

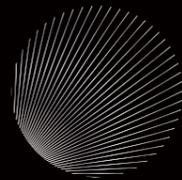
2021

専攻 / コースガイド

# INFORMATION PHYSICS AND COMPUTING

東京大学 工学部計数工学科システム情報工学コース  
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

Department of Mathematical Engineering and Information Physics, School of Engineering, The University of Tokyo  
Department of Information Physics and Computing, Graduate School of Information Science and Technology, The University of Tokyo



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  
東京大学工学部計数工学科システム情報工学コース  
専攻 / コースガイド 2021



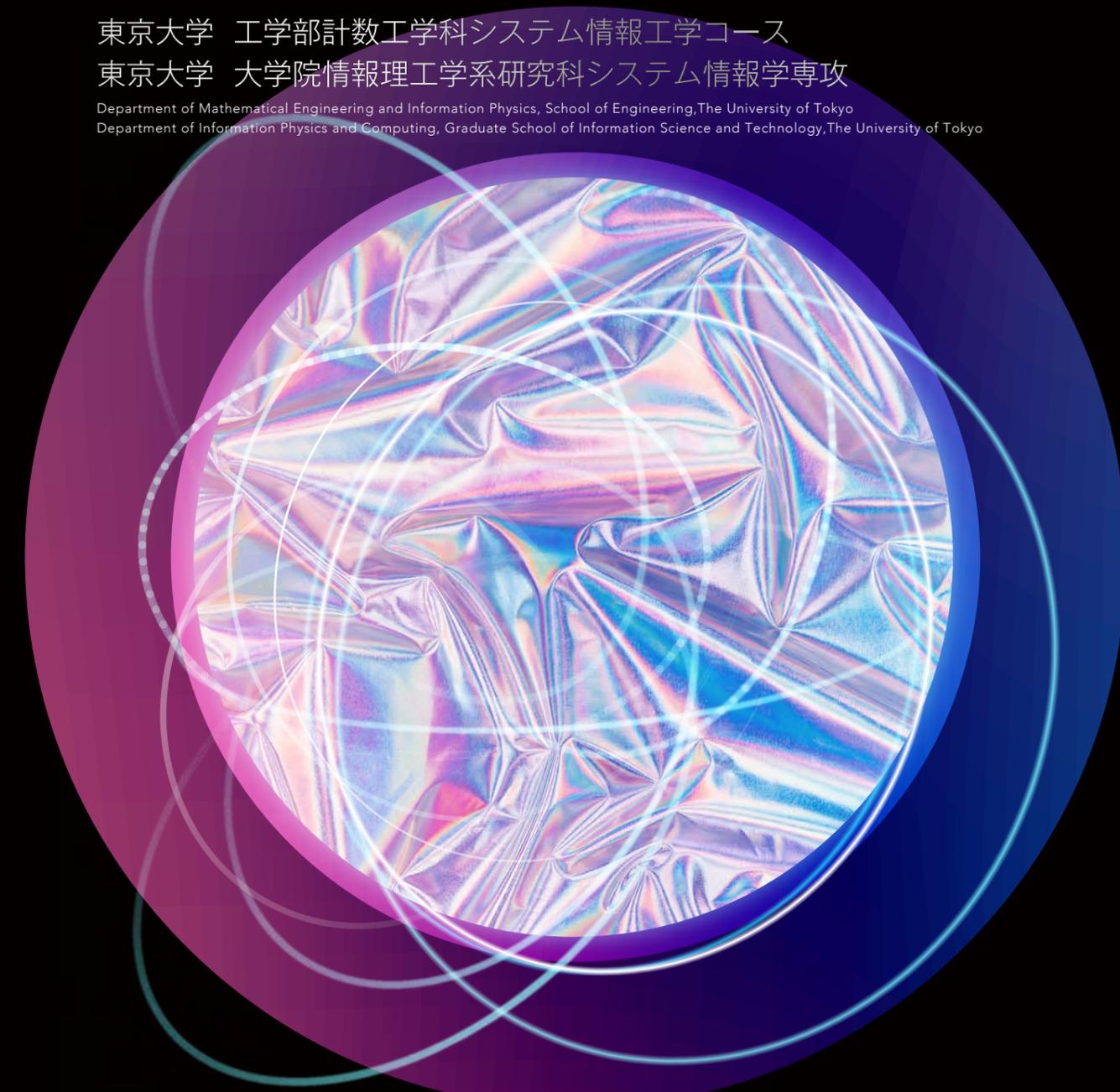
【東京大学大学院情報理工学系研究科システム情報学専攻 / 東京大学工学部計数工学科事務室】

〒113-8656 東京都文京区本郷7-3-1 TEL 03-5841-6888

<http://www.i.u-tokyo.ac.jp/edu/course/ipc/index.shtml>

<http://www.keisu.t.u-tokyo.ac.jp>

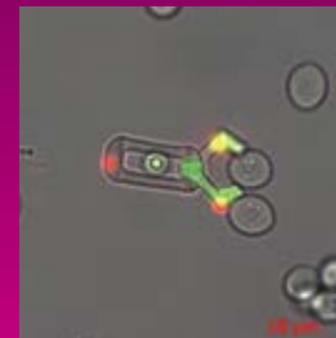
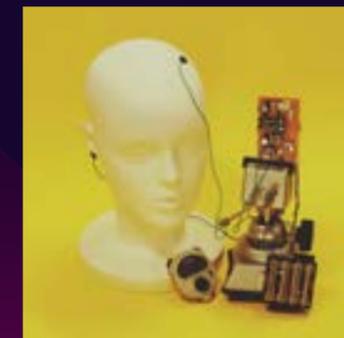
2021年4月発行



# INFORMATION PHYSICS AND COMPUTING

## Contents

対談「奈良・稲見 システム情報学を語る」	03
学部から大学院へ	07
学科長・専攻主任 メッセージ	09
卒業生・学生の声	10
研究室紹介	14
沿革	31



「認識と行動」の学問

# 物理世界と情報世界を繋ぐ。

システム情報学が目指すのは、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収集（計測）された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。

本専攻では、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。

研究分野は多岐にわたり、現在は下記のキーワードを中心とする研究が精力的に行われている。

Key Words

- 認識** 生体生理学 / バイオサイバネティクス / 知能化センサ / 画像と音声の認識と合成
- 行動** システム制御理論 / システム信号処理論
- 物理** 情報物理学 / 計測センシングシステム
- 情報** コンピューティング / システムアーキテクチャ / 集積化知能システム
- 総合** バーチャルリアリティ / 高速ロボットシステム / 認識行動適応学習システム





奈良高明

稲見昌彦

奈良・稲見

システム情報学を語る \ようこそ! システム情報へ/

「システム情報学専攻/システム情報工学コース」とはどんなことを学んでいく場所であるのか、奈良先生と稲見先生にお話をいただきました。

【奈良 高明】 Takaaki NARA  
システム情報学専攻教授

【稲見 昌彦】 Masahiko INAMI  
システム情報学専攻教授

## 「方法論を作る」というコンセプト

■計数工学科はどんな学科なのでしょう。

**奈良** 工学部の応用物理学科が、物理工学科と計数工学科の2つに分かれたことによってできた学科です。計数工学科の元々の趣旨は、数学、情報、物理を中心として、それらを社会の中で役立つ工学に活用していくというものです。計数工学科の中には、数理工学コースと、昔は計測工学コースという名称だったコースがあって、数学から情報の部分に重心を置く数理工学コースと、情報から物理の部分に重心を置く計測工学コースが相補的に学科を運営してきたという形となります。

**稲見** 情報工学という学問が登場する前に、情動的な研究を東大の中で一番行っていたのが計数工学科とも言われていますよね。

**奈良** はい。そして近年になって、計測工学コースはシステム情報工学コースという名前に変わりました。

他学科との違いは、他学科が対象をベースにした学問、対象に対して最適な科学技術を作ることをコンセプトとするのに対して、計数工学科は対象は何でもよく、むしろ、どんな対象にでも通用する「方法論を作っていく」ということがコンセプトであるところです。物理・数学・情報の基礎的な学問をベースにして方法論を作っていく、様々な対象に切り

込んでいく学科です。

駒場生は理学部と工学部で選択をすることがあると思いますが、我々は工学部の中で非常に理学部寄りの学科と言えます。基礎に近い学科なのです。高校時代というのは工学に触れる機会がなかなか少ないですが、実は理学的なものを社会に応用するという道が、工学では開けています。数学と物理が好きで、何か新しいこと、役に立つことをしてみたいという駒場生には、計数工学科はぴったりだと思います。

**稲見** 手法の学問なので、応用分野も非常に多岐にわたっています。ロボットの先生もいれば、計測の先生もいれば、制御理論などに深く関わっている先生もいます。先程、物理・数理・情報の3本柱という話が出ましたが、最近だと脳や医用工学など生理に根差した研究を行っている先生もいらっしゃいます。私もそうですし、眞溪先生、生田先生、上田先生のところなどはその傾向がありますね。

そういう意味では、学科としては手法を学んで、応用に関しては各研究室に配属されることで学ぶことができる、つまり知らなかった分野を勉強してからやることを選べるというのも、計数工学科を選択する一つの理由になると思います。

**奈良** そうですね。

**稲見** どの研究室にいても、計数的方法論と申しませうか、原理原則に立ち返って、モデルなどを意識しながらシステムを設計していくとか、理論もきちんと考えながら応用を考えると、そういう研究の進め方を学ぶことができます。そこで学んだことは、実は意外と流行り廃りに左右されないんです。思考のフレームワークというか、哲学なんですよ。分野が変わったり、時代が変わったりしても、時代に合わせて考え方を適用すればいいだけで、そういう意味では10年、20年たっても、システム情報で研究したことの応用分野は変わるかもしれないけど、そ

の研究をやるときに培った方法論や考え方は廃れることはない。それは、すでに世界で活躍している卒業生の方々もその証拠だと思います。本当に色んな分野でOBOGが活躍しているので。

## 互いに相互補完的な2つのコース

■数理情報工学コースとシステム情報工学コースの違いを教えてください。

**稲見** 奈良先生は数理情報工学コース出身で、システム情報学専攻に移られた方なんです。両方をご存知なんです。

**奈良** はい、2つのコースではあるんですけど、1つの学科なので、教育体制としても行き来できるようになっています。具体的には、どちらのコースに属していても、もう一方で卒業論文を書くことができる交換指導という仕組みがあります。私はその仕組みを使って、卒論からシステム情報の方に移ったというバックグラウンドがあります。違いとしては、最初にも言いましたが、数学・情報に重心を置くか、物理・情報に重心を置くか、というのはあります。ただ卒論でコースを移ってみて、こんなにも数理の使える世界があったのかと思ったことからわかるように、非常にオーバーラップする部分も大きいんです。

**稲見** システム情報の方は、実世界がだいぶ入っていますね。

**奈良** そうですね、物理と情報をキーとして、工学的な応用を作っていくというコースですね。

**稲見** またそれぞれのコースが相互作用を及ぼし合っているの、物理が好きだからシステム情報工学がいい、数学が好きだから数理情報工学がいいかという、単純にそうではない。だからこその興味と逆方向にいくと新しいことができるかもしれないという考え方もあります。

数学が得意な人が、実世界に根差した問題にチャレンジすることによって今まで解けなかった問題が解けたりとか、あるいは物理が好きの人が数理的なところに行くことによって、今までに考えなかったような応用、数学的な知見とつながったりすることがあると思います。

例えば昔いらっしゃった杉原先生\*の計算錯覚学ですね。杉原先生は数理の先生ですが、ロボットの視覚を数理的に解析していたら錯覚自体が設計できるようになったという話です。錯覚という非常にシステム情報工学的であるテーマにおいて、数理の先生がすごく大きな仕事をされたんですね。逆に数理出身奈良先生は触覚のバーチャルリアリティやセンシングに数理的にアプローチすることで大きな仕事をされている。このように、互いに人が移動することによって、研究・分野としての交流が生まれ、新しいことができる。これが、2つのコースを一緒にやっている意味ですね。

\*杉原厚吉 東京大学名誉教授：現在は明治大学研究・知財戦略機構特任教授(2018年2月現在)

## 2つの世界の間のループを回す

■システム情報学専攻の研究室では、どのような研究が行われているのでしょうか。

**稲見** 基本的に全ての研究室がなんらかの実世界、つまり物理世界と情報との間に関わるような研究をやっていると思います。そのための道具として、数学とか物理を使っているところが多いという感じでしょうか。必ず片足は実世界に足をつけているというのがポイントです。

その中で具体的な分野としては、ロボットやバーチャルリアリティ、音声情報処理やオペレーティングシステムなど、様々な応用をやっています。私も最初は、なんでこんなにバラバラな先生たちがまとまっているんだろうと分からなかったんです。でも、卒論や修論の発表を通して聴いたりすると、何か基本となる考え方があるんだというのが透けて見えるんです。その時に私も、会得できたかどうかは別として、そういう方法論があるんだというのが分かった感じがします。

例えば、茶道ってすごいんですよ。お茶の様式・フィロソフィーがあることによって、行儀作法もできれば、器もできれば、茶菓子、茶懐石もできたわけで、服も変わってくる、建物もできる。そういう哲学がものすごく広い分野に関わってくる。それに近いような気がします。形から見れば、建築という側面もあれば、鋳物を作る側面もあれば、行動という側面もあって、多くの工学研究の場合そちら側からアプローチするわけですけど、我々はお茶という考え方によって実は全部通底する部分がありますよね、というところを探っていくところなのかもしれません。また建築とか、鋳物とか、器とか、それらをつなげることによって、全体の価値を高めるということになるとも言えます。

**奈良** そうですね。稲見先生の例えとは少し違う言い方になりますが、実世界、社会の中に、生体でもいいし、ロボットでもいいし、災害救助、環境問題、エネルギー問題など、色んな対象があるわけです。一方で、情報・数理モデルの世界があり、その2つの世界を循環する必要があって、その循環のなかの各部位を、各研究室が専門的にやっていると言えます。例えば実世界の中で何かを実現したいと思ったら、まず実世界でキーとなる物理量を計測しないとイケない。生体の義手義足を作りたい場合でも、医療用のシステムを作りたい場合でも、対象がどのような性質を持っているかを定量化しないとイケない。そこがセンサーとか計測とかの研究です。それで次に、計測したものを数学的に解析しようとする、そこで数理モデルというものが必要で、解析、信号処理、コンピューティングなどの学問が必要になってきます。そして解析したら、今度はそれをもとに実世界に働きかける、その最適な方法を設計するのが制御工学です。それが一巡すると、実世界に働きかけることができ、望みの機能を実現していくことができるということになるわけです。どんな対象に対してもそのサイクルが回っていることが、工学としては必要だということです。

その観点で俯瞰的に捉えたと、それぞれの研究室はそれぞれの場所を特に専門的にやりつつ、全体として知識を持っていて、システム全体として設計できるようになってくる。

**稲見** そのループを回すんだということが、方法論だということです。そのループの中で、認識するだけのところもあれば、働きかけるだけのところもあるんですよ。ただ、それを少なくとも専攻全体としてはつなげてやるんだということが、ポイントだと思います。

■認識・行動・システムのループがシステム情報工学コースの核であるということですね。

**稲見** はい。もう一つ例え話を紹介すると、これは昔、館先生\*がおつ



Takaaki NARA

しゃっていたことなのですが、我々がやっていることは宝探しに近いかもしれないけど、海の底に沈んでしまった船をトレジャーハンターが探しに行き、研究で言うなら現象をみつけたり、新しい発見をしたり、それはそれで大切に、探すべきことはたくさんあるんです。ただ、見つけたものは、地上に引き上げないと価値にならない。我々は見つけたものを地上に引き上げて、色んな人達が意味や価値を感じてくれるところまで持っていこう、そこが大切なんだよということをおっしゃっていました。これもループの話の「実世界に戻す」というところに繋がっていると思います。見つけて分かっただけではだめで、それでまた世の中、実世界に働きかけるっていうことをしないとけない、と。

\* 館崎 東京大学名誉教授：現在は東京大学高齢社会総合研究機構所属(2018年2月現在)

■すごく色々なものの間をつないでいる学科・学問ですね。

稲見 そうですね。

奈良 そう、実世界と情報世界と、という観点もありますし、最初に少し話した理学と工学という観点もありますし、つなぐ学問ですね。今の海の話もそうですし。

## サイエンスレイヤーでイノベーションを支える

■奈良先生、稲見先生の研究室ではどんな研究をされていますか。

奈良 私は計測工学の研究室で、実世界から情報をセンシングしてることがテーマです。例えば医療応用とか非破壊検査などの逆問題と呼ばれる問題に取り組んでいます。医療応用で言うと、人体の内部をイメージング、映像化することが一つのテーマです。がん細胞などは、健常部位に比べて導電率という電気的な特性が大きく違うということが知られていて、通常のCTやMRIで、構造で見ただけだと見つけづらい初期ガンが、実は電気特性で見るとそこだけ異常に数値が高いということがあって、それを画像化できると非常にありがたいわけです。そのために磁場を計測し、検出するための数的手法の開発を行っています。あとは、脳磁場計測による医療応用もあります。例えば、てんかんの病巣は、異常に電流が強く流れてしまう場所なのですが、これも通常のCTやMRIの画像では病巣として見えないんです。人間の脳が活動すると頭の外側に磁場がもれてくるので、その脳磁場を計測しておいて、異常に電流が強く流れる場所が推定できると、治療計画に役立つわけです。

非破壊検査も数学的には同じような構造です。構造物とか、配管とか、具体的に言うと火力発電所のパイプなどは老朽化しているものがあるって、それを電磁気を使って効率良くどこに傷があるかを見つけたります。また、そのための最適な新しいセンサの開発も行っています。そういう一連の話が、実は数学的には共通しているということがありまして、それはやっぱり計数的なんですけど、数値モデルを使って、色んな対象にそれを適用する、実は一つ方法論を作っておくとそれを色々なところに適用できる。そういうスタンスです。

稲見 奈良先生の話でそれがまた計数っぽいと思うところは、検出するセンシングだけだったならまた別の方法でもあるかもしれないですけど、それをきちんと映像に戻しているところが、実世界に戻るところまでちゃんと入っているというか、認識・行動・システムのループになっているのかなと思います。未知のデータを検出することと、それをわかりやすく提示してあげるというのは、意外と大切なんじゃないかなと思います。

奈良 はい、人間の五感に働きかけるのもシステム情報の重要なポイントですね。

稲見 私の研究室は、基本的には人間の認識行動システムということに興味がありまして、人が世の中をどのように感じて、それに基づいてどのように行動するのか、というのを、様々なアプリケーションによ



Masahiko INAMI

て、モデル化まではきちんとできるか分からないけれども、ある程度通底する部分を見つけていくということをやっています。そのための、人を知るための手法として、バーチャルリアリティというのは非常に良い実験室なんですね。なぜかという、人間の様々な五感に対して働きかける環境を、再現性高く提示してあげられるからです。そういったものを道具として使いながら、情報システムとしての人間というものを理解する。理解することによって、今度は人が能力を強化する人間拡張工学だとか、新しいコミュニケーションシステムを開発したりだとか、建設機械の操作性を上げたりだとか、おもしろいゲームを作るための設計論を提示するとか、全然違う業界の役に立てていこうというところが、ラボとして取り組んでいるところです。

■やはり一回情報を取り出して抽象化し、それを実世界に戻すというところがありますね。

稲見 はい、抽象化と具体化というところのループですね。一度抽象化すると、今まで見えていなかったアプリケーションがたくさん出てきます。そして、抽象化した部分を介することによって、分野を超えた色々な業界とつながることができるというのが特徴的ですね。これは大学にいることの一つの価値とも言えます。私もまさかゲーム業界の知見が建設機械業界に活きたとは思っていませんでしたが、話を聞いてみると同じ問題を抱えていたんです。でもそれに気づくことができたのも、一度抽象化の視点が入ったということと、大学という場にいると様々な産業の人達と出会うこともできるからということと、その2つによってなされているところですね。本来はつながらない複数の分野を新しい組み合わせでつなげて価値を出すということが、シュンペーターが定義した元々の「イノベーション」なんですけど、そういうことを考えても、システム情報学は意外と一番、イノベーションの部分をサイエンスとして支えることができる体系であるとも言えることができます。我々が何か作ったり、考えていく時に、原理原則の部分でつながる場所を探していくというか、「実はこの2つは抽象化してみると同じ問題じゃないか、だから絶対これらを組み合わせると相性がいいはずだ」と、直感ではなく確信をもってつなげられるところが我々の強みかもしれないです。

奈良 その時にやっぱり数学と物理は根拠になるんですよ。

稲見 中立的な言語ですからね。世の中の現象とか人間の考えを抽象化しようとして一番記述しやすい言葉が数学と物理だと思います。

## 道具を手に入れ、視野を広げる学部時代

■学部生時代にはどういことを学ぶことができるのでしょうか。

奈良 昔からカリキュラムとして5本柱があって、回路学、信号処理、制御工学、認識行動システム論、計算システム・コンピューティング、の5つですね。

稲見 最初の3つがまさに基本となる道具ですよ。つなげるための道具箱として前半の3つがあって、後半の2つがつなぎ方、あるいは世の中がどうつながっているのかを知る方法論かもしれません。前半はシステムを理解したり作ったりするための道具で、システム論が後半とも言えます。

奈良 さっきのループで言うならば、特にやっぱりセンシングの部分では回路が必要になってくるし、信号処理というのは観測してきたデータをどう解析するかという学問で、対象に働きかける部分が制御工学で、各部分で必要になってくるツールがその3つです。認識行動システムというのはその全体のループに関わりますし、計算システム・コンピューティングはシステム全体として最適なコンピューティングを進める方法論となります。

稲見 最初の3つのパッチをつなげてループとして考えられるのが後半の2つということ。情報により近いシステムとして計算システムというのがあって、物理により近いシステムとして認識行動システムがある。信号処理してはじめて物理が情報になるんですよ。

また、システム情報の特徴として、とにかく学生は研究室を色々回る仕組みになっています。他大学でよくある、3、4年生くらいから特定の研究室に所属して色々やってというのは、早めに論文を出すことなどについては確かに最短経路なんですけど、我々はあえて学部と大学院も研究室を変えることを強く推奨しているんです。3年生の実験でもプロジェクト演習とかがあるんですけど、とにかく色々な研究室を体験することになっていて、それこそまさに我々の考え方を体現するカリキュラムなんです。回ることで、通底することが分かるんですよ。一つの研究室しか見ないと、通底することが分からないんですね。いま興味のあることを深めるのも大切ですけど、色々な研究室を回っていくなかで、興味無かつたけれどやってみたら面白かったという話もたくさん聞くんです。

## 多様性のなかで生まれる価値

■システム情報工学コース/専攻はどのような雰囲気のところですか。

奈良 すごく研究対象・テーマが広いところなので、やっぱり集まって輪講などをやると色んな話題が聞けるし、そういう人たちが研究室を越えて自然とディスカッションするので、興味が広がっていきます。みんなそれぞれ違うテーマを扱っている中で、共通言語を探そうとするので、それを通して共通の価値がだんだん育まれていくというような環境があります。

稲見 ダイバーシティが大きい中で、みんなが頑張ってコミュニケーションしようとする過程そのものが、実は抽象化が入っているのかもしれない。それがつなぎ方とも言えますよね。数学レイヤーとか物理レイヤーとかでつながることもあるけれど、コミュニケーションレイヤーでも、分野が違うように思えてもたぶん根っこはつながっているはず、という確信に基づいて話すとお互いだんだん分野のつなげ方も分かってくる、という感じがあります。意外とこの価値は、卒業してから役立つこともありますよね。

## 知らないことにチャレンジを

■最後に、学生に向けて一言お願いいたします。

稲見 大学院の話をする、大学院って、どうしても研究室という狭い

組織に所属して、その中で問題解決をしていくというふうには思いがちなんですけど、せっかくなのでぜひとも色々な研究室をのぞいたり、同じ専攻の友達を増やして議論したりして、システム情報らしさ、計数らしさを身につけて欲しいと思います。学部生は、目先の応用などにとらわれないで、原理原則に則って考えようという考え方を身につけてください。我々は考え方や方法論の学問なので、そういう考え方を、色んな分野の先生の研究・講義や、友達との交流のなかで、手に入れてほしいと思います。

奈良 その点は私も同じですね。私は自分の大学院入試の面接の時に、福祉工学をやりたいですと言ったら、ある先生が「いや君、福祉工学の研究をやるだけが福祉工学に貢献するわけではないんだよ」とおっしゃったんです。一見全然違うこと、例えば画像処理をやっている、それを福祉の方に適用していくこともできます。対象や目的を決めてやるという学問スタイルもありますが、一見全然違う分野の技術を適用することによって、この分野だけで考えていたら思いつかないような解決策を生み出すことができるということがあって、それはこの専攻/学科のすごく本質的なところだと思います。目先の応用にそれほどこだわらずに、ということもまさにそうで、あまり今知っている学問だけで、これだけやりたい、こっちは興味ないと絞り込むのではなく、色々な分野を勉強することが、将来的に新しいことにつながっていくと思います。

稲見 だからむしろ知らないことにチャレンジしてほしいんです。見たことが無い、聞いたことが無いこと。東大という大学自体が、教養学部があることによって高校生の時は知らなかった学問に触れることができ、そこから専門を選ぶことができるのが強みの一つなんですよ。そしてまた計数工学科は、入ってから、色々な先生の話を見たり聞いたりすることで、今まで自分の中にはなかった興味を得ることができる場所なんですよ。

お寿司屋さんで、メニューから注文すると、振り返ると自分が知っている食べ物しか食べていなかったりしますよね。そしてそれがその日の仕入れの中で本当に美味しいかどうか分からない。だから、うちはおまかせの寿司屋だといつも言っているんですよ。おまかせしてくれば、我々は自信を持って一番いい素材を出す。で、そうすると、君の知っている範囲では注文できないような素材が出てきて、こんな食べ物もあるんだと知ることができて、しかもその美味しさも知れるというのが我々のメリットですよ、という言い方をしたい。おまかせ学科です！



# 学部から大学院へ 多様な学びと多様な進路

2年

冬  
コース決定

3年

4年

修士課程

博士課程

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2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。

## 工学部 計数工学科 システム情報工学コース

### [コース理念]

「認識と行動」のメカニズムの体系的な理解とその工学的実現を目標とする。人工物であれ生命体であれ、これをシステムとして見たとき、どのような「機能」が、どのような「しくみ」やどのような「ハードウェア」によって実現されるのか、という問題を扱う。物理・情報・システム系の基本的で幅広いカリキュラムを積極的に生かし、物理と数理のバランスのとれた素養の上に、専門科目の教育を行う。これにより、新しい問題を広い視野から解決できる人材、自ら問題を提起し、新分野を開拓できる人材の養成を目指す。

### 計数の基礎

- 電磁気学第一
- 回路とシステムの基礎
- 認識行動システムの基礎
- 数学1D
- 数学及力学演習I
- 計測通論C
- 基礎数理
- 数値解析

### システム情報の基礎

計測、回路、制御、信号処理、システムを5本柱に計算機をベースとした認識行動システムに関する体系化された幅広いカリキュラムを提供している。

- 制御論 第一・第二
- 信号処理論 第一・第二
- 回路学 第一・第二
- 計算システム論 第一・第二
- 認識行動システム論 第一・第二

### さらに進んだシステム情報

認識と行動のシステムに関するさらに進んだ講義を通して、広い範囲に及ぶシステム情報工学の様々なテーマを勉強し、新しい学問の現状を深く理解する。

- 画像処理論
- センサ・アクチュエータ工学
- 応用音響学
- システム情報工学特論
- 生体計測論

### 両コースの共通科目

- 数学2D
- 光学
- 数学3
- 統計学第一
- 数理手法
- 経済工学I
- 電磁気学第二
- 計数工学特別講義
- ナノ科学
- 実地演習
- 脳科学入門

### 数理情報工学コースの科目

### 卒業論文

#### 研究テーマ例

- VLSI設計
- プロセッサ開発
- 超並列応用
- システム制御理論と応用
- ロバスト制御
- モデリング
- 適応・学習
- バーチャルリアリティ
- 自律分散システム
- サイバネティクス
- ロボティクス
- センサ融合
- 知能化集積センサ
- 画像処理
- パターン認識
- 視聴触情報処理
- 音声・音楽情報処理
- 脳機能計測
- 逆問題

## 大学院 情報理工学系研究科 システム情報学専攻

### [コース理念]

森羅万象を認識と行動のシステム科学の視座から捉え、情報学と物理学を駆使して現象の解析を行って、新しい原理や方法論あるいは機構やシステムを創出し、諸分野での応用を可能とする教育・研究を目的とする。

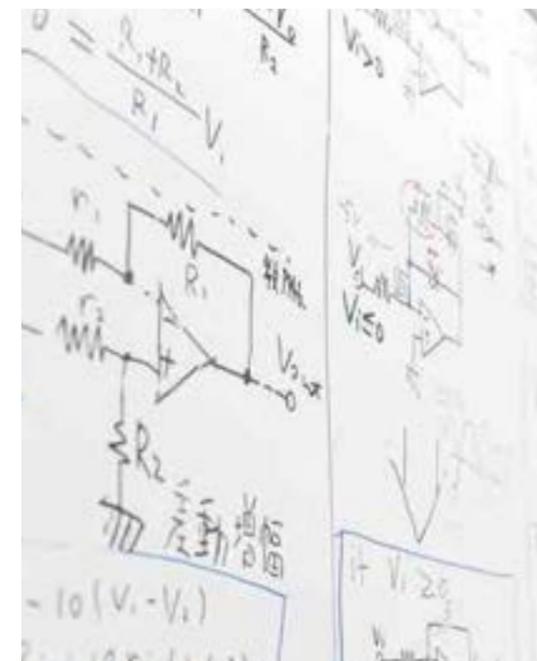
- 信号処理特論
- システム情報基礎論
- 行動システム特論
- 人工現実感特論
- 物理情報論
- ハプティクス
- 実世界情報システム講究
- システムアーキテクチャ論
- 逆問題特論
- 脳システム解析論
- システム制御論
- 動的システム論
- 認識システム特論
- 計算システム特論
- 福祉工学特論
- 戦略型IT特別講義
- 計測制御システム論
- バイオサイバネティクス
- 画像システム特論
- 脳工学特論
- 音響システム特論
- 生物物理システム特論
- サイバネティクス・自律システム基礎論

### [大学院その他進学先]

創造情報学専攻/新領域創成科学研究科/他大学大学院 など

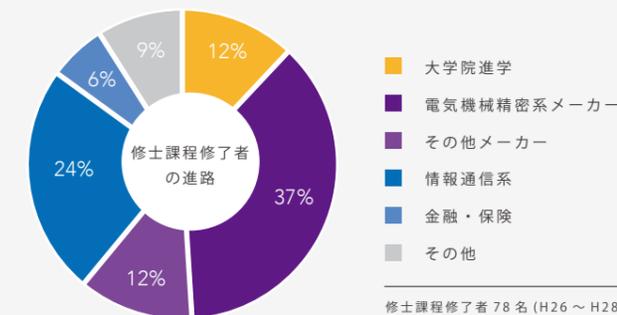
修士論文

博士論文



### 就職

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方でも中心的な役割を果たしている。



MESSAGE  
from  
DEANS

# 今、この時代に 大学で学ぶということ

2020年、そして2021年はコロナウイルスによる影響を誰もが免れない年となりました。

大学という組織も、大学で学ぶ学生も、大きな打撃を受けたことは自明です。しかし、この時代に大学という組織に身を置いているからこそ、見えてくるものがあると私達は信じたいと思います。

先行きは不透明ではありますが、それは私達の手で未来を作っていくということにも他なりません。

コロナウイルス禍における本コース・専攻の様子について、先生方に一言頂きました。

【成瀬 誠】

システム情報学専攻教授 計数工学科 学科長

【藤田 政之】

システム情報学専攻教授 システム情報学 専攻主任



Makoto NARUSE



Masayuki FUJITA

## Q1 システム情報学コース・システム情報学専攻の「特徴」はどのような点だと考えられていますか。

【成瀬】学部はなんと言っても数学、理論をしっかり学ぶ点。同時に、データの収集から対象への働きかけという普遍的な繋がりを学ぶ点。この基本構造は不変だが具体的な研究はダイナミックに発展。多彩な教育研究カリキュラムが、不偏な学識を提供。

【藤田】サイバー（情報）とフィジカル（実世界・実身体）を高度に融合させたシステム情報学の研究ができます。人間（Human）を中心とした最新のシステム科学に挑戦できます。

## Q2 コロナウイルスによる影響下において、学生に対してはどのような環境が与えられていますか。

【成瀬】学生と教員、学生間の繋がりの場作りを実施。感染防止策を徹底しつつ、定期的に研究室見学会（懇談会）を実施（B3）。B2・B3・B4・教員合同の「縦の懇談会（オンライン）」など。

【藤田】自宅でも研究室でも同様の環境で研究が行えるようにノートパソコンが支給されました。また、チャットでいつでも相談してもらえる環境になっていました。

## Q3 研究室もオンライン中心に運営されていると思いますが、その手応え・学生の反応はいかがでしょう。

【成瀬】研究レベルは高く、例えば学部生Sセメスターの成果が原著論文に！しかし、個人的にはリアル環境でのインタラクションの重要性を感じる。飛沫防止パネルなど導入し、感染防止策徹底の上、オンサイトでの研究も併用。

【藤田】手応えは十分にありました。これまでと変わらずに研究が行えています。学生も好きな場所から研究ミーティングに参加しており反応も大変良いものでした。

## Q4 進学を検討されている、あるいは進学した学生の方へのメッセージをお願いします。

【成瀬】みなさんが、これからのこのコース・大学院を作っていきます。教科書に書いていないオリジナルな世界の開拓が求められます。そのためには、授業などのカリキュラムだけでなく、様々な事柄に開放的であって、適度な遊び心を持つこともとても重要かと思います。

【藤田】研究を中心とした専門教育を行う大学院というシステムは、米国のジョンズホプキンス大学で始まりました。初めてのPh.D.は1878年に授与されています。大学院修士生は今もこれからも世界中で活躍しています。

# 卒業生の声 Voice of the GRADUATES



「鈴木 悠太」  
Yuta SUZUKI

株式会社ビズリーチ  
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 修士課程修了（2021年卒） / 東京大学工学部計数工学科（システム情報学コース）卒（2019年卒）  
2020年度全日本ターゲットアーチェリー選手権大会 コンバウンド男子部門 第9位タイ

私は、修士課程にて、コンピューティングシステムを主に専門とする研究室に所属し、5G通信の通信機器における省電力化アルゴリズムについての研究を行ってまいりました。

近年のホットトピックである5G通信というテーマの最前線に触れられた上に、国際会議での発表を行う経験ができたことも大きな財産となっております。

システム情報学専攻の強みとして、研究を進めるためのヒントが様々な場所に埋められている、という点があると思います。研究されている分野が研究室毎に大きく異なることから、物事を多角的な視野から捉える力が養えます。

修了した今だからこそ、研究での課題解決のためのアプローチの根本には、計数工学科時代に広く学んだことに始まり、修士課程にて様々な研究分野の触れられたことにあると、私自身実感しております。さらに、先生方のサポートも研究面から生活面に至るまで厚く、また様々なバックグラウンドを持った学生も多いため、刺激の多い生活を送ることのできるということも強みの一つではないかな、と思います。

また、自身のアーチェリーでの成績も、この多角的な視野を鍛えられたおかげで、大学院時代に伸びていきました。

自分自身の身体的、心理的狀態をいかにして客観的に捉えるのか、という分析を細かいレベルで行うようになったのも、この専攻での学びの経験からだと言えます。システム情報学専攻で養える力は、研究や学問に限らず、幅広い世界で大きな糧となると信じています。



「牧島 直輝」  
Naoki MAKISHIMA

NTT研究所  
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 修士課程修了  
東京大学工学部計数工学科（システム情報学コース）卒

私は、大学院で音響信号処理を専門とする研究室に進学し、音源分離の研究を行いました。

研究生活では、学部時代に学んだ信号処理、最適化手法、深層学習などの基礎学習の重要性を実感すると共に、それらを有機的に組み合わせることで課題解決へと導く方法を学ぶことができました。そして、自身の研究成果により得られた高精度な分離信号を聞いた際の達成感は格別でした。これら知識や経験は、今後企業で研究を続けていくうえでも大きな力になると確信しています。

音の研究に急速に惹かれていったのは学部4年の前期実験で現在の研究室に配属されたのがきっかけです。計数工学科では、学部4年になると卒業までに異なる2つの研究室に配属され、各専門の研究に携わる機会があります。研究室配属を通して複数の研究内容に取り組んだことで、自分の興味や専門性を広げることができたと感じています。このカリキュラムは計数工学科の特徴の一つだと思います。

また、多様な分野の研究に触れる機会が多いというのも計数工学科の魅力の一つです。計数工学科では専門領域が多岐にわたっており、授業や輪講を通して幅広い専門に関する基礎知識を習得すると共に各分野の最先端の研究に触れることができます。それら知識は、課題解決の基礎となる他、自分が将来取り組みたいことを考える際の参考にもなると思います。



「西蘭 良太」  
Ryota NISHIZONO

プロロード選手として全日本選手権3回優勝後引退  
東京大学工学部計数工学科（システム情報学コース）卒

計数工学科システム情報コースを卒業後、6年間（間に1度一般企業での勤務経験あり）プロロード選手としてフランス、スペイン、オランダ、モロッコ、オマーン、カザフスタンetc.。と世界中を飛び回り、その中で全日本選手権で3回優勝することができました。

とんでもなくワイルドな環境でプロアスリートとしての結果を毎年求められる日々でしたが、自分という人間をモデル化して、常にトレーニングの状態を監視するというアプローチで練習に取り組むという手法が心のよりどころになったし、実際にパフォーマンスを向上させてきたと感じています。

周囲を見渡してみると、一つのモデルに囚われてしまう選手は多いのですが、その中身をより詳しく理解することでモデルの限界もよく理解できたと思います。所詮モデルはモデルでしかないのですから、現実と異なるのが当たり前です。そして現実との差異にこそ最後に人間の感覚でしか捉えられないものが詰まっているという考え方をしていました。

その思考のベースは計数工学科に通いながら、学生アスリートとして戦っていた学部時代にあります。計測・数理工学の根っこは一旦全く異なる分野に取り組んでいた私を思った以上に支えてくれました。遺伝的アルゴリズムによってベースの最適化をしたり具体的に役に立つこともありますが、計数的思考こそが学部で得た一番の財産です。

# 卒業生の声 Voice of the GRADUATES



「藤本 敦也」  
Atsuya FUJIMOTO

株式会社三菱総合研究所 未来構想センター  
ESADEビジネススクール（バルセロナ：MBA）卒  
東京大学工学部計数工学科（数理情報コース）卒

学生時代は数理情報コースで数理生態学、特に生態系のシミュレーションを行っていましたが、同時にシステム情報工学コースの友人たちと国際学生対抗バーチャルリアリティコンテストに出場し、日本のバーチャルリアリティの最高峰の方々と触れ合う機会を得たことは自分にとって大きな財産となっております。その後東京大学新領域創成科学研究科での脳波の研究を経て三菱総合研究所に入社しました。

入社後は、電気自動車や地下水に関する調査、世界遺産の推薦登録支援など、多岐にわたる仕事に従事させていただき、途中コンサルティング部門に移った後は、経営統合支援や組織コンサルティングなどに携わり、その縁でバルセロナのMBAに留学いたしました。帰国後新規事業に関わる仕事を経て、現在は50年後の未来社会を構築しそれに向けたアクションを実装していく業務についております。

入社10年ぐらいは、学生時代の研究内容と全く違う畑の仕事が多かったのですが、最近では一周回って、学生時代に馴染みのあるブレインテックやVR系の仕事が増えてきており、特に未来社会を思考する上で欠かせない最先端の技術やその開発方向性など、学生時代の知見やネットワークが非常に効いてきており、人生の不思議さを感じております。

今後より一層、デジタル経済圏が拡大する未来において本学科はグローバルに活躍する素養を得られる絶好の場所であると確信しております。



「鈴木 理香」  
Rika SUZUKI

生命保険会社 アクチュアリー  
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 修士課程修了  
東京大学薬学部薬科学科卒

学部生の頃は生体に関する分析を行う実験系の研究室に所属しており、大学院ではより数理的なアプローチでバイオに関する研究を行いたいと漠然と思っていました。そんな折、システム情報学専攻にシステムバイオロジーを学べる研究室があると知ってとても魅力を感じ、思い切って異分野の院試に挑戦して所属を変える決断をしました。実際にシステム情報学専攻に進学してからは、制御学という切り口で免疫システムの数理解析をする研究を行いました。理化学研究所と共同研究をさせていただき、in vivoの実験データに対して数理モデル化した後に挙動解析を行うという、まさに私が興味を抱いていた分野に携わることができました。

学部から大学院にかけてフィールドが大きく変わることには不安を抱いていましたが、それは杞憂でした。先生方・先輩方は懇切丁寧に指導・サポートして下さい、学生間でも自主的に輪講や知識を共有する場を設けるなど、周囲から良い刺激を受けつつ多くの学びを得られる環境でした。

現在は、生命保険会社でアクチュアリー（数理専門職）として働いています。大学院での研究が直接関わる業務内容ではないですが、業務上分岐点に直面した時や説明を行う際などに、本専攻で培われた論理的思考力や説明能力が生かされていると痛感しています。優秀でモチベーションの高い学生と上質かつ充実した指導体制に恵まれた本専攻でこそ、進路を問わず活きる力を養えると、私は考えます。



「三井 祥幹」  
Yoshiki MITSUI

三菱電機株式会社  
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 修士課程修了  
東京大学工学部計数工学科（システム情報工学コース）卒

私は、中学生の頃にオープンキャンパスで「歌詞を入力すると自動で作曲をする」研究紹介を見たのがきっかけとなり、東京大学の工学部計数工学科を目指すようになりました。

計数工学科4年次で逆問題・画像処理・超音波に関する各研究に触れた後、大学院進学時には中学生の頃から憧れていた音響信号処理分野の研究室に配属され、現在では音源分離を中心とした研究を進めているところです。計数工学科の学部生向け講義は、数学や物理といった基礎科目が大変充実しています。音源分離は1990年台後半より活発に研究が進められてきた分野ですが、学部のころに身に付けた信号処理や数学、最適化手法などに関する基礎的な知識は、（伝統的・最先端を問わず）様々な音源分離の手法を理解したり、新たな手法を考案したりする上で大いに役立っています。

また、学部4年生で3つの研究室を回ることができる計数工学科独自の制度は、多様な分野の最先端に触れ多くの技能を身につけることができた他にも、自分の興味や将来取り組みたい事についてじっくり考える良い機会となりました。多くの講義を共にする物理工学科の方々も含め、大変優秀な同期に恵まれており、貴重な20代前半の数年間を刺激的な環境で過ごすことができる素晴らしい環境だと思えます。



「横山 恵子」  
Keiko YOKOYAMA

NEC ものづくり統括本部 兼 データサイエンス研究所  
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 修士課程修了  
東京大学工学部計数工学科（システム情報工学コース）卒

学生時代はシステム第六研究室で、高速視線制御装置(1ms Auto Pan-tilt)を使った物体追跡技術の研究をしていました。計数工学科、そしてシステム情報コースを選んだのは当時の完全なる気まぐれですが、「面白い事ややっている研究室が多い」という印象が強かったのだと思います。実際の研究室も最先端の研究テーマと成果を持っていますし、ここまでメディア露出の多い学科は他に知りません。

NECへ入社後はグローバルSCM改善や生産革新といった毛色の違う仕事に就いていましたが、最近縁あって出身研究室との共同研究にお声かけいただき、5年振りの研究生生活を始めることになりました。まさかこのような形で再び先生方にお世話になれるとは思っていませんでしたので非常にワクワクしています。

モノを作って動かすには機械/電気/制御の知識(と実践経験)が不可欠ですが、大抵の技術者はどこかの分野に閉じています。システム情報コースはこれらをバランス良く学んで視野を広げられる貴重な環境だったのだな、と改めて実感しつつ、すっかり知識の抜けが頭で教科書を読み返す今日この頃です。



「夜久 真也」  
Shinya YAKU

ヤフー株式会社  
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 修士課程修了  
東京大学工学部計数工学科（システム情報工学コース）卒

計数工学科でシステム・情報・物理領域などを学んだ私は、大学院では脳波信号処理を研究テーマに選びました。信号処理については学科でも学んでいましたが、そこに統計学における知見を付け加えたり、携帯電話のコーディングにも用いられている疑似乱数系列の理論についても新たに学び、研究に適用してきました。このような、幅広い分野にわたった知識をもとに新たな問題を解くというアプローチは、本専攻で行われる研究の特色のひとつです。輪講などで触れる他の学生の研究も非常にユニークかつバラエティに富んでおり、非常に良い刺激になったのを覚えています。

現在は企業でエンジニアとして勤務しており、ウェブ検索一発回答エンジンの研究開発を行っています。大学で培った統計・機械学習などの素養は現在も武器になっている一方、新たに自然言語処理やグラフ理論などを学ぶにあたっての素地が自分の中に確立されていたことにも気づきました。激動の21世紀において、研究者・技術者はこれまで以上に世界の変化への対応力が問われる時代に入ると感じます。多様な分野にわたる基礎力を養い、新しい問題を解決する力を培うチャンスに溢れている本専攻は、これからの世界を生き抜くための基盤が得られる絶好の場所であると確信しています。



「吉田 匠」  
Takumi YOSHIDA

株式会社ソニー・インタラクティブエンタテインメント  
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 博士課程修了  
東京大学工学部計数工学科（システム情報工学コース）卒

工学部計数工学科、そして大学院情報理工学系研究科で学び、研究に没頭した7年間は今の自分にとって欠くことのできない大きな財産です。

学部時代は、様々な分野を「広く深く」学べる計数工学科のカリキュラムによって、多角的に物事を捉える視点を養えたと思います。特に、4年生の前期実験や卒業論文で異なる研究室・研究テーマを選べたのは自分の適性を知る上でも非常に役に立ちました。卒論は制御理論の研究室で、紙と鉛筆でひたすら数式と格闘していました。学会発表や論文誌への投稿も初めて経験しました。

大学院ではVRの研究室に所属し、卒論とは対照的な物作りの日々が始まりました。システムの試作や実験のため、金属加工、はんだ付け、3Dプリンタなど色々な技術を習得しました。修士論文・博士論文の研究テーマに選んだのは拡張現実感（AR）インタフェースでした。研究成果はアメリカのSIGGRAPHを始めとする国際会議や展示会に何度も出展しました。自分の研究を沢山の人の体験してもらって良いフィードバックが得られたときの嬉しさは格別でした。

現在はゲーム会社でVR/AR技術を使ったゲーム制作に携わっています。専門のVR/ARの知識はもちろん、研究の過程で得られたプログラミング、CG、画像処理、触覚インタフェースなどの知識・経験もゲーム制作に大いに役立っています。



「黒木 忍」  
Shinobu KUROKI

NTTコミュニケーション科学基礎研究所  
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 博士課程修了  
東京大学工学部計数工学科（システム情報工学コース）卒

現在は企業で人間の脳内情報処理について調べる研究をしています。学部生時代はディスプレイのハードウェア、ソフトウェア部分を作っていました。院生時代にディスプレイによって生じる知覚のモデル化を試みたことで、徐々に人間の知覚メカニズムそのものに興味向き、今では知覚心理学を専門としています。

私が在籍した当時、システム情報コースは信号処理・電子回路・制御論を軸としてバラエティに富む研究室が存在し、また研究室にもロボット系・カメラ系・触覚系とダイバーシティが有りました。全てを吸収することは到底出来ませんでした。周囲の話題が広がったことでなんとなくも知っている事が増え、その結果新しい事に苦手意識を持たずに向き合っている気がします。クラスメイトの得意とする事も各々異なり、良くも悪くも粒がそろっていないのが面白かったです。変化の激しい時代に向かう上で、有意義な経験だったと思っています。

# 学生の声 Voice of the STUDENTS



**「味曾野 雅史」**  
Masanori MISONO  
システム情報学専攻 博士3年

私の研究

私は常々計算機の動作原理に興味があり、簡単なCPUやOSの作成などを行ってきました。その中でもハードウェアとアプリケーションの橋渡しの存在であるシステムソフトウェアに特に魅力を感じ、現在の研究室に進学しました。システムソフトウェアは普段意識することは少ないかもしれませんが、様々な構成要素からなる計算機をまとめるために無くてはならない存在であり、だからこそ面白いのだと思います。

システム情報学専攻の中ではコンピュータサイエンス系の研究は少々珍しいかもしれませんが、様々な専門領域を持つ研究室が存在することが本専攻の一つの魅力。他分野の最先端研究を知ることが刺激になりますし、様々なバックグラウンドを持つ人と議論ができることも自身の研究生活に大きなプラスとなっています。



**「上野 洋典」**  
Yosuke UENO  
システム情報学専攻 博士3年

専攻/コース選択の理由

なんと言っても研究領域の幅広さが魅力でした。

4年前期に2つの研究室を回ることができ、さらに学部と修士課程で研究室を変える必要があるというのは、他の学科でも類を見ない計数の特色だと思います。

修士1年のはじめの頃は、他学科の同級生に比べて専門性に欠ける気がして少し不安になりましたが、長い目で見れば学部から修士にかけて様々な研究室を回っていたことが自身の研究に生きてきていると感じます。

また、他の専攻に比べて研究室間の横のつながりが強く、研究室のテーマや方向性に捕われすぎずにフレキシブルに研究ができる環境であると思います。



**「岡田 怜士」**  
Satoshi OKADA  
システム情報学専攻 修士2年

私の研究

私はサイバーセキュリティに興味を持っており、学部生時代は計数工学科の数理情報コース在籍し暗号の研究を行っていました。大学院では、より実践的な研究をしたいと思いシステム情報コースに進学し、現在はIoTセキュリティに関する研究を行っています。学部と修士で異なる研究室に所属することで、理論と実践の両観点から知見を深めることができ、とても良い経験になったと思っています。

大学院では自分の希望するテーマで研究ができ、他の専攻・研究室の先生方と議論する場も設けていただいています。個人の裁量が大きく、サポートも手厚いところがシステム情報学専攻の一つの特長であるように感じています。



**「荒川 陸」**  
Riku ARAKAWA  
システム情報学専攻 博士1年

後輩へのメッセージ

当然のことですが学部の授業1つ1つはその後の研究に必要な知識や技術を学ぶので、好き嫌いをせずきちんと学ぶと良いと思います（自分は情報理論の授業をきちんと履修しなかったのを時々後悔しているので自省をこめてですが）。また卒研を待たずに早くから研究の世界に入ってみることをお勧めしたいです。論文を読んだり、気になっている研究室のアルバイトをやってみたり、学会の勉強会に行ったり、友人と何か作ってみたりする中で、研究の楽しさを自分なりに見つけてください！



\*敬称略・順不同

Laboratories

## システム情報学関連研究室一覧

音メディア情報学研究室	猿渡 洋 教授 小山 翔一 講師	[音声・音響信号処理] [音楽情報処理] [統計的信号処理] [機械学習] [非線形システム解析] [音場解析と逆問題] [音響信号処理] [音場再現] [音響バーチャルリアリティ]
システム医工学研究室	川嶋 健嗣 教授	[医用システム] [人間機械システム] [バイオリボティクス] [ソフトウェアアクチュエータ] [流体計測制御]
物理情報計測・逆問題研究室	奈良 高明 教授 長谷川 圭介 講師	[逆問題] [間接計測] [非侵襲計測] [非破壊検査] [音場計測と信号処理] [非線形音響システム] [空中流体制御] [遠隔音響計測] [音響ホログラフィ]
実世界情報環境学研究室	篠田 裕之 教授 牧野 泰才 准教授	[触覚インタフェース] [触覚・生体情報のセンシング] [二次元通信] [センサネットワーク] [触覚センサ] [触覚ディスプレイ] [触覚情報処理] [マン・マシンインタフェース] [身体動作推定]
システム制御研究室	藤田 政之 教授	[ネットワーク化ロボティクス] [分散協調制御] [認知自律システム] [学習知能制御] [サイバーフィジカル&ヒューマンシステム]
制御理論研究室	津村 幸治 准教授	[制御理論] [システム同定] [情報理論的システム解析] [量子制御] [ネットワーク制御]
脳情報計測・制御研究室	天野 薫 教授	[脳磁界計測(MEG)] [磁気共鳴画像法(MRI)] [非侵襲脳刺激法] [アルファ波] [人工神経回路モデル]
情報物理・光システム学研究室	成瀬 誠 教授 堀崎 遼一 准教授	[光コンピューティング] [コンピューショナルイメージング] [意思決定] [自然計算] [時空間同期] [ネットワーク新原理] [圏論的システムモデリング]
コンピューティングシステム学研究室	中村 宏 教授 高瀬 英希 准教授	[コンピュータアーキテクチャ] [VLSIシステム] [低電力コンピューティング] [情報セキュリティ] [高信頼システム] [IoTコンピューティング] [システムレベル統合開発技術] [組込みシステム] [クラウドロボティクス]
生命プロセス制御学研究室	池内 真志 講師	[医用工学] [MEMS] [バイオメディカルデバイス] [微細加工] [微細操作] [再生医療] [バイオマテリアル]
身体情報学研究室	稲見 昌彦 教授	[自在化技術] [人間拡張工学] [バーチャルリアリティ] [拡張現実感] [ウェアラブル技術] [エンタテインメントコンピューティング]
情報伝達システム数理研究室	斎藤 洋 教授	[通信ネットワークとその応用のための数理]
通信システムアーキテクチャ研究室	関谷 勇司 教授	[ネットワークプロトコル] [広域分散システム] [通信システム] [サイバーセキュリティ]
システムズ薬理学研究室	上田 泰己 教授	[システム生物学] [合成生物学] [全脳全細胞解析] [睡眠覚醒リズム]
オペレーティングシステム研究室	品川 高廣 准教授	[オペレーティングシステム] [システムソフトウェア] [仮想化技術] [セキュアコンピューティング]
音声言語モデリング研究室	郡山 知樹 講師	[音声言語情報処理] [機械学習] [ガウス過程回帰] [深層ベイズモデル]

# 音メディア情報学研究室

猿渡・小山研究室



猿渡 洋 教授  
Hiroshi SARUWATARI



小山 翔一 講師  
Shoichi KOYAMA

## Theme

主に音メディアに関する現象の理解・情報処理・制御を目指し、波動場を意識した新たな信号処理の創出及びそれを応用した情報処理システムの構築に関して研究を行う。具体的には、対象波動がその生成源や伝搬環境による物理的制約や統計的性質を有することに着目し、それらを効率的に取り扱うことの出来る新しい統計数理モデルと機械学習理論の構築を通じて、人間の音情報処理能力の拡張や新しい芸術創出への工学的貢献を目指す。

## 教師無し最適化に基づくコミュニケーション拡張

統計的信号処理理論やスパース・低ランクモデリング理論を駆使し、柔軟なブラインド信号処理系及び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。

## 非線形信号処理系の数理解析と感性定量化

非線形信号処理系の低次・高次統計量空間に存在する聴覚印象の不動点に基づき、人間にとって聴覚的に意味のある統計的信号推定方法は何かを追求する。

## ユーザオリエンテッドな音楽情報処理

多様な多次元音楽メディアに対し機械学習論的な手法を適用し、時空間頻出パターンに基づく高品質かつユーザオリエンテッドな音楽情報処理系を構築する。

## 音場を対象とした逆問題

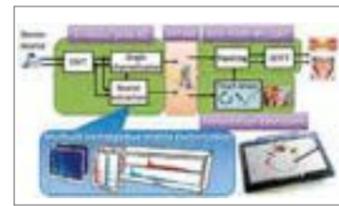
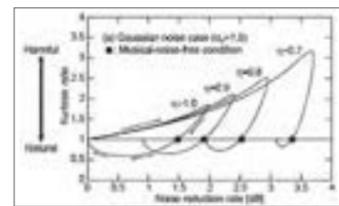
音空間の可視化や解析、音源位置や室内音響パラメータの推定など、音場計測における種々の逆問題に対し、最適化や機械学習など様々なアプローチから新たな方法論を探索し、システムとしての構築を行う。

## 音場の記録・伝送・再生のための信号処理

音場の記録、伝送、再生に関わる諸問題を基本原理から応用まで広く扱い、遠隔コミュニケーションやバーチャルリアリティなどを目的とした新しいシステムを、これらの方法論に基づいて実現する。

## 音声合成変換によるコミュニケーション拡張

深層学習を含む機械学習論的な手法を適用し、音声人を人工的に合成・加工することで、ヒト・人工知能間の音声コミュニケーションを拡張する。



## Topics 【最近の受賞】

- 2021年3月 日本音響学会・栗屋潔学術奨励賞（齋藤）
- 2021年3月 日本音響学会・学生優秀発表賞（加茂・湯舟）
- 2020年12月 IEEE SPS Young Author Best Paper Award（高道助教・齋藤）
- 2020年12月 IEEE SPS Japan Student Journal Paper Award（植野）
- 2020年12月 IEEE SPS Tokyo Joint Chapter Student Award（加茂）
- 2020年12月 音声研究会研究奨励賞（三井）

ミニアンケート



研究室のアピールを一言でお願いします



「複雑な物理現象からの宝探し」それが信号処理！

# システム医工学研究室

川嶋研究室



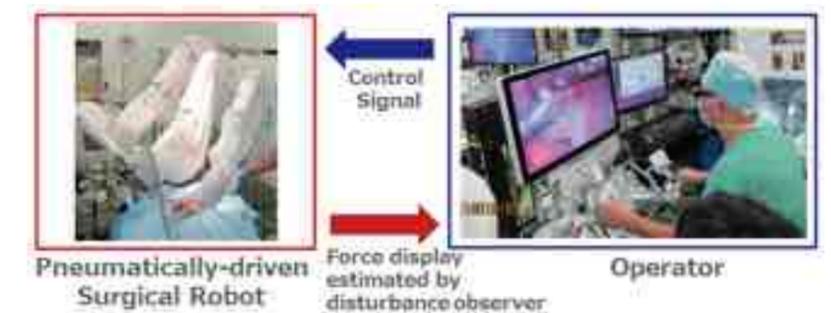
川嶋 健嗣 教授  
Kenji KAWASHIMA

## Theme

流体駆動システムの計測制御技術とアクチュエータの特性を活かしたシステムデザインを融合し、外科手術や動作支援など健康長寿社会に有用な医用システム、ロボットシステムや人間機械システムの研究開発を行う。また、医用工学と情報科学を融合し、上記システムの知能化、高機能化および社会実装を行う。具体的なテーマを以下に示す。

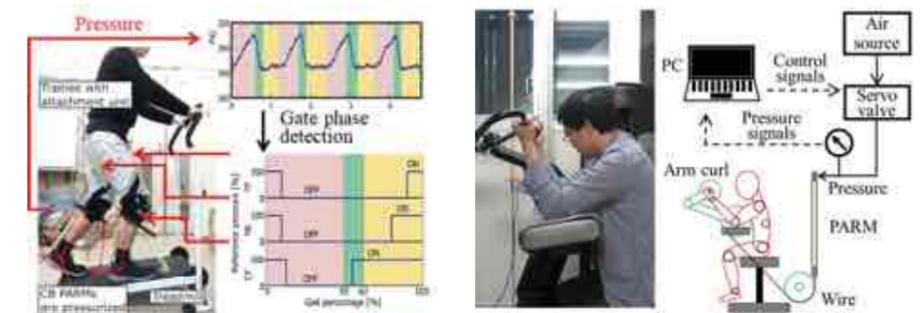
## 手術支援ロボット

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す。



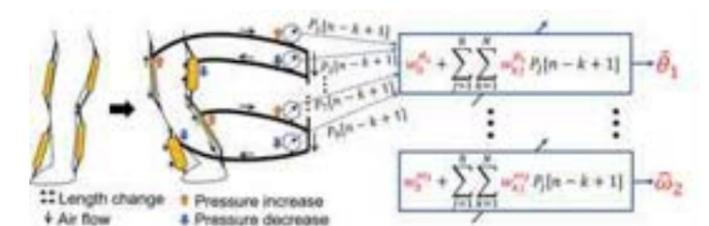
## 身体運動支援システム

空気圧ゴム人工筋など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。



## Topics 【最近のニュース】

大学発ベンチャーを起業して社会実装も進めています。https://www.riverfieldinc.com/

ミニアンケート



研究室のアピールを一言でお願いします



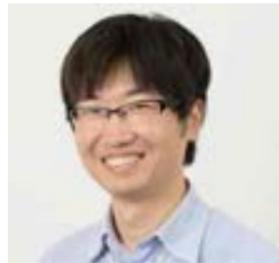
非線形で分布する流体駆動系を巧みに制御しシステム展開する楽しさを一緒に学びましょう。

# 物理情報計測・逆問題研究室

奈良・長谷川研究室



奈良 高明 教授  
Takaaki NARA



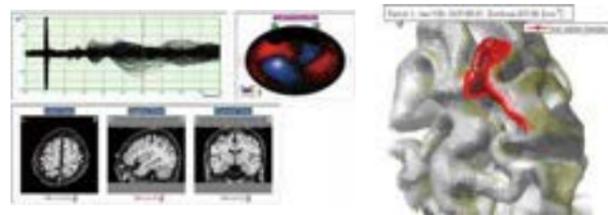
長谷川 圭介 講師  
Keisuke HASEGAWA

## Theme

逆問題の数理と計測：因果律を逆にたどり測定データから対象の情報を得る間接計測・逆問題に対して、原因を観測データから直接再構成する数理手法、およびそのために必要なデータの計測構造を開発している。具体的な研究テーマは以下の通りである。

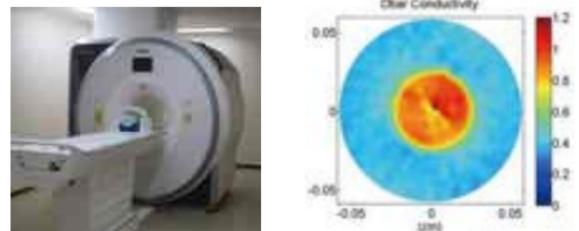
## 逆問題の直接解法の構築

電磁場、弾性場などの物理場に対するソース推定逆問題、物性定数推定逆問題に関して、関数論、テンソル解析といった物理学に基づき、未知量を観測量で陽に書き下す手法を開発する。



## 医用逆問題への応用

頭部表面で観測した脳波や脳磁場データから脳内神経電流源を推定する手法を開発し、てんかん病巣推定に応用する。また、MRIで人体内部における高周波磁場を計測し、人体内部の導電率、誘電率といった電気特性や、剛性率などの機械特性を画像化する手法を開発し、癌診断の新たなモダリティを確立する。



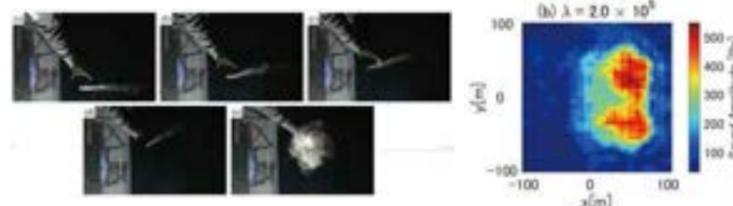
## 非破壊検査・防災技術のための計測構造

発電所配管、構造物、燃料電池などの欠陥部位を同定するため、漏洩磁束や渦電流を用いた新しい数理・計測手法を開発する。また瓦礫に埋没した人を探索するために、スマートフォンを電磁場・音場センサとして用いる手法を開発する。



## 空中超音波音場の逆問題的設計による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集束超音波の音場を物理モデルに基づき導出した逆問題を解くことで設計し、局所的非線形音響効果を利用した気流の遠隔制御や非接触音響計測、三次元的な位置依存性を持つ波動場としての性質を生かした空中局在化通信などの物理情報システムを実現する。



## Topics [最近の受賞]

2019年度計測自動制御学会学術奨励賞（小島治） / 2019年計測自動制御学会論文賞蓮沼賞（三好裕之）

ミニアンケート

📄 研究室のアピールを一言でお願いします

📌 物理場の計測を美しい数理で行う逆問題の研究を通して計数の醍醐味を共に味わいましょう。

# 実世界情報環境学研究室

篠田・牧野研究室



篠田 裕之 教授  
Hiroyuki SHINODA



牧野 泰才 准教授  
Yasufumi MAKINO

## Theme

システムの中に新しい物理現象や物理的構造を導入することで、従来の壁を越える実世界情報環境を実現する。特に人間、環境、その相互作用のセンシングや、五感、特に触覚に働きかけて人間を支援する技術について、ハードウェアレベルからの提案を行っている。斬新な発想に基づく基礎的・普遍的成果を目指すとともに、それらが人々の問題を解決し、実用技術として幅広く活用されるまでのプロセスも研究テーマに含まれる。

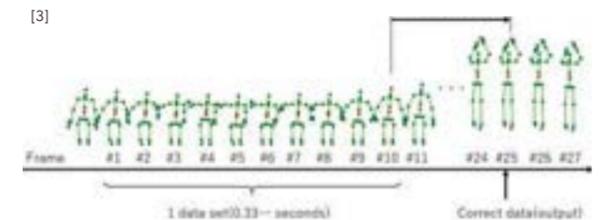
## 触覚インタフェース

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。



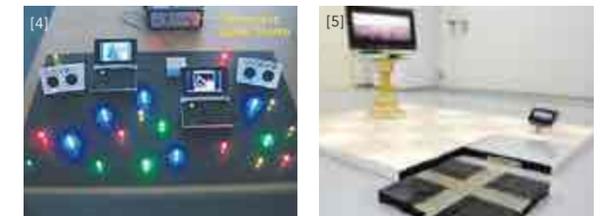
## 身体動作情報と機械学習

人が他者や物とインタラクションする際に無意識的に現れる動作の特徴を利用し、多様な情報を推定する。人の身体動作情報を元に機械学習を利用することで、近未来の動作の予測や、触れているものの硬さ、重さなどの推定を行う。



## 二次元通信

薄いシート内を伝播する電磁波によって情報と電力を伝送するシステムを研究する。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。また、微小なセンサや機能部品を大面積の柔軟体に分布・連携動作させる技術を確認し、ロボットの人工皮膚やウェアラブルコンピューティングなどに応用する。



- [1] さわれる空中映像。超音波で触覚を誘起することにより、空中映像に触感を付加する
- [2] 視触覚クローン：簡接ブース間で、3次元的な映像と触覚とを相互に再構成する
- [3] 連続する身体動作情報からのジャンプ動作の予測
- [4] 面に沿って伝播する電磁波で信号と電力をワイヤレス伝送する
- [5] 二次元通信タイル：タイル状の二次元通信シートを接続していくことで、床全面に高速通信環境を実現

## 複雑理工学 at 柏キャンパス

既存の個別学問分野から派生する未開拓の領域を研究テーマとし、人類が解決を迫られている重要課題に取り組む。複雑システムとしての人間・社会の問題を、物理情報学をツールとして解決する。



## Topics [最近の受賞]

2019年度計測自動制御学会学術奨励賞 研究奨励賞（中島允）  
2019年度計測自動制御学会論文賞（神垣貴晶、二宮悠基、篠田裕之）  
2017年度日本バーチャルリアリティ学会学術奨励賞（田島優輝） / 2017年度日本バーチャルリアリティ学会学術奨励賞（堀内 悠生）

ミニアンケート

📄 専攻 / コースの魅力を一言で教えてください

📌 専攻（コース）内の研究分野の幅が広く、多様な角度から世界を理解できるようになります。

# システム制御研究室

## 藤田研究室



藤田 政之 教授  
Masayuki FUJITA

Theme

システム制御理論に基づき、ネットワーク化された自律システムに関する研究をしている。人間の意思決定過程や環境の認知、および相互作用を通して最適な行動を達成するための新たな制御理論の創出を目指している。具体的には、以下のテーマに取り組んでいる。

### 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およびマルチエージェントシステムの協調制御に関する研究を行なっている。エージェント同士の分散的な情報のやりとりから、システム全体として最適な動きをデザインするための基本原理の解明を目指している。

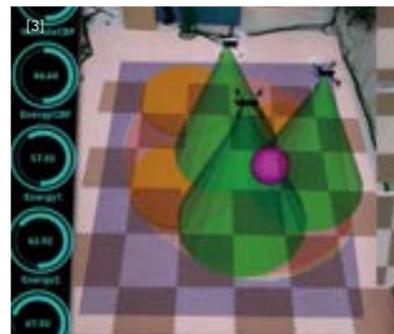
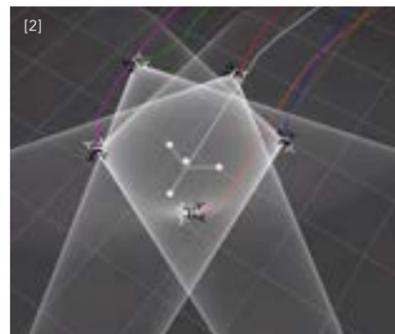


### 認知自律システムの学習知能制御

環境を知覚認知することで、意思決定し運動する自律システムの研究に取り組んでいる。システムや環境に存在する不確かさを取得した情報から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であるサイバーフィジカルシステムに、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、人間と機械がチームを組むことにより実現される柔軟なシステムの構築を目指している。



[1] ネットワーク化されたマルチロボットシステム / [2] 視覚情報による協調追尾システム / [3] 視覚モニタリングシステム / [4] 人間とマルチロボットのチーム

Topics [最近のニュース]

Distinguished Lecturer, IEEE Control Systems Society, 2017-2019  
IEEE Fellow, 2016

ミニアンケート | 研究室のアピールを一言をお願いします 分散・協調・自律・自在のシステム制御学を探究しています。

# 制御理論研究室

## 津村研究室



津村 幸治 准教授  
Koji TSUMURA

Theme

本研究室の主たる研究テーマは、システム制御理論の基礎理論とその応用である。特に最近、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をはかり、大規模複雑系や協調連携するマルチエージェントシステム/ネットワークAI、複雑なネットワークで制御されているバイオシステム、多数の量子システムが連結したネットワーク量子制御系などの解析/設計を目指している。

### システム制御理論の新領域への展開 (サイバネティクス)

**社会システムの制御**：プライシング・分散最適化アルゴリズム等を用いた社会システム・電力ネットワークの制御に関する研究。

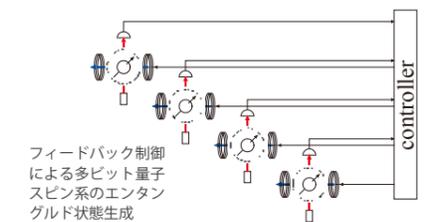
**量子力学系の制御**：量子コンピュータ等、量子状態を利用した情報システムの実現において重要となる、量子状態の制御について研究する。

**バイオシステムの制御**：遺伝子ネットワーク・胞ネットワークなど生体系のダイナミクスを対象とし、そのメカニズムの解析・設計を目指す。

**分散最適化アルゴリズム**：制御理論の概念に基づく分散最適化アルゴリズムの一般化と高速化を目指す。



電力需給バランス最適化



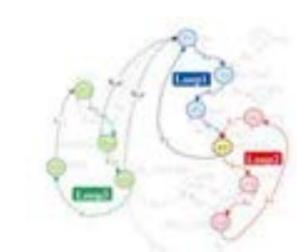
フィードバック制御による多ビット量子スピン系のエンタングルメント状態生成

### 制御系解析 / 設計

**制御理論と情報・通信理論の融合**：制御システムを流れる信号の複雑度と制御性能の関係解明、および通信容量制約下の制御系設計手法の確立を目指す。

**マルチエージェントシステムの制御**：複数のエージェントが連結したマルチエージェントシステムの合意や集団的協調動作のための分散制御系設計の確立を目指す。

**大規模複雑系の制御**：多数のサブシステムがネットワーク結合した大規模複雑系の制御/設計に関する研究。



システムバイオロジー

### モデリング / システム同定

**モデリングの基礎理論**：不確かさの定量化、ロバスト制御・最適制御のためのモデリング手法を確立する。

**システム同定**：時変システム、非線形システム、大規模複雑システム、階層化システムに対するシステム同定の手法を開発する。

**多分解能階層化ネットワークモデリング**：生体・スマートグリッド等の大規模複雑な動的システムについて、そのマルチスケール性の特徴を的確に捉えたモデリング理論を創出する。



大規模複雑系の制御

ミニアンケート | 専攻 / コースの魅力を一言で教えてください 「見て・考えて・はたらきかける」という工学の魅力が網羅された専攻・コースです。

# 脳情報計測・制御研究室

## 天野研究室



天野 薫 教授  
Kaoru AMANO

### Theme

人間の感覚知覚や認知の脳内処理メカニズムを、脳磁図 (MEG)、機能的磁気共鳴画像法 (fMRI) などの非侵襲的な脳機能計測法と工学的な手法に基づき調べている。特に脳情報を非侵襲的に制御する手法を開発し、知覚や行動に因果的に寄与する脳活動の解明を目指している。近年は、周期的な脳活動である神経律動が情報統合に果たす機能や、脳のハードウェア (構造) の個人差と脳活動や知覚の個人差の関係を調べる研究に力を入れている。

### 脳情報制御技術の開発と応用

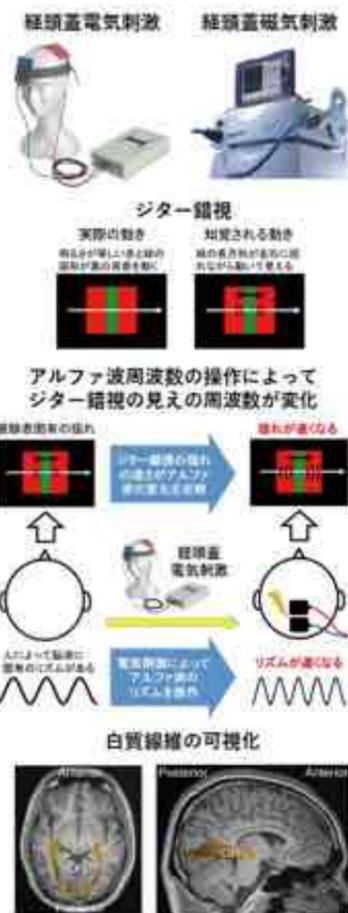
経頭蓋電気/磁気刺激、ニューロフィードバックなどに基づき、脳情報を非侵襲的に制御する技術を開発し、脳情報の変化に伴う知覚・認知・行動の変化を調べることで、脳内情報処理の本質に迫る。特定の領域の活動を抑制したり促進したりするだけでなく、情報表現への介入を目指す。

### 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。例えば、実際にはスムーズに運動している図形が揺れながら運動して知覚されるジター錯視と呼ばれる現象に基づき、錯視の見えの周波数とアルファ波周波数の対応からアルファ波が視覚情報処理のリズムを決めていることが示唆されている。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、脳内での情報伝達の機能を明らかにする。



### Topics [最近のニュース]

- ・2021年度に発足したばかりの新しい研究室です。学生の皆さんとの新たなチャレンジを楽しみにしています。
- ・網膜疾患により入力を受けた第一次視覚野の対応領域が、視覚、聴覚、触覚の感覚モダリティに依らず、刺激に注意を向けている時のみ反応することを示した研究が Current Biology 誌に掲載され、dispatches に紹介記事が掲載されました。

ミニアンケート | 研究室のアピールを一言をお願いします **A** 脳科学、情報工学の手法で脳情報処理の本質に迫るとともに、企業との共同研究を通じて応用展開も進めています。

# 情報物理・光システム学研究室

## 成瀬・堀崎研究室



成瀬 誠 教授  
Makoto NARUSE



堀崎 遼一 准教授  
Ryoichi HORISAKI

### Theme

光コンピューティング  
光を含めた実世界の数物構造に対し、システム情報学の視点からアプローチし、システムアーキテクチャの適切な数理的理論化、並びに光電子デバイス・レーザーカオス・ナノ光学などによる実現技術の構築を行い、意思決定等の革新的なコンピューティング、コンピューショナルイメージングなどの新機能創造に向けた研究を行う。

### 光を用いた意思決定：AIフォトリクス

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、エンタングルメント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。

[1] 光を用いた意思決定

### コンピューショナルイメージング

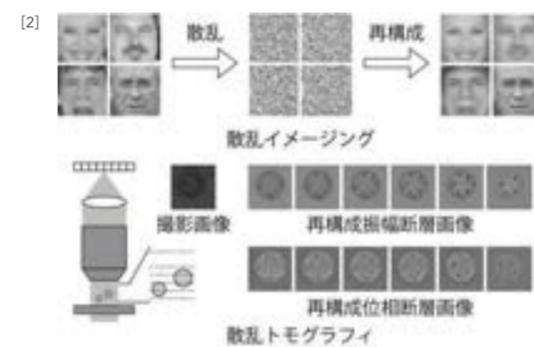
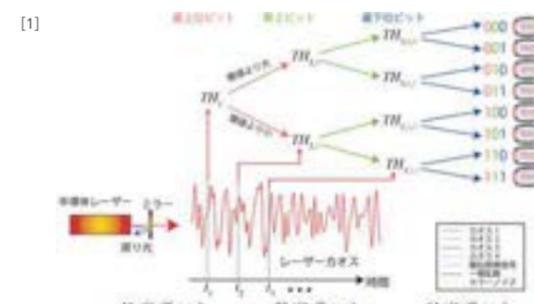
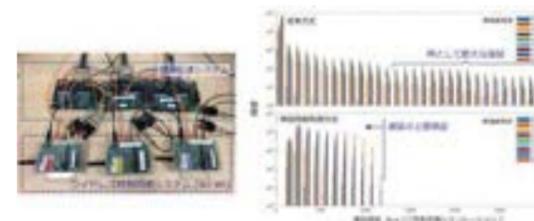
光学と情報科学を統合し、単なる撮像を超えた新たなイメージングを開拓する。機械学習を含めた信号処理技術と光計測・光制御を調和させ、散乱イメージングなどの新原理を創出し、医療・天文・セキュリティなどの多様な分野に貢献する。

[2] コンピューショナルイメージング

### 自然系を活用したシステムの新展開と基盤構築

増え続け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。また全テーマにおいて数理モデルは重要であり、圏論を用いた新たなアプローチにも着手している。

[3] 時刻同期を用いた遅延保証ネットワーク



### Topics [最近のニュース]

- ・堀崎遼一准教授が着任しました！ (2020年11月)
- ・UTokyo Voices 及び情報理工学系研究科「フォーカス」に取り上げられました！
- ・JST CREST, NEDO などのプロジェクトを推進中です！
- ・2019年4月からの新しい研究室です。新たな研究をともに創っていきましょう！

ミニアンケート | 研究室のアピールを一言をお願いします **A** 「システム情報学」とはどんな学問か、一言で教えてください **A** あらゆるものを繋いでいくシステム情報学。常にフレッシュで有り続ける驚異の領域だと思います！ (成瀬先生)  
**A** 数理・理論が好きなのも、システム出身の人も、物理出身の人も、最前線で活躍できます！ (堀崎先生)

# コンピューティングシステム学研究室

中村・高瀬研究室



中村 宏 教授  
Hiroshi NAKAMURA

高瀬 英希 准教授  
Hideki TAKASE

## Theme

物理世界と情報世界の高度なインタラクションを実現する高品質なコンピューティングの実現とその設計方法論の確立を目指す。高品質とは、高性能・応答性・低消費電力・高信頼・セキュリティなどを含み、これらはトレードオフの関係にある。その最適化を、センサやロボットなどのエッジデバイスからサーバまでのシステム全体を対象とし、回路技術・アーキテクチャ・ソフトウェアの連携協調により実現する設計方法論を探究している。

## サイバーフィジカルシステム

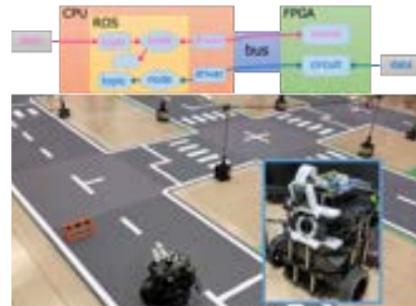
物理世界のあらゆるものをインターネットで接続し、そこから得られる膨大なデータを情報世界で処理し物理世界へ働きかけるスマート社会の実現へ向け、エッジデバイス、ネットワーク、サーバの高度な連携により、システム全体での処理能力と応答性の向上、消費エネルギーの削減、セキュリティ向上を目指す研究を行っている。



ノーマリーオフ型ローカル5G基地局プロトタイプ

## 超低消費電力コンピューティング

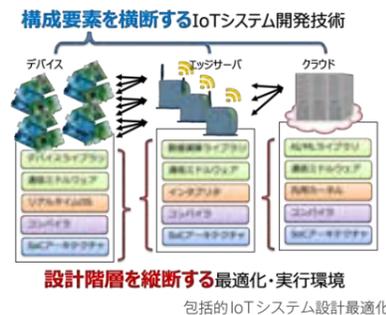
消費電力を飛躍的に低減するコンピューティングの実現へ向け、次世代不揮発メモリを用いたノーマリーオフコンピューティング、誘導結合を用いた3次元VLSIシステム、マイクロサービスの実行最適化、などデバイス・回路技術・アーキテクチャ・システムソフトウェアが階層を越えて連携・協調する新しいコンピューティングの研究を行っている。



ROSとFPGAの統合開発による自律移動ロボット

## ロボットシステム向け軽量実行環境と協調設計環境

クラウドロボティクス時代を支える開発プラットフォーム技術の実現を目指す。軽量の組み込みデバイスで動作可能な実行環境、および、リアルタイム性と電力効率を向上させる協調システムに関する研究を行っている。また、大規模なIoT環境におけるロボットアプリケーションのための仮想環境を活用した設計手法・開発技術についても取り組んでいる。



構成要素を横断するIoTシステム開発技術  
設計階層を縦断する最適化・実行環境  
包括的IoTシステム設計最適化

## 包括的IoTシステム設計最適化技術

大量かつ多様な計算機で構成されるIoTシステムを包括的に設計する技術の研究を行っている。アーキテクチャの設計階層の縦断および構成要素の横断の両軸からの最適化により、システムの高性能化・低電力化ならびに設計生産性の向上を実現する。

Topics [最近のニュース]	高瀬英希准教授が2021年4月に着任されました 2020年度情報処理学会山下記念研究賞(上野洋典) 2020年度情報処理学会システムアーキテクチャ研究会若手奨励賞(櫻井元貴、鈴木悠太)
ミニアンケート	研究室のアピールを一言をお願いします <b>A</b> 明るく楽しく新しいことに挑戦できる研究室です。

# 生命プロセス制御学研究室

池内研究室



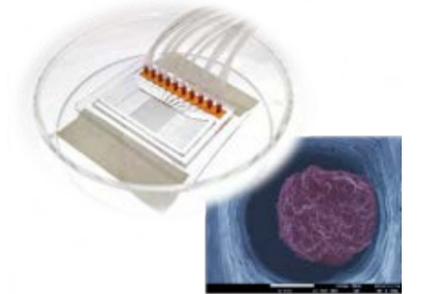
池内 真志 講師  
Masashi IKEUCHI

## Theme

現状技術では実現困難な次世代医用工学の創成を目的とした研究と教育を行っている。バイオマイクロマシンや医用ロボティクスが進展すれば、現在では想像もできない高度な医用福祉機器やバイオテクノロジーシステムが実現できる。新原理と新発想をキーワードにしたユニークな研究テーマ群は、すべて「夢のある」もので、博士課程のテーマとして最適である。

## 生殖補助医療用マイクロシステム

近年、生殖補助医療件数が急増していますが、採卵・採精から妊娠に至るプロセスには、医学的に未解明の部分が多く、成功率は必ずしも高くありません。我々は、これらのプロセスの生物学的な探求を進めながら、マイクロロボットや、マイクロ流路デバイスを用いて、生殖補助医療全体の成功率を向上させることを目指しています。



オンチップ再生医療工場

## 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などの再生医療製品の低コスト生産技術が必要不可欠です。我々は、人間の作業との互換性を廃することで、再生医療製品生産の全工程をマイクロ流路デバイス内に統合し、卓上サイズの再生医療工場を実現することを目指しています。



生殖補助医療用マイクロシステム

## 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細胞レベルで解明します。さらに、細胞の機械刺激への応答を積極的に利用することで、薬剤を用いない、新たな低侵襲医療技術の開発を目指しています。

## ポータブル診断デバイス

従来の癌マーカーより早期に放出されるマイクロRNAを検出し、発症前に治療開始できる予防医療革命の鍵となるマイクロデバイスを開発しています。



ポータブル診断デバイス

## 膜構造マイクロデバイス

従来のMEMSデバイスやマイクロ流路デバイスは、構成要素と比較して、相対的に厚みのある硬質基板上に形成されるのに対して、極めて薄く柔軟なポリマー膜によって作製される、「膜構造マイクロデバイス」の概念を提唱し、その加工技術からアプリケーションまで開発しています。膜構造マイクロデバイスは、従来のデバイスに比べ、高い物質透過性や熱伝達性と、柔軟性を有することが特徴で、特にバイオ・医用分野での応用が期待されています。

Topics [最近の学生の受賞]	博士課程の川口達也君の論文 "Independent Actuation and Master-Slave Control of Multiple Micro Magnetic Actuators" が、2018 IEEE International Micro Electro Mechanical Systems Conference (MEMS 2018)において、Outstanding Student Paper Award Finalist にノミネートされました。
ミニアンケート	研究室のアピールを一言をお願いします <b>A</b> 面白いと思えることが第一!

# 身体情報学研究室

## 稲見研究室



稲見 昌彦 教授  
Masahiko INAMI

### Theme

生理的・認知的・物理的知見に基づいて、システムとしての身体の機序を追究する「身体情報学」。人間が生得的に有する感覚機能、運動機能、知的処理機能を、物理的あるいは情報的に補償・拡張します。機器に代替作業をさせる「自動化」と並立する概念として、機器や情報システムを自らの身体の一部のように自然に利用する、いわば「人機一体」でやりたいことが自在にできる「自在化」技術を提唱し、その実現に注力しています。

### 自在化技術

自在化状態の実現には、人間の意図のセンシングと、作業対象や環境に関する情報のフィードバックが求められます。視線、筋電などの生体・環境情報のセンシング技術、機械学習等による意図推定・行動予測技術、五感に作用する情報、筋電気刺激などのアクチュエーション技術を統合し、人間の入出力を拡張します。

- [1]: MetaLimbs: Multiple Arms Interaction Metamorphism
- [2]: EyeHacker



### 新たな身体観の獲得と社会実装

バーチャルリアリティ、拡張現実感、ウェアラブル技術、ロボット技術、テレインジスタンスなどを援用し、超身体、脱身体、変身、分身、合体といった新たな身体観を工学的に実現します。人間の身体能力を拡張することで、超高齢社会における就労支援、超人スポーツなどに関する社会実装を目指します。

- [3]: Transantome
- [4]: 元気高齢者の地域活動をサポートするウェブプラットフォーム「GBER」



### 体験・記憶の拡張・伝達に関する技術

主観的な体験・経験を身体や時空間に広がる視覚・聴覚・触覚情報として記録、再生、伝達するシステム、そして、長期間におよぶ経験や記憶の保存と回顧に寄与するシステム開発に取り組んでいます。前者は伝統技能の伝承などへ、後者は「終活」や慰霊・追悼といった故人を偲ぶデザインなどへの応用を想定しています。

- [5]: VR 姿勢計測技術
- [6]: Fenestra



### Topics [最近のニュース]

- ・『きになるき: Be In'tree'sted In』が第27回国際学生対抗バーチャルリアリティコンテストでLaval Virtual賞を受賞(荒川陸・下林秀輝・岡本直樹・神宮亜良太)
- ・『PickHits』が第23回文化庁メディア芸術祭 エンターテインメント部門新人賞受賞(前川和純・松原晟都)
- ・『Dynamic Motor Skill Synthesis with Human-Machine Mutual Actuation』がACM CHI2020にてHonourable Mention Awardを受賞(前川和純・松原晟都)

ミニアンケート | 研究室のアピールを一言をお願いします | 新たなことにチャレンジしたい学生を待っています。

# 通信ネットワーク数理研究室

## 齋藤研究室



齋藤 洋 教授  
Hiroshi SAITO

### Theme

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、それを用い、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。

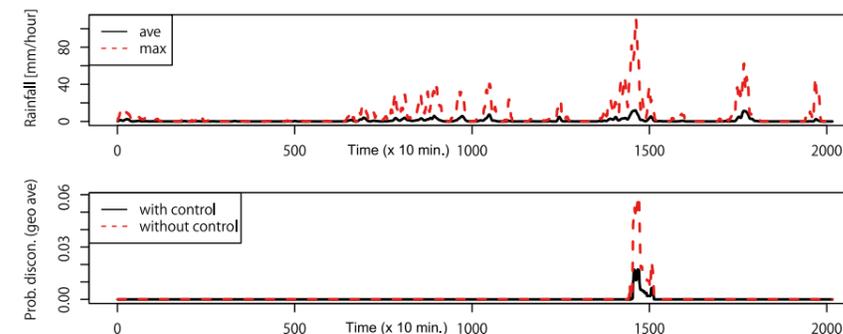
### 災害に遭遇しないネットワークの研究

災害遭遇時のバックアップや通信途絶時の特殊な通信方法ではなく、そもそも被災しないようなネットワークを構成する研究を行っている。具体的には、以下のような研究を行っている。

- ①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、
- ②積分幾何学的手法により、2次元平面上に被災エリアがランダムに生じるとモデル化し、そのモデルに基づき被災しにくいネットワークの形(地理的・幾何学的形状)の研究。

### スマホセンシングデータ応用の研究

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、例えば、健康状態の低下を検出する研究を行っている。



2014 広島豪雨データに基づく被災回避制御実験結果

### Topics [最近のニュース]

Arne Jensen Lifetime Achievement Award受賞

ミニアンケート | 研究室のアピールを一言をお願いします | 理論と応用の両方を学べます。

# 通信システムアーキテクチャ研究室

## 関谷研究室



関谷 勇司 教授  
Yuji SEKIYA

### Theme

高信頼かつ安全な通信インフラの実現を目指した、ネットワークプロトコルと広域分散システムアーキテクチャ、及びサイバーセキュリティの研究を行なっている。普段スマートフォンなどで何気なく利用しているアプリを支えている、その裏側に存在する大規模分散システムのソフトウェア技術やシステムアーキテクチャの研究開発や、社会展開されるICTシステムの安全性を向上させるための、機械学習を用いたサイバーセキュリティ対策技術を研究する。

### 高信頼かつ安全な通信システム

インターネットの信頼性と広帯域化を支える技術を研究する。ネットワーク仮想化技術の研究や、オーバーレイ技術を利用した広域経路制御アーキテクチャ(図1)、SDN(Software Defined Networking)技術によるネットワークの動的構成と統合管理技術の研究開発を行う。

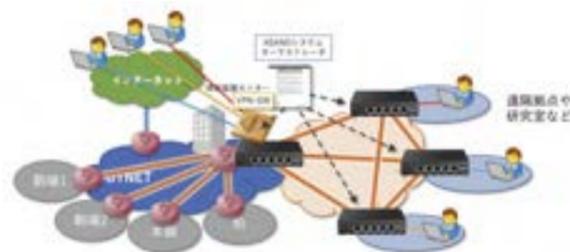


図1 オーバーレイ技術を利用したASANO System

### ソフトウェア技術を活用したインフラアーキテクチャ

ネットワーク機能の仮想化であるNFV(Network Functions Virtualization)を用いた、新たな通信アーキテクチャの研究開発を行う(図2)。ソフトウェア技術の利点を活かした、柔軟性と規模性を両立した通信システムアーキテクチャを確立し、そのアーキテクチャを実現するための要素技術を研究開発する。

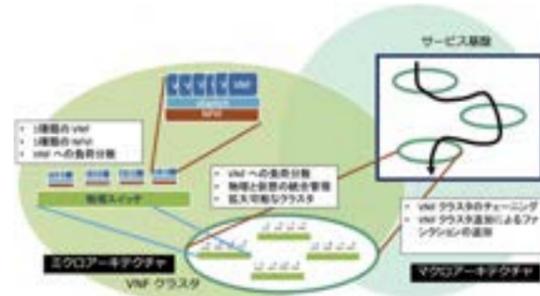


図2 階層化ネットワークシステムアーキテクチャ

### AIを用いたサイバーセキュリティ対策

高度化・巧妙化するサイバーセキュリティ脅威に対抗するために、AIを用いたサイバーセキュリティ脅威の検知と対策のアシストを実現する(図3)。従来のシグネチャベースやルールベースに頼った脅威検知ではなく、それぞれの環境に適応した挙動ベースの脅威検知手法を研究開発する。また、検知した脅威に対抗するための、セキュリティ対策の自動アシストシステムの実現を目指す。



図3 AIを利用したサイバー脅威対策

### Topics [最近のニュース]

- [Best Paper Award] "Distributed Hayabusa: Scalable Syslog Search Engine Optimized for Time-Dimensional Search", Asian Internet Engineering Conference, Phuket, Thailand, August 2019 (共著者)
- [Best Paper Award] "Grafting Sockets for Fast Container Networking", ACM/IEEE Symposium on Architectures for Networking and Communications Systems, Ithaca, NY, USA, July 2018 (共著者)

ミニアンケート | 研究室のアピールを一言をお願いします | 実社会に展開される通信インフラとシステムに直結した研究ができます

# システムズ薬理学研究室

## 上田研究室



上田 泰己 教授  
Hiroki UEDA

### Theme

意識・自我・知性の自然科学的な解明を目指した基礎研究やその解明に資する技術開発を行っている。我々の研究室で開発した全身・全脳を透明化し全細胞解析を実現するCUBIC技術(Susaki et al, Cell, 2014, Tainaka et al, Cell, 2014)、睡眠・覚醒リズムの非侵襲的な解析を可能とするSSS技術、交配を用いない次世代遺伝学技術であるTriple-CRISPR(Sunagawa et al, Cell Reports, 2016、Tatsuki et al, Neuron, 2016)やESマウス技術(Ode et al, Molecular Cell, 2017)等を駆使しつつ、必要に応じて技術を新規に開発し、意識・自我・知性をはじめとした人類史上の難問に挑む方を募集する。

### 「意識」の神経基盤の解明に向けた基礎研究・技術開発

これまでに、睡眠・覚醒リズムのモデリングの成功により、睡眠状態・覚醒状態に関しては、急速に理解が進んできている(図1)。しかし、「意識」の理解にはまだ至っていない。ここでは、「意識」を支える最小限の神経基盤を同定し、その神経回路が生み出す動態を観察・制御・再現することで「意識」の神経基盤に迫る研究を展開する。これまでに、大脳皮質と視床の間には大規模に並列化された神経回路ループがあり、「意識」の神経基盤と想定されているが、その機能的な証明はまだない。睡眠・覚醒リズムを非侵襲的に解析するSSS技術を用いることで「意識」を失う状態を定量的に測定し(図2)、次世代の遺伝学技術を用いて様々な脳部位の神経細胞に摂動を加えることで、最小限の神経基盤を同定する。次に、同定された神経細胞の動態を観察することで意識を支えるダイナミクスを定義する。さらに、それらの神経細胞間の回路を包括的に同定することを通じて、意識を生み出す神経回路基盤を理解する。



図1 睡眠・覚醒の数理モデル(左:平均化神経モデル、中:モデルに用いたチャンネル・ポンプ、右下:睡眠状態、右上:覚醒状態)

### 「自我」の神経基盤の解明に向けた基礎研究・技術開発

統合失調症では「自我」の崩れが観察される。統合失調症様症状を誘導したマウス脳を用いて全脳レベルで神経回路を観察し、「自我」と神経回路構造との相関・因果関係を解明する。全脳レベルでの神経回路観察技術の開発が重要となるため、全身・全脳を透明化し全細胞解析を実現するCUBIC技術(図3)を用いて、「自我」を支える神経回路の健全な状態とその壊れを理解する。



図2 非侵襲睡眠測定装置SSS(左:睡眠測定チャンパー、右:睡眠測定ラック): 差分センサーでチャンパー内の動物の呼吸パターンを自動分類することで睡眠・覚醒リズムを定量的に測定する。

### 「知性」の神経基盤の解明に向けた基礎研究・技術開発

人は「知性」により大規模で柔軟な協調が可能である。空間的に途絶した神経細胞同士が如何に時間的に繋がるかを振り所に大規模で柔軟な協調を可能にする神経回路の形成原理を解明する。全脳レベルの神経細胞動態の観察・摂動技術の開発が重要となるため、脳の深い部位を非侵襲的に摂動する技術を新規に開発する。



図3 透明化されたマウス全身(左:成獣、右:幼獣) 透明化されたマウス脳

### Topics [最近のニュース]

- ・上田教授がUTOKYO VOICESで紹介されました。
- ・上田教授が第4回イノベーター・オブ・ザ・イヤーを受賞しました。
- ・吉田健祐さんが孫正義財団の準会員に採択されました。
- ・久保田晋平さんが第31回 独創性を拓く先端技術大賞 フジテレビジョン賞を受賞しました。
- ・可逆的リン酸化反応による自律的な空間パターンの形成に関する研究をCell Reports誌に報告しました。日本語のプレスリリース: [http://www.m.u-tokyo.ac.jp/news/admin/release\\_20170426.pdf](http://www.m.u-tokyo.ac.jp/news/admin/release_20170426.pdf)
- ・崎嶋生講師が平成29年度科学技術分野の文部科学大臣表彰・若手研究者賞を受賞しました。
- ※他にも睡眠覚醒リズムを中心に多くの論文・総説を発表しているため、興味がある方はぜひ下記HPをご覧ください。  
<http://sys-pharm.m.u-tokyo.ac.jp/index.html>

ミニアンケート | 研究室のアピールを一言をお願いします | 睡眠覚醒をはじめとした脳機能を研究しています。医学部ですが、数理や物理を専門とするメンバーもあり、多様性の中で己の独自性を探求できます!

# オペレーティングシステム研究室

品川 研究室



品川 高廣 准教授  
Takahiro SHINAGAWA

## Theme

コンピュータのハードウェアとソフトウェアを繋ぐ役割を果たす、オペレーティングシステム (OS) や仮想化ソフトウェアをはじめとした最先端のシステムソフトウェアに関する研究をおこなっている。Linux や Windows 等の既存 OS のカーネルや、我々の研究室で独自に研究開発している仮想化ソフトウェア「BitVisor」などをベースとして、セキュリティや信頼性向上、システム管理、クラウドコンピューティング、ビッグデータ処理、Internet of Things (IoT) などに関する研究開発をおこなっている。

## オペレーティングシステム/カーネル

オペレーティングシステム (OS) は、物理世界のハードウェアと情報世界のアプリケーションを繋ぐ架け橋となるソフトウェアである。特に OS のカーネルは、ハードウェアとソフトウェアの境界領域で動作し、システム全体の状態を把握・制御する特権を持っている。従って、OS カーネルはシステムの性能や機能、安全性などを大きく左右するコンポーネントである。本研究では、Linux や Windows などの既存の OS をベースとして、OS 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ための研究開発をおこなう。また、次世代コンピュータ向けに、本研究室で独自の OS を研究開発して、OS の新しいコンセプトを提案することも目指している。

## 仮想化ソフトウェア「BitVisor」

仮想化ソフトウェア (仮想マシンモニタやハイパーバイザ等と呼ばれる) は、ハードウェアと OS の間に入り込んで動作して、ハードウェアを仮想化して OS に見せることにより、新たな機能を提供するためのソフトウェアである。当研究室では、ゼロから新たに開発した国産の仮想化ソフトウェアである「BitVisor」をベースとした研究を数多くおこなっている。従来の VMWare や Xen、KVM などの仮想化ソフトウェアの多くは、1 台のハードウェア上で複数の OS を動作させることを目的としているのに対し、BitVisor は仮想化技術を活用してセキュリティやシステム管理など新たな機能を OS に依存せずに実現することを目的としている。動作する OS を 1 つに限定することにより、仮想化ソフトウェアのオーバーヘッドやサイズを大幅に削減することが可能になっている。

## 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することで、システム全体として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している。例えば、OS カーネルによる保護機構とコンパイラによる保護命令を組み合わせることでバッファオーバーフロー攻撃に対処する仕組みを構築したり、アプリケーションを特権分割して攻撃時の被害を最小限に抑える仕組みを構築したりする手法に関する研究開発をおこなっている。また、OS のセキュリティポリシー記述が複雑になる問題を軽減するために、オブジェクト指向言語により OS カーネルのポリシー記述をおこなう方式の研究もおこなっている。



## Topics [最近のニュース]

- ・ 藪内君 (M2) の論文が国際会議 CCGrid 2020 に採択
- ・ 佐伯さん (現日本マイクロソフト) らとの共著論文が VEE 2020 に採択
- ・ 松沢さん (社会人博士) の論文が ACM Transactions on Storage に採択
- ・ 深井さん (客員研究員) が IEEE Computer Society Japan Chapter Young Author Award 2019 を受賞

ミニアンケート | 研究室のアピールを一言でお願いします | 世界レベルで戦えるソフトウェア人材の育成を目指しています。

# 音声言語モデリング研究室

郡山 研究室



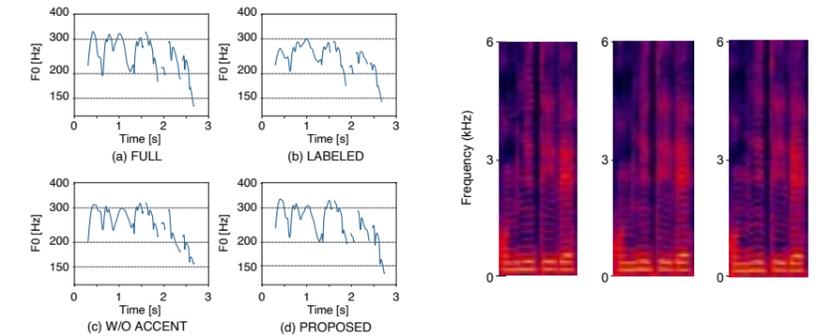
郡山 知樹 講師  
Tomoki KORIYAMA

## Theme

人間のコミュニケーションにおいて音声は重要な情報伝達手段です。音声言語情報処理はコンピュータが人間の音声を認識、理解、生成する技術で、機械学習によるモデリングが広く使用される。本研究室では、音声の効果的なモデリング方法の研究だけでなく、モデリング手法の研究を通じて新たな機械学習・深層学習のパラダイムを提案します。

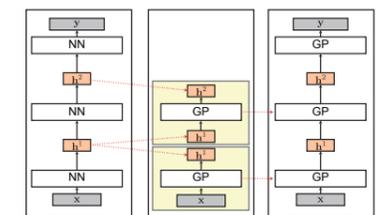
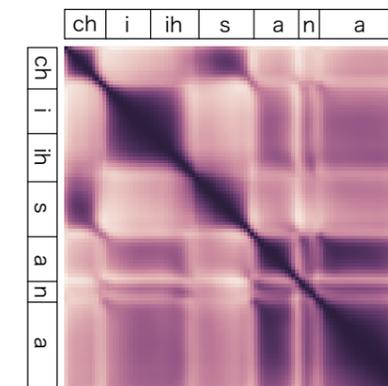
## 音声言語の潜在要素の探索

話す言語・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する。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。



## Topics [最近のニュース]

- ・ 日本音響学会 独創研究奨励賞 板倉記念 受賞
- ・ 2020年からの新しい研究室です。音響・音声の研究を行う猿渡・小山研と連携をとりつつ研究を進めます。

ミニアンケート | 研究室のアピールを一言でお願いします | 数理を通じて複雑怪奇なデータに迫ります。

## History 沿革

1945

現在の計数工学科の始まりは、第2次世界大戦の末期、東京帝国大学第一工学部に新設された計測工学科である。計測工学科は  
(1) 広い物理的知識とこれを自由に応用し得る能力を持ち、  
(2) 現象を抽象化して論理的・数理的な体系を構成する能力を持ち、  
(3) 総合的な立場から最適な技術を考案できる工学技術者を養成するという理念のもと、昭和20年(1945)4月に40名の第1回生を受け入れた。上記の理念は、その後70年以上の長きにわたり、計数工学科の教育方針として脈々として受け継がれている。

1951

昭和26年(1951)、新制大学への移行に伴い応用物理学科が新設され、新分野の開拓を先導する基礎工学の主要な分野として学生を教育することになった。これが計測工学コースの始まりである。わが国の産業の飛躍的な発展に伴って工学部も大きく拡張し、昭和37年(1962)に応用物理学科は計数工学科と物理工学科の2学科に発展的に改組され、計測工学コースの一部は物理工学科へ、大多数は数理工学コースとともに計数工学科を構成した。

1972

昭和47年(1972)には、多くの学科の教官が協力して教育・研究にあたる専攻として、大学院工学系研究科に情報工学専攻が新設され、その一つの情報処理工学講座が計数工学科に附置された。これを契機に、計数工学科の多くの教官が情報工学専攻を兼担し、情報工学専攻の中心的な役割を担い、工学系における情報分野の拡大を先導することとなった。

1993

平成5年(1993)に大学院が部局化され、計数工学科の教官の所属は工学部から大学院工学系研究科に移り、より先進的な教育・研究の一層の拡充を図ることになった。これがいわゆる大学院重点化である。この組織変更に伴い、計測工学コースの各講座は計測工学大講座に大講座化されると共に、計測制御システム工学原論講座が増設された。

1999

平成11年(1999)には大学院新領域創成科学研究科が新設され、計数工学専攻の教官の一部もその中の複雑理工学専攻に移り、生体や脳機能の計測と解明を中心とする新分野の創成を担当することとなった。

2001

この間、計数工学専攻は、従来の東京大学における情報関連の研究・教育体制を一体化し、理学系研究科と工学系研究科に分離していた情報系専攻を統合して格段に充実した教育と研究を行うため、学内外に向けて情報系の新たな研究科の創設を働きかけ続けていた。平成13年(2001)にようやくこれが実を結び、大学院情報理工学系研究科が設置され、それまでの計数工学専攻は大学院情報理工学系研究科の二つの専攻として発展的に改組され、計測コースを中心とする教官はシステム情報学専攻に移行した。この組織変更に対応し、学部教育を担当する工学部計数工学科のコース名称も、従来の計測工学コースからシステム情報工学コースに変更して現在に至っている。

INFORMATION PHYSICS AND COMPUTING