

Vol.51 No.1 [2025]

Re:ORDIST

Organization for Research and Development of Innovative Science and Technology

ウェルビーイング すべての命が尊重 される未来を目指して

特集1 ————— P.1

DNAを素材に未来をデザインする 分野を超えて広がる社会実装への挑戦

化学生命工学部 化学・物質工学科 教授 葛谷 明紀

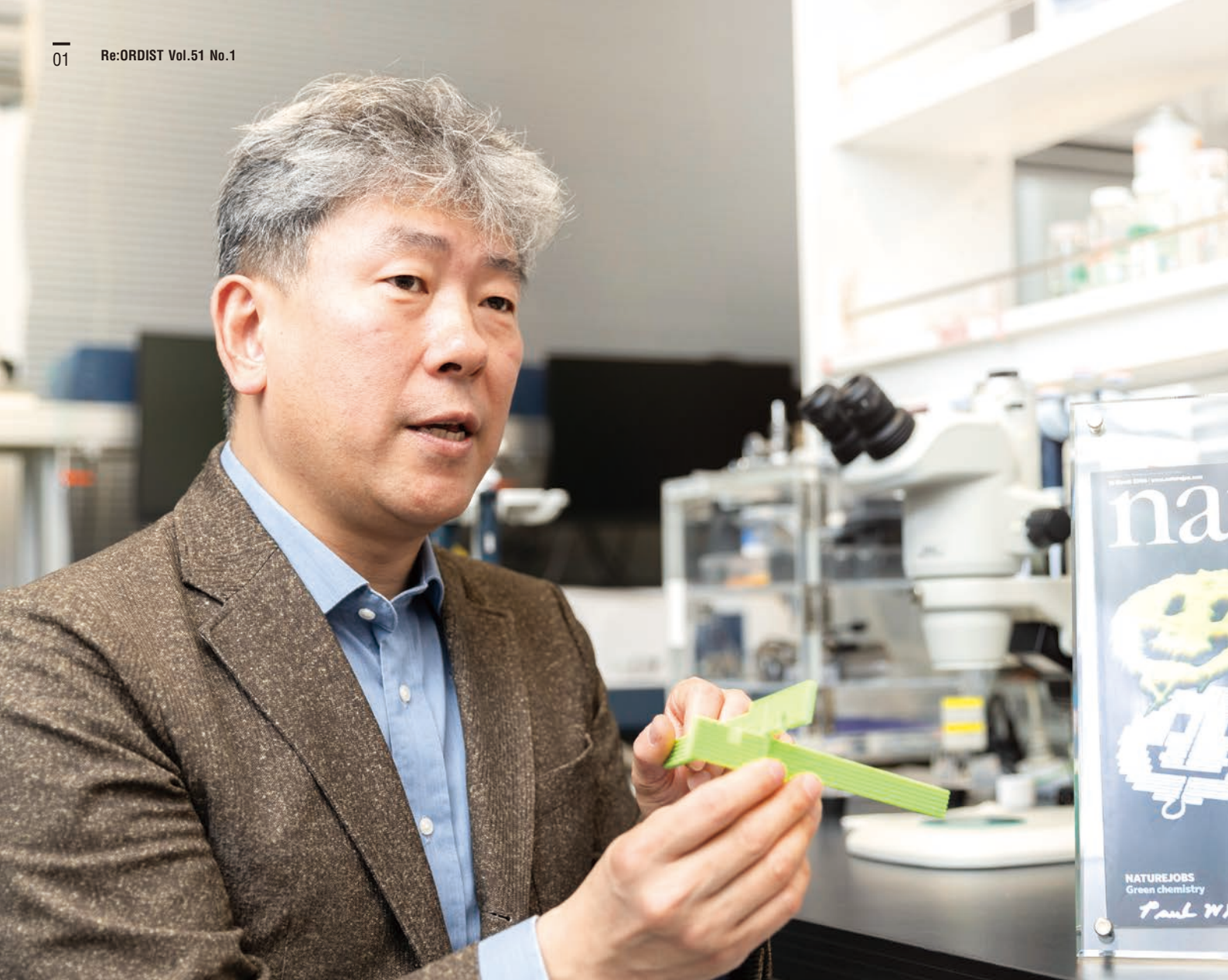
特集2 ————— P.11

セミの羽がもつナノ構造を模した 材料で薬剤に頼らない 抗菌・殺菌を実現

システム理工学部 機械工学科 教授

伊藤 健

- ・ 先端機構の次世代を担う!!2025年度新任研究員のご紹介
- ・ 第30回 関西大学先端科学技術シンポジウム開催のご案内
- ・ 先端機構 News & Topics
- ・ 関西大学 科学技術振興会TOPICS



特集1 || ウェルビーイング すべての命が尊重される未来を目指して

DNA を素材に未来をデザインする 分野を超えて広がる社会実装への挑戦

化学生命工学部 化学・物質工学科 知能分子学研究室 教授 葛谷 明紀

くず や あきのり

葛谷 明紀

DNA を“生命の設計図”ではなく、“ものづくりの材料”としてとらえる独自の視点から、最先端のナノテクノロジー研究を進めてきた葛谷明紀教授。一本の長いDNAを折り畳み、思い通りの形を作る「DNA オリガミ」技術の世界的なトップランナーの一人として、医療・環境・エンタメといった分野の垣根を越えた応用開発をリードしてきました。

DNA が持つ緻密な設計性と反応性を、どのように活かして社会に役立てていくのか。多彩な分野へと広がる革新的な挑戦について伺いました。

“知能”をもつ分子として DNA をとらえる新発想

一葛谷先生の研究室名には「知能分子」という耳慣れない言葉が使われています。これはどのような意味を持つのでしょうか？

名付ける時に意識したのは、「検索しても一件しか出てこない研究室名にしたい」ということでした。でも、奇をてらったわけではなく、「知能分子」という言葉には、私なりの確かな思いが込められています。

DNA という分子は、私たち人間が指示しなくても、分子同士が正確に反応し、適切な相手と結びつきます。たとえば、アデニン (A) はチミン (T)、グアニン (G) はシトシン (C) といった具合に、必ず決まったペアを組んでいく。そのふるまいが、まるで、“知能”を持っているように感じられて、私はこの分子を「知能分子」と呼びたくなったのです。

一反応があまりに精緻で、知能的に見えるということですね。

その通りです。DNA にあらかじめ情報を書き込んでおけば、それに従って自律的に判断して動く。学生たちには、「“知能分子” って書いて、“DNA” と読んでね」と冗談混じりに話すこともあります (笑)。

一そうした DNA の性質を活かして、どのような研究を展開されているのですか？

DNA といえば、一般的には「生命の設計図」や「遺伝情報の担い手」として知られていますよね。ですが、私たちはそれを「ものづくりの材料」としてとらえ、最大限に活用しながら、さまざまな研究開発に取り組んでいます。

具体的には、DNA を人工的に合成し、自然界には存在しない情報を与えることで、新たな構造体や機能を持ったナノスケールの物質を作り出す。こうしたアプローチが、私たちの専門とする「DNA ナノテクノロジー」と呼ばれる分野です。その中でも、中心的な技術として世界中で研究が進められ

ているのが、「DNA オリガミ」です。

動きを持つ DNA 構造体を世界に先駆けて開発

一葛谷先生は、DNA オリガミの日本における先駆者としても知られています。これは一体どのような技術なのでしょう？

一本の長い DNA に対して、短い DNA をホッチキスの針のように組み合わせ、折り畳みながら設計図通りの構造体を作っていく手法です。折り紙に例えられていますが、感覚的には、縦糸と横糸で布を織る“織物”に近いかもしれません。

一この技術との出会いについて、教えていただけますか。

DNA オリガミは、2006 年にアメリカで初めて報告されたのですが、そのとき私はちょうど留学中でした。現地でニュースを見て、「とんでもない技術が出てきたぞ」と仲間たちと興奮したことを覚えています。

帰国後、すぐに自身の研究テーマに据え、日本でいち早くこの分野に取り組み始めました。当時、世界でもこの研究をしている研究室は 3 ~ 4 か所ほどで、日本では私たちが最初だったと思います。

一DNA オリガミでは、具体的にどのような構造が作れるのですか？

平面的な図形から立体構造、さらに“動く構造”まで、さまざまな形を設計することができます。その中でも代表的なのが、私たちが開発した「DNA Pliers (ペンチ)」という構造

体です。この DNA ペンチは、中央に蝶番構造を持ち、一点で固定された部分を軸にして、左右の“レバー”がペンチのように開閉する仕組みになっています。特定の分子に反応して動作するように設計されており、ある分子を検出すると、それを挟み込むように構造が変化します。

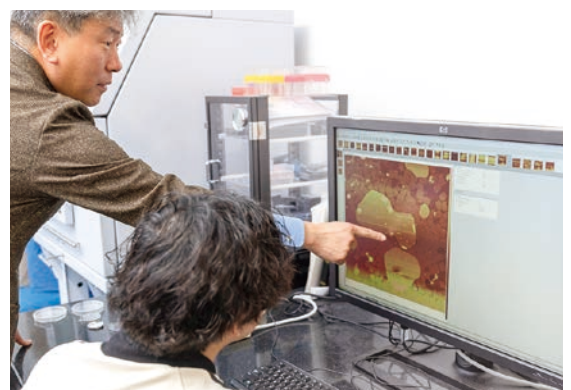


▲ DNA Pliers (ペンチ) の模型

従来の DNA オリガミは、「形を作る」ことに主眼が置かれていましたが、私たちはそこに「動き」という新たな要素を加えることに成功しました。しかも、この開閉動作を電子顕微鏡で目に見える形で確認できる点が、ナノ構造として非常に画期的だと高く評価されています。

一動きを持たせるという発想は、どのようにして生まれたのでしょうか？

当時、世界中の研究者が、DNA で「箱」を作ろうとしていました。私たちもそこに挑戦したのですが、タッチの差で他のチームに先を越されてしまったんです。そこで発想を転換し、「動く構造体」で勝負することにしました。その結果、世界で初めて動きのある DNA 構造体を報告することができ、今の応用研究へとつながる重要な土台となりました。



▶ DNA オリガミは分子のかたちを目で確認できることが魅力のひとつ

特集1 ウェルビーイング すべての命が尊重される未来を目指して

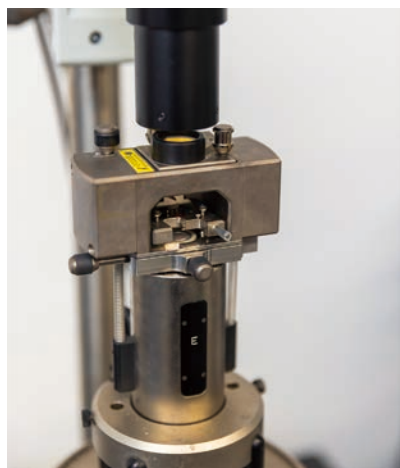
DNA オリガミが社会実装へ高感度・簡便な検査を実現

—その技術を、細菌やウイルスを高感度に検出できる「検査キット」に応用されているそうですね。

はい。私が取締役を務めるスタートアップ「Cranebio（クレインバイオ）」では、DNA ペンチを応用した人工酵素「Dozyme」を搭載した新しい検査キットを開発しています。Dozymeは、特定の分子を検出すると構造が変化し、酵素活性が発現するように設計されています。さらに、構造変化によって発光する機能も備えており、その変化をスマートフォンのカメラで読み取ること、高感度な検出が可能になります。

—PCR 検査のような精度が、より簡単に短時間で実現できるようになるのですね。

まさにそうです。専用の装置や熟練した技師は不要なので、どこでも手軽に使えますし、これまで数日かかっていた検査がその場で完結できます。目に見えない分子の動きを、光として直感的に把握できる革新的な検査ツールといえますね。



▲高解像度原子間力顕微鏡 ナノスケール分子を高解像度で見ることができる

—新しい検査のスタンダードとして、医療だけでなく、さまざまな分野で活用が広がりそうです。

水質検査や食品の衛生管理、さらには災害時の感染症対策など、即時の対



▲大阪・関西万博ヘルスケアパビリオン出展の様子

応が求められる場面で役立つのではないかと期待しています。

また、開発元であるクレインバイオは、大阪・関西万博に設置された「大阪ヘルスケアパビリオン」の展示・出展ゾーンにて、関西大学のリボンチャレンジ参加企業の一つとして出展しました。その中で、この検査キットも、動く DNA オリガミを活用した世界初の製品化事例として紹介することができました。これまで研究室で育んできた技術が、いよいよ社会実装へと歩み出す、大きな節目となりました。

—DNA オリガミは、今や応用のフェーズに入っているのですね。

DNA オリガミは誕生から約 20 年が経ち、「何を作るか」よりも、「それをどう使うか」が問われる段階に来了います。DNA を人工的に設計・合成し、それを使って新たな機能を持つ構造体を作り、応用へとつなげる。これらを一貫して担える体制が、私たちの強みだと自負しています。

「人工ホタル」で目指す環境にやさしい次世代ディスプレイ

—DNA オリガミの応用として、分子自身が自律的に判断して動く「分子ロボット」の研究にも注力されています。その一つが、生物由来の仕組みで発光を実現する「人工ホタル」です。これはどのような技術なのでしょう？

従来のディスプレイや発光技術とい

えば、電気と LED を使って光を制御するのが一般的でした。でも私たちはそこに、「生体分子だけで光らせる」という発想を取り入れました。

具体的には、DNA 構造体に深海エビ由来の発光タンパク質「NanoLuc ルシフェラーゼ」を組み込み、そこに発光物質である「フリマジン」を加えることで、化学反応によって光を生み出すシステムを構築しています。

この仕組みでは、DNA が特定の分子を検出すると、それに応答して自ら発光するという一連の動作が、すべて分子レベルで完結します。こうした自律的なふるまいから、私たちはこれを“分子ロボット”と位置付けています。

さらに、私たちが得意とする DNA の精密な設計技術を活かせば、光の色や明るさも自在にコントロールできます。RGB の三原色の発光も実現できるので、将来的には色や輝度を自由に調整できる“電気を使わないディスプレイ”としての応用も視野に入れています。

—環境にやさしい、次世代のディスプレイですね。

このシステムは、電子回路ではなく化学エネルギーで駆動し、しかも使用する素材はすべて生体由来なので、最終的には自然に分解されて還る構造になっています。電子部品に比べて製造コストが抑えられる可能性もあり、環境負荷の少ない新しい発光デバイスとしての展開に、大きな可能性を感じています。

—具体的には、どのような用途を構想されていますか？

今、最も実用化に近いと考えているのが「スマートコンタクトレンズ」です。たとえば、糖尿病患者の方がこのレンズを装着すると、涙に含まれるグルコース濃度を検出し、その情報を目の中で光として“視覚的に確認できる”という仕組みを想定しています。

このレンズには発光タンパク質が内蔵されており、そこに目薬のようにフリマジンを投与するだけで、化学反応

によって光が発生します。つまり、電気を使うことなく、分子の働きだけで体内情報を可視化できる、ウェアラブルな医療デバイスとしての活用を目指しています。

一まさしく“未来の医療”ですね。

でもそれだけでなく、発光するコンタクトレンズやアクセサリは、コスプレやアートの世界にも応用の可能性があるかもしれません。技術って、どこでブレイクするかわかりませんからね。むしろ、エンタメ分野で先に広がってくれたら面白いなという思いもあります。

一人工ホタルは、分子ロボットの製品化第一号になる可能性もあるのでしょうか？

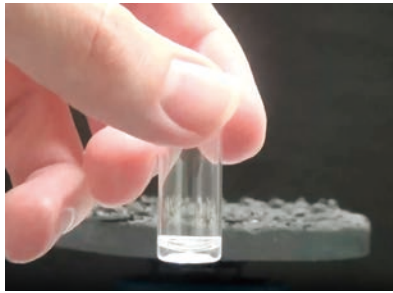
はい。すでに DNA オリガミは、構造を作る技術として製品化を実現していますので、次はこうした“自律的に動作する分子構造体”による製品化第一号を狙っているところです。

医療への実装を加速させる量産可能な DNA 素材とは

一方、DNA を使ったゼリー状の材料を開発され、薬剤送達システム（DDS）への応用も進められるそうですね。

これは、DNA 自体を“薬を運ぶ乗り物”として使うという発想から始めた研究です。従来、薬剤を体内の細胞に届けるには、キャリアと呼ばれる運搬体が不可欠でした。しかし、DNA はもともと生体が“好んで取り込む”素材。つまり、DNA 自体がキャリアとして機能できるという点が、他の材料とは大きく異なります。

中でも、私たちが開発した DNA ヒドロゲルは、DNA の四重鎖構造を使ってゲル化させた新しい材料です。薬剤を包み込んで安定的に保持し、狙った細胞に向けてゆっくりと放出することができます。しかも DNA が原料なので、生体適合性が高く、安全性にも優れています。



▲体液を感知して瞬時に固化するヒドロゲル材料（＝DNA 四重鎖ゲル）

一実用化に向けて、量産性やコスト面はいかがでしょうか？

DNA オリガミは自由度が高く、精密な制御が可能ですが、量産性には課題があります。一方、DNA ヒドロゲルは比較的シンプルな構造で、量産性やコスト面で非常に優れています。私たちは、すでに独自の大量製造技術を確立しています。

「精密に設計された構造物」としての DNA オリガミと、「生産しやすく安定した素材」としての DNA ヒドロゲル、それぞれ異なる利点を持ちながらも、DNA を軸に医療応用へとつながっているのですね。

DNA オリガミや分子ロボットとは異なるカテゴリーではありますが、DNA ヒドロゲルもまた、広い意味での“ナノバイオデバイス”の一種として、医療やヘルスケアの未来を支える重要な技術だと考えています。

一DNA ナノテクノロジーの応用は、今後どのように広がっていくとお考えですか？

医療への応用を本格的に実現するのは、まだ何十年とかかるかもしれませんが、だからこそ今、私たちが強く意識しているのが、「医療応用だけにこだわらない」という視点です。

この分野はどうしても、医薬品の開発に直結する形で語られがちですが、医療は研究から承認、そして実際に使われるようになるまでに非常に長い時間を要します。そこで重要になるのが、医療だけでなく、「非医療」の応用にも力を入れるという、両輪

での推進です。

一非医療とは、具体的にどのような分野があるのでしょうか？

たとえば、DNA を使ったバイオセンサーやエネルギー変換素材、化学プロセス制御などは、比較的早い社会実装が見込めます。さらに、そうした周辺分野での実績が、医療応用に対する信頼性や注目度を高める土台にもなってくれます。

加えて、DNA を大量かつ安価に合成する技術が進展すれば、最終的に医薬品のコスト削減にもつながりますし、結果として医療応用への資金的な支援につながる可能性もあるのです。

一技術を医療に限定しない姿勢が、結果として医療分野をも加速させるのですね。

DNA ナノテクノロジーは、医療だけでなく、あらゆる社会課題の解決に寄与できる可能性を秘めています。制度の壁や実装のタイミングを見極めながら、まずは“走り出せる領域”から確実に技術を社会に届けていく。そんな戦略的な進め方が、今後ますます重要になると考えています。

「オメガ核酸科学」で切り拓く新たな学術フレームの創出

一そして現在、新しい構想の実現に向けて、動き出されているそうですね。

今立ち上げようとしているのが、「オメガ核酸化学」という新たな学術領域です。DNA や RNA は天然に存在する核酸ですが、私たちはこれまで、それを人工的に改造した「XNA（人工核酸）」の開発にも取り組んできました。XNA の各タイプは、これまで世界中でアルファベットを 1 つずつ割り当てて命名されてきましたが、研究が進むにつれ、もうアルファベットの 8 割が使われてしまった。そこで、私たちはギリシャ文字に目を付けたのです。中でも「オメガ」は最後の文字で、“究極”

特集1 || ウェルビーイング すべての命が尊重される未来を目指して

という意味もある。まだ誰も使っていないということは、自分たちで定義できるということ。そこは新たな分子技術のフレームワークを築く上で、非常に意義深いことだと思っています。

一単なる命名ではなく、世界的な研究の潮流の中で、新たな規格やアプローチを提案するということですね。

その通りです。特に日本は、材料科学や分子設計の領域で世界に誇れる強みを持っています。だからこそ欧米とは違うアプローチで、新しい学術領域を世界に向けて発信したいのです。そして若い研究者にも、この面白さを伝え、広く社会とつながる技術として、DNA ナノテクノロジーの分野を育てていきたいと考えています。

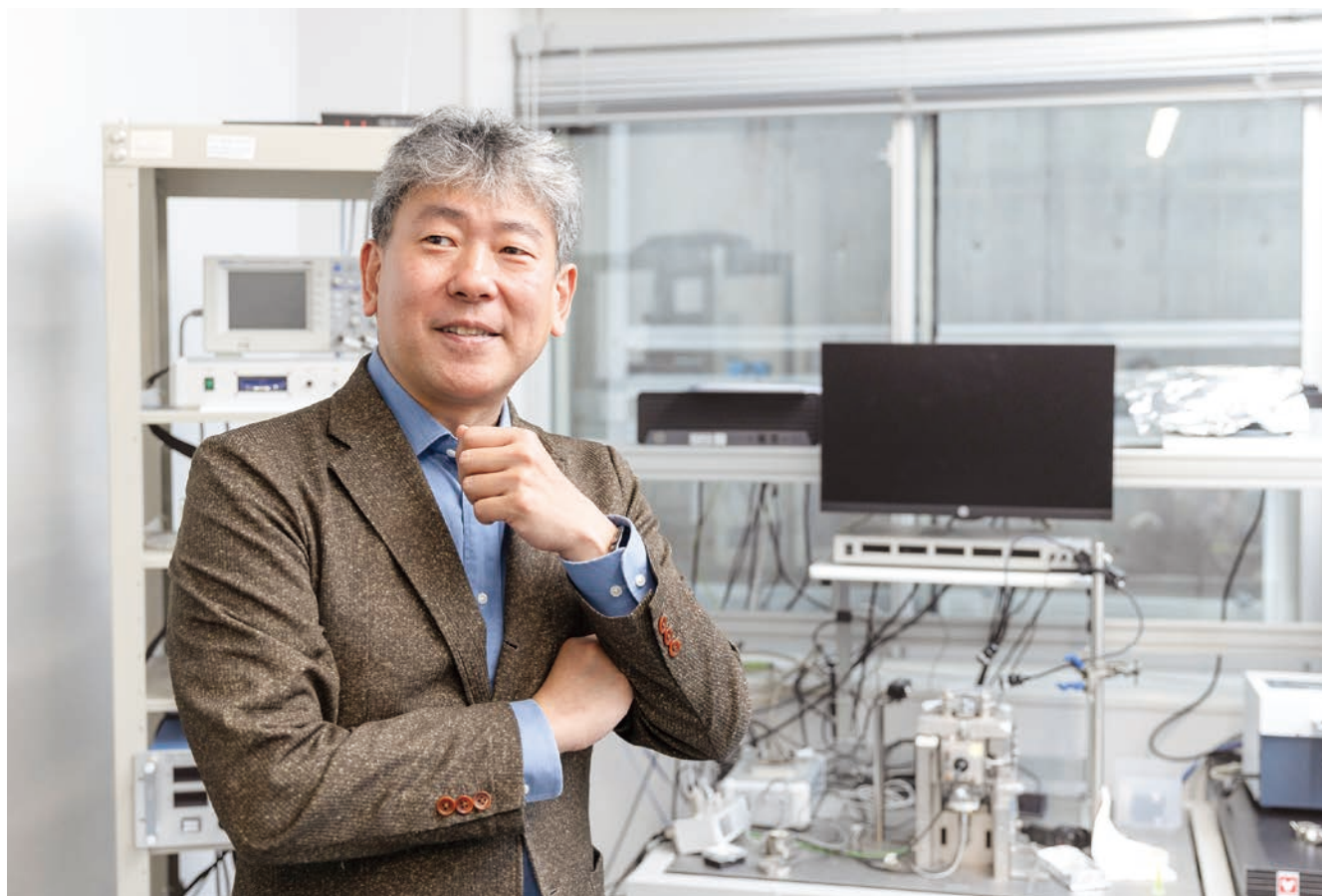
一そこまで DNA に情熱を注がれている、その原動力はどこにあるのでしょうか？

DNA って、裏切らない分子なんです。設計通りにきちんと組み上がるし、再現性も非常に高い。しかもこちらが予想した通りの動きを見せてくれる。構造をデザインする側にとって、これほどありがたい素材はありません。

それに、ペアの組み合わせのルールが厳密なので、設計の自由度が高いんです。つまり、自分のアイデアをかなりの精度で形にできる。だからこそ飽きることなく、ずっと夢中でいられるんだと思います。まあ、自他ともに認める DNA オタクですね（笑）。

一まさに、これまでの研究人生を、DNA ととも歩んでこられたのですね。

ええ、たぶんこのまま DNA の研究ひと筋だと思います。でも、それはまったく後悔のない選択です。DNA は、生き物が 40 億年という時間をかけて選び抜いてきた、生命にとって最適な構造を持つ分子です。そんな生命の根幹を成す素材を使って、まったく新しい価値を生み出せることは、研究者として本当に幸せなことだと思っています。



プロフィール

茨城県つくば市出身。卒業研究以来、DNA 等の核酸を機能材料ととらえ、有用な分子デバイスの構築に取り組む。趣味は映画鑑賞。健康のため、水泳とジョギングも継続中。最近なぜか通訳案内士（英語）の資格を取得。



第30回 関西大学先端科学技術 シンポジウムを開催します。

メインテーマ

「“Beyond SDGs” Well-being 社会のための科学技術」

【日時】 2026年 1月22日(木) 11:00～17:20 交流会17:30～
1月23日(金) 10:30～14:30

【会場】 関西大学千里山キャンパス100周年記念会館

本機構内で取り組む1年間の研究成果を取りまとめ、広く社会、企業、産業界に発表する場として、毎年シンポジウムを開催しています。第30回の節目となる今回は「“Beyond SDGs” Well-being 社会のための科学技術」をテーマとし、2019年にノーベル化学賞を受賞された吉野 彰氏による特別講演をはじめ、招待講演や約100件のポスター発表など、2日間にわたる研究発表を予定しています。シンポジウムの詳細につきましては、12月上旬にウェブサイトにてお知らせいたします。

多くの方のご来場を心よりお待ちしております。

シンポジウム開催30回記念 特別講演

「2050年の世界をめざして」

2019年 ノーベル化学賞受賞 **吉野 彰 氏**

旭化成株式会社 名誉フェロー
産業技術総合研究所 ゼロエミッション国際共同研究センター長
技術研究組合 リチウムイオン電池材料評価研究センター 理事長
名城大学大学院 理工学研究科 終身教授・特別荣誉教授
九州大学荣誉教授



【日時】 2026年1月22日(木) 11:15～12:15 【会場】 関西大学千里山キャンパス

同時
開催

関西大学・大阪医科薬科大学 医工薬連環科学教育研究機構 研究発表会 および
関大メディカルポリマーシンポジウム、カーボンニュートラル研究センター研究講演会
を同時開催いたします。



ラミー ポチャラ システム理工学部 准教授

Q.1 先生の取り組まれている研究についてお聞かせください。

物理学と生物学に着想を得た空水両用ロボット・天井歩行ロボットなどの知能的・適応型ロボットを研究しています。複数のセンサーを統合し、自律的に動作して救助や構造物点検への応用を目指します。

Q.2 ご自身について教えてください。

① ご自身の性格を一言でいえば？

わりとオープンな性格で、いつも新しいことを想像するのが好きです。

② 一番面白かった書籍は？ 「ドラえもん」

③ 理想の休日の過ごし方は？

家族と一緒に過ごすことです。

④ 人生で一番感動したことは？

娘が生まれたときのことです。日々すごい速さで成長・学習していく姿に感動しています。

⑤ これまでに一番熱中したことは？

ロボットと人間がどのように共存し、平和に暮らしていけるかという未来の在り方を考えることです。先進的なロボット技術が人間社会にどのように融合していくのかに興味があります。異なる要素を組み合わせる新しいロボットやシステムを生み出すことに魅力を感じています。人類についても同様に、将来的には人々がもっと交わり、境界のない「ひとつの世界」が実現されるべきだと考えており、その理想の形にも強い関心があります。

\\ 先端機構の次世代

ごん ゆふあん

権 裕煥

システム理工学部 助教

Q.1 先生の取り組まれている研究についてお聞かせください。

ロボットを賢く動かすための知能化に関する機械学習手法とその周辺技術について研究を行っています。例えば、高品質少量の人間の教示から学習するアルゴリズムの開発や生成 AI の一種である視覚言語モデルと人間のフィードバックを組み合わせたロボット動作計画手法の開発などに取り組んでいます。

Q.2 ご自身について教えてください。

① ご自身の性格を一言でいえば？

ずぼら時々几帳面

③ 理想の休日の過ごし方は？

朝早くから釣りに行き研究のことを考える

② 一番面白かった書籍は？

「さよなら妖精」(米澤穂信著)

④ 人生で一番感動したことは？

青函フェリーから見た夜明け

⑤ これまでに一番熱中したことは？

(研究以外では) 釣りです。

博士後期課程在籍中に、研究室の後輩からの熱烈な誘いもあり渋々といった感じで白浜まで海釣りに行ったところ、釣り沼に見事落ちました。当時は奈良県に住んでいたため、暇さえあれば奈良と和歌山の海を往復していました。当初は数時間かけて行ったにも関わらず坊主(魚が釣れないこと)だった時はかなりへこんでいましたが、今はそのような状況も「貴重なデータが取れた」と積極的に楽しむよう意識しています…



たけむら あきひさ

竹村 明久

環境都市工学部 准教授



Q.1 先生の取り組まれている研究についてお聞かせください。

1日にワゴン車1台分ほどの体積を吸う空気の状態、すなわち悪臭・粉じん・ガスが生活にもたらす悪影響の把握や対策の提案、芳香の活用によって生活が良くなる可能性の探求などを人を対象とした実験ベースで研究しています。

Q.2 ご自身について教えてください。

① ご自身の性格を一言でいえば？

入れ込みすぎない

② 一番面白かった書籍は？

陽気なギャングが地球を回す（伊坂幸太郎著）

③ 理想の休日の過ごし方は？

午前気持ちよく山を歩いておいしい昼食を摂って眠い午後を過ごすことです。
この3年間は唯一の休日である日曜午前だけ歩くと決めて大阪平野まわりの山頂を踏んで回っています。関西の初心者ハイカー卒業要件はStM（須磨浦公園駅からみさき公園駅まで軌跡をつなぐ）と星田60山を1日で走破することだそうで、これらをクリアした頃には確かに歩き方が変わった気がしました。一人で里山を彷徨い、稀に他のハイカーと会って新たな道に気付くなど、山歩きは研究に似ていて、仕事とそれを分けないで生きる面白さを感じています。

④ 人生で一番感動したことは？

初めて長崎五島の海をみたときの色

⑤ これまでに一番熱中したことは？

低山縦走

を担う！！ //

2025年度 新任研究員のご紹介

おお の あきゆき

大野 哲之

社会安全学部 助教



Q.1 先生の取り組まれている研究についてお聞かせください。

梅雨や夏の時期に発生する線状降水帯やゲリラ豪雨等のメカニズムや河川流域への影響について研究しています。最近自然災害伝承碑などを調査し、災害の記憶を将来の防災対策に資する活動へ繋げるべく模索を続けています。

Q.2 ご自身について教えてください。

① ご自身の性格を一言でいえば？

のんびりマイペースだけど情熱家

③ 理想の休日の過ごし方は？

静かな山奥や田舎町で読書とお酒を心ゆくまで楽しむ

② 一番面白かった書籍は？

有頂天家族（森見登美彦著）

④ 人生で一番感動したことは？

夜明け前の伏見稲荷大社の雨音と静寂

⑤ これまでに一番熱中したことは？

大学時代の部活動（ラクロス）です。
埼玉県の山間部で育ち、3km先の小学校まで歩いて通ったことで体力には自信がありました。当時身近だった青空、緑豊かな山、清く澄んだ川が、地球科学への興味の原点だったと思います。高校まで野球。大学ではラクロスに打ち込んだこと。「水」の不思議を研究すること。「面白きことはよきことなり」を座右の銘に、生きて出会うものすべてを面白く捉え、学びたいと考えるのが私には合った生き方なのではないかと思っています。

先端機構 News & Topics



講演会等 開催報告

第75回 E(環境・エネルギー・社会) 研究部門別発表会 (2025年5月8日)

テーマ：フィールドワークで探求する環境保全と防災

「グリーンインフラとグレーインフラの融合ー沖縄での人工構造物におけるサンゴ調査を通じて」

環境都市工学部 安田 誠宏 教授

沿岸部における高潮・高波や津波への対策において、「コンクリート構造物」と「環境」を両立する方策を検討するため、人工リーフを現地調査して得られたサンゴの生育分布特性と流況、水質および堆積物の関係についてご講演いただいた。

「南極でのフィールドワークと岩石の研究」

公益財団法人高輝度光科学研究センター 研究員 森 祐紀 氏

岩石を観察・採取・分析することによって地球の歴史を紐解く研究について説明していただくとともに、究極のフィールドである南極にて第65次南極地域観測隊隊員として岩石調査された経験を紹介していただき、環境・防災・資源・インフラの課題解決について議論していただいた。



第76回 N(新物質・機能素子・生産技術) 研究部門別発表会 (2025年6月26日)

テーマ：錯体化学が拓く生物無機化学と光材料化学分野の最前線

「金属錯体が切り開く次世代型抗がん治療薬の開発」

化学生命工学部 中井 美早紀 准教授

シスプラチンに代表される白金錯体のように、古くから金属錯体は抗がん薬として利用されてきた。金属錯体は、酸化還元に対して安定であるといった、有機化合物とは大きく性質が異なるため、有機化合物のみでは出せない特色がある。これらの金属錯体の特色を、医療分野へ展開するための研究についてご講演いただいた。

「希土類を光らせる螺旋状の分子の設計」

青山学院大学 理工学部 化学・生命科学科 教授 長谷川 美貴 氏

希土類イオンは混成軌道を作らないため、結合軸や配位様式の設計は経験に依存するところが多い。機能を司るf電子は内殻に孤立して局在化しているため、その電子スペクトルは、室温でも真空中極低温で測定した場合と同じように、極めてシャープに現れる。本講演では、講演者らが近年見出し、「Rare Earth Elements」と命名した目的に合わせた発光を示す一連の希土類錯体の開発についてご講演いただいた。



E(環境・エネルギー・社会) 研究部門 外国語による特別講演会 (2025年8月1日)

「The actual state of indoor thermal environment and sleep quality in student dormitories in Indonesia, comparison with Japanese students, racial differences, lifestyle and cultural habits, and seasonal adaptation」

Prof. Wiwik Budiawan, Ph. D. Faculty of Engineering, Diponegoro University, Indonesia

受賞者紹介



一般社団法人日本機械学会
日本機械学会 奨励賞(研究) 受賞

システム理工学部 楠野 宏明 助教

研究テーマ 「複数気泡間の流体力学的相互作用に関する研究」



公益社団法人日本油化学会 日本油化学会
学会賞 受賞

化学生命工学部 福永 健治 教授

研究テーマ 「水産油脂の栄養機能に関する研究」



英国王立化学会 (Royal Society of Chemistry, RSC) 『Nanoscale Advances』誌
2024 Outstanding Reviewers 受賞

化学生命工学部 川崎 英也 教授



公益社団法人高分子学会 高分子学会賞 受賞

化学生命工学部 三田 文雄 教授

研究テーマ 「共役型遷移金属錯体部位を有する配位高分子の合成と構造制御および機能開拓」



天野エンザイム科学技術振興財団
第26回酵素応用シンポジウム研究奨励賞 受賞

化学生命工学部 岡野 憲司 准教授

研究テーマ 「腸内細菌の機能解明に向けた微生物菌叢改変技術の開発」

関西大学科学技術振興会 TOPICS

関西大学科学技術振興会は、先端科学技術推進機構と本会会員の発展・向上を目的とし、
関西大学における研究活動とその成果を広く産業界に紹介し、新産業創出などの科学技術の発展に寄与しています。

2025年度総会・表彰式並びに第1回研究会を開催 5月17日(土)

2025年度の総会・表彰式は、関西大学第4学舎4号館4001教室にて開催し、36名の方にご出席いただきました。開会にあたり、西村会長ならびに先端科学技術推進機構長 鶴田浩章教授からご挨拶をいただき議事に移りました。2024年度事業報告および決算・監査報告、2025年度役員・事業計画ならびに予算について、活発な意見交換ののちすべて了承されました。総会終了後は表彰式が執り行われ、2024年度の各賞受賞者に対し、西村会長から表彰状と副賞が手渡されました。

第1回研究会として、学の実化賞を受賞された環境都市工学部 田中俊輔教授にご講演いただき、盛会のうちに終えることができました。

なお、2024年度学の実化賞は、環境都市工学部 楠見晴重特別任命教授が「京都盆地の地下水適正利用と保全に向けた技術に関する一連の研究」にて同時に受賞されましたが、表彰式開催日はご都合が合わず欠席となりました。



総会の様子



表彰式 田中俊輔先生と西村会長

2025年度第2回研究会を開催 6月24日(火)

第2回研究会は、関西大学千里山キャンパス 校友・父母会館にて開催し、8月5日に企画しております科学技術振興会創立60周年記念事業を前に、大阪・関西万博 リボンチャレンジに関西大学より出展される企業のうち5社にお越しいただき、各企業の技術力や万博に向けた意気込み、出展内容などについてご紹介いただきました。研究会29名、懇親会16名の参加となり、様々な技術力に触れる実りある研究会となりました。

ご紹介いただいた企業様は以下の通りです。

- ・大阪冶金興業株式会社
- ・株式会社アックスヤマザキ
- ・株式会社ナノスパイク
- ・株式会社イノカ
- ・株式会社アイ・エレクトロライト



システム理工学部 伊藤健先生



大阪冶金興業株式会社 破魔雄平氏

関西大学科学技術振興会の詳細はホームページに掲載中です！ぜひアクセスしてください！ ▶▶▶



特集2 || ウェルビーイング すべての命が尊重される未来を目指して

セミの羽がもつナノ構造を模した材料で 薬剤に頼らない抗菌・殺菌を実現

動植物の構造や機能を模倣し、社会に役立つ技術や製品への応用をめざす「バイオミメティクス」。なかでもセミの羽が持つ微細な突起「ナノスパイク」構造を模して、薬剤を使わない抗菌・殺菌材の開発に取り組んでいるのが伊藤健教授です。持続可能な未来社会の実現を期待させる、バイオミメティクスの研究について伺いました。

システム理工学部 機械工学科 ナノ機構物理工学研究室 教授

いとう たけし
伊藤 健



バイオメティクスに感じた可能性と疑念から研究を開始

ーバイオメティクスに興味を持たれたきっかけを教えてください。

幼い頃から昆虫が好きで、単に捕まえて飼うくらいのものでしたが、2010年頃、JST CRESTでバイオメティクスが取り上げられていたのを見て、知らないことが思いのほか多く、「生物の不思議」に面白さを感じ、興味を持ったことがきっかけです。

バイオメティクスの実用例としては、ハスの葉を模倣した撥水性の高いヨーグルトの蓋や、野生ゴボウの実、いわゆるひつつき虫を模倣した面ファスナーなどが有名です。動植物がそれぞれの環境に適応する構造を身につけていること、さらにはその構造が人間社会に応用できることに驚きを感じました。

前職の神奈川県立産業技術研究所では、個人の研究と外部から依頼される分析などを並行して手がけていたのですが、2015年、関西大学へ移ってくる際に、大学ならではの自由な研究がしたいとバイオメティクスをテーマに選びました。

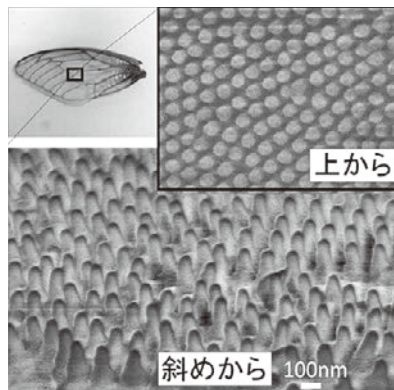
ーバイオメティクスを研究するなかで、セミの羽に着目された経緯は？

ナノ機能物理工学研究室に入り、国際的な研究をリサーチするなかで、「セミの羽のナノ構造に殺菌性がある」というオーストラリアの論文を見つけ、研究結果に疑問を抱いたのがきっかけです。そんな簡単に、しかも物理的に細菌が死滅するとは考えにくかったのです。学部生時代や前職でも細菌を扱っていたこともあり、自分でも実験してみようと考えました。

ー前職の神奈川県立産業技術研究所でも細菌を扱われていたんですか？

産業技術総合研究所では、増殖スピードの速い大腸菌を活用して、利用したいタンパク質を生成するという仕事を手がけていました。タンパク質の遺伝情報を入れた大腸菌を増殖させ、最終的に浸透圧で膨張・破裂させてタ

ンパク質を取り出すのですが、菌を死滅させるのって結構大変なんです。しかし当該研究では、セミの羽に緑膿菌の培養液を垂らすと、表面にある超微細な突起から物理的なダメージによって細菌が死滅したと書かれていて、「そんなに簡単に死なないよな…」と。そこで大学構内で捕まえたクマゼミの羽で試してみたところ、細菌が突起によって変形し、理由はわからないけれど事実として死滅したんです。これを応用すれば、薬剤を使わない抗菌・殺菌材が実現できるかもしれない。そう考え、セミの羽が持つナノスパイク構造を人工的につくって確かめることにしました。



▲クマゼミの羽と電子顕微鏡による観察例

ナノスパイクの構造だけで物理的に殺菌できることを確認

ーナノスパイクをどうやって作製されたんですか。

半導体の微細加工がコアである所属研究室の技術を流用しました。遠心力で数百 nm の小さな球＝コロイドを基板上に並べる「コロイダルリソグラフィ」や、金属を触媒にしてシリコン基板を削る「メタルアシストケミカルエッチング」などを用いて、ナノスパイク構造の作製に成功しました。そして、大腸菌の培養液を垂らしてみたところ、確かに死滅したんです。作製時に使う薬品が洗浄されていなかったのでは…といったネガティブな要素をすべて検査しましたが、やはり構造だけで物理的に死んでいるのは間違いない。そこから細菌数を最大で 10 万分の 1 にまで減らすことを実証し、2018年に「ナノスパイク構造による抗菌・殺菌材の

作製」に関する特許を出願しました。

ただ、シリコンは材料費が高く、硬くて扱いにくいこともあり、大面積化には不適合です。そこでシリコンに比べて非常に安価であり、柔らかくて加工しやすい樹脂での作製を試みました。金型をつくって転写すれば、大量生産も可能ですからね。



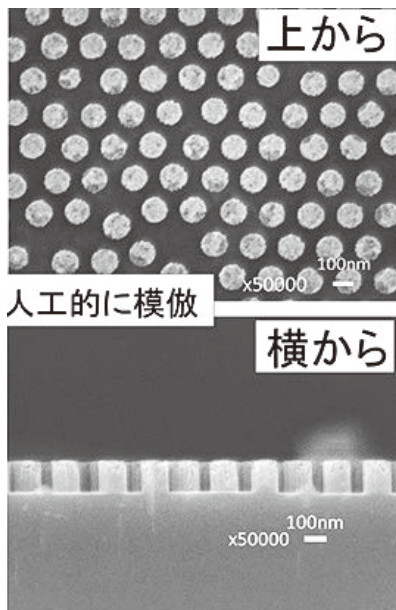
▲ナノ機能物理工学研究室の機械装置
この装置でナノスパイクを作製

ー樹脂での作製もうまくいったのでしょうか。

加工自体は割と早い段階でできたのですが、シリコンほどの殺菌効果が得られませんでした。そこで樹脂やナノ構造の形状、表面の物理化学的な性質をチューニングして、殺菌性に与える影響を評価しました。細菌の種類によっても殺菌効果は異なるため、すべてを把握できていませんが、ナノスパイクの硬さが重要であることはわかりました。

もともとは樹脂の突起もシリコンと同じ高さにしていたのですが、柔らかい樹脂は高くなるほど曲がりやすくなり、殺菌効果が薄れてしまったのです。そのため改めて樹脂に合った突起の高さや形状を精査し、殺菌効果を最も発揮できるナノスパイク構造を確認しました。これについても特許を申請しています。

特集2 ウェルビーイング すべての命が尊重される未来を目指して



▲クマゼミの羽表面にあるナノ構造を模して作製

抗ウイルス性やバイオフィルムの形成を抑制することも確認

一なぜナノスパイク上で菌が死滅するのでしょうか？

メカニズムについてはNICT（研究開発法人情報通信研究機構）などと連携し、解明を試みました。遺伝子工学を利用し、生きている間は光を発する大腸菌をつくっていただき、死ぬ過程を観察していったのです。大腸菌は鞭毛を回転させて動くので、その間、尖ったところにぶつかった衝撃で死ぬのではとこれまでは考えていたのですが、今ではストレス由来のアポトーシス（自己死）ではないかと考えています。

ストレスを受けると人間も体調が悪くなりますが、細菌のような単純な生物だと死を招きます。ナノスパイクによって細胞の一部が変形すると、ストレス応答として酸化物質が大量に発生します。これが引き金となって、分裂に必要な膜を溶かす酵素に信号が送られ、アポトーシスのプログラムが活性化し、自らの膜を溶かして死に至ります。ストレスが発生した後にどういう情報で信号が送られているのかはまだわかりませんが、時系列としてこのプロセスが起こっているのは間違いありません。

一ストレス由来とは驚きです。現在、ナノスパイクの研究はどこまで進んでいますか。

多剤耐性緑膿菌やメチシリン耐性黄色ブドウ球菌など、薬剤に耐性を持ち感染症を引き起こす代表的な細菌に対しても効果があることも、大阪大学医学部感染制御学講座との共同研究で確認しています。また、ウイルスやバイオフィルム（細菌を主とする微生物の集合体）を対象にした調査も行っていて、抗ウイルス性を示すことやバイオフィルムの形成を抑えることも確認できています。

一実用化されれば、どのようなシーンで役立つのでしょうか？

薬剤耐性菌による感染症で亡くなっている人が世界全体で年間約130万人、日本でも年間約8000人いるという報告が出ています。こうした耐性菌による感染を防ぐには物理的に殺すことが重要であり、その手段としてナノスパイクはとても有効であると考えます。これまでは強力な化学薬品を使う必要があった箇所や薬品を使えなかった箇所への利用が期待できますからね。

たとえば、医療用のカテーテルを介した感染は、表面にバイオフィルムが形成されることが主な原因とされています。しかし体内に直接挿入する器具であるため、化学的な抗菌・殺菌剤を塗布するのは難しい。そこにナノスパイクを利用すれば、人体に影響のない、半永久的に抗菌・殺菌効果のあるカ

テーテルも作製可能なわけです。

起業し大阪・関西万博に出展いち早い製品の実用化をめざす

一医療現場での実用化が待たれますね。

将来的には医療アクセスの乏しい空間、たとえば災害地の避難所や宇宙空間における制菌にも利用できるのではないかと考えています。

ほかにも公共交通機関のつり革や手すりなどでの感染予防も期待できます。近頃はすでに抗ウイルス・抗菌加工が施されていますけど、薬品の効果は持続性がないので、定期的に再コーティングしなければなりません。構造そのもので予防できれば半永久的なもので、より安心ですね。

また、作製コストが下がれば、一般消費者向けの抗菌フィルム、たとえばスマホの保護フィルムなどにも展開できます。スマホの表面には便座の10倍もの細菌がいるとの報告もありますからね。

一薬剤を使わずに済むのは安心にもつながりますね。社会実装に向けた取り組みについても教えてください。

この4月には大学発のベンチャーを立ち上げ、ナノスパイクの技術提供、ライセンスなどに取り組んでいます。自分たちの会社でオリジナルの製品をつくるのではなく、自社の商品に



▲左から、ツクツクボウシ、アブラゼミ、ミンミンゼミ、クマゼミ
学内や訪れた土地で見つけ、研究に役立てたセミたち

採用しようという会社とコラボレートしたほうがスピード感もありますし、各社の強みも活かれますからね。

また8月には、大阪・関西万博「大阪ヘルスケアパビリオン」にも出展しました。セミの羽に殺菌抗菌性を持つナノ構造があること、それにインスピレーションを得てつくられたナノスパイクがあることなんて、ほとんどの人はご存じない。この技術を多くの人に知ってもらうことで、生物の不思議に興味を持ってもらえると思いますし、技術の活用先が広がるかもしれません。

—早く社会に届けたいですね。

ナノスパイクの技術を用いた製品が世の中に一つでも出て、感染症対策になればいいなと思っています。社会実装されていくことが、皆さんの生活を豊かにすることにつながるのではと期待しています。

動植物は最も効率のいい形に自ら進化している。そういった自然の知恵を借りて、より良い形で未来社会に還元していきたいですね。



▲先生による説明と併せ、実際に触れることができる展示ブース



プロフィール

神奈川県出身。大阪大学理学部宇宙・地球科学科の第一期生として卒業。

東京大学大学院理学系研究科地球惑星物理学専攻修士。

慶応義塾大学大学院理工学研究科総合デザイン工学専攻 博士。

神奈川県立産業技術総合研究所にて18年間勤務し、常に先端研究と商品化の狭間で「学の実化」を体感された。

2015年4月に准教授として本学に着任。2018年より現職。

専門はナノ・マイクロ科学。



Editor's note

美しいDNAの二重らせん構造（葛谷明紀先生：作）が表紙を飾る本号では、ベンチャー企業の立ち上げと大阪・関西万博への出展を達成された葛谷明紀先生と伊藤健先生の研究に焦点をあてた特集を組みました。1 つ目の特集では、本来生命の設計図として機能するDNAをゲルや分子ロボットとして利用する「知能分子」研究について、葛谷先生に語っていただきました。これまでの経緯はもちろん、今後取り組む予定のオメガ核酸化学まで非常に夢のあるお話です。2 つ目の特集は、伊藤先生が取り組む研究です。セミの羽の微細な構造に着目され、精緻なナノ材料として構築し、新たな抗菌性材料を作成されました。生体分子・構造を基盤として魅力的な材料とする、魅力的な「ものづくり」の研究経緯がよくわかります。

また、先端機構の次世代を担う!! のコーナーでは、2025 年度に赴任された 4 名の新任の先生方の紹介をしています。今後のご活躍が楽しみです。2026 年 1 月 22 日・23 日に開催される第 30 回の関西大学先端科学技術シンポジウムでは、2019 年にノーベル化学賞を受賞された、吹田市出身の吉野彰先生に特別講演をしていただく予定です。ふるってご参加ください。

引き続き皆様への価値ある情報提供を目指していきますので、お読みいただいた感想・意見をお寄せください。今後とも Re:ORDIST をよろしくお願いいたします。(TS)

Re:ORDIST

Vol.51 No.1
2025

関西大学先端科学技術推進機構
先端機構ニュース 通巻第181号

2025年9月11日発行

発行者：関西大学先端科学技術推進機構
大阪府吹田市山手町3-3-35

E-mail: sentan@ml.kandai.jp

Web: www.kansai-u.ac.jp/ordist

