



Mathematical Engineering and Information Physics

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

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

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

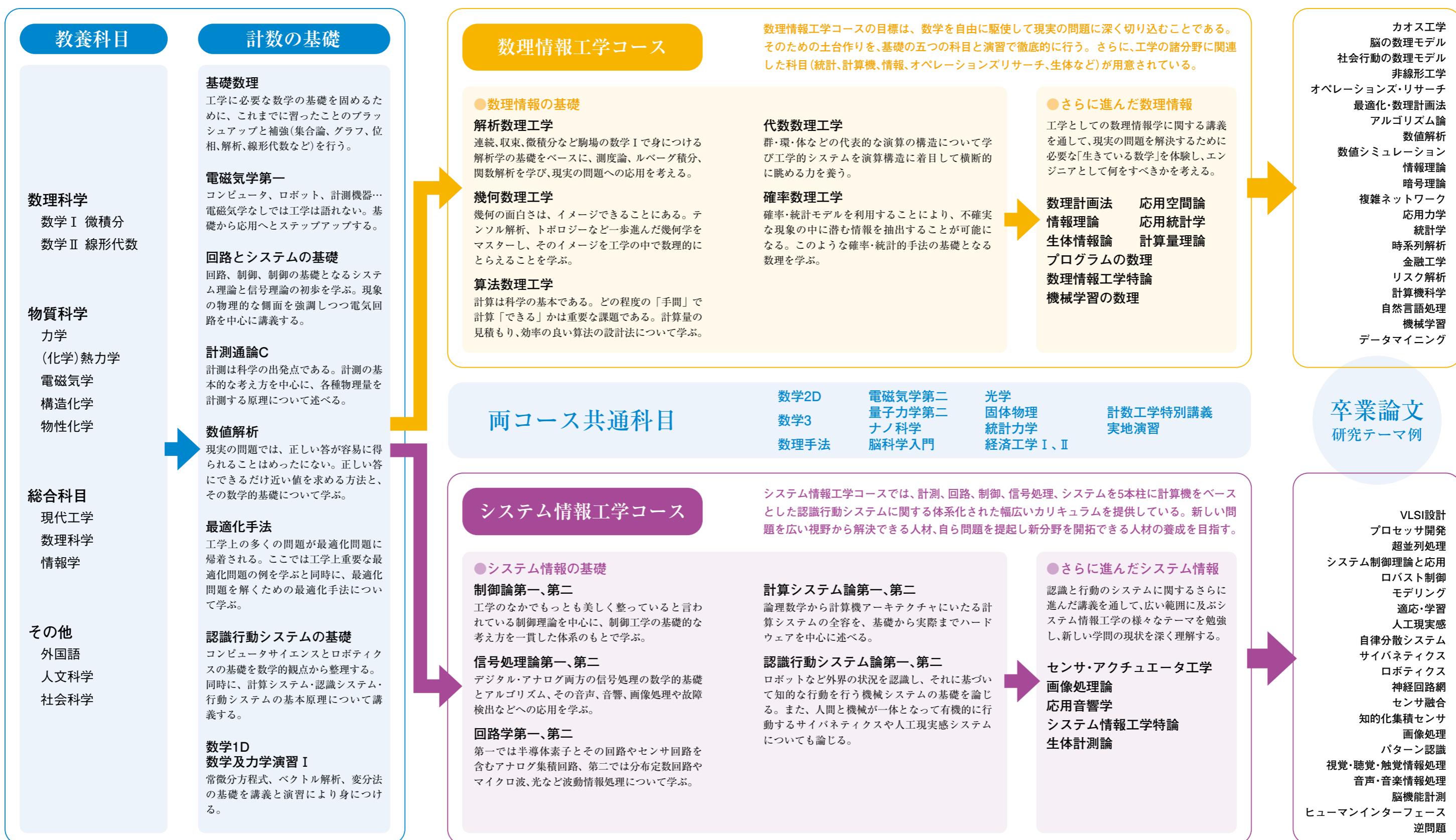


基礎を深く視野を広く

1年～2年

進学・
コース決定

3年～4年



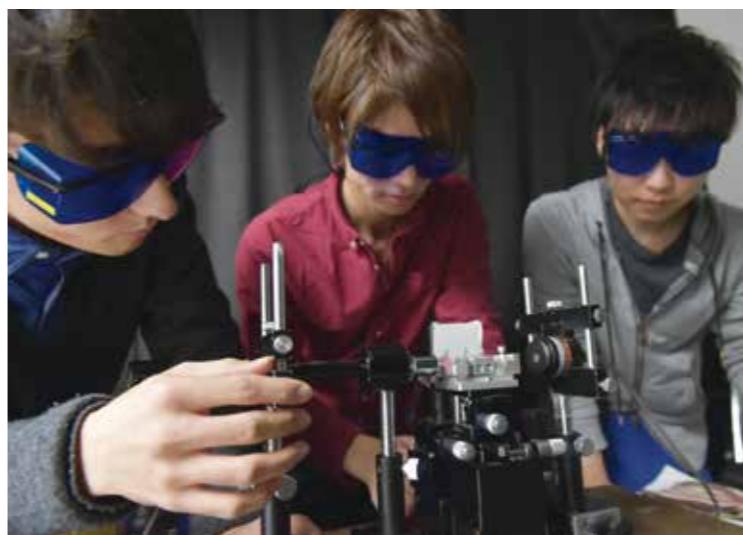


学生実験には、数理工学と計測・制御工学の基礎を実践する「数理情報工学実験第一」「システム情報工学実験第一」がある。さらに座学、実験で身に着けた発想と知識を発揮させて、学生主体でテーマ設定や実験を行う「数理情報工学実験第二」「システム情報工学設計演習」「システム情報工学実験第二」がある。



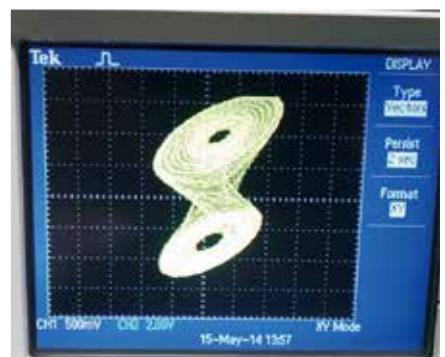
生体情報の計測・解析と制御への応用

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ー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・インター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。



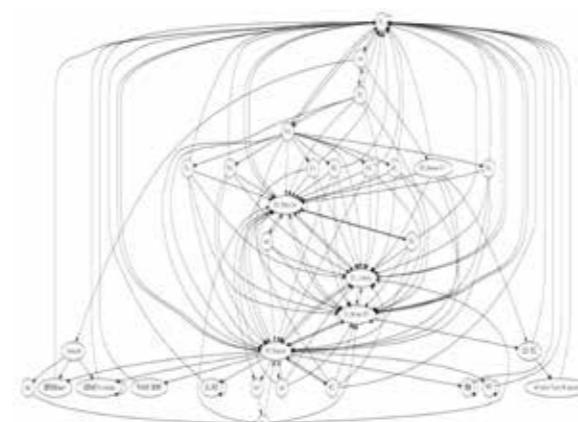
光学・センサ工学実験

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。

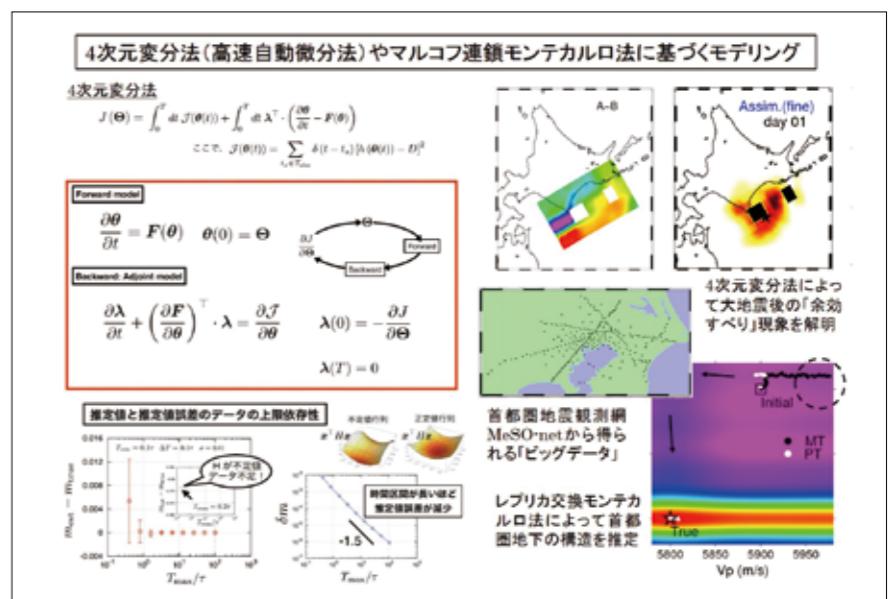


実ネットワークの解析実験

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。

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、理論に基づく演绎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。



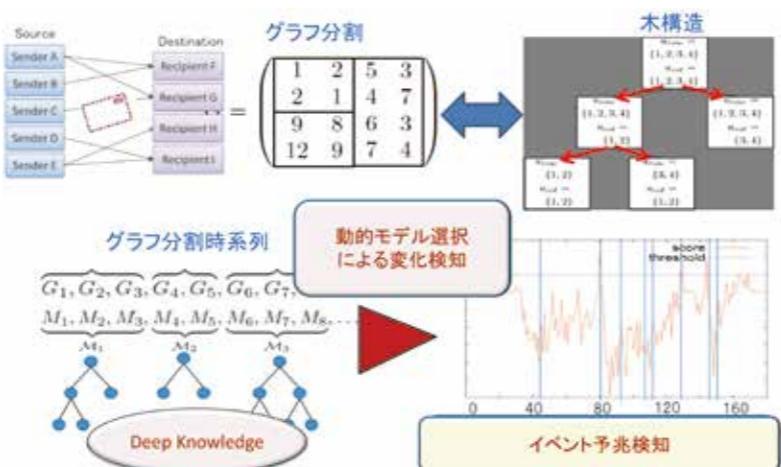
バーチャル・リアリティ、触れるディスプレイ

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。触覚覚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ーフェースを設計する。



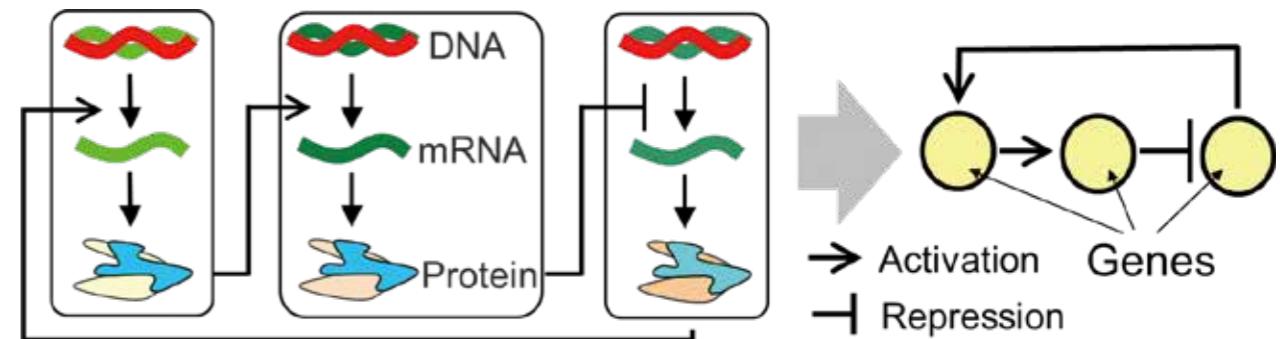
音バーチャルリアリティ・音拡張現実感

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。



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。



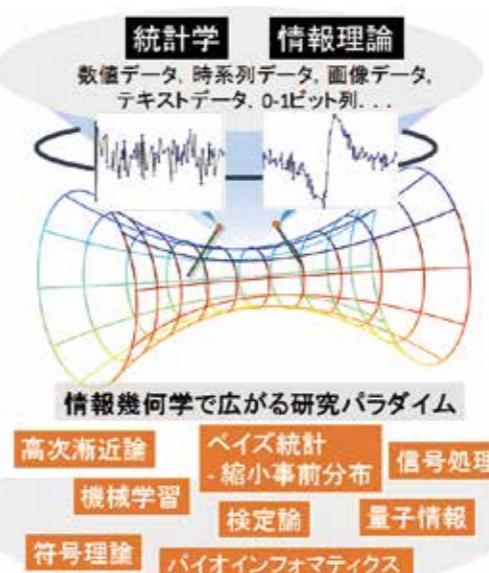
身体性の編集と拡張

機械的情報的に身体を拡張し、身体図式の獲得メカニズムを研究する。足指と脚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。



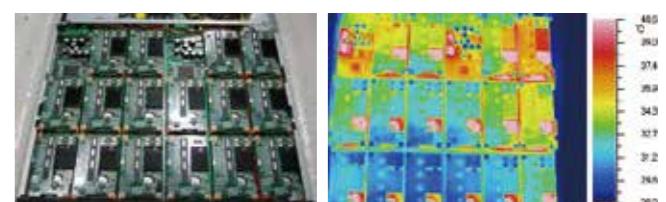
センサフェュージョン

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。



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。



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。



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合同で作品を展出しています。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なったり、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きのある建物です。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。



福田 健一郎

Kenichiro Fukuda

数理情報学専攻 修士課程 1年

大学院に進学した理由を教えてください。

計数工学科では数理を理論から応用まで幅広く学ぶことができ、数理工学という学問の面白さと、現実に与えるインパクトの大きさを実感しました。この学問をより深く知り、活用できるようになりたいと思い、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？

データから重要な変数を選び取る変数選択という手法について、特に高次元データへの適用という観点から研究しています。近年では、幅広い分野で大量のデータが利用されるようになってきており、そうしたデータから意味のある

変数を見出すことは重要な課題となっています。変数選択は古くから統計学において考えられている話題ですが、一般に高次元データへの適用は難しいため、そうしたデータに対して効果的なアプローチを探求していきたいと考えています。

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。

計数工学科は、世の中の科学技術を支える数理について深く学べる場です。数理についての学びを通して、将来どの分野に携わる場合も、数理的な背景から問題の新しい切り口を捉えられる力を身につけることは大きな強みになると思います。

システム情報工学コース 3年

伊藤 向子

Hisako Ito

ろなことを吸収できるようになっているのではないかと思います。学生実験では各研究室の様々な分野に触れられるため、毎回新鮮味があって面白く、いろいろな分野に触れて自分はどんなことをもっと深く知りたいか考えられるのが魅力的だと思います。

今後、学びたいことは何ですか？

自分の毎日の生活はどうして動いているのかよくわからないような機械やシステムをたくさん使って成り立っているのが不思議だと感じるので、身の回りの様々なシステムがどうして動いているのかを知りたいです。

システム情報学専攻 博士課程 2年

三河 祐梨

Yuri Mikawa

大学院に進学した理由を教えてください。

学部4年生の授業で、研究室を短期間訪問し、簡単なテーマで研究させていただいたのですが、そこで研究の面白さに目覚めて大学院進学を決意しました。幸い成果が出て、国内学会で発表させていただいたという体験もプラスに働いたと思います。

現在はどのような研究をしていますか？

拡張現実(AR)ディスプレイという、現実空間に飛び出す視覚ディスプレイの研究を行っています。私たちが普段受け取る情報は、スマートフォンやテレビのような2次元面に収まったものである一方で、ARディスプレイではグラフィ

クスを現実空間に三次元的に重畳できるため、例えば衣服のテクスチャを自由自在に変化させたり、スポーツボールの軌道を空間的に表現できたりします。ARは、私たちの生きる世界により豊かに情報が働きかけるための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。

女性の情報科学者は日本では少ないですが、堅いイメージに反して思ったよりもクリエイティブな職種であり非常に面白く、女性ならではの発想も大いに求められ需要があります。応物・情報系は敷居が高そうと先入観で決めつけず、是非一度覗いてみてください。

関 健太郎

Kentaro Seki

数理情報工学コース 4年

ですが、その理論的側面を理解するために数学の基礎を学ぶ授業や演習も充実していて、しっかりと理論を学ぶことが出来ます。システムの授業も理論や普遍性を重視していて、回路や機械など様々な工学システムを数理の視点から普遍的に見通す視座を身につけることができます。

今後、学びたいことは何ですか？

今は計測逆問題、特に脳の活動を外部から間接的に推定する数理的な手法について研究をしています。計測逆問題を正しく効率的に解くには統計や最適化といった数理工学の知見が有効なので、これらの知識を深めていきたいと考えています。

計数工学科に進学して良かったことは何ですか？

工学的な手法やアルゴリズムを、理論を重視して学ぶことが出来た点です。計数数理のカリキュラムでは数理最適化や数値解析といった数理工学の手法を体系的に学べるので

数理情報工学コース／研究室紹介

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。

あるいは無秩序と戦う学問

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



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解読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解読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、盗聴を防ぐ單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。

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



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。

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



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・マトリオ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。効率的な計算とともに、戦略的操作や均衡等の理論の構築を目指しています。

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



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。

数理情報工学コース／研究室紹介

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指しています。

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っています。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。

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的対象を計算機上で効率的に解析するための研究を行なっています。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。

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理論的・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、嗅覚、細胞、発生、免疫などの現象、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、疾患などへ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、ニューロモルフィ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。

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、流体现象、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。自分の持つアイディ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关心があります。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を取り組みます。

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て、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求するとともに、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・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・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



触覚インターフェース

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立し、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。

システム情報工学コース／研究室紹介

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なっている。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、行動のロバスト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なっている。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・ネットワードシステム・ネットワード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

ロバスト制御、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)で利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なっている。

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なっている。

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なっている。

稻見・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



稻見昌彦 教授



門内靖明 准教授

自在化身体

人間のシステム的な理解に基づき、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、ロボット技術、テレイ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によって、情報・エネルギー・物質を非接触的に伝送することで、ユーザにストレスを与えることなく身体的・認知的な機能をアシストすることを目指す。

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

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、脳情報非侵襲的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)や脳磁団(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フォトニクス

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。

コンピュテーションナルイメージング

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



上田泰介 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。

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。

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。

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。

計数工学科進学から卒業まで

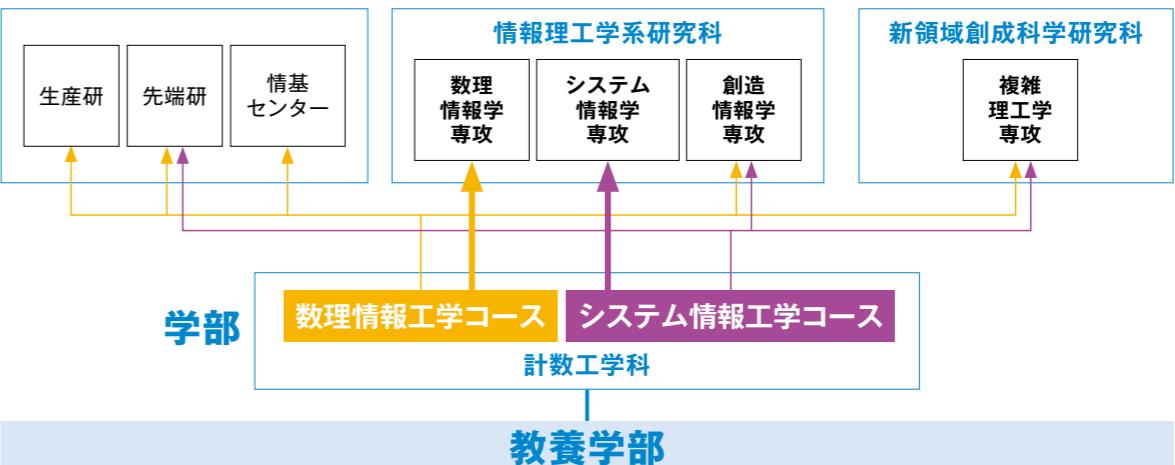
計数工学科には数理情報工学コース、システム情報工学コースの二つのコースがあり、その振り分けは学生の希望を基に1月中旬に行われる。その後、各コースに分かれて講義・演習・実験を行う。4年の秋に卒業研究で各研究室に配属されて卒業研究を開始し、2月に卒業論文の提出・審査が行われる。

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 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

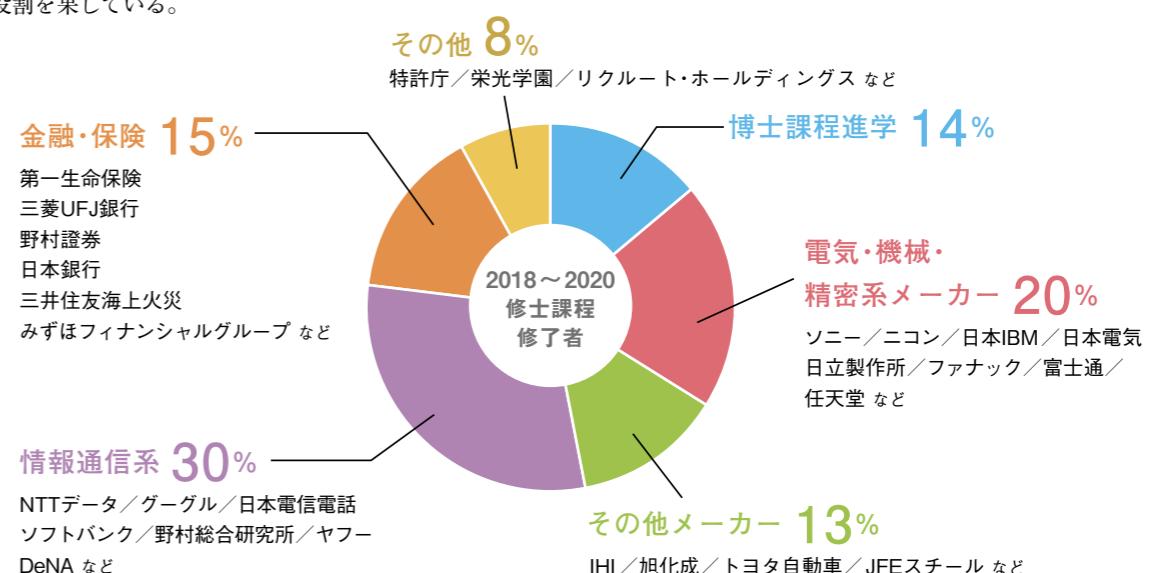
大学院



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している。



卒業生の声 —先輩たちからのメッセージ—

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、他分野で利用し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し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。

池田 遼 Haruka Ikeda

富士フィルム株式会社
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を取り組んでいます。

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だ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、その先に広がる多面的魅力の中で、ご活躍されることと思います！

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、システム輪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と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。

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数理工学の分野は、純粹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。