



Graduate School of Information Sciences  
Tohoku University

2022年(令和4年度)

東北大学 大学院

情報科学研究科

<http://www.is.tohoku.ac.jp/>

# 理 念

近年、情報科学は社会のさまざまな分野に広く浸透して大きな影響を与えていますが、情報化社会を人間の精神的、文化的発展に貢献するものとしていくことが必要です。そのためには、単にコンピュータと情報処理技術の修得を目指すのみでなく、情報の意義と価値をより積極的にとらえ、それを的確に取扱うことのできる人材が必要となります。

「情報科学研究科」では、人文科学、社会科学、自然科学等の個別科学で生み出される情報とその取扱いを個々の分野のみならず各分野にまたがる学際的な視野から研究し、これらの分野の発展と新しい情報科学の構築を目指すとともに、あわせて新時代を拓く人材の養成を目指しています。

## 創設の背景

人文科学、社会科学、自然科学を統合した情報科学の構想は、大泉充郎教授によって1960年代に立てられ、まず応用情報学研究センターとして具体化され、さらに現在の情報科学研究科として大きく花開くこととなった。

1970年 東北大学工学部に応用情報学研究施設（1部門）の設置

1972年 東北大学応用情報学研究センター（工学、医学、経済学の3部門）の設置

1973年 東北大学大学院工学研究科に情報工学専攻の設置

1984年 東北大学工学部に情報工学科の設置

東北大学教養部に情報科学（学科目）の増設

当時の西澤潤一東北大学総長のもと、東北大学において情報科学の研究教育を担ってきた学部、学科、研究所、センターなどの全学的協力により、1993年（平成5年）東北大学で最初の独立研究科である情報科学研究科が誕生した。

## CONTENTS

理念／創設の背景	I	研究企画室	70
研究科長挨拶	II	広報室	71
沿 革	IV	国際交流推進室	73
教育・研究体制	V	入学案内	75
情報基礎科学専攻	1	教育課程・年間スケジュール	76
システム情報科学専攻	19	各種支援制度・取得資格	77
人間社会情報科学専攻	37	修了後の進路・在学生数	78
応用情報科学専攻	53	教員・学生の受賞	79
量子コンピューティング共同研究講座	67	学術交流協定校一覧	81
Google 学習先端技術寄附講座	68	ジャーナルの刊行	82
実践的情報教育推進室	69	アクセス	83

# 情報科学研究科長挨拶

## 新しい情報科学の構築と展開

東北大学大学院情報科学研究科は1993年に東北大学で最初の独立研究科の一つとして創設されました。文理融合を標榜する本研究科は、情報科学を自然科学系の分野としてだけでなく、人文・社会科学系の分野にもまたがる先端的かつ総合的・学際的な基礎学問として開拓し社会に貢献することを理念とし、情報基礎科学専攻、システム情報科学専攻、人間社会情報科学専攻及び応用情報科学専攻の4つの専攻から構成されています。研究科の発足以来、「研究第一主義」、「実学重視」及び「門戸開放」という本学の建学の精神に則り構成員が一丸となって様々な分野において優れた研究業績を挙げ世界を牽引すると共にこれまで3,823名の修士学位及び893名の博士学位を授与し、学術の発展と産業技術の振興を支える卓越な人材を輩出してきました。



東北大学 大学院情報科学研究科  
研究科長 加藤 寧

研究科は近年様々な研究活動を加速させています。以下幾つかをご紹介します。2019年に設置された「タフ・サイバーフィジカルAI研究センター」は世界最高の研究実績を生かし Society5.0 の先を見通した取り組みを力強く展開しています。産官学民が一体となって様々な大型プロジェクトを推進していることは大きな特徴です。2020年12月に設置されたランニングアナリティクス研究センターはニューノーマルを見据えた東北大学ビジョン2030の柱として掲げられているオンライン戦略を推進し、多様な教育プログラムの機動的展開や新しいセンシング及びビッグデータ解析手法の導入、更に全学的な取り組みにより世界トップクラスの学際的なセンターを目指しています。本センターは2021年5月に設置された「Google 学習先端技術寄附講座」とも連携し、デジタル化が急速に進展する初等中等教育への研究成果の適用も視野に入れています。2020年12月に情報基礎科学専攻に設置された量子コンピューティング共同研究講座では産学の力を集結し技術分野を超えた共通課題の抽出と解決を目的に量子関連技術の基礎と応用の深化を目指しています。また、2011年1月に研究科に発足した数学連携教室では、数学の汎用性と抽象性の強みを生かし数理論理学を中心とした様々な科学分野間の横断的な連携により基礎研究の応用から新領域の開拓まで異分野融合の取り組みを推進しました。現在その機能が「純粋・応用数学研究センター」に引き継がれています。

教育面においては2017年まで続いた文部科学省の成長分野を支える情報技術人材の育成拠点の形成(enPiT)プログラムに参画しセキュリティを担当する中核拠点として実践的IT教育「仙台スキーム」を推進しました。その後、本プログラムは学部教育を対象にしたenPiT2に発展し現在は技術者の再教育を含むenPiT-Proとして展開されています。産業界の協力により実現したこれらのプログラムは問題解決型学習であるPBLを通じ、これまでに多くの修了生を送り出し我が国の情報技術分野の人材育成に大きく貢献してきました。2017年に開始されたデータ科学国際共同大学院(GP-DS)では学際性と国際性を重視し、学内の六つの部局及び海外の研究教育機関との連携によりデータ科学を様々な分野で活用できる世界最高水準の人材育成を行っています。2021年度から本研究科がハブとして学内の複数の研究科と連携した文部科学省国費外国人留学生の優先配置プログラム「デジタル・トランスフォーメーションを推進するデータ科学・AI実践人材の育成」がスタートしており、実世界の問題発見や解決能力を持つグローバルに活躍できる人材育成を行っています。また同じ2021年度に本研究科のリーダーシップで本学として初めての「共創研究所」を株式会社ブリヂストンと共同で設置し産業界におけるDXの更なる加速を目指し新しい形の連携を始めています。組織横断的な動きとして、研究科では高度なAI人材を持続的に育てるために「データ駆動科学・AI教育研究センター」と連携し、2019年に情報基礎科学専攻に協力講座「データ基礎情報学」を設置し組織間の協働を深めています。

最近では地球温暖化問題やコロナ禍に加え、世界情勢が不安定さを増しています。情報科学の果たす役割は益々増大しています。より良い世界を作るには情報の生成、伝達、処理、理解、活用など様々な過程において自然科学から人文社会までありとあらゆる分野の力を集結しなければなりません。本研究科は従来にも増して社会から大きな期待が寄せられています。研究科の構成員が一体となり、多彩な研究分野を擁する本研究科の特徴を生かし、世界に貢献できる「新しい情報科学」を発信していく所存です。

今後ともご指導ご支援を賜りますようお願い申し上げます。

# Message from the Dean

---

## The Establishment and Evolution of New Information Sciences

TGSIS was established in 1993 as one of the stand-alone graduate schools at Tohoku University. Advocating for the integration between natural sciences and liberal arts, GSIS is pursuing the goal of promoting fundamental sciences based on interdisciplinary, comprehensive, and advanced research to bring about age-defining contributions to society. Currently, GSIS is comprised of four departments: Computer and Mathematical Sciences, System Information Sciences, Human-Social Information Sciences and Applied Information Sciences. Since its inception, the three principles of 'Open Doors', 'Research First', and 'Practice Oriented Research and Education' that have been the spirit of foundation of Tohoku University are followed by our graduate school and all our members have been working together to achieve the goal of leading the world by excellent research and development results. I am proud to be able to witness that during the period of less than twenty years, GSIS has built up a strong reputation in the fields of natural sciences and liberal arts domestically and internationally. By the end of the fiscal year of 2020, 893 doctoral course and 2,823 master's course students have graduated from GSIS, all of whom I believe with confidence are the important human resource to support the development of academia and industry.

In recent years, GSIS has accelerated various research activities. Some of them are introduced below. In 2019, the Tough Cyber Physical AI Research Center (TCPAI) was established based on the world class track record of its members to spearhead the effort foreseeing Society 5.0 and beyond. TCPAI features various joint projects through industry-government-academia collaboration. In 2020, the Learning Analytics Research Center (LARC) was established to promote the online education strategy which is the pillar of Tohoku University Vision 2030 looking ahead to the Post-COVID-19 Era. By facilitating the faster mobilization of various educational programs and introducing new sensing and big data analytical techniques, LARC is aiming at a top of the world class center with the all-out support from our university. Google Donated Department for Advanced Learning Technology Research was established in 2021 in cooperation with LARC with the hope of contribution to primary and secondary education. Also in 2020, the Joint Research Course for Quantum Computing was established in the Department of Applied Information Sciences to combine the strengths of academia and industry to extract and solve the common problems beyond individual fields and to develop quantum-related basic and applied technologies. In our GSIS, the Collaborative Mathematics Research Unit (CMRU) was founded in 2011 aiming at promoting the development of a collaborative study of mathematics and other fields of science, e.g., information sciences, life sciences, social and environmental sciences, among others by riding on the strength of abstractness and versatility of mathematics. By this approach, eventually we are going to realize an interdisciplinary fusion ranging from fundamental research areas to new unexplored fields. From 2013, the Research Center for Pure and Applied Mathematics took over this role to promote further development.

Looking at the educational aspect, in 2012, as a core hub, GSIS took part in the enPIT program initiated by MEXT for fostering human resources to cover promising and growing areas. During this program, a so-called "Sendai Scheme" was developed to combine the strength of academia and industry to advance the cultivation of human resources for high technologies. Later in 2016, enPIT evolved into enPIT2 to include undergraduate education and in 2017 further into enPIT-Pro to contain engineer re-education. Those programs featured Problem-Based Learning to enrich its courses, something that received strong assistance from the industry and have contributed greatly to the fields of information technologies by sending out many skilled talents to society. In the same year of 2017, the Graduate Program in Data Science (GPDS) was initiated under the collaboration of six departments in Tohoku University and overseas universities aiming at developing superior talents who will lead industry and academia in Japan, placing emphasis on interdisciplinary and international collaboration. In 2021, a new MEXT scholarship program for foreign students called "Development of Human Resource of Data Science and AI Promoting Digital Transformation" was adopted where GSIS functions as a leading organization in collaboration with several graduate schools of Tohoku University. This new program aims at nurturing high-quality global human resources for problem-finding and problem-solving skills in real world. Also in 2021, with the leadership of GSIS, a "Joint Research Laboratory" with BRIDGESTONE was launched as the first trial of Tohoku University. It is aiming at accelerating the DX in industry by the approach of bringing theory with practice. As another strategy by GSIS to strengthen the collaboration among different institutions within Tohoku University, in 2019 the cooperative course "Fundamental Data Informatics" provided by the Center for Data-driven Science and Artificial Intelligence was established at the Department of Computer and Mathematical Sciences.

GSIS is expected to play more important role from our society. I am looking forward to working with you and know that with your help we can move forward together.

Thank you for your continued support.

**KATO Nei**  
Dean of the Graduate School of Information Sciences

# 沿革

- 1993年 ▶ 情報科学研究科の設置（情報基礎科学専攻、システム情報科学専攻、人間社会情報科学専攻）
- 1997年 ▶ 電気通信研究所の情報ストレージシステム科学講座、機能集積科学講座を協力講座として増設
- 1998年 ▶ 流体科学研究所の高速流体情報学講座、生体流動システム学講座を協力講座として増設
- 2001年 ▶ 情報科学研究科研究実験棟落成（8,133 m<sup>2</sup>）  
言語文化部の協力講座テキスト情報解析論講座及び超言語的記号論講座を廃止し、基幹講座の分野として言語テキスト解析論分野及び基幹講座としてメディア情報学講座を新設  
情報シナジーセンターの協力講座計算機ネットワーク論講座及びプログラミング言語学講座を廃止し、協力講座として超高速情報処理論講座、情報セキュリティ論講座、広域情報処理論講座、情報ネットワーク論講座及び多元情報システム論講座を増設
- 2003年 ▶ 応用情報科学専攻新設  
基幹講座：応用情報技術論講座、応用生命情報学講座  
協力講座：情報通信ソフトウェア学講座、情報ネットワーク論講座、流動システム情報学講座、ブレインファンクション集積学講座、健康情報学講座  
連携講座：複雑系統計科学講座  
システム情報科学専攻に流体科学研究所の融合流体情報学講座を増設
- 2004年 ▶ 国立大学法人東北大学大学院情報科学研究科に移行
- 2005年 ▶ システム情報科学専攻の電気通信研究所の情報物理学講座を高次視覚情報学講座に、情報ストレージシステム科学講座を情報コンテンツ学講座に変更
- 2006年 ▶ システム情報科学専攻に電気通信研究所の協力講座として、ソフトウェア構成論講座を増設  
応用情報科学専攻に先端情報交換技術論（KDDI）寄附講座を設置  
（2009年に先端情報共有技術論（KDDI）寄附講座に改称し、2012年3月まで継続）
- 2010年 ▶ 国際交流推進室を設置
- 2011年 ▶ 数学連携推進室を設置
- 2012年 ▶ 人間社会情報科学専攻に災害科学国際研究所の協力講座として、コミュニケーション心理学講座を増設  
実践的情報教育推進室を設置
- 2013年 ▶ 応用情報科学専攻に東北メディカル・メガバンク機構の協力講座として、バイオメディカル情報解析学講座を増設  
研究企画室を設置
- 2018年 ▶ 広報室を設置  
情報基礎科学専攻の超高速情報処理論講座を高性能計算論講座に名称変更
- 2019年 ▶ 情報基礎科学専攻に教育情報基盤センターの協力講座としてデータ基礎情報学講座を増設  
情報基礎科学専攻に理化学研究所の連携講座として先進的計算システム論講座を増設
- 2020年 ▶ 量子コンピューティング共同研究講座を設置  
数学連携推進室を閉室
- 2021年 ▶ システム情報科学専攻にデータ駆動科学・AI教育研究センターの協力講座として、人工知能基礎学講座を増設  
Google 学習先端技術寄附講座を設置

# 歴代研究科長

初代	1993年度	尾坂 芳夫	第7代	2008～2009年度	西関 隆夫
第2代	1994～1997年度	樋口 龍雄	第8代	2010～2013年度	亀山 充隆
第3代	1998～1999年度	國分 振	第9代	2014～2017年度	徳山 豪
第4代	2000～2003年度	猪岡 光	第10代	2018～2019年度	中尾 光之
第5代	2004～2005年度	丸岡 章	第11代	2020年度	尾畑 伸明
第6代	2006～2007年度	佐々木公明	第12代	2021年度	加藤 寧

# 令和4年度 教育・研究体制

研究科長  
Dean

加藤 寧  
Nei Kato

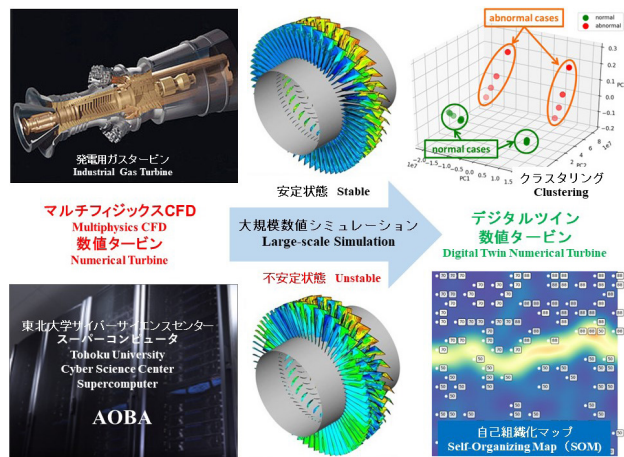
副研究科長  
Vice Dean

橋本 浩一、田中 和之  
Koichi Hashimoto, Kazuyuki Tanaka

研究科長補佐  
Executive Adviser to the Dean

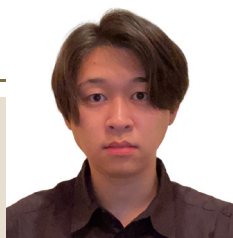
森 一郎、須川 敏幸  
Ichiro Mori, Toshiyuki Sugawa





基幹講座は研究科設立当初からの情報基礎数理学講座、情報応用数理学講座、計算科学講座、ソフトウェア科学講座の4講座からなっており、各基幹講座はさらにいくつかの分野から構成されます。協力講座は、情報論理学講座、コミュニケーション論講座、高性能計算論講座、情報セキュリティ論講座、広域情報処理論講座、データ基礎情報学講座、先進的計算システム論（連携講座）の7講座からなっています。

Department of Computer and Mathematical Sciences is engaged in research in the area of information sciences for the future. Our research subjects include basis of information sciences such as computer sciences and software sciences, next-generation computational sciences for massively-parallel computing and large-scale high-performance computing, and a wide range of applications of information sciences associated with mathematical sciences. Also we are devoted to developing future leaders of those fields. Our department consists of the foundation part and the cooperation part. The foundation part is made up with four sections: Mathematical Structures, Applied Mathematical Science, Computation Science and Systems, and Software Science and Systems. Those disciplines have existed from the very beginning of the GSIS. The cooperation part consists of seven sections: Logic for Information Science, Communication Theory, High Performance Computing, Information Security, Environmental Informatics, Fundamental Data Informatics, and Advanced Computing Systems.



情報基礎科学専攻 博士後期課程1年  
アーキテクチャ学 (小林・佐藤研究室)

**熊谷 政 仁 Masahito Kumagai**

在学生からのメッセージ

私は、イジングマシンや量子コンピュータなどの自然現象を利用したコンピュータの研究をしています。中でもこれらのコンピュータを活用して、従来のコンピュータでは計算に膨大な時間がかかる最適化問題を高速かつ高精度に解くアルゴリズムを創出し、機械学習や離散最適化問題などのアプリケーションに応用しています。

私が情報科学研究科に進学した理由は、幼い頃から研究者への憧れがあり、学部時代に最も惹かれたコンピュータサイエンスの領域で研究をしたいと考えたからです。私が取り組んでいる研究では、私たちの生活をより豊かにする新たなコンピュータ技術を生み出すために、自然現象を活用することを検討しています。そのため、既存のコンピュータ技術だけでなく、自然現象を解明する物理学への理解が欠かせません。本研究科は、コンピュータ技術に精通した専門家が多数在籍していることはもちろんですが、理学や工学、経済学など様々なバックグラウンドを持つ研究者が集まる学際的な研究拠点です。異分野の研究者の意見をもらいながら自身の研究を高めていくことができます。

みなさんも学際的な研究環境で研究者としての素養を身につけることができる本研究科に進学し、研究者の道を志しませんか。

大講座 Divisions	小講座又は分野	Laboratories	
情報基礎数理学 Mathematical Structures	情報基礎数理学 I	Mathematical Structures I	3
	情報基礎数理学 II	Mathematical Structures II	4
	情報基礎数理学 III	Mathematical Structures III	5
	情報基礎数理学 IV	Mathematical Structures IV	6
情報応用数理学 Applied Mathematical Science	数理情報学	Mathematical Informatics	7
	計算数理科学	Mathematical Modeling and Computation	8
計算科学 Computation Science and Systems	計算機構論	Computer Structures	9
	知能集積システム学	Intelligent Integrated Systems	10
ソフトウェア科学 Software Science and Systems	ソフトウェア基礎科学	Foundations of Software Science	11
	アーキテクチャ学	Computer Architecture	12
* 情報論理学 Logic for Information Science			13
* コミュニケーション論 Communication Theory			14
* 高性能計算論 High Performance Computing			15
* 情報セキュリティ論 Information Security			16
* 広域情報処理論 Environmental Informatics			
* データ基礎情報学 Fundamental Data Informatics			17
◎ 先進的計算システム論 (理化学研究所) Advanced Computing Systems			18

\* 協力講座 ◎ 連携講座

■研究キーワード■ 組合せ論／代数的グラフ理論／組合せデザイン／頂点作用素代数／有限群論

■KEYWORDS■ Combinatorics / Algebraic Graph Theory / Combinatorial Designs / Vertex Operator algebras / Finite Group Theory



教授 宗政 昭弘  
Prof.  
Akihiro Munemasa



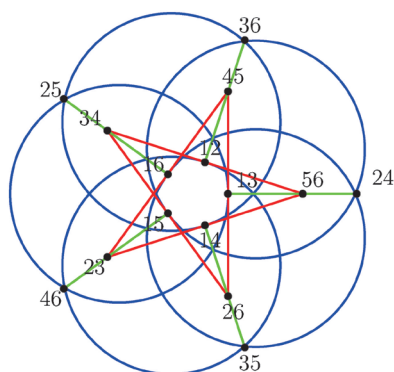
准教授 島倉 裕樹  
Assoc. Prof.  
Hiroki Shimakura

## 代数的、離散的な手法を基にした数学の研究

- (1) [代数的組合せ論] 1970年代、Delsarteによって符号理論とデザイン理論に統一的に線形計画法を応用する枠組みとして発展してきた association scheme の理論は、有限群の作用する空間の一般化として代数的グラフ理論、代数的符号理論、組合せデザイン理論を支える一方、その後独自の発展を遂げている。そこで、association scheme の基礎となっている、グラフの固有値の研究、有限群とその表現論、線形代数学と最適化に関連した代数学を、組合せ論に応用する手法を研究する。
- (2) [符号理論と格子, 頂点作用素代数] 符号とは、有限体上の有限次元ベクトル空間の部分空間という極めて単純なものであるが、組合せ論の問題を代数的に研究する道具である一方、格子に関連して整数論、特に保型形式の格好の応用対象でもある。符号の中でも特に面白い性質を持つ自己双対符号は、ユニモジュラ格子を通して球の詰め込み問題や球デザイン理論にも関連している。さらに、符号と格子から数理論理に関係がある頂点作用素代数を得ることができる。これらの符号、格子と頂点作用素代数の構成、分類やその間の関係を研究している。
- (3) [頂点作用素代数の自己同型群とモンスター単純群] 散在型有限単純群の一つにモンスター単純群があり、整数論や作用素環論との関係がある。この群を頂点作用素代数の自己同型群の視点から研究して、群の性質を明らかにし、不思議な現象の解明を目指す。特に、関係する代数的および組合せ論的構造に注目する。

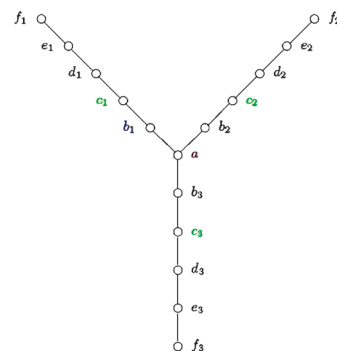
## Research on mathematical theory with algebraic or discrete approach

- (1) [Algebraic combinatorics] The theory of association schemes has been developed to unify the application of linear programming to coding theory and design theory by Delsarte in 1970's. It generalizes the action of finite groups, and gives a framework for algebraic graph theory, algebraic coding theory and combinatorial design theory. In order to develop algebraic tools for these theories, we investigate applications of algebraic methods to combinatorics, mainly from graph spectra, finite groups, representation theory, linear algebra and optimization.
- (2) [Codes, lattices and vertex operator algebras] A code is a subspace of a finite-dimensional vector space over a finite field. This seemingly simple concept has been widely used to study combinatorial problems using algebraic methods. Codes themselves can also be investigated from tools in number theory, modular forms in particular, via integral lattices. The class of self-dual codes is an interesting class of codes which give rise to unimodular lattices, and are related to the sphere packing problem and the theory of spherical designs. Moreover, some vertex operator algebras are constructed from codes and lattices. We investigate the problems of construction and classification of codes, lattices and vertex operator algebras and study their relations.
- (3) [Automorphism groups of vertex operator algebras and the Monster simple group] The Monster simple group is a sporadic simple group, and it is related to number theory and operator algebra theory. We investigate its properties and mysterious phenomena from the view point of automorphism groups of vertex operator algebras. In particular, we focus on algebraic and combinatorial structures related to vertex operator algebras.



6次対称群の2つの共役類

Two conjugacy classes of the symmetric group of degree 6



Spider relation:  $(ab_1c_1ab_2c_2ab_3c_3)^{10} = 1$

パイモンスターのY表示

Y-presentation of the Bimonster

■研究キーワード■ 複素解析／幾何学的関数論／リーマン面／タイヒミュラー空間／擬等角写像／複素力学系／代数的組合せ論／  
 グラフのスペクトル

■KEYWORDS■ Complex Analysis / Geometric Function Theory / Riemann Surfaces / Teichmuller Spaces / Quasiconformal Mappings /  
 Complex Dynamics / Algebraic Combinatorics / Spectra of Graphs



教授 須川 敏幸  
 Prof. Toshiyuki Sugawa



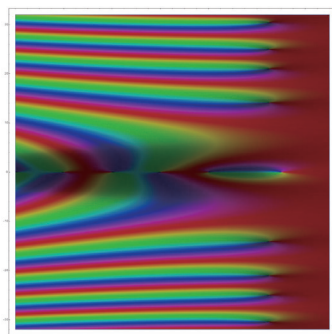
准教授 田中 太初  
 Assoc. Prof. Hajime Tanaka

## 複素解析学／代数的組合せ論

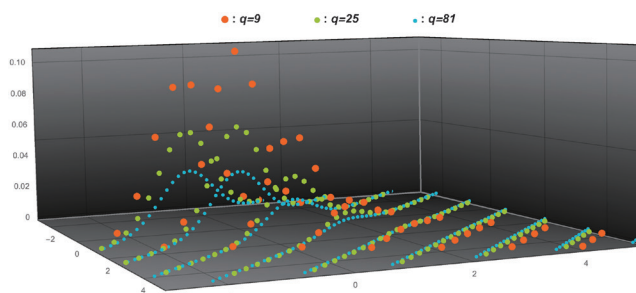
本分野は、須川研究室と田中研究室から成り、それぞれ複素解析学と代数的組合せ論を研究している。データや関数が実数のみを使って表されている場合でも、それを複素数の範囲に拡張して考えると、それまで見えなかった豊かな構造が見えてくることがある。たとえば、実数列に関するモーメント問題では、その数列を係数に持つような冪級数（母関数）を複素解析関数として捉えることにより、別の様々なアプローチが生まれてくる。そのような際に複素解析学が威力を発揮する。須川研究室では、解析関数を幾何学的な側面から研究し、古典理論に現代的解釈を与えつつ、理論のさらなる深化をめざしている。また、近年、画像処理や脳科学の分野にも応用を見出しつつある擬等角写像の基本性質や数値的構成に関する研究も進めている。これらの知見に加えてコンピュータを援用しながら、タイヒミュラー空間、クライン群、複素力学系、フラクタルなどの最新のトピックに関する研究も行っている。田中研究室では、符号や組合せデザイン等の様々な組合せ的对象の研究を行っている。これらの対象の基礎空間はしばしば有限群の等質空間や距離正則グラフの構造等の強い対称性／正則性を持ち、自然に半単純代数が付随する。部分構造である組合せ的对象を、これらの代数の表現等の大域的情報を用いて解析する点が特色である。

## Complex Analysis / Algebraic Combinatorics

The research subject of Sugawa Lab is mainly Complex Analysis. Even if the data and/or functions are described in terms of real variables, hidden structures may emerge when dealing with them as complex variables. For instance, in the classical problems of moments concerning a sequence of real numbers, the power series formed by the sequence (the generating function) gives us many useful visions to tackle the problems. In such a case, Complex Analysis plays an important role. We are studying analytic functions from the geometric viewpoint to provide new interpretations to classical results. Moreover, we are interested in quasiconformal mappings, which have recently found many applications in image processing and brain mapping. With the help of computers together with the above knowledge, we are studying modern topics such as Teichmuller spaces, Kleinian groups, Complex Dynamics, and fractals, as well. Tanaka Lab studies various combinatorial objects, including codes and combinatorial designs. Their underlying spaces often have strong symmetry/regularity, and the representation theory of the semisimple algebras naturally associated with these spaces is the main tool in our analysis of combinatorial substructures.



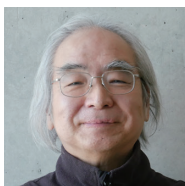
リーマンゼータ関数の表現例：明度は絶対値、色相は偏角を表す。  
 A graph of the Riemann zeta function: the brightness and the color indicate the absolute value and the argument, respectively.



Paley グラフ Paley(q) とその補グラフの冪の正規化した同時スペクトル分布  
 Normalized joint spectral distributions of Cartesian powers of Paley graphs Paley(q) and their complements

■研究キーワード■ 結び目理論 / 3次元多様体 / 低次元位相幾何学 / 量子位相幾何学

■KEYWORDS■ knot theory / 3-manifold / low-dimensional topology / quantum topology



教授 村上 斉  
Prof.  
Hitoshi Murakami

## 結び目理論の研究

結び目は、図1のようなもつれた輪のことです。2つの結び目がほどけていないこと、また、それぞれ異なった結び目であることは、直感的にわかると思いますが。では数学的に証明してください、と言われたらどうしますか？

結び目理論では、これらの結び目に、(負の冪も許した)多項式を対応させて、その多項式が異なっているから結び目も異なる、という議論を行ないます。図2は、有名な Jones 多項式の計算方法を表わしています。この「漸化式」を使って図1の結び目の Jones 多項式を計算すると、異なることがわかります。このように、結び目理論では結び目という直感的な対象を多項式のような代数的な対象に置き換えて研究することがよくあります。

また、結び目の入っている3次元空間から、結び目そのものを引き抜いて(空間の中からドーナツが消えたと考えてください)、別の方法で埋め戻す(ドーナツをひねってから元に戻します)ことで、全く違った空間を作ることできます。このようにしてできた空間は3次元多様体と呼ばれますが、局所的にはわれわれの住んでいる3次元空間と同じことに注意してください。

結び目理論や3次元多様体の研究は、近年量子位相幾何学という理論物理的な手法も取り入れてますます発展しています。

## Research on Knot Theory

My research interest is in knot theory.

A knot is a knotted circle embedded in the three-dimensional space as shown in the picture Fig. 1 below. You can see intuitively that the two knots are knotted, and that they are distinct. However, what would you do if you are asked to prove it mathematically?

In knot theory we associate polynomials (possibly with negative powers) to these knots. If these polynomials are different, then we conclude that these knots are different. The picture on the Fig. 2 shows how to compute the celebrated Jones polynomial. By using the recurrence formula, we can compute the Jones polynomials of the two knots Fig. 1, and see that these are indeed different. We often replace intuitive objects such as knots with algebraic objects such as polynomials in knot theory.

By removing a knot itself from the three-space (imagine that we remove a doughnut) and refilling it in another way (twist a doughnut and refill it), we can construct a totally new space. We call such a space a three-manifold. Note that this space is locally the same as the three-space that we live in.

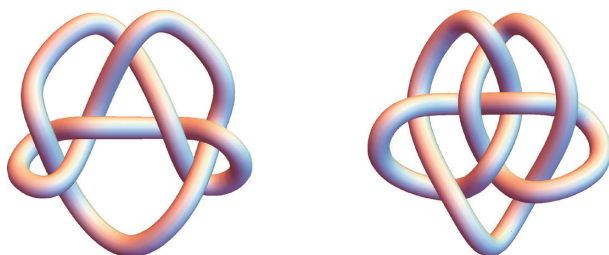


図1 7<sub>7</sub>結び目(左), 8<sub>16</sub>結び目(右)(Mathematicaにより作成)  
Fig. 1 7<sub>7</sub>knot (left), 8<sub>16</sub>knot (right)(Created by Mathematica)

$$q \cdot V \left( \begin{array}{c} \nearrow \\ \searrow \end{array} \right) - q^{-1} \cdot V \left( \begin{array}{c} \nwarrow \\ \swarrow \end{array} \right) \\ = (q^{1/2} - q^{-1/2}) \cdot V \left( \begin{array}{c} \uparrow \\ \downarrow \end{array} \right) \left( \begin{array}{c} \uparrow \\ \downarrow \end{array} \right)$$

図2 結び目KのJones多項式V(K)を定める漸化式

Fig. 2 The recursion formula that defines the Jones polynomial V(K) of a knot K

■研究キーワード■ 数理生物学 / 生物数学 / 数理モデリング  
 ■KEYWORDS ■ mathematical biology / biomathematics / mathematical modeling



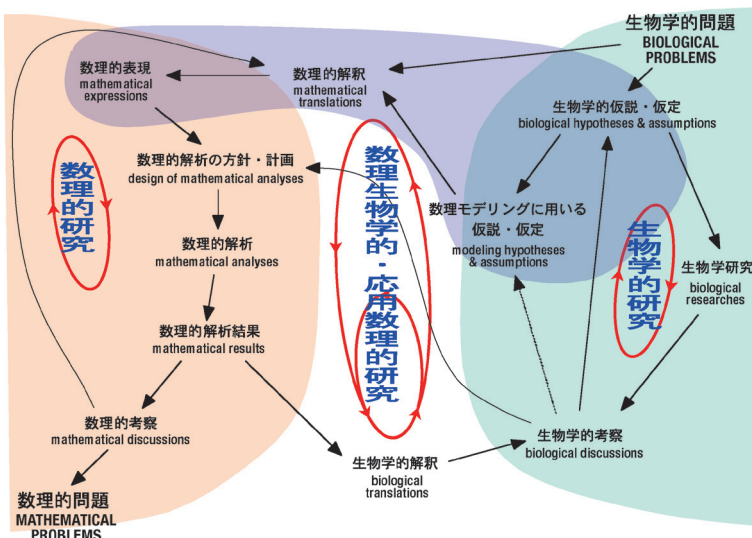
教授 瀬野 裕美  
 Prof. Hiromi Seno

## 数理生物学

本研究室では、生命現象や社会現象の特性を科学的に議論するための重点を明らかにしたり、問題提起を行ったり、あるいは、研究の展開の礎となるような、数理的・理論的な生命現象・社会現象の研究のための数理モデリング、数理モデル解析を行っている。現象の如何なる理論的課題を取り上げるか、問題を如何に数理モデルとして構成するか、構成された数理モデルに関して如何なる数理的解析を行なうか、数理的な解析結果を如何に生命科学的・社会科学的議論として取り上げるか、ということが重要な観点となる。とりわけ、現象についての科学研究の目的の本質を捉える、できる限りシンプルな数理モデルの構築とその解析によってどこまでの議論が可能か、という視点で、数理モデルの数理的構造における合理性（現象に対する仮定と数理的構造の間の論理的整合性；数理モデリングの適切性）に関わる研究テーマに取り組んでいる。数理モデルは、確率過程、差分方程式系、微分方程式系などを応用した数理モデリングにより構築し、質的な議論を通して科学的な論点を明らかにするとともに、より発展的な数理的研究、より応用的な現象分析における数理モデル構成の基盤を提供することを目標として、ミクロからマクロまで広いスケールの生命現象や社会現象に視野を拡げて研究課題として取り上げている。

## Mathematical biology

Principal subject of Seno Labo is the mathematical model analysis to make clear or present the point at issue for scientific discussion about biological/social phenomena, or to promote the advanced theoretical research. We focus what theoretical problem about target phenomenon is treated, how the problem is mathematically modeled, what mathematical analysis is applied for the model, and how the mathematical result is lead to the discussion in biological/social science. Especially important is the modeling of mathematical model as simple as possible, which is based on the principal purpose of research for target phenomenon, and our study necessarily focuses the rational consistency/adaptability of mathematical modeling to assumption/hypothesis about biological/social phenomenon. Seno Labo attacks a variety of theoretical problems about biological/social phenomena in wide range of spatial/temporal scale, analyzing basic models constructed with application of stochastic process, difference equations, differential equations etc. They are aimed to make clear the point at scientific issue and to provide some bases of mathematical modeling for advanced/applied researches about real phenomena.



学際領域としての数理生物学の研究デザイン  
 Research design of mathematical biology as an interdisciplinary field

$$\frac{dN(t)}{dt} = \{r_0 - \beta N(t)\} N(t)$$

$$\frac{dN(t)}{dt} = r_0 \left\{ 1 - \frac{N(t)}{K} \right\} N(t)$$

$$\frac{dN(t)}{dt} = r_0 N(t) - b \{N(t)\}^2$$

$$\frac{dN(t)}{dt} = \{r_0 - \beta N(t)\} N(t) - b \{N(t)\}^2$$

数理モデリングの違いが導く異なる logistic 方程式

A variety of logistic equations derived from different mathematical modelings

■研究キーワード■ 量子アニーリング／量子ランダム回路／量子機械学習／情報統計力学／テンソルネットワーク／スパースモデリング  
 ■KEYWORDS■ Quantum Computing / Quantum Annealing / Information statistical mechanics / Machine learning / Sparse modeling / Quantum Machine learning Always something new and unique. Reliable algorithms, reliable applications by information processing and statistical mechanics



教授 大関 真之  
Prof.  
Masayuki Ohzeki



准教授 工藤 和恵  
Assoc. Prof.  
Kazue Kudo



特任助教(研究) 西川 宜彦  
Assis. Prof.  
Yoshihiko Nishikawa



特任助教(運営) 小林 円  
Assis. Prof.  
Madoka Kobayashi

## 常に新しく、ちょっと変わったことを。情報統計力学で 確実なアルゴリズム・確実な応用を

情報科学の中で理論的な研究スタイルをとり、数理科学や物理学の知見を生かし、情報統計力学の醸成、量子機械学習の発展、量子計算の応用を目指します。

近年では機械学習やデータサイエンスの発展がめざましいところです。ただ応用するだけではなく、じっくりとその背景にある数理を眺めると、異なるアルゴリズムや異なる分野で、実は同じことが横串の概念になっていることが多々あります。ニューラルネットワークは脳科学、機械学習、そして統計力学の交差点上にある概念です。量子ランダム回路と呼ばれる量子コンピュータ上での計算は、量子力学と重力、時空の構造、計算量理論などなど多くの問題と有機的に関係を持ち、テンソルネットワークを通して理解することができます。この理解は、最後には役に立つ現実的で新しい方法を生み出す源泉となります。どんな分野も科学の前では同じ形をした問題に帰着します。その重要な問題はどこにあるのか、それを見つけることのできる洞察力を身につけます。そしてそうした態度で社会とつながる自然科学、社会に役立つ思想を学問するのがこの研究室です。論文を書いたり、学会で発表したり、さらにその経験や研究成果を生かして、スタートアップを創業したり、連携したり、大企業との産学連携まで。ちょっと他では味わえない体験をしませんか？

## Always something new and unique. Reliable algorithms, reliable applications by information processing and statistical mechanics.

Taking a theoretical research style in information science, we aim at fostering information processing and statistical mechanics, developing quantum machine learning, and applying quantum computation by utilizing knowledge from mathematical science and physics. In recent years, machine learning, and data science have made remarkable progress. If we take the time to look at the mathematics behind them, rather than just applying them, we often find that the same thing is a transversal concept in different algorithms and different fields. For instance, Neural networks are a concept at the intersection of brain science, machine learning, and statistical mechanics. Computation on a quantum computer, called a quantum random circuit, is organically related to many issues such as quantum mechanics and gravity, the structure of space-time, computational quantity theory, etc., and can be understood through tensor networks. This understanding is the wellspring from which useful, realistic, and new methods can be created in the end. Every field comes down to the same shaped problem in front of science. We develop the insight to find out where the key issues lie. In addition, with this attitude, we study natural science that is connected to society and philosophy that is useful to society. You will write papers, give presentations at conferences, and use your experience and research results to establish startups, collaborate with others, and even collaborate with large corporations in industry and academia. Wouldn't you like to have an experience like no other?

■研究キーワード■ 計算数理学 / 数値流体力学 (CFD) / マルチフィジックス CFD / 数値計算

■KEYWORDS■ Mathematical Modeling and Computation / Computational Fluid Dynamics(CFD) / Multiphysics CFD / Numerical Simulation



教授 山本 悟  
Prof. Saturu Yamamoto



准教授 古澤 卓  
Assoc. Prof. Takashi Furusawa



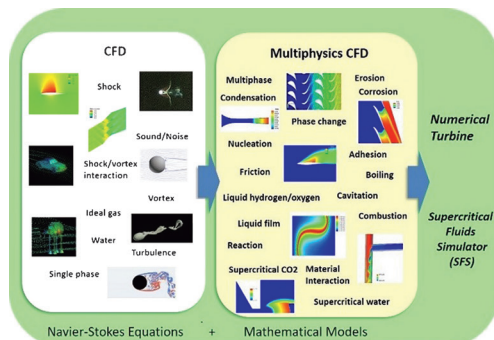
助教 宮澤 弘法  
Assis. Prof. Hironori Miyazawa

## マルチフィジックス CFD のスーパーコンピューティング

当研究室では、様々な物理化学現象を支配する数理モデルを構築して、それをスーパーコンピュータにより大規模数値計算することにより、その現象を仮想的に再現する計算数理学を研究している。独創的な研究を展開するためには、物理学、化学、生物学など複数の自然科学分野を融合した学際研究が今後必要であるが、計算数理学は複数の研究分野を融合した、まさに学際研究分野である。特に、計算数理学の1研究分野である数値流体力学 (CFD) をさらに発展させた、マルチフィジックス CFD (MCFD) という新たな研究分野を開拓している。CFD では数理モデルとしてナビエ・ストークス方程式が解かれるが、MCFD ではこれに加えて、様々な物理化学現象を支配する数理モデルを同時に解く。具体的には現在2つの研究プロジェクトを推進している。まず1つ目として、高性能で高信頼なものづくりに有用な計算数理学として、ガスタービンや蒸気タービンの相変化を伴う熱流動をタービンまると大規模数値計算する「数値タービン」を開発している。もう1つの研究プロジェクトとして、水、二酸化炭素、炭化水素など様々な物質の、気体・液体・超臨界流体の状態にある低速から超音速までの熱流動を数値計算する「超臨界流体シミュレータ (SFS)」を開発している。さらに、シミュレーションデータベース (SDB) のみに基づくガスタービンのデジタルツイン実現に向けて、数値タービンとAI技術の融合を進めている。

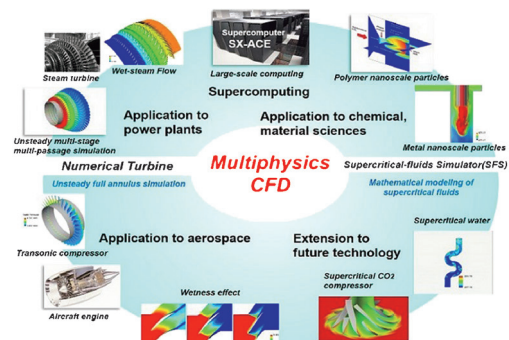
## Multiphysics CFD and the supercomputing

Our laboratory conducts Mathematical Modeling and Computation (MMC) which builds mathematical models for simulating physical and chemical problems and solves them by supercomputers. Interdisciplinary studies among physics, chemistry and biology are desirable for expanding an innovative study. MMC is one of the interdisciplinary studies. Particularly, we now explore Multiphysics CFD (MCFD) as a research field of MMC expanded from Computational Fluid Dynamics (CFD). CFD solves Navier-Stokes equations (NS) as a mathematical model. MCFD solves additional mathematical models governing physical and chemical problems with NS. Currently, we promote two research projects. One develops Numerical Turbine (NT) that achieves large-scale computations of moist-air and wet-steam flows in full-annulus gas and steam turbines. Another is Supercritical-fluids Simulator (SFS) that realizes the simulation of complex flows with arbitrary substances such as water, carbon dioxide, and hydrocarbon in gas, liquid, and supercritical-fluid states with the phase change. Furthermore, AI technology is being applied to NT for creating a digital twin of gas turbine only by the simulation database (SDB).



CFD で解ける熱流動現象とマルチフィジックス CFD でなければ解けない熱流動を伴う様々な物理化学現象

Thermo-fluid flows categorized in CFD and physical and chemical problems with thermo-fluid flows categorized in multiphysics CFD



これまでに数値タービンと超臨界流体シミュレータを応用した実用的なマルチフィジックス CFD 問題

Practical multiphysics CFD problems which have been resolved by Numerical Turbine and Supercritical-fluid Simulator (SFS)

■研究キーワード■ 高性能・セキュアコンピューティング／画像・映像信号処理／コンピュータビジョン  
 ■KEYWORDS■ High-performance and Secure Computing / Image and Video Processing / Computer Vision



教授 青木 孝文  
Prof. Takafumi Aoki



准教授 伊藤 康一  
Assoc. Prof. Koichi Ito

## 新しいコンピューティングパラダイムへの挑戦

### 1. 高性能・セキュアコンピューティング

コンピュータとネットワークが生活のすみずみに浸透するユビキタス情報環境を想定した次世代コンピューティング技術全般について研究を行っている。具体的な研究テーマとしては、超高性能計算機構のアルゴリズム、セキュア組込みシステム、次世代システム LSI と EDA (Electronic Design Automation)、暗号処理システムに対する実際の脅威とその防御に関する研究などがあげられる。また、将来に向けて、高安全な LSI コンピューティング、多値論理に基づく新原理システム LSI、単一電子集積システム、分子コンピューティングなどの新しいパラダイムについても検討している。

### 2. 画像・映像信号処理とコンピュータビジョン

画像や映像などの多次元信号を対象にするデジタル信号処理ならびにコンピュータビジョンの研究を行っている。ピクセル分解能の壁を越える新しい画像マッチング技術である「位相限定相関法」を開発するとともに、その応用として、バイオメトリクス認証技術（指紋照合、虹彩照合、3D 顔照合など）、3D ヒューマンインターフェース技術、超高速画像認識システム、自動車向けビジョンシステム、ナノスケール画像センシング技術などの研究を行っている。さらには、オブジェクトベース映像処理、複合現実感（MR）の概念に基づく情報コミュニケーションとディスプレイシステムなどの研究をさまざまな企業や研究機関と連携して進めている。

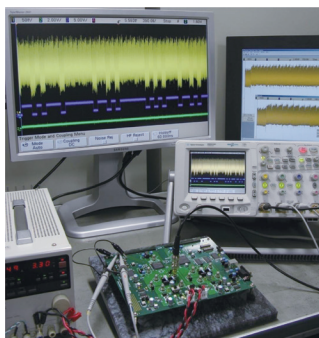
## Challenges toward new computing paradigms

### 1. High-performance and secure computing

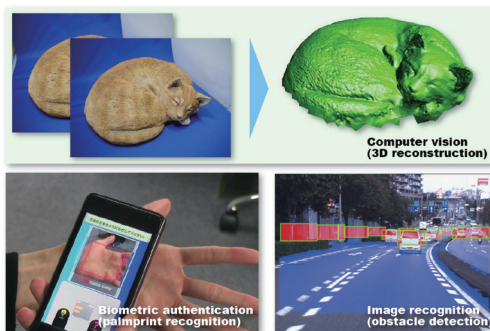
We are studying future computer architectures for creating an advanced ubiquitous computing environment. Our interests include algorithms for high-performance computing, secure embedded systems, EDA (Electronic Design Automation) technology for designing next-generation system LSIs, and practical threats to cryptosystems and their countermeasures. We are also active in creating future computing paradigms such as high security LSI computing, beyond-binary computing based on multiple-valued logic, ultra-low-power computing using single-electron devices, and molecular-scale computing.

### 2. Image/video processing and computer vision

We are developing new methodologies for image/video processing and computer vision. We propose a high-accuracy image recognition technique based on phase-based image matching to develop a variety of applications especially in the areas of biometric authentication (fingerprint recognition, iris recognition, 3D face recognition, etc.), 3D human interface, high-speed machine vision for industrial and vehicle applications, nano-scale image sensing, etc. We are also carrying out strategic researches with industrial partners on many subjects such as object-based video processing and communication/display systems based on MR (Mixed Reality) concepts.



産学連携によるセキュア組込みシステムの開発  
Secure embedded systems in collaboration with academic and industrial partners



位相限定相関法のコンピュータビジョン・バイオメトリクス・画像認識への応用  
Applications of phase-based image matching to computer vision, biometrics and image recognition

■研究キーワード■ 知能システム/ビッグデータ応用/高性能計算/リコンフィギャラブルコンピューティング/ FPGA / VLSI コンピューティング  
 ■KEYWORDS ■ Intelligent Systems / Big-data applications / High-performance computing / Reconfigurable VLS / FPGA / VLSI Computing



教授 張山 昌論  
 Prof. Masanori Hariyama



准教授 ウィッデヤスーリヤ  
 ハシタムトゥマラ  
 Assoc. Prof. Hasitha Muthumala  
 Waidyasooriya



准教授 小柴 満美子  
 Assoc. Prof. Mamiko Koshiha

## 人にやさしい知的スーパーコンピューティング

私たちの研究室では、「人にやさしい知的スーパーコンピューティング」に関して研究をしています。例えば、図1に示すような、医療情報処理システム、センサー情報処理システムなどの「人を身近でサポートしてくれる知的コンピューティングシステム」、そして、AI、自然言語処理、量子アニーリングシミュレーションなどのビッグデータ処理・大規模計算といった「人と社会を陰ながらサポートしてくれているスーパーコンピューティング」などの研究を行っています。

この目的のために、本研究室では、図2に示すように、2つの計算分野：

- ・ 知的処理アルゴリズム
- ・ 高速・低消費電力ハードウェア

を統合し、「最適」なシステムを構築することにより、ソフトウェアだけ、ハードウェアだけでは実現できない、高性能かつ低消費電力な知的システムの開発を行っています。

研究テーマ

- 1 医療情報処理、人間の行動解析などの知能システム応用
- 2 FPGA（再構成可能集積回路）を用いたビッグデータ処理・大規模計算のための専用アクセラレータ
- 3 専用アクセラレータのための高位合成理論

## Human-Centric Intelligent Supercomputing

We aim at human-centric intelligent super-computing.  
 Its examples include, as shown in Fig. 1,

- ・ "Embedded Intelligent Computing" such as a medical information system, intelligent robots and advanced-safe vehicles,
- ・ "Big-Data Computing/High-Performance Computing" such as AI, Natural Language Processing, Quantum Annealing Simulation and search engine.

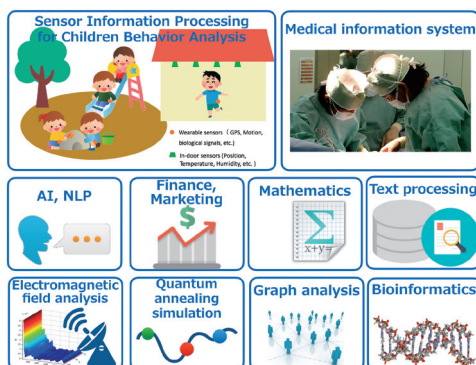
For the purpose, we optimally combine two computational domains:

- ・ intelligent algorithms
- ・ high-speed and low-power hardware

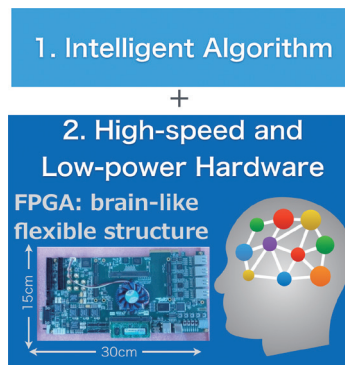
to outperforms greatly the conventional systems that is designed in a software-only or hardwareonly optimization.

Our major research topics are as follows:

1. Intelligent systems such as a medical information system and intelligent robots
2. Custom accelerators for big-data computing/high-performance computing using reconfigurable LSIs such as FPGAs.
3. High-level synthesis for custom accelerators



人にやさしい知的スーパーコンピューティングシステム  
 Human-Centric Intelligent supercomputing systems



異なる計算領域からの大局的最適化  
 Global optimization across different computational domains

■研究キーワード■ プログラミング言語理論／計算モデル／情報セキュリティ  
 ■KEYWORDS■ Programming Language Theory / Computation Models / Information Security



教授 住井 英二郎  
 Prof.  
 Eijiro Sumii



准教授 松田 一孝  
 Assoc. Prof.  
 Kazutaka Matsuda



助教 Oleg Kiselyov  
 Assis. Prof.  
 Oleg Kiselyov

## 「ちゃんと動く」ソフトウェア

現代では、パソコンや携帯電話は言うに及ばず、交通機関や電子政府、金融取引や医療機器など、社会の根幹や人命を左右するシステムがコンピュータにより制御されている。しかし、それらのコンピュータを実際に制御しているソフトウェアは、論理的・数理的な基礎の薄弱なまま、しばしば人的努力のみによって開発されており、そのことが現実さまざまな問題を引き起こす主因となっている。

本研究室では、このような問題に対処すべく、論理的・数理的基礎に基づいたソフトウェア開発のためのプログラミング言語・手法、ツール、計算モデル等に関する研究を行っている。以下は最近の研究テーマの例である。

- ・プログラム等価性証明手法：二つのプログラムの振る舞いが等価であるか否かは、プログラムの最適化や検証にも密接に関連する、基本的かつ重要な問題である。我々は「環境双模倣」に基づくプログラム等価性証明手法を考案し、幅広いプログラミング言語および計算モデルに適用した。
- ・関数プログラミング：簡単・安全かつ強力なプログラミング手法・言語として近年になり注目されている関数プログラミングおよび関数型言語に関し、トップレベルのプログラマ・技術者・研究者らと共に世界的に著名なプログラミングコンテストの主催を担当するなど、幅広い社会的活動を行っている。
- ・双方向変換：ソフトウェア開発においては、変換とその「逆変換」の実装がしばしば要求される。我々は「ちゃんと動く」双方向変換記述のためのプログラミング言語・手法を開発している。

## Software that “works”

In today's society, many critical systems are controlled by computers: transportation safety, medical devices, commerce and public communication. The software that runs on those computers, however, is often developed on weak foundations, which regularly causes it to behave in unanticipated and rather undesirable ways.

To develop the software we can rely on, based on solid logical and mathematical foundations, we study programming languages, methods, tools and computational models. Our recent research topics include:

- ・ Proof techniques for program equivalence: The fundamental question underlying program optimization and transformation is whether two programs behave the same. We have developed an “environment bisimulation” technique for proving program equivalence and applied it to a wide range of programming languages and computational models.
- ・ Functional programming: Functional programming is gaining interest as a reliable, easy to reason and powerful programming method. Helping raise this interest is the annual international programming contest, with world-wide participation by top-level programmers and researchers. We have served as the organizers of the 2011 programming contest.
- ・ Bidirectional transformation: In today's distributed world, we often have to keep many sets of data in sync: transforming from one set to another and back. We are developing programming languages and techniques for correct-by-construction bidirectional transformations.



国際関数型プログラミングコンテストの主催 (icfpc2011.blogspot.jp)

Organization of an international functional programming contest (icfpc2011.blogspot.jp)



プログラム等価性証明手法の研究による受賞

An award for research on proof method of program equivalence

■研究キーワード■ 高性能/低消費電力コンピュータアーキテクチャ/並列・分散計算/スーパーコンピュータとその応用/機械学習や量子アニーリングとのハイブリッド計算  
 ■KEYWORDS■ High-Performance/Low-Power Computer Architectures / Parallel and Distributed Computing / Supercomputing Systems and their Applications / Hybrid Computing with Machine Learning and Quantum Annealing



教授 小林 広明  
Prof. Hiroaki Kobayashi

## ハードウェアとソフトウェアの協調設計による高性能・低消費電力・高信頼な次世代コンピュータアーキテクチャ

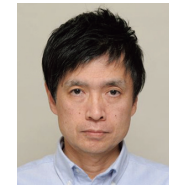
ポストムーア時代を見据えた革新的ハードウェア技術とその機能を最大限に活用できるソフトウェア技術の協調設計により、超高速・低消費電力・高信頼な次世代コンピュータを実現する事を目指し、以下のテーマに関する研究を行っています。

### <高性能・低消費電力・高信頼なコンピュータアーキテクチャ設計>

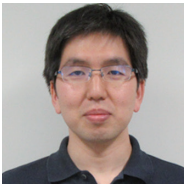
計算機はその性能が飛躍的に向上する一方で、大量のデータを低消費電力で確実に処理することが求められています。そこで、積層技術・不揮発メモリ等の次世代デバイス技術を活用したメモリアーキテクチャや、プログラムが必要とする計算・データ供給能力に応じて電力あたり性能を最大化するシステムソフトウェア技術の研究開発に取り組んでいます。

### <機械学習・量子アニーリングと従来型計算によるハイブリッド処理とその社会実装>

IoTの浸透により大量のデータが蓄積され、その効果的活用のために、従来型計算にとられない高効率なデータ処理方式が求められています。例として、人間が書いたプログラムではなくコンピュータ自身が学習してデータ解析を可能とする機械学習や、従来型計算では困難な組み合わせ問題等を効率的に解くことができる量子アニーリングが挙げられます。これらの利点を活かして従来型計算と組み合わせる「量子アニーリングアシスト型次世代スーパーコンピューティングアーキテクチャ」の研究開発を推進し、その応用例としてリアルタイム津波推定予測・避難経路案内システムやタービン故障予測システムの開発とその社会実装に取り組んでいます。



特任教授(研究) 中田 一人  
Prof. Kazuto Nakata



准教授 佐藤 雅之  
Assoc. Prof. Masayuki Sato

## Next-Generation High-Performance/Low-Power/Dependable Computer Architectures by Co-designing Hardware and Software

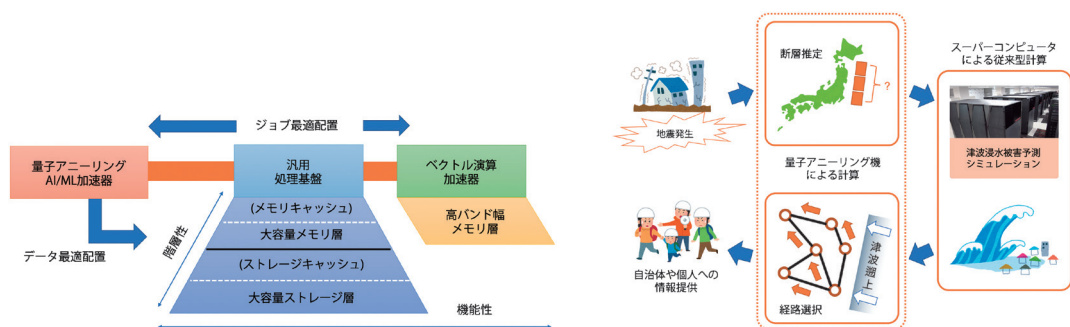
Our laboratory is active in the research on high-performance, low-power, and dependable computing systems by co-designing hardware and software environments. The details are as follows.

### < High-Performance/Low-Power/Dependable Computer Architecture Design >

While computers have significantly increased their performances, they are also required to reliably process a large amount of data with the lower power. Our laboratory focuses on memory systems by using the 3D die-stacking and non-volatile devices, adaptive hardware technologies to maximize the performance per watt by providing resources to applications, and dependable technologies of computers.

### < Hybrid Processing Architectures of Machine Learning/Quantum Annealing and Conventional Computing, and their Applications with Social Deployments >

Due to the power limitations of computers and the demands for big data processing, new computing methods such as machine learning (ML) and quantum annealing (QA) have attracted attention. Our laboratory is conducting researches on the integration of these emerging ML/QA technologies into the conventional computing as a single system image, and development and deployment of their killer applications: a real-time tsunami inundation simulation with routing assistance for evacuation, and a system to predict turbine faults.



従来型・量子アニーリング・AI/ML ハイブリッド計算環境

Hybrid conventional-QA-AI/ML computing environment

リアルタイム津波浸水予測・避難経路案内システム

A real-time tsunami inundation simulation with routing assistance for evacuation



■研究キーワード■ 情報ネットワークアーキテクチャ / IoT / モバイルネットワーク / ネットワークシステム最適化  
 ■KEYWORDS■ Information Network Architecture / IoT / Mobile Network / Network System Optimization



教授 長谷川 剛  
 Prof. Go Hasegawa

## IoT 社会を支える情報ネットワークアーキテクチャ

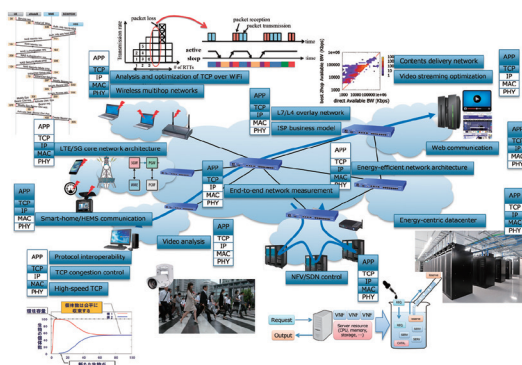
情報ネットワークシステムは既に社会の隅々まで浸透し、人々の日常生活や仕事を支援すると共に、新しいライフスタイルや社会を生み出す上で欠かすことができません。しかしながら、インターネットは1960年代にその原形が誕生してから、その基本的なアーキテクチャをほとんど変えないまま高速・大規模化してきています。IoT社会の到来により、今後桁違いに多くの機器をネットワークに繋ぎ、今までは考えられないような斬新かつ有用な情報ネットワークシステムを数多く収容することが予想され、アーキテクチャ的な限界を迎えることが危惧されています。

当研究室では、そのような問題を打ち破る新しい情報ネットワークアーキテクチャの実現を目指します。特に、高性能・高可用情報ネットワーク、仮想化ネットワーク / システム設計・制御技術、IoT / モバイルネットワークデザイン、知識型ネットワークミドルウェア / 応用ソフトウェア、高耐性ネットワーク / 知的ネットワーク、次世代ユビキタスサービス基盤等に関する研究に取り組みます。その際、すぐに役に立つかどうかだけで評価するのではなく、なぜそうなるのかを説明するための理論的・数学的な原理を解き明かし、新たなネットワーク環境の社会実装を目指します。

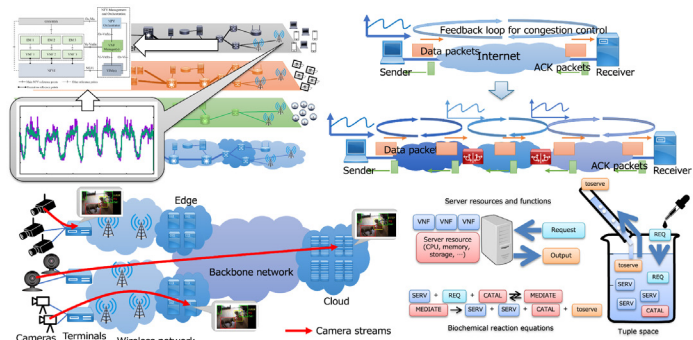
## Information network architecture for IoT era

Information network systems are now ubiquitously spread in the world to support everyday life and social activities of people, and it becomes a key factor to create new lifestyles and society. However, the Internet has become high-speed and large-scale without changing its basic architecture since its birth in the 1960s. With the advent of the IoT society, huge numbers of devices and new useful information network systems which could not have been considered before will be connected to the information network, which will expose architectural limitations.

In this laboratory, we aim at realizing a new information network architecture for resolving such problems. In particular, we undertake research on high-performance and highly-available information network, system design and control mechanism of virtualized network, IoT and mobile network design, knowledge-based network middleware and its application, highly-resilient and intelligent networking, next generation ubiquitous service infrastructure, etc. We do not evaluate only whether it will be useful immediately or not but clarify theoretical and mathematical principles to explain why it works and aim at a social implementation of a new network environment.



情報ネットワークアーキテクチャ研究分野  
 Researches on Information Network Architecture



コミュニケーション論講座の研究内容  
 Research Topics on Communication Theory Laboratory

■研究キーワード■ 高性能計算 / システムソフトウェア / プログラム高速化技術 / 機械学習  
 ■KEYWORDS■ High Performance Computing / System Software / Performance-aware Programming / Machine Learning



教授 滝沢 寛之  
 Prof. Hiroyuki Takizawa



助教 高橋 慧智  
 Assis. Prof. Keichi Takahashi

## 将来のスーパーコンピューティング技術を創造する

将来のスーパーコンピュータのあり方を考えるとともに、それを最大限に活用するための高性能計算技術の確立に取り組んでいます。スーパーコンピュータを実運用し、様々な分野の共同研究を行うことで現在および将来の技術的課題を明確化し、それらの解決に向けた研究開発を行っています。

### (1) 高生産・高性能計算のためのソフトウェア技術の確立

スーパーコンピュータの性能を引き出すためにはシステム構成を強く意識したプログラミングが必要であり、一般的なプログラマにとって難解です。このため、例えば機械学習などのデータ駆動型アプローチも駆使しつつ、プログラミング環境や実行時環境など、将来のスーパーコンピュータの利用を支援するためのシステムソフトウェア技術について広く研究しています。

### (2) スーパーコンピュータの新しい活用方法の開拓

機械学習やビッグデータや緊急ジョブ実行など、現在のスーパーコンピュータには様々な目的での利用が求められています。このため、従来からの主目的である数値シミュレーションでの性能を損なうことなく、それ以外の多様な目的にもスーパーコンピュータを有効活用するための研究開発を行っています。

### (3) 次世代スーパーコンピュータの運用技術

今よりさらに大規模で複雑な将来のスーパーコンピュータの運用において、システムの利用率やスループットを高く保ちながら、耐障害性や高い電力効率を実現するための技術の確立を目指しています。

## Creating future supercomputing technologies

Our research focus is on establishing high-performance computing technologies to fully exploit future supercomputers. In pursuit of this goal, we operate a production supercomputer and collaborate with many researchers for identifying shortcomings in current supercomputers and researching solutions to be implemented in next-generation technologies.

### (1) System Software for Productive High-Performance Computing

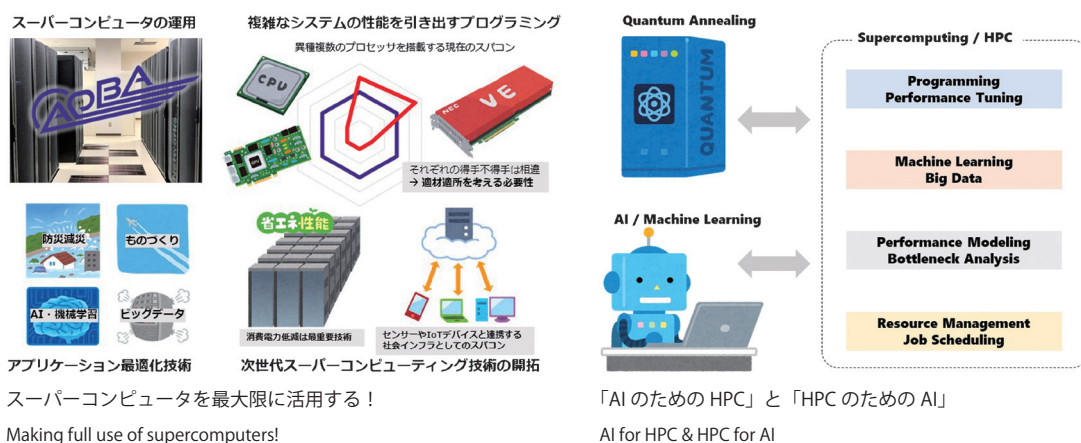
To achieve both performance and portability, we develop system software technologies. One example of our research is to adopt data-driven approaches such as machine learning to enhance programming and runtime environments for future supercomputers.

### (2) New Ways of Using Supercomputers

Recently, supercomputers are being used for an increasing variety of fields, including machine learning, big data, and urgent computing. We are engaged in research on developing effective ways of using supercomputers for those new purposes without degrading the performance for the original purpose of academic use.

### (3) Operation Technologies for Future Supercomputers

We develop operation technologies to enhance fault tolerance and power efficiency while achieving high utilization and throughput in future supercomputers, which will not only be larger in scale, but also be more complicated.



■研究キーワード■ 計算量理論 / 帰着 / 公開鍵暗号系 / 暗号学的仮定 / ブロックチェーン  
 ■KEYWORDS■ computational complexity theory / reduction / public-key cryptosystem / cryptographic assumption / blockchain

## 情報セキュリティの数学的理論

本講座の研究分野は、情報セキュリティ理論およびそれに関連する数学です。理論的基礎となるものは、組み合わせ論、計算量理論、代数学、幾何学など多岐にわたります。現在、我々が主に興味を持っているのは次のテーマです。

(1) 計算量理論：計算量理論は計算機科学の中核をなす理論の一つで、種々の計算問題をそれを解決するための計算量（計算の複雑さ）で分類し、それらの計算量クラスの間になどのような関係があるかを探求する理論です。我々は、主に情報セキュリティ理論への応用の観点から、種々の計算問題の複雑さや帰着関係などを考察しています。

(2) 暗号系の安全性：今日の公開鍵暗号系や電子署名系の多くは、計算量的に効率よく解決することは困難と考えられている幾つかの計算問題にその安全性を依存しています。我々は、暗号系の安全性を支える種々の基礎問題の複雑さを構造的計算量理論の手法を用いて研究しています。

ある問題の複雑さに安全性を依存する暗号方式は、量子計算機の出現などによりその基礎問題の複雑さが十分であると言えなくなる状況下では安全性の根拠を失います。我々はそのような状況下においても安全性の担保能力を持つような新たな基礎問題の開発や、安全性担保能力を補強するような一般的な仕組みについても興味を持っています。

また、最近では、ブロックチェーン応用技術の開発やその安全性評価など、実用的研究にも取り組んでいます。

## Mathematical theory of information security

The main research subjects of the laboratory are on the theory of information security, which also involves related mathematics: combinatorics, computational complexity theory, algebra, geometry and so on. We are currently interested in the following subjects.

(1) Computational Complexity Theory: In the computational complexity theory, we classify various computational problems according to the difficulty of solving them and analyze reduction relationships among the problems. We study the complexity of various computational problems from a standpoint of the cryptologic research.

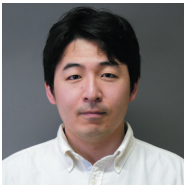
(2) Security of Cryptographic Systems: The security of public-key cryptosystems depends on some computational problems that are presumably hard to solve. We are interested in the complexity of such primitive problems.

Any cryptographic scheme depending on some primitive problem would no longer be secure if the underlying problem were proven to be easy. This happens when efficient algorithms are found or quantum computers work in a practical sense. We are interested in new primitives that are assured to be sufficiently hard even in such circumstances. We also attempt to find a generic methodology for reinforcing the hardness of the primitives.

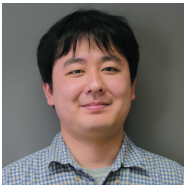
Recently, we are also working on practical issues such as the development and evaluation of secure blockchain applications.



教授 静谷 啓樹  
 Prof. Hiroki Shizuya



准教授 酒井 正夫  
 Assoc. Prof. Masao Sakai



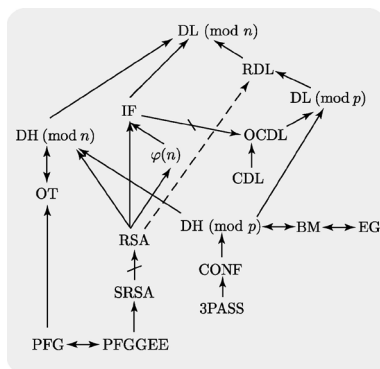
准教授 磯邊 秀司  
 Assoc. Prof. Shuji Isobe



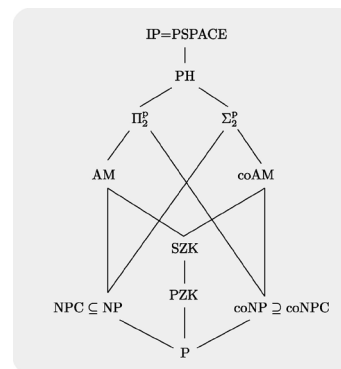
助教 小泉 英介  
 Assis. Prof. Eisuke Koizumi



助教 長谷川 真吾  
 Assis. Prof. Shingo Hasegawa



公開鍵暗号方式の基礎問題間の帰着関係  
 Reductions among Cryptographic Primitives



主な計算量クラスの階層  
 Inclusion Diagram on Some Complexity Classes

■研究キーワード■ データ科学／複雑系／行動分析／学習分析

■KEYWORDS■ Data Science / Complex Systems / Behavior Analysis / Learning Analytics

教授 早川 美德  
Prof.  
Yoshinori Hayakawa准教授 三石 大  
Assoc. Prof.  
Takashi Mitsuishi助教 湯田 恵美  
Assis. Prof.  
Emi Yuda助教 大山 智也  
Assis. Prof.  
Tomoya Ohyama

## 複雑系情報へのデータサイエンスによるアプローチ

本講座では、複雑で多様な自然現象や社会現象、および人間の活動、特に、一過的で定型処理が難しい事例を中心として、そこから収集・生成されるデータを、我々にとって価値の有る情報として紐解き、意味づけ活用するための情報論的な枠組みとその応用について教育・研究している。具体的には、主に以下のテーマに取り組んでいる。

(1) 複雑系のダイナミクスと情報理論:

鳥や魚の群れを見ると、あたかも一個体の多細胞生物のように複雑に振る舞う。こうした群れ行動を屋外での実測データに基づいて推定する等、生物系も含む複雑な現象に情報論的な観点からアプローチしている。

(2) IT教育・eラーニングにおける学習分析:

IT教育やeラーニングにおいて効果的な学習を促進するためには、エビデンスに基づく教育・学習内容の改善・高度化が必要となる。そこで、実際の教育現場を対象とした具体的なアプリケーションやツールを開発し、実践を通じて記録される様々な学習行動を分析しモデル化を行っている。

(3) 生体信号ビッグデータ解析:

様々な生体信号が蓄積されビッグデータを形成しているなかで、その利活用に向けた理論的、技術的および倫理的問題の解決が望まれている。私たちは、心電図、脈波、加速度などの生体信号時系列データを中心に、医療機関から得られるデータを含むバイオメディカルデータを解析し、環境因子が健康や疾患に与える影響の新しい評価方法を確立し、長寿社会における予測・予防医療の推進に貢献することを目指している。

(4) 地理空間情報の活用による犯罪分析:

都市における犯罪現象と、人間行動の集積たる人流データほか地理空間情報との関連を分析している。

## Data Science Approach to Information in Complex Systems

We study information-theoretic frameworks and its applications to unravel the valuable information from the data collected and generated from complex and diverse natural phenomena, social phenomena and human activities, especially cases that are transient and difficult to process routinely.

(1) Collective dynamics and information theory of complex systems:

Looking at a flock of birds and fish, they behave in a complex way, as if they were a single multicellular organism, exhibiting a well-organized movement or sometimes changing the state disorderly. We are trying to reveal the information-theoretic structure and the control mechanisms of collective motion in the group of animals based on the field measurement data. We are also interested in other examples of complex phenomena including biological systems as the research subjects.

(2) Learning analytics in IT education and e-learning:

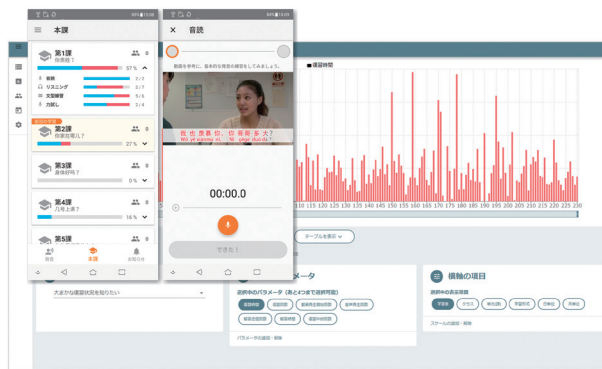
To practice effective education with IT or e-learning, it is necessary to improve instruction and educational contents based on evidence. So, we investigate every different learning activities and model them through developing applications and tools for actual educational fields. We also study on methodology of analytics for these learning activities.

(3) Bio-medical big data analysis:

Various bio-signals are accumulated as big data, it is important to solve technical and ethical problems for use. We analyze bio-medical time-series data such as ECG, pulse wave and acceleration for development new evaluation method.

(4) Crime analysis using geospatial information:

We analyze the relationship between urban crime and geospatial information such as human flow data.

屋外での鳥の群れの計測の様子  
Field measurement of flock of birds語学学習用スマートフォンアプリケーションと探索的学習分析ツール  
Smartphone application for language learning and a tool for exploratory learning analytics

■研究キーワード■ 計算システム/ポストムーア時代/アーキテクチャ/システムソフトウェア

■KEYWORDS■ Computing systems / Post-Moore era / architectures / system software



客員教授 佐野 健太郎  
Prof. Kentaro Sano



客員教授 佐藤 三久  
Prof. Mitsuhsa Sato

## ポストムーア時代の先進的高性能計算システムを追求

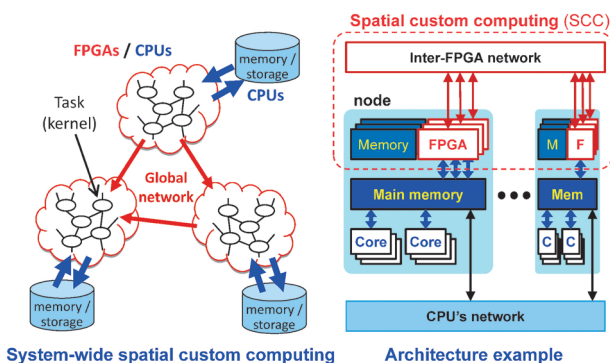
先進的計算システム論講座では、ムーアの法則が限界を迎え半導体の微細化が困難となっていくポストムーア時代を見据え、ハードウェアとソフトウェアの両方に関して、原理・方式・実装を追求して計算システムの性能や利便性を継続的に向上させていくための研究を行っています。ハードウェア分野では、現在の最先端の高性能計算機であるスーパーコンピュータ「富岳」を出発点として、半導体、パッケージング技術、通信技術等に関して今後向上が可能なものと困難なものを調査しながら、従来の方式にとられないポストムーア時代に適した計算原理や計算機アーキテクチャを探索します。

ソフトウェア分野では、新しい計算原理や計算機アーキテクチャから成る先進的計算機システムを活用するソフトウェアの開発方法を探索します。あらゆる処理を単一アーキテクチャの計算機で実行する現在のコンピュータとは異なり、先進的計算システムでは、処理に応じて適切なアーキテクチャの計算資源を割り当てる必要があります。この割り当てを自動化し、生産性の高いプログラムの作成環境を提供するためのプログラミングフレームワークおよび実行機構を研究します。

## Pursuing Advanced Computing Systems for Post-Moore era

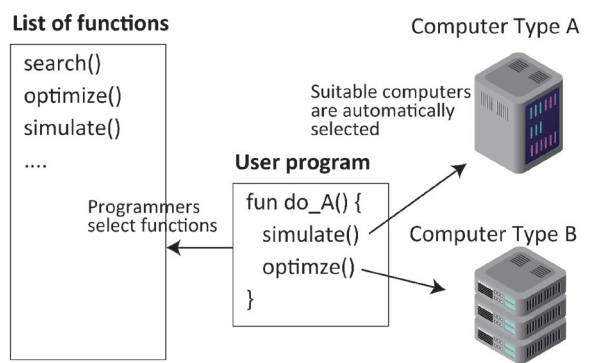
We research the principles, methodologies, and designs of both hardware and software which allow us to successively improve performance, usability, and productivity of computing systems even in the Post-Moore era where semiconductor scaling becomes difficult or impossible due to the limitation of the Moore's law. Regarding hardware, we research novel computing principles and architectures which are appropriate in the Post-Moore era, starting with supercomputer "Fugaku" which is the cutting-edge high-performance computing system, and considering promising future advancement of semiconductor, packages, and communication technologies.

In the software field, we will explore how to develop software that takes advantage of advanced computer systems consisting of new computational principles and computer architectures. Unlike current computers that execute all processes on a single architecture computer, advanced computing systems need to allocate computing resources of the appropriate architecture according to the characteristics of calculations. We will study programming frameworks and execution mechanisms to automate this assignment and provide users with productive programming environments.



**System-wide spatial custom computing Architecture example**  
システム規模の空間的専用計算方式とその機構を有する先進的計算システムアーキテクチャの例

System-wide spatial custom computing model and system architecture example for the model.



最適計算資源割り当てを行う先進的計算システムの例

Advanced computing system with adaptive allocation of computing resources in a system.



「システム」とは要素が相互に影響し合っ全体を構成する仕組みのことです。私たちの世界は様々なシステムで成り立っています。政治や金融のシステム、情報を処理するシステム、生物の運動を制御するシステムなど、人工物も自然界もシステムと見ることができます。システム情報科学専攻では、こうした多様なシステムを対象に、数学・自然科学・工学、そして情報科学の観点からその複雑な構造を解明し、より良いシステムを構築する研究を進めています。研究テーマは、システムを対象とした情報数理学、アルゴリズムとメカニズムに関わる知能情報科学、情報生物学・情報システム評価学を含む生体システム情報学、ロボット技術に必須のイメージ解析学や知能制御システム学、聴覚・視覚に関わる情報学、情報コンテンツやソフトウェアに関わるコンピュータサイエンスなど、多岐にわたります。

The term "system" is a mechanism in which all elements mutually influence each other and constitute as a whole. Our world consists of various systems. Political and financial systems, information processing systems, systems that control the movement of living things: systems can be seen in both the artificial and natural worlds. In the Department of System Information Sciences, we study to understand these complicated structures through mathematics, natural sciences, engineering, and information science, and to build a sophisticated system for these diverse fields. Research topics include information mathematics for systems, intelligent information science related to algorithms and mechanisms, biosystem information sciences including information biology / information system evaluation, image analysis and intelligent control system essential for robot technology, information science related to hearing and vision, computer science related to information contents and software, and so on.



システム情報科学専攻 博士課程後期2年  
自然言語処理学(乾研究室)

**Ana Brassard**

在学生からのメッセージ

I conduct research in Natural Language Processing (NLP), a subfield of Artificial Intelligence (AI). We apply statistical and computational methods in tandem with linguistic principles to study and replicate human language. A lot goes into understanding a language: everything from simple vocabulary and grammar rules to more complex (yet so easy and natural to humans) processes such as everyday knowledge of objects and people, common-sense reasoning, understanding emotions, and much more. Our field has made possible now invaluable tools such as automatic translators, scorers, summarizers, text generators, chatbots, and search engines. I specialize in probing how much current language models, the basic building block of most NLP systems today, know about our world or can reason and how to teach it to them if not.

Human language is and will always be our primary means of communicating and recording information. Our job is to teach machines to properly process what we give them and respond helpfully and naturally. At GSIS, you have the opportunity to join this effort. As a Ph.D. student in any of our AI-related labs, you are invited to explore any topic or application you may be interested in: from the core mathematical principles all our systems rely on, to bleeding-edge implementations for well-known tasks, or to societally useful or even fun real-world applications. You will find all the support and encouragement you need from highly qualified and enthusiastic colleagues in a rich, dynamic, and well-resourced environment. I traveled a long way to come here; I never once regretted it.

大 講 座 Divisions	小講座又は分野	Laboratories	
システム情報数理学 Mathematical System Analysis	システム情報数理学Ⅰ	Mathematical System Analysis I	21
	システム情報数理学Ⅱ	Mathematical System Analysis II	22
	統計数理学	Statistical Mathematics	23
知能情報科学 Intelligent Information Science	アルゴリズム論	Algorithm Theory	24
	知能システム科学	Intelligent Systems Science	25
	自然言語処理学	Natural Language Processing	26
生体システム情報学 Biosystem Information Sciences	情報生物学	Information Biology	27
	情報システム評価学	Design and Analysis of Information Systems	28
知能ロボティクス学 Intelligent Robotics	イメージ解析学	Image Analysis	29
	知能制御システム学	Intelligent Control Systems	30
* 音情報科学 Acoustic Information			31
* 高次視覚情報学 Visual Cognition and Systems			32
* 情報コンテンツ学 Information Content			33
* 融合流体情報学 Integrated Fluid Informatics			34
* ソフトウェア構成論 Software Construction			
* 人工知能基礎学 Fundamental Artificial Intelligence			35

\* 協力講座



■研究キーワード■ 量子確率論／無限次元確率解析／複雑ネットワーク／確率微分方程式／偏微分方程式論  
 ■KEYWORDS■ Quantum probability / Infinite dimensional stochastic analysis / Complex network / Stochastic differential equation / Partial differential equation



教授 尾畑 伸明  
 Prof. Nobuaki Obata



准教授 福泉 麗佳  
 Assoc. Prof. Reika Fukuizumi

## 解析学（無限次元解析・確率解析・非可換解析・偏微分方程式）の基礎と応用

(B02-1) 尾畑研究室

- 量子確率論・非可換確率論 伝統的な古典（コルモゴロフ流）確率論が「可換」の世界にあるのに対して「非可換」な世界に展開される確率論です。特に、量子ホワイトノイズ、ランダム行列、直交多項式、グラフのスペクトル解析などに関連させた研究を行っています。
- ネットワークのダイナミクス グラフに付加構造を与えたものをネットワークと総称します。成長するネットワークやランダムネットワークの構造や関連するダイナミクスの臨界挙動などに対して、統計物理学的手法や数値計算を援用した研究を行っています。
- 応用数学連携フォーラム 異分野研究者との交流を通して学際的な研究を推進しています。特に、ネットワーク数理をコアとして、多分野が交錯する境界領域で課題探索型研究を志向しています。

(B02-2) 福泉研究室

- 確率偏微分方程式 ノイズによる摂動を含む非線形分散型方程式の解の存在、爆発、時間が十分経った後の振舞いを伊藤解析によって調べます。特に、量子デバイス、光ファイバーやボース・アインシュタイン凝縮に由来するモデル方程式を扱い、工学や物理への応用を目指します。
- 定在波・進行波の安定性解析 定常解の近くの初期データから発展した解の安定性・不安定性を問題とします。非線形楕円型方程式に関連する変分的手法や、無限次元ヒルベルト空間上の作用素のスペクトル解析が主要な道具です。
- 数値解析 数学的に厳密な証明の手がかりとして、数値実験を有効な手段として取り上げています。学生さんの興味によって数理ファイナンスに現れるモデルの解析も指導しています。

## Foundations of Mathematical Analysis and Applications

(B02-1) Obata Laboratory

### ■Quantum (Non-commutative) Probability

Our main concern is to develop the quantum white noise theory with applications to quantum and classical differential equations. Fundamentals and applications to spectral analysis of graphs, random matrices, and orthogonal polynomials.

### ■Network Dynamics

A graph with some additional structure is generally called a network. We are interested in the structure of growing and random networks as well as the critical behavior of relevant dynamics by means of statistical physics and numerical analysis.

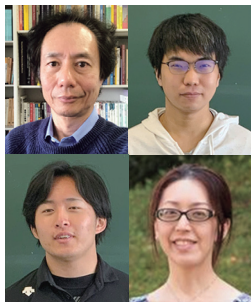
### ■Applied Mathematics Forum (AMF) promoting interdisciplinary studies together with international joint research projects. In particular, mathematical approach to network science is of our central interest, along with applications to quantum technology, life and social sciences.

(B02-2) Fukuizumi Laboratory

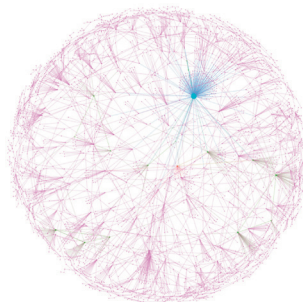
### ■Stochastic Partial Differential Equations We study, by Ito calculus, the existence, blow-up, asymptotic behavior of solutions of a nonlinear dispersive equation with a stochastic perturbation. In particular, model equations arising in quantum device, Optical fiber or in Bose-Einstein Condensation are objects of study as applications in Engineering or Physics.

### ■Stability of Solitary Waves and Travelling Waves We treat the stability and instability problem of solitary waves. Main tools are variational methods related to nonlinear elliptic equations, and spectral analysis of operators on an infinite dimensional Hilbert space.

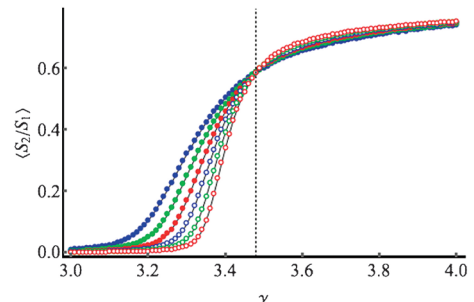
### ■Numerical Analysis We are interested in numerical simulations which give effectively some intuitive ideas to solve the phenomena mentioned above rigorously.



研究室の人々  
 members of our laboratory



コンフィギュレーションモデルの巨大連結成分  
 Giant component of a configuration model



第1および第2連結成分の比による臨界点の特定  
 Finding critical point by the 1st and 2nd connected components

■研究キーワード■ 統計科学／データ科学／関数データ解析／バイオ統計学／情報量規準／多変量解析／高次元データ／多層モデル／機械学習  
 ■KEYWORDS■ statistical science / data science / functional data analysis / biostatistics / information criterion / multivariate analysis / high-dimensional data / multi-level model / machine learning



教授 荒木 由布子  
 Prof. Yuko Araki

## 統計数理学—統計科学の理論と応用—

現象の構造解明の情報源であるデータの有する不確実性を、数学という科学の共通言語を用いて捉え、データから効率的に有益な情報やパターンを抽出するための手法開発や応用研究を行う統計科学・統計数理学は、社会にとってなくてはならない学問です。

## Statistical Mathematics –Theory and application of statistical science–

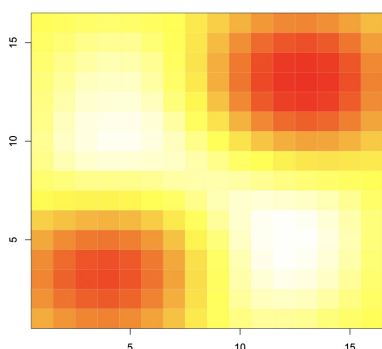
Statistical mathematics is an indispensable discipline for society. Researchers in the field develop methods and conduct applied research to effectively extract useful information and patterns from data by using mathematics, the common language of science, to deal with the uncertainties in data.

- Statistical Modeling

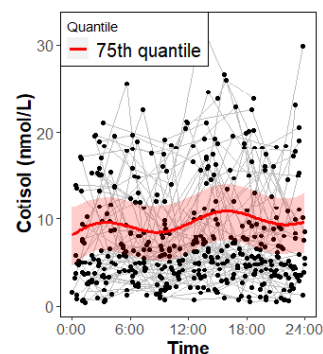
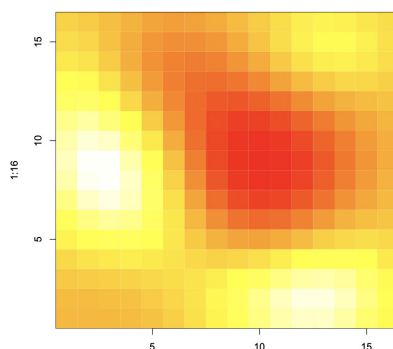
To extract useful information from high-dimensional data with complicated structure while minimizing loss of information, we develop new statistical models, such as the combination of regularized nonparametric regression models and nonlinear/sparse multivariate analyses.

- Functional data analysis

With the rapid development of modern measurement technologies, data are becoming increasingly diverse and complex. Functional data analysis deals with such data, especially that involving functions, shapes, and images. Our research interests consist of building statistical models via regularization, sparse estimation, basis expansions, nonlinear multivariate analysis, Bayesian methods, information criteria, etc. for functional data.



Composite basis functions (Araki et al. 2019): Basis functions with sparse singular value decomposition



75th quantile curves estimated by the Bayesian nonparametric quantile mixed-effects models (Tanabe, Araki et al. 2022)

■研究キーワード■ アルゴリズム／グラフ理論／組合せ遷移  
 ■KEYWORDS■ Algorithm / Graph Theory / Combinatorial Reconfiguration



教授 周 暁  
 Prof. Xiao Zhou



准教授 鈴木 顕  
 Assoc. Prof. Akira Suzuki



助教 田村 祐馬  
 Assis. Prof. Yuma Tamura

## アルゴリズムの開発と応用

アルゴリズムは、今やあらゆるシステムに導入され、そのシステムの信頼性や高速性を握る重要な鍵となっている。本研究室では、理論計算機科学の観点から、新しいアルゴリズムの設計法や解析法を研究開発している。特に、「グラフ」を用いてモデル化される離散的な問題を解くアルゴリズムや、「組合せ遷移」と呼ばれる解と解の関係に着目した問題を解くアルゴリズムを扱っている。

1. グラフとは、点の集合と2点を結ぶ辺の集合からなるものであり、数多くの実用的な問題がグラフを用いてモデル化される。例えば、道路網をモデル化することによって、満足度の高いスクールバスの経路を求める問題を定式化できる（左図）。他にも、スケジューリング問題はグラフの彩色問題として定式化できる。
2. 組合せ遷移とは、現在の状態から目標の状態に段階的に遷移可能か判定する問題であり、例として15パズルが挙げられる（右図）。組合せ遷移は他にも、周波数割当や監視システムの変更など、様々な応用が知られている。

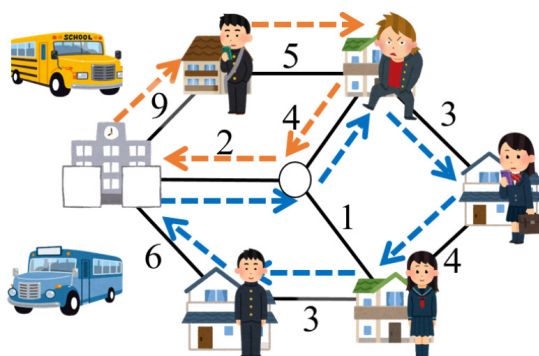
本研究室に配属された学生は、それぞれの興味にあったテーマを選び、研究を進めている。研究は理論的なアルゴリズム開発がメインであるが、時にはプログラム実装による実験的評価も行っている。

## Developments and Applications of Algorithms

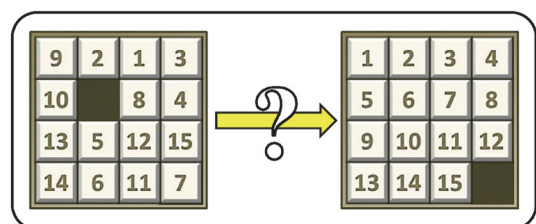
Algorithms now play a very important role for the reliability and efficiency in several social systems. We study and develop new algorithmic techniques from the viewpoint of theoretical computer science. In particular, we deal with several problems related to “graphs” and “combinatorial reconfiguration.”

1. A graph consists of a set of vertices and a set of edges, each of which joins a pair of vertices. Graphs can be used to model many practical problems: For example, modeling a road network by a graph, we can formulate the problem of finding highly satisfactory routes of school-buses (see the left figure). In another example, the scheduling problem can be formulated as the graph coloring problem.
2. In combinatorial reconfiguration, we are asked to transform the current configuration into a desired one by step-by-step operations. The 15-puzzle is one of such problems (see the right figure), and there are many applications such as changing frequency assignments, monitoring systems, and so on.

Students in our laboratory can select research topics according to their own interests. We study algorithms from the theoretical viewpoint, but we sometimes implement developed algorithms to evaluate them from the practical viewpoint.



スクールバスの経路の例  
 An example of routes of school-buses



15パズルの問題例  
 An example of 15-puzzle

■研究キーワード■ 文字列処理／機械学習／データ圧縮  
 ■KEYWORDS■ String Processing / Machine Learning / Data Compression



教授 篠原 歩  
 Prof.  
 Ayumi Shinohara



准教授 吉仲 亮  
 Assoc.Prof.  
 Ryo Yoshinaka



助教 ディプタラマ  
 ヘンリアン  
 Assis. Prof.  
 Diptarama Hendrian

## 人工知能と文字列処理

### 人工知能の理論と応用

大規模データに内在する傾向や法則を知識として抽出することを目指す知識発見と、その基盤技術である機械学習を中心課題として、人工知能に関する様々な話題について、理論と応用の両面から研究を行っている。時系列データからのパターン発見の効率化や高精度の分類を行うための類似性指標の開発、ゲームやパズルの解析と計算量の分析などの理論研究を行っている。また、オセロゲームやカードゲームなどの対戦ゲームの思考エンジンの強化などの実問題にも取り組んでいる。

### 文字列処理とデータ圧縮

センサー技術や通信網の発達により、多種多様の膨大なデータが利用可能となっており、大量のデータを効率よく処理するための技術がますます重要になっている。文字列は情報の格納・伝達的手段として最も基本的な型の一つである。我々は、パターン照合や繰り返し構造の抽出、圧縮や展開など、種々の文字列処理の効率化のためのデータ構造とアルゴリズムの研究を行っている。特に、圧縮された文字列を陽に展開することなく照合や特徴抽出を行う手法の開発に力を入れている。また、文字列の組み合わせの性質の解明や、それを補助するための文字列処理システムの開発を行っている。

## Artificial Intelligence and String Processing

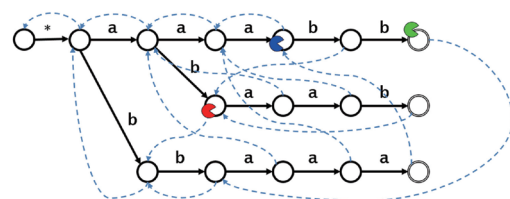
### Artificial Intelligence, Foundations and Applications

We study fundamental theories of Artificial Intelligence with practical applications on knowledge discovery and machine learning. We are interested in theoretical aspects on pattern discovery and feature extraction from time series data, similarity measures to effective classifications, and solving puzzles and games with their computational complexities. Practical applications include card/board games.

### String Processing and Data Compression

String is one of the most basic structures to hold and transmit information. Nowadays, enormous text data is accumulated due to recent popularization of Internet, and technology to process huge amount of text data has become important more and more. We study data structures and algorithms for efficient string processing and data compression. Especially we focus our attention to develop efficient algorithms to perform pattern matching and feature extraction from given compressed data without explicit decompression. We also study on combinatorial properties of strings, which would be helpful for fast string processing, and develop information retrieval systems that are useful for research activities.

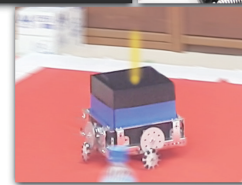
### Aho-Corasick オートマトン



a a a b b a a a a a a b b  
 a b a a b a a b a b a a b  
 b b a a b a b b b b a a a

マルチトラック順列パターン照合問題

Permuted Pattern Matching Problem on Multi-Track



応用例

Applications

■研究キーワード■ 自然言語処理／人工知能／コミュニケーション科学  
 ■KEYWORDS■ natural language processing / artificial intelligence / communication science



教授 乾 健太郎  
 Prof. Kentaro Inui



准教授 徳久 良子  
 Assoc. Prof. Ryoko Tokuhisa



助教 横井 祥  
 Assis. Prof. Syo Yokoi



特任助教(研究) Galvan Sosa Diana  
 Assis. Prof. Galvan Sosa Diana

## コミュニケーション支援のための高度自然言語処理

情報伝達のための最も重要なメディアは、日本語や英語など、誰もが日常で使っている人間のための言語（ことば＝自然言語）です。本研究室では、自然言語で表現され、伝達され、蓄積される情報や人の知識をコンピュータで処理するための基礎研究・応用研究を展開します。自然言語処理、人工知能、計算言語学、コミュニケーション科学などが我々のフィールドです。

言葉を理解するには、言葉が伝える情景をイメージしたり、常識的知識を使いこなして何がなぜ起こったのかを推論したりと、高度な知能が求められます。こうした言語理解の実現が難しいのは、推論に必要な常識的知識をコンピュータが持っていないためです。しかしこの問題は、ネット上の膨大な文章から常識的知識を自動収集することで解決できる可能性が見えてきました。我々は、自然言語処理が人工知能にブレイクスルーをもたらす可能性を追求します。

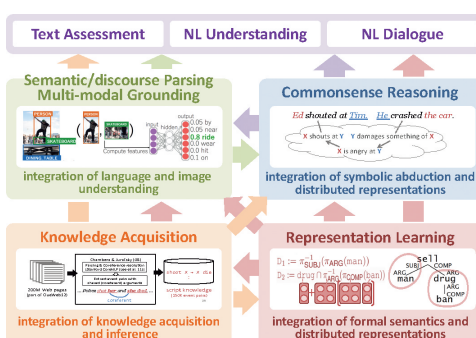
応用技術の大きな目標は、ネット上に散らばった情報や知識の高度な編集を自動化 / 支援する言語情報編集技術を実現することです。ネット上の多様な情報や知識を整理・俯瞰する手段として、またそれらの信頼性を検証する手段として、膨大な情報を自動解析し、重複・矛盾等の検出によって多角的分析を可能にする技術開発を進めています。

## Natural Language Processing and Communication Science

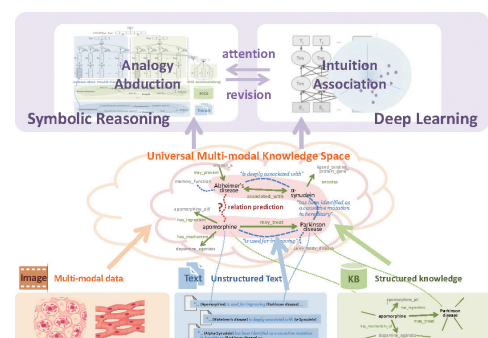
The most important media for communication are the languages that we use everyday. In this lab, we conduct fundamental research on deep language understanding by computers and applied research to support intelligent communication or information analysis for the benefit of society. The fields of our research include natural language processing, artificial intelligence, computational linguistics, and communication science.

Deep understanding of language requires great intelligence for inferring what happens and why from text. The biggest problem is that the common-sense knowledge required for inference is decidedly lacking. However, this problem has begun to look solvable by gathering common-sense knowledge from vast collections of texts on the Internet. We are investigating the possibility that natural language processing could lead to a breakthrough to artificial intelligence.

We are also pursuing the development of text-based information editing technology that automates and supports high-level editing of information and knowledge for a broad range of applications including credibility analysis, big data mining, knowledge management, and crisis management.



高度言語理解 AI の実現をめざす先進的基盤技術の研究  
 Essential components towards language understanding AI



記号推論と深層学習を高度に融合した説明可能推論マシン  
 Explainable reasoner based on full integration of symbolism and connectionism

■研究キーワード■ 脳／ホルモン／機能統合／性差  
 ■KEYWORDS■ brain / hormone / integrative functions / sex difference



助教 内田 克哉  
 Assis. Prof.  
 Katsuya Uchida

## 脳内の情報伝達を修飾するホルモンの働きを知る

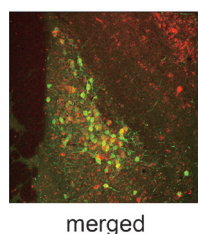
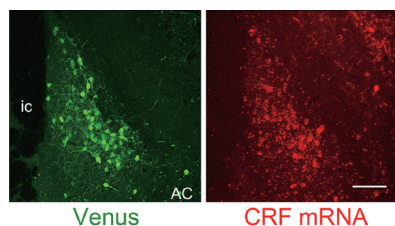
脳内を駆け巡る情報の波は、電気的な信号を用いて伝播されます。またニューロンの末端では、電気的な信号がグルタミン酸やγアミノ酪酸等の情報伝達物質に置き換えられ、次のニューロンへと伝えられています。これが基本的な脳内情報伝達のかたちになります。しかし、近年、生体の恒常性維持に関わるホルモンが、脳の機能を修飾することが明らかになり、内分泌物質の働きが見直され始めています。

情報生物学分野では、ストレス応答に関わるコルチコトロピン放出因子や、代謝制御に関わる甲状腺ホルモンの中枢機能への新たな役割に着目しています。これらのホルモンの新規機能を解析するために、特定のニューロンを可視化した動物や、ニューロン選択的に人為的操作を可能にした動物を用いた実験的研究を展開しています。昨年我々は、不快情動の中継核である分界条床核のコルチコトロピン放出因子発現ニューロンに性差の存在を確認しましたが、この成果はニューロン選択的可視化動物を用いずには、成し得ることはできませんでした。ニューロン数の性差は、個体の行動発現にどのような影響をもたらすのでしょうか。この疑問に答えるためにはニューロンを選択的に人為的操作し、一つ一つの神経ネットワークを刺激して確かめる必要があります。本研究室では先端の技術を用いて、分子の動き、組織の変化、そして行動発現を観察し、脳内の情報伝達を修飾するホルモンの働きを研究しています。

## Understanding new role of hormones on neuronal signal transduction in the central nervous system.

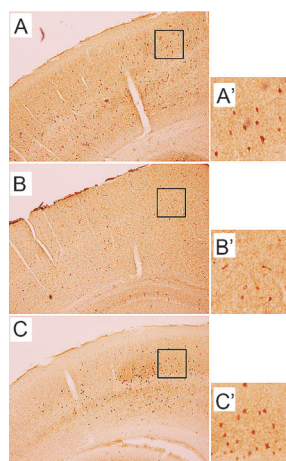
Inside our brain, neuronal information is transmitted using electronic signals. In the nerve ending (axon terminal), electronic signals are exchanged to chemical signals, and neurotransmitters like glutamate and GABA are released from axon terminal to synapse. Thus, nerve cells communicate with another neurons via chemical signals. Recent years, it has been reported that hormones act on neurons as neuromodulator.

We take notice of new role of hormones in the central nervous system, especially corticotropin-releasing factor (CRF) as a neuromodulator and thyroid hormone as a control factor for organogenesis. Genetically modified animals play an essential role in analyzing novel functions of hormones in the brain. We found that CRF-expressing neurons in the bed nucleus of the stria terminalis (BNST) show female-biased sexual dimorphism in last year (Uchida et al., *Biology of Sex Differences* 2019), and the findings of this study could not be achieved without using genetically modified animals. How does sex differences in CRF-expressing neurons in the BNST affect individual behavior? It is well known that the function of BNST with the central amygdala participate in expression of emotional behavior in the rodents and human. Therefore, sex differences of CRF-expressing neurons in the BNST would be expressed as sex differences of behavioral expression. To address this question, we need to artificially regulate specific neurons and to individually validate neuronal network in the brain. In our laboratory, we study new role of hormones in the central nervous system using advanced genetical technique.



共焦点レーザー顕微鏡による分界条床核背外側部における Venus (緑) と Crf (赤) の蛍光染色像。下段はこれら 2 つの共存を示す。

Confocal images showing Venus and Crf in the dorsolateral BNST. The Venus and Crf are shown as green and red, respectively. The lower panel shows a merged image of Venus and Crf. Scale bar = 100 μm.



甲状腺機能不全を示す成長遅延小マウスの大脳皮質におけるパルプアルブミン (PV) 陽性ニューロン。成長遅延小マウス (B) では PV ニューロンが減少するが、出生直後から甲状腺ホルモンを投与すると正常マウス (A) と同程度まで回復する (C)。

PV-positive interneurons in the neocortex of the growth-retarded mouse which shows dysfunction of thyroid stimulating hormone receptor.

Photomicrographs show PV-positive interneurons in the neocortex of normal (A), grt (B), and T3-treated grt mice (C). Scale bar = 500 μm. The region of the photomicrograph indicated by the box is shown on the right as a magnified image (A'-C').

■研究キーワード■ アルゴリズム理論／組合せ遷移／計算幾何学  
 ■KEYWORDS ■ algorithm theory / combinatorial reconfiguration / computational geometry



教授 伊藤 健洋  
 Prof. Takehiro Ito



准教授 全 眞嬉  
 Assoc. Prof. Jinhee Chun



特任助教(研究) 江藤 宏  
 Assis. Prof. Hiroshi Eto

## 高品質な情報システム設計に向けた数理手法の基盤構築

信頼性の高い情報システムでは、理論に基づく数理手法が活躍している。本研究室では、情報システムの設計・評価に有用な数理モデル手法やアルゴリズム手法、またそれら開発手法の解析について研究を行っている。情報システムの多様化に伴い、対象となる研究テーマも多岐に渡るが、本研究室では理論計算機科学を基軸として、とりわけ「組合せ遷移」と「計算幾何学」に関する研究を進めている。

(1) 組合せ遷移とは、「状態空間上での遷り変り」を数理モデル化・解析する新しいアルゴリズム理論である。例えば、電力の配電制御において供給経路を変更したい場合、その変更途中でも停電を起こさないような切替手順を求めたい。他にも、15パズルをはじめとするスライディングブロックパズルでは、ブロックのスライド手順を求めたい。このような「遷り変り」を対象とするアルゴリズム理論が、組合せ遷移である。

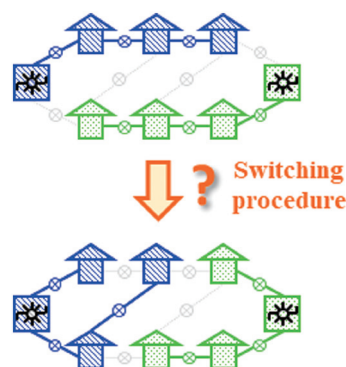
(2) 計算幾何学は、幾何学に計算複雑性の概念を導入し、データ構造とアルゴリズム設計を研究する分野である。凸包、集合被覆、ポロノイ図、可視化、形状マッチング等、計算幾何の幅広い問題を対象として研究を進めている。また、計算幾何学の応用として、様々な実問題を解決するために、画像処理、画像検索、GIS、デジタル線分、データマイニング等の研究も行なっている。

## Building a Foundation of Algorithmic Techniques for High-Quality Information System Design

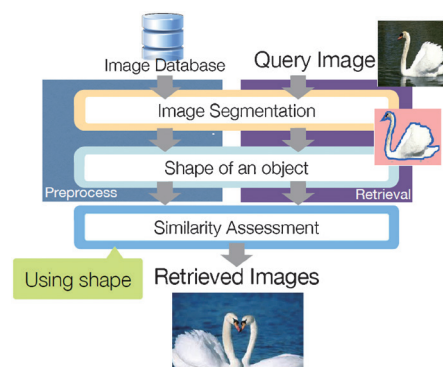
In highly reliable information systems, theory-based methods are playing important roles. In our laboratory, we are conducting research on mathematical modeling and algorithmic techniques, together with analysis of developed methods, that are useful for designing and analyzing information systems. With the diversification of information systems, our target research themes are diverse, and we are conducting research especially on "combinatorial reconfiguration" and "computational geometry" from the viewpoint of theoretical computer science.

(1) Combinatorial reconfiguration is a novel algorithmic concept that provides mathematical models and analysis for "transformations over state spaces." For example, when we need to change the current supply-configuration in a power distribution network, we wish to compute a switching procedure that does not cause a power failure even during the transformation. As another example, in sliding block puzzles like the 15-puzzle, we wish to compute a block-sliding procedure. They are typical examples of "transformations over state spaces" which are targets of combinatorial reconfiguration.

(2) Computational geometry is a field that introduces the concept of computational complexity into geometry and studies data structures and algorithm design. Our interests include a wide range of traditional computational geometry problems such as convex hull, set cover, Voronoi diagram, visibility, and shape matching. In addition, as applications of computational geometry, we are conducting research on image processing, image retrieval, GIS, digital line, data mining, etc. in order to solve various practical problems.



配電制御の例  
 Image of power distribution system



形状を用いた画像検索システム  
 Shape-based image retrieval system



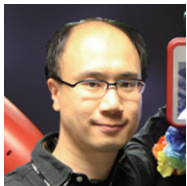
■研究キーワード■ ビジュアルサーボ／高速ビジョン／ロボティクス／画像処理／システム生物学  
 ■KEYWORDS■ Visual Servo / High-Speed Vision / Robot / Image Processing / System Biology



教授 橋本 浩一  
 Prof. Koichi Hashimoto



准教授 鏡 慎吾  
 Assoc. Prof. Shingo Kagami



助教 山口 明彦  
 Assis. Prof. Akihiko Yamaguchi

## 社会に役立つビジョン・制御・計測技術の統合

本研究室では、認識行動システムによる高速かつ柔軟な作業の実現を目指し、ビジュアルサーボ、超高速ビジョンシステム、制御理論・システム理論、行動生物学応用など、基礎・理論とシステム開発・応用の両面からの研究を行っている。

### 1. ビジュアルサーボ

ビジュアルサーボは視覚情報処理の過程とロボットのダイナミクスを結合し、ひとつの動的システムとして定式化する理論的枠組である。フィードバック制御に適した特徴量の抽出手法やキャリブレーション誤差にロバストなロボット・カメラ系の構成法について検討している。また、変形にロバストなビジュアルトラッキング手法、隠れにロバストなビジュアルサーボ手法、イメージスケジューリングなど、実応用に直結する要素技術の構築を行っている。

### 2. 高速ビジョンシステムとその応用

ロボット制御に代表される高速性が要求されるタスクへの適用を目指し、1000フレーム毎秒を超える高速ビジョンシステムの開発と応用に関する研究を進めている。高速ビジョンシステムと高速プロジェクトシステムを組み合わせることによるヒューマンインタフェース応用、エンターテインメント応用、人物追跡への応用などを展開している。

### 3. システム行動生物学応用

生物の行動変化を神経活動のレベルで観測し説明することを目標とし、高速ビジョンやロボティクスを応用することにより、システムとしての生物行動を解明している。

## Integration of vision, control measurement technology for society

Our goal is to achieve intelligent and flexible control of high-speed sensory-motor systems. Our research activities involve both theoretical and practical studies such as visual servoing, high-speed vision systems, control theory, system theory, and system biology.

### 1. Visual Servoing

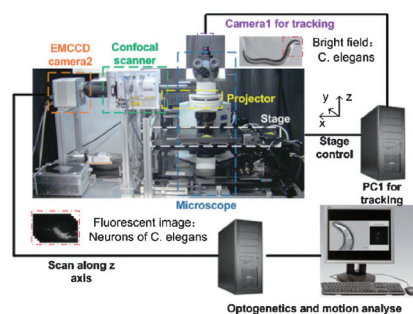
Visual servoing is a framework in which vision process and robot dynamics are combined and formulated as a unified dynamical system. Our interests include image feature extraction techniques suitable for feedback control, and robot-camera system configuration robust against camera calibration errors. We also provide a visual tracking method that is robust to deformation and a visual servoing method that is robust to occlusion.

### 2. High-Speed Vision Systems

To achieve high-speed vision applications such as robot control, we design and implement high-speed vision systems with frame rates over 1000 fps and develop high-speed sensing applications such as user interfaces and entertainment systems. Real-time networks for various distributed sensors including high-speed vision systems are also investigated.

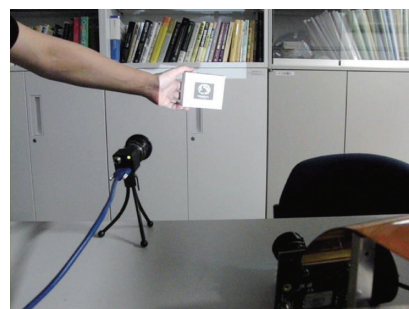
### 3. System Ethological Application

Ethology is the study of animal behavior. Our objective is to analyze the neural system that cause behavior change using model animals like nematoda (*C. elegans*) or fruit flies (*Drosophilidae*). We are developing systems for observing and analyzing the neural activities in these animals using high-speed vision and robotics.



細胞計測のためのトラッキング蛍光顕微鏡システム

3D cell tracking and fluorescent microscope system.



運動物体への高速プロジェクションマッピングシステム

High-speed projection mapping system

■研究キーワード■ 音像定位／マルチモダリティ／3次元聴覚ディスプレイ／音空間  
 ■KEYWORDS■ Sound Localization / Multi-Modality / Virtual auditory Display / Sound Space



教授 坂本 修一  
 Prof. Shuichi Sakamoto

## 高度な音コミュニケーションシステムの実現を目指して

誰もがどんな環境でも快適に通信できるシステムを作り上げるためには、人間の情報処理の仕組みを明らかにすることが不可欠である。人間の情報処理を考えてゆく上で、聴覚系は最重要な情報受容器官の一つである。本研究室では、以上のような問題意識の下に、聴覚系及び聴覚系を含むマルチモーダル知覚情報処理過程を明らかにするための基礎研究と、その研究の知見を用いて高度な音響通信システムや快適な音環境を実現するための研究、更にはシステム実現の基礎となるデジタル信号処理の研究に取り組んでいる。特に、システム実現のための研究では、音楽ホール内の音場のような高次の3次元音空間情報を高精度に実現する3次元聴覚ディスプレイや3次元音空間情報センシングシステム、難聴者にとって快適な音響通信系の実現を目指した補聴処理システムの研究に取り組んでいる。これらの研究は、音響学・情報科学だけでなく、電気・電子工学、機械工学、建築など工学のさまざまな分野や、医学・生理学・心理学など他の分野とも接点を有する広領域にまたがるものである。

## Toward advanced acoustic information communication systems

The research in this laboratory is concerned with information processing in the realm of human auditory system. In particular, we apply a psychophysical approach to the study of fundamental characteristics of the human auditory spatial perception as well as human multimodal spatial perception including hearing. We are, at the same time, aiming at the realization of a 'comfortable' sound environment exploiting digital signal processing techniques. Three-dimensional auditory displays based on the sound image control by simulating transfer functions of sound paths from sound sources to listeners' external ears, and sensing systems of 3D sound field information are two examples. These systems are expected to provide a high-quality virtual sound space, which is keenly required to realize in the multimedia communication, cyberspace systems and virtual reality systems. Furthermore, in recent years, we have been devoting a lot of effort to the development of advanced digital hearing aids. Our research areas are not restricted to acoustical information sciences, but also cover some other fields like: electronics, mechanical engineering, architecture, medical science, physiology, and psychology, which we feel are the backbones to create the suitable infrastructure for acoustical researches. Interdisciplinary studies are what we stress on in our laboratory.



無響室のスピーカアレイ  
 Loudspeaker array in the anechoic room



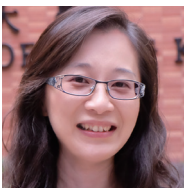
157 ch の包囲型スピーカシステムを用いたアンビソニックス超高精細音空間映像再生システム

Ultra high-definition audio and visual three-dimensional reproduction system using 157ch-loudspeaker array based on High-Order Ambisonics

■研究キーワード■ 人間の視覚／注意／無意識学習／色覚／脳活動計測／視触覚統合  
 ■KEYWORDS■ Human vision / Attention / Implicit learning / Color / Brain imaging / Visuo-haptics



教授 塩入 諭  
 Prof. Satoshi Shioiri



准教授 曾加 蕙  
 Assoc. Prof. Chia-huei Tseng



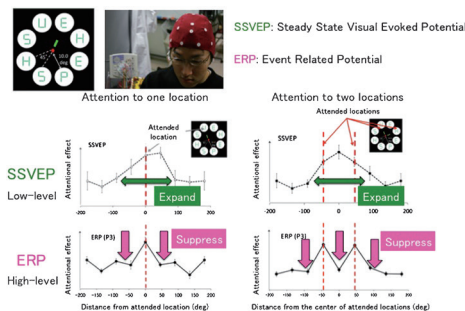
助教 羽鳥 康裕  
 Assis. Prof. Yasuhiro Hatori

## 我々は何を見ているのか—人の視覚機能の解明—

人間の脳機能は、環境に柔軟に適応できるシステムによって実現されている。このような脳機能を知することは、工学を含め我々を取り巻く環境のデザインや評価にとってもっとも重要な課題のひとつである。本研究分野では、脳機能について特に視覚系の働きの研究から探求し、それに基づく人間工学、画像工学などへの応用的展開を目的としている。人間の視覚特性を知るための心理物理学的実験を中心に、脳機能測定やコンピュータビジョン的アプローチを利用して、視覚による空間知覚、立体認識、注意による選択機構のモデルの構築のための研究をしている。具体的には網膜上の画像から3次元空間を認識するために、立体視、運動視あるいは色知覚において脳の用いる方略を探りそのモデルをつくることから、適切な画像情報の評価、効率的呈示、視環境の評価などの研究や、注意による意図的、あるいは無意識的選択の過程の動的な特性を調べることから、様々な環境下での人間の視覚認識や行動を予測することができる。例えば、同じ物体を観察した場合でも、それが動いている場合と静止している場合では、見かけの奥行きが変化する。同じ色紙を見た場合でも、周囲の環境によって見かけの色が異なる。さらに目立つ対象に注意が向けられるため、それを認識するために必要な時間は短い。これらの刺激や環境に依存した視知覚の変化に対して有効な予測を行うために、人間の知覚についての実験的研究と脳機能を考慮したモデル研究を組み合わせた研究に取り組んでいる。

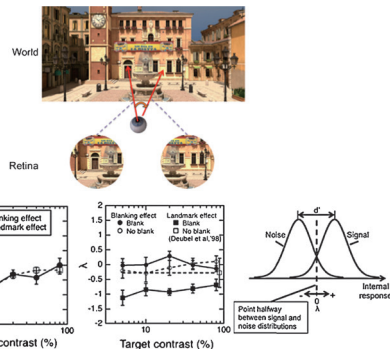
## What do we see? —Understanding the human visual functions—

Human brain is one of the most adaptable systems in the world. Understanding the brain functions is one of the most important issues for evaluating and designing things around us to improve the quality of life. We investigate the brain through visual functions to apply the knowledge to ergonomics and image engineering. Our approaches include psychophysics, brain activity measurements, and computer simulations. Our research field covers visual spatial perception, 3D perception and visual attention. Modeling the processes of human vision based on the findings of the strategies that the visual system uses, we plan to propose appropriate methods for evaluation of image qualities, efficient way of image presentation and evaluation of visual environments in general. We also investigate dynamic selection process in vision with or without attention to realize prediction system of human perception and action. For predicting visual performance, which changes dynamically dependently on the stimulus and environment, we combine studies of human visual psychophysics, brain imaging, and computer modeling.



本研究では、視覚刺激を見たときに誘発される脳の計測によって、複数の位置における注意効果を同時に計測し注意の広がり求めた。SSVEPは、注意を向けた位置を中心に、そこから離れるにしたがって注意の効果が徐々に低下するのに対して、ERPのP3という成分では注意位置のみで大きな効果を得ることができ、その周囲の情報はむしろ抑制されている。

The spatial extent of visual attention was measured using two kinds of brain waves: steady state visual evoked potential (SSVEP) and event related potential (ERP). In the case of SSVEP, the attentional effect gradually decreased with the distance from the attended location. In the case of ERP, however, the attentional effect was obtained at the location where visual attention was directed, and information around the attentional locations was suppressed.



眼を動かしても視覚世界は動いて見えぬ。この説明の一つに、眼球運動に伴う変位検出能力の低下（サカド変位抑制）による説がある。しかし、本研究は、眼球運動時の視野安定機構における新たな処理機構として、輝度過渡信号に選択的に応答する処理の関与を示唆した。

We perceive the visual world remains stable across saccadic eye movements. How does the visual system achieve visual stability across saccades? Our findings suggest that luminance-based transient signals make an important contribution to visual stability, and to the relative weight of retinal and extraretinal information in target localization.

■研究キーワード■ インタラクティブコンテンツ／ヒューマンコンテンツインタラクション

■KEYWORDS■ Interactive Content / Human content interaction



教授 北村 喜文  
Prof.  
Yoshifumi Kitamura



准教授 高嶋 和毅  
Assoc. Prof.  
Kazuki Takashima



助教 藤田 和之  
Assis. Prof.  
Kazuyuki Fujita

## インタラクティブコンテンツ

IoTの普及と相まって、部屋など身の回りの環境や空間全体を情報化・知能化しつつあります。その流れは、家具や什器など、これまで知能化があまり進んでいなかった対象にも及ぶようになり、これらを含む空間全体と人との良好な関係を考えることは喫緊の課題となっています。私たちは、デジタル化されているものだけでなく、身の回りのあらゆるものをコンテンツと捉え、これらを活用して人々が快適に、または効率的・直感的に作業をしたり、円滑かつ豊かなコミュニケーションができるようにするために、人と空間（およびその構成物）のインタラクションを考慮して、インタラクティブコンテンツに関する研究を進めています。

### 1. 3次元モーションセンシングとインタラクション

人の細かい手作業や小動物の長時間の複雑な運動など、従来技術では難しかった運動計測を可能とする新しい3次元モーションセンサを所内の共同研究で提案し（Fig. 1）、さらにそれを活かして3次元インタラクションの新しい可能性を切り開く研究を進めています。

### 2. 動的・適応型空間ユーザインタフェース

環境認識、ロボットディスプレイ、バーチャルリアリティの技術を応用して、人の活動に対応して空間の構成やデザインを動的に変更することができる新たな動的・適応的な空間ユーザインタフェースシステムに関する研究を進めています。

(Fig. 2).

## Interactive Content Design

As the Internet of Things (IoT) expands, everything around us is coming online, and joining integrated networks. Even everyday items like furniture are going digital. We view all artifacts, physical and digital, as content. Honoring the unique perspectives of people, systems, and the environments they inhabit, we study the interactions between types of content, with the ultimate goal of formulating cohesive, holistic, and intuitive approaches that promote efficiency, ease of use, and effective communication, we focus on content design to enhance living.

### 1. 3D Motion Sensing and Interaction

We develop novel magnetic motion sensing systems using multiple identifiable, tiny, lightweight, wireless and occlusion-free markers (Fig. 1), enabling dexterous interaction and tracking in unexplored areas.

### 2. Dynamic and Adaptive Spatial User Interfaces

We design novel spatial interfaces dynamically adapting to users' activities using situational awareness, robotic display, and virtual reality technologies (Fig. 2).



Fig. 1 磁気式 3次元モーションキャプチャシステム

Fig. 1 Magnetic motion capture system



Fig. 2 動的・適応型空間ユーザインタフェース

Fig. 2 Dynamic and adaptive spatial user interface

■研究キーワード■ 混相流/水素エネルギー高密度化/噴霧微粒化  
■KEYWORDS■ Multiphase flow / Hydrogen energy densification / Atomization and spray



教授 石本 淳  
Prof. Jun Ishimoto



助教 大島 逸平  
Assis. Prof. Ippei Oshima

## マルチスケール異分野融合型混相流動エネルギーシステムの創成

本研究分野では、超並列分散型コンピューティングと先端的光学計測の革新的融合研究に基づくマルチスケール先端混相流体解析手法の開発・体系化を目指している。さらに、高密度水素に代表される環境調和型エネルギーに直結した新しい混相流体システムとそれに伴うリスク科学の創成を目的とした基盤研究を推進している。

特に、サブミクロン・ナノオーダー極低温微細粒子の有する高機能性に着目し、ヘリウムを使用しない新型の一成分子バルブ方式によって生成される超音速極低温微細粒子噴霧の活用による環境調和型ナノクリーニング技術の創成、ならびに太陽電池・タッチパネル用ITO膜（酸化インジウムスズ）のはく離技術に関し、異分野融合型の研究開発を行っている。また、メガソニック洗浄における粒子除去メカニズムの解明のため、メガソニック場中の複数気泡ダイナミクスの大規模数値解析を行っている。

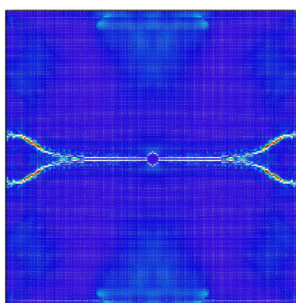
さらには、自然災害リスク科学における混相流体力学的アプローチとして、漂流物・震災がれきが混入した津波ダメージや衝撃力、また、メガフロートを用いた沖合津波の波高軽減効果を評価するFSIスーパーコンピューティング（模擬実験）技術を開発している。

## Development of Transdisciplinary Integrated Multiscale Multiphase Flow Energy System

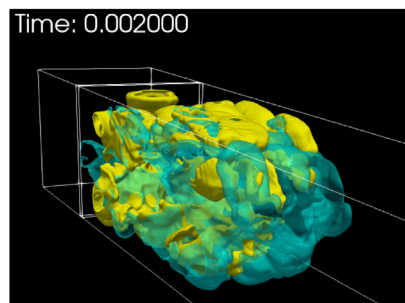
Our laboratory is focusing in the development of innovative multiphase fluid dynamic methods based on the multiscale integration of massively parallel supercomputing and advanced measurements, and research related to creation of environmentally conscious energy systems. Furthermore, we promote basic research for the creation of risk management science and associated new multiphase flow system directly linked to sustainable energy represented by a high-density hydrogen storage technology.

Particularly, we are focusing in different field integration research and development such as creation of environmentally conscious type nano-cleaning technology using reactive multiphase fluid that is a thoroughly chemical-free, pure water free, dry type semiconductor wafer cleaning system using cryogenic micro-nano-solid high-speed spray flow, and also focusing on removal-reusing technology for solar cells and ITO membranes for conducting organic polymer (including indium oxide tin). We also performed computational study of multiple bubbles behavior in megasonic field to clarify the mechanism of particle removal by megasonic cleaning.

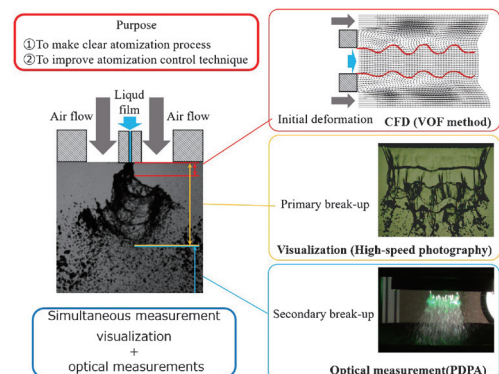
Furthermore, aiming to contribute disaster risk science field, fundamental mitigation effect of mega-floating structures on the water level and hydrodynamic force caused by the offshore tsunami has been computationally investigated using SPH method taking into account the fluid-structure interaction (FSI).



Crack propagation by particle method



Instantaneous isosurfaces of H<sub>2</sub> mass fraction and OH mass fraction

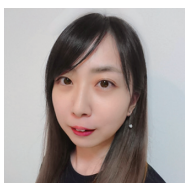


高圧水素タンク隔壁に発生したき裂伝ば挙動と着火を伴う反応性漏えい水素の拡散挙動  
Crack propagation behavior in a high-pressure hydrogen tank bulkhead and diffusion behavior of reactive leaking hydrogen with ignition

気流による液膜微粒化過程の解明と微粒化制御技術の確立  
Elucidation of liquid film atomization process by air flow and establishment of atomization control technology

■研究キーワード■ 人工知能／学習システム／深層学習／知識処理／自然言語処理

■KEYWORDS■ Artificial Intelligence / Learning Systems / Deep Learning / Knowledge Processing / Natural Language Processing

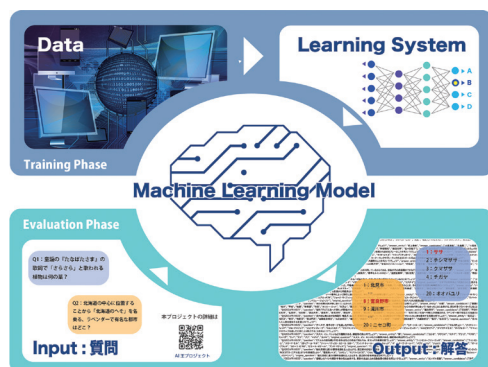
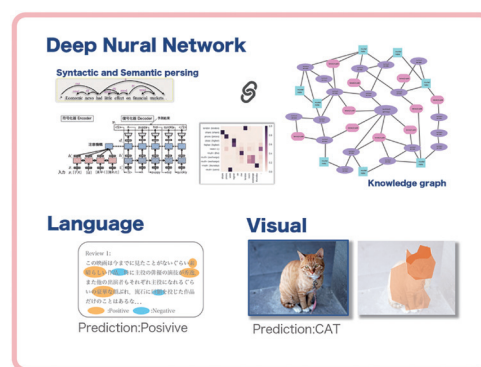
教授 鈴木 潤  
Prof.  
Jun Suzuki助教 赤間 怜奈  
Assis. Prof.  
Reina Akama

## 機械がデータから「賢く」学ぶ方法論の構築と原理の解明

機械がデータから自動的に学習する際に用いる様々な基盤技術に関する研究をしています。その中でも、扱うのが最も難しい対象として知られている言葉や知識を、機械が人間と同等レベルに効果的かつ効率的に獲得し活用する方法論を実現すること、および、その本質を解明することを究極的な目標として研究をしています。人工知能 (AI) 関連技術は、実社会で使われる実用技術として大衆化した一方で、例えば、深層学習が有益な知識や手がかりをデータから獲得し活用する一連の計算の意味を人間が解釈・説明することが難しいといったブラックボックス問題と呼ばれる課題が残されています。さらに、扱うデータの偏りから生じる公平性に関する課題、AI 技術の悪用により生成される偽情報に関する課題など、AI 技術の発展に起因する新たな研究課題も生じています。このような AI 関連技術にまつわる新旧様々な課題に対して、理論的または経験的に検証・分析し、その課題の原理や本質を明らかにすることが、私たちの挑戦です。

## Building methodologies and elucidating principles for machines to learn "wisely" from data

We conduct fundamental research on machines for learning systems from data. Natural language and knowledge are well-known examples of the most challenging targets to handle on machines. One of the ultimate goals of our research is to elucidate the essence and to establish a methodology in which machines acquire and utilize natural language and knowledge as effectively and efficiently as human beings. While artificial intelligence (AI)-related technology has become popular, we encounter the black-box problem; the problem is that humans are difficult to explicitly interpret how deep learning models acquire and store necessary information from data and how they leverage learned clues effectively during the computation. Similarly, new research issues have arisen due to the development of AI technologies, such as issues related to fairness resulting from the bias of data, and issues related to fake information generated by misuse of AI technology. We aim to verify and analyze various old and new issues in AI-related technologies theoretically and empirically and reveal the principle and essence of those issues.

学習システムの例  
Example of a learning system学習モデルの解釈性 / 説明性  
Interpretability and explainability of learning systems



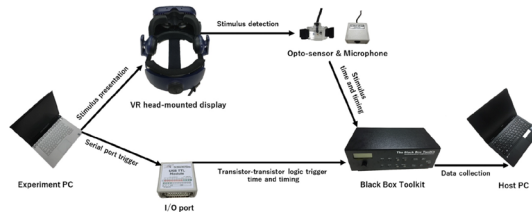
# 人間社会情報科学専攻



小学校におけるメディア教育（仙台白百合学園小学校での実践）  
Media Education in Sendai Shirayuri Gakuen Elementary School



都市交通データサイエンスに基づく都市圏交通状態把握  
Understanding of urban traffic state based on data science for urban transportation system



認知心理情報学：近年注目が集まるバーチャルリアリティ技術によって構築された視聴覚刺激の精度調査。  
Testing accuracy and precision of visual and auditory stimulus presentation in virtual reality. (Tachibana & Matsumiya, Behav Res Methods, 2022)

情報化は社会にいかなる変化をもたらすのか？そもそも情報は人間の精神・認知・文化のフレームの中でどのように捉えられ、伝達されるのか？情報化が引き起こす社会問題はどのようにすれば解決できるのか？

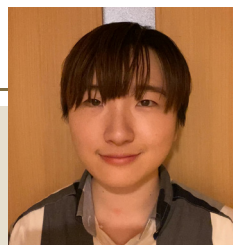
人間社会情報科学専攻では、これらの問いに答えるべく学際的な教育研究を推進しています。構成員のバックグラウンドも認知心理学・哲学・言語学・社会学・メディア論・地域科学・土木工学と多岐に渡っています。

東日本大震災からの復興支援も積極的に行っており、住民参加のあり方や被災地との関わり方、仙台市民意識調査、緊急支援物資や燃料の流れの記録・解析、災害直後の交通モニタリングなどが行われ、新聞、TVなどでも取り上げられています。

What changes would the information society bring? In what framework - spiritual, cognitive, or cultural - would information be comprehended and propagated? What are the solutions to the social problems the information society inevitably poses?

In Department of Human-Social Information Sciences, we are striving to answer those questions in the form of interdisciplinary research and education. Members constituting our group are trained in wide range of subjects, including cognitive psychology, philosophy, linguistics, sociology, media theory, regional sciences, and civil engineering.

We have been engaged in reconstructive activities of the earthquake damage of 2011. Our activities include recording and analysis of resident participation in the disaster-affected area, opinion polls of the citizens of Sendai city, flows of the emergency goods, and the traffic pattern of the post-disaster days. Those researches have been publicized in Japanese mass media.



人間社会情報科学専攻 博士前期課程 1年  
人間情報哲学（森研究室）

菊池 紗奈 Sana Kikuchi

在学生からのメッセージ

私の研究テーマは、インターネットと公共性の関係を哲学的視点から考察することです。情報の自由な発信と受信を可能にしたインターネットは、従来の公共空間では許容されることのなかった言説に光を当てることで、人々の多様なあり方を可視化させてきました。つまり、公共空間を著しく拡大したのです。しかし一方で、集団分極化や消費主義の氾濫など、公共性の成立にとっては好ましくない現象が、同じくインターネット上で生じていると考えることもできます。そこで、「技術」とは何か、「公共性」とは何かなどの根源的な問いを哲学的に遡りつつ、デジタル技術およびインターネットが公共性にとってどのような意味を持つのかを探究していくことが研究の目的となっています。

情報科学研究科を志望した理由は、哲学のみならず情報科学やメディア論といった多様な分野の研究室が集まっていたからです。学部時代から哲学を続けてきた私にとって、専門の異なる人々から得られる知識は非常に興味深く、良い刺激になります。また、様々な国からの留学生と交流ができることも本研究科の魅力の一つと言えます。多様性を受け入れる柔軟さと、ほどよい知的な緊張を求める方は、本研究科で有意義な研究生生活を送ることができるでしょう。

大 講 座 Divisions	小講座又は分野	Laboratories
人間情報学 Human Information Science	言語情報学	Language and Information Science
	学習心理情報学	Human Learning and Memory 39
	認知心理情報学	Visual Cognition 40
	人間情報哲学	Philosophy of Human Information 41
	論理分析学	Philosophy of Logical Analysis
	言語テキスト解析論	Text Structure and Linguistic Information 42
社会政治情報学 Socio-Political Information Science	社会構造変動論	Social Structure and Change 43
	政治情報学	Political Informatics 44
社会経済情報学 Socio-Economic Information Science	都市社会経済システム分析	Socio-Economic Analysis of Urban System 45
	地域計量システム分析	Regional Econometric Analysis 46
人間社会計画学 Infrastructure Planning	空間計画科学	Transportation and Geographic Information Science 47
	社会システム計画学	Regional and Urban Planning 48
	交通制御学	Road Transportation and Traffic 49
メディア情報学 Media and Information Science	メディア文化論	Media and Culture 50
	情報リテラシー論	Media and Information Literacy 51
* コミュニケーション心理学 Cognitive Psychology of Communication		52

\* 協力講座

■研究キーワード■ 脳計測／個人差／教育／モチベーション

■KEYWORDS■ neuroimaging / Individual difference / education / motivation



准教授 細田 千尋  
Assoc. Prof.  
Chihiro Hosoda

## 能力素質や思考特性などの個人差を脳計測から解明し、それを伸ばす方法につなげる研究

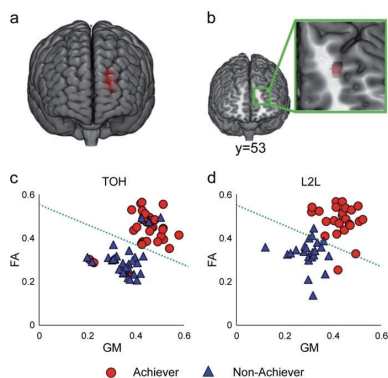
言語能力などの素質や Well-being など、様々な認知・心理的な要素を計測し、さらにその個人差を産む脳構造・脳機能ネットワークの特徴を解明して、個人の能力素養や特性を定量的・客観的に知り、それを伸ばす手法の開発をめざすプロジェクトを行っています。計測する認知・心理的な要素には、英語、プログラミング、読解、数処理、立体把握など様々な能力や、「やりぬく力」や論理的思考、創造性などより広い範囲に関わる一般的能力、および Well-being などについて計測しています。

脳計測には、MRI、脳波計、NIRS を利用し、脳構造と脳機能の双方で個人差を有無メカニズムの解析を行っています。また、それを伸ばす手法の開発を目指し、子供の特性・能力における親の影響を解明や、幼児から高齢者までを対象としてどのような介入手法を行えばそれを伸ばすことができるか日々の心理、活動量、能力変化、特性変化などの計測を行いながら研究を行っています。

## Research to elucidate individual differences in abilities and thinking characteristics through brain measurements and to develop methods to extend them

Our laboratory is focused on a variety of cognitive and psychological factors, such as language ability and well-being, and elucidate the characteristics of brain structures and functional networks that produce individual differences in these factors. Cognitive and psychological factors measured include language-skill, programming, reading, number processing, three-dimensional cognition, and other abilities. General cognitive factors are also measured such as grit, logical thinking, creativity, and well-being.

Our laboratory use MRI, electroencephalography, and NIRS to measure the brain, and analyze the mechanisms of individual differences in both brain structure and brain function. In addition, Our laboratory is conducting research to elucidate the influence of parents on the characteristics and abilities of their children and to develop methods to develop such abilities, while measuring daily psychological and activity levels, changes in abilities. Our laboratory also research about what kind of intervention methods can be used to develop them in subjects from infants to the elderly.



前頭極の体積やそこと脳深部を結ぶ神経線維連絡の状態からやりぬく力を定量的に推定できる  
Developed left frontal pole cortex with organized fibre connectivity in Achievers.



脳波測定の実験風景  
Scene of EEG measurement

■研究キーワード■ ヒトの認知情報処理／テキストや画像の認識／コンピュータ利用の心理学  
 ■KEYWORDS ■ human cognition / text and image recognition / psychology of computer use



教授(兼) 松宮 一道  
 Prof. Kazumichi Matsumiya



准教授 和田 裕一  
 Assoc. Prof. Yuichi Wada



助教 立花 良  
 Assis. Prof. Ryo Tachibana

## ヒトの認知情報処理の特性と機能の解明

本分野では、知覚プロセス（五感のメカニズム）や注意（知覚情報の取捨選択）、記憶、言語理解、イメージ、感性など様々な認知処理の特性に関して、主として実験心理学的手法による研究を行っている。また、コンピュータの利活用における心理学的諸問題に関する研究も行っている。主な研究テーマには次のようなものがある。

### 視覚と行動に関する心理物理学的研究

人間は、環境の中で頻繁に自らの身体部位を動かしながら、視覚情報や触覚情報といった複数の感覚情報から外界を認識し、その認識に基づいて複雑で多様な行動を効率的かつ適応的に行うことができる。このような人間の認知行動システムが示す適応的な情報処理原理とその機能を実験的に解明することを目標とした研究に取り組んでいる。

### 視覚伝達に関する認知心理学的研究

多種多様な視覚イメージやテキストをわれわれがどのように認知し、そこにいかなる感情や動機付けを見出すかについて実証的に検証することである。主にマンガやWEBデザインなどの画像情報や、単語や文章などの言語情報を対象として、アイトラッキングや心理物理学的手法を用いた実証研究に取り組んでいる。

### ICT利活用がユーザーの心理面に及ぼす影響に関する研究

パーソナルコンピュータ（PC）やタブレット端末、スマートフォンといったICT機器やインターネット検索、電子メールやSNS等のサービスの利用が生活の質や精神的健康に及ぼす影響に関して調べることを目的としている。

## Investigation of the characteristics and functions of human cognitive processing

Our laboratory conducts research on a variety of cognitive processing characteristics, such as perceptual processes (the mechanisms behind the five senses) and attention (sorting of sensory information), memory, language comprehension, and image, etc., mainly using methods of experimental psychology. Additionally, we conduct research on various issues in psychology utilizing computers. Notable research subject areas include the following.

### Psychophysics of Visual Perception and Action

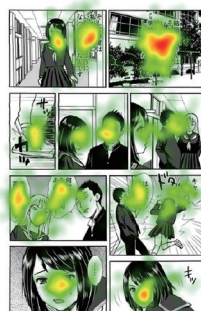
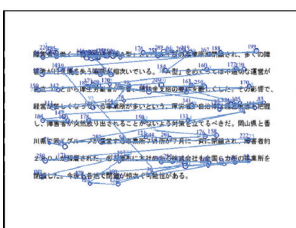
Humans move their body parts in the outside world frequently, and recognize the outside world through multiple senses such as vision and touch. Based on the recognition, humans can perform complex, efficient and various actions. We are working on the purpose of experimentally clarifying the principles and functions of human's adaptable information processing using the virtual reality system.

### Cognitive psychology research related to visual recognition and communication

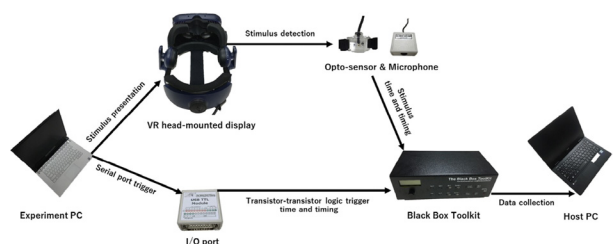
This topic concerns the empirical verification of how we perceive diverse visual images and texts, and what kinds of emotions and motivations are derived through it. We are working on empirical research focusing primarily on manga, web design, words, and sentences, etc., using eye tracking and psychophysical methods.

### Research concerning the psychological influences of Information and Communication Technology (ICT) utilization on its users

The purpose of this research is to investigate the effects of using ICT devices, such as personal computers (PCs), tablets and smartphones, as well as internet search, e-mails and social networking services (SNS), on one's quality of life and mental health.



文章(左)やマンガ(右)を読む際の視線行動データ  
 Eye tracking data of reading text (left) and manga (right).



バーチャルリアリティ技術によって構築された刺激の精度調査  
 Accuracy and precision of stimulus presentation in virtual reality.

■研究キーワード■ 現象学的存在論／政治哲学／活動と言論／世界への愛

■KEYWORDS■ phenomenological ontology / political philosophy / action and speech / love of the world



教授 森 一郎  
Prof. Ichiro Mori

## 世界に住むことについての哲学的アプローチ

2011年3月の東日本大震災は人びとに衝撃を与え、多くの問題を考えさせるきっかけとなりました。本研究室では、20世紀の傑出した哲学者マルティン・ハイデガーとハンナ・アーレントの思索を手がかりとして、現代世界の危機についての原理的考察を行ない、哲学の可能性を切り拓いていきます。

われわれがこの世に住んでいるということは、ごく当然に見えて、哲学的に十分解明されてきたとは言えません。ハイデガーは、世界内存在という根源的事実から出発して、われわれの日常性を現象学的・存在論的に分析しました。これを承けてアーレントは、働くこと（労働）、作ること（仕事）、為すこと（活動）という、活動的生の基本的な区分けを打ち出しました。なかでも、為すことは、語ること（言論）と一緒に、人間の共生の基本形を形づくります。知識獲得や情報伝達に先立って、人間とは「口ゴスをもつ生き物」にして「ポリス的生き物」です。公的に語り合うことの意味を考えることは、政治哲学の中心課題なのです。

また、人間は、自然的存在でありながら、自然とは異なる人工の世界を作り、そこに住み、その住まいを保ってきました。人びとの生活の場である世界が、いかに脆いものであるか、それゆえ、世界を守り、大切に、次世代に伝えてゆくことが、いかに重要な責務であるかを、われわれは3・11の経験から思い知らされました。世界が危機に瀕しているときこそ、世界を愛する仕方を学ぶチャンスなのです。

現代日本における哲学の可能性は、思いがけない豊かさをたたえています。そのことを、古今の思想的伝統にじっくり身を開きつつ、ともに愉しく学んでゆきましょう。

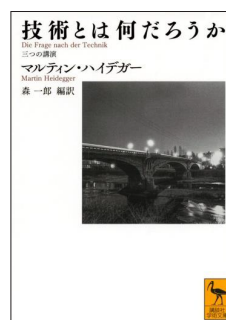
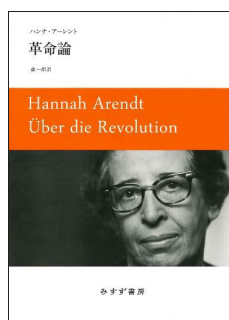
## Philosophical approaches to living in the world

The shock of the 2011 Tohoku earthquake and tsunami prompted us to reflect upon many serious problems. In this laboratory we study two great thinkers of the 20th century, Martin Heidegger and Hannah Arendt, to prepare ourselves to make fundamental observations on the crises of the modern world.

The seemingly self-evident fact that we are living in the world has not been fully brought into philosophical consideration. Heidegger's phenomenological ontology reexamined our factual ordinary "being-in-the-world". Arendt then articulated the active human life, dividing it into labor, work and action. Among these activities, action, as connected with speech, shows the political form of living together. Humans are animals that by nature act and speak. Political philosophy aims at gaining insight into the meaning of public discussion.

As natural beings human beings fabricate their unnatural, artificial world they live in and maintain. The disaster on March 11, 2011, showed us how fragile a home our world is and how important our intergenerational effort of maintaining it is. When the world is damaged, it can be a chance for us to learn lessons for the love of it.

Let us enjoy exposing ourselves to the traditions of philosophy and explore the possibilities of basic thinking.



訳書：アーレント『活動的生』と『革命論』、ニーチェ『楽しい学問』

Prof. Mori's Translations of Arendt's *Vita activa* & *On Revolution* and Nietzsche's *The Gay Science*

ハイデガー『技術とは何だろうか』の訳書とその注解書

Prof. Mori's Translation of Heidegger's *The Question Concerning Technology* and its Commentary

■研究キーワード■ 統語論/形態統語論/史的統語論/語彙意味論/コーパス/基礎言語学  
■KEYWORDS■ syntax / morphosyntax / diachronic syntax / lexical semantics / corpus / based linguistics



教授 小川 芳樹  
Prof. Yoshiki Ogawa

## 人間言語の普遍性と多様性の解明

当研究室では、人の言語能力とそれが生み出し得る表現形式について、理論とデータの両面から研究しています。特に、語や構文の成り立ちと用法についての事実を観察・収集することにより、自立的な規則体系によって生成された語の統語構造・意味構造が、通時的にどのように変化してきたか、また、共時的にもレジスターの違いによってなぜ多様化し得るかについて解明することを目標としています。日本語と英語を中心に、世界の様々な言語や方言をデータとして扱います。

具体的には、次のような領域で研究活動をしています。

### 1) 形態統語論

形態素と形態素を結合して「語」を作る仕組みと、語と語を結合して句や文を作る仕組みは連続的であるとの仮定のもと、語や句や文の共時的な音韻構造・意味構造・統語構造についての仮説を立て、検証する。

### 2) 語彙意味論

動詞・名詞・形容詞・接置詞（前置詞・後置詞）の意味構造を調査し、その基本的な鑄型とはどのようなものか、また、語彙情報のどの側面が統語構造に反映されるかを解明する。

### 3) 史的統語論・比較統語論・心理言語学

言語獲得時の一次言語資料の異分析や、言語接触などの外的変化によって、語の統語・形態・意味構造が通時的になぜ現在のような形に変化してきたか、なぜ現在あるような多様性が存在するのかについての仮説を立てるとともに、コーパスや実験心理学の手法などを用いて、その仮説の検証を行う。（認知心理情報学分野との共同研究を含む）

このような研究をより学際的に発展させるため、以下のような共同研究活動も進めています。

言語変化・変異ユニット：<http://ling.human.is.tohoku.ac.jp/change/home.html>

AA 研共同利用・共同研究課題「理論言語学と言語類型論と計量言語学の対話にもとづく言語変化・変異メカニズムの探求」：<http://www.aa.tufs.ac.jp/ja/projects/jrp/jrp271>

新領域創成のための挑戦研究デュオ（鳥類コミュニケーションシグナルの解析から理解する言語の生成と認知の脳内機構）：<https://w3.tohoku.ac.jp/frid/>

## Exploring the Universality and Diversity of Human Language(s)

We aim at explicating human linguistic competence. Carefully observing empirical data from various individual languages, we study how and why languages change diachronically and vary synchronically, in terms of syntax, morphology, phonology, and semantics. Our special emphasis is on the following fields:

### (1) Morphosyntax:

To propose a hypothesis about how morphemes, words, and phrases (as a continuum) are combined and/or what their syntactic / semantic / phonological structures are, and examine the proposed hypotheses by empirical data.

### (2) Lexical Semantics:

The semantic structure of words; in particular, the issues of what their basic semantic templates are like, which aspects of the semantic structure have syntactic reflexes, and what kind of syntactic structure they can occur in.

### (3) Diachronic Syntax/ Comparative Syntax/ Psycholinguistics:

(i) The nature of diachronic change and synchronic diversity of languages, (ii) Proposal of a theory of the language faculty that allows change and diversity, and (iii) Justification of the theory by introspection, corpus studies, and methodologies of experimental psychology (including a collaborative work with the department of Visual Cognition)

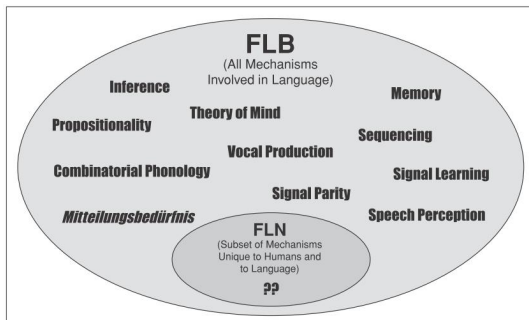
Through these researches, we also aim at making contribution to the theory and practices of language learning/teaching.

The research project called "Language Change and Language Variation Research Unit" is our interdisciplinary research activity that has been organized to pursue our aims from richly diversified perspectives. See the following URLs for more information about the activities lead by the staff of our lab:

<http://ling.human.is.tohoku.ac.jp/change/home.html>

<http://www.aa.tufs.ac.jp/en/projects/jrp/jrp271>

<https://w3.tohoku.ac.jp/frid/>



FLB と FLN (Swedberg (2011) "What Makes Humans Unique? (II)" より引用)

FLB & FLN (cited from Swedberg (2011) "What Makes Humans Unique? (II)")

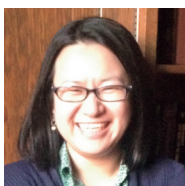


共編著「コーパスからわかる言語変化・変異と言語理論3」の刊行

A co-edited book, titled "Language Changes and Variations Found from Corpora and Linguistic Theories 3" will be published.

■研究キーワード■ 社会構造／相互行為／社会理論／市民社会論／フィールドワーク

■KEYWORDS■ Social Structure / Interaction / Social Theory / Civil Society / Fieldwork

教授 徳川 直人  
Prof.  
Naohito TOKUGAWA准教授 岡田 彩  
Assoc. Prof.  
Aya Okada特任助教(研究) 佐々木 加奈子  
Assis. Prof.  
Kanako Sasaki

## 理論とフィールドから読み解く「社会」

政治や経済とは区別される「社会」——人々の生活や社会的習慣の内実、社会意識やエトス、社会関係とコミュニケーション、存在とイデオロギー。それと社会の構造や制度との関連を問うのが「社会学」の視点です。「情報」と関連づけて、人と人との「やりとり」に焦点を合わせるとも言えます。理論とフィールドワークの両面からそのリアリティに迫ろうとしています。

理論研究では、マルクス、ウェーバー、デュルケム、ミード、パーソンズ、ゴフマン、ハーバマスといった古典的な議論から、カルチュラル・スタディーズ、現象学的社会学、シンボリック相互行為論などの現代的な議論までをカバーしています。精読で「課題を深める」のが基本姿勢です。フィールドワークでは、日本の農村社会学が培ってきた方法論を受け継ぎつつ、有意選出、事例調査、半構造的インタビュー、モノグラフ、参与観察など、今日的な「質的研究法」にも視野を広げています。技法や手順を一人歩きさせるのではなく、「対象と対話する」姿勢を重視しています。

近年では、中国山東省における日中共同チームによる農村調査が結実した『中国農村の集住化』が公刊され、徳川教授の経験と言語に関する相互行為論を基礎とした『色覚差別と語りづらさの社会学』も出版されました。岡田准教授は、NPO・NGOによる戦略的な情報発信と寄付やボランティアの関係について研究を進めています。佐々木特任助教は、がん患者のウェルビーイング向上のために、自己語りをもたらす回復可能性について、表現を誘発する「場」のデザイン開発など、実践的に研究を進めています。

## Theoretical and Qualitative Inquiry into Social Life

Two sociologists are analyzing the substance of social life, with focus on ethos or habits among people, relationships and communications, as well as dynamics between ideology and existence. Methodological characteristics are: 1)intensive reexamination into the movements of social theory from such classics as Marx, Durkheim, Weber, Mead, Parsons, Goffman, and Habermas to the development of cultural studies, phenomenological sociology, and symbolic interaction, and 2)qualitative inquiry using purposive selection, intensive case study, semi-structured interview, and monographic representation, and participant observation. Each student is encouraged to choose his/her subject within the laboratory specialty. Close reading of texts and firsthand explorations in the field are essential in this lab.

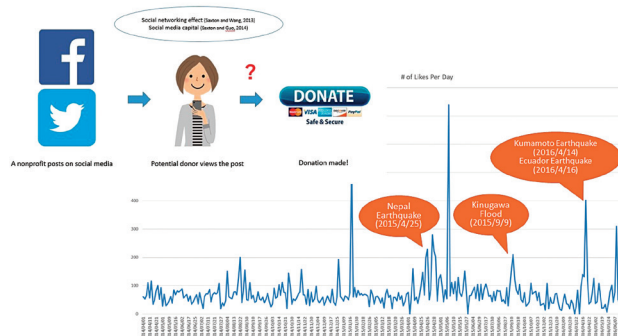
In 2016, *The Recent Reconstruction in Chinese Village* was published as a result of long-term joint study with Shandong Academy of Social Science. Prof. Tokugawa also published *Color Vision Discrimination and Difficulty to Talk* in 2016, the first social science book in Japan that analyzed language, experience, and power on this topic. Assoc.Prof. Okada explores the relationship between nonprofits' strategic communication and voluntary actions such as donations and volunteering. Appointed.Assist. Prof.Sasaki is conducting practical research on the potential of self-narratives to improve the well-being of cancer patients by designing a "place" to generate their stories.



国際交流「フィールドワークの理論と実践：山東省調査の15年」(2015年12月、山東省社会科学院にて)

International conference at Shandong Academy of Social Science, "Fifteen Years in Shandong: the Method and Practice of Fieldwork", held in December 2016.

## Difficulty of Tracing the Process



ソーシャルメディアを用いた情報発信と寄付行動の関係を探索

A study exploring relationship between social media posts and donation behaviors



准教授 河村 和徳  
Assoc. Prof.  
Kazunori Kawamura

## 公正な選挙の未来

私たちの研究課題は、先進国・開発途上国において公正な選挙がいかにして達成・維持されるのか検討することにある。特に、(1) 高度情報社会において ICT が政治・行政の現場にどのように利用され、いかにして有権者は政治情報を収集・発信するか、(2) 開発途上諸国で選挙の公正さはいかなる要因に影響されるのか、理論的・実証的に分析を進めている。方法論的には、定量分析や質的事例研究など様々な道具立てを用いる。以下は、現在取り組んでいる研究テーマの一部である。

### 東日本大震災と選挙環境

公営選挙を行う国では、「資格のある有権者を正確に把握し、公正かつ効率的な選挙環境の下、如何に正確な開票を行えるか」が重要となる。ところが、東日本大震災の被災地は、甚大な被害により通常の選挙管理ができる状況になかった。被災地調査の結果、クラウドを活用した有権者情報の管理やインターネットを利用した選挙キャンペーンも大事であることが分かった。情報技術の活用に積極的な韓国の事例も参考にし、被災者の選挙環境をよりよくするという視点で研究を進めている。

### 権威主義体制下の選挙とその政治経済的帰結

開発途上国、特に権威主義体制といわれる国において選挙・議会・政党がどのような機能を持ち、人々の政治認識やマクロ政治経済にいかなる影響を及ぼすのか、検討している。中央アジア諸国をフィールドとした実験・事例研究と国際比較の統計分析を組み合わせて実証分析をおこなう。



准教授 東島 雅昌  
Assoc. Prof.  
Masaaki Higashijima

## Future of Electoral Integrity

We explore how electoral integrity can be improved in both developed and developing countries. We focus especially on (1) how political actors use ICT (Information Communication Technology) in advanced information society, (2) how does the qualified voter collect political information, and (3) what determines electoral fairness in the developing world. Methodologically, we use both quantitative and qualitative methods to approach those research questions. Below are a few research topics we are currently working on:

### The Great East Japan Earthquake and Election Environment

Some of victims evacuate outside the local government, so it is not easy for them to gain political information on, for instance, candidates in their hometowns, pledges of political parties, etc. In Japan, candidates were finally allowed to conduct the online electoral campaigns after the 2013 Upper House election. This project investigates whether this reform leads to improvement of election environment in the affected area. The maintenance of vote environment is important there because the victims look to politicians for help.

### Autocratic Elections and Their Consequences

This project explores how political institutions (elections, parties, and legislatures) in non-democracies are designed and what impacts those institutions have on citizens' perception towards political leadership as well as economic policy and political regime change. This project utilizes a variety of methods including cross-national statistical analyses, comparative case studies, and survey and field experiments in Central Asia.



韓国の電子選挙機器  
Electronic Election Apparatus in Korea



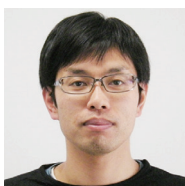
2016年9月にフィラデルフィアで行われた Electoral Integrity Project 主催のワークショップより  
Electoral Integrity Project Workshop held in Philadelphia, the U.S. (September 2016)

■研究キーワード■ 空間経済学／産業集積／グローバル化／均衡／国際貿易／都市経済学／ゲーム理論／政策分析

■KEYWORDS■ Spatial economics / Industrial agglomeration / Globalization / Equilibrium / International trade / Urban economics / Game theory / Policy analysis



教授 曾道智  
Prof.  
Dao-Zhi Zeng



准教授 伊藤亮  
Assoc. Prof.  
Ryo Itoh



助教 張陽  
Assis. Prof.  
Yang Zhang

## 都市形成と集積の経済メカニズム

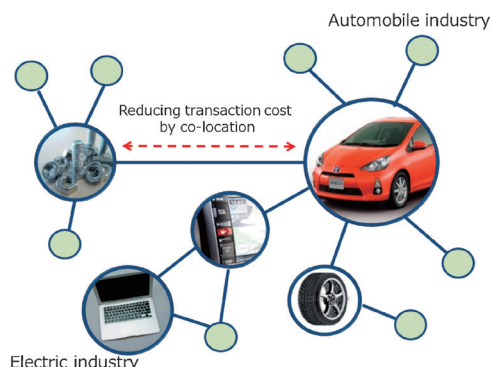
交通・通信ネットワークによって結ばれた個々の都市は、人・財・サービス・知識の移動を通じて、全体として有機的な「都市システム」を形成している。また、グローバル化、ボーダーレス化の急速な進展のもとで、都市、地域、国際経済は複雑に絡み合い、現代の都市システムは国を越えたグローバルな社会経済システムを形成しつつある。本研究室は、都市や産業の集積形成の理論を中心として、都市、地域、国際貿易などを対象とした空間経済の構造とダイナミックな変遷過程を解明し、都市・地域の経済発展の政策分析を行う。これらの問題に対し、都市経済学、地域経済学、国際経済学、ゲーム理論、ORなどの関連する分野を複合的に動員した、「地域科学」と呼ばれる学際的なアプローチにより研究を進める。現在の主なテーマは以下の通りである。

1. 空間経済学の理論と応用。数理的なアプローチを用いて国・地域・都市の経済システムにおける様々な経済現象に対して生産における規模の経済・独占競争・輸送費の観点から分析し、国際貿易や、特定の地域への産業集積と都市形成のメカニズムを理論的に解明する。また、政策分析などの現実的な問題にも応用する。
2. ネットワークと企業誘致。各地方自治体が企業誘致を行う際、どのような企業・企業グループを誘致することが地域経済の活性化に最も寄与するかを、サプライチェーンなどの企業間取引ネットワークや、交通などの地理的ネットワークの情報を利用して分析する。

## Economic Mechanisms of City Formation and Agglomeration

Today, many people live in cities, affecting each other, and enjoy various economy of urbanization. Moreover, cities, with transportation and other networks, constitute a large system with flow of goods, service, and people among them. Focusing on the theory of city and industrial agglomeration, this research group is devoted to clarify the structure and the dynamic evolving process of spatial economy including city, region, and international trade. We are also interested in the related policy analysis. For this purpose, as one of the characteristics of our research group, interdisciplinary approach called 'regional science' is employed to tackle with the widespread city problems from local conflict to global issues. The main discipline to be employed includes urban economics, regional economics, international economics, and OR. Some research topics are as follows.

1. Spatial economics. We aim to clarify the economic mechanisms of international trade, city formation and industrial agglomeration. We are interested in not only theoretic research but also its applications in more realistic problems such as regional competition and cooperation.
2. Networks and location incentives. We analyze how the network information of supply chain, transportation, geography, etc. is used for local governments to make policies of attracting firms to activate their economic activities.



自動車産業の取引ネットワーク  
Transaction network in automobile industry



研究室のセミナー風景  
A scene of lab seminar

■研究キーワード■ 複雑ネットワーク／非線形科学／空間情報科学／数理工学  
 ■KEYWORDS■ complex networks / nonlinear science / spatial information science / mathematical engineering



准教授 藤原 直哉  
 Assoc. Prof.  
 Naoya Fujiwara

## ネットワーク科学・数理モデル・非線形科学で社会・経済・地域を見る

近年、携帯電話などの新たな情報通信技術の普及などを背景として、社会・経済と関連した詳細なデータが容易に入手できるようになってきており、そのようなデータを解析する上で情報科学の役割が重要になっている。本研究室では、複雑ネットワーク、数理モデル、非線形科学をキーワードとして、データ解析からモデリングまで幅広く研究を行っている。代表的な研究テーマは例えば以下のようなものである。

- 1) 都市と道路の共発展の数理モデル
- 2) 地域間の人の流動の時空間ネットワーク解析
- 3) 感染症の伝播の数理モデルと疫学データ解析

1) は空間経済学など多くの分野におけるテーマと関連がある話題であるが、我々は実データを元にネットワーク科学に基づいた新たなモデリングを提案し、その数理的構造についても研究している。2) ではネットワーク解析手法を地理空間データに適用する。3) においては、モデリング・データ解析にとどまらず、公衆衛生学の研究者と分野横断型の共同研究を行っており、感染拡大対策への示唆を与えることを目標としている。

本研究室の研究は以上のように多岐にわたっており、空間経済学・地域科学・空間情報科学・数理工学・データ科学など、幅広い視点を身につけて研究を行う意欲のある学生を歓迎する。

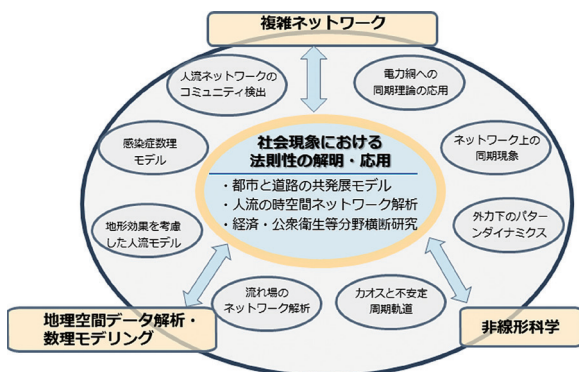
## Viewing society, economy, and regions, with network science, mathematical models, and nonlinear science

Recently, development of the mobile devices enabled us to achieve various detailed data associated with our society and economy. Information sciences can devise analyzing such social data. Our research group focuses on various topics from data analysis to modelling based on network science, mathematical models, and nonlinear science. Some research topics are listed as follows:

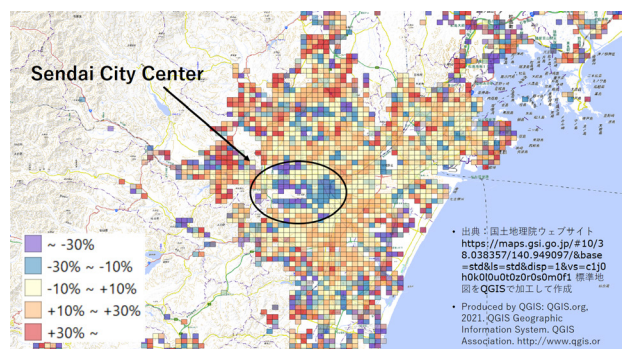
- 1) Co-evolution model of cities and roads
- 2) Spatio-temporal network analysis of human mobility
- 3) Modelling the spread of infectious diseases and epidemiological data analysis

The topic 1) is a central issue in various research fields such as spatial economics. We propose a new modelling framework with the real data based on the network theory, and study its mathematical aspect. In 2), we apply the network analysis methods to geospatial data. Our scope is not restricted to modelling and data analysis, but also on collaborated works with researchers on public health such as the topic 3). The goal of this research is to give practical implications for the prevention of infectious diseases.

Students, who are interested in one of the above research topics and interdisciplinary researches, are highly welcome.



研究テーマの概念図  
 Schematic figure of the research topics.



モバイル空間統計による、COVID-19 感染拡大前後における滞留人口の変化  
 Change in populations before and after COVID-19 pandemic based on mobile spatial statistic

2020/04/16

■研究キーワード■ 交通ネットワーク解析／交通ビッグデータ／交通シミュレーション／空間情報科学／空間統計解析

■KEYWORDS■ Transport Network Analysis / Transport Big-data / Traffic Simulation / GIScience / Spatial Statistical Analysis



教授 井料 隆雅  
Prof.  
Takamasa Iryo



准教授 井上 亮  
Assoc. Prof.  
Ryo Inoue



助教 佐津川 功季  
Assis. Prof.  
Koki Satsukawa

## 高度な都市・モビリティマネジメントを実現するための センサデータ・時空間情報の融合・解析・可視化

本分野は、井料研究室と井上研究室から構成されています。

井料研究室では、道路交通システムにおける観測と、観測データの活用のために必要な数理解析や数値計算に関する各種の研究を行なっています。言うまでもなく、道路インフラは産業や生活に欠かせない重要な公共財です。MaaS (Mobility as a Service)、CV (Connected Vehicle)、自動運転のような先端技術の台頭により、道路インフラの使われ方はこれから大きく変革しようとしています。これらの技術を正しく活用し、道路インフラの潜在能力を最大限に発揮する施策に資する高度な空間計画科学の研究が、学術的にも実務的にもよりいっそう求められています。このために、井料研究室では、例えば、道路交通網上の交通渋滞の数理解析、プローブデータ等の道路交通に関わるビッグデータ解析のための方法論の開発、HPC (High Performance Computer) における高並列計算に対応した交通流シミュレーションの開発といった、理論・観測・計算の3つの側面から各種の研究を行っています。

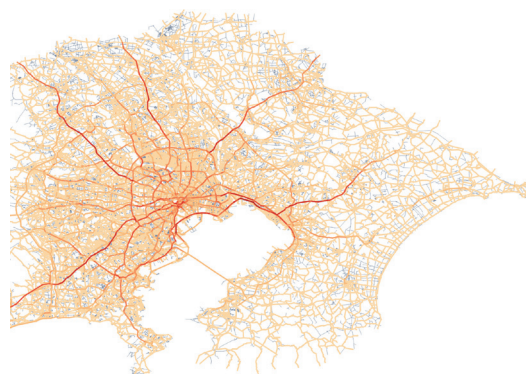
井上研究室は、時空間情報の解析・共有手法の開発に取り組んでいます。市民が地域の将来像を議論し合理的な意思決定を下す基となる、地域の過去から現在までを記録した詳細かつ膨大なデータが、近年利用できるようになってきました。当研究室は、時空間情報の解析手法の開発を通して、「市民がデータを利用した地域の現状分析を基に将来を議論できる環境」を整備し、より良い地域づくりへと貢献したいと考えています。

## Integration, dynamic analysis, and visualization of spatio-temporal data for advanced urban and mobility management

This group consists of Iryo laboratory and Inoue laboratory.

In Iryo laboratory, we are conducting various studies on observations in road traffic systems and mathematical analysis and numerical calculations required for utilising the observed data. Needless to say, road infrastructure is an important public good indispensable for industries and our lives. With the rise of advanced technologies such as MaaS (Mobility as a Service), CV (Connected Vehicle), and autonomous driving, the use of road infrastructure is about to change significantly. There is a growing need for more academic and practical research in advanced spatial planning sciences to maximise the potential of road infrastructure by properly utilising these technologies. For this purpose, we are conducting various researches on three aspects, i.e. theory, observation, and calculation. For example, we have conducted mathematical analyses of traffic congestion on the road traffic network, have developed methodologies for analysing transport big-data such as probe-vehicle data and a large-scale parallelised traffic flow simulator implemented on HPC (High Performance Computer).

Inoue laboratory develops methods that analyze and share spatio-temporal data. In recent years, we have gained significant access to various data, on national and local ones from the past and the present. These data would play an important role for the citizens to develop consensus and make decisions upon envisioning regional development. This laboratory aims to nurture an information friendly environment for the citizens to be part of planning better future, though developing methods that enable easy access of spatio-temporal data.



関東地方の道路網を対象とした大規模交通流シミュレーション  
Large-scale traffic simulation in a Kanto road network



不動産価格情報提供サービスの提案

Proposal for information service of real estate property values

■研究キーワード■ プロジェクト評価／都市／地域政策の計画制度／都市・交通計画

■KEYWORDS■ Project evaluation / Urban/regional planning process and policy / Urban/transport planning



教授 河野 達仁  
Prof. Tatsuhito Kono



准教授 福本 潤也  
Assoc. Prof. Junya Fukumoto



講師 中川 万理子  
Senior Assis. Prof. Mariko Nakagawa



特任助教(研究) 羅 婉慈  
Assis. Prof. Ashley Wan-Tzu Lo

## 豊かな都市生活や経済成長を支える社会システムの設計

本講座は、豊かな都市生活や経済成長に欠かせない社会資本（交通・通信基盤、生活・防災基盤等）の計画や評価に関する研究や、国土・地域政策の計画プロセスに関する研究を行なっている。特に、都市活動と社会資本の空間的相互依存関係の理論的特性の解明と実証的な把握、そこで得られた知見の実際の政策への応用に力点を置いている。研究には、都市・地域経済学、計量経済学、ゲーム理論、OR、土木計画学などの方法論を用いる。

現在の主なテーマは以下のとおりである。

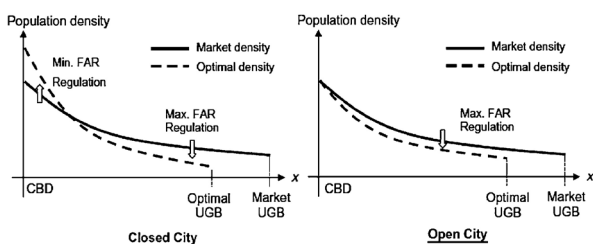
- (1) 土地利用規制（容積率規制、ゾーニング等）が地代や人口分布の変化を通して社会厚生に影響するメカニズムを理論的に解明し、土地利用を最適化する方法を考案している。
- (2) 土地税制や土地利用規制が都市内土地利用に与える影響を実証的に明らかにする研究を行っている。
- (3) 観察可能な変数から定量的に政策を評価する費用便益分析の方法論を、伝統的経済学でほぼ無視されてきた空間的側面や時間的側面を考慮可能な方法論へと改良・拡張する研究を行っている。
- (4) 政府予算の効率的調達（税金、料金等）について理論および実証分析を行なっている。
- (5) 空間相互作用データや企業集積データを用いて、地域経済構造を視覚的・発見的に把握する手法の開発に取り組んでいる。
- (6) 大規模災害時における支援物資ロジスティクスのあり方について、理論および実証分析を行っている。

## Regional and urban planning for desirable society and economic growth

We study a) infrastructure planning and policies that lead to a sustainable and better society, and b) planning process of urban and regional policies. Our interests are to understand the spatial interdependences between urban activities and infrastructure systems, and to apply such implications to practical infrastructure and regional policies. Our approach is interdisciplinary, and we use the theory and techniques of urban and regional economics, econometrics, game theory, operation research, geography and so on.

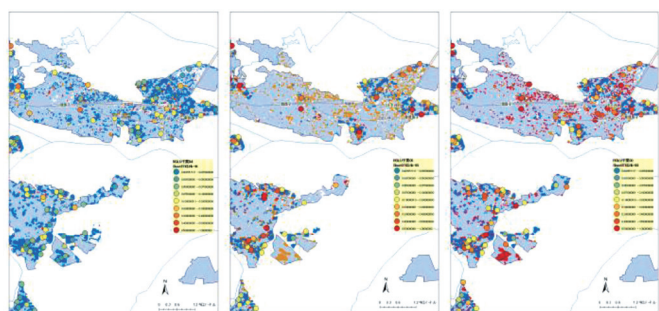
Our current themes are to explore:

- (1) land use regulations, which affects the social welfare through the change in the population distribution in an urban area;
- (2) impacts of land taxation and land use regulation on the urban land use pattern
- (3) project evaluation, which practically measures the welfare change in terms of observable variables, focusing on the spatial and dynamic aspects;
- (4) efficient budget collecting through user charge and tax;
- (5) methodologies to understand the regional structures visually and heuristically from data on spatial interaction and agglomeration;
- (6) efficient emergency logistics systems during the disaster response phase.



最適容積率規制・都市成長境界規制と都市内土地利用

Optimal Floor Area Ratio (FAR) and Urban Growth Boundary (UGB) in closed and open cities



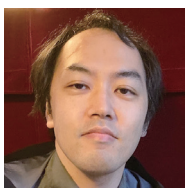
土地税制と都市内農地の転用確率

Land tax and agricultural land conversion

■研究キーワード■ 交通計画/空間経済システム/社会基盤/システム最適化/数理計画/均衡問題/都市交通データサイエンス/交通行動分析/メカニズムデザイン  
 transportation planning / spatial economic systems / infrastructure / system optimization / mathematical programming / equilibrium problems / data science for urban transportation system / travel behavior analysis / mechanism design



教授 赤松 隆  
 Prof. Takashi Akamatsu



准教授 原 祐輔  
 Assoc. Prof. Yusuke Hara

## 空間経済システムの計画と管理、都市交通データサイエンス

本分野は、赤松研究室と原研究室から構成されています。

赤松研究室では、以下の3つの分野で、都市・交通システムの計画・運営に関する数理的/情報科学的な方法論を研究しています。

- 1) 交通科学&交通計画:  
 渋滞のない快適な交通システムを実現するために、情報通信技術とゲーム理論を活用した新たな交通需要管理法を開発しています。
- 2) 地域科学&空間経済学:  
 都市・地域システムでは、企業や人口の空間的な集積パターンが自己組織的に形成されています。その経済メカニズムを説明しうる数理モデルを研究しています。
- 3) 投資科学&数理ファイナンス:  
 都市・社会基盤施設は、長期にわたって利用されるため、将来の経済・物理的環境の不確実性に曝されます。そのようなリスクを考慮した上で社会基盤施設の投資や運用の意思決定を最適化する数理的方法を開発しています。

原研究室は

- 1) 都市交通データサイエンス:  
 人々や車両のGPS移動軌跡、ソーシャルメディア上でのツイート等の多様なビッグデータを用いたデータサイエンスを実現するための方法論、都市活動の理解・解明、実社会への実装を見据えた研究
- 2) 都市・交通メカニズムデザイン:  
 自動運転やシェアリングサービス、MaaSなどの新たなモビリティを都市に実装する際に必要となる制度設計や料金設計をゲーム理論の方法論を用いて実現する研究を行っています。

## Planning and management of spatial economic systems, and data science for urban transportation system

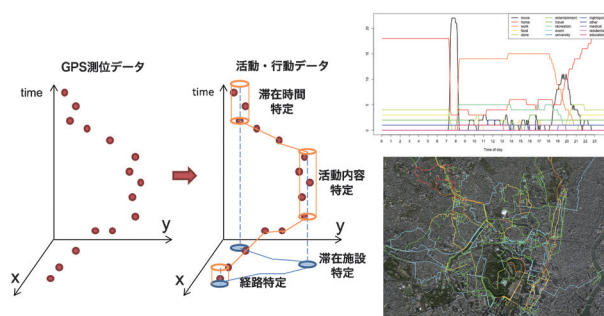
This group consists of Akamatsu laboratory and Hara laboratory.

Akamatsu Labo studies mathematical and computational methodologies for planning/managing urban/transportation systems in the following three fields.

- 1) Transportation Science & Transportation  
 Planning: We develop novel transportation demand management schemes to solve road congestion problems by exploiting recent advances in information technologies and computational mechanism design theory.
- 2) Regional Science & Spatial Economics: Most of the world's population is strikingly concentrated in a limited number of areas. We study mathematical models to explain the economic mechanisms of such agglomeration patterns in geographical space.
- 3) Investment Science & Mathematical Finance: Urban infrastructures are exposed to various risks due to changes in economic environment. We develop control-theoretic methods to achieve better decisions for investment / management of infrastructure systems under uncertainty.

Hara Labo studies data science for urban transportation system, and Mechanism design for urban and transportation system.

- 1) Data science for urban transportation system: A methodology for data science using a variety of big data, such as GPS trajectories of people and vehicles, tweets on social media, etc., with a view to understanding and clarifying urban activities.
- 2) Mechanism design for urban and transportation system: we use game-theoretic methodologies to design the rule and price for implementing new mobility in cities, such as automated vehicles, mobility sharing services, and Mobility as a Service (MaaS).



個人の移動軌跡解析ツールの開発  
 Deployment of GPS trajectory analyzer

■研究キーワード■ メディア／コミュニケーション／表象文化論／メディア・コンテンツ／比較文学／カルチュラルスタディーズ／災害情報論  
 ■KEYWORDS■ Media / Communication / Representation / Media Contents / Comparative Literature / Cultural Studies / Disaster Information



准教授 森田 直子  
 Assoc. Prof.  
 Naoko Morita

## 情報化社会を支えるメディアのあり方を検討し、さまざまなメディア・コンテンツを読み解く

情報技術の発展により、社会の情報化は加速度を増しています。新しい情報技術は次々と新しいメディアを生み出しており、私たちはメディアからの情報を受け取るだけでなく、情報の発信者としても主体的、自律的にメディアと関わっていく必要があります。また、私たちが暮らすメディア社会において、その背景となる文化や思想に目を向けることは、これまで以上に重要な課題となっています。



講師 坂田 邦子  
 Senior Assis. Prof.  
 Kuniko Sakata

情報化社会を支えるメディアのあり方を学術的に検討するため、坂田研究室では、(1) 批判的な視点、(2) 実践的な姿勢、(3) 協調的な対話を重視しながら、現代のメディア社会およびメディア・コミュニケーションにおける歴史、思想、文化、アート、デザイン、災害情報等に関する研究を進めています。

森田研究室では、文学・マンガからポピュラー・カルチャーまで、さまざまなメディア・コンテンツを研究対象としています。その際、コンテンツを媒介しているメディアの特性や、文化事象が生産・消費される社会的政治的状況、言語や文化圏を越えた影響関係など視野に入れて考察することを目指しています。

## Considering Contemporary Media Society / Reading Media Texts and Contents

With the development of information technology, society is highly informed. As new media emerge with new information technology, we are no more only information receivers but need to initiatively and autonomously participate in media society. Thus it becomes more important to examine cultural and ideological background of our global/local media society than ever.

In order to academically examine the way of media that supports contemporary information society, Sakata laboratory makes research on contemporary media and communication, focusing on history, ideology, culture, art, design and disaster information, with (1) critical view, (2) practical attitude, and (3) collaborative dialog.

The research subject of Morita laboratory is media contents analysis. We consider from high arts and literature to popular culture, focusing on characteristics and possibilities of each media. We also attach importance to social and political contexts of the cultural production and consumption, including those across linguistic, national, cultural boundaries.



メディア制作ワークショップの様子 (坂田)

Media Workshop (by Sakata)



自主ゼミメンバーとのマンガ原画展視察 (森田)

Visit to an exhibition of cartoonists' original drawings with regular seminar members

■研究キーワード■ 情報リテラシー／メディア・リテラシー／メディア教育／情報教育／ICT活用教育／オンライン教育／ラーニング・アナリティクス  
 ■KEYWORDS■ Information Literacy / Media Literacy / Media Education / ICT and Information Education / ICT-based Education / Online Education / Learning Analytics



教授 堀田 龍也  
Prof. Tatsuya Horita



准教授 長 濱 澄  
Assoc. Prof. Toru Nagahama



特任助教(研究) 川 田 拓  
Assis. Prof. Taku Kawada

## 情報通信技術の進展によって変容する情報リテラシーの育成について検討する

情報通信技術の発展により、誰もがいつでも情報を発信することが可能な社会になっています。情報の利用が手軽になる一方で、大量の情報から自分に必要な情報を選別する能力、利用・発信する情報が適切かを判断する能力の情報リテラシーが求められています。

情報リテラシー論分野では、これらの資質・能力の育成を学術的に検討するために、古典的なメディア論や最新の情報通信技術の動向も踏まえつつ、a. 流行に流されない冷静な視点を忘れず、b. 現場で取り組んでいる人たちに寄り添う実践的な姿勢を持ち、c. それぞれの立場を調整するための対話を重視しています。

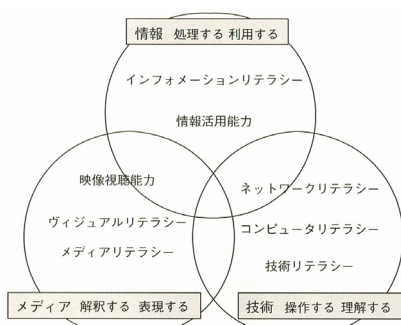
本研究室では、(1) 進展する情報通信技術を積極的に活用した教育の質向上に資する方法論や教育コンテンツの開発、(2) メディアや情報に対する未来的なりテラシーのあり方やその育成手法の提案、(3) これらを実現する政策や教育機関におけるガバナンスなどの運用課題や指導者育成のための教育プログラム、について研究を進めています。特に、情報学や教育学はもちろん、心理学、脳科学、AI（人工知能）、数理データサイエンスなどの分野と領域横断的に連携し Learning Analytics（学習分析）を進めることで、従来の教育研究において分析対象とはあまりされてこなかったデータ（センシングによって得られるデータやビッグデータ等）を含めた教育データを対象とし学際的な研究を進め、研究成果を社会に還元することを目指しています。

## Consider the nurturing of information literacy as it is transformed by the advancement of information and communication technologies.

The development of information and communication technology has made it possible for anyone to transmit information at any time. While the use of information is becoming easier and easier, information literacy, the ability to select the information one needs from a large amount of information and the ability to judge whether the information one uses and transmits is appropriate, is required.

In the field of information literacy, in order to academically examine the cultivation of these qualities and abilities, while considering classical media theory and the latest trends in information and communication technology, students should: (a) Keep a dispassionate perspective that is not influenced by trends; (b) Have a practical attitude that is close to those who are working in the field; and (c) Emphasize dialogue to coordinate their respective positions.

In this laboratory, we are engaged in research on (1) the development of methodologies and educational contents that contribute to improving the quality of education through the active use of advancing information and communication technologies, (2) proposals for future literacy in media and information and methods to foster it, (3) operational issues such as governance in policies and educational institutions and educational programs for fostering leaders to realize these issues. We are promoting learning analytics through cross-disciplinary collaboration with fields such as psychology, neuroscience, AI (Artificial Intelligence), and mathematical data science, not to mention informatics and pedagogy, aiming to return research results to society.



情報・メディア・技術のリテラシーの相関図  
山内祐平 (2003) 『デジタル社会のリテラシー』(岩波書店) p.72 より引用  
Correlation of Literacy in Information, Media, and Technology  
Adapted from Yuhei Yamauchi (2003) "Literacy in the Digital Society"  
Iwanami Shoten, p.72.



小学校におけるメディア教育（仙台白百合学園小学校での実践）

Media Education in Sendai Shirayuri Gakuen Elementary School

■研究キーワード■ 言語理解／文章理解／学習と記憶／授業デザイン／防災教育

■KEYWORDS■ language comprehension / text comprehension / learning and memory / instructional design / education for disaster prevention



教授 邑本 俊亮  
Prof.  
Toshiaki Muramoto

## 言語コミュニケーションの認知過程の解明と応用

本研究室では、読む、書く、話す、聞くといった人間の言語活動について、認知心理学的な観点から基礎研究を行い、得られた成果を教育や防災などさまざまな領域における実践に応用することを目指している。

もっとも重要な基礎研究の1つは、文章理解過程の解明である。人間の文章理解は、文章と読み手の相互作用の産物である。読み手は、容量の限られた作動記憶の中で、文章に関する既有知識を活性化し、言語情報を処理しながら、明示されていない情報を推論で補い、文章全体で述べられている状況のモデルを構築する。我々が焦点を当てているのは、読み手の作動記憶容量の影響や既有知識の役割、文章理解中の推論過程、状況モデルの構造や性質の解明などである。

こうした基礎研究の成果は、さまざまなコミュニケーション場面に応用できる。たとえば教育場面においては、教師から生徒へどのように知識を伝達すれば効果的な学びに至るのかが重要なテーマとなる。我々は、学習者の認知過程に基づく効果的な教育方法の提案や実践を行っている。また、防災に関しては、新たな減災教育プログラムのデザインを試みている。

## Basic and applied research on verbal communication

In our laboratory, we conduct basic research on human language activities such as reading, writing, speaking, and listening from a cognitive-psychological perspective, and aim to apply the results obtained to practice in various fields such as education and disaster prevention.

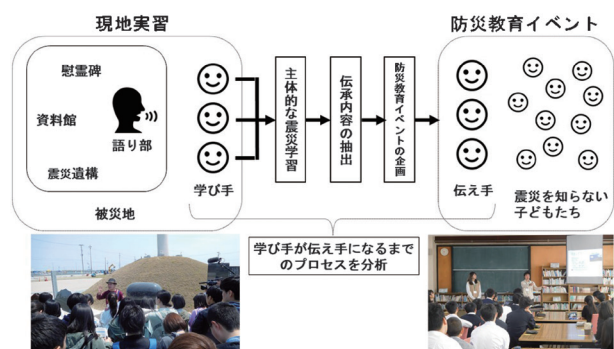
One of the most important basic research themes is the elucidation of the text understanding process. Text comprehension is the process of constructing meanings through the interaction of text and reader. Within a limited capacity of working memory, the reader activates prior knowledge related to the sentence, processes the language information, supplements the unspecified information with inferences, and builds a situation model described by the text. We focus on the influence of the reader's working memory capacity, the role of prior knowledge, the inference process during text understanding, and the structure and nature of the situation model.

The results of these basic research can be applied to various communication situations. In education, for example, how to transfer knowledge from teacher to student can lead to effective learning is an important theme. We propose and implement effective educational methods based on the learner's cognitive process. As for disaster reduction, we are trying to design a new disaster reduction education program.



言語コミュニケーションを研究する（心理実験）

Basic research on cognitive processes of verbal communication



学び手が伝手になる災害伝承・防災教育システムの開発

A new disaster education system where learners become teachers



レスキューロボット Quince (人間・ロボット情報学分野)

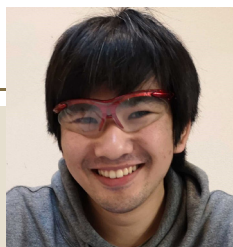
Rescue Robot Quince (Human-Robot Informatics Laboratory)



空飛ぶ消火ホースロボット Dragon Firefighter  
 Flying Extinguisher Hose Robot, Dragon Firefighter

応用情報科学専攻は、学際性・総合性の理念を掲げ、人間・社会の多様性を考慮しながら、複雑な現実に対応した実践的なシステム構築のための科学技術の教育・研究を目指して創設されました。ユビキタス情報社会が進展する中、自然と共生する人間のための情報通信技術、ロボティクス、流動システム情報学、生命情報学、認知情報学、健康情報学などの高度な研究を行うとともに、多様な現実問題の解決に情報技術や統計科学手法を駆使して挑戦し、ハード及びソフトの両面から応用情報科学の先進的教育・研究を推進しております。

Our department was established with the goal of education and research for the sake of constructing practical systems reflecting the complex realities, at the same time taking into account the diversity of human and social factors. As our ubiquitous information society evolves, we are investigating information technology for humans cohabiting with the natural world, robotics, fluid system information sciences, life information sciences, cognitive information sciences, health information sciences at the high academic standard. At the same time we continue to aim for resolutions of variety of practical issues enlisting the methods from information technology, statistical sciences, and to pursue progressive forms of education and research from both hard and soft aspects.



応用情報科学専攻 博士前期課程 2年  
 人間-ロボット情報学 (田所・昆陽・多田研究室)

**奈良貴明** Nara Takaaki

在学生からのメッセージ

私は研究室の中だけではなく実際の現場でも動くようなロボットの研究をしたいと思い、大学院から東北大学にやってきました。

私は高精度に時刻同期と距離計測が可能な小型通信デバイスを使って、たくさんさんのロボットを時間的、空間的に同期させる、これまでにないシステムの研究開発を行っています。また、福島第一原発で作業したレスキューロボット「Quince」の後継機にあたるインフラ点検・災害対応用ロボットの研究開発も行っています。このようなロボットの未来をつくる先進的な研究や、我々の現実問題の解決を目的とした実践的な研究ができるのは情報科学研究科だからこそだと感じています。

情報科学研究科では、文理問わず様々な専門性を持った教員が在籍しています。授業等を通じて異なる分野の知識に触れることで、知見が広がり、自分の研究に新たなアイデアをもたらすきっかけになります。

皆さんも情報科学研究科の持つ豊かで多様なリソースを最大限活用し、日々新たな知識に触れることで、圧倒的な成果を私たちとともに生み出していきましょう！

大 講 座 Divisions	小講座又は分野	Laboratories	
<b>応用情報技術論</b> Information and Applied Technology	物理フラクチュオマティクス論	Physical Flucutuomatics	55
	情報通信技術論	Information Technology	56
	人間-ロボット情報学	Human-Robot Informatics	57
<b>応用生命情報学</b> Applied Informatics for Human and Life Science	生命情報システム科学	Systems Bioinformatics	58
	バイオモデリング論	Biomodeling	
	認知情報学	Cognitive Psychology	59
<b>* 情報通信ソフトウェア学</b> Applied Intelligence Software			60
<b>* 情報ネットワーク論</b> Information Network Systems			61
<b>* 流動システム情報学</b> Flow System Informatics			62
<b>* ブレインファンクション集積学</b> Brain-Function Integrated System			63
<b>* 健康情報学</b> Health Informatics			64
<b>◎ 複雑系統計科学 (統計数理研究所)</b> Statistical Science for Complex Systems			65

\* 協力講座 ◎ 連携講座

■研究キーワード■ スパースモデリング／機械学習／ベイズ推定／最適化問題／量子アニーリング／量子計算  
 ■KEYWORDS■ Sparse Modeling / Machine Learning / Bayesian Optimization / Optimization Problem / Quantum Annealing / Quantum Computation



教授 田中 和之  
 Prof. Kazuyuki Tanaka



助教 奥山 真佳  
 Assoc. Prof. Manaka Okuyama

## Physics + Information Processing = Intelligent computation

コンピュータがデータからその背後にある関係性を読み解き、法則性を学習することで、未来の予言を行う「機械学習」、これはいわば現代の魔法の鏡です。

当研究室では、その現代の魔法を誰もが使えるようになることを目標としています。例えば「深層学習」。非常に高度なタスクを自動的に行うことができるようになった一方で、なぜそのようなことが実行できるようになったのでしょうか。学習の本質を見極める冒険的研究を行います。

深層学習の実行には、質の良い大量のデータを必要とします。しかし現実にはそんな都合よくデータが集められることはありません。そこで少ない情報からであっても本質部分を見極める技術である「スパースモデリング」を推進しています。この新しい情報処理技術を駆使して、データを取得するための実験や計測の効率を最大化します。

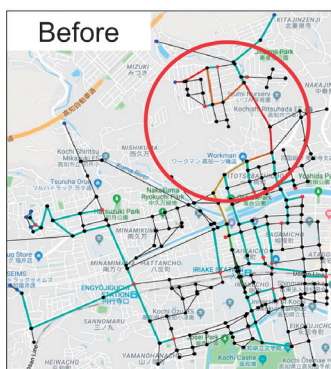
これらの技術を下支えているのが「最適化問題」と呼ばれる数理的課題です。この最適化問題は様々な場面に登場します。そこで世界各国で効率よく最適化問題を解く専用の計算技術の開発競争が始まっています。当研究室では「量子アニーリング」に代表される物理的プロセスを利用した計算技術を推進しています。これら学術的な研究成果をもとに、多数のプロジェクトや企業との共同研究を通して広く社会に還元することで、世界を変えていきます。

## Physics + Information Processing = Intelligent computation

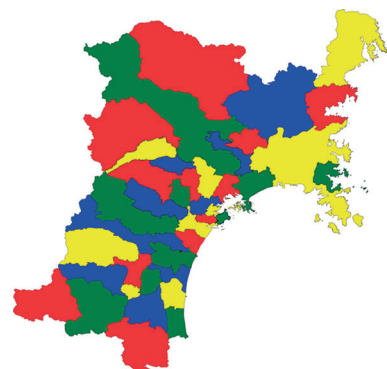
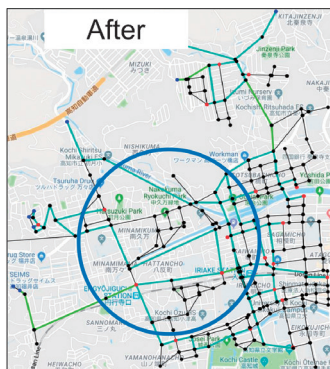
Machine learning is like the magic mirror from Snow White?except it's real. Computers today are capable of predicting our future by constructing logical relationships between the data and deciphering undiscovered rules behind them. Tanaka-Ohzeki Laboratory strives to make this modern magic accessible to everyone.

The foundation of these technologies is a mathematical problem called optimization problem. They are often hidden in our quotidian activities and appear in different forms. As the competition for developing the next generation of computing technology intensifies across the globe, solving these optimization problems that pursue maximized efficiency has become a constant endeavor. At Tanaka-Ohzeki Lab, we incorporate physical principles into these computational algorithms?one of which is called quantum annealing. Quantum annealing is an optimization method that utilizes quantum effects.

In collaboration with enterprises and institutions across industries, Tanaka-Ohzeki Laboratory is at the forefront of educating both machines and our society through the world's leading research and engineering techniques. We invite you to join our adventurous research and development of this evolving, cutting-edge science that seeks the essence of learning.



量子アニーリングを用いた経路最適化  
 Quantum annealing for route optimization



量子アニーリングを用いた彩色問題  
 Quantum annealing for graph coloring

■研究キーワード■ 情報通信ネットワーク/ネットワークデザイン/ネットワークプロトコル/衛星/携帯/センサ/アドホック/無線/光/レジリエントネットワーク/ IoT / M2M / ビッグデータ / ITS / クラウド / 機械学習 / ディープラーニング / 6G / IRS

■KEYWORDS■ Information Communication Network / Network Design / Network Protocol / Satellite / Cellular / Sensor / Ad Hoc / Wireless / Optical / Resilient Network / Internet of Things / Machine to Machine / Big data / Intelligent Transport Systems / Cloud Computing / Machine Learning / Deep Learning / 6G / IRS



教授 加藤 寧  
 Prof. Nei Kato



准教授 川本 雄一  
 Assoc. Prof. Yuichi Kawamoto



助教 Koketsu Rodrigues Tiago  
 Assis. Prof. Koketsu Rodrigues Tiago



特任助教 (研究) Shikhar  
 Assis. Prof. Shikhar

## 次の時代の情報通信ネットワークを目指して

私達の身の回りは様々な通信機器とそれらをつなぐ情報通信ネットワークで溢れています。スマートフォンや携帯電話、タブレット端末、ウェアラブルコンピュータのほか、ゲーム機、電子レンジ、冷蔵庫といった家電製品、さらにはカーナビゲーション、無人航空機、環境観測器など、ありとあらゆるものに通信機能が搭載される IoT 時代となりました。これにともない、それらをつなぐネットワークも多様化が進んでいます。無線アクセスネットワーク、携帯電話ネットワーク、衛星ネットワーク、車車間通信ネットワーク、光ファイバネットワークなどに加え、アドホックネットワーク、センサネットワークなど様々な通信ネットワークが構築されています。では、私達はこれらの情報通信ネットワークの能力を最大限利用できているのでしょうか？ また、これらの情報通信ネットワークの能力そのものをさらに向上させることはできないのでしょうか？ 本研究室では次の時代の情報通信ネットワークの姿を追い求め、理論を背景としたネットワークデザインとプロトコルデザインを軸として、最適な情報通信ネットワークの実現に向けた研究開発の推進とプロフェッショナルの育成に力を注いでいます。研究分野の重要なキーワードには次のようなものがあります。

1. 無人航空機ネットワーク
2. 衛星ネットワーク
3. Intelligent Reflecting Surface を利用した通信ネットワークシステム
4. 光と無線の融合ネットワーク
5. レジリエントネットワーク
6. 機械学習、ディープラーニングを利用したネットワーク制御

## Communication Network Technologies Realizing Next Generation

Communication devices and their networks have become very popular in our daily life. The communication technology is now used in various devices, from mobile phones, smartphones, tablets, and wearable computers to household electric equipment such as game machines, microwave ovens, and refrigerators, or even unmanned aerial vehicles and environmental observation devices. Furthermore, networks which connect communication devices become more diverse. For example, we have optical fiber networks, wireless access networks, cellular networks, satellite networks, and vehicular networks. In addition, we also have ad hoc networks, sensor networks, and so forth. However, are we efficiently utilizing those communication networks? Can we further improve the abilities of such networks? In this laboratory, we are not only focusing on next generation networks and building our research based on theoretical design of networks and protocols in order to optimize the communication networks, but also emphasizing on professional human resources development. The main keywords of our research themes are as follows.

1. Unmanned Aerial Vehicular (UAV) networks
2. Satellite networks
3. Intelligent Reflecting Surface-aided communication systems
4. Optical and wireless integrated networks
5. Resilient networks
6. Machine learning, Deep learning based network control



研究テーマ例  
 Examples of research topics



無人航空機ネットワークの実験  
 Experiments of UAV networks.

■研究キーワード■ レスキューロボット／環境認識／自律走行／ハプティクス／バーチャルリアリティ／機構学

■KEYWORDS■ Disaster Response Robotics / Environment Recognition / Autonomous Driving / Haptics / Virtual Reality / Mechanism

教授 田所 諭  
Prof.  
Satoshi Tadokoro准教授 昆陽 雅司  
Assoc. Prof.  
Masashi Konyo

■協力教員

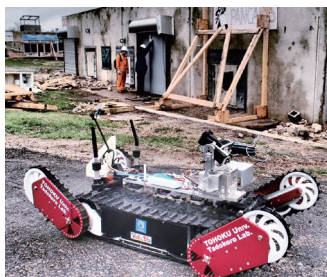
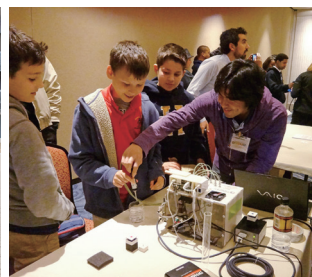
准教授(兼) 多田 隈建二郎  
Assoc. Prof.  
Kenjiro Tadakuma

## 安全・安心で豊かな社会を実現するためのロボティクス

人間-ロボット情報学分野では、RT（ロボットテクノロジー）を活用し、安全で安心して暮らせる豊かな社会の実現に貢献することを目的として、研究教育を進めている。田所教授はレスキューロボットを学術研究分野として創成し、本研究室は、世界におけるレスキューロボット研究の中心としての役割を担ってきた。特に、レスキューロボット Quince は福島第一原発建屋内の調査に活用され、レスキューロボットの社会実装を目指す内閣府・ImPACT プログラム『タフ・ロボティクス・チャレンジ』（2014-2019）を進めてきた。さらに、本研究室のロボット技術は、全天候で運用可能な工場内搬送車や、パーソナルビークルを対象にした次世代交通システム、飛行ロボットによるインフラ点検等への応用にも広がっている。また、昆陽准教授は、触覚を利用した体感型インタフェースの研究開発を進め、世界の科学技術をリードすることが期待される若手研究者を支援する内閣府・NEXT プログラム（2010-2013）に採択されるなど、先進的な研究を行っている。触覚は人のコミュニケーションや運動能力を向上させるために重要であり、近年注目されている感覚メディアである。本研究室では、スマートフォンなどの携帯情報端末で疑似的な力覚インタラクションを可能とする触覚呈示技術や道具の力覚を拡張する技術、ロボットの遠隔操作のための触覚フィードバック技術などを開発している。多田隈准教授は、全方向駆動メカニズムをはじめとするロボット機構を核として、レスキューロボットの研究応用・開発に取り組んでいる。

## Robotics for Realizing a Safe and Secure Society with Quality of Life

Our research and education are based on RT (Robot Technology) for aiming a safe and secure society, providing sufficient quality of life for us. Prof. Tadokoro is a pioneer of the academic field on search and rescue robotics and our laboratory has been acting as a world center of this filed. Especially, Quince, a search robot with high mobility in confined spaces, was applied for Fukushima Daiichi nuclear disaster after the 2011 Tohoku earthquake, and we promoted the Tough Robotics Challenge as one of the Impulsing Paradigm Change through Disruptive Technologies (ImPACT) Programs. In addition, our robotic technologies are going to be applied widely for new fields, such as outdoors automated guided vehicles in a plant, a next-generation transportation system involving a local commuting system and a personal vehicle, and aerial vehicles for infrastructure inspections. In addition, Assoc. Prof. Konyo has been studied for advanced sensory immersive interfaces using haptic feedback and his project was supported by the Funding Program for Next Generation World-Leading Researchers (NEXT) in Japan from 2010-2013. Human haptic sensation is very important for enhancing our communication and physical motion capabilities. We have been developing an intuitive interaction technology for mobile information devices, haptic augmentation for tool manipulation, and a haptic feedback technology for remote robot operations. Assoc. Prof. Tadakuma has been studied for robotic mechanism e.g. omnidirectional driving mechanism as a core technology for search and rescue robotics.

能動スコープカメラ  
Active Scope Camera  
Tested at a Fire  
Departmentレスキュークローラロボット Quince  
Quince at FEMA Texas TF-1 Training Site  
(Disaster City)自律走行車両  
Autonomous Driving Electric Vehicle力覚を拡張するペン型インタフェース  
Haptic Augmented Pen-type Interface

■研究キーワード■ ゲノム/遺伝子/タンパク質/マルチオミクス/個別化医療  
 ■KEYWORDS ■ Genome / Gene / Protein / Multi-omics / Personalized Medicine



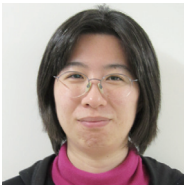
教授 木下 賢吾  
 Prof. Kengo Kinoshita

## 多様なデータをシステムの理解へつなげる生命情報科学

測定技術の飛躍的發展により、近年、生物の様々な階層において高分解能、高精度、大容量のデータが得られるようになりました。数万人規模のゲノム解析が世界各地で進み、遺伝子の発現情報やタンパク質の構造・機能の情報も急激に蓄積しています。また、分子レベルの情報のみならず、脳神経系の活動記録や器官の発達についての画像情報など、細胞・組織・臓器レベルの情報も増加し続けています。このような多様な特性をもつビッグデータから最大限の知識を引き出すためには、それぞれのデータの特徴や解析目的に応じたテーラーメイドの解析を行うことが求められます。実験データからは生命基盤となるシステムの仮説を導出し、次の実験計画を導きます。臨床データからは個別医療のための診断を目指します。実験データと臨床データをつなげるバイオバンクの整備が進んでいる現在、生命情報ビッグデータを扱う生命情報学の役割は極めて重要であり、私たちは情報科学の力を使って生命システムの理解に迫り、また個々人がより健康に過ごすことができるように役立てていきたいと考えています。



准教授 大林 武  
 Assoc. Prof. Takeshi Obayashi



准教授 西羽 美  
 Assoc. Prof. Hafumi Nishi

## Bioinformatics linking diverse data and biological systems

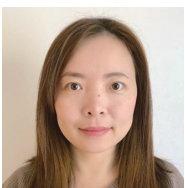
The trend in life science areas is the explosion of data, which is occurring in every hierarchy of life, e.g. molecular, cellular, tissue and organ levels, due to the development of experimental technologies. For instance, thousands or tens of thousands of individual genomes are going to be sequenced all over the world. Gene expression data and protein structure and function data have also been accumulated. In addition, cellular and organ-level data such as neurological activities in brain and images of organ development are also recorded. The development of biobanks, which collects both clinical and biological data of humans, paves the way to for personalized medicine, in which the best therapy is selected for each individual. Such "big data" provides us with an opportunity to understand life more extensively, but to extract as much knowledge as possible information science plays an crucial role in realizing tailor-made analysis of these diverse ranges of data. Thus, the role of bioinformaticists in biology is now enlarging. We are developing methods to analyze biological data based on information theory to understand the systems of life and to help people live healthier.



准教授(兼) 山田 和範  
 Assoc. Prof. Kazunori Yamada



特任准教授(研究) 川端 猛  
 Assoc. Prof. Takeshi Kawabata

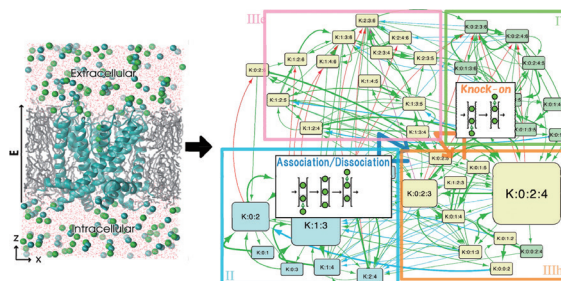


特任助教(研究) 張 琳  
 Assis. Prof. Lin Zhang



増加し続ける生命情報を解析する様々な手法を開発し、生命システムの解明を目指す

To understand the biological systems, we are developing methods to analyze the increasing biological data.



分子動力学シミュレーションによって解明されたイオン透過メカニズム

Molecular dynamics simulation reveals ion permeation mechanism

■研究キーワード■ 人間の行動／心理物理学／身体性／意思決定  
 ■KEYWORDS■ Human behavior / Psychophysics / Bodily awareness / Decision-making



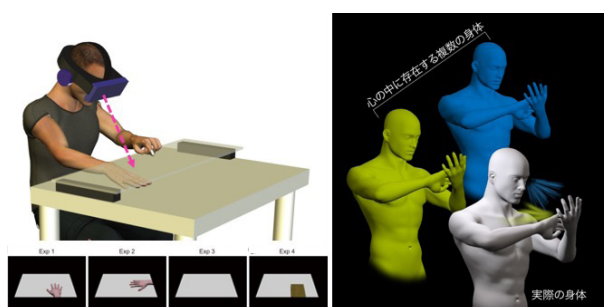
教授 松宮 一道  
 Prof. Kazumichi Matsumiya

## 実験心理学の原理から人の行動を理解する認知情報学

情報技術は、今や社会の神経系として様々な社会基盤のシステムやサービスの高度化と効率化に深く寄与し、これらの技術は私たちの生活において必要不可欠なものとなっています。最近では、人の行動情報をセンシングし、人の意図や心身状態、人間関係を読み取ろうとする動きが進んでいます。このような状況を踏まえ、本研究室では、バーチャルリアリティ技術や視線計測技術を用いた実験心理学的手法によって人の身体行動に内在する認知機能の解明に挑みます。私たちはこれまで、自己身体が視覚処理に顕著な影響を与えることを明確にし、感覚知覚処理に身体性を考慮すること（身体性情報処理）の重要性を示してきました（日本学術振興会賞受賞）。現在、心理・行動実験によって得られる人の行動特性を利用して、身体所有感や運動主体感といった自己身体の気づきが身体の運動制御に与える影響の解明や人が主観的に感じている「心の中の身体」の認知機構の解明に取り組んでいます。情報技術が現実の社会において様々な社会問題を解決するための重要な手段となっている現在、人の認知機能と情報技術をつなぐ認知情報学の役割は極めて重要であり、情報科学によって人の心を豊かにする社会の実現を目指し、認知情報学を軸とした情報科学の教育・研究を推進しています。

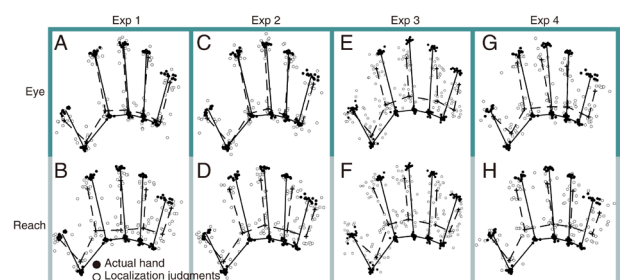
## Understanding human behavior through the principle of psychophysics

The question of how our body interacts with objects in the world is a fundamental problem in psychology and neuroscience. I have shown that awareness of one's own body can affect visual perception, which suggests the importance of considering body-in-mind in perceptual processing. Based on this finding, I am investigating human perceptual processes linked to body-in-mind. My recent study has indicated how the process underlying bodily awareness operates during multiple motor actions. In this study, participants simultaneously directed eye and hand movements to the same bodily location of 10 landmarks on their hand. The analysis of the internal configuration of these landmarks for each movement produced maps of the mental representation of hand shape. The eye and hand movements were found to be guided by different hand maps. Furthermore, the weighting of visual and proprioceptive bodily signals differed between these two movements. These results reveal multiple body representations for motor control. This finding has implications for understanding the underlying mechanisms for body self-awareness and motor control. I promote the research and teaching of understanding human behavior, human body, and human perception by means of psychophysics.



実験状況と、複数ある身体図式の概念図

Experimental setups, and the concept of multiple representations of the body schema.



実線が本当の手の位置、点線が目または左手の人差し指で示したときのずれた位置。CGの手を提示すると、目で指した位置に比べて、左の人差し指で指した位置がずれが大きい (Matsumiya, PNAS, 2022)。

The solid line indicates the mean shape of the actual hand, and the dotted line indicates the mean shape of the represented hand shape inferred from eye and reach movements. The resulting hand map was more distorted for reach movements than for eye movements (Matsumiya, PNAS, 2022).

■研究キーワード■ 人間調和型情報通信基盤／サイバー・フィジカルシステム／現実／仮想空間融合／知的画像処理

■KEYWORDS■ Human-harmonic Information Communication Infrastructure / Cyber-Physical System / Cyber-Real Space Integration / Intelligent Image Processing



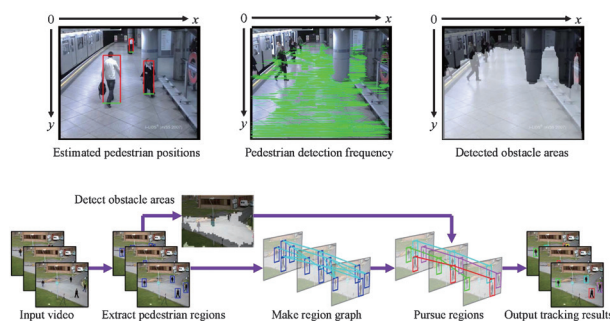
准教授 阿部 亨  
Assoc. Prof.  
Toru Abe

## 人間調和型情報通信基盤技術の研究開発

現在の情報通信システムは、クラウド、インターネット、各種センサ、エッジネットワーク、小型携帯端末などを含む多種多様な要素により構成された大規模・複雑なシステムとなっている。こうした情報通信システムを日常生活の中で人々が効果的に活用できるようにするためには、利用者中心設計の考え方を越えた新しい設計パラダイムに基づく「人間調和型情報通信基盤」が必要である。そこで、本研究室では、このアイデアに基づき、社会を構成する多様な主体が高度に相互連携する新たなコミュニケーション環境の実現を目指した研究開発を進めている。具体的には、情報通信システムを構成する多様なコンピュータ、デバイス、ネットワーク、ソフトウェア等の有効活用を図るため、人物や環境の状況として獲得された様々な情報を各構成要素へ反映することで、各々に能動性を与え、相互の自律的な協調・連携により人間・システム双方にやさしいサービスを提供する「人間調和型情報通信基盤」について研究を行っている。特に、人物や環境の状況を映像等から獲得するためのマルチメディア情報の知的処理技術、獲得した状況を構成要素へ反映する応用技術、構成要素の自律的な協調・連携を実現するための現実空間と仮想空間の感覚的融合等に関する研究を進めている。

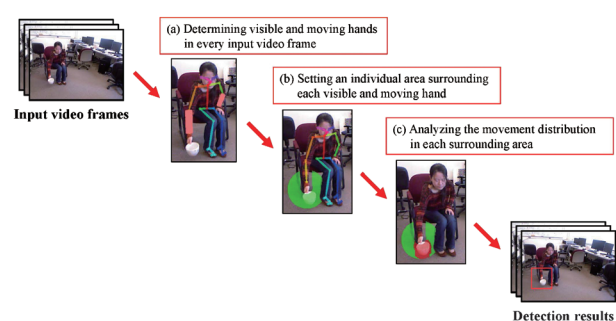
## Human-harmonic Information Communication Infrastructure

In recent years, information communication systems tend to be large and complex ones composed of clouds, the Internet, many kinds of sensors, edge networks, hand-held devices, etc. In order to utilize these systems effectively in our daily lives, "Human-harmonic Information Communication Infrastructure," which is based on a new design paradigm beyond user-centered computing, should be essential. We are promoting research and development to establish communication environments where each entity in human societies and environments performs high level mutual collaboration. To utilize many kinds of entities such as computers, devices, networks, software components, etc, we have proposed methods for acquiring the states of users / environments from images and introducing them into the entities. The human-harmonic information communication infrastructure can be constructed with the cooperative behavior of the entities. Based on these methods, we are developing the design methodology and middleware for cyber-physical integration systems, the advanced multimedia information processing technologies, and also investigating several application systems such as cyber-real integrated spaces, disaster-resistant information communication systems, smart city, etc.



情景中で推定された障害物の状態を反映した映像中の人物の追跡

Pedestrian tracking from video images while estimating obstacle areas in the scene



手の周囲での動きの分布に基づく人物 - 物体のインタラクション検出

Detecting human-object interaction based on the motion distribution around a hand

■研究キーワード■ 情報ネットワークシステム／情報セキュリティ  
 ■KEYWORDS■ Information network systems / Information security



教授 菅沼 拓夫  
 Prof. Takuo Suganuma



准教授 後藤 英昭  
 Assoc. Prof. Hideaki Goto



准教授 水木 敬明  
 Assoc. Prof. Takaaki Mizuki

## 頼れる安心ネットワークの実現に向けて

情報ネットワーク技術は情報化社会の基盤であり、本学でも TAINS などの情報基盤が全学の研究教育活動を支えている。本研究室の教員は全学共通情報基盤を整備・運用管理し活用を図るサイバーサイエンスセンターに所属し、これに関連した立場から、以下の研究などを行っている。

### (1) 柔軟な情報ネットワークに関する基礎・応用研究

人、環境、IT が共生する次世代情報社会を支える情報ネットワークの実現を目指し、柔軟なネットワークの構築・管理技術を軸として、SDN、センサネットワーク、IoT、ネットワークミドルウェア、認証基盤、各種応用システム等に関する研究開発を推進しています。

### (2) 情報セキュリティに関する基礎理論研究

セキュリティ確保の問題は極めて重要であり、セキュリティ確保のために広く利用されている暗号について、基礎的研究を行っている。情報理論的に安全な暗号系の構築、例えばカード組を用いた秘密計算のためのプロトコル設計や部分的漏えい秘密からの秘密鍵共有が検討課題である。

### (3) ネットワークの運用・管理と応用

情報ネットワークの運用・管理制度や応用サービスの研究開発をしている。

## Towards reliable and secure network systems

The professors of the laboratory belong to the Cyberscience Center which carries out management and promotion of information infrastructure of Tohoku University, and the followings are related research fields.

### (1) Basic and application research on flexible information networks

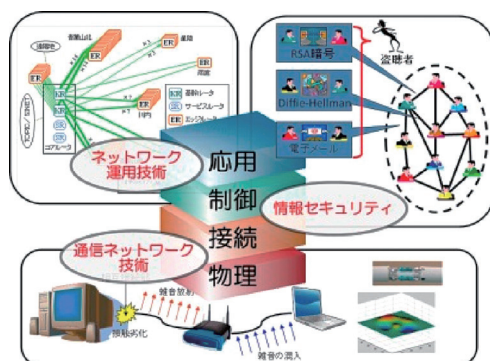
Our goal is to realize information networks that support the next-generation information society where people, the environment, and IT coexist. With flexible network construction and management technologies at the core, we are promoting R&D on SDN, sensor networks, IoT, network middleware, authentication infrastructure, and various application systems.

### (2) Theoretical foundations of information security

We study fundamentals of cryptography, which are increasingly important. Specifically, we are carrying out research on constructing information-theoretically secure cryptosystems such as protocols for secure computations using a deck of cards and methods for sharing secret keys from partially leaked pre-shared information.

### (3) Operation/management plan and application services of information networks

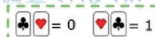
Research and development on these topics are included in the activity of the Center.



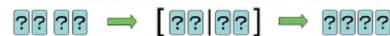
研究概要図  
 Outline of our research

### ANDを秘匿計算するカードベース暗号プロトコル

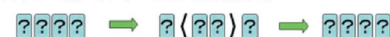
(Mizuki-Kumamoto-Sone@ASIACRYPT2012)



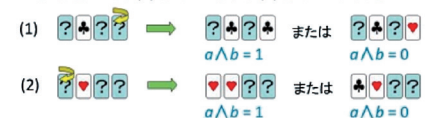
1. コミットメントを置き、ランダム二等分割カートを適用する:



2. 中央の二枚にランダムカットを適用する:



3. 2枚目をめくり、(1) 黒なら4枚目、(2) 赤なら1枚目をめくる:



カード組を用いた秘匿計算  
 Secure computations using a deck of cards

■研究キーワード■ 数値流体力学 / 乱流 / 渦の動力学 / 数理流体力学 / 流れの安定性 / 空力音響学

■KEYWORDS■ computational fluid dynamics / turbulence / vortex dynamics / fluid dynamics by mathematical approach / hydrodynamic stability / magnetohydrodynamics



教授 服部 裕司  
Prof. Yuji Hattori



准教授 廣田 真  
Assoc. Prof. Makoto Hirota

## 流動システムの数値シミュレーション研究と理論研究

本研究室では流体力学の基礎研究を行っている。流動システムは、生物レベルから地球・宇宙スケールの諸現象、さらに航空宇宙、地球環境、次世代エネルギー産業などの工学応用など、幅広い分野にあらわれる。コンピュータの飛躍的な発達に伴い、流動システムの数値シミュレーション研究の応用範囲が拡大する中で、シミュレーションの精度に対する要求が高度化するのと同時に、大規模データから知見を引き出す手法に対するニーズが高まっている。これに応えるべく、本研究室では流動システムにおける普遍的な法則の発見、共通する現象の解明、さらには汎用的な手法の開発を行っている。

### (1) 数値流体力学

- ・複雑形状物体や運動 / 変形する物体を含む流れ、およびそれから発生する空力騒音の直接数値解法の開発
- ・多孔質材の利用による空力騒音低減の直接数値シミュレーション研究

### (2) 乱流の統計的性質の解明と乱流モデルの開発

- ・統計的機械学習による新しい乱流モデルの開発
- ・後退翼上の境界層の層流域拡大に関する数値シミュレーション研究

### (3) 渦の動力学と流れの安定性解析

- ・渦輪の不安定化過程と乱流遷移
- ・双曲型不安定性と波動の位相シフトによる複合的不安定性の解明

## Computational and Physical Fluid Dynamics

We are doing fundamental research in fluid dynamics. Fluid motions are ubiquitous in many areas ranging from biological to astronomical scale and in many applications including aeronautical engineering, environmental studies and energy technologies of next generation. Thanks to the rapid growth of computational power, numerical simulation of fluid motions has acquired a wide range of applications. There are increasing needs for highly accurate simulation as well as novel methods of obtaining useful knowledge from huge data. In our laboratory, we are studying fluid motions by numerical simulation and theoretical analysis.

### (1) Computational fluid dynamics

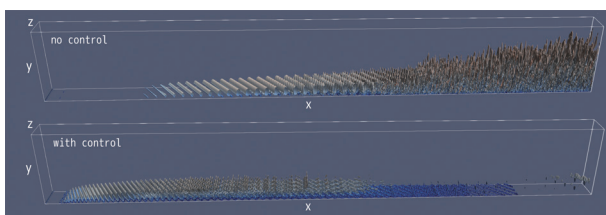
- Development of numerical methods for direct numerical simulation of flows which include complex geometries and/or moving objects
- Numerical study of reduction of aeroacoustic noise by porous materials

### (2) Statistical properties of turbulence and development of new turbulence models

- Development of new turbulence models using machine learning
- Enhancement of laminar region of boundary layer on a swept wing

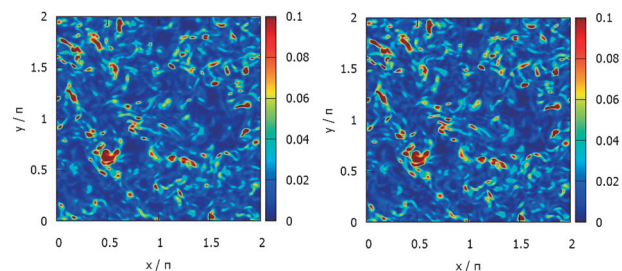
### (3) Vortex dynamics and hydrodynamic stability

- Instability, nonlinear dynamics and transition to turbulence of vortex rings
- Theory of hybrid instability generated by hyperbolic instability and phase shift due to waves



壁面粗度による境界層遷移の制御（上図：制御なし、下図：制御あり）。乱流の発生が抑制され、層流域が拡大している。

Control of boundary layer transition by wall roughness (top: no control, bottom: with control). The laminar region is expanded by suppressing turbulence transition.



統計的機械学習によるSGS応力の推定。左図が直接数値シミュレーションの結果、右図がニューラルネットワークによる推定。両者がよく一致していることを示している。

Prediction of SGS strain tensor using machine learning. (Left) direct numerical simulation, (right) prediction by neural network. The two distributions are in good agreement.

- 研究キーワード■ ブレインモルフィックコンピューティング/脳型集積回路/複雑ダイナミクスによる情報処理/意識・無意識過程/複雑系/カオス/非線形集積回路
- KEYWORDS■ Brainmorphic computing / Brain-inspired integrated circuit system / Information processing through complex dynamics / Conscious and sub-conscious processes / Complex system / Chaos / Nonlinear LSI



教授 堀尾 喜彦  
Prof. Yoshihiko Horio

## ブレインモルフィックコンピューティングの創成と実装

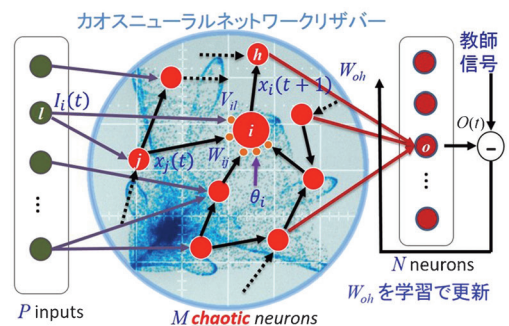
我々の脳は、非常に複雑ではあるが一定の構造を持った夥しい数の神経細胞から成るネットワークから構成されている。この大規模な物理・化学系による高度な情報処理は、デジタル計算機とは全く異なる原理で行われている。

本研究室では、脳のアーキテクチャに学んだ「ブレインモルフィックコンピューティング」パラダイムを創成し、それを脳型コンピュータとして実現するための研究を進めている。特に、複雑な神経ネットワークによる物理的な高次元複雑ダイナミクスに基づく「動的プロセスによる情報処理」を、アナログ集積回路を核とした計算システムとして実装する。そのため、高次元カオス結合系や大規模複雑系集積回路実装技術、超低消費電力非同期パルスニューラルネットワーク集積回路構成技術、最先端ナノデバイス、特にスピントロニクスデバイスによるニューロンやシナプス実装技術など、脳型コンピュータハードウェア実現のための基盤技術の開発を行っている。これと同時に、メモリとプロセッサが一体化し、学習と記憶が同時に進行する、超並列脳型コンピュータアーキテクチャについても研究を進めている。また、相反する多様性と一貫性が共存できる複雑ダイナミクスにより低レベルの意識過程を工学的に実現することにより、自己を持つ自律的で人にやさしい脳型コンピュータの実現も目指している。

## Brainmorphic computing system

Our brain is a highly-structured but very complex network of a vast number of biological neurons. The brain is established on a completely different information processing principle from that of current digital computers, realizing its high cognitive performance through a physicochemical system.

We are working on a novel high-performance, highly-efficient, flexible, and robust “brainmorphic” computing paradigm. In particular, we focus on information processing through physical complex-networked dynamical process. Towards the final goal, we are developing integrated circuit and device technologies suitable for the brain-inspired computer systems such as VLSI technologies for high-dimensional chaotic networks and large-scale complex systems, VLSI circuits and architectures for ultra-low-power asynchronous neural network systems, and compact and low-power devices/circuits, e.g., spintronics devices, for neuron and adaptive synaptic connections. At the same time, we are developing a massively-parallel brain-inspired computational system architecture, in which processing and memory are not separated but integrated, and memorizing and retrieval occur at the same time. We further intend to realize an autonomous brainmorphic computer with a sense of self and consciousness based on a complex network with dynamic change in spatiotemporal network state and structure.



ブレインモルフィックコンピューティングハードウェアパラダイムの概要と、カオスニューラルネットワークリザーバーの基本的な構成

Brainmorphic computing hardware paradigm, and the schematic of the chaotic neural network reservoir.

■研究キーワード■ 炎症性腸疾患／糖尿病／高血圧／動脈硬化／精神疾患／感受性遺伝子／エピジェネティクス／バイオマーカー  
 ■KEYWORDS■ inflammatory bowel disease / diabetes mellitus / hypertension / atherosclerosis / psychiatric disorders / susceptibility gene / epigenetics / biomarker



教授 木内 喜孝  
Prof. Yoshitaka Kinouchi



教授 伊藤 千裕  
Prof. Chihiro Ito



准教授 小川 晋  
Assoc. Prof. Susumu Ogawa



准教授 佐藤 公雄  
Assoc. Prof. Kimio Satoh



助教 北 浩樹  
Assis. Prof. Hiroki Kita

## 多因子疾患とその病因・病態解析

生体の恒常性の維持には神経性、体液性、行動性調節機序が重要な役割を果たしている。これらの調節系は外的、内的負荷に対して秒単位の応答、から年単位の応答等の時系列で応答し、代償されることにより健康な生命維持機能が保持されている。ライフスタイルの異常によりこれらの応答機能に破綻が起ると健康が障害され、生活習慣病等種々の疾病が惹起される。本研究室では、炎症性腸疾患に関する研究、糖尿病を含む生活習慣病に関する研究、動脈硬化に関する研究、精神疾患に関する研究を進めている。

炎症性腸疾患に関する研究では、その発生機序・病態解明とその臨床応用を遺伝子解析から行っている。特に、日本人炎症性腸疾患の感受性遺伝子の同定、感受性遺伝子の機能解析、バイオマーカーの開発、さらに治療開発を医学系研究科消化器病態学分野と共同で行っている。また疾患感受性に影響を与えるあるいは病態に寄与するエピジェネティクス変化について、臨床検体を用いた解析を行っている。

糖尿病・生活習慣病に関する研究では、特に糖尿病性腎症においては renin-angiotensin 系との関連や、酸化ストレスとの関与等について詳細に検討している。また学校検診における尿検査の意義についても研究をしている。

動脈硬化に関する研究では、酸化ストレス分泌蛋白サイクロフィリン A の心血管疾患における役割について研究し、成果をあげている。

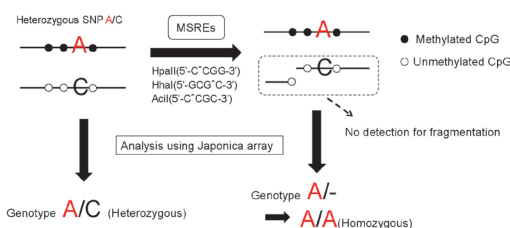
精神疾患に関する研究では、精神疾患における中枢ヒスタミンの役割についての研究や、精神疾患の感受性遺伝子の検索を行っている。

## Research in the pathogenesis of multifactorial diseases

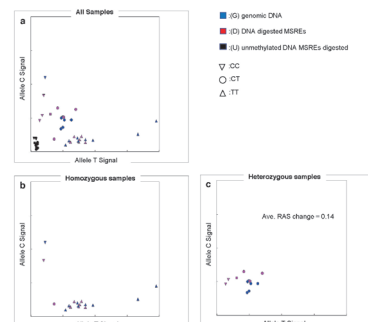
The regulatory systems categorized into three types, neural, humoral and behavioral mechanisms play an important role in maintenance of the homeostasis of the body. These control systems respond and compensate by the second, by the minute, by the hour, by the day or by the year to the internal or external stress. Thus, we can preserve and promote our health. The worse lifestyle could induce a breakdown in these regulatory systems, and cause lifestyle-related diseases such as inflammatory bowel disease (IBD), diabetes mellitus, hypertension, ischemic heart disease or obesity. Furthermore, an impairment of regulatory systems involves changes in physical or mental functions.

This laboratory is now working on the following main projects: unraveling the pathogenesis of IBD, the pathogenesis of diabetic nephropathy, the pathogenesis of atherosclerosis, and the pathogenesis of psychiatric disorders.

IBD refers to two chronic diseases that cause inflammation of the intestines: ulcerative colitis and Crohn's disease. The cause of IBD remains to be elucidated, but there is much evidence that genetic and epigenetic factors affect the susceptibility to IBD. We aim to clarify the genetic and epigenetic backgrounds of IBD, to determine susceptibility genes in Japanese IBD and to show how the genes affect the susceptibility to IBD.



Methylation-sensitive SNP array (MSNP) 法  
Schema of methylation-sensitive SNP array.



MSNP 法により同定された炎症性腸疾患感受性遺伝子 (SMAD3) 周囲のアリル特異的メチル化 SNP。RAS: relative allele score

Array data of rs36221701 located around inflammatory bowel disease (IBD) susceptibility gene (SMAD3) showed allele specific methylation (ASM). RAS: relative allele score

■研究キーワード■ 時空間解析 / 時系列分析 / 確率制御分析 / 資源成長分析 / 神経データ解析

■KEYWORDS■ Spatio-temporal analysis / Time Series Analysis / Stochastic Control Analysis / Resource Growth Analysis / Neural data analysis



客員教授 吉本 敦  
Prof. Atsushi Yoshimoto



客員准教授 小山 慎介  
Assoc. Prof. Shinsuke Koyama



客員准教授 三分一 史和  
Assoc. Prof. Fumikazu Miwakeichi

## 複雑系システムを対象とした統計分析及び数理モデルの構築

社会現象、自然現象を対象にした決定論的及び確率論的な統計数理モデル、経済活動、自然成長を通じた予測モデル、更には最適化による制御モデルの構築を中心に、フィールドワークを通して循環型社会経済システムにおける持続的資源管理に関わる研究を行っている。具体的な研究テーマは、動物移動経路・餌場の確保と最大許容伐採面積制約による林地の集約化を伴う離散最適化およびその経済分析などである(図右)。(吉本)

自然や社会にみられる複雑な現象の背後にある構造やパターンの発見に興味がある。そのために、確率モデリングやベイズ統計を主な方法論として、対象とする現象の数理モデリングと統計解析の研究を行っている。研究対象は、神経システム、代謝ネットワーク、感染症モデル、社会ネットワークと多岐にわたる。(小山)

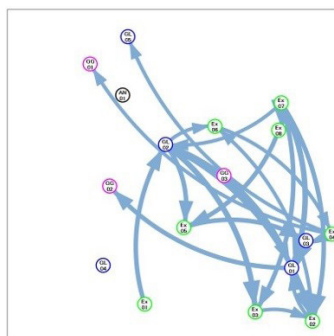
統計学的時系列解析のアプローチによる複雑で多様なシステムの構造解析や予測が対象分野である。主な研究としては、ニューロインフォマティクスの分野において、ニューロン間あるいは脳の部位間の機能的結合性の解明を目指している(図左)。最近ではプラズマ乱流生成のメカニズムや突発的な崩壊現象の予測を目指した成分分解や非線形解析に関する研究も行っている。(三分一)

## Statistical and mathematical modeling in the complex systems and its applications

Our research focuses on statistical and mathematical models for predicting and controlling natural and socio-economic resource change within deterministic and stochastic frameworks. Through field survey, we conduct research on sustainable resource management as a socio-economic system. One of our current projects concerns risk evaluation and economic analysis of sustainable forest resource management through wildlife corridor issues (Right Fig.). (Yoshimoto)

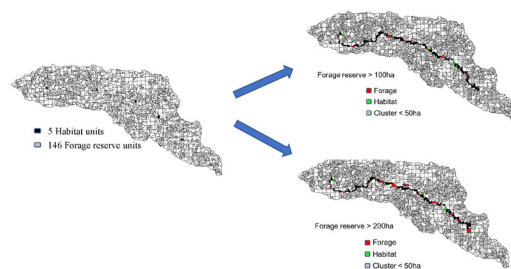
I am interested in discovering the patterns and structures that are essential for understanding various phenomena observed in natural and social systems. For this purpose, I have been developing mathematical and statistical methodology based on stochastic modeling and Bayesian analysis. My current research ranges over a variety of topics: neural systems, metabolic networks, epidemic models and social networks. (Koyama)

My research field is structural analysis and prediction of complex and diverse systems through the approach of statistical time series analysis. Mainly my research aims to elucidate the functional connectivity among neurons or brain regions in the field of neuroinformatics (Left Fig.). Recently, I am also involving research on component decomposition and nonlinear analysis to understand and predict the mechanism of plasma turbulence generation and its sudden collapse. (Miwakeichi)



推定された脳幹における吸息性ニューロン間の機能的因果関係

Estimated functional causal connectivity among inspiratory neurons in the brain stem



動物移動経路・餌場の確保と最大許容伐採面積制約による林地の集約化

Wildlife corridor network through aggregation of forest units for sustainable forest resource management



■研究キーワード■ 量子コンピューティング／量子アニーリング／組合せ最適化問題／量子機械学習／量子多体系／量子化学

■KEYWORDS■ Quantum Computing / Quantum Annealing / Combinatorial Optimization / Quantum Machine learning / Quantum Many-body System / Quantum Chemistry



教授(兼) 大関 真之  
Prof.  
Masayuki Ohzeki

## 量子コンピューティングの基礎研究と組合せ最適化及び機械学習に向けた応用研究

本共同研究講座では、量子アニーリングをはじめ量子コンピューティングを広く扱い、組み合わせ最適化問題、機械学習をはじめ、産業的に興味深い課題について基礎研究成果を積み上げます。また、本共同研究講座による研究会や講義などの実施により、広く利用可能な知見や産業界との共同研究成果を発信し、量子コンピューティングの教育活動の充実化を図ります。



特任助教(研究) 押山 広樹  
Assis. Prof.  
Hiroki Oshiyama

## Fundamental research on quantum computing and applications toward combinatorial optimization and quantum machine learning

In this joint research group, we deal with a wide range of quantum computing including quantum annealing and build up fundamental research results on industrially interesting issues such as combinatorial optimization problems and quantum machine learning.

In addition, through the workshop and lectures in this joint research course, we will disseminate widely available knowledge and wide applications of quantum computing from various joint researches to enhance educational activities in quantum computing.



特任助教(研究)(兼) 西川 宜彦  
Assis. Prof.  
Yoshihiko Nishikawa

客員准教授 岡田俊太郎  
Assoc. Prof.  
Shuntaro Okada

客員准教授 増子 貴子  
Assoc. Prof.  
Takako Mashiko

客員准教授 観山 正道  
Assoc. Prof.  
Masamichi Miyama

特任准教授(客員) 羽田 成宏  
Assoc. Prof.  
Narihiro Haneda

特任准教授(客員) 寺部 雅能  
Assoc. Prof.  
Masayoshi Terabe

特任准教授(客員) 蓮村 俊彰  
Assoc. Prof.  
Toshiaki Hasumura

■研究キーワード■ データ駆動型教育／ラーニングアナリティクス／ラーニングテクノロジー／初等中等教育  
 ■KEYWORDS■ Data-driven education / Learning analytics / Learning technology / Primary/Secondary education



教授(兼) 堀田 龍也  
 Prof. Tatsuya Horita

## 初等中等教育において教育ビッグデータに基づくデータ駆動型教育の手法を検討する

GIGA スクール構想により、児童生徒 1 人 1 台の情報端末を活用した学習がスタートしました。これによって、児童生徒による学習状況を学習ログとして収集することが可能となりました。そのため、いよいよ初等中等教育においても、ラーニングアナリティクスがスタートすることになりました。

東北大学大学院情報科学研究科には、AI 研究・データ解析・画像解析・認知情報処理などにおける先端的な研究や、文理を横断する多角的な知見が存在します。高等教育を対象としたラーニングアナリティクスについても、ラーニングアナリティクス研究センターの設置によって研究がスタートしています。

これらの知見を応用し、初等中等教育における児童生徒の学習状況の正確な把握と適切な処遇による「データ駆動型教育」の手法の確立を図るべく、Google 学習先端技術寄附講座が設置されました。

Google 学習先端技術寄附講座では、(1) 学校現場における実授業を対象とした授業改善に関する研究、(2) アクセス解析とその可視化のための学習基盤改善に関する研究、(3) 教育ビッグデータを活用したデータ駆動型教育の推進という 3 つの研究に主に取り組みます。これらの研究知見を踏まえ、(a) 情報科学研究の応用としてのラーニングアナリティクス手法の開発とリアルデータを用いた実用化、(b) デジタル化が急速に進展する初等中等教育への研究成果の適用によって社会貢献を目指します。



准教授(兼) 長 濱 澄  
 Assoc. Prof. Toru Nagahama



特任助教(研究) 兼 川 田 拓  
 Assis. Prof. Taku Kawada

## Consider methods of data-driven education based on educational big data in primary/secondary education

The GIGA school program has started to ensure that each primary and secondary school student would have their own computer with high-speed internet. This has made it possible to collect students' learning logs which is helpful to grab their learning progress or tendencies. As a result, learning analytics has been brought to attention and started to be used in primary/secondary education as well.

At the Graduate School of Information Sciences, Tohoku University, we have advanced research in AI research, data science, image analysis, and cognitive information processing, as well as multifaceted knowledge across the humanities and sciences. The research on learning analytics for higher education has also started with the establishment of the Learning Analytics Research Center.

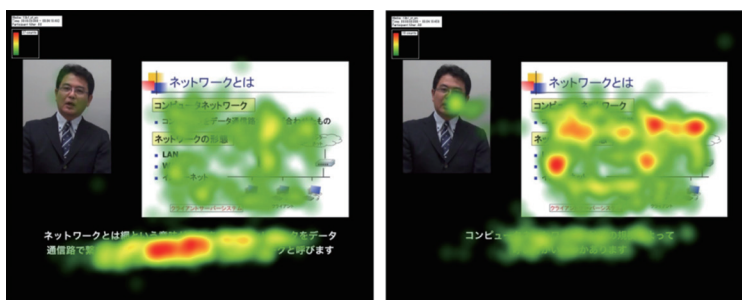
The Google Donated Department for Advanced Learning Technology Research was established to apply these findings to establish a method of "data-driven education" through the accurate understanding and appropriate treatment of students' learning status in primary/secondary education.

At the Google Donated Department for Advanced Learning Technology Research, we will focus on three main research areas: (1) research on improving actual classes at schools, (2) research on improving learning infrastructure for access analysis and its visualization, and (3) promotion of data-driven education using educational big data. Based on these research findings, we aim to contribute to society by (a) developing learning analytics methods and putting them to practical use using real data as an application of information science research, and (b) applying the results of our research to primary/secondary education, where digitalization is rapidly advancing.

特任教授(客員) 小出 泰久  
 Prof. Yasuhisa Koide

特任准教授(客員) 関 根 薫  
 Assoc. Prof. Kaoru Sekine

特任准教授(客員) 中野 生子  
 Assoc. Prof. Seiko Nakano



Visual learner Verbal learner  
 図1 学習スタイルによる視線の違い  
 Fig.1 Differences in eye-movement by one's learning style



図2 Google Glass を用いた実験の様子  
 Fig.2 Effect-analysis: How Google Glass improves one's horn playing

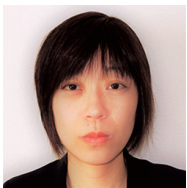
■ 研究キーワード ■ 情報セキュリティ／実践的情報教育／課題解決型学習  
 ■ KEYWORDS ■ Information Security / Education for Practical IT / Project-Based Learning

## ■ 室長



教授 田中 和之  
 Prof.  
 Kazuyuki Tanaka

## ■ 室員



准教授 高橋 晶子  
 Assoc. Prof.  
 Akiko Takahashi



特任准教授(研究) 和泉 諭  
 Assoc. Prof.  
 Satoru Izumi



特任准教授(研究) 小池 敦  
 Assoc. Prof.  
 Atsushi Koike

## 実践セキュリティ人材の育成

実践的情報教育推進室では、全国の連携大学や連携企業と協力して、幅広いセキュリティ分野の最新技術や知識を体験的に習得することができる実践セキュリティ人材の育成コースを実施しています。具体的には、学部生向けにセキュリティ分野の実践的スキルの基礎を与える Basic SecCap コースを実施しています。ここでは基礎的な知識・演習から高度な先進演習まで様々な科目を提供しています。また、大学院生向けにセキュリティ分野の実践的スキルを与える SecCap コースを、社会人向けにセキュリティ分野のプロ人材スキルを与える ProSec コースをそれぞれ提供しています。これらは、ハードウェアセキュリティ技術、ネットワークセキュリティ技術から、法制度やリスク管理などの社会科学的な知識までをカバーし、バラエティに富んだ講義および演習を開講しています。各コースは、連携校相互、および各地の参加校・連携企業に提供され、多くの受講生が、幅広いセキュリティ分野の最新技術や知識を、具体的に体験を通して習得することができます。また、要件を満たした学生に対して、それぞれ修了認定証を授与します。これらの取組みは、「成長分野を支える情報技術人材の育成拠点の形成(enPiT)」と呼ばれる文部科学省支援の教育プロジェクトとして行われてきています。

## Information Security Education Program

Our department's Education Section for Practical IT (ESPRIT) provides courses to build practical human resources for information security by collaborating with Japanese universities and companies. In this course, students can learn the latest technologies and knowledge in a wide range of security fields. In particular, we provide Basic SecCap course for under graduate students to give basic skills in security. We provide various subjects such as basic classes and exercises, and advanced exercise. We also provide SecCap course that gives practical skills in security for graduate students, and ProSec course that gives professional skills in security fields for workers. These courses cover a wide range of lectures and exercises from hardware security technologies and network security technologies to social science knowledge such as legal systems and risk management. Each course is provided to partner schools, participating schools and companies in each region. Many students can learn the latest technologies and knowledge in a wide range of security fields through specific experiences. We also provide a certificate for qualified students. These courses are supported as Education Network for Practical Information Technologies (enPiT) sponsored by the MEXT Japanese Government.



大学連携によるセキュリティ人材育成

Information security education program by collaborating with universities

Basic SecCap コースの様子

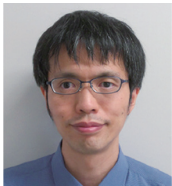
Lecture, exercise, and certificate of Basic SecCap

■ 室長



教授 橋本 浩一  
Prof. Koichi Hashimoto

■ 室員



特任助教(運営) 高尾 和人  
Assis. Prof. Kazuto Takao

## 研究の企画

情報科学研究科の研究活動やその社会展開を促進するため、当室では以下のような様々な支援活動を行います。

- 研究力や研究実績とその評価の調査・分析
- 関連分野の研究動向や科学技術政策の調査・分析
- 産学官連携に向けた社会ニーズと研究シーズの仲介
- 横断型研究プロジェクトの企画・推進の支援
- シンポジウム等の開催や研究者コミュニティ形成の支援
- 外部研究資金に関する情報収集や申請の支援

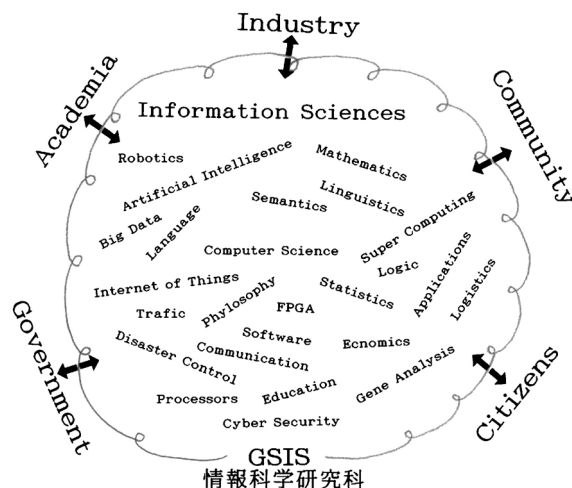
これらの活動を当研究科の研究者とのコンセンサスをもって進めるため、当室には自身も研究者としての経験をもつ URA (University Research Administrator) が在職しています。当研究科の研究企画委員会や学術振興委員会、また全学の研究推進・支援機構 URA センターとも連携しています。

## Research Planning

We promote research in GSIS and its practical application, by various support services such as:

- to survey and analyze the research abilities and achievements, and evaluations of them,
- to survey and analyze the trend of related research and government's policies,
- to be a liaison between social needs and research seeds for potential collaborations,
- to facilitate planning and progress of interdisciplinary projects,
- to facilitate organizing symposia and forming research communities,
- to gather information about external research funds, and facilitate applications for them.

To base these services on consensus with the researchers, the office includes a URA (University Research Administrator) who also has experience in academic research. We work in cooperation with the Research Planning Committee and the Science Promotion and Public Relations Committee of GSIS, and the URA Center of Tohoku University.



主催セミナー

## ■ 広報室長



教授 須川 敏幸  
Prof.  
Toshiyuki Sugawa

## 研究科のプレゼンス向上のための企画と実務

広報室では、主として研究科の広報誌やニュースレターの発行、研究科 Web や SNS の更新、プレスリリースや報道の対応を行います。

## ■ 研究科の情報発信

研究科ウェブサイト、SNS の更新などを通して研究科で行われている研究内容の紹介、受賞情報などの実績紹介、関連イベントの情報発信を行います。  
また、研究科概要、リーフレット（いずれも年 1 回発行）、研究科ニュースレター（年 2 回発行）、研究科ジャーナル：Interdisciplinary Information Sciences（年 2 回発行）の編集・発行を行います。

## ■ プレスリリース

研究科の教員・学生らによるプレスリリースの窓口となり、研究成果を広く一般の方々へお伝えする中継ぎとなると同時に、各報道機関からの取材窓口として取材日時の設定、内容の調整などを行います。

## ■ 研究科関連イベントの取材

研究科の教員・学生らの関わるイベントの取材・撮影を行います。

## Planning and carrying out the publicity work for improving the presence of GSIS

The Public Relations Office (PRO) was created in 2018 with the aim of planning and following through with enhancements to the profile of the graduate school. This mainly involves generating public relations magazines and newsletters, updating the graduate school website and SNS media, and responding to press releases and news reports.

### Conveying Graduate School Information

The PRO uses the graduate school website and SNS updates to inform about achievements, such as research being undertaken at the graduate school, awards received, events, etc. Furthermore, it edits and publishes an overview of the graduate school and a leaflet (both annual), a graduate school newsletter (twice a year), and the graduate school journal, Interdisciplinary Information Sciences (twice a year).

### Press Releases

The PRO is the channel for press releases by graduate school staff and students. It is an intermediary broadly disseminating research results to the general public, while also coordinating with news organizations that wish to cover the graduate school, setting dates and times and arranging the content of coverage.

### Coverage of Graduate School Events

The PRO provides coverage, both written and visual, of events in which graduate school staff and students are involved.



研究科ウェブサイト



プレスリリース、記者会見等の運営とサポート



## International Liaison Office

## 国際交流推進室

<http://www.is.tohoku.ac.jp/introduction/ilo/>

社会のグローバル化が進む今、情報科学研究科においては国際的にもトップレベルの研究および教育を推進することが望まれている。本研究科では、研究科発足時の1993年以来、情報科学における指導的人材の育成および輩出を行ってきた。今後の更なる発展のためには、国際的に活躍できる優秀な人材をいかに獲得し、育成するかが重要となるが、この人材獲得に本研究科が大きな優位性を保つことが求められる。2010年4月に発足した国際交流推進室では、世界に広く門戸を開き、国際的人材を輩出する大学院研究科の活動に貢献することを目指して、国際化及び国際交流に関わる種々の支援を行うことを目的としている。以下は主要な支援内容例である。

## 1.研究および教育の国際化

世界トップレベルの研究を推進するうえで重要となるのは、教員および学生が国際的歩調に遅れることなく研究を迅速に進められる環境作りを積極的に支援することである。日常的となった海外研究者との情報交換を迅速に行うために、海外研究者の中長期滞在を積極的に支援し、研究の国際化を推進する。また、国際交流活動を支援する外部資金の獲得および留学の重要性を喚起する講演会の実施を通じて学生の派遣留学を積極的に支援し、教育の国際化を目指す。

## 2.留学生の生活支援

優秀な人材を世界中から集めるためには、世界に広く門戸を開き、異文化の壁を越えることを厭わない留学生を積極的に受け入れることが重要な要素となる。受け入れの際には、日本の社会事情を十分考慮し、大学外の日常生活でも留学生が不便を感じず快適に過ごせるよう、チューターと緊密に連絡を取りつつ、留学生が安定した生活基盤を作れるよう支援する。

## 3.広報活動の充実化

世界をリードする大学を目指すうえで、英語による広報活動の重要性は日々高まっている。速報性を重視して研究成果の発信を行うと共に、留学を希望する学生に大学生活に関する情報を随時英語で積極的に提供する。



学生の交換留学を支援

As the world becomes progressively globalized, Graduate School of Information Sciences aims to lead the way in offering opportunities to advance the top-level research and the highest-quality education. The School has, since its inception in 1993, produced many graduates and young scientists who became leaders in various branches of information science. In the hope of continuing the success of the past years, we anticipate the need to put much emphasis in attracting good candidates who would later prove to be effective leaders in the global stage. The International Liaison Office was created in April 2010, with the aim of facilitating the influx and the outflux of people from all over the world, which in turn, stimulates the scientific environment of the School. We illustrate below some activities the International Liaison Office has been undertaking.

## 1.Creating international interfaces with researchers and students from abroad

In maintaining the top-level quality of research, it is essential to have the environment where both the faculty and the students have easy accesses to the information and the knowledge that are constantly updated across the world, and where they can then engage in the respective investigations in a timely manner. In particular, we institute an exchange program where foreign researchers can visit the School for an extended time, which then encourages the flow of ideas and information in and around the School. Toward globalization and internationalization of education, we promote studying abroad with external funding sources for international exchange programs, and provide support for students who are planning to study abroad. We also plan lecture series which are very effective for students to understand importance and value of studying abroad.

## 2. Helping students from abroad in settling down in Japanese communities.

In establishing a hub of talents and ambitions, it is important to prepare a willing receiving ground of many mutually different cultures. With that goal, we make sure that there will be a smooth transition in the process of settling down as a member of the School for each student. We try to realize this with the cooperation of the tutors assigned to each student taking various social factors particular to Japanese life styles in considerations in and outside the university setting.

## 3. University open to the world

With the goal of becoming a leading university of the world, we are well aware of the growing importance of publicity through the English language. We put an emphasis on providing up-to-date information on the original research accomplished in our campus, as well as essential information for perspective students from abroad regarding the life in Sendai.

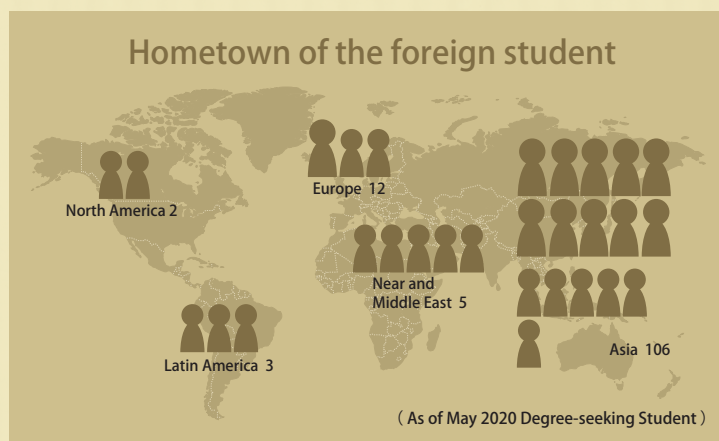
## ■ 室長

教授 田中 和之  
Prof.  
Kazuyuki Tanaka

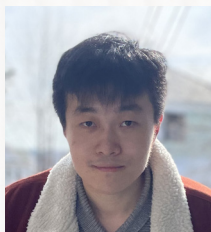
## ■ 副室長

准教授 山田 和範  
Assoc. Prof.  
Kazunori Yamada

## ■ 室員

特任助教(研究) Mohammad  
Samy Baladram  
Assis. Prof.  
Mohammad Samy Baladram特任助教(研究) Choilek  
Siwalee  
Assis. Prof.  
Choilek Siwalee

## Interview of Foreign Student



応用情報科学専攻  
応用生命情報学講座  
生命情報システム科学

**LIN Fangzhou**

As the spirit of America, lots of famous historical sites are around the New England area. For example, The Freedom Trail, a 2.5-mile-long (4.0 km) path through Boston, passes by 16 locations significant to the history of America.

All in all, Tohoku University really helps me to shape my dream! I hope more talented and self-motivated students could earn their chance to join this excellent school.

I am a doctoral student in Graduate Program in Data Science (GP-DS). It is my honor to get an opportunity to study at Tohoku University and join the GP-DS. I have a very happy time in Sendai with excellent mentors and good students. Undoubtedly, Tohoku University is one of the best universities in Japan and the world. Moreover, Sendai city is a beautiful historical place too.

I can immerse myself not only in the Japanese culture but also in the delicious local food.

As a global project, GP-DS provides us with lots of opportunities to study abroad. I cannot thank too much for the guidance and help from the professors and staff from GP-DS and GSIS.

Without their help, I could not have had the chance to come to study aboard during this pandemic period. I am now at Worcester Polytechnic Institute as a visiting student; it is located in a small town called Worcester in Massachusetts. As the



人間社会情報科学専攻  
人間社会計画学講座  
空間計画科学

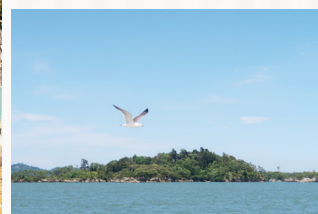
**彭 湛 (PENG Zhan)**

As a doctoral student at GSIS, I received high-quality academic training and a lot of warm help from the department. I entered the Graduate Program in Data Science (GP-DS) in the second year of my master's course. GP-DS provides a clear guideline and a wealth of resources that enable me to acquire basic theoretical knowledge, advanced techniques, and practical skills related to data science. All courses have been carefully designed, and instructors are always willing to give us helpful feedback and advice.

In addition, I improved my Japanese and met many international students through the Japanese courses provided by the university. As a teaching assistant, I also had good opportunities to communicate and exchange ideas with teachers and local students.

Lastly, I'd say that life in Sendai is wonderful. Sendai is a quiet and elegant city with a perfect combination of modern urban atmosphere and natural beauty. I am impressed by the cherry blossoms in spring, the fireworks and Matsuri (祭り) in summer, the colorful forests in autumn, and the falling snow in winter. I also love wandering through the narrow alleys of the city, where many traditional shops with a long history and stylish cafés are hidden inside.

Although this is my third year studying here, I still feel excited about every day I will spend at Tohoku University and in Sendai.



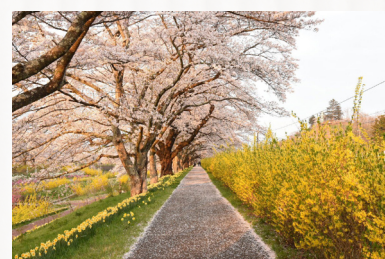
システム情報科学専攻  
知能ロボティクス学講座  
知能制御システム学

**Matus TANONWONG**

As a foreign resident of Sendai, I find Sendai a fascinating city to live in, with a wonderfully rich culture and history. Sendai is also a very safe city with four distinct seasons, including the lovely Cherry Blossom in the spring, the celebration of summer festivals, the changing colors of the leaves in the fall, and the breathtaking landscape of snow in the winter.

Given my interest in landscape photography, this is undoubtedly a way to serendipity for me.

I could say that choosing to study at Tohoku University in Sendai is among the most significant decisions I have ever made. This not only enables me to acquire knowledge and skills but also broadens my perspective internationally.



# 入学案内

**試験方法** 試験時期: 上期と下期の年2回あります。また、博士課程前期2年の課程では、推薦入学特別選抜があります。

## 上期入学試験

- 試験実施時期: 8月下旬
  - 募集要項発表: 6月上旬
  - 募集する学生
- 博士課程前期2年の課程(当該年度10月入学)
 

対象: 一般[大学を卒業した者及び9月までに卒業見込みの者、早期卒業者]、社会人、外国人留学生等
  - 博士課程前期2年の課程(翌年度4月入学)
 

対象: 一般、社会人、外国人留学生等
  - 博士課程後期3年の課程(当該年度10月編入学生)
 

対象: 一般、社会人、外国人留学生等
  - 博士課程後期3年の課程(翌年度4月編入学生)
 

対象: 一般、社会人、外国人留学生等

## 下期入学試験

- 試験実施時期: 2月上旬・3月上旬
  - 募集要項発表: 11月上旬
  - 募集する学生:
- 博士課程前期2年の課程(翌年度4月入学)
 

対象: 一般(早期卒業者を含む)、社会人、外国人留学生等。  
ただし、一般については研究室によって募集様態が異なるので募集要項を参照のこと。
  - 博士課程後期3年の課程(翌年度4月編入学生)
 

対象: 一般、社会人、外国人留学生等

※ 社会人とは、官公庁・学校・企業等の技術者・教員・研究者等として、原則として2年以上勤務した経験がある者をいいます。出願にあたっては、在職証明書等が必要です。在職のまま入学する場合は、受験許可書も必要です。

■ **出願資格**: 募集要項を参照してください。

■ **筆答試験**: 英語及び専門科目(希望する専攻分野にとらわれず、今までに学んだ専門に従って受験問題を選択できる道も開かれています。英語の筆答試験は、TOEFL又はTOEICのスコアシートの提出により実施します。)

■ **口述試験**: 卒業論文(研究)又は修士論文の発表等(社会人は勤務先における研究(業務)内容の発表等)を中心に面接質問します。

■ 社会人受験者は原則として小論文及び口述試験を行います。また、外国人留学生は別枠で選抜します。

■ 受験方法は多様です。詳しくは教務係022-795-5814に照会してください。

## 学生定員

	前期課程	後期課程
情報基礎科学専攻	38名	11名
システム情報科学専攻	37名	11名
人間社会情報科学専攻	30名	10名
応用情報科学専攻	35名	10名
計	140名 (内社会人16名、留学生10名、推薦入学10名)	42名 (内社会人16名、留学生7名)

## 推薦入学特別選抜

博士課程前期2年の課程

試験実施時期: 7月上旬

募集要項発表: 4月下旬

対象: 東北大学以外の大学・高専専攻科を卒業見込みの者、東北大学大学院情報科学研究科の教員が現在指導教員となっていない者で、東北大学を卒業見込みの者(10名)

# 本研究科の特色

- 本研究科は4専攻から成っており、学生はいずれかの専攻に所属しますが、他専攻及び本学の他の研究科・学部の授業科目も履修でき、一定範囲内で単位として認められます。
- 標準修業年限は、前期(修士)課程2年、後期(博士)課程3年ですが、特に優れた研究業績を上げた学生にはその在学期間を短縮できる道も開かれています。
- 社会人は、職場での日常の勤務をしながら、授業科目の単位を取得したり、研究指導をうけることが可能です。
- 10月入学の制度があります。
- 博士課程前期2年の課程に推薦入学の制度があります。
- 専門性に優れた大学院学生を経済的に支援し、学習環境を整備することを目的とした博士課程(後期)学生支援事業を導入しています。
- 修了後は「修士(情報科学)」あるいは「博士(情報科学)」の称号が与えられます。(研究内容によっては「博士(学術)」が与えられます。)

## オープンキャンパス

コロナウイルス感染症対策のため、令和4年度の本研究科でのオープンキャンパスはオンラインで行い、過去のオープンキャンパスの動画などを掲載しております。

[https://www.tnc.tohoku.ac.jp/online-opencampus/information\\_science/](https://www.tnc.tohoku.ac.jp/online-opencampus/information_science/)



# 教育課程

## 博士課程前期 2 年の課程

修了要件となる修得単位数は30単位です。そのうち共通基盤科目4単位以上、所属する専攻の専門科目16単位以上の修得が必要となります。

なお、所属以外の専攻や他研究科で開設される授業科目は、承認のうえ修了要件の単位数に関連科目として認定しています。

### ■コースについて(博士課程前期 2 年の課程対象)■

学際性のある研究・教育を実現するためには、専門性が前提となります。本研究科では100を越える授業科目が開設されており、専門性と学際性を両立させる教育のために、専攻横断的で系統的なコースとして、下記の9つのコースを設置しております。

各コースで求めている授業科目の単位を修得した学生には、修士学位記の他に「コース修了証」を授与して、コース修了を認定します。

なお、複数のコースを履修することが可能であり、複数のコースを同時に修了することが可能です。

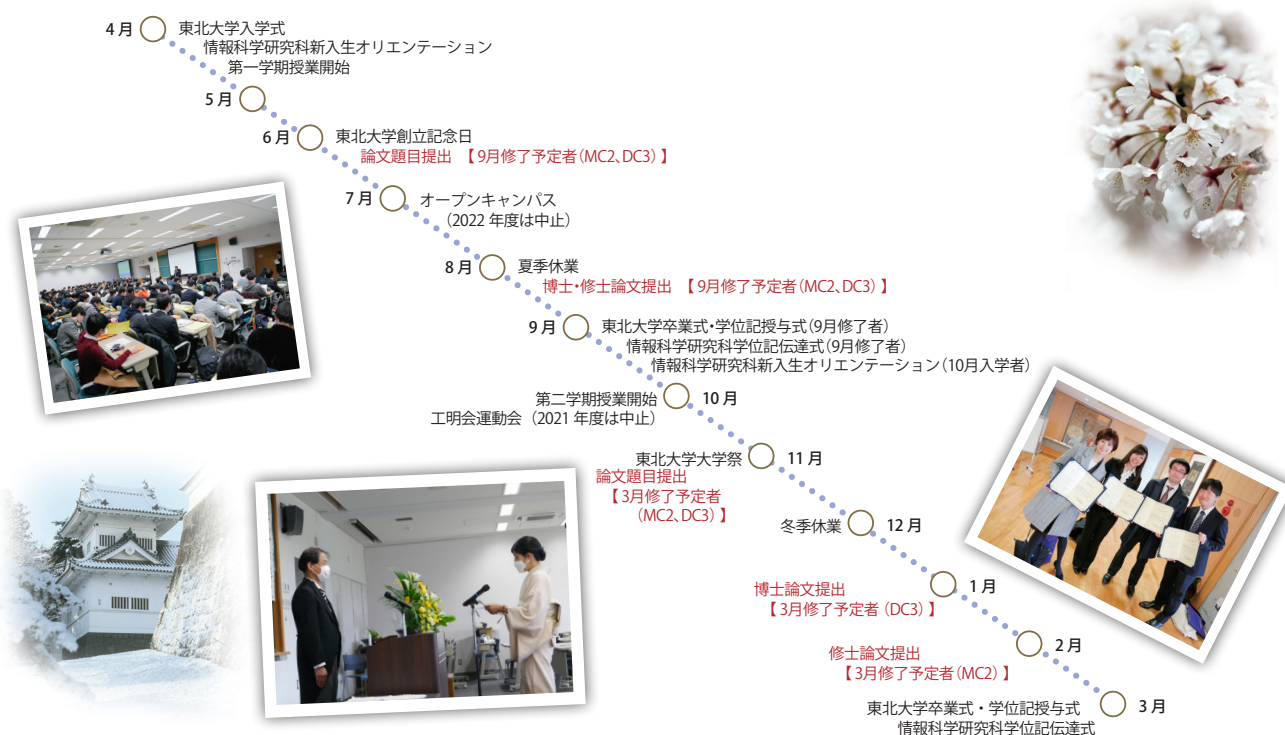
#### 開設コース (9 コース)

情報数学コース	数学の情報科学への応用力と論理的な思考能力を学ぶ
システムデザインコース	安全で信頼できるシステム構築の基礎理論とデザイン技術を学ぶ
ソフトウェアコース	アルゴリズムやプログラム理論の系統的な理解に基づく基盤ソフトウェアの設計開発能力を学ぶ
タフサイバーフィジカル AI コース	数理工学と脳・認知科学に基づいたコンピュータシステムやロボティクスを学ぶ
情報リテラシー教育コース	高度情報化社会の情報リテラシーや情報モラルに基づく問題解決能力を学ぶ
空間情報科学コース	空間情報計測・解析、交通システム解析、空間経済分析等の問題解決能力を学ぶ
メディカルバイオサイエンスコース	生命の仕組みを理解した上で情報科学的な解析を行う能力を学ぶ
グローバルスキル育成コース	国際機関での活躍を目指す人物が持つべき素養と、職務遂行に必要な英語読解能力・英語運用能力を学ぶ
Information Technology and Science Course (全科目英語による授業コース)	英語による講義、国際共修環境を通して英語 4 技能の向上とコミュニケーションの手法を学ぶ

## 博士課程後期 3 年の課程

修了要件となる修得科目は、主として「博士基盤研修(2単位)」「博士専門研修A(2単位)」「博士専門研修(4単位)」「博士ゼミナール(2単位)」の計10単位となります。主に指導教員等から指導を受ける科目で構成されています。

# 年間スケジュール



# 各種支援制度

## 博士課程（後期）学生支援制度

情報科学研究科は平成18年度から、専門性に優れた大学院学生を経済的に支援し、学習環境を整備することを目的とした博士課程（後期）学生支援事業を導入しています。

博士後期課程へ進学または編入学してから標準修業年限である3年間、リサーチアシスタント等の雇用により、経済的援助を行います。

〈雇用実績〉 令和2年度：24名、令和3年度：28名

## 博士後期課程学生特別支援制度

本研究科の後期3年の課程に進学又は編入学し、かつ、日本学術振興会特別研究員（DC1）への申請を行う予定のある学生のうち、特に優秀な者について、博士研究に専念できる環境を支援することを目的としたものです。

本制度に採用された学生は、後期課程に進学又は編入学後に研究活動に従事することによって、最長3年間、所定の給与を支給します。

〈採用実績〉 令和2年度：6名、令和3年度：2名

## 英語論文校閲支援制度

本研究科学生が主要な著者である英語論文原稿を専門家に校閲を委託する際の経費を研究科から補助しています。

## 各種奨学金制度

本研究科を始め、本学は多くの公益財団等よりご支援をいただいております。選考のうえ奨学金や奨励金の給付を受けることができます。

〈令和3年度受給実績（震災特別枠を含む）〉

### ■日本人学生

- ・いやさか財団1名 ・岩井久雄記念宮城奨学育英基金5名 ・三菱UFJ信託奨学財団1名 ・青葉工学振興会奨学金1名
- ・社の邦育英会2名 ・日揮・実吉奨学金1名 ・東北大学グローバル萩奨学金4名 ・新日本奨学会1名 ・竹中育英会1名
- ・Sky大浦ICT奨学財団支援金1名 ・高島科学技術振興財団奨学金1名

### ■外国人留学生

- ・財団法人 青葉工学振興会1名 ・亀井記念財団1名 ・東北大学グローバル萩奨学金1名 ・公益財団法人 鹿島育英会1名
- ・佐藤陽国際奨学財団2名 ・JEES・三井不動産奨学金1名

また、文部科学省関係で支給される奨学金・奨励金も多くの学生が受給しています。

〈令和3年度受給実績〉

- ・日本学生支援機構 学習奨励費0名 ・文部科学省国費留学奨学金22名 ・日本学生支援機構奨学金 第一種94名 第二種1名

## 東北大学授業料免除制度

経済的理由により、授業料を納付することが困難であると認められ、かつ、学業成績が優秀であると認められる者、その他やむを得ない事情があると認められる者については、願い出により選考の上、授業料の全額、半額又は3分の1の額の免除が許可される制度があります。

〈令和3年度実績（情報科学研究科）〉

- ・第1学期授業料 全額免除32名、半額免除88名 ・第2学期授業料 全額免除58名、半額免除62名

# 取得できる資格等

## 教育職員免許状の取得

情報科学研究科で取得できる教育職員免許状は次の通りです。

### ■免許状の種類・教科

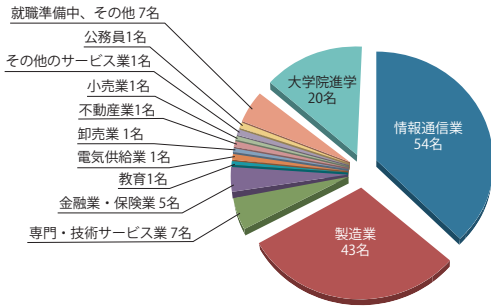
専攻	免許状の種類	
	中学校教諭専修免許状	高等学校教諭専修免許状
情報基礎科学専攻	数 学	数 学 情 報
システム情報科学専攻	数 学	数 学 情 報
人間社会情報科学専攻	社 会	公 民 情 報
	英 語	英 語
応用情報科学専攻	数 学	数 学 情 報

### ■免許状の種類・教科

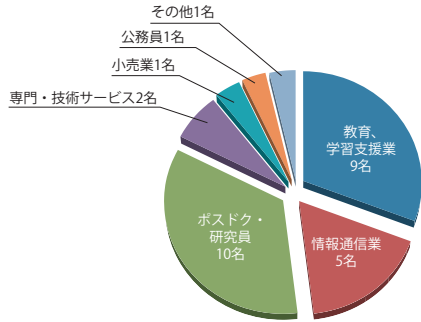
免許状の種類	所要資格	基礎資格	大学院において取得することを必要とする専門科目の最低取得単位数
中学校教諭専修免許状 （数学・社会・英語）		修士の学位を有すること	24
高等学校教諭専修免許状 （数学・公民・情報・英語）			

# 修了後の進路 (令和3年度修了生)

## 博士前期課程 (9月修了・3月修了 計143名)



## 博士後期課程 (9月修了・3月修了 計29名)



### ■主な就職先 (博士前期課程)

情報通信業	Donuts、KDDI、LIFULL、NECソリューションイノベータ、NTTコミュニケーションズ、NTTドコモ、Preferred Networks、TIS、Yunchang Game (中国)、アマゾンウェブサービスジャパン、インターネットイニシアティブ、ウーブン・ブラネット・ホールディングス、エービーコミュニケーションズ、エヌ・ティ・ティ・コムウェア、エヌ・ティ・ティ・データ、エヌシーアイ総合システム、エプリー、キーウォーカー、コーエーテックモゲームス、コーエーテックモホールディングス、セントラルソフト、ソフトバンク、ソリマチ技研、デジタル・アドバタイジング・コンソーシアム、ドワンゴ、ネットワンシステムズ、パナソニックインフォメーションシステムズ、フィックスターズ、フューチャー、プラスプラス、ブレインパッド、モルフォ、ヤフー、三陸河北新報社、日鉄ソリューションズ、日本コントロールシステム、日本タタ・コンサルタンシー・サービス、東日本電信電話、日立ソリューションズ、百度公司 (Baidu・中国)、三菱電機ソフトウェア、楽天グループ
製造業	DENSO INTERNATIONAL ASIA (タイ)、EIZO、Intel in China (中国)、NEC、アイシン、アルプス技研、いすゞ自動車、クボタ、セイコーエプソン、トヨタ自動車、トラジェクトリー、ファナック、ミツトヨ、ヤマハ、ヤマハ発動機、秋田エプソン、旭化成、川崎重工業、京セラ、住友電気工業、凸版印刷、日本アイ・ピー・エム、日本ビュレット・パッカー、日立製作所、日野自動車、富士フイルムビジネスソリューション、富士通、三菱重工業、安川電機
専門・技術サービス業	アクセンチュア、シグマアイ、フリーアウト・ホールディングス、レアゾン・ホールディングス、中央復建コンサルタンツ
金融業・保険業	SOMPO ひまわり生命保険、みずほフィナンシャルグループ、日本政策投資銀行、日本生命保険相互会社、長江証券股份有限公司 (中国)
教育	東北大学
電気供給業	東北電力
卸売業	兼松
不動産業	NTT都市開発
小売業	ZOZO
その他のサービス業	アルトナー
公務員	宮城県
進学	東北大学大学院情報科学研究科、東京工業大学大学院情報理工学院、早稲田大学大学院基幹理工学研究科

### ■主な就職先 (博士後期課程)

教育・学習支援業	University of Barisal (バングラデシュ)、インドネシア大学、青島培諾教育科技股份有限公司 (中国)、深圳大学 (中国)、秋田県立大学、桜美林大学、東北大学、東北工業大学、東京工業大学、東京工芸大学
情報通信業	Indeed Japan、KDDI、Preferred Networks、グリー、日本電信電話
専門・技術サービス業	シグマアイ
小売業	MonotaRO
公務員	東京都
研究員、ポストドク	科学技術振興機構日本科学未来館、中央研究院 (台湾)、総合地球環境学研究所研究員、東北大学タフ・サイバーフィジカルAI研究センター特任研究員、東北大学大学院情報科学研究科特任研究員、日本学術振興会特別研究員 (東北大学)、理化学研究所革新知能統合研究センター研究員

※本人からの届出による

# 在学生数

(令和4.5現在)

専攻	種別	課程別							合計
		博士前期課程			博士後期課程				
		1年次	2年次	計	1年次	2年次	3年次	計	
情報基礎科学専攻	総数	42名	35名	77名 (男69 女8)	6名	9名	8名	23名 (男21 女2)	100名 (男90 女10)
	留学生	4名	5名	9名	2名	4名	3名	9名	18名
	社会人	0名	1名	1名	2名	3名	2名	7名	8名
システム情報科学専攻	総数	62名	47名	109名 (男98 女11)	10名	10名	25名	45名 (男37 女8)	154名 (男135 女19)
	留学生	17名	4名	21名	4名	5名	13名	22名	43名
	社会人	0名	0名	0名	1名	4名	6名	11名	11名
人間社会情報科学専攻	総数	20名	18名	38名 (男26 女12)	8名	9名	25名	42名 (男27 女15)	80名 (男53 女27)
	留学生	7名	8名	15名	4名	4名	8名	16名	31名
	社会人	2名	0名	2名	3名	3名	9名	15名	17名
応用情報科学専攻	総数	30名	41名	71名 (男65 女6)	7名	12名	10名	29名 (男24 女5)	100名 (男89 女11)
	留学生	1名	1名	2名	3名	5名	3名	11名	13名
	社会人	0名	1名	1名	1名	1名	2名	4名	5名
計	総数	154名	141名	295名 (男258 女37)	31名	40名	68名	139名 (男109 女30)	434名 (男367 女67)
	留学生	29名	18名	47名	13名	18名	27名	58名	105名
	社会人	2名	2名	4名	7名	11名	19名	37名	41名

(欄中の留学生および社会人の人数は内数です)

## 教員の受賞 (2021年度)

受賞月日	氏名	賞名
2022.3.17	住井 英二郎 教授	工学研究科長教育賞
2022.3.17	松本 悠太、吉川 将司 助教、Benjamin Heinzerling、 乾 健太郎 教授	言語処理学会第 28 回年次大会 (NLP2022) スポンサー賞 (NEC 賞)
2022.3.17	有山 知希、Benjamin Heinzerling、乾 健太郎 教授	言語処理学会第 28 回年次大会 (NLP2022) スポンサー賞 (富士通賞)
2022.3.17	・乾 健太郎 教授 ・小林 悟郎、栗林 樹生、横井 祥 助教、 乾 健太郎 教授 ・森下 睦、鈴木 潤 教授	言語処理学会第 28 回年次大会 (NLP2022) 委員特別賞
2022.3.16	星川 結海、藤田 和之 助教、高嶋 和毅 准教授、 北村 喜文 教授、Morten Fjeld 教授 (チャルマース 工科大学・ベルゲン大学)	2022 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (IEEE VR 2022) Honorable Mention Best Paper Award
2022.3.11	鈴木 潤 教授	言語処理学会第 28 回年次大会 (NLP2022) 最優秀賞
2022.3.11	・乾 健太郎 教授、鈴木 潤 教授、三田 雅人 ・清野 舜、鈴木 潤 教授	言語処理学会第 28 回年次大会 (NLP2022) 優秀賞
2022.3.11	乾 健太郎 教授、鈴木 潤 教授、横井 祥 助教	言語処理学会 2021 年度論文賞
2022.3.10	坂本 修一 教授	第 62 回日本音響学会論文賞佐藤賞
2022.3.9	坂口 茂 教授、多田隈 建二郎 准教授	情報科学研究科教育賞
2022.3.4	河村 和徳 准教授	第 37 回電気通信普及財団賞 (テレコム人文学・社会科学賞) 奨励賞
2022.2.3	多田隈 建二郎 准教授	第 18 回 (令和 3 (2021) 年度) 日本学術振興会賞
2022.1.21	立花 良 助教	日本心理学会第 85 回大会 学術大会優秀発表賞
2021.11.30	長濱 澄 准教授	29th International Conference on Computers in Education (ICCE 2021) Best Poster Design Award
2021.11.16	工藤 義礎、藤田 和之 助教、遠藤 勇、高嶋 和毅 准教授、北村 喜文 教授	The 2021 ACM International Conference on Interactive Surfaces and Spaces (ISS 2021) Best Paper Award
2021.9.9	橋本 浩一 教授	計測自動制御学会 論文賞
2021.9.8	・小澤 悠、渡辺 将広 助教、多田隈 建二郎 准教授、 高根 英里、田所 諭 教授 ・高橋 知也、渡辺 将広 助教、高根 英里、多田隈 建二郎 准教授、昆陽 雅司 准教授、田所 諭 教授	一般社団法人日本ロボット学会 優秀研究・技術賞
2021.7.28	乾 健太郎 教授、塙 一見、佐々木 翔大	情報処理学会 第 249 回自然言語処理研究会 優秀研究賞
2021.7.26	中村 司 (JSPS 特別研究員)	ISMB/ECCB2021 (Virtual) RCSB and PDB Poster Prize
2021.6.7	橋本 浩一 教授	日本機械学会 ロボティクス・メカトロニクス部門 学術業績賞
2021.6.1	清野 舜、伊藤 拓海、今野 颯人、森下 睦、 鈴木 潤 教授	国際会議 WMT ニュース翻訳タスクの 4 言語対トラック 人手による翻訳品質評価 1 位 (同率を含む) および AAMT 長尾賞
2021.4.29	丸岡 章名 誉教授	令和 3 年春の叙勲 瑞宝中綬章
2021.4.29	西森 秀稔 特任教授 (客員)	令和 3 年春の叙勲 紫綬褒章
2021.4.6	橋本 浩一 教授	文部科学大臣表彰・科学技術賞 (研究部門)
2021.4.6	荒井 翔悟 特任准教授 (研究)	文部科学大臣表彰・若手科学者賞
2021.4.1	大関 真之 教授	雑誌「Scientific Reports」にて 2020 年に物理学分野で発行された論文のうち 最も読まれた (ダウンロードされた) 論文 Top100

# 学生の受賞 (2021年度)

受賞月日	氏名	賞名
2022.3.25	吉野 聖人、栗林 樹生	令和3年度 総長賞
2022.3.25	小林 悟郎、豊田 航大、清野 舜、山内 悠	令和3年度 情報科学研究科長賞
2022.3.25	Ranulfo Plutarco Bezerra Neto、熊谷 政仁	情報科学研究科 機械系優秀学生賞
2022.3.25	青木 洋一	情報処理学会東北支部 学生奨励賞
2022.3.17	松本 悠太、吉川 将司 助教、Benjamin Heinzerling、乾 健太郎 教授	言語処理学会第28回年次大会 (NLP2022) スポンサー賞 (NEC 賞)
2022.3.17	有山 知希、Benjamin Heinzerling、乾 健太郎 教授	言語処理学会第28回年次大会 (NLP2022) スポンサー賞 (富士通賞)
2022.3.17	・小林 悟郎、栗林 樹生、横井 祥 助教、 乾 健太郎 教授 ・森下 睦、鈴木 潤 教授	言語処理学会第28回年次大会 (NLP2022) 委員特別賞
2022.3.16	星川 結海、藤田 和之 助教、高嶋 和毅 准教授、 北村 喜文 教授、Morten Fjeld 教授 (チャルマース 工科大学・ベルゲン大学)	2022 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (IEEE VR 2022) Honorable Mention Best Paper Award
2022.3.11	・乾 健太郎 教授、鈴木 潤 教授、三田 雅人 ・清野 舜、鈴木 潤 教授	言語処理学会第28回年次大会 (NLP2022) 優秀賞
2022.3.11	清野 舜	言語処理学会第28回年次大会 (NLP2022) 若手奨励賞
2022.3.5	菅野 貴成	情報処理学会第84回全国大会 学生奨励賞
2022.3.2	Ranulfo Plutarco Bezerra Neto	自動車技術会大学院研究奨励賞
2022.1.12	明河 哲	SICE International Young Authors Award (SIYA) for SII2022
2021.12.24	田所・昆陽・多田隈研究室グループ	第22回公益社団法人計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 SI2021 優秀講演賞
2021.12.18	熊谷 政仁、深水 一聖 (工学部4年)、 小野田 誠 (工学部3年)	量子アニーリングソリューションコンテスト 住友商事賞
2021.12.18	チーム「T-QARD-410」原 知正 (工学部2年)、 丸山 尚貴	量子アニーリングソリューションコンテスト 優勝 (D-Wave Systems 社賞)
2021.12.10	伊藤 拓海、河合 洋弥、天野 領太	第26回博士後期課程学生発表会 ベストプレゼンテーション賞
2021.11.19	高橋 昌希	2021 7th International Conference on Network Intelligence and Digital Content (IC-NIDC 2021) Best Paper Award
2021.11.16	工藤 義礎、藤田 和之 助教、遠藤 勇、高嶋 和毅 准教授、北村 喜文 教授	The 2021 ACM International Conference on Interactive Surfaces and Spaces (ISS 2021) Best Paper Award
2021.10.28	五十鈴川 頼宗	コンピュータセキュリティシンポジウム (CSS 2021) 学生論文賞
2021.10.28	佐々木 優、小山 寛人	情報処理学会コンピュータセキュリティ研究会 CSEC 優秀研究賞
2021.10.24	山内 悠、高橋 知也	SICE International Young Authors Award (SIYA) for IROS 2021
2021.10.10	チーム "Quix"	WRS プラント災害予防チャレンジ 経済産業大臣賞・計測自動制御学会賞
2021.10.4	山内 悠、高橋 知也	IEEE Robotics and Automation Society Japan Joint Chapter Young Award (IROS, CASE2021)
2021.9.16	矢内 智大	一般社団法人電気学会 電子・情報・システム部門 研究奨励賞
2021.9.9	千葉 直也、橋本 浩一 教授	計測自動制御学会 論文賞
2021.9.8	及川 隼平	日本音響学会 学生優秀発表賞
2021.9.8	・小澤 悠、渡辺 将広 助教、多田隈 建二郎 准教授、 高根 英里、田所 諭 教授 ・高橋 知也、渡辺 将広 助教、高根 英里、多田隈 建二郎 准教授、昆陽 雅司 准教授、田所 諭 教授	一般社団法人日本ロボット学会 優秀研究・技術賞
2021.7.28	・乾 健太郎 教授、埜 一晃、佐々木 翔大 ・佐藤 俊	情報処理学会 第249回自然言語処理研究会 優秀研究賞
2021.7.16	遠藤 勇哉、森下 睦、 ソフィア エルザ フィルディアニー、高屋敷 光	第25回博士後期課程学生発表会 ベストプレゼンテーション賞
2021.7.11	渡邊 光浩	IAAI 10th International Congress on Advanced Applied Informatics (AAI2021) Best Paper Award
2021.6.9	岸波 洋介	情報処理学会東北支部 学生奨励賞
2021.6.7	豊田 航大、小山 寛人	The 8th ACM ASIA Public-Key Cryptography Workshop (APKC 2021) Best Paper Award
2021.6.1	清野 舜、伊藤 拓海、今野 颯人、森下 睦、 鈴木 潤 教授	国際会議 WMT ニュース翻訳タスクの4言語対トラック 人手による翻訳品質評価 1位 (同率を含む) および AAMT 長尾賞
2021.5.28	橋田 紘明	2020年度 電子情報通信学会 無線通信システム研究会 奨励賞
2021.5.19	豊田 航大	ISEC 研究会活動貢献感謝状
2021.4.24	熊谷 政仁、高屋敷 光	Fixstars Amplify ハッカソン 特別賞

# 学術交流協定校一覧

## 情報科学研究科との部局間交流協定校

締結年度	協定校(国名)
平成19年	タマサート大学シリントーン国際工学部(タイ)
平成22年	ローマ大学ラ・サピエンツァ工学部(イタリア)
平成26年	国立暨南国際大学科学技術学院(台湾)
平成27年	アイントホーヘン工科大学(オランダ)
令和元年	フランス高等師範学校 数学科・物理学科(フランス)
令和元年	インドネシア大学 数学・自然科学部(インドネシア)

## 大学間交流協定校

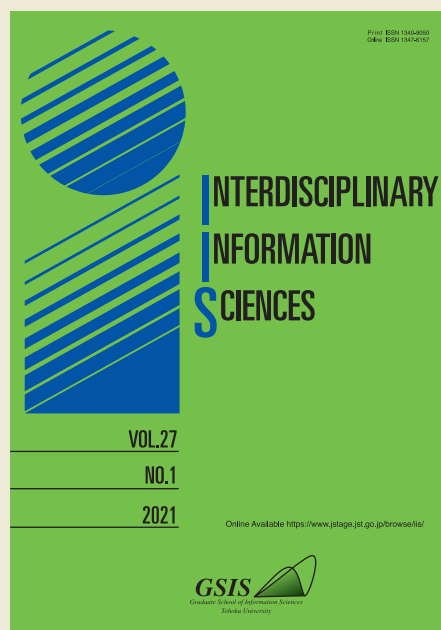
締結年度	協定校(国名)	関係部局
平成15年	嶺南大学校(韓国)	工学研究科、情報科学研究科、文学研究科
平成16年	インドネシア大学(インドネシア)	文学研究科、国際文化研究科、医学系研究科、工学研究科、情報科学研究科
平成17年	華中科技大学(中国)	工学研究科、経済学研究科、情報科学研究科、理学研究科、金属材料研究所
平成17年	廈門大学(中国)	経済学研究科、工学研究科、情報科学研究科
平成21年	国立清華大学(台湾)	情報科学研究科、電気通信研究所
平成21年	国立中興大学(台湾)	情報科学研究科、工学研究科
平成21年	フィレンツェ大学(イタリア)	東北アジア、文学研究科、理学研究科、情報科学研究科
平成22年	チュロンコーン大学(タイ)	情報科学研究科、経済学研究科、文学研究科、法学研究科、国際文化研究科、歯学研究科、薬学研究科、多元物質科学研究所
平成22年	ベトナム国立大学ハノイ校(ベトナム)	情報科学研究科、文学研究科、国際文化研究科、工学研究科
平成22年	スイス連邦工科大学チューリッヒ校(スイス)	工学研究科、情報科学研究科
平成22年	ミュンヘン工科大学(ドイツ)	工学研究科、情報科学研究科
平成22年	北京郵電大学(中国)	情報科学研究科、工学研究科
平成22年	カールスルーエ工科大学(ドイツ)	情報科学研究科、理学研究科、工学研究科、金属材料研究所、流体科学研究所、多元物質科学研究所
平成23年	テキサスA&M大学(アメリカ)	情報科学研究科、工学研究科、材料科学高等研究所
平成24年	キングモンクット工科大学トンブリ校(タイ)	工学研究科、情報科学研究科
平成25年	国立衛生研究所(アメリカ)	医学系研究科、情報科学研究科、加齢医学研究所
平成26年	パダボーン大学(ドイツ)	経済学研究科、情報科学研究科
平成26年	ケースウエスタンリザーブ大学(アメリカ)	情報科学研究科、高度教養教育・学生支援機構
平成27年	モラトゥワ大学(スリランカ)	工学研究科、災害科学国際研究所、情報科学研究科
平成29年	パリ第7大学(フランス)	文学研究科、国際文化研究科、情報科学研究科
平成30年	ロレーヌ大学(フランス)	情報科学研究科、理学研究科
平成30年	ブリティッシュ・コロンビア大学(カナダ)	情報科学研究科、歯学研究科、高度教養教育・学生支援機構
令和元年	ウルム大学(ドイツ)	経済学研究科、情報科学研究科

## ジャーナルの刊行

本研究科では、Interdisciplinary Information Sciences（略称 IIS）というタイトルのジャーナルを年1～2号刊行しています。IIS 刊行の目的は、情報科学の重要な問題について高いレベルの研究を推進させると同時に、「情報」をめぐる異なる学問分野の意見交換の場を提供し、将来の新しい研究分野を開拓することです。IIS に掲載される論文の重要なテーマとしては、「情報とコミュニケーションの概念、理論、およびそのシステム」「情報数理・物理」「知能ロボティクス」「生体情報」「認知科学」「情報・コミュニケーションと個人、社会、政治、経済との相互関係」「情報化社会の展望」等が含まれます。

IIS はそれへの投稿を含めて、外部に対して完全に開かれており、そのオープンネスを確保するために、3名の編集顧問、21名の編集委員の内5名を海外からそれぞれ招聘しています。国際レベルで通用するジャーナルを目指しており、すべての投稿論文は英語で書かれ、適切な複数のレフェリーによって査読されます。IIS は毎号 JST の運営するポータルサイト J-STAGE からオンライン・ジャーナル（フリーアクセス）として発行されています。

問合せ先  
IIS 編集委員会  
iis@is.tohoku.ac.jp



**Interdisciplinary Information Sciences (IIS)** —An international journal semiannually published by the Graduate School of Information Sciences (GSIS), Tohoku University.

### Editorial Policy:

Interdisciplinary Information Sciences (IIS), semiannually published by the Graduate School of Information Sciences (GSIS), Tohoku University, is intended to span the ever increasing range of information sciences. It aims at providing a forum for worldwide scholarly discussion and serving as a valuable knowledge resource for the academic community.

IIS publishes original research papers, state-of-the-art reviews, and short communications on all aspects of information sciences, ranging from theoretical foundations to practical applications. Special issues/sections, typically conference proceedings, are published from time to time. All original research papers and state-of-the-art reviews submitted to the journal will be subject to a single-blind peer review process by no less than two referees who remain anonymous to the author(s). All short communications submitted to the journal will be, for rapid publication, subject to a single-blind peer review process by a single referee who remains anonymous to the author(s).

### Mailing Address:

Interdisciplinary Information Sciences  
Graduate School of Information Sciences  
Tohoku University  
Sendai 980-8579, Japan  
iis@is.tohoku.ac.jp

### J-STAGE Online Available:

<http://www.jstage.jst.go.jp/browse/iis/>



### For Further Information:

<http://www.is.tohoku.ac.jp/en/iis>

# アクセス

情報科学研究科の研究室は青葉山、片平、川内の3つのキャンパスに分散しています。



情報科学研究科事務室は情報科学研究科棟内にあります。  
※印には情報科学研究科の一部の研究室が含まれています。

- 地下鉄東西線仙台駅から9分、「青葉山駅」下車 徒歩1分

## 情報科学研究科連絡先

〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉6番3号09  
東北大学情報科学研究科総務係・教務係・会計係

**TEL. 022-795-5813・5814・5841 FAX. 022-795-5815**

情報科学研究科ホームページ <https://www.is.tohoku.ac.jp/>

## 情報科学研究科 Twitter

**@GSIS\_Tohoku\_U**

情報科学研究科ウェブサイトの新着情報を配信するアカウントです。ウェブサイトの新着ニュースの他、研究科のイベントの様子や研究科に関わる話題などを発信しています。

**@GSIS\_TU\_student**

情報科学研究科ウェブサイトの「内部向け」お知らせ・講義履修関係の新着情報を配信するアカウントです。主に学生、教職員向けの様々な情報をお届けしています。



Graduate School of Information Sciences  
Tohoku University

6-3-09 Aoba, Aramaki-aza Aoba-ku, Sendai, 980-8579, Japan

Phone: 022-795-5813

<https://www.is.tohoku.ac.jp/>

