

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、2025 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
901-01	代数幾何学	2	S	小木曾 啓示
講義題目	代数多様体の双有理自己写像に関する最近の話題から			
授業の目標・概要	主に高次元射影代数多様体の双有理自己写像に関する最近の話題から、ザリスキー稠密軌道の存在、原始的自己写像の存在に焦点をあてて、双有理代数幾何学、代数力学系双方の観点から解説する。それを通して、有理多様体、アーベル多様体、カラビ・ヤウ多様体、超ケーラー多様体といった、いろいろな場面で頻繁に登場する基本的な射影代数多様体とそれらの自己有理写像についてなじみをもってもらうことが目標である。			
授業のキーワード	射影代数多様体と双有理自己写像			
授業計画	主に高次元射影代数多様体の双有理自己写像に関する最近の話題から、ザリスキー稠密軌道の存在、原始的自己写像の存在に焦点をあてて解説する。前半では、力学次数の概念を導入した後、主に複素数体上で考え、Zariski 稠密性予想と呼ばれる予想を証明した後、力学次数も用いた幾何学的な考察を中心に様々な具体例（有理多様体、アーベル多様体、カラビ・ヤウ多様体、超ケーラー多様体とそれらの自己有理写像）とともに解説する。有理数体の代数閉包上では Zariski 稠密性予想は極めて非自明となる。後半では、有理数体の代数閉包上での Zariski 稠密性予想に関する最近の進展を、Junyi Xie 氏、Matsuzawa 氏らの最近の仕事に基づき解説する予定である。			
授業の方法	対面講義による。			
成績評価方法	レポートによる。			
教科書	特になし。			
参考書	講義中に原論文、関連論文などとともに紹介する。			
履修上の注意	射影代数多様体と射影代数多様体間の正則射、有理写像の概念、層とコホモロジーの概念と基本的な使い方にある程度慣れていることが望ましい。射影代数曲面を含む高次元射影代数多様体の具体例にもある程度なじみがあれば尚よい。			

科目番号	科目名	単位	セメスター	担当教員氏名
901-02	整数論	2	A	辻 雄
講義題目	p 進 Simpson 対応 /p-adic Simpson correspondence			
授業の目標・概要	射影複素多様体上で基本群の有限次元複素表現と Chern 類が消える半安定 Higgs 束の対応が、80 年代から 90 年代にかけての C.Simpson による研究により与えられている。p 進 Simpson 対応は、その p 進体上の類似の理論として、2000 年代半ばに G.Faltings により、基本群の表現を拡張した「一般化表現」(Faltings site 上のベクトル束)を用いた定式化が与えられた。本講義ではこの Faltings の枠組みでの p 進 Simpson 対応の研究の現状を解説するとともに、pro-etale ベクトル束、prismatic クリスタルなどの新しい枠組みを用いた p 進 Simpson 対応の最近の研究の進展、そのアイデアを紹介することを目標とする。			
授業のキーワード	p 進 Simpson 対応, Higgs 束			
授業計画	p 進 Simpson 対応の局所理論の出発点となったアフィン多様体の幾何的基本群の一般化表現に関する Sen 理論、またその基礎となる almost etale 拡大の理論の簡単な紹介から始める。 The course will start with a brief introduction to the Sen theory for generalized representations of the geometric fundamental group of an affine variety, which is the base of the local p-adic Simpson correspondence, and the theory of almost etale extensions as its foundation.			
授業の方法	黒板による講義			
成績評価方法	レポートによる。			
教科書	講義中に紹介する。			
参考書	講義中に紹介する。			
履修上の注意	代数幾何 (スキーム) の一般論の基礎を仮定する。			
901-11	力学系	2	S	足助 太郎
講義題目	力学系			
授業の目標・概要	複素解析的な葉層構造に関する入門的な事項について概説する			
授業のキーワード	複素解析的葉層構造			
授業計画	葉層構造や、関連する幾何構造について一般的なことを少し述べた後、本題に入る予定である。 本題として何を講義するかは後日定める。			
授業の方法	講義形式による。原則として対面形式である。			
成績評価方法	レポートを課す予定である。			
教科書	用いない。			
参考書	講義中に示す。			
履修上の注意	複素多様体や複素解析についての進んだ知識は仮定しないが、複素多様体の定義は既知とする。			
その他	幾何学 XE と同一の講義である。			

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	今野 北斗
講義題目	Seiberg-Witten 理論入門			
授業の目標・概要	Seiberg-Witten 理論の基礎事項とその 4 次元トポロジーへの応用を解説する.			
授業のキーワード	Seiberg-Witten 理論, 4 次元トポロジー			
授業計画	以下の内容を予定しているが, 順序な内容の変更もあり得る. (1) 4 次元多様体のトポロジーの基礎, 交叉形式 (2) Seiberg-Witten 理論で得られる諸結果 (3) Seiberg-Witten 方程式 (4) Seiberg-Witten 不変量の定義の概要 (5) Seiberg-Witten 不変量の定義に必要な解析, 前項目の正当化 (6) Seiberg-Witten 不変量の諸性質 (7) Seiberg-Witten 方程式の有限次元近似 (8) Donaldson の対角化定理の一証明 (9) Bauer-Furuta 不変量 進行によっては, 境界付き 4 次元多様体のゲージ理論に関する内容も扱う.			
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. 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	笹平裕史, 『サイバードーウィッテン方程式—ホモトピー論的手法を中心に』, サイエンス社 (2024), John Morgan "The Seiberg-Witten Equations and Applications to the Topology of Smooth Four-Manifolds" (Mathematical Notes, Vol. 44)			
履修上の注意	特になし.			
901-13	線形微分方程式論	2	A	三竹 大寿
講義題目	楕円型方程式の正則性理論			
授業の目標・概要	既にバナッハ空間の定義等の関数解析の初歩を学んだ人を対象に線形偏微分方程式について, 特に楕円型方程式に対して, そのさまざまな解析手段を紹介します. まず偏微分方程式論において基本的な関数空間である Sobolev 空間を導入し, その基本的な性質を紹介します. それから, 2 階の楕円型方程式を中心に, 弱解の定義や存在について基本事項を学びます. L^2 正則性理論や Schauder の正則性理論を中心に詳しく解説する予定です.			
授業のキーワード	楕円型方程式, Sobolev 空間, 弱解, L^2 正則性理論, シェウダー評価			
授業計画	順番は多少前後する可能性もあります. 進み状況に応じては全部できない可能性もあります. 1. ソボレフ空間の定義とその基本性質 2. (部分積分に基づいた) 弱解, (比較原理に基づいた) 弱解 (粘性解) の定義 3. 弱解の正則性 (L^2 評価, Schauder 評価, Harnack 不等式等)			
授業の方法	対面講義			
成績評価方法	授業中に指定する問題のうち, 幾つかを解いてレポートとしてまとめて提出してもらいます. 詳細は, 授業の後半でプリントを配布する予定です.			
教科書	特に指定しません.			
参考書	L. C. Evans, Partial Differential Equations, Second Edition, American Mathematical Society (2010) D. Gilbarg, N. Trudinger, Elliptic Partial Differential Equations of Second Order (Classics in Mathematics, 224) Q. Han, F. Lin, Elliptic Partial Differential Equations: Second Edition			
履修上の注意	ルベーグ積分論 (解析学 IV), 関数解析 (解析学 VII), 線形偏微分方程式論 (解析学 V) の授業内容を理解してい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
901-14	スペクトル理論	2	A	木田 良才
講義題目	スペクトル理論／Spectral Theory			
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	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	なし			
参考書	泉正己『数理科学のための関数解析学』サイエンス社（2021） 日合文雄・柳研二郎『ヒルベルト空間と線型作用素』オーム社（2021）			
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			
授業計画	以下の内容を講義する。 1. バナッハ空間 2. バナッハ空間の例 3. ヒルベルト空間 4. 射影定理 5. 完全正規直交系 6. 有界線型作用素 7. ベールのカテゴリー定理 8. 開写像定理・閉グラフ定理・一様有界性原理 9. 線型汎関数と双対空間 10. 双対空間の例 11. ハーン・バナッハの拡張定理 12. 弱位相と汎弱位相 13. 有界線型作用素のスペクトル			
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	なし			
参考書	泉正己『数理科学のための関数解析学』サイエンス社（2021） 日合文雄・柳研二郎『ヒルベルト空間と線型作用素』オーム社（2021）			
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。			
授業のキーワード	時間があれば、ラフパスの導入的な話もしたい。			
	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	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。			
参考書	授業中に指示をする。			
履修上の注意	ルベ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	UTOL をこまめに確認すること。 数理分類番号：533			
901-24	表現論	2	S	伊山 修
講義題目	dg 圏とその応用 1			
授業の目標・概要	ホモロジー代数学の基本的対象である dg 圏 (=differential graded category) と、その導来圏に関して解説する。後半では dg 圏の応用として、簾 (quiver) から定まる団圏 (cluster category) について説明する。時間が許せば、団圏の団代数 (cluster algebra) の圏化への応用にも触れたい。			
授業のキーワード	dg 圏、導来圏、簾、団圏、団代数			
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	用いない			
参考書	講義中に示す			
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
901-25	数理構造概論	2	A	酒井 拓史
講義題目	記述集合論入門 Introduction to Descriptive Set Theory			
授業の目標・概要	記述集合論は、実数全体の集合 $\mathbb{R}$ をはじめとするポーランド空間（可分な完備距離空間）の部分集合の性質を、それらの記述の複雑さに着目して研究する分野です。一般に記述が単純な集合は良い振る舞いをし、ルベーグ非可測性などのある種病的な性質を持ちません。この講義では、ポーランド空間の部分集合の複雑さについての階層や正則性・決定性など、記述集合論の基礎的内容を解説し、さらにボレル同値関係の理論など、比較的最近の話題についても触れます。			
授業のキーワード	記述集合論、ポーランド空間、正則性、決定性、ボレル同値関係			
授業計画	概ね次の順序で授業を進めていきます。			
	0. 集合論についての準備 可算集合や順序数など、記述集合論で必要になる（素朴）集合論の基本事項を解説します。			
	1. ポーランド空間 可分な完備距離空間はポーランド空間と呼ばれ、実数全体の集合 $\mathbb{R}$ はその代表例です。他のポーランド空間の例も挙げつつ、ポーランド空間の一般論を解説します。			
	2. ボレル階層と射影的階層 ポーランド空間の部分集合たちは、記述の複雑さに応じて階層をなします。このような階層であるボレル階層と射影的階層について解説します。			
	3. 正則性と決定性 ポーランド空間の部分集合については、ルベーグ可測性やベールの性質などのある種の "良い性質" が考えられ、これらは正則性とよばれます。またこれらはある種のゲームの決定性から導かれます。正則性と決定性の関係を説明し、2 の階層のうちどのあたりまでの集合が正則性や決定性を持つかを解説します。			
	4. ボレル同値関係 ポーランド空間上のボレル同値関係の理論は、記述集合論の中で近年発展している分野で、関数解析やエルゴード理論と関連します。ボレル同値関係について初歩的な内容を解説します。			
授業の方法	講義形式で実施します。参考資料（講義ノート）を配布します。			
成績評価方法	数回のレポートで成績を評価します。			
教科書	特にありません。			
参考書	授業中に紹介します。			
履修上の注意	素朴集合論の基礎的内容（可算集合や順序数や選択公理など）やルベーグ可測集合についての知識があると授業を聞きやすいですが、これらの知識についても授業中に補いながら進めます。			

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	2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、離散数理モデルと離散可積分系の数理的記述などである。			
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	次の項目について各6コマで解説する。 (1) 量子可積分系の数理構造及び統計力学との関係、また可積分性に起因する物理現象について解説する。 (2) 連続の力学系と数理モデルの離散化、特に可積分系の離散化手法と離散系の可積分性判定法について解説する。			
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	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。 授業時間は105分である。 授業日程は以下の予定です。 4月 8日：松井 千尋 15日：松井 千尋 22日：松井 千尋 30日：松井 千尋 5月13日：松井 千尋 20日：松井 千尋 27日：ウィロックス ラルフ 6月10日：ウィロックス ラルフ 17日：休講 24日：ウィロックス ラルフ 7月 1日：ウィロックス ラルフ 8日：ウィロックス ラルフ 15日：ウィロックス ラルフ			

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 槇子
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 に毎週公開するので、各自都合の良い時間に視聴をすること。詳細は UTOL 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が、これは 4 月 22 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。 対面で行う内容は補助的なものであり、講義そのもの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	特になし			
参考書	「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			
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	数理分類番号：543			

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	柏原 崇人
講義題目	偏微分方程式に対する理論的な数値解析の基礎			
授業の目標・概要	偏微分方程式に対する理論的な数値解析学の基礎について学ぶ。自然科学や社会科学の現象を数式を用いてモデル化し、得られた数理モデルを解析するという考え方は、現象の予測や制御を行う上で必須のアプローチとなっている。時間と空間に依存して変化するような現象では、数理モデルとして偏微分方程式が得られることが多いが、通常はその解を陽に書き下すことは不可能である。そのような問題の解の様子を知りたい場合、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。コンピュータは基本的に有限回の四則演算しか扱えないため、偏微分方程式を数値計算可能な形式に離散化・近似する作業が必要になるが、「どのように離散化・近似を行えばよいか」「その離散化・近似は数学的に正当化できるのか」といった点は非自明である。この講義では、基本的な偏微分方程式を対象として、差分法や有限要素法といった代表的な数値計算手法を紹介する。さらに、それらの手法に対する理論的・数学的な結果（近似解の安定性や収束証明）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	偏微分方程式・数値解析・近似・離散化・収束証明			
授業計画	- 放物型方程式（熱方程式）に対する差分法 陽解法・陰解法 安定性解析（行列の固有値によるもの・von Neumann の方法・最大値原理）と収束証明 - 双曲型方程式（移流方程式）に対する差分法 風上差分法の導出・安定性解析・収束証明 - 楕円形方程式（Poisson 方程式）に対する差分法 最大値原理・収束証明 - 楕円形方程式（Poisson 方程式）に対する有限要素法 弱形式・Lax-Milgram の定理・三角形分割・補間誤差評価・Galerkin 直交性 - 放物型方程式（熱方程式）に対する有限要素法 空間半離散問題・時間半離散問題・時空間全離散問題			
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	『偏微分方程式の計算数値』 齊藤宣一著、共立出版、2023 年 『数値解析入門』 山本哲朗著、サイエンス社、2003 年 『偏微分方程式の数値解析』 田端正久著、岩波書店、2010 年 Partial Differential Equations with Numerical Methods, S. Larson and V. Thomée, Springer, 2003.			
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。			

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、ワンステップ推定量、尤度に基づく検定、情報量規準			
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 ・M 推定量の漸近的性質 ・ワンステップ推定量 ・情報量規準			
授業の方法	初回 Zoom の URL は UTOL に掲載する。2 回目以降は原則対面で開講するが、変更が生じる場合は事前にアナウンスする。			
成績評価方法	原則として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	とくに指定しない。			
参考書	・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 ・Ferguson, T. “A course in large sample theory”, Chapman & Hall/CRC, 1996 ・Lehmann, E.L. “Elements of Large-Sample Theory”, Springer, 1998 ・Zacks, S. “Theory of Statistical Inference”, John Wiley & Sons Inc, 1971.			
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	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ること。			

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				
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) 具体的なモデルの紹介 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	特に指定しない。			
参考書	授業中に提示する。			
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。 - 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。 - 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。 - 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。 - 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・量子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	特にありません。			
参考書	授業中に紹介します。			
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
901-41	数学史	2	A	東 慎一郎
講義題目	ルネサンスの数学思想 Theory of mathematics in the Renaissance			
授業の目標・概要	ルネサンスの数学思想に関して、その主要な学者たちの主張や違いを、その数学史的・科学史的・思想史的・歴史的な文脈も含めて理解することにより、ヨーロッパ数学論の伝統をテーマに初歩レベルの考察ができるようになる。 Through an introductory survey of the theory of mathematics during the European Renaissance, as well as of the various mathematical, scientific, philosophical and historical factors which helped shape it, participants will gain basic capacities to conduct original research concerning the European tradition of philosophy of mathematics.			
授業のキーワード	数学の確実性, アリストテレス主義, 古代中世数学, イタリアの数学ルネサンス, アレッサンドロ・ピッコローミニ, 初期近代科学革命			
授業計画	01 ガイダンス・授業の方法を中心として 02 序論・数学論史——その研究対象と方法 03 ルネサンス数学の状況 04 ルネサンスにおける数学復興運動 05 ルネサンス数学論の歴史的背景 06 ルネサンス数学論の思想的背景 06 ツィマラの百科全書の数学思想 07 ピッコローミニにおける数学的对象・数学的意義の議論 08 ピッコローミニにおける数学的論証の議論 09 バロツィにおける数学的確実性論議 10 クラヴィウス・ペレリウスの数学論イエズス会の数学論 11 トレットゥス・フォンセカ・コインブラ注釈の数学論 12 ルネサンスの数学思想と初期近代科学 13 まとめ			
授業の方法	講義形式. Lecture course.			
成績評価方法	学期末に、授業内容に関連したレポートを提出. End-term essay concerning course material will be assigned.			
教科書	なし None			
参考書	- 東慎一郎『ルネサンスの数学思想』, 名古屋大学出版会, 2020 年. ISBN 9784815810108. https://ci.nii.ac.jp/ncid/BC04349604 - 三浦伸夫『近代数学の創造と発酵：中世・ルネサンス・17 世紀』, 現代数学社, 2023 年. - ヴィクター J. カッツ『カッツ 数学の歴史』(中根美知代ほか訳), 共立出版, 2005 年.			
履修上の注意	初歩レベルのヨーロッパ史・ヨーロッパ数学史および科学史の理解が必要. Participants will be required to have rudiments of the history of Europe, European mathematics and European science.			

科目番号	科目名	単位	セメスター	担当教員氏名
901-42	基礎数理解特別講義 I	2	A	池 祐一
講義題目	超局所層理論とその応用 Microlocal sheaf theory and its applications			
授業の目標・概要	層の導来圏および超局所層理論の基礎について説明する。また、それらの応用例についても紹介する。 I will explain derived categories of sheaves and the basics of microlocal sheaf theory. I will also mention their applications.			
授業のキーワード	層, 導来圏, マイクロ台, 超局所理論			
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。 ・層と層の導来圏 ・6-functors ・超局所層理論（マイクロ台・超局所化など） ・最近の応用			
授業の方法	黒板による講義形式で行う。			
成績評価方法	レポートにより評価する。			
教科書	特に指定しない。			
参考書	M. Kashiwara and P. Schapira, Sheaves on Manifolds, Springer, 1990.			
履修上の注意	多様体・(コ) ホモロジー・微分形式・ホモロジー代数の基礎事項を仮定する。その他の部分については聴講者の予備知識に合わせて授業の進め方を決める予定である。			
901-43	基礎数理解特別講義 II	2	A	佐々田 槇子
講義題目	確率論と離散可積分系の出会い /Probability Theory Meets Discrete Integrable Systems			
授業の目標・概要	最近の研究で、可積分系に対して確率論的なアプローチで解析を行うことで、確率論の立場からも、また可積分系の立場からも興味深い性質が得られることがわかってきました。また、可積分系に対する流体力学の理論である一般化流体力学を数学的に検証する上でも、離散可積分系に対する確率論的なアプローチが重要になってきています。この講義では、こうした確率論と離散可積分系の出会いによる近年の新しい発展を紹介します。非常に新しいテーマであり、未解決の問題も多く、受講者と一緒にこうした問題についても考えていきたいと思っています。			
授業のキーワード	離散可積分系、箱玉系、不変分布、ピットマン変換、一般化流体力学、ソリトン			
授業計画	0. イントロダクション（背景と目的） 1. 有限箱玉系 2. 無限箱玉系の定式化と Pitman 変換 3. 離散可積分系 4. 局所決定格子力学系の解の存在と一意性 5. 箱玉系の不変分布 6. 離散可積分系の不変分布と独立性保存則 7. ソリトン分解とソリトンの分布 8. 一般化流体力学極限			
授業の方法	板書による			
成績評価方法	レポート課題による			
教科書	特になし			
参考書	箱玉系の数理（時弘 哲治） 参考論文：https://arxiv.org/abs/1806.02798, https://arxiv.org/abs/1806.02147, https://arxiv.org/abs/2003.06526, https://arxiv.org/abs/2007.06203, https://arxiv.org/pdf/2011.00690.pdf			
履修上の注意	確率論の基礎については知っていることが望ましい。その他の予備知識は仮定しない。			

科目番号	科目名	単位	セメスター	担当教員氏名
901-44	基礎数理解特別講義 III	2	A	伊山 修
講義題目	dg 圏とその応用 2			
授業の目標・概要	「dg 圏とその応用 1」に引き続き、dg 圏 (=differential graded category) とその導来圏に関して解説する。特に、団圏 (cluster category) と特異圏 (singularity category) を用いた、Cohen-Macaulay 表現論への応用について説明する。			
授業のキーワード	dg 圏、導来圏、簾、団圏、特異圏、Cohen-Macaulay 加群			
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	用いない			
参考書	講義中に示す			
履修上の注意	特になし			
901-45	基礎数理解特別講義 IV	2	A	葉廣 和夫
講義題目	絡み目と 3 次元多様体の量子不変量			
授業の目標・概要	絡み目の Jones 多項式と 3 次元多様体の Witten-Reshetikhin-Turaev 不変量などの量子不変量についての講義を行う。			
授業のキーワード	量子不変量, Jones 多項式, Witten-Reshetikhin-Turaev 不変量			
授業計画	絡み目の Jones 多項式, Homfly 多項式, およびそれらを拡張して得られるタングルの不変量, 3 次元多様体の Witten-Reshetikhin-Turaev 不変量, その位相的場の理論としての拡張について解説する。また, これらの不変量の摂動と考えられる Kontsevich 不変量, Le-Murakami-Ohtsuki 不変量についても解説する。			
授業の方法	通常の講義による。			
成績評価方法	レポートによる。			
教科書	特になし。			
参考書	授業中に指示する。			
履修上の注意	特になし。			
901-46	基礎数理解特別講義 V	2	A	WILLOX RALPH
講義題目				
授業の目標・概要	無限次元可積分系への入門として、様々な観点から非線形偏微分方程式における「可積分性」について講じる。対称性という概念から出発し、方程式の保存量や特殊解、またはハミルトン構造などについて説明する。さらに、無限次元可積分系に付随する線形問題 (Lax pair) と保存量との関係、線形問題の拡張から得られる無限次元可積分系の階層と対称性 (ダルブー変換) 及び、その階層のタウ関数について講じる。最後に無限次元可積分系の離散化における課題もいくつか紹介する予定である。			
授業のキーワード	無限次元可積分系, タウ関数, Darboux 変換, 簡約, 佐藤理論, Lax pair, ソリトン, ハミルトン構造, 保存量, 対称性, 離散可積分系,			
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	講義形式で行う。			
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	教科書は特に指示しない。			
参考書	"Solitons" T. Miwa, M. Jimbo & E. Date, Cambridge University Press (2000)			
履修上の注意	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。			
その他	740			

科目番号	科目名	単位	セメスター	担当教員氏名
901-47	基礎数理解特別講義 VI	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	なし			
参考書	なし			
履修上の注意	なし			
901-48	基礎数理解特別講義 VII	2	A	河上 龍郎
講義題目	高次 Du Bois 特異点と高次 F 単射特異点 / Higher Du Bois singularities and higher F-injective singularities			
授業の目標・概要	近年, Du Bois 特異点の高次版である高次 Du Bois 特異点が盛んに研究されている. 本講義では, その正標数アナログである高次 F 単射特異点について紹介する. 時間が余れば, 高次 F 有理特異点とその正標数アナログについても解説する. In recent years, higher Du Bois singularities, which can be regarded as a 'higher' version of Du Bois singularities, have been actively studied. In this lecture, I will introduce higher F-injective singularities, which are their positive characteristic analogs. If time permits, I will also discuss higher F-rational singularities and their positive characteristic analogs.			
授業のキーワード	高次 Du Bois 特異点, 高次 F 単射特異点, Cartier 作用素			
授業計画	まず, 高次 Du Bois 特異点の定義や基本的性質について解説する. 次に, Du Bois 特異点とその正標数アナログである F 単射特異点の対応について紹介する. 最後に, 本講義の目標である, 高次 Du Bois 特異点と高次 F 単射特異点の対応を明らかにする. 時間が余れば, 高次有理特異点とその正標数アナログである高次 F 有理特異点の対応についても触れる.			
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. 課題は講義中に提示する.			
教科書	なし.			
参考書	なし.			
履修上の注意	代数幾何学の基礎知識 (Hartshorne の教科書程度) は仮定する.			

科目番号	科目名	単位	セメスター	担当教員氏名
901-49	基礎数理特別講義 VIII	2	A	小林 俊行
講義題目	複素幾何と表現論 Complex Geometry and Representation Theory			
授業の目標・概要	複素多様体上の解析に立脚し、リー群およびリー代数の有限次元表現に関して、Cartan-Weyl の最高ウェイト理論や Borel-Weil 理論などの基礎的な事項を「可視的作用」という新しい概念から見直し、さらに、無限次元表現の理論への一般化を概説する。できるだけ初等的な例を用いて、アイデ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、可視的作用、リー代数			
授業計画	複素多様体の基礎、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、可視的作用という概念を軸として、表現論の基礎概念から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	基本事項については『リー群と表現論』小林俊行 - 大島利雄を適宜用いる。後半の話題については、急に進展している分野であり、適当な教科書は存在しないが、参考になる文献は講義中に紹介する。			
参考書	『リー群と表現論』小林俊行 - 大島利雄（岩波書店）2005 年			
履修上の注意	特になし			
関連ホームページ	https://www.ms.u-tokyo.ac.jp/~toshi/lec/2025winter-b.html			
901-50	応用数理特別講義 I	2	S	石井 卓
講義題目	簡約 Lie 群上の Whittaker 関数			
授業の目標・概要	Whittaker の合流型微分方程式の解である（古典的な）Whittaker 関数は、実 Lie 群 $GL(2, \mathbb{R})$ 上の Whittaker 関数と理解され、その拡張である簡約 Lie 群上の Whittaker 関数は、整数論、表現論、数理物理、統計物理、確率論など様々な分野に現れる。この Whittaker 関数の一般論、明示公式、ならびにそれらの応用について紹介する。			
授業のキーワード	保型形式、保型 L 関数、Whittaker 模型、Schur 多項式、Macdonald 多項式、量子戸田格子、局所ゼータ積分			
授業計画	1. 保型形式と保型 L 関数 2. Whittaker 模型 3. p 進簡約群上のクラス 1 Whittaker 関数と非アルキメデスゼータ積分 4. 実簡約群上の Whittaker 関数とアルキメデスゼータ積分 5. q-Whittaker 関数			
授業の方法	講義による。			
成績評価方法	講義内の課題により評価する。			
教科書	特に指定しない。			
参考書	講義内で紹介する。			
履修上の注意	Lie 群の表現論の初歩に馴染みがあると望ましい。			

科目番号	科目名	単位	セメスター	担当教員氏名
901-51	応用数理特別講義 II	2	S	河村 彰星
講義題目	計算理論特論／ Topics in Algorithm Theory			
授業の目標・概要	計算理論・アルゴリズム論の近年の幾つかの話題について解説する。広範な理論を系統立てて積み上げることよりも、具体的な問題を通して研究分野としての計算理論や離散アルゴリズム論の雰囲気に触れてもらうことを目的とし、あまり予備知識の要らない研究上の面白いトピックや未解決問題について紹介する。			
授業のキーワード	計算可能性、離散アルゴリズム、計算量、算法の設計と解析			
授業計画	各日で完結するほぼ独立した話題を扱う。次の題材のうち幾つかを取り上げる。 1. 計算可能性・計算量入門 2. 計算資源としてのランダム性 3. 応対算法と競合比解析 4. 高階計算における複雑度 5. 分散計算と通信量 6. 計算幾何における算法設計技法 7. 輪番割当問題			
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	特になし。			
参考書	授業中に提示する。			
履修上の注意	特に予備知識は仮定しない。			
901-52	応用数理特別講義 III	2	A	鹿野 豊
講義題目	量子情報の数理			
授業の目標・概要	近年、量子情報科学は量子力学を用いた応用的側面である量子計算・量子通信・量子暗号・量子計量学に焦点が当てられているが、本講義ではその背後に潜む数理構造を解き明かすため、有限次元の量子力学を情報科学的・確率論的側面からの位置づけるための数理構造に関して解説を行う。その中でも 1964 年に提唱されたベルの不等式の数理構造に焦点を当て、量子力学を履修していない方でも初等的な確率論の概念が既習であれば理解できるように講義を行う。適宜、量子情報の数理構造を実証科学的側面から示すための実験的進展および応用事例に関しても解説を行う。最終的には、非局所相関の数理的構造を理解することを目標とする。			
授業のキーワード	ベルの不等式、量子相関、非局所相関、量子もつれ、量子情報科学、量子暗号			
授業計画	1. ベル不等式とは何か？（歴史的背景含） 2. 量子力学の公理、CHSH 不等式 3. ベル不等式の破れと量子情報科学 4. ベル不等式の破れの実証 5. ベル不等式の拡張 以上の各テーマに 2 - 3 コマ分をあてる。講義の進行状況に応じて内容を変更することもある。			
授業の方法	対面の板書形式で行います。			
成績評価方法	レポートで評価します。			
教科書	特になし。			
参考書	Valerio Scarani, Bell Nonlocality (Oxford Univ Pr, 2019) Nicolas Gisin, Quantum Chance: Nonlocality, Teleportation and Other Quantum Marvels (Copernicus, 2014)			
履修上の注意	特になし。			
関連ホームページ	https://sites.google.com/view/pis-univ-tsukuba/education			

科目番号	科目名	単位	セメスター	担当教員氏名
901-53	応用数理特別講義 IV	2	A	宮武 勇登
講義題目	常微分方程式の数値解析とデータサイエンス / Numerical analysis of ordinary differential equations and data science			
授業の目標・概要	近年、データサイエンスにおいて微分方程式の活用が進んでいる。連続力学系の観点からモデルを構築する一方で、実際の数値計算では離散力学系を扱うことになるため、両者を橋渡しする数値解析の視点が重要である。本講義では、データサイエンスへの応用を念頭に置き、常微分方程式の離散化手法およびその解析方法について、いくつかのトピックを通して学習する。			
授業のキーワード	微分方程式、数値解析、構造保存数値解法、データ同化			
授業計画	受講者の状況により、修正・変更する可能性もあるが、以下の内容を扱う計画である。 1. 常微分方程式に対する構造保存数値解法 2. 随伴法 3. 動的低ランク近似 4. 連続最適化 5. モデル縮減 6. 数値計算の不確実性定量化			
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	特になし			
参考書	後日追記予定			
履修上の注意	常微分方程式の数値解析における Runge-Kutta 法などの標準的解法や次数などの基礎事項について、(必要な内容については資料を配布するが) 事前に学習していることが望ましい。 また、常微分方程式の数値解法以外でも、例えば、連立一次方程式に対する共役勾配法などを学習していると理解に役立つことがある。数値解析以外の観点では、多様体や統計学の基礎的内容が役立つ場合があるが、必須ではない。			

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	中西 賢次
講義題目	非線形分散型方程式とソリトン分解予想 Nonlinear dispersive equations and soliton resolution conjecture			
授業の目標・概要	非線形分散型方程式は、色々な物理現象における波動の時空変化を波の分散性と相互作用から記述する偏微分方程式で、非線形 Schrodinger 方程式や KdV 方程式などが代表例である。それらの解は分散性や非線形共鳴の状況に応じて、散乱・爆発・孤立波（ソリトン）など様々な挙動を示す。本講義では、そのような未知関数やその集合の様相を数学的に捉えるための基本的な考え方と手法を学ぶことを目標に、ソリトン分解予想に関する最近の進展とその周辺を話題として解説する。			
授業のキーワード	非線形波動、分散、共鳴、散乱、爆発、ソリトン			
授業計画	以下の項目について講義する。 1. 概説と準備 2. 時空分散性評価 3. 定在波の安定性 4. 非線形共鳴減衰 5. 完全可積分系と保存量 6. 逆散乱法とソリトン分解 7. 基底状態と大域挙動分類 8. 臨界波動方程式のソリトン分解			
授業の方法	講義形式			
成績評価方法	レポート（講義中に課題提示）			
教科書	なし			
参考書	講義中に提示			
履修上の注意	履修にあたり、多変数微積分・一変数複素解析・常微分方程式・位相空間・関数解析の基礎知識が望まれる。講義では考え方の説明に重点をおき、細かい議論や計算は配布ノートで補足する。			
901-57	数理科学特別講義 III	2	A	岡部 真也
講義題目	幾何学的 Sobolev 勾配流とその応用			
授業の目標・概要	勾配流とは、対象とする汎関数を適当な意味で最急降下させる様子を記述する発展方程式のことである。例えば、平均曲率流は曲面の表面積に対する L^2 の意味の勾配流であると理解できる。平均曲率流の 1 次元版と理解できる曲線短縮流は曲線の長さに対する L^2 勾配流であるが、近年、 H^1 の意味の曲線短縮流が考案されるなど、幾何学的汎関数に対してより一般の Sobolev 勾配流を考察する研究が行われている。本講義では、曲線に対して定義される幾つかの汎関数に対する Sobolev 勾配流について解説する。また、時間が許せば、その等周不等式への応用についても触れる。			
授業のキーワード	幾何学的 Sobolev 勾配流、曲線短縮流、弾性流、等周不等式			
授業計画	1. 勾配流とは 2. 曲線短縮流 3. H^1 -曲線短縮流 4. 弾性流 5. H^2 -弾性流 6. ある Sobolev 勾配流と等周不等式への応用			
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	特に指定しない。			
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
901-58	数理科学特別講義 IV	2	A	尾高 悠志
講義題目				
授業の目標・概要	代数幾何学における様々な古典的問題（たとえばモジュライ空間や退化の問題）において、近年元々は微分幾何学から入ってきたアイデアが新たな大きな進展をもたらしつつある（K安定性理論など）。つまり、代数多様体やベクトル束、接続層、特異点などといった対象に標準的な計量や接続を入れて微分幾何学的なアプローチや、それに対応する代数的な理論を発展させるのである。一例では双有理幾何学への影響などがあり、講義者も携わってきた。こうした流れの中から具体例を取り出し、これらの進展の基礎を学び、どのような応用があるかを紹介したい。			
授業のキーワード	複素幾何学、標準計量、代数幾何学、双有理幾何学			
授業計画	詳細の内容についてはまた追ってお伝えします。			
授業の方法	対面で集中的に行う予定です。			
成績評価方法	到達目標の達成度に基づき、レポート課題により評価する予定です。			
教科書	また追ってお伝えします。			
参考書	また追ってお伝えします。			
履修上の注意	代数学や幾何学において学部で取り扱う内容は仮定をします。代数多様体ないし複素多様体の定義やごく入門的な内容についても仮定をしますので、授業のみならず自主的にも学んできた方がよりよく理解できると思います。必要な知識や事実は講義中に説明しますが、全てに証明を与える時間はないので、予習・復習が必要になると思います。できる限り講義者も携わってきた先端の内容にも触れたいと思っています。			

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	山内 卓也
講義題目	保型形式・保型表現の構成・分類とその整数論への応用 /Construction or classification of Automorphic forms, Automorphic representations, and its applications to number theory.			
授業の目標・概要	保型形式や保型表現の基本性質を述べたのちにその具体的な構成や Arthur の分類について解説する。またそれらの整数論への応用も述べる。 / After studying the basic properties of automorphic forms and automorphic representations, I will explain concrete construction of them and explain them in terms of Arthur's classification. We will also discuss their applications to number theory.			
授業のキーワード	保型形式、保型表現			
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。 ・(1-3 回目) 保型形式と保型表現の定義 ・(4-9 回目) エルミート管状領域上の正則保型の構成とその保型表現の性質 ・(10-12 回目) 様々なラングランズ関手と Arthur 分類 (具体例を中心に) ・(13-15 回目) 上記の内容の整数論への応用 (ガロア表現, Harder 予想, 等分布問題) / The presentation will proceed as follows, but the content will change as appropriate depending on the progress and the audience. ・(1st-3rd) Definition of automorphic forms and automorphic representations. ・(4th-9th) Properties of holomorphic automorphic forms on Hermitian tube domains and their automorphic representations ・(10th-12th) Various Langlands functorial lifts and Arthur classification (focusing on specific examples) ・(13th-15th) Application of the above content to number theory (Galois representation, Harder conjecture, equidistribution problem)			
授業の方法	講義による。 /Based on lectures.			
成績評価方法	レポートによる。 /Based on reports.			
教科書	特になし。 /Nothing in particular.			
参考書	Automorphic Forms & Representations (Cambridge Studies in Advanced Mathematics, Series Number 55) ペーパーバック - イラスト付き, 2008/1/12 英語版 Bump (著) 保型形式論: 一現代整数論講義一 (朝倉数学大系 11) 単行本 - 2015/8/25, 吉田敬之 (著)			
履修上の注意	学部レベルの基礎的な群環体の知識は仮定する。局所体 (p 進数), 代数体のアデール環および代数群に慣れておくとう理解の助けになるであろう。 / Basic undergraduate level knowledge of groups, rings, fields is assumed. Familiarity with local fields (p-adic numbers), adèle ring of an algebraic number field, and algebraic groups will help in understanding			

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	奥田 隆幸
講義題目	粗幾何学と不連続群 (Coarse geometry and discontinuous groups)			
授業の目標・概要	等質空間上の不連続群論の基礎事項を紹介し、近年明らかになってきた粗幾何学との関連についても述べる。特に小林俊行先生による簡約型等質空間上の固有性判定定理(1989 年)について、粗幾何学の観点から証明を与える。			
授業のキーワード	不連続群, 粗幾何学, 等質空間, 固有な群作用			
授業計画	以下のような順番で講義を行う予定である: 1: 粗空間論 2: 等質空間上の不連続群と固有な群作用 3: 粗幾何学からみた固有な群作用 4: 小林固有性判定定理			
授業の方法	板書講義			
成績評価方法	レポート			
教科書	なし			
参考書	John Roe, "Introduction to coarse geometry" (University Lecture Series), AMS. 小林俊行, "非リーマン等質空間の不連続群論" (数学の最先端 21 世紀への挑戦 volume1), 丸善出版			
履修上の注意	位相空間論と群論の基礎的な知識を仮定する。			

科目番号	科目名	単位	セメスター	担当教員氏名
901-61	数理科学特別講義 VII	2	A	山下 真由子
講義題目	ホモトピー論と場の理論 - Segal-Stolz-Teichner program を題材として -			
授業の目標・概要	本講義のテーマは、数学におけるホモトピー論と理論物理学における「場の理論」の関係である。「場の理論」とはもっとも広い意味では物理系をモデル化する方法論のこと、と言える。万人が納得するような「場の理論」の数学的な定義は部分的にしか与えられていない。しかしむしろそれが数学的に謎めいたものであるからこそ、場の理論の枠組みで展開される理論には豊穡な面白い数学が秘められており、そこから生まれるアイデアや問題意識は、古くから数学の発展に多大な寄与を与えてきた。数学の一分野であるホモトピー論も理論物理学と深く関わって発展してきた。本講義では、ホモトピー論と理論物理学を結びつける重要な構想であり近年発展が著しいトピックのひとつである "Segal-Stolz-Teichner プログラム" を題材に、ホモトピー論と理論物理学の相互作用を紹介したい。 2次元 $N=(0,1)$ 超対称性場の理論と楕円コホモロジーとの関係が Segal, Stolz, Teichner らにより 2004 年に提唱された。それに端を発した研究を総称して Segal-Stolz-Teichner プログラムと呼んでいる。当初は Topological Modular Forms (TMF) という特定のスペクトラムについての予想の形であったが、近年のスペクトル代数幾何の発展に伴い、物理における超対称性理論にまつわるさまざまな概念と数学における楕円コホモロジーにまつわる概念の対応が明らかになってきた。 この Segal-Stolz-Teichner プログラムの基本的なアイデアの導入からはじめ、近年の発展や今後の方向性についても触れたい。			
授業のキーワード	ホモトピー論、代数的トポロジー、場の理論、Segal-Stolz-Teichner プログラム、楕円コホモロジー、数理物理、超対称性			
授業計画	1 日目：導入、場の理論と数学の関係について 2 日目：Segal-Stolz-Teichner プログラムの概観 3 日目：超対称性場の理論 4 日目：楕円コホモロジー理論 5 日目：近年の発展と今後の方向性について			
授業の方法	講義による。			
成績評価方法	出席とレポートによる。			
教科書	授業中に指定する。			
参考書	Douglas, C. L., Francis, J., Henriques, A. G., & Hill, M. A. (Eds.). (2014). Topological modular forms (Vol. 201). American Mathematical Soc.. Bruner, R. R., & Rognes, J. (2021). The Adams spectral sequence for topological modular forms (Vol. 253). American Mathematical Society. Freed, D. S. (2019). Lectures on field theory and topology (Vol. 133). American Mathematical Soc.. Stolz, S. (2004, June). What is an elliptic object? STEPHAN STOLZ and PETER TEICHNER University of California at San Diego and University of Notre Dame. In Topology, Geometry and Quantum Field Theory: Proceedings of the 2002 Oxford Symposium in Honour of the 60th Birthday of Graeme Segal (No. 308, p. 247). Cambridge University Press. Stolz, S., & Teichner, P. (2011). Supersymmetric field theories and generalized cohomology. Mathematical foundations of quantum field theory and perturbative string theory, 83, 279-340.			
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
901-62	数理学特別講義 VIII	2	A	塚本 真輝
講義題目	平均次元と整正則曲線			
授業の目標・概要	力学系が単位時間あたりに持つ自由度を平均次元と呼ぶ。これは Gromov が 1999 年の論文で導入した概念である。Gromov の提案の後、フィールズ賞受賞者の Elon Lindenstrauss とその師匠 Benjamin Weiss によって、平均次元が位相力学系の理論に大きな応用を持つことが見出され、現在まで活発に研究されている。担当者（塚本）も平均次元の位相力学系への応用について、いろいろな場所で講演や講義を行ってきた。しかしこの集中講義では平均次元の直接的な応用ではなく、Gromov が本来目指した方向性について語ってみたい。Gromov のもともとの動機は平均次元を通して、非コンパクト多様体上の幾何解析に対して新しい力学系のアプローチを提案することであった。このオリジナルの方向性で平均次元に取り組んでいる研究者は今でも残念ながら多くない。しかしその分、ブルー・オーシャンであるともいえる。 この講義では、非コンパクト多様体上の幾何解析の一番単純でかつ非自明な例として整正則曲線論を取りあげる。整正則曲線とは、複素平面から複素多様体への正則写像のことである。複素平面が非コンパクトであることと、トポロジーが自明であることから、整正則曲線は扱いづらい対象だと言える。ネヴァンリンナやカルタンに始まり、一世紀近くにわたって研究されているが、基本的な質問で答えられないことが現在でもゴロゴロある。コンパクトな正則曲線の研究に比べて、使える道具が圧倒的に少ないのである。しかしなぜか人を引き付ける魅力があり、連綿と研究され続けている。（有名な予想によれば、整正則曲線はディオファントス問題と結びついているはずなので、人を引き付けるのは自然なのかもしれない。しかし、この講義ではそのような数論と関わる方向の話は出てこない。）この集中講義では、平均次元の観点から整正則曲線にアプローチすることを試みる。その結果として、整正則曲線には、双曲力学系のエルゴード理論に類似した構造が内在していることを見てみたい。具体的には Brody 曲線と呼ばれるクラスの整正則曲線に対して、Sinai-Ruelle-Bowen 理論に類似した【熱力学系形式】を構築し、そこから【Brody 曲線に対する Ruelle 不等式】を導き出したいと思う。			
授業のキーワード	力学系, 平均次元, 整正則曲線, エルゴード理論			
授業計画	平均次元理論の基礎と整正則曲線について説明する。おおよそ次の 5 つのテーマについて講義する。 (1) 平均次元理論の概要。 (2) 平均次元の基本的な性質。 (3) Brody 曲線の紹介とその平均次元の観点からの研究。 (4) 平均次元に対する変分原理の紹介。 (5) Brody 曲線に対する Ruelle 不等式の紹介。			
授業の方法	基本的には、伝統的な講義形式で授業する予定だが、学生が主体的に取り組むための時間をできるだけ作りたいと考えている。具体的には、授業内で演習問題を頻繁に提示し、受講者にはその場で取り組んでもらう。その際、担当者に質問したり受講者同士で議論したりすることを大いに奨励したい。できるだけ授業時間内に何かを掴んで帰ってほしい。したがって、この授業の真の目標は上記の【授業計画】で述べた内容をすべて消化することではなく、授業の過程で一つでも受講者にとって「面白かった」と心に残る瞬間を作り出すことである。したがって、ただ座って講義を聞いているだけでは、この授業に参加する意味はあまりない。是非とも積極的に「面白いものを探しに」来てほしい。			
成績評価方法	授業への参加状況に基づき平常点で成績をつける。			
教科書	教科書は用いない。			
参考書	次の論説は平均次元理論の概要を知るうえで参考になると思う： 平均次元入門（塚本 真輝）、数学、 https://www.jstage.jst.go.jp/article/sugaku/73/4/73_0734337/_article/-char/ja/			
履修上の注意	集合と位相の基礎、測度論の基礎、複素関数論の基礎の三つが身につけていることが望ましい。授業の後半では複素微分幾何の基礎知識が必要かもしれない。ただし、位相空間論の基礎知識さえあれば、ある程度までは楽しめると思う。それ以外の知識がなくてもあまり気にせず参加してほしい。			

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	角田 謙吉
講義題目	格子気体に対する大偏差原理とその応用 /Large deviation principle for a lattice-gas and its application			
授業の目標・概要	相互作用粒子系の典型例である格子気体に対するスケール極限について講義を行う。特に、流体力学極限に対する大偏差原理を中心に説明する。また準安定性と呼ばれる問題への解析に向けた応用についても説明を行う。			
授業のキーワード	格子気体、流体力学極限、大偏差原理、準安定性			
授業計画	主に以下のことについて説明を行う予定であるが、時間によって内容は取捨選択する。 1. 大偏差原理の基本事項 2. 格子気体の基本事項 3. 流体力学極限と大偏差原理 4. 混合時間の対数時間での収束 5. 指数的に長い混合時間 6. Glauber-Kawasaki 仮定に対する準安定性 7. Glauber-Kawasaki 仮定に対する鋭敏な界面極限とその大偏差			
授業の方法	対面で板書により講義する。			
成績評価方法	レポートによる。			
教科書	用いない。			
参考書	講義内で適宜述べる。			
履修上の注意	とくになし。			
関連ホームページ	https://www3.math.kyushu-u.ac.jp/~tsunoda/index.html			
901-64	数理科学特別講義 X	2	A	緒方 芳子
講義題目	量子スピン系の数理			
授業の目標・概要	量子スピン系とは数学的には行列環の無限テンソル積で表されると C^* 環である。その上の正規化された正の線型汎関数を状態と呼ぶ。これは、与えられた物理状態における期待値を与えるものである。近年、スペクトルギャップのあるハミルトニアン基底状態と呼ばれるものの分類問題が注目されている。この分類問題では、二つのハミルトニアンは、スペクトルギャップを閉じることなく移り合う時、同値であるとみなす。本集中講義では、この分類問題に関連する話題をいくつか取り上げる。			
授業のキーワード	量子スピン系			
授業計画	量子スピン系とは数学的には行列環の無限テンソル積で表されると C^* 環である。その上の正規化された正の線型汎関数を状態と呼ぶ。これは、与えられた物理状態における期待値を与えるものである。近年、スペクトルギャップのあるハミルトニアン基底状態と呼ばれるものの分類問題が注目されている。この分類問題では、二つのハミルトニアンは、スペクトルギャップを閉じることなく移り合う時、同値であるとみなす。本集中講義では、この分類問題に関連する話題をいくつか取り上げる。			
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	使用しない			
参考書	未定			
履修上の注意	量子力学についての簡単な予備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
901-65	数理科学特別講義 XI	2	A	渡邊 英也
講義題目	量子対称対入門 Introduction to Quantum Symmetric Pairs			
授業の目標・概要	対称対の量子化、あるいは量子群（量子包絡代数）の一般化である量子対称対の基本的な理論を学び、量子対称対が多岐にわたる分野で活躍している様子を概観する。 This is an introductory course of quantum symmetric pairs, which are quantizations of symmetric pairs, or generalizations of quantum groups (or quantized enveloping algebras). We will take a general view of applications of quantum symmetric pairs to a number of areas.			
授業のキーワード	量子対称対、量子群、Lie 環、表現論			
授業計画	・ ルート系 ・ Kac-Moody 代数 ・ 量子群 ・ 佐武図形 ・ 量子対称対 ・ 余イデアル性 ・ 定義関係式 ・ 古典極限 ・ 普遍 K 行列 ・ 標準基底 ・ 結晶極限 ・ 表現論			
授業の方法	講義（板書）			
成績評価方法	レポート			
教科書	S. Kolb, Quantum symmetric Kac-Moody pairs, Adv. Math. 267 (2014), 395–469.			
参考書	J. Hong and S. Kang, Introduction to Quantum Groups and Crystal Bases, Grad. Stud. Math., 42, American Mathematical Society, Providence, RI, 2002. xviii+307 pp. V. G. Kac, Infinite-Dimensional Lie Algebras, Third edition, Cambridge University Press, Cambridge, 1990. xxii+400 pp. G. Lusztig, Introduction to Quantum Groups, Reprint of the 1994 edition, Modern Birkhaeuser Classics. Birkhaeuser/Springer, New York, 2010. xiv+346 pp. W. Wang, Quantum symmetric pairs, ICM—International Congress of Mathematicians. Vol. IV. Sections 5–8, 3080–3102, EMS Press, Berlin, [2023], ©2023.			
履修上の注意	複素半単純 Lie 環の基本的な事柄（ルート系による分類、普遍包絡代数、最高ウェイトによる既約有限次元表現の分類など）は既知とする。			

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	馬場 伸平
講義題目	Riemann 面上の複素射影構造 Complex projective structure on Riemann surfaces			
授業の目標・概要	Riemann 面上の射影構造の基本性質の理解, およびホロノミー表現との関係を理解する. Understand the basic properties of complex projective structures, and its relation with holonomy representations.			
授業のキーワード	リーマン面, 2 次正則微分, 双曲幾何学, ホロノミー表現			
授業計画	射影構造の定義, 基本性質を学ぶ. 特に, ホロノミー表現, Riemann 面上の 2 次正則微分, 3 次元双曲空間内の pleated surface との関係を説明する予定である. 時間があれば最近の研究内容にも触れる.			
授業の方法	内容を黒板で説明し, 質疑応答を受け付ける. 板書では英語も用いる.			
成績評価方法	出席, レポート			
教科書	特に指定はない.			
参考書	"Geometric Structures on Manifolds" by Goldman (AMS) "Complex projective structures" by Dumas (in Handbook of Teichmüller Theory, Volume II)			
履修上の注意	初回の講義に説明する.			
901-67	数理科学特別講義 XIII	2	S	功刀 直子
講義題目	有限群のモジュラー表現論 Modular representation theory of finite groups			
授業の目標・概要	有限群の表現は, 標数 0 または標数が群の位数を割らない体上で考える通常表現と, 標数が群の位数を割る体上で考えるモジュラー表現にわかれる。通常表現では, すべての有限次元表現が半単純となるため, 単純加群をすべて知ればよい。モジュラー表現では一般には半単純とはならず, 状況は複雑である。本講義では, モジュラー表現において, 局所部分群の表現との対応を考える際に有効な手法について理解することを目標とする。			
授業のキーワード	有限群の表現, 群環, 群環上の加群, ブロック, 置換加群, フュージョン・システム, 加群圏, 導来圏, 安定圏			
授業計画	1. 群環と群環上の加群 2. p -置換加群 3. Scott 加群 4. ブロック理論 5. フュージョン・システム 6. Brauer construction 7. 圏同値			
授業の方法	講義形式で行う			
成績評価方法	レポート課題により評価する			
教科書	特に指定しない			
参考書	必要に応じて講義内で紹介する。			
履修上の注意	群, 環, 体, 環上の加群の基本的な知識は仮定する。			
901-72	数理科学基礎セミナー I	8	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。			
901-73	数理科学基礎セミナー II	8	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
901-74	数理科学広域演習 I	2	A	WILLOX RALPH、河東 泰之、河野 俊丈
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	数学、執筆、出版、査読、原稿、プレゼンテーション			
授業計画	October 8 (Wed・5) WILLOX Ralph [Intro/Guidance] October 15 (Wed・5) KAWAHIGASHI Yasuyuki [Publication basics] October 22 (Wed・5) WILLOX Ralph [Manuscript writing] October 29 (Wed・5) KAWAHIGASHI Yasuyuki [Publication basics] November 5 (Wed・5) KAWAHIGASHI Yasuyuki [Publication basics] November 12 (Wed・5) KAWAHIGASHI Yasuyuki [Publication basics] November 13: submission deadline for first draft of paper November 19 (Wed・5) WILLOX Ralph [Manuscript writing] November 25: submission deadline for referee report (s) December 3 (Wed・5) WILLOX Ralph [Manuscript writing] December 8: submission deadline for final version of paper December 10 (Wed・5) KOHNO Toshitake [Oral presentation] December 17 (Wed・5) KOHNO Toshitake [Oral presentation] December 24 (Wed・5) KOHNO Toshitake [Oral presentation] January 7 (Wed・5) KOHNO Toshitake [Oral presentation] January 14: 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	/			
参考書	"A Primer of Mathematical Writing, Second Edition", Steven G. Krantz (2016) https://arxiv.org/abs/1612.04888			
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).			

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、			
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	「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	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）			
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	質問は、講義中や講義直後の昼休みに対応します。また、メールでの質問はいつでも歓迎します。			

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	指定はありません。必要に応じて講義資料を UTOL にアップします。			
参考書	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			
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	質問は、講義中や講義直後の昼休みに対応します。また、メールによる質問はいつでも歓迎します。			

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 A L M, 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）4/8, 4/15, 4/22, "4/30（水）", 5/13 年金（並川）5/20, 5/27, 5/30（補講日）, 6/10 損保（岩沢）6/17, 6/24, 7/1, 7/8, 7/15			
授業の方法	基本的に対面形式です。 4月8日（火）も対面形式（駒場、数理科学研究科棟）で開講します。 それ以後は、オンライン（オンデマンドを含む）で行うこともあります。 Zoom 開講の URL は、開講前に UTOL でご確認ください。			
成績評価方法	出席点およびレポートによる			
教科書	授業中に資料を配布する			
参考書	特に指定しない			
履修上の注意	-			
その他	推奨科目			

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	講義の内容は、基本的には、吉田朋広：数理統計学 第 7 刷 朝倉書店 2016 に沿って行う。講義ノートを配布する予定である。			
参考書	Anderson, T. W.: An Introduction to Multivariate Statistical Analysis (3rd edition). Wiley, 2003. Fujikoshi, Y., Ulyanov, V. V., Shimizu, R.: Multivariate Statistics. Wiley, 2010. Hastie, T., Tibshirani, R., Friedman, J.: The Elements of Statistical Learning (2nd edition). Springer, 2009. [邦訳：杉山将・井出剛・神蔦敏弘・栗田多喜夫・前田英作 監訳、井尻喜久 他訳：統計的学習の基礎 (原著第 2 版). 共立出版, 2014.] 稲垣典生：数理統計学 (改訂版). 裳華房, 2003. Mardia, K. V., Kent, J. T., Taylor, J. C. C.: Multivariate Analysis (2nd edition). Wiley, 2024. Mohri, M., Rostamizadeh, A., Talwalkar, A. Foundations of Machine Learning (2nd edition). The MIT Press, 2018. 永田靖・棟近雅彦：多変量解析法入門. サイエンス社, 2001. 西山慶彦・新谷元嗣・川口大司・奥井亮：計量経済学. 有斐閣, 2019. Shalev-Shwartz, S., Ben-David, S. Understanding Machine Learning: From Theory to Algorithms. Cambridge University Press, 2014. Rao, C.R.: Linear statistical inference and its applications. 2nd ed. Wiley 1973. [邦訳：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.] 山本拓：計量経済学 (第 2 版). 新世社, 2022. 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（ルベグ積分論）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。			
その他	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	セメスター	担当教員氏名
901-97	統計財務保険特論 VII	2	S	吉田 朋広
講義題目	統計推測の漸近理論			
授業の目標・概要	統計推測の漸近論を、疑似尤度解析の枠組みで、従属性の構造によらない方法で一般的に構成する。疑似尤度解析は尤度解析を含むが、多項式型大偏差不等式の証明によって、従来の尤度解析理論のボトルネックを解消している。疑似尤度比確率場の収束により、推定量の極限定理、積率収束、ベイズ推定量の漸近挙動が明らかになる。この方法は普遍的なため、非正規、非線形、非定常の従属性モデルを扱う現代の統計理論の基礎となる。確率過程への応用を紹介する。時間があれば、疑似尤度解析のスパース推定への応用に触れる。			
授業のキーワード	漸近理論、疑似尤度解析、非エルゴード統計、混合型極限定理、中心極限定理、セミマルチンゲール、確率微分方程式、点過程、積率収束、局所漸近混合正規性、局所漸近正規性、疑似最尤推定量、疑似ベイズ推定量、多項式型大偏差不等式、弱収束、確率場			
授業計画	1. 確率過程の統計推測、局所漸近正規性と Ibragimov-Hasminskii 理論 2. 確率場の収束理論（まとめ） 3. 疑似尤度解析：統計的確率場の収束、多項式型大偏差不等式、疑似尤度推定量の漸近的性質 4. 確率微分方程式の推定 5. 点過程の推定 6. LASSO, 正則化法			
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	指定しない。			
参考書	I.A. Ibragimov, R.Z. Has'minskii: Statistical Estimation: Asymptotic Theory. Springer 1981 N. Yoshida : Polynomial type large deviation inequalities and quasi-likelihood analysis for stochastic differential equations, Annals of the Institute of Statistical 63 Issue 3 (2011) 431-479. Yoshida, N.: Simplified quasi-likelihood analysis for a locally asymptotically quadratic random field. Annals of the Institute of Statistical Mathematics 77 (2025) 1-24			
履修上の注意	確率過程に対する統計理論を構築するときに必要になる中心極限定理、混合型極限定理に関しては、統計財務保険特論 X（数学統論 XH）で詳しく扱う予定である。完備可分距離空間上の確率分布の収束に関して基礎的な知識があると、本講義の内容をよりよく理解することができるだろう。			

科目番号	科目名	単位	セメスター	担当教員氏名
901-100	統計財務保険特論 X	2	A	吉田 朋広
講義題目	中心極限定理			
授業の目標・概要	分布の計算は統計推測理論を構築するための基礎である。統計モデルの非線形性を扱うために、分布の近似が不可欠であるが、それを系統的に与えるのが極限定理である。マルチンゲール中心極限定理を紹介し、統計学への応用に触れる。また、非エルゴード的統計学とそこで用いられる混合型極限定理はテーマの一つである。それらは近年、金融高頻度データの統計解析において重要な役割を演じている。			
授業のキーワード	マルチンゲール中心極限定理、高頻度金融データ、安定的収束、非エルゴード的統計学、混合型中心極限定理			
授業計画	1. マルチンゲール中心極限定理 2. 混合型中心極限定理、安定的収束 3. 高頻度金融データへの応用			
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	本講義のテーマは確率過程の統計学と深く関わっている。統計財務保険特論 VII、数学統計 XG の履修によって極限定理の意味がより深く理解できるだろう。			
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	セメスター	担当教員氏名
901-101	統計財務保険特論 XI	2	S	竹内 正弘
講義題目	数理統計解析法入門 I Translational Statistics I			
授業の目標・概要	新規医療療法を患者の手元に提供する為には、臨床試験を実施しデータ収集が求められている。集積されたデータより、医療療法の有効性、安全性を確認する為には統計解析結果が求められる。本講義を通して、臨床試験について、構成、デザイン、統計解析方法、統計学的検定、を理解し、収集されたデータ解析に直面する数理的考察を議論する。特に、Sセメスターでは、抗がん剤の臨床試験に焦点をあて、データ解析実施の際の数理的課題を掌握し、解決方法について考察を行う。 It is required to conduct clinical trials to obtain clinical data. The reason required to conduct clinical trials is to show efficacy and safety of the medical therapies based on the results derived from statistical analyses for the clinical data. The lectures will focus on design, statistical analyses, statistical inference on the data analyses of clinical trial data. Specially mathematical statistical analyses on the clinical trials of oncology therapies will be reviewed and discuss the related issues.			
授業のキーワード	-			
授業計画	1. Basic Concept of Clinical Trial I 2. Basic Concept of Clinical Trial II 3. Basic Concept of Clinical Trial III 4. Application of Statistical Analysis to Clinical trial to Oncology Drug 5. Basic Concept of Survival Analysis 6. Mathematical Survival Analysis 7. Example of Survival Analysis 8. Challenge of Oncology Drug Development 9. Topics of Clinical Trials: Data Management 10. The role of surrogate markers 11. The epidemiological data as comparison arm 12. The future direction of Oncology Clinical Trials 13. The Perspective of Translational Clinical Trials			
授業の方法	-			
成績評価方法	レポートと出席による。			
教科書	Steven Piantadosi: Clinical Trials A Methodologic Perspective, Wiley Series in Probability and Statistics Marcello Pagano, Kimberlee Gaureau: Principles of Biostatistics, Chapman and Hall			
参考書	-			
履修上の注意	-			

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 II Translational Statistics II			
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点を解説し、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	-			
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	-			
成績評価方法	レポートと出席による。			
教科書	Garrett M. Fitzmaurice, Nan M. Laird, James H.Ware: Applied Longitudinal Analysis, Wiley Series in Probability and Statistics Marcello Pagano, Kimberlee Gaureau: Principles of Biostatistics, Chapman and Hall			
参考書	-			
履修上の注意	-			

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 Modern 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は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。			
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 2. 秘密鍵暗号 3. 有限体の基礎と応用（秘密分散など） 4. 公開鍵暗号（DH 鍵共有、RSA 暗号など） 5. 素数生成・離散対数・素因数分解 6. 楕円曲線暗号 7. 暗号の安全性証明 8. ハイブリッド暗号と鍵カプセル化 9. ハッシュ関数・MAC・認証付き暗号 10. デジタル署名 11. ペアリング暗号（BLS 署名、ID ベース暗号など） 12. 認証・署名の応用（PKI, TLS, ブロックチェーンなど） 13. 耐量子計算機暗号			
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	黒澤馨「現代暗号への招待」, サイエンス社, 2010 年 國廣・安田・水木・高安・高島・米山・大原・江村「暗号の理論と技術」, 講談社, 2024 年 安永憲司「暗号理論入門」, 森北出版, 2024 年			
参考書	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 森山・西巻・岡本「公開鍵暗号の数理」, 共立出版, 2011 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 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 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)			
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	A 学期に開講の「数理学特別講義 XIX（耐量子計算機暗号入門）」は本講義の続編であるので、続けて履修するのが望ましい。			

科目番号	科目名	単位	セメスター	担当教員氏名
901-110	数物先端科学Ⅱ	2	S	白石 潤一
講義題目	量子トロイダル代数の表現論と量子パンルベ方程式			
授業の目標・概要	A 型の量子アフィン代数の脇本表現を構成し、その上に量子トロイダル代数の表現を誘導する。位相的頂点作用素を導入し、qKZ 方程式の積分表示、幾何学的表現論などとの関係を調べる。また、長谷川による量子 q-PVI 方程式の時間推進演算子の実現、その固有関数、及び、アフィンローモン空間上の Nekrasov 分配関数との関係等について説明する。			
授業のキーワード	脇本表現、量子トロイダル代数、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脇本表現 3) 位相的頂点作用素 4) アフィンローモン空間とネクラソフ分配関数 5) qKZ 方程式の積分表示 6) パンルヴェ方程式に付随するアフィンワイル群、拡大ワイル群、並進作用、ベックルント変換 7) 長谷川による神保・坂井の q-PVI 方程式の量子化 8) Shakirov 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	特に指定しない。			
参考書	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）			
履修上の注意	特になし。			
901-111	数物先端科学Ⅲ	2	A	権業 善範
講義題目	代数幾何学			
授業の目標・概要	代数幾何学に関連した内容を理解する			
授業のキーワード	代数幾何学			
授業計画	代数幾何学に関連した内容について講義する			
授業の方法	黒板			
成績評価方法	レポート			
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	S セメスターの代数学 XC の内容はそれなりに理解しておくこと			
901-112	数物先端科学Ⅳ	2	S	ケリー シェーン
講義題目	Derived algebraic geometry			
授業の目標・概要	This course will give an cover topics around derived algebraic geometry such as infinity categories, derived rings, stacks, the cotangent complex. Applications to prismatic cohomology may appear.			
授業のキーワード	導来代数幾何学			
授業計画	.			
授業の方法	原則として授業（90 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	特になし			
参考書	授業中に明示する			
履修上の注意	特になし			
関連ホームページ	https://www.ms.u-tokyo.ac.jp/~kelly/Course2025DAG/2025DAG.html			

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	A	逆井 卓也
講義題目	多様体の同境理論とその発展 (Cobordism theory of manifolds and its development)			
授業の目標・概要	Thom によって構築された多様体の同境 (コボルディズム) の概念は位相幾何学の大きな発展を促し、現在も様々な視点から研究が進められている。同境理論とその発展について、近年の理論も含め、いくつかのトピックを選んで解説する。			
授業のキーワード	同境 (コボルディズム)、Pontryagin-Thom 構成、多様体の埋め込み			
授業計画	1. 多様体の同境性の基本事項 2. Pontryagin-Thom 構成と同境群 以降はいくつかのトピックを選んで解説する。詳しくは講義中に説明する。			
授業の方法	板書による			
成績評価方法	学期末のレポートによる			
教科書	指定しない			
参考書	講義中に適宜紹介する			
履修上の注意	多様体論、位相幾何学の基本的な知識を仮定する。			
901-114	数物先端科学Ⅵ	2	S	松尾 厚
講義題目	頂点作用素代数の基礎と応用			
授業の目標・概要	頂点作用素代数の基礎理論を講ずる。 時間の許す範囲で応用についても述べる。			
授業のキーワード	頂点代数・頂点作用素代数			
授業計画	1. ハイゼンベルク頂点代数 2. 留数積と作用素積展開 3. 頂点代数の公理系 4. アフィン頂点代数 5. 格子頂点代数 6. 頂点代数の表現 7. 頂点作用素代数 8. 有限性条件 9. 種々の応用			
授業の方法	黒板を用いた講義形式で行う。			
成績評価方法	出席とレポートによって評価する。			
教科書	なし			
参考書	授業中に紹介する。			
履修上の注意	なし。			
関連ホームページ	https://www.ms.u-tokyo.ac.jp/~matsuo/classes/2025sVOA/index.html			

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	岩木 耕平
講義題目	位相的漸化式とその周辺			
授業の目標・概要	位相的漸化式 (topological recursion) とは、与えられた Riemann 面に対し、その上の有理型微分形式の族を定める漸化式である。数理物理に起源を持つが、例えば数え上げ幾何学、量子不変量、共形場理論、微分方程式論、可積分系、特殊函数論など、数学の様々な分野と関係することが知られている。この講義では、位相的漸化式の基礎的な内容を解説し、WKB 解析やパンルヴェ方程式などの関連する分野への応用について解説する。			
授業のキーワード	位相的漸化式、Riemann 面、WKB 解析、パンルヴェ方程式、数理物理			
授業計画	以下のテーマを扱う ・位相的漸化式の定義 ・相関関数・分配関数の基本的な性質 ・WKB 解析への応用 (量子曲線) ・パンルヴェ方程式への応用 ・リサージェンス性予想			
授業の方法	対面による講義を行う。			
成績評価方法	レポートにより評価する。			
教科書	指定しない			
参考書	指定しない (講義中に参考書・論文を適宜紹介する)			
履修上の注意	複素解析学、微分方程式の基礎知識があることが望ましい。			
901-117	数物先端科学Ⅸ	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を習得することを目標とする。			
授業の目標・概要	量子情報、量子もつれ、量子操作			
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の性質 ・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	特に指定しない。			
参考書	Quantum Computation and Quantum Information (M. Nielsen and I. Chuang; Cambridge University Press (2010)) 量子情報理論：情報から物理現象の理解まで (中田 芳史 (2024))			
履修上の注意	量子力学の基礎的な知識を持っ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
901-119	社会数理先端科学 I	2	A	吉田 善章
講義題目	物理数学概論			
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	数理解物理学、力学、場の理論、古典論、量子論、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. 物理法則の基本文法：変分原理（自然は何を選択するのか）とバランス関係（方程式 $X+Y+Z=0$）。未知の項の発見。 2. 古典力学（微分方程式の発見）：運動（関数）を生成する機械（方程式）。カオスとは。 3. 古典力学（スケール階層、特異摂動）：規格化（normalization）によって変わる現象の見え方。 4. 古典力学（ハミルトン力学とポアッソン代数）：運動の幾何学的理解。不変量。カオス。 5. 古典力学（熱力学と流体モデル、微分幾何）：マクロ系の力学。時空で起こる物理量（微分形式）の変動。 6. 量子力学（不確定性）：ハイゼンベルグによる不確定性原理の定式化。リー代数の表現。 7. 量子力学（観測の定式化）：古典的物理量と量子論的物理量の定式化の違い。 8. 量子力学（作用素環）：量子化されたハミルトニアン、スペクトル理論。 9. 場の古典論（マクスウェルの方程式）：ベクトル場とは。電磁気学の基本法則。 10. 場の古典論（ミンコフスキー時空）：相対論。電場と磁場の統一的理解（ファラデーテンソル）。 11. 場の古典論（物質場と電磁場の結合：プラズマ）：4次元時空におけるバランス関係（エネルギー・運動量テンソル）。プラズマとは。 12. 場の量子論（量子化と対応原理）：生成・消滅するものとしての粒子。			
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	吉田善章；電磁気学とベクトル解析（数学と物理の交差点2）（共立出版、東京、2019）pp. 304+x.			
参考書	吉田善章；非線形とは何か --- 複雑系への挑戦（岩波書店、東京、2008）pp. 201+xii. 吉田善章；新版 応用のための関数解析 - その考え方と技法（数理科学 SGC-Books-M2）（サイエンス社、東京、2006）pp. 235+x.			
履修上の注意	講義で言及した数理の基礎概念について、あやふやな事項について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	詳細は 2025 年 9 月頃にお知らせします。 参考のため、以下に、2024 年度の実績を記します： 10/4（金）吉田広顕（株式会社豊田中央研究所）「企業研究所の数理工学～マイクロ流体のマルチスケール解析」 10/11（金）川本敦史（株式会社豊田中央研究所）「企業研究所の数理工学～トポロジー最適化の基礎と応用」 10/18（金）中川淳一（日鉄総研株式会社／東京大学大学院数理科学研究科）「データサイエンスにおける数学イノベーション：数学とデータサイエンスの関わりについて」 10/25（金）大田佳宏（Arithmer 株式会社／東京大学大学院数理科学研究科／アイソトープ総合センター）、中田庸一（Arithmer 株式会社）「社会課題解決に貢献する AI と数理科学」 11/1（金）大田佳宏（Arithmer 株式会社／東京大学大学院数理科学研究科／アイソトープ総合センター）、中田庸一（Arithmer 株式会社）「社会課題解決に貢献する AI と数理科学」 11/15（金）大場拓慈（株式会社 NTT データ数理システム）「実データ分析という仕事」(Zoom ホスト：間瀬崇史) 11/29（金）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」 12/6（金）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」 12/13（金）神山雅子（株式会社ブリヂストン／統計数理研究所）「タイヤメーカーにおける数理科学の活用」 12/20（金）神山雅子（株式会社ブリヂストン／統計数理研究所）「タイヤメーカーにおける数理科学の活用」 12/27（金）雪島正敏（株式会社 NTT データ数理システム）「機械学習×物理×シミュレーション」			
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	特に指定しない。講義中に紹介する			
参考書	特に指定しない。講義中に紹介する			
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			

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	A	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	毎年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	指定しない			
参考書	指定しない			
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。			
関連ホームページ	https://www.ms.u-tokyo.ac.jp/wings-fmsp/subject.html			
901-122	社会数理先端科学Ⅳ	2	A	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。 （2024年度は2月3日から2月7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	特に指定しない			
参考書	特に指定しない			
履修上の注意	全日程の参加を前提とする。			

科目番号	科目名	単位	セメスター	担当教員氏名
901-124	研究倫理Ⅰ	0.5	S	会田 茂樹
講義題目	研究倫理Ⅰ			
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、8/7（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	-			
参考書	-			
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。			
901-125	研究倫理Ⅱ	0.5	S	会田 茂樹
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、8/7（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	-			
参考書	-			
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
901-134	数理科学特論V	1	S	ROBERTS, John
講義題目	Discrete integrable systems			
授業の目標・概要	This course is intended as an introduction to the notion of 'integrability' for discrete dynamical systems. In particular, over the course of 7 lectures we intend to cover the following topics: 1. QRT maps: their construction, examples, generalisations of QRT maps and their algebraic geometric understanding. 2. integrable lattice equations, in particular 'quad rules': the ABS scheme and reductions to integrable maps 3. the Laurent phenomenon, the notion of Diophantine integrability and integrable maps over rational and finite fields.			
授業のキーワード	QRT 写像, 可積分な格子方程式, ABS スキーム, Laurent 現象, Diophantine 可積分性, 有限体上の可積分な写像			
授業計画	The course consists of 7 lectures, on the following dates: ・ 17 April ・ 24 April ・ 1 May ・ 15 May ・ 22 May ・ 29 May ・ 5 June			
授業の方法	The course will be taught using the blackboard and an iPad connected to a projector. A PDF version of the written notes on the iPad will be made available to the students (through UTOL) after each lecture.			
成績評価方法	Final assignment/report: 60% In-class assignments: 40% No final examination.			
教科書	No recommended textbook			
参考書	"Discrete Systems and Integrability", J. Hietarinta, N. Joshi, F. W. Nijhoff, Cambridge University Press 2016 [ISBN:9781107042728]			
履修上の注意	Every lecture will be held in person and will last 105'.			
901-135	数理科学特論VI	1	S	Wai-Kit Lam
講義題目	Superconcentration phenomenon			
授業の目標・概要	This course aims to introduce a phenomenon, called superconcentration. Roughly speaking, a sequence of random variables is superconcentrated if the Poincaré inequality does not provide a sharp bound. We will focus on two important examples, namely first-passage percolation and the Sherrington-Kirkpatrick model. We will explain why they exhibit the superconcentration phenomenon, and how this helps us understand the models themselves.			
授業のキーワード	分散; 超集中現象; ポアンカレ不等式; 最短通過時間パーコレーション; スピングラス			
授業計画	Every Wednesday from June 25 to July 16, from 13:00-14:45 and 14:55-16:40			
授業の方法	Blackboard-based lectures.			
成績評価方法	Grading will be based on both attendance and reports.			
教科書	Superconcentration and Related Topics by Sourav Chatterjee			
参考書	Superconcentration and Related Topics by Sourav Chatterjee			
履修上の注意	Students are expected to have knowledge on graduate level probability theory. Knowledge on Markov processes will be helpful but is not required. (Having intuitive understanding will be sufficient.)			

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 X IX	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。			
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 2. 暗号の安全性と FO 変換 3. 格子問題 (SVP・SIS・LWE 問題など) 4. 離散ガウス分布と平滑化パラメータ 5. SIS・LWE 問題の最悪時 - 平均時帰着 6. NIST 標準格子暗号と Regev 暗号・BG 署名 7. GPV 署名と格子高機能暗号 8. 構造付き格子暗号とイデアル SVP 量子アルゴリズム 9. 楕円曲線と同種写像問題 10. 同種写像グラフと SIDH 鍵共有 11. 種数 2 同種写像計算と SIDH 鍵復元攻撃 12. M-SIDH 鍵共有と CSIDH 鍵共有 13. 耐量子署名 (同種写像署名・ハッシュ関数署名・MQ 署名)			
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	C. Peikert, A Decade of Lattice Cryptography, now publishers, 2016 年 (著者のサイトからダウンロード可) 國廣・安田・水木・高安・高島・米山・大原・江村「暗号の理論と技術」, 講談社, 2024 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			
参考書	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)			
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。			

科目番号	科目名	単位	セメスター	担当教員氏名
901-151	数理代数学概論Ⅱ	2	A	志甫 淳
講義題目	ホモロジー代数 Homological Algebra			
授業の目標・概要	ホモロジー代数の基礎を学ぶことにより、ホモロジー代数の考え方を身につける。			
授業のキーワード	射影的加群, 単射的加群, 平坦加群, 複体, 射影的分解, 単射的分解, Tor, Ext, 圏, 関手, アーベル圏, 導来関手, 随伴関手, 前層, 層, 層係数コホモロジー			
授業計画	1. 加群 1-1. 完全列と蛇の補題 1-2. 直和と直積 1-3. Hom とテンソル積 1-4. 射影的加群, 単射的加群, 平坦加群 2. 複体 2-1. 複体の定義 2-2. 射影的分解, 単射的分解 2-3. Tor, Ext 3. 圏 3-1. 圏の定義 3-2. アーベル圏 3-3. 関手 3-4. 導来関手 3-5. 随伴関手 4. 層 4-1. 帰納極限 4-2. 前層の定義 4-3. 層の定義 4-4. 層係数コホモロジー			
授業の方法	講義による。			
成績評価方法	レポート課題による。			
教科書	指定なし。			
参考書	層とホモロジー代数, 志甫淳, 共立出版。			
履修上の注意	環と加群の定義は知っているものとして講義する。			
901-153	微分幾何学Ⅱ	2	A	高津 飛鳥
講義題目	リーマン幾何学 (Riemannian geometry)			
授業の目標・概要	リーマン多様体 (多様体 + 内積構造) に関する入門的な講義である。			
授業のキーワード	リーマン計量, Levi-Civita 接続, 曲率, 比較定理などについて学ぶ。			
授業計画	- リーマン計量 - Levi-Civita 接続 - テンソル場の微分 - 曲率 - リーマン距離 - リーマン体積 - 比較定理			
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	使用しない			
参考書	初回の講義時に紹介する			
履修上の注意	3年生幾何学Ⅰの多様体論の知識を前提とする。			

科目番号	科目名	単位	セメスター	担当教員氏名
901-155	位相幾何学Ⅱ	2	S	植田 一石
講義題目	特性類			
授業の目標・概要	特性類に関する基本的な知識を身につける			
授業のキーワード	特性類、主束、分類空間			
授業計画	ファイバー束、主束や構造群、分類空間、ベクトル束の特性類（Euler 類、Chern 類、Pontrjagin 類など）、平坦束の分類などの項目から、いくつか選択して講義する			
授業の方法	板書による			
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	授業中に指示する			
履修上の注意	幾何学Ⅰ（多様体論の入門）、Ⅱ（位相幾何学の初歩（ホモロジー群、コホモロジー群、ホモトピー群））およびⅢ（ベクトル場と微分形式）の内容は仮定する			
901-157	代数構造論Ⅱ	2	S	権業 善範
講義題目	リーマン面			
授業の目標・概要	リーマン面に関連した内容を理解する			
授業のキーワード	リーマン面			
授業計画	リーマン面の定義から始めてその内容についての理解を深める			
授業の方法	黒板			
成績評価方法	レポート			
教科書	講義中に紹介する			
参考書	講義中に紹介する			
履修上の注意	線形代数学、微分積分、位相空間論、ホモロジー代数について習得しておく必要がある			

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。 <u>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。</u>（「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です）。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. 上記1～8以外の特別な理由 (宗教活動、国内教育施設における長期研修等) ※ 本研究科教育会議及び教育研究評議会の議を経て、総長が許可する。	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) 「参考資料」

(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」を窓口へ提出。（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」を窓口へ提出。

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、速やかに窓口へ届け出てください。

● 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 1 F 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ならない。

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。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 researches are integrated into the common assets of mankind, after having undergone public scrutiny by peer review and criticism. 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 materials; 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.

Scientific researches 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付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いかを確認する必要がある。

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.

