

大学院授業科目内容一覧

数理科学研究科

\* 客員教員及び非常勤講師

科目番号	科目名	単位	学期	◎選択必修	担当教員氏名
901-02	整数論	2	S semester	選択必修	三枝 洋一
授業の目標、概要	保型形式を扱うための現代的な手法である保型表現論について，入門的な講義を行う．また，局所対称空間のコホモロジーと保型表現の関係についても解説を行う．				
授業のキーワード	保型表現，保型形式，アデール，大域 Langlands 対応，局所 Langlands 対応， $(g, K)$ コホモロジー，局所対称空間				
授業計画	以下の内容を予定しているが，進み方によって変更の可能性もある． 1. 保型形式から保型表現へ 2. アデール上の保型形式 3. Harish-Chandra の有限性定理 4. 保型表現の定義 5. テンソル積分解 6. 局所成分の記述（佐武同型，Harish-Chandra 同型，局所 Langlands 対応） 7. 大域 Langlands 対応の定式化 8. 保型スペクトル分解 9. $(g, K)$ コホモロジー 10. 局所対称空間のコホモロジーと保型表現（松島・村上同型，Borel-Casselman の定理，Franke の定理）				
授業の方法	講義形式で行う．				
成績評価方法	レポートによる．				
教科書	使用しない．				
参考書	講義中に指示する．				
履修上の注意	特になし．				
901-11	力学系	2	S semester	選択	足助 太郎
講義題目	力学系				
授業の目標、概要	力学系に関する基本的な事柄，例えば半群，群，擬群やその作用（≒「力学系」とは何か）いくつかの基本的な例，特に多様体の自己同相写像やベクトル場から得られる力学系固定点，周期点，軌道，極小集合（minimal set）や極限集合（limit set）などの基本的な概念などについて概説する．さしあたり Poincaré-Bendixson の定理 Poincaré-Hopf の定理（の力学系的な理解）などの主張が理解できるようになることを目標とする．余裕があれば他の事柄についても触れたい． なお，これらは予定であって，受講者の持つ基礎知識や興味により変更する可能性がある．力学系に関する予備知識は仮定しない．一方，（可微分）多様体に関する基礎知識（数学科の3年程度）は仮定する．				
授業のキーワード	力学系，作用，群				
授業計画	講義において示す．				
授業の方法	講義による．				
成績評価方法	講義において示す．レポートにより評価する予定である．				
教科書	指定しない．				
参考書	講義において示す．				
履修上の注意	数理科学研究科以外の学生の履修に関しては，所属する学科などによく確認すること．				

科目番号	科目名	単位	学期	◎選択必修	担当教員氏名
901-13	線形微分方程式論	2	S semester	選択必修	伊藤 健一
授業の目標、概要	線形偏微分方程式を論じるうえで基礎となる Schwartz 超関数論の諸性質を紹介する。なるべく整理された解説を試みる。				
授業のキーワード	位相ベクトル空間, Schwartz 超関数, Schwartz 核定理				
授業計画	概ね以下の流れに沿う： 1. 関数空間とその位相 2. 超関数の空間 3. 作用素核				
授業の方法	講義形式				
成績評価方法	レポートによる				
教科書	なし				
参考書	垣田高夫「シュワルツ超関数入門」(日本評論社) Kôsaku Yosida, Functional analysis, Springer François Trèves, Topological Vector Spaces, Distributions and Kernels, Academic Press				
履修上の注意	特に無し				
901-14	スペクトル理論	2	A semester	選択必修	河東 泰之
講義題目	スペクトル理論				
授業の目標、概要	対称作用素と自己共役作用素, 有界自己共役作用素のスペクトル分解, 非有界自己共役作用素のスペクトル分解, 及びその応用を扱う。				
授業のキーワード	関数解析, 対称作用素, 自己共役作用素, スペクトル分解				
授業計画	関数解析学の基本的知識を前提に, 閉作用素, 対称作用素, 自己共役作用素などについて議論する。(非有界)自己共役作用素のスペクトル分解を説明する。				
授業の方法	毎週講義を行う。				
成績評価方法	レポートによる。				
教科書	なし。				
参考書	[1] 新井朝雄, 江沢洋, 「量子力学の数学的構造 I」, 朝倉書店, 1999. [2] M. Reed, B. Simon, "Methods of Modern Mathematical Physics, I: Functional Analysis", Academic Press, 1980.				
履修上の注意	特になし。				
関連ホームページ	<a href="https://www.ms.u-tokyo.ac.jp/~yasuyuki/">https://www.ms.u-tokyo.ac.jp/~yasuyuki/</a>				

科目番号	科目名	単位	学期	◎選択必修	担当教員氏名
901-16	関数解析学	2	S semester	選択	下村 明洋
講義題目	関数解析学				
授業の目標、概要	関数解析の基礎について講義する。主に、無限次元のバナッハ空間及びヒルベルト空間と、それらに於ける線型作用素について講義する。				
授業のキーワード	関数解析, バナッハ空間, ヒルベルト空間, 線型作用素				
授業計画	<p>概ね以下の内容を講義する予定である。これらは予定であり、以下の項目を変更（省略、追加、順序の変更等）をする事があり得る。また、以下の各項目は各回の内容に対応するものではない。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. バナッハ空間, バナッハ空間の例</li> <li>2. ヒルベルト空間, ヒルベルト空間の例</li> <li>3. ヒルベルト空間に於ける射影定理, 完全正規直交系</li> <li>4. 線型作用素, 有界作用素, 有界作用素の例</li> <li>5. 双対空間とその実例</li> <li>6. ヒルベルト空間に於けるリースの表現定理</li> <li>7. 閉作用素と前閉作用素</li> <li>8. ベールのカテゴリー定理</li> <li>9. 一様有界性の原理</li> <li>10. 開写像定理, 閉グラフ定理</li> <li>11. ハーン・バナッハの定理とその応用</li> <li>12. 反射的バナッハ空間</li> <li>13. 弱収束と汎弱収束</li> </ol>				
授業の方法	講義による。				
成績評価方法	レポートによる。				
教科書	教科書は使用しない。				
参考書	授業中に指示をする。				
履修上の注意	ルベーグ積分論の基礎を仮定する。				
その他	数理分類番号：531				

科目番号	科目名	単位	学期	◎選択必修	担当教員氏名
901-17	確率解析学	2	A Semester	選択	会田 茂樹
講義題目	確率微分方程式論				
授業の目標、概要	この講義では、セミマルチンゲールに関する確率積分、ブラウン運動に関する確率微分方程式について基礎的な部分から解説を行う。ただし、離散マルチンゲールについてはある程度理解していることが望ましい。時間があれば、ラフパスの導入的な話もしたい。				
授業のキーワード	マルチンゲール、ブラウン運動、マルコフ性、確率積分、伊藤の公式、確率微分方程式、強い解、弱い解、マルチンゲール問題、生成作用素、放物型方程式、Feynman-Kac の公式、ドリフトの変換、Stochastic flow, Cameron-Martin- 丸山 -Grisanov の公式				
授業計画	概ね以下の順番で話をするが、各項目が1回の授業内容ではないこと、適宜軌道修正を行い講義することに注意して欲しい。 1. 確率過程の基礎概念 2. ブラウン運動 3. マルチンゲール 4. 確率積分 5. 伊藤の公式 6. 確率微分方程式、強い解の存在と一意性 7. 確率微分方程式の解のマルコフ性 8. 確率微分方程式、弱い解 9. Cameron-Martin- 丸山 -Grisanov の公式 10. 確率微分方程式の例 11. マルチンゲール問題 12. 放物型方程式との関係、Feynman-Kac の公式 13. ラフパスと確率微分方程式				
授業の方法	板書による講義を行う。				
成績評価方法	レポートによる。				
教科書	教科書は用いない。				
参考書	1. I. Karatzas and S. E. Shreve, Brownian motion and Stochastic Calculus, Graduate texts in mathematics, Springer, 1998. 2. 確率解析, 楠岡成雄, 知泉書館, 2018. 3. 確率微分方程式, 谷口説男, 共立出版, 2016. 4. 長井英生, 確率微分方程式, 共立出版, 1999. 5. D. Revuz and M. Yor, Continuous martingales and Brownian motion, Springer, 1998.				
履修上の注意	離散マルチンゲールを理解しておくことが望ましい。				

科目番号	科目名	単位	学期	◎選択必修	担当教員氏名
901-18	基礎解析学概論	2	Aセメスター	選択必修	下村 明洋
講義題目	基礎解析学概論（実解析の基礎）				
授業の目標、概要	実解析や関数空間の基礎について講義する。L <sup>p</sup> 空間（の続論）とソボレフ空間の基礎が主題である。				
授業のキーワード	実解析，関数空間，フーリエ解析，関数解析				
授業計画	<p>概ね以下の内容を講義する予定である。これらは予定であり，以下の項目の変更（省略，追加，順序の変更等）をする事があり得る。また，以下の各項目は各回の内容に対応するものではない。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. L<sup>p</sup>空間に関連する基本事項の確認</li> <li>2. L<sup>p</sup>空間の双対空間</li> <li>3. Riesz-Thorin の補間定理</li> <li>4. Riesz-Thorin の補間定理の積分作用素への応用</li> <li>5. 分布関数</li> <li>6. 弱 L<sup>p</sup>空間</li> <li>7. Marcinkiewicz の補間定理</li> <li>8. Marcinkiewicz の補間定理の積分作用素への応用</li> <li>9. Hardy-Littlewood-Sobolev の不等式</li> <li>10. 弱微分と Sobolev 空間</li> <li>11. Fourier 変換の基本事項の確認と Hausdorff-Young の不等式</li> <li>12. Fourier 変換と Sobolev 空間</li> <li>13. Sobolev 埋蔵定理</li> </ol>				
授業の方法	講義による。				
成績評価方法	レポートによる。				
教科書	教科書は使用しない。				
参考書	授業中に指示をする。				
履修上の注意	ルベーグ積分論とフーリエ解析（学部3年までの学習範囲）の基礎を仮定する。 また，関数解析学の基礎を理解している事が望ましい。				
その他	数理分類番号：533				

科目番号	科目名	単位	学期	◎選択必修	担当教員氏名
901-21	リー環論	2	Ssemester	選択必修	寺田 至
講義題目	ヤング図形に関連する組合せ論				
授業の目標、概要	具体的な題材を通じて、組合せ論的な概念や考え方、および組合せ論と他の分野とに関連する対象のおもしろさについて学ぶ。今回も、対称群や一般線型群の表現論に現れる Young 図形や Littlewood-Richardson 係数などに関する組合せ論の話題を取り上げて考察することにより、組合せ論的な対象や考察が表現論や幾何と結びつく様子を理解できるようになる。				
授業のキーワード	一般線型群, 対称群, Littlewood-Richardson 盤, Littlewood-Richardson 則, Young 盤, Young 図形, 組合せ論, 表現				
授業計画	Young 図形・Young 盤は、対称群や一般線型群の表現に関する種々の量を書き表すのに用いられる組合せ論的な構成物である。これに関して、Lascoux, Schützenberger をはじめとする人たちによって、鮮やかな組合せ論が展開されてきたが、その一部については、近年になって表現論とのつながりがより具体的に理解されるようになった。例えば、Littlewood-Richardson 則は、一般線型群の表現で言えば既約表現のテンソル積を既約分解したときの重複度を、Littlewood-Richardson 盤と呼ばれる、特別な条件をみたす Young 盤の個数として表す規則であるが、これも量子群の結晶基底を用いた Kashiwara-Nakashima の結果によって具体的に理解されるようになった。一方、Green や Klein により、Hall 多項式の計算に伴って明らかにされたように、離散付値環上の有限長加群とその部分加群との対から、Littlewood-Richardson 盤を定める方法がある。これにより、Littlewood-Richardson 盤の組合せ論の背後に、こうした部分加群や、その全体がなす多様体の幾何的な現象を考えることができる場合もある。このような、組合せ論と表現論や幾何の接点となるような話題を取り上げて考察したい。				
授業の方法	板書による講義を行う。参考資料を配布することもありうる。				
成績評価方法	レポートによる。				
教科書	特に用いない。				
参考書	参考文献は必要に応じて講義中に提示する。				
履修上の注意	一部では代数学の基本的な力が必要とされる。対称群や一般線型群の表現の知識があれば、より多面的に理解を深めることができる。				
901-24	表現論	2	Ssemester	選択	阿部 紀行
講義題目	p 進群の p 進表現論				
授業の目標、概要	p 進群の、p 進体を係数とする連続表現の基本理論を理解する。				
授業のキーワード	p 進群, p 進表現				
授業計画	p 進関数解析について論じた後、p 進局所解析的表現および p 進 Banach 表現の一般的な理論を論ずる。また、具体的ないくつかの表現に対して、その構造の解説を行う。				
授業の方法	講義による。				
成績評価方法	レポートによる。				
教科書	特になし。				
参考書	授業中に提示する。				
履修上の注意	復習を行うことが望ましい。				

科目番号	科目名	単位	学期	◎選択必修	担当教員氏名
901-25	数理構造概論	2	S Semester	選択必修	古田 幹雄
講義題目	詳細は、掲示板等によりお知らせします。				
901-26	非線形数理	2	S Semester	選択必修	松井 千尋、時弘 哲治、WILLOX RALPH
授業の目標、概要	3～4人の教員がオムニバス形式で、様々な分野における自然現象を記述する数理モデルやセルオートマトンの構成法及び、それらの数理的モデルの解析について講義する。今年度予定されるトピックは、可解格子模型、ソリトン、感染症や渋滞の離散的数理モデル、生物医学における現象（血管新生、遺伝子の転写など）の数理的記述などである。				
授業のキーワード	数理モデル化、離散的数理モデル、超離散化、セルオートマトン、転写、感染症、ソリトン、可解格子模型、統計力学、ヤン・バクスター方程式				
授業計画	次の項目について各4コマ～5コマで解説する。 (1) 非線形可積分方程式系及びそれに付随する離散力学系やセルオートマトンの数理構造について解説する。 (2) 数理モデルの一般論とその数理医学関連のトピックへの応用について解説する。 (3) 量子可積分系の数理構造と、その応用である量子統計や量子場の理論について解説する。				
授業の方法	3～4人の教員がオムニバス形式で様々な自然現象の数理的モデルによるモデル化について講義する。				
成績評価方法	レポート提出（詳細を授業中に明示する）				
教科書	特に指定しない				
参考書	講義中に指示する				
履修上の注意	特に専門的な数学の知識は必要としない。教養課程で学んだ数学の知識があれば十分である。自然・社会現象とその数学的な記述について関心を持つ学生の聴講を期待する。				

科目番号	科目名	単位	学期	◎選択必修	担当教員氏名
901-27	確率過程論	2	S semester	選択必修	吉田 朋広
講義題目	マルチンゲール理論				
授業の目標、概要	確率過程の中の重要なクラスであるマルチンゲールについて講義する。主に離散時間の場合を扱い、条件付き期待値の定義から始め、収束定理、停止時間と任意抽出定理、各種のマルチンゲール不等式、マルチンゲール中心極限定理などについて述べる。連続時間マルチンゲールにも触れる予定である。				
授業のキーワード	マルチンゲール、フィルトレーション、マルチンゲール収束定理、停止時間、任意抽出、不等式、マルチンゲール中心極限定理、連続時間マルチンゲール				
授業計画	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 条件つき期待値</li> <li>2. マルチンゲール</li> <li>3. マルチンゲールの性質</li> <li>4. マルチンゲール変換</li> <li>5. 停止時間</li> <li>6. 収束定理</li> <li>7. 一様可積分性</li> <li>8. マルチンゲールの分解</li> <li>9. 可閉性</li> <li>10. 任意抽出定理</li> <li>11. バックワードマルチンゲール</li> <li>12. マルチンゲール中心極限定理</li> <li>13. 連続マルチンゲール</li> </ol>				
授業の方法	講義をする。				
成績評価方法	原則試験による。				
教科書	なし。				
参考書	Durrett, Richard: Probability: theory and examples. Second edition. Duxbury Press, Belmont, CA, 1996 伊藤 清：確率論。岩波基礎数学選書 岩波書店 1991 Neveu, J. : Discrete-parameter martingales. Translated from the French by T. P. Speed. Revised edition. North-Holland Mathematical Library, Vol. 10. North-Holland Publishing Co., Amsterdam-Oxford; American Elsevier Publishing Co., Inc., New York, 1975 Shiryayev, A. N. :Probability. Translated from the first (1980) Russian edition by R. P. Boas. Second edition. Graduate Texts in Mathematics, 95. Springer-Verlag, New York, 1996 Williams, David: Probability with martingales. Cambridge Mathematical Textbooks. Cambridge University Press, Cambridge, 1991				
履修上の注意	確率統計学 I の内容を学んでいることが好ましい。マルチンゲールは確率解析を学習する際に必須となる。				
その他	質問は講義のとき、あるいはアポイントメントをとってください。				



科目番号	科目名	単位	学期	◎選択必修	担当教員氏名
901-28	数値解析学	2	S semester	選択	柏原 崇人
講義題目	理論的な数値解析の基礎				
授業の目標、概要	理論的な数値解析学の基礎について学ぶ。厳密解の計算がほぼ不可能な数式（数理モデル）の解の様子を知りたいければ、コンピュータを用いた数値シミュレーションが有力な選択肢となるが、その際用いられる近似・離散化手法の導出や妥当性の証明は非自明な問題である。この講義では、連立一次方程式や偏微分方程式といった問題に現れる代表的な数値計算手法を紹介した上で、それらの手法に対する理論的・数学的な結果（たとえば近似解の収束証明）について解説する。なお、授業の進度によって内容を変更することがある。				
授業のキーワード	数値解析・近似・離散化				
授業計画	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 連立一次方程式に対する共役勾配法</li> <li>2. 固有値問題に対する QR 法</li> <li>3. 偏微分方程式に対する差分法</li> <li>4. 偏微分方程式に対する有限要素法</li> <li>5. 高速フーリエ変換</li> <li>6. 複素関数論と数値積分</li> </ol>				
授業の方法	講義形式で行う				
成績評価方法	レポートによって評価する				
教科書	指定しない				
参考書	杉原正顯・室田一雄『数値計算法の数理』（岩波書店・1994年） 森正武『数値解析』（共立出版・2002年） 山本哲朗『数値解析入門』（サイエンス社・2003年） 菊地文雄・齊藤宣一『数値解析の原理－現象の解明をめざして』（岩波書店・2016年）				
履修上の注意	学部3年レベルの初等的な数値解析の知識があれば授業の理解の助けとなる。ただし、それを知っていることを前提とはしない。				
その他	数理分類番号：551				

科目番号	科目名	単位	学期	◎選択必修	担当教員氏名
901-29	数理統計学	2	Ssemester	選択	吉田 朋広
講義題目	漸近推測理論入門				
授業の目標、概要	統計推測の漸近理論の基礎概念を、独立観測のモデルにおいて平易に解説する。確率統計学I等で学んだ大数の法則、中心極限定理を使って漸近理論を構成する。				
授業のキーワード	大標本理論, 中心極限定理, 多項分布の検定, 尤度比検定, ワンステップ推定量, M 推定量の漸近正規性, 最小コントラスト推定, 大数の法則と一様性, 最尤推定量, 確率分布, 漸近理論				
授業計画	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 最尤推定</li> <li>2. 大数の法則と一様性</li> <li>3. 最小コントラスト推定</li> <li>4. M 推定量の漸近正規性</li> <li>5. ワンステップ推定量</li> <li>6. 尤度比検定</li> <li>7. 多項分布の検定</li> <li>8. 情報量規準</li> </ol>				
授業の方法	講義をする。				
成績評価方法	原則的に試験による。				
教科書	なし。				
参考書	Rao, C. R. : Linear statistical inference and its applications. 2nd ed. Wiley 1973 奥野忠一 他訳. 統計的推測とその応用 (原著第2版) : 東京図書 1977 柳井晴夫, 竹内 啓 : 射影行列・一般逆行列・特異値分解. UP 応用数学選書 10. 東京大学出版会 1983. 柴田義貞 : 正規分布 -- 特性と応用. 東京大学出版会 1981 Ferguson, Th. S. : A course in large sample theory. London Weinheim New York Tokyo Melbourne Madras: Chapman & Hall 1996 Lehmann, E. L. : Elements of large-sample theory. New York Berlin Heidelberg: Springer 1999 赤平昌文 : 統計解析入門. 森北出版 2003 稲垣宣生 : 数理統計学. 改訂版 裳華房 2003. 高松俊朗 : 数理統計学入門. 学術図書出版社 1977 竹村彰通 : 現代数理統計学. 創文社現代経済選書 8. 創文社 1991 Ferguson, Thomas S. : Mathematical statistics: A decision theoretic approach. Probability and Mathematical Statistics, Vol. 1 Academic Press, New York- London 1967 竹内啓 他編 : 統計学辞典. 東洋経済新報社 1989. 吉田朋広 : 数理統計学 第7刷 朝倉書店 2016				
履修上の注意	測度論は仮定する。確率分布の取り扱いについては確率統計学基礎でより詳しく述べられる。(擬似)尤度解析およびベイズ推定を、従属モデル(確率過程)に対して一般的に展開する統計財務保険特論VII・数学統論XG(令和3年度開講予定)、および線形モデルを解説する統計財務保険特論V・確率統計学XCと合わせて履修されることを勧める。				
関連ホームページ その他	<a href="http://www.ms.u-tokyo.ac.jp/~nakahiro/hp-naka">http://www.ms.u-tokyo.ac.jp/~nakahiro/hp-naka</a> 講義の内容は、吉田朋広 : 「数理統計学」(朝倉書店) に沿っている。 質問は講義中、講義終了後あるいはそのときにアポイントメントをとってください。				

科目番号	科目名	単位	学期	◎選択必修	担当教員氏名
901-30	制御数学	2	Ssemester	選択	三竹 大寿
講義題目 詳細は、掲示板等によりお知らせします。					
901-32	数理解析学概論	2	Asemester	選択必修	松井 千尋
授業の目標、概要 授業のキーワード 授業計画	<p>量子力学および統計力学の概要を理解することを目標とする。</p> <p>量子力学、統計力学</p> <p>量子力学パートでは一体問題を対象とし、以下の内容について解説する。</p> <p>(1) 序論：粒子性と波動性</p> <p>(2) ヒルベルト空間、測定、時間発展</p> <p>(3) 波動方程式、行列力学</p> <p>(4) 応用例：調和振動子、水素原子</p> <p>統計力学パートでは熱平衡状態を対象とし、以下の内容について解説する。</p> <p>(1) 序論：熱力学と統計力学</p> <p>(2) 小正準集団、等重率の原理</p> <p>(3) 正準集団、大正準集団、その他いろいろな統計集団</p> <p>(4) 応用例：調和振動子、理想気体、イジング模型</p>				
授業の方法	ターム前半では量子力学、後半では統計力学に関する講義を黒板を用いて行う。				
成績評価方法	ターム末にレポートを出題する（詳細は授業中に提示する）。				
教科書	特に指定しない。				
参考書	授業中に適宜紹介する。				
履修上の注意	物理の知識がない受講者も理解できるよう、基礎部分から解説する。				
901-33	数理論理学	2	Ssemester	選択	新井 敏康
講義題目	数理論理学				
授業の目標、概要	不完全性定理を通して数理論理学の基礎を学ぶ				
授業のキーワード	不完全性定理				
授業計画	<p>おおよそ以下の順に講義する予定</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 不完全性定理の導入</li> <li>2. 論理の形式化</li> <li>3. 自然数の公理系 PA</li> <li>4. 原始再帰的関数</li> <li>5. PA の算術化</li> <li>6. 原始再帰的関数の PA による表現定理</li> <li>7. 不動点定理と表現定理の形式化</li> <li>8. 導出可能性条件</li> <li>9. 不完全性定理の証明</li> <li>10. まとめ</li> </ol>				
授業の方法	板書による講義				
成績評価方法	レポートによる				
教科書	なし				
参考書	新井敏康「数学基礎論」岩波書店				
履修上の注意	特になし				

科目番号	科目名	単位	学期	◎選択必修	担当教員氏名
901-40	非線形解析学	2	S semester	選択	儀我 美一
講義題目	全変動流方程式とその周辺				
授業の目標、概要	Course Objectives/ Overview 全変動流方程式は、関数の全変動を最も減らすように変形することを要請する方程式である。画像からノイズを除去するためや、結晶成長現象を記述するためにしばしば用いられる重要な非線形拡散方程式である。しかし、全変動エネルギーはディリクレエネルギーと異なり滑らかでないため、変形速度は微分のような局所的な量では定まらない。そのため何をもって解とするかさえ自明でない。本講義では、この種の特異性を持つさまざまな方程式の数学解析法を概観する。				
授業のキーワード	全変動流方程式、クリスタライン平均曲率流方程式、粘性解、ファセット、等高面法				
授業計画	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 全変動流型方程式の例</li> <li>2. 極大単調作用素による定式化</li> <li>3. 有限時間消滅</li> <li>4. 粘性解による定式化</li> <li>5. 境界値問題</li> </ol>				
授業の方法	講義形式				
成績評価方法	課題に対する提出レポートによる				
教科書	儀我美一、儀我美保 / 非線形偏微分方程式：共立出版，1999，ISBN: 978-4320015777、特に第6章				
参考書	儀我美一、陳蘊剛 / 動く曲面を追いかけて [新版]：日本評論社，2015，ISBN: 978-4535785984				
履修上の注意	全変動流型方程式の解を捉える枠組として、極大単調作用素論を用いる方法と、粘性解を用いる方法がある。これらの概略の理解を深めることが本講義の到達目標である。出席はとらないがあまり書物にかかれていない新しい事項もおいので注意すること。				

科目番号	科目名	単位	学期	◎選択必修	担当教員氏名
901-41	数学史	2	A Semester	選択	渡邊 純成
講義題目 集中講義。詳細は、掲示板等によりお知らせします。					
901-42	基礎数理特別講義 I	2	A Semester	選択	小木曾 啓示
講義題目 詳細は、掲示板等によりお知らせします。					
901-43	基礎数理特別講義 II	2	A Semester	選択	阿部 知行
講義題目 詳細は、掲示板等によりお知らせします。					
901-44	基礎数理特別講義 III	2	S Semester	選択	吉野 太郎
講義題目	情報幾何				
授業の目標、概要	情報幾何は、確率測度からなる集合に自然に定まる幾何構造について研究する分野であり、甘利氏によって始められた。今日では機械学習の基礎理論の一つに位置付けられている。この授業では情報幾何の入門的な講義を行う。				
授業のキーワード	情報幾何、指数型分布族、エントロピー、統計的多様体、フィッシャー計量				
授業計画	講義内容（予定） 1. 機械学習と情報幾何 2. 指数型分布族 3. エントロピー最大化問題 4. ルジャンドル変換 5. ラプラス変換 6. 分散 7. 統計的多様体 8. クラメル・ラオの不等式 9. フィッシャー計量の単調性 10. マルコフ核 11. 最尤推定 12. KL 情報量				
授業の方法	講義形式で行う				
成績評価方法	レポートによる				
教科書	教科書は使用しない				
参考書	『情報幾何学の新展開』甘利 (2014, 2019) 『情報幾何学の基礎』藤原 (2015) 『情報幾何の方法』甘利・長岡 (1998, 2017) "Information Geometry and Its Applications" Amari (2016)				
履修上の注意	受講者は測度論、多様体論を習得している事が望ましい。				

科目番号	科目名	単位	学期	◎選択必修	担当教員氏名
901-45	基礎数理解特別講義 IV	2	A semester	選択	植田 一石
講義題目	非可換代数幾何学				
授業の目標、概要	可換環論は代数幾何学の局所理論を与えるが、これを非可換環論に置き換えることによって非可換代数幾何学を得ることはできない。素イデアルの集合に Zariski 位相を入れたものに環の層を乗せて、それを貼り合わせるという構成が非可換環に対しては機能しないからである。 この講義では、局所的なものを貼り合わせることを諦めて、最初から大域的なものを扱うという Artin-Zhang によるアプローチを軸に、非可換代数幾何について入門的な解説を行う。一つの目標は、この意味での非可換射影平面を(可換な)平面3次曲線とその上の直線束の言葉で分類した Artin-Tate-Van den Bergh の結果(およびそれを整理した Bondal-Polishchuk による仕事)を、現代的な言葉を用いて紹介することである。				
授業のキーワード	非可換代数幾何学				
授業計画	概ね以下の項目を扱う予定であるが、状況に応じて適宜変更する。 1. AS 正則代数とその分類 2. Z 代数 3. Artin-Zhang 理論 4. 非可換 del Pezzo 曲面 5. 半直交分解 6. 非可換反正準因子 7. 球状関手				
授業の方法	板書による講義を行う				
成績評価方法	レポートによる				
教科書	特に指定しない				
参考書	授業中に適宜紹介する				
履修上の注意	特になし				
901-46	基礎数理解特別講義 V	2	A semester	選択	宮本 安人
講義題目	反応拡散方程式の安定定常解とホットスポット予想				
授業の目標、概要	反応拡散方程式(またはその連立方程式)は、様々な自然現象や社会現象を記述するモデル方程式として現れる放物型の時間発展方程式である。この定常問題として現れる非線形楕円型方程式の種々の性質(解の存在、解の個数、解の形状、解の安定性と不安定指数)や主要な結果を概説し、この分野を概観できるようになることが目標である。				
授業のキーワード	非線形楕円型方程式、非線形放物型方程式、分岐構造(解構造)、定常解の安定性、解の形状、ホットスポット予想				
授業計画	扱うテーマを列挙する： 1. 反応拡散方程式の世界 2. 反応拡散系と固有値問題 3. 単独方程式の定常解の安定性とその形状(1次元区間) 4. 単独方程式の定常解の安定性とその形状(多次元領域) 5. シャドー系の定常解の安定性とその形状(1次元区間) 6. 非線形ホットスポット予想 7. シャドー系の定常解の安定性とその形状(矩形領域、円板領域) 8. 線形ホットスポット予想 9. 境界上のホットスポット (進度に応じて内容は前後することがある。)				
授業の方法	黒板を用いる通常の講義形式。				
成績評価方法	学期末にレポート問題を出題する。				
教科書	講義中に適宜紹介する。				
参考書	講義中に適宜紹介する。				
履修上の注意	関数解析の基礎的な事実は適宜紹介するが証明は省略する。				

科目番号	科目名	単位	学期	◎選択必修	担当教員氏名
901-49	基礎数理特別講義 VIII	2	A Semester	選択	WILLOX RALPH
講義題目 詳細は、掲示板等によりお知らせします。					
901-50	応用数理特別講義 I	2	S Semester	選択	齊木 吉隆
講義題目 集中講義。詳細は、掲示板等によりお知らせします。					
901-51	応用数理特別講義 II	2	A Semester	選択	武部 尚志
講義題目 集中講義。詳細は、掲示板等によりお知らせします。					
901-52	応用数理特別講義 III	2	A Semester	選択	増田 弘毅
講義題目 集中講義。詳細は、掲示板等によりお知らせします。					
901-53	応用数理特別講義 IV	2	A Semester	選択	中丸 麻由子
講義題目 集中講義。詳細は、掲示板等によりお知らせします。					
901-55	数理科学特別講義 I	2	A Semester	選択	葉廣 和夫
講義題目 集中講義。詳細は、掲示板等によりお知らせします。					
901-56	数理科学特別講義 II	2	S Semester	選択	加藤 周
講義題目 集中講義。詳細は、掲示板等によりお知らせします。					
901-57	数理科学特別講義 III	2	A Semester	選択	星野 壮登
講義題目 集中講義。詳細は、掲示板等によりお知らせします。					
901-58	数理科学特別講義 IV	2	A Semester	選択	大坪 紀之
講義題目 集中講義。詳細は、掲示板等によりお知らせします。					
901-59	数理科学特別講義 V	2	S Semester	選択	松本 佳彦
講義題目 集中講義。詳細は、掲示板等によりお知らせします。					
901-60	数理科学特別講義 VI	2	A Semester	選択	松尾 信一郎
講義題目 集中講義。詳細は、掲示板等によりお知らせします。					
901-61	数理科学特別講義 VII	2	A Semester	選択	荒野 悠輝
講義題目 集中講義。詳細は、掲示板等によりお知らせします。					

科目番号	科目名	単位	学期	◎選択必修	担当教員氏名
901-62	数理科学特別講義 VIII	2	S semester	選択	奥田 隆幸
講義題目	等質空間の不連続群				
授業の目標、概要	きれいな局所構造をもった多様体を系統的に構成する方法として、対称性の高い空間（等質空間）を離散群で割るという手法がある。この商空間が良い位相構造をもつことを保証するのが「不連続群」という概念である。				
授業のキーワード	この講義では、位相空間における離散群の作用の入門的な解説から始め、最新のトピックである、擬リーマン多様体における不連続群の話題を紹介する。				
授業計画	多様体、リー群、離散群、等質空間、空間形、リーマン多様体				
授業の方法	集中講義形式で行う				
成績評価方法	黒板を使って説明する				
教科書	レポート提出				
参考書	『数学の最先端 21 世紀への挑戦』, 第 1 巻、丸善, 2002, 小林俊行著「非リーマン等質空間の不連続群論」18-73 (T. Kobayashi, Discontinuous groups for non-Riemannian homogeneous spaces, Mathematics Unlimited — 2001 and Beyond (B. Engquist and W. Schmid, eds. ), Springer-Verlag, 2001, pp. 723-747, ISBN 3540669132. の邦訳)				
履修上の注意	上記の教科書を参照				
関連ホームページ	特になし				
	<a href="https://home.hiroshima-u.ac.jp/okudatak/index.html">https://home.hiroshima-u.ac.jp/okudatak/index.html</a>				
901-63	数理科学特別講義 IX	2	A semester	選択	雪江 明彦
講義題目	集中講義。詳細は、掲示板等によりお知らせします。				
901-64	数理科学特別講義 X	2	S semester	選択	柳 青
講義題目	集中講義。詳細は、掲示板等によりお知らせします。				
901-65	数理科学特別講義 XI	2	S semester	選択	金銅 誠之
講義題目	集中講義。詳細は、掲示板等によりお知らせします。				
901-66	数理科学特別講義 XII	2	A semester	選択	佐藤 進
講義題目	集中講義。詳細は、掲示板等によりお知らせします。				
901-72	数理科学基礎セミナー I	8	通年	選択必修	各教員
講義題目	修士課程 1 年の学生が対象。指導教員の指導のもとにセミナーなどを通して学習、研究をすすめる、その成果を修士論文としてまとめる。				
901-73	数理科学基礎セミナー II	8	通年	選択必修	各教員
講義題目	修士課程 2 年の学生が対象。指導教員の指導のもとにセミナーなどを通して学習、研究をすすめる、その成果を修士論文としてまとめる。				
901-74	数理科学広域演習 I	2	A semester	選択	WILLOX RALPH
講義題目	詳細は、掲示板等によりお知らせします。				
901-86	数理科学講究 I	6	通年	選択必修	各教員
講義題目	博士課程 1 年の学生が対象。指導教員の指導のもとにセミナーなどを通して学習、研究をすすめる、その成果を博士論文としてまとめる。				
901-87	数理科学講究 II	6	通年	選択必修	各教員
講義題目	博士課程 2 年の学生が対象。指導教員の指導のもとにセミナーなどを通して学習、研究をすすめる、その成果を博士論文としてまとめる。				



科目番号	科目名	単位	学期	◎選択必修	担当教員氏名
901-88	数理科学講究 III	6	通年	選択必修	各教員
講義題目	博士課程3年の学生が対象。指導教員の指導のもとにセミナーなどを通して学習、研究をすすめる、その成果を博士論文としてまとめる。				
901-91	統計財務保険特論 I	2	S semester	選択	長山 いづみ
講義題目	デリバティブの価格付け理論				
授業の目標、概要	<p>銀行や証券会社などの金融機関では、デリバティブと呼ばれる金融商品が取り扱われている。これらの商品の妥当な価格は、それに関連する株価や為替、金利などの市場変動に確率モデルを仮定することで、算出されている。</p> <p>本講義ではまず、ポートフォリオ、デリバティブ等の金融用語の説明をはじめ、ファイナンスにおける基本的事項について解説する。そのうえで、デリバティブ価格を求めるための確率モデルが満たすべき性質、価格導出の原理などを考察する。これにより、新しい金融商品を考案したり、それを評価するための確率モデルを立て、価格を導出する上で必要となる基本事項を習得することを目標とする。</p> <p>なお、デリバティブの価格付けの原理を理解することを主目的とするため、離散時間モデルにおける説明を丁寧に行い、連続時間モデルについてはモデルの考え方の説明と主たる結果の紹介にとどめる。</p>				
授業のキーワード	<p>配当、証券価格、オプション、アメリカンデリバティブ、ヨーロピアンデリバティブ、先渡し価格、先物価格、ポートフォリオ戦略、自己資本的、完備、同値マルチンゲール測度、ニューメレール、状態価格デフレクター、デフレクター、無裁定、裁定機会、確率積分、測度変換、伊藤の公式、ブラックーショールズモデル、二項モデル、期待値、条件付き期待値、ブラウン運動、表現定理、凸集合、分離定理、</p>				
授業計画	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 株式、債券、為替などの基本的な有価証券、および、代表的なデリバティブの商品性の説明</li> <li>2. 最も単純なモデルを使って、無裁定の考え方とデリバティブの価格付けのアイデアを説明</li> <li>3. 一般的な離散時間モデルの説明</li> <li>4. 離散時間モデルにおける第一基本定理（モデルが無裁定であるための必要十分条件）</li> <li>5. 複製ポートフォリオの考え方と、完備なモデルについて</li> <li>6. 離散時間モデルの第二基本定理（無裁定なモデルが完備であるための必要十分条件）</li> <li>7. 離散時間の完備なモデルにおけるデリバティブの価格付けの原理</li> <li>8. 離散時間の非完備モデルにおけるデリバティブ価格</li> <li>9. 連続時間モデルについて</li> </ol>				
授業の方法	黒板を使った講義				
成績評価方法	期末の課題レポート				
教科書	「数理ファイナンス」 楠岡成雄 / 長山いづみ (東京大学出版会)				
参考書	<p>ファイナンスの問題の背景や用語の意味を知るためには、ジョンハル著の日本語訳「フィナンシャルエンジニアリング」(きんざい) など</p> <p>確率解析の参考書としては、楠岡成雄 著「確率解析」(知泉書館)</p>				
履修上の注意	確率過程論や確率解析学の内容である、マルチンゲール、確率積分、伊藤の公式などにある程度慣れていることが望ましいです。				

科目番号	科目名	単位	学期	◎選択必修	担当教員氏名
901-92	統計財務保険特論 II	2	A semester	選択	長山 いづみ
講義題目	貨幣的効用関数 / リスク尺度				
授業の目標、概要	<p>保険会社においては、適切な保険料を適切に算出すること、また、金融機関においては、資産・負債価値の変動リスクを適切に把握することが必要である。前者には貨幣的効用関数が、後者にはリスク尺度が応用されるが、これらは符号の違いだけで本質は同じである。本講義では、貨幣的効用関数の考え方と性質を理解することを目的とする。</p> <p>なお、アクチュアリー資格試験に対応するものではないので注意されたい。</p>				
授業のキーワード	<p>リスク尺度, 貨幣的効用関数, ポートフォリオ理論, CAPM, バリュアットリスク, 平均, 分散, 資産, 負債, 法則不変, 凹性, 分離定理, 確率変数, 分布測度, 線形汎関数, 金利, キャッシュフロー, 現在価値, デュレーション</p>				
授業計画	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 保険会社や金融機関におけるリスクなど, 問題の背景説明</li> <li>2. 1 期間のポートフォリオ理論</li> <li>3. CAPM</li> <li>4. 貨幣的効用関数とその性質</li> <li>5. 確定キャッシュフローの現在価値とリスク</li> <li>6. 保険のモデル</li> </ol>				
授業の方法	黒板を使った講義				
成績評価方法	期末の課題レポート				
教科書	毎回講義の際にレジュメを配布します。				
参考書	<p>金融におけるリスクの考え方や実務的問題背景については、ジョン ハル著「フィナンシャルエンジニアリング」きんざい など</p> <p>保険におけるリスクの考え方や問題背景については、田中周二 著「保険リスクマネジメント」日本評論社 など</p>				
履修上の注意	確率論の基礎的知識があることが望ましいです。				

科目番号	科目名	単位	学期	◎選択必修	担当教員氏名
901-93	統計財務保険特論 III	2	S semester	選択	吉田 朋広、山内 恒人、 並川 敦宏、本多 正憲
講義題目	保険理論				
授業の目標、概要	<p>生命保険・年金・損害保険の3つの話題について、実務に携わる3人の講師により5回ずつ計15回の講義を行っていく。それぞれの講義の目標・概要は以下の通り</p> <p>生命保険：生命保険の基本的な商品類型を通して、生命保険の契約についての概論をなす。そのため、生命保険商品についての概要を説明し、契約の基礎ならびに生命保険契約の契約法上の特性についても説明する。</p> <p>年金：われわれの老後の生活を支える年金制度について、公的年金・企業年金・個人年金の概要と、その基礎となる年金数理を実務に即して解説する。また、年金資産運用についても年金負債との関連性を意識しつつ論じる。</p> <p>損害保険：損害保険の基本的な商品及び数理的考え方を生命保険と対比して解説する。損害保険の料率計算の基礎、決算、再保険等の説明をした上で、保険デリバティブについても簡単に紹介する。</p>				
授業のキーワード	生命保険, 損保数理, 保険デリバティブ, 再保険, 支払備金, 損害保険, 退職給付会計, 年金 ALM, 個人年金, 企業年金, 公的年金, 年金, 生命保険数学, 判例, 保険法, 契約				
授業計画	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 生命保険商品と登場人物</li> <li>2. 保険法概説1 契約の成立・効力</li> <li>3. 保険法概説2 契約の履行</li> <li>4. 保険法概説3 契約の終了</li> <li>5. 生命保険の今後の広がりまとめ</li> <li>6. 様々な年金制度</li> <li>7. 年金数理の考え方、基礎率、現価</li> <li>8. 年金財政運営</li> <li>9. 年金財政と退職給付会計</li> <li>10. 年金資産運用と年金 ALM</li> <li>11. 損害保険商品の解説</li> <li>12. 料率計算の基礎</li> <li>13. 支払備金の考え方</li> <li>14. 再保険形態</li> <li>15. 保険デリバティブ</li> </ol>				
授業の方法	講義による				
成績評価方法	出席点およびレポートによる				
教科書	授業中にプリントを配布する				
参考書	特に指定しない				
履修上の注意	-				
その他	補講を含め全15回の予定. 推奨科目				

科目番号	科目名	単位	学期	◎選択必修	担当教員氏名
901-94	統計財務保険特論 IV	2	A semester	選択	吉田 朋広
講義題目	確率過程の統計学入門				
授業の目標、概要	YUIMA は確率過程に対する統計推測およびシミュレーションのための R パッケージである。確率過程の統計学の先端的な結果を YUIMA を通じて利用することができる。この講義では様々な確率過程と統計推測の方法を概観し、YUIMA によって多くの例をみる。				
授業のキーワード	確率過程、YUIMA、統計推測、確率微分方程式、レビ過程				
授業計画	YUIMA の概念からはじめ、確率微分方程式のオブジェクト化、シミュレーション、推定、レビ過程と無限分解可能分布を紹介する予定である。				
授業の方法	確率過程と統計推測の方法を紹介し、YUIMA によって実例をあげる。				
成績評価方法	レポートによる。				
教科書	-				
参考書	講義中に紹介する。				
履修上の注意	YUIMA を使って実習するのが望ましい。必須ではないが、ノート PC を持ち込み、講義の例証部分では実習するのがよい。				
関連ホームページ	<a href="https://yuima-project.com/">https://yuima-project.com/</a>				

科目番号	科目名	単位	学期	◎選択必修	担当教員氏名
901-95	統計財務保険特論 V	2	Aセメスター	選択	吉田 朋広
講義題目	線形推測の基礎				
授業の目標、概要	数理統計学の入門講義。線形推測の基礎について解説する。ここでは統計手法の羅列ではなく、それらの根拠の一つとなる分布論的考察をする。多変量解析の幾つかの手法を扱う予定である。				
授業のキーワード	確率空間、多変量解析、判別分析、主成分分析、分散分析、重回帰分析、仮説検定、ガウス・マルコフモデル、F分布、t分布、射影行列、一般化逆行列、多変量正規分布、確率変数の変換と確率密度関数、多変量分布、特性関数と積率、期待値、確率分布、確率変数				
授業計画	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 多変量分布 確率分布、多変量正規分布、変数変換と確率密度関数</li> <li>2. 線形推測論 一般化逆行列、射影行列、カイ2乗分布、フィッシャー・コ克蘭の定理、F分布、ガウス・マルコフモデル、仮説検定、重回帰分析、分散分析</li> <li>3. 多変量解析のいろいろな方法 主成分分析、判別分析</li> </ol>				
授業の方法	講義をする。				
成績評価方法	レポートによる。				
教科書	-				
参考書	<p>Rao, C. R. : Linear statistical inference and its applications. 2nd ed. Wiley 1973  奥野忠一 他訳. 統計的推測とその応用 (原著第2版) : 東京図書 1977  柳井晴夫, 竹内 啓 : 射影行列・一般逆行列・特異値分解.  UP 応用数学選書 10. 東京大学出版会 1983.</p> <p>柴田義貞 : 正規分布 - 特性と応用. 東京大学出版会 1981</p> <p>Ferguson, Th. S. : A course in large sample theory. London Weinheim New York  Tokyo Melbourne Madras: Chapman &amp; Hall 1996</p> <p>Lehmann, E. L. : Elements of large-sample theory.  New York Berlin Heidelberg: Springer 1999</p> <p>赤平昌文 : 統計解析入門. 森北出版 2003</p> <p>稲垣宣生 : 数理統計学. 改訂版 裳華房 2003.</p> <p>高松俊朗 : 数理統計学入門. 学術図書出版社 1977</p> <p>竹村彰通 : 現代数理統計学. 創文社現代経済選書 8. 創文社 1991</p> <p>Ferguson, Thomas S. : Mathematical statistics: A decision theoretic approach.  Probability and Mathematical Statistics, Vol. 1 Academic Press,  New York-London 1967</p> <p>竹内啓 他編 : 統計学辞典. 東洋経済新報社 1989.</p> <p>吉田朋広 : 数理統計学 第7刷 朝倉書店 2016</p>				
履修上の注意	確率分布の取り扱いについては確率統計学基礎で詳しく述べられる。Rを使ってデータ解析を自ら行うことが好ましい。				
関連ホームページ その他	<a href="http://www.ms.u-tokyo.ac.jp/~nakahiro/hp-naka">http://www.ms.u-tokyo.ac.jp/~nakahiro/hp-naka</a> 講義の内容は、吉田朋広 : 数理統計学 第7刷 朝倉書店 2016 に沿っている。 質問は講義中、講義終了後あるいはそのときにアポイントメントをとってください。				

科目番号	科目名	単位	学期	◎選択必修	担当教員氏名
901-96	統計財務保険特論 VI	2	A semester	選択	吉田 朋広
講義題目	セミマルチンゲールの理論				
授業の目標、概要	確率過程の統計学や保険数理では様々な確率過程がモデリングと解析に用いられる。本講義ではセミマルチンゲールの基礎理論を解説する。				
授業のキーワード	確率過程の統計学、セミマルチンゲール、確率微分方程式、レビ過程				
授業計画	セミマルチンゲールの基礎概念、確率積分、ランダム測度、局所特性量、標準表現等について解説する。				
授業の方法	講義				
成績評価方法	レポート				
教科書	-				
参考書	講義中に紹介する				
履修上の注意	確率統計学 XE の履修を勧める。講義の内容や順序は進度に応じて調整する。				
その他	講義時間以外での質問は講義終了後あるいはそのときにアポイントメントをとってください。				

科目番号	科目名	単位	学期	◎選択必修	担当教員氏名
901-98	統計財務保険特論 VIII	2	Aセメスター	選択	青沼 君明
講義題目	本講義は、企業の経営戦略を立案する際に必要となる、リスク計量化のための評価手法を学ぶことにある。企業経営について興味があり、それについて実践的に学びたい学生が望ましい。				
授業の目標、概要	企業経営では、ビジネス機会をいかに効率的に捉えていくということが重要な課題となる。一方、ビジネスには利益やコストの不確実性（リスク）が存在し、こうした事象を計量化し評価することが求められる。本講義では、ビジネスに不可欠なモデルというものの概念を学び、モデル構築、評価、さらにはそれらを用いたリスクコントロールの具体的な方法、それを実用化するためのプロセスなどを学ぶ。理論の導出よりも理論の利用法・応用を重視し、その理論を実務で適用する具体的な手順などについて解説する。なお、計量ファイナンス特論という名前ではあるが、ここで学ぶモデルは金融機関に限定したのではなく、全企業共通の概念であり、ビジネスに直結した領域である。 How do I catch business opportunities in business management, an important issue. Business has the uncertainty of benefits and costs. We quantify these risks and asked to evaluate. This lecture will learn concepts essential to business models.				
授業のキーワード	リスクマネジメント、金融理論				
授業計画	ビジネス上の問題を、どのようにモデル化し、ビジネス性をどのように評価するかについて学ぶ。 1. ガイダンス 2. 金利と現在価値 3. リスクとは何か 4. 確率論の基礎 5. 金融商品の基礎 (1) 6. 金融商品の基礎 (2) 7. ケース・スタディ (新規事業への参入) 8. スワップ取引 9. 割引債とリスク評価 (1) 10. 割引債とリスク評価 (2) 11. 金融統計 12. 多変数確率変数とポートフォリオ理論 13. 試験				
授業の方法	金融理論は、金融機関だけでなくあらゆる事業会社にとって、経営判断をする際の不可欠な理論となっている。経営には決まった方法はないが、選択可能性としてどのようなものがあり、どのように理論化されているかという実践的な知識の深さが、経営にとって不可欠であることは言うまでもない。理論を実践で活用する力をつけたい意欲ある学生を望む。				
成績評価方法	成績は中間レポート 50%、期末試験 50% のウエイトで評価。中間レポートの提出と、期末試験の受験が条件となる。中間レポート、期末試験ともに、形式的な計算や証明ではなく、経営上の実際の問題を想定し、経営者の立場で自分なりの戦略を立案する形式の問題となる。 中間レポート (50 点) と期末試験 (50 点) の得点を合算し、以下の基準で成績評価を行う。 A+ : 90 点以上 (ただし、A+ 評価の取得者数は、A+・A・B 評価取得者数の合計の 3 分の 1 以下とする。) A : 80 点以上、90 点未満 B : 70 点以上、80 点未満 C : 60 点以上、70 点未満 F : 60 点未満 成績は中間レポート 50%、期末試験 50% のウエイトで評価。中間レポートの提出と、期末試験の受験が条件となる。中間レポート、期末試験ともに、形式的な計算や証明ではなく、経営上の実際の問題を想定し、経営者の立場で自分なりの戦略を立案する形式の問題となる。				

科目番号	科目名	単位	学期	◎選択必修	担当教員氏名
					中間レポート（50点）と期末試験（50点）の得点を合算し、以下の基準で成績評価を行う。 A+：90点以上（ただし、A+評価の取得者数は、A+・A・B評価取得者数の合計の3分の1以下とする。） A：80点以上、90点未満 B：70点以上、80点未満 C：60点以上、70点未満 F：60点未満
教科書					プリント配布 <テキスト> 青沼君明・市川伸子、『Excelで学ぶ 金融統計の基礎』,金融財政事情研究会,2009年 青沼君明・市川伸子、『Excelで学ぶ バゼルⅡと信用リスク評価手法』,金融財政事情研究会,2008年
参考書					青沼君明・村内佳子、『Excel&VBAで学ぶ VaR』,金融財政事情研究会,2009年 <参考文献> 木島正明・青沼君明、『Excel&VBAで学ぶ ファイナンスの数理』,金融財政事情研究会,2003年 青沼君明・村内佳子、『Excel&VBAで学ぶ 信用リスク評価の基礎』,金融財政事情研究会,2010年
履修上の注意					<b>【講師略歴】</b> 1977年 ソニー株式会社入社 1990年～2019年3月 三菱銀行（現、三菱UFJ銀行）入行（融資企画部 チーフクオンツ） 数理科学博士（東京大学） 明治大学大学グローバル・ビジネス研究科 専任教授 一橋大学大学院 経済学研究科 客員教授、大阪大学大学院 基礎工学研究科 招聘教授



科目番号	科目名	単位	学期	◎選択必修	担当教員氏名
901-99	統計財務保険特論 IX	2	S semester	選択	青沼 君明
講義題目	本講義は、企業の経営戦略を立案する際に必要となる、リスク計量化のための評価手法を学ぶことにある。企業経営について興味があり、それについて実践的に学びたい学生が望ましい。				
授業の目標、概要	企業経営では、不確実性の評価が不可欠である。この授業では、こうした不確実性の評価に不可欠となる、金融統計や数理ファイナンスの基礎と、それらをツールとして実装するためのプログラミング手法について解説する。その上でビジネス評価モデルの構築について学ぶ。				
授業のキーワード	リスクマネジメント、金融				
授業計画	<p>ビジネスに不可欠なモデルを作成するために必要となる、数理ファイナンスと金融統計について実例を用いながら学ぶ。なお、Excel を使ってモデル開発、評価ツール開発の演習を行うことで、理論を実践するプロセスについても学ぶ。</p> <p>【計画（回数、テーマ等）】</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ガイダンス</li> <li>2. 確率過程の基礎</li> <li>3. 信用リスク（1）</li> <li>4. 信用リスク（2）</li> <li>5. モンテカルロ・シミュレーション（1）</li> <li>6. モンテカルロ・シミュレーション（2）</li> <li>7. ケース・スタディ（プロジェクト・ファイナンスの評価モデル構築）</li> <li>8. VaR 評価</li> <li>9. 風力発電プロジェクトの評価モデル</li> <li>10. リバースモーゲージの評価モデル</li> <li>11. 証券化商品の評価モデル</li> <li>12. ローン証券化の評価モデル</li> <li>13. 試験</li> </ol>				
授業の方法	金融理論は、金融機関だけでなくあらゆる事業会社にとって、経営判断をする際の不可欠な理論となっている。経営には決まった方法はないが、選択可能性としてどのようなものがあり、どのように理論化されているかという実践的な知識の深さが、経営にとって不可欠であることは言うまでもない。理論を実践で活用する力をつけたい意欲ある学生を望む。				
成績評価方法	成績は中間レポート 50%、期末試験 50% のウエイトで評価。中間レポートの提出と期末試験が条件となる。中間レポート、期末試験ともに、形式的な計算や証明ではなく、経営上の実際の問題を想定し、経営者の立場で自分なりの戦略を立案する形式の課題となる。中間レポート（50 点）と期末試験（50 点）の得点を合算し、以下の基準で成績評価を行う。 A+：90 点以上（ただし、A+ 評価の取得者数は、A+・A・B 評価取得者数の合計の 3 分の 1 以下とする。） A：80 点以上、90 点未満 B：70 点以上、80 点未満 C：60 点以上、70 点未満 F：60 点未満				
教科書	<p>プリント配布</p> <p>&lt; テキスト &gt;</p> <p>青沼君明・村内佳子、『Excel&amp;VBA で学ぶ VaR』、金融財政事情研究会、2009 年</p> <p>青沼君明・村内佳子、『Excel&amp;VBA で学ぶ 信用リスク評価の基礎』、金融財政事情研究会、2010 年</p> <p>&lt; 参考文献 &gt;</p> <p>木島正明・青沼君明、『Excel&amp;VBA で学ぶ ファイナンスの数理』、金融財政事情研究会、三菱証券訳、『フィナンシャル・エンジニアリング第 6 版』、金融財政事情研究会、2010 年</p> <p>青沼君明・市川伸子、『Excel で学ぶ バーゼル II と信用リスク評価手法』、金融財政事情研究会 2003 年</p>				

科目番号	科目名	単位	学期	◎選択必修	担当教員氏名
参考書	<p>&lt;参考文献&gt;  木島正明・青沼君明, 『Excel&amp;VBA で学ぶ ファイナンスの数理』, 金融財政事情研究会,  三菱証券社, 『フィナンシャル・エンジニアリング第6版』, 金融財政事情研究会, 2010年  青沼君明・市川伸子, 『Excel で学ぶ パーゼルII と信用リスク評価手法』, 金融財政事情研  究 2003年</p>				
履修上の注意	<p>授業内容の確認のため、演習課題を毎回やっておくこと。</p>				
その他	<p>【講師略歴】  1977年 ソニー株式会社入社  1990年～2019年3月 三菱銀行（現、三菱UFJ銀行）入行（融資企画部 チーフクオンツ）  数理科学博士（東京大学）  明治大学大学グローバル・ビジネス研究科 専任教授  一橋大学大学院 経済学研究科 客員教授、大阪大学大学院 基礎工学研究科 招聘教授</p>				
901-109	数物先端科学Ⅰ	2	A Semester	選択	松本 久義
講義題目	表現論の話題				
授業の目標、概要	<p>表現論からのトピック  詳細は追って掲示する。</p>				
授業のキーワード	表現論 リー代数				
授業計画	詳細は追って掲示する。				
授業の方法	担当教員による講義				
成績評価方法	レポートによる				
教科書	特になし				
参考書	授業中に紹介する				
履修上の注意	詳細は追って掲示する				
901-110	数物先端科学Ⅱ	2	S Semester	選択	高木 俊輔
講義題目	可換環論の進展				
授業の目標、概要	可換環論の最近の進展を概説する。				
授業のキーワード	可換環論の進展				
授業計画	<p>ここ数年、幾つもの可換環論の予想が解決した。この講義ではその内容を紹介する。講義中に完全な証明を与えることは難しいが、キーとなるアイデアを説明したい。</p> <p>(1) 直和因子予想  (2) Eisingbud-Goto 予想  (3) Buchsbaum-Eisingbud-Horrocks 予想  (4) 孤立完全交叉特異点の因子類群  (5) 正則環のイデアルの記号冪の増大度  (順番は前後する可能性がある)</p>				
授業の方法	板書による講義を行う。				
成績評価方法	レポートによる。課題は講義中に提示する。				
教科書	教科書は使用しない。				
参考書	必要に応じて、講義中に適宜紹介する。				
履修上の注意	代数学XAの内容を仮定する。				
その他	数理分類番号：710				

科目番号	科目名	単位	学期	◎選択必修	担当教員氏名
901-111	数物先端科学Ⅲ	2	A semester	選択	中島 啓
授業の目標、概要	<p>この講義では量子展開環とその標準基底（結晶基底ともいう）を取り扱います。量子展開環は、複素単純 Lie 環の普遍展開環の量子変形であり、Drinfeld と神保により独立に導入されました。もともとは可解格子模型の研究に由来があるのですが、この講義では Lie 環とその表現論の自然な拡張であるという立場から取り扱います。標準基底は、Lusztig によって導入された量子展開環の上三角部分環の基底で、さまざまなよい性質を持つものです。同時期に柏原によって定義された結晶基底と一致することが、のちに証明されました。この基底は複素単純 Lie 環の表現論自体にも多くの応用を産み出しました。講義の前半では、標準基底の定義を初等的に与え、その性質を調べます。後半では、有限次元代数（簾の道代数）の表現論との関連である、Ringel-Lusztig の理論を紹介する予定です。</p> <p>In these lectures, we discuss canonical bases (also called crystal bases) of quantum enveloping algebras. Quantum enveloping algebras are quantum deformation of universal enveloping algebras of complex simple Lie algebras, introduced by Drinfeld and Jimbo independently. They have origin in statistical mechanics, but we treat them as natural generalization of Lie algebras and their representations. Canonical bases were introduced by Lusztig, as bases of the upper triangular subalgebras of quantum enveloping algebras, and enjoy various nice properties. It was shown afterwards that they coincide with crystal bases introduced by Kashiwara around the same time. The canonical bases gave many applications to representation theory of original Lie algebras. In these lectures, I first give an elementary definition of canonical bases, and explain their properties. In the second half, I will explain Ringel-Lusztig theory which connects quantum enveloping algebras and representation theory of path algebras of quivers.</p>				
授業のキーワード	量子展開環、標準基底				
授業計画	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 量子展開環の定義と最高ウェイト加群</li> <li>2. 組み紐群の作用</li> <li>3. PBW 基底</li> <li>4. 標準基底</li> <li>5. 簾の道代数とその表現を用いた量子展開環の構成</li> </ol> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. quantum enveloping algebras and their highest weight representations</li> <li>2. braid group operators</li> <li>3. PBW bases</li> <li>4. canonical bases</li> <li>5. path algebras of quivers and their representations - construction of quantum enveloping algebras</li> </ol>				
授業の方法	講義による / By lectures				
成績評価方法	講義の途中に提出される問題を解答し、レポートとして提出する Submission of reports solving problems given during lectures.				
教科書	なし / none				
参考書	Hong-Kang, Introduction to quantum groups and crystal bases, GSM 42, AMS Jantzen, Lectures on quantum groups, GSM 6, AMS Lusztig, Introduction to quantum groups, Progress in Math. 110, Birkhauser				
履修上の注意	<p>予備知識は、谷崎「リー代数と量子群」、Humphreys「Introduction to Lie Algebras and Representation Theory」などの教科書にあるような複素単純 Lie 環の基本的な事柄は、証明なしに使うことになる予定です。</p> <p>We use basic materials such as explained Humphreys' Introduction to Lie Algebras and Representation Theory without proofs.</p>				
関連ホームページ	<a href="http://member.ipmu.jp/hiraku.nakajima/nakajima-j.html">http://member.ipmu.jp/hiraku.nakajima/nakajima-j.html</a>				
その他	予習の必要はないが、毎回復習することが望ましい。 No need for preparation for classes, but better to review afterwards.				

科目番号	科目名	単位	学期	◎選択必修	担当教員氏名
901-112	数物先端科学Ⅳ	2	A semester	選択	小林 俊行
講義題目	リー群の表現論の解析的手法 Lie Groups and Analytic Approach to Representation Theory				
授業の目標、概要	t有限次元および無限次元における対称性を記述する表現の理論について、解析的なアイデアおよび幾何的な手法について基本的に重要な事柄を解説する。				
授業のキーワード	表現論, テンソル積, リー環, 分岐則, 対称性の破れ, 等質多様体, リー群				
授業計画	リー群・等質空間・同変ファイバー束に関する基礎事項の速成コースを行った後、最先端の話題を例を多く使いながら講義する。				
授業の方法	毎週、黒板を用いて講義を行う。				
成績評価方法	学期末のレポートによって成績を評価する				
教科書	教科書が存在しない最先端のテーマをやさしく扱うことを目標としているため、講義に沿った教科書は存在しないが、必要な文献は講義中に適宜紹介する。				
参考書	『リー群と表現論』小林俊行 - 大島利雄 (岩波書店) 2005年 『Symmetry Breaking for Representations of Rank One Orthogonal Groups』 T. Kobayashi-B. Speh アメリカ数学会 (2015) 『Conformal Symmetry Breaking Operators for Differential Forms on Spheres』 T. Kobayashi-T. Kubo-M. Pevzner) Lecture Notes in Math. 2170 Springer (2016). 『Symmetry Breaking for Representations of Rank One Orthogonal Groups II』 T. Kobayashi-B. Speh アメリカ数学会 (2018) Lecture Notes in Math. 2234 Springer-Nature (2018).				
履修上の注意	特になし				
関連ホームページ	<a href="http://www.ms.u-tokyo.ac.jp/~toshi/lec/2020autumn-a.html">http://www.ms.u-tokyo.ac.jp/~toshi/lec/2020autumn-a.html</a>				

科目番号	科目名	単位	学期	◎選択必修	担当教員氏名
901-113	数物先端科学V	2	S semester	選択	会田 茂樹
講義題目	ラフパス解析入門				
授業の目標、概要	<p>ブラウン運動などの典型的な確率過程の標本路は至るところ微分不可能などの不正則性があるため、積分の定義には、マルチンゲール性など確率過程の性質を用いる必要がある。一方、ラフパス解析は、逐次積分など必要最小限のデータを用いて、積分や微分方程式の理論を展開し、本質的には確率論を用いない。</p> <p>この講義では、Terry Lyons が始めたラフパス解析について Gubinelli による被制御パスを用いた定式化に基づいて、基礎から解説を行う。</p> <p>この理論の根幹をなす定理の理解には、確率論の知識は本質的に必要無いが、具体的な例は確率過程の研究で現れるので、確率解析の知識があるのが望ましい。</p>				
授業のキーワード	ヤング積分, ラフパス, 被制御パス, Sewing lemma, 逐次積分, 確率微分方程式				
授業計画	<p>概ね以下の順番で話をするが、各項目が1回の授業内容ではないこと、適宜軌道修正を行い講義することに注意して欲しい。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ラフパス解析概観</li> <li>2. ヤング積分</li> <li>3. ヤング積分による微分方程式</li> <li>4. ラフパス, 定義・例</li> <li>5. 被制御パスと Sewing lemma</li> <li>6. ラフパスに関する積分</li> <li>7. ラフパスで駆動される微分方程式 (I) 存在とアприオリ評価</li> <li>8. ラフパスで駆動される微分方程式 (II) 一意性</li> <li>9. ラフパスで駆動される微分方程式 (I) 連続性定理</li> <li>10. Lyons, Davie によるアプローチ</li> <li>11. ラフパスの例</li> <li>12. 確率解析との関係</li> <li>13. 最近の発展</li> </ol>				
授業の方法	板書による講義を行う。				
成績評価方法	レポートによる。				
教科書	教科書は特に用いない。				
参考書	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. P. Friz and M. Hairer, A course on rough paths-with an introduction to regularity structures, Universitext Springer, 2014.</li> <li>2. P. Friz and N. Victoir, Multidimensional stochastic processes as rough paths- theory and applications, Cambridge Stud. Adv. Math., 120, Cambridge University Press, 2010.</li> <li>3. T. Lyons and Z. Qian, System control and rough paths, Oxford Univ. Press, 2002.</li> </ol>				
履修上の注意	確率解析の知識があるのが望ましい。				

科目番号	科目名	単位	学期	◎選択必修	担当教員氏名
901-114	数物先端科学Ⅵ	2	A Semester	選択	伊藤 健一
授業の目標、概要 授業のキーワード 授業計画	Banach 空間上の強連続半群に関する基礎および応用を学ぶ. C0 半群, 強連続 1 パラメータ半群, Hille-Yosida の定理 概ね以下の流れに沿う: 1. 強連続半群と Hille-Yosida の定理 2. 偏微分方程式への応用				
授業の方法	講義形式				
成績評価方法	レポートによる				
教科書	なし				
参考書	増田久弥「発展方程式」(紀伊国屋書店) 藤田宏, 黒田成俊, 伊藤清三「関数解析」(岩波書店) 田辺広城「発展方程式」(岩波書店) Kôzoku Yosida, Functional analysis, Springer				
履修上の注意	特になし				
関連ホームページ	<a href="https://www.ms.u-tokyo.ac.jp/~ito/">https://www.ms.u-tokyo.ac.jp/~ito/</a>				
901-115	数物先端科学Ⅶ	2	S Semester	選択	白石 潤一
講義題目	non-stationary Ruijsenaars equation				
授業の目標、概要	non-stationary Ruijsenaars 方程式、elliptic Calogero-Sutherland 系の固有関数に関する明示的公式について説明する。				
授業のキーワード	楕円カロジェロ系				
授業計画	Schu 多項式、Jack 多項式、Macdonald 多項式などについて概説する。Whittaker 関数とそのルート系に関する拡張について復習する。その、差分類似 (Macdonald 系)、及び、楕円類似 (Ruijsenaars 系) も考察する。 non-stationary Ruijsenaars 系の固有関数の持つ組合わせた構造を説明する。affine screening 作用素の成す代数を用いた構成法を紹介する。				
授業の方法	講義を行う。				
成績評価方法	レポート課題による。				
教科書	特に指定しない。				
参考書	授業中に指示する。				
履修上の注意	特になし。				

科目番号	科目名	単位	学期	◎選択必修	担当教員氏名
901-118	数物先端科学 X	2	Aセメスター	選択	加藤 晃史
講義題目	数理解物理学における場の量子論的方法				
授業の目標、概要	数学科の学生向けに、場の量子論における基礎的な考え方や方法論について講義する。				
授業のキーワード	ゲージ対称性, ファインマン図形, 摂動論, 経路積分, 相関関数, 分配関数, 作用汎関数, 場の量子論, 運動方程式, 場の古典論, 位相的場の理論, 非摂動効果, 超対称性, リボングラフ, $1/N$ 展開, 行列模型				
授業計画	次のような内容を予定しているが、学生の理解度などに応じて変更の可能性がある。 1. 場の理論の枠組み 2. 場の古典論と場の量子論、経路積分 3. 自由場の理論と Wick の定理 4. 経路積分と正準量子化 5. 摂動展開と Feynman 図形 6. ゲージ対称性と行列模型 7. 平面近似とリボングラフ 8. 超対称性 9. 非摂動効果と位相的場の理論 10. 場の理論のさまざまな例とその応用				
授業の方法	講義による。				
成績評価方法	レポートによる。課題は授業中に提示する。				
教科書	授業中に指示する。				
参考書	授業中に指示する。				
履修上の注意	解析力学および量子力学についての基本的な知識は仮定する。				
901-119	社会数理先端科学 I	2	Aセメスター	選択	山本 昌宏、中川 淳一
講義題目	集中講義。詳細は、掲示板等によりお知らせします。				
901-120	社会数理先端科学 II	2	Aセメスター	選択	山本 昌宏
講義題目	詳細は、掲示板等によりお知らせします。				
901-124	研究倫理 I	0.5	Sセメスター	選択必修	
講義題目	修士課程の学生が対象。集中講義。詳細は、掲示板等によりお知らせします。				
901-125	研究倫理 II	0.5	Sセメスター	選択必修	
講義題目	博士課程の学生が対象。集中講義。詳細は、掲示板等によりお知らせします。				
901-143	数理科学特論 X IV	1	Sセメスター	選択	Henniart, Guy
講義題目	詳細は、掲示板等によりお知らせします。				
901-144	数理科学特論 XV	1	Sセメスター	選択	竹内 正弘
講義題目	集中講義。詳細は、掲示板等によりお知らせします。				
901-145	数理科学特論 X VI	1	Aセメスター	選択	竹内 正弘
講義題目	集中講義。詳細は、掲示板等によりお知らせします。				
901-150	数理代数学概論 I	2	Aセメスター	選択必修	辻 雄
講義題目	詳細は、掲示板等によりお知らせします。				

科目番号	科目名	単位	学期	◎選択必修	担当教員氏名
901-152	微分幾何学 I	2	A セメスター	選択必修	金井 雅彦
講義題目	リー群と等質空間				
授業の目標、概要	これはリー群および等質空間に関する入門講義である。基本的な定義や例を学んだ後に、リー群とそのリー環との間に密接な関係があることをいくつかの定理を通じお話したい。さらに進んでリー環の構造についてひととおり学ぼう。それに続く話題は等質空間である。等質空間の幾何をそれに付随して得られるリー群やそのリー環を用いて記述する方法について学ぶ。時間が許せば、リーマン対称空間（これは、最も典型的な等質空間である）に対する剛性定理などについても触れたいと考えている。				
授業のキーワード	リー群 等質空間				
授業計画	「授業の目標、概要」において述べた通りである。				
授業の方法	講義				
成績評価方法	講義中に出題した問題を解きレポートとして提出				
教科書	なし				
参考書	なし				
履修上の注意	成績評価の詳細に関しては、初回の講義で説明する予定である。				
901-154	位相幾何学 I	2	S セメスター	選択必修	入江 慶
講義題目	ファイバー束とホモトピー論				
授業の目標、概要	ホモトピー論のごく初歩を、ファイバー束に関する基礎事項（被覆空間の理論を含む）とからめて学ぶ。				
授業のキーワード	基本群、被覆空間、ファイバー束、ホモトピー群、CW 複体				
授業計画	概ね以下の通りであるが、授業の進み具合により、一部が割愛されたり順番が前後する可能性もある。 1. 基本群：基本群の定義、 $S^1$ の基本群、Seifert-van Kampen の定理 2. ファイバー束と被覆空間：ファイバー束の定義、被覆ホモトピー性質、被覆空間の分類 3. ホモトピー群：(相対) ホモトピー群の定義、ホモトピー完全系列、Hurewicz の定理 4. CW 複体：CW 複体の定義、ホモトピー拡張性質、胞体近似定理、J. H. C. Whitehead の定理、Brown の表現定理				
授業の方法	講義による。				
成績評価方法	レポートによる。課題は授業中に提示する。				
教科書	指定しない。				
参考書	とりあえず以下の3冊を挙げる。他の文献は、授業中に適宜提示する。 1. 服部晶夫「位相幾何学」(岩波書店) 2. 小松醇郎、中岡稔、菅原正博「位相幾何学 I」(岩波書店) 3. J. P. May 'A Concise Course in Algebraic Topology' (The University of Chicago Press)				
履修上の注意	特になし。				



科目番号	科目名	単位	学期	◎選択必修	担当教員氏名
901-156	代数構造論 I	2	S semester	選択必修	田中 公
授業の目標、概要	可換環論におけるいくつかの基本的な話題について、幾何学的な解釈を与えながら解説する。				
授業のキーワード	テンソル積、整拡大、環の次元、準素分解、正則環、平坦性、Cohen-Macaulay 環				
授業計画	以下の項目について講義する。(順序は変わる可能性がある。)				
	1. アファインスキーム				
	2. テンソル積				
	3. 整拡大				
	4. 環の次元				
	5. 準素分解				
	6. 正則環				
	7. 平坦性				
	8. Cohen-Macaulay 環				
授業の方法	講義形式で行う。				
成績評価方法	レポートによる。				
教科書	使用しない。				
参考書	M. F. Atiyah, I. G. MacDonald 「可換代数入門」 共立出版. 松村英之 「可換環論」 共立出版. R. Hartshorne 「Algebraic Geoemtry」 Grad. Text in Math., Springer.				
履修上の注意	学部3年生の代数学の知識を仮定する。				