



Mathematical Engineering and Information Physics

東京大学工学部 計数工学科

〒113-8656 東京都文京区本郷7-3-1 工学部六号館
東京大学工学部計数工学科教務室
TEL 03-5841-6888

東京大学工学部

計数工学科



Department of
Mathematical Engineering
and Information Physics
School of Engineering The University of Tokyo

科学技術の基幹たる「普遍的な原理・方法論」を目指して！

計数工学科の目指すところは、次世代の科学技術の創出に向けた「普遍的な原理・方法論」の構築である。特に、情報の概念や情報技術をベースとして、個別分野に依存しない科学技術の基幹となる普遍的な概念や原理の提案および系統的な方法論の提供を目指している。

学科には、「数理情報工学コース」と「システム情報工学コース」という互いに相補的な関係にある2つのコースが用意されている。数理情報工学コースは単なる数学とは異なり、人間や環境を含むあらゆる物理システムや社会システムを対象として、それらに現れる諸問題を数理的アプローチで解決する方法論の構築を目的としている。一方、システム情報工学コースは単なる情報とは異なり、実世界を強く意識し、物理世界と情報世界とを繋ぐ「認識と行動」に関する研究を行っている。

教育のモットーは「基礎を深く、視野を広く」であり、創造性に富み適応能力の高いチャレンジ精神を持った学生の育成を目指している。

Contents

02	計数工学科について
04	カリキュラム体系
06	学生実験・研究の現場
10	学生生活
12	在校生の声
14	数理情報工学コース／研究室紹介
18	システム情報工学コース／研究室紹介
23	卒業生の進路
24	卒業生の声

数理情報工学のテーマ

- 自然現象・社会現象のモデル化
- 数理情報モデルの解析
- 問題解決の方法論とその実現
- 諸分野への応用

システム情報工学のテーマ

- 認識システムの知能化と実現
- 行動システムの構成と応用
- 生体機能の制御と再構築
- 次世代知能の設計と実現

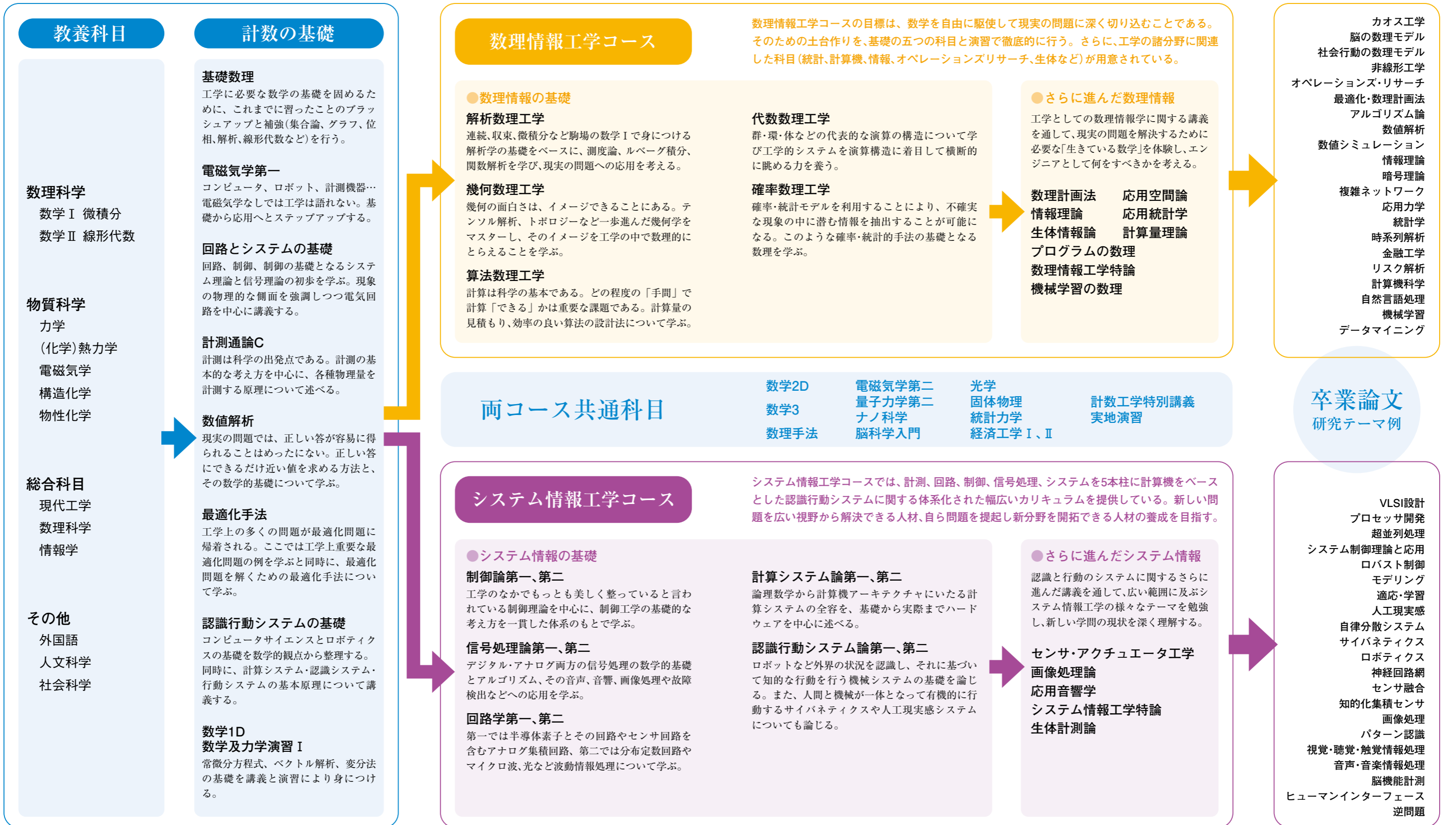
基礎を深く視野を広く

計数工学科では数理と物理のしっかりした基礎の上に、あらゆる工学システムの解析と構成を高いレベルで行うことのできる人材を養成しています。自分の頭で考え、自分の手を動かし、自分の言葉で説明することにより、理解を深めるようカリキュラムが構成されています。

1年～2年

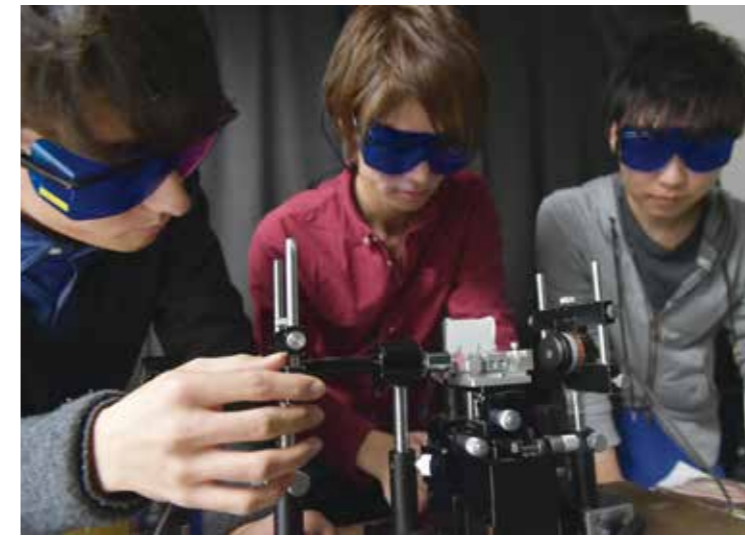
進学・
コース
決定

3年～4年



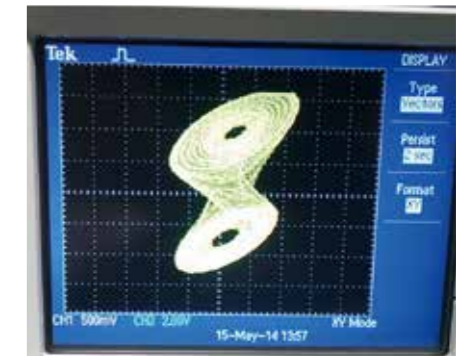


学生実験には、数理工学と計測・制御工学の基礎を実践する「数理情報工学実験第一」「システム情報工学実験第一」がある。さらに座学、実験で身につけた発想と知識を発揮させて、学生主体でテーマ設定や実験を行う「数理情報工学実験第二」「システム情報工学設計演習」「システム情報工学実験第二」がある。



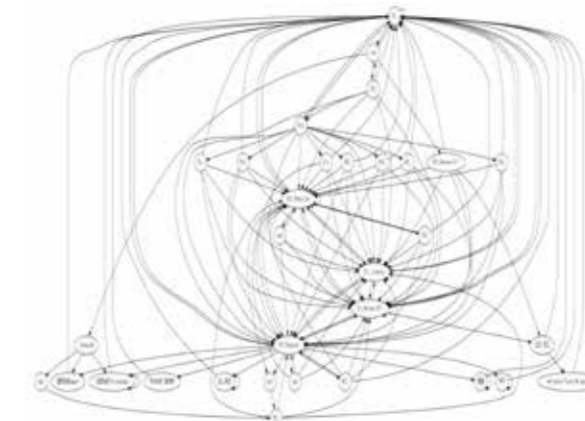
光学・センサ工学実験

レーザーダイオードや光ファイバの特性を理解し、干渉や光強度を用いて振動の変位・位相を光の強度分布に変調・可視化し、これらを利用したセンサを自らの手で作製・実験する。



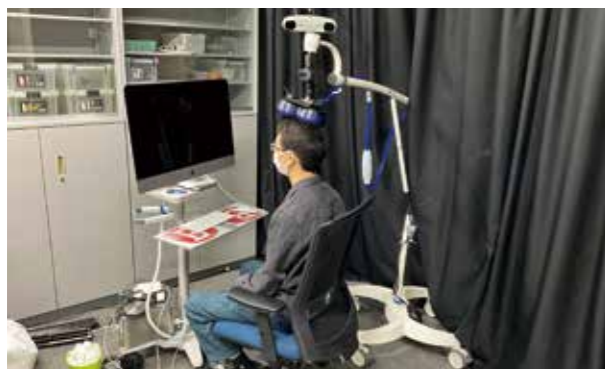
カオスシステム実験

カオスとは、生命現象など自然界にあるさまざまなゆらぎがある複雑現象である。その中にある数物的構造を理解することにより脳の情報処理や経済、電力ネットワーク等の実社会のモデリングにも生かすことができる。学生実験では簡単な電子回路を作製し、分岐現象やダブルスクロールと呼ばれるカオス的な現象をオシロスコープで観察する。また、回路のシステムを記述する微分方程式を数値的に解くことによって、同様の現象を再現できることを確認する。



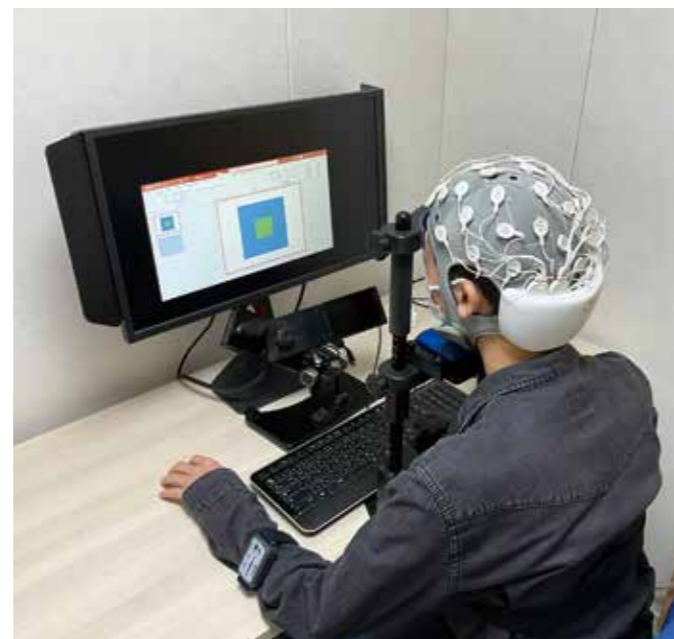
実ネットワークの解析実験

インターネットのリンク構造や感染症の伝染過程など、ヒトや情報のつながりを数理的手法を用いて明らかにしていく。例えば、Webサイトのページを点、ページへのリンクを辺に見立てたグラフを考え、深さ優先探索を用いた強連結成分分解、PageRankの計算などのアルゴリズムを利用することによりグラフを解析する。



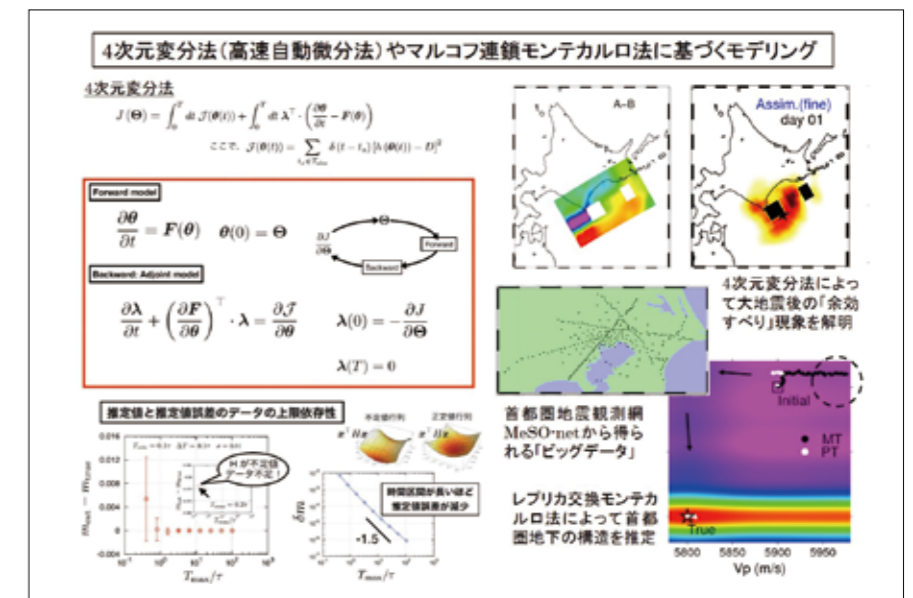
生体情報の計測・解析と制御への応用

課題遂行中の神経系の信号、心拍、呼吸、発汗、瞳孔径などの生体情報をリアルタイムに計測することで、人間の感覚知覚や認知の脳内メカニズムを明らかにすることができる。更に、非侵襲的脳刺激技術を使って脳活動を操作する手法を開発し、知覚や行動に因果的に寄与する脳基盤を解明するとともに、ブレインマシンインターフェイスの基盤技術を開発する。



ビッグデータを活かしたデータ駆動型モデリング

地震・津波や経済・マーケティング等、理論や法則に基づく精緻な数理モデルを与えることが必ずしも容易でない研究分野において、最適化理論や機械学習を始めとする数理的な手法を駆使しながら、大容量の観測・実験データに含まれる情報を最大限に抽出するためのデータ駆動型モデリング手法を創出することにより、災害や社会システムの将来予測に資する、理論に基づく演繹的モデリング手法とデータに基づく帰納的モデリング手法の統融合を目指す。





音楽・音声・画像の信号処理

音が全く反響しない無響室を用いた音場の計測や、モデリング・信号処理の実験を行う。音声からの雑音除去、雑音中の音声認識、音声対話システム、朗読から歌唱への信号変換、音声・画像の信号圧縮などへの応用研究がある。



音バーチャルリアリティ・音拡張現実感

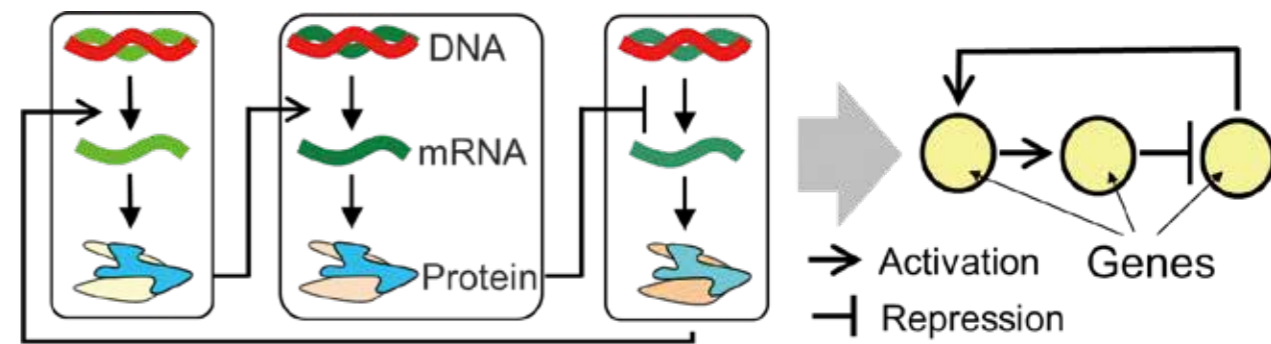
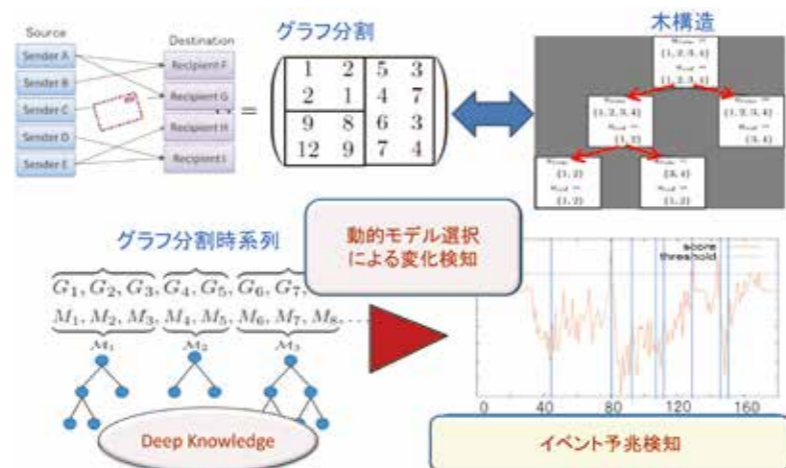
複雑な音響波動場の観測・伝送・変換・再生処理を統一的な数理で記述し、超臨場感音バーチャルリアリティや音拡張現実感システムを構築する。

バーチャル・リアリティ、触れるディスプレイ

空中に浮かぶ立体映像に手を触れて、触感を感じながらタッチ操作することができる。触圧感が生じるメカニズムの理解と定量化、再構成を行い、バーチャル・リアリティを利用したインタフェースを設計する。

データの潜在的ダイナミクス

大量の多変数時系列データから、背後にあるグラフ分割構造とそのダイナミクスを検知する。これにより、現象が変化する予兆を読み解く。



生体システムの理解と新しい医工学の創出

生体は分子モータにより駆動されるナノスケールの自律分散システムである。これに学んだ制御理論の構築やナノテクノロジーを駆使した医工学を目指す。



身体性の編集と拡張

機械的・情動的に身体を拡張し、身体図式の獲得メカニズムを研究する。足指と足の動きを計測してロボットアームを制御し、ロボットハンドの接触を足に触覚で返すサイバネティクス系を設計することで身体図式が変容していく。



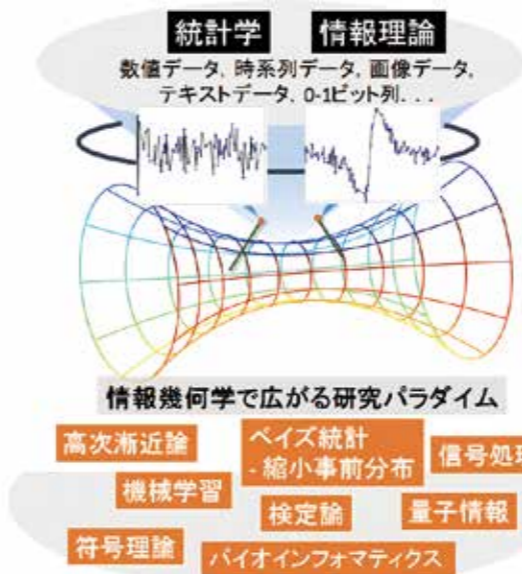
医療・福祉ロボットシステム

健康長寿社会の実現に貢献する手術支援ロボットや福祉用トレーニングロボットの研究開発を行っている。これらは空気圧で駆動され、圧力と変位情報からデバイスの状態を推定し制御に活用する。これにより、医師の手元に力覚情報をフィードバックする直感的操作や、体表面にセンサを装着しない歩容アシストスーツなどが実現可能となる。



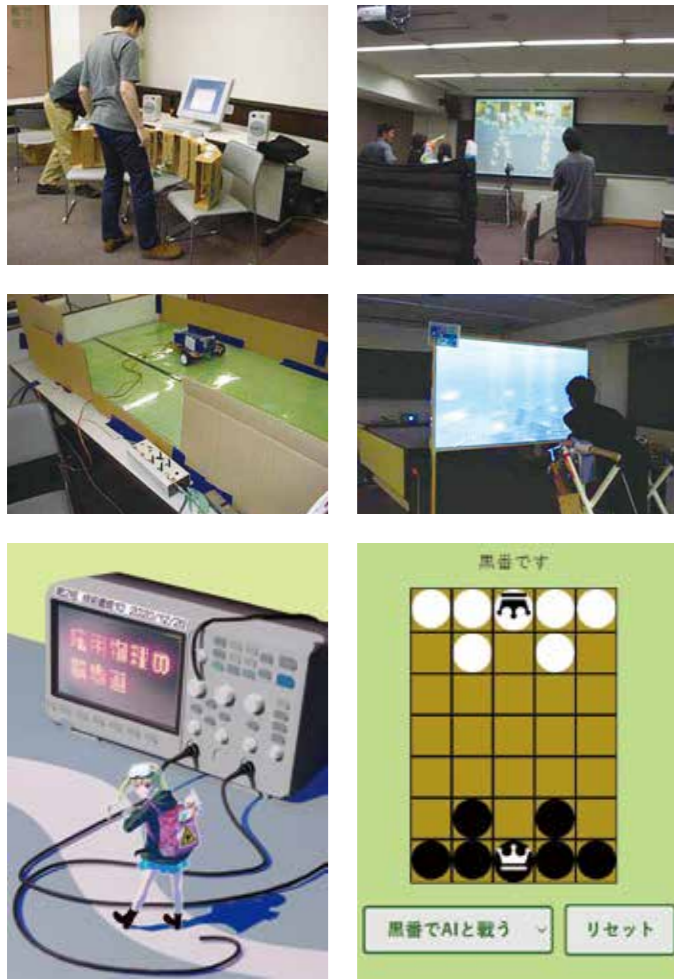
超低消費電力マイクロプロセッサの設計

スーパーコンピュータやモバイル端末の電力問題を解決する超低消費電力プロセッサを設計する。処理能力はそのままにしながら発熱と電力消費を極限まで低下させるプロセッサの最適設計を数理的手法と実際の設計ツールを用いて設計する。実験では簡単なマイクロプロセッサの設計を通してその動作原理を理解する。



情報幾何学

情報幾何学は微分幾何学を通して情報の本質を「観る」学問である。「情報」という漠然とした概念を幾何学を用いて眺めることにより、明解な世界が広がる。実問題で現れる「データ」とそこに内在する「情報」を扱う方法を研究する。



May Festival

五月祭 応用物理学系『工学博覧会』

計数工学科では学生有志が集まり、毎年本郷キャンパスで行われる五月祭に物理工学科と合同で作品を出展しています。学科で学んでいることを生かし、一般の人に敬遠されがちな数学や物理をわかりやすく伝えようといった趣旨で作品制作を行います。作品は、計数のシステム情報工学コースと数理情報工学コースで学ぶセンシング、信号処理、機械学習、アルゴリズムなどの知識を駆使しながら、見て触れて楽しく、しかも奥が深いものを目指して学生たちが協力しあって作成します。最近では対外コンテスト等で高い評価を受けた作品も併せて展示され、作品の質・量ともますます充実してきました。

自分たちの力で調査、研究し、作品制作を進めていく過程では、工学部や学科から様々なサポートを受けることができます。個人では手に入らない機材を学科から借りたり、資金面でも工学部から援助を受けたりすることができます。また、困ったことがあれば学科の先輩や先生方にも協力してもらえます。五月祭の作品展示は毎年恒例のイベントとなっており、3年生と4年生を合わせて100人程度が参加します。参加者の中には五月祭で展示された作品の内容に興味を持ち、関係する研究室に進学する人もいます。

学術発表部門	
第2位	工学博覧会 東京大学工学部 応用物理学系 賞品 目隠しノート ほか
第3位	模擬裁判 東京大学法律相談所 賞品 ポケットピッチャー ミルコ ほか



School Life

学生の意欲にこたえる 環境・設備・チャンスを提供

計数工学科のある工学部6号館は、まわりを緑で囲まれ、歴史の重みを感じさせる落ち着いた建物です。しかし、その内部に入ってみると、外観からは想像もできないような最新の設備と快適な講義室・研究室を提供しています。

教室には、プロジェクターやスクリーンなどの設備に加えて、一人一人の学生がノートパソコンを用いて実習ができるよう、無線LANや電源が配置されています。

計数工学科の学生には、講義・演習・実験で使用するソフトがインストールされたノートPCが無償で貸与されます。また、個人用ロッカーを完備した学部学生専用の控室も用意されています。

計数工学科・物理工学科の図書室では、国内42海外238タイトルの論文誌・学会誌のほか必要な専門書を豊富に取り揃えています。また快適な閲覧室が用意されており、これらの雑誌や図書を静かな環境で利用できます。

4階には屋上テラスが整備されており、自由に休憩して憩いの時間を過ごすことができます。



樋渡 啓太郎

数理情報学専攻 博士課程 2年

Keitaro Hiwatashi

大学院に進学した理由を教えてください。

もともと数学が好きというぼんやりとした興味から計数工学科に入ったのですが、そこで理論にとどまらず工学的な幅広い応用にも触れる中で、数理工学をより深く学びたいという気持ちが芽生え、大学院への進学を決めました。

現在はどのような研究をしていますか？

秘密計算という、入力を暗号化したまま計算が行える暗号技術に関する研究を行っています。近年ではIoTやウェアラブルデバイスの普及により、多様なデータが蓄積されていますがプライバシーの問題などから十分に活用されてい

るとは言えません。秘密計算を用いれば原理上情報を全く漏らすことなくこれらのデータを利用することができます。現状では実行速度や通信コストといった観点でまだまだ発展途上ですが、これからのデータ社会において重要な技術だと考えています。

計数工学科へ進学を希望している学生にメッセージをお願いします。

計数工学科では理論から応用まで幅広い分野を取り扱います。応用の幅広さに圧倒されることもありますが、その根底には共通するものがあります。計数工学科はその共通する数理工学の基礎を学ぶのに最適な環境だと思っています。

仲井 佑友輔

システム情報学専攻 修士課程 1年

Yusuke Nakai

大学院に進学した理由を教えてください。

進振りの段階で計数工学科は卒業研究を半年のみで行うことを知っていたため、大学院での研究は予め見据えていましたが、学部4年の春に実施される短期間の研究体験を経て、抽象的だった学術研究のイメージや面白さが明確になり、大学院進学を決意しました。

現在はどのような研究をしていますか？

音声のブレインデコーディングに関する研究を行っています。ブレインデコーディングとは、EEGやfMRIより得られる脳情報データから機械学習を用いて脳内にある主観的な知覚を解釈(デコード)する技術です。私は卒業研究でテ

キスト音声合成に関する研究を行ったのですが、音声合成を行う際に制御する、声色に関する特徴量空間が主観的にどう知覚・解釈することができるのかに興味を湧き、神経科学的なアプローチで引き続き音声研究を行うことにしました。

計数工学科へ進学を希望している学生にメッセージをお願いします。

計数工学科は理論統計学からロボティクスまでとにかく広くの学問を学べる学科です。また、複数のラボで研究を行うことで自分の専門分野を複数持つという点もユニークな文化だと思います。自分の興味領域が固まっていない方は是非検討してみてください。

小野 悠太

システム情報工学コース 4年

Yuta Ono

計数工学科を選んだ理由を教えてください。

自分の可能性を狭めることなく色々な分野を学ぶことができると思ったからです。計数工学科は「他の学科よりも扱っている分野の幅が広い」という特徴を持ち、学びたい分野が絞り切れていなかった進学選択時の自分の目にはとても魅力的に映りました。

計数工学科に進学して良かったことは何ですか？

様々な分野を学ぶことができた点です。はじめは自分の知識が広く浅くなってしまうのではないかと心配していましたが、授業を受けていくうちに異なる分野間でも根底の部分でつながっているということに気が付くことができ

ました。異なる分野間に共通する「普遍性」を意識できるようになり、ひとつの分野を学ぶだけでは得られないような視野の広さを獲得できたと感じています。この考え方は特定の分野に依存するものではないので、今後の人生で役立ち続けると考えています。

今後、学びたいことは何ですか？

今後はコンピューティング技術について学びたいと考えています。これは4年前期実験で制御などを学ぶ中で、計算機の発達は多様な技術の発展につながるのではないかと感じたからです。物理・数学・情報を結びつけるような研究をしたいと思っています。

江副 陽花

数理情報工学コース 3年

Haruka Ezoe

計数工学科を選んだ理由を教えてください。

中高生の頃からプログラミングに触れる機会があり、大学で専門的に学びたいと思うようになりました。情報系学科の中でも、数理情報技術の基礎を深く学ぶことにより、様々な分野の実世界での諸問題を解決する力が培える計数工学科に魅力を感じました。

計数工学科に進学して良かったことは何ですか？

回路、計測、最適化、数値解析などの各分野に対応した講義が2年次にあるため、幅広い視野を持ってコース選択をできたことです。計数工学科に進学する以前は、情報系の各分

野について漠然としたイメージしかありませんでしたが、これらの講義を通して具体的な進路をじっくり考えることができました。また、3年次では数理情報工学やプログラミングの演習などが充実しており、学習内容が身につけやすいカリキュラムになっていることもよかったです。

今後、学びたいことは何ですか？

昨今注目されている機械学習やビッグデータ解析について学びたいです。それらの技術の原理を知り、手法の理論的な研究を通して得られた成果を現実における課題に幅広く適用することで、社会に貢献することが目標です。

数理情報工学コース

数理情報工学コースでは、数理工学的手法および情報工学的手法を用いて工学の諸問題に挑戦するための学問体系を修得する。数理情報工学は、単に数学を工学へ応用したり、コンピュータを利用したりすることだけを意味するものではない。現実の諸問題を解決するには、問題の構造をモデル化し、数理的に定式化しなければならない。

数理情報工学では、数学をその一部として含む論理的なものの捉え方・扱い方を手がかりに、対象とする問題の本質を抽出し、解析し、その問題に即して厳密解や近似解などの解決方法を導く。さらに、それらの解決をコンピュータなどの道具を用いて実問題に適用して行くことを目的としている。

世の中の既成の秩序
あるいは無秩序と戦う学問

数理情報工学コース / 研究室紹介

暗号数理情報学研究室(数理情報第1研究室)

情報セキュリティの基礎を学ぼう



高木剛 教授



高安敦 講師

暗号理論

情報社会の安全性を支える暗号理論の研究を進めています。想定される攻撃者の読解能力や計算理論の進歩を取り入れた将来に渡り安全となるセキュリティモデルを考察します。量子計算機の時代においても読解困難となる新しい数学問題(符号理論、格子理論、多変数多項式、グラフ理論など)を応用したポスト量子暗号の構成と安全性評価を行ないます。

情報セキュリティ

現代暗号は、盗聴を防ぐ単なる通信路としての狭義的な暗号だけでなく、IT技術の進歩により、秘匿データ検索、著作権保護、電子投票、仮想通貨など、その用途は急速に拡大してきています。実社会での暗号利用を目的として、効率的な暗号アルゴリズムの設計と物理的攻撃などに対して安全な暗号実装技術の研究をしています。

離散情報学研究室(数理情報第2研究室)

個性を伸ばして世界を目指す



定兼邦彦 准教授



平井広志 准教授



河瀬康志 特任准教授

アルゴリズムとデータ構造

文字列、グラフ等の離散データを効率的に処理するためのアルゴリズム、データを圧縮したまま処理する簡潔データ構造等を研究しています。理論だけでなく、ゲノム情報処理、地理情報処理等への応用も行います。

離散最適化

離散的構造を有するシステムの最適化問題を、グラフ・ネットワーク・マトロイドといった離散数学理論や、凸性、対称性、疎性、階層構造、距離構造などの数理的構造を代数的、アルゴリズム的な視点から研究しています。実用的であり、かつ、美しい応用数学を目指しています。

アルゴリズム的ゲーム理論

複数の意思決定者が関わるような戦略的環境におけるアルゴリズムの設計・解析を研究しています。効率的な計算と同時に、戦略的操作や均衡等の理論の構築を目指しています。

数値情報学研究室(数理情報第3研究室)

数値解析を通じて世界を担う



松尾宇泰 教授



中島研吾 教授



田中健一郎 准教授

数値解析

科学・工学の最先端で表れる諸問題は計算機の助けなしでは解けません。数値解析学は、そのために数学を計算機の上に乗せる方法を研究する学問です。そこにおいては応用分野の深い理解と様々な数学の知識が有用であり、基礎研究から応用まで、多彩な切り口の研究が展開できる複合的な研究分野です。

大規模シミュレーション基盤

数値シミュレーションは理論、実験に続く「第3の科学」と言われています。並列連立一次方程式解法等の大規模シミュレーションを支える数理的基盤の研究を、物理、モデリング、アルゴリズム、計算機科学等様々な観点から実施しています。

科学・工学・社会問題のシミュレーション

上述の理論的、計算科学的基礎に立脚して、非線形波動や数値流体など最先端の科学的問題、あるいは大規模行列・テンソルデータなどを計算機により解析する手法を研究しています。

統計情報学研究室(数理情報第4研究室)

深い理論と広い応用。それが統計



駒本文保 教授



松田孟留 准教授



長尾大道 准教授

理論統計

統計的な諸手法の基礎となる理論について研究をしています。解析学はもちろん、情報幾何などの幾何学的方法や、確率過程の統計解析、グレブナー基底、アルゴリズムなどの幅広い数理的手法が活躍します。

統計的モデリング

統計学的手法は、脳科学、地球科学、金融、医療、量子情報など、さまざまな分野で広く利用されています。実世界の複雑な現象を解析するための具体的な統計的モデルと解析手法の研究開発を行っています。

データ同化

大規模数値シミュレーションと大容量観測データを、ベイズ統計学の枠組みで統融合するデータ同化のアルゴリズム開発および応用研究を実施しています。

計画数理情報学研究室(数理情報第5研究室)

世の中の「困った」を解決する



オペレーションズ・リサーチ(OR)

実社会の問題解決や意思決定のために、数理モデルを構築し、計算機を利用して解決策を見つける科学的技法です。ORの適用範囲は多岐にわたっており、構造物の設計、エネルギーシステム、制御、機械学習といった分野の「困った」を解決すべく研究を行っています。

連続最適化の効率的解法

実社会における問題は、しばしば大規模、非線形、非凸な連続最適化問題に帰着されます。また、不確実データに対応するためのロバスト最適化問題が有用なこともあります。このような最適化問題の効率的解法の提案を目標としています。

システム制御理論

最適化理論とシステム制御理論の相乗効果を狙った研究を積極的に行います。また、システム制御の具体的な問題を契機とした新たな最適化理論の構築を目指しています。

学習数理情報学研究室(数理情報第6研究室)

機械知能の本質に数理で臨もう



情報論的学習理論 / 統計的学習理論

機械学習とは、大量データから知識を獲得し、未来を予測するための技術です。この機械学習に情報論的・統計学的にアプローチし、機械が実現し得る知能の可能性と限界を数理的に解明します。モデル選択、異常・変化検知、表現学習、高次元学習、スパースモデリング、確率的最適化、深層学習などを対象とします。

データサイエンス / ビッグデータ解析

機械学習の応用としてデータサイエンスとビッグデータからの知識発見に挑みます。情報論的学習理論・統計的学習理論をセキュリティ、マーケティング、交通・地理空間情報解析、生命科学、金融市場、社会・経済ネットワーク等の実問題に幅広く適用し、実用的かつ深い知識発見を究めます。

予兆情報学

時系列データから変化とその予兆を検知する理論を構築します。これを、医学・経済分野の予兆検知、効果測定に応用します。

数理データ科学研究室

データを読み解く数理モデリング



最適設計の数理

数理最適化に立脚して、工学における設計問題を合理化し高度化する方法論を、最適設計とよびます。さまざまな最適設計問題の数理モデリングと解法の開発を、主に行っています。

従属性の統計的モデリング

世の中に現れる多種多様なデータに潜む従属性を記述するための統計モデルと推測法を開発しています。コピュラ理論、方向統計学、最適輸送理論、代数統計学などがキーワードです。

確率過程の統計解析

確率過程に対する統計手法、特に最尤法・ベイズ法などのパラメータ推定手法とその漸近理論を研究しています。また、日本・米国株式市場の高頻度データに適用する応用研究を行っています。

数理生命情報学研究室(生産技術研究所・IRCN)

複雑な生体现象の動作原理を数理で解明し応用する



生体情報システムの理解

生体の動作原理や情報処理機構を明らかにする数理理論の新規構築やデータ解析手法の開発を行っています。脳、細胞、発生、免疫、進化などの現象、生理データ、生体画像、次世代シーケンスなどのデータを扱い、疾患や産業などへの応用研究もを行っています。

生体情報システムの応用

脳や神経の数理モデルを工学的に応用するための神経ネットワークモデルや脳型コンピューティング、ニューロモルフイックハードウェアの研究を行っています。

複雑システムの数理基盤の開発

脳や生物そして経済・社会などの複雑系ダイナミクスの現象理解や活用に必要な、分岐解析、時系列解析、統計解析、複雑ネットワーク解析などを用いた新しい数理解析手法の確立と普遍理論体系の構築を目指しています。

計算情報学研究室(数理情報第7研究室)

計算方法を軸に新たな地平を拓く



離散数理工学

工学の諸問題に現れる離散的・幾何的対象を計算機上で効率的に扱うための研究を行なっています。特に、マトロイド・劣モジュラ関数などの離散構造に着目して、体系的な理論の構築と新たな応用分野の開拓を目指しています。

計算化学情報学

量子化学計算によって得られる情報から、反応経路の予測や合成経路の設計を実現するために、最適化や機械学習を用いた計算手法を開発しています。化学の実践的な問題解決に貢献する方法論の確立を目指しています。

計量的社会選択理論

資源配分及び投票などの応用において、個人の好みや意見を適切に集約するメカニズムの設計を目指します。また、計量的な側面から望ましい性質を満たすメカニズムが現実的な時間で計算可能かを研究します。

非線形物理学研究室(数理情報第8研究室)

ダイナミカルで複雑な世界を理論的に読み解く



モデリングと理論構築

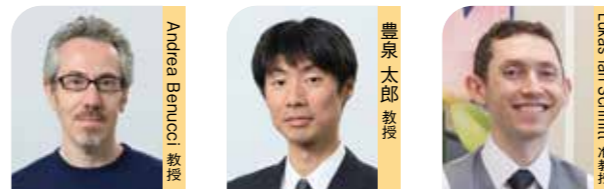
複雑な現象を生み出すシステムを記述するできるだけ簡単な数理モデルを構築し理論的解析や数値シミュレーションを通して、現象の理解、予測、制御、最適化を行います。また、問題の一般化・抽象化を通して、普遍性の高い理論の構築を行います。研究対象として、体内時計などの生物リズム、歩行や遊泳などのロコモーション、エンジンなどの熱・機械力学系、非平衡現象、流体現象、電力網、輸送網、交通流、化学反応系や生物のパターン形成、社会システム、神経ネットワークなど幅広く扱います。自分の持つアイデアや疑問を数学的に記述し、問題解決を目指します。

実験研究者との協働

工学、生物学、医学、化学、物理学などの研究者と協働し、数理モデリングや解析による理論的考察を提供することによって、社会的ニーズのある問題の解決を目指します。

脳数理情報学連携研究室(理化学研究所)

心と知性を脳の数理でつかもう



感覚判断の予測と検証

人工ニューラルネットワークでモデル化された生体神経回路のダイナミクスに興味があります。実験的に、最先端のイメージングと光遺伝学的技術を使用してマウスモデルを研究しています。

計算神経科学

脳が環境に適応する際におこる学習メカニズムを研究しています。統計力学や情報理論などのアプローチを組み合わせ、脳の情報処理が学習によってどのように変化するかを理解し、その変化を記述する基本原理の解明を目指します。

知覚・推論の基盤となる神経計算原理の理解

外界の内部モデル構築を実行する脳ネットワークを明らかにするために、推論課題遂行中の神経活動の測定・制御を行う技術を開発します。得られたデータの解析とモデル構築を通じて、知覚・推論の基盤となる計算原理を解き明かします。

システム情報工学コース

システム情報工学コースの目指すところは、“物理世界と情報世界を繋ぐ「認識と行動」の学問”である。「認識」とは、対象とする物理的世界からの要素情報の収集（計測）により得られた多数の要素情報の処理および解析に基づく知識レベル情報の抽出であり、物理世界を情報世界に射影する。一方、認識の結果得られた物理世界のモデルに基づいて合成と予測を行い、目的を実現するための対象への働きかけ（制御）を行うのが「行動」である。

本コースでは、この「認識」と「行動」に関する全ステップを対象として、新しい理論とアルゴリズムを追及し、これに基づいて新しい機能のシステムを実現しようとしている。

「認識と行動」の学問 物理世界と情報世界を繋ぐ

猿渡・高道研究室

信号処理: 複雑な物理現象からの宝探し



音響信号処理に基づくヒューマンインターフェイス
統計的・機械学習論的アプローチを駆使し、事前教師情報を必要としない柔軟なブラインド信号処理系を実現する。また、それを応用したヒューマンインターフェイスやユニバーサルコミュニケーション支援システムの構築を行う。

音声の合成変換に基づく音声コミュニケーション拡張
人と人・人と計算機の違いを超えた音声表現を可能にすべく、音声を人工的に合成変換するための信号処理・機械学習を研究している。また、人と計算機の協調に基づく音声情報処理技術のための人間参加型機械学習システムの構築を目指す。

音場を対象とした逆問題とバーチャルリアリティへの応用
音空間の可視化や解析、音源位置や室内音響パラメータの推定など、音場計測における種々の逆問題に対する新たな方法論を探索するとともに、VR等への応用を目的とした音場の再現技術について研究している。

川嶋・宮崎研究室

医用システム: 医工学と情報科学の融合



手術支援ロボット
低侵襲な手術を支援するロボットシステムにおいて、医療データベースの活用、術者へのマルチモーダルな情報提示、遠隔操作や機械学習を用いた自律制御によって、システムの知能化、高機能化を実現する。

ソフトロボットの身体と運動の統合設計
ソフトアクチュエータのダイレクトドライブの利点を活かした運動支援システムを実現する。また、流体駆動系の非線形に分布する状態量を用いた形態学的計算によって、システムの状態推定や予測制御への適用を提案する。

深層学習を用いた生体計測と制御への展開
深層学習を用いた生体計測と制御への展開顕微鏡や内視鏡などの医療画像に対し、深層学習を用いたリアルタイムな情報取得と解析を行い、医用システムの制御アルゴリズムの構築を目指す。

奈良研究室

逆問題: 計測と数理の接点



逆問題の直接解法
結果から原因を推定する逆問題に関し、原因を測定データで陽に記述する数理手法を開発する。物理数学の方法論に基づき、現象の数理モデルを確立した上で、理論的美しさと計測の観点からの実用性を兼ね備えた方法論を構築する。

非侵襲計測・非破壊検査への応用
脳磁場逆問題に基づくてんかん病巣推定、MRIを用いた人体内部の導電率・誘電率再構成、剛性率再構成などの医用画像処理に対し、直接代数解法を応用する。また、漏洩磁束探傷、渦電流探傷のための新たな数理解法と、そのために必要なセンサを開発する。

防災技術への応用
地震災害時の瓦礫埋没者や、土砂・雪崩災害時の要救助者を探索するため、電磁場や音場を用いた逆問題センシングシステムを開発する。

篠田・牧野研究室

触覚: 人間支援のフロンティア



触覚インタフェース
人間の身体の表面に余すところなく備わっている触覚に注目し、触覚を活用する新しい情報システムの研究を行っている。触覚受容器の物理的な知覚特性をはじめ、人間の知性・知能の根底を支える心や感情と触覚がどのように関係しているかを解明し、触覚への刺激によって人間の生活・行動を支援するシステムを具体化する。

二次元通信
薄いシート内を伝播する電磁波によって、表面に触れる端末に情報と電力を伝送するシステムを研究している。生活環境での安全なワイヤレス電力伝送、無線と干渉しない高速信号伝送などの技術を確認し、ワイヤレス・バッテリーレスの新しい情報環境を提案する。

藤田研究室

ネットワーク化された自律システムの制御



藤田 政之 教授

ネットワーク化ロボティクスと分散協調制御

ネットワーク化されたマルチロボットシステムの協調制御に関する研究を行っている。分散的な情報のやりとりから、全体として最適な動きをデザインする基本原理の解明を目指している。

認知自律システムの学習知能制御

環境を知覚認知し、運動を決定する自律システムの研究をしている。システムや環境の不確かさを学習することにより、行動のロボスタ化および知能化を実現する制御理論の創出を目指している。

サイバーフィジカル&ヒューマンシステム

物理空間とサイバー空間の相互結合に人間の意思決定を介在させたシステムに関する研究を行っている。特に、人間と機械のチームを実現するシステムの構築を目指している。

津村研究室

制御:動きをデザインする科学



津村 幸治 准教授

サイバネティクス

システム制御理論と情報理論/物理学/システム生物学等との新たな融合により、大規模複雑系・マルチエージェントシステム・ネットワークシステム・ネットワークAI・バイオシステム・量子フィードバックシステム等の解析/設計を目指している。

制御系設計理論

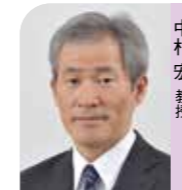
ロボスタ制御、非線形/ハイブリッド制御、学習制御など、アドバンストな制御理論の構築と、高性能を達成する系統的な制御系設計手法の開発を目指している。

モデリング・システム同定

モデル構築の基礎理論、特に不確かさを重視した時系列解析に基づくシステム同定、複雑な相互作用を含む大規模系のモデリング手法の構築を目指している。

中村・高瀬研究室

スマート社会を支えるコンピューティング



中村 宏 教授



高瀬 英希 准教授

サイバーフィジカルシステム

物理世界(フィジカル)のあらゆるものをインターネットで接続し、そこから得られる膨大なデータを情報世界(サイバー)で活用するスマート社会において、センサからサーバを含む高度な統合システムアーキテクチャの研究を行っている。

ロボットシステム向けの軽量実行環境と協調最適化

ロボットシステムの開発プラットフォームについて、リアルタイム性と電力効率を向上させる軽量実行環境、および、ソフトウェアとハードウェアの協調設計によってシステム最適化を実現する技術の研究を行っている。

包括的IoTシステム設計最適化技術

IoTコンピューティングの根幹をなすデータ処理の流れを重点に据えて、システム全体を包括的に記述・設計し最適化することで、設計生産性の向上、ならびに高性能化・低電力化を実現するシステムレベル設計技術に関する研究を行っている。

稲見・門内研究室(先端科学技術研究センター)

身体情報学:身体性の理解と設計



稲見 昌彦 教授



門内 靖明 准教授

自在化身体

人間のシステムの理解に基づき、情報システムを自らの手足のように動かす「人機一体」の実現を目指す。感覚・知覚の計測技術、運動や意図の推定技術、筋電気刺激などの制御技術を用いて人間の入出力を拡張し、変身・分身・合体など新たな身体観を獲得するための研究開発を行う。

人間拡張工学

VR、拡張現実感、ウェアラブル技術、テラヘルツ技術、機械学習、ロボット技術、テレグジスタンスなどを援用し、身体や時空間に広がる視覚・聴覚・触覚情報を記録・再生・伝達するシステムの構築を目指す。

ワイヤレスインタラクション

分布定数系の概念に基づいて波動や流体を制御する広義のワイヤレス技術を構築し、情報・エネルギー・物質を非接触的に伝送することでユーザの認識行動を支援することを目指す。

天野・澤山研究室

脳情報処理の本質を工学的に解き明かす



天野 薫 教授



澤山 正貴 特任講師

脳情報制御技術の開発と応用

経頭蓋電気/磁気刺激、ニューロフィードバックなどに基づき、脳情報を非侵襲的に制御する技術を開発し、脳情報の変化に伴う知覚・認知・行動の変化を調べることで、脳情報処理の本質に迫る。

脳情報処理のクロックとしての神経律動

アルファ波(8-13Hz)、シータ波(4-8Hz)等の神経律動は、脳情報処理のクロックとして機能していると考えられる。脳磁図(MEG)等の脳機能イメージングと脳情報制御技術を組み合わせることでこのクロック機能を解明する。

機械学習技術の応用による脳情報処理機構の解明

近年の機械学習モデルは、実世界の多様な課題を解くことができる。ヒトと同様の課題を解くことのできる機械学習モデルの解析や、機械学習モデルを利用した脳情報の解読により、脳情報処理機構を解明する。

成瀬・堀崎・レーム研究室

光×コンピューティング



成瀬 誠 教授



堀崎 遼一 准教授



Andie Roehm 特任准教授

光を用いた意思決定:AIフォトンクス

人工知能の基本課題のひとつである意思決定を、光の特長である高速性や並列性を活かして物理的に解決するメカニズムを構築する。光カオスによる超高速な意思決定、もつれ光子を用いた協調的意思決定などの新原理とその応用を創出する。

コンピューショナルイメージング

光学と情報科学を統合し、単なる撮像を超えた新たなイメージングを開拓する。機械学習を含めた信号処理技術と光計測・光制御を調和させ、散乱イメージングなどの新原理を創出し、医療・天文・セキュリティなどの多様な分野に貢献する。

自然系を活用したシステムの新展開と基盤構築

増大する情報通信とコンピューティング需要に対応するには、光を含めた物理系や新デバイスを生かすシステムデザインが不可欠である。高精度時刻同期技術を活用した遅延保証できるポスト5Gシステムなどの革新的原理と応用を創出する。

上田研究室(協力講座 医学系研究科)

全細胞を解析し眠りや意識を理解し制御する



上田 泰己 教授

全脳全細胞解析

我々は脳内の全ての細胞を解析する技術基盤(CUBIC)を作り上げ、1細胞解像度脳アトラスを実現した。CUBICで得られた大きな画像データの解析・可視化手法を開発し、睡眠・覚醒リズムの理解を目指す。

ケモインフォマティクスを用いた医薬品の創製

特定の活性を有する化合物を予測することで創薬や実験試薬の候補を予測するアルゴリズム開発を行い、最終的には睡眠・覚醒リズムの制御を目指す。

生体データを用いた睡眠深度判定アルゴリズムの開発

大規模な装置を必要とする脳波測定に代わり、呼吸や腕の動きなど簡便に取得できる時系列データを元に、機械学習を用いて高性能な睡眠判定アルゴリズムを開発する。最終的には10万人の大量データを用いてヒト集団レベルの睡眠・覚醒リズムの理解を目指す。

関谷研究室(協力講座 情報理工学教育研究センター)

高信頼かつ安全な通信インフラを目指して



関谷 勇司 教授

分散ネットワークシステム

ICTシステムを構成するネットワーク技術や、サービスを構成する仮想化技術、ソフトウェア技術等の要素技術に関する研究を行う。また、大規模分散システムにおける柔軟なサービス構成を可能とする、ソフトウェアを活用したシステムアーキテクチャの研究を行う。

サイバーセキュリティ

ネットワークを経由した攻撃や驚異を迅速に検知するために、各種データセットの分析にAI技術を適用することで、より高度な攻撃の発見と対応のアシストを目指す。

次世代モバイルコア

6Gモバイル時代を見据えた、次世代の耐障害性と規模性に優れたモバイルコア技術の研究開発を行う。モバイルコアを構成する機能定義から見直しを行い、MECなどのコンピューティング技術に対応できるアーキテクチャの設計を行う。

システム情報工学コース / 研究室紹介

品川研究室(協力講座 情報基盤センター)

システムソフトウェアを科学する



品川 高広 准教授

オペレーティングシステム

LinuxやWindowsなど既存OSのカーネルに手を入れることで、セキュリティ向上やストレージ高速化など、様々な機能向上や性能改善を実現する。また、本研究室の独自OSにより新しいコンセプトを提案することも目指す。

仮想化ソフトウェア

仮想化ソフトウェアは、ハードウェアとOSの間に入り込んで動作して、新たな機能を提供するソフトウェアである。本研究室では、独自に開発した国産の仮想化ソフトウェア「BitVisor」をベースとした研究を数多くおこなっている。

セキュア・コンピューティング

OSカーネルや仮想化ソフトウェア、さらにはコンパイラやアプリケーションとも連携して、システム全体でセキュアなコンピューティング環境を提供することを目指す。

卒業生の進路

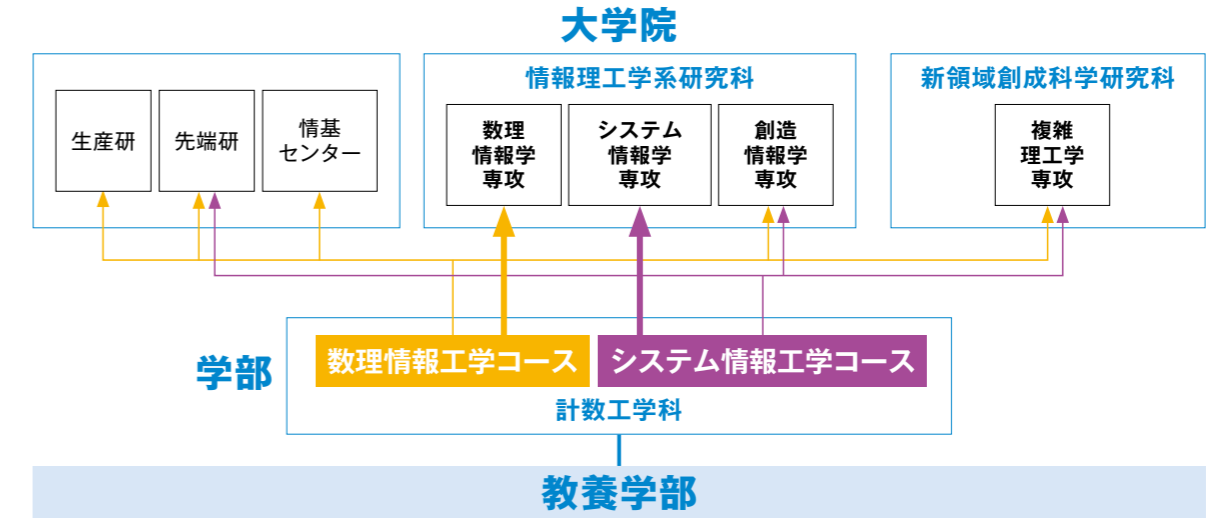
計数工学科進学から卒業まで

計数工学科には数理情報工学コース、システム情報工学コースの二つのコースがあり、その振り分けは学生の希望を基に1月中旬に行われる。その後、各コースに分かれて講義・演習・実験を行う。4年の秋に卒業研究で各研究室に配属されて卒業研究を開始し、2月に卒業論文の提出・審査が行われる。

大学院進学

計数工学科では多くの学生が大学院に進学している。計数工学科教員の大学院における所属は幅広く、計数工学科からの主な大学院進学先は

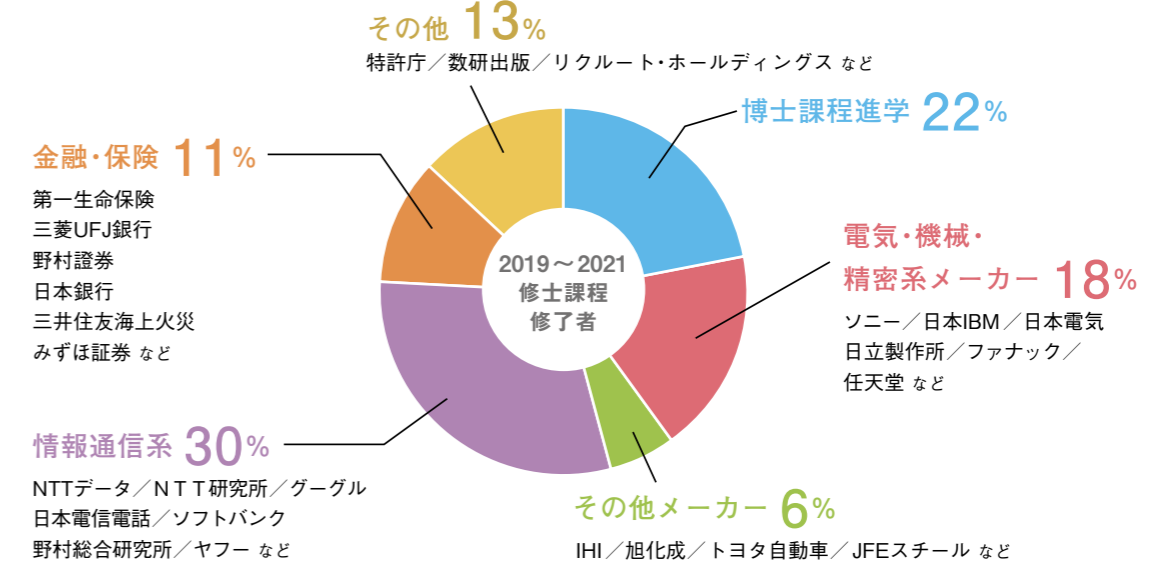
- 情報理工学系研究科 数理情報学専攻
- 情報理工学系研究科 システム情報学専攻
- 情報理工学系研究科 創造情報学専攻
- 新領域創成科学研究科 複雑理工学専攻
- 情報学環・学際情報学府



就職先・大学院進学状況

数理情報工学コースの卒業生は、大学、研究機関のほか、あらゆる企業で各種の業務に従事しているが、最近の卒業生は、情報通信系における計算機システムの開発および運用;鉄鋼、化学、機械、建設工業などにおける生産システムの設計と管理;諸産業、銀行、行政官庁などにおけるオペレーションズ・リサーチや情報システムの設計・管理に従事している者も多い。

システム情報工学コース卒業生は、大学、研究機関のほか、電気工業、機械工業、鉄鋼工業、化学工業などあらゆる産業分野において研究、開発、設計などの業務に従事している。対象も、計測機器、制御システム、計算機のハードウェアとソフトウェア、ロボット、医用診断システム、音声・文字認識システムなど多岐にわたり、大規模工場の生産自動化システムや生産情報管理システムの分野でも中心的な役割を果たしている。



佐藤 峻 Shun Sato

東京大学 大学院情報理工学系研究科
数理情報学専攻 助教

- 数理情報学専攻
2018年度 博士課程修了

現在の仕事(研究)について教えてください。

微分方程式の数値解法を研究しています。微分方程式は多様な現象を記述できるため、その数値解法も長い間盛んに研究されてきました。さらに、近年、他分野で利用されてきた様々な手法が微分方程式の数値解法と解釈されており、ますます応用が広がっています。

計数工学科で学んだことで、現在の仕事に役立ったことを教えてください。

微分方程式は古来から様々な物理現象などを記述するために用いられており、最近では最適化や機械学習などの分野で利用されてきた手法を理解するのにも使われています。そのため、微分方程式の数値解法の研究においても、このような周辺分野の知見も必要となることが多くあります。計数工学科では、私が専門とする数値解析はもちろん、周辺分野も含む幅広い知識を学ぶことができたので、現在の研究において非常に役に立っています。

計数工学科へ進学を希望している学生にメッセージをお願いします。

計数工学科では、基礎を深く学べるのはもちろん、広く応用を見渡すこともできます。計数工学科で身につけた基礎は、最先端の問題に取り組む際にも役立ちます。応用を見据えて基礎を磨きたい方には最適の環境だと思います。

染谷 優 Yu Someya

金融業界
システムエンジニア

- システム情報学専攻
2020年度 修了

現在の仕事(研究)について教えてください。

金融業界のシステムエンジニアをしており、顧客情報を扱うデータベースからユーザが使うフロントまで幅広く扱っています。とくに、データを活用し意思決定に用いるDWHの運用に携わり、ユーザが必要とするデータを日々拡充させています。

計数工学科で学んだことで、現在の仕事に役立ったことを教えてください。

直接は仕事と関係ないですが、全体を深く分析し、抽象化して捉える力が役立っています。込み入ったシステムも適切にモデル化して理解を助けるだけでなく、簡潔で保守性の高いシステムの構築に繋がります。また、研究で繰り返した仮説を立てて検証することは、トラブルがあった際の原因究明を迅速に行うことができます。加えて、システム論講や演習で培われた複雑な事柄をわかりやすく伝える能力は、ユーザと対話を積み重ねるこの仕事には欠かすことができません。

計数工学科へ進学を希望している学生にメッセージをお願いします。

計数工学科は一見すると分野の違う研究室が並んでいるように見えますが、それらの根底には共通する認識行動の「流れ」があります。計数でしかできない複数の研究を通じて、一貫する「流れ」の習得をぜひ楽しみましょう。

池田 遼 Haruka Ikeda

富士フイルム株式会社
画像技術センター所員

- システム情報学専攻
平成31年度(令和元年度) 修士課程修了

現在の仕事(研究)について教えてください。

X線撮像装置と画像診断ソフトウェア向けに、欠陥自動検出AIを開発しています。従来の画像処理やフィルタでは可視化できないほど微弱な特徴を、実環境での多様なノイズの中から汎用的に抽出するために、機械学習によるアプローチで取り組んでいます。

計数工学科で学んだことで、現在の仕事に役立ったことを教えてください。

社会インフラ・医療・バイオなどを幅広く扱う自部署のあらゆる局面で、仮説検証やモデリングを通して課題解決手段を探索するという、学生実験から共通の軸が通用します。計数での数理演習や画像解析の経験が基礎体力となり、また、各研究室の先生方の思考に触れた日々を通じて、対象を分析して着眼点を見出すフローを鍛えられたことが、たとえ新規の分野でも、総合的なアプローチで勝負できる土台となっており、計数の環境でこそ得られた何よりの強みだと感じています。

計数工学科へ進学を希望している学生にメッセージをお願いします。

情報/数理を応用したい!という明確な思いの方はもちろん、考えることが好き、物理数学と発想の転換で問題に取り組むプロセスが楽しめる皆さんなら、講義の中できっとトキメキを見つけ、その先に広がる多方面の魅力の中で、ご活躍されることと思います!

中西 彩子 Ayako Nakanishi

株式会社野村総合研究所
テクニカルエンジニア

- 数理情報学専攻
2018年度 修士課程修了

現在の仕事(研究)について教えてください。

私の現在の主な仕事はマーケティングです。自社の法人向けITサービスの新規顧客開拓のため、Web広告やセミナーの企画・運用等を行うチームを立ち上げています。ターゲット層に対して自社商材を効率よく訴求する方法を、試行錯誤しながら追求しています。

計数工学科で学んだことで、現在の仕事に役立ったことを教えてください。

「幅広い技術に興味を持ち俯瞰する」という計数工学科で学んだマインドのもと、本業であるエンジニアとは異なる新しい仕事にも積極的に取り組んでいます。また最近、マーケティング実務の傍ら、デジタルマーケティングの新しい技術調査の活動を始めています。Web広告の配信結果等のデータから、個人情報観点での制約を守りつつ価値ある情報を抽出・活用する技術です。私は修士課程で時系列データ解析に取り組んでいたため、培った経験が生きることを楽しみにしています。

計数工学科へ進学を希望している学生にメッセージをお願いします。

計数工学科で学べる数々の理工学分野は、純粋に興味深いのみならず、多くの分野で時代の先端を切り開く重要なキーとなると確信しています。チャレンジングな環境で思う存分学び、ぜひ充実した学生生活をお送りください。