



# GSIS

Tohoku University  
Graduate School of Information Sciences

2024年(令和6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	研究企画室……………	74
研究科長挨拶……………	II	広報室……………	75
沿 革……………	IV	国際交流推進室……………	77
教育・研究体制……………	V	入学案内……………	79
情報基礎科学専攻……………	1	教育課程・年間スケジュール……………	80
システム情報科学専攻……………	19	各種支援制度・取得資格……………	81
人間社会情報科学専攻……………	37	修了後の進路・在学生数……………	82
応用情報科学専攻……………	55	教員・学生の受賞……………	83
量子コンピューティング共同研究講座 ……	71	学術交流協定校一覧……………	85
宇宙統合ネットワーク・レジリエント DX 共創研究所 ……	72	ジャーナルの刊行……………	86
実践的情報教育推進室……………	73	アクセス ……	87



# 情報科学研究科長挨拶

## 新しい情報科学の構築と展開

東北大学大学院情報科学研究科は1993年に東北大学で最初の独立研究科の一つとして創設され昨年で30周年を迎えました。文理融合を標榜する本研究科は、情報科学を自然科学系の分野としてだけでなく、人文・社会科学系の分野にもまたがる先端的かつ総合的・学際的な基礎学問として開拓し社会に貢献することを理念とし、情報基礎科学専攻、システム情報科学専攻、人間社会情報科学専攻、および応用情報科学専攻の4つの専攻から構成されています。研究科の発足以来、「研究第一主義」、「実学重視」及び「門戸開放」という本学の建学の精神に則り構成員が一丸となって様々な分野において優れた研究業績を挙げ世界を牽引すると共にこれまで4,099名の修士学位および959名の博士学位を授与し、学術の発展と産業技術の振興を支える卓越な人材を輩出してきました。



東北大学 大学院情報科学研究科  
研究科長 加藤 寧

ここでは近年高い評価を受けている研究科の代表的な研究及び教育活動についてご紹介させていただきます。

まずは研究活動について述べさせていただきます。2019年に設置された「タフ・サイバーフィジカルAI研究センター」は世界最高の研究実績を生かしSociety5.0の先を見通した取り組みを力強く展開しています。産官学民が一体となって様々な大型プロジェクトを推進していることは本センターの大きな特徴です。2020年12月に情報基礎科学専攻に設置された量子コンピューティング共同研究講座では産学の力を集結し技術分野を超えた共通課題の抽出と解決を目的に量子関連技術の基礎と応用の深化を目指しています。本学が2022年に「量子ソリューション拠点」として文部科学省に認定され本研究科は中心的な役割を果たしています。2011年1月に研究科に発足した数学連携教室では、数学の汎用性と抽象性の強みを生かし数理科学を中心とした様々な科学分野間の横断的な連携により基礎研究の応用から新領域の開拓まで異分野融合の取り組みを推進しました。現在その機能が「純粋・応用数学研究センター」に引き継がれています。2023年11月に「NEC×東北大学 宇宙統合ネットワーク・レジリエントDX共創研究所」が設置されました。本共創研究所では社会のグリーン化・レジリエント化への寄与を目指し、宇宙統合B5Gネットワークを起点としたネットワーク新技術の確立及び実用化に向け、産学連携により新技術の創出とその社会実装を図ります。

次に教育面においては2017年に開始されたデータ科学国際共同大学院（GP-DS）では学際性と国際性を重視し、学内の六つの部局及び海外の研究教育機関との連携によりデータ科学を様々な分野で活用できる世界最高水準の人材育成を行っています。2021年度から本研究科がハブとして学内の複数の研究科と連携した文部科学省国費外国人留学生の優先配置プログラム「デジタル・トランスフォーメーションを推進するデータ科学・AI実践人材の育成」がスタートし、実世界の問題発見や解決能力を持つグローバルに活躍できる人材育成を行っています。さらに2023年11月に本プログラムの後継プログラムとして「経済発展と社会的課題の解決に寄与するSociety 5.0時代の新しい学際領域人材の育成」というプログラム名で本研究科が申請し採択されました。これにより本研究科の国際化が更に加速しています。組織横断的な動きとして、2019年に情報基礎科学専攻に「データ基礎情報学」、2021年にシステム情報科学専攻に「人工知能基礎学講座」、2023年に応用情報科学専攻に「タフ・サイバーフィジカルAI学講座」と「先端応用データ科学講座」、そして2024年に応用情報科学専攻に「暗号プロトコル論講座」を設置しました。

今年は本学が国際卓越研究大学の第1号として認定される見込みで国内外から大きな注目を浴びています。また、本研究科において昨年に採択された「文部科学省の高度情報人材を強化するプログラム」により今年から30名の修士課程定員増となりました。これと平行して情報科学研究科2号館の新築工事も進められています。情報技術が進展している中、本研究科は従来にも増して社会から大きな期待が寄せられています。研究科の構成員が一体となり、多彩な研究分野を擁する本研究科の特徴を生かし、世界に貢献できる「新しい情報科学」を発信していく所存です。

今後ともご指導ご支援を賜りますようお願い申し上げます。

# Message from the Dean

---

## Message from the Dean

### The Establishment and Evolution of New Information Sciences

GSIS was established in 1993 as one of the stand-alone graduate schools at Tohoku University. Advocating for the integration between natural sciences and liberal arts, GSIS is pursuing the goal of promoting fundamental sciences based on interdisciplinary, comprehensive, and advanced research to bring about age-defining contributions to society. Currently, GSIS is comprised of four departments: Computer and Mathematical Sciences, System Information Sciences, Human-Social Information Sciences, and Applied Information Sciences. Since its inception, the three principles of 'Open Doors', 'Research First', and 'Practice Oriented Research and Education' that have been the spirit of Tohoku University since its foundation are followed by our graduate school, and all our members have been working together to achieve the goal of leading the world by excellent research and development results. I am proud to be able to witness that in a short amount of time, GSIS has built up a strong reputation in the fields of natural sciences and liberal arts domestically and internationally. By the end of the fiscal year of 2023, 959 doctoral course and 4,099 master's course students have graduated from GSIS, all of whom I believe with confidence are the important human resource that will support the development of academia and industry.

In recent years, GSIS has accelerated various research activities. Some of them are introduced below. In 2019, the Tough Cyber Physical AI Research Center (TCPAI) was established based on the world-class track record of its members to spearhead efforts foreseeing Society 5.0 and beyond. TCPAI features various joint projects through industry-government-academia collaboration. In 2020, the Joint Research Course for Quantum Computing was established in the Department of Applied Information Sciences to combine the strengths of academia and industry to extract and solve common problems beyond individual fields and to develop quantum-related basic and applied technologies. Thanks to such kind of effort and prominent achievements, Tohoku University was certified as the Center of Excellence for quantum solutions in 2021 by the Ministry of Education, Culture, Sports, Science, and Technology. In our GSIS, the Collaborative Mathematics Research Unit (CMRU) was founded in 2011 aiming at promoting the development of a collaborative study of mathematics and other fields of science, e.g., information sciences, life sciences, social and environmental sciences, among others, by riding on the strength of abstractness and versatility of mathematics. Through this approach, we will realize an interdisciplinary fusion ranging from fundamental research areas to new unexplored fields. In 2013, the Research Center for Pure and Applied Mathematics took over this role to promote further development. In 2023, NEC x Tohoku University Co-Creation Institute of Space-Integrated Network for Resilient Digital Transformation, a collaboration project between NEC Corporation and Tohoku University was initiated. It aims at developing new technologies for B5G and the implementation of those technologies for the society.

Looking at the educational aspect, in 2017, the Graduate Program in Data Science (GPDS) was initiated under the collaboration of six departments at Tohoku University and overseas universities aiming at developing superior talents who will lead industry and academia in Japan, emphasizing interdisciplinary and international collaboration. In 2021, a MEXT scholarship program for foreign students called "Development of Human Resource of Data Science and AI Promoting Digital Transformation" was adopted where GSIS functions as a leading organization in collaboration with several graduate schools of Tohoku University. This program aims at nurturing high-quality global human resources for problem-finding and problem-solving skills in the real world. Later in 2023, the successor program "Fostering human resources in new interdisciplinary fields in the Society 5.0 era" was also adopted to further promote the internationalization of GSIS. In 2021, with the leadership of GSIS, a "Joint Research Laboratory" with BRIDGESTONE was launched to experiment with new methods of industry collaboration at Tohoku University. Its goal is accelerating the DX in the industry through the approach of bringing theory with practice.

Looking toward the future, GSIS is expected to play a more important role in our society. I am looking forward to working with you and know that with your help we can move forward together.

Thank you for your continued support.

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

# 沿革

- 1993 年 ▶ 情報科学研究科の設置（情報基礎科学専攻、システム情報科学専攻、人間社会情報科学専攻）
- 1997 年 ▶ 電気通信研究所の情報ストレージシステム科学講座、機能集積科学講座を協力講座として増設
- 1998 年 ▶ 流体科学研究所の高速流体情報学講座、生体流動システム学講座を協力講座として増設
- 2001 年 ▶ 情報科学研究科研究実験棟落成（8,133 m<sup>2</sup>）  
言語文化部の協力講座テキスト情報解析論講座及び超言語的記号論講座を廃止し、基幹講座の分野として言語テキスト解析論分野及び基幹講座としてメディア情報学講座を新設  
情報シナジーセンターの協力講座計算機ネットワーク論講座及びプログラミング言語学講座を廃止し、協力講座として超高速情報処理論講座、情報セキュリティ論講座、広域情報処理論講座、情報ネットワーク論講座及び多元情報システム論講座を増設
- 2003 年 ▶ 応用情報科学専攻新設  
基幹講座：応用情報技術論講座、応用生命情報学講座  
協力講座：情報通信ソフトウェア学講座、情報ネットワーク論講座、流動システム情報学講座、ブレインファンクション集積学講座、健康情報学講座  
連携講座：複雑系統計科学講座  
システム情報科学専攻に流体科学研究所の融合流体情報学講座を増設
- 2004 年 ▶ 国立大学法人東北大学大学院情報科学研究科に移行
- 2005 年 ▶ システム情報科学専攻の電気通信研究所の情報物理学講座を高次視覚情報学講座に、情報ストレージシステム科学講座を情報コンテンツ学講座に変更
- 2006 年 ▶ システム情報科学専攻に電気通信研究所の協力講座として、ソフトウェア構成論講座を増設  
応用情報科学専攻に先端情報交換技術論（KDDI）寄附講座を設置  
（2009 年に先端情報共有技術論（KDDI）寄附講座に改称し、2012 年 3 月まで継続）
- 2010 年 ▶ 国際交流推進室を設置
- 2011 年 ▶ 数学連携推進室を設置
- 2012 年 ▶ 人間社会情報科学専攻に災害科学国際研究所の協力講座として、コミュニケーション心理学講座を増設  
実践的情報教育推進室を設置
- 2013 年 ▶ 応用情報科学専攻に東北メディカル・メガバンク機構の協力講座として、バイオメディカル情報解析学講座を増設  
研究企画室を設置
- 2018 年 ▶ 広報室を設置  
情報基礎科学専攻の超高速情報処理論講座を高性能計算論講座に名称変更
- 2019 年 ▶ 情報基礎科学専攻に教育情報基盤センターの協力講座としてデータ基礎情報学講座を増設  
情報基礎科学専攻に理化学研究所の連携講座として先進的計算システム論講座を増設
- 2020 年 ▶ 量子コンピューティング共同研究講座を設置  
数学連携推進室を閉室
- 2021 年 ▶ システム情報科学専攻にデータ駆動科学・AI 教育研究センターの協力講座として、人工知能基礎学講座を増設  
Google 学習先端技術寄附講座を設置（2023 年 4 月まで継続）
- 2022 年 ▶ 統計数理学講座を設置、学習心理情報学講座を設置
- 2023 年 ▶ 先端応用データ科学講座、タフ・サイバーフィジカル AI 学講座を設置  
宇宙統合ネットワーク・レジリエント DX 共創研究所を設置
- 2024 年 ▶ 暗号プロトコル論講座を設置

# 歴代研究科長

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

# 令和6年度 教育・研究体制

研究科長  
Dean

加藤 寧  
Nei Kato

副研究科長  
Vice Dean

橋本 浩一、田中 和之  
Koichi Hashimoto, Kazuyuki Tanaka

研究科長補佐  
Executive Adviser to the Dean

須川 敏幸、徳川 直人、張山 昌論  
Toshiyuki Sugawa, Naohito Tokugawa, Masanori Hariyama

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

人工知能基礎学  
Fundamental Artificial Intelligence

システム情報科学専攻

Department of  
System Information Sciences

専攻長：岡谷 貴之  
Chair : Takayuki Okatani

情報基礎科学専攻

Department of  
Computer and Mathematical Sciences

専攻長：瀬野 裕美  
Chair : Hiromi Seno

量子コンピューティング  
共同研究講座

Joint Research Group for Quantum Computing

宇宙統合ネットワーク・  
レジリエント DX 共創研究所

Co-Creation Institute of Space-Integrated  
Network for Resilient Digital Transformation

応用情報科学専攻

Department of  
Applied Information Sciences

専攻長：堀尾 喜彦  
Chair : Yoshihiko Horio

人間社会情報科学専攻

Department of  
Human-Social Information Sciences

専攻長：河野 達仁  
Chair : Tatsuhito Kono

国際交流推進室

International Liaison Office

実践の情報教育  
推進室

Education Section for Practical IT

研究企画室

Research Planning 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

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

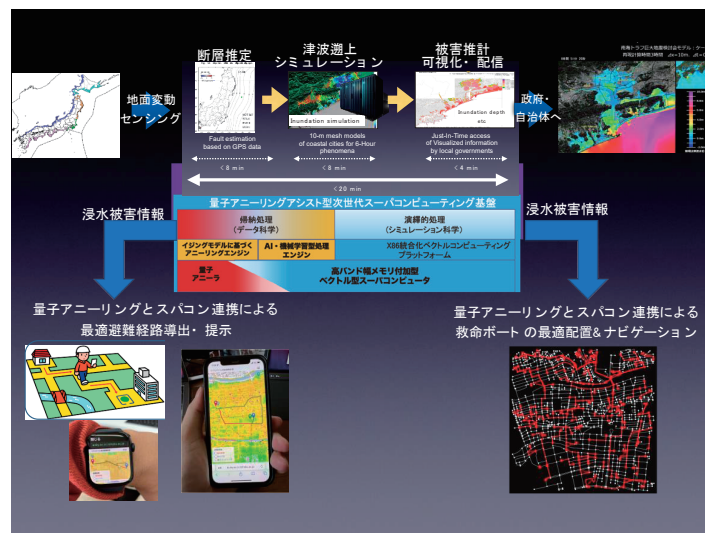
先端応用データ科学  
Advanced Applied Data Science

タフ・サイバーフィジカル AI 学  
Tough Cyberphysical AI

暗号プロトコル論  
Cryptographic Protocols

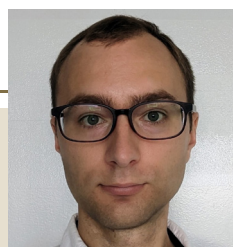
複雑システム科学 (統計数理研究所)  
Statistical Science for Complex Systems





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、先進的計算システム論（連携講座）の7講座からなっています。

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



情報科学基礎専攻 博士後期課程3年  
高性能計算論（滝沢寛之研究室）

マイケルライアンザイルスキ Michael Ryan Zielewski

在学生からのメッセージ

情報科学研究科に入学した最大の理由は、最先端の研究テーマを含む多様な研究テーマから選択できることでした。私は、郵便物の最短配達経路を求めるような最適化問題を解くために用いられる量子アニーリングを研究することにしました。量子コンピュータは、私たちが日常的に使っているコンピュータとは根本的に異なるため、それを使う機会はそうそうありません。しかし、情報科学研究科では量子コンピュータを利用することができ、私は興味深い急速に発展している分野の研究を行うことができました。

廃棄物削減や持続可能な技術が毎日のようにメディアで取り上げられる時代、私はこれらのトピックからインスピレーションを得て、研究に応用しました。量子コンピュータの結果を向上させる従来のアプローチでは、通常、長時間の使用が必要であり、効率的ではありません。私の研究は、より短時間で優れた結果を得て、効率を上げることに焦点を当てています。量子コンピュータはまだ一般的なものではありませんが、私の研究が他の研究者に刺激を与え、社会の技術の発展に貢献できることを願っています。



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

\* 協力講座 ◎ 連携講座

■研究キーワード■ 組合せ論／代数的グラフ理論／組合せデザイン／有限群論／結び目／3次元多様体／量子不変量／Heegaard Floer ホモロジー

■KEYWORDS■ combinatorics / algebraic graph theory / combinatorial designs / finite group theory / knots / 3-dim manifolds / quantum invariants / Heegaard Floer homology



教授 宗政 昭弘  
Prof.  
Akihiro Munemasa



准教授 鮑 園園  
Assoc. Prof.  
Yuanyuan Bao

## 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

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、ユニモデ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、格子の構成、分類やその間の関係を研究している。

### 結び目と3次元多様体の研究

結び目と3次元多様体を研究しています。特に量子不変量と Heegaard Floer ホモロジーに興味を持っています。量子群の表現から Yang-Baxter 方程式の解である R-行列を作り、それを用いて組紐群の行列表現を与えることで、結び目の量子不変量を構成できます。そして、Heegaard Floer ホモロジーはシンプレクティック幾何学のテクニックを用いて定義された不変量です。このような代数、解析的な方法で定義された不変量の位相的な応用と解釈に興味を持って研究しています。

## Research on mathematical theory with algebraic or discrete approach

### (1) Algebraic combinatorics

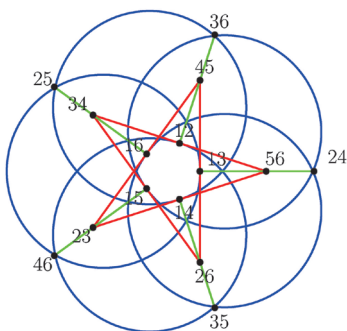
The theory of association schemes has been developed to unify the application of linear programming to coding theory and design theory by Delsarte in 1970's. It generalizes the action of finite groups, and gives a framework for algebraic graph theory, algebraic coding theory and combinatorial design 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 and lattices

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 and lattices, and study their relations.

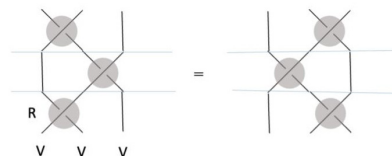
### Research on knots and 3-dim manifolds

I study knots and 3-dim manifolds, and my research topics include quantum invariants and Heegaard Floer homology. From a representation of a quantum group we can create an R-matrix, which is a solution to the Yang-Baxter equation. An R-matrix gives a matrix representation of braid group, and a quantum invariant is constructed in this way. Heegaard Floer homology is an invariant defined using techniques in symplectic geometry. I am interested in the topological applications and interpretations of these invariants.



6次対称群の2つの共役類

Two conjugacy classes of the symmetric group of degree 6



$$(R \otimes id_V) \circ (id_V \otimes R) \circ (R \otimes id_V) = (id_V \otimes R) \circ (R \otimes id_V) \circ (id_V \otimes R)$$

Yang-Baxter 方程式

Yang-Baxter equation

■研究キーワード■ 複素解析／幾何学的関数論／擬等角写像／特殊函数

■KEYWORDS■ Complex Analysis / Geometric Function Theory / Quasiconformal Mappings / Special Functions



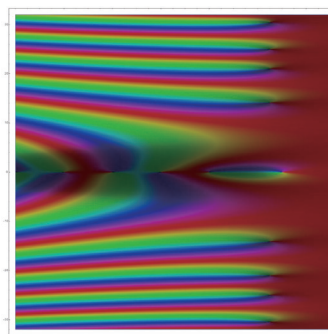
教授 須川 敏幸  
Prof.  
Toshiyuki Sugawa

## 複素解析学

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。

## Complex Analysis

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.

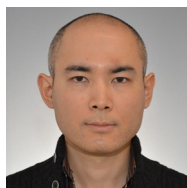


リーマンゼータ函数の表現例：明度は絶対値、色相は偏角を表す。

A graph of the Riemann zeta function: the brightness and the color indicate the absolute value and the argument, respectively.

■研究キーワード■ 代数的グラフ理論／代数的組合せ論／離散数学

■KEYWORDS■ Algebraic Graph Theory / Algebraic Combinatorics / Discrete Mathematics



教授 田中 太初  
Prof.  
Hajime Tanaka

## 代数的グラフ理論とその関連分野の研究

有限グラフにはいくつかの方法で実対称行列を対応させることができ、これらの行列の性質、特に固有値や固有ベクトルの観点からグラフの構造を調べる分野である、代数的グラフ理論の研究を行っています。距離正則グラフや association schemes 等、正則性の特に高いグラフを中心的に取り扱います。代数的グラフ理論と密接に関わっているテーマとして、グラフ上のランダムウォークや、その量子力学版である量子ウォークがあります。特に後者は 21 世紀に入って爆発的に発展している分野で、本研究室でも近年精力的に研究しています。さらに、グラフに付随する行列を確率変数とみなすことにより、量子確率論（非可換確率論）との関連も生じます。この立場から、グラフの族に対して（量子）中心極限定理等の類似物を考えることも興味深いテーマです。一方、符号やデザイン等を含む種々の離散的対象は、適当なグラフ（association schemes）の頂点集合の部分集合とみなすことができ、この観点からこれらの対象の研究も行っています。符号の場合であれば、例えば「長さ  $n$  かつ最小距離が  $d$  以上の 2 元符号の最大サイズ」を考えます。このような研究の潮流は 1973 年の Delsarte の学位論文に端を発するもので、代数的グラフ理論に加えて線形計画法や半正定値計画法等の最適化の手法を駆使します。

## Algebraic graph theory and related areas

Our lab specializes in algebraic graph theory, which studies finite graphs in terms of the associated real symmetric matrices, especially using their eigenvalues and eigenvectors. We mainly discuss highly regular graphs, such as distance-regular graphs and association schemes. Our study extends to random walks and quantum walks on graphs, the latter of which is an area evolving explosively in the 21st century. Viewing matrices associated with graphs as random variables also relates algebraic graph theory to quantum (or noncommutative) probability theory. In this context, an attractive theme is to consider analogs of the Central Limit Theorem for families of graphs. On the other hand, we also study various discrete objects like codes and designs by viewing them as subsets of the vertex sets of appropriate graphs (or association schemes). This line of research, originating from Philippe Delsarte's Ph.D. thesis in 1973, combines algebraic graph theory with tools from optimization, such as linear programming and semidefinite programming.

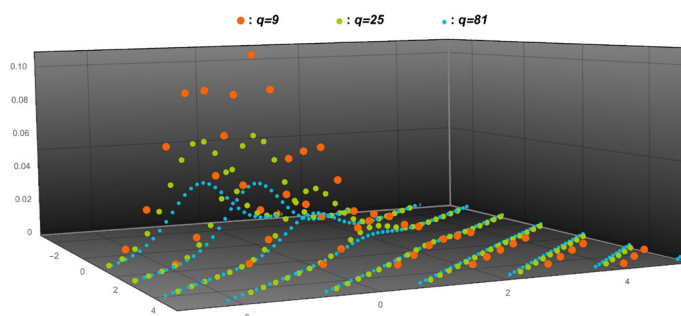


図 1 Paley グラフ  $\text{Paley}(q)$  とその補グラフの冪の正規化した同時スペクトル分布

Fig. 1 Normalized joint spectral distributions of Cartesian powers of Paley graphs  $\text{Paley}(q)$  and their complements

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



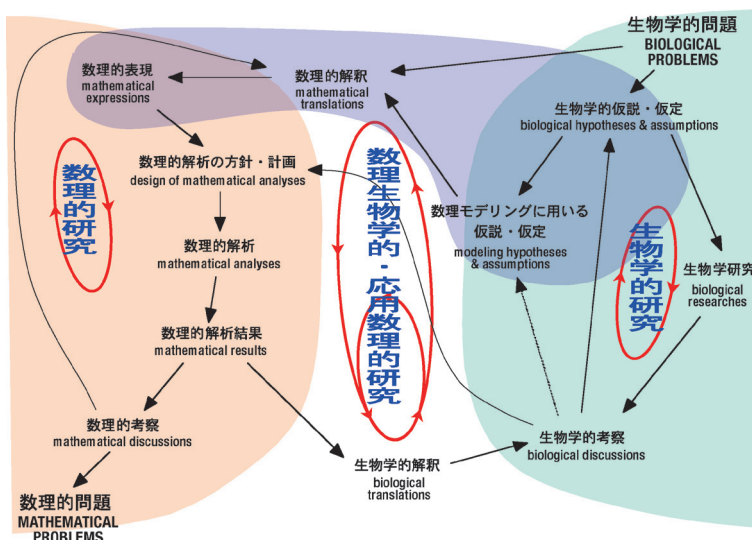
教授 瀬野 裕美  
 Prof.  
 Hiromi Seno

## 数理生物学

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

## Mathematical biology

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



学際領域としての数理生物学の研究デザイン

Research design of mathematical biology as an interdisciplinary field

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

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

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

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

数理モデリングの違いが導く異なる logistic 方程式

A variety of logistic equations derived from different mathematical modelings



■研究キーワード■ 量子アニーリング／量子ランダム回路／量子機械学習／情報統計力学／生成 AI ／スパースモデリング

■KEYWORDS■ Quantum Computing / Quantum Annealing / Information statistical mechanics / Machine learning / Sparse modeling / Quantum Machine learning Always something new and unique. Reliable algorithms, reliable applications by information processing and statistical mechanics



教授 大関 真之  
Prof.  
Masayuki Ohzeki



教授 工藤 和恵  
Prof.  
Kazuo Kudo



特任准教授(研究) 杉山 友規  
Assoc. Prof.  
Yuki Sughiyama



特任准教授(運営) 本多 瑠美子  
Assoc. Prof.  
Rumiko Honda



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

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

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

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

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

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

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

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

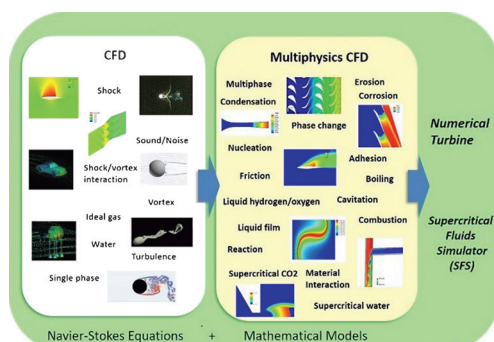
教授 山本 悟  
Prof.  
Satoru Yamamoto准教授 古澤 卓  
Assoc. Prof.  
Takashi Furusawa助教 宮澤 弘法  
Assis. Prof.  
Hironori Miyazawa

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

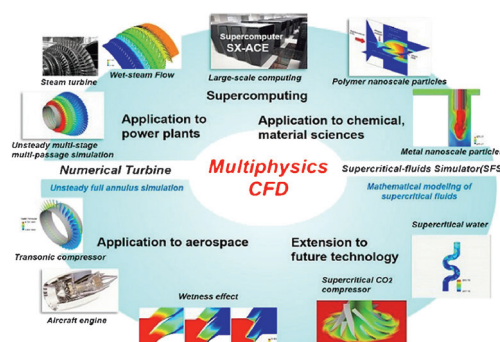
## Mutliphysics CFD and the supercomputing

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



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

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



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

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

■研究キーワード■ 画像・信号処理／データ科学／深層機械学習／コンピュータビジョン／バイオメトリクス／医用画像処理  
 ■KEYWORDS■ Image/Signal Processing / Data Science / Deep Machine Learning / Computer Vision / Biometrics / Medical Image Processing



教授(兼) 青木 孝文  
Prof. Takafumi Aoki



准教授 伊藤 康一  
Assoc. Prof. Koichi Ito

## 実世界の課題解決を革新する画像・データ科学

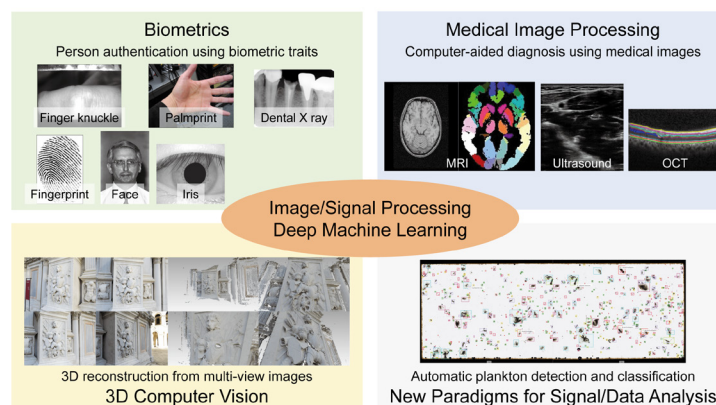
画像・信号処理と深層機械学習を融合させた新しい技術の創出および学術的な深化を目指して研究を行っている。主として4つの応用領域において幅広く研究を展開している。

- バイオメトリクス：個人の身体的・行動的特徴を用いた認証技術である。各種生体特徴（顔、指紋、虹彩、掌紋など）に関する高性能認証アルゴリズムおよび認証システムの安全性に関する研究を行っている。
- 医用画像処理：コンピュータ診断支援において必要不可欠な技術であり、MRI、超音波、OCTなどで撮像された医用画像から各種疾患の鑑別を支援する画像処理・解析技術に関する研究を推進している。
- 3次元コンピュータビジョン：複数枚の画像から物体の3次元形状を復元する技術である。画像・信号処理と深層機械学習の融合による画像マッチング技術を用いた高精度・高品質な3次元復元手法に関する研究を行っている。
- データ科学：産学共同研究および異分野融合共同研究を通して、1次元および多次元の信号・データの解析に関する新しいパラダイムの開拓と応用展開に挑戦している。

## Computer vision and data science to innovate real-world problem solving

We study the fusion of image/signal processing and deep machine learning to develop new technologies and to expand relevant scientific knowledge. We mainly work on the following four research projects.

- Biometrics is a technology for identifying individuals using their biological and behavioral characteristics. We investigate the high-performance biometric recognition algorithms for biometric traits (e.g., face, fingerprints, iris, and palmprints), and the design of secure authentication systems.
- Medical image processing is an essential technology for computer-aided diagnosis. We investigate accurate image processing and analysis techniques to support medical diagnosis from medical images acquired by MRI, ultrasound, OCT, etc.
- 3D computer vision is a technique for reconstructing the 3D shape of an object from multiple images. We investigate high-accuracy and high-quality 3D restoration methods using an image matching technique based on a fusion of image/signal processing and deep machine learning.
- Through industry-academia and interdisciplinary collaborations, we discover new paradigms and applications for one- and multi-dimensional signal and data analysis.



実世界の課題解決を革新する画像・データ科学

Computer vision and data science to innovate real-world problem solving



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



教授 張山 昌論  
Prof.  
Masanori Hariyama



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



准教授 小柴 満美子  
Assoc. Prof.  
Mamiko Koshiba

## 人にやさしい知的スーパーコンピューティング

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

この目的のために、本研究室では、図2に示すように、

2つの計算分野：

- ・ 知的処理アルゴリズム
- ・ 高速・低消費電力ハードウェア

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

研究テーマ

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

## Human-Centric Intelligent Supercomputing

We aim at human-centric intelligent super-computing.

Its examples include, as shown in Fig. 1,

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

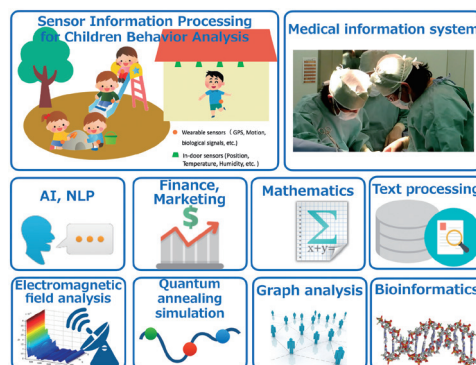
For the purpose, we optimally combine two computational domains:

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

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

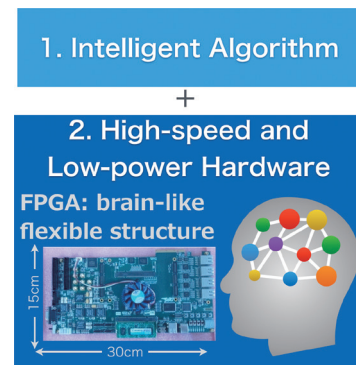
Our major research topics are as follows:

1. Intelligent systems such as a medical information system and intelligent robots
2. Custom accelerators for big-data computing/high-performance computing using reconfigurable LSI's 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 西田 雄気  
 Assis. Prof.  
 Yuki Nishida



客員研究員 Oleg Kiselyov  
 Visiting Scholar  
 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

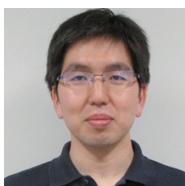
An award for research on proof method of program equivalence



- 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



准教授 佐藤 雅之  
Assoc. Prof.  
Masayuki Sato



特任准教授(研究) 矢田部 彰宏  
Assoc. Prof.  
Akihiro Yatabe

## 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

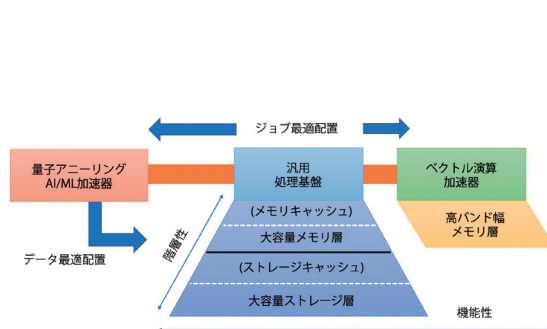
Our laboratory is active in the research on high-performance, low-power, and dependable computing systems by co-designing hardware and software environments. The details are as follows.

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



教授 長谷川 剛  
 Prof.  
 Go Hasegawa

## IoT 社会を支える情報ネットワークアーキテクチャ

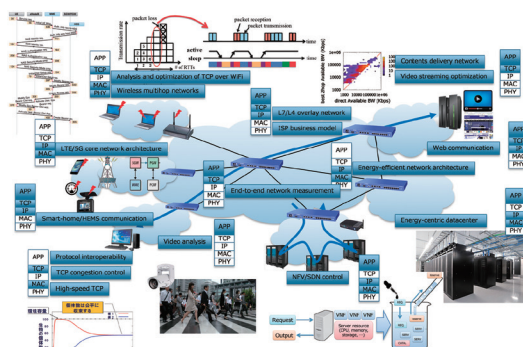
情報ネットワークシステムは既に社会の隅々まで浸透し、人々の日常生活や仕事を支援すると共に、新しいライフスタイルや社会を生み出す上で欠かすことができません。しかしながら、インターネットは1960年代にその原形が誕生してから、その基本的なアーキテクチャをほとんど変えないまま高速・大規模化してきています。IoT社会の到来により、今後桁違いに多くの機器をネットワークに繋ぎ、今までには考えられないような斬新かつ有用な情報ネットワークシステムを数多く収容することが予想され、アーキテクチャ的な限界を迎えることが危惧されています。

当研究室では、そのような問題を打ち破る新しい情報ネットワークアーキテクチャの実現を目指します。特に、高性能・高可用情報ネットワーク、仮想化ネットワーク/システム設計・制御技術、IoT/モバイルネットワークデザイン、知識型ネットワークミドルウェア/応用ソフトウェア、高耐性ネットワークング/知的ネットワークング、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。

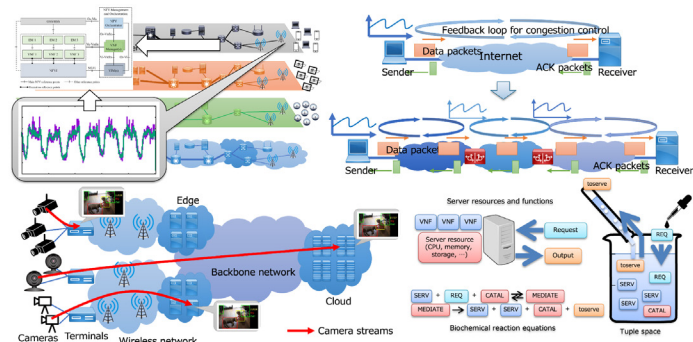
## Information network architecture for IoT era

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



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



■研究キーワード■ 高性能計算／システムソフトウェア／プログラム高速化技術／機械学習

■KEYWORDS■ High Performance Computing / System Software / Performance-aware Programming / Machine Learning



教授 滝沢 寛之  
Prof.  
Hiroyuki Takizawa



助教 高橋 慧智  
Assis. Prof.  
Keichi Takahashi

## 将来のスーパーコンピューティング技術を創造する

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

### (1) 高生産・高性能計算のためのソフトウェア技術の確立

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

### (2) スーパーコンピュータの新しい活用方法の開拓

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

### (3) 次世代スーパーコンピュータの運用技術

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

## Creating future supercomputing technologies

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

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

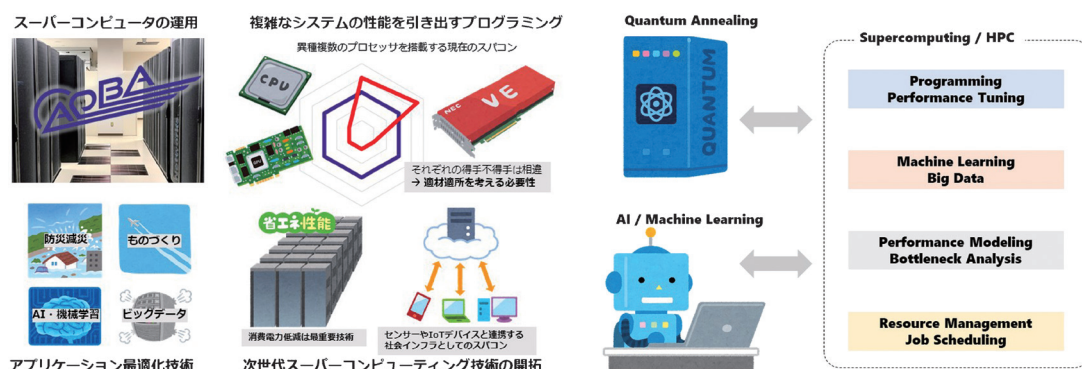
To achieve both performance and portability, we develop system software technologies. One example of our research is to adopt data-driven approaches such as machine learning to enhance programming and runtime environments for future supercomputers.

### (2) New Ways of Using Supercomputers

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

### (3) Operation Technologies for Future Supercomputers

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



スーパーコンピュータを最大限に活用する！

Making full use of supercomputers!

「AI のための HPC」と「HPC のための AI」

AI for HPC & HPC for AI

■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／フォレンジック技術／AIセキュリティ／ブロックチェーン

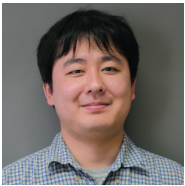
■KEYWORDS■ computational complexity theory / reduction / public-key cryptosystem / cryptographic assumption / forensic technology / AI security / blockchain



教授 栗林 稔  
Prof.  
Minoru Kuribayashi



准教授 酒井 正夫  
Assoc. Prof.  
Masao Sakai



准教授 磯邊 秀司  
Assoc. Prof.  
Shuji Isobe



助教 小泉 英介  
Assis. Prof.  
Eisuke Koizumi

## 情報セキュリティの理論と応用

本講座の研究分野は、マルチメディアセキュリティおよびそれらに関連する数学と応用です。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、統計解析、信号処理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索する理論です。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。

(3) インフォデミックへの防御基盤：データ駆動型で開発されるAI技術は、インフォデミックと呼ばれる新しい脅威の出現にも繋がっています。フェイク情報に対する防御手段を研究し、社会のDX変革に向けた取り組みを強固にするためのAI技術の研究および開発に取り組んでいます。

また、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にも取り組んでいます。

## Theory and Application of Information security

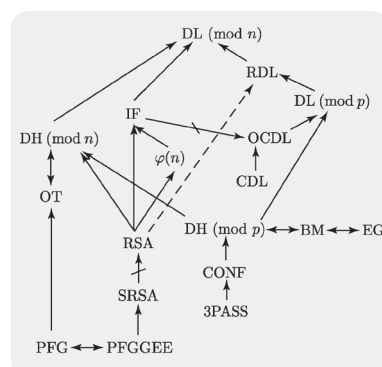
The main research subjects of the laboratory are on the theory of information and multimedia security and their applications, which also involves related mathematics: combinatorics, computational complexity theory, algebra, geometry, statistical analysis, signal processing, and so on. We are currently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

(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.

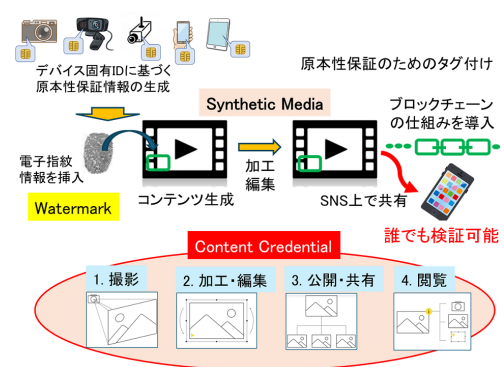
(2) Security of Cryptographic Systems: The security of public-key cryptosystems depends on some computational problems that are presumably hard to solve. We are interested in the complexity of such primitive problems.

(3) Defense Technologies to Infodemics: AI technologies developed in a data-driven manner are, unfortunately, accompanied by the emergence of new threats called Infodemics. We are considering to investigate defensive technologies against disinformation and to strengthen its efforts to society's DX Transformation.

We are also working on 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



コンテンツクレデンシャル構想  
A Concept of Content Credentials



■研究キーワード■ データ科学／統計科学／複雑系／行動分析／学習分析／時空間解析

■KEYWORDS■ Data Science / Statistical Science / Complex Systems / Behavior Analysis / Learning Analytics / Spatio-temporal Analysis



教授 早川 美徳  
Prof.  
Yoshinori Hayakawa



准教授 三石 大  
Assoc. Prof.  
Takashi Mitsuishi



助教 大石 峰暉  
Assis. Prof.  
Mineaki Ohishi

## 複雑系情報へのデータサイエンスによるアプローチ

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

(1) 複雑系のダイナミクスと情報理論：

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

(2) IT教育・eラーニングにおける学習分析：

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

(3) データ分析手法の開発とその応用

スパース推定、ノンパラメトリック回帰、変化係数モデルなどを用いた分析手法やその推定アルゴリズムを開発している。例えば不動産の価格予測や海洋生物の生態調査などの空間・時空間データ分析を想定しており、企業や研究所とも協力し、実データの解析にも取り組んでいる。

## Data Science Approach to Information in Complex Systems

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

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

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

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

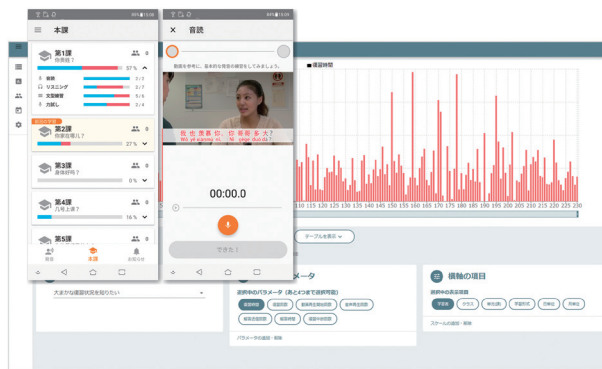
To practice effective education with IT or e-learning, it is necessary to improve instruction and educational contents based on evidence. So, we investigate every different learning activities and model them through developing applications and tools for actual educational fields. We also study on methodology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

(3) Development of a data analysis method and its application

With sparse estimation, nonparametric regression, varying coefficient model, etc., we try to develop a new data analysis method and its estimation algorithm. For example, prediction for the prices of real estate and ecology investigation of marine lives are our targets, and real data analyses for them are conducted.



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

## 先進的計算システム論（連携講座：理化学研究所）

■研究キーワード■ 計算システム／ポストムーア時代／アーキテクチャ／システムソフトウェア  
 ■KEYWORDS■ Computing systems / Post-Moore era / architectures / system software



客員教授 佐野 健太郎  
 Prof.  
 Kentaro Sano



客員准教授 佐藤 賢斗  
 Assoc. Prof.  
 Kento Sato

## ポストムーア時代の先進的高性能計算システムを追求

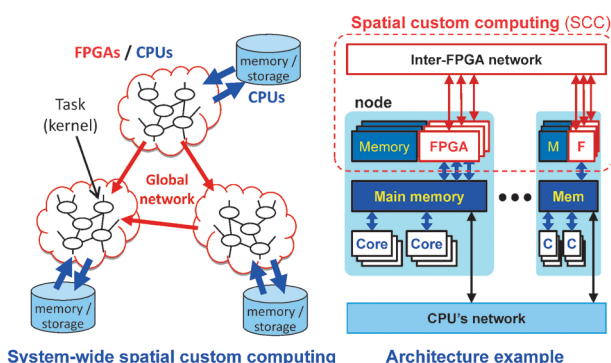
先進的計算システム論講座では、ムーアの法則が限界を迎え半導体の微細化が困難となっていくポストムーア時代を見据え、ハードウェアとソフトウェアの両方に関して、原理・方式・実装を追求して計算システムの性能や利便性を継続的に向上させていくための研究を行っています。ハードウェア分野では、現在の最先端の高性能計算機であるスーパーコンピュータ「富岳」を出発点として、半導体、パッケージング技術、通信技術等に関して今後向上が可能なものと困難なものを調査しながら、従来の方式にとられないポストムーア時代に適した計算原理や計算機アーキテクチャを探索します。

ソフトウェア分野では、新しい計算原理や計算機アーキテクチャから成る先進的計算機システムを活用するアプリケーションおよびシステムソフトウェアの開発方法を探索します。シミュレーションプログラムを先進的計算システムで効率的に実行するためのシステムソフトウェア、性能評価・解析手法について研究します。

## Pursuing Advanced Computing Systems for Post-Moore era

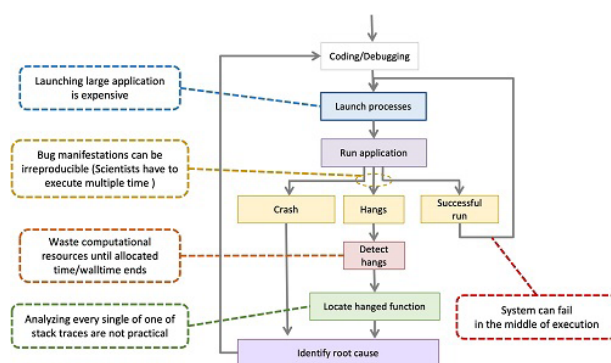
We research the principles, methodologies, and designs of both hardware and software which allow us to successively improve performance, usability, and productivity of computing systems even in the Post-Moore era where semiconductor scaling becomes difficult or impossible due to the limitation of the 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 area, we will explore how to develop applications and system software to take advantage of advanced computing systems consisting of new computational principles and computer architectures. System software, performance evaluation, and analysis methods for efficiently running simulation programs on advanced computing systems are studied.



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.



典型的な並列プログラムの開発サイクルと技術的課題

Typical Development Cycles and Technical Challenges in Parallel



「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理学、アルゴリズムとメカニズムに関わる知能情報科学、情報生物学・情報システム評価学を含む生体システム情報学、ロボット技術に必須のイメージ解析学や知能制御システム学、聴覚・視覚に関わる情報学、情報コンテンツやソフトウェアに関わるコンピュータサイエンスなど、多岐にわたります。

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



システム情報科学専攻 博士前期課程1年  
自然言語処理学（坂口・乾・徳久研究室）

**羽根田 賢和 Kento Haneda**

在学生からのメッセージ

私は自然言語処理の研究をしています。自然言語処理の分野では、私たちが日常的に話している「ことば」をコンピュータで処理できるようにするための技術が研究されています。近年大きな話題となっている ChatGPT などはこの分野を代表する発明の一つです。特に私は AI と短歌をテーマに、機械学習を通して人間の心の本質を探り、人工知能と人間が協調した

社会を目指すことを目標に研究に取り組んでいます。

私はもともとコンピュータの仕組みや応用に非常に興味があり、この興味が情報科学研究科への進学の大きな理由となりました。実際、講義の内容や研究など、本研究科での活動のほとんどに好奇心を持って取り組むことができおり、良い選択をしたと感じています。同時に、私は小説や短歌といった文芸にも興味がありました。情報系の研究科ということで、こちらの分野への知的好奇心を満たすのは難しいだろうと、入学前は考えていました。しかし実際は、さまざまなバックグラウンドを持つ人との交流があったり、情報系のイメージの枠を外れた豊富な内容の講義が展開されていたりと、非常に魅力的な環境が整っていました。学生に対するバックアップ体制も充実しており、不安を感じることなく、学業や研究活動に専念することができています。ぜひ本研究科で、私たちと一緒に実りの多い時間を過ごしてみませんか。

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

\* 協力講座



■研究キーワード■ 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.

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

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■ 関数推定／多変量解析／機械学習／数理論理学／構成的数学／逆数学

■KEYWORDS■ function estimation / multivariate analysis / machine learning / mathematical logic / constructive mathematics / reverse mathematics

教授 内藤 貴太  
Prof. Kanta Naito准教授 根元 多佳子  
Assoc. Prof. Takako Nemoto

## 統計科学と数理論理学

(B02-1) 内藤研究室

内藤研究室では、データから何らかの関数を推定する“関数推定”の領域において、推定方法の開発とその精度評価という研究を行っています。多変量データの解析方法の構築は自然に関数推定の問題と絡み合うことから、“多変量解析”についても研究の蓄積があります。“高次元”データ解析のための方法論の研究も含まれます。アルゴリズム主体の“機械学習”の手法を組み込んだ関数推定方法の開発も行ってきました。これからも、深層学習の手法を取り込んだ新しい関数推定の研究を進める予定です。

(B02-2) 根元研究室

数学の定理の証明は「公理」から「論理」を用いて導きます。公理とは証明抜きに真とされる仮定で、例えば群の公理は群とは何であるか規定します。「論理」は何から何を帰結できるかを規定します。例えば『AならばB』で、さらに『A』であるとき『B』と帰結してよい。三段論法は論理の規則の一つです。私の研究はおおまかに「どんな公理とどんな論理から何が帰結できるのか」説明することを目指しています。さらに、解析学や代数学など、通常の数学の定理を証明に必要な十分な公理と論理の観点から分類を行っています。

## statistical science and mathematical logic

(B02-1) Naito Laboratory

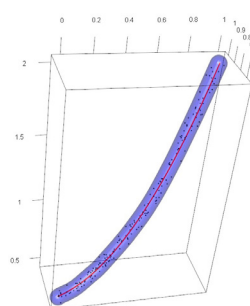
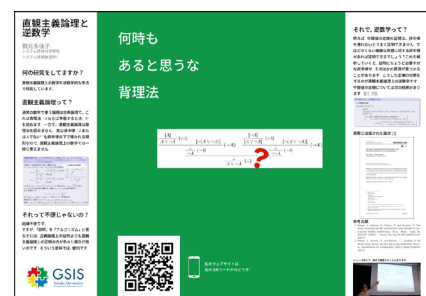
Function Estimation (Smoothing): Many statistical issues can be summarized into a certain estimation problem of function. Important problems include estimation of density function, distribution function, regression function and decision boundary for pattern recognition.

Multivariate Analysis: There have been many researches on “multivariate analysis” in the laboratory, since developing methods for analyzing multivariate data naturally relates to the problems of function estimation. High-dimensional data analysis is also an interesting and important topic.

Machine Learning: The methods of function estimation with algorithm-based “machine learning” approach have been developed in the laboratory as well. From now on, a new research of function estimation with approaches of deep learning will be advanced.

(B02-2) Nemoto Laboratory

Proofs of mathematical theorems derive from “axioms” using “logic.” Axioms are assumptions accepted as true without proof; for instance, the axioms of a group define what a group is. “Logic” determines what conclusions can be drawn from what. For example, the modus ponens rule, “If A then B,” and additionally “A,” can infer “B,” is one of the rules of logic. My research broadly aims to elucidate “what conclusions can be drawn from what axioms and what logic.” Furthermore, I classify theorems of ordinary mathematics, such as those of analysis and algebra, from the perspective of necessary and sufficient axioms and logic for proof.

3次元空間に埋め込まれた1次元曲線の同時信頼領域  
simultaneous confidence region for an embedded one-dimensional curve in three-dimensional space数理論理学の研究紹介ポスター  
poster on the research of mathematical induction

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



教授 荒木 由布子  
 Prof.  
 Yuko Araki



准教授 山本 詩子  
 Assoc. Prof.  
 Utako Yamamoto

## 統計数学—統計科学の理論と応用—

### 統計数学—統計科学の理論と応用—

近年の測定技術と社会のデジタル化の急激な発展により、複雑多様化したデータから新しい価値をみだし活用するデータ科学は目覚ましく発展しています。データに伴う不確実性やばらつきを、数学という科学の共通言語を用いて捉え、現象を記述するために数理モデルや機械学習の手法を設定しそのパラメータの推定方法とモデルの評価法を与えるのが統計的モデリングです。本研究室では、統計的モデリングに統計科学の理論と応用の両側面からアプローチし、新たなモデル開発を目指します。理論と現実が相互作用しあって新展開を起こすことを狙っています。また応用では、現場との協働による問題発見を大切にしています。

### 関数データ解析

各個体や対象に対して、離散点で経時的・空間的に観測・測定された一組の複雑な構造を有する高次元データ ( $p \gg n$ ) を滑らかな関数として捉え、関数化し次元縮小を行い、その関数化データの集合から有効に情報を抽出するための統計モデルの構築が関数データ解析です。関数化データに適用できる多変量解析手法や機械学習モデルを開発して、関数多変量解析の体系化をめざしています。

### バイオ統計学

ヒトの生体情報に関するデータの不確実性を数理的に捉え、統計的根拠に基づいて医学研究の設計や分析手法の開発を行うのがバイオ統計学です。医療機関などの研究者と連携して、血液検査値や健診データ、NIRS, MRI など、従来のデータから高次元データ、さらにそれらのダイナミクスの観測など、複雑多様なタイプのデータに対応できる、新たな統計モデルの開発を行っています。

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

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

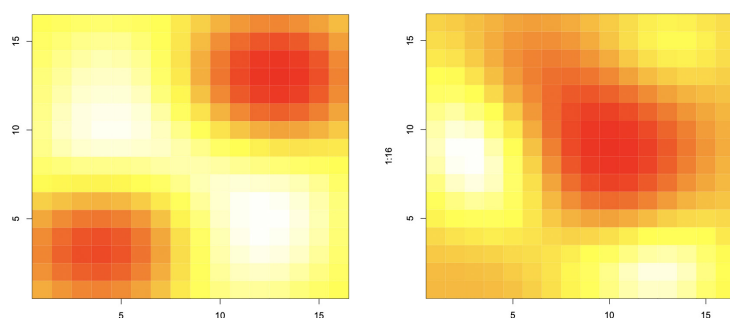
Statistical mathematics is an essential field for scientific research. Researchers in this discipline develop methods and conduct applied research to effectively extract useful information and patterns from data using mathematics. Mathematics serves as a common language for science and enables researchers to deal with regularities and uncertainties in data.

### Functional data analysis

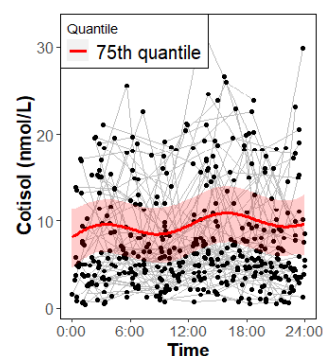
Functional data analysis deals with diverse and complex data, especially that involving functions, shapes, and images. Our research interests consist of building statistical models via regularization, sparse estimation, basis expansions, nonlinear multivariate analysis, Bayesian methods, information criteria, etc. for functional data.

### Biostatistics

Biostatistics is research area to evaluate mathematical uncertainty of people's health based on their examination data, and to provide medical staffs with scientific and possible instructions to diagnose their examinee's disease and conduct medical treatment.



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



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

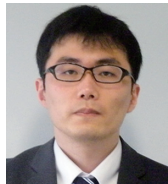
■研究キーワード■ アルゴリズム／グラフ理論／組合せ遷移  
■KEYWORDS■ Algorithm / Graph Theory / Combinatorial Reconfiguration



教授 周 暁  
Prof.  
Xiao Zhou



准教授 鈴木 顕  
Assoc. Prof.  
Akira Suzuki



助教 田村 祐馬  
Assis. Prof.  
Yuma Tamura

## アルゴリズムの開発と応用

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

1. グラフとは、点の集合と2点を結ぶ辺の集合からなるものであり、数多くの実用的な問題がグラフを用いてモデル化される。例えば、ネットワークをモデル化することによって、データの通信経路を求める問題を定式化できる（図1）。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（図2）。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 computer network by a graph, we can formulate the problem of finding routes of data on the network (see Fig. 1). 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 Fig. 2), 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.

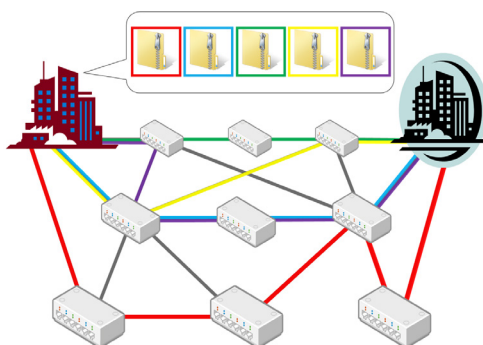


図1. ネットワーク上のデータ通信  
Fig.1 The data communication on a computer network

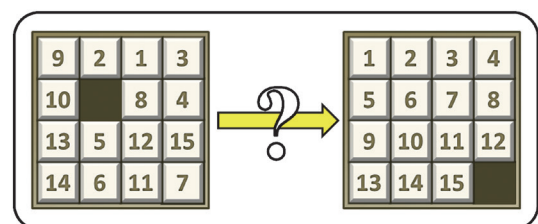


図2. 15パズルの問題例  
Fig.2 An example of 15-puzzle



■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

## 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

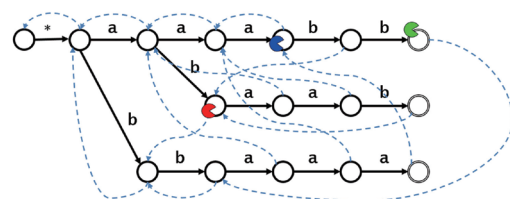
### Artificial Intelligence, Foundations and Applications

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.

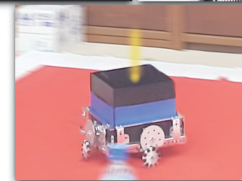
### Aho-Corasick オートマトン



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



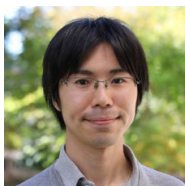
応用例

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(協力教員) 乾 健太郎  
Prof.  
Kentaro Inui



准教授 坂口 慶祐  
Assoc. Prof.  
Keisuke Sakaguchi



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。

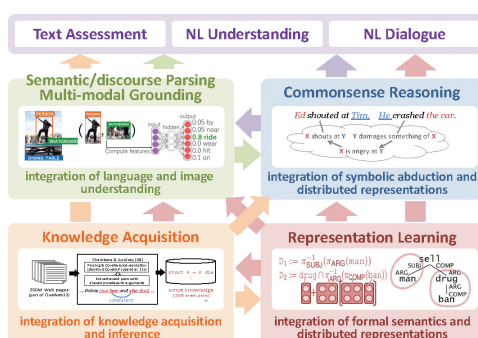
応用技術の大きな目標は、ネット上に散らばった情報や知識の高度な編集を自動化 / 支援する言語情報編集技術を実現することです。ネット上の多様な情報や知識を整理・俯瞰する手段として、またそれらの信頼性を検証する手段として、膨大な情報を自動解析し、重複・矛盾等の検出によって多角的分析を可能にする技術開発を進めています。

## Natural Language Processing and Communication Science

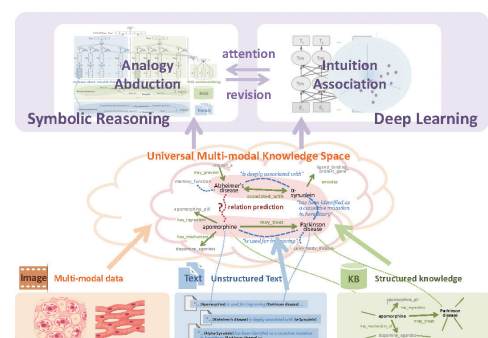
The most important media for communication are the languages that we use everyday. In this lab, we conduct fundamental research on deep language understanding by computers and applied research to support intelligent communication or information analysis for the benefit of society. The fields of our research 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■ 海洋生物学／進化生態学／機能ゲノム科学／バイオインフォマティクス／データベース開発／遺伝子共発現ネットワーク／トランスクリプトーム解析／脳／ホルモン／性差

■KEYWORDS■ Marine biology / Evolutionary ecology / Functional genomics / Bioinformatics / Database development / Gene coexpression network / Transcriptome analysis / Brain / Hormone / Sex difference



教授 大林 武  
Prof.  
Takeshi Obayashi



准教授(兼) 湯田 恵美  
Assoc. Prof.  
Emi Yuda



助教 内田 克哉  
Assis. Prof.  
Katsuya Uchida

## 地球に寄り添うバイオインフォマティクス

今日の活発な人間活動は自然界の持続可能性を脅かしており、正確な現状把握と適切な対策が急務となっています。一方、膨大なデータを通じて、私たち人類はこれまでになく正確に世界を「見る」ことができるようになりました。当研究室では、生命科学領域における大量データから知識を抽出し、遺伝子レベルから個体集団レベルまでの多階層なアプローチを用いて、個体および集団としての生命システムを解明し、生物資源の適切な管理と活用へと展開します。

短期から長期に至る幅広い時間範囲における環境適応を解析するには、比較ゲノミクス、比較エピゲノミクス、比較トランスクリプトミクスによる進化的解析が有効です。公共リポジトリに蓄積する大量のショートリードデータから遺伝子ネットワークのデータベースを開発するだけでなく、当研究室で実施するロングリードシーケンシングを組み合わせ、地球環境を構成する非モデル生物の網羅的な機能解析基盤を構築します。特に変動海洋エコシステム高等研究所(WPI-AIMEC)と女川フィールドセンターと連携では、女川湾をはじめとする沿岸海洋系のプランクトンの動態と環境応答機構について解析し、三陸沿岸だけでなく世界の海洋環境の予測と保全に貢献します。

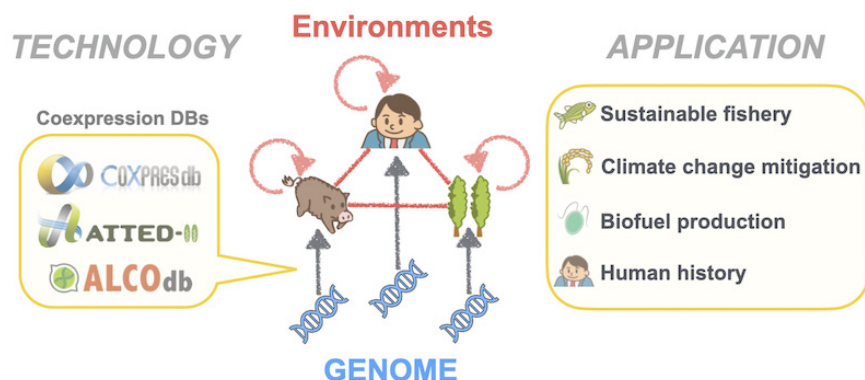
## Bioinformatics for Earth

Today's vigorous human activities threaten the sustainability of the natural world, and there is an urgent need to accurately understand the current situation and implement appropriate measures. Meanwhile, thanks to vast amounts of data, we can "see" the world more accurately than ever before.

Our laboratory extracts knowledge from vast data in the life sciences, using a multi-level approach from the gene to the population level to elucidate living systems as individuals and populations. We also focus on the appropriate management and utilization of biological resources.

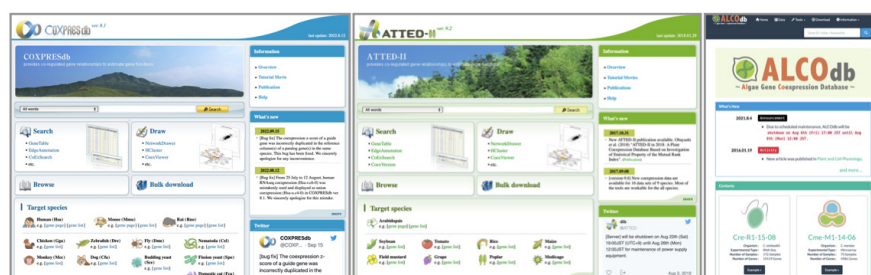
To analyze environmental adaptation across a wide range of time scales, evolutionary analyses through comparative genomics, epigenomics, and transcriptomics are highly effective. We have developed gene network databases using a vast amount of sequence data stored in public repositories. Additionally, by combining this with long-read sequencing performed in our lab, we aim to establish a comprehensive analytical platform for non-model organisms that make up our environment.

Particularly, through our collaboration with the WPI-AIMEC (Advanced Institute for Marine Ecosystem Change) and the Onagawa Field Center, we analyze the dynamics and environmental response mechanisms of plankton in coastal marine systems. Our research extends beyond the Sanriku coast, contributing to the prediction and conservation of marine environments worldwide.



遺伝子ネットワークを育種、生態学、人類学に応用します

Application of gene network technologies in breeding, ecology, and anthropology



開発運用中の遺伝子共発現データベース COXPRESdb, ATTED-II, ALCOdb

Gene coexpression databases; COXPRESdb, ATTED-II, ALCOdb



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



教授 伊藤 健洋  
 Prof.  
 Takehiro Ito



准教授 全 眞嬉  
 Assoc. Prof.  
 Jinhee Chun

## 高品質な情報システム設計に向けた数理手法の基盤構築

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

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

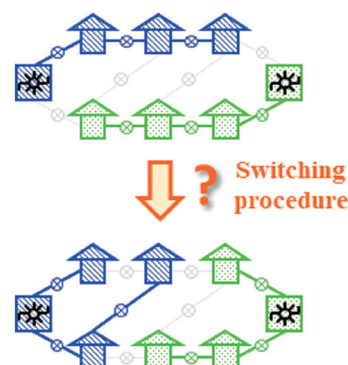
(2) 計算幾何学は、幾何学に計算複雑性の概念を導入し、データ構造とアルゴリズム設計を研究する分野である。凸包、集合被覆、ポロノイ図、可視化、形状マッチング等、計算幾何の幅広い問題を対象として研究を進めている。また、計算幾何学の応用として、様々な実問題を解決するために、画像処理、画像検索、GIS、デジタル線分、データマイニング等の研究も行なっている。

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

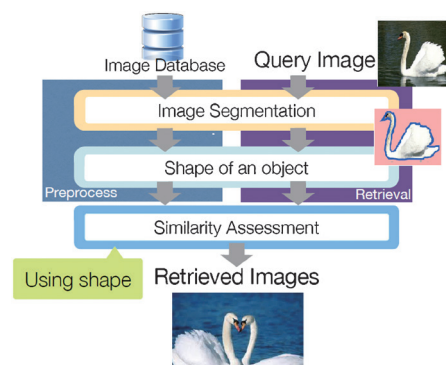
In highly reliable information systems, theory-based methods are playing important roles. In our laboratory, we are conducting research on mathematical modeling and algorithmic techniques, together with analysis of developed methods, that are useful for designing and analyzing information systems. With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

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

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



配電制御の例  
 Image of power distribution system



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



■研究キーワード■ 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) TABE JAMAAT GOLSA  
Assis. Prof.  
TABE JAMAAT GOLSA

## 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により、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、最近では画像理解のために、自然言語を用いた方法論についても幅広く研究しています(図2)

## Computer Vision: From Image Sensing to Artificial Intelligence

We are engaged in the study of computer vision and its related fields, including image processing, machine learning, and natural language processing. Computer vision aims to develop artificial intelligence capable of perceiving, identifying, and making decisions about various visual phenomena, ranging from image sensing to semantic recognition. To achieve this objective, we investigate theoretical and practical issues in computer vision, such as material recognition, urban scene modeling, deep neural networks, probabilistic graphical models, artificial neural networks for neuroscience, visual fashion analytics, and attribute perception in natural language. Currently, we are concentrating on the theoretical analysis and practical application of deep neural networks due to the recent advancements in this field. For instance, we investigate how deep learning models can effectively identify and recognize material properties beyond object categories (see Fig. 1), and how artificial neural networks relate to human perception. Furthermore, we have researched methods for comprehending visual information in images using natural language (see Fig. 2).



図1 物体の表面質感の画像認識

Fig. 1 Material and attribute recognition

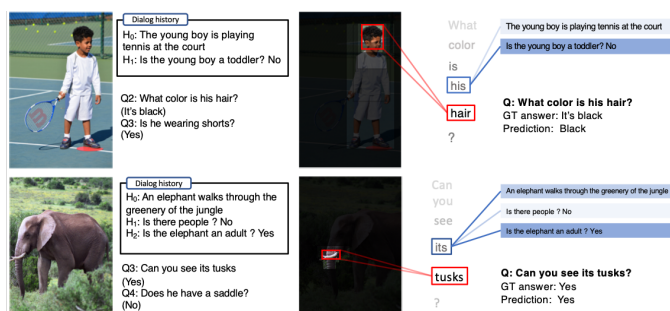


図2 画像理解と自然言語

Fig. 2 Image understanding and language

■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／三次元データ処理／システム生物学  
 ■KEYWORDS■ Visual Servo / High-Speed Vision / Robot / Image Processing / 3D Data Processing / System Biology



教授 橋本 浩一  
 Prof.  
 Koichi Hashimoto



助教 千葉 直也  
 Assis. Prof.  
 Naoya Chiba

## 社会に役立つビジョン・制御・計測技術の統合

### 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、実应用到に直結する要素技術の構築を行っている。

### 2. 三次元データ処理とその応用

三次元センサで計測される三次元データをリアルタイムに処理し、ロボット制御に応用することを目指した三次元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。加えて、深層学習や位相幾何学を利用した三次元データ処理の基礎技術の研究をベースとして、三次元データ処理の技術をロボティクス以外の他分野（材料科学における結晶構造、計算工学における形状生成など）への応用を進めている。

### 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

### 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.

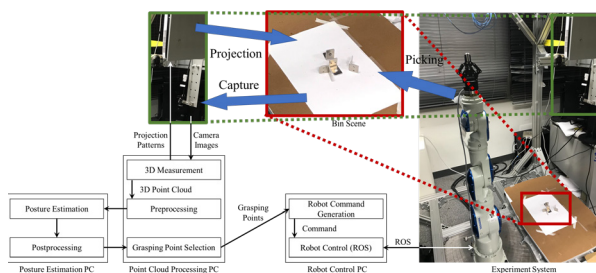
### 2. 3D Data Processing

Development and application research on 3D vision systems is being advanced with the aim of processing 3D data measured by 3D sensors in real time and applying it to robot control.

In addition, based on research on basic technologies for 3D data processing using deep learning and topology, we are applying 3D data processing technologies to fields other than robotics (crystal structures in materials science, shape generation in computational engineering, etc.).

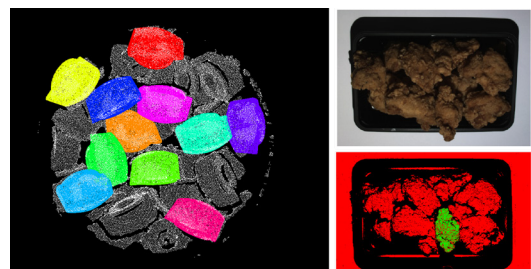
### 3. System Ethological Application

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.



ばら積み金属物体のピッキングのための三次元計測・三次元データ処理システム

3D measurement and 3D data processing for bin-picking of metallic objects.



CAD マッチングによる物体認識（左：スイッチノブ）と CAD のない物体の認識（右：からあげ）

Object recognition for CAD-based matching and non-CAD approach.

■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

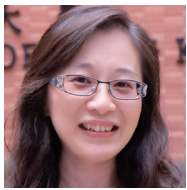


157 chの包囲型スピーカシステムを用いたアンビソニックス超高精細音空間映像再生システム

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



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

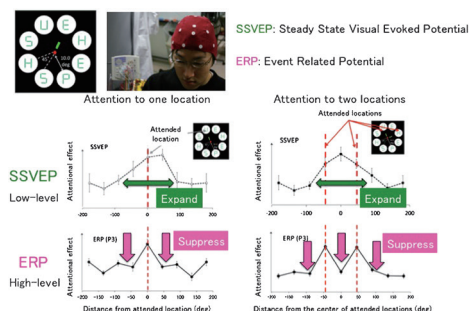
## 我々は何を見ているのか—人の視覚機能の解明—

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?

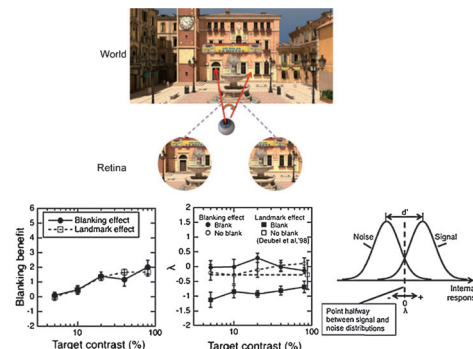
### —Understanding the human visual functions—

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 藤田 和之  
 Assoc. Prof.  
 Kazuyuki Fujita

## インタラクティブコンテンツ

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

### 1. 3次元モーションセンシングとインタラクション

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

### 2. 動的・適応型空間ユーザインタフェース

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

（Fig. 2）。

## Interactive Content Design

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

### 1. 3D Motion Sensing and Interaction

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

### 2. Dynamic and Adaptive Spatial User Interfaces

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



Fig. 1 磁気式 3次元モーションキャプチャシステム  
 Fig. 1 Magnetic motion capture system



Fig. 2 動的・適応型空間ユーザインタフェース  
 Fig. 2 Dynamic and adaptive spatial user interface

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



教授 石本 淳  
Prof.  
Jun Ishimoto



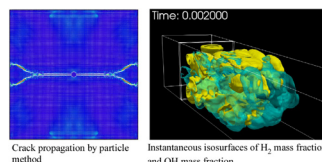
助教 大島 逸平  
Assis. Prof.  
Ippei Oshima

## マルチスケール異分野融合型混相流動エネルギーシステムの創成

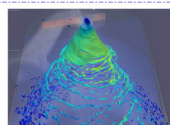
本研究分野では、超並列分散型コンピューティングと先端的光学計測の革新的融合研究に基づくマルチスケール先端混相流体解析手法の開発・体系化を目指している。さらに、高密度水素に代表されるマルチスケール異分野融合型エネルギーに直結した新しい混相流体システムとそれに伴うリスク科学の創成を目的とした基盤研究を推進している。特に、サブミクロン・ナノオーダー極低温微細粒子の有する高機能性に着目し、ヘリウムを使用しない新型の一分ラバルノズル方式によって生成される超音速極低温微細粒子噴霧の活用による環境調和型ナノクリーニング技術の創成、ならびに太陽電池・タッチパネル用ITO膜（酸化インジウムスズ）のはく離技術に関し、異分野融合型の研究開発を行っている。さらに、統合型混相流動科学的アプローチの一環として、新移動体燃料噴霧・微粒化、レーザー溶接AI解析、相変化接合プロセスに関する研究を行っている。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 focuses on developing innovative multiphase fluid dynamic methods based on the multiscale integration of massively parallel supercomputing and advanced measurements and research on creating environmentally conscious energy systems. Furthermore, we promote basic research for the creation of risk management science and associated new multiphase flow systems linked to sustainable energy represented by a high-density hydrogen storage technology. Notably, we are focusing on different field integration research and development, such as the creation of environmentally conscious type nano-cleaning technology using a 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). Furthermore, as part of the integrated multiphase flow science approach, we are researching new mobile fuel spray and atomization, laser welding AI analysis, and phase change joining processes. In order to contribute to the disaster risk science field, the fundamental mitigation effect of mega-floating structures on the water level and hydrodynamic force caused by the offshore tsunami has been computationally investigated using the SPH method considering the fluid-structure interaction (FSI).



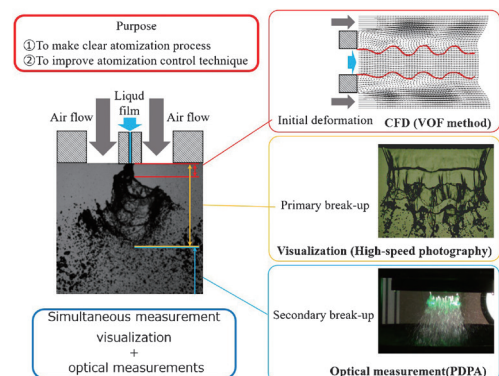
高圧水素タンク漏洩に発生した火災原因を究明するための流体構造連成計算による高圧水素タンク漏洩火災のシミュレーション  
Fluid-Structure coupled computing of crack propagation behavior in a high-pressure hydrogen tank bulkhead and diffusion behavior of reactive leaking hydrogen with ignition



スワールインジェクターの噴霧化プロセスに関するスーパーコンピューティング  
Supercomputing of swirl injector atomization process

スーパーコンピュータによる先端混相流体解析結果

Numerical Results of Advanced Multiphase Flow Simulation by Supercomputing



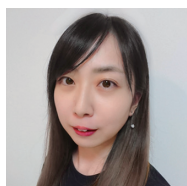
気流による液膜微粒化過程の解明と微粒化制御技術の確立  
Elucidation of liquid film atomization process by air flow and establishment of atomization control technology

■研究キーワード■ 人工知能／学習システム／深層学習／生成 AI ／ AI 基盤モデル

■KEYWORDS■ Artificial Intelligence / Learning Systems / Deep Learning / Generative AI / AI Foundation Models



教授 鈴木 潤  
Prof.  
Jun Suzuki



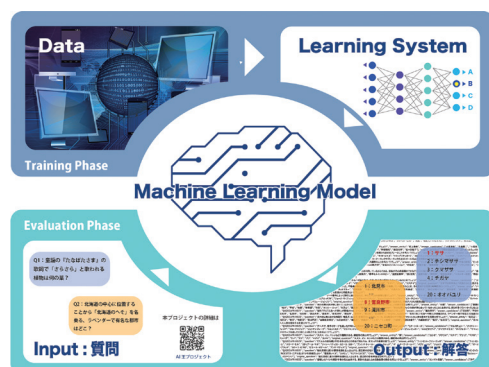
助教 赤間 怜奈  
Assis. Prof.  
Reina Akama

## 機械がデータから「賢く」学ぶ方法論の構築と原理の解明

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

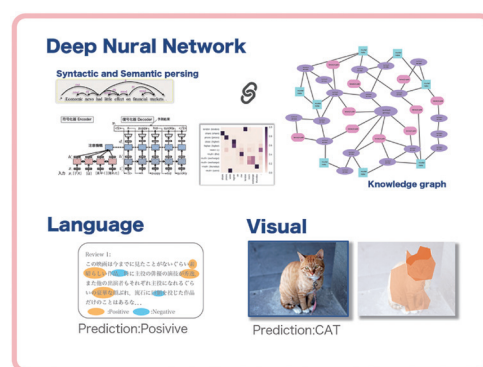
## Building methodologies and elucidating principles for machines to learn "wisely" from data

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



AI 基盤モデル構築に対する学習システムの模式図

Conceptual diagram of the learning system for building AI foundation models



AI 基盤モデルの解釈性 / 説明性

Interpretability and explainability of AI foundation models

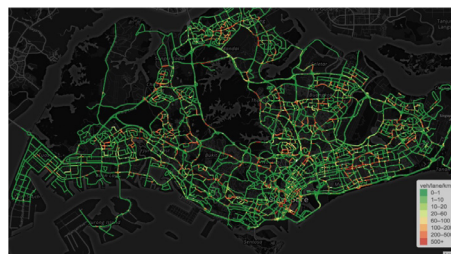




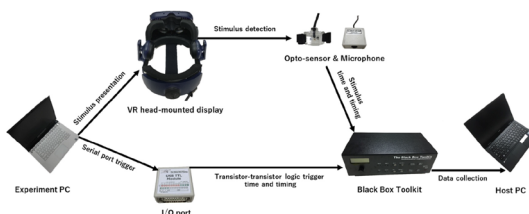




小学校におけるメディア教育（仙台白百合学園小学校での実践）  
Media Education in Sendai Shirayuri Gakuen Elementary School



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



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

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

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

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

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

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

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



情報科学研究科 人間情報科学専攻 博士前期課程 2 年  
地域計量システム分析（藤原研究室）

林 秀星 Shusei Hayashi

在学生からのメッセージ

私は都市における人々の移動を研究しています。都市は人々の日常生活から企業の取引、交通・輸送、さらには災害や感染症など様々な事象の舞台となっています。昨今は人々の詳細な移動データが利用可能になり、個人の行動と都市動態の相互作用をより深く理解できるようになりました。この分野ではミクロからマクロまでを包括的に扱う必要があり、

そこが大変であると同時に魅力的なところ です。

情報科学研究科に進学した動機は大きく分けて二つあります。一つはもちろん、研究室が行っている詳細な移動データを利用した研究に興味があったことです。もう一つは研究環境や学生のやりたいことを後押しする制度が整っていたことです。私は外部入学した当初は修士で卒業して企業に就職するつもりでしたが、この充実した環境で博士後期課程に進学することを決めました。

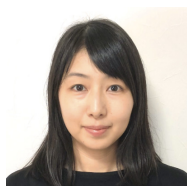
大学院進学を考えている皆さんには、やりたい研究や目指す将来像、身に付けたいスキルなど率直に先生や先輩に相談してみしてほしいです。何よりなんでも相談できる先生や研究室メンバーとの関係性が大切です。環境や制度については全く心配いりません。ここでは研究に限らず能動的に行動する学生を応援してくれます。

大 講 座 Divisions	小講座又は分野 Laboratories	
人間情報学 Human Information Science	言語情報学	Language and Information Science 39
	学習心理情報学	Human Learning and Memory 40
	認知心理情報学	Visual Cognition 41
	人間情報哲学	Philosophy of Human Information 42
	論理分析学	Philosophy of Logical Analysis 43
	言語テキスト解析論	Text Structure and Linguistic Information 44
社会政治情報学 Socio-Political Information Science	社会構造変動論	Social Structure and Change 45
	政治情報学	Political Informatics 46
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 47
	地域計量システム分析	Regional Econometric Analysis 48
人間社会計画学 Infrastructure Planning	空間計画科学	Transportation and Geographic Information Science 49
	社会システム計画学	Regional and Urban Planning 50
	交通制御学	Road Transportation and Traffic 51
メディア情報学 Media and Information Science	メディア文化論	Media and Culture 52
	情報リテラシー論	Media and Information Literacy 53
* コミュニケーション心理学 Cognitive Psychology of Communication		54

\* 協力講座

■研究キーワード■ 自然言語処理／深層学習／人工知能

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



准教授 齊藤 いつみ  
Assoc. Prof.  
Itsumi Saito

## 人と協働して複雑なタスクを実行する AI を実現するための自然言語処理の研究

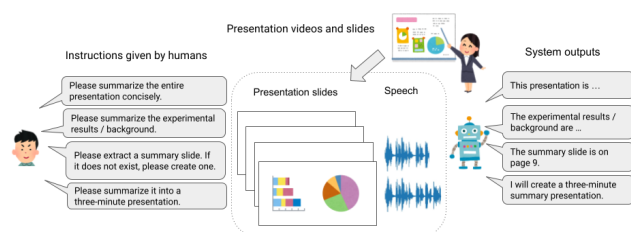
人間が日常的に用いている自然言語やその周辺情報をコンピュータが理解し、高いレベルの知識処理を行うことによって、AI が人と協働しながら様々なタスクを行うことを目標として研究を行っています。AI が人と高いレベルで協働するためには、人がコミュニケーションに用いる自然言語を中心とした様々な情報を適切に理解・処理するとともに、処理した内容を自然言語として生成したり編集したりする能力が必要となります。

我々は、自然言語を中心として画像や音声入力も同時に理解可能な技術の構築や、それらの情報を人間が指示した条件で柔軟に要約したり編集したりする技術に取り組んでいます。近年深層学習を用いた技術の進展によってこれらの能力は飛躍的に向上しましたが、生成される情報の信頼性や多様な入力に対する頑健性などについては課題があります。さらに、効率的に人と協働するためには、指示の意図を正確に理解したり、人が理解しやすい形式で情報を提示するなど、人の認知やコミュニケーションの理解に基づく技術の構築が重要となります。また、日々変化する状況に追従するためには、効率的な情報処理や学習方法の検討も必要となります。これらの課題に取り組み、人間の活動を高度にサポートする AI を構築することを目指します。

## Natural Language Processing for Enhancing Human-AI Collaboration

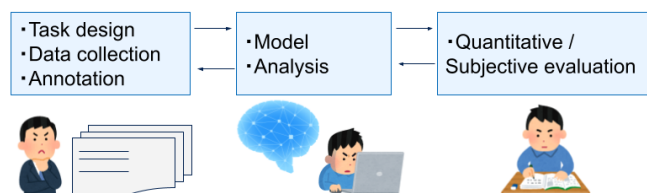
Our research aims to help AI work in collaboration with humans on various tasks by enabling computers to understand and process the natural language and related information that humans use daily, at a high level of knowledge processing. In order for AI to collaborate with humans at a high level, it needs to accurately understand and process the various information utilized in communication by humans, including natural language. Additionally, AI needs the ability to generate or edit text based on the processed content.

We are currently developing technology that can simultaneously understand not only natural language but also image and speech inputs, and that also has the ability to flexibly summarize or edit that information in accordance with instructions by humans. Recent advancements in technology utilizing deep learning have significantly improved these capabilities but there are still challenges regarding the reliability of the generated information and the robustness against diverse inputs. Furthermore, in order to collaborate efficiently with humans, it is important to have technologies based on understanding human cognition and communication, such as accurately understanding the intentions behind instructions and presenting information in a format that humans can easily comprehend. We aim to address these challenges and build AI systems that provide advanced support for human activities.



プレゼンテーションからの情報抽出・要約生成

Information extraction and summarization for presentation.



研究プロセスの例

Example of research process.

■研究キーワード■ 脳科学／個人差研究／モチベーション／データサイエンス  
■KEYWORDS■ neuroimaging / Individual difference / education / motivation / data science



准教授 細田 千尋  
Assoc. Prof.  
Chihiro Hosoda

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

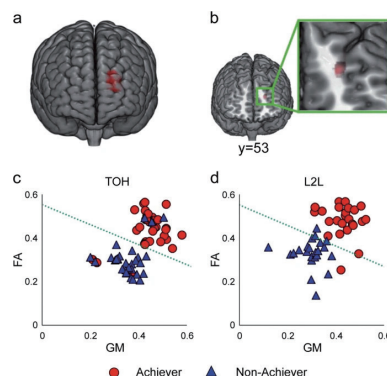
言語能力などの素質や Well-being など、様々な認知・心理的な要素を計測し、さらにその個人差を生む脳構造・脳機能ネットワークの特徴を解明して、個人の能力素養や特性を定量的・客観的に知り、それを伸ばす手法の開発をめざすプロジェクトを行っています。計測する認知・心理的な要素には、英語、プログラミング、読解、数処理、立体把握など様々な能力や、「やりぬく力」や論理的思考、創造性などより広い範囲に関わる一般的能力、および Well-being などについて計測しています。そのうえで、それを伸ばす手法の開発を目指し、子供の特性・能力における親の影響を解明や、幼児から高齢者までを対象としてどのような介入手法を行えばそれを伸ばすことができるか日々の心理、活動量、能力変化、特性変化などの計測を行いながら研究を行っています。

脳計測には MRI や脳波計を用い、脳構造と脳機能の双方で個人差を有無メカニズムの解析を行っています。解析では、各種の多変量解析、周波数解析、機械学習、統計検定などを行っています。このほかにも生体分子、脈拍の解析など様々な手法を用い、多様なバックグラウンドを持つ人が集まって研究しています。

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

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

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



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



脳波測定の実験風景  
Scene of EEG measurement



■研究キーワード■ ヒトの認知情報処理／コンピュータ利用の心理学  
 ■KEYWORDS■ human cognition / 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 齋藤 玲  
 Asst. Prof.  
 Ryo Saito

## 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関して、主にマンガやWEBページなどの視覚メディアを対象として、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（図1）。また、PCやスマートフォンといったICT機器を介したコミュニケーションの認知特性についても研究している。

### 基礎的知見の教育や防災への応用研究

ヒトの認知情報処理の特性と機能に関する基礎的知見を社会実装するべく、記憶・認知研究の学校教育への応用や、災害の記憶と伝承、災害時の認知特性に関する研究を行なっている。

## 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

We engage in empirical research utilizing eye-tracking and psychophysical methodologies to investigate how individuals perceive various images and texts, and how they derive emotions and motivation from them, focusing mainly on visual media such as manga and web pages (see Fig. 1). Additionally, we explore the cognitive characteristics of communication mediated through ICT devices such as personal computers and smartphones.

### Research on applications to education and disaster risk reduction

To implement basic insights into the nature and functions of human cognitive information processing in the society, we study the possible application of the memory and cognitive studies to school education, disaster memories and the experience sharing of disasters, and our cognitive nature in the face of disasters.

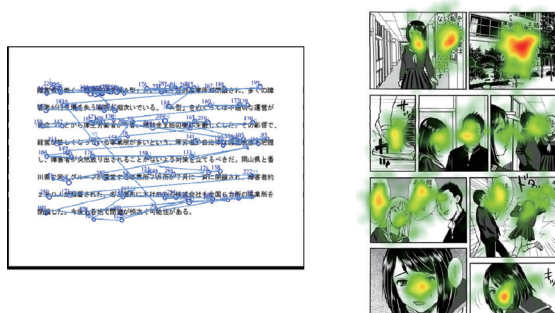


図1. 文章(左)やマンガ(右)を読む際の視線行動データ

Fig. 1 Eye tracking data of reading text (left) and manga (right).

■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ます。知識獲得や情報伝達に先立って、人間とは「ロゴスをもつ生き物」にして「ポリスの生き物」です。公的に語り合うことの意味を考えることは、政治哲学の中心課題なのです。

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

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

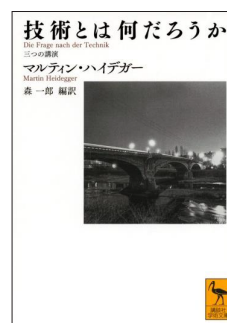
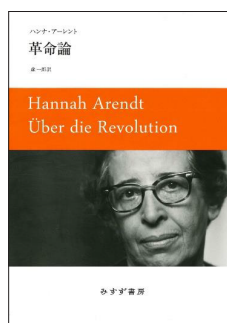
## Philosophical approaches to living in the world

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

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

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

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



訳書：アーレント『活動的生』と『革命論』、ニーチェ『ツァラトゥストラはこう言った』  
Prof. Mori's Translations of Arendt's *Vita activa* & *On Revolution* and Nietzsche's *Thus Spoke Zarathustra*

ハイデガー『技術とは何だろうか』の訳書とその注解書  
Prof. Mori's Translation of Heidegger's *The Question Concerning Technology* and its Commentary

■研究キーワード■ 真矛盾主義／非古典論理／矛盾許容型論理／多値論理／様相論理

■KEYWORDS■ dialetheism / non-classical logic / paraconsistent logic / many-valued logic / modal logic



准教授 大森 仁  
Assoc. Prof.  
Hitoshi Omori

## 論理学と哲学

本研究室では、論理学を特に哲学との関連から研究しています。

哲学がどのような学問であるか、という問いは、それ自体哲学の問題となるところですが、仮に「種々の対象に対して、一般性の高い観点から、意味付けを試みる学問」であるとしします。このとき、意味付けの際に従わねばならない前提については、多くの場合問われることもありません。例えば西洋の哲学においては、アリストテレスによって定式化された排中律及び無矛盾律を暗黙のうちに認める立場が圧倒的多数を占めています。しかし、中には排中律や無矛盾律を批判的に見直す立場もあります。例えば、数学の哲学における直観主義は、排中律に対して真っ向から挑み、哲学に留まらず、数学や情報科学にも大きな影響を与えています。

論理学と哲学の関係もまた哲学の問題となるところですが、私は論理学の一つの重要な役割に、上で触れた意味付けに際しての前提を反映することが含まれると考えています。そしてこれまでの研究においては、無矛盾律に対して真っ向から挑む真矛盾主義 (Dialetheism) の立場の可能性と真矛盾主義の形式的な側面を支える矛盾許容型論理 (Paraconsistent logic) に焦点を当ててきました。

論理学の話題は尽きません。無矛盾律に関する話題はもちろん、排中律に関する話題などを、哲学だけでなく数学や情報科学などにも目を向けながら、論理学をともに愉しく学んでゆきましょう。

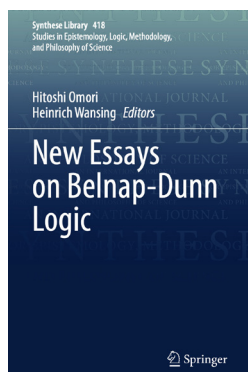
## Logic and philosophy

In our research group, we study logic, especially in relation to philosophy.

The question of what philosophy is itself becomes a philosophical question. However, let's assume that it aims at making sense of things in the most general level. Then, the background assumptions that must be followed during the process of sense making are often not questioned. For example, in Western philosophy, the large majority does not question the status of the law of excluded middle and the law of non-contradiction formulated by Aristotle. However, there are also philosophers that critically reconsider the above laws. For instance, intuitionism in the philosophy of mathematics directly challenges the law of excluded middle and has had a significant impact not only in philosophy but also in mathematics and computer science.

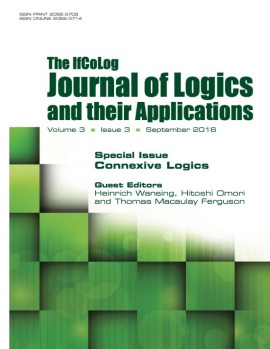
The relationship between logic and philosophy is also a philosophical question. However, I believe that one important role of logic is to reflect the background assumptions involved in the process of sense making. In my research so far, I have focused on the possibility and implications of dialetheism, which directly challenges the law of non-contradiction, and on paraconsistent logic, which supports the formal aspects of dialetheism.

The discussion of logic is extremely rich and fruitful. Let's explore logic together while looking at various topics, including the laws of non-contradiction and excluded middle, not only in philosophy, but also in mathematics and computer science, and enjoy the journey.



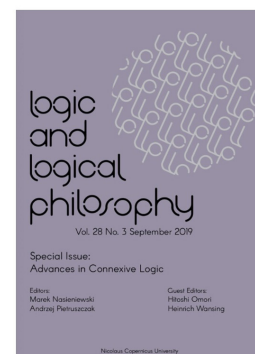
代表的な矛盾許容型論理に関する共編著

A co-edited book on Belnap-Dunn logic, one of the famous paraconsistent logics



Connexive logic に関して共編した雑誌特別号

Co-edited special issues on connexive logic





■研究キーワード■ 統語論／形態統語論／史的統語論／語彙意味論／コーパス／基礎言語学

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



教授 小川 芳樹  
Prof.  
Yoshiki Ogawa

## 人間言語の普遍性と多様性の解明

当研究室では、人の言語能力とそれが生み出し得る表現形式について、理論とデータの両面から研究しています。特に、語や構文の成り立ちと用法についての事実を観察・収集することにより、自然言語の普遍性とはどのようなものか、また、人の言語知識はどのように獲得され、どのように変化・変異を生じるのかを、生成文法の枠組みのもとで解明することを目指としています。具体的には、次のような領域で研究活動をしています。

### 1) 形態統語論

形態素と形態素を結合して「語」を作る仕組みと、語と語を結合して句や文を作る仕組みは連続的であるとの仮定のもと、語や句や文の共時的な形態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（述部）の意味構造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

語の統語・形態・意味構造が通時的にどのように変化しうるか、また、なぜ現在あるような多様性が存在するのかについての仮説を立てるとともに、コーパスや実験心理学の手法などを用いて、その仮説の検証を行う。（認知心理情報学分野との共同研究を含む）

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

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

新領域創成のための挑戦研究デュオ（鳥類コミュニケーションシグナルの解析から理解する言語の生成と認知の脳内機構）：<https://w3.tohoku.ac.jp/frid/project/page-850/>

## 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 what the universal aspects of language are, how a language can change diachronically and vary synchronically, and how it is acquired, 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 internal morphosyntactic structures are, and examine the proposed hypotheses by empirical data.

### (2) Lexical Semantics:

To study the semantic structure of predicates such as verbs, nouns and adjectives, and to elucidate which aspects of the semantic structure have syntactic reflections.

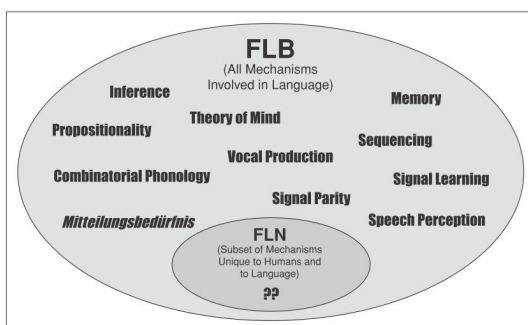
### (3) Diachronic Syntax/Comparative Syntax/Psycholinguistics:

(i) To study the nature of diachronic change and synchronic diversity of languages, (ii) to propose a theory of the language faculty that allows diachronic change and synchronic diversity, and (iii) to justify the theory by logical thinking, corpus studies, and methodologies of experimental psychology. (including a collaborative work with the department of Visual Cognition)

For these purposes, we are engaged in the interdisciplinary research project called "Language Change and Language Variation Research Unit (LCLVRU)," which has been organized to pursue our aims from multiple perspectives. See the following URLs for the LCLVRU and other activities lead by the staff of our lab:

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

<https://w3.tohoku.ac.jp/frid-en/project/understanding-the-brain-mechanism-of-language-computation-from-analyzing-the-communication-signals-of-birds/>



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

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



共編著「コーパスからわかる言語変化・変異と言語理論3」の刊行

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



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

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



教授 徳川 直人  
Prof.  
Naohito TOKUGAWA



教授 岡田 彩  
Prof.  
Aya OKADA



特任助教(研究) ZHANG YUXIN  
Assis. Prof.  
Yuxin ZHANG



特任助教(研究) ZHOU YUQIN  
Assis. Prof.  
Yuqin ZHOU

## 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。

徳川教授は、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』（2016年）のあと、「語りづらさ」を食農コミュニケーションと支配的表象の問題に応用した研究にとりくんでいます。岡田教授は、NPOの社会的な意義や寄付の動機に関する研究を進めています。周玉琴特任助教は、日本と中国農村社会における社会関係と営農志向に関するフィールド調査をしています。張羽欣特任助教は、シンボリック相互行為論的ジェンダー論の展開および女性の経験の語りについて研究しています。

## Theoretical and Qualitative Inquiry into Social Life

Sociologists in this lab 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.

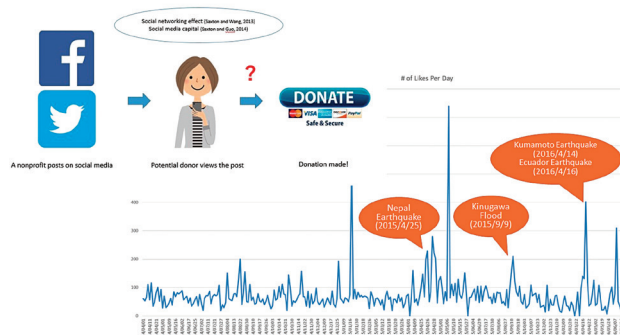
Following a publication of Color Vision Discrimination and Difficulty to Talk (2016) based on interactionism of experience and language, Prof. Tokugawa is engaged in a research applying "difficulty to talk" to issues on food-agricultural communication and dominant representations. Prof. Okada is exploring the significance of nonprofit organizations and giving behaviors in contemporary society. Assis.Prof. Zhou conducts field research on social relations ("guanxi" in Chinese) and farmers orientation in Japanese and Chinese rural communities. Assis.Prof. Zhang focuses on the development of symbolic interactionist gender theory and the narration of women's experiences.



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

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

### Difficulty of Tracing the Process



ソーシャルメディアを用いた情報発信と寄付行動の関係を探索

A study exploring relationship between social media posts and donation behaviors

# Political Informatics 政治情報学

■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

## 公正な選挙の未来

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

### 東日本大震災と選挙環境

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

### 権威主義体制下の選挙とその政治経済的帰結

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



准教授 原田 勝孝  
Assoc. Prof.  
Masataka Harada

## Future of Electoral Integrity

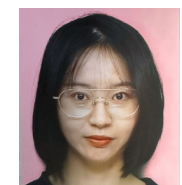
We explore how electoral integrity can be improved in both developed and developing countries. We focus especially on (1) how political actors use ICT (Information Communication Technology) in advanced information society, (2) how does the qualified voter collect political information, and (3) what determines 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.

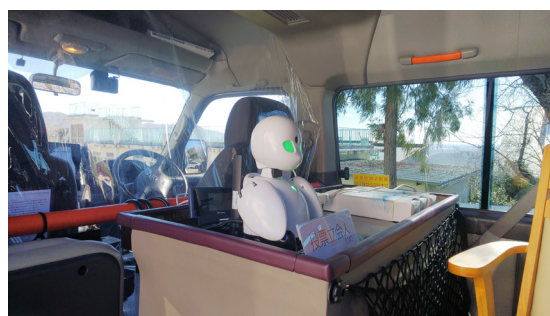


特任助教(研究) LI XINHE  
Assis. Prof.  
LI XINHE



日本における開票所の様子

View of a vote counting station in Japan

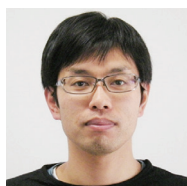


遠隔投票立会の実証実験（つくばスーパーシティ型国家戦略特区）

Demonstration experiment of remote voting witness (Tsukuba Super Science City Initiative)

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

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

教授 曾道智  
Prof.  
Dao-Zhi Zeng准教授 伊藤亮  
Assoc. Prof.  
Ryo Itoh助教 張陽  
Assis. Prof.  
Yang Zhang

## 都市形成と集積の経済メカニズム

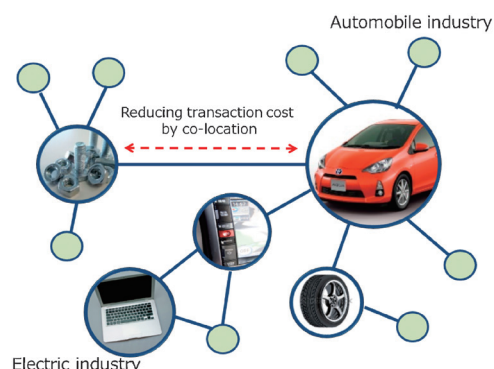
交通・通信ネットワークによって結ばれた個々の都市は、人・財・サービス・知識の移動を通じて、全体として有機的な「都市システム」を形成している。また、グローバル化、ボーダーレス化の急速な進展のもとで、都市、地域、国際経済は複雑に絡み合い、現代の都市システムは国を越えたグローバルな社会経済システムを形成しつつある。本研究室は、都市や産業の集積形成の理論を中心として、都市、地域、国際貿易などを対象とした空間経済の構造とダイナミックな変遷過程を解明し、都市・地域の経済発展の政策分析を行う。これらの問題に対し、都市経済学、地域経済学、国際経済学、ゲーム理論、ORなどの関連する分野を複合的に動員した、「地域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

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

## 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.

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。

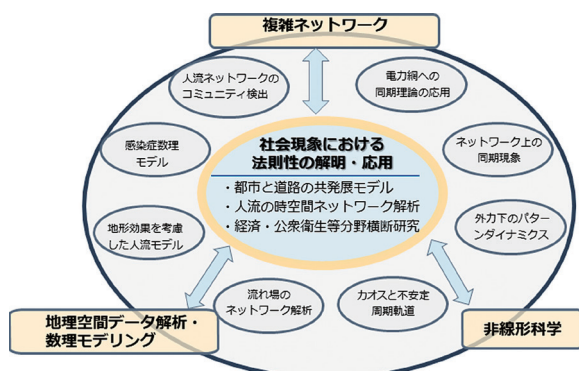
## Viewing society, economy, and regions, with network science, mathematical models, and nonlinear science

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

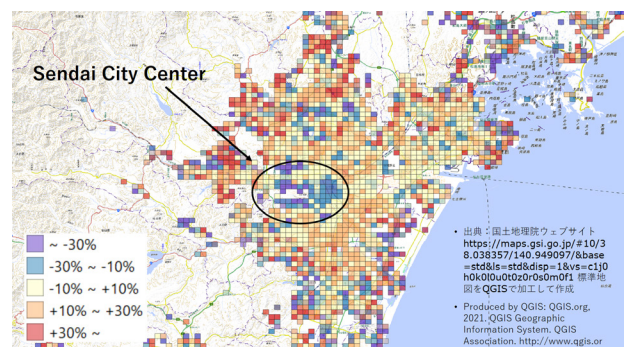
The topic 1) is a central issue in various research fields such as spatial economics. We propose a new modelling framework with the real data based on the network theory, and study its mathematical aspect. In 2), we apply the network analysis methods to geospatial data. Our scope is not restricted to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



2020/04/16

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



■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

## 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。

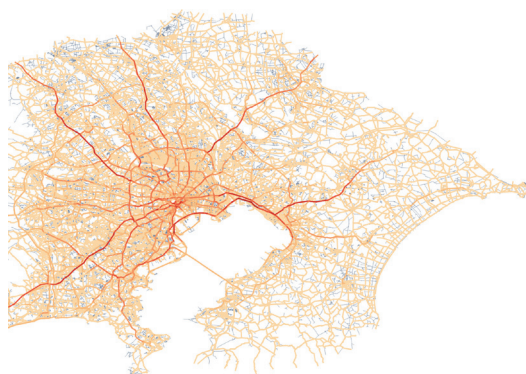
井上研究室は、時空間情報の解析・共有手法の開発に取り組んでいます。市民が地域の将来像を議論し合理的な意思決定を下す基となる、地域の過去から現在までを記録した詳細かつ膨大なデータが、近年利用できるようになっています。当研究室は、時空間情報の解析手法の開発を通して、「市民がデータを利用した地域の現状分析を基に将来を議論できる環境」を整備し、より良い地域づくりへと貢献したいと考えています。

## 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.  
Tatsuhiro 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。

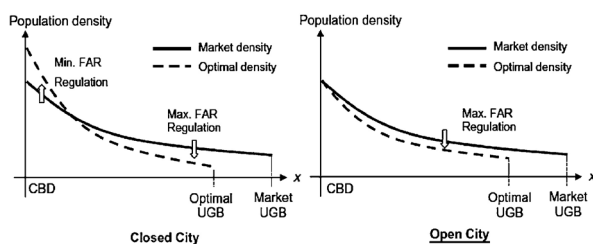
- (1) 土地利用規制（容積率規制、ゾーニング等）が地代や人口分布の変化を通して社会厚生に影響するメカニズムを理論的に解明し、土地利用を最適化する方法を考案している。
- (2) 土地税制や土地利用規制が都市内土地利用に与える影響を実証的に明らかにする研究を行っている。
- (3) 観察可能な変数から定量的に政策を評価する費用便益分析の方法論を、伝統的経済学でほぼ無視されてきた空間的側面や時間的側面を考慮可能な方法論へと改良・拡張する研究を行っている。
- (4) 政府予算の効率的調達（税金、料金等）について理論および実証分析を行なっている。
- (5) 空間相互作用データや企業集積データを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

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

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

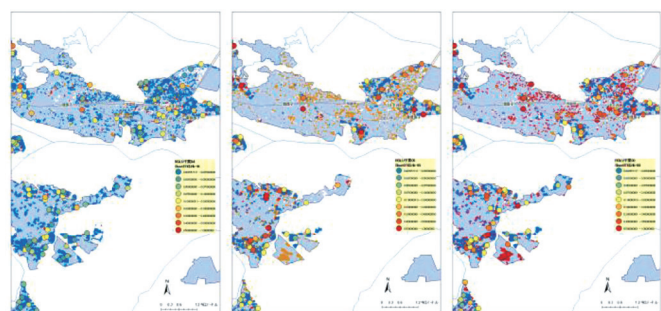
Our current themes are to explore:

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



最適容積率規制・都市成長境界規制と都市内土地利用

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



1994

2000

2005

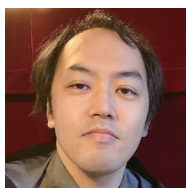
土地税制と都市内農地の転用確率

Land tax and agricultural land conversion

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



教授 赤松 隆  
 Prof. Takashi Akamatsu



准教授 原 祐輔  
 Assoc. Prof. Yusuke Hara

## 空間経済システムの計画と管理、都市交通データサイエンス

本分野は、赤松研究室と原研究室から構成されています。

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

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

原研究室は

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

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

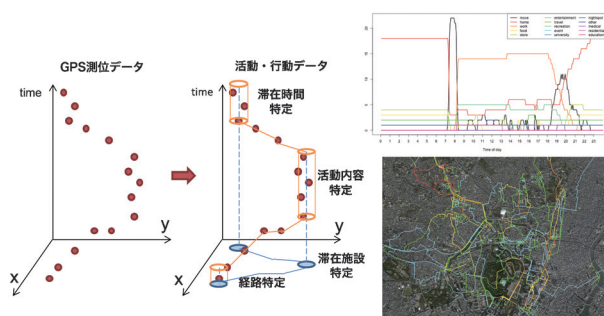
This group consists of Akamatsu laboratory and Hara laboratory.

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

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

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

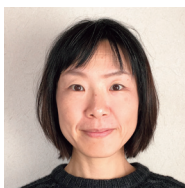
- 1) Data science for urban transportation system: A methodology for data science using a variety of big data, such as GPS trajectories of people and vehicles, tweets on social media, etc., with a view to understanding and clarifying urban activities.
- 2) Mechanism design for urban and transportation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



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



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



准教授 森田 直子  
 Assoc. Prof.  
 Naoko Morita



准教授 坂田 邦子  
 Assoc. Prof.  
 Kuniko Sakata



特任助教(研究) 王 楽  
 Assis. Prof.  
 Le Wang



特任助教(研究) 半田 幸子  
 Assis. Prof.  
 Sachiko Handa

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

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

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

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

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

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

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

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



メディア制作ワークショップの様子 (坂田)

Media Workshop (by Sakata)



自主ゼミメンバーとのマンガ原画展視察 (森田)

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



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



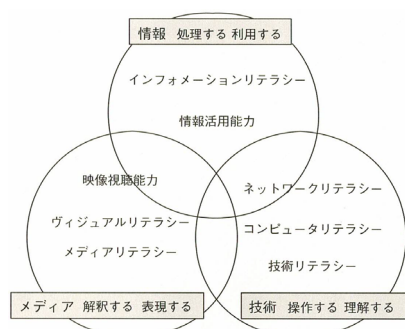
准教授 長濱 澄  
 Assoc. Prof.  
 Toru Nagahama

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

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

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

In this laboratory, we are engaged in research on (1) the development of methodologies and educational contents that contribute to improving the quality of education through the active use of advancing information and communication technologies, (2) proposals for future literacy in media and information and methods to foster it, (3) operational issues such as governance in policies and educational institutions and educational programs for fostering leaders to realize these issues. We are promoting learning analytics through cross-disciplinary collaboration with fields such as psychology, neuroscience, AI (Artificial Intelligence), and mathematical data science. In recent years, we have been working on research themes such as automatic generation of questions using AI and big data analysis of learning logs. Through these efforts, we aim to promote interdisciplinary research on educational data, including the data that have not been often analyzed in conventional educational research (e.g., data obtained through sensing, big data, etc.), and to return the results of our research to society.



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



小学校におけるメディア教育（仙台白百合学園小学校での実践）

Media Education in Sendai Shirayuri Gakuen Elementary School

■研究キーワード■ 言語理解／文章理解／学習と記憶／授業デザイン／防災教育

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



教授 邑本 俊亮  
Prof.  
Toshiaki Muramoto

## 言語コミュニケーションの認知過程の解明と応用

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

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

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

## Basic and applied research on verbal communication

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

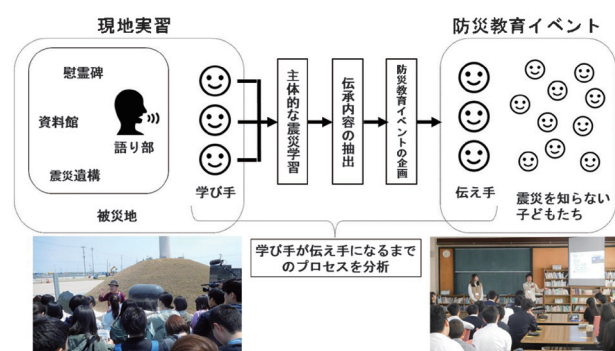
One of the most important basic research themes is the elucidation of the text understanding process. Text comprehension is the process of constructing meanings through the interaction of text and reader. Within a limited capacity of working memory, the reader activates prior knowledge related to the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

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



言語コミュニケーションを研究する（心理実験）

Basic research on cognitive processes of verbal communication

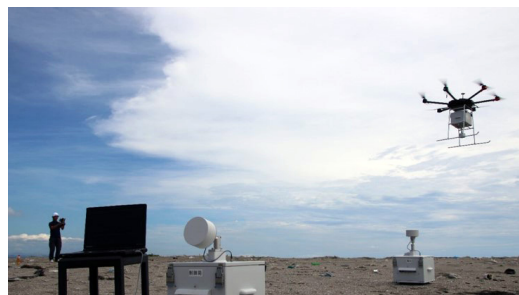


学び手が伝え手になる災害伝承・防災教育システムの開発

A new disaster education system where learners become teachers



AR/VRを用いたタンパク質分子ビューア  
Protein Molecular viewer using AR/VR technology



無人航空機ネットワークシステム  
Unmanned Aerial Vehicle Network System

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。

The Department of Applied Information Sciences was established with the mission of promoting interdisciplinary and comprehensive education and research in science and technology for constructing practical systems that address complex realities while considering the diversity of human and social factors. As our ubiquitous information society progresses, we are conducting advanced research in information and communication technology for humans coexisting with nature, robotics, fluid system information sciences, life information sciences, cognitive information sciences, and health information sciences. At the same time, we are tackling various real-world problems by utilizing information technology and statistical science, striving to advance innovative education and research in applied information sciences from both technical and theoretical perspectives.



応用情報科学専攻 博士後期課程 2年  
(田中研究室)

**池田 早穂** Saho Ikeda

在学生からのメッセージ

私は、ブラックボックス最適化を利用してファッションコーディネート提案するシステムの開発に取り組んでいます。ブラックボックス最適化とは、データとデータの関係がどのような形かわからない場合、また潤沢にデータが存在しない時に利用される最適化手法です。言語化されていないルールや曖昧な基準を持つファッションコーディネートはあまり関心がない人にとっては負担になっているため、ファッションアイテム一つ一つの良し悪しのみならず、アイテム同士の相性も加味してファッションコーディネートを行うようなシステムを目指しています。

情報科学研究科は、私の興味関心に基づく研究をすることができ、また研究を行うための物理的・金銭的支援のみならず、研究科や大学院の枠を超え様々な研究者と交流できる環境を用意してくれたため、入学を決めました。本研究科では、自身の興味の追求と、社会での応用の両方を実現できます。また様々な進路に進んだ先輩との交流を通じて、本研究科進学後も自らの道筋について納得いくまで模索することができる環境です。

一緒に学ぶ仲間が増えることを心から楽しみにしています！

大 講 座 Divisions	小講座又は分野 Laboratories	
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 Flucutuomatics 57
	情報通信技術論	Information Technology 58
	人間－ロボット情報学	Human-Robot Informatics 59
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 60
	バイオモデリング論	Biomodeling
	認知情報学	Cognitive Psychology 61
* 情報通信ソフトウェア学 Applied Intelligence Software		62
* 情報ネットワーク論 Information Network Systems		63
* 流動システム情報学 Flow System Informatics		64
* ブレインファンクション集積学 Brain-Function Integrated System		65
* 健康情報学 Health Informatics		66
先端応用データ科学 Advanced Applied Data Science		67
タフ・サイバーフィジカル AI 学 Tough Cyberphysical AI		68
暗号プロトコル論 Cryptographic Protocols		69
◎ 複雑系統計科学（統計数理研究所） Statistical Science for Complex Systems		70

\* 協力講座 ◎ 連携講座



■研究キーワード■ スパースモデリング／機械学習／ベイズ推定／最適化問題／量子アニーリング／量子計算

■KEYWORDS■ Sparse Modeling / Machine Learning / Bayesian Optimization / Optimization Problem / Quantum Annealing / Quantum Computation



教授 田中 和之  
Prof. Kazuyuki Tanaka



助教 奥山 真佳  
Assoc. Prof. Manaka Okuyama

## Physics + Information Processing = Intelligent computation

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

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

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

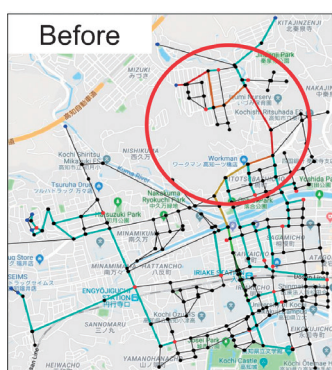
これらの技術を下支えているのが「最適化問題」と呼ばれる数理的課題です。この最適化問題は様々な場面に登場します。そこで世界各国で効率よく最適化問題を解く専用の計算技術の開発競争が始まっています。当研究室では「量子アニーリング」に代表される物理的プロセスを利用した計算技術を推進しています。これら学術的な研究成果をもとに、多数のプロジェクトや企業との共同研究を通して広く社会に還元することで、世界を変えていきます。

## Physics + Information Processing = Intelligent computation

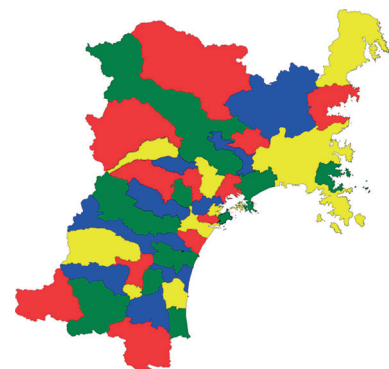
Machine learning is like the magic mirror from Snow White?except it's real. Computers today are capable of predicting our future by constructing logical relationships between the data and deciphering undiscovered rules behind them. Tanaka-Ohzeki Laboratory strives to make this modern magic accessible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

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

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



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



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

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

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



助 教 加 藤 寧  
Prof.  
Nei Kato



准教授 川本 雄一  
Assoc. Prof.  
Yuichi Kawamoto



助 教 Koketsu  
Rodrigues  
Tiago  
Assis. Prof.  
Koketsu Rodrigues Tiago



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



特任助教 (研究) GUO QI  
Assis. Prof.  
GUO QI

## 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

## 安全・安心で豊かな社会を実現するためのロボティクス

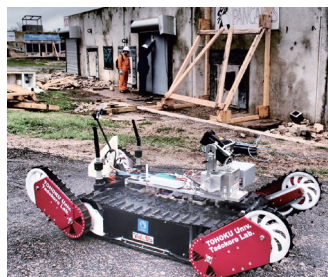
人間-ロボット情報学分野では、RT（ロボットテクノロジー）を活用し、安全で安心して暮らせる豊かな社会の実現に貢献することを目的として、研究教育を進めている。田所教授はレスキューロボットを学術研究分野として創成し、本研究室は、世界におけるレスキューロボット研究の中心としての役割を担ってきた。特に、レスキューロボット Quince は福島第一原発建屋内の調査に活用され、レスキューロボットの社会実装を目指す内閣府・ImPACT プログラム『タフ・ロボティクス・チャレンジ』（2014-2019）を進めてきた。さらに、本研究室のロボット技術は、全天候で運用可能な工場内搬送車や、パーソナルビークルを対象に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

## 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.



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



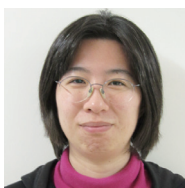
力覚を拡張するペン型インタフェース  
Haptic Augmented Pen-type Interface



■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 西 羽 美  
 Assoc. Prof.  
 Hafumi Nishi



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



助教 安澤 隼人  
 Assis. Prof.  
 Hayato Anzawa



特任助教(研究) 浜 端 朋子  
 Assis. Prof.  
 Tomoko Hamabata

## 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。

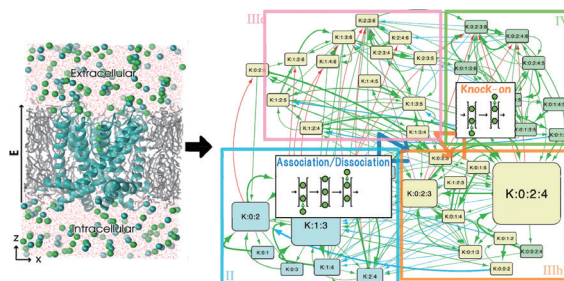
## Bioinformatics linking diverse data and biological systems

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■ 人間の行動／心理物理学／身体性  
 ■KEYWORDS■ Human behavior / Psychophysics / Embodied cognition



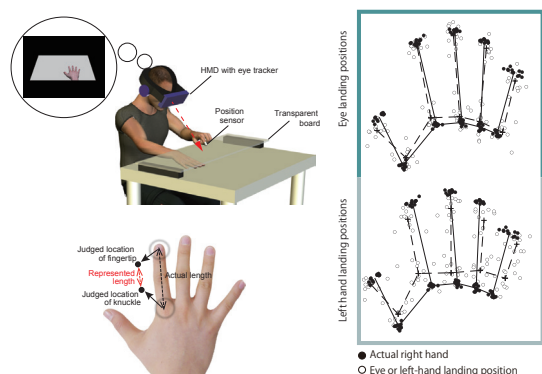
教授 松宮 一道  
 Prof. Kazumichi Matsumiya

## 実験心理学の原理から人の行動を理解する認知情報学

私たちは、日常生活において様々な行動を行っています。このような行動の制御には、視覚や体性感覚といった多感覚の過程が深く関わっており、この多感覚過程によって自己の気づきといった認知機能が発現されます。本研究室では、心理物理学的手法によって人の行動に内在する認知機能の解明に挑んでいます。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の重要性を示してきました。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、自己身体の気づきが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。

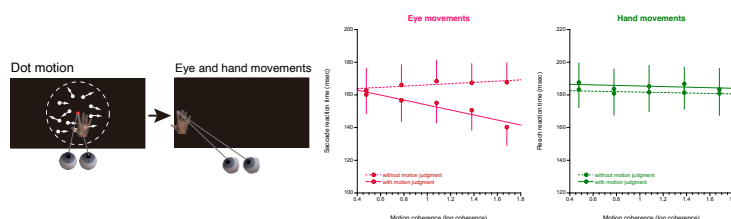
## Understanding human behavior through the principle of psychophysics

Humans perform various motor actions in their daily lives. The control of such motor actions is based on multisensory processes including vision and proprioception. These processes produce cognitive functions such as self-awareness. In our laboratory, we are trying to elucidate the cognitive functions involved in human behavior through psychophysical methods. We have revealed that bodily awareness has a significant influence on visual perception, suggesting the importance of considering embodied cognition in perceptual processing. At present, we are investigating the effects of bodily awareness on motor control and the cognitive mechanisms of the body in mind that people subjectively feel by using human behavioral characteristics obtained from psychophysical experiments. I promote the research and teaching of understanding human behavior, human body, and human perception by means of psychophysics.



眼球運動と左手の到達運動で異なる身体図式 (Matsumiya, 2022).

The body schema differs between eye and reach movements (Matsumiya, 2022).



動きの知覚判断と関連のない眼球運動と手の到達運動 (Matsumiya & Furukawa, 2023).

Judgment-irrelevant saccade and reach movements (Matsumiya & Furukawa, 2023).

■研究キーワード■ データプラットフォーム/ストレージシステム/人間調和型情報通信基盤/サイバー・フィジカルシステム/現実/仮想空間融合/知的画像処理

■KEYWORDS■ Data Platforms / Storage Systems / Human-Harmonic Information Communication Infrastructure / Cyber-Physical System / Cyber-Real Space Integration / Intelligent Image Processing



教授 中村 隆喜  
Prof.  
Takaki Nakamura



准教授 阿部 亨  
Assoc. Prof.  
Toru Abe

## データ駆動型科学を支えるデータプラットフォームと、人間調和型のサイバー・フィジカルシステムにより高度な情報通信システムを実現する

現在の情報通信システムは、クラウド、インターネット、各種センサ、エッジネットワーク、小型携帯端末などを含む多種多様な要素により構成された大規模・複雑なシステムとなっている。また、そのシステム内では多くのデータが流通し、高度なデータサービスが提供されている。情報通信ソフトウェア学講座ではこのようなシステム、サービスを支える研究を行っている。

中村研究室では、データ駆動型科学や研究データ管理を支えるデータプラットフォームを対象とした研究開発を進めている。データプラットフォームは、データを収集・蓄積するデータレイク基盤、収集したデータを分析するデータ分析基盤、生成された研究成果等を管理する研究データ管理基盤から構成される。現在、大規模災害やコンポーネント障害が発生しても安全にデータが保護できる技術、計算機の主記憶サイズを超えた大規模データセットであっても機械学習等のデータ分析が効率的に行える技術に関する研究を進めている。

阿部研究室では、社会を構成する多様な主体が高度に相互連携する新たなコミュニケーション環境の実現を目指した研究開発を進めている。具体的には、情報通信システムを構成する多様なコンピュータ、デバイス、ネットワーク、ソフトウェア等の有効活用を図るため、人物や環境の状況として獲得された様々な情報を各構成要素へ反映することで、各々に能動性を与え、相互の自律的な協調・連携により人間・システム双方にやさしいサービスを提供する「人間調和型情報通信基盤」について研究を行っている。特に、人物や環境の状況を映像等から獲得するためのマルチメディア情報の知的処理技術、獲得した状況を構成要素へ反映する応用技術、構成要素の自律的な協調・連携を実現するための現実空間と仮想空間の感覚的融合等に関する研究を進めている。

## Data platforms supporting data-driven science and human-harmonic cyber-physical systems to realize advanced information and communication systems

In recent years, information communication systems tend to be large and complex ones composed of clouds, the Internet, many kinds of sensors, edge networks, hand-held devices, etc. Within such systems, a great deal of data is shared and advanced data services are provided. Our Laboratories are engaged in research to support such systems and services.

Nakamura Laboratory is conducting research and development targeting data platforms that support data-driven science and research data management. The data platforms consist of a data lake infrastructure for collecting and storing data, a data analysis infrastructure for analyzing the collected data, and a research data management infrastructure for managing the generated research results, etc. Currently, research is being conducted on technologies that can safely protect data even in the event of a large-scale disaster or component failure, and on technologies that enable efficient data analysis, such as machine learning, even for large data sets that exceed the size of the main memory of computers.

Abe Laboratory is promoting research and development to establish communication environments where each entity in human societies and environments performs high level mutual collaboration. To utilize many kinds of entities such as computers, devices, networks, software components, etc, we have proposed methods for acquiring the states of users / environments from images and introducing them into the entities. The human-harmonic information communication infrastructure can be constructed with the cooperative behavior of the entities. Based on these methods, we are developing the design methodology and middleware for cyber-physical integration systems, the advanced multimedia information processing technologies, and also investigating several application systems such as cyber-real integrated spaces, disaster-resistant information communication systems, smart city, etc.

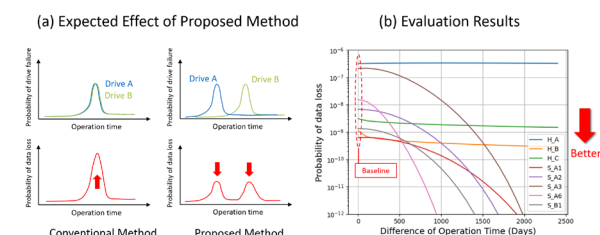


図 1. ピークシフト方式によるデータプラットフォームの耐久性改善

Fig.1 Improved durability of data platforms by peak shift method

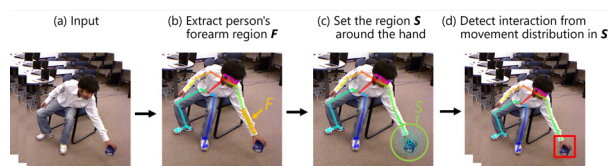
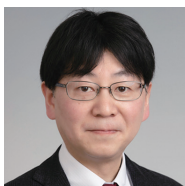


図 2. 情景中の物体の認識を行わない人物 - 物体のインタラクション検出

Fig.2 Detecting human-object interaction without recognizing objects in the scene



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



教授 菅沼 拓夫  
 Prof.  
 Takuo Suganuma



准教授 後藤 英昭  
 Assoc. Prof.  
 Hideaki Goto

## 頼れる安心ネットワークの実現に向けて

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

### (1) 柔軟な情報ネットワークに関する基礎・応用研究

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

### (2) 情報セキュリティに関する基礎理論研究

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

### (3) ネットワークの運用・管理と応用

情報ネットワークの運用・管理制度や応用サービスの研究開発をしている。

## Towards reliable and secure network systems

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

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

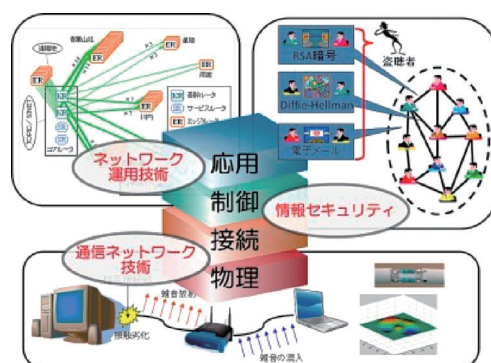
Our goal is to realize information networks that support the next-generation information society where people, the environment, and IT coexist. With flexible network construction and management technologies at the core, we are promoting R&D on SDN, sensor networks, IoT, network middleware, authentication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

### (2) Theoretical foundations of information security

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

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

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



研究概要図  
 Outline of our research

### ANDを秘匿計算するカードベース暗号プロトコル

(Mizuki-Kumamoto-Sone@ASIACRYPT2012)

♠♥♦♣ = 0 ♠♥♦♣ = 1

#### 1. コミットメントを置き、ランダム二等分割カットを適用する:

♠♠♠♠ → [♠♠♠♠] → ♠♠♠♠

#### 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

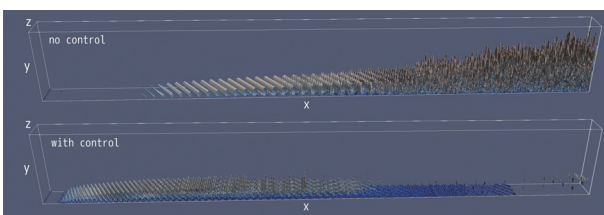
- Development of numerical methods for direct numerical simulation of flows which include complex geometries and/or moving objects
- Numerical study of reduction of aeroacoustic noise by porous materials

### (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

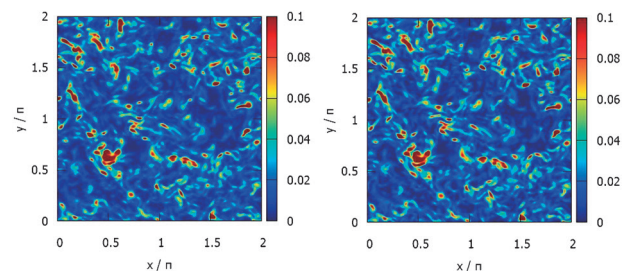
### (3) Vortex dynamics and hydrodynamic stability

- 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

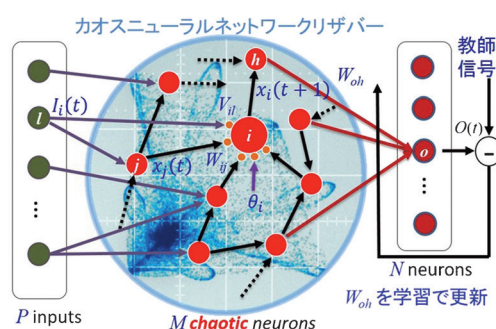
我々の脳は、非常に複雑ではあるが一定の構造を持った夥しい数の神経細胞から成るネットワークから構成されている。この大規模な物理・化学系による高度な情報処理は、デジタル計算機とは全く異なる原理で行われている。

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ーの基本的な構成

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



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



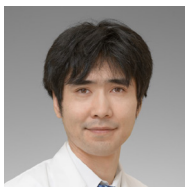
教授 木内 喜孝  
Prof.  
Yoshitaka Kinouchi



教授 伊藤 千裕  
Prof.  
Chihito Ito



准教授 井上 淳  
Assoc. Prof.  
Jun Inoue



准教授 建部 俊介  
Assoc. Prof.  
Shunsuke Tatebe



助教 北 浩樹  
Assis. Prof.  
Hiroki Kita

## 多因子疾患とその病因・病態解析

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

循環器疾患の疫学に関する研究では、成人期に移行した先天性心疾患の患者さんを対象として、健康関連 QOL (quality of life: 生活の質) と予後との関係や脳 MRI 画像等の解析による発達障害、加齢リスクの解明に取り組んでいる。

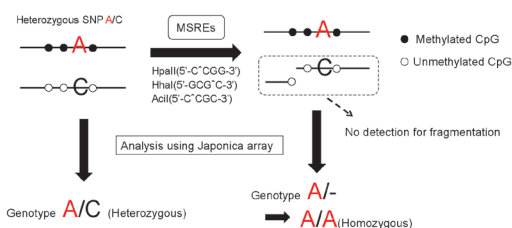
精神疾患に関する研究では、精神疾患における中枢ヒスタミンの役割についての研究や、精神疾患の感受性遺伝子の検索を行っている。

## Research in the pathogenesis of multifactorial diseases

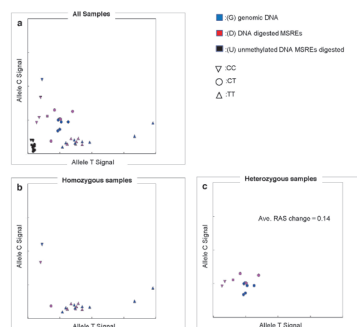
The regulatory systems categorized into three types, neural, humoral and behavioral mechanisms play an important role in maintenance of the homeostasis of the body. These control systems response and compensate by the second, by the minute, by the hour, by the day or by the year to the internal or external 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■ データサイエンス／機械学習／人工知能／マテリアルズ・インフォマティクス／生命情報学

■KEYWORDS■ data science / machine learning / artificial intelligence / materials informatics / bioinformatics



教授 志賀 元紀  
Prof.  
Motoki Shiga



教授 山田 和範  
Prof.  
Kazunori Yamada



助教 小館 俊  
Assis. Prof.  
Shun Kodate



助教 北井 孝紀  
Assis. Prof.  
Koki Kitai

## 未踏スケールデータに対する高度なデータ解析法を開発し、新しい価値とイノベーションを創出する

次世代放射光施設ナノテラスや東北メディカルメガバンク等から生成される未踏スケールデータを対象に、高度なデータ解析法を開発し、様々な分野に応用することで新たな価値とイノベーションを創出します。ここでいう未踏スケールデータとは、単なるデータ量の大きさだけではなく、データ生成速度や計測分解能、データのモダリティの多様性等、従来のスケールを凌駕するデータを指します。このようなデータは新しい知見や価値を生み出す可能性を秘めているため、こうしたデータに対する高性能な解析法が求められています。

志賀研究室では、機械学習、および、物質・材料科学における情報学（マテリアルズ・インフォマティクス）の研究をしています。学内外の研究者と連携し、放射光施設や電子顕微鏡の計測データや物質・材料科学の理論計算データの解析を通じて、物質の構造を解明したり、新しい高性能材料を発見することを目指しています。

山田研究室では、データ科学、特に、人工知能に関わる研究をしています。人工知能分野以外の研究者と共同研究をする際には人工知能を作る研究をすることもあります。主には人工知能を作るための技術を開発する研究に取り組んでいます。特に、意識を持つような人工知能を開発するための研究、生物学的文字列を中心とした文字列処理の研究、人工知能と情報文化に関する研究を行っています。

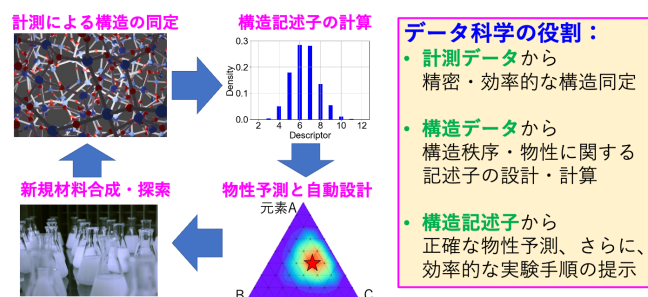
## Create new values and innovations by developing data analysis methods for unprecedented-scale data

Our laboratories conduct research to create new values and innovation by developing data analysis methods for unprecedented-scale data generated by the next-generation synchrotron radiation facilities such as NanoTerase and Tohoku Medical Megabank Organization (ToMMo), and applying them to various research fields. Unprecedented-scale data here refers not only to the volume of data, but also to data that surpasses conventional scales in terms of data generation speed, measurement resolution, and diversity of data modalities. Since such data have the potential to generate new knowledge and value, high-performance analysis methods for such data are required.

Shiga Laboratory conducts research in machine learning and materials informatics. Based on these technologies, we develop data analysis methods to identify the structure of materials and discover new high-performance materials by analyzing measurement data from synchrotron radiation facilities and electron microscopies, as well as theoretical computational data in materials science.

The focus of the Yamada Lab is data science, particularly in the field of artificial intelligence. Although we create artificial intelligence systems, we are mainly engaged in research on developing technologies that can be used for creating artificial intelligence. Specifically, we are conducting research on developing artificial intelligence with consciousness, string processing research centered on biological sequences, and research on the relationship between artificial intelligence and culture.

## 物質・材料科学におけるデータ解析



マテリアルズインフォマティクス（志賀研究室）  
Materials Informatics (Shiga Laboratory)

■研究キーワード■ タフ・ロボティクス／サイバーフィジカル／タフ・AI  
 ■KEYWORDS■ tough robotics / cyber physical / tough AI



教授 大野 和則  
 Prof. Kazunori Ohno



准教授 岡田 佳都  
 Assoc. Prof. Yoshito Okada

## 困難な実環境下で機能するタフなサイバーフィジカル AI の実現に向けて

タフなロボティクス、困難環境で稼働する知能体などの先端的研究領域について教育研究する。また、「タフ・サイバーフィジカル AI 学（新設）」の講義科目を担当する。

身体性をもって実世界で稼働するサイバーフィジカル AI の重要性が急速に高まっている。特に、SDGs や災害などの我が国や世界が有する重大な社会課題や産業課題の解決に資する科学技術に対するニーズが顕在化し、サイバーフィジカル AI が困難な環境下で機能するための高度化、すなわち、システムの頑健性、柔軟性、適応性、それに基づく広い適用性を意味するタフ・サイバーフィジカル AI、に関する研究開発とともに、それを担う高度専門人材の育成や、創生された価値の社会的実装が急務となっている。

以上の背景を踏まえ、現在特に社会的需要が高まっている、システムの頑健性、柔軟性、適応性、広い適用性などを中心として、社会が直面している課題の解決に資する先端タフ・サイバーフィジカル AI 学の教育研究を本格的に実施する。この教育を受けた専門人材を社会に送り出すことにより、世界の社会課題解決を加速するとともに、産業競争力や豊かな社会を実現する原動力の充実に資する。種々の困難な課題を直接の対象とし、それらを解決するための新しい科学技術の方法論を研究し、実世界への適用を試みる。それによって、応用情報科学専攻のミッション推進を強化し、社会が大学に期待する役割を効果的に担える学術教育研究をより活動的に実施することを目指す。

## Toward Tough Cyber-Physical AI that Works in Difficult Real-World Environments

Education and research will be conducted on advanced research areas such as tough robotics and intelligent bodies operating in challenging environments. Additionally, "Tough Cyber-Physical AI Studies" (newly established) is going to be set as the lecture from this course.

The significance of cyber-physical AI, which operates in the real world with a physical presence, is rapidly increasing. In particular, there is a growing need for scientific and technological advancements that can contribute to addressing significant social and industrial challenges faced by our country and the world, such as SDGs and disasters. The development of tough cyber-physical AI, which refers to the enhancement of functionality in difficult environments, encompassing system robustness, flexibility, adaptability, and broad applicability based on those attributes, along with the cultivation of highly specialized professionals to spearhead these efforts and the social implementation of the value created, is of utmost urgency.

Based on the above background, we will systematically carry out educational research in advanced tough cyber-physical AI, which is particularly in high demand due to its potential to contribute to solving the challenges faced by society, with a focus on system robustness, flexibility, adaptability, and broad applicability. By equipping professionals who have received this education with the necessary skills, we aim to accelerate the resolution of global social issues and contribute to enhancing industrial competitiveness as well as driving the realization of a prosperous society. We will directly address various challenging issues, research new scientific and technological methodologies to solve them, and strive to apply these methodologies in the real world. Through these efforts, we aspire to strengthen the promotion of the mission of the Department of Applied Information Science and actively engage in academic education and research that effectively fulfill the roles society expects from universities.



タフロボット AI  
 Tough Robotic AI



タフロボット AI  
 Tough Robotic AI



■研究キーワード■ カードベース暗号／暗号理論／情報セキュリティ  
 ■KEYWORDS■ Card-based cryptography / cryptology / information security



教授 水木 敬明  
 Prof. Takaaki Mizuki

## カードベース暗号の研究分野の創成と発展

本研究室は、カードベース暗号を主なテーマとして研究に取り組んでいます。

カードベース暗号は、トランプのような物理的なカード組を用いて秘密計算やゼロ知識証明等の暗号機能を実現するものです。1989年に Bert den Boer が5枚のカードを用いた論理積の秘密計算プロトコル (five-card trick) を提案してから、国外からの論文が2001年ごろまで断片的に発表されていましたが、本研究室の水木教授がカードベース暗号の研究に取り組み論文発表を2006年ごろよりスタートし、カードベース暗号プロトコルの計算モデルを数理的に確立する等により学術研究分野として成長させ、この分野に参入する研究者が増加し、現在進行形でその発展が続いています。

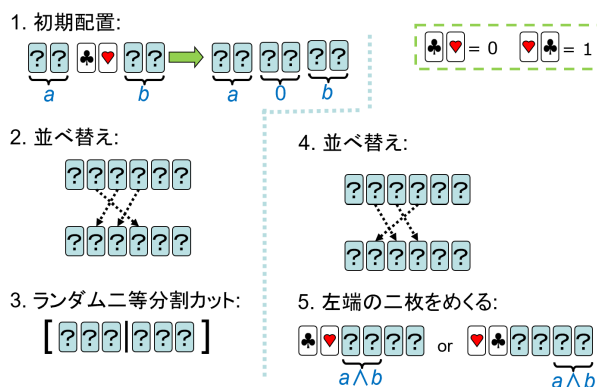
本研究室での具体的な取り組みは、秘密計算を実現する効率的なカードベース暗号プロトコルの考案・開発とその計算限界の解明、ゼロ知識証明を実現するカードベース暗号プロトコルの考案、カードベース暗号の計算モデルの精緻化、実利用への展開、カード組以外の身近な道具の利用の検討等が挙げられます。

## Creation and development of the research field of card-based cryptography

The focus of our research is on card-based cryptography.

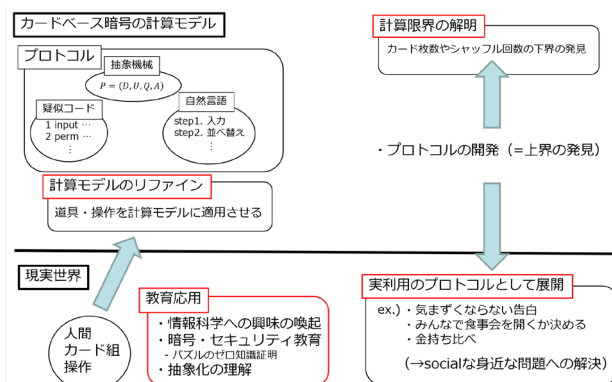
Card-based cryptography uses a physical deck of cards such as playing cards to perform cryptographic functionalities such as secure computations and zero-knowledge proofs. Since Bert den Boer proposed a protocol (called the five-card trick) for a secure computation of the logical AND function using five cards in 1989, papers from abroad were published sporadically until about 2001. Professor Mizuki started publishing papers on card-based cryptography around 2006, and mathematically established a computational model for card-based cryptographic protocols. The number of researchers entering this field has increased and its development is ongoing.

Specific efforts in this laboratory include: designing and developing efficient card-based cryptographic protocols for secure computations and clarifying their computational limits; devising card-based cryptographic protocols for zero-knowledge proofs; refining the computational model of card-based cryptographic protocols and developing them for practical use; and investigating the use of familiar tools other than decks of cards.



6枚コミット型 AND プロトコル

Six-card committed-format AND protocol



カードベース暗号の研究分野の俯瞰

An overview of the research field of card-based cryptography

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

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



客員教授 吉本 敦  
Prof.  
Atsushi Yoshimoto



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



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

## 複雑系システムを対象とした統計分析及び数理モデルの構築

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

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

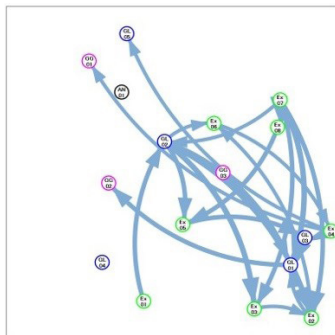
統計学的時系列解析のアプローチによる複雑で多様なシステムの構造解析や予測が対象分野である。主な研究としては、ニューロインフォマティクス分野において、ニューロン間あるいは脳の部位間の機能的結合性の解明を目指している(図左)。最近ではプラズマ乱流生成のメカニズムや突発的な崩壊現象の予測を目指した成分分解や非線形解析に関する研究も行っている。(三分一)

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

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

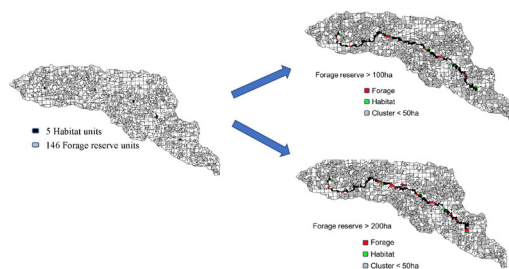
I am interested in discovering the patterns and structures that are essential for understanding various phenomena observed in natural and social systems. For this purpose, I have been developing mathematical and statistical methodology based on stochastic modeling and Bayesian analysis. My current research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

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



推定された脳幹における吸気性ニューロン間の機能的因果関係

Estimated functional causal connectivity among inspiratory neurons in the brain stem



動物移動経路・餌場の確保と最大許容伐採面積制約による林地の集約化

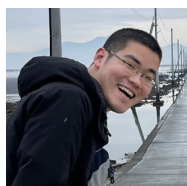
Wildlife corridor network through aggregation of forest units for sustainable forest resource management

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

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



教授(兼) 大関 真之  
Prof.  
Masayuki Ohzeki



特任助教(研究) 人見 将  
Assis. Prof.  
Masaru Hitomi

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

特任准教授(客員) 芳川 昇之  
Assoc. Prof.  
Nobuyuki Yoshikawa

特任准教授(客員) 坂本 大  
Assoc. Prof.  
Masaru Sakamoto

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

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

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

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

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



■研究キーワード■ 宇宙統合 B5G ネットワーク  
 ■KEYWORDS■ Space-air-ground Integrated Network



教授 加藤 寧  
 Prof.  
 Nei Kato

特任教授(研究) 有吉 正行  
 Specially Appointed  
 Professor (Research).  
 Masayuki Ariyoshi



准教授 川本 雄一  
 Assoc. Prof.  
 Yuichi Kawamoto



助教 Koketsu  
 Rodrigues  
 Tiago  
 Assis. Prof.  
 Koketsu Rodrigues Tiago

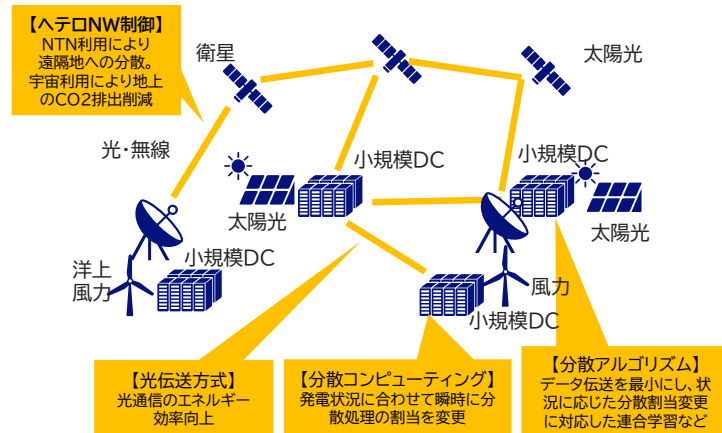
## ネットワークのグリーン化・レジリエント化を目指して

社会のグリーン化・レジリエント化への寄与を目指し、宇宙統合 B5G ネットワークを起点としたネットワーク新技術の確立及び実用化に向け、開発体制を強化し研究の加速を図る。

具体的な研究開発例としては、宇宙統合ネットワークにより分散データセンタを接続することで、自然エネルギーにより稼働するネットワーク利用やデータセンタ分散によるグリーン化・レジリエント化を推進する。この実現に向けて、ヘテロ NW 制御や分散コンピューティング、光伝送方式、分散アルゴリズムに関する新規的な研究開発を統合的に実施していく。

## Toward Green and Resilient Network

Aiming to contribute to a greener and more resilient society, we are developing a space-integrated B5G network. We aim to accelerate research for the establishment and commercialization of new network technologies based on the space-integrated B5G network.



具体的な研究テーマ例

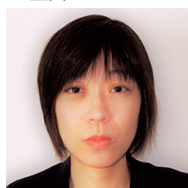
■ 研究キーワード ■ 情報セキュリティ／実践的情報教育／課題解決型学習  
 ■ KEYWORDS ■ Information Security / Education for Practical IT / Project-Based Learning

## ■ 室長



教授 田中 和之  
 Prof.  
 Kazuyuki Tanaka

## ■ 室員



准教授 高橋 晶子  
 Assoc. Prof.  
 Akiko Takahashi



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



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

## 実践セキュリティ人材の育成

情報セキュリティや数理・データ科学・AI (AIMD) などの実践的情報技術の習得やリテラシは専門分野を問わず身につけるべき素養となっています。実践的情報教育推進室はその教育において先導的な役割を果たすべく、社会的な要請が急速に高まってきている実践的分野の教育プログラムを全国の大学・高専や企業との共同活動により実装・展開しています。また、産学連携教育やプロジェクト遂行型学習などの新しい方法に基づく教育を推進しています。これまで文科省事業として連携大学との協働で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、学部生向けに基礎を与える Basic SecCap コース、社会人向けにプロ人材スキルを与える ProSec コースを提供してきました。いずれも文科省事業終了後も自主継続として運営しています。さらに、令和3年より産学共創の連携拠点「ブリヂストン×東北大学共創ラボ」を設置し、ブリヂストンのDXを支えるデジタル人財を育成するための共同プロジェクトを開始しました。これはビジネス経験やスキルレベルに応じて先端から実践まで幅広いデジタル人財を育成しています。以上の教育資産を活かし、AIMD、クラウド、セキュリティの3要素からなる階層的カリキュラムを編成し、文科省の支援を受けてリカレント教育「DX インフルエンサ養成講座」も実施しました。

## Information Security Education Program

Our department's Education Section for Practical IT (ESPRIT) provides courses to build practical human resources for information security in association with universities and industries, and for mathematics, data science, and AI (AIMD). In this course, students can learn the latest technologies and knowledge in a wide range of security fields. We provide Basic SecCap course for undergraduate students to give basic skills in security. 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 were supported as Education Network for Practical Information Technologies (enPiT) sponsored by the MEXT Japanese Government and currently we provide these courses continuously. Furthermore, in 2021, we established the Bridgestone and Tohoku University Creation Lab, a collaborative base for industry-academia co-creation. and launch a joint project to develop digital human resources to support Bridgestone's DX. This cultivates a wide range of digital human resources, from advanced to practical, depending on their business experience and skill level. In addition, based on the educational heritage accumulated so far, we conducted the recurrent development program of DX influencer under the support from MEXT.



大学連携によるセキュリティ人材育成

Information security education program by collaborating with universities



Basic SecCap コースの様子

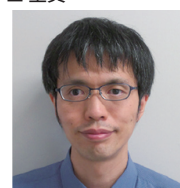
Lecture, exercise, and certificate of Basic SecCap

■ 室長



教授 橋本 浩一  
Prof.  
Koichi Hashimoto

■ 室員



助教 高尾 和人  
Assis. Prof.  
Kazuto Takao

## 研究企画

研究企画室では、情報科学研究科における研究活動やその社会展開を促進するため、以下のような様々な支援活動を行います：

- 研究成果とその評価の調査・分析
- 関連する研究分野や政策動向の調査・分析
- 産学官連携に向けた社会ニーズと研究シーズの仲介
- 学際的プロジェクトの企画・推進の支援
- シンポジウム等の開催や研究者コミュニティ形成の支援
- 研究資金に関する情報収集や申請の支援

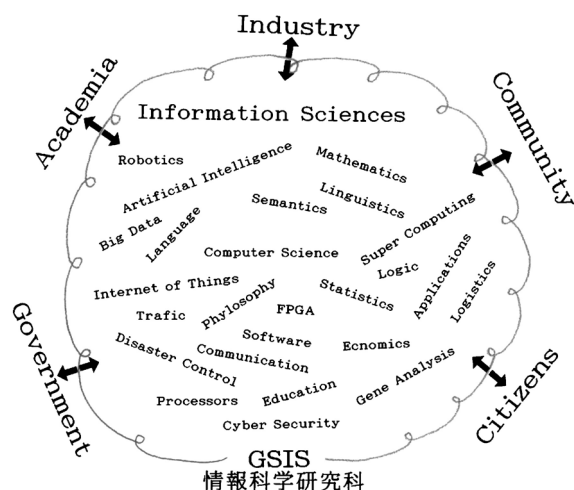
当研究科の研究企画委員会や学術振興委員会、国際交流推進室、全学の研究推進・支援機構リサーチ・マネジメントセンターとも連携しています。

## Research Planning

Research Planning Office promotes research and its application in GSIS, by various support services such as:

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

We work in cooperation with the Research Planning Committee, and the Science Promotion and Public Relations Committee, and the International Liaison Office of GSIS, and the Research Management Center of Tohoku University.



主催セミナー



## ■ 広報室長



教授 須川 敏幸  
Prof.  
Toshiyuki Sugawa

## 研究科のプレゼンス向上のための企画と実務

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

## ■ 研究科の情報発信

研究科ウェブサイト、SNS の更新などを通して研究科で行われている研究内容の紹介、受賞情報などの実績紹介、関連イベントの情報発信を行います。

また、研究科概要、リーフレット（いずれも年 1 回発行）、研究科ニュースレター（年 2 回発行）、研究科ジャーナル：Interdisciplinary Information Sciences（年 2 回発行）の編集・発行を行います。

## ■ プレスリリース

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

## ■ 研究科関連イベントの取材

研究科の教員・学生らの関わるイベントの取材・撮影を行います。

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

The Public Relations Office (PRO) was created in 2018 with the aim of planning and following through with enhancements to the profile of the graduate school.

This mainly involves generating public relations magazines and newsletters, updating the graduate school website and SNS media, and responding to press releases and news reports.

### Conveying Graduate School Information

The PRO uses the graduate school website and SNS updates to inform about achievements, such as research being undertaken at the graduate school, awards received, events, etc.

Furthermore, it edits and publishes an overview of the graduate school and a leaflet (both annual), a graduate school newsletter (twice a year), and the graduate school journal, Interdisciplinary Information Sciences (twice a year).

### Press Releases

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

### Coverage of Graduate School Events

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



研究科ウェブサイト



プレスリリース、記者会見等の運営とサポート





## International Liaison Office

## 国際交流推進室

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

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

## 1. 研究および教育の国際化

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

## 2. 留学生の生活支援

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

## 3. 広報活動の充実化

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

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

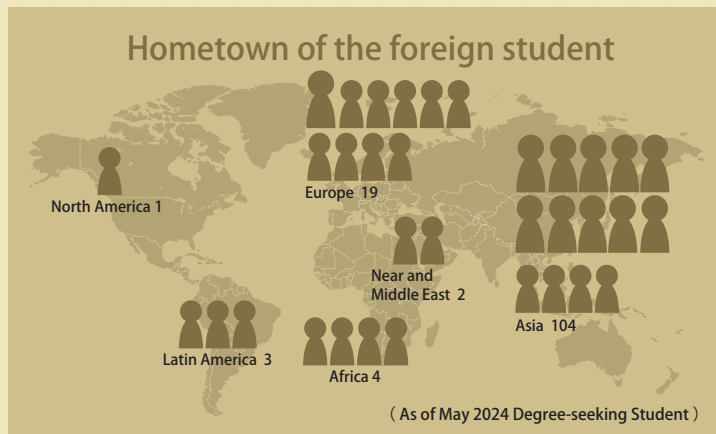
In maintaining the top-level quality of research, it is essential to have the environment where both the faculty and the students have easy accesses to the information and the knowledge that are constantly updated across the world, and where they can then engage in the respective investigations in a 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.

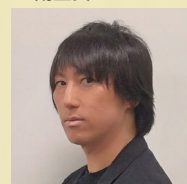


## ■ 室長



教授(兼任) 田中 和之  
Prof. Kazuyuki Tanaka

## ■ 副室長

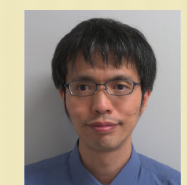


教授(兼任) 山田 和範  
Prof. Kazunori Yamada

## ■ 室員



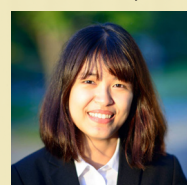
准教授 湯田 恵美  
Assoc. Prof. Emi Yuda



助教(兼任) 高尾 和人  
Assis. Prof. Kazuto Takao



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



特任助教(研究) Siwalee  
Choilek  
Assis. Prof. Siwalee Choilek



特任助教(研究) Michael Ryan  
Zielewski  
Assis. Prof.  
Michael Ryan Zielewski



## Interview of Foreign Student

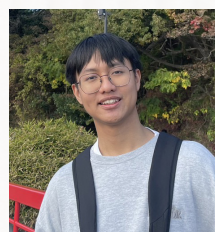


人間社会情報科学専攻  
社会経済情報学講座  
地域計量システム分析

杜 云瀚 (DU Yunhan)

I am a student from China and have been living in Sendai for the past five years. I started with a master's degree at GSIS and am now working on my PhD. Living in Sendai is really comfortable. The winters here are full of beautiful snowy scenes, and the spring brings stunning cherry blossoms everywhere you look. The Tohoku region's mountains, covered in snow, make the whole area feel like a serene painting.

I am part of the GP-DS program, where people are very kind and warm-hearted, and I have had a lot of fun studying and working in groups with students from different backgrounds. I have really boosted my data science skills thanks to the program. The lectures are engaging and cover everything from computer architecture to



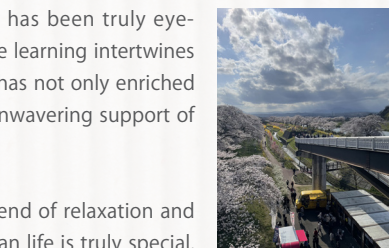
応用情報科学専攻  
応用情報技術論講座  
情報通信技術論

Norranat  
SONGSRIBOONSIT

Pursuing my master's journey in the AIQDS program at Tohoku University has been truly eye-opening. In just six months, I've discovered a vibrant academic community where learning intertwines seamlessly with cultural exploration. The university's commitment to excellence has not only enriched my theoretical understanding but also honed my practical skills, thanks to the unwavering support of professors, staff, and friends who are always there to lend a hand.

Living in Sendai has also been a delightful experience, offering the perfect blend of relaxation and entertainment. The city's unique ability to embrace nature while embracing urban life is truly special. From the fiery hues of autumn leaves to the tranquil snowscapes of winter and the delicate cherry blossoms of spring, Sendai offers breathtaking beauty year-round. (I cannot wait for firework festival in the upcoming summer!!)

My first semester was filled with countless unforgettable memories, and I eagerly anticipate the adventures that lie ahead. Even though there is still a long way to go before graduating, I can confidently say that choosing Tohoku University has been one of the best decisions I have ever made.



システム情報科学専攻  
知能情報科学講座  
自然言語処理学

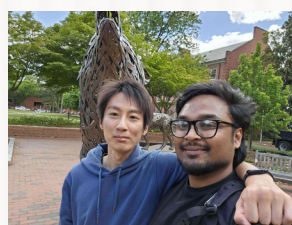
舟山 弘晃

2023年11月から翌年の4月まで、私はアメリカ・ノースカロライナ州立大学に研究留学として滞りました。半年間の生活において、特に印象深かったのは、アメリカでは多様性に対する配慮が社会に自然と溶け込んでいるという点です。

アメリカは「人種のるつぼ」と呼ばれるように、ある属性を持つ人が多数を占めるのではなく、多様な背景を持つ人々が集うことで、誰もが尊重される環境が自然と作り出されている、ということを感じることができました。

多国籍の人々で構成される大学で半年間過ごせたことで、日本では得られなかった多文化交流の面白さを体験するとともに、重要性を痛感しました。

留学で得た経験を糧にして、今後も英語力を含む多文化コミュニケーションの能力をさらに磨きつつ、研究活動を国際的な枠組みで展開していきたいと考えています。





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

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

■ **出願資格**: 募集要項を参照してください。

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

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

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

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

## 学生定員

### 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	40名	11名
システム情報科学専攻	53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	47名	10名
計	170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)

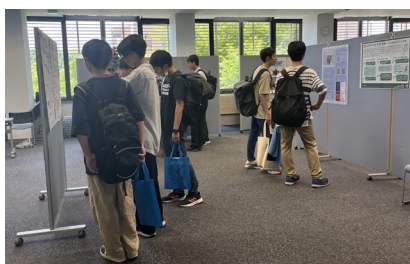
## 本研究科の特色

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

## オープンキャンパス

時期 令和6年7月30日(火)～31日(水)  
午前9:30分から午後4時まで

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。  
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、承認のうえ修了要件の単位数に関連科目として認定しています。

## ■コースについて(博士課程前期 2 年の課程対象)■

学際性のある研究・教育を実現するためには、専門性が前提となります。本研究科では100を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体系的な理解に基づく基盤ソフトウェアの設計開発能力を学ぶ
タフサイバーフィジカル AI コース	数理工学と脳・認知科学に基づいたコンピュータシステムやロボティクスを学ぶ
情報リテラシー教育コース	高度情報化社会の情報リテラシーや情報モラルに基づく問題解決能力を学ぶ
空間情報科学コース	空間情報計測・解析、交通システム解析、空間経済分析等の問題解決能力を学ぶ
メディカルバイオサイエンスコース	生命の仕組みを理解した上で情報科学的な解析を行う能力を学ぶ
グローバルスキル育成コース	国際機関での活躍を目指す人物が持つべき素養と、職務遂行に必要な英語読解能力・英語運用能力を学ぶ
Information Technology and Science Course (全科目英語による授業コース)	英語による講義、国際共修環境を通して英語 4 技能の向上とコミュニケーションの手法を学ぶ

## 博士課程後期 3 年の課程

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

# 年間スケジュール





# 各種支援制度

## 博士課程（後期）学生支援制度

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

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

〈雇用実績〉 令和4年度：7名、令和5年度：6名

## 博士後期課程学生特別支援制度

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

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

〈採用実績〉 令和4年度：10名、令和5年度：14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。

〈実績〉 令和5年度：0名

## 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5年度受給実績（震災特別枠を含む）＞

### ■日本人学生

- ・いやさか財団1名 ・岩井久雄記念宮城奨学育英基金4名 ・杜の邦育英会1名 ・日揮・実吉奨学金1名
- ・東北大学グローバル萩奨学金8名 ・新日本奨学会1名 ・竹中育英会1名 ・Sky大浦ICT奨学財団支援金1名
- ・高島科学技術振興財団奨学金2名

### ■外国人留学生

- ・財団法人 青葉工学振興会1名 ・東北大学グローバル萩奨学金1名 ・ロータリー米山財団1名 ・日揮・実吉奨学金1名
- ・JEES・JX石油開発インドネシア留学生奨学金1名 ・綿貫国際奨学財団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5年度受給実績＞

- ・日本学生支援機構 学習奨励費0名 ・文部科学省国費留学奨学金22名 ・日本学生支援機構奨学金 第一種102名 第二種8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5年度実績（情報科学研究科）＞

- ・第1学期授業料 全額免除80名、半額免除34名 ・第2学期授業料 全額免除85名、半額免除32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

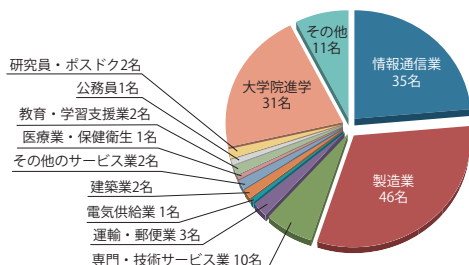
専攻	免許状の種類	
	中学校教諭専修免許状	高等学校教諭専修免許状
情報基礎科学専攻	数 学	数 学 情 報
システム情報科学専攻	数 学	数 学 情 報
人間社会情報科学専攻	社 会	公 民 情 報
	英 語	英 語
応用情報科学専攻	数 学	数 学 情 報

### ■免許状の種類・教科

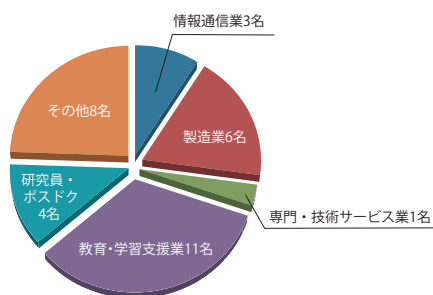
免許状の種類	所要資格	基礎資格	大学院において取得することを必要とする専門科目の最低取得単位数
中学校教諭専修免許状 （数 学 ・ 社 会 ・ 英 語）	修士の学位を有すること		24
高等学校教諭専修免許状 （数 学 ・ 公 民 ・ 情 報 ・ 英 語）			

## 修了後の進路 (令和5年度修了生)

### 博士前期課程 (9月修了・3月修了 計147名)



### 博士後期課程 (4月・9月・12月・3月修了 計33名)



#### ■主な就職先 (博士前期課程)

情報通信業	ウーブン・バイ・トヨタ株式会社、粤港澳大湾区数字经济研究院、株式会社シーエーシー、LINEヤフー株式会社、チームラボ株式会社、楽天グループ株式会社、日本マイクロソフト株式会社、株式会社モバイルファクトリー、株式会社マイクロアド、株式会社NTTデータグループ、株式会社エヌ・ティ・ティ・データ、株式会社カブコン、株式会社インターネットイニシアティブ、株式会社ソニー・インタラクティブエンタテインメント、株式会社ジーニー、日本放送協会、株式会社ブレインパッド、日鉄ソリューションズ株式会社、株式会社野村総合研究所、株式会社Techouse、西日本電信電話株式会社、中国电子信息产业集团有限公司、日鉄ソリューションズ東日本株式会社、株式会社NTTドコモ、東日本電信電話株式会社
製造業	株式会社WALC、株式会社ニコンシステム、株式会社セガフェイブ、旭化成株式会社、富士フイルムビジネスイノベーション株式会社、三菱重工業株式会社、株式会社Closer、株式会社アドバンテスト、株式会社島津製作所、セイコーエプソン株式会社、株式会社日立製作所、日本信号株式会社、パナソニック株式会社、パナソニックコネクタ株式会社、株式会社東芝、日本アイ・ビー・エム株式会社、任天堂株式会社、富士通株式会社、ソニー株式会社、アイベックステクノロジー株式会社、マイクロンメモリジャパン株式会社、株式会社日立ハイテク、ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社、東京エレクトロン株式会社、浜松ホトニクス株式会社、日本航空電子工業株式会社、中国商用飞机有限责任公司、株式会社IHI、本田技研工業株式会社、日産自動車株式会社
専門・技術サービス業	Spatial Informatics Group, LLC、株式会社東京建設コンサルタント、株式会社パッドニュース、AKKODISコンサルティング株式会社、デロイトトーマコンサルティング合同会社、国際航業株式会社、みずほリサーチ&テクノロジーズ株式会社、エックフワード株式会社、株式会社Ruby開発、三菱総合研究
運輸・郵便業	東日本高速道路株式会社、西日本旅客鉄道株式会社
電気供給業	北海道電力ネットワーク株式会社
建設業	株式会社建設技術研究所、五洋建設株式会社
その他のサービス業	株式会社日本総合研究所、アクセンチュア株式会社
医療業・保健衛生	医療法人東北会 東北会病院
教育・学習支援業	株式会社ベネッセコーポレーション
公務員	北海道
研究員・ポスドク	九州大学、東北大学
進学	東北大学 (情報科学研究科)、東北大学 (生命科学研究科)

#### ■主な就職先 (博士後期課程)

情報通信業	日本電信電話株式会社、株式会社POPER、株式会社サイバーエージェント
製造業	株式会社資生堂、NEC (日本電気株式会社)、富士通研究開発中心有限公司、三菱電機株式会社、住華科技股份有限公司、BYD COMPANY LIMITED
専門・技術サービス業	オムロンサイニックス株式会社
教育・学習支援業	鹿児島女子短期大学、POLITEKNIK NEGERI JAKARTA、東京工業大学、東北学院大学、東北大学、大阪大学
研究員・ポスドク	Centre for Transformative Garment Production、東北大学

※本人からの届出による

## 在学生数

(令和6.5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	43名	45名	88名 (男80 女8)	13名	6名	9名	28名 (男25 女3)	116名 (男105 女11)
	留学生	6名	10名	16名	2名	2名	4名	8名	24名
	社会人	0名	1名	1名	1名	0名	4名	5名	6名
システム情報科学専攻	総 数	56名	53名	109名 (男102 女7)	24名	9名	19名	52名 (男46 女6)	161名 (男148 女13)
	留学生	9名	13名	22名	11名	5名	8名	24名	46名
	社会人	0名	1名	1名	4名	3名	6名	13名	14名
人間社会情報科学専攻	総 数	26名	26名	52名 (男34 女18)	7名	10名	19名	36名 (男24 女12)	88名 (男58 女30)
	留学生	8名	8名	16名	1名	4名	6名	11名	27名
	社会人	0名	0名	0名	3名	6名	7名	16名	16名
応用情報科学専攻	総 数	38名	32名	70名 (男67 女3)	10名	8名	11名	29名 (男25 女4)	99名 (男92 女7)
	留学生	8名	2名	10名	2名	2名	3名	7名	17名
	社会人	0名	0名	0名	3名	2名	2名	7名	7名
計	総 数	163名	156名	319名 (男283 女36)	54名	33名	58名	145名 (男120 女25)	464名 (男403 女61)
	留学生	31名	33名	64名	17名	13名	19名	49名	113名
	社会人	0名	2名	2名	11名	11名	19名	41名	43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（2023年度）

受賞月日	氏 名	賞 名
2024.03.18	北村 喜文 教授	IEEE Computer Society VGTC の IEEE VGTC Virtual Reality Academy
2024.03.14	村上 齊先 教授、塩入 諭 教授	情報科学研究科教育賞
2024.03.14	横井 祥 助教	言語処理学会第 30 回年次大会 委員特別賞
2024.03.14	乾 健太郎 教授	言語処理学会第 30 回年次大会 委員特別賞
2024.03.14	鈴木 潤 教授	言語処理学会第 30 回年次大会 委員特別賞
2023.12.15	加藤 寧 教授	IEEE Transactions on Emerging Topics in Computing 最優秀論文賞
2023.11.15	加藤 寧 教授	Highly Cited Researchers 2023 (Computer Science 分野)
2023.10.10	加藤 寧 教授	The Stuart F. Meyer Memorial Award
2023.09.26	大関 真之 教授	KDDI Foundation Award 本賞
2023.09.22	古澤 卓 准教授	ターボ機械協会チャレンジ大賞
2023.07.11	山本 悟 教授	日本機械学会流体工学部門賞
2023.07.11	古澤 卓准 教授	日本機械学会流体工学部門フロンティア賞
2023.06.29	阿部 一樹 特任助教 (タフ・サイバーフィジカル AI 研究センター)	ロボティクス・メカトロニクス部門ベストプレゼンテーション表彰
2023.06.29	多田隈 建二郎 准教授、佐野 峻輔 (北海道総合研究 機構/東北大学)、阿部 一樹 特任助教 (タフ・サイバー フィジカル AI 研究センター)、渡辺 将広 助教 (同研 究センター)	ロボティクス・メカトロニクス部門ベストプレゼンテーション表彰
2023.06.21	後藤 英昭 准教授	Wireless Broadband Alliance にて Contributor Award 2022
2023.6.9	多田隈 建二郎 准教授	AMAM2023:Best Robot Demo Award
2023.6.9	井料 隆雅 教授	令和四年度土木学会論文賞
2023.6.8	田所 諭 教授	日本機械学会にて日本機械学会賞
2023.6.7	赤間 怜奈 助教	情報処理学会東北支部野口研究奨励賞
2023.4.19	松宮 一道 教授、川本 雄一 准教授	文部科学大臣表彰・科学技術賞 (研究部門)、若手科学者賞



## 学生の受賞 (2023年度)

受賞月日	氏 名	賞 名
2024.03.26	工藤 慧音、日比 龍平、佐藤 志貴、恩田 一生	研究科長賞
2024.03.26	高橋 知也、郭 琦	総長賞
2024.03.23	森田 爽	日本音響学会東北支部若手研究者優秀論文賞
2024.03.14	鴨田 豪、Ana Brassard、坂口 慶祐 准教授	語処理学会第 30 回年次大会 (NLP2024) 優秀賞
2024.03.14	工藤 慧音	言語処理学会第 30 回年次大会 若手奨励賞
2024.03.14	高橋 良充	言語処理学会第 30 回年次大会 若手奨励賞
2024.03.14	青木 洋一	言語処理学会第 30 回年次大会 若手奨励賞
2024.03.14	田中 涼太、鈴木 潤 教授	言語処理学会第 30 回年次大会 優秀賞
2024.03.14	矢野 一樹	言語処理学会第 30 回年次大会 若手奨励賞
2024.03.14	塩野 大輝	言語処理学会第 30 回年次大会 委員特別賞
2024.03.14	牧野 雅紘	言語処理学会第 30 回年次大会 委員特別賞
2024.03.12	松岡 広泰	東北地区若手研究者研究発表会・優秀発表賞
2024.02.28	橋田 紘明	第 14 回日本学術振興会育志賞
2024.02.28	最優秀賞：陳 秋伊、優秀賞：佐藤 絵理	日本ファンドレイジング・リサーチ大賞
2024.02.01	橋田 紘明	日本学術振興会育志賞
2024.01.16	小林 友明、Oleg Kiselyov 助教	ACM SIGPLAN PEPM 2024 Distinguished Paper Award (最優秀論文賞)
2023.12.25	井上 理哲人、熊谷 政仁、崔 航、祢津 知広	第 30 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
2023.12.24	坪井 和史	ネットワーク科学研究会 2023 ポスター発表優秀賞
2023.12.14	中野 雄斗 (学部 4 年)、野末 慎之介 (学部 4 年)、 一真、有山 知希、佐藤 魁、曾根 周作、亀井 遼平、謝素春、成田 風香、守屋 彰二、赤間 怜奈 助教、松林 優一郎 教授、坂口 慶祐 准教授	システムライブコンペティション 6 最優秀賞
2023.12.01	小川 郡平、藤田 和之 助教、高嶋 和毅 准教授、 北村 喜文 教授	対話発表賞 (プログラム委員)
2023.11.19	溝井 祥太、太田 亮 (学部 4 年)、沼田 皇雅 (学 部 4 年)	JPHACKS2023 で株式会社 J ストリーム賞
2023.09.29	北村 航太	日本音響学会東北支部若手研究者優秀論文賞
2023.09.27	阿部 翔太	日本音響学会学生優秀発表賞
2023.08.31	亀井 遼平	NLP 若手の会 (YANS) 第 18 回シンポジウム 奨励賞
2023.08.31	亀井 遼平	NLP 若手の会 (YANS) 第 18 回シンポジウム サイバーエージェント賞
2023.08.31	亀井 遼平	NLP 若手の会 (YANS) 第 18 回シンポジウム デモアプリ開発ハッカソン 優秀賞および審査員特別賞
2023.08.02	彭湛、韓子瞳、李云蒙	第 29 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
2023.7.10	四方 隼人	The 10th ACM ASIA Public-Key Cryptography Workshop (APKC 2023) Best Paper Award
2023.7.10	宮西 佑香子	Outstanding Poster Presentation Award
2023.7.10	葉 夢宇、鈴木 潤 教授、舟山 弘晃、小林 悟郎	ACL 2023 SRW Best Paper Award
2023.7.9	田所・昆陽・多田隈研究室チーム Quix	「RoboCup2023」世界大会：ROBOCUP2023 RESCUE ROBOT LEAGUE 3rd Place
2023.05.25	高橋 昌希、川本雄一 准教授、加藤寧 教授	衛星通信研究賞
2023.5.17	葛馬 知紀	電子情報通信学会情報セキュリティ研究専門委員会 ISEC 研究会活動貢献感謝状
2023.5.7	田所・昆陽・多田隈研究室チーム Quix	ロボカップジャパンオープン 2023 ロボカップレスキュー・実機リーグ：準優勝・Best-in-Class Mapping
2023.4.20	藤田 淳、大野 和則 教授 (NICHe 所属)、 小島 匠太郎 特任 助教 (タフ・サイバーフィジカル AI 研究センター所属)	日本機械学会賞

# 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

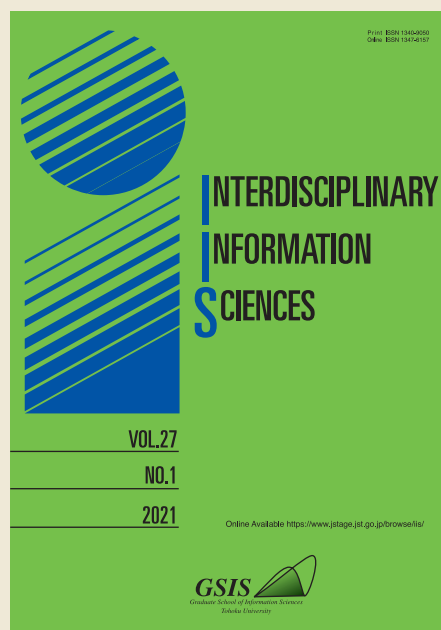
締結年度	協定校(国名)	関係部局
平成16年	インドネシア大学(インドネシア)	文学研究科、国際文化研究科、医学系研究科、工学研究科、情報科学研究科
平成17年	華中科技大学(中国)	工学研究科、経済学研究科、情報科学研究科、理学研究科、金属材料研究所
平成17年	廈門大学(中国)	経済学研究科、工学研究科、情報科学研究科
平成21年	国立清華大学(台湾)	情報科学研究科、電気通信研究所
平成21年	フィレンツェ大学(イタリア)	東北アジア、文学研究科、理学研究科、情報科学研究科
平成22年	チュロンコーン大学(タイ)	情報科学研究科、経済学研究科、文学研究科、法学研究科、国際文化研究科、歯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

# ジャーナルの刊行

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

IIS はそれへの投稿を含めて、外部に対して完全に開かれており、そのオープンネスを確保するために、3 名の編集顧問、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 JST の運営するポータルサイト J-STAGE からオンライン・ジャーナル（フリーアクセス）として発行されています。

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



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

## Editorial Policy:

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

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

## Mailing Address:

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

## J-STAGE Online Available:

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



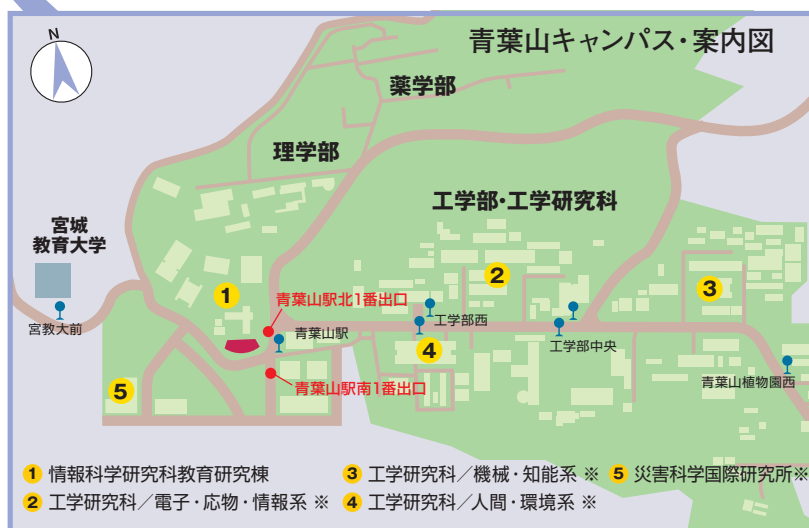
## For Further Information:

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



# アクセス

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



情報科学研究科事務室は情報科学研究科教育研究棟内にあります。  
※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。



# GSIS

Tohoku University  
Graduate School of Information Sciences

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

Phone:022-795-5813

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

