



Graduate School of Information Sciences  
Tohoku University

2020年(令和2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必要があります。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	広報室	72
研究科長挨拶	II	国際交流推進室	73
沿 革	IV	入学案内	75
教育・研究体制	V	教育課程・年間スケジュール	76
情報基礎科学専攻	1	各種支援制度・取得資格	77
システム情報科学専攻	19	修了後の進路・在学生数	78
人間社会情報科学専攻	37	教員・学生の受賞	79
応用情報科学専攻	55	学術交流協定校一覧	81
数学連携推進室	69	ジャーナルの刊行	82
実践的情報教育推進室	70	アクセス	83
研究企画室	71		



# 情報科学研究科長挨拶

## 新しい情報科学の構築と展開

新型コロナウイルス感染症が日本も含めて全世界に拡大し、社会活動全般に大きな影響を与えています。本研究科も社会の一員として感染拡大防止のための取組みを進めるとともに、活気に満ちた創造的なキャンパスが早く戻ることを願っているところです。

東北大学大学院情報科学研究科は、「新しい情報科学を創造し、豊かで調和のとれた社会の実現に貢献する」という理念のもと、1993年に情報基礎科学、システム情報科学、人間社会情報科学の3専攻体制で設立され、2003年には応用情報科学専攻が加わりました。東北大学の培ってきた情報通信分野の輝かしい歴史と実績を背景に、自然科学、人文科学及び社会科学において基礎から応用までをカバーする多彩な研究分野を擁し、裾野の広い新しい情報科学を標榜しております。それぞれの研究分野においては世界的な業績を発信し続けるとともに、これまでに国内外の3,531名に修士の学位を、835名に博士の学位を授与するなど、多くの有能な人材を社会に送り出してきました。



東北大学大学院情報科学研究科  
研究科長 尾畑 伸明

インターネットやスマートフォンなどの情報技術が全く身近な存在になって久しく、大量の情報が流通するようになって、経済や社会の仕組みのみならず、人間の生き方や心の在り方にまで影響が及んでいることが実感されるでしょう。私たち情報科学研究科は、情報技術の進歩への貢献はもちろんのこと、人間主体の豊かな未来情報社会の実現を先導する学際的な情報科学の開拓を目指しています。そしてグローバルな情報化時代におけるイノベーションや新規産業開拓、社会システム構築を先導できる人材育成を行っています。

学際的な研究活動の支援として、本研究科では2005年より研究科重点研究プロジェクトを設定し、さらに研究センターや研究ユニットを構築してまいりました。研究科重点プロジェクトは大きな成果に発展しており、「安心安全社会構築のための横断型情報科学研究」では、福島原発の事故調査に貢献したQuinceロボットを開発し、ImPACTプロジェクト「タフロボティクス」を経て、防災ロボティクス分野を先導しています。「バイオインフォマティクスー大量生命情報の解析」は東北メディカルメガバンク機構における重要な要素として次世代情報化医療への情報技術の活用へと展開しています。「多様なセンサー情報と大規模シミュレーションを融合した道路交通流のナウキャストとフォアキャスト」では、震災ビッグデータ解析をはじめとして、ビッグデータ利活用の実践に関する先駆的な取組となりました。「ビッグデータ応用を拓くカスタムスーパーコンピューティングのソフトウェア/ハードウェア基盤技術」ではデータ科学を支える計算基盤の方向性を示しました。「数学と諸分野の協働推進による学際的・総合的な新領域研究の開拓」では、学内組織「数理科学連携研究センター」とも協同してビッグデータ時代の数理の広がりを示しました。目下、「量子アニーリングとデータサイエンスを活用した社会的インフラの構築」によって、国際競争の中、高機能計算の最先端研究を推進しています。これらの取り組みは、全学的支援の下に「タフ・サイバーフィジカルAI研究センター」設置（2019年）へと結実し、そこでサイバーフィジカルな身体性を以て無限定な実世界に働きかけるロバストなAIに関する研究と人材育成を開始しています。

本研究科の多彩な教育活動の中で、特に産学連携と国際共修に大きな特色があります。仙台地域のIT企業、近郊の大学や高等専門学校と連携した実践的IT教育「仙台スキーム」の実績をもとに産学連携教育を強力に推進しています。2012年に実践的情報教育推進室を設置して、文部科学省「分野・地域を越えた実践的情報教育協働ネットワーク事業(enPiT)」において「ハードウェアセキュリティ分野」を担当し、国内の大学間連携による実践的情報人材育成を開始しました。その事業は、学部教育を対象としたenPiT2（本研究科が代表中核拠点）とともに技術者再教育を行うenPiT-Proへと引き継がれ今に至っています。国際化においては、2010年に設置された国際交流推進室がその要を担っています。特に、2017年度には、東北大学のスーパーグローバル大学院構想の一環として「データ科学国際共同大学院」が開設され、海外の大学とのジョイントスーパーバイズ教育を含むデータ科学の高度実践教育を行っています。さらに、データ科学に関する国費留学生特別プログラム、英語で受講できる国際コース、留学支援や博士後期学生の経済支援など、国際共修環境を整えてグローバル時代の高度専門人材育成のための様々な取組を実施しています。

本研究科は全学教育や地域社会におけるリテラシ教育にも力を注いでいます。東北大学の学生全員が履修するAI・数理・データ科学(AIMD)の基盤教育を主導する部局として、本研究科は2019年度より「データリテラシ共通教育基盤」プログラムを開始し、地域への普及もあわせて展開しているところです。また、「情報リテラシ教育プログラム」を設置して、情報倫理・モラルが問われる時代における情報教育を担う教育的指導者の育成にも取り組んでいます。

このような取り組みを活用し、研究科の教員、学生を含む構成員が一体となり、情報科学の恩恵を享受できる豊かで安心な社会の実現を目指し、多様化した現代社会の問題に柔軟に対応できる「新しい情報科学」を世界に発信していく所存です。

# Message from the Dean

---

## The Establishment and Evolution of New Information Sciences

The rapid spread of novel coronavirus (COVID-19) infection has seriously affected overall social activities. As a member of society, the Graduate School of Information Sciences is making its best efforts to prevent the spread of the infection and hoping that the vibrant and creative campus will come back soon.

Being guided by the principle of “creating new information science to contribute to the realization of an affluent and harmonious society,” the Graduate School of Information Sciences (GSIS) was established in 1993 with three departments: Department of Computer and Mathematical Sciences, Department of System Information Sciences, and Department of Human-Social Information Sciences. Ten years later in 2003 the Department of Applied Information Sciences was newly established and, currently GSIS consists of four departments. Supported by the illustrious history and achievements in information and communications research at Tohoku University, GSIS has diverse and wide-ranging research fields, from fundamentals to applied areas in the natural sciences, engineering, humanities and social sciences. We have achieved international success in each field, and developed many promising talents contributing to the society. These include 3,531 graduates with master’s degrees and 835 with PhDs as of 2019.

We now live in an age where people are pretty familiar with information technologies such as the Internet and smart devices, and we easily observe that tremendous flow of information affects not only the structure of the human society but also our ways of living and thinking. Our mission is, further beyond contribution to advancing information technology, to create a new paradigm of information science toward a human-oriented information society. We are fostering human resources who can develop interdisciplinary information science founding an affluent human-oriented information society, and pioneer innovation and new industries in the global information era.

Since 2005 GSIS has strongly promoted interdisciplinary researches by selecting priority research projects and by founding research centers and research units. The priority research projects have produced significant results. The project “Interdisciplinary Information Science toward a Secure and Safe Society” led to the practical solutions of social issues such as the development of the Quince robot which contributes to explorations at the Fukushima nuclear power plant, and to the national ImPACT project “Tough Robotics” leading Japan’s disaster prevention robotics. The project “Bioinformatics—Analysis of Big Biological Information” grew into an essential element of Tohoku Medical Megabank for the development of a next-generation medical information system. The project “Nowcast and Forecast of Road Traffic Flow Based on Multi-Modal Sensor Fusion and Simulation” has become a pioneering initiative in application of big data, and contributed to the traffic analysis after the Great East Japan Earthquake. The project “Software/Hardware Foundations of Custom Supercomputing to Develop Big-Data Applications” developed high-performance computational technology supporting data science. The project “Development of Interdisciplinary and Integrated New Domain Research through Cooperation between Mathematics and Other Fields” made successful collaboration with Research Alliance Center for Mathematical Sciences of Tohoku University. The current project “Construction of Social Infrastructure Based on Quantum Annealing and Data Science” accelerates the leading-edge study of high-performance computing in the internationally competitive situation. The outcome has evolved into the new institutional organization Tough Cyber Physical AI Research Center established in 2019. This center promotes investigations of AI which can robustly work in an unlimited real world by making use of its own cyber physical “body” and development of the related human resource.

Among various educational activities we mention the industry-academia collaboration and intercultural co-learning. After the success of “Sendai Scheme” for practical IT education cooperated with IT companies in the Sendai area, neighboring universities and colleges of technology, the office of Education Section for Practical IT was formed in 2012 for further development of industry-academia collaborative education. Since the same year we have taken charge of the field of cyber security in the MEXT project “Education Network for Practical Information Technology (enPiT)” and fostered human resource through collaborations with other Japanese universities in addition to the neighboring schools. At present, the undergraduate program enPiT2 is also conducted under our leadership over the consortium of Japanese universities, which is now developed into enPiT-Pro for the reeducation of industry engineers. Our increasing international activities have been operated by the International Liaison Office formed in 2010. The “Graduate Program in Data Science (GPDS)” started in 2017 as a part of Top Global University Program conducted by Tohoku University. In this initiative, collaborating with various graduate schools, we provide opportunities for learning various aspects of data science, training camps, and study abroad under the joint supervision of mentors in a partner and home universities. In addition, creating the intercultural co-learning environment, we run a range of initiatives to foster highly specialized human resources. These include the MEXT scholarship program for foreign students focused on data science, a course curriculum taught in English, various types of financial support for PhD students, and a matching support for JASSO scholarship for short-term study abroad.

Our efforts have been poured into the liberal arts education of the university and information literacy education in the local community. Having started the program “Common Education Platform of Data Literacy” in 2019, GSIS is developing the educational program of AI, Mathematics and Data Science (AIMD) for all students in Tohoku University. Moreover, as a leading graduate school which studies and educates data science, we have also established Literacy for Information Technology, New Education and Knowledge Society Program (LitNEX) for learning educational skills of information technology in association with information ethics and morals.

Utilizing those initiatives mentioned above, our faculty and students get together on creating an affluent and secure society which can enjoy the benefits of information technology. We believe that our developing information science will serve for solving the issues which our modern society is facing.

**OBATA Nobuaki**  
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

# 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			

# 令和2年度 教育・研究体制

研究科長  
Dean

尾畑 伸明  
Nobuaki Obata

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

加藤 寧、森 一郎  
Nei Kato, Ichiro Mori

情報基礎数理学  
Mathematical Structures

情報応用数理学  
Applied Mathematical Science

計算科学  
Computation Science and Systems

ソフトウェア科学  
Software Science and Systems

情報論理学  
Logic for Information Science

コミュニケーション論  
Communication Theory

高性能計算論  
High Performance Computing

情報セキュリティ論  
Information Security

広域情報処理論  
Environmental Informatics

データ基礎情報学  
Fundamental Data Informatics

先進的計算システム論 (理化学研究所)  
Advanced Computing Systems

システム情報科学専攻

Department of  
System Information Sciences

専攻長：原田 昌晃  
Chair : Masaaki Harada

情報基礎科学専攻

Department of  
Computer and Mathematical Sciences

専攻長：張山 昌論  
Chair : Masanori Hariyama

応用情報科学専攻

Department of  
Applied Information Sciences

専攻長：松宮 一道  
Chair : Kazumichi Matsumiya

人間社会情報科学専攻

Department of  
Human-Social Information Sciences

専攻長：堀田 龍也  
Chair : Tatsuya Horita

国際交流推進室

International Liaison Office

数学連携推進室

Collaborative Mathematics Research Unit (CMRU)

実践的情報教育

推進室

Education Section for Practical IT

研究企画室

Research Incubate Office

広報室

Public Relations Office

人間情報学  
Human Information Science

社会政治情報学  
Socio-Political Information Science

社会経済情報学  
Socio-Economic Information Science

人間社会計画学  
Infrastructure Planning

メディア情報学  
Media and Information Science

コミュニケーション心理学  
Cognitive Psychology of Communication

システム情報数理学  
Mathematical System Analysis

知能情報科学  
Intelligent Information Science

生体システム情報学  
Biosystem Information Sciences

知能ロボティクス学  
Intelligent Robotics

音情報科学  
Acoustic Information

高次視覚情報学  
Visual Cognition and Systems

情報コンテンツ学  
Information Content

融合流体情報学  
Integrated Fluid Informatics

ソフトウェア構成論  
Software Construction

応用情報技術論  
Information and Applied Technology

応用生命情報学  
Applied Informatics for Human and Life Science

情報通信ソフトウェア学  
Applied Intelligence Software

情報ネットワーク論  
Information Network Systems

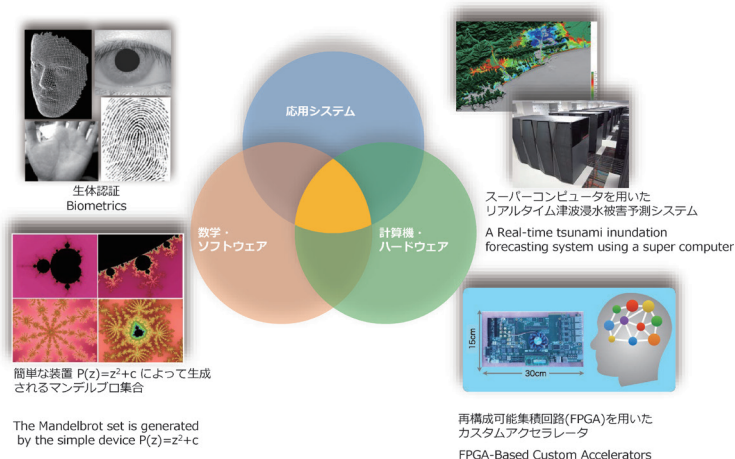
流動システム情報学  
Flow System Informatics

ブレインファンクション集積学  
Brain-Function Integrated System

健康情報学  
Health Informatics

複雑システム計科学 (統計数理研究所)  
Statistical Science for Complex Systems





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の6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 six sections: Logic for Information Science, Communication Theory, High Performance Computing, Information Security, Environmental Informatics, and Fundamental Data Informatics.



情報基礎科学専攻 博士後期課程1年  
計算機構論(青木・伊藤(康)研究室)  
**河合 洋弥** Hiroya Kawai

## 在学生からのメッセージ

私は生体認証(バイオメトリクス)のセキュリティやプライバシーに関わる研究に取り組んでいます。生体認証は人間の身体や行動に基づいて個人を識別する技術であり、私は主に顔の特徴を利用する「顔認証」の研究を行っています。皆さんの中にも、PCやスマートフォンへのログイン方法として顔認証を利用しているという人は多いのではないのでしょうか？顔認証は深層学習の発展に支えられる形で認証精度が大きく向上しており、日常生活の様々な場面で利用されるようになりました。しかし、実利用が進む中で、登録者へのなりすましによる認証システムへの攻撃や、顔認証を用いた行動の監視・追跡など、セキュリティやプライバシーに関する新たな課題が生じています。私は、単に認証精度を高めるだけでなく、なりすまし検知やプライバシー保護を備えた、安全・安心な顔認証システムの実現を目指して研究を行っています。生体認証には、顔認証以外にも指紋認証や掌紋認証、虹彩認証、歩容認証など様々な方式があり、それぞれに異なる特長や課題があります。この情報科学研究科で奥深き生体認証の世界をぜひ一緒に探求しましょう。



大 講 座 Divisions	小講座又は分野 Laboratories	教 員 Faculty Members
情報基礎数理学 Mathematical Structures	情報基礎数理学Ⅰ Mathematical StructuresⅠ	教 授 宗政 昭弘 3 Prof. Akihiro Munemasa
		准教授 島倉 裕樹 3 Assoc.Prof. Hiroki Shimakura
	情報基礎数理学Ⅱ Mathematical StructuresⅡ	教 授 須川 敏幸 4 Prof. Toshiyuki Sugawa
		准教授 田中 太初 4 Assoc.Prof. Hajime Tanaka
	情報基礎数理学Ⅲ Mathematical StructuresⅢ	教 授 村上 齊 5 Prof. Hitoshi Murakami
	情報基礎数理学Ⅳ Mathematical StructuresⅣ	教 授 瀬野 裕美 6 Prof. Hiromi Seno
情報応用数理学 Applied Mathematical Science	計算数理科学 Mathematical Modeling and Computation	教 授 山本 悟 7 Prof. Satoru Yamamoto
		准教授 古澤 卓 7 Assoc.Prof. Takashi Furusawa
計算科学 Computation Science and Systems	計 算 機 構 論 Computer Structures	教 授 青木 孝文 8 Prof. Takafumi Aoki
		准教授 伊藤 康一 8 Assoc.Prof. Koichi Ito
	知能集積システム学 Intelligent Integrated Systems	教 授 張山 昌論 9 Prof. Masanori Hariyama
		准教授 Hasitha Muthumala Waidyasooriya 9 Assoc.Prof. Hasitha Muthumala Waidyasooriya
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	教 授 住井 英二郎 10 Prof. Eijiro Sumii
		准教授 松田 一孝 10 Assoc.Prof. Kazutaka Matsuda
	アーキテクチャ学 Computer Architecture	教 授 小林 広明 11 Prof. Hiroaki Kobayashi
		特任教授 (研究) 中田 一人 11 Prof. Kazuto Nakata
		准教授 佐藤 雅之 11 Assis. Prof. Masayuki Sato
* 情報論理学 Logic for Information Science		教 授 中野 圭介 12 Prof. Keisuke Nakano
* コミュニケーション論 Communication Theory		教 授 長谷川 剛 13 Prof. Go Hasegawa
		准教授 北形 元 13 Assoc.Prof. Gen Kitagata
* 高性能計算論 High Performance Computing		教 授 滝沢 寛之 14 Prof. Hiroyuki Takizawa
* 情報セキュリティ論 Information Security		教 授 静谷 啓樹 15 Prof. Hiroki Shizuya
		准教授 酒井 正夫 15 Assoc.Prof. Masao Sakai
		准教授 磯辺 秀司 15 Assoc.Prof. Syuji Isobe
* 広域情報処理論 Environmental Informatics		教 授 工藤 純一 16 Prof. Jun-ichi Kudoh
* データ基礎情報学 Fundamental Data Informatics		教 授 早川 美徳 17 Prof. Yoshinori Hayakawa
		准教授 三石 大 17 Assoc.Prof. Takashi Mitsuishi
◎ 先進的計算システム論 (連携講座) Advanced Computing Systems		客員教授 佐野 健太郎 18 Prof. Kentaro Sano

\* 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



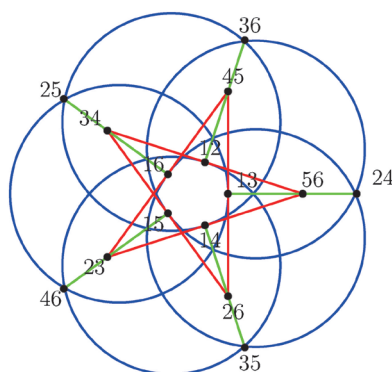
准教授 島倉 裕樹  
Assoc. Prof.  
Hiroki Shimakura

## 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。

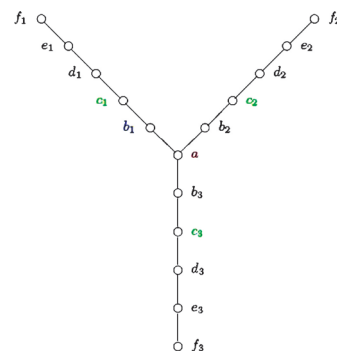
## Research on mathematical theory with algebraic or discrete approach

- (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／アソシエーションスキーム／距離正則グラフ

■KEYWORDS■ Complex Analysis / Geometric Function Theory / Riemann Surfaces / Teichmüller Spaces / Quasiconformal Mappings / Complex Dynamics / Algebraic Combinatorics / Association Schemes / Distance-Regular Graphs



教授 須川 敏幸  
Prof.  
Toshiyuki Sugawa



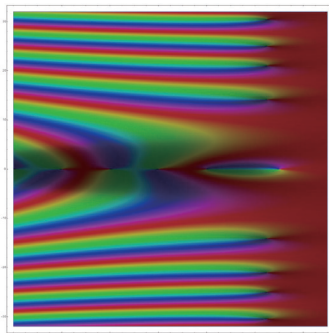
准教授 田中 太初  
Assoc. Prof.  
Hajime Tanaka

## 複素解析学／代数的組合せ論

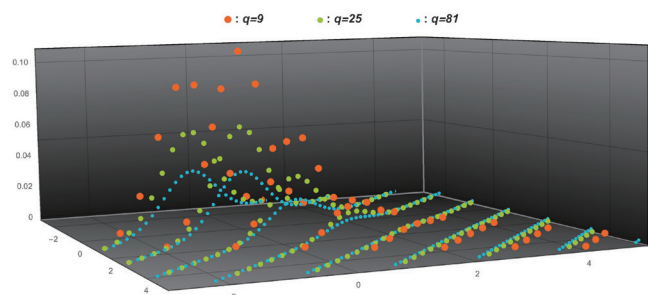
本分野は、須川研究室と田中研究室から成り、それぞれ複素解析学と代数的組合せ論を研究している。データや関数が実数のみを使って表されている場合でも、それを複素数の範囲に拡張して考えると、それまで見えなかった豊かな構造が見えてくることがある。たとえば、実数列に関するモーメント問題では、その数列を係数に持つような冪級数（母関数）を複素解析関数として捉えることにより、別の様々なアプローチが生まれてくる。そのような際に複素解析学が威力を発揮する。須川研究室では、解析関数を幾何学的な側面から研究し、古典理論に現代的解釈を与えつつ、理論のさらなる深化をめざしている。また、近年、画像処理や脳科学の分野にも応用を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 Teichmüller 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

結び目とは、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。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。

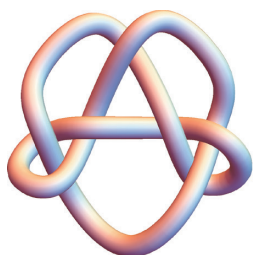
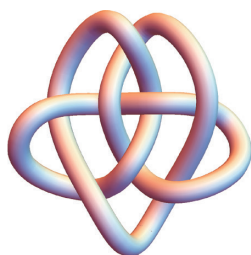
## Research on Knot Theory

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.

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

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

結び目 K の Jones 多項式 V(K) を定める漸化式

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



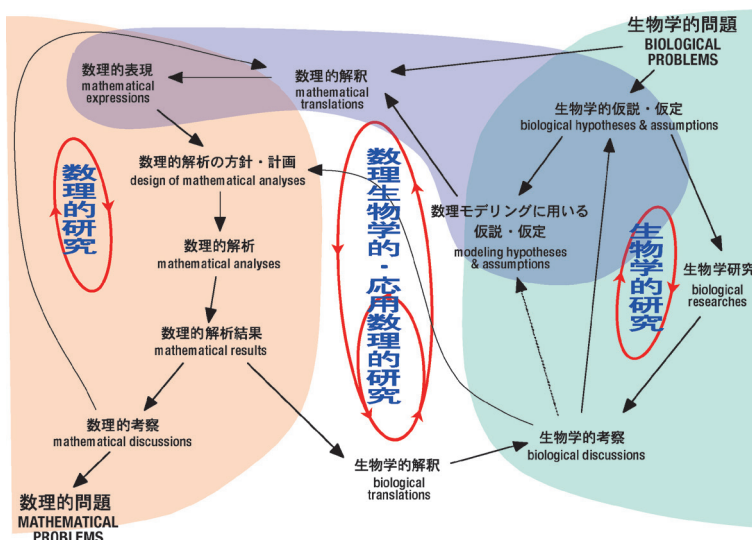
教授 瀬野 裕美  
 Prof. Hiromi Seno

## 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指として、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■ 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.  
Satoru Yamamoto



准教授 古澤 卓  
Assoc. Prof.  
Takashi Furusawa



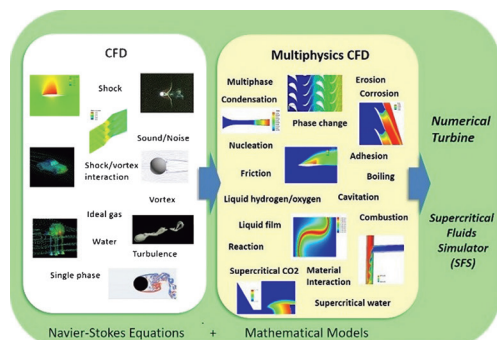
助教 宮澤 弘法  
Assis. Prof.  
Hironori Miyazawa

## 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必要である。計算数理学は複数の研究分野を融合した、まさに学際的研究分野である。当研究室では現在、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) の研究を推進している。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。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が同時に解かれる。具体的には現在、2つの研究プロジェクトが進行中である。まず、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わると大規模数値計算する「数値タービン」を研究開発している。同時に、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）」を研究開発している。これらの研究は、次世代発電機器や航空宇宙機、新素材創製など幅広い分野への応用が期待されており、現在3企業、4大学、1国研が、産官学連携研究に参画している。詳細については研究室ホームページ（<http://www.caero.mech.tohoku.ac.jp>）をご覧ください。

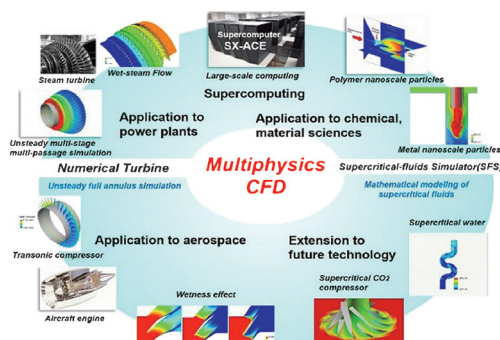
## Mutliphysics CFD and the supercomputing

Our laboratory conducts *Mathematical Modeling and Computation* (MMC) which builds mathematical models governing 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. We are currently exploring *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. We are promoting two research projects. One develops *Numerical Turbine* that achieves large-scale super-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. These projects are conducted as collaborations with three companies, four universities, and one national institute utilizing Numerical Turbine and SFS. For more detail, visit our homepage, <http://www.caero.mech.tohoku.ac.jp>.



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 which can be solved by CFD, and physical and chemical problems with thermo-fluid flows which can be only solved by multiphysics CFD



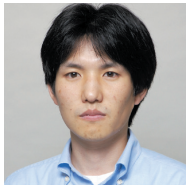
これまでに数値タービンと超臨界流体シミュレータを応用した実用的なマルチフィジックス CFD 問題

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。

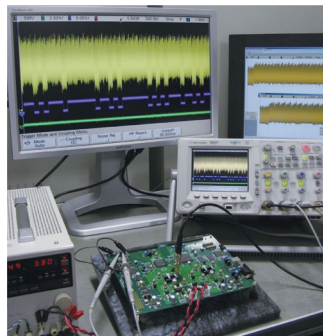
## Challenges toward new computing paradigms

### 1. High-performance and secure computing

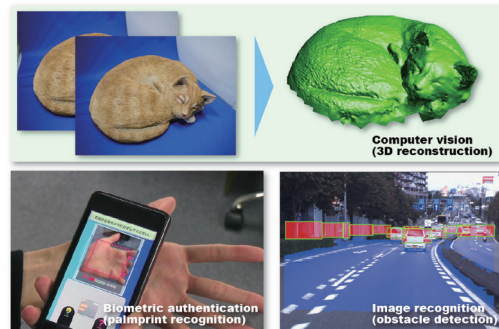
We are studying future computer architectures for creating an advanced ubiquitous computing environment. Our interests include algorithms for high-performance computing, secure embedded systems, EDA (Electronic Design Automation) technology for designing next-generation system LSIs, and practical threats 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

## 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、3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.

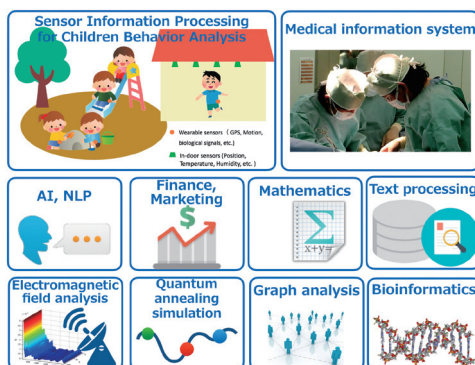
For the purpose, we optimally combine three computational domains:

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

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

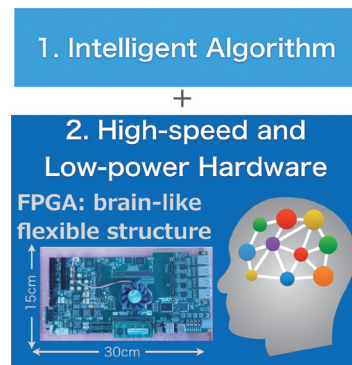
Our major research topics are as follows:

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、そのことが現実には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再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

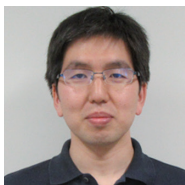
- 研究キーワード■ 高性能/低消費電力コンピュータアーキテクチャ/並列・分散計算/スーパーコンピュータとその応用/機械学習や量子アニーリングとのハイブリッド計算
- KEYWORDS■ High-Performance/Low-Power Computer Architectures / Parallel and Distributed Computing / Supercomputing Systems and their Applications / Hybrid Computing with Machine Learning and Quantum Annealing



教授 小林 広明  
Prof.  
Hiroaki Kobayashi



特任教授(研究) 中田 一人  
Prof.  
Kazuto Nakata



准教授 佐藤 雅之  
Assoc. Prof.  
Masayuki Sato

## 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、従来型計算にとらわ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。

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

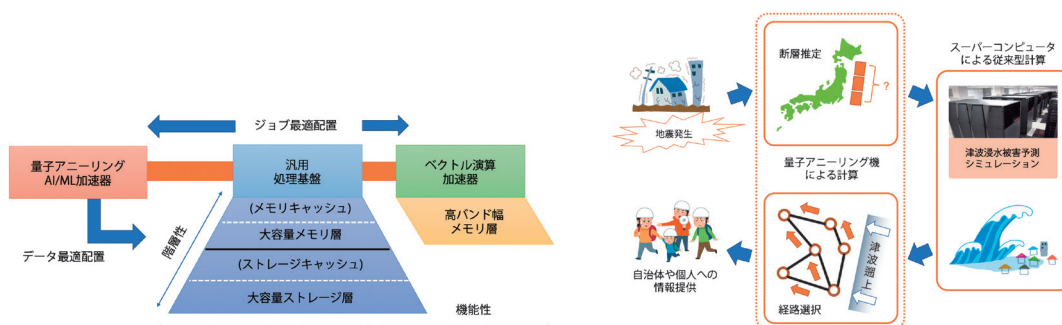
Our laboratory is active in the research on high-performance, low-power, and dependable computing systems by co-designing hardware and software environments. The details are as follows.

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 ハイブリット計算環境

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

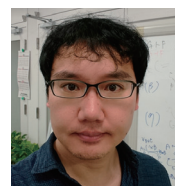
A real-time tsunami inundation simulation with routing assistance for evacuation



■研究キーワード■ プログラミング言語理論／形式言語理論／定理証明  
■KEYWORDS■ Programming Language Theory / Formal Language Theory / Theorem Proving



教授 中野 圭介  
Prof.  
Keisuke Nakano



助教 浅田 和之  
Assis. Prof.  
Kazuyuki Asada

## ヒトとコンピュータのギャップを埋める

本研究室の究極的な目標は、プログラミングにおける人間と計算機の隔たりを埋めることです。人間に合わせた記述では実行効率が下がって計算機に負担がかかり、計算機に合わせた記述では開発効率が下がって人間に負担がかかります。そこで、人間に合わせた記述から計算機に合わせた記述を導く「プログラム変換」や、計算機に合わせた記述が人間の意図に沿っているかを保証する「プログラム検証」に取り組んでいます。

本研究室では、プログラムや計算を抽象化した構造を扱うことのできる「形式木言語理論」を中心に研究を進めています。具体的には、木オートマトンや木トランスデューサなどの理論に基づき、効率的なプログラムを導出したり、プログラマが望む計算の性質を保証したりする枠組みを開発しています。理論の正当性を確認するために定理証明支援系とよばれるツールを用いた研究も進めています。

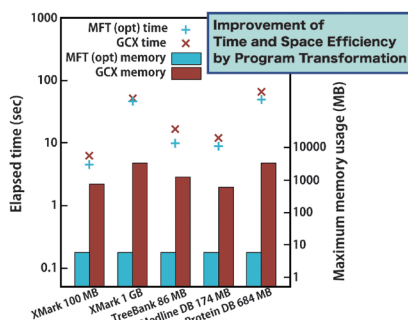
このほか、「プログラミング言語意味論」の研究も行っています。こちらの手法では、プログラムの意味をすべて保持した抽象化を行い、それを数学的に分析することにより、対象となる言語の本質を明らかにします。具体的には、表示の意味論・操作の意味論・公理の意味論・圏論の意味論などを、言語の理論的設計やプログラム検証に応用します。

## Filling a gap between humans and computers

Our ultimate goal is to fill a gap between humans and computers on programming. A human-readable description may put a burden on computers due to inefficient execution, while a computer-oriented (well-tuned) description may put a burden on humans due to knotty development. Our goals are to derive a well-tuned program from a human-readable description and to certify that well-tuned complicated programs work as humans intend.

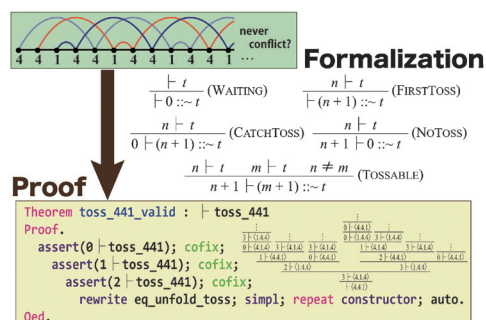
Our research focuses on formal tree language theory that can deal with abstracted computations. Specifically, we study a theory of tree automata and transducers to develop a framework which enables to automatically derive efficient programs and statically check properties desired by programmers. Additionally, we use a proof assistant tool to certify the correctness of our theory.

We also study semantics of programming languages. This gives a kind of program abstraction which keeps all the semantical properties of programs. Through the abstraction and mathematical analysis, we clarify the essence of a target programming language. We apply denotational, operational, axiomatic, and categorical semantics to a theoretical design of programming languages and program verification.



形式木言語理論に裏付けられたプログラム変換による効果を示す実験結果（既存の実装と比較して時間効率も空間効率も改善が見られる）

Experimental result that illustrates effect of a program transformation based on formal tree language theory (where both time and space efficiency are improved in comparison with an existing implementation)



ジャグリングのパターンの妥当性の余帰納的形式化および定理証明支援システム Coq によるその正当性の証明

# Coinductive formalization of validity of toss juggling patterns and its certification in the Coq proof assistant

■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／知的ネットワーキング  
 ■KEYWORDS■ Information Network Architecture／IoT／Mobile Network／Intelligent Networking



教授 長谷川 剛  
 Prof.  
 Go Hasegawa



准教授 北 形 元  
 Assoc. Prof.  
 Gen Kitagata

## IoT 社会を支える情報ネットワークアーキテクチャ

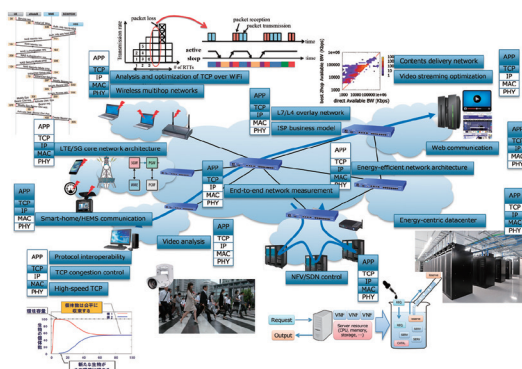
情報ネットワークシステムは既に社会の隅々まで浸透し、人々の日常生活や仕事を支援すると共に、新しいライフスタイルや社会を生み出す上で欠かすことができません。しかしながら、インターネットは1960年代にその原形が誕生してから、その基本的なアーキテクチャをほとんど変えないまま高速・大規模化してきています。IoT社会の到来により、今後桁違いに多くの機器をネットワークに繋ぎ、今までは考えられないような斬新かつ有用な情報ネットワークシステムを数多く収容することが予想され、アーキテクチャ的な限界を迎えることが危惧されています。

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、高耐性ネットワーキング/知的ネットワーキング、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。

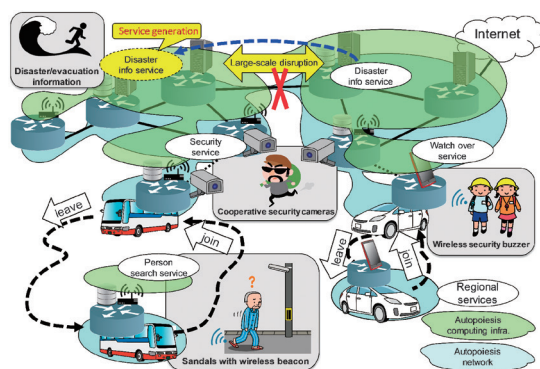
## Information network architecture for IoT era

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



構成要素の大規模な変化に適応する自己産出型ネットワーキング  
 Autopoiesis networking that adapts to large-scale changes of elements.

■研究キーワード■ 高性能計算／プログラミングモデル／スーパーコンピュータアーキテクチャ／機械学習

■KEYWORDS■ High Performance Computing / Programming Model / Supercomputer Architecture / Machine Learning



教授 滝沢 寛之  
Prof.  
Hiroyuki Takizawa

## 高効率高性能計算の実現に向けて

高性能計算論講座では、次世代超高性能スーパーコンピュータシステムを実現するハードウェアおよびシステムソフトウェアの基本要素技術の確立と、スーパーコンピュータシステムの卓越した情報処理能力を最大限に引き出せる革新的なアプリケーションの設計・開発を中心に研究を進めています。

### (1) 高性能計算のためのプログラミングモデルと支援ツール

複雑化した計算システムの性能を最大限活用するためのハードウェア構成を強く意識したアプリケーション記述はプログラマにとって非常に難解です。このため、プログラマが容易に記述できて高い性能を発揮できるプログラミングモデルと支援ツールについて研究しています。

### (2) 次世代スーパーコンピュータアーキテクチャ

大規模化・複雑化の進むスーパーコンピュータの開発では高い性能だけでなく、少ない消費電力、高い信頼性が求められています。そこで、高性能、低消費電力を実現する次世代のスーパーコンピュータアーキテクチャに関する研究を進めています。

### (3) 次世代スーパーコンピュータのための運用技術

次世代のスーパーコンピュータは多数の計算ノードから構成されることから、システムのスループットを最大化しながら、高い信頼性を担保することが求められています。このため、システムの高信頼化技術や高効率運用技術に関する研究に取り組んでいます。

## Toward Next Generation Supercomputing

The laboratory focuses its research on the design and development of high-performance supercomputing systems and their applications as follows:

### (1) Programming Models and Supportive Tools for High Performance Computing

It is necessary to well understand and exploit the parallelism of the underlying hardware for high performance. Our laboratory is developing programming models and supportive tools to facilitate the parallel programming and code optimization.

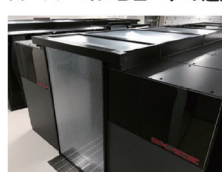
### (2) Next Generation Supercomputer Architectures

As supercomputer systems are becoming larger and more complicated, the dependability becomes a critical design constraint of supercomputers. Therefore, we are designing/architecting the next generation supercomputers with high power efficiency and dependability.

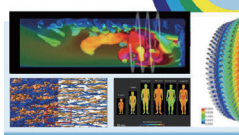
### (3) Operation Technologies toward Next Generation Supercomputers

Since the next-generation supercomputers are composed of a huge number of computing nodes, we have to guarantee high reliability while maximizing the system throughput. To this end, we are engaged in research on system software, which can achieve high reliability and throughput.

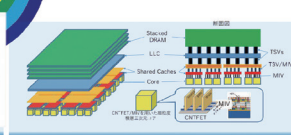
スーパーコンピュータの運用



高効率アプリケーション開発環境の構築



アプリケーション最適化技術

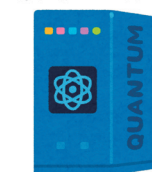


高エネルギー効率高性能計算システムの開発

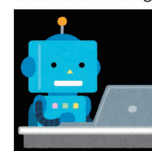
次世代スーパーコンピュータの開発

Next generation supercomputing system design

Quantum Annealing



Machine Learning



HPC Programming

Machine Learning / Big Data

Runtime Estimation /  
Job Scheduling

Energy Efficient Computing

次世代コンピューティング技術を用いたシステムソフトウェア開発

System software development using emerging computing technologies



■ 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

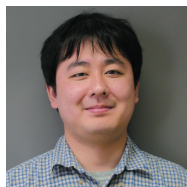
■ KEYWORDS ■ computational complexity theory / reduction / public-key cryptosystem / cryptographic assumption / blockchain



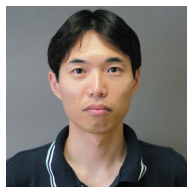
教授 静谷 啓樹  
Prof.  
Hiroki Shizuya



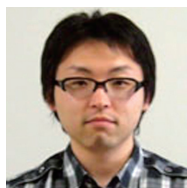
准教授 酒井 正夫  
Assoc. Prof.  
Masao Sakai



准教授 磯辺 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

## 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は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

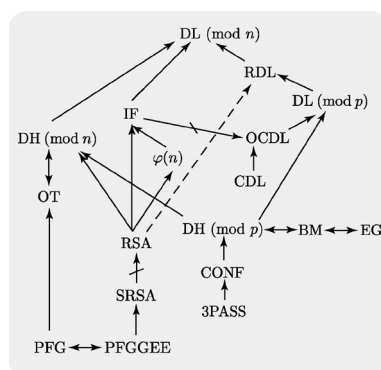
The main research subjects of the laboratory are on the theory of information security, which also involves related mathematics: combinatorics, computational complexity theory, algebra, geometry and so on. We are currently interested in the following subjects.

(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.

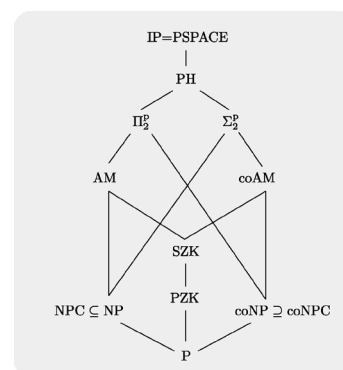
(2) Security of Cryptographic Systems: The security of public-key cryptosystems depends on some computational problems that are presumably hard to solve. We are interested in the complexity of such primitive problems.

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.



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■ 画像融合処理／大気汚染可視化／森林火災／CO<sub>2</sub>削減  
 ■KEYWORDS■ image fusion / visualization for air pollution / Forest Fire / CO<sub>2</sub> reduction



教授 工藤 純一  
 Prof.  
 Jun-ichi Kudoh

## 衛星画像処理による地球環境問題への応用研究

本研究室は環境情報科学の学術体系の構築を目指し、地球環境課題について情報通信技術を取り入れた研究開発を行っています。研究戦略としてロシア科学アカデミーとモスクワ大学との国際共同研究の体制をとり、国内研究機関も参画する共同研究を実施しています。

これまでに、多数のスペクトルデータから構成する衛星画像を解析するために3次元ヒストグラムを開発しました。この方法を多次元化に発展させ、大気汚染や黄砂抽出などのエアロゾル抽出により信頼性の高い成果を得ています。

現在は、森林火災から発生するCO<sub>2</sub>削減システムに関する研究に取り組んでいます。これまでの研究は火災から発生する熱を火災として検出していましたが、火災初期の煙の検出に挑んでいます。また、画像データベースは1990年から毎日のノア画像をホームページから提供し、毎年330万件以上のアクセスがあります。さらに、中国からのPM2.5を含む越境大気汚染衛星画像データベースを公開 (<https://tapsidb.cneas.tohoku.ac.jp>) しています。既に、2,700名以上の利用者がおります。研究室ではMODIS, MTSAT, NPPの直接受信も行っています。その他、解像度1mクラスの衛星画像を対象とした融合画像処理の研究も展開しています。

主な研究テーマ：

1. 森林火災から発生するCO<sub>2</sub>削減システムに関する研究
2. 高分解衛星画像の融合処理研究
3. 大規模衛星画像データベース構築
4. 衛星画像を用いた中国からの大気汚染・黄砂の可視化

## Applied Research for Global Environmental Problems

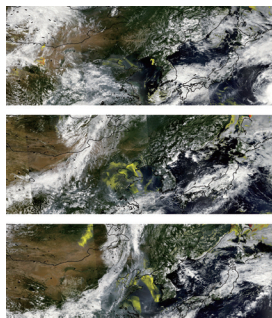
Kudoh Laboratory aims to construct an academic system of the Environmental Informatics and to make a unique study of earth environmental theme by using Information Technology. We realize the international research cooperation with Russian Academy of Science and Moscow State University as a total research strategy. Domestic research laboratories also participate.

We have developed a three-dimensional histogram to analyze satellite images that consisted of a number of spectral data. And we extended to multi-dimensional method to obtain extraction reliable results of the aerosols such as air pollution and yellow sand.

The Research Unit for CO<sub>2</sub> Reduction System by the Management of Forest Fires is going. And the Home Page of NOAA satellite image database was accessed more than 3.3 million every year since 1990. And also we have opened the Trans-boundary Air Pollution including PM2.5 from China Satellite Image Database (<https://tapsidb.cneas.tohoku.ac.jp>). More than 2,700 users already use it. We start the other satellites, MODIS, MTSAT and NPP direct readout. Besides the research of image fusion processing for less than 1 m resolution satellite images is in progress.

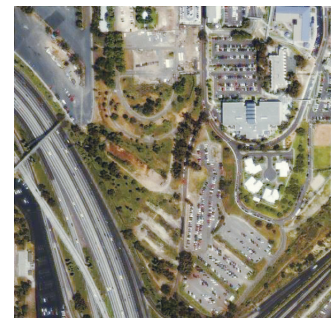
Research Theme:

1. CO<sub>2</sub> Reduction System by the Management of Forest Fire
2. Development of image fusion algorithm for 1m satellite data
3. Construction of a system of large-size image database
4. Visualization for China's pollution and Asian dust by MODIS images



2015年8月12日(上)と13日(中)14日(下)のAqua-MODIS画像より、越境大気汚染(黄色)と黄砂(赤色)を抽出した画像。中国天津大爆発前、後、その後を発生源とする汚染物質が朝鮮半島に向かって動き始めている様子がよく分かる。

Visualization for air pollution and Asian dust image obtained from Aqua-MODIS observed on 12, 13 and 14 August 2015. The air pollution after Tianjin explosions is drifting toward the Korean Peninsula.



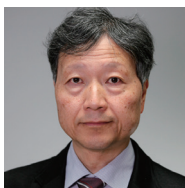
最急降下法を用いたIKONOS画像の融合処理

IKONOS image fusion process using steepest descent method.



■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

## 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、全体として整然と統制の取れた動きをしたり、ときには、急激に運動の様子を変えたりと、複雑に振る舞う。こうした群れの中で、行動のキュー等の情報がどのように伝搬し、全体としての動きが制御されているのかを、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することで、そのモデル化を行うとともに、そのための分析手法についても開発する。

## 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

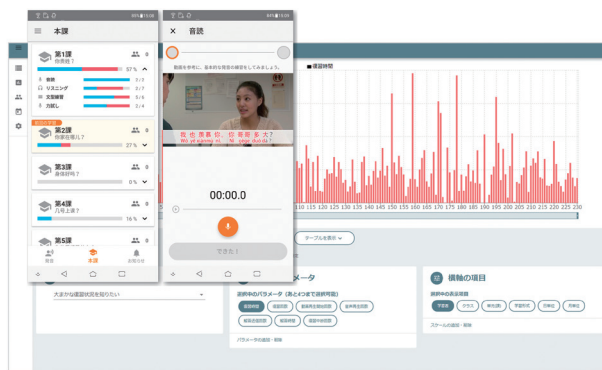
Looking at a flock of birds and fish, they behave in a complex way, as if they were a single multicellular organism, exhibiting a well-organized movement or sometimes changing the state disorderly. We are trying to reveal the information-theoretic structure and the control mechanisms of collective motion 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.



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

## ポストムーア時代の先進的高性能計算システムを追求

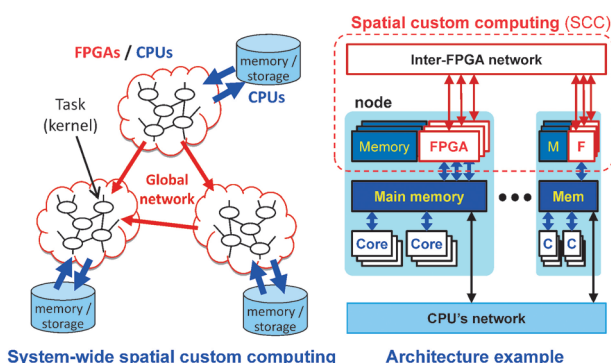
先進的計算システム論講座では、ムーアの法則が限界を迎え半導体の微細化が困難となっていくポストムーア時代を見据え、ハードウェアとソフトウェアの両方に関して、原理・方式・実装を追求して計算システムの性能や利便性を継続的に向上させていくための研究を行っています。ハードウェア分野では、現在の最先端の高性能計算機であるスーパーコンピュータ「富岳」を出発点として、半導体、パッケージング技術、通信技術等に関して今後向上が可能なものと困難なものを調査しながら、従来の方式にとられないポストムーア時代に適した計算原理や計算機アーキテクチャを探索します。

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.



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.

### List of functions

```
search()
optimize()
simulate()
....
```

Programmers select functions

### User program

```
fun do_A() {
  simulate()
  optimize()
}
```

### Computer Type A

Suitable computers are automatically selected

Computer Type B

最適計算資源割り当てを行う先進的計算システムの例

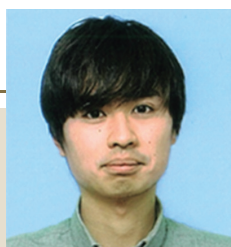
Advanced computing system with adaptive allocation of computing resources in a system.



ひととロボットの豊かなコミュニケーション

「システム」とは要素が相互に影響し合って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 博士後期課程 1 年  
自然言語処理学（乾研究室）

## 栗林 樹生 Tatsuki Kuribayashi 在学生からのメッセージ

私は、自然言語処理という分野で研究をしています。人の言葉を理解できるコンピュータを作ることが、私も含めた分野全体の目標です。言葉を使って意見を伝えたり、時には架空の話を作ったりすることが人にしかできないように、言葉を駆使することはまったく簡単なことではないので、言葉を理解できる機械を作るという目標も非常に難しいものです。一方で、

言語や認知といった一見文系的な領域に対して、理系の視点から切り込んでいく構図に私はすごく面白みを感じ、研究科に進学しました。このような学際的な面白みは、様々な学問に関連する情報科学研究科において特にたくさん存在するのではないかと思います。在学生の皆さんが取り組む分野にも、魅力的な、しかし学生 1 人の力ではとても刃が立たないような挑戦があると思いますが、きっと研究室には、同じ目標を共有した先生方や、同期、先輩、後輩がいるので、仲間を大切にしてお互いに協力し合ってください。また私は、同期とスタートアップを立ち上げたり、後期課程に進学したりするなど、入学前には予想できなかった経験もしました。皆さんの研究生生活が思いもよらぬほど充実したものになることを願っています。

大 講 座 Divisions	小講座又は分野 Laboratories	教 員 Faculty Members
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	教 授 原田 昌晃 21 Prof. Masaaki Harada
		准教授 船野 敬 21 Assoc.Prof. Kei Funano
	システム情報数理学Ⅱ Mathematical System Analysis II	教 授 尾畑 伸明 22 Prof. Nobuaki Obata
		准教授 福泉 麗佳 22 Assoc.Prof. Reika Fukuizumi
	システム情報数理学Ⅲ Mathematical System Analysis III	教 授 坂口 茂 23 Prof. Shigeru Sakaguchi
知能情報科学 Intelligent Information Science	アルゴリズム論 Algorithm Theory	教 授 周 暁 24 Prof. Xiao Zhou
		准教授 伊藤 健洋 24 Assoc.Prof. Takehiro Ito
		准教授 鈴木 顕 (兼) 24 Assoc. Prof. Akira Suzuki
	知能システム科学 Intelligent Systems Science	教 授 篠原 歩 25 Prof. Ayumi Shinohara
		准教授 吉仲 亮 25 Assoc.Prof. Ryo Yoshinaka
	自然言語処理学 Natural Language Processing	教 授 乾 健太郎 26 Prof. Kentaro Inui
		准教授 鈴木 潤 26 Assoc.Prof. Jun Suzuki
生体システム情報学 Biosystem Information Sciences	情報生物学 Information Biology	
	情報システム評価学 Design and Analysis of Information Systems	准教授 全 眞嬉 28 Assoc.Prof. Jinhee Chun
知能ロボティクス学 Intelligent Robotics	イメージ解析学 Image Analysis	教 授 岡谷 貴之 29 Prof. Takayuki Okatani
	知能制御システム学 Intelligent Control Systems	教 授 橋本 浩一 30 Prof. Koichi Hashimoto
		准教授 鏡 慎吾 30 Assoc.Prof. Shingo Kagami
* 音情報科学 Acoustic Information		教 授 坂本 修一 31 Prof. Shuichi Sakamoto
* 高次視覚情報学 Visual Cognition and Systems		教 授 塩入 諭 32 Prof. Satoshi Shioiri
		准教授 栗木 一郎 32 Assoc.Prof. Ichiro Kuriki
		准教授 Chia-Huei Tseng 32 Assoc.Prof. Chia-Huei Tseng
* 情報コンテンツ学 Information Content		教 授 北村 喜文 33 Prof. Yoshifumi Kitamura
		准教授 高嶋 和毅 33 Assoc.Prof. Kazuki Takashima
* 融合流体情報学 Integrated Fluid Informatics		教 授 石本 淳 34 Prof. Jun Ishimoto
* ソフトウェア構成論 Software Construction		教 授 大堀 淳 35 Prof. Atsushi Ohori
		准教授 上野 雄大 35 Assoc.Prof. Katsuhiro Ueno

\* 協力講座



■研究キーワード■ 符号理論／組合せデザイン理論／大域解析学／均質化法・特異摂動理論

■KEYWORDS■ Coding theory／Combinatorial design theory／Global Analysis／Homogenization theory



教授 原田 昌晃  
Prof.  
Masaaki Harada



准教授 船野 敬  
Assoc. Prof.  
Kei Funano



助教 高橋 淳也  
Assis. Prof.  
Junya Takahashi

## 符号理論／大域解析学

(B01-1) 原田研究室

符号理論は、誤りが発生する通信路において、いかに効率よくかつ信頼性が高い情報伝達を行うことが出来るかを研究する分野です。原田研究室の主な研究対象である自己双対符号は、代数的な研究が古くから行なわれている符号のクラスであり、組合せ論、整数論、有限群論などと関係しながら発展をしています。暗号理論との関連で最近注目されている線形補双対符号についての研究も精力的に取り組んでいます。組合せデザインの研究での基本的な問題を一言で説明すると、全体をよく近似する“良い”部分集合を見つけることであり、本研究室では、組合せデザインの構成や符号など他の組合せ構造との関連を意識した研究を組合せ論的手法で広く行っています。

(B01-2) 船野研究室

ラプラシアン固有値と固有関数の研究には解析学と幾何学が交差し、空間の曲率や体積、また、数理解物理学の根幹に関わる興味深いテーマです。ラプラシアンの固有値の分布は言わば考えている領域を太鼓と見立て音を鳴らした際の（振動させた際の）固有振動数にあたるのですが、太鼓の形によりこれら固有振動数がどうなるかに興味があります。ホッジ・ラプラシアンの場合はトポロジーが関係するなど、興味深い数学現象が知られています。船野研究室では、現在これらの理論を発展させています。また離散的な取扱いについては効率的で経済的なネットワークの構築やクラスタリングの問題との関係があり、現実社会への応用面についても興味を持って研究に取り組んでいます。

## Coding theory／Global Analysis and its applications

(B01-1)

Harada Laboratory studies coding theory, combinatorial design theory and related combinatorial structures. Our major topic in coding theory is self-dual codes by a combinatorial approach. Recently, linear complementary dual codes are studied. We are also interested in related combinatorial structures and discrete structures. Combinatorial designs are one of combinatorial structures. Our major topics in combinatorial design theory are symmetric designs, t-designs and Hadamard matrices by a combinatorial approach.

(B01-2)

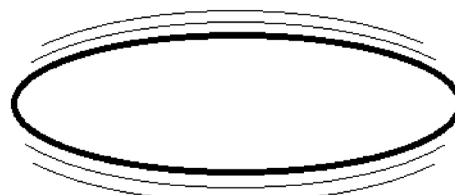
In Funano's Laboratory we are developing and applying the study of eigenvalues and eigenfunctions of the Laplacian. This research is concerned with both analysis and geometry, such as curvature and volume, and also with mathematical physics. If we think our domain as a drum then we can ask how eigenfrequencies behave when we play the drum. We are also interested in a discrete setting. In that case it is related with a construction of robust, efficient, economical networks, traffic jams, and clustering. One of our goal is to apply our study for such daily life problems.

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

拡大ゴレイ符号の生成行列

Generator matrix of the extended Golay code

♩, ♪, ♫ . . .



どのような音色がドラムから聞こえてくるか？

What kind of tones can you hear from a drum?

■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、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。

## 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.

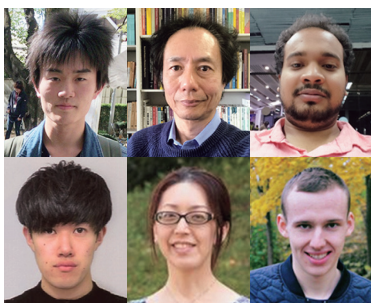
■Applied Mathematics Forum (AMF) promoting interdisciplinary studies together with international joint research projects. In particular, mathematical approach to network science is of our central interest, along with applications to quantum technology, life and social sciences.

(B02-2) Fukuizumi Laboratory

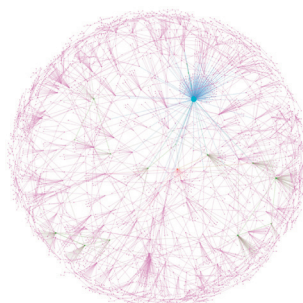
■Stochastic Partial Differential Equations We study, by Ito calculus, the existence, blow-up, asymptotic behavior of solutions of a nonlinear dispersive equation with a stochastic perturbation. In particular, model equations arising in Optical fiber or in Bose-Einstein Condensation are objects of study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

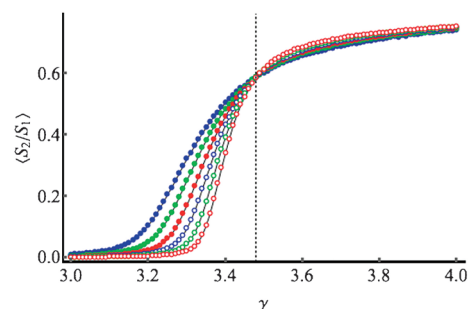
■Numerical Analysis We are interested in numerical simulations which give effectively some intuitive ideas to solve the phenomena mentioned above rigorously.



研究室の人々  
members of our laboratory



コンフィグ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■ 偏微分方程式論／解の幾何学的性質／複合媒質／楕円型及び放物型方程式／逆問題の視点

■KEYWORDS■ theory of partial differential equations / geometric properties of solutions / composite materials / elliptic and parabolic equations / point of view of inverse problems

教授 坂口 茂  
Prof.  
Shigeru Sakaguchi

## 複合媒質上の偏微分方程式と幾何学

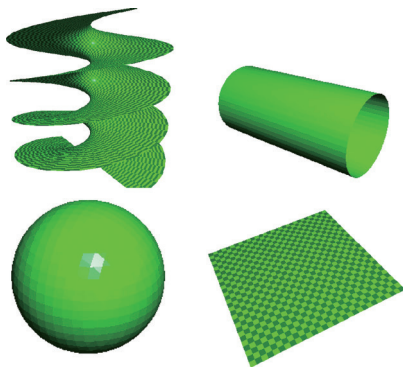
偏微分方程式の解の幾何学的性質を知ることが主な研究目的としています。偏微分方程式の解は関数ですからその形状や幾何学的性質を知りたいと思うのは自然な欲求です。現在の主な研究テーマは次のようです。

- (1) 拡散方程式の解の不変な等位面：関数のグラフの形状を知るには、まず関数の等位面を調べることから始めるのが自然です。熱方程式の解のある等温面が不変であるとはその温度が時刻のみに依存することを言います。不変等温面の存在は熱伝導体の対称性と深く関係しています。常螺旋面、円柱面、球面および平面は3次元ユークリッド空間内の不変等温面の例になっています。特に、常螺旋面の良い特徴付けが期待されます。
- (2) 複合媒質上の偏微分方程式の問題：最近、多層熱伝導体の中で平面層の不変等温面や不変等熱流面による特徴付けを得ました。複合媒質を扱う問題に特に興味を持っています。
- (3) 拡散と領域の幾何の相互作用：熱伝導体の形状とその初期熱拡散は深く関係しています。熱方程式、多孔質媒質型方程式やその関連する拡散方程式を扱っています。
- (4) 楕円型方程式の解の形状：一般に楕円型方程式の解は時間が十分経ったときの定常状態を記述しています。リュービル型定理は超平面のある制限下での全域解のグラフとして特徴付けます。過度境界値問題は対称性をもつ領域を特徴付けます。境界値問題に付随する等周不等式はその等号を実現する解の形状を特徴付けます。
- (5) 逆問題の視点：偏微分方程式は自然現象を記述するモデルによく現れます。逆問題の視点から意味のある方法で幾何学的対象を特徴付ける興味深い問題が多くあります。

## Partial differential equations on composite materials and geometry

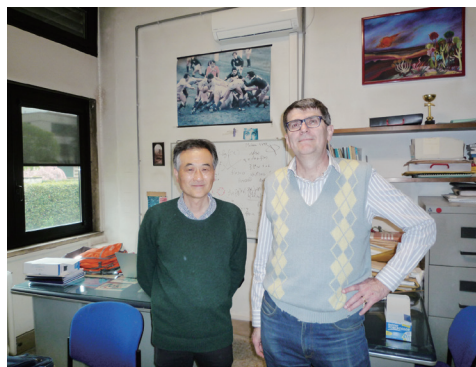
The main purpose is to know geometric properties of solutions of partial differential equations. Since solutions are functions, it is natural to want to know their shapes and geometric properties. The current research topics are the following.

- (1) Stationary level surfaces of solutions of diffusion equations: To know the shapes of graphs of functions, one may begin by investigating their level surfaces. An isothermic surface of the solution of the heat equation is called stationary if its temperature depends only on time. The existence of a stationary isothermic surface is deeply related to the symmetry of the heat conductor. The right helicoid, the circular cylinder, the sphere and the plane are examples of stationary isothermic surfaces in Euclidean 3-space. In particular, good characterization of the right helicoid is wanted.
- (2) Problems of partial differential equations on composite materials: Recently, we considered the heat diffusion over composite media and we got a characterization of planar layers by using either stationary isothermic surfaces or surfaces with the constant flow property among multi-layered heat conductors. In particular, we are interested in problems dealing with composite materials.
- (3) Interaction between diffusion and geometry of domain: The shape of the heat conductor is deeply related to the initial heat diffusion. Diffusion equations we consider are the heat equation, the porous medium type equation, and their related equations.
- (4) Shapes of solutions of elliptic equations: In general, solutions of elliptic equations describe steady states after a sufficiently long time. Liouville-type theorems characterize hyperplanes as graphs of entire solutions with some restriction. Overdetermined boundary value problems characterize some symmetrical domains. Isoperimetric inequalities accompanied by boundary value problems characterize shapes of the solutions which give the equalities.
- (5) The point of view of inverse problems: Partial differential equations appear in models describing natural phenomena. There are many interesting problems which characterize some geometry in some reasonable way from the point of view of inverse problems.



不変等温面たち

Stationary isothermic surfaces



フィレンツェ大学数学科で共同研究者とともに

With a collaborator at the Dept. of Math. of the Univ. of Florence.



■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 伊藤 健洋  
Assoc. Prof.  
Takehiro Ito



准教授(兼) 鈴木 顕  
Assoc. Prof.  
Akira Suzuki

## 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、ある町の道路網をグラフで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。

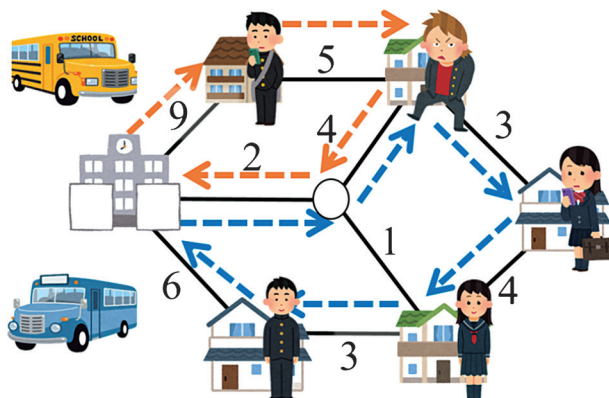
本研究室に配属された学生は、それぞれの興味にあったテーマを選び、研究を進めている。研究は理論的なアルゴリズム開発がメインであるが、時にはプログラム実装による実験的評価も行っている。

## Developments and Applications of Algorithms

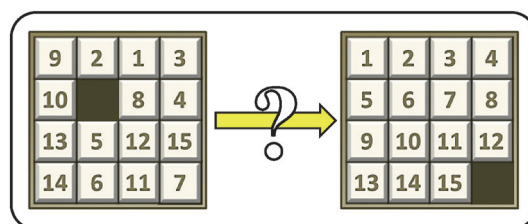
Algorithms now play a very important role for the reliability and efficiency in several social systems. We study and develop new algorithmic techniques from the viewpoint of theoretical computer science. In particular, we deal with several problems related to “graphs” and “combinatorial reconfiguration.”

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 routes of school-buses with high satisfaction (see the left figure). As 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



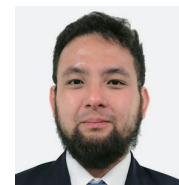
■研究キーワード■ 文字列処理／機械学習／データ圧縮  
 ■KEYWORDS■ String Processing / Machine Learning / Data Compression



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

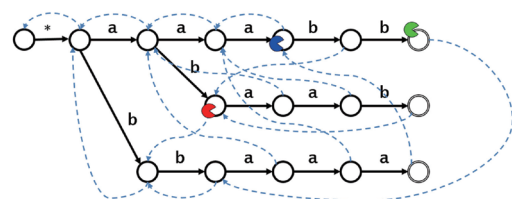
### Artificial Intelligence, Foundations and Applications

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.

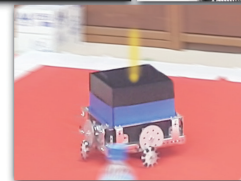
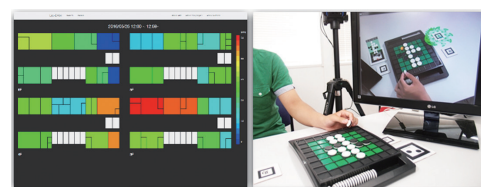
### Aho-Corasick オートマトン



a a a b b a a a a a a a a a  
 a b a a b a a b a a a a a  
 b b a a b a 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 鈴木 潤  
Assoc. Prof. Jun Suzuki



助教 横井 祥  
Assis. Prof. Syo Yokoi

## 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究します。

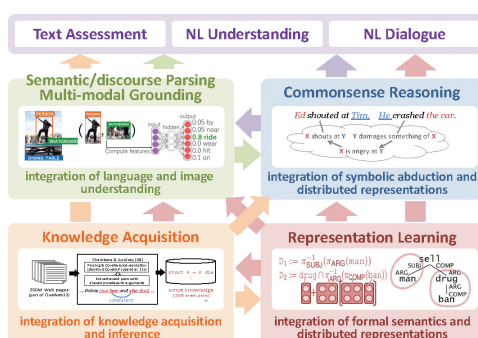
応用技術の大きな目標は、ネット上に散らばった情報や知識の高度な編集を自動化 / 支援する言語情報編集技術を実現することです。ネット上の多様な情報や知識を整理・俯瞰する手段として、またそれらの信頼性を検証する手段として、膨大な情報を自動解析し、重複・矛盾等の検出によって多角的分析を可能にする技術開発を進めています。

## Natural Language Processing and Communication Science

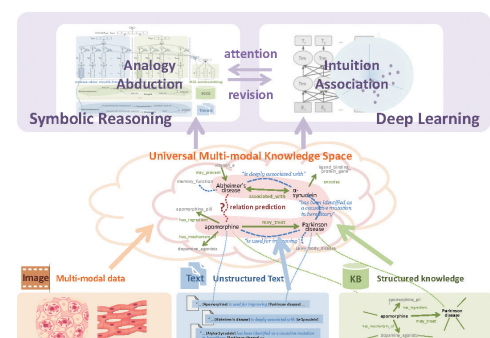
The most important media for communication are the languages that we use everyday. In this lab, we conduct fundamental research on deep language understanding by computers and applied research to support intelligent communication or information analysis for the benefit of society. The fields of our research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

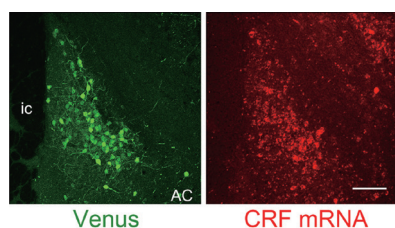
脳内を駆け巡る情報の波は、電気的な信号を用いて伝播されます。またニューロンの末端では、電気的な信号がグルタミン酸やγアミノ酪酸等の情報伝達物質に置き換えられ、次のニューロンへと伝えられています。これが基本的な脳内情報伝達のかたちになります。しかし、近年、生体の恒常性維持に関わるホルモンが、脳の機能を修飾することが明らかになり、内分泌物質の働きが見直され始めています。

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。

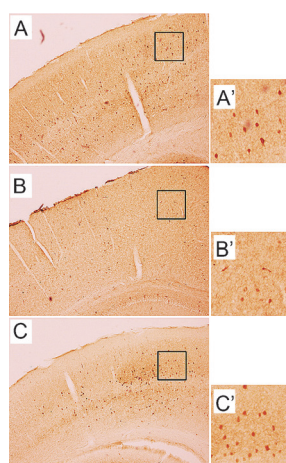
## Understanding new role of hormones on neuronal signal transduction in the central nervous system.

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 to 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バルブアルブミン (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／計算理論／計算幾何学／データマイニング

■KEYWORDS■ algorithm theory / theory of computation / computational geometry / data mining



准教授 全 眞嬉  
Assoc. Prof.  
Jinhee Chun

## 数学と理論計算機科学を活用した高品質な情報システム設計

本研究室の研究テーマは、数学および理論計算機科学を基盤技術として用いることにより、高品質な情報システムを設計することである。

インターネットの急速な普及に代表されるように、情報システムによる問題解決は、もはや現代生活に欠かせない。情報システムの効率や利便性、安全性の保証には数理的なモデル化と解析によるシステム評価が必要である。これに対し、理論的解析を無視した情報システム設計は不便であり、場合によっては危険ですらある。例えば、近年身近に用いられているインターネットのキーワード検索においても、有用なウェブページの評価手法、高速検索のための索引手法、情報整理のためのクラスタリング手法など、数多くのシステム設計において数学的なアイデアが大きな変革を生んできている。

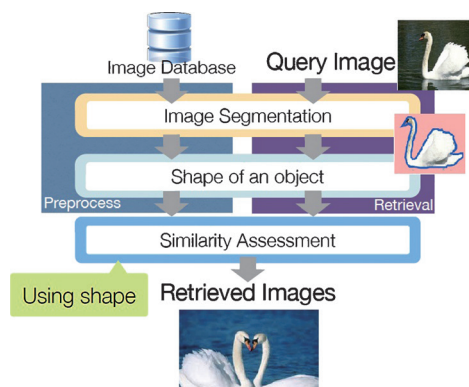
本研究室では、計算とシステム設計における数理的な基礎理論、特に計算幾何学や組合せ最適化の理論、離散数学などの分野においてトップレベルの研究を行なっている。応用としては、データマイニング、画像・地理情報処理、インターネット解析、機械学習などが挙げられる。理論計算幾何学分野が網羅する幅広い研究領域において、学生一人一人の興味に合った研究指導を行う。

## Design and Analysis of High-Quality Information Systems Using Mathematics and Theoretical Computer Science

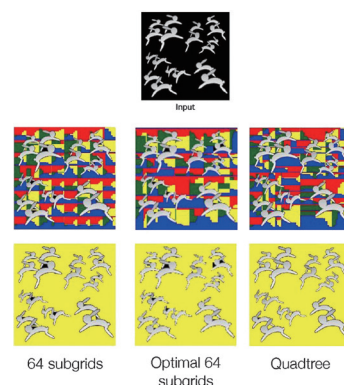
Our grand challenge is to establish a field of science on designing high-quality information systems based on mathematics and theoretical computer science.

Represented by rapid spread of Internet, information systems are vital in modern life. Mathematical modeling and analysis are indispensable for designing efficient and robust information systems, and system design ignoring mathematics is even dangerous. For example, in your familiar internet search, mathematical ideas lead breakthrough in several system design such as Web page evaluation, indexing structure for fast data searching, clustering techniques for organizing information, etc.

We keep top level research quality on mathematical foundation of computing and system design theory, especially on computational geometry, combinatorial optimization, and combinatorics. Typical application areas are data mining, image processing, GIS, internet analysis and machine learning. Students can select research theme from wide-area of subjects in theoretical computer science.



形状を用いた画像検索システム  
Shape-based Image Retrieval System

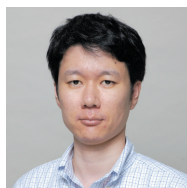


イメージセグメンテーション  
Image Segmentation



■研究キーワード■ コンピュータビジョン／画像認識／多視点幾何／ディープラーニング／人工知能

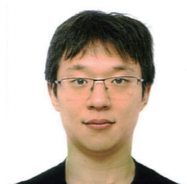
■KEYWORDS■ computer vision / visual recognition / multi-view geometry / deep learning / artificial intelligence



教授 岡谷 貴之  
Prof.  
Takayuki Okatani



助教 菅沼 雅徳  
Assis. Prof.  
Masanori Suganuma



特任助教(研究) 劉 星  
Assis. Prof.  
Xing Liu

## コンピュータビジョン：画像計測から人工知能まで

われわれはコンピュータビジョンを中心に、画像処理、機械学習、自然言語処理など、関連する分野を広く研究しています。コンピュータビジョンの目標は様々な視覚的現象について観測、認識、そして判断を下すことのできる機械知能を作ることであり、画像計測から意味的理解まで幅広い問題を取り扱います。この目標に向け、われわれの研究室では理論・実践の両面から各種の問題に取り組み、モノの質感認識、市街地の情景モデリング、深層学習モデル、確率的グラフィカルモデル、人工ニューラルネットワークと人の脳の関わり方の分析、ファッション画像の認識、自然言語による質感表現などで研究を進めてきました。近年の深層学習モデルの発展に伴い、われわれの研究室では現在ニューラルネットワークの理論的解析と効果的な実践応用手法で研究に取り組んでいます。例えば深層学習モデルを用いてモノのカテゴリだけでなく質感までもいかに上手く発見し認識できるようになるか（図1）、ニューラルネットワークと人間の知覚との関わりはどのようにになっているか、といったテーマで研究を進めています。また、災害等に強靱な社会を作るためのコンピュータビジョンの応用技術にも力を入れています（図2）。

## Computer Vision: From Image Sensing to Artificial Intelligence

We study computer vision and related fields such as image processing, machine learning, or natural language processing. The goal of computer vision is to build a machine intelligence that can capture, recognize, and make a decision on various visual phenomena, from image sensing to semantic recognition. Towards this goal, we work on both theoretical and practical problems in computer vision, such as material recognition, urban scene modeling, deep neural networks, probabilistic graphical models, artificial network for neuroscience, visual fashion analytics, or attribute perception in natural language. With the recent progress in deep learning models in the field, we are currently focusing on the theoretical analysis and effective application of deep neural networks. For example, we consider how a deep learning model can effectively discover and recognize material properties beyond object category (Fig 1), and what connects artificial neural networks to human perception. Also, we work on the application of computer vision techniques for resilient urban infrastructure (Fig 2).



図1 物体の表面質感の画像認識

Fig. 1 Material and attribute recognition

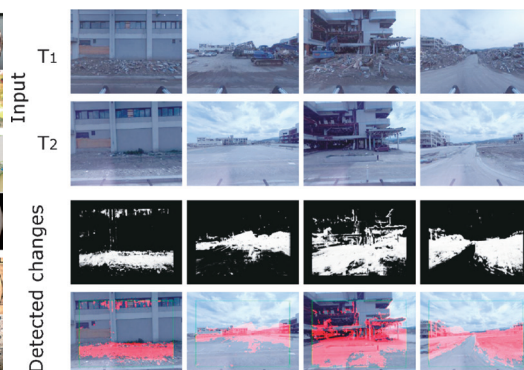


図2 市街地時間変化の認識

Fig. 2 Change detection at disaster site

■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

特任助教(研究) サクセナ  
アビラシャ

Assis. Prof.  
Saksena Abhilasha

## 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指し、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

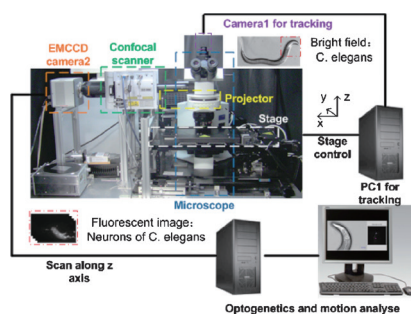
Visual servoing is a framework in which vision process and robot dynamics are combined and formulated as a unified dynamical system. Our interests include image feature extraction techniques suitable for feedback control, and robot-camera system configuration robust against camera calibration errors. 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 栗木 一郎  
Assoc. Prof. Ichiro Kuriki



准教授 曾 加 蕙  
Assoc. Prof. Chia-huei Tseng



助教 羽鳥 康裕  
Assis. Prof. Yasuhiro Hatori

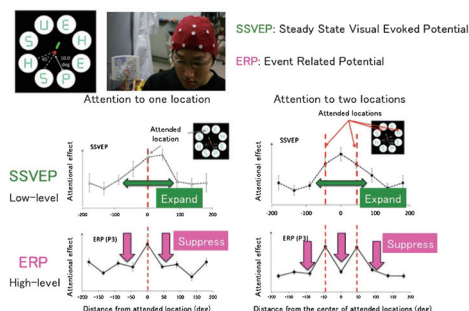
## 我々は何を見ているのか—人の視覚機能の解明—

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の実験を中心に、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?

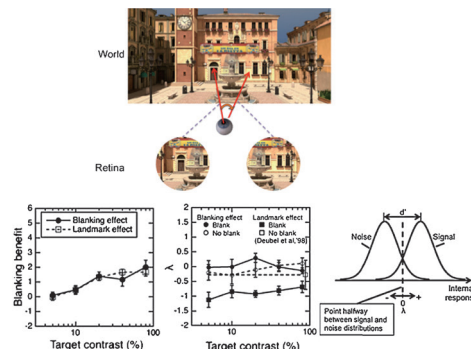
### —Understanding the human visual functions—

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波の計測によって、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ない。この説明の一つに、眼球運動に伴う変位検出能力の低下（サッカド変位抑制）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

### ■インタラクティブコンテンツ設計学

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

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の設計・試作・評価に関する研究を進めています。

(Fig. 2).

## Interactive Content Design

### 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 sensor and robotic display 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／メガソニックキャビテーション

■KEYWORDS■ Multiphase flow / Hydrogen energy densification / Megasonic cavitation



教授 石本 淳  
Prof.  
Jun Ishimoto



助教 落合 直哉  
Assis. Prof.  
Naoya Ochiai

## 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分材バルノズル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。

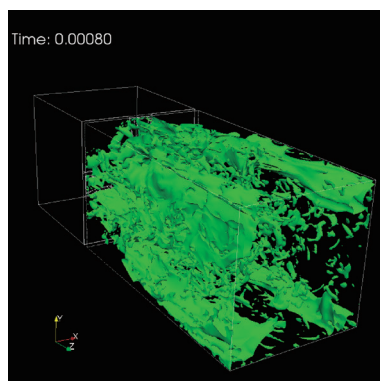
さらには、自然災害リスク科学における混相流体力学的アプローチとして、漂流物・震災がれきが混入した津波ダメージや衝撃力、また、メガフロートを用いた沖合津波の波高軽減効果を評価するFSIスーパーコンピューティング（模擬実験）技術を開発している。

## 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.

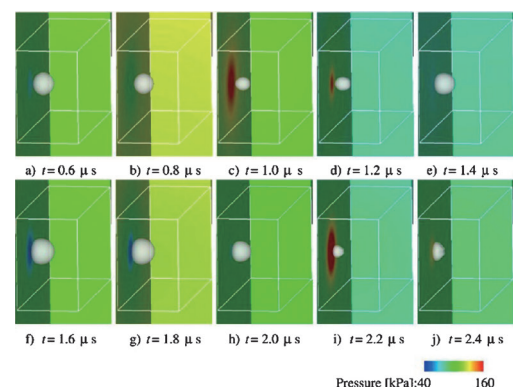
Particularly, we are focusing in different field integration research and development such as creation of environmentally conscious type nano-cleaning technology using reactive multiphase fluid that is a thoroughly chemical-free, pure water free, dry type semiconductor wafer cleaning system using cryogenic 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 megafloating 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).



高圧タンクき裂伝ばを伴う水素漏えい現象に関する流体-構造体連成コンピューティング（水素-空気界面の混合形態）

Coupled FSI computing of hydrogen leakage phenomenon accompany with crack propagation of pressure vessel (Instantaneous iso-contour of hydrogen-air interface mixing characteristics)



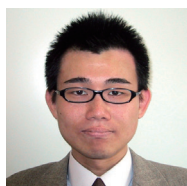
メガソニック場中壁面近傍での気泡挙動の三次元数値計算結果

Three dimensional calculation result of the bubble behavior near wall in a megasonic field

■研究キーワード■ プログラミング言語／データベース／コンパイラ／論理学  
 ■KEYWORDS■ Programming Language / Database / Compiler / Logic



教授 大堀 淳  
 Prof.  
 Atsushi Ohori



准教授 上野 雄大  
 Assoc. Prof.  
 Katsuhiro Ueno



助教 菊池 健太郎  
 Assis. Prof.  
 Kentaro Kikuchi

## 高信頼・高機能プログラミング環境の構築

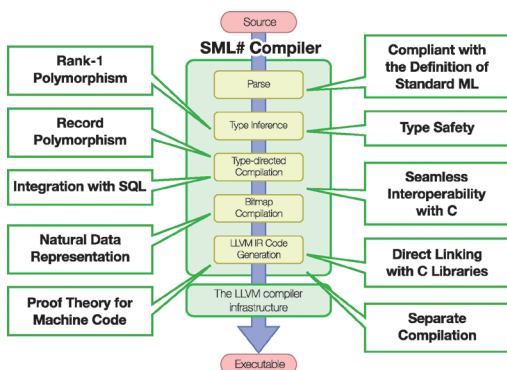
今実現しつつある高度情報化社会は、その制御機構の中核が、多様で膨大なソフトウェア群によって担われている。このような社会が、従来通りの信頼性と安全性を確保しながら発展してゆくには、高信頼ソフトを効率よく構築する技術の確立が必須である。高信頼プログラミング言語の開発は、その中核をなす重要な課題である。

そこで本研究分野では、高信頼プログラミング言語の基礎理論および実装技術の研究、さらに、基礎研究成果を活かした実用システムの開発を目指している。基礎研究に関しては、コンパイル過程を証明変換と捉えることにより堅牢で系統的なコンパイルアルゴリズムの導出を目指すコンパイルの論理的基礎の研究、大量の情報をデータベースとして統合しそれをプログラミング言語によりシームレスに操作する情報処理基盤の研究、既存の実用言語に関する形式意味論の研究、などに取り組んでいる。また、実用システムとして、これまでの基礎理論の研究によって得られた多相型レコード演算や他言語との高水準連携などの先端機能を装備した次世代高信頼プログラミング言語 SML# を開発している。さらに、産学連携を通じて次世代プログラミング言語の産業的応用に関する研究に取り組んでいる。

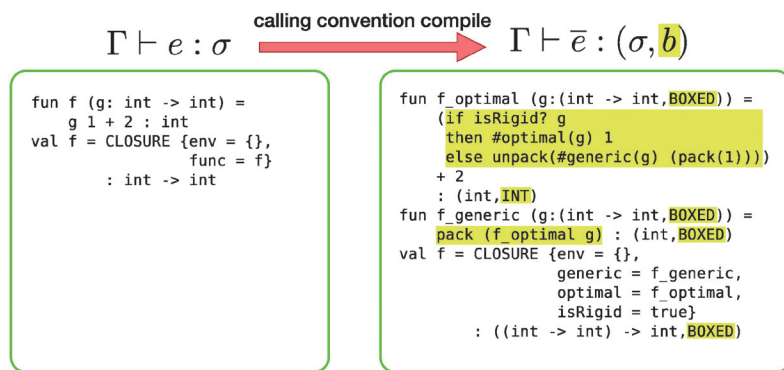
## Developments of Flexible and Reliable Programming Environments

Today's software systems are becoming more and more complicated due to the need of integrating various computation resources available in the Internet. A key to control the complexity and to enhance the reliability of such a system is to develop a high-level programming language that can directly represent various resources and automatically detect potential inconsistencies among the components in a system.

Based on this general observation, our research aims at establishing both firm theoretical basis and implementation techniques for a flexible and reliable programming language. One direction toward this goal is to establish logical foundations for compilation, such as a proof-theory that accounts for the entire process of compilation including A-normalization and code generation as a series of proof transformation. We are also developing a new practical ML-style programming language, SML#, that embodies some of our recent results such as record polymorphism, and seamless interoperability with existing practical programming languages and relational databases.



SML# コンパイラが実現する先進的機能  
 SML#, a state of the art compiler

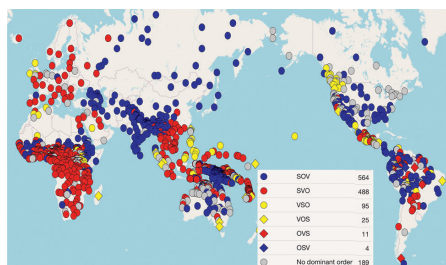


呼び出し規約コンパイルアルゴリズムによるマシンコードの生成  
 Machine code generation by a calling-convention compile algorithm





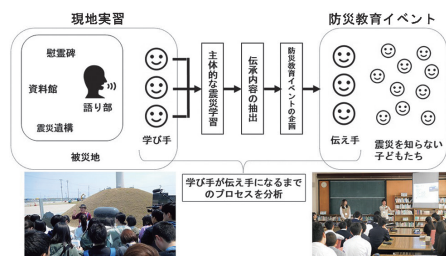




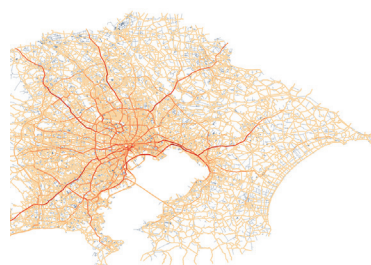
言語テキスト解析論: WALS (World Atlas of Language Structure Online) より、Feature 81A: Order of Subject, Object and Verb (世界の 1376 言語の基本語順)



社会構造変動論: 社会貢献行動を促す情報発信を研究  
Analyzing information that encourage charitable behaviors



コミュニケーション心理学: 新しい災害教育システム: 学び手が伝え手になる  
A new disaster education system where learners become teachers



空間計画科学: 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

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? To begin with, what framework; spiritual, cognitive, or cultural, would information need be comprehended and propagated? What are the solutions to the social problems the information society inevitably poses? We, in Department of Human-Social Information Sciences, 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. In particular, 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  
社会システム計画学 (河野研究室)

蔦木 圭介 Keisuke Tsutaki

在学生からのメッセージ

私の研究テーマは、都市内の年齢階層別居住分布と都市アメニティの関係の分析です。昨今、世界的に少子高齢化が進行しています。その変化が都市構造にどのような影響を与えるのか、そして都市内のアメニティをどのように整備すべきか、という点については未だ十分検討が進んでいません。そこで、様々な年齢層の人々による都市内の居住分布をモデル化して、人口動態や都市アメニティを変化させた際に人々の厚生などにどのような変化が生じるのかを分析し、そこから、今後日本でとるべき政策についての示唆を得ることを目的としています。

私が情報科学研究科へ進学したのは、学部での研究をより深めるためです。本研究科には様々な分野の研究室が集まっており、土木工学系出身である私にとっては、経済学など研究に必要な知識を身に着けるための最適な環境であると感じています。また、留学生を多く受け入れている国際性も魅力の一つです。情報科学研究科では実り多い研究生活が皆さんを待っています。

大 講 座 Divisions	小講座又は分野 Laboratories	教 員 Faculty Members
人間情報学 Human Information Science	言語情報学 Language and Information Science	准教授 菊地 朗 39 Assoc.Prof. Akira Kikuchi
	学習心理情報学 Human Learning and Memory	
	認知心理情報学 Visual Cognition	教 授 松宮 一道 (兼) 40 Prof. Kazumichi Matsumiya
	人間情報哲学 Philosophy of Human Information	准教授 和田 裕一 40 Assoc.Prof. Yuichi Wada
	論理分析学 Philosophy of Logical Analysis	教 授 森 一郎 41 Prof. Ichiro Mori
	言語テキスト解析論 Text Structure and Linguistic Information	教 授 篠澤 和久 42 Prof. Kazuhisa Shinozawa
社会政治情報学 Socio-Political Information Science	社会構造変動論 Social Structure and Change	教 授 小川 芳樹 43 Prof. Yoshiki Ogawa
		教 授 徳川 直人 44 Prof. Naohito Tokugawa
	政治情報学 Political Informatics	准教授 岡田 彩 44 Assoc.Prof. Aya Okada
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	准教授 河村 和徳 45 Assoc.Prof. Kazunori Kawamura
		准教授 東島 雅昌 45 Assoc.Prof. Masaaki Higashijima
	地域計量システム分析 Regional Econometric Analysis	教 授 曾 道智 46 Prof. Dao-Zhi Zeng
人間社会計画学 Infrastructure Planning	空間計画科学 Transportation and Geographic Information Science	准教授 伊藤 亮 46 Assoc.Prof. Ryo Itoh
		准教授 藤原 直哉 47 Assoc. Prof. Naoya Fujiwara
	社会システム計画学 Regional and Urban Planning	教 授 井料 隆雅 48 Prof. Takamasa Iryo
		准教授 井上 亮 48 Assoc.Prof. Ryo Inoue
		教 授 河野 達仁 49 Prof. Tatsuhito Kono
	交通制御学 Road Transportation and Traffic	准教授 福本 潤也 49 Assoc.Prof. Junya Fukumoto
メディア情報学 Media and Information Science	メディア文化論 Media and Culture	講 師 中川 万理子 49 Senior Assis.Prof. Mariko Nakagawa
	メディア記号論 Media and Semiotics	教 授 赤松 隆 50 Prof. Takashi Akamatsu
		教 授 堀田 龍也 51 Prof. Tatsuya Horita
* コミュニケーション心理学 Cognitive Psychology of Communication		講 師 坂田 邦子 51 Senior Assis.Prof. Kuniko Sakata
		准教授 窪 俊一 52 Assoc.Prof. Shunichi Kubo
		准教授 森田 直子 52 Assoc.Prof. Naoko Morita
		教 授 邑本 俊亮 53 Prof. Toshiaki Muramoto

\* 協力講座

■研究キーワード■ 言語学／統語論／意味論  
 ■KEYWORDS■ linguistics / syntax / semantics



准教授 菊地 朗  
 Assoc. Prof.  
 Akira Kikuchi

## 統語論、意味論、認知システム

私たちは、母語の音や意味、語彙や文の構造などについての無意識の知識を膨大に持っています。しかし、幼児期に母語を習得するために何ら特別な訓練を受けたわけではありませんし、また、本来習得できないはずの知識も数多くあります。自然言語の使用を可能にしているこの言語知識の総体は「言語機能」と呼ばれます。この言語機能は、いつ、どのように私たちの脳に備わったのでしょうか。また、言語機能と言語以外の認知能力との関係はどのようになっているのでしょうか。言語情報学の分野では、言語機能の内容について、その形式的側面のモデルである種々の言語理論を理論的かつ実証的に批判検討することを通じて解明することを目指しています。具体的な研究対象は、おもに次の通りです。

- 1) 統語論：自然言語の統語構造に関する理論的・実証的研究、および類型論的に異なる諸言語の比較を通じて、人間に生得的な言語能力の普遍性、および各言語の個別文法を探索。
- 2) 形式意味論：統語構造と意味との対応関係に関する理論的・実証的研究を行うことにより、意味解釈のメカニズム、意味表示の形式、概念構造との対応について解明する。
- 3) 認知システムでの言語の役割： 広く認知システム全体の中で、生物システムとしての言語が視覚、思考、文脈理解、感情などにかかわる他の認知システムとどのような関係を持っているかを探索。

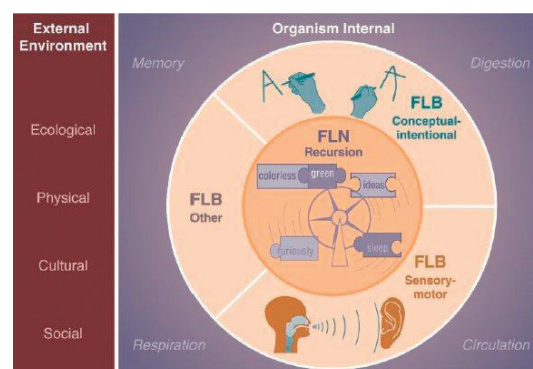
## Syntax, Semantics and Cognitive Systems

The Laboratory of Linguistic Information aims at elucidating the nature of the language faculty that enables us to use natural languages. The language faculty includes a huge amount of unconscious knowledge about the sound and meaning of words and sentence structures. We have to clarify (i) when and how it occurred in our brain and (ii) what the relation between the language faculty and the nonlinguistic cognitive systems is like. Among the theories tackling these general questions, we will mainly devote ourselves to the following fields:

- (1) Syntax: Exploration of the nature of the innate and universal linguistic competence and the properties of individual languages and of their relation to the extra-linguistic cognitive systems, through the theoretical and empirical investigation of the syntactic structure of natural language and the comparison of typologically distinct languages.
- (2) Formal Semantics: Explication of the mechanisms of semantic interpretation, the forms of semantic representations, and their correspondence to conceptual structures, through the theoretical and empirical investigation of the relation between syntactic and semantic structures.
- (3) Relations with Other Cognitive Systems: Inquiry into the relation between language faculty as a biological subsystem and other cognitive systems relevant to vision, thought, context recognition, and emotion.



専門ジャーナル  
 Journals of Linguistics



言語機能と他の認知モジュールの関係  
 The language faculty and other cognitive modules



■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

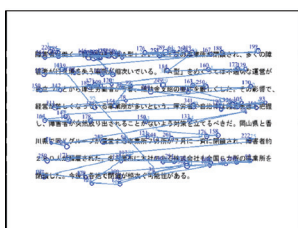
Humans move their body parts in the outside world frequently, and recognize the outside world through multiple senses such as vision and touch. Based on the recognition, humans can perform complex, efficient and various actions. We are working on the purpose of experimentally clarifying the principles 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).



PCを操作する高齢者ユーザー

Computer use and the elderly.



■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、人間的共生の基本形を形づくりします。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「ボリス的生き物」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。

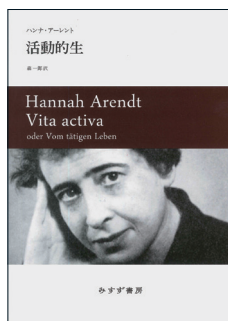
## Philosophical approaches to living in the world

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.

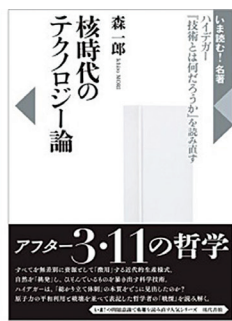
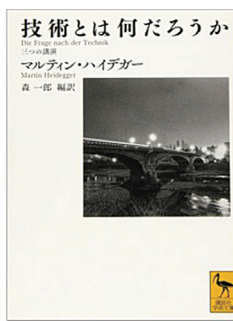
Let us enjoy exposing ourselves to the traditions of philosophy and explore the possibilities of basic thinking.



訳書：アーレント『活動的生』とニーチェ『楽しい学問』  
Translations of H. Arendt's Vita activa and F. Nietzsche's The Gay Science



著書・訳書：『現代の危機と哲学』、『技術とは何だろうか』、『核時代のテクノロジー論』  
Prof. Mori's new Books and translation on Technology



■研究キーワード■ 論理の哲学／心の哲学／時間論／ギリシャ哲学／応用倫理学

■KEYWORDS■ philosophy of logic / philosophy of mind / philosophy of time / Greek philosophy / applied ethics



教授 篠澤 和久  
Prof.  
Kazuhisa Shinozawa

## 論理・心理・倫理の統合的な哲学探究

本研究室では、「論理分析」や「概念分析」の手法を駆使しながら、「論理」「心理」「倫理」の諸相を統合的に俯瞰する考察を試みています。

現在の主要なテーマは、(1)「論理の哲学」や「心の哲学」などにおける諸問題の研究、(2)「論理的思考」や「クリティカル・シンキング」で考案されているツールの活用を含めた応用倫理的な考察です。

(1)については、様相論理や時制論理などの観点も取り込みながら、＜論理と時間＞の問題、自由意志や行為論にかかわる＜意識と時間＞をめぐる問題に取り組んでいます。これらの研究テーマは、時間的存在としての人間のあり方をめぐる原理的考察の一環をなすものです。

(2)については、情報倫理・生命倫理・脳神経倫理などに見出される言説の分析とその再構築に取り組んでいます。論理的思考やクリティカル・シンキングのツールを効果的に活用しながら、応用倫理の問題群に的確に応答していくという実践的な課題をテーマとしています。

本研究室では、哲学・倫理学や文化史関連の著作はもとより、関連する言語哲学、認知科学などの研究成果も参照しながら、複眼的な考察を試みています。研究テーマは、論理分析的な問題に限定されることなく、各人の関心に応じて自由に選択できます。主体的で斬新なテーマを発見し、挑戦してください。

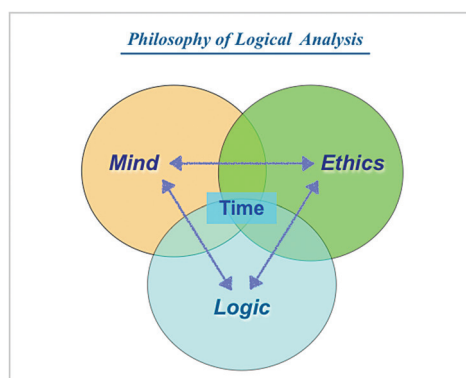
## Philosophical investigation for the integration of logic, psychology, and ethics

The main research projects of this laboratory are (1) to make a logical or linguistic analysis of the basic concepts in our natural language, and (2) to construct the method of philosophical thinking in applied ethics.

As for (1), our laboratory is now directed towards the concept of time. We are investigating manifold aspects of time by researching various fields, e.g. modal logic, practical reasoning, memory, cultural or historical differences of time experiences. This is one of the preliminary projects indispensable for exploring how the concept of time has been and will be constructed or transformed in our information society.

As for (2), our laboratory is concerned with logical thinking and critical thinking. This study is expected to throw light on dimensions of human reasoning and to make clear the logical structure of discourses in various fields of applied ethics.

The main method in this laboratory is logical or linguistic analysis, but you can make the most use of materials from other pertinent fields, e.g. literature, history, anthropology, psychology and cognitive science. You can choose a theme and materials according to your own interests. Enjoy a philosophical adventure in this laboratory.



■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

■KEYWORDS■ syntax / morphosyntax / diachronic syntax / lexical semantics / corpus



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の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行っています。言語教育や言語学習にも貢献できるような教育・研究姿勢をとっており、修士課程修了者は、中学校・高等学校「英語」の専修免許も取得可能です。

### 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、その基本的な類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、「言語変化・変異ユニット」という研究ユニット活動を進めています。「言語変化・変異ユニット」の活動について、詳しくは、以下をご覧ください。

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

## 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.

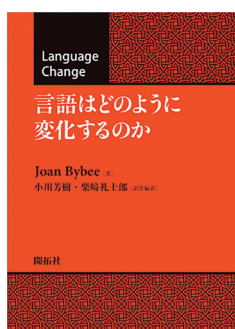
### (3) Diachronic Syntax/ Comparative Syntax/ Psycholinguistics:

(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 logical thinking, 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 URL for more information about the activity:

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



Bybee 著『Language Change』の翻訳書刊行

A translation of Bybee's (2015) book, titled, Language Change, by the staff member.



『コーパスからわかる言語変化・変異と言語理論 2』の刊行

A collection of articles written by the members of the research unit and edited by the staff member.

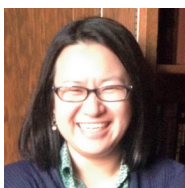


■研究キーワード■ 社会構造／相互行為／社会理論／市民社会論／フィールドワーク

■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

## 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、社会意識やエートス、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。

## 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.

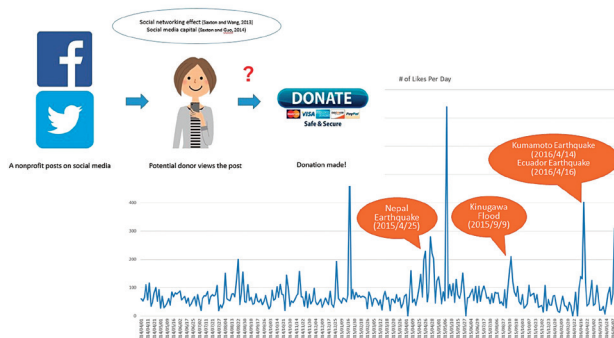
In 2016, *The Recent Reconstruction in Chinese Village* was published as a result of long-term joint study with Shandong Academy of Social Science. Prof. Tokugawa also published *Color Vision Discrimination and Difficulty to Talk* in 2016, the first social science book in Japan that analyzed language, experience, and power on this topic. Assoc.Prof. Okada explores the relationship between nonprofits'strategic communication and voluntary actions such as donations and volunteering.



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求

A study exploring relationship between social media posts and donation behaviors

■研究キーワード■ 電子民主主義／選挙／電子投票／政治信頼／情報政策／権威主義諸国／政治体制変動

■KEYWORDS■ e-democracy / election / e-voting / political trust / information policy / autocracies / political regime change



准教授 河村 和徳  
Assoc. Prof.  
Kazunori Kawamura



准教授 東島 雅昌  
Assoc. Prof.  
Masaaki Higashijima

## 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んして達成・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、いかん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。

## 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.



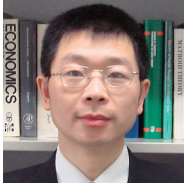
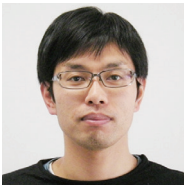
韓国の電子選挙機器  
Electronic Election Apparatus in Korea



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  
Assis. 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活用して分析する。

## 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.



Electric industry

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。

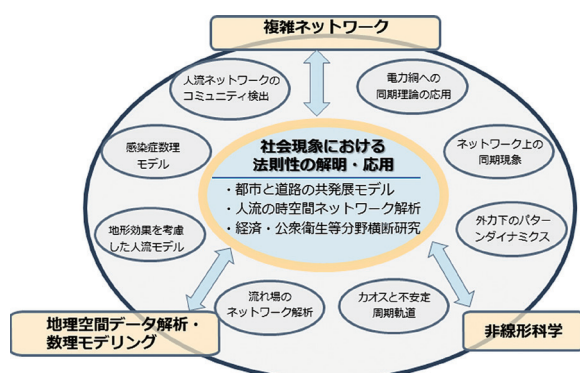
## Viewing society, economy, and regions, with network science, mathematical models, and nonlinear science

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

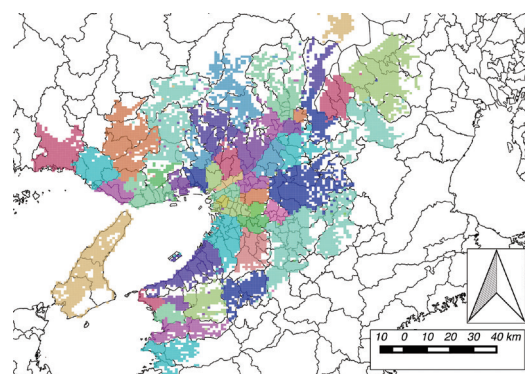
The topic 1) is a central issue in various research fields such as spatial economics. We propose a new modelling framework with the real data based on the network theory, and study its mathematical aspect. In 2), we apply the network analysis methods to geospatial data. Our scope is not restricted to 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.



人の流動データから求めたネットワークコミュニティ

Network communities derived from the human mobility data.

■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 川崎 洋輔  
 Assis. Prof.  
 Yosuke Kawasaki

## 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。

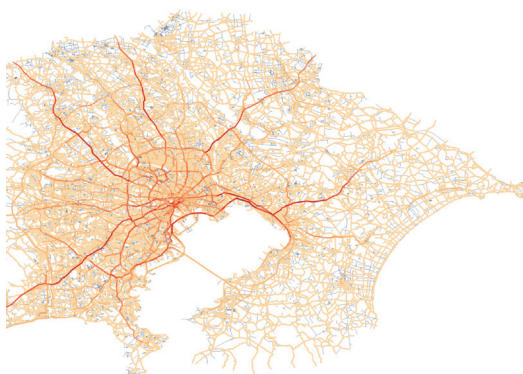
井上研究室は、時空間情報の解析・共有手法の開発に取り組んでいます。市民が地域の将来像を議論し合理的な意思決定を下す基となる、地域の過去から現在までを記録した詳細かつ膨大なデータが、近年利用できるようになっています。当研究室は、時空間情報の解析手法の開発を通して、「市民がデータを利用した地域の現状分析を基に将来を議論できる環境」を整備し、より良い地域づくりへと貢献したいと考えています。

## 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

## 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。

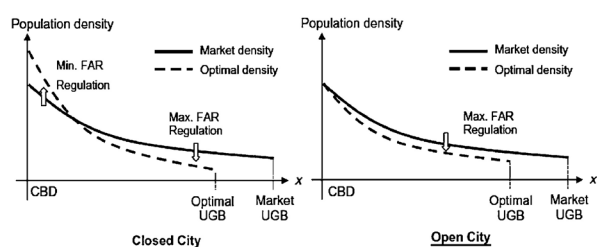
- (1) 土地利用規制（容積率規制、ゾーニング等）が地代や人口分布の変化を通して社会厚生に影響するメカニズムを理論的に解明し、土地利用を最適化する方法を考案している。
- (2) 土地税制や土地利用規制が都市内土地利用に与える影響を実証的に明らかにする研究を行っている。
- (3) 観察可能な変数から定量的に政策を評価する費用便益分析の方法論を、伝統的経済学ではほぼ無視されてきた空間的側面や時間的側面を考慮可能な方法論へと改良・拡張する研究を行っている。
- (4) 政府予算の効率性調達（税金、料金等）について理論および実証分析を行なっている。
- (5) 空間相互作用データや企業集積データを用いて、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.

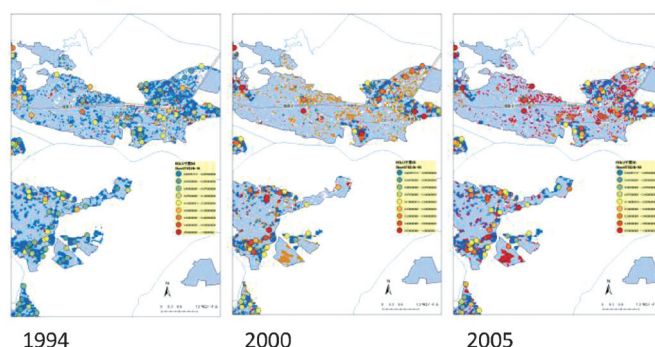
Our current themes are to explore:

- (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

■KEYWORDS■ transportation planning / spatial economic systems / infrastructure / system optimization / mathematical programming / equilibrium problems



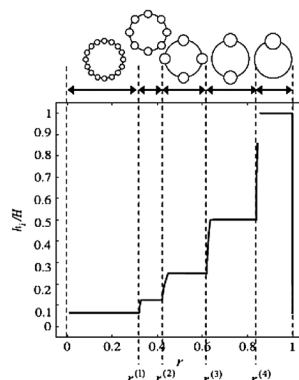
教授 赤松 隆  
Prof.  
Takashi Akamatsu

## 空間経済システムの計画と管理

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す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。

## Planning and management of spatial economic systems

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.



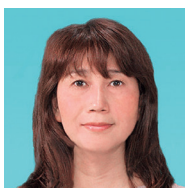
交通費用の減少に伴う都市集積パターンの進展過程  
（「空間周期倍分岐」現象）

Evolutionary process of agglomeration patterns in the course of decreasing transportation cost  
(Spatial Period Doubling Bifurcation)

■研究キーワード■ メディア／コミュニケーション／カルチュラルスタディーズ／メディアリテラシー／情報リテラシー／メディア教育／災害情報  
 ■KEYWORDS■ Media / Communication / Cultural Studies / Media Literacy / Information Literacy / Media Education / Disaster Information



教授 堀田 龍也  
 Prof. Tatsuya Horita



講師 坂田 邦子  
 Senior Assis. Prof. Kuniko Sakata

## 急速に情報化する社会を支えるメディアのあり方を検討する

情報技術の発展により、社会は急速に情報化しています。

新しい情報技術によって次々と新しいメディアが台頭する今日、私たちは情報の賢い消費者であると同時に、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。私たちが暮らすメディア社会と文化のあり方や、人々が持つべきリテラシーとその教育について検討することが喫緊の課題となっています。

本研究室では、急速に情報化する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に、(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ています。そして、(A) 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、デザイン等に関する研究と、(B) メディアや情報に対するリテラシーおよびその教育と育成支援に関する研究の2つに力点を置いて研究を進めています。

本研究室では、これまで蓄積されてきたメディアや文化、教育に関する多くの知見や哲学を紐解きつつ、メディア社会の今日の様相を踏まえ、社会の問題を研究し、研究成果を社会に還元していくようなオルタナティブな研究を重視しています。実践と理論の融合、デジタルとアナログの融合、あるいは異なる立場や見地の融合を前提に、メディアという流動的で影響力の強い研究対象に真摯に向き合っていきたいと考えています。

## Consider Media and Education that Support the Highly Informationalized Society

With the development of information technology, society is rapidly becoming informed.

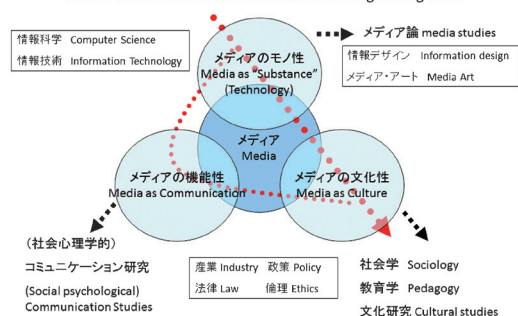
Today, as new media emerge with new information technology, we should be smart consumers of information, and we need to initiatively and autonomously participate in media society. It is our urgent task to examine the relationship between our global and local media society and our/their culture as well as to promote our media and information literacy and its education.

In order to respond to academically examine the way of media that supports a society rapidly become informationalized, our laboratory makes researches with (1) critical view, (2) practical attitude, and (3) collaborative dialog.

And we are conducting researches focusing on (A) various categories including history, ideology, culture, art and design in relation to the contemporary media society and media communication and (B) media and information literacy and its education and training support.

It is necessary to observe accumulated knowledge and philosophy of media and culture and to practice actively in actual society. For that purpose, we should have a sincere attitude to this fluctuating and influential media as a research subject, on the assumption of merging theory and practice, digital and analogue, as well as different positions and aspects.

メディア研究の領域および近接領域との関係  
 Field of Media Studies and its relation with neighboring fields



メディア研究の射程

Research Perspective of Media Studies



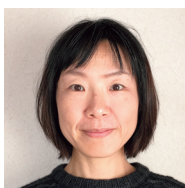
小学校におけるメディア教育（関西大学初等部での実践）

Media Education in Elementary Schools

■研究キーワード■ 表象文化論／メディア・コンテンツ／マスメディア／ポピュラー・カルチャー  
 ■KEYWORDS■ representation / media contents / mass media / popular culture



准教授 窪 俊一  
 Assoc. Prof.  
 Shunichi Kubo



准教授 森田 直子  
 Assoc. Prof.  
 Naoko Morita

## さまざまなメディアを介したテキスト、コンテンツを読み解く

私たちの研究室では、芸術・文学からサブカルチャー、ポピュラー・カルチャーまで、さまざまなメディア・コンテンツを記号論的手法を用いて研究しています。その際、同じくメディア情報学講座に属するメディア文化論分野とも協力しつつ、コンテンツを媒介しているメディアの特性やポテンシャルを問うことを重視しています。また分析にあたっては、文化事象が生産・消費される社会的政治的状況をも視野に入れ、記号論のほかポスト構造主義、言説分析、ジェンダー理論など現代の批評理論の成果を活かして分析・考察することを目指しています。

本研究室の研究スタッフおよび学生の研究領域は以下のとおりです。

### 〈ポップ＝メディア論〉

ポップアート、大衆文学、パロディ、政治的カリカチュア、コミックス(マンガ)、アニメ、TVゲーム、広告等の大衆文化のうちに見られる文化的な記号やシンボルが持つ表現機能並びにその歴史社会的なコンテキストを分析考察する。

### 〈物語メディア論〉

文学やコミックスなどさまざまな物語メディアを対象として、物語が空間と時間に秩序を与えるメカニズムや、表象の様式としての「テキスト」と「図像」の相関性・補完性について理論的・実証的に分析考察する。

### 〈学生の研究内容〉

近年の博士論文テーマ：子どもの演劇と教育、カフカにおける視点の問題、井上ひさしの戯曲、ルプランス・ド・ボーモン夫人のおとぎ話、無声映画、シューベルトの交響曲、インドネシア・コミックス、初期アメリカン・コミックス、ベートーヴェンの歌曲他。

## Reading Media Texts and Contents

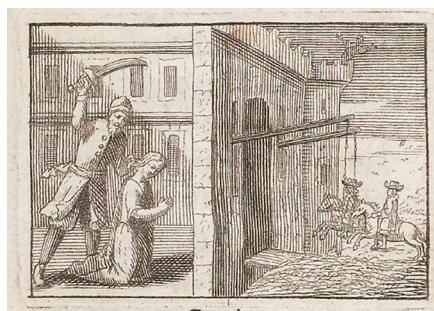
The laboratory of media semiotics aims at analyzing various media texts and contents, from high arts and literature to popular culture, from the semiotic point of view. Collaborating with the Laboratory of Media and Culture, we attach an importance to questioning specificities and possibilities of the media. We also take the social and political context of the cultural production and consumption into consideration and aim at doing research making full use of the achievement of contemporary theories of criticism like post-structuralism, discourse analysis, gender studies.

The research areas of our laboratory are as follows:

**Semiotics and Pop-Media:** Cultural signs and symbols appearing in popular culture like popular arts, trivial novels, parodies, political caricatures, comics (manga), animes, TV games and advertisements are considered and analyzed in their functional and expressional phases as well as in their social and historical contexts.

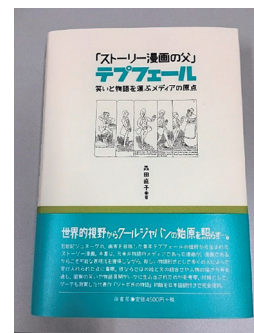
**Narrative-Media Analysis:** Focusing on narrative texts and media (novels, comics, films, stage performances etc.), the organization of space and time in narrative structure and the relationships between text and image are theoretically and experimentally considered and analyzed.

**Research of the students:** The topics of recent doctoral dissertations: Children's theater play and education, Kafka's use of perspective, Plays by Hisashi Inoue, Fairy tales by Madame Leprince de Beaumont, Silent movies, Symphonies of F. Schubert, Early American comics, Indonesian comics, Lieder of Beethoven, etc.



異なる場所での同時進行場面を一枚の図像に表現する技法はさまざまに試みられてきた。上は、ペロー『昔話』(1697)「青ひげ」のクルジエによる挿図。

Artists have been trying to represent parallel actions in a single image, as shows this illustration for "Bluebeard" (Perrault, *Tales and Stories of the Past with Morals*, 1697).



研究室スタッフ(森田)による著書

A book on Rodolphe Töpffer, pioneer of the comic strip, by Morita.



■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

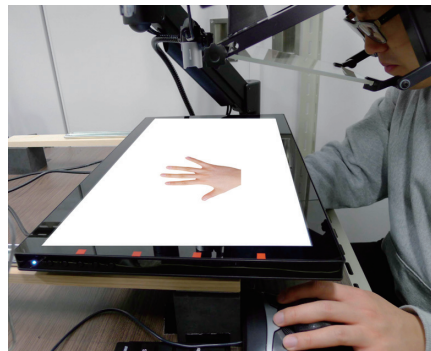


研究成果を役立てる（小学生に対する授業実践）

Applied research on human communication processes







写真左：量子コンピュータ D-Wave2000Q（物理フラクチュオマティクス論分野）

写真右：手の主観的形状を計測する心理物理実験（認知情報学分野）

The left figure: Quantum Computer D-Wave 2000Q (Physical Fluctuomatics)

The right figure: Psychophysical experiment for measuring the subjective form of the participant's hand (Cognitive Psychology Laboratory)

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  
認知情報学（松宮研究室）

荒井 奎 甫 Keisuke Arai

在学生からのメッセージ

私はバーチャルリアリティ技術・視線計測技術を用いた実験心理学的手法によって、人の認知行動メカニズムを研究しています。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す。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研究に日々取り組んでいます。

私が情報科学研究科に進学したのは、自分が好きな研究に取り組める環境があると感じたためです。バーチャルリアリティ技術を用いた認知行動の研究はまだ新しい分野であり、このように自分の興味に挑戦できる環境があるのが本研究科の大きな魅力だと感じています。

研究活動以外にも、駅伝大会や研究科対抗の運動会、オープンキャンパスなど様々なイベントを行っており、充実した学生生活を送ることが出来ます。皆さんも情報科学研究科の仲間になり、好きな研究に取り組み、楽しい研究生活を共に送りたいと思います！

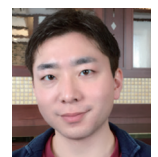
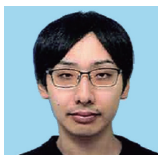


大 講 座 Divisions	小講座又は分野 Laboratories	教 員 Faculty Members
応用情報技術論 Information and Applied Technology	物理フラクチュオマティクス論 Physical Fluctuomatics	教 授 田中 和之 57 Prof. Kazuyuki Tanaka
		准教授 大関 真之 57 Assoc.Prof. Masayuki Ohzeki
		特 任 准教授 (研究) 観山 正道 57 Assoc.Prof. Masamichi Miyama
	情報通信技術論 Information Technology	教 授 加藤 寧 58 Prof. Nei Kato
		准教授 川本 雄一 58 Assoc.Prof. Yuichi Kawamoto
		特 任 准教授 (研究) 毛 伯敏 58 Assoc.Prof. Bomin Mao
	人間—ロボット情報学 Human-Robot Informatics	特 任 准教授 (研究) 唐 楓梟 58 Assoc.Prof. Fengxiao Tang
		教 授 田所 諭 59 Prof. Satoshi Tadokoro
		准教授 昆陽 雅司 59 Assoc.Prof. Masashi Konyo
		准教授 *多田隈 建二郎 (兼) 59 Assoc.Prof. Kenjiro Tadakuma
応用生命情報学 Applied Informatics for Human and Life Science	生命情報システム科学 Systems Bioinformatics	教 授 木下 賢吾 60 Prof. Kengo Kinoshita
		准教授 大林 武 60 Assoc.Prof. Takeshi Obayashi
		准教授 西 羽美 60 Assoc.Prof. Hafumi Nishi
		准教授 山田 和範 (兼) 60 Assoc.Prof. Kazunori Yamada
	バイオモデリング論 Biomodeling	教 授 中尾 光之 61 Prof. Mitsuyuki Nakao
		准教授 片山 統裕 61 Assoc.Prof. Norihiro Katayama
	認知情報学 Cognitive Psychology	教 授 松宮 一道 62 Prof. Kazumichi Matsumiya
* 情報通信ソフトウェア学 Applied Intelligence Software		教 授 菅沼 拓夫 63 Prof. Takuo Suganuma
		准教授 阿部 亨 63 Assoc.Prof. Toru Abe
		准教授 後藤 英昭 63 Assoc.Prof. Hideaki Goto
* 情報ネットワーク論 Information Network Systems		教 授 曾根 秀昭 64 Prof. Hideaki Sone
		准教授 水木 敬明 64 Assoc.Prof. Takaaki Mizuki
* 流動システム情報学 Flow System Informatics		教 授 服部 裕司 65 Prof. Yuji Hattori
		准教授 廣田 真 65 Assoc.Prof. Makoto Hirota
* ブレインファンクション集積学 Brain-Function Integrated System		教 授 堀尾 喜彦 66 Prof. Yoshihiko Horio
* 健康情報学 Health Informatics		教 授 木内 喜孝 67 Prof. Yoshitaka Kinouchi
		教 授 伊藤 千裕 67 Prof. Chihiro Ito
		准教授 小川 晋 67 Assoc.Prof. Susumu Ogawa
		准教授 佐藤 公雄 67 Assoc.Prof. Kimio Satoh
◎ 複雑系統計科学 (統計数理研究所) Statistical Science for Complex Systems		客員教授 吉本 敦 68 Prof. Atsushi Yoshimoto
		客員准教授 三分一 史和 68 Assoc.Prof. Fumikazu Miwakeichi
		客員准教授 小山 慎介 68 Assoc.Prof. Shinsuke Koyama

\* 協力講座 ◎ 連携講座 ★ 協力教員

■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准教授 大関 真之  
Assoc. Prof. Masayuki Ohzeki助教 奥山 真佳  
Assoc. Prof. Manaka Okuyama特任准教授(研究) 観山 正道  
Assoc. Prof. Masamichi Miyama特任助教(研究) 世永 公輝  
Assis. Prof. Kouki Yonaga特任助教(研究) 押山 広樹  
Assis. Prof. Hiroki Oshiyama特任助教(運営) 小林 円  
Assis. Prof. Madoka Kobayashi

## 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。

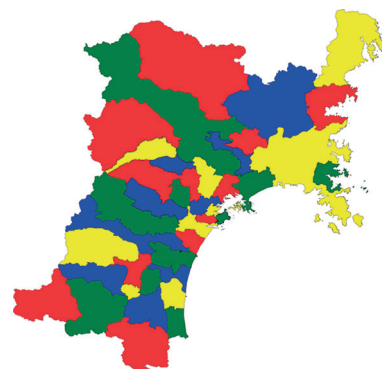
これらの技術を下支えしているのが「最適化問題」と呼ばれる数理的課題です。この最適化問題は様々な場面に登場します。そこで世界各国で効率よく最適化問題を解く専用の計算技術の開発競争が始まっています。当研究室では「量子アニーリング」に代表される物理的プロセスを利用した計算技術を推進しています。これら学術的な研究成果をもとに、多数のプロジェクトや企業との共同研究を通して広く社会に還元することで、世界を変えていきます。

## 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

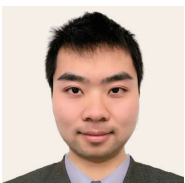
■KEYWORDS■ Information Communication Network／Network Design／Network Protocol／Satellite／Cellular／Sensor／Ad Hoc／Wireless／Optical／Resilient Network／Internet of Things／Machine to Machine／Big data／Intelligent Transport Systems／Cloud Computing／Machine Learning／Deep Learning／6G／IRS



教授 加藤 寧  
Prof.  
Nei Kato



准教授 川本 雄一  
Assoc. Prof.  
Yuichi Kawamoto



特任准教授(研究) 唐 楓 梟  
Research Assoc. Prof.  
Fengxiao Tang



特任准教授(研究) 毛 伯 敏  
Research Assoc. Prof.  
Bomin Mao



助教 Koketsu  
Rodrigues  
Tiago

Assis. Prof.  
Koketsu Rodrigues Tiago

## 次の時代の情報通信ネットワークを目指して

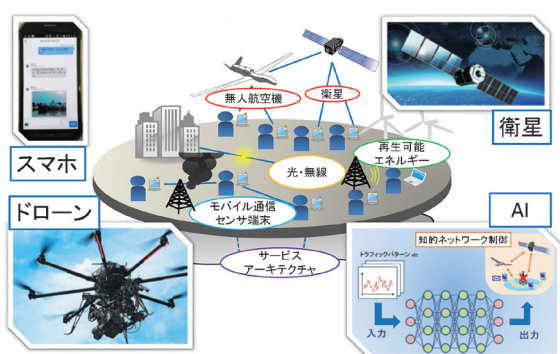
私達の身の回りは様々な通信機器とそれらをつなぐ情報通信ネットワークで溢れています。スマートフォンや携帯電話、タブレット端末、ウェアラブルコンピュータのほか、ゲーム機、電子レンジ、冷蔵庫といった家電製品、さらにはカーナビゲーション、無人航空機、環境観測器など、ありとあらゆるものに通信機能が搭載されるIoT時代となりました。これにともない、それらをつなぐネットワークも多様化が進んでいます。無線アクセスネットワーク、携帯電話ネットワーク、衛星ネットワーク、車車間通信ネットワーク、光ファイバネットワークなどに加え、アドホックネットワーク、センサネットワークなど様々な通信ネットワークが構築されています。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

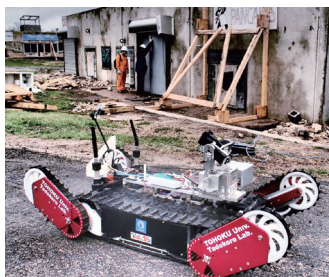
人間-ロボット情報学分野では、RT（ロボットテクノロジー）を活用し、安全で安心して暮らせる豊かな社会の実現に貢献することを目的として、研究教育を進めている。田所教授はレスキューロボットを学術研究分野として創成し、本研究室は、世界におけるレスキューロボット研究の中心としての役割を担ってきた。特に、レスキューロボット Quince は福島第一原発建屋内の調査に活用され、レスキューロボットの社会実装を目指す内閣府・ImPACT プログラム『タフ・ロボティクス・チャレンジ』（2014-2019）を進めてきた。さらに、本研究室のロボット技術は、全天候で運用可能な工場内搬送車や、パーソナルビークルを対象に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.



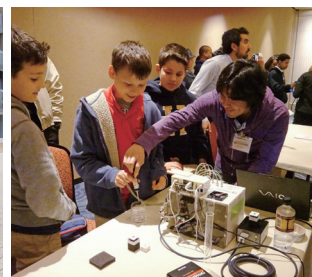
能動スコープカメラ  
Active Scope Camera  
Tested at a Fire  
Department



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

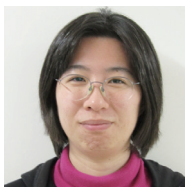
■研究キーワード■ ゲノム／遺伝子／タンパク質／マルチオミクス／個別化医療  
 ■KEYWORDS■ Genome / Gene / Protein / Multi-omics / Personalized Medicine



教授 木下 賢吾  
 Prof.  
 Kengo Kinoshita



准教授 大林 武  
 Assoc. Prof.  
 Takeshi Obayashi



准教授 西 羽 美  
 Assoc. Prof.  
 Hafumi Nishi



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

## 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

測定技術の飛躍的发展により、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。

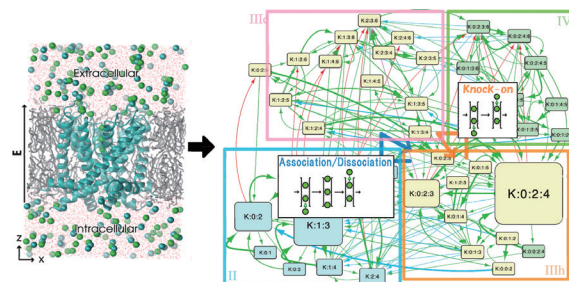
## Bioinformatics linking diverse data and biological systems

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.



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■ 生体リズム／脳／遺伝子ネットワーク／信号解析／シミュレーション

■KEYWORDS■ Biological rhythms / brain / gene network / signal processing / simulation



教授 中尾 光之  
Prof.  
Mitsuyuki Nakao



准教授 片山 統裕  
Assoc. Prof.  
Norihiro Katayama

## 生体・生命現象を解き明かし活かす

生体システムにおいては行動レベルの現象を少数の遺伝子情報に還元して論じることができない。その間に横たわる多くの階層間の複雑な相互作用が両者を媒介しているからである。生命システムの持つ多様な機能の発現メカニズムを明らかにするには、生物学的知見に立脚しながら、トップダウン的モデリングに基づく構成論的アプローチが欠かせない。本研究室では、生命システムのダイナミクスのモデリングを統合的に進めることによって、高次脳機能や生体・生命システムの本質に迫っている。

### (1) 生体リズム機構の数理モデリング

遺伝子ネットワークによる振動機構から、振動子細胞集団を経て、行動学的レベルにおける振動機構までを統合的にモデル化する。その成果を交代勤務や時差飛行の就労スケジュールの最適設計に応用する。

### (2) 神経回路網ダイナミクスとその機能

神経回路網ダイナミクスが、神経回路の発達・維持や、高次機能において果たす役割について実験的・モデル論的に研究する。

### (3) 生体信号処理アルゴリズムの開発と臨床応用

母体腹壁心電図から胎児の心電図波形を抽出するデジタル信号処理アルゴリズムや、ブレイン・マシンインタフェース（BMI）のためのリアルタイム神経情報処理システムを開発し、臨床応用をめざす。

## Modeling of biological mechanisms and their applications

In biological systems, observed phenomena at behavioral level could not be attributed to a few genes. Complex, inter- and trans-hierarchical interactions mediate between gene and behavior. In order to disclose emerging mechanisms underlying diverse functions of living systems, synthetic approaches based on top-down modeling should be essential. In our laboratory, we attempt to disclose substrates of higher-order brain functions and life by carrying out integrated modeling study of dynamics in living systems.

### (1) Modeling of biological clock system

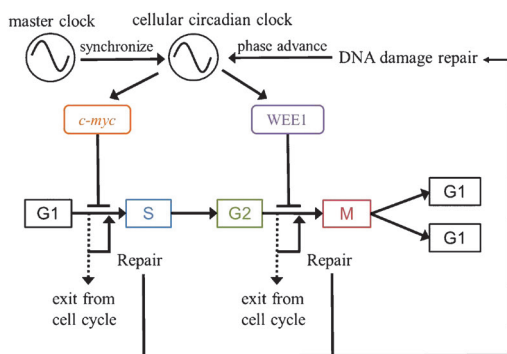
Integrated modeling is performed concerning oscillatory mechanisms of genetic networks, an ensemble of pacemaker cells, and macroscopic oscillators at behavioral level. In addition, knowledge obtained through modeling is applied to an optimal schedule design of shift work and time-zone flight.

### (2) Dynamics of neural network and their functions

Experimental and modeling studies are performed focusing on possible roles of neural network dynamics in development and maintenance of neural circuit as well as higher-order brain functions.

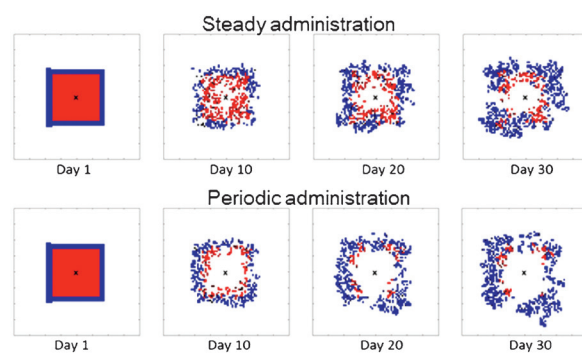
### (3) Development of bio-signal processing algorithms and clinical applications

Digital signal processing algorithms for extraction of fetal electrocardiogram from mother's abdominal electrical signals and the real-time neuronal signal processing system for the brain-machine interface (BMI) are developed.



概日リズムの制御をうける細胞増殖モデル

Cell proliferation model under the control of circadian rhythm.



抗がん剤の細胞増殖に及ぼす影響（青：正常細胞，赤：ガン細胞）

Effects of anticancer drugs on cell proliferation. Blue, healthy cells; red, cancer cells.



■研究キーワード■ 人間の行動／心理物理学／身体性／視線行動  
■KEYWORDS■ Human behavior / Psychophysics / Body awareness / Gaze behavior



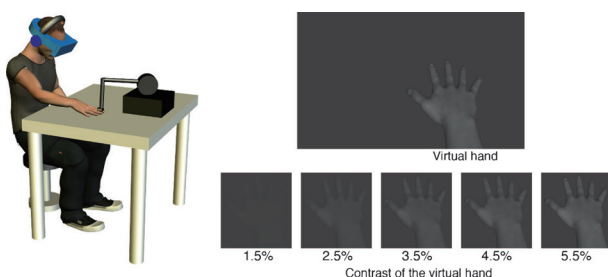
教授 松宮 一道  
Prof. Kazumichi Matsumiya

## 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意図や感情の理解に関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。

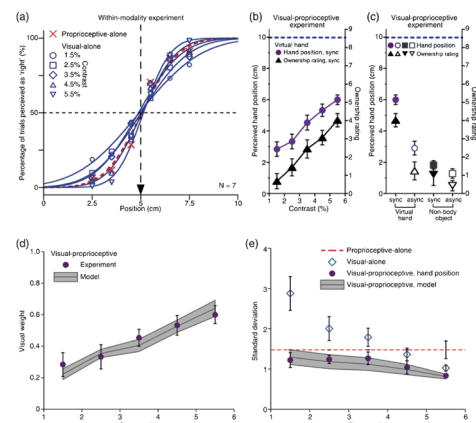
## Understanding human behavior through the principle of psychophysics

The question of how our body interacts with objects in the world is a fundamental problem in psychology and neuroscience. We have shown that the sense of owning one's own body can affect visual perception, which suggests the importance of considering body-in-mind in perceptual processing. Based on this finding, we are now investigating human perceptual processes linked to body-in-mind. Our recent study has investigated whether the process underlying body awareness is shared between body localization and body ownership. To address this issue, we used a perceptual illusion in which ownership over a computer graphics hand is experienced (this illusion is referred to as the rubber hand illusion), and combined this illusion with a statistical model of optimal multisensory integration process. This study revealed that there are separate multisensory integration processes between body localization and body ownership in the human brain. This finding has implications for understanding the underlying mechanisms for body self-awareness. We promote the research and teaching of understanding human behavior, human body, and human perception by means of psychophysics.



バーチャルリアリティ技術を用いた心理物理実験の装置と刺激。

Apparatus and stimuli for a psychophysical experiment with the virtual reality technology.



異なる感覚情報を統計的に最適な方法で統合する最尤推定モデルを適用することで「自己身体の気づき」のメカニズムを解明し、従来の考えとは異なり、自己身体の気づきには、身体所有感と身体定位を認識する二つの処理過程が存在することを発見 (Matsumiya, Sci. Rep., 2019)。

To investigate whether the processing pathway is shared between body localization and body ownership, a computational model of multisensory integration processes was used and applied to a perceptual illusion in which ownership over an artificial hand was experienced (Matsumiya, Sci. Rep., 2019).

■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／IoT/ エッジネットワーク管理／知的画像処理／クラウドサービス基盤

■KEYWORDS■ Human-harmonic Information Communication Infrastructure / Cyber-Physical System / Cyber-Real Space Integration / IoT/Edge Network Management / Intelligent Image Processing / Cloud Service Infrastructure



教授 菅沼 拓夫  
Prof.  
Takuo Suganuma



准教授 阿部 亨  
Assoc. Prof.  
Toru Abe



准教授 後藤 英昭  
Assoc. Prof.  
Hideaki Goto

## 人間調和型情報通信基盤技術の研究開発

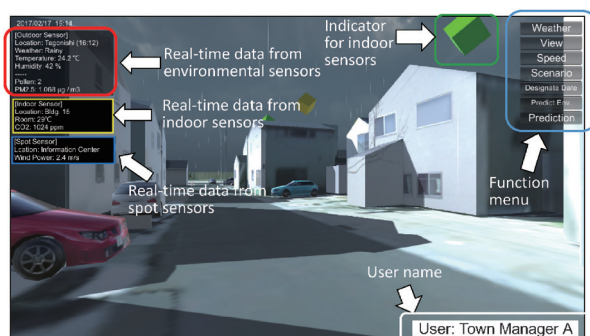
現在の情報通信システムは、クラウド、インターネット、各種センサ、エッジネットワーク、小型携帯端末などを含めた多種多様な要素によって構成された大規模で複雑なシステムとなっている。こうした情報通信システムを人々が日常生活の中で効果的に活用できるようにするためには、利用者中心設計の考え方を越えた新しい設計パラダイムに基づくシステム構成論が必要である。本研究室では、人・社会・環境を構成する多様な主体が高度に相互連携する新たなコミュニケーション環境の実現を目指した研究開発を進めている。

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、各構成要素をエージェントとして構造化することで各々に能動性を与え、それらの自律的な協調・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、サイバー・フィジカルシステムのための設計開発方法論とネットワークミドルウェア、クラウドサービス基盤、グリーン指向 ICT、現実空間と仮想空間の感覚的融合、災害に強い情報通信システム、マルチメディア情報資源の知的処理技術、スマートシティ等に関する研究を進めている。

## Human-harmonic Information Communication Infrastructure

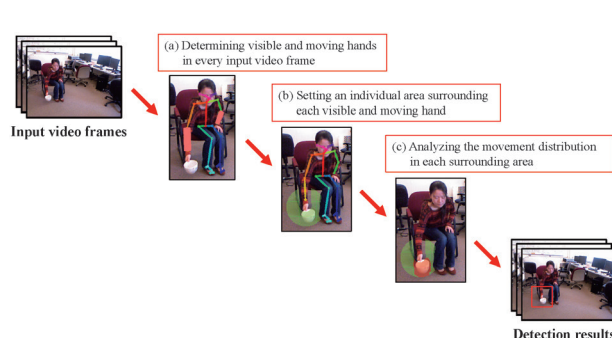
In recent years, information communication systems tend to be large-scale and complex systems which consist of clouds, the Internet, many kinds of sensors, edge networks, hand-held devices, etc. In order to utilize these systems effectively in our daily lives, new system construction methodology based on new design paradigm beyond user-centered computing should be essential. We are promoting research and development to establish communication environment where each entity in human community, society and environment performs high level mutual collaboration.

To utilize many kinds of entities such as computers, devices, networks, software components, etc, effectively, we have proposed the methods to combine those entities with software agents. The human-harmonic information communication infrastructure can be constructed with the cooperative behavior of the agents. Based on these methods, we are developing the design methodology and middleware for cyber-physical integration systems, the advanced multimedia information processing technologies, cloud service infrastructure, and also investigating several application systems such as green-oriented ICT, cyber-real integrated spaces, disaster-resistant information communication systems, smart city, etc.



マルチクラウド環境におけるセンサデータプラットフォーム iKaaS を利用したタウンマネージメントアプリケーション

A town management application using our IoT and data analysis platform with multiple clouds, iKaaS platform.



手の周囲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 motion distribution around hand

■研究キーワード■ 環境電磁工学／情報セキュリティ／情報ネットワークシステム

■KEYWORDS■ Electromagnetic compatibility / Information security / Information network systems



教授 曾根 秀昭  
Prof.  
Hideaki Sone



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) 環境電磁工学 (EMC) と電磁情報セキュリティ

情報通信機器からの電磁放射による情報漏洩のために秘密情報の機密性が損なわれる問題がある。暗号ハードウェアやその他の情報通信システムにおける不要電磁放射の抑制と電磁的情報漏洩の抑止について実験と数値計算により研究している。また、情報ネットワークケーブルのコネクタについて、接触性能の劣化のために起こる情報伝送の完全性のき損や電磁的情報漏洩の測定評価にも取り組んでいる。

### (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) EMC (electromagnetic compatibility) and electromagnetic information security

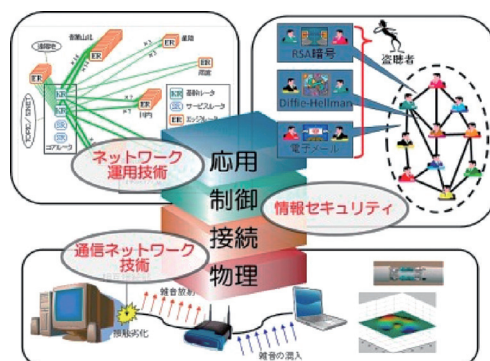
Electromagnetic emanation from ICT equipment might cause information leakage which dilutes confidentiality of secret information. Our experimental and computational studies include unintended electromagnetic radiation and electromagnetic emanation of cryptographic module and other communication systems. Related measurement study is contact performance degradation of transmission cable connector which affects on information integrity and electromagnetic information emanation.

### (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)

♠ = 0 ♠ = 1

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:

(1) ♠♠♠♠ → ♠♠♠♠ または ♠♠♠♠  
 $a \wedge b = 1$  または  $a \wedge b = 0$

(2) ♠♠♠♠ → ♠♠♠♠ または ♠♠♠♠  
 $a \wedge b = 1$  または  $a \wedge b = 0$

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

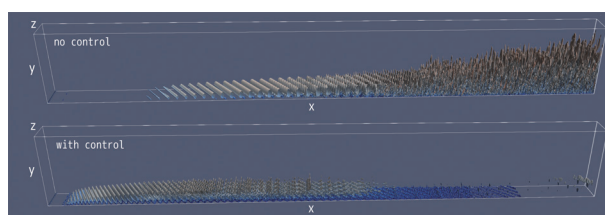
- Development of numerical methods for direct numerical simulation of flows which include complex geometries and/or moving objects
- Numerical study of reduction of aeroacoustic noise by porous materials

### (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

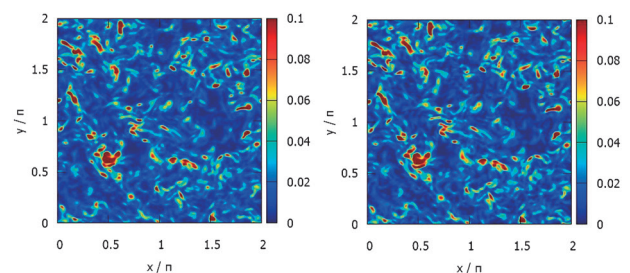
### (3) Vortex dynamics and hydrodynamic stability

- 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

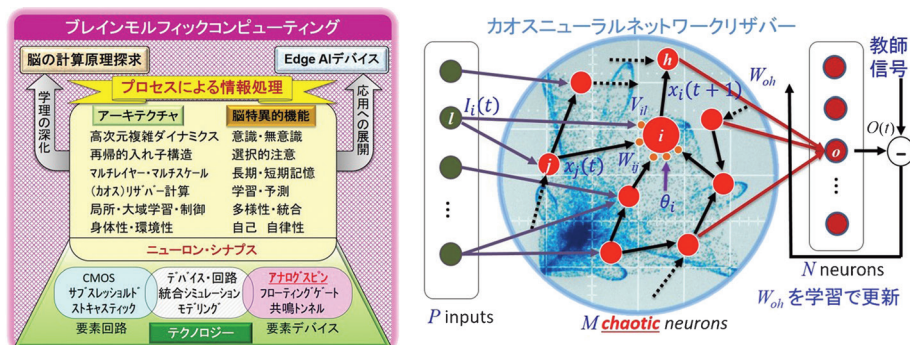
我々の脳は、非常に複雑ではあるが一定の構造を持った夥しい数の神経細胞から成るネットワークから構成されている。この大規模な物理・化学系による高度な情報処理は、デジタル計算機とは全く異なる原理で行われている。

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こ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因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。

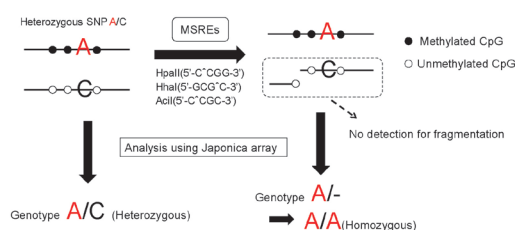
精神疾患に関する研究では、精神疾患における中枢ヒスタミンの役割についての研究や、精神疾患の感受性遺伝子の検索を行っている。

## Research in the pathogenesis of multifactorial diseases

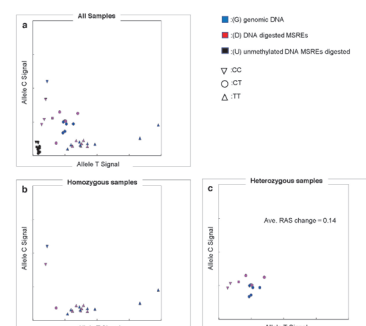
The regulatory systems categorized into three types, neural, humoral and behavioral mechanisms play an important role in maintenance of the homeostasis of the body. These control systems response and compensate by the second, by the minute, by the hour, by the day or by the year to the internal or external 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 三合一 史和  
Assoc. Prof.  
Fumikazu Miwakeichi客員准教授 小山 慎介  
Assoc. Prof.  
Shinsuke Koyama

## 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、持続的森林資源管理におけるリスク評価モデルの構築・経済分析などである（図右）。（吉本）

データ主導のアプローチでの時空間解析に関する方法論の研究を行っており、主な研究対象は神経データである。最近の技術の進歩により高い時間、空間解像度での計測が可能となっているが、極めて S/N 比が低いデータから有意な生体賦活を検出するための統計解析法が必要である。現在は、そのための統計的時系列解析モデルの構築（図左）や部位間の機能的結合性を定量化する因果モデルに関する研究を行っている。（三合一）

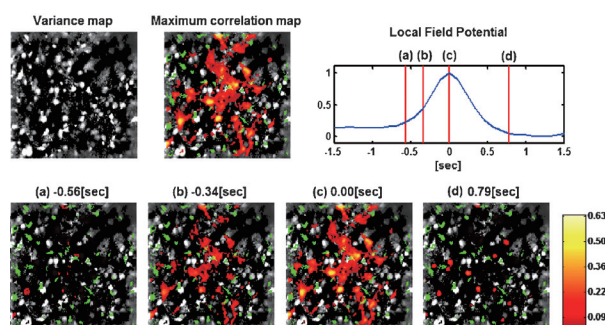
自然や社会にみられる複雑な現象の背後にある構造やパターンの発見に興味がある。そのために、確率モデリングやベイズ統計を主な方法論として、対象とする現象の数理モデリングと統計解析の研究を行っている。研究対象は、神経スパイクデータ、遺伝子制御ネットワーク、社会経済ネットワーク、量子情報、マッドパルス伝送と多岐にわたる。（小山）

## 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 (Right Fig.). (Yoshimoto)

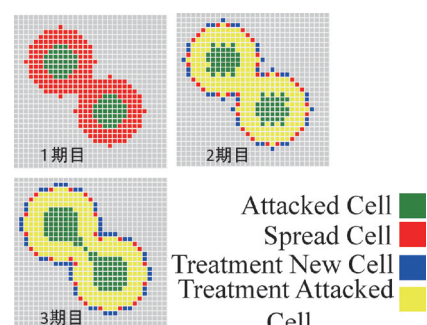
One of my current projects is methodological study of spatio-temporal analysis based on data driven approach and its application to the neural data. Though recent progress in measurement techniques offers detailed spatio-temporal information, statistical method has not been well developed to detect significant biological activations in low S/N ratio data. We have been investigating statistical time series model for this purpose and causal model to quantify functional connectivity between regions (Left Fig.). (Miwakeichi)

I am interested in discovering the structures and patterns 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 spike trains, gene regulatory networks, social and economic networks, quantum information, and mud pulse telemetry. (Koyama)



脳幹において検出されたグリア細胞（緑）と吸息性ニューロンの活動の時間的遷移（赤）

Detected astrocyte (green) and temporal changing to the inspiratory neural activation (red) in the brain stem



セル・オートマンによる外来種拡散と制御

Invasive species spread by cellular automaton and its control

■研究キーワード■ 数学連携

■KEYWORDS■ Collaborative Mathematics Research

■室長



研究科長 尾畑 伸明  
Dean, Prof.  
Nobuaki Obata

## 数理科学を中心とした，異分野連携及びその推進

数理科学は様々な科学分野において基礎的な学問であり，糊しろとして駆使することで異分野の橋渡しとすることが出来ます。それにより，数学者による従来の基礎研究が活用されるだけでなく，更には新しい理論を生み出すことにつながります。このような数学の汎用性と抽象性の強みを最大限生かすことで，数学連携推進室では，数理科学を中心とした諸科学分野の連携及びその推進を目指した取り組みを行っており，その一環として応用数学連携フォーラムを運営し様々な分野の研究者が講演・議論できる環境を提供しています。

## Collaborative Study of mathematics and other fields

Mathematical science can play important roles in science, by serving as an intermediary. Thereby, not only existing results by mathematician might be used, but also the intermediary causes creations of new theories. In Collaborative Mathematical Research Unit (CMRU), we address the intermediary of wide variety fields of science, and as a part of activities we manage Applied Mathematics Forum (AMF) in which researchers who have different specialized field can get together, discuss and figure out something new breakthrough.

■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 曾根 秀昭  
Prof. Hideaki Sone

## ■ 副室長



教授 田中 和之  
Prof. Kazuyuki Tanaka

## ■ 室員



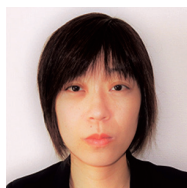
教授 菅沼 拓夫  
Prof. Takuo Suganuma



特任准教授(研究) 金谷 吉成  
Assoc. Prof. Yoshinari Kanaya



准教授 鈴木 顕  
Assoc. Prof. Akira Suzuki



准教授 高橋 晶子  
Assoc. Prof. Akiko Takahashi

## 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

## ■ 副室長



特任教授(運営) 加賀 武志  
Prof.  
Takeshi Kaga

## 研究の企画

研究企画室では、情報科学研究科における研究を促進し、また外部への広報を行うための業務を行っています。研究科における研究課題の調査及び外部資金の導入に関する助言、市民および産業界に対する広報等を実施します。

研究企画室には URA(University Research Administrator)を置いて、国内および世界における情報科学技術の動向を調査し、また外部資金の導入に関し、情報科学研究科の教員や大学院生等の研究者に対し助言を行います。また、産業界への窓口として情報科学研究科の活動にご興味のある皆さんに研究者の紹介を行います。

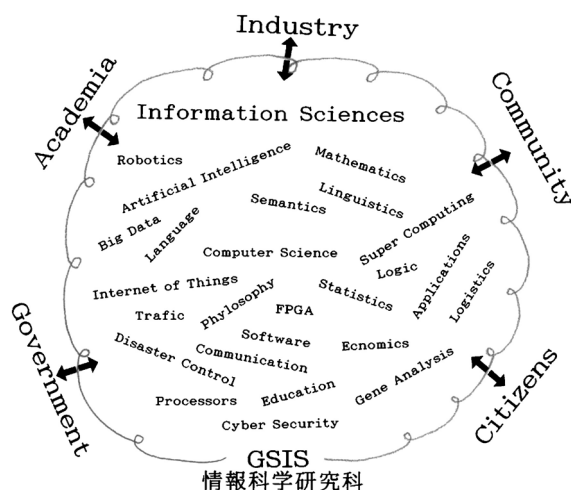
1. 情報科学、特に AIや IoTなどの急速な発展はこれからの社会を大きく変えようとしています。その中で情報科学研究科としてどのような研究を行っていくかについて検討し今後の方向を決めていきます。
2. 情報科学に関するシンポジウムの開催等により情報科学研究科の活動を広く社会に伝えます。
3. 我が国の抱える課題を解決していくため、情報科学研究科の研究者が政府や産業界と協力して研究開発活動を行うための助言を行います。

## Research Planning

The mission of Research Planning Office is to promote research activities of the Graduate School of Information Sciences and to do public relations. Organizing the Research Planning Committee and the Science Promotion and Public Relations Committee, the office conducts new research subjects studies, public relations activities to citizens and Industries.

A University Research Administrator is appointed to the Office. He will study the recent trend of the information science both global and nationwide and make advices to research staffs of GSIS on the introduction of outside research funds. He also is responsible for the industrial relations and welcomes the interested industry people in introducing GSIS researchers.

1. Rapid advancement of the information sciences especially Artificial intelligence and Internet of things (IoT) technology will greatly change our society. The office will decide the future direction of research in the GSIS in such circumstances.
2. By symposia on GSIS activities, the office will publicly disseminate information.
3. GSIS researchers are willing to cooperate with the government and industry in order to solve national problems through information sciences. The office will help those activities.



主催セミナー

■ 広報室長



教授 加藤 寧  
Prof.  
Nei Kato

## 研究科のプレゼンス向上のための企画と実務

広報室は、2018年度より研究科のプレゼンス向上のための企画と実務を行うことを目的に新設されました。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



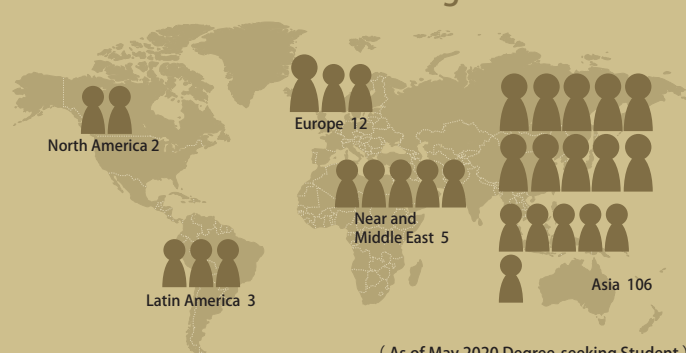
准教授 山田 和範  
Assoc. Prof.  
Kazunori Yamada

## ■ 室員



特任助教(研究) Mohammad  
Samy Baladram  
Assoc. Prof.  
Mohammad Samy Baladram

## Hometown of the foreign student



( As of May 2020 Degree-seeking Student )



## 留学した日本人学生から

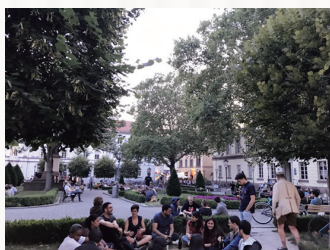


システム情報科学専攻 D1  
自然言語処理学  
データ科学国際共同大学院所属

## 伊藤 拓海

2019年8月、ドイツのゲッティンゲン大学で開催された Data Science Summer School に参加しました。このサマースクールでは統計やアルゴリズム、ツールの使い方など様々なことを学びました。特に、講義で扱う内容が非常に多岐にわたり、普段の研究生生活では扱わない様々なデータやアルゴリズムについて知見を深めることができました。

このサマースクールには僕を含め、研究室から3人も参加し、また、他大学の日本人学生も多く、日本語を使う機会もそれなりにありました。特に、栗林君とはホテルも同室でした。このサマースクールに参加した目的の一つが英語力の向上であったため、初日に栗林君と英語で会話しよう、他の学生と多く会話しようと2人で約束したのを覚えています。実際、一番多くのことを学び、良い思い出となっているのは、サマースクールの参加者や現地の方との交流です。講義が終了すると、近くのお店で瓶ビールを買い、芝生の上に座って研究や、趣味、それぞれの国の文化など様々な話をしました。自分の知らない文化や考えに触れられ、刺激になりました。徐々に現地の学生とも仲良くなり、週末にはおすすめの飲食店やお土産のお店などを案内してもらいました。非常に良い英語の訓練にもなったと思います。



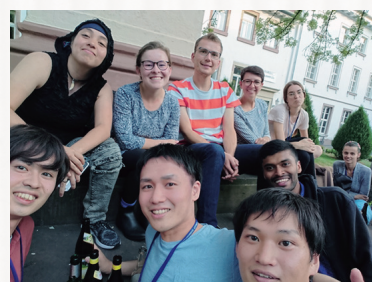
システム情報科学専攻 D1  
自然言語処理学  
データ科学国際共同大学院所属

## 栗林 樹生

2019年8月、ドイツのゲッティンゲン大学で開催された Data Science Summer School に参加しました。研究室の先輩が参加していたことや、英語の力を伸ばしたいというモチベーションがあったのはもちろんのこと、研究科から経済支援を受けられるという側面も参加に至った理由として大きいと考えており、様々な観点から魅力的なプログラムであったと感じています。

サマースクールでは、統計やアルゴリズムといった基礎から、ツールを活用した実践的な内容まで、まさにデータサイエンスに関連する様々な内容について学びました。例えば R を使って、医療データの分析を行う講義などがありました。グループワークなどもあり、海外の学生と交流する（いい意味で、交流せざるを得ない）状況も多く、英語の訓練にもなりました。

プログラム外では、参加者と一緒に山に登ったり、大学の寮の近くにあるバーに遊びに行ったり、ビールを飲んだり、異なる文化・環境を満喫していました。自分と異なるバックグラウンドをもつ海外の学生はもちろんですが、他の大学や研究室から参加している比較的境遇に近い日本人の学生とも交流する機会になり、「研究生生活どんな感じ?」のような他愛もない会話から、ビールを片手に話が弾んだことも覚えています。また、英語力の必要性を痛感し、東北大学が開講する、他の英語学習プログラム（TEA's English）などにも積極的に参加するきっかけとなりました。



## Interview of Foreign Student



情報基礎科学専攻 M1  
情報基礎数理学 I  
Data Sciences Program 所属

Steven Surya  
Tanujaya

I am a bachelor in mathematics from Indonesia. I started my master study in Tohoku University through Data Sciences Program II (DSP II). I must say that Tohoku University is a perfect place for foreign students in Japan. Besides providing exchange programs and international programs from many research fields, there is also Japanese Language Program that provides beginner to advanced level Japanese language courses freely for those who are interested in learning Japanese language and culture. Moreover, the Sendai city, where the Tohoku University is located, is a really nice place to live. This is a big city with abundant trees that provide not only fresh air but also a nice environment with perfect temperature. It is also surrounded by numerous tourist sites, cultural sites, mountains and sea.

For the academic activity, Tohoku University also supports any research activity. Regarding quality life in campus research activity, the professors and staff are very helpful and mindful. Besides my research activity, as a DSP student, I also need to take some credits on data science related subjects, training, and big-data challenges. Those courses not only focus on theoretical concepts but also provide real-life practical skills in data science related fields. Some of those courses were also taught in English. So far, I have got a positive learning experience through my research and studying at Tohoku University. The combination of positive learning experience and nice living environment make studying at Tohoku University one of the most meaningful decisions in my life.



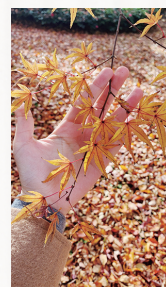
応用情報科学専攻 M1  
生命情報システム科学  
Data Sciences Program 所属

## Yovita Ardiyani

As one of the students in the Data Sciences Program (DSP), I am blessed to get an opportunity to study in Tohoku University that provides international ambience, both in classes and research-life. There are also Japanese language classes for foreign students, to advance our capability and blend in community. During my application and my life in Sendai, I also got a lot of help from DSP staff. I am very thankful to the International Liaison Office, who are very thoughtful and willing to help us in any conditions.

In my opinion, besides the quality of Tohoku University, the Sendai city also has a significant influence on the quality of learning. Sendai is really suitable for people who want to pursue a higher education and learn the Japanese culture. It's convenient, not crowded and at the same time, closely bound to the beauty of nature. Sendai also has many remarkable places and events, varying from historical sites until present-day celebration festivals. There are many wisdoms that I could take from Sendai's memorable places. For example, be aware and respect the history (from Zuihoden Mausoleum and Sendai Arahama Elementary School), be helpful and keep the discipline ethic of work (from Bansuisodo), and many more.

Being a student of Tohoku University in Sendai to expand my knowledge is the best choice I ever made! And I hope you would do the same to join Tohoku University in Sendai





# 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
- 1. 博士課程前期 2 年の課程 (当該年度 10 月入学生)  
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
- 2. 博士課程前期 2 年の課程 (翌年度 4 月入学生)  
対象: 一般、社会人、外国人留学生等
- 3. 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
- 4. 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:
- 1. 博士課程前期 2 年の課程 (翌年度 4 月入学生)  
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。
- 2. 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おります。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

### 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)

	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)

## 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

時期 7 月下旬  
(2020 年度は中止)

場所 東北大学大学院情報科学研究科棟  
青葉山キャンパス  
(仙台市青葉区荒巻字青葉 6-3-09)



オープンキャンパスでは、情報科学研究科が行っている研究・教育の一端を知ってもらい、将来多くの若人が情報科学という新しい「総合科学」を志す道をつくりたいと考えています。「大学院入学案内コーナー」も開設する予定です。高校生はもちろん、大学院進学等をめざしている学内外の大学生・社会人の方々のご来場もお待ちしております。

# 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、在学中に留学により修得した単位数などと併せて10単位を上限として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を超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〉 平成30年度：28名、令和元年度：23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〉 平成29年度：4名、平成30年度：4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。

＜令和元年度受給実績（震災特別枠を含む）＞

### ■日本人学生

- ・公益財団法人 日揮・実吉奨学会1名 ・リオティント・コマツ（東北大学）3名 ・岩井久雄記念宮城奨学育英基金2名
- ・杜の邦育英会2名 ・本庄国際奨学財団1名 ・中村積善会1名 ・東北大学グローバル萩博士6名
- ・高島科学技術振興財団1名 ・ソフトバンクAI人材育成奨学金1名 ・出光（潤滑技術）奨学金1名 ・竹中育英会1名

### ■外国人留学生

- ・財団法人 青葉工学振興会2名 ・亀井記念財団1名 ・東北大学グローバル萩博士3名 ・公益財団法人 日本台湾交流協会奨学金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。

＜令和元年度受給実績＞

- ・日本学生支援機構 学習奨励費1名 ・文部科学省国費留学奨学金32名
- ・日本学生支援機構奨学金 第一種105名 第二種7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。

＜令和元年度実績（情報科学研究科）＞

- ・第1学期授業料 全額免除34名、半額免除100名 ・第2学期授業料 全額免除25名、半額免除99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

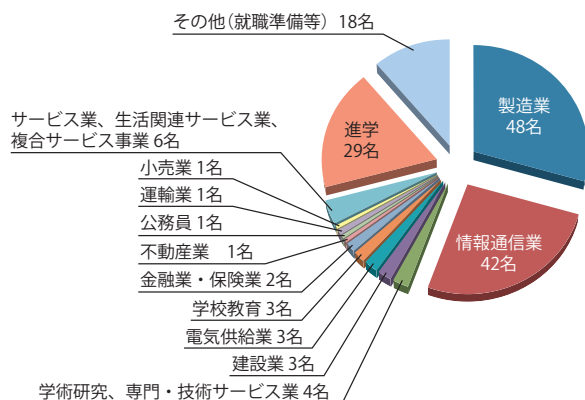
専攻	免許状の種類	中学校教諭専修免許状	高等学校教諭専修免許状	
情報基礎科学専攻		数 学	数 学	情 報
システム情報科学専攻		数 学	数 学	情 報
人間社会情報科学専攻		社 会	公 民	情 報
		英 語	英 語	
応用情報科学専攻		数 学	数 学	情 報

### ■免許状の種類・教科

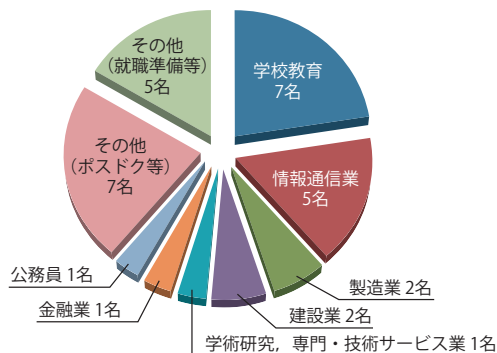
免許状の種類	所要資格	基礎資格	大学院において取得することを必要とする専門科目の最低取得単位数
中学校教諭専修免許状 （数 学 ・ 社 会 ・ 英 語）		修士の学位を有すること	24
高等学校教諭専修免許状 （数 学 ・ 公 民 ・ 情 報 ・ 英 語）			

## 修了後の進路 (令和元年度修了生)

### 博士前期課程 (9月修了・3月修了 計162名)



### 博士後期課程 (9月修了・3月修了その他 計31名)



#### ■主な就職先 (博士前期課程)

製造業	LG Electronics (韓国)、NEC、SUBARU、アイシン精機、アルプスアルパイン、キヤノン、クボタ、スズキ、セイコーエプソン、セイデンテクノ、ソニー、ダイキン工業、トヨタ自動車、パナソニック、ホシデン、ニューフレアテクノロジー、リコー、旭化成、小松製作所、住友化学、東精エンジニアリング、豊田自動織機、日本アイ・ピー・エム、日本車輌製造、日立ハイテクノロジーズ、日立建機、日立製作所、富士フイルム、富士通、豊田合成、本田技研工業、三菱電機
情報通信業	Indeed Japan、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、QuantumCore、SBテクノロジー、Tencent (中国)、VOYAGE GROUP、アイシス、アマゾン ウェブ サービス ジャパン、エヌ・ティ・ティ・コムウェア、エヌ・ティ・ティ・データ、エムスリー、グリー、コーエーテクモゲームス、サイバネットシステム、シスコシステムズ合同会社、セントラルソフト、ディー・エヌ・エー、データフォーシーズ、フォルシア、プランディット、ヤフー、リクルート、東社シーテック、東日本電信電話、日鉄ソリューションズ、日本放送協会、野村総合研究所、三菱スペース・ソフトウェア、楽天
学術研究、専門・技術サービス業	KPIT Technologies Ltd.、PwC コンサルティング合同会社、一般財団法人日本海事協会、日本電管
建設業	China Airport Construction (中国)、パシフィックコンサルタンツ、日本工営
電気供給業	東北電力、東北電力ネットワーク
学校教育	学校法人聖和学園、茨城県教員、宮城県教員
金融業・保険業	かんぽ生命保険、野村證券
不動産業	三井不動産
運輸業	東日本旅客鉄道
小売業	ファーストリテイリング
サービス業、生活関連サービス業、複合サービス事業	エヌ・ティ・ティ・コムウェア、コーエーテクモホールディングス、ビッグツリーテクノロジー&コンサルティング、日本総合研究所、船井総合研究所
公務員	東京都
進学	東北大学大学院情報科学研究科、京都大学大学院医学研究科

#### ■主な就職先 (博士後期課程)

学校教育	University of San Carlos (フィリピン)、東北大学、豊橋技術科学大学
情報通信業	Splink、インフィニットループ、コアコンセプト・テクノロジー、ディライトワークス、富士通研究所
製造業	デンソー、日産自動車
建設業	オリエンタルコンサルタンツ、パシフィックコンサルタンツ
学術研究、専門・技術サービス業	オムロンサイニクエックス
金融業	みずほ第一フィナンシャルテクノロジー
公務員	福島県
その他(ポスドク等)	東北大学大学院情報科学研究科学術研究員、東北大学大学院情報科学研究科博士特定研究員、東北大学サイバーサイエンスセンター学術研究員、京都大学高等研究院特定研究員、日本学術振興会特別研究員(熊本大学)

※本人からの届出による

## 在学生数

(令和2.5現在)

専攻	種別	課 程 別							合 計
		博士前期課程			博士後期課程				
		学年		計	学年			計	
		1年次	2年次		1年次	2年次	3年次		
情報基礎科学専攻	総 数	39名	35名	74名 (男67 女7)	6名	6名	7名	19名 (男16 女3)	93名 (男83 女10)
	留学生	10名	7名	17名	3名	4名	1名	8名	25名
	社会人	0名	0名	0名	0名	0名	4名	4名	4名
システム情報科学専攻	総 数	49名	50名	99名 (男92 女7)	19名	15名	11名	45名 (男36 女9)	144名 (男128 女16)
	留学生	10名	11名	21名	10名	7名	4名	21名	42名
	社会人	0名	0名	0名	4名	3名	4名	11名	11名
人間社会情報科学専攻	総 数	20名	26名	46名 (男29 女17)	13名	4名	23名	40名 (男25 女15)	86名 (男54 女32)
	留学生	8名	11名	19名	6名	2名	3名	11名	30名
	社会人	0名	2名	2名	4名	0名	15名	19名	21名
応用情報科学専攻	総 数	46名	54名	100名 (男95 女5)	7名	6名	10名	23名 (男20 女3)	123名 (男115 女8)
	留学生	6名	5名	11名	2名	1名	3名	6名	17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	165名	319名 (男283 女36)	45名	31名	51名	127名 (男97 女30)	446名 (男380 女66)
	留学生	34名	34名	68名	21名	14名	11名	46名	114名
	社会人	0名	3名	3名	9名	4名	25名	38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(2019年度)

受賞月日	氏名	賞名
2020.03.20	青木 裕一 助教(東北メディカルメガバンク機構)、 岡村 容伸 助教(同)、田高 周 助教(同)、 木下 賢吾 教授、大林 武 准教授	日本植物生理学会 PCP Top Cited Paper 論文賞 (Regular Paper)
2020.03.16	乾 健太郎 教授	言語処理学会第 26 回年次大会 (NLP2020) 言語資源賞
2020.03.16	乾 健太郎 教授、井之上 直也 助教	言語処理学会第 26 回年次大会 (NLP2020) 言語資源賞
2020.03.16	清野 舜、三田 雅人、鈴木 潤 准教授、 乾 健太郎 教授	言語処理学会第 26 回年次大会 (NLP2020) 優秀賞
2020.03.16	松田 耕史、鈴木 潤 准教授、乾 健太郎 教授	言語処理学会第 26 回年次大会 (NLP2020) 優秀賞
2020.03.16	鈴木 潤 准教授、乾 健太郎 教授	言語処理学会第 26 回年次大会 (NLP2020) 最優秀賞
2020.03.16	鈴木 潤 准教授	言語処理学会第 26 回年次大会 (NLP2020) 優秀賞
2020.03.05	加藤・川本研究室	ネットワークシステム研究会 ネットワークシステム研究賞
2020.02.22	毛 伯敏 助教	丹羽保次郎記念論文賞
2020.01.07	篠原 歩 教授	令和元年度 東北大学全学教育貢献賞を受賞
2019.11.29	川崎 洋輔 助教	一般社団法人システム科学研究所 米谷・佐佐木賞(学位論文部門)
2019.11.20	藤田 和之 助教、石原 好貴(大阪大学)、白井 僚(同)、 伊藤 雄一 准教授(同)、尾上 孝雄 教授(同)	The 12th ACM SIGGRAPH Conference and Exhibition on Computer Graphics and Interactive Techniques in Asia (SIGGRAPH Asia 2019) Best Demo Voted by Committee
2019.11.19	加藤 寧 教授	クラリペイト・アナリティクス 2019 Highly Cited Researchers (Computer Science 分野) 選出
2019.11.12	加藤・川本研究室	IEEE Transactions on Computers 2018 年最優秀論文賞
2019.10.17	鏡 慎吾 准教授、橋本 浩一 教授	18th IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR 2019) Best Paper Honorable Mention Award
2019.09.05	渡辺 将広 特任助教(研究)	日本ロボット学会研究奨励賞
2019.08.30	鈴木 潤 准教授、乾 健太郎 教授	情報処理学会 第 241 回自然言語処理研究会 優秀研究賞
2019.08.28	乾 健太郎 教授、鈴木 潤 准教授	NLP 若手の会 (YANS) 第 14 回シンポジウム 奨励賞
2019.08.28	三田 雅人、鈴木 潤 准教授、乾 健太郎 教授	NLP 若手の会 (YANS) 第 14 回シンポジウム 奨励賞
2019.08.28	三田 雅人、塙 一晃	NLP 若手の会 (YANS) 第 14 回シンポジウム 萌芽研究賞
2019.08.23	Ilya Afanaasyev, Vadim Voevodin, Vladimir Voevodin, Kazuhiko Komatsu, Hiroaki Kobayashi	The 15th International Conference on Parallel Computing Technologies (PaCT 2019) Best Paper Award
2019.07.10	乾 健太郎 教授	「Google AI for Japan」に採択
2019.07.10	矢部 貴大 (Purdue University)、坪内 孝太 (Yahoo! Japan)、藤原 直哉 (東北大学)、関本 義秀 (東京大学)、Satish V. Ukkusuri (Purdue University)	NetMob2019 Poster Competition 2nd Prize
2019.05.29	加藤 寧 教授	2019 DISTINGUISHED TECHNICAL ACHIEVEMENT RECOGNITION AWARD
2019.05.22	Salaan Carl John (修了生)、多田隈 建二郎 准教授 (PI)、 岡田 佳都 (研究科研究員)、坂井 祐介 (修了生)、 大野 和則 准教授 (東北大学未来科学技術共同研究センター)、田所 諭 教授	IEEE ICRA Best Paper Award on Mechanisms and Design
2019.05.12	鈴木 潤 准教授	ICLR 2019 Outstanding Reviewers
2019.05.03	大関 真之 准教授、岡田 俊太郎	Scientific Reports 2018 年に物理学分野で最も読まれた論文 Top100 選出
2019.04.20	大関 真之 准教授	平成 30 年度 船井学術賞
2019.04.18	田所 諭 教授	日本機械学会賞技術功績賞
2019.04.17	田所 諭 教授	文部科学大臣表彰・科学技術賞(研究部門)
2019.04.09	後藤 英昭 准教授	文部科学大臣表彰・科学技術賞(開発部門)



# 学生の受賞 (2019年度)

受賞月日	氏 名	賞 名
2020.03.25	清水 杜織、チアゴ コウケツ ロドリゲス、寺岡 諒、岡田 俊太郎	令和元年度 情報科学研究科長賞
2020.03.17	寺岡 諒	日本音響学会学生優秀発表賞
2020.03.16	小林 悟郎、栗林 樹生、横井 祥、鈴木 潤、乾 健太郎	言語処理学会第 26 回年次大会 (NLP2020) 最優秀賞
2020.03.16	横井 祥、高橋 諒、赤間 怜奈、鈴木 潤 准教授、乾 健太郎教授	言語処理学会第 26 回年次大会 (NLP2020) 最優秀賞
2020.03.16	Diana Galvan-Sosa、松田 耕史、鈴木 潤 准教授、乾 健太郎 教授	言語処理学会第 26 回年次大会 (NLP2020) 優秀賞
2020.03.16	三田 雅人	言語処理学会第 26 回年次大会 (NLP2020) 若手奨励賞
2020.02.24	林 大悟、鈴木 蒼生、土田 太一	DA・TE・APPS! 2020 IT コンテスト [課題解決型 IT サービス部門] 最優秀賞
2019.12.25	織間 健守、小林 颯介、鈴木 正敏、赤間 怜奈	第 22 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
2019.12.24	片田 晃輔	日本音響学会東北支部若手研究者優秀論文賞
2019.12.13	加藤 美奈	IEEE Sendai Section The Best Paper Prize
2019.12.03	佐藤 志貴	人工知能学会 言語・音声理解と対話処理研究会 (SLUD) 第 87 回研究会 (第 10 回対話システムシンポジウム) 若手萌芽ポスター賞
2019.11.12	加藤 美奈、林 賢志	情報処理学会第 27 回マルチメディア通信と分散処理ワークショップ (DPSWS2019) 優秀プレゼンテーション賞 (加藤美奈)、優秀ポスター賞 (林 賢志)
2019.11.11	Mengting Huang、藤田 和之 助教、高嶋 和毅 准教授、土田 太一、北村 喜文 教授、真鍋 宏幸 教授 (芝浦工業大学)	The 2019 ACM International Conference on Interactive Surfaces and Spaces (ISS 2019) Best Demo Award
2019.10.23	阿部 勇太	コンピュータセキュリティシンポジウム (CSS2019) 学生論文賞
2019.10.01	宮原 大輝	マルチメディア、分散、協調とモバイル (DICOMO2019) シンポジウム優秀論文賞
2019.09.05	MONASTEROLO Florent	日本音響学会学生優秀発表賞
2019.09.05	清水 杜織	日本ロボット学会研究奨励賞
2019.09.05	水野 直希	ロボティクスシンポジウム研究奨励賞
2019.08.30	鈴木 正敏、松田 耕史、大内 啓樹	情報処理学会 第 241 回自然言語処理研究会 優秀研究賞
2019.08.28	横井 祥、高橋 諒、赤間 怜奈	NLP 若手の会 (YANS) 第 14 回シンポジウム 奨励賞
2019.08.01	山内 悠	技術研究組合 国際廃炉研究開発機構 IRID シンポジウム最優秀賞
2019.07.19	千葉 直也、梅田 祥吾、荒井 俊太、胡 君傑	第 21 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
2019.07.05	宮原 大輝	マルチメディア、分散、協調とモバイル (DICOMO2019) シンポジウム優秀プレゼンテーション賞
2019.06.26	数田 直之	電子情報通信学会 インターネットアーキテクチャ研究会 学生研究奨励賞
2019.06.19	高屋敷 光、佐藤 雅之 助教、小松 一彦 准教授 (サイバーサイエンスセンター)、小林 広明 教授	ISC2019 HPC IN ASIA 最優秀ポスター賞
2019.06.19	北山 晃太郎	情報処理学会東北支部学生奨励賞
2019.06.06	大貫 和也	日本機械学会若手優秀講演フェロー賞
2019.06.06	鉄井 光	日本機械学会若手優秀講演フェロー賞
2019.06.06	堀江 新、永野 光 (元田所研特任助教)、昆陽 雅司 准教授、田所 諭 教授	日本機械学会 ROBOMECH 表彰
2019.06.06	安藤 久人、安部 祐一 (工学研究科助教)、山口 智香、昆陽 雅司 准教授、多田隈 建二郎 准教授、圓山 重直 (八戸高専)、田所 諭 教授	日本機械学会 ROBOMECH 表彰
2019.06.06	清水 杜織	日本機械学会若手優秀講演フェロー賞
2019.05.17	阿部 勇太	ISEC 研究会活動貢献感謝状
2019.05.16	尾留川 良太	暗号と情報セキュリティシンポジウム SCIS 論文賞
2019.05.16	佐々木 達也	暗号と情報セキュリティシンポジウム SCIS 論文賞

# 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

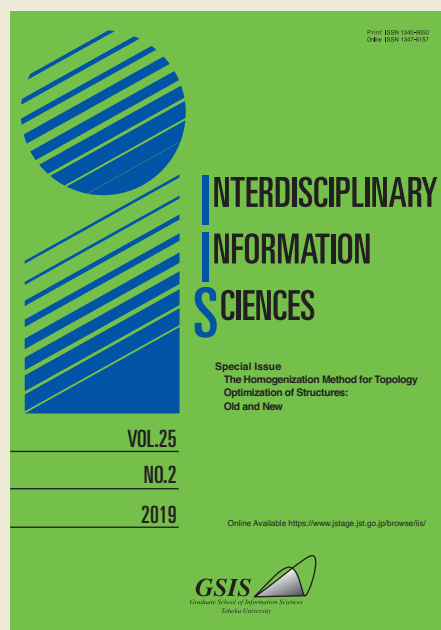
締結年度	協定校(国名)	関係部局
平成14年	GE4(欧州の40大学)	工学研究科、情報科学研究科
平成14年	慶北大学校(韓国)	工学研究科、情報科学研究科、多元物質科学研究所
平成15年	嶺南大学校(韓国)	工学研究科、情報科学研究科、文学研究科
平成17年	厦門大学(中国)	経済学研究科、工学研究科、情報科学研究科
平成21年	国立清華大学(台湾)	情報科学研究科、電気通信研究所
平成21年	国立中興大学(台湾)	情報科学研究科、工学研究科
平成21年	フィレンツェ大学(イタリア)	東北アジア、文学研究科、理学研究科、情報科学研究科
平成22年	チュロンコーン大学(タイ)	情報科学研究科、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

# 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、4名の編集顧問を東北大学外から、22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 800部印刷され、日本国内 300、国外 160の研究機関に定期刊行物として配布されています。さらに、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)としても発行されています。

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/>



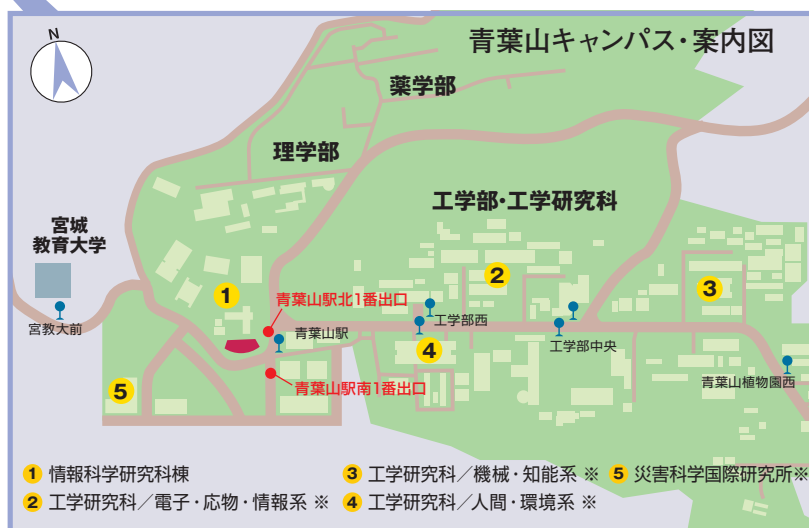
## For Further Information:

<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局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

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

