

FRIS news No.15

東北大学 学際科学フロンティア研究所ニュース 第15号

2023.02

Contents

巻頭言

Topics

- ・郭媛元助教「Innovators Under 35 Japan 2022」に選出
- ・2022年度JST戦略的創造研究推進事業に岡本助教、飯浜助教、阿部助教が採択

Event Report

- ・「第4回 総長・FRIS 若手研究者学際研究懇談会」開催
- ・第27回学際研セミナー「高インパクトの研究成果創出に向けた研究倫理の基礎知識」開催
- ・第28回学際研セミナー「科学プレゼンテーションにおけるデザイン術」開催
- ・「第7回FRIS-DIARE Joint Workshop」ハイブリッド開催
- ・マテリアル×女子高生×Laboratory「マテジヨLABO」プロジェクト
- ・The 6th FRIS-TFC Collaboration Event Workshop
"Biosystems Design - From nanotechnology to microfluidics in biotechnology"

Press Release

- ・分子モーターキネシンが細胞の突起の長さを調節するしくみ
- ・ブラックホールが駆動する電波ジェットへのプラズマの供給機構を発見
- ・宇宙最大の爆発現象の隠れたエネルギーを初測定
- ・学際研出身の研究者3氏、在籍時の研究成果をプレスリリース

Research Topics

- ・山形県米沢市の古墳人骨から「置賜の女王」の生前の姿を復元
- ・学際研究支援プログラム：哺乳類精子機能制御デバイスによる優良精子選別法の開発
- ・学際研究支援プログラム：口腔細菌および腸内細菌のセンシングデバイスと簡易迅速評価装置

海外渡航レポート

- ・MPI for Extraterrestrial Physics
X線天文学を通じての新たな共同研究の構築
- ・Imperial College London
イギリスで新しいセンシング機構を探る

編集後記

© Maksim Bitiukov



学際科学フロンティア研究所（学際研、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、1. 先端的学際研究の推進、2. 学内学際研究の発掘、3. 若手研究者の育成の3つの柱を設けて、研究教育活動を推進しています。本研究所の特色は、学問領域を学際研究の観点から分類した「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4名、准教授5名、助教39名（令和5年1月1日現在）の研究者集団が学際研究を推進していることです。

学際研の若手研究者育成では、令和4年度は新たに7名の助教を国際公募により採用しました。発足時からの採用者は119名となり、東北大学をはじめ国内外の研究機関等で活躍しています。学際研と学内の研究科・研究所等との連携による特徴的な若手研究者キャリアアップ支援制度は学際研テニュアトラック制度として拡張され、令和4年度から実施されています。令和3年度にスタートした協働的研究環境 FRIS CoRE による若手研究者のスタートアップと学

際共同研究の支援環境も活用され、研究成果が生み出されています。学際融合東北拠点 TI-FRIS では、東北地域の7大学から TI-FRIS フェローとして選抜された若手研究者が、学際研の若手研究者と研究交流を行っています。日韓交流プロジェクトや多くのセミナーも行われています。

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

郭媛元助教「Innovators Under 35 Japan 2022」に選出

郭媛元助教がMITテクノロジーレビュー [日本版] 主催のアワード「Innovators Under 35 Japan 2022」で、未来を創る35歳未満のイノベーターの1人に選出されました。郭助教は、独自に開発した多機能ファイバーを使い、複雑な脳機能の解明を目指した学際的な研究を展開しています。

「Innovators Under 35」は、米国マサチューセッツ工科大学 (MIT) のメディア部門「MITテクノロジーレビュー」が主催する国際アワードで、世界的な課題解決に取り組み、数十年間の未来を形作る、独創的で才能ある35才未満の若きイノベーターの発掘を目的としており、国際的に権威あるアワードとして高く評価されています。「Innovators Under 35 Japan」はその日本版にあたり今回が3回目の開催です。

郭媛元助教からの喜びの言葉です。

この度、大変栄誉ある「Innovators Under 35 Japan」の一人に選出されて、大変光栄です。誇らしい気持ちよりも、恐縮な気持ちを抱いております。今回受賞対象となった研究成果は、私一人のみの成果ではなく、研究活動をご支援助けくださった多くの皆さまのおかげです。一緒に研究を推進している研究チームのスタッフ、学生、国内外の共同研究者のみなさまにあらためて御礼申し上げます。また、日頃より多大なご支援を頂いております学際研の先生方及び事務の皆様にも心より感謝申し上げます。加えて、本賞に推薦下さった方々、MIT Technology Review Japan の関係者の方々にも御礼申し上げます。

私は、自分自身が凡人だと思っておりまして、ただ好きな研究を自由に行うことができ、日々楽しみながら、試行錯誤し、ひとつひとつの積み重ねにより、なんとか少しずつ成長できていると感じております。また、周りの優秀な学生、仲間、同僚の先生方に恵まれていて、日々感謝しております。最近のこの一年で、自分の研究チームを立ち上げ、学生が研究に夢中になる姿、成長する姿を見ることができまして、心から多大な喜びと充実感を感じております。学生と共に成長する機会をいただけることも大変感謝しております。

今回は Innovator Under 35 Japan の一人に選ばれて、さらに新しい発想とアイデアの実現に向け、今後も努力を惜しまず研究を続けるようにという、力強い応援を戴いたものと存じます。この栄誉を糧に、今後とも独創的なファイバセンサーの研究に全力を尽くし、多機能ファイバ技術の実用化や起業を目指す所存です。今後とも、ご指導、ご鞭撻を賜りますようお願い申し上げます。

郭媛元（新領域創成研究部）



授賞式授賞式



ショートプレゼン

Topics

2022年度 JST 戦略的創造研究推進事業に岡本助教、飯浜助教、阿部助教が採択

国立研究開発法人科学技術振興機構（JST）の2022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岡本泰典助教および飯浜賢志助教が、戦略的創造研究推進事業（ACT-X）に阿部博弥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。

藤原英明（企画部）

戦略的創造研究事業（さきがけ）採択

岡本泰典助教



研究開発領域
「原子・分子の自在配列と特性・機能」
研究開発課題
「金属イオンのタンパク質内精密多点配置による機能創出」

飯浜賢志助教



研究開発領域
「情報担体とその集積のための材料・デバイス・システム」
研究開発課題
「マグノンを情報担体とした光マグノニックリザーコンピューティング」

戦略的創造研究事業（ACT-X）採択

阿部博弥助教



研究領域
「リアル空間を強靱にするハードウェアの未来」
研究課題
「生体接着する生物模倣バイオセンサー」

Event Report

「第4回 総長・FRIS 若手研究者学際研究懇談会」開催

令和4年10月19日、学際科学フロンティア研究所において、大野総長、小谷理事・副学長（研究担当）の出席のもと、またオンラインで青木理事・副学長（企画戦略総括）の参加の出席のもと、第4回の総長とFRIS若手研究者の学際研究懇談会を開催しました。

当日は、新領域創成研究部の教員（助教）6名が本所での研究成果を発表し、活発な質疑応答が行われました。また、大野総長からは、「研究第一主義」の伝統を守りつつも新たな力強い大学に向けた改革案など、今後の東北大学の方向性（大学ファンド対応を含む）についてご説明いただきました。その後、若手研究者から意見が活発に交わされました。大野総長、小谷理事、青木理事からは若手研究者に対し、より一層の飛躍に対する期待と応援のメッセージをいただきました。

最後に早瀬所長から懇談会閉会にあたっての挨拶があり、若手研究者と大野総長、小谷理事、青木理事との意見交換の機会を今後も継続的に設けたい旨の発言がありました。



研究成果発表者：

上野裕助教（物質材料・エネルギー領域）

「不安定化学種の新科学」

佐藤伸一助教（生命・環境領域）

「タンパク質化学修飾による生命現象の解明研究」

SUN Sai 助教（情報・システム領域）

「Spontaneous rhythms of body, mind, brain」

石井琢郎助教（デバイス・テクノロジー領域）

「尿道内の複雑流動に対する高フレームレート超音波撮像技術の開発」

中安祐太助教（人間・社会領域）

「Utilization of biomass resources for sustainable lifestyle」

北嶋直弥助教（先端基礎科学領域）

「宇宙の起源とダークマターに関する研究」

奥村正樹（新領域創成研究部）



Event Report

第27回学際研セミナー 「高インパクトの研究成果創出に向けた研究倫理の基礎知識」開催

令和4年12月13日に、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第27回学際科学フロンティア研究所セミナー「高インパクトの研究成果創出に向けた研究倫理の基礎知識」を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) 学術インパクト講座と兼ねて開催しました。本セミナーでは、学際研研究公正アドバイザーの才田淳治教授と研究推進・支援機構 URA センターの稲穂健市特任教授に講演をお願いし、高インパクトの研究成果を創出・発表する上で、研究者や管理者、支援者が備えておくべき研究倫理の基礎知識について、成果の適切な投稿先・発表先の選択、および著作権の取り扱いについて、それぞれ解説いただきました。

才田教授は、「研究成果の公正な発表に向けて」と題した講演の中で、近年巧妙化しているハゲタカジャーナル・



セミナーの様子

ハゲタカ会議からの勧誘について、実例を交えて情報や対策を示しました。また、稲穂特任教授は、「研究活動及びその関連活動において考慮すべき著作権」との題目で、著作権の構成要素、対象と要件について説明し、研究活動や

研究広報における留意点や対策などについて詳しく紹介されました。

いずれの講演にも、踏み込んだ質問が投げかけられ、また閉会後も個別に質疑応答がなされるなど、参加者には有益な情報であったことが伺われました。



稲穂健市特任教授



才田淳治教授

第28回学際研セミナー 「科学プレゼンテーションにおけるデザイン術」開催

令和5年1月11日に、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第28回学際科学フロンティア研究所セミナー「科学プレゼンテー

ションにおけるデザイン術」を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) 学術インパクト講座と兼ねて開催しました。今回のセミナーでは、学際研新領域創成研究部出身の研究者で、「伝わるデザインの基本 (技術評論社)」などの著書があり文書デザインにも詳しい千葉大学理学部・大学院理学研究院の高橋佑磨准教授に、論文や学会発表スライドでアピール力が向上するデザイン術について講演をお願いしました。

学内や TI-FRIS 参画大学の研究者、学生、職員等から多くの参加申込をいただき、オンサイトとオンラインの合計で約 90 名の方にご参加いただきました。セミナーでは、資料作成時のデザインについて楽しく学べる内容に対して、質問も活発に投げかけられるなど、盛会とすることができました。講師の高橋先生、および参加者の皆様に深く感謝申し上げます。

今後も、本学および本研究所の研究者にとって有益なセミナーの開催を検討、企画していきたいと思えます。

鈴木一行 (企画部)



高橋佑磨准教授

Event Report

「第7回FRIS/DIARE Joint workshop」開催 3年ぶりに対面を含むハイブリッド形式

令和4年8月1日に第7回 Joint Workshop が、学際科学フロンティア研究所 (FRIS) 及び学際高等研究教育院 (DIARE) の主催により、片平さくらホールにおいて3年ぶりに対面開催されました。全ての教育院生にとって初めての対面企画でした。交流時間を確保するため、例年とは異なり全教育院生が発表対象のポスターセッション形式とし、より多くの学生と知り合える仕組みを整えました。現地参加が難しい学生にも発表機会を平等に設けるためハイブリッド形式としました。今回の JW では95名が発表をおこない、そのうち対面参加者は約70名でした。FRISの助教数名も参加していただき学生と議論を交わしていました。事後アンケートでは、全ての対面参加者が教育院生同士の交流に役立てることができたと回答し、オンライン参加者も日程が合えば対面参加を希望しています。また教育院OB・OGやFRIS教員と知り合い将来設計の相談の場としたい声も散見されました。

演者と直接議論できる対面交流は非常に意義のある会であり、需要を改めて実感する JW でした。今後も必要な対策を講じた上で、自由な発想で学際研究が発展する場を目指します。来年度も皆様のご参加をお待ちしております。

波田野悠夏 (新領域創成研究部)



マテリアル×女子高生×Laboratory 「マテジヨ LABO」プロジェクト

今年、東北大学では、Diversity, Equity and Inclusion 宣言がなされ、多角的な視点を有する多様な研究者が継続して参画・活躍する場の醸成が望まれています。東北大学の工学系に進学する女子学生の比率は12% (令和4年度、全学では24%)と低いため、工学系への女性研究者の積極的なリクルートは男性主体の研究体系に新たな学際風を呼び込む大きな潜在性を有しています。しかしながら、多くの女子高生にとって工学系実験はなじみが薄く、工学系に対する潜在的な苦手意識「アンコンシャスバイアス」が指摘されています。

マテリアル×女子高生×Laboratory「マテジヨ LABO」プロジェクトは、女子高校生に東北大学での実践的な研究活動を体験してもらい、工学系の女性研究者の裾野を拡大することを目的として企画されました。令和4年は、安全面に配慮し、6名の高校生にご参加いただきました。初回は増本博教授による公開講演会「材料学ってなんだろう？」に始まり、夏休み期間に4回の実験(成膜実験、組成分析、磁化測定、構造解析)を行いました。高校では習わないプラズマや磁石のふしぎ、大学の大きな実験設備の原理など熱心に聞き入っていました。

最終日は、金属材料研究所の今野豊彦教授のご協力のもと、公開講演会「ナノスケールの世界 材料科学へのいざないと電子顕微鏡」のあと、電子顕微鏡室をオンラインでつないだリアルタイム観察実演会の二本立てで行いました。



身の回りで活躍する材料組織の開発ストーリーから電子顕微鏡に映る結晶の見かたについて分かりやすく解説していただきました。現在は成果報告会に向けて協力して実験データのまとめに取り組んでいます。最近是他校の生徒同士で打ち解けた様子がみられます。マテジヨ LABO を通じて、大学工学部でこのようなほほえましい研究の輪を広げて参ります。

本プロジェクトは令和4年度に採択いただいた領域創成研究プログラムの支援で行われております。本企画の実現にお力添えをいただきました学際科学フロンティア研究所、仙台第二高等学校、宮城第一高等学校、未来型科学者の卵養成講座の先生方にこの場を借りて深くお礼申し上げます。本研究成果は、2月14日のTI-FRIS/FRIS Symposium 2023および3月11日の未来型科学者の卵養成講座「成果報告会」にて発表する予定です。

今年度の活動内容や次年度の募集についてはマテジヨ LABO ウェブサイトをご覧ください。

青木英恵
(工学研究科 講師)



マテジヨ LABO ウェブサイト



Event Report

The 6th FRIS-TFC Collaboration Event Workshop on Biosystems Design -From nanotechnology to microfluidics in biotechnology

令和4年12月8日に「The 6th FRIS-TFC Collaboration Event, Workshop on Biosystems Design-From nanotechnology to microfluidics in biotechnology」を東北大学知の館（片平キャンパス）においてハイブリッド開催しました。

本ワークショップでは、Biosystems に関するDNA origami, biosensing, microfluidics を基盤とした国内トップレベルの研究を遂行する気鋭の研究者を講師陣として招待し、最新のトピックを中心に研究紹介をしていただきました。

基調講演者としてAmy Shen先生（沖縄科学技術大学院大学教授）をお招きし、「Using microfluidics to probe complex flows in biomimetic systems」というタイトルで、マイクロ流体を用いた最先端の複雑流動の可視化および解析技術について発表していただきました。招待講演では、船本健一先生（東北大学流体科学研究所 准教授）に「Microfluidic platform for investigation of hypoxic responses of eukaryotic cells」というタイトルで、マイクロ流体を軸とした真核細胞の低酸素反応の高度な計測技術についてご紹介頂きました。鈴木勇輝先生（三重大学 准教授）には「Creation of nano- and microscale structures from DNA」というタイトルで、DNA ナノテクノロジーの基礎から応用まで幅広い視点で研究成果についてご紹介頂きました。佐藤佑介先生（九州工業大学 准教授）には「Construction of bio-inspired artificial molecular systems and devices based on DNA nanotechnology」

というタイトルで、DNA を用いた液-液相分離現象や脂質二重膜の相分離現象に関する研究成果について共有して頂きました。庄司観先生（長岡技術科学大学 准教授）には、「Electrode-Tethered DNA Nanopore Systems for Nanopore Sensing」というタイトルで、膜を介したイオン輸送のDNA ナノポアセンシングの研究成果についてご発表頂きました。

各講演者の発表後の質疑応答だけでなく、ワークショップ終了後にも研究者間の活発な議論が行われました。本ワークショップを通じた生命・工学分野を融合した学際研究の推進が期待されます。

馬淵拓哉（新領域創成研究部）



Press Release

分子モーターキネシンが細胞の突起の長さを調節するしくみ

神経細胞は軸索と呼ばれる突起を伸ばしており、この軸索を他の神経細胞や筋肉の細胞とシナプスを介して連結して情報を伝達します。神経細胞の軸索が長すぎると正常な神経ネットワークが形成されなくなってしまいます。正常な神経ネットワークを形成するために、軸索の長さを適切にコントロールする仕組みが必要です。

軸索内部は微小管と呼ばれるチューブによって裏打ちされています。微小管が軸索の構造を支える骨組みとして働き、この微小管の組み立てや分解によって軸索の長さはコントロールされます。そのメカニズムを研究するために今回私たちは線虫と呼ばれる生物の神経細胞の軸索を解析しました。

ヒトで軸索の長さに異常が起こって神経疾患を引き起こす遺伝子の中に KIF21A があります。私たちは線虫も KIF21A 遺伝子を持っていることに気づきました（ややこしいことに KLP-12 という別の名前がついています）。線虫の KIF21A 遺伝子を欠損した変異体（= KLP-12 を欠損した変異体）を調べたところ、KIF21A 遺伝子の変異が引き起こすヒトの疾患と同じように、変異体線虫の軸索が異常に長くなっていることがわかりました（左図）。

精製した KLP-12 を精製した微小管に混ぜると、微小管の伸長を阻害しました。そのため、KLP-12 は微小管の伸長を阻害することによって、神経細胞の軸索の長さを調節していると考えられます。

ヒトの神経組織を用いた実験は倫理的、技術的に非常に難しいです。今回の私たちの研究でヒトと線虫で共通のメカニズムがあることがわかったので、軸索の長さが変わるヒト疾患の研究のモデルとして線虫を用いることができそうです。

丹羽伸介（先端学際基幹研究部）



野生型では軸索の先端が隣の細胞に重ならない。

KLP-12 がないと軸索の先端が隣の細胞と重なるようになる

Press Release

ブラックホールが駆動する電波ジェットへのプラズマの供給機構を発見

我々の住む天の川銀河を含め、銀河の中心には太陽の質量の100万倍から100億倍程度の質量をもつ超巨大ブラックホールが存在しています。一部の超巨大ブラックホールからは、電波ジェットと呼ばれるほぼ光速で運動するプラズマ噴出流からの電波信号が定常的に観測されています。ブラックホール近傍では物質はブラックホールへと落ち込んでしまうため、何らかの機構で電波放射に必要なプラズマが電波ジェットへと供給されているはずですが、しかし、プラズマの供給機構は電波ジェットの発見から50年が経過した現在も未解明であり、宇宙物理学の大きな謎となっています。これまでに提案されてきたプラズマ供給機構では、電波ジェットの観測から要求される量の1%以下という少量しかプラズマを供給できませんでした。

私たちの研究チームでは、ブラックホール近傍で磁気

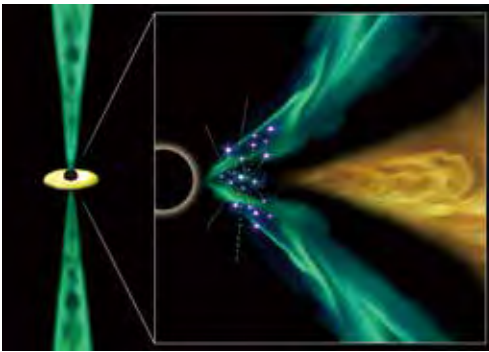


図1 電波ジェットへのプラズマの供給機構の概念図。左側に降着プラズマと電波ジェットを含む広域図、右側にブラックホール近傍の詳細図を示している。ブラックホール表面付近で磁気エネルギーが解放され、高エネルギーの光子が生成される。光子同士が相互作用することで上空にプラズマを生成し、電波ジェット領域へとプラズマを供給する。(クレジット: 当真賢二)

エネルギーが効率的に高エネルギーの光子へと変換されるフレア現象が発生する理論モデルを構築し、電波ジェットの観測から要求されるプラズマの供給量の説明に初めて成功しました。この理論モデルでは、ブラックホール表面付近の小さな領域で生成された高エネルギー光子同士が相互作用することでブラックホール近傍に多量のプラズマを供給することができます。また、天の川銀河の中心にあるブラックホールの Sgr A* の電波ジェットは暗くて現在の装置では観測できず、初めてブラックホールの画像が撮られた巨大楕円銀河 M87 の電波ジェットは明るく見えることも自然に説明できます。

Sgr A* や M87 のブラックホールが駆動する短い時間のフレア現象の高エネルギー光子は次世代の X 線観測衛星によって検出可能であり、将来の X 線天文学によって電波ジェットの謎の解明が期待されます。

木村成生 (新領域創成研究部)

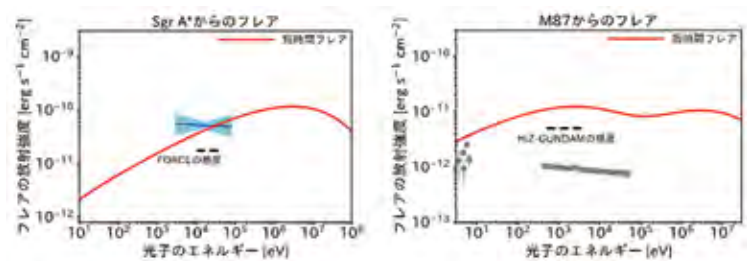


図2 ブラックホールが駆動するフレア現象の放射強度分布。左側は天の川銀河中心の超巨大ブラックホールである Sgr A*、右側が近傍の巨大楕円銀河 M87 の超巨大ブラックホールからのフレアを表す。実線はフレアの理論予言、左図の青線は過去に観測されている長時間フレアの数値データ、右図の灰色の点は静穏時の観測データを表す。図中の点線は将来の X 線観測衛星計画の感度を表す。(クレジット: Kimura et al.)

宇宙最大の爆発現象の隠れたエネルギーを初測定

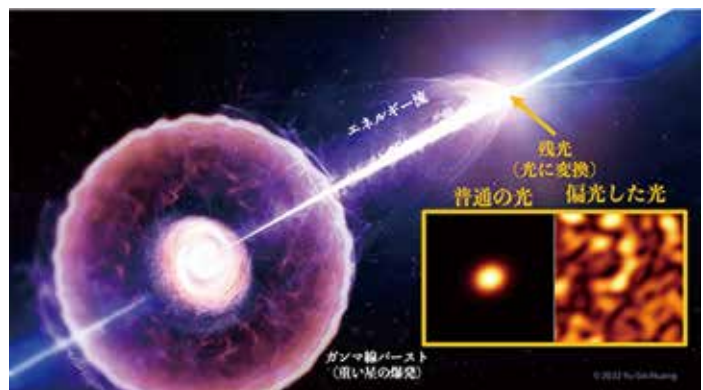
ガンマ線バーストは1日に数件程度、宇宙のランダムな方向で観測される突発天体です。そのエネルギーは膨大であり、宇宙最大の爆発現象と言われています。ある種族は重力波放射を伴う中性子星同士の合体等によって発生すると考えられており、別の種族は100億光年以上先で起こる特殊な重い星の爆発であり、宇宙の成り立ちを探るためにも重要な現象です。私は、ガンマ線バーストからの光の振動方向の偏り(偏光)が爆発メカニズムの解明の鍵になることに早くから注目し、この分野の研究を世界的に牽引してきました。その中で2010年にガンマ線偏光の世界初検出、2012年に円偏光の世界初検出、2017年に電波偏光の世界初検出を成し遂げ、それらの理論的解釈を行ってきました。

今回、私は、2019年12月21日に発生したガンマ線バーストに対し、台湾中央大学の浦田裕次博士やイタリア国立天体物理学研究所のStefano Covino博士らと協働し、可視光と電波の同時偏光観測に世界で初めて成功しました。そのためにヨーロッパ南天天文台が運用する超大型望遠鏡と世界最大の電波望遠鏡アルマを用いました。研究チームのこれまでの観測経験をもとに、偏光観測に適切かをすばやく見極める手法を確立していたことが同時偏光観測の成功につながりました。

た。その結果、電波の偏光度は可視光よりも低いことが明らかになりました。この偏光度の差は見えない電子が存在することを示しており、このガンマ線バーストの本当の爆発エネルギーはこれまでの方法の推定より3.5倍以上大きいことがわかりました。

爆発エネルギーがもし10倍以上大きければ、ガンマ線バーストの起源となる星の重さや爆発の理論の修正を迫ることになります。これから観測例を増やし、宇宙初期に誕生した星の重さを推定することで宇宙の進化史の解明につながると期待されます。

当真賢二 (先端学際基幹研究部)



学際研出身の研究者3氏、在籍時の研究成果をプレスリリース

令和3～4年度まで本研究所に在籍していた3名の研究者が、在籍時に実施していた研究テーマにおける成果を論文として出版し、また、それぞれ東北大学他からプレスリリースしました。

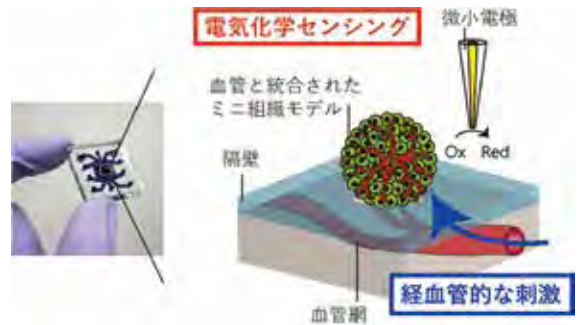
大学保一氏（現・公益財団法人がん研究会プロジェクトリーダー）らは、ヒト培養細胞を使用して、全ゲノムにわたりDNAポリメラーの機能を解析する方法「Pu-seq法」を開発し、主要なDNAポリメラーゼと言われていたPol εとPol αそれぞれが主にリーディング鎖・ラギング鎖合成に関与することを明らかにしました。この研究成果は『Nature Communications』誌に令和4年11月24日付で掲載されました。

梨本裕司氏（現・東京医科歯科大学生体材料工学研究所准教授）らは、電気化学センサの一種である、走査型電気化学顕微鏡（SECM）を用い、血管と統合されたミニ組織モデルの酸素代謝活動を評価するシステムを開発しました。また、実際にがんのオルガノイド（がんのミニ組織）に実際に応用して酸素代謝の変化を元に薬剤効果の評価が可能であることを確認しました。この研究成果は『Biosensors and Bioelectronics』誌に令和4年10月29日

付で掲載されました。

中嶋悠一朗氏（現・東京大学大学院薬学系研究科講師）らは、クラゲ類の初期胚の遺伝子を効率よく、かつシステムティックに発現抑制（ノックダウン）する手法を確立し、マイクロインジェクションが困難なエダアシクラゲの受精卵において、初めて遺伝子操作を実現しました。この研究成果は『Scientific Reports』誌に令和4年9月30日付で掲載されました。

藤原英明（企画部）



梨本裕司氏らが開発したミニ組織モデルの血管統合システムと酸素代謝計測システム。(左) マイクロ流体デバイスの写真、(右) 電気化学センシング、経血管刺激の模式図。(クレジット：Yuji Nashimoto et al.)

Research Topics

山形県米沢市の古墳人骨から「置賜の女王」の生前の姿を復元

山形県米沢市の戸塚山137号墳から1体の女性人骨が出土したのは1982年のことです。埋葬されていたのは身長約145cm、40歳前後の女性で、5世紀頃の有力者であったと推定されます。古墳時代の東北地方で支配階級だった人々の姿を知ることは現代日本人の成立を探る上で重要な意義を持つため、発掘当時から大きく進んだ研究成果を生かした戸塚山137号墳の被葬者の総合的な復元プロジェクトが、米沢市教育委員会や東北学院大学などと合同で進められてきました。



図1 復元製作過程

私は、頭の骨（頭蓋）の形に基づいて顔貌を学術的に再現する復顔を担当しました。右の大部分が欠損していた頭蓋に、残さ

れている左の形を反転させるなどのデジタル処理を加えて失われている部分を補ったレプリカ模型を作成後、粘土によって立体的に顔貌を復元しました（図1(a)～(d)）。この原型に基づいて、(株)サンク・アールによりコンピュータグラフィック上で皮膚面のテクスチャなどが刻まれ、さらに国立科学博物館によってDNA解析から判明した髪型や肌の色などの情報が加えられました（図1(e),(f)）。髪型や服装については、出土した副葬品等の背景が考古学・文化人類学的な視点から考証され、復元が完成しました（図2）。

本研究では、解析手法の発展により発掘調査後40年を経ている人骨から新たな情報を得ることができました。今後は近くの福島県喜多方市灰塚山古墳から出土した男性首長の人骨と比較することで、古墳時代の東北地方に君臨した支配者の姿を明らかにする事が期待されます。なお本研究はJSPS科研費の助成を受けて行われました（代表：波田野悠夏、多領域横断的新手法を用いた東北地方古墳時代女性首長頭蓋の復元）。



(株)サンクアール社

波田野悠夏（新領域創成研究部）

波田野悠夏
（新領域創成研究部）



図2 ゲノム解析結果による皮膚色及び髪型・衣装を含めた総合的な復元像

Research Topics

学際研究支援プログラム：

哺乳類精子機能制御デバイスによる優良精子選別法の開発

これまで、ヒトの不妊やウシやブタの生産性低下は主に卵子の質および量的な問題に起因するとされ精子の問題は軽視されてきました。しかし近年では、生殖補助医療や動物生産の場において精子の質的な低下に起因する問題も指摘されています。そのため良質な精子選別手法の開発が求められています。

私たちの研究グループにおいては、精子機能調節因子と精子の運動性を利用しデバイス装置を組み合わせることによって優良精子の選別手法の開発に資する研究を行いました。その結果、神経伝達物質であるドーパミン（ヒト）、GABA（マウス・ブタ）、アセチルコリン（マウス）、ニューロテンシン（マウス・ウシ）やケモカイン（ウシ）の受容体が精子に存在し、それらの添加によって、精子の運動性持続時間の延長、精子の超活性化運動の促進、精子の受精能獲得の向上、受精卵の発育状態の至適化、などの精子機能を制御できることを報告しました。

また私たちの研究グループでは、ゲノム編集により軸糸ダイニン軽鎖ドメインである *Axdnd1* 欠損マウスを作出し、

そのマウスを調べることによって重篤な精子形成不全や異常精子を報告しました。これはヒトの男性不妊のモデル動物としての利用が期待できます。

さらにマウスにて pH 処理とデバイス装置を組み合わせることによって、ある程度の性差の制御が可能であることを見出しました。例えば、乳牛であればミルクを出すことができる雌ウシが求められますが、これは性によって大きく価値が異なる動物生産の場において非常に役に立つ研究と考えられます。

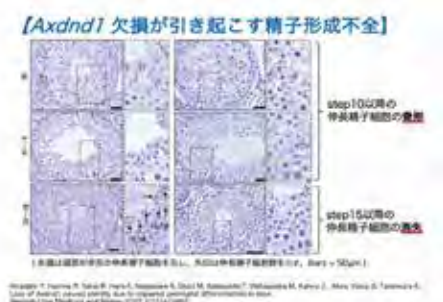
以上から、本研究で開発したデバイスと機能調節因子の組み合わせによって優良な精子の選別が期待できると考えられます。

研究代表者：種村健太郎（農学研究科）

共同研究者：有馬隆博（医学研究科）、船本健一（流体科学研究科）、原塑（文学研究科）

協力研究者：平舘裕希（大阪大学）、吉野大輔（東京農工大学）、岩田尚孝（東京農業大学）、木村康二（岡山大学）

種村健太郎（農学研究科 教授）



学際研究支援プログラム：

口腔細菌および腸内細菌のセンシングデバイスと簡易迅速評価装置の開発

口腔細菌や腸内細菌と健康状態や病気との関連性が社会的に注目されています。これらの微生物は通常 PCR、ELISA 等の生化学的手法により評価されますが、洗浄工程、実験の煩雑さ、高コスト等の課題があります。筆者らは磁性ナノ粒子（抗体添加）と微生物等を抗原抗体反応させ、磁性ナノ粒子と生体物質による凝集体の磁気特性（磁化率、磁化曲線等）が抗原量に高感度に変化する原理に基づく新しい生体物質センサを開発しました。筆者らはスイッチ磁界に対する磁性ナノ粒子凝集体の応答性の変化を利用し、ポータブル試作機（図1）を試作しました。複数の口腔細菌 (*Fusobacterium nucleatum*, *S. mutans*, *E. coli*, *P. gingivalis*, *P. aeruginosa*, *S. aureus* 等) および腸内細菌 (*B.*

longum 等) の正確な評価に成功するとともに高齢者等の唾液中の微生物（生菌）の定量検出に成功した（図2）。開発した試作機は検出精度は 10¹ (CFU/mL) 台までの評価が可能であること、抗原抗体反応後の洗浄処理等を省き、IoT 技術により自動的にデータ保存や処理が可能です。本試作機は可搬型センサによるリアルタイム評価可能であることから、病院、手術室、高齢者施設、在宅診療、イベント会場、飲食店、食品工場、第一次産業、教育機関等の様々な場所における、非常に広範囲な日常的な感染症対策、食中毒対策、迅速診断等に適用可能性があります。

藪上信（医工学研究科 教授）



図1 ポータブル微生物センサ

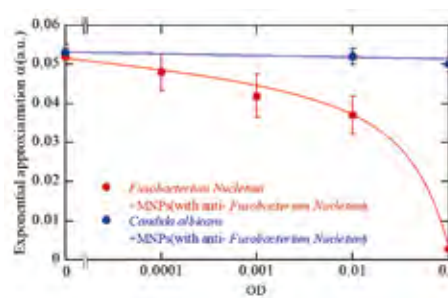


図2 *Fusobacterium nucleatum* の検出結果

MPI for Extraterrestrial Physics (若手リーダー海外派遣) X線天文学を通じての新たな共同研究の構築

派遣先：Max Planck Institute for Extraterrestrial Physics / ドイツ
期間：2021.3.15 - 9.14

本若手リーダー海外派遣プロジェクトを利用し、半年ほどドイツのマックス・プランク地球外物理学研究所 (Max Planck Institute for Extraterrestrial Physics; MPE) にて研究を行いました。MPE はミュンヘン郊外のガルヒングという小さな街のはずれに位置し、あたり一面畑が広がるような環境で生活ができる反面、ミュンヘンに直結する地下鉄の駅が存在して利便性も良いです。なので田舎と都心の良いところ取りが可能な不思議な街です。

今回の滞在の目的は大きく2つあり、1つはMPEがリードするX線天文衛星 eROSITA のデータとすばる望遠鏡の HSC で取得した可視光データを組み合わせ、今まで見過ごされてきたような特殊な超巨大ブラックホールを探索すること。そして2番めはヨーロッパでの自身の研究の地盤づくりです。私は今までアメリカと日本で研究をしてきたこともあり、ヨーロッパの研究者とあまり繋がりがありませんでした。そこで、今回の滞在中で eROSITA に関わるメンバーと共同研究を始めることで、今後も未永く共同研究をしていく環境を作りたく、直接 MPE に滞在することになりました。

今回の滞在中、COVID-19 の影響もありすべてのセミナー・グループミーティングがオンラインとなったものの、オフィスには研究者は来ており、様々な議論をすることができました。MPE がリードしている eROSITA X線データで発見された超巨大ブラックホールの性質を eROSITA PI の Andrea Merloni 氏を始め、多波長データ解析を行った Mara Salvato, Teng Liu と議論をして成果をまとめました。そのおかげで、滞在中は eROSITA の初期データの多波長解析カタログ論文の目処をつけることができました。

また、オンラインであったものの、毎週行われる eROSITA の種々のミーティングではどのようにしてカタログを作っていくか、誰がどの解析を担当するか、誰が論文をリードするかなどに関して熱い議論が繰り広げられていて、ここでは詳細は書けないものの、これらをまとめるリーダーの手腕を感じることができました。

現在は帰国して半年が経ったものの、帰国後も Andrea Merloni 氏を中心に一ヶ月に一回程度の頻度で連絡を取り合い、現在は私がリードしている

電波銀河の X線の性質をまとめた論文をこの夏に投稿しました。この論文では eROSITA のデータがふんだんに使われており、すばる/HSC 可視光サーベイと VLA/FIRST 電波サーベイで発見された超巨大ブラックホールの X線の性質を eROSITA のデータを使って調査したという内容です。eROSITA の今までにない幅広い X線観測領域のおかげで、過去には見過ごしてきた非常にレアな明るい活動銀河核という種族を見つけることに成功したのです。eROSITA X線データのおかげで中心ブラックホールへのガス降着率を詳細に調べることができ、非常にガス降着が活発な環境でも電波で明るい、これは言い換えると電波ジェットが出る環境が存在することが観測的に言うことができたのが論文の最も大事なポイントです。レフェリーコメントの返事も届き、コメントは非常に positive でした。現在はレフェリーコメントを元に改訂中です。

MPE との交流は今後も続く予定であり、MPE が持つ half-sky survey データと我々日本チームが所有するすばる HSC 観測データに関してはデータの共有を続け、滞在中に行った研究を、おおそ 10 倍以上広い領域に適用することを考えています。今回の滞在中により、今までそこまで強い縁のなかった MPE の研究者と共同研究をする機会に恵まれ、今までアメリカに偏っていた自分の研究コミュニティがドイツにできました。アメリカで始めた共同研究は 10 年以上も続いていることを考えると、今回のつながりも 10 年以上に渡って繋がりを続け、自身の研究の幅を更に広げていきたいところです。

市川幸平 (新領域創成研究部)



eROSITA X線衛星打ち上げ2周年を記念した BBQ@MPE にて。右手前が筆者、左手前は共同研究者の Teng Liu 氏

海外渡航レポート

Imperial College London (国際共同研究支援プログラム)
イギリスで新しいセンシング機構を探る

派遣先：インペリアルカレッジロンドン／イギリス

期間：2022.9.12 - 10.7

若手研究者国際共同研究支援プログラムのご支援をいただき、インペリアルカレッジロンドン（英国）の Joshua B Edel 教授の研究室を訪問しました。私はこれまで微小電極を利用して生体関連物質を測定する電気化学センサに関する研究を行ってきましたが、Edel 教授はナノサイズの孔（ナノポア）をもつ電極を用いて通過分子を計測・解析する“ナノポアセンシング”の研究分野の牽引役の一人です。

今回の訪問では、Edel lab の有するナノポアセンサの形成・修飾技術を学び、日本でも測定環境を整えられるよう準備を行いました。ラボの研究者と実際に測定を行いながら議論を交わしていくうちに、私のバックグラウンドである電気化学計測手法を取り入れて、通過する分子の選択性を向上させる機構をセンサに組み込もうというアイデアが生まれたため、これを基に共同研究を行う方向で話を進めることができました。ナノポアセンサは高感度なもの、選択性がないことが課題の一つでしたが、本システムが実現することで、目的的生体分子の高感度検出が可能となり、ウイルスやバイオマーカーのセンサへの応用が期待できます。

本支援に心から感謝申し上げるとともに、今後より一層研究に精進していきたいと思います。

平本薫助教（新領域創成研究部）



研究室のある Molecular Sciences Research Hub。
化学系のラボが集う新キャンパス（White City Campus）に位置する。

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



●ご支援の一部で「FRIS CoRE」の整備を行います。

FRIS (多様な研究種) × CoRE (多様な種の共栄を可能とする場)
= 新しい科学の創造



編集後記

最近、学際研教員からのプレスリリース申請が多く、広報担当者(私)は嬉しい悲鳴を上げる日々。学際研を巣立った方からも在籍時の研究に関するプレスリリースが寄せられ、この FRIS ニュースでもご紹介しています。研究成果を社会と共有することは成果のインパクトを高めることにもつながります。これからも学際研の研究成果を積極的に発信できることを楽しみにしています。 藤原英明(企画部)

FRIS news No.15 2023.02

〔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 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

