

6 | 講義内容

科目名	単位数	講義内容
量子力学 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 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 Quantum Information Security	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 Quantum Communications	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、受信機の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。
量子コンピュータ基礎 Introduction to 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 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 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 Theory of Random Process	2	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は確率過程と呼ばれる高度な数学が必要となる。 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。
デジタル通信システム Digital Communication Systems	2	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。
マルチメディアシステム Multimedia Systems	2	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。
ダイナミカルシステム Dynamical Systems	2	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、微分方程式の振る舞いを定性的に理解するための技術を習得する。
神経情報処理 Neuroinformatics	2	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。
システム シミュレーション工学 System Simulation for Engineering	2	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。
ヒューマンインタフェース Human Computer Interaction	2	人間に使いやすく人間の活動を支援するコンピュータシステムの構成技術とデザイン手法について学ぶ。まず、現在の代表的なヒューマンインタフェース技術を概観した後、人間の生理特性と認知科学の基礎、入出力ハードウェアの実現技術、ユーザインタフェース/ユーザエクスペリエンスの評価方法など、インタフェースデザインのための理論と技術を学ぶ。最後に、インタラクティブなソフトウェアをデザインし開発する実習プロジェクトを行う。
応用確率論 Applied Probability Theory	2	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。 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。
最適化理論 Optimization Theory	2	グラフでの探索問題で代表的な、ダイクストラ法、DFS、BFS、群知能アルゴリズム、また、ネットワークフローで代表的な、最大フロー・最小カットアルゴリズム、最小費用流、最大マッチングなどは、通信分野や画像処理など、応用の幅が広い最適化問題である。これらのアルゴリズムを数式から学び、実際にプログラミングで実践できるようになることを目標とする。

科目名	単位数	講義内容
視覚情報処理 Visual Information Processing	2	<p>「ヒト」は、視覚的動物と言われ、脳の大半は、視覚情報を取り扱っている。外界の状況の把握も視覚中心で行われている。ここでは、「無限に近い外界を有限な脳細胞で効率的に捉えようとした時（手抜き処理）に生じる歪み（錯覚）の法則（視覚の法則）」を体験的に学ぶ。</p> <p>「人工知能AI」をも作り出す頭脳（Brain）を人工的に作り出す（人工頭脳AB）ためにも参考なるものと考えられる。</p>
ロボットシステム Robot Systems	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>
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>
システム制御工学 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・ファジィによる制御）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>
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、人工知能の技術が急速に発展しているように見える現在でも、未だベ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、それらを工学的に利用するいくつかの計算アルゴリズムについて学ぶ。</p>
情報セキュリティ概論 Information Security	2	<p>IoTの急速な普及とともに身の回りのあらゆるものがネットワークに接続され、日常生活が著しく便利になるとともにネットワークを利用したサイバー攻撃も益々巧妙になっている。本講義では、このようなサイバー攻撃からネットワークを守る情報セキュリティの基本的な枠組みについて攻撃者の立場を理解するとともに、それを守るための基盤技術とその基盤技術をもとに構築される情報セキュリティシステムについて学ぶ。</p>
情報セキュリティ対策 Information Security Measures	2	<p>本講義では情報セキュリティ概論で修得した知識を実際に活用し、サイバー攻撃からネットワークを守る技能を修得することを目的とする。まず初めに、対象であるネットワークを理解するために、小規模なLANを構築し、接続されている機器の診断手法を学ぶ。続いて、学外の実習環境を利用して実際にサイバー攻撃を体験し、インシデント発生時の対応の基礎を学ぶ。</p>
情報セキュリティマネジメント論 Information Security Management	2	<p>情報セキュリティでは、ファイアウォールや暗号通信、電子署名などのIT技術を構築しただけでは不十分であり、構築したシステムが意図した通りに運用されることが求められる。そのためにはセキュリティ対策のPDCAサイクルを継続して回し続けることで、日々進化する攻撃にも耐えうる環境を守り続けることが大切である。本講義では、この情報セキュリティシステムマネジメントについて、セキュリティ組織の構築、リスク分析、セキュリティシステムの構築・運用、評価、改善について、関連法規にも触れながら学修する。</p>

科目名	単位数	講義内容
暗号と符号理論 Theory of Cryptography and Codes	2	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。 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。
幾何学通論 Geometry	2	様々な幾何学の話題を学ぶ。学部では簡単に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。
解析学通論 Analysis	2	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。 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。
関数方程式通論 Functional Equations	2	常微分方程式の基礎を学ぶ。内容は、主として求積法、解の存在と一意性、線形理論である。微分方程式を扱う際、具体的な解の形を見出すことができれば、その問題に関し決定的な解決が得られる。求積法は、解の具体的な形を見出すための技能として重要である。解が書き下せない場合は、その問題が解を持つのか持たないのか、持つとすればただ一つなのかという問題が生じる。常微分方程式の解の存在と一意性に関する理論は、そのような視点から問題を考察するための基礎となる。線形理論では、重ね合わせの方法によって導かれる、解の一般的な性質を学ぶ。
基礎数学通論 Foundations of Mathematics	2	現代数学の基礎となる、論理・集合・位相についてその概略を学ぶ。すべての数学の基本となる命題論理・述語論理から初めて、それをもとにした集合と写像についてその考え方と演算について学ぶ。さらに、集合を利用し距離の抽象化である位相の概念について学ぶ。
知的財産と技術者倫理 Intellectual Property and Engineering Ethics	2	工学系技術者として、知的財産権の知識・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。一方、個々の技術者や企業・組織は技術開発において、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。なぜなら、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からである。 以上より、知的財産権を踏まえて創造的な技術開発を目指すことができ、また社会との共生に資する行動について理論的・総合的に考察できる技術者として、社会に貢献することを学ぶ。 授業には、学生による資料調査、演習、実習を含み、知的財産と技術者倫理の全体の理解を深めることができる。
テクニカルイングリッシュ Technical English Reading and Writing	2	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。
物性物理学 Solid State Physics	2	物質、とくに固体の性質について、格子と電子の両面から量子力学的に考察した結果に関する基本的な内容について講義する。キーワードとしては格子振動、フォノン、金属の自由電子モデル、フェルミエネルギー、バンド理論、比熱、輸送特性など。

科目名	単位数	講義内容
電子情報工学特別講義A Seminars on 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 Seminars on Electronic and Information Engineering B	1	
電子情報工学専門演習Ⅰ Advanced Exercise in Electronic and Information Engineering Ⅰ	2	この科目では、大学院修了後の技術者または研究者としてのキャリアを見据え、各自の研究課題にとらわれず、装置の製作等の実際的な課題に取り組むことで、機械工学または電子情報工学における基礎的な知識の活用と技術の修得を図る。さらに、その成果を報告書にまとめて提出するとともに、工学研究科の全教員が審査員となる「大学院技術発表会」での発表と質疑応答を通じて、技術者および研究者にふさわしい専門的なコミュニケーション能力の向上も図る。
電子情報工学専門演習Ⅱ Advanced Exercise in Electronic and Information Engineering Ⅱ	2	修士論文の題目に係わる内容の文献・資料等を調査検討し、テーマの理解、考察が深められる。 なお、学部学生の研究指導にも関与し、卒業論文の週報告会に加わると共に、自身の研究の発表を繰り返すことで、論文推敲ができ、研究のプレゼン力を高めることができる。
電子情報工学専門実験Ⅰ Advanced Laboratory in Electronic and Information Engineering Ⅰ	2	
電子情報工学専門実験Ⅱ Advanced Laboratory in Electronic and Information Engineering Ⅱ	2	
研究者倫理 Research Ethics	2	科学は多くの先人が作り上げてきた知識の体系であり、人類共有の資産である。科学研究とは、敬意を払ってこの知識の体系を利用しつつ、そこに新たな価値を加えることにより、その発展に寄与することである。科学の健全な発展は、研究活動が真実・信頼・公正に基づくことにより遂げられる。これらから逸脱して科学の健全な発展を阻害する行為が、研究における不正行為である。本講義では、研究における不正行為および疑わしき行為について、実際に遭遇し得る場面を想定しながら考え、議論することを通じて、実践知としての研究者倫理を身につける。
統計 Statistics	2	情報の送り手と受け手との間には埋められない情報格差（情報の非対称性）がある。この情報格差をいかに解消するかに情報を分析する意義がある。データは無味乾燥なもので、それ自体に意味はないが、それら情報を統計手法で分析することにより、情報の発信者の意思決定プロセスや情報の受け手の間に一定の傾向を見出すことができる。本講義では、統計ソフトRやエクセルを用いて多変量解析を行う。多変量解析は経済学、経営学、そして工学など幅広い分野で応用されており、これら分析を利用して意思決定が行われるケースが多々ある。本講義では、多変量解析（単回帰分析、重回帰分析、ロジスティック回帰分析）を理解し、実践できるようになるのが目的である。
全人教育研究 Whole Man Education	2	小原國芳の提唱した「全人教育論」の特徴を探る。小原はなぜ全人教育論を唱えたのか、それは如何なる人間観・教育観に由来するのか、如何なる価値体系に基づくのか、その理論は実践とどのように融合して来たのか、そして全人教育論は、西洋及び日本の教育にどのような影響を与えてきたのか、また、今日これからの教育にどのような意義を持つのか。小原國芳の「全人教育論」の理論と実践を総合的・全体的に理解するには、小原が玉川学園を創立するにあたって目標とした「12の教育信条」の体系的・構造的把握が欠かせないと考える。この12信条の一つひとつの有する意味とそれらの関係を考察することに重点を置くことを通じて、K-16における「全人教育」の実現の在り方についても検討したい。

科目名	単位数	講義内容
Research Presentation Research Presentation	2	学会や研究会における英語での口頭発表やポスター発表は自らの研究成果を示し、情報を交換する場として重要になってきている。本講義では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るべきか、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。
ELF 500 ELF 500	2	ELF 500 This course is designed to develop students' academic literacy in English. Students are expected to acquire skills necessary for academic presentations as well as writing in their areas of specialty. It is primarily designed for 1st year graduate students of Humanities, although graduate students in other disciplines as well as qualified undergraduate students may enroll with permission.
インターンシップ 530 Internship 530	2	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。 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。
教育内容・方法学研究 Study of Curriculum and Instruction	2	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。 本講義においては、教育内容・方法学研究的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。
教育制度学研究 Educational System	2	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。 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。
教育実践学研究 Study of Education Practice	2	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。 この授業は、教育実践に伴う教師の日常世界、教育実践の歴史の変遷、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。