

FRIS news 19

No.

東北大学 学際科学フロンティア研究所ニュース 第19号

2025.02



Contents

巻頭言 Topics

生体最先端計測研究寄附研究部門の開設について

Event Report

「第6回 総長・FRIS若手研究者学際研究懇談会」開催

「FRIS-KKU Joint Symposium 2024」開催

「東北大学オープンキャンパス2024」に初出展

「第9回FRIS/DIARE Joint Workshop」開催

ソーシャル・ロボットと倫理デザインの考察～よりよい社会の構築のために～「IAS-FRIS Symposium on Social Robots and Ethical Design」開催

Topics

2024年度JST戦略的創造研究推進事業(さきがけ)に上地助教、濱本助教が採択

学際研助教6名に「東北大学プロミネントリサーチフェロー」の称号

Press Release

mRNAに刻まれた「タンパク質工場」の稼働効率
ブラックホールに吸い込まれる降着円盤の乱流構造を解明

体温付近で接着力が1000倍変化する脱着可能な水中接着剤を開発

— ムール貝からヒントを得た接着メカニズム —
‘Squeezing’ Increased Accuracy out of Quantum Measurements

AI speeds up the discovery of energy and quantum materials

「化学工学」的アプローチで効率的な二酸化炭素の電気分解を実現

Research Topics

次世代のラボオートメーションを切り拓く
— QueenBと東北大学の共同研究

書籍出版

秋の風物詩—学際研芋煮会 2024—

海外渡航レポート:若手リーダー海外派遣プログラム

海外渡航レポート:国際共同研究支援プログラム

編集後記



学際科学フロンティア研究所（学際研、Frontier Research Institute for Interdisciplinary Sciences, FRIS）は、「異分野融合による学際的研究を開拓、推進し、学内内部局との連携を通じて若手研究者の研究を支援することにより新たな知と価値の創出、人類社会の発展に貢献すること」を目的としています。「先端的学際研究の推進、若手研究者の育成、および学内学際研究の発掘」を3本柱として、「物質材料・エネルギー」、「生命・環境」、「情報・システム」、「デバイス・テクノロジー」、「人間・社会」、「先端基礎科学」の6領域を専門とする、教授5名、准教授9名、助教36名（2024年1月1日現在）が学際研究教育活動を推進しています。

東北大学は令和6年度に我が国初の国際卓越研究大学に認定されました。国際卓越研究大学の研究等体制強化計画では、初期・中堅キャリア研究者（EMCR）が独立した研究主宰者（PI）として自律的に研究に挑戦できる「学際研の若手研究者モデル」を全学に展開することが明記されています。学際研では、現在国際卓越研究大学に相応しい次世代のシステム構築に向けた準備を進めています。

学際研の特徴的な若手研究者育成プログラム「学際尚志プログラム」では、全領域を対象とした国際公募による助教採用、独立研究環境による世界トップレベル研究の推進、メンター制度によるPI育成サポート、定期的な異分野研究者交流、学際研テニュアトラック制度によるキャリアアップ支援などを行っています。また、研究所におけるジェ



ンダー、国際性、文化などのダイバーシティ拡大に向けたDEI推進の取り組み（2023年～）、学部学生研究ワーク体験FRIS UROによる若手教員のラボ運営と研究推進、および学生の多様な研究経験と経済支援（2022年～）、協働的研究環境FRIS CoREによる若手研究者のスタートアップと学際共同研究の環境整備（2021年～）、学際融合東北拠点TI-FRISによる東北地域7大学の若手研究者の研究交流（2020年～）などの活動を行っています。

FRIS ニュースは学際研の近況を学内外の皆様にお知らせします。本ニュースをご覧いただき、皆様からの忌憚のないご意見やご支援を賜れば幸いです。

Topics

生体最先端計測研究寄附研究部門を開設

美容室向けヘアケア・化粧品メーカーの株式会社ミルボンからの寄附による研究部門「生体最先端計測研究寄附研究部門」を開設しました。本部門には、本学からは蛋白質科学・物理有機化学・生体計測・質量分析・構造生物学の5つの異なる分野から研究者（学際科学フロンティア研究所新領域創成研究部の奥村正樹、佐藤伸一、阿部博弥、上野裕、生命研究科の横山武司）が集まり、ミルボンからは化粧品学の伊藤廉博士（特任准教授）が参画することで、バイオにおける最先端計測の開発を研究対象とし、化粧品や医薬部外品の開発につながるような分野横断型の研究を展開します。各分野の研究知見を学際的に融合させることで、生体に対する先端計測手法の開発や新規知見の獲得が期待できます。

具体的には、プロテオミクスや薬剤分子設計など、医療・創薬分野の発展に貢献してきた研究領域にも取り組み、従来の化粧品研究の枠を超えた新たなアプローチを目指します。また、東北大学の最先端計測機器として保有するクライオ電顕を用いた毛髪を構成するタンパク質の構造解析および薬剤の結合部位の同定、屈折率顕微鏡を用いた毛髪内タンパク質の評価、材料科学や計算科学、ケミカルバイオロジーによるアプローチなど分野横断的な要素を組み込むこ

とで、新たな高機能材料の設計を指針し、実装化することを目指します。

本部門の開設により、新たな化粧品開発の加速に繋がる学際的なプラットフォームの構築、基礎研究から製品開発への応用までの社会実装が期待できます。分野横断研究に取り組む学際科学フロンティア研究所と、美容市場において先進的な毛髪・皮膚研究を推進するミルボンが協力し、イノベーションの創出に挑戦します。

奥村正樹（新領域創成研究部）



図：本寄附部門における化粧品・医薬部外品のシーズ創出の取り組み

Event Report

「第6回 総長・FRIS若手研究者学際研究懇談会」開催

2024年7月2日に学際研（FRIS）にて、富永総長と杉本理事・副学長（研究担当）の出席のもと、第6回総長・FRIS若手研究者学際研究懇談会が開催されました。本会の前半で若手研究者からFRISの特徴的な活動や実験スペースの紹介を行いました。特に、生命科学・化学・工学等の複数分野の基盤的研究設備を有する学際研協働的研究環境「FRIS CoRE (Cooperative Research Environment)」と、研究に興味のある東北大学内の学部生を若手研究者が雇用して研究の進展を図るとともに学生に最先端研究を体験してもらう「FRIS URO (Undergraduate Research Work Opportunities)」について活発な質疑応答がなされ、東北大学を先導する活動として大きな期待を受けました。またロボットによって実験の自動化を進める「Smart Labo」も紹介され、共同研究を進める東北大学学生発スタートアップとFRISの関係者が激励を受けました。

本会の後半では若手研究者37名が対面参加し、オンライン参加も含めてハイブリッド形式で意見交換が行われました。総長からは若手研究者（初期・中堅キャリア研究者）

のさらなる研究推進と研究環境改善のためのアイデアへ期待が示されました。FRISの若手研究者からは大学の体制強化や研究支援計画についてさまざまな側面からの質問が投げかけられました。

今後も本懇談会等を通じてFRISは総長・理事と相互理解を深め、学内で先導的な役割

を果たす拠点の一つとして活動していきたいと思っています。

當真賢二（先端学際基幹研究部）



「FRIS-KKU Joint Symposium 2024」開催

2024年7月24日から25日にかけて、韓国の建国大学 (Konkuk University) BrainKorea21 (BK21) FOUR program (Director: Prof. Dong-Kug Choi) と学際科学フロンティア研究所との Joint Symposium が、学際研セミナー室にて開催されました。

建国大学 BK21 FOUR program は、学際研と部局間覚書 (MOU) を締結しており、日韓の国際共同研究の実現および加速化に向け、これまで研究交流活動を実施してきました。新型コロナウイルス感染症の影響もあり、過去2度のシンポジウムはいずれもオンライン開催でしたが、今年度、仙台の地にて初の対面開催となりました。韓国側からは6名のPI (Prof. Dong-Kug Choi, Prof. Hyung-Sik Won, Prof. Beong-Ou Lim, Prof. Ji-Hong Lim, Tae-Bong Kang, Prof. Jooho Park)、およびその指導学生が6名（うち1名は体調不良で不参加）、日本を訪問しました。

Day 1 は学際研と建国大学との共同研究の可能性の探索に向け、学際研から佐藤伸一准教授、金村進吾助教、建国大学から Prof. Lim、Prof. Park による研究紹介が行われました。

Day 2 は各PIとともに研究を実施する学生同士の交流を目的としたシンポジウムが開催されました。韓国側の6名PIに加え、学際研から工藤雄大准教授、Aseel Marahleh 助教、阿部博弥准教授、上野裕助教、佐藤准教授、奥村正樹准教授の指導学生または共同研究先の学生が英語で口頭発表を行い、建国大学の先生方との研究ディスカッションや、国際共同研究の可能性について活発に議論がなされました。研究発表後には学際研ラボツアーを実施しました。FRIS CoRE を見学した際には、その研究環境や分野間の壁を撤廃したシステムに関心を示していました。

懇親会では日本と韓国、学生とPIの垣根を越えて、多くの人が互いに交流する時間を過ごすことができました。終わりの挨拶では、来年度は建国大学にて開催すると約束いただきました。

2日間を通じて15件の講演があり、総勢35名が参加しました。日韓の国際交流を今後も盛り上げていきます。ご参加くださった皆様に厚く御礼申し上げます。

田原淳士（新領域創成研究部）



「東北大学オープンキャンパス2024」初出展

2024年7月30日から7月31日の2日間、東北大学オープンキャンパス内で、FRIS URO 学生交流会が開催されました。FRIS URO（学部学生研究ワーク体験/FRIS Undergraduate Research Work Opportunities）は、FRIS 教員が研究に興味のある本学の学部学生を学業に支障のない範囲でAAとして雇用し、学生に最先端の研究を体験させるとともに、経済的支援を提供することを目的として、2022年に始動しました。これまでに50名を超える学部学生がFRIS UROとして雇用され、最先端研究に従事しています。

交流会では、FRIS UROに参加する学生が、普段の研究内容をポスター発表で紹介し、学生同士の交流が深まりました。また、64名の来場者（高校生を含む）に対しても、学生が研究の成果を発表し、来場者から活発な質問が寄せられました。この交流会は終始賑やかで、学際的な研究への関心を深める場となりました。来場者アンケートで

は、FRIS UROへの関心が高く、東北大学に入学した際にFRIS UROで最先端研究に触れたいという回答が多数寄せられました。さらに、FRISと共同研究を進めている株式会社QueenBの展示もあり、ラボオートメーションに関する技術に対する関心が集まりました。

東北大学では、研究者を養成するためのシステムが確立されています（東北大学内で実施される子供も対象とした「学都『仙台・宮城』サイエンス・デイ」、東北大学が進める高校生対象の「科学者の卵養成講座」、同じく東北大学が進める修士・博士課程対象の「学際高等研究教育院」など）。FRIS UROは、学部学生に最先端の研究体験を提供することで、東北大学のシームレスな初期キャリア研究者養成システムの一翼を担っています。今後も、東北大学の学部学生や高校生に加え、全国にFRIS UROの活動を広めていくことを目指しています。

齋藤勇士（新領域創成研究部）



FRIS URO 学生によるポスター発表



ラボオートメーションに関する展示

「第9回FRIS/DIARE Joint Workshop」開催

コロナ禍においてはオンライン形式での開催を余儀なくされていたFRIS/DIARE Joint Workshopですが、以前の形に戻っています。今年度も片平さくらホールにて、2024年8月7日（水）に対面での開催となりました。73名の博士教育院生がポスター発表を行い、19名の修士教育院生も参加しました。

今年度のDIARE アルムナイによる招待講演は、東京中央カウンセリング・代表心理カウンセラーの塚越友子氏と、産業技術総合研究所・研究員の笹山知嶺氏。ユニークな経歴を持ち、臨床心理士・公認心理士でもある塚越氏は、その特異な視点から、日本の大学生・大学院生のメンタルヘルスについて講演しました。工学研究科出身である笹山氏は、産総研のエネルギープロセス部門での研究や学際研究の可能性について、若手研究者の視点から講演しました。参加者たちがそれぞれのテーマの「当事者」となったことで、質疑応答は活発なものとなりました。

パネルディスカッションでは、FRISの若手教員2名と招待講演者をパネリストとして、参加者からの

質問についてディスカッションを行いました。内容は「学際研究、海外での経験、キャリアパス、研究の本質」に関するもので、事前に質問を受け付けたところ、100件以上の質問が寄せられました。大学院生の関心の高さがうかがわれた一方で、体系的に学ぶ機会があまりないことも示唆されました。

総じて、「学際研究」や「全領域」を掲げるFRISとDIAREならではのユニークな内容のワークショップとなったと思います。事後アンケートでも、「普段は聞けない内容」だったことをポジティブに捉えた回答が多く、ワークショップの意義が再認識されたのではないのでしょうか。来年、FRIS/DIARE Joint Workshopは10周年を迎えます。

児山洋平（企画部）



Event Report

ソーシャル・ロボットと倫理デザインの考察～よりよい社会の構築のために 「IAS-FRIS Symposium on Social Robots and Ethical Design」開催

2024年11月14日、九州大学の稲盛ホールを会場とし、「The IAS-FRIS Symposium：ソーシャル・ロボットと倫理デザインの考察」が、九州大学と東北大学との共催で開催されました。

本シンポジウムは、世界各国から14人の専門家が参加し、それぞれが、よりよい社会の実現のため、ソーシャル・ロボットをいかに設計していくべきかを主に倫理的な面から考察しました。シンポジウムでは、九州大学の小島立教授および学際研の早瀬敏幸所長のあいさつによる開会の後、14名の専門家が講演と質疑応答をそれぞれ行いました。基調講演者である、クリストフ・リュトゲ教授は、まず初めにミュンヘン工科大学 AI 倫理研究所での主な活動についてお話されました。次に、新たに登場した AI 倫理の分野とハイデッカーの技術批判、それが AI に与える影響について紹介しました。その後、AI が食品生産などさまざまな分野で活用されうること述べましたが、同時にそのリスクについて警告しました。また、EU の AI 法がそれらをどのように規制しているかについても解説しました。

リュトゲ教授以外の講演者も、ヘルスケアロボットや宗教ロボットといった、それぞれの研究対象のロボットについてあらゆる観点から説明されました。特に、AI の利活用にあたって人間がどのように主導権を握っていくべきか、

といった倫理的な問題については、本シンポジウムにおいて最も多くの講演者が取り上げた共通のトピックでした。参加者からの質疑も活発に行われ、盛会のうちに終了しました。本シンポジウムは次回、2025 年秋頃に東北大学青葉山キャンパス（青葉山 commons）にて開催予定です。引き続きご注目ください。

Yueh-Hsuan Weng
(新領域創成研究部)



ミュンヘン工科大学 AI 倫理研究所
クリストフ・リュトゲ教授・所長



Topics

2024年度JST戦略的創造研究推進事業(さきがけ)に 上地助教、濱本助教が採択

国立研究開発法人科学技術振興機構（JST）の2024年度戦略的創造研究推進事業（さきがけ）に新領域創成研究部の上地浩之助教および濱本裕美助教が採択されました。同事業の採択者は、挑戦的な基礎研究を推進し、社会・経済の変革をもたらす科学技術イノベーションを生み出す、新たな科学知識に基づく創造的な革新的技術のシーズを創出することが期待されます。

戦略的創造研究事業（さきがけ）採択：

上地浩之助教

研究領域「加齢による生体変容の基盤的な理解」

研究課題「細胞内タンパク質熱力学の変容に対抗する代謝産物の研究」

濱本裕美助教

研究領域「社会課題を解決する人間中心インタラクションの創出」

研究課題「価値観の多軸化によるルッキズムからの脱却」

学際研助教6名に「東北大学プロミネントリサーチフェロー」の称号

2024年2月1日および7月1日付で、東北大学に所属する助教30名に「東北大学プロミネントリサーチフェロー」の称号が新たに付与され、学際科学フロンティア研究所からは計6名が選ばれました。「東北大学プロミネントリサーチフェロー」制度は、東北大学の助教のうち、新領域を切り開く独創的な研究に挑戦する者に称号を付与するものです。プロミネントリサーチフェローが、本学における教育研究の一層の推進及び社会への貢献に資することが期待されます。

学際研所属の新規称号付与者：

2024年2月1日付

藤木 結香（情報・システム）

2024年7月1日付

Sud Aakanksha（デバイス・テクノロジー）

許 勝（材料物質・エネルギー）

橋田 紘明（情報・システム）

金村 進吾（先端基礎科学）

池内 健（生命・環境）

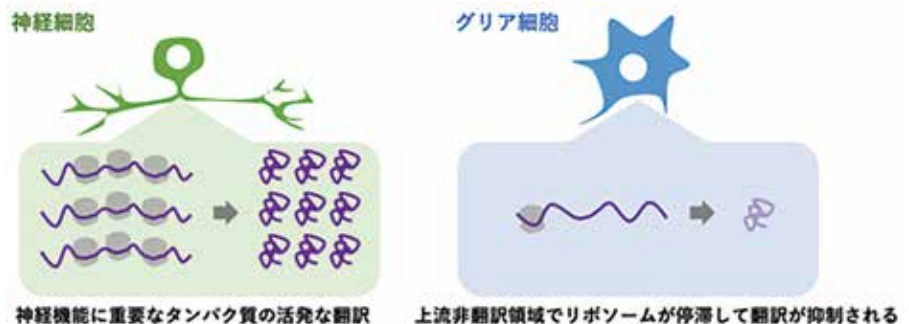
mRNAに刻まれた「タンパク質工場」の稼働効率

私たちの体は多様な細胞から構成されます。その細胞たちは同一のゲノムを持ちながら、様々な個性を発揮します。その差は遺伝子がDNA、mRNA、タンパク質へと転写・翻訳される過程で生み出されると考えられています。これまでの研究で、転写については細胞種間の違いやその違いを生み出す分子メカニズムが広く示されてきました。一方で、mRNAからタンパク質への翻訳は多くの場合受動的であると見なされ、その細胞種間の多様性については見過ごされてきました。

今回我々は、脳の二大細胞種である神経細胞とグリア細胞に着目しました。これら二種の細胞種は大きく異なる機能と形態を示します。神経細胞とグリア細胞の間で翻訳の違いを明らかにするため、遺伝子組換え技術、生化学、次世代シーケンサー技術を組み合わせ、それぞれの細胞でリボソームのmRNA上の数と分布をゲノムワイドに調べる手法を開発しました。その結果、特定の遺伝子の翻訳がグリア細胞でのみ極端に抑制されていることを見出し、その翻訳抑制を制御するRNA配列の同定に成功しました。

今回の研究によって、翻訳も転写と同様に細胞種間で大きく異なることが判明しました。「単一ゲノムからどのように多彩な細胞が生まれるか」は生物学における未解決の大問題ですが、本研究の成果は翻訳という観点からそのメカニズムの一端を解き明かしたといえます。また、神経系における翻訳制御は記憶学習をはじめとする可塑的な変化に重要であり、その破綻はアルツハイマー病や自閉症など重大な神経機能障害や神経変性疾患へとつながります。今回開発した技術を応用することで、その分子メカニズムの理解が促進されることが期待されます。

市之瀬敏晴（新領域創成研究部）



図：神経機能に重要な遺伝子は、神経細胞では活発に翻訳される一方、グリア細胞では上流非翻訳領域でリボソームが停滞し、翻訳が抑制される。

ブラックホールに吸い込まれる降着円盤の乱流構造を解明

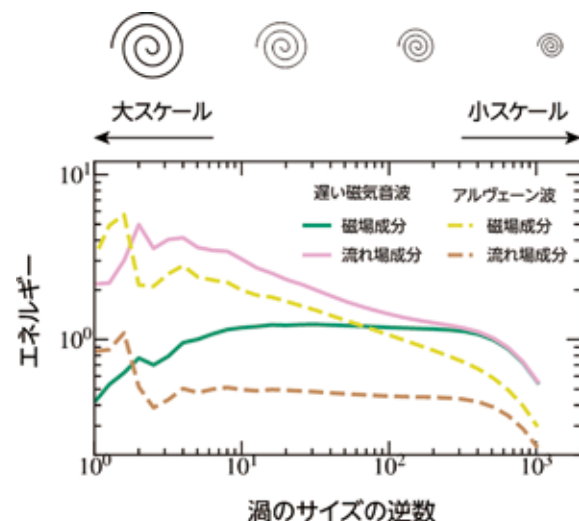
ブラックホールの周りには、プラズマ状のガスが回転しながら落ち込む「降着円盤」と呼ばれる構造が形成されます。この降着円盤内では複雑な乱流が発生しており、この乱流には二つの重要な役割があります。一つはガスの角運動量を外側に運び出して物質をブラックホールへ落下させること、もう一つは粒子を高温に加熱することです。高温に加熱されたガスからは電磁波が放射され、これを観測することでブラックホールの性質を調べることができます。

降着円盤の乱流において特に重要となるのが、大きな渦と小さな渦をつなぐ「慣性領域」です。この領域では、「アルヴェーン波」と「遅い磁気音波」という2種類の波が存在していますが、その存在比率は長年の謎でした。この比率を解明することは非常に重要です。なぜなら、これらの波の比率によってガスの加熱特性が大きく変わり、それが電磁波の放射に影響を与えるからです。

今回の研究では、スーパーコンピュータ「富岳」を駆使した世界最高解像度シミュレーションにより、慣性領域の詳細な観察に成功しました。その結果、「遅い磁気音波」が「アルヴェーン波」の約2倍のエネルギーを持つことが判明しました。この発見は、降着円盤内でイオンが電子よりも効率的に加熱されているという観測事実と一致しています。今回得られた研究成果は、イベント・ホライゾンテレスコープによるブラックホールの影の観測データの物理的解釈や、

高エネルギー宇宙線の生成メカニズム解明に重要な示唆を与えるものです。今後は、異なるパラメータや計算条件におけるシミュレーションにより、ブラックホール周辺の極限環境下での物理現象の理解が深まることが期待されています。

川面洋平（宇都宮大学、前：新領域創成研究部）



図：アルヴェーン波と遅い磁気音波のエネルギー。右に行くほど小さな波になる。

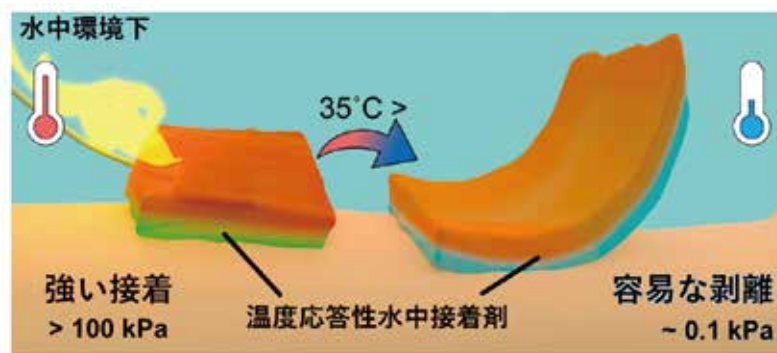
体温付近で接着力が 1000 倍変化する脱着可能な水中接着剤を開発 — ムール貝からヒントを得た接着メカニズム —

水中で使える接着剤は、生体環境のような濡れた表面へ材料を結合することを可能にし、医療機器の生体表面への接着や止血などに役立ちます。特に、健康状態のモニタリングや電気を使った治療、薬の投与などにおいては、生体電子機器（バイオエレクトロニクス）と生体組織の間に安定した接続を持つことが重要となってきます。一方、強すぎる水中接着剤は、剥離の際に生体組織も傷つける可能性を含むため、湿った環境で強い接着を保ちながらも、容易に取り外せることが重要です。

ムール貝とも呼ばれるムラサキガイは、付け根から伸びる足糸に接着タンパク質があり岩などにくっつきます。本研究では、この接着タンパク質にはベンゼン環に水酸基

が2つ結合した化学構造（カテコール基）が多く含まれていることから、水中での接着が可能になっていることに着目しました。開発した水中接着剤は、ムール貝の足糸が有する水中接着性に着想した水中接着剤に温度応答性を付与することで、体温以上では強固に接着し、体温より低い温度では容易に剥離する脱着の特性を有しております。本研究で開発した“温度で接着性を制御可能な水中接着剤”は、生体医療機器を人体に安全に取り付けることができ、また取り外す際の皮膚へのダメージを最小限に抑えることを可能にするため、実用化にも期待がかかります。

阿部博弥（新領域創成研究部）



図：体温付近で接着と脱離を制御可能な水中接着性ハイドロゲル

‘Squeezing’ Increased Accuracy out of Quantum Measurements

Quantum squeezing is a technique used to measure quantum quantities more accurately by manipulating how uncertainty is distributed between two related properties. Think of it like a balloon: if you squeeze one side, it flattens there but bulges on the opposite side. In quantum physics, squeezing operates similarly: you reduce uncertainty in one area, such as position, while increasing it in another, such as momentum. Although the total uncertainty remains constant, this method enables scientists to measure one property with much greater precision.

This concept has already been applied to enhance the accuracy of atomic clocks, detectors for gravitational waves, and others. However, utilizing squeezing for measurements that involve multiple factors—like measuring both position and momentum simultaneously—remains more complex and is still a topic of ongoing research.

We recently published a study in *Physical Review Research* that explores how quantum squeezing can improve measurements in systems with several variables. The research focused on a three-dimensional magnetic field interacts with a group of tiny quantum particles and explored its measuring enhancing. The findings provide new insights into achieving high accuracy in these measurements, even when the

experimental setup is not ideal.

This work helps us understand how to employ quantum squeezing in more complex measurement scenarios. It could lead to the development of better tools and technologies in the future.

The implications of this study could be significant. For instance, it may lead to sharper images in quantum imaging or enhanced MRI scans in medicine. It could improve the accuracy of atomic clocks used in GPS systems or enable quantum radar to detect objects more effectively. Additionally, it might make biosensors more sensitive, allowing for earlier disease detection.

We plan to continue investigating how noise affects these systems and exploring methods to minimize it. Such efforts could unlock even more exciting applications of quantum technology in everyday life, from improved medical tools to more efficient communication systems.

This research represents a significant advancement in leveraging quantum physics to address real-world challenges and enhance technology in ways that could benefit various fields.

Le Bin Ho（新領域創成研究部）

AI speeds up the discovery of energy and quantum materials

Finding new energy sources is crucial for ensuring global energy security. Due to the abundance of sunlight, solar cells that convert solar energy into electricity are of special interest. However, finding an effective and low-cost material to harness sunlight's energy remains a significant challenge in basic research on solar cells. The question is: "How can we efficiently identify the optimal energy materials from the hundreds of thousands of inorganic materials available today?"

Traditional calculations using the basic laws of physics involve complex mathematical calculations and immense computational power, making it difficult to test a large number of materials quickly for energy applications. On the other hand, artificial Intelligence (AI) is transforming various scientific fields, including materials science and physics. By utilizing AI to analyze data, recognize patterns, and make predictions, researchers can accelerate discoveries, enhance processes, and uncover new insights. As a result, AI could help us identify promising material candidates for solar cells.

Our research team did just that, introducing a new AI model, named GNNOpt, that predicts optical properties across a wide range of light frequency, using only a material's crystal structure as an input. Optics is a fascinating aspect of condensed matter physics. It is governed by the causal relationship known as the Kramers-Krönig (KK) relation. That means that once one optical property is known, all other optical properties can be derived using the KK relation. Based on these optical properties, we can calculate not only the performance of energy conversion of a solar cell but also the quantumness of a material. The GNNOpt enables highly precise optical prediction based solely on crystal structures, making it suitable for a wide variety of applications, such as screening materials for high-performance solar cells and

detecting quantum materials, as shown in Figure. This study was published in *Advanced Materials* on Dec. 12th, 2024, and was also selected as the frontispiece cover.

Looking ahead, the researchers aim to develop new databases for various material properties, such as mechanical and magnetic characteristics, to enhance the AI model's capability to predict material properties based solely on crystal structures.

Nguyen Tuan Hung (新領域創成研究部)

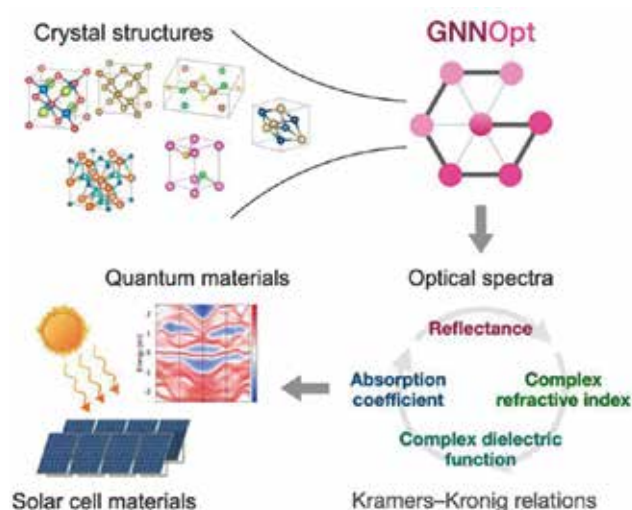


Figure: An AI tool called GNNOpt can accurately predict optical spectra based solely on crystal structures and speed up the development of photovoltaic and quantum materials.

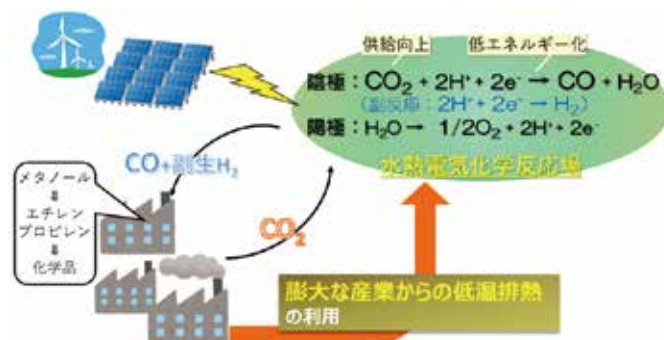
「化学工学」的アプローチで効率的な二酸化炭素の電気分解を実現

再生可能エネルギー（太陽電池電力、風力発電電力）を活用して CO₂ を電気分解し、資源化する「電気化学的 CO₂ 還元反応 (CO₂RR) プロセス」は、抜本的な CO₂ 削減手法として注目されています。今回、私たちの研究グループは、水熱反応場と呼ばれる高温高圧水環境を利用して、CO₂RR プロセスの高効率化が可能であることを実証しました。

CO₂RR プロセスは、エネルギー効率が低い（余剰な電力消費が大きい）ことが、社会実装に向けた課題です。現在、国内外の多くの研究者が、新たな触媒材料開発によって、この課題を解決しようと盛んに研究を行っています。常温・常圧、もしくはそれに近い条件が、電気分解プロセスでは一般的ですが、研究グループでは、プロセスの温度・圧力操作という「化学工学」的アプローチを電気化学プロセスに適用することによって、この課題解決に取り組みました。CO₂ で加圧した 150°C、100 気圧の高温高圧水条件で電気分解を行うと、高温に由来する水中の CO₂ の高い拡散係数と高圧に由来する高い CO₂ 溶解度により、電極への CO₂ 供給が促進されるため、反応プロセスのエネルギー効率を大幅に改善できることが分かりました。さらに、CO₂ の排出源である化学工場や発電所の未利用低温廃熱を利用すれば、

リアクターの高温維持のための余剰なエネルギー消費も不要になります。再生可能エネルギーと未利用低温廃熱を活用することで、CO₂ 吸収量が排出量を上回る「カーボンネガティブ」な基礎化学品（メタノール等）の合成が可能なのが技術アセスメントによって示されています。

筈居高明（先端学際基幹研究部）



図：工場の未利用低温廃熱と再生可能エネルギーを活用して CO₂ を化学品原料に変換する、水熱電気化学反応場を利用した炭素・熱循環スキーム

Research Topics

次世代のラボオートメーションを切り拓く — QueenB と東北大学の共同研究

現在、多くの実験プロセスが反復的な単純作業に費やされており、研究者の負担を増大させるとともに、イノベーションの進展を妨げる要因として広く認識されています。この課題に対応すべく、学際科学フロンティア研究所と、同大学の学生発スタートアップである株式会社 QueenB（本社：宮城県仙台市）は、ラボオートメーション分野における共同研究を開始しました。

本プロジェクトでは、3D プリンターとロボットアームを活用することで、従来の約10分の1のコストで、柔軟性の高いラボオートメーションの実現を目指します。市販のラボオートメーション装置は高額であるうえ、実験用途が限定されるという課題があります。本共同研究ではこれらを克服するため、ロボットアームの制御技術、3D モデルの設計、素材の選定など、幅広い技術的課題に取り組んでいます。

また、本プロジェクトは学生団体「LaboRobo」との協力を特色としています。実験現場に身を置く学生ならではの視点を活かし、ユーザーフレンドリーな自動化システムの設計を進めています。学際研の教員（筈居、橋本、佐藤）との議論を通じて、「実験従事者の目線」でシステムをデザインし、研究効率の大幅な向上を目指します。

具体的には、佐藤グループとの共同研究を通じて、実験者由来のタンパク質などによるコンタミネーションを排除しながら、実験の繰り返し作業を自動化し、プロテオミクス研究における質量分析サンプル調製の高効率化・高精度化を目指します。この取り組みを通じて、多くの学術機関や企業研究所でのラボオートメーション導入を推進し、次世代の研究環境の構築を目指します。

橋本佑介（寄付講座：ナノ材料プロセスデータ科学）

佐藤伸一（新領域創成研究部）

筈居高明（先端学際基幹研究部）

書籍出版

『発光生物のはなし』

大場裕一 [編]

暗闇で自ら光る生物「発光生物」といえば、初夏の宵を彩るホタルが思い浮かびあがります。魔法のように光る生き物には、自然豊かな環境で、一年のうち数日しか出会えることがないと思いませんか。実は発光生物は、至る所に潜んでいます。例えば駅前の花壇の土を探してみると光るミミズが普通にいます。森に入ると落ち葉が光っていることも。また、海に目を向けると魚やクラゲなど至る所に光る生物が生息しています。まさに地球は発光生物の惑星とも言えるのでしょうか。しかし、明るい環境で活動する我々が、暗闇で活動するこれらの生態について知っていることはわずかです。本書は、第一線で活躍する研究者たち

ちによって、さまざまな発光生物についての最新知見が詰め込まれた一冊となっています。光る生き物の不思議を研究者に限らず多くの人に知って欲しいという想いから、好奇心を満たしてくれるような興味深いはなしを厳選して執筆しました。研究者でない方が読んで楽しめる内容となっていますので是非手に取って読んでいただけたら幸いです。知られざる発光生物の生態をご覧ください。



別所・上原 学（新領域創成研究部）

秋の風物詩—学際研芋煮会 2024 —

2024年10月7日に学際研芋煮会が開催され、なんと約80名の方にご参加いただきました。前日から心配されていた天気も崩れることなく、和やかな雰囲気の中で行うことができました。

各研究室が持ち回りで幹事を担当することになっており、今年は筈居研究室と郭研究室でした。火を起こすことに少し苦労しましたが、お手伝いの学生さんたちが見事な連携をみせ、段取り良く調理・提供・後片付けをこなしていく姿が印象的でした。ほかの研究室の方々からも「お手伝いしますよ」とお声をかけていただき、とてもありがたかったです。

参加者の方からは、「味付けがちょうど良いのでいくらでも食べられる」「宮城風と山形風の2つの味が楽しめ、メのカレーうどんも美味しかった」「デザート焼き芋にバターが添えられて美味しかった」などの声が寄せられ、



喜んでいただけて嬉しかったです。

昨年4年ぶりに再開した芋煮会ですが、今年も無事に開催することができ、楽しい交流の場になってよかったです。



郭 媛元（新領域創成研究部）

Name: Nguyen Tuan Hung

Research project: Combining first-principles calculations and data-driven methods to design and understand quantum materials for thermoelectricity

Period: 28 August 2023 - 10 May 2024

Host Institution: Massachusetts Institute of Technology, USA

Host Researcher: Professor Mingda Li

Interdisciplinary international research in emerging materials.

I would like to express my sincere gratitude to Tohoku University for providing financial support through the 2024 Researcher Young Leaders Overseas Program, which enabled me to embark on this invaluable experience. During my visit to the Quantum Measurement Group at the Massachusetts Institute of Technology (MIT) in the USA, I had the opportunity to collaborate with Professor Mingda Li, a leading scientist in my field. Additionally, I collaborated with Professor Xi Ling at Boston University, which is located just across the Charles River from MIT. I feel fortunate to have been able to enhance my collaborations with both MIT and Boston University.

During my time at MIT, I had the opportunity to sit next to students from Professor Mingda Li's group. This proved to be a fantastic experience, as I could engage in discussions with exceptional students at any time of the day. I realized that being surrounded by excellent and dynamic students in a small environment fosters effective scientific exploration, much like how electrons in a confined space scatter and interact with each other. This kind of interaction helped me find solutions to my scientific questions.

What struck me about the students at MIT was their remarkable level of independence in research, a quality I typically associate with postdoctoral researchers or assistant professors in Japan. For instance, one notable experience involved a student named Shivam N. Kajale, who reached out to me to inquire if I could do calculations related to a spin material. I said "YES", and within a few days, we were collaborating on the research. This work was later published in the high-impact journal "Science Advances" and featured in MIT News with the title "Propelling atomically layered magnets toward green computers".

My main research area at FRIS is energy materials and quantum simulation. I realized that the limitation of quantum simulation is its computational expense and difficulty in calculating large and complex materials. Therefore, I wanted to challenge myself to solve this problem through the "Researcher Young Leaders Overseas Program" program. Machine learning is a relatively new field, and it has the potential to address the limitations of quantum simulation. I have no experience in machine learning. However, fortunately for me, Prof. Mingda Li, a former postdoctoral student of Prof. Mildred Dresselhaus (MIT), is an expert in this field. Since I have collaborated with Prof. Dresselhaus in energy materials, specifically thermoelectrics, immediately after contacting Prof. Mingda Li, he agreed to be my host for the visit.

Prof. Mingda Li and I share the same interest in applying machine learning or artificial intelligence to energy materials. Thus, we frequently discussed this topic and successfully built a new machine-learning architecture to predict the

optical properties of materials from only crystal structures. The model performs a highly precise optical prediction at the quantum simulation level, making it suitable for various applications, from solar cells to quantum materials. This research was published in one of the top journals in materials science, "Advanced Materials". It was also chosen as the cover journal and was featured by Tohoku University with the title "AI speeds up the discovery of energy and quantum materials".

During my visit to MIT, I also had the opportunity to meet in person with Prof. Xi Ling (Boston University), one of my collaborators in two-dimensional materials. Boston University is located across the Charles River from MIT, so it was very convenient for me to discuss with Prof. Xi Ling's group. This greatly increased my collaboration not only at MIT but also at Boston University. My collaborative research with Prof. Xi Ling was also published in the high-impact journal ACS Nano, in which we found nontrivial Raman characteristics in 2D non-van der Waals material.

The Researcher Young Leaders Overseas Program has significantly contributed to my development in interdisciplinary research, particularly in materials science, quantum computing, and data science. As a result of my visit, we have published four papers in high-impact journals: ACS Nano (Impact Factor = 15.8), Advanced Materials (Impact Factor = 27.4), Applied Physics Reviews (Impact Factor = 11.9), and Science Advances (Impact Factor = 11.7) with Prof. Mingda Li and Prof. Xi Ling during my 9-month visit. Additionally, we published an invited review paper in Journal of Physics D: Applied Physics (Impact Factor = 3.1), and two other papers are currently under review in ACS Nano and Nature Materials. The Researcher Young Leaders Overseas Program has not only yielded high-quality research outputs but also enabled me to establish a long-term research network, which is crucial for my career as an independent researcher at FRIS. I hope that sharing my experience and motivation will be useful for young researchers who are considering applying to this remarkable program.



Figure 2: The board next to our desks became a mess after the discussion.



Figure 1: Diner with Prof. Mingda Li's group (MIT).



Figure 3: Lunch discussion with Prof. Xi Ling's group (Boston University).

海外渡航レポート：国際共同研究支援プログラム

国際的なネットワークを構築するには

EMBO | EMBL Symposium + Gordon Research Conference
丹羽伸介（先端学際基幹研究部）

2024年はオーガナイザーとして EMBL シンポジウムを実施し、Gordon Research Conference (GRC) で招待講演を行う機会がありました。どちらも生命科学の分野では国際的に認知されている著名な研究集会です。分野ごとにテーマを設けて100人程度の参加者を集めて開催されます。分野のトップクラスの研究者が集まります。EMBL シンポジウムは「微小管」、GRC は「モータータンパク質」がテーマで開催されました。今回はどのように国際的なネットワークを構築して、そのような有名な会議で招待講演をする機会に恵まれるに至ったかを簡単に紹介します。

第一のポイントは「顔を見せろ」です。科研費「国際共同研究強化」と学際研「国際的研究拠点支援プログラム」の支援でカリフォルニア大学デビス校の Richard McKenney (リック) と Cassandra Ori-McKenney (キャシー) の研究室に長期滞在して自分で実験をして関係を構築したのがすべてのきっかけでした。英語がうまくなくても、実験すれば信頼性の高いデータを出せる姿を見せることが重要だったと思います。学際研の助教は教育の仕事などが少なかったのが幸いでした。

第二のポイントは「呼べば呼んでもらえる」です。2023年に内藤コンファレンスという国際会議のオーガナイザーをする機会があったので、リックとキャシーを日本に招待しました。逆に GRC は副オーガナイザーをしていたリックが招待をしてくれました。EMBL シンポジウムはキャシーと一緒にやろうと誘ってくれました。ちなみに、内藤コンファレンスで海外の研究者たちと顔を合わせたこと（ポイント1）がきっかけで、2024年は EMBO ワークショップとアメリカ細胞生物学会で招待講演をする機会にも恵まれま

した。皆様も学際研の会議支援などをうまく活用すると思います。

知っての通り、私は愛想がいいわけでもないですし、英語が得意なわけでもありません。狙って国際的なネットワークを構築してきたわけではありませんが、参考になると幸いです。

丹羽伸介（先端学際基幹研究部）

Photo Identification List	
Cytoskeletal Motors	
Molecular Mechanisms of Motors Driving Cellular Movements	
Gordon Research Conference	
July 7 - 12, 2024	
University of Southern Maine, Portland, Maine	
Chair: Margaret Titus	
Vice Chair: Richard McKenney	
Row 1:	Crystal Noel, Michael Murrell, Mary Elting, Raul Pedron, Alexandra Hollo, Richard McKenney, Margaret Titus, Enrique De La Cruz, Stefan Diaz, Andrew Carter
Row 2:	Eliot Spilhaus, Shinsuke Kawa, Somayehsadat Bactyari, Priyanka Samal, Prashant Chauhan, Komisha Krishnan, Jennifer Ross, Steven Rosenfeld, Daniel Bezaire, Shashank Shekhar, Rofe Havelig, Rong Liu, Devonta Wynne-Jones
Row 3:	Pengxin Chai, Sarah Hissler, Khanh Huy Bui, Jonathan Bird, Anne Gennarich, Steven Markus, Anne Seixas, Anne Houdusse, Boris Halim, Rebecca Tans, Sarah Gunt, Beem Hakem, Vicente Jose Planelles-Herrero, Aryan Tjhen, Thomas Surrey, Margot Quintan, Marja Zanic
Row 4:	Krishna Chintalapudi, Jay Chen, Joey Truong, Kiri Yamamoto, Mira Krendel, Mucata Rocio Sanders, Wout Oosterheert, Mark Doodling, Dyche Mullins, Gregory Alushin, Jinghao Ge, Youwei Zhang, Arun Kumar Somwaraj, Niko Rosenmann, Anika Senic, Brandon Borot, Suzanne Solmaz, Alexandre Berber, Rachel Caetano, Phyllis Allen
Row 5:	Qing Liu, Zhiyong Wei, Cong Yu, Jordan Beach, Zvonimir Dogic, Alexandra Alencastre, Graydon Gonzalez, Daria Trofimenko, Ennio d'Amico, Verena Gromowski, Charlotte Auerer, Kristin Verhey, Julien Robert-Paganin, Manica Amato, Michael Greenberg, Neil Wilkinson, Shmueli Kubo, Sudipta Bhunia, Wanling Shi, Unda Jensen-Olliges, Jeongbin Yang, Eli Hartig, Lukas Scheldner
Row 6:	Lucas Albacete Albacete, Christopher Yengo, John Allingham, Fernando Sosa, Scott Crawley, Konstantinos Nakos, Laila Farhadi, Anja Tiedke, Wubuhla Kameete, Michael May, Yali E. Goldstein, Dylan Vanden, Amir Kouchant, Douglas Robinson, James Sellers, Robert Cail, Cameron Thompson, Faviola Baka-Cruz, Michael Camfrisco, Philip Bleicher, Adam Hendricks, Svanaj Sivaramakrishnan, Aravinda Sita Menakshi Sundaram
Row 7:	Radhika Subramanian, Mary Porter, Sarah Catherine Panchuk, Mid Ashak-Uz-Zaman, Rowan Nalio, Cassandra Ori-McKenney, Magdalene Magis, Eva Karpman, Kyoko Chiba, Huiyi Guilan, Anshu V. Sawant, Alex Muzman, Patrick Delon, Yuesheng Zhao, Rami Borot, M. Yusuf Ali, Nicholas Vargios, Lauren McCormick, Kiyoti Ouyang, Qinghui Rao, Eleana Pargan, Joseph Cirio, Donovan Phua, James Robbles, Bo Liu, Jeebari Al-Basam



Cytoskeletal Motors
Gordon Research Conference
July 7 - 12, 2024
University of Southern Maine, Portland, ME, United States
Chair: Margaret Titus
Vice Chair: Richard McKenney

学際科学フロンティア研究所「学際科学若手研究者支援基金」

若手研究者が自由に研究できるチャンスと環境を。

日本の学術の担い手である若手研究者の支援のため、皆様のご理解とご支援を心よりお願い申し上げます。

■ 本基金についての詳細はこちらから

東北大学基金 Webサイト
「学際科学若手研究者支援基金」
紹介ページ



■ 寄附申込



編集後記

最近、「学際性」について考える機会がありました。学際研究とは、世界と関わるための方法論であり、自分の研究を社会や歴史の中で文脈化するための手段でもあると言えるでしょう。文系 / 理系という区分が便宜上のものであるように、専門研究分野という区分もまた、極めて人間的（主観的、恣意的、政治的）なものに思えます。それに固執することで、私たちは世界を歪めて見ているのではないか。客観的現実としての世界は複雑であり、時に残酷です。その世界の真実と対峙する際に、変わらなければいけないのは私たちの認識そのものです。その結果、専門研究分野が再構築され、「学際性」というエピステーメーが生まれるのかもしれない。

（企画部 児山洋平）

FRIS news

 No.19 [2025.02 発行 / 東北大学学際科学フロンティア研究所 企画部]

東北大学 学際科学フロンティア研究所

〒980-8578 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 6-3
TEL 022-795-5755 FAX 022-795-5756 <https://www.fris.tohoku.ac.jp/>



FRIS 公式 SNS

学際科学フロンティア研究所の公式アカウントです。ニュース、イベント、研究成果などをご紹介します。

日本語アカウント



@TohokuUniv_FRIS

English account



@FRIS_TohokuUniv

