

東北大学理学部 MAGAZINE



Contents

02 青葉山の面々

角南沙己さん（地学専攻 博士課程前期1年）

04 研究室訪問

〔数学専攻〕応用数理講座（横山啓太研究室）

〔地球物理学専攻〕大気海洋変動観測研究センター
海洋環境観測研究部

08 私が東北大学理学部を選んだ理由

吉岡倫大さん（物理学科4年）

09 INFORMATION

10 研究成果発表

ガラスを破壊から守る原子の集団運動を発見
より破壊に強いガラスの創製への貢献に期待

光が流れるナノチェーンを開発し機構も解明
—究極の微小・超高速・省エネルギーデバイスの実現に期待—

14 Alumni Voice

木村慧さん（東北大学大学院 助教）

15 大学の授業のハナシ

観察眼を養う地学実験

青葉山の面々

角南沙己さん

地学専攻 博士課程前期1年。東京都出身。研究分野はアストロバイオロジー、地球化学。

最近読んでいる本は、高階秀爾『名画をみる眼』シリーズ（岩波書店）。



生命の謎に迫る、

面白い研究をしてみたい！

現在、どんな研究をしていますか？

地球化学・有機化学的アプローチを駆使して、生命起源の謎に挑む研究をしています。過去の地質調査から、約35、40億年前には地球上に生命が存在していたと考えられています。しかし、生命が誕生する前の初期地球において生命の材料がどのように生成・供給されたのかについては未だ謎に包まれています。

この謎を解く鍵の一つが、宇宙から飛来した隕石です。始原的である炭素質隕石からは、生命にとって重要なアミノ酸

や核酸塩基、糖などの多種多様な有機物が検出されており、隕石が生命の材料を初期地球に届けた可能性が強く示唆されています。私はNASAから提供されたさまざまな隕石を用いて、それらに含まれる糖（RNAの材料であるリボースなど）を分析し、隕石の飛来元である小惑星内部での糖の生成・消費過程の解明を目指しています。また小惑星内部で起こりうる反応の模擬実験も行い、「生命が誕生する前の地球に、どのような糖がどれくらい宇宙から供給されたか？」を解明しようと研究しています。

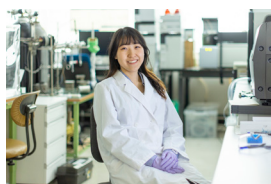
興味を持ったきっかけは？

幼少期から恐竜が好きで、漠然と地球規模の謎に迫りたいという思いがありました。何故自分がいま生きているこの星に、これほど不思議な生き物が生きているのか。そのロマンは、24歳の今でも変わることなく感じています。さらに高校生のとときに高井研氏の『生命はなぜ生まれたのか』（幻冬舎新書）という本と出会い、徐々に初期生命が誕生した頃の世界に興味を抱くようになりました。

その後、東北大学の研究者が世界で初めて隕石から生命に必要な糖を検出したことを新聞記事で知り、ぜひこのようなワクワクする研究をしてみたい！と思い本学の地学専攻に進学しました。入学後すぐにその研究者である古川善博准教授に話を伺いにいき、古川研究室に所属することを決めました。現在までの経緯を思い返してみると、「好きなこと」に出会える機会を作り、好奇心のままに突き進むことを応援してくれた家族、知識を得る楽しさを共有してくれた仲間、研究の面白さを教えてくださった先生方には改めて感謝でいっぱいです。

高校生にメッセージをお願いします

地学は、物理、化学、生物などの学問を融合させながら「本物を見る目」を重要視する興味深い学問です。地球科学系に進学すると必ず、ヘルメットとハンマーを手に全国各地へ地質調査に行きます。研究対象は火山、海洋、宇宙と多岐に渡り、自然現象を理解することが大きな目的です。高校生の中には地学にあまり馴染みがない人もいるかもしれませんが、こうした広報活動や研究成果を通して、少しでも興味を持ってもらえたらと思います。東北大学理学部は、自分を成長させてくれる教員や仲間に出会える環境です。知ることの面白さ、楽しさを共有できる人たちに恵まれることが、大学生活においてとても重要だと感じています。皆さんもぜひ好奇心や探究心を大事にして、将来充実した大学生活を送れることを願っています。



青葉山の面々はこちらからご覧いただけます。



研究生活の様子はこんな感じです



セミナーでは、自分が読んだ文献の発表や、その内容について活発に議論をすることで刺激を受け、新たな知識を身につけたり、自身の研究に対するモチベーションの維持につなげることができる。

指導教員の横山教授をはじめ、積極的に議論を行ったり、わからないことを気軽に質問しあえる仲間がいることが、研究に打ち込めるとも魅力的な環境となっている。



MESSAGE

何かが「証明できないこと」を数学的に証明する、その楽しさに惹かれて学生の皆さんと共に数理論理・数学基礎論の世界を探索しています。高校で学ぶ極限のような「無限」の概念の先には、解析学・代数学・幾何学といった豊かで煌びやか(?)な数学の世界が広がっています。その中の一つ、緻密な論理の世界を数学的に構造解析し、例えば「定理の難しさ」を測定したりしています。数学の論理構造そのものの理解を深めたい、でもそんな数理論理でも、まだ「数学の楽しさ」を測れるようになっていません... だけど知的好奇心を燃やし、証明を突き詰める心があれば、きっと楽しさは身をもって「体験」できますよ！



応用数理講座
横山啓太 教授

「逆数学」を通じて数学全体を見渡す視点を持つことに面白みを感じ、日々研究に励む竹田さん。高校生へ伝えたいことを聞くと、自分の興味のある分野を発見するためには、各人の興味に対応した学びの環境が得られることが大事だと話してくれた。

「東北大学理理学部の数学科には、多くの分野を学べる環境が整っています。私のように大学に入ってから興味のある分野を見つける人も少なくありません。少しでも数学に興味があれば、ぜひ数学科に来てみてください。」

「逆数学」を通じて数学全体を見渡す視点を持つことに面白みを感じ、日々研究に励む竹田さん。高校生へ伝えたいことを聞くと、自分の興味のある分野を発見するためには、各人の興味に対応した学びの環境が得られることが大事だと話してくれた。

「東北大学理理学部の数学科には、多くの分野を学べる環境が整っています。私のように大学に入ってから興味のある分野を見つける人も少なくありません。少しでも数学に興味があれば、ぜひ数学科に来てみてください。」

東北大学理理学部数学科・数学専攻 HP
<http://www.math.tohoku.ac.jp/>



横山研究室では、セミナーを通じて証明の数学的な定式化（記号論）と数学的主張の真偽の定まり方（意味論）をはじめとした数理論理学の基礎事項を学び、さまざまな論理体系における証明可能性や不可能性について理解を深めている。

「算術体系」の諸性質とその上で展開される数学について研究する

「私が今行っている研究は、数学の定理や公理系の関係性を探る『逆数学』という分野です。ある定理がどのような公理（前提）から証明できるか、そしてその公理は定理を導くための必要条件であるか、などを調べることで、定理の強さを測ろうとする研究です。特定の分野に限定せず数学全体を眺めることができるのが魅力です。」

「一日のスケジュールとしては、午前中にセミナーを行い、昼食を取ったあと、午後は別のセミナーに参加したり、研究分野の論文を読み込んだり、先生との論議を通じて自分の研究を進めることが多いです。」

他にも大学の外で同じ分野の人たちが集まる研究会や勉強会もある。遠征することもあれば、ホストとして仙台の温泉地である秋保を会場に開かれることもあるという。

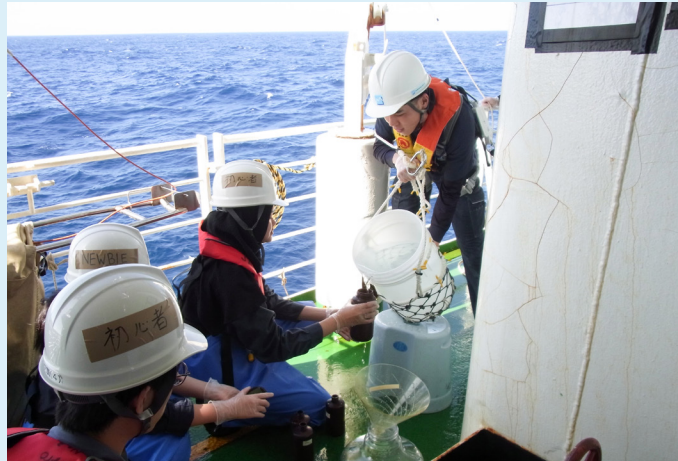
「逆数学」を通じて数学全体を見渡す視点を持つことに面白みを感じ、日々研究に励む竹田さん。高校生へ伝えたいことを聞くと、自分の興味のある分野を発見するためには、各人の興味に対応した学びの環境が得られることが大事だと話してくれた。

案内してくれたのは



博士課程後期1年
竹田侑人 さん

研究室はこんなところです



FRA（水産研究・教育機構）や JAMSTEC（海洋研究開発機構）が行う海洋観測航海に参加し、海水サンプルを採取する様子。揺れる船上で時間と労力をかけた地道な作業の積み重ねで、データが得られることを実感する。観測海域が遠いときは、1ヶ月以上、海の上にいることになる。



水温、塩分、圧力に加え、クロロフィル濃度や光なども測定可能な BGC-Argo フロート。海の中を浮き沈みしつつ、自動で測定を行い、衛星経由でデータを届けてくれる。



研究室では、PC で Python や MATLAB などのプログラミング言語を用い、海洋データを中心に解析を行っている。



海洋環境観測研究部は、現在所属している学生9名のうち5名は留学生で研究室内のコミュニケーションは英語で行われることが多い。また、調査航海に参加する学生も多い。

データ解析を通じて、「海」を知る

地球の表面の約70%を占める海は、長い歴史の中で絶えず変化を続けている。海洋は大気と相互作用し、また生物活動にも大きな影響を与えているため、自然現象や生態系を理解するうえで非常に重要な存在だ。海洋環境観測研究部では、人工衛星による海面の観測データに加え、船舶やフロートなどによる観測データや数値モデルの計算結果などを統合的に活用し、海洋環境の実態と変動を多角的に捉える研究を行っている。学生が自ら調査航海に参加し、物理・化学・生物学的な視点を交えて研究に取り組めるという点は、海洋環境観測研究部の魅力の一つといえる。

大塚さんは、植物プランクトンが光合成するために必要な栄養塩（ケイ素やリン、窒素）の変動を、船舶データを用いて解明する研究をしている。特に海洋窒素循環に注目し、植物プランクトンの挙動を捉えることを目標としている。幼少期に抱いていたクジラへの興味や高校時に被災した経験から海洋学に関心を持ち、学部・修士課程は他大学で海洋学を学んだ。その後就職したが、好きな海洋学をさらに深く学びたいという知的好奇心に背中を押され博士課程進学を決めた。

Sekarさんは、赤道太平洋での垂表層にお

けるクロロフィルの濃度変化を捉えることを目的とした研究に取り組んでいる。衛星データに加え海洋内部の生物化学変量（硝酸塩、酸素、光など）を測定する BGC-Argo フロートの測定データを用いて、栄養供給によるクロロフィルの変化の解析を行っている。母国インドネシアの海に触れてきた経験が海へ関心を抱くきっかけとなり、大学で海洋学を学んだ。その後安中先生の研究に惹かれ、日本の大学院進学を決めた。

今回取材を受けてくださった二名はそれぞれ異なる背景や研究テーマを持ちながらも、「海が好き」という共通の情熱を原動力にしている。「サイエンスに関心を持つことはとてもシンプルで、きっかけは日常に溢れている」とSekarさんは言う。幼少期の些細な経験から「好き」と思えることを見つけ、純粋な探究心を深めてほしいという二人の願いがインタビューを通して伝わった。



博士課程後期2年
大塚響さん(右)
博士課程前期2年
ADININGSIH, Sekarさん(左)



大気海洋変動観測研究センター
海洋環境観測研究部
安中さやか 教授

大気海洋変動観測研究センター 海洋環境観測研究部 Web
<https://caos.sakura.ne.jp/sao/>

取材・文／角南沙己（東北大学理学部広報サポーター）

2025 年 7 月 30、31 日に開催予定！

オープンキャンパスは、東北大学理学部に入学を希望されている皆さんをはじめ、「大学ってどんなところ？」と興味を持った方に、キャンパスライフを疑似体験していただくイベントです。2025 年は 7 月 30、31 日に開催予定です。オープンキャンパスに参加して「大学のスケールの大きさ」と「研究の楽しさ」を実感してください。東北大学理学部ではさまざまなプログラムを用意して皆さんをお待ちしています！



2024 年度オープンキャンパスの様子。

東北大学理学部
オープンキャンパス



世界最先端の研究に触れてみませんか？

「ぶらりがく」とは、東北大学理学部・理学研究科が企画・運営している公開講座・キャンパスツアーなどの名称です。科学に関するさまざまなトピックを学び、普段は入ることができない研究室を見学するイベントです。

「ぶらりがく for ハイスクール」は、高校生を対象とした比較的高度な内容の公開講座です。オープンキャンパスとは違った角度で、参加高校生に東北大学理学部・理学研究科が推進している最先端研究について深く触れてもらい



2024 年 8 月開催の様子。

ぶらりがく
for
ハイスクール



開催希望校随時受付中！

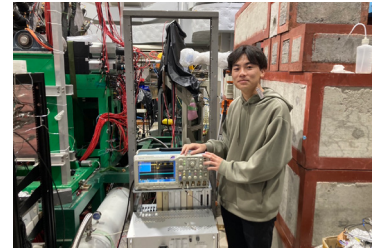
「大学ではどんなことを学んでいるの？」「大学での生活は？」「仙台での過ごし方は？」など高校生・高専生の疑問に、東北大学理学部・理学研究科の大学生・大学院生がオンライン上で丁寧にお答えします。お手持ちのスマートフォン、タブレット、パソコンから、ご参加いただけます。交流会をご希望の高等学校・高等専門学校の教員の方は東北大学理学部 Web をご確認のうえ、お申込みください。



高校生・高専生と東北大生の
オンライン交流会



MY LIFE 1



実験装置のセットアップをしています。

MY LIFE 2



大学最後の大会で、団体戦 3 位を取ることができました。

MY LIFE 3



部活の芋煮会の写真です。

211 研究室
210 名誉教授室
209 センター長室
208 秘書室
207 研究室
206 研究室
205 研究室
204 准教授室
203 教授室
202 第2セミナー室
201 図書室

STUDENTS VOICE 在学生インタビュー

私が東北大学理学部を選んだ理由

吉岡 倫大 さん 物理学科 4 年

福島県立福島高等学校出身。現在は原子核の実験系研究室に所属しており、来年度からは原子核の理論系研究室に所属する予定です。大学では、引退しましたが学友会ソフトテニス部に所属していました。中学生からソフトテニスを続けており、一生続ける趣味だと思っています。

東北大学理学部を志望した理由は？
地元が福島県なので、実家から一番近い東北大学を漠然と意識していました。高校のときから物理全般が好きで、最初は理学部物理学科と工学部電気情報理工学科と迷っていました。高校 2 年生のときに東北大学のオープンキャンパスで理学部と工学部を訪れた際に、具体的な研究内容について学び、また教授の方々とお話しさせていただき、理学部物理学科の素粒子原子核分野に興味を惹かれ、この分野について研究したいと思い、志望することに決めました。

高校時代はどのように過ごしていた？

定期テスト前にテスト対策としての勉強をすることにあまり意味がないと考え、普段から日々の復習にかなり力を入れていました。具体的には、部活が終わったあとに友人達と公共施設にある自習室へ行き、その日に学んだことを復習していました。また、授業が終わったときに、わからないことがあればすぐに先生に質問していました。疲れていたときに復習をおろそかにしてしまいそうになりましたが、友人達と勉強することで毎日継続することができました。

今後の進路は決めてる？

原子核についてもっと深く研究したいので、博士課程まで進もうかと考えています。その後は、満足いくまで研究ができていたら就職、もっと研究を続けたかったら研究職に就くかと思います。博士課程を経ていく中で決めようと思っています。

高校時代の私



写真は、高校 2 年生のときの新人戦の写真です。団体戦は地区で優勝、県で第 3 位を、個人戦は県でベスト 8 を取ることができました。大好きなソフトテニスで、大好きな仲間たちと賞状をとれた、最高の思い出の写真です。県大会中の遠征で、いろいろな楽しい出来事があり、それらを含めて最高の思い出です。

研究成果発表

世界がおどろく、新しい発見を。

ガラスを破壊から守る原子の集団運動を発見

より破壊に強いガラスの創製への貢献に期待

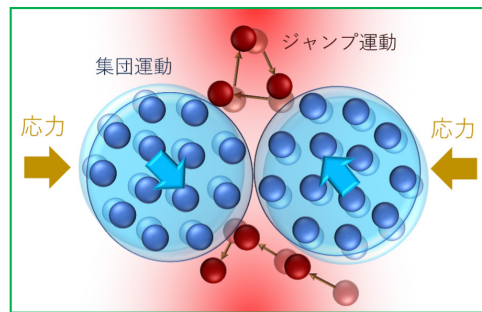


図2. 応力を緩和する原子のジャンプ運動とその周囲での集団運動の概念図

概要

ガラス（注1）に外力をかけたとき、内部では応力が発生し、この応力によりガラスが耐えられなくなると破壊に至ります。一方、原子・分子の運動によりガラス中の応力が緩和すること、ガラスがより破壊に強くなることが知られています。しかしガラス内部では一部の原子が近傍の隙間にジャンプ運動していることがわかっていますが、このジャンプ運動が具体的にどのような応力を緩和しているかはよくわかっておらず、ガラス分野の重要な未解決問題の一つでした。

東北大学大学院理学研究科の齋藤真器名准教授を中心とした研究グループは、ガラスのモデル系として知られるイオンガラス中の原子構造と運動を、放射光実験と計算機実験で精密に調べました。その結果、原子のジャンプ運動のほかに、ジャンプ運動によりできたわずかな隙間を埋めるように、周囲の数十個の原子集団がじわじわ移動する、新しいタイプの原子運動を発見しました。さらに、ナノ（10億分の1）秒からマイクロ（100万分の1）秒の間に原子がジャンプ運動と集団運動を繰り返すことでガラスに加えられた力が緩和し、ガラスが破壊から守られることがわかりました。今回の発見は、破壊に強いガラスの創製につながるなど、ガラス関連産業分野に広く波及効果があります。

本研究成果は、2024年12月2日に無機材料工学の分野の専門誌 *Acta Materialia* に掲載されました。

詳細な説明

【研究の背景】

結晶固体に外力をかけると、原子の作る規則的な構造が変形して、まるでバネが伸縮により力を保持する様に内部に生じた応力を支えます。これが、結晶固体の弾性の起源です。一方、液体に外力をかけたとき、力をかけた瞬間は原子・分子がその応力を支えます。しかし、液体中では原子・分子が拡散運動により比較的自由に動き回れるため、内部の応力はすぐに無くなって（緩和して）しまいます。それでは、ガラスはどうでしょうか。液体的な拡散運動が無視できるガラスに外力をかけた場合でも、しばしば内部応力の一部の緩和が観測されます。このとき、ガラス中では液体的な拡散以外の方法で、原子・分子が動いて応力を緩和しています。この応力の緩和は、応力集中による破壊からガラスを守るのに役立ちます。ガラスの応力緩和の起源は、0.1ナノメートル（100億分の1m）程度の距離で起こるような原子・分子運動と考えられています。しかし、これまでこの微細な原子・分子運動を十分な精度で観測することはできず、原子・分子の運動がどのように応力を緩和するのか、よくわかっていませんでした。

【今回の取り組み】

今回研究グループは、大型放射光施設 Spring-8（注2、3）の BL04B2 において、原子イオンや球形に近い分子イオンからなる単純なモデルイオンガラス（注4）の原子レベルの構造を調べました。さらに、同施設の BL09XU においてガンマ線準弾性散乱の

指針を与えるものであり、産業応用上も大変重要な成果といえます。

用語説明

（注1）ガラス

結晶化を回避しながら液体を冷却していくと、粘度が増大して、やがて事実上流動性がなくなり、固体となる。ガラスはこのような固体状態であり、原子・分子のつくる構造に長距離の規則性がないのが特徴となっている。

（注2）大型放射光施設 Spring-8

理化学研究所が所有する兵庫県播磨科学公園都市にある世界最高性能の放射光を生み出す大型放射光施設で、利用者支援は高輝度光科学研究センター（ASRI）が行っている。Spring-8（SPring-8）の前身は Super Photon Ring-8 GeV に由来している。Spring-8 では、放射光を用いてナノテクノロジー、バイオテクノロジーや産業利用まで幅広い研究が行われている。

（注3）放射光

電子を光速近くまで加速して曲げることで発生する、明るく、指向性が高い（進行方向がそろった）X線。

（注4）モデルイオンガラス

原子イオン Ca^{2+} と Si^{4+} および単純な形状の分子イオン NO_3^- からなるガラスのモデル物質 $\text{Ca}_x\text{K}_{1-x}(\text{NO}_3)_y$ であり、ガラス材料一般に共通した性質を調べるために広く研究されている。

（注5）ガンマ線準弾性散乱の時間領域計測法

原子核のある種の励起現象を用いて、X線領域のある特定の波長の光を超精密に切り出し、原子の運動を精密に測定するために作られた計測法。モデルガラス中で応力が緩和するナノ秒からマイクロ秒近辺で、原子位置の変化の時定数を時間領域上で測定できる。

（注6）分子動力学計算

物質の挙動を調べるために、系を構成する原子や分子の運動方程式を数値的に解くことで、それらの動きの時間発展を求める計算手法。物理学、化学、生物学、材料科学など、幅広い分野で物質のミクロな挙動を理解するために利用されている。

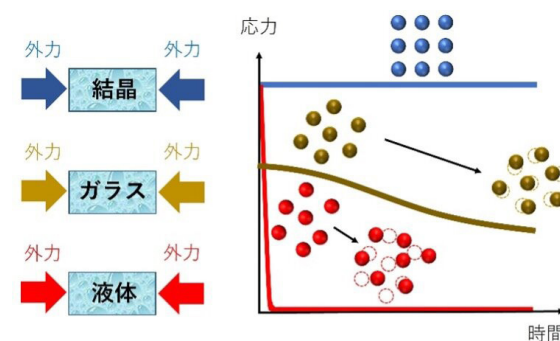


図1. ガラスの内部の応力の時間変化と、原子構造の部分的な変化の概念図

時間領域計測（注5）を行い、原子・分子運動を詳細に調べました。その結果、ナノ秒からマイクロ秒で起こる、変位がわずか0.1〜0.2ナノメートルの原子運動の観測に成功しました。この原子運動が起こる時間は、応力の緩和する時間とよく一致し、さらに大多数の原子が運動していることもわかりました。すなわち、ガラス中では、大多数の原子が0.1ナノメートル程度動くことができ、応力を支える原子構造を部分的に壊すことで、ガラス中の応力の一部を緩和できることを発見したのです（図1）。

論文情報

【掲載誌】 *Acta Materialia*

【タイトル】 Discovery of collective nonjumping motions leading to Johari-Goldstein process of stress relaxation in model ionic glass

【著者】 Makina Saito*, Takeaki Araki, Yohei Onodera, Koji Ohara, Makoto Seto, Yoshitaka Yoda, Yusuke Wakabayashi

* 責任著者：東北大学大学院理学研究科 准教授 齋藤真器名

【DOI】 10.1016/j.actamat.2024.120536

研究成果発表

世界がおどろく、新しい発見を。

光が流れるナノチェーンを開発し機構も解明 —究極の微小・超高速・省エネルギーデバイスの実現に期待—

概要

デバイスの超小型化が進む現在、効率的な光輸送を実現するナノスケールの分子光導波路（光がほぼ漏れることなく伝わる通路）の開発と、その光伝達ダイナミクスの解明が求められています。分子材料内での詳細な励起子（注1）挙動を分析するためには、励起子が停留する各色素サイトの配向・配列・距離が規定される分子設計が求められます。しかしながら従来の研究では、これらの条件を満たす分子鎖の開発は達成されていませんでした。

東北大学大学院理学研究科の豊田良順助教、谷口晴大学院生、千葉湧太大学院生、坂本良太教授らの研究グループは、鎖長や内部構造が一義に規定された金属錯体分子鎖（ナノチェーン）を系統的に合成・単離することに成功しました。その構造的特色を活かし、ナノチェーンからの発光現象を理論的に再現するという独自の戦略を取ることで、これまで定量が困難であった最近接サイト間での励起子の移動速度を見積もることに初めて成功しました。本研究は超短波レーザーを用いずに超高速光現象を理解するための新たな解析手法として期待されます。

本研究成果は、2025年2月4日付け現地時間）で科学誌Nature Communications誌にオンライン掲載されました。

詳細な説明

【研究の背景】

近年、デバイスの小型化と省エネルギー化が求められる中、シリコンなどの無機材料では実現が難しい分子スケールでの極小デバイスの開発が科学者の究極の目標の一つとされています。特に、ナノメートルスケールのデバイスを駆動するためのエネルギーや情報伝達信号として光が注目されており、光を輸送することができる分子光導波路の開発が望まれています。

過去50年にわたり、ポリマー鎖内を励起子が移動（ホッピング）する挙動の解析にランダムウォーク（注2）モデルが適用されてきました。ここで超高速レーザーを用いる時間分解分光法（注3）が励起子ダイナミクス（通常、ピコ秒^{10⁻¹²}秒）スケール）の解明に重要な役割を果たしていますが、観測可能な現象の時間スケールはレーザーや検出器の性能に制限されてしまいます。また、従来のポリマーにおいては励起子の停留サイトとなる色素分子間の相対的な配列・配向・距離が定まらず、この構造の不確実性が励起子移動現象の定量的モデル化と解析を妨げていました。

【今回の取り組み】

本研究グループでは、発光性ジピリン亜鉛錯体（注4）に着目し、色素であるジピリン部位の配向・配列・距離を精密に規定した一次元分子鎖群「ナノチェーン」を合成することとに成功しました（図1）。ナノチェーンは配位結合（注5）が主鎖を担う直鎖状金属錯体です。本研究では錯体部位の構造を緻密に設計することで、1核から16核までのナノ

チェーンの単離を可能としました。

光照射によって生成する励起子は各ジピリン色素サイトに局在し、サイト間の配向と距離に依存したFRET機構（注6）で大部分の励起子移動を説明することができず。一次元分子鎖の構造が規定されているため、連続時間マルコフ連鎖（注7）に基づく精密なモデルを構築し、鎖内の励起子ダイナミクスを数学的に記述することが可能となりました（図2）。ただし、金属イオンを挟んだ最近接サイト間の励起子移動の定量化は困難であるため、その速度定数を未知パラメータとして取り扱いました。

一次元分子鎖の蛍光減衰曲線と蛍光量子収率は市販の分光装置で実験値を取得することができるとともに、上記の連続時間マルコフ連鎖モデルから理論値を算出することができず。そこで、理論値が実験値を再現（図2）するように上記未知パラメータを最適化することで、最近接サイト間の励起子移動の時定数を40±20ピコ秒（分子鎖内部の値、トルエン中）と決定できました。

【今後の展開】

本研究は、一次元分子鎖の構造的特徴と一般的にアクセス可能な光物性測定の結果から、励起子ダイナミクスの定量的モデル化と解析を行った初の例です。レーザーや検出器の性能に大きく制限を受ける従来の方法論を用いずに、未知の高速励起子移動の時定数を算出したことは特筆すべき成果といえます。本研究で用いた手法とモデルは、分子性ナノ材料における光化学・光物理現象を理解するための標準的方法論に資することが期待されます。

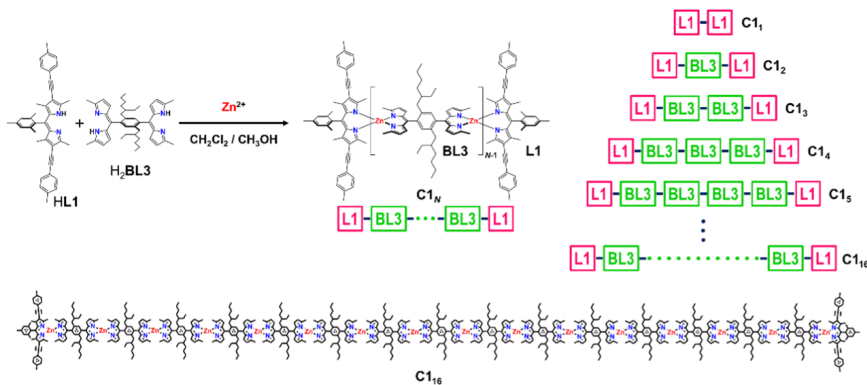


図1. ナノチェーン $C1_N$ の合成。
図左上の原料分子から、亜鉛イオンが1～16個連なったナノチェーンが合成・単離された。図下は、亜鉛イオンが16個連なった、単離された中で最長のナノチェーンの構造を示す。

※原論文の図を引用・改変したものを使用しています。クリエイティブ・コモンズ・ライセンス（表示 4.0 国際）

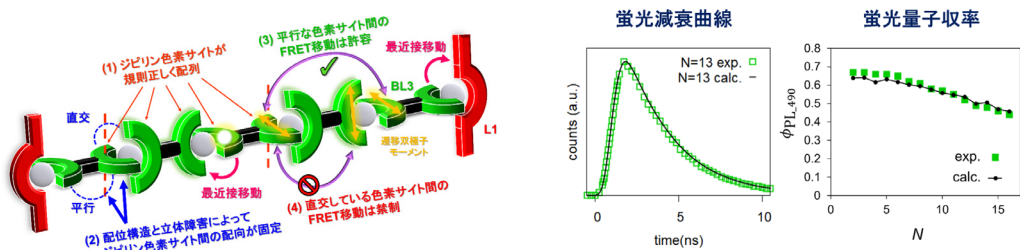


図2. (左) ナノチェーン内の励起子移動モデル、および(右) これを用いた蛍光減衰曲線および蛍光量子収率の理論的再現。 N は亜鉛イオンの核数を表す。
※原論文の図を引用・改変したものを使用しています。クリエイティブ・コモンズ・ライセンス（表示 4.0 国際）

用語説明

【注1】 励起子

電子と正孔がクーロン力（プラスの電荷とマイナスの電荷が引き合う力、静電気力）によって束縛状態になったもの。光照射などによって生じる。一般的なポリマー鎖内においては、光は励起子の形で伝達する。

【注2】 ランダムウォーク

不規則な変動を記述する理論。身近な例では株価予測に用いられる。

【注3】 時間分解分光法

パルス幅の狭いレーザーを用いて分子を光励起したのち、高速光検知器を用いて分光測定を行うと、寿命が極めて短い光励起状態にある分子の特性を知ることができる。時間分解能はレーザーと光検知器の性能に依存する。

【注4】 発光性ジピリン亜鉛錯体

高効率で光エネルギーを吸収し、発光などの光機能を示す金属錯体。

【注5】 配位結合

狭義では、金属原子・イオンと、窒素などの電気陰性度が大きな原子を持つ配位子間の化学結合を指す。

【注6】 FRET機構

Forster Resonance Energy Transfer: 励起子がある色素分子から別の色素分子へと遠距離移動する現象。遷移速度は色素分子間の距離と配向に依存する。

【注7】 連続時間マルコフ連鎖

任意の時刻における状態（本研究では励起子の位置）の確率的な変動を記述する理論。離散的な時刻における変動を記述するランダムウォークはこれを単純化したものである。

論文情報

【掲載誌】Nature Communications

【タイトル】Discrete coordination nanochains based on photoluminescent dyes reveal intrachain exciton migration dynamics

【著者】Ryojun Toyoda*, Naoya Fukui*, Haru Taniguchi, Hiroki Uratani, Joe Komeda, Yuta Chiba, Hikaru Takaya, Hiroshi Nishihara, Ryota Sakamoto*

* 責任著者：東北大学大学院理学研究科 助教 豊田良順、東京理科大学研究推進機構総合研究院 助教 福居直哉、東北大学大学院理学研究科 教授 坂本良太

【DOI】10.1038/s41467-025-56381-0

観察眼を養う地学実験

【教えてくれた先生】

むじん まゆみ
無盡 真弓 助教（地学専攻）

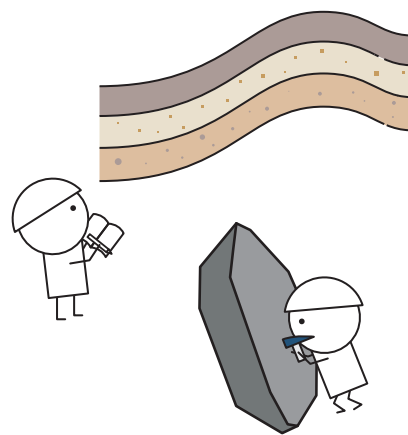
多くの人は普段、「地球に住んでいる」という意識はあまり持たないかもしれませんが、私たちが暮らしている地球がどうやってできたのか、どのようなものでできているかなんて考えたこともないかもしれません。東北大学の地球科学系では、実際に手に取ることができる地球や惑星の『物』の本態、性質をよく知り、そしてその『物』に記録されている情報を読み解くことで、地球や太陽系が生まれた約46億年前から現在に至るまでに起こった現象、さらに現在から将来、地球上で起こる現象の解明を目指しています。

学部2年生の前期に開講される地学実験は、地球科学系で入学した学生の必修の科目で、地球科学系で初めて『物』に触れる時間になります。ここでいう『物』とは何かというと、野外における地層、自然に産した岩石や鉱物そのもの、自然を再現した実験の生成物などがあります。3年生以上になると実習でも電子顕微鏡などの“大学ならではの”装置も使うようになりますが、2年生の地学実験では、肉眼や光学顕微鏡による観察、画像解析など、高校までにも使ったことがあるような身近な手法を用いて、広く地学の現象を外観できるようになっています。それでは具体的に地学実験の内容を紹介します。

野外実習では、川内キャンパスから歩いて行ける広瀬川、竜の口渓谷に赴きます。そこに露出する今から約500～350万年前に形成された地層を観察することで、当時の仙台の環境を読み取ります。地層中には平行葉理、斜行葉理などの堆積構造や堆積物の粒度変化などがしばしばみられますが、野外で観察するだけでは、それらがどうやってできるのかを想像できないかもしれません。そこで室内の水路実験装置を用い、野外で観察される堆積構造などの形成過程についてより詳しく観察します。地球・惑星の構成物である岩石や鉱物はどのようなものなのかを知るため、教員が全国各地から採取した岩石、鉱物標本を肉眼観察します。「雪は天からの手紙である」という中谷宇吉郎先生の

有名な言葉があるように、上空の温度や湿度によって雪の結晶の形態は変化するため、雪の結晶形態から上空の環境が推定できます。同様に、岩石中の鉱物を調べることで地下などの環境が推定できることがあります。このような結晶成長について学ぶため、地学実験では、造岩鉱物（岩石を構成する鉱物）ではないですが、ヨウ化カドミウムの結晶を利用して、結晶の形態がどのような条件で変化するかを顕微鏡下で観察します。また、空中写真を用いて日本の木曾川沿いの河成段丘といった地形発達、アポロ宇宙船によって撮影された月面写真を用いて月の地形発達史を読み解きます。さらに、地球規模の大気大循環について室内実験で再現したり、偶然の出来事に左右される農業についてシミュレーションをしたりします。

地球科学系では、地学実験でこのような地学のさまざまなテーマを体験した後、学科配属がされ、より専門に学んでいきます。教養としての地学を体験できるのが地学実験です。



東北大学大学院 助教

木村 慧 さん

岩手県出身。2013年東北大学理学部生物系入学。京都大学理学研究科生物科学専攻霊長類学・野生動物系 博士課程修了。現在は東北大学大学院生命科学研究所に助教として勤める。専門は神経解剖学、システム神経科学。

Alumni Voice

卒業生インタビュー

研究の原点は「芋煮の芋煮抜き」

神経科学に惹かれ生物学科へ
同級生と切磋琢磨した4年間

私は京都大学霊長類研究所で博士号を取得し、現在は母校である東北大学で霊長類（ニホンザル）の脳を研究しています。東北大学在学中は理学部生物学科に所属しており、入学当初から神経科学に興味がありました。高校生の頃は特に「鳥の脳の進化」に興味があり、空中で姿勢を制御する鳥の翼と、それを支配する神経回路がどのようにして協調的に進化してきたのかを解明したいと考えていました。紆余曲折あって現在はサルを調べていますが、複雑な行動を巧みに制御する神経回路の全容を理解したい、というモチベーションは変わっていません。生物学科では神経科学に限らず、とても多くのことを学びました。生物学科の講義はどれも面白かったですが、特に実習で班ごとに話し合っただけで実験結果を考察する過程が楽しく、ホワイトボードを囲んで日が沈むまで夢中で議論したことを覚えています。時には脱線して「研究者になるためには、最初から自分の興味を貫くべきか、違うテーマで技術を身につけてから自分のやりたいことを始めるべきか」という議論を始めて、言い合いになることもありました。当時同じ実習班で切磋琢磨した同級生の2人も研究者になり、今でも時々集まって飲みに行く仲間

が続いています。研究者として生きていくために一番大切なのは、いつでも話を聞いてもらえる友人や家族がいることではないかと今は思っています。

大学には人生の選択肢を広げる
多くの出会いが待っている

仙台で過ごした4年間で特に思い出に残っていることはやはり「芋煮」です。仙台では秋になると河川敷で焚火をして里芋を煮る「芋煮」という行事が行われますが、私と学科の友人達はただ単に焚火を囲んで夜通しとりとめもないことを語り合うだけの「芋煮の芋煮抜き」をやるが多かったように思います。そのとき友人が話していた「次に来るのは



生物学科の同期と卒業旅行で行った那須高原で撮りました。このあとサルから離れられない生活が始まります。

「光遺伝学」だと思っ」という言葉に影響を受けて、私はサルの脳で光遺伝学を行う論文を出したばかりの研究室に進学することを決意しました。そして昨年、その論文と同じ雑誌に自分の博士課程の研究をまとめた論文が掲載されました。こうして振り返ると、私の人生の転機の多くが仙台で過ごした4年間に詰まっています。これから受験に臨む高校生の皆さんは、目の前のことで精いっぱい、将来の自分をイメージできない人もいると思いますが、大学にはきっとこれからあなたの人生を決定づけるような出会いが待っているはずです。全てはあなたが主人公の物語の『伏線』だと思って、あらゆる困難を楽しんでいきましょう。

高校生・受験生向け

東北大学理学部 LINE 公式アカウント 友だち募集中

東北大学理学部・理学研究科では、高校生・受験生の皆様向けに、LINE 公式アカウントを開設しています。研究者や在学生からのメッセージ、イベント案内など、お役立ち情報を配信しておりますので、ぜひ友だち追加をしてご利用ください！また、保護者様もぜひご登録ください。

1

QR コードを読み取って友だち追加！



2

「ID 検索」から追加！

- ① LINE アプリのメニュー「友だち追加」から「ID 検索」を選択。
- ② 「@231wfszn」と入力の上で検索。
- ③ 「東北大学理学部（受験生向け）」を友だち追加！

東北大学理学部・理学研究科 Web サイト



東北大学理学部の基本情報や研究成果、イベント情報など最新情報はこちらをご覧ください。



東北大学理学部・理学研究科 YouTube 公式チャンネル



東北大学理学部キャンパスの様子や研究室の動画をアップしています。どんな研究を行っているのか、環境はどうか気になったらぜひ見てみてください！



東北大学理学部 MAGAZINE vol.07

2025 年 3 月 25 日発行

東北大学理学部・理学研究科 広報・アウトリーチ支援室
〒980-8578 仙台市青葉区荒巻字青葉 6-3
TEL: 022-795-6708 E-mail: sci-koho@mail.sci.tohoku.ac.jp

バックナンバーはこちら

