

## 情報学コース

講義コード	授 業 科 目	単位	授 業 科 目 の 内 容
40INF001**	論理学基礎	2	数理論理学の基礎として一階述語論理について概説する。一階述語論理で証明図が書け、健全性定理、完全性定理について説明できること、ホーア論理、シーケント体系、ペアノ算術が説明できることなどを目標とする。
40INF002**	アルゴリズム基礎	2	アルゴリズム理論の基礎、計算量やオーダー、ソートやデータ構造などの解説を行う。また、最適化や、文字列、列挙などのアルゴリズムの解説も行う。
40INF003**	ハイパフォーマンスコンピューティング概論	2	スーパーコンピュータ、PCクラスタ、オンチップマルチプロセッサ、グリッドコンピューティング等を用いたハイパフォーマンスコンピューティング技術について、理論と実践、応用事例、課題を解説する。
40INF004**	情報流通システムアーキテクチャ概論	2	多様なネットワークサービスを実現する情報通信ネットワークにおける(1)ネットワークアーキテクチャ、通信プロトコル、ネットワークシステムアーキテクチャ、(2)回線交換方式とパケット交換方式、ネットワークの階層化と各階層における実現技術、(3)セキュリティ技術、等を含む情報流通アーキテクチャについて概説する。
40INF005**	応用線形代数	2	線形代数は、自然科学や工学において必須の知識であるだけでなく、近年ではデータサイエンスの基礎としても非常に重要である。この講義では、線形代数の基本的性質と数値計算法を学ぶ。さらに、実際の応用例等について詳しく知る。行列の数学的取り扱いと諸概念を理解し、様々な分野における利用例等を知ることを通して線形代数を活用できるようになる。
40INF006**	ソフトウェア科学概論1	2	ソフトウェア科学の主要テーマ中、ソフトウェアの表現(プログラミングとモデリング)ならびにシステムについて、その技術概要を知り情報学における意義を理解する。
40INF007**	ソフトウェア科学概論2	2	データ工学、データモデリング、データマイニング、実世界データ分析など、データの管理・処理・解析などの観点から、ソフトウェア科学の基礎知識を講義する。
40INF008**	情報メディア概論	2	情報メディア科学がカバーする学問領域に関して、情報メディア科学担当教員による講義を行う。情報メディア科学を構成する基盤分野における知識を習得し、それらを自らが活用できるようになる事を目的に、メディア処理に関する様々な話題と傾向等を講究する。情報メディア科学を構成する基盤分野における知識を習得し、それらを自らが活用できるようになる。
40INF009**	知能システム科学概論1	2	知能システム科学の基礎学問である、人工知能、ヒューマンエージェントインタラクション、機械学習、自然言語処理、知能ロボティクス、視覚言語、推薦システムなどの基礎について講義を行う。
40INF010**	知能システム科学概論2	2	知能システム科学の基礎学問である、機械学習、情報幾何学、自然言語処理、深層学習、セマンティックWeb、データ分析手法、計算社会科学などの基礎について講義を行う。

## 情報学コース

講義コード	授 業 科 目	単 位	授 業 科 目 の 内 容
40INF011**	情報環境科学概論	2	情報化の進展により、社会のさまざまな領域でこれまでにない変化が生じている。この講義では、情報の生成・流通・利用・蓄積など多様な視点から情報と社会の関わりについて扱う。
40INF012**	科学プレゼンテーション	1	科学プレゼンテーション、質疑応答、討論能力などを培う。各自の研究または学習内容に関してプレゼンテーションを行い、討論、評価する。学生同士も各自のプレゼンテーション内容について活発な意見交換を行い、共に学ぶ。
40INF013**	科学ライティング	1	英論文の執筆、読解の能力の向上を目指す。様々な品質の研究論文の題目、概要、序文等を批評し、修正していく。受講者自身の論文をもとに、英論文執筆などの訓練を行う。
40INF014**	情報セキュリティ基盤概論	2	情報通信サービスにおける情報セキュリティについて、技術、システム、法制度、経済性について概括する。
40INF015**	ビッグデータ概論	2	ビッグデータを支える大規模データの処理と分析、セキュリティ、可視化について、理論と実践、応用事例、課題を解説する。
40INF016**	実践データサイエンス	2	データサイエンス実践のため、リレー形式で講義を行い、データ取得、データ形成、データ可視化、データ分析等について考究する。
40INF017**	ロボット情報学	2	知能ロボットを構成する上で必要となる基礎的な情報学の知識について学ぶ。特にリアルタイム性が必要となるセンサ情報処理、基礎技術の統合による知能ロボットのシステムインテグレーションの方法論について学ぶ。
40INF018**	自然言語処理	2	このコースでは、自然言語処理、すなわち計算的・工学的な視点から人間の言語を研究する分野の基本的技術を教える。講義では、品詞のタグ付けや語彙分析、構文・談話解析、言語モデリングなどの基礎的技術に加え、質問応答や対話システムなどの応用技術を紹介する。同時に最先端の研究にも触れ、現状の課題や今後の展開に関する理解を深める。
40INF019**	ICTビジネス論	2	ICTビジネスの理論と応用について学ぶ。講師がICTビジネスの理論と実践に関するプレゼンテーションを行い、その後、受講生全員が参加して講師とディスカッションを行う。
40INF020**	情報環境統計論	2	この講義では、基本的な統計手法と多変量解析法を学び、書誌データ、教育データの統計解析を通じて学術コミュニティと教育活動に関する知見を得ることを期待する。

## 情報学コース

講義コード	授 業 科 目	単位	授 業 科 目 の 内 容
40INF021**	情報論理学	2	プログラミング言語や仕様記述に関して重要である型理論について、その初歩を、数学的に厳密に説明する。型理論の初歩を数学的に厳密に理解すること、型理論を実際の問題に応用できるようになること、を目標とする。
40INF022**	離散数学	2	離散数学は、近年の劇的な理論計算機の発展と、組合せ論の発展の両方に貢献してきた。そしてここ 20 年の間に、どの数学分野と比較しても、遜色ないような深い理論と結果が、生まれてきた。本講義では、4色定理の周辺で生まれたグラフ彩色理論、グラフマイナー理論、グラフ構造理論の最先端などの成果を解説する。グラフ彩色理論、グラフマイナー理論は、現在では、離散数学の中でもっとも深い理論のひとつと位置づけられている。本講義では、これらのトピックについて最先端の結果を紹介する。
40INF023**	計算量理論	2	本講義では計算量理論を解説する。特にP対NP問題、NP完全性の理論、相対化のバリア等について解説をする。
40INF024**	計算的ゲーム理論	2	本講義では、計算機科学と経済学の融合領域である計算的ゲーム理論における、関連トピックを紹介する。具体的には、ナッシュ均衡などの均衡概念、安定性と全体最適性のトレードオフ、均衡点を求めるための計算量、また計算的ゲーム理論と関連の深い社会的選択理論についても紹介する。
40INF025**	計算機システム設計論	2	高性能、かつ、高信頼な計算機システムを設計する上で必要な(1)高性能マイクロプロセッサや LSI 実装技術などを含む計算機アーキテクチャ、(2) HPC (High-Performance Computing) を実現する通信機構やファイルシステムなどのシステムソフトウェアスタック、等について説明する。高性能、かつ、高信頼な計算機システムを設計する上で必要な基盤技術等、および、それを実現する技術の詳細を説明することができる。
40INF026**	情報通信システム論	2	通信システムの基本原理、アルゴリズム、無線通信の基礎、および、ネットワーク設計・運用のための性能評価手法、モデリング手法について説明する。(講義)
40INF027**	分散システム	2	分散システムはIoTからクラウドコンピューティングまで幅広く利用されている。その分散システムを理解するのに不可欠な知識として、分散アルゴリズムなどの基礎概念から、分散システムアーキテクチャ、分散データ処理などについて解説する。
40INF028**	ソフトウェア工学	2	本講義においては、大規模かつ高品質なソフトウェアを効率よく開発・運用していくためのソフトウェア工学技術を学ぶ。開発プロセスの各工程における活動やそのための技術を俯瞰するとともに、様々な開発パラダイムや先端トピックの議論も行う。

## 情報学コース

講義コード	授 業 科 目	単 位	授 業 科 目 の 内 容
40INF029**	データベース基礎論	2	データベースプログラミング言語的観点からデータベースの基礎理論について講義する。特に関係データベースの問合せ言語の論理的基礎であるDatalogを用いる。
40INF030**	計算機言語理論	2	プログラミング言語の基礎について学び、小さな言語の実装を行う。Types and programming languages の本を教科書とする。
40INF031**	形式手法における数理的構造	2	ソフトウェア科学の基本的テクニックであるモデル検査について、その数学的基礎に重点を置きつつ、実践的アルゴリズムまで学ぶ。特に、束論および圏論による不動点の数学的理論を解説する。
40INF032**	ソフトウェア検証論	2	ソフトウェアの安全性を検証する技術について講義を行う。本講義では、特に型システムを使った、ソフトウェア全体を網羅的・厳密的に検証する技術についての理解を深める。
40INF033**	メディア処理基礎	2	メディア処理の全般に関わる基礎技術について、パターン認識理論および信号処理理論を中心に概説をおこなう。これらの理論は、情報メディアを解析し、特徴を抽出したり、望ましい形に変換するためには欠かせない技術である。必要に応じ演習の時間を設け、映像情報等を実際に処理してみることで、より理解を深める。
40INF034**	メディア処理応用	2	メディア処理の応用例として、音声や画像と言ったメディアの処理、解析、加工・編集、呈示等のための技術を学ぶ。具体的には、画像処理、画像解析、画像生成、音声情報処理などについて、数理や実装可能なアルゴリズムを交えて講究する。また、必要に応じて、これらを組み合わせた高度なマルチメディア技術についても講究する。メディア処理に関する基本的な概念とアルゴリズムを習得し、それらを自らが活用できるようになる。
40INF035**	深層学習	2	このコースでは、ディープラーニングの基礎となる基本的な手法と、ニューラルネットワーク、畳み込みニューラルネットワーク、リカレントニューラルネットワークなどの主要な構造について学習する。また、ドローンに適用される人工知能とディープラーニングの実際的な例についても解説する。
40INF036**	コミュニケーション環境論	2	我々是对面した環境のみならず、携帯電話を介した環境、インターネットを介した環境において、他者と様々な情報をやり取りし、人と人との関係を構築している。本講義は、このような我々の日常における「コミュニケーション環境」を議論するために、関連する従来研究の耐用性とその方法論について包括的に議論する。

## 情報学コース

講義コード	授 業 科 目	単 位	授 業 科 目 の 内 容
40INF037**	データマイニング	2	データマイニングに関して、基礎理論から実践的手法までを学ぶ。
40INF038**	科学計量学	2	科学に対する計量的手法を理解した上で、科学の動向を定量的に把握し現況・問題点等を分析・判断することができるようになること。
40INF039**	劣線形アルゴリズム	2	これまでは、アルゴリズムが「効率的」であるとは、多項式時間で動作することを指すことが殆どであった。しかし巨大データの出現により、多項式時間アルゴリズムでさえ遅すぎる局面が増えてきている。その様な状況に立ち向かう手段として劣線形時間アルゴリズム、特に「性質検査」と呼ばれる枠組みの発展が目覚ましい。ここで劣線形とは線形より小さいという意味である。本講義では、劣線形時間アルゴリズム等の理論的基礎を学ぶ。劣線形時間アルゴリズムを構築するための手法とその解析等を身につけ、自らが活用できるようになる。
40INF040**	アルゴリズム的マーケットデザイン	2	マーケットデザインは、マッチングやオークションといった市場の制度設計を考える理論である。各参加者が利己的に行動する状況において、どのような制度を設ければ社会的に望ましい結果が導けるかを、ゲーム理論的に考察する。本講義では、特にアルゴリズムや離散数学的な側面に重点を置きながら、マーケットデザインの理論と応用を解説する。
40INF041**	機械学習における組合せ最適化	2	機械学習には組合せ的な構造をもつ問題が数多く現れる。こういった問題に対して効率的なアルゴリズムを設計するためには、組合せ最適化の技法が必要不可欠である。本講義では、劣モジュラ最適化や近似アルゴリズムなどの組合せ最適化の理論と、その機械学習への応用について学ぶ。
40INF042**	確率的情報処理	2	情報学において実世界のデータのモデリングに重要な役割を果たす確率モデルを対象とし、確率論の基礎から確率モデルの特徴、そして確率モデルを用いた機械学習の実世界への応用に伴う問題点や評価方法などを学ぶ。
40INF043**	インタラクティブメディア	2	本講義では、メディア処理の応用例として、人間と情報システム、および、人間同士のインタラクションについて扱う。具体的には、モデリング、設計方法、評価法、機械学習など基礎的な手法の解説から、情報検索、読解問題、大規模処理、セキュリティ等といった具体的な応用例を実践として講究する。＜履修条件＞「メディア処理基礎」を受講し終わっていること。

## 情報学コース

講義コード	授 業 科 目	単 位	授 業 科 目 の 内 容
40INF044**	知識共有システム	2	本講義は人工知能の一分野である知識表現の技術による知識共有の実現を多面的に議論する。まず、これまでのインターネットの発展の振り返ることで、社会における情報共有の歴史を復習する。その上で、情報共有から知識共有への移行において、セマンティックWebの考え方が重要であることを示す。本講義ではこのセマンティックWebを核にインターネット上での知識共有がどのような形でなされるかを順次、紹介する。まず、セマンティックWebの概要を示し、その中で重要な概念であるオントロジーについて説明する。そしてセマンティックWebにおける言語であるRDF, RDF Schema, OWLについて説明する。これらを使うことで社会の情報がLinked Open Data (LOD)として記述できることを示す。Knowledge GraphとはLODとして記述された社会の知識であり、Knowledge Graphにより、社会の知識が機械可読かつ人間可読の情報として活用できることを示す。
40INF045**	計算社会科学	2	大規模な経済・社会・政治データを情報技術によって取得・処理し、分析・モデル化して、人間行動や経済・社会・政治現象を定量的・理論的に理解しようとする学問が「計算社会科学」(Computational Social Science)である。本講義では、情報科学の研究者が社会科学の問いに取り組むために必要な、社会科学の基本的な概念や、情報技術の適用手法、分析結果の社会科学的な解釈を学ぶ。 ※2020年度までの「経済物理学」の単位修得者は履修不可
40INF046**	組み込みリアルタイムシステム	2	IoTシステム・自動運転車・航空機などは限られた時間・計算機資源で様々な情報処理を行う必要があり、これらシステムの構築・設計のためには組み込みシステム・リアルタイムシステムの基礎技術は非常に重要である。本講義では、組み込み・リアルタイムシステム・分散組み込みシステムの要素技術を学んだ後に、社会実装の進むサイバーフィジカルシステム(CPS)の技術的課題について論ずる。
40INF047**	量子アルゴリズム	2	本講義は、量子アルゴリズムの基礎とその実装について学習する。実装はその物理学的側面までカバーする。この講義は、インプット期間とアウトプット期間に分けて構成される。インプット期間では量子技術高等教育拠点オンライン教材システム(QOLS)に登録されている動画教材で該当内容を学習し、アウトプット期間でその内容について発表を準備し、各発表回において他の受講者の前で発表し、それに基づき講師も交えて受講者全体で議論する。
80INF001**	情報学特別実験・演習 I A	2	指導教員による綿密な指導の元に、情報学の研究を進めるに際して必要となる基礎知識および情報学における根本的問題を解決するために必要となる先進的知識を習得するための実験の計画と実施・実験結果の分析および演習を行う。

## 情報学コース

講義コード	授 業 科 目	単 位	授 業 科 目 の 内 容
80INF002**	情報学特別実験・演習ⅠB	2	指導教員による綿密な指導の元に、情報学の研究を進めるに際して必要となる基礎知識および情報学における根本的問題を解決するために必要となる先進的知識を習得するための実験の計画と実施・実験結果の分析および演習を行う。
80INF003**	情報学特別実験・演習ⅡA	2	指導教員による綿密な指導の元に、情報学の研究を進めるに際して必要となる基礎知識および情報学における根本的問題を解決するために必要となる先進的知識を習得するための実験の計画と実施・実験結果の分析および演習を行う。
80INF004**	情報学特別実験・演習ⅡB	2	指導教員による綿密な指導の元に、情報学の研究を進めるに際して必要となる基礎知識および先進的知識を習得し、その進捗をまとめて研究報告できるレベルを達成するために、実験の計画と実施・実験結果の分析および演習を行う。
90DIFg18**	情報学総合研究ⅡB	2	2022年度以前の入学者にのみ開講する