大学院授業科目内容一覧

数理科学研究科

※この授業科目内容は、2026 年 3 月 10 日時点のシラバスを掲載しています。
最新の情報は UTAS シラバスまたは UTOL（UTokyo LMS）でご確認下さい。

科目番号	科目名	単位	セメスター	担当教員氏名
901-01	代数幾何学	2	S	ケリー シェーン

講義題目	代数的サイクル /Algebraic Cycles
授業の目標・概要	Algebraic cycles are a central theme in algebraic geometry, appearing in places such as Abel's Theorem, the Riemann-Roch Theorem, enumerative geometry, higher algebraic K-theory, motivic cohomology, and the Hodge conjecture. In this course we develop some basic ideas, and review some of these applications.
授業のキーワード	代数的サイクル /Chow 群（チャウ群）/ ホッジ予想 / モチーフ
授業計画	関連ホームページ：https://www.ms.u-tokyo.ac.jp/~kelly/Course2026AlgCyc/Cycles2026.html
授業の方法	対面講義による。
成績評価方法	Exercises will be given during the lectures. To pass the course, it is enough to submit solutions to at least one exercise from each lecture. 問題は講義で提示される。 合格するためには、学期末に各講義から少なくとも 1 つの問題の解答を提出すれば十分である。
教科書	次の教科書を使用する。／ Will use the following textbook
参考書	次の参考書を使用する。／ Will use the following reference book
履修上の注意	関連ホームページ：https://www.ms.u-tokyo.ac.jp/~kelly/Course2026AlgCyc/Cycles2026.html
その他	教科書：メインページ（下の URL）を見てください。

科目番号	科目名	単位	セメスター	担当教員氏名
901-05	応用代数学	2	A	權業 善範

講義題目	双有理幾何学について
授業の目標・概要	双有理幾何学について勉強する
授業のキーワード	双有理幾何学
授業計画	1. 対の特異点 そのあとはその状況を見て決める。
授業の方法	基本は対面。イレギュラーでオンラインをお願いする可能性は 0 ではない。
成績評価方法	レポート
教科書	教科書は使用しない。／ Will not use textbook
参考書	参考書は使用しない。／ Will not use reference book
履修上の注意	スキーム論など

科目番号	科目名	単位	セメスター	担当教員氏名
901-10	複素多様体	2	A	植田 一石

講義題目	非可換代数幾何学
授業の目標・概要	非可換代数幾何学について、基礎から最近の話題まで概説する
授業のキーワード	非可換代数幾何学
授業計画	授業計画はおおむね以下の通りであるが、状況によって順序や内容に変更が加えられる可能性がある。 1. 代数多様体 2. Abel 圏と導来圏 3. 非可換代数多様体の例 4. Artin-Zhang 理論 5. Artin-Schelter 正則環
授業の方法	原則として対面で講義を行う
成績評価方法	レポートによる
教科書	教科書は使用しない。／ Will not use textbook
参考書	参考書は使用しない。／ Will not use reference book
履修上の注意	特になし

科目番号	科目名	単位	セメスター	担当教員氏名
901-12	大域幾何学概論	2	S	高津 飛鳥

講義題目	最適輸送理論を介した幾何解析 Geometric Analysis via Optimal Transport
授業の目標・概要	出発地と目的地が決まっている場合に物質を最小エネルギーで運ぶための方法を求める問題を、完備過分な距離空間上の確率測度がなす空間上の変分問題として数学的に定式化し、幾何解析に応用することを目指す。 具体的にはリッチ曲率の下限の微分を用いない特徴づけを述べた後に、種々の関数不等式（ポアンカレ不等式、測度の集中現象）、熱方程式をはじめとする拡散方程式の漸近解析への応用を述べる。
授業のキーワード	最適輸送理論、リッチ曲率の下限、関数不等式、勾配流
授業計画	以下の項目について理解することを目標とする。 - 最適輸送理論（定義と性質） - リッチ曲率の下限の微分を用いない特徴づけ - 関数不等式への応用 - 勾配流への応用
授業の方法	講義形式
成績評価方法	レポートにより成績を評価する
教科書	教科書は使用しない。／ Will not use textbook
参考書	授業中に指示をする。／ Will specify at class time
履修上の注意	測度論と関数解析の基本的な知識を前提とする
その他	初回の講義時に紹介する。

科目番号	科目名	単位	セメスター	担当教員氏名
901-13	線形微分方程式論	2	S	高田 了

講義題目　線形微分方程式論／Linear Dfferential Equations

授業の目標・概要　振動積分の基礎理論を学ぶ．またその応用として，分散型偏微分方程式の解に対する時間減衰評価と時空間積分評価を紹介する．

授業のキーワード　振動積分，分散型偏微分方程式，分散型評価，Strichartz 評価

授業計画　概ね以下の内容について講義する予定である：

1. 振動積分の基礎理論
2. 分散型偏微分方程式の解に対する時間減衰評価
3. 分散型偏微分方程式の解に対する時空間積分評価
4. 非線形分散型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　教科書は使用しない。／Will not use textbook

参考書　次の参考書を使用する。／Will use the following reference book

著者（訳者）名　Elias M. Stein, Rami Shakarchi

書名　関数解析 ーより進んだ話題への入門

出版社　日本評論社

履修上の注意　Lebesgue 積分論の基礎事項を仮定する．

科目番号	科目名	単位	セメスター	担当教員氏名
901-14	スペクトル理論	2	A	松井 宏樹

講義題目

授業の目標・概要　ヒルベルト空間およびバナッハ空間上の線型作用素のスペクトル理論について学び、行列の対角化の一般化であるスペクトル分解を習得する。

授業のキーワード　有界線型作用素、スペクトル、コンパクト作用素、自己共役作用素、スペクトル分解

授業計画　以下の内容を講義する。

1. 有界線型作用素のスペクトルと連続関数算法
2. 正作用素とその平方根作用素
3. コンパクト作用素
4. コンパクト作用素のスペクトル分解
5. 閉作用素
6. 対称作用素
7. 自己共役作用素
8. スペクトル測度
9. スペクトル積分
10. 有界自己共役作用素とユニタリ作用素のスペクトル分解
11. 非有界関数のスペクトル積分
12. ケーリー変換
13. 自己共役作用素のスペクトル分解

授業の方法　講義を行う。

成績評価方法　レポートによる。

教科書　教科書は使用しない。／Will not use textbook

参考書　次の参考書を使用する。／Will use the following reference book

著者（訳者）名　泉正己

書名　「数理科学のための関数解析学」(2021)

出版社　サイエンス社

履修上の注意　ルベーグ積分と関数解析の知識を仮定する。

科目番号	科目名	単位	セメスター	担当教員氏名
901-16	関数解析学	2	S	木田 良才

講義題目	関数解析学／Functional Analysis
授業の目標・概要	バナッハ空間、ヒルベルト空間、および、その上で定義される有界線型作用素を学び、無限次元線型空間の取り扱いを習得する。
授業のキーワード	バナッハ空間、ヒルベルト空間、有界線型作用素、双対空間、スペクトル、コンパクト作用素
授業計画	以下の内容を講義する。 1. バナッハ空間 2. ヒルベルト空間 3. 有界線型作用素 4. ベールの定理 5. 一様有界性原理・開写像定理・閉グラフ定理 6. 双対空間とハーン・バナッハの拡張定理 7. 弱位相と汎弱位相 8. 局所凸位相線型空間とハーン・バナッハの分離定理 9. クレイン・ミルマンの定理 10. バナッハ代数とその元のスペクトル 11. コンパクト作用素 12. フレドホルムの択一定理 13. ディリクレ問題
授業の方法	講義を行う。
成績評価方法	レポートによる。
教科書	教科書は使用しない。／ Will not use textbook
参考書	次の参考書を使用する。／ Will use the following reference book
著者（訳者）名	泉正己
書名	数理科学のための関数解析学
出版社	サイエンス社
履修上の注意	ルベーグ積分の知識を仮定する。

科目番号	科目名	単位	セメスター	担当教員氏名
901-17	確率解析学	2	A	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	感染状況が悪くなければ基本的に対面で行う。
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。／ Will not use textbook
参考書	参考書は使用しない。／ Will not use reference book
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。
その他	1. I.Karatzas and S.E.Shreve, Brownian motion and Stochastic Calculus, Grdauate 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.

科目番号	科目名	単位	セメスター	担当教員氏名
901-18	基礎解析学概論	2	A	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^p 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	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． 1. L^p 空間に関連する基本事項の確認 2. L^p 空間の双対空間 3. Riesz-Thorin の補間定理 4. Riesz-Thorin の補間定理の積分作用素への応用 5. 分布関数 6. 弱 L^p 空間 7. Marcinkiewicz の補間定理 8. Marcinkiewicz の補間定理の積分作用素への応用 9. Hardy-Littlewood-Sobolev の不等式 10. 弱微分と Sobolev 空間 11. Fourier 変換の基本事項の確認と Hausdorff-Young の不等式 12. Fourier 変換と Sobolev 空間 13. Sobolev 埋蔵定理
授業の方法	講義による．
成績評価方法	レポートによる．
教科書	教科書は使用しない。／ Will not use textbook
参考書	授業中に指示をする。／ Will specify at class time
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． UTOL をこまめに確認すること． UTOL から講義資料を入手している事が望ましい．

科目番号	科目名	単位	セメスター	担当教員氏名
901-21	リー環論	2	S	阿部 紀行

講義題目	Springer 対応
授業の目標・概要	n 次対称群の既約表現は n の分割と対応し，また GL（n）の冪零軌道もまた n の分割と対応する．従って対称群と冪零軌道との間に１対１対応が存在するが，これを幾何学的に直接与えるのが Springer 対応である．本講義ではこの Springer 対応について解説を行う．
授業のキーワード	簡約群，旗多様体，Springer 対応
授業計画	Springer 対応の解説を行う．時間に余裕があればその一般化や関連する事柄についても述べる．
授業の方法	講義による．
成績評価方法	授業中に提示する．
教科書	教科書は使用しない。／ Will not use textbook
参考書	参考書は使用しない。／ Will not use reference book
履修上の注意	閉体上の簡約群の構造については仮定する．層の理論を理解していることが望ましい．

科目番号	科目名	単位	セメスター	担当教員氏名
901-22	無限次元構造論	2	S	松尾 厚

講義題目

授業の目標・概要　頂点代数および頂点作用素代数の理論の全体像を把握し，いくつかの話題について学ぶ。

授業のキーワード　頂点代数・頂点作用素代数

授業計画
1. 頂点代数とその表現
2. 頂点代数の具体例の構成
3. 頂点作用素代数の表現論
4. 頂点作用素代数の自己同型
5. 頂点代数の種々の一般化

授業の方法　黒板を用いた講義形式で行う。

成績評価方法　期末レポートによって評価する。

教科書　教科書は使用しない。／ Will not use textbook

参考書　授業中に指示をする。／ Will specify at class time

履修上の注意　数学科 3 年程度の代数学・幾何学を予備知識として仮定する。
講義中に出題する問題に取り組み復習すること。

科目番号	科目名	単位	セメスター	担当教員氏名
901-25	数理構造概論	2	A	WILLOX RALPH

講義題目　離散可積分系（Discrete Integrable Systems）

授業の目標・概要　趣旨：離散可積分系について講義する。特に、射影平面上の写像及び 2 次元と 3 次元の格子上で定義されている非線形偏差分方程式における可積分性の定義と特徴付けを説明する予定である。
内容：カオス系と可積分系、又は可解カオス系との違いを簡単な例を挙げながら説明し、射影平面上の可積分な写像の理論を展開してから代数的エントロピーや特異点閉じ込め法、Laurent 現象などの可積分性を理解するための重要な概念を導入する。前半では、特に QRT 写像または離散パンルヴェ方程式を具体例として扱う。後半では、広田・三輪方程式や離散 KdV 方程式等の性質を解説し、可積分なセルオートマトンとの関係を説明する予定である。

授業のキーワード　可解カオス系，超離散極限，離散ソリトン系，離散パンルヴェ方程式，QRT 写像，特異点閉じ込め，Laurent 現象，代数的エントロピー

授業計画　聴講者の予備知識に合わせて授業の進め方を決めるつもりである。

授業の方法　原則として授業（105 分）を対面で行う予定である。しかし、状況に応じて Zoom を用いてオンラインで講義を行うこともある。

成績評価方法　成績評価：レポート提出（詳細を授業中に明示する）

教科書　教科書は使用しない。／ Will not use textbook

参考書　参考書は使用しない。／ Will not use reference book

履修上の注意　特にない

その他　授業中に明示する

科目番号	科目名	単位	セメスター	担当教員氏名
901-26	非線形数理	2	S	WILLOX RALPH、松井 千尋

講義題目	
授業の目標・概要	本授業では、現代物理学において重要な役割を果たしている可積分系と呼ばれる数理モデルを題材に、複雑な多体系の振る舞いを数理的に理解するための基本的な考え方を学ぶ。 非線形な古典力学系や量子多体系において厳密に解ける構造がどのように現れるかに着目し、その数理的背景と物理的意味を直感的に解説する。また、可積分性が統計力学的性質や物理現象の理解にどのようにつながるかを説明する。 本講義は複数の教員によるオムニバス形式で行う。
授業のキーワード	離散的数理モデル，離散化，超離散化，セルオートマトン，可積分系，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	以下の項目について、それぞれ約6コマを用いて解説する。 連続力学系の離散化と離散可積分系： 連続系から離散系へのモデル化の考え方、可積分性を保つ離散化手法、ならびに離散系における可積分性判定法について解説する。 量子可積分系の数理構造と統計力学： 可積分性の概念、保存量の構造、およびそれに起因する物理現象（熱平衡化の抑制、輸送特性など）について解説する。
授業の方法	2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	教科書は使用しない。／ Will not use textbook
参考書	参考書は使用しない。／ Will not use reference book
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。 授業時間は105分である。 授業日程は以下の予定である。 4月 7日：ウィロックス ラルフ 14日：ウィロックス ラルフ 21日：ウィロックス ラルフ 28日：ウィロックス ラルフ 5月12日：ウィロックス ラルフ 19日：ウィロックス ラルフ 26日：松井 千尋 6月 9日：松井 千尋 16日：休講 23日：松井 千尋 30日：松井 千尋 7月 7日：松井 千尋 14日：松井 千尋
その他	講義中に指示する

科目番号	科目名	単位	セメスター	担当教員氏名
901-27	確率過程論	2	S	佐々田 槙子

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，停止時刻と任意抽出定理，各種のマルチンゲール不等式，収束定理とこれらの応用について述べる。連続時間マルチンゲールにも簡単に触れ，その例としてブラウン運動やポアソン過程を取り上げる。
授業のキーワード	条件つき期待値、マルチンゲール、停止時刻、任意抽出定理
授業計画	0. Introduction, 1. 条件つき期待値, 2. 条件つき期待値の性質, 3. 離散時間マルチンゲール, マルチンゲール変換, 4. 停止時刻, マルチンゲールの収束定理, 5. 一様可積分性, 一様可積分性とマルチンゲール, 6. マルチンゲールの分解, 可閉性, 7. 任意抽出定理 8. Wald の等式, マルチンゲールの表現定理, 9. 種々の不等式, 10. バックワードマルチンゲール, 11. 連続時間マルチンゲール, 12. ブラウン運動 13. ポアソン過程
授業の方法	授業動画を UTOL に毎週公開し、各自都合の良い時間に視聴をするというオンデマンド形式で行う。詳細については、UTOL に「授業の進め方」という動画を 4 月初め頃に公開予定なので、そちらを確認すること。 その他に、質問や授業動画のフィードバックを受け付けたり、履修者が演習問題を発表したり、履修者同士が交流するための対面の授業を授業時間に行う。これは 4 月 17 日に第一回目を行い、その後の頻度については履修者の希望を反映して行う。月 1 回程度を予定している。日程変更になる場合もあるので、UTOL を定期的に確認すること。 なお､対面で行う内容は補助的なものであり､講義の内容については全て授業動画でカバーされる。
成績評価方法	レポートにより行う。
教科書	教科書は使用しない。／ Will not use textbook
参考書	参考書は使用しない。／ Will not use reference book
履修上の注意	測度論的確率論の基礎事項については、学習済みであるとして授業を行う。
その他	「確率論」舟木直久著、「マルチンゲールによる確率論」D. ウィリアムズ著，赤堀次郎 / 原啓介 / 山田俊雄 共訳

科目番号	科目名	単位	セメスター	担当教員氏名
901-28	数値解析学	2	S	齊藤 宣一

講義題目	偏微分方程式の数値解析
授業の目標・概要	偏微分方程式の数値解析の入門的な内容を解説する．特に次の2つの題材を扱う． ・非線形保存則や Hamilton--Jacobi 方程式などの空間1階非線形偏微分方程式に対する差分法（finite difference method, FDM）， ・Poisson 方程式に対する有限要素法（finite element method, FEM)． これらの題材を用いて，偏微分方程式の解が持つ基本性質を再現するように構成された FDM が実際に良い安定性や収束性を持つこと，および，関数解析を駆使することで FEM の近似解法としての正当性が明快に解明できることを説明する．
授業のキーワード	数値解析、偏微分方程式、差分法、有限要素法
授業計画	1. Examples of PDEs 2. Finite difference approximation 3. Linear convection equation 4. Consistency, monotonicity, and the CFL condition 5. Nonlinear conservation law 6. Hamilton--Jacobi equation 7. Variational formulation of the Poisson equation 8. Finite element method 9. Interpolation error estimates 10. Error analysis for finite element method 11. Implementation of FDM 12. Implementation of FEM
授業の方法	教室における黒板を用いた講義。講義は日本語で行われるが、英語で書かれた講義ノートを提供する。
成績評価方法	レポート
教科書	教科書は使用しない。／ Will not use textbook
参考書	授業中に指示をする。／ Will specify at class time
履修上の注意	受講生が関数解析を既習であることは前提としない。数値計算の実行については、説明はするが、講義内で受講生に試してもらう時間はとれない。受講生の自習を期待する。

科目番号	科目名	単位	セメスター	担当教員氏名
901-29	数理統計学	2	S	増田 弘毅

講義題目　漸近推測理論入門
Introduction to Asymptotic Inference Theory

授業の目標・概要　独立観測モデルを主対象として、漸近推測理論の基礎概念を解説する。確率統計学 I 等で学んだ大数の法則や中心極限定理を使って理論体系を構成する。
This lecture introduces the basic ideas of asymptotic inference theory, mostly focusing on the independent observation model. The theoretical system is based on the law of large numbers and the central limit theorem learned in Probability Statistics I and other courses.

授業のキーワード　最尤推定法、極限定理、一致性、漸近正規性、M 推定、尤度に基づく検定、情報量規準、ワンステップ推定量

授業計画
・統計モデルとカルバック・ライブラー情報量
・最尤推定法
・尤度に基づく検定方式
・ワンステップ推定量
・情報量規準
・M 推定量の漸近的性質

授業の方法　Zoom の URL は UTOL に掲載する。

成績評価方法　レポートにより評価する。詳細は講義中にアナウンスする。

教科書　教科書は使用しない。／ Will not use textbook

参考書　参考書は使用しない。／ Will not use reference book

履修上の注意　測度論的確率論の基本事項は仮定する。不偏推定などの小標本理論について扱う「確率統計学基礎・確率統計 II」を受講済みであることが望ましい。

その他　漸近理論の入門書籍として以下を挙げておく。
・Ferguson, T. “A course in large sample theory”, Chapman & Hall/CRC, 1996
・Lehmann, E.L. “Elements of Large-Sample Theory”, Springer, 1998
・稲垣 宣生、「数理統計学 改訂版」、裳華房、2003
・吉田 朋広、「数理統計学」朝倉書店、2006
その他の参考論文などは講義中に紹介する。

科目番号	科目名	単位	セメスター	担当教員氏名
901-32	数理解析学概論	2	A	松井 千尋

講義題目　量子力学、統計力学

授業の目標・概要　量子力学および統計力学の基礎的内容を取り扱う。物理理論の背後にある数理構造を理解し、また既知の数学と他分野との関係の一例について学ぶことを目標とする。

授業のキーワード　量子力学、統計力学

授業計画　セメスター前半で量子力学、後半で統計力学を取り扱う。
量子力学に関して取り扱う内容は、以下を予定している。
(1) 量子力学の数学的定式化
(2) 波動方程式と行列力学との関係
(3) 具体的な模型の紹介
統計力学に関して取り扱う内容は、以下を予定している。
(1) 統計力学モデルの定義、および熱力学との整合性
(2) 具体的なモデルの紹介
(3) 転送行列法や平均場近似など、物理量の計算方法の紹介

授業の方法　主に対面形式、黒板を用いた授業を行う。出張など不在時にはオンデマンドで開催する場合がある。

成績評価方法　学期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　教科書は使用しない。／ Will not use textbook

参考書　授業中に指示をする。／ Will specify at class time

履修上の注意　予習は特に必要としない。授業で一度取り扱った内容は理解していることを前提として進めるので、復習することが望ましい。

科目番号	科目名	単位	セメスター	担当教員氏名
901-34	数学基礎論	2	S	酒井 拓史

講義題目　数学基礎論入門
Introduction to Mathematical Logic

授業の目標・概要　数学基礎論は、述語論理等にもとづいて数学の基礎づけや形式化をし、さらにそれを用いて数学における証明可能性を分析する分野です。この講義では、まず述語論理の基礎（論理式・数学的構造・証明体系など）を解説した上で、完全性定理やコンパクト性定理を紹介します。さらに、述語論理の観点から数学的構造の性質を調べるモデル理論の初歩を解説します。

授業のキーワード　数学基礎論、数理論理学、述語論理、完全性定理、モデル理論

授業計画　授業では概ね次の順序で数学基礎論の基礎的内容を解説します。

1. 命題論理とトートロジー
   述語論理を学ぶための準備として、命題論理の論理式やその真理値、およびトートロジーについて解説します。
2. 述語論理の論理式と数学的構造でのそれらの解釈
   述語論理では数学の命題は論理式として形式化されます。まず論理式について解説し、群・環・体などの数学的構造で論理式がどのように解釈されるかを説明します。
3. 述語論理の証明体系とその健全性・完全性
   述語論理では数学の証明を、「定められた推論規則に従って論理式を変形していくこと」と捉えて形式化します。まずこの証明の形式化について解説します。さらに、証明可能性と数学的構造での充足が一致するという、健全性定理と完全性定理を紹介します。また、これを用いて述語論理のコンパクト性定理も紹介します。
4. モデル理論の初歩
   （標数を固定した）代数閉体の公理系や実閉体の公理系は、完全性・範疇性・量化子除去可能性などの良い性質を持ちます。このことを解説し、これらの応用も紹介します。また数学的構造の構成方法である ultra product を紹介し、その応用も紹介します。

授業の方法　講義形式で実施します。また参考資料（講義ノート）を配布します。

成績評価方法　数回のレポートによって成績を評価します。

教科書　教科書は使用しない。／ Will not use textbook

参考書　授業中に指示をする。／ Will specify at class time

履修上の注意　「集合と位相」の集合部分の知識（可算集合や Zorn の補題など）と、群・環・体などの代数構造の基礎知識は仮定しますが、これらも授業中で補うようにします。

科目番号	科目名	単位	セメスター	担当教員氏名
901-40	非線形解析学	2	A	BEZ Richard Neal

講義題目　フーリエ制限予想と掛谷予想

授業の目標・概要　本講義では，現代調和解析の諸テーマを扱い，特にフーリエ制限予想と掛谷予想に焦点を当てる．これらの予想を紹介し，相互の関係についても学ぶ.

授業のキーワード　掛谷予想，フーリエ制限予想

授業計画　以下の内容について解説するが，講義の進度に応じて予定を変更する場合がある.

1. 掛谷予想の起源
2. フーリエ制限予想とその関連
3. Minkowski 次元
4. 掛谷集合予想と掛谷極大予想
5. 2次元掛谷予想の証明
6. フーリエ制限予想と振動積分
7. フーリエ制限予想と掛谷予想の関係
8. 2次元フーリエ制限予想の証明

授業の方法　体面（黒板を使用）を基本とする.

成績評価方法　レポートで評価する.

教科書　教科書は使用しない。／ Will not use textbook

参考書　参考書は使用しない。／ Will not use reference book

履修上の注意　次の基礎事項を仮定する：ルベーグ積分，関数解析

その他　講義中に適宜紹介する.

科目番号	科目名	単位	セメスター	担当教員氏名
901-41	数学史	2	A	田村 誠

講義題目　中国古代の数学 / Ancient Chinese Mathematics

授業の目標・概要　中国の主に秦漢期の数学について講義する。現在に残る算術書は算表を除けば、北京大学蔵秦簡牘（前216年）が最古のものである。この他にも岳麓書院蔵秦簡『数』（前212年）、張家山漢簡『算数書』（前186年）などが図版として公開されている。これらの算術書が集約されて『九章算術』となり、263年に三国魏の劉徽によって整理され、詳細な注釈が付けられた。その後逸失したが唐代の李淳風によって算経十書に組み入れられ、さらに逸失と発見を経たものが現在に伝わっている。本講義では、これら秦漢期の算術書や算経十書について、その内容と特徴について概観することで、東アジア数学の基礎を理解することを目的とする。数学的には初等的なものであるが、当時の社会的・文化的背景と技術的限界を踏まえた理解を提示し、単なる現代数学への翻訳ではない研究姿勢が身に付くようにしたい。また、秦漢期の出土文献の整理の方法や、中国古代数学に関する研究状況についても触れたい。

授業のキーワード　数学史、九章算術、張家山漢簡『算数書』、岳麓書院蔵秦簡『数』、北京大学蔵秦簡牘、算経十書

授業計画

(1) 秦漢期の出土史料としての算術書について
(2)『九章算術』について
(3) 算経十書中の他の算書について
(4) 出土史料の整理について

授業の方法　対面講義で行う

成績評価方法　出席とレポートで行う

教科書　教科書は使用しない。／ Will not use textbook

参考書　授業中に指示をする。／ Will specify at class time

著者（訳者）名　銭宝琮（著)、川原秀城（訳）

書名　『中国数学史』

出版社　みすず書房

履修上の注意　上記参考書、銭宝琮（著)、川原秀城（訳）『中国数学史』みすず書房（ISBN:978-4-622-04083-5）の唐代までを読んでおくことが望ましい。

科目番号	科目名	単位	セメスター	担当教員氏名
901-43	基礎数理特別講義 II	2	A	葉廣 和夫
講義題目	シラバス作成中			
901-44	基礎数理特別講義 III	2	A	坂井 秀隆

講義題目　Nevanlinna 理論の微分方程式への応用／ Application of Nevanlinna theory to differential equations

授業の目標・概要　解析的微分方程式の研究においては，複素函数論の諸結果を応用するのは，ごく自然な発想である．特に，有理型函数解の大域的性質を調べるのに，Nevanlinna 理論は有効な手法の１つと思われる．講義では，２階の非線型常微分方程式である Painleve 方程式を題材に，Nevanlinna 理論を微分方程式に応用するところを見ながら，同時に Nevanlinna 理論の基本的な用語を勉強していく．

授業のキーワード　複素領域の常微分方程式，Nevanlinna 理論（値分布論），Painleve 方程式，Painleve 性

授業計画

1. 微分方程式の有理型函数解
2. 微分方程式の有理型函数解の解析接続と Painleve 性
3. Nevanlinna 理論
4. Painleve 超越函数の値分布

授業の方法　対面講義形式で行う．レポート課題を課す予定である．

成績評価方法　レポートによる評価.

教科書　教科書は使用しない。／ Will not use textbook

参考書　授業中に指示をする。／ Will specify at class time

履修上の注意　常微分方程式論と複素解析の基礎を勉強していることが望ましい.

901-45	基礎数理特別講義 IV	2	A	白石 潤一

講義題目　量子アフィン代数と q-Whittaker 関数

授業の目標・概要　A 型の量子アフィン代数の q-Whittaker vector を定義し、組み合わせ的な公式を用いて記述する。
q-Whittaker vector の Shapovalov 内積を取り q-Whittaker 関数を定める。
量子アフィン代数の普遍 R 行列を用いて、q-Whittaker 関数の満たす q- 差分方程式（q-KZ 方程式）を導く。
その背景には、量子トロイダル代数、位相的頂点作用素、幾何学的表現論、また、
量子 q- パンルベ VI 方程式、アフィンロウモン空間上の Nekrasov 分配関数などが関係する。

授業のキーワード　量子アフィン代数、量子トロイダル代数、アフィンロウモン空間、量子パンルベ方程式

授業計画　以下の項目について説明する。

1）量子アフィン代数、量子トロイダル代数と幾何学的表現論
2）量子アフィン代数の Whittaker vector と Whittaker 関数
3）普遍 R 行列と Drinfeld Casimir
4）アフィン Laumon 空間とネクラソフ分配関数
5）qKZ 方程式

授業の方法　講義を行う。

成績評価方法　レポートによる。

教科書　教科書は使用しない。／ Will not use textbook

参考書　参考書は使用しない。／ Will not use reference book

履修上の注意　特になし。

その他　量子群とヤン・バクスター方程式 神保道夫（丸善出版）
リー代数と量子群 谷崎俊之（共立出版）

科目番号	科目名	単位	セメスター	担当教員氏名
901-46	基礎数理特別講義Ⅴ	2	A	林 修平

講義題目　双曲力学系とエルゴード最適化

授業の目標・概要　多様体上の可微分力学系理論における基本的なクラスに Axiom A 系 と呼ばれる力学系がある。このクラスは構造安定性を特徴付けようとする試みを通して定義された。このクラスの力学系理論は双曲理論としてすでに完成されているが、そのクラス以外の力学系を研究する上でも避けては通れない基本的な理論である。この講義では、まず Axiom A 微分同相写像 に対する双曲理論の基本事項を扱う。次に、簡単なエルゴード理論の基礎を準備した後、Jenkinson による TPO（Typically Periodic Optimization）予想を Axiom A 微分同相写像に対して考える。この TPO 予想とは、「ある種の双曲性を持つ力学系と、適切な連続性を持つ関数からなるバナッハ空間に対し、そのバナッハ空間の開かつ稠密な部分集合が存在して、その中の関数を固定したとき、その関数に関するエルゴード平均が最大化されるエルゴード測度は 1 つの周期軌道上にサポートされるエルゴード測度になる。」というものである。つまり、非自明な双曲性はカオスをもたらすが、ある意味でその振る舞いを表す多くの関数は、実は単独の周期軌道上で最大化される、という意味を持つ。これは 1990 年代の論文 Yuan-Hunt による論文の中で与えられた Axiom A 微分同相写像と連続微分可能またはリプシッツ連続な多様体上の関数に対する予想を一般化したもので、その論文では、リプシッツ連続な場合について、Axiom A 微分同相写像が Class I と呼ばれるクラスに含まれるとき正しいことを証明している。その Yuan-Hunt 予想自体は最近ほぼ解決したと思われるが、彼らがその論文で展開した議論は比較的基礎的な知識で証明できるため、上記の双曲理論とエルゴード理論の良い応用と考えられるだけでなく、最近発展しているエルゴード最適化問題の入門としてふさわしい。この講義ではこの部分の解説を目標とする。

授業のキーワード　ハルトマン・グロブマンの定理，安定・不安定多様体，擬軌道追跡性，AxiomA 同相写像，スペクトル分解定理，エルゴード測度，エルゴード分解定理，TPO 予想

授業計画　この講義では微分可能な離散時間力学系として、連続微分可能な微分同相写像の力学系を考える。以下の事柄をこの順番に講義する予定である。

1）離散時間力学系の例
2）双曲性とは何か？
3）双曲型集合
4）Hartman-Grobman の定理
5）安定多様体と不安定多様体
6）Axiom A 微分同相写像
7）Axiom A 微分同相写像に対するスペクトル分解
8）擬軌道追跡性
9）不変測度
10）エルゴード不変測度
11）コンパクト距離空間上の確率測度の位相
12）エルゴード分解定理
13）リプシッツ連続関数に対する optimal orbit
14）TPO（Typically Periodic Optimization）予想とはどのような予想か？
15）Yuan-Hunt のよる，Class I 条件を満たす Axiom A 微分同相写像とリプシッツ連続関数の空間に対する TPO 予想の証明

授業の方法　通常の講義

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。／ Will not use textbook

参考書　授業中に指示をする。／ Will specify at class time

履修上の注意　多様体論と関数解析の基礎は予備知識として仮定する。

科目番号	科目名	単位	セメスター	担当教員氏名
901-47	基礎数理特別講義 VI	2	A	毛塚 由佳子

講義題目　楕円曲線／ Elliptic Curves

授業の目標・概要　本講義では、楕円曲線の数論的性質について入門的に解説する。特に、有理点のなす群に焦点を当て、同種写像、法 p での還元、モーデル・ヴェイユの定理、ならびに降下法を取り上げる。また、ディオファントス問題への応用、そして数論における主要な未解決問題であるバーチ・スウィナートン - ダイヤー予想を紹介する。

This will be an introductory course on the arithmetic of elliptic curves, concentrating on the study of the group of rational points. Topics include isogenies, reduction modulo p, the Mordell–Weil theorem, and the method of descent. We will also introduce applications to Diophantine problems, as well as the Birch and Swinnerton-Dyer conjecture—a major open problem in number theory.

授業のキーワード　楕円曲線、数論

授業計画　主な講義項目は以下の通りである。

* ワイエルシュトラス方程式と群法則
* 同種写像
* 有限体上の楕円曲線
* 局所体上の楕円曲線
* 代数体上の楕円曲線
* モーデル・ヴェイユの定理

The following topics will be covered:

- Weierstrass equations and the group law
- Isogenies
- Elliptic curves over finite fields
- Elliptic curves over local fields
- Elliptic curves over number fields
- The Mordell–Weil theorem

授業の方法　講義は主として日本語で行う予定であるが、受講者の状況に応じて英語でも対応する。板書には英語も用いる。質問・コメントは日本語・英語のいずれでも歓迎する。

Lectures will be conducted primarily in Japanese; however, English may also be used depending on the participants. English may also be used on the blackboard. Questions and comments are welcome in either Japanese or English.

成績評価方法　成績評価はレポートにより行う。

Evaluation will be based on written reports.

教科書　教科書は使用しない。／ Will not use textbook

参考書　授業中に指示をする。／ Will specify at class time

履修上の注意　代数学および数論の基礎知識を前提とする。

Basic knowledge of algebra and number theory will be assumed.

科目番号	科目名	単位	セメスター	担当教員氏名
901-48	基礎数理特別講義 VII	2	S	岡田 いず海

講義題目　ランダムウォークの長時間挙動と調和解析の関連
授業の目標・概要　基本的な確率過程の一つであるランダムウォークの性質に関連した性質を理解する。
授業のキーワード　マルコフ過程、局所時間、グリーン関数、マルチンゲール
授業計画　特に、以下の内容を取り挙げる予定である。
・条件付き期待値とマルチンゲール
・ランダムウォークの局所中心極限定理
・ランダムウォークの局所時間
・ランダムウォークの交差
授業の方法　通常授業による。
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。／ Will not use textbook
参考書　参考書は使用しない。／ Will not use reference book
履修上の注意　なし
その他　なし

科目番号	科目名	単位	セメスター	担当教員氏名
901-49	基礎数理特別講義 VIII	2	A	小木曽 啓示

講義題目　双有理代数幾何学と代数多様体の双有理自己写像に関する最近の話題からの講義を行う。今のところ、対数的 Sarkisov プログラムとその Calabi-Yau 対版である体積保存対数的 Sarkisov プログラムについての解説とその応用である Gizatullin 問題の最近の進展について解説することを考えている。
授業の目標・概要　双有理代数幾何学と代数多様体の双有理自己写像に関する最近の進展にふれてもらうこと。
授業のキーワード　体積保存対数的 Sarkisov プログラム Gizatullin 問題
授業計画　講義形式で行う。詳細は初回の講義時に述べる。
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。／ Will not use textbook
参考書　参考書は使用しない。／ Will not use reference book
履修上の注意　代数幾何学の基礎的なことにある程度習熟していること。

科目番号	科目名	単位	セメスター	担当教員氏名
901-50	応用数理特別講義 I	2	S	宮部 賢志

講義題目　アルゴリズム的ランダムネスの理論 /The theory of algorithmic randomness
授業の目標・概要　アルゴリズム的ランダムネスの理論の基本概念といくつかの発展的話題について解説する．
最初に，基本的な計算論の概念と Kolmogorov 複雑性の基本的な性質を解説する．次に，Martin-Löf ランダム性とその複雑性やマルチンゲールによる特徴付けを与える．その後，Schnorr ランダム性およびその lowness や triviality の概念について紹介する．
授業のキーワード　計算論，アルゴリズム的ランダムネス，Kolmogorov 複雑性
授業計画
1. 計算論の基礎概念
2. Kolmogorov 複雑性
3. Martin-Löf ランダム性
4. マルチンゲールによる特徴づけ
5. 非相対開被覆
6. Schnorr ランダム性とその分離
7. Schnorr triviality とその構成
8. 一様相対化と lowness

授業の方法　講義形式で行う
成績評価方法　レポート（演習問題）による．
教科書　教科書は使用しない。／ Will not use textbook
参考書　授業中に指示をする。／ Will specify at class time
履修上の注意　計算理論（停止問題等）と測度の基本概念を前提とする．

科目番号	科目名	単位	セメスター	担当教員氏名
901-51	応用数理特別講義 II	2	A	伊藤 弘道

講義題目　弾性体における数学解析と逆問題
Mathematical Analysis and Inverse Problems in Elasticity

授業の目標・概要　この授業では，弾性体方程式の数学解析とその逆問題への応用について講述する。まず，連続体力学における固体や流体の数理モデルについて議論する。弾性体方程式の物理的背景を学び，それを解くための数学の定性的理論を解説する。その後，複素関数論を基礎とした「複素応力関数法」を用いた二次元線形弾性体の定常問題およびき裂問題における解の特異性の解析法を紹介する。次に，工学における非破壊検査や医療画像診断（CT・MRI），地球科学など多様な場面で遭遇する逆問題の基本的概念や解の非適切性について説明する。最後に，これまでに紹介した弾性体方程式に対する解析を応用し，き裂の再構成の逆問題について解説する。

In this course, the mathematical analysis of elasticity equations and their application to inverse problems are lectured. We begin by discussing mathematical models for solids and fluids in continuum mechanics. Students will learn the physical background of elasticity equations and study the qualitative mathematical theory to solve them. Subsequently, we introduce an analysis method for singularities in solutions to stationary problems of two dimensional linearized elastic bodies by means of "complex stress function method" based on complex function theory.

Next, we explain the fundamental concepts of inverse problems and the ill-posedness of solutions encountered in diverse engineering contexts such as non-destructive testing, medical imaging diagnostics（CT/MRI), and earth sciences. Finally, we apply the analysis of elasticity equations introduced thus far, and discuss the inverse problem of crack reconstruction.

授業のキーワード　連続体力学、線形弾性体方程式、き裂問題、逆問題

授業計画　授業は主に以下の７つのトピックで構成されるが、履修者の理解度・要望に応じて話題を選択する。

1. 連続体力学入門：固体や流体の数理モデル
2. 弾性体方程式：方程式の導出
3. （初期値）境界値問題の解の適切性
4. 複素応力関数法：二次元弾性問題への応用
5. き裂問題の解析：解の特異性
6. 逆問題入門
7. き裂の再構成

This course is primarily composed of the following 7 topics, which are selected based on students' level of understanding and preferences.

1. Introduction to Continuum Mechanics: Mathematical Models of Solids and Fluids
2. Equations of Elasticity: Derivation of Equations
3. Well-posedness of Solutions for（Initial Value）Boundary Value Problems
4. Complex Stress Function Method: Application to Two-Dimensional Elasticity Problems
5. Analysis of Crack Problems: Singularity of Solutions
6. Introduction to Inverse Problems
7. Crack Reconstruction

授業の方法　対面講義による

成績評価方法　評価は主に講義中に課したレポートによって行う
Grade will be based primarily on reports assigned during lectures

教科書　教科書は使用しない。／ Will not use textbook

参考書　次の参考書を使用する。／ Will use the following reference book

著者（訳者）名　L.I. セドフ（著），大橋 義夫（翻訳）

書名　連続体力学 1 - 4

科目番号	科目名	単位	セメスター	担当教員氏名

出版社	森北出版
履修上の注意	数理科学研究科以外の学生も対象とするため，履修に際し，特段の専門的知識は要求しない。 予習・復習へのアドバイスは，授業中に適宜指示する。
その他	・Gurtin, M. E., The linear theory of elasticity, in: C. Truesdell（ed.）volume IVa/2 of Handbuch der Physik, Springer-Verlag, Berlin, 1972. ・Muskhelishvili, N. I., Some Basic Problems of the Mathematical Theory of Elasticity, Springer, 2010. ・Evans, L.C., Partial Differential Equations, American Mathematical Society, 2010. ・金子晃，偏微分方程式入門，東京大学出版会，1998. ・Ciarlet, P.G., Mathematical Elasticity, Volumes I–III, Society for Industrial and Applied Mathematics, 2021. ・Grisvard, P., Elliptic problems in nonsmooth domains, Monographs and Studies in Mathematics 21 Pitman, Boston 1985. ・Mueller, J.L. and Siltanen, S., Linear and Nonlinear Inverse Problems with Practical Applications, Society for Industrial and Applied Mathematics, 2012.

901-52	応用数理特別講義 III	2	A	矢野 恵佑

講義題目	高次元・無限次元の統計・機械学習
授業の目標・概要	LASSO や深層学習を中心に、高次元・無限次元の自由度を取り扱うデータ解析手法とその性質を紹介します。
授業のキーワード	統計、機械学習、最適化、高次元
授業計画	1. 統計・機械学習の基礎：高次元や無限次元の自由度を取り扱うデータ解析手法（特に、LASSO や深層学習）について紹介します。 2. 準備：ルジャンドル変換等の凸解析や統計学の初歩を復習します。 3. 高次元確率論からの準備その 1：集中不等式を学びます。 4. 高次元確率論からの準備その 2：最大値不等式とその応用を学びます。 5. 最適化手法その 1：LASSO や深層学習等における最適化手法とその性質について整理します。 6. 最適化手法その 2：最適化について発展的な話題を紹介します。 7. 収束解析その 1：LASSO の統計的な最適性を学びます。 8. 不確実性評価その 1：LASSO の不確実性評価について学びます。 8. 不確実性評価その 2：LASSO の不確実性評価について発展的な内容を紹介します。 9. 収束解析その 2：深層学習の統計的な最適性を学びます。 10. 不確実性評価その 3：深層学習における不確実性評価について紹介します。
授業の方法	講義
成績評価方法	レポート 80%・授業への参加状況 20%
教科書	授業中に指示をする。／ Will specify at class time
参考書	授業中に指示をする。／ Will specify at class time
履修上の注意	特になし。

科目番号	科目名	単位	セメスター	担当教員氏名
901-54	応用数理特別講義Ｖ	2	S	小寺 諒介

講義題目　Topics on q-Whittaker polynomials and representation theory

授業の目標・概要　Schur 多項式の２パラメータ変形である Macdonald 多項式は，組合せ論・可積分系・表現論・代数幾何学などが交錯する対象として活発に研究されている．
Macdonald 多項式の２パラメータ q, t のうち，パラメータ t を０に特殊化したものを q-Whittaker 多項式と呼ぶ.
この講義では，q-Whittaker 多項式に関わる表現論の話題を扱う.
おおまかな予定は次の通り.
1. q 二項係数とグラスマン多様体
2. GL 型 Macdonald 多項式・q-Whittaker 多項式の明示式
3. ルート系に付随する q-Whittaker 多項式とフェルミ公式
4. カレント Lie 代数のフュージョン積表現・Weyl 加群
5. 箙多様体

授業のキーワード　Macdonald 多項式・q-Whittaker 多項式・表現論・箙多様体

授業計画
1. q 二項係数とグラスマン多様体
2. GL 型 Macdonald 多項式・q-Whittaker 多項式の明示式
3. ルート系に付随する q-Whittaker 多項式とフェルミ公式
4. カレント Lie 代数のフュージョン積表現・Weyl 加群
5. 箙多様体

授業の方法　板書

成績評価方法　レポート

教科書　教科書は使用しない。／ Will not use textbook

参考書　授業中に指示をする。／ Will specify at class time

履修上の注意　特になし

901-55	数理科学特別講義Ｉ	2	A	平井 広志

講義題目　作用素スケーリングと対称空間上の凸最適化
Operator Scaling and Convex Optimization on Symmetric Spaces

授業の目標・概要　行列スケーリング（Sinkhorn 1964）とは，「与えられた非負行列 A に正対角行列 X, Y をかけて, XAY を２重確率行列にできるか」という問題である．その判定は２部グラフのマッチング問題に帰着し，X, Y を求める問題は，ユークリッド空間上の凸最適化問題に帰着する．行列スケーリングは作用素スケーリング（Gurvits 2004）に一般化され，最近，その多項式時間アルゴリズムが示された（Garg, Gurvits, Oliveira, Wigderson 2016, 2020）．この結果は，シンボリック行列式恒等性判定（SDIT, Edmonds 問題）や Brascamp-Lieb 不等式の計算など分野を横断する多くの応用をもたらしている．そして，さらなる一般化の研究が展開してきている．これらは，GIT における半安定性の判定問題を非コンパクト対称空間上の凸最適化問題としてとらえて，アルゴリズム・計算複雑度の観点からアプローチするものである．講義では，この新しい最適化理論の展開について解説する．数理科学の問題に対するアルゴリズミックな視点を学ぶことが一つの目標である．

授業のキーワード　凸最適化，アルゴリズム，計算複雑度，行列スケーリング，作用素スケーリング，アダマール多様体，対称空間，非可換 Edmonds 問題，モーメント多面体，テンソルランク

授業計画
1. 行列スケーリングと Sinkhorn アルゴリズム
2. 作用素スケーリングと作用素 Sinkhorn アルゴリズム
3. 非可換 Edmonds 問題
4. Brascamp-Lieb 不等式への応用
5. モーメント多面体上の凸最適化とテンソルランクへの応用

授業の方法　対面による講義

成績評価方法　レポートにより評価

教科書　教科書は使用しない。／ Will not use textbook

参考書　授業中に指示をする。／ Will specify at class time

履修上の注意　特になし.

科目番号	科目名	単位	セメスター	担当教員氏名
901-56	数理科学特別講義II	2	S	森田 陽介

講義題目	Clifford-Klein 形の幾何学
授業の目標・概要	非 Riemann な等質空間の Clifford-Klein 形の大域的な幾何学について学ぶ。 等質空間 G/H を G の離散部分群 Γ で割って得られる多様体を Clifford-Klein 形という。良い幾何構造を持つ多様体はしばしば然るべき等質空間の Clifford-Klein 形として書けることが知られている。H が非コンパクトな場合（あるいはほぼ同値だが、G/H が G-不変な Riemann 計量を持たない場合）には、Γ の G/H への作用が固有であるか否かを考える必要があり、Riemann な状況では起こり得なかった様々な現象が発生し、現在でも活発な研究が行われている。 この講義では Lie 群・等質空間の基礎について説明した後に、この分野の最も基本的な結果である小林・Benoist の固有性判定法およびその応用について解説する。時間が許す範囲で、近年の進展についても解説したい。
授業のキーワード	Lie 群、等質空間、離散群、固有な作用、Clifford-Klein 形
授業計画	以下の事柄について講義する予定である： 1. Lie 群と等質空間 2. 簡約 Lie 群の構造論 3. 等質空間上の固有な作用、特に小林・Benoist の固有性判定法について 4. 固有性判定法の応用 5. コンパクトな Clifford-Klein 形の存在問題 時間が許す範囲で、近年の進展（Anosov 表現との関連、exotic な Clifford-Klein 形、geometric fibration 予想など）についても解説する。
授業の方法	黒板による講義方式
成績評価方法	レポート、出席
教科書	教科書は使用しない。／ Will not use textbook
参考書	参考書は使用しない。／ Will not use reference book
履修上の注意	学部3年生までに学んだ内容を身につけていること。

科目番号	科目名	単位	セメスター	担当教員氏名
901-57	数理科学特別講義 III	2	A	大本 亨

講義題目	写像の特異点論と数え上げ幾何学
授業の目標・概要	ポアンカレ・ホップの定理やモースの等式などのように，特異点の出現と特性類は切っても切れない関係であって，それらの関係を表すトム多項式理論を講じます．これは，特異点の分類理論および微分トポロジー，コボルディズム理論，代数幾何学にまたがる内容であって，ある種のモジュライ空間―写像の局所的および半局所的特異点の分類スタック―の上の交差理論と言ってよいものです．この理論は，古典的および現代的な数え上げ幾何学の両方に一貫した洞察を提供します．特にヒルベルトの第 15 問題への満足のいく最終的な解答に貢献し, そのような古典問題を数理物理学などから触発された数え上げ問題（オコウンコフの安定エンベロープほか）と結び付く有り様を概観します．ある意味で，20 世紀中葉の巨人，ルネ・トムの数学に対するオマージュです．
授業のキーワード	写像の特異点論（トム・マザー理論），特性類，代数的コボルディズム，トム多項式，グラスマニアン，ヒルベルト・スキーム，安定エンベロープ
授業計画	1. 古典的数え上げ公式の博物学とヒルベルト第 15 問題 2. 写像の特異点論・速成コース／コホモロジー環（交叉環） 3. ベクトル束の特性類／退化跡とトム多項式 4. トーラス作用と不動点公式／ヒルベルトスキーム 5. 高次トム多項式（モティビック不変量）と安定エンベロープ 6. 多重特異点とランドウェーバー・ノヴィコフ類 7. 応用：写像芽の消滅トポロジー・双曲複素幾何（小林予想）・最尤幾何 各 2 回ほど． 進度に応じて，内容や順番の変更が有り得ます．
授業の方法	通常の数学科目と同様に板書中心で講義する予定ですが，スライドも用います．講義で使用したスライドは web 上にアップします．
成績評価方法	各回の平常点（30%）とレポート（70%）を総合的に評価します．
教科書	教科書は使用しない。／ Will not use textbook
参考書	授業中に指示をする。／ Will specify at class time
履修上の注意	授業を聞いてわからないことや疑問に思ったことがあれば，随時，質問してください．トポロジーから代数幾何まで雑多な話題に関わるので，いろいろな専門分野の学生にできるだけわかりやすい授業を心がけます．

科目番号	科目名	単位	セメスター	担当教員氏名
901-58	数理科学特別講義 IV	2	A	大鹿 健一

講義題目	Teichmüller 空間の Thurston 距離
授業の目標・概要	Teichmüller 空間には，双曲構造を Lipschitz 写像で比較することにより，Thurston 距離と呼ばれる距離が入る．この距離は非対称であるが，様々な良い性質を持っており，写像類群の作用との相性も良い．この講義では，この距離について，定義から始めて，基本的な性質を示し，さらにこの距離が導く Teichmüller 空間の接空間，余接空間の凸構造について，解説する．Thurston 距離の気化的性質を理解できるようになることを目指す．
授業のキーワード	曲面，双曲構造，Teichmüller 空間，Thurston 距離
授業計画	1. Teichmüller 空間の双曲構造を用いた定義 2. Teichmüller 距離概論 3. Lipschitz 距離 4. Thurston 距離の定義と基本性質 5. Stretch map 6. Thurston 距離の測地線 7. measured lamination と projective lamination 8. earthquake 変形 9. Thurston 距離の接空間，余接空間 10. 凸幾何の基本概念，面，露出面 11. Harmonic stretch map 12. 接空間の凸構造 13. 余接空間の凸構造 14. Wolpert duality 15. まとめ
授業の方法	黒板を使った講義形式．必要に応じて，文献を紹介し，自習を促す．
成績評価方法	関連した内容についてレポートを提出させ，評価する．
教科書	教科書は使用しない。／ Will not use textbook
参考書	授業中に指示をする。／ Will specify at class time
履修上の注意	双曲幾何と曲面のトポロジーについては，既知とするので，必要に応じて自習すること．

科目番号	科目名	単位	セメスター	担当教員氏名
901-59	数理科学特別講義Ｖ	2	A	小池 貴之

講義題目	弱擬凸性と半正直線束の複素解析幾何/Complex analytic geometry of weakly pseudoconvex domains and semipositive line bundles
授業の目標・概要	本講義では、複素多様体上の領域および正則直線束を主な対象とした複素幾何を学ぶ。函数論的観点からは、領域上の正則関数・有理型関数や直線束の正則切断が、どの程度豊富に存在するかが重要である。その理解のために、実変数における凸性に対応する複素解析的概念としての擬凸性や、直線束の Chern 曲率の正値性が自然な条件として現れる。本講義ではまずこれらの基礎と背景を概観したのち、最低限の弱い擬凸性の条件のみを満たす領域や、Chern 曲率が半正であるような正則直線束において観察される現象や構造について解説する。時間が許す範囲で、関連する近年の進展についても紹介する。
授業のキーワード	複素多様体、擬凸性，正則直線束
授業計画	以下の事柄について講義する予定である： 1. 多変数の正則関数と多重劣調和関数 2. 複素多様体と正則直線束 3. 領域の強擬凸性と直線束の正曲率性 4. レビ平坦超曲面と直線束の半正曲率性 5. 半正性判定と複素力学系 時間が許す範囲で、近年の進展についても解説する。
授業の方法	黒板による講義方式
成績評価方法	レポート、出席
教科書	教科書は使用しない。／ Will not use textbook
参考書	参考書は使用しない。／ Will not use reference book
履修上の注意	学部３年生までに学んだ内容を身につけていること。

科目番号	科目名	単位	セメスター	担当教員氏名
901-60	数理科学特別講義 VI	2	S	山本 修司

講義題目	多重ゼータ値 Multiple Zeta Values
授業の目標・概要	多重ゼータ値はここ数十年にわたって様々な観点から活発に研究され続けている興味深い対象である．この講義では，多重ゼータ値への入門的な導入から始めて，比較的新しい研究からもいくつかのテーマを選んで紹介する．
授業のキーワード	多重ゼータ値，正規化，連結和，離散反復積分
授業計画	おおむね以下の内容を講ずる予定だが，進捗に応じて増減する可能性もある． 1. 多重ゼータ値の級数表示と積分表示 2. 正規化基本定理と複シャッフル関係式 3. 連結和の方法 4. 級数の打ち切りと積分の離散化 5. Drop One 関係式
授業の方法	対面，板書による講義を行う．
成績評価方法	レポートにより評価する．内容は講義中に説明する．
教科書	教科書は使用しない。／ Will not use textbook
参考書	参考書は使用しない。／ Will not use reference book
履修上の注意	微積分や代数学の基本的な知識（学部３年生程度まで）は仮定する．多重ゼータ値に関する予備知識は特に仮定しない．

科目番号	科目名	単位	セメスター	担当教員氏名
901-61	数理科学特別講義 VII	2	A	田口 大

講義題目

確率的縫合補題とその応用

Stochastic sewing lemma and its applications

授業の目標・概要

この講義では，2020 年に Khoa Le によって導入された「確率的縫合補題（Stochastic sewing lemma)」について解説する．決定論的縫合補題（sewing lemma）はヤング積分におけるリーマン和の収束を証明する手法である「1 点抜き論法」の抽象化として，Feyel--de La Pradelle, Gubinelli によって導入された．加法性 $\delta A_{s,u,t}:=A_{s,t}-A_{s,u}+A_{u,t}=0$ を満たさない関数 A に対して，$\delta A_{s,u,t}$ の定量評価から，短い時間区間でこれらの和を取り,「繋ぎ合わせる」ことで, 全体として加法的な関数 I（積分）を構成できるというものである．これによって，例えば，ラフパス積分における "リーマン和 " の収束を比較的簡単に証明することができる．確率的縫合補題は決定論的縫合補題を確率過程に対して拡張したものであり，さまざまな応用が知られている．この講義では，その応用の一つとして，確率微分方程式の数値解析について解説する．

In this lecture, we will explain the "Stochastic Sewing Lemma" introduced by Khoa Le in 2020. The deterministic sewing lemma was originally introduced by Feyel--de La Pradelle and Gubinelli as an abstraction, a technique used to prove the convergence of Riemann sums in Young integration. For a function A that does not satisfy additivity, i.e., $\delta A_{s,u,t} := A_{s,t} - A_{s,u} + A_{u,t} \neq 0$, the lemma allows us to construct a globally additive function I (the integral) by taking the sum over small time intervals and "sewing" them together, provided that we have a quantitative estimate of $\delta A_{s,u,t}$. This framework significantly simplifies the proof of convergence for "Riemann sums" in rough path integrals, for instance. The stochastic sewing lemma is an extension of this deterministic version to stochastic processes and has found a wide range of applications. In this lecture, as one of such applications, we will discuss the numerical analysis of stochastic differential equations.

授業のキーワード

縫合補題，ヤング積分，ラフパス解析，確率的縫合補題，確率微分方程式，数値解析

授業計画

1. 縫合補題（Sewing lemma）
   - 1.2　Young integral，一点抜き論法
   - 1.3　縫合補題（Sewing lemma）
2. 確率的縫合補題（Stochastic sewing lemma）
   - 2.1　離散マルチンゲールと BDG 不等式
   - 2.2　確率的縫合補題（Stochastic sewing lemma）
3. 確率的縫合補題（Stochastic sewing lemma）の応用
   - 3.1　ブラウン運動
   - 3.2　確率微分方程式の数値解析への応用

授業の方法

講義による．

成績評価方法

レポートによる．

教科書

教科書は使用しない。／ Will not use textbook

参考書

参考書は使用しない。／ Will not use reference book

履修上の注意

測度論の基本的内容については学習済みであることを前提とする．

科目番号	科目名	単位	セメスター	担当教員氏名
901-62	数理科学特別講義 VIII	2	S	瀬片 純市

講義題目	振動積分と分散型偏微分方程式への応用 /Oscillatory integrals and application to dispersive partial differential equations
授業の目標・概要	本講義では，振動積分とその分散型偏微分方程式への応用について解説する．振動積分は特殊関数や線形分散型方程式の解の表示など，数理物理学のさまざまなところに現れる．本講義ではまず振動積分を扱う上で基本的となる停留位相法について解説する．次に，停留位相法を用いて，線形分散型方程式に対する分散評価（解の時間減衰評価）や，その双線形版である双線形分散評価を導出する．さらに, それらの評価を非線形シュレディンガー方程式や KdV 方程式といった非線形分散型方程式の解の長時間挙動に応用する．
授業のキーワード	振動積分，分散型方程式，シュレディンガー方程式，KdV 方程式
授業計画	1. 導入，分散型偏微分方程式の例 2. 振動積分，停留位相法 3. 線形分散型方程式に対する分散評価 4. 分散評価の応用 5. 双線形分散評価 6. 双線形分散評価の応用，非線形分散型方程式の解の長時間挙動
授業の方法	板書による講義形式で実施する．
成績評価方法	レポートにより評価する．
教科書	教科書は使用しない。／ Will not use textbook
参考書	プリントを配布する。／ Will distribute handouts
履修上の注意	ルベーグ積分，関数解析の基礎知識があることが望ましい．

科目番号	科目名	単位	セメスター	担当教員氏名
901-63	数理科学特別講義 IX	2	S	大矢 浩徳

講義題目	量子アフィン代数の表現論の進展 Developments in the representation theory of quantum affine algebras
授業の目標・概要	量子アフィン代数とは，有限次元複素単純リー環を無限次元化したアフィンリー環の q-変形とみなせるホップ代数である．量子アフィン代数の有限次元表現論は，量子 Yang-Baxter 方程式のスペクトルパラメータ付きの非自明解を構成する代数的な枠組みであり，1980 年代中頃からこれまでに多くの研究がなされている．近年では，Kashiwara, Kim, Oh, Park により，有限次元表現の対に対する数値的不変量が導入され，量子アフィン代数の有限次元表現圏の研究は一段と進展している． 本講義では，量子アフィン代数の有限次元表現論の基礎事項を学ぶとともに，Kashiwara, Kim, Oh, Park により導入された様々な数値的不変量とその応用について理解することを目標とする．
授業のキーワード	量子アフィン代数，有限次元表現論，R 行列，実加群，Λ不変量，d 不変量
授業計画	以下の事項について解説を行う． ・量子アフィン代数の定義 ・量子アフィン代数の有限次元既約表現の分類 ・普遍 R 行列，正規化 R 行列，再正規化 R 行列 ・実加群とその性質 ・Λ不変量，d 不変量
授業の方法	講義形式
成績評価方法	講義中に与えるレポート課題により評価する．
教科書	教科書は使用しない。／ Will not use textbook
参考書	授業中に指示をする。／ Will specify at class time
著者（訳者）名	Jens Carsten Jantzen
書名	Lectures on quantum groups
出版社	American Mathematical Society, Providence, RI, 1996. viii+266 pp.
履修上の注意	複素半単純リー環における基礎事項は既知とします．本講義で既知とする内容については，例えば以下の教科書で学ぶことができます． ・James E. Humphreys, Introduction to Lie algebras and representation theory, Grad. Texts in Math., 9, Springer-Verlag, New York-Berlin, 1978. xii+171 pp. アフィンリー環および量子群に関する知識があれば，理解の助けになると思われます．これらについては，以下が教科書です． ・Victor G. Kac, Infinite-dimensional Lie algebras. Third edition, Cambridge University Press, Cambridge, 1990. xxii+400 pp. ・Jens Carsten Jantzen, Lectures on quantum groups, Grad. Stud. Math., 6, American Mathematical Society, Providence, RI, 1996. viii+266 pp.

科目番号	科目名	単位	セメスター	担当教員氏名
901-64	数理科学特別講義 X	2	A	中村 勇哉

講義題目　極小モデル理論に関する特異点の不変量 / Invariants of singularities in the minimal model program

授業の目標・概要　極小モデル理論における未解決問題の一つにフリップの停止問題がある。MLD（minimal log discrepancy）は Shokurov により導入された特異点の不変量であり､Shokurov はフリップの停止問題が、MLD の 2 つの予想 --ACC 予想と LSC 予想 -- に還元されることを証明した。本講義では、
・MLD の定義と性質。
・Shokurov の定理。ACC 予想と LSC 予想からフリップの停止問題が導かれること。
・ACC 予想と LSC 予想について知られていること。
・MLD に関するその他の予想。
について紹介することを目標とする。

授業のキーワード　極小モデル理論，フリップの停止問題，MLD

授業計画　本講義では、
・MLD の定義と性質。
・Shokurov の定理。ACC 予想と LSC 予想からフリップの停止問題が導かれること。
・ACC 予想と LSC 予想について知られていること。
・MLD に関するその他の予想。
について紹介することを目標とする。

授業の方法　講義形式で行う。

成績評価方法　レポートを課す予定である。

教科書　教科書は使用しない。／ Will not use textbook

参考書　授業中に指示をする。／ Will specify at class time

履修上の注意　特になし。

901-65	数理科学特別講義 XI	2	S	利根川 吉廣

講義題目　平均曲率流（特にブラッケ流）の入門

授業の目標・概要　動く曲面の速度が各時点におけるその曲面の平均曲率に等しいとき、その曲面族は平均曲率流と呼ばれる．平均曲率流は幾何学的時間発展問題の中で最も重要なものの一つで，その特異点の解析，弱解の概念，初期値問題の可解性など，多様な問題が現在も活発に研究されている．本講義では基本的な性質や定義から始めて，最近の進展についてもいくつか触れる，
When the velocity of a family surfaces is equal to the mean curvature of the surface itself, it is called mean curvature flow. Mean curvature flow is one of the most important geometric evolution problems, and various issues are still being actively studied, such as the analysis of its singular points, the concept of weak solutions, and the solvability of initial value problems. In this lecture, we will start with the basic properties and definitions, and also touch on some recent developments.

授業のキーワード　幾何学的測度論、平均曲率流

授業計画　授業計画：
1. 平均曲率流とは
2. 幾何学的測度論の基礎的概念
3. ブラッケ流の定義
4. 単調性公式と接流
5. 存在定理と正則性定理

授業の方法　黒板を使った講義

成績評価方法　レポートと出席による

教科書　教科書は使用しない。／ Will not use textbook

参考書　授業中に指示をする。／ Will specify at class time

履修上の注意　積分論について習熟していること．

科目番号	科目名	単位	セメスター	担当教員氏名
901-66	数理科学特別講義 XII	2	A	源 泰幸

講義題目	箙 Heisenberg 代数とその周辺（quiver Heisenberg algebras and related topics）
授業の目標・概要	前射影的代数や箙 Heisenberg 代数は箙から構成される代数であり際立った性質を有する。その背後には箙表現の圏の Auslander-Reiten 理論が存在する。今回の講義では二つの代数とその導来版を軸に様々な話題に触れていく。
授業のキーワード	Auslander-Reiten 理論、箙、前射影的代数、箙 Heisenberg 代数
授業計画	有限次元代数上の加群圏の基本的性質、Auslander-Reiten 理論の概説、箙表現、前射影的代数、箙 Heisenberg 代数、微分次数付代数と微分次数付加群、Calabi-Yau 代数、Calabi-Yau 完備化、導来箙 Heisenberg 代数、傾理論等について講義する。
授業の方法	講義
成績評価方法	レポート
教科書	授業中に指示をする。／ Will specify at class time
参考書	授業中に指示をする。／ Will specify at class time
履修上の注意	環や体上の有限次元代数やそれ上の加群に関する基礎知識、圏論の初歩的な知識があるのが望ましい。

科目番号	科目名	単位	セメスター	担当教員氏名
901-74	数理科学広域演習Ⅰ	2	A	WILLOX RALPH

講義題目	Mathematical Writing & Communication
授業の目標・概要	Mathematical writing has been an essential part of the mathematical enterprise almost since the very beginning. It therefore takes place in a cultural context that is quite specific to mathematics, steeped in tradition and with its own conventions. Fortunately, this rather special cultural context makes that, with sufficient practice, mathematical writing skills can be acquired quite easily by anyone sufficiently motivated. The importance of oral communication in mathematics is something that has been recognized only more recently. This however does not make oral presentation skills any less important for a mathematician than traditional writing skills. The main emphasis of this course will be placed on understanding the general publishing culture in mathematics, as well as the structure and basic construction of a `well-written' mathematics paper and a `clear' and well-organized mathematics presentation. This will include explanations of mathematical vocabulary and special usage, but given the enormous proliferation of sub-fields and specific jargon we have seen over the last decades, these explanations will only concern basic elements common to all or most fields in mathematics.
授業のキーワード	mathematical writing, publishing, refereeing, manuscript, publication, presentation
授業計画	October 5（Mon・5）WILLOX Ralph［Intro/Guidance］ October 19（Mon・5）WILLOX Ralph［Manuscript writing］ October 26（Mon・5）KELLY Shane［Publication basics］] November 2（Mon・5）KELLY Shane［Publication basics］ November 9（Mon・5）KELLY Shane［Publication basics］ November 13（Fri）: submission deadline for first draft of paper November 16（Mon・5）WILLOX Ralph［Manuscript writing］ November 25（Wed・5）No Lecture November 27（Fri）: submission deadline for referee report November 30（Mon・5）WILLOX Ralph［Manuscript writing］ December 7（Mon・5）KELLY Shane［Publication basics］ December 11（Fri）: submission deadline for final version of paper December 14（Mon・5）KOHNO Toshitake［Oral presentation］ December 21（Mon・5）KOHNO Toshitake［Oral presentation］ December 28（Mon・5）KOHNO Toshitake［Oral presentation］ January 4（Mon・5）KOHNO Toshitake［Oral presentation］ January 11（Mon）: submission deadline for final version of slides
授業の方法	Lectures will be in English but queries or questions from students and responses from the lecturers to those queries can be in Japanese.
成績評価方法	The evaluation method will be explained in detail during the first lecture, but it will be based on a term paper project, one or two short referee reports concerning those papers, and a short presentation of the paper at the end of the lecture cycle.
教科書	教科書は使用しない。／Will not use textbook
参考書	授業中に指示をする。／Will specify at class time
履修上の注意	For FoPM students only.（Although this is a required course for FoPM students, please be aware that a large part of the course is very mathematics-centered and might not be suitable if your main discipline is different from mathematics.） Each lecture will be 105 minutes. In principle, lectures will be given in person at Komaba campus but some lectures might be online due to scheduling conflicts（in which case the online modalities will be announced in advance）.
その他	"A Primer of Mathematical Writing, Second Edition", Steven G. Krantz（2016） https://arxiv.org/abs/1612.04888

科目番号	科目名	単位	セメスター	担当教員氏名
901-86	数理科学講究 I	6	通年	各教員
講義題目	セミナーは各指導教員のもとで随時行われます。			
901-87	数理科学講究 II	6	通年	各教員
講義題目	セミナーは各指導教員のもとで随時行われます。			
901-88	数理科学講究 III	6	通年	各教員
講義題目	セミナーは各指導教員のもとで随時行われます。			

科目番号	科目名	単位	セメスター	担当教員氏名
901-91	統計財務保険特論Ⅰ	2	S	長山 いづみ

講義題目
デリバティブの価格付け理論
（Derivative Pricing theory）

授業の目標・概要
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。
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。
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．
Financial institutions such as banks and securities companies handle financial products called derivatives. Reasonable prices for these products are obtained by assuming a stochastic model for market fluctuations in underlying asset prices.
In this lecture, after explaining the basic matters in finance, we will explain the properties that should be satisfied by the stochastic model for obtaining the price of derivatives and the principle of price derivation.
The purpose of this lecture is to correctly understand the principle of pricing. The theorems are carefully proved in the framework of the discrete-time model which is easy to understand.
For the continuous-time model, we omit the detailed proof and only explain the concept of the model and introduce the main results.

授業のキーワード
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，状態価格デフレーター，デフレーター，無裁定，裁定機会，確率積分，測度変換，伊藤の公式，ブラック―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，

授業計画
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
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
3. 一般的な離散時間モデルの説明
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）
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
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）
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
8. 離散時間の非完備モデルにおけるデリバティブ価格
9. 連続時間モデルについて

授業の方法
対面で板書による講義形式

成績評価方法
期末の課題レポート

教科書
教科書は使用しない。／ Will not use textbook

参考書
参考書は使用しない。／ Will not use reference book

履修上の注意
予備知識として、確率論を学んでいることが望ましい。
各講義の前に前回の内容の筋道を確認しておき、講義後は理解に漏れがないか復習しておくことが望ましい。

その他
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
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）

科目番号	科目名	単位	セメスター	担当教員氏名
901-92	統計財務保険特論 II	2	A	長山 いづみ

講義題目
貨幣的効用関数／リスク尺度
(Monetary Utility Function / Risk Measure)

授業の目標・概要
保険会社においては、適切な保険料を算出すること、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。
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.
It is necessary for insurance companies to calculate appropriate insurance premiums, and for financial institutions to appropriately grasp fluctuation risks of asset and liability values. A monetary utility functions are applied to the former, and a risk measures are applied to the latter, but they are essentially the same, just with different signs.
The purpose of this lecture is to understand the concept and properties of the monetary utility function.
Please note that this class is not related to the qualification exam for actuaries.

授業のキーワード
リスク尺度，貨幣的効用関数，ポートフォリオ理論，CAPM，バリューアットリスク，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

授業計画
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
2. 1期間のポートフォリオ理論
3. CAPM
4. 貨幣的効用関数とその性質
5. 確定キャッシュフローの現在価値とリスク
6. 保険のモデル

授業の方法
対面で板書による講義形式

成績評価方法
期末の課題レポート

教科書
教科書は使用しない。／ Will not use textbook

参考書
参考書は使用しない。／ Will not use reference book

履修上の注意
予備知識として、確率論を学んでいることが望ましい。
各講義の前に前回の内容の筋道を確認しておき、講義後は理解に漏れがないか復習しておくことが望ましい。

その他
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
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

科目番号	科目名	単位	セメスター	担当教員氏名
901-93	統計財務保険特論 III	2	S	山内 恒人、並川 敦宏、岩沢 宏和

講義題目
保険理論

授業の目標・概要
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
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。
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。
損害保険：損害保険数理の成り立ちを、生命保険数理とも比較しながら紹介する。特に、損害保険契約の特徴や、確率･統計に関する理論･技術の発展の歴史に着目した解説を行う。

授業のキーワード
生命保険，損保数理，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
講師
山内 恒人
並川 敦宏
岩沢 宏和
1. 生命保険商品と登場人物
2. 保険法概説 1 契約の成立・効力
3. 保険法概説 2 契約の履行
4. 保険法概説 3 契約の終了
5. 生命保険の今後の広がりとまとめ
6. 様々な年金制度
7. 年金数理の考え方、基礎率、現価
8. 年金財政運営
9. 年金財政と退職給付会計
10. 年金資産運用と年金ＡＬＭ
11. 損害保険契約の特徴
12. 損保数理のはじまり
13. 計算機の発達と損保数理
14. ベイズ統計学と損保数理
15. データサイエンスと損保数理

分野別の講義日程（予定）は次の通りです。
生保（山内）4/7，4/14，4/21，4/28，5/12
年金（並川）5/19，5/26，6/9，6/16
損保（岩沢）6/23，6/30，7/7，7/14，7/16（補講日，16:50 ～ 18:35）

授業の方法
基本的に初回を含めて対面形式（駒場、数理科学研究科棟）で開講する。
それ以後、もしオンライン（オンデマンドを含む）で行う場合には事前に UTOL からアナウンスする。

成績評価方法
出席点およびレポートによる

教科書
教科書は使用しない。／ Will not use textbook

参考書
参考書は使用しない。／ Will not use reference book

その他
特に指定しない

科目番号	科目名	単位	セメスター	担当教員氏名
901-94	統計財務保険特論 IV	2	A	増田 弘毅

講義題目	レヴィ駆動型モデルの確率解析と統計推測 Stochastic analysis and statistical Inference for Lévy-driven SDE
授業の目標・概要	連続時間ランダムウォークとしてのレヴィ過程、レヴィ過程に関する確率積分、確率微分方程式（SDE）に関する入門事項から入る。その後で、レヴィ駆動型 SDE モデルの統計推測に関するいくつかのトピックを扱う。その背後にある汎用的な理論も解説する。計算機を用いたシミュレーションデモも実施する予定である（R パッケージ YUIMA）。 We begin by introducing Lévy processes as continuous-time random walks, followed by an overview of stochastic integration and stochastic differential equations (SDEs). Subsequently, we present statistical inference theory for Lévy-driven SDE models, alongside the relevant general asymptotic theory. We also plan to conduct simulation demonstrations using a computer (R package YUIMA).
授業のキーワード	確率過程、ウィーナー過程（ブラウン運動）、複合ポアソン過程、レヴィ過程、確率積分、確率微分方程式、擬似尤度解析、統計推測、漸近理論、統計的モデル評価、YUIMA パッケージ
授業計画	・無限分解可能分布とレヴィ過程 ・確率積分、確率微分方程式（SDE） ・SDE モデルの統計推測：擬似尤度解析 ・YUIMA パッケージ：確率微分方程式のオブジェクト化、サンプルパスの擬似生成（シミュレーション）、パラメータ推定
授業の方法	Zoom の URL は UTOL に掲載する。
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。／ Will not use textbook
参考書	次の参考書を使用する。／ Will use the following reference book
著者（訳者）名	Applebaum, D.
書名	Lévy Processes and Stochastic Calculus, 2nd edition
出版社	Cambridge University Press
履修上の注意	統計的漸近理論の入門事項を扱う「確率統計学 II+ 数理統計学」を履修済みであることが望ましい。
その他	その他の参考論文などは講義中に紹介する。

科目番号	科目名	単位	セメスター	担当教員氏名
901-95	統計財務保険特論 V	2	S	小池 祐太

講義題目　線形推測の基礎
Linear statistical inference

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。多変量解析のいくつかの手法も扱う予定である。
As an introduction of mathematical statistics, we treat basic linear statistical inference. We will not enumerate statistical methods but consider their theoretical foundations. We will also deal with several methods in multivariate analysis.

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
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
2. 線形推測論
   一般化逆行列、射影行列、カイ 2 乗分布、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
3. 多変量解析のいろいろな方法
   主成分分析、判別分析

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。／ Will not use textbook

参考書　授業中に指示をする。／ Will specify at class time

履修上の注意　測度論（ルベーグ積分論）の基本的内容については学習済みであることを前提とする。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 などの統計ソフトウェアを使ってデータ解析を自ら行うことが好ましい。

901-96	統計財務保険特論 VI	2	A	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、保険数理、臨床統計では様々な確率過程がモデリングとデータ解析に用いられる。本講義では広範な応用を持つセミマルチンゲールに関して、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理論。Doob-Meyer 分解、コンペンセイター，セミマルチンゲール、可予測時間、局所マルチンゲールの分解可能性、セミマルチンゲールに関する確率積分、2 次変動過程、purely discontinuous local martingale、ランダム測度、局所特性量、セミマルチンゲールの標準表現について解説する。
（数理大学院・理学部数学科共通講義）

授業の方法　講義

成績評価方法　レポート

教科書　教科書は使用しない。／ Will not use textbook

参考書　参考書は使用しない。／ Will not use reference book

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　講義中に紹介する

科目番号	科目名	単位	セメスター	担当教員氏名
901-102	統計財務保険特論 XII	2	A	竹内 正弘

講義題目　数理統計解析法入門
Translational Statistics

授業の目標・概要　通常の臨床試験では、有効性は、無作為化と臨床試験最終時点での差を有効性として推定している。しかしながら、臨床試験では、複数回定義された時刻で、有効性は反復計測されており、それぞれの時点で計測されたデータは、相関されている。また、臨床試験に参加した患者は、最終段階まで、臨床試験に参加しているとは限らず、臨床試験から、脱落する場合もあり、有効性データが欠測する。データの相関性、欠測性は、精神・神経性疾患の臨床試験の特徴になっている。講義を通して、経時データの特徴である、相関性、欠測データに焦点をあて、数理統計学的に考察される問題的を解説し、その解決方法を議論する。

In general, the efficacy of clinical trials is estimated from the difference between the baseline value and the last observation of the clinical trials. However the efficacious endpoints will be measured several times according to the protocol over the period of the clinical trials. These observed data will be correlated and suffer from the dropout patients from the clinical trials, causing missing data issue. In addition, the magnitude of the efficacy will be relatively small particularly in neuropharm disease. In order to prove the efficacy of medical therapies, the two statistical issues, correlation among data and missing data problems will be reviewed and provide possible mathematical solutions in the lectures.

授業のキーワード　反復解析、相関解析結果、脱落データ、経時データ反復解析

授業計画
1. Review of Classical Clinical Trial I
2. Review of Classical Clinical Trial II
3. Concept of Translational Clinical Trial: Longitudinal Aspect I
4. Concept of Translational Clinical Trial: Longitudinal Aspect II
5. Weighted least square approach
6. Weighted least square variance estimator
7. Exponential family approach
8. Issues on exponential family approach
9. Generalized estimating equation approach
10. Generalized estimating equation approach for correlation issue
11. Review of three approaches
12. Review of Missing Data
13. Review of Longitudinal Data Analysis

授業の方法　オンライン（Zoom）で開講する。Zoom URL は UTOL 参照。

成績評価方法　レポートと出席による。

教科書　教科書は使用しない。／ Will not use textbook

参考書　参考書は使用しない。／ Will not use reference book

その他　Lawrence M. Friedman, Curt D. Furberg, David L. DeMets, David M. Reboussin, and Christopher B. Granger, "Fundamentals of Clinical Trial", Springer（ISBN: 978-3-319-30773-2）

科目番号	科目名	単位	セメスター	担当教員氏名
901-106	社会数理特別講義 II	2	S	高島 克幸

講義題目　暗号理論入門／ Introduction to Cryptography

授業の目標・概要　現在の暗号技術は，情報を秘匿するのみでなく，情報の正しさ（正真性）を保証したり，通信相手の正当性を保証することにも使われる．これにより，インターネットを介して，適切な情報を，適切な通信相手に伝えることが可能になる．言い換えると，暗号は，インターネットが社会インフラとして機能するためになくてはならない技術であり，「社会数理特別講義 II」では，その基礎を学ぶ．特に，ここでは，暗号理論の概論から始めて，代数系の取り扱いに習熟していきつつ，インターネット通信に欠かせない公開鍵暗号・デジタル署名の基礎を習得することを目指す．

The modern cryptography is used for a wide range of purposes in the Internet not only for secrecy of information, but also for authenticity of entities and data, which realizes appropriate data controls even within complex network systems. In other words, nowadays, cryptography gives the foundation for the Internet, which is a part of social infrastructures. In the lectures, I will give mathematical foundations based on rigorous definitions of several notions of cryptography including security of public key cryptosystems and signatures and their security proofs.

授業のキーワード　暗号理論

授業計画　以下の計画にしたがって，対面授業を基本とした講義を行う．受講者の理解度などに応じて演習の時間を設けたり進度を遅らせたりするので，以下の計画通りに進まないことがある．

1. 暗号理論の概要
   情報秘匿と認証・署名系，共通鍵暗号と公開鍵暗号，
   量子時代の新しい公開鍵暗号の必要性
2. 秘密鍵暗号
   ブロック暗号（DES, AES），暗号利用モード（ECB, CBC, OFB, CFB, CTR, …），
   パディングオラクル攻撃・POODLE 攻撃など
3. 有限体の基礎と応用
   有限環・有限体の基礎，多項式環と秘密分散法，
   有限次拡大体の AES 暗号アルゴリズムへの応用
4. 公開鍵暗号
   DH 鍵共有とエルガマル暗号，フェルマーの小定理と中国剰余定理，
   RSA 暗号，楕円曲線暗号の優位性
5. 素数生成・離散対数・素因数分解
   ミラー・ラビン素数判定法と AKS 素数判定法，ポラードの ρ 法，BSGS 法，
   2 次ふるい法と数体ふるい法
6. 楕円曲線暗号
   楕円曲線の加法とスカラー倍演算，楕円曲線群の位数計算と楕円曲線生成，
   ペアリング暗号とペアリング曲線生成
7. 暗号の安全性証明
   安全性定義と安全性証明，エルガマル暗号の IND-CPA 安全性，
   公開鍵暗号（PKE）の頑強性と IND-CCA 安全性，
   ランダムオラクルモデル（ROM）と PKE の標準化
8. ハイブリッド暗号と鍵カプセル化
   KEM-DEM 構成法とその安全性，エルガマル KEM と RSA-KEM の IND-CCA 安全性，
   クラマー・シュップ暗号と藤崎 - 岡本（FO）変換
9. ハッシュ関数・MAC・認証付き暗号
   ハッシュ関数：SHA-1, SHA-2, SHA-3,
   MAC 方式：HMAC, CBC-MAC（CMAC）, GMAC, Poly1305,
   認証付き暗号：GCM, CCM, ChaCha20-Poly1305, ASCON

科目番号	科目名	単位	セメスター	担当教員氏名

10. デジタル署名
    RSA-FDH 署名の EUF-CMA 安全性,
    フィアット・シャミア変換による EUF-CMA 安全な署名構成,
    DLP 困難性仮定に基づき EUF-CMA 安全なシュノア署名, (EC) DSA 署名
11. ペアリング暗号
    BLS 署名の ROM における EUF-CMA 安全性,
    ペアリングを用いた ID ベース暗号 (IBE),
    BF (ボネ・フランクリン) IBE とその IND-ID-CPA 安全性
12. 認証・署名の応用
    公開鍵証明書と公開鍵認証基盤 (PKI), TLS 1.3 プロトコル,
    ビットコインとブロックチェーン
13. 耐量子計算機暗号 (PQC)
    NIST PQC 標準化の動向, 量子計算：ショアアルゴリズム, グローバーアルゴリズム,
    格子暗号の概要

授業の方法	講義による.
成績評価方法	課題レポートによる.
教科書	教科書は使用しない。／ Will not use textbook
参考書	参考書は使用しない。／ Will not use reference book
履修上の注意	本講義で必要な代数や計算理論の基本に関しては, 講義中に導入・説明する予定だが, 事前にそれらに関する基本的な知識があることが望ましい.
その他	高木剛「現代暗号理論」, 岩波書店, 2024 年 岡本龍明「現代暗号の誕生と発展」, 近代科学社, 2019 年 中西透「現代暗号のしくみ」, 共立出版, 2017 年 相川・神戸・工藤・高島・安田「代数曲線の計算理論と暗号への応用」, 日本数学会, 2024 年 川添充著, 上野健爾監修「暗号から学ぶ代数学」, 技術評論社, 2021 年 J. Katz and Y. Lindell, Introduction to Modern Cryptography, 3rd edition, CRC Press, 2020 D. Boneh and V. Shoup, A Graduate Course in Applied Cryptography, ver0.6, Jan. 2023 (著者のサイトからダウンロード可)

901-110	数物先端科学Ⅱ	2	S	小林 俊行

講義題目	解析的表現論 Analytic Representation Theory
授業の目標・概要	解析的手法を用いた表現論について、基礎的な事項から始め、無限次元表現の一般理論を概説する。 できるだけ初等的な例を用いて、アイディアがわかりやすいように話す予定である。時間が許せば最先端の話題や未解決問題にも触れる。
授業のキーワード	リー群、表現論, 等質空間, ユニタリ表現、リー代数
授業計画	リー群の作用、群作用のあるファイバー束に関する幾何的な基本概念を説明し、解析的立場から表現論の基礎概念を説明し、さらに最先端の話題を概説する。
授業の方法	対面講義を基本とするが、状況によっては zoom による On Line 講義に切り替えることもありうる。
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	教科書は使用しない。／ Will not use textbook
参考書	参考書は使用しない。／ Will not use reference book
履修上の注意	特にない

科目番号	科目名	単位	セメスター	担当教員氏名
901-111	数物先端科学Ⅲ	2	A	佐々田 槙子

講義題目	マルコフ連鎖と流体力学極限の離散幾何学的アプローチ
授業の目標・概要	原子や分子などで構成される大自由度を持つミクロ系の相互作用則から、マクロな時間発展方程式を導出することは、統計力学の基本的な主題である。また、異なるスケール間の時間発展をつなぐ理論は、物理に限らず、経済や化学、生物などの分野でも重要である。 流体力学極限は、大自由度を持つ確率過程から、少数のマクロパラメータに関する決定論的な偏微分方程式を導出する数学的に厳密な手法であり、30年以上にわたって広く研究されてきた。その間に様々な発展があり、モデルの詳細によらない証明手法が発展してきたが、それでも適用可能なモデルのクラスが制限されていたり、実際には個々のモデルに応じた不等式が必要となるなど、まだ理論として発展が望まれる。 特に、非勾配型とよばれる広いクラスのモデルに対しては、既存の証明の背景にある数学的な構造のより深い理解と、より包括的な理論の整備が望まれている。このために最近導入された、無限直積空間上に一様性という概念を導入したコホモロジーの定式化について紹介したい。特に、ミクロなモデルが離散的な空間上のマルコフ連鎖で表現される場合において、離散幾何学的なアプローチがどのように用いられるのかを紹介することが本授業の目標である。 授業の前半では、マルコフ連鎖について、マルコフ連鎖とその重みつきグラフとの対応、また、流体力学極限に関する基本的な事項や定式化などを扱う。その後、非勾配型モデルの難しさと既存の証明のアイディアを紹介し、さらに、無限直積空間上のコホモロジーの導入、さらにこれがどのように流体力学極限に用いられるのかについて扱う。
授業のキーワード	マルコフ連鎖、離散幾何、流体力学極限、非勾配型モデル、一様コホモロジー
授業計画	1. マルコフ連鎖 2. 生成作用素と定常分布 3. マルコフ連鎖の重みつきグラフによる表現 4. 排他過程と部分排他過程 5. 流体力学極限の定式化 6. エントロピー法 7. 非勾配型モデルの解析 8. 配置空間 9. 配置空間上のコホモロジー 10. 配置空間上のホッジ分解と拡散行列 授業の進行や参加学生の要望に応じて、順番が前後したり一部を扱わないこともある。
授業の方法	対面授業による。
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。／ Will not use textbook
参考書	参考書は使用しない。／ Will not use reference book
履修上の注意	確率論の基礎があるとよい。群、グラフなどの定義も知っているとよい。
その他	なし

科目番号	科目名	単位	セメスター	担当教員氏名
901-113	数物先端科学Ⅴ	2	S	池 祐一

講義題目　層理論の幾何学への応用
Applications of sheaf theory to geometry

授業の目標・概要　層の導来圏および超局所層理論の幾何学への応用に関して解説する．特に，複素代数多様体の交叉コホモロジーとシンプレクティック幾何学への応用について説明する．
We provide an overview of the applications of derived categories of sheaves and microlocal sheaf theory to geometry. In particular, we discuss their applications to the intersection cohomology of complex algebraic varieties and to symplectic geometry.

授業のキーワード　偏屈層，交叉コホモロジー，超局所層理論，シンプレクティック幾何学

授業計画　以下のように進める予定であるが，内容は進行と聴衆の様子によって適宜変更する．
・層の導来圏と 6 函手
・偏屈層と交叉コホモロジー
・超局所層理論
・Tamarkin 圏と層量子化
・層に対するインターリービング距離とその応用
前半と後半では異なるトピックを扱い，独立に聞けるようにする予定である．

授業の方法　板書による講義形式で行う．

成績評価方法　期末レポートにより評価する．

教科書　教科書は使用しない。／ Will not use textbook

参考書　授業中に指示をする。／ Will specify at class time

履修上の注意　層の基本事項と導来圏については多少の復習はするが自由に使う．超局所層理論についてはその都度説明する．

901-114	数物先端科学Ⅵ	2	A	松井 千尋

講義題目　量子力学の数学的定式化、および量子情報の基礎的理論

授業の目標・概要　量子力学の数学的定式化、および量子情報の基礎的理論を習得することを目標とする。

授業のキーワード　量子情報、量子もつれ、量子操作

授業計画　授業で取り扱う内容は
・量子力学の基礎
・量子もつれ（量子エンタングルメント）とそれに付随する量子情報的性質
・量子力学的に実現可能な操作
・エントロピーとその性質
を予定している。

授業の方法　対面板書にて行う。出張などの不在時にはオンデマンド形式を取ることがある。

成績評価方法　学期末にレポートを出題する。

教科書　教科書は使用しない。／ Will not use textbook

参考書　授業中に指示をする。／ Will specify at class time

履修上の注意　初習者にもわかるよう、なるべく丁寧に説明を進めるつもりです。量子力学の基礎的知識があるとスムーズです。

科目番号	科目名	単位	セメスター	担当教員氏名
901-115	数物先端科学Ⅶ	2	S	今井 直毅

講義題目	Deligne-Lusztig 理論
授業の目標・概要	有限簡約群の表現の幾何的な構成を与える Deligne-Lusztig 理論や Lusztig による有限簡約群の既約表現の分類について概観する.
授業のキーワード	Deligne-Lusztig 理論
授業計画	以下のトピックについて扱う. 簡約代数群，旗多様体，Deligne-Lusztig 多様体，Deligne-Lusztig 誘導，冪単表現，Lusztig 系列
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。／ Will not use textbook
参考書	参考書は使用しない。／ Will not use reference book
履修上の注意	特になし.

901-116	数物先端科学Ⅷ	2	A	伊山 修

講義題目	傾理論概論
授業の目標・概要	箙（有向グラフ）の表現には鏡映関手と呼ばれる、向き付けの異なる箙の表現を結びつける操作がある。これはルート系の鏡映を圏化するもので、導来圏同値のもっとも基本的な例を与える。傾加群および傾複体（tilting complex）は、一般の環に対する鏡映関手の拡張と言える。今世紀に入り、傾複体よりも広い準傾複体（silting complex）の重要性が明らかとなった。準傾複体は代数的 t 構造と呼ばれる導来圏の部分圏と一対一に対応し、また異なる準傾複体を結びつける変異（mutation）と呼ばれる操作が存在する。中でも 2 項準傾複体は、τ 傾加群と呼ばれる特別な加群や、特別なねじれ類と呼ばれる加群圏の部分圏と一対一に対応する。最近では、ねじれ類のなす束の構造や、2 項準傾複体から定まる扇の構造が盛んに研究されている。 この講義では、以上の内容に関して概説を与える。なるべく平易な用語を用い、過度に抽象的になることを避ける予定である。
授業のキーワード	傾理論、箙、傾加群、加群圏、ねじれ類、傾複体、準傾複体、変異、導来圏
授業計画	最初の授業で示す
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。／ Will not use textbook
参考書	授業中に指示をする。／ Will specify at class time
履修上の注意	特になし

科目番号	科目名	単位	セメスター	担当教員氏名
901-119	社会数理先端科学Ⅰ	2	S	吉田 善章

講義題目	物理数学概論 Introduction to Mathematical Physics
授業の目標・概要	数理モデルの背景にある物理的な概念とテーマを概説し，物理的直観を数学理論に活かすこと，逆に数理的直観を物理学に活かすことを学ぶ．具体的には，力学および場の理論の基本的な考え方と数学的構造を取り上げる．現象とは，物自体の世界で展開する様々な事象を認識（意味）の世界に引き受けた像である．そこには主題（テーマ）があり，理解や記述の枠組み（エピステーメー）がある．主題を担う「物」あるいは「事」の定式化（モデリング）がどのように行われ，その枠組みを与える数学的な構造はどのような意味を表現しているのかを学ぶことで，モデルを数理と物理の両面から理解することを目指す．
授業のキーワード	数理物理学，力学，場の理論，微分方程式，変分原理，微分形式，微分幾何学，Lie 代数，ハミルトン系
授業計画	1. 物理法則の論理構造:基本用語，変分原理（自然は何を選択するのか）とバランス関係，スケール階層 2. 運動の理論：群と環，相空間，運動の積分． 3. 場の理論（古典論）：微分幾何，時空とエネルギー・運動量，波動 4. マクロ系・エントロピー：確率過程，エントロピー，集団運動 5. 複雑系：カオスを理解する
授業の方法	対面授業，板書による
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。／ Will not use textbook
参考書	次の参考書を使用する。／ Will use the following reference book
著者（訳者）名	吉田善章
書名	電磁気学とベクトル解析（数学と物理の交差点 2）
出版社	共立出版
履修上の注意	講義で言及する数理の基礎概念について，あやふやな事項があれば適宜復習して確認すること．

科目番号	科目名	単位	セメスター	担当教員氏名
901-120	社会数理先端科学Ⅱ	2	A	齊藤 宣一

講義題目	産業で活用される数理科学
授業の目標・概要	産学官から講師を招き，産業界から提供される多様な問題をプログラムの大学院生が認識できる機会を設ける．数学と他分野の連携の広さを学び，産業数理，環境数理などの分野に数学を応用できる能力を養う．
授業のキーワード	産業数理、応用数理、環境数理
授業計画	2026年度の授業計画は、7月頃にお知らせします。 参考の多面、以下に2025年度のスケジュールを示します。 10/3 吉田 広顕（株式会社豊田中央研究所 数理工学研究領域）企業研究所の数理工学 ～格子ボルツマン法の解析と応用 10/10 川本 敦史（株式会社豊田中央研究所 数理工学研究領域）企業研究所の数理工学 ～トポロジー最適化の基礎と応用 10/17 大田 佳宏（Arithmer株式会社／東京大学大学院数理科学研究科／東京大学アイソトープ総合センター）、中田 庸一（Arithmer株式会社 研究開発本部／東京大学アイソトープ総合センター）社会課題解決に貢献するAIと数理科学 10/31 同上 11/7 金森 正史（国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構（JAXA））航空宇宙機関の研究者とはどんな職業なのか？ 11/14 今井 隆太（国立研究開発法人防災科学技術研究所）数学と産業をつなぐ道具：シミュレーション 11/28 同上 12/5 大坪 洋介、高山 侑也（株式会社ニコン 先進技術開発本部 数理技術研究所）製造業のデータサイエンスと数理技術（Zoomホスト：石毛和弘） 12/12 同上 12/19 阪本 光星（三菱電機株式会社 情報技術総合研究所 先進基礎研究部 情報セキュリティ基盤技術グループ）共通鍵暗号の数理 12/26 神戸 祐太、守谷 共起（三菱電機株式会社 情報技術総合研究所 先進基礎研究部 情報セキュリティ基盤技術グループ）公開鍵暗号の数理
授業の方法	講義資料に基づいて講義します
成績評価方法	出席とレポート（レポートの詳細はUTOLで連絡する）
教科書	教科書は使用しない。／ Will not use textbook
参考書	参考書は使用しない。／ Will not use reference book
履修上の注意	講義への主体席な参加（質問など）を歓迎します
その他	特に指定しない。講義中に紹介する

科目番号	科目名	単位	セメスター	担当教員氏名
901-121	社会数理先端科学Ⅲ	2	その他	齊藤 宣一

講義題目	社会数理実践研究
授業の目標・概要	産業界などから提示された課題に対し，高度の数学的知見の適用や新たな数学の創造を通じて，従来の数学応用を超えた研究を行う．一つの課題に対して，一年かけて成果を出す．WINGS-FMSP と FoPM（数理学研究科）および SPRING GX（WINGS-FMSP 所属）のコース生向けのコースワークである．
授業のキーワード	数理科学
授業計画	7 月にガイダンスを行い，企業や独立行政法人などの参加機関（以下，班と呼ぶ）ごとに複数の課題を説明する． 履修生は，各自で課題を一つ選び，一つの班に属する． 新しい班の活動は 10 月から始まる． 協働研究である一方で，各履修生には一つの課題に対してリーダーを勤めて研究を推進してもらう． 次年度の 5 月に中間発表，10 月に成果発表を行う．さらに，成果をレター形式の論文（日本語･英語，2 または 4 ページ）にまとめ，数理科学研究科が編集する電子ジャーナル（査読あり）数理科学実践研究レターに発表する．
授業の方法	担当助教・特任助教や教育支援員と協働で，参加機関担当者のアドバイスを受けながら研究を進める． 平均的には，毎月一度の研究打ち合わせがある． 履修者には、個人の研究活動の 10%以下をこの社会数理実践研究に当てることを想定している。
成績評価方法	出席と研究打ち合わせにおける進捗報告
教科書	教科書は使用しない。／ Will not use textbook
参考書	参考書は使用しない。／ Will not use reference book
履修上の注意	WINGS-FMSP のコース生は博士課程在学中に一度履修することが必修である．博士課程 1 年次に履修することを想定している．
その他	指定しない

科目番号	科目名	単位	セメスター	担当教員氏名
901-122	社会数理先端科学Ⅳ	2	その他	齊藤 宣一

講義題目	産業界からの課題解決のためのスタディグループ
授業の目標・概要	産業界における実際の問題に対して、さまざまな数学的アプローチを提案・検討してもらう。結果として、数理科学が現実社会の難題を解決するために鍵となることを、自ら問題に取り組むことにより体験してもらう。産業界や異分野との研究者との議論、共同作業によって、専門分野に留まらないコミュニケーション力を磨く。
授業のキーワード	産業数学、応用数学
授業計画	初日：課題説明と班わけ 2 日目から 4 日目：課題遂行 5 日目：成果報告 詳細は UTOL を参照すること。 (2025 年度は 2 月 2 日から 2 月 6 日まで行いました)
授業の方法	グループに分かれてのグループワーク
成績評価方法	出席と平常点
教科書	教科書は使用しない。／ Will not use textbook
参考書	参考書は使用しない。／ Will not use reference book
履修上の注意	全日程の参加を前提とする。
その他	特に指定しない

科目番号	科目名	単位	セメスター	担当教員氏名
901-125	研究倫理Ⅱ	0.5	S	河澄 響矢

講義題目　研究倫理Ⅱ
授業の目標・概要　研究倫理について学ぶ。
授業のキーワード　研究倫理
授業計画　開催日時は、8/6（木）2～4限 を予定。
詳細は後日連絡する。
授業の方法　オンライン形式で実施する。
成績評価方法　出席とレポートによる。
教科書　教科書は使用しない。／ Will not use textbook
参考書　参考書は使用しない。／ Will not use reference book
履修上の注意　学部生は必修（研究倫理）です。
学部時代に「研究倫理」を修得した学生は選択必修です。しかし、数学の研究論文執筆等で欠かせない事項についても解説するので、大学院時代にも一度は履修されることを推奨します。

科目番号	科目名	単位	セメスター	担当教員氏名
901-133	数理科学特論Ⅳ	1	S	Chin-Yu Hsiao、平地 健吾

講義題目　An introduction to complex analytic geometry
授業の目標・概要　The Bergman kernel plays a significant role in current research in several complex variables and complex geometry. In this course, I will introduce how to use fundamental complex analysis techniques to study the asymptotic behavior of the Bergman kernel in complex geometry. We will then utilize the asymptotic behavior of the Bergman kernel to prove（1）Demailly's Morse inequalities,（2）Tian's theorem about the convergence of the Fubini-Study metric, and（3）the Kodaira embedding theorem. If time permits, I will briefly introduce how to use methods from basic complex analysis and spectral theory to establish the full asymptotic expansion of the Bergman kernel（the Tian-Yau-Catlin-Zelditch asymptotic expansion）.
授業のキーワード　Bergman kernel, Demailly Morse inequalities, Kodaira embedding
授業計画　6月24日、7月1日、8日、15日（各日 水曜4限・5限）
授業の方法　Blackboard-based lectures
成績評価方法　Based on attendance and reports
教科書　その他。／ Other
参考書　次の参考書を使用する。／ Will use the following reference book
著者（訳者）名　Xiaonan Ma and George Marinescu
書名　Holomorphic Morse Inequalitis and Bergman kernels
履修上の注意　Students are expected to have knowledge of complex analysis, differential geometry

科目番号	科目名	単位	セメスター	担当教員氏名
901-149	数理科学特別講義XIX	2	A	高島 克幸

講義題目　耐量子計算機暗号入門／ Introduction to Post-Quantum Cryptography

授業の目標・概要

現在使われている公開鍵暗号の安全性は，素因数分解などの数学問題の困難性に基づいている．しかし，大規模な量子計算機が実現されれば，それらの安全性が脅かされることが知られており，そのような安全性危殆化を防ぐために，新たな公開鍵暗号技術が開発されている．それらは「 耐量子計算機暗号（PQC：Post-Quantum Cryptography）」と呼ばれている．PQC では，格子，代数的整数論，多変数多項式，楕円曲線など，主に数論・代数学と関連するさまざまな数学を使って暗号技術が構成されている．

本講義では，PQC の基礎から始めて，いくつか代表的な暗号化・署名方式について，その構成法と安全性について説明していく．

Since widely deployed public key cryptosystems are based on factoring and/or discrete-log assumptions, the systems are vulnerable to quantum cryptanalyses if large-scale quantum computers are available. For circumventing such events, we are developing new public key cryptosystems called post-quantum cryptography（PQC）. For building PQC, various kinds of mathematics are employed, i.e., lattices, cyclotomic fields, multivariate polynomials, elliptic curve isogenies, etc., which are rich to be studied from algebraic and arithmetic viewpoints as well. In the lectures, I will give fundamentals of PQC and basic schemes from various mathematical building blocks and their rigorous security proofs.

授業のキーワード　耐量子計算機暗号

授業計画

以下にしたがって対面授業を基本とした講義を行う．受講者の理解度などに応じて演習の時間を設けたり進度を遅らせたりするので，以下の計画通りに進まないことがある．

1. 量子計算と耐量子計算機暗号
   量子計算機と NIST 耐量子計算機暗号標準化，
   量子計算：ショアアルゴリズム，グローバーアルゴリズム
2. 暗号の安全性と FO 変換
   KEM-DEM 構成法，RSA-KEM とエルガマル KEM の IND-CCA 安全性，
   藤崎 - 岡本（FO）変換 と エルガマル FO KEM
3. 格子問題
   SVP・SIS・LWE 問題とその困難性，格子基底簡約アルゴリズム，
   SIS・LWE 問題困難性に基づく双対レゲフ暗号
4. 平滑化パラメータと離散ガウス分布サンプリング
   レゲフの格子暗号構成フレームワーク，ポアソンの和公式と平滑化補題，
   GPV 離散ガウス分布サンプリング
5. SIS・LWE 問題の最悪時 - 平均時帰着
   SIVP 問題から SIS・LWE 問題への最悪時 - 平均時帰着，
   BDD 問題と GapSVP 問題，LWE の最悪インスタンス困難性への帰着など
6. NIST 標準格子暗号：ML-KEM
   エルガマル FO KEM とレゲフ LWE 暗号，多項式剰余環と NTT 変換・逆変換，
   加群格子に基づく ML-KEM 鍵共有
7. NIST 標準格子暗号：ML-DSA
   シュノア署名に基づいた BG 署名と ML-DSA 署名，
   ML-DSA 署名サイズ削減のための「ヒント」利用
8. GPV 署名と格子高機能暗号
   格子の短基底による原像サンプル可能関数（PSF），格子 PSF に基づく FDH 型 GPV 署名，
   ガジェットトラップドアによる GPV 署名・IBE，AFV 内積述語暗号
9. イデアル SVP に対する CDW 量子アルゴリズム
   CDW（クラマー・デュカ・ウェゾロースキー）アルゴリズムの概要，
   スティッケルベルガー格子上の格子問題への帰着，
   円分単数対数格子上の格子問題への帰着

科目番号	科目名	単位	セメスター	担当教員氏名
	10. 符号暗号 HQC-KEM と 耐量子署名 UOV, SLH-DSA MLWE 問題と準巡回シンドローム復号（QCSD）問題, HQC 復号のための連接符号（RS 符号 + RM 符号), UOV に対する キプニス - シャミア暗号解析など 11. 同種写像問題と SIDH 鍵共有 ベルーの公式による同種写像計算，楕円曲線 2- 同種写像を用いた CGL ハッシュ関数, SIDH 鍵共有とカストリック - デクルー（CD）鍵回復攻撃 12. M-SIDH 鍵共有と CSIDH 鍵共有 同種写像問題と自己準同型環，レベル構造付き同種写像問題と M-SIDH 鍵共有, 群作用暗号（EGA と REGA）と CSIDH 鍵共有 13. CSI-FiSh 署名 と SQIsign 署名 CSIDH-512 パラメータと CSI-FiSh 署名，ドイリング対応に基づく SQIsign 署名, 種数 2 曲線 リシェロー同種写像列計算，カニの補題に基づく SQIsign v2.0			
授業の方法	講義による.			
成績評価方法	課題レポートによる.			
教科書	教科書は使用しない。／ Will not use textbook			
参考書	参考書は使用しない。／ Will not use reference book			
履修上の注意	本講義で必要な代数や公開鍵暗号に関する基本に関しては，講義中に導入・説明する予定だが，事前にそれらに関する基本的な知識があることが望ましい, 特に，S 学期に開講の「社会数理特別講義 II（暗号理論入門)」を既に履修済みであることが望ましい.			
その他	青野・安田「格子暗号解読のための数学的基礎」，近代科学社，2019 年 岡本龍明「 現代暗号の誕生と発展 」，近代科学社，2019 年 縫田光司「 耐量子計算機暗号 」，森北出版，2020 年 安永憲司「暗号理論入門」，森北出版，2024 年 J. Katz and Y. Lindell, Introduction to Modern Cryptography, 3rd edition, CRC Press, 2020 D. Boneh and V. Shoup, A Graduate Course in Applied Cryptography, , ver0.6, Jan. 2023（著者のサイトからダウンロード可)			

科目番号	科目名	単位	セメスター	担当教員氏名
901-150	数理代数学概論Ⅰ	2	A	志甫 淳

講義題目　代数的整数論
Algebraic number theory
授業の目標・概要　代数的整数論の入門的講義を行う.
We give an introductory course on algebraic number theory.
授業のキーワード　代数体, Dedekind 環, 素イデアル分解, 分岐, 判別式, 類数の有限性, Dirichlet の単数定理, Dedekind ゼータ関数, 類数公式
授業計画　以下について講義することを予定しているが, 進度により変更する可能性もある.
Dedekind 環
付値体
素イデアルの分岐
類数の有限性
Dirichlet の単数定理
Dedekind ゼータ関数と類数公式
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。／ Will not use textbook
参考書　参考書は使用しない。／ Will not use reference book
履修上の注意　群論, 環論, 体論の基礎事項を仮定する.
その他　森田康夫 整数論 東京大学出版会
雪江明彦 整数論 1, 2, 3 日本評論社
加藤和也, 黒川信重, 斎藤毅 数論Ⅰ岩波書店
河田敬義 数論 岩波書店

科目番号	科目名	単位	セメスター	担当教員氏名
901-152	微分幾何学Ⅰ	2	A	大島 芳樹

講義題目　リー群の基礎
授業の目標・概要　リー群について入門的講義を行う. 特に, リー群とリー環の対応, リー群の多様体への作用, リー群や等質空間の幾何的性質などを, 具体例を多く扱いながら主に幾何的側面に比重を置いて解説する.
授業のキーワード　リー群, リー環, 等質空間, 表現
授業計画
1. 位相群とリー群
2. リー群とリー環の対応
3. 行列群, 古典群
4. リー群の作用, 等質空間
5. リー群の表現, 同変ベクトル束
6. 不変微分形式, 不変測度
7. コンパクトリー群, 簡約リー群の構造
8. 対称空間

授業の方法　対面での講義を予定
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。／ Will not use textbook
参考書　授業中に指示をする。／ Will specify at class time
履修上の注意　特になし

科目番号	科目名	単位	セメスター	担当教員氏名
901-154	位相幾何学 I	2	S	葉廣 和夫

講義題目　ホモトピー論とファイバー束

授業の目標・概要　ホモトピー、被覆変換と基本群、普遍被覆空間、高次ホモトピー群、ファイバー束（構造群、主束、切断）などの位相幾何学に関する基礎的な概念を学ぶ.

授業のキーワード　ホモトピー，被覆空間，ホモトピー群，ファイバー束，ファイブレーション

授業計画
1. 基本群と被覆空間
2. ファイバー束とファイブレーション
3. ホモトピー群
4. CW 複体

授業の方法　対面の講義による

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。／ Will not use textbook

参考書　授業中に指示をする。／ Will specify at class time

履修上の注意　幾何学 I，幾何学 II の内容を理解していることが望ましい.

科目番号	科目名	単位	セメスター	担当教員氏名
901-156	代数構造論 I	2	S	高木 俊輔

講義題目　現代可換環論入門
Introduction to Modern Commutative Algebra

授業の目標・概要　20 世紀後半に可換環のホモロジカルな研究が急速に発展した。その先駆けとなったのが、A. Auslander、D. Buchsbaum、J.-P. Serre による、大域次元を用いた正則局所環の特徴付けである。この研究をさらに推し進めて、Cohen-Macaulay 環の概念が導入された。1960 年代に入ると、Grothendieck によってホモロジカルな研究は体系化され、Gorenstein 環、標準加群、局所コホモロジーなど、今日の可換環論には欠かすことのできない道具が整備された。本講義ではこれらの事項について解説し、可換環論におけるホモロジカルな手法の基礎を習得することを目標とする。
In the latter half of the twentieth century, homological methods in commutative algebra developed rapidly. A key milestone was the characterization of regular local rings in terms of global dimension, due to Auslander-Buchsbaum and Serre. Pushing this line of research further led to the introduction of Cohen–Macaulay rings. In the 1960s, Grothendieck systematized the homological approach, developing basic tools for modern commutative algebra such as Gorenstein rings, canonical modules, and local cohomology. In this course, we will discuss these topics and aim to provide a foundation in homological methods in commutative algebra.

授業のキーワード　正則環、Cohen-Macaulay 環、Gorenstein 環、局所コホモロジー、局所双対定理

授業計画　以下の内容を扱う予定である。
(0) ホモロジー代数の概説（入射加群、Matlis 双対性、Ext、Tor の定義など）
(1) 局所コホモロジーの定義と基本性質
(2) 大域次元と Auslander-Buchsbaum-Serre 公式
(3) Cohen-Macaulay 環と Gorenstein 環
(4) 局所双対定理

授業の方法　黒板による講義形式で行う。

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。／ Will not use textbook

参考書　次の参考書を使用する。／ Will use the following reference book

著者（訳者）名　Winfried Bruns & H. Jürgen Herzog

書名　Cohen-Macaulay Rings

出版社　Cambridge University Press

履修上の注意　学部 3 年次の代数学（特に代数学 I、II）の知識を仮定する。

課程修了 及び 学籍関係の手続きについて

１．課程修了

修士課程及び博士課程を修了するためには、それぞれ所定年数（修業年限）以上在学し、所要科目・単位を修得し、必要な研究指導を受け、かつ学位論文審査及び最終試験に合格する必要があります。（大学院便覧の大学院学則第５条、第６条および数理科学研究科規則第３条、第４条を参照）

２．修了年限・在学期間等

項　目	説　　明	修士課程	博士課程
修業年限	その課程を修了するために在学する年数	２年	３年
在学年限	その課程で在学可能な年数	３年	５年
短縮修了	「特例」として修業年限を短縮して修了することができます。 優れた業績をあげた者で、修業年限を待たずに学位論文を提出できると指導教員が認めた場合に限ります。 また、在学年数に合わせて必修科目であるセミナー（演習）を履修し、修了に必要な必要単位数を満たす必要があります。（「３．履修上の注意」の項を参照）	１年以上	１年～ ２年以上 (修士課程の在学年数により異なる)
休学期間	その課程で休学できる年数	２年	３年

（※在学期間延長及び休学、退学のいずれの手続きも指導教員の承認を必要とします。）

３．履修上の注意

＜研究倫理について＞

数理科学研究科の大学院生は「選択必修」です。

しかし、数学の研究論文執筆等で欠かせない事項についても解説するので、大学院時代に一度は履修されることを推奨します。

特に学部時代に「研究倫理」を修得していない方はなるべく履修するようにしてください。

研究倫理Ⅰ（0.5 単位）：修士課程科目

研究倫理Ⅱ（0.5 単位）：博士課程科目

＜修士課程＞

・課程修了に要する単位：３０単位以上

・修士課程では修了単位として選択必修科目の中から、以下セミナーを除く４単位以上修得する必要があります。
（選択必修科目は、大学院便覧または本冊子の「数理科学研究科数理科学専攻授業科目表」を参照ください）

・修士課程では修了単位として次のセミナーの単位を１６単位修得する必要があります。
（セミナーは各指導教員のもとで随時行われます。）

数理科学基礎セミナーⅠ（８単位）：１年生
数理科学基礎セミナーⅡ（８単位）：２年生

※なお、短縮修了する場合のみ、数理科学演習Ⅰ、Ⅱ（各４単位、Sｾﾒｽﾀｰ／Aｾﾒｽﾀｰ）８単位をもって数理科学基礎セミナーⅡに振替えることができます。

・すでに履修した科目と同一科目名の科目は、担当教員、科目内容が異なる場合であっても、履修し単位を修得することはできません。

・選択必修以外の単位において、他研究科の単位及び※東京科学大学、お茶の水女子大学、日本大学の開講する科目の単位を修了単位とすることができます。ただし、１０単位を限度とします。
また、学部の科目の単位も修了単位にできますが８単位までです。
（他研究科科目および学部科目を修了単位に含める場合は、指導教員に許可を得てください）。

※　本研究科は、東京科学大学大学院、お茶の水女子大学大学院人間文化創成科学研究科、日本大学大学院総合基礎科学研究科と単位互換制度を取り交わしています。

＜博士課程＞

・課程修了に要する単位：２０単位以上

・博士課程では修了単位として次のセミナーの単位を１８単位修得する必要があります。
（セミナーは各指導教員のもとで随時行われます。）

数理科学講究Ⅰ（６単位）：１年生
数理科学講究Ⅱ（６単位）：２年生
数理科学講究Ⅲ（６単位）：３年生

※なお、短縮修了する場合のみ、数理科学特別演習Ⅰ、Ⅱ（各６単位、Sｾﾒｽﾀｰ／Aｾﾒｽﾀｰ）をもって、それぞれ数理科学講究Ⅱ、Ⅲに振替えることができます。

・修士課程において、修了に必要な単位（３０単位）を超えて取得した単位は、指導教員の許可を得て、博士課程の単位に移行することができます（ただし、やむを得ず単位が不足している場合に限ります）。
移行を希望する学生は、事前に窓口で相談の上、「単位移行届（所定様式）」を提出してください。

・修士課程において履修した科目と同一科目名の科目は、年度、担当教員、科目内容が異なる場合であっても、博士課程の修了に要する単位としては認定されません。
ただし、履修し単位を修得することはできます。

４．休学・復学・退学

● 休 学

・次の理由がある場合のみ休学が認められます。休学期間中の授業料は免除されます。
　ただし、授業料は基本的に前期（4/1〜9/30）及び後期（10/1〜翌 3/31）の半期毎に年額の２分の１を納入することになっており、月割ではないので、学期途中からの休学は、その学期の授業料は免除されません。

休 学 理 由	期 間	手続書類
１．病気理由	２ヶ月以上、 １年	「休学願」 「医師の診断書」 （療養見込期間が記載されているもの）
２．経済的理由	２ヶ月以上 １年	「休学願」 「理由書」 （理由を具体的に記入。書式自由）
３．外国の大学等に「修学」する	２ヶ月以上 １年	「休学願」 「修学計画書」 「大学等入学許可証（証明書）」 又は「在学証明書」
４．海外へ渡航し、調査見学を行う	２ヶ月以上 １年	「休学願」 「調査・見学計画書」 （日程表含む）
５．外国人学生で、やむを得ない事情による一時帰国	２ヶ月以上 １年	「休学願」 「理由書」 （理由を具体的に記入。書式自由）
６．出産又は育児	２ヶ月以上 １年	「休学願」 「母子手帳」（写） 「説明書」（書式自由）
７．配偶者（事実上の婚姻関係者を含む）・父母・子・配偶者の父母等の負傷・疾病・老齢のための介護	２ヶ月以上 １年	「休学願」 「医師の診断書」 「説明書」（書式自由）
８．報酬を得ないで社会（自然災害時・療護又は養護の施設等で）貢献する活動・国際協力を行う団体に参加する活動等	２ヶ月以上 １年	「休学願」 「計画書」 （具体的、詳細に記入。書式自由）
９．外国人学生で、在留資格認定証明書が交付されないことにより入国できないため２月以上の休学を必要とする者	２ヶ月以上 １年	「休学願」 「理由書」 （理由を具体的に記入。書式自由）

（補足）
・休学をする場合は、指導教員の承認が必要です。
・１ヶ月以上前までに休学願を窓口に提出してください。
・授業料未納の場合には休学願は受理されません。

● 復 学

許可された休学期間中又は期間終了時に休学理由が解消され、休学を続ける必要がなくなった場合。

手続き書類：「復学願」を窓口に提出。（休学理由が病気の場合は「医師の診断書」を添付）

授業料：復学した月からその学期末までの分（学期途中の復学の場合は、特別に月割計算）を復学した月に納入。

● 退 学

学年途中又は、在学期間満了により退学する場合。

手続き書類：「退学願」を窓口に提出。

授業料：退学月の学期分までの授業料を全納していないと、退学は認められません。

※満期退学（単位修得済退学）

博士課程に３年以上在学し、２０単位以上修得している場合は、いわゆる「満期退学」となります。退学後３年以内に学位論文を提出し、合格した場合は、その審査委員会後の教育会議の日付をもって、課程博士修了となります。

５．諸手続き等

● 窓口業務（数理科学教務チーム）

土日祝日及び、大学又は研究科行事（入試・論文審査等）が行われるとき、及び年末・年始は窓口を休業します。

受付時間（月～金）	午前	10:00～12:15
	昼休み	12:15～13:00（窓口一時休止）
	午後	13:00～16:30

● 証明書発行

証明書自動発行機で以下の証明書の交付を受けることができます。（研究生を除く）

証明書自動発行機の稼働時間は、平日の 9:00～17:00 です。

・ 学生旅客運賃割引証
・ 在学証明書
・ 成績証明書
・ 修了見込証明書

上記以外の証明書は窓口で交付します。また、各種英文証明書も窓口で交付します。
（窓口で交付願を提出してください。）

・ 研究生在学証明書
・ 博士学位授与証明書
・ 退学証明書
・ 博士課程満期退学証明書

● 住所、連絡先変更

住所や連絡先の変更がある場合には、UTAS により手続き（入力）してください。大学から連絡を行う場合がありますので、最新の情報に更新しておいてください。

● 改姓・改名、指導教員等変更

改姓・改名、指導教員の変更等がある場合には、速やかに窓口に届け出てください。

● 海外渡航手続き

研究や観光等で海外に渡航する場合は、窓口にて所定の用紙に記入し、手続きをしてください。留学生の一時帰国時も同様に手続きをしてください。（感染症、テロなどの事件発生時の学生の海外所在把握のため必要です。）

なお、２ヶ月以上に渡る海外渡航は、本研究科の会議での承認が必要になりますので、出発の１ヶ月以上前までに手続きをしてください。

● その他

・学生への授業関係及び諸手続きについての連絡および公表は、随時、数理科学研究科ホームページ（以下 URL）、UTAS 掲示板、数理棟１F 掲示板で行いますので、定期的に確認するようにしてください。
・至急の要件や全員に確実に連絡が必要な場合には、UTAS に登録されているメールアドレス等に連絡することもありますので、UTAS の登録情報（住所・電話番号・メールアドレス等）に変更があった場合は常に最新のものに更新しておいてください。

・成績が公表された翌月の初旬のみ、成績確認の申し出ができます。希望者は、窓口で所定の様式を受け取り、記入して提出してください。

・数理棟２階コモンルームに設置してある各自の院生用メールボックスに連絡文書及び配布物を投函することがありますので、確認するようにしてください。

数理科学教務チーム URL　http://www.ms.u-tokyo.ac.jp/kyoumu/index.html

研究倫理規範

東京大学大学院数理科学研究科は、基礎的で重要な問題の探求はもとより、新たな研究領域を開拓し、国際的な視野に立って高度な数学・数理科学の文化を醸成して社会の発展に資することを研究の目的としている。研究成果は公表され、科学者相互の評価と批判にさらされることにより、人類共通の財産となる。すべての構成員は高い志と倫理観を持って誠実な態度で研究及びその公表を行わなくてはいけない。

研究活動における不正行為は、科学研究に対する社会の信頼を損ね、科学の発展を阻害する危険をはらむ人類に対する重大な背信行為である。数学・数理科学の研究において起こりうる不正行為としては、他者のアイデア、データ、研究成果の盗用、データのねつ造・改ざん、他者の研究成果の意図的な無視、規定に反し複数の学術誌に実質的に同じ内容の論文を投稿するなどの行為が考えられるが、これらの行為は真理の解明を目指す科学者としての精神に反する行為であり、許されない。

研究成果の公表に当たってはその研究成果の独創性と意義を正確に伝えることが必要である。研究に携わる者は研究の公表内容に対して説明責任を負う。研究成果の正確性、客観性や実証性を透明性を持って保証すると共に、結果の再現性・頑健性についても十分確認する必要がある。他者の研究の正当な引用に常に配慮する、過去の公表内容に過ちが見つかった場合に速やかに修正を公表するなど、研究内容の公表においては誠実な態度で臨まねばならない。共同研究においては、個々の研究者が、共同研究者の研究倫理の遵守に対して連帯責任を負わなければならない。また、研究に携わる者は付託された研究費の適正使用に対しても責任を負う。研究を有形無形に支える人々に対して十分な説明責任を果たすためにも、責任ある研究成果の公表が必要である。

Code of Research Ethics

The Graduate School of Mathematical Sciences, The University of Tokyo

The research mission of The Graduate School of Mathematical Sciences, The University of Tokyo, is the quest for fundamental mathematical truths as well as contributions to the international public benefit through the development of new research areas and the advancement of general mathematical culture.

Individual scientific research, subjected to public scrutiny through peer review and criticism, forms part of the common heritage of humankind. Every member of the School is advised to be highly conscious of his/her own mission in conducting and publishing his/her research.

Wrongdoing in research is a serious betrayal of the trust that humanity places in scientific research, and therefore could hamper the development of science as a whole. Typical examples of wrongdoing in mathematics/mathematical sciences include: the piracy of ideas, data and other mathematical; fabrication or falsification of data; intentional neglect of other researchers' achievements; and multiple submissions (submissions of manuscripts of essentially the same content to two or more journals). Such deeds are unacceptable because they contradict what is regarded as the spirit of science, the free, unceasing pursuit of knowledge.

Researchers are required to account for what they have published. Each research publication must precisely express its original contribution to, and its significance in, mathematics/mathematical sciences. The correctness of the results/proofs and the objectivity of data should be guaranteed in a verifiable manner. In simulations and experiments, reproducibility and robustness need to be taken into careful consideration.
Researchers must be fair and honest in their published papers. They are required to duly refer to other researchers' contributions. In the event that mistakes are found in their past publications, these must be corrected as soon as possible. Each individual researcher participating in joint research is responsible for ensuring that proper research ethics are observed by all members of the research team.　Scientific researchers are morally, physically and financially supported by many people. Researchers must be aware of their responsibilities and, in particular, administer their research funds properly.

博士論文に関する指針

東京大学大学院数理科学研究科は，以下の指針に基づいて論文の審査，試験および学力の確認を行い，適当と認めた論文提出者に対して博士（数理科学）の学位の授与を行う．

(1) 学位論文提出者は，東京大学大学院数理科学研究科研究倫理規範を遵守しなければならない．
(2) 論文には十分に学術的価値のある新しい数学・数理科学的知見が含まれていることが必要である．また，博士の学位を受けるものは当該分野について幅広い知識を持ち，独立して研究を遂行できる能力をもつことが要求される．このような要件すべてを満たしているかどうかを確認するために口頭による論文審査が公開で行われる．
(3) 論文の内容は国際的に公開するものであるから本文は欧文（原則として英文）で書かれていなければならない．さらに要約を日本語で提出しなければならない． ただし、論文の中で社会科学，人文科学，医学，工学等の内容を扱い，数学用語以外の用語を多数用いる必要がある場合は，本文で使用する言語は日本語であってもよい．
(4) 論文作成にあたっては，先行研究をきちんと参照し，どこまでが先人の結果であり，どこまでが自らの成果であるかがはっきり区別できるように示す必要がある．文献は，原則的には原典を引用し，口頭による重要なアイデアの提供があれば，それも明示する必要がある．
(5) 命題を述べる場合には，仮定と結論を明確に区別することが要求される．証明は，細部まで明らかにし，完結させなければならない．数理モデルは明瞭かつ平明に記述され，用いられた仮定や数値計算の妥当性について十分に検証することが必要である．著者にとって論文作成上もっとも困難であった部分は往々にしてもっとも重要な部分である場合が多いので省略せずに記述すべきである．
(6) 博士論文として合格したものはその主要部を適切な時期にレフェリーつきのジャーナルに発表しなければならない．そのため，博士論文の提出前に国際的なジャーナルに発表されているか，あるいは投稿されていなければならない．

Guidelines for Doctoral Dissertations

The Graduate School of Mathematical Sciences, The University of Tokyo, confers the Degree of Doctor (Mathematical Sciences) on those who have demonstrated their ability through the dissertation and the qualification examination in accordance with the guidelines below.

1. A doctoral candidate who submits his/her dissertation must comply with the Code of Research Ethics of The Graduate School of Mathematical Sciences, The University of Tokyo.

2. The dissertation must contain hitherto unknown mathematical results and/or methods of sufficiently high scholarly value. The candidate who will be awarded the degree of doctor is required to demonstrate a broad understanding of relevant fields of mathematics/mathematical sciences and the ability to do independent research. In order to test these requirements, an oral defense is held in the style of a public seminar.

3. Mathematics/mathematical sciences are international subjects, in which the principal languages are English, French and German. The dissertation must be written in one of these three languages (preferably in English). A resumé in Japanese is required to be submitted as well. However, the above language requirement may not apply to the exceptional case where the paper needs to treat intricate non-mathematical materials like economics, sociology, medical science, engineering and so forth, in which case the relevant parts may be submitted in Japanese.

4. When preparing the dissertation, the candidate should clearly distinguish his/her own contributions from those obtained in existing works. In the references, he/she should cite the original research papers, if available. Whenever essential ideas have been provided in writing or orally by other parties, this must be explicitly indicated.

5. Within a mathematical statement, assumptions and results must be clearly distinguished. Mathematical proofs should be complete and detailed. Mathematical models must be precisely and concisely described. The candidate should carefully check the validity of the hypotheses and numerical calculations used in simulations of mathematical models. The core of a paper is often contained in passages where the author has had difficulties during the preparatory phases. Such passages should be carefully elaborated and sketchy treatments should be avoided.

6. The accepted dissertation or its main body should be published in a refereed international scholarly journal in due time. In order that this requirement be met, the (main body of the) manuscript of the dissertation must be submitted in advance to a suitable journal.