

平成 29(2017) 年度

数学専攻

授業概要(シラバス)

2017 年 4 月 1 日

大阪大学大学院理学研究科

目次

1	各専攻共通科目	5
1.1	前期課程	5
	科学技術論 A	6
	ナノプロセス・物性・デバイス学	9
	超分子ナノバイオプロセス学	10
	ナノ構造・機能計測解析学	12
	ナノフォトニクス学	13
	先端的研究法:質量分析	14
	先端的研究法:X線結晶解析	16
	先端的研究法:NMR	18
	ナノマテリアル・ナノデバイスデザイン学	20
	企業研究者特別講義	22
	(1学期)実践科学英語	23
	研究者倫理特論	24
	科学論文作成概論	25
	科学英語基礎	27
1.2	後期課程	28
	産学リエゾン PAL 教育研究訓練	29
	高度学際萌芽研究訓練	31
	学位論文作成演習	33
	高度理学特別講義	34
	企業インターンシップ	35
	海外短期留学	36
2	数学専攻	37
2.1	前期課程	37
	代数学概論 I	38
	代数幾何学概論 II	39
	幾何学概論 II	40
	微分幾何学概論 II	41
	位相幾何学概論 I	42
	複素幾何学概論 II	43
	解析学概論 II	44
	確率論概論 I	45
	確率論概論 II	46
	統計・情報数学概論	47
	実験数学概論 I	48
	組合せ論概論	49
	応用数理学概論 I	50
	応用数理学概論 II	52
	応用数理学特論 I	53
	応用数理学特論 II	55
	表現論概論	56
	関数解析学概論	58
	整数論特論	60
	解析学特論	62

目次

関数解析学特論	63
確率論特論	64
数理物理学特論	66
数学特別講義 VB 「グラフ理論の話題から」	67
数学特別講義 VIA 「極小モデル理論と導来圏」	68
数学特別講義 VIIA 「特異多様体上のリッチフロー」	69
数学特別講義 VIIIA 「置換規則力学系と数論」	70
保険数理学特論 IC	71
保険数理学特論 IIIA	73
保険数理学特論 IIIB	75
数学特別講義 IXA 「作用素論・行列解析入門」	77
2.2 後期課程	78
特別講義 VB 「グラフ理論の話題から」(数学専攻)	79
特別講義 VIA 「極小モデル理論と導来圏」(数学専攻)	80
特別講義 VIIA 「特異多様体上のリッチフロー」(数学専攻)	81
特別講義 VIIIA 「置換規則力学系と数論」(数学専攻)	82
特別講義 IXA 「作用素論・行列解析入門」(数学専攻)	83
特別講義 (S)I(数学専攻)	84
特別講義 (S)II(数学専攻)	85
特別講義 (S)III(数学専攻)	86

1 各専攻共通科目

1.1 前期課程

1. 各専攻共通科目

科学技術論 A

英語表記	Seminar on Science and Technology A
授業コード	240728 ナンバリング：
単位数	2
担当教員	外部講師 居室：
質問受付	
履修対象	
開講時期	春～夏学期 木 5 時限
場所	基礎工/B300 大講義室
授業形態	講義科目
目的と概要	<p>科学技術がどのように発展してきたのか、科学技術の産み出した種々の成果が、現在の私たちの生活にどのように関わり、私たちの思想にどんな影響を与えているかを認識することは、科学技術に関わるすべての人々にとって大切なことである。特に、これから科学者・技術者として生きてゆこうとする学生諸君にとって、科学技術と社会、科学技術と人間のかかわり合いについて鋭い問題意識と深い洞察力ならびに科学技術者としての使命と社会的責任についての認識を深めることは不可欠である。この講義では、「科学とは何か」、「技術とは何か」、「それらと人間社会とのかかわり合いは?」、「科学者、技術者の倫理観とは?」といった問題について考えるきっかけを与えることを目的として、人文科学、社会科学、自然科学、環境科学と多岐にわたる専門分野の講師を国立・私立の大学、企業などから招いて、専門分野をこえた広い分野の知識を涵養しつつ、我々がどんな姿勢で科学や技術に対峙していくべきかを掘り下げて行きたい。</p>
学習目標	<p>これから科学者・技術者として生きてゆこうとする受講生にとって、科学技術と社会、科学技術と人間のかかわり合いについて鋭い問題意識とモチ、科学技術者としての使命と社会的責任についての認識を深めることができる。</p> <p>人文科学、社会科学、自然科学、環境科学と多岐にわたる専門分野の講師から直に話を聞き、自身の専門分野をこえた広い分野の知識を涵養し、どんな姿勢で科学や技術に対峙していくべきかを考えるきっかけを身につける。</p>
履修条件	なし
特記事項	<p>講義開始時に提示する</p> <p>本科目の受講に際し特別な配慮を要する場合は、基礎工学研究科の大学院係に事前に相談するとともに、初回授業等、早期に世話教員等に申し出てください。</p>

 授業計画 授業日程毎の内容で確認すること

1. 題目:科学技術とジャーナリズム

科学技術が高度に発展して、その影響はあらゆる分野に及んでいるが、研究者と市民との間の乖離は大きくなりがちである。特に、わが国では科学技術がこれまで主として国家の利益や産業の発展のための道具として使われてきただけに、文化としての側面が見逃されがちであった。21世紀の社会の繁栄に科学技術が必須のもとであるとすれば、こうした乖離を是正していく努力は是非とも必要であろう。《司会》関山 明(基礎工学研究科)

2. 題目:大阪の科学の風土と大阪大学

幕末の大阪では麻田剛立の天文学、伏屋素狄の医学など独創的な科学研究が生まれていた。明治になり、適塾の流れの中で生まれた舎蜜局(せいみきょく)の影響で、高峰讓吉のアドレナリン、池田菊苗の味の素の発見という創造的科学業績が生まれている。大阪医学校の後身に当たる大阪大学は昭和6年に発足して、長岡半太郎総長の許に創設当時の理学部で生まれたのが日本最初のノーベル賞の湯川秀樹の業績であった。この大阪の科学の歴史の中で創造とそれを生む風土について考察したい。《司会》佐藤尚弘(理学研究科)

3. 題目:低炭素時代の下水処理システム

下水処理場は水を綺麗にする環境保全施設であるが、低炭素時代という価値観から見れば、多量のエネルギーを消費し温室効果ガスを排出する迷惑施設になる。逆に、エネルギーという別な視点から見直せば、下水処理場は創エネルギー施設としての新たなポテンシャルを持つものとなる。本講義では、科学技術を多元的な評価軸で捉えることの意義を、下水処理場を例に論じる。《司会》関山 明(基礎工学研究科)

4. 題目:要素還元から統合・システム化へ

現代の科学は中世ヨーロッパから始まった要素還元主義に基づいている。その結果、物質や生命、宇宙を形成している要素がかなり明らかになったが、この方法論では複雑な系を理解することはできない。要素がどのように関係しあい、どのような性質や挙動を示すか、すなわち要素の統合・システム化を理解することが必要である、化学の分野では分子や原子が要素であり、それらの要素がどのように相互作用し、どのような構造を形成し、新たな機能や性質を示すか、について議論する。《司会》佐藤尚弘(理学研究科)

5. 題目:評価で読み解く研究と社会

大学等で行われている研究の多くは国の予算に依存している。こうした予算の出所はもちろん税金であり、研究者は社会の期待に応答する責任を持つと同時に、説明責任を果たしていかなければならない。また、予算には限りがあるため、研究を行うには厳しい資金獲得競争を勝ち抜いていく必要がある。評価はこうしたことを考えていく上でのカギであり、その仕組みがどのようになっているのか、どのような課題があるのかを考える。《司会》平川秀幸(COデザイン・センター)

6. 題目:エレクトロニクス産業と先端研究

エレクトロニクス産業と物質科学の歴史を振り返り、一例として、再び新材料への期待が高まりつつある材料開発最前線を紹介、イノベーションの最先端に立って世界が直面する課題解決を担う皆さんへの期待をお伝えします。《司会》関山 明(基礎工学研究科)

7. 題目:再生医療と社会

再生医療は、加齢や疾患によって不可逆的に機能が損なわれた組織や臓器に対し、細胞を用いて回復を目指す医療である。我が国では2013年に再生医療を推進する法律

1. 各専攻共通科目

授業外における学習	科学技術全般ならびに社会で関心がもたれていることに常日頃から関心を持って、さまざまな情報に接する機会を持つように意識する。
教科書	なし
参考文献	科学技術と人間のかかわり (大阪大学出版会)
成績評価	出席とレポート
コメント	この講義を通して、科学技術と社会、科学技術と人間のかかわりについて鋭い問題意識と深い洞察力を養い、科学技術者としての使命と社会的責任についての認識を深めて欲しい。授業時間は90分であるが、講義終了後時間の余裕のある学生は講師と司会の担当教官を囲んで討論を行う。

ナノプロセス・物性・デバイス学

英語表記	A laboratory on nano-process, properties and devices
授業コード	240928 ナンバリング：
単位数	1
担当教員	藤原 康文 居室： 小泉 淳 居室： 松本 和彦 居室： 井上 恒一 居室： 金井 康 居室： 渡部 平司 居室： 神吉 輝夫 居室： 細井 卓治 居室： 田中 秀和 居室：
質問受付	オフィスアワーは設けていないが、ナノプログラム事務局を通じて電子メールで実習担当講師に質問することが可能である。
履修対象	理学研究科 博士前期課程 各学年 選択
開講時期	集中
場所	その他
授業形態	実習科目
目的と概要	ナノエレクトロニクス・ナノ材料学の各講義に対応したテーマ群についての実習を行い、ナノテクノロジーの基礎の実体験と技術習得、さらにはそれらを踏まえての自己課題の探求と独創的解決策への方針企画・具体的追及を支援する。
学習目標	選択した実習プログラムのテーマに関する技術を習得する。 ナノテクノロジーの基礎の実体験と技術習得を踏まえて、自己課題の探求と独創的解決策への方針企画・具体的追及能力を養成する。
履修条件	特になし
特記事項	特になし
授業計画	【講義内容】 次のテーマに関係する複数の実習プログラムの中から1つを選択する。 1 ナノ物質・構造作製 2 ナノメートル加工 3 ナノ物質・構造の観察 4 ナノ物質・構造の物性評価 5 デバイス試作・特性評価
授業外における学習	前もって各テーマについて予習を行い、効率的な実習が可能となるように準備を行うこと。
教科書	必要に応じて資料を配付する。
参考文献	必要に応じて紹介する。
成績評価	出席、演習、レポートなどを総合的に判断。
コメント	本授業科目はナノ高度学際教育プログラム履修希望者を対象としたものであり、別冊子の要領により、プログラム履修申請書を4月に提出すること。

1. 各専攻共通科目

超分子ナノバイオプロセス学

英語表記	A laboratory on nano-supramolecular bioprocess and bioengineering	
授業コード	240929	ナンバリング：
単位数	1	
担当教員	宮坂 博	居室：
	橋本 守	居室：
	三宅 淳	居室：
	新岡 宏彦	居室：
	戸部 義人	居室：
	廣瀬 敬治	居室：
	真嶋 哲朗	居室：
	藤塚 守	居室：
	川井 清彦	居室：
	近江 雅人	居室：
	橋爪 章仁	居室：
質問受付	オフィスアワーは設けていないが、ナノプログラム事務局を通じて電子メールで実習担当講師に質問することが可能である。	
履修対象	理学研究科 博士前期課程 各学年 選択	
開講時期	集中	
場所	その他	
授業形態	実験科目	
目的と概要	生体分子ダイナミクス、生体分子エレクトロニクス、ナノバイオメカニクス、生体フォトンクスなどに興味を持つ大学院生を対象に、超分子と生体における物性、反応、計測・解析法などに関する 実習・演習を行い、ナノサイエンスやナノテクノロジーについての知見を深める。	
学習目標	生体分子ダイナミクス、生体分子エレクトロニクス、ナノバイオメカニクス、生体フォトンクスなどに興味を持つ大学院生を対象に、超分子と生体における物性、反応、計測・解析法などに関する 実習・演習を行い、ナノサイエンスやナノテクノロジーについての知見を深める。	
履修条件	特になし	
特記事項	特になし	
授業計画	<p>【講義内容】</p> <p>次の3つの実習・演習カテゴリーのうち1つを選択する。</p> <p>(1) 超分子ナノプロセスファウンドリー演習:超分子プロセスコースを希望する学生を対象に、化学に基礎を置いた超分子ナノプロセス学を体系的に理解するための実習・演習を行う。理学研究科と基礎工学研究科の教員が中心となって指導する。</p> <p>(2) ナノチューデントショップ演習:超分子プロセスコースを希望する学生を対象に、化学に基礎を置いた 超分子ナノプロセス学の展開を目指した実習・演習を行う。産業科学研究所の教員が中心となって指導する。</p> <p>(3) ナノ生体工学実習:生体工学コースを希望する学生を対象に、生体の微細構築を計測・解析するための各種計測装置の原理を解説し、試料測定と解析を通じて実践教育を行う。基礎工学研究科の教員が中心となって指導する。</p>	
授業外における学習	実習の予習を行い、効率的な実習が可能となるように準備を行うこと。	
教科書	プリントを配布する	

参考文献	プリントを配布する
成績評価	出席とレポート、発表など
コメント	本授業科目はナノ高度学際教育プログラム履修希望者を対象としたものであり、別冊子の要領により、プログラム履修申請書を4月に提出すること。

1. 各専攻共通科目

ナノ構造・機能計測解析学

英語表記	A laboratory on measurements and analyses of nano-structures and nano-functions	
授業コード	240930	ナンバリング：
単位数	1	
担当教員	竹田 精治	居室：
	冬広 明	居室：
	保田 英洋	居室：
	西 竜治	居室：
	永瀬 丈嗣	居室：
	高井 義造	居室：
	菅原 康弘	居室：
	吉田 秀人	居室：
	難波 啓一	居室：
	加藤 貴之	居室：
	酒井 朗	居室：
	市川 聡	居室：
	山崎 順	居室：
質問受付		
履修対象	理学研究科 博士前期課程 各学年 選択	
開講時期	集中	
場所	その他	
授業形態	実習科目	
目的と概要	ナノ構造の機能計測解析のための基本的なツールである TEM、SEM、STM、AFM、X 線回折について、それらの計測原理および操作法を実習によって習得させる。	
学習目標		
履修条件	特になし	
特記事項	特になし	
授業計画	【講義内容】 1.TEM の原理と操作法 2.SEM の原理と操作法 3.STM・AFM の原理と操作法 4.X 線回折の原理と操作法 4. 高分解能像計算ソフト利用法	
授業外における学習	実習の予習をおこない、効率的な実習が可能となるように準備を行うこと。	
教科書	必要に応じてプリントを配布する。	
参考文献	プリントを配布する	
成績評価	出席とレポート等を総合的に判断する。	
コメント	本授業科目はナノ高度学際教育プログラム履修希望者を対象としたものであり、別冊子の要領により、プログラム履修申請書を 4 月に提出すること。	

ナノフォトニクス学

英語表記	A laboratory on nano-photonics	
授業コード	240931	ナンバリング：
単位数	1	
担当教員	宮坂 博 居室：	
	伊都 将司 居室：	
	芦田 昌明 居室：	
質問受付	オフィスアワーは設けていないが、ナノプログラム事務局を通じて電子メールで実習担当講師に質問することが可能である。	
履修対象	理学研究科 博士前期課程 各学年 選択	
開講時期	集中	
場所	その他	
授業形態	実習科目	
目的と概要	ナノフォトニクスは、最先端の光通信、加工、センサー、バイオイメージング技術の基盤として広く応用されている。本講義ではナノスケール領域で特異的に生じるフォトニクス現象の基礎実験の実習ならびに先端実験設備を用いた研究の体験学習を通して、ナノフォトニクス学の理解を深める。	
学習目標	フォトニクス現象の基礎実験の実習ならびに先端実験設備を用いた研究の体験学習を通して、ナノフォトニクス学の理解を深める。	
履修条件	特になし。	
特記事項	特になし	
授業計画	【講義内容】 1 エバネッセント場とフォントンネリングの観察 2 光学顕微鏡とバイオイメージング応用 3 プラズモニクスとセンサー応用 4 パルスレーザーと物質のダイナミクス 5 ナノ構造と光制御技術	
授業外における学習	実習の前に、基礎知識について修得しておくこと。	
教科書	必要に応じて資料を配付する。	
参考文献	必要に応じて紹介する。	
成績評価	出席、演習、レポートを総合的に判断。	
コメント	本授業科目はナノ高度学際教育プログラム履修希望者を対象としたものであり、別冊子の要領により、プログラム履修申請書を4月に提出すること。	

1. 各専攻共通科目

先端的研究法:質量分析

英語表記	Advanced Research Methodology: Mass Spectrometry	
授業コード	241201	ナンバリング:
単位数	2	
担当教員	豊田 岐聡	居室:
	青木 順	居室:
	寺田 健太郎	居室:
	高尾 敏文	居室:
質問受付	随時可能。	
履修対象	博士前期課程 各学年 選択	
開講時期	集中	
場所	掲示により通知	
授業形態	その他	
目的と概要	質量分析を用いた研究に必要な質量分析学を系統的に学ぶとともに、測定・解析技術を習得し、実際の研究に役立てることを目指す。	
学習目標	質量分析の原理を他者に説明できる。 質量分析を用いた研究を展開できるようになる。	
履修条件	講義に先立って、学部で履修した力学・電磁気学(物理学)、物理化学(例、「アトキンス 物理化学」東京化学同人)、生物化学(例、「ヴォート基礎生化学(第3版)」東京化学同人)などを参考にしつつ、これまでに習得した知識の整理をしておくことが望ましい。	
特記事項	実習を伴うため、学生教育研究災害傷害保険に加入しておくこと。	
授業計画	<p>【講義内容】</p> <p>< 基礎 ></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 質量分析/質量分析装置とは 2. 質量分析に必要な物理/イオン光学の基礎知識 3. 真空排気系の基礎知識 4. イオン化法について 5. 質量分離部について 6. 検出器/データ処理について 7. MS/MS について 8. マススペクトルの読み方 9. GC/MS, LC/MS の基礎 10. 質量分析関連基本用語 <p>< 応用 ></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 同位体比質量分析 2. 装置開発 3. ペプチド/タンパク質の構造解析 4. タンパク質翻訳後修飾基の解析 5. メタボロミクス <p>< 実習 ></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 種々の装置、イオン化法に触れてみる 	

(磁場型、飛行時間型、四重極型、FT-ICR 型,EI,CI,FAB,MALDI,ESI)

2. タンパク質の測定/解析 (MALDI-TOF,ESI-TOF)

3. 血中代謝物の測定 (GC/MS)

4. イメージング MS, その他.

以上の項目 (テーマ) の順序で講義・実習を進める.ただし,これは予定であり変更することがある.

【授業計画】

上記の講義内容を、8～9月に1週間(月曜日から金曜日の1～5限)の集中講義形式で行なう予定である.

日程については後日調整する.

授業外における学習	CLE で配布した資料で予復習を行うこと.
教科書	「質量分析学—基礎編—」, 豊田岐聡編, 国際文献社, ISBN: 978-4-902590-70-8
参考文献	WebCT:タンパク質研究の基礎資料 「マスペクトロメトリーってなあに」 日本質量分析学会 出版委員会編 「マスペクトロメトリー」 松田久著 朝倉書店 (1983.3)(ISBN:4-254-14024-X) 「Mass Spectrometry A Textbook」 Jurgen H. Gross, Springer(2004)(ISBN:3540407391)
成績評価	最終日に、講義と実習に関する筆記試験を行う。
コメント	系統的な講義および実践的な実習を行うので、短期間に、実践的な解析法を身につけることが可能な実践集中講座である。 実習の関係上、人数を10人程度に制限することがある。

1. 各専攻共通科目

先端的研究法: X線結晶解析

英語表記	Advanced Research Methodology: X-Ray Crystallography
授業コード	241202 ナンバリング:
単位数	2
担当教員	今田 勝巳 居室: 栗栖 源嗣 居室: 中川 敦史 居室:
質問受付	随時可能。
履修対象	博士前期課程 各学年 選択
開講時期	集中
場所	掲示により通知
授業形態	実習科目
目的と概要	生命活動は生体を構成する分子の機能が秩序正しく発現することによって営まれている。生体分子の機能はその高次構造に依存しており、機能を理解するためにはその構造を知ることが不可欠である。生体高分子の立体構造を決定する方法である X 線結晶解析の原理を述べる。さらに、実習で解析方法を学ぶことによって、実際の研究に役立てることを目指す。
学習目標	蛋白質の結晶化実験ができる。 X 線結晶構造解析の原理を理解し、解析プログラムを使用して一連の解析作業ができるようになる。
履修条件	講義に先立って、学部で履修した物理化学 (例、「アトキンス 物理化学」東京化学同人)、生物化学 (例、「ヴォート基礎生化学 (第 3 版出版)」東京化学同人)などを参考にしつつ、これまでに習得した知識の整理をしておくことが望ましい。 実習を伴うため、学生教育研究災害傷害保険に加入しておくこと。
特記事項	
授業計画	【内容】 1.X 線散乱と回折の原理 < 講義 > 2. 蛋白質結晶化 < 講義 > < 実習 > 3.Linux の使い方 < 実習 > 5.X 線回折データの処理 < 講義 > < 実習 > 6. 分子置換法による位相決定 < 講義 > < 実習 > 7. 蛋白質結晶の取扱い < 実習 > 8.X 線回折データの収集 < 実習 > 9. 分子モデル作成と構造精密化 < 講義 > < 実習 > 10. 立体構造の分析 < 講義 > < 実習 > 以上の項目 (テーマ) の順序で講義・実習を進める。ただし、これは予定であり変更することがある。 【授業計画】 上記の講義内容を、8~9 月に 1 週間 (月曜日から金曜日の 1~5 限) の集中講義形式で行なう予定である。 日程については後日調整する。

授業外における学習	実践的な実習を集中して行うので、当日の内容を必ず復習すること。
教科書	
参考文献	Principles of Protein X-ray Crystallography」 J. Drenth, Springer-Verlag 「タンパク質の X 線結晶解析法 (第 2 版)」竹中章郎・勝部幸輝・笹田義夫・若槻壮市訳、シュプリンガー・ファアラーク東京 (2008)(ISBN:4431707638) 「生命系のための X 線解析入門」平山令明訳、化学同人 (2004)(ISBN:475980949X) 「タンパク質の X 線解析」佐藤衛著、共立出版 (1998)(ISBN:432005489X) 「Protein Crystallography」 T. L. Blundell and L. N. Johnson, Academic Press (1976)
成績評価	実習の態度、理解度、および講義と実習に関するレポートにより評価する。
コメント	系統的な講義および実践的な実習を行うので、短期間に、実践的な解析法を身につけることが可能な実践集中講座である。

1. 各専攻共通科目

先端的研究法:NMR

英語表記	Advanced Research Methodology: Nuclear Magnetic Resonance (NMR)
授業コード	241203 ナンバリング:
単位数	2
担当教員	上垣 浩一 居室: 林 文晶 居室: 村田 道雄 居室: 梅川 雄一 居室:
質問受付	随時可能。
履修対象	博士前期課程 各学年 選択
開講時期	集中
場所	掲示により通知
授業形態	
目的と概要	NMR に焦点を当てて、生体分子の機能解析を行う上で必須となるタンパク質・ペプチド等の立体構造解析の基礎的理論と解析方法を習得し、実際の研究に役立てることを目指す。
学習目標	
履修条件	講義に先立って、学部で履修した物理化学(例、「アトキンス 物理化学」東京化学同人)、生物化学(例、「ヴォート基礎生化学(第2版;第3版出版予定)」東京化学同人)などを参考にしつつ、これまでに習得した知識の整理をしておくことが望ましい。 実習を伴うため、学生教育研究災害傷害保険に加入しておくこと。
特記事項	
授業計画	<p>【講義内容】</p> <p>< 基礎 ></p> <ol style="list-style-type: none"> 1.NMR 入門 2.核磁気共鳴の原理 3.パルスフーリエ変換 NMR 4.化学シフト 5.スピン-スピン結合 6.緩和現象(縦緩和と横緩和) 7.化学交換 8.核オーバーハウザー効果 9.多重パルスの実験 10.多次元 NMR 11.パルス磁場勾配 12.ペプチドの解析(アミノ酸の帰属と連鎖帰属) 13.NOE によるペプチドの立体構造構築法 14.シュミレーテッドアニーリング法 15.固体 NMR の基礎(双極子相互作用、四極子相互作用、化学シフト異方性) 16.マジック角回転 17.固体 NMR の生体試料への応用 <p>< 実習 ></p> <ol style="list-style-type: none"> 1.ペプチド中の各アミノ酸の帰属と連鎖帰属 2.NOE シグナルのピッキングと距離拘束ファイルの作成

- 3.SA 法による立体構造の構築
4. 構造の精密化
5. 固体 NMR 測定実習 (試料形状とスペクトル、PC による解析)

以上の項目 (テーマ) の順序で講義・実習を進める。ただし、これは予定であり変更することがある。

【授業計画】

上記の講義内容を、8～9月に1週間(月曜日から金曜日の1～5限)の集中講義形式で行なう予定である。

日程については後日調整する。

授業外における学習	日頃より、修士論文研究などで使用している(使用する可能性のある)NMR実験の背景などを調べておくとよい。
教科書	配布資料を用いて講義を行う。
参考文献	WebCT:タンパク質研究の基礎資料 「これならわかる NMR」安藤喬志、宗宮創著 化学同人 (1997.7)(ISBN:4-7598-0787-X) 「たんぱく質と核酸の NMR-二次元 NMR による構造解析」K.Wuthrich 著、京極好正、小林祐次訳 東京化学同人 (1991.4)(ISBN:4-8079-0349-7 C-CODE3043 NDC464.27) 「Protein NMR Spectroscopy.Principles and Practice」J.Cavanagh、W.J.Fairbrother、A.G.Palmer III、N.J.Skelton 著 Academic Press
成績評価	講義への積極的な参加、実習等により総合的に評価する。
コメント	系統的な講義および実践的な実習を行うので、短期間に、実践的な解析法を身につけることが可能な実践集中講座である。生化学分野の基礎知識をもつ学生が望ましい。

1. 各専攻共通科目

ナノマテリアル・ナノデバイスデザイン学

英語表記	Nano-materials and nano-device design	
授業コード	241256	ナンバリング:
単位数	1	
担当教員	吉田 博	居室:
	黒木 和彦	居室:
	草部 浩一	居室:
	福島 鉄也	居室:
	佐藤 和則	居室:
	小口 多美夫	居室:
	白井 光雲	居室:
	笏田 浩義	居室:
	笠井 秀明	居室:
	Dino Wilson Agerico Tan	居室:
	中西 寛	居室:
	森川 良忠	居室:
	後藤 英和	居室:
	稲垣 耕司	居室:
	木崎 栄年	居室:
	下司 雅章	居室:
	濱本 雄治	居室:
	浜田 典昭	居室:
	赤井 久純	居室:
質問受付	オフィスアワーは設けていないが、ナノプログラム事務局を通じて電子メールで実習担当講師に質問することが可能である。	
履修対象	理学研究科 博士前期課程 各学年 選択	
開講時期	集中	
場所	その他	
授業形態	実習科目	
目的と概要	第一原理計算や量子シミュレーション、物性理論的手法により新機能を持つナノマテリアルやこれを用いたナノデバイスの設計を行うための理論的基礎および実践的基礎プログラムを提供する。	
学習目標	コンピューテーショナル・マテリアルズ・デザインの基本となる最先端の計算手法を学び、実際にマテリアルズ・デザインを体験することにより、物質科学の新しいパラダイムに対応できる基礎能力を身に付けることができる。	
履修条件	特になし	
特記事項	特になし	
授業計画	<p>【講義内容】</p> <p>次の5つのチュートリアルコースのうち1つを選択する。</p> <p>(1) 計算機ナノマテリアルデザイン基礎チュートリアル:ナノ構造のマテリアルデザインを旨した量子シミュレーションやナノデバイス応用のための量子シミュレーション手法の基礎を修得するための集中演習(講義の実習の併用)を行う。現実物質の電子状態や物性予測ができるまでトレーニングする。</p>	

(2) 計算機ナノマテリアルデザイン専門チュートリアル:ナノ構造のマテリアルデザインを目指した量子シミュレーションやナノデバイス応用のための量子シミュレーション手法の専門的知識を修得するための集中演習(講義の実習の併用)を行う。具体的な例題を選び電子状態計算や物性予測、デバイスデザインのためのデータベース蓄積法などをトレーニングする。

(3) 計算機ナノマテリアルデザイン先端チュートリアル:ナノ構造のマテリアルデザインを目指した量子シミュレーションやナノデバイス応用のための量子シミュレーション手法の先端的知識を修得するための集中演習(講義の実習の併用)を行う。先端的なマテリアルデザイン、デバイスデザインを実際に行い、それを現実的な研究・開発に結びつける手法をトレーニングする。

(4) 計算機ナノマテリアルデザインスーパーコンピュータチュートリアル:マテリアルデザインを行うためのベクトル化・並列化を用いた量子シミュレーション手法を学ぶとともに、実際にスーパーコンピュータを用いてマテリアルデザインを行うことによって、スーパーコンピュータ利用マテリアルデザイン手法を修得する。

(5) スピントロニクスデザインチュートリアル:前半はスピントロニクス分野の基礎となる磁性や関連する分野の集中講義を行い、後半には量子シミュレーションの実習を行うことによって、スピントロニクス関連物質やデバイスのデザイン手法を習得する。

授業外における学習	前もって量子力学の基礎知識について予習を行い、効率的な実習が可能となるように準備を行うこと。
教科書	「計算機マテリアルデザイン入門」(大阪大学出版会)
参考文献	プリントを配布する。
成績評価	出席とレポート、発表など
コメント	本授業科目はナノ高度学際教育プログラム履修希望者を対象としたものであり、別冊子の要領により、プログラム履修申請書を4月に提出すること。

1. 各専攻共通科目

企業研究者特別講義

英語表記	Special Lectures on Applied Research
授業コード	241674 ナンバリング：
単位数	0
担当教員	佐藤 尚弘 居室： c445 電話： (06)6850-5461 Fax： (06)6850-5461 Email： tsato@chem.sci.osaka-u.ac.jp
質問受付	
履修対象	博士前後期課程 全ての学年を対象 修了要件外
開講時期	秋～冬学期 木3時限
場所	理/F102 講義室
授業形態	
目的と概要	企業研究所の管理職の方々に何うと、理学研究科の出身者は科学の基礎がしっかりしていて企業研究所でも十分活躍できる素養を持っている一方、視野が狭く融通が利かないことも少なくない(特に、博士後期課程修了者にその傾向が強い)という印象を持っておられる。理学研究科の大学院生の多くは、研究に興味を持っているが、その研究によって社会にどのように貢献できるかについてあまり関心がないためではないか。この講義では、企業研究所への就職希望者にキャリアパスを示すとともに、大学院で何を身につけておくべきかを明確にすることを目的とする。具体的には、企業研究所で活躍されている理学研究科出身のOBを中心にお呼びして、企業の研究者は何を求められており、企業研究所で活躍するにはどのような素養が必要か、また理学研究科での研究経験をどのようにして企業で生かすかについて語ってもらい、毎回企業研究者として生きていくうえでの疑問や不安についてディスカッションを行う。
学習目標	大学院生の将来についてのキャリアパスが見通せるようになり、企業研究者としてどのような進めばよいかの指針が得られる。
履修条件	
特記事項	
授業計画	毎回、企業研究所で活躍されている理学研究科出身のOBを中心に招へいし、企業の研究者は何を求められており、企業研究所で活躍するにはどのような素養が必要か、また理学研究科での研究経験をどのようにして企業で生かすかについての講義とディスカッションを行う。
授業外における学習	毎回の講演で紹介された企業の研究動向について、インターネットなどにより調べる。
教科書	
参考文献	
成績評価	出席、ディスカッションへの参加、毎回提出するワークシートの内容により評価する。
コメント	

(1学期) 実践科学英語

英語表記	Practical Scientific English	
授業コード	241675	ナンバリング：
単位数	1	
担当教員	中嶋 悟 居室：	
	梶原 康宏 居室：	
質問受付	随時.	
履修対象	理学研究科 各専攻 博士前期過程・博士後期課程 各学年 選択	
開講時期	春～夏学期 月5時限	
場所	理/F102 講義室	
授業形態	講義科目	
目的と概要	大学院学生が行っている研究内容を英語で表現し、国際学会などで英語で発表し討論する実践的な能力を養成するため、自身の研究内容を英語でプレゼンテーションし、質疑応答を英語で行う。	
学習目標	大学院学生一人一人が、研究内容のプレゼンテーションを英語で行い、質疑応答を英語で行うことを通じて、実践的な科学英語を習得し、国際学会などでの発表ができるようになる。	
履修条件	特になし。	
特記事項	特になし。	
授業計画	1.4月10日(月)1) 授業の概要説明(日本語)2) 英語による論文の書き方とプレゼン法 2.4月17日(月) 各人の研究内容を英語スライドで英語でプレゼンし、英語の質疑応答をする。 3.4月24日(月) 各人の研究内容を英語スライドで英語でプレゼンし、英語の質疑応答をする。 4.5月8日(月) 各人の研究内容を英語スライドで英語でプレゼンし、英語の質疑応答をする。 5.5月15日(月) 各人の研究内容を英語スライドで英語でプレゼンし、英語の質疑応答をする。 6.5月22日(月) 各人の研究内容を英語スライドで英語でプレゼンし、英語の質疑応答をする。 7.5月29日(月) 各人の研究内容を英語スライドで英語でプレゼンし、英語の質疑応答をする。 8.6月5日(月) 各人の研究内容を英語スライドで英語でプレゼンし、英語の質疑応答をする。 まとめ。	
授業外における学習	日常的に自身の研究内容に関連する英語文献を読み、自身の研究内容を英語で書き、発表する準備をしておく。	
教科書	特になし。	
参考文献	特になし。	
成績評価	各人の研究内容を英語スライドで英語でプレゼンし、英語の質疑応答の内容、さらに他の学生のプレゼンへの質疑応答の内容などによって評価する。	
コメント	理学研究科内のすべての専攻の大学院学生を対象とする。	

1. 各専攻共通科目

研究者倫理特論

英語表記	Ethics for Researchers
授業コード	241686 ナンバリング：
単位数	0
担当教員	梶原 康宏 居室：
質問受付	メールで事前連絡
履修対象	大学院博士前、後期課程 大学院博士前1年、後期課程1年を主に対象とする。履修していないものは2、3年時でも可 修了要件ではないが、履修することを理学研究科として勧める
開講時期	集中
場所	理/D501 大講義室
授業形態	講義科目
目的と概要	研究者として活動する際に問われる、倫理について、特に研究不正、データ捏造など具体例をあげて規範を理解するための講義をする
学習目標	研究者として今後活動する際に問われる、倫理について、特に研究不正、データ捏造など研究者として必要な規範を理解する
履修条件	大学院生であれば誰でも可
特記事項	講義と討論を組み合わせて実施
授業計画	1:研究者の倫理 1 2:研究者の倫理 2 3:研究不正 4:データのねつ造 5:研究費の使用と不正 6:研究不正をしないための規範 1 7:研究不正をしないための規範 2
授業外における学習	指導教官と機会をつくり討論することを勧める
教科書	スライド形式で講義
参考文献	特になし
成績評価	出席をもって単位とする
コメント	本研究者倫理特論は、理学研究科で研究を実施する上で必要不可欠な講習と位置づけている

科学論文作成概論

英語表記	Introductory Science Research Writing
授業コード	241714 ナンバリング：
単位数	0
担当教員	佐藤 尚弘 居室： c445 電話： (06)6850-5461 Fax： (06)6850-5461 Email： tsato@chem.sci.osaka-u.ac.jp
質問受付	
履修対象	
開講時期	集中
場所	理/D501 大講義室
授業形態	
目的と概要	研究者にとって、科学論文を書くことは、自身の研究成果を世に問う機会として重要であるが、その書き方についての基本を学ぶ機会は、日本の大学院教育では少ない。大学院生にとって、学位論文作成が最重要課題のひとつであることを考えれば、科学論文作成法に関する講義は必要であろう。この講義では、科学論文作成法の基本を学ぶことを目的とする。講義では、まず研究者にとって科学論文を書くことの意味は何か、また科学論文を書くことによって社会にどのような貢献をしているかについて議論・考察する。そして、投稿論文の書き方について講義し、最後に研究者として研究を続けるには、科学論文とどのようにかわるべきかについて議論する。
学習目標	一人の独立した研究者として世に出るために、必要最低限の科学論文作成のための知識を身に着ける。
履修条件	
特記事項	
授業計画	<ol style="list-style-type: none"> 1. オリエンテーション/科学論文について考え、定義する。 2. 学術論文の書き方①データを取得する。 3. 学術論文の書き方②論文の構成について。 4. 学術論文の書き方③投稿論文の準備 5. 査読者との付き合い方 6. 研究者として研究を続けるために 7. ディスカッション
授業外における学習	
教科書	
参考文献	これから論文を書く若者のために/酒井 聡樹 理系のための研究者の歩き方/長谷川 健 アクセプトされる論文の書き方/上出 洋介 世界に通日科学英語論文の書き方/R.A. Day B. Gastel 三宅成樹 訳 http://www.elsevier.com/__data/assets/pdf_file/0016/175012/scopus_aw_sd_201110.pdf http://www.elsevier.com/__data/assets/pdf_file/0008/175139/tsuneyoshi_kyushu.pdf
成績評価	出席および授業中に出される課題の達成度により評価する。

1. 各専攻共通科目

(リバネスから) 講義内で実施するワークシートへの記述をもって出席とし、記述内容から講義への参加度合いを測定し、それらを踏まえた評価を行う。

コメント 簡単な実験を行い、その結果をまとめるワークを通して、研究者が論文を書く意義や、投稿するために必要な準備などをひと通りお伝えします。研究者にとって必要な活動を俯瞰的に見るチャンスとなりますので、ぜひ参加してください。

科学英語基礎

英語表記	English Communication Skills for Science Students
授業コード	249609 ナンバリング：
単位数	1
担当教員	今野 一宏 居室： E.M. ヘイル 居室：
質問受付	
履修対象	理学研究科 博士前期課程 各学年 選択
開講時期	秋～冬学期 月5時限
場所	サイバー CALL 教室3
授業形態	
目的と概要	The focus of this course is to improve writing and discussion skills. 1. Be able to read and understand newspaper articles on scientific topics in English. 2. Be able to answer comprehension questions from the articles. 3. Be able to communicate ideas and opinions effectively in English.
学習目標	Be able to communicate with others in English.
履修条件	
特記事項	
授業計画	【講義内容】 The focus of this course is to improve writing and discussion skills. Students will be expected to read various thought-provoking articles and answer comprehension and discussion questions for homework. The discussion topics will be largely science based, but some may be related to social issues. There will be several writing assignments during the semester to be done as homework. In-class tasks will be centered on discussing the reading materials and related issues. However, writing and note-taking skills may also be addressed.
授業外における学習	Students are expected to do writing assignments as homework in order to discover, examine, and test their ideas.
教科書	Class materials will be distributed in class by the instructor or be made available on the class website.
参考文献	
成績評価	Grades will be based on homework, tests, and writing assignments, as well as attendance and class participation. Regular attendance is a requirement for this course. More than 5 absences will result in an 'F'.
コメント	25人程度のクラス編成とする。受講を希望する者は掲示に注意すること。

1. 各専攻共通科目

1.2 後期課程

産学リエゾンPAL教育研究訓練

英語表記	Academia-Industry Liaison Project-Aimed Learning		
授業コード	241325	ナンバリング：	
単位数	5		
担当教員	伊藤 正	居室：	
	小川 久仁	居室：	文理融合型研究棟
		電話：	6397
		Email：	ogawa.hisahito@insd.osaka-u.ac.jp
	菰田 卓哉	居室：	
質問受付	テーマ毎に指定する。		
履修対象	博士後期課程 各学年 選択		
開講時期	集中		
場所	基/G217		
授業形態	演習科目		
目的と概要	<p>企業との間で人材育成に関して包括的連携契約を結び、プロジェクト指向型の課題を企業側と大学側コーディネーターの討議に基づきテーマを選定し、1年の期間で、企業人、担当教員と学生との討論を含めて産学連携教育・プロジェクト指向研究訓練・インターンシップなどを実施する。コーディネーターの指導と守秘義務の下に企業人を含めた研究討論会を実施するなどの企画・報告活動にも重点を置き、これらの活動を通じて、特に企業における研究開発活動の見識を持った有能な博士人材を育成することを目的とする。複数の教育研究訓練プログラムテーマの中からいずれかを選択し、大学院高度副プログラムの指定科目として履修する。</p>		
学習目標	企業においての研究開発活動に必要な見識を育むことができる。		
履修条件	<p>本学の大学院後期課程に在籍している大学院学生で、ナノサイエンス・ナノテクノロジー分野で将来研究・開発・教育に携わることを志す者を対象とする。所属研究科の博士研修(主専攻)とは別に副プログラムとして付加的に受講するので、十分な意欲が必要であり、現在博士後期課程1、2年に在学中が最もふさわしい時期と言える。希望者は本プログラムの趣旨とテーマ内容の概要を参考にして、説明会開催時期、課題内容、履修条件などの詳細をホームページ上で必ず確認の上、テーマ説明会での指示に従って主専攻の指導教員の許可を得て、センターが定める書類「ナノ高度学際教育研究訓練プログラム履修申請書(後期課程用)」をナノプログラム事務局に直接提出すること。出願締切り時期は、ナノ高度学際教育研究訓練プログラムのホームページに掲載する。http://www.insd.osaka-u.ac.jp/nano/</p>		
特記事項	<p>産学リエゾン PAL 教育研究訓練は、1週間に1回程度(集中の場合もあり)の割で企業併任特任教授と学内教員の共同指導の下に、企画討論、研究実施、中間報告、企業でのインターンシップ、企業の若手研究者との交流等を経て、最終報告書作成に至る1年間の長期科目である。研究訓練では、より企業との共同研究的色彩が強くなる。</p>		
授業計画	<p>【講義内容】</p> <p>1週間に1回程度(集中の場合もあり)の割で企業併任特任教授と学内教員の共同指導の下に、企画討論、研究実施、中間報告、企業でのインターンシップ、企業の若手研究者との交流等を経て、最終報告書作成に至る1年間の長期科目である。研究訓練では、より企業との共同研究的色彩が強くなる。今年度は以下のテーマを含む複数テーマを開講する予定である。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) シングルアトム触媒(テーマ提供:パナソニック(株)) 2) 有機機能材料の界面制御とデバイスへの応用(テーマ提供:ウシオ電機(株)) <p>【授業計画】</p>		

1. 各専攻共通科目

1) シングルアトム触媒 (テーマ提供:パナソニック (株))(指導担当:(パナソニック (株)) 相澤将徒特任教授、(ナノサイエンスデザイン教育研究センター) 小川久仁特任教授):本テーマでは創エネルギー技術で重要となる酸素や二酸化炭素の還元反応に対して、高活性なシングルアトム触媒に対するコンセプト立案を実験や計算を通じて行うことを目的とする。

2) 有機機能材料の界面制御とデバイスへの応用 (指導担当:(ウシオ電機 (株)) 菰田卓哉特任教授、(ナノサイエンスデザイン教育研究センター) 小川久仁特任教授):有機機能材料の界面制御についての調査研究を通じて、新たなデバイスの可能性を研究する。

詳しくは、http://www.insd.osaka-u.ac.jp/nano/01_daigaku/index.html の博士後期課程シラバス参照のこと。

授業外における学習	テーマ内容や必要に応じて企業見学やインターンシップを行う場合がある。
-----------	------------------------------------

教科書	必要に応じてテーマ毎に指定する。
-----	------------------

参考文献	必要に応じてテーマ毎に指定する。
------	------------------

成績評価	研究の計画、調査、実施、報告、進捗状況などの日頃の活動内容と、最終報告会・レポート・論文発表などを総合して成績を評価する。
------	---

コメント	本科目を含めて大学院高度副プログラム・副専攻プログラム「ナノ高度学際教育研究訓練プログラム (博士後期課程)」の所定の科目、単位数を取得すると高度副プログラム・副専攻プログラム認定を受けることができ、学位授与の際に主専攻の学位に加えて授与される。従って、本科目単独履修では認定資格はないが、産学リエゾン PAL 教育研究訓練、高度学際萌芽研究訓練については、センター長によるナノ高度学際教育研究訓練プログラム修了認定証が発行される。
------	--

高度学際萌芽研究訓練

英語表記	Advanced Multi-disciplinary Exploratory Research
授業コード	241326 ナンバリング：
単位数	5
担当教員	伊藤 正 居室： 竹田 精治 居室： 市川 聡 居室： 森川 良忠 居室：
質問受付	テーマ毎に指定する。
履修対象	博士後期課程 各学年 選択
開講時期	集中
場所	基/G217
授業形態	演習科目
目的と概要	ナノデザイン、ナノプロパティ、ナノプロセス、ナノバイオ、ナノ計測領域において、関係教員（個人又はグループ）からの提案により学際萌芽的な基礎・応用研究テーマを設定し、提案教員の指導の下に、複数の専攻から大学院学生を集めて学際萌芽的な基礎・応用研究を推進することを目的としている。可能な限り場所と研究費を配分し、学生自身による研究企画・実施など博士人材として求められる研究統括能力の育成にも重点を置く。複数の教育研究訓練プログラムテーマの中からいずれかを選択し、大学院高度副プログラムの指定科目として履修する。
学習目標	自ら研究企画・実施などを行うことによって、博士人材として求められる研究統括能力を育むことができる。
履修条件	本学の大学院後期課程に在籍している大学院学生で、ナノサイエンス・ナノテクノロジー分野で将来研究・開発・教育に携わることを志す者を対象とする。所属研究科の博士研修（主専攻）とは別に副プログラムとして付加的に受講するので、十分な意欲が必要であり、現在博士後期課程1、2年に在学中が最もふさわしい時期と言える。希望者は本プログラムの趣旨とテーマ内容の概要を参考にして、説明会開催時期、課題内容、履修条件などの詳細をホームページ上で必ず確認の上、テーマ説明会での指示に従って主専攻の指導教員の許可を得て、センターが定める書類「ナノ高度学際教育研究訓練プログラム履修申請書（後期課程用）」をナノプログラム事務局に直接提出すること。出願締切り時期は、ナノ高度学際教育研究訓練プログラムのホームページに掲載する。 http://www.insd.osaka-u.ac.jp/nano/
特記事項	特になし
授業計画	<p>【講義内容】</p> <p>1 週間に1回程度（集中の場合もあり）の割で学内教員の指導の下に、異分野の大学院生がナノサイエンスラボラトリーに集まって、企画討論、研究実施、中間報告等を経て、最終報告書作成に至る1年間の長期プログラムである。今年度は以下のテーマを開講する予定である。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 計算機ナノマテリアル・デザイン 2) 透過電子顕微鏡によるナノ材料・先端機能性材料のナノ構造解析 3) 電子ビームリソグラフによる量子構造の創成 <p>【授業計画】</p>

1. 各専攻共通科目

1) 計算機ナノマテリアル・デザイン (指導担当:(工) 森川良忠教授、(ナノサイエンスデザイン教育研究センター) 下司雅章特任准教授):21 世紀の材料科学・物質科学に欠くことのできないコンピューショナル・マテリアルズ・デザイン (CMD) 手法に関するチュートリアル & 実習を含むワークショップ (夏・春の年 2 回とも) へ参加し、この手法の可能性を展望するとともに、実際に計算機マテリアル・デザインを体験することを通じて、物質科学の新しいパラダイムに対応できる能力を身につける。さらに、自分自身の関係する研究課題にこの手法を適用し、その結果を持ち寄って発表・討論することで異分野間の学術交流を図る。

2) 透過電子顕微鏡によるナノ材料・先端機能性材料のナノ構造解析 (指導担当:(産) 竹田精治教授、(ナノサイエンスデザイン教育研究センター) 市川聡特任准教授):先端材料の新しい機能の発現はその局所構造に起因することが多く、機能発現メカニズムを探る上で、構造を把握することが重要となる。高分解能電子顕微鏡法 (HREM)、電子回折法、走査型透過電子顕微鏡法 (STEM)、エネルギー分散型 X 線分光法 (EDS) 等、透過型分析電子顕微鏡を駆使したナノスケール・原子スケールでの構造解析を行い、機能と構造との関係を探る。

3) 電子ビームリソグラフによる量子構造の創成 (指導担当:(工) 藤原康文教授、(ナノサイエンスデザイン教育研究センター) 塩谷広樹特任助教):近年の微細加工技術の進歩によりナノメートルスケールの構造を作製し、電子を 2 次元 (細線)、3 次元的 (ドット) に閉じ込めることが可能となった。このような量子細線、量子ドットにおいては量子サイズ効果や共鳴トンネル効果などの量子効果が発現する。電子ビームリソグラフをはじめとする微細加工技術を用いて 2 次元、3 次元ナノ構造の作製を行ない、新たな光物性・電子物性・スピン物性を探る。

授業外における学習	関係教員 (個人又はグループ) との企画討論・研究実施の前に、効率的な履修が行えるよう毎回準備しておくこと。
教科書	必要に応じてテーマ毎に指定する。
参考文献	必要に応じてテーマ毎に指定する。
成績評価	研究の計画、調査、実施、報告、進捗状況などの日頃の活動内容と、最終報告会・レポート・論文発表などを総合して成績を評価する。
コメント	本科目を含めて大学院高度副プログラム「ナノ高度学際教育研究訓練プログラム (博士後期課程)」の所定の科目、単位数を取得すると高度副プログラム認定を受けることができ、学位授与の際に主専攻の学位に加えて授与される。従って、本科目単独履修では認定資格はないが、産学リエゾン PAL 教育研究訓練、高度学際萌芽研究訓練については、センター長によるナノ高度学際教育研究訓練プログラム修了認定証が発行される。

授業を受講するにあたり、特別な配慮 (PC 操作、ノートテイク、座席の配置、コミュニケーション方法など) を必要とする学生は、初回授業の一週間前に申し出ること。

学位論文作成演習

英語表記	Exercises for Writing Theses	
授業コード	241658	ナンバリング：
単位数	0	
担当教員	佐藤 尚弘 居室：	
質問受付		
履修対象		
開講時期	集中	
場所	その他	
授業形態		
目的と概要	<p>博士後期課程では、学位論文を書くことが必須である。しかしながらややもすると、研究結果を出すのに時間がかかり、論文作成に十分な時間を費やせないことが多い。この講義では、学位論文を書くために必要な、自身の分野の研究動向を十分調べ、それを文章にまとめ上げる能力を磨くことを目的としている。</p> <p>具体的には、文献調査を行い、自身の分野の研究動向を十分調べ、自分の研究との比較を行い、学位論文の序章に対応する文章を(可能な限り英語で)作成する。</p>	
学習目標	学位論文・投稿論文を独自で書ける能力の基礎を身に着ける。	
履修条件		
特記事項		
授業計画	自身の分野の文献調査を行い、その研究動向を十分調べ、自分の研究との比較を行い、学位論文の序章に対応する文章を(可能な限り英語で)作成する。それを学位審査の副査予定者等に読んでもらい、その内容・文章に対してコメントしてもらおう。そして、そのコメントに基づき、文章の改訂を行う。受講者自身で投稿論文を作成・投稿した場合には、それを持って、上記の課題の代わりとすることができる。	
授業外における学習	学位論文の序章に対応する文章の作成およびその文章に対するコメントに基づき文章の改訂を行う。	
教科書		
参考文献		
成績評価	作成した学位論文の序章に対応する文章および修正要請に対する対応によって評価する。	
コメント		

1. 各専攻共通科目

高度理学特別講義

英語表記	Special Lectures on Advanced Science
授業コード	241659 ナンバリング：
単位数	0
担当教員	佐藤 尚弘 居室：
質問受付	
履修対象	
開講時期	集中
場所	その他
授業形態	
目的と概要	各研究分野における最先端の研究動向を知ることは非常に重要である。また、その最先端の研究に従事している研究者と議論することも、研究を進めるうえで有用で刺激になる。この授業では、受講者の希望をも入れた研究者を、研究室あるいは専攻のセミナーに招聘し、そのセミナーをアレンジし、聴講する。また、別の研究室で招聘した研究者のセミナーにも参加する。
学習目標	各研究分野での最先端の研究動向を知り、自身の研究の進め方や問題解決に役立てる。
履修条件	
特記事項	
授業計画	受講者の希望をも入れて招聘研究者を選び、研究室あるいは専攻のセミナーをアレンジして、聴講する。また、別の研究室で招聘した研究者のセミナーにも最低2回参加する。
授業外における学習	招聘研究者の選定およびセミナーの準備。
教科書	
参考文献	
成績評価	セミナーへの参加状況および自身で主催したセミナーのアレンジの仕方の評価する。
コメント	

企業インターンシップ

英語表記	Internship at Enterprises	
授業コード	241660	ナンバリング：
単位数	1	
担当教員	佐藤 尚弘	居室： c445 電話： (06)6850-5461 Fax： (06)6850-5461 Email： tsato@chem.sci.osaka-u.ac.jp
質問受付		
履修対象		
開講時期	集中	
場所	その他	
授業形態		
目的と概要	博士後期課程の学生で企業への就職希望者に対して、理学研究科ではこれまで特別な教育は行われてこなかった。企業が博士後期課程の学生をとらない傾向にある原因の一つは、非常に特殊化された研究テーマを深く研究するあまり、視野が非常に狭くなってしまいう学生が多いためと考えられる。そこで、本授業では企業の研究所等で学位論文とは異なる研究に従事し、視野を広めるとともに企業研究の実情を知ることが目的とする。具体的には、1か月程度の期間、企業でインターンを体験する。大学院教育プログラム実施委員会は、受け入れてくれる企業の斡旋を行う。	
学習目標	企業に就職した場合の将来が思い描ける。企業に就職後に、インターンシップ時の経験が生かせる。	
履修条件		
特記事項		
授業計画	インターンシップの実施先で、研究計画の立案、研究の実施、研究結果の解析と考察、およびインターンシップ先の指導員との議論を行う。	
授業外における学習	インターンシップの実施期間中は、授業外でも上記の授業計画に記載の事柄を行う。	
教科書		
参考文献		
成績評価	企業でのインターンシップに参加し、そこで行った研究課題等に関するレポートの提出で成績評価する。	
コメント		

1. 各専攻共通科目

海外短期留学

英語表記	Short-term Oversea Studies	
授業コード	241661	ナンバリング：
単位数	2	
担当教員	佐藤 尚弘	居室： c445 電話： (06)6850-5461 Fax： (06)6850-5461 Email： tsato@chem.sci.osaka-u.ac.jp
質問受付		
履修対象		
開講時期	集中	
場所	その他	
授業形態		
目的と概要	1～3 か月程度の海外留学により外国での研究を体験し、外国人研究者との交流や外国文化に対する理解を深めることを目的とする。	
学習目標	外国での研究経験が積み、研究のやり方や考え方を理解できるようになる。	
履修条件		
特記事項		
授業計画	短期留学先で、研究計画の立案、研究の実施、研究結果の解析と考察、および留学先の指導者との議論を行う。	
授業外における学習	短期留学期間中は、授業外でも上記の授業計画に記載の事柄を行う。	
教科書		
参考文献		
成績評価	短期留学中に行った研究課題等に関するレポートの提出で成績評価する。	
コメント		

2 数学専攻

2.1 前期課程

2. 数学専攻

代数学概論 I

英語表記	Algebra I
授業コード	240001 ナンバリング：24MATH5F102
単位数	2
担当教員	日比 孝之 居室：
質問受付	
履修対象	数学専攻 博士前期課程 各学年 選択
開講時期	春～夏学期 月 4 時限
場所	理/B308 講義室
授業形態	講義科目
目的と概要	ガロアの基本定理、方程式の冪根による可解性、作図問題を紹介する。
学習目標	(1) ガロアの基本定理を理解する。 (2) 方程式の冪根による可解性 (特に、5 次方程式の解の公式が作れないこと) を理解する。 (3) 作図問題 (いわゆる不可能の証明) を理解する。
履修条件	予備知識は必要ではないが、群、環、体の基礎を修得していることが望ましい。代数学序論を履修していれば十分である。
特記事項	
授業計画	<ul style="list-style-type: none"> § 1. 基礎概念 § 2. 有限次拡大体 § 3. 代数拡大 § 4. 分解体 § 5. 正規性と分離性 (1) § 6. 正規性と分離性 (2) § 7. 正規性と分離性 (3) § 8. ガロア拡大とガロア群 (1) § 9. ガロア拡大とガロア群 (2) § 10. ガロア拡大とガロア群 (3) § 11. 分離拡大 (再論) と単純拡大 (1) § 12. 分離拡大 (再論) と単純拡大 (2) § 13. 円分体と円周等分多項式 § 14. 方程式の冪根による可解性 § 15. 作図問題
授業外における学習	講義ノートを繰り返し熟読すること。
教科書	使わない。
参考文献	<ul style="list-style-type: none"> [1] 永田雅宜 (著) 『可換体論』 (裳華房) [2] エミール・アルティン (著)、寺田文行 (翻訳) 『ガロア理論入門』 (ちくま学芸文庫)
成績評価	試験、レポート等により総合的に評価する。
コメント	

代数幾何学概論 II

英語表記	Algebraic Geometry II
授業コード	240004 ナンバリング： 24MATH5F102
単位数	2
担当教員	大川 新之介 居室：
質問受付	
履修対象	数学科 4 年次 選択
開講時期	秋～冬学期 木 2 時限
場所	理/E310 講義室
授業形態	講義科目
目的と概要	代数幾何学における重要な対象の 1 つである、トーリック多様体について講義する。基本事項から始めて、適当なところで発展的な話題に移行したい。
学習目標	<ul style="list-style-type: none"> ・凸体とトーリック多様体の関係を理解し、トーリック多様体の話が凸体の言葉で翻訳される様子を理解する。 ・自分で例が計算できるようになる。 ・トーリック多様体を例として、代数幾何学の抽象概念や定理に馴染む。
履修条件	代数の基礎、特に可換環の基本的な事項は假定したい。また、スキームの定義と簡単な例を知っていると良い。
特記事項	トーリック多様体、代数多様体
授業計画	<p>以下のような事項について講義する予定である。変更する可能性もある。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 圏と関手 2. 扇の圏 3. 可換環のスペクトラムとスキーム 4. 扇に対応するトーリック多様体の定義と圏同値 5. 軌道とその組み合わせ的記述 6. 特異点とトーリック多様体の双有理変換 7. 完備性 8. 連接層、直線束と因子 (特にトーリック多様体の場合) 9. 発展的な話題
授業外における学習	<p>主体的に勉強する時間を授業外に持つことが望ましい。勉強の方法は</p> <p>授業を復習する・適当な例で計算してみる・参考文献の本を自発的に読むなどであろう。</p>
教科書	とくに指定しない。
参考文献	<ol style="list-style-type: none"> [1] W. Fulton, Introduction to toric varieties, Princeton University Press, 1993. [2] 小田忠雄, 凸体と代数幾何学, 紀伊國屋書店, 1985. [3] D. Cox, J. Little, and H. Schenck, Toric varieties, American Mathematical Society, 2011. [4] G. Ewald, Combinatorial convexity and algebraic geometry, Springer-Verlag, 1996. [5] R. Hartshorne, Algebraic Geometry, Springer-Verlag, 1977.
成績評価	出席やレポート等により総合的に評価する。初回の講義で説明する。
コメント	

幾何学概論 II

英語表記	Geometry II
授業コード	240010 ナンバリング： 24MATH5F103
単位数	2
担当教員	太田 慎一 居室：
質問受付	
履修対象	
開講時期	春～夏学期 金 3 時限
場所	理/B302 講義室
授業形態	講義科目
目的と概要	リーマン多様体の一般化であるフィンスラー多様体の基礎理論と, 重みつきリッチ曲率を用いた比較幾何・幾何解析について論じる.
学習目標	フィンスラー多様体とその重みつきリッチ曲率についての基礎知識を習得する. また, フィンスラー多様体の学習を通してリーマン幾何を復習し, より深く理解する.
履修条件	多様体論の初歩を理解していることが望ましい. リーマン幾何についてはフィンスラー幾何と比較しながら適宜説明する.
特記事項	
授業計画	(1) フィンスラー多様体の定義 (2) 例 (3) 測地線 (4) ヤコビ場 (5) 共変微分 (6) 曲率 (7) 旗曲率, リッチ曲率の比較定理 (8) 重みつきリッチ曲率 (9) 重みつきリッチ曲率の比較幾何 (10) ラプラシアン (11) 熱流 (12) 重みつきリッチ曲率の幾何解析 (13) 最適輸送理論 (14) 曲率次元条件 (15) まとめと展望
授業外における学習	授業内容を復習し, 専門用語の意味や論証のポイントを理解しておくこと. 授業中に説明を省略した議論を自分で考え, また適宜出題する演習問題に取り組むこと.
教科書	
参考文献	・ D. Bao, S.-S. Chern and Z. Shen, “An introduction to Riemann-Finsler geometry” (Springer GTM 200), 2000. ・ S. Ohta, “Nonlinear geometric analysis on Finsler manifolds”, 講師の HP で入手可能.
成績評価	レポートにより評価する.
コメント	

微分幾何学概論 II

英語表記	Differential Geometry II
授業コード	240012 ナンバリング： 24MATH5F103
単位数	2
担当教員	安井 弘一 居室：
質問受付	
履修対象	
開講時期	秋～冬学期 金 2 時限
場所	理/B302 講義室
授業形態	講義科目
目的と概要	空間を単純なピースの貼り合わせに分解して考察することは、トポロジーの基本的な手法である。本講義ではそのような方法の一つであるハンドル体の基礎を学ぶ。
学習目標	ハンドル体やその変形について理解し、ハンドル体を通じて多様体に親しむこと。
履修条件	位相空間、多様体、ホモロジー、基本群などに関する基本的な知識があること。
特記事項	
授業計画	以下のような内容を扱う予定である (状況に応じて変更もあり得る)。 <ul style="list-style-type: none"> ・多様体論の復習 ・(滑らかな) 多様体の貼り合わせ、連結和、境界和 ・ハンドル体・ハンドル分解と具体例 ・ハンドル体の変形と標準化 ・ハンドル体の基本群とホモロジー ・ハンドル対の生成と消去 ・3、4次元多様体のハンドル分解とその図式
授業外における学習	授業内容を復習し、専門用語や定義を理解しておくこと。
教科書	なし
参考文献	<ul style="list-style-type: none"> ・田村一朗, 微分位相幾何学, 岩波書店. ・松本幸夫, Morse 理論の基礎, 岩波書店. ・R.E. Gompf and A.I. Stipsicz, 4-manifolds and Kirby calculus, Graduate Studies in Mathematics, 20, American Mathematical Society, 1999.
成績評価	レポートや出席などにより評価する予定である。
コメント	

2. 数学専攻

位相幾何学概論 I

英語表記	Topology I	
授業コード	240013	ナンバリング： 24MATH5F103
単位数	2	
担当教員	大鹿 健一 居室：	
質問受付		
履修対象		
開講時期	秋～冬学期 金 3 時限	
場所	理/B308 講義室	
授業形態	講義科目	
目的と概要	特に低次元への応用を目指して、トポロジーの基本的な道具立てを紹介する。	
学習目標	トポロジーの道具を習得し応用することができる。	
履修条件	幾何学序論, 幾何学 1,2 を履修済みのこと	
特記事項		
授業計画	1-m0 基本群と被覆空間 m0+1 -m1 CW 複体 m1+1 -m2 ファイバーバンドル m2+1 -m3 ホモトピー群 m3+1 -m4 ファイバー空間のホモトピー群 m4+1 -m5 基本群のアーベル化と Hurewicz 同型 m5+1 -15 非球面的複体のホモトピー型	
授業外における学習	講義の内容の復習, 具体的な対象への道具の適用	
教科書	なし	
参考文献	講義で紹介する	
成績評価	レポート	
コメント		

複素幾何学概論 II

英語表記	Complex Geometry II	
授業コード	240016	ナンバリング： 24MATH5F103
単位数	2	
担当教員	榎 一郎 居室：	
質問受付		
履修対象		
開講時期	秋～冬学期 月 2 時限	
場所	理/B302 講義室	
授業形態	講義科目	
目的と概要	1次元複素多様体とは,Riemann 面のことである. 一般次元の複素多様体論の基礎を, 小平の埋め込み定理の内容と証明が理解できることを目標に論じる.	
学習目標	コンパクト複素多様体論の, 消滅定理などに関する基礎的部分を理解し, 応用できるようになる.	
履修条件	微分可能多様体の定義, 接空間については前提とする.	
特記事項		
授業計画	<ol style="list-style-type: none"> 1. 複素多様体の定義と例 2. 正則接空間、余接空間と微分形式の型 3. ポアンカレの補題とドルボアの補題 4. ドラムコホモロジー群, ドルボアコホモロジー群 5. 層係数コホモロジー 6. 多変数正則関数 7. 有理形関数, 直線束, 因子 8. 正則ベクトル束の接続と曲率 9. 正則ベクトル束の曲率とチャーン類 10. 調和形式と楕円型偏微分作用素 11. ケーラー多様体, 定義と例 12. ケーラー恒等式と中野の等式 13. 消滅定理 14. 小平の埋め込み定理 15. 複素構造の変形理論概観 	
授業外における学習	授業内容を復習する:定義や定理の例を検証する, また論証の流れ, 重要なポイントを把握しておくこと.	
教科書	特に指定しない.	
参考文献	Griffiths-Harris, Principles of Algebraic Geometry, Wiley-Interscience	
成績評価	出席, 学期中の小テスト, 期末レポートを総合的に評価する.	
コメント		

解析学概論 II

英語表記	Analysis II
授業コード	240018 ナンバリング： 24MATH5F104
単位数	2
担当教員	砂川 秀明 居室：
質問受付	
履修対象	数学専攻 博士前期課程 各学年 選択
開講時期	春～夏学期 木 4 時限
場所	理/B308 講義室
授業形態	講義科目
目的と概要	現代解析学における基本的な道具の一つである擬微分作用素の初等的理論と、偏微分方程式の諸問題への応用について論じる。
学習目標	擬微分作用素の初等的理論を理解し、応用できるようになる。
履修条件	実解析の初歩 (学部 3 回生までに習う程度の測度論・積分論とそれらの関連事項) は前提とする。
特記事項	試験やレポートなどにより総合的に評価する。
授業計画	<ol style="list-style-type: none"> (1) 急減少関数族とその双対空間 (2) Schwartz 超関数 (3) Fourier 変換 (4) Sobolev 空間 (5) 振動積分 (6) 擬微分作用素の定義と基本性質 その 1 (7) 擬微分作用素の定義と基本性質 その 2 (8) L^2 有界性と強形 Garding 型不等式 (9) 特異台と波面集合 (10) 擬局所性と準楕円性 (11) 線形偏微分方程式への応用 その 1:局所可解性 (12) 線形偏微分方程式への応用 その 2:一意性 (13) 線形偏微分方程式への応用 その 3:特異性伝播 (14) 非線形偏微分方程式への応用 (15) まとめと展望
授業外における学習	授業内容を復習し、専門用語の意味や論証のポイントを理解しておくこと。
教科書	なし
参考文献	<ul style="list-style-type: none"> ・熊ノ郷 準 「擬微分作用素」岩波書店. (MIT press より英訳あり.) ・L. Nirenberg, Lectures on linear partial differential equations
成績評価	AMS. ・S. Alinhac and P. Gerard, Pseudo-differential operators and the Nash-Moser theorem
コメント	AMS.

確率論概論Ⅰ

英語表記	Probability Theory I
授業コード	240023 ナンバリング： 24MATH5F111
単位数	2
担当教員	塩沢 裕一 居室：
質問受付	講義開始時に指示する。
履修対象	数学専攻 博士前期課程 各学年 選択
開講時期	春～夏学期 火 2 時限
場所	理/E310 講義室
授業形態	講義科目
目的と概要	測度論を基にして確率論の基礎を学ぶ。
学習目標	測度論的確率論の理解と応用ができる。
履修条件	ルベグ積分論を学習していること。
特記事項	
授業計画	<p>第 1 回 確率論の基本的な考え方</p> <p>第 2 回 測度論の復習</p> <p>第 3 回 基本概念 1:確率空間, 確率変数</p> <p>第 4 回 基本概念 2:平均, 分散, 分布</p> <p>第 5 回 基本概念 3:独立性</p> <p>第 6 回 大数の法則 1:弱法則</p> <p>第 7 回 大数の法則 2:強法則</p> <p>第 8 回 分布収束 1</p> <p>第 9 回 分布収束 2</p> <p>第 10 回 特性関数 1</p> <p>第 11 回 特性関数 2</p> <p>第 12 回 中心極限定理</p> <p>第 13 回 大偏差原理</p> <p>第 14 回 マルコフ連鎖 1</p> <p>第 15 回 マルコフ連鎖 2</p> <p>学生の理解度や授業の進捗状況により, 計画を変更する場合がある。</p>
授業外における学習	授業内容を復習し, 専門用語の意味や論証のポイントを理解しておくこと。
教科書	特に指定しない。
参考文献	<p>熊谷隆, 確率論, 共立出版, 2003.</p> <p>R. Durrett, Probability: Theory and Examples (Fourth Edition), Cambridge, 2010.</p> <p>S.R.S. Varadhan, Probability Theory, American Mathematical Society, 2001.</p>
成績評価	レポートで評価する。
コメント	

確率論概論 II

英語表記	Probability Theory II	
授業コード	240024	ナンバリング： 24MATH5F111
単位数	2	
担当教員	盛田 健彦 居室：	
質問受付		
履修対象	数学専攻 博士前期課程 各学年 選択	
開講時期	春～夏学期 金 2 時限	
場所	理/D407 講義室	
授業形態	講義科目	
目的と概要	確率解析は数学内での応用以外にも数理ファイナンスにおいて本質的な役割をはたしている。この講義では、確率解析の基本事項-マルチンゲール及び確率積分-とその応用について解説する。	
学習目標	マルチンゲールの理論を理解し、簡単な応用ができる。	
履修条件	測度論に基づく確率論を学習していること。	
特記事項		
授業計画	<p>【講義内容】</p> <p>第 1 回 条件付平均とその性質</p> <p>第 2 回 離散時間マルチンゲール 1: 定義, 停止時刻</p> <p>第 3 回 離散時間マルチンゲール 2: 任意抽出定理</p> <p>第 4 回 離散時間マルチンゲール 3: マルチンゲール不等式</p> <p>第 5 回 離散時間マルチンゲール 4: 収束定理</p> <p>第 6 回 離散時間マルチンゲール 5: 一様可積分性</p> <p>第 7 回 離散時間マルチンゲール 6: 最適停止問題</p> <p>第 8 回 連続時間マルチンゲール 1: 定義と例</p> <p>第 9 回 連続時間マルチンゲール 2: ブラウン運動の構成</p> <p>第 10 回 連続時間マルチンゲール 3: ブラウン運動の性質</p> <p>第 11 回 連続時間マルチンゲール 4: 任意抽出定理, マルチンゲール不等式, 収束定理</p> <p>第 12 回 連続時間マルチンゲール 5: 2 乗可積分マルチンゲール</p> <p>第 13 回 連続時間マルチンゲール 6: 2 次変分過程</p> <p>第 14 回 確率積分 1: 定義</p> <p>第 15 回 確率積分 2: 性質</p> <p>以上の項目の順で講義を進める。ただしこれは予定であり、変更することがある。</p>	
授業外における学習	授業内容を復習し、専門用語の意味や論証のポイントを理解しておくこと。	
教科書	特に指定しない。	
参考文献	D.Williams: Probability with martingale, Cambridge Univ. Press 長井英生, 「確率微分方程式」, 共立出版	
成績評価	レポートに重点をおき、授業への参加態度を加味して総合的に評価する。	
コメント	履修者の様子を見て、講義の順序を変えたり内容を一部変更することもある。 数理・データ科学教育研究センター科目名は「確率解析」。	

統計・情報数学概論

英語表記	Statistics and Information Theory
授業コード	240033 ナンバリング：24MATH5F111
単位数	2
担当教員	内田 雅之 居室：
質問受付	
履修対象	数学専攻 博士前期課程 各学年 選択
開講時期	春～夏学期 木 2 時限
場所	理/B302 講義室
授業形態	講義科目
目的と概要	統計解析の基礎となる統計的推定論及び統計的検定論について解説する。 さらに統計的漸近理論について概説する。
学習目標	推定や検定の具体例を通じて、数理統計の基本的事項を習熟することを目標とする。
履修条件	確率・統計及び測度論の基礎知識があることが望ましい。
特記事項	
授業計画	<p>【講義内容】</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 統計モデル I 2. 統計モデル II 3. 不偏推定量と一様最小分散不偏推定量 4. フィッシャー情報量 5. クラメル・ラオの不等式 6. 完備十分統計量 I 7. 完備十分統計量 II 8. モーメント法 9. 最尤法 10. 統計的仮説検定 I 11. 統計的仮説検定 II 12. ネイマン・ピアソンの基本補題 13. 統計的漸近理論 I 14. 統計的漸近理論 II 15. 統計的漸近理論 III
授業外における学習	講義の復習をすること。
教科書	特に指定しない。
参考文献	吉田朋広「数理統計学」朝倉書店 稲垣宣生「数理統計学」裳華房
成績評価	出席やレポートなどにより総合的に評価する。
コメント	講義内容は状況に応じて若干変更することがありうる。 学部 4 年次「応用数学 2」と共通。

2. 数学専攻

実験数学概論Ⅰ

英語表記	Experimental Mathematics I	
授業コード	240034	ナンバリング： 24MATH5F105
単位数	2	
担当教員	和田 昌昭 居室：	
質問受付		
履修対象	数学科 4 年次 選択	
開講時期	春～夏学期 水 3 時限	
場所	理/B308 講義室	
授業形態	講義科目	
目的と概要	数学系学生に向けて脳科学の入門的講義を行う。	
学習目標	脳に関する基本的な事項を理解した上で数理的, 論理的な思考ができるようになる。	
履修条件		
特記事項		
授業計画	<p>授業日程毎の登録参照.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 脳入門 2. ニューロン 3. ホジキン-ハックスリーの実験 4. ホジキンハックスリー方程式 5. シナプスと神経伝達物質 6. 神経毒 7. 神経の可塑性と記憶 8. ヘブの法則と条件付け 9. 視覚 10. 視覚の情報処理 11. ホップフィールド理論 12. 小脳の情報処理 13. 行動様式の進化学習 14. 脳の可視化 15. 安定カットの理論 	
授業外における学習	興味を持ったテーマについて自主的に勉強して理解を深めてほしい。	
教科書		
参考文献		
成績評価	レポート, ディスカッションへの参加等により、総合的に評価する	
コメント		

組合せ論概論

英語表記	Combinatorics	
授業コード	240037	ナンバリング： 24MATH5F102
単位数	2	
担当教員	村井 聡 居室：	
質問受付		
履修対象		
開講時期	秋～冬学期 火 2 時限	
場所	理/B307 講義室	
授業形態	講義科目	
目的と概要	グラフ理論は、応用数学・情報科学などの分野で幅広く使われている理論であるが、純粋数学的な観点からも依然として多くの未解決問題を残しており、盛んに研究が行われている。この授業では、数学的な立場から、グラフ理論の基礎に関する講義を行う。	
学習目標	オイラーグラフ、ハミルトン閉路、2部グラフ、平面グラフ、マッチングなどのグラフ理論の基礎的な事項について理解することができる。具体的に与えられたグラフに対し、ハミルトン閉路の構成、最短経路の算出、彩色数の評価、完全マッチングの存在の判定などを行うことができる。	
履修条件		
特記事項		
授業計画	<ol style="list-style-type: none"> 1. グラフとは何か? 2. グラフの定義と例 1 3. グラフの定義と例 2 4. 道と閉路 1 5. 道と閉路 2 6. 木とその基本性質 7. 平面グラフ 1 8. 平面グラフ 2 9. 双対グラフ 10. グラフの彩色 1 11. グラフの彩色 2 12. グラフの彩色 3 13. マッチング 1 14. マッチング 2 15. 授業のまとめ 	
授業外における学習	授業中に説明した専門用語や概念について復習し、習熟しておくこと。	
教科書		
参考文献	R.J. ウィルソン (著)、西関隆夫、西関裕子 (訳)、「グラフ理論入門」、近代科学社	
成績評価	出席とレポート課題により総合的に評価する。	
コメント		

応用数理学概論 I

英語表記	Applied Mathematics I	
授業コード	240038	ナンバリング： 24MATH5F111
単位数	2	
担当教員	盛田 健彦	居室：
	恒川 啓之	居室：
	武村 昌紀	居室：
	佐々田 明彦	居室：
質問受付		
履修対象	数学専攻 博士前期課程 各学年 選択	
開講時期	春～夏学期 水 4 時限	
場所	理/D303 講義室	
授業形態	講義科目	
目的と概要	<p>保険・年金事業においては統計・確率論および金利に対する数理を基礎とする保険数学 (Actuarial Mathematics) が用いられており、近年では金融業務全般でも活用が進められている。本講義ではその基礎となる生命保険価格の算定方法等について、基礎的な確率論を踏まえた上で、保険数学への応用について学習する。</p>	
学習目標	生命保険の数理計算の基本的な手法について理解することができる。	
履修条件	確率の初歩的な知識 (平均・分散・確率変数等) を有していることが望ましい。	
特記事項	なし。	
授業計画	<p>まず生命保険の基礎概念を紹介した後、基礎的な確率論を踏まえながら保険数学の基礎となる利息、生命関数、保険料および責任準備金について講義する。さらに、様々な保険商品への応用や実務上の取り扱いについて、アクチュアリーの実務的視点をまじえて講義する。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 生命保険の基礎知識 2. 利息の計算 その 1(資金の時間価値、単利と複利、実利率と名称利率、現価率と割引率、利力等) 3. 利息の計算 その 2(確定年金、変動年金、元利均等返済、減債基金等) 4. 余命の確率分布 (生存関数、生存率と死亡率、死力、平均余命、死亡法則等) 5. 生命表 (生命表の分類、定常状態等) 6. 生命保険モデル (主要な保険の一時払純保険料、保険金現価の分散、再帰式等) 7. 生命年金モデル (終身年金・有期年金等の一時払純保険料、年金現価の分散、計算基数等) 8. 平準払純保険料 (取支相等の原則、保険料分割払・連続払、保険料返還付保険、パーセントスタイル保険料等) 9. 責任準備金 その 1(純保険料式責任準備金、過去法と将来法、再帰式と保険料分解等) 10. 責任準備金 その 2(主要商品の責任準備金、収益・リスク管理に関する話題等) 11. 責任準備金 その 3(責任準備金に関する発展的な話題) 12. 多重脱退モデル (脱退率、多重脱退表、脱退力、純保険料、責任準備金) 13. 営業保険料 (保険料計算基礎、付加保険料等) 14. 保険数理の応用 (アクチュアリーの実務の話題) 15. まとめ <p>上の項目の順序で講義を進める。ただし、これは予定であり、変更することがある。</p>	
授業外における学習	授業内容を復習し、用語の意味を確認し、授業のポイントを整理しておくこと。	

教科書	京都大学理学部アクチュアリーサイエンス部門編「アクチュアリーのための生命保険数学入門」(岩波書店) ISBN:ISBN978-4-00-006280-0 その他、必要に応じて、講義中に配付する。
参考文献	二見 隆「生命保険数学 上巻・下巻」日本アクチュアリー会
成績評価	試験、レポートなどにより総合的に評価する。
コメント	学部4年次、応用数理学5と共通。 担当教員は日本アクチュアリー会を通して派遣。 数理・データ科学教育研究センター科目名は「保険数学1」

応用数理学概論 II

英語表記	Applied Mathematics II	
授業コード	240039	ナンバリング： 24MATH5F111
単位数	2	
担当教員	関根 順 居室：	
質問受付	水曜:16:30-17:50	
履修対象		
開講時期	秋～冬学期 水 4 時限	
場所	基礎工/B102 講義室	
授業形態	講義科目	
目的と概要	連続時間金融市場モデルの定式化を行い、その上で数理ファイナンス入門講義を行う。 Black-Scholes-Merton 理論やその発展形の標準完備市場モデルの解説を行う。	
学習目標	<ul style="list-style-type: none"> ・ブラック・ショールズ・マートン理論が理解できる。 ・完備市場モデルの具体例、基本的性質が理解できる。 ・伊藤 (確率) 解析を使いこなして具体例の解析ができる。 ・金利期間構造モデルや確率ボラティリティモデルの具体例が理解できる。 	
履修条件	初等確率論、2 項モデルを用いたファイナンスモデル、確率過程、確率解析などにある程度予備知識があることが望ましい	
特記事項		
授業計画	各回毎に記載	
授業外における学習	講義の復習は必須である。 また、講義内で演習・練習問題を随時出題する予定なのでこれに積極的に取り組むことが理解の手助けになるはずである。	
教科書		
参考文献	Lamberton and Lapeyre: Introduction to Stochastic Calculus Applied to Finance. Shreve: Stochastic Calculus for Finance I and II. Bjork: Arbitrage Theory in Continuous Time.	
成績評価	レポート提出による	
コメント		

応用数学特論 I

英語表記	Topics in Applied Mathematics I
授業コード	240084 ナンバリング： 24MATH6F111
単位数	2
担当教員	降旗 大介 居室：
質問受付	別途通知する
履修対象	
開講時期	春～夏学期 金 2 時限
場所	サイバー情報処理教室 5
授業形態	演習科目
目的と概要	基本的なサーバクライアントシステム、情報システムの設計や管理などを行うことを目指し、その上で必要な基礎概念として重要な文字列処理を中心としたデータベース処理および情報検索の方法論の基礎を学ぶ。そのために、Unix 系 OS を活用するために必須であるような基礎的な知識・技能を文字列処理を中心に、学ぶ機会の少ないコマンドラインオペレーションを意識して用いて、実際にコンピュータを用いた演習を通じて身につける。
学習目標	<p>学習・研究の過程における様々な、時に大規模な情報処理を、Unix OS の能力を引き出すことによってより速やかに、かつ、正確に行えるようになることが目標である。</p> <p>実際には、CLI (Command Line Interface) の基本的な要素を学習することでこの初歩的段階を十全に達成することを目標とする。</p> <p>初歩的段階に到達すれば、以降、自らの創意工夫で十分にこうした能力を伸ばすことが可能である。</p>
履修条件	特に無し
特記事項	特に無し
授業計画	<p>【講義内容】</p> <p>Unix 系 OS の基礎教育を受けていない者も Unix 系 OS に触れる機会が広まりつつある。Unix 系 OS は MS-Windows OS や Mac OS などのように GUI(Graphical User Interface) を通じての使い方もできるが、その真骨頂は非常に奥の深く、かつ高度に効率的なコマンドラインオペレーションなどのシステム、操作環境にある。</p> <p>この授業では、こうした情報システムについての知識・技能およびシステムの使い方や構築の基礎に関して、なるべく特定のソフトウェアに依存しない形で十分に身につけられるよう、演習を通じて学習する。主な内容は以下の通りである。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. プロセス、ジョブ制御 (1) 2. プロセス、ジョブ制御 (2) 3. 標準入出力 (1) 4. 標準入出力 (2) 5. フィルタと正規表現 (1) 6. フィルタと正規表現 (2) 7. シェルおよびシェルスクリプト (1) 8. シェルおよびシェルスクリプト (2) 9. バージョン管理 (1) 10. バージョン管理 (2) 11. リモートコントロール (1) 12. リモートコントロール (2)

2. 数学専攻

13. ソフトウェア管理
14. データベース (1)
15. データベース (2)

以上の項目(テーマ)の順序で講義を進める。ただし、これは予定であり変更することがある。

授業外における学習	授業後に、大学の教育用計算機環境ないしは私物 PC などを用いて、授業中に例示する課題を実際に解いてみることを強く勧める。
教科書	特に指定しない。
参考文献	新 The Unix Super Text(改訂版) 上・下, 山口 和紀, 古瀬 一隆 監修, 技術評論社, 2003.
成績評価	主に出席およびレポートにより総合的に評価する。 出席: 30%, レポート: 70%
コメント	<p>驚くことに 40 年間以上前に生まれた Unix という OS は今なおコンピュータ業界の中心, 最前線で使われている OS である。</p> <p>この 40 年の間に, 如何に多くの種類の OS が生まれ, そして消えていったかを考えると, この Unix という OS の基本設計が如何に優れているか, 強力なのか, 推論するまでもない。</p> <p>しかも, Mac OSX や Andoroid という形で, 個人ユーザ, 商業ベースでもよりその繁栄は広がりがつつある。</p> <p>極言すれば, 世の中の多くのコンピュータは Unix という OS と親和する形で設計, 生産されているのだ。</p> <p>コンピュータを真に使いこなすためことは最終的に Unix を使いこなすことになるだろう。</p> <p>しかし, これだけの拡がりを見せながら, その Unix の真髄に触れる方法である CUI についてはごく一部の人間しか知悉していない。</p> <p>特に理系研究者にとって Unix CUI を使えるかどうかで生産力が 1000 倍ぐらい変わってしまう場面はままあるので, これについて学生がまったく知らないのは大いなる損失である。</p> <p>自分の能力を上げることに少しでも興味のある学生は, 絶対に学ぶべきである。</p>

応用数学特論 II

英語表記	Topics in Applied Mathematics II
授業コード	240085 ナンバリング： 24MATH6F111
単位数	2
担当教員	茶碗谷 毅 居室：
質問受付	
履修対象	数学専攻 博士前期課程 各学年 選択
開講時期	秋～冬学期 金 4 時限
場所	B508 数学計算演習室 1
授業形態	講義科目
目的と概要	ネットワークを構成する計算機システムを円滑に管理・運用するために必要な知識・技能を身につけることを目的とする。研究室などにおいて数人から数十人程度の研究者が共用する計算機システムを管理運用する必要が生じることを想定して、Unix 系の OS を利用する計算機システムの構築等の実習を行い円滑な運用に必要な技能を身につける。また、構築したシステムを利用した様々な形でのレポートの作成・提出等を通して、各種の通信手段を用いたコミュニケーションの特色についても理解することをめざす。
学習目標	自分が所属する研究室などで使用するための計算機システムの運用・管理を行うことができる。
履修条件	Unix 系の OS についてのある程度の利用経験と基礎的な知識を持っていることを求める。
特記事項	
授業計画	<p>【講義内容】</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. スーパーユーザーの役割について 2. OS の基本的な設定 (1) 3. OS の基本的な設定 (2) 4. 基本的なネットワークサービスとその設定 5. 各種のネットワークサービスを利用したコミュニケーションの特性 6. ウェブサーバーの設定 7. 電子メールの配送の仕組み 8. メールサーバーの設定 (1) 9. メールサーバーの設定 (2) 10. 名前の管理の仕組み 11. ネームサーバーの設定例 12. 複数台のシステムの構成 13. 個別マシンのセキュリティー 14. ファイアウォールの設置 (1) 15. ファイアウォールの設置 (2)
授業外における学習	授業内容を復習し、実習時において問題が発生した場合にはその内容と原因について次の時間までに調べて理解しておくこと。
教科書	
参考文献	
成績評価	実習課題の達成度 (50%)・レポート (50%) などにより総合的に評価
コメント	使用可能な設備により受講人数を制限する場合がある。学部 4 年次、応用数学 8 と共通。

表現論概論

英語表記	Representation Theory
授業コード	240779 ナンバリング： 24MATH5F102
単位数	2
担当教員	有木 進 居室： 情報科学研究科 C 棟 2 階 C205 電話： 5891 Email： ariki@ist.osaka-u.ac.jp
質問受付	初回講義でオフィスアワーの実施場所・曜日・時間について説明する。
履修対象	
開講時期	春～夏学期 火 3 時限
場所	理/D307 講義室
授業形態	講義科目
目的と概要	群の表現は代数のみならず数学の多くの分野で現れる重要な研究対象である。とくに、対称群と複素一般線形群は種々のことがよく調べられており、代数・幾何・組合せ論の交錯した理論展開が行われる面白さがある。本講義では対称群と複素一般線形群の有限次元表現に関する標準的な内容について学ぶ。
学習目標	<ul style="list-style-type: none"> ・具体例をもとに有限群の複素表現を自由に扱えるようになる。 ・ヤング図形や標準盤の組合せ論を用いた対称群の既約表現の構成ができるようになる。 ・複素一般線形群の最高重み理論を自由に扱えるようになる。 ・ボレルとヴェイユによる幾何的な手法による既約表現の構成を扱えるようになる。
履修条件	代数学 1 を履修済であることが望ましい。
特記事項	
授業計画	<ol style="list-style-type: none"> 1. 有限群の表現と指標 2. 対称群の生成元と基本関係による表示 3. ヤング図形と標準盤 4. 対称群の半正規表現 5. 代数群と Hopf 代数 6. 複素一般線形群の有限次元表現、Hopf 代数の余加群 7. 最高重み理論 (その 1) 8. 最高重み理論 (その 2) 9. 半単純性 10. Lie 代数と微分表現 11. 複素一般線形群の有限次元既約表現の分類 12. 旗多様体 (その 1) 13. 旗多様体 (その 2) 14. Borel-Weil の定理 15. 行列式による複素一般線形群の既約表現の構成
授業外における学習	毎回配布される講義資料を理解するとともに、講義資料に記載された問を解くこと。
教科書	講義資料を配布する。
参考文献	<p>宮西正宣著、代数学 2-発展編一、裳華房</p> <p>小林俊行・大島利雄著、リー群と表現論、岩波書店</p> <p>岡田聡一著、古典群の表現論と組合せ論(上・下)、培風館</p> <p>平井武著、線形代数と群の表現 (I・II)、朝倉書店</p>

成績評価 講義内容に基づいた設問を並べたレポート課題を2回課し、各50%で評価する。

コメント

関数解析学概論

英語表記	Functional Analysis
授業コード	240781 ナンバリング： 24MATH5F104
単位数	2
担当教員	土居 伸一 居室：
質問受付	
履修対象	数学専攻 博士前期課程 各学年 選択
開講時期	春～夏学期 火 4 時限
場所	理/B308 講義室
授業形態	講義科目
目的と概要	位相が付与された線形空間で、線形演算が連続であるものを線形位相空間という。本講義では、線形位相空間(特に Hilbert 空間、Banach 空間) とそれらの間に作用する線形作用素(特に連続作用素と閉作用素) について基本事項を学ぶ。
学習目標	Hilbert 空間と Banach 空間の基礎を理解し、応用できる。
履修条件	測度論の基礎知識を仮定する。
特記事項	
授業計画	<p>1. Banach 空間 (計 4 回)</p> <ul style="list-style-type: none"> * 基本概念 * 直積空間と商空間 * 有限次元空間 * 線形作用素 (連続性、有界性、作用素ノルム) <p>2. Hilbert 空間 (計 3 回)</p> <ul style="list-style-type: none"> * 基本概念 * 直交分解 * 正規直交系 * Riesz の定理 <p>3. 線形作用素 (計 4 回)</p> <ul style="list-style-type: none"> * Baire のカテゴリー定理 * 一様有界性の定理 * 開写像定理 * 閉グラフ定理 * 閉作用素 <p>4. 線形汎関数と共役空間 (計 4 回)</p> <ul style="list-style-type: none"> * Hahn-Banach の定理 * 共役空間 * 弱位相, 汎弱位相 * 共役作用素
授業外における学習	関数解析には和洋問わず良書が多数あるので、授業の進展に合わせて

それらを参考にしつつ、予習、復習を行うこと。

教科書

参考文献

2冊挙げておくが、これ以外にも良書は多数ある。

[1] 藤田宏、黒田成俊、伊藤清三「関数解析」岩波書店

[2] 黒田成俊「関数解析」共立出版

成績評価

試験やレポートなどにより総合的に評価する。

コメント

講義内容は状況に応じて変更する可能性がある。

学部4年次、解析学3と共通。

整数論特論

英語表記	Topics in Number Theory	
授業コード	240786	ナンバリング： 24MATH6F102
単位数	2	
担当教員	森山 知則 居室：	
質問受付		
履修対象		
開講時期	春～夏学期 水 2 時限	
場所	理/B308 講義室	
授業形態		
目的と概要	保型形式から定義される L 関数 (保型的 L 関数) の解析的な性質を調べるための手法を、実例を通じて解説する。簡約 Lie 群の (無限次元) 表現論についても、保型形式の研究でよく用いられる基本事項および将来有用性が増すと思われる内容を概説する。	
学習目標	保型的 L 関数の定義や例を挙げられるようになる。 保型的 L 関数の性質を調べる手法について概要を掴んで、必要に応じて文献で調べることができる。	
履修条件	前半部分は学部 3 年程度の知識があればよい。中盤からはアデール環に関してある程度慣れていることが望ましい。一般線形群 $GL(n)$ や 2 次的一般斜交群 $GSp(4)$ などの実例を通じて解説するので、代数群の構造論に関する予備知識は前提としない。	
特記事項		
授業計画	<p>I. Lie 群論からの準備</p> <p>(1)Lie 群と等質空間 (2) 簡約 Lie 群の表現論の基礎</p> <p>II. 保型形式の空間</p> <p>(1)Gelfand,Graev,Piatetski-Shapiro の相互律 (2)Adele 群上の保型形式 (3) 実解析的 Eisenstein 級数</p> <p>III. 保型的 L 関数</p> <p>(1) 佐武同型と保型的 L 関数 (2)Langlands の「Euler products」 (3)Casselman-Shalika 公式と Shahidi 理論 (4) 保型的 L 関数の積分表示理論</p> <p>IV. Borel-Weil の定理とその一般化</p> <p>(1)Borel-Weil の定理 (2) 非コンパクト群への一般化の概説</p>	

授業外における学習	講義中に省略された計算や議論を補う。また、興味を持った項目について講義中に提示された参考文献などでさらに詳しく学ぶ。
-----------	--

教科書

参考文献

成績評価	講義中に省略された計算や議論を補う問題を出すので、それをレポートとして掲出する。成績評価はこのレポートに基づいて行う。
------	---

コメント

2. 数学専攻

解析学特論

英語表記	Topics in Analysis
授業コード	240792 ナンバリング： 24MATH6F104
単位数	2
担当教員	林 仲夫 居室：
質問受付	
履修対象	
開講時期	秋～冬学期 水 3 時限
場所	理/B308 講義室
授業形態	講義科目
目的と概要	非線形偏微分方程式の初期値問題の解の存在と漸近挙動について講義する。 この講義では 4 階非線形シュレデンガー方程式を中心として、局所解の存在、大域解の存在と漸近挙動について論じる。
学習目標	非線形分散型方程式に関する最新の結果を理解するため、偏微分方程式の基本的な知識を習得する。
履修条件	ルベーク積分、フーリエ変換および関数解析の初歩は仮定する。
特記事項	
授業計画	第 1 回 フーリエ変換とソボレフ空間 (1) 第 2 回 フーリエ変換とソボレフ空間 (2) 第 3 回 4 階シュレデンガー方程式 (1) 第 4 回 4 階シュレデンガー方程式 (2) 第 5 回 べき乗形 4 階シュレデンガー方程式 第 6 回 局所解の存在定理 (1) 第 7 回 局所解の存在定理 (2) 第 8 回 ベクトル場の方法 (1) 第 9 回 ベクトル場の方法 (2) 第 10 回 べき乗形 4 階シュレデンガー方程式の解の存在時間 第 11 回 べき乗形 4 階シュレデンガー方程式の解の漸近的振る舞い 第 12 回 微分型 4 階シュレデンガー方程式の解の存在 (1) 第 13 回 微分型 4 階シュレデンガー方程式の解の存在 (2) 第 14 回 微分型 4 階シュレデンガー方程式の解の漸近挙動 (1) 第 15 回 微分型 4 階シュレデンガー方程式の解の漸近挙動 (2)
授業外における学習	関係図書資料の調査などを通じて、講義内容を確実に理解する。
教科書	
参考文献	
成績評価	試験やレポートなどにより、総合的に評価する。
コメント	

関数解析学特論

英語表記	Topics in Functional Analysis	
授業コード	240793	ナンバリング： 24MATH6F104
単位数	2	
担当教員	土居 伸一 居室：	
質問受付		
履修対象	数学専攻 博士前期課程 各学年 選択	
開講時期	秋～冬学期 火 2 時限	
場所	理/E310 講義室	
授業形態	講義科目	
目的と概要	関数解析概論に引き続き、コンパクト作用素、自己共役作用素などの典型的な線形作用素について学ぶ。	
学習目標	コンパクト作用素、自己共役作用素などの典型的な線形作用素に関する基本事項を理解し、応用できる。	
履修条件	関数解析学概論を履修していることが望ましい。 測度論の基礎知識を仮定する。	
特記事項		
授業計画	<ol style="list-style-type: none"> 1. 非有界線形作用素 (特に閉作用素、共役作用素)(計 2 回) 2. レゾルベントとスペクトル (計 3 回) 3. コンパクト作用素と Fredholm 作用素 (計 5 回) 4. 以下の項目より題材を選んで講義する (計 5 回) <ul style="list-style-type: none"> * 対称作用素と自己共役作用素 * 自己共役作用素のスペクトル分解 * 線形作用素の半群 	
授業外における学習	関数解析には和洋問わず良書が多数あるので、授業の進展に合わせてそれらを参考にしつつ、予習、復習を行うこと。	
教科書		
参考文献	<p>2 冊挙げておくが、これ以外にも良書は多数ある。</p> <p>[1] 藤田宏、黒田成俊、伊藤清三「関数解析」岩波書店</p> <p>[2] 黒田成俊「関数解析」共立出版</p>	
成績評価	試験やレポートなどにより総合的に評価する。	
コメント	講義内容は状況に応じて変更する可能性がある。 学部 4 年次、解析学 5 と共通。	

確率論特論

英語表記	Topics in Probability Theory
授業コード	240795 ナンバリング： 24MATH6F111
単位数	2
担当教員	深澤 正彰 居室：
質問受付	水曜 5 限
履修対象	
開講時期	秋～冬学期 水 2 時限
場所	基/B102
授業形態	講義科目
目的と概要	<p>確率微分方程式の理論とその応用を講義する。確率微分方程式は現在様々な分野で応用されている理論である。例えば、数理ファイナンスの理論において、各有価証券の価格や資産過程は確率微分方程式の解として記述され、Black-Scholes 公式は確率解析の基本公式である伊藤の公式を用いて示される。</p> <p>本講義では、まず Brown 運動、確率積分、マルチンゲールといった確率解析の基本事項について解説した後、確率微分方程式に関する基礎理論を講述する。その後、偏微分方程式との関係やその他の応用など、関連した話題について説明を行う。</p>
学習目標	確率微分方程式に代表される確率解析の議論になれ、自力で数学的議論が追えるようになる。
履修条件	ルベーグ積分論を修得していること。
特記事項	特別な配慮が必要な場合は相談してください
授業計画	<ol style="list-style-type: none"> 1) 関数解析の基礎 2) 条件付き期待値と独立性 3) マルチンゲール中心極限定理 4) 任意抽出定理と Doob の不等式 5) 局所マルチンゲール 6) 二次変分 7) 伊藤積分 8) 伊藤の公式 9) BDG 不等式 10) ギルサノフ丸山変換 11) 確率微分方程式 12) 解の存在と一意性 13) 弱解の存在と一意性 14) 時間変更 15) 表現定理 <p>以上の順序で講義を進める。ただしこれはあくまでも予定であって、出席及び進捗状況によって変更することもあり得る。</p>
授業外における学習	受講者の興味に応じて、講義中で詳細を省略した箇所を補ったり、参考文献・関連文献で自習してほしい。
教科書	特に指定しない。
参考文献	<p>確率微分方程式 長井英生著 共立出版</p> <p>確率微分方程式 渡辺信三著 産業図書</p>

この他適宜紹介します.

成績評価	レポート 90%, 授業への参加態度 10%で評価する.
コメント	基礎工学研究科「確率微分方程式」, 経済学研究科「経営学特論/経営学特研」との共通講義.

2. 数学専攻

数理物理学特論

英語表記	Topics in Mathematical Physics	
授業コード	240800	ナンバリング： 24MATH6F108
単位数	2	
担当教員	高橋 篤史 居室：	
質問受付		
履修対象	大学院 各学年 選択	
開講時期	秋～冬学期 水 3 時限	
場所	理/B302 講義室	
授業形態		
目的と概要	孤立超曲面特異点のミラー対称性を題材として, 圏論的な考え方も取り入れた, 代数幾何学および数理物理学を解説する.	
学習目標	「二つの数学的対象が似ている」ということを精密に表現できるようになる.	
履修条件		
特記事項		
授業計画	孤立超曲面特異点に対する, 以下の3つの話題について講義する: 1. 位相的ミラー対称性 2. 古典的ミラー対称性 3. ホモロジー的ミラー対称性	
授業外における学習	講義で省略された詳細な証明・計算を行う.	
教科書	とくに指定しない.	
参考文献	講義中に紹介する.	
成績評価	レポートにより評価する.	
コメント		

数学特別講義 VB 「グラフ理論の話題から」

英語表記	Advanced Course in Mathematics VB	
授業コード	240970	ナンバリング： 24MATH6F112
単位数	1	
担当教員	担当未定 居室：	
	大鹿 健一 居室：	
質問受付		
履修対象		
開講時期	集中	
場所	掲示により通知	
授業形態	講義科目	
目的と概要	グラフ理論からいくつかの先進的な話題を選び、その理論について学ぶ。	
学習目標	パズル的な問題から高度な理論へと広がっていくグラフ理論の面白さを味わってほしい。	
履修条件		
特記事項	平面的グラフ, 彩色問題, その他の話題	
授業計画	<ul style="list-style-type: none"> ・ 平面グラフと Kuratowski の定理 ・ 彩色問題, リスト彩色問題 ・ 安定結婚問題と 2 部グラフの辺リスト彩色 ・ グラフのパリティ分割問題 など	
授業外における学習	授業後にノートを見返すことが望ましい。	
教科書	特に指定しない	
参考文献	特に指定しないが, 興味のある学生には下記を薦める. R. Diestel: Graph Theory. GTM 173, Springer.(最新版は 5th ed., 2017)	
成績評価	出席状況とレポートによって評価する	
コメント		

数学特別講義 VIIA 「特異多様体上のリッチフロー」

英語表記	Advanced Course in Mathematics VIIA
授業コード	241040 ナンバリング： 24MATH6F103
単位数	1
担当教員	芥川 一雄 居室： 後藤 竜司 居室：
質問受付	
履修対象	
開講時期	集中
場所	その他
授業形態	
目的と概要	いくつかの特異リーマン計量の定義を与え, その幾何的応用について簡単に解説する. 特に, 特異アインシュタイン計量の重要性を理解すること, およびその存在に向けての試みを目的とする. その後, エッジ計量という特異計量を初期計量とするリッチフローについて講義をする. 特に曲面上での理論について詳しく解説する.
学習目標	
履修条件	リーマン幾何の基礎 (曲率テンソルなど), 関数解析の基礎 (ヘルダー空間・ソボレフ空間など)
特記事項	キーワード (リッチフロー, エッジ計量)
授業計画	(1) 特異リーマン計量について, (2) 特異アインシュタイン計量の幾何的応用について, (3) 単純エッジ計量を初期計量とするリッチフローについて (4) 錐的特異点を持つ曲面上のリッチフローについて
授業外における学習	講義の内容を復習する.
教科書	(1) 小林亮一, リッチフローと幾何化予想, 培風館. (2) B.Chow-D.Knopf, The Ricci Flow, AMS.
参考文献	必要に応じて講義の中で提示する.
成績評価	出席状況とレポート.
コメント	

保険数理学特論IC

英語表記	Topics in Actuarial Mathematics IC
授業コード	241146 ナンバリング： 24MATH6F111
単位数	2
担当教員	盛田 健彦 居室：
質問受付	
履修対象	数学専攻 博士前期課程 各学年 選択
開講時期	春～夏学期 月2時限
場所	理/E304 講義室
授業形態	講義科目
目的と概要	例題や問題演習を取り入れた講義を通して応用数理学概論 I の内容の理解を深めるとともに、理論的な内容についても学習する。
学習目標	生命保険数理に現れる基本的な概念、生命年金現価、一時払い保険料、年払い保険料、責任準備金などの知識を有し、基礎的な計算ができる。
履修条件	応用数理学 5 の講義を履修している、または既習の人、応用数理学 5 の内容を、将来の職業と関連があるものと考えている人等。 確率・統計の初歩的な科目（「確率・統計」）および、常微分方程式の科目（解析学序論 2・同演義）を履修していることが望ましい。 さらに、ルベグ積分（解析学序論 1・同演義および解析学 1・同演義）を履修していると理論的な説明を理解する上で役立つ。
特記事項	
授業計画	<p>【講義内容】</p> <p>以下の項目に関係する講義、問題演習等を行う。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 導入 2. 現価計算 3. 生命表と生命確率 4. 死力 5. 死亡法則 6. 生命年金現価 7. 死亡保険、生存保険、養老保険 8. 一時払い保険料 9. 年払い保険料 10. 基本的関係式, 再帰式 11. 計算基数 12. 責任準備金 (純保険料式) 13. 連合生命確率 14. 多重脱退 15. 就業・就業不能
授業外における学習	授業内容の復習して、用語の意味を確認し、授業のポイントを整理しておくこと。
教科書	特に指定しない。
参考文献	二見隆、生命保険数学、上下、日本アクチュアリー会 黒田耕嗣、生保年金数理 I 理論編 (補訂版)、培風館
成績評価	演習問題解答レポート、小テスト等により総合的に評価。成績評価は、応用数理学 5 とは別に行う。

2. 数学専攻

コメント しっかりとした数学的学力を有し、アクチュアリーを目指す人を歓迎します。
数理・データ科学教育研究センター科目名は「保険数学演習」

保険数理学特論 IIIA

英語表記	Topics in Actuarial Mathematics IIIA
授業コード	241152 ナンバリング： 24MATH6F111
単位数	2
担当教員	盛田 健彦 居室： 山内 恒人 居室：
質問受付	
履修対象	数学専攻 博士前期課程 各学年 選択
開講時期	春～夏学期 月 4, 月 5 時限
場所	理/B202 講義室
授業形態	講義科目
目的と概要	保険、特に生命保険について概要と制度、法的側面について理解を深めることを目的とする。
学習目標	生命保険について概要と制度、法的側面について理解できる。
履修条件	特になし。他に開講されている「応用数理学概論 I」、「保険数理学特論!C」などの保険数理関連講義を同時に受講することをお勧めする。
特記事項	
授業計画	<p>【講義内容】</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 保険概説 2. 生命保険の用語と登場人物 1 3. 生命保険の用語と登場人物 2 4. 保険法概説 1 契約の成立・効力 1 5. 保険法概説 2 契約の成立・効力 2 6. 保険法概説 3 契約の履行 1 7. 保険法概説 4 契約の履行 2 8. 保険法概説 5 契約の履行 3 9. 保険法概説 6 契約の終了 1 10. 保険法概説 7 契約の終了 2 11. 保険法概説 8 契約の終了 3 12. 生命保険の証券化 1 老後保障とファイナンス 13. 生命保険の破たん 1 事例と前提 14. 生命保険の破たん 2 事例と理由 15. 確認講義とレポートの指針 <p>以上の項目 (テーマ) の順序で講義を進める。ただし、これは予定であり変更することがある。</p>
授業外における学習	授業内容を復習し、用語の意味を確認し、授業のポイントを整理しておくこと。
教科書	教材としては特に指定しません。基本となる講義資料は授業中に配布します。
参考文献	山下友信・米山高生著「保険法解説」(有斐閣) 山内恒人著「生命保険数学の基礎」(東京大学出版会) ニッセイ基礎研究所「概説 日本の生命保険」(日本経済新聞出版社)

2. 数学専攻

成績評価	講義時における出席、議論への参加とレポートをもとに総合評価 (期末試験は行わない)
コメント	数理・データ科学教育研究センターの科目名は「リスク理論 1」。

保険数理学特論 IIIB

英語表記	Topics in Actuarial Mathematics IIIB
授業コード	241153 ナンバリング： 24MATH6F111
単位数	2
担当教員	盛田 健彦 居室： 山内 恒人 居室：
質問受付	
履修対象	数学専攻 博士前期課程 各学年 選択
開講時期	秋～冬学期 月 4, 月 5 時限
場所	理/B202 講義室
授業形態	講義科目
目的と概要	生命保険会社の設立から保険料策定、責任準備金の役割、最終的にリスク管理にいたる生命保険の設立と運営に必要な事柄をリスク管理の立場から俯瞰する。
学習目標	生命保険会社の設立から保険料策定、責任準備金の役割、最終的にリスク管理にいたる生命保険の設立と運営に必要な事柄の基本的事項をリスク管理の立場で理解できるようにする。
履修条件	第1学期の「保険数理学特論 III A」と同じく他の生命保険数理に関する授業を受講していることが望ましい。
特記事項	
授業計画	<p>【講義内容】</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 生命保険会社の設立 1 保険会社の設立の意味は何か 2. 生命保険会社の設立 2 保険会社を設立するには何をどうすればよいのか 3. 生命保険会社の商品政策 1 商品を作成する 1 4. 生命保険会社の商品政策 2 商品を作成する 2(金利) 5. 生命保険会社の商品政策 3 商品を作成する 3(発生率) 6. VaR と保険料 7. 責任準備金 1 なぜ責任準備金が必要なのか 8. 責任準備金 2 責任準備金と会社の負担 9. リスク管理 (目的) 10. リスク管理 (保険料設定) 11. リスク管理 (格付けと安全割増) 12. ERM 概論 13. 会計と MCEV 14. MCEV 計算 15. MCEV とレポートの指針 <p>以上の項目(テーマ)の順序で講義を進める。ただし、これは予定であり変更することがある。</p>
授業外における学習	授業内容を復習し、用語の意味を確認し、授業のポイントを整理しておくこと。
教科書	教材としては特に指定しません。基本となる講義資料は授業中に配布します。
参考文献	山下友信・米山高生著「保険法解説」(有斐閣) 山内恒人著「生命保険数学の基礎」(東京大学出版会) ニッセイ基礎研究所「概説 日本の生命保険」(日本経済新聞出版社)

2. 数学専攻

ニール・A・ドハーティ (森平・米山訳) 「統合リスクマネジメント」(中央経済社)

成績評価	講義時における出席、議論への参加とレポートをもとに総合評価(期末試験は行わない)
コメント	数理・データ科学教育研究センターの科目名は「リスク理論2」。

数学特別講義IXA「作用素論・行列解析入門」

英語表記	Advanced Course in Mathematics IXA
授業コード	241330 ナンバリング：24MATH6F111
単位数	1
担当教員	佐野 隆志 居室： 藤原 彰夫 居室：
質問受付	
履修対象	
開講時期	集中
場所	掲示により通知
授業形態	講義科目
目的と概要	Operator Theory, Matrix Analysis とよばれる分野での諸結果について解説を行う。授業計画に述べるような、作用素・行列に関わる諸概念と結果を扱う。
学習目標	作用素や行列の諸概念や諸結果を理解すること。
履修条件	関数解析の基本的知識があれば望ましい。
特記事項	
授業計画	以下の事柄について講義を行う。 <ul style="list-style-type: none"> ・ファンクショナルカルキュラス ・作用素不等式 ・作用素 (行列) 単調関数 ・条件付負性 ・作用素 (行列) 凸関数 ・慣性の決定問題 など。
授業外における学習	前回までの授業内容を復習しておくこと。授業時に示す課題についてレポートを作成すること。
教科書	特になし。
参考文献	必要に応じて講義の中で紹介する。
成績評価	出席状況とレポートにより評価する。
コメント	

2. 数学専攻

2.2 後期課程

特別講義 VB 「グラフ理論の話題から」(数学専攻)

英語表記	Current Topics VB	
授業コード	241335	ナンバリング： 24MATH7F112
単位数	1	
担当教員	大鹿 健一 居室：	
	担当未定 居室：	
質問受付		
履修対象		
開講時期	集中	
場所	掲示により通知	
授業形態	講義科目	
目的と概要	グラフ理論からいくつかの先進的な話題を選び, その理論について学ぶ.	
学習目標	パズル的な問題から高度な理論へと広がっていくグラフ理論の面白さを味わってほしい.	
履修条件		
特記事項	平面的グラフ, 彩色問題, その他の話題	
授業計画	<ul style="list-style-type: none"> ・平面グラフと Kuratowski の定理 ・彩色問題, リスト彩色問題 ・安定結婚問題と 2 部グラフの辺リスト彩色 ・グラフのバリティー分割問題 など	
授業外における学習	授業後にノートを見返すことが望ましい。	
教科書	特に指定しない	
参考文献	特に指定しないが, 興味のある学生には下記を薦める. R. Diestel: Graph Theory. GTM 173, Springer.(最新版は 5th ed., 2017)	
成績評価	出席状況とレポートによって評価する	
コメント		

2. 数学専攻

特別講義 VIA 「極小モデル理論と導来圏」(数学専攻)

英語表記	Current Topics VIA	
授業コード	241336	ナンバリング： 24MATH7F102
単位数	1	
担当教員	川又 雄二郎 居室：	
	大川 新之介 居室：	
質問受付		
履修対象		
開講時期	集中	
場所	掲示により通知	
授業形態	講義科目	
目的と概要	代数多様体の導来圏を定義し、トーリック多様体の場合に極小モデル理論との対応を証明し、商特異点に対する導来マックイ対応について解説する。	
学習目標	導来圏に親しみ、極小モデル理論における標準因子との関係に興味を持つ。	
履修条件	代数学の基礎(群とその表現、環と加群、体とガロア理論)と代数多様体の定義についての知識があれば望ましい。	
特記事項	代数多様体、導来圏、極小モデル理論	
授業計画	<ol style="list-style-type: none"> 1. 導来圏の定義 2. トーリック多様体の基礎 3. 標準因子と極小モデル理論 4. トーリック極小モデル理論に対する導来圏の変化 5. アーベル群の場合や3次元の場合の導来マックイ対応 	
授業外における学習	授業後にノートを見返すことが望ましい。	
教科書	特に指定しない	
参考文献		
成績評価	出席状況とレポート	
コメント		

特別講義 VIIA 「特異多様体上のリッチフロー」(数学専攻)

英語表記	Current Topics VIIA	
授業コード	241338	ナンバリング：24MATH7F103
単位数	1	
担当教員	芥川 一雄 居室：	
	後藤 竜司 居室：	
質問受付		
履修対象		
開講時期	集中	
場所	掲示により通知	
授業形態		
目的と概要	<p>いくつかの特異リーマン計量の定義を与え、その幾何的応用について簡単に解説する。 特に、特異アインシュタイン計量の重要性を理解すること、およびその存在に向けての試みを目的とする。 その後、エッジ計量という特異計量を初期計量とするリッチフローについて講義をする。 特に曲面上での理論について詳しく解説する</p>	
学習目標		
履修条件	リーマン幾何の基礎(曲率テンソルなど)、関数解析の基礎(ヘルダー空間・ソボレフ空間など)	
特記事項	キーワード(リッチフロー, エッジ計量)	
授業計画	<p>(1) 特異リーマン計量について、 (2) 特異アインシュタイン計量の幾何的応用について、 (3) 単純エッジ計量を初期計量とするリッチフローについて (4) 錐的特異点を持つ曲面上のリッチフローについて</p>	
授業外における学習	講義の内容を復習する。	
教科書	<p>参考書として、(1) 小林亮一, リッチフローと幾何化予想, 培風館. (2) B.Chow-D.Knopf, The Ricci Flow, AMS.</p>	
参考文献	必要に応じて講義の中で提示する。	
成績評価	出席状況とレポート。	
コメント		

2. 数学専攻

特別講義 VIIIA 「置換規則力学系と数論」 (数学専攻)

英語表記	Current Topics VIIIA	
授業コード	241340	ナンバリング: 24MATH7F104
単位数	1	
担当教員	秋山 茂樹 居室:	
	杉田 洋 居室:	
質問受付		
履修対象		
開講時期	集中	
場所	掲示により通知	
授業形態	講義科目	
目的と概要	<p>自己誘導構造は、多くの力学系や数論的アルゴリズムに表れるある種の自己相似的な構造である。この構造が見つかりシステムの周期軌道の分布などの詳しい情報がわかる場合が多い。置換規則力学系は自己誘導構造のもっとも簡単なモデルである。本講義では置換規則の定義と基本性質から始め、それが数論の問題と</p> <p>いかに密接に関連しているかを多数の例を通じて解説する。さらに置換規則力学系の高次元化であるタイル張り力学系の応用に関して解説する。</p>	
学習目標	置換規則力学系の基礎的な理論を理解し自己誘導構造のコード化に用いることができるようになる。	
履修条件	代数学、実解析、複素解析の基礎事項に関する知識があることが望ましい。	
特記事項	キーワード:自己誘導構造、Pisot 数、準結晶	
授業計画	<ol style="list-style-type: none"> 1) 自己誘導構造と置換規則 2) 置換規則力学系の基礎 3) タイル張り力学系 (強非周期性、準離散性など) 	
授業外における学習		
教科書	特に指定しない。	
参考文献	講義のなかで紹介する。	
成績評価	出席とレポートを総合的に評価する。	
コメント		

特別講義 IXA 「作用素論・行列解析入門」(数学専攻)

英語表記	Current Topics IXA	
授業コード	241342	ナンバリング： 24MATH7F111
単位数	1	
担当教員	佐野 隆志 居室：	
	藤原 彰夫 居室：	
質問受付		
履修対象		
開講時期	集中	
場所	掲示により通知	
授業形態	講義科目	
目的と概要	Operator Theory, Matrix Analysis とよばれる分野での諸結果について解説を行う。授業計画に述べるような、作用素・行列に関わる諸概念と結果を扱う。	
学習目標	作用素や行列の諸概念や諸結果を理解すること。	
履修条件	関数解析の基本的知識があれば望ましい。	
特記事項		
授業計画	<p>以下の事柄について講義を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ファンクショナルカルキュラス ・作用素不等式 ・作用素(行列)単調関数 ・条件付負性 ・作用素(行列)凸関数 ・慣性の決定問題 <p>など。</p>	
授業外における学習	前回までの授業内容を復習しておくこと。授業時に示す課題についてレポートを作成すること。	
教科書	特になし。	
参考文献	必要に応じて講義の中で紹介する。	
成績評価	出席状況とレポートにより評価する。	
コメント		

2. 数学専攻

特別講義 (S)I(数学専攻)

英語表記	Current Topics (S) I	
授業コード	241561	ナンバリング： 24MATH7F100
単位数	2	
担当教員	森山 知則 居室：	
質問受付		
履修対象	数学専攻 博士前期課程 各学年 選択	
開講時期	春～夏学期 水 2 時限	
場所	理/B308 講義室	
授業形態		
目的と概要	<p>代数多様体の分類問題とそのディオファントス問題との関連を解説する。代数曲線はその種数によって分類されるが、それ高次元化する試みは現代代数幾何の中心的なテーマである。本講義では、飯高による小平次元を用いた高次元代数多様体の分類理論を概観する。また、代数多様体の分類が、方程式の整数解や有理数解を調べるディオファントス問題との関連についても触れる予定である。ただし、受講生の理解度と興味によって内容に多少の変更が生じる可能性がある。</p>	
学習目標		
履修条件	学部で習う代数学や幾何学に慣れ親しんでいることが望ましい。	
特記事項		
授業計画	<p>以下の内容について数回ずつ講義する。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 代数多様体 2. 因子と直線束 3. 代数曲線の分類とディオファントス問題 4. 交叉理論 5. 高次元代数多様体の分類 6. デイオファントス幾何 	
授業外における学習		
教科書	特に指定しない。	
参考文献	講義中に紹介する。	
成績評価	出席、レポートあるいは試験などにより総合的に評価する。	
コメント		

特別講義 (S)II(数学専攻)

英語表記	Current Topics (S) II	
授業コード	241562	ナンバリング： 24MATH7F100
単位数	2	
担当教員	大鹿 健一 居室：	
質問受付		
履修対象	数学専攻 博士後期課程 各学年 選択	
開講時期	秋～冬学期 金 3 時限	
場所	理/B308 講義室	
授業形態	講義科目	
目的と概要	位相幾何学概論の講義を受けた上で特別の課題をこなす	
学習目標	位相幾何学概論 I の内容に加えて特別の課題がこなせるようになる。	
履修条件		
特記事項	この講義は博士後期課程の学生が、位相幾何学概論 1 を受講した上に、進んだ課題を行うものである	
授業計画	講義の内容については位相幾何学概論 1 を参照	
授業外における学習	与えられた課題に解をあたえること。	
教科書		
参考文献		
成績評価	課題のレポート	
コメント		

2. 数学専攻

特別講義 (S)III(数学専攻)

英語表記	Current Topics (S) III	
授業コード	241563	ナンバリング： 24MATH7F100
単位数	2	
担当教員	林 仲夫 居室：	
質問受付		
履修対象		
開講時期	秋～冬学期 水 3 時限	
場所	理/B308 講義室	
授業形態	講義科目	
目的と概要	非線形偏微分方程式の初期値問題の解の存在と漸近挙動について講義する。 この講義では 4 階非線形シュレデンガー方程式を中心として、局所解の存在、大域解の存在と漸近挙動について論じる。	
学習目標	非線形分散型方程式に関する最新の結果を理解するため、偏微分方程式の基本的な知識を習得する。	
履修条件	ルベグ積分、フーリエ変換および関数解析の初歩は仮定する。	
特記事項	なし	
授業計画	第 1 回 フーリエ変換とソボレフ空間 (1) 第 2 回 フーリエ変換とソボレフ空間 (2) 第 3 回 4 階シュレデンガー方程式 (1) 第 4 回 4 階シュレデンガー方程式 (2) 第 5 回 べき乗形 4 階シュレデンガー方程式 第 6 回 局所解の存在定理 (1) 第 7 回 局所解の存在定理 (2) 第 8 回 ベクトル場の方法 (1) 第 9 回 ベクトル場の方法 (2) 第 10 回 べき乗形 4 階シュレデンガー方程式の解の存在時間 第 11 回 べき乗形 4 階シュレデンガー方程式の解の漸近的振る舞い 第 12 回 微分型 4 階シュレデンガー方程式の解の存在 (1) 第 13 回 微分型 4 階シュレデンガー方程式の解の存在 (2) 第 14 回 微分型 4 階シュレデンガー方程式の解の漸近挙動 (1) 第 15 回 微分型 4 階シュレデンガー方程式の解の漸近挙動 (2)	
授業外における学習	関係図書資料の調査などを通じて、講義内容を確実に理解する。	
教科書		
参考文献		
成績評価	試験、演習およびレポートなどにより総合的に評価する。	
コメント		

発行年月日 平成 29 年 4 月 19 日
発行 大阪大学大学院理学研究科 大学院係
製版 大阪大学大学院理学研究科 物理学専攻 山中 卓
URL <http://www.sci.osaka-u.ac.jp/students/syllabus2016/graduate/index-jp.html>

この冊子は、KOAN のデータを元に Python と L^AT_EX 2_ε を用いて自動生成しました。
レイアウトは大阪大学コミュニケーションデザイン・センターのシラバスを参考にしました。