

## 【令和5年度実績】

### 1. 世界トップレベルの研究推進

「研究」

No.18 (1)-1 自由な発想に基づく基礎研究の推進および新興・分野融合研究の開拓  
実績報告

#### (1) 論文指標が示す世界トップレベルの研究成果

図は、2023年に発表した文献(令和6年3月6日時点で Scopus データベースに登録されている 216 文献)の分野別 Top 10% 論文率を世界 30 傑大学(Times Higher Education による 2024 ランキング)の平均値と比較したものである。なお、世界 30 傑大学では、30 大学内での最大値と最小値の範囲も示している。

Scopus データベースによる Hardware and Architecture 分野での本所の FWCI が上位 10%に入る論文率(Top 10% 論文)は 35.7%である。この数値は世界 30 傑大学(Times Higher Education によるランキング)の同分野の 1 位のシカゴ大学の 29.1%を超える値であり、本所の同分野の研究が世界トップレベルの成果を挙げていることを示している。同様に、Computer Networks and Communications 分野、Human-Computer Interaction 分野においても、本所の Top 10% 論文率である各々 20.6%及び 25%は、世界 30 傑大学内で 10 位の Columbia University の 21.5%及び 3 位の University of Cambridge の 24.7%を超える値である。加えて、Software 分野及び Mechanics of Materials 分野においても、Top 10% 論文率は各々 20%及び 16.7%を示し、この数値は世界 30 傑大学で同分野ほぼ平均値の値であり、やはり、本所の研究が世界トップレベル研究に引けを取らないことを示している。

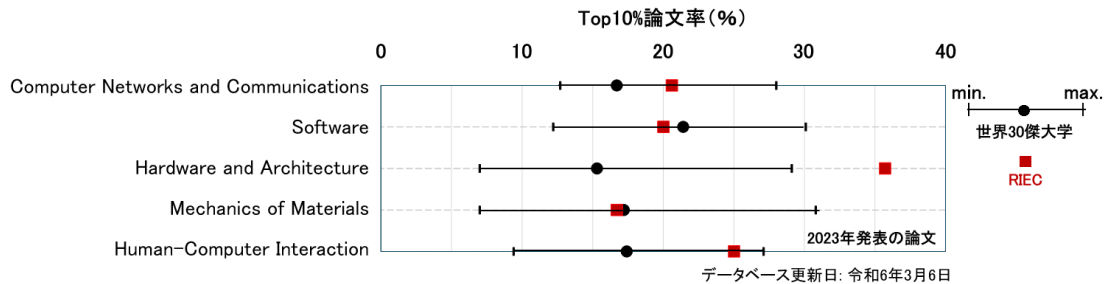


図: 論文指標による電気通信研究所の研究の世界での位置づけ

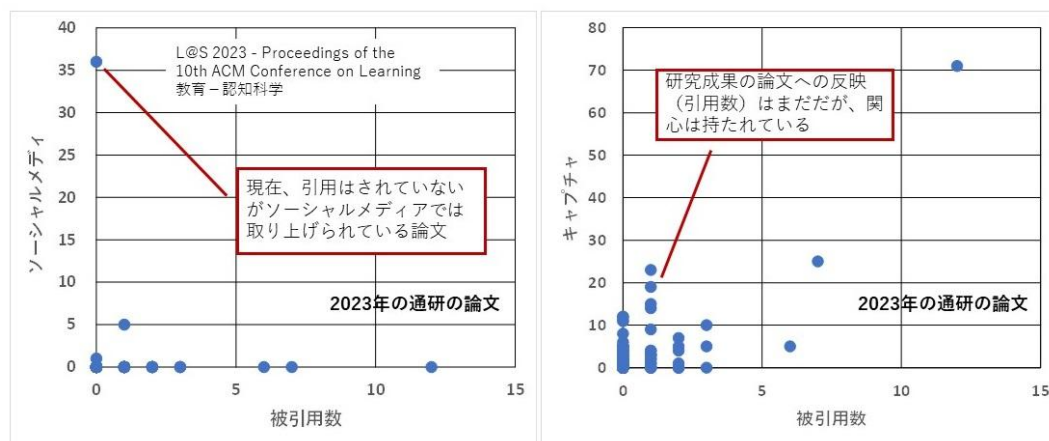
下表には、電気通信研究所の上述分野の Top 10% 論文率の推移を示す。緑色が濃くなるにつれて Top 10% 論文率が高くなることを示している。表より、Computer science 分野においては、本所が今後展開する人間性豊かなコミュニケーションを実現するための「非言語情報通信」と関連のある Human-Computer Interaction 分野をはじめ Computer Science 系分野の数値のここ 3 年の大幅な向上が特徴的である。

表: 電気通信研究所の Computer Science 系分野等の分野別 Top 10% 論文率 の推移

分野	2021	2022	2023
Computer Networks and Communications	18.5	22.2	20.6
Software	3.7	9.1	20
Hardware and Architecture	12.5	11.5	35.7
Mechanics of Materials	6.7	7.1	16.7
Human-Computer Interaction	7.1	13.3	25

## (2) 多様な指標による評価 – 例としてオルトメトリクス –

近年では、インターネット上で論文を公開することも一般的になりつつある。これに伴い、研究成果のインパクトを評価する指標として論文ダウンロード数、論文管理ツールの登録数、ソーシャルメディア書き込み数等を用いる、即時性及び社会的な話題性を知ることができるオルトメトリクスが注目を集め始めている。従来の論文の被引用数とオルトメトリクスの両側面から本所の研究成果のインパクトを分析し、研究力の向上 & 強化に努める。



キャプチャ：論文管理ツール（主にMendeley）のブックマーク数

図 2023 年の文献におけるオルトメトリクスと被引用数

## (3) 世界的な受賞

上述のような世界トップレベルの成果をこれまで長く出し続けてきたことが評価され、次のような世界的な受賞や称号付与に結びついた。

<IEEE が岩崎俊一特別荣誉教授発明の垂直磁気記録を歴史的偉業と認定>

2023 年 10 月、IEEE が岩崎俊一特別荣誉教授発明の垂直磁気記録を歴史的偉業と認定し、IEEE マイルストーンを東北大学に献上した。IEEE マイルストーンは、IEEE が電気・電子技術やその関連分野における歴史的偉業に対して認定する賞である。垂直磁気記録は、データセンターなどのビッグデータインフラ基盤として、現代のデジタル社会を支えており、今回の IEEE マイルストーン献上は、垂直磁気記録のデジタル社会に与える技術的かつ社会的な多大な貢献を歴史的偉業として認定したものである。

[https://ethw.org/Milestones:Perpendicular\\_Magnetic\\_Recording\\_1977](https://ethw.org/Milestones:Perpendicular_Magnetic_Recording_1977)

**Perpendicular Magnetic Recording Honored with IEEE Milestone Award**  
by Yoichiro Tanaka  
Research Institute of Electrical Communication,  
Tohoku University, Japan

Hisao Ohno and Tom Coughlin with IEEE Milestone plaque

This IEEE Milestone award is dedicated to perpendicular magnetic recording, which was invented by Tohoku University Professor Emeritus Shunichi Iwasaki and his research team at the Research Institute of Electrical Communication in 1977. On October 9, 2023, the IEEE Milestone Dedication Ceremony was held in Sendai, Japan, the birthplace of perpendicular magnetic recording, and the plaque was presented to Tohoku University President Hideo Ohno by Thomas Coughlin, president-elect of IEEE.

Shunichi Iwasaki and Tom Coughlin

Shunichi Iwasaki presenting the significance of perpendicular magnetic recording for society

Perpendicular magnetic recording is a technology that can write data bits with a single magnetic pole-type recording head on a magnetic recording layer perpendicular to the plane. A soft magnetic lining layer is placed under the recording layer, enabling excellent high-density recording performance.

Invented structure of perpendicular magnetic recording

Shield film  
GMR device  
Bilayer medium  
Recording layer  
Soft magnetic lining layer  
Single magnetic pole-type recording head  
Recording field

IEEE MILESTONE  
Perpendicular Magnetic Recording, 1977  
In 1977, Professor Shunichi Iwasaki led his Tohoku University team in developing a magnetic recording system with a pole head writing on a cobalt-alloy, thin-film perpendicular medium having a soft magnetic underlayer. This medium and configuration enabled data recording densities beyond those possible with longitudinal recording. Since 2005, perpendicular magnetic recording has played a crucial role in the continued growth of magnetic storage device capacity.  
October 2023  
IEEE

19 IEEE MAGNETICS SOCIETY NEWSLETTER | VOL. 63 | ISSUE 4 | DEC 2023

IEEE MAGNETICS SOCIETY NEWSLETTER | VOL. 63 | ISSUE 4 | DEC 2023 20

(IEEE MAGNETICS NEWSLETTER, Vol.63, ISSUE 4, DEC 2023 より)

[1 Top10\\_RIEC vs Top30Univ.png](#), [2 Top10% vs year.JPG](#), [3 altmetrics.JPG](#), [4 IEEE Milestone Prof Iwasaki.png](#)

## 2. Beyond 5G 宇宙ネットワーク向け送受信システム技術の研究開発

「研究」

No.18 (1)-1 自由な発想に基づく基礎研究の推進および新興・分野融合研究の開拓, No.20 (2)-1 社会の要請に応える研究の推進, No.29 (2)-2 大型研究施設等を積極的に活用した戦略的研究連携の推進

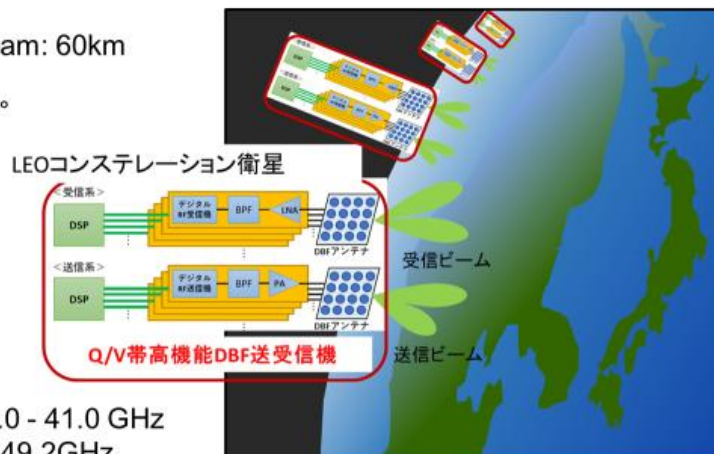
実績報告

### (1) Q/V 帯低軌道(LEO)コンステレーション衛星通信システムの提案

B5G/6Gにおいては、陸海空を網羅し、地上系と階層的な構造を構築できる Non-Terrestrial Network (NTN) が注目されている。なかでも、スターリンクに代表される低軌道(LEO)コンステレーションは、衛星系にあって大容量・低遅延特性が得やすい。しかし、既に、グローバルサービスが Ku 帯、Ka 帯の周波数帯で開始されているため[1]、新しい周波数帯である Q/V 帯(40/50GHz 帯)の開拓が急務となっている。

本研究では、本所の末松教授、衛星機器メーカーである三菱電機、衛星オペレータであるスカパーJSAT、宇宙統合コンピューティング・ネットワーク事業を目指してNTTとスカパーJSATにより設立されたSpace Compassの産学連携体制で、新しいQ/V帯を使ったLEOコンステレーション衛星通信システムの検討、提案を行っている。Starlinkなどの現在のLEOコンステレーション衛星通信では、アナログ移相器を用いたビームフォーミングを行っているが、災害時やイベンドなどの大きな通信トラフィックの変動にも対応可能とするため、よりフレキシブルなビーム形成が可能なDBFアンテナを採用することとした。Q/V帯の具体的な周波数帯は地上系のB5Gシステムとの共存を想定して案を策定しており、今後、国際電気通信連合無線通信部門(ITU-R)などでの活動を通じて、国際的な周波数権益の確保を目指している。

- Altitude: 500km
- Diameter of each spot beam: 60km
- 3dB Beamwidth : 7°
- Beam steering angle : 45°
- Number of beams : 160



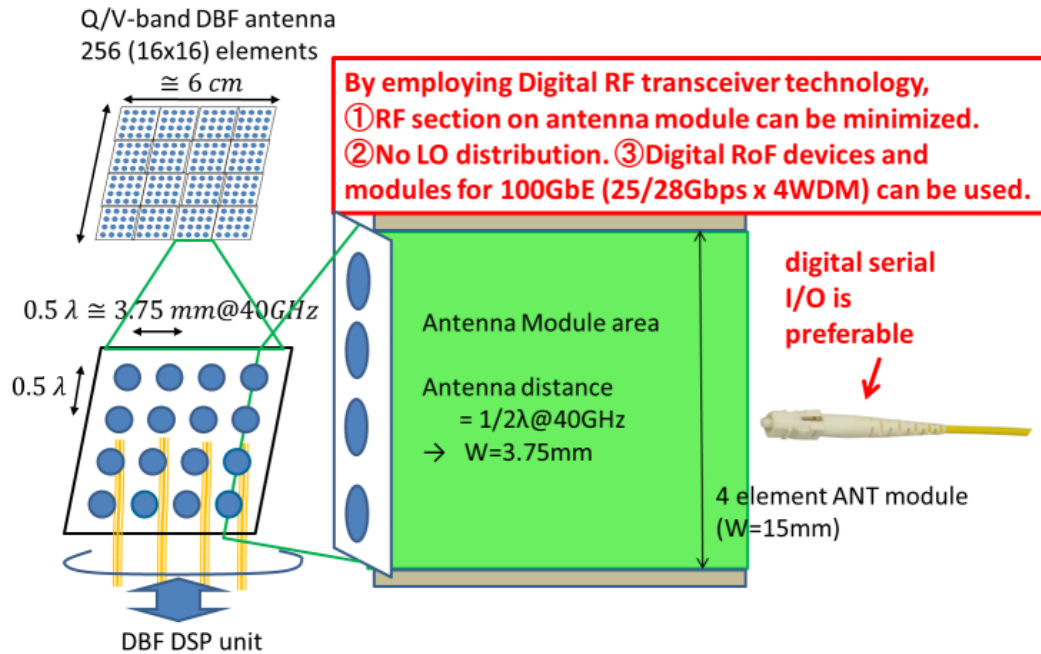
- Downlink Frequency : 39.0 - 41.0 GHz
- Uplink Frequency: 47.2 - 49.2GHz
- Channel bandwidth : 100/200/400MHz
- Fully digital beam forming functionality based on PAA for flexible beam formation

想定しているQ/V帯LEOコンステレーション衛星通信システムの概要図

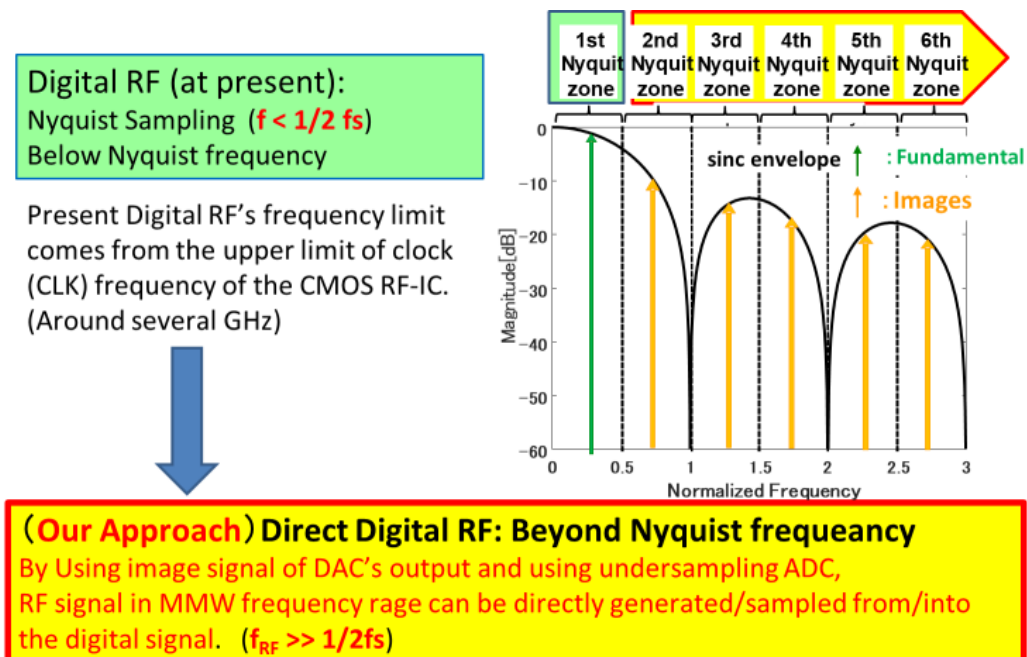
## (2) Q/V帯DBFアンテナへのダイレクトデジタルRF送受信機の適用

フルデジタルDBFアンテナでは、各アンテナ素子毎に独立した送受信機が必要となる。また、ミリ波帯のQ/V帯のDBFアンテナでは、 $1/2$ 波長程度必要とされるアンテナ素子間隔が4mm弱となるため、送受信機、特に、アンテナ直下のミリ波のアナログフロントエンド回路の小型化が必須となっている。一般的に、回路は微細CMOSプロセスを用いたIC化により小型化が可能であるが、高周波アナログ回路は、ダイナミックレンジ(S/N)が必要なためトランジスタサイズを小さくできない上に、整合回路のインダクタも小型化が困難である。この問題に対して、周波数変換器などを微細CMOSによる小型化が可能なデジタル回路で置き換えて、微細CMOSによる小型化が困難な高周波アナログ回路ブロックを極力小さくするデジタルRFアーキテクチャが提案されている。しかし、デジタル回路で扱える周波数は通常、クロック周波数の $1/2$ (ナイキスト周波数)が上限であり、ミリ波帯の信号生成は困難であった。末松教授らは、送信系においては、デジタル-アナログ変換器(DAC)の出力信号に含まれる高次イメージ成分を強調する手法を考案し、ナイキスト周波数を超えるミリ波帯の高周波信号をデジタル信号から直接生成することに成功した。さらに、100GbE用QSFPモジュールで4素子分のデジタル信号伝送を行い、DBFアンテナ

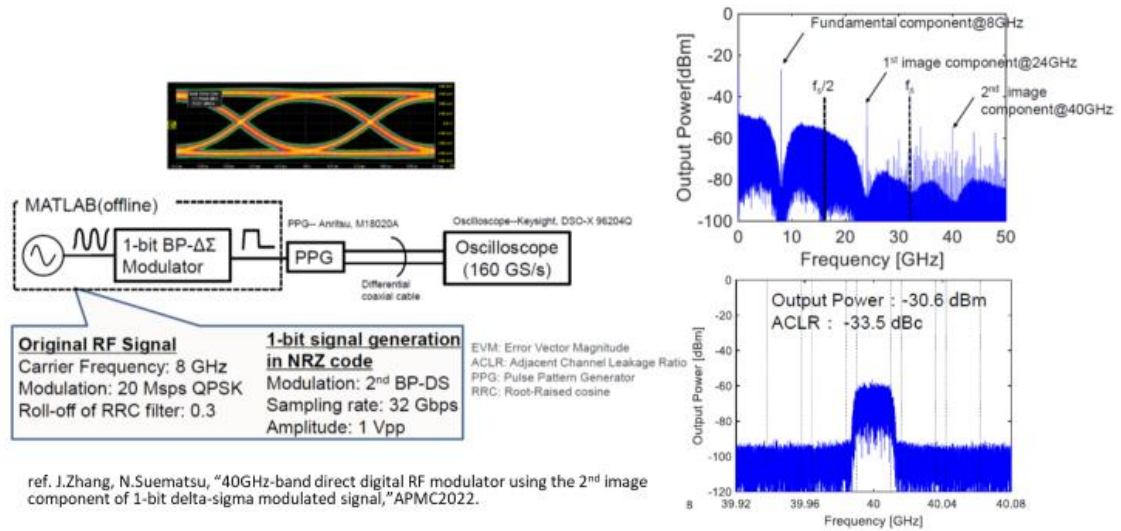
ナとしての動作を検証するための、20GHz 帯スケールモデル試作にも成功している。受信系においても、ミリ波帯の高周波信号を、直接、高次アンダーサンプリングすることができるサンプルアンドホールド(S/H) IC の試作に成功した。



Q 帯送信用 DBF アンテナ(256 素子)とそのアンテナモジュール(送信機)のイメージ図

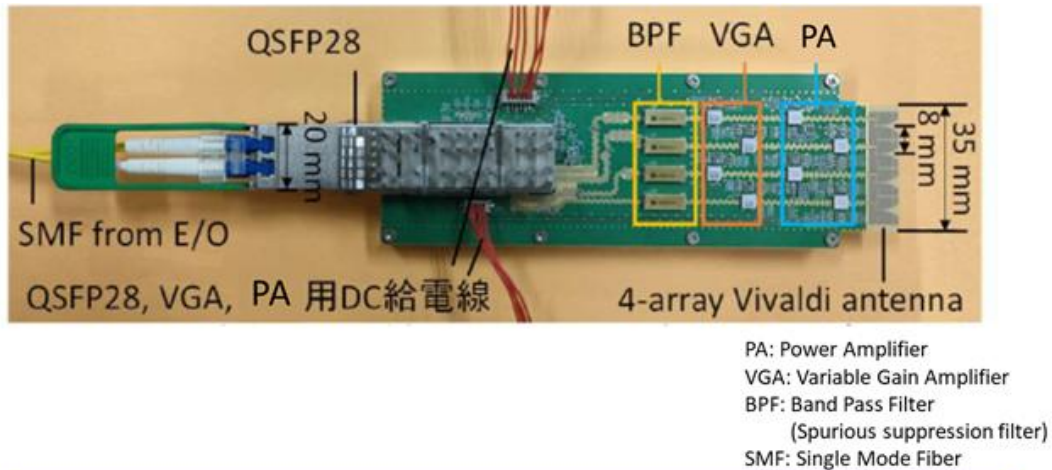


超ナイキスト周波数動作を可能とするダイレクトデジタル RF 送受信の提案



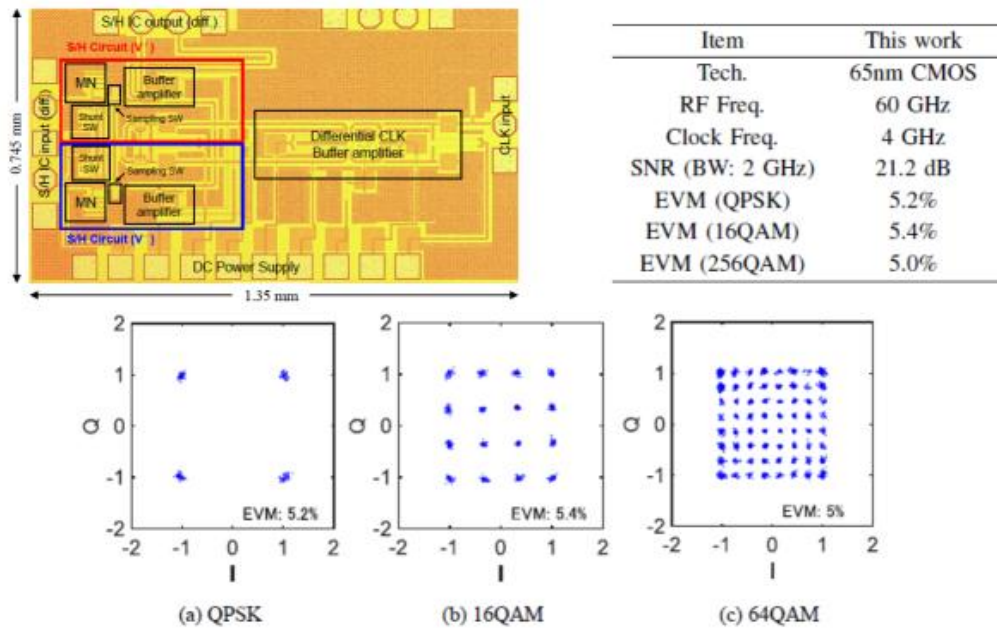
40GHz 帯ダイレクトデジタル RF 送受信機の動作確認実験

33Gbps の 1-bit 信号から 40GHz 帯の高周波信号の生成に成功。(ナイキスト周波数は 16.5GHz。40GHz 帯の高周波信号は 2 次イメージ信号)



Very simple module configuration (I/O is fiber and DC power only)  
1 QSPF for 4 antenna elements  
Further miniaturization is required for 40GHz-band Tx.

4 素子 DBF アンテナモジュールの 20GHz 帯スケールモデル試作品



ref. T. Furuichi, N. Yoshino, M. Motoyoshi, S. Kameda, N. Suematsu, "A 60 GHz-band S/H CMOS IC for Direct RF Undersampling Receiver," 2022 IEEE Radio and Wireless Symposium (RWS), Jan. 2022. DOI: 10.1109/RWS53089.2022.9719927

### ダイレクトデジタル RF 受信機用 60GHz 帯 S/H-IC の試作結果

60GHz の高周波信号を 4GHz のクロックでアンダーサンプリングしたもの。64QAM 変調信号の復調に成功。

[fig2.png](#), [fig3.png](#), [fig4.png](#), [fig5N.png](#), [fig6N.png](#), [fig1N.png](#)

## 3. 人間性豊かなコミュニケーション実現に向けた大規模研究プロジェクトの推進

「研究」

No.18 (1)-1 自由な発想に基づく基礎研究の推進および新興・分野融合研究の開拓, No.19 (1)-2 データ駆動型研究とオープンサイエンスの展開, No.20 (2)-1 社会の要請に応える研究の推進  
実績報告

### (1) 新たなエレクトロニクスの実現に向けた機能性スピントロニクス材料・素子研究

深見俊輔教授らのグループは、科研費 基盤研究(S)「ノンコリニアスピントロニクス」(R1-R5) (2.0 億円)、JST CREST「スピンエッジコンピューティング向け材料デバイス技術」(R1-R6) (1.5 億円)、JST AdCORP「スピントロニクス確率論的コンピュータの大規模化に向けた材料・素子・回路・アルゴリズム融合研究」(R5-R9) (1.3 億円) 等で研究を推進し、今年度も次のような成果をあげた。

#### ノンコリニア反強磁性体のスピントルク応答における特異性の解明

深見教授らのグループは、ノンコリニア反強磁性体のカイラルスピン構造を対称性の観点から記述する物理量である磁気八極子モーメントが、同じく強磁性体のスピン構造を記述する磁気モーメントとは、スピントルクに対する応答の仕方において決定的に異なっていることを明らかにした。論文は IF=47.656 の Nature Materials 誌に掲載された。同誌では本論文の掲載に併せてその内容の重要性を強調する解説記事も掲載され、そこでは本研究の発見の革新性が解説されている。また論文掲載からほどなくして、材料科学関係の重要な研究の進展を紹介する Materials Today 誌でも紹介記事が掲載され、ここでもこの研究の重要性が解説されている。

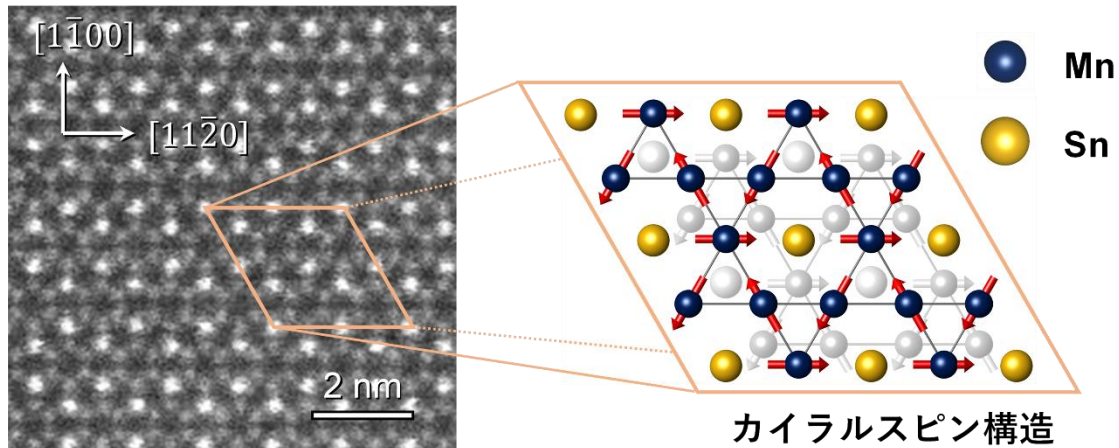


図: 実験で用いたノンコリニア反強磁性体  $Mn_3Sn$  の薄膜の断面電子顕微鏡像(左)と、互いに打ち消し合うように配列した Mn 原子の磁気モーメントの秩序(カイラルスピン構造)の模式図。

#### AI アルゴリズム互換スピントロニクス確率論的コンピューティングの動作実証

同グループは、これまでに原理実証が行われたスピントロニクス確率論的コンピューティングでは再帰型(双方向型)のニューラルネットワークのアルゴリズムが用いられていたのに対して、本研究では現代の多くの AI で用いられている順伝播型(順方向型)ニューラルネットワークを用いたコンピューティングを行えることを実証した。これを用い、ベイジアンネットワークの原理実証を行った。論文はマスコミからの注目度も高い半導体デバイスの世界最高峰の国際会議である IEEE Electron Devices Meeting (IEDM)において採択された。2023 年は 684 件の投稿のうち 33% にあたる 228 件が採択された。本発表はこの 228 件の口頭発表のうち、学会側が注目論文と指定してマスコミにリリースする上位 18 件に選定された。また、本発表に関して、IF=33.255 の Nature Electronics 誌の News & Views にて解説記事も掲載された。スピントロニクス確率論的コンピュータは汎用型コンピュータが低消費電力で高速に解くことを苦手とする確率的アルゴリズムを用いた計算を高速かつ省エネで扱えることが期待されているが、大きな市場を獲得している AI 計算に適用するためには、これまでは計算モデルの観点で不整合があった。本研究はこの不整合を解消する技術を開発したものであり、マスコミからも高い注目を集めた。角川グループのコンピュータ関係の情報を取り扱う ASCII のウェブサイトやマイナビニュースが運営するウェブサイトである TECH+においても紹介記事が掲載された。



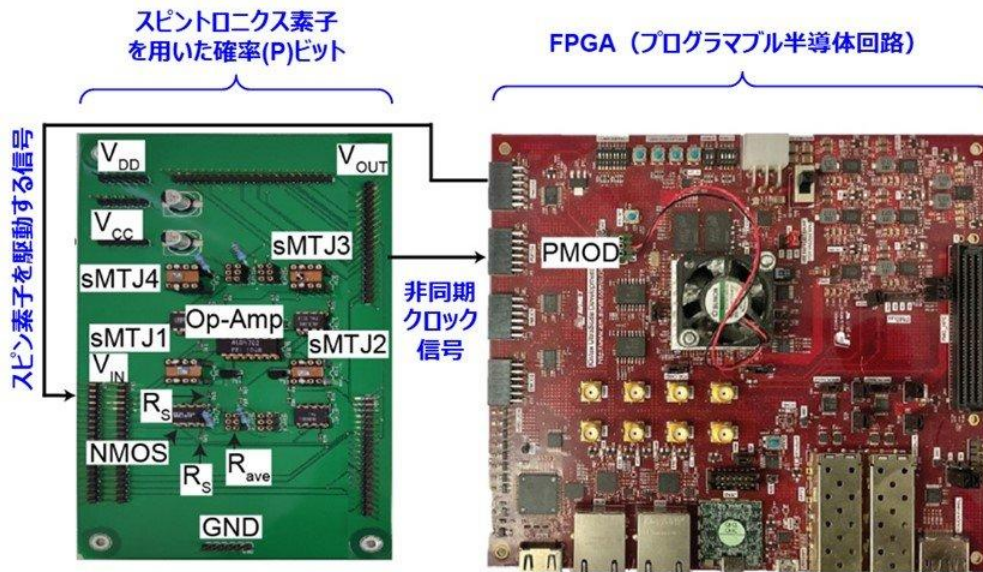


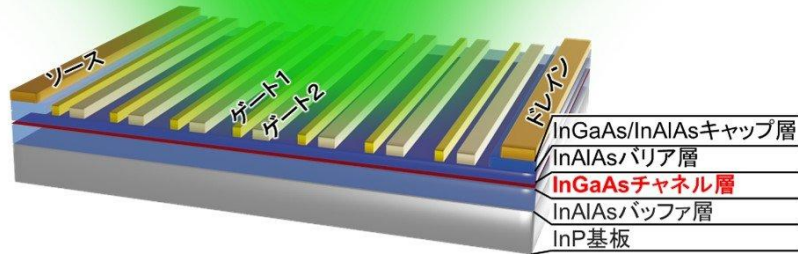
図: 作製したスピントロニクス P コンピュータの原理実証システムの写真。左側は確率動作スピントロニクス素子からなる P ビットのユニットであり、右側はプログラマブル半導体回路 (FPGA)

## (2) 次世代 6G&7G 超高速無線通信の実現への道を拓く

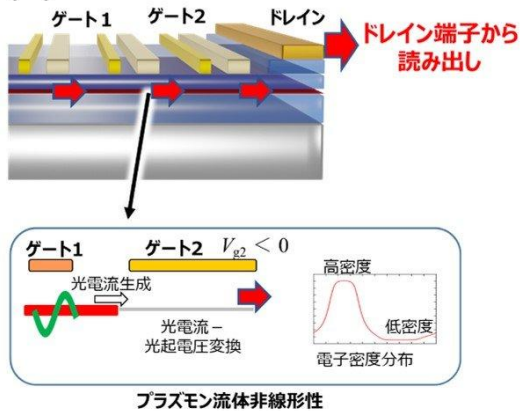
トランジスタの新動作原理プラズモンでテラヘルツ波の検出感度を一桁以上高めることに成功

佐藤昭准教授や尾辻教授らのグループは、新たな検出原理「プラズモニック三次元整流効果」が発現することを発見し、それによって従来性能を一桁以上上回る電流検出感度を得ることに成功した。さらに、高速伝送系とのインピーダンス整合(注 7)が可能になり、高速変調信号の多重反射による波形歪みの問題を劇的に解消できる効果が得られることを実証した。これらは次世代 6G&7G 超高速無線通信の実現への道を拓く画期的な成果である。本成果は、工学分野の専門誌 APL Nanophotonics (IF=6.449)に 2023 年 11 月 9 日にオンライン掲載され、編集委員会が特に高く評価する Featured Article として選定された。本成果は、NICT Beyond-5G 研究開発促進事業(一般課題)としてグラフェンおよび化合物半導体集積化による光・無線高速広帯域低消費電力信号変換機能の実現をめざす「光電子融合ヘテロジニアス集積化技術」(代表:尾辻泰一、研究費総額 12 億円)に寄与する要素技術である。

(a)



(b)



(c)

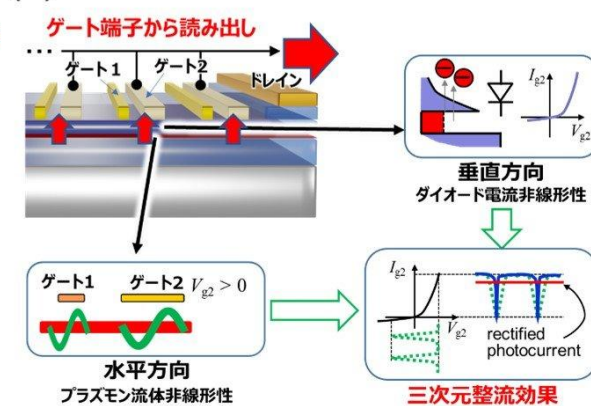


図: (a)素子構造を示す鳥観図、(b)ドレイン端子から検出信号を読み出す方式の模式図、(c)ゲート端子から検出信号を読み出す方式の模式図。

### (3) 次世代プラットフォームセキュリティ技術の開発と実証

将来のコンピューティング環境においても安全な耐量子計算機暗号等を基盤とする次世代セキュア情報通信システムの研究開発を JST CREST「耐量子計算機性秘匿計算に基づくセキュア情報処理基盤」(代表: 本間 尚文教授)等にて推進し、今年度も情報セキュリティのトップカンファレンス・ジャーナルを含む多くの成果を得た。

#### 新概念の鍵変換で暗号の物理安全性が飛躍的に向上 様々な暗号ソフトウェア・ハードウェアに革新

本間教授と上野助教らのグループは、新しい概念の「鍵変換」により暗号化した情報を物理的な攻撃的な攻撃から守る手法として、これまでの 10 分の 1 以下の対策コストで長期間の安全性を維持できる手法を開発した。その安全性を数学的にも証明しており、様々な用途の暗号モジュールの長期的な安全性を低コストで実現できる。本技術は、暗号鍵の再生成および切り替えを行う「リキーイング(鍵変換)」と呼ばれる技術の新手法で、攻撃に対して 100%安全な構成要素が無い状況であっても、安全のかなめである暗号鍵を適切に交換すれば現実的に十分な安全性を有する暗号モジュールを実現できることを明らかにしている。適用範囲が広く、様々な暗号モジュールの物理攻撃耐性(物理安全性)を高めることができる。これまで攻撃への対策は特殊な回路技

術を付加するなど非常に大きなコスト(速度低下や消費電力増加)を伴うものが大半だったが、本手法は、軽量の対策を施した暗号モジュールであっても攻撃への耐用期間を現実的な条件・環境下で指数関数的に延長できるため、性能と物理安全性の両立をこれまでより数万倍以上効率的に実現する可能性を有する。本成果は、国際暗号学会(IACR)が発行する実装セキュリティに関するトップジャーナル TCHES で採択・発表された。

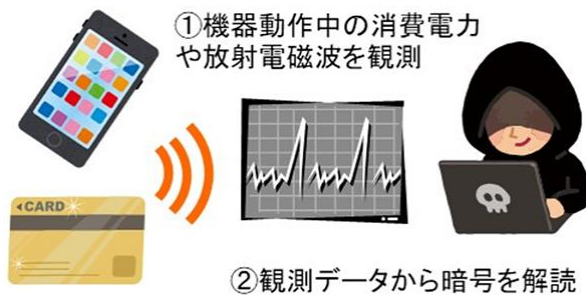


図: サイドチャネル攻撃の概要: 暗号モジュールの動作から暗号が解読される恐れ

### 耐量子計算機暗号の実装安全性に関する研究

同グループは、現在国際標準化候補となっている耐量子計算機暗号の実装安全性に関する探求をすすめており、特に NIST 標準方式に選定された CRYSTALS-Kyber を中心とした格子暗号方式の実装安全性に関する重要な成果を得た。現在耐量子計算機暗号の実装安全性は世界的に研究開発が活発化しており、その中で世界最高効率で全鍵を復元できる攻撃の発見は世界的に大きな学術的意義がある。本成果は、国際暗号学会(IACR)が発行する実装セキュリティに関するトップジャーナル TCHES で採択・発表された。世界的に関心が高まっている耐量子計算機暗号は次世代暗号方式に関して、米国は NIST を中心に策定した標準方式を 2025 年から順次政府系機器に組み込むことを表明しており、2030 年までに移行することを表明している。そのような中で標準方式の第 1 号として認定された CRYSTALS-Kyber に対して最も強力な攻撃の存在を発見した社会的・文化的意義は非常に大きい。本トピックスについて国内外で招待され講演を行った。

### コンピュータの秘密情報をスパイプログラムから守る新しい暗号化技術を開発

上野嶺助教は、日本電信電話株式会社社会情報研究所およびドイツ・ルール大学ボーフム(RUB)の Cyber Security in the Age of Large-Scale Adversaries (CASA) と共同で、同攻撃を防ぐための暗号技術 SCARF を開発した。これは、これまでになくセキュリティモデルに基づく暗号であり、かつブロック長が 10 ビットと極めて短い独創的な暗号である。それに係る設計上の困難も多く存在したが、それを克服し、応用特化型暗号の設計におけるケーススタディと成功例を提示できたことは暗号学上極めて意義深い成果である。本成果は 4 大セキュリティ会議と呼ばれる最難関国際会議 USENIX Security Symposium '23 で採択・発表された。

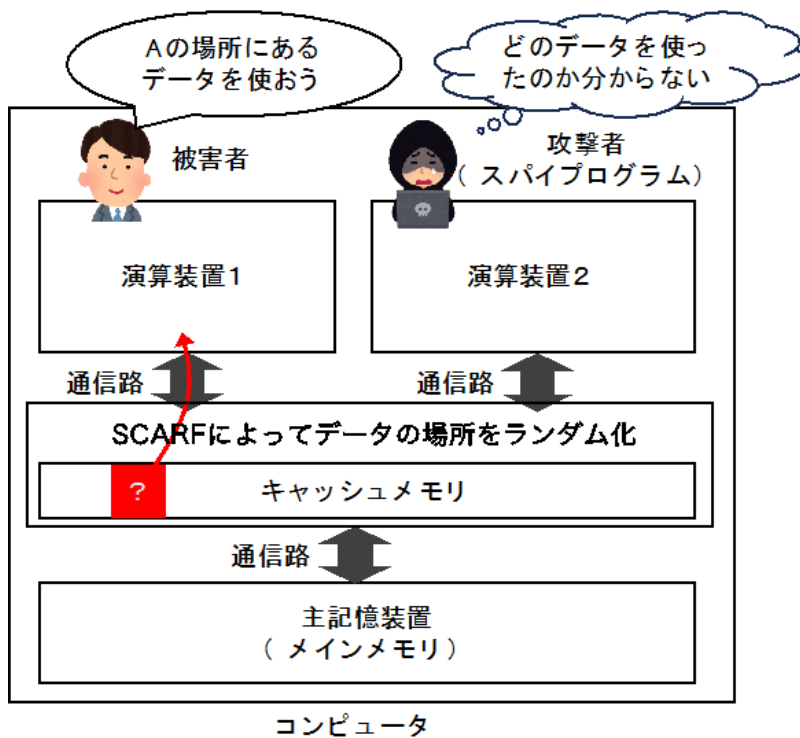


図: 開発技術 SCARF を用いたキャッシュランダム化に基づく安全なコンピュータ。攻撃者はスパイプログラムを用いても被害者がどのデータにアクセスしたのか分からない

#### (4) 新しい計算原理で拓く大規模な量子アニーリングの実現に関する研究開発

羽生貴弘教授、鬼沢直哉准教授らのグループは、JST CREST「スピンエッジコンピューティング向け革新的アーキテクチャ」(R1-R6) (1.17 億円) 等で研究開発を推進し、今年度は次のような成果をあげた。

##### ストカスティックコンピューティングに基づく高速シミュレーテッドアニーリングの研究開発

鬼沢直哉准教授と羽生貴弘教授らの研究グループは、取り組んでいる stochastic computing に基づき simulated annealing (SA) の高速化を達成した。従来の SA と比べて 1,000 倍以上の高速化に成功するなど、従来までの取り扱う問題サイズの大幅な増大への可能性を示した。論文が掲載された国際的学術雑誌 IEEE TNNLS は、ニューラルネットワークと学習に関する最先端研究技術における世界トップジャーナル誌の1つ (IF: 10.451) である。simulated annealing (SA) は、現在のコンピュータが不得意な組合せ最適化問題 (NP-complete 問題) を解ける解法である。しかし、従来までは小規模な問題でも収束ができなくなってしまうなど、実用面で問題があった。本研究では、従来方法の収束速度を 1000 倍以上高速化できるなど、従来までの問題点を解決できるポテンシャルを有する。また近年では、D-wave マシンなど特殊デバイスを用いた組合せ最適化問題の解法を示しているが、D-wave マシンに匹敵する性能を完全 CMOS 回路で実現できるため、その社会的インパクトは極めて高い。

正しい並列処理をこなす確率的アルゴリズムの開発に成功 ~省エネ・高速な次世代コンピュータへの一歩~

確率ビット(pビット)によるコンピュータは、現在主流の決定論的計算を行うコンピュータ(古典的コンピュータと呼ばれている)と比較して大幅な省エネルギー化が期待されている一方で、その計算を並列に動作させると、特に大規模問題の求解において正答率が大幅に低下するという問題があった。これまで、この問題の原因が特定出来なかったため、pビットによる確率論的コンピュータの応用先は限定的であった。当該グループは、このたび計算機シミュレーションにより、pビット同士相互の相互干渉が問題であることを特定した。さらに、pビットを部分的に働かせなくすることで、相互干渉問題を効率的に防ぐ新しい計算アルゴリズムを開発した。その結果、確率論的コンピュータの正答率を大幅に向上させるだけでなく、並列処理による高速化も同時に達成することができた。今後、次世代の省エネルギーデバイスとして期待されるpビットに基づく確率論的コンピュータにおいて、機械学習やデータサイエンスの分野で新たな展開をもたらし得るものと期待される。本研究成果は科学誌 Scientific Reports でオンライン公開された(2024年2月に公開)。

### pビットの並列動作に基づく確率的コンピュータ

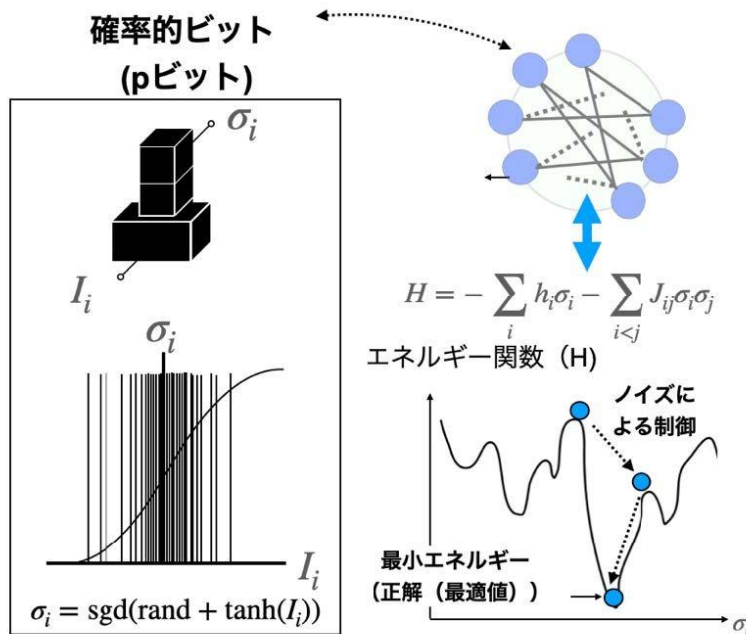


図: 確率ビット(pビット)を並列動作させる確率論的コンピュータとの概要図。この確率論的コンピュータでは、まず問題をエネルギー関数にマッピングをし、pビットによる確率的動作をさせることでエネルギーを最小化することで、正解が得られる。

#### (5) 文理融合・学際融合研究による人間性豊かなコミュニケーション実現に向けた研究の推進

##### ヨッタスケールデータ科学から総合知インフォマティクスへ

平成30年度概算要求「超巨大情報の質と量を扱う科学技術の構築—ヨッタスケールデータ科学—拠点の整備」で認められ設置されたヨッタインフォマティクス研究センターは、文理の知を連携し、情報の「質」から「価値」を判断する情報学を開拓することで、超巨大化を続ける情報の価値を自在に引き出し利用する技術開発を推進し、Society 5.0の情報基盤を支えることを目的として設立され、本所の塩入諭教授がセンター長を務めてきた。そして、データ科学と様々な分野

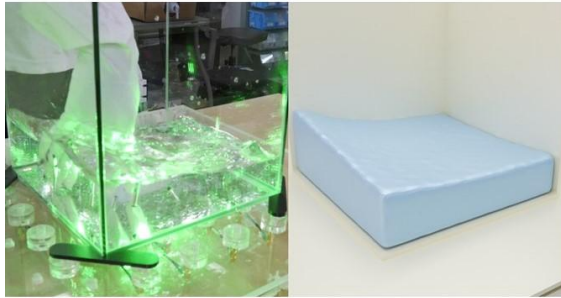
(生命科学、経済学、考古学、心理学、災害科学、生物学、言語学、人文学等)を掛け合わせた情報の価値研究やシステム実装へ向けたハード技術研究を推進し、大きな成果を収めた。具体的な成果は、well being・幸福な生活に向けた研究、地域に寄り添うデータ科学研究、オープンサイエンスに向けたデータベース研究、新規の社会的価値創出、等、多岐に及ぶ。その結果、価値研究加速化の必然性が浮き彫りになり、令和 6 年度概算要求「情報に新たな価値を紡ぐ学術領域の開拓～総合知インフォマティクス研究センターの新設～」が認められ、令和 6 年度から総合知インフォマティクス研究センターが新設され、活動をさらに発展的に展開することになった。そして、次の研究課題に着手する。

- ① デジタル化等に伴うデータの多様化に対応するため、これまでの研究実績を活かして各分野のデータ分析し、共通の枠組みでとらえ、価値が高く信頼できる情報を効率的・効果的に解析するためのデータ科学手法(AI アルゴリズム)を開発
- ② 生成直後に消失するデータが大半となるため、AI アルゴリズムを活用し、エッジコンピューティングにより、データ取得時(生成時)に価値評価可能なシステム(AI ハード)を実現

### 非言語情報通信の研究

人間性豊かなコミュニケーションを実現するための重要な鍵の 1 つは、我々の日常の対人コミュニケーションで重要な役割を担っている「非言語情報」の機微を適切に伝送することができる「非言語情報通信」を実現することである。そのためには、心理学等を基礎とした非言語情報の研究や VR/AR/MR・ユーザインタフェース技術の研究に加えて、AI、通信・ネットワークやセキュリティの基盤・応用研究を包括的に推し進める必要がある。このような議論を、共同プロジェクト研究で実施し、その結果、NEDO 人工知能活用による革新的リモート技術開発事業(代表: 北村喜文, 令和 3-4)(1.2 億円)に採択された。これらの分野に関する Human-Computer Interaction の分野は、「1. 世界トップレベルの研究推進」でも述べているように、本所の FWCI が上位 10%に入る論文率(Top 10% 論文率)が 25%とここ数年高い値を示しており、世界 30 傑大学の上位校と肩を並べている。これらを踏まえ、これまで所内で研究開発を推進してきた ICT の要素技術を発展させる研究を継続して発展させるため、学内外・国内外の幅広い知見を結集する学際融合による「非言語情報通信」の研究開発を加速的に進めて成果の確実な社会実装を図るためのサイバー&リアル ICT 学際融合研究センターを令和 5 年 4 月に新設する概算要求(ウェルビーイングを目指した非言語情報による人間性豊かなコミュニケーションの実現～サイバー&リアル ICT 学際融合研究センターの新設～)が認められ、研究に取り組み始めた。令和 5 年度の研究成果は、複数のトップコンファレンスやトップジャーナルに掲載された。まず、Virtual Reality 分野のトップコンファレンス IEEE VR & 3DUI には、無限に広がるバーチャルリアリティ空間を狭い部屋で歩き回れる新技術と、音知覚と体性感覚の相互作用による Redirection の研究がそれぞれ掲載された。また、Human-Computer Interaction 分野のトップコンファレンス ACM CHI 等にも複数の論文が採択されるなどした。さらに、本学流体科学研究所との共同研究の成果が Computer Graphics 分野のトップジャーナル ACM Transactions on Graphics に採択され、その内容が日刊工業新聞(2023 年 9 月 21 日 25 面)に掲載される等した(下図)。他にも、写実的なバーチャル空間生成のための効率的な物理レンダリングの手法を提案する論文も同誌に掲載された。これらに関連して、日本学術会議の「未来の学術振興構想(2023 年版)」に「全ての人が対等で人間性

豊かなコミュニケーションができる非言語情報通信基盤の構築」が採択されている。



25 9月21日・木曜日 2023年(令和5年)

TYPE OF INDUSTRY

### プイの動きから水の流れ予測

## 東北大、深層学習使い新手法

東北大学の末健輔大学院生と北村憲文教授、高橋秀重教授らは20日、プイの動きから水の流れを深層学習(ディープラーニング)で予測する手法を開発したと発表した。円筒状のプイに磁気センサーを入れて動きを捉える。プイに働く力から水の流れを推定して再現した。治水工事などで水流の直感的な共有が可能になる。

プイの動きから水流を深層学習させるため、全体を再現するために、限られたプイの動きを深層学習で再現した。きから全体を再現できる。41本のセンサー、リアルタイムに処理できる。プイを浮かべて流す。プイの動きから、いた仮想現実(VR)で再現した。プイに働く力や水の流す。従来は水流計測を再現する。水槽実用。透明な液体や容器で再現する。水槽実用。透明な液体や容器で再現する。水槽実用。透明な液体や容器で再現する。

### 遠隔地で共有 防災に貢献

流れを遠隔地に伝える。直感的に共有できる。防災や治水に貢献していく。(電子版に動画)

水槽実験(左)と再現した水流(右)















科学技術・大学

図: 水流を観測データから深層強化学習で再現。コンピュータグラフィックス分野のトップジャーナルに採択され、日刊工業新聞(2023年9月21日25面)に掲載された。本学流体科学研究所との共同研究。

表 1: 通研で令和5年度に実施した主な大規模プロジェクト

(19 電気通信研究所)

相手先	課題名	研究代表者 主たる共同研究者	予算総額	R1	R2	R3	R4	R5
総務省	ICT重点技術の研究開発プロジェクト「脳の仕組みに倣った省エネ型の人工知能関連技術の開発・実証事業」(R3-R5)	長谷川剛	0.5億円			○	○	○
	グリーン社会に資する先端光伝送技術の研究開発(技術課題Ⅱ 大容量・高多重光アクセス網伝送技術)(R4-R7)	葛西恵介	1.4億円				○	○
	戦略的情報通信研究開発推進事業(国際標準獲得型(5G 高度化)「製造分野における5G高度化技術の研究開発」(R4-R5)	末松憲治	0.3億円				○	○
	電波資源拡大のための研究開発「空間伝送型ワイヤレス電力伝送の干渉抑制・高度化技術に関する研究開発」(R4-R7)	末松憲治	0.3億円				○	○
NICT	革新的情報通信技術(Beyond 5G(6G))基金事業「Beyond 5G超高速・超大容量無線通信システムのためのヘテロジニアス光電子融合技術の研究開発」(R3-R5)	尾辻泰一	2.7億円			○	○	○
	革新的情報通信技術(Beyond 5G(6G))基金事業「単原子長ゲートによる低環境負荷物質から成る高出力THz帯増幅器の創出」(R4-R5)	吹留博一	0.4億円				○	○
	Beyond 5G研究開発促進事業「Beyond 5G宇宙ネットワーク向け未利用周波数帯活用型の無線通信技術の研究開発」(R4-R8)	末松憲治	30.0億円				○	○
NEDO	省エネA1半導体及びシステムに関する技術開発事業「CMOS/スピントロニクス融合技術によるAI処理半導体の設計効率化と実証、及び、その応用技術に関する研究開発」(R4-R6)	羽生貴弘	8.5億円				○	○
JST	CREST「計算科学を用いた磁気抵抗スイッチ素子の研究」(H29-R5)	白井正文	0.8億円	○	○	○	○	○
	CREST「スピンエッジコンピューティングハードウェア基盤」(R1-R6)	佐藤茂雄	1.6億円	○	○	○	○	○
	CREST「スピンエッジコンピューティング向け革新的アーキテクチャ」(R1-R6)	羽生貴弘	1.3億円	○	○	○	○	○
	CREST「スピンエッジコンピューティング向け材料デバイス技術」(R1-R6)	深見俊輔	1.5億円	○	○	○	○	○
	CREST「耐量子計算機性秘匿計算に基づくセキュア情報処理基盤」(R1-R6)	本間尚文	1.5億円	○	○	○	○	○
	CREST「ホウ素化合物シートを用いた複合材料の作製法の開発」(R3-R8)	吹留博一	0.4億円			○	○	○
	CREST「熱による多値磁気記録システムの記録再生シミュレーション」(R4-R9)	グリーブス サイモン	0.2億円				○	○
	さきがけ「不確定性スピントロニクスデバイス」(R3-R6)	金井 駿	6.2千万円			○	○	○
	さきがけ「光子の時間的量子もつれ連鎖と高分解能光子計測」(R3-R6)	金田文寛	5.0千万円			学際	○	理学部
	さきがけ「Generative AR:拡張現実と実世界指向の生成AIによる新たなヒューマンAIインタラクション」(R5-R8)	鈴木 達	4.9千万円					○
	A-STEP「呼吸機能検査装置搭載用高機能ガスセンサの開発」(R3-R5)	但木大介	2.4千万円			○	○	○
	未来社会創造事業「縦型FET構造の開発」(R4-R8)	吹留博一	1.3千万円				○	○
	AdCORP「スピントロニクス確率論的コンピュータの大規模化に向けた材料・素子・回路・アルゴリズム融合研究」(R5-R9)	深見俊輔	1.3億円					○
	ALCA-Next「革新的不揮発グリーンコンピューティング基盤」(R5-R8)	夏井雅典	1.1億円					○
基盤研究(S)	「ノンコリニアスピントロニクス」(R1-R5)	深見俊輔	2.0億円	○	○	○	○	○
学術変革領域研究(B)	「ヘテロ群知能:多様な細胞の集団動態から切り拓くハイアベレジなシステムの設計論」(R3-R5)	加納剛史	0.53億円			○	○	○
	「マルチセルラコンピューティングシステムの実細胞再構成」(R3-R5)	山本 英明	0.43億円			○	○	○

 [図面 提出版 羽生.jpg](#),  [末松図 1 コンステレーション衛星 DBF 送受信機.jpg](#),  (3)図面ト  
[リング.jpg](#),  [第 4 期中期目標に係る実績報告書用図\(本間\)\\_o.jpg](#),  [第 4 期中期目標に係  
 る実績報告書用 図 2\(本間\).jpg](#),  [大規模プロジェクトー  
 覧.jpg](#),  [thumbnail.jpg](#),  [item20230804\\_o2\\_spin.png](#),  [item20240206\\_o2\\_algorith  
 m.jpg](#),  [item20231213\\_o2\\_ai2.jpg](#),  [item20231205\\_o4\\_key.png](#),  [item20231124\\_o2  
 \\_transistor.jpg](#),  [item20230801\\_o2\\_spy.png](#),  [シミュレーションの様子と新聞紙面.jpg](#)



## 4. 共同利用・共同研究拠点活動の推進による研究者コミュニティの牽引

「研究」

No.18 (1)-1 自由な発想に基づく基礎研究の推進および新興・分野融合研究の開拓, No.20 (2)-1 社会の要請に応える研究の推進, No.22 (3)-1 優秀な若手研究者の活躍促進, No.23 (3)-2 卓越した研究を基盤とした産業界等との共創教育の展開, No.28 (2)-1 国際共同利用・共同研究拠点及び共同利用・共同研究拠点の機能強化

### 実績報告

通研は、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がさらに発展するために情報通信共同研究拠点(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。

特に、「国際共同研究推進型として、海外の研究機関に所属する研究者を研究代表者または研究分担者に含む研究課題を設定した募集も行っており、毎年 30～40 件を研究段階から成果の国際展開を視野に入れた活動を行っている。さらに、海外の研究機関との組織レベルでの共同プロジェクト研究(区分 S・国際)も、国立台湾大学の Center for Artificial Intelligence and Advanced Robotics 等と進めている。

これらの活動を支える情報通信共同研究拠点として、所からも毎年 1400 万円超の資金を支出して共同プロジェクト研究を推進しコミュニティを牽引し続けている。毎年の参画者は 1000 名を超え、共同研究件数は 120～130 件程度と情報通信の幅広い分野の研究を行っている。この取り組みにより、所内外で多くの研究成果が得られており、大型科研費、JST さきがけ、CREST など、多くの大型プロジェクトへと発展している。それらの中でも特に、所外の研究者を代表者とする大型プロジェクトへ発展したものが多くは特筆される。本所が研究者コミュニティを集める拠点として機能し、そこでの共同研究がその後の研究の発展の端緒となっていること、そしてそれが長年継続していることは、情報通信共同研究拠点としての役割を十分に果たしていることを示している。また共同プロジェクト研究では、国際共同研究推進型と若手研究者対象型を設けてこれらを重点支援し、産学共同研究推進型で産学連携を一層強力に推進している。

共同プロジェクト研究を端緒とし、代表として大型プロジェクトに発展し成果を挙げた例として、若手研究者を代表とする科研費 学術変革領域研究(B)に採択された 2 件を紹介する。

### (1) 脳情報処理の物理基盤を解明し工学実装に結びつけるための学術変革領域の創成(科研費 学術変革領域研究(B)、R3-R5)

共同プロジェクト研究「人工神経回路網の機能表現の解析とモデル化 (R02/A02)」「(R2-R4 年度)および「ミニマルブレインの理解と再構築 (R02/A20)」「(R2-R4 年度)の構成メンバーを中心として、山本英明准教授が代表となり、R3 年度科研費・学術変革領域研究(B)に申請し、採択率 6.6%の厳しい競争の中で採択課題に選ばれた。この学術変革領域では、生物の脳が多細胞ネットワークを物質的基盤として高度な情報処理を実現する作動原理を理解し、さらに数理モデルとして記述するための生物学－工学－情報学を横断する新たな学理体系の創成を目指している。昨年度は、計画班代表者の一人を責任著者とする研究が Nature 誌に掲載されたり(Nature 608,

578-585 (2022))、領域メンバー間での共著論文が国際学術誌に掲載されたり(Frontiers in Neuroscience 16, 943310 (2023))と、着実に成果が得られたが、令和5年度も次のような成果が得られた。(領域 HP: <https://www.mnbc.riec.tohoku.ac.jp>)

### 「人工培養脳」が時系列データの処理を改善 ～物理リザバーとして新たな可能性を拓く～

リザーバーコンピューティングと呼ばれる機械学習の新しい枠組みを用いて、ラットの大脳皮質神経細胞で構成した「人工培養脳」の計算能力を解析するための一連の実験を成功させた。本実験では、培養された神経細胞ネットワークの多細胞応答を光遺伝学と蛍光カルシウムイメージングを用いて記録し、リザーバーコンピューティングを使用してその計算能力を解析した。実験の結果、「人工培養脳」は数百ミリ秒程度の短期記憶を持ち、これを利用して時系列データの分類が可能であることが示された。さらに興味深いことに、一つのデータセットで訓練されたネットワークには、同じカテゴリーの別のデータセットを分類することができたため、「人工培養脳」がリザーバーコンピューティングの性能を向上させるための汎化フィルタとして機能することが明らかになった。この研究結果は、生きた細胞が作る神経ネットワーク内部の情報処理に関するメカニズム理解を進展させるとともに、「人工培養脳」に基づく物理的なリザーバー計算機の実現可能性を広げる。論文は、科学の多様な分野にわたる高い影響力と厳格な査読プロセスで知られているPNAS(米国科学アカデミー紀要; IF=12.8)に掲載された。また掲載後まもなく、この論文の業績について、3件の国内会議において招待講演の依頼を受け講演を行った。また、科学新聞(2023年7月14日)において取り上げられたほか、BSフジの科学番組「ガリレオ X」(2023年12月10日放送)においても研究が紹介された。また、この研究について複数の民間企業から共同研究の打診を受けた。

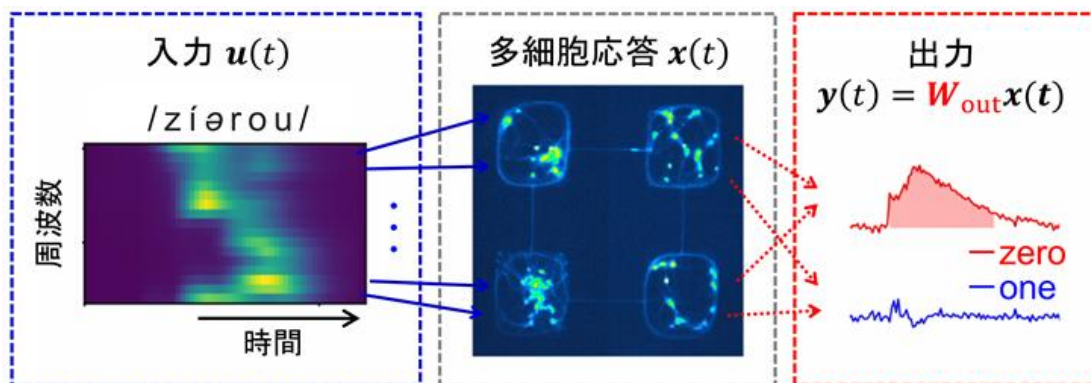


図: 人工培養脳を使用したリザーバー計算機。人間の発話音声(数字の0を英語で発音した"zero")が入力されると、人工培養脳は入力を多細胞応答に変換する。その信号を、線形分類器で読み出すことで、時系列信号の分類が達成される。図中の人工培養脳は4つの四角形とそれらを結ぶ細かい線内に成長するように設計され、モジュール性を持たせている。本実験では、人工培養脳がこのようなモジュール性を有することで、分類性能が改善されることを明らかにした。

### 生物の脳神経回路の構造を模した培養系モデルを開発 —モジュール構造の機能的意義に関する新視点を提供—

哺乳類の大脳皮質においては、複数の神経細胞が同期して活動する状態と細胞がそれぞれ個別に発火する状態の均衡が保たれている。このような発火状態は、他の領域から受け取る信号と大脳皮質のネットワークの構造の相互関係によって制御されていると考えられるが、これを系統的に検証するための有効な実験系が存在しなかった。本研究では、微細加工したガラス基板上で

ラット大脳皮質の神経細胞を培養し、このような現象を調べるための独自の実験系を構築した。そして、哺乳類の大脳皮質で見られる「モジュール性」という特徴を強く持った培養神経回路ほど外部入力に対する感受性が強くなり、培養神経回路特有の過剰な同期が崩されやすくなることを明らかにした。さらに、一連の実験結果を説明するシミュレーションモデルを構築し、入力を常時受けることによってシナプス伝達で放出される神経伝達物質が減少することが鍵になっていることを突き止めた。この研究は生物が進化の過程で保存してきた回路構造の機能的意義を明らかにするものであり、その特徴を工学的に活用した新しい医工学デバイスや人工ニューラルネットワークモデルの提案などへとつながることが期待される。論文は、サイエンス誌の姉妹誌である Science Advances (IF = 15.0) に掲載された。細胞培養技術と工学技術を融合することで、培養神経回路を生物脳のモデル系として活用し、それによって神経回路網の研究において生物実験と数理モデル研究をシームレスにつなぐことを可能にした点に、高い学術的意義がある。

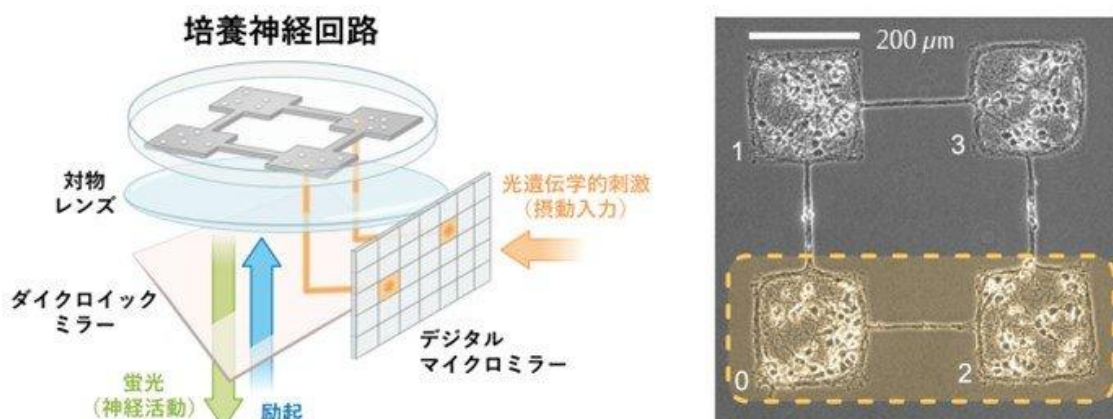


図: 構築した実験系の模式図(左)とモジュール構造型培養神経回路の顕微鏡写真(右)。黄色で囲った領域に含まれる神経細胞に刺激を印加した。

また、学術変革領域研究(B)の最終年度にあたる今年度には、3年間の領域活動で得られた研究成果や研究者ネットワークをさらに発展させるために、より規模の大きい学術変革領域研究(A)の提案をとりまとめ、採択された。この新しい領域では、学術変革領域研究(B)のメンバーによる7つの計画班に加えて、生物の理解をシステム応用に結びつけるために脳型ハードウェアや神経ロボティクスの専門家による2つの計画班も新たに組織した。山本准教授は、領域代表として領域全体を統括しながら、培養神経回路を用いて脳情報処理の神経基盤をボトムアップに調べる研究を計画班代表として推進する。平野愛弓教授も、培養神経回路の医工学応用を目指す計画班の代表として領域研究に参画する。この新たな領域体制の基で、マルチセルラネットワーク上の情報表現・情報処理に関する学理を構築し、バイオ超越(※バイオに倣って設計されたシステムが、従来の技術では到達困難な学習効率や電力効率などで特定の問題が解けるようになること)とも呼べるような新たなコンピューティング技術の創成に挑む。

## (2) ヘテロ群知能の構成論的理解から切り拓くハイアベレジなシステムの設計論 (科研費 学術変革領域研究(B)、R3-R5)

加納 剛史 准教授を代表とするグループは、共同研究プロジェクト「ヒトと動きを協調するロボットの制御則」(R02/Bo8)にて、スポーツにおける対人技能の数理モデルを構築し、協調運動が実現可能な制御則を構築した。本プロジェクトで明らかにした個性を持つ複数競技者間の協調原理は、ヘテロな群れシステムにおける適応的運動機能の解明の基盤となる。共同研究プロジェクトの成果を発展させたプロジェクトである学術変革領域研究(B)「ヘテロ群知能」では、ヘテロな細胞の群れに着目し、生物学的手法による高精度の実データ解析と数理モデリングによる構成論的ア

プローチを融合することで、ヘテロな群れに内在する制御原理の解明、さらにはその工学・医学応用を目指している。令和5年度は次の成果があった。

### ミズ団子のほふく前進 ～デコボコ地面を味方につけた変幻自在のうじゃうじゃ集合体～

イトミミズは、個体が絡まり合って球状の塊を形成し、効率的な移動、環境変化への適応等の注目すべき機能を発揮する。本研究では、密閉された狭い空間内における塊の適応的な運動のメカニズムを調査した。行動実験とモデルシミュレーションを通じて、物理的な相互作用が現実の環境での集団行動生成にどのように寄与するかを理解し、これが柔軟なエージェントから成る新しいスワームロボットシステムの設計にも応用可能であることを示した。論文は、論文掲載後4ヶ月で論文閲覧数が2,221に達している。「ミズ団子のほふく前進～デコボコ地面を味方につけた変幻自在のうじゃうじゃ集合体～」というタイトルでプレスリリースされ、大学ジャーナルオンライン(2023年9月4日)、日本経済新聞電子版(2023年9月4日)、Science Magazine(2023年9月1日)等にて、「イトミミズの群れが地面の凹凸を活用するメカニズムの解明により、多くの『やわらかい』ロボットが協調して変幻自在に機能を発揮する新しい工学システムの実現につながる」等の高い評価を受けている。Attention scoreは59であり、Altmetricの上位5%以内に入っている。

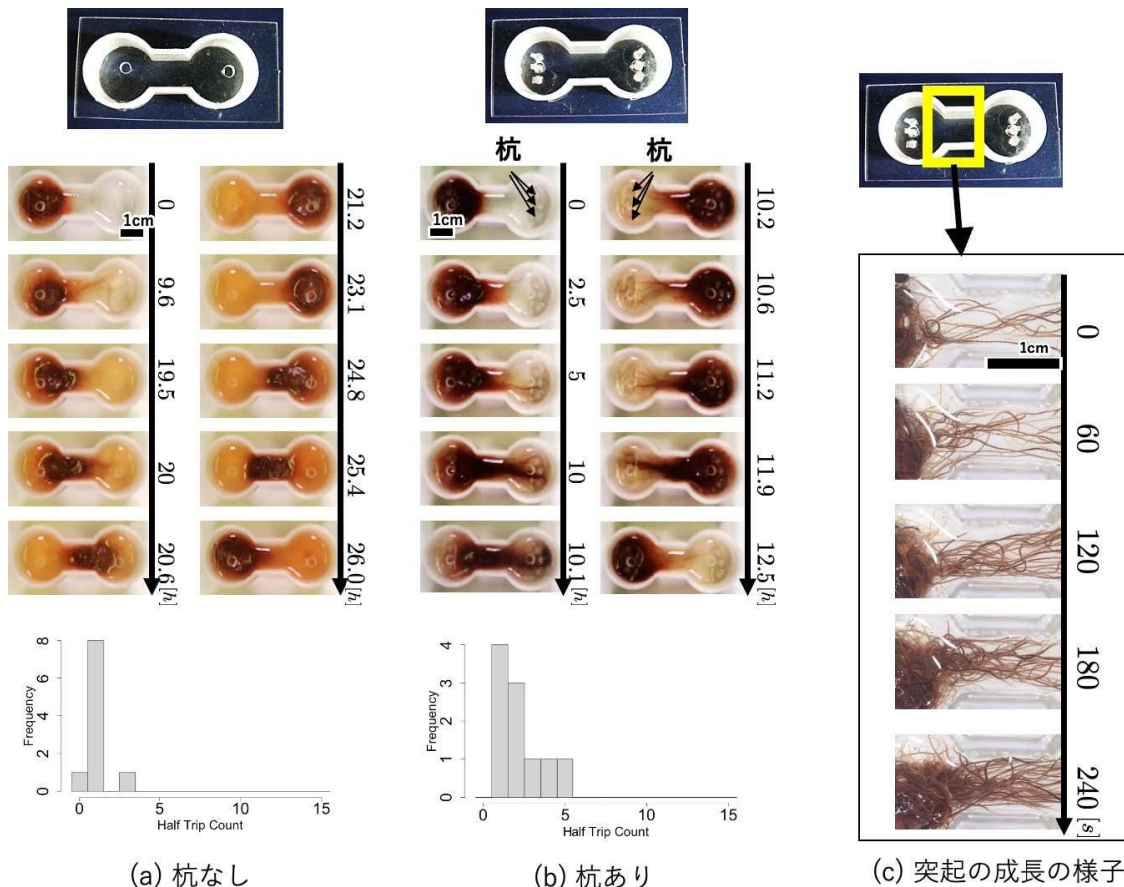


図: (a)杭なし、(b)杭ありの鉄アレイ型のケースにイトミミズの塊を入れ、1試行あたり66時間、10試行観察した。左下のグラフは、1試行あたりに片道移動した回数を示しており、杭ありのほうが多く移動していることがわかる。(c)は突起の成長の様子を示す。

これらの若手の研究を含めて、次に示すような大型プロジェクトが共同プロジェクト研究を端緒として、所内教員を代表者として進行されている。末尾の金額は予算額である。

- 「スピンエッジコンピューティングハードウェア基盤」  
JST-CREST 研究代表者: 佐藤 茂雄 教授(分担: 羽生 貴弘 教授, 深見 俊輔 教授)  
H31/R1-R6 (1.6 億円)
- 「光子数識別量子ナノフォトニクスの創成」  
文科省 Q-LEAP 研究代表者: 枝松 圭一 教授 H31/R1-R9 (0.57 億円)
- 「耐量子計算機性秘匿計算に基づくセキュア情報処理基盤」  
JST-CREST 研究代表者: 本間 尚文 教授 H31/R1-R6 (1.5 億円)
- 「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基盤の構築」  
科学研究費助成事業 基盤研究(A)研究代表者: 堀尾 喜彦 R2-R6(0.45 億円)
- 「不確定性スピントロニクスデバイス」  
JST-さがけ 研究代表者: 金井 駿 准教授 R3-R6 (0.62 億円)
- 「人工制御による物質・材料の「知能」の発現とコンピューティングへの展開」  
稲盛財団 稲盛科学研究機構(InaRIS)フェローシッププログラム 研究代表者: 深見 俊輔 教授 R3-R12(1.0 億円)
- 「グラフェンディラックプラズモンの時空間対称性操作とそのテラヘルツレーザへの応用」  
科学研究費助成事業 基盤研究(A)研究代表者: 尾辻 泰一 教授 R3-R7(0.42 億円)
- 「マルチセルラコンピューティングシステムの実細胞再構成」  
科学研究費助成事業 学術変革領域研究(B) 研究代表者: 山本 英明 准教授 R3-R5 (0.25 億円)
- 「ヘテロ群知能の構成論的理解から切り拓くハイアベレジなシステム的设计論」  
科学研究費助成事業 学術変革領域研究(B) 研究代表者: 加納 剛史 准教授 R3-R5 (0.34 億円)
- 「単原子長ゲートによる低環境負荷物質から成る高出力 THz 帯増幅器の創出」  
NICT Beyond 5G 研究開発促進事業 研究代表者: 吹留 博一 准教授 R4-R6(0.4 億円)
- 「2D 材料・CMOS デバイス集積化技術の開発」  
JST- 未来社会創造事業 主たる共同研究者: 吹留 博一 准教授 R4-R8(0.6 億円)
- 「人間の選択的情報処理に基づく聴空間共有型コミュニケーションプラットフォームの実現」  
科学研究費助成事業 基盤研究(A)研究代表者: 坂本 修一 教授 R4-R7(0.32 億円)
- 「スピントロニクス確率論的コンピュータの大規模化に向けた材料・素子・回路・アルゴリズム融合研究」  
JST-AdCORP (世界のトップ研究者ネットワーク参画のための国際研究協力プログラ

ム)

研究代表者: 深見 俊輔 教授 R5-R9(1.3 億円)

- 「スピントロニクス確率論的コンピュータの大規模集積化に向けた基盤構築と『確率超越性』の実証」  
JST-ASPIRE (先端国際共同研究推進事業-Top 研究者のための ASPIRE)  
研究代表者: 深見 俊輔 教授 R5-R9(5.0 億円)
- 「人工神経細胞回路を基盤とする神経変性疾患モデリング技術の開発」  
科学研究費助成事業 国際共同研究強化(B) 研究代表者: 山本 英明 准教授 R4-R7  
(0.2 億円)
- 「Beyond 5G 宇宙ネットワーク向け未利用周波数帯活用型の無線通信技術の研究開発」
- NICT 革新的情報通信技術(Beyond 5G(6G))基金事業 研究代表者: 末松 憲治 教授  
R4-R8(30 億円)

<共同プロジェクト研究発表会の実施>

共同プロジェクト研究の成果発表の場として毎年共同プロジェクト研究発表会を開催している。国際的な情報発信の観点から毎年英語での開催としている。令和 5 年度は令和 6 年 2 月 15 日に本所大会議室を会場にオンラインで配信するハイブリッド形式で開催し、215 名の参加を得た。



プログラム Program

- Opening Session ..... 10:00-10:15  
電気通信研究所における  
共同プロジェクト研究からのメッセージ  
RIEC and its cooperative research projects
- Session 2 ..... 10:15-11:15  
超計算力の獲得に資する計算システム  
Computing systems with  
transcendent computational capability
- Session 3 ..... 11:15-12:15  
空気のような情報インフラの構築  
Information infrastructures as natural as breathing
- Session 4 ..... 13:30-14:30  
人間理解に基づく超知的システムの創出  
Super-intelligent systems based on human understanding
- RIEC Award Ceremony ..... 14:40-15:10  
2023年度 RIEC Award 授賞式
- Poster Session ..... 15:30-17:30  
ポスターセッション
- Reception ..... 17:40-18:40  
懇親会 (有料)

開催日

2024年 2/15 [木]

Event Date February 15(Thu) 2024 | 10:00 ▶ 18:40

会場

東北大学 電気通信研究所 本館  
(仙台市青葉区片平2-1-1)  
Main Building, RIEC, Tohoku University

講演会 Oral Session

ハイブリッド開催 (対面&オンライン配信) Hybrid Event(On-site & Online)  
6F 大会議室 6F Conference Room

ポスターセッション Poster Session

対面開催 On-site 1F エントランスホール 1F Hall

事前の参加申し込みが必要です

<https://www.riec.tohoku.ac.jp/project2023/>

右記のQRコードからお申し込みが可能です ▶▶



主催

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



プログラム Program

**9:30 ● Reception Desk Open 受付開始** (GF 大会議室)

---

**10:00-10:15 ● Opening Session**  
**電気通信研究所における共同プロジェクト研究からのメッセージ**  
 RIEC and its cooperative research projects

**羽生 貴弘 HANYU Takahiro**  
 東北大学電気通信研究所 所長/教授  
 Director/Professor  
 [Tohoku University]




---

**10:15-11:15 ● Session 2 超計算力の獲得に資する計算システム**  
 Computing systems with transcendent computational capability

**グラフェンナノリボン量子ドット素子の集積化合成**  
 Integrated synthesis of graphene nanoribbon-based quantum dot devices

**加藤 俊顕 KATO Toshiaki**  
 東北大学大学院工学研究科 准教授  
 Associate Professor [Tohoku University]

**拡張自由エネルギーモデル: デバイス機能と構造の超階層接続**  
 Extended free energy model: super-hierarchical linkage of device function and structure

**小副 真人 KOTSUGI Masato**  
 東京理科大学先進工学部 教授  
 Professor [Tokyo University of Science]





---

**11:15-12:15 ● Session 3 空気のような情報インフラの構築**  
 Information infrastructures as natural as breathing

**IoT用エネルギーハーベスタのための受電および導波素子一体型レクテナアレイに関する研究**  
 A study on the rectenna array for power reception and propagation of energy for IoT

**丸山 珠美 MARUYAMA Tamami**  
 国立工業高等専門学校 生産システム工学科 教授  
 Professor [National Institute of Technology, Hakodate College]

**SPアンテナ付SOIフォトダイオードに基づく高度な光センサへの応用**  
 Application to advanced optical sensor based on SOI photodiodes with SP antenna

**佐藤 弘明 SATOH Hiroaki**  
 静岡大学電子工学研究所 准教授  
 Associate Professor [Shizuoka University]





---

**12:15-13:30 ● Lunch Break 休憩**

---

**13:30-14:30 ● Session 4 人間理解に基づく超知的システムの創出**  
 Super-intelligent systems based on human understanding

**皮膚における物体表現の形成 - PixelからObjectへ -**  
 Construction of the cortical representation of natural objects - from pixels to objects

**酒井 宏 SAKAI Ko**  
 筑波大学システム情報系 教授  
 Professor [University of Tsukuba]

**Verbal and nonverbal communication in human-robot interaction**

**HUANG Tsung-Ren**  
 Associate Professor  
 [National Taiwan University]





---

**14:40-15:10 ● RIEC Award Ceremony 2023年度 RIEC Award 授賞式**

---

**15:30-17:30 ● Poster Session ポスターセッション** (1F エントランスホール)

---

**17:40-18:40 ● Reception 懇親会** 参加費: 一般 3,000円 学生 1,000円 (当日集金します)

---







**Venue** 東北大学 電気通信研究所 本館  
 Main Building, Research Institute of Electrical Communication, Tohoku University

**Access** JR「仙台駅」下車 西口から徒歩20分  
 About 20 min. from West Gate of JR Sendai Station on foot  
 地下鉄南北線「五橋駅」下車 北2番出口から徒歩10分  
 About 10 min. from North Exit No.2 of Subway Itsutsubashi Station on foot  
 地下鉄東西線「青葉通一番町駅」下車 南1番出口から徒歩12分  
 About 12 min. from South Exit No.1 of Subway Aobadori Ichibancho Station on foot

**Contact** 東北大学 電気通信研究所 研究協力係  
 〒980-8577 仙台市青葉区中央2-1-1 TEL:022-217-5422  
 Contact:COoperative Research Section, RIEC, Tohoku University  
 Mail:rieckanryo@ipc.tohoku.ac.jp

ACCESS MAP



 [加納 PastedGraphic-1.png](#), 
  [leaflet ページ 1.jpg](#), 
  [leaflet ページ 2.jpg](#), 
  [item20230629\\_03\\_eservoir.png](#), 
  [item20230828\\_01\\_modular.jpg](#), 
  [item20230829\\_03\\_worm.jpg](#)