

開講科目名	Course	時間割コード	授業の目標、概要／Course Objectives/ Overview
確率統計情報論	Stochastic Methods in Mathematical Informatics	4820-1001	ベイズ統計学の理論的な話題について扱う。 / This course covers theoretical topics in Bayesian statistics.
現代情報理論	Modern Information Theory	4820-1003	情報理論は数理情報学の様々な分野に応用を持つ重要な概念である。本講義では、主に応用先の一つである暗号理論を例に取り、情報理論の概念をどのように活用するかを紹介する。Information theory is an important concept with applications in various fields of mathematical informatics. In this lecture, we will take one of the main applications, cryptography, as an example to show how the concepts of information theory can be used.
離散情報論	Discrete Methods in Mathematical Informatics	4820-1007	最適化と計算科学を支える数学的概念として重要な離散構造を扱うとともに、それらを利用したアルゴリズムの設計と解析に関する基本的な手法を論じる。特に、大規模データを扱うためのアルゴリズムとデータ構造として、簡潔データ構造を講義する。We study discrete mathematical structures, which play important roles in optimization and computer science, and also fundamental issues in design and analysis of algorithms and data structures that make use of these structures. In particular, we deal with algorithms and data structures for manipulating big data such as succinct data structures.
数理情報学特別講義I (データマイニングによる異常検知)	Special Lectures in Mathematical Informatics I	4820-1014	データマイニングによる異常検知の基礎と応用を修得する。現実データがふたつ、ビッグデータの時代を迎えている。マーケティング、セキュリティ、インフラ系、生命科学、教育データ分析、経済分析などの分野ではビッグデータから異常や変化を知ることにより、情報を活用することが重要になってきている。本稿では、そのような時代のニーズに沿った機械学習技術と、その基礎としての学習理論、また、これを用いる異常検知技術と実例について講義する。
線形数理論	Advanced Core in Linear Algebra	4820-1022	This course delivers lectures on advanced linear algebra, which serves as a fundamental tool in various areas of mathematical informatics. Emphasis is put on those concepts and techniques that are useful in mathematical programming, control theory, stochastic process, signal processing, and multivariate statistical analysis.
解析数理論	Advanced Core in Analysis	4820-1023	数理情報学全般の基礎となる道具としての解析学、とくに、関数解析の基礎について講義する。問題演習も併せて行う。An introduction of functional analysis as a fundamental tool of mathematical informatics is provided.
確率数理論	Advanced Core in Probability	4820-1024	測度論的確率論・確率過程論の基礎を理解する。 / The goal of the course is to understand the basics of measure-theoretic probability and stochastic processes.
算法設計論	Advanced Core in Algorithm Design	4820-1025	基本的なアルゴリズム設計技法と、様々な問題例を通して解説する。 / The goal of the course is to understand the basic techniques for designing efficient algorithms.
科学技術計算 I	Technical and Scientific Computing I	4820-1027	OpenMPは指示行を挿入するだけで手軽に「マルチスレッド並列化 (multi-threading)」ができるため、マルチコアプロセス内の並列化に広く使用されている。本講義ではOpenMPによる並列化に関する講義・実習を実施する。本講義では対象アプリケーション (有限体積法 (finite-volume method, FVM) によってポアソン方程式) をOpenMPによってマルチコアプロセス上で並列化するのに必要な計算手法、アルゴリズム、プログラミング手法の講義、実習の他、並列前処理手法の最新研究に関する講義も実施する。プログラミング実習にはスーパーコンピュータシステム (Wisteria/BDEC-01(Odyssey)) を使用する。OpenMP is the most widely-used way for parallelization on each compute node with multiple cores because multi-threading can be done easily by just inserting directives. In this class, lectures and exercises for parallelization by multi-threading of the target application (Poisson's equation solver by FVM (finite-volume method)) on multicore processors using OpenMP are provided, which covers numerical algorithms, and programming methods. Moreover, lectures on recent research topics on parallel preconditioning methods will be also provided. The Supercomputer System (Wisteria/BDEC-01(Odyssey)) is available for hands-on exercises.
科学技術計算 II	Technical and Scientific Computing II	4820-1028	並列計算プログラミング技法に関する講義、実習を実施する。並列計算に広く使用されているMPI (Message Passing Interface)、OpenMPを使用したプログラミングを中心に扱う。様々な計算機における最適化技術についても併せて講義、実習を実施する。プログラミング実習には東大情報基盤センターのWisteria/BDEC-01(Odyssey)を使用する。ターゲットとするアプリケーションは有限要素法による一次元及び三次元定常熱伝導解析プログラムであり、背景となる基礎的な理論から、実用的なプログラムの作成まで、連立一次方程式解法などの周辺技術も含めて講義を実施する。Lectures and hands-on exercises on parallel programming methods for large-scale scientific computing will be provided. This class focuses on programming using MPI (Message Passing Interface) and OpenMP, which is widely used method for "de facto standard" of parallel programming. Lectures on optimization methods on various types of architectures are also given. Wisteria/BDEC-01(Odyssey) at ITC is available for hands-on exercises. Target applications are 1D/3D codes for steady-state heat transfer by finite-element method (FEM). This class covers wide range of topics related to FEM, such as fundamental mathematical theory, programming method, and solving large-scale linear equation.
数理情報学特別講義IV (生体の確率現象と情報処理の数理)	Special Lectures in Mathematical Informatics IV	4820-1029	システム生物学や神経科学、非平衡熱力学に代表されるように、複雑な生命システムの動態、特にその確率的な性質や熱力学、情報処理機構を解析・理解するために数理が果たす重要性は、近年大きく高まっている。本授業では、細胞を単位とした生体システムの確率動態と熱力学的・情報処理的な側面を扱うための数理的手法や関連するトピックを概説する。現象としては細胞内反応を含む確率的化学反応系、細胞表現型の確率変化、確率的原因となる様々な内因的・外因的ノイズ、ノイズを抱えながら様々な情報処理を実現する非線形ダイナミクス、過去の経験から個々の細胞や個体レベルで適応する学習現象、そして細胞や個体の集団による進化的な適応の問題を取り扱う。数理的な側面としては、化学反応論、力学系、分岐、点過程、拡散過程、Master方程式、Fokker-Planck方程式、確率微分方程式、経路積分、非平衡熱統計物理、情報理論、情報幾何、学習理論、進化理論などのトピックが含まれる。理論を応用する生物学的現象としては、遺伝子発現ゆらぎ、選択的細胞応答、細胞の運命決定、発生と位置情報処理、細胞走性と化学勾配感知、確率環境下での増殖・進化、などを取り上げる予定である。
数理最適化特論	Mathematical Optimization	4820-1032	本講義では連続最適化を中心に解説を行う。これまで連続最適化手法は様々な分野で用いられているが、特に近年、機械学習分野で盛んに用いられている。機械学習分野の応用例として、大規模な最適化問題が登場することが多くあり、大規模な問題を早く解くための手法が必要とされている。そのため、1次法 (目的関数の1次の微分情報を利用した解法) が再び注目されている。本講義では、1次法の基本的なアルゴリズム (最急降下法)、1次法における最近の進展、またアルゴリズムの理論的保証 (収束性など) の与え方について学ぶ。また、2次法 (ニュートン法など) や制約付き最適化手法についても紹介する。
脳科学特論I	Special Topics in Brain Science I	4820-1033	The Brain Science Training Program is a 2 semester-long (October through June) lecture series that consists of 24 lectures each taught by different RIKEN CBS team/unit leaders, 2 journal club presentations, and 2 oral exams at the end of each semester. This program is suitable for those with a strong interest in becoming a neuroscientist. It is primarily designed for early-stage graduate students, but applications will be accepted from senior-graduate and undergraduate students as well. Neuroscience employs a wide range of disciplines from molecular biology to mathematics to ethology. Brain Science Training Program takes full advantage of the great diversity of CBS's research and provides a systematic overview of neuroscience. It is our sincere hope that through this program we will be able to play a part in fostering the next generation of neuroscientists. By the end of the program, students:1. Have a good grasp of the broad field of neuroscience2. Can connect concepts and methods in different subfields of neuroscience3. Are informed about scientific practices and a wide variety of training/career paths to become a neuroscientist4. Are more confident in scientific communication in English5. Have peers as well as mentors who share the same passion for neuroscience
脳科学特論II	Special Topics in Brain Science II	4820-1034	The Brain Science Training Program is a 2 semester-long (October through June) lecture series that consists of 24 lectures each taught by different RIKEN CBS team/unit leaders, 2 journal club presentations, and 2 oral exams at the end of each semester. This program is suitable for those with a strong interest in becoming a neuroscientist. It is primarily designed for early-stage graduate students, but applications will be accepted from senior-graduate and undergraduate students as well. Neuroscience employs a wide range of disciplines from molecular biology to mathematics to ethology. Brain Science Training Program takes full advantage of the great diversity of CBS's research and provides a systematic overview of neuroscience. It is our sincere hope that through this program we will be able to play a part in fostering the next generation of neuroscientists. By the end of the program, students:1. Have a good grasp of the broad field of neuroscience2. Can connect concepts and methods in different subfields of neuroscience3. Are informed about scientific practices and a wide variety of training/career paths to become a neuroscientist4. Are more confident in scientific communication in English5. Have peers as well as mentors who share the same passion for neuroscience
ニューロインテリジェンス入門	Introduction to Neurointelligence	4820-1035	Recent progress in artificial intelligence (AI) has been remarkable and produced results comparable to those of human experts in various applications like Games, Shogi and Go. Historically neuroscience played key roles in such progress of AI, but nowadays there is a wide gap in neuroscience and artificial intelligence. To deeply understand neuroscience, it is important to take the idea of the AI such as reinforcement learning, which is one of the central learning algorithms in AI. On the other hand, to create future AI such as truly neuro-inspired AI, it is important to learn latest discoveries in neuroscience. The interaction of neuroscience and AI should lead to the new field Neurointelligence: the interface of human intelligence and artificial intelligence. In this lecture series, introduction of neurointelligence is given by each researcher working on neurointelligence from a wide range of fields covering computational neuroscience, AI as well as experimental neuroscience.
数理情報学講究	Seminar in Mathematical Informatics	4820-2003	統計学に関係する教員及び院生による統計学セミナー。様々な研究科において統計学とその応用に関心を持っている教員及び院生が自由に参加できる。普段は自分の分野とは異なるなどの理由であまり聞く機会のない色々な話題も登場するので、新しい発想、未知の理論分野や応用分野を触れられる。