

【令和4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、2022年に発表した文献(令和5年2月28日時点でScopusデータベースに登録されている201文献)の分野別Top10%論文率を世界30傑大学(Times Higher Educationによる2023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Human-Computer Interaction分野での本所のFWCIが上位10%に入る論文率(Top10%論文)は28.3%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UCLの25.9%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 Graphics and Computer-Aided Design分野、General Materials Science分野においても、本所のTop10%論文率である各々23.1%及び28.6%は、世界30傑大学10位のUniv. of Edinburgh及びUniv. of Washingtonの23.8%、17.9%と同等かを超える値である。加えて、General Materials Sci.分野においても、Top10%論文率は23.1%を示し、この数値は世界30傑大学で同分野10位のNorthwestern Univ.の19.7%を超える値であり、やはり、本所の同分野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。また、これらの分野においては、他の指標も世界30傑大学の数値とほぼ同等であり、本所のこれらの分野の研究成果が世界トップレベルであることがわかる。

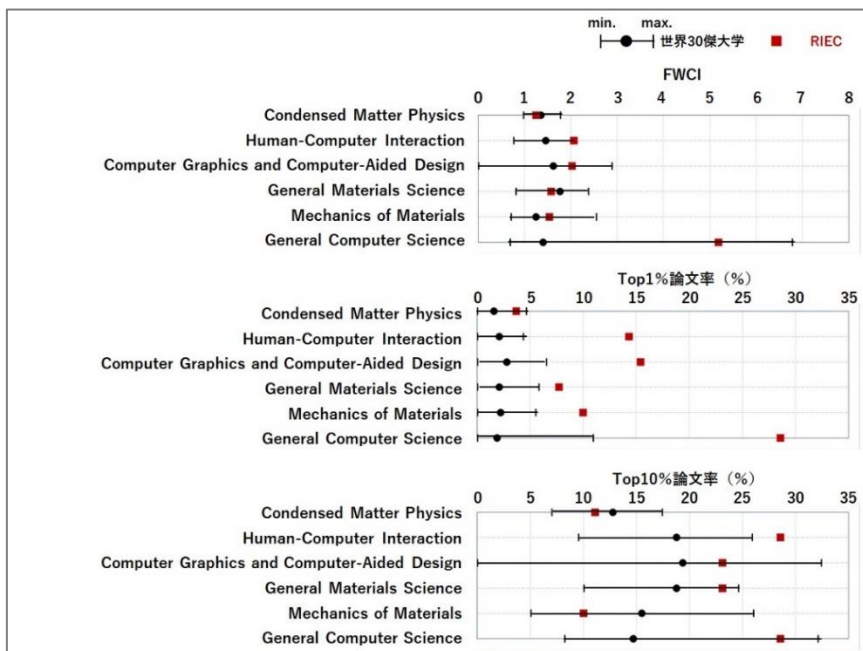


図: 論文指標による電気通信研究所の研究の世界での位置づけ

下表には、電気通信研究所の上述分野の中の 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、これまでも世界トップレベルの研究成果を創出してきていた材料・物性分野については、安定して高い Top10%論文率を維持している。また、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 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 系分野の分野別 Top 10% 論文率 の推移

分野	2020	2021	2022
Condensed Matter Physics	13.6	12	11.1
Human-Computer Interaction	6.3	14.3	28.6
Computer Graphics and Computer-Aided Design	12.5	27.3	23.1
General Materials Science	18.2	16.7	23.1
Mechanics of Materials	14.3	14.3	10
General Computer Science	0	10	28.6

(2) 世界的な受賞

上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 Magnetics Society による田中陽一郎教授への Distinguished Lecturer for 2023 の称号授与>

2022 年 11 月、垂直磁気記録を中心とする磁気データストレージテクノロジーに関する業績により、IEEE Magnetics Society から電気通信研究所田中陽一郎教授に“Distinguished Lecturer for 2023”の称号が授与された。これは磁性の科学技術に貢献をした研究者に与えられる称号で、田中陽一郎教授は 2023 年を通じて世界各地にある Magnetics Society の支部を中心に講演活動を行う予定である。

commercial product was launched in 2005. Since then, data storage has become the ever-growing foundation of the digital world and led to data-driven innovations, such as big-data artificial (AI) analytics, Internet of Things, medical science, and even black-hole visualization in astronomy.

This lecture will discuss the essential magnetism needed to understand innovative PMR data storage technology and the origin of the high-density recording performance that has led current recording density growth. Storage performance stands on a stacked system foundation and the building blocks are, from its base, the physics of magnetism, three-dimensional material controls at the sub-nanometer scale, magnetic and electronic device design, storage device integration, and storage system architectures, together with non-volatile memory to unleash the intrinsic performance. The development of new storage devices and systems requires a multi-scale approach and the correct guiding principles to establish expected functions. As an extension of PMR research, the lecture will also show the prospect for future storage technology and the system architecture from the multi-scale view of storage system development. New computational storage aiming at unifying computation power in data storage and brain-inspired systems, as well as the academic-industry relations to realize those systems, will also be introduced.



Yoichiro Tanaka is a professor in the Research Institute of Electrical Communication (RIEC) at Tohoku University. He received the bachelor, the master's degrees in Communications Engineering and the Ph.D. degree in Electronic Engineering from Tohoku University, where he did his thesis research on perpendicular magnetic recording physics and storage system integrations. He has worked in Toshiba's storage device business and in academia for over 30 years. He is devoted to the proof and development of PMR and achieved the realization of the world's first PMR hard disk drive in 2005. His career includes the development of a giant magnetoresistive head, perpendicular granular thin film media, and recently, new computational storage systems with integrated big-data analytics capability. He won Nikkei BP Technology Awards (1997, 2006), the Japan Magnetics Society Achievement Award (2006), and the Okochi Memorial

Prize (2007). He is a senior member of the IEEE and a member of the Magnetics Society Administrative Committee for a three-year term, 2022-2024. He is also a fellow of the Magnetics Society of Japan (MSJ). He is currently serving as Secretary General for the International Magnetics Conference (INTERMAG 2023, Sendai).

Contact details: yoichiro.tanaka.e1@tohoku.ac.jp.

Cylindrical Micro and Nanowires: From Curvature Effects on Magnetization to Sensing

Manuel Vázquez
Institute of Materials Science of Madrid, CSIC, Spain

Research on curvature effects in magnetic nanostructures is attracting much interest as they offer novel alternatives to planar systems. In particular, the cylindrical geometry introduces significant singularities in the magnetic response of ferromagnetic wires just from their curvature that primarily depend on their diameter, length, and aspect ratio. The main magnetic configurations include axial, transverse, vortex (circular with a singularity at the axis).

Micrometric-diameter amorphous wires with high magnetostriction re-magnetize through an ideal millimeter-long single domain wall propagating at kilometer-per-second speeds that results in a square hysteresis loop. Such bistable behavior and their magnetoelastic properties are the basis for various devices (e.g., stress and temperature sensors, electromagnetic shielding). On the other hand, ultrasoft non-magnetostrictive microwires are employed in very sensitive field sensors based on their giant magnetoimpedance effect or in flux-gate magnetometers.

Nanowires (20 nm to 400 nm in diameter) present an outstanding behavior where the crystalline structure plays a major role in competition with shape anisotropy. Cylindrical nanowires are considered as scaffolds for advanced three-dimensional nanoarchitectures exploiting intrinsic curvature that introduces significant differences with regard to planar-based nanotechnologies. They are proposed for novel sensor devices and magnets, and their interconnecting arrays are considered for energy devices or brain-inspired computing. An ultimate goal is currently the investigation of the magnetization reversal modes in individual nanowires by advanced techniques (e.g., PEEM/XMCD, MFM, MOKE, electron holography;

<中沢正隆元電気通信研究所長の日本国際賞(Japan Prize)受賞>



2023年1月、公益財団法人国際科学技術財団は、「エレクトロニクス、情報、通信」分野で、本学の中沢正隆先生(災害科学国際研究所特任教授/元電気通信研究所長)と萩本和男氏(国立研究開発法人情報通信研究機構 主席研究員)に2023年 Japan Prize(日本国際賞)を授与することを発表した。

この度の受賞は、半導体レーザー励起光増幅器の開発を中心とする光ファイバ網の長距離大容量化への顕著な貢献に対して授与されるものである。

2023 Japan Prize Laureates Announced

"Electronics, Information, and Communication" field

Achievement:
Distinguished contributions to global long-distance, high-capacity optical fiber network through the development of semiconductor laser pumped optical amplifier

	<p>Prof. Masataka Nakazawa (Japan)</p> <p>Distinguished Professor/Specially Appointed Professor, Tohoku University</p> <ul style="list-style-type: none">Portrait PhotoProfileAward Citation		<p>Mr. Kazuo Hagimoto (Japan)</p> <p>Principal Researcher, National Institute of Information and Communications Technology</p> <ul style="list-style-type: none">Portrait PhotoProfileAward Citation
--	---	---	---

(3) 国際共同連携の推進

上のような世界トップレベルの成果を活かして、いくつかの国際共同連携を実施している。ここではその例を2つ紹介する。

<欧州グラフェンフラッグシップと日本とのグラフェンをはじめとする二次元材料の科学と応用に関する国際共同連携事業の推進>

英国マンチェスター大学 A. Geim と K. Novoselov が 2011 年ノーベル物理学賞を受賞したことを契機に、欧州にグラフェン研究に関する 1 兆円規模の巨大ファンディングエージェンシー Graphene Flagship が創設された。

2014 年、Graphene Flagship の代表である Prof. J. Kinaret (Chalmers University of Technology)より、日本との間で当該分野における国際共同研究の推進を図るためのワークショップ企画の打診があった。これを受け、東北大学電気通信研究所の尾辻泰一教授、榎敏明東工大教授(当時)、岩佐義宏東大教授の3名が日本代表として第1回ワークショップを東京で開催した。

以来、2017年にバルセロナで第2回、2018年には仙台で第3回と、日欧双方で継続開催し、共同研究連携体制の構築を図ってきた。第6回は、2023年5月に東京で開催予定である。本ワークショップの日本側 General Chair を電気通信研究所の尾辻教授が務めるなど、通研はグラフェンに関する最先端の国際共同研究を積極的に推進している。

<UCL CHAIT Maria 教授の招聘と共同研究の推進>

2021年10月に University College London(UCL)の Ear Institute に所属の CHAIT Maria 教授(脳科学)が電気通信研究所に滞在し、坂本教授と音環境の取得・認識に加齢が及ぼす影響とそのメカニズムの解明に関する共同研究を実施した。そこで得られた成果や、その際の研究議論を通して、特に聴力機能の低下における環境や遺伝的な要因の検討の必要性が明らかとなった。そこで、東北メディカル・メガバンクを活用した新たな研究プロジェクトの実施に向けて、2023年度に UCL と東北大学との両者からプロジェクトのスタートアップ支援を得るに至った。

 R4 metrix.jpg,  Top10% trend comp_sci & material_sci.jpg,  画像 1: 田中陽一郎教授への称号授与を伝える IEEE Magnetics Society の Newsletter_o.png,  画像 3: 中沢正隆元所長への Japan Prize 授与を伝える国際科学技術財団のウェブサイト.png

2. 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

「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

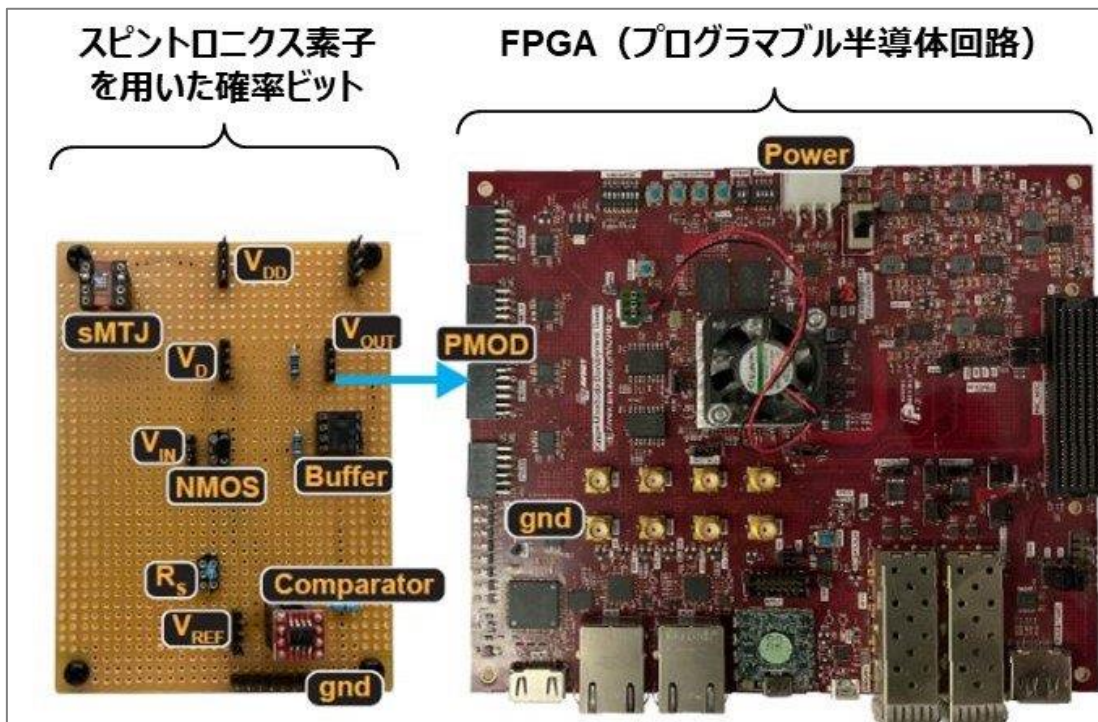
実績報告

(1) スピントロニクス「P」コンピューター向け素子開発と物理的機構の解明

人工知能(AI)やデジタルトランスフォーメーション(DX)の進展に伴いコンピューターに要求される演算性能は飛躍的に増大しており、一方で昨今の社会情勢の中ではコンピューターの省電力化もまた重要な課題である。これら要求の全てを従来型(古典)コンピューターで対応するのは難しいことから、古典コンピューターが苦手とする問題に特化した新概念コンピューターの研究開発が活発に行われている。

本研究では、本所の深見俊輔教授、カリフォルニア大学サンタバーバラ校(アメリカ)、メッシーナ大学(イタリア)の国際研究チームで、機械学習や組合せ最適化などを高速かつ省電力で解く「確率論的コンピューター(Pコンピューター)」を、自然の熱で状態が確率的に変化する確率動作スピントロニクス素子とプログラム可能半導体回路(Field Programmable Gate Array; FPGA)を用いて構築し、その性能を評価した。組合せ最適化を例に、古典コンピューターで確率的アルゴリズムを実行した場合と比較し、Pコンピューターは約5桁高い演算性能と約1桁低い消費電力を実現できることを明らかにした。

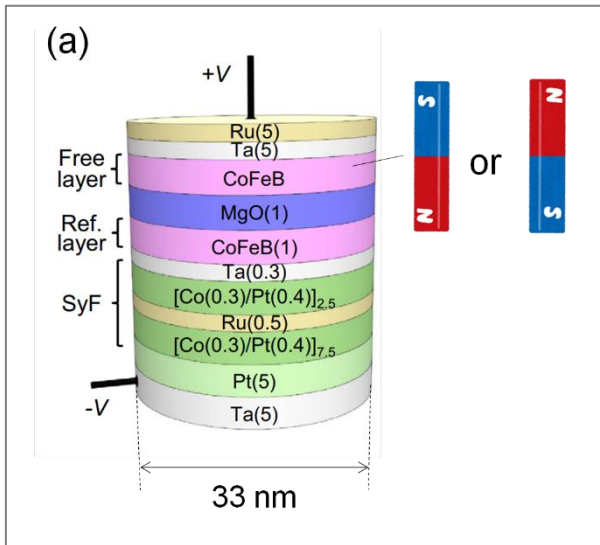
本成果は論文採択率が40%程度である、半導体デバイスに関して世界で最も影響力のある国際会議(IEDM)で採択され、口頭発表を行った。この成果は読売新聞2023年2月22日朝刊25面、河北新報2022年12月8日朝刊3面、日刊工業新聞2022年12月8日21面、科学新聞2022年12月16日4面などで取り上げられた。また関連する研究に対して日本学術振興会賞、日本磁気学会業績賞などが授与された。



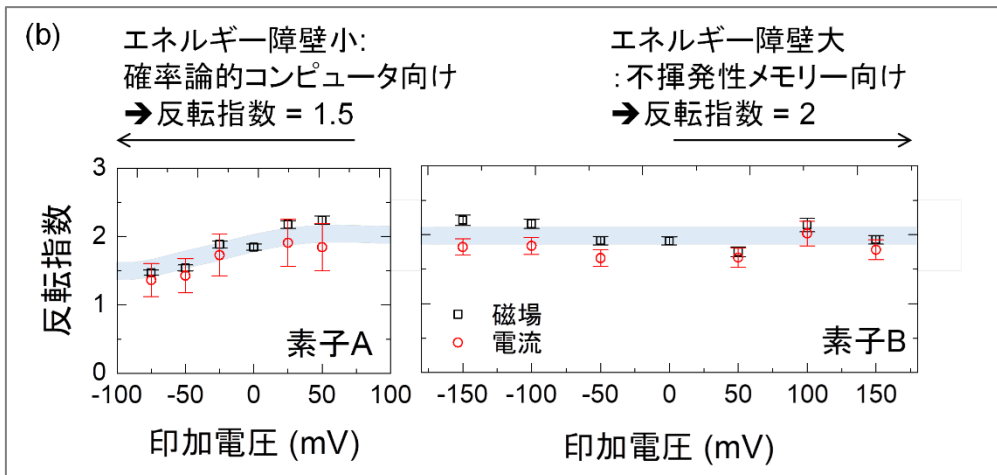
また、上述のスピントロニクス P コンピューターの開発と並行し、その最も重要な構成要素である確率動作スピントロニクス素子(超常磁性磁気トンネル接合)の動作機構に関する物理的理解の促進にも取り組んだ。

具体的には、スピントロニクス P コンピューターで用いられる超常磁性磁気トンネル接合を用いて、磁場や電流による磁気エネルギーの変化を支配する「反転指数」と呼ばれる変数を実験で決定し、磁気エネルギーの磁場や電流依存性を正確に予測できる「磁気エネルギー地形」の実測に成功した。当成果は超常磁性磁気トンネル接合素子を用いた確率論的コンピューターの研究開発を加速することは勿論のこと、ナノ磁石一般に成立する指数を決定したことで、不揮発性磁気トンネル接合を用いた磁気抵抗ランダムアクセスメモリ(MRAM)の研究開発における特性評価への適用なども期待されるものである。加えて今回の観測結果は非線形解析理論の一種である「分岐理論」で統一的に理解できることも明らかになった。これは今後の基礎数学・物理学理論研究を検証するプラットフォームとしてのスピントロニクス素子の利用可能性も示唆するものである。

本成果は英国の総合科学誌「Nature Communications」(IF = 14.919)で出版された。また 2022 年 8 月 26 日の科学新聞3面、2022 年 9 月 16 日の科学新聞4面に取り上げられた。また関連する研究に対して本多記念研究奨励賞が授与された。



(a) 作製した磁気トンネル接合の模式図



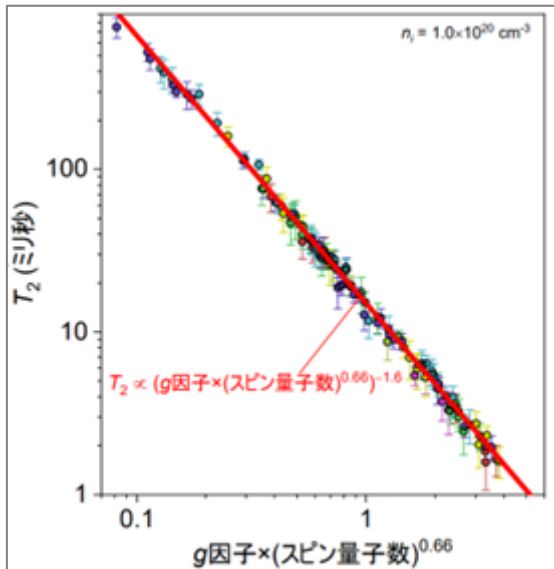
(b) 反転指数の印加電圧依存性

(2) 固体中の量子情報の保持時間を記述する法則の発見

固体中のスピン中心は、量子ビットを構成する物理系の 1 つで、量子テレポーテーションなどが実証された他、一部が室温動作可能であるという特長により大きく注目されている。

本研究では、固体中のスピン中心の量子ビットとしての性能を決める、位相緩和時間(T_2)を支配する「一般化スケールリング則」を発見した。これは、『実材料の T_2 を記述することはできるか?』という量子スピン物理研究 50 年来の問題を解決するものである。発見した法則をもとに 12,000 種を超える材料の T_2 を予測し、新たな量子ビット材料の大規模かつ定量的な材料探索を行った。本研究成果は、次世代の量子材料研究、新奇量子物性の探索に関する研究を基礎・応用の両面から大きく加速させるものである。

本成果は 2022 年 4 月 6 日付で米国の科学誌「Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America」(IF = 12.779) で公開された。



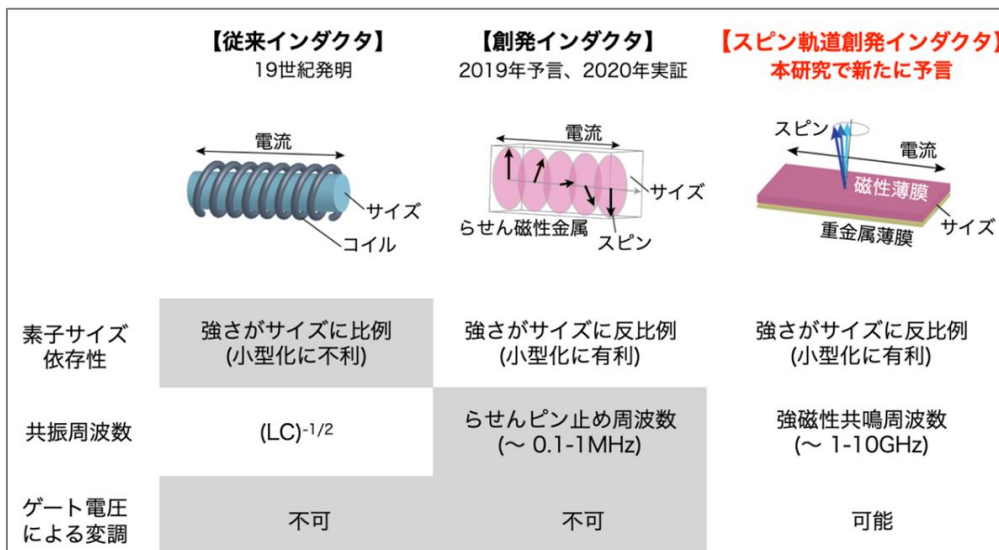
単一核種により構成される材料における T_2 のスケールングプロット。有限のスピン量子数を有する 125 種の核種について計算した T_2 が核スピンの g 因子とスピン量子数により単一のスケール則により表現されていることが分かる。

(3) 電気回路の基本要素「インダクタ」の新原理を提案

インダクタは、抵抗やキャパシタと並んで、様々な電気機器で幅広く利用される電気回路の基本要素である。通常インダクタは、ねじれた導線(コイル)で実現され、導線を通る「電流の時間変化」を「起電力」に変換する機能(インダクタンス)を示す。ごく最近、量子現象に基づく「創発インダクタ」が提案・実証され、コイルに基づく従来技術が抱える原理的な制限(インダクタンスの大きさのコイルサイズ依存性等)を克服する試みが始まっている。ここでは、らせん磁性金属という、ねじれた磁気をもつ特殊な材料が用いられていた。

本研究では、量子相対論効果である「スピン軌道相互作用」により、創発インダクタ機能が、より普遍的な(空間的に一様な磁気構造を持つ)磁性材料で生じることを理論的に明らかにした。本成果により、創発インダクタは特殊な材料、狭い温度・周波数帯に限られた機能ではなく、様々な材料系で出現しうるものであることが明らかになり、量子現象による電力制御などへの展開も期待される。また、本原理によれば、ゲート電圧によってスピン軌道相互作用を制御することで、従来のコイルインダクタでは必要な機械動作部品を用いない可変インダクタへの展望も開ける。今後、この原理の実証研究を推し進めることで、電子スピンを介したエネルギー変換現象に基づく、次世代の基盤量子技術の開発が切り開かれていくものと期待される。

本研究成果は米国物理学会誌「Physical Review Letters」(IF = 9.161)で論文発表された。



本研究で予言されたスピントロニクス創発インダクタと、これまで知られていたインダクタの比較。LとCはそれぞれ、コイルのインダクタンスとキャパシタンス

(4) University Research Lead として Åkerman 先生を招聘

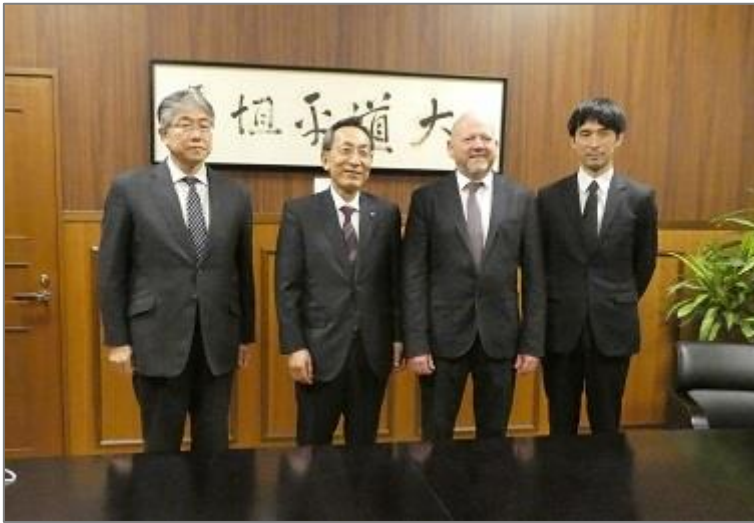
2023年1月、Åkerman Bengt Johan 博士が東北大学教授に着任し、「東北大学プロフェッサーユニバーシティ・リサーチ・リード」の称号が授与され、3月2日に辞令交付式が行われた。

称号が授与された Åkerman 教授は、本制度の称号授与者第1号で、現在はスウェーデン国イェテボリ大学で教授の職に就いており、本学にはクロスアポイントメント制度による採用となる。本学では電気通信研究所に配属され、革新的スピントロニクスデバイス研究室を立ち上げて主宰する。

Åkerman 教授はスピントロニクス分野で高名な研究者の一人で、特に高周波で動作する発振素子とその同期制御及びその通信デバイス、脳型計算機への応用において顕著な業績を上げている。今後は、東北大学を主な舞台として活動することで、本学の世界と伍する研究大学形成に大きく貢献することが期待されている。



Åkerman Bengt Johan 博士



辞令交付式(2023年3月2日)の様様

 スピン画像 2.png,  スピン画像 3.png,  スピン画像 4.png,  スピン画像 5.png,  画像 Åkerman Bengt Johan 博士.jpg,  画像 5 辞令交付式(2023年3月2日)の様様.jpg

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

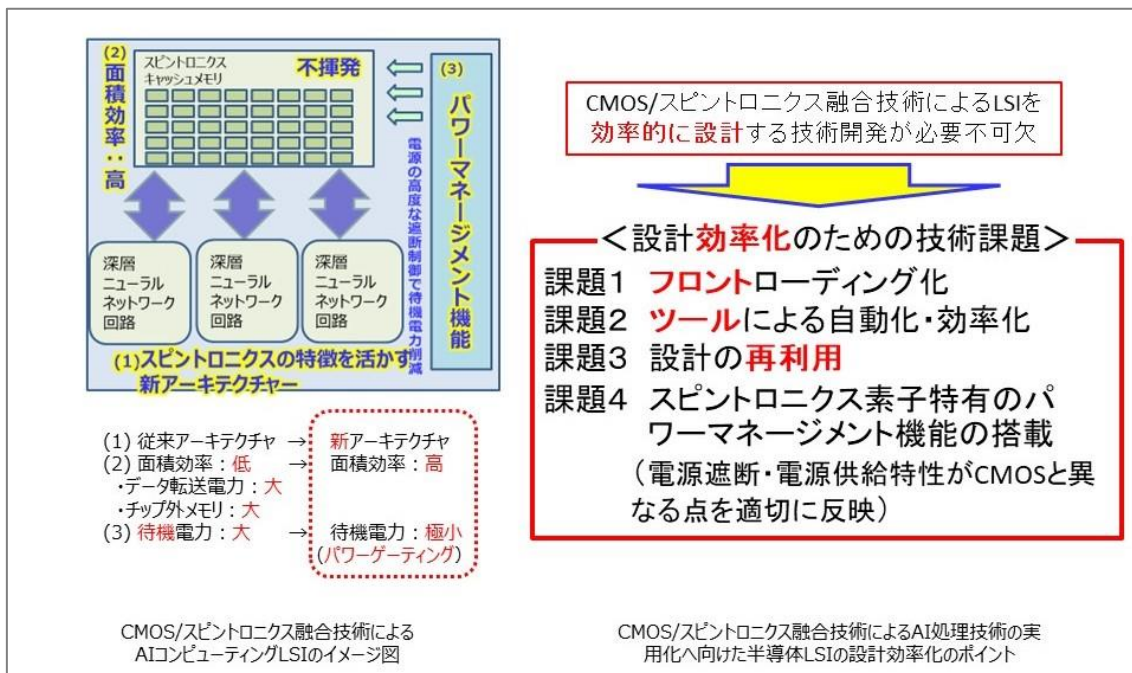
「研究」

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

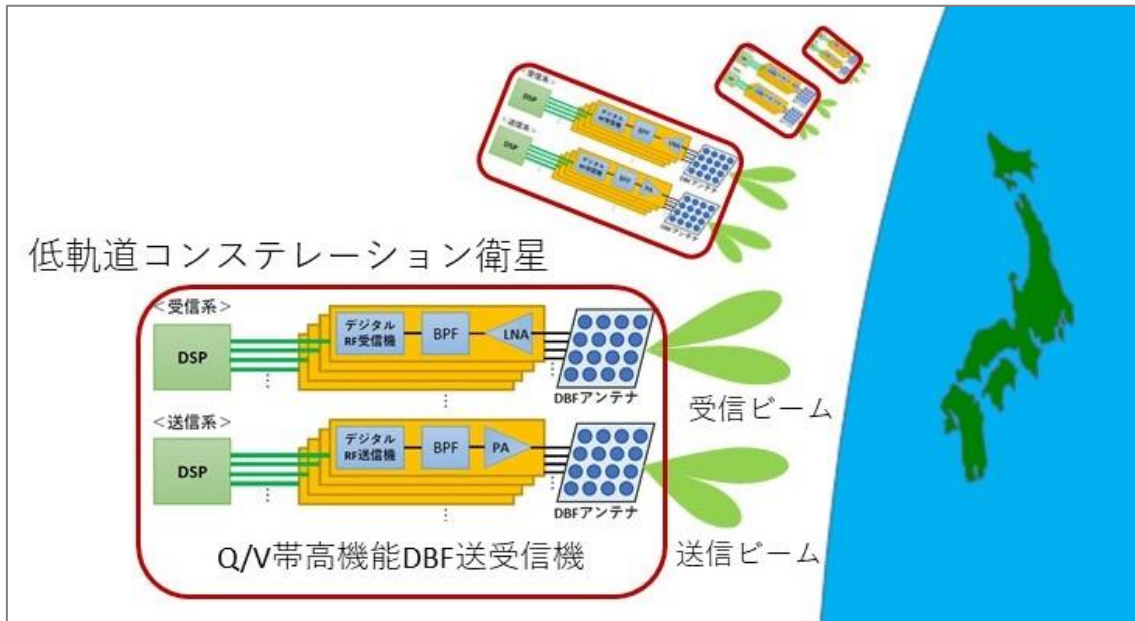
(1) 省エネ AI ハードウェアの研究開発による人間性豊かなコミュニケーション実現への取り組み

経済安全保障に関する半導体関連の国内産業の再生へ向けた取組として、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)では、高効率・高速処理を可能とする AI チップ・次世代コンピューティングの技術開発の研究開発項目④ AI エッジコンピューティングの産業応用加速のための技術開発を公募(令和 4~6 年度の 3 年間)。本プログラムへ応募した課題「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」(代表: 羽生 貴弘 教授)が採択された(令和 4 年 8 月 20 日; 研究費総額: 17.5 億円)。本プログラムは、本代表者らの研究チームがこれまで研究開発を進めてきた、不揮発性記憶機能をコンピュータシステムへ組み込んで省エネ性と高性能性を同時に達成できる新しいアーキテクチャ「CMOS/スピントロニクス融合技術」(下図左)を、エッジ応用高性能 AI ハードウェアとして誰もが利用可能な設計環境へ改良・再構築を図るものである。具体的には、省エネ AI ハードウェア実現のための設計自動化の環境構築に関する取組である(この挑戦に関する技術課題は下図右を参照)。本プログラムを通じて、実世界応用(車載応用等)向け AI ハードウェア・チップを設計し、最先端(10nm 以細の最小線幅)の半導体 LSI チップにて動作実証する計画である。



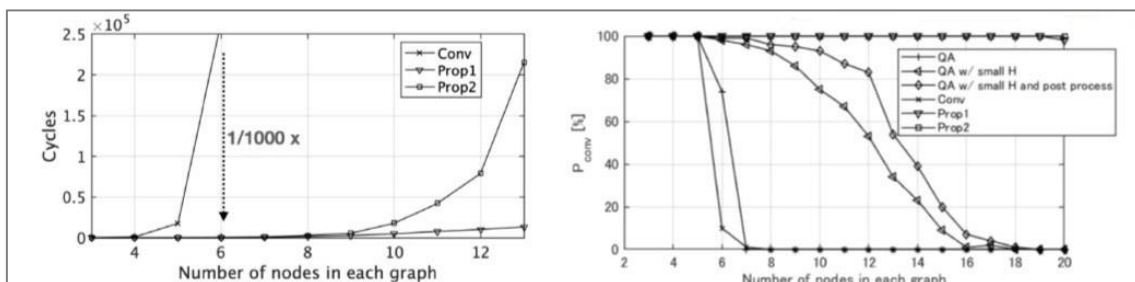
(2) B5G による人間性豊かなコミュニケーション実現への取り組み

2030年頃に導入が見込まれる5Gの次世代と位置付けられる、「Beyond 5G (B5G)」は、フィジカル空間(現実空間)とサイバー空間(仮想空間)をリンクさせ、**Society5.0のバックボーン**として、中核的な機能を担うことが期待されている。情報通信研究機構(NICT)はB5G研究開発促進事業研究開発方針(令和4年2月総務省)に基づき、B5G研究開発促進事業を実施しており、令和4年度新規委託研究の公募(第2回)における基幹課題のうち「**B5G 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**」に関して、本学(代表:末松憲治教授)が代表提案者となった研究グループ(分担者:三菱電機、Space Compass、スカパーJSAT、名古屋大学、北海道大学、広島大学、鳥取大学、他)の提案が採択された(R5.1.13)。本研究開発は、R4～R8年度の5年間で、総額77.82億円、(うち、東北大学分の総額30.64億円)の予算である。近年、スターリンク等で注目されている低軌道衛星コンステレーションの進展に伴い、現在、宇宙ネットワーク(宇宙NW)の構築に利用されているKu帯、Ka帯といった周波数資源の枯渇が懸念されており、Ku帯、Ka帯よりも高い未利用の周波数であるミリ波帯のQ帯、V帯、W帯の周波数の利用を可能とする通信技術の実現を目指すものである。具体的には、図に示すQ帯、V帯における高機能デジタルビームフォーミング(DBF)送受信技術と、W帯衛星搭載機器の基盤技術の研究開発を行う。



(3) スピンエッジコンピューティングによる人間性豊かなコミュニケーション実現への取り組み

戦略的創造研究推進事業(CREST)のコンピューティング基盤として、研究課題「スピンエッジコンピューティングハードウェア基盤」(研究代表: 佐藤 茂雄 教授)を現在推進している(R1~R6;5.5年間)。本年度(R4 年度)の研究成果の1つとして、確率的計算モデルの大規模問題の高速解法への道を開いた。これは、stochastic computing に基づいて設計された大規模な確率的計算モデル(p-bit)において、高速な解法が可能な simulated annealing (SA) に成功した成果である。本手法を用いた SA を、組合せ最適化問題の典型例である巡回セールスマン問題、最大カット問題(MAX-CUT)、グラフ同型性問題(GI)へ適用し、従来の SA 法や D-Wave ベース量子アニーリング(QA)との性能比較を行った。その結果提案手法は、従来手法と比べ、数桁以上も高速に求解できる性能を達成した(下図は計算機シミュレーションによる性能比較結果の例)。本成果は、高性能なニューラルネットワークに関する世界に著名な国際ジャーナル誌 (IEEE Tran. Neural Net. and Learning Sys.; IF 値は 10.451) に採択されると共に、プレスリリース発表(2022年4月)を行った。また、この研究成果より、当該研究の加速実施へ向け、本プログラムの加速資金(3,000万円;1,500万円は専用チップ試作費、1,500万円は計算機シミュレーション加速費)の増額が本年度(R4 年度)認められた。



計算機シミュレーションによる性能比較結果の例

(4) 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、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。

まず、現在世界で最も多く利用される AES(Advanced Encryption Standard)暗号ハードウェアについて、世界最高効率を更新するハードウェアアルゴリズムを開発し、それを実証した。同成果は回路とシステムのトップジャーナルである IEEE TCAS に掲載された。

また、機械学習を用いた世界最高感度の実装脆弱性解析技術を開発し(図1)、未対策実装にかかる攻撃コストから対策を施した場合の安全性を極めて高精度に推定することに世界で初めて成功した。同内容に関連する成果は、セキュリティ最高峰の国際会議である ACM CCS や暗号実装のトップカンファレンス IACR CHES などに計 5 本採録された。

さらに、ハードウェアに挿入された不正な機能(ハードウェアトロイ:HT)を高速かつ漏れなく検知する技術を開発した(図2)。開発した手法は、従来よりも大規模なハードウェアにも適用可能なスケーラビリティに加えて、不正機能が発動する条件まで同定することを初めて可能にする。実用的な暗号ハードウェアに適用し、その有効性を実証した。同成果は、ハードウェア設計技術に関する旗艦国際学術誌の IEEE TCAD に掲載された。また、国内においても注目を集めており、電子情報通信学会総合大会等において招待講演を実施した。

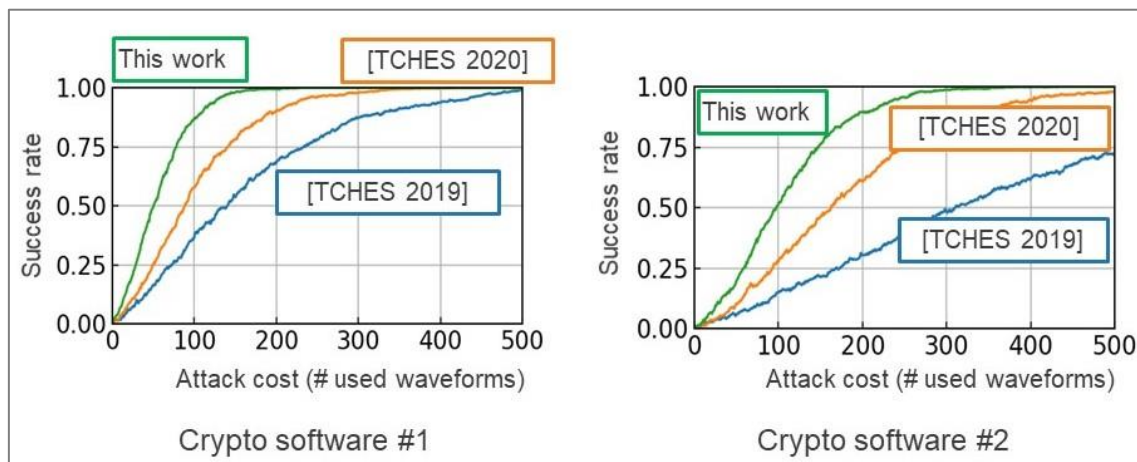


図 1: 暗号ソフトウェアの実装脆弱性解析例(開発した手法が最高感度を達成)

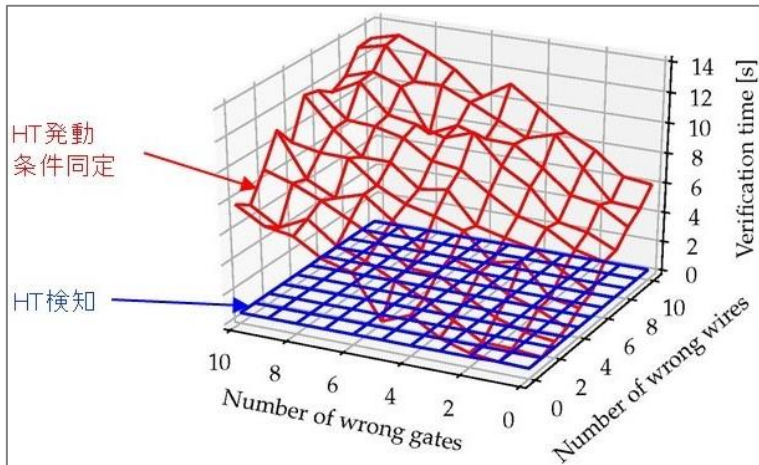








図 2: 開発した手法による HT 検知および HT 発動条件同定結果

表 1: 通研で令和 4 年度に実施した主な大規模プロジェクト

相手先	課題名	研究代表者	予算総額	H30	R1	R2	R3	R4
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	0.4億円				○	○
	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・高多重光アクセス構伝送技術)(R4-R7)	葛西憲一	0.7億円					○
	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	0.15億円					○
	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	0.15億円					○
文科省	Q-LEAP「光子数識別量子フォトニクスの創成」(H30-R9)	枝松圭一	0.57億円	○	○	○	○	○
NICT	Beyond 5G研究開発促進事業・革新的情報通信技術研究開発委託研究「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-R4)	尾辻泰一	1.9億円				○	○
	Beyond 5G研究開発促進事業・革新的情報通信技術研究開発委託研究「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)	吹留博一	0.16億円					○
	Beyond 5G研究開発促進事業・革新的情報通信技術研究開発委託研究「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)	末松憲治	1.4億円					○
NEDO	人工知能活用による革新的リモート技術開発「動作ユニットAIによる人の感情推定とキャラクターの感情豊かな動作生成による遠隔コミュニケーション環境の構築」(R3-R4)	北村善文	1.2億円				○	○
	高効率・高速処理を可能とするAIチップ・次世代コンピュータインテグレーションの技術開発事業「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-R5)	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-R4)	白井正文	0.8億円	○	○	○	○	○
	CREST「スピネッジコンピューティングハードウェア基盤」(R1-R5)	佐藤茂雄	1.6億円		○	○	○	○
	CREST「スピネッジコンピューティング向け革新的アーキテクチャ」(R1-R5)	羽生貴弘	1.3億円		○	○	○	○
	CREST「スピネッジコンピューティング向け材料デバイス技術」(R1-R5)	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-R5)	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	0.35億円					○
	さきがけ「バイオニック情報処理システムの人工再構成」(H30-R3)	山本英明	6.0千万円		AIMR	○	○	○
	さきがけ「不確定性スピントロニクスデバイス」(R3-R5)	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-R5)	金田文寛	4.2千万円				学際	○
	A-STEP「呼吸機能検査装置搭載用高性能ガスセンサの開発」(R3-R5)	但木大介	2.4千万円				○	○
基礎研究(S)	「ノンコリニアスピントロニクス」(2019-2023)	深見俊輔	2.0億円		○	○	○	○

 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
リミング.jpg,  第 4 期中期目標に係る実績報告書用図(本間).jpg,  第 4 期中期目標に係る
実績報告書用 図 2(本間).jpg,  主な大規模プロジェクト H30-R4 20230314 版.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 1 千万円程度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 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。

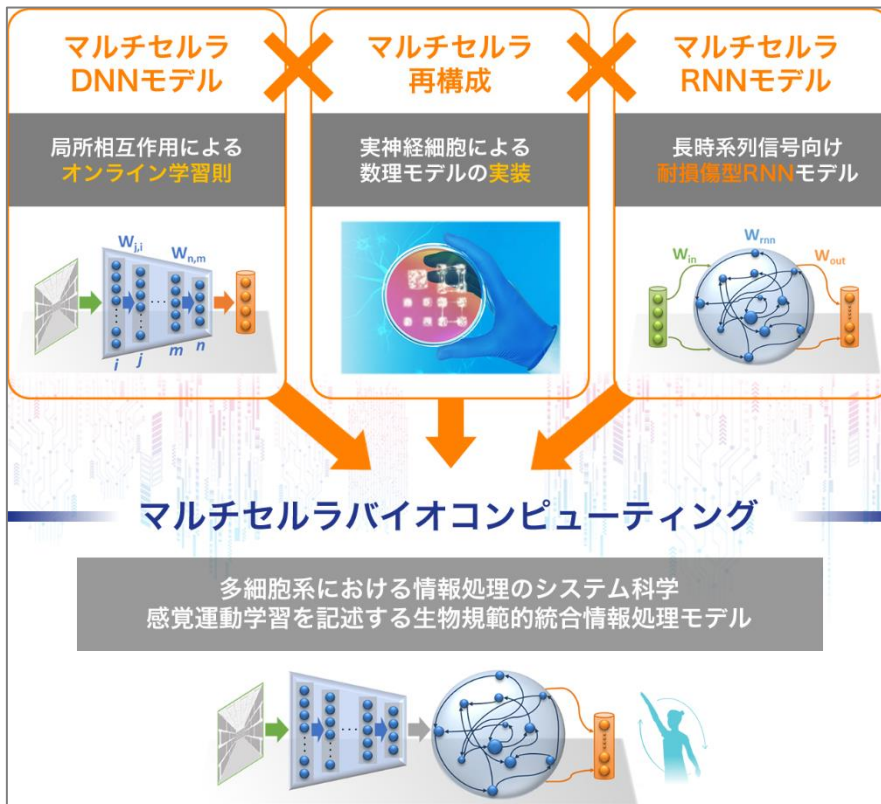
若手研究者を代表とする科研費 学術変革領域研究(B)の 2 件の採択を含め、共同プロジェクト研究を端緒として、代表として大型プロジェクトに発展し成果を挙げたいいくつかの例を示す。

(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。領域の立ち上げから1年半が経ち、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始めている。国際的にも、共プロの海外メンバーが携わる Horizon 2020 プロジェクト (NeuChip.eu) との日欧合同スペシャルセッションを 2023 年 9 月の国際会議にて企画し、関連分野における研究者コミュニティをさらに広げるための準備を進めた。

領域 HP: <https://www.mnbc.riec.tohoku.ac.jp>



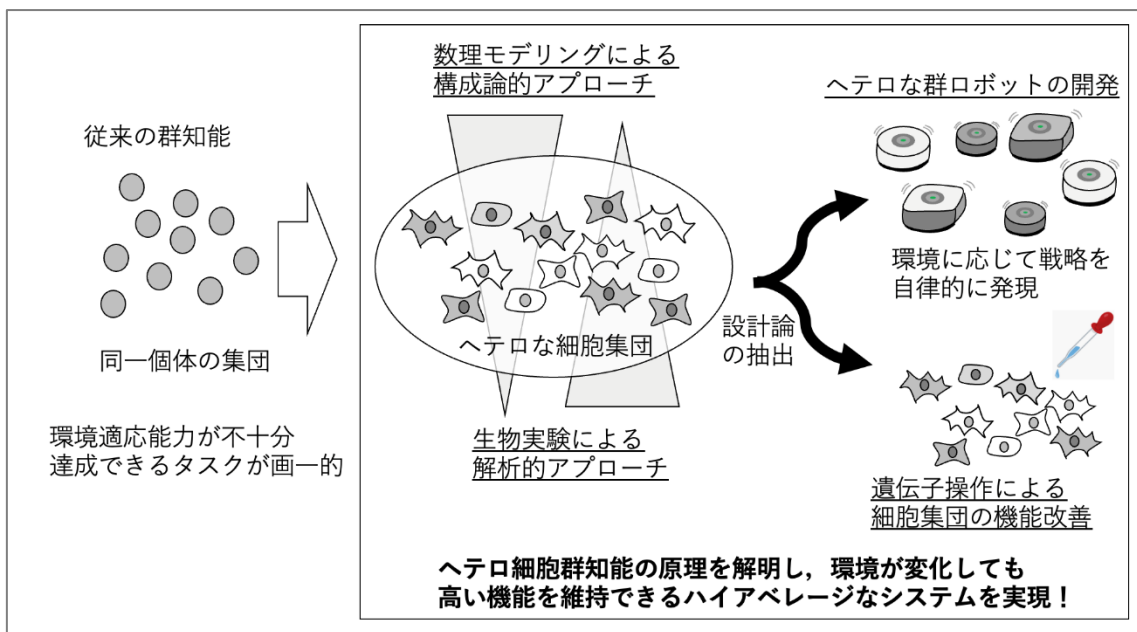
領域概要

A01 情報数理班  香取勇一 (ほこだて未来大) 情報処理モデル  徳田慶太 (筑波大) 数理モデル  保坂亮介 (芝浦工大) 生理データ解析  加藤秀行 (大分大) データ駆動型AI  藤原直哉 (東北大) 複雑ネットワーク解析	A02 生体工学班  山本英明 (東北大) 人工神経細胞回路  平野優弓 (東北大) 機能計測デバイス  谷井孝至 (早稲田大) 損傷モデル  佐藤茂雄 (東北大) 微細加工	A03 分子細胞生理学班  松井鉄平 (岡山大) モデル動物脳マイクロイメージング  根東 寛 (東京大) シナプス動態観察  桂林秀太郎 (福岡大) シナプス生理	A04 システム神経科学班  正水芳人 (同志社大) モデル動物脳マイクロイメージング  神谷温之 (北海道大) 軸索生理  西村周泰 (同志社大) 神経再生  尾崎弘展 (同志社大) 神経回路生理
領域アドバイザー  堀尾高彦 (東北大)  河野 崇 (東京大)  根本知巳 (生理研)  T. Netoff (U Minnesota)  W. Nicola (U Calgary)  T. Levi (U Bordeaux)  J. Soriano (U Barcelona)			

メンバー構成

(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ー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。



(3) 非言語情報を活用する人間性豊かなコミュニケーションの実現に向けた研究(NEDO 人工知能活用による革新的リモート技術開発事業、R3-4)

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、コロナ禍の緊急プロジェクトとして開始された共同プロジェクト研究「豊かな対人コミュニケーション実現のための非言語情報AIの検討」(R02/U02)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、Computer Graphics and Computer-Aided Design、General Computer Science 等の分野は、「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)がいずれも 28.3%から 23.1%であり、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が認められ、正式に研究開発に取り組むことに繋がった。

これらを含めて、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している。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
- 「不確定性スピントロニクスデバイス」
JST-さきがけ 研究代表者: 金井 駿 准教授 R3-R6 (6.2 千万円)
- 「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-R13
- 「豊かな対人コミュニケーション実現のための非言語情報 AI の検討」
NEDO 人工知能活用による革新的リモート技術開発事業 研究代表者: 北村 喜文 教授 R3-R4 (1.2 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

- 「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)
- 「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

<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4年度は令和5年2月16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、231名の参加を得た。

東北大学 電気通信研究所 情報通信共同研究拠点
Research Institute of Electrical Communication, Tohoku University
Center for Nation-Wide Cooperative Research on ICT

RIEC 115th ANNIVERSARY TOHOKU UNIVERSITY

令和4年度 共同プロジェクト 研究発表会

FY 2022 RIEC Annual Meeting on
Cooperative Research Projects

新世代ICTの羅針盤
~選研共同プロジェクトからのメッセージ~
Compass for Next-Gen ICT
~Message from RIEC Nation-Wide Cooperative Research Projects~

開催日
2023.2.16 (木) 10:00~17:30
Event Date February 16 (THU) 2023

セッション Session	ハイブリッド開催 (対面&オンライン配信) Hybrid Event (On-site & Online)
ポスターセッション Poster Session	現地開催 On-site Poster Session

プログラム

10:00 - 10:30	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
10:30 - 12:00	Session2	共同プロジェクト研究成果報告 Cooperative Research Projects
13:30 - 14:30	Session3	組織間連携プロジェクト成果報告 Inter-Organizational Research Projects
14:40 - 15:10	RIEC Award Ceremony	2022年度(第12回)RIEC Award授賞式 FY2022 RIEC Award Ceremony
15:30 - 17:30	Poster Session	[現地開催]ポスター発表 [On-site]Poster Presentation

事前の参加申し込みが必要です
参加費無料
Registration required (Free of Charge)
<https://www.riec.tohoku.ac.jp/projects/2022/>

右のQRコードからも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 Inst. Electrical Communication Tohoku University

お問い合わせ 東北大学 電気通信研究所 研究協力係
〒980-8577 仙台市青葉区片平2-1-1 TEL:022-217-5422
Contact: Cooperative Research Section, RIEC, Tohoku University
Phone: +81-22-217-5422
RIEC HP: <https://www.riec.tohoku.ac.jp/>

プログラム Program

9:30 ▶ 受付開始 Reception Desk Open

10:00 ▶ 10:30 Opening Session *RIEC and its Cooperative Research Projects*

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

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

10:30 ▶ 12:00 Session2 共同プロジェクト研究成果報告 *Cooperative Research Projects*

10:30 ▶ 11:00
Auditory training and its influence on auditory selective attention
KIM Sungyoung Associate Professor
[Korea Advanced Institute of Science and Technology / Rochester Institute of Technology]

11:00 ▶ 11:30
電気化学発光による細胞機能の可視化 Visualization of cellular functions via electrochemiluminescence
平本 薫 東北大学 学際科学フロンティア研究所 助教
HIRAMOTO Kaoru Assistant Professor [Tohoku University]

11:30 ▶ 12:00
カラスの行動をコントロールする手法の開発 Development of methods to control crow behavior
塚原 直樹 株式会社CrowLab 代表取締役
TSUKAHARA Naoki CEO [CrowLab Inc.]

12:00 ▶ 13:30 休憩 Lunch Break

13:30 ▶ 14:30 Session3 組織間連携プロジェクト成果報告 *Inter-Organizational Research Projects*

13:30 ▶ 14:00
学習時の心的過程推定 Estimation of mental states during learning
塩入 諭 東北大学 電気通信研究所 教授
SHIOIRI Satoshi Professor [Tohoku University]

14:00 ▶ 14:30
TlBrを用いたフォトン・電荷カウンティングX線イメージャー TlBr X-ray imager with photon-charge count type readout
青木 徹 静岡大学 電子工学研究所 教授
AOKI Toru Professor [Shizuoka University]

14:40 ▶ 15:10 RIEC Award Ceremony

2022年度(第12回)RIEC Award授賞式 FY2022 RIEC Award Ceremony

15:30 ▶ 17:30 Poster Session

▶ 現地開催による共同プロジェクト研究の対面ポスター発表 [On-site]Poster presentation of Nation-Wide Cooperative Research Projects
▶ 発表会Webページ内でオンデマンドポスター発表 [On-demand]Poster presentation on the website

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 20min 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 10min 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 12min from South Exit No.1 of Subway Aobadori Ichibancho Station on foot

Registration ◎参加申込はこちら
<https://www.riec.tohoku.ac.jp/project2022/>

ACCESS MAP

共プロ発表会 20230216-leaflet_ページ_1.jpg,
 共プロ発表会 20230216-leaflet_ページ_2.jpg,
 山本図 1.png,
 山本図 2.png,
 加納 PastedGraphic-1.png

20