

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
22	卒業生の進路
23	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

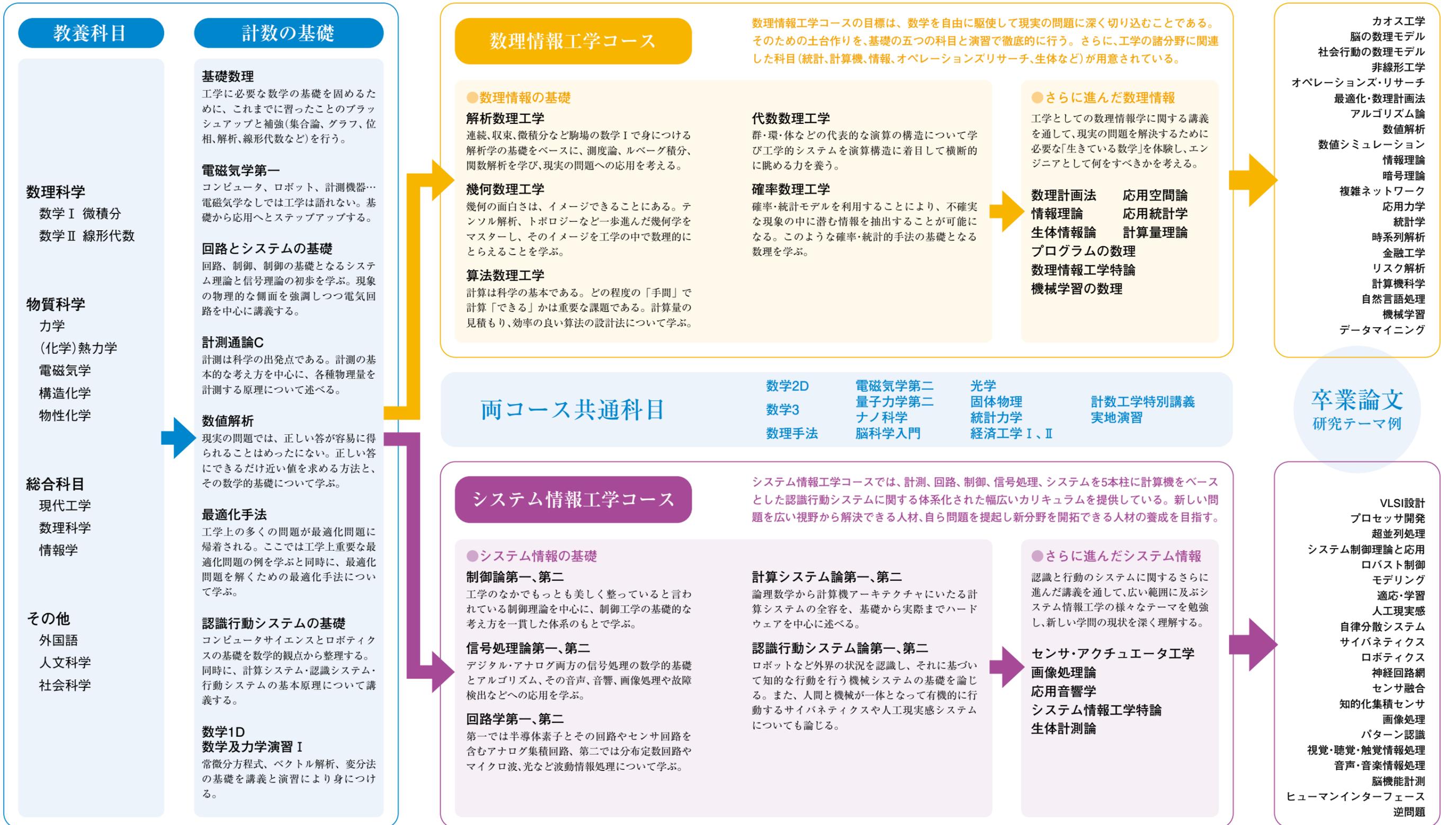
基礎を深く 視野を広く

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



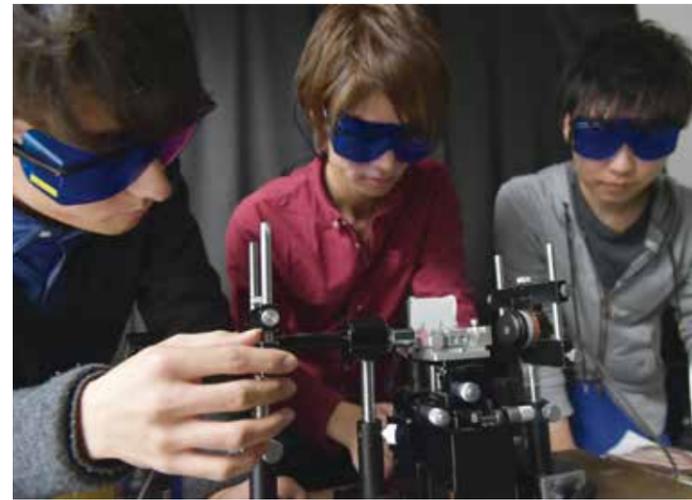


学生実験には、数理工学と計測・制御工学の基礎を实践する「数理情報工学実験第一」「システム情報工学実験第一」がある。さらに座学、実験で身につけた発想と知識を發揮させて、学生主体でテーマ設定や実験を行う「数理情報工学実験第二」「システム情報工学設計演習」「システム情報工学実験第二」がある。



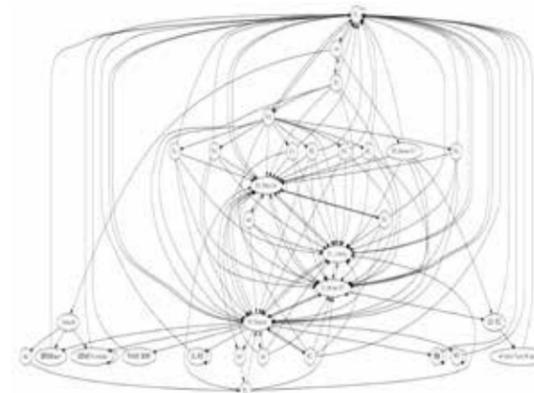
生体情報の計測・解析と制御への応用

神経系の信号、血圧、血流量、触圧覚などの生体情報をリアルタイムに計測・制御することで、ヒトの感覚や能力を向上させるインタフェースに利用することができる。生体計測、ロボット技術、センサ技術を融合してブレイン・マシン・インタフェースや感覚のある義手などサイボーグ工学に応用する。



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。



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。

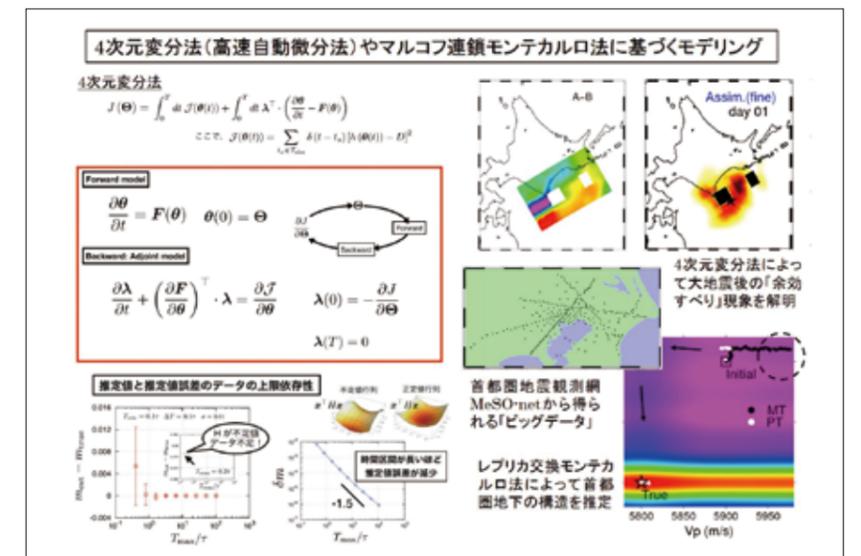


カオスシステム実験

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。その中にある数理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。

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

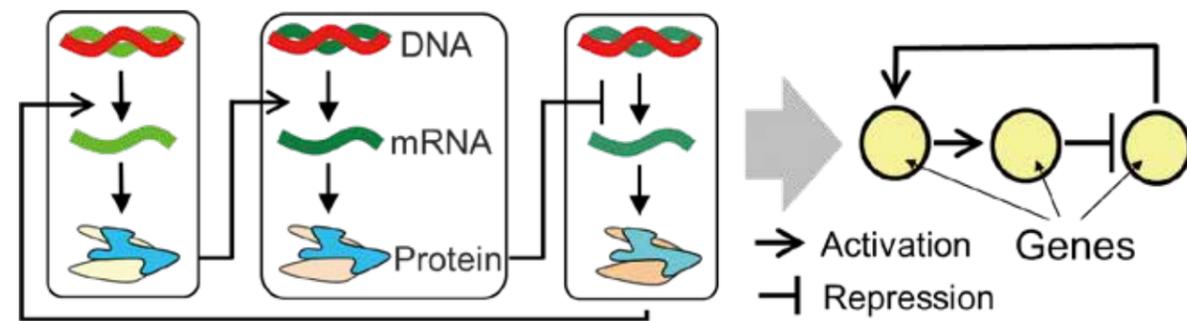
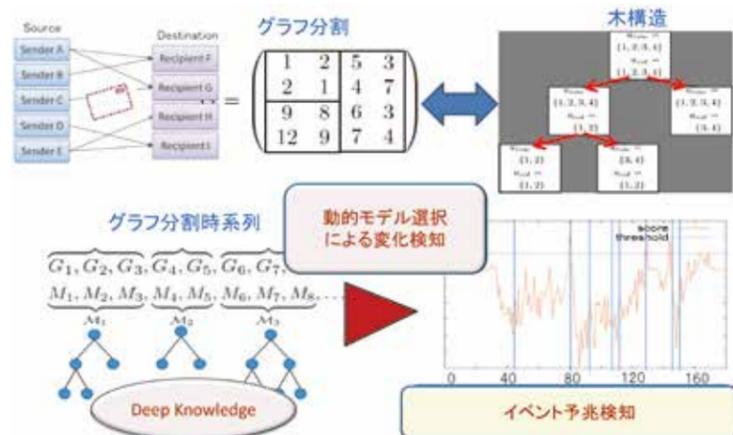
複雑な音響波動場の観測・伝送・変換・再生処理を統一的な数理で記述し、超臨場感音バーチャルリアリティや音拡張現実感システムを構築する。

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。



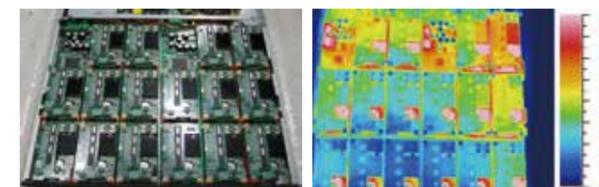
身体性の編集と拡張

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。



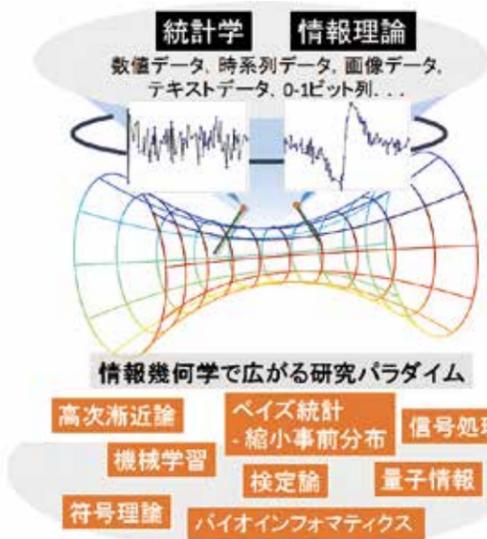
センサフュージョン

ヒトの認識と行動を超えた1/1000秒で情報処理をする超高速なイメージセンサとロボットハンドはジャンケンでヒトに負けることがない。複数の感覚情報を統合的に処理することにより、信頼性の高い情報の抽出と、単一の感覚のみでは得られない新たな認識機能を付与するためのセンサの統合の方式を研究する。



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

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共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。また、作品を作るために使った知識をパネルにまとめ、一般の人にもわかりやすく説明します。

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。



ARIEL

ARIEL (Artificial Reality and Intelligent Engineering Lovers)は、計数工学科の学生有志を中心に構成されている「ものづくりサークル」です。活動内容としては五月祭での作品展示を行ったり、その成果を一般に発表したりしています。授業で習ったことを実践してみたい、学部時代に何か一仕事やってみたい、そんな学生にお勧めしたい活動です。



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。



大城 隆之介

数理情報学専攻 博士課程 1年

Ryunosuke Oshiro

大学院に進学した理由を教えてください。

私は博士課程進学を修士課程に進む段階で決意していました。その理由は、計数工学科で学んでいく過程で「数理工学」の理論面での面白さと幅広い応用に心を惹かたからです。「数理工学」の探究をより深く行いたいと考えたため大学院に進学しました。

現在はどのような研究をしていますか？

再生核ヒルベルト空間と呼ばれる関数空間に属する関数に対する数値積分公式の設計方法についての研究をしています。再生核ヒルベルト空間は応用上も様々なところで現れる

関数達が属する空間となっております。一般に、関数の積分を数値計算するときには何らかの積分公式を用いて積分の値を正確に求める事は困難で、応用上は積分を何らかの近似を行って計算する必要があります。この近似をいかに上手く行うか、ということをおは研究のテーマとしています。

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。

計数工学科に進むと幅広い理工学の知識を学ぶことができます。これらはそれぞれが興味深いだけでなく、時々思いがけないところで自身の研究内容と関係することもあります。計数工学科は理工学の諸知識を糧として自身の研究に向き合える場所だと思います。

山崎 雄輔

システム情報工学コース 4年

Yusuke Yamasaki

計数工学科を選んだ理由を教えてください。

学部の間は、一つの分野に集中するよりは横断的に学びつつ、実世界をモデリングする力や、実データから価値を創出する力を養いたいと考えていました。そこで、基礎的な数学の素養を養い、様々な分野を扱う計数工学科のカリキュラムに惹かれ進学を決めました。

計数工学科に進学して良かったことは何ですか？

学部生の中に複数の異なる研究室へと配属される仕組みです。卒論に取り組む期間は比較的短いですが、一年かけて分野横断的に各研究室それぞれの最前線に触れることがで

きるのは非常に魅力的であると現在進行形で感じています。また、計数工学科では2、3年次に基礎分野をきちんと学ぶカリキュラムが組まれており、それらが応用分野の学びへの足掛かりとなることが多々あります。こうした点を実感できることも計数工学科に入って良かった点だと思います。

今後、学びたいことは何ですか？

今後の社会展望の一つにSociety 5.0があり、膨大な数の端末のインターネットへの接続が必要となります。そのため、情報処理基盤の効率化が欠かせません。この課題に対し、授業で興味を抱いた通信やコンピュータアーキテクチャの観点から取り組んでいきたいです。

システム情報学専攻 修士課程 2年

山下 智也

Tomoya Yamashita

大学院に進学した理由を教えてください。

計数工学科には真面目で優秀な人がたくさん集まります。このような環境は社会人になるとなかなか得られない貴重なものなのではないかと考え、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？

スキャン攻撃の検知について研究しています。スキャン攻撃は攻撃対象の情報を収集するための準備攻撃です。したがって、スキャン攻撃の検知は、あとに続く本格的な攻撃を未然に防ぐための重要な課題です。現在は、攻撃通信と正常な通信の通信挙動の違いをとらえることのできる特徴量を提案し、その有効性を確認しています。研究室の方々との議論の

中で、研究を進めていく過程はとても刺激的で楽しいものであると感じています。

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。

計数工学科は扱う分野が幅広いこともあって、多種多様な趣味・興味を持つ人たちが集まります。自分のやりたいことが決まっている人は同じ分野のライバルに出会えるでしょうし、そうでない人にとっては様々な分野に精通した人々と交流することで自分のやりたいことを見つけるヒントが得られるのではないかと思います。

数理情報工学コース 3年

孫 銘沢

Sun Mingze

計数工学科を選んだ理由を教えてください。

もともと数学が好きで、数学の理論にも応用にも興味がありました。学科を選ぶ段階ではまだ具体的に学びたい事がわからなかったのですが、計数工学では研究室ごとに様々なテーマを持って幅広く数学を扱っていることを知り、計数工学科への進学を決めました。

計数工学科に進学して良かったことは何ですか？

数学をしっかり学ぶ点です。様々な研究の基礎となる数理を学部の中に網羅的に学ぶことができるので、どんな分野の研究でも通用する力を身につけられる学科であると感じています。基礎に加えて応用を学ぶ授業もあり、自身の興

味の幅を広げるきっかけになっています。また、非常に学習意欲が高い学生が多いことも魅力です。オンライン授業が中心となっている今も、SNS等で学生同士がつながりわからないところを教え合うなど、学生の中で互いを高めあう雰囲気があります。

今後、学びたいことは何ですか？

計数工学科で学ぶ中で、様々な分野への興味を持っていますが、今は金融工学に興味があります。金融工学で用いる確率や統計を勉強するのと同時に、いろんな方面に興味のアンテナを張り続け、広い分野の知識やその基礎となる数理の勉強をしていきたいです。

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

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



駒木 文保 教授



清智也 准教授



長尾 大進 准教授



荻原 哲平 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。

数理生命情報学研究室(生産技術研究所・工学系研究科・IRCN)

複雑な生体現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ため、脳や細胞、発生、免疫システムの数理モデルの研究、生理データ、生体画像データ、次世代シーケンスデータなどの解析を行っています。また、疾患などへの数理モデルの応用研究も行っています。

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人工ニューラルネットワークや脳型コンピューティング、神経形態学的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。

社会数理情報学研究室(先端研科学技術研究センター)

自然言語を数理的に捉える



計算言語学・言語の複雑系科学

言語の統計的性質、特に、言語を複雑系と捉え、系列の複雑さ、自己相似性、非定常性など数理的性質を、フラクタルやカオスの視点から探究しています。その性質が文法や単語など言語の構造に与える影響を数理的に考察しています。

自然言語処理・社会的複雑系のビッグデータ工学

言語の統計的性質を満たすような言語の数理モデルを深層学習・機械学習技術を利用して構築し、自然言語処理に応用しています。また、言語技術を汎化し、金融、コミュニケーションネットワークなどの、大規模な社会的複雑系の解析や予測を、言語的な観点から行っています。

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



離散構造論

マトロイド・劣モジュラ関数など、効率的なアルゴリズムの背後にある数理的構造に着目して、性質を解明するとともに、新たな応用分野の開拓を目指しています。

離散計算幾何

科学・工学の諸問題に現れる幾何学的対象を計算機上で効率的に解析するための研究を行っています。特に、地理空間情報、建築構造物、結晶構造などの幾何ネットワークに潜む離散構造を解明し、体系的な理論を構築することを目標としています。

化学情報学

量子化学計算によって得られる情報を用いて、化学反応経路を解析し、新たな反応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。

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

感覚に基づく意思決定の観点から脳の計算原理を明らかにすることに関心があります。生物の神経回路の動態のモデルとして、人工ニューラルネットワークを用います。特に、マウスを対象に最先端のイメージング及び光遺伝学的技術を用いることで、モデルから導き出された予測の実験による検証に取り組みます。

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理論的アプローチと実験データの解析とを組み合わせ、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するとともに、その変化を説明する基本原理の解明を目指します。

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・小山研究室

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。

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。

川嶋研究室

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
低侵襲な外科手術を支援するロボットの研究を行っている。術者へのマルチモーダルな情報提示による安全性向上と機械学習を用いた一部手技の自律制御によってシステムの知能化と高機能化を目指している。

身体運動支援システム
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、身体にセンサを装着せず、アクチュエータ側の制御情報から身体側の動作を推定し、運動支援するシステムを実現する。

流体システムの計測制御
流体駆動系の非線形に分布する状態量を計算に使用する形態学的計算によって、流体駆動の医用システムにおける状態推定や予測問題への適用を提案する。

奈良・長谷川研究室

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。函数論を中心とする物理数学に基づき、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。

医用技術・社会基盤技術への応用
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、電流探傷などの非破壊検査、瓦礫・土砂・雪崩埋没者探索などの防災応用に関し、新たな計測構造と間接計測手法を開発する。

収束超音波を用いた物理情報システムの構築
用途に応じた時空間的構造を持つ収束超音波の場を逆問題的に設計し、気流の遠隔制御、非接触音響場計測、空中局在化通信などの物理情報システムを実現する。

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。触覚受容体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・ネットワークドシステム・ネットワークド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。

池内研究室

マイクロデバイスによる生命プロセスの制御



池内 真志 講師

生殖補助医療用マイクロシステム

近年、生殖補助医療が注目されていますが、妊娠に至る過程は未知の点が多く、成功率は高くありません。我々はマイクロロボティクス技術を用いて、これらの過程の解明と、成功率向上を目指しています。

オンチップ再生医療工場

再生医療が普及するには、細胞や組織等の低コスト量産技術が必要不可欠です。我々は、マイクロ回路デバイス技術と機械学習により、卓上サイズの再生医療工場の実現を目指しています。

メカノバイオロジーに基づく新規治療技術

マイクロデバイスを用いて、細胞や組織が機械的な刺激を、どのように感知し応答するかを、1細胞レベルで解明するとともに、これを積極的に利用する新たな低侵襲医療技術を探求しています。

天野研究室

脳情報処理の本質を工学的に解き明かす



天野 薫 教授

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、脳内情報処理の本質に迫る。

脳内情報処理のクロックとしての神経律動

アルファ波(8-13 Hz)、シータ波(4-8 Hz)などの神経律動(周期的な脳活動)は、脳内情報処理のクロックとして機能していると考えられる。脳波(EEG)や脳磁図(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た実験によってこのクロック機能を解き明かす。

白質を介した情報伝達機構の解明

ヒトの脳では、白質と呼ばれる脳組織が脳領域間での情報伝達を担っている。拡散強調MRIや定量的MRIで計測した白質経路の特性と知覚・認知・行動の関係を調べることで、脳内での情報伝達の機能を明らかにする。

成瀬・堀崎研究室

光×コンピューティング



成瀬 誠 教授



堀崎 遼一 准教授

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。

コンピューテ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。

稲見研究室(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

自在化身体

人間のシステム的に理解に基づき、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の研究を通じ、人間の入出力を拡張する。

人間拡張工学

VR、拡張現実感、ウェアラブル技術、ロボット技術、テレグジスタンスなどを援用し、人間の能力を拡張する。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い、超高齢社会対応など社会実装をゴールに定める。

主観的体験の共有・伝達技術

主観的な体験・経験をサプリメントのように活用すべく、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。エンタテインメント、超人スポーツ、技能伝承などへ向けた研究開発を展開する。

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。

システム情報工学コース / 研究室紹介

齋藤研究室(協力講座 情報理工学教育研究センター)

通信ネットワークとその応用のための数理



齋藤洋教授

IoTとその応用のための数理的手法

Internet of things (IoT)などの先進的通信ネットワークシステムやそれを用いたアプリケーションの実現には、多くの数理的手法が使われている。本研究室では、先進的通信ネットワークシステムの中核アルゴリズムやアプリケーションの開発を行う。

災害に遭遇しないネットワークの研究

台風などの気象情報を取り込み、それに基づいて、ネットワークやクラウド上の機能配備等を変更することで、実質的に、災害に遭遇しないネットワークを実現する被災回避制御の研究や被災しにくい形(地理的・幾何学的形状)の研究を行っている。

スマホセンシングデータによる健康状態管理の研究

スマホのセンシング情報をクラウド上に格納し、それを横断的に、あるいは、時系列的に、機械学習させることで健康状態の低下を検出する研究を行っている。

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



品川高廣准教授

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。

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、ソフトウェアを有効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

すべてのものがネットワークにつながる時代において、ネットワークを経由した攻撃や驚異を迅速に検知する。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を目指す。

郡山研究室(協力講座 情報理工学教育研究センター)

音声の広大な空間を数理モデルで理解する



郡山知樹講師

音声の潜在要素の探索

言語・方言、感情表現や発話意図、発話者の違いなど、人の声は多様な要因によって変化し、同じ人の同じ内容であっても声にはばらつきが存在します。機械学習を用いた数理モデルによって、声の潜在的な表現を推測し、音声合成や話者認証など、声を使ったアプリケーションへの応用を行います。

機械学習の安定性・信頼性

大量データに基づく機械学習では、データを数理モデルが覚えるだけでなく、広い物理世界から得られる未知のデータへの柔軟性が求められます。予測の不確かさを考慮した数理モデルであるガウス過程や深層ベイズモデル、モーメントマッチングなどを用いて、機械学習の安定性や信頼性の実現を目指します。

卒業生の進路

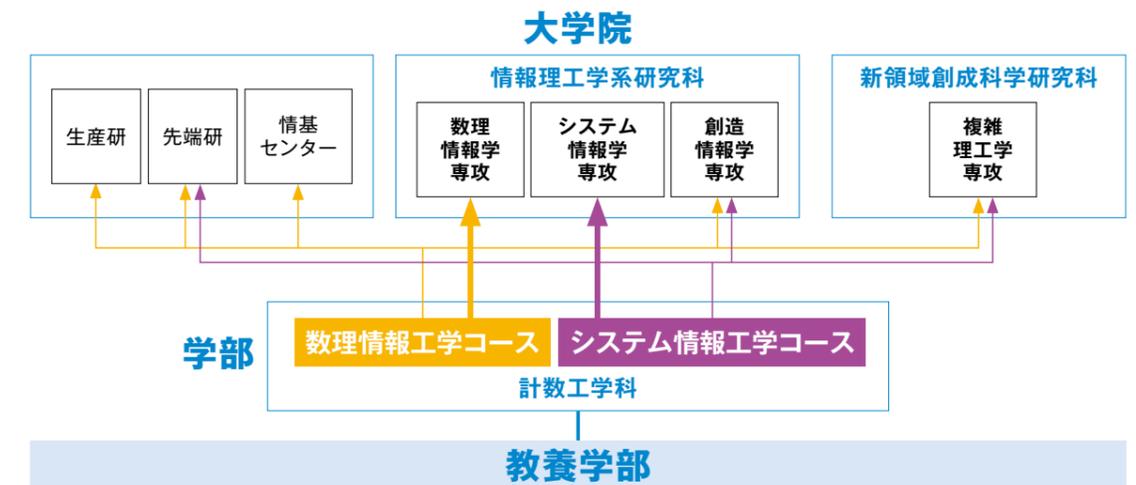
計数工学科進学から卒業まで

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

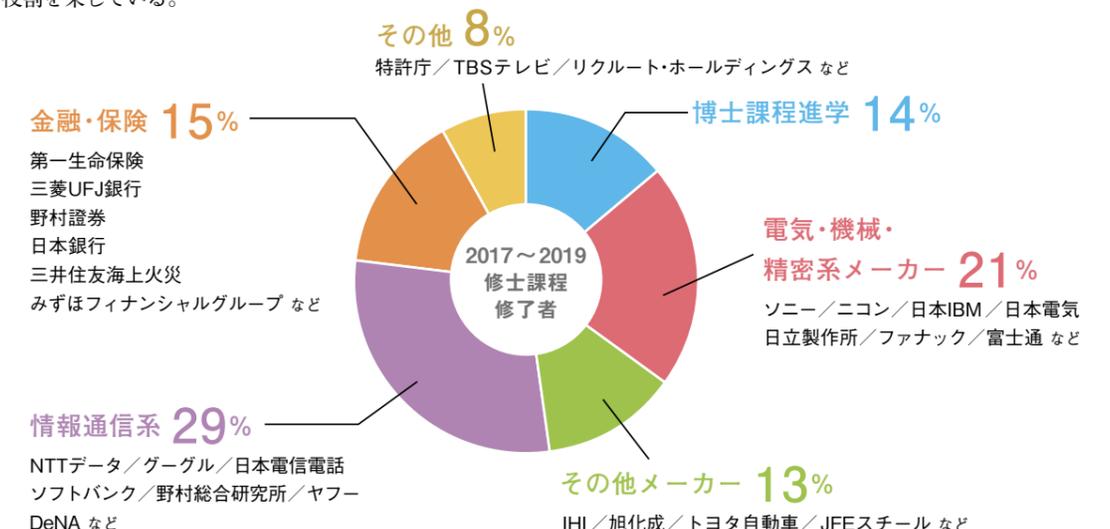
- 情報理工学系研究科 数理情報学専攻
- 情報理工学系研究科 システム情報学専攻
- 情報理工学系研究科 創造情報学専攻
- 新領域創成科学研究科 複雑理工学専攻
- 情報学環・学際情報学府



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。



寺本 貴一 Kiichi Teramoto

ファナック株式会社
研究開発職

- 数理情報学専攻
平成28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。

産業用ロボットの制御の開発を行っています。ロボットを高速で動作させることは、工場での生産性の観点から重要である一方、ロボットが動作指令に追従できなくなる問題が生じてしまいます。指令と実動作の誤差をいかに抑えるかの開発を行っています。

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。

仮定や条件を正確に整理する力が、現在の仕事に大いに役立っていると感じます。ロボットの開発業務において、実験データを取得する機会が多いのですが、膨大なデータを解析するためには、それぞれのデータがどのような条件で取られたものかを正確に整理することが必要です。計数工学科での研究において、証明済の命題と未証明の仮定、条件などをきちんと整理する力が養われたお陰で、混乱なく実験データを正確に解析することができています。はと感じています。

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。

計数工学科は理論を深く追求することができる学科であると同時に、学んだことを広く様々な分野に応用することもできる学科です。本学科で学んだ知識は卒業後も大いに役に立ちます。是非、より多くのことを吸収し、悔いのない学生生活を送ってください。

宮廻 裕樹 Hiroki Miyazako

東京大学大学院情報理工学系研究科
システム情報学専攻 助教

- システム情報学専攻
平成29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。

細胞から生体組織を再構成するための設計・制御法に関する研究を行っています。細胞集団をソフトマター物理学などに基づいてモデル化し、函数論などを用いた逆問題解析をすることで、再現性良く組織を作るための細胞足場構造の最適化を目指しています。

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。

複雑な生体システムを解析するには、特定の生体機能に着目し、現象を粗視化・モデル化する技術が求められます。計数工学科の講義を通して、物理現象の本質的な部分をモデル化する方法や、効率的に数値解析する方法を学んだことは、現在の研究に大きく役立ちました。また、座学だけでなく、実際に筋電信号などの生体情報を自分で計測・解析する実験を通して、生体由来の実データを扱うことの難しさと面白さをよく理解することができました。

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、最先端の数理工学と計測・制御技術に同時に触れられることが特色で、理論と実験の両方を体験することができます。教養学部で学んだ数学・物理を使って新しいことにチャレンジしたいと思う方はぜひ計数工学科へ進学されることをオススメします。

杉浦 亮介 Ryosuke Sugiura

日本電信電話株式会社
研究員

- システム情報学専攻
平成26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。

音声通信に用いる音声データの圧縮方式に関する研究に取り組んでいます。情報量や処理遅延などに関する厳しい条件下で、いかに高い音質を保持して圧縮できるかを追求し、次世代の音声通信の実現に向け、特許出願や標準化活動、論文投稿などを行っています。

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。

修士課程での研究と同じ分野で仕事をしているので、その研究で培った経験は大いに役立っています。それだけでなく、システム情報学専攻では数理モデルと最適化を用いて物理や情報を捉える感覚を養えたので、新しい方式を提案・開発するにあたって、その課題の本質を理解し、適切な切り口を探し出すことに一役買っていると感じています。課題を深く理解することで、その場しのぎの解決策ではなく、次にも繋がるような提案ができていると自負しています。

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。

計数には様々な研究室があり、一見どんな学科かわかりにくいかもしれませんが。ただ、講義や実習の中で、根底にある、物事を捉えて活かすための考え方に気づけるのではないかと思います。特に、知的好奇心旺盛な方はここを選んでよかったと思えるはずですよ。

金子 亮也 Ryoya Kaneko

東京海上日動火災保険株式会社(東京海上ホールディングス 出向)
アシスタントマネージャー

- 数理情報学専攻
平成30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。

海外の損保子会社が抱える事業の不確実性(リスク)を数理モデルを用いて定量化し、経営判断に必要な情報を報告する仕事をしています。海外損保事業は今や大手損害保険会社の中核事業であり、適正なリスク把握に基づく健全な経営管理が大変重要です。

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。

アクチュアリーとして数理的な分析を求められる際には、計数工学科で身につけた数理面での知見が直接活かされていると実感しています。また事業リスクという不確実な経済現象を数理モデルで捉えることは、数理工学の精神の1つの具現化であり、計数工学科で培った思考のプロセスと親和性が高いと感じます。さらに友人との議論や演習を通じて鍛えられる「込み入った内容を整理し、分かり易くかつ正確に説明する」力は、特に様々な部署と連携して仕事を進める際に大変役立ちます。

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。

理論・応用双方にまたがる魅力的な研究環境、優秀な同世代との切磋琢磨の機会、社会技術の基盤たる数理工学の基礎を総合的に鍛えることができるカリキュラム、これら全てを計数工学科は高い水準で用意してくれます。数理工的な素養を活かして社会に貢献したいと考えている意欲的な方は、ぜひ計数工学科への進学を検討してみてください。