

JSTnews

未来をひらく科学技術

特集

生まれ変わったJ-STAGEで
日本の学術誌を世界へ！

7

July
2018

宇宙から降る素粒子で
ピラミッドや火山を透視



特集 1

生まれ変わったJ-STAGEで日本の学術誌を世界へ！

特集 2

宇宙から降る素粒子でピラミッドや火山を透視

はかる 第14回

鳥インフルエンザのヒト感染性をグラフェンでスピード察知

NEWS & TOPICS

粘土遊びがヒントに有機分子で自在にナノ構造体を作る

さきがける科学人

つながりを広げて地域に恩返ししたい

JST産学連携展開部
地域イノベーショングループ
マッチングプランナー 三島淳一郎



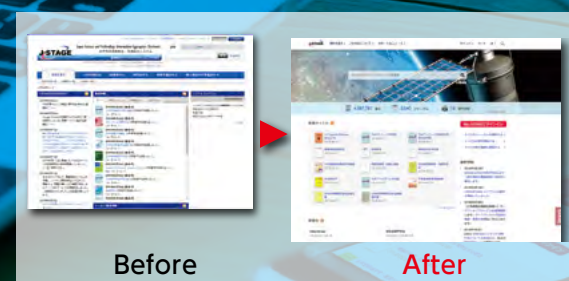
表紙解説

巨大な物体を突き抜ける素粒子ミュオンの観測により、名古屋大学の中村光廣教授と森島邦博特任助教らは大型構造物の透視に成功した。エジプト・クフ王のピラミッド内に未知の巨大空間を発見した成果は、世界を驚かせた。上：ギザの三大ピラミッド 下：ミュオンを写す原子核乾板をピラミッド内に設置する研究チーム (©ScanPyramids Mission)

特集 1

生まれ変わったJ-STAGEで日本の学術誌を世界へ！

電子ジャーナルプラットフォーム「科学技術情報発信・流通総合システム」(J-STAGE)は、昨年11月に全面リニューアルを実施した。国際的な情報発信力のさらなる強化とオープンアクセスの推進が目的だ。これまでも利用者の声を踏まえシステムを改修してきたが、よりきめ細やかにニーズを把握し反映させるため、今回は論文発行機関である2つの学会の協力を得て改修に取り組んだ。新サイトは見やすさ、検索性、利便性が格段に向上した他、学協会が学術誌の独自性をアピールする機能も追加されている。利用者からも好評だ。2年半に及ぶ開発の流れやリニューアル内容を紹介する。



全面リニューアルで誰もが使いやすく

日本の学協会が発行する学術誌の電子化と流通促進を目的とする電子ジャーナルプラットフォーム「J-STAGE」は、1999年にサービスを開始した。現在、国内学協会のほぼ半数に相当する約1400団体が発行する約2600誌と、そこに掲載されている約460万報の論文を掲載している(2018年6月現在。収録誌の分野は図1を参照)。このうち約9割の論文が無料で閲覧できることが大きな特徴の1つで、ダウンロード数は年々増加している(図2)。

近年は国際発信力の強化に力を入れている。その取り組みの一環として、2年半にわたる全面改修の末、昨年11月にリニューアル版を公開した。担当したJST知識基盤情報部の杉本樹信主査(当時)は、「従来の画面は、直感的に操作しにくい、英語表記

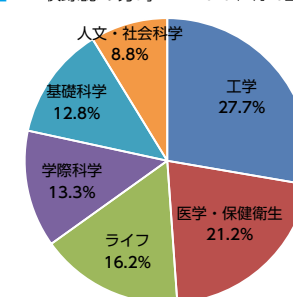
やサイトデザインが海外の利用者から見て不自然、学協会が自身の情報を効果的に発信する仕組みがないなどの課題があり、改善の要望が寄せられていました。誰もが使いやすく、国際発信力の強化につながるジャーナルプラットフォームを目指し、デザインとシステムを一新することにしました」と経緯を話す。

モデル学会と二人三脚で評価版を開発・運用する

リニューアルは、JSTにとっても新たな挑戦だった。2つのモデル学会の協力を得て、評価サイト(J-STAGE評価版)を利用者に公開し、それに対して寄せられた意見や要望をもとに改良を加え、完成させるという手法を採用した。試験運用を経て本格運用に移行する事例は、海外のジャーナルプラットフォームでよく見られるという。

J-STAGE評価版の開発と運用では、国内有数の学会である日本薬学会と日本機械学会に協力を依頼した。学術誌の編集委員や論文登載作業に当たる事務局担当者に要望をヒアリングした他、J-STAGE評価版でのモデル誌公開においても協力を得て、二人三脚で開発に取り組んだ。「過去のシステム改修では学協会の要望に必ずしも十分に答えられていなかったという反省に立ち、今回は学協会とより近い距離で開発を進め、

図1 収録誌の分野 ※2018年2月20日時点



6分類、18分野の幅広いジャンルを網羅。

編集長：上野茂幸
科学技術振興機構(JST)広報課
制作：株式会社伝創社
印刷・製本：株式会社丸井文社

学協会の要望を把握し、開発の方向性を見誤らないようにしたいと考えました。ご協力いただいた両学会には、心から感謝しています」と杉本主査は話す。

デザイン制作は、海外のジャーナルプラットフォームも手掛けるデザイン会社に依頼した。世界標準のジャーナルプラットフォームを実現したいというJSTの本気度の表れでもあった。

情報発信機能を充実させ 学術誌のブランド力向上を狙う

インターフェースの使い勝手やデザインの改良に加え、学協会の情報発信を容易にするための機能もポイントだった。従来のJ-STAGEは、学協会が学術誌の独自色をアピールしにくい構造だったため、改善が求められていた。そこで新機能として、学術誌の特徴や最新状況、編集委員のプロフィール、学協会が一押しする論文の紹介などの情報を簡単にわかりやすく発信できるようにした。「これらの新機能が、学協会や学術誌への理解促進や投稿のきっかけづくり、学術誌のブランド力向上につながることを期

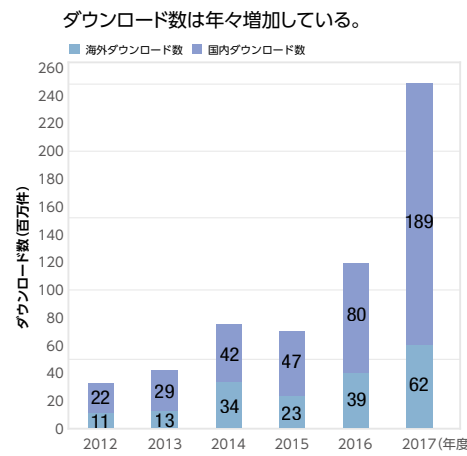


図2 ダウンロード数の推移

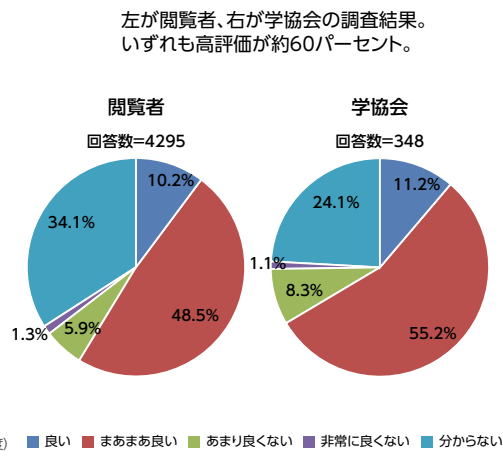


図3 リニューアル後の使用感についての調査結果

待しています。また、利用者には論文だけでなく、学協会が発信する情報も見ていただきたい」と杉本主査。

公開されたJ-STAGE評価版への反響は大きく、画面に設けたフィードバックフォームを通して数多くの要望や改善案が集まった。学会向けセミナーでリニューアルの状況を報告した際には、「いつデザインが切り替わるのか」、「モデル学会として評価版で学術誌を公開したい」との声が寄せられるほど、期待は高かったという。J-STAGE評価版のデザインと機能をJ-STAGEに搭載し、遂にリニューアルが完了した。

その後、論文を閲覧する研究者からは「使いやすくなった」、「見やすくなった」との感想が届いており、評判は上々だ(図3)。知識基盤情報部の松邑勝治調査役は、「引き続き利用者の声にしっかり耳を傾けながら、開発、運営していきたい」と話す。今後はオープンアクセスの推進をはじめとしたJ-STAGE掲載誌の品質向上に取り組み、学会向けセミナーなどを通じた情報提供や啓発活動にも力を入れる予定だ。J-STAGEは日本の学術誌の発展に貢献するため、これからも進化し続けていく。

リニューアルのポイント

- 発行機関にとっては
- ☒ 学協会や学術誌の情報発信が容易に
 - ☒ おすすめ記事紹介、アクセスランキング表示で論文をアピールできる
 - ☒ 編集委員の顔写真やプロフィールの掲載で学術誌の信頼アップ

- 閲覧者にとっては
- ☒ 知りたい情報をすぐに入手できる、使いやすいインターフェース
 - ☒ いつでもどこでも閲覧できるモバイル対応
 - ☒ 論文の「発行日順」による並べ替えが可能
- New!** (2018年7月より)



PC版

サイト画面のフィードバックボタンから
現在もご意見、ご要望を受け付けています。



モバイル版

日本薬学会に聞く 新J-STAGEの活用メリットと 今後への期待

奥 直人
日本薬学会 会頭

1980年 東京大学大学院薬学系研究科博士課程修了。薬学博士。ノースウェスタン大学、摂南大学を経て静岡県立大学薬学部教授。同大学副学長、同大学大学院薬学研究院研究院長、大学院薬食生命科学総合学府学府長を歴任し、現在、帝京大学薬学部教授。2017年4月より日本薬学会会頭(第69代)。



日本を代表する学会として サイトリニューアルに協力

日本薬学会は、1880年の創設以来約140年の歴史と伝統を持ち、日本の科学を支えてきた薬学における中核的学術団体です。1万7千人以上の会員を有する日本有数の学会でもあります。多くの学会が特定の専門分野で結び付いている中、「薬」を共通基盤に持ち、基礎から応用まで幅広い分野をカバーしている点が強みです。私たちが刊行する2つの英文学術誌「*Chemical and Pharmaceutical Bulletin*」と「*Biological and Pharmaceutical Bulletin*」を例にとっても、前者は化学、後者は生物学という全く異なる分野を領域としています。この守備範囲の広さも、今回のサイトリニューアルに際して私たちがモデル学会に選ばれた理由の1つではないかと思っています。

学術誌の発行機関として、また研究者として、J-STAGE活用のメリットは限りなくあると感じています。紙媒体に比べて圧倒的に広範囲に配布可能で、国際発信力、過去にさかのぼって論文を掲載できるアーカイブなどは特に優れています。例えば、学会創立の翌年(1881年)に発刊された「*薬學雜誌*」は創刊号より収録されており(右図)、私自身も昔の論文を参照したいときはJ-STAGEを活用しています。

論文のオープンアクセス化が進み学術誌の信頼性が問われる昨今では、JSTのような機関の関与は重要です。質と利便性が共に高いJ-STAGEのような

ジャーナルプラットフォームは、大切にしていかなければなりません。日本を代表する学会として、私たちが率先してその役割を果たすべきだと考え、J-STAGE評価版の開発、運用に協力しました。

世界標準のデザインと機能 モバイル対応で利便性向上

デザイン案や機能案に修正が加わるたびに、JST職員の方が当学会に足を運び、学術誌の編集委員に直接説明していただきました。編集委員にとっても、自分たちの学術誌や論文をどのように表現すれば閲覧してもらえるのかは大きな関心事ですから、「ここはこうしたい」、「こんな機能が欲しい」といった具体的な意見が数多く出されました。要望として強かったのは、研究内容を視覚的に表すグラフィカルアブストラクトの表示です。できるだけ多くの情報を掲載したいという私たちの要望をくみ取りながら、見やすさとのバラ

ンスを考慮したデザインに仕上げていただきました。

リニューアル後のJ-STAGEは、誰にとっても見やすく、使いやすい、世界標準のジャーナルプラットフォームになったと思います。見たい情報に素早くたどり着くことができるだけでなく、ランキング表示やおすすめ記事紹介があることで、目当ての論文以外にも興味を持つきっかけになります。モバイル対応により時間や場所を選ばず閲覧できるようになったことで、利便性が一段と増しました。学術誌の事務局にとっても、論文の掲載作業や情報発信がしやすくなったと感じています。

今後は国内外での認知度向上にも取り組み、世界中の人が利用するプラットフォームとして成長を続けて欲しいと考えています。このリニューアルをきっかけに、進化したJ-STAGEがより多くの学協会や研究者に活用され、日本の学術誌の存在感がさらに高まることを期待しています。



宇宙から降る素粒子で ピラミッドや火山を透視

地球上には宇宙から素粒子が絶えず降り注いでいる。
名古屋大学の中村光廣教授と森島邦博特任助教らは、
巨大な物体でも突き抜ける素粒子ミュオンを観測により、
エジプトのクフ王・ピラミッド内部を透視し、未知の巨大空間を発見した。
開発したミュオンの観測装置は、宇宙の謎の解明のみならず、
原子炉内部の調査や火山のマグマ観測、社会インフラの点検へと活躍の場を広げている。

© ScanPyramids Mission



素粒子ミュオンで ピラミッドの謎に迫る

世界最古の巨大な石造建築物、ピラミッドは多くの謎に満ちている。神聖な王族の墓には、一体どんな意味が隠されているのか。どのように建造され、内部はどんな構造なのか。

古代の英知の結晶に現代の科学技

術で挑むのが、2015年10月に始まった「スキャンピラミッド」計画だ。エジプト、日本、フランス、カナダによる国際共同研究プロジェクトで、赤外線やレーザーなど最先端のスキャン技術を駆使し、世界遺産であるピラミッドを傷付けることなく、その内部構造を突き止める。日本から参画した名古屋大学が担当するのは、宇宙から降り注ぐ素粒子

ミュオンによる画像観測(宇宙線ミュオンラジオグラフィ)だ。2017年11月、同大はクフ王のピラミッドに未知の巨大空間を発見したと発表し、世界を驚かせた。

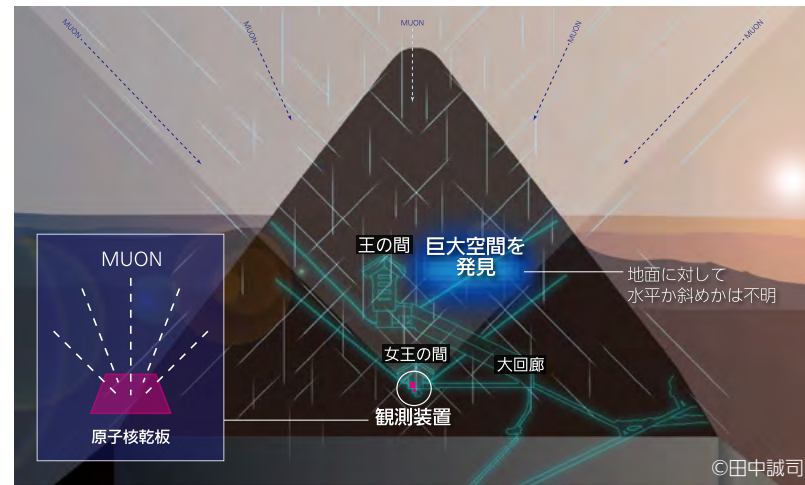
「この快挙の隠れた主役は原子核乾板です。素粒子を写すための特殊な写真フィルムで、約70年前から宇宙線探査に使われてきました」と、名古屋大学

の中村光廣教授は語る。圧倒的な解像度の高さが強みで、素粒子の軌跡(飛跡)を1マイクロメートル以下の精度で立体的に記録できる。

いわば「宇宙線を用いたレントゲン写真」と、同大の森島邦博特任助教は例える。森島さんは実際にエジプトに赴き、ピラミッドを透過したミュオンを原子核乾板で観測し、内部構造の透

視を試みた。透視の原理はX線撮影と同じだ。ミュオンが物体を透過する能力はX線をはるかに上回り、厚さ1キロメートルの岩盤をも突き抜ける。一方で、密度の高い物質には遮られる。この性質を利用し、通り抜けてきたミュオンの数や飛来方向を解析すれば、物質の密度や空間の有無を推測できるという。

高精細な原子核乾板に加えて武器となるのが、中村さんらが独自に開発し、改良を重ねてきた「自動飛跡読み取り装置」だ。原子核乾板に刻まれた膨大な飛跡を高速かつ自動的に顕微鏡で読み取り、コンピューターでデジタル画像化する。アナログ技術とデジタル技術の融合で、約4500年の歴史を持つピラミッドの透視に挑戦した。



■図1 女王の間の2つの異なる場所に原子核乾板を設置し、天頂方向から±45度を観測した。2カ所の画像を組み合わせることで、観測範囲を広げるとともに、より詳細に分析できる。新空間の正確な位置や構造の決定は今後の課題だ。



ピラミッド内部をミュオンで透視できることを実証するため、まずはクフ王の父でもあるスネフェル王の屈折ピラミッドに原子核乾板を設置した。原子核乾板はアルミ板で保護の上、固定されている。

厚さ100メートルの石を超えて 未知の巨大空間を発見

2016年4月、森島さんは原子核乾板を携えて、クフ王・ピラミッドの中心部に位置する「女王の間」に向かった。思いもかけずエジプト政府から調査の許可が得られた。ピラミッドの内部は狭くて暗い。ミュオン検出器を置ける場所も限られる。「原子核乾板は小型で通路に置くだけで済むため、許可されやすかったのだでしょう」と森島さん。

わずか5メートル四方の女王の間に原子核乾板を敷き詰めた(図1)。観測に使った原子核乾板は、およそA4版の大きさで、厚さは0.3ミリメートルと非常に薄い。軽量な上、電源も不要なため、狭い通路が多いピラミッド内部への持ち込みが容易だ。小さな空間でも設置できる長所が最大限に発揮された。複数枚を並べれば大面積観測も可能だ。

ミュオンによるピラミッド調査は、ノーベル物理学賞を受賞したルイス・ウォルター・アルヴァレスが約50年前にもカフラー王のピラミッドで試みたが、新発見には至らなかった。クフ王のピラミッドは高さ約150メートル、底辺は約230メートルと、エジプト最大を誇る。厚さ100メートルもの石を通り抜けると、ミュオンは数百分の1以下に減る。しかも砂漠地帯にそびえるピラミッド内部は高温で、原子核乾板そのものが劣化しやすい。森島さんはミュオンを確実に検出するため、原子核乾板に使われる乳剤の組成を改良した。

40日後、女王の間の2カ所に設置した原子核乾板を回収した。刻まれたミュオンは、約1100万個にも上った。これを読み取り装置で解析したところ、大回廊と呼ばれる王の間につながる巨大空間の上で、同一方向に多くのミュオンが通り抜けていることが確認された(図2)。それはすなわち未知の空間が存在することを示唆する。

「ぼんやりとした影が見えて、はじめは読み取り装置の誤作動やプログラムのミスを疑いました。乾板を何度も置き直して確認してやっと、未知の空間に違い

ないと確信できました」と、森島さんは振り返る。新空間は全長30メートルを超えると推測され、その容積は200人乗りの旅客機に匹敵する。「これほど大きな空間が見つかるとは、想像もしていませんでした」と、当時の驚きを語った。すぐさまスキャンピラミッドに参画する高エネルギー加速器研究機構とフランスの原子力・代替エネルギー庁の調査チームが独自のミュオン検出器で観測し、大空間の存在を追認した。

まだ見つからないクフ王のミイラや埋葬品が隠された部屋なのか。それとも別の空間につながる通路なのか。ピラミッドの建造方法を解き明かす鍵になるかもしれない。今後は新空間のより近くに観測点を増やして、正確な方向や大きさを明らかにする。

古くて新しい原子核乾板 素粒子研究の伝統が輝く

原子核乾板を使った名古屋大学の素粒子研究は、1971年に丹生潔教授(当時)が未知の粒子(後のチャームフォーク)を発見したことに始まる。当時、素粒子フォークは3種類というのが世界の常識だったが、この発見により同大は先んじて4種類目の存在を知った。このことが、フォークは6種類とし、後にノーベル賞物理学賞を受賞する「小林・益川理論」を生み出す契機となった。同大の原子核乾板技術は大きく発展していく。

原子核乾板は極めて高い精度を誇る。素粒子がどの場所をどの角度で通り抜けたのか、見事にわかる。しかし、顕微鏡下で膨大な飛跡を1つ1つ目視で読み取る作業が難点で、欧米では飛跡を迅速に分析するデジタル検出器が主流となっていった。名古屋大学は弱点である読み取り速度の改善に乗り出した。1985年に開発した最初の自動読み取り装置はデジタル式とは名ばかりで、「人手より遅く、実用にはほど遠かった」と、中村さんは回想する。

1990年代に入り、最新の顕微鏡、CCDカメラ、コンピューターなどを組み合わせ、「高速自動読み取り装置

(UTS)」を開発した。これが「タウンユートリノ」と呼ばれる素粒子の世界初の発見に貢献した。装置設計の立役者である名古屋大学大学院理学研究科の中野敏行講師を中心に、読み取り装置はその後進化し続け、大型構造物を透視する世界にたった1つの武器となる。

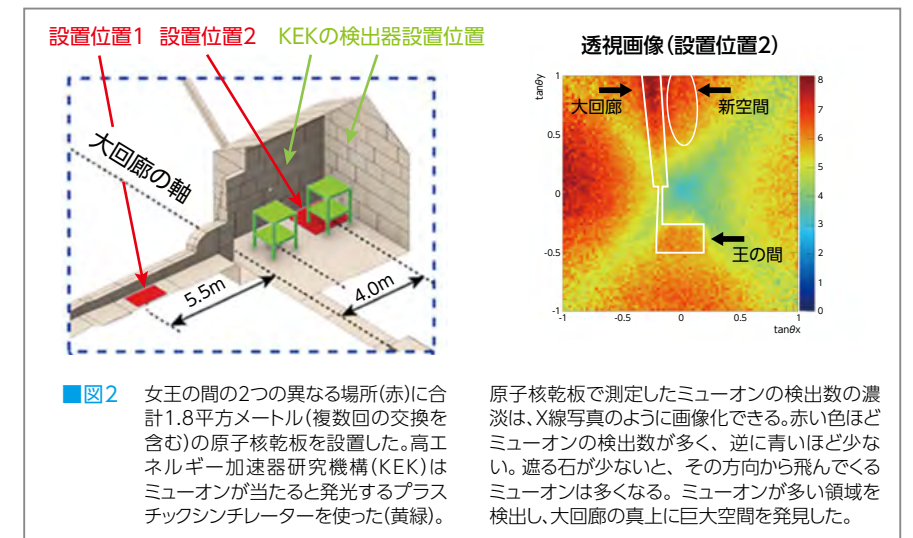
当時は1時間に1平方センチメートルの原子核乾板を読み取る速度だったが、今ではその5000倍以上も高速でデジタル画像化できる「超高速自動飛跡読み取り装置(HTS)」を開発し、最大の課題であった解析時間の大幅な短縮に成功した。

2000年代後半に入ると、原子核乾板が途絶える危機に直面する。カメラのデジタル化のあおりで、原子核乾板に使われる乳剤の生産からフィルム企

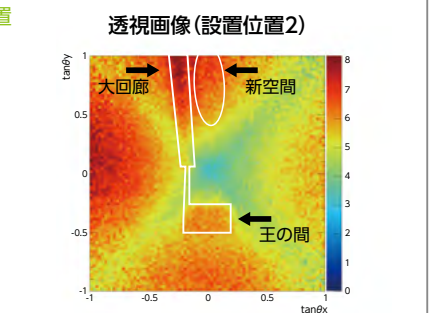
業が撤退したのだ。「研究が消えてしまうと心配していたところに、フィルム企業を退職した技術者が『大学で原子核乾板を作らないか』と声をかけてくれたのです」。

こうして逆境を乗り越え、企業と同じ原子核乾板を研究室で製造することにも成功する。性能も急速に向上させるとともに、観察目的に合わせて作製できるようになり、用途が大きく広がった。

アナログ技術である原子核乾板が、なぜ名古屋大学で生き残ったのか。中村さんはこう述懐する。「原子核乾板の精緻さも理由の1つですが、何より研究室の先達から受け継がれた伝統が強いのかもかもしれません。古くて新しいこの乾板と読み取り装置を、先輩とともに何度も改良を重ねて高度化してきました」。



■図2 女王の間の2つの異なる場所(赤)に合計1.8平方メートル(複数回の交換を含む)の原子核乾板を設置した。高エネルギー加速器研究機構(KEK)はミュオンが当たると発光するプラスチックシンチレーターを使った(黄緑)。



原子核乾板で測定したミュオンの検出数の濃淡は、X線写真のように画像化できる。赤い色ほどミュオンの検出数が多く、逆に青いほど少ない。遮る石が少ないと、その方向から飛んでくるミュオンは多くなる。ミュオンが多い領域を検出し、大回廊の真上に巨大空間を発見した。

なかむら みつひろ

中村 光廣

名古屋大学
未来材料・システム研究所
教授

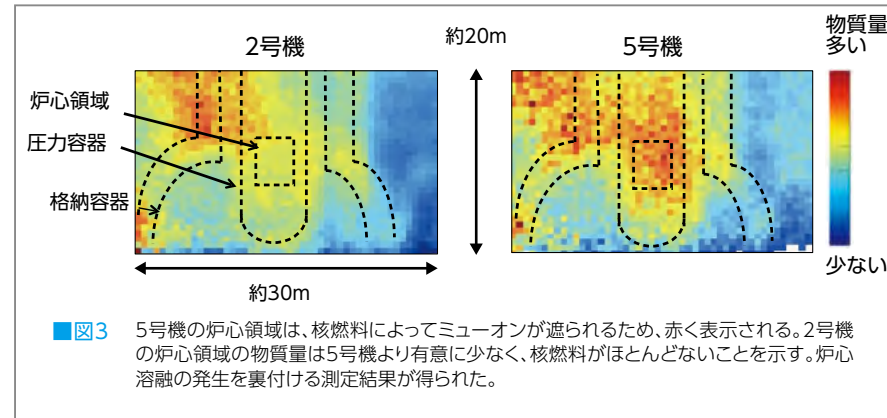
1985年 名古屋大学大学院理学研究科博士後期課程単位取得退学。理学博士。同大学大学院理学研究科准教授などを経て、2013年より現職。11年より先端計測分析技術・機器開発プログラムのチームリーダー。原子核乾板を使った素粒子や暗黒物質の観測装置を開発する他、大型構造物の透視に取り組んでいる。

大型構造物の透視へ 技術を社会に役立てる

素粒子研究という基礎研究で実績を上げていく中で、意外な応用の可能性に出合った。「原子核乾板で火山の内部を見ることはできないか」という問い合わせが研究室に届いたのだ。昭和新山(北海道)を透視実験したところ、マグマが通った火道の直径を確認できた。次いで、浅間山(長野・群馬県)内部のマグマ状態を観察し、ミュオンで火山内部を画像化することに世界で初めて成功した。

すると、その評判を聞いた鉄鋼関係者から「溶鉱炉の耐火壁内部の状態も見てほしい」という要望が寄せられた。こうして、原子核乾板を用いた大型構造物の透視という新たな分野が、切り拓かれていった。

さらに、原子核乾板を社会に役立てる1つの転機が訪れた。2011年の東日本大震災で発生した東京電力の福島第一



原子力発電所事故だ。壊れた原子炉内部を透視できるのではないかと考えたが、そのためにはこれまでの読み取り装置を100倍高速化しなくてはならなかった。そこで、先端計測分析技術・機器開発プログラムに応募した。「どの分野にも属さない新しいテーマだったので、受からないと思っていました。採択されなかったら、今の成果は生まれていなかったでしょう」と中村さんは振り返る。

採択から4年後の2015年には、福島原発の原子炉内部の透視に成功し、爆

発で内部が大損壊した2号機の炉心熔融(メルトダウン)を裏付ける調査結果を発表した。2号機の原子炉は放射線量が高くて人が近づけないが、原子核乾板は小型で電源を必要としないため、短時間でも設置できた。2号機と、破壊を免れた5号機の原子炉圧力容器の周辺をミュオンで透視して比較したところ、2号機内の物質量が少ないという結果が得られた(図3)。原子炉内の核燃料の70パーセント以上が溶けたと推測される。

「先端計測に採択されたのは福島原発事故の直後で、原子炉内部の調査を目的に掲げたことが評価されたのだと思います。当時は私たち以外にできることはなかったはず」と森島さん。分厚い鋼鉄に覆われた原子炉を透視するため、乳剤を厚く塗布して感度を高めるなど、創意工夫を凝らした。「素粒子で巨大な構造物の内部を見ることは、全く新しい研究です。何に活用できるか、どんなデータをえられるか、何もかもが初めてで、挑戦しがいがあります。これからも観測技術を磨き、確立していきたい」と意気込む。

富士山の噴火予測に挑戦 インフラ老朽化診断にも期待

次の大きな目標は、富士山マグマの探査だ。国内には活火山が111ある。最近では御嶽山(長野県、2014年)をはじめ箱根山(神奈川県、15年)、新燃岳(宮崎県、17年)が噴火、噴煙を上げ、富士

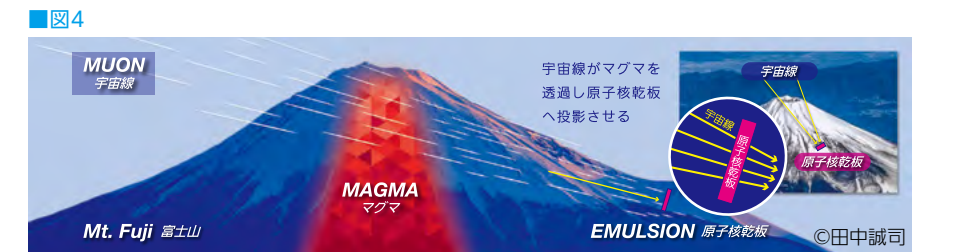
山の活動も気にかかる。まずは原子核乾板を富士山中腹の宝永火口付近に設置することを検討している(図4)。火山をリアルタイムで観測できるようになれば、噴火予測に大いに役立つ。

ピラミッドの成果発表以降、トンネルや鍾乳洞など、さまざまな調査依頼が中村さんのもとに飛び込んで来ているという。中でも橋梁やダムなど、年々増え続ける社会インフラの老朽化を診断し、事故を未然に防ぐことは急務となっている。

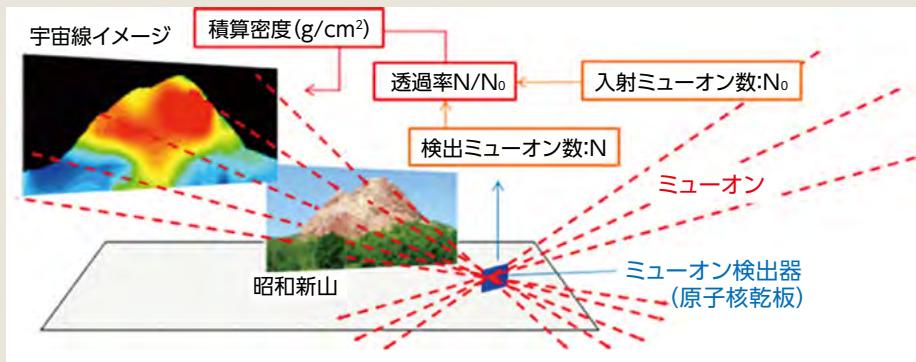
原子核乾板の製造から読み取りまで一貫してできるのは、今や世界でも名古屋大学だけだ。今後は、原子核乾板

の大量生産化や、読み取り装置のさらなる高速化、解析システムの性能向上に取り組み、さまざまな対象物を観測できる技術を目指している。

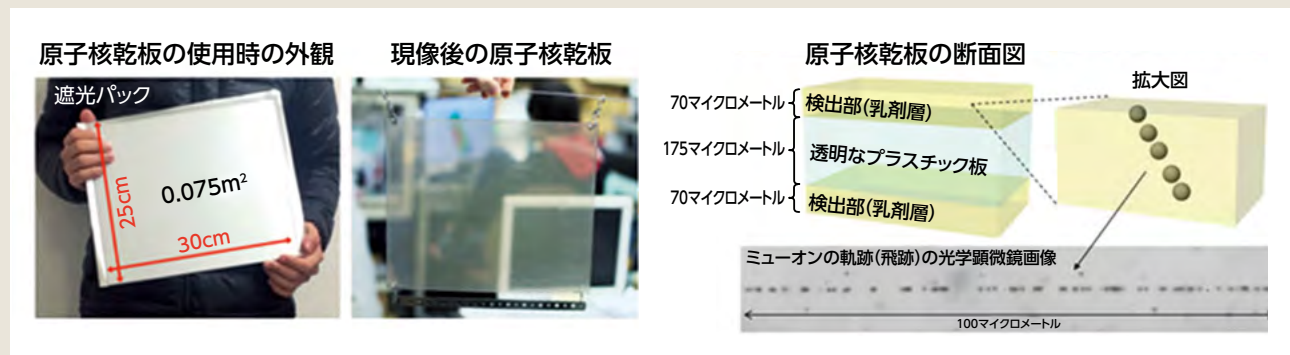
「研究室のメンバーはみんな宇宙が好きで、宇宙線や暗黒物質探査に関心が集まっていますが、常に社会的問題に目を向けることの必要性を、若手には知ってほしいですね。そこから研究が大きく進展することもあります。原子核乾板のたくさんの可能性を追求し、これからも私なりにじっくり極めていきます」と中村さんは語る。目に見えない小さな素粒子が今、世界に新しい見方をもたらしている。



原子核乾板を用いた大型構造物の透視

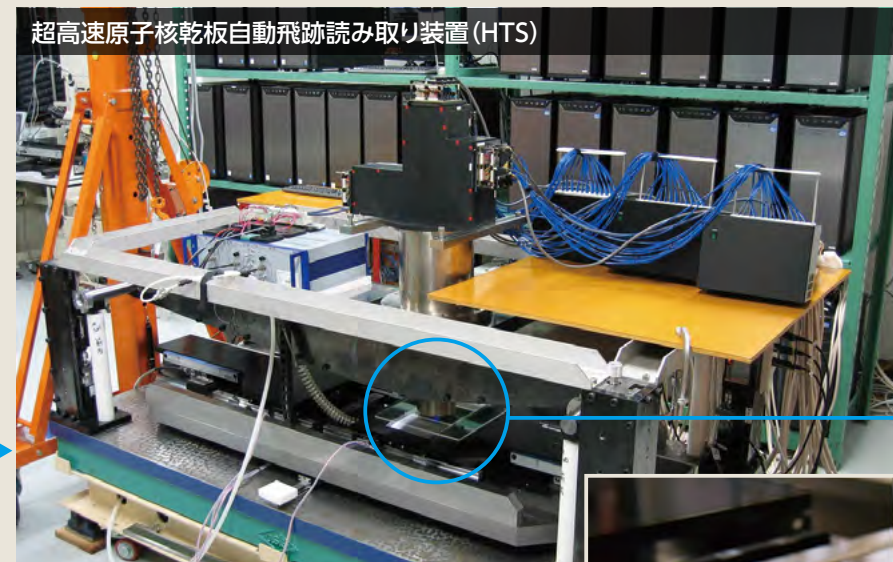


観測対象を透過したミュオンは、検出器である原子核乾板に立体的に記録される。ミュオンの数と飛来方向を測定し、ミュオンの検出数の濃度を画像化することで、物質の密度や空間の有無がわかる。



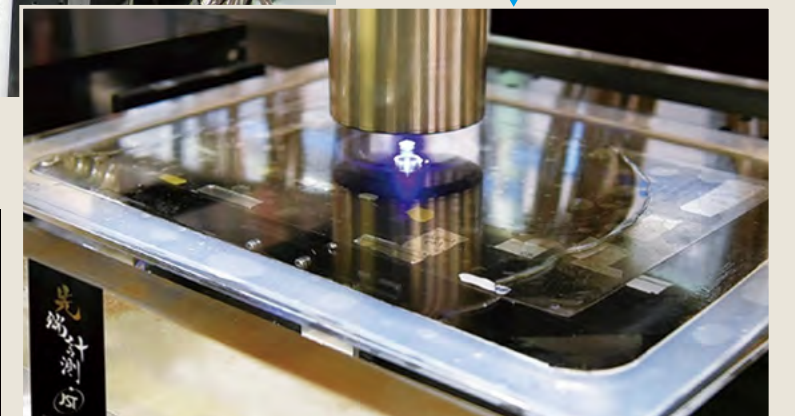
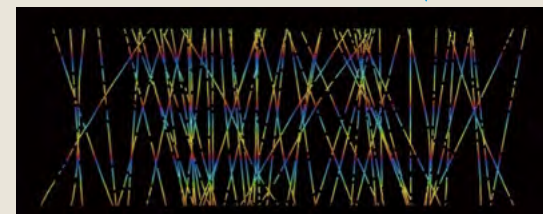
原子核乾板は、薄く透明なプラスチック板の両面に、ミュオンを検出する乳剤を塗布している。乳剤層は厚さ70マイクロメートル(1マイクロメートルは1000分の1ミリメートル)で、ミュオンが透過すると乳剤層に銀原子の集合体が形成される。これを現像処理すると、直径1マイクロメートル程度の大きさの銀粒子が、3次的に並んだ点の列として記録される。現像後の原子核乾板を光学顕微鏡で測定することで、ミュオンの飛来方向や角度がわかる。

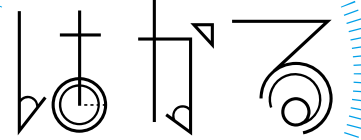
入力



中央の上部の黒色は装置の心臓となるカメラで、円筒部分は顕微鏡のレンズ。原子核乾板を移動させながら焦点距離を合わせ、顕微鏡で拡大して読み取り、コンピューターで処理する。世界にたった1台しかない。

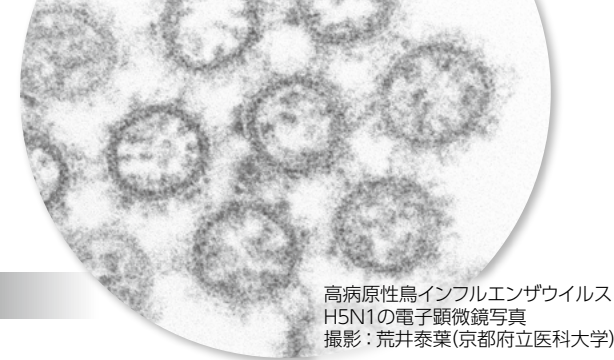
デジタルデータ化された3次元飛跡情報





第14回

たった3個のウイルスではかる



高病原性鳥インフルエンザウイルス H5N1の電子顕微鏡写真
撮影：荒井泰葉(京都府立医科大学)

鳥インフルエンザのヒト感染性を グラフェンでスピード察知

高病原性鳥インフルエンザウイルスが変異してヒトに感染し、パンデミック(世界的大流行)を引き起こすのではないかと心配されている。しかし、現状の技術ではヒトへの感染性を調べるのに1週間以上もかかる。大阪大学産業科学研究所の松本和彦特任教授が率いる研究チームは、グラフェンと生体分子を組み合わせた鋭敏なセンサーを開発し、ヒトに感染するウイルスの迅速な検出を目指している。

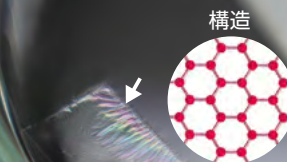
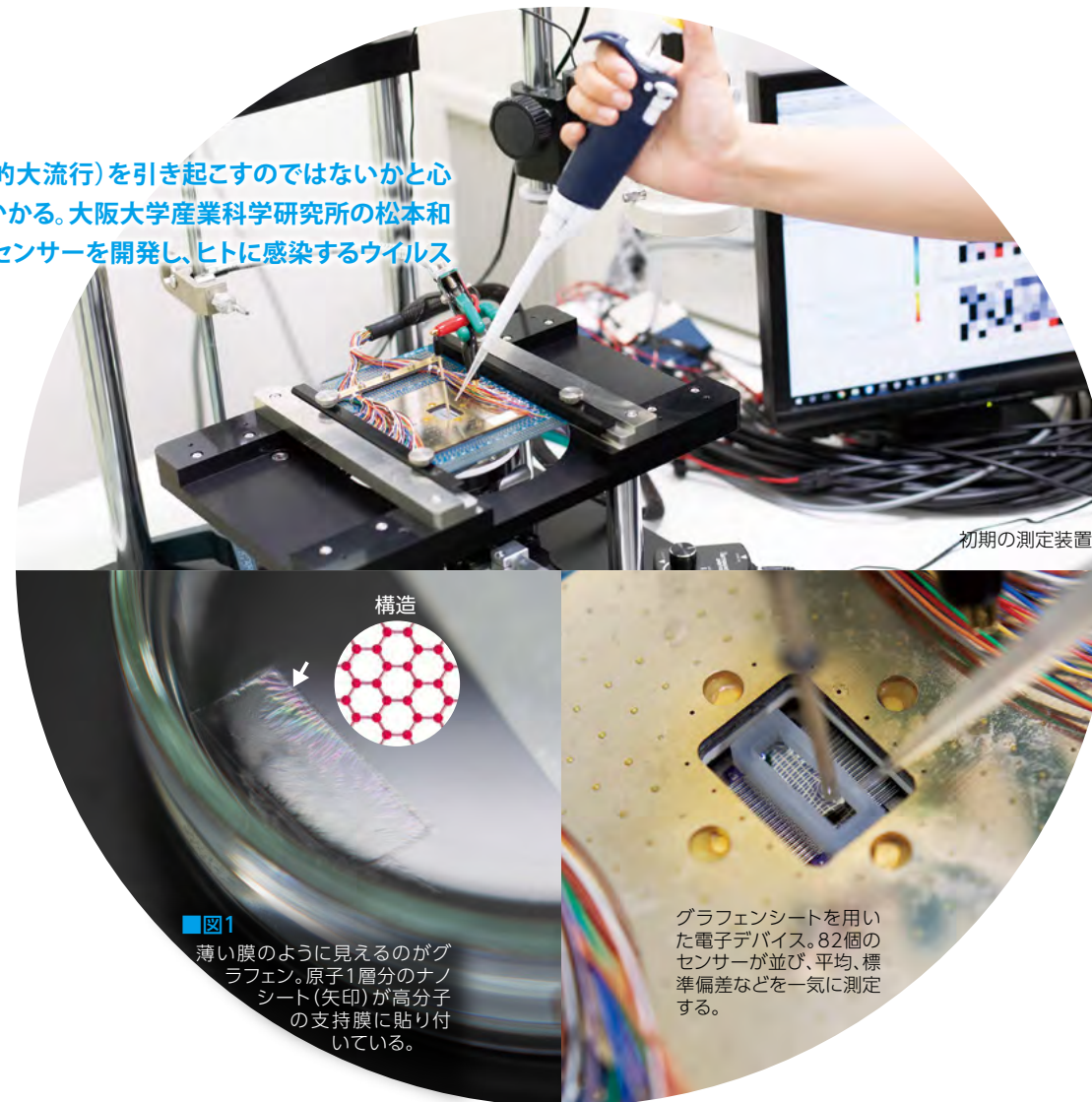
グラフェンと生体分子を 組み合わせる

毎年、ニュースなどで耳にする鳥インフルエンザ。問題は畜産業への影響だけではない。通常はヒトには感染しないが、ウイルスの変異によりヒトに感染する恐れがあるのだ。高病原性鳥インフルエンザの致死率は約60パーセントと高いため、ヒト感染性ウイルスの出現を迅速に把握し、早急な対応によりパンデミックを防ぐことが重要となる。

しかし、現在の技術ではヒトへの感染性を調べるには100万個以上のウイル

スが必要で、培養に1週間以上かかってしまう。大阪大学産業科学研究所の松本和彦特任教授は材料工学、デバイス工学、生物学の異分野産学連携チームで、炭素原子が蜂の巣状に結合したシートであるグラフェン(図1)を用いてウイルスを検出するセンサーの開発を進めている。松本さんはこう話す。

「以前からグラフェンを使った電界効果トランジスタ(FET)を研究していました。グラフェン中では電子が高速で移動するため、環境に対して敏感に応答します。この性質を何かに生かせないかと考えていた時、生物に応用してはどうかというアドバイスを受けたのです」。



■図1
薄い膜のように見えるのがグラフェン。原子1層分のナノシート(矢印)が高分子の支持膜に貼り付いている。

ウイルス検出に適した糖鎖の探索と合成を担う中部大学チームの活躍もあり、高感度のウイルス検出が可能になった。

次は、どうすればウイルスのヒトへの感染性を調べられるかだ。ウイルス学が専門の京都府立医科大学の渡邊洋平講師はこう説明する。

「ウイルスが結合する糖鎖の構造は生物種によって異なり、鳥に感染するウイルスはヒト型の糖鎖には結合できません。しかし、鳥に感染するウイルスが変異によってヒトへの感染能力を獲得すると、鳥型とヒト型の両方の糖鎖に結合できるようになります。この違いを利用するのです」。

研究チームは、グラフェンの表面にヒト型の糖鎖と鳥型の糖鎖をそれぞれ並べたFETを作製した。ここにウイルス溶液を垂らした時の電気の流れ方から、ヒト型の糖鎖、鳥型の糖鎖の両方に結合しているのか、あるいは一方のみに結合しているのかを検出し、ヒトへの感染性を調べられる(図2)。

3個のウイルスでも検出可能

実際、渡邊さんが調整したウイルスで試したところ、感染性の違いを鋭敏に検出できた。材料・デバイス開発を担当する大阪大学産業科学研究所の小野亮生助教によれば、グラフェン上に吸着したウイルス1個当たりの電流変化量から見積もると、理論上はウイルスが3個あれば検出できるという。従来技術では100万個以上のウイルスが必要であることを考えると、このセンサーがいかにか高感度であるかがわかるだろう。

ただし、実験では不純物のない試料を測定したが、ニワトリの大量死などに際してヒトへの感染性を調べる場合には、不純物を含む家畜の唾液などを使うことになる。そこで今年度中に、養鶏が盛んで鳥インフルエンザが多く発生するエジプトでの検証実験を予定している。使用する測定装置は、村田製作所の

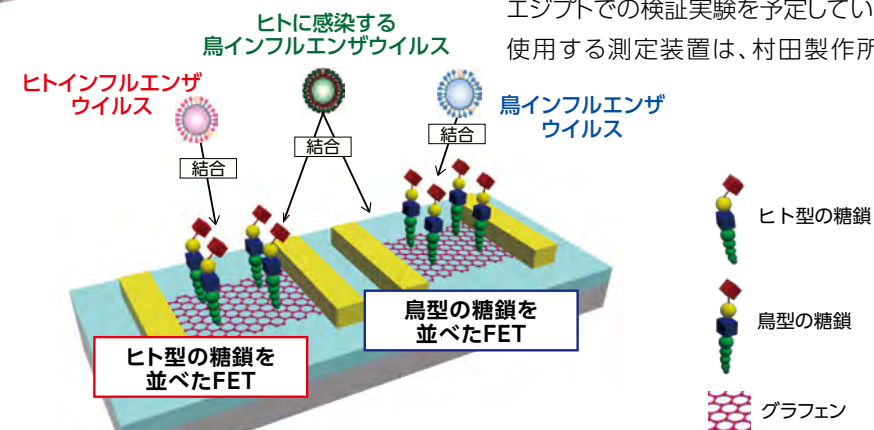


■図3
村田製作所が開発した手のひらサイズの測定装置。ノートパソコンやスマートフォンと接続すれば測定可能で、空港の検疫や鳥小屋などどんな場所でも使える。

牛場翔太さんが開発した。机2台を占有していた初期の測定系を大幅に小型化。手のひらサイズで簡単に持ち運べ、ノートパソコンやスマートフォンにつなぐだけで使用できる自信作だ(図3)。現地でも実験室並みの鋭敏さでウイルスを検出できれば、測定装置としての実用性を示すことができる。しかし、それだけにはとどまらない。このバイオセンサーは、薬の効果を調べるのにも使えるという。

宿主細胞内で増殖したウイルスは、ノイラミニダーゼという酵素の働きで糖鎖を切断して外に飛び出す。現在、広く使用されている抗ウイルス薬は、この酵素の働きを阻害しウイルスの放出を防いでいる。そこで、センサー上の糖鎖にウイルスを吸着させ薬を加えた時の電気の流れを計測すれば、薬の効果を簡単に確かめられると考えた。酵素の働きでウイルスが糖鎖から離れると電気の流れが変化するからだ。変化が見られた場合には酵素が阻害されていない、つまり薬が効いていないことになる。ウイルスは頻繁に変異し薬剤耐性を持つことがあるので、素早く簡単に薬の効果を確認できるセンサーは、感染の拡大防止に役立つだろう。

この技術は原理的には電荷を帯びた物質であれば適用可能で、生物分野では創薬や病気に関わる分子の検出などの応用が期待される。松本さんの研究モットーは「今までできなかったことをやらないと意味がない」。積極的な異分野連携で開発に挑んできた「はかる」技術は、多様な用途で社会にインパクトを与えそうだ。



■図2

鳥型ウイルスはヒト型の糖鎖には結合できないが、ヒト型に感染するようになった新型ウイルスは鳥型の糖鎖にも、ヒト型の糖鎖にも結合できる。2種類のFETでウイルスの結合が検出されれば、ヒトへの感染性を持っている。

FETとは電圧を加えることで電気の流れ方を制御する電子デバイスのことだ。松本さんはFETのグラフェン部分に電荷を持つ生体分子を吸着させると、同じ電圧でも電気の流れ方が変化することに注目した。グラフェン上にウイルスのみを吸着させる仕掛けを作れば、ウイルスを検出できる。ウイルス感染は、ウイルス表面の糖たんぱく質が宿主の細胞表面の糖鎖に結合することで起きるので、糖鎖をグラフェン上に並べウイルスを捉えることにした。

まつもと かずひこ
松本 和彦
大阪大学 産業科学研究所 特任教授

研究領域は電子工学、ナノテクノロジー、ナノカーボン。研究を「どう役立てるか」を常に意識して取り組んでいる。異分野研究者とも連携し、測定装置や、グラフェンを製造可能な大規模設備を備えた研究室を運営する。
(左から：牛場翔太さん、研究チームを率いる松本さん、渡邊洋平さん、小野亮生さん)





研究成果

戦略的創造研究推進事業さきがけ
研究領域「超空間制御と革新的機能創成」
研究課題「細孔性結晶を用いた微量薬物の分解・代謝過程の可視化」



粘土遊びがヒントに 有機分子で自在にナノ構造体を作る

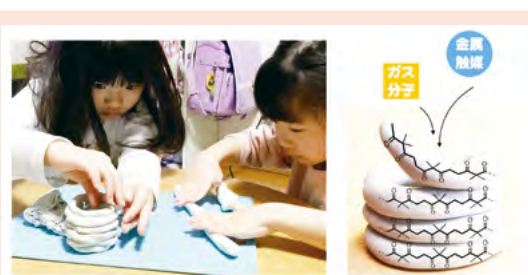
自在に形を作れる材料は物づくりに欠かせません。目に見えない分子の世界でも重要で、さまざまな合成反応の開発によって、ベンゼンのように大きさが1ナノメートル程度の小さな分子であれば精密に構造を作れるようになってきました。一方、数十～数百ナノメートルの巨大分子には高度な機能をいくつも持たせることができるため、世界中で活発な研究が行われています。しかし、小さな分子から巨大分子を作成することは困難でした。

北海道大学大学院工学研究院の猪熊泰英准教授らは、子どもの粘土遊びを見て、古代から壺や水瓶を作る方法の1つである「巻き上げ技法」に注目しました。そして、柔軟なひも状分子にカルボ

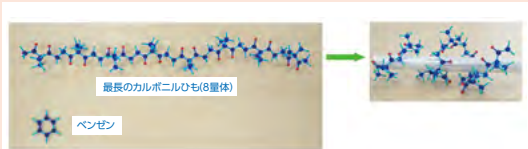
ニル基を多く入れることで「互いにペタペタくっつく」という粘土のような性質を持つ「カルボニルひも」を合成しました。

カルボニルひもは、水素結合などがひものいろいろな部分で起こり、固体状態で直線、S字、コの字など、従来の手法では形の維持が難しかったひも由来の曲線部を持つ構造を簡単に作ることができる画期的な構造体です。

今後、これまで以上に精密で柔軟な巨大分子が作れるようになり、発光体や電子素子など機能性ナノ材料への応用が期待されます。



粘土を細長くひも状に伸ばし、グルグルと巻き上げながらつないで器を作っている(巻き上げ技法)(左)。同じ巻き上げ技法をカルボニルひも分子で行うと、分子変換のための触媒やガス分子を取り込むための容器を作ることができる。模様はアセチルアセトン誘導体(右)。



合成に成功した最長のカルボニルひもとベンゼンの比較(左)。柔軟なカルボニルひもは、例えば棒状の分子に巻き付くことで螺旋状に形を変えられる(右)。



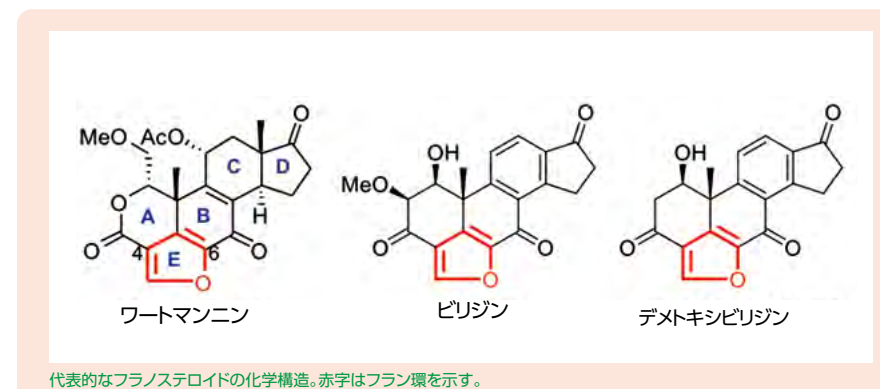
研究成果

国際科学技術共同研究推進事業 戦略的国際共同研究プログラム(SICORP)
研究領域「日本-中国共同研究「生物遺伝資源分野」」
研究課題「植物共生菌相互作用の包括的利用による二次代謝産物の網羅的解析」

微生物の休眠遺伝子を目覚めさせて 新たなステロイド生合成経路を発見

自然界の生物は、分子量の小さい低分子化合物を介して互いに生育を促進したり阻害したりして共生していますが、研究室では一種類の微生物ごとに培養されるため、一部の化合物しか合成されていないと考えられています。実際に、生成物の知られていない生合成遺伝子が数多く存在し、これらは研究室の培養条件では発現しない「休眠遺伝子」と呼ばれています。眠っている遺伝子を覚醒させ、生合成の経路を解析する方法を確立できれば、新たな活性物質の生産につながると考えられます。

東京大学大学院薬学系研究科の阿部郁朗教授および、中国暨南(ジナン)大学薬学部の高オ・ハオ(高昊)教授、フダン(胡丹)副教授らの国際研究チーム



は、植物と共生している糸状菌が、抗炎症治療薬として働くフラノステロイド化合物を生合成する機能を持つことに着目。ゲノム編集技術を用いて酸化酵素遺伝子を破壊し、その過程で蓄積する化合物や生合成に関わる反応経路を発

見しました。

今後、共生微生物の遺伝子や化合物資源の解析法、活用法が構築されたり、医薬品や化合物などの類似化合物の合成に大きく役立ったりすることが期待されています。



話題

情報企画部

急増する中国語の論文を日本語で読める 高精度な日中・中日機械翻訳システムの提供を開始

科学技術分野における中国の躍進はめざましく、中国語の論文などを日本語で検索、閲覧したいという需要が高まっています。しかし科学技術についての資料は、さまざまな専門用語や最新技術を表す新しい言葉が次々に出てくるため、技術内容を正しく伝える、より高い精度を持つ機械翻訳が望まれています。

JST情報企画部と京都大学大学院情報学研究科(黒橋禎夫教授)は、中国科学技術情報研究所と連携して、2013年から科学技術論文を対象とした高精度の機械翻訳システムの実用化を推進する「日中・中日機械翻訳実用化プロジェクト」に取り組み、ニューラルネットワークを用いた高精度な日中・中

日機械翻訳システムを今年5月に公開しました。

科学技術論文などを基に400万件以上の中国語・日本語の対訳コーパス(同じ内容について複数の言語で書かれた対訳文)を整備し、開発したニューラル機械翻訳エンジンで学習させました。また、対訳辞書の整備によって誤訳、訳抜けを減らし、翻訳精度の向上を図りました。その結果、開発時に設

開発した日中・中日機械翻訳システム

日中・中日機械翻訳システム:
<https://webmt.jst.go.jp/>

定した評価基準で「ほとんどの重要情報が含まれる」が97パーセント、「情報に過不足がなく容易に理解可能」が約60パーセントの翻訳精度を達成しました。



研究成果

戦略的創造研究推進事業さきがけ
研究領域「理論・実験・計算科学とデータ科学が連携・融合した
先進的マテリアルズ・インフォマティクスのための基盤技術の構築」
研究課題「超高速スクリーニング法を駆使したエネルギー変換材料の探索」

有機太陽電池の材料を人工知能で予測

有機太陽電池は、安価で軽量なことから実用化に向け世界中で研究が進められています。n型材料であるフルレネ誘導体など低分子化合物とp型材料である高分子化合物の混合物を溶かして塗布することで作られますが、高分子の構造には無数の組み合わせが存在します。混合膜の構造や太陽電池の性能は計算で予測できないため、これまでの方法では探索に限界がありました。

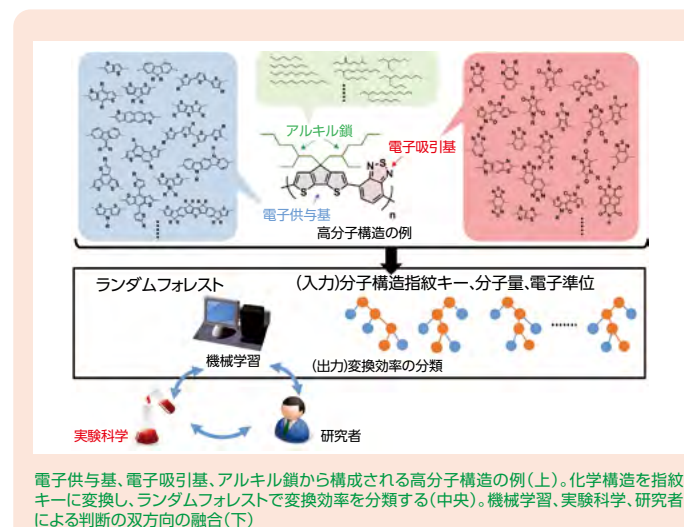
大阪大学大学院工学研究科の佐伯昭紀准教授らは、情報科学の力を使って、高分子構造を一瞬で選別し、性能を予測する手法を開発しました。

今回、手作業で集めた1200個の混合膜材料の化学構造や性能のデータ

セットを基にランダムフォレストを用いた分類器を構築し、人工知能(AI)による機械学習を行って、材料のデータから性能の予測ができるようになりました。その結果、すでに学習した化学構造に対しては95パーセント以上の正答率が得られました。

今後は、この手法を低分子材料にも応用

し、より高効率な太陽電池材料の探索を進めていきます。



つながりを広げて 地域に恩返ししたい

JST産学連携展開部
地域イノベーショングループ
マッチングプランナー

三島 淳一郎
Junichiro Mishima

マッチングプランナー

Profile

熊本県出身。1992年 九州東海大学工学部を卒業後、テラデザイン株式会社で製造や開発、品質保証などの業務に携わる。国立高等専門学校機構(高専)および財団での産学官連携コーディネーターを経て、2016年より現職。九州・沖縄ブロック(福岡県、佐賀県、長崎県、熊本県、大分県、宮崎県、鹿児島県、沖縄県)を担当。



Q マッチングプランナーになった経緯は?

A 技術と経験を生かして地域の発展に貢献。

大学卒業後、地元の外資系半導体検査装置メーカーで製造や開発、品質保証などの業務に携わりました。「技術を生かしながらも地域貢献できる仕事をしたい」と、熊本高等専門学校の産学連携コーディネーターに転職しました。先輩コーディネーターに学びながら、活動の場を学内から学外に広げ、高専間連携を主軸とした研究ネットワークを構築していました。縁あって現職に就き、地域のため、日本のために、企業と大学などの研究機関をつなげる活動をしています。

Q 熊本復興支援に携わって

A 被災、避難生活から立ち上がり復興へ。

マッチングプランナーに着任した直後に熊本地震が発生し、自身も被災者として避難生活を送りました。復旧復興活動を開始することになり、県内の研究機関などの被害状況を調査しながら、JSTとして復旧復興にどう関わられるのか検討しました。そして、熊本復興支援(地域産学バリュープログラム)がスタートし、地域の企業、研究者を支援できればと行動しました。昨年7月21日には熊本地方COC+推進協議会との早期復興に向けた連携および協力に関する協定も結ばれました。一人では何もできないかもしれませんが、それぞれが持つ強みやネットワークを生かして、被災地企業のニーズを聞き、全国のシーズとマッチングすることでそのニーズを解決する取り組みを進めました。今後も地域の産学連携の頼れる相談相手として、企業と研究者のお役に立てればと考えています。



Q マッチングプランナーを知ってもらうための取り組み

A SNSも活用して、ネットワークの拡大へ。

フェイスブックやインスタグラムなどのSNSを使って、活動内容を発信しています。SNSは産学連携の活動と非常に親和性の高い媒体だと実感しています。仕事の情報と個人の情報を散りばめながら「この人とつながっていれば役に立つ情報が得られる」とか「人間として興味がある」と感じてもらえるような発信を心がけています。「新しい情報を得られた。新たなつながりができた」というような、一歩前進のお手伝いができることにやりがいを感じています。「あの人に相談したら今までと違う話が聞けた」と思ってもらえたら嬉しいです。これからもさらに多くの人とつながりを大切にしていきたいです。

フェイスブック



<https://www.facebook.com/junichiro.mishima.misi>

インスタグラム



jun.mishi34

リサイクル適性(A)

この印刷物は、印刷用の紙へリサイクルできます。

R70

古紙パルプ配合率70%再生紙を使用

JSTnews

July 2018

発行日/平成30年7月2日

編集発行/国立研究開発法人科学技術振興機構(JST)総務部広報課

〒102-8666 東京都千代田区四番町5-3サイエンスプラザ

電話/03-5214-8404 FAX/03-5214-8432

E-mail/jstnews@jst.go.jp ホームページ/https://www.jst.go.jp

JSTnews/https://www.jst.go.jp/pr/jst-news/