

6 | 講義内容

科目名	単位数	講義内容
量子力学特論 Quantum Mechanics	2	この講義では量子力学の基礎的概念と物理的意味について説明する。ここで取り上げる事項を学ぶことによって、量子物理学を用いるいろいろな分野に進むのに必要な知識を得ることができる。
統計物理特論 Statistical Physics	2	熱力学の法則を原子・分子の運動から説明する統計物理学の講義。物体は気体といえども無数の元素の集まりであり、また金属中の自由電子の振る舞いは自由電子気体として取り扱うことが可能である。気体に関する法則、比熱に関する法則、黒体放射、ブラウン現象を原子・分子・電子の運動から求めていく。 1. 気体の統計力学 2. 統計物理学の基礎 3. 統計物理学の応用 4. 輸送現象
量子情報セキュリティー特論 Introduction to Quantum Cryptography	2	物理的な原理を利用することで、情報を悪意のある者から守るための新しい技術が生み出される。本講義では、そのような暗号技術を理解するために必要な数学や物理学から解き始め、光通信のための量子暗号技術の初歩的な理解に達することを目標とする。 期間の前半では、共通鍵暗号、ストリーム暗号、疑似乱数、情報理論、などをキーワードとしながら、数理に基づく暗号技術について学ぶ。後半では、光が本質的に持つ雑音の性質に係る知識をまとめた上で、光通信のための量子暗号技術について学ぶ。そこでの中心的な話題は光通信量子暗号Y00である。
量子通信理論特論 Quantum Communication Theory	2	情報を運ぶ媒体の物理的な性質を考慮に入れて通信システムをデザインするための方法について学ぶ。量子力学の初歩的な知識をまとめた後、変調された信号や受信機を量子力学的に記述する方法を学ぶ。その記述法を使いながら、受信機最適設計のための基準とその解析方法を学ぶ。 講義期間の最後には、具体的な通信モデルを想定して、量子通信理論によって設計した通信システムと古典理論で設計したそれとの比較が行われる。本講義によって、量子通信理論を通信システムを設計するための理論として、より深く理解できるようになるだろう。
量子コンピュータ特論 Quantum Computation	2	量子コンピュータの実現に向けて考案されている情報理論的技術やその周辺のトピックスを扱う。特に量子計算では量子特有のノイズに抗して量子状態を制御する必要がある。そのために量子誤り訂正符号が提案されているが、これを理解することを第一の目的とする。
量子情報数理特論 Mathematical Methods of Quantum Information	2	量子ガウス状態を厳密に定義しその性質を解析する。 また、そのための準備として線形代数、関数解析について概説し、無限次元空間を扱うための基礎的な技術の習得を目指す。
光通信ネットワーク特論 Optical Communication Networks	2	近年、光ファイバによる情報通信のブロードバンド化により、情報通信のネットワークはその形態を大きく変化させつつあり、特にコンピュータシステムとネットワークの融合によってインターネットに代表される新しい情報ネットワークが出現している。そこで本講義は、情報ネットワークを支える基礎技術であるネットワークアーキテクチャとプロトコルについて説明する。 まず、階層化アーキテクチャの概念を説明し、物理層からアプリケーションまでの各層の役割および連携について理解できるようにする。同時にネットワーク内の通信トラフィックの定量的な評価を行うための通信トラフィック理論についても説明し、情報ネットワーク内をどのように情報が伝送、処理されているかの理解を深める。

科目名	単位数	講義内容
確率過程特論 Theory of Random Process	2	<p>本講義は情報科学の基本となる情報や信号の確率的振る舞いを解析する数学的な手法を初歩的な概念から高度な応用までを説明する。情報を表す事象としての記号や信号が時間的に独立の場合、それらは比較的単純な確率論で解析可能であるが、事象が時間的に変化する場合に確率過程と呼ばれる高度な数学が必要となる。</p> <p>特に、通信ネットワークや金融工学においては、そのような解析技術が必須となる。また、量子情報科学の基盤と密接に関係する。以上の内容を基本概念と演習を繰り返すことによって修得することを目指す。</p>
デジタル通信システム特論 Digital Communication Systems	2	<p>まずはデジタル通信の基礎である振幅シフトキーイング、周波数シフトキーイング、位相シフトキーイングの概念を修得する。続いて多値変調の代表である直交振幅変調を理解し、多元接続の詳細について学ぶ。最先端の通信システムに組み込まれる技術である直交周波数分割多元接続や空間分割多元接続についても、その原理を学習する。</p>
マルチメディアシステム Multimedia Systems	2	<p>言語、音声、映像に代表されるメディアは、人間が情報や意思などを他人との間で授受するための手段として、不可欠な存在である。本講義では、人間の五感に対応する様々なメディアを情報という観点から統一的に扱うことにより、そこで必要となる基本的概念、技術について解説し、それらの応用システムについても概説する。</p>
ファジィ情報論 Fuzzy Set Theory	2	<p>ファジィ理論は人間の主観や思考過程を定量的に取り扱う手法としてファジィ集合を考えたことから始まっており、このファジィ理論を用いて「あいまいさ」を含む人間の知識や経験をシステムに組み込むことがあらゆる領域で考えられる。</p> <p>本講義では、あいまいさと広くソフトコンピューティングに関連する内容について丁寧に説明する。ソフトコンピューティングの基礎から応用までを対象にしており、ファジィ理論、ニューラルネットワーク、遺伝的アルゴリズム、カオス、フラクタルなどの基礎研究、あるいはこれらを応用した感性情報処理、色彩情報処理、認知科学、言語処理、ヒューマンインタフェースなどの関連分野の研究と技術についても触れる。</p>
ダイナミカルシステム Dynamical System	2	<p>天気や株価、生態系、渋滞など、私達はダイナミック（動的）に変動する様々なものに取り囲まれて生きている。まだ理解することが不可能な現象も身近にたくさんあるが、ここでは単純な数式で複雑な変動を説明できるいくつかの現象を紹介していく。ここでは、数学的に厳密な解を導出するための技術ではなく、身近なダイナミカルシステムの例を通じて、微分方程式の振舞いを定性的に理解するための技術を習得する。</p>
神経情報処理 Neuroinformatics	2	<p>人や動物の脳は、膨大な情報の中から重要な情報を効率的に抽出し、適切に意思決定するように、経験を通して学習する能力を持っている。現存するコンピュータには、到底実現できない能力である。知覚や行動における様々な興味深い現象を紐解きながら、その脳内メカニズムを探る。</p>
システムシミュレーション工学 System Simulation for Engineering	2	<p>理工系の全ての開発・研究において、モデルによるシミュレーションは欠かすことのできない手法となっている。本講義は対象とするシステムのモデルを作成し、そのモデルに従って、システムの解析、設計等を行うシステムシミュレーション技法の知識とスキルを身につけることを目標とする。具体的には、微分方程式モデルの構築を行い、解析解による手法と数値解（シミュレーション）によりその解を求める手法を学ぶ。</p>
ヒューマンインタフェース特論 Human Computer Interaction	2	<p>ヒューマンインタフェースの考え方の「基礎から応用」までを新しい研究成果をまじえてわかりやすく解説する。ヒューマンインタフェースの設計上で重要になる認知科学的な基礎や認知工学の考え方について学び、さらに入力装置や表示装置のヒューマンインタフェース設計、およびコンピュータシステムやソフトウェア設計におけるヒューマンインタフェースについても触れる。</p>
暗号と符号理論特論 Theory of Cryptography and Codes	2	<p>デジタル情報社会では、情報ネットワークを通して様々な情報をやりとりすることで日々の活動の効率化を図っている。このデジタル情報社会を安心して活用するためには、情報を正確に送受信するとともに、伝送中にその情報が第三者へ漏洩しないことが求められる。</p> <p>前者を実現する技術が符号化技術であり、後者は暗号技術により支えられている。この講義では、前半で符号理論および暗号理論の基礎となる数理について解説する。つづいて後半では、いくつかの具体的な方式について言及する。</p>

科目名	単位数	講義内容
応用確率特論 Applied Probability Theory	2	<p>様々な情報をデジタル化して処理・蓄積・伝送するデジタル情報社会では、情報の効率的かつ信頼できる伝送および蓄積を実現するために多くの場面で情報圧縮技術、誤り制御技術の特性解析が重要な役割を果たしている。この講義では、この情報圧縮技術、誤り制御技術を支える理論体系である情報理論について学習する。</p> <p>前半では情報理論の基礎である確率論を復習し、続いてエントロピーの基本的な性質について解説する。後半では、デジタル情報の圧縮および誤り制御に関する基本定理を示し、いくつかの具体的な符号化法を取り上げ、その諸特性について言及する。</p>
ロボット工学特論 Advanced Robotics	2	<p>ロボットは、自動車の組立、塗装、ICの実装など生産現場で広く用いられている。現在、自動運転のロボット・カー、福祉・介護用のロボット・スーツ、空港や駅で用いる運搬サービス・ロボットなどが研究開発され、様々な分野での活躍が期待されている。</p> <p>本講義では、ロボットの歴史と現状、ロボットのメカニズム、順運動学とヤコビ行列、ロボット制御、マニピュレータ、移動ロボットなどについて学ぶ。</p>
回路網理論特論 Advanced Network Circuit Theory	2	<p>電気回路は、電気・電子・情報・通信全般の基礎をなす重要なものである。本講義は、電気回路を一通り修得した後に、回路設計および解析において必要な各種回路網の解析と合成に関する手法、および過渡現象の解析方法を理解して、実際に使いこなせるようになることを目標とする。</p> <p>まず、線形回路と非線形回路、受動回路と能動回路、二端子網と多端子網、集中定数と分布定数などの回路網解析法の概要を学ぶ。そして、個別の具体的な理論について演習を交えて学んでいく。後半では、ラプラス変換によって与えられる回路網関数などを用いて、回路網の性質、周波数応答特性、回路網の合成(設計)方法を学ぶ。次に、フィルタと分布定数線路について学ぶ。</p>
先端メカトロニクス Advanced Mechatronics	2	<p>メカトロニクスは、機構学、電気・電子工学、計算機工学、制御工学などの基盤技術を組み合わせた融合技術である。われわれは、デジタルカメラ、PC、ブルーレイレコーダ、エアコン、電子レンジ、自動改札機など、様々なメカトロニクス機器に囲まれて生活をしている。本講義では、メカニズム、アクチュエータ、センサ、コントローラなど要素技術と、最近のメカトロニクス機器に用いられている最新技術について学ぶ。</p>
先端センサ工学 Advanced Sensor Engineering	2	<p>科学や工業技術の発展には、すべての分野で計測技術が不可欠である。計測によって製品の品質化、人的な省力化、危険の回避などが可能になるなど、その効果は計り知れないものがある。特に、計測によって資源の無駄が省かれ、環境問題の解決の一助にもなっている。センサは、計測や制御システムにおいて外界からの物理的あるいは化学的な情報を電気信号に変換する働きをする。</p> <p>本講義では、まずセンサと電子計測の基礎的な部分を学ぶ。そして、物理量や機械量を測定する基本的なセンサ素子について学び、センサ素子を応用したセンサシステムについて学ぶ。また、光の散乱やマイクロマシン(MEMS)を用いた最新のセンサについても学ぶ。</p>
システム制御工学特論 System Control Engineering	2	<p>制御に関する基本概念の理解を主目的として、古典制御理論の復習(フィードバック制御、伝達関数)、現代制御理論の考え方(状態方程式、状態フィードバック、安定性)について解説し、さらに最近の知的制御システム(ニューロ・ファジイによる制御)などについて学ぶ。</p>
知能システム論 Intelligent Systems	2	<p>「知能とは何か?」をコンピュータを用いた情報処理の観点から考える。従来の記号論的人工知能を越えて、「知能とは何か?」「人とは何か?」といったことを考える。本講義では特に、ヒトの脳の情報処理に焦点を当て、ヒトが持つしなやかな知能の本質に迫る。課題文献研究において予め指定した最新研究文献に関する議論を受講者が中心となり行うことで、文献調査や文献解読の手法を学ぶとともに、他の受講者とともに討論を行う。</p>
生体分子情報論 Information Processing in Biological Systems	2	<p>生体系は、その働きを維持するために複雑で洗練された機能を持っており、これは基礎的な分子レベルから組織・器官レベルへと階層的に構成されている。この生体の機能を最近の研究成果を取り入れながら分子レベルのメカニズムに焦点をあて周辺知識や最新の実験技術とともに紹介する。</p> <p>またこれら生体系の優れた情報処理・制御システムの先端テクノロジー(制御工学・ロボット工学・情報科学など)への基礎的な応用も視野に入れる。</p>

科目名	単位数	講義内容
ニューロコンピュータ Computational Neuro-science and Neuro-computer	2	<p>人や動物の脳は、膨大な情報の中から重要な情報を効率的に抽出し、適切に意思決定するように、経験を通して学習する能力を持っている。現存するコンピュータには、到底実現できない能力である。この能力を実現するメカニズムは未だパールに包まれている。</p> <p>しかし、少なくともその一端を担っている脳の計算の仕組みは明らかになっている。ここでは、それらを工学的に応用したいいくつかの計算アルゴリズムについて学ぶ。</p>
解析学特論 Analysis	2	<p>不動点定理は、主に非線形関数を扱った各種問題の解の存在やその近似に用いられる。各種問題とは、たとえば、微分方程式の初期値問題や境界値問題、数理経済学の一般均衡問題などである。不動点とは、写像によって動かない点をいう。この不動点の存在や近似を扱った定理が、先のような非線形問題の解の解析に適用される。</p> <p>本授業では、さまざまな不動点定理を紹介する。また、不動点定理が非線形問題にどう適用されるのかも見る。これらの理解のため、まずは基本的な関数解析の知識を説明する。不動点定理とその応用を理解するのに必要な解析の道具の習得を目指す。</p>
関数方程式特論 Functional Equations	2	<p>常微分方程式の線形理論を中心に学ぶ。また、偏微分方程式の境界値問題にも触れ、常微分方程式との関連を学ぶ。</p>
幾何学特論 Advanced Course of Geometry	2	<p>様々な幾何学の話題を学ぶ。学部では簡単で面白い幾何学を学んだが、大学院では難しく面白い幾何学も学ぶ。中には代数学や解析学などの他分野の数学を活用して幾何学を理解する話題や、また逆に幾何学を活用して代数学などの他分野を理解する話題もある。一見無関係な分野が協力することがあるのは数学の醍醐味の一つであるため、このような話題にも積極的に触れる。</p>
技術者倫理論 Ethics for Engineers	2	<p>「技術者倫理」は工学における新しい知の領域である。技術の進展は、人間に可能な行為を拡大させるとともに、社会や環境に大きな影響を与えてきた。技術者は、その技術の開発において、技術と社会の関係、技術に関する制度・組織のあり方を常に考える必要がある。</p> <p>個々の技術者や企業や組織はどのように行動すべきかについて理論的・総合的に考察し、倫理的な問題を生ずることのないように、それらの成果を社会に反映させなければならない。ABETやJABEEの中でも明記されており、技術者倫理の課題は多い。講義は、院生による内容説明によって進められるので、毎回事前準備（予習）が求められる。</p>
産業財産権特論 Industrial Property	2	<p>工学系技術者として、産業財産権の知識・実践力はこれから必須となる。自分のアイデアによる財産権を法に則って的確に主張できるようになると共に、他者の権利を尊重することができるようになることが重要である。それらを踏まえ、創造的な技術開発を目指すことができる技術者として社会に貢献することを学ぶ。</p>
インターンシップ Internship	2	<p>1年次の、主として夏休みに2～3週間実施する科目である。短い期間ではあるが、学外の生産工場や研究施設などで、第一線の技術者の指導を受けることにより、仕事に対する心構えや、生きた技術というものが如何なるものかを学ぶことができる。そして、自分の適性に気づき、将来のキャリアに必要なスキルやノウハウ、人脈を得て、1年次秋 Semester以降の学習と就職の方向性を決める有力な判断材料となれば極めて意義のあることである。</p> <p>この学外での実習を通じて、大学の中では経験できない心技一体の現場の世界を体感してきて欲しい。選択科目ではあるが、就職には非常に大切な意義を持つので、学生諸君の積極的な取り組みを強く望んでいる。</p>
技術英語特論 Technical English Reading & Writing	2	<p>まず、科学技術文書を書く際の基本原則（Correct, Clear & Concise）を理解する。次に、科学技術英語表現における基本パターンを身につける。さらに、英語科学技術文書における論理展開および構成の特徴を理解・把握する。以上を踏まえた上で、実際に英語科学技術文書の作成に取り組む。添削指導を通じて、英語科学技術文書作成に関する実践力を養う。</p>

科目名	単位数	講義内容
技術英語 プレゼンテーション Technical English Presentation	2	技術的な内容を英語でプレゼンテーションする方法を学ぶ。事例となる論文について、その内容のポイントを読み取り、それを相手に的確に伝えるために何を表現すべきか、科学者・技術者の視点から指導する。 受講者は自分の領域の代表的な論文を資料として、それを講師の指導をうけつつ理解し、自身で発表して後に改善の指導を受ける。指導は、スライドの作り方、ポイントの置き方、英語の表現、さらに他者の発表に対する質問のポイントの見つけ方など、発表者だけでなく聞いて議論する立場での方法も含まれる。
電子情報工学特別講義 A Special Lecture in Electronic and Information Engineering A	1	電子情報工学に関する最近の動向などについて、外部の専門家を講師として招き、セミナー形式で集中講義をする。原則として英語の講義を行う。
電子情報工学特別講義 B Special Lecture in Electronic and Information Engineering B	1	
量子情報特別講義 A Seminars of Quantum Information Science A	1	量子情報科学はこれまでの原理とは全く異なる原理に基づく情報の機械的操作によって、全く新しい機能を模索するための科学である。これらの基礎となる学問は電子情報ももとより、物理学、数学などの分野の貢献が大きい。したがって、物理、数学の分野で活躍されている外部の先生を招聘し、各分野からみた量子情報科学の講義をおこなう。特に、この講義は以下の外国の著名な先生が交代で講義を担当する。 1. C. A. Fuchs, Ph.D, 米国 ベル研究所 2. A. Holevo, Ph.D, ロシア ステクロフ高等数学研究所 3. H. P. Yuen, Ph.D, 米国 ノースウェスタン大学
量子情報特別講義 B Seminars of Quantum Information Science B	1	
メディア情報特別講義 A Advanced Lecture in Media Informatics A	1	デジタル通信システム・マルチメディアシステム・ファジィシステム・ダイナミカルシステム・モデルシミュレーション・ヒューマンコンピュータインタラクション・暗号と符号理論などに関連した研究の第一線で活躍している研究者を招き、メディア情報に関わる研究を紹介してもらい、最先端の研究を学ぶ。
メディア情報特別講義 B Advanced Lecture in Media Informatics B	1	
ロボティクス特別講義 A Advanced Lecture in Robotics A	1	ロボティクスは機械・材料・電気・情報・知能のすべてにかかわる総合学問であり、現在急速に発展しつつある。授業で得た知識を現実の姿に照らしてより充実したものとすると同時に世界における研究の多様性を理解するために、関連研究の第一線で活躍している国内外の著名な研究者を招聘し、ロボティクスに関わる研究を紹介してもらいながら、その最前線に触れることを目的とする。 本講義は、ロボティクスコースの特色を顕わす重要なものであり、専攻に所属するすべての大学院生が聴講することが望ましい。
ロボティクス特別講義 B Advanced Lecture in Robotics B	1	
電子情報工学特別演習 I Advanced Exercise in Electronic and Information Engineering I	2	
電子情報工学特別演習 II Advanced Exercise in Electronic and Information Engineering II	2	
電子情報工学特別実験 I Advanced Laboratory in Electronic and Information Engineering I	2	
電子情報工学特別実験 II Advanced Laboratory in Electronic and Information Engineering II	2	

科目名	単位数	講義内容
教育内容・方法学研究 Study of curriculum and instruction	2	<p>近年教育改革が大きく進み、学校の変革も目ざましい状況にある。ここでの重要な視点の一つとしてあげられるのが教育内容・方法の分野である。</p> <p>本講義においては、教育内容・方法学研究の意義と方法をもとに、学力編、教育課程理論と実際、教育方法学特に学習指導論の理論と実際について探究するものとする。このことを踏まえて、教師の力量形成との関連についても考察、吟味したい。</p>
教育制度学研究 Educational system	2	<p>今日の教育制度を理解するために重要な論点を中心に講義すると同時にワークショップによってさらに深い理解をめざすこととする。教育制度を根拠づける教育法律と制度の運用である教育行政との関係、つまり教育の【制度・法・行政】の総合的な把握が可能となれば、将来のリーダー的な教員として十分な専門知識を備えたこととなる。本講義がめざす姿である。</p> <p>内容として、初等中等教育制度とこの根拠となる学校教育法制の理解を深めつつ、具体的な事例として、幼稚園から高等学校における教育課程とこの担い手である教員の在り方に焦点をあて、政策・法・行政の関連をワークショップの課題とする。次に教育委員会制度を概観し、これまでの論点を検討した上で、現在大きな議論となっている同制度の改革課題について、これからの日本の教育の在り方・課題の実現の方法である教育振興基本計画・地方自治体の教育計画と関連づけた検討を通じて深めてみたい。</p>
教育実践学研究 Study of education practice	2	<p>近年における教育課題の複雑化・高度化に応じて、教師の実践的指導力とくに授業力が求められている。こうした実践力を育むためには、教育実践に関連した教職の基本的性格、教育実践の歴史、理論・方法を理解し、それらを基礎とした上で自らの実践のあり方を模索していく必要がある。</p> <p>この授業は、教育実践に伴う教師の日常世界、教育実践の歴史的変遷、理論的背景・方法論を理解・習得し、主体的に具体的な問題への解決策を探究することにより、多様な教育課題に対応できる能力の基礎を育むことを目指すものである。授業では講義をはじめ、参加者の研究報告、グループワーク、ディスカッション、現場教員によるワークショップなど、テーマに応じて多様な形式を取り入れるものとする。</p>