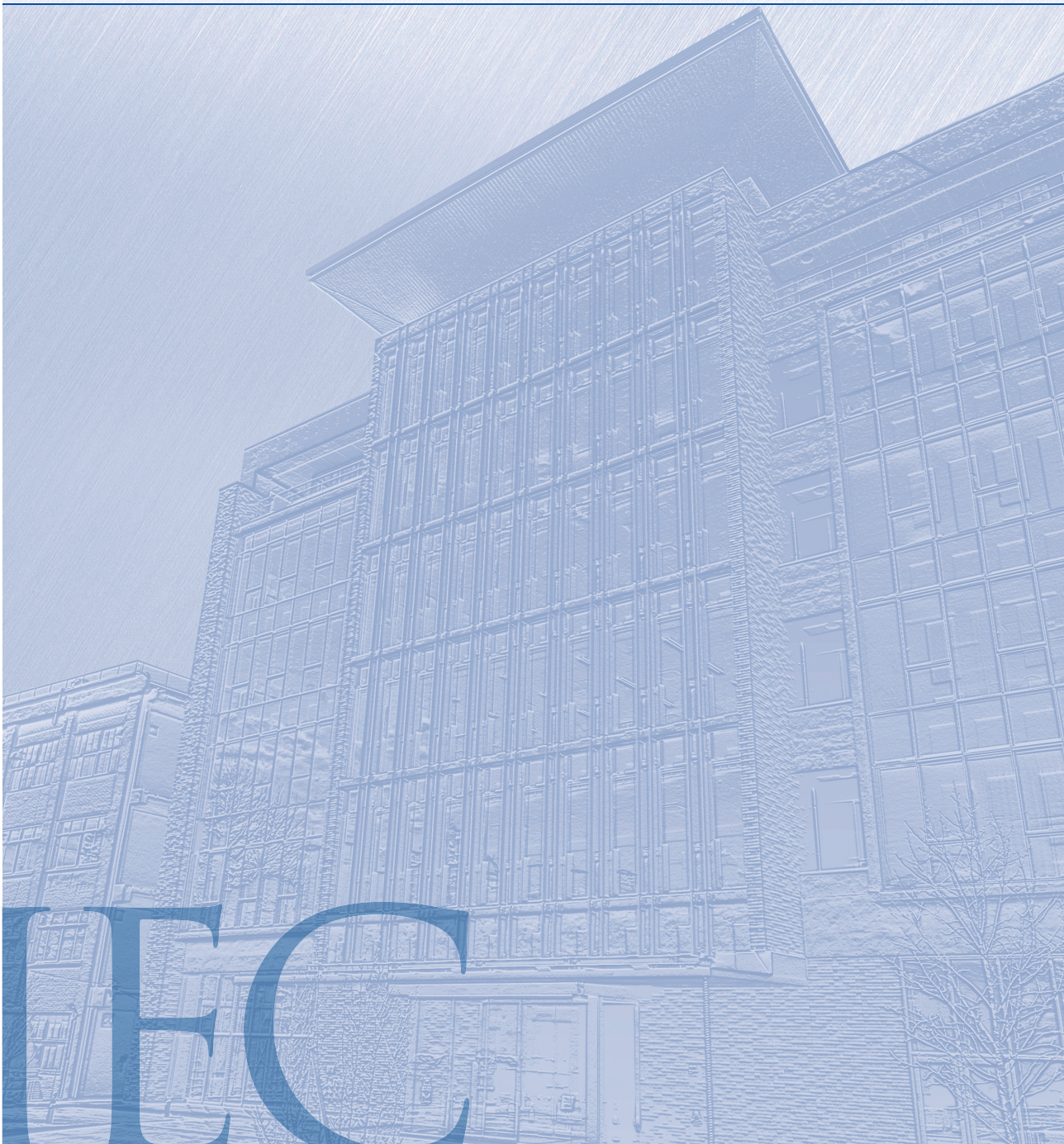
東北大学

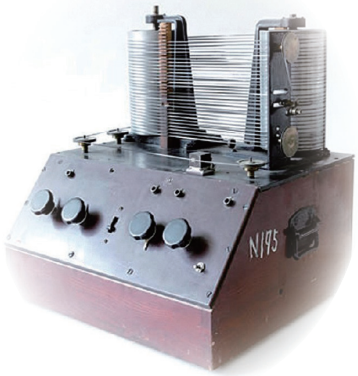
電気通信研究所

Research Institute of Electrical Communication
Tohoku University
2021 – 2022



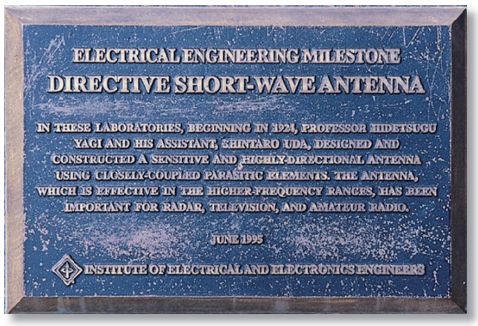
RIEC

東北大学電気通信研究所
Research Institute of Electrical Communication Tohoku University



交流バイアス方式による磁気記録装置（1937）
Experimental equipment for AC-bias magnetic recording (1937)

陽極分割型マグネトロン（1927）
Experimental equipment for Split Anode Magnetron (1927)



八木・宇田アンテナの研究に対する
IEEE Electrical Engineering Milestone 記念碑（東北大学片平構内）
IEEE Electrical Engineering Milestone for Yagi-Uda Antenna
(in Katahira Campus)

八木・宇田アンテナの実験装置（1929）
Experimental equipment for Yagi-Uda Antenna (1929)

目次
CONTENTS

所長あいさつ	Greeting from the Director	2
研究所のビジョン	Institute Vision	6
沿　　革	Chronology	8
組　　織	Organization	12
共同プロジェクト研究	Nation-wide Cooperative Research Projects	18
研究部門	Research Divisions	
情報デバイス研究部門	Information Devices Division	20
ブロードバンド工学研究部門	Broadband Engineering Division	29
人間情報システム研究部門	Human Information Systems Division	38
システム・ソフトウェア研究部門	Systems & Software Division	47
附属研究施設	Research Facilities	
ナノ・スピン実験施設	Laboratory for Nanoelectronics and Spintronics	54
ブレインウェア研究開発施設	Laboratory for Brainware Systems	61
21 世紀情報通信研究開発センター	Research Center for 21st Century Information Technology	68
高等研究機構新領域創成部	Division for the Establishment of Frontier Sciences	75
機動的研究グループ	Ad-hoc Research Groups	78
やわらかい情報システムセンター	Flexible Information System Center	81
研究基盤技術センター	Fundamental Technology Center	82
安全衛生管理室	Management Office for Safety and Health	83
研究活動	Research Activities	
東北大学電気通信研究所工学研究会	Study Groups on Electrical Communication	84
東北大学電気通信研究所シンポジウム	Symposiums Organized by the Institute	85
出 版 物	Periodicals Published by the Institute	88
教育活動	Educational Activities	89
国際活動	International Activities	90
広報活動	Publicity Activities	92
職　　員	Staff	93

所長あいさつ
GREETING FROM THE DIRECTOR

電気通信研究所　所長
塩　入　　諭
Research Institute of Electrical Communication (RIEC)
Prof. Satoshi Shioiri
Director

「人間性豊かなコミュニケーションの実現」が、電気通信研究所のミッションです。コミュニケーションが人間社会にとって持つ意味は計り知れません。情報通信技術は、コミュニケーションのあり方を大きく変え、人間の持つ限界を超えた情報交換を実現してきました。現代におけるコミュニケーション、情報通信は、人と人から人とモノ、モノとモノとその対象を広げ、また空間的時間的限界を拡張し、多様性への展開も続けています。本所は、その先にある豊かな情報社会の実現を目指し、我が国の学術と社会の繁栄に資すると共に広く人類社会の福祉に貢献することを目的としています。

2020 年はパンデミックの年として記憶されるでしょう。2021 年はパンデミック収束の年となることを希望しますし、またそれに向けた世界的努力が期待されているでしょう。その人類の一員としての努力に加え、本所としては、今後も所の理念に沿った責務を果たすべきであると考えます。情報の発信や拡散が社会に大きな影響を与えることは、今回の新型コロナウイルス感染拡大に関しても顕著に示されています。また、遠隔会議や授業、診療のあり方についても注目されています。いずれも情報通信に関する研究拠点における、直接的あるいは間接的な研究対象ということができます。

一方、研究力強化そのための資源の確保などに関して、大学はこれまでとは異なる様々な対応が必要な環境にあると考えています。そのような状況下においても、本所の研究活動は、よりよい情報社会の構築を目指し、迅速に解決が望まれる社会課題への対応ですし、また将来の応用展開を見据えた基礎研究です。これまで時代に先駆けた情報通信の新しい

It is the mission of RIEC to realize a new paradigm of communications that enriches people's lives. Communication is important in various ways in human society. Information communication technology (ICT) has been changing the way we deal with information drastically, overriding our biological limitations and expanding the world of communication from among people to among things as well as between people and things. RIEC is determined to work for future society with further advanced ICT, contributing to the welfare of human beings by opening up a new era of academically rooted innovation befitting a university.

The year of 2020 will likely be remembered as the year of pandemic. We hope that it will be the year of solving the COVID-19 crisis in 2021 as achievement of people all over the world. In addition to the efforts as a member of the mankind for the COVID-19 crisis, RIEC would like to fulfill its responsibility as a research institute in the field of ICT, recognizing the impact of repeated exposure in information spreading particularly during pandemic or other difficult social conditions, as well as the importance of future technologies for the world with telemeetings, telelearning, telemedicine and other distant communications through the web. These issues are direct or indirect topics that RIEC should cover.

It is also important to recognize that we are in the condition, where we should make a variety of efforts that Japanese universities have never experienced before, to improve the research environment and activities. Under such a condition, RIEC, first, tries to solve problems to realize a sophisticated ICT society,

世界を開き、新産業創成につながる基盤技術の創造と産学連携による実用化、それらを通じた教育と人材育成を強力に進めてきたのは下に記す通りです。今後も情報通信そのものを変革するような大学らしいイノベーションで時代を切り拓くための努力を続け、人間性豊かなコミュニケーションの実現を通じて、人類社会の福祉に貢献をする所存です。

本所は 1935 年の設置以来、磁気記録や半導体・光通信をはじめとした現代の情報通信の基盤をなす研究成果を挙げ、世界をリードしてきました。これらの実績の上に、情報通信分野での研究拠点として活動を継続し、現在も豊かな情報社会を作るために成果を積み上げています。研究推進のために、材料、デバイス、通信方式、ネットワーク、人間情報、ソフトウェアなど広く関連研究分野に研究室を配し、ハードウェア技術とソフトウェア技術の融合、他機関との連携による文理連携など、研究者間の有機的連携も実現できる体制を組織しています。

研究組織は、4 つの研究部門、2 つの施設と 1 つのセンターからなり、研究部門は長期的な視点による研究を、施設は中期的成果を目指す研究を、センターは産学連携による実用化を含めた短期的な研究を受け持っています。研究部門は、次世代情報通信工学の基盤となるべき革新的情報デバイスの創生を目指す「情報デバイス研究部門」、無線と光通信の融合及びそれを支えるデバイスの創出を目指す「ブロードバンド工学研究部門」、人間と環境が調和した高度な情報社会を築くために、人間の情報処理過程の解明を目指す「人間情報システム研究部門」及び情報通信システムの高度化、高次化のためのソフトウェアやシステム技術の進展を目指す「システム・ソフトウェア研究部門」です。 2 つの施設は、ナノテクノロジーに基づいた材料・デバイス技術の研究を総合的・集中的に推進する「ナノ・スピン実験施設」と、現在の情報技術の壁を打ち破る知的集積システムの構築を目指す「ブレインウェア研究開発施設」、センターは所内外の研究者と連携し、短期の研究プロジェクトを推進する「二十一世紀情報通信研究開発センター（IT21 センター）」であり、それぞれ部門における研究成果からの展開研究の場として位置付けられています。また、東北大学高等研究機構の新領域創成部として、2018 年に多感覚情報統合認知システム分野、2019 年にスピントロニクス・CMOS 融合脳型集積システム分野をそれぞれ文学研究科、工学研究科の教授との連携のもと設置しました。これらは、将来の研究領域開拓に向けた本所の事業です。

本所は、2010 年度に文部科学省から情報通信共同研究拠

and second, to investigate basic problems, which can be used for ICTs in future as it has been done. RIEC has been trying to solve many problems related in the research fields of ICTs, and it is RIEC's responsibility to maintain contribution for constructing the future ICT society.

RIEC have been, as described below, and will respond to present-day needs, open up new worlds of communication for the future, work together with industry to create core technologies leading to the development of new industries, and through these efforts, will offer a world-class education environment. In addition to providing innovative solutions to problems through the application of ICT, we will continue to work hard to open up a new era of academically rooted innovation befitting a university and to contribute to the welfare of human beings by realizing a new paradigm of communications that enriches people's lives.

Since its foundation in 1935, RIEC has made a series of pioneering achievements in laying the foundations of modern information and communication technology, including magnetic recording systems, semiconductor devices and optical communication technologies, and has played a world-leading role. We cover the research fields of materials, devices, communication systems, networks, human and software engineering and sciences related to ICT to promote the fusion of research fields between hardware and software sciences and also the integration of the arts and sciences.

RIEC is organized into four research divisions, two laboratories, and one center. The three research facilities have different scopes in terms of research period: the divisions focus on long-term projects, the laboratories on medium-term projects, and the center on short-term projects. The Information Devices Division carries out research into materials and devices for communication technology. The Broadband Engineering Division specifically examines the development of new technologies for the transmission and storage of vast quantities of data. The Human Information Systems Division conducts research into intelligent information processing. The Systems and Software Division is developing advanced system software for the new information society.

There are two research laboratories. The Laboratory for Nanoelectronics and Spintronics is carrying out fundamental research into high-speed semiconductor devices and advanced nano-spin science and the Laboratory for Brainware Systems is working towards its long-term goal of the seamless fusion of real and virtual worlds at the human-computer interface.

点として共同利用・共同研究拠点の認定を受け、情報通信、コミュニケーション科学技術研究を牽引する役割を担っています。拠点としての主要な活動として、外部の研究者と進める共同プロジェクト研究を実施しています。国公私立大学や民間の企業などの研究者との連携を推進するこの事業は多くの成果に繋がり、2016 年度から第 3 期中期目標期間の事業を進めています。時代の要請にあわせて制度を改善し、現在は国際化、若手支援、産学連携に対する重点支援を実施しています。その効果もあり、数年にわたり参画者が増加しています。本年度も 100 を超えるプロジェクトと 1,000 名を超える参画者を得ることができ、産業界との連携、国際的な展開や若手が中心となるプロジェクトも含め、一層の発展を期待しています。

本所で進めるプロジェクトには、2014 年度から国の特別経費の支援により「人間的判断の実現に向けた新概念脳型 LSI 創出事業」があります。この事業により、実世界を相手にする人工知能などの高次の情報処理を LSI としての具現化を目指します。それに加え、所を中核とした複数の研究開発プロジェクトを学内外で展開しています。まず、本所の教員が中心となり進めてきたスピントロニクス研究は、2017 年に東北大学の指定国立大学として認定された際の将来構想の中で、4 つの世界トップレベル研究拠点のひとつとして位置づけられています。これまで最先端研究開発支援プログラム (FIRST) 及び革新的研究開発推進プログラム (ImPACT) を遂行してきた「省エネルギー・スピントロニクス集積化システムセンター」を 2019 年 4 月に改組して、「先端スピントロニクス研究開発センター」が設置され、2020 年度からは高等研究機構に移管され、国の支援の下、運営しています。そこでは国際的産学連携コンソーシアムの構築を目指す「国際集積エレクトロニクス研究開発センター」、国際的人材の育成を目指す「スピントロニクス国際共同大学院」、国内共同研究の促進を担う「スピントロニクス学術連携研究教育センター」と連携して、世界トップレベル拠点の形成に取組んでいます。2011 年 10 月には、東日本大震災を受けて、やはり本所の主導により「電気通信研究機構」が設置されました。東北大学災害復興新生研究機構で進められている 8 大プロジェクトの一つとして、災害に強い情報通信技術を構築する研究開発が産学官連携の下に推進されています。2016 年度には、情報の質をも取り扱うための文理融合プロジェクト「ヨッタインフォマティクス研究センター」が本学の学際研究重点拠点として認定され活動を開始し、2018 年度からは、国の支援を受けてプロジェクトを推進しています。その

The Research Center for 21st Century Information Technology promotes short-term collaboration with the industrial or academic partners in fields developed in the research divisions. In addition to these organizations, RIEC established two new laboratories in Division for the Establishment of Frontier Sciences to open new fields in our institute in future. One is Multimodal cognitive system with collaboration with Graduate School of Letters established in 2018 and the other is Spintronics/CMOS-hybrid brain-inspired integrated system with collaboration with Graduate School of Engineering established in 2019.

We have been certified by the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT) as a Joint Usage/Research Center for collaborative research in information and communications technology and are engaging in joint research projects with outside researchers. We are funding a variety of joint research projects, prioritizing collaborations with industry, international development, and younger researchers. This year we are conducting more than 100 joint research projects with more than 1,000 participants.

Since 2014 we have been promoting the government-funded Brainware LSI Project, which aims to create LSIs based on new concepts that are capable of human-like judgment. This program is creating advanced information processing LSIs, such as those of artificial intelligence, which can be used to apply artificial intelligence to real-world situations. Within the university, we are also expanding R&D projects centered around RIEC. First, when Tohoku University received confirmation of Designated National University title in 2017, Spintronics, RIEC members with others are leading, was recognized as one of the four top level research fields of Tohoku University. The Center for Spintronics Integrated Systems, which executed FIRST and ImPACT programs, has come to Center for Science and Innovation in Spintronics for further developments, where three centers cooperates: they are Center for Spintronics Research Network for collaborations with Japanese Universities, Graduate Program on Spintronics for educating global leaders in spintronics and Center for Innovative Integrated Electronic Systems for enhancement of global competitiveness in the field of next-generation integrated electronics systems. Second, in October 2011, in response to the Great East Japan Earthquake, Tohoku University resolved to set up the Research Organization of Electrical Communication under the leadership of RIEC. As one of the eight major projects underway at Tohoku University's Institute for Disaster Reconstruction and Regeneration Research, research and development for the creation of disaster-tolerant ICT is being carried out through collaboration between industry, academia, and government. Third, Advanced

外 2019 年度には、本所教員が領域統括として提案した JST-OPERA（産学共創プラットフォーム共同研究推進プログラム）の採択、2020 年度には 5 件の CREST と 3 件のさきがけプログラムを推進するなど情報通信分野を先導すべく努力を続けています。また、2 号館改築事業が 2021 年度に採択され、オープンイノベーションスペースなど新しいコンセプトを持つ空間の構築を目指して進めていく予定です。

2020 年度には、30 年後を見据え、人間性豊かなコミュニケーションの実現に向け本研究所が所掌する研究領域を検討し、時空間を越えたコミュニケーションや多様性を享受できるコミュニケーションを目指した電気通信研究所の将来像をまとめました。所員一同、将来に向け更なる発展を目指していく所存です。皆様のご指導とご鞭撻をどうぞよろしくお願い致します。

Institute of Yotta Informatics was established in 2016, where interdisciplinary research groups conduct projects for handling the “quality” of information to meet challenges “beyond big data” involving researchers from both arts and sciences fields. The center is now supported by the government from 2018. Fourth, in 2019, the JST-OPERA program, 'Creation of Electric power and Information and Communication converged network infrastructure Technologies based on overall optimization of autonomous decentralized cooperative DC microgrids,' proposed by our members started in collaboration within the university. Furthermore, RIEC also executed five JST-CREST and three JST-Sakigake projects in 2020 and continues to do in 2021. We also start to plan reconstruction of the RIEC 2nd building this year, considering spaces with novel concepts.

In 2020, we created the vision of RIEC future, considering research fields of RICE to enriches people’s lives through information communication technologies by accommodating diversity and overcoming time and space barriers. We will work hard under the vision, and we appreciate your continued support and encouragement.

オンライン開催の教授会

研究所のビジョン
Institute Vision

電気通信研究所は、研究所のミッションの実現に向けた研究所のビジョンを策定しました。このビジョンは、東北大学のグローバルビジョンに対する部局としての貢献を示すものです。

We draw up the RIEC vision based on the institute missions, which would contribute to the Tohoku University Global vision.

【部局のミッション（基本理念・使命）】

電気通信研究所は、高密度及び高次情報通信に関するこれまでの研究成果を基盤とし、そこで培われてきた独創性と附置研究所としての機動性を活かして、人間と機械の調和あるインターフェイスまでをも包括した人間性豊かなコミュニケーションを実現する総合的科学技術の学理と応用の研究を、この分野の研究中枢として牽引し続けます。

Faculty's Vision (Basic Philosophy and Mission)

The Research Institute of Electrical Communication (RIEC) has a long tradition of original research and achievements in the fields of high-density and high-level information and communications. With this in mind, and taking advantage of the mobility enjoyed by a university-affiliated institute, we continually investigate and research scientific principles and applied technologies aimed at creating communication technologies that enrich humanity, including harmonious man–machine interfaces, and continue to serve as the center of information and communication research in Japan.

【機能強化に向けた取組方針】

情報通信研究分野における課題を解決し人類の英知に貢献する研究を推進することを目指し、下記の項目に取り組みます。

○ 私たちは、ミッションとして掲げた「人間性豊かなコミュニケーションの実現」に向けた多面的かつ多様な研究を一層推進します。

○ 私たちは、省エネルギーで高速・大容量、さらに適応性が高く耐災害性をも併せ持つ、情報処理や情報通信の研究開発を推進します。

○ 私たちは、最先端の情報処理・情報通信技術を基盤に、これまでとは質的に異なる高次の情報処理やコミュニケーションに関する研究開発を推進します。

Organizational Policies for Reinforcing Functions

We are pursuing the following goals, with the aim of resolving problems associated with information and communication research and contributing to the advancement of human knowledge.

- We continue to pursue diverse and multifaceted research projects in order to accomplish our mission of creating communications technologies that enrich people's lives.
- We promote research and development on energy-efficient, high-speed, and high-capacity information and communication technologies to produce highly applicable and disaster-tolerant systems.
- We promote research and development on novel and advanced information processing and communications by exploiting state-of-the-art information and communication technologies.

【重点戦略・展開施策】

1. 情報通信分野における課題を解決し人類の英知に貢献する研究の推進

情報通信研究分野において「ワールドクラスへの飛躍」、「復興・新生の先導」に向け、先端的かつ多面的研究を推進します。そのために、多彩な最先端研究の推進、最先端研究を通じた学生・社会人教育、共同利用・共同研究拠点活動の推進、研究所の国際化と国際共同研究の推進、震災復興に向けた耐災害 ICT 研究開発の推進、産学連携の一層の推進に注力します。

2. 多彩な研究力の強化

基盤的研究を推進する部門に加えて、研究プロジェクト内容に応じて多様な研究を推進するため、機動的な研究グループを形成できる柔軟な組織運営を行います。そのために、教員を学問体系で分類した部門に配置するとともに、研究所の組織として研究プロジェクトが編成できる体制を作ります。自主財源による雇用制度を新設し、女性・外国人を含む多様な人材を確保します。

Strategic Focus and Major Policies

1. Promotion of research on information and communication technologies for the betterment of human knowledge

We promote multifaceted cutting-edge research in the fields of information and communication, in line with the university objectives of "Achieving World-Class Status and Leaping Ahead" and "Leading the Post-earthquake Restoration and Regeneration." For this purpose, we focus on promoting diverse state-of-the-art research, student and recurrent education through research, our own activities as a joint usage/research center, international partnerships, disaster-resistant ICT (Information and Communications Technology) research for earthquake disaster reconstruction, and partnerships with private industry.

2. Capacity-building for diverse research activities

In order to promote diverse research activities, we exercise flexible institute management that allows for dynamically formed research groups to meet the needs of various research projects. Under our new flexible management system, researchers belong to basic research divisions according to their research areas, and they can also participate in research groups formed by the institute. In order to recruit more diverse research staff members, including female and foreign researchers, we have allocated our own funding for new research positions.

3. 最先端研究を通じた研究者・技術者教育

最先端の研究と一体化した教育活動を進め、関連研究科と協力して国際的に高い水準の研究者・技術者を輩出します。国際連携プログラムを利用した海外留学・海外派遣の積極的支援体制を構築します。社会人教育を目的とした公開講座を実施します。

4. 共同利用・共同研究拠点の活動の改革と推進

共同利用・共同研究拠点の中核的活動である共同プロジェクト研究を引き続き積極的に推進します。共同プロジェクト研究制度を組み替え、大型プロジェクト提案型、若手研究者対象型、萌芽的研究支援型、国際共同研究推進型、組織間連携型などの区分を設定し、多様な共同プロジェクト研究を推進します。

5. 研究所の国際化と国際共同研究の推進

若手教員を年 1 名程度長期海外派遣する制度を導入します。外国人客員研究員招聘制度の強化及び電気通信研究所国際シンポジウムの拡充により、最先端の国際研究活動を牽引します。国際的共同研究を推進し世界最高水準の研究を牽引するために、共同利用・共同研究拠点の中核的活動である共同プロジェクト研究に国際共同研究推進型を新設します。

6. 復興・新生を先導する研究活動の推進

産学連携研究をはじめとした活動により新産業創出に貢献し、日本新生を推進します。高い専門性を有する有識者として、行政や産業界による将来の地域作りの様々な取組に積極的に参画し、地域の創造的復興に寄与します。耐災害 ICT の確立を目指す電気通信研究機構の中核的組織として、研究開発を推進します。

7. 産学連携の更なる推進

研究成果を活用した課題解決型産学官連携プロジェクトを積極的に提案するとともに、共同研究講座の設置を推進します。

3. Training researchers and engineers through state-of-the-art research

We promote educational and professional development as an integrated part of our state-of-the-art research activities, and we train top-level researchers and engineers in collaboration with related graduate schools. Through our international partnership programs, we introduced a support program for study and research abroad. We also provide open lectures for recurrent education.

4. Promotion of activities as a joint usage/research center

As a joint usage/research center, we promote nationwide cooperative research projects, which are activities central to the institute. In order to encourage diverse research projects, we reformed our joint project research systems and classified our projects into five categories, according to their main objectives: large-scale project proposals, fostering young researchers, providing support for novel and preliminary research, international joint research, and inter-organizational research.

5. Internationalization and promotion of international joint research

We introduced a new program that sends a young researcher abroad each year. We promote international research by strengthening our system for visiting foreign scholars, as well as through the RIEC international symposium. Based on the goal of promoting world-class international joint research, we introduced “international collaboration” as one of the five classifications of our cooperative research projects.

6. Promoting research activities related to Leading the Post-earthquake Restoration and Regeneration

We are contributing to creating new industries and promoting the regeneration of Japan through partnerships with private industry. As distinguished citizens with expert knowledge, we actively participate in governmental and industry actions related to future planning, and we also contribute to the creative reconstruction of local communities. As a primary contributing organization, we support the Research Organization of Electrical Communications, which aims at establishing disaster-tolerant ICT.

7. Promoting academia–industry collaboration

We propose goal-oriented academia–industry collaboration, based on our research results, and promote the establishment of joint-research programs.

沿革
CHRONOLOGY

1　誕生まで

東北大学における電気通信に関する研究は、1919年（大正8年）、工学部に電気工学科が開設された当初から開始されました。当時、電気工学といえば強電工学が中心でしたが、学科開設に当たり敢えて弱電工学の研究に目を向けていきました。

1924年（大正13年）、八木秀次、抜山平一、千葉茂太郎の三教授の「電気を利用した通信法の研究」に対し、財団法人斉藤報恩会から、巨額な研究費が補助されました。これにより、我が国で初めて、電気通信に関する研究が組織的に行われるようになりました。新進気鋭の渡辺寧、松平正寿、岡部金治郎、宇田新太郎、永井健三、小林勝一郎などが相次いで加わり、体制が整備されました。その結果、多くの研究成果を挙げ、多数の論文が内外の雑誌に発表されて注目を集めました。

その後の電気通信技術の発達や通信機器の普及とも相まって電気通信に関する研究の重要性が一層認識され、東北帝国大学に電気通信に関する研究を目的とした研究所を設置しようとする機運が次第に高まっていきました。その結果、1935年（昭和10年）9月25日、東北帝国大学官制の一部が改正され、附属電気通信研究所の設置が公布されました。初代所長には抜山平一教授が兼務し、専任職員として助教授3名、助手6名、書記1名が認められました。

この研究所は、電気工学科から発展的に独立した経緯から工学部とは並列する形態をとってはいましたが、建物は電気工学科の一部を借用し、研究施設も従来のものを踏襲したものでした。このこともあって電気工学科とは不即不離の関係にあり、官制上の定員より遥かに多くの実質的な定員を擁して研究組織も研究内容も一段と強化され、大いに成果を挙げられるようになりました。

Birth

Telecommunications research at Tohoku University began in 1919 with the establishment of the Department of Electrical Engineering in the university's School of Engineering. In that era, work was centered on strong-current electrical engineering, but upon the establishment of this department attention turned to weak-current electrical engineering.

In 1924, the Saito Foundation granted what in those days was a huge sum to fund research by three professors, Hidetsugu Yagi, Heiichi Nukiyama, and Shigetaro Chiba, into communication methods using electricity. As a result, telecommunications related research was conducted systematically for the first time in Japan. The department was subsequently strengthened by the addition of a succession of gifted young researchers such as Yasushi Watanabe, Masatoshi Matsudaira, Kinjiro Okabe, Shintaro Uda, Kenzo Nagai, and Katsuichiro Kobayashi. The fruits of their research were considerable, as reflected by the publication of numerous papers in journals both in Japan and overseas that attracted widespread attention.

Along with subsequent advances in telecommunications technologies and the spread of communications equipment, the importance of telecommunications related research became increasingly recognized, fueling a groundswell of opinion in favor of setting up a research establishment to undertake telecommunications research at the Tohoku Imperial University. The university's statutes were revised and an affiliated telecommunications research institute was established. Professor Heiichi Nukiyama was appointed as the first head of the new institute, and he had a full-time staff comprising three assistant professors, six assistants, and one secretary.

Given its intended evolution into an entity independent of the Department of Electrical Engineering, this research institute was designed to function in parallel with the School of Engineering, but shared premises with the Department of Electrical Engineering, and its research facilities were conventional. It maintained an arm's length relationship with the Department of Electrical Engineering and the number of people who functioned effectively as regular staff was far larger than the number of regular staff prescribed by its statutes. This strengthened both the organization and the content of its research, enabling it to produce noteworthy results.

2　揺籃と成長

1941年（昭和16年）、電気通信技術者養成に対する社会の要請に応え工学部に通信工学科が設置されました。電気通信研究所は、電気工学科、通信工学科と三者一体となった協力体制で研究と教育にあたり、多彩な研究と豊かな人材育成の実を挙げ、いわゆる一体運営の伝統が着々と育てられました。

1944年（昭和19年）、官制の改正により、東北帝国大学附属電気通信研究所は附置研究所に移行いたしました。専任教授の定員を得て5部門からなる独立した研究所の体制を整えましたが、研究教育に対する電気工学科、通信工学科との密接な体制は引き続き堅持されました。

第二次大戦後の困難な時期にも辛うじて戦災を免れた研究施設で研究が続けられました。1949年（昭和24年）、国立学校設置法の公布により、新たに国立大学として東北大学が設置され、その附置研究所として改めて電気通信研究所が設置されました。

その後のエレクトロニクス分野の急速な進展に伴い、本研究所は、1954年（昭和29年）と1957年（昭

Cradle and growth

In response to society's need for telecommunications engineers, the Department of Electrical Communication was established within the School of Engineering in 1941. As part of a three-entity cooperative structure that included the Department of Electrical Engineering and the Department of Electrical Communication, the Research Institute of Electrical Communication (RIEC) achieved considerable success in a diverse range of research projects and produced a large number of skilled personnel through its research and education activities. In this way, it steadily built up a tradition of combined operations.

As a result of a statutory change, in 1944, RIEC, hitherto a telecommunications research institute affiliated with Tohoku University, was given the status of an integral research institute. It had an independent research institute structure comprising five divisions staffed by full-time professors, but firmly retained a system of close links with the Department of Electrical Engineering and with communications engineering.

During the difficult circumstances of the postwar period, work continued in the research facilities, which had narrowly escaped wartime destruction. As a result of the promulgation of the National School Establishment Act in 1949, Tohoku University was re-established with the status of a national university, and RIEC became one of its integral research institutes.

和 32 年）に 1 部門ずつ、1961 年（昭和 36 年）に 4 部門、1962 年（昭和 37 年）と 1963 年（昭和 38 年）に 3 部門ずつ、1965 年（昭和 40 年）、1969 年（昭和 44 年）、1976 年（昭和 51 年）にそれぞれ 1 部門ずつと、次々に研究部門が増設され、20 研究部門、教職員およそ 100 名からなる大研究所へと発展しました。

1956 年（昭和 31 年）、片平構内旧桜小路地区に電気通信研究所としては初めての独立した新営建物（現在の多元物質科学研究所の一部）が竣工しました。

その後 1963 年（昭和 38 年）3 月末、同じ片平構内旧南六軒丁地区にその倍以上の新営建物（現在の 1 号館 S 棟）ができ、桜小路地区から南六軒丁地区への移転が開始されました。1966 年（昭和 41 年）には、工学部の青葉山移転に伴い旧電子工学科の建物（現在の 1 号館 N 棟）が、1969 年（昭和 44 年）には工業教員養成所の廃止に伴い養成所の建物（現在の 2 号館）が、本研究所の建物として加えられ、全部門の移転が完了しました。さらに、1984 年（昭和 59 年）には超微細電子回路実験施設（平成 6 年 3 月時限）が設置され、1986 年（昭和 61 年）にスーパークリーンルーム棟が完成しました。平成 6 年 4 月には超微細電子回路実験施設を更に発展させる新施設として、超高密度・高速知能システム実験施設が設置されました。

一方、本研究所と密接な関係にある工学部電気系学科には、1958 年（昭和 33 年）に電子工学科が加わりました。また、1972 年（昭和 47 年）に応用情報学研究センターが設置され、1973 年（昭和 48 年）には大学院工学研究科に情報工学専攻が、1984 年（昭和 59 年）には工学部に情報工学科が増設されました。これが基盤になって、1993 年（平成 5 年）には大学院に情報科学研究科が新たに設置されることになりました。1994 年（平成 6 年）には大学院重点化に基づき、工学研究科の電気及び通信工学専攻と電子工学専攻が電気・通信工学専攻と電子工学専攻に改められ、専任講座を含め併せて 9 講座が設置されました。さらに、2007 年（平成 19 年）に電気系 4 学科と応用物理学科が統合して情報知能システム総合学科となり、2015 年には電気情報物理工学科に名称変更されました。2008 年（平成 20 年）には電気系が積極的に参画して、医学と工学の融合を目指す、我が国初の医工学研究科が新設されています。また、2012 年（平成 24 年）に工学研究科の電気・通信工学専攻が電気エネルギーシステム専攻と通信工学専攻に改められました。

Owing to the subsequent rapid progress made in the field of electronics, there were successive increases in the number of research divisions with the addition of one in 1954 and 1957, four in 1961, three in 1962 and 1963, and one in each of 1965, 1969, and 1976. This saw RIEC develop into a major re- search institute with 20 research divisions and some 100 teaching staff.

The year 1956 saw the completion of the institute's first independent build- ing (currently part of the Institute of Multidisciplinary Research for Advanced Materials) on the Katahira Campus, formerly in the Sakurakoji district of Sen- dai. The end of March 1963 saw the completion of a new building (currently S Block No. 1 Building) that was double the size of its predecessor on the Katahira Campus formerly in the Minami Rokken-cho district, marking the beginning of a move from the Sakurakoji district to the Minami Rokken-cho district. When the School of Engineering transferred to Aobayama in 1966, the former Department of Electronic Engineering building (currently N Block, No. 1 Building) became an RIEC building, as did the building (currently No. 2 Building) of the Training School of Engineering Teachers upon its closure in 1969. This completed the transfer of all the divisions.

The Laboratory for Microelectronics (operating for a limited period until March 1994) was established in 1984, and the Super Clean Room block was completed in 1986. The Laboratory for Electronic Intelligent Systems was established in April 1994 as an advanced version of the Laboratory for Micro- electronics.

In 1958 the electricity related departments of the School of Engineering, with which RIEC was closely associated, were supplemented by the addition of the Department of Electronic Engineering. Subsequent milestones includ- ed the establishment of the Research Center for Applied Information Science in 1972 and increases in the number of information engineering majors in the Graduate School of Engineering in 1973 and in the information engineering departments in the School of Engineering in 1984. With this as a basis, the Graduate School of Information Sciences was newly established in 1993.

With greater emphasis being placed on graduate schools, in 1994 the electrical, communication science, and electronic engineering majors in the Graduate School of Engineering became electrical and communication en- gineering and electronic engineering majors. With greater emphasis being placed on graduate schools, in 1994 the courses in electrical, communication science, and electronic engineering in the Graduate School of Engineering were replaced with courses in electrical and communication engineering and electronic engineering. A total of nine courses were instituted, including full- time courses. In addition, four electricity related departments and the Depart- ment of Applied Physics were amalgamated in 2007 to form the Department of Information and Intelligent Systems, whose name was changed to Department of Electrical, Information and Physics Engineering in 2015. In addition, 2008 saw the establishment of Japan's first Department of Biomedical Engineering, with the aim of fusing medicine and engineering with active input from the electrical field. In 2012, the Department of Electrical and Communications Engineering of the Graduate School of Engineering was reorganized as the Department of Electrical Engineering and the Department of Communications Engineering.

3 発展 ―全国共同利用研究所から共同利用・共同研究拠点へ―

このように東北大学が大きく変革される中で、電気通信研究所も 1995 年（平成 7 年）に創設 60 年を迎えることになり、これを期に高次情報化社会を迎えようとする時代の要請に応えて、全国共同利用研究所に改組・転換することとなりました。1994 年（平

Development: From national collaborative research institute to joint usage/research center

In 1995 RIEC celebrated the 60th anniversary of its establishment. To mark the occasion it sought to meet the needs of the impending advanced information society by reorganizing itself as a national collaborative research institute. In June 1994, approval was given for RIEC to become a national collaborative research institute engaging in both theoretical and applied research relating

成 6 年）6 月、本研究所は「高密度及び高次の情報通信に関する学理並びにその応用の研究」を行う全国共同利用研究所への転換が認められ、ブレインコンピューティング、物性機能デバイス、コヒーレントウェーブ工学の 3 大研究部門に改組されました。それとともに、時限を迎えた超微細電子回路実験施設に代わって、3 部からなる超高密度・高速知能実験施設が設置されました。

この間、IT 革命と呼ばれる情報通信技術の急速な進歩があり、情報化社会が現実のものとなりました。情報化社会で本研究所が先導的役割を果たすために、平成 13 年に本研究所の理念・目的・目標が新たに設定されました。理念として「人と人との密接かつ円滑なコミュニケーションは、人間性豊かな社会の持続的発展のための基盤であり、コミュニケーションに関する科学技術を飛躍的に発展させることで我が国のみならず広く人類社会の福祉に貢献する。」ことを掲げ、高密度及び高次情報通信に関するこれまでの研究成果を基盤とし、人間性豊かなコミュニケーションを実現する総合的科学技術の学理と応用を研究する中枢としての役割を果たすことを宣言しました。また、社会構造の変化に応えるべく、2002 年（平成 14 年）4 月には、産学連携による新情報通信産業の創生を目指した 3 研究部からなる「附属二十一世紀情報通信研究開発センター」が省令施設として設置されました。

2009 年（平成 21 年）には大学の附置研究所・センターの制度は大きく変わり、これまでの全国共同利用研究所が廃止され共同利用・共同研究拠点制度となり、2010 年（平成 22 年）4 月には共同利用・共同研究拠点協議会が発足しました。この拠点には、施設利用だけでなく研究者コミュニティの強い要望のもとに共同研究を展開することが求められています。本研究所が 1994 年の全国共同利用研究所への転換の際に目指したものは、広く国内外から研究者を集めて共同プロジェクト研究を推進する共同研究型研究所となることであり、それは、拠点制度の主旨を実質的に先取りしたものであります。これらの実績が認められて、本研究所は 2010 年に「共同利用・共同研究拠点」に認定され、2013 年の拠点活動に対する中間評価及び 2015 年の期末評価では、最高ランクの評価を与えられました。

to high-density and advanced information communications, whereupon it reorganized into three broad research divisions: Brain Computing, Materials Science and Devices, and Coherent Wave Engineering. In addition, to replace the Laboratory for Microelectronics, which had reached its specified duration, the Laboratory for Electronic Intelligent Systems was established across the three divisions.

The backdrop to this was the IT revolution, characterized by rapid progress in information and communication technologies, which made the information society a reality. To ensure that RIEC played a leading role in the information society, in 2001 its philosophy, objectives, and goals were reformulated.

RIEC has defined its philosophy as follows: "Close and smooth communication between people is fundamental to maintaining and developing a flourishing and humane society. We will contribute to the well-being not only of Japan but also of human society as a whole through the rapid development of science and technology related to communication." In addition, RIEC pledged that, based on the results of research conducted hitherto in relation to high-density and advanced information communications, it would play a pivotal role in undertaking comprehensive research into the theory and application of science and technology that will provide communication approaches that benefit humankind.

Also, in April 2002, RIEC established the Research Center for 21st Century Information Technology in compliance with a ministerial ordinance. Straddling the three research divisions, the center's aim is to address, through collaborations between industry and academia, the changes that occur in the fabric of society, leading to the creation of new information and communication industries.

In 2009, major changes were made to the organization of university research institutes and centers; the national collaborative research institutes were abolished, and joint usage/research centers were established. A council for joint usage/research centers was set up in April 2010. These centers involve not only the joint use of facilities but also the conduct of joint research; something that is strongly desired by the research community.

At the time of the change to a collaborative research institute in 1994, RIEC's intention was to operate with its orientation towards joint research, gathering research scientists together from a broad range of backgrounds both within Japan and overseas, and pursuing joint research projects. In this regard, RIEC anticipated the main goal of these new centers. In recognition of its achievements, RIEC has been accredited as a joint usage/ research center since 2010. In both the mid-term and final assessment as a joint usage/ research center, RIEC received the first rank evaluation for its research activity and contribution to the related communities.

4　飛躍　―世界の COE として―

来るべき次世代のグローバル・ユビキタス情報通信時代において本研究所の理念・目標を実現するべく、今日ではそれにふさわしい研究体制が整備されています。平成 16 年度に、研究分野の軸に加え、研究の進展に伴う時間軸をも考慮した改組が行われました。短期、中期、長期の研究に大きく分け、研究の進展によって流動的に組織を変更できる柔軟性を導入しました。短期の研究は、電気通信研究所の優れた研究成果を産学連携で 5 年程度の期間で実用化に結びつける「二十一世紀情報通信研究開発センター」が中心となって担っています。また、10 年程度の中期的スパンの研究を担

Leap forward: As a world center of excellence

To realize RIEC's philosophy and goals in the coming era of next-generation global, ubiquitous information communication, an appropriate research system has been put in place. In fiscal 2004 a reorganization was undertaken that considered the research time scale, in addition to the research fields themselves. Research was divided broadly into short-, medium-, and long- term research, and we introduced flexibility to enable the organization to be changed fluidly according to the progress of the research. A major role in short term research is played by the Research Center for 21st Century Infor- mation Technology, which facilitates the practical application of the excellent research results achieved by RIEC within approximately five years through col- laboration between industry and academia. We have also set up a Laboratory for Nanoelectronics and Spintronics to engage in

う研究組織として、ナノテクノロジーに基づいた材料・デバイス技術の研究を総合的・集中的に推進する「ナノ・スピン実験施設」と、現在の情報技術の壁を打ち破る知的集積システムの構築を目指す「ブレインウェア実験施設」を設置し、次の実用化に結びつく基盤的研究を行っています。「ナノ・スピン実験施設」の研究を推進するために、平成 16 年 3 月には最新の設備を備えた「ナノ・スピン総合研究棟」が完成しています。

長期的な研究を行う研究部門として、4 研究部門に再編成しました。大量の情報を高速にしかも正確に送信するための科学技術を開発してきた物性機能デバイス研究部門、コヒーレントウェーブ工学研究部門は伝統的に本研究所が得意とする分野で、これらの部門を「情報デバイス研究部門」と「ブロードバンド工学研究部門」にそれぞれ編成替えをしました。また人間と環境が調和した高度な情報社会を築くために、人間の情報処理過程の解明を目指す「人間情報システム研究部門」と、情報社会を支える情報通信システムの高度化、高次化のために、ソフトウェアやシステム技術の進展を目指す「システム・ソフトウェア研究部門」を設置しました。

平成 16 年度の改組以降も、平成 21 年度には最先端研究開発支援プログラムを推進するために「省エネルギー・スピントロニクス集積化システム研究センター」を、平成 23 年度には、東北大学災害復興新生研究機構で進められている 8 プロジェクトの一つとして、災害に強い情報通信ネットワークの構築のための研究開発を推進する「電気通信研究機構」を本研究所が中心となって設立しました。さらに平成 25 年度の、企業との共同研究を着実に実施する組織として設立した「国際集積エレクトロニクス研究開発センター」にも、本研究所教員が貢献しています。平成 28 年度には情報の質をも取り扱うための文理融合プロジェクト「ヨッタインフォマティクス研究センター」が本学の学際研究重点拠点として認定され活動を開始し、平成 30 年度には学内共同教育研究施設等として新たに設置されました。また、平成 29 年に指定国立大学として東北大学が認められた際の 4 つの研究の柱のひとつであるスピントロニクスは通研を中心として遂行されたものであり、「スピントロニクス研究センター」「スピントロニクス国際共同大学院」「スピントロニクス学術連携研究教育センター」の設立と運営に深くかかわっています。

本研究所は、現在大学院工学研究科（電気エネルギーシステム専攻、通信工学専攻、電子工学専攻）、情報科学研究科、および医工学研究科との間で、研究・教育の両面において緊密な協力体制を取っています。同時に国内のみならず世界中の研究者を迎え、世界における COE として電気通信に関する広範な分野で積極的な研究活動を行うことも期待されています。平成 26 年 11 月には、延べ床面積 13,513 平米の新棟が竣工し、平成 27 年 6 月 23 日には、電気通信研究所 80 周年記念と合わせて開所式を開催しました。我々の誇りとするこれまでの諸先輩・同僚の実績を基礎に、情報通信技術の急速な発展とグローバリゼーションのうねりの中で、さらなる飛躍を図る新たな時代を迎えています。

research over medium-term spans of approximately 10 years. It undertakes comprehensive and intensive research into material and device technologies based on nanotechnology. We have also established the Laboratory for Brainware Systems, whose aim is to build intelligent integrated systems that break down the barriers of present day information technologies, conducting fundamental research with a view to practical applications. To promote research at the Laboratory for Nano-elec- tronics and Spintronics, in March 2004 we completed the Nanoelectronics and Spintronics integrated research block, which is equipped with the latest technology.

Long-term research has been reorganized into four major research divisions. The Materials Science and Devices Division and the Coherent Wave Engineering Division, which developed scientific techniques for transmitting large volumes of information accurately at high speed, are both in fields in which RIEC has traditionally been strong. These units have been reorganized into the Information Devices Division and the Broadband Engineering Division, respectively. Moreover, to build an advanced information society in which humankind and the environment are in harmony, we have established the Human Information Systems Division, which aims to elucidate the ways in which human beings process information, and the Systems and Software Divi- sion, whose goal is to develop software and systems to advance and enhance the information and communication systems that underpin the information society.

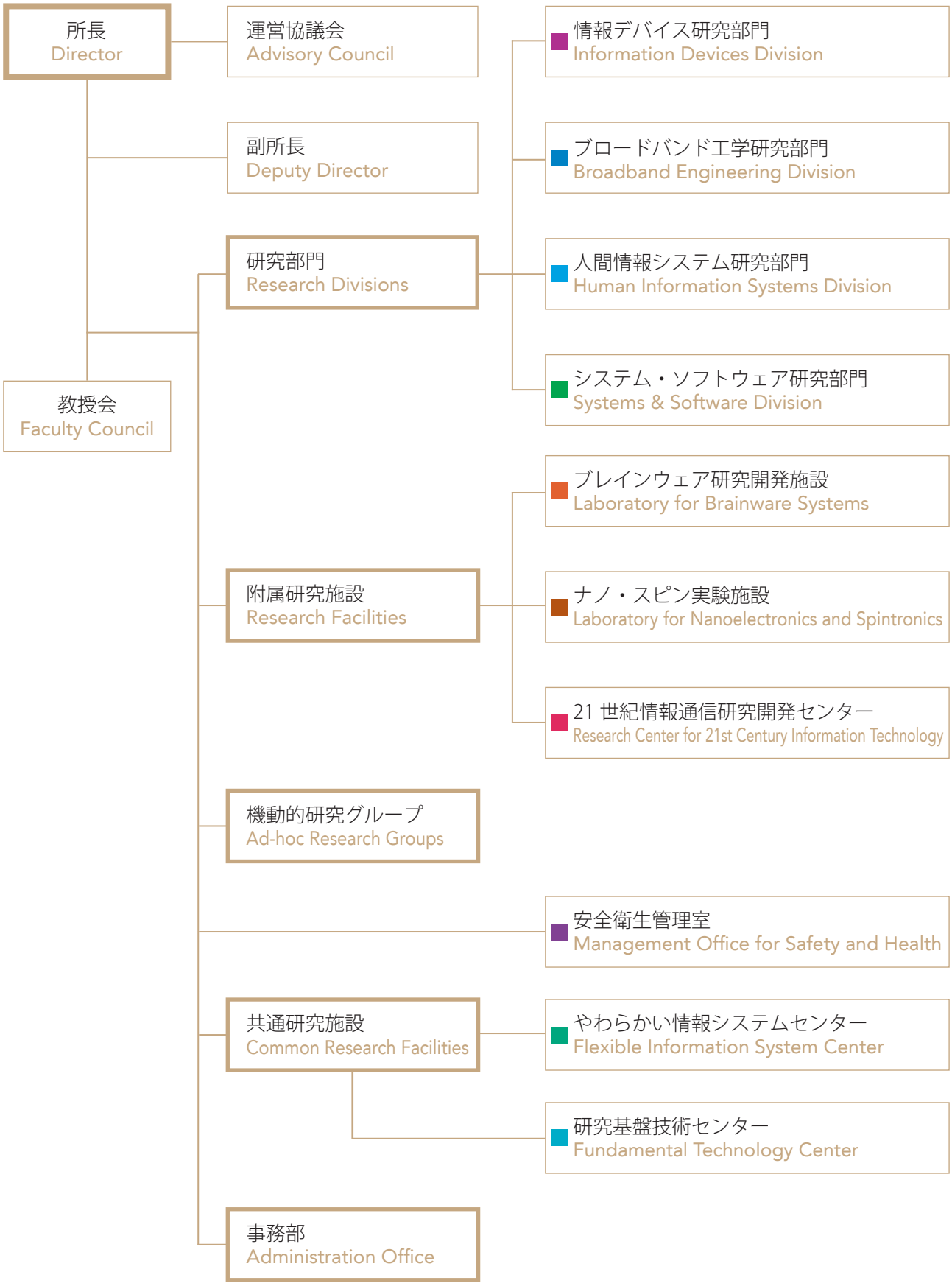
Since 2004 reorganization, RIEC played important roles in establishing three university wide organizations authorized by the President of Tohoku University. In the fiscal year of 2009, Center for Spintronics Integrated Systems was established to carry out the program designed by the Council for Science and Technology Policy, Cabinet Office, Government of Japan. In 2011, Research Organization of Electrical Communication was established to carry out research on disaster-resistant information communication network as one of the eight programs Tohoku University launched under the Institute for Disaster Reconstruction and Regeneration Research in response to the heightened social needs after the East Japan Great Earthquake. In 2013, Center for Innovative Integrated Electronic Systems was established to construct a center of excellence of academic-industrial alliance. In 2016, “Yotta Informatics Research Center” was established. This is based on a project for handling the “quality” of information to meet the challenges of “beyond big data” involving researchers from arts and sciences fields.

The research works on Spintronics, RIEC members are leading, was recognized as one of the four top level research fields of Tohoku University as the Designed National University in 2017. RIEC members has great contribution for establishment and operation of the Center for Science and Innovation in Spintronics, Graduate Program on Spintronics, and Center for Spintronics Research Network.

RIEC has structures for close cooperation in the spheres of research and education with the School of Engineering (Electrical Engineering, Communications Engineering and Electronic Engineering), the Graduate School of Information Sciences, and the Graduate School of Biomedical Engineering. At the same time it welcomes researchers from within Japan and from all over the world, and as a world center of excellence its duty is to engage vigorously in research activities in a wide range of fields related to telecommunications. Construction of the new building of 13,513m^2, named the main building, was finished in November of 2014, and opening ceremony for the building was held on June 23, 2015 with the cerebration of 80th anniversary. Building on the proud record of achievement of our distinguished predecessors and colleagues, we are entering a new era in which we hope to make further leaps forward amid the rapid development of information and communication technologies and the rising tide of globalization.

組織
Organization

機構
Organization Chart



※本務は原則として研究部門です。

情報デバイス研究部門 Information Devices Division

- ナノフォトエレクトロニクス研究室 Nano-Photoelectronics
  - (白井　正文) (M. Shirai)
  - 片野　諭 S. Katano
- 固体電子工学研究室 Solid State Electronics
  - (佐藤　茂雄) (S. Sato)
  - 遠藤哲郎(兼) T. Endoh
  - 吹留　博一 H. Fukidome
- 誘電ナノデバイス研究室 Dielectric Nano-Devices
  - 長　康雄 Y. Cho
  - 山末　耕平 K. Yamasue
  - 平永　良臣 Y. Hiranaga
- 物性機能設計研究室 Materials Functionality Design
  - 白井　正文 M. Shirai
  - 阿部和多加 K. Abe
- 量子デバイス研究室 Quantum Devices
  - 大塚　朋廣 T. Otsuka
- スピントロニクス研究室 Spintronics
  - 深見　俊輔 S. Fukami
- ナノ集積デバイス・プロセス研究室 Nano-Integration Devices and Processing
  - 佐藤　茂雄 S. Sato
  - 櫻庭　政夫 M. Sakuraba
  - 山本　英明 H. Yamamoto
- 磁性デバイス研究室 Magnetic Devices (Visitor Section)
  - (客員)

ブロードバンド工学研究部門 Broadband Engineering Division

- 超高速光通信研究室 Ultrahigh-Speed Optical Communication
  - 廣岡　俊彦 T. Hirooka
  - 葛西　恵介 K. Kasai
- 応用量子光学研究室 Applied Quantum Optics
  - 八坂　洋 H. Yasaka
  - 吉田　真人 M. Yoshida
- 先端ワイヤレス通信技術研究室 Advanced Wireless Information Technology
  - 末松　憲治 N. Suematsu
- 情報ストレージシステム研究室 Information Storage Systems
  - 田中陽一郎 Y. Tanaka
  - Simon John Greaves
- 超ブロードバンド信号処理研究室 Ultra-Broadband Signal Processing
  - 尾辻　泰一 T. Otsuji
  - 佐藤　昭 A. Satou
- 量子光情報工学研究室 Quantum-Optical Information Technology
  - 枝松　圭一 K. Edamatsu
- ブロードバンド通信基盤技術研究室 Basic Technology for Broadband Communication (Visitor Section)
  - (客員)

人間情報システム研究部門 Human Information Systems Division

- 生体電磁情報研究室 Electromagnetic Bioinformation Engineering
  - 石山　和志 K. Ishiyama
- 先端音情報システム研究室 Advanced Acoustic Information Systems
  - 坂本　修一 S. Sakamoto
- 高次視覚情報システム研究室 Visual Cognition and Systems
  - 塩入　諭 S. Shioiri
  - 曽　加蕙 C. Tseng
- 情報コンテンツ研究室 Information Content
  - 北村　喜文 Y. Kitamura
  - 高嶋　和毅 K. Takashima
- 実世界コンピューティング研究室 Real-World Computing
  - 石黒　章夫 A. Ishiguro
  - 加納　剛史 T. Kano
- ナノ・バイオ融合分子デバイス研究室 Nano-Bio Hybrid Molecular Devices
  - 平野　愛弓 A. Hirano
- 多感覚情報統合認知システム研究室 Multimodal cognitive system
  - 坂井信之(兼) N. Sakai
- マルチモーダルコンピューティング研究室 Multimodal Computing (Visitor Section)
  - (客員)

システム・ソフトウェア研究部門 Systems & Software Division

- ソフトウェア構成研究室 Software Construction
  - 大堀　淳 A. Ohori
  - 上野　雄大 K. Ueno
- コンピューティング情報理論研究室 Computing Information Theory
  - 中野　圭介 K. Nakano
- コミュニケーションネットワーク研究室 Communication Network Systems
  - 長谷川　剛 G. Hasegawa
  - 北形　元 G. Kitagata
- 環境調和型セキュア情報システム研究室 Environmentally Conscious Secure Information System
  - 本間　尚文 N. Homma
- ソフトコンピューティング集積システム研究室 Soft Computing Integrated System
  - 堀尾　喜彦 Y. Horio
- 新概念 VLSI システム研究室 New Paradigm VLSI System
  - 羽生　貴弘 T. Hanyu
  - 夏井　雅典 M. Natsui
  - 鬼沢　直哉 N. Onizawa
- 情報社会構造研究室 Information Social Structure (Visitor Section)
  - (客員)

* 学内他部局との連携

ナノ・スピン実験施設 Laboratory for Nanoelectronics and Spintronics

- スピントロニクス研究室 Spintronics
  - 深見　俊輔 S. Fukami
- ナノ・バイオ融合分子デバイス研究室 Nano-Bio Hybrid Molecular Devices
  - 平野　愛弓 A. Hirano
- ナノ集積デバイス・プロセス研究室 Nano-Integration Devices and Processing
  - 佐藤　茂雄 S. Sato
  - 櫻庭　政夫 M. Sakuraba
  - 山本　英明 H. Yamamoto

ブレインウェア研究開発施設 Laboratory for Brainware Systems

- 認識・学習システム研究室 Recognition and Learning Systems
  - 塩入　諭 S. Shioiri
  - 坂本　修一 S. Sakamoto
- ソフトコンピューティング集積システム研究室 Soft Computing Integrated System
  - 堀尾　喜彦 Y. Horio
- 新概念 VLSI システム研究室 New Paradigm VLSI System
  - 羽生　貴弘 T. Hanyu
  - 夏井　雅典 M. Natsui
  - 鬼沢　直哉 N. Onizawa
- 実世界コンピューティング研究室 Real-World Computing
  - 石黒　章夫 A. Ishiguro
  - 加納　剛史 T. Kano

21 世紀情報通信研究開発センター Research Center for 21st Century Information Technology

- 産学官研究開発部 Industry-Academia-Government-Collaboration Research and Development Division
  - ワイヤレス ICT プラットフォームプロジェクト Wireless ICT Platform Project
    - 末松　憲治 N. Suematsu
- 学際連携研究部 Interdisciplinary Collaboration Research Division
  - 情報の質と価値に基づく多感覚的評価の研究プロジェクト Research project of human value estimation of multimodal information based on informatics paradigm to manage both quality
    - 塩入　諭 S. Shioiri
  - スピントロニクス・CMOS 融合脳型集積システムの研究プロジェクト Research project of Spintronics/CMOS-hybrid brain-inspired integrated system
    - 羽生　貴弘 T. Hanyu
- 萌芽研究部 Exploratory Research Division
  - ドローンを活用する新しいインタラクティブコンテンツ基盤技術の研究開発 Interactive Drone Content for Entertainment / Wildlife Symbiosis
    - 北村　喜文 Y. Kitamura

高等研究機構　新領域創成部* Division for the Establishment of Frontier Sciences

- 多感覚情報統合認知システム研究室 Multimodal cognitive system
  - 坂井信之(兼) N. Sakai
- スピントロニクス・CMOS 融合脳型集積システム研究室 Spintronics / CMOS Hybrid Brain-Inspired Integrated Systems
  - 遠藤哲郎(兼) T. Endoh

研究基盤技術センター Fundamental Technology Center

- 工作部 Machine Shop Division
- 評価部 Evaluation Division
- プロセス部 Process Division
- 情報技術部 Information Technology Division

事務部 Administration Office

- 総務係 General Affairs Section
  - 図書室 Library
- 研究協力係 Cooperative Research Section
- 経理係 Accounting Section
- 用度係 Purchasing Section

職員数
Faculty & Staff

令和3年5月1日現在/as of May 1, 2021

教授	Professors	22
准教授	Associate Professors	19
助教	Assistant Professors	19
学術研究員	Research Fellows	7
特任教授	Specially Appointed Professors	2
特任助教	Specially Appointed Assistant Professors	2
事務職員	Administrative Staff	14
技術職員	Technical Staff	13
合計	Total	98

研究員受入れ数（令和２年度）
Researchers (FY2020)

外国人研究員	Foreign Researchers	客員教授	Visiting Professors	0
		客員准教授	Visiting Associate Professors	0
民間等共同研究員	Cooperative Researchers of Private Company etc			10
日本学術振興会特別研究員	JSPS Research Fellowship for Young Scientists			10
日本学術振興会外国人特別研究員	JSPS Postdoctoral Fellowship for Overseas Researchers			2
日本学術振興会外国人招へい研究者	Invitation Fellowship for Research in Japan			0
受託研究員	Contract Researchers			3
受託研修員	Contract Trainees			1
合計	Total			26

学生数
Students

令和3年5月1日現在/as of May 1, 2021

	工学部・工学研究科 School of Engineering	情報科学研究科 Graduate School of Information Science	医工学研究科 Graduate School of Biomedical Engineering	電気通信研究所 RIEC	合計 Total
学部4年生 Undergraduate Students	60 (1)				60 (1)
博士前期課程 Master Course Students	96 (9)	42 (5)	8		146 (14)
博士後期課程 Doctor Course Students	12 (6)	10 (6)	4		26 (12)
研究所等研究生 Institute Research Students				1 (1)	1 (1)
合計 Total	168 (16)	52 (11)	12	1 (1)	233 (28)

※（　）外国人で内数/Foreigner

敷地・建物
Land and Buildings

敷地：仙台市青葉区片平二丁目1番1号片平南地区敷地内
Site: 2-1-1 Katahira, Aoba-ku, Sendai, 980-8577, JAPAN

建物：総建面積 14,993m^2
総延面積 42,257m^2
Building: Total building area 14,993m^2
Total floor area 42,257m^2

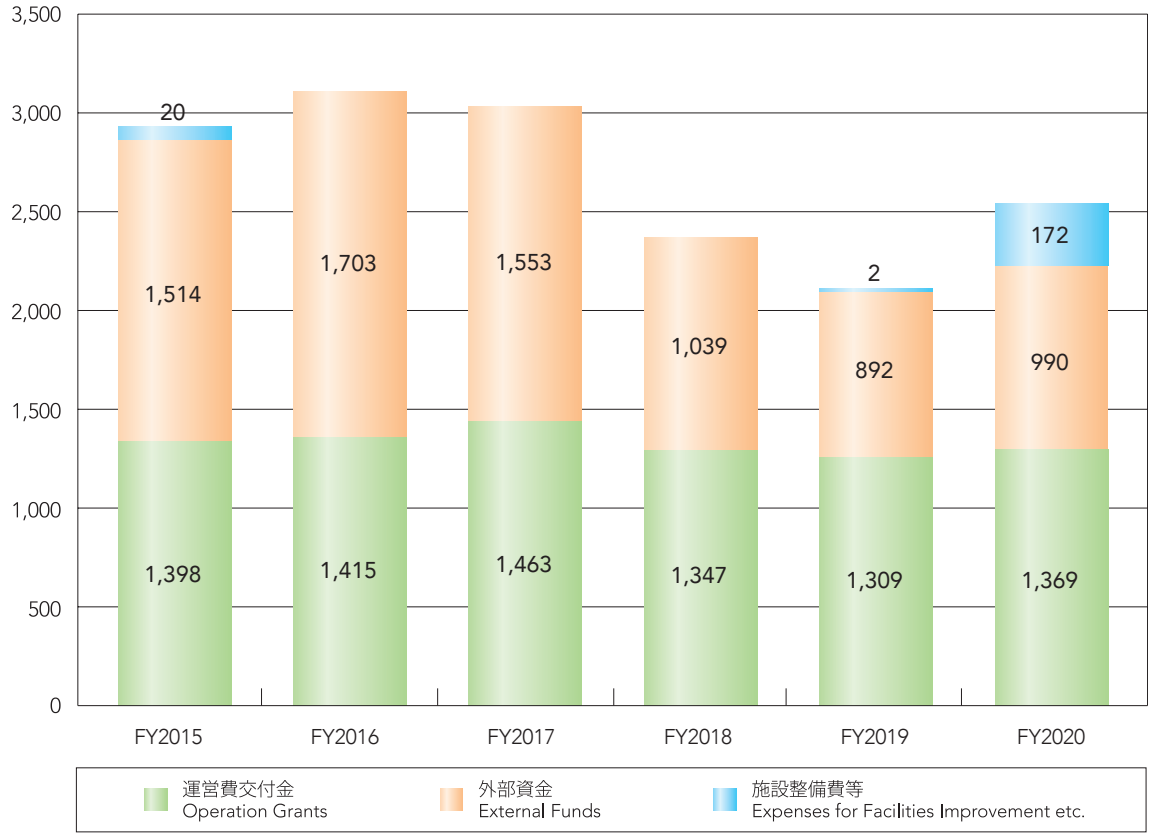
令和3年4月1日現在/as of April 1, 2021

建物名 Name of Buildings	様式 Structure	竣工年度 Year of Completion	延面積 Floor Area
本館 Main Building	鉄筋コンクリート地上6階、地下1階 Reinforced Concrete, 6 stories, 1basement	2014	13,513m^2
1号館 Building No.1	鉄筋コンクリート4階建 Reinforced Concrete, 4 stories	S 棟 Building-S：1962, 1963 N 棟 Building-N：1959, 1960	7,791m^2
2号館 Building No.2	鉄筋コンクリート4階建 Reinforced Concrete, 4 stories	1962, 1963	7,058m^2
ナノ・スピン実験施設 Laboratory for Nanoelectronics and Spintronics	鉄骨5階建 Steel-frame, 5 stories	2004	7,315m^2
ブレインウェア研究開発施設 Laboratory for Brainware Systems	鉄筋コンクリート平屋建 Reinforced Concrete, 1 story	1967, 1968, 1972	527m^2
	鉄筋コンクリート（一部鉄骨）2階建 Reinforced Concrete (partly steel-frame), 2 stories	1986	1,693m^2
	鉄骨平屋建 Steel-frame, 1 story	1996	598m^2
	軽量鉄骨2階建 Light-weight steel-frame, 2 stories	1999	148m^2
21世紀情報通信研究開発センター Research Center for 21st Century Information Technology	鉄筋コンクリート3階建 Reinforced Concrete, 3 stories	1930	1,343m^2
	鉄骨平屋建 Steel-frame, 1 story	2002	435m^2
評価・分析センター Evaluation and Analysis Center	鉄筋コンクリート2階建 Reinforced Concrete, 2 stories	1981	787m^2
ヘリウムサブセンター Helium Sub-Center	鉄筋コンクリート（一部軽量鉄骨）平屋建 Reinforced Concrete (partly light-weight steel-frame), 1 story	1972	74m^2
附属工場 Machine Shop	鉄筋コンクリート（一部軽量鉄骨）平屋建 Reinforced Concrete (partly light-weight steel-frame), 1 story	1965, 1966, 1978	488m^2
その他 Others			487m^2
計 Total			42,257m^2

予算
Budget

電気通信研究所における予算の推移 ■ Budget Shift

単位：百万円/ million yen



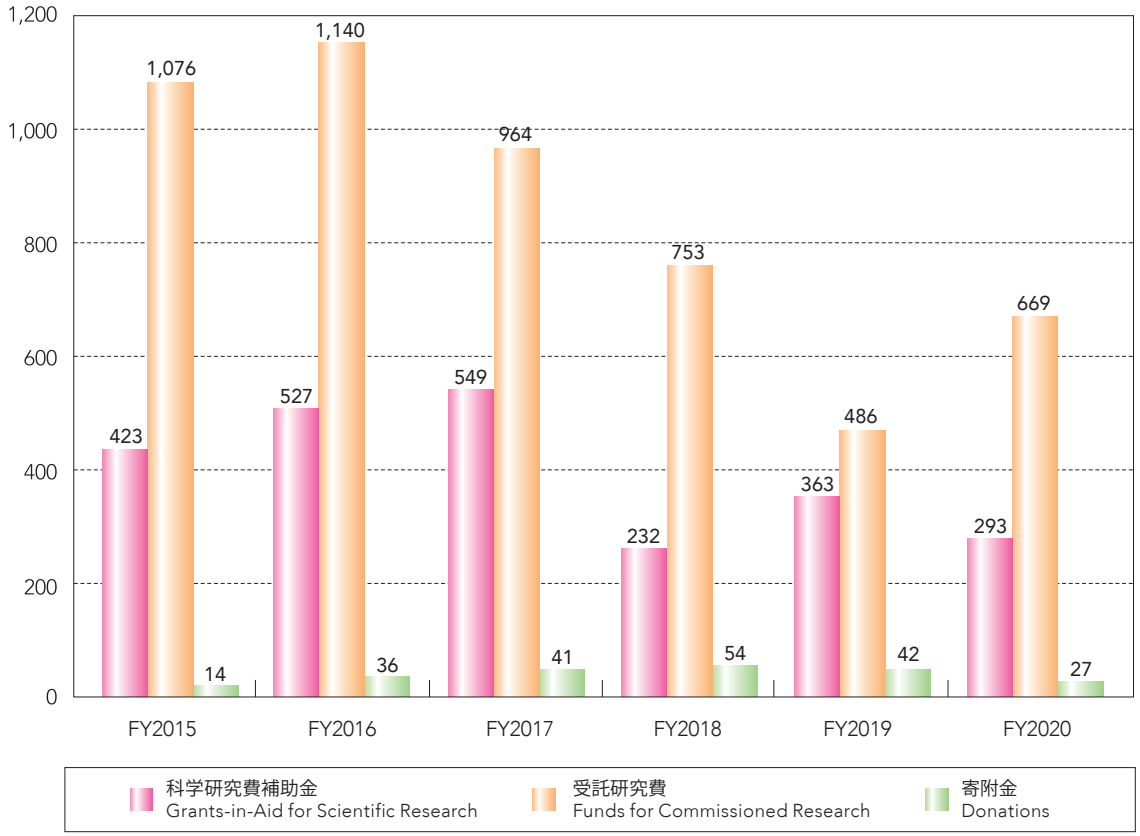
予算額内訳 ■ Budget Summary

単位：千円/ thousand yen

事　項 Categories		FY2015	FY2016	FY2017	FY2018	FY2019	FY2020
運営費交付金 Operation Grants	人件費　Personnel Expenses	730,537	808,066	835,904	790,118	742,128	801,695
	物件費　Non-Personnel Expenses	667,582	606,599	626,824	556,937	566,533	567,249
運営費交付金　計 Operation Grants Total		1,398,119	1,414,665	1,462,728	1,347,055	1,308,661	1,368,944
外部資金 External Funds	科学研究費補助金 Grants-in-Aid for Scientific Research	422,846	526,718	549,034	231,643	363,325	293,404
	受託研究費 Funds for Commissioned Research	1,076,220	1,140,386	963,585	753,391	486,053	669,454
	寄附金　Donations	14,490	36,190	40,541	54,344	42,436	27,200
	（再掲）間接経費　Indirect Expenses	219,886	244,413	220,733	134,311	155,852	172,874
外部資金 計 External Funds Total		1,513,556	1,703,294	1,553,160	1,039,378	891,814	990,058
災害復旧経費　Expenses for Reconstruction		0	0	0	0	1,936	172,477
移転事業経費　Expenses for Relocation		20,011	0	0	0	0	0
施設整備費　Expenses for Facilities Improvement		0	0	0	0	0	0
施設整備費等　計 Expenses for Facilities Improvement etc. Total		20,011	0	0	0	1,936	172,477
合　計 Total		2,931,686	3,117,959	3,015,888	2,386,433	2,202,411	2,531,479

外部資金受入状況 ■ External Funds

単位：百万円/ million yen



外部資金内訳 ■ External Funds

単位：千円/ thousand yen

事　項 Categories	FY2015	FY2016	FY2017	FY2018	FY2019	FY2020
科学研究費補助金 Grants-in-Aid for Scientific Research	422,846	526,718	549,034	231,643	363,325	293,404
受託研究費 Funds for Commissioned Research	1,076,220	1,140,386	963,585	753,391	486,053	669,454
寄附金 Donations	14,490	36,190	40,541	54,344	42,436	27,200
合計 Total	1,513,556	1,703,294	1,553,160	1,039,378	891,814	990,058

共同プロジェクト研究
Nation-wide Cooperative Research Projects

共同プロジェクト研究の理念と概要

本研究所は、情報通信分野における COE（Center of Excellence）として、その成果をより広く社会に公開し、また研究者コミュニティーがさらに発展するために共同利用・共同研究拠点として所外の研究者と共同プロジェクト研究を遂行している。本研究所の学問の性格上、単なる設備の共同利用ではなく、本研究所教員との共同研究を前提としているところに特徴がある。本研究所の「共同プロジェクト研究」とは、情報通信分野における技術・システムに関する各種の研究を国内外の優れた研究者の協力のもとに企画・コーディネートし、プロジェクト研究として実施していくものである。

共同プロジェクト研究は、所内外の研究者の英知を集めて企画され、さらにその積極的な参加を得て実施されることが肝要である。これまで、本研究所の共同プロジェクト研究の提案および実施は、国内外の国・公・私立大学、国・公立研究機関及び、民間企業・団体等の教員及び研究者を対象として、公募により行われている。

共同プロジェクト研究委員会

共同プロジェクト研究の運営のために、共同プロジェクト研究委員会及び共同プロジェクト実施委員会、共同プロジェクト選考委員会が設置されている。共同プロジェクト研究委員会は、共同プロジェクト研究に関する重要な事項を審議するために所内 3 名、学内 2 名と学外 5 名の合計 10 名の委員により構成されている。共同プロジェクト研究委員会の使命は、本研究所で遂行されている研究内容の特徴を重視しながら、所内外の意見を広く求め、研究所の目的である「人間性豊かなコミュニケーションを実現する総合的科学技術の学理と応用の研究」の発展に不可欠な共同プロジェクト研究を積極的に推進することにある。これまで、公募研究の内容、採択の基準、外部への広報、企業の参加に関する点等について議論を行ってきており、特に企業の参加に関しては、公平・公表を原則として積極的な対応を行ってきている。なお、共同プロジェクト研究の採択に際し審査を厳格に行うため、外部委員を含めた共同プロジェクト選考委員会が設置されている。

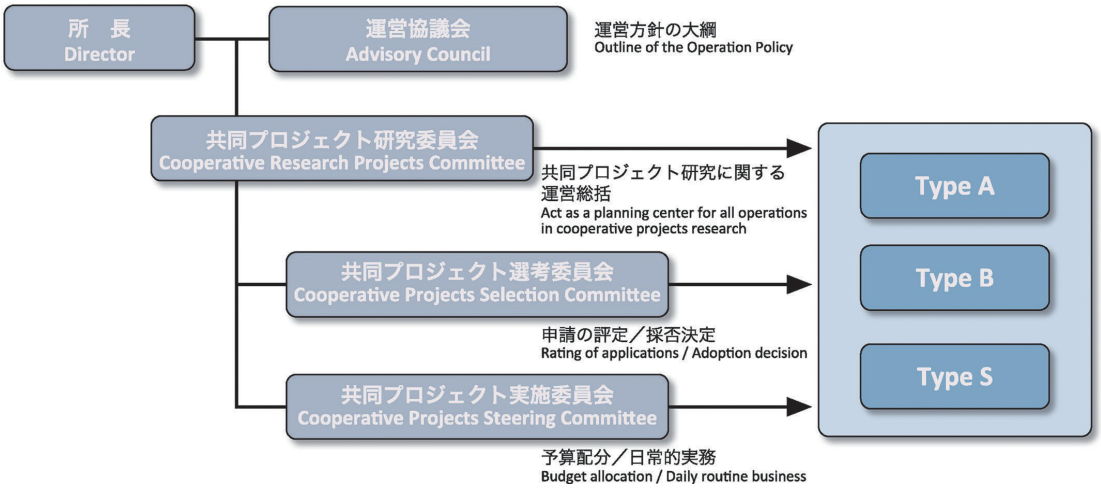
また、共同プロジェクト研究の円滑な実施を図るために、本研究所専任の教員により組織されている共同プロジェクト実施委員会が設置されている。

The Institute has a long history of fundamental contributions in many fields of engineering and science that include the fields of semiconductor materials and devices, magnetic recording, optical communication, wireless communication, electromagnetic technology, applications of ultrasonics, acoustic communication, non-linear physics and engineering, and computer software. On the basis of this rich historical background the Institute was designated as National Center for Cooperative Research in 1994. Accompanying Tohoku University's transformation to "a national university juridical entity" in April, 2004, this institution plays a leading role on the world stage, as its researchers, both domestic and foreign, continue the task of "investigating the theory and application of universal science and technology to realize communication, to the enrichment of humanity."

In such background, the Institute organizes Nation-wide Cooperative Research Projects by coordinating its activities with research workers. The main themes for Cooperative Research are selected annually by the Committee for Cooperative Research Projects. Then invitations for project proposals and participation are extended to university faculties and government laboratories as well as industrial research groups. Each project approved by the Faculty Council of the Institute is carried out by a team of researchers that include members of the Institute as well as outside participants.

The Advisory Council which includes members from other institutions has an advisory function to the Director in defining the general direction of the research at the Institute and its Nation-wide Cooperative Research Projects.

The Project Selection Committee that includes members from the outside of Tohoku University has a judging function for project proposals. The purpose of the Project Steering Committee is the proper operation of approved projects.



令和３年度共同プロジェクト研究

令和３年度の共同プロジェクト研究は、所内外から公募され、審議の結果、116 件（A：79 件、B：35 件、S：1 件、S 国際：1 件）が採択された。なお、区分 A は各々の研究課題について行う研究であり、79 件のうち 71 件が外部よりの提案、区分 B は短期開催の研究会形式の研究で、35 件のうち 32 件が外部よりの提案のものである。また、民間の研究者が参加している研究は、区分 A の 8 件、区分 B の 13 件である。区分 A に対しては、大型プロジェクト提案型、若手研究者対象型、萌芽的研究支援型、先端的研究推進型、国際共同研究推進型の 5 つの研究タイプ、区分 B に対しては、これらに加え産学共同研究推進型を設けている。

また、区分 S は組織間連携に基づく共同プロジェクト研究であり、区分 S 国際は国際的連携研究推進を目的として海外組織と共同研究を実施するものである。情報通信分野の特に力点を置いて研究を推進すべき課題について、本研究所が中心となりつつ、相乗・補完効果の期待できる国内外の大学附置研等の研究組織と共同して推進する。

令和２年度実績

- 採択件数　125 件（A：81 件、B：42 件、S：1 件、S 国際：1 件）
- 研究者数　1,152 名（A：551 名、B：559 名、S：24 名、S 国際：18 名）

※区分 A と区分 B に対する 6 つのタイプの採択件数の内訳は以下の通りである（重複を含む）。

- 国際共同研究推進型：41 件
- 萌芽型研究支援型：46 件
- 若手研究者対象型：13 件
- 先端的研究推進型：54 件
- 大型プロジェクト提案型：3 件
- 産学共同研究推進型：11 件
- その他：0 件

共同プロジェクト研究の公募・実施について

共同プロジェクト研究の公募、実施は年度単位で行われている。研究の公募は、1 月中旬に来年度の研究の公募要項を公開し、2 月末日が申請書の提案締切となっている。採否の判定には共同プロジェクト選考委員会による書面審査を行い、その結果は、4 月中旬に申請者へ通知される。研究期間は、採択決定から翌年 3 月 15 日までであり、研究終了後、共同プロジェクト研究報告書を提出して頂くことになっている。なお、前述の「理念と概要」の項で述べたように、本共同プロジェクト研究は本研究所教員との共同研究を前提としたものであるので、申請にあたっては本研究所の対応教員がいることが必要である。

http://www.riec.tohoku.ac.jp/ja/nation-wide/koubo/

問い合わせ先：東北大学電気通信研究所研究協力係

電話：022-217-5422

令和３年度通研共同プロジェクト研究採択一覧

- Japan-USA International Collaborative Research on Terahertz Devices based on Graphene-Phosphorene van der Waals Heterostructures
- Si-Ge 系量子ドットの規則配列と電子輸送制御に関する研究
- Quantifying the role of crystal and magnetic structure to spin-orbit torque induced switching of metallic antiferromagnetic heterostructures
- 2p 軽元素を含む遷移金属化合物薄膜のスピン輸送機構解明と高効率磁化反転素子の開発
- 量子検出のための高 Q 値マイクロ波共振器に関する研究
- 光エレクトロニクス応用に向けた不揮発相転移酸化物素子の創製
- 直流励起マイクロ波発振素子に向けたスピン軌道トルクとスピン波媒介位相同期による強磁性ダイナミクス制御の検討
- 傾斜型フィールドプレート付 InGaAs HEMT を用いた光変調器駆動高速化の研究
- 視覚モデル共有環境の構築
- マルチモーダル感情誘発システムに関する研究
- 利得スイッチ半導体レーザーを用いた小型量子光源の実現
- Exploration of a new electrical detection method of magnetization dynamics in CoFeB-MgO magnetic tunnel junction structure with perpendicular anisotropy
- ラピッドプロトタイピングのためのソフトウェア無線機の同期性能の検討
- 学習支援のための追体験システムの構築
- インターネット輻輳制御の異種混在環境の性能解析
- Study of 2D nanomaterial devices for terahertz applications
- 人体領域通信用無線伝搬路に関する研究
- Development of graphene based devices for terahertz applications
- 人工神経回路網の機能表現の解析とモデル化
- 二次元材料を用いた光電子デバイスの開発
- Spin transport and magnetism in 2D van der Waals ferro and antiferromagnets
- 新 IV 族半導体材料と高集積デバイスプロセスに関する研究
- 微小領域における圧電定数の分布計測装置の開発
- スパッタリングプロセスを用いた β-Ga2O3 薄膜とデバイス形成
- 負の透磁率を利用した移動体通信機器内の電磁クロストーク抑制に関する研究
- 金属ナノ接合における量子伝導の制御と機能性素子への応用
- high-k / Ge 構造における界面物理構造のプロセス依存の解明
- 単結晶グラフェン機能デバイス
- Japan-Russia International collaborative research on a large-area photoconductive terahertz detector for high-speed imaging
- 8K 高精細画像センシング向け超低遅延動画像符号化方式
- ワイヤレス Massive Connect IoT の研究
- 超 100GHz 帯光ファイバ給電ダイレクトディジタル RF 送受信機の研究
- 3D プリンタを利用したミリ波アンテナの開発に関する研究
- モノのセンサ化のための高機能デバイスモジュール開発とその応用
- ミニマルプレインの理解と再構築
- 耳介の 3 次元形状と音響伝達特性の音源方位依存性に関する研究
- 新世代 IoT プラットフォームの開発に関する研究
- Exploring and Understanding Touch Interaction using a Slidable-Sheet on Smart Devices
- Investigating cultural issues for the design of touch-based interactive D-FLIP photo management system
- 人間の能力を拡張する次世代マルチモーダルデータ流通処理基盤
- 色名に関する文化差および個人差の多言語での研究
- Cultural background and auditory selective attention
- 循環調節を介した予測的な視触覚の感度調整に関する研究
- 非線形複雑システムの構成論的研究と理論への展開
- 多感覚音空間知覚の規定因に関する研究
- 脳ニューロサイエンス向けイン・ストレージ／メモリ コンピューティング基盤の研究
- 酸化チタンナノチューブ型高感度一酸化炭素センサの開発
- 宇宙応用へ向けたスピントロニクスデバイスの放射線影響に関する研究
- Si・Ge 混合プラットフォーム上への異種機能混載集積回路の実現
- デバイス・インフォマティクスの創成と Beyond5G デバイスへの応用
- 非磁性体中におけるスピンダイナミクスの制御に関する研究
- 実験・理論・データ科学の融合による量子技術の研究
- 非平衡プラズマ活性種を活用したバイオ・医療デバイスの創成
- 不揮発性磁気メモリへの応用に向けた磁性トポロジカル物質の電界制御に関する研究
- 量子デバイスの放射線応答に関する開発・研究
- 原子層量子デバイスの開発
- 光機能化を目指したナノカーボンのナノ光電子物性解明
- 超広帯域通信のための THz オンチップアレイアンテナに関する研究
- RTD の非線形性を用いた高周波カオス回路とその応用
- 端末内蔵型ミリ波大規模アレイアンテナの研究
- 5G・IoT のためのエネルギーハーベストとメタサーフェス応用に関する研究
- 遠距離における非接触電力伝送の検討
- 広帯域光電子機能集積デバイスを用いた低遅延かつシームレスなアクセスネットワークに 関する研究
- 空間知覚の身体性：異方性と個人差
- 現実世界に重畳された情報インターフェイスを用いた IoT デバイスおよびロボットの操作・可視化技術
- 外界とのインタラクションを実現する再構成可能な頭部搭載型ディスプレイ
- 高機能軟磁性合金の評価とエネルギー関連デバイスへの応用
- 聴覚的注意の時空間特性に関する研究
- 視聴覚情報からの高臨場感ハイブリット振動作成
- バイノーラルキュー制限条件の音空間知覚に関する研究
- 光通信技術を用いた重力観測網の構築と火山活動監視に関する研究
- 脳型計算ハードウェアとエッジコンピューティングへの応用
- オンライン学習者の生理心理学的データに基づく心的状態認識に関する基礎研究
- 認知パフォーマンス向上のための立位誘導の有効性評価
- 薄膜メムキャパシタを用いたニューロモーフィックシステム
- マルウェアに起因する暗号化通信の分類に関する研究
- 仮想現実空間のためのキャラクター動画生成
- IoT セキュリティの研究
- 先端的ハーモナイズドエージェントプラットフォームの研究開発
- 物理・化学混成系プラズマにおける情報系機能発現
- 固体素子における非平衡ダイナミクスの精緻な理解と機能開拓
- 次世代無線通信システム実現のための要素技術の研究
- HCI の特徴を活かした次世代型学術コミュニティの発展
- 質感・色彩の視覚的な感性認知メカニズムに関する研究
- 地域活性化のための UAV 利活用技術とその社会実装に関する研究会
- マイクロ波およびレーザ応用合成開口レーダ実用化研究の新展開
- 動的言語の静的解析技術とその実用化に関する研究
- 複雑なグラフコンテンツの探索・編集のためのユーザインタフェース
- 固体中のスピン・軌道ダイナミクスとその制御
- 多機能マルチメディア生成技術に関する研究
- 型主導コンパイルによる高性能高信頼ソフトウェア構成
- PSDL2+: Advanced Physical Security of Deep Learning 2
- モバイルエッジコンピューティングにおける動的サービス制御技術
- コヒーレント光・マイクロ波融合通信・計測システムに関する研究
- 将来無線のレイヤレスデザインとその応用
- Beyond-5G の実現に向けた高周波技術の探索
- 人の行動理解・解析に基づく空間型ユーザインタフェース
- 異種データ融合による人・社会センシング基盤
- 音声によるカラスの行動制御手法の自動化に向けた開発
- 脳型 LSI とその関連技術国際共同研究
- 3 次元空間内の自己運動知覚と多感覚統合
- 半導体微細加工技術とナノ材料に基づく脂質二分子膜と膜タンパク質の機能計測・制御手法の開発
- スピン・軌道・多極子がもたらす新規界面物性の開拓
- 光のモード高度制御に関する研究開発
- 知的生産性場のモデル化と生産性向上のための計算機による介入手法の検討
- 機能酸化物界面デバイスの創成とバイオデバイスへの新展開
- 高次元・時空間ニューロダイナミクスとそれに基づくシステム構築への展開
- 深部体温変動検出を用いた VR 酔いによる主観的不快感の推定手法
- アファンタジア（aphantasia）に関する心的イメージ情報処理特性の検討
- 制御不要な無線給電システム実現に向けた理論構築とその実装
- アフターコロナ時代の適応型ワークスペースに関する研究
- 進化計算の機械学習への適用に関する研究
- 持続可能なユビキタスシステムに向けた実証的研究
- 社会行動の脳内機序解明にむけたヒトの知覚・運動・認知・情動特性の検討
- 先端的コヒーレント波技術の基盤構築とその応用
- 人間科学と AI 技術

情報デバイス研究部門

Information Devices Division

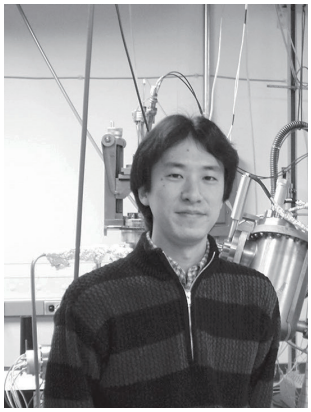
ナノフォトエレクトロニクス研究室
■ Nano-Photoelectronics

ナノ光分子エレクトロニクス研究分野（片野准教授）

Nano-photomolecular Electronics
(Assoc. Prof. Katano)

○単一原子・分子・ナノ構造の光励起と光電子物性
○単一原子・分子の化学反応・構造制御
○ナノ構造を機能素子として利用する分子エレクトロニクス

- Optical excitation and photoelectronic properties of a single atom, molecule and nanostructure
- Controlling of chemical reactions and structures of a single atom and molecule
- Molecule-based electronics based on the nano molecular assembly



固体電子工学研究室 ■ Solid State Electronics

スピントロニクス・CMOS 融合脳型集積システム研究分野（遠藤教授）

Spintronics/CMOS Hybrid Brain-Inspired Integrated Systems
(Prof. Endoh)

○ノイマン型スピントロニクス・CMOS 融合脳型集積システム
○非ノイマン型スピントロニクス・CMOS 融合脳型集積システム
○脳型集積システム・アーキテクチャ研究
○スピントロニクス・CMOS 融合デバイスの特性解析と設計技術研究

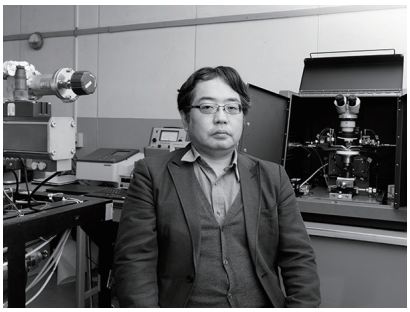
- Von-Neumann spintronics/CMOS hybrid brain-inspired VLSIs
- Non-Von Neumann spintronics/CMOS hybrid brain-inspired VLSIs
- Brain-inspired integrated system architecture
- Spintronics/CMOS hybrid device characterization and design technology

固体電子物性工学研究分野（吹留准教授）

Solid State Physics for Electronics
(Assoc. Prof. Fukidome)

○二次元電子系デバイスの多機能集積化
○グラフェン・デバイスの産官学連携実用化研究
○オペランド顕微 X 線分光法によるナノデバイス物理の探究

- Multifunctional integration of 2D electron devices
- Academia-industrial alliance study for graphene devices application
- Exploring nanodevice physics by using operando x-ray spectromicroscopy



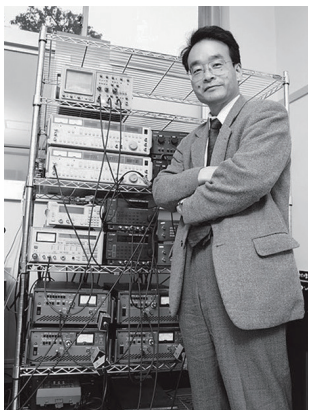
誘電ナノデバイス研究室 ■ Dielectric Nano-Devices

誘電ナノデバイス研究分野（長教授）

Dielectric Nano-Devices
(Prof. Cho)

○超高分解能（原子分解能を持つ）走査型非線形誘電率顕微鏡の開発
○非線形誘電率顕微法を用いた超高密度誘電体記録の研究
○非線形誘電率顕微鏡を用いた強誘電材料・圧電材料の評価法の研究
○新開発・超高次非線形誘電率顕微鏡法を用いた半導体素子中のドーパントプロファイル計測の研究（Si 系，SiC，GaN，Diamond 他）

- Development of scanning nonlinear dielectric microscope (SNDM) with super high (atomic-scale) resolution
- Ultra-high density ferroelectric recording system using SNDM
- Evaluation of ferroelectric material and piezoelectric material using SNDM
- Evaluation of dopant profile in semiconductor devices (Si, SiC, GaN, and diamond system etc.) using newly developed super-higher order scanning nonlinear dielectric microscopy



誘電ナノ物性計測システム研究分野（山末准教授）

Nanoscale Dielectric Measurement Systems
(Assoc. Prof. Yamasue)

○原子分解能を有する非接触走査型非線形誘電率ポテンショメトリの開発
○原子分解能・多機能プローブ顕微鏡システムの開発と次世代電子材料・デバイス評価への応用

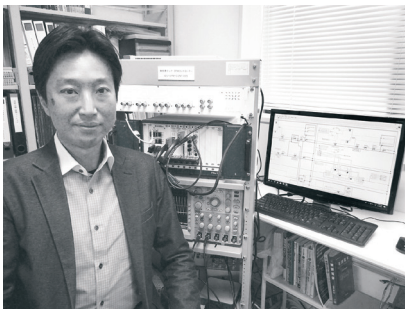
- Development of noncontact scanning nonlinear dielectric potentiometry with atomic-resolution
- Development of atomic resolution multifunctional scanning probe microscopy and its application to the evaluation of the next-generation electronic materials and devices

誘電物性工学研究分野（平永准教授）

Dielectric Materials Science and Engineering
(Assoc. Prof. Hiranaga)

○強誘電体プローブデータストレージの開発
○強誘電体・圧電体材料およびデバイスのナノスケール評価手法の開発

- Development of ferroelectric probe data storage
- Development of nanoscale characterization methods for ferroelectric/piezoelectric materials and devices



物性機能設計研究室 ■ Materials Functionality Design

物性機能設計研究分野（白井教授）

Materials Functionality Design
(Prof. Shirai)

○第一原理計算と機械学習に基づく新しいスピン機能材料の理論設計
○スピントロニクス素子における電気伝導特性の理論解析
○スピントロニクス材料におけるナノ構造形成プロセスの計算機シミュレーション
○材料・素子機能を設計する革新的シミュレーション手法の開発

- Design of new spintronics materials based on first-principles calculation and machine learning
- Theoretical analysis of transport properties in spintronics devices
- Computational simulation of nanostructure growth process in spintronics materilas
- Development of innovative simulation scheme for material/device functionality design

極限物性研究分野（阿部准教授）

Materials Science under Extreme Conditions
(Assoc. Prof. Abe)

○高密度物質
○水素、水素化合物の金属化と超伝導
○第一原理構造探索手法の開発

- Matter at high densities
- Metallization and superconductivity of hydrogen and hydrides
- Development of first-principles structure search methods

量子デバイス研究室 ■ Quantum Devices

量子デバイス研究分野（大塚准教授）

Quantum Devices
(Assoc. Prof. Otsuka)

○固体ナノ構造中の電子物性解明と固体ナノ構造デバイスの研究
○固体ナノ構造を用いた量子デバイスの研究
○材料、デバイス科学とデータ科学手法の融合による効率的材料、デバイス開発基盤技術の研究

- Electronic properties of nanostructures and nanodevices
- Quantum devices utilizing nanostructures
- Informatics approaches in material and device science

スピントロニクス研究室 ■ Spintronics

ナノスピン材料デバイス研究分野（深見教授）

Nano Spin Materials and Devices
(Prof. Fukami)

○スピントロニクス材料・素子における電子・スピン物性とその応用に関する研究
○スピン・軌道相互作用を用いた磁化の制御に関する研究
○ナノ磁性体中の磁区や磁壁のダイナミクスに関する研究
○高性能・低消費電力スピントロニクスメモリ素子の開発
○金属磁性体素子のメモリ・論理集積回路、新概念情報処理応用に関する研究

- Electrical and spin properties of spintronic materials/devices and their applications
- Control of magnetization utilizing spin-orbit interactions
- Dynamics of magnetic domains and domain walls in nanoscale magnets
- Development of high-performance and low-power spintronic memory devices
- Applications of metallic spintronics devices for nonvolatile memories, logic integrated circuits and new-concept computing

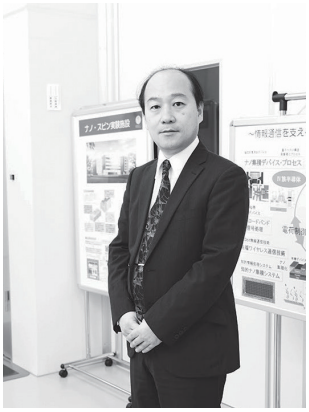
ナノ集積デバイス・プロセス研究室 ■ Nano-Integration Devices and Processing

ナノ集積デバイス研究分野（佐藤教授）

Nano-Integration Devices
(Prof. Sato)

○脳型計算ハードウェアに関する研究
○量子知能ハードウェアに関する研究
○脳型視覚情報処理システムに関する研究

- Brain computing hardware
- Intelligent quantum hardware
- Brainmorphic visual information processing system

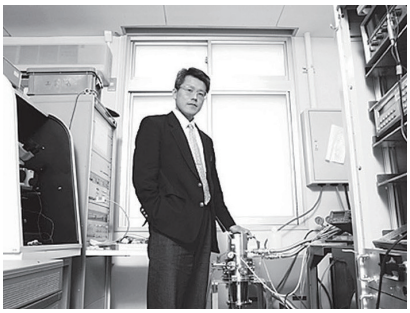


量子ヘテロ構造高集積化プロセス研究分野（櫻庭准教授）

Group IV Quantum Heterointegration
(Assoc. Prof. Sakuraba)

○高度歪 IV 族半導体エピタキシャル成長のための低損傷基板非加熱プラズマ CVD プロセスに関する研究
○ IV 族半導体高度歪量子ヘテロ構造の高集積化プロセスに関する研究
○ IV 族半導体量子ヘテロナノデバイスの製作と高性能化に関する研究

- Low-damage plasma CVD process without substrate heating for epitaxial growth of highly strained group IV semiconductors
- Large-scale integration process of group IV semiconductor quantum heterostructures
- Fabrication of high-performance nanodevices utilizing group IV semiconductor quantum heterostructures

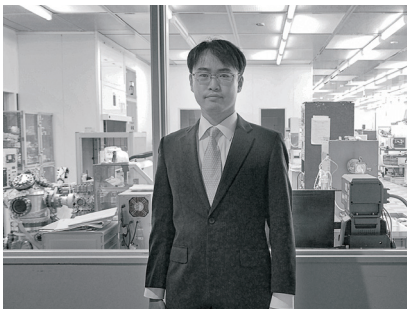


ナノ集積神経情報システム研究分野（山本准教授）

Nano-Integration Neurocomputing Systems
(Assoc. Prof. Yamamoto)

○微細加工表面を用いた培養神経回路の機能制御に関する研究
○神経細胞ネットワークの数理モデルに関する研究
○神経細胞ネットワーク上の情報処理に関する研究

- Bioengineering technologies for manipulating neuronal network functions
- Computational modeling of neuronal networks
- Information processing in biological neuronal networks



ナノフォトエレクトロニクス研究室
Nano-Photoelectronics

Staff

（白井　正文）(Masafumi Shirai)
教授　Professor

片野　諭　Satoshi Katano
准教授　Associate Professor

研究活動

本研究室の研究目標は、ナノメートル領域における光と電子の関わる物理・化学現象の解明である。また、高度光情報通信の発展に必要な新しいナノ情報デバイス材料を創製する基礎的な研究課題にも取り組んでおり、高機能かつ高効率な次世代光エレクトロニクスデバイスを原子レベルで制御可能な精密技術により実現する研究を推進している。

Research Activities

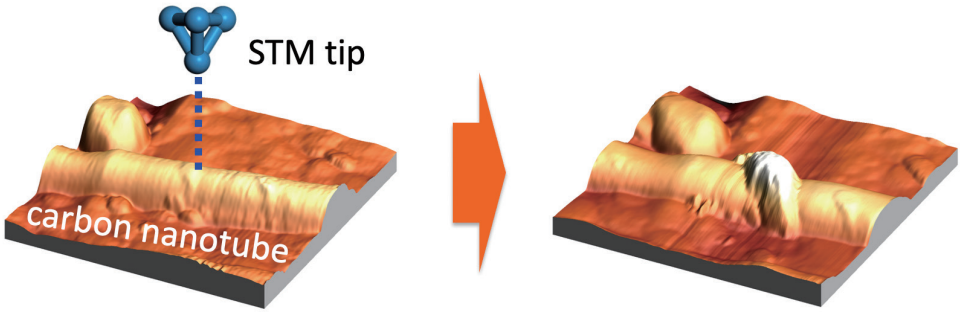
The research goal of the nano-photoelectronics laboratory is to elucidate the physical and chemical properties of electronic materials where the light and electrons interacted in the nanometer region. We are also interested in the basic research issues to create new information device materials which are indispensable for the development of advanced optical information communication. By using atomic scale manipulation, we are promoting research to achieve next-generation optoelectronic devices with high functionality and efficiency.

ナノ光分子エレクトロニクス研究分野｜片野准教授

光と電子の作用場としてのナノ構造に着目し、（1）走査トンネル顕微鏡（STM）を用いた局所分光（走査トンネル分光、STM発光分光）やレーザー分光などの高感度な測定手法、（2）分子蒸着や自己組織化現象などを利用した精密なナノ構造作製手法、（3）理論計算による物質解析手法、を組み合わせて一つの原子・分子、そしてナノ構造の有する光電子物性を解明する研究に取り組んでいる。また、STMを用いることにより、固体表面上の個々の原子や分子を自在に配置し、さらにそれらに化学反応を誘起したりすることができる。このような極限の微細加工技術を利用して、ナノ構造の化学的、物理的、光電子的な特性を高度に制御する研究を行う。このようなナノサイエンスに関わる研究を通して、近い将来にエレクトロニクス技術が直面するダウンサイジングの限界を突破するための次世代の電子デバイスの加工と動作の原理を開拓する。

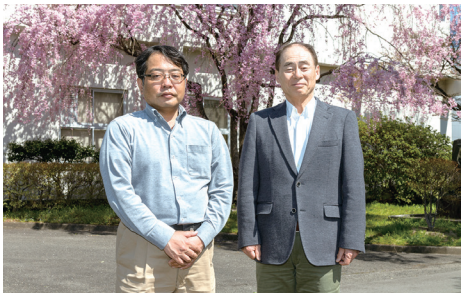
Nano-photomolecular Electronics (Assoc. Prof. Katano)

We are interested in the nanostructures where the light and electrons interacted. To elucidate the photoelectronic properties of a single molecule and nanostructure, we utilize scanning tunneling microscopy (STM) and STM-based spectroscopy (scanning tunneling spectroscopy and STM light emission spectroscopy). We are also interested in the methods for the fabrication of nanostructures using the molecular deposition and self-assembled monolayer techniques. Theoretical calculations are used complementary to experiments. By using STM, individual atoms and molecules can be manipulated and can be induced chemical reactions with the atomic scale precision. Utilizing such ultimate fabrication methods, we conduct research on the control of chemical, physical, and optoelectronic properties of individual nanostructures. Through such nanoscience research, we develop the principles of processing and operation of next-generation electronic devices.



走査トンネル顕微鏡（STM）によるカーボンナノチューブ鎖上へのナノ構造形成
Fabrication of a nanostructure on the carbon nanotube using scanning tunneling microscope (STM)

固体電子工学研究室
Solid State Electronics



Staff

（佐藤　茂雄） 教授	(Shigeo Sato) Professor	遠藤　哲郎 教授（兼）	Tetsuo Endoh Professor*
吹留　博一 准教授	Hirokazu Fukidome Associate Professor	馬　奕涛 助教	Ma Yitao Assistant Professor
佐々木　文憲 技術職員	Fuminori Sasaki Research Support Staff		

研究活動

スケーリングによって高速化と高集積化を同時に実現するSiテクノロジーに基礎づけられてきたエレクトロニクスは、Siの物性的限界、極微細加工プロセスの技術的・コスト的バリアに直面している。また、来るべき超スマート社会の基盤インフラとなるInternet of Things (IoT)は、多種多様なセンサーや通信デバイスが必要となる。そのため、Si以外の材料を用いた高性能デバイスの研究開発は社会的な課題である。当研究室では、次世代デバイス材料（グラフェン、窒化物半導体など）を用いた新規なデバイスの学理に基づく、材料からデバイスまでの統合的な研究開発を行っている。

Research Activities

The strategy of scaling-based Si technology in electronics is now facing several severe challenges, due to intrinsic physical properties of Si, difficulties in nano-fabrication of devices, and the saturating bit cost by scaling. Furthermore, internet of things (IoT), which is the infrastructure of smart society, needs various kinds of sensors and communication devices. For this reasons, high-performance devices based on new materials except Si is the important social issue. We are conducting the reasearches for the next-generation materials using such as graphene and nitride semiconductors, from material exploration to device devlopments.

固体電子物性工学研究分野｜吹留准教授

グラフェンをはじめとするDirac電子系及びGaNなどの二次元電子ガス系材料を用いたデバイスの物性を、放射光中心とするナノ計測技術を駆使して詳細に調べ、グラフェンなどの新材料とそれを用いて作製したデバイスの電気特性の関係を明らかにしている。とくに基板面方位を用いたグラフェン構造・電子物性制御法の開発はグラフェンの工業化に道を拓くものであり、ナノ加工によるグラフェン物性の制御と併せ、産学連携研究に注力している。さらには、材料物性とデバイス特性の間のギャップを埋めるオペランド顕微X線分光を開拓し、新奇ナノデバイスのデバイス物理を開拓している。

Solid State Physics for Electronics (Assoc. Prof. Fukidome)

By use of nanoscale characterizations centered on synchrotron radiation analyses, we are clarifying the relation between electronic properties and device performances of Dirac electrons and two-dimensional electron systems such as graphene and GaN. In particular, our finding of controlling the surface structural and electronic properties of graphene in terms of the crystallographic orientation of the Si substrate paves a way to industrialization of graphene. In combination with nano-fabrication nanoscopically controlling electronic band structures of graphene, the academia-industrial alliance study is being conducted to realize graphene-based devices. Furthermore, we develop operando x-ray spectromicroscopy, i.e. element- and site-specific investigation of electronic states of devices in operation and exploit device physics of novel nanodevices.

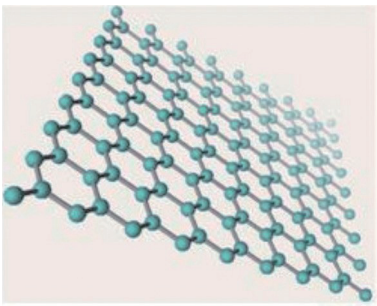
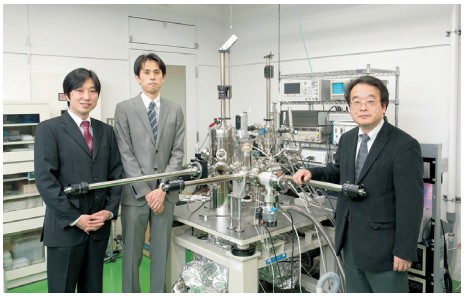


図1. グラフェン：炭素原子の二次元網の目構造
Fig1. Graphene: A two-dimensional network of carbon atoms

図2. 超高真空プロセス・評価一貫装置と Si 表面の STM 像（右上）
Fig2. A UHV-compatible process/analyses system and the STM image of a Si surface (inset).

誘電ナノデバイス研究室
Dielectric Nano-Devices



Staff

長　康雄　Yasuo Cho　教授　Professor
山末　耕平　Kohei Yamasue　准教授　Associate Professor
平永　良臣　Yoshiomi Hiranaga　准教授　Associate Professor

研究活動

誘電ナノデバイス研究室の目的・目標は、第一にナノテクノロジーを駆使した電子材料の誘電計測に関する研究の発展を図ることと、その成果を高性能次世代電子デバイスの開発へ応用することである。またそれらの研究活動を通じて、次世代を担う若い研究者や学生を育て上げることも重要な目標としている。特に、実験を中心にした実学重視の体制で研究・教育を行っており、若手が活躍する機会をできるだけ大きくするように努め、学生の学会活動等も積極的に推進している。

Research Activities

The aim and target of the dielectric nano-devices laboratory are developing the research on the dielectric measurement of electronic materials using nano-technologies and applying its fruits to high-performance next generation electronic devices. It is also very important aim of our laboratory to bring up leaders of the next generation by cultivating young researchers and students through the research activities.

誘電ナノデバイス研究分野｜長教授

本分野では、強誘電体、常誘電体、圧電体材料など誘電材料一般の評価・開発及びそれらを用いた高機能通信デバイスや記憶素子の研究を行っている。
具体的には、超音波や光及び Fe-RAM 等に多用され、近年その発展がめざましい強誘電体単結晶や薄膜の分極分布、様々な結晶の局所的異方性が高速かつ高分解能に観測できる走査型非線形誘電率顕微鏡（SNDM）を開発している。この顕微鏡は非線形誘電率の分布計測を通して、強誘電体の残留分極分布の計測や結晶性の評価が純電気的に行える世界で初めての装置であり、既に実用化もされている。その分解能も、現在では強誘電体で 1 ナノメータを切っており、半導体においては原子分解能を達成している。本顕微鏡を例えば強誘電体記録の再生装置に用いれば、従来困難であった超高密度な情報記録方式が実現可能になるなど、本顕微鏡は強誘電材料の評価にとどまらず、今後大きく発展が見込まれる技術である。 実際、SNDM ナノドメインエンジニアリングシステムを用いた強誘電体データストレージにおいて、実情報で 1 平方インチ当たり 4 テラビットのデータストレージにも成功している（図 1 参照）。
また、SNDM は高集積化が進む半導体デバイスにおいて特にフラッシュメモリ中の蓄積電荷の可視化や、半導体中のドーパントプロファイルの計測などにも大きな威力を発揮する（図 2 参照）。このように、SNDM は強誘電体に限らず新たな材料評価法へと発展しつつある。

Dielectric Nano-Devices (Prof. Cho)

Our main area of interest is evaluation and development of dielectric materials, including ferroelectric and piezoelectric materials and their application to communication devices and ferroelectric data storage systems.
Our major contributions to advancement in these fields are the invention and the development of "Scanning Nonlinear Dielectric Microscope" (SNDM) which is the first successful purely electrical method for observing the ferroelectric polarization distribution without the influence of the shielding effect by free charges and it has already been put into practical use. The resolution of the microscope has been improved up to atomic scale-order. Therefore, it has a great potential for realizing the ultra-high density ferroelectric recording system. Our recent research achieved the recording density of 4 Tbit/inch^2 in actual information storage, requiring an abundance of bits to be packed together (Fig.1).
Moreover, we have started to make a measurement and an evaluation of flash-memory device and dopant profile in semiconductor devices using SNDM (Fig.2). Because SNDM can detect very small capacitance variation, it can be a very powerful evaluation tool for various materials. Now SNDM evolves into a new evaluation technique for insulator and semiconductor materials besides ferroelectric materials.

誘電ナノ物性計測システム研究分野｜山末准教授

将来の情報通信に不可欠な次世代電子材料・デバイスの研究開発に貢献するナノスケール物性評価技術に関する研究に取り組んでいる。特に物質表面や界面に生じる電気分極に関わる物性を原子スケールで定量的に測定可能な走査型非線形誘電率ポテンショメトリと呼ばれるプローブ顕微鏡を開発している。また、提案手法と既存の顕微鏡法を組み合わせた多機能プローブ顕微鏡システムを開発し、同システムを新規な 2 次元材料を含む各種電子材料・デバイス評価に応用する研究を展開している（図 3）。

Nanoscale Dielectric Measurement Systems (Assoc. Prof. Yamasue)

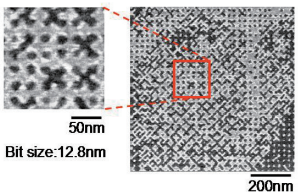
We intend to contribute future information and communication technology through the development of novel nano-scale dielectric measurement systems for the evaluation of the emerging electronic materials and devices. In particular, we are developing a new scanning probe potentiometry method called scanning nonlinear dielectric potentiometry for the atomic-scale quantitative investigation of material properties regarding electric polarization on surfaces and interfaces. By integrating the new method with the existing microscopy methods, we are also working on the establishment of a multifunctional scanning probe microscopy system towards the advanced analysis and characterization of the next-generation materials and devices including two-dimensional crystals (Fig.3).

誘電物性工学研究分野｜平永准教授

本研究分野では強誘電体プローブデータストレージの実用化を目指した研究を推進しており、記録媒体の作製・評価から記録再生システムの構築に至るまで、幅広い研究開発を行っている。また、走査型非線形誘電率顕微鏡を駆使して主に強誘電体・圧電体材料の評価に関する研究を重点的に行っている。従来の静的ドメイン観察に留まらず、動的な分極反転挙動を明らかにする評価手法の開発を通じて、当該分野の発展に資する研究を展開している。

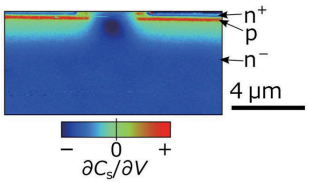
Dielectric Materials Science and Engineering (Assoc. Prof. Hiranaga)

We are promoting research aimed at the practical application of ferroelectric probe data storage, and are conducting a wide range of research and development from the production and evaluation of recording media to the prototype development of the read/write system. In addition, we are focusing on the evaluation of ferroelectric and piezoelectric materials using scanning nonlinear dielectric microscopy. We are developing the advanced measurement system for revealing nanoscale dynamics of polarization reversal behavior aiming at contributing to the progress of this field.



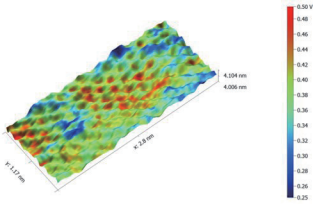
1. 微小分極反転ビットデータによる実情報記録例 (4Tbit/inch^2)

Fig.1 Ultra-high density actual information storage using ferroelectric nano-domain manipulation (4Tbit/inch^2)



2. SiC パワー MOSFET のドーパントプロファイルの計測

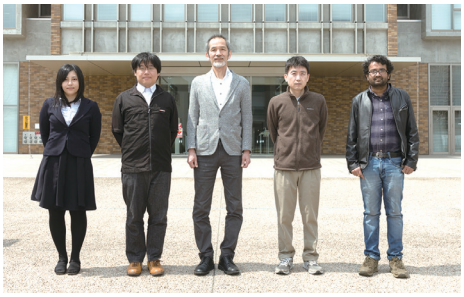
Fig.2 Dopant profile measurement of SiC power MOSFET



3. 超高真空非接触走査型非線形誘電率ポテンショメトリによる SiC 上グラフェンの原子分解能観察

Fig.3 Atomic resolution imaging of graphene on SiC by ultrahigh vacuum noncontact scanning nonlinear dielectric potentiometry

物性機能設計研究室
Materials Functionality Design



Staff

白井　正文 教授	Masafumi Shirai Professor	阿部　和多加 准教授	Kazutaka Abe Associate Professor
辻川　雅人 助教	Masahito Tsujikawa Assistant Professor	新屋　ひかり 助教	Hikari Shinya Assistant Professor
Tufan Roy 研究員	Tufan Roy Research Fellow	井上　順一郎 研究員	Jun-ichiro Inoue Research Fellow

研究活動

現代の情報デバイスには、大量の情報を処理・伝達・記録するために半導体や磁性体など様々な材料が利用されている。本研究室の研究目標は以下のとおりである。(1) 次世代情報デバイスの基盤となる材料やナノ構造において発現する量子物理現象を理論的に解明すること、(2) デバイス性能の向上につながる新しい機能を有する材料やナノ構造を理論設計すること、(3) 大規模シミュレーション技術を駆使した画期的な物性・機能の設計手法を確立すること。

Research Activities

Various kinds of materials are utilized for processing, communication, and storage of massive data in modern information devices. Our research objectives are as follows: (1) theoretical analyses of quantum phenomena in materials and nanostructures, (2) computational design of materials and nanostructures which possess new functionalities, (3) development of materials design scheme utilizing large-scale computational simulation techniques.

物性機能設計研究分野｜白井教授

電子の有する電荷とスピンの自由度を共に利用した新しい機能デバイスの実現を目指したスピントロニクス研究の一環として、高スピン偏極材料やそれを用いたデバイス構造におけるスピン依存電気伝導の理論解析を主たる研究テーマとしている。強磁性金属薄膜における磁気異方性の電界制御による省電力デバイス創製を目指した理論研究にも着手している。
最近、第一原理計算と機械学習を組み合わせた磁気トンネル接合電極材料を探索している。4 元ホイスラー合金材料バルクの物性値を収録したデータベースを構築し、新規材料の高効率なスクリーニングを実施するための機械学習モデルの作成に成功した。
特異な機能を有する半導体スピントロニクス材料を実現するため、第一原理計算とモデル計算を組合せた強磁性半導体の物質設計を実行すると共に、ゲート電圧による強磁性半導体の新しい磁性制御法を提案した。また、ハーフメタル材料やスピンギャップレス半導体といった複雑な電子状態を示す材料に対して、有限温度における伝導特性を評価するための第一原理計算手法の開発に取組んでいる。

Materials Functionality Design (Prof. Shirai)

Our research interest is focused on “spintronics” to realize new functional devices. The main topic is theoretical analysis of spin-dependent transport properties in highly spin-polarized materials. We extend our theoretical research to electric-field effect on magnetic anisotropy in ferromagnetic films for realizing low power-consumption devices.
Recently, we seek for new electrode materials of magnetic tunnel junction by combining first-principles calculations and machine learning. We constructed a database containing physical properties of the quaternary Heusler alloy, and successfully created a machine learning model for high-throughput screening of new electrode materials.
To realize semiconductor spintronics materials with novel functionalities, we propose new methods for controlling the magnetic properties and demonstrate materials design of ferromagnetic semiconductors (FMSs), on the basis of the first-principles calculations and model simulations. We also develop first-principles approaches to estimate the transport properties at finite temperature for half-metallic materials and spin-gapless semiconductors.

極限物性研究分野｜阿部准教授

高密度領域で現れる特異な物性を、第一原理的手法により探っている。最近の研究対象は、電子格子相互作用に基づく高温超伝導が実験で観測されている、水素化合物の高圧金属相だ。また、第一原理計算による構造探索手法の開発にも取り組んでいる。未知の物質を探る上で、この構造探索手法は極めて有効であることが確認されており、高圧に限らず、新材料設計全般への応用も可能と考えている。

Materials Science under Extreme Conditions (Assoc. Prof. Abe)

We investigate the properties of dense materials by using ab initio methods. Our current research focuses on metallic hydrides, which are experimentally found to show high-temperature superconductivity driven by electron-phonon coupling. We are also developing simulation techniques to look for stable structures from first principles. The structure search methods are quite useful for examining unknown substances and, therefore, likewise applicable to designing new materials at one atmosphere.

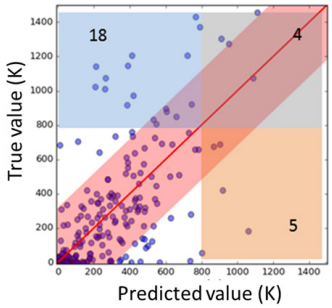


図 1: 4 元ホイスラー合金キュリー温度の機械学習による予測値（横軸）と第一原理計算により得られた値（縦軸）

Fig.1: The correlation between the Curie temperatures of quaternary Heusler alloys predicted by machine learning (horizontal axis) and those obtained by first-principles calculations (vertical axis)

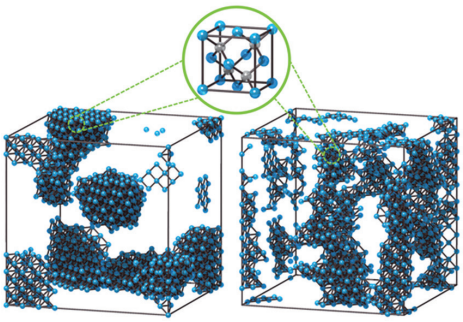


図 2: スピノーダル分解により形成された強磁性半導体（In, Fe）Sb の大理石相（左）と昆布相（右）

Fig.2: The “Dairiseki” phase (left) and the “Konbu” phase (right) as a consequence of spinodal nano-decomposition in (In,Fe)Sb FMS

量子デバイス研究室
Quantum Devices

Staff

大塚　朋廣　Tomohiro Otsuka
准教授　Associate Professor

研究活動

ナノメートルスケールの微小な固体ナノ構造では量子効果等の特異な物理現象が生じる。本研究室では人工的に作製、制御した固体ナノ構造における物性解明、およびデバイス応用の研究を進めている。これにより量子エレクトロニクスやナノエレクトロニクス等を通して、新しい情報処理、通信技術に貢献する。

Research Activities

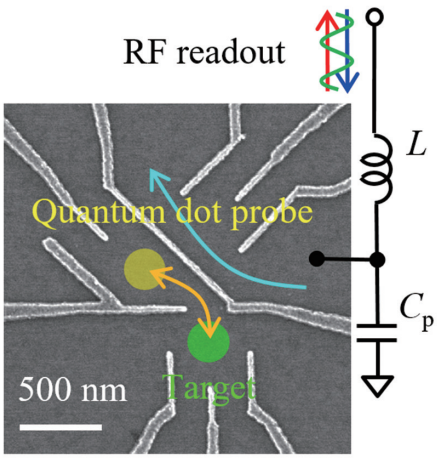
In solid-state nanostructures, exotic phenomena like quantum effects occur. We are exploring interesting properties of the nanostructures and developing new devices utilizing artificial nanostructures. We will contribute to new information processing and communication technologies through quantum and nanoelectronics.

量子デバイス研究分野｜大塚准教授

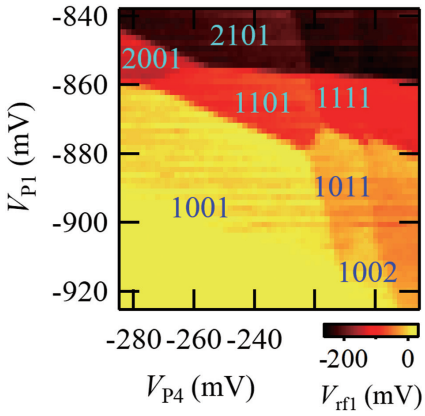
固体ナノ構造中の局所電子状態の電気的な精密高速観測、制御技術を駆使して、固体ナノ構造における新しい物理現象の解明を進めている。また固体ナノ構造における電子物性を活用することにより、新しい材料、デバイスの研究、開発を行っている。

Quantum Devices (Assoc. Prof. Otsuka)

We are exploring interesting properties of solid-state nanostructures utilizing precise and high-speed electric measurement and control techniques. We are also developing materials and devices utilizing nanostructures.



半導体量子ドットプローブ
Semiconductor quantum dot probe



多重量子ドット素子における電荷状態制御
Charge state control in a multiple quantum dot device

スピントロニクス研究室
Spintronics

Staff

深見　俊輔 教授	Shunsuke Fukami Professor	金井　駿 助教	Shun Kanai Assistant Professor	山根　結太 助教（兼）	Yuta Yamane Assistant Professor*
Justin Llandro 助教	Justin Llandro Assistant Professor	五十嵐純太 研究員	Junta Igarashi Research Fellow	William A. Borders 技術職員	William A. Borders Research Support Staff

研究活動

固体中の電荷やスピン、磁化の状態を制御し工学的に利用することを目的とし、新しいスピントロニクス材料・構造の開発やそこで発現されるスピン物性の理解、及びスピントロニクス素子応用に関する研究を行っている。また、論理集積回路、新概念（脳型、確率論的、量子）情報処理などへの応用を想定した、高性能・低消費電力スピントロニクス素子の創製に関する研究を進めている。具体的には、極微細磁気トンネル接合素子の開発と特性理解、電流や電界を用いた革新的磁化制御技術、スパッタリング法などを用いた新規スピントロニクス材料の開発、最先端スピントロニクス素子の微細加工技術・特性評価技術などに関する研究を行っている。

Research Activities

Our research activities aim to deepen the understanding of spin-related phenomena in novel spintronics materials and structures and apply the obtained insights to develop advanced spintronics devices, where electron charge, spin, and magnetization in solids are controlled. We also work on high-performance and ultralow-power spintronics devices to be used in integrated circuits and new-concept computing hardware utilizing probabilistic or quantum phenomena. Our studies include development of advanced materials and nanoscale devices, establishment of novel means to control magnetization with electric current or field, and related techniques for nano-fabrication and electrical characterization of the developed devices.

詳細は『ナノ・スピン実験施設』参照
For further details, please refer to the "Laboratory for Nanoelectronics and Spintronics" section.

ナノ集積デバイス・プロセス研究室
Nano-Integration Devices and Processing

Staff

佐藤　茂雄 教授	Shigeo Sato Professor	櫻庭　政夫 准教授	Masao Sakuraba Associate Professor
山本　英明 准教授	Hideaki Yamamoto Associate Professor	守谷　哲 研究員	Satoshi Moriya Research Fellow

研究活動

本研究室では脳型計算や量子計算などの非ノイマン型計算に着目し、それらのハードウェア基盤技術について研究を行っている。デバイス、プロセス、回路、あるいはアルゴリズムや神経科学など多様な研究を遂行し、それらの統合により全く新しい計算機技術の創成に挑戦する。

Research Activities

In this laboratory, we focus on non-von Neumann computing such as brain computing and quantum computing, and study their hardware technology. We conduct research on various topics including device, process, circuit, algorithm, and neuroscience, and build revolutionary new computer technology by integrating our findings.

詳細は『ナノ・スピン実験施設』参照
For further details, please refer to the "Laboratory for Nanoelectronics and Spintronics" section.

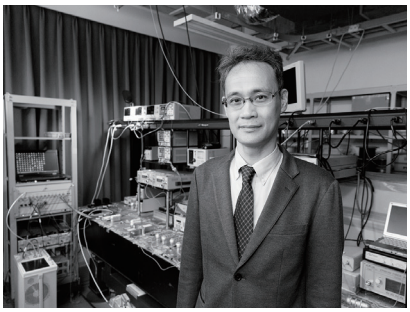
超高速光通信研究室 ■ Ultrahigh-Speed Optical Communication

超高速光通信研究分野（廣岡教授）

Ultrahigh-Speed Optical Communication
(Prof. Hirooka)

○超高速・高効率光伝送および信号処理に関する研究
○デジタルコヒーレント光通信と光モバイルフロントホールへの展開

- Ultrahigh-speed and highly efficient optical transmission and signal processing
- Digital coherent optical communication and its application to optical mobile fronthaul

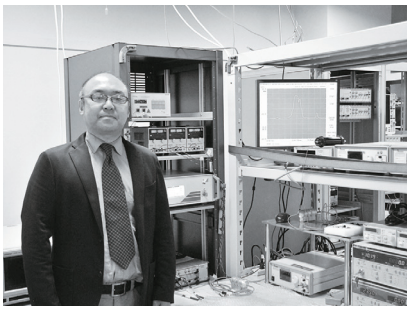


光波制御システム研究分野（葛西准教授）

Lightwave Control System
(Assoc. Prof. Kasai)

○光波位相制御技術とそのデジタルコヒーレント光通信への応用に関する研究
○周波数安定化レーザとその光干渉計測への応用に関する研究

- Optical phase control techniques and their application to digital coherent optical communication
- Frequency-stabilized lasers and their application to precise optical interferometric measurement systems



ブロードバンド工学研究部門

Broadband Engineering Division

応用量子光学研究室 ■ Applied Quantum Optics

高機能フォトニクス研究分野（八坂教授）

Highly Functional Photonics
(Prof. Yasaka)

○光信号による半導体光デバイス超高速制御の研究
○高機能半導体光源の研究
○高機能半導体光変調器の研究
○新機能半導体光集積回路の研究

- Ultra-high speed control of semiconductor photonic devices by signal light injection
- Highly functional semiconductor light sources
- Highly functional semiconductor optical modulators
- Novel functional semiconductor photonic integrated circuits

高精度光計測研究分野（吉田准教授）

High accuracy optical measurement
(Assoc. Prof. Yoshida)

○周波数安定化レーザと高精度光計測への応用の研究
○超短パルスモード同期レーザと周波数標準・光マイクロ波領域への応用の研究

- Frequency stabilized lasers and their application to high accuracy optical measurements
- Ultrashort mode-locked lasers and their application to frequency standards and microwave-photonics

先端ワイヤレス通信技術研究室 ■ Advanced Wireless Information Technology

先端ワイヤレス通信技術研究分野（末松教授）

Advanced Wireless Information Technology
(Prof. Suematsu)

○ 6G 用広帯域ワイヤレス通信用 1 チップ送受信機の研究
○ミリ波、サブミリ波半導体集積回路の研究
○ダイレクトディジタル RF 信号処理回路の研究
○準天頂衛星を用いたロケーション・ショートメッセージ通信の研究
○人体内通信システム／デバイスの研究

- Broadband wireless on-chip transceivers for 6G
- Millimeter-wave/submillimeter-wave IC's
- Direct digital RF signal processing
- Location and short message communication system via QZSS
- Wireless system/devices for intra-body communication

情報ストレージシステム研究室 ■ Information Storage Systems

情報ストレージ・コンピューティングシステム研究分野（田中教授）

Information Storage・Computing Systems
(Prof. Tanaka)

○情報ストレージシステムアーキテクチャに関する研究
○次世代大容量ハードディスクドライブに関する研究
○ストレージとコンピューティングの近接化によるインテリジェンス化に関する研究

- Information Storage System Architecture
- Advanced High Capacity Hard Disk Drives
- Close Integration of Storage and Computing for Intelligent Systems

記録理論コンピュテーション研究分野（Greaves准教授）

Recording Theory Computation
(Assoc. Prof. Greaves)

○情報ストレージデバイスのマイクロ磁区シミュレーション
○次世代超高密度ハードディスクドライブに関する研究
○磁気ストレージに用いるヘッドとディスクの研究
○その他磁気ストレージデバイス

- Micromagnetic simulations of information storage devices
- High areal density hard disk drives
- Heads and disks for magnetic storage
- Other magnetic storage devices

超ブロードバンド信号処理研究室 ■ Ultra-Broadband Signal Processing

超ブロードバンドデバイス・システム研究分野（尾辻教授）

Ultra-Broadband Devices and Systems
(Prof. Otsuji)

○グラフェンテラヘルツレーザーの創出
○二次元原子薄膜ヘテロ接合の創製とその新原理テラヘルツ光電子デバイス応用
○グラフェンディラックプラズモンの物理とそのテラヘルツ機能応用
○超スマート社会の実現に向けた電力エネルギーと情報通信のネットワーク基盤融合技術の創出

- Creation of Graphene Terahertz Lasers
- Creation of 2D-Atomically-Thin-Layered Heterojunctions and their Applications to Novel Terahertz Photonic Devices
- Physics of Graphene Dirac Plasmons and its Terahertz Functional Applications
- Creation of EIC (Energy-Information-Communication) Converged Resilient Network Infrastructure towards Super-Smart Society

超ブロードバンドデバイス物理研究分野（佐藤准教授）

Ultra-broadband Device Physics
(Assoc. Prof. Satou)

○グラフェンや化合物半導体ヘテロ構造内の二次元プラズモンに関する研究およびそのテラヘルツ帯光源・検出デバイスへの応用
○グラフェンにおけるテラヘルツ帯光学利得に関する研究およびそのテラヘルツレーザへの応用
○光電子融合キャリアコンバータの研究

- 2D Plasmons in Graphene and Compound-Semiconductor Heterostructures and Their Applications to Terahertz Sources and Detectors
- Terahertz Optical Gain in Graphene and Its Application to Terahertz Lasers
- Photonics-Electronics Convergence Carrier Converters

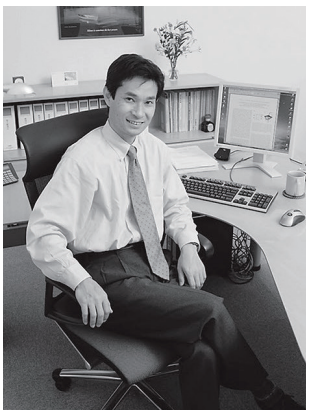
量子光情報工学研究室 ■ Quantum-Optical Information Technology

量子光情報工学研究分野（枝松教授）

Quantum-Optical Information Technology
(Prof. Edamatsu)

○新手法を用いた量子もつれ光子の発生・検出方法の開発と量子情報通信への応用
○光ファイバ、光導波路、半導体量子構造を用いた量子情報通信デバイスの開発
○光子を用いた極限量子計測、量子状態制御技術の開発と応用

- Novel techniques for the generation and detection of photon entanglement
- QICT devices using optical fibers, waveguides, and semiconductor nanostructures
- Techniques for extreme quantum measurement and quantum state synthesis using photons



超高速光通信研究室
Ultrahigh-Speed Optical Communication

Staff

廣岡　俊彦　Toshihiko Hirooka
教授　Professor

葛西　恵介　Keisuke Kasai
准教授　Associate Professorsor

研究活動

光通信システムは、光源、伝送媒体、信号処理技術の発展に支えられ、その高速性・広帯域性を活用し、ICT インフラの中核的基盤技術として発展を遂げ社会に浸透している。今後、爆発的に増大し続ける情報を、いつでもどこへでも何にでも自在につなぐ柔軟な通信技術としてのさらなるイノベーションが求められている。本研究室は、光のコヒーレンスを極限まで活用し、無線通信との融合をも可能とする、超高速・超大容量でセキュア且つレジリエントな新世代光通信技術、およびそれらを極めて高いエネルギー効率で実現しうる光機能システムの開拓を目指している。

Research Activities

Optical communication systems have evolved as a core technology of the ICT infrastructure and become widely used in society. This widespread deployment has been enabled by the progress made on light sources, transmission media, and signal processing, and by taking advantage of their high-speed and broadband operation. In the future, further innovation is expected that will realize flexible communication links capable of accommodating massive increases in the amount of information at any time, and transmitting it anywhere, and between any devices. In this laboratory, we aim at establishing ultrahigh-speed, large-capacity, highly secure and resilient optical communication technologies that can even be integrated with wireless communication by taking ultimate advantage of the coherence of lightwaves. We also intend to develop functional optical systems capable of handling such transmissions with extremely high energy efficiency.

超高速光通信研究分野｜廣岡教授

本研究分野では、光時分割多重方式による 1 チャネルあたり Tbit/s 級の超高速光伝送、QAM と呼ばれるデジタルコヒーレント光伝送、ならびにそれらを融合した超高速・高効率光伝送技術の研究開発を進めている。また、5G、IoT 等の新たな ICT サービスの進展を見据えて、デジタルコヒーレント伝送のアクセスネットワークおよびモバイルフロントホールへの展開と、光通信と無線通信とを同じ電磁波として融合する新領域の開発、ならびにコヒーレンスを極限まで活用した計測応用と光機能システムの創出を目指している。

Ultrahigh-Speed Optical Communication (Prof. Hirooka)

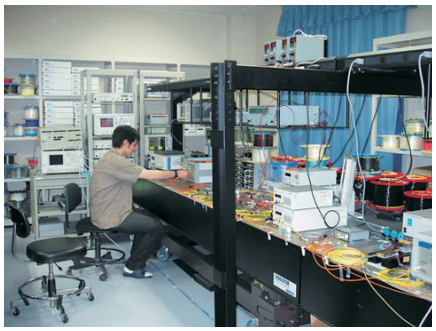
In this group, we are engaged in research on ultrahigh-speed optical transmission using optical time division multiplexing with a single-channel Tbit/s-class capacity, digital coherent QAM optical transmission, and high-speed and spectrally efficient optical transmission by combining these two approaches. With a view to supporting innovative new ICT services such as 5G and IoT, our goal is also to apply digital coherent transmission to access networks and mobile fronthaul, and to develop novel transmission schemes integrating optical and wireless communications through an electromagnetic wave, and optical measurements and functionalities taking full advantage of coherence.

光波制御システム研究分野｜葛西准教授

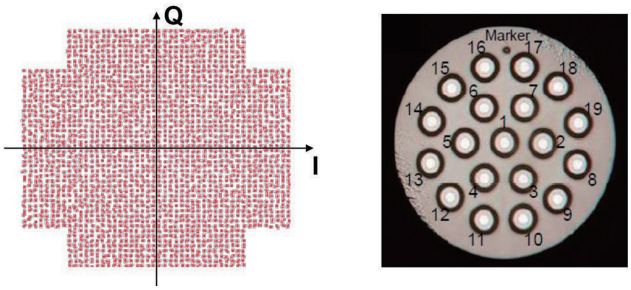
本研究分野では光位相同期ループや光注入同期といった高精度な光波位相制御技術とこれを用いたデジタルコヒーレント多値光伝送技術の研究開発に取り組んでいる。また、波長 1.5μm 帯における絶対周波数安定化レーザとその高精度光干渉計測への応用に関する研究を進めている。

Lightwave Control System (Assoc. Prof. Kasai)

In this field, we are engaged in research on precise optical phase control technologies such as optical phase-locked loop and optical injection-locking, and digital coherent multilevel optical transmission system by employing these technologies. Furthermore, we are studying an absolute frequency-stabilized laser at 1.5 μm and its application to high precision optical interferometric measurement systems.

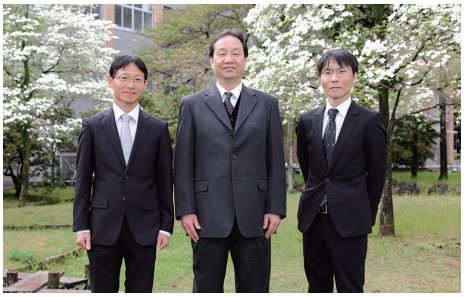


超高速光通信実験の様子
Experiment on ultrahigh-speed optical transmission



2048 QAM コヒーレント光信号（左）および 19 コアファイバの断面写真（右）
2048 QAM coherent optical signal (left) and cross section of 19-core fiber (right)

応用量子光学研究室
Applied Quantum Optics



Staff

八坂　洋 Hiroshi Yasaka
教授 Professor

吉田　真人 Masato Yoshida
准教授 Associate Professor

横田　信英 Nobuhide Yokota
助教 Assistant Professor

研究活動

光通信システムの処理能力を飛躍的に増加するための光デバイス技術、及び新世代光情報通信ネットワークシステムを実現するための革新的な新機能光デバイスやレーザ光源の実現を目標として研究を進めている。本研究室では、あわせて光エレクトロニクス的手法による情報通信・超精密計測や、半導体光デバイスの超高速動作とその演算処理への応用など、新しい光エレクトロニクス分野の開拓をはかっている。

Research Activities

We are investigating novel, highly functional semiconductor photonic devices and laser light sources, which is indispensable to realize new generation optical information communication network systems. Furthermore, our research interests cover ultrafast photonic devices including laser sources, opto-electronic semiconductor devices and their applications to optical computing and signal processing areas.

高機能フォトニクス研究分野｜八坂教授

半導体レーザや半導体光変調器をベースとした高機能半導体光デバイス、及び新機能半導体光集積回路の研究を行っている。光の強度、位相、周波数、偏波を自由に操ることのできる半導体光デバイス・光集積回路を実現することで、超大容量・超長距離光通信ネットワークの実現を目指している。また、新原理に基づく半導体光機能デバイスの創出を目指し、デバイスレベルから光情報通信ネットワークシステムを革新していくことを目指している。

Highly Functional Photonics (Prof. Yasaka)

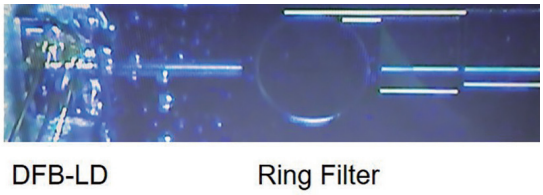
We have been studying highly functional semiconductor photonic devices and semiconductor photonic integrated circuits based on semiconductor lasers and semiconductor optical modulators to create novel semiconductor photonic devices, which can control intensity, phase, frequency and polarization of optical signal freely. Furthermore we research novel semiconductor photonic functional devices based on novel principle to realize innovative photonic information communication network systems.

高精度光計測研究分野｜吉田准教授

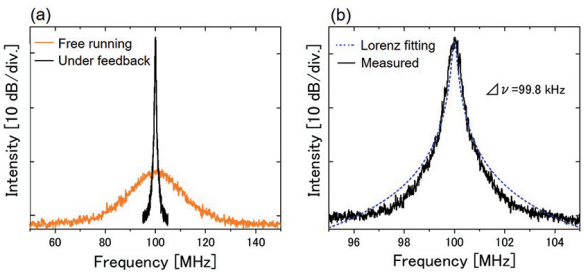
1.55μm 帯周波数安定化レーザの開発とその高精度光計測への応用研究を進めている。さらに超短パルスレーザの開発に取り組んでいる。

High accuracy optical measurement (Assoc. Prof. Yoshida)

We are engaged in the development of frequency stabilized laser operated at 1.55 μm and its application to high accuracy optical measurements. Furthermore, we are developing ultra-short pulse lasers.

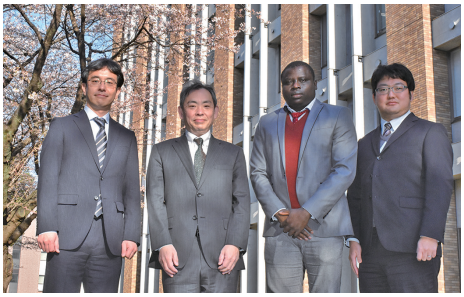


狭線幅光負帰還半導体レーザチップ
Narrow linewidth optical negative feedback semiconductor laser chip



(a) 負帰還制御前後のスペクトル、(b) 負帰還時スペクトルの拡大図
(a) Lasing spectra under free run and feedback conditions
(b) magnified spectrum under feedback condition

先端ワイヤレス通信技術研究室
Advanced Wireless Information Technology



Staff

末松　憲治　Noriharu Suematsu
教授　Professor

亀田　卓　Suguru Kameda
客員教授　Visiting Professor

本良　瑞樹　Mizuki Motoyoshi
客員准教授　Visiting Associate Professor

Jean Temga　Jean Temga
研究員　Research Fellow

研究活動

携帯電話などのワイヤレス通信が、単に音声やメールの伝送だけでなく、これまで有線でしか実現できなかったインターネット上の画像、動画など大量のデータを含むコンテンツの伝送にも使える情報社会が実現されようとしている。ワイヤレス通信の特徴としては、その通信端末を自由に持ち歩くことができ、かつ、ネットワークの存在を感じずにどこでも使えることが挙げられるが、このためには、小形、軽量、長い待受・通話時間だけでなく、どの場所でも、移動中でも、災害時でも必ず繋がる高信頼性が求められている。一方、取り扱うデータ量が増えていくために、データ量あたりに許される消費電力は減少させなくてはならず、これまで以上に電源に対して効率的なワイヤレス通信技術も求められている。

Research Activities

Wireless communication systems, such as cellular phones, have offered mobile voice/mail services to us. Nowadays, they begin to offer mobile internet services which handle high capacity photo/motion data. In order to enjoy freedom from wired lines, small size, light weight, long battery life terminals have been required. For the next generation wireless systems which include terrestrial / satellite communications, dependable connectivity and green wireless information technologies (IT) will be the key issues.

先端ワイヤレス通信技術 研究分野｜末松教授

本研究分野では地上系・衛星系を統合した高度情報ネットワークの実現を目指して、高信頼かつ電力消費の少ない先端ワイヤレス通信技術（Advanced Wireless IT）に関する研究を、信号処理回路・デバイス・実装技術から変復調・ネットワーク技術に至るまで、一貫して研究・開発を行っている。

信号処理回路・デバイス・実装技術の研究としては、シリコン CMOS 技術を用いた超高周波帯 RF パワーアンプ・シンセサイザ・ミキサなどの設計・開発、超小型アンテナモジュールの開発を行っている。そして、これらのシリコン RF デバイス、アンテナモジュールなどのワイヤレス通信端末に必要な回路の特性を、ディジタル回路技術を用いて補償するディジタルアシステッド RF アナログ回路の研究・開発を行っている。

変復調・ネットワーク技術の研究としては、自動車・鉄道などによる高速移動時にも高速ネットワークアクセスを可能とする次世代の広域・高速モバイルブロードバンドワイヤレスアクセス（MBWA; mobile broadband wireless access）の研究を行っている。また、オフィス・家電ディジタル機器をネットワーク接続可能とするような、高信頼・高速ワイヤレス LAN やワイヤレス PAN（personal area network）の研究を行っている。

Advanced Wireless Information Technology (Prof. Suematsu)

Toward the realization of a ubiquitous and broad-band wireless network, we are actively engaged in the research work on dependable and low power consumption advanced wireless IT. We cover the whole technical fields from the lower to higher layers, i.e., signal processing, RF/Mixed signal device, antenna, MODEM and network technologies.

As the studies on signal processing, RF/Mixed signal device and antenna technologies, we are developing RF/Millimeter-wave RF CMOS IC's, antenna integrated 3-dimensional system in package (SiP) transceiver modules, digital/RF mixed signal IC's.

As the studies on MODEM and network technologies, we are focusing on next generation mobile broadband wireless access (MBWA: mobile broadband wireless access), dependable broadband wireless local area network (WLAN) and ultra-broadband wireless personal area network (WPAN).

We are also working for the next generation wireless communication systems/devices which include a location / short message communication system via quasi-zenith satellites (QZS) and a fusion of various wireless communication systems "dependable wireless system."

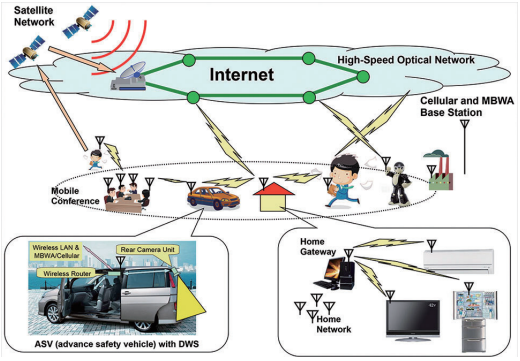


Fig.1 ユビキタス化・ブロードバンド化が進むネットワークの進化
Fig.1 Evolutional network for ubiquitousness and broadband

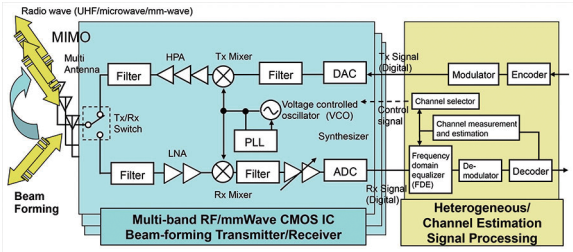
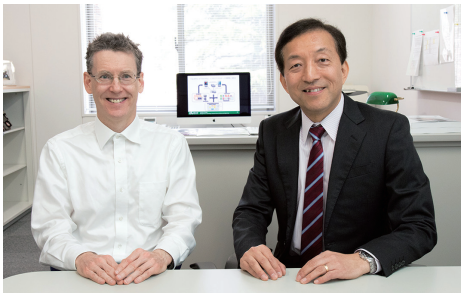


Fig.2 広帯域ワイヤレス通信用 1 チップ送受信機の研究
Fig.2 One-chip modem LSI for broadband wireless communication

情報ストレージシステム研究室
Information Storage Systems



Staff

田中　陽一郎　Yoichiro Tanaka
教授　Professor

Simon Greaves　Simon Greaves
准教授　Associate Professor

研究活動

Research Activities

本研究分野では大容量情報を保存出来る情報ストレージ技術に関する研究を行っている。IoT や AI を駆使したビッグデータ情報活用の飛躍的な拡大が続いており、次世代の情報通信システムの高度化に向け高速性・大容量性・インテリジェンス性を兼ね備えた情報ストレージシステムの構築が望まれている。本分野では、コア技術である高密度磁気ストレージの進化のため、本研究所にて発明された垂直磁気記録を用いる記録方式、デバイス、マイクロマグネティックシミュレーションを使った磁性材料とデバイスのモデル化の研究により記録密度と性能の向上を目指している。1 ビットの面積が数ナノメータ四方以下という次世代の高速高密度情報ストレージ（テラビットストレージ）と、それを用いる高速省電力超大容量ストレージシステムの実現を目標にしている。更にデータストレージとコンピューティングを近接させペタバイト級の大容量データの解析を行う新しい情報ストレージ・コンピューティングシステムに関する研究を行なっている。

Our main interest lies in high-density information storage technology.
The amount of data generated in the form of multimedia, IoT and AI information increases dramatically every year. Next generation advanced ICT and information storage systems with high performance, high capacity and intelligence are required. In this group, we are conducting research into high density information storage based on perpendicular magnetic recording and magnetic devices invented in this laboratory. Magnetic materials and devices are modelled using micromagnetic simulations. Our aim is fast, low power consumption, high capacity terabit storage (over 10 T bits/inch^2 areal density), in which the size of each stored bit of information occupies an area of less than a few nm by a few nm. In addition, we are investigating advanced information storage and computing systems to handle Peta byte class mass data analytics by closely unifying both data storage and processing.

情報ストレージ・コンピューティングシステム研究分野｜田中教授

本研究分野では、データを記録・保管するというストレージの本来の役割をベースに、高速性、大容量性、インテリジェンス性を兼ね備えた新たな情報ストレージシステムの構築に向け、材料・デバイス技術からシステムレベルにわたる新たな研究を行なっている。システムレベルの展開を視野に入れながら、磁気記録を始めとした高度な情報ストレージ関連の材料・デバイス・メモリ技術を一層進展させた新しい情報ストレージシステムのインテリジェンス化の研究を行なっている。

Information Storage・Computing Systems (Prof. Tanaka)

In this research field, we are conducting research on a wide range of materials, devices and systems aiming at the establishment of new information storage systems with high performance, high capacity and intelligence based on the fundamental storage functions of data recording and storage. With system level application development in sight, we are exploring intelligent, future information storage systems by integrating advanced technologies such as recording materials, devices and memories.

記録理論コンピュテーション研究分野｜Greaves 准教授

磁気記録に使用される磁性材料の挙動をモデルするために、マイクロ磁区シミュレーションが使用される。記録媒体をモデル化するために媒体の個々の磁性粒子を計算することができる。次に、有限要素モデルからのヘッド磁界分布を用いて、記録シミュレーションを行うことができる。ヘッドと媒体の設計は、モデルを通して最適化することができる。
他の磁気デバイスもモデル化することができる。一例は、不揮発性磁気記憶装置である磁気ランダムアクセスメモリ（MRAM）である。いくつかマイクロ磁区シミュレーションの例を図に示す。この研究室が取り組んできたトピックとして、磁性ナノワイヤー、2 次元スピンアイス、磁壁ピン方法、エネルギーアシスト磁気記録などが挙げられる。

Recording Theory Computation (Assoc. Prof. Greaves)

Micromagnetic simulations are used to model the behavior of magnetic materials used in data storage applications. To model a recording medium the individual magnetic grains of the medium can be simulated. Then, using a head field distribution from a finite element model, recording simulations can be carried out. The design of the head and medium can be optimized through the model.
Other magnetic devices can also be modeled. One example is magnetic random access memory (MRAM), a non-volatile magnetic storage device. Some other micromagnetic simulation examples are shown. Magnetic nanowires, two dimensional spin ices, domain wall pinning and energy-assisted recording are some of the topics we have worked on.

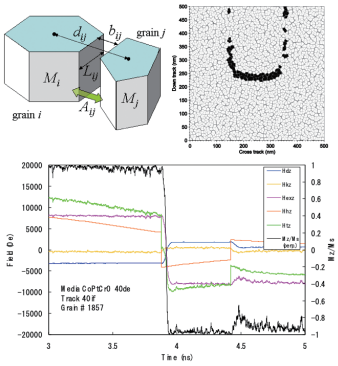


図１　垂直磁気記録のナノスケール解析の例
Fig.1 Nano-scale analysis of perpendicular magnetic recording

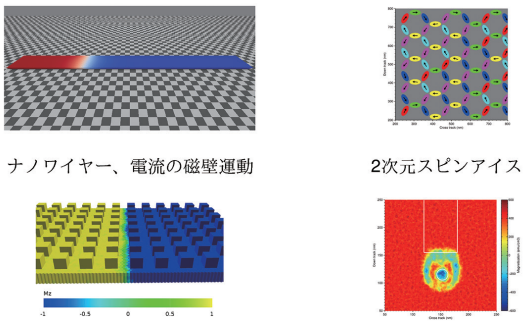
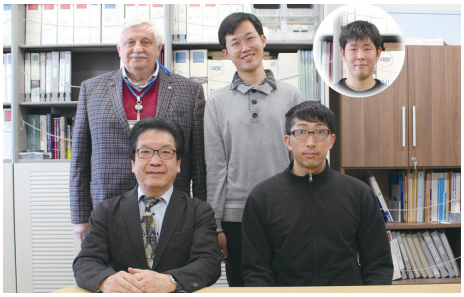


図２　マイクロ磁区シミュレーションの例
Fig.2 Examples of micromagnetic simulations

超ブロードバンド信号処理研究室
Ultra-Broadband Signal Processing



Staff

尾辻　泰一 教授	Taiichi Otsuji Professor	佐藤　昭 准教授	Akira Satou Associate Professor
渡辺　隆之 助教	Takayuki Watanabe Assistant Professor	Victor Ryzhii 研究員	Victor Ryzhii Research Fellow
唐　超 研究員	Chao Tang Research Fellow		

研究活動

本研究分野では、いまだ未踏の電磁波領域であるミリ波・テラヘルツ波（サブミリ波）帯の技術を開拓、実用化するために、本領域で動作する新しい電子デバイスおよび回路システムの創出と、それらの情報通信・計測システムへの応用に関する研究開発を行っている。

Research Activities

Terahertz (sub-millimeter) coherent electromagnetic waves are expected to explore the potential application fields of future information and communications technologies. We are developing novel, ultra-broadband integrated signal-processing devices/systems operating in the millimeter and terahertz frequency regime.

超ブロードバンドデバイス・システム研究分野｜尾辻教授

ミリ波・テラヘルツ帯での動作が可能な新規電子デバイスおよびそのシステムを研究する。具体的には、半導体ヘテロ接合構造やグラフェンに発現する２次元プラズモン共鳴を利用した新しい動作原理のテラヘルツ帯レーザーや高速トランジスタの創出を目指す。さらに、これら世界最先端の超ブロードバンドデバイス・回路を応用して、超高速無線通信や安心・安全のための新たな計測技術の開発を進めている。

Ultra-Broadband Devices and Systems (Prof. Otsuji)

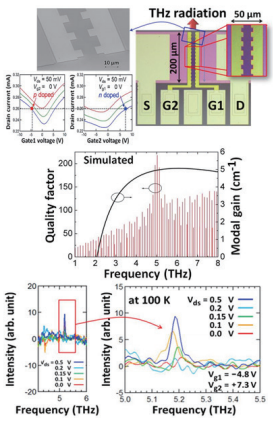
We are developing novel, integrated electron devices and circuit systems operating in the millimeter-wave and terahertz regions. III-V- and graphene-based active plasmonic heterostructures for creating new types of terahertz lasers and ultra-fast transistors are major concerns. By making full use of these world-leading device/circuit technologies, we are exploring future ultra-broadband wireless communication systems as well as spectroscopic/imaging systems for safety and security.

超ブロードバンドデバイス物理研究分野｜佐藤准教授

新規材料・新規動作原理に基づくミリ波・テラヘルツ波デバイスの創出を目指し、デバイス内の電子輸送現象や光電子物性といった物理の理論的解明や実験的実証を行なっている。また、将来の超高速無線通信や光電子融合ネットワークへのデバイス実用化に向けた研究開発を進めている。

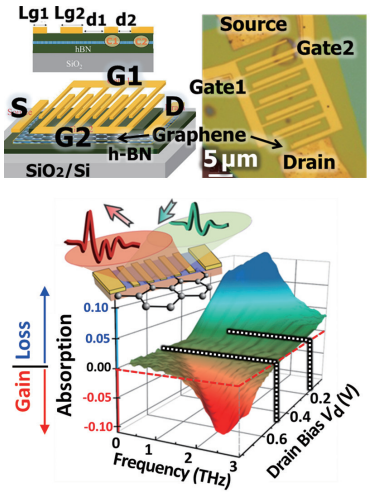
Ultra-Broadband Device Physics (Assoc. Prof. Satou)

For creation of millimeter-wave/terahertz devices based on new materials and/or new operation principles, we are theoretically and experimentally investigating physics in the devices such as electron-transport phenomena and optoelectronic properties. Furthermore, we are conducting research and development of the devices for their applications to future ultra-fast wireless communications and photonics-electronics convergence networks.



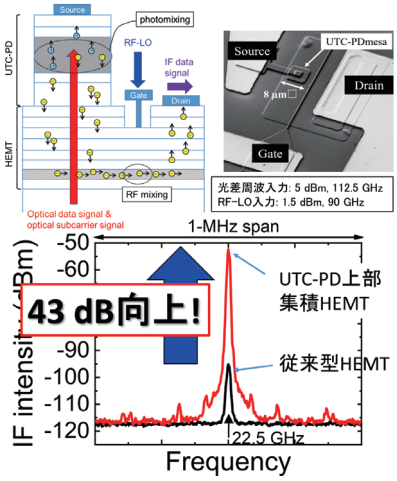
電流注入型グラフェントランジスタレーザー素子 (DFB-DG-GFET) の電子顕微鏡写真、利得係数＆Ｑ値解析結果、単一モードテラヘルツレーザー発振の観測結果

current-injection graphene transistor laser (DFB-DG-GFET). SEM images, measured ambipolar property, simulated modal gain and Q factor, and world-first measured single-mode THz lasing spectra.



二重回折格子ゲート型グラフェンディラックプラズモントランジスタにより理論限界を４倍以上超越する巨大利得によるテラヘルツ電磁波の増幅に成功

Dual-grating-gate graphene Dirac plasmon transistor, demonstrating coherent terahertz light amplification with a four-times higher giant gain than the quantum limit



UTC-PD 上部集積 HEMT 光電子融合ミキサ素子の模式図、電子顕微鏡写真、ミキシング出力の測定結果

Schematic view, SEM image, and measured mixing output of a UTC-PD-top-integrated HEMT photonics-electronics-convergence mixer.

量子光情報工学研究室
Quantum-Optical Information Technology

Staff

枝松　圭一 教授 — Keiichi Edamatsu, Professor

金田　文寛 助教（兼） — Fumihiro Kaneda, Assistant Professor*

Soyoung Baek 助教 — Soyoung Baek, Assistant Professor

Bin Ho Le 研究員 — Bin Ho Le, Research Fellow

王　怡昕 研究員 — Yixin Wang, Research Fellow

Cataño Lopez Seth Benjamin 研究員 — Cataño Lopez Seth Benjamin, Research Fellow

研究活動

現在の情報処理・通信技術は、信号を電圧や周波数などの古典的でマクロな物理量に対応させて様々な処理を行っているが、近い将来、情報の高密度化と高速化に限界が訪れることが指摘されている。これに対し、個々の電子や光子などのミクロな量に情報を保持させ、量子力学の原理を直接応用することによって、従来の限界を打ち破る性能を持ちうる量子情報通信技術の実用化が強く期待されている。本研究室は、電子および光子を用いた量子情報通信デバイスの実用化を目指し、未来の量子情報通信の中核となるべき極限技術の開発に積極的に挑戦している。

Research Activities

Current information and communication technology utilizes macroscopic and classical physical quantities, such as voltage or frequency of electric fields. The classical technology will reach the limit of information density and speed in the near future. The quantum-mechanical counterpart, "quantum information processing and communication technology", in which information is carried by microscopic and quantum-mechanical quantities, is expected to overcome the difficulty. Our goal is to develop quantum information devices utilizing quantum interaction between electrons and photons in semiconductor nanostructures, to obtain further understanding of their physics, and to apply them to practical quantum information technologies.

量子光情報工学 研究分野｜枝松教授

量子もつれなどの光の量子性を駆使した量子情報通信技術、新材料・半導体量子構造を用いた量子情報通信デバイス、極限量子計測・制御技術の基礎開発を行っている。

Quantum-Optical Information Technology (Prof. Edamatsu)

Development of fundamental devices and quantum measurement techniques for quantum info-communication technology (QICT) utilizing photons, novel materials and semiconductor nanostructures.

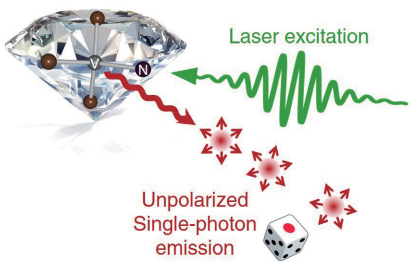


図1．ダイヤモンド中の不純物欠陥（NV 中心）を用いた無偏光単一光子発生。

Fig.1 Schematic picture of unpolarized single-photon generation using a compound defect, a nitrogen vacancy center (NV center), in a diamond. Spheres, designated N and V respectively, indicate a nitrogen atom and a vacancy which comprises an NV center in the diamond lattice. Dynamically and statically unpolarized single-photon emission is induced by laser excitation for a [111]-oriented NV center in (111) diamond.

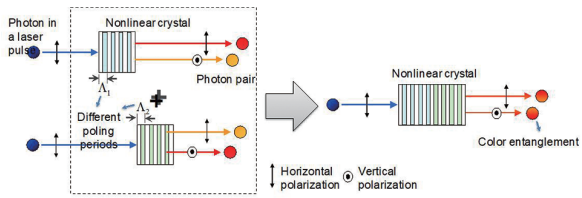


図2．周波数の量子もつれ光子発生方法の概念図。

Fig.2 An illustration of the scheme for producing frequency-entangled photons. A nonlinear crystal has two different poling periods so that produced photon pairs with orthogonally polarized photon pairs can be frequency entangled.

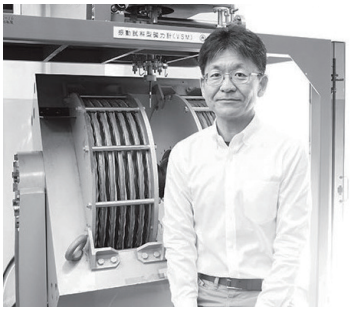
生体電磁情報研究室 ■ Electromagnetic Bioinformation Engineering

生体電磁情報
研究分野（石山教授）

Electromagnetic Bioinformation Engineering
(Prof. Ishiyama)

○超高感度磁界センサ
○高周波電磁界計測技術
○マイクロ磁気アクチュエータ
○磁気利用次世代医療機器

- Super high sensitivity magnetic field sensor
- High-frequency electromagnetic measuring system
- Micro magnetic actuator
- New medical equipment using magnetic



人間情報システム研究部門

Human Information Systems Division

実世界コンピューティング研究室
Real-World Computing

実世界コンピューティング
研究分野（石黒教授）

Real-World Computing
(Prof. Ishiguro)

○超大自由度ソフトロボットの制御
○這行や遊泳、飛行、歩行、走行における自律分散制御
○多芸多才な振る舞いの発現原理の力学的解明とロボティクスへの応用

- Control of soft-bodied robots with large degrees of bodily freedom
- Autonomous decentralized control for various types of locomotion, e.g., crawling, swiming, flying, walking, running
- Dynamical system approach to understand versatility behavioral and its application to robotics

実世界数理モデリング
研究分野（加納准教授）

Real-world Mathematical Modeling
(Assoc. Prof. Kano)

○交通システムの自律分散制御に関する研究
○群れの発現メカニズムの解明と群ロボットへの応用に関する研究

- Study on autonomous decentralized control of traffic systems
- Study on swarm formation mechanism and its application to swarm robotic systems

高次視覚情報システム研究室 ■ Visual Cognition and Systems

高次視覚情報システム研究分野（塩入教授）

Visual Cognition and Systems
(Prof. Shioiri)

〇視覚的注意の時間特性と空間特性の測定
〇眼球運動制御と視覚的注意機構のモデル化
〇３次元認識の初期、中期、高次視覚特性の研究

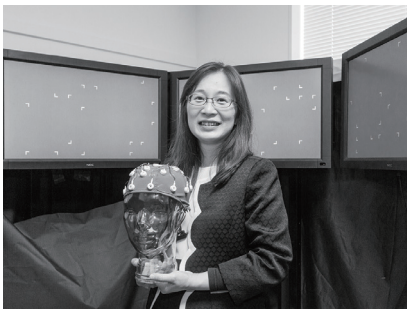
- Measurements of spatial and temporal characteristics of visual attention
- Modeling control system of eye movements and visual attention
- Investigation of early, middle and late vision of 3D perception

注意・学習研究分野（曽准教授）

Attention and Learning Systems
(Assoc. Prof. Tseng)

〇視覚的注意のメカニズムとモデル化
〇多感覚知覚と学習
〇視知覚の発達と認知

- Visual attention mechanisms and models
- Multi-sensory perception and learning
- Developmental vision and cognition



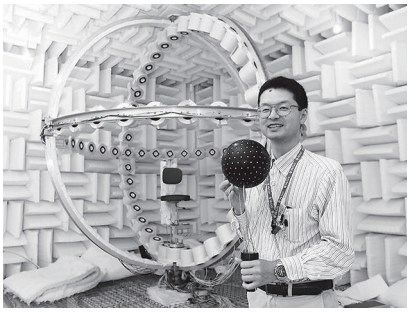
先端音情報システム研究室 ■ Advanced Acoustic Information Systems

先端音情報システム研究分野（坂本教授）

Advanced Acoustic Information Systems
(Prof. Sakamoto)

〇聴覚及び複合感覚知覚情報処理過程の研究
〇3次元音空間情報の高精細センシングシステムの構築
〇複合感覚情報処理に基づく音響情報システムの構築

- Mechanism of multisensory information processing including hearing
- Development of high-definition 3D sound space acquisition systems
- Auditory information systems based on multisensory information processing



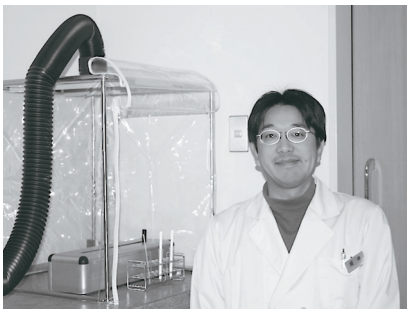
多感覚情報統合認知システム研究室
■ Multimodal Cognitive System

多感覚情報統合認知システム研究分野（坂井教授）

Multimodal Cognitive System Group
(Prof. Sakai)

〇味覚・嗅覚を中心とする多感覚情報統合システムの理解に関する研究
〇多感覚情報統合の産業応用に関する研究

- Research for understanding about the system underlying multimodal sensory integration and cognition
- Applying the psychological and neuroscientific knowledge about multimodal sensory and cognitive system to industries



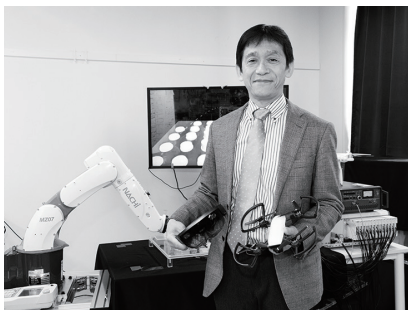
情報コンテンツ研究室
■ Information Content

インタラクティブコンテンツ設計研究分野（北村教授）

Interactive Content Design
(Prof. Kitamura)

○インタラクティブなコンテンツの可視化
○３次元モーションセンシングとインタラクション
○バーチャルリアリティとクロスモーダルユーザインタフェース
○ドローンを活用する新しいインタラクティブコンテンツ

- Interactive Content Visualization with Emerging Algorithms
- 3D Motion Sensing and Interaction
- Virtual Reality and User Interface based on Cross-modal Effect
- Interactive Drone Content for Entertainment / Wildlife Symbiosis



ヒューマンコンテンツインタラクション研究分野（高嶋准教授）

Human-Content Interaction
(Assoc. Prof. Takashima)

○動的・適応型空間ユーザインタフェース
○センサブロック・インタフェース
○人の身体性に基づくインタラクション技術
○スマートデバイスを利用したタッチインタラクション

- Dynamic and Adaptive Spatial User Interfaces
- Sensor Blocks and Interface
- Human Physical-based Content Interaction Techniques
- Touch Interaction using Smart Devices

ナノ・バイオ融合分子デバイス研究室
■ Nano-Bio Hybrid Molecular Devices

ナノ・バイオ融合分子デバイス研究分野（平野教授）

Nano-Bio Hybrid Molecular Devices
(Prof. Hirano-Iwata)

○人工細胞膜に基づくデバイスの開発と応用に関する研究
○ナノ構造体の構築とバイオセンサ応用に関する研究
○培養神経細胞を用いた人工神経回路網に関する研究
○生体分子・神経回路網のモデリングに関する研究
○二次元バイオ材料に基づく電子・イオンデバイスの創成に関する研究
○有機トランジスタを用いたフレキシブルデバイスに関する研究

- Development of artificial cell membrane sensors and their medical applications
- Fabrication of nanostructures and their biosensor applications
- Construction of artificial neuronal networks based on cultured neurons
- Modelling of biosystems and neuronal circuits
- Construction of electronic and ionic devices based on biological two-dimensional materials
- Development of flexible devices using organic transistors

生体電磁情報研究室
Electromagnetic Bioinformation Engineering

Staff

石山　和志　Kazushi Ishiyama
教授　Professor

研究活動

生体との電磁コミュニケーションを確立し、生体のもつ情報システムとしてのはたらきを理解するためには、生体の発する信号を捕らえることに加えて、生体の有する様々な機能性をも含めて情報として捉え、それらを総合的に理解するための研究開発が必要である。そのために当研究室では現在、生体の発する情報を受け取るセンシング技術ならびに生体に働きかけを行う技術に関する研究を推進している。これらの技術開発を通じて、生体との良好なコミュニケーション技術の確立を目指し、情報通信並びに医療福祉分野に貢献してゆく。

Research Activities

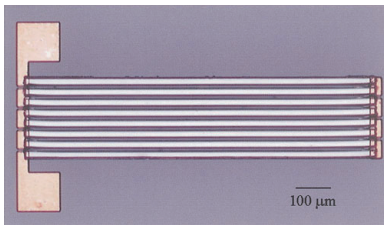
For realizing good communication with human body, and for realizing the properties of the human body as an information system, we have to realize the function of the human body as information in addition to catch the signals from the human body. Our research division works on the technology for sensing the information from the human body and for approaching action to the human body. We are focusing to realize the communication technology with human body and to contribute information and communication systems and medical-welfare spheres.

生体電磁情報研究分野｜石山教授

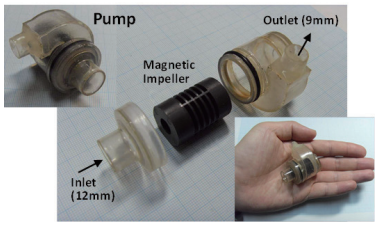
本研究分野で開発された、極めて高い磁界分解能を有する高周波キャリア型磁界センサは、材料開発・微細加工技術・磁気特性制御技術・検出回路設計など多くの技術開発により、現在室温で動作する磁界センサとしては世界最高の感度を達成し、生体情報を検出するセンサとしてさらに一層の開発が進められている。また、生体に働きかけを行うための一つの手法として、ワイヤレスアクチュエータ・マニピュレーターの検討を推進している。これは生体内で動作するロボットを実現するための重要な基盤技術の一つであり、その技術の一部は完全埋め込み型補助人工心臓への道を拓く小型ワイヤレスポンプの開発や、飲み込んで使用されるカプセル型内視鏡を消化管内で移動させるための手法として実用化研究が進められている。

Electromagnetic Bioinformation Engineering (Prof. Ishiyama)

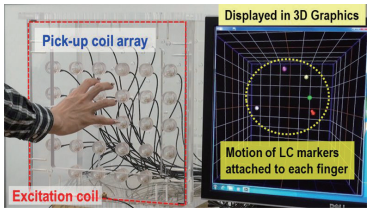
High-frequency carrier-type magnetic field sensor, which is developed in our laboratory, obtains the world-highest field sensitivity in room temperature under the works for materials, micro-fabrication techniques, controlling the magnetic properties. This sensor is studied for sensing system for bio-information. As one of the approaching system for human body, wireless actuators and manipulators are investigated. This technology is important for a basic study for robots working in the human body. A part of this wireless driving technology is applied for a development of completely embedding artificial heart assist blood pump and a motion system for a capsule endoscope working in the colon tube.



高周波キャリア型薄膜磁界センサ
High frequency carrier-type thin film magnetic field sensor



完全埋め込み型補助人工心臓用小型ワイヤレスポンプのプロトタイプ
A prototype of wireless artificial heart assist blood pump



ワイヤレス磁気モーションキャプチャシステム
Wireless magnetic motion capture system

先端音情報システム研究室
Advanced Acoustic Information Systems

Staff
坂本　修一　Shuichi Sakamoto
教授　Professor

研究活動

先端音情報システム研究室は、聴覚系及びマルチモーダル知覚情報処理過程に関する基礎研究と、そ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ィジタル信号処理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・通信・電子工学、さらには機械工学・建築学など工学のさまざまな分野や、医学・生理学・心理学などの他の分野とも接点を有する領域にまたがる学際的な性格を特徴としている。

Research Activities

We aim to develop advanced and comfortable acoustic communication systems exploiting digital signal processing techniques. To realize this, we are keenly studying the information processing that takes place in the human auditory system. Moreover, we also investigate the mechanisms for multimodal information processing, including hearing. We mainly apply a psycho-acoustical approach to study human auditory and multimodal perception. In this sense, our research is characterized by its high interdisciplinary nature which covers acoustics, information science, communications engineering, electronics, audiology and psychology.

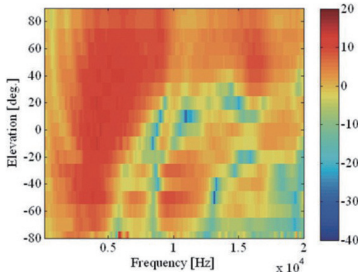
先端音情報システム研究分野｜坂本教授

視聴覚音声知覚や、自己運動中の音空間知覚など、聴覚情報、及び複数の感覚情報が複合して存在する環境下での人間の知覚情報処理過程を心理物理学的な方法を用いて解明するとともに、その知見を活用した、高精細 3 次元音空間センシングシステムやマルチモーダル聴覚支援システム等の音響情報システムの構築・高度化に取り組んでいる。

Advanced Acoustic Information Systems (Prof. Sakamoto)

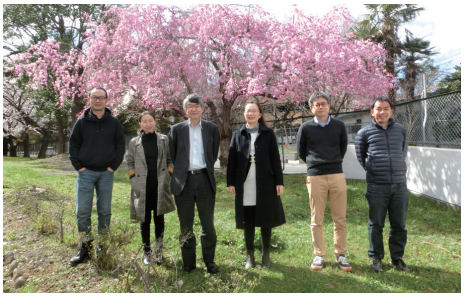
We study the mechanism of human multimodal processing, including hearing. In particular, we focus on speech perception as an audio-visual process, the judgment of auditory space during motion and the impression of a sense-of-reality in multimodal content. Such knowledge is crucial to develop advanced communication and information systems. Based on this knowledge, we are developing future auditory information systems.

157ch 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再生システム
Accurate sound space communications system based on higher order Ambisonics by using 157ch loudspeaker array



仰角方向の頭部伝達関数。極と零点が仰角によって規則的に変化している。
Head-related transfer functions as a function of elevation.Poles and zeros change systematically with the rise of elevation.

高次視覚情報システム研究室
Visual Cognition and Systems



Staff

塩入　諭 教授 Satoshi Shioiri Professor
曽　加蕙 准教授 Chia-Huei Tseng Associate Professor
羽鳥　康裕 助教 Yasuhiro Hatori Assistant Professor
Sai Sun 助教（兼） Sai Sun Assistant Professor*
Wu Wei 特任助教 Wu Wei Specially Appointed Assistant Professor
佐藤　好幸 特任助教（兼） Yoshiyuki Sato Specially Appointed Assistant Professor*

研究活動

本研究室では、脳機能について特に視覚系の働きの研究から探求し、それに基づく人間工学、画像工学などへの応用的展開を目的としている。人間の視覚特性を知るための心理物理学的実験を中心に脳機能測定やコンピュータビジョン的アプローチを利用して、視覚による空間知覚、立体認識、注意による選択機構のモデルの構築、視触覚統合機構に関する研究をしている。

Research Activities

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 human engineering and image engineering.

高次視覚情報システム研究分野｜塩入教授

視覚の空間知覚を中心に、立体視、運動視における視覚脳機能、原理を探求し、そのモデル化を通して、人間の視覚を理解、それを模擬するシステムの構築を目指す。また、知覚の能動的側面とし、視線移動制御や注意機能を理解し、モデル化を目指す。これらの成果に基づき、画像情報の評価、効率的呈示、視環境の評価システムの構築への展開する。さらに、視覚や触覚の無意識的選択の過程を調べることから、様々な環境下での人間の視覚認識や行動を予測するための研究に取り組んでいる。

Visual Cognition and Systems (Prof. Shioiri)

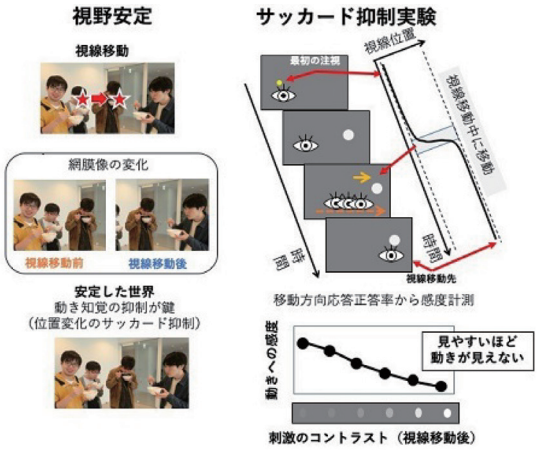
Modeling the processes of human vision based on the findings of the strategies that the visual system uses, we plan to propose appropriate methods for evaluation of image qualities, efficient way of image presentation and evaluation of visual environments in general. We also investigate dynamic selection process in vision with or without attention to realize prediction system of human perception and action in the future.

注意・学習研究分野｜曽准教授

本研究分野では、心理物理学、神経生理学、計算論の３つのアプローチを利用して、知覚、注意、学習といった人間の認知機能の理解を目指す。私たちが経験する首尾一貫した世界を、人間の感覚システムはどのように構築しているのかを理解し、これらの成果に基づき、私たちの日常生活の質を向上するための応用的展開を探求する。

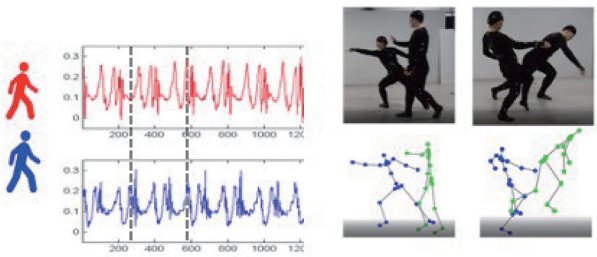
Attention and Learning Systems (Assoc. Prof. Tseng)

My research interests cover the broadly-defined human cognitive functions such as perception, attention, and learning. With psychophysical, neurophysiological, and computational approaches, we try to answer how sensory systems construct a coherent world that we experience and look for applications to enhance human life quality.



視線が移動すると、網膜に映る世界の像は大きく変化します。まぶたの上から眼を押して動かしてみると、その影響の大きさは体験できます。しかし、わたしたちは、普通それに気づくことはなく、安定した世界を見ています。これは、視野安定の問題として視覚科学における大きな問題です。本研究では、特定の視覚処理過程の信号が、網膜変化の知覚を抑制するメカニズムの存在を明らかにしました。視線移動中に視覚刺激を移動することで、サッカード抑制を計測した結果、刺激強度が高い（よく見える）ほど、動きが見にくい（感度が低い）ことを明らかにしました（右下）。これは刺激の強さが抑制を強めることを意味し、サッカード抑制が、視野安定に対して能動的な機能であることを示唆する視野安定の謎に迫る研究成果です。

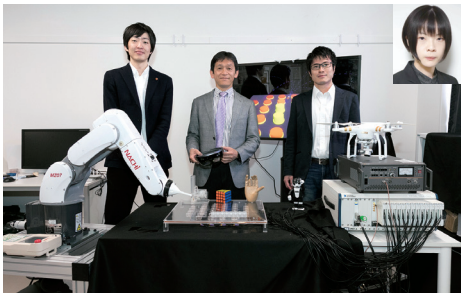
We move our eyes several times per second. These fast eye movements, called saccades, create large image shifts on the retina-making our visual system work hard to maintain a stable perceptual world. We found higher visible stimulus cause stronger saccadic suppression. The result indicates that saccadic suppression of motion is an active process for realizing visual stability.



ヒトとヒトのコミュニケーションは、一緒に歩いくことや、体の動きや、顔表情による表現などで実施できます。本研究では、潜在的な信号によるコミュニケーションについて検討するために、加速度センサーによる動きの計測と心理物理的手法を組み合わせた実験を実施しました。

Interpersonal communication can be carried out in various forms such as side-by-side walking synchronization, body movements, and facial expressions. We used motion acceleration sensors and trackers, together with psychophysical methods to investigate how implicit signals are communicated.

情報コンテンツ研究室
Information Content



Staff

北村　喜文　Yoshifumi Kitamura　教授　Professor
高嶋　和毅　Kazuki Takashima　准教授　Associate Professor
藤田　和之　Kazuyuki Fujita　助教　Assistant Professor
池松　香　Kaori Ikematsu　助教　Assistant Professor

研究活動

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・知能化しつつある。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る。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、これらを活用することで、人々の生活、作業、コミュニケーションをより快適で豊かなものにするインタラクティブコンテンツの研究を進めている。

Research Activities

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.

インタラクティブコンテンツ研究分野｜北村教授

バーチャルリアリティを始めとして、様々な３次元コンテンツに必要なモーショントラッキングシステムの開発や、多次元大量情報コンテンツを効果的に扱うためのユーザインタフェース技術等に幅広く取り組んでいる。

Interactive Content Design (Prof. Kitamura)

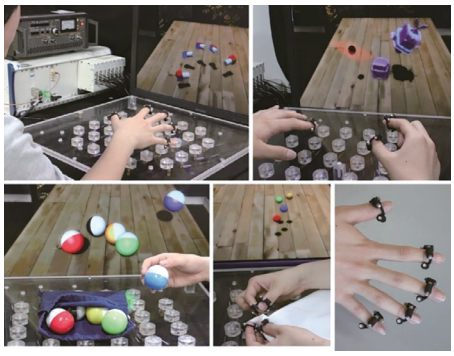
This team explores novel motion tracking systems that significantly expand design opportunities of various interactive spatial content and new interactive content design technologies that effectively and flexibly manage higher-dimensional content.

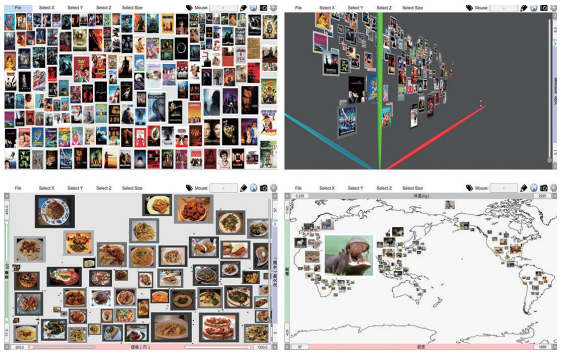
ヒューマンコンテンツインタラクション研究分野｜高嶋准教授

バーチャルリアリティ等の空間コンテンツと人との関係性を理解するとともに、それを応用し人の能力やコミュニケーションを強化できる新しい空間インタフェースを研究している。特に、バーチャルまたはフィジカルディスプレイによる動的な空間ユーザインタフェースやインタラクションテクニック等に重点的に取り組んでいます。

Human-Content Interaction (Assoc. Prof. Takashima)

This team attempts to understand the relationship between human and spatial elements surrounding of them and develop spatial user interfaces that enhance human's abilities and interactions among them. We mainly work on adaptive and flexible interfaces using virtual and physical displays to make various interaction scenarios easier and more comfortable.





実世界コンピューティング研究室
Real-World Computing

Staff

石黒　章夫 教授 Akio Ishiguro Professor
加納　剛史 准教授 Takeshi Kano Associate Professor
福原　洸 助教 Akira Fukuhara Assistant Professor
安井浩太郎 助教（兼） Kotaro Yasui Assistant Professor*

研究活動

実世界コンピューティング研究室では、自然界や社会システムにおける諸現象の発現メカニズムを自律分散制御*の観点から理解し、人工物の設計論へと昇華することを目的として研究を行っている。

*自律分散制御：単純な認知・判断・運動機能を持つ要素（自律個）が相互作用することによって、個々の要素の単純性からは想像もできない非自明な大域的特性（機能）を創発させるという、「三人寄れば文殊の知恵」をまさに地でいくような制御方策。

Research Activities

Our laboratory aims to understand essential mechanisms underlying various natural and social systems from the viewpoint of autonomous decentralized control,* and to establish design principles of artificial agents.

* Autonomous decentralized control: Control scheme in which non-trivial macroscopic functionalities emerge from interactions among individual components.

詳細は『ブレインウェア研究開発施設』参照
For further details, please refer to the "Laboratory for Brainware Systems" section.

ナノ・バイオ融合分子デバイス研究室
Nano-Bio Hybrid Molecular Devices

Staff

平野　愛弓 教授 Ayumi Hirano-Iwata Professor
但木　大介 助教 Daisuke Tadaki Assistant Professor
小宮　麻希 助教 Maki Komiya Assistant Professor

研究活動

成熟した微細加工技術とバイオマテリアル、有機材料との融合により、高次情報処理を可能にするナノスケール、分子スケールの様々なデバイスの開発を目指す。半導体微細加工技術を薬物スクリーニングなどの医療用途に利用するメディカルバイオエレクトロニクス、有機材料に基づくセンサ開発を行う有機エレクトロニクス、そして、生きた細胞を使って神経回路を作り上げ、脳のしくみを理解しようとするバイオエレクトロニクスの研究を進めている。これらのデバイスは情報通信システムと結合可能であり、健康社会のための新技術として実現することを目指している。

Research Activities

Our research activities focus on development of highly sophisticated molecular-scale nanodevices through the combination of well-established microfabrication techniques and various soft materials, such as biomaterials and organic materials. We are working on medical bioelectronics where we try to apply semiconductor micro- and nano-fabrication techniques to development of a sensor platform for drug screening, organic electronics where we try to develop various sensors based on organic materials, and bioelectronics where we try to construct artificial neuronal circuits as a model system for understanding brain functions. These devices can combine with information systems, leading to realization of a new technology for health-conscious society.

詳細は『ナノ・スピン実験施設』参照
For further details, please refer to the "Laboratory for Nanoelectronics and Spintronics" section.

多感覚情報統合認知システム研究室
Multimodal Cognitive System Group

Staff

坂井　信之　Nobuyuki Sakai
教授（兼）　Professor*

山本　浩輔　Kosuke Yamamoto
助教　Assistant Professor

研究活動

電気通信研究所がこれまでに蓄積してきたソフトウエアや人間情報に関する研究実績をさらに発展させ、将来にわたって情報通信分野の研究を先導し続けるための新分野の開拓を本研究分野の目的とする。電気通信研究所設置当初から続く音情報、聴覚関連研究分野および平成 16 年度の改組で設置された視覚に関する研究分野に加えて、視覚、聴覚、触覚、味覚、嗅覚の五感すべての情報を扱うために必要な基盤的研究を行う本研究分野を設置することで、今後多感覚化が進むことが予想される情報通信分野を牽引し、発展に大きく貢献することを目指す。本研究分野は今後の情報化社会での情報の質評価における重要性から、電気通信研究所が文学研究科など他部局と連携して立ち上げたヨッタインフォマティクス研究センターとの連携も想定している。プロジェクトの推進には、他大学・研究機関の研究者だけでなく、産業からも研究者・技術者を多く受け入れ、本研究分野で得られた成果・知的財産権は、電子情報通信学会や心理学関連学会、神経科学関連学会などで発表するだけでなく、情報システム、食品・日用品製造業など、産業界へも展開する。

Research Activities

The purpose of the Multimodal Cognitive System group is to develop the achievement of RIEC in the research about human information systems, and to improve roles of RIEC in the research fields of electrical communication. This group aims to study the basic mechanisms underlying multimodal cognitive systems, including vision, audition, tactile sensation, gustation and olfaction, together with the related groups such as the Advanced Acoustic Information Systems and the Visual Cognition and Systems groups. This group also collaborates with the Yotta Informatics Center to study the quality, property, and value of the multimodal cognitive information. The group welcomes researchers and engineers in industrial societies, not only professors in academic societies. Also the achievements of this group will not only be published in the academic societies, such as psychology, neuroscience, sensory studies etc., but be applied to develop new products.

詳細は『高等研究機構新領域創成部　多感覚情報総合認知システム分野』参照

For further details, please refer to the "Division for the Establishment of Frontier Sciences Multimodal cognitive system" section.

ソフトウェア構成研究室 ■ Software Construction

ソフトウェア構成研究分野（大堀教授）

Software Construction
(Prof. Ohori)

○次世代高信頼プログラミング言語 SML# の開発
○高信頼 Web プログラミングのためのフレームワーク
○コンパイルの論理学的基礎
○データベースとプログラミング言語の統合

- Development of SML#, a new ML-style polymorphic programming language
- Reliable and productive Web programming framework
- Logical foundation for compilation
- Integration of databases and programming languages

高信頼ソフトウェア開発研究分野（上野准教授）

Reliable Software Development
(Assoc. Prof. Ueno)

○次世代高信頼プログラミング言語 SML# の開発
○プログラミング言語処理系の実装技術
○実用プログラミング言語の形式意味論

- Development of SML#, a new ML-style polymorphic programming language
- Implementation technique for programming languages
- Formal semantics for practical programming languages

システム・ソフトウェア研究部門

Systems & Software Division

コンピューティング情報理論研究室 ■ Computing Information Theory

コンピューティング情報理論研究分野（中野教授）

Computing Information Theory
(Prof. Nakano)

○木変換および木オートマトンの基礎理論
○プログラム変換およびプログラム検証
○定理証明支援系による各種理論の定式化
○結合子論理に潜む計算の仕組みや現象の解明

- Theory of tree automata and tree transducers
- Program transformation and program verification
- Formalization in proof assistants
- Elucidation of computational behavior over combinatory logic

コミュニケーションネットワーク研究室 ■ Communication Network Systems

情報ネットワークアーキテクチャ研究分野（長谷川教授）

Information Network Architecture
(Prof. Hasegawa)

○高信頼・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
○次世代モバイルネットワークアーキテクチャ
○情報ネットワーク性能評価技術

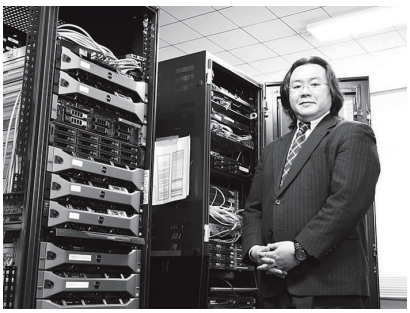
- Highly reliable, high performance, and highly available information network
- Design and control mechanisms of virtualized network/system
- Next-generation mobile network architecture
- Performance evaluation techniques for advanced information network

インテリジェントネットワーク研究分野（北形准教授）

Intelligent Network (Assoc. Prof. Kitagata)

○知識型ネットワークミドルウェア／応用ソフトウェア
○高耐性ネットワーキング／知的ネットワーキング
○次世代ユビキタスサービス基盤

- Knowledge based network middle-ware / Application software
- High tolerability networking / Intelligent networking
- Next generation ubiquitous service infrastructure



環境調和型セキュア情報システム研究室
■ Environmentally Conscious Secure Information System

環境調和型セキュア情報システム研究分野（本間教授）

Environmentally Conscious Secure Information System (Prof. Homma)

○高性能・軽量セキュリティコンピューティング
○組込みシステムのハードウェアセキュリティ
○使用環境や応用を考慮したセキュリティシステム
○電磁情報セキュリティの理論と応用

- High performance/lightweight security computing
- Hardware security for embedded systems
- Security systems conscious of usage environment and applications
- Electromagnetic information security

ソフトコンピューティング集積システム研究室
■ Soft Computing Integrated System

ソフトコンピューティング集積システム研究分野（堀尾教授）

Soft Computing Integrated System (Prof. Horio)

○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
○脳型アナログVLSI回路の開発に関する研究
○高性能脳型計算システムの開発とその応用に関する研究
○意識過程の実現を目指す脳型VLSIシステムの開発に関する研究

- Brainmorphic computing hardware
- Brain-inspired neuromorphic analog VLSI circuits
- High-performance brain-like information processing system and its applications
- Brain-inspired VLSI system with consciousness

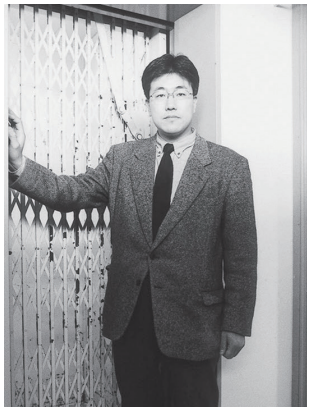
新概念 VLSI システム研究室 ■ New Paradigm VLSI System

新概念VLSIシステム研究分野（羽生教授）

New Paradigm VLSI System (Prof. Hanyu)

○不揮発性ロジックインメモリアーキテクチャとその超低電力VLSIプロセッサ応用に関する研究
○デバイスモデルベース新概念コンピューティングアーキテクチャに関する研究
○多値情報表現・非同期式制御に基づく高性能NoCに関する研究
○確率的演算に基づく超低消費電力LSIに関する研究

- Nonvolatile logic-in-memory VLSI architecture and its application to ultra-low-power VLSI processors
- Device-model-based new-paradigm VLSI computing architecture
- Asynchronous-control/multiple-valued data representation-based circuit for a high-performance Network-on-Chip
- Low-power VLSI design technology based on stochastic logic

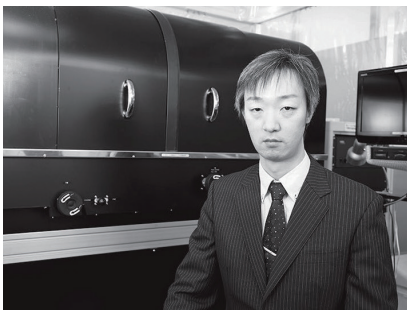


新概念VLSIデザイン研究分野（夏井准教授）

New Paradigm VLSI Design (Assoc. Prof. Natsui)

○PVTばらつきフリーVLSI回路/アーキテクチャに関する研究
○動作環境適応型高信頼VLSI回路/アーキテクチャに関する研究
○最適化アルゴリズムとそのVLSI設計技術応用に関する研究
○新概念VLSIシステムの設計技術に関する研究

- PVT-variation-aware VLSI architecture and its applications
- Self-adaptive system for resilient VLSI
- Optimization algorithm and its application to VLSI design methodology
- EDA/CAD algorithms for new paradigm VLSI systems



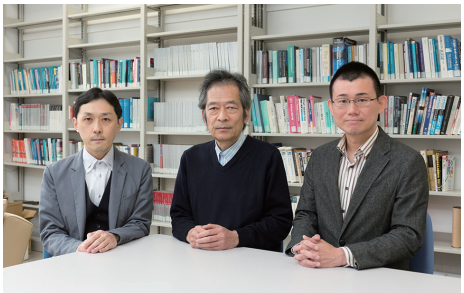
新概念VLSIコンピューティング研究分野（鬼沢准教授）

New Paradigm VLSI Computing (Assoc.Prof. Onizawa)

○確率的演算に基づく省エネルギーハードウェアアルゴリズムに関する研究
○CMOSインバーティブルロジックに基づく新概念計算基盤技術に関する研究
○ストカスティック演算に基づく脳型情報処理ハードウェアに関する研究
○非同期式制御に基づく超低消費電力ハードウェアに関する研究

- Energy-efficient hardware algorithm based on probabilistic computing
- New-paradigm computing technique based on CMOS invertible logic
- Brainware information-processing hardware based on stochastic computing
- Ultra-low power hardware based on asynchronous circuits

ソフトウェア構成研究室
Software Construction



Staff

大堀　淳　Atsushi Ohori
教授　Professor

上野　雄大　Katsuhiro Ueno
准教授　Associate Professor

菊池　健太郎　Kentaro Kikuchi
助教　Assistant Professor

研究活動

Research Activities

現代社会では、その制御機構の中枢が多様で膨大なソフトウェア群によって担われている。高信頼・高性能なソフトウェアを高い生産性で開発するための基盤技術は、このような社会が信頼性・利便性を確保しながら発展してゆくための根幹をなす。本研究室では、ソフトウェア開発基盤の中核であるプログラミング言語および膨大なデータ処理の基幹をなすデータベースを中心に、ソフトウェア構成基盤の研究を行っている。また、これら研究成果の産業的実現を目指し、基礎研究から得られた先進機能を装備する次世代高信頼プログラミング言語SML#の開発に取り組んでいる。

Nowadays, a variety of software systems manage everything in the world. Firm foundations for developing high performance and highly reliable software are essential for continuous advance of our societies. We are focusing on programming languages and database systems, which provide foundations of software development and data management. We are also developing a new practical ML-style programming language, SML#, which embodies our recent results such as record polymorphism and native data representation.

ソフトウェア構成研究分野｜大堀教授

高信頼ソフトウェアを効率よく構築する技術の確立を目指し、その中核を担う高信頼プログラミング言語の基礎理論および実装技術の研究を行っている。基礎研究として、コンパイル過程を証明変換と捉えることによるコンパイルアルゴリズム導出のための論理学的基礎の研究、大量の情報をデータベースに統合しプログラミング言語からシームレスに操作する情報処理基盤の研究などに取り組んでいる。さらに、産学連携を通じて、次世代プログラミング言語の産業的応用に関する研究に取り組んでいる。

Software Construction (Prof. Ohori)

A key technology to enhance the reliability of software systems is to develop a high-level programming language that can directly represent various resources and can automatically detect potential inconsistencies. Based on this general observation, our research aims at establishing firm theoretical basis and implementation technique for a reliable and flexible programming language. One direction toward this goal is to establish logical foundations for compilation, such as a proof-theory that accounts for the entire process of compilation.

高信頼ソフトウェア開発研究分野｜上野准教授

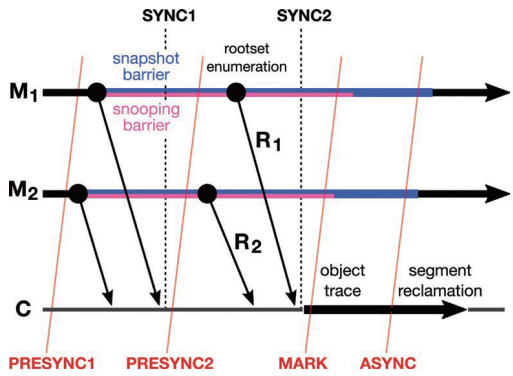
高信頼プログラミング言語を実用化し、高い信頼性と生産性を両立するソフトウェア開発環境を実現するため、コンパイラの構築技術や、実用ソフトウェア開発を支える言語機能に関する研究を行っている。具体的には、高信頼プログラミング言語でマルチコアプログラミングを実現する自動的メモリ管理方式の研究、異なる言語で書かれたプログラムやデータをシームレスに連携させる相互運用性の研究、および実用規模のプログラミング言語の形式的意味論の研究などに取り組んでいる。

Reliable Software Development (Assoc. Prof. Ueno)

Towards realizing a highly productive and reliable programming language, we are developing techniques for full-scale compiler construction and essential programming features for practical software development. Major research topics include a heap management system for unobtrusive concurrent multicore programming, seamless interoperability between programming languages and external data, and formal semantics of practical progamming languages.

```
type pthread_t = unit ptr
val pthread_create = _import "pthread_create"
    : (pthread_t ref, unit ptr,
       unit ptr -> unit ptr, unit ptr) -> int
val pthread_join = _import "pthread_join"
    : (pthread_t, unit ptr ref) -> int
fun spawn f =
    let val r = ref (Pointer.NULL ())
    in pthread_create (r, Pointer.NULL (),
                       fn _ => (f (); Pointer.NULL ()),
                       Pointer.NULL ());
       !r
    end
fun join t = pthread_join (t, ref (Pointer.NULL ()))
val r = ref 0
val t = spawn (fn _ => r := fib 42)
```

SML#の先端機能：マルチコア上のネイティブスレッドサポート
SML# feature: native thread support on multicore CPUs



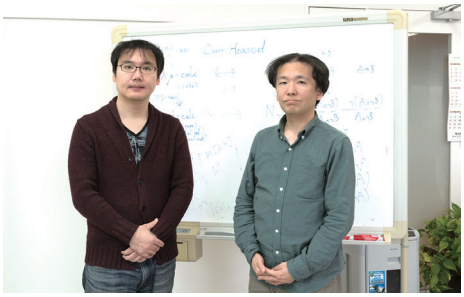
オブジェクトをコピーしない高速並行GCアルゴリズム
Highly efficient fully concurrent non-moving GC algorithm

コンピューティング情報理論研究室
Computing Information Theory

Staff

中野　圭介　Keisuke Nakano
教授　Professor

浅田　和之　Kazuyuki Asada
助教　Assistant Professor



研究活動

本研究室の究極的な目標は人間と計算機の間の隔たりを埋めることである。人間が計算機に命令を行う方法としてプログラムを記述する方法があるが、人間と計算機の思考には隔たりがある。人間に合わせた記述では実行効率が下がり計算機に負担がかかってしまい、計算機に合わせた記述では開発効率が下がり人間に負担がかかってしまう。そこで、人間に合わせた記述から計算機に合わせた記述を導く研究や、計算機に合わせた記述が人間の意図に沿っているかを証明する研究に取り組んでいる。

Research Activities

Our ultimate goal is to fill a gap between humans and computers. Humans describe a program for instructing computers what they should do. However, there is a gap between humans and computers. A human-readable description may put a burden on computers due to lengthy and inefficient execution, while a computer-oriented (well-tuned) description may put a burden on humans due to lengthy and inefficient development. Our research goals are to derive a well-tuned program from a human-readable description and to certify that well-tuned complicated programs work as humans intend.

コンピューティング情報理論研究分野｜中野教授

本分野では、プログラムや計算を抽象化した構造について多くの成果を残している形式木言語理論を対象に研究を進めている。具体的には、木トランスデューサとよばれる木構造から木構造への変換に関する理論を精査し発展させることにより、効率的なプログラムを導出したり、プログラマが望む計算の性質を保証したりする枠組みの開発に取り組んでいる。また、定理証明支援系とよばれる計算機によって証明の正しさを検査するシステムを用いた研究も進めている。
また、プログラミング言語意味論の研究も行っている。上述の形式言語技術が目的に応じてプログラムの一定側面のみを抽象するのに対し、こちらの手法ではプログラムの本質的な意味を全て保持した抽象化を行い、それを数学的に分析することにより、対象となるプログラミング言語の本質を明らかにする。具体的には、表示的意味論・操作的意味論・公理的意味論・圏論的意味論などがあり、プログラミング言語の理論的設計や前述の形式言語理論の技術と組合せプログラム検証などに応用する。

Computing Information Theory (Prof. Nakano)

Our research focuses on formal tree language theory which succeeds in having many nice results for abstracted programs and computations. Specifically, we are investigating and extending a theory of tree transducers, that is a formal model of tree-to-tree transformation, to develop a framework which enables to automatically derive efficient programs and statically certify properties desired by programmers. Additionally, we employ a proof assistant tool that can check the correctness of the proof by computers.
We also study semantics of programming languages. This gives also a kind of abstraction of programs, which keeps all the semantical properties of programs, while the formal language technique above abstracts just specific aspects of programs, depending on purposes. Through the abstraction and further mathematical analysis, we clarify the essence of a target programming language. This includes denotational, operational, axiomatic, and categorical semantics; and is applied to a theoretical design of programming languages, as well as to program verification by combining with the formal language techniques above.

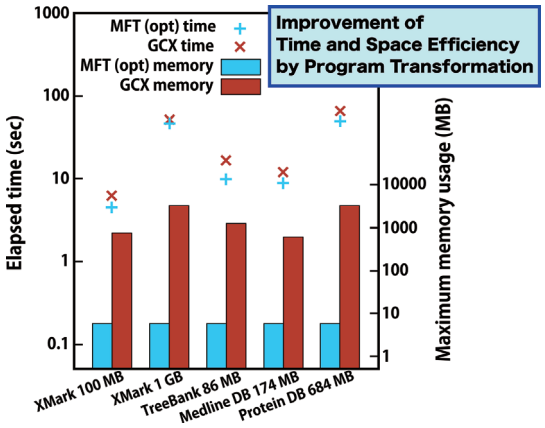


図1　プログラム変換による効率化
Fig.1 Performance Improvement by Program Transformation

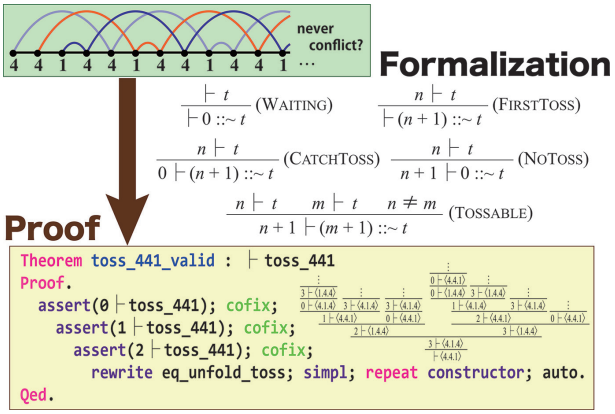


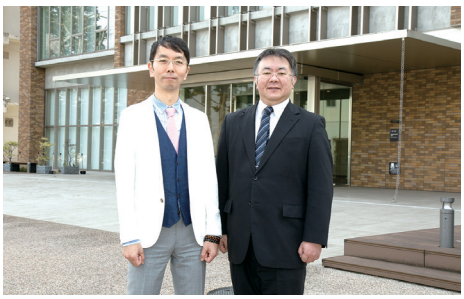
図2　定理証明支援系による「ジャグリングの数学」の形式化
Fig.2 Formalization of Mathematical Juggling in Coq

コミュニケーションネットワーク研究室
Communication Network Systems

Staff

長谷川　剛　Go Hasegawa
教授　Professor

北形　元　Gen Kitagata
准教授　Associate Professor



研究活動

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重要な役割を担うものとして期待されている。本研究室では、その実現に向けた基礎から応用に至る研究に取り組む。

Research Activities

Information network system is now ubiquitously spread in the world to support everyday life and social activities of people, and it becomes a key factor to create new life styles as well as information society. This laboratory aims at research and development of advanced information network systems from theory to implementation.

情報ネットワークアーキテクチャ研究分野｜長谷川教授

インターネットは 40 億人のユーザが利用する巨大な情報ネットワークであり、今や人々の生活に欠かすことができないインフラであるが、消費エネルギーの増大、モノのインターネット (Internet of Things: IoT) への対応、恒常的なネットワーク輻輳など多数の課題を抱えている。これらの問題を解決し、より高度な情報社会を実現するための高信頼、高性能、可用性の高い情報ネットワークアーキテクチャの確立を目指し、仮想化ネットワーク／システム設計・制御技術、次世代モバイルネットワークアーキテクチャ、ネットワーク性能評価技術などに関する研究を行う。

Information Network Architecture (Prof. Hasegawa)

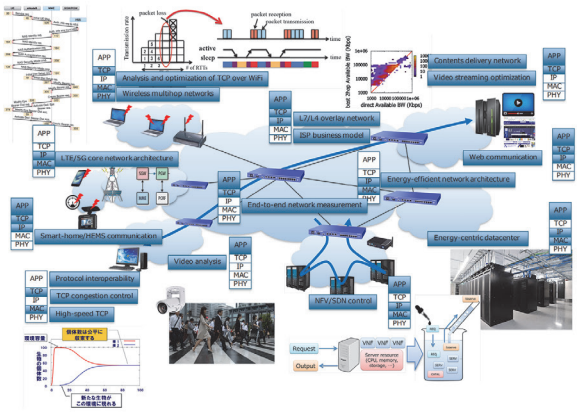
The number of the users of the Internet, huge information network, has reached to 4.0 billions and the Internet is now essential infrastructure for people's everyday life. However, the current Internet has various problems such as increased energy consumption, accommodation of massive and diversified IoT systems, and inevitable network congestion. For resolving such problems and realizing advanced information society, we aim at realizing highly-reliable, high-performance, and highly-available information network architecture, and research topic such as design and control mechanism of virtualized network / system, next-generation mobile network architecture, and performance evaluation techniques for advanced information network.

インテリジェントネットワーク研究分野｜北形准教授

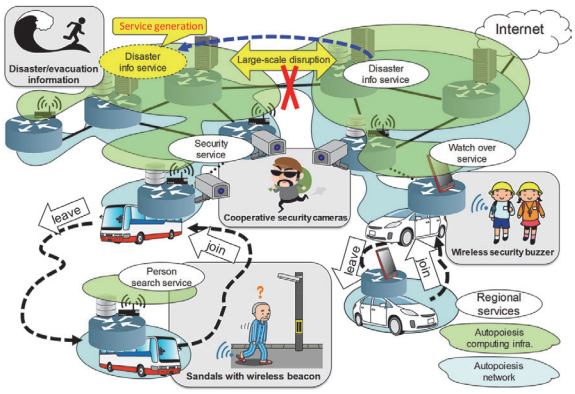
利用者要求や環境の変動に応じ、ネットワークやサービス自身が自律的に自らを構成／再構成可能とするインテリジェントネットワークの実現に向け、エージェント／マルチエージェント技術を基礎としたネットワークソフトウェア、ネットワーキング技術、及びサービス基盤に関する研究を行う。

Intelligent Network (Assoc. Prof. Kitagata)

With Intelligent Network, networks and services must have the ability to autonomously construct/reconstruct themselves, according to change of user demands or changes in the environment. To realize such a system, we investigate network software, based on agent and multi-agent technology, networking technology and service infrastructure.



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



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

環境調和型セキュア情報システム研究室
Environmentally Conscious Secure Information System

Staff

本間　尚文　Naofumi Homma　教授 Professor

上野　嶺　Rei Ueno　助教 Assistant Professor

研究活動

モノのインターネット（Internet of Things）に代表される次世代情報通信基盤は、新たな価値を創出し、豊かな社会をもたらすことが期待されている。一方で、そうした新しいICTの利用形態におけるセキュリティが、既存技術の単純な延長により達成されるとは限らない。データ詐称によるアプリケーションの無価値化や工場の重要制御情報の改竄といった、想定される新たな脅威は枚挙にいとまがない。本研究室では、将来のサービスやテクノロジを誰もが安心して利用でき、その恩恵を安全に享受できる情報通信基盤の構築を目指して、次世代の情報セキュリティシステムの基礎理論とその実装技術を探求している。

Research Activities

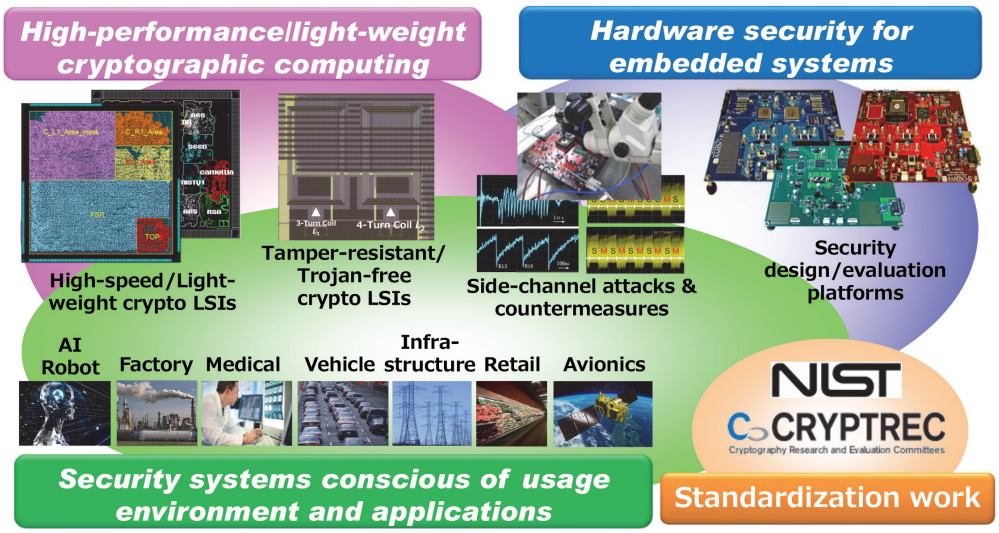
The emerging information and communication infrastructures such as Internet of Things are expected to generate a new value and bring us a more fruitful society. On the other hand, they bring a new type of security risks that we have never met and solved before. The new risks include the nullification of applications by data forgery and the falsification of critical control information in factories. These risks are not always addressed by conventional technologies and their naïve extensions. We are studying future information security systems from theories to implementation technologies for constructing information and communication infrastructures in a safe and secure manner.

環境調和型セキュア情報システム研究分野｜本間教授

本研究では、ネットワークやソフトウェアのセキュリティの確保のみならず、膨大かつ多様な情報発生源（センサ端末などのデバイスハードウェア）のレベルから安全性・信頼性を担保するセキュア情報通信システムの構築技術を開発している。また、組込みシステムのセキュリティは同システムが置かれた環境や用途に大きく左右されることから、様々な環境や応用におけるシステムのセキュリティ設計・解析・評価技術の開拓も並行して行っている。さらに、上記の研究開発から得られた成果の積極的な社会実装に挑戦するとともに、各種標準化検討委員会での活動を通して標準化を推進している。

Environmentally Conscious Secure Information System (Prof. Homma)

We are studying theories and technologies for developing secure information and communication systems to ensure security and reliability from the level of vast and diverse information sources (i.e., embedded devices such as sensor terminals), not only to ensure the network and software security. We are also studying the security design, analysis and evaluation technologies for embedded systems that heavily depend on the usage environment and applications. In addition, along with the challenge to the social implementation of the above research results, we are promoting the standardization works through the activities in various standardization committees.



環境調和型セキュア情報システム研究の概要
Overview of environmentally conscious secure information system research

ソフトコンピューティング 集積システム研究室
Soft Computing Integrated System

Staff

堀尾　喜彦　Yoshihiko Horio
教授　Professor

研究活動

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、現在のデジタル計算機とは全く異なる原理で行われており、脳は、デジタル計算機が不得手とする問題に対して、高速かつ効率的に答えを出すことができる。このような脳の計算様式にヒントを得、特に、半導体集積回路等による「物理ダイナミカルプロセスによる情報処理」に着目し、小型で低消費電力でありながら、実世界の様々な問題に高速に対処できる、新しい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の実現を目指す。

Research Activities

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. As a result, the brain can quickly and efficiently solve real-world problems, which the digital computers are bad at or cannot solve. Inspired by such information processing paradigm of the brain, in particular, focusing on information processing through physical dynamical process, we aim at a novel brainmorphic computing hardware system,

詳細は『ブレインウェア研究開発施設』参照
For further details, please refer to the "Laboratory for Brainware Systems" section.

新概念 VLSI システム研究室
New Paradigm VLSI System

Staff

羽生　貴弘　Takahiro Hanyu
教授　Professor

夏井　雅典　Masanori Natsui
准教授　Associate Professor

鬼沢　直哉　Naoya Onizawa
准教授　Associate Professor

玉越　晃　Akira Tamakoshi
研究員　Research Fellow

研究活動

超大規模半導体集積回路（Very Large Scale Integration; VLSI）システムは、超スマート社会（Society5.0）を支える電子機器の「頭脳」として機能する一方、その物理限界に達している。本研究室では、「新概念」のVLSIシステムアーキテクチャならびにその回路実現方式により、従来技術の限界を打破し、人間の頭脳をも凌駕する超高度情報処理を実現することを目的とする。具体的には、記憶機能を演算回路に分散化させて膨大なメモリバンド幅を実現するロジックインメモリVLSIアーキテクチャ、スピントロニクス素子などの新機能・多機能・不揮発デバイスを活用したデバイスモデルベース新概念VLSIアーキテクチャなどエッジAI向け高性能VLSIプロセッサの実現方法、PVTばらつきフリーVLSI回路／アーキテクチャ、動作環境適応型高信頼VLSI回路/アーキテクチャ、脳型計算に基づく最適化アルゴリズムとそのVLSI設計技術応用、製造プロセス微細化の恩恵を活かしつつ、かつ過酷条件下においても高信頼動作を達成するVLSIのための設計技術、確率的演算の一種であるストカスティック演算を活用した省エネルギーハードウェアアルゴリズムや、従来の計算技術では実現が困難な双方向計算を実現するインバーティブルロジックとその応用、に関する研究を行っている。

Research Activities

Very Large-Scaled Integrated (VLSI) processors are key components as a "brain" for intelligent control in the future super smart society (society5.0). In this research division, we explore a path towards a new paradigm VLSI processor beyond brain utilizing novel device technologies and new-paradigm circuit architecture. In particular, we are focusing on "Logic-in-memory architecture" (where storage elements are distributed over a logic-circuit plane) together with functional and nonvolatile devices such as spintronics, PVT-variation-aware VLSI architecture, self-adaptive system for resilient VLSI, brain-inspired optimization algorithm and its application to VLSI design methodology, electronic design automation (EDA) algorithms for Nonvolatile logic-in-memory VLSI, energy-efficient hardware algorithms based on stochastic computing and develoing invertible-logic algorithm and hardware, which can realize bidirectional computing for solving several critical issues, such as machine learning.

詳細は『ブレインウェア研究開発施設』参照
For further details, please refer to the "Laboratory for Brainware Systems" section.

ナノ・スピン実験施設

Laboratory for Nanoelectronics and Spintronics

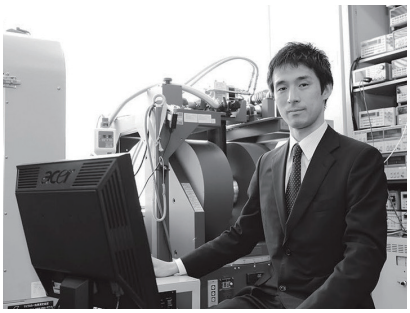
スピントロニクス研究部・研究室 ■ Spintronics

ナノスピン材料デバイス研究分野（深見教授）

Nano Spin Materials and Devices
(Prof. Fukami)

○スピントロニクス材料・素子における電子・スピン物性とその応用に関する研究
○スピン・軌道相互作用を用いた磁化の制御に関する研究
○ナノ磁性体中の磁区や磁壁のダイナミクスに関する研究
○高性能・低消費電力スピントロニクスメモリ素子の開発
○金属磁性体素子のメモリ・論理集積回路、新概念情報処理応用に関する研究

- Electrical and spin properties of spintronic materials/devices and their applications
- Control of magnetization utilizing spin-orbit interactions
- Dynamics of magnetic domains and domain walls in nanoscale magnets
- Development of high-performance and low-power spintronic memory devices
- Applications of metallic spintronics devices for nonvolatile memories, logic integrated circuits and new-concept computing



ナノ・バイオ融合分子デバイス研究室
■ Nano-Bio Hybrid Molecular Devices

ナノ・バイオ融合分子デバイス研究分野（平野教授）

Nano-Bio Hybrid Molecular Devices
(Prof. Hirano-Iwata)

○人工細胞膜に基づくデバイスの開発と応用に関する研究
○ナノ構造体の構築とバイオセンサ応用に関する研究
○培養神経細胞を用いた人工神経回路網に関する研究
○生体分子・神経回路網のモデリングに関する研究
○二次元バイオ材料に基づく電子・イオンデバイスの創成に関する研究
○有機トランジスタを用いたフレキシブルデバイスに関する研究

- Development of artificial cell membrane sensors and their medical applications
- Fabrication of nanostructures and their biosensor applications
- Construction of artificial neuronal networks based on cultured neurons
- Modelling of biosystems and neuronal circuits
- Construction of electronic and ionic devices based on biological two-dimensional materials
- Development of flexible devices using organic transistors

ナノ集積デバイス・プロセス研究部・研究室 ■ Nano-Integration Devices and Processing

ナノ集積デバイス研究分野（佐藤教授）

Nano-Integration Devices (Prof. Sato)

○脳型計算ハードウェアに関する研究
○量子知能ハードウェアに関する研究
○脳型視覚情報処理システムに関する研究

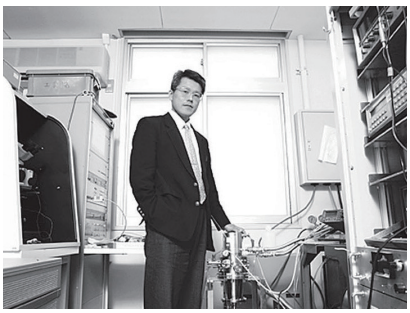
- Brain computing hardware
- Intelligent quantum hardware
- Brainmorphic visual information processing system

量子ヘテロ構造高集積化プロセス研究分野（櫻庭准教授）

Group IV Quantum Heterointegration
(Assoc. Prof. Sakuraba)

○高度歪IV 族半導体エピタキシャル成長のための低損傷基板非加熱プラズマCVDプロセスに関する研究
○IV族半導体高度歪量子ヘテロ構造の高集積化プロセスに関する研究
○IV族半導体量子ヘテロナノデバイスの製作と高性能化に関する研究

- Low-damage plasma CVD process without substrate heating for epitaxial growth of highly strained group IV semiconductors
- Large-scale integration process of group IV semiconductor quantum heterostructures
- Fabrication of high-performance nanodevices utilizing group IV semiconductor quantum heterostructures

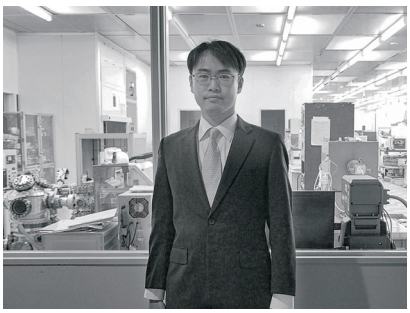


ナノ集積神経情報システム研究分野（山本准教授）

Nano-Integration Neurocomputing Systems
(Assoc. Prof. Yamamoto)

○微細加工表面を用いた培養神経回路の機能制御に関する研究
○神経細胞ネットワークの数理モデルに関する研究
○神経細胞ネットワーク上の情報処理に関する研究

- Bioengineering technologies for manipulating neuronal network functions
- Computational modeling of neuronal networks
- Information processing in biological neuronal networks

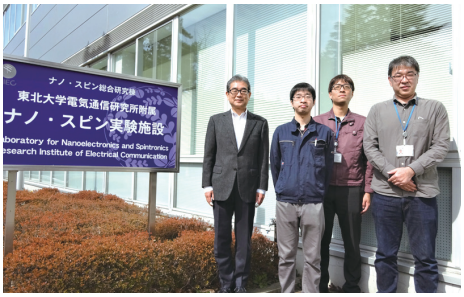


附属研究施設 ナノ・スピン実験施設

Laboratory for Nanoelectronics and Spintronics

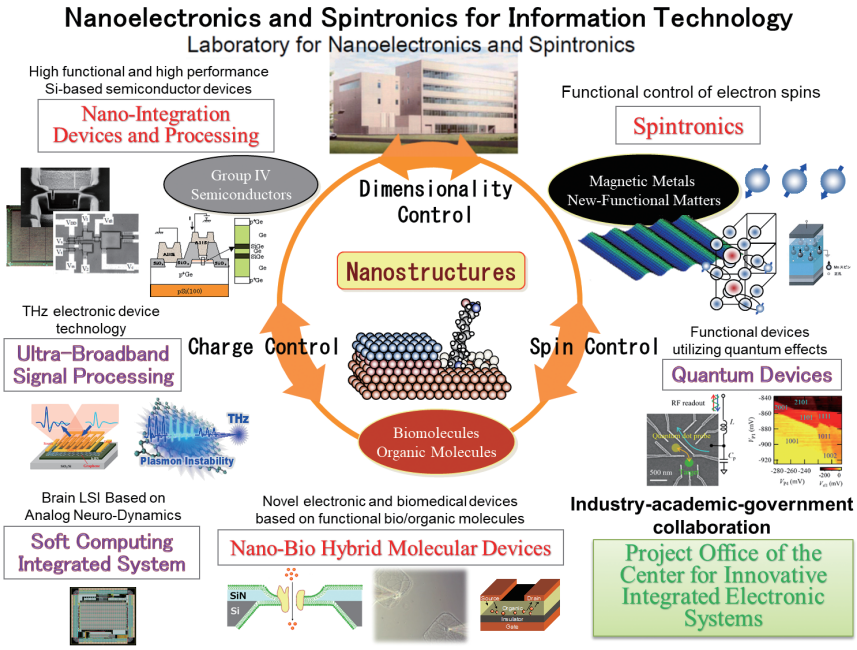
Staff
堀尾　喜彦　Yoshihiko Horio
施設長（教授）　Director, Professor

共通部 Cooperation Section
森田　伊織　Iori Morita
技術職員　Technical Official
小野　力摩　Rikima Ono
技術職員　Technical Official
武者　倫正　Michimasa Musya
技術職員　Technical Official



「ナノ・スピン実験施設」は、本研究所附属研究施設として平成１６年４月１日に設置された。その目的は、情報通信を支えるナノエレクトロニクス・スピントロニクス基盤技術を創生することにある。これを実現するため、「ＩＴプログラムにおける研究開発推進のための環境整備」によって整備されたナノ・スピン総合研究棟とその主要設備を用いて、本研究所および本所と密接な関係にある本学電気・情報系の各研究分野と共にナノテクノロジーに基づいた電子の電荷・スピンを駆使する基盤的材料デバイス技術の研究開発を進め、さらに全国・世界の電気通信分野の研究者の英知を結集した共同プロジェクト研究を推進する。
現在、ナノ・スピン総合研究棟では、「ナノ・スピン実験施設」が推進するナノ集積デバイス・プロセス、スピントロニクス、ナノ･バイオ融合分子デバイスの各基盤技術を担当する施設研究室と、国際集積センタープロジェクト室、施設共通部、及び超ブロードバンド信号処理研究室、ソフトコンピューティング集積システム研究室、量子デバイス研究室が連携して研究を進めている。これらの陣容で、上記基盤技術を創生し、ナノエレクトロニクス・スピントロニクスにおける世界のセンターオブエクセレンス（ＣＯＥ）となることを目標としている。

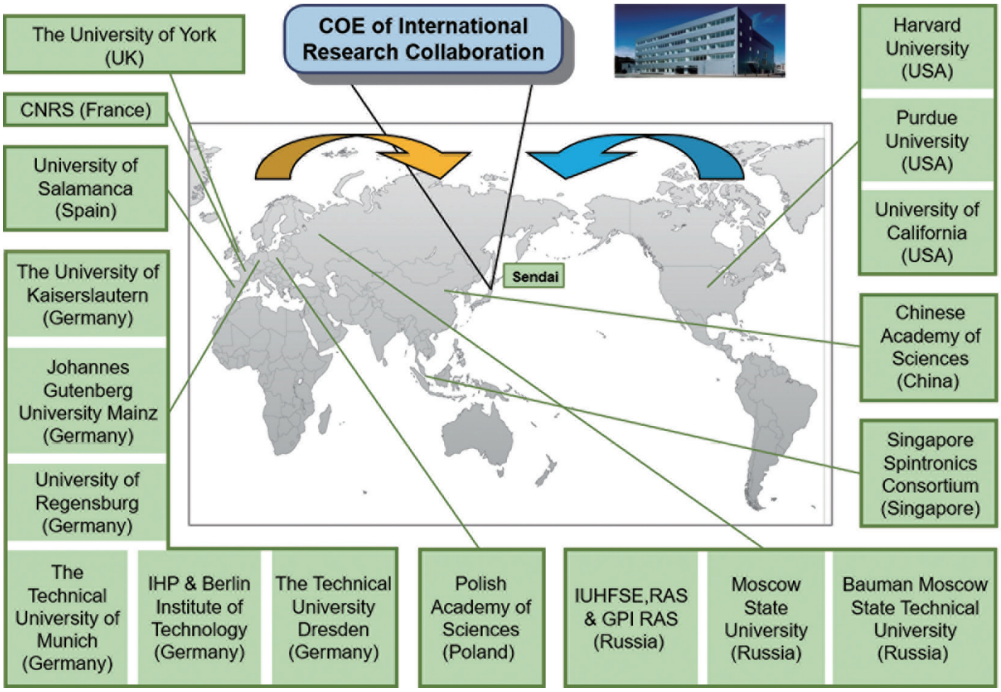
The Laboratory for Nanoelectronics and Spintronics of the Research Institute of Electrical Communication (RIEC) was established in April of 2004. Its purpose is to develop and establish the science and technology of nanoelectronics and spintronics for information technology. Utilizing the facilities installed in the Nanoelectronics-and-Spintronics building and under collaboration between RIEC and related laboratories of the Graduate Schools of Engineering, Information Sciences, Biomedical Engineering, of Tohoku University, R&D on nanotechnologies of materials and devices in Nanoelectronics and Spintronics are continued extensively. Furthermore, nation-wide and world-wide collaboration research projects are conducted to build a systematic database in electrical communication research.
The Laboratory for Nanoelectronics and Spintronics mainly consists of laboratories of Nano-Integration Devices and Processing, Spintronics, and Nano-Bio Hybrid Molecular Devices; together with the project office of the Center for Innovative Integrated Electronic Systems, and the groups of Ultra-Broadband Signal Processing, Soft Computing Integrated System and Quantum Devices. These groups cooperatively carry out the research aimed at establishing a world-wide Center of Excellence (COE) in the research area of nanoelectronics and spintronics



国際共同研究推進体制の構築　COE of International Research Collaboration

ナノエレクトロニクス国際共同研究拠点創出事業（平成17年度～21年度特別教育研究経費として採択）を基盤として、21世紀に求められる高度な情報通信を実現するため、「ナノ集積化技術の追求と展開」、「スピン制御技術の確立と半導体への応用」、「分子ナノ構造による情報処理の実現と応用」の3本を柱に据え、ナノエレクトロニクス情報デバイスと、これを用いた情報システムの構築を推進するとともに、これらを実現するための国際共同研究体制を構築し、ナノエレクトロニクス分野の世界におけるCOEの確立を目指している。

We aim at establishing a COE in three research areas, "Nano-integration technologies and their evolution", "Spin-control physics and technologies and their applications", and "Realization and application of information processing using molecular nanostructures".



ナノ・スピン実験施設で開催した国際シンポジウム　International Symposium held in LNS, RIEC

RIEC Symposium on Spintronics

1st：February 8-9, 2005
2nd：February 15-16, 2006
3rd：October 31-November 1, 2007
4th：October 9-10, 2008
5th：October 22-23, 2009
6th：February 5-6, 2010
7th：February 3-4, 2011
8th：February 2-3, 2012
9th：May 31-June 2, 2012
10th：January 15-16, 2013
11th：January 31-February 1, 2013
12th：June 25-27, 2014
13th：November 18-20, 2015
14th：November 17-19, 2016
15th：December 13-14, 2017
16th：January 9-10, 2019
17th：December 3-6, 2019

International Workshop on Nanostructures & Nanoelectronics

1st：November 21-22, 2007
2nd：March 11-12, 2010
3rd：March 21-22, 2012
4th：March 7-8, 2013
5th：March 5-7, 2014
6th：March 2-4, 2015
7th：March 1-3, 2016
8th：March 6-7, 2017
9th：March 1-2, 2018
10th：March 6-7, 2019
11th：March 1-2, 2021

RIEC-CNSI Workshop on Nano & Nanoelectronics, Spintronics and Photonics

1st：October 22-23, 2009

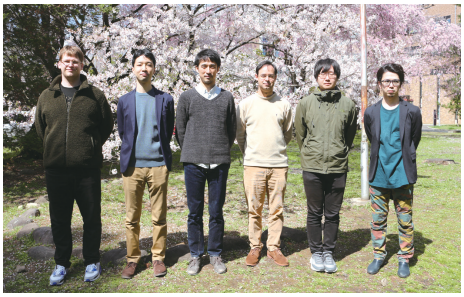
RIEC International Symposium on Brain Functions and Brain Computer

1st：November 15-16, 2012
2nd：February 21-22, 2014
3rd：February 18-19, 2015
4th：February 23-24, 2016
5th：February 27-28, 2017
6th：February 1-2, 2018
7th：February 22-23, 2019
8th：February 13-15, 2020
9th：December 5, 2020

7th International Workshop on Nanostructures & Nanoelectronics

2nd RIEC Symposium on Spintronics- MgO-based Magnetic Tunnel Junction- Left: Albert Fert (2007 Nobel Prize Laureate in Physics); Right: Russel Cowburn

スピントロニクス研究室
Spintronics



Staff

深見　俊輔 教授	Shunsuke Fukami Professor	金井　駿 助教	Shun Kanai Assistant Professor
Justin Llandro 助教	Justin Llandro Assistant Professor	山根　結太 助教（兼）	Yuta Yamane Assistant Professor*
五十嵐純太 研究員	Junta Igarashi Research Fellow	William A. Borders 技術職員	William A. Borders Research Support Staff

研究活動

固体中の電荷やスピン、磁化の状態を制御し工学的に利用することを目的とし、新しいスピントロニクス材料・構造の開発やそこで発現されるスピン物性の理解、及びスピントロニクス素子応用に関する研究を行っている。また、論理集積回路、新概念（脳型、確率論的、量子）情報処理などへの応用を想定した、高性能・低消費電力スピントロニクス素子の創製に関する研究を進めている。具体的には、極微細磁気トンネル接合素子の開発と特性理解、電流や電界を用いた革新的磁化制御技術、スパッタリング法などを用いた新規スピントロニクス材料の開発、最先端スピントロニクス素子の微細加工技術・特性評価技術などに関する研究を行っている。

Research Activities

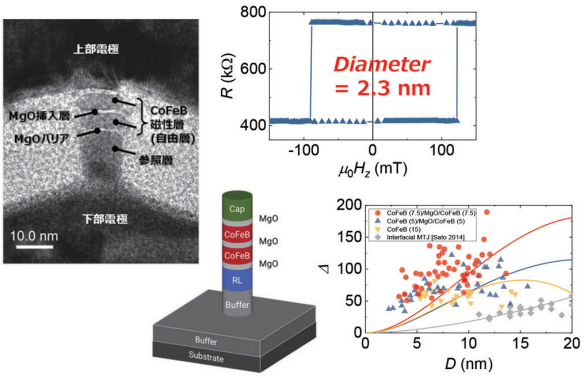
Our research activities aim to deepen the understanding of spin-related phenomena in novel spintronics materials and structures and apply the obtained insights to develop advanced spintronics devices, where electron charge, spin, and magnetization in solids are controlled. We also work on high-performance and ultralow-power spintronics devices to be used in integrated circuits and new-concept computing hardware utilizing probabilistic or quantum phenomena. Our studies include development of advanced materials and nanoscale devices, establishment of novel means to control magnetization with electric current or field, and related techniques for nano-fabrication and electrical characterization of the developed devices.

ナノスピン材料デバイス 研究分野｜深見教授

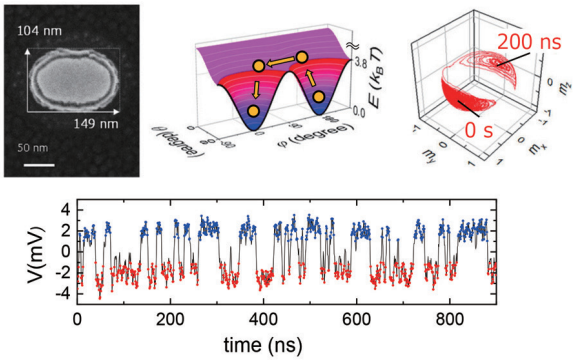
高性能・低消費電力スピントロニクスメモリ・論理集積回路の実現を目指し、電流によるナノ磁性素子の磁化制御技術の構築や、そのための材料技術の開発に取り組んでいる。またスピントロニクスの新概念情報処理応用など新しいアプリケーションの開拓にも取り組んでいる。スピン・軌道相互作用を利用した磁化の制御とそのための材料開発、磁壁などの微細磁気構造の静的・動的な性質の解明、極微細磁気トンネル接合素子の開発、ナノスケール磁性素子の磁化ダイナミクスの解明、不揮発性磁気メモリ素子技術の向上、人工神経回路網用途新奇スピン素子の開発や新奇動作様式の実現、などに取り組んでいる。

Nano-Spin Materials and Devices (Prof. Fukami)

To realize high-performance and ultralow-power integrated circuits with spintronics, we are working to establish technologies for controlling the magnetization in nanoscale magnetic devices. We also aim to open up new paradigms for spintronics such as spintronics-based novel computing. Our recent research topics include current-induced control of magnetization via spin-orbit interactions, elucidation of static and dynamic properties of nano-scale magnets and magnetic textures such as domain walls and skyrmions, development of ultra-small magnetic tunnel junction devices, enhancement of nonvolatile spintronics memory technologies, and development of analog/probabilistic spintronics devices for artificial neural networks.



不揮発性メモリ向け世界最小・高性能磁気トンネル接合素子
The world-smallest magnetic tunnel junction for nonvolatile memory



世界最速スピントロニクス疑似量子ビット
The world-fastest spintronics pseudo quantum bit

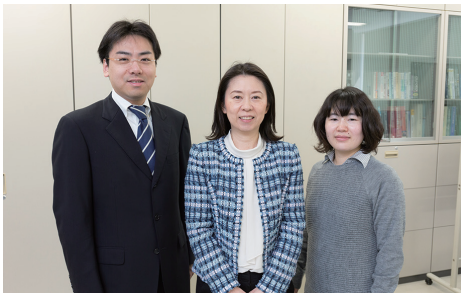
ナノ・バイオ融合分子デバイス研究室
Nano-Bio Hybrid Molecular Devices

Staff

平野　愛弓　Ayumi Hirano-Iwata　教授　Professor

但木　大介　Daisuke Tadaki　助教　Assistant Professor

小宮　麻希　Maki Komiya　助教　Assistant Professor



研究活動

成熟した微細加工技術とバイオマテリアル、有機材料との融合により、高次情報処理を可能にするナノスケール、分子スケールの様々なデバイスの開発を目指す。半導体微細加工技術を薬物スクリーニングなどの医療用途に利用するメディカルバイオエレクトロニクス、有機材料に基づくセンサ開発を行う有機エレクトロニクス、そして、生きた細胞を使って神経回路を作り上げ、脳のしくみを理解しようとするバイオエレクトロニクスの研究を進めている。これらのデバイスは情報通信システムと結合可能であり、健康社会のための新技術として実現することを目指している。

Research Activities

Our research activities focus on development of highly sophisticated molecular-scale nanodevices through the combination of well-established microfabrication techniques and various soft materials, such as biomaterials and organic materials. We are working on medical bioelectronics where we try to apply semiconductor micro- and nano-fabrication techniques to development of a sensor platform for drug screening, organic electronics where we try to develop various sensors based on organic materials, and bioelectronics where we try to construct artificial neuronal circuits as a model system for understanding brain functions. These devices can combine with information systems, leading to realization of a new technology for health-conscious society.

ナノ・バイオ融合分子デバイス研究分野｜平野教授

バイオ素子の持つ高度な機能をナノテクノロジーと融合することにより、新しい電子デバイスの開発を行う。具体的には、人工的に細胞膜構造を構築し、新薬候補化合物などの高効率スクリーニング法としての応用を目指している。また、このような基板加工技術を脳研究に応用し、生きた神経細胞を原理的素子とした脳のモデルシステムの創成を目指す研究も進めている。さらに、有機・バイオ材料を用いた新規機構を有するデバイスの作製や、その動作機構の評価を通して、従来の半導体材料のみに依存しない、新規な電子デバイスの創製を目指している。

Nano-Bio Hybrid Molecular Devices (Prof. Hirano-Iwata)

We are working on development of novel devices based on the combination of nanotechnology and biomaterials that have highly sophisticated functions. In particular, we are aiming to reconstitute artificial cell membrane structures as a platform for high-throughput screening of new drug candidates. We are also applying such fabrication technology to brain research, and are investigating construction of a brain model system by utilizing living neuronal cells as fundamental elements. In addition, we are developing bio and organic devices with novel functions. Through the evaluation of their working principles, we are aiming to create novel electronic devices that do not solely rely on conventional semiconductor materials.

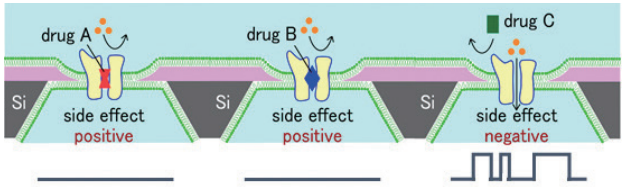


図1　ハイスループット薬物副作用センサ
Fig.1 High-throughput sensor for drug side effects

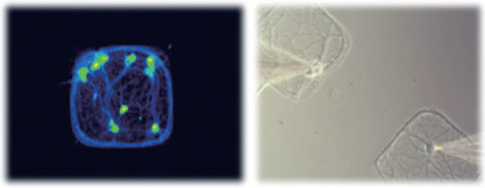


図2　生きた細胞を用いた神経回路の再構成
Fig.2 Reconstruction of neuronal circuits using living cells

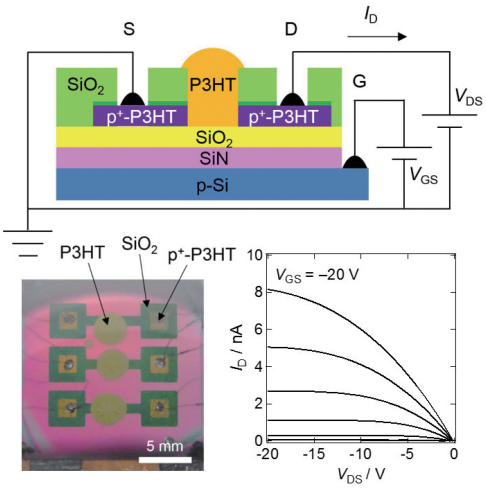
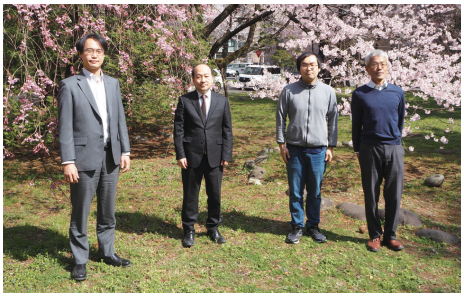


図3　導電性ポリマー材料を用いた有機電界効果トランジスタ
Fig.3 Organic field-effect transistor using conductive polymers

ナノ集積デバイス・プロセス研究室
Nano-Integration Devices and Processing



Staff

佐藤　茂雄　Shigeo Sato　教授　Professor
櫻庭　政夫　Masao Sakuraba　准教授　Associate Professor
山本　英明　Hideaki Yamamoto　准教授　Associate Professor
守谷　哲　Satoshi Moriya　研究員　Research Fellow

研究活動

本研究室では脳型計算や量子計算などの非ノイマン型計算に着目し、それらのハードウェア基盤技術について研究を行っている。デバイス、プロセス、回路、あるいはアルゴリズムや神経科学など多様な研究を遂行し、それらの統合により全く新しい計算機技術の創成に挑戦する。

Research Activities

In this laboratory, we focus on non-von Neumann computing such as brain computing and quantum computing, and study their hardware technology. We conduct research on various topics including device, process, circuit, algorithm, and neuroscience, and build revolutionary new computer technology by integrating our findings.

ナノ集積デバイス研究分野｜佐藤教授

脳型計算を含む AI 技術のより一層の社会実装に向けて、ハードウェアの高効率化や低消費電力化が重要な課題となっている。これらを可能とする脳型デバイスや専用 LSI、あるいはそれらから構成される AI システムの開発を通して脳型計算ハードウェア基盤技術の構築を目指す。

Nano-Integration Devices (Prof. Sato)

Improvement in hardware efficiency and reduction of power consumption are important subjects in order to further promote social implementation of AI technology. We build brain computing hardware technology through developments of neuromorphic devices and dedicated LSIs, which solve these issues, and also AI systems composed of them.

量子ヘテロ構造高集積化プロセス研究分野｜櫻庭准教授

プラズマ誘起反応などを駆使して極薄領域におけるヘテロ構造形成を可能にし、新規電子物性を探索する。同時に、量子ヘテロ構造を Si 集積回路に搭載するための基盤技術構築を目指す。

Group IV Quantum Heterointegration (Assoc. Prof. Sakuraba)

By utilizing plasma induced reaction and so on, heterostructure formation in a ultrathin region is investigated to explore novel electronic properties. Moreover, fundamental technology for integration of the quantum heterostructure onto Si LSIs is aimed.

ナノ集積神経情報システム研究分野｜山本准教授

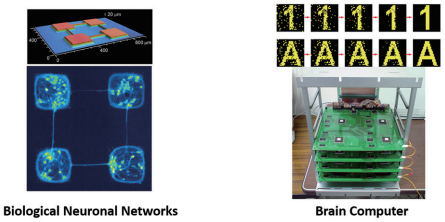
半導体微細加工・神経細胞培養・数理モデリングを統合し、脳情報処理の神経基盤をボトムアップに解析するための新しい実験系を構築する。これにより、脳神経系の基礎理解はもちろん、現行の脳型システムが直面している電力効率やアーキテクチャの壁などの解決に向けた、生物規範的なアプローチの創成を目指す。

Nano-Integration Neurocomputing Systems (Assoc. Prof. Yamamoto)

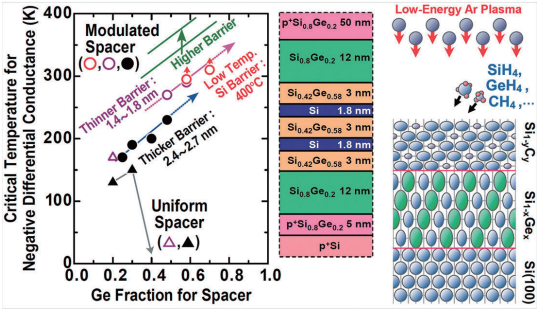
Semiconductor microfabrication technologies can be used to manipulate living neurons and reconstruct well-defined neuronal networks that help bridge in vivo and in silico studies in neuroscience. Taking advantage of this experimental paradigm, we aim to better understand and build models on how the population activity of biological neurons realizes information processing in the brain.

Brain Computer Inspired by Neuronal Networks

Understanding of information processing in the brain and development of hardware technology are necessary for implementation of a brain computer being functional in a real world. In this laboratory, we study on brain functions in biological neuronal networks and apply findings to develop a brain computer utilizing advanced nanoscale devices and process.



脳型計算機の実現に向けて
Towards the Realization Brain Computer



量子ヘテロ構造高集積化プロセスの構築に向けて
Towards Establishment of Process for Group IV Quantum Heterointegration

ブレインウェア研究開発施設

Laboratory for Brainware Systems

認識・学習システム研究部・研究室 ■ Recognition and Learning Systems

高次視覚情報システム研究分野（塩入教授）

Visual Cognition and Systems
(Prof. Shioiri)

○視覚的注意の時間特性と空間特性の測定
○眼球運動制御と視覚的注意機構のモデル化
○3次元認識の初期、中期、高次視覚特性の研究

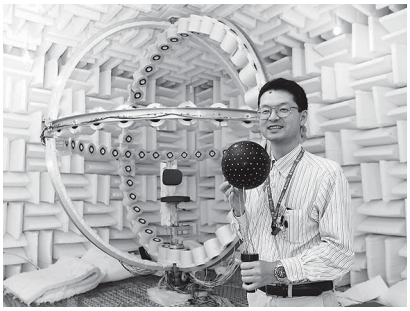
- Measurements of spatial and temporal characteristics of visual attention
- Modeling control system of eye movements and visual attention
- Investigation of early, middle and late vision of 3D perception

先端音情報システム研究分野（坂本教授）

Advanced Acoustic Information Systems
(Prof. Sakamoto)

○聴覚及び複合感覚知覚情報処理過程の研究
○3次元音空間情報の高精細センシングシステムの構築
○複合感覚情報処理に基づく音響情報システムの構築

- Mechanism of multisensory information processing including hearing
- Development of high-definition 3D sound space acquisition systems
- Auditory information systems based on multisensory information processing



脳型LSIシステム研究部
ソフトコンピューティング集積システム研究室 ■ Brainware LSI Systems
Soft Computing Integrated System

ソフトコンピューティング集積システム研究分野（堀尾教授）

Soft Computing Integrated System (Prof. Horio)

○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
○脳型アナログVLSI回路の開発に関する研究
○高性能脳型計算システムの開発とその応用に関する研究
○意識過程の実現を目指す脳型VLSIシステムの開発に関する研究

- Brainmorphic computing hardware
- Brain-inspired neuromorphic analog VLSI circuits
- High-performance brain-like information processing system and its applications
- Brain-inspired VLSI system with consciousness

脳型 LSI システム研究部
新概念 VLSI システム研究室

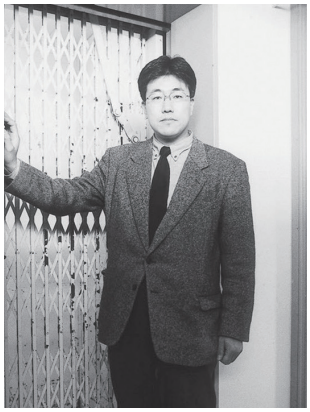
Brainware LSI Systems
New Paradigm VLSI System

新概念VLSIシステム研究分野（羽生教授）

New Paradigm VLSI System (Prof. Hanyu)

○不揮発性ロジックインメモリアーキテクチャとその超低電力VLSIプロセッサ応用に関する研究
○デバイスモデルベース新概念コンピューティングアーキテクチャに関する研究
○多値情報表現・非同期式制御に基づく高性能NoCに関する研究
○確率的演算に基づく超低消費電力LSIに関する研究

- Nonvolatile logic-in-memory VLSI architecture and its application to ultra-low-power VLSI processors
- Device-model-based new-paradigm VLSI computing architecture
- Asynchronous-control/multiple-valued data representation-based circuit for a high-performance Network-on-Chip
- Low-power VLSI design technology based on stochastic logic

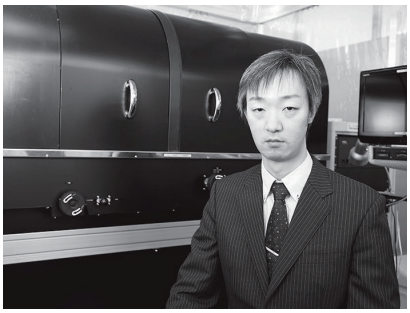


新概念VLSIデザイン研究分野（夏井准教授）

New Paradigm VLSI Design (Assoc. Prof. Natsui)

○PVTばらつきフリーVLSI回路/アーキテクチャに関する研究
○動作環境適応型高信頼VLSI回路/アーキテクチャに関する研究
○最適化アルゴリズムとそのVLSI設計技術応用に関する研究
○新概念VLSIシステムの設計技術に関する研究

- PVT-variation-aware VLSI architecture and its applications
- Self-adaptive system for resilient VLSI
- Optimization algorithm and its application to VLSI design methodology
- EDA/CAD algorithms for new paradigm VLSI systems



新概念VLSIコンピューティング研究分野（鬼沢准教授）

New Paradigm VLSI Computing
(Assoc.Prof. Onizawa)

○確率的演算に基づく省エネルギーハードウェアアルゴリズムに関する研究
○CMOSインバーティブルロジックに基づく新概念計算基盤技術に関する研究
○ストカスティック演算に基づく脳型情報処理ハードウェアに関する研究
○非同期式制御に基づく超低消費電力ハードウェアに関する研究

- Energy-efficient hardware algorithm based on probabilistic computing
- New-paradigm computing technique based on CMOS invertible logic
- Brainware information-processing hardware based on stochastic computing
- Ultra-low power hardware based on asynchronous circuits

自律分散制御システム研究部
実世界コンピューティング研究室

Autonomous Decentralized Control Systems
Real-World Computing

実世界コンピューティング研究分野（石黒教授）

Real-World Computing (Prof. Ishiguro)

○超大自由度ソフトロボットの制御
○動作環境適応型高信頼VLSI回路/アーキテクチャに関する研究
○多芸多才な振る舞いの発現原理の力学的解明とロボティクスへの応用

- Control of soft-bodied robots with large degrees of bodily freedom
- Optimization algorithm and its application to VLSI design methodology
- Dynamical system approach to understand versatility behavioral and its application to robotics

実世界数理モデリング研究分野（加納准教授）

Real-world Mathematical Modeling
(Assoc. Prof. Kano)

○交通システムの自律分散制御に関する研究
○群れの発現メカニズムの解明と群ロボットへの応用に関する研究

- Study on autonomous decentralized control of traffic systems
- Study on swarm formation mechanism and its application to swarm robotic systems

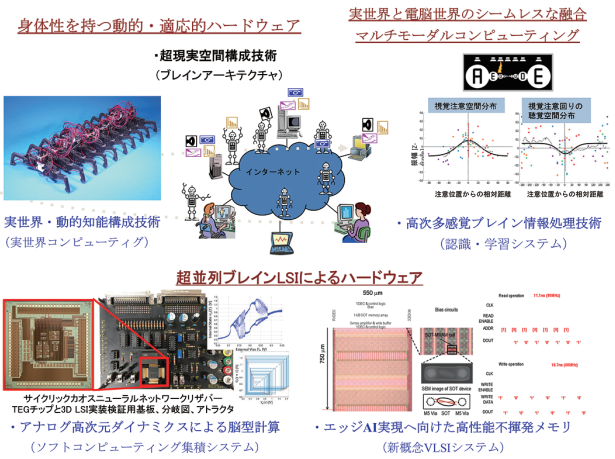
附属研究施設
ブレインウェア研究開発施設

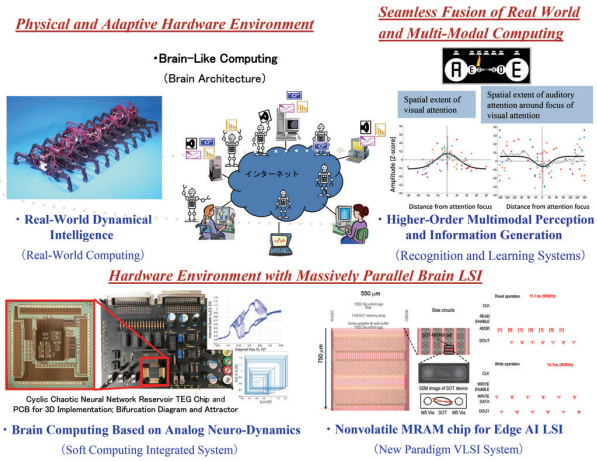
Laboratory for Brainware Systems

Staff
羽生　貴弘　Takahiro Hanyu
施設長（教授）　Director, Professor

「ブレインウェア研究開発施設」は、本研究所附属研究施設として平成16年4月の研究組織の改組・再編と同時にブレインウェア実験施設として新設され、その後、平成26年度概算要求の採択を機に、平成26年4月にブレインウェア研究開発施設と名称変更した。その目的は、電脳世界と時々刻々複雑に変化する実世界をシームレスに融合する次世代情報システムを、世界に先駆けて実現する基盤技術の創成とその応用分野を展開することである。そのために、本研究所及び本所と密接な関係にある本学電気・情報系の各研究分野の研究成果と全国のブレインウェア分野の研究者の英知を結集して研究を行う。
この施設は、適応的認知行動システム研究部（認識・学習システム研究室）、自律分散制御システム研究部（実世界コンピューティング研究室）、脳型LSIシステム研究部（新概念VLSIシステム研究室、ソフトコンピューティング集積システム研究室）の3研究部構成に加えて、ブレインアーキテクチャ研究部の整備が予定されており、関連各研究分野の協力の下に、研究及び施設の運営を行う。

The Laboratory for Brainware Systems of the Research Institute of Electrical Communication was established in 2004 and renewed in 2014. Its purpose is to contribute to the research and development of advanced information science and technology for Brainware systems which realize a seamless fusion of the changeable and complex real world and the cyber space.
We aim at establishing scientific and technological foundations and at exploring human-like brainware computing applications for Adaptive Cognition and Action Systems Division (Recognition and Learning Systems Group), Autonomous Decentralized Control Systems Division (Real-World Computing Group), Brainware LSI Systems Division (New Paradigm VLSI System Group and Soft Computing Integrated System Group), and brain architecture Division (planned). The Laboratory for Brainware Systems consists of the above four divisions which cooperatively carry out the research. At the same time, they serve as a laboratory for nation-wide cooperative research in the field of Brainware systems.
The technology developed in the Laboratory is expected to enhance the research carried out in the four Divisions of the Institute, and the research conducted in the Divisions, in turn, is expected to provide scientific basis for the information technology developed in the Laboratory.



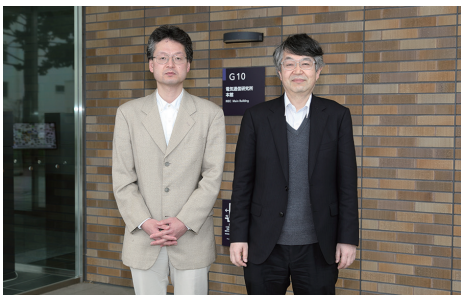


認識・学習システム研究室
Recognition and Learning Systems

Staff

塩入　諭　Satoshi Shioiri　教授 Professor

坂本　修一　Shuichi Sakamoto　教授 Professor



研究活動

本研究分野では、外界から入力される様々な情報を人間が統合処理し脳内で認識・学習する過程を明らかにしてモデル化し、脳型LSIなど神経細胞を模擬するハードウエアに実装することを目指して研究を進めている。

Research Activities

To create computational models of the process that the human brain integrates multiple sensory inputs from the outside world, we are investigating the visual and auditory functions in the human brain for implementing these functions in hardware under biologically plausible settings. Our approaches include psychophysics, brain wave measurements, and computer simulations.

高次視覚情報システム研究分野｜塩入教授

視覚の空間知覚を中心に、立体視、運動視における視覚脳機能、原理を探求し、そのモデル化を通して、人間の視覚を理解、それを模擬するシステムの構築を目指す。また、知覚の能動的側面とし、視線移動制御や注意機能を理解し、モデル化を目指す。これらの成果に基づき、画像情報の評価、効率的呈示，視環境の評価システムの構築への展開する。さらに、視覚や触覚の無意識的選択の過程を調べることから、様々な環境下での人間の視覚認識や行動を予測するための研究に取り組んでいる。

Visual Cognition and Systems (Prof. Shioiri)

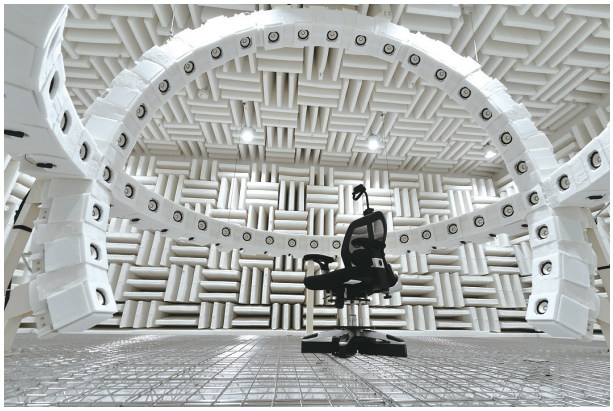
Modeling the processes of human vision based on the findings of the strategies that the visual system uses, we plan to propose appropriate methods for evaluation of image qualities, efficient way of image presentation and evaluation of visual environments in general. We also investigate dynamic selection process in vision with or without attention to realize prediction system of human perception and action in the future.

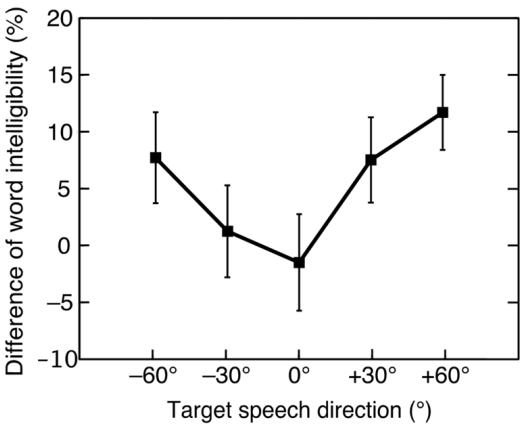
先端音情報システム研究分野｜坂本教授

視聴覚音声知覚や、自己運動中の音空間知覚など、聴覚情報、及び複数の感覚情報が複合して存在する環境下での人間の知覚情報処理過程を心理物理学的な手法を用いて解明するとともに、その知見を活用した、高精細3次元音空間センシングシステムやマルチモーダル聴覚支援システム等の音響情報システムの構築・高度化に取り組んでいる。

Advanced Acoustic Information Systems (Prof. Sakamoto)

We study the mechanism of human multimodal processing, including hearing. In particular, we focus on speech perception as an audio-visual process, the judgment of auditory space during motion and the impression of a sense-of-reality in multimodal content. Such knowledge is crucial to develop advanced communication and information systems. Based on this knowledge, we are developing future auditory information systems.





無響室に設置されたスピーカアレイを用いて、空間に分布した様々な音の中から聴きたい音を選択的に聴き分けるメカニズムを明らかにしています。
By using this loudspeaker array installed in an anechoic room, we investigate how people extract target sounds from spatially distributed distractors.

ソフトコンピューティング集積システム研究室
Soft Computing Integrated System

Staff

堀尾　喜彦　Yoshihiko Horio
教授　Professor

研究活動

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、現在のデジタル計算機とは全く異なる原理で行われており、脳は、デジタル計算機が不得手とする問題に対して、高速かつ効率的に答えを出すことができる。このような脳の計算様式にヒントを得、特に、半導体集積回路等による「物理ダイナミカルプロセスによる情報処理」に着目し、小型で低消費電力でありながら、実世界の様々な問題に高速に対処できる、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の実現を目指す。

Research Activities

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. As a result, the brain can quickly and efficiently solve real-world problems, which the digital computers are bad at or cannot solve. Inspired by such information processing paradigm of the brain, in particular, focusing on information processing through physical dynamical process, we aim at a novel brainmorphic computing hardware system, which is robust and flexible, and yet quick and efficient.

ソフトコンピューティング集積システム研究分野｜堀尾教授

脳の情報処理様式に学んだ、高性能で効率的、柔軟でロバストな情報処理装置である「ブレインモルフィックコンピュータ」の実現を目指して研究を進めている。特に、脳が多数の神経細胞の複雑なネットワークであることに注目し、物理的な高次元複雑ダイナミクスによる「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の集積回路実装技術や、超低消費電力で動作する非同期ニューラルネットワーク集積回路構成技術、物理デバイス、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、脳型コンピュータの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、従来のデジタル計算機とは異なる、超並列脳型コンピュータアーキテクチャとその応用についても研究を進めている。また、ダイナミックに状態や構成が変化する複雑ネットワークにより、自己や意識を持つ自律的な脳型コンピュータの実現も目指している。

Soft Computing Integrated System (Prof. Horio)

We are working on a novel high-performance, highly-efficient, flexible, and robust brainmorphic computing hardware system. In particular, we focus on an information processing through physical complex-networked dynamical process, and its implementation as a computational hardware system using an analog VLSI as a core component. Toward to 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, which is very much different from that of the conventional digital computers. We further intend to realize an autonomous brain-inspired computer with a sense of self and consciousness based on a complex network with dynamic change in spatiotemporal network state and structure.

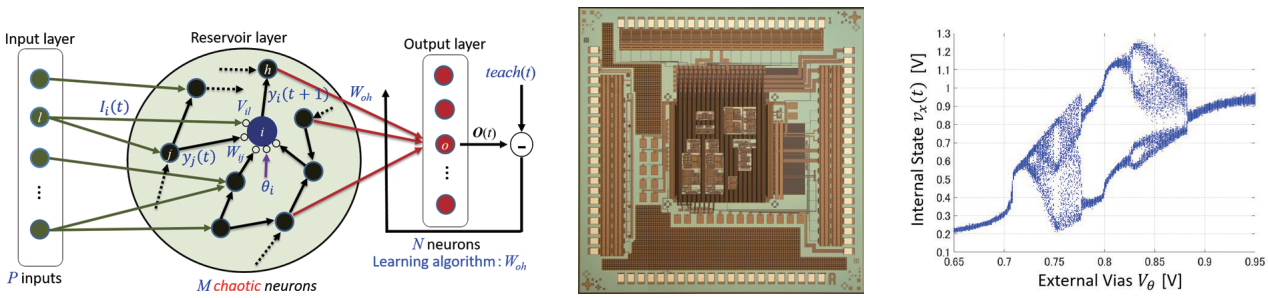


図1：（左）カオスニューラルネットワークリザバー。（中）3D積層集積回路用サイクリックカオスニューラルネットワークリザバープロトタイプチップ。（右）測定された分岐特性
Fig.1 (Left) Chaotic neural network reservoir. (Middle) Cyclic chaotic neural network reservoir prototype chip for 3D stacked IC. (Right) Measured bifurcation diagram.

新概念 VLSI システム研究室
New Paradigm VLSI System

Staff

羽生　貴弘　Takahiro Hanyu　教授　Professor
夏井　雅典　Masanori Natsui　准教授　Associate Professor
鬼沢　直哉　Naoya Onizawa　准教授　Associate Professor
玉越　晃　Akira Tamakoshi　研究員　Research Fellow

研究活動

超大規模半導体集積回路（Very Large Scale Integration; VLSI）システムは、超スマート社会（Society5.0）を支える電子機器の「頭脳」として機能する一方、その物理限界に達している。本研究室では、「新概念」の VLSI システムアーキテクチャならびにその回路実現方式により、従来技術の限界を打破し、人間の頭脳をも凌駕する超高度情報処理を実現することを目的とする。

Research Activities

Very Large-Scaled Integrated (VLSI) processors are key components as a "brain" for intelligent control in the future super smart society (society5.0). In this research division, we explore a path towards a new paradigm VLSI processor beyond brain utilizing novel device technologies and new-paradigm circuit architecture.

新概念VLSIシステム研究分野｜羽生教授

本研究分野では、従来の延長上にはない新しい考え方に基づくハードウェアアーキテクチャの研究を行っている。例えば、記憶機能を演算回路に分散化させて膨大なメモリバンド幅を実現するロジックインメモリVLSIアーキテクチャ、スピントロニクス素子などの新機能・多機能・不揮発デバイスを活用したデバイスモデルベース新概念VLSIアーキテクチャなど、エッジAI向け高性能VLSIプロセッサの実現方法に関する研究を行っている。

New Paradigm VLSI System (Prof. Hanyu)

We are studying a "new-paradigm VLSI computing" concept that breaks through conventional computational and power walls. "Logic-in-memory architecture," where storage elements are distributed over a logic-circuit plane, is a key concept to open up the future VLSI. To implement a logic-in-memory architecture, we use functional and nonvolatile devices such as spintronics.

新概念VLSIデザイン研究分野｜夏井准教授

本研究分野では、高性能かつ高信頼なVLSIの実現に向けた研究を行っている。具体的には、PVTばらつきフリーVLSI回路／アーキテクチャ、動作環境適応型高信頼VLSI回路／アーキテクチャ、脳型計算に基づく最適化アルゴリズムとそのVLSI設計技術応用、不揮発性ロジックインメモリVLSI設計技術など、製造プロセス微細化の恩恵を活かしつつ、かつ過酷条件下においても高信頼動作を達成するVLSIのための設計技術に関する研究を行っている。

New Paradigm VLSI Design (Assoc. Prof. Natsui)

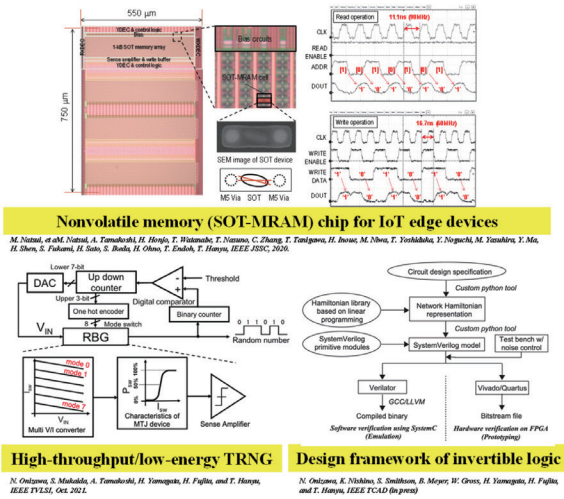
We are studying a new VLSI design paradigm for high performance and highly-dependable VLSIs. To fully utilize the benefits of technology scaling, we are focusing on PVT-variation-aware VLSI architecture, self-adaptive system for resilient VLSI, brain-like optimization algorithm and its application to VLSI design methodology, and electronic design automation (EDA) algorithms for Nonvolatile logic-in-memory VLSI.

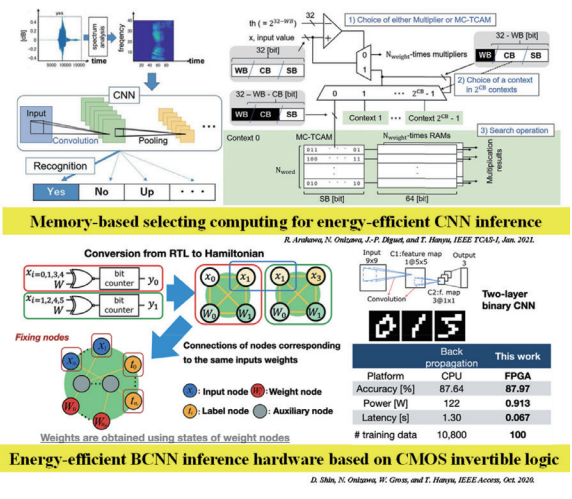
新概念VLSIコンピューティング研究分野｜鬼沢准教授

本研究分野では、従来の決定論的演算とは一線を画す確率的演算に基づく新概念コンピューティング技術に関する研究を行っている。具体的には、確率的演算の一種であるストカスティック演算を活用した省エネルギーハードウェアアルゴリズムや、従来の計算技術では実現が困難な双方向計算を実現するインバーティブルロジックとその応用に関する研究を行っている。

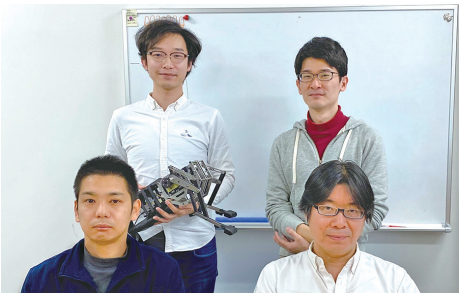
New Paradigm Computing System (Assoc. Prof. Onizawa)

We are studying probabilistic computing tthat is clearly different from conventional deterministic computing. We are implementing energy-efficient hardware algorithms based on stochastic computing and develoing invertible-logic algorithm and hardware, which can realize bidirectional computing for solving several critical issues, such as machine learning.





実世界コンピューティング研究室
Real-World Computing



Staff

石黒　章夫　教授　Akio Ishiguro　Professor

加納　剛史　准教授　Takeshi Kano　Associate Professor

福原　洸　助教　Akira Fukuhara　Assistant Professor

安井浩太郎　助教（兼）　Kotaro Yasui　Assistant Professor*

研究活動

実世界コンピューティング研究室では、自然界や社会システムにおける諸現象の発現メカニズムを自律分散制御*の観点から理解し、人工物の設計論へと昇華することを目的として研究を行っている。

*自律分散制御：単純な認知・判断・運動機能を持つ要素（自律個）が相互作用することによって、個々の要素の単純性からは想像もできない非自明な大域的特性（機能）を創発させるという、「三人寄れば文殊の知恵」をまさに地でいくような制御方策。

Research Activities

Our laboratory aims to understand essential mechanisms underlying various natural and social systems from the viewpoint of autonomous decentralized control,* and to establish design principles of artificial agents.

* Autonomous decentralized control: Control scheme in which non-trivial macroscopic functionalities emerge from interactions among individual components.

実世界コンピューティング研究分野｜石黒教授

実世界コンピューティング研究分野では、生物のようにしなやかかつタフに実世界環境に適応可能な「生き生きとしたシステム」の設計原理の理解を目指した研究を進めている。ロボティクスや数理科学、生物学、物理学といったさまざまな学問領域を縦横無尽に行き来しながら、既存技術では決してなし得ない、生物のような「しぶとさ」や「したたかさ」、「打たれ強さ」、「多芸多才さ」を有する知的人工物システムの創成を目指す。

Real-World Computing (Prof. Ishiguro)

Living organisms exhibit surprisingly adaptive and versatile behaviors in real time under unpredictable and unstructured real world constraints. Clarifying these remarkable abilities enable us to understand life-like complex adaptive systems as well as to construct truly intelligent artificial systems. We study the design principles of autonomous decentralized systems that exhibit life-like resilient behaviors from the viewpoints of robotics, biology, mathematics, nonlinear science, and physics.

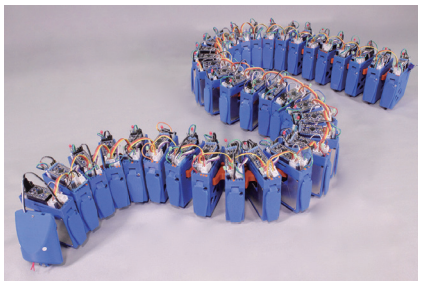


図 1. 優れた環境適応性を有するヘビ型ロボットの自律分散制御
Fig.1 Autonomous decentralized control of a snake-like robot that exhibits highly adaptive properties.

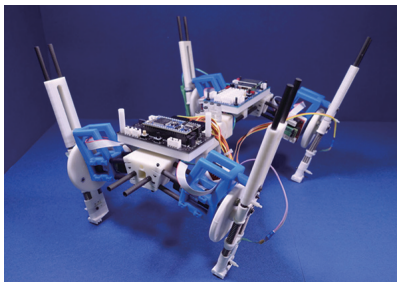


図 2. 環境や身体変化に応じて自己組織的に歩行変化が変化する四脚ロボット
Fig.2 Quadruped robot driven by a fully decentralized control.

図 3. 身体の一部の故障に即座に適応して推進可能なクモヒトデ型ロボット
Fig.3 Ophiuroid robot that can immediately adapt to physical damage.

実世界数理モデリング研究分野｜加納准教授

実世界数理モデリング研究分野では、交通流や動物個体の群れなどの多体系における集団運動のメカニズムの解明およびその制御手法の開発に取り組んでいる。これらの系は、個々の要素が局所的に相互作用することで、大域的に非自明な集団運動が発現する。本研究分野では、出来る限りシンプルな数理モデルを構築することで、集団運動の基本原理を探り、その原理をもとに「理にかなった」制御手法を提案することを目指している。

Real-World Mathematical Modeling (Assoc. Prof. Kano)

Our research group aims to understand mechanisms underlying collective behavior in multi-body systems such as traffic flow and flocking of animals and to develop control schemes for such systems. In multi-body systems, non-trivial collective behaviors emerge from local interaction among individuals. We seek for the core principle underlying collective behaviors by constructing a simple mathematical model, and then develop "reasonable" control schemes on this basis.

21世紀情報通信研究開発センター

Research Center for 21st Century Information Technology

産学官研究開発部 ■ Industry-Academia-Government-Collaboration Research and Development Division

ワイヤレス ICT プラットフォームプロジェクト

Wireless ICT Platform Project

○ディペンダブル・エアのためのブロードバンド無線通信・ネットワーク技術
○高ノイズ環境における周波数共用のための適応メディアアクセス制御

- Broadband wireless communication technologies for Dependable Air
- Adaptive Media Access Control for Increasing the Capacity of Wireless IoT Devices in Factory Sites

学際連携研究部 ■ Interdisciplinary Collaboration Research Division

情報の質と価値に基づく多感覚的評価の研究プロジェクト

Research project of human value estimation of multimodal information based on informatics paradigm to manage both quality

スピントロニクス・CMOS 融合脳型集積システムの研究プロジェクト

Interdisciplinary Collaboration Research Division Research project of Spintronics/CMOS-hybrid brain-inspired integrated system

萌芽研究部 ■ Exploratory Research Division

ドローンを活用する新しいインタラクティブコンテンツ基盤技術の研究開発

Interactive Drone Content for Entertainment / Wildlife Symbiosis

安心・安全投薬管理システムのためのワイヤレス IoT 基盤技術の研究開発

Wireless IoT Technology for a Safe & Secure Medication Management System

21世紀情報通信研究開発センター（IT-21 センター）

Research Center for 21st Century Information Technology (IT-21 Center)

Staff

末松　憲治　センター長（教授）　Noriharu Suematsu　Director, Professor

産学官研究開発部　Industry-Academia-Government-Collaboration Research and Development Division

末松　憲治　代表・教授（兼）　Noriharu Suematsu　Project Leader, Professor*

学際連携研究部　Interdisciplinary Collaboration Research Division

塩入　諭　代表・教授（兼）　Satoshi Shioiri　Project Leader, Professor*

羽生　貴弘　代表・教授（兼）　Takahiro Hanyu　Project Leader, Professor*

萌芽研究部　Challenging Exploratory Research Division

北村　喜文　代表・教授（兼）　Yoshifumi Kitamura　Project Leader, Professor*

末松　憲治　代表・教授（兼）　Noriharu Suematsu　Project Leader, Professor*

電気通信研究所がこれまでに蓄積してきた情報通信技術（IT）に関する実績を、産学連携体制により、5年間の期間を以て実用化技術として完成させることを目的とする。大学の保有する技術をコアとして大学及び産業界の技術を統合し、社会が求めるアプリケーションを明確化し、製品へ適応可能な実用技術を完成させることにより世界標準の技術開発を目指す。5年間を目処に進められる実用化技術開発により得られた成果・知的財産権は、積極的に産業界へ展開する。プロジェクトの推進には、産業界からの技術者を多く受け入れ、大学の保有する先端技術・先端設備を研究開発現場にて体験することで、若手技術者の教育・社会人技術者の再教育センターとしての役割を果たす。

The purpose of the IT-21 center is development of practical technologies for IT, based on the advanced technologies of RIEC with the partnership among Industry, Government and Universities. The term of development is limited less than 5 years. The projects are planned on matching with both basic technologies in the University and application in the Industry. Combination of the technologies of the University and Industry makes practical technologies with availability for the commercial products. The center actively accelerates to obtain the intellectual properties generated from the development of practical technology to the Industry.

図１：IT-21 センター
Fig.1 : IT-21 Center

産学官研究開発部　ワイヤレス ICT プラットフォームプロジェクト

Industry-Academia-Government-Collaboration Research and Development Division　Wireless ICT Platform Project

Staff

末松　憲治
代表・教授（兼）
Noriharu Suematsu
Project Reader, Professor*

芝　　隆司
特任教授
Takashi Shiba
Specially Appointed Professor

亀田　　卓
客員教授
Suguru Kameda
Visiting Professor

鈴木　恭宜
客員教授
Yasunori Suzuki
Visiting Professor

丸橋　建一
客員教授
Kenichi Maruhashi
Visiting Professor

本良　瑞樹
客員准教授
Mizuki Motoyoshi
Visiting Associate Professor

前畠　　貴
客員准教授
Takashi Maehata
Visiting Associate Professor

ユーザをネットワークに接続するアクセス回線技術としてのモバイルワイヤレス通信技術は、光ファイバによる超高速バックボーンネットワークとともに、ICT 社会の根幹を支える情報基盤技術である。世界の移動通信のリーダシップを担うわが国の移動通信技術は、日本経済を支える原動力としてますます発展する必要がある。

IT-21 センター・モバイル分野では、発足以来、国内移動体通信機メーカーや第一種通信事業者との産学連携プロジェクトにより、広域通信と高速・大容量通信を両立し、かつ大規模災害時においても安定した通信回線の提供を可能とするディペンダブル・エアの研究開発を行ってきた。

これまでに、(1) 324Mbit/s 5GHz 帯無線 LAN 端末の開発、(2) ハイビジョン非圧縮伝送超小型 3D SiP（三次元システム・イン・パッケージ）ミリ波無線端末の開発を行い、また、(3) 広域モバイルブロードバンドワイヤレスアクセス (MBWA) 実証実験により、自動車移動中のシームレスハンドオーバ、無線 LAN と MBWA との異種ネットワーク間シームレスシステムハンドオーバを成功させてきた。さらに、これらの地上系無線通信方式のみならず準天頂衛星システムなどの衛星通信方式を融合することで無線通信ネットワークのディペンダビリティを実現させる提案を行ってきた。

平成 29 年度からは総務省「狭空間における周波数稠密利用のための周波数有効利用技術の研究開発」、令和元年度からは総務省「高ノイズ環境における周波数共用のための適応メディアアクセス制御に関する研究開発」を行っている。さらに、わが国の移動通信技術の更なる飛躍を図るとともに、開発実用化技術による東北地区でのベンチャー企業設立など地域振興へ貢献する。

Mobile wireless communication technology is one of the significant communication technologies that support the ICT society, connected with the high-speed backbone network using optical fiber. Evolution of the mobile wireless communication technology in Japan is indispensable to keep the leadership in this technology area in the world.

With the partnership of Japanese major mobile wireless manufacturers and Japanese Type I carrier, the mobile wireless technology group of the IT-21 center has been proposing the concept of "Dependable Air," which is a heterogeneous and highly-reliable wireless network. The Dependable Air is able to work even in the event of a big disaster.

As a result, so far, (1) 5GHz-band 324Mbit/s wireless LAN terminal, (2) ultra-small size 3D system-in-package (SiP) millimeter wave wireless terminal for uncompressed high definition television (HDTV) transmission have been successfully developed, and (3) seamless handover technology for wide area broadband mobile wireless access (MBWA) and seamless system handover technology between MBWA and wireless LAN have been successfully demonstrated by field tests. Moreover, the Dependable Air with satellite communication systems such as Quasi-Zenith Satellite System (QZSS) has been proposed for improvement of dependability of wireless network.

The mobile wireless technology group started the projects entitled "R&D on Technologies to Densely and Efficiently Utilize Radio Resources of Unlicensed Bands in Dedicated Areas (from FY2017)" and "R&D on Adaptive Media Access Control for Increasing the Capacity of Wireless IoT Devices in Factory Sites" which are supported by the Ministry of Internal Affairs and Communications. In addition, our group would like to contribute to the local industries in Tohoku area including the establishment of venture companies based on our developments.

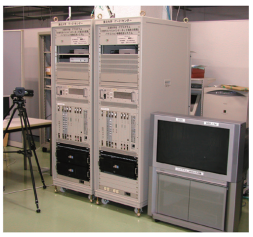


Fig.1 5GHz 帯 324Mbit/s 無線 LAN 端末
Fig.1 5 GHz-Band 324 Mbit/s Wireless LAN terminal

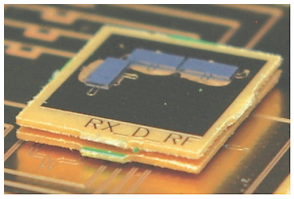


Fig.2 ハイビジョン非圧縮伝送超小型 3D SiP ミリ波無線端末
Fig.2 Ultra-small-size 3D SiP millimeter wave wireless terminal for uncompressed HDTV

Fig.3 MBWA 実証実験 (基地局設備)
Fig.3 MBWA field test (Base station)

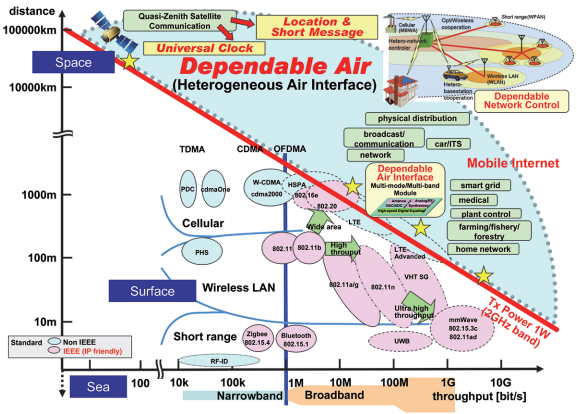


Fig.4 Dependable Air
Fig.4 Dependable Air

学際連携研究部　情報の質と価値に基づく多感覚的評価の研究プロジェクト

Interdisciplinary Collaboration Research Division　Research project of human value estimation of multimodal information based on informatics paradigm to manage both quality

Staff

塩入　諭
代表・教授（兼）

坂井　信之
教授（兼）

山本　浩輔
助教（兼）

Satoshi Shioiri
Project Leader, Professor*

Nobuyuki Sakai
Professor*

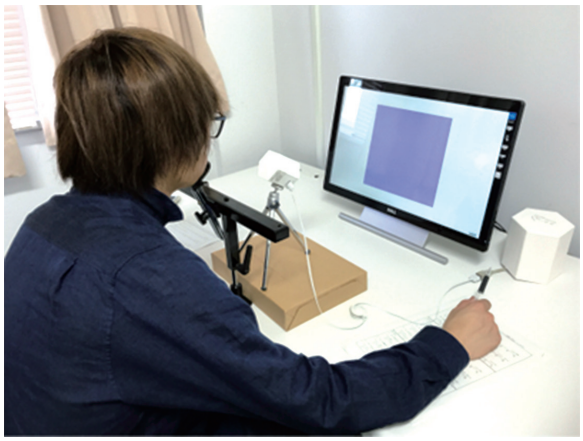
Kosuke Yamamoto
Assistant Professor*

2030 年にはヨッタ（10^{24}）バイトを超える超巨大情報が生成される情報社会になるといわれている。そのような社会において、情報を有効に活用するためには、的確な情報の優先順位付けシステムが必要である。現在、情報の優先順位付けには、推薦システムやキュレーションなどの技術が利用され、一定の基準による順位付けがなされている。しかし、それらは基本的に機械的判断であり、かつ一元的な価値基準を前提としたものである。将来に向けて情報の質と価値を基準による情報優先付けの枠組みを形作ることで、目的と情報のタイプの組合せによって生じる多様な場面に適応できる技術の開発が必要である。

多元的な基準による情報の質と価値を考える上では、これまで主流であり、また多くの研究がなされてきた視覚情報、聴覚情報に加えて、触覚、嗅覚、味覚に関わる情報を扱うことが必要になる。いわゆる五感を対象とする情報通信は、コミュニケーションの質を高め、より価値あるものとすることができる。そこに必要な技術の発展のためには、ヒトを対象とする研究が不可欠である。本プロジェクトでは、食品関連の情報を中心に様々な多感覚情報に関する的確な情報の優先順位付けシステムの構築に向けて、視覚情報に味覚と触覚を加えた多感覚情報の質と価値に関する検討を行う。

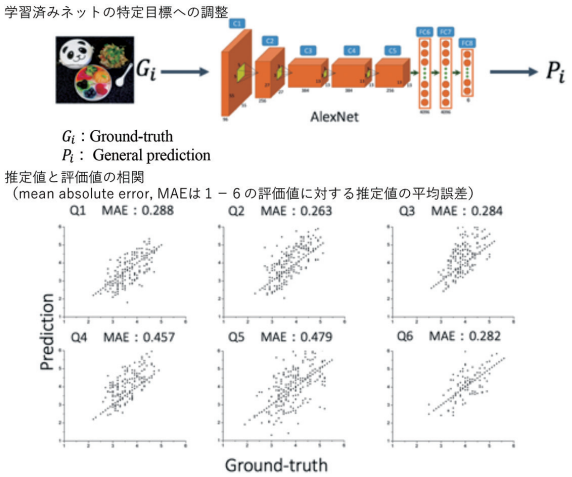
There are predictions of data growth beyond one Yotta byte (10^{24}) in 2030, Prioritization of data is critical to deal with such enormous data. Recommendation systems and Curation systems are used frequently but with fixed criteria. These criteria are usually determined by a mechanically along a dimension related certain value estimation. We should realize the system to create a criterion chosen considering the purpose and type of information, and the key technology for the purpose is the one that evaluates quality and value of the information.

To investigate evaluation of a variety of quality and value, knowledge of the brain processing of different types of information is necessary. In addition to vision and audition, which have been major research fields of data evaluation related to human perception, haptic, olfactory and gustatory perception are necessary to investigate in terms of qualities and values. Controlling more senses improves the quality of information communication and makes communication more valuable. To develop the technology for the purpose, investigation of human sense, including haptics, olfaction and gustation, is essential. The present project focuses on multimodal perception related to foods and investigate the quality and value of multimodal food information.



人の香りに対する質情報や快不快情報と視覚情報の間の相互作用の研究風景

Psychological experiment on interaction between visual information processing with olfactory qualitative and hedonic information processing.



学習済み画像認識システム（上図）を利用した人間の高次判断の指定（下図）

Fine tuning of a trained network (AlexNet) for our lunchbox data (Top). Correlation between ground-truth (human judgments) and prediction (Bottom). MAE indicates mean average error.

学際連携研究部　スピントロニクス・CMOS融合脳型集積システムの研究プロジェクト

Interdisciplinary Collaboration Research Division Research project of Spintronics/CMOS-hybrid brain-inspired integrated system

Staff

羽生　貴弘
代表・教授（兼）
Takahiro Hanyu
Project Leader, Professor*

遠藤　哲郎
教授（兼）
Tetsuo Endoh
Professor*

馬　　奕涛
助教（兼）
Yitao Ma
Assistant Professor*

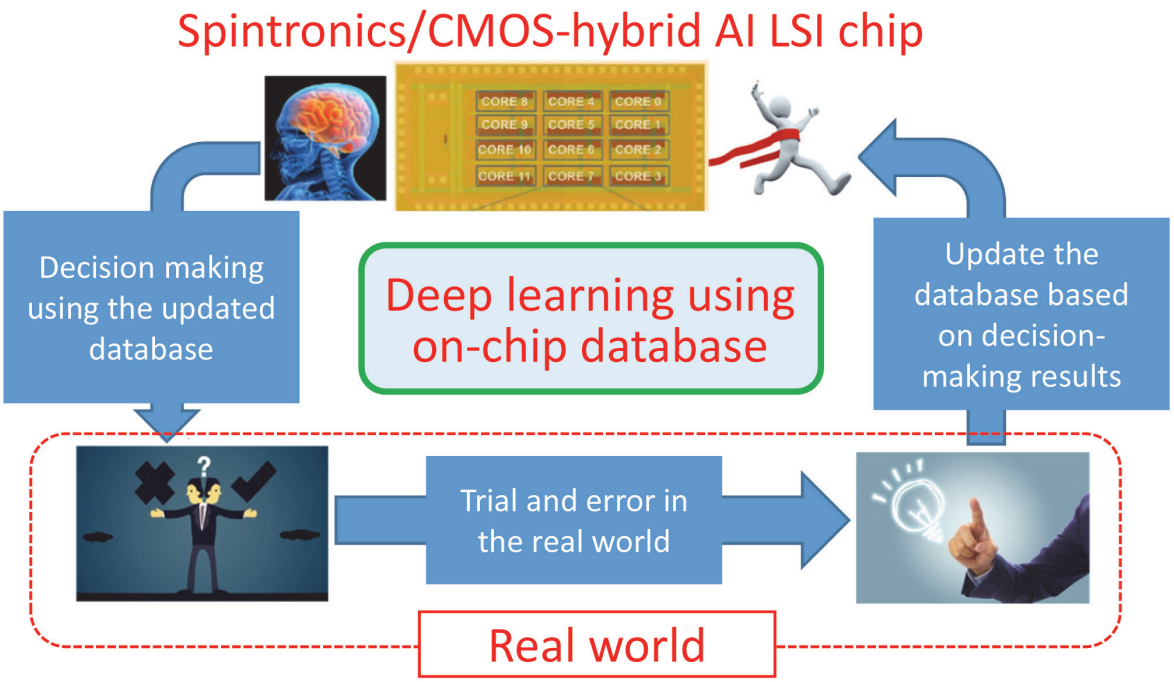
第三次産業革命を支えてきたエレクトロニクスにかかる基盤研究は、より多くの情報を蓄積し、より多くの情報にアクセスし、そしてより高速かつ低消費電力で演算を行うことを目標に、情報量・演算量の拡大を実現する基盤技術の創出に多くのリソースが割かれ、リニアモデルで発展成功してきた。しかし、21 世紀を迎え、第四次産業革命や Society5.0 の実現に向けて、情報通信分野における量から質への転換という既存のリニアモデルでは達成が困難な新しい社会的要請が生まれてきている。この社会的要請を受けて、スーパーコンピュータやサーバ上で大規模なソフトウェアを動かすいわゆるサイバー空間を支えるビックデータ解析や AI 診断などの基盤技術研究が進み、言語翻訳、災害予測や長期気象予測などの実用化技術が限定的ではあるが社会実装され始めている。しかし、このハードウェアは既存のノイマン型コンピューティング技術のままで、その上にソフトウェアレイヤーでディープラーニングなどの必要機能を実装するというアプローチは、演算あたりのエネルギー効率が非常に悪い。そのため、我々の実社会を構成しているフィジカル空間では、その電力共有律速のために上記のアプローチの適応は困難である。情報の量から質の変革をフィジカル空間にて実現する人間のように高度な情報処理・判断を革新的に効率よく、かつ低消費電力で実行できるハードウェア工学分野を牽引し、発展に大きく貢献するために、「スピントロニクス・CMOS 融合脳型集積システム」研究プロジェクト分野を推進する。

2020 年度の主な成果として、大規模画像データのリアルタイム学習と認識が実現できる不揮発適応型 K-means 教師無学習プロセッサの開発である。本成果は、学術論文 2 編、学会発表 2 件、招待講演 5 件、特許出願 2 件に加え、現在投稿査読中の学術論文 3 編、出願提出処理中の特許 2 件を進めている。

Fundamental research on electronics that has supported the Third Industrial Revolution has the goal of accumulating more information, accessing more information, and performing calculations with higher speed and lower power consumption. A lot of resources have been allocated to the creation of the basic technology that realizes the expansion of the amount of computation, and the linear model has been successfully developed. However, in the 21st century, toward the realization of the Fourth Industrial Revolution and Society 5.0, new social demands that are difficult to achieve with the existing linear model of quantity-to-quality conversion in the information communication field are emerging. In response to this social demand, basic technology research such as big data analysis and AI diagnosis that supports so-called cyberspace that moves large-scale software on supercomputers and servers proceeds, and language translation, disaster prediction, long-term weather prediction, etc. Although practical application technology is limited, it is beginning to be socially implemented. While this hardware remains an existing Von-Neumann-type computing technology, the approach of implementing necessary functions such as deep learning on the software layer is very energy-efficient per operation. Therefore, in the physical space that constitutes our real world, adaptation of the above approach is difficult due to its power sharing limitation.

Realizing the transformation of information from the amount of information in physical space Leading the field of hardware engineering that can execute advanced information processing and judgment innovatively, efficiently, and with low power consumption like human beings, greatly contributes to development to promote the field of "spintronics/CMOS-hybrid brain-inspired integrated system" research project.

The main achievement in the FY2020 are the non-volatile adaptive K-means unsupervised learning processor that can realize real-time learning and recognition of large-scale image data. It achieves 2 academic journal papers, 2 refereed conference papers, 5 invited talks, and 2 patent applications. 3 academic journal papers are currently being reviewed, and 2 patents are being submitted.



本研究プロジェクトのイメージ
Image of this research project

萌芽研究部 ドローンを活用する新しいインタラクティブコンテンツ基盤技術の研究開発

Exploratory Research Division Interactive Drone Content for Entertainment / Wildlife Symbiosis

Staff
北村　喜文
代表・教授（兼）

Yoshifumi Kitamura
Project Leader, Professor*

ドローン（小型無人機）には、次世代の基盤の１つとして、大きな期待が寄せられている。AI による自動操縦も研究されているが、狭小過酷な環境や絶えず状況が変化するダイナミックな環境では限界もある。人によるマニュアルの操縦には十分な技能を必要とし、また運用には電波法や航空法などの法的規制もある。そこで本プロジェクトでは、仙台市が国家戦略特区の指定を受けたドローン特区であることも活用して、産官学共同体制で、ドローンを活用する新しいインタラクティブコンテンツの基盤技術を確立し、ドローン技術発展の下支えをするとともに、それを活用して社会的ニーズに応える新サービスを生み出すための研究を推進する。

主な研究テーマ

（1）パイロット操縦用ユーザインタフェースと映像共有・配信技術の開発
ドローンを正確・安全に操縦するためには、ドローン搭載カメラで捉えた（第一人称視点）映像と、そのドローンを他の視点から客観的に眺める第三人称視点の両方を、的確に、直感的な形で連携させてパイロットに提示する必要がある。この組み合わせ映像は、教官を交えたドローン操縦講習やドローンを複数人で共有して行う協調作業にも有効活用できる。
また、パイロットの操縦技能向上や機体の性能向上を図る目的で開催されるドローンレースは最近大きな盛り上がりを見せているが、その場にいる観客や、そのテレビ等の中継を見ている視聴者に、わかりやすく、スピード感とスリルある映像を見せるのは必須であるが、そのためにも、第一人称視点映像と第三人称視点の両方を的確に連携させながら提示する必要がある。
そこで本研究テーマでは、このような映像を直感的にリアルタイムに作成し、操縦のためのユーザインタフェース、複数人共有技術、さらに映像配信に利用する技術を確立して、エンタテインメント応用など新しいサービスへの道を切り開く。

（2）カラスとコミュニケーションするカラスドローンの開発
カラスによる農作物被害、糞害等の生活被害や配電トラブルなどの被害は近年ますます深刻化しつつあり、それらへの対策は急務である。しかし決定打がないのが現状である。その最大の理由は、他の動物には撃退効果がある「脅し」をすぐに見破ってしまうカラスの賢さである。
そこで本研究テーマでは、カラスの発達した音声コミュニケーション能力を逆手に取って活用するカラス音声による行動制御システムを開発する。それは一方的にカラス音声を再生するのではなく、カラスのコミュニケーションの文脈に沿ってカラスを騙し、その行動をコントロールするために、カラスにとってのリアルさである見た目の姿や動き、さらに文脈に沿った音声コミュニケーションを追求する。見た目のリアルさを追求して可動するカラス剥製ロボットや剥製ドローンの開発に加え、コミュニケーションのリアルさを追求するために人工知能技術などを応用して、対話性を有するカラス音声再生システムを開発し、ロボットに搭載して効果的な行動制御とカラスとの対話方法の確立を目指している。

This project aims to develop core technologies of interactive drone content for real industrial use including entertainment and wildlife symbiosis, through close industry/academia/government cooperation.
It is expected to support continuous development of drone technologies through this innovation, and produce new industry and services in response to societal needs.
The following are current research projects:

(1) Development of intuitive user interface for a drone pilot and techniques for video sharing and distribution.
We propose Third-Person Piloting, a novel drone manipulation interface that increases situational awareness using an interactive third-person perspective from a second, spatially coupled-drone.

(2) Development of crow-type-drone to communicate with crows.

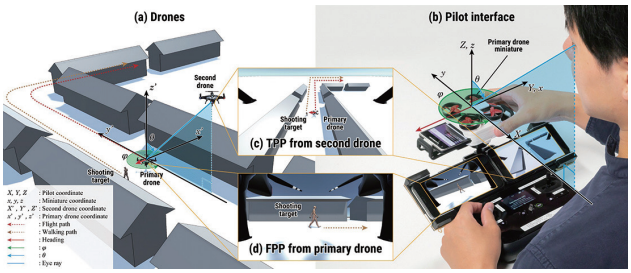


図１　提案する空間連動する２つのカメラ視点を用いたドローン操縦インタフェースの概要（a）主･副ドローンと被写体の位置関係，(b）パイロットの視点，コントローラ，主ドローンの模型の位置関係，(c）副ドローンによる三人称視点，(d）主ドローンによる一人称視点

Fig.1 Overview of Third-Person Piloting: (a) Two drones are flying:primary and coupled second drone. Primary one is controlled by a pilot to capture a man walking along the street in its first-person perspective (FPP). Second is semi-automatically flying orbitally around primary one to capture third-person perspective (TPP); (b, c,d) Pilot can observe FPP and TPP and change TPP's direction by rotating a miniature on controller.

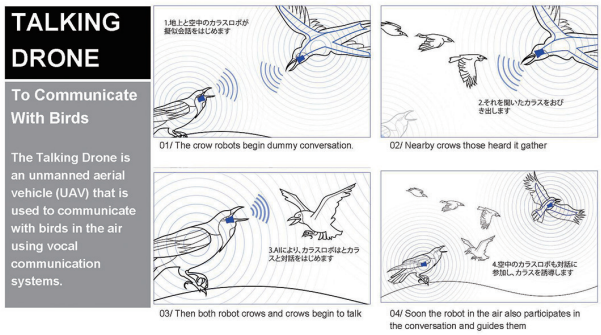


図２　カラスとコミュニケーションするカラスドローンの概念
Fig.2 Concept of crow-type-drone to communicate with crows

萌芽研究部　安心・安全投薬管理システムのためのワイヤレス IoT 基盤技術の研究開発

Exploratory Research Division　Wireless IoT Technology for a Safe & Secure Medication Management System

Staff

末松　憲治 代表・教授（兼）	Noriharu Suematsu Project Leader, Professor*	羽生　貴弘 教授（兼）	Takahiro Hanyu Professor*
石山　和志 教授（兼）	Kazushi Ishiyama Professor*	本間　尚文 教授（兼）	Naofumi Homma Professor*
陳　　強 大学院工学研究科・教授（兼）	Qiang Chen Professor*	亀田　　卓 客員教授	Suguru Kameda Visiting Professor
本良　瑞樹 客員准教授	Mizuki Motoyoshi Visiting Associate Professor		

我が国のみならず、世界的に見ても高齢化の進展や医療の高度化とともに増え続ける医療費は深刻な社会問題である。医療費の削減のために、在庫管理や服用の確認が可能な投薬管理システムの構築が必要不可欠である。

本グループでは、ワイヤレス IoT（Internet of Things）技術を用いた安心・安全投薬管理システムの構築に関する萌芽的研究を行う。本研究開発では、ワイヤレス IoT 技術を応用して、バッテリレスの錠剤貼り付け型センサおよび投薬管理システムの研究開発を行う。患者が特に意識することなく、いつものように錠剤タイプの薬を服用するだけで、服用したかどうかも管理（投薬管理）できるシステムの構築と社会実装を目指す。

本研究課題は当初 2017 ～ 2019 年度の 3 年間の研究計画で開始したが、2019 年度末の研究成果評価の結果、さらに 2021 年度末まで 2 年間の研究期間延長が認められた。

Medical costs that continue to increase with progress in aging society and medical advances are serious social problems on the worldwide scale. In order to reduce medical expenses, it is indispensable to construct a medication management system that enables inventory control and confirmation of ingestion.

This division conducts exploratory research on establishing a safe medication management system using wireless IoT technology. The goal of this research is the realization and practical implementation of system construction that allows patients to take medication management just by taking tablet-type medicine. In this research, we are now studying for the battery-less tablet-pasting-type sensor by applying wireless IoT technology.

This project started with a 3-year research plan in FY 2017, but as an evaluation of research results at the end of FY 2019, the research period was extended by 2 years until the end of FY 2021.

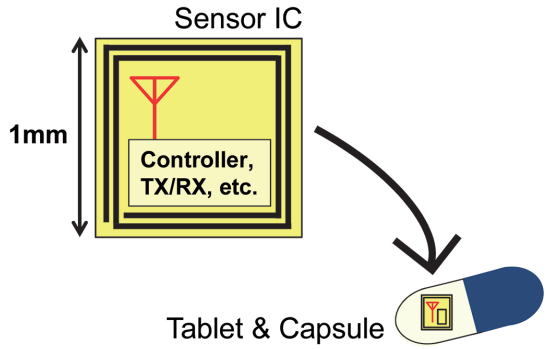


Fig.1 錠剤貼り付け型センサ
Fig.1 Battery-less tablet-pasting-type sensor

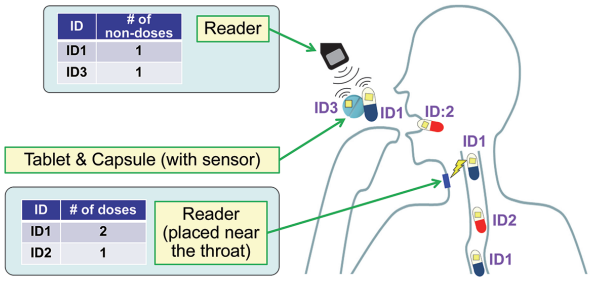


Fig.2 投薬管理システム
Fig.2 Safe medication management system

高等研究機構新領域創成部

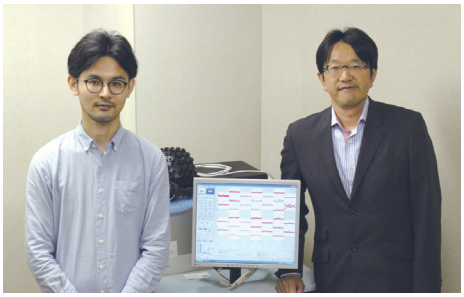
Division for the Establishment of Frontier Sciences

多感覚情報統合認知システム研究室
Multimodal Cognitive System

Staff

坂井　信之　Nobuyuki Sakai
教授（兼）　Professor*

山本　浩輔　Kosuke Yamamoto
助教（兼）　Assistant Professor*



研究活動

電気通信研究所がこれまでに蓄積してきたソフトウエアや人間情報に関する研究実績をさらに発展させ、将来にわたって情報通信分野の研究を先導し続けるための新分野の開拓を本研究分野の目的とする。電気通信研究所設置当初から続く音情報、聴覚関連研究分野および平成 16 年度の改組で設置された視覚に関する研究分野に加えて、視覚、聴覚、触覚、味覚、嗅覚の五感すべての情報を扱うために必要な基盤的研究を行う本研究分野を設置することで、今後多感覚化が進むことが予想される情報通信分野を牽引し、発展に大きく貢献することを目指す。本研究分野は今後の情報化社会での情報の質評価における重要性から、電気通信研究所が文学研究科など他部局と連携して立ち上げたヨッタインフォマティクス研究センターとの連携も想定している。プロジェクトの推進には、他大学・研究機関の研究者だけでなく、産業からも研究者・技術者を多く受け入れ、本研究分野で得られた成果・知的財産権は、電子情報通信学会や心理学関連学会、神経科学関連学会などで発表するだけでなく、情報システム、食品・日用品製造業など、産業界へも展開する。

Research Activities

The purpose of the Multimodal Cognitive System group is to develop the achievement of RIEC in the research about human information systems, and to improve roles of RIEC in the research fields of electrical communication. This group aims to study the basic mechanisms underlying multimodal cognitive systems, including vision, audition, tactile sensation, gustation and olfaction, together with the related groups such as the Advanced Acoustic Information Systems and the Visual Cognition and Systems groups. This group also collaborates with the Yotta Informatics Center to study the quality, property, and value of the multimodal cognitive information. The group welcomes researchers and engineers in industrial societies, not only professors in academic societies. Also the achievements of this group will not only be published in the academic societies, such as psychology, neuroscience, sensory studies etc., but be applied to develop new products.

多感覚情報統合認知システム研究分野｜坂井教授

本研究分野では、食物や日用品の化学・物理的組成をヒトがどのように知覚し、認知するかについての心理学および脳科学の基礎的な知識を得ることを目的としている。また、これらの知見を製品等の開発研究に役立てるべく、企業の研究者・技術者の方と一緒に応用研究もおこなっている。

本研究分野で中心的に扱う味覚や嗅覚、化学的刺激感覚（辛味やミント味）などの化学感覚については、視覚や聴覚に比べてシステミックな研究はあまり多くない。一方で、嗅覚による味覚増強効果や口腔内体性感覚による味覚刺激効果など、種々の現象についての存在が知られ、広く製品に応用されてきた。本研究分野では、ヒトの外界認知に関わる現象を多感覚情報統合の結果と捉え、その心理学や脳基盤について明らかにすることを目指している。例えば、これまで醤油香による塩味の増強効果の発現に関する認知特性およびそれを支える脳基盤を明らかにし、その知見を減塩食へ応用する可能性を探る研究に取り組んでいる。

また、実際の生活において、我々ヒトは、食品や日用品を目で認知するだけで選択している。この過程には視覚による商品の知覚と認知、その摂取あるいは使用経験についてこれまでの経験による記憶に基づく予期の形成、それぞれの持つ商品特性に対して向ける注意の方向づけなど、様々な心理学・脳科学的背景がある。本研究分野ではこれらの一連の情報の流れについても視線計測装置や全頭型 NIRS などを用いてアプローチしていく。

Multimodal Cognitive System (Prof. Sakai)

This group aims to understand the psychological and the neuroscientific systems underlying the multimodal sensory integration and cognition. This group also has an important role in applying these academic knowledges into the industrial fields.

There have not been so many knowledges about the multimodal sensory integration and cognition, especially gustation, olfaction and other chemical sense those are research target of this group, but the industrial fields have been applying these phenomena. For example, companies sell mineral water added flavor as non-calorie beverages, which are application of the phenomena named learned synesthesia of taste and odor. Also some companies have started developing the foods and beverages with high palatability and low sodium/sugar for elderly persons and patients, which are application of the phenomena named odor-induced taste enhancement. This group had reported the underlying brain mechanisms with cognitive factors in these phenomena, and suggested to apply these knowledges into real products. This group continues to develop academic researches underlying the phenomena in our daily lives and those application forms collaborating with industrial companies.

In parallel with these researches, this group has started studying the human attention and anticipation systems in multimodal cognition in collaboration with Visual Cognition and Systems group and with Advanced Acoustic Information Systems group. Also this group studies the psychological, biological and neuroscientific mechanisms underlying the human attention and anticipation systems in multimodal cognition collaborating with School of Arts and Letters, School of Information Sciences, School of Life Sciences, Medical School and Dental School in Tohoku University.

図 1　嗅覚実験装置（防音シールド室内）
Fig.1 Olfactory experiment apparatus (in Soundproof Shielded Room, 1st level of Main Building)

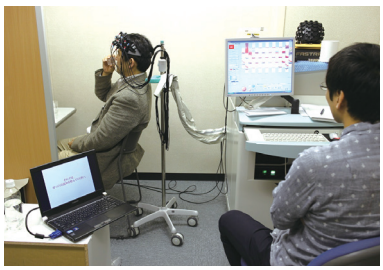


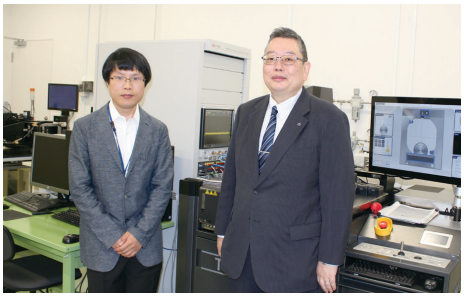
図 2　全頭型 NIRS を使った生理計測
Fig.2 Physiological measurements with whole brain NIRS.

スピントロニクス・CMOS 融合脳型集積システム研究室
Spintronics/CMOS Hybrid Brain-Inspired Integrated Systems

Staff

遠藤　哲郎　Tetsuo Endoh　教授（兼）　Professor*

馬　　奕涛　Yitao Ma　助教（兼）　Assistant Professor*



研究活動

電気通信研究所の人間性豊かなコミュニケーション実現の理念とハードウェア関連技術を中心に蓄えた情報通信分野の実績に基づき、材料と情報の基礎科学から、情報を生成・蓄積・認識するためのデバイス、回路、アーキテクチャー、ソフトウェアまでにわたる新分野の開拓を本研究分野の目的とする。
AI 時代に求められる情報記憶と情報処理が融合し効率的に動かす半導体集積回路に必要な基盤的研究開発を行う本研究分野を設置することで、情報の量から質の変革をフィジカル空間にて実現する。人間のように高度な情報処理・判断を革新的に効率よく且つ低電力で実行できるハードウェア工学分野を牽引し、発展に大きく貢献することを目指す。
本研究分野は、スピンデバイスの高速と高耐性の特徴を活用することにより消費電力効率を最大化できる次世代 AI 集積回路アーキテクチャーの提案・設計・検証・評価を一貫して展開し、既存のノイマン型コンピューティングでは実現が困難な的確な情報価値の決定や取捨選択などの処理をリアルタイムに実装できる新しい脳型コンピューティングを提供する。

Research Activities

The purpose of the Spintronics/CMOS Hybrid Brain-Inspired Integrated System group is to break ground for a new AI approach across from the fundamental science of material and information to the devices, circuits, architecture and software technology for information generating, storing and recognition, based on both the concept of RIEC on realization of humanity-rich communication and its past achievements on hardware technology for information and communication. This group aims to study the basic technology for high efficient semiconductor integrated circuit combing the information storage and processing of the AI system together, and to lead and contribute the innovative development of high efficient and low power hardware technology for advanced flexible information processing and recognition like human brain. This group is trying to develop the novel brain-inspired computing system realizing the precise and real-time processing for information value judgment, choice and refusal by consistently evolving the proposal, design, verification and evaluation of the next-generation AI VLSI architecture, which is able to maximize the power consumption efficiency benefiting from the high speed and high endurance of the spin-device.

スピントロニクス・CMOS 融合脳型集積システム研究分野｜遠藤教授

本研究分野においては、スピントロニクス・CMOS 融合デバイスに関する理解、スピントロニクス・CMOS 融合に基づく回路・アーキテクチャー設計論、脳型 CMOS 集積回路、及び AI コンピューティング実現のための学理を結集し発展させることによって、スピントロニクス・CMOS 融合集積回路の新たな体系を構築し、高機能且つ超低電力のスピントロニクス・CMOS 融合脳型集積システムの実現を目的としている（図 1）。そのために、研究全体を「ノイマン型」と「非ノイマン型」の 2 テーマに分け、これらの間での知見の共有、技術の移管、フィードバックを有機的に行っている。Society5.0 の実現に向けてヨッタ（10^{24}）バイトを超える超巨大情報が生成されるのみならず、情報の質を加味し人間の思考を支援する AI 情報処理の必要性が増大していく。一方、既存の揮発メモリに基づく AI 機能を実装するアプローチは、演算あたりのエネルギー効率が非常に悪く、フィジカル空間での適応は困難である。
本研究分野は、「ノイマン型」テーマでは、提案した不揮発適応型 K-means 教師無学習プロセッサの、学習精度向上を実証するためのテストチップと、学習速度の大幅改善を実証するための試作チップの設計・制作を完成し、実測評価を進めた。図 2 の示すように、従来の学習方式では対応不能なアンバランスなデータに対して、提案試作した適応型 K-means 教師無学習アーキテクチャの精度向上、及び、88.9% 以上の計算コスト削減を実証できた。更に、不揮発物体検出認識プロセッサの試作設計においては、軽量化した FCNN ニューラルネットワーク構造を導入し、アルゴリズム検証を行った。そして、「非ノイマン型」テーマでは、SNN の低動作レートの特徴を自律電源制御に活かしたパルス駆動の自律部分パワーゲーティング技術を適応し、マルチコアの超低電力不揮発 SNN 画像パターン認識プロセッサの設計を完成し、大規模集積回路テスターと測定用プローブカード等含める実測環境の立ち上げ、及び、実測プログラム作成も進めている。

Spintronics/CMOS Hybrid Brain-Inspired Integrated System (Prof. Endoh)

The Spintronics/CMOS Hybrid Brain-Inspired Integrated System group aims to concentrate the scientific principle for AI computing, brain-inspired VLSI and spintronics/CMOS hybrid device/circuit/architecture technology, to construct the new system of spintronics/CMOS hybrid VLSIs, and to realize the high functional and ultra-low-power spintronics/CMOS hybrid brain- mimicking VLSI system (Fig.1). For such occasions, the entire research group is well-organized in two separated topic of "von Neumann type" and "non von Neumann type" with organical knowledge sharing, technology transfer and feedback. In order to realize the "Society5.0" next-generation information society, not only the supergiant data generation over Yotta (10^{24}) byte but also the AI information processing that appends the quality of information and supports the human thought become increasingly important. On the other hand, conventional AI implementation approaches based on volatile memories are very disadvantageous in power consumption efficiency and not feasible for practical use.
In this group, on "von Neumann" approach, a test chip for verifying accuracy enhancement and a prototype chip for demonstrating the computational speed improvement of the proposed nonvolatile adaptive K-means unsupervised learning processor are designed and evaluated with actual measurement. The high accuracy is achieved by the proposed processor even for those unbalanced training data set which is extremely difficult to conventional K-means learning processor. Over 88.9% reduction of computational cost is verified (Fig.2). Moreover, the light-weight FCNN structure is also proposed and verified for nonvolatile object detection processor. On "non von Neumann" approach, the prototype design of multi-core ultralow-power nonvolatile SNN processor, the build-out of evaluation environment based on large-scale VLSI tester and the preparation of measurement program are completed to demonstrate self-directed power management taking advantage of the unique feature of the low-rate SNN operation.

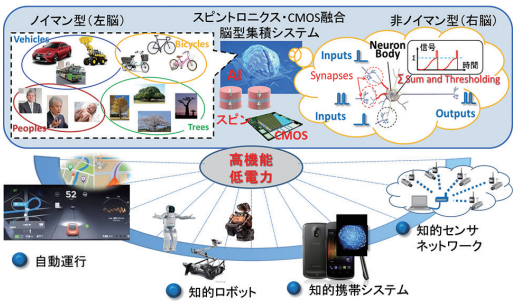


図 1　スピントロニクス・CMOS 融合集積回路の新たな体系による高機能且つ超低電力の不揮発脳型集積システムの実現

Fig.1 Realization of the high functional and ultra-low-power nonvolatile brain-inspired system based on the new concept of spintronics/CMOS hybrid VLSIs.

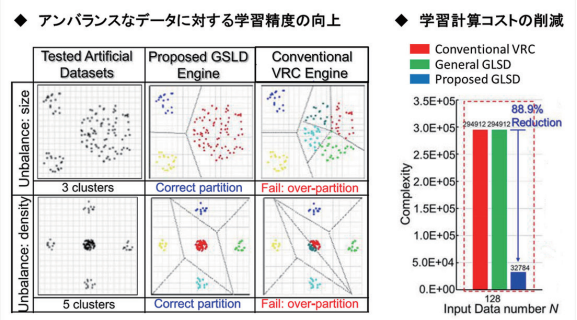


図 2　提案適応型 K-means 教師無学習アーキテクチャの性能検証と比較：アンバランスなデータに対する大幅な学習精度向上と 88.9% 以上の計算コスト削減を実証

Fig.2 Performance evaluation and comparison of the proposed adaptive K-means unsupervised learning processor: significant accuracy enhancement and over 88.9% computational cost reduction is verified.

機動的研究グループ
Ad-hoc research groups

電気通信研究所の幅広い研究ポテンシャルを生かし、萌芽的・挑戦的な研究や市場のニーズに応じた先端応用研究等を行う、研究所の組織にとらわれず機動的に構成される研究グループである。

Taking advantage of the wide range of research expertise in the institute, ad-hoc research groups are formed outside of the formal organizational structure to investigate challenging exploratory topics and needs-based, cutting-edge subjects.

多感覚注意研究グループ

代表　塩入　諭
坂本　修一
坂井　信之
山本　浩輔

視野の特定の場所に向ける視覚的注意には範囲があることが、また聴覚刺激や触覚刺激に対しても同様の注意効果が知られている。本研究では、それらの注意を統一的に理解するために、定常的視覚（あるいは聴覚／触覚）誘発脳波を利用した同一の実験手続きで、単一感覚および多感覚の注意を計測し、そのモデル化について検討する。

Group of multimodal attention

Satoshi Shioiri, Group Leader
Shuichi Sakamoto
Nobuyuki Sakai
Kosuke Yamamoto

Attention spreads over a limited range in the visual field as the spotlight metaphor suggests and similar attention effect is known for auditory and tactile perception. We investigate spatial spread of unimodal and multimodal attention using steady state visual/auditory/tactile evoked potential through electroencephalogram (EEG) measurements in order to model attention modulation for unimodal and multimodal perception.

サイバーフィジカルセキュリティ研究グループ

代表　本間　尚文
菅沼　拓夫（サイバーサイエンスセンター）
羽生　貴弘
大堀　淳
末松　憲治
青木　孝文（情報科学研究科）
加藤　寧（情報科学研究科）
静谷　啓樹（データ駆動科学・AI教育研究センター）
伊藤　彰則（工学研究科）
大町真一郎（工学研究科）
西山　大樹（工学研究科）
阿部　亨（サイバーサイエンスセンター）
夏井　雅典
上野　雄大
水木　敬明（サイバーサイエンスセンター）

IoT、M2M、CPSといった次世代情報通信基盤のため、ソフトウェア構成理論、システムセキュリティ、ハードウェアセキュリティ、回路アーキテクチャおよび次世代プロセッサを専門とする研究者による垂直統合的なアプローチにより、膨大かつ多様な情報発生源（センサ端末などのデバイスハードウェア）のレベルからシステムの安全性・信頼性を担保する情報セキュリティ技術の確立を目指す。

Cyber-Physical Security Research Group

Naofumi Homma, Group Leader
Takuo Suganuma (Cyberscience Center)
Takahiro Hanyu
Atsushi Ohori
Noriharu Suematsu
Takafumi Aoki (Graduate School of Information Sciences)
Nei Kato (Graduate School of Information Sciences)
Hiroki Shizuya (Center for Data-driven Science and Artificial Intelligence)
Akinori Ito (Graduate School of Engineering)
Shin-ichiro Omachi (Graduate School of Engineering)
Hiroki Nishiyama (Graduate School of Engineering)
Toru Abe (Cyberscience Center)
Masanori Natsui
Katsuhiro Ueno
Takaaki Mizuki (Cyberscience Center)

For the next-generation information and communication infrastructures such as IoT, M2M, and CPS, we aim to developing information security technologies to ensure security and reliability at the level of vast and diverse information sources (i.e., embedded devices such as sensor terminals) in a vertically integrated manner from the viewpoints of software constitutive theory, system security, hardware security, circuit architecture and next-generation micro processor.

脳型ナノデバイス・回路研究グループ

代表　堀尾　喜彦
佐藤　茂雄
深見　俊輔
羽生　貴弘
夏井　雅典
平野　愛弓
山本　英明
守谷　　哲

近年、脳型ハードウェアの研究が盛んであるが、未だ真の脳型には程遠く、大きなブレークスルーには至っていない。そこで、脳の最新の生理学的知見に基づき、特に脳における生物物理やダイナミクスを、ナノデバイスや微細低消費電力集積回路の物理とダイナミクスを活用して再現する、新しい脳型情報処理アーキテクチャの開発とその集積回路による実装を目指す。

Brainmorphic Nano-Devices and Circuits Research Group

Yoshihiko Horio, Group Leader
Shigeo Sato
Shunsuke Fukami
Takahiro Hanyu
Masanori Natsui
Ayumi Hirano
Hideaki Yamamoto
Satoshi Moriya

Brain-inspired hardware systems have been actively developed recently. However, a big break-through to the true brainmorphic system has not been reached yet.

This research group aims at development and implementation of novel brainmorphic computational hardware that reproduces the bio-physics and dynamics in the brain directly through dynamics and physics of nano-devices and ultra-low-power integrated circuits based on the latest physiological knowledge.

AI クローン研究開発グループ

代表　塩入　　諭
張山　昌論（情報科学研究科）
鈴鴨よしみ（医学系研究科）
羽鳥　康裕

AI 技術と仮想現実技術に認知科学的知見を取り入れることで、多様な個人の認知／行動特性をモデル化した AI クローンを実現し、それを仮想現実技術に適用することで他者による追体験を可能となるシステム（AR インターフェース）の開発を検討する。AI クローン及び AR インターフェースにより、人が他者の視点を体験することで、両者のコミュニケーション／情報伝達／相互理解の高度化を実現する新たなコミュニケーション技術の開発を目指す。

AI Clone Research & Development Group

Satoshi Shioiri, Group Leader
Masanori Hariyama (Graduate School of Information Sciences)
Yoshimi Suzukamo (Graduate School of Medicine)
Yasuhiro Hatori

The aim of the group is to realize “AI clone”, which is the model of recognition and action characteristics of a person, by adopting knowledge of the cognitive science in an AI technology. AI clone is to enable others to re-experience the target person’s recognition and action with virtual reality technologies. Our goal is to develop the new communication technology to improve mutual understanding among people with differences in a variety of aspects, using AI clone and AR interface.

やわらかい情報システムセンター

Flexible Information System Center

○情報の収集・組織化・利用・発信及び研究支援環境の構築
○ネットワークの高度な保守・管理・運用
○研究所の情報ネットワークおよび情報システムに関する技術的支援

- Information collection, organization, dispatch, utilization and research support environment
- Maintenance, management and operation of information networks and systems in RIEC
- Technical support for information networks and systems in RIEC

Flexible Information System Center

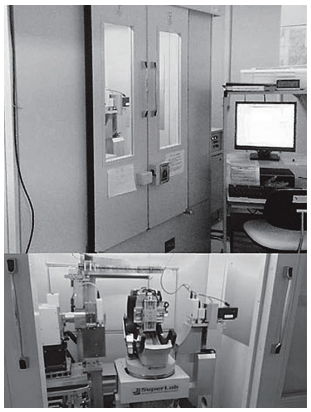
やわらかい情報システムセンター

研究基盤技術センター

Fundamental Technology Center

○機械加工、理化学計測、材料加工、情報管理のための様々な技術の提供
○ローカルネットワークの保守
○研究所の安全に対する技術支援

- Providing of technical skills of machining, physical and chemical measurements, material processing, and information management
- Maintaining of the in-house network of the institute
- Technical supports for safety and security of the institute



研究基盤技術センター

Fundamental Technology Center

安全衛生管理室

Management Office for Safety and Health

○研究所内の安全衛生管理体制、作業環境などの点検、および改善の支援
○安全衛生関係の法令の調査および安全衛生管理に関する情報の収集
○各部署の安全管理担当者へのアドバイスや情報の提供
○職員および学生を対象とした各種安全教育の実施
○学内の他部局や監督官庁との連絡調整

- Inspection of and assistance in improving the safety and health management system and working environment within the institute
- Investigation of laws related to safety and health and collection of information regarding safety and health management
- Provision of advice and information to safety and health personnel in each department
- Implementation of various types of safety education targeted at staff and students
- Liaison and coordination with the supervisory authority and other departments on campus

Management Office for Safety and Health

安全衛生管理室

やわらかい情報システムセンター

Flexible Information System Center

Staff

長谷川　剛 センター長（教授）	Go Hasegawa Professor
菅沼　拓夫 教授（兼）	Takuo Suganuma Professor*
北形　　元 准教授（兼）	Gen Kitagata Associate Professor*
太田　憲治 技術職員	Kenji Ota Technical Staff
丸山　由子 技術職員	Yuko Maruyama Technical Staff

現在のコンピュータに代表される情報システムは、前もって決められた使い方で固定的な処理や機能のみを提供するいわゆる「かたい」システムである。本センターの目的は、これまでの「かたい」情報処理原理を超えて、人間の意図や環境に合わせて柔軟な情報処理を行い、柔軟な人間の思考に対応できるような「やわらかい」情報処理の考え方に基づき、通研所内の円滑な研究活動を支えるための情報ネットワーク、および情報システムを管理・運用することにある。
また、情報ネットワーク、および情報システムの実際面への適用を通じて得たノウハウを活用し、学術情報の高度な組織化、利用、管理・運用、発信などのための先進的なシステムを設計・構築を行っている。

The existing information systems are inflexible, meaning that they only provide processing functions predetermined in their design phase. The objective of this center is to introduce, operate, and maintain information networks and systems to support research activities in RIEC, based on the concept of flexible information processing that reflect human intentions and environment.
Moreover, utilizing know-how obtained through practical experiences of the information networks and systems, this center designs and constructs the state of the art systems for advanced organization, utilization, management and operation, and dispatch of scientific information.

プリンター出力室
Printer Room

情報機器室
Server Room

研究基盤技術センター

Fundamental Technology Center

Staff

佐藤　茂雄　Shigeo Sato
センター長（教授）　Director, Professor

佐藤　信之　Nobuyuki Sato
助教　Assistant Professor

末永　保　Tamotsu Suenaga　技術職員　Technical Staff
丹野　健徳　Takenori Tanno　技術職員　Technical Staff
武者　倫正　Michimasa Musya　技術職員　Technical Staff
阿部　真帆　Maho Abe　技術職員　Technical Staff
太田　憲治　Kenji Ota　技術職員　Technical Staff
関谷　佳奈　Kana Sekiya　技術職員　Technical Staff
阿部　健人　Kento Abe　技術職員　Technical Staff
前田　泰明　Yasuaki Maeda　技術職員　Technical Staff
庄子　康一　Koichi Shoji　技術職員　Technical Staff
森田　伊織　Iori Morita　技術職員　Technical Staff
小野　力摩　Rikima Ono　技術職員　Technical Staff
丸山　由子　Yuko Maruyama　技術職員　Technical Staff
柳生　寛幸　Hiroyuki Yagyu　技術職員　Technical Staff

電気通信研究所においては、基礎科学から応用通信工学に広がる幅広い学問領域において先駆的な研究がこれまでになされてきた。伝統的には、技術職員は卓越した技量と経験を通してこれらに貢献してきた。将来に向かってこのような貢献が加速されるために、全ての技術職員と一名の助教が加わった研究技術基盤センターが2007年に設立された。センターは以下の４技術部を通して、機械工作や、理化学計測、材料加工、情報管理のための様々な技術を提供している。

工作部は先導的な機械工作技術を提供している。研究室の要求を満たす実験機器（図１）の提供が可能である。また、機械工作を行う教職員や学生への指導も行っている。評価部は、X線回折装置（図２）や電子ビーム蛍光X線元素分析装置（図３）のような評価・計測装置の提供を行う。ガラス工作品の提供も可能である。また、寒剤の供給を受け持っている。プロセス部は、ナノ・スピン実験施設共通部と協力して、電子線リソグラフィー技術、光リソグラフィ技術、イオンビーム加工解析技術を提供している。また、クリーンルームの運転管理を行っている。情報技術部は、やわらかい情報システムセンターと協力して、研究所内のネットワークを運営すると共に共通利用の情報機器の管理を行っている。加えて、本研究所で生まれた革新的な技術を世界に発信していく際に重要な、知的財産に関する情報の収集と管理に従事している。

Pioneering studies in research areas from basic sciences to applied communication technologies have been performed at this institute. Technical staffs have traditionally contributed to these efforts through the use of their well-established skills, experience, and knowledge. To accelerate such contributions in the future, a fundamental technology center encompassing all technical staffs and an assistant professor was established in 2007. This center provides technical skills of machining, physical and chemical measurements, materials processing, and information management through the following four divisions.

The machine shop division focuses on advanced machining techniques and supplies the experimental apparatus (e.g., see Fig.1.) that are required by different laboratories. This division also provides machining instructions to the students and faculty members who pursue machining independently. The evaluation division offers various evaluation and measurement instruments such as X-ray diffractometer (see Fig.2) and electron probe X-ray micro analyzer (see Fig.3). Glass processing techniques can also be provided. In addition, this division is responsible for supplying cryogen. The processing division offers electron beam lithographic techniques, photolithographic techniques and focused-ion beam processing techniques in cooperation with the cooperation section of the Laboratory for Nanoelectronics and Spintronics. This section also manages clean rooms for experiments. Finally, the information technology division operates the in-house network of the institute and manages commonly used information equipment in cooperation with the Flexible Information System Center. In addition, this division engages in the collection and management of intellectual property-related information.

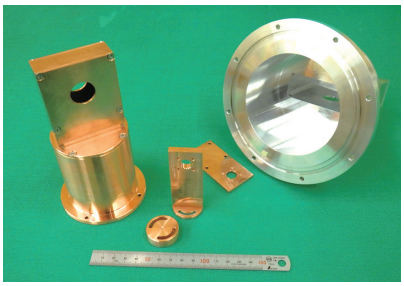


図1 クライオスタット シュラウド＆輻射シールド
Figure 1 Cryostat shroud & radiation shield

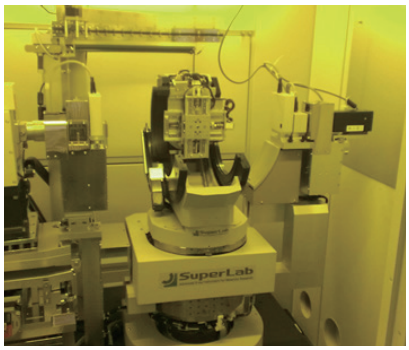


図2 X線回折装置
Figure 2 X-ray diffractometer (XRD)

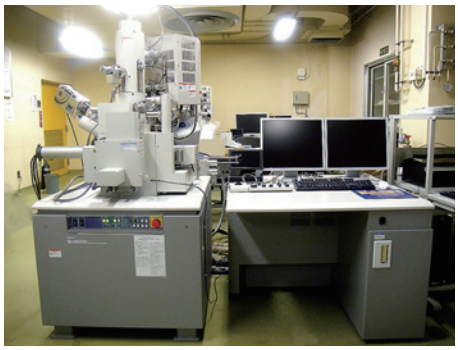


図3 電子ビーム蛍光X線元素分析装置
Figure 3 Electron Probe X-ray Micro Analyzer (EPMA)

安全衛生管理室

Management Office for Safety and Health

Staff

石山　和志 室長（教授）	Kazushi Ishiyama Manager, Professor
佐藤　茂雄 副室長（教授）	Shigeo Sato Deputy Manager, Professor
佐藤　信之 助教	Nobuyuki Sato Assistant Professor
阿部　真帆 技術職員	Maho Abe Technical Staff

安全衛生管理室は研究所で働く職員や学生の安全と健康を維持することを目的とした組織である。研究所における研究活動においては、薬品、高圧ガス、放射線などが使われており、危険性を伴う作業が少なくない。安全衛生管理室では所内での研究活動が安全かつ円滑に行われるように、各種活動を通して研究室や実験施設、工場等の安全衛生管理のサポートを行っている。

研究所の組織は、管理組織である所長および教授会、研究活動を行っている各研究室、その支援組織である実験施設や付属工場および事務機構からなる。所長および教授会が研究所全体の運営管理を行い、個々の研究室および施設等の運営管理は管理担当者である教授、運営委員会などが行っている。

安全衛生管理においては、所長、研究所の職員、産業医から構成される安全衛生委員会が所内の安全衛生管理体制の整備や安全衛生に関するさまざまな事項を審議し、所長および教授会に勧告を行う。所長および教授会は勧告の内容にしたがって方針を決定し、各研究室、施設などが安全衛生管理の実際の作業を行うことになる。

安全衛生管理室は研究所での研究活動が安全かつ快適に行われるよう活動している。

The Management Office for Safety and Health is an organization with the objective of maintaining the safety and health of staff and students working at the institute. The use of chemicals, high-pressure gas and radiation in research activities at the institute entails many risks. The Management Office for Safety and Health provides support for safety and health management in facilities such as research laboratories, experimental facilities, and machine shops through activities to ensure that research activities within the institute are conducted safely and smoothly.
With respect to safety and health management, the Safety and Health Committee, comprising the Director, staff at the institute and industrial physicians, discusses matters related to safety and health and the maintenance of the safety and health management system at the institute, and submits recommendations to the Director and Faculty Council. The Director and Faculty Council then finalize guidelines as advised by the contents of these recommendations. The guidelines are then implemented into actual safety and health management operations at each of the facilities such as research laboratories.

The Management Office for Safety and Health operates to ensure safety and convenience in research activities at the institute.

安全衛生講習会（Web 開催）
Safety and health seminar (Webinar)

高圧ガス保安講習会（Web 開催）
High-pressure gas seminar (Webinar)

東北大学電気通信研究所工学研究会

東北大学電気通信研究所、大学院工学研究科、情報科学研究科、および医工学研究科の電気情報・また関係ある学内外の研究者、技術者が相互に連絡し、協力し合うことによって学問的、技術的諸問題を解決し、研究開発を推進することを目的として工学研究会が設立されている。そのため、専門の分野に応じて次のような分科会を設けて、研究及び技術的な諸問題について発表、討論を行っている。発表された研究の一部は東北大学電通談話会記録に抄録されている。

研究会には、全国から大学の研究者はもちろん、官公庁とその研究機関、産業界などの関係者が出席し、研究発表と討論を活発に行っている。研究内容、その他について関心を持たれる方の照会を歓迎している。問い合わせは全般のことについては総幹事、分科会の事項についてはそれぞれの分科会主査宛に寄せられたい。

■ Study Groups on Electrical Communication

Study Groups on Electrical Communication are organized to solve scientific and technological problems and to promote research and development through the collaboration of the Research Institute of Electrical Communication, Group of ECEI (Electrical Engineering, Communication Engineering, Electronic Engineering, and Information Engineering) in Graduate Schools of Engineering, Information Sciences, Biomedical Engineering, related scientists and engineers inside and outside Tohoku University. The Study Groups on Electrical Communication consist of 15 Sub-Groups as listed, to deal with specific subjects. Each Sub-Group holds workshops and the abstracts of the workshops are published annually in The Record of Electrical and Communication Engineering Conversazione Tohoku University.

Many scientists and engineers not only from universities but also from government laboratories and industries attend the workshops, present papers, and discuss issues very actively. We are pleased to provide information on these activities upon request. Please contact the General Chairman or each Sub-Group Chairman for general information or more specific questions.

研究会
Title of Sub-Group

伝送工学研究会 Electromagnetic and Optical Waves Engineering	スピニクス研究会 Spinics
音響工学研究会 Acoustic Engineering	ニューパラダイムコンピューティング研究会 New Paradigm Computing
東北プラズマフォーラム Tohoku Plasma Forum	超音波エレクトロニクス研究会 Ultrasonic Electronics
EMC 仙台ゼミナール Sendai Seminar on EMC	ブレインウェア工学研究会 Brainware
コンピュータサイエンス研究会 Computer Science	情報・数物研究会 Mathatical Physics and its Application to Information Science
システム制御研究会 Systems Control	生体・生命工学研究会 Biocybernetics and Bioinformatics
情報バイオトロニクス研究会 Information-biotronics	ナノ・スピン工学研究会 Nanoelectronics and Spitronics

東北大学電気通信研究所シンポジウム

本シンポジウムは電気・通信・電子及び情報工学の分野における最先端の重要な諸課題について全国の研究者を迎えて相互に情報を交換し、討議することを目的として企画されたものである。特に平成8年度からはCOE（Center of Excellence）経費による国際シンポジウムを開催できるようになり、従来の通研シンポジウム（昭和39年～平成9年　37回開催）を統合し、通研国際シンポジウムと名称を変更した。

■ Symposiums Organized by the Institute

This Symposium is planned to exchange relevant information on current important topics concerning Electrical Eng., Electrical Communications, Electronic Eng., and Information Eng. Many related researchers inside and outside Tohoku University participate in the Symposium and stimulate discussion.

電気通信研究所国際シンポジウム
International Symposium organized by the Institute

1	高温超伝導単結晶の固有ジョセフソン効果とTHz帯プラズマ振動 Intrinsic Josephson Effect and THz Plasma Oscillation in High Tc Superconductors	Feb. 23-25, 1997
2	脳の情報原理に基づくブレインアーキテクチャの設計・制作 Design and Architecture of Information Processing Systems Based on The Brain Information Principle	Mar. 16-18, 1998
3	ミリ波革新技術とその応用 Novel Techniques and Applications of Millimeter-Waves	Dec. 14-16, 1998
4	Siエピタキシーとヘテロ構造に関する国際合同会議 The International Joint Conference on Silicon Epitaxy and Heterostructures	Sep. 13-17, 1999
5	フォトニック結晶構造国際会議 International Workshop on Photonic and Electromagnetic Crystal Structures	Mar. 8-10, 2000
6	半導体スピン物性の基礎と応用 Physics and Application Spin Related Phenomena in Semiconductors	Sep. 13-15, 2000
7	証明と計算における書き換え技法 Rewriting in Proof and Computation	Oct. 25-27, 2001
8	非線形理論とその応用 Nonlinear Theory and its Applications	Oct. 28-Nov. 1, 2001
9	ニューパラダイムVLSIコンピューティング New Paradigm VLSI Computing	Dec. 12-14, 2002
10	超高密度スピニックストレージシステム Ultra High Density Spinic Storage System	Oct. 23-24, 2003
11	第3回SiGeC国際ワークショップ 3rd International Workshop on New Group IV (Si-Ge-C) Semiconductors	Oct. 12-13, 2004
12	第3回高周波マイクロデバイス・材料国際ワークショップ 3rd International Workshop on High Frequency Micromagnetic Devices and Materials (MMDM3)	Apr. 11-12, 2005
13	第4回Si エピタキシーとヘテロ構造に関する国際会議（ICSI-4） 4th International Conference on Silicon Epitaxy and Heterostructures (ICSI-4)	May 23-26, 2005
14	第1回新Ⅳ族半導体ナノエレクトロニクス国際ワークショップ 1st International WorkShop on New Group IV Semiconductor Nanoelectronics	May 27-28, 2005
15	東北大学情報科学研究科国際シンポジウム　新時代の情報科学：脳、心および社会 GSIS International Symposium on Information Sciences of New Era: Brain, Mind and Society	Sep. 26-27, 2005
16	第1回スピントロニクス国際ワークショップ The 1st RIEC International Workshop on Spintronics -Spin Transfer Phenomena-	Feb. 8-9, 2006
17	第4回高周波マイクロ磁気デバイス・材料国際ワークショップ 4th International Workshopn on High Frequency Micromagnetic Devices and Materials (MMDM4)	May 8, 2006
18	第4回半導体におけるスピン関連現象の物理と応用に関する国際会議 4th International Conference on Physics and Applications of Spin-Related Phenomena in Semiconductors (PASPS-IV)	Aug. 15-18, 2006
19	第2回新Ⅳ族半導体ナノエレクトロニクス国際ワークショップ 2nd International Workshop on New Group IV Semiconductor Nanoelectronics	Oct. 2-3, 2006
20	第2回スピントロニクス国際ワークショップ 2nd RIEC International Workshop on Spintronics	Feb. 15-16, 2007
21	日中音響学会議2007 Japan-China Joint Conference on acoustics, JCA2007	Jun. 4-6, 2007
22	アルゴリズム論的学習理論および発見科学に関する合同国際会議 International Conference on Discovery Science / International Conference on Algorithmic Learning Theory	Oct. 1-4, 2007
23	第3回スピントロニクス国際ワークショップ The 3rd RIEC International Workshop on Spintronics	Oct. 31-Nov. 1, 2007
24	第3回新Ⅳ族半導体ナノエレクトロニクス国際ワークショップ 3rd International Workshop on New Group IV Semiconductor Nanoelectronics	Nov. 8-9, 2007
25	第1回ナノ構造＆ナノエレクトロニクス国際ワークショップ International Workshop on Nanostructures & Nanoelectronics	Nov. 21-22, 2007
26	第18回アルゴリズムと計算に関する国際会議 The 18th International Symposium on Algorithms and Computation (ISAAC2007)	Dec. 17-19, 2007
27	気相－液相プラズマに関する学際的国際シンポジウム International Interdisciplinary-Symposium on Gaseous and Liquid Plasmas (ISGLP 2008)	Sep. 5-6, 2008
28	第4回新Ⅳ族半導体ナノエレクトロニクス国際ワークショップ 4th International Workshop on New Group IV Semiconductor Nanoelectronics	Sep. 25-27, 2008
29	第4回スピントロニクス国際ワークショップ The 4rth RIEC International Workshop on Spintronics	Oct. 9-10, 2008
30	ミリ波シンポジウム GSMM 2009 (Global Symposium on Millimeter Waves 2009)	Apr. 20-22, 2009
31	マルチモーダル知覚に関する通研ミニワークショップ Mini R.I.E.C. workshop on multimodal perception	Apr. 24-25, 2009
32	第4回超高速フォトニックテクノロジーに関する国際シンポジウム The 4th International Symposium on Ultrafast Photonic Technologies	Aug. 4-5, 2009

33	第20回パーソナル、室内、移動体無線通信シンポジウム PIMRC2009 (Personal Indoor and Mobile Radio Communications Symposium 2009)	Sep. 13-16, 2009
34	第2回RIEC-CNSIナノエレクトロニクス・スピントロニクス・フォトニクスに関する国際ワークショップ（第5回スピントロニクス国際ワークショップ） 2nd RIEC-CNSI Workshop on Nanoelectronics, Spintronics and Photonics (5th RIEC Symposium on Spintronics)	Oct. 22-23, 2009
35	空間音響の原理と応用に関する国際シンポジウム International workshop on the principles and applications of spatial hearing 2009 (IWPASH2009)	Nov. 11-13, 2009
36	第5回新IV族半導体ナノエレクトロニクスワークショップ 5th International Workshop on New Group IV Semiconductor Nanoelectronics	Jan. 29-30, 2010
37	第6回RIECスピントロニクス国際ワークショップ 6th RIEC International workshop on Spintronics	Feb. 5-6, 2010
38	第2回ナノ構造とナノエレクトロニクスに関する国際ワークショップ 2nd International Workshop on Nanostructure & Nanoelectronics	Mar. 11-12, 2010
39	グラフェンのデバイス応用に関する通研国際シンポジウム 2nd RIEC International Symposium on Graphene Devices (ISGD2010)	Oct. 27-29, 2010
40	第9回日韓表面ナノ構造シンポジウム 9th Japan-Korea Symposium on Surface Nanostructures (JKSSN9)	Nov. 15-16, 2010
41	第7回RIECスピントロニクス国際ワークショップ The 7th RIEC International Workshop on Spintronics	Feb. 3-4, 2011
42	第12回国際多感覚研究フォーラム 12th International Multisensory Research Forum (IMRF 2011)	Oct. 17-20, 2011
43	第8回RIECスピントロニクス国際ワークショップ 8th RIEC International Workshop on Spintronics	Feb. 2-3, 2012
44	第6回国際シンポジウム　メディカル・バイオ・ナノエレクトロニクス 6th International Symposium on Medical, Bio-and Nano-Electronics	Mar. 8, 2012
45	第3回ナノ構造とナノエレクトロニクスに関する国際ワークショップ 3rd International Workshop on Nanostructures and Nanoelectronics	Mar. 21-22, 2012
46	第9回RIECスピントロニクス国際ワークショップ 9th RIEC International Workshop on Spintronics	May 31-Jun. 2, 2012
47	第1回スマートテクノロジ国際ワークショップ The 1st International Workshop on Smart Technologies for Energy, Information and Communication (STEIC2012)	Oct. 18-19, 2012
48	TU Dresden and Tohoku University Symposium 2012 Technical University of Dresden and Tohoku University Symposium 2012	Nov. 2, 2012
49	第1回脳機能と脳型計算機に関する通研国際シンポジウム The 1st RIEC International Symposium on Brain Functions and Brain Computer	Nov. 15-16, 2012
50	東北大学ーハーバード大学ジョイントワークショップ Tohoku – Harvard Joint WorkshopNew Directions in Materials for Anoelectronics, Spintronics and Photonics (10th RIEC International Workshop on Spintronics)	Jan. 15-16, 2013
51	第11回RIECスピントロニクス国際ワークショップ 11th RIEC International Workshop on Spintronics & 3rd CSIS International Symposium on Spintronics-based VLSIs	Jan. 31-Feb. 1, 2013
52	メディカル・バイオ・ナノエレクトロニクス第7回国際シンポジウム 7th International Symposium on Medical, Bio- and Nano-Electronics	Mar. 7, 2013
53	第6回ミリ波シンポジウム 6th Global Symposium on Millimeter Wave 2013	Apr. 21-23, 2013
54	第2回脳機能と脳型計算機に関する通研国際シンポジウム The 2nd RIEC International Symposium on Brain Functions and Brain Computer	Feb. 21-22, 2014
55	メディカル・バイオ・エレクトロニクス第8回国際シンポジウム 8th International Symposium on Medical, Bio- and Nano-Electronics	Mar. 6-7, 2014
56	第5回ナノ構造とナノエレクトロニクスに関する国際ワークショップ 5th International Workshop on Nanostructures and Nanoelectronics	Mar. 6-7, 2014
57	第12回RIECスピントロニクス国際ワークショップ 12th RIEC International Workshop on Spintronics	Jun. 25-27, 2014
58	電子レンジマグネティック2014に関するIEEE国際会議 The IEEE International Conference on Microwave Magnetics 2014	Jun. 29-Jul. 2, 2014
59	RIEC国際シンポジウム　知覚とコミュニケーション RIEC International Symposium on Perception and Communication	Jul. 24, 2014
60	2014アジア太平洋マイクロ波会議 APMC 2014 (2014 Asia-Pacific Microwave Conference)	Nov. 4-7, 2014
61	脳機能と脳コンピュータに関する第3回RIEC国際シンポジウム The 3rd RIEC International Symposium on Brain Functions and Brain Computer	Feb. 18-19, 2015
62	ブレインウェアLSIに関する国際シンポジウム International Symposium on Brainware LSI	Mar. 2-3, 2015
63	第9回メディカル・バイオ・ナノエレクトロニクスに関する国際シンポジウム The 9th International Symposium on Medical, Bio- and Nano-Electronics	Mar. 2-4, 2015
64	第6回ナノ構造とエレクトロニクスに関する国際ワークショップ The 6th International Workshop on Nanostructures and Nanoelectronics	Mar. 2-4, 2015
65	RIEC国際シンポジウム　ビジョンと認知 RIEC International Symposium on Vision and Cognition	Mar. 20, 2015
66	国際色覚学会 第23回シンポジウム The 23rd Symposium of the International Colour Vision Society (ICVS 2015)	Jul. 3-7, 2015
67	コンピュータグラフィックスとインタラクティブ技術の新展開 RIEC International Symposium on Computer Graphics and Interactive Techniques: New Horizon	Sep. 26-27, 2015
68	第13回RIECスピントロニクス国際ワークショップ 13th RIEC International Workshop on Spintronics	Nov. 18-20, 2015
69	脳機能と脳コンピュータに関する第4回RIEC国際シンポジウム The 4th RIEC International Symposium on Brain Functions and Brain Computer	Feb. 23-24, 2016
70	ブレインウェアLSIに関する国際シンポジウム International Symposium on Brainware LSI	Feb. 26-27, 2016
71	第10回メディカル・バイオ・ナノエレクトロニクスに関する国際シンポジウム The 10th International Symposium on Medical, Bio- and Nano- Electronics	Mar. 1-3, 2016
72	第7回ナノ構造とナノエレクトロニクスに関する国際ワークショップ The 7 th International Workshop on Nanostructures and Nanoelectronics	Mar. 1-3, 2016

73	超臨場感音響相互通信に関する国際シンポジウム RIEC International Symposium on Ultra-Realistic Interactive Acoustic Communicatrions 2016	May. 20-21, 2016
74	第5回テラヘルツデバイス・技術の基礎・応用問題に関するロシアー日本ーＵＳＡーヨーロッパシンポジウム （テラヘルツデバイス・技術の基礎・応用問題に関するRIEC国際シンポジウム） RJUSE TeraTech-2016: The 5th Russia-Japan-USA-Europe Symposium on Fundamental & Applied Problems of Terahertz Devices & Technologies (RIEC International Symposium on Fundamental & Applied Problems of Terahertz Devices & Technologies)	Oct. 31-Nov. 4, 2016
75	ディペンダブルワイヤレスワークショップ2016 Dependable Wireless Workshop 2016	Nov. 9-10, 2016
76	第14回RIECスピントロニクス国際ワークショップ 14th RIEC International Workshop on Spintronics	Nov. 17-19, 2016
77	ブレインウェアLSIに関する国際シンポジウム The 4th RIEC International Symposium on Brainware LSI	Feb. 24-25, 2017
78	第5回脳機能と脳コンピュータに関するRIEC国際シンポジウム The 5th RIEC International Symposium on Brain Functions and Brain Computer	Feb. 27-28, 2017
79	RIEC医用光工学国際ワークショップ2017 RIEC International Workshop on Biomedical Optics 2017	Mar. 6, 2017
80	第8回ナノ構造とナノエレクトロニクスに関する国際ワークショップ The 8th RIEC International Workshop on Nanostructures and Nanoelectronics	Mar. 6-7, 2017
81	2017年RIECロシア―日本合同マイクロ波国際ワークショップ RIEC Russia-Japan Joint International Microwave Workshop 2017	Oct. 19-20, 2017
82	フォトニクスと光通信に関する国際シンポジウム International Symposium on Photonics and Optical Communications (ISPOC 2017)	Oct. 25-26, 2017
83	エクスペアレンスデザインと認知科学に関する通研国際シンポジウム RIEC International Symposium on Experience Design and Cognitive Science (The Second ACM SIGCHI Asian Symposium)	Nov. 18-19, 2017
84	第15回スピントロニクスに関する通研国際ワークショップ 15th RIEC International Workshop on Spintronics	Dec. 13-14, 2017
85	第6回脳機能と脳コンピュータに関するRIEC国際シンポジウム The 6th RIEC International Symposium on Brain Functions and Brain Computer	Feb. 1-2, 2018
86	ブレインウェアLSIに関する国際シンポジウム The 5th International Symposium on Brainware LSI	Feb. 23-24, 2018
87	第9回ナノ構造とナノエレクトロニクスに関する国際ワークショップ The 9th International Workshop on Nanostructures and Nanoelectronics	Mar. 1-2, 2018
88	磁性材料と磁気デバイスに関する日韓シンポジウム Japan-Korea International Symposium on Magnetic Devices and Materials	Aug. 24, 2018
89	ユニバーサル音コミュニケーション国際シンポジウム2018 International Symposium on Universal Acoustical Communication 2018	Oct. 22-24, 2018
90	2018アジアワイヤレス電力伝送ワークショップ(AWPT2018) Asian Wireless Power Transfer Workshop (AWPT2018)	Nov. 2-4, 2018
91	通研国際シンポジウム：第3回グラフェンと関連する二次元材料に関する日欧フラッグシップワークショップ RIEC International Symposium: 3rd Japan-EU Flagship Workshop on Graphene and Related 2D Materials	Nov. 19-21, 2018
92	第2回東北大学/国立台湾大学連携シンポジウム ―人工知能と人間科学の学際的研究― The 2nd Tohoku-NTU U Symposium on Interdisciplinary AI and Human Studies	Nov. 24, 2018
93	第14回知的情報ハイディングとマルチメディア信号処理に関する国際会議 The 14th International Conference on Intelligent Information Hiding and Multimedia Signal Processing (IIH-MSP2018)	Nov. 26-28, 2018
94	ヒューマンコンピュータインタラクションに関する国際シンポジウム RIEC International Symposium on Human-Computer Interaction (The Third ACM SIGCHI Asian Symposium)	Dec. 12-13, 2018
95	第16回スピントロニクスに関する通研国際ワークショップ 16th RIEC International Workshop on Spintronics	Jan. 9-10, 2019
96	第7回脳機能と脳型計算機に関する通研国際シンポジウム The 7th RIEC International Symposium on Brain Functions and Brain Computer	Feb. 22-23, 2019
97	ブレインウェアLSIに関する国際シンポジウム The 6th International Symposium on Brainware LSI	Mar. 1-2, 2019
98	第10回ナノ構造とナノエレクトロニクスに関する国際ワークショップ The 10th International Workshop on Nanostructures and Nanoelectronics	Mar. 6-7, 2019
99	第12回ミリ波グローバルシンポジウム 12th Global Symposium on Millimeter Waves 2019 (GSMM2019)	May. 22-24, 2019
100	第16回最新情報通信技術に関する国際ワークショップ The 16th International Workshop on Emerging ICT	Oct. 31-Nov. 2, 2019
101	第17回スピントロニクスに関する通研国際ワークショップ 17th RIEC International Workshop on Spintronics	Dec. 3-6, 2019
102	ヒューマンコンピュータインタラクションに関する国際シンポジウム RIEC International Symposium on Human-Computer Interaction - Welcome CHI 2021, thinking of the future of HCI together -	Jan. 24-25, 2020
103	第8回脳機能と脳型計算機に関する通研国際シンポジウム The 8th RIEC International Symposium on Brain Functions and Brain Computer	Feb. 13-15, 2020
104	第9回脳機能と脳型計算機に関する通研国際シンポジウム The 9th RIEC International Symposium on Brain Functions and Brain Computer	Dec. 5, 2020
105	ヒューマン・コンピュータ・インタラクションに関する通研国際シンポジウム RIEC International Symposium on Human-Computer Interaction	Jan. 24, 2021
106	第11回ナノ構造とナノエレクトロニクスに関する国際ワークショップ 11th International Workshop on Nanostructures & Nanoelectronics	Mar. 1-2, 2021
107	第4回AIと人間に関する学際研究分野での東北大学国立台湾大学連携シンポジウム The 4th Tohoku - NTU Symposium on Interdisciplinary AI and Human Studies	Mar. 12-13, 2021
108	2021年ヨッタスケールデータ研究プラットフォームに関する国際シンポジウム Symposium of Yotta Informatics Research Platform for Yotta-Scale Data Science 2021	Mar. 23-24, 2021
109	脳型LSIに関する国際シンポジウム The 7th International Symposium on Brainware LSI	Mar. 31, 2021

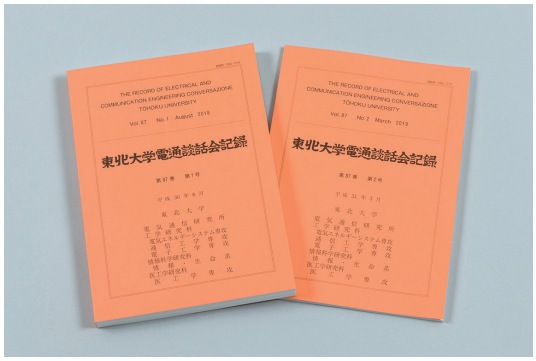
出版物

1　東北大学電通談話会記録

本誌は電気通信研究所、大学院工学研究科、情報科学研究科および医工学研究科の電気・情報系などにおける研究成果の発表の場の一つである。また、機関の研究活動を広く知らせることも目的の一つとしてあり、この趣旨から、最終講義、通研シンポジウムの内容紹介、分野展望招待論文、修士論文抄録などを随時掲載している。

本誌が電通談話会記録と呼ばれるようになったのは、大正の終り頃から毎週1回開かれていた東北大学電気工学科の火曜談話会に由来している。この研究発表会で配付された謄写版のプリントがいろいろのルートを経て外部の関係研究者に時々配付され、公刊物の論文に東北大学電気火曜談話会記録として引用されるようになり、次第に公式出版物として扱われるようになった。

戦争のため一時中断したが、戦後昭和23年頃から復活し、再び活発な討論を繰返すようになった。昭和27年度から本研究所が電気工学科から継承して定期刊行物として出版することになり、昭和27年7月に21巻第一号（巻は通巻）を発行して以来年2～3回、75巻以降は年2回の出版を続けている。



2　東北大学電気通信研究所研究活動報告

本誌は、電気通信研究所が平成6年に全国共同利用研究所として改組したことを契機として、研究所の毎年度の活動状況を広く社会に報告するため、平成7年7月に創刊されたものである。

その内容は、各部門、附属実験施設などの自らの研究活動報告と、共同プロジェクト研究、国際活動など各種共同研究の活動報告、及び通研シンポジウム、各工学研究会活動、通研講演会など各種集会に関する報告と、それらの活動報告に基づく自己評価と外部評価からなっている。また平成19年度より、その英語ダイジェスト版であるAnnual Reportも出版している。

■ Periodicals Published by the Institute

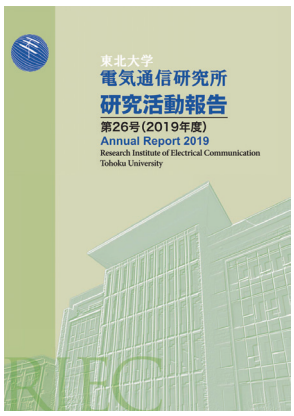
1　The Record of Electrical and Communication Engineering Conversazione Tohoku University

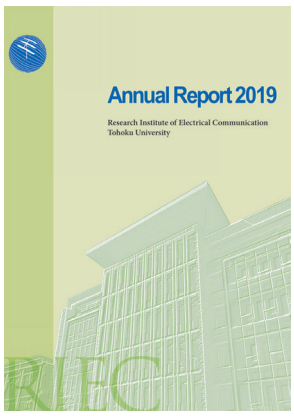
This journal aims at providing an opportunity to publish research results of the Institute as well as the result of the Graduate Schools of Engineering, Information Sciences, Biomedical Engineering. Since the journal also aims at publishing general research activities of the Institute and of the Graduate Schools such as records of the final lectures of retiring professors, records of the Institute Symposium, and reviews.

The name of the Journal `Conversazione´ is attributable to the `Tuesday Conversazione´ at the Department of Electrical Engineering, which had been held once a week on Tuesday since around 1920. Minutes of the meetings had been distributed to researchers outside of the University via various routes and therefore some of them had been referred to as `Records of Tuesday Electrical Engineering Conversazione Tohoku University´ with the result that they came to be treated as official publications. Though the meeting was once interrupted by World War Two, it was restarted in 1947. In 1952, the publication of the records was succeeded by the Institute and the records have been published as periodicals, two times a year recently, since No. 1 Vol. 21 was published in July, 1952.

2　The Annual Report of Research Activity at the Research Institute of Electrical Communication, Tohoku University

Published annually since 1995. This report details the activities of each research division and research facility. Also included are reports on nation-wide cooperative research projects, international symposium and seminars organized by members of RIEC, and the reports and evaluation on the RIEC advisory board members. English version is also available since 2007.





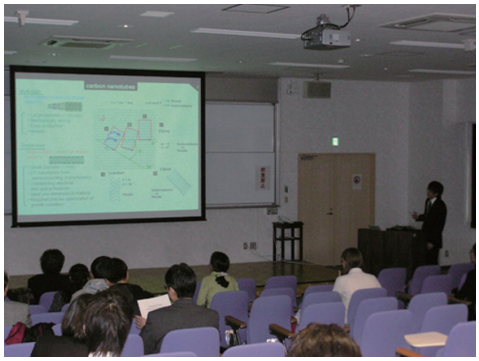
教育活動
Educational Activities

東北大学電気通信研究所は、研究活動のみならず教育活動においても、大学院工学研究科、情報科学研究科および医工学研究科の電気・情報系と密接な協力関係を保っており、教員は電気・情報各系講座の兼務教員として、大学院および学部学生の教育に参画している。各研究分野には、電気・情報系の大学院生と学部4年生が所属して研究を行っている。現在研究所に所属している大学院生は後期課程26名、前期課程146名、学部4年生は60名である。

この他に、受託研究員、研究所等研究生、日本学術振興会の特別研究員や外国人特別研究員、民間等の共同研究員が研究所の活動に加わっている。

RIEC is keeping close contact with the School of Engineering, Graduate School of Information Sciences, and Graduate School of Biomedical Engineering. All faculty members of RIEC hold positions in these schools and have courses for graduate and undergraduate students. Students also have chances to join the research groups in RIEC. In 2021, 60 undergraduate students,146 master course students, and 26 doctor course students are studying at RIEC.

RIEC also receives many visiting professors, visiting scholars, visiting students, and postdoc researchers from all over the world.



ワークショップでの発表風景
Presentation scene at a workshop

研究室ゼミ
Seminar scene at a laboratory

国際活動
International Activities

本研究所の教員は、国際的学術誌の編集委員やレフリー、国際会議の組織委員や論文委員、あるいは国際ジャーナルへの論文投稿など、多枝の活動分野で世界の工学と科学の進展に貢献している。本研究所が電子工学、通信工学、情報工学などにおける世界のセンター・オブ・エクセレンス（COE）となっている分野も多く、海外から研究員や留学生が本研究所の活動に参画している。また、海外の大学や研究機関と学術交流協定を結び、組織的かつ継続的に情報交換、相互訪問、共同研究などを推進している。

Many of the staff in RIEC contribute to the development of technology and science in the world by serving as editors of referees of international journals or by chairing or programming international conferences. In some fields in electronics, electrical communications, or information engineering RIEC serves as a Center of Excellence (COE), which attracts researchers and students from all over the world every year. Several academic exchange programs with foreign colleges or institutes are in operation.

学術交流協定
International academic exchange programs

大学間学術交流協定
University Level Agreements

国名 Country	協　定　校 Institution	協定締結年月日 Date of Signing
アメリカ U.S.A.	カリフォルニア大学サンタバーバラ校 University of California, Santa Barbara	1990.3.15
アメリカ U.S.A.	カリフォルニア大学（10 校） University of California	1990.3.15
アメリカ U.S.A.	パーデュー大学 Purdue University	1997.9.23
台湾 Taiwan	国立台湾大学 National Taiwan University	2000.11.18
スイス Swiss	スイス連邦工科大学ローザンヌ校 Swiss Federal Institute of Technology, Lausanne	2000.11.20
イギリス U.K.	ヨーク大学 The University of York	2004.6.7
台湾 Taiwan	国立交通大学 National Chiao Tung University	2005.12.15
ドイツ Germany	ドレスデン工科大学 The Technische Universität Dresden	2006.6.26
ドイツ Germany	ベルリン工科大学 Berlin Institute of Technology	2009.8.26
台湾 Taiwan	国立清華大学 National Tsing Hua University	2009.12.2

国名 Country	協　定　校 Institution	協定締結年月日 Date of Signing
アメリカ U.S.A.	ハーバード大学 Harvard University	2010.7.22
ドイツ Germany	ミュンヘン工科大学 Technische Universität München	2010.8.3
ドイツ Germany	カイザースラウテルン工科大学 The University of Kaiserslautern	2012.2.1
ドイツ Germany	ヨハネスグ-テンベルグ大学マインツ Johannes Gutenberg University of Mainz	2012.2.6
ドイツ Germany	ケムニッツ工科大学 Chemnitz University of Technology	2013.10.31
オーストラリア Australia	メルボルン大学 The University of Melbourne	2014.11.7
ドイツ Germany	レーゲンスブルク大学 University of Regensburg	2017.3.16
ドイツ Germany	オルデンブルク大学 Carl von Ossietzky University of Oldenburg	2017.7.13
スペイン Spain	サラマンカ大学 University of Salamanca	2018.5.20
ロシア Russia	サンクトペテルブルク電気工科大学 St. Petersburg Electrotechnical University	2019.11.22

部局間学術交流協定
Department Level Agreements

国名 Country	協　定　校 Institution	協定締結年月日 Date of Signing
ポーランド Poland	ポーランド科学アカデミー物理学研究所 Institute of Physics, Polish Academy of Sciences	1976.8.3
ドイツ Germany	アイエイチピー IHP-Innovations for High Performance Microelectronics	2001.1.22
フランス France	国立科学研究所 マルセイユナノサイエンス学際センター The Interdisciplinary Center on Nanoscience of Marseille, National Center of Scientific Research	2005.10.24
中国 China	中国科学院半導体研究所 Institute of Semiconductors, Chinese Academy of Sciences	2007.4.12
アメリカ U.S.A.	ラトガース大学 ワイヤレスネットワーク研究所 WINLAB, Rutgers University	2009.12.9
ロシア Russia	バウマン・モスクワ国立工科大学 フォトニクス・赤外工学研究教育センター および無線電子工学・レーザー工学研究所 Research and Educational Center "Photonics and Infrared Technology" and Institute of Radio Electronics and Laser Technology, Bauman Moscow State Technical University (BMSTU)	2014.6.26

国名 Country	協　定　校 Institution	協定締結年月日 Date of Signing
アメリカ U.S.A.	マサチューセッツ工科大学　電子工学研究所 Research Laboratory of Electronics (RLE), Massachusetts Institute of Technology (MIT)	2015.1.9
ロシア Russia	サンクトペテルブルク電気工科大学 St. Petersburg Electrotechnical University	2016.11.22
フランス France	国立パリ高等情報通信大学 Telecom ParisTech	2017.10.25
ロシア Russia	モスクワ国立大学　物理学部 Faculty of Physics, M.V.Lomonosov Moscow State University	2018.6.8
台湾 Taiwan	国立台湾大学 人工知能・先端ロボットセンター Center for Artificial Intelligence and Advanced Robotics, National Taiwan University	2018.7.31
ロシア Russia	ロシア科学アカデミー超高周波半導体電子工学研究所　および ロシア科学アカデミー総合物理学研究所 V.G. Mokerov Institute of Ultra High Frequency Semiconductor Electronics of the Russian Academy of Sciences, and Prokhorov General Physics Institute of the Russian Academy of Sciences	2020.9.25

本研究所教員が編集委員をしている国際ジャーナル
International Journals in which a staff in RIEC participates as an editor

1 Applied Physics Express
2 Auditory Perception and Cognition
3 Bioinspiration & Biomimetics
4 Computer Animation and Virtual Worlds
5 Frontiers in Neuroscience
6 IEEE Transactions on Circuits and Systems I
7 Japanese Journal of Applied Physics
8 Nonlinear Theory and Its Applications, IEICE
9 Scientific Reports
10 Soft Robotics

本研究所教員が組織委員をつとめた最近の国際会議
International Conference programmed by a staff in RIEC

1 10th 2021 IEEE International Conference on Communications, Network, and Satellite (IEEE Comnetsat 2021)
2 11th International Workshop on Nanostructures & Nanoelectronics (IWNN-11)
3 15th International Symposium on Functional and Logic Programming (FLOPS 2020)
4 17th EuroVR International Conference (EuroVR 2020)
5 2020 IEEE International Symposium on Radio- Frequency Integration Technology (RFIT 2020)
6 2020 International Conference on Advanced Technologies for Communications (ATC 2020)
7 2020 International Symposium on Nonlinear Theory and Its Applications (NOLTA2020)
8 26th IEEE Symposium on Computers and Communications (ISCC 2021)
9 29th International Workshop on Post Binary ULSI Systems
10 39th ACM CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI 2021)
11 50th IEEE International Symposium on Multiple-Valued Logic (ISMVL 2020)
12 7th International Workshop on Rewriting Techniques for Program Transformations and Evaluation (WPTE 2020)
13 IEEE Asia Pacific Conference on Wireless and Mobile 2021 (APWiMob 2021)
14 IEEE International Workshop on Computer Aided Modeling and Design of Communication Links and Networks (CAMAD 2021)
15 IEEE The International Magnetics Conference (INTERMAG 2020)
16 IEEE The International Magnetics Conference (INTERMAG 2021)
17 IEEE The Magnetic Recording Conference (TMRC 2020)
18 IEEE The Magnetic Recording Conference (TMRC 2021)
19 IEEE/ACM International Symposium on Quality of Service 2021 (IwQoS 2021)
20 International Symposium on Adaptive Motion of Animals and Machines 2021, Program committee
21 INTERNATIONAL TELETRAFFIC CONGRESS ITC 32
22 The 11th International Conference on ICT Convergence (ICTC 2020)
23 The 2020 IEEE 5G World Forum (5GWF'20)
24 The 2021 IEEE Global Communications Conference (GLOBECOM 2021)
25 The 2021 IEEE Wireless Communications and Networking Conference (WCNC 2021)
26 The 2021 International Workshop on Pervasive Information Flow (PerFlow'21)
27 The 2nd International Sympoisum on Designing Human-Centric IoT Society
28 The 35th International Conference on Information Networking (ICOIN 2021)
29 The 65th Annual Conference on Magnetism and Magnetic Materials (MMM 2020)
30 The 8th International Conference on Information and Communication Technology (ICoICT 2020)
31 The 9th RIEC International Symposium on Brain Fucntions and Brain Computer (9th BFBC)
32 The Eighth International Symposium on Computing and Networking (CANDAR'20)
33 The IEEE International Conference on Communications (ICC 2021)
34 The Symposium on Emerging Topics in Computing and Communications (SETCAC'20)

広報活動
Publicity Activities

通研一般公開

電気通信研究所では、広く市民、卒業生、産業界、学内の学生や職員の方々に研究・教育活動を知って頂くために毎年「一般公開」を行っている。

例年、10月上旬の土曜・日曜の二日間に、全研究室、施設、センター、附属工場が趣向をこらしたパンフレットやデモンストレーションを準備して、先端技術を分かりやすく説明している。また、通研の歴史的成果である「分割陽極マグネトロン」、「鋼帯式磁気録音機」の展示をはじめ、親子で参加できる数々の参加型公開実験や工作教室を企画し、中には毎年長蛇の列ができるものもあるなど、好評を博している。

2020年度も通研公開開催に向け鋭意準備を進めてきたが、COVID-19の感染拡大防止のため初めてオンラインで実施した。動画を主体とした研究室紹介と公開実験のWebページには、2日間の開催期間中に多くのアクセスがあった。工作キットをあらかじめ希望する方にお送りし、工作教室を開催した。電池のいらないAMラジオやCDを使った分光器などを、オンデマンド説明動画を視聴しながら作製できるように準備し、自宅で通研公開を体験して頂いた。

なお、バーチャルな通研公開を体験していただくために、各研究室のわかりやすい紹介を下記のWebページ上で常に公開している。

http://www.riec.tohoku.ac.jp/koukai/

■ RIEC Open Day

Every year RIEC holds an open day to present research and educational activities to the public, university staff, students and alumni as well as representatives from the industry.

The RIEC Open Day is taken place on Saturday and Sunday in early October. All the research laboratories, research centers, and machine shops of RIEC exhibits various types of demonstrations focused on their research fields.

The exhibitions include some historical devices and instruments developed in RIEC, such as magnetron tubes and steel recorders, historical milestones of RIEC activities. In addition, we have planned a number of open experiments and craft classes that parents and children can participate in, which have been well received. Some of them draw long lines every year.

In 2020, we had been making diligent preparations for the RIEC Open Day. However, the event was held online for the first time to prevent the spread of COVID-19 infection. The web pages of video-based laboratory exhibitions and open experiments were accessed a lot during the RIEC Open Day. We sent the craft kit to those who wanted it in advance and held online craft classes which included making the battery-less AM radio, the spectroscope using the CD and so on.

In addition, please enjoy virtual RIEC Open Day on the following Web page.

http://www.riec.tohoku.ac.jp/koukai/

公開実験・工作教室を楽しむ参加者
Visitors having fun during handicraft courses

オンラインで開催された通研公開
The online RIEC Open day

RIEC News

電気通信研究所の広報活動の一環としてニュースレター「RIEC News」を刊行している。

「RIEC News」は、電気通信研究所創立75周年を記念し創刊されたもので、電気通信研究所の日本の科学技術の発展への貢献について、最先端の研究や将来への展望等を紹介するものである。2011年3月に創刊し、毎号、大型プロジェクトや特別推進研究等の巻頭特集をくみ、通研の各種イベントを紹介するトピックス、研究室や各センターの紹介、研究交流会、通研公開などの通研だより、独創的研究支援プログラムや産学連携研究マッチングファンドプログラムなどのタイムリーな情報を紹介している。2013年3月には、その英語版も創刊された。また、RIEC Newsの発行をメールでお知らせするサービスや、これまで発行したRIEC Newsの電子版を、下記URLにて公開してきた。

http://www.riec.tohoku.ac.jp/riecnews/

RIEC Newsは2019年7月刊行の第26号をもって、これまでのような数か月毎の発行形式を一旦終了とし、2020年4月より、最新の研究成果やイベント情報をより早く皆さまにお届けすべく、新しい記事を随時公開する形の、Webを主軸とした形式へとリニューアルした。この新しいRIEC Newswebは、下記のURLにて公開している。

http://www.riec.tohoku.ac.jp/riecpr/

■ RIEC News

As a part of RIEC's publication service, "RIEC News" is published.

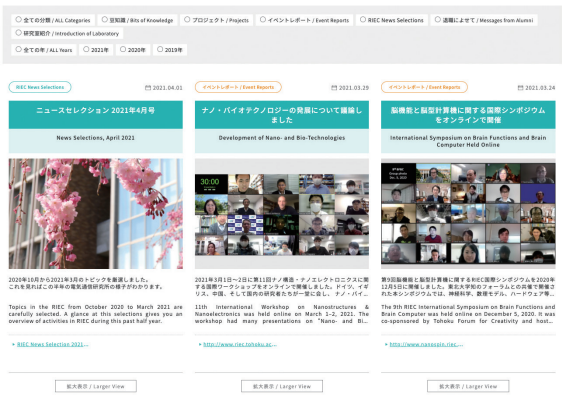
With the 75th anniversary of the establishment of RIEC, RIEC News introduces cutting-edge's research and the vision of the future from RIEC's contributions to the progression of science and technology in Japan. RIEC News was first launched in March 2011. Every issue introduces special topics such as large scale projects and Specially-Promoted Research, etc. RIEC News also includes current information about each laboratory and center, all kinds of RIEC events, research exchange meetings, laboratories open to the public (RIEC Open Day), etc. English version was also launched in March 2014. Further, RIEC News offers a notification service by mail whenever a new issue is released and an electronic version of every issue published so far can be downloaded by following the link below.

http://www.riec.tohoku.ac.jp/riecnews/

With the 26th issue of RIEC News, it has finished multi-monthly publication style as before. From April 2020, in order to bring you the latest research results and event information as quickly as possible, RIEC News was renewed to a new web-based publication style. The new RIEC Newsweb is published by the following link.

http://www.riec.tohoku.ac.jp/riecpr/

RIEC Newsweb



職員（令和３年5月1日）
Staff (as of May 1, 2021)

所長（併）／教授	Director, Professor	塩　入　　諭	Satoshi Shioiri

研究部門　Research Divisions

情報デバイス研究部門　Information Devices Division

■ ナノフォトエレクトロニクス研究室　Nano-photoelectronics

教　授	Professor	（白井正文）	(Masafumi Shirai)
教　授（兼）	Professor*	藤掛英夫	Hideo Fujikake
准教授	Associate Professor	片野　諭	Satoshi Katano
准教授（兼）	Associate Professor*	石鍋隆宏	Takahiro Ishinabe

■ 固体電子工学研究室　Solid State Electronics

教　授	Professor	（佐藤茂雄）	(Shigeo Sato)
教　授（兼）	Professor*	遠藤哲郎	Tetsuo Endoh
教　授（兼）	Professor*	鷲尾勝由	Katsuyoshi Washio
准教授	Associate Professor	吹留博一	Hirokazu Fukidome
准教授（兼）	Associate Professor*	岡田　健	Takeru Okada
助　教	Assistant Professor	馬　奕涛	Yitao Ma

■ 誘電ナノデバイス研究室　Dielectric Nano-Devices

教　授	Professor	長　康雄	Yasuo Cho
教　授（兼）	Professor*	小玉哲也	Tetsuya Kodama
准教授	Associate Professor	山末耕平	Kohei Yamasue
准教授	Associate Professor	平永良臣	Yoshiomi Hiranaga
准教授（兼）	Associate Professor*	吉澤　晋	Shin Yoshizawa

■ 物性機能設計研究室　Materials Functionality Design

教　授	Professor	白井正文	Masafumi Shirai
教　授（兼）	Professor*	田中和之	Kazuyuki Tanaka
教　授（兼）	Professor*	安藤　晃	Akira Ando
教　授（兼）	Professor*	大関真之	Masayuki Ohzeki
准教授	Associate Professor	阿部和多加	Kazutaka Abe
准教授（兼）	Associate Professor*	高橋和貴	Kazunori Takahashi
助　教	Assistant Professor	辻川雅人	Masahito Tsujikawa
助　教	Assistant Professor	新屋ひかり	Hikari Shinya
学術研究員	Research Fellow	Tufan Roy	Tufan Roy
学術研究員	Research Fellow	井上順一郎	Jun-ichiro Inoue

■ スピントロニクス研究室　Spintronics

教　授	Professor	深見俊輔	Shunsuke Fukami
教　授（兼）	Professor*	松倉文礼	Fumihiro Matsukura
教　授（兼）	Professor*	安藤康夫	Yasuo Ando
教　授（兼）	Professor*	島津武仁	Takehito Simatsu
教　授（兼）	Professor*	齊藤　伸	Shin Saito
教　授（兼）	Professor*	池田正二	Shoji Ikeda
准教授（兼）	Associate Professor*	角田匡清	Masakiyo Tsunoda
准教授（兼）	Associate Professor*	大兼幹彦	Mikihiko Ogane
准教授（兼）	Associate Professor*	小川智之	Tomoyuki Ogawa
助　教	Assistant Professor	金井　駿	Shun Kanai
助　教	Assistant Professor	Justin Llandro	Justin Llandro
助　教（兼）	Assistant Professor*	山根結太	Yuta Yamane
学術研究員	Research Fellow	五十嵐純太	Junta Igarashi

■ ナノ集積デバイス・プロセス研究室　Nano-Integration Devices and Processing

教　授	Professor	佐藤茂雄	Shigeo Sato
教　授（兼）	Professor*	須川成利	Shigetoshi Sugawa
教　授（兼）	Professor*	張山昌論	Masanori Hariyama
准教授	Associate Professor	櫻庭政夫	Masao Sakuraba
准教授	Associate Professor	山本英明	Hideaki Yamamoto
准教授（兼）	Associate Professor*	黒田理人	Rihito Kuroda
助　教	Assistant Professor	佐藤信之	Nobuyuki Sato
学術研究員	Research Fellow	守谷　哲	Satoshi Moriya

■ 量子デバイス研究室 Quantum Devices

准教授	Associate Professor	大 塚 朋 廣	Tomohiro Otsuka

■ 磁性デバイス研究室（客員） Magnetic Devices (Visitor Section)

客員准教授	Visiting Associate Professor	弓 仲 康 史	Yasushi Yuminaka

ブロードバンド工学研究部門 Broadband Engineering Division

■ 超高速光通信研究室 Ultrahigh-speed Optical Communication

教 授	Professor	廣 岡 俊 彦	Toshihiko Hirooka
教 授（兼）	Professor*	山 田 博 仁	Hirohito Yamada
教 授（兼）	Professor*	松 浦 祐 司	Yuji Matsuura
准教授	Associate Professor	葛 西 恵 介	Keisuke Kasai
准教授（兼）	Associate Professor*	松 田 信 幸	Nobuyuki Matsuda

■ 応用量子光学研究室 Applied Quantum Optics

教 授	Professor	八 坂 洋	Hiroshi Yasaka
准教授	Associate Professor	吉 田 真 人	Masato Yoshida
助 教	Assistant Professor	横 田 信 英	Nobuhide Yokota

■ 先端ワイヤレス通信技術研究室 Advanced Wireless Information Technology

教 授	Professor	末 松 憲 治	Noriharu Suematsu
教 授（兼）	Professor*	陳 強	Qiang Chen
特任教授	Specially Appointed Professor	芝 隆 司	Takashi Shiba
准教授（兼）	Associate Professor*	今 野 佳 祐	Keisuke Konno

■ 情報ストレージシステム研究室 Information Storage Systems

教 授	Professor	田 中 陽一郎	Yoichiro Tanaka
教 授（兼）	Professor*	周 暁	Xiao Zhou
教 授（兼）	Professor*	伊 藤 健 洋	Takehiro Ito
准教授	Associate Professor	Simon John Greaves	Simon J. Greaves

■ 超ブロードバンド信号処理研究室 Ultra-Broadband Signal Processing

教 授	Professor	尾 辻 泰 一	Taiichi Otsuji
教 授（兼）	Professor*	西 山 大 樹	Hiroki Nishiyama
教 授（兼）	Professor*	末 光 哲 也	Tetsuya Suemitsu
准教授	Associate Professor	佐 藤 昭	Akira Satou
助 教	Assistant Professor	渡 辺 隆 之	Takayuki Watanabe
学術研究員	Research Fellow	唐 超	Chao Tang

■ 量子光情報工学研究室 Quantum-Optical Information Technology

教 授	Professor	枝 松 圭 一	Keiichi Edamatsu
教 授（兼）	Professor*	中 尾 光 之	Mitsuyuki Nakao
助 教	Assistant Professor	Soyoung Baek	Soyoung Baek
助 教（兼）	Assistant Professor*	金 田 文 寛	Fumihiro Kaneda
学術研究員	Research Fellow	王 怡 昕	Yixin Wang

■ ブロードバンド通信基盤技術研究室（客員） Basic Technology for Broadband Communication (Visitor Section)

客員教授	Visiting Professor	鈴 木 恭 宜	Yasunori Suzuki
客員教授	Visiting Professor	亀 田 卓	Suguru Kameda

人間情報システム研究部門 Human Information Systems Division

■ 生体電磁情報研究室 Electromagnetic Bioinformation Engineering

教 授	Professor	石 山 和 志	Kazushi Ishiyama
教 授（兼）	Professor*	山 口 正 洋	Masahiro Yamaguchi
教 授（兼）	Professor*	津 田 理	Makoto Tsuda
教 授（兼）	Professor*	渡 邉 高 志	Takashi Watanabe
教 授（兼）	Professor*	中 村 健 二	Kenji Nakamura
教 授（兼）	Professor*	薮 上 信	Shin Yabukami
准教授（兼）	Associate Professor*	遠 藤 恭	Yasushi Endo
准教授（兼）	Associate Professor*	桑波田 晃 弘	Akihiro Kuwahata

■ 先端音情報システム研究室 Advanced Acoustic Information Systems

教　授	Professor	坂　本　修　一	Shuichi Sakamoto
教　授（兼）	Professor*	金　井　　浩	Hiroshi Kanai
教　授（兼）	Professor*	伊　藤　彰　則	Akinori Ito
准教授（兼）	Associate Professor*	能　勢　　隆	Takashi Nose
准教授（兼）	Associate Professor*	荒　川　元　孝	Mototaka Arakawa

■ 高次視覚情報システム研究室 Visual Cognition and Systems

教　授	Professor	塩　入　　諭	Satoshi Shioiri
准教授	Associate Professor	曽　　加　蕙	Chia-Huei Tseng
准教授（兼）	Associate Professor*	杉　田　典　大	Norihiro Sugita
助　教	Assistant Professor	羽　鳥　康　裕	Yasuhiro Hatori
助　教（兼）	Assistant Professor*	Sun Sai	Sun Sai
特任助教	Specially Appointed Assistant Professor	Guillen Barja Luis Alberto	Guillen Barja Luis Alberto
特任助教	Specially Appointed Assistant Professor	Wu Wei	Wu Wei

■ 情報コンテンツ研究室 Information Content

教　授	Professor	北　村　喜　文	Yoshifumi Kitamura
教　授（兼）	Professor*	加　藤　　寧	Nei Kato
教　授（兼）	Professor*	菅　沼　拓　夫	Takuo Suganuma
准教授	Associate Professor	髙　嶋　和　毅	Kazuki Takashima
准教授（兼）	Associate Professor*	阿　部　　亨	Toru Abe
准教授（兼）	Associate Professor*	川　本　雄　一	Yuichi Kawamoto
助　教	Assistant Professor	藤　田　和　之	Kazuyuki Fujita
助　教	Assistant Professor	池　松　　香	Kaori Ikematsu

■ 実世界コンピューティング研究室 Real-World Computing

教　授	Professor	石　黒　章　夫	Akio Ishiguro
准教授	Associate Professor	加　納　剛　史	Takeshi Kano
助　教	Assistant Professor	福　原　　洸	Akira Fukuhara
助　教（兼）	Assistant Professor*	安　井　浩太郎	Kotaro Yasui

■ ナノ・バイオ融合分子デバイス研究室 Nano-Bio Hybrid Molecular Devices

教　授	Professor	平　野　愛　弓	Ayumi Hirano
教　授（兼）	Professor*	吉　信　達　夫	Tatsuo Yoshinobu
教　授（兼）	Professor*	木　下　賢　吾	Kengo Kinoshita
教　授（兼）	Professor*	金　子　俊　郎	Toshiro Kaneko
准教授（兼）	Associate Professor*	大　林　　武	Takeshi Obayashi
准教授（兼）	Associate Professor*	宮　本　浩一郎	Koichiro Miyamoto
准教授（兼）	Associate Professor*	神　崎　　展	Makoto Kanzaki
准教授（兼）	Associate Professor*	西　　羽　美	Hafumi Nishi
准教授（兼）	Associate Professor*	加　藤　俊　顕	Toshiaki Kato
助　教	Assistant Professor	但　木　大　介	Daisuke Tadaki
助　教	Assistant Professor	小　宮　麻　希	Maki Komiya

■ 多感覚情報統合認知システム研究室 Multimodal cognitive system

教　授（兼）	Professor*	坂　井　信　之	Nobuyuki Sakai
助　教	Assistant Professor	山　本　浩　輔	Kosuke Yamamoto

■ マルチモーダルコンピューティング研究室（客員） Multimodal Computing (Visitor Section)

客員教授	Visiting Professor	下　條　信　輔	Shinsuke Shimojoh
客員教授	Visiting Professor	井　上　光　輝	Mitsuteru Inoue
客員准教授	Visiting Associate Professor	小　山　翔　一	Shoichi Koyama

システム・ソフトウェア研究部門 Systems & Software Division

■ ソフトウェア構成研究室 Software Construction

教　授	Professor	大　堀　　淳	Atsushi Ohori
教　授（兼）	Professor*	篠　原　　歩	Ayumi Shinohara
教　授（兼）	Professor*	住　井　英二郎	Eijiro Sumii
准教授	Associate Professor	上　野　雄　大	Katsuhiro Ueno
准教授（兼）	Associate Professor*	松　田　一　孝	Kazutaka Matsuda
准教授（兼）	Associate Professor*	吉　仲　　亮	Ryo Yoshinaka
助　教	Assistant Professor	菊　池　健太郎	Kentaro Kikuchi

■ コンピューティング情報理論研究室 Computing Information Theory

教　授	Professor	中　野　圭　介	Keisuke Nakano
教　授（兼）	Professor*	静　谷　啓　樹	Hiroki Shizuya
教　授（兼）	Professor*	大　町　真一郎	Shinichiro Omachi
准教授（兼）	Associate Professor*	酒　井　正　夫	Masao Sakai
准教授（兼）	Associate Professor*	磯　邉　秀　司	Shuji Isobe
准教授（兼）	Associate Professor*	菅　谷　至　寛	Yoshihiro Sugaya
助　教	Assistant Professor	浅　田　和　之	Kazuyuki Asada

■ コミュニケーションネットワーク研究室 Communication Network Systems

教　授	Professor	長谷川　　剛	Go Hasegawa
教　授（兼）	Professor*	斎　藤　浩　海	Hiroumi Saito
教　授（兼）	Professor*	乾　　健太郎	Kentaro Inui
教　授（兼）	Professor*	鈴　木　　潤	Jun Suzuki
准教授	Associate Professor	北　形　　元	Gen Kitagata
准教授（兼）	Associate Professor*	後　藤　英　昭	Hideaki Goto
准教授（兼）	Associate Professor*	水　木　敬　明	Takaaki Mizuki

■ 環境調和型セキュア情報システム研究室 Environmentally Conscious Secure Information System

教　授	Professor	本　間　尚　文	Naofumi Homma
助　教	Assistant Professor	上　野　　嶺	Rei Ueno

■ ソフトコンピューティング集積システム研究室 Soft Computing Integrated System

教　授	Professor	堀　尾　喜　彦	Yoshihiko Horio

■ 新概念 VLSI システム研究室 New Paradigm VLSI System

教　授	Professor	羽　生　貴　弘	Takahiro Hanyu
教　授（兼）	Professor*	青　木　孝　文	Takafumi Aoki
准教授	Associate Professor	夏　井　雅　典	Masanori Natsui
准教授	Associate Professor	鬼　沢　直　哉	Naoya Onizawa
准教授（兼）	Associate Professor*	伊　藤　康　一	Koichi Ito
学術研究員	Research Fellow	玉　越　　晃	Akira Tamakoshi

■ 情報社会構造研究室（客員） Information Social Structure (Visitor Section)

客員教授	Visiting Professor	松　岡　　浩	Hiroshi Matsuoka

附属研究施設 Research Facilities

附属ナノ・スピン実験施設 Laboratory for Nanoelectronics and Spintronics

施設長（併）／教授	Director, Professor	堀　尾　喜　彦	Yoshihiko Horio

■ 共通部 Cooperation Section

技術専門職員（兼）	Technical Staff*	森　田　伊　織	Iori Morita
技術一般職員（兼）	Technical Staff*	小　野　力　摩	Rikima Ono
技術一般職員（兼）	Technical Staff*	武　者　倫　正	Michimasa Musha

■ スピントロニクス研究室 Spintronics

教　授	Professor	深　見　俊　輔	Shunsuke Fukami
教　授（兼）	Professor*	松　倉　文　礼	Fumihiro Matsukura
教　授（兼）	Professor*	安　藤　康　夫	Yasuo Ando
教　授（兼）	Professor*	島　津　武　仁	Takehito Simatsu
教　授（兼）	Professor*	齊　藤　　伸	Shin Saito
教　授（兼）	Professor*	池　田　正　二	Shoji Ikeda
准教授（兼）	Associate Professor*	角　田　匡　清	Masakiyo Tsunoda
准教授（兼）	Associate Professor*	大　兼　幹　彦	Mikihiko Ogane
准教授（兼）	Associate Professor*	小　川　智　之	Tomoyuki Ogawa
助　教	Assistant Professor	金　井　　駿	Shun Kanai
助　教	Assistant Professor	Justin Llandro	Justin Llandro
助　教（兼）	Assistant Professor*	山　根　結　太	Yuta Yamane

■ ナノ・バイオ融合分子デバイス研究室 Nano-Bio Hybrid Molecular Devices

教　授	Professor	平　野　愛　弓	Ayumi Hirano
教　授（兼）	Professor*	吉　信　達　夫	Tatsuo Yoshinobu
教　授（兼）	Professor*	木　下　賢　吾	Kengo Kinoshita
教　授（兼）	Professor*	金　子　俊　郎	Toshiro Kaneko
准教授（兼）	Associate Professor*	大　林　　武	Takeshi Obayashi
准教授（兼）	Associate Professor*	宮　本　浩一郎	Koichiro Miyamoto
准教授（兼）	Associate Professor*	神　崎　　展	Makoto Kanzaki
准教授（兼）	Associate Professor*	西　　羽　美	Hafumi Nishi
准教授（兼）	Associate Professor*	加　藤　俊　顕	Toshiaki Kato
助　教	Assistant Professor	但　木　大　介	Daisuke Tadaki
助　教	Assistant Professor	小　宮　麻　希	Maki Komiya

■ ナノ集積デバイス・プロセス研究室 Nano-Integration Devices and Processing

教　授	Professor	佐　藤　茂　雄	Shigeo Sato
教　授（兼）	Professor*	須　川　成　利	Shigetoshi Sugawa
教　授（兼）	Professor*	張　山　昌　論	Masanori Hariyama
准教授	Associate Professor	櫻　庭　政　夫	Masao Sakuraba
准教授	Associate Professor	山　本　英　明	Hideaki Yamamoto
准教授（兼）	Associate Professor*	黒　田　理　人	Rihito Kuroda
助　教	Assistant Professor	佐　藤　信　之	Nobuyuki Sato

附属ブレインウェア研究開発施設 Laboratory for Brainware Systems

施設長（併）／教授	Director, Professor	羽　生　貴　弘	Takahiro Hanyu

■ 認識・学習システム研究室 Recognition and Learning Systems

教　授	Professor	塩　入　　諭	Satoshi Shioiri
教　授	Professor	坂　本　修　一	Shuichi Sakamoto

■ ソフトコンピューティング集積システム研究室 Soft Computing Integrated System

教　授	Professor	堀　尾　喜　彦	Yoshihiko Horio

■ 新概念 VLSI システム研究室 New Paradigm VLSI System

教　授	Professor	羽　生　貴　弘	Takahiro Hanyu
教　授（兼）	Professor*	青　木　孝　文	Takafumi Aoki
准教授	Associate Professor	夏　井　雅　典	Masanori Natsui
准教授	Associate Professor	鬼　沢　直　哉	Naoya Onizawa
准教授（兼）	Associate Professor*	伊　藤　康　一	Koichi Ito

■ 実世界コンピューティング研究室 Real-World Computing

教　授	Professor	石　黒　章　夫	Akio Ishiguro
准教授	Associate Professor	加　納　剛　史	Takeshi Kano
助　教	Assistant Professor	福　原　　洸	Akira Fukuhara
助　教（兼）	Assistant Professor*	安　井　浩太郎	Kotaro Yasui

附属21世紀情報通信研究開発センター Research Center for 21st Century Information Technology

センター長（併）／教授	Director, Professor	末　松　憲　治	Noriharu Suematsu

■ 産学官研究開発部 Industry-Academia-Government-Collaboration Research and Development Division

教　授（兼）	Professor*	末　松　憲　治	Noriharu Suematsu
客員教授	Visiting Professor	丸　橋　建　一	Kenichi Maruhashi
客員准教授	Visiting Associate Professor	前　畠　　貴	Takashi Maehata
客員准教授	Visiting Associate Professor	本　良　瑞　樹	Mizuki Motoyoshi

■ 学際連携研究部 Interdisciplinary Collaboration Research Division

教　授（兼）	Professor*	塩　入　　諭	Satoshi Shioiri
教　授（兼）	Professor*	羽　生　貴　弘	Takahiro Hanyu

■ 萌芽研究部 Exploratory Research Division

教　授（兼）	Professor*	北　村　喜　文	Yoshifumi Kitamura

高等研究機構新領域創成部 Division for the Establishment of Frontier Sciences

■ 多感覚情報統合認知システム研究室 Multimodal cognitive system

教　授（兼）	Professor*	坂　井　信　之	Nobuyuki Sakai
助　教（兼）	Assistant Professor*	山　本　浩　輔	Kosuke Yamamoto

■ スピントロニクス・CMOS 融合脳型集積システム研究室 Spintronics/CMOS Hybrid Brain-Inspired Integrated Systems

教　授（兼）	Professor*	遠　藤　哲　郎	Tetsuo Endoh
助　教（兼）	Assistant Professor*	馬　　奕　涛	Yitao Ma

安全衛生管理室 Management Office for Safety and Health

室　長（兼）／教授	Manager, Professor*	石　山　和　志	Kazushi Ishiyama
副室長（兼）／教授	Deputy Manager, Professor*	佐　藤　茂　雄	Shigeo Sato
助　教（兼）	Assistant Professor*	佐　藤　信　之	Nobuyuki Sato

共通研究施設 Common Research Facilities

やわらかい情報システムセンター Flexible Information System Center

センター長（兼）／教授	Director, Professor*	長谷川　　剛	Go Hasegawa

研究基盤技術センター Fundamental Technology Center

センター長（兼）／教授	Director, Professor*	佐　藤　茂　雄	Shigeo Sato
技術専門員（技術長）	Technical Staff	末　永　　保	Tamotsu Suenaga

■ 工作部 Machine Shop Division

技術一般職員（グループ長）	Technical Staff	阿　部　健　人	Kento Abe
技術一般職員	Technical Staff	前　田　泰　明	Yasuaki Maeda
技術一般職員	Technical Staff	関　谷　佳　奈	Kana Sekiya

■ 評価部 Evaluation Division

技術専門職員（グループ長）	Technical Staff	阿　部　真　帆	Maho Abe
技術一般職員	Technical Staff	丹　野　健　徳	Takenori Tanno
技術一般職員	Technical Staff	柳　生　寛　幸	Hiroyuki Yagyu
再雇用職員	Technical Staff	庄　子　康　一	Koichi Shoji

■ プロセス部 Process Division

技術専門職員（グループ長）	Technical Staff	森　田　伊　織	Iori Morita
技術一般職員	Technical Staff	小　野　力　摩	Rikima Ono
技術一般職員	Technical Staff	武　者　倫　正	Michimasa Musha

■ 情報技術部 Information Technology Division

技術専門職員（グループ長）	Technical Staff	太　田　憲　治	Kenji Ota
技術専門職員	Technical Staff	丸　山　由　子	Yuko Maruyama

国際化推進室 Office for the Promotion of International Relations

特任教授	Specially Appointed Professor	小　川　裕　之	Ogawa Hiroyuki

産学官連携推進室 Cooperative Research and Development

特任教授（兼）	Specially Appointed Professor*	荘　司　弘　樹	Hiroki Shoji

事務部 Administration Office

事務長	General Manager	三　上　洋　一	Yoichi Mikami
事務長補佐	Deputy-General Manager	村　上　亜矢子	Ayako Murakami
総務係長	Chief of General Affairs Section	富　川　浩　行	Hiroyuki Tomikawa
研究協力係長	Chief of Research Cooperation Section	柴　田　圭　一	Keiichi Shibata
経理係長	Chief of Accounting Section	山　口　教　光	Norimitsu Yamaguchi
用度係長	Chief of Purchasing Section	佐　藤　寛　之	Hiroyuki Sato

アクセス
ACCESS

仙台市内
Sendai City

電気通信研究所案内図
RIEC Campus Map

仙台市内の交通のご案内

- 徒歩の場合
  仙台駅より約20分。
- バスご利用の場合
  仙台駅前西口バスプール11番乗り場より
  市営バス701系統『八木山動物公園行』、704系統『緑ヶ丘三丁目行』、706系統『西高校入口行』に乗車『東北大正門前』下車。徒歩7分
- 地下鉄ご利用の場合
  青葉通り一番町駅（仙台市地下鉄東西線）下車。南1番の出入口より地上へ、徒歩12分。
  五橋駅（仙台市地下鉄南北線）下車。北2番の出入口より地上へ、徒歩約8分。
- お車ご利用の場合
  仙台駅前より南町通りを西進。東二番丁との交差点を左折、南進で五ッ橋交差点を右折しキャンパス内へ。約5分。

- 駐車場ゲートについて
  土日祝祭日は閉鎖しています。来客者は警備員室
  TEL（022）217-5433へ連絡しお入り下さい。

Access

From Sendai Airport
- By taxi: About 60 minutes from Sendai Airport to Katahira Campus
- By Sendai Airport Access Line: About 25 minutes from Sendai Airport to JR Sendai Station

From JR Sendai Station
- On foot: About 20 minutes from JR Sendai Station
- By taxi: About 5 minutes from JR Sendai Station

RIEC
Research Institute of Electrical Communication
東北大学 電氣通信研究所 TOHOKU UNIVERSITY

〒980-8577　仙台市青葉区片平二丁目1-1
TEL：022-217-5420　FAX：022-217-5426
http://www.riec.tohoku.ac.jp