

東京都立大学 総合研究推進機構NEWS

Miyacology

首都学

ミヤコロジー

都立大の研究の今を伝える



Winter
2025

20号

裏表紙からスタート!

ミヤコロンの
推しラボ vol.9



理学部 化学科
楠本周平教授編

ミヤコロン™

Pick-up | Focal Point

目に見えない世界を“観る”
近赤外光が拓く
新しい計測技術の可能性

システムデザイン学部 機械システム工学科
角田 直人

Close-Up | TMU Research

理学部
物理学科

山下 愛智

新物質の開発が切り拓く
次世代エネルギーの未来

人文社会学部
人文学科

杉山 ゆき

写本の書き込みが語る
中世ヨーロッパの信仰と想像力



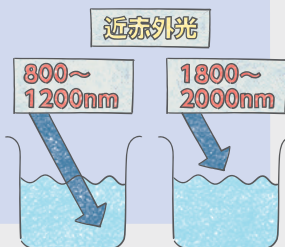
目に見えない世界を“観る” 近赤外光が拓く新しい計測技術の可能性

システムデザイン学部機械システム工学科の角田直人教授は、近赤外光を用いて、水蒸気の分布や生体内の情報など、従来は観測が難しかった現象を“観る”ための技術開発に取り組んでいます。その研究内容について、詳しく伺いました。

見えない世界を“観る”光 近赤外光が拓く新たな可能性

私は現在、近赤外光を用いて、従来の技術では観ることができなかったミクロな世界の可視化や、生体内の物質を測定する研究に取り組んでいます。近赤外光とは、私たちの目に見える「可視光」よりも波長が長く、波長がおおよそ780～2500nmの範囲にある光のことです。この光には独自の性質があり、中でも特に「生体を通り抜ける力」と「水を検出する力」が注目されています。例えば、800～1200nmの波長域の近赤外光は水を多く含む組織にも深く浸透しますが（そのため「生体の窓」とも呼ばれます）、一方で、1800～2000nmの近赤外光は水に吸収されやすく、わずか1mmの水の層でもほとんど通過できません。つまり、2つの性質は反していますが、波長域を変えることで、測る対象を変えられることを意味しています。

こうした特性を活かし、近赤外光は医療をはじめとする幅広い分野で活用されています。例えば、生体を通り抜ける性質を利用して、非侵襲的（体を傷つけない）に体内の情報を測定する技術として応用されています。新型コロナウイルス感染症の流行時に注目された血中酸素濃度を測定するパルスオキシメーターはその代表例です。また、手のひらをかざして本人確認を行う静脈認証システムにも近赤外光が使われており、私たちの日常生活でもその特性が役立っています。



水蒸気から血糖値まで 近赤外光を活用した計測技術の開発

私の研究室では、近赤外光の特性を活かした3つの主要な研究テーマに取り組んでいます。

1つ目は、水蒸気分布の可視化技術です。私たちの身の回りには目に見えない水蒸気が常に存在していますが、これまでの湿度計は1点でしか測れず、空間内での水蒸気の動きや広がりを見ることはできませんでした。そこで、近赤外レーザーを測定空間に照射し、専用のカメラで撮影することで、空間内の水蒸気分布を画像として捉える技術を開発しました。この技術は国内外でも前例がなく、新しい計測手法として特許も取得しています。

2つ目は、マイクロ流路内の液体分析です。このテーマは、私が最も長く取り組んできた研究です。髪の毛ほどの細さの流路内を流れる液体の濃度や温度を、近赤外光を使って画像化する技術を開発しています。近赤外光の波長を少しずつ変えながら照射することで、たとえば異なる濃度のアルコールを区別したり、酸とアルカリが反応する様子を詳細に観察したりすることが可能です。この技術により、反応場での物質の振る舞いをより深く理解することができるようになりました。

3つ目は、非侵襲的な血糖値測定技術の開発です。現在、糖尿病患者の方々は、自分の身体に定期的に針を刺して血液を採取し、血糖値を測定する必要があります。この負担を軽減するため、皮膚の外側から近赤外光を使って血糖値を測定する技術を開発しています。近赤外光を用いた血糖値測定の研究自体は30年以上前から行われていますが、決定的な方法は確立されていません。私たちの研究の特徴は、複数の位置から複数の波長の近赤外光を用いて測定し、さらに機械学習を活用してグルコースの情報を抽出する点にあります。この技術も特許を取得しており、現在は実用化に向けた研究を進めています。

！ **もっと詳しく**
「波長ごとの画像を活用した技術開発について」Webで公開中



！ 新たな計測技術と社会実装への挑戦

今後の研究の展望は、大きく2つあります。まず、基礎研究の面では、水分子と光の相互作用についての理解をさらに深めていきたいです。水は私たちの身近な物質でありながら、その分子レベルでの振る舞いにはまだ多くの謎が残されています。例えば、水分子は常に不安定な状態で揺らいでおり、温度や電磁場の影響によってその構造も変化します。このような水の特性をより詳細に理解することで、新たな計測技術の開発にもつながると考えています。同時に、開発した技術の社会実装も積極的に進めていきたいと思っています。水蒸気の可視化技術は、工場などでの設備管理に活用できる可能性があり、これまで発見が困難だった設備からの水蒸気の漏れなども、効率的に検出できるようになるはずです。さらに、血糖値測定技術の実用化も、糖尿病患者さんの生活の質向上に直結するため、できるだけ早く実現したいと考えています。この技術を実用レベルまで高めるためには、臨床研究が欠かせないため、今後は医療機関とも連携をとりながら進めていくことを計画しています。基礎研究と応用研究を両立し、社会に役立つ技術を創り出すため、さらに研究を深めていきます。



皆さんの身近なところにも、「これが見えたら面白いのに」「これを測れたらいいのに」と思うことがあるのではないのでしょうか。近赤外光を使った研究は、光学、熱工学、画像処理など、様々な知識と技術を組み合わせる必要がありますが、好奇心を持って取り組めば、必ず新しい発見があります。目に見えない世界を“観る”研究に、皆さんも挑戦してみませんか。

PROFILE システムデザイン学部 機械システム工学科 角田 直人教授 Kakuta Naoto

北海道大学工学部衛生工学科卒業。同大学院工学研究科博士後期課程修了（博士（工学））。東京大学、電気通信大学、九州大学を経て、2012年に首都大学東京（現・東京都立大学）へ。2021年より現職。専門は熱工学、赤外分光学、熱物質輸送工学。主な研究テーマは、近赤外分光技術を活用したマイクロ熱流体イメージング、水蒸気の可視化計測、熱と物質の協同効果の解明、微小磁性体の発熱特性の調査と応用、近赤外光を用いた生体血糖値測定。



新物質の開発が切り拓く 次世代エネルギーの未来

次世代のエネルギー源として注目を集める核融合炉。その実現に欠かせないのが超伝導材料です。しかし、従来の超伝導体には、核融合時に発生する強い放射線に弱いという課題がありました。理学部物理学科の山下愛智助教は、複数の元素を組み合わせた「ハイレントロピー型化合物」という新しい材料を開発。この革新的な材料により、放射線に強い超伝導体を実現し、小型核融合炉の実用化に向けて大きな一歩を踏み出しています。

原子レベルで新しい物質を創る 複数の元素を組み合わせた 「ハイレントロピー型化合物」

私は現在、超伝導体や熱電変換材料の研究に取り組んでいます。その中でも注目しているのが、「ハイレントロピー型化合物」と呼ばれるまったく新しい物質の開発です。

物質の性質は、原子がどのように並んでいるかによって大きく変わります。原子が規則正しく並んだ構造を「結晶」と呼びますが、例えば身近な食塩では、ナトリウムと塩素の原子が決まった場所に整然と配置されています。一方、ハイレントロピー型化合物では、このような規則的な結晶の特定の場所に、5種類以上の異なる元素を組み込むという、従来の枠組みを超えたアプローチで物質を作り出します。

興味深いことに、2種類や3種類の元素を組み合わせるよりも、5種類以上を混ぜた方が、かえって安定した結晶ができる場合があります。これは多数の異なる元素が混ざることによって「エントロピー（無秩序さや乱雑さの度合い）」が増大することや、原子の大きさの違いから生じる「ひずみや乱れ」が結晶全体を安定化させる効果を持つためです。この原理を活かし、より優れた物質を作るための挑戦を続けています。

結晶構造の手づくり模型



！ Web版でもっと詳しく解説中！

理学部 物理学科

山下 愛智 助教 YAMASHITA Aichi

高知工科大学環境理工学群環境科学科卒。筑波大学大学院数理物質科学研究科電子物理学専攻、博士課程を2019年3月に修了。同年4月より東京都立大学（当時は首都大学東京）の理学部物理学科 特任助教に着任。その後、2022年8月より現職。専門は超伝導、熱電変換材料、機能性材料、電気化学、薄膜。





核融合炉を支える革新的な技術 放射線に強い超伝導体の開発

この研究を続ける中で、私たちの研究室は大きな発見にたどり着きました。開発したハイエントロピー型化合物が、核融合炉に使える可能性があることがわかったのです。

核融合炉では、1億度という超高温のプラズマを強力な磁場で閉じ込める必要があります。この磁場を生み出すためには、超伝導体の存在が欠かせません。しかし、従来の超伝導体には大きな課題がありました。核融合の過程で発生する中性子線によって、超伝導体が劣化し、その性能が大きく低下してしまうのです。これは、超伝導体の結晶中の原子に中性子がぶつかることで、その原子が弾き飛ばされて、結晶構造が崩れてしまうため。私たちが開発したハイエントロピー型化合物は、従来の超伝導体と比べて原子の配列が大きくひずんだり乱れているため、中性子に弾き飛ばされた原子の動きを周囲の原子が「ジャマしてくれる」効果が生まれ、元の場所に戻りやすくなり結晶構造が崩れにくいのです。

これまでの核融合炉は、超伝導磁石の性能が十分でなかったためプラズマをコンパクトに閉じ込めることができず、装置が巨大化していました。そのため、開発には国家間で連携した大規模プロジェクトと数兆円規模の投資が必要でした。しかし、より照射に強く性能の高い超伝導体を使えば、核融合炉を大幅に小型化・低価格化することも夢ではないと私たちは考えています。

研究室の様子



夢のエネルギー源がもたらす未来

小型核融合炉が実現すれば、私たちの暮らしは大きく変わでしょう。核融合炉は、投入するエネルギーよりも取り出せるエネルギーが大きい、まさに夢のような技術だからです。しかも、火力発電とは異なりCO₂を排出しないため、環境負荷の低減にも大きく貢献します。様々な分野での応用可能性があり、例えば、宇宙船の推進エンジンへの利用や、究極的には「一家に一台の核融合発電」という未来も夢ではありません。SFの世界に出てくるような巨大ロボットの動力源として使われる日も来るかもしれません。

一方で、実用化に向けてはまだ課題があります。現在の超伝導体は、極めて低温でしか機能しないため、室温のような高い温度の中でも超伝導状態になる材料の開発を目指しています。また、より中性子に強く多くの電流を流せる材料の開発も必要です。これらの課題を一つずつ解決していくことで、小型核融合炉の実用化に近づいていけると考えています。私たちの研究も含めて、今後5年以内には小型核融合炉が実現する可能性があります。

幼少期の原体験が導いた 次世代エネルギーに貢献可能な 研究への道

私がエネルギー問題の解決に関心を抱いたのは、高知県で過ごした幼少期の経験がきっかけでした。当時、家の目の前にある小さな磯で釣りをすることが、私の日常の大きな楽しみでした。船でその磯に渡り、磯の上で釣りをする時間は、私にとって特別なものでした。しかし、温暖化による海面上昇の影響で、思い出の釣り場が徐々に水没していく様子を目の当たりにしました。訪れるたびに足場が失われていく光景を見て、環境問題の解決に向けて行動しなければならないという強い思いが芽生えました。

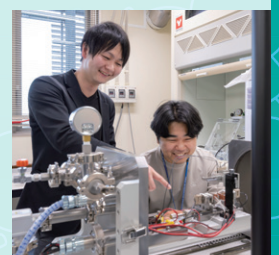
当初は風力発電や水力発電など、機械的なアプローチでエネルギー問題に取り組もうと考えていました。しかし、学部生時代に経験した海外留学で「材料科学」という分野に出会い、その考えは大きく変わりました。原子レベルで新しい物質を創り出すことで、科学技術に劇的な進歩をもたらせる可能性がある。その可能性に強く魅かれ、現在の研究に至ったのです。

科学を志す若者たちへ 自分だけの道を見つけるヒント

大学は、自分の興味や関心を深め、新たな知識を追求する場であり、研究生生活を始める大切なステージです。研究とは、未知の問いに挑み、新しい知識を創り出す過程そのものです。ですから私は、これから研究の道に挑む皆さんに、「柔軟な視点を持ち、アンテナを広げて大学生活を送ってほしい」とお伝えしたいです。

日々の授業やレポートは、単なる課題とせず、自分が将来どのような研究をしたいか考えながら取り組んでください。その中で、自分の関心に合ったテーマや分野が見えてくるはずです。また、興味のある分野の最新動向を把握するために論文を読むことも大切です。私自身、新しい分野に挑む際は100本ほどの論文に目を通します。他の研究者の視点に触れることが、新たなアイデアのきっかけになるからです。

研究の道のりは必ずしも平坦ではなく、困難や壁に直面することもあるでしょう。しかし、それらを乗り越えた先には、達成感や発見の喜びが待っています。だからこそ、やりがいのある挑戦です。皆さんも、自分の興味や関心を大切にしながら、勇気を持って研究の世界へ一歩踏み出してみませんか。



写本の書き込みが語る 中世ヨーロッパの信仰と想像力

14～15世紀のイギリスで書かれた文学作品には、キリスト教の聖地がどのように描かれ、当時の人々にどう受け入れられていたのでしょうか。

中世の写本に残された読者の書き込みなどを手がかりに、600年以上前の人々の信仰や想像力の世界をひもとく研究について、人文社会学部人文学科 英語圏文化論教室の杉山ゆき助教にお話を伺いました。

中世ヨーロッパのキリスト教徒は 聖地とどのように触れ合っていたのか

「昔の人々が何を考え、何を信じ、どのように暮らしていたのかを知りたい」と思ったとき、手がかりとなるものには、絵画や彫刻、建築物などさまざまなものがありますが、「文学」もそのひとつです。私の専門はそうした文学の研究で、14～15世紀のイギリスで書かれた宗教文学やロマンスに着目し、キリスト教の聖地・エルサレムがどのように描かれていたのか、それを人々がどのように読み解き、日々の信仰の中に取り入れていたのかを調べてきました。

エルサレムは、イエス・キリストが処刑・埋葬され、復活を遂げたとされる場所。言うまでもなく、キリスト教にとって非常に重要な場所です。しかし、14～15世紀当時、キリスト教を篤く信仰するヨーロッパ諸国は、その聖地を自分たちの影響下に置くことができずにいました。なぜなら、11世紀末以降聖地奪還を目的に行われた「十字軍の遠征」は失敗が続き、新たな遠征を始めるのも現実的ではなかったからです。その結果、エルサレムはキリスト教徒にとって物理的に簡単には訪ねられない場所となりました。そのため、教会を中心に、キリスト伝や巡礼記、十字軍戦記のようなさまざまな書物、宗教儀式を通じて人々に聖地を思い描かせることで、想像を通じて聖地を取り戻そうとする試みが行われたのです。

人文社会学部 人文学科

杉山 ゆき 助教 SUGIYAMA Yuki

慶応義塾大学文学部卒。同大学院文学研究科英文学専攻を経て、2018年に渡英。ヨーク大学英文学科、博士課程を2023年7月に修了。2023年10月より現職。専門は中世英文学。



読書行為から「聖地回復」の取り組みと 中世ヨーロッパの社会像や価値観を紐解く

Web版でもっと
詳しく解説中!

そうした聖地回復の取り組みを、私は特に「読書行為」に焦点を当てて研究してきました。中でも研究対象としているのが「写本」です。写本とは、人の手で書き写した“コピー”のこと。印刷技術の黎明期にあった後期中世ヨーロッパでは、聖書や信仰の手引き、物語といった書物は、人から借りたものを書き写したり、書籍商から気に入ったものを購入したりしてテキストを集め、ある程度のテキストのまとまりができれば専門店で製本してもらうのが一般的でした。つまり、読者は大量の製本済みの本の1冊を購入するのではなく、個人の関心にあわせて転写・編集された唯一のコピーを読んだのです。そうした写本には、書き手の癖や個性が表れます。例えば、書物の内容を深く理解するために、その書き手がどこに着目したのかメモが残されていることがあります。そのような書き込みをつぶさに見ていくことで、当時の人々が聖地をどのように捉え、信仰心を育んでいったのか、考察することができるのです。

さまざまな写本が存在する中、私は、15世紀のイギリスの第2の首都にして大規模な書物流通拠点のひとつだった都市ヨークを擁する北ヨークシャーに暮らしていたロバート・ソートンという人物の写本に注目していました。彼は騎士物語のようなロマンス、祈祷文や宗教文学書などを自ら写し2つの写本に編纂しました。「ソートン写本」として知られるこれらの写本は大英図書館とリンカン大聖堂図書館に現在所蔵されています。ソートン写本を精読すると、聖地への敬虔な信仰心が、時として宗教的な他者への敵対心と表裏一体となっていることが見えてきます。宗教文学の中では、イスラム教徒やユダヤ教徒がキリスト教の「敵」として描かれる例も多く、宗教的寛容が次第に薄れていく様子が読み取れます。こうした描写は、当時の社会や価値観を理解する上で、重要な示唆を与えてくれるのです。

中世の息吹を感じながら 世界の研究者と交流

このような研究を深めるため、私は中世研究で高く評価されているイギリスのヨーク大学に留学しました。ヨークはかつて大宗教都市として繁栄し、中世の面影を色濃く残す街並みが今も保存されています。写本に加え、当時の考古学的な遺物や美術作品にも触れられる環境は、研究の視野を大きく広げてくれました。また、世界中から集まった学生や研究者たちと、カジュアルな研究発表から本格的な学術討論まで、さまざまな形で意見を交わすことができたのは、研究者として大きな刺激となりました。

そうした経験を踏まえ、今後の研究では、十字軍の戦略書が東方世界の物語とともに受容される過程に注目したいと考えています。実用的な戦略書が教養の一部として、あるいはある種のファンタジーとして楽しめるようになる変遷は、中世社会の価値観や文化の変化を探るうえで非常に興味深いテーマになると感じています。

時間を自由に使える学生時代だからこそ 文学や芸術品とじっくり向き合ってほしい

皆さんは最近、本を読んでいますか？

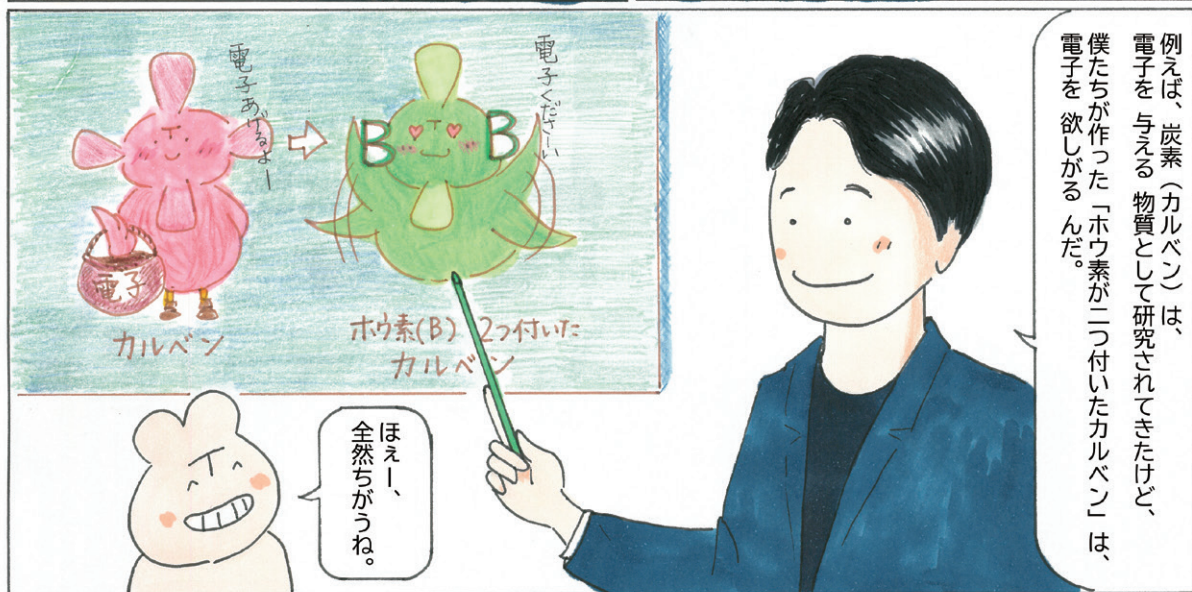
特に、古典文学や学術書、論文など、読み解くのに多少なりとも時間がかかる文章としっかり向き合えているでしょうか。こうした文章は「つまらない」「読むのが面倒くさい」と感じて、つい避けたいくなるもの。しかし、ひとつの物事にたっぷりと時間を使える学生時代だからこそ、ぜひじっくりと「難易度の高い書籍や長文を読むこと」に挑戦してほしいです。

SNSや動画サイトなどを見ているほうが楽しい。その気持ちは分かります。しかし実は、インターネットなどに溢れている多くのコンテンツは、これまで人類が紡いできた歴史や物語の上に成り立っています。例えば、最近人気のコンテンツには、中世ヨーロッパを彷彿とさせる要素が含まれているものも多いですが、これらの作品の作者やデザイナーは、もしかすると欧州の中世時代につくられた物語や美術、建築物などから影響を受けているのかもしれない。つまり、これまで読み継がれてきた物語や、大勢の人にしまわれてきた文化的なモノを知ること、こうした現代の作品をより深く理解し、楽しむことに繋がるかもしれないのです。

「半年だけ」と時間を区切っても構いませんので、本や絵画、建築物、どのような形であれ文化的なものと集中して向き合う時間を作ってみてください。その経験は、いつか数十年後に振り返ったとき、人生を豊かに彩る貴重なひとときだったと感じられるはずです。

マンガは裏表紙からスタートしています

ウラから読んでね



もっと詳しく

さらに詳しい情報が掲載されているインタビュー記事をWebで公開しています！



理学部 化学科

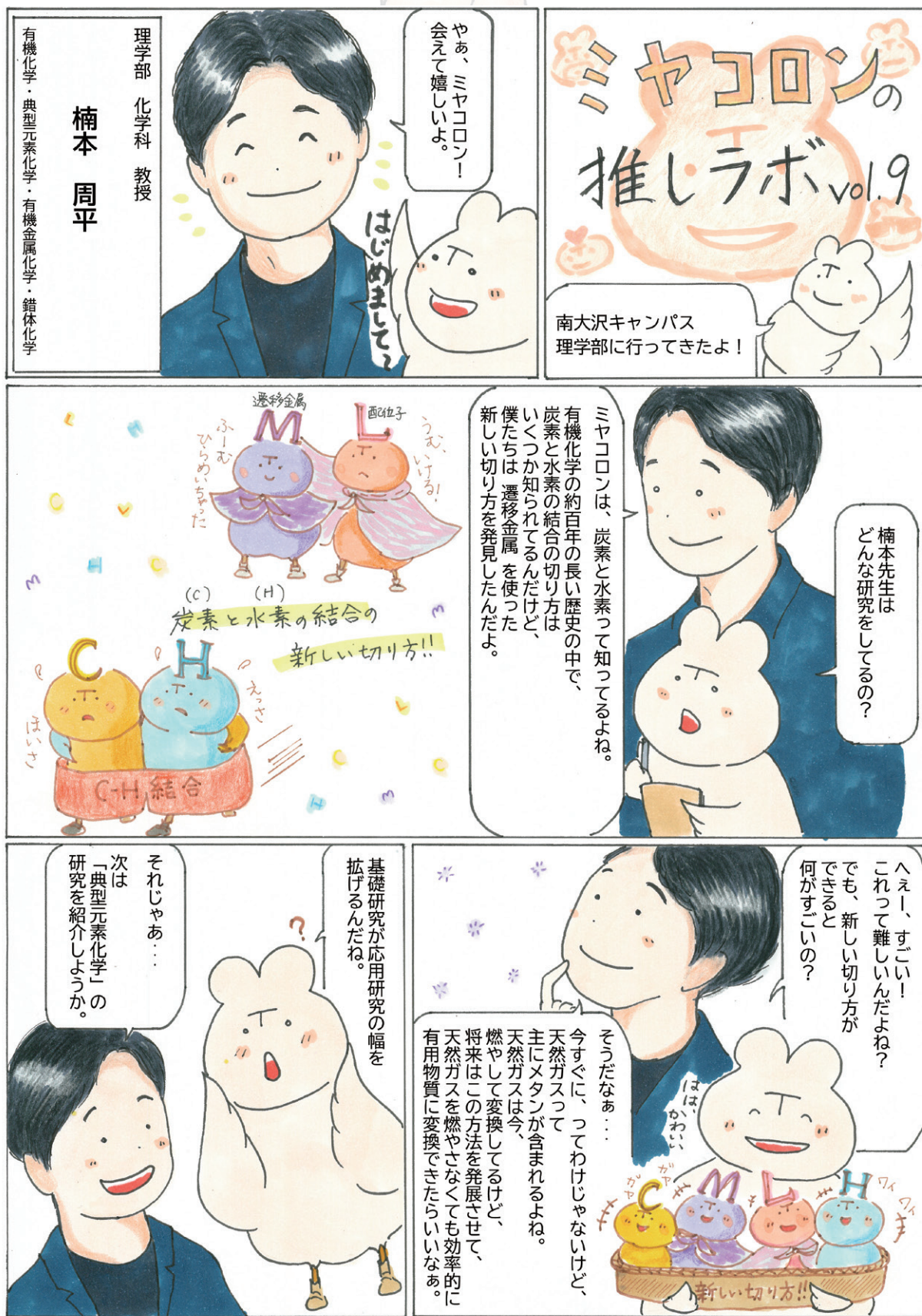
楠本 周平 教授
KUSUMOTO Shuhei

東京大学工学部化学生命工学科卒。同大学院工学系研究科化学生命工学専攻、博士課程修了。東京大学大学院工学系研究科の特任研究員、助教、講師を経て、2024年4月より現職。専門は有機化学、典型元素化学、有機金属化学、錯体化学。令和6年度錯体化学会研究奨励賞受賞。

この分野を目指す方へのメッセージ

この分野を目指す皆さんには、自然科学の本質的な面白さを知ってほしいと思います。研究は自然現象との真摯な向き合いの連続です。実験を通じて仮説を検証し、予想とは異なる結果に直面することも多くありますが、その過程で思いがけない発見が生まれます。誰も見たことのない物質や現象との出会い、それが研究の醍醐味です。失敗を恐れず、自分で考え、次の一手を見出していく。そんな挑戦を、一緒にしていければと思います。

Close-Up | TMU Research
新物質の開発が切り拓く次世代エネルギーの未来
 理学部 物理学科 助教 山下 愛智
写本の書き込みが語る
中世ヨーロッパの信仰と想像力
 人文社会学部 人文学科 助教 杉山 ゆき
 Pick-up | Focal Point
目に見えない世界を“観る”
近赤外光が拓く新しい計測技術の可能性
 システムデザイン学部 機械システム工学科 教授 角田 直人



東京都立大学
 オープンユニバーシティ講座のご案内

春期講座の申込受付中! 対面・オンラインで
 科学、歴史、アートなどテーマは多彩。高校
 生講座、受講料千円のプレミアム講座も!



お申込み詳細は公式サイトへ

東京都立大学 総合研究推進機構NEWS Miyacology [首都学 (ミヤコロジー)]
 第20号 2025年 Winter 2025年3月1日発行 企画・制作・発行: 東京都立大学 総合研究推進機構



© 2020 TOKYO METROPOLITAN UNIVERSITY

〒192-0397 東京都八王子市南大沢1-1
 東京都立大学 南大沢キャンパス内 プロジェクト研究棟2階
 TEL 042-677-2728 / FAX 042-677-5640

mail ragroup@jmj.tmu.ac.jp <https://research-miyacology.tmu.ac.jp>

