

FRIS news No.16

東北大学 学際科学フロンティア研究所ニュース 第16号

2023.09



Contents

Topics

- ・令和5年度 科学技術分野の文部科学大臣表彰 若手科学者賞
- ・学際研助教7名に「東北大学プロミネントリサーチフェロー」の称号

New Staff

Event Report

- ・「令和4年度TI-FRIS/FRISシンポジウム」開催
- ・「FRIS Spring Meeting」開催
- ・「さきがけ及び創発的研究支援事業採択者との意見交換会」開催
- ・「FRIS/TI-FRIS Retreat 2023」開催

Press Release

- ・タンパク質のアミノ酸残基選択的ラベル化を可能とする光駆動型人工金属酵素の開発
- ・脳内化学物質を高感度かつ選択的に検出できるファイバセンサの開発

- ・Understanding Quantum Nonlocality through the Rock-Paper-Scissors Game

書籍紹介

海外渡航レポート：TI-FRIS 国際共同研究支援

Topics

- ・第5期学際融合グローバル研究者育成東北イニシアティブ育成対象者(TI-FRISフェロー)5名決定

学際科学フロンティア研究所 令和5年度 公募研究新規採択課題

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」

編集後記



令和5年度 科学技術分野の文部科学大臣表彰 若手科学者賞

新領域創成研究部の佐藤伸一助教が、高度な研究開発能力を示す顕著な研究業績をあげた若手研究者として「令和5年度 科学技術分野の文部科学大臣表彰 若手科学者賞」を受賞しました。また、過去に本研究所に助教として在籍していた

東京医科歯科大学の楠山譲二准教授と北海道大学の常松友美講師（現 学際研客員准教授）、東北大学大学院理学研究科の金田文寛教授、東京農工大学の吉野大輔准教授も同賞を受賞しました。今後も学際研関係者のさらなる活躍が期待されます。

佐藤伸一（新領域創成研究部）

この度、令和5年度科学技術分野の文部科学大臣表彰（若手科学者賞）を受賞しました。このような大変栄誉ある賞を受賞できたのも東北大学の手厚い学内レビュー制度、前任の斉藤美和子様を始めとする学際研事務の皆様の大変ご丁寧な申請書チェックのおかげであります。この場を借りて厚く御礼申し上げます。私にとって今回の申請は、推薦機関を毎回変えながら三度目の挑戦でしたが、これまでで最も手厚くサポートして頂きましたことを心より感謝しております。以下に受賞の対象となりました研究業績「相互作用解明を実現する触媒的タンパク質化学修飾研究」について簡単に記載させていただきます。

タンパク質化学修飾技術はタンパク質の機能化、相互作用解明といった産業応用・学術研究に不可欠な方法論であります。使用できる反応は、求電子剤を用いた手法に限定されており、新規手法の開発が求められておりました。佐藤は、独自に開発したタンパク質修飾剤と、触媒から発生する高反応性化学種を活用し、これまで修飾が困難であったタンパク質構造中のチロシン／ヒスチジン残基を効率的かつ選択的に修飾することに成功しました。また、高反応性化学種が触媒近傍のナノメートル単位の空間で選択的に反応することに着目し、細胞内外の標的タンパク質上や磁

性ビーズ固相表面上に設計した反応場でのタンパク質／部位選択的標識を達成しました。標識部位をプロテオミクス解析手法によって、網羅的かつ定量的に解析することで、生物活性分子の標的同一、細胞内のタンパク質相互作用解明を実現するタンパク質化学修飾法を開発しました。

今後も本受賞を励みに研究を行ってまいります。上記の研究以外にも、学際研着任後に芽生えつつある研究の発展を目指し、精進していきます。



賞状と佐藤

学際研助教 7 名に「東北大学プロミネントリサーチフェロー」の称号

令和5年7月3日に東北大学に所属する助教26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7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：

Aseel Mahmoud Suleiman Marahleh（先端基礎科学）
Welling Thomas Arnoldus Josephus（物質材料・エネルギー）
上地 浩之（生命・環境）
松平 泉（人間・社会）
千葉 貴裕（先端基礎科学）
村越 ふみ（生命・環境）
唐 超（デバイス・テクノロジー）

鈴木一行（企画部）



Aseel Mahmoud
Suleiman Marahleh



Welling Thomas
Arnoldus Josephus



上地 浩之



松平 泉



千葉 貴裕



村越 ふみ



唐 超

筈居 高明 教授 先端基礎科学 / 材料・プロセス工学、ナノ材料科学、化学工学

カーボンニュートラル社会実現に資するナノ材料・プロセス創成



カーボンニュートラル社会の実現に向け、社会を構成する様々な単位で変革が求められています。中でも、原料を化石資源に大きく依存する化学産業では、従来の化石資源依存から脱却し、CO₂、廃プラスチック、バイオマスなどを原料とした新たな化学製品合成ルートを実現すること、それにより新たな炭素循環を形成していくこと、が求められています。われわれのグループではこの難題に対し、新しいナノ材料、プロセス、さらにシステム開発を通じ、その解決に取り組んでいます。

われわれの研究の特長は、材料制御、プロセス制御に、「超臨界流体」をつかうことです。臨界点を超える温度・圧力状態にある物質を超臨界流体と呼びますが、超臨界状態ではわずかな温度圧力操作で溶媒物性を大胆に変化させることが出来ます。例えば、通常相分離する水とガス (CO₂)、水と有機物 (廃プラスチック、

バイオマス、etc.) が、超臨界状態では均一相を形成できるようになります。このような超臨界流体の性質を利用して、有機-無機相互作用を利用したナノ材料のサイズ・形状制御を実現し、さらにナノ材料を利用して、CO₂ 排出が抑制できる炭化水素の低温改質など新プロセスを提案してきました。

さらに近年では、新たな物質輸送／反応の駆動力、また分析手法として、電気化学を取り込み、超臨界ナノ材料合成の更なる制御性の獲得、超臨界プロセスの高効率化、高速化の実現を試みています。ナノ材料の高次制御、さらにナノ材料特性を最大化する超臨界プロセス設計を通じて、高効率な炭化水素、CO₂ の化学原料化プロセスを実現すること、さらに、物質フローだけでなく、人の行動様式の変化も考慮しながら、希望に溢れた未来社会を提案していくこと、がわれわれの大きな目標です。

郭 媛元 准教授 デバイス・テクノロジー / バイオエレクトロニクス、グリア・ニューロン相互作用

複雑な生体システムとインタフェースできる 多次元・多階層計測操作技術の創出

「金太郎飴」の作り方と似ている熱延伸技術を利用し、電極、光導波路、微小流路、バイオセンサなどの機能を集積した多機能ファイバの研究開発を行なっています。そして、その開発した多機能ファイバ技術を生体内に埋め込んで、複雑な生体活動のメカニズムの解明

に関する研究を進めています。また、脳波や汗などの多様な生体信号を計測・操作できるファイバ・テキスタイルを開発したことによって、ヒト心身状態をモニタリングでき、脳・身体・周囲環境の相互作用についての研究も取り込んでいます。



市川 幸平 准教授 先端基礎科学 / 多波長観測天文学

新たな超巨大ブラックホールの探査



ブラックホールは天文学者が愛してやまない天体の一つです。天文学者のたゆまぬ努力により、ブラックホールは宇宙にたくさん存在することがこの50年ほどでわかってきました。例えば、我々が住んでいる天の川銀河や、宇宙に



電波観測で発見した死につくある超巨大ブラックホールの観測例 (Arp 187)。2つの電波構造が見えるが、中心核 (画像中央部; ブラックホールがいる場所) は暗く、今まさに活動を終えたブラックホールが中心にいることがわかる。

数多く存在する銀河の中心を見てやると、ほぼ必ず超巨大ブラックホールがいるらしいことがわかってきています。その一方で、このようなブラックホールがどうやって誕生したのか？あるいはどうやってここまで大きく太ったのか？については、まだまだあんまり知ることが出来ていません。

私は様々な波長を組み合わせ、それぞれの波長の長所を活かして超巨大ブラックホールを探査しています。例えば、赤外線やX線を使うとガスやチリに隠された「恥ずかしがり屋」のブラックホールを見つけることができますし、電波をつかうとジェットと呼ばれる現象を起こしている激しい「怒りん坊」のブラックホールを見つけることができます。しかも、そのようなブラックホールがそれぞれ成長の重要な段階にいるらしいことが我々の研究でわかってきました。これからもこのようにバラエティに富んだ超巨大ブラックホールの姿を明らかにしていくことを目指しています。

唐 超 助教 デバイス・テクノロジー / テラヘルツ光学、二次元材料



光波と電波の間にある未開拓のテラヘルツ (THz) 周波数領域は、超スマート社会実現に有望な新たな周波数資源として広く世の中の注目を集めており、発展し続けています。THz 波は周波数として 0.1 ~ 10 THz の電磁波 (波長では 30 ~ 3000 μm) であり、電波の透過性と光波の直進性を同時に有し、非破壊検査 (インフラ欠陥探傷、被覆電線素線)、医療 (糖尿病診察など)、超高速無線通信 (Beyond 5G) などの場面で応用が期待されています。一方、MoS₂ やグラフェンをはじめとする層状物質は、機械剥離と積層化によるデバイス作製が可能で、超高速・超高効率・超低消費電力などの大きな利点があります。これら二次元材料の導入により、従来の Si や化合物による固体電子素子や非線形光学

材料を凌駕し、より小型・高出力・高効率・高感度のテラヘルツ光源・検出器の創出が期待できます。

私の研究は、二次元物質のヘテロ積層構造に発現する複合量子効果を動作原理として導入した新原理デバイスを創出し、THz 光源・検出器としての実現性を実証することが目的です。積層二次元材料による電界効果トランジスタを開発し、高出力なテラヘルツ光源と高感度なテラヘルツ検出器の実現に挑んでいます。Gunn ダイオードをはじめとするいわゆるキャリア運動量空間内遷移による負性導電型発振デバイスとは異なり、キャリアの実空間遷移を動作原理とする新原理デバイスの創出に挑戦します。

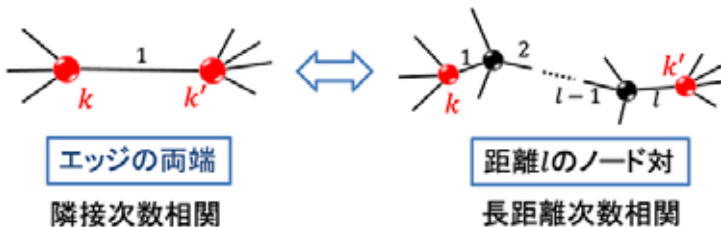
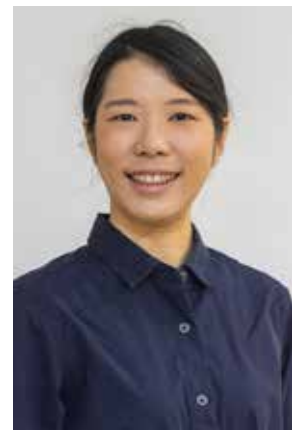
藤木 結香 助教 情報・システム / 複雑系、ネットワーク科学

系の構成要素をノードとし要素間相互作用をエッジとしたネットワーク表現は極めて汎用性の高い抽象表現であり、人間関係、航空路線網、銀行間取引、たばく質相互作用、WWW というように、人文社会学分野から理工学・生物分野まで、複雑ネットワークとして表すことのできる系はさまざまな学問領域に現れます。一見すると共通点の無いこれらの系をネットワーク科学という学問が包括的に取り扱うことのできる根拠は、現実世界の複雑ネットワークに共通する統計的性質の存在です。

多くの複雑ネットワークに共通する統計的普遍性として、ノードの持つエッジの本数 (次数) がべき分布することが知られています。このような次数ゆらぎの強いネットワークでは、ノードのもつ次数どうしの相関関係がネットワークの性質を決める上で重要な要素となります。

これまでは隣接するノード間の次数同士の相関関係が注目されてきましたが、最近になって、現実世界の複雑ネットワークの多くが隣接次数相関によって説明され得ない「非付随的な」長距離次数相関を有していることが明らかになりました。

わたしは、このような非付随的な長距離次数相関がネットワークの他の性質にどのような影響を与えるか、また、他の構造的な性質とはどのような関係にあるのかを数値計算と解析計算から調べています。



千葉 貴裕 助教 デバイス・テクノロジー / スピントロニクス、トポロジカル物質、熱電変換



仮想空間と現実空間を高度に融合した超スマート社会を実現するためには、「大容量・高速・低消費電力」を兼ね備えた次世代 IT デバイスの開発が必要不可欠です。この社会的な要請に対して「スピントロニクス」は、先の 3 条件を達成できる IT 基盤技術として期待されています。今のところ磁気情報 (磁石の極性やダイナミクス) の操作においては、磁場や電流をベースとしたものが主流ですが、最近では低消費電力化の観点から磁気情報の「電圧による制御」に大きな注目が集まっています。中でも電圧印加により磁気情報の操作を行う電圧駆動磁気ランダムアクセスメモリの開発が精力的に行われています。このメモリデバイスは発熱によるエネルギー損失を大幅に低減できますが、材料開発に

課題が残されており未だ社会実装には至っていません。

私は新材料として「トポロジカル物質」と呼ばれる新しい物質群に着目をして、その表面に形成される特殊な電子状態を活用した材料開発及びメモリデバイスへの応用に取り組んでいます。また、電圧駆動磁気ランダムアクセスメモリの概念を拡張した「アナログメモリ」の開発も行っており、物理現象を活用した人工ニューラルネットワークや疑似量子計算への応用を目指しています。将来的にはこれらの技術を光・熱発電デバイスなどと組み合わせることにより、オンチップ化して次世代の IoT 技術へ貢献することを目指しています。

松平 泉 助教 人間・社会 / 脳科学、発達心理学、生物学的精神医学



ヒトに備わった精神的な機能のうち、時間や状況を問わずある程度安定した特徴は心理特性と呼ばれます。誠実性、共感性など、“パーソナリティ”や“非認知能力”と表現される概念がこれに当たります。心理特性は、遺伝子と生育環境の交互作用が脳の発達に影響することで形成されていくと考えられますが、その複雑な機序は未だ完全には解明されていません。

心理特性の形成に関するこれまでの研究では、個々人の遺伝子多型や生育環境情報と当人の脳や心理特性の関係性が検討されてきました。しかし、言うまでもなく遺伝子は親から受け継がれるものであり、生育環境の構築には養育者が深く関与しています。養育者自身の人生経験が、子どもの生育環境の構築に反映されていることもあるでしょう。心理特性の形成基盤の解明には、親の遺伝子、親の人生経験、親の心理特性が子どもに与える影響をつぶさに検証する必要があります。

があると考えられます。

私は現在、血縁の父・母・子から成る生物学的親子トリオを対象として、遺伝子・脳画像・生育環境情報・心理特性、等のデータを収集しています。親が子どもだった頃の経験は、現在の子どもの脳や心理特性とどのように関わっているのか？親と子で性格が似ていたり、同じ精神疾患を発症しやすいことの神経科学的基盤は何なのか？親と子は脳の機能や構造が似ると言われているが、それはヒトの発達においてどのような意義を持つのか？…といったあらゆる疑問を追究し、「あるヒト」を「その人」たらしめる心理的な性質（個性）の形成機序を明らかにしていきたいと考えています。

Linda Zhang 助教 物質材料・エネルギー/Materials science and engineering

From cutting carbon emissions and air pollution to clean energy, critical challenges still exist in creating a new generation of energy-oriented materials that leads to innovative green technologies. To respond to these challenges, I have a particular and enthusiastic interest in porous materials, which hold the promise to solve some of our world's most pressing challenges, such as environmental pollution and energy shortage.

My research interest focuses on developing and exploring a platform of MOFs, in terms of separating light isotopes as fuels for nuclear fusion energy, such as $3\text{He}/4\text{He}$, H_2/T_2 , etc., CO_2 capture and separation, and proton exchange membranes for fuel cells and battery related technologies. Fundamental studies on

synthesizing, characterizing and understanding of adsorbate-surface interactions, size/shape exclusion and conversion, and reduction processes will be carried out. This research project will bridge the link between molecular level insight into material structure upon gas binding and endeavor in application for the energy conversion, infusing interdisciplinary knowledge of chemistry, physics, and material science. The achievements will not only contribute to the interdisciplinary study, but also will open up new opportunities to develop highly efficient and advanced energy storage systems with porous materials.



上地 浩之 助教 生命・環境 / 細胞生物学、発生生物学、コンデンセートバイオロジー



細胞生物の形態形成は、集団細胞の多彩かつ協調したダイナミクスにより生成されます。このような組織化された振る舞いは、個々の細胞や、細胞を構成する生体分子のどのような物性や動態により創発されるのでしょうか。

本研究では、多細胞システムで重要な役割を果たす細胞接着分子に着目します。主に細胞膜上で機能するこれらタンパク質分子群は単に細胞同士を繋ぎ留めるだけではなく、ダイナミックな分子動態や力学応答を示すことで、接着を超えた多様な細胞物性（極性や運動性など）を生成します。近年、細胞内の分子ダイナミクス・状態が相分離などの熱力学・物理化学的性質に則り生成されていることが明らかとなってきました。そこで私はこれまでの研究経験を活かして、細胞接着分子の動態・機能が発現する物理

化学的原理とその多細胞形態形成への生理機能を追究します。

本目的のために、1. 特に相分離（コンデンセーション）することをこれまでに見出している細胞接着分子に着目して、それらの動態や物性を試験管内で再構成します。試験管内実験で見出した原理を 2. ショウジョウバエ形態形成の場でライブイメージングなどにより検証し、分子動態・物性が生体内でどのような細胞動態を制御し、形態形成に寄与するのかを理解します。生化学・遺伝学などの生物学的手法に物理化学的アイデアを組み合わせた研究を遂行することで、多細胞形態形成を駆動・支持するメカニズムを分子集合から集団細胞までの多階層で理解します。

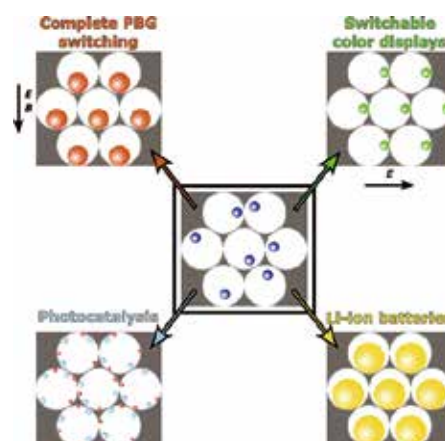
Tom Welling 助教 物質材料・エネルギー / Nanomaterials Science, Physical Chemistry, Colloidal self-assembly



Double-inverse-opals, which are structures consisting of (mobile) colloidal particles within the voids of an inverse opal, are exciting, novel materials with potential in switchable optical applications, catalysis, and battery materials. So far, inverse opals have been shown to exhibit complete 3D photonic band gaps¹. In order to achieve switchable optics, double-inverse-opals with mobile particles are required, which have not yet been fabricated.

In this research we aim to create these double-inverse-opal structures from several materials, tailored to their application. My main research relates to the interaction of light with double-inverse-opals. By controlling the mobility and position of highly scattering (mobile) particles within the voids of an index-matched inverse opal, the reflection intensity at certain wavelengths of light can be reversibly enhanced. This can be achieved with external fields, such as electric or magnetic fields²⁻⁴. In this way, fast-switching reflective color displays or 3D full

photonic band gaps for optical computing are achievable. Additionally, double-inverse-opals made of materials such as silicon and carbon, as well as structures including catalytically active materials, could open opportunities for interesting collaboration with battery/catalysis groups.



村越 ふみ 助教 生命・環境 / 寄生虫・ウイルス学



共生ウイルスの有無のみ異なる原虫の病原性比較解析

寄生虫は、他の生物（宿主）を利用して生きている生物です。宿主を渡り歩くために複雑な生活環を持ち、自身の形態を大きく変化させる巧みな生存戦略を取ります。ヒトや動物に感染すると、様々な病態を引き起こし、治療しないと致死となる寄生虫も多く存在します。寄生虫感染症は農村部や新興地域で問題となっていますが、一部の寄生虫は先進国でもよくみられ、

有効な薬剤やワクチンが存在しない種も多く、問題となっています。

私が寄生虫の中で特に興味を持っているのは、顕微鏡でないと見えないような真核単細胞の寄生虫（原虫）です。近年、この原虫にウイルスが共生しているということが明らかになってきました。しかし、その存在が原虫自身や宿主に与える影響はほとんど明らかになっていません。

私は、「原虫共生ウイルス」が原虫や宿主にどのような影響を与えるのか、またどのようなメカニズムで影響を与えるかを研究しています。また、新規の原虫共生ウイルスの探索もおこなっています。

現在研究している一部の原虫において、共生ウイルスが存在すると原虫の宿主への病原性が高まることが明らかになってきました。そのメカニズムを詳細に明らかにし、原虫症のコントロールに貢献することを目指しています。



末光 眞希 シニアアドバイザー

1953年札幌に生まれ、幼稚園から高校まで京都市で育ちました。なので母語は京都弁です。

1971年 東北大学工学部電気・応用物理系に入学以来、ずっと仙台に暮らしています。低温物理で学位を取り、助手になってからは半導体の応用物理を研究してきました。その間、2003～2008年にはFRIS 前身の学際科学国際高等研究センター教授としてお世話になり、その時行った「Si基板上グラフェン形成」が私の代表的な

仕事になったことを今でも誇りに思っています。

趣味は音楽です。NY カーネギーホールで2度（一度は合唱団員として、もう一度は合唱指揮者として）演奏したことがあり、今でも教会オルガニストとしてパイプオルガンを弾いています。何にでも興味を持つのが取り柄です。

皆さんのお役に立つことが出来ればこんな嬉しいことはありません。どうぞよろしくお願いします。

Event Report

「令和4年度 TI-FRIS/FRIS シンポジウム」開催

令和5年2月13日(月)～14日(火)に、学際融合グローバル研究者育成東北イニシアティブ(TI-FRIS)と学際科学フロンティア研究所(FRIS)の共催で、「令和4年度 TI-FRIS/FRIS シンポジウム」を開催しました。東北大学片平さくらホールでの対面とオンライン(Zoom)のハイブリッド形式で行われ、120名以上が参加しました。

シンポジウムでは、TI-FRIS フェロー、学際研教員、学際研公募研究プログラムの研究代表者が成果を報告したほか、学際研出身で現在北海道大学の金子沙永准教授など、各分野の第一線で活躍される国内外の研究者をお招きし、研究の学術的・社会的インパクトや学際研究の展開に関するご講演をいただきました。

久々の対面開催となった今回のシンポジウムは、ポスターセッションや情報交換会も盛り上がり、研究や日々の生活、キャリアパスなど、さまざまな話題で参加者同士の会話が弾みました。また学際研成果報告会と TI-FRIS シンポジウムを合同開催としたことも好評で、お互いの研究について

深くディスカッションでき、共同研究を行う機会に繋が리そうだ、という感想も聞かれました。分野や所属を超えた研究者同士の良い交流の場となったようです。

藤原英明(企画部)



招待講演 /

水野雅裕 理事・副学長(岩手大学)

「開発研究における創造の原点と社会的受容 — 機械工学の視点から —」

Prof. Chen-Zhong Li (Tulane University, USA)

「Bioelectronics: From Biosensors to Electrical Therapy」

Prof. Stefan Kaskel (Technische Universität Dresden and Fraunhofer IWS, Germany)

「Porous Materials Chemistry – A Career Perspective」

小島武仁 教授(東京大学)

「科学で社会をアップデート：制度設計科学の理論と実装」

金子沙永 准教授

(北海道大学)

「実験心理学的な視

覚研究の学際性」



「FRIS Spring Meeting」開催

FRIS Spring Meeting は、4月に着任する新任教員の先生方を歓迎して行われる交流企画です。新任教員の先生方には、着任の日の午前に、学際研での説明会や事務手続き等が行われますが、FRIS Spring Meeting はその日の午後に関われます。今年は、コロナの余波もあり、オンサイト+オンラインのハイブリッド形式で行われました。それぞれのメンター部局に分かれて研究活動を行うことが多い学際研教員ですが、FRIS Spring Meeting では、多くの教員が学際研に集まり活発な議論が行われました。FRIS Spring Meeting では、まず、新任教員からの自己紹介/研究紹介が行われます。今年は、9名の新任教員の先生方から、それぞれの研究や将来展望、学際研で取り組みたい課題、先生自身の出身地や出身国の紹介などが行われました。専門を異にする教員からも質問が寄せられ、新任の先生方の研

究内容に対する高い関心が見受けられました。自己紹介の後には、[化学・生命]、[材料・デバイス]、[宇宙・理論・人文]の3つに分かれ、15～19人規模のグループでの交流が行われました。それぞれのグループでは、在職教員からの自己紹介や、専門が近い教員同士での学術的な議論、さらには、学際研での研究をよりよいものにしていくための意見交換など、熱い議論が交わされました。交流会の後には、岡本助教、千葉助教による新任教員の研究所ツアーも行われ、共同実験環境である FRIS CoRE など、研究所内の施設や、学際研での研究生活についての紹介が行われました。このような新旧メンバーの交流を通して、新しいサイエンスの芽が生まれてくるのが期待されます。

松林英明(新領域創成研究部)



研究所案内の様子



グループ交流の様子(材料・デバイス系)

Event Report

「さがけ及び創発的研究支援事業採択者との意見交換会」開催

令和5年5月22日(月)に、学際科学フロンティア研究所セミナー室およびオンラインミーティングにて「さがけ及び創発的研究支援事業採択者との意見交換会」を開催しました。本意見交換会は、若手PIにとって重要なグラントであるさがけと創発的研究支援事業について、採択事例の共有により所内およびTI-FRISフェローの応募者の採択率向上を図ることを目的として、日本語と一部英語で実施しました。

今回の説明者は翁岳暄助教(R4年度創発採択)、松林英明助教(R2年度さがけ採択)、岡本泰典助教(R4年度さがけ採択)、飯浜賢志助教(R4年度さがけ採択)、馬淵拓哉助教(R3年度創発採択)、常松友美客員准教授(R2年度創発採択、H30年度さがけ採択)の6名で、申請書

作成や面接対応におけるアドバイスとして特に高評価につながったと考える点を中心にそれぞれ15分ずつ解説いただき、その後にフリーディスカッションを行いました。参加者は26名で、今後の申請を考えていたためとても参考になったなどの感想が寄せられました。学際研では各年度で新しいメンバーが加わりますが、実績を積んだ研究者が成功事例を次々と共有していくサイクルができると理想的と思います。

鈴木一行(企画部)

「FRIS/TI-FRIS Retreat 2023」開催報告



ポスターセッションでの研究討論の様子

令和5年7月20~21日に、研究交流会「FRIS/TI-FRIS Retreat 2023」を開催しました。普段、学際研教員やTI-FRISフェローはそれぞれ異なる大学やキャンパス、異なる部局で自身の学際研究に専念していますが、このRetreatでは、日々の研究環境から離れた場所に身を置き、分野の全く異なる教員が一堂に介することで、他人の研究を知り、自分の研究の再発見を行い、分野にとらわれない新たな学際融合の種を見出す、そのような目的で毎年企画されています。8回目を迎える今年は、蔵王にて3年ぶりの完全対面形式での開催(*1)となりました。また研究所の高い国際教員比率を反映し、英語を基本言語とした交流形式としました。その結果、全ての参加者が相互交流を行うことのできる場が実現しました。

講演では、学際研へ今年度着任された筈居高明先生に加え、風間勇助先生(奈良県立大学)、藤島皓介先生(東京工業大学)、山極海嗣先生(琉球大学)の3名を招待し、「アート×

刑務所」「宇宙×生物学」「考古学×海洋学」といった、学際性に富んだ最新の研究についてご講演頂きました。ポスターセッションでは計41名が発表し、参加者とともに学際研究の種や可能性について活発な議論が繰り広げられました。その他、自由討論の時間や昼食・夕食、休憩時間での立ち話を経て、研究交流が盛んに行われました。

最終的に61名に参加頂き(*2)、充実した2日間を過ごすことができました。例年、Retreatでの研究交流がきっかけとなり、学際研究共創プログラムへの申請や共同研究へと発展しています。次年度のRetreat開催も、心待ちにしたいと思います。講演者の先生方、運営スタッフの皆様、参加者の皆様、ご協力ありがとうございました。

田原淳士(新領域創成研究部)

千葉杏子(新領域創成研究部)

高橋有紀(TI-FRISフェロー/福島大学)

(*1) 4名の講演のみオンライン配信を行いました。

(*2) 現地参加者55名、オンライン聴講者6名。



集合写真

Press Release

タンパク質のアミノ酸残基選択的ラベル化を可能とする 光駆動型人工金属酵素の開発

人類が開発してきた合成金属触媒の利点（産業的に有益な非天然の物質変換反応）と自然界で進化してきた生体触媒（酵素）の利点（低環境負荷型かつ高選択的な物質変換反応）を組み合わせることを目的として人工金属酵素の研究が進められています。人工金属酵素は合成金属触媒（金属錯体）をタンパク質の内部空間に導入することで構築されます。今回、岡本泰典助教、佐藤伸一助教、馬淵拓哉助教らの共同研究チームは、光駆動型人工金属酵素の開発に成功しました。

本研究の人工金属酵素を構成するルテニウム錯体は非発光性ですが、タンパク質の内部空間に導入されることで発光ようになります（図 1）。研究チームは、このルテニウム錯体の光化学特性の変化から、ルテニウム錯体単体と人工金属酵素では異なる光触媒能を発揮すると予想しました。実験の結果、ルテニウム錯体単体は光駆動型の一電子

移動反応を、人工金属酵素はエネルギー移動反応を優先的に進行させることを見出しました。研究チームは、この反応タイプの切り替えをタンパク質のアミノ酸残基の選択的ラベル化に応用しました（図 2）。これまでの人工金属酵素の多くが小さな分子の化学変換をめざしていたのに対し、本研究では、巨大分子であるタンパク質も人工金属酵素による化学変換の対象となりうることを示しました。このように本成果は、生命科学や創薬研究で重要な技術である「タンパク質の部位特異的なラベル化」に人工金属酵素が貢献できる可能性を示すものです。

また、本成果は異なる研究グループを運営している若手独立研究者の日常的な交流によって得られたものであり、日常的な異分野交流を可能とする協働的研究環境 FRIS CoRE の重要性を示しています。

岡本泰典（新領域創成研究部）

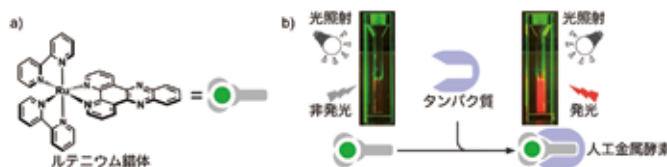


図 1 (a) 本研究で利用した合成金属触媒と (b) 人工金属酵素の発光

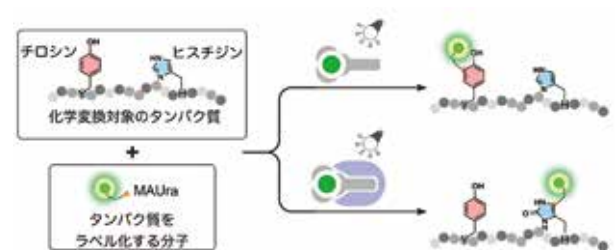


図 2 アミノ酸残基選択的光ラベル化反応

脳内化学物質を高感度かつ選択的に検出できるファイバセンサの開発

脳内では 1000 億個以上の細胞が複雑な回路を形成しており、細胞間で電気・化学信号が伝達されています。神経細胞からの電気信号を記録する技術は成熟していますが、脳内の細胞間コミュニケーションを担っているのは繊細な化学信号であり、その活動を正確に測定するツールは限られています。非常に多くの化学物質が存在する脳内で特定の化学物質の動態と脳機能・病態の関連を調べるためには、選択的に化学物質を定量化する計測技術が必要とされます。

東北大学学際科学フロンティア研究所の郭媛元准教授、阿部博弥助教、工学部学部生の雑崎智冲氏、久保稀央氏らの研究チーム、および、大学院医学系研究科の虫明元教授、スイス連邦工科大学ローザンヌ校（EPFL）材料研究科の Fabien Sorin（ファビアン ソラン）准教授らは、熱延伸技術で作製された多機能ファイバと、アプタマーと呼ばれる DNA 分子プローブを組み合わせることで、多機能神経デバイスの未踏領域である生体内電気化学センシング機能を実現しました（図 1）。そして、やる気や幸福感と関連する神経伝達物質であるドーパミンなどの特定の化学物質を、脳内の複雑な環境において高感度かつ選択的に検出することに世界で初めて成功しました。さらに、多機能ファイバ技術を活用することで、脳内の電気信号と化学信号の同時計測と操作を可能にしました。

今後は、ファイバ中に複数の電極を集積し、多様な神経伝達物質などの化学物質をターゲットとする DNA 分子プローブを固定し、複数の化学物質を同時に検出できる神経デバイスを開発していきます。また、電気信号だけではなく、多様な化学物質をセンシングできる神経デバイスツールの開発は、新たな脳機能研究を発展させることができ、これまでに解明されてない脳や臓器の病気の病理研究や予防法・治療法の開発において重要な貢献になると考えています。

郭媛元（新領域創成研究部）

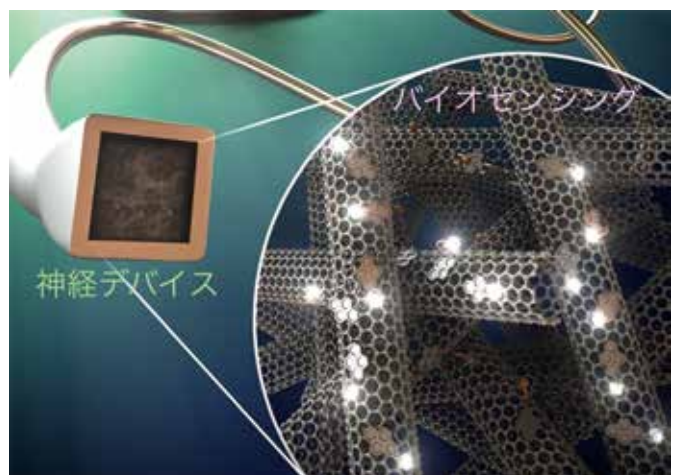


図 1 脳内化学物質を検出できる、DNA アプタマーを用いたファイバセンサのイメージ図

Press Release

Understanding Quantum Nonlocality through the Rock-Paper-Scissors Game



図1 One way to understand the Hardy nonlocality is by comparing it to a game of rock-paper-scissors. In this game, rock beats scissors and scissors beat paper. However, when it comes to rock versus paper, paper beats rock. This creates a paradox that is known as nonlocality.

Quantum nonlocality is a fascinating occurrence where correlated particles can instantly affect each other, regardless of their distance.

Imagine owning a pair of gloves with a special connection, no matter how far apart. Let's say you bring one glove on a trip to another country while the other stays home. According to quantum nonlocality, if you change the color of the glove you got, the color of the glove left behind would instantly change, even though they are far apart.

Nonlocality suggests that particles can change without direct interactions or field propagation. This has implications for reality, quantum mechanics, and quantum technology.

Quantum nonlocality can be expressed through mathematical equations such as Bell and CHSH inequalities. However, Lucien Hardy proposed an alternative interpretation that involves three values: A, B, and C. According to this interpretation, A is greater than B, and B is greater than C. One might expect this to mean that A is greater than C. Still, Hardy discovered that C can actually be greater than A in certain situations. This phenomenon occurs in the quantum realm

when particles are correlated with each other. It is an example of nonlocality and demonstrates unconventional behavior.

Let's take the game of "rock-paper-scissors" as an example. We all know that rock beats scissors and scissors beat paper, but it doesn't make sense for rock to beat paper. This goes against what we expect from basic math and raises interesting questions about nonlocality.

Recently, Dr. Le Bin Ho from FRIS, Tohoku University, and his colleagues have conducted research on measuring Hardy nonlocality through quantum computers and methods to enhance its probability. They have proposed a theoretical framework for achieving a higher probability of nonlocality and have validated it through a theoretical model and a quantum simulation. Their findings indicate that as particles increase in size, the probability of nonlocality also increases, which contradicts previous studies.

The discoveries made in this study are crucial in comprehending the principles of quantum mechanics and their potential use in computing and communication. By understanding quantum nonlocality, we could make significant advances in technology, such as securely transmitting information through quantum communication, quantum satellite communications, and so on.

Le Bin Ho
(新領域創成研究部)

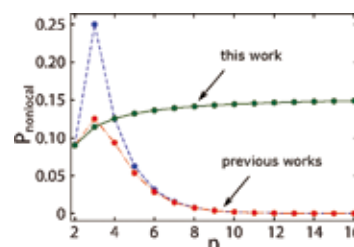


図2 The nonlocal probability increases as the number of particles grows, which differs from the previous works.

書籍紹介

『つながりの人類史: 集団脳と感染症』

田村光平 (東北アジア研究センター/元・新領域創成研究部)

— 中年のランドマーク

『つながりの人類史: 集団脳と感染症』は、筆者のキャリアで2冊めの単著であり、学際研の所属で出した最後の出版物となった。本書のテーマは「あきらめる」とこととした。ヒトが集まり、つながることには功罪あり、その代表例が、イノベーションと感染症になる。両者のトレードオフを、われわれは受け入れざるをえない、ということ、人類史のさまざまな事例をとりあげつつ論じた。「集団脳」は、『文化がヒトを進化させた』などで知られるジョセフ・ヘンリック氏による、人口や社会ネットワークの規模の増大が技術の発展を促すという仮説、あるいはモデルである。他方、「コロナ禍」でわれわれが認識することになったように、ヒトが集まったり、交流したりするほど、感染症は蔓延することになる。

本の内容は、出版社の紹介もあるし、書評も頂きつつあるので、ここでは執筆の意図について少しだけ書きたい。

タイトルの「つながり」にはいくつかの意味を持たせていて、人類史における人口や社会ネットワークの意味だけではなく、研究者と社会、研究者コミュニティの中でのつながりも含意している。そして、学説が更新されていく過程を紹介し、安易に「人間の本性」を断定する立場とは距離をとったつもりである。これは、今後「すぐには役に立たない」ことを自負する分野が、自分たちの貢献として、切実に欠ける「人間の本性に根ざした道徳」を語るのではないかと危惧しているからでもある。

あとがきを、元「走り屋」の看護師が、年を経て変わった「走ること」への向き合い方を語った台詞からはじめた。本書の執筆は難産で、あとがきはテーマどおり筆者の「あきらめ」の記録のようになっている。



海外渡航レポート：TI-FRIS 国際共同研究支援

環境にやさしい蓄電デバイス開発の共同研究とスタートアップ

2023年2月末から3月末にかけて、約1か月間 TI-FRIS の海外メンターであるオーストラリアニューカッスル大学の Thomas Nann 教授の研究室に滞在しました。TI-FRIS に採択されていないのであれば、こんなに長期で滞在する機会にはなかったように思います。COVID-19 の影響により、約3年ぶりの海外出張でした。この3年の間に、オーストラリアはどのように変化したのか興味がありましたが、マスク着用が不要であることを除いて、ほとんど変化を感じませんでした。オーストラリアには日本と季節が真逆で、束の間の真夏気分を味わえました。

以前から Thomas とはオンラインで共同研究を行っていましたが、「共同」で行っている実感を抱くことは全くなかったです。実験系の研究においては、細かい実験のノウハウや条件の確認を、現場でディスカッションしながら解決することが多いため、机上だけでのディスカッションでは特にそうのように感じました。今回は、現地に滞在することで Thomas 研の技術を習得することが可能でした。Thomas 研では、ナノ材料の合成および、それらの電気化学的な特性を見る研究を主に行っています。特に、電解液

に水溶液、電極に炭素を使用した環境にやさしい蓄電デバイスの研究を重点的に行っています。通常、電解液に水を用いると、電気分解が起こりやすいため、高い電圧を持つ蓄電デバイスを作ることができません。一方、Thomas 研では、独自に開発したマイクロエマルジョンを水溶液に添加することで、この水の電位窓を理論値の二倍程度に広げること成功しました。このマイクロエマルジョンを、私の研究に応用することで、安全かつ高エネルギー密度を有する蓄電デバイスを創成することが可能になります。私は、このマイクロエマルジョンの作製ノウハウを Thomas 研で学ぶことができ、今後も、綿密に連絡を取り合いながら、共同研究を実施していきます。

他方、Thomas は、Allegro Energy (<https://www.allegro.energy/>) という蓄電デバイスのスタートアップ企業を起ち上げています。資金繰りの方法や苦労を聞くことができ、同様に日本でスタートアップ企業を起ち上げている私にとって大いに励みになりました。基礎研究、応用研究を経て、企業での研究開発に移っていくときに様々な障害があるが、それはどこの国でも同じであるという実感も持てました。私も挫折せずに、大学での研究とそれの社会実装を行っていききたいと思います。

中安祐太（新領域創成研究部）



Topics

第5期学際融合グローバル研究者育成東北イニシアティブ 育成対象者(TI-FRISフェロー)5名決定

第5期（令和5年度採用）の学際融合グローバル研究者育成東北イニシアティブ育成対象者（TI-FRIS フェロー）5名が決定しました。

今回の採用者は、以下の通りです。

飯浜賢志 助教（東北大学学際科学フロンティア研究所）
 工藤雄大 助教（東北大学学際科学フロンティア研究所）
 Sai SUN 助教（東北大学 学際科学フロンティア研究所）
 高野智也 助教（弘前大学 大学院理工学研究科）
 関根智仁 准教授（山形大学大学院有機材料システム研究科）
 鈴木一行（企画部）



飯浜賢志 助教



工藤雄大 助教



Sai SUN 助教



高野智也 助教



関根智仁 准教授

学際科学フロンティア研究所 令和5年度 公募研究新規採択課題

領域創成研究プログラム

研究代表者名	課 題 名
岩瀬 和至 講師（多元物質科学研究所）	基質及びプロトン輸送の制御による高活性二酸化炭素還元触媒の創成
別所 奏子 助教（生命科学研究所）	市民科学により駆動される、虫こぶ形態の多様性を規定する植物側要因の同定
杉浦 栞理 助教（金属材料研究所）	環境超越型材料物質科学への挑戦
山本 剛 准教授（工学研究科）	トポロジー最適化を用いた欠陥探傷方法の開発
田村 光平 准教授 （東北アジア研究センター）	デジタル技術による災害の記憶の継承：「壊れている」ことの価値と維持に関する学際的研究
小林 真子 助教（工学研究科）	基底膜表面形状に着目した血管機能の解明

学際研究共創プログラム

研究代表者名	課 題 名
齋藤 勇士 助教（FRIS）	持続的な宇宙開発に向けたバイオマス燃焼推進装置の開発
波田野 悠夏 助教（FRIS）	多領域解析法による日本列島南西端の島嶼文化起源の解明
唐 超 助教（FRIS）	フェムト秒超短レーザーパルスによる二次元材料の磁化特性操作への挑戦
Aseel Marahleh 助教（FRIS）	Osteocyte-specific multi-omics analysis in hyperglycemic conditions
田原 淳士 助教（FRIS）	有機物と無機物の狭間で活躍する“金属運搬有機分子”の効率的合成

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

新型コロナウイルスに関する種々の規制も撤廃され、2023 年上期はまさにリスタートとなる時期でした。実験はもとより、セミナー、研究会、各種研究ミーティング、海外研究活動もほぼ元通りに実施・開催されるようになり、この数年間を取り戻すような勢いで色々なことが再始動していることを実感しています。FRIS ニュースでもそのような教員や研究者の躍動をお伝えできればと思っています。
(企画部 才田淳治)

FRIS news No.16

〔2023. 09 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
を開設しました。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

