

FRIS news No.14

東北大学 学際科学フロンティア研究所ニュース 第14号

2022.09



Contents

Topics

- ・令和4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14名に「東北大学プロミネントリサーチフェロー」の称号
- ・「第5回東北大学紫千代萩賞」受賞
- ・東北大発ベンチャーとの連携によって宇宙開発をさらに加速

New Staff

Event Report

- ・令和3年度成果報告会開催
- ・6年目の「川内茶会セミナーシリーズ」に思う
- ・「FRIS/TI-FRIS Materials Science Seminar 2022」開催
- ・FRIS Spring Meeting開催
- ・第26回学際研セミナー「プランクトンの研究は社会の未来可能性にどうつながるのか?～研究と社会をつなぐー生態学者の経験談～」開催

Press Release

- ・電気回路の基本素子-インダクタ-の「ねじれ」をほどく
- ・妊娠中の運動は母親の肥満が子供に伝わるのを防ぐ
- ・ホスト-ゲスト間電子移動の制御による磁石スイッチ

Topics

- ・第3期(令和4年度採用)TI-FRISフェローに山根助教、木村助教ら

Event Report

- ・FRIS/TI-FRIS Retreat 2022開催報告

学際科学フロンティア研究所 令和4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4年度 科学技術分野の文部科学大臣表彰若手科学者賞

市川幸平 (新領域創成研究部)

宇宙には数多くの銀河が存在し、その銀河の中心には太陽の質量の100万倍から100億倍にも及ぶ超巨大ブラックホールが存在することが知られています。このような巨大な質量をもつ超巨大ブラックホールがどのようにして誕生し、質量を増やし(=成長し)、そして成長をやめて終焉を迎えるのかは未だに分かっておらず、天文学が解くべき謎の一つとされています。

ブラックホールそのものは光を出しません、ブラックホールの周りにガスが落ち込むと、ガスは重力エネルギーを開放し、光を放ちます(図1)。このような天体を活動銀河核といいます。活動銀河核として明るくなった超巨大ブラックホールを観測することで超巨大ブラックホールがどのように成長してきたのかを探ることができます。その一方で、活動銀河核の終焉の現場は、長らく発見されてきませんでした。いままで発見されてきた超巨大ブラックホールの質量はせいぜい太陽の100億倍程度であることから、この活動はいつか終わりを迎えるはずですが、しかし、いったん活動をやめると超巨大ブラックホールの周辺は急激に

その輝きを失い観測不可能になってしまうため、その現場を捉えるのは非常に困難でした。

私達は、Arp 187という天体に着目し、活動銀河核が作るおよそ3000光年にもおよぶ電離領域を「鏡」として利用することで、3000年ほど遅れて地球に届いた過去の活動銀河核の光度を見積もりました。具体的には、Arp 187という天体をチリにあるアルマ望遠鏡やアメリカにあるVLA望遠鏡が電波で観測したデータを解析しました。その結果、ジェットに特有の広がった2つの構造が見られた一方で、中心核に付随する電波が非常に暗く見えないことに気が付きました(図2)。さらにNASAのNuSTAR衛星によるX線観測から得られた現在の光度との比較を行いました。その結果、活動銀河核の光度が、この3000年程度で1000分の1以下に暗くなったことが明らかになり、活動銀河核が死につつある瞬間を捉えることに成功しました。この成果によって、令和4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することができました。



図1: 超巨大ブラックホールにガスが落ちて明るく輝く様子のイメージ図。このようにブラックホール周辺のガスが明るく輝く状態を活動銀河核という。(クレジット: NASA/JPL-Caltech; <https://www.jpl.nasa.gov/images/black-holes-monsters-in-space-artists-concept> より)



図2: VLA望遠鏡とアルマ望遠鏡の観測から得られたArp 187の電波画像(VLA 4.86 GHzに青、VLA 8.44 GHzに緑、アルマ望遠鏡133 GHzに赤を割り当てた擬似カラー画像)。2つの電波構造が見えるが、中心核(画像中央部)は暗いことがわかる。(クレジット: ALMA (ESO/NAOJ/NRAO), Ichikawa et al.)

学際研助教 14 名に「東北大学プロミネントリサーチフェロー」の称号

「東北大学プロミネントリサーチフェロー」の称号が、本研究所の助教14名に新たに付与されました。「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:

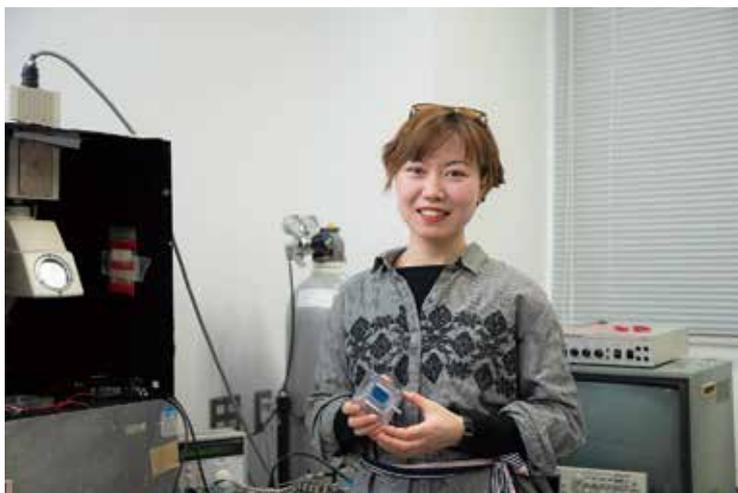
ALIMU TUOHETI、工藤雄大、下川航平、鈴木博人、SUN SAI、波田野悠夏、熊可欣(以上、令和4年2月1日付)、岡本泰典、千葉杏子、LE BIN HO、木村成生、平本薫、松林英明、木内桜(以上、令和4年6月1日付)

藤原英明(企画部)

Topics

「第5回東北大学紫千代萩賞」受賞

私は研究者として東北大学に育て頂き、研究者としての大切な心構えも本学で養いました。この度、本学から荣誉ある本賞を賜り、大変うれしく光栄に存じます。誇らしい気持ちよりも、恐縮な気持ちでいっぱいです。東北大学に来て10年以上経ち、その間、多くの恩師の皆様、優秀な仲間や学生の方々に恵まれ、さまざまなご支援を頂き、心より感謝申し上げます。これからも初心を忘れず、研究を楽しく進めながら、世の中に役に立つ研究者になれるように頑張っています。また、東北大学への恩返しとして、恩師に育てて頂いたように、次世代の学生や研究者の教育にも尽くしていきたいと考えております。



私の研究は複雑な生体システムの解明のため、生体内部から外部までの多様な信号を同時に測定・操作できる技術開発です。光通信のファイバは日常生活の中で広く用いられていますが、私はその光ファイバを製作する熱延伸技術を改良し、一本の細いファイバの中に光のみならず、電極、微小流路、バイオセンサ、アクチュエータなどの機能も集積できる多機能ファイバの開発を行っています。さらにこのファイバを利用し、今までの技術では解決できなかった生物学、特に脳科学の課題にも挑戦しています。

2019年に学際研で、熱延伸装置を自ら組み立てました。熱延伸装置の導入により、多機能ファイバの開発を自立的に進められるようになりました。最近、独立して生体内ファイバ電気化学センシング機能の創出することができました。また、未踏の領域であるファイバアクチュエータの開発も成功しました。今まで開発した多機能ファイバは生体内の多様な信号とインターフェースすることができますが、現在、生体内への応用だけではなく、汎用性がある多機能ファイバ（繊維）技術の基盤を構築し、ヘルステックの次世代を担う知能繊維及び衣服の研究開発を進めています。さらに、これらの多機能繊維応用技術について、社会での実用化に向けた様々な展開も積極的に模索していきたいと考えています。

郭 媛元（新領域創成研究部）

東北大発ベンチャーとの連携によって宇宙開発をさらに加速

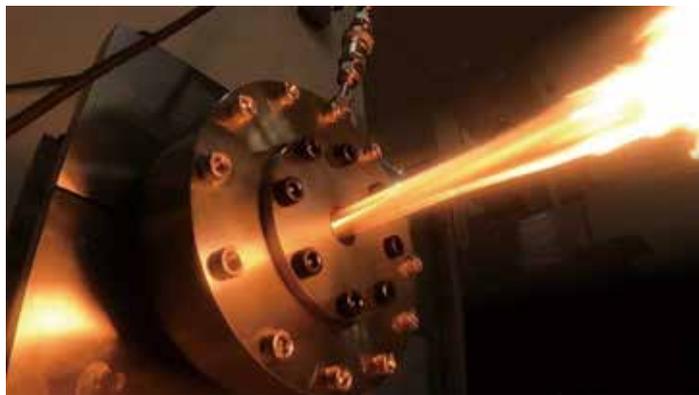
新たな文明圏創出・太陽系科学分野の発展に、宇宙開発をさらに加速する必要があります。私は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の「官民による若手研究者発掘支援事業（共同研究フェーズ）」に採択され、宇宙開発をさらに加速していきます（研究代表者：齋藤勇士、採択課題名：小型宇宙機モビリティ確保に向けた6自由度運動制御可能なハイブリッドスラスターの宇宙実証、事業期間：5年間、総事業費：最大1.5億円）。

本事業では、小型宇宙機のモビリティ（機動性）を大きく向上させることを目的として、高推力ハイブリッドスラスターの多軸推力／姿勢制御手法を確立します。また、宇宙空間で姿勢制御を行いながら地球に再突入する宇宙ミッションを実現し、ハイブリッドスラスターの実用化を目指します。

本事業は、東北大発ベンチャーである株式会社ElevationSpace（小林 CEO、栗原 CTO・工学研究科准教授）との共同研究であり、実用化に向けた目的志向型の創造的な基礎・応用研究となっています。私と株式会社ElevationSpaceとは数年前から日夜、技術的な議論を重ねてきており、本事業採択によってその実現が確実なものとなったと考えています。私は、本事業による小型宇宙機のモビリティ性能の革新的な向上

が、宇宙の新たな利用分野を開拓していくことに繋がることを確信しています。これまでの研究開発で培ってきた宇宙推進装置に関する技術が、このような形で実証フェーズへと移行し、実際の軌道上ミッションに役立てられることをとても嬉しく思います。本事業における技術実証はその最初の一例でしかなく、今後もデブリ除去や深宇宙探査等への新たな領域への展開を推し進めて参ります。

齋藤勇士（新領域創成研究部）



株式会社ElevationSpaceと東北大学が共同で開発しているハイブリッドスラスター

田村 光平 准教授 人間・社会 / 文化進化

人類史の研究を次世代につなぐために



ヒトはときに「文化的な種」と称されるほど「文化」に依存した種です。私の研究は、「文化進化」というアプローチから、特に定量的な手法を用いて、さまざまな文化現象を明らかにすることを目的としています。

他方、日本は今後、人口減少により、大学に所属する研究者も、行政の専門家も減少することが予想されています。そのことにより、多くの「文化」に関わる分野が日本から消滅したり、研究のための資料の保全や管理をおこなう基盤が失われることになるでしょう。研究のみならず、これまで「地域のアイデンティティ」としての価値を見いだされてきた文化財も、コミュニティの縮小とともにその意味を変えていくことになるかと考えら

れます。

このような社会状況の中で、知識や資料をできる限り蓄積し次世代に継承し、仮に一度途絶えても将来そうした知識を復活させるための「エコシステム」を構築することが近年の活動の中心になっています。三次元計測による資料のデジタル化、データベースやデジタルアーカイブ構築によるアクセスの拡大、展示など、知識や価値を流通させるための仕組みづくりに取り組んでいます。そうすることで、人類について、できるだけ大きな時間と空間のスケールで考える営みを、できるかぎり社会に残していくことを目指しています。

奥村 正樹 准教授 先端基礎科学 / 構造生物学、蛋白質科学、生化学

蛋白質品質管理の破綻から引き起こされる疾患の理解

細胞は、新規に合成されたタンパク質の天然構造の構築を促し、その品質を管理するための巧妙なしくみを備えています。タンパク質の品質管理の破綻は、神経変性疾患やII型糖尿病などを引き起こす原因となっていることは広く知られています。そこでオルガネラの1つ小胞体においては、厳密にタンパク質の品質を管理するための因子が多く存在します。特に、小胞体内は他のオルガネラと比べ酸化環境であり、基質タンパク質中にジスルフィド結合(チオール基間の酸化)を導入する環境であり、近年、哺乳動物細胞の小胞体においてジスルフィド結合を触媒する20種類以上のProtein Disulfide Isomerase (PDI)ファミリー酵素群が見つかってきました。しかしながら、それぞれPDIファミリーの構造や機能がわかっていないものも多く、さらに各PDIファミリーによる多種多様な基質認識の機構や触媒機構も殆ど理解されていませんでした。そこで、私はこれま

で1分子観察、溶液構造解析、X線結晶構造解析、NMRなど構造生物学的手法の融合により、PDIファミリー酵素のうち、ERp46, P5, PDI, ERdj5の新規構造情報の蓄積に貢献してきました。この知見の集積により、基質認識・触媒メカニズムの一部が明らかとなりました。

こういったPDIファミリーによるタンパク質品質管理の破綻は、糖尿病や神経変性疾患を引き起こすことが知られており、本研究成果はこれら疾患の分子レベルでの成因解明にも繋がると期待しています。特に、PDIファミリーの変異や機能欠損を引き起こす化学修飾が、さまざまな神経変性疾患の患者から見つかっています。今後、我々は様々な神経変性疾患で見つかっている変異や化学修飾とPDI familyのloss-of-functionやgain-of-toxicityの機序を追求することで、疾患メカニズムを明らかにしたいと考えています。



平本 薫 助教 デバイス・テクノロジー / 電気化学デバイス、生体分子計測



生命の基本単位である細胞は、酸素や栄養分の消費、二酸化炭素や代謝物の分泌を行いながらその生命活動を維持しています。これら細胞の代謝活動に係る化学物質の計測は、生理・病理機序の解明にとって極めて重要です。電気化学計測では、細胞近傍の化学物質濃度を電極に流れる酸化還元電流、あるいはイオン電流を利用して評価することができます。ラベルフリー、低侵襲といった特長を生かし、生きている細胞の消費・分泌物、たとえば酸素や一酸化窒素等のガス状分子、酵素活性、分泌タンパク質などをリアルタイムに検出することができます。これまで私は、特に哺乳動物の受精卵やがん細胞スフェロイドなどを対象に、その呼吸活性を電気化学的に評価してきました。

電気化学計測デバイスとして、マイクロ、ナノメートルオーダーの先端径をもつプローブ電極や、多数の微小電極を平面に配置した電極アレイデバイス、電気化学発光によるイメージングシステムを利用・開発しています。これらの電気化学計測ツールの高感度化、汎用化を図り、これまで計測困難であった生体分子の検出を可能とすることで、細胞の機能解明、ひいては次世代医療やバイオ関連産業の進展に資するような分析手法を開拓していきたいと思っています。

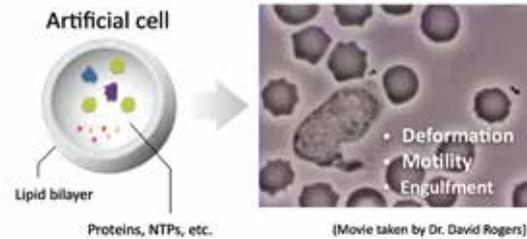
松林 英明 助教 生命・環境 / 合成生物学、細胞生物学、生物物理学

細胞形態の変形や、運動、他の細胞を取り込む貪食などの、細胞の「動き」は、最も生き物らしい生命現象のひとつです。私たちは、このような細胞機能を人工細胞の形で再現して、その構成原理をボトムアップに理解するとともに、自律運動可能な人工細胞 / 分子ロボットを創出するための研究を行っています。

近年、広く研究されるようになった人工細胞は、脂質膜でできた細胞サイズのベシクル等の中に細胞機能の一部を再現し、その構築原理を理解し応用しようという方法論です。純化された条件で構成要素や反応条件をデザインできる一方、従来の系では、

均一かつ閉鎖系となる内部の反応をコントロールすることが難しく、細胞運動のような動的なふるまいを再現できないことが課題でした。これに対して、私たちは、タンパク質光操作を応用し、人工細胞内の反応の非対称かつ可逆的な制御を可能にすることで、細胞運動のような動的な現象を再現するための方法を開発してきました。

細胞の運動を分子で再現できれば、将来的には、免疫細胞のように体内を自律的に巡回する分子ロボットの創出につながると期待されます。また、細胞形態のダイナミクスは生命進化の過程でも大きな役割を担ったと考えられています。人工細胞系で実験的に機能の本質に迫ることで、生命進化の謎にもアプローチしたいと考えています。



1. Understand mechanism
2. Apply for molecular robots
3. Insights into evolution

脇坂 聖憲 助教 物質材料・エネルギー / 錯体化学・ナノ材料科学



金属炭化物は金属性とセラミック性を合わせ持つ非常にユニークな材料です。身近なところでは鉄鋼や超硬合金として使われています。これらのバルク相の材料に対して、サブナノサイズのクラスターはほぼ全ての原子が表面に出るため担体との相互作用が強く働きます。その相互作用によりバルク相とは異なる構造、組成、性質を示すと期待されます。本研究では、水素下熱炭素還元法を応用して金属炭化物クラスターを合成します。本合成法はカーボン担体を用いて水素下で行う熱炭素還元反応であり、水素が前駆体の還元と炭化を促進するため温和な温度域で金属炭化物クラスターを合成できます。これまでに炭化鉄クラスターを合成し、これが磁石になることを見つめました。またモリブデンオキシ炭化物クラスターを合成し、高選択的に二酸化炭素を一酸化炭素へ還元する逆水性ガスシフト触媒として機能することも明らかにしました。特

に重要なのが「炭素」であり、炭化が触媒活性を向上すると言うことが分かってきました。窒素固定の活性中心として知られるモリブデン-鉄補因子の中心原子は長らく謎でしたが、近年の研究で炭素であることが判明しています。つまり生物は体内で金属炭化物クラスターを利用していたのです。メカニズムは未だ解明されていませんが、金属炭化物クラスターの研究を通してなぜ「炭素」なのか、その謎にせまりたいと思います。

創る

水素下熱炭素還元法

Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni
Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd
Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt

・一元系 13種
・二元/三元系 286種

本研究の構想

金属炭化物クラスターを

測る

サブナノ磁性 CO₂還元触媒
サブナノ相転移

並べる

表面超分子

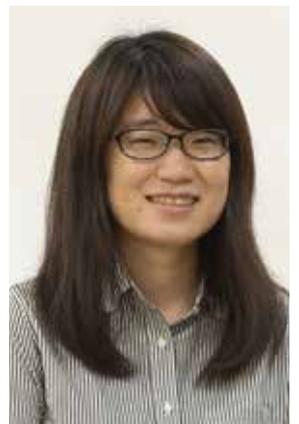
木内 桜 助教 人間・社会 / 口腔衛生学、公衆衛生学

う蝕などの口腔疾患は多くがフッ化物の使用など適切な処置や食習慣によって予防することが可能ですが、未だに世界的に 35 億人が有しています。こうした重要なインパクトを持つ口腔状態と全身状態、特に認知機能との関係について、質問紙調査や医療データを用いて研究を行っています。

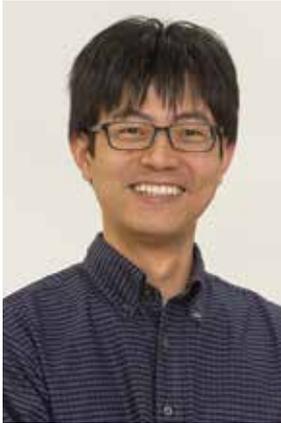
認知症は高齢化が進む日本や世界において対応が望まれる喫緊の課題です。口腔状態が認知症発症に影響する可能性がこれまでの研究から示唆されていますが、その全般的なメカニズムの解明には至っていません。先行研究では歯周病による炎症の影響、咬合力の低下に伴う脳への刺激の減少、口腔状態悪化による栄養状態の低下といった生物学的なメカニズムが明らかになってきています。一方で、口腔の社会的な役割も注目されており、口

腔状態が悪くなることで、話しにくい、笑いにくい、他の人と同じものを食べにくいといった理由から社会活動が低下し、認知機能が低下するという経路も考えられます。

そこで、私はこれまで解析を行ってきた高齢者を対象とした大規模な質問紙調査や、若年者を含む様々な世代の調査から、従来の統計解析手法に加え、近年その応用が期待される因果推論手法や機械学習を用いて、どのような口腔内の状況の人において認知機能が起きやすいか、そのメカニズムを明らかにしていきたいと考えています。この研究を通じ、認知症予防・進行の抑制、医療・介護費負担の削減といった日本の課題解決を目標として、口腔状態と認知機能の関係のメカニズムの解明、認知症の予測モデル構築に挑戦していきます。



木村 成生 助教 先端基礎科学 / 天体物理、宇宙線物理



我々の住む宇宙は「宇宙線」と呼ばれる高エネルギーの荷電粒子で満たされています。高エネルギー宇宙線の速度は光速の99.9999999999%にも達します。そのような粒子の起源天体と生成機構はまだわかりません。高エネルギー宇宙線はブラックホールの周囲など極限状態にあるプラズマで生成されたと考えられており、宇宙線の起源天体や生成機構の解明は極限状態の物理現象の探究に繋がります。荷電粒子である宇宙線は星間磁場によって曲げられてしまうため、宇宙線の観測からその起源天体を同定することは困難です。宇宙線は周囲の粒子と相互作用することで、電荷を持たない素粒子であるニュートリノを放射します。ニュートリノは曲がることなく地球へと到達するため、ニュートリノ信号を用いることで宇宙線起源天体を同定することが可能となります。この手法は、伝統的な天体観測手法である電磁波信号に加えてニュートリノ信号を用いるため、「マルチメッセンジャー天文学」と呼ばれます。

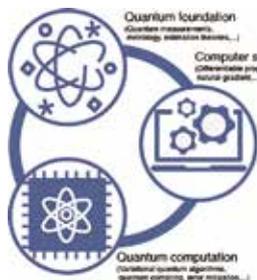
私は、さまざまな宇宙線起源候補天体に対し、宇宙線が放射するニュートリノ信号と電磁波信号を理論的に予言し、観測データと比較することで宇宙

線起源天体を探索しています。また、ブラックホール周囲などで実現する極限状態のプラズマ中での宇宙線生成過程を、数値シミュレーションを用いて研究しています。極限プラズマにおける宇宙線生成数値シミュレーションと、天体から放射される粒子信号・電磁波信号の理論予言とを用いて理論モデルを精密化し、近い将来に得られる豊富な観測データと照らし合わせ、謎に満ちた宇宙からの高エネルギー粒子の起源と生成機構を明らかにしたいと考えています。



Le Bin Ho 助教 情報・システム / Quantum foundation, quantum measurements, and quantum computing

With the rapid growth of quantum computers, besides quantum algorithms, the combination with various computational tools in computer science will find it beneficial to implement numerous tasks. This combination has opened new potential research directions and will solve many impossible problems for classical computers. For example, numerous variational quantum algorithms combined with optimization tools of computer science have been applied for task-oriented programming, such as finding ground and excited states in many-body systems and quantum chemistry, dynamical simulation quantum



systems, quantum approximate optimization algorithms, solving linear systems of equations or matrix-vector multiplication, singular value decomposition, and machine learning and data science among the others.

New frontiers that quantum computing can tackle include the relevant quantum-to-classical transition, quantum information theory, entanglement spectroscopy, and quantum metrology. And here, my research focuses on proposing a new frontier subject for quantum-enhanced precision limits in quantum measurements and quantum estimation theories by utilizing the advantages of the interdisciplinary combination between quantum computing and tools in computer science. The research interests also include building a large-scale quantum simulation platform, quantum algorithms for generating entangled and squeezed systems, barren plateau problems, error mitigation, and quantum compiling.

私の研究は、量子計算とコンピュータサイエンスの学際的な組み合わせを利用して、量子測定と量子推定理論の精度限界を量子計算の利点を活かして提案することに関心があります。また、大規模な量子シミュレーションプラットフォームの構築、エンタングルメントと圧縮されたシステム、 barren plateau 問題、エラー軽減、および量子コンパイルに関心があります。



Aseel Mahmoud Suleiman Marahleh 助教 先端基礎科学 / Osteoimmunology, molecular and cell biology

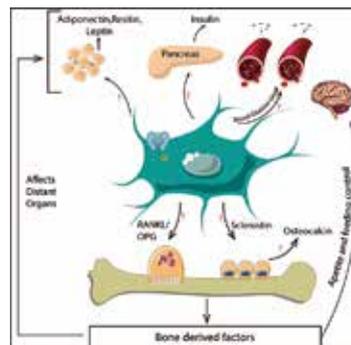


Beyond the classic function of bone, bone cells have been shown to regulate whole energy metabolism through bone-derived factors (osteokines) such as osteocalcin1, lipocalin22 and neuropeptide Y3, just to name a few. However, much of the research done to elucidate the pathophysiology of metabolic dysfunction uses the classical approach of studying organs obviously implicated in energy metabolism: the pancreas, liver, adipose tissue, kidneys, muscle, brain, and gastrointestinal tract. There is compelling evidence implicating bone-derived factors in energy homeostasis, which tempts us to bring bone to the frontline as a salient predictor of metabolic conditions such as diabetes and

osteoporosis.

When Looking at the importance of skeletal integrity through the lens of evolution, we find that bone served a survival function. Humans had to consistently be mobile to look for food and shelter.

Furthering this logic reveals that bone and energy metabolism are entwined. Therefore, this project aims to 1. identify bone factors that are associated with metabolic conditions and 2. to bridge our knowledge of the skeletal system represented by its cell types and our understanding of energy metabolism of the organism into one integrated subject.



Event Report

令和3年度成果報告会開催

令和4年2月28日(月)と3月1日(火)に、令和3年度成果報告会/第2回 TI-FRIS シンポジウムをオンラインにて開催しました。今回も前年に引き続き、本研究所所属教員および各種研究支援プログラムの研究代表者による成果報告会と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)シンポジウムとの同時開催としました。

開会に際しては、小谷元子研究担当理事・副学長による開会挨拶に続き、文部科学省人材政策課人材政策推進室の三輪善英室長、世界で活躍できる研究者戦略育成事業の安浦寛人プログラム・ディレクターからご挨拶いただきました。

TI-FRISのトップ研究者講座を兼ねての招待講演では、宮城学院女子大学の末光眞希学長(元、学際科学国際高等研究センター教授)、パノニア大学のTibor Kovács 准教授、北京脳科学・脳類研究センターのMinmin Luo 所長、ニューカッスル大学のThomas Nann 教授よりご発表いただき、それぞれ学際研究を軸とした研究者の有り様などについて貴重な提言や示唆をいただきました。

TI-FRISの社会インパクト講座を兼ねての招待講演では、政策研究大学院大学の林隆之教授より、アカデミアの研究

における社会・経済・文化的インパクトの評価についての考え方を深く掘り下げて解説いただきました。

TI-FRISの学際研究講座を兼ねての招待講演では、メルボルン大学の鈴木真介准教授(元、学際研助教)とブリティッシュコロンビア大学の水本公大准教授より、研究者のキャリアパスについて自身の研究活動も含めて紹介いただき、若手研究者にとって有益な意見交換の機会となりました。

また、学際研究支援プログラムの研究代表者によるキーノート講演、先端学際基幹研究部教員および学際研究促進プログラムの研究代表者による口頭発表、新領域創成研究部教員とTI-FRISフェローによるオンラインポスター発表とショートプレゼンテーション、領域創成研究プログラムおよび学際研究共創プログラムの研究代表者によるポスター発表とショートプレゼンテーションにより、令和3年度またはプログラム通期の研究成果が報告されました。

本会は、異分野研究交流の重要な機会として、参加者それぞれの研究活動の進展への一助になるものと期待されます。

鈴木一行(企画部)

6年目の「川内茶会セミナーシリーズ」に思う

平成28年に開始した「川内茶会セミナー」は、筆者を除く開始時のメンバーが全員他大学に栄転したため、現在は田村ひとりで運営を続けています。このセミナーでは、立ち上げ当初から狭い意味での「研究」に留まらない活動を報告頂いてきましたが、令和2年度からは、筆者が担当する授業である「東北大生のためのハローワーク」もその一部として開催しています。授業の目的は、「専門性」が社会の中でどのように活かされているのかを知るとともに、社会を職業のつながりのネットワークとして捉える視点を涵養することにあります。そのような社会観のもとでは、ある職業に起こった変化が、直接的にせよ間接的にせよ、波及して社会全体に影響を与えていくことが想定されます。だからこそ、他の職業のことを「他人事」とせず、扇動的な未来予測を前にしたとき、立ち止まって考えることにつながると考えています。

各回ひとりの「職業人」を講師としてお招きし、仕事の内容と、他の職業とのつながりについて語って頂いています。令和3年度の講師の職業も、国際機関職員や編集者、起業家など幅広く、他方、まったく異なる職業の講演で、同じキーワードが登場することがままあり、それが社会課題として一般性を持つことが推測されます。授業は事前に登録して頂ければ誰でも参加できるようにしており、これまでも多数の学外からの聴講者にご参加頂きました。コロナ禍で大学の多くの活動に制限がかかっている中で、新しいかたちの社会貢献を模索した結果でもあります。

大学の役割の多様化が叫ばれる中、大学に所属する研究者も、専門性の価値をより広い文脈で捉えなおす必要に迫られていて、そんな中この授業は、受講者にとっての学習のみならず、筆者にとっても自分を省みる機会となっています。

田村光平(新領域創成研究部)

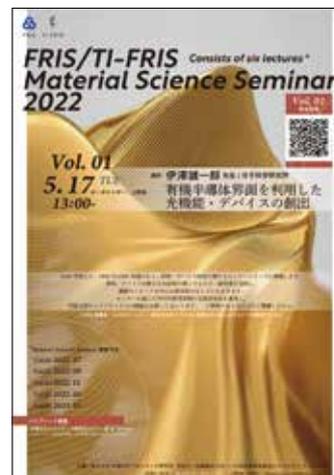
「FRIS/TI-FRIS Materials Science Seminar 2022」開催

近年の科学技術の飛躍的進歩は、特異な機能を有する分子をはじめ、様々な材料の開発により支えられてきました。一口に材料といっても、生体材料や機能性有機分子、無機固体など、材料開発・応用のために必要な研究領域は多岐に渡ります。既存技術では解決困難な課題が次々と突き付けられている昨今の自然科学において、分野の垣根を超えた学際的な材料科学研究の重要性は一層明確になってきています。

分野融合的材料科学研究のきっかけを与える場の創出を目的に、「FRIS/TI-FRIS Materials Science Seminar 2022」を企画しました。本セミナーでは、最先端の研究結果の詳細について、異分野への応用展開を意識した内容を含めてご講演いただいております。過去2回の開催では、様々な研究分野の方にご参加いただき、講演中の質疑応答から、思いがけない研究発案に繋がる例も見られました。コロナ禍においてオンサイトイベントが激減する中、対面開催の重要性を再認識させられる実りあるセミナーとなりました。本イベント開催に際し、お力添えいただきました先生方お

および関係各所にこの場を借りて深く御礼申し上げます。なお、セミナー情報は下記サイトに掲載しております。皆様ぜひご参加ください。

上野 裕(新領域創成研究部)



FRIS/TI-FRIS Materials Science Seminar 2022
開催情報サイト
<http://nano.chem.tohoku.ac.jp/archives/443>

Event Report

FRIS Spring Meeting 開催

学際研の新任教員は、着任日には学際研で事務手続き等を行います。次の日からはそれぞれのメンター部局に散らばり、各部局での人的交流や研究活動に入っていきます。事務手続きだけでは学際研メンバーとの交流を開始できないので、我々は新任教員の着任日に合わせて学際研2年目以降の教員も集まり、交流会“FRIS Spring Meeting”を開いています。ところが近年のコロナ禍では、50名近くのメンバーが学際研内の一つの部屋に集まるのが難しくなり、さまざまな工夫を凝らさなければならなくなりました。

前年度はフルオンラインでZoomを利用し、FRISの6つの学問領域に分かれて交流しましたが、今回はオンサイト+オンラインのハイブリッド形式とし、3つのグループに分けました。グループのテーマは「生命・化学系」、[材料・電気系]、[宇宙・理論・人文系]とし、各グループリーダーをそれぞれ田原助教、飯浜助教、齋藤助教が担当しました。各グループの人数は10～15名程度であり、学際研の1階セミナー室、2階のFRIS CoRE Science Lounge、3階交流スペースに分かれ、自己紹介や議論を行いました。十分に感染対策を施し、人数にゆとりをもって各スペースに分散し、オンラインツールも駆使して全体でもつながれるという新しい交流方法を工夫できたと思います。日本語と英語を混ぜながら異分野研究者間で自己紹介や研究の話が繰り広げられ、このような活動はもはや学際研のお家芸になっています。

グループディスカッション終了後には、千葉助教による新任教員の研究所ツアーも行われ、共同実験設備・協働的

研究環境のFRIS CoREを含めて研究所のさまざまな設備を紹介しました。

参加者からは次のような高評価が届きました。「自分自身FRIS3年目だがコロナ禍の影響のため2年目の人たちとはほぼ初めて会話した感覚だった。新任教員でなくても新鮮な交流会だった。」「やはりフルオンラインでは参加者の人間性まで知ることはできない。対面で話せてよかった。研究の話で自己紹介し、趣味の話で盛り上がった。具体的な研究交流が生まれたかどうかはわからないが、一回でも話したことがあると今後話しやすくなり、共同研究等に発展しやすくなったと思う。」「生命・化学系グループでは、自己紹介を経て新任、2年目以降関係なく、お互いの類似性を見出しながら、共同研究の可能性について討論することができた。」

総合すると、今回もその時に最大限できる工夫をして、良い交流会になったと思います。学際研は、メンバー同士の共同研究で著しい成果を上げ始めています。すでに定例化している毎月のFRIS Hub Meeting、年1回のFRIS Retreat合宿、年度末の成果報告会と並び、このFRIS Spring Meetingも続けることで、共同研究をさらに活性化させていきたいです。

飯浜賢志、齋藤勇士、田原淳士（新領域創成研究部）
当真賢二（先端学際基幹研究部）



生命・化学系グループの様子



材料・電気系グループの様子



宇宙・理論・人文系グループの様子



研究所ツアーの様子

Event Report

第26回学際研セミナー

「プランクトンの研究は社会の未来可能性にどうつながるのか？ ～研究と社会をつなぐー生態学者の経験談～」開催

令和4年5月26日(木)に、第26回学際科学フロンティア研究所セミナー「プランクトンの研究は社会の未来可能性にどうつながるのか？～研究と社会をつなぐー生態学者の経験談～」を開催しました。TI-FRIS 社会インパクト講座と兼ねて開催した本セミナーには、所内外から43名が参加しました。

講師には、生態学の基礎研究を行うとともに、生態系を活用した防災・減災(Eco-DRR)の研究と社会実装にも取り組む総合地球環境学研究所/東京大学大学院総合文化研究科の吉田丈人准教授をお招きし、吉田准教授が長年取り組んできた「三方五湖自然再生協議会」でのご経験を中心に、社会からの期待に学術がどう応えられるのか、などに

ついてお話いただきました。

「新たな出会いが新たな対話と協働を生み出すことにより、研究が社会インパクトにつながる」というメッセージで締め括られた講演の後には、質疑応答が活発に行われ、多様な関係者の参加と協働に基づく社会的活動における合意形成の仕方、そしてそこでの研究者の役割などにも議論が及びました。参加者からは「プランクトンの研究も社会とのつながりが意外とあることがわかり、視野が広がった」などの感想が聞かれ、一味違う有意義なセミナーとなりました。

藤原英明(企画部)



Press Release

電気回路の基本素子-インダクタ-の「ねじれ」をほどく

磁石を手で持って動かすと、その近くに置かれた導線には電流が流れます。これは、1830年代に発見された電磁誘導の法則です。磁石の運動に伴う力学的なエネルギーが、導線中の電気的なエネルギーに変換されるのです。今では電磁誘導の法則は、発電やモーター、インダクタ等の基礎原理として現代文明を支えています。

我々は、「スピン起電力」とよばれる、新しいエネルギー変換現象を研究しています。スピン起電力では、磁石を動かしません。「動く」のは、磁石の内部に存在する、ナノスケールの磁気構造です。この時、磁石に内在する磁気的なエネルギーが、量子力学と呼ばれるミクロな世界を支配する物理法則に基づいて、電気的なエネルギーに変換され、電流が流れます。スピン起電力は、新しくかつ普遍的な現象で、ナノテクノロジー応用にも多様な可能性を秘めています。

特に本研究では、スピン起電力を利用した、新しいインダクタ原理を提案しています。インダクタとは、電流の急激な変化を抑制する電気回路素子で、抵抗・キャパシタと並ぶ三大受動素子の一つです。現在普及しているインダクタは、「ねじれた導線」中での電磁誘導の法則を利用しています。一方で近年、「ねじれた磁気構造」において生じるスピン起電力を利用した、新規インダクタ原理が発見されました。これにより、インダクタ研究は新たな展開を迎えつつあります。我々はさらに、スピン軌道相互作用と呼ばれる量子相対論効果を、スピン起電力と組み合わせることで、導線にも磁気構造にも「ねじれ」を一切必要としない、新しいインダクタ原理を理論的に導出しました。本成果により、ありふれた磁石材料を用いた、超小型・新機能インダクタ実現への道が開かれました。

山根結太(新領域創成研究部)

妊娠中の運動は母親の肥満が子供に伝わるのを防ぐ

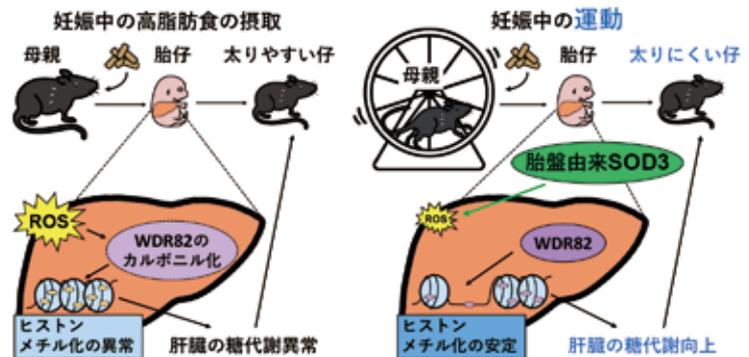
近年、母親の肥満は子が健康的な生活をしていても糖尿病のリスクを高めることが分かっており、世代間連鎖で生じる生まれつきの健康格差は重大な問題です。欧米やアジア諸国では出産可能年齢の女性の30%以上が肥満であり、喫緊の解決が求められています。我々はこれまでに、妊娠中の運動は子の将来の肥満を防ぐ効果があり、運動によって胎盤から分泌されるSOD3(スーパーオキシドジスムターゼ)タンパク質が母親の運動効果の子へ伝える因子であることを明らかにしました。しかし妊婦が肥満である場合、SOD3がどのように子への悪影響を予防できるかは、よく分かっていませんでした。

我々はマウスによる研究で、妊娠中の運動が母親の肥満による子の糖代謝悪化を予防するメカニズムを解明しました(Kusuyama et al. Diabetes. 2022)。妊娠中の母親が高脂肪食を摂取して太ると、胎児肝臓でエピジェネティクス(DNA配列の変化を伴わず、細胞分裂後も継承される遺伝子発現の変化)の一種であるヒストンメチル化が不安定化し、子は生後に太りやすくなりました。母親の高脂肪食摂取で引き起こされる子への悪影響は、妊娠中の運動で胎盤から分泌されるSOD3によって防ぐことができました。興味深いことに、胎児の肝臓にSOD3を注入すると生後の糖代謝能は向上しましたが、代表的な抗酸化剤のN-アセチルシステインを注入してもSOD3

の効果を模倣することはできず、妊娠中の運動や胎盤由来SOD3のもつ特別な効果が示唆されました。

本研究は、胎児肝臓が胎盤由来SOD3の効果を受けることの重要性を明らかにし、妊娠中の運動がその方法として非常に有効であることを提唱しました。妊娠中の運動と胎盤を通じて子の将来の健康を増進できれば、これまでになく次世代医療の実現に繋がる可能性があります。

楠山 譲二 (新領域創成研究部)



(左) 母親が妊娠中に高脂肪食を摂取すると、胎児の肝臓ではROS(活性酸素)が蓄積することによって、WDR82のカルボニル化によるヒストンメチル化異常が生じる。その結果、生まれてきた仔の肝臓は糖代謝異常を引き起こし、太りやすい体質となる。(右) 母親が妊娠中に運動をすると、胎盤から分泌されたSOD3が胎児肝臓のROS量を減少させることで、WDR82の機能とヒストンメチル化が安定化する。そのため、生まれてきた仔の肝臓は糖代謝能が向上し、太りにくい体質を獲得する。

ホスト-ゲスト間電子移動の制御による磁石スイッチ

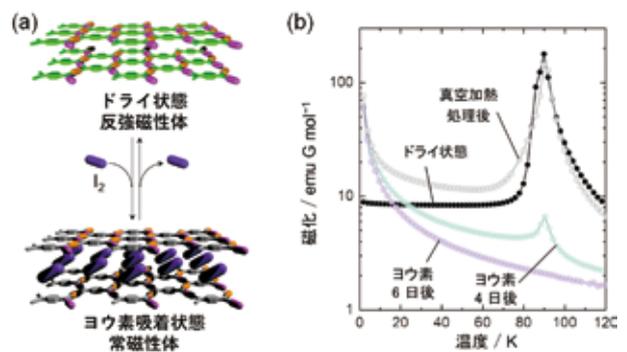
磁石は、玩具から駆動系(モーターなど)を有するさまざまな家電製品や機器、スマートフォンから医療機器まで、広範囲にわたって身の回りで使われており、快適な日常生活を送る上で必要不可欠な材料となっています。強力な磁力を持つ磁石の開発は素子の小型化や安定化へとつながるため、常に社会から要求される重要な課題の一つです。また、近年では従来の磁性体では実現不可能であった機能性の発現などの「磁石の高機能化」が求められるようになっていきます。

今回開発された材料は分子性多孔性材料の一種で、層状構造になっており、その層の間にジクロロメタンやヨウ素などの小分子を出し入れできるのが特徴です(図a)。元々、この分子性多孔性材料は反強磁性体と呼ばれる磁気秩序を持つ磁石の一種ですが、ヨウ素を吸着させると磁石ではなくなる(常磁性状態)ことを確認しました(図b)。逆にこの材料は、真空加熱処理でヨウ素を脱離させることにより、元の状態へと戻ります(図b)。本研究における、吸着分子とホスト骨格の間での直接的な電子授受により駆動する可逆磁気相変換は世界初観測であり、新たな駆動原理により「化学物質による物性制御」を実現したという点で、高機能分子デバイスの実現に向けて、基礎・応用の両面から大変意義深い結果だと考えられます。今後は「化学-物理変

換」のコンセプトを用い、多成分認識などの応用研究へと展開していく予定です。

この研究成果は、2022年2月21日付けでドイツ科学誌「Angewandte Chemie International Edition」にオンライン掲載され、Back Coverとしても選出されました。

張 俊 (新領域創成研究部)



(a) 層状分子骨格へのヨウ素分子吸着の模式図。(b) ヨウ素分子の吸着前後における磁化の温度依存性(外部磁場100 Oe)。ヨウ素吸着前(黒)では、反強磁性体であることを示す鋭いピークが90 Kに現れている。ヨウ素を吸着させると、ピークの強度が次第に減少し(4日後、緑)、6日後には完全にピークが消失する(紫)。ピークの消失は、分子骨格が磁気秩序を失った状態(常磁性状態)になったことを意味している。真空中加熱処理によりヨウ素を脱離させることで、分子骨格の反強磁性秩序は元へと戻る(灰)。

Topics

第3期(令和4年度採用)TI-FRISフェローに 山根助教、木村助教ら

第3期(令和4年度採用)TI-FRISフェロー(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)が決定しました。本研究所からは山根結太助教と木村成生助教が、高橋有紀准教授(福島大学)、Lam Pui Ying助教(秋田大学)、後藤太一准教授(本学電気通信研究所)とともに採用されました。第3期TI-FRISフェローは、学際融合研究交流会(TI-FRIS/FRIS Hub Meeting)や学際融合研究者育成合宿(TI-FRIS/FRIS Retreat)への参加などすでに活発に活動を始めており、学際研教員との交流も進んでいます。引き続き皆様のご理解とご支援をお願い申し上げます。

藤原英明(企画部)

高橋有紀 准教授(福島大学 人文社会学群 行政政策学類)
関連領域 / 人間・社会

Lam Pui Ying 助教(秋田大学 大学院理工学研究科)
関連領域 / 生命・環境

山根結太 助教(東北大学 学際科学フロンティア研究所)
関連領域 / デバイス・テクノロジー

木村成生 助教(東北大学 学際科学フロンティア研究所)
関連領域 / 先端基礎科学

後藤太一 准教授(東北大学 電気通信研究所)
関連領域 / 物質材料・エネルギー



高橋有紀 准教授



Lam Pui Ying 助教



山根結太 助教



木村成生 助教



後藤 太一 准教授

Event Report

FRIS/TI-FRIS Retreat 2022 開催報告

和令4年7月21~22日、研究交流会『FRIS/TI-FRIS Retreat 2022』を開催しました。このイベントは、FRIS/TI-FRISの全領域の研究者が集まって議論をすることによってお互いの研究内容への理解を深め、分野の垣根を越えたコラボレーションのきっかけを作ることを目的として企画されています。今年は和令2年度以降初めて、蔵王合宿&オンラインのハイブリッド形式での開催が実現しました。計65名の方にご参加いただき、早瀬所長、金尾英佑先生(京都大学)、篠崎健二先生(産業技術総合研究所)、末光真希先生(宮城学院女子大学)の3名の招待講演者からご講演

頂きました。また、パネルディスカッション、自由討論では、主に研究スペース、FRIS CoRE、共同研究などに関して有意義な議論が行われました。2日目は29件の対面形式ポスター発表が行われ、多数の共同研究の試みが活発に議論されておりました。最後に来年度のRetreat開催に向けた意見交換もできましたので、次回を楽しみに待ちたいと思います。講演者の先生方、運営スタッフの皆様、参加者の皆様、開催にご協力いただきありがとうございました。

河野直樹(TI-FRISフェロー/秋田大学)
佐藤伸一、塩見こずえ(新領域創成研究部)



盛り上がるポスターセッション



集合記念写真

学際科学フロンティア研究所 令和4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
熊谷 龍一 准教授 (教育学研究科)	大学の理系研究室運営に活用可能なメンタリングツールの開発
吉川 貴子 助教 (医学系研究科)	神経発達障害の性差を生み出す脳発生プログラムの解明
青木 英恵 講師 (工学研究科)	ナノマテリアルサイエンスを通じた女子高生に対する工学マインドの醸成
丹藤 由希子 助教 (加齢医学研究所)	母体環境変化の影響を孫世代に伝える因子の同定
船本 健一 准教授 (流体科学研究所)	細胞の代謝と機能変化を可視化する計測融合解析技術の創成
松平 泉 助教 (スマート・エイジング学際重点研究センター)	子どもが創る家族のかたち - 「〇〇家らしさ」の生物学的基盤の探究 -

学際研究共創プログラム

研究代表者名	課題名
郭 媛元 助教 (FRIS)	新規末梢型肺癌診断法の確立のため能動ファイバセンサの開発
張 俊 助教 (FRIS)	磁性金属-有機複合骨格に基づくゲスト応答性薄膜の開発
佐藤 伸一 助教 (FRIS)	タンパク質変性領域の可視化技術の開発と効率化
安井 浩太郎 助教 (FRIS)	身体性に基づく動物ナビゲーション行動の発現原理の探求

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

新たな助教を迎えての「Spring Meeting」、FRIS と TI-FRIS の合同合宿「Retreat」、各セミナーなど、対面で開催された研究交流イベントの様子をご紹介しました。毎月開かれる「Hub Meeting」も盛り上がっています。次は「イモニケーション」を…。青葉山駅から学際研に続く道端にある栗の木からは、緑色のイガが落ち始めました。

藤原英明 (企画部)

FRIS news No.14

 [2022. 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 Twitter

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

