

システム制御系

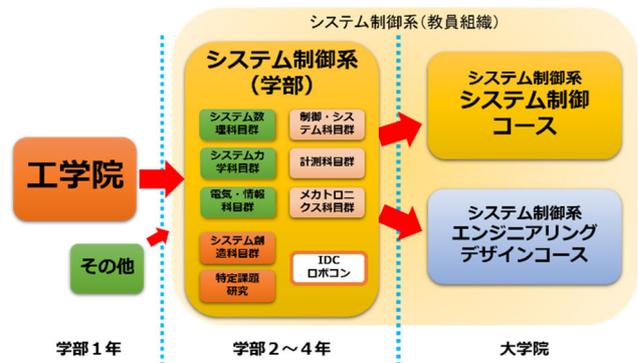
1. 系の特徴と配属

システム制御系は、実世界（フィジカル）と情報（サイバー）をシステムとして統合し、未来社会に新しい価値を創造することをめざしています。

系に所属すると、自然と社会におけるあらゆる「もの」と「こと」をシステムとして客観的に解析し、その知見をもとに価値のあるシステムを創造できる能力を養います。具体的には、

- ・計測・制御・設計・システム科学の専門学力を、
- ・数学・物理・情報・機械・電気などの基礎学力とともに身につけ、
- ・新たな課題に具体的に活用できる柔軟な発想力・創造力を駆使して、

新しい価値あるシステムの創造によって社会に貢献できる人材を養成します。システム制御系の前身は、日本で1960年に最初に制御を名称に掲げた制御工学科であり、システム制御系の研究者やエンジニアを数多く輩出しています。また、標準の大学院課程ではシステム制御コースとエンジニアリングデザインコースに進むことができます。



2. システム制御工学とは

システム制御工学とは何だ？

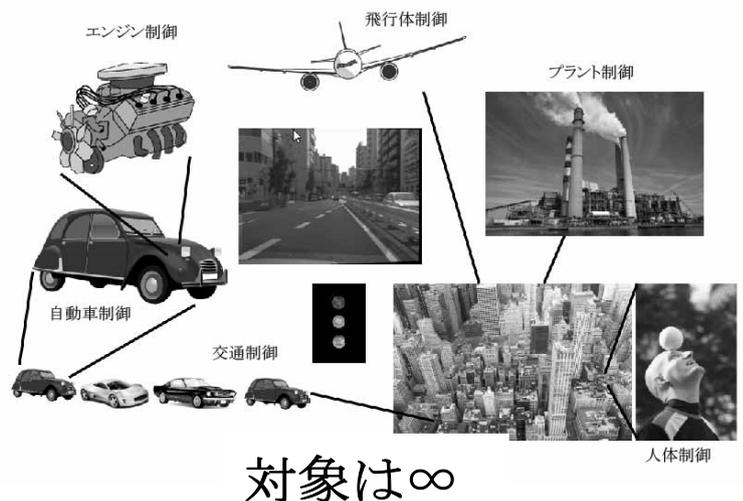
システムを創造して意のままに操るための学問です。そのためには、自然と社会におけるあらゆる「もの」と「こと」をシステムとして客観的に解析し、その知見をもとに価値のあるシステムを創造するための基礎的能力を養うこと、すなわち、計測、制御、設計、システム科学の専門学力を、数学、物理、情報、機械、電気などの基礎学力とともに身につけ、柔軟な発想力と創造力を養うことが重要となります。

対象は∞

制御すべき対象のシステムは、ロボット、自動車、電化製品、航空機、人工衛星、医療システム、情報システム等多岐にわたり、ときには社会インフラのような大規模システムや生体システム、経済システム、人間社会といった複雑なものにまで及びます。

システム制御系は進化する！

システム制御工学は、より使いやすく役に立つ先進システム実現のため、より複雑で扱いにくい対象をより賢く制御する理論・技術の開発に挑戦し続けています。



3. カリキュラム

5つの特徴

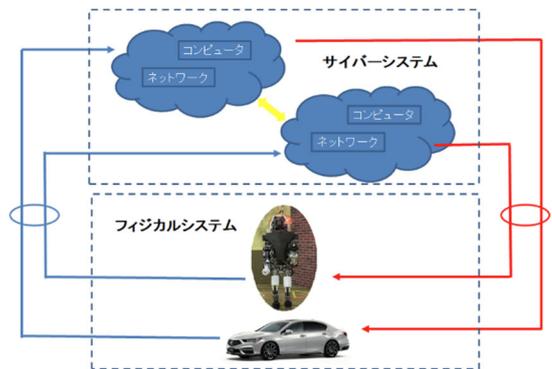
システム制御系のカリキュラムは次の5つの特徴を持ちます。

1. もの・ことの未来を見通すシステムの視点を養う
エアコン、自動車、ロボットなど、複雑な機械を安心して使えるのはなぜなのでしょう？ それは、それらの特性を客観的に知り、未来の状態を予測して、適切に操るようシステムが設計されているからです。今はまだ未解明のエネルギー、生命、社会などの複雑システムに、システムの視点で挑み、その未来を見通して価値を創造するために、システム制御系で共に学びましょう。
2. システム制御の理論体系をガッチリ学ぶ
システム制御系には、その基盤となる制御・計測・力学の理論を体系的に学ぶカリキュラムが整えられています。それぞれの分野の第一人者の教員が、基礎から丁寧に学びの機会を提供します。ここで鍛えられた基盤にたって、発展的・先進的なシステムの創造へ歩みを進めることができます。
3. システム実現力を鍛える創造的教育の実践
自然と社会における「もの」と「こと」をシステムとして客観的に解析する能力を手に入れたとしても、それを新たな創造へつなげていかなくては意味がありません。システム制御系では、機械・電気・情報処理といったシステム実現の要素を座学で学ぶだけでなく、それらの統合による自律動作装置の構築など、複数の演習を通してシステム創造力の鍛錬を図ります。
4. 実践的創造で世界にはばたくチャンスがある
今ではすっかり定着したロボットコンテスト。海外でも「ROBOCON」で知られ、教育・研究の機会として様々な国際大会が行われています。このロボコン、東工大がルーツなのです。その伝統を引き継ぐシステム制御系では、がっちり理論を学ぶだけでなく、楽しく実践的な創造活動を多く取り入れています。30年以上続く国際デザインコンテスト(IDC)への派遣のチャンスもあります。2019年度の実践的創造で世界にはばたくチャンスは、アメリカマサチューセッツ工科大学(MIT)で開催されました。
5. 研究室は広大なシステム研究への入り口を与える
機械や計算機のみならず、社会や生命をもシステムとして捉え、解析する現代。システム制御系では、幅広い分野のシステムについて、それぞれの切り口で最先端の研究を進める多くの研究室がみなさんを待っています。抽象的な理論研究から具体的なメカシステム、生体システム、そして社会システムまで、皆さんの興味と個性にお応えします。

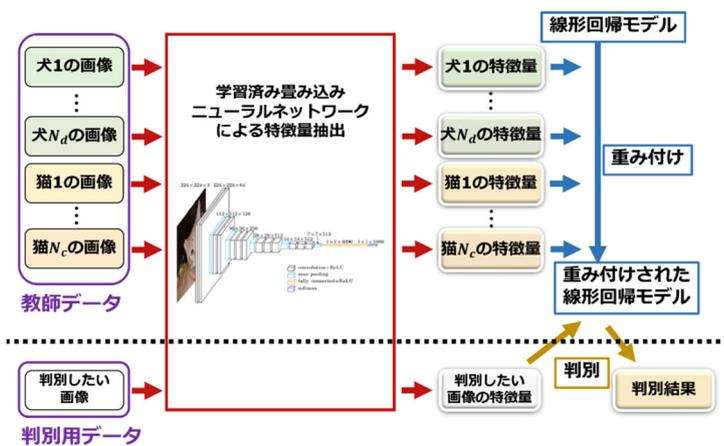
創造性と実践力を養う講義たち

システム創造設計（200番台）

サイバー・フィジカルシステムを設計するためには創造性とそれを支える基礎力が非常に大切です。本講義では、サイバー・フィジカルシステムとは何か、それを設計する際に必要となる工学的基礎知識や発想・情報発信方法、アイデアをCADやプレゼンテーションツールなどを用いて表現する方法を学びます。また、実社会でどのようなシステムが設計・実用されているかについても学びます。



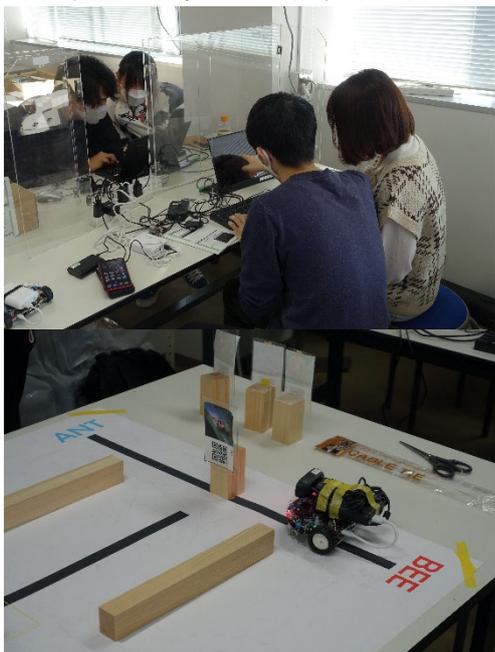
デジタル創造基礎（200番台）



本講義では、Pythonプログラミング、機械学習による画像解析、マイコンによる電子回路操作などの演習を通して、システム開発のための要素技術を身につけます。また、私たちの社会で運用されているデジタル技術に下支えされたシステムの事例をグループで調査・分析・議論することにより、「良いシステム」を実現するためにはフィードバック構造(サイクル・スパイラル)の設計が重要であることを学びます。さら

に、調査結果のプレゼンテーションを通して、自身の考えを簡潔明瞭に伝えるコミュニケーション力を向上することを目指します。

サイバーフィジカルソリューション（200番台）



フォトフレクタで計測し、モータを駆動させ、ロボットを制御するフィジカルシステムと、オブジェクトをカメラで撮影し、そのデータをサーバーに転送し、深層学習に基づく解析を行うサイバーシステムについて、学びます。また、グループワーク、競技会、発表報告会を通して、創造性を育成します。3つの競技会が用意されており、競技会Aではフィジカルシステムを中心としらロボット制御に関する競技会が実施されます。競技会Bでは、サイバーシステムとして、データに基づく機械学習を応用した競技が行われます。競技会Cでは、フィジカルシステムとサイバーシステムを組み合わせたより実践的な課題解決を行う競技会が行われます。このような実習型の講義を通して、システムとして客観的に解析し、その知見をもとに新たな価値あるシステムを創造す

るための基礎的能力を養います。

研究プロジェクト（300番台）

システム制御工学に関わるさまざまな知識と技術を、「制御」、「計測・信号処理」、「システムデザイン」、「知能システム」の4分野8グループに分け、それぞれを3回にわたり集中的に習得します。時間をかけて十分に考えながら課題に取り組むことで、知識や技術の習得だけでなく、問題を自ら解決するための力を身につけます。研究室の教員やTAから少人数で指導を受けるので、研究室の雰囲気も実感できます。



4. 進路・先輩の活躍

学部卒業後は、90%程度が大学院に進学しています。昨年度の進学先は、主に本学工学院システム制御系システム制御コースやエンジニアリングデザインコース、機械系など他系の各コース、また、他大学の関連する大学院等です。本系の旧組織である制御システム工学科からは、本学大学院機械制御システム専攻、情報環境学専攻、機械物理工学専攻、機械宇宙システム専攻、知能システム科学専攻、メカノマイクロ工学専攻、人間行動システム専攻(注：旧組織の名称)に主に進学しており、海外も含め他の有力大学の大学院への進学者もいました。

大学院卒業者も含めて、卒業生は例えばHONDAの2足歩行ロボットやトヨタのハイブリッドカー、リニア新幹線、鉄鋼生産システムなど、さまざまな企業で先進技術の開発に活躍しています(最近の進路の例：オリエントタルランド、オリンパス、川崎重工業、小松製作所、JR東海、JFEスチール、島津製作所、新日鐵住金、ソニー、大日本スクリーン製造、デンソー、東芝、TOTO、トヨタ自動車、ダウンゴ、ナビタイムジャパン、日特エンジニアリング、日本電気、野村総合研究所、日立製作所、富士電機、本田技研工業、三菱重工業、安川電機、横河電機株式会社など)。また、伝統的に大学(本学・他大学とも)や研究所へ教職員・研究者を数多く輩出し、新しい工学分野の開拓に貢献しています。

5. システム制御系を主担当とする研究室と研究テーマ例

システム制御系の各研究室では様々な分野で最先端の研究が行われています。

システム制御系

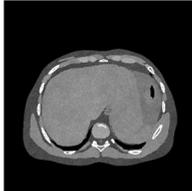
各研究室の研究紹介

詳しくは各研究室の Web ページを参照

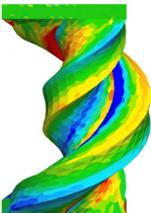


https://educ.titech.ac.jp/sc/faculty/research_lab/

天谷研



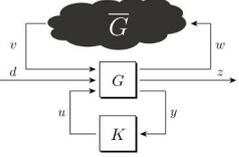
X線CTの逆問題

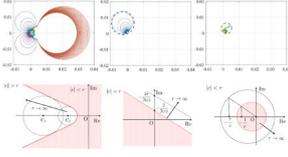


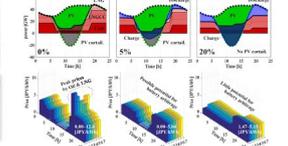
超弾性体の大変形解析

数理の力で結果から原因をたどる
「逆問題」は私たちの身の回りにあふれている
実際のな学問です。数値シミュレーションの
研究にも取り組んでいます。

石崎研

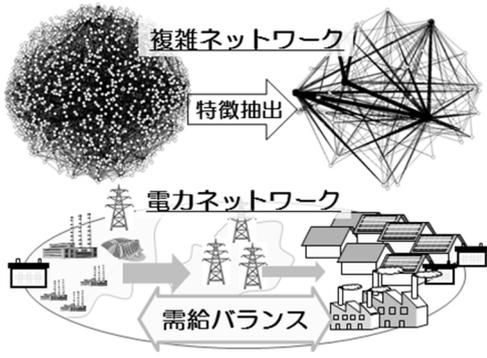




システム制御理論でエネルギーの未来を拓く
(スマート社会の実現に向けた先進的な課題に挑戦)

井村研

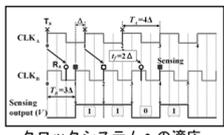


超大規模・複雑ネットワークシステムの解析と制御
(超大規模システムの制御への挑戦！)

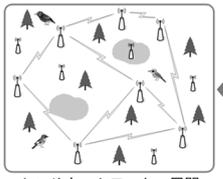
大山研



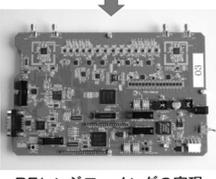
ノギスの原理



クロックシステムへの適応



センサネットワークへ展開

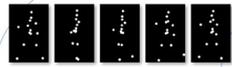


RFレンジファインダの実現

ノギスの原理を最先端計測に活用
(測れなかったものが測れた！)

川上研

高次の動き特徴の理解
High-level motion modeling



未知事象の検出
Novelty detection





頑健な認識
Robust recognition

モダリティの多様化
Multimodal recognition

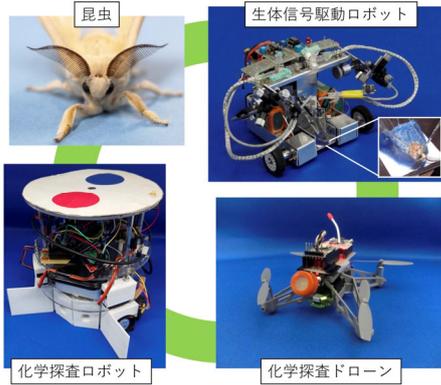


汎化した特徴量の学習
Generalized feature learning



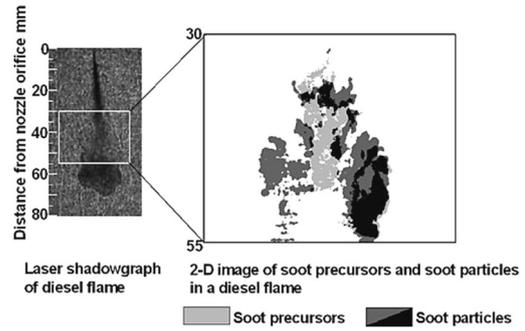
自律システムのための頑健な視覚処理
(多様な場所で働くロボットの目を作る！)

倉林研



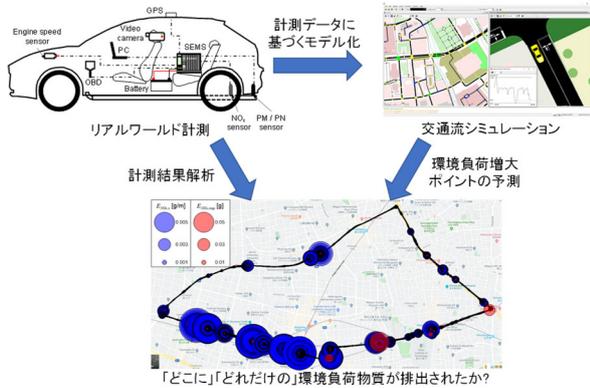
生物に学ぶ実世界情報処理
(キカイの苦手をカバーするAI)

小酒研



ディーゼルエンジンの排ガス解析と制御
(エンジンの効率アップときれいな排気を目指す)

佐藤研



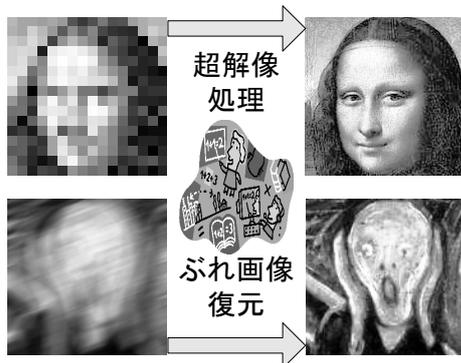
自動車交通システムにおける環境負荷の可視化
(リアルワールドの排ガス・エネルギー計測に基づく見える化)

三平研



新たな制御理論の構築とその応用
(ダイナミック/効率的な運動制御への挑戦！)

田中研



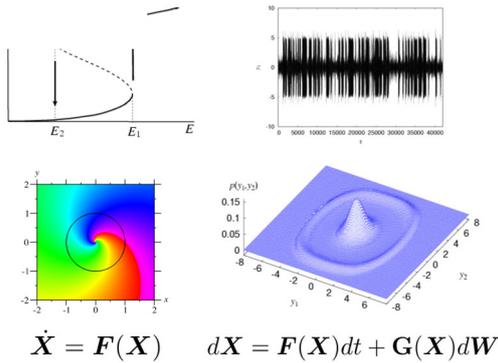
統計画像処理・計算視覚理論と応用
(見えないものが、見えるんです！)

塚越研



流体を利用したレスキューロボットや福祉システム
(空圧でクネクネ水圧でモミモミ油圧でパキッ)

中尾研



非線形・確率システムの解析と応用
(ダイナミクスと確率で世界を観る！)

中島研



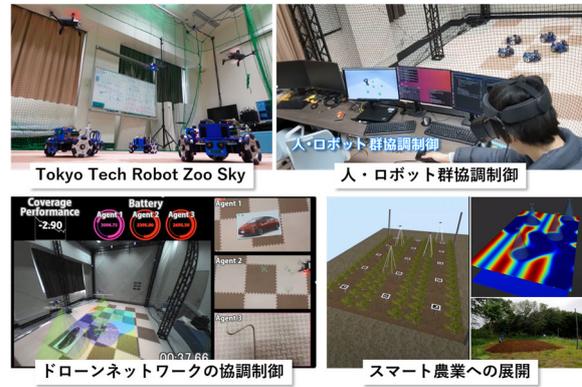
人間の運動をモデル化して解析し応用する
(スポーツ・福祉を科学的にサポート)

中臺・糸山研

コミュニケーションとインタラクション
 Echolocation AV integration
 音景解析と自然環境モニタリング
 ロボット聴覚研究 ~音の聞き分け~
 HARK
 OSS開発: 音源定位・分離・認識
 Drone audition
 Bird song analysis
 IoTとEdge Computing
 Multi-Drone tracking
 災害救助

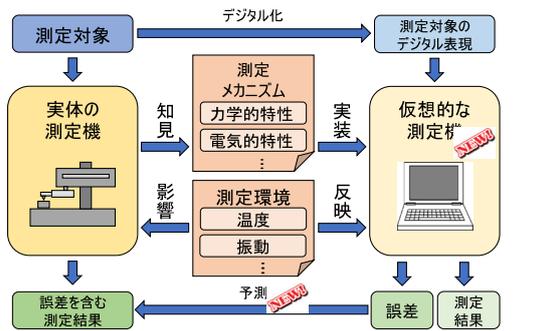
音により環境を認識するシステム
(聖徳太子のように音を聞き分ける)

畑中研



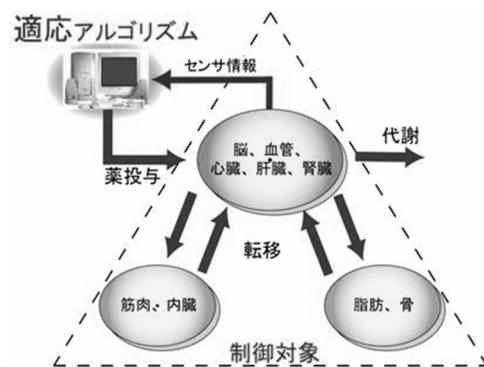
異種ロボットや人間のネットワークを協調し、
超スマート社会を構想する

原研



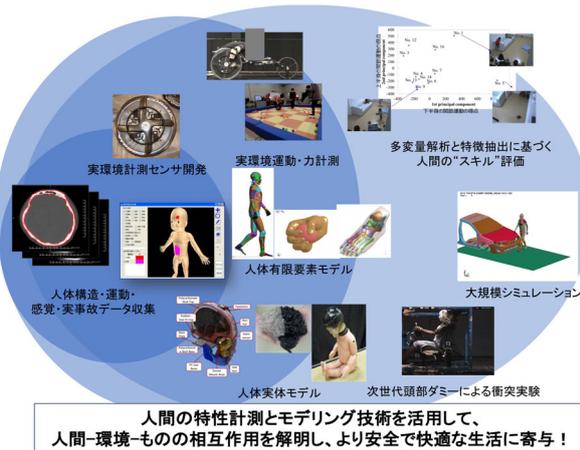
仮想的な測定機による不確かさの見積り
(測定をシュミレートして実在する測定機の誤差を予測)

早川研

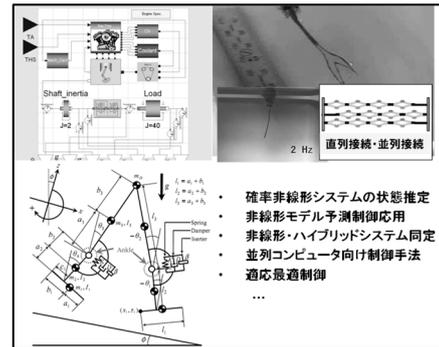


不確かなシステムの適応・学習制御
(よくわからないシステムが制御できる！?)

宮崎研



山北研



プラントモデリング、解析、制御系設計をトータルに
(No Control, No Life !)

6. 疑問・質問大歓迎

系主任 天谷 賢治 教授 内線2856, amaya@sc.e.titech.ac.jp
各々のアカデミック・アドバイザー
系ウェブページ <http://educ.titech.ac.jp/sc/>