2020 年度に関しては、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られている。受講者は三島までメールにて事前申請も行いパスワードを取得すること。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	LDMOS トランジスタ。GaN、SiC トランジスタ。
第 13 回	無線通信システム	最近の高周波システムを紹介。

第 14 回 高周波デバイスの将来 全体の総括と今後の技術展望。  
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 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%)

## 【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。

## 【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：

### 【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。履修生にもいづ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。

### 【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）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、各 4 時間を標準とします。】自分の担当発表の資料準備

### 【テキスト（教科書）】

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

単位数：2 単位 | 開講時期：

## 【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、機器構造の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	Maxwell 方程式	磁気ベクトルポテンシャル、電気スカラーポテンシャル、不定性
2	有限要素法 I	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
3	有限要素法 II	様々な離散化要素
4	有限要素法 III	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	有限要素法 IV	非線形磁界解析の高速化技法
6	有限要素法 V	時間領域・周波数領域渦電流解析の基礎
7	有限要素法 VI	磁気非線形性を考慮した時間領域過渡渦電流解析、時間周期有限要素法
8	有限要素法 VII	電気回路方程式との強連成手法、三相交流励磁の考慮法
9	有限要素法 VIII	電気機器解析技法の基礎、周期境界条件、節点力法
10	設計最適化手法 I	トポロジー最適化概論
11	設計最適化手法 II	無制約最適化問題の解法
12	設計最適化手法 III	静磁界における随伴変数法を用いた目的関数の感度（勾配）解析
13	設計最適化手法 IV	時間領域における随伴変数法を用いた目的関数の感度（勾配）解析
14	設計最適化手法 V	制約付き最適化問題の解法、ペナルティ法、Method of Moving Asymptotes

## 【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【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）】

特に指定しない。

## 【参考書】

中田高義, 高橋則雄: 「電気工学の有限要素法」, 森北出版株式会社  
 原武久: 「非構造分野における有限要素法の基礎」, 昭晃堂  
 Peter P. Silvester, Ronald L. Ferrari, "Finite elements for electrical engineers," CANBRIDGE  
 五十嵐一, 亀有昭久, 加川幸雄, 西口磯春, A. ボサビ: 「新しい計算電磁気学」, 培風館

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

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

北村充: 「数理計画法による最適化 - 実際の問題に活かすための考え方と手法」, 森北出版株式会社

田村明久, 村松正和: 「工系数学口座 17 最適化法」, 共立出版株式会社

寒野善博, 土谷隆: 「東京大学工学教程 基礎系 数学 最適化法と変分法」, 丸善出版株式会社

矢部博, 八巻直一: 「応用数値計算ライブラリ 非線形計画法」, 朝倉書店

## 【成績評価の方法と基準】

レポート等を総合化した点数が、60 点以上の学生を合格と判定する。

## 【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】

なし

## 【その他の重要事項】

場合によって、授業予定が変更となる。また、プロジェクターを使用する場合もある。

## 【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：

## 【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。

## 【アクティブラーニング（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。
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	全体の総括とナノ材料の注意点。

## 【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【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%)

（期末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）

## 【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。

## 【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.

NAN500X2

## 機械学習特論

神野 健哉

単位数：2 単位 | 開講時期：

## 【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する

## 【到達目標】

機械学習・人工知能のアルゴリズムを理解し、実際に使うことができるようにする。

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

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

## 【授業の進め方と方法】

毎時間、講義を実施した後、理解を確認するため演習を実施する。春学期の少なくとも前半はオンラインでの開講となる。それにとまなう各回の授業計画の変更については、学習支援システムでその都度提示する。本授業の開始日は5月8日とし、この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。

また、授業実施回数の変更に伴い、講義内容の一部を変更する予定である。

講義内容の変更に関しては講義時間中に逐次報告する

## 【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】

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	機械学習の概説
第2回	最小二乗法	回帰分析の概要
第3回	オーバーフィッティング	オーバーフィッティング、クロスバリデーションについて
第4回	最尤推定法	最尤推定法とは 最尤推定法と最小二乗法との関係
第5回	パーセプトロン	確率的勾配降下法
第6回	ロジスティック回帰	ロジスティック回帰の最尤推定
第7回	クラス分類	アフィン変換、非線形変換、SVM
第8回	多層パーセプトロン	パーセプトロン、誤差逆伝搬法、確率降下法
第9回	畳み込みニューラルネットワーク	畳み込みニューラルネットワーク、畳み込み層、プーリング層、全結合層、出力層
第10回	転移学習・敵対的生成ネットワーク	転移学習と敵対的生成ネットワークの概要
第11回	k-平均法	k-平均法によるクラスタリング
第12回	EM アルゴリズム	最尤推定法によるクラスタリング
第13回	ベイズ推定	ベイズ推定による回帰分析
第14回	総括	機械学習特論で取り上げたアルゴリズムなどの総括

## 【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。】線形代数、微積分の基礎的知識は必要不可欠であるので、復習しておくこと。また本講義で取り扱うアルゴリズムの Python プログラムの実装例も解説するので実際に動作させて、その動作を確認すること

## 【テキスト（教科書）】

講義内で使用する資料は pdf として配布する

## 【参考書】

株式会社システム計画研究所（編）、『Python による機械学習入門』、オーム社、ISBN: 978-4274219634

中井 悦司 著、『機械学習理論入門』、技術評論社、ISBN: 978-4774176987

## 【成績評価の方法と基準】

講義時に実施する演習の提出状況 40%、期末レポートの結果 60%を基に成績を評価する。Python での実装プログラム例を提示し、アルゴリズムの理解できるようにする

## 【学生の意見等からの気づき】

Python での実装プログラム例を提示し、アルゴリズムの理解できるようにする

## 【学生が準備すべき機器他】

PC

講義資料はネットからダウンロード可能

## 【Outline and objectives】

The aim of this course is to help students acquire an understanding of the fundamental principle of machine learning and artificial intelligence. At the end of the course, participants are expected to understand the machine learning algorithm and can be used machine learning algorithms.

ELC500X2

## 人工知能回路特論

鳥飼 弘幸

単位数：2 単位 | 開講時期：

### 【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	神経模倣ハードウェア の基礎（1）	神経模倣ハードウェアの基礎につ いて学ぶ
2	神経模倣ハードウェア の基礎（2）	神経模倣ハードウェアの基礎につ いて学ぶ
3	神経模倣ハードウェア の基礎（3）	神経模倣ハードウェアの基礎につ いて学ぶ
4	神経模倣ハードウェア の基礎（4）	神経模倣ハードウェアの基礎につ いて学ぶ
5	神経模倣ハードウェア の基礎（5）	神経模倣ハードウェアの基礎につ いて学ぶ
6	神経模倣ハードウェア の基礎（6）	神経模倣ハードウェアの基礎につ いて学ぶ
7	神経模倣ハードウェア の基礎（7）	神経模倣ハードウェアの基礎につ いて学ぶ
8	神経模倣ハードウェア の応用（1）	神経模倣ハードウェアの応用につ いて学ぶ
9	神経模倣ハードウェア の応用（2）	神経模倣ハードウェアの応用につ いて学ぶ
10	神経模倣ハードウェア の応用（3）	神経模倣ハードウェアの応用につ いて学ぶ
11	神経模倣ハードウェア の応用（4）	神経模倣ハードウェアの応用につ いて学ぶ
12	神経模倣ハードウェア の応用（5）	神経模倣ハードウェアの応用につ いて学ぶ
13	神経模倣ハードウェア の応用（6）	神経模倣ハードウェアの応用につ いて学ぶ
14	神経模倣ハードウェア の応用（7）	神経模倣ハードウェアの応用につ いて学ぶ

### 【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】

### 【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：

## 【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。後半は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）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】

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 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 electrochemical 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：

### 【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、ロジカルに説明でき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】

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	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	超音波の応用 (1)	超音波の特徴と利用範囲
4	超音波の応用 (2)	超音波検査の原理
5	超音波の応用 (3)	非破壊検査への応用
6	超音波の応用 (4)	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)	内視鏡の活用
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）】

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】医学と工学の融合により高度な医療技術に関する論文を紹介する。論文を読み、技術を理解するとともに課題を炙り出すなどを行う。

### 【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 備良 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

### 【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：

## 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

近年のマルチメディア機器には様々な無線通信が利用されており、それらの設計や動作理解のためには高周波伝送の知識が不可欠である。高周波伝送の基礎となる伝送線路やその振る舞い、設計のためのツールとなる散乱行列や S パラメータ、それらの測定法などについて学ぶ。

## 【到達目標】

直流や低周波と高周波の伝送特性の違いについて理解する。高周波の伝送を理解するために分布定数回路を学び、電圧、電流を進行波、後退波として扱う方法を取得する。さらに、反射、整合の概念を理解し、これらを統合して扱う散乱行列、S パラメータについて理解する。本講座により高周波回路の基本的な構造や役割が理解でき、簡単な設計ができるようになることを目標とする。また、将来的に高周波を利用する際の基礎となる知識取得を目標とする。

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

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

## 【授業の進め方と方法】

テキストに沿って講義を進める。適切な箇所で行い、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 multimedia devices because they commonly have wireless communication features. In this lecture, features and mechanism of transmission lines, tools to design the lines such as scattering matrix and S-parameters and measurement methods are to be studied.

**【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

## 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：

## 【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。

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。本授業の開始日は4月24日とし、この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	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)	電子配置、化学結合、結晶構造、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)	半導体デバイスのキャリアの振舞い
第4回	無機および有機半導体材料の構成 (3)	無機半導体と有機半導体の電子構造、有機半導体材料の特徴
第5回	<b>MEMS</b> プロセスとデバイス (1)	薄膜作製方法、フォトリソグラフィ、エッチング
第6回	<b>MEMS</b> プロセスとデバイス (2)	<b>MEMS</b> センサ、デバイスの作製工程、ナノインプリント技術
第7回	有機半導体材料を用いた自発光素子	有機薄膜の形成方法、有機 <b>EL</b> の動作原理
第8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 <b>EL</b> 素子、 <b>MEMS</b> マイクロ流体技術
第9回	有機電気化学の原理を利用した自発光素子	電極電位、電子移動と物質輸送、電気化学発光素子の発光原理
第10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、有機エレクトロニクスデバイス、フレキシブルセンサ
第11回	強誘電体材料の性質とデバイスへの応用	強誘電体のヒステリシス曲線、ペロブスカイト構造、圧電材料を用いたアクチュエータの動作原理と作製技術
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、接合
第13回	研究事例 (1)	最新の <b>MEMS</b> 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】

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。

## 【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

## 電子材料プロセス

石橋 啓次

単位数：2 単位 | 開講時期：

## 【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	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，エピタキシー，アモルファス構造，薄膜の基本的性質
8	薄膜の基本的性質と薄膜作成方法の概要-2	真空を用いた薄膜作成方法の概要，付着強度，ステップカバレージ，プラズマとその作用
9	気相成長法（CVD）	熱CVD，プラズマCVD，光CVD，MOCVD他
10	蒸着とイオンプレーティング	蒸着源，蒸気放出特性，蒸着の実例，イオンプレーティング，イオンビーム蒸着，レーザーアブレーション
11	スパッタ	スパッタ現象，スパッタの方式，スパッタの実例
12	精密めっき	めっきの概要，IC配線用銅めっき
13	平坦化技術	平坦化技術の概要，凹凸のない薄膜成長，後加工による平坦化，CMP技術，ダマシシ法
14	真空技術の基礎	真空とは，気体分子運動論，気体の流れ，真空ポンプ，真空計，真空排気

## 【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】担当講義の資料作成。

講義担当でない授業に向けては、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 A+,A,B,C,D の 5 段階で評価し、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.

ELC600X2

## 電気電子工学特別研究 1・2

安田 彰、伊藤 一之、斉藤 利通、里 周二、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

単位数：3 単位 | 開講時期：年間授業/Yearly

## 【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、里 周二、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

単位数：2 単位 | 開講時期：年間授業/Yearly

## 【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

**回路工学コアスタディ**

安田 彰、斉藤 利通、鳥飼 弘幸

単位数：2 単位 | 開講時期：

**【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	アドバンスト回路工学 (1)	最先端の回路工学について学ぶ
第 2 回	アドバンスト回路工学 (2)	最先端の回路工学について学ぶ
第 3 回	アドバンスト生物模倣 回路工学 (1)	最先端の生物模倣回路工学につい て学ぶ
第 4 回	アドバンスト生物模倣 回路工学 (2)	最先端の生物模倣回路工学につい て学ぶ
第 5 回	アドバンスト生物模倣 回路工学 (3)	最先端の生物模倣回路工学につい て学ぶ
第 6 回	アドバンスト生物模倣 回路工学 (4)	最先端の生物模倣回路工学につい て学ぶ
第 7 回	アドバンスト非線形回 路工学 (1)	最先端の非線形回路工学について 学ぶ
第 8 回	アドバンスト非線形回 路工学 (2)	最先端の非線形回路工学について 学ぶ
第 9 回	アドバンスト非線形回 路工学 (3)	最先端の非線形回路工学について 学ぶ
第 10 回	アドバンスト非線形回 路工学 (4)	最先端の非線形回路工学について 学ぶ
第 11 回	アドバンスト集積回路 工学 (1)	最先端の集積回路工学について学 ぶ
第 12 回	アドバンスト集積回路 工学 (2)	最先端の集積回路工学について学 ぶ
第 13 回	アドバンスト集積回路 工学 (3)	最先端の集積回路工学について学 ぶ
第 14 回	アドバンスト集積回路 工学 (4)	最先端の集積回路工学について学 ぶ

**【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】**

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】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.

ELC500X2

## マイクロ・ナノ工学コアスタディ

中村 俊博

単位数：2 単位 | 開講時期：

## 【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研究開発を自立して行う能力を養うために、最新研究状況を把握・研究課題の設定能力、研究遂行能力を身につける。

## 【到達目標】

先端電子デバイス物性工学に関する、英語文献の探索能力、研究課題の設定能力、研究遂行能力（科学実験、シミュレーション）、研究成果発表能力（プレゼンテーション、英語科学文書作成）を身につける。

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

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

## 【授業の進め方と方法】

各自の博士論文研究テーマに沿った英語論文などの題材を探索・設定し、内容の議論を行う。そして、自らのテーマに内容をフィードバックさせ、実験・実習を行う。さらに、得られた成果についての文章作成・プレゼンテーションを行う。

## 【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	ガイダンス	講義の内容、進め方のガイダンスを行う。
第 2 回	文献調査 1	各自の研究テーマに沿った最先端の成果に関する文献調査を行う。
第 3 回	文献調査 2	引き続き、各自の研究テーマに沿った最先端の成果に関する文献調査を行う。
第 4 回	文献調査内容の議論 1	文献調査を行った内容（新規性等）についての議論を行う。
第 5 回	文献調査内容の議論 2	文献調査で判明した新規性に基づき、問題・テーマ設定に関する議論を行う。
第 6 回	実験・実習 1	問題・テーマ設定した内容についての実験・実習を行う。
第 7 回	実験・実習 2	引き続き、問題・テーマ設定した内容についての実験・実習を行う。
第 8 回	結果評価、考察 1	実験・実習を行った結果についての評価、考察を行うための議論をする。
第 9 回	結果評価、考察 2	実験・実習結果の評価、考察に基づき、再実験・再実習の必要性についての議論を行う。
第 10 回	再実験・再実習、研究手法の改善に関する議論	必要に応じて再実験・再実習を行う。結果・考察に基づき研究手法の改善に関する議論を行う。
第 11 回	プレゼンテーション資料作成・発表	研究成果発表のためのプレゼンテーション資料作成し、発表を行う。
第 12 回	文章作成	研究成果発表のための英語科学文章の作成を行う。
第 13 回	作成文章の評価、検討	作成文章の評価、改善の検討を議論する。
第 14 回	まとめ	講義内容のまとめ

## 【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。】研究分野に関する基礎的学習内容の復習、関連文献の調査。

## 【テキスト（教科書）】

特に指定しない。

## 【参考書】

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（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】

The aim of this course is to help students acquire the necessary skills and knowledge needed to work for solid state physics research and development in Universities and Companies.

ELC500X2

## エネルギー工学コアスタディ

岡本 吉史、里 周二

単位数：2 単位 | 開講時期：

## 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

電磁界数値解析の高度化・電気機器の高性能設計に関する講義を行う。

## 【到達目標】

電磁界解析を駆使し、電気機器の高性能化を行う。

【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】

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	磁気特性の測定 I	初期磁化曲線の測定とモデリング
2	磁気特性の測定 II	磁気ヒステリシスの測定とモデリング
3	永久磁石の磁化分布同定 I	ガウスメータによる永久磁石周囲の磁界測定
4	永久磁石の磁化分布同定 II	逆問題求解手法
5	有限要素法 I	三次元解析の基礎と応用
6	有限要素法 II	電気機器解析への応用
7	非線形磁界解析 I	磁気非線形性を考慮した磁界解析手法
8	非線形磁界解析 II	ニュートン・ラフソン法を用いた非線形磁界解析
9	誘電加熱解析	マイクロ波共振器の数値解析
10	誘導加熱解析	誘導加熱現象の数値解析と自然対流の考慮
11	電気機器の設計最適化 I	最適化手法の特質
12	電気機器の設計最適化 II	随伴変数法による感度解析
13	電気機器の設計最適化 III	制約条件付き最適化手法
14	電気機器の設計最適化 IV	同期電動機の設計最適化

## 【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】特になし

## 【テキスト（教科書）】

特に指定しない。

## 【参考書】

中田高義, 高橋則雄：「電気工学の有限要素法」, 森北出版株式会社  
原武久：「非構造分野における有限要素法の基礎」, 昭晃堂

Peter P. Silvester, Ronald L. Ferrari, "Finite elements for electrical engineers," CANBRIDGE

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

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

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

北村充：「数理計画法による最適化 実際の問題に活かすための考え方と手法」, 森北出版株式会社

田村明久, 村松正和：「工系数学口座 17 最適化法」, 共立出版株式会社

寒野善博, 土谷隆：「東京大学工学教程 基礎系 数学 最適化法と変分法」, 丸善出版株式会社

矢部博, 八巻直一：「応用数値計算ライブラリ 非線形計画法」, 朝倉書店

## 【成績評価の方法と基準】

レポート等を総合化した点数が、60 点以上の学生を合格と判定する。

## 【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】

なし

## 【その他の重要事項】

講義の進捗如何では、講義計画が変更となる場合もある。プロジェクターを使用して講義を行う場合もある。

## 【Outline and objectives】

The lecture is focused on the advancement of numerical electromagnetic field analysis and the design method of high-performance electrical machines.

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：

## 【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。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）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

単位数：3 単位 | 開講時期：年間授業/Yearly

## 【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】

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.

## 回路工学特別実験 1・2・3

鳥飼 弘幸

単位数：2 単位 | 開講時期：年間授業/Yearly

## 【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

## 【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	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	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	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	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	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	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
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	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】

2019 年度開始科目

## 【Outline and objectives】

The objective of the course is to enable the students 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 engineering.

**【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】**

2019 年度開始科目

**【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.

**【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。

**【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）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.

## 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

## 【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。

## 【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）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.

ELC500X2

## プラズマ工学コスタディ

西村 征也

単位数：2 単位 | 開講時期：

## 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

本講義においては、プラズマ物理学の理論シミュレーション研究を行う上での基本的な知識と基礎的なスキルを身につけることを目的とする。

## 【到達目標】

- ・摂動論と漸近接続法の基本的な考え方を説明できる。
- ・簡約化 MHD モデルの導出における基本的な前提と導出の流れを説明できる。
- ・簡約化 MHD モデルを具体的な不安定性に適用し、数値的に解くことができる。
- ・スペクトル法と擬スペクトル法の考え方を説明できる。
- ・MPI を用いた並列計算を行う際の基本的な流れを説明することができる。
- ・フーリエモード解析や三波結合における基本的な考え方を説明できる。
- ・プラズマ乱流を扱うための基本的な概念を説明することができる。
- ・流体力学的現象と運動論的現象の違いを説明することができる。

【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」「DP4」「DP5」に関連

## 【授業の進め方と方法】

テキストや文献の調査と発表形式による調査報告を中心とする。

## 【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】

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	摂動論	常微分方程式の摂動論的アプローチ
第 2 回	漸近接続法	境界層問題に対する漸近接続法による解析的アプローチ
第 3 回	テアリングモードの線形解析	漸近接続法を用いたテアリングモードの線形解析
第 4 回	簡約化 MHD モデル	マルチスケール摂動の手法に基づく簡約化 MHD モデルの導出
第 5 回	簡約化 MHD モデルの線形化	簡約化 MHD モデルの線形化方程式の導出
第 6 回	MHD 不安定性の線形安定性解析	テアリングモードとインターチェンジモードに関する線形安定性解析
第 7 回	スペクトル法	フーリエ級数展開された非線形方程式系の数値的取り扱い
第 8 回	擬スペクトル法	擬スペクトル法の考え方
第 9 回	MPI の使用方法	MPI における通信方法の基本
第 10 回	MPI の実践	領域分割型、Master-Slave 型に基づく MPI の実装
第 11 回	簡約化 MHD モデルの非線形シミュレーション	MPI を用いた非線形シミュレーションコードの使用法
第 12 回	フーリエモード解析	波数空間におけるパワースペクトル、三波結合の考え方
第 13 回	乱流としてのプラズマの取り扱い	乱流による異常輸送の考え方、崩壊現象の紹介、カスケード・インバースカスケードの考え方

第 14 回 運動論的效果を含む MHD モデル 電磁流体力学的現象と運動論的現象の区別、運動論的效果を MHD モデルに組み込む手法

## 【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。】テキストや論文の調査を行う。調査結果を報告するための発表資料を作成する。

## 【テキスト（教科書）】

必要に応じて指定する。

## 【参考書】

必要に応じて指定する。

## 【成績評価の方法と基準】

到達目標の 8 項目の各項目に対して評価を行い、プラズマ物理学の理論シミュレーション研究を行う上での基本的な知識と基礎的なスキルが身につけていると判断される場合に限り合格とする。

## 【学生の意見等からの気づき】

前年度非開講のため該当しない。

## 【Outline and objectives】

This course introduces the basic knowledge and fundamental skills in conducting theoretical and simulation research of plasma physics.

PRI500X3

## 離散アルゴリズム特論 1

李 磊

単位数：2 単位 | 開講時期：

## 【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、春学期の少なくとも前半はオンラインでの開講となる。それにとま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。本授業の開始日は 4 月 27 日とし、この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】

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、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まない、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。

## 【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：

## 【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。

【アクティブラーニング（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	計算機の種類、アルゴリズムの種類
第 2 回	計算の複雑さと安定性	計算の評価基準、計算の複雑さ、計算の安定性
第 3 回	グラフ探索	グラフ探索アルゴリズムとその応用
第 4 回	ネットワークの構造評価	並列計算機相互結合網の設計例とその評価
第 5 回	暗号アルゴリズム	整数論基礎と基本的暗号アルゴリズム
第 6 回	整数アルゴリズム	整数乗算の高速アルゴリズム、多項式計算との関連性
第 7 回	高速フーリエ変換	FFT、巡回たたみこみ、数論変換
第 8 回	高速多項式アルゴリズム	多項式の乗算、除算
第 9 回	遺伝的アルゴリズム基礎	遺伝的アルゴリズムの基本原則、手順
第 10 回	遺伝的アルゴリズム応用 (1)	パターンマッチング
第 11 回	遺伝的アルゴリズム応用 (2)	ニューラルネットワークの構造決定
第 12 回	遺伝的アルゴリズム応用 (3)	人工生命へのアプローチ
第 13 回	ソフトコンピューティング	ファジー、ニューロコンピューティングの基礎
第 14 回	まとめ	まとめ

## 【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】C または C++ プログラミング言語を復習すること

## 【テキスト（教科書）】

随時に資料配布する。

## 【参考書】

特になし

## 【成績評価の方法と基準】

授業での学習状況や参加度も考慮し、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

## 形式的設計特論 1

宮本 健司

単位数：2 単位 | 開講時期：

## 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

対話的証明ツールをもちいたプログラム検証の実際を学ぶ。述語論理における命題の証明手法の基礎からプログラムの仕様記述とその証明までを学ぶことでプログラムの正しさについての理解を深める。

## 【到達目標】

証明支援ツール Coq を使った対話的証明のテクニックを習得し、プログラムの仕様とその検証方法について理解する。比較的簡単なプログラムについての形式的仕様の記述とその検証ができるようになる。

【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】

証明支援ツール Coq をつかって命題論理、述語論理および帰納的データ構造をもつプログラムについての論理を学び、プログラムの検証の実際をみていく。公式チュートリアルを輪番で講読しながら、システムを実際に使用して例題・課題を解く。春学期の少なくとも前半はオンラインでの開講となる。それにとりまなう各回の授業計画の変更については、学習支援システムでその都度提示する。

Classes could be online. Changes in the lecture plan due to this shift will be announced on the learning support system

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

あり / Yes

## 【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし / No

## 【授業計画】

回	テーマ	内容
第 1 回	形式的手法入門	形式的手法の概観、形式的体系について
第 2 回	検証ツール	検証ツール Coq の概説とその使用法
第 3 回	命題論理における証明	論理積と論理和に関する規則 導入規則と除去規則、それらの Coq による表現
第 4 回	述語論理	全称限量子と存在限量子に冠する規則と Coq による表現 等号規則
第 5 回	対象とその定義	対象を定義する方法と、定義の利用法
第 6 回	帰納法 1	対象の帰納的定義の方法、bool の帰納的定義、if 式の定義
第 7 回	帰納法 2	nat の帰納的定義、 recursion schema
第 8 回	帰納法 3	帰納法による証明
第 9 回	論理プログラミング	帰納的述語の利用、証明
第 10 回	Coq における関数プログラミング	関数の定義、計算法
第 11 回	プログラム検証 1	簡単なプログラムの性質の記述
第 12 回	プログラム検証 2	プログラムの性質の証明
第 13 回	演習 1	計算幾何学の問題に関するプログラムを記述する。
第 14 回	演習 2	計算幾何学の問題に関するプログラムの性質

## 【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】論理と集合の復習をしておくこと。

チュートリアルの課題を実行・確認する。

## 【テキスト（教科書）】

Coq 公式チュートリアルを基本文献とし、適宜授業で指示する

## 【参考書】

Coq 公式リファレンスを基本文献とする。

## 【成績評価の方法と基準】

平常点（50％）とレポート（50％）にもとづいて評価する。理解度 60％以上をもって合格とする。

## 【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】

貸与ノート PC を使用する。

## 【Outline and objectives】

The aim of this course is to help students acquire skills for verifying programs using interactive tools. Starting from basics of proof theory in predicate calculus, students are expected to learn how to describe program specification and to construct their proofs.

COT500X3

## 形式的設計特論 2

宮本 健司

単位数：2 単位 | 開講時期：

## 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

実際のプログラムにおける形式的手法とプログラム検証。中規模のプログラムの検証に取り組むことで、ソフトウェア検証とその問題点を明らかにし、検証手法の開発の動機づけを行う。

## 【到達目標】

証明支援ツールを用いた形式的手法にもとづくソフトウェア開発の実際を理解する。中規模ソフトウェアの検証に係る問題を把握する。

【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】

証明支援ツール **Coq** をもちいて仕様を検証しながら中規模プログラムを構築していく。柔軟性と再利用性を維持しながらいかに厳密に仕様を満たすプログラムを構成するかを見ていく。

春学期の少なくとも前半はオンラインでの開講となる。それにとまなう各回の授業計画の変更については、学習支援システムでその都度提示する。

Classes could be online. Changes in the lecture plan due to this shift will be announced on the learning support system

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし / No

## 【授業計画】

回	テーマ	内容
第 1 回	Coq におけるプログラミング	基本的なプログラミング手法の復習と演習
第 2 回	アルゴリズムの設計	計算幾何学の問題に関するアルゴリズムを設計する
第 3 回	アルゴリズムの正しさの検証	アルゴリズムの正しさについて数学的な検証を加える
第 4 回	Coq による記述 1	Coq で計算幾何のアルゴリズムを記述する。基本的関数の実装
第 5 回	Coq による記述 2	Coq で計算幾何のアルゴリズムを記述する。主関数の実装
第 6 回	プログラム検証	Coq による対話的証明によって基本関数を検証する。
第 7 回	プログラム検証	Coq による対話的証明によって主関数を検証する。
第 8 回	中規模プログラムの設計	画像にかかわる中規模のプログラムを Coq で実装するための設計、仕様を策定する
第 9 回	中規模プログラムの実装 1	基本的な部品の実装する。
第 10 回	中規模プログラムの実装 2	基本的な部品を検証する。
第 11 回	中規模プログラムの実装 3	全体構成を実装する。
第 12 回	中規模プログラムの実装 4	全体構成を検証する。
第 13 回	中規模プログラムの評価	テストと評価を行う
第 14 回	形式的手法の能力と限界	対話的証明支援ツールによるソフトウェア開発について検討する

## 【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。】論理数学についての基礎的事項を復習しておくこと。

## 【テキスト（教科書）】

授業内に指示する。Coq 公式オンラインマニュアルなど。

## 【参考書】

授業内に指示する。

## 【成績評価の方法と基準】

平常点（50 %）とレポートおよび発表（50 %）にもとづいて評価する。

理解度 60 % をもって合格とする。

## 【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】

貸与ノート PC を使用する。

## 【Outline and objectives】

The aim of this course is to help student enhance their skills for verifying programs using interactive tool. At the end of the course, the students are expected to be able to perform somewhat complicated and mid-sized program verification task and to prepare for full-verified software construction.

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：

## 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

並列・分散システムとコンピュータシミュレーション – この授業は並列・分散システムの計算モデル、ソフトウェアとアルゴリズムを紹介する。プロジェクトベース PVM/MPI, OpenMP, GPU, などのフレームワークで並列分散計算を実現する。The course introduces the computing models and algorithms of parallel and distribution systems. The topics include parallel and distributed computing models, message-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】

1. Understand the different types of parallel and distributed systems architectures
2. Understand the important issues such as synchronization, resource allocation and ect. in parallel and distributed systems
3. Ability to design algorithms for fundamental problems in synchronous/asynchronous networks
4. Ability to deal with the fault tolerance and security in parallel and distributed systems
5. Ability to use different available frameworks to do the computation and analyze data
6. Ability to solve real world problems based on above 1 – 5

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

ディプ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、演習問題/プロジェクト、演習とプロジェクトについての発表と討論

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

あり/Yes

## 【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし/No

## 【授業計画】

回	テーマ	内容
1	予備知識	Review of data structures, algorithms design and analysis
2	並列分散システムの紹介	Introduction to distributed/parallel computing systems: architectures, shared & distributed memory, computation & communication models, control/data/processes
3	並列計算のモデル	PRAM computational models
4	並列アルゴリズムの設計	Design algorithm on PRAM computational models
5	共有メモリ上の並列計算：OpenMP	Computing on shared memory in fixed-connection networks: OpenMP computing platforms
6	共有メモリに基づく並列計算：GPU	Computing on shared memory in fixed-connection networks: GPU computing platforms

7	分散メモリに基づく並列計算：PVM/MPI	Computing on distributed memory in networks of computers/ wireless devices: MPI/PVM computing platforms. Autonomy, synchronization, resource allocation, workload balance, robustness, and security
8	同期分散システム上の計算：計算モデル	Computing on synchronous computer networks I: Synchronous network model; Algorithms of synchronized networks: Leader election in a synchronous ring and in general synchronous networks, Breadth-First search
9	同期分散システム上の計算：アルゴリズムの設計	Computing on synchronous networks II: Shortest path, Minimum spanning tree, Distributed consensus with link/process failures
10	非分散システム上の計算：計算モデル、アルゴリズムの設計	Computing on asynchronous networks: Asynchronous network model: Send/Receive systems, Broadcast systems, Multicast system; Algorithms of synchronized networks: Leader election, Spanning tree, Breadth-First search; Synchronizers; Local time and global snapshots, Resource allocation, Deadlock and Dinner of philosophers problem
11	応用システム：Sensor/mobile/ad-hoc Networks, IoTs	1 から 11 に関連する応用システムを取り扱う。
12	演習/プロジェクト I	1 から 11 に関連する演習 I
13	演習/プロジェクト II	1 から 11 に関連する演習 I
14	演習/プロジェクトの発表と討論	演習, プロジェクトのプレゼンテーション

## 【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】

## 【テキスト（教科書）】

1. Title: An Introduction to Parallel Programming  
Author: Peter S. Pacheco  
Publisher: MK  
ISBN: 978012374260-5
2. Title: Distributed Algorithms: An Intuitive Approach.  
Authors: Wan Fokkink  
Publisher: The MIT Press (2013)  
Adoption: Required  
ISBN: 9780262026772

## 【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】**

演習：40%

プロジェクト：40%

討論・発表：20%

採点：90 - 100 A

80 - 89 B

70 - 79 C

60 - 59 D

59 以下 F

**【学生の意見等からの気づき】**

授業の進みによって行います。

**【学生が準備すべき機器他】**

MicroSoft Visual Studio & C/C++

**【その他の重要事項】**

なし

**【Outline and objectives】**

- (1) Introduce the concepts, models and theory of parallel and distributed computing systems.
- (2) Design and analyze the algorithms for the fundamental problems in synchronous and asynchronous parallel and distributed computer networks.
- (3) Expose the important issues in the design and analysis such as resource allocation, synchronization, global/local clock, dead lock, fault tolerance, security, and etc in HPC, networked computers, wireless/sensor networks, IoTs, etc.
- (4) Project-based study centered on hands-on experiences with methods on different types of data and frameworks.

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：

### 【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】

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

第 14 回 局所自己安定性

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。  
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】

(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。

### 【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

金井 敦

単位数：2 単位 | 開講時期：

## 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

通信ネットワークの基本的な動作を理解するために、インターネットをモデルとしてその原理とネットワークプロトコルを中心に学ぶ。ネットワーク内で何が起きているか、どのようにデータが転送されるのかを理解する。

## 【到達目標】

インターネットとLANの仕組みを理解し、ネットワーク設計を行うことができる基本技術を習得することを目標とする。特に、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】

春学期の少なくとも前半はオンラインでの開講となります。それにとま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します。本授業の開始日は4月27日とし、この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します。

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ティングについて学習する。また、APレイヤについて、いくつかの具体的なプロトコルの原理と動作を学ぶ。

## 【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】

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ルーティング IPプロトコルのルーティング方式	IPプロトコルのルーティング方式を学ぶ。
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<br>暗号、認証                      | 暗号、認証について学ぶ。                            |
| 11 | 通信セキュリティ<br>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<br>1バイト系文字コード、2バイト系文字コード（日本語コード） | 1バイト系文字コード、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  
 ・「コンピュータネットワーク入門」(サイエンス社)  
 ・情報処理技術者試験 ネットワークスペシャリスト関連の参考書  
 ・マスタリング TCP / IP 入門編 (オーム社)  
 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】

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もない、成績評価の方法と基準変更します。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します。なお、授業開始日以降に新型コロナウイルス蔓延の状況とその対策が想定と変化する可能性がありますので、その都度最善な方法を検討し、学習支援システムにて提示いたします。

以下、参考までに従来の基準を示します。

”レポート（20%程度）、演習（20%程度）、実力テスト（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】

演習を強化する。

## 【その他の重要事項】

実務経験

- ・汎用コンピュータの開発環境の開発
- ・電話網インテリジェントネットワークの開発
- ・セキュリティシステムの研究開発およびマネジメント

授業の実施

- ・実務経験を交えつつ、実践的な授業を行う。
- ・学問的なことだけでなく、企業の最先端の状況を伝え、重要性を把握させる。

## 【Outline 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

## 通信ネットワーク特論2

金井 敦

単位数：2 単位 | 開講時期：

## 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

最初に、通信設計の基礎である状態遷移図とシーケンスについて学ぶ。さらに、原文 (RFC) のプロトコル仕様を実際に読むことにより、仕様表現の仕方と読み方を習得し、通信技術開発における技術の表現方法と設計方法を学習する。

## 【到達目標】

通信プロトコルの英文スペックを理解できるようになり、それをもとにプログラムを設計できる基礎的な技術を身につけることを目標とする。また、スペックの基本的な読み方を学び、他のドキュメントを読むことができる応用力を身につける。

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

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

## 【授業の進め方と方法】

通信ネットワーク特論1にて身につけた知識を踏まえ、具体的なプロトコルについての仕様について、さらに高度なプロトコルについて学ぶとともに、主に原典となる RFC 英文ドキュメントを分担して読み、その内容について、原文とともに内容をプレゼンテーションする（輪講）。英文力、調査検討力、未知の文章や論文の読解力を高める事も目的とする。なお、受講者数により実施方法を適宜調整する

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

あり / Yes

## 【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし / No

## 【授業計画】

回	テーマ	内容
1	ガイダンスおよび導入	講義概要説明、通信ネットワーク特論1のまとめと復習
2	通信、標準化とは	通信ネットワークについて、プロトコルや通信仕様が決まる仕組み、RFCの読み方を学ぶ。
3	状態遷移図	通信プロトコル仕様としての状態遷移図を理解する。
4	状態遷移図演習	演習を通じて状態遷移の理解を深める。
5	公開鍵と認証の仕組み	暗号理論の理解と、セキュアプロトコルとしてのSSL/IPsecの仕組みを学ぶ。
6	HTTPの仕組み	アプリケーションレイヤプロトコルとしてのHTTPの仕組みを学ぶ。
7	RFC791 TCP プロトコル仕様の原 RFC (英文) の輪講 (全体構成)	TCP プロトコル仕様の原 RFC (英文) の輪講
8	RFC791 TCP プロトコル仕様の原 RFC (英文) の輪講 (Introduction)	TCP プロトコル仕様の原 RFC (英文) の輪講
9	RFC791 TCP プロトコル仕様の原 RFC (英文) の輪講 (Philosophy)	TCP プロトコル仕様の原 RFC (英文) の輪講
10	RFC791 TCP プロトコル仕様の原 RFC (英文) の輪講 (Header Format)	TCP プロトコル仕様の原 RFC (英文) の輪講

11	RFC791 TCP プロトコル仕様の原 RFC (英文) の輪講 (Sequence)	TCP プロトコル仕様の原 RFC (英文) の輪講
12	RFC791 TCP プロトコル仕様の原 RFC (英文) の輪講 (Data Communication)	TCP プロトコル仕様の原 RFC (英文) の輪講
13	RFC791 TCP プロトコル仕様の原 RFC (英文) の輪講 (Event Processing)	TCP プロトコル仕様の原 RFC (英文) の輪講
14	まとめ	総まとめ

## 【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。】

課外レポート対応、課題の実施

## 【テキスト（教科書）】

RFC 原文ドキュメント (英文)

配布資料による。

## 【参考書】

- ・「コンピュータネットワーク入門」(サイエンス社)
- ・情報処理技術者試験 ネットワークスペシャリスト関連の参考書
- ・マスタリング TCP / IP 入門編 (オーム社)
- ・マスタリング TCP / IP 応用編 (オーム社)
- ・RFC ドキュメントなど

## 【成績評価の方法と基準】

プレゼン (70%程度)、レポート (10%程度)、演習 (10%程度)、授業姿勢 (10%程度) を総合的に判断して行う。

## 【学生の意見等からの気づき】

全員参加により理解を深めるやり方を工夫する。

## 【その他の重要事項】

実務経験

- ・汎用コンピュータの開発環境の開発
- ・電話網インテリジェントネットワークの開発
- ・セキュリティシステムの研究開発およびマネジメント

授業の実施

- ・実務経験を交えつつ、実践的な授業を行う。
- ・学問的なことだけではなく、企業の最先端の状況を伝え、重要性を把握させる。

## 【Outline and objectives】

First of all, I learn about the state transition diagram and sequence which are the substructures of a communication design.

Furthermore, by actually reading the protocol specification (original RFC), I master the method to express communication protocol and how to read the specification. So that, you learn the way of expression of the a communication technology.

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：

### 【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。

### 【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）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 プロトコルの動作
2	情報共有	ハッシュ関数の利用
3	データの分析 1	統計的分析ベイズ推定法
4	データの分析 2	サポートベクターマシンの利用
5	自然言語処理 1	英文論文および手紙
6	自然言語処理 2	和文コーパス
7	機械学習 1	Python 科学技術計算ライブラリの活用
8	機械学習 2	Gensim ライブラリの活用、
9	ニューラルネットワーク 1	NN の自作、原理の理解
10	ニューラルネットワーク 2	Chainer ライブラリの活用
11	知識の表現 1	三項組データと活用
12	知識の表現 2	RDF とオントロジー
13	知識の活用 1	SPARQL による検索
14	知識の活用 2	LOD と DBPedia の利用

### 【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】配布するコードの実装と動作確認は各自の PC 上で行うこと。

### 【テキスト（教科書）】

プリント、演習用プログラムを配布する。

### 【参考書】

クジラ飛行機「Python によるスクレイピング&機械学習」ソシム  
Toby Segran「集合知プログラミング」オライリー  
Toby Segran「セマンティック Web プログラミング」オライリー  
黒橋慎夫「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

## 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：

## 【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、技術の歴史の変遷、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。

## 【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）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、キーバリュ型データベース
3	データの分析 1	統計的分析ベイズ推定法
4	データの分析 2	サポートベクターマシンの利用
5	自然言語処理 1	英文論文および手紙
6	自然言語処理 2	和文コーパス
7	機械学習 1	Python 科学技術計算ライブラリの活用
8	機械学習 2	Gensim ライブラリの活用、
9	ニューラルネットワーク 1	NN の自作、原理の理解
10	ニューラルネットワーク 2	Chainer ライブラリの活用
11	知識の表現 1	三項組データと活用
12	知識の表現 2	RDF とオントロジー
13	知識の活用 1	SPARQL による検索
14	知識の活用 2	LOD と DBPedia の利用

## 【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】 配布するコードの実装と動作確認は各自の PC 上で行うこと。

## 【テキスト（教科書）】

プリント、演習用プログラムを配布する。

## 【参考書】

クジラ飛行機「Python によるスクレイピング&機械学習」ソシム  
Toby Segran「集合知プログラミング」オライリー  
Toby Segran「セマンティック Web プログラミング」オライリー  
黒橋禎夫「自然言語処理」NHK 出版

## 【成績評価の方法と基準】

演習課題の実施成果の提出を随時求める。

## 【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：

### 【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。

### 【アクティブラーニング（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、インターネット、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。

### 【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。

### 【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：

## 【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。

## 【アクティブラーニング（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 $\nabla$ 、電場の発散
第 4 回	静電ポテンシャル	電位、スカラーポテンシャル
第 5 回	静電場のエネルギー	ポアソン方程式、コンデンサ、エネルギー
第 6 回	定常電流	定常電流と保存則、オームの法則、起電力
第 7 回	静磁場	エルステッドの発見とアンペールの法則
第 8 回	ビオ-サバールの法則	ビオ-サバールの法則の導出とその法則の意味
第 9 回	電流にはたらく磁場の力	アンペールの力、ローレンツ力
第 10 回	時間的に変動する電磁場	変位電流、ファラデーの電磁誘導
第 11 回	電磁気学の基本法則	マ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

ファイマン著 「ファイマン物理学 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。

## 【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

八名 和夫

単位数：2 単位 | 開講時期：

## 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

信号処理手法について学ぶ。線形最適フィルタ設計、適応信号処理について学び、それらを用いて信号の予測、補間、検出、強調、雑音キャンセル等に活用する。集中講義にて実施。開講期間については掲示で通知する。

## 【到達目標】

下記学習項目を理解する。

- (1) 線形最適フィルタ設計法における正規方程式の意味を理解する。
- (2) 信号の予測、補間、検出、強調、雑音キャンセルへの応用を理解する。
- (3) 適応信号処理の代表的なアルゴリズム（LMS、RLSアルゴリズム等）について理解する。
- (4) 脳波、音声信号、心電図等の実データ解析プロジェクトで理解を深める。

【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】

デジタル信号処理の基礎としてデジタルシステムとアナログシステムの関係について述べデジタル化された信号処理の結果を物理的実体を持つアナログ世界で適切に解釈できるようにする。ついで最適線形系による信号処理、ボルテラ級数による非線形信号処理、適応信号処理、カルマンフィルタ、粒子フィルタ等の進んだ信号処理法について学ぶ。

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】

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	信号処理の応用例を示しながら講義全体を概観する
第 2 回	デジタル信号処理の基礎	連続システム、離散システム及びそれらの関係
第 3 回	最適フィルタ設計	所望出力との二乗平均誤差を最小とする最適フィルタの設計
第 4 回	シミュレーション技法	所望のスペクトル特性を持つランダム信号の生成法
第 5 回	応用	信号の予測と検出・ノイズキャンセル、信号強調等
第 6 回	非線形信号処理	ボルテラ非線形システムによる信号処理
第 7 回	適応信号処理	LMS, RLS アルゴリズム
第 8 回	適応信号処理 2	周波数領域におけるブロック更新アルゴリズム
第 9 回	適応信号処理の応用	生体信号処理、車輪騒音処理、携帯電話音声処理などへの応用例
第 10 回	信号の直交分解	信号の特異値分解、KL 展開など直交成分分解の手法と応用
第 11 回	信号の状態空間モデル	信号のモデル化とカルマンフィルタによる信号処理
第 12 回	非線形、非定常信号処理	粒子フィルタとその応用
第 13 回	まとめ	全体のまとめと演習
第 14 回	まとめ	全体のまとめと演習

## 【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。】信号処理理論の理解を深める目的で頭皮上で観測される脳波の実データを分析する。この信号処理に MATLAB を用いる。MATLAB によるプログラミングについては講義で基礎的な事項については述べるが各自自習で習得のこと。実データ分析は授業時間外で完成させる。

## 【テキスト（教科書）】

A. Papoulis, *Probability, Random Variables and Stochastic Processes*, McGraw-Hill, 2002.

## 【参考書】

S. Haykin, *Adaptive Filter Theory (4<sup>th</sup> Edition)*, Wiley, 2001.

## 【成績評価の方法と基準】

演習問題に対するレポートにより評価する。

## 【学生の意見等からの気づき】

例題を多く取り入れ理解を深めさせる。

## 【その他の重要事項】

フーリエ変換、確率論、ランダム信号論などの基礎知識を仮定する。

## 【Outline and objectives】

This course introduces signal processing methods. Starting from basic principles of optimal and adaptive signal processing, methods for the signal prediction, interpolation, detection, emphasis and noise canceling will be described. Through the project on the real data analysis, students can get in depth understanding of the subject. This course is intensive. The class term will be announced on the bulletin board.

HUI500X3

## 情報信号処理工学特論 2

八名 和夫

単位数：2 単位 | 開講時期：

## 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

パターン認識、信号処理・解釈等に有用な統計的決定理論、推定理論について理解する。本年度は集中講義で実施する。期間については掲示でお知らせします。

## 【到達目標】

下記項目を十分理解する。

- (1) 統計的決定理論の理論的枠組みを理解する。
- (2) 決定理論における尤度関数の役割を理解する。
- (3) 正規過程、非定常ポアソン過程の尤度関数を理解する。
- (4) 最尤決定、平均誤り率最少、Neyman-Pearson 規範、ベイズ規範等種々の決定規則の意味と使い分けについて理解する。
- (5) データ通信、パターン認識、信号処理への応用を理解する。

【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】

連続ランダム信号、点過程に対して結合確率密度、結合特性関数、結合特性汎関数による特徴づけについて述べた後、種々の規準に基づく統計的決定の方法を学ぶ。応用として通信分野の最適受信をとりあげ理解を深める。ついでランダム信号における最尤パラメータ推定について述べる。生体信号、ネットワークトラフィックの特徴パラメータ抽出について論及する。

春学期の少なくとも前半はオンラインでの開講となる。それにとまなう各回の授業計画の変更については、学習支援システムでその都度提示する。

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

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	応用例を示しながら講義全体を概観する
第 2 回	ランダム信号 1	連続ランダム信号の特徴づけとガウス過程
第 3 回	ランダム信号 2	点過程の特徴づけと時変ポアソン過程
第 4 回	統計的決定 1	ランダム信号の尤度関数と統計的決定
第 5 回	統計的決定 2	最尤決定と誤り率の計算
第 6 回	統計的決定 3	Neyman-Pearson 規準と ROC 曲線
第 7 回	統計的決定 4	誤り率最小、事後確率最大規準
第 8 回	統計的決定 5	ベイズリスク規準及び各規準間の関連
第 9 回	最適受信への応用	バイナリ通信における最適受信への応用
第 10 回	統計的推定 1	連続ランダム信号のパラメータ最尤推定
第 11 回	統計的推定 2	点過程のパラメータ最尤推定
第 12 回	応用	生体信号処理、ネットワークトラフィック解析への応用
第 13 回	まとめ	全体のまとめと演習
第 14 回	まとめ	全体のまとめと演習

## 【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。】理論の理解を深める目的で MATLAB を用いた演習を行う。授業外でレポートをまとめる。MATLAB の概要については講義のなかで触れるがコーディングの詳細については自習で習得すること。

## 【テキスト（教科書）】

H.L. Van Trees, *Detection, Estimation, and Modulation Theory*, Wiley, 2001.

## 【参考書】

D.J. Daley, *An Introduction to the Theory of Point Processes*, Springer, 2002.

## 【成績評価の方法と基準】

演習問題に対するレポートにより評価する。

## 【学生の意見等からの気づき】

例題を多く取り入れ、理解を助ける。

## 【Outline and objectives】

This course introduces the statistical decision theory and its application to the pattern recognition. Various types of statistical decision criteria such as maximum likelihood, minimum mean error, maximum a posteriori probability, Neyman Pearson, Bayesian are introduced. Optimal digital communication has been chosen as a practical example to fully understand the theory. The course is intensive. Class term will be announced on the bulletin board.

**【授業の概要と目的（何を学ぶか）】**

この授業では、画像に関連する様々な装置を理解すると共に、その背景となる数学、物理学、アルゴリズムなども学ぶ。

**【到達目標】**

この講義では、画像の入力、出力、表示、保存にかかわる装置の原理とそのような周辺装置に実装されている画像処理のアルゴリ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】**

最新の画像関連機器（入力 [デジタルカメラ, ビデオ, スキャナ], 出力 [液晶を中心とするディスプレイ, プロジェクタ, プリンタ], 保存 [HD, 光ディスク]）で用いられている電子デバイスの構造や動作原理について述べる。また、そこで使用されている画像処理アルゴリズムについて述べる。さらに、画像の標準化仕様である JPEG, MPEG1, 2, 4, および JPEG2000, MPEG7, MPEG21 の最新動向などについて解説する。

春学期の少なくとも前半はオンラインでの開講となる。それにとりま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。具体的なオンライン授業の方法などは、5月11日に学習支援システムで提示する。毎回の講義内容に示したものは予定している pdf 資料または動画のおよその内容となるが、第何回と示されたものが、毎週提示される訳ではなく、この科目の授業全体でこのような内容の pdf 等のコンテンツがこの授業支援システムにおかれるものと理解していただきたい。

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

なし/No

**【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】**

なし/No

**【授業計画】**

回	テーマ	内容
第 1 回	画像表示装置 1	CRT の原理と構造
第 2 回	画像表示装置 2	液晶ディスプレイの原理と構造、最新の技術動向
第 3 回	画像表示装置 3	プラズマ、有機 EL ディスプレイの原理と構造、最新の技術動向
第 4 回	画像表示装置 4	FED, SED の原理と構造、最新の技術動向
第 5 回	画像表示装置 5	プロジェクタ（液晶、DLP、LCOS）の原理と構造、最新の技術動向
第 6 回	画像入力装置 1	デジタルカメラの原理と構造（ビデオカメラ、スチルカメラ）
第 7 回	画像入力装置 2	デジタルカメラにおける画質の向上、色のつくり
第 8 回	画像入力装置 3	スキャナの原理と構造（縮小光学系、密着光学系）
第 9 回	画像出力装置 1	プリンタの方式、インクジェットプリンタの原理と構造
第 10 回	画像出力装置 2	プリンタにおける画像処理技術、ディザ法など
第 11 回	画像記録装置 1	ハードディスクの原理と構造、高速化と大容量化
第 12 回	画像記録装置 2	CD, DVD の原理と構造、高速化と大容量化
第 13 回	画像の規格 1	JPEG, JPEG2000 の詳細

第 14 回 画像の規格 2

MPEG1, MPEG2, MPEG4, MPEG7, MPEG21 の詳細

**【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】**

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】事前に配布するハンドアウトの通読と予習や復習を行なって下さい。

**【テキスト（教科書）】**

自作教材

**【参考書】**

特になし

**【成績評価の方法と基準】**

「評価方法」平常点（20%）およびレポート（80%）による「評価基準」本科目に於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

上記は対面式授業が行われる場合であるが、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。基本的には、毎回の講義用資料に添付されている課題のレポート提出、ならびに pdf または動画で行われる講義内容の熟読後の学生の皆さんからの質問を課題とともに提出してもらい、それに答えるという形でやり取りしたものを基準に評価を行う予定である。理解していれば特に質問事項を入れなくて課題のみのレポートとしてもよいものとする。

**【学生の意見等からの気づき】**

最新の情報を説明するために、工業界の動向を捉え、基礎から最先端までを俯瞰できる授業構成にしている。

**【学生が準備すべき機器他】**

パワーポイントによる授業形態

**【Outline and objectives】**

In this class, the basic understandings of apparatus relating generation, processing, archiving and display of images are presented. In addition, mathematics, physics and algorithm used in the apparatus are described at the same time.

HUI500X3

## 知的情報処理特論 1

彌富 仁

単位数：2 単位 | 開講時期：

## 【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などの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示された学習成果との関連）】

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

## 【授業の進め方と方法】

Each class usually consists of lecture, discussion and exercise. Students are requested to do exercise in each class and some homework assignments.

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）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)	Frequentism vs Bayesianism, 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.

## 【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  
with Matlanb statistics toolbox  
OR  
with python environment

## 【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.

## 【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 1	Deep CNN models (Alexnet, VGG, Resnet, and their pre-trained network, autoencoder), Introduction of ILSVRC
2	Robust feature descriptors	SIFT, SURF, HoG, Bag of words
3	Ensemble learning	boosting, bagging, Adaboost, Random forests
4	Deep learning for image recognition, understanding 2	Extraction of object locations
5	Introduction of deep learning based on generative model	Birth of deep learning - Deep brief network Hopfield network, Boltzmann machine, Restricted Boltzmann machine (RBM), Deep brief network (DBN)
6	Deep learning for time-series data	back propagation through time (BPTT), long short-term memory (LSTM), and applications
7	Deep learning exercises	deep learning exercise on your own computer
8	Fighting with over-fitting 1 (Regularization, metric learning)	Adversarial training and virtual adversarial training (VAT)

9	Fighting with over-fitting 2 (Low dimensional data representation)	Spectral clustering, subspace clustering
10	Application of generative model based deep learning models	Generative adversarial networks etc.
11	Group work - Presentation for cutting-edge papers 1	Select, read, and make a presentation of state-of-the-art or important paper.
12	Group work - Presentation for cutting-edge papers 2	Select, read, and make a presentation of state-of-the-art or important paper.
13	Group work - Presentation for cutting-edge papers 3	Select, read, and make a presentation of state-of-the-art or important paper.
14	Group work - Presentation for cutting-edge papers 4	Select, read, and make a presentation of state-of-the-art or important paper.

## 【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【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.

## 【成績評価の方法と基準】

60% in exercises in class and homework  
40% in final report

## 【学生の意見等からの気づき】

Support with native language is sometimes necessary.

## 【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2

赤松 茂

単位数：2 単位 | 開講時期：

## 【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、感性情報処理といわれる人間の感覚や主観に即した判断を実現するメカニズムの実現が必要とされている。これからのコンピュータは単に正確な演算を行うだけでなく、このような人間の判断基準に準じた「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た。本特論では、こうした感性情報処理システムの構築に必要な基本的アプローチ法を実例に則して学習することを目指す。

## 【到達目標】

人物視覚像に対する認識・生成に関わる感性情報処理に関する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、顔や人物像の認識・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、顔が伝える感性情報がどのように認知されているかを明らかにする人間科学的なアプローチにおける代表的な研究手法についてもとりあげる。それらのテーマに関連する基本的な手法に関する論文、ならびに、最新の成果を報告している論文をとりあげ、受講生が内容を紹介するプレゼンを行うことによって授業を進める。

【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】

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、人物視覚像に対する感性情報処理の諸課題
第 2 回	受講生による論文紹介と討論（1）	視覚像から認知される人物の属性・印象の認識：（その1）基本的研究手法に関する重要論文編
第 3 回	受講生による論文紹介と討論（2）	視覚像の動的パターンの分節と認知される人物の意図の認識：（その1）基本的研究手法に関する重要論文編
第 4 回	受講生による論文紹介と討論（3）	人物の印象を想起させる視覚像の生成：（その1）基本的研究手法に関する重要論文編
第 5 回	受講生による論文紹介と討論（4）	視線停留の動的パターンから人の視覚認知を推定する：（その1）基本的研究手法に関する重要論文編
第 6 回	受講生による論文紹介と討論（5）	視覚像から認知される人物の属性・印象の認識：（その2）手法のオリジナリティに寄与した先行研究編

第 7 回 受講生による論文紹介と討論（6）

視覚像の動的パターンの分節と認知される人物の意図の認識：（その2）手法のオリジナリティに寄与した先行研究編

第 8 回 受講生による論文紹介と討論（7）

人物の印象を想起させる視覚像の生成：（その2）手法のオリジナリティに寄与した先行研究編

第 9 回 受講生による論文紹介と討論（8）

視線停留の動的パターンから人の視覚認知を推定する：（その2）手法のオリジナリティに寄与した先行研究編

第 10 回 受講生による論文紹介と討論（9）

視覚像から認知される人物の属性・印象の認識：（その3）最新の関連研究編

第 11 回 受講生による論文紹介と討論（10）

視覚像の動的パターンの分節と認知される人物の意図の認識：（その3）最新の関連研究編

第 12 回 受講生による論文紹介と討論（11）

人物の印象を想起させる視覚像の生成：（その3）最新の関連研究編

第 13 回 受講生による論文紹介と討論（12）

視線停留の動的パターンから人の視覚認知を推定する：（その3）最新の関連研究編

第 14 回 まとめ

研究課題全体に関連する数学的手法に関する論文

## 【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】

論文紹介の発表担当者は、割り当てられた論文の内容について、先取り受講の学部4年生でも理解できるような、簡潔で明瞭な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、授業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、そのコピーを授業支援システムを通じて配布する。

## 【成績評価の方法と基準】

発表当番における論文紹介の完成度（60%）と、日常的な授業への取り組み（40%）とに応じて、総合的に評価する。なお、紹介対象論文の割り当ては、受講生自身の研究テーマとのマッチングも考慮して行うので、論文紹介の当番回数が少ない学生も生じるが、その場合には代わりにレポート提出によって補填する場合がある。

## 【学生の意見等からの気づき】

課題論文の割り当てにあたっては、それぞれの論文の難易度、その前提となる事前知識の有無の確認に留意する。

## 【学生が準備すべき機器他】

特に指示しないかぎり、課題論文の内容紹介プレゼンに使用するパワーポイントのスライドは少なくとも16枚以上とし、これらのスライドを1頁について4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する等の方法により提出すること。

**【Outline and objectives】**

KANSEI information processing is an area of research in the field of human communication science which has been evolved through interdisciplinary research collaboration between information engineering (such as image engineering) and human communication sciences (such as cognitive psychology). In this course, students are instructed to read the significant papers in this field (most of them are written in Japanese ), and summarize them to make in-class presentations of the assigned papers.

FRI500X3

## 脳情報処理特論 1

平原 誠

単位数：2 単位 | 開講時期：

## 【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】

4月22日水曜3限から授業を開始します。春学期の少なくとも前半はオンラインでの開講となる。それにとま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。

## 【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）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	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%。

## 【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。

## 【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.

## 脳情報処理特論 2

平原 誠

単位数：2 単位 | 開講時期：

## 【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。

## 【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）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	EM アルゴリズム	1 変量正規分布, 最尤法, 実装
第 2 回	EM アルゴリズム	1 変量混合正規分布, EM アルゴリズム, 実装
第 3 回	EM アルゴリズム	多変量正規分布, 最尤法, 実装
第 4 回	EM アルゴリズム	多変量混合正規分布, EM アルゴリズム, 実装
第 5 回	線形 SVM	ハードマージン, 主問題定式化, 双対問題定式化
第 6 回	線形 SVM	ソフトマージン, 主問題定式化, 双対問題定式化
第 7 回	線形 SVM	SMO 学習アルゴリズム
第 8 回	線形 SVM	実装
第 9 回	非線形 SVM	線形 SVM による非線形分離, 実装
第 10 回	非線形 SVM	カーネル, 実装
第 11 回	線形 SVR	主問題定式化, 双対問題定式化
第 12 回	線形 SVR	SMO 学習アルゴリズム
第 13 回	線形 SVR	実装
第 14 回	非線形 SVR	線形 SVR による非線形関数回帰, カーネル, 実装

## 【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】前回の復習を欠かさないこと。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%。

## 【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。

## 【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：

## 【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】

スライドとホワイトボードを用いた講義を行う。また、演習も随時取り入れて、できる限り技術の本質を体感し、理解できるようにする。

【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	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）】

ハンドアウト（PDF）の資料を配布する。

## 【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】

平常点とレポート課題で採点する。おおよそ平常点 20%、レポート 80% の割合で採点する。

## 【学生の意見等からの気づき】

学生のバックグラウンドを確認し、レベルに合った講義を実施する。

## 【学生が準備すべき機器他】

配布する講義資料を表示するためのパソコン。

## 【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.

## 【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-周波数解析の導入	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
2	時間-周波数表現の概要	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
3	時間-周波数分布の利点	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
4	時間-周波数領域における信号の特徴（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
5	時間-周波数領域における信号の特徴（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
6	時間-周波数領域における信号の特徴（3）	解析信号を用いた信号の振幅、位相、瞬時周波数の定義
7	時間-周波数分布（1）	Short-Time Fourier Transform, Spectrogram, 最適窓幅

8	時間-周波数分布（2）	信号核の生成、Wigner Distribution, Wigner-Ville Distribution
9	時間-周波数分布（3）	ランダム信号の非定常スペクトル、Wigner-Ville Spectrum
10	時間-周波数分布（4）	Wigner Distribution, Spectrogram と Wavelet の関係
11	Wavelet 変換（1）	フーリエ解析とデルタ関数の基礎
12	Wavelet 変換（2）	連続 Wavelet 変換、逆連続 Wavelet 変換、連続 Wavelet 変換の意味
13	Wavelet 変換（3）	直交 Wavelet 変換、スケーリング関数、サンプリング定理
14	Wavelet 変換（4）	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

## 【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【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、MATLAB/Octave を用いた演習を行う。授業時間内に MATLAB/Octave プログラミング言語の使用方法については簡単に説明するが、習得は各自自習で行うこと。また、実際のデータ解析は授業時間外に宿題として完成させる。

## 【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、講義の進捗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】

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：

## 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

近年はインターネット技術やデータベース技術などの進展により様々なデータが利用可能になっている。この授業では様々なデータを解析するために必要となる機械学習やデータマイニングなどにおける学習アルゴリズムの習得を目的とする。

## 【到達目標】

機械学習やデータマイニングなどの人工知能技術は非常に進展の速度が早く、必ずしも教科書的な手法が確立されているわけではない。そのため本授業では現在のデータサイエンスにおいて利用されている基礎的な学習アルゴリズムを身に付け、将来的に機械学習やデータマイニングを利用できる素養の獲得を目指す。

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

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

## 【授業の進め方と方法】

まずビッグデータ解析における学習アルゴリズムの位置づけについて理解する。次に具体的な学習アルゴリズムとして回帰分析、SVM、決定木、クラスタリングを学ぶ。また授業の後半では現在活発に研究されている深層学習について学ぶ。

——4/15 追記——

春学期の少なくとも前半はオンラインでの開講となる。本授業の開始日は4月21日とする。学習支援システムに授業のレジュメの資料があるので、各自ダウンロードして自主学習を行うこと。7月にレポート課題を提示する。

## 【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 70 %、レポート課題 30%として評価

——4/15 追記——

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以下のように変更する。

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

## 【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：

## 【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。

## 【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）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	～ある事象が起こる確率によりある事象を分類する方法～
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。

## 【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

## 【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：

## 【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。講義時間内に理解を深めるため小テストを適宜実施する。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

なし/No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし/No

## 【授業計画】

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。今回は学部の授業の復習。
第 3 回	多線分の交差判定	計算幾何学特有のアルゴリズムである平面走査法について講義し、平面走査法ベースの多線分交差判定アルゴリズムを紹介する。
第 4 回	凸包 (1) 逐次構成法	凸包とは何かを説明し、それを求めるアルゴリズムを紹介する。計算幾何学における代表アルゴリズムである逐次構成法を説明する。
第 5 回	凸包 (2) 分割統治法	凸包を計算する別のアルゴリズムを紹介する。その際、計算幾何学における代表アルゴリズムである分割統治法を説明する。
第 6 回	ボロノイ図	ボロノイ図とは何かを紹介し、それを求めるアルゴリズムを講義する。

第 7 回	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	<b>OpenCV</b> 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 <b>OpenCV</b> を紹介する。実際にノートパソコン上に <b>OpenCV</b> 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	<b>OpenCV</b> による画像処理入門	画像は画素集合であるが、 <b>OpenCV</b> 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	複数の直線による平面分割のことをアレンジメントと呼ぶ。アレンジメントに関して成り立つ性質を理解する。
第 12 回	ボロノイ図構築アルゴリズムのプログラム実装	<b>OpenCV</b> の画像処理ライブラリを使い、離散ボロノイ図を描画するプログラムを作る。
第 13 回	パターン認識入門と <b>SVM</b>	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、基本的なパターン認識アルゴリズムについて学ぶ。
第 14 回	<b>OpenCV</b> を使った <b>SVM</b> プログラミング	代表的なパターン分類手法である <b>SVM</b> の原理を理解し、実際に <b>OpenCV</b> 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いと、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** 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。

- レポート課題点 50%: **OpenCV** を使ってプログラミング実装する課題を出す。  
- 授業時に実施する小テスト 50%

## 【学生の意見等からの気づき】

授業内の小テストは、講義内容の理解にとっても有用なので、実施回数を増やす。

## 【学生が準備すべき機器他】

各自持参のパソコンを使って **Visual Studio** で **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。

**【その他の重要事項】**

小テスト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 geometry 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：

## 【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。

【アクティブラーニング（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け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）

## 【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。

**【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.

COT500X3

## プログラム意味論特論

金藤 栄孝

単位数：2 単位 | 開講時期：

## 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

プログラムの不良は重大な結果を引き起こしかねないが、正しいプログラムを作る上で、プログラムを記述する手段としてのプログラミング言語に対する正確な理解が不可欠である。プログラミング言語の正確な理解とは、形式的な体系としてのプログラミング言語を様々な側面から数学的・論理的に捉えた意味論を学び活用できるようになる事である。プログラミング言語の意味論を理解することは、単に正しいプログラムを書くためのみならず自分で新たな言語を設計する場合にも統一的で理解しやすい言語を作る上でも有効であり、同時に計算機科学の大きな成果の一つを知ることである。

## 【到達目標】

基本的な言語機能を持つプログラミング言語に対する形式的な意味定義の方法の習得とそのための数学的背景の理解。またそれらを用いて簡単なケースに対して具体的に意味を定義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】

形式的意味論に関する3つのアプローチである操作的意味論・表示的意味論・公理の意味論について、単純な命令的言語 IMP 等を題材として適用して具体的に形式的な意味定義を与えることにより、各々の意味論での意味定義法やそれらの背景にある数学的構造や証明の技法を学ぶ。

板書主体のスタイルで配布資料の内容（定義や定理など）の直感的意味を解説することで理解を深め、実際に練習問題を解いてレポートとして提出することによって何が理解できており何が理解できていないかを確認するサイクルによって講義を進める。

但し、今年度は新型コロナ禍のために教室での板書による講義が可能か現時点では見通しが全く立たない。従って、今年度は配布資料を各自が自習することとする。疑問点については、随時、メールを用いて質問して貰い、期限までにレポートを電子的に提出して貰う形で進める。例年通り教室での板書主体の講義が可能となれば、その時点から例年の板書による解説主体のスタイルに戻る。

なお評価は提出された全レポートの内容に示された理解度によって行う。

講義開始日は本来の予定通り 4 月 22 日（水曜日）とする。但し、現時点では教室が使えないので板書による講義を行えず、講義そのものは行わない。講義開始日とは資料と関連のみの配布（ダウンロード可能とする）開始日を意味する。

## 【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、数学的準備 (1)	プログラムの意味を表す数学的道具である記号論理や集合や関係に関する概念と記法を 2 回に亘り復習する。前半の今回は、記号論理 (1 階述語論理) の復習および集合に関する各種の記法とそれらの意味・使い方、そして集合の等しさの証明法について学ぶ。

2	数学的準備 (2)	前回に引き続き後半の今回は、複数の集合の間の関係に関する各種の記法に対する習熟を目標とする。特に頻繁に用いられ応用最も重要となる 2 項関係と各種閉包や合成といった概念・記法について学ぶ。なお中学の数学から慣れ親しんで来た関数は返す値の計算方法としてでなくグラフとして捉えることで 2 項関係の特殊な場合として（最終的には集合という極めて一般的な枠組みの中で）扱えることもここで学ぶ。
3	操作的意味論入門 (1)	簡単な命令的言語 IMP に対する操作的アプローチ（プログラムの実行つまりプログラムを構成する式の評価や文の実行の組み合わせとしてプログラム全体の意味を捉えるアプローチ）に基づく形式的な意味定義を通し操作的意味論の基本を 2 回に亘って学ぶ。前半の今回は、操作的意味論に不可欠な基本概念（状態など）と式（算術式、ブール式）の評価（式の値を求める操作）が一種の規則の形で形式化できることを学ぶ。
4	操作的意味論入門 (2)	前回に引き続き後半の今回は、命令（つまり文）の実行に対する操作的意味論の規則としての定式化を学ぶが、特に停止するとは限らない while ループの意味をどのように定式化するかの理解を目標とする。
5	帰納法の原理 (1)	プログラミング言語の意味論での論証で不可欠な帰納法の原理について学ぶ。前半の今回は、数学的帰納法の復習と、その一般化とも言える（プログラムなどの構造に関する）構造帰納法について学び、IMP の操作的意味論における式の評価規則が決定性を満たす（評価結果の値が一意的である）ことを証明する。また Euclid の互除法の停止性を証明するのに不可欠となる整礎帰納法についても学び、その活用の具体例として互除法の停止性が整礎帰納法で証明できることを見る。
6	帰納法の原理 (2)	前回に引き続き後半の今回は、メタレベル（つまり証明や導出というメタ言語レベル）での構造帰納法とも言うべき導出に関する帰納法を学び、IMP の命令の実行規則が決定性を満たすことを証明する。更に、関数プログラミングでは良く見られる帰納的定義の簡単な実例について学ぶ。

- 7 帰納的定義 (1) プログラミング言語の構文定義などで広く用いられている帰納的定義について復習し、帰納的に定義される内容としての最小不動点の考え方を 2 回に亘って学ぶ。前半の今回は、操作的意味定義で与えるような規則の集まりが対応する証明法として一つの帰納法（規則帰納法）を自動的に与えることを学び、具体的に IMP の式の評価規則の集まり又は命令の実行規則の集まりの各々に対する規則帰納法を示し、簡単な実例に対して規則帰納法を用いた証明を示す。
- 8 帰納的定義 (2) 前回に引き続き後半の今回は、一定の条件を満たす規則の集まりを、一つの集合を別の集合へと変換するオペレータ（演算子）と捉え、その演算子が必ず不動点を持つことを示す。この事実、表示的意味論でのループの意味定義において本質的に活用される。
- 9 表示的意味論入門 (1) 第 3 回に例題言語として用いた IMP に対し表示的アプローチに基づく意味定義を与え表示的意味論の基本を学ぶ。前半の今回は、特に表示的意味論を考える動機と IMP の式（算術式およびブール式）の表示的意味と式に対する操作的意味との対応について学ぶ。
- 10 表示的意味論入門 (2) 前回に引き続き後半の今回は、命令（つまり文）に対して表示的意味を与える方法を学ぶ。この回のハイライトは、while ループに対する表示的な意味定義において不動点が不可欠な形で活用されるといふ事実である。
- 11 公理的意味論入門 (1) IMP に対して公理的アプローチとしての Hoare 論理について 2 回に亘って学ぶ。前半の今回は、表明の記述言語とその意味について必要な補助的な概念・記法と共に学ぶ。
- 12 公理的意味論入門 (2) 前回に引き続き後半の今回は、Hoare 論理のための公理・推論規則について学び、それら Hoare 論理の公理・推論規則を用いて具体的にプログラムの正しさを証明する実例として最大公約数を求める Euclid の互除法のプログラムの正しさの証明を行う。
- 13 公理的意味の完全性 Hoare 論理に対するメタ理論としての規則群に対する健全性・完全性についての概要を学ぶ。
- 14 領域論 (Scott 理論) 入門 表示的意味を展開するための数学的構造としての Scott 領域 (domain) についての概要を学ぶ。

#### 【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。】宿題を解きレポートとして提出する事、および配布資料の中で講義時間上の制約で解説を省いた部分を独習する事。

今年度は新型コロナ禍のために教室での講義が可能になるかの見通しが現時点では全く立たない為、配布資料の理解は受講生の責任で行い、疑問点があればメールによって質問して貰う形とする。

#### 【テキスト（教科書）】

Glynn Winskel: "The Formal Semantics of Programming Languages", MIT Press.

#### 【参考書】

##### ■ 和書

(J1) 横内博文：『プログラム意味論』、共立出版 (1994)。

(J2) 林晋：『プログラム検証論』、共立出版 (1995)。

(J3) 大堀淳：『プログラミング言語の基礎理論』、共立出版 (1997)。

(J4) 中島玲二：『数理情報学入門：スコットプログラム理論』、朝倉書店 (1982)。

##### ■ 洋書

(命令的言語の意味論を扱わず専ら関数的言語の意味論のみに関する書籍は除いた)

##### 1. 総合的なもの

(E1) John C. Reynolds: "Theories of Programming Languages", Cambridge University Press (1998).

(E2) R. D. Tennent: "Semantics of Programming Languages", Prentice Hall International (1991).

(E3) John C. Mitchell: "Foundations of Programming Languages", MIT Press (1996).

##### 2. 操作的意味論中心

(E4) Matthew Hennessy: "The Semantics of Programming Languages: an Elementary Introduction using Structural Operational Semantics", Wiley (1990).

(E5) Hans Hüttel: "Transitions and Trees", Cambridge University Press (2010).

##### 3a. 表示的意味論：具体的な意味定義中心

(E6) David A. Schmidt: "Denotational Semantics: a Methodology for Language Development", Allyn and Bacon (1986).

(E7) Michael J. C. Gordon: "The Denotational Description of Programming Languages: an Introduction", Springer-Verlag (1979).

##### 3b. 表示的意味論：領域論など数学理論中心

(E8) Carl A. Gunter: "Semantics of Programming Languages: Structures and Techniques", MIT Press (1992).

(E9) B. A. Davey and H. A. Priestley: "Introduction to Lattice and Order" (2nd ed.), 特に Chapters 8 & 9, Cambridge University Press (2002).

(E10) Joseph E. Stoy: "Denotational Semantics: the Scott-Strachey Approach to Programming Language Theory", MIT Press (1977).

##### 4. 公理的意味論

(E11) Jaco de Bakker: "Mathematical Theory of Program Correctness", Prentice-Hall International (1980).

(E12) Nissim Francez: "Program Verification", Addison-Wesley (1992).

#### 【成績評価の方法と基準】

ほぼ全ての回で具体的な計算（意味定義や証明など）を伴う宿題を出し、次回に提出してもらう。これら宿題レポートの点数と出席状況とにより総合的に成績評価する。期末試験は行わない。

今年度の場合には教室での講義が可能とならない限り、いつまでにもどの問題を解いてレポートとして提出すべきかを指示し、レポートを電子的に提出して貰う形とする。教室による講義が再開されれば前パラグラフの記載通りに戻す。

#### 【学生の意見等からの気づき】

ポジティブに評価して貰えたが、それに甘えず自分なりに残っている欠点・問題点を探してより改善された講義・資料へと改訂する。

#### 【学生が準備すべき機器他】

なし。

#### 【その他の重要事項】

開始日（最初の配布資料アップ日）は 4 月 22 日（水曜日）とします。配布資料（どの問題を解くか、提出期限）は 1~12 回分については 2 週毎に（つまり 1, 3, 5, 7, 9, 11 回）講義日の正午までにアップします。13, 14 回分の資料も 11/12 回分の資料と同時に配布します。各配布資料を読む上での注意事項や誤植の訂正も同様のタイミングでアップします。

なお講義資料のタイトル中に「第 x 回」とありますが、それは講義の回数の意味でなく、「第 x 章」の意味なので混乱しないように注意して下さい。

レポートの課題（資料中のどの問題を解くか）と締切日の指示は授業支援システムの課題を用いて行います。

レポートは締切日の正午までに課題システムを用いて提出して下さい。

これら以外の連絡事項に関しては、特別な場合（特定の受講生個人に対する連絡が必要な場合）を除いて講義内掲示板を用いて指示しますので、講義内掲示板は少なくとも毎回の講義予定日（毎水曜日）の正午過ぎに必ずチェックする習慣を付けて下さい。

**【Outline and objectives】**

Bugs in programs can cause serious social troubles, so it is very important to build correct programs. In order to do so, it is imperative for us to know precise meanings of each programming language in which programs are written. To know precise meaning of a programming language is to regard it as a formal system, to understand its so-called formal semantics defined with the aid of mathematics and symbolic logic, and to utilize such a formal semantics in discussing the correctness of programs written in that programming language.

Learning formal semantics of programming languages is useful not only in writing correct programs but also designing by yourself a new language to be systematic and easily understandable. Finally, formal semantics of programming languages is one of the most significant achievements in theoretical computer science.

FRI500X3

## Web サービス技術特論

七丈 直弘

単位数：2 単位 | 開講時期：

## 【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、東南アジアで席卷する「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ッチな開発・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。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）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：スキヤニングに基づく未来洞察を行う
第 6 回	未来洞察 6	未来洞察の実施：スキヤニングマテリアルを読み解き、隠れた潮流を探す
第 7 回	未来洞察 7	未来洞察の実施：スキヤニングの結果得られた潮流を総合し、将来の社会変化の方向性を把握する
第 8 回	未来洞察 8	未来洞察の実施：社会変化の方向性として得られた内容を相互評価し、意見集約を行う。
第 9 回	テクノロジーフォーサイト 1	テクノロジーフォーサイトの方法論について学ぶ。
第 10 回	テクノロジーフォーサイト 2	データ駆動型のテクノロジーフォーサイトについて学ぶ
第 11 回	テクノロジーフォーサイト 3	データを基にしたテクノロジーフォーサイトを実践する。論文・特許情報を解析する。

第 12 回 テクノロジーフォーサイト 4 論文・特許情報を解析して得られた結果と未来洞察結果との総合を行う。

第 13 回 テクノロジーフォーサイト発表 第 10～12 回で開発した未来洞察を各自発表する。

第 14 回 テクノロジーフォーサイト講評 前回の発表内容を基に相互討議を行う。

## 【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】授業内で与えられたテーマに基づく調査を行うための状況調査・企画作成が求められる。

## 【テキスト（教科書）】

特になし。

## 【参考書】

[1] Angela Wilkinson "Strategic Foresight Primer" ([https://ec.europa.eu/epsc/publications/other-publications/strategic-foresight-primer\\_en](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：

## 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

無線センサーネットワークの基礎となるアンテナからの電磁波の放射と伝搬について Maxwell の方程式と電磁ポテンシャルの方程式を用いて解説する。次世代移動体通信やセンサーネットワーク通信のシステム設計の基礎となる無線通信回線設計の基礎を習得することを目的とする。

## 【到達目標】

1. 現代生活において様々なシーンで電磁波が活用されていることを語れる。
2. 電磁波の放射と伝搬に関する物理的イメージをもつ。
3. マックスウエルの方程式から波動方程式導出できる。
4. 真空中の平面電磁波の伝搬特性を説明できる。
5. 電磁波の発振源とアンテナを結ぶ導波路の特性を説明できる。
6. 微小ダイポールアンテナの放射特性をグリーン関数を使って記述できる。
7. 以上を通じて、無線通信システムを設計する基礎を習得する。次に、将来の次世代移動体通信システムやセンサーネットワークシステムを開発するための課題を提示して、電磁波を用いた無線通信システムにおける研究開発課題と新たな無線通信サービスの可能性を理解することを目標とする。

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

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

## 【授業の進め方と方法】

本講義では独自のテキストにより「アンテナからの電磁波の放射と伝搬の基礎」を学ぶ。無線通信の基礎となる無線通信回線設計の基礎を習得するため、微小ダイポールアンテナを用いた通信回線設計の例を演習課題にする。最新の次世代移動体通信システム、センサーネットワーク、無線電力伝送に関する基本構成と技術課題を解説し、無線通信技術を用いた新たなサービスの可能性をグループディスカッションする。

## 【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）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	マックスウエルの方程式	アンペアの法則、ファラデーの電磁誘導の法則からマックスウエルの方程式の導出する
第 3 回	平面電磁波（1）	マックスウエルの方程式から波動方程式を導き、平面波の場合について方程式を解いて波動の伝搬を解説する
第 4 回	平面電磁波（2）	電磁波の位相速度と群速度、波動インピーダンス、偏波について解説する
第 5 回	電磁ポテンシャルを用いた方程式系	ベクトルポテンシャルとスカラーポテンシャルを用いた Maxwell の方程式と等価な方程式系の導出
第 6 回	単位波源（点のアンテナ）（1）	単位波源（点のアンテナ）が形成するベクトルポテンシャルを導く
第 7 回	単位波源（点のアンテナ）（2）	単位波源（点の波源）の重ね合わせで任意形状のアンテナが形成するベクトルポテンシャルを導く
第 8 回	アンテナ（1）	微小ダイポールアンテナからの電磁波の放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】

電磁気学の基礎を学んでいることが望ましい。

## 【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

山崎 泰明

単位数：2 単位 | 開講時期：

## 【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。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）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	イノベーション理論は、経済発展のサイクルと共に変化した。ここでは、①新結合（ジョセフ・シュンペーター） ②パラダイムシフト（トーマス・クーン）
第 3 回	イノベーション理論の変遷 2	③企業家（ピーター・ドラッカー） ④破壊的イノベーション（ジェームス・アッターバック）
第 4 回	イノベーション理論の変遷 3	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） ⑥イノベーション・マネジメント（ジョー・テッド）
第 5 回	イノベーション理論の変遷 4	⑦オープンイノベーション（ハンリー・チェスプロウ） ⑧イノベーター理論（エヴェリット・ロジャース）
第 6 回	イノベーション理論の変遷 5	⑨バリュー・イノベーション（チャン・キム&レネ・モボリユニユ） ⑩ダイナミック・ケイバビリティ（デビッド・ティース）

第 7 回	イノベーション理論の変遷 6	⑪意味のイノベーション（ロベルト・ベルガンディ） ⑫リバーズ・イノベーション（ヒジャイ・ゴビンドラジャン） ⑬ユーザーイノベーション（エリック・ヒッペル）
第 8 回	ディープラーニング	汎用技術と呼ばれる概念がある。発明や発見が世界全体の経済に影響を与える可能性のある技術のことで、ディープラーニングが、数十年に一度の汎用技術である。その歴史や仕組みについて学ぶ。
第 9 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 10 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 11 回	IT で変わるビジネス 1 人工知能（AI）	人工知能は、今、実用化へ向けて大きく動き出した。その背景には IT の役割が大きい。本講では、グーグル等の米国巨大 IT 企業の取り組みやビジネス活用について解説する。
第 12 回	IT で変わるビジネス 2 IoT	製造業をはじめとして、交通インフラ・自然災害・位置情報・農業など各分野の高度化に向けた役割について解説する。
第 13 回	IT で変わるビジネス 3 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）】

【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：

## 【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。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。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）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
第 6 回	認知と感情 2	表情認知、表情と感情
第 7 回	実験計画と分析法	表情とコミュニケーション
第 8 回	感情・認知に関する研究の基礎知識	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 9 回	感情・認知研究に用いる実験材料の取得方法	感情・認知心理学的研究で用いられる実験環境について
第 10 回	実験刺激の加工と整備	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 11 回	実験環境の整備	実験計画に沿った実験刺激作成についての解説
第 12 回	実験の実施方法 1	実験制御プログラムの解説と準備
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解説
第 14 回	実験データ解析	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。  
必要要件について授業内で資料を配布する。  
平常点は授業内での作業（準備からデータ収集、データ分析まで）に対して評価する。

## 【学生の意見等からの気づき】

率直な意見を望みます。

## 【学生が準備すべき機器他】

PC とプロジェクタを使用して授業を進める。  
また各自 PC を持参し、実験準備・データ処理等を行うために必要なソフトウェア群を用意する。  
MATLAB を使用するの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：

### 【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。

### 【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）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 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。

### 【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：

## 【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。

## 【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）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】

出席点（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。配布資料をエッチュードで配布し、演習を行います。

## 【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

## 科学技術文技法

李 磊、柴山 純、山内 潤治、宮本 健司、彌富 仁、川口 悠子

単位数：2 単位 | 開講時期：

## 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

理系の技術者には、内容を分かりやすく正確に書く、という能力が求められるが、このような技術文構成には、どのような言語で書くにしても、方法論の習得とトレーニングが必要である。本授業では、技術文の構成法について講義と演習を行い、簡潔で正確な技術文を書く方法を学ぶ。

## 【到達目標】

A 4 用紙 1 枚程度の論文形式のレポートが作成できるように指導する。

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

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

## 【授業の進め方と方法】

科学技術文を構成するために必須の事項を整理し、順に講義するとともに、それぞれのトピックスに関して演習を行い、技術文作成法を学ぶ。具体的には、論理構成法、接続詞の使い方、英文に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。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）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、読み直していただくこと。

## 【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：

## 【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: 50%

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.

PRI600X3

## 応用情報工学特別研究 1・2

赤松 茂、彌富 仁、尾川 浩一、金井 敦、品川 満、藤井 章博、八名 和夫、李 磊、和田 幸一、周 金佳 Jinjia Zhou、平原 誠、宮本 健司

単位数：3 単位 | 開講時期：年間授業/Yearly

## 【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】

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 テーマに取り組む、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 Project I-1	専門に近い問題を解く 1 - 問題の提示 Study theme of specialized technical field
第 2 回	プロジェクト I-2 Project I-2	専門に近い問題を解く 2 - 問題を解く 1 Research 1
第 3 回	プロジェクト I-3 Project I-3	専門に近い問題を解く 3 - 問題を解く 2 Research 2
第 4 回	プロジェクト I-4 Project I-4	専門に近い問題を解く 4 - 教員との討論 Discussion
第 5 回	プロジェクト I-5 Project I-5	専門に近い問題を解く 5 - 論文の作成 1 Writing technical document 1
第 6 回	プロジェクト I-6 Project I-6	専門に近い問題を解く 6 - 論文の作成 2 Writing technical document 2
第 7 回	プロジェクト I-7 Project I-7	専門に近い問題を解く 7 - 成果発表 Presentation

第 8 回	プロジェクト II-1 Project II-1	専門から少し離れた問題を解く 1 - 問題の提示 Study theme of general-purpose technical field
第 9 回	プロジェクト II-2 Project II-2	専門から少し離れた問題を解く 2 - 問題を解く 1 Research 1
第 10 回	プロジェクト II-3 Project II-3	専門から少し離れた問題を解く 3 - 問題を解く 2 Research 2
第 11 回	プロジェクト II-4 Project II-4	専門から少し離れた問題を解く 4 - 教員との討論 Discussion
第 12 回	プロジェクト II-5 Project II-5	専門から少し離れた問題を解く 5 - 論文の作成 1 Writing technical document 1
第 13 回	プロジェクト II-6 Project II-6	専門から少し離れた問題を解く 6 - 論文の作成 2 Writing technical document 2
第 14 回	プロジェクト II-7 Project II-7	専門から少し離れた問題を解く 7 - 成果発表 Presentation

## 【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 3 時間を標準とします。】指導教員の指示に従うこと。

The teacher explains the preparation for the lecture.

## 【テキスト（教科書）】

指導教員の指示に従うこと。

The teacher shows the textbooks.

## 【参考書】

指導教員の指示に従うこと。

The teacher shows the references.

## 【成績評価の方法と基準】

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。

## 【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、彌富 仁、尾川 浩一、金井 敦、品川 満、藤井 章博、八名 和夫、李 磊、和田 幸一、周 金佳 Jinjia Zhou、平原 誠、宮本 健司

単位数：2 単位 | 開講時期：年間授業/Yearly

## 【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】

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 テーマに取り組む、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 Project I-1	専門に近い問題を解く 1 - 問題の提示 Study theme of specialized technical field
第 2 回	プロジェクト I-2 Project I-2	専門に近い問題を解く 2 - 問題を解く 1 Research 1
第 3 回	プロジェクト I-3 Project I-3	専門に近い問題を解く 3 - 問題を解く 2 Research 2
第 4 回	プロジェクト I-4 Project I-4	専門に近い問題を解く 4 - 教員との討論 Discussion
第 5 回	プロジェクト I-5 Project I-5	専門に近い問題を解く 5 - 論文の作成 1 Writing technical document 1
第 6 回	プロジェクト I-6 Project I-6	専門に近い問題を解く 6 - 論文の作成 2 Writing technical document 2
第 7 回	プロジェクト I-7 Project I-7	専門に近い問題を解く 7 - 成果発表 Presentation

第 8 回	プロジェクト II-1 Project II-1	専門から少し離れた問題を解く 1 - 問題の提示 Study theme of general-purpose technical field
第 9 回	プロジェクト II-2 Project II-2	専門から少し離れた問題を解く 2 - 問題を解く 1 Research 1
第 10 回	プロジェクト II-3 Project II-3	専門から少し離れた問題を解く 3 - 問題を解く 2 Research 2
第 11 回	プロジェクト II-4 Project II-4	専門から少し離れた問題を解く 4 - 教員との討論 Discussion
第 12 回	プロジェクト II-5 Project II-5	専門から少し離れた問題を解く 5 - 論文の作成 1 Writing technical document 1
第 13 回	プロジェクト II-6 Project II-6	専門から少し離れた問題を解く 6 - 論文の作成 2 Writing technical document 2
第 14 回	プロジェクト II-7 Project II-7	専門から少し離れた問題を解く 7 - 成果発表 Presentation

## 【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 1 時間を標準とします。】指導教員の指示に従うこと。

The teacher explains the preparation for the lecture.

## 【テキスト（教科書）】

指導教員の指示に従うこと。

The teacher shows the textbooks.

## 【参考書】

指導教員の指示に従うこと。

The teacher shows the references.

## 【成績評価の方法と基準】

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。

## 【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、彌富 仁、尾川 浩一、金井 敦、品川 満、藤井 章博、八名 和夫、李 磊、和田 幸一

単位数：2 単位 | 開講時期：

### 【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】

指導教員の指示に従う

春学期の少なくとも前半はオンラインでの開講となる。それと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	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】

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。

### 【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。

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

## 【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。

なお、春学期の少なくとも前半はオンラインでの開講となる。それにとりま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。本授業の開始日は 4 月 21 日とし、この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。

春学期の少なくとも前半はオンラインでの開講となる。それにとりま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.

春学期の少なくとも前半はオンラインでの開講となる。それにとりま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】

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りまない、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。

## 【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, evolutionary algorithms and reinforcement learning in computer engineering and science by reading and discussing related papers and books, and can do some related researches in design and analysis of the algorithms.

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

## 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

アルゴリズムの実装により、アルゴリズムの仕組みを理解し、プログラミングの能力を身につけ、新規性のある提案アルゴリズムに対し、その性能評価を行うことができるようにする。

## 【到達目標】

コンピュータサイエンス分野の研究者としてのプログラミング能力を身に付け、提案アルゴリズムの実装と性能評価を行うことができるようにする。

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

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

## 【授業の進め方と方法】

計算機工学特別研究 1・2・3 と並行して、様々なアルゴリズムの実装方法を行いながら、そのアルゴリズムの仕組みを理解し、研究論文での研究成果など新しいアルゴリズムの実装も実施し、性能評価を行う。

なお、春学期の少なくとも前半はオンラインでの開講となる。それにとりま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。本授業の開始日は 4 月 21 日とし、この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。

春学期の少なくとも前半はオンラインでの開講となる。それにとりま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】

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則
第 28 回	強化学習アルゴリズムの実装と性能評価	強化学習アルゴリズムの応用問題

## 【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 1 時間を標準とします。】 予習と復習を行い、プログラミングをできるように準備する。

## 【テキスト（教科書）】

C++プログラミング等

## 【参考書】

特になし

## 【成績評価の方法と基準】

実験に取り組みの状況、および実験レポートで総合的評価する。なお、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りまない、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。

## 【学生の意見等からの気づき】

特になし

## 【Outline and objectives】

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

BME700X3

## 情報処理工学特別研究 1・2・3

八名 和夫

単位数：3 単位 | 開講時期：年間授業/Yearly

## 【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。1 年次は応用情報工学特別研究 1、2 年次は応用情報工学特別研究 2 を履修すること。

## 【到達目標】

応用情報工学専攻の各分野それぞれの最先端技術と基礎となる理論を理解し、さらなる発展を可能とするための基礎力を身につけることを目標とする

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

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

## 【授業の進め方と方法】

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、セミナー形式もしくは個別に行う。

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	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	調査、研究、学習および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	研究の実施と報告	調査、研究、学習および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	研究の実施と報告	調査、研究、学習および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	研究の実施と報告	調査、研究、学習および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	研究の実施と報告	調査、研究、学習および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	研究の実施と報告	調査、研究、学習および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	研究の実施と報告	調査、研究、学習および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	研究の実施と報告	調査、研究、学習および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	研究の実施と報告	調査、研究、学習および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	研究の実施と報告	調査、研究、学習および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	研究の実施と報告	調査、研究、学習および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	研究の実施と報告	調査、研究、学習および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	研究の実施と報告	調査、研究、学習および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	研究の実施と報告	調査、研究、学習および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	研究の実施と報告	調査、研究、学習および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	研究の実施と報告	調査、研究、学習および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	研究の実施と報告	調査、研究、学習および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	研究の実施と報告	調査、研究、学習および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	研究の実施と報告	調査、研究、学習および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	研究の実施と報告	調査、研究、学習および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	研究の実施と報告	調査、研究、学習および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	研究の実施と報告	調査、研究、学習および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	研究の実施と報告	調査、研究、学習および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	研究の実施と報告	調査、研究、学習および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	研究の実施と報告	調査、研究、学習および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	研究の実施と報告	調査、研究、学習および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	成果報告	得られた成果を整理し、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 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）】

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、研究成果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。

## 【Outline and objectives】

This course trains skills to conduct research in the seminar among lab members and the supervisor. Each student conducts literature survey and research on his/her research objective. Through the presentation/discussion, students will extend their research conducting skills.

**【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。1 年次は応用情報工学特別実験 1、2 年次は応用情報工学特別実験 2 を履修すること。

**【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。

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	オリエンテーション	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
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	成果報告	得られた成果を整理し報告する

**【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。】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。

**【Outline and objectives】**

This course provides lab students research and experimental project. Each student conducts the project under the advice of his/her supervisor. Students acquire basic skills as research engineers. Supervisors bring the cutting edge research topics in the project.

**【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】**

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

**【学生の意見等からの気づき】**

今年度は特になし。

**【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

彌富 仁

単位数：2 単位 | 開講時期：年間授業/Yearly

## 【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】

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

## 【学生の意見等からの気づき】

今年度は特になし。

## 【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.

## 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

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.

## 【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.

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示され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 join the discussions and presentations of his/her research topic. (Note: In the spring semester, this course will be given by video meeting)  
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	Course overview.	Course overview. Assign research topics
2	Report research progress	Presentation and discussion on literature surveys, experiments, proposals, and research progress.
3	Report research progress	Presentation and discussion on literature surveys, experiments, proposals, and research progress.
4	Report research progress	Presentation and discussion on literature surveys, experiments, proposals, and research progress.
5	Report research progress	Presentation and discussion on literature surveys, experiments, proposals, and research progress.
6	Report research progress	Presentation and discussion on literature surveys, experiments, proposals, and research progress.
7	Report research progress	Presentation and discussion on literature surveys, experiments, proposals, and research progress.
8	Report research progress	Presentation and discussion on literature surveys, experiments, proposals, and research progress.

9	Report research progress	Presentation and discussion on literature surveys, experiments, proposals, and research progress.
10	Report research progress	Presentation and discussion on literature surveys, experiments, proposals, and research progress.
11	Report research progress	Presentation and discussion on literature surveys, experiments, proposals, and research progress.
12	Report research progress	Presentation and discussion on literature surveys, experiments, proposals, and research progress.
13	Report research progress	Presentation and discussion on literature surveys, experiments, proposals, and research progress.
14	Report research achievement	Present the research achievement

## 【授業時間外の学習（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。】 Investigate literature and do experiments. Participate in conferences and make presentations.

## 【テキスト（教科書）】

Handouts and prints will be distributed.

## 【参考書】

According to the research topic, the related research articles and books will be assigned.

## 【成績評価の方法と基準】

Research achievements including dissertation, publications (international conference papers, journal papers, and so on), and their impact (quality of the article, number of citations).

## 【学生の意見等からの気づき】

None in particular.

## 【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 Jinjia Zhou

単位数：2 単位 | 開講時期：年間授業/Yearly

## 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

This course trains skills to conduct research on information processing. Each student conducts a literature survey, evaluate and implement experiments. Through the presentation/discussion, students will extend their research conducting skills.

## 【到達目標】

This course aims to cultivate the ability of understanding advanced technologies in applied information engineering and acquiring the basic skills to conduct research.

【この授業を履修することで学部等のディプロマポリシーに示されたどの能力を習得することができるか（該当授業科目と学位授与方針に明示され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 join the discussions and presentations of his/her research topic. (Note: In the spring semester, this course will be given by video meeting)  
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	Course overview.	Course overview. Assign research topics
2	Report experiment progress	Presentation and discussion on literature surveys, experiments, proposals, and research progress.
3	Report experiment progress	Presentation and discussion on literature surveys, experiments, proposals, and research progress.
4	Report experiment progress	Presentation and discussion on literature surveys, experiments, proposals, and research progress.
5	Report experiment progress	Presentation and discussion on literature surveys, experiments, proposals, and research progress.
6	Report experiment progress	Presentation and discussion on literature surveys, experiments, proposals, and research progress.
7	Report experiment progress	Presentation and discussion on literature surveys, experiments, proposals, and research progress.
8	Report experiment progress	Presentation and discussion on literature surveys, experiments, proposals, and research progress.

9	Report experiment progress	Presentation and discussion on literature surveys, experiments, proposals, and research progress.
10	Report experiment progress	Presentation and discussion on literature surveys, experiments, proposals, and research progress.
11	Report experiment progress	Presentation and discussion on literature surveys, experiments, proposals, and research progress.
12	Report experiment progress	Presentation and discussion on literature surveys, experiments, proposals, and research progress.
13	Report experiment progress	Presentation and discussion on literature surveys, experiments, proposals, and research progress.
14	Report research achievement	Present the research achievement

## 【授業時間外の学習（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。】 Investigate literature and do experiments. Participate in conferences and make presentations.

## 【テキスト（教科書）】

Handouts and prints will be distributed.

## 【参考書】

According to the research topic, the related research articles and books will be assigned.

## 【成績評価の方法と基準】

Research achievements including dissertation, publications (international conference papers, journal papers, and so on), and their impact (quality of the article, number of citations).

## 【学生の意見等からの気づき】

None in particular.

## 【Outline and objectives】

This course trains skills to conduct research on information processing. Each student conducts a literature survey, evaluate and implement experiments. Through the presentation/discussion, students will extend their research conducting skills.

BSC500Y1

## 分子分光光学特論

高井 和之

単位数：2 単位 | 開講時期：

## 【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旨とする。

## 【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。

## 【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）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】

レポートに加え、議論への貢献度を考慮し、総合的に判定する。

## 【学生の意見等からの気づき】

好評につき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 interactions between photons and materials.

MAC500Y1

## 固体分光学特論

## 緒方 啓典

単位数：2 単位 | 開講時期：

## 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

本講義では、新規固体材料の物性解明や機能性材料の電子状態の解析を行う際に必要となる固体分光学の基礎および最先端の機能性材料の応用研究例について講義する。今講義では、主として固体材料の光吸収、発光および固体振動分光法の基礎理論、固体NMRおよびESR分光法の基礎理論ならびに解析的方法論について講述するとともに、先端材料研究での応用例について学ぶ。

## 【到達目標】

固体の構造や電子物性の解明に大きな役割を果たしている固体分光学の基礎理論および実験方法を理解する。また、これらの手法を用いて先端機能性材料の物性研究を行う能力を身につける。さらに、自らデータを測定し、正しいデータ解析ができる実践能力を習得する。

【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」「DP2」「DP3」に関連

## 【授業の進め方と方法】

新型コロナウイルス感染症感染防止対策のため、春学期の少なくとも前半はオンラインでの開講となります。それにとまなう各回の授業計画の変更については、学習支援システムでその都度提示します。本授業の開始日は4月27日（月）とし、この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します。本講義は、機能性材料の構造および物性研究を行う上で有益な固体分光学の基礎理論および先端機能性材料への応用例について学びます。さらに関連した学術論文について内容を理解し、学生による発表を行う予定です。

【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	はじめに- 固体分光学とは?	本講義の概要説明および授業の進め方に関する説明、固体分光学に関する概略説明
2	磁気共鳴分光学-1	核スピン、電子スピン、微視的磁化と巨視的な磁化 磁場中の孤立スピンのエネルギーとスピンの動力学
3	磁気共鳴分光学-2	スピンの状態ベクトル・演算子と状態の変化・密度行列
4	磁気共鳴分光学-3	核スピンの相互作用 化学遮蔽相互作用 磁気双極子相互作用 核四重極相互作用 電子との相互作用
5	磁気共鳴分光学-4	分子運動とNMR線形緩和現象 固体高分解能 NMR 法 多次元 NMR 法
6	磁気共鳴分光学-5	電子スピン共鳴の原理および共鳴吸収スペクトルの解析
7	光物性の基礎-1	光学現象 固体中の電磁波の伝搬 誘電関数と光学定数 固体の電子状態・格子振動・電子-格子相互作用

8	光物性の基礎-2	光と物質の相互作用 固体中の電子による光吸収 格子振動による光吸収・発光
9	振動分光学の基礎-1	固体における光散乱 Raman 散乱と結晶の対称性と選択則・Raman テンソル
10	振動分光学の基礎-2	各種時間分解分光法の基礎および応用
11	機能性材料への応用	これまでに学んだ分光学的手法を用いた機能性材料の解析例
12	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。
13	研究論文紹介-02	学生による研究論文紹介および discussion を行う。
14	研究論文紹介-03	学生による研究論文紹介および discussion を行う。

## 【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】授業に必要な資料は事前に授業支援システムを通じて配布する。履修者は各自配布資料に事前に目を通し、関連した教科書の箇所をよく読んで授業に臨むこと。また、受講生に最新の研究内容に関する学術論文を配布し、その内容について受講生による発表をあわせて行う。

## 【テキスト（教科書）】

授業支援システムを通して事前に補助プリントを配布します。

## 【参考書】

“Solid-State Spectroscopy”, by H.Kuzumany, Springer.  
“SOLID STATE NMR FOR CHEMISTS”, by Colin A Fyfe, C.F.C. Press.

「磁気共鳴の原理」C.P. スリクター著、シュプリンガー・フェアラーク東京。

「磁気共鳴-ESR」、山内淳著 サイエンス社

“Principles of High Resolution NMR in Solids”, by M. Mehring, Springer.

“光物性の基礎”, 工藤恵栄著, オーム社.

"光物性入門", 小林浩一著, 裳華房.

"光物性物理学", 櫛田孝司著, 朝倉書店.

他。授業中に適宜紹介する。

## 【成績評価の方法と基準】

出席点、レポート点および発表内容を元に総合的に判断する。

## 【学生の意見等からの気づき】

授業を受動的な立場で聞いているだけでは、あまり意味がありません。特に文献購読の際には、他の受講生の発表もよく聞き、積極的に質問してください。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】

授業支援システムを通して事前に補助プリントを配布します。各自事前にダウンロードし、印刷したものを持参してください。

## 【その他の重要事項】

本授業の内容を理解するためには、物理化学 I, II(学部レベルの量子力学の基礎知識)を理解する必要があります。授業支援システムを通して事前に補助プリントを配布する。各自事前にダウンロードし、印刷したものを持参してください。

[Outline and objectives]

**In this lecture, we will discuss the fundamentals of solid-state spectroscopy and the applied research for advanced functional materials, which are necessary for elucidating their physical and chemical properties and analyzing their electronic states. In this lecture, we will mainly discuss the basic theories and analytical methodologies of light absorption, light emission, and vibrational spectroscopy of solid materials, solid-state NMR and ESR spectroscopy as well as application in advanced materials research.**

APC500Y1

## 高分子物理化学特論

渡辺 敏行

単位数：2 単位 | 開講時期：

## 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

あらゆる面で人間生活と深い関わりを持つ繊維、プラスチック、ゴム等高分子の有機材料としての特性（分子量、ガラス転移点、立体特異性、結晶性、機能性等）と固有の性質である粘弾性（レオロジー）の基礎を習得する。特に化学構造と物性の相関性を理解することに重点を置く。高分子物理化学の理論と分子設計法を習得することが本授業の到達目標である。

## 【到達目標】

高分子の平均分子量が理解できているか  
 ガラス転移点や融点の物理化学的解釈と測定法が理解できているか  
 立体配置、立体配座等の高分子特有の立体規則性を理解できているか  
 結晶、液晶、非晶、結晶化の動力学、結晶化度が理解できているか  
 ゴム弾性と粘弾性が理解できているか  
 応力緩和とクリープ現象が理解できているか  
 動的粘弾性が理解できているか  
 重ね合わせの原理が理解できているか  
 高分子の広がりの定義を理解できているか  
 ポリマーアロイについて定義、相構造が理解できているか

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

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

## 【授業の進め方と方法】

授業は4月27日より開始する。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、キャラクターゼーション、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、ノートを取り取る。

<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

## 高機能セラミックス特論

石垣 隆正

単位数：2 単位 | 開講時期：

## 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

セラミックス工業の製造プロセスについて概説するとともに、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】

身の回りの電子機器、自動車、住宅などに使用されている無機材料の働きを理解する。

【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】

講義資料を配付し、その内容に即して講義を進める。また、重要な事柄に関しての課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	セラミックスの概要	ものづくりの意義とセラミックス材料とその基盤となる科学技術を概説する。
2	電子デバイスにおける無機材料（Ⅰ）	IT（コンピュータやモバイル機器）に使用されている無機材料。
3	電子デバイスにおける無機材料（Ⅱ）	IT（コンピュータやモバイル機器）に使用されている無機材料。
4	光デバイスにおける無機材料（Ⅰ）	発光デバイス（EL、レーザーなど）に利用されている無機材料。
5	光デバイスにおける無機材料（Ⅱ）	ディスプレイ（プラズマディスプレイや液晶ディスプレイなど）に利用されている無機材料。
6	新エネルギー関連無機材料（Ⅰ）	燃料電池やリチウムイオン二次電池に利用されている無機材料。
7	新エネルギー関連無機材料（Ⅱ）	燃料電池やリチウムイオン二次電池に利用されている無機材料。
8	環境関連無機材料	自動車排ガス処理・空気浄化・水浄化などに利用されている無機材料。
9	セラミックス材料の製造プロセス（Ⅰ）	粉体製造プロセス（固相・液相・気相反応）とナノ粒子の新しい応用。
10	セラミックス材料の製造プロセス（Ⅱ）	焼結プロセスとエンジニアリングセラミックスへの応用。
11	セラミックス材料の製造プロセス（Ⅲ）	薄膜製造プロセスと光・磁気デバイスへの応用。
12	セラミックス材料の製造プロセス（Ⅳ）	単結晶製造法とオプトエレクトロニクスへの応用。
13	セラミックス材料の製造プロセス（Ⅴ）	有機・無機複合材料、生体関連無機材料。
14	セラミックス材料展望	技術革新とセラミックス材料の課題と展望

## 【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4時間を標準とします。】学部で履修する「無機化学Ⅰ・Ⅱ」の内容を理解していることを望む。

## 【テキスト（教科書）】

講義資料を配付し、その内容に即して講義を進める。

## 【参考書】

「セラミックスの基礎科学」守吉、笹本、植松、伊熊、内田老鶴圃。  
「新無機材料科学」足立、島田、南編、化学同人。

## 【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内容による。

## 【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】

Manufacturing process of ceramics industry is outlined. Introduces Typical nano-structured inorganic materials, and inorganic materials used in optical/magnetic devices, new energy devices, etc., which were created by recent advances in science and technology, are introduced. Use of functionality and the fabrication process are explained.

BSC500Y1

## 有機合成化学特論

河内 敦

単位数：2 単位 | 開講時期：

## 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

学部で学習した有機化学反応を復習しながら、有機合成化学の基本的な考え方や手法を学んでいく。さらに、実際の複雑な有機化合物の合成例を題材として、より高度な合成反応、反応における立体選択性、生成物の同定法等について学んでいく。

## 【到達目標】

医薬品などの有用な天然物を合成するためには、多くの反応を組み合わせて合成経路を考える必要がある。ここでは有機合成において重要な反応を取り上げ、それらの反応の反応機構を学ぶことにより、合理的な合成反応経路を組み立てられるようにする。

【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】

学部で学習した有機化学反応を復習しながら、有機合成化学の基本的な考え方や手法を学んでいく。さらに、実際の複雑な有機化合物の合成例を題材として、より高度な合成反応、反応における立体選択性等について学んでいく。

## 【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】

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	有機典型元素化合物の合成法 1	有機典型元素化合物の合成法について反応形式別の解説する。
第 2 回	有機典型元素化合物の合成法 2	有機典型元素化合物の合成法について反応形式別の解説する。
第 3 回	有機典型元素化合物の合成法 3	有機典型元素化合物の合成法について反応形式別の解説する。
第 4 回	1 族化合物	1 族化合物の典型的な合成、構造、反応について解説する。
第 5 回	2 族化合物	2 族化合物の典型的な合成、構造、反応について解説する。
第 6 回	1 1 族化合物	1 1 族化合物の典型的な合成、構造、反応について解説する。
第 7 回	1 2 族化合物	1 2 族化合物の典型的な合成、構造、反応について解説する。
第 8 回	1 3 族化合物	1 3 族化合物の典型的な合成、構造、反応について解説する。
第 9 回	1 3 族化合物	1 3 族化合物の典型的な合成、構造、反応について解説する。
第 10 回	1 4 族化合物	1 4 族化合物の典型的な合成、構造、反応について解説する。
第 11 回	1 4 族化合物	1 4 族化合物の典型的な合成、構造、反応について解説する。
第 12 回	その他の典型元素	その他の典型元素のついて概説する。
第 13 回	最近の典型元素化学 (1)	最先端の研究例を紹介する。
第 14 回	最近の典型元素化学 (2)	最先端の研究例を紹介する。

## 【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。】学部で習った有機化学反応を再確認しておく。

テキスト・講義ノート・配付資料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。

## 【テキスト（教科書）】

補助プリントを適宜配付する。

## 【参考書】

野依良治 他編「大学院講義 有機化学 I, II」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 (上)(下)」東京化学同人

J. McMurry 著、伊藤椒 他訳「マクマリー 有機化学 (上)(中)(下) 第 8 版」東京化学同人

## 【成績評価の方法と基準】

期末試験 (100 %) で総合的に評価する。

## 【学生の意見等からの気づき】

専門外の学生にもわかりやすいように、学部レベルの基礎知識に立ち返る。

## 【Outline and objectives】

Understanding of the basic concept of Main Group element chemistry

## 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：

## 【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、固体物質の電氣的／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、まず、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、高温物質の電氣的／光学的／熱的な性質に関して、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マイクロな現象
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	高温物性測定の重要性	様々な分野における高温物性測定の重要性についての解説
第 9 回	高温物質の温度とその測定法	温度に関する初歩的な物理理論とその測定法に関する技術的な解説
第 10 回	高温物質の電気伝導とその測定法	高温物質の電気伝導に関する初歩的な固体物理理論とその測定法に関する技術的な解説
第 11 回	高温物質の熱伝導とその測定法	高温物質の熱伝導に関する初歩的な固体物理理論とその測定法に関する技術的な解説
第 12 回	高温物質の光学的性質とその測定法	概要：高温物質の光学的性質に関する初歩的な固体物理理論とその測定法に関する技術的な解説
第 13 回	高温物質のエンタルピー／比熱とその測定法	高温物質のエンタルピー／比熱に関する初歩的な固体物理理論とその測定法に関する技術的な解説
第 14 回	高温物質の熱膨張とその測定法	高温物質の熱膨張に関する初歩的な固体物理理論とその測定法に関する技術的な解説

【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）】

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】

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】

必要となった場合には、事前に連絡する。

【Outline and objectives】

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.

The lecture in the second half will give high-temperature physical properties of various materials to understand or predict behaviors of solids at elevated temperatures in high-temperature processes or phenomena. This lecture will explain principles and techniques for measuring electrical, optical, and thermal properties of materials, respectively. 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：

## 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

無機材料開発において必要とされる知識と、学部における無機化学との間には極めて大きなギャップがある。本授業はそのギャップを埋めるべく、無機材料プロセスのための熱力学と反応速度論、界面化学を習得する。

また、説明は日本語で行うが、英語による板書や英文資料を用いることで科学技術英語能力の向上を行う。

## 【到達目標】

実際の熱力学と反応速度論、界面化学を習得すること、科学技術英語能力の向上を目標としている。

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

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

## 【授業の進め方と方法】

原料粒子の合成工程から無機材料を製造するまでの工程を深く理解するために、反応速度論、熱力学、界面化学を基礎とした授業を行う。

なお、理解を深めるための演習問題を基本的に毎回行う。本授業の開始日は4月21日（火）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	概要、修士研究テーマにおけるプロセッシング	無機材料プロセッ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ッ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ッシング	気相との反応を利用した無機材料プロセッ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ッシング	液相からの無機材料プロセッ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）】

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】前回までの講義内容の理解。英文テキストの読解。

## 【テキスト（教科書）】

使用しない。

## 【参考書】

"Ceramic Processing", Mohamed N. Rahaman, Taylor & Francis, ISBN 0-8493-7285-2

## 【成績評価の方法と基準】

演習・レポートに加え、授業への積極的な貢献度を考慮し、総合的に判断する。

## 【学生の意見等からの気づき】

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】

The objective of this class is to develop competent students capable of developing inorganic materials based on thermodynamics, reaction kinetics, and surface chemistry.

## 高分子設計特論

杉山 賢次

単位数：2 単位 | 開講時期：

## 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

高分子化合物の特性は、繰り返し単位の化学的性質のみならず、分子量、分子量分布、立体規則性、シーケンス、分岐構造等、一次構造の影響を強く反映している。この授業では、高分子化合物の一次構造制御に焦点を当て、近年発達してきた高分子の精密合成について学ぶ。

## 【到達目標】

- (1) 基本的な高分子生成反応について理解する。
- (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) 高分子の精密合成に精通し、最適な合成法を選択できる。

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

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

## 【授業の進め方と方法】

板書、プロジェクターを併用し解説する。さらに、授業時間内に行う確認テストによって理解度確かめる。指名した学生に解答を求めることもある。

本授業の開始日は4月23日とし、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	イントロダクション	授業の位置づけ、高分子化学入門（オンライン授業）。
2	分子量	ポリマーの分子量について定義と測定法を学ぶ。
3	逐次重合の基礎	逐次重合の速度論について学ぶ。
4	縮合重合	縮合重合について詳細を学ぶ。
5	付加重合の基礎	付加重合の素反応について学ぶ。
6	ラジカル重合	ラジカル重合の速度論について学ぶ。
7	ラジカル共重合	モノマー反応性比について学ぶ。
8	モノマーの構造と反応性	Q-e スキームについて学ぶ。
9	イオン重合	イオン重合の基礎について学ぶ。
10	アニオン重合	アニオン重合について詳細を学ぶ。
11	カチオン重合	カチオン重合について詳細を学ぶ。
12	リビング重合	ポリマーの分子量制御について学ぶ。
13	高分子合成戦略（1）	リビング重合を用いたポリマーの精密合成について学ぶ。
14	高分子合成戦略（2）	リビング重合による高分子合成スキームを計画する。

## 【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】

（予習）各回のテーマに沿って、教科書、配布資料を読む。

（復習）講義ノート、資料を見ながら、教科書、配布資料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、東京化学同人（2006）

## 【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】

現時点での基準は以下の通りである。

授業への貢献度（50%）、レポート課題（50%）

教室での授業実施が困難な場合、授業への貢献度に代え、レポート課題の提出やオンラインテストの受験等、代替処置を指示する。具体的な内容については、学習支援システムでその都度提示する。

## 【学生の意見等からの気づき】

自宅学習の充実

## 【Outline and objectives】

This course will address the recent advance of polymer syntheses including the living polymerization system which provides the control of those primary structures, such as molecular weights, molecular weight distributions, and tacticities. Students will learn such polymerization reactions in focus with precise synthesis of polymers.

PCE500Y1

## 反応工学特論

山下 明泰

単位数：2 単位 | 開講時期：

## 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

化学工学は元来化学工場を設計運転するための学問であり、その根幹をなすのは輸送現象論、化学熱力学、および反応工学といわれている。化学反応をいかにして数学的に取り扱うは大きな問題であるが、比較的大胆なモデルを導入しても、大半の現象を説明することができる。本講義ではそのモデル化の手法を中心に理解を進める。

## 【到達目標】

反応工学的な数学モデルの組み立て、およびその解の導出・運用を通じて、簡単な実装置の設計ができるようになる。

To design a simple yet realistic system that involves a chemical reaction by introducing a solution of the mathematical model assembled from the chemical reaction engineering point of view.

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

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

## 【授業の進め方と方法】

学部の講義で学んだ基本的な物質収支の復習から始め、その概念の化学反応系に対する応用を考える。基本的な数学および物理化学の理解は必須である。また、常微分方程式の数値解法に習熟していることが望ましい。

なお、本講義は教材、板書、講義とも、総て英語のみで行う。

Starting from a simple material balance learned in undergraduate chemical engineering courses, students should learn its application to a system in which a chemical reaction plays a significant role. Therefore, understanding basic mathematics, as well as physics, is necessary. Since deriving and solving differential equations are often involved in the designing procedure, advanced calculus, including numerical technique, would help to understand the subject.

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 #1	反応工学の定義 Definitions of chemical reaction engineering	化学工学の中に於ける反応工学の位置を考える。 Role of chemical reaction engineering in chemical engineering
第 2 回 #2	化学反応と反応次数 (1) Chemical reaction & degree of reaction #1	反応次数の意味について考える。 Meaning of the degree of reaction
第 3 回 #3	化学反応と反応次数 (2) Chemical reaction & degree of reaction #2	反応次数の決定法について考える。 Determination of the degree of reaction
第 4 回 #4	化学反応装置の種類 Various chemical reactors	工業的に利用されている反応装置の形状を分類する。 Classifications of chemical reactors
第 5 回 #5	槽型反応装置 (1) Tank reactors #1	槽型反応装置の物質収支について考える。 Material balances in tank reactors

第 6 回 #6 槽型反応装置 (2)  
Tank reactors #2

槽型反応装置の物質収支の解を導出する。

Mathematical solutions for tank reactors

第 7 回 #7 槽型反応装置 (3)  
Tank reactors #3

連続槽型反応装置 (CSTR) を設計する。

Design of a continuous stirred tank reactor (CSTR)

第 8 回 #8 管型反応装置 (1)  
Tube reactor #1

管型反応装置の物質収支について考える。

Material balance in tube reactors

第 9 回 #9 管型反応装置 (2)  
Tube reactor #2

管型反応装置の物質収支の解を導出する。

Mathematical solutions for tube reactors

第 10 回 #10 非等温系化学反応 (1)  
Non-isothermal chemical reaction system #1

アレニウスの式を利用して、非等温系反応装置を設計する。

Introduction of the Arrhenius equation

第 11 回 #11 非等温系化学反応 (2)  
Non-isothermal chemical reaction system #2

非等温系の反応装置における物質収支と熱収支を誘導する。

Material and energy balances in non-isothermal chemical reaction system

第 12 回 #12 非等温系化学反応 (3)  
Non-isothermal chemical reaction system #3

連立常微分方程式の数値解として、非等温系反応装置のシミュレーション解析を行う。

Computer simulation of non-isothermal chemical reaction system by solving material and energy balance equations.

第 13 回 #13 異相系反応装置  
Chemical reaction between two phases

異相系反応装置として、ヒグビー～八田の理論 (反応吸収) を学ぶ。

Absorption of gas into liquid with chemical reaction - Higbie-Hatta theory

第 14 回 #14 吸着を伴う反応系  
Chemical reaction with adsorption

代表的な吸着反応系として、ラングミュア～ヒンシェルウッド型について学ぶ。

Introduction of Langmuir-Hinshelwood type reactions

## 【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】多くの課題では、Microsoft Excel を用いて常微分方程式  $\frac{dx}{dt}$  の数値解を導出する。また、教材、講義が総て英語なので、英語での講義に慣れていることが望ましい。

Since numerical solutions play a significant role in many problems, students are required to use Microsoft Excel for this purpose. Also, since all the materials are given in English, students are requested to be familiar with technical terms in English.

## 【テキスト（教科書）】

Levenspiel, Octave: Chemical Reaction Engineering, 3rd Ed., John Wiley & Sons.

## 【参考書】

山根恒夫：生物反応工学（第 2 版）、産業図書

**【成績評価の方法と基準】**

1回25%換算、合計4回の課題の提出による。

Students must hand in all four take-home examinations, 25% each.

**【学生の意見等からの気づき】**

練習問題がやや挑戦的であるが、ヒントがない方が良いという指摘を受けて、真に考える講義を目指す。

Although all the problems are a little challenging, no hints are suggested by the previous students. Since modeling is a real thinking process for solving a given problem, we are moving toward a real thinking class.

**【学生が準備すべき機器他】**

ノート型パソコン。

A laptop personal computer is required in most classes.

**【その他の重要事項】**

他の講義よりも内容に切れ目がないため、1回の欠席で内容の把握が著しく難しくなることがある。毎回の授業の冒頭で行う、「前回の復習」の理解が鍵となる。

Students may betray even if one class is missing because the course is composed of consecutive materials. Reviews at the beginning of each class will be key to the next material.

**【Outline and objectives】**

Originally, chemical engineering deals with designing a chemical plant and operating the entire system with the less environmental load. The basic principle of chemical engineering is composed of transport phenomena, chemical thermodynamics, and chemical reaction kinetics. It has been a critical issue to describe chemical reactions mathematically; however, it may be all right in most cases by introducing relatively bold assumptions for this purpose. This special lecture teaches how to model real systems mathematically without losing reliability.

PCE500Y1

## 分離工学特論

森 隆昌

単位数：2 単位 | 開講時期：

## 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

濾過や沈降分離など、液体中の粒子状物質を分離する操作（固液分離操作）は、あらゆる産業で幅広く利用されている。本講義では、これら固液分離技術の基礎理論を解説すると共に、演習を通して、実際の産業現場で使用されている例を学ぶ。さらに最新の固液分離に関する研究例についても紹介する。

## 【到達目標】

液中での粒子の振る舞いを理解する。  
各種固液分離技術の原理を理解する。

【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】

パワーポイント資料による解説の後に、関連する演習問題を解く。  
英語のテキストの読み合わせ、内容に関するディスカッションを行う。

【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	イントロ
第 2 回	濾過 1	様々な濾過方式の紹介
第 3 回	濾過 2	Darcy の式 Ruth の濾過理論
第 4 回	濾過 3	定圧濾過の解析 定速濾過の解析
第 5 回	濾過 4	ケーキ形成、濾材の目詰まり・閉塞の解析
第 6 回	濾過 5	濾過と粒子分散・凝集の関係
第 7 回	沈降分離 1	沈降分離の基礎
第 8 回	沈降分離 2	単一粒子の沈降現象
第 9 回	沈降分離 3	粒子群の沈降現象
第 10 回	沈降分離 4	回分沈降曲線の解析
第 11 回	沈降分離 5	シックナーの設計
第 12 回	最新の研究例 1	濾過に関する最新の研究例の紹介
第 13 回	最新の研究例 2	沈降分離に関する最新の研究例の紹介
第 14 回	まとめ	固液分離に関するまとめ 授業の総括

## 【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。】 レポートの作成。

文献調査、調査結果のまとめ。

## 【テキスト（教科書）】

授業支援システムにアップロードする資料。

## 【参考書】

化学工学に関するテキスト

固液分離に関するテキスト

## 【成績評価の方法と基準】

授業中に行う課題とレポートから総合的に判断する。

## 【学生の意見等からの気づき】

授業内課題について次回の講義で解説を行う。

## 【Outline and objectives】

Solid liquid separation such as filtration and sedimentation has been widely used in many kinds of industry. In this lecture the basic theory of solid liquid separation is explained and its application to real industrial process is learned through some exercises. Furthermore the recent research topics about solid liquid separation is also introduced.

## 微粒子材料工学特論

遠藤 茂寿

単位数：2 単位 | 開講時期：

## 【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先ず、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。更に、学生は、粒子状物質の我々の生活・安全に及ぼす影響を理解する。そのために、粒子状物質の基礎的な特性及び粒子状物質を扱う工業プロセスについて講義する。また、資源・環境や人間の安心・安全に関わる微粒子の諸現象及び課題についても講義する。

【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4回の小レポート提出を課す。小レポートは、原則、次回講義の時に提出してもらい、その解説を次々回に行う。春学期の少なくとも前半はオンラインでの開講となる。それにとりま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。本授業の開始日は5月8日とし、この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】

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
序論	人間の生活及び生産活動と微粒子	身の周りの粒子状物質、粒子状物質の工業利用、微粒子化による特性変化
1 章	粒子の基礎的な特性とその評価	形態的特性、力学特性、界面特性、帯電現象、電気・磁気特性、光学特性
2 章	粒子の動力学的挙動	沈降、泳動、ブラウン拡散（小レポート1）
3 章	粒子間相互作用と微粒子の分散・凝集	動力学的な相互作用、静力学的な相互作用、分散操作
4 章(1)	粒子生成—粉砕法による	粉砕プロセス、機械的作用による粒子特性の変化
4 章(2)	粒子生成—成長法による	反応生成のメカニズム、気相中及び液相中における微粒子生成（小レポート2）
5 章	粉体層の構造と力学特性	粒子の充填構造、粉体層の力学、レオロジー、流動性
6 章(1)	粉体の素材化・機能化—組成制御プロセス	混合・混練
6 章(2)	粉体の素材化・機能化—形状付与による機能化	造粒・成形、粒子加工（小レポート3）
7 章	化学装置としての高濃度粒子群の利用	透過流動、流体混合、流動層、物質・熱移動

8 章	粒子反応プロセス	固気及び固液反応、粉じん爆発、固固反応
9 章	粒子分離プロセス	分級、固固分離、固気及び固液分離（小レポート4）
10 章	資源・環境問題と粉体・粒子	地下資源の現状、資源リサイクルと粉体プロセス、資源循環と環境負荷
終章	微粒子材料開発の課題	ナノ粒子のリスクと安全性評価、ナノ粒子のばく露低減最終レポート

## 【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。】Web にアップされている講義資料を講義前に一読する。また、講義期間にはレポート提出を課すので、資料及び参考書などを参考にレポートを作成する。

## 【テキスト（教科書）】

教科書はなし。講義資料は講義で配布する。なお、当該資料は、web 上にもアップする。

## 【参考書】

増田、奥山、諸岡：「微粒子工学」、オーム社(1992)

粉体工学会編：粉体工学叢書、1 巻～8 巻、日刊工業新聞社  
その他の資料は、講義資料に掲載する。

## 【成績評価の方法と基準】

講義期間中に提出された4回の小レポートと最終レポートに基づき評価する。配点は、小レポート40%（10%×4）、最終レポート60%とする。但し、授業回数との関係で小レポートを3回にすることもある。その場合の配点は、小レポート30%、最終レポート70%とする。

## 【学生の意見等からの気づき】

微粒子の基礎的な特性や粉体プロセスについては数式による記述が必要になるが、できる限り必要最小限の数式を取り扱い、学生がその物理的な意味を理解できる様に説明する。数式の導出については、補足資料に示し、講義では行わない。但し、学生には自習レベルで確認することを望む。また、一方的な講義に偏りがちであった点を改善するため、各講義毎に理解のポイントを設け、学生が意見や質問を述べる時間をもつ。

## 【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. Particulate matter is "minute piece of matter with defined boundaries", accordingly it has distinctly different characteristics from those of bulk solids, liquids and gases. Therefore, in the industrial applications it is necessary to understand the inherent characteristics as particulate matter. Through this lecture, students can learn characteristics unique to particulate matter and learn about techniques for handling powders and fine particles as industrial materials.

APC500Y1

## 結晶化学工学特論

打越 哲郎

単位数：2 単位 | 開講時期：

## 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

無機材料を中心とする様々な材料について、組成、結晶構造や組織微構造の制御により得られる機能性とそれらが発現するメカニズムについて学ぶ。また、機能設計された材料を創製するためのプロセス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。どんな疑問、質問も翌週の授業で取り上げ解説する。今年度に限り、本来は金曜 1 限の授業当日に配布していた資料を、毎週金曜日に学習支援システムに電子ファイルでアップします。独学が可能のように説明を多く書きこんでおきますので、よく読み、自習をしてください。質問があったら [uchikoshi.tetsuo@nims.go.jp](mailto:uchikoshi.tetsuo@nims.go.jp) にメールで気軽に質問をしてください。どんな質問にも、必ず返事をします。本来 14 回で完結する内容ですが、今年度は多少の変更を伴います。但し、大まかな内容は、シラバスの通りです。1 回目の配信は、4 月 24 日です。2 回目は 5 月 1 日、3 回目は 5 月 8 日です。授業再開の目途が立ったら、通常通りの授業を行います。成績評価は、レポートにより行います。課題は最後の配信（または授業）で提示します。

## 【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	イントロダクション	結晶の定義と結晶構造の種類などについて概説し、材料物性からみた結晶構造の重要性について理解する。
2	化学結合と結晶	結晶中で原子の間を結び付けている化学結合力について、簡単な化合物を取り上げて説明する。
3	結晶の熱力学	結晶の成長機構や安定性、相変化（状態図）を熱力学的に理解する。
4	結晶構造解析	X 線回折法やラマン分光法などの代表的な結晶構造解析法について原理と応用を説明する。
5	結晶表面の物理化学	結晶材料の表面構造と物理化学的性質の関係について述べ、光電子分光法などの代表的な表面分析の原理と応用法を説明する。
6	結晶の反応論	主として固相反応における結晶構造と反応性の相関やマイクロ～マクロの結晶構造を設計するための手法について述べる。
7	格子欠陥	結晶材料の不定比性や格子欠陥と材料特性の関係について説明し、結晶の格子欠陥制御の重要性を理解する。

8	電気伝導性	材料の電子伝導性やイオン導電性が発現するメカニズムを結晶学的に説明し、伝導性に及ぼす結晶性や配向の影響について解説する。
9	圧電・誘電的性質	圧電材料の結晶的特徴について説明し、その高機能化をはかるための設計指針について述べる。
10	光学的性質	結晶の光学的性質、非線形光学効果、結晶中の音響波やフォノンや光子の相互作用などについて解説する。フォトニック材料や発光材料についても触れる予定である。
11	磁氣的性質	磁性はなぜ発現するのか、強磁性材料のナノ組織と磁気特性、常磁性、反磁性材料の磁場配向などについて説明する。
12	熱的性質	材料の熱伝導性、耐熱性や熱電特性などの熱的性質と結晶構造の関係について理解する。
13	機械的性質	材料の固さ、脆さ、加工性などの機械的性質と結晶構造の関係について理解する。
14	非結晶（ガラス）	非晶質材料の合成法について紹介し、代表的な非晶質材料について諸特性を解説する。

## 【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 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。有機化学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】

We learn about functions and its appearance mechanism obtained by controlling composition, crystal structure and microstructure by taking various materials, mainly inorganic materials, as examples. We will also learn about processing and characterization methods (equipment analysis, spectroscopy, etc.) to fabricate functionally designed materials.

## 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

「水」は人類にとって必要不可欠な存在であると同時に、あらゆる産業の基本物質である。そのため、水の供給源である河川や湖沼の汚染は生活環境に多くの影響を及ぼす。本授業では、水の基本的特性とその水の評価法について学ぶと共に、環境水の特徴や汚染状況の解析法、および水処理技術について学ぶ。

## 【到達目標】

学生が到達すべき行動目標を以下に示す。

- 1) 水の基本的特性およびそれらの評価法を説明できる。
- 2) 環境水の評価法を説明できる。
- 3) 汚染状況に適した水処理技術を提案できる。

The goals of this course are to

- (1) be able to explain the basic characteristics of water and its analytical methods
- (2) be able to explain the evaluation method of natural water sources
- (3) be able to devise a treatment method for various polluted waters.

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

ディプ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、はじめに水環境問題について説明し、その後、水環境工学の中でも特に水の基本的性質、環境水の解析方法及び水処理技術について、化学者の観点から講義する。パワーポイント資料を用いた講義形式の授業で、最新の論文を紹介しながら講義する。また本授業（水環境）に関係する1回以上の口頭発表とレポートを課す。The first lectures will be an overview of the water environmental problems. The following lectures are to learn about the basic characteristics of water, its analytical methods, the evaluation method of natural water sources, and the treatment method for various polluted waters. Some advanced topics regarding water environmental problems will be also addressed and discussed. Students will make presentations and report about assigned themes in water environmental problems, and the treatment method for various polluted waters.

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）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-本講義について- Introduction	本講義の全体的な説明と水環境問題について解説する。 ・ Overview of the water environmental problems
第2回	水の基本的な特性について The basic characteristics of water	水の化学的性質等基本的な特性について解説する。 ・ Chemical nature of water
第3回	水の評価方法 (I) The analytical methods of water (1)	水の評価方法として pH、EC について解説する。 ・ pH, EC

第4回	水の評価方法 (II) The analytical methods of water (2)	水の評価方法として ORP(Oxidation-Reduction Potential) について解説する。 ・ ORP(Oxidation-Reduction Potential)
第5回	水の評価方法 (III) The analytical methods of water (2)	水の評価方法として NMR について解説する。 ・ NMR(Nuclear Magnetic Resonance)
第6回	水環境問題-有機物汚染、重金属汚染、富栄養化- Water pollution problems	水環境問題の中で重金属汚染、富栄養化問題について、解説する。 ・ Heavy metal contamination of water ・ Eutrofication of lakes and rivers
第7回	環境水の評価法 (I) Evaluation methods of environmental water (I)	環境水の採取方法や特徴の解析法（ヘキサダイアグラム、トリリニアダイアグラム等）について解説する。 ・ Hexa diagram ・ Trilinear diagram
第8回	環境水の評価法 (II) Evaluation methods of environmental water (II)	環境水の多変量統計解析法等について解説する。水環境に関連する口頭発表を実施する。 ・ Multivariate statistical evaluation methodology of environmental water
第9回	水の評価法および環境水評価技術に関する口頭発表 (I) Presentation on analytical methods of water (I)	水の評価法および環境水評価技術に関する口頭発表を実施する。 Presentation on analytical methods of water
第10回	水の評価法および環境水評価技術に関する口頭発表 (II) Presentation on analytical methods of water(II)	水の評価法および環境水評価技術に関する口頭発表を実施する。 ・ Presentation on analytical methods of water.
第11回	水処理技術 (I)-基本的処理法について- Treatment methods of polluted water(I)	基本的水処理法について解説する。 ・ Basic water treatment
第12回	水処理技術 (II)-水処理装置の設計について- Treatment methods of polluted water(II)	水処理装置の設計法について解説する。 ・ Design of water treatment equipment
第13回	水処理技術に関する口頭発表 (I) Presentation on treatment methods of polluted water	水処理技術に関する口頭発表を実施する。 Presentation on treatment methods of polluted water
第14回	水処理技術に関する口頭発表 (I) まとめとレポートフィードバック Presentation on treatment methods of polluted water. Summary and report feedback.	水処理技術に関する口頭発表を実施する。 水の基本的特性と評価法、環境水の特徴と汚染状況の解析法、水処理技術の重要事項を再度説明し、レポートフィードバックを行う。 Presentation on treatment methods of polluted water. Summary and report feedback.

**【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】**

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】4年間学んだ基礎化学、分析化学、環境化学を総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）】**

特になし

None.

**【参考書】**

1. J. E. Andrews et al."An Introduction to Environmental Chemistry" Blachwell 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】**

特になし

None.

**【Outline and objectives】**

"Water" is an indispensable entity for mankind and a fundamental substance of all industries. Therefore, the pollution of rivers and lakes, which are water sources, has an effect on living environments. In this class, you will learn about the basic characteristics of water and its analytical methods. You will study the evaluation method of natural water sources, and the treatment method for polluted water.

## 【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・実施、ならびにその効果の検証が必要である。そのためには、環境の状態を注意深く計測・監視することが必要である。そこで環境計測特論では、大気環境を主たる計測の対象として、光（電磁波）を利用した計測手法について解説する。具体的には、計測手法の原理や測定方法、計測手法の実環境計測への応用例、取得したデータからいかに環境情報を抽出できるか、について解説する。

## 【到達目標】

光（電磁波）を利用した多様な計測手法の原理や特徴と大気環境計測への応用の有用性に関する基礎知識を身につける。

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

ディプ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) 板書による説明
- 2) プリントの配布やプロジェクターの利用
- 3) 授業で解説した内容について議論を求めることがある
- 4) 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・分子のエネルギー
3	光と分子の相互作用（2）	分子のエネルギーと光遷移
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、大気構造
5	大気環境の基礎（2）	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
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) 「地球大気分光リモートセンシング」竹内延夫（編）、学会出版センター
- 5) 「大気放射学の基礎」浅野正二（著）、朝倉書店
- 6) 「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。

## 【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：

**【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

MAN500Y1

## 起業特論

辻井 康一

単位数：2 単位 | 開講時期：

## 【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検討および発表を通して企画力、表現力を養う。
- ・外国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	テクノロジーブッシュとマーケットブッシュについて、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4時間を標準とします。】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 分から 120 分程度の負荷を想定。

## 【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, ダイアモンド社, 2014 年  
『リーン・スタートアップ』, エリック・リース, 日系 BP 社, 2012 年  
『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  
『Maas モビリティ革命の先にある全産業のゲームチェンジ』日経 BP 社, 日高洋祐・牧村和彦・井上岳一・井上佳三, 2018 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 (20%)、起業家活動の分析に関する最終レポート (40%) で評価する。

## 【学生の意見等からの気づき】

グループ演習を取り込み、インタラクティブな講義とする。インターネットを使用し、できるだけ最新の事例を紹介する。

## 【学生が準備すべき機器他】

- ・インターネットを使用した動画の視聴を併用する
- ・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】

・講師自身は事業会社に所属し、実務として新規 WEB サービスの事業計画から構築管理を行っている立場にある。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て講義を展開する。

## 【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：

## 【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】

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、学習支援システム等で提示する。本授業の開始日は4月22日とし、この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	導入、辞書の使い方	授業へのイントロダクション。 電子辞書、コロケーション辞典、 専門辞典などの使い方を扱う。
第2回	Part 1 Starting your presentation 母音	教科書の解説、有用表現の習得、 分節音の発音練習を行う。
第3回	3 Example introduction 2 母音	教科書の解説、有用表現の習得、 分節音の発音練習を行う。
第4回	5 Example introduction 3 (Part 2) 二重、三重母音	教科書の解説、有用表現の習得、 分節音の発音練習を行う。
第5回	Quick Guide 1: Starting your presentation - Key sentences 破裂音	教科書の解説、有用表現の習得、 分節音の発音練習を行う。
第6回	Part 2 How to handle the main body of your presentation 摩擦音	教科書の解説、有用表現の習得、 分節音の発音練習を行う。
第7回	1 Starting a new section 摩擦音	教科書の解説、有用表現の習得、 分節音の発音練習を行う。
第8回	6 Using questions in the main body 移行音	教科書の解説、有用表現の習得、 分節音の発音練習を行う。
第9回	Part 3 How to handle conclusions 子音結合	教科書の解説、有用表現の習得、 分節音の発音練習を行う。

第10回	3 Example conclusion 2 子音結合	教科書の解説、有用表現の習得、 分節音の発音練習を行う。
第11回	Part 4 The question and answer session 子音結合	教科書の解説、有用表現の習得、 分節音の発音練習を行う。
第12回	Presentation Topics 7 Buss sessions 子音結合	教科書の解説、有用表現の習得、 分節音の発音練習を行う。
第13回	発音テスト・指導	個別に発音のチェックを行う。
第14回	期末試験、総括	筆記試験、まとめを行う

## 【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】授業の範囲のわからない語句の意味を辞書で調べてくる。

授業で扱った語句を習得し、プレゼンに使えるようにする。

授業で扱った分節音の発音をマスターする。

## 【テキスト（教科書）】

C. S. Langham. 2010. 『国際会議 English スピーキング・エクササイズ 口演・発表・応答』 医歯薬出版。

## 【参考書】

松坂ヒロシ. 1986. 『英語音声学入門』 研究社。  
小川直樹. 2009. 『耳慣らし英語ヒアリング 2 週間集中ゼミ』 新装版。アルク。  
東京工業大学. 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：

## 【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* を用いた解法例を学ぶ。毎回の講義後には、その講義内容に沿った実習を各自で行う。実習課題は、基本的にその期限内に提出する。

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

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	<i>Mathematica</i> 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	<i>Mathematica</i> の使い方 (2)	方程式の解法、関数近似、微分・積分
第 3 回	結晶格子	<i>Mathematica</i> のグラフィック機能、結晶格子の三次元描画
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* は、毎回のように新たな用法・機能を学ぶので、十分に復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】

特に使用しない。

## 【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*, a modern technical computing system. Especially, learn how to visually perceive the 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：

## 【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 辞書の使い方	受講生のプレゼンテーションを経験を踏まえ、プレゼンテーションの意義、重要事項に触れる。 英語での発信のために有用な辞書（和英辞典、英英辞典、類義語辞典、コロケーション辞典、専門用語辞典等）の使い方を学ぶ。
第 2 回	1 Starting	導入
第 3 回	1 Starting	導入
第 4 回	2 Using informal, spoken English	堅苦しくない英語の使い方
第 5 回	3 Simple ways to improve your slides	効果的なスライド
第 6 回	3 Simple ways to improve your slides	効果的なスライド
第 7 回	口頭発表演習（1）	これまでの学習を踏まえ、受講生に英語で口頭発表をしてもらう。
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ってもらう。

## 【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：

## 【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。学習支援システムでの授業開始は5月14日の予定です。

## 【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
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	一般的なイオン伝導性を中心に講義します
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】

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します。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します。

## 【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

## サステナビリティ研究入門B

今村 隆史

単位数：2 単位 | 開講時期：

## 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

調和のとれた持続可能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必要がある。サステ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和技術導入を図る上でどの様な問題とは何かなどについて解説する。次に、同様の概念やアプローチを他の環境問題（気候変動の問題など）に応用する際の一般性と問題点などについて議論を行う。これらを通して、今後の持続可能な社会の構築を目指す上で、行動や社会協働の根拠と実施状況の把握や効果の検証のために環境科学が果たすべき役割について議論できる能力を身につける。

## 【到達目標】

地球環境問題（オゾン層破壊や気候変動など）に関連する物理・化学プロセスを理解する上で必要となる基礎的な知識を習得する。学んだ基礎的な知識を土台にして、オゾン層保護の取り組みがどの様な科学的根拠のもとに行われたか、オゾン層保護対策の有効性はどの様に監視・検証されてきたのか、数値モデルはどの様な役割を果たしてきたかなどについて理解する。更に、学んだ考え方が、他の環境問題に対する対策立案や技術開発に応用可能であるか、対策などの取り組みを推進する上でどの様な問題点とは何か、について議論できる能力を身につける。

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

ディプ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) 板書による説明
- 2) プリントの配布やプロジェクターの利用
- 3) 授業で解説した内容について議論を求めることがある
- 4) 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、日本における公害問題とその解決への取り組み例
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（フロン類の開発の必要性和使用のメリット、フロンの大量消費とオゾン層破壊の見、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	熱力学・光化学・化学反応・気象学の基礎、大気の構造

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－気相連鎖反応－
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）	オゾンホールが発生メカニズム
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	オゾン層破壊と健康や生態系への影響	紫外線による人の健康や生物への影響
12	オゾン層破壊の数値モデル	成層圏オゾン層の長期変化の数値シミュレーション、オゾン層保護の取り組みの効果、温室効果気体の増加とオゾン層
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、温暖化予測
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
- 4) 「サステナビリティ学 全 5 巻」小宮山宏、武内和彦、住明正、花木啓介、三村信男（編）、東京大学出版会

## 【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。

## 【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 B

小鍋 哲、菊池 裕、小林 真盛、田中 浩士、富沢 成美、宮田 耕充

単位数：2 単位 | 開講時期：

## 【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）】

## 【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。

「生物機能性分子の創生を目的とした有機合成」田中浩士（東京工業大学）

「粘着剤と剥離材」小林真盛（リンテック株式会社）

「ゴム、そのユニークさを味わう」菊池裕（興国インテック（株））

「血液浄化デバイスの開発とあゆみ」富沢成美（日機装株式会社）

「ナノ物質の科学」宮田耕充（首都大学東京）

## 【アクティブラーニング（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。
2 回目	コンビナトリアル化学	多様性指向型の合成戦略について学ぶ(田中)
3 回目	ケミカルバイオロジー研究におけるケミカルプローブ	生態制御物質の創生と活用について学ぶ(田中)
4 回目	ラジオセラノスティクスの中にある有機化学	放射性医薬品の開発と自動合成技術について学ぶ(田中)
5 回目	粘着加工製品について	身近に用いられている粘着ラベルやシールについて解説し、キーマテリアルである粘着剤と剥離材に関して解説し、粘着加工製品に対する知見・知識を深める(小林)
6 回目	シリコーン：そのユニークな特性について	粘着剤にも剥離剤にもなる、ユニークな材料である「シリコーン」にフォーカスを当てて、その特徴について詳細に解説する(小林)
7 回目	ゴムとは	ゴムという素材について、改めてその歴史、現状、先端技術を学ぶ(菊池)
8 回目	ゴムの部品開発	ゴムを用いた部品の開発過程を通じて、化学と日常生活の関わりを実感する(菊池)
9 回目	血液浄化療法・血液浄化装置の歴史	治療の基本的原理、血液浄化における業績、理論に基づいた製品開発など血液浄化療法の生い立ちについて理解する(富沢)

- 10 回目 血液浄化用装置と浄化器の透水性能とその発展  
日本における血液浄化装置開発と浄化装置の発展について理解する(富沢)
- 11 回目 外国との比較  
臨床結果、治療モダリティーおよび保険制度など外国との違いについて理解する(富沢)
- 12 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(宮田)
- 13 回目 二次元物質とは？  
グラフェンや遷移金属ダイカルコゲナイドなど様々な二次元物質の合成法やその課題について理解する(宮田)
- 14 回目 二次元物質の最先端  
様々な二次元物質を複合化したヘテロ構造に関する最先端の研究動向について学ぶ(宮田)

## 【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】各教員の講義内容に関する資料は、必要に応じ事前に掲示および授業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、高井 和之、森 隆昌、山下 明泰、渡邊 雄二郎

単位数：3 単位 | 開講時期：年間授業/Yearly

## 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

指導教員のもと「修士論文」のテーマを選定する。研究テーマの背景を文献により調べ、具体的な研究の実施計画を立て、実験を行う。実験結果をもとに議論し、次の実験計画を立て、それを実行する。これを繰り返すことで、研究者に求められる素養を身に着ける。

## 【到達目標】

与えられた研究テーマを正確に理解できる。研究テーマ遂行のための計画を立てることができ、必要に応じて、計画の軌道修正ができる。得られた実験データを適切に解析し、解釈することができる。実験経過について、定期的に文章にまとめて報告ができる。実験ノートを正しくつける習慣を身につける。研究に関するプレゼンテーション能力を身に着ける。

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

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

## 【授業の進め方と方法】

研究テーマに関連した学術文献や専門書の講読を行うとともに、研究の途中経過を報告（プレゼンテーション）する。さらに研究の進捗状況を報告し、自分が行っている研究の意義を第三者に説明できるようにする。本科目は、通常の授業とは異なり、所属研究室における日々の研究活動を前提としている。指導教員の指示に従うこと。なお、必ずしも授業計画通りに進むとは限らない。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

あり/Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし/No

## 【授業計画】

回	テーマ	内容
第 1 回	文献講読、研究発表目	修士論文作成に関連した文献講読および研究発表
第 2 回	文献講読、研究発表目	修士論文作成に関連した文献講読および研究発表
第 3 回	文献講読、研究発表目	修士論文作成に関連した文献講読および研究発表
第 4 回	文献講読、研究発表目	修士論文作成に関連した文献講読および研究発表
第 5 回	文献講読、研究発表目	修士論文作成に関連した文献講読および研究発表
第 6 回	文献講読、研究発表目	修士論文作成に関連した文献講読および研究発表
第 7 回	文献講読、研究発表目	修士論文作成に関連した文献講読および研究発表
第 8 回	文献講読、研究発表目	修士論文作成に関連した文献講読および研究発表
第 9 回	文献講読、研究発表目	修士論文作成に関連した文献講読および研究発表
第 10 回	文献講読、研究発表目	修士論文作成に関連した文献講読および研究発表
第 11 回	文献講読、研究発表目	修士論文作成に関連した文献講読および研究発表
第 12 回	文献講読、研究発表目	修士論文作成に関連した文献講読および研究発表
第 13 回	文献講読、研究発表目	修士論文作成に関連した文献講読および研究発表
第 14 回	文献講読、研究発表目	修士論文作成に関連した文献講読および研究発表
第 15 回	文献講読、研究発表目	修士論文作成に関連した文献講読および研究発表

第 16 回	文献講読、研究発表目	修士論文作成に関連した文献講読および研究発表
第 17 回	文献講読、研究発表目	修士論文作成に関連した文献講読および研究発表
第 18 回	文献講読、研究発表目	修士論文作成に関連した文献講読および研究発表
第 19 回	文献講読、研究発表目	修士論文作成に関連した文献講読および研究発表
第 20 回	文献講読、研究発表目	修士論文作成に関連した文献講読および研究発表
第 21 回	文献講読、研究発表目	修士論文作成に関連した文献講読および研究発表
第 22 回	文献講読、研究発表目	修士論文作成に関連した文献講読および研究発表
第 23 回	文献講読、研究発表目	修士論文作成に関連した文献講読および研究発表
第 24 回	文献講読、研究発表目	修士論文作成に関連した文献講読および研究発表
第 25 回	文献講読、研究発表目	修士論文作成に関連した文献講読および研究発表
第 26 回	文献講読、研究発表目	修士論文作成に関連した文献講読および研究発表
第 27 回	文献講読、研究発表目	修士論文作成に関連した文献講読および研究発表
第 28 回	文献講読、研究発表目	修士論文作成に関連した文献講読および研究発表

## 【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 3 時間を標準とします。】文献、専門書を事前に良く学習しておくこと。自分の研究テーマに関連する文献を自分で見つける努力をすること。

## 【テキスト（教科書）】

特に指定しない。

## 【参考書】

各研究テーマに関連した論文。

## 【成績評価の方法と基準】

1 年間の論文講読、研究のプレゼンテーションについて各指導教員の観点にもとづき総合的に評価を行う。

## 【学生の意見等からの気づき】

受け身ではなく、自主的に研究を行う姿勢が必要である。自分の研究テーマだけでなく、他の受講者の研究テーマにも興味を持ち、積極的に議論に参加するよう心掛けること。

## 【Outline 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.

## 応用化学特別実験 1・2

明石 孝也、石垣 隆正、緒方 啓典、河内 敦、杉山 賢次、高井 和之、森 隆昌、山下 明泰、渡邊 雄二郎

単位数：2 単位 | 開講時期：年間授業/Yearly

## 【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<br>実験 | 研究計画に従って、実験を行う。<br>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<br>実験 | 研究計画に従って、実験を行う。<br>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<br>実験 | 研究計画に従って、実験を行う。<br>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<br>実験 | 研究計画に従って、実験を行う。<br>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<br>実験 | 研究計画に従って、実験を行う。<br>その結果を解析し、教員と議論するとともに、次のステップの実験方針を検討する。 |

**【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】**

【本授業の準備・復習時間は、各 1 時間を標準とします。】研究テーマに関する文献調査。

**【テキスト（教科書）】**

特に指定しない。

**【参考書】**

各研究テーマに関連した論文。

**【成績評価の方法と基準】**

修士論文を作成する過程について各指導教員の観点にもとづき総合的に評価を行う。

**【学生の意見等からの気づき】**

受け身ではなく、自主的に研究を行う姿勢が必要です。自分の研究テーマだけでなく、他の受講者の研究テーマにも興味を持ち、積極的に議論に参加するよう心掛けてください。

**【Outline 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.

## 応用化学発展ゼミナール

明石 孝也、石垣 隆正、緒方 啓典、河内 敦、杉山 賢次、高井 和之、森 隆昌、山下 明泰、渡邊 雄二郎

単位数：2 単位 | 開講時期：

## 【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	ガイダンス	本講義の意義、授業の進め方、評価方法についてのガイダンスを行う。
第 2 回	文献講読および議論	応用化学専攻の各分野（材料科学、環境化学、化学工学）に属する専任教員と提示された研究テーマに関する議論を行う。
第 3 回	文献講読および議論	応用化学専攻の各分野（材料科学、環境化学、化学工学）に属する専任教員と提示された研究テーマに関する議論を行う。
第 4 回	文献講読および議論	応用化学専攻の各分野（材料科学、環境化学、化学工学）に属する専任教員と提示された研究テーマに関する議論を行う。
第 5 回	文献講読および議論	応用化学専攻の各分野（材料科学、環境化学、化学工学）に属する専任教員と提示された研究テーマに関する議論を行う。

第 6 回	文献講読および議論	応用化学専攻の各分野（材料科学、環境化学、化学工学）に属する専任教員と提示された研究テーマに関する議論を行う。
第 7 回	文献講読および議論	応用化学専攻の各分野（材料科学、環境化学、化学工学）に属する専任教員と提示された研究テーマに関する議論を行う。
第 8 回	文献講読および議論	応用化学専攻の各分野（材料科学、環境化学、化学工学）に属する専任教員と提示された研究テーマに関する議論を行う。
第 9 回	文献講読および議論	応用化学専攻の各分野（材料科学、環境化学、化学工学）に属する専任教員と提示された研究テーマに関する議論を行う。
第 10 回	文献講読および議論	応用化学専攻の各分野（材料科学、環境化学、化学工学）に属する専任教員と提示された研究テーマに関する議論を行う。
第 11 回	文献講読および議論	応用化学専攻の各分野（材料科学、環境化学、化学工学）に属する専任教員と提示された研究テーマに関する議論を行う。
第 12 回	文献講読および議論	応用化学専攻の各分野（材料科学、環境化学、化学工学）に属する専任教員と提示された研究テーマに関する議論を行う。
第 13 回	文献講読および議論	応用化学専攻の各分野（材料科学、環境化学、化学工学）に属する専任教員と提示された研究テーマに関する議論を行う。
第 14 回	研究発表	本講義のまとめとして本講義によって学生が取得した知識を反映したかたちで研究計画および進捗状況について学生が自ら発表を行う。

## 【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】各教員が配布する文献、専門書を事前に良く学習しておくこと。

## 【テキスト（教科書）】

講義に関連したテキスト・文献等は各教員から必要に応じ指定する。

## 【参考書】

参考書は、研究テーマごとに授業中に別途指定する。

## 【成績評価の方法と基準】

講義中で取り扱う研究テーマに関連した論文に関する理解度、議論能力、研究計画に関するプレゼンテーションを元に総合的に評価する。

## 【学生の意見等からの気づき】

他研究分野・境界領域の研究に関して積極的に理解を深め、自主的に自らの研究に積極的に生かそうとする姿勢が必要です。積極的に教員との議論を行うよう心掛けてください。

## 【Outline 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

森 隆昌

単位数：3 単位 | 開講時期：年間授業/Yearly

## 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

粒子分散・凝集状態の評価及び制御の基礎を理解し、それを最先端の材料プロセス及び分離プロセスに応用する手法を学ぶ。既存の評価・制御方法にとらわれることなく、プロセスに合った評価・制御方法を新たに創り出す手法を学ぶ。

## 【到達目標】

選択した材料プロセス及び分離プロセスにおいて、粒子分散・凝集状態がどのように影響するのかを説明できるようにする。それをふまえた上で選択したプロセスの制御のために必要な評価手法を提案できるようにする。

【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】

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】

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、研究発表目	博士論文作成に関連した文献講読および研究発表
第 2 回	文献講読、研究発表目	博士論文作成に関連した文献講読および研究発表
第 3 回	文献講読、研究発表目	博士論文作成に関連した文献講読および研究発表
第 4 回	文献講読、研究発表目	博士論文作成に関連した文献講読および研究発表
第 5 回	文献講読、研究発表目	博士論文作成に関連した文献講読および研究発表
第 6 回	文献講読、研究発表目	博士論文作成に関連した文献講読および研究発表
第 7 回	文献講読、研究発表目	博士論文作成に関連した文献講読および研究発表
第 8 回	文献講読、研究発表目	博士論文作成に関連した文献講読および研究発表
第 9 回	文献講読、研究発表目	博士論文作成に関連した文献講読および研究発表
第 10 回	文献講読、研究発表目	博士論文作成に関連した文献講読および研究発表
第 11 回	文献講読、研究発表目	博士論文作成に関連した文献講読および研究発表
第 12 回	文献講読、研究発表目	博士論文作成に関連した文献講読および研究発表
第 13 回	文献講読、研究発表目	博士論文作成に関連した文献講読および研究発表
第 14 回	文献講読、研究発表目	博士論文作成に関連した文献講読および研究発表
第 15 回	文献講読、研究発表目	博士論文作成に関連した文献講読および研究発表
第 16 回	文献講読、研究発表目	博士論文作成に関連した文献講読および研究発表

第 17 回	文献講読、研究発表目	博士論文作成に関連した文献講読および研究発表
第 18 回	文献講読、研究発表目	博士論文作成に関連した文献講読および研究発表
第 19 回	文献講読、研究発表目	博士論文作成に関連した文献講読および研究発表
第 20 回	文献講読、研究発表目	博士論文作成に関連した文献講読および研究発表
第 21 回	文献講読、研究発表目	博士論文作成に関連した文献講読および研究発表
第 22 回	文献講読、研究発表目	博士論文作成に関連した文献講読および研究発表
第 23 回	文献講読、研究発表目	博士論文作成に関連した文献講読および研究発表
第 24 回	文献講読、研究発表目	派遣論文作成に関連した文献講読および研究発表
第 25 回	文献講読、研究発表目	博士論文作成に関連した文献講読および研究発表
第 26 回	文献講読、研究発表目	博士論文作成に関連した文献講読および研究発表
第 27 回	文献講読、研究発表目	博士論文作成に関連した文献講読および研究発表
第 28 回	文献講読、研究発表目	博士論文作成に関連した文献講読および研究発表

## 【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 3 時間を標準とします。】 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、研究のプレゼンテーションの態度により評価する。

## 【学生の意見等からの気づき】

受け身ではなく、自主的に研究を行う姿勢が必要である。自分の研究テーマだけでなく、他の受講者の研究テーマにも興味を持ち、積極的に議論に参加するよう心掛けること。

## 【Outline and objectives】

In this course students will learn the advanced material fabrication processes. Students will also learn the method that can properly control the process by using not only conventional methods but also newly developed ones.

**【授業の概要と目的（何を学ぶか）】**

粒子分散・凝集状態の評価及び制御の基礎を理解し、分散・凝集状態を評価する手法を身につける。既存の評価・制御方法にとらわれることなく、プロセスに合った評価・制御方法を新たに創り出し、その妥当性、有効性を検証する。

**【到達目標】**

粒子分散・凝集状態を評価し、評価結果に基づいて材料プロセス及び分離プロセスへの影響を説明できる。新たな粒子分散・凝集状態及び関連する特性の評価手法を考案し、それを実現するシステムを作製し、手法の有効性を検証できる。

**【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粒子分散・凝集状態及び関連する特性を評価する手法を考案し、必要な評価装置・システムを作製する。作製した評価装置・システムを利用して、先端応用化学特別研究に関連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】**

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	博士論文作成に向けた実験	研究計画に従って、実験を行います。その結果を解析し、その結果を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、実験を行います。その結果を解析し、その結果を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、実験を行います。その結果を解析し、その結果を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、実験を行います。その結果を解析し、その結果を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、実験を行います。その結果を解析し、その結果を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、実験を行います。その結果を解析し、その結果を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、実験を行います。その結果を解析し、その結果を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、実験を行います。その結果を解析し、その結果を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、実験を行います。その結果を解析し、その結果を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、実験を行います。その結果を解析し、その結果を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、実験を行います。その結果を解析し、その結果を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、実験を行います。その結果を解析し、その結果を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、実験を行います。その結果を解析し、その結果を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、実験を行います。その結果を解析し、その結果を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、実験を行います。その結果を解析し、その結果を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、実験を行います。その結果を解析し、その結果を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、実験を行います。その結果を解析し、その結果を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、実験を行います。その結果を解析し、その結果を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、実験を行います。その結果を解析し、その結果を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、実験を行います。その結果を解析し、その結果を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、実験を行います。その結果を解析し、その結果を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、実験を行います。その結果を解析し、その結果を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<br>実験 | 研究計画に従って、実験を行います。その結果を解析し、その結果を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<br>実験 | 研究計画に従って、実験を行います。その結果を解析し、その結果を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<br>実験 | 研究計画に従って、実験を行います。その結果を解析し、その結果を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<br>実験 | 研究計画に従って、実験を行います。その結果を解析し、その結果を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<br>実験 | 研究計画に従って、実験を行います。その結果を解析し、その結果を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。】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、得られた実験結を総合的に評価する。

**【学生の意見等からの気づき】**

計画に沿って着実に実験を進めるだけでなく、積極的に議論することを心がける。

**【Outline and objectives】**

In this course students will learn the advanced material fabrication processes. Students will also learn the method that can properly control the process by using not only conventional methods but also newly developed ones. Students will design and carry out the experiments to verify the effectiveness of the method.

**【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、所属研究室における日々の研究活動を前提としている。指導教員の指示に従うこと。なお、必ずしも授業計画通りに進むとは限らない。

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

あり/Yes

**【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】**

なし/No

**【授業計画】**

回	テーマ	内容
第 1 回	文献講読, 研究発表目	博士論文作成に関連した文献講読および研究発表
第 2 回	文献講読, 研究発表目	博士論文作成に関連した文献講読および研究発表
第 3 回	文献講読, 研究発表目	博士論文作成に関連した文献講読および研究発表
第 4 回	文献講読, 研究発表目	博士論文作成に関連した文献講読および研究発表
第 5 回	文献講読, 研究発表目	博士論文作成に関連した文献講読および研究発表
第 6 回	文献講読, 研究発表目	博士論文作成に関連した文献講読および研究発表
第 7 回	文献講読, 研究発表目	博士論文作成に関連した文献講読および研究発表
第 8 回	文献講読, 研究発表目	博士論文作成に関連した文献講読および研究発表
第 9 回	文献講読, 研究発表目	博士論文作成に関連した文献講読および研究発表
第 10 回	文献講読, 研究発表目	博士論文作成に関連した文献講読および研究発表
第 11 回	文献講読, 研究発表目	博士論文作成に関連した文献講読および研究発表
第 12 回	文献講読, 研究発表目	博士論文作成に関連した文献講読および研究発表
第 13 回	文献講読, 研究発表目	博士論文作成に関連した文献講読および研究発表
第 14 回	文献講読, 研究発表目	博士論文作成に関連した文献講読および研究発表

第 15 回	文献講読, 研究発表目	博士論文作成に関連した文献講読および研究発表
第 16 回	文献講読, 研究発表目	博士論文作成に関連した文献講読および研究発表
第 17 回	文献講読, 研究発表目	博士論文作成に関連した文献講読および研究発表
第 18 回	文献講読, 研究発表目	博士論文作成に関連した文献講読および研究発表
第 19 回	文献講読, 研究発表目	博士論文作成に関連した文献講読および研究発表
第 20 回	文献講読, 研究発表目	博士論文作成に関連した文献講読および研究発表
第 21 回	文献講読, 研究発表目	博士論文作成に関連した文献講読および研究発表
第 22 回	文献講読, 研究発表目	博士論文作成に関連した文献講読および研究発表
第 23 回	文献講読, 研究発表目	博士論文作成に関連した文献講読および研究発表
第 24 回	文献講読, 研究発表目	派遣論文作成に関連した文献講読および研究発表
第 25 回	文献講読, 研究発表目	博士論文作成に関連した文献講読および研究発表
第 26 回	文献講読, 研究発表目	博士論文作成に関連した文献講読および研究発表
第 27 回	文献講読, 研究発表目	博士論文作成に関連した文献講読および研究発表
第 28 回	文献講読, 研究発表目	博士論文作成に関連した文献講読および研究発表

**【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】**

【本授業の準備・復習時間は、各 3 時間を標準とします。】博士論文作成に向けて授業時間外においても常に文献調査を行い、最新の研究動向に関する知見や情報を把握しておくこと。

**【テキスト（教科書）】**

特に指定しない

**【参考書】**

研究テーマに関連した文献・その他の情報を教員および関連分野の研究者の助言も取り入れながら自身で収集する。

**【成績評価の方法と基準】**

年間を通じた文献調査発表、研究成果発表および他の発表に関する議論への貢献度により評価する。

**【学生の意見等からの気づき】**

自分の研究分野だけではなく、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

高井 和之

単位数：2 単位 | 開講時期：年間授業/Yearly

## 【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議論を繰り返しながら研究を進める。これらにもとづき国際会議を含めた幅広い分野の学会での研究発表を行うと同時に国内外の学術誌において研究成果を出版するように努める。本科目は、通常の授業とは異なり、所属研究室における日々の研究活動を前提としている。指導教員の指示に従うこと。なお、必ずしも授業計画通りに進むとは限らない。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）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定める。
2	博士論文作成に向けた実験	研究テーマに沿った実験計画を立て、実験を行い、その結果・考察についての教員との討論により次の方向を定めながら研究を進める。
3	博士論文作成に向けた実験	研究テーマに沿った実験計画を立て、実験を行い、その結果・考察についての教員との討論により次の方向を定めながら研究を進める。
4	博士論文作成に向けた実験	研究テーマに沿った実験計画を立て、実験を行い、その結果・考察についての教員との討論により次の方向を定めながら研究を進める。
5	博士論文作成に向けた実験	研究テーマに沿った実験計画を立て、実験を行い、その結果・考察についての教員との討論により次の方向を定めながら研究を進める。
6	博士論文作成に向けた実験	研究テーマに沿った実験計画を立て、実験を行い、その結果・考察についての教員との討論により次の方向を定めながら研究を進める。
7	博士論文作成に向けた実験	研究テーマに沿った実験計画を立て、実験を行い、その結果・考察についての教員との討論により次の方向を定めながら研究を進める。
8	博士論文作成に向けた実験	研究テーマに沿った実験計画を立て、実験を行い、その結果・考察についての教員との討論により次の方向を定めながら研究を進める。
9	博士論文作成に向けた実験	研究テーマに沿った実験計画を立て、実験を行い、その結果・考察についての教員との討論により次の方向を定めながら研究を進める。
10	博士論文作成に向けた実験	研究テーマに沿った実験計画を立て、実験を行い、その結果・考察についての教員との討論により次の方向を定めながら研究を進める。
11	博士論文作成に向けた実験	研究テーマに沿った実験計画を立て、実験を行い、その結果・考察についての教員との討論により次の方向を定めながら研究を進める。
12	博士論文作成に向けた実験	研究テーマに沿った実験計画を立て、実験を行い、その結果・考察についての教員との討論により次の方向を定めながら研究を進める。
13	博士論文作成に向けた実験	研究テーマに沿った実験計画を立て、実験を行い、その結果・考察についての教員との討論により次の方向を定めながら研究を進める。
14	博士論文作成に向けた実験	研究テーマに沿った実験計画を立て、実験を行い、その結果・考察についての教員との討論により次の方向を定めながら研究を進める。
15	博士論文作成に向けた実験	研究テーマに沿った実験計画を立て、実験を行い、その結果・考察についての教員との討論により次の方向を定めながら研究を進める。
16	博士論文作成に向けた実験	研究テーマに沿った実験計画を立て、実験を行い、その結果・考察についての教員との討論により次の方向を定めながら研究を進める。
17	博士論文作成に向けた実験	研究テーマに沿った実験計画を立て、実験を行い、その結果・考察についての教員との討論により次の方向を定めながら研究を進める。

18	博士論文作成に向けた実験	研究テーマに沿った実験計画を立て、実験を行い、その結果・考察についての教員との討論により次の方向を定めながら研究を進める。
19	博士論文作成に向けた実験	研究テーマに沿った実験計画を立て、実験を行い、その結果・考察についての教員との討論により次の方向を定めながら研究を進める。
20	博士論文作成に向けた実験	研究テーマに沿った実験計画を立て、実験を行い、その結果・考察についての教員との討論により次の方向を定めながら研究を進める。
21	博士論文作成に向けた実験	研究テーマに沿った実験計画を立て、実験を行い、その結果・考察についての教員との討論により次の方向を定めながら研究を進める。
22	博士論文作成に向けた実験	研究テーマに沿った実験計画を立て、実験を行い、その結果・考察についての教員との討論により次の方向を定めながら研究を進める。
23	博士論文作成に向けた実験	研究テーマに沿った実験計画を立て、実験を行い、その結果・考察についての教員との討論により次の方向を定めながら研究を進める。
24	博士論文作成に向けた実験	研究テーマに沿った実験計画を立て、実験を行い、その結果・考察についての教員との討論により次の方向を定めながら研究を進める。
25	博士論文作成に向けた実験	研究テーマに沿った実験計画を立て、実験を行い、その結果・考察についての教員との討論により次の方向を定めながら研究を進める。
26	博士論文作成に向けた実験	研究テーマに沿った実験計画を立て、実験を行い、その結果・考察についての教員との討論により次の方向を定めながら研究を進める。
27	博士論文作成に向けた実験	研究テーマに沿った実験計画を立て、実験を行い、その結果・考察についての教員との討論により次の方向を定めながら研究を進める。
28	博士論文作成に向けた実験	研究テーマに沿った実験計画を立て、実験を行い、その結果・考察についての教員との討論により次の方向を定めながら研究を進める。

**【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】**

【本授業の準備・復習時間は、各 1 時間を標準とします。】博士論文作成に向けて授業時間外においても常に実験・解析・考察を行い、研究を推進すること。

**【テキスト（教科書）】**

特に指定しない

**【参考書】**

研究テーマに関連した文献・その他の情報を教員および関連分野の研究者の助言も取り入れながら自身で収集する。

**【成績評価の方法と基準】**

得られた知見が学術上貢献するところが大きいかという観点から総合的に評価する。

**【学生の意見等からの気づき】**

自分の研究分野だけでなく、他の分野の研究者の研究テーマにも興味を持ち、積極的に研究者としての視野を広げるよう心掛けること。

**【Outline 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：

## 【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。

4月22日から授業支援システムで授業開始します。

【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】

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

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 steady problems of partial differential equations.

**【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 —	リーブ・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

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.

LNG500X4

## 言語科学特論 1

梨本 邦直

単位数：2 単位 | 開講時期：

## 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

文の意味は文を構成する語の意味の総和に還元できない。構文自体が一定の意味を担う言語単位であり、文の意味が語彙情報と構文の意味との相互作用から説明されることを理解するのがこの授業の目的である。

## 【到達目標】

この授業の到達目標は構文意味論の基礎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」「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。本授業の開始日は4月29日（水）とし、この日以降に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。講義＋演習形式で行う。後半は英語における構文論を読む。

【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
イントロ	構文意味論とは	イントロダクション
構文論	構文論1	世界の切り取り方
構文論	構文論2	構文の種類
構文論	構文論3	イディオム・コロケーション
言外の意味	言外の意味1	ことば・文化・思考
言外の意味	言外の意味2	語用論
言外の意味	言外の意味3	テキスト・談話
構文意味論	復習	復習
SentenceEvent schemas: Patterns	Sentence Patterns	Thematic roles and event schemas
SentenceEvent schemas: Patterns	Sentence Patterns	Situations in the material world
SentenceEvent schemas: Patterns	Sentence Patterns	Situations in the psychological world
SentenceEvent schemas: Patterns	Sentence Patterns	Situations in the force-dynamic world
Summary/Review	復習	Conclusion and Summary 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（教科書）】

瀬戸賢一、山添秀剛ほか著 2017『解いて学ぶ認知構文論』大修館書店

Gunter Radden. 2007. Cognitive English Grammar. Amsterdam: John Benjamins

## 【参考書】

池上嘉彦 1981 『「する」と「なる」の言語学』大修館書店

國廣哲爾編 1982 『日英語比較講座第4巻発想と表現』大修館書店

## 【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、以下の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、授業開始日以降に学習支援システムで提示し、徐々に詰めていく。

レポート課題 (60%) と平常点 (40%) で評価する。

## 【学生の意見等からの気づき】

特になし。

## 【Outline and objectives】

The main objective of this class is to understand the basics of Construction Grammar that integrates form and meaning. Form in constructions refers to any combination of syntactic, morphological, or phonological patterns and meaning includes not only lexical semantics but also pragmatics, and discourse structure. Construction Grammar in this view is serves well for explaining linguistic expressions of all types.

**【授業の概要と目的（何を学ぶか）】**

言語の複雑な特性と我々社会の複雑な特性がスケールフリーの特徴を持つなど、その類似性が明らかにされてきた。本講義では、ネットワーク科学を取り上げて、ゼミ形式で全員で輪読しながら、理解を深める。バラバシの資料を中心に進める。

**【到達目標】**

学んだことを実装して、理解力を確認する。べき乗特性とスケールフリーに関する基礎的事項を学び、ネットワーク科学特有のクラスターなどについて学ぶ。この中で、WS や BA モデルを学ぶ。

**【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】**

各自が担当の部分を学習と発表により、ゼミ形式で輪読して進める。

**【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	概要	授業の概要、担当割を行う。
第 2 回	グラフ理論	グラフの次数、クラスター係数について学ぶ。
第 3 回	ランダム・ネットワーク	次数分布、スモールワールドについて学ぶ。
第 4 回	スケールフリーの性質	べき則、スケールフリーについて学ぶ。
第 5 回	バラバシ・アルバー ト・モデル	バラバシ・アルバート・モデル、 次数分布について学ぶ。
第 6 回	進化するネットワーク	ピアンコーニ・バラバシ・モデル について学ぶ。
第 7 回	次数相関	次数相関の測定について学ぶ。
第 8 回	ネットワーク頑健性	スケールフリー・ネットワークの 頑健性について学ぶ。
第 9 回	コミュニティ	コミュニティの検出について学 ぶ。
第 10 回	感染現象	感染流行のモデルについて学ぶ。
第 11 回	演習 1	Schelling のモデル、Viseck の モデル演習
第 12 回	演習 2	スモールワールドのモデル演習
第 13 回	演習 3	Axelrod のモデル演習
第 14 回	演習 4	最近の話題のモデルを取り上げる

**【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）】**

ネットワーク科学、バラバシ、共立

**【参考書】**

適宜指示する

**【成績評価の方法と基準】**

担当の割り当ての説明 50%、積極性 20%、演習 30%

**【学生の意見等からの気づき】**

プログラミングが必要であることに注意

**【学生が準備すべき機器他】**

PC

**【Outline and objectives】**

The similarities between the complex characteristics of language and the complex characteristics of our society have been shown to be scale-free. In this lecture, network sciences will be taken up and everyone will read in a seminar format to deepen their understanding. We will proceed mainly with Barabashi's text book.

PRI500X4

## 分散システム特論 1

滝沢 誠

単位数：2 単位 | 開講時期：

## 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

分散システム (distributed system) は、複数のプロセスが、コンピュータ・ネットワークにより互いにメッセージ通信を行いながら、ある目的を達成するために協調動作を行いシステムである。本授業では、分散システムを設計、実現、運用するために必要となる概念、理論、アルゴリズム、技術について講義、調査研究を行う。

## 【到達目標】

本授業では、分散システムを設計、実現、運用するために必要となる概念、理論、アルゴリズム、技術について理解することを目的としている。

【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】

分散システムを設計、実現、運用するために必要となる概念、理論、アルゴリズム、技術について講義、調査研究を行う。あわせて、分散システムの最新の技術に関する個別のテーマについて、調査研究も行い、発表と QA 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	分散システムの概要	分散システムとは何かについて講義を行う。分散システムのアーキテクチャ、モデルについて講義する。分散システムは、複数のプロセスがネットワークにより相互接続され、メッセージ通信を行いながら協調動作を行う。
2	アーキテクチャ	分散システムのアーキテクチャについて考える。分散システムの代表的なモデルであるクライアント・サーバ (CS) モデル、P2P(peer-to-peer) モデルについて議論する。特に、集中コントローラが存在しない分散型の P2P モデルについて考える。
3	プロセス・モデル	分散システムは、複数のプロセスから構成される。プロセスを、命令実行により状態を遷移させていく有限状態機械としてモデル化する。
4	分散システムの状態 1	複数のプロデューサから構成される分散システムの状態について考える。分散システムの全体状態は、各プロセスの (ローカル状態) の集合として定義される。
5	分散システムの状態 2	複数のプロセスが協調動作を行っているときの無矛盾 (consistent) な全体状態とは何かについて考える。

6	同期方法：イベントの生起順序	複数のプロセス間の協調動作を行うためには、各プロセスでメッセージを因果順序 (causal order) に配送する必要がある。このために、分散システム内で生起するイベントの順序について考える。
7	同期方法：論理時計 1	イベントを生起順序をつけるための時計について考える。各コンピュータの物理時計に加えて、論理時計 (logical clock) について論じる。
8	同期方法：論理時計 2	論理時計として、線形時計 (linear clock) とベクタ時計 (vector clock) について考える。また、これらの論理的な性質について検討する。
9	グループ通信	分散システムでは、プロセスのグループが協調動作を行う。このとき、各プロセスは、メッセージを因果順序 (causal order) に配送せねばならない。このためのグループ通信プロトコルについて考える。
10	グループ通信:論理時計	線形時計とベクタ時計を用いたグループ通信プロトコルについて考える。実装上の問題についても議論する。
11	グループ通信：物理時計	物理時計を用いたプロトコルについて考える。コンピュータの物理時計の誤差と、通信遅延時間について論じる。
12	グループ通信：信頼性	グループ内のプロセスの障害について考える。障害として、停止障害を考える。
13	グループ通信：障害検出、復旧	グループ内のプロセスの障害の検出方法とグループの動的な構成方法について考える。
14	グループ通信のまとめ	分散システムとグループ通信についてまとめる。

## 【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。】最近の IT 技術動向について興味をもって調べ発表を行う。

## 【テキスト（教科書）】

なし

## 【参考書】

なし

## 【成績評価の方法と基準】

授業中の発表、QA、およびレポートにより採点を行う。

## 【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】

なし

## 【Outline and objectives】

Distributed systems are composed of processes which are cooperating with one another by exchanging messages in networks. Architectures, models, design, implementation, and applications of distributed systems are lectured.

## 分散システム特論2

滝沢 誠

単位数：2 単位 | 開講時期：

## 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

分散システム (distributed system) は、複数のプロセスが、コンピュータ・ネットワークにより互いにメッセージ通信を行いながら、ある目的を達成するために協調動作を行いシステムである。本授業では、分散システムを設計、実現、運用するために必要となる技術、実装方法、実例について講義、調査研究を行う。

## 【到達目標】

分散システムについての理解を深める。

【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】

講義に加えて、分散システムについての技術的テーマについての調査研究を行い発表と質疑応答を行う。

## 【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	分散システムの概要	分散システムは、メッセージ通信により協調動作を行う複数のプロセスから構成される。こうした分散システムの概要について講義を行う。
2	分散システムの基本	分散システムの基本となるアーキテクチャ、同期 (synchronization) 方式について考える。
3	同期型、非同期型システム	分散システムには、同期型 (synchronous) と非同期型 (asynchronous) がある。また、同期型と非同期型のネットワーク、プロセスについて考える。非同期型システムでは、故障したプロセスを、タイムアウトにより検出できないことを示す (impossibility theorem)。
4	分散アルゴリズム:同期方式	複数のプロセスから構成される分散システムで必要となるアルゴリズムについて考える。まず、複数のプロセス間の同期方式について考える。
5	分散アルゴリズム:同期方式	データオブジェクトに対する同期方式について考える。二相ロック、Quorum 方式を考える。
6	分散アルゴリズム:同期方式	データオブジェクトに対する同期方式について考える。二相ロック、Quorum 方式等について考える。
7	フォールトトレラント・システム	分散システムがこうむる障害について考える。停止障害、Byzantine 障害等について考える。
8	フォールトトレラント・システム	障害の検出、復旧方式として、分散チェックポイント方式を考える。

9	フォールトトレラント・システム	データ多重化方式について考える。データのレプリカ (複製) が複数のサーバに配置される。レプリカ間で同期をとるための二相ロック、時刻印方式、さらに二相コミットについて考える。
10	フォールトトレラント・システム	プロセスの多重化方式について考える。active, passive, semi-active 多重化について論じる。
11	セキュリティ	安全な分散システムについて考える。まず、アクセス制御方式を考える。アクセス規則 (s, o, t) は、誰 (s) が何 (o) をどのように (t) 操作できるかを示している。また、ロールベース・アクセス制御 (RBAC) についても考える。
12	セキュリティ	情報フロー制御について考える。利用者がオブジェクトを読み書きすることにより、アクセス権のない利用者が結果的にデータを読めてしまう問題である。
13	セキュリティ	認証方式等について考える。
14	今後の課題	クラウド・コンピューティング・システムのような大規模 (scalable) な情報システムの問題点を考える。

## 【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。】最新の IT 技術について興味をもって調査を行う。

## 【テキスト（教科書）】

滝沢、榎戸：「分散システム：P2P モデル」、コロナ社 (2014)

## 【参考書】

なし

## 【成績評価の方法と基準】

調査研究の発表、QA、レポートにより評価を行う。

## 【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】

なし

## 【Outline and objectives】

Algorithms and implementation of distributed systems are lectured. Students present them in classes.

PRI500X4

## 応用論理・数理言語学特論 1

金沢 誠

単位数：2 単位 | 開講時期：

## 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

関数型プログラミングの基礎となっているラムダ計算について基本的事項を学ぶ。

## 【到達目標】

- ・  $\lambda$  項の簡約について理解する
- ・  $\lambda$  項による再帰的関数の表現について理解する
- ・ 型付け可能な  $\lambda$  項とそうでない  $\lambda$  項の違いについて理解する

【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】

板書を使った講義形式。定期的に演習問題を課す。

## 【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	$\lambda$ 項, 等式理論	帰納的定義, 項, 構成木, $\alpha$ 変換, $\beta$ 変換, 文脈, 等式理論, 無矛盾性
2	$\lambda$ 項, 等式理論 (つづき)	不動点定理, 演習問題
3	簡約, 無矛盾性	簡約, $\beta$ 簡約, 項と簡約の分類, 簡約に関する概念
4	簡約, 無矛盾性 (つづき)	$\beta$ 簡約の Church-Rosser 性, 無矛盾性, Böhm の定理, 演習問題
5	簡約戦略	頭部簡約と最左簡約, 標準簡約と標準化
6	簡約戦略 (つづき)	頭部標準形について, 演習問題
7	数項と再帰的関数	Church 数項, 再帰的全域関数の定義可能性
8	数項と再帰的関数 (つづき)	決定不能問題, 再帰的部分関数の定義可能性, 演習問題
9	モデル	コンビネータ論理, $\lambda$ 抽象の模倣, $\lambda$ 計算とコンビネータ論理のあいだの翻訳, $\lambda$ 計算とコンビネータ論理の類似点と相違点
10	モデル (つづき)	コンビネータ代数, 項モデル, 演習問題
11	単純型	型付け規則, 型付け規則の性質, 主部簡約定理, 演習問題
12	型付け可能性と強正規化	型付け可能性, 還元可能性による強正規化の証明, 強正規化の帰結, 演習問題
13	主要型	型代入と主要型, 型代入の性質, 単一化
14	主要型 (つづき)	主要型アルゴリズム, 演習問題

## 【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。】

## 【テキスト（教科書）】

Andrew D. Ker, Lambda Calculus and Types, 2009.  
<http://www.cs.ox.ac.uk/andrew.ker/docs/lambda-calculus-lecture-notes-ht2009.pdf>

## 【参考書】

Peter Selinger, Lecture notes on the lambda calculus, 2013.  
<https://arxiv.org/abs/0804.3434>

## 【成績評価の方法と基準】

定期的に課す演習問題（40 %）と期末のレポート（60 %）の成績で評価する。

## 【学生の意見等からの気づき】

特になし。

## 【Outline and objectives】

The course covers the basics of lambda calculus.

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：

## 【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。

## 【アクティブラーニング（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・データウェアハウスと OLAP
[5,6]	頻出パターンと同時関係マイニング	APRIORI と FP Tree アルゴリズム
[7]	分類問題 (1)	決定木とベイズ分類
[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。体系立てた理解をしているかどうかのポイントです。

## 【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】

授業資料はホームページから公開します。

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. However, 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：

## 【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	$H_{\infty}$ 制御 (1)	LMI による解析条件の導出方法を学習する。
第 14 回	$H_{\infty}$ 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）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】学部で学んだ制御工学、線形代数、微分方程式を復習しておいて下さい。

## 【テキスト（教科書）】

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, レポート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：

## 【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モ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）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】学部で学んだ制御工学，線形代数，微分方程式を復習しておいて下さい。

## 【テキスト（教科書）】

特に指定しない。（参考となる書籍等は，講義中にも紹介する。）

## 【参考書】

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，レポート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】

丁寧な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：

## 【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。

## 【アクティブラーニング（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 第六版」（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

## 【その他の重要事項】

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伴い、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。

## 【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：

## 【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。

## 【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）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、センサフェュージョン
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 第六版」(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】

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】

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

ASR500X4

## 電波計測光学特論 2

春日 隆

単位数：2 単位 | 開講時期：

## 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

特論1に連続するが、まず最先端望遠鏡について学習した後、分野を広げ、電波望遠鏡技術の波及した分野および新技術について概観する。

## 【到達目標】

最先端科学・技術についての知識を持つこと、技術と科学的成果との関係を知り、自身の研究との関連を考えつつ、役立てられるようにすることである。

【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」「DP2」「DP3」に関連

## 【授業の進め方と方法】

講義、解説を主体とし、適宜具体例をあげ演習する。

【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 回目	ALMA について 1	全体の概観
2 回目	ALMA について 2	求めるサイエンス
3 回目	ALMA について 3	鏡面製作と保証の技術
4 回目	ALMA について 4	鏡面測定と評価技術
5 回目	ALMA について 5	受信機技術
6 回目	ALMA について 6	信号の振幅と位相制御
7 回目	ALMA について 7	信号処理技術
8 回目	ALMA について 8	解析アルゴリズム
9 回目	ALAM について 9	最新のサイエンス
10 回目	宇宙望遠鏡 1	主鏡の技術
11 回目	宇宙望遠鏡 2	受信系の技術
12 回目	宇宙望遠鏡 3	伝送系・信号処理技術
13 回目	宇宙望遠鏡 4	最新のサイエンス
14 回目	まとめ	まとめとニュース

## 【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。】特にはないが、Web等で事前に調べることは推奨する。

## 【テキスト（教科書）】

特にはないが、論文を参照することがある。

## 【参考書】

特になし。

## 【成績評価の方法と基準】

複数回のレポートで評価する。

## 【学生の意見等からの気づき】

とくにない。

## 【Outline and objectives】

Learn about radio astronomy situated at the cutting edge of radio science, deepen and understand scientific and technological knowledge. We also focus on keeping aware of applying cutting-edge science and technology to various fields at all times.

## 時空間物理学特論 2

佐藤 修一

単位数：2 単位 | 開講時期：

### 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

相対性理論と重力波

### 【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】

空間と時間を統一的に扱うことによって、重力場の効果を古典力学の枠組みのなかに取り入れたのが相対性理論である。はじめに相対性理論の枠組みを概観し、実験によってどこまで確かめられているのかを紹介する。つぎに相対性理論が予言する重力波について解説し、宇宙を観測・理解する上で電磁波および広い意味での宇宙線に次ぐ第3の観測手段としての重力波について学ぶ。

### 【アクティブラーニング（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	曲率1	重力と曲率
第2回	曲率1	極座標でのテンソル
第3回	曲率1	クリストッフェル記号とメトリック
第4回	多様体1	可微分多様体とテンソル
第5回	多様体2	リーマン多様体
第6回	多様体3	共変微分、曲率テンソル
第7回	曲がった時空での物理1	微分幾何から重力へ
第8回	曲がった時空での物理2	曲がった時空での物理
第9回	曲がった時空での物理3	保存量
第10回	アインシュタイン方程式1	アインシュタイン方程式
第11回	アインシュタイン方程式2	弱い重力場でのアインシュタイン方程式
第12回	アインシュタイン方程式3	ニュートン重力場
第13回	重力波1	重力波の伝搬
第14回	重力波2	重力波の検出

### 【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】授業内で示される課題（レポート、演習問題）に対応する。

### 【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（50%程度）とレポート（50%程度）に基づいて総合的に評価する。

### 【学生の意見等からの気づき】

.

### 【Outline and objectives】

General theory of relativity and gravitational wave.

ASR500X4

## 銀河考古学特論

田中 幹人

単位数：2 単位 | 開講時期：

## 【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。2019 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発表する輪読形式で進める。春学期すべての授業回は、オンラインでの開講となる。それにとまなう各回の授業計画の変更については、学習支援システムでその都度提示する。

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

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時間を標準とします。】

自分の担当箇所を発表するためのレジュメ作りを事前に行う必要がある。

## 【テキスト（教科書）】

「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 千葉柁司(著) 日本評論社 2015 年

## 【成績評価の方法と基準】

自分の担当箇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】

国立大学で天文学や物理学など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解説する。

## 【Outline and objectives】

Reading the textbook, "Galaxies in the universe", in turns.

ASR500X4

## 天文文化特論

田中 幹人

単位数：2 単位 | 開講時期：

### 【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/>)」に投稿されたグローバルな天文文化に関する英論文を輪読し、天文文化の現状および事例を理解する。

### 【到達目標】

- ・科学英語に慣れる。
- ・セミナー形式に慣れる。
- ・天文文化の知識を深める。

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

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

### 【授業の進め方と方法】

CAPJournal に投稿された各論文を受講者で分担して発表し合う輪読形式で進める。

### 【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）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 時間を標準とします。】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】

国立大学で天文学や物理学など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解説する。

### 【Outline and objectives】

Reading academic papers published in the CAPJournal (<https://www.capjournal.org/>) in turns.

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：

## 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

原子、分子、イオンなどの物質と電磁波とのコヒーレントな相互作用を研究し、通信・制御あるいは計測に利用する学問・技術分野である量子エレクトロニクスについて学ぶ。レーザーの基礎的過程（吸収、自発的放出、誘導放出）を学び、レーザー分光を用いる種々の精密測定法とその関連分野について学習する。

## 【到達目標】

レーザーの基礎を学んだ後、これらコヒーレントな電磁波と原子、分子、イオンなどの物質との相互作用を記述することを学習する。レーザー分光におけるスペクトル線の形が持つ物理的意味について学習し、これを制御することで到達する超精密測定など最近の研究や技術の発展について学ぶ。

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

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

## 【授業の進め方と方法】

授業はパワーポイントを使用した講義形式で行う。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。本授業の開始日は4月27日とする。

【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
1	量子エレクトロニクスとは	量子エレクトロニクスとレーザーの歴史を概観する
2	光の放出と吸収 1	電磁波の物理を復習する
3	光の放出と吸収 2	光の自然放出、誘導放出について学ぶ
4	レーザー 1	レーザーの基礎、原理を学ぶ
5	レーザー 2	気体、固体、半導体レーザーなど、種々のレーザーの特性を学ぶ
6	コヒーレントな相互作用 1	二準位原子と光のコヒーレントな相互作用を学ぶ
7	コヒーレントな相互作用 2	スペクトル線の幅とその意味について学ぶ
8	コヒーレントな相互作用 3	原子と光の相互作用を密度行列で記述することを学ぶ
9	コヒーレントな相互作用 4	光学的ブロッホ方程式による記述を学ぶ
10	いろいろな分光法 1	非線形分光法について学ぶ
11	いろいろな分光法 2	時間分解分光法を学ぶ
12	レーザー応用 1	非線形光学について学ぶ
13	レーザー応用 2	レーザーアブレーションとその応用を学ぶ
14	最近の話題から	原子時計、超精密分光について解説する

## 【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】量子力学の基本的なところを理解しておくことが望ましい

## 【テキスト（教科書）】

特になし

## 【参考書】

霜田光一「レーザー物理入門」（岩波書店）

## 【成績評価の方法と基準】

期間中に課す複数回のレポート 90%、平常点 10%。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う、成績評価の方法と基準については、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

## 【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：

## 【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：

## 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

産業現場（採用や管理職登用など）、心理臨床現場（クリニックや相談所など）で広く使用されている S C T（精研式文章完成法テスト）について、講義と実習を行う。第 1 回目の授業に参加した者のみ履修ができる。

★ 2020 年度春学期は特別態勢を取るため、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★

○ 生の心理テストをウェブ媒体に載せたくない、紙媒体の資料を授業開始前に郵送したい。そのために、住所等の個人情報の申告が必要となる。

○ 可能なかぎり、5 月 11 日の週から授業を開始したい。

## 【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体験することが重要である。

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

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

## 【授業の進め方と方法】

パーソナリティを幅広く把握できる S C T（精研式文章完成法テスト）について、講義と実習を行う。S C Tは、産業界の人事・教育現場や心理臨床領域で幅広く活用されている心理把握技法である。授業に参加し、多くのケースにふれ、パーソナリティの幅広さと奥深さを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 テキストと参考書、課題を説明する
第 2 回	パーソナリティの枠組み	パーソナリティの枠組みと内容
第 3 回	パーソナリティの把握 (1)	パーソナリティ把握の諸技法
第 4 回	〃 (2)	S C Tによるパーソナリティの把握の実際 (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）、S C T活用ガイド、金子書房、2012。

## 【参考書】

参考図書：①横田仁（編著）、伊藤隆一ら、パーソナリティの診断総説 手引、金子書房、2001。（共著）。②佐野勝男・横田仁、S C T用紙（成人用）、金子書房、1960。

## 【成績評価の方法と基準】

レポート、授業への参加度、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】

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、S C Tやインバスケケット・ゲームを活用して、セミナーや、企業人事、特に採用や登用に関する意見書を作成するアウトソーシングを行っている。それらの知識や技能を授業の中で紹介したい。

## 【Outline 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：

## 【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★

## 【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ことが重要である。

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

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

## 【授業の進め方と方法】

管理能力を幅広く把握できるインバスケット技法（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 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・ゲームのグループぶ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 横田仁・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・横田仁・関本昌秀 新・管理能力の発見と評価 金子書房 1987

## 【参考書】

授業の中で紹介する。

## 【成績評価の方法と基準】

レポート、授業への参加度、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】

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.

ECN500X4

## 産業経済分析特論

呉 曉林

単位数：2 単位 | 開講時期：

## 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

この授業の目的は、企業の経営行動や産業の衰退発展を考える上で必要な基礎的な知識と理論を習得することにあります。日本と中国の企業と産業の現状と問題に焦点を当て、経済学と経営学の主なトピックスから分析していきます。

## 【到達目標】

経営学や経済学を体系的に学んだことがない者が、企業形態、産業組織、産業構造、産業立地と産業集積、さらに経営戦略、イノベーションなどの基礎的な概念・視点から日本と中国の企業と産業の現状と特徴について理解し、説明できることが到達目標です。

【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」「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。それにとまなう各回の授業計画の変更については、学習支援システムでその都度提示する。本授業の開始日は4月23日とし、この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。講義と質疑応答を中心に進めていきます。受講者はテキスト、経済官庁の白書などから関心のあるテーマを選んでレポートを作成し、プレゼンを行います。

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

なし/No

## 【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし/No

## 【授業計画】

回	テーマ	内容
第1回	オリエンテーション	講義の概要と運営方法に関する説明。文献案内。スケジュール決定。
第2回	産業経済論の次元と関連分野	分析の基本単位（企業、産業、部門、国民経済）、経済学基礎理論、応用経済学との関係
第3回	産業分類と産業構造の変化（1）	日本の産業分類表と産業構造の変化と要因、産業ライフサイクル
第4回	産業分類と産業構造の変化（2）	中国の産業分類表と産業構造の変動
第5回	企業形態と企業の経営活動	企業の定義、分類、企業決算書の読み方
第6回	産業組織論の主要トピックス	価格決定の原理、価格差別、価格競争と数量競争、製品差別化
第7回	産業組織論からみる企業の強みの源泉	SCPモデル、ポーターの産業分析法（ファイブ・フォース・フレームワーク）、産業集中度、ハーフィンダール指数（HHI）、参入障壁、戦略グループ、移動障壁。
第8回	中国の産業集積	珠江デルタ、揚子江デルタの産業集積と経済発展
第9回	中国の家電産業	直接投資、技術導入と市場競争による急成長のメカニズム
第10回	中国の電子情報産業	ファイウェイ、テンセント、アリババ、バイドゥのケーススタディ
第11回	中国製造 2025 のシナリオと産業発展	計画と現状

第12回 日本型インダストリーものづくり白書の輪読と受講者の日本のモノづくりについて発表とディスカッション

第13回 日本型インダストリーものづくり白書の輪読と受講者の日本のモノづくりについて発表とディスカッション

第14回 サイバー空間（仮想空間）とフィジカル空間（現実空間）融合と経済発展と社会的課題の解決についてディスカッション

ものづくり白書の輪読と受講者の研究関連の発表

ものづくり白書の輪読と受講者の研究関連の発表

狩猟社会（Society 1.0）、農耕社会（Society 2.0）、工業社会（Society 3.0）、情報社会（Society 4.0）に続く、新たな社会を指すもので、第5期科学技術基本計画において我が国が目指すべき未来社会の姿として初めて提唱されました。

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】講義のほか、参考書や教員の指示した文献をよみ、各自で問題意識を持ってレポートに取り組みましょう。

## 【テキスト（教科書）】

特に使用しません。履修者の関心によっては発展的な文献を指定する。その他の参考文献は適宜提示します。

## 【参考書】

花崗誠（2018）「産業組織とビジネスの経済学」有斐閣  
小田切宏之（2016）「イノベーション時代の競争政策」有斐閣  
小田切宏之（2010）「企業経済学」東洋経済新報社

長島聡（2015）『日本型インダストリー 4.0』日本経済新聞社  
松原宏ほか著（2012）『産業立地と地域経済』放送大学教育振興会  
近藤彦夫（2007）『立地戦略と空間的分業－エレクトロニクス企業の地理学』古今書院

ヘンリー・ミンツバーグ他著『戦略サファリ 第2版-戦略マネジメント・コンプリート・ガイドブック』東洋経済新聞社 2012年  
伊藤聖聖著（2015年）『現代中国の産業集積－「世界の工場」とボトムアップ型経済発展』名古屋大学

丸川知雄（2007）『現代中国の産業－勃興する中国企業の強さと脆さ』（中公新書）

経済産業省『2019年版ものづくり白書』<https://www.meti.go.jp/report/whitepaper/mono/2019/index.html>

内閣府科学技術政策『Society 5.0』[https://www8.cao.go.jp/cstp/society5\\_0/index.html](https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/index.html)

【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とともない、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。

通常の場合は授業の取り組み（20%）レポート評価（合計60%）発表とプレゼン（20%）

【学生の意見等からの気づき】

## 【学生が準備すべき機器他】

特になし。

一応ノートPCを持参してください。

【その他の重要事項】

図書館図書と官庁ホームページの活用をしてください。

【Outline and objectives】

Learn the approach and case study of industrial analysis focusing on industrial structure theory and industrial organization theory.

CUA500X4

## フィールドワーク特論

福澤 レベッカ

単位数：2 単位 | 開講時期：

## 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

イノベーション・デザインでは人間中心、ユーザー中心のデザイン・アプローチを使うケースが次第に増えつつある。このアプローチは製品開発やサービス開発はユーザーが何を必要としているのかを十分に分析することから始める必要があることを示唆している。事実、研究者は現場における顧客の動向を観察するために時間を費やしており、顧客のライフスタイルや文化を深く理解することを目的に彼らの環境についても観察をしている。この研究は顧客が必要とするものが、彼らが抱える問題、考え方をよりよく理解するための基礎となるものである。また、本研究の多くは質的、エスノグラフィック的アプローチを採用しており、この方法は人類学分野と関連するものである。本コースは以下の点に焦点を当てている。すなわち、生産とサービス、人間とコンピューター、ヒューマン・マシンとの相互作用、および教育デザインにおいてどのように人類学的研究方法を使用していくのか、である。

## 【到達目標】

本クラスでは、受講生は伝統的人類学的方法を使用する能力を身につける。このアプローチでは観察、インタビューと同時に、デザインの先端のフィールドをはじめ、顧客・クライアントの全体像のより深い理解までをカバーしつつ、参加型デザイン **co-creation method** を新たに構築していく。本クラスでは、グループ単位で、フィールドワークを計画し、実行していただく。さらに、クラス以外の宿題として、討論、議論の事前準備として論文等々を読む事が義務づけられている。さらに、教員による講義がある。

【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】

春学期の少なくとも前半はオンラインでの開講となる。それにとまなう各回の授業計画の変更については、学習支援システムでその都度提示する。本授業の開始日は4月23日とし、この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】

あり / Yes

## 【授業計画】

回	テーマ	内容
1 回	1) デザインエスノグラフィーの紹介: Design Ethnography 2) 人間の認知特性: Cognitive Psychology and Ethnography	デザイン・エスノグラフィは人間中心の研究であり、対象の観察、共同作業、解釈、それに自分の考えていることを他者に向かって明示化することに重きをおいている。この方法は、文化的に特定の、かつ文脈にそったエンドユーザーの要求を基礎的背景として考慮しつつ、ある特定の製品やサービスを開発する事に使われている。 2) フィールドワークに深くかわってくる人間の記憶、注意バイアスのそれぞれのメカニズムを理解する。

2 回	参加型デザインの方法: The Theory of Co-creation strategies	参加型のデザイン (PD) はアセスメント、デザイン、技術的・組織的システムの構築へのひとつのアプローチである。このアプローチはデザインと意思決定プロセスにおいて作業現場で実際に働く人々の積極的な関与を重視する。受講生は様々な参加型デザイン方法を学習する。それらには機能マッピング、コラボージュ、制作、活動、物語、そしてモデル構築が含まれる。
3 回	物質文化研究: Material Culture Studies	デザイン・エスノグラフィが注目しているのは物質文化の創造である。物質文化研究は、なぜこの世に物が作られるのか、なぜその物質がある特定の形態をなすのか、そしてその物質はどのような社会的、美的、機能的、象徴的欲求を満たそうとしているのかを理論的に説明しようと試みている。
4 回	参加型デザインストラテジー: Co-creation strategies	受講生は情報提供者からのデータを収集するために研究者・研究対象者共同方略を開発し、それを使用する。
5 回	参加型デザインストラテジー: Co-creation strategies (実施)	受講生は情報提供者からのデータを収集するために研究者・研究対象者共同方略を開発し、それを使用する。
6 回	参加型デザイン実習 Field Interview #1	受講生は情報提供者からのデータを引き出すための、研究者・研究対象者共同方略を使用する。
7 回	参加型デザインタスクのデータ分析: Data analysis	内容: データ分析を行い、その内容を発表し、ディスカッションを行う。
8 回	参加型デザインタスクのデータ分析: Data analysis	内容: データ分析を行い、その内容を発表し、ディスカッションを行う。
9 回	実践練習フィールドワークに出かける。Field interview #2	受講生は情報提供者からのデータを見ながら、研究者・研究対象者共同方略を使用する
10 回	参加型デザインタスクのデータ分析: Data analysis	内容: データ分析を行い、その内容を発表し、ディスカッションを行う。
11 回	データのまとめ: Data analysis	データ分析を行い、その内容を発表し、ディスカッションを行う。
12 回	データのまとめ Data analysis and presentation preparation	データ分析とグループプレゼンテーションの準備を行う。
13 回	データのまとめ Data analysis and presentation preparation	データ分析とグループプレゼンテーションの準備を行う。
14 回	総まとめ: Presentation to clients and participants	グループプレゼンテーション

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】

追加インタビュー、データ分析、論文読解

**【テキスト（教科書）】**

プリントを用意する。

**【参考書】**

佐藤郁也 (1992). フィールドワーク. 新曜社

佐藤郁也 (2002). 組織と経営について知るための実践フィールドワーク入門. 有斐閣.

好井裕明 (2006) 「あたりまえ」を疑う社会学. 光文社.

Gunn et.al. (2013) Design Anthropology. London: Bloomsbury.

Robb, J. (2015) What do Things Want? Object Design as a Middle Range Theory of Material Culture.

Sanders, E. & Stappers P. (2012) Convivial Toolbox: Generative Research for the Front End of Design. Amsterdam: BIS Publishers.

**【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。

**【学生の意見等からの気づき】**

2019 年開講ではなかったため、学生の意見はありません。

**【学生が準備すべき機器他】**

ノートパソコンを持参する。

**【Outline and objectives】**

Innovation design increasingly takes a human-centered or user-centered design approach. This approach suggests that product and service development should start from a deep analysis of user needs. In practice, researchers spend time in the field observing customers or clients and their environment to acquire an in-depth understanding of their lifestyles and cultures. This research becomes the basis for a better understanding of their needs, problems and ways of thinking. Much of this research employs qualitative, ethnographic methods associated with the field of anthropology. How to use anthropological methods for innovation in products and services, human-computer and human-machine interaction as well as educational design is the focus of this course.

SOS500X4

## 言語能力評価特論

柳川 浩三

単位数：2 単位 | 開講時期：

### 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

外国語として英語を学ぶ学習者のリスニング能力の測定と伸長に関わる理論的・実証的な諸相に対する理解を、論文の輪読と古典的テスト理論と項目応答理論を活用したデータの分析を通じて深める。

### 【到達目標】

- 1 英語リスニングテストの妥当性検証のための理論的枠組みを理解する。
- 2 英語リスニングテストの内容と結果を分析できる。
- 3 共通項目デザインを利用したリスニングテスト結果を項目応答理論を利用して分析できる。

【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】

輪読と演習形式、および、テストのデータを実証的に分析する。

### 【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	言語テストの基本概念 1	輪読・発表
2	言語テストの基本概念 2	輪読・発表
3	英語リスニングテストの妥当性 1	輪読・発表
4	英語リスニングテストの妥当性 2	輪読・発表
5	英語リスニングテストの結果に影響を与える種々の要因 1	輪読・発表
6	英語リスニングテストの結果に影響を与える種々の要因 2	輪読・発表
7	英語リスニング力の構成概念	輪読・発表
8	英語リスニングテスト分析 1	フォーマット分析
9	英語リスニングテスト分析 2	語彙分析・速度分析・談話分析
10	英語リスニングテスト結果分析 1	Winsteps を用いた項目応答理論を使ったテスト分析の実際とその解釈
11	英語リスニングテスト結果分析 2	グループ活動 1
12	英語リスニングテスト結果分析 3	グループ活動 2
13	英語リスニングテスト結果分析 4	グループ発表
14	振り返り	授業アンケート

### 【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。】宿題は必ずやること。

### 【テキスト（教科書）】

授業内で指示する。

### 【参考書】

最初の授業時に指示する。

### 【成績評価の方法と基準】

平常点および到達目標の達成度で判断する。

### 【学生の意見等からの気づき】

グループワークを活用したい。

### 【Outline and objectives】

This class aims to enhance the students' understanding of theoretical frameworks of validity of second language listening assessment and provide them with practical skills to analyse or examine the test results by employing both classical test theory and item response theory.

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：

## 【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.

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）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 Biomedical Research Papers*. New York: McGraw Hill Professional.

岡村、三浦、玉井、伊藤 (2015) *理系ジェネラリストへの手引き* 東京: 日本評論社。

**【成績評価の方法と基準】**

平常点(20%)、ライティングアサインメント(プレゼン原稿)(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】**

More attention will be paid to pronunciation.

**【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：

## 【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 を利活用する要素技術および、新しい動きについて議論を深めながら先端事例を学ぶ。

## 【到達目標】

計測の構造、評価方法、および具体的な手法、応用例までの理解を深める。

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

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

## 【授業の進め方と方法】

計測工学、センシング工学、誤差論、センサデバイスの原理等を学びながら、ICT とセンサ技術の融合から活性化している、インテリジェント・センシングについて理解を深める。具体的な事例では、建設業界、自動車、人体などの活用事例を例に解説しながら、各自が興味深い事例について調査研究を実施し、簡単な発表および議論等のグループワークを実施する。

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应用法を学ぶものである。計測関連の学部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：

## 【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：

## 【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。

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。本授業の開始日は4月27日とし、この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】

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	AI と社会	AI と倫理, ビッグデータの課題, AI の危険性

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

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%

オンライン授業においては、小テストなどを課すことがある。

また、質問なども受け付ける。これらを総合して平常点を評価する。

## 【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】

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：

## 【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。

## 【アクティブラーニング（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	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。】授業内容に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 デジタル信号処理，森北出版

## 【成績評価の方法と基準】

平常点 (50%) と期末レポート (50%) により評価する

## 【学生の意見等からの気づき】

本年度授業担当者変更によりフィードバックできません

## 【Outline 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：

### 【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

### 【アクティブラーニング（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と。

### 【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、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】

平常点 (50%) と期末レポート (50%) で評価する

### 【学生の意見等からの気づき】

本年度授業担当者変更によりフィードバックできません

### 【Outline and objectives】

In this course, we explain the special theory of relativity.

## 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

自然を調べるには様々な対象を定量化し、その定量化された物理量をもとに議論がなされなければならない。その際、何を基準に物理量の定量化が行われるかは非常に重要な問題である。本講義では時間、長さ、質量などの物理量の標準がどのように定義され、それが実際にどのように計測されるのかについて、その歴史と現状を解説する。普段無意識に利用している標準が物理法則と結びついており、物理計測技術の進歩によって変遷していることを理解する。

## 【到達目標】

計測における標準の役割を理解し、標準がどのように決定されているかを知る。標準決定の歴史と現状および物理的背景に興味をもつ。

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

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

## 【授業の進め方と方法】

ものを測ったり現象を記述する際に基準となる「ものさし」と「とけい」や「重さ」には国際的に取り決められた「標準 (Standard)」がある。今日標準として用いられている時刻・周波数、長さや質量の単位を決める物理現象とその計測法やその背景にある量子力学や相対性理論について具体例を用いて説明する。計測技術の進歩や精度向上に伴う標準の決め方の歴史的な変遷についても触れ、これらと密接に関係する基準座標系や定数系についても解説する。授業は講義形式で行う。

なおコロナウィルス対応に伴い、授業開始は春学期の少なくとも前半はオンラインでの開講となる。授業の開始日は5月6日とし、本対応に伴う各回の授業計画の変更については、学習支援システムを随時確認すること。

## 【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】

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 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 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 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 関節測定値に対する誤差 誤差伝搬
9	計測の具体例 1	GPS の物理
10	計測の具体例 2	GPS による位置決定法 天文学における速度測定 ドップラーシフト
11	計測の具体例 3	天文学における距離測定 年周視差

12	計測の具体例 4	天文学における距離測定 標準光源法
13	計測の具体例 5	重力波の測定
14	まとめ	講義の補足とまとめ

## 【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、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】

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。

## 【学生の意見等からの気づき】

特に無し

## 【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：

## 【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、オンラインで講義を行う。

## 【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 slides 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：

## 【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。これらの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、それぞれの材料の物性を量子力学から説明し、実際のデバイス応用に関して、具体的な例を取り上げて解説を行う。

## 【到達目標】

材料物性の基礎として、電子状態により、絶縁体から金属になって振る舞いを解説する。また、電子状態によって作られた機能材料が、どのように電子デバイスとして使われるのか、その構造とともに解説を行う。それらを通じて、基礎物性研究を利用した実用化研究までのプロセスに関してのイメージが掴め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】

パワーポイント、板書、集中講義、課外授業

## 【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	これから学ぶ固体物理における多くので量子現象を概観し、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解説する。
3	量子効果	半導体デバイスを説明するのに必要な量子効果に関して、粒子と波動の二重性についての復習を行う
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	金属、半導体、絶縁体などについて学ぶ
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復習を行う。
8	電界効果による物性制御	化学置換と電界効果の違いについて学ぶ
9	電界効果による量子相転移制御	電界効果による金属—半導体転移とそれを使った電子デバイスに関して学ぶ
10	電界効果による量子相転移制御 2	電界効果による磁性制御に関して、メカニズムとその応用に関して学ぶ
11	発光デバイス	量子状態を利用する発光デバイスに関してのメカニズムを学ぶ
12	電界効果の新展開	電解質を利用した電界効果とその応用に関して解説を行う。

13	校外授業	最先端の研究の見学を通じて、授業で学んだ知識を利用した実際の電子デバイスについて学ぶ
14	校外授業 2	最先端の研究の見学を通じて、量子相転移を利用した電子デバイスを駆動させてみる

## 【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】量子力学と固体物理学の基本を理解しておくこと。

## 【テキスト（教科書）】

特になし

## 【参考書】

キッテル「固体物理学入門」（丸善）

## 【成績評価の方法と基準】

講義最終回に課すレポートによる

## 【学生の意見等からの気づき】

方程式などは、式を追うだけでなく、実際の値を入力してもらい、より深く理解をしてもらう。

## 【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 examples on 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：

### 【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】

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	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、ペルチェ効果、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	常磁性とキュリー法の法則、強磁性、反強磁性、フェリ磁性など
第 9 回	最先端トピックス 1	いろいろな磁性体 ハードディスクなど磁気記憶装置への応用
第 10 回	最先端トピックス 2	磁気応用 断熱消磁や光磁気ディスクなどへの応用
第 11 回	最先端トピックス 3	超伝導現象とその応用、酸化物高温超伝導体など
第 12 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 13 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 14 回	レポート発表	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】

とくになし。

### 【その他の重要事項】

とくになし。

### 【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.

ISE500X4

## 創生科学博士プロジェクト

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

単位数：2 単位 | 開講時期：

### 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

博士学位論文を作成する上で必要となる研究テーマ設定、研究計画、研究遂行、論文執筆等について、指導教授を中心としたプロジェクトで学習する。

### 【到達目標】

研究成果を論文としてまとめ、学位論文を作成す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」「DP4」「DP5」に関連

### 【授業の進め方と方法】

指導教授を中心に研究活動を行うとともに、専攻の各教員の評価を受ける。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	プロジェクト研究を行う。	指導教授を中心として専攻の教員の指導、評価を受けながら研究を行う。
2	同上	同上
3	同上	同上
4	同上	同上
5	同上	同上
6	同上	同上
7	同上	同上
8	同上	同上
9	同上	同上
10	同上	同上
11	同上	同上
12	同上	同上
13	プロジェクトセミナー	博士論文についての研究発表を専攻で行う。
14	まとめ	博士論文についてのまとめを行う。

### 【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。】関連する分野の研究動向を把握する。このために、関連する論文の調査を行う。

### 【テキスト（教科書）】

なし

### 【参考書】

なし

### 【成績評価の方法と基準】

研究成果により評価を行う。積極的に学術論文誌、国際会議で研究成果を発表する。

### 【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】

In order to write a Ph.D.thesis, students study how to do research under instruction of supervisor.

SSS500X4

## 経営システム工学コアスタディ

磯島 伸

単位数：2 単位 | 開講時期：

## 【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的な問題発見能力と問題解決能力を高めるとともに、経営・数理システム分野の研究者に求められるシーズ技術の具現化能力を磨く。

## 【到達目標】

自立した研究者に求められる以下の 6 項目が適切に実践できる。

1. 先行研究調査
2. 要件定義と機能設計
3. コア技術の理論構築
4. 理論解析、数値実験
5. 検証と評価
6. ドキュメンテーション

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

研究活動のチェックポイントである到達目標の欄に挙げた 6 項目について、自身の博士研究と照らし合わせながら確認する。

【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	本講義の内容と進め方について周知する。
2	先行研究調査 (1)	関連・周辺分野の先行研究を検索し、調査する。
3	先行研究調査 (2)	入手した関連・周辺分野の先行研究を読み解き、次のフェーズにつなげる。
4	要件定義と機能設計 (1)	要件定義と機能設計を行うための方法論を習得する。
5	要件定義と機能設計 (2)	要件定義と機能設計を行い、次のフェーズにつなげる。
6	コア技術の理論構築 (1)	コアとなる技術の理論構築を行う。
7	コア技術の理論構築 (2)	コアとなる技術の理論構築を完成させ、次のフェーズにつなげる。
8	理論解析、数値実験 (1)	構築した理論について、理論的な解析や数値実験を行う。
9	理論解析、数値実験 (2)	理論的な解析や数値実験結果をまとめ、次のフェーズにつなげる。
10	検証と評価 (1)	解析や実験結果の検証を行う。
11	検証と評価 (2)	解析や実験結果を検証し、次のフェーズにつなげる。必要に応じて再実験なども行う。
12	ドキュメンテーション (1)	得られた知見や結果のドキュメンテーション方法について学び、文書化を開始する。
13	ドキュメンテーション (2)	文書化したレポートや論文を、対外発表できる水準にブラッシュアップする。
14	まとめ	期間中に実践した内容を発表し、フィードバックを受ける。

## 【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。】必要時に、担当教員から適宜指示がある

## 【テキスト（教科書）】

使用しない

## 【参考書】

適宜、担当教員から指示がある

## 【成績評価の方法と基準】

発表内容とディスカッションを通して評価する。

## 【学生の意見等からの気づき】

アンケート調査回答者なしのため、特になし

## 【Outline and objectives】

This class aims to nurture general skills of problem finding and problem solution, both of which are essential to principal investigators irrespective of specialty. The registered students shall polish abilities to put potential techniques and theories into practice. Particular interest of this class includes mathematical and computational methodologies associated with industrial and systems engineering.

**【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。

**【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）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
2-13	研究の実施と報告	調査、研究、学習およびその進捗状況の発表と討論
14	研究成果発表（1）	セミナー等において進捗状況の発表や討論を行う
15-27	研究の実施と報告	調査、研究、学習およびその進捗状況の発表と討論
28	研究成果発表（2）	セミナー等において進捗状況の発表や討論を行う

**【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 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）】**

使用しない予定であるが、必要時には担当教員から指示がある。

**【参考書】**

適宜、担当教員から指示がある。

**【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する。

**【学生の意見等からの気づき】**

前年度授業アンケート回答者なしのため、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

五島 洋行

単位数：2 単位 | 開講時期：年間授業/Yearly

## 【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。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）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、内容の紹介、概要
2-13	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	実験結果・研究成果発表（1）	セミナー等において、実験結果や研究成果を発表する
15-27	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	実験結果・研究成果発表（2）	セミナー等において、実験結果や研究成果を発表する

## 【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）】

基本的には使用しないが、必要時に担当教員から指示がある。

## 【参考書】

必要時に担当教員から指示がある。

## 【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する。

## 【学生の意見等からの気づき】

前年度の授業アンケート回答者なしのため、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.

ISE700X4

## 応用数理工学特別研究 1・2・3

磯島 伸

単位数：3 単位 | 開講時期：年間授業/Yearly

## 【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。

## 【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）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

磯島 伸

単位数：2 単位 | 開講時期：年間授業/Yearly

## 【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。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）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）】

使用しない予定であるが、必要時には担当教員から指示がある。

## 【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

磯島 伸

単位数：2 単位 | 開講時期：

## 【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。

当面の間、授業支援システムを通して自習用資料を配布することで行います。

4月21日(火)に資料配布を開始します。

## 【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】

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	一般の可測関数に対してルベーグ積分を定義する
第8回	ルベーグ積分の基本性質	ルベーグ積分の持つ基本性質を述べる
第9回	ルベーグの収束定理	単調収束定理および優収束定理を紹介する
第10回	様々な収束定理	ルベーグ積分における種々の収束定理を紹介する
第11回	リーマン積分とルベーグ積分	リーマン積分とルベーグ積分の関係を述べる
第12回	無限次元線形空間	無限次元線形空間の基礎事項を述べる
第13回	ヒルベルト空間	ヒルベルト空間の定義と完備性について解説する
第14回	$L^1$ 空間の完備性	重要なヒルベルト空間である $L^1$ 空間の完備性を示す

## 【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】微積分の知識を確実にするための復習を行うこと。

授業時間内に提示する課題に各自で取り組み、理解を深めることが期待される。

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。

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

磯島 伸

単位数：2 単位 | 開講時期：

## 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

関数解析の基本であるバナッハ空間、ヒルベルト空間についての基礎事項を学ぶ。関数解析は線形代数の無限次元版であり、作用素は行列の一般化であることを学ぶ。とくに、無限次元特有の現象と完備性の重要性を学ぶ。

## 【到達目標】

関数解析は線形代数の無限次元版であること、収束の議論が必要になることを理解する。

関数解析における完備性の重要性を理解する。

無限次元特有の現象を理解する。

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

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

## 【授業の進め方と方法】

講義形式で進める。線形代数学・微分積分学の関連事項も必要に応じて復習する。

## 【アクティブラーニング（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。

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。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：

## 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

確率解析の基礎（ブラウン運動，マルチンゲール，確率積分，伊藤の公式，確率微分方程式）を学ぶこと。より具体的には，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，その後ブラウン運動の性質をいくつか学ぶ。次に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。その後，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，確率微分方程式を学ぶ。最後に，確率解析が必要となるその他の定理等を学ぶ。

## 【到達目標】

ブラウン運動，マルチンゲール，確率積分，確率微分方程式の定義や性質を理解すること。伊藤の公式が使えるようになること。また，確率微分方程式の意味やイメージ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】

春学期の少なくとも前半はオンラインでの開講となる。本授業の開始日は4月24日とし，この日の授業開始時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「お知らせ」で提示する。通常の授業時は，授業は講義形式で，板書で行う。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

なし / No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし / No

## 【授業計画】

回	テーマ	内容
第1回	はじめに，確率過程とは	確率過程についてのガイダンスをする。
第2回	ランダム・ウォーク	ランダム・ウォークの定義や性質などを紹介する。
第3回	ブラウン運動 1	ブラウン運動のイメージや定義を与える。
第4回	ブラウン運動 2	ブラウン運動の性質を学ぶ。
第5回	条件付き期待値	条件付き期待値の定義及び性質を学ぶ。
第6回	マルチンゲール 1	マルチンゲールの定義を与える。
第7回	マルチンゲール 2	マルチンゲールの性質について学ぶ。
第8回	確率積分 1	確率積分の定義を与える。
第9回	確率積分 2	確率積分の性質について学ぶ。
第10回	伊藤の公式	伊藤の公式を紹介し，いくつか計算例を示す。
第11回	確率微分方程式 1	確率微分方程式を紹介し，そのイメージを与える。
第12回	確率微分方程式 2	簡単な確率微分方程式について解くことが出来るようにする。
第13回	ギルサノフの定理	ギルサノフの定理を紹介し，それを用いる方法を学ぶ。
第14回	ファイマン・カツツの公式	ファイマン・カツツの公式を紹介し，その適用例を与える。

## 【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。】

受講前に学部の授業の応用確率論について復習しておくこと。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。和書に関しては，「参考書」でいくつか紹介している。

## 【テキスト（教科書）】

特に指定しない。

## 【参考書】

例題で学べる確率モデル（成田清正著，共立出版）  
 確率解析への誘い（成田清正著，共立出版）  
 確率微分方程式入門（石村直之，共立出版）  
 新版 ファイナンスの確率解析入門（藤田岳彦，講談社）  
 確率微分方程式（長井英生著，共立出版）  
 確率微分方程式（ベアレント・エクセンダール著，シュプリンガー）など

## 【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。参考までに例年は，毎回レポートを課し，それらの成績で評価する。欠席が4回以上の場合は無条件で不可とする。

## 【学生の意見等からの気づき】

特に対応すべき指摘はない。

## 【その他の重要事項】

数理ファイナンスや金融工学を専攻しているもしくは興味のある学生は履修すること。  
 同時に「関数解析特論1」を履修すると良い。

## 【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：

## 【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、確率制御問題の定式化及び簡単な問題の解法を紹介する。また、シミュレーションのための確率微分方程式の近似アルゴリズムについて紹介する。

## 【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。

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

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

## 【授業の進め方と方法】

授業は講義形式で、板書で行う。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

なし/No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし/No

## 【授業計画】

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。】  
 受講前に、春学期開講の「確率過程特論 1」の復習をしておくこと。毎回の講義ノートを復習し、分からない点は随時質問に来て解消しておくこと。前半の確率制御問題は実際に具体的な数字を代入して、自分で数値に直して考えてみるとよい。後半のシミュレーションに関しては、各自 C 言語や C++、Excel など実際にシミュレーションを行ってみると理解が深まる。

## 【テキスト（教科書）】

特に指定しない。

## 【参考書】

●確率制御に関する参考書  
 確率微分方程式（長井英生著、共立出版）  
 数理ファイナンス（関根順著、培風館）  
 確率微分方程式（バークン・エクセンダー著、シュプリンガー）  
 ●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）  
 ファイナンスのための確率微分方程式（トーマス ミコシュ著、東京電機大学出版局）

## 【成績評価の方法と基準】

複数回のレポートで評価する。欠席が 4 回以上の場合は無条件で不可とする。

## 【学生の意見等からの気づき】

特に対応すべき点はない。

## 【その他の重要事項】

数理ファイナンスや金融工学を専攻しているもしくは興味ある学生は履修すること。  
 「関数解析特論 2」も同時に履修すると良い。  
 「確率過程特論 1」の授業を必ず履修していること。

## 【Outline and objectives】

The purpose of this course is to learn stochastic control problems and approximation of stochastic processes.

## 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

数理工学分野において基盤となる数値的解法を6テーマとりあげ、それらの理論的背景を学び、実際にプログラムを組むことによって理解を深める。

## 【到達目標】

1. 問題の種類や特性に応じた適切な数値的解法が選択・提案できる  
2. 数式での表現と、計算機言語（プログラム）での表現が相互に変換できる  
3. 数値計算上避けられない誤差を認識し、計算精度に注意を払った研究や実験が行える

1. Able to select / propose a proper solution method considering the type or property of a problem

2. Able to interchange representations in a mathematical and programming contexts

3. Able to recognize numerical errors, to study or conduct experiments taking into account computational precision

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

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

## 【授業の進め方と方法】

各テーマは以下の三つのパートで構成される。

1. 学生自らが関連文献や資料を読み、その手法を解説する輪講
2. 教員による補足説明
3. 実際にプログラムを組み、数値実験・シミュレーションを行った上で結果を報告するプレゼンテーション。担当順は初回に相談の上決定する。

Each theme comprises the following three parts.

1. Seminal lecture by a student
  2. Complementary lecture by the instructor
  3. Report (presentation) of a numerical experiment / simulation
- Assignments will be given on the first class.

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）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 Orientation	授業の進め方の説明とテーマの選定 Orientation & give assignments
2	数値計算法の基礎 Basic of numerical computation	丸め誤差、打ち切り誤差、桁落ち、情報落ちなど数値計算特有の注意事項 Rounding / truncation errors, digit cancellation, information loss
3	輪講、解説1 Seminal lecture (1)	数値微分と数値積分 Numerical differentiation and integration
4	輪講、解説2 Seminal lecture (2)	連立一次方程式 System of linear equations
5	輪講、解説3 Seminal lecture (3)	近似と補間 Approximation and interpolation
6	輪講、解説4 Seminal lecture (4)	連立微分方程式 System of differential equations

7 輪講、解説5  
Seminal lecture (5) 非線形方程式の解  
Solution method for nonlinear equations

8 輪講、解説6  
Seminal lecture (6) 関数の最大と最小  
Maximization / minimization of a function

9 実装・実験結果報告、  
補足1  
Reports on an implementation and experiment (1) 数値微分と数値積分  
Numerical differentiation and integration

10 実装・実験結果報告、  
補足2  
Reports on an implementation and experiment (2) 連立一次方程式  
System of linear equations

11 実装・実験結果報告、  
補足3  
Reports on an implementation and experiment (3) 近似と補間  
Approximation and interpolation

12 実装・実験結果報告、  
補足4  
Reports on an implementation and experiment (4) 連立微分方程式  
System of differential equations

13 実装・実験結果報告、  
補足5  
Reports on an implementation and experiment (5) 非線形方程式の解  
Solution method for nonlinear equations

14 実装・実験結果報告、  
補足6  
Reports on an implementation and experiment (6) 関数の最大と最小  
Maximization / minimization of a function

## 【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】1. 各自割り当てられたテーマに関して、事前に資料や文献を収集し、理解する予習

2. プログラムを作成し、数値実験を行う実験・実習

Required works include:

1. Study and investigation in relation to the assigned topic
2. Implementation of a program code & numerical experiments

## 【テキスト（教科書）】

必要時に適宜授業支援システム上で配布する。

Will be distributed AFTER the second round of each topic.

## 【参考書】

河村哲也「数値計算法入門」、サイエンス社

山本哲朗「数値解析入門」、サイエンス社

Jorge Nocedal, Stephen Wright, Numerical Optimization, Springer, ISBN: 978-0387303031

William H. Press, et al., Numerical Recipes in C, Cambridge University Press, ISBN: 978-0521431088

## 【成績評価の方法と基準】

おおむね、平常点 20%、プレゼンテーション 2回 40%、レポート 40%で評価する。

Shall be assessed based on: positive contribution (20%), two presentations (40%), final report (40%).

## 【学生の意見等からの気づき】

前年度休講につき、今年度は特になし。

N/A

**【学生が準備すべき機器他】**

プレゼンテーションの際に使用するノート PC を各自持参する.

**Bring a laptop particularly at your assignment.**

**【Outline and objectives】**

Six fundamental numerical solution methods associated with mathematical programming are addressed in this class. For each topic, its theoretical background shall be investigated prior to presentation. Each registered student shall implement a program code to conduct numerical experiments. Also expected to have a basic skill on some programming language.

ECN500X4

## ファイナンス理論特論

安田 和弘

単位数：2 単位 | 開講時期：

### 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

ファイナンス理論に関わるアドバンストな内容や近年の話題を学ぶ。

### 【到達目標】

本講義では、オプションの価格計算だけではなく、そこに付随する重要な話題を学ぶ。また、近年のファイナンス業界で必要となる話題にも触れる。

【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】

主に板書で進める。

### 【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】

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	オプションとは	ブラック・ショールズの公式（BS の公式）を学ぶ。
第 2 回	ボラティリティ（1）	オプション市場について学ぶ。BS の公式から推定されるボラティリティについて学ぶ。
第 3 回	ボラティリティ（2）	よりアドバンストなモデルに対するキャリブレーションを学ぶ。
第 4 回	リスク管理（1）	市場リスクの指標や計算方法を学ぶ。
第 5 回	リスク管理（2）	信用リスクの求め方を学ぶ。
第 6 回	リスク管理（3）	近年必要となっている xVA 関係について学ぶ。
第 7 回	金利（1）	金利のシングルカーブについて学ぶ。
第 8 回	金利（2）	金利のマルチカーブについて学ぶ。
第 9 回	金利（3）	近年のマイナス金利について概観する。
第 10 回	アルゴリズム取引（1）	アルファや板情報などについて学ぶ。
第 11 回	アルゴリズム取引（2）	市場参加者モデルについて学ぶ。
第 12 回	アルゴリズム取引（3）	取引戦略について学ぶ。
第 13 回	最近の話題（1）	ファイナンス分野における最近の話題を学ぶ。
第 14 回	最近の話題（2）	前回に続き、ファイナンス分野における最近の話題を学ぶ。

### 【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。】

### 【テキスト（教科書）】

特に指定しない。

### 【参考書】

必要に応じて、授業内で紹介する。

### 【成績評価の方法と基準】

レポートで評価する。欠席が 4 回以上で自動的に不可とする。

### 【学生の意見等からの気づき】

本年度から担当するので、気づきはまだない。

### 【Outline and objectives】

In this course, we study advanced financial theory.

ECN500X4

## 計量経済学特論

中村 洋一

単位数：2 単位 | 開講時期：

## 【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】

実際の推定例を多用し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。本授業の開始日は4月21日とする。

## 【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	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 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）】

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】講義内容を確実に復習する。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】

Empirical analysis of economic theories. Application of statistical and mathematical methods to economic data and its significance.

## 生体情報信号処理特論

鈴木 郁

単位数：2 単位 | 開講時期：

## 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

生体からの情報は、ヒトの意志により発せられる様々な応答の他に、心電図や脳波をはじめとする様々な生体電気信号を介して得ることができる。計算機上での処理は数学的なものであるが、生体から導出等された時点では主にアナログ電気信号であることから、電気・電子回路についての知識や能力を求められる場合がある。そこでここでは、これまでに電気・電子回路に接する機会が少なかった学生をも対象として、生体電気信号の処理に関わる電気・電子回路を中心に、計算機上での数学的な処理との関係を含めて紹介する。

科目名が“生体”となっているが、一般的なアナログ電気・電子回路の科目として、復習のため、そして実用的な回路設計のヒントを得るための履修も、歓迎する。

## 【到達目標】

既に古典制御や電気・電子回路を学習済みであれば、その復習も兼ねた形で理解を深めることが、できるであろう。そうでないとしても、ある程度アナログ電気信号を扱う電気・電子回路に慣れることが、できるはずである。古典制御などの延長上で線形な電気・電子回路を理解して納得し、また生体電気信号の処理との関わりにおいて電気・電子回路に慣れることが、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】

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。時間中にも適宜、各自が持参したノート型パーソナルコンピュータを用いてのシミュレーション等も行う。

各回の授業計画の変更については、学習支援システムで提示する。本授業の開始日は4月24日とし、この日の2時限の時刻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】

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	講義概要	講義全体について、概要を説明。
第2回	線形と非線形 (1)	数式の場合と、電気回路の場合。
第3回	線形と非線形 (2)	微分方程式のシミュレーション方法について。
第4回	線形と非線形 (3)	回路シミュレータの導入と試用。
第5回	線形と非線形 (4)	トランジスタ回路のシミュレーションを行う。
第6回	理想と現実 (1)	数式と計算機上でのシミュレーションの違いについて。
第7回	理想と現実 (2)	理想の回路素子と現実の回路素子の違いについて。
第8回	オペアンプ (1)	回路から伝達関数を求める方法について。
第9回	オペアンプ (2)	微分や積分など、アナログ回路で行う演算についての詳細。
第10回	オペアンプ (3)	発振が生じる条件、ボード線図などについて。そして、一般のフィードバック制御系との類似性について。
第11回	オペアンプ (4)	回路の動作が線形か否かと、歪みや周波数スペクトルとの関係について。
第12回	生体信号の A/D (1)	AD 変換の入口に位置するアナログ回路について。
第13回	生体信号の A/D (2)	上記に含まれる増幅器やフィルタについて。
第14回	生体信号の A/D (3)	AD 変換回路で留意すべき、位相や波高の問題、などについて。

## 【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。】講義中に適宜、次回講義までに自ら調べるように指示することがある。講義の理解を深めるべく、予習あるいは復習のつもりで行ってほしい。

## 【テキスト（教科書）】

特に指定しない。適宜、プリント、pdf ファイル等を配布。

## 【参考書】

下記のほか、必要に応じて講義時に紹介する。

1) 岩澤孝治, 大三宗康: 見方・かき方 オペアンプ回路, オーム社, 2004. (初心者むき.)

2) Ron Manchini (ed.): Op Amps For Everyone, Texas Instruments, 2002. (広範囲を網羅している。"SLOD006B"でサーチして, Texas Instruments 社の頁からダウンロード可能.)

3) 渡辺 嘉二郎, 中村 哲夫: アナログフィルタ設計の基礎, オーム社, 2009. (伝達関数から理解を深めるには, 好適な書籍.)

## 【成績評価の方法と基準】

レポートならびに平常点による。内訳は、レポート（複数の合計）が80%と平常点が20%である。レポート採点時に重視する点は、対象への理解が表れていること、そしてまた一部の題目ではオリジナリティを有すること、である。

## 【学生の意見等からの気づき】

授業改善アンケートの回収数も限られ、また隔年開講のためにフィードバックを次年に活かすことはできないが、有効な材料については適宜反映していきたい。以前のアンケートに、“電気知識が増えた”との回答があったが、更にその種の満足度を増すべく、具体的な機器・製品との関係に言及する等していきたい。

## 【学生が準備すべき機器他】

シミュレーションには大学貸与のノート型パーソナルコンピュータを使用するので、持参すること。

## 【その他の重要事項】

重要な内容を扱う可能性があるため、初回からの出席が望ましい。

学部生の時に、関連する科目を履修する機会のない学科に所属していた学生については、配慮したい。

## 【Outline and objectives】

Bioelectric analog signals including ECG, EEG, etc. have many informations and can be retrieved unconsciously. In many cases, those analog signals must be analog-to-digital converted to process them on computers. And prior to A/D conversion, analog signals must be pre-conditioned by using electric or electronic circuits. Several circuits used for the pre-conditioning and knowledges relevant to those circuits are introduced in this class.

MAT500X4

## オペレーションズ・リサーチ特論 1

田村 信幸

単位数：2 単位 | 開講時期：

## 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

経営科学分野で用いられる確率モデルの構築及び解析能力を養うため、初めに代表的な確率過程であるマルコフ連鎖の数学的基礎を学ぶ。応用分野としては待ち行列理論とシステム信頼性理論を取り上げる。待ち行列理論ではマルコフ連鎖による単一サーバモデルの解析法を、システム信頼性理論では修理等の保全を伴った直列系、並列系、及び冗長系に対するマルコフ解析の考え方を学ぶ。

## 【到達目標】

マルコフ連鎖の基本的な性質を理解し、推移確率の計算や定常分布の導出を理論的あるいは数値的に行うことができる。単一サーバの待ち行列システムの解析を行うことができる。保全を伴うシステムに対してモデル化を行い、アベイラビリティを導出することができる。

【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】

当面はオンライン形式となるため、4月27日（月）の10時50分に学習支援システムを使用して資料の配布を行う。対面形式となったら講義形式で行う。その場合は理解を深めるため毎時間数名の学生を指名し、こちらで提示した問題に回答して貰う。

【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	確率過程の基礎 1	マルコフ連鎖とは
第2回	確率過程の基礎 2	マルコフ連鎖に対する状態の分類
第3回	確率過程の基礎 3	離散時間マルコフ連鎖における定常分布の導出
第4回	確率過程の基礎 4	連続時間マルコフ連鎖における定常分布の導出
第5回	確率過程の基礎 5	コルモゴロフの方程式
第6回	待ち行列理論 1	一様化と推移確率の数値計算
第7回	待ち行列理論 2	出生死滅過程による M/M 型モデルの解析
第8回	待ち行列理論 3	リトルの公式
第9回	待ち行列理論 4	PASTA 性
第10回	待ち行列理論 5	隠れマルコフ連鎖法による M/G 型及び G/M 型モデルの解析
第11回	待ち行列理論 6	P-K 公式
第12回	待ち行列理論 7	補助変数法による待ち行列モデルの解析
第13回	待ち行列理論 8	相型分布と ph/ph 型モデル
第14回	システム信頼性理論 1	寿命分布と故障率
第15回	システム信頼性理論 2	信頼度とアベイラビリティ
第16回	システム信頼性理論 3	マルコフ連鎖によるシステムの性能評価
第17回	システム信頼性理論 4	直列系と並列系のアベイラビリティ
第18回	システム信頼性理論 5	待機冗長と常用冗長
第19回	システム信頼性理論 6	冗長系の性能評価
第20回	システム信頼性理論 7	修理工問題
第21回	まとめ	これまでの講義のまとめ

## 【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。】オペレーションズ・リサーチ、確率統計、数理統計学（いずれも経営システム工学科の必修科目）の内容を十分理解しておく必要がある。

計算機を用いて数値計算を行う能力が必要となるが、プログラミングについては一切触れないので各自で勉強しておくこと。

## 【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】

H.C.Tijms: A First Course in Stochastic Models, Wiley, 2003.  
S.M.Ross: Introduction to Probability Models (9th Edition), Academic Press, 2007.  
M.Kijima: Markov Processes for Stochastic Modeling, Chapman & Hall, 1997.

## 【成績評価の方法と基準】

レポートと講義時間内に行う演習、及び出席等授業への積極的な貢献度に基づき総合的に判断する。

## 【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】

講義時間内には使用する予定はないが、貸与パソコンを使用して数値計算を行う必要がある問題を取り上げる。

## 【その他の重要事項】

大学院の講義科目「信頼性工学特論」も併せて受講するとより効果的である。  
都合により授業計画を変更することがある。

## 【Outline and objectives】

The aim of this course is to help students acquire the skills for mathematical and numerical analysis via stochastic models in management science. In particular, students learn Markovian analysis for queuing models and availability analysis of redundant systems with maintenance by using Markov chains.

## デリバティブ理論特論

畑 宏明

単位数：2 単位 | 開講時期：

## 【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ーショールズ式を導く。更に、フォワード契約、先物契約を扱い、最後にエキゾチック・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ーショールズーマートン方程式を導き、その解を求めること。
2. アップ・アンド・アウト・コール価格に関するブラックーショールズーマートン方程式を導き、その解を求めること。

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

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

## 【授業の進め方と方法】

講義と演習

## 【アクティブラーニング（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、確率積分	ブラウン運動、確率積分の紹介
第2回	伊藤の公式、確率微分方程式	伊藤の公式、確率微分方程式の紹介
第3回	ブラックーショールズーマートン方程式①	ポートフォリオ価値の推移、オプション価値の推移
第4回	ブラックーショールズーマートン方程式②	ブラックーショールズーマートン方程式の導出と解を求める。
第5回	リスク中立確率測度	ギルサノフの定理、リスク中立測度下での株価、ポートフォリオ価値過程
第6回	ブラックージョーンズーマートン式	リスク中立測度下での価格評価式、ブラックージョーンズーマートン方程式の導出
第7回	フォワード契約、先物契約①	フォワード契約
第8回	フォワード契約、先物契約②	先物契約
第9回	エキゾチック・オプション①	ドリフトのあるブラウン運動の最大値
第10回	エキゾチック・オプション②	アップ・アンド・アウト・コールオプション
第11回	エキゾチック・オプション③	アップ・アンド・アウト・コールの価格に関するブラックーショールズーマートン方程式
第12回	エキゾチック・オプション④	アップ・アンド・アウト・コールの価格計算
第13回	エキゾチック・オプション⑤	フローティング・ストライク・ルックバック・オプションとその価格に関するブラックーショールズーマートン方程式
第14回	エキゾチック・オプション⑥	フローティング・ストライク・ルックバック・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】

平常点とレポート

## 【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 forward contracts, futures contracts, and finally with exotic options.

MAT500X4

## 生産情報特論

作村 建紀

単位数：2 単位 | 開講時期：

## 【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.

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）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	Arrhenius life-temperature model
3	Accelerated Test Models 2	Inverse power model
4	Graphical Method 1	Arrhenius-lognormal model
5	Graphical Method 2	Power-Weibull model
6	Least Squares Analyses 1	Linear-lognormal model
7	Least Squares Analyses 2	Linear-Weibull model
8	Maximum Likelihood Methods 1	Fit to right censored data
9	Maximum Likelihood Methods 2	Assess the simple model
10	Test Plans 1	Plans for the simple model and complete data
11	Test Plans 2	Plans for the simple model and censored data
12	Step-stress models 1	Step-stress model and data analyses
13	Step-stress models 2	Varying-stress model and data analyses
14	Accelerated Degradation Model	Arrhenius degradation model

## 【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【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 special.

## 【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：

## 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

信頼性の基礎を習得した学生を対象として、本講義ではその応用的話題について講義する。たとえば、ベイズ推定法による信頼性解析や、簡単な確率過程による時系列として得られる信頼性関連データの解析方法、またそれを用いた信頼性評価のモデル例として、特にソフトウェアの信頼性モデルについて述べる。このとき、ソフトウェア工学の基礎についても触れる。また、統計学の基本事項の再確認も行い、知識を確実なものとする。

## 【到達目標】

システムの信頼性評価法について説明ができるようになること。データが与えられたとき、基本的な信頼性解析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】

講義形式、文献等の輪読、計算機を用いた演習などを行いながら進める。春学期の少なくとも前半はオンラインでの開講となる。それにとまなう各回の授業計画の変更については、学習支援システムでその都度提示する。初回の課題は5月11日までに学習支援システムに提示する。

## 【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	確率論・統計学に関する知識の確認	記述式試験を行い、その結果によって受講者を確定させる
2	信頼性工学基礎	寿命分布、生存関数、ハザードレートについて
3	信頼性データの扱い	データのタイプと最尤推定法(1)
4	最尤法・ノンパラメトリック推定	データのタイプと最尤推定法(2) 信頼区間・信頼領域の導出
5	ベイズ推定の基礎	基礎理論の解説
6	ベイズ推定の実際	ツールを用いた推定手法の実践
7	ベイズ推定の応用	いくつかのデータを用いた推定
8	ベイズ推定の発展	別種のデータに基づく推定と考察
9	ソフトウェアの信頼性(1)	その重要性和数理的アプローチの方法について
10	ソフトウェアの信頼性(2)	モデル紹介(1) 確率過程を用いないモデル
11	ソフトウェアの信頼性(3)	モデル紹介(2) 確率過程に基づくモデル
12	ソフトウェアの信頼性(4)	データ解析手法と演習
13	信頼性解析	一般の信頼性データに対する解析手法と演習
14	試験	試験を行い理解度を調査する

## 【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。】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。

Mathematica の操作には慣れる必要がある。

## 【テキスト（教科書）】

特になし

## 【参考書】

真壁（編）「信頼性工学入門」、日本規格協会（1985）や木村「ソフトウェアの信頼性」、日科技連出版社（2011）を挙げておくが、この他にもキーワードを「信頼性」としてインターネット上で検索すれば、入手できるいくつかの書籍が判明するだろう。

## 【成績評価の方法と基準】

適時与えられる数回のレポート（全体の50%）・最終レポート（残り50%）を点数化する。合計60%以上を合格とする。

## 【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】

貸与PCが必要となる場合がある

## 【Outline and objectives】

This lecture provides several techniques and methods for reliability analysis. Before taking this class, students are required some knowledge on statistics and probability theory of undergraduate level.

ECN500X4

## 応用経済分析特論

中村 洋一

単位数：2 単位 | 開講時期：

### 【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マイ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	流通チャンネルの内部調整
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）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】講義内容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】

現代のマイクロ経済学 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】

少人数のためアンケートをとっておらず、特になし

### 【Outline and objectives】

Basics of applied micro economics centering on game theory and information.

ECN500X4

## 公共経済学特論

宮越 龍義

単位数：2 単位 | 開講時期：

## 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

公共経済学の基本的知識を習得するとともに、基本問題である安定化政策・公共財・外部性・課税・分配の公平性などに関する研究と、成長問題である公共投資・社会資本整備・政府の効率化・世代間の公平性などに関する研究を行う。

## 【到達目標】

工学的手法を応用して、公共部門の直面する現代的課題である、赤字財政、環境政策、少子高齢化における年金問題などを解明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。その後、学生から、最新の論文を読みその内容を解説し報告してもらう。

## 【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】

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	地方分権化と地域経済の発展 1	ポントリアギンの最大値原理
2	地方分権化と地域経済の発展 2	ポントリアギンの最大値原理
3	年金資金の調達 1	世代重複モデル
4	年金資金の調達 2	世代重複モデル
5	経済危機のコスト 1	多期間効用関数の最大化問題と、相対的リスク回避度
6	経済危機のコスト 2	多期間効用関数の最大化問題と、相対的リスク回避度
7	中間試験	1-6 回の復習
8	国債市場の多国間連動 1	Granger 因果と多変量 GARCH
9	国債市場の多国間連動 2	Granger 因果と多変量 EGARCH
10	年金ファンドの世界展開 1	RATS プログラミング 市場の効率性と非対称性、
11	年金ファンドの世界展開 2	RATS プログラミング 市場の効率性と非対称性、
12	国際公共財モデル 1	RATS プログラミング 不動点定理
13	国際公共財モデル 2	不動点定理
14	期末試験	8-1 3 回の復習

## 【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】経済の TV ニュースを良く見ていると講義に興味湧くと同時に、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】

講義の時に紹介する。

## 【成績評価の方法と基準】

中間試験 (40%)、期末試験 (40%)、出席 (20%)

## 【学生の意見等からの気づき】

「応用金融分析特論」、「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。また、微積・線形代数・統計学は十分理解しておくことが必須です。

## 【Outline and objectives】

This course introduces the principles and the application of Public Economics to students taking this course.

MAT500X4

## 符号理論特論 2

寺杣 友秀

単位数：2 単位 | 開講時期：

## 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

代数学の応用として、情報セキュリティの基礎理論である符号暗号理論に関する基礎理論を学び種々の暗号符号の方式について学ぶ。

## 【到達目標】

情報セキュリティの基礎理論としての符号暗号理論を学ぶことにより、具体的方式が扱えるようになることと、その安全性、堅牢性に関する考え方が身につくことを目的とする。

【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】

講義を行い講義の最後にレポートまたはプログラムを提出する。

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

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	フェルマーの定理などの初等整数論の復習
2	素体と有限体	素体と多項式の基礎的性質
3	素体と有限体	有限体と拡大体
4	暗号理論の基礎	共通鍵、秘密鍵
5	暗号理論の実際 RSA 暗号	RSA 暗号の方式を学ぶ
6	暗号の実際 エルガマル暗号	離散対数問題とエルガマル暗号
7	暗号理論の応用 認証	認証の原理について学ぶ
8	符号理論の基礎	誤り訂正符号と線形符号について
9	符号理論の実際 リードソロモン符号	リードソロモン符号の符号方式と復号方式について学ぶ
10	符号理論の実際 ハミング符号	ハミング符号の符号方式と復号方式について学ぶ
11	符号理論の実際 BCH 符号	BCH 符号について符号方式と復号方式について学ぶ
12	有限体の代数幾何学 楕円曲線	有限体上の楕円曲線の性質について学ぶ
13	楕円曲線暗号	楕円曲線を暗号に応用することを学ぶ
14	まとめ	まとめと補足

## 【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。】代数学の初歩について、とくに多項式と環、イデアルなどの初歩を学んでおくとよい。

## 【テキスト（教科書）】

教科書は使わない。

## 【参考書】

講義のなかで指定する。

## 【成績評価の方法と基準】

講義の最後にレポートまたはプログラムを提出する。

## 【学生の意見等からの気づき】

レベルを確認しつつ、場合によっては Python などのプログラムを用いながら講義を行う

## 【学生が準備すべき機器他】

特にないが、プログラム言語の一つでも使えるとよい。

## 【Outline and objectives】

Study coding theory which is basics of information security as an application of algebra. Moreover we study several types of cryptography theories.

## 離散最適化特論 1

高澤 兼二郎

単位数：2 単位 | 開講時期：

## 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

離散最適化アルゴリズムの基本的な設計手法を習得する。また、アルゴリズムの最適性がどのように証明されるのかを学ぶ。さらに、現実社会に現れる問題を、離散最適化の理論を用いて解決できるようにする。

## 【到達目標】

離散最適化の代表的な問題およびアルゴリズムについて理解する。さらに、離散最適化の理論がどのように現実社会の問題に応用されるのかを学ぶ。これらを通じ、自分が解きたい問題に対し、離散最適化の理論を用いて最適解を求められるようになる。

【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】

離散最適化アルゴリズムについて、具体的な問題例やアルゴリズムの挙動を示しながら講義する。また、講義で扱った理論が現実社会の問題へどのように応用されるのかを輪講形式で学ぶ。受講者は、教科書の例題あるいは最新の学術論文などから各自の興味に合わせてテーマを選択し、講義内で発表する。輪講の実施回数は、受講者の人数によって調整することがある。

## 【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】

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	本授業で取り扱う内容についての概説、および、授業の進め方についてのガイダンスを行う。
2	貪欲アルゴリズム	最小木問題やスケジューリング問題を例にとり、貪欲アルゴリズムについて学ぶ。
3	動的計画法	動的計画法を用いたアルゴリズム設計について学ぶ。
4	固定パラメータ容易アルゴリズム	計算困難な問題に対するアプローチの一つとして、固定パラメータ用意性をもつアルゴリズム設計について学ぶ。
5	近似アルゴリズム	計算困難な問題に対するアプローチの一つとして、近似精度保証をもつアルゴリズム設計について学ぶ。
6	乱択アルゴリズム	ランダム性を用いたアルゴリズム設計について学ぶ。
7	これまでのまとめ	これまでの講義内容について復習する。
8	輪講の準備	輪講で各自が取り扱うテーマを決定する。
9	輪講（貪欲アルゴリズム）	貪欲アルゴリズムの具体例について報告する。
10	輪講（動的計画法）	動的計画法の具体例について報告する。
11	輪講（固定パラメータ容易アルゴリズム）	固定パラメータ容易アルゴリズムの具体例について報告する。
12	輪講（近似アルゴリズム）	近似アルゴリズムの具体例について報告する。
13	輪講（乱択アルゴリズム）	乱択アルゴリズムの具体例について報告する。

14 まとめ

授業全体の内容について復習する。

## 【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。】離散数学、線形計画法、計算量理論について、適宜復習する。輪講発表の際は、綿密な発表準備をする。

## 【テキスト（教科書）】

J. Kleinberg, E. Tardos (著), 浅野孝夫, 浅野泰仁, 小野孝男, 平田富夫 (訳), アルゴリズムデザイン, 共立出版, 2008.

## 【参考書】

杉原厚吉, データ構造とアルゴリズム, 共立出版, 2001.

その他、学生の興味に応じて、講義中に紹介する。

## 【成績評価の方法と基準】

講義内容について課したレポートの成績 (50%) および輪講の平常点 (50%) によって評価する。

## 【学生の意見等からの気づき】

講義内容の習熟度を向上させるため、講義の後半を輪講形式としている。講義の前半も、同様の目的のため、問題演習や質疑応答の時間を十分にとる。

## 【Outline and objectives】

Learn the basis of discrete optimization algorithms.

SSS500X4

## 先進経営科学特論

五島 洋行、中村 洋一、高澤 兼二郎、田村 信幸、千葉 英史、安田 和弘、寺杣 友秀

単位数：2 単位 | 開講時期：

## 【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	Reliability engineering (1)	Seminal lecture associated with reliability engineering
10th	Reliability engineering (2)	Complementary lecture or exercise on reliability engineering
11th	Financial engineering (1)	Seminal lecture associated with financial engineering

12th Financial engineering (2) Complementary lecture or exercise on financial engineering

13th Economics Analytics (1) Seminal lecture associated with economics analytics

14th Economics Analytics (2) Complementary lecture or exercise on economics analytics

## 【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【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 (just inaugurated)

## 【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、滝沢 誠、堀端 康善、松尾 由賀利、三浦 孝夫、田中 幹人

単位数：3 単位 | 開講時期：年間授業/Yearly

### 【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	各自テーマに関する研究	指導教授の指導のもとに研究を行う。
2	同上	同上
3	同上	同上
4	同上	同上
5	同上	同上
6	同上	同上
7	同上	同上
8	同上	同上
9	同上	同上
10	同上	同上
11	同上	同上
12	同上	同上
13	同上	同上
14	同上	同上
15	同上	同上
16	同上	同上
17	同上	同上
18	同上	同上
19	同上	同上
20	同上	同上
21	同上	同上
22	同上	同上
23	同上	同上
24	同上	同上
25	同上	同上
26	同上	同上
27	同上	同上
28	同上	同上

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 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 student 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、滝沢 誠、堀端 康善、松尾 由賀利、三浦 孝夫、田中 幹人

単位数：2 単位 | 開講時期：年間授業/Yearly

## 【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	研究に関する実験および演習	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。
2	同上	同上
3	同上	同上
4	同上	同上
5	同上	同上
6	同上	同上
7	同上	同上
8	同上	同上
9	同上	同上
10	同上	同上
11	同上	同上
12	同上	同上
13	同上	同上
14	同上	同上
15	同上	同上
16	同上	同上
17	同上	同上
18	同上	同上
19	同上	同上
20	同上	同上
21	同上	同上
22	同上	同上
23	同上	同上
24	同上	同上
25	同上	同上
26	同上	同上
27	同上	同上
28	同上	同上

## 【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 1 時間を標準とします。】修士論文研究ノートを作り、実験内容を記録・考察しておくこと。

## 【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 order to write a master thesis, each student does research under supervision of a professor.

## 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、高澤 兼二郎、千葉 英史、安田 和弘

単位数：3 単位 | 開講時期：年間授業/Yearly

### 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

研究論文執筆のためのため、能力を培うため、基礎理論の習得、先行研究のサーベイなどを行う。

### 【到達目標】

研究論文の構想をまとめ、充実した内容とすることができる能力を得る。

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

ディプ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、先行研究の展望などを行う。

【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	基礎理論	基礎理論の輪講
2	基礎理論	基礎理論の輪講
3	基礎理論	基礎理論の輪講
4	基礎理論	基礎理論の輪講
5	基礎理論	基礎理論の輪講
6	基礎理論	基礎理論の輪講
7	統計情報	経済社会統計の検討
8	統計情報	経済社会統計の検討
9	統計情報	経済社会統計の検討
10	統計情報	経済社会統計の検討
11	論文研究	先行研究の検討
12	論文研究	先行研究の検討
13	論文研究	先行研究の検討
14	論文研究	先行研究の検討
15	論文研究	先行研究の検討
16	論文研究	先行研究の検討
17	論文テーマ	研究領域の検討
18	論文テーマ	研究領域の検討
19	論文テーマ	研究領域の検討
20	論文テーマ	研究領域の検討
21	研究方法	分析手法の検討
22	研究方法	分析手法の検討
23	研究方法	分析手法の検討
24	研究論文	分析結果のまとめ
25	研究論文	分析結果のまとめ
26	研究論文	分析結果のまとめ
27	研究論文	分析結果のまとめ
28	研究論文	分析結果のまとめと発表

### 【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。】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、論文内容による。

### 【学生の意見等からの気づき】

研究の意義を認めることが重要。

### 【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

磯島 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、高澤 兼二郎、千葉 英史、安田 和弘

単位数：2 単位 | 開講時期：年間授業/Yearly

## 【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	分析手法	計量経済学
2	分析手法	計量経済学
3	分析手法	計量経済学
4	分析手法	計量経済学
5	分析手法	多変量解析
6	分析手法	多変量解析
7	分析手法	多変量解析
8	分析手法	格差指標
9	モデル	産業連関モデル
10	モデル	産業連関モデル
11	モデル	計量経済モデル
12	モデル	計量経済モデル
13	モデル	時系列モデル
14	モデル	時系列モデル
15	データ	経済統計
16	データ	経済統計
17	データ	経済統計
18	データ	地域統計
19	データ	地域統計
20	データ	国際統計
21	データ	国際統計
22	モデル解析	計量経済分析
23	モデル解析	計量経済分析
24	モデル解析	シミュレーション
25	モデル解析	産業連関分析
26	モデル解析	プーリング分析
27	モデル解析	時系列解析
28	モデル解析	格差指標分析

## 【授業時間外の学習（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.

BLS500Y2

## ゲノム科学特論

佐藤 勉

単位数：2 単位 | 開講時期：

### 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

生命情報はゲノムに刻み込まれており、細胞および生物個体の基本的な機能の理解は、ゲノムの機能および遺伝子ネットワークを理解することが不可欠である。ゲノム科学に関する新しい知見を紹介し、ゲノム科学の今後を展望する。また、ゲノムに関する受講生同士の主体的な議論を通じ、論理性を高める教育を行う。

### 【到達目標】

本特論は、新時代のゲノム科学を解説し、基礎から最先端までのゲノム科学の幅広い理解を目指す。この講義で学んだ知識を日々の研究活動に実践させるに至るまで深化することを最終到達目標とする。

【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】

本特論は、ゲノム情報解析の成果および解析手法に講義するとともに、講義の後半においては講義内容に関する受講生同士の討論の時間を設け、生命現象を論理的に説明できる能力の向上を図る。

【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】

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	ゲノム科学の歴史	ゲノム科学誕生と歴史
第 2 回	ゲノムの構造の基本	ゲノム構造についての概要
第 3 回	遺伝子発現	遺伝子情報の発現機構
第 4 回	ゲノム構造 I	原核生物のゲノム構造
第 5 回	ゲノム構造 II	真核細胞のゲノム構造
第 6 回	ゲノム解析技術 I	基礎編
第 7 回	ゲノム解析技術 II	応用編
第 8 回	ウイルスゲノム	ウイルスゲノムの遺伝子間ネットワーク
第 9 回	原核生物ゲノム	原核生物ゲノムの遺伝子間ネットワーク
第 10 回	真核生物ゲノム	真核生物ゲノムの遺伝子間ネットワーク
第 11 回	ゲノムと細胞分化	細胞分化を行う生物のゲノム構造
第 12 回	細胞分化と遺伝子発現	細胞分化と遺伝子間ネットワーク
第 13 回	変化するゲノム	ゲノムの再構成
第 14 回	最新ゲノム研究	ゲノム研究に関する最新の文献紹介

### 【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。】

ゲノム科学の基礎となる分子生物学が十分に理解されていることを前提に講義を行う。従って、分子生物学または関連する分野を十分理解しておくこと。

### 【テキスト（教科書）】

視覚的教材やプリントを利用する。下記の教科書はその主な出典元である。

Watson,Baker,Bell,Gann,Levine,Losick, Molecular Biology of the Gene, CSHL PRESS

### 【参考書】

開講時に、参考原著論文を紹介する。

また、下記の参考書の内容の一部を解説する。

Brown, Genomes 4, BIOS SCIENTIFIC PUBLISHERS

### 【成績評価の方法と基準】

平常点 (20%)、討論参加状況 (30%)、レポート・プレゼンテーション内容 (50%) などを総合的に評価する。特に理解能力、質疑・討論への参加状況に注目する。

### 【学生の意見等からの気づき】

学生のノートを取るスピードに配慮して講義を進める。

### 【Outline and objectives】

A genome is the complete set of genetic information in an organism.

The overall goal of this lecture is to make students understand the function and structure of the genomes in organisms.

BLS500Y2

## 蛋白質科学特論

曾和 義幸

単位数：2 単位 | 開講時期：

## 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

蛋白質を理解するためには、構造解析と機能解析の両面からのアプローチが重要になる。蛋白質の構造についてはX線回折等の手法により原子分解能で解析可能であり、蛋白質の機能については1分子レベルでの解析が可能となってきた。本講義では、蛋白質の構造形成・解析法および機能発現の基本的事項を確認したのち、光学顕微鏡を用いた1分子機能解析について紹介する。

## 【到達目標】

生命機能発現の中心的役割をはたす蛋白質の構造・機能解析を基本原理から理解することを目指す。顕微鏡を用いた1分子解析については基礎から応用まで解説し、最新の研究成果も紹介する。

【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】

春学期の少なくとも前半はオンラインでの開講となる。それと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。本授業の開始日は5月6日とし、この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	序論	生命機能を担う蛋白質
第2回	蛋白質構造の基本	アミノ酸、一次構造から四次構造
第3回	蛋白質構造の解析(1)	X線回折等による原子レベルの構造解析
第4回	蛋白質構造の解析(2)	電子顕微鏡法等による原子レベルの構造解析
第5回	蛋白質の機能発現(1)	細胞内の蛋白質機能の概説
第6回	蛋白質の機能発現(2)	酵素、受容体、情報伝達に関わる蛋白質
第7回	蛋白質の機能発現(3)	リニア型モーター蛋白質
第8回	蛋白質の機能発現(4)	回転型モーター蛋白質
第9回	顕微鏡解析の基礎(1)	顕微鏡の基礎、光学部品（レンズ・フィルタ）
第10回	顕微鏡解析の基礎(2)	明視野、暗視野、蛍光観察法
第11回	顕微鏡解析の基礎(3)	画像解析の基礎
第12回	蛋白質の機能解析(1)	機能解析のための蛋白質工学
第13回	蛋白質の機能解析(2)	蛋白質機能の1分子観察とナノメートル精度の計測
第14回	蛋白質の機能解析(3)	蛋白質1分子機能解析の最新トピックスの紹介

【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。】授業内で配布する各トピックに関連した原著論文を読む。

【テキスト（教科書）】

教科書は指定しない。

## 【参考書】

1 分子生物学, 原田慶恵・石渡信一編, 化学同人  
Single Molecule Biology, Edited by Alex E. Knight, Academic Press

## 【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。

## 【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】

貸与パソコンを持参する

## 【Outline and objectives】

The aim of this course is to help students acquire an understanding of the advanced single molecule biology.

BLS500Y2

## 細胞生物学特論

金子 智行

単位数：2 単位 | 開講時期：

## 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

最新の細胞生物学や医用生体工学、再生医療等の題材から、生命倫理・研究の進め方、データ解釈の仕方を学ぶ。

## 【到達目標】

最新の生物学トピックス（特に細胞生物学や医用生体工学）から、生命倫理に関する問題点や研究における新たな知見の発見方法、学術論文に対する問題意識が養われる。

【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】

最新の生物学的トピックスをインターネットで調べ、興味を持った内容について各自詳しい調査を行い、発表する。発表内容に対する議論を通して、意見主張の仕方や他者の意見に対する反論方法を学びながら、最新トピックスへの理解を深めていく。

【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】

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	講義構成の説明、最新の細胞生物学や医用生体工学のトピックスの紹介	最新の生物学的トピックスを示しながら、発表スケジュールの決定
第 2 回	調査した細胞生物学的トピックスの発表と討論（1）	細胞生物学的トピックスにおける生命倫理や研究の討論
第 3 回	調査した細胞生物学的トピックスの発表と討論（2）	細胞生物学的トピックスにおける生命倫理や研究の討論
第 4 回	調査した細胞生物学的トピックスの発表と討論（3）	細胞生物学的トピックスにおける生命倫理や研究の討論
第 5 回	調査した細胞生物学的トピックスの発表と討論（4）	細胞生物学的トピックスにおける生命倫理や研究の討論
第 6 回	調査した細胞生物学的トピックスの発表と討論（5）	細胞生物学的トピックスにおける生命倫理や研究の討論
第 7 回	中間テストと解説	これまでの細胞生物学的トピックスに対する自分の意見のまとめと議論
第 8 回	最新の医用生体工学的トピックスの紹介	インターネットを用いた医用生体工学的トピックスの紹介
第 9 回	調査した医用生体工学的トピックスの発表と討論（1）	医用生体工学的トピックスにおける生命倫理や研究の討論
第 10 回	調査した医用生体工学的トピックスの発表と討論（2）	医用生体工学的トピックスにおける生命倫理や研究の討論
第 11 回	調査した医用生体工学的トピックスの発表（3）	医用生体工学的トピックスにおける生命倫理や研究の討論
第 12 回	調査した医用生体工学的トピックスの発表と討論（4）	医用生体工学的トピックスにおける生命倫理や研究の討論

第 13 回 調査した医用生体工学的トピックスの発表と討論（5）

第 14 回 期末テストと解説

## 【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。】最新の生物学的トピックスに対して調査を行い、プレゼンテーションにまとめる必要があります。

## 【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】

授業内での発表（30%）、発表に対する議論（30%）、テスト（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】

貸与パソコン等のプレゼンテーションをするための機器

## 【Outline and objectives】

learning about an advanced research of reconstruction of a cell or tissue, and an advanced research of tissue engineering and regenerative medicine

BLS500Y2

## 生命システム科学特論

廣野 雅文

単位数：2 単位 | 開講時期：

## 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

アクチン系、微小管系細胞骨格が基盤となって支える様々な生命現象と、細胞骨格タンパク質分子の構造と機能について理解する。

## 【到達目標】

生命を支える複層的なメカニズムを理解するためには、関与する生体分子1つ1つの構造・機能とふるまいを知る必要がある。この講義の到達目標は、細胞レベルの高次生命現象と個別タンパク質の機能との相関と、タンパク質機能の解明に至る研究の経緯を理解することにある。

【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】

春学期の少なくとも前半はオンラインでの開講となる。それにとまなう各回の授業計画の変更については、学習支援システムでその都度提示する。本授業の開始日は4月27日とし、この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
1	生体分子の機能研究法-無細胞実験系	細胞運動機構の除膜細胞モデルと再構成実験系について解説する。
2	アクチン系細胞骨格と生命現象	筋収縮、細胞質分裂、仮足形成運動などについて解説する。
3	アクチンの構造と重合性	アクチン繊維の微細構造、アクチンの重合・脱重合する性質などを解説する。
4	アクチン調節タンパク質	多種類存在するアクチン調節蛋白質について、性質・機能ごとに分類して解説する。
5	アクチン重合に依存する運動現象	アクチンの重合そのものによって起こる細胞の形態変化と運動について解説する。
6	ミオシンの構造と性質	骨格筋ミオシンの分子構造、生物界に存在する多種類のミオシンの構造と分類について解説する。
7	アクチンとミオシンの相互作用	骨格筋ミオシンとアクチン繊維が滑りを起こすメカニズムについて解説する。
8	アクトミオシン相互作用の調節	アクチンとミオシンの間の滑りを調節する機構について解説する。
9	微小管系細胞骨格と生命現象	微小管系細胞骨格を基盤とする生命現象について解説する。
10	チューブリンの重合性と微小管の構造	チューブリンの重合性、微小管の微細構造について解説する。
11	微小管とモータータンパク質の相互作用	微小管系モータータンパク質であるダイニン、キネシンの構造、分類、微小管との相互作用について解説する。
12	有糸分裂における微小管の機能	紡錘体の形成機構、染色体分離機構について解説する。
13	中心体による微小管構造形成の調節	微小管の形成中心である中心体について、その生理機能を中心に解説する。

- 14 中心体と繊毛の機能、形成と運動の機構 中心体が細胞周期の制御を受けて自己複製する機構、繊毛・鞭毛の形成機構、運動機構について解説する。

## 【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。】

## 【テキスト（教科書）】

適宜プリントを配布する。

## 【参考書】

Bruce Alberts：「細胞の分子生物学」第5版、ニュートンプレス  
Benjamin Lewin:「細胞生物学」東京化学同人  
Harvey Lodish: Molecular Cell Biology, 8th edition, W.H. Freeman & Co.

## 【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とともない、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。

## 【学生の意見等からの気づき】

細胞骨格研究の専門的な知識を得たいとの要望があったため、より詳しい内容まで踏み込んだ講義にする。

## 【Outline and objectives】

This course will focus on the actin and microtubule cytoskeletons, which underlie various cellular functions. Relationships between molecular interactions among protein components of the cytoskeletons and biological phenomena in the cell will be emphasized.

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：

## 【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クスを用いたゲノム研究に必要な基礎的な知識を学びます。

## 【到達目標】

次世代シーケンサー、トランスクリプトームといったゲノム解析技術、解析に用いられるデータベース、それらを用いたバイオインフォマティクスによる解析について、具体的な解析例について学び、バイオインフォマティクスとは、いつ、どこで、どのような際に使われているのを理解する。同時に、それらの基盤となっている統計を含めた基盤となる概念を理解する。

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

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

## 【授業の進め方と方法】

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クス・ゲノム生物学	イントロダクション。システム生物学・バイオインフォマティクス・ゲノム生物学・分子生物学の関係を見ていきます
2	ゲノムを理解するために必要な分子生物学の復習	システムを構築するために必要なゲノムの特徴について復習します
3	タンパク質配列解析基礎	相同解析による生物の進化とタンパク質の機能解析について学びます。
4	ゲノム塩基配列決定入門	ゲノム配列の決定から、機能予測までの基礎的な知識を身につけます。
5	次世代シーケンシング	次世代シーケンサーの仕組みと機能、解析法の基礎について学びます。
6	トランスクリプトーム入門	トランスクリプトーム解析とChIP-chip解析による網羅的な転写制御の解析手法について学びます。
7	プロテオーム解析	網羅的なタンパク質の相互作用解析、それを元にしたタンパク質機能解析について学びます
8	データベース	生命をシステムとして解析するためにはデータベースがあると非常に便利です。どのようなデータベースが存在し、どのように利用されているかを学びます
9	細胞の中のネットワーク	転写ネットワーク、代謝パスウェイ等に生命現象を担うネットワークについて学びます
10	必須遺伝子ってなに？	システムティックな遺伝子機能の解析について学びます。

- |    |                 |  |
|----|-----------------|--|
| 11 | 遺伝子発現制御システム解析法  | レポーター解析等、細胞内の遺伝子発現解析するために必要となる手法を紹介します。                      |
| 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】

最後のレポート試験 70%

授業中課題 30%(ただし、最後のレポート試験でまとめて評価する)

## 【学生の意見等からの気づき】

2019年度の感想から、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：

## 【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観念を持つことである。それにより、現象の本質的な理解や、制御などの応用展開が望める。生命現象の反応の場である生体超分子について、どのような手法で構造を観察することが出来、構造情報から何が解り、どのように研究の役立つのか？ という構造生物学的なセンスの涵養がこの授業の到達目的である。勿論、受講者達を構造学者にすることが到達目標ではない。受講者自らが、それぞれの研究分野に於いて、適宜構造生物学的なセンスを発揮することができるようになるようにするのがこの授業の究極的な目標である。それは、構造解析の基本を知り、構造論文を正しく読み、構造データベースを駆使し、構造情報を適切に利用することが出来る能力の習得をとおして達成される。

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

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

## 【授業の進め方と方法】

この授業は、生物物理化学の分野と分類されるだろう。それは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。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）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	蛋白質の機能を知ろう 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 ・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	蛋白質の機能を知ろう 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 ・DNA結合蛋白質、トランスポーター、構造蛋白（ケラチンなど）の立体構造から分かった作動メカニズムの理解

3	蛋白質構造の構造構築原理の理解	・構造の階層性（一次構造・二次構造・モチーフ・三次構造・四次構造）と立体構造の成り立ちの理解 ・蛋白質の構造構築原理の裏にある相互作用の物理化学的理解 ・カリウムチャネルの構造から分かったイオン透過メカニズムの理解
4	実習・演習編・ペプチド結合	・分子モデルを使って、ペプチド結合、 $\alpha$ 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） ・それによる1, 2, 3限目の知識のフィクセーション
6	構造解析の技法	・X線結晶構造解析、NMR、クライオ電子顕微鏡観察 ・その長所と短所
7	構造解析法の最右翼であるX線結晶構造解析の概念	・大量発現系の構築と、蛋白質精製、結晶化の手法 ・X線の発生と回折の原理 ・強度測定と位相問題 ・フーリエ変換と電子密度図所得、モデル構築とその精密化
8	実習・演習編：FFTによるフーリエ変換（数式を使わないフーリエ変換）	・FFT計算によるフーリエ変換と逆フーリエ変換を概念的に理解 ・散乱光をフーリエ変換して何を理解 ・散乱も回折も構造を調べるうえでは大して変わらない事を理解
9	実習・演習編：光学回折による逆空間の理解とフーリエ変換	・光学回折による格子と逆格子の観察：なぜX線結晶構造解析には結晶が必要なのか？原理を感覚的に理解 ・逆空間とは？について感覚的に習得 ・光学レンズを用いたフーリエ変換：レンズによる結像を通して、X線結晶構造解析と光学顕微鏡による観察との類似性を理解 ・それによる6, 7, 8限目の知識のフィクセーション
10	構造情報の読み方：構造解析をやる人にならずとも、構造をきちんと見られる人になる	・構造論文を読むときに出てくる統計値の理解を通した論文の信憑性の判断 ・PDBデータの中身の理解
11	構造情報の使い方（研究編）：自分の研究テーマを構造学的に考える力、構造学的知見を使える力をつける	・構造情報に基づく研究展開法（構造、あるとき/ないとき） ・他の物理化学的、分子生物学的手法との組み合わせによる詳細な構造機能解析と分子動力学計算は何がしたいのかを理解
12	構造情報の使い方（応用編）：構造情報を役立てることができる力をつける	・構造を利用した合理的薬剤設計 ・構造など物理化学に基づく生物科学の研究法について

- 13 実習・演習編：構造情報  
のデータベース利用 ・PC用グラフィクスプログラム  
を利用した蛋白質3次元モデル  
の表示と観察  
・電子密度図の表示と、構造情報  
の吟味  
・それによる10, 11, 12限目の  
知識のフィクセーション
- 14 実習・演習編：構造情報  
のデータベース利用 ・構造学的な見地で自らの研究を  
：ゼミ編 考えてみる  
・受講生それぞれの研究テーマに  
ついてデータベースを使った構造  
情報の検索について会得する。  
・受講生それぞれの研究テーマと  
構造生物学的な展開の可能性につ  
いて、ディスカッションする。  
・抗議全体を通して得た自らの学  
びについて再確認する。

**【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】**

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】生化学、蛋白質科学の基礎、とりわけアミノ酸や核酸などの基礎について確認することが望ましい。

**【テキスト（教科書）】**

特に設定していない。

**【参考書】**

興味を持った人がさらに学ぶ為に以下を薦める。

・ノーベル賞の生命科学入門・構造生物学の発展（講談社）

・入門構造生物学（共立出版）

**【成績評価の方法と基準】**

試験は行わない。実習・演習編での達成（50%）と、レポート提出（50%）により評価する。

**【学生の意見等からの気づき】**

専攻開闢以来永く授業を担当し毎年改良を重ねてきた。レポートによる学生からの感想や、授業評価アンケートを見るとほぼポジティブな意見であり、これまでの授業方法が間違っていない事が判った。とりわけ、座学による理論の概説と、それに続く実習・演習編とのシナジーによる知識のフィクセーションは特に評判が良い。しかし、これらに甘んじることなく、アップデートな内容を盛り込むなどの努力を毎年行っている。これまで分からなかったことが分かった！という声多数。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」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：

## 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

タンパク質は生体における最も重要な機能分子である。生命の多様で高効率な機能は、様々なタンパク質の高度な機能により獲得されたものである。タンパク質は 20 種類のアミノ酸が直鎖状につながった“ひも”として生成され、フォールディングにより複雑な三次構造を形成することで、機能を獲得する。生命を模倣しその能力を利用という生命工学の目的を達成するには、目的の機能を有するタンパク質を設計・生産する技術の確立が必要である。本講義では、タンパク質の機能と構造の関係、フォールディング機構、タンパク質の構造安定性・運動性、凝集、分子間相互作用、立体構造解析など、タンパク質設計の基盤に関する講義を行う。

## 【到達目標】

タンパク質の配列から高次構造解析、構造形成の原理、構造予測の基礎を習得し、分子設計の基盤を理解する。

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

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

## 【授業の進め方と方法】

始めに蛋白質立体構造の物性に関する基礎的な概念を講義し、その後、蛋白質立体構造解析の王道である X 線結晶構造解析、多量体構造解析、翻訳後修飾の解析などを学ぶ。後半では、蛋白質のフォールディングと安定性、蛋白質の溶解性と凝集の物理化学的及び生物学的背景、分子シャペロンによるフォールディング制御と疾病との関係等に学ぶ。一連の講義を通じて、蛋白質分子設計の基盤を理解できるようになる。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

なし / No

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし / No

## 【授業計画】

回	テーマ	内容
1	蛋白質分子設計の実践 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践 2	研究及び酵素工業利用における蛋白質分子設計について学習する。担当 養王田
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。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。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。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。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。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。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。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事例に基づき学習する。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。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。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。担当 篠原

## 【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【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）】

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：

### 【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）】

【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】

特に無し

### 【成績評価の方法と基準】

出席とレポートで評価します。

### 【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：

## 【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。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	ウイルスとプリオン	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。

## 【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いが、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：

## 【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	<i>Pseudomonas</i> 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	<i>Xanthomonas</i> 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	<i>Xanthomonas</i> 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	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	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）】

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】

生命科学分野の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】

Higer plants are always exposed to the environmental stresses, including interactions with various pathogenic microbes. Understanding of how plants respond to these stresses is crucial to crop development. In this course, students are expected to have interest in the plants' strategies of survival in the hostile environment.

BLS500Y2

## 生命機能学演習 2

川岸 郁朗、常重 アントニオ Antonio TSUNESHIGE、山本 兼由、水澤 直樹

単位数：2 単位 | 開講時期：

## 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

本演習では、「読む・書く」に加えて、「話す」能力の向上に主眼を置き、ゲノム・蛋白質・細胞・生命システムという 4 分野について実践的な学習を行う。さらに、研究するための基礎知識、先人の研究成果、実験結果の理解、総合的考察能力、発表能力を養う。

## 【到達目標】

研究を遂行する上で必要な基礎知識、実験結果の解析、総合的考察能力、発表能力を身につけ、研究計画・成果を具体的に英語・日本語でまとめて公表する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】

生命機能学の研究課題に沿った実験の結果を解析し、その結果の意義を、先人のデータと比較しながら評価し、問題解決のための対策を立て、結果の発表の仕方、論文の書き方について修得する。

## 【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】

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	生命機能学演習の目標、授業概要、受講の心構え、授業外での学習活動など（担当：川岸郁朗、常重アントニオ、水澤直樹、山本兼由）
第 2 回	ゲノム情報と転写調節	ゲノム情報の研究最前線の情報・文献収集（担当：山本兼由）
第 3 回	ゲノム情報・モデル系の演習 1	大腸菌をモデルとしたグローバルな転写・翻訳制御の実験結果の解析（担当：山本兼由）
第 4 回	ゲノム情報・モデル系の演習 2	先人の文献データに基づく実験結果の解析の評価と考察（担当：山本兼由）
第 5 回	蛋白質の構造形成と機能発現	蛋白質の構造形成と機能発現の研究最前線の情報・文献収集（担当：常重アントニオ）
第 6 回	蛋白質の構造と機能・モデル系の演習 1	ヘモグロビンをモデルとした、高次構造、機能発現、機能調節の実験結果の解析（担当：常重アントニオ）
第 7 回	蛋白質の構造と機能・モデル系の演習 2	先人の文献データに基づく実験結果の解析の評価と考察（担当：常重アントニオ）
第 8 回	細胞の構造と機能	細胞の構造と機能の研究最前線の情報・文献収集（担当：川岸郁朗）
第 9 回	細胞構造と機能・モデル系の演習 1	べん毛装置をモデルとした、動的構造構築、細胞内コミュニケーションの実験結果の解析（担当：川岸郁朗）
第 10 回	細胞構造と機能・モデル系の演習 2	先人の文献データに基づく実験結果の解析の評価と考察（担当：川岸郁朗）
第 11 回	光合成装置	光合成装置の研究最前線の情報・文献収集（担当：水澤直樹）

第 12 回 光合成装置・モデル系の演習 1 光合成装置をモデルとした、エネルギー変換反応の実験結果の解析（担当：水澤直樹）

第 13 回 光合成装置・モデル系の演習 2 先人の文献データに基づく実験結果の解析の評価と考察（担当：水澤直樹）

第 14 回 研究成果の英語抄録作成とプレゼンテーション 研究成果の英語抄録作成とプレゼンの要領を修得する（担当：川岸郁朗、常重アントニオ、水澤直樹、山本兼由）

## 【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 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。また、英文論文は勿論であるが、生命科学関連分野の文章をできる限り多く読むことを推奨し、日本語・英語で正確な文章が書けるように努力すること。

本授業の準備・復習時間は、各 4 時間程度とする。

## 【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】

(1) 設定された研究課題に関する文献データの収集ができること (30%)、(2) その課題の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、評価・考察ができること (40%)、(3) 得られた研究成果の発表、論文作成の要領を修得していること (30%) を総合的に判断して評価する。

## 【学生の意見等からの気づき】

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】

必要に応じて授業支援システムを利用する。

## 【Outline and objectives】

The aim of this course is to improve your skills of speaking as well as those of reading and writing in Frontier Bioscience (genome science, protein science, cell biology and biological systems) by learning how to obtain information about previous findings, to analyze experimental results, and to present the research outcome.

BLS700Y2

## 生命機能学発展特別研究 1・2・3

曾和 義幸

単位数：3 単位 | 開講時期：年間授業/Yearly

## 【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する。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

曾和 義幸

単位数：2 単位 | 開講時期：年間授業/Yearly

## 【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切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する。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.

BLS500Y2

## 生命機能学発展ゼミナール

金子 智行、川岸 郁朗、佐藤 勉、常重 アントニオ Antonio TSUNESHIGE、廣野 雅文、水澤 直樹、山本 兼由、曾和 義幸

単位数：2 単位 | 開講時期：

## 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

幅広い研究分野の専門性を身につけた上での学位取得を目指すために設置した博士後期課程のコースワーク科目である。生命機能学専攻（生命機能学領域）の全教員の研究テーマの、目的、実験手法、データ分析法について理解を深める。各教員がそれぞれの専門分野の研究について説明・討論を行う。一方受講生も自らの研究の進行状況について説明し、指導教員とは異なるアングルからアドバイスを受ける。各教員との徹底した討論を通じ、自らの研究を遂行するためのヒントを導き、かつ討論のスキルを高める。

## 【到達目標】

各教員の研究を広く理解し、かつ自らの研究についてアドバイスを受けることにより、自身の研究に反映させることを到達目標としている。また、学術論文投稿時のレフェリーとのやり取り、および国際学会における質疑応答に対応できるようにする。

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

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

## 【授業の進め方と方法】

教員と受講生の研究紹介とそれについての徹底した討論を行う。開講日は掲示により連絡する。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）の実施】

あり / Yes

【フィールドワーク（学外での実習等）の実施】

なし / No

## 【授業計画】

回	テーマ	内容
1	イントロダクション	この科目についての概要説明
2	ゲノム研究 I	佐藤勉教員の研究解説（細菌の細胞分化とウイルスとの相互作用）
3	ゲノム研究 II	山本兼由教員の研究解説（細菌の転写ネットワーク）
4	ゲノム研究討論	ゲノム研究についての討論
5	蛋白質研究 I	曾和義幸教員の研究解説（モーター蛋白質の構造と機能）
6	蛋白質研究 II	常重アントニオ教員の研究解説（蛋白質間、蛋白質・低分子間相互作用）
7	蛋白質研究 III	水澤直樹教員の研究解説（光合成装置の構築メカニズム）
8	蛋白質研究討論	蛋白質研究についての討論
9	細胞研究 I	金子智行教員の研究解説（構成的アプローチによる細胞・組織の再構成）
10	細胞研究 II	川岸郁朗教員の研究紹介（細菌の環境応答センサー）
11	細胞研究 III	廣野雅文教員の研究紹介（細胞の分裂・運動に関わる蛋白質の機能）
12	細胞研究討論	細胞研究についての討論
13	最新論文紹介	受講生が関連する最新の論文を紹介し、討論を行う
14	総合討論	受講生の今後の研究方針の発表

## 【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】予め各教員の最新の学術論文を読んでおくこと。また、自らの研究内容を30分程度でまとめておくこと。

## 【テキスト（教科書）】

なし。ただし、資料等が配布される。

## 【参考書】

なし。授業中に関連論文などが配布される。

## 【成績評価の方法と基準】

質疑への対応とレポートを総合的に評価する。

## 【学生の意見等からの気づき】

受講者が少人数のため、フィードバックできません。

## 【その他の重要事項】

米国フィラデルフィア市にあるペンシルバニア大学ベレルマン医学部に所属時、ジョンソン財団の委員であった。学部生、院生、PDの指導を行いました。(AT)

## 【Outline and objectives】

During fall semester, the doctoral candidate will participate, through different course works in the form of lectures and discussion, in a wide variety of research fields presented by their respective specialists. To deepen the acquired knowledge, each instructor will expose their particular goals, methodology, and data analysis. In response, the candidate will report about his/her specific research work, and will be given a critique and advice from a different point of view that differs from his/her advisor. Development and reinforcement of skills conducive to an active discussion is expected from the candidate.

PPE500Y3

## 応用植物医科学特論

廣岡 裕吏、津田 新哉

単位数：2 単位 | 開講時期：

## 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

被害の大きな植物病を中心に国内外の総論や研究論文など文献調査を行い、診断手法、伝染様式、被害程度、防除法などを取りまとめる。そして、それら被害とその回避技術を学び、技術の体系化に関する企画力を養うとともに、世界の農業問題・食料問題を理解する。

## 【到達目標】

国内外の重要な植物病を学ぶことで、修士研究を実施するための有益な実験手法、実験の進め方、実験結果のまとめ方を修得する。

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

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

## 【授業の進め方と方法】

本授業の進行の詳細は、「学習支援システム」を通じて通知する。履修学生は、必ず確認すること。担当者は、被害の大きな1つの植物病の総論や研究論文などの文献調査を行い、病原の特性、診断技術、経済的被害、作物の栽培技術などを総合的に調べる。そして、A4用紙で1～2枚程度に要点を簡潔に記載したレポートと、パワーポイントを作成して解説する。

## 【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】

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	診断技術と防除技術
2	食用作物 (1)	イネ科作物等の病害
3	食用作物 (2)	マメ科作物等の病害
4	食用作物 (3)	ナス科作物等の病害
5	特用作物	アブラナ科、ヒユ科、ナス科作物等の病害
6	牧草・芝草・野草	イネ科牧草、キク科野草等の病害
7	野菜 (1)	キク科、アブラナ科野菜等の病害
8	野菜 (2)	ウリ科、ユリ科野菜等の病害
9	野菜 (3)	ナス科野菜等の病害
10	花き	キク科、アヤメ科、ユリ科、ラン科草花等の病害
11	果樹 (1)	バラ科果樹等の病害
12	果樹 (2)	ミカン科果樹等の病害
13	樹木類 (1)	針葉樹の病害
14	樹木類 (2)	広葉樹の病害

## 【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】担当学生が発表予定である学術雑誌を事前に読んでおく。また、発表後は発表内容と学術雑誌を改めて読み直し、復習する。

## 【テキスト（教科書）】

教科書は使用しない。以下にあげる学術雑誌などを参考にする。

## 【参考書】

Plant Disease、Phytopathologyなどの学術雑誌などを参考にする。

## 【成績評価の方法と基準】

プレゼン能力、文献読解能力、質疑応答能力で70%、平常点を30%として総合的に判断する。

## 【学生の意見等からの気づき】

文献調査能力を強化するにあたり適切な助言に努める。

## 【学生が準備すべき機器他】

貸与パソコンを持参する。

## 【その他の重要事項】

自ら考える力の涵養に努める。

## 【Outline and objectives】

This course will provide opportunities to learn a way of literature search focusing on plant disease, diagnosis, infection cycle, and preventing measures in domestic and oversea. Students study how are damages by diseases and what are avoidance technologies available. Eventually, they understand the planning capability about the technological systematization as well as agricultural and food problems of the world.

PPE500Y3

## 植物総合診療科学特論

石川 成寿、廣岡 裕吏

単位数：2 単位 | 開講時期：

### 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

微生物による植物の病気や害虫による被害の原因を的確に探る方法、治療の可否の判断、治療法の選別、最善の治療体系の構築などについて、基礎と診断治療例から学び、総合的な診断・治療能力を修得する。あわせて、今後の植物医学の発展方向を考える。

### 【到達目標】

植物医学の修士生として、植物病をいかに診断し、解決していくかの能力を修得する。

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

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

### 【授業の進め方と方法】

★重要★対面授業ができない場合は、学習支援システムに教材、課題を載せる。それに基づき、課題レポートを提出する。主にパワーポイントを用い、最新の情報をもとに講義を行う。必要に応じて、授業内での発表等も行う。

【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】

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	「総合診療」の意義と重要性
第 2 回	診療事例 - 1	土壌伝染性病害に対する診療 生物農薬開発の実際ならびに生物農薬、化学農薬の長所をいかした防除
第 3 回	診療事例 - 2	イチゴ病害に対する生態防除を中心にした IPM
第 4 回	診療事例 - 3	園芸作物病害虫に対する生態防除
第 5 回	診療事例 - 4	環境に配慮した総合的病害虫管理
第 6 回	診療事例 - 5	イネに発生する阻害要因に対する総合診療
第 7 回	診療事例 - 6	園芸作物に発生するうどんこ病、灰色かび病に対する診療
第 8 回	診療事例 - 7	植物病診断の必要性
第 9 回	診療事例 - 8	植物病の診断書作成について
第 10 回	診療事例 - 9	果樹の病害に対する診断
第 11 回	診療事例 - 10	花卉の病害に対する診断
第 12 回	診療事例 - 11	針葉樹の病害に対する診断
第 13 回	診療事例 - 12	広葉樹の病害に対する診断
第 14 回	診療事例 - 13	種子の病害に対する診断

【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各 4 時間を標準とします。】臨床体験および臨床事例の収集など。

【テキスト（教科書）】

植物医学実験マニュアル（大誠社）等、印刷物を授業にて配布。

【参考書】

適宜、講義の際に紹介する。

【成績評価の方法と基準】

各回のレポート内容（80%）、授業への積極的な貢献度（質問、討議参加等）等の平常点（20%）を総合的に評価する。

【学生の意見等からの気づき】

2012 年度から開講。臨床例が学べてよい。

【学生が準備すべき機器他】

主にパワーポイントでの講義。

### 【その他の重要事項】

国立研究所、農業試験場、病害虫防除および農業改良普及所における実践的な業務経験を活かした指導を行う。

【Outline and objectives】

This course will provide ability to develop the novel control of disease plants based on several diagnosis cases of recent plant pests and diseases. Student also learn the social contribution of clinical plant science and then think about the connection in the world.

PPE500Y3

## 生物アシミレーション科学特論

佐野 俊夫、濱本 宏

単位数：2 単位 | 開講時期：

## 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

生命体を構築する物質のほとんどは植物が気環境中および土壌から吸収した物質を源としている。この植物を出発点とした物質循環による生命活動を理解する。

## 【到達目標】

原著論文の講読を通じて環境中から植物への物質移動と植物体内での物質代謝を理解し、さらに発表を通じてプレゼンテーション能力を養う。

【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】

本授業では植物への無機栄養分、水、大気環境ガスの吸収経路および膜輸送体に関する原著論文を講読し、これらの物質の吸収と利用に関する知識を深める。そして、関連論文を検索し、内容をまとめてプレゼンテーションを行うことで発表能力を養う。また、他人の発表内容に対し積極的に質問をすることにより、生命体の物質利用とその循環に対する理解を深める。前半は佐野が、後半は濱本が担当する。

## 【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	生命体を構成する元素	生命体を構成する元素
第2回	生体膜の性質	生体膜の性質
第3回	無機イオンの輸送 (1)	窒素化合物の輸送
第4回	無機イオンの輸送 (2)	カリウムイオンの輸送体
第5回	無機イオンの輸送 (3)	リンの輸送と代謝
第6回	無機イオンの輸送 (4)	カルシウムイオンの輸送と信号伝達
第7回	無機イオンの輸送 (5)	微量元素の輸送と重金属耐性
第8回	無機イオンの輸送 (6)	プロトンポンプと膜電位差の形成
第9回	代謝産物の輸送 (1)	糖の輸送
第10回	代謝産物の輸送 (2)	アミノ酸の輸送
第11回	代謝産物の輸送 (3)	ABC トランスポーター
第12回	代謝産物の輸送 (4)	ナトリウムイオン輸送と耐塩性
第13回	水の吸収と輸送	アクアポリンを通る物質
第14回	気孔とガス交換	気孔開閉と二酸化炭素吸収

## 【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】

授業に参加する際にはあらかじめ配布された原著論文を講読し、発表用のパワーポイント資料、配布用資料を作成し、発表練習をして臨むことが必要である。

また、あらかじめ与えた課題について、発表者の発表内容に対して質問し、議論することで回答し、提出する。

## 【テキスト（教科書）】

あらかじめ選定した原著論文を授業にて配布する。

## 【参考書】

植物の膜輸送システム 秀潤社

## 【成績評価の方法と基準】

各回のプレゼンテーション内容（65 %）、および各回の課題回答内容（35 %）で評価する。

## 【学生の意見等からの気づき】

少人数のため発表順が早く回ってくるので準備は大変であるが、その分、質疑も活発であり、内容が身近に感じられた、という意見もあり、今後も少人数での発表形式を継続する予定である。

## 【Outline and objectives】

Most of the substances that make up living organisms are derived from substances that plants absorb in the atmospheric environment and from soil. In this lecture, we will understand the life activity by material cycle starting from plants.

PPE500Y3

## 植物免疫分子システム学特論

鍵和田 聡、大島 研郎

単位数：2 単位 | 開講時期：

## 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

植物と病原体は様々な相互作用を行っており、病原体の感染戦略と植物の抵抗性の攻防の結果として植物病害が引き起こされる。その発生メカニズムについて現在解明されつつある分子レベルでの応答を理解する。

## 【到達目標】

植物と病原微生物の分子的な相互作用について理解する。また、文献読解を通じてその解析法を学び、新知見を得るための基礎的知識を習得する。

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

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

## 【授業の進め方と方法】

学生には、専門書（洋書）や最新の総説、原著論文を調べ発表してもらうことにより、その具体的な解析法も含めて主体的に理解するよう促す。

【4月23日よりオンライン形式で講義を開始します。詳細は学習支援システムで確認してください。】

【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	植物の抵抗性（1）動	テーマに関する概説、文献の提示
	的抵抗性、抵抗性遺伝	
	子、細胞内シグナル伝	
	達など	
第2回	植物の抵抗性（2）動	文献に関する発表
	的抵抗性、抵抗性遺伝	
	子、細胞内シグナル伝	
	達など	
第3回	植物の抵抗性（3）動	テーマに関する議論と解説
	的抵抗性、抵抗性遺伝	
	子、細胞内シグナル伝	
	達など	
第4回	植物の抵抗性（4）抵	テーマに関する概説、文献の提示
	抗性反応、抵抗性育種	
	など	
第5回	植物の抵抗性（5）抵	文献に関する発表
	抗性反応、抵抗性育種	
	など	
第6回	植物の抵抗性（6）抵	テーマに関する議論と解説
	抗性反応、抵抗性育種	
	など	
第7回	菌類・細菌の感染	テーマに関する概説、文献の提示
	（1）感染過程、エ	
	フェクター、分泌、感	
	知機構など	
第8回	菌類・細菌の感染	文献に関する発表1
	（2）感染過程、エ	
	フェクター、分泌、感	
	知機構など	
第9回	菌類・細菌の感染	文献に関する発表2
	（3）感染過程、エ	
	フェクター、分泌、感	
	知機構など	

第10回 菌類・細菌の感染 テーマに関する議論と解説

（4）感染過程、エ  
フェクター、分泌、感  
知機構など

第11回 植物ウイルスの感染 テーマに関する概説、文献の提示

（1）ゲノム複製、移  
行、ジーンサイレンシ  
ングなど

第12回 植物ウイルスの感染 文献に関する発表1

（2）ゲノム複製、移  
行、ジーンサイレンシ  
ングなど

第13回 植物ウイルスの感染 文献に関する発表2

（3）ゲノム複製、移  
行、ジーンサイレンシ  
ングなど

第14回 植物ウイルスの感染 テーマに関する議論と解説

（4）ゲノム複製、移  
行、ジーンサイレンシ  
ングなど

## 【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。】

個々に指定された専門書（洋書）、総説、原著論文を読解し、それを理解するために必要な周辺の情報も自分で調べた上でプレゼンテーション資料を準備し、講義中に発表する。

## 【テキスト（教科書）】

必要に応じて印刷資料を配布する。

## 【参考書】

適宜内容に応じて講義中に紹介する。

## 【成績評価の方法と基準】

発表内容（50%）、質疑など受講態度・平常点（50%）により総合的に評価。

## 【学生の意見等からの気づき】

予備知識を与えるようにする。  
課題分量に気を配るようにする。

## 【学生が準備すべき機器他】

貸与パソコンを使用する。（資料作成や授業支援システムなど）

## 【Outline and objectives】

Plants and pathogens interact with each other in various ways, leading to plant diseases as a result of pathogen's infectious strategies and plant resistance. The aim of this course is to help students acquire an understanding of the molecular-level mechanism of the plants and pathogens interaction.

PPE500Y3

## 植物病原学特論

有江 力

単位数：2 単位 | 開講時期：

## 【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の予定である。

## 【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まれます。

## 【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：

## 【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し、今後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や、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。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）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

## 土壤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：

### 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

土壤の微生物は、地球規模の環境問題や、農業上の土壤病害との関連で注目を集めている。土壤には膨大な数の多様な微生物が存在し、炭素・窒素等の物質循環を行なうことで地球の生物圏を維持し、また作物の生育にさまざまな影響を及ぼしている。土壤等の環境中の微生物は試験管中とはその状態が大きく異なること、またそのほとんどが培養できないことから解析は困難であったが、新しい解析手法の開発等により、多くの新たな知見が集積してきている。本授業では土壤微生物概論（1～3回）、土壤病害、有用微生物、菌根菌の機能、利用（4～14回）について講義し、今後の研究の展開と新たな利用等の可能性について考える。

### 【到達目標】

土壤微生物の生態や機能、農業生産や地球環境保全に果たす役割について知識を得るとともに、複雑系を対象とした研究の考え方や利用や制御も含めた今後の展開について考える力を習得する。

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

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

### 【授業の進め方と方法】

講義形式による授業を基本とする。

【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）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	土壤中の土壤病原菌と土壤微生物（概要）	土壤に生息する細菌、糸状菌、線虫など様々な微生物・小動物の紹介と土壤病原菌と土壤微生物の関係を整理。
2	各種微生物評価手法、病原菌の特異検出法	微生物・病原菌の評価法（DNA解析、血清法、培地法など）と各手法のメリット、デメリットの紹介。
3	土壤微生物・病原菌の研究法と利用法 - 科学的アプローチ	微生物が生息する環境（複雑系）を解析するための科学的アプローチ（仮説検証、データドリブン型研究等）について紹介。
4	農業現場における微生物利用 - 生分解性資材とその分解酵素 -	生分解性資材の分解菌の選抜と、現場における効果および土壤微生物相の推移の評価。
5	農業現場における微生物利用 - 揮発性抗菌物質産生微生物などの利用 -	揮発性抗菌物質産生微生物の選抜と、圃場における効果および実用への応用の取り組みを紹介。
6	土壤病害の対策 - 物理・化学・生物的防除法 -	土壤還元消毒や太陽熱、熱水など土壤病害の物理的、化学的防除、土壤微生物を用いた生物的防除の取り組みの事例を紹介。
7	植物生育を支える微生物	菌根菌とはどんな微生物かの紹介
8	菌根菌の生物的特徴	菌根菌の植物共生の分子機構や絶対共生の理由を解説
9	菌根菌の多面的機能	AM菌のリン酸代謝、重金属耐性付与、土壤環境改善などに関する研究の紹介
10	菌根菌機能の農業利用	AM菌の前作効果とそれを活用した減肥技術の紹介

11	土壤病害管理システム - 診断・評価・対策 - ①	診断・評価・対策をセットにした、新しい土壤病害管理法（予防的 IPM）を紹介。
12	土壤病害管理システム - 診断・評価・対策 - ②	土壤 DNA に基づく土壤生物性解析およびその活用事例等を紹介。
13	土壤病害管理システム - 診断・評価・対策 - ③	土壤病害管理システムにおける土壤生物性診断技術の事例、発病抑制的土壤の評価法等を紹介。
14	土壤病害管理システム - 診断・評価・対策 - ④	土壤病害管理システムにおける各種防除技術のうち、特に生物的防除手法の活用法等を紹介。

### 【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

【本授業の準備・復習時間は、各4時間を標準とします。】

### 【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。

小テスト（50%）、授業中の積極性等（50%）で評価

### 【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

### 【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

## 有用植物開発学特論

大杉 立

単位数：2 単位 | 開講時期：

## 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

今後の食料・環境・エネルギー問題の解決に有用な植物に関し、植物としての特徴を知り、品種などの開発手法（特に近年急速に利用が拡大している遺伝子組換え技術、ゲノム編集技術など）について開発例、問題点、今後の展望などを学ぶ。さらに科学的思考に基づく技術受容の視点の涵養を目指す。

## 【到達目標】

学生は、本テーマに関する知識を得るとともに、社会生活にとって重要な科学的思考に基づく技術受容の視点を獲得することが出来る。また、フィールドワークとして遺伝子組換え作物栽培圃場の見学を予定しており、実現した場合には当該作物に対する理解を深めることが出来る。

【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】

人類や環境に有用な植物の開発手法を解説し、最新の技術、特に、遺伝子組換え技術を用いた開発例を紹介し、農業生産と生物多様性や地球環境との関わりを考察する。開発例として、病虫害抵抗性、環境ストレス耐性、生産能力向上の付与などについて、実際の研究・応用例を原著論文を参照しながら学習し、その有用性について考察し、議論する。また、近年利用が増大しているゲノム編集技術についても解説する。さらに、民間種苗会社の遺伝子組換え作物の栽培圃場見学を実施し、遺伝子組換え作物に対する理解を深める

【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】

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	世界の食料・環境・エネルギー問題と有用植物生産科学の果たすべき役割	世界の食料・環境・エネルギー問題の現状と有用植物（食用作物、エネルギー作物など）の生産科学の最近の成果を紹介し、果たすべき役割を議論する。
第 2 回	我が国の食料自給率と水田農業の重要性	我が国の食料自給率の推移と問題点を紹介し、水田農業の果たすべき役割を議論する
第 3 回	有用植物の形態、生理、栽培、利用	イネなどの様々な特徴を紹介する。
第 4 回	有用植物の開発手法（1）交雑育種技術、マーカー選抜技術	これまでの主要な交雑育種技術と最近利用が増えつつあるマーカー選抜技術の内容を紹介する。
第 5 回	有用植物の開発手法（2）遺伝子組換え技術	今後の重要な技術である遺伝子組換え技術の内容を紹介する。
第 6 回	遺伝子組換え技術を用いた有用植物開発（1）病虫害耐性、環境ストレス耐性	病虫害耐性作物、環境ストレス耐性作物を紹介する。
第 7 回	遺伝子組換え技術を用いた有用植物開発（2）生産能力向上（構造改変）	作物の形を変えることで生産能力を向上させる研究を紹介する。
第 8 回	遺伝子組換え技術を用いた有用植物開発（3）生産能力向上（ソース機能改変）	生理的機能、特に、ソースにおける炭素代謝機能を変えることで生産能力を向上させる研究を紹介する。

第 9 回 遺伝子組換え技術を用いた有用植物開発（4）生産能力向上（転流、シンク機能改変）

生理機能、特に転流機能とシンクにおける炭水化物代謝機能を変えて生産能力を向上させる研究を紹介する。

第 10 回 遺伝子組換え技術を用いた有用植物開発（5）花き、油脂、環境浄化（カドミウムなど）

青いバラ、高オレイン酸ダイズ、カドミウム、セシウムなどを吸収して環境浄化に役立つ作物を紹介する。

第 11 回 新たな育種技術（ゲノム編集技術など）

最近注目されているゲノム編集などの新育種技術（New Breeding Technology）について紹介する。

第 12 回 遺伝子組換え植物の光と影（食品、環境、生物多様性への影響）

遺伝子組換え植物に関する議論。食品、環境、生物多様性への影響に関する問題点を紹介する。

第 13 回 フィールドワーク：遺伝子組換え作物栽培圃場見学

遺伝子組換え作物栽培圃場を見学して理解を深める。

第 14 回 遺伝子組換え技術とゲノム編集技術をどう捉えるかーまとめー

両技術の社会的受容をどう進めるかについて、科学的思考をもとにした対話のあり方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。】特になし。

## 【テキスト（教科書）】

特になし、毎回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】

平常点（40%）とレポート（60%）で評価する。

## 【学生の意見等からの気づき】

学生との意見交換を多くし、より理解を深めるようにする

## 【学生が準備すべき機器他】

パワーポイントによるスライドを映写するプロジェクターを使用する。

## 【Outline and objectives】

The aim of this course is to learn characteristics as plants, developed examples, problems and future prospects of breeding methods (in particular, genetic recombination technology and genome editing technology that are rapidly expanding in recent years) regarding plants useful for solving food, environmental, and energy problems in the future. Furthermore, the aim is to cultivate a viewpoint on how to accept new technology based on scientific thinking.

PPE500Y3

## 植物医科学演習 1

濱本 宏、石川 成寿、大島 研郎、大井田 寛

単位数：2 単位 | 開講時期：

## 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

植物の生産と環境を取り巻く重要な問題について考え、これらに対処する能力を身につける。

## 【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、研究と生産の現場という実社会における「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」能力の向上をはかる。分野として、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。

## 【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）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	授業の進め方をガイダンスする。
第 2 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。
第 3 回	植物病抵抗性演習 (2)	テーマに関する研究の調査・報告を行い、研究内容を評価し意義について討議する。
第 4 回	植物病抵抗性演習 (3)	まとめのプレゼンテーションを行う。
第 5 回	総合診療演習 (1)	課題に関する調査・討議のテーマを設定する。
第 6 回	総合診療演習 (2)	テーマに関する研究の調査・報告を行い、研究内容を評価し意義について討議する。
第 7 回	総合診療演習 (3)	まとめのプレゼンテーションを行う。
第 8 回	植物ゲノム医科演習 (1)	課題に関する調査・討議のテーマを設定する。
第 9 回	植物ゲノム医科演習 (2)	テーマに関する研究の調査・報告を行い、研究内容を評価し意義について討議する。
第 10 回	植物ゲノム医科演習 (3)	まとめのプレゼンテーションを行う。
第 11 回	応用動物昆虫演習 (1)	課題に関する調査・討議のテーマを設定する。
第 12 回	応用動物昆虫演習 (2)	テーマに関する研究の調査・報告を行い、研究内容を評価し意義について討議する。
第 13 回	応用動物昆虫演習 (3)	まとめのプレゼンテーションを行う。
第 14 回	総合まとめ	本科目を通じて学んだことをまとめる。

## 【授業時間外の学習（準備学習・復習・宿題等）】

本授業の準備・学習時間は、各 4 時間を標準とする。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。

## 【テキスト（教科書）】

特になし。適宜プリント等を配布する。

## 【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】

授業内のプレゼンテーション、レポートなど（70 %）に加え、授業への参加の積極性など平常点（30 %）を考慮し、総合的に判断する。

## 【学生の意見等からの気づき】

今後もアンケートにより、参考になる内容があれば取り入れる。

## 【学生が準備すべき機器他】

原則としてパワーポイントを使用したプレゼンテーションなどを行う。

## 【その他の重要事項】

農業試験場、病害虫防除および農業改良普及所における実践的な業務経験を活かした指導を行う。

## 【Outline and objectives】

The aim of this course is to help students acquire the ability to think about and address important issues surrounding plant production and the environment.

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 Antonio TSUNESHIGE、廣野 雅文、水澤 直樹、山本 兼由、曾和 義幸

単位数：3 単位 | 開講時期：年間授業/Yearly

## 【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 Antonio TSUNESHIGE、廣野 雅文、水澤 直樹、山本 兼由、曾和 義幸

単位数：2 単位 | 開講時期：年間授業/Yearly

## 【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、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

## 【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。後期末には修士論文発表会を行い、研究内容をまとめ上げ発表するスキルを身につける。研究テーマは「植物医科学」に関わるものとし、植物病害診断、病害防除、微生物病、病原体の性状解析、病原性メカニズムの解析など、指導教官が提示した課題を中心に選択する。

## 【到達目標】

研究の進め方、結果の整理、論議・考察、残された課題などを分析・整理するプロセスを通じて、「論理的な思考能力」と「問題解決能力」を習得することを目標とする。また、共同作業や情報交換を円滑に行うための社会的マナー・コミュニケーション能力・協調性を身につける。生物の多様性・普遍性・環境への適応と進化について学ぶことで、植物医科学に対する好奇心・探究心を養う。

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

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

## 【授業の進め方と方法】

各自の修士論文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し、研究を行う。春学期の終わりに中間発表会、秋学期の終わりに修士論文発表会を開催し、自身の行った研究を発表する力を身につける。

## 【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）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	修士論文研究 (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 13 週		
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	修士論文研究 (2)	修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 23 週		
第 24 週	中間検討 (2)	修士論文のとりまとめに向けて研究室内で進捗状況をプレゼンテーションする。
第 25 週	修士論文のとりまとめ	修士論文作成指導、プレゼンテーション指導、報告要旨集作成などをとおして研究をまとめる。
～第 27 週		
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。】本授業の準備・復習時間は、各 3 時間を標準とします。修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】

提出された修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 prepare students for their master theses focusing on clinical plant science. Students will learn the basic to applied research. A research presentation will be hold to summarize and organize their researches.

## 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

## 【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。後期末には修士論文発表会を行い、研究内容をまとめ上げ発表するスキルを身につける。研究テーマは「植物医科学」に関わるものとし、植物病害診断、病害防除、微生物病、病原体の性状解析、病原性メカニズムの解析など、指導教官が提示した課題を中心に選択する。

## 【到達目標】

研究の進め方、結果の整理、論議・考察、残された課題などを分析・整理するプロセスを通じて、「論理的な思考能力」と「問題解決能力」を習得することを目標とする。また、共同作業や情報交換を円滑に行うための社会的マナー・コミュニケーション能力・協調性を身につける。生物の多様性・普遍性・環境への適応と進化について学ぶことで、植物医科学に対する好奇心・探究心を養う。

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

ディプロマポリシーのうち、「DP1」「DP2」「DP3」に関連

## 【授業の進め方と方法】

各自の修士論文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し、実験を行う。春学期の終わりに中間発表会、秋学期の終わりに修士論文発表会を開催し、自身の行った研究を発表する力を身につける。

## 【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）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	実験の進め方	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	修士論文実験 (1)	実験計画を作成し、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 13 週		
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	修士論文実験 (2)	修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 23 週		
第 24 週	中間検討 (2)	修士論文のとりまとめに向けて研究室内で進捗状況をプレゼンテーションする。
第 25 週	修士論文のとりまとめ	修士論文作成指導、プレゼンテーション指導、報告要旨集作成などをとおして研究をまとめる。
～第 27 週		
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。】修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】

提出された修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 prepare students for their master theses focusing on clinical plant science. Students will learn the basic to applied research through own experiment. A research presentation will be held to summarize and organize their researches.

PPE500Y3

## 植物医科学発展ゼミナール

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

単位数：2 単位 | 開講時期：

## 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

今までの博士後期過程は、専門分野の教育に特化され、産業界等で求められる幅広い基礎知識や社会人として必要な素養が涵養されにくいと指摘されて久しい。そこで、植物医科学発展ゼミナールは、関連領域、担当教員の有益な海外研究、実践体験等を含め、横断的にカリキュラムを履修し、自立できる研究者育成を目的とする。

## 【到達目標】

本コースワークは、植物病の諸現象を総合的に把握する能力を高め、問題に対峙した時、独自またはチームワーク力で問題解決に取り組み、社会に貢献できる自立した研究者を育成する。また、学会発表、学術誌への投稿できる高度の研究を目指す。

【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」「DP4」「DP5」に関連

## 【授業の進め方と方法】

パワーポイント、印刷資料等を用いて進める。さらに、活発な討議を行い、課題解決型、提案型の授業を行う。

## 【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】

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：「植物医科学発展ゼミナール」とは	「植物医科学発展ゼミナール」の講義について。
第 2 回	有用微生物を用いた病害防除の現状と未来	生物防除について現状と問題点とその対策について、修得する。
第 3 回	植物病原菌類防除の現状と未来	植物病原菌類防除の現状と未来について現状と問題点を理解し、対策などについて修得する。
第 4 回	植物病原菌類の先端的研究	植物病原菌類防除の先端的研究状況を修得する。
第 5 回	農業害虫防除の現状と未来	農業害虫防除の現状について、修得する。
第 6 回	農業害虫防除の先端的研究	農業害虫防除の先端的研究について、修得する。
第 7 回	植物病原ウイルス病防除の現状と未来	植物病原ウイルス病の現状と未来について現状と問題点を理解し、対策などについて修得する。
第 8 回	植物病原ウイルスの先端的研究	植物病原ウイルス病の先端的研究状況を修得する。
第 9 回	植物病原細菌病防除の現状と未来	植物病原細菌病防除の現状と未来について現状と問題点を理解し、対策などについて修得する。
第 10 回	植物病原細菌の先端的研究	植物病原細菌の先端的研究について、修得する。
第 11 回	植物病原ファイトプラズマ病防除の現状と未来	植物病原ファイトプラズマ病防除について現状と問題点とその対策について、修得する。
第 12 回	植物病原ファイトプラズマの先端的研究	植物病原ファイトプラズマの先端的研究について、修得する。
第 13 回	植物生理病の防除の問題点と先端的研究	植物生理病の現状と問題点とその対策について、修得する。
第 14 回	諸外国における植物無機栄養素研究・および総合まとめ	植物無機栄養素研究の現状と問題点とその対策について、修得する。

## 【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。】講義のポイントをまとめること。関連の課題に関して自己学習を行う。

## 【テキスト（教科書）】

講義ごとに資料を配布する。

## 【参考書】

講義ごとに資料を配布する。植物医科学実験マニュアル（大誠社）

## 【成績評価の方法と基準】

植物病学の基本的知識および先端的な知識の修得について、各回提出する「レポート」（80 %）、「受講態度」（20 %）などを総合して評価する。

## 【学生の意見等からの気づき】

少人数のため、最新の研究情報を丁寧に伝え、議論する。

## 【Outline and objectives】

The aim of this course is to develop researchers who can become independent through various practical discussion with outstanding professors.

**【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・協調性を身につける。生物の多様性・普遍性・環境への適応と進化について学ぶことで、植物医科学に対する好奇心・探究心を養う。実験・研究によって得られた成果を論文としてまとめ、学術雑誌に投稿し、学術論文として発表する。

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

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

**【授業の進め方と方法】**

植物ゲノム医学分野では、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。

**【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）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	博士論文研究 (1) ~ 第 13 週	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	博士論文研究 (2) ~ 第 23 週	博士論文とりまとめを念頭に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 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

## 【授業の概要と目的（何を学ぶか）】

各教官の指導のもとでテーマを決め実験を遂行し、研究計画、データ取得、論議の進め方などを修得する。3年 秋学期末には博士論文発表会を行い、研究内容をまとめ上げ発表するスキルを身につける。研究テーマは「植物医科学」に関わるものとし、植物病害診断、病害防除、微生物病、病原体の性状解析、病原性メカニズムの解析など、指導教官が提示した課題を中心に選択する。

## 【到達目標】

研究の進め方、結果の整理、論議・考察、残された課題などを分析・整理するプロセスを通じて、「論理的な思考能力」と「問題解決能力」を習得することを目標とする。また、共同作業や情報交換を円滑に行うための社会的マナー・コミュニケーション能力・協調性を身につける。生物の多様性・普遍性・環境への適応と進化について学ぶことで、植物医科学に対する好奇心・探究心を養う。実験・研究によって得られた成果を論文としてまとめ、学術雑誌に投稿し、学術論文として発表する。

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

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

## 【授業の進め方と方法】

植物ゲノム医学分野では、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。

## 【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）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	博士論文実験 (1) ~ 第 13 週	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	博士論文実験 (2) ~ 第 23 週	博士論文とりまとめを念頭に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 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.

**【授業の概要と目的（何を学ぶか）】**

各教官の指導のもとでテーマを決め研究を遂行し、研究計画、データ取得、論議の進め方などを修得する。3年秋学期末には博士論文発表会を行い、研究内容をまとめ上げ発表するスキルを身につける。研究テーマは「植物医科学」に関わるものとし、植物病害診断、病害防除、微生物病、病原体の性状解析、病原性メカニズムの解析など、指導教官が提示した課題を中心に選択する。

**【到達目標】**

研究の進め方、結果の整理、論議・考察、残された課題などを分析・整理するプロセスを通じて、「論理的な思考能力」と「問題解決能力」を習得することを目標とする。また、共同作業や情報交換を円滑に行うための社会的マナー・コミュニケーション能力・協調性を身につける。生物の多様性・普遍性・環境への適応と進化について学ぶことで、植物医科学に対する好奇心・探究心を養う。実験・研究によって得られた成果を論文としてまとめ、学術雑誌に投稿し、学術論文として発表する。

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

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

**【授業の進め方と方法】**

植物医科学や樹木医学等の最新の技術を活用することで、病原微生物の感染戦略を解き明かすことを目指す。各自の研究テーマに関連する英語論文を読む力を身につけるとともに、関連分野の知識や最先端の知見を包括的に理解する。また、研究テーマのプラン設計や実験の進め方についても自身で設計する能力を身につける。春学期の終わりに中間発表会、秋学期の終わりに発表会を開催し、自身の行った研究を発表する力を身につける。3年次秋学期の終わりには博士論文の審査会を開催し、博士としての十分な能力を有するかどうかを審査する。

**【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）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	博士論文研究 (1) ~ 第 13 週	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	博士論文研究 (2) ~ 第 23 週	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向けて研究室内で進捗状況をプレゼンテーションする。
第 25 週	博士論文のとりまとめ ~ 第 27 週	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

## 【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、研究内容をまとめ発表するスキルを身につける。研究テーマは「植物医科学」に関わるものとし、植物病害診断、病害防除、微生物病、病原体の性状解析、病原性メカニズムの解析など、指導教官が提示した課題を中心に選択する。

## 【到達目標】

研究の進め方、結果の整理、論議・考察、残された課題などを分析・整理するプロセスを通じて、「論理的な思考能力」と「問題解決能力」を習得することを目標とする。また、共同作業や情報交換を円滑に行うための社会的マナー・コミュニケーション能力・協調性を身につける。生物の多様性・普遍性・環境への適応と進化について学ぶことで、植物医科学に対する好奇心・探究心を養う。実験・研究によって得られた成果を論文としてまとめ、学術雑誌に投稿し、学術論文として発表する。

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

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

## 【授業の進め方と方法】

植物医科学や樹木医学等の最新の技術を活用することで、病原微生物の感染戦略を解き明かすことを目指す。各自の研究テーマに関連する英語論文を読む力を身につけるとともに、関連分野の知識や最先端の知見を包括的に理解する。また、研究テーマのプラン設計や実験の進め方についても自身で設計する能力を身につける。春学期の終わりに中間発表会、秋学期の終わりに発表会を開催し、自身の行った研究を発表する力を身につける。3年次秋学期の終わりには博士論文の審査会を開催し、博士としての十分な能力を有するかどうかを審査する。

## 【アクティブラーニング（グループディスカッション、ディベート等）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向けて研究室内で進捗状況をプレゼンテーションする。
第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.

