

JSTnews

未来をひらく科学技術

2

February
2017

Focus

科学技術の未来をも変える
「フジエンダーサミット10」開催



3 Focus 科学技術の未来をも変える「ジェンダーサミット10」開催

4 Focus 01 ジェンダーこそ、イノベーションの切り札

7 Focus 02 障がい者の夢やニーズがイノベーションを生む

10 Focus 03 ダイバーシティでカンボジアの農業解決に挑む

12 社会への架け橋 ～シリーズ4 超高齢社会を生きる 第1回～ 経験のない「超高齢社会」に取り組む

14 NEWS & TOPICS 緑色と赤色を加え細胞内を5色で観察 高光度マルチカラー化学発光たんぱく質を開発 ほか

16 さきがける科学人 Vol.58 清水 智子（物質・材料研究機構先端材料解析研究拠点 主任研究員）



表紙写真

全盲の研究員として、目が不自由であることを研究する上での強みと考え、障がいを持つ方々の情報アクセスやコミュニケーションの向上に貢献する技術の研究開発をする日本アイ・ビー・エム東京基礎研究所の浅川智恵子 IBMフェロー。欲しい情報に誰でもアクセスしやすい世の中を創ろうとしている。

編集長：上野茂幸／企画・編集：浅羽雅晴・菅野智と・佐藤勝昭・月岡愛美・鳥井弘之・松山桃世・村上美江・山下礼士
制作：株式会社エフビーアイ・コミュニケーションズ／印刷・製本：北越印刷株式会社

Focus

科学技術の未来をも変える「ジェンダーサミット10」開催

平和で人権が尊重された社会を築くため、多くの国際機関や各国政府はジェンダー平等の推進や女性の地位向上を目標とした政策を掲げている。生物学的な性差に対して、男性、女性にふさわしいと考えられている役割、行動や地位など社会的、文化的に形成された性差がジェンダーと呼ばれる。科学技術の発展にも、ジェンダーの視点を取り入れることが欠かせない。

2011年、欧州で始まった「ジェンダーサミット」は、ジェンダー

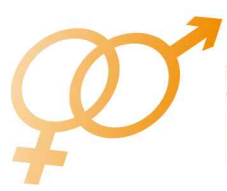
を科学技術にとって重要な要素であると捉え、研究開発やその成果の質の向上、ジェンダーに関連する世界の諸問題の解決をめざそうという国際会議である。ジェンダーの視点は、その先に生まれるイノベーションの質を大きく変える可能性を秘めている。

欧州のみならず米国やアフリカ、アジアなどで年に複数回開催されるようになり、その理念と活動は世界に広がりつつある。第10回が今年5月、いよいよ日本で初めて開催される。



昨年ベルギー・ブリュッセルの欧州議会で開催された「ジェンダーサミット9」





Focus 01

ジェンダーこそ、イノベーションの切り札

研究開発にとってジェンダーはどんな意味を持ち、どんな影響をもたらすのだろうか。5月に東京で開かれる「ジェンダーサミット10」に向けて、発足の背景や開催意義を主催者代表の渡辺美代子・JST副理事に聞いた。

ジェンダーに配慮して研究の質を高める



創業の動物実験ではオスが使われることが多い。メスのように月経や妊娠による体調の変化がなく、常に一定の条件でデータを取りやすいのが理由だ。ところが作られた薬剤は、男性には効果があっても、女性には効きにくいとか、あるいは効きすぎたり、副作用が出やすい薬が開発されたりすることがある。ジェンダーに配慮しないだけで、創業にかけた膨大な研究開発費が無駄になりかねない。

スタンフォード大学で科学史を専門とするロンダ・シービンガー教授によれば、自動車のシートベルトは成人男性の体型に合わせて開発された。このため、女性には息苦しくて使いにくく、交通事故では女性が大けがを負いやすいそう。大腸内視鏡検査も、男性を標準とした検査方法のため、女性の大腸がんの

発見率が低いといわれる。研究開発でジェンダーに配慮しなかったことで、個人のリスクの増大や社会的な損失が起きた例が、近年次々と明らかになってきている(図1)。

研究費が伸び悩む中で、どうやって研究成果の質を高めるか。ジェンダーの視点を取り入れることで、真のイノベーションを生み出せるのではないか。そのような思いをきっかけに、英国の女性科学者エリザベス・ボリツァー博士たちがポルシャ社を立ち上げ、欧州委員会と共に、2011年に発足したのがジェンダーサミットである。

ジェンダーは、女性だけではなく、男性の問題でもある。骨粗しょう症の診断方法は女性を対象に確立された。骨の変形の仕方が異なる男性では見落とされがちで、治療が遅れるケースもある。

一方、女子の大学入学数は男子の約2倍の速さで増えており、既に世界全体では大学

入学者数は男子より女子が上回っている。このままでは将来、知識のある女性と知識のない男性という社会ができてしまうことが懸念されている。これまでジェンダーは女性の問題とされてきたが、将来は男性にとって深刻になる恐れがある。だからこそ、男女双方の問題として共に解決していく必要がある。

対立ではなく、調和と尊重の精神を



男女共同参画や女性権利拡大のように男女の機会均等という従来の視点も踏まえながら、同時に違いを重視することが欠かせない。サミットの特徴は、対立ではなく、互いの性を認め合う、真のジェンダー平等を実現しようとしている。研究対象だけでなく、研究者の側にも男女が含まれていることが大切だ。片方の性の参画だけでは視点が偏ってしまうが、男女双方がいれば、さまざまな問題点に早く気づくことができるだろう。

単にジェンダーと科学がテーマの国際会議ではなく、ジェンダーを意識した研究や方法論がいかにイノベーションと科学の進展に貢献できるかを議論する場である。問題の提起だけでなく、解決に向けた具体的な行動を起こすことを目的としている。科学者以外にも、研究成果を社会に広める企業や、法制度から社会を変えていく政策立案者など、多様な人々が積極的に参加して、研究の対象としてだけに終わらせず、国や地域全体を動かすことをめざす。

当初は、欧州内のみの活動を想定していたが、米国、アフリカやアジアへと広がっている。毎回バラエティに富んだ国や地域から参加がある。

開催地の公的機関が主催することになっていて、今回はJST、日本学術会議が中心となり、欧州委員会からサミットの企画を委託されたポルシャ社と共に、「ジェンダーサミット10」を開催する。文部科学省、内閣府、経済

産業省など、科学技術に関わる省庁が後援を予定している。

「社会を変えていくために、大学、学会、企業など、できるだけ多くの機関と連携することが必要です。後援や協賛という形で主体的に参加していただき、このサミットを一緒につくりあげていきたいのです」。渡辺美代子副理事はこう意気込みを語り、日本で開催する意義を次のように説明した。

「男女が対立するのではなく、男女の違いを互いに尊重するジェンダーサミットの理念や活動は、調和を大事にする日本に向いていると思います。世界中で民族やイデオロギーの対立が深刻になっている今だからこそ、調和や寛容の精神が必要とされています。皆で話し合い、調和をとりながら社会を変えていくのは、日本のよさだと思います。日本でのサミット開催を通じて、そのような日本らしい考え方や物事の進め方も発信することで、国際社会の課題解決に役立ちたいと考えています」。

スポーツのジェンダーも議論



ジェンダーサミット10では、「ジェンダーとダイバーシティの推進を通じた科学とイノベーションの向上」をテーマに掲げる。

ジェンダーは、人種や民族、年齢、障がい、宗教などによって多様な形態をとる。研究開発にジェンダーの視点を取り入れることは、多様性に配慮した研究活動をする上で欠かせない。現実社会で役立つ成果を生み出すために、違いを認め合い尊重する姿勢が研究開発の現場にも求められている。

4つの主要セッションが企画されている。「ジェンダーの歴史と未来」では、日本アイ・ビー・エム東京基礎研究所の浅川智恵子IBMフェローが登壇する(Focus 02)。浅川さんは、全盲の研究員として、障がいを持つ人々の情報アクセスやコミュニケーションの向上に貢献する技術開発に取り組み、成果をあげた。「アジアにおける深刻な問題への女性の貢献」は、カンボジアの農村で活動してきた名古屋大学農学国際教育協力研究センターの伊藤香純准教授が企画に関わり、貧困など深刻な問題に女性がいかに貢献しているかを議論する(Focus 03)。

サミットに先立ち、具体的な行動につなげるためのワーキンググループを作った。この活動報告を基に議論を深める6つのパラレル



渡辺 美代子 (わたなべ みよこ)
JST副理事
科学コミュニケーションセンター長
ダイバーシティ推進室長

セッションが企画されている。

「中等教育における女子学生の文理選択の健全化」では、女子中高生の理工系への進学率が低い現状を変えていくための活動をしている。進路の相談相手である母親の影響や、理工系に進学した場合の職業の選択肢がイメージしにくいことも要因と考え、サテライトイベントとして、女子中高生と保護者のためのシンポジウムを企画した。

日本で初の女性宇宙飛行士として活躍した向井千秋さんをはじめ、世界の理工系の女性研究者や技術者が講演し、理工系の技術職

や研究職で女性が必要とされていることや、女性が理工系に進むことの意義と素晴らしさを伝える。

2020年東京オリンピック・パラリンピック競技大会に向けた活動をしているのが「スポーツにおける身体とジェンダー・サイエンスの推進」だ。ほとんどのスポーツは男性から始まっていて、女性が特別な存在として後から入ってきた。スポーツのジェンダー問題について議論し、ジェンダーサミットが終わった後も活動を継続する。

「男性・男子にとってのジェンダー平等」で

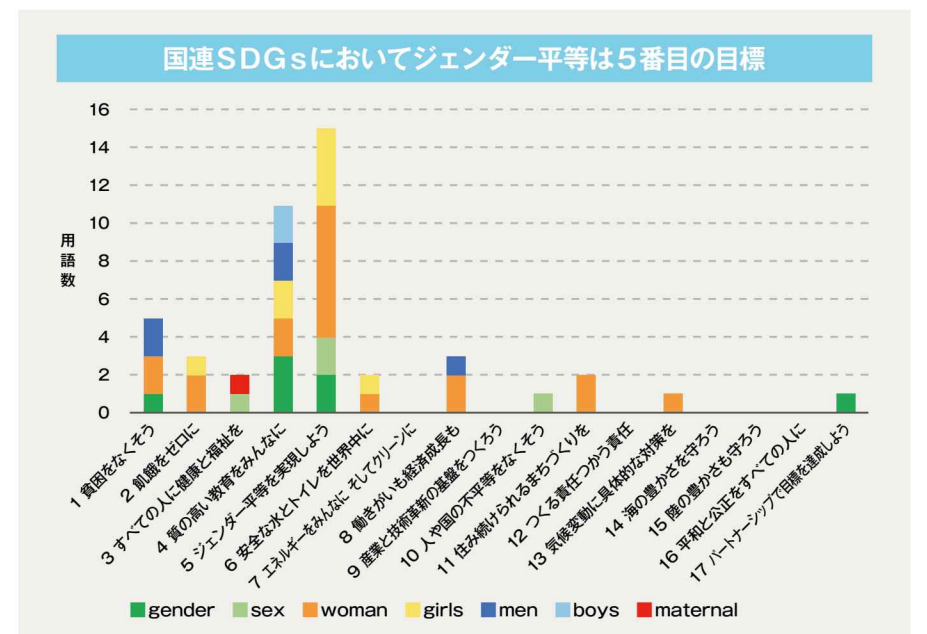
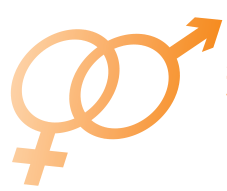


図2 国連の持続的な開発目標(SDGs)における11の目標には、gender(社会的な性)、sex(生物的な性)、women(女性)、girls(女子)、men(男性)、boys(男子)、maternal(母性)などジェンダーに関する用語が入っている。

図1 スタンフォード大学のロンダ・シービンガー教授は、男女の性差を十分に理解し、それに基づいた研究開発をすることで、真のイノベーションをつくり出そうという「ジェンダード・イノベーションズ」を提唱している。
<http://genderedinnovations.stanford.edu/>



科学技術の未来をも変える 「ジェンダーサミット10」開催

は、世界的に10代男子の学力や精神的強さが低下している現象について考える。ジェンダーサミットで男性の問題を取り上げるのは今回が初めてになる。

貧困、食糧不足、健康的な生活の確保、教育の促進など、国際社会はさまざまな課題に直面している。国連が2015年に採択した持続可能な開発目標（SDGs）では、17の目標

のうち5番目に「ジェンダー平等の実現」を掲げた。11の開発目標にはジェンダーに関連する用語が含まれ（図2）、科学技術だけでなく、貧困、福祉、教育、インフラ整備など政治や経済の領域でも重要な要素とされる。

「一つ一つの開発目標をターゲットにする方法もありますが、ジェンダーの視点でSDGsのすべての目標をつなぎ、『ジェンダーサミット

10』の提言として世界に発信したいと考えています。そして、開催だけで終わらせることなく、ジェンダーとダイバーシティの視点を取り入れた研究開発を日本がリードしていくことをめざして、これからも活動を続けていきます」。

ジェンダーの視点に立つ研究開発が大きなイノベーションをもたらす未来に向けて、議論が始まろうとしている。

「ジェンダーサミット10」

日時： 2017年5月25日（木）、26日（金）
会場： 一橋講堂（東京都千代田区一ツ橋2-1-2）
主催： ・JST ・日本学術会議 ・ポルシャ社（欧州委員会の委託を受けた企業）
後援： 【国内】 ・文部科学省 ・内閣府 ・経済産業省 ・日本経済団体連合会 ・日本ユネスコ国内委員会
・国連ウィメン日本協会 ・国立大学協会 ・公立大学協会 ・日本私立大学団体連合会
・全国知事会 ・男女共同参画学協会連絡会 その他6省が予定
【海外】 ・欧州委員会
パートナー： 2大学、1企業、5団体 協賛： 21大学、11学協会、18企業、3団体（1月24日現在）

主要セッション

1. ジェンダーの歴史と未来
従来のジェンダー研究で、これまでどのような課題があり、いかに解決してきたのか、また未来に向けた課題は何かを共有する。
2. アジアにおける深刻な問題への女性の貢献
国連の「持続可能な開発目標（SDGs）」で明示されているアジアでの深刻な問題の解決に取り組む女性研究者の経験などを紹介する。
3. ジェンダーに基づくイノベーション
ジェンダーサミットの核心的テーマである「男女差を科学研究の要因とすること」について、最新の研究結果や事例を紹介し、その有用性や可能性を議論する。
4. 科学技術の社会的責任
科学技術の社会的責任がますます重要になる中、共創による成果と問題に対して社会全体でどう責任を分担するのかを議論する。

関連会議

- I. 女子中高生と保護者向けシンポジウム
2017年5月27日（土）
●会場：一橋講堂
●内容：世界で活躍する理工系研究者や技術者による講演など
●対象：女子中高生、保護者、教員 ●無料 ●日本語
- II. サテライト会議
2017年5月29日（月）、30日（火）
●会場：沖縄科学技術大学院大学
●テーマ：Frontiers of Science in Asia-Pacific
●内容：講演やパネルディスカッション、ポスター発表など



パラレルセッション

1. 女性参画拡大により期待されるイノベーション上の利点の明確化
イノベーションの現場へ女性が参画することによる成果事例を取り上げ、その効果を議論するとともに、その利点を探究する。
2. ダイバーシティ推進に係る評価手法の提示
各国の研究機関における科学の幅広い評価手法を調べ、国および研究費配分機関の評価の指標として提案を図る。
3. スポーツにおける身体とジェンダー・サイエンスの推進
東京オリンピック・パラリンピックに向け、スポーツにおいて女性のリーダーシップが実現している国と困難を抱えている国とを比較し、その実現に向けた効果的な戦略を探る。
4. 中等教育における女子学生の文理選択の健全化
中等教育における女子学生（生徒）の文理選択について、国際比較により、各国の現状の問題について議論する。
5. 男女共同参画推進のための研究者情報の整備と活用
研究者情報の活用方法の検討、情報整備につなげるための議論をするとともに、研究者情報を用いたジェンダーを視点とした研究活動や知見を共有する。
6. 男性・男子にとってのジェンダー平等
アジアを含む男子の学力低下問題を視野に入れつつ、男性・男子をめぐる教育の重要性について議論する。

参加登録

早期登録（2017年3月15日まで）：30000円
通常登録（2017年3月16日～4月15日）：35000円
学生料金：5000円

お問い合わせ先

ジェンダーサミット10 組織運営委員会事務局
JST ダイバーシティ推進室内
TEL 03-5214-8443 FAX 03-5214-8088
E-mail diversity@jst.go.jp

Focus 02

障がい者の夢やニーズがイノベーションを生む

情報技術が進むにつれて、障がいを持つ方々の活動しやすい環境が広がってきた。画面を読み上げるソフトウェアを使えば、目の不自由な人でもインターネットを利用してさまざまな情報にアクセスできる。全盲の研究者として、障がいを持つ方々の情報アクセスやコミュニケーションの向上に貢献する技術の研究開発をする日本アイ・ビー・エム東京基礎研究所の浅川智恵子IBMフェローの取り組みを紹介する。

視覚障がい者の活躍の場を広げることを支援する研究

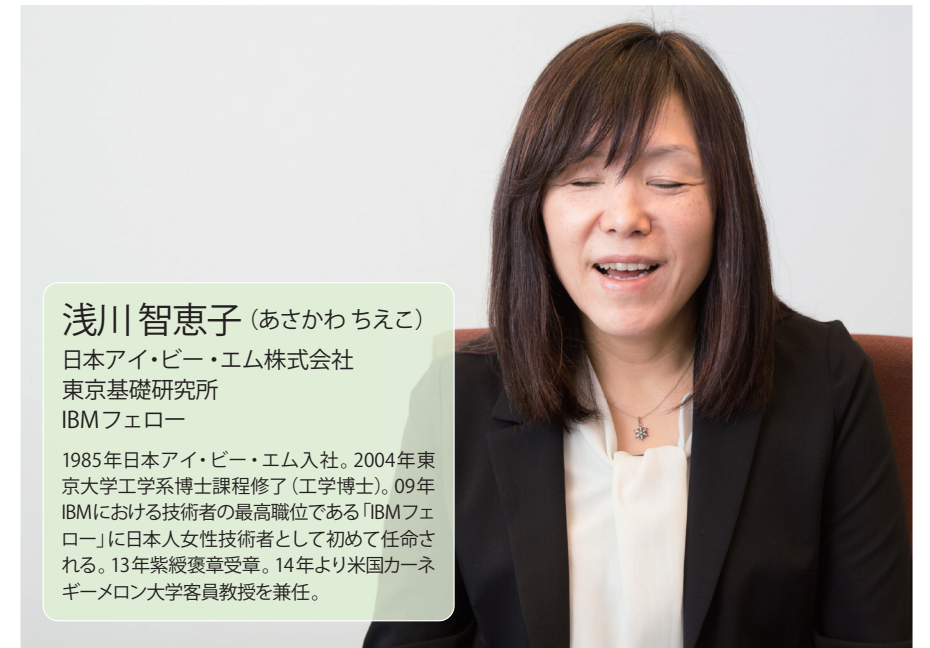
「扉まで15メートルです。まっすぐ進んでください」「外へ出るには扉を2つ通ります。扉は右側にあります」――。スマートフォンの電子音声を聞きながら、盲目の女性が一人で歩いている。向こうから男性が近づいてくると、「ニクがやってきます。嬉しそうです」と電子音声知らせてくれる。

女性が「こんにちはニク！どこに行くの？なんか嬉しそうじゃない？」と話しかけると、男性は「論文が受理されたんだ。だけどなんで僕だってわかったの？それに嬉しそうだったか？」と思惑そう顔をする。

これは、日本アイ・ビー・エム東京基礎研究所の浅川智恵子IBMフェローが客員教授を務める米国カーネギーメロン大学が現在研究開発中の技術を紹介する映像シーンだ。「誰がどんな様子でやってくるのか教えてくれるという部分はまだ開発中ですが、リアルタイムでの顔認識技術も実用段階に近づいています」と浅川さんは語る。

視覚障がい者の前に立ちはだかるのは、文字を読むことができない「情報アクセス」と、1人で歩くことが困難な「移動」の2つの壁だ。インターネット上では、画面を音声合成で読み上げるソフトウェアによって壁が取り除かれ、さまざまな情報にアクセスできるようになった。

「インターネット上の世界だけでなく現実世界においても、各種センサーやセンサを内蔵したモバイル端末で正確な位置を推定する測位技術、音声認識や画像認識で物体や人を認識する技術、ビッグデータ解析技術による知識やオープンデータの活用などによって、コンピューターが日常の世界を認識して人間に伝達できるようになってきています。そうした技術を組み合わせ、情報のアクセシビリティをさらに高めることによって、人間の感覚機能や認知機能を支援するコグニティブ・アシスタ



浅川智恵子（あさかわ ちえこ）

日本アイ・ビー・エム株式会社
東京基礎研究所
IBM フェロー

1985年日本アイ・ビー・エム入社。2004年東京大学工学系博士課程修了（工学博士）。09年IBMにおける技術者の最高職位である「IBMフェロー」に日本人女性技術者として初めて任命される。13年紫綬褒章受章。14年より米国カーネギーメロン大学客員教授を兼任。

ント技術の研究が着実に進歩しています。やがて私は、自由にウィンドウショッピングを楽しんだり、通りを歩きながらすきなレストランを見つけたりできるようになるでしょう。街で会ったとき、あなたより先に私が気づいたとしたらすごいと思いませんか。

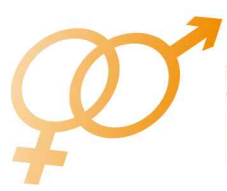
2015年には、視覚障がい者のナビゲーショ

ン向上をめざす試みとして、スマートフォン用アプリの開発を支援する初のオープン・プラットフォームを公開した。

「超音波や先進的な慣性センサーなどの幅広い技術をテストする機会を開発者に提供することで、コグニティブ・アシスタント技術の進化に貢献したいと考えています。さ



図1 コグニティブ・アシスタント技術の構成要素



Focus 03

ダイバーシティで カンボジアの農業解決に挑む

ジェンダーサミットの主要セッション「アジアにおける深刻な問題への女性の貢献」では、食糧不足や貧困など開発途上国の課題解決に挑む女性研究者にスポットを当てる。この企画メンバーである名古屋大学農学国際教育協力研究センターの伊藤香純教授は、カンボジアの農村での国際協力研究の経験から、ジェンダーや多様な視点を持った研究分野のダイバーシティがグローバルな課題の解決に欠かせないと考えている。

カンボジアの実情調査から始める

1970年から20年余り続いた内戦は、カンボジアの社会や経済基盤を破壊し、多くの人命を奪い、今もなお国の発展を妨げている。特に農家の貧困対策は、カンボジア政府も重要政策に位置づける大きな課題だ。

波尔・ポト政権下で知識人や教育者が虐殺された影響で、農学の研究や農業指導に関わる人材不足は極めて深刻だ。名古屋大学農学国際教育協力研究センターの伊藤香純教授は、カンボジア王立農業大学の教育カリキュラムの改革に協力した背景をこう語る。

「自分の国の農業の実情を知っている人や農業技術を教えられる人がいないのです。教壇に立つのは亡命や留学の機会があって外国で学位を取得した裕福な人たちで、カンボジアで農業を勉強した経験がなく、授業で使うのは外国の教科書です。学生も上流階級の出身なので、農業や農村を知りません。そもそも何が問題で、これから何を解決すべきかを考えることができない状況でした」。

伊藤さんたちは、王立農業大学の教員や学生と一緒に農村へ出向き、農家での聞き取り調査から始めた。まず自国の農業の現状をしっかりと把握して問題点を抽出し、実践的な農学研究と、課題解決の先頭に立つ人材の育成を進めることで、豊かな国づくりの礎となる農業の発展をめざしている。

ダイバーシティの視点が 気づかせてくれる

国際協力研究を通じて伊藤さんが実感しているのは、ダイバーシティの視点の大切さだ。「貧困の問題をとっても、その原因は多様で、1つの専門分野だけでは見極められません。貧しい農家は米も野菜も作れば、魚も獲りま

す。木も切れば、豚も飼っていて、そのすべてがうまく回らないと、収入が下がってしまうのです。時間や予算の制限があっても、性別、研究分野など、さまざまなバックグラウンドを持つ人と一緒に現場に入ることが重要です。多面的な視点によって、自分が今まで気づかなかったことや、見てもいなかったことがわかり、初めてその問題の原因を見いだすことができます」。

伊藤さん自身、博士号は農学で取得したが、修士号は国際関係学、大学では米国に留学し地理学を学んだ。1つの学問領域を突き詰めることよりも、社会に深く複雑に根を下ろす問題の解決に貢献できる研究者をめざしてきた。

そのためにも、特に現地住民の課題やニーズをつかむことに力を入れてきた。

「国際協力では、よい技術や製品があるから使ってもらおうという、協力する先進国側の視点で進められることがあります。しかし、現地の課題を見極め、環境、文化、社会状況を考慮した農業技術を開発しなければ、受け入れられないでしょう。企業の商品開発では、消費者が何を求めているかをしっかりと探ります。研究も同じです。現実の社会で本当に役立つ支援や協力をするには、技術志向よりも、受け入れ側の視点を出発点としたアプローチが必要です」。



伊藤 香純 (いとう かすみ)

名古屋大学 農学国際教育協力研究センター
プロジェクト開発研究領域 准教授

1997年米国ユタ大学地理学部卒業、2000年桜美林大学大学院国際学研究科博士前期課程修了、04年名古屋大学大学院生命農学研究科博士後期課程修了。農学博士。05年国際協力機構（JICA）カンボジア事務所在外専門調整員などを経て、07年名古屋大学農学国際教育協力研究センター研究機関研究員、08年より現職。15年より地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム（SATREPS）生物資源領域「ベトナム、カンボジア、タイにおけるキャッサバの侵入病害虫対策に基づく持続的生産システムの開発と普及」グループリーダー。

衛生状況や品質を管理する研修で 米焼酎の拡販に成功

カンボジアのみならず、アジアの途上国の多くは農業就業者の人口比率が高いが、GDP全体に占める農業の比率は低く、農業の生産性向上が共通の課題になっている。

「農家の収入が低いのは、生産量が少ないためだけではありません。生産量があっても、安く買いたたかれてしまうこともあります。生産物をいかににより多くのお金に換えていくか。より市場価値の高い農産物を作ることや、加工によって付加価値を高める必要があります」。

カンボジアの農家では昔から米焼酎が作られてきた。農村では今も冠婚葬祭や宴席に欠かせないが、内戦中に伝統的な製法が失われてしまった。アルコール度数を上げるためにメタノールを混ぜた粗悪品が売られることがある。「労働者の飲む安い酒」「おいしくない」「何が混ざっているか分からず危険」というイメージが定着していた。

「そこで消費者が求める安心安全や、おいしさを実現できればもっと売れるのではないかと、王立農業大学と協力して、製造技術と品質の向上に取り組む研究を実施し、見いだした改良技術を普及するために国際協力機構（JICA）の草の根技術協業事業を活用したプロジェクトを始めました」。

品質を向上させるための醸造技術を開発し、農家を対象に衛生や品質管理の研修を行った。従来の量り売りではなくボトル容器で売り出すことにした（写真右下）。販路も開拓し、今では国内で飲まれているだけでなく、カンボジア土産として空港でも販売され、酒造農家の収入増にも役立っている。大学の研究だけで終わらせるのではなく、それを社会に還元するモデルケースとなった。

国際協力研究には 社会科学の力が必要

グローバルな課題を解決するには、ニーズに基づいた技術開発から社会還元までが1つにつながることが必要で、そのためには自然科学だけでなく、社会科学の知識や経験が加



キャッサバ畑で生産農家の抱える問題に耳を傾ける様子（左）。キャッサバは主にアフリカ、アジア、南アメリカの多くの国で食用に栽培される。地中に巨大なサツマイモのような塊根をつくり、そのでんぷんはタピオカの原料になっている。農家の現状と課題を見いだすための世帯調査の様子（右）。

わることが大切だと考えている。

「国際協力は、医学や工学などの応用分野を含む自然科学の研究者が見だし、先進国で用いられてきた技術を普及することが中心となっています。しかし、どんな技術や知識であっても社会に定着させるためには、支援内容を決める前に現地の人々のニーズや問題を把握することが重要で、それを可能にするのが社会科学です。ニーズを確認せずに始まる国際協力は、どんなに頑張っても技術の採用や問題の解決につながりません」。

社会科学的手法を用いた研究は、現地調査やデータ収集だけでなく、論文を1つ執筆するにも時間がかかることが多い。また特許などの目に見える成果になりにくいことから、研究者としての実績が評価されにくいのが現状だ。「論文執筆よりも、誰かの問題解決につながっていくことに、研究の意義を感じています。開発した技術が用いられた理由や、用いられなかった理由を分析することは、次につなげるための重要な研究です」と意気込む。

論文にするにはデータが足りない現地調査の結果などは報告の機会が限られるため、国際協力で活用できるデータや情報が埋もれてしまうことが多かった。農学国際教育協力研究センターが国内の農学系の大学と協力して創刊した「農学国際協力」を、そのような現地調査のデータを研究実績として積み上げる場とし、国際協力の実務と研究を結びつけるとともに、社会科学的手法を用いた研究に対する評価にもつなげていきたいと考えている。

貧困や不平等を 女性の視点で見つける

開発途上国が抱える問題を解決するには、研究分野、国や地域、ジェンダーなど、すべての多様性をうまく組み合わせないと、問題と解

決方法を正しく見いだしていくことができない。

多様な視点を取り入れるには、多様なバックグラウンドを持つ研究者が協働できるように、制度だけでなく、研究者の意識も変えていく必要がある。

「ダイバーシティとは、さまざまな人々がお互いを理解し、尊重することです。1つの研究分野では到底解決できない問題を、いろいろな分野が一緒になって解決しようとしています。異なる分野の知識や経験を融合させることはたいへんですが、真の課題解決には欠かせません。実験が終わればすぐに論文を書ける分野もあれば、そうでない分野もあります。それぞれの研究分野の特色の相互理解を深めることがダイバーシティの取り組みには必要で、そこから社会問題の解決に貢献できる研究になると思います」。

カンボジアでは長年の内戦で多くの男性が亡くなり、40代以上の人口構成は女性の方が多い。それでも伝統的価値観や慣習が根強く残り、「女子は家庭の重要な労働力」「女子に教育は必要ない」と、男性と同じような教育を受けられなかった。苦しみながらも、堪え忍んできた女性も多い。

「グローバルな課題というと、国単位のマクロな視点から考えがちですが、実際に貧困や不平等の影響を受けるのは女性や子供などの立場の弱い人です。真の課題解決には、そうした人々に寄り添う身近な視点が必要です。農村調査をしていると、女性同士だから話せる問題、気づける問題があることを実感させられます。一方で、現状を問題だと認識していない女性もいます。困っているという声が聞こえてこなくても、女性の視点が加わることで問題を見いだすことができます。ジェンダーサミットを、そうした意識を高めるきっかけにし、みんなで共有できる機会にしたい」と力を込めた。



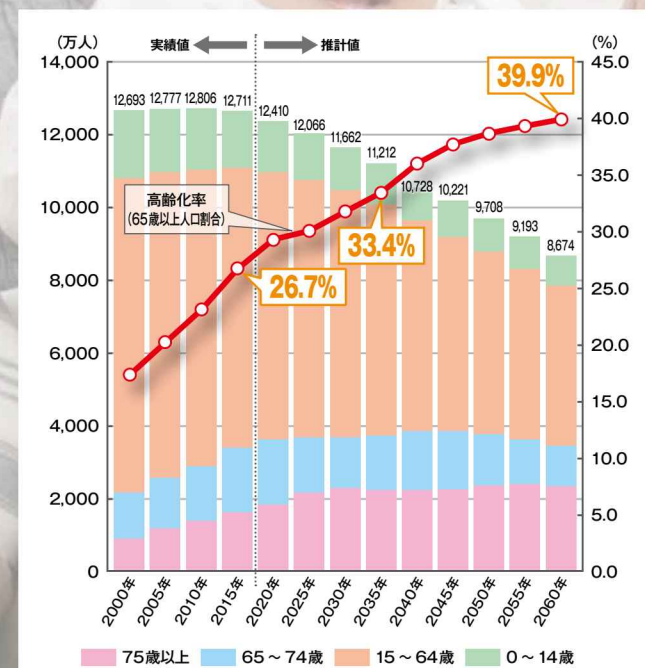
高い品質と安全性を実現した米焼酎「スラータケオ（武玉）」

経験のない「超高齢社会」に取り組む

先進国の中で最も「高齢化」が進んでいる日本は、2015年に65歳以上の人口が3,392万人となり、総人口に占める割合（高齢化率）は26.7%と4人に1人になった。少子化による人口減少も進み、2035年には高齢化率は33.4%、2060年には約40%という「超高齢社会」が予想されている。働く人口の減少や医療、介護費の増加にとどまらず、地域の産業や教育、コミュニティの維持にも大きな影響がおよぶ。

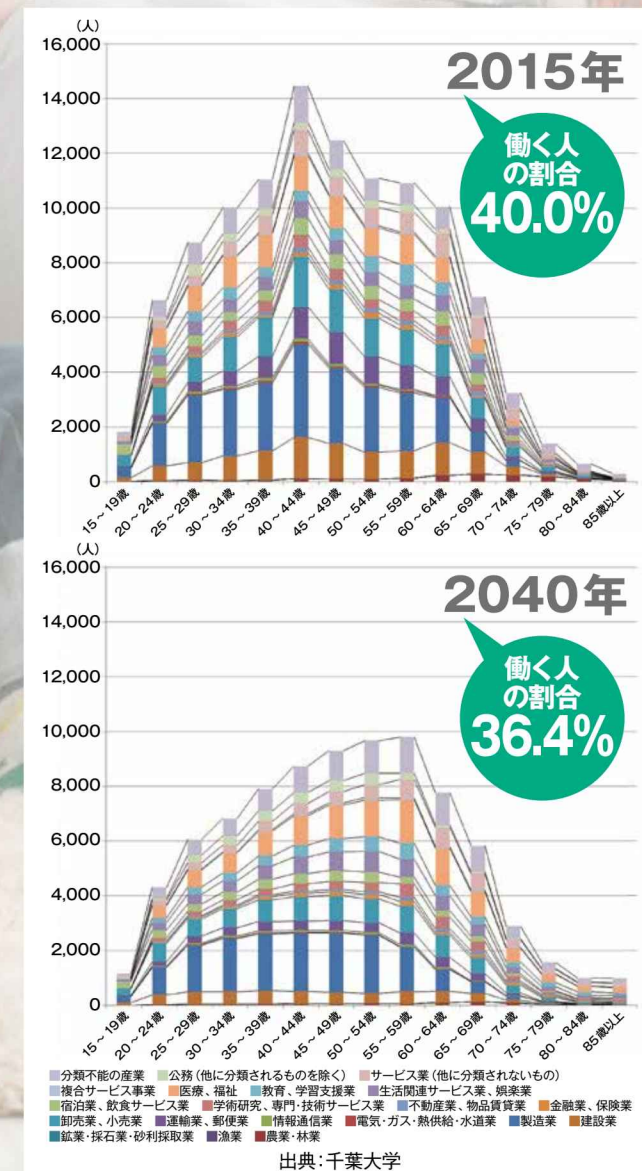
JSTは、21世紀の人類・社会の重要課題の1つとなる高齢社会にどのように取り組むかの研究開発を支援している。「超高齢社会を生きる」第1回として、社会技術開発センター（RISTEX）の「持続可能な多世代共創社会のデザイン」研究開発領域のプロジェクト「多世代参加型ストックマネジメント手法の普及を通じた地方自治体での持続可能性の確保」（2014～2017年度）を紹介する。

2035年には、3人に1人が高齢者に



出典：2010年までは総務省「国勢調査」、2015年は総務省「人口推計」（平成27年国勢調査人口速報集計による人口を基準とした平成27年10月1日現在測定値）、2020年以降は国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来推計人口（平成24年1月推計）」の出生中位・死亡中位仮定による推計結果（注）2000～2010年の総数は年齢不詳を含む。高齢化率の算出には分母から年齢不詳を除いている。

働く人が減少する地方自治体（千葉県市原市の場合）



全国の自治体の「未来カルテ」を作り、中高校生のアイデアと行動を生かす

ベッドタウンと工業地帯、一方で過疎化の中山間部や漁村が広がる。千葉県は、日本社会を縮図にしたような地域といえる。倉阪秀史研究代表者（千葉大学大学院教授）は、「ひと」「もの」「しぜん」「しくみ」の4つの資本の将来を示す「未来シミュレーター」を開発し、中高校生が未来市長として政策提言する「未来ワークショップ」を進めている。

「未来市長」が、将来を考える

2004年に千葉大学が文部科学省の21世紀COEプログラム「持続可能な福祉社会に向けた公共研究拠点」となって以来、倉阪さんは地域社会の持続可能性についての研究を進めてきた。

「地域社会を維持するには、『ひととストック（人的資本：人の能力）』『ものストック（人工資本：病院・学校・道路などのインフラ）』『しぜんストック（自然資本：森や海辺などの環境）』『しくみストック（社会関係資本：人と人との協力関係）』の4つの資本基盤を継続的に確保する必要があります。さらに我々が過去から未来へ時間を超えて形成されるコミュニティの一員だという『通時的コミュニティ意識』を育てなければなりません」と強調する。

この研究をベースに、2014年度から「多世代参加型ストックマネジメント手法の普及を通じた地方自治体での持続可能性の確保」がスタートした。

このプロジェクトでは、80年代から人口減少が進む館山市、日本で最も古い大規模団地のある八千代市、工業地帯から中山間部まで広い市域を持つ市原市の3つの協力自治体とともに研究を進めている。人口減少・高齢化が進んだ場合に各資本が維持管理できるかどうかを自治体ごとに示す「未来シミュレーター」を開発している。また、どのような協力関係が重要と考えるか「つながり座談会」で把握し、その協力関係についてアンケート調査するとともに、これらの結果を踏まえて、中高校生が

地域社会を維持するための4つの資本



2040年の未来市長として政策提言する「未来ワークショップ」を開催してきた。

「未来ワークショップ」は、これまでに市原市と八千代市で開催され、今年は館山市で開催される。それぞれの地域独自の課題を伝えるため、研究プロジェクトで将来の街の地図を作成して、街歩きに使うなどの工夫もしている。

「未来ワークショップでは、進路が決まっておらず、かつ、十分な理解能力がある世代（エンタリー世代）に焦点を当てています。この世代に将来の地域の課題をぶつけることによって、地域の公共的課題への関心が高まり、『通時的コミュニティ意識』が醸成されることが期待できます」と倉阪さん。

市原市での未来ワークショップで生まれた中学生のアイデアをもとに、昨年8月に山村の廃校舎で「流しそうめんの夏」を実施し、200人以上の人々が参加した。



未来ワークショップ（千葉県八千代市）

NPO法人を設立し、プロジェクト終了後も取り組みを継続

「未来シミュレーター」は、市の地域別人口など、さまざまな行政の基礎データをもとに、保育・教育、医療・介護、住宅の需給ギャップ、農地の耕作ギャップ、財政の収支ギャップなどが、どの程度生じるかをグラフなどで視覚的に示すものであり、その将来予測が「未来カルテ」である。全国からも注目され、これまで北海道から鹿児島まで全国約30自治体に「未来カルテ」を提供してきた。

「50年以上前に、米国の経済学者ケネス・ボールディングが、資源制約が顕在化した『宇宙船地球号』においては、たくさん生産することよりもより少ない資源で資本ストックを維持できる経済がよい経済の指標になるべきと指

摘しています。1人当たりの健全な資本ストックを増やすという指標を採用すれば、人口減少が進む自治体でもポジティブな目標設定ができます。資本ストックマネジメントが今後の経済運営の基本となるべきです」。

研究の仕掛けに向けて、最新の国勢調査データを踏まえて未来シミュレーターを改良するとともに、全国1,700の自治体の未来カルテを発行し、自治体間比較ができるように公開していく予定である。

「多世代の共創によって、人口減少、産業空洞化、過疎化に直面している地域社会を活性化できるような政策づくりに貢献したい」。

倉阪さんはNPO(特定非営利活動法人)を設立して、プロジェクト終了後も成果の普及に向けて、取り組みを継続していく。



倉阪 秀史（くらさか ひでふみ）
千葉大学大学院人文社会科学部 教授

1987年東京大学経済学部経済学卒業。87年環境庁入庁。94年から95年まで米国メリーランド大学客員研究員。96年城西大学経済学部非常勤講師。98年千葉大学法経学部助教授、2007年同准教授、08年同教授を経て、11年より現職。14年よりRISTEX「多世代参加型ストックマネジメント手法の普及を通じた地方自治体での持続可能性の確保」研究代表者。

01

研究成果

研究成果展開事業
先端計測分析技術・機器開発プログラム
開発課題「マルチモーダル発光イメージングシステムの開発」

緑色と赤色を加え細胞内を5色で観察 高光度マルチカラー化学発光たんぱく質を開発

1960年代にオワンクラゲから緑色蛍光たんぱく質 (GFP) を下村脩博士らが発見し、ノーベル化学賞を受賞しました。これによって、細胞の動きや、神経がどのように張り巡らされているのか、さなぎから成虫になるまでの成長過程など、それまで目で見ることのできなかったものを、生きたまま観察できるようになりました。

しかし、観察したい生体分子が微量にしか存在しない場合は、細胞が持つ自家蛍光によってシグナルが覆い隠されてしまうため、観察が困難になることがあります。また、強力な光を細胞に照射するため、細胞が損傷されるという問題もありました。

一方、酸化反応で光る化学発光たんぱく質は、光を細胞に照射しなくても光るため、蛍光たんぱく質の問題点は克服できますが、従来の化学発光たんぱく質は明るさが十分ではなく、また色のバリエーションが少ないなどの

問題を抱えていました。

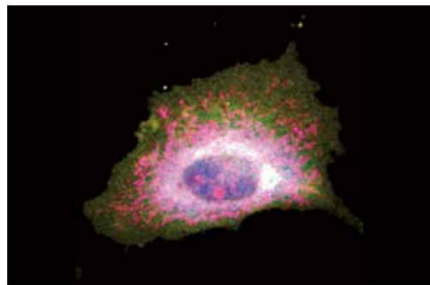
大阪大学産業科学研究所の永井健治教授らの研究グループは、2012年と15年に開発した黄緑色、水色、橙色の「高光度化学発光たんぱく質ナノ・ランタン」に改良を加え、新たに緑色と赤色を作り、明るさも2倍～10倍増強した「増強型ナノ・ランタン」の開発に成功しました。これにより、細胞内の5つの微細な構造を同時に観測することに成功しました。また、世界で初めて1個単位のたんぱく質分



試験管内に入った5色の増強型ナノ・ランタンに発光物質ルシフェリンを添加し撮影した写真。

子の結合や解離を化学発光で検出することにも成功しました。

今回開発した増強型ナノ・ランタンのうち、特に赤色のものは細胞透過性も優れることから、体の深部にあるシグナルを体外から感度良く観察することができます。小動物を用いたイメージング解析が可能になることから、多くの疾病の原因究明やより効果的な薬の開発などが期待されます。



増強型ナノ・ランタンを用いて取得した5種類の細胞内構造体の化学発光画像。

02

研究成果

戦略的創造研究推進事業 チーム型研究 (CREST)
研究領域「超空間制御に基づく高度な特性を有する革新的機能素材等の創製」
研究課題「超空間制御触媒による不活性低級アルカンの自在転換」

約150度の低温下で水素生成に成功 自動車のエネルギー効率の向上へ期待

世界のエネルギー需要の約85%が石炭や石油、天然ガスなどの化石燃料です。しかし、これらの燃料を燃やすと二酸化炭素や窒素酸化物などが発生するため、地球温暖化や大気汚染による酸性雨、呼吸器疾患などの公害をおこす環境問題が深刻化しています。そこで、宇宙で最も豊富な元素である水素をエネルギーとして使用することで、エネルギーの多様化と低炭素化に貢献すると期待されています。

エネルギー源となる水素は、これまで700度以上の高温下でメタンと水蒸気を触媒反応させて製造していました。このため、高い耐熱性を持つ材料や、高温の熱を使い切るための熱交換器が必要で、高温によって触媒が劣化するなど多くの問題がありました。

早稲田大学理工学術院の関根泰教授らの研究グループは、触媒としてパラジウムを使い、弱い電場をかけることによって、150度

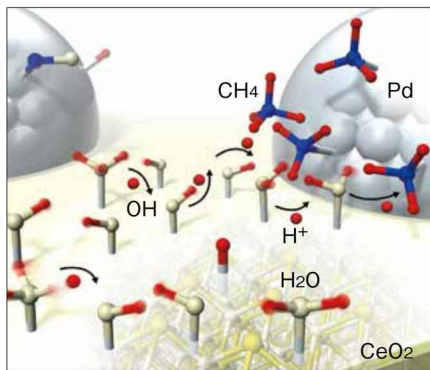
程度の低い温度で、天然ガスのメタンと水蒸気を用い速い反応速度で簡単に水素を作り出すことに成功しました。

研究グループでは、以前から弱い電場をかけて触媒反応を行うと、150～200度という低温でも、十分速い速度で水素を作れることを発見していましたが、なぜ電場を加えると低温で十分な速度が得られるのかはわかっていませんでした。

今回、電場中の触媒の反応中の状態を直接観察することによって、プロトン (H⁺) が、触媒表面に吸着した水を介して速やかに動き、表面でホッピングすることで反応を促進していることや、プロトンとの衝突で逆反応が抑制されていることを発見し、新しい触媒反応メカニズムの立証に成功しました。

このメカニズムを使うと、水素製造だけでなく、水素や水が絡む反応を低温化できる可

能性があり、応用範囲が広がってきます。研究グループでは、排気ガスと燃料を低温で反応させ、自動車の総合エネルギー効率の向上を狙った研究を進めています。



表面でイオンがホッピングして反応が進むイメージ図。表面は酸化セリウム、大きな灰色の塊がパラジウム、赤い球が水素原子あるいはプロトン(H⁺)、薄黄色が酸素原子、青が炭素原子を表している。

03

話題

戦略的創造研究推進事業 個人型研究 (さきがけ)
研究領域「エビジェネティクスの制御と生命機能」
研究課題「始原生殖細胞の内因性リプログラミング機構による幹細胞制御」

マウスのしっぽから卵子作りに成功 2016年科学誌サイエンス「今年の10大成果」に選出

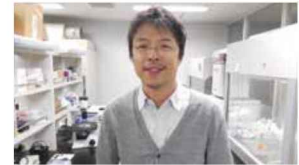
卵子は新しい個体を生み出す源であり、生物や医学だけでなく社会的にも大きな注目を集めています。卵細胞は体の中で長い時間をかけて作り上げられますが、分裂の過程で起こる異常は不妊や次世代の個体が病気にかかる原因にもなります。卵子の分化過程を解明するため体外培養法は重要ですが、これまで正常な卵子を作り出す体外培養法はありませんでした。

九州大学大学院医学研究院の林克彦教授らは、マウスの胚性幹細胞 (ES細胞) や人工万能細胞 (iPS細胞) を用いて卵子の分化過程を体外培養法で再現し、得られた卵子が正常なマウスに成長することを確認しました。研究ではES細胞とiPS細胞が卵子になるまでを主に3つの培養期間に区切り、各期間について培養条件を検討しました。その結果、形態の変化や遺伝子発現など体内の卵細胞系列の

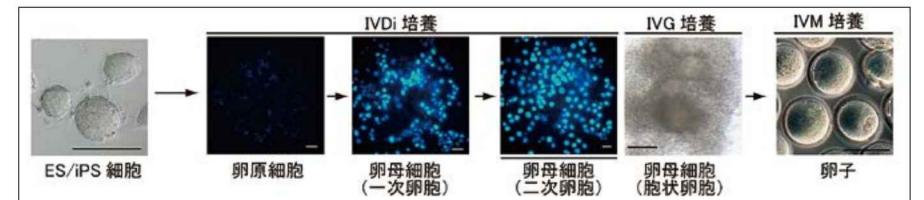
分化過程をほぼ再現できる体外培養法ができました。得られた卵子を受精させてマウスに成長させました。マウスが生まれてからは無事に成長させることに細心の注意を払いましたが、26匹中24匹のマウスが野生型と同じように成長しました。また、これらのマウスは次の世代のマウスを生むこともできました。

この成果は、成長したマウスのしっぽから生成したiPS細胞からも正常な卵子を作れることから大きな反響を呼び、2016年のサイエ

ンス誌が選ぶ今年の10大成果 (Breakthrough of the Year) に選ばれました。「卵子ができた」という結果だけが注目されがちな研究ですが、その分化過程の解明や体外培養法で得られる卵子の評価はまだこれからの課題です。



林 克彦 教授 (九州大学)



卵子産生培養システムにより作られた卵子細胞と卵子。

04

イベント

日本科学未来館
メディアラボ第17期展示「数理の国の錯視研究所」

見ているだけで、目が回り、脳が混乱しそう。錯視の世界へようこそ！

世界にはたくさんの錯視があります。誰もが一度は目にしたことがあるのではないのでしょうか。しかし、錯視が起こる仕組みは、十分に解明されていませんでした。

錯視とは、視覚における錯覚のことで、1889年に発表された、ミュラー・リヤー錯視は同じ長さの線分でも、内向きの矢羽をつけたものは短く、外向きのものは長く感じる錯視です。

日本科学未来館は、5月15日 (月) まで、メディアラボ第17期展示「数理の国の錯視研究所」を開催しています。

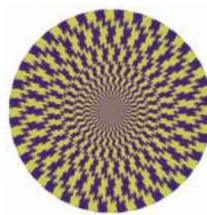
数学を使って「錯視」の研究に取り組んで

いる東京大学大学院数理科学研究科の新井仁之教授と明治大学先端数理科学インスティテュートの杉原厚吉特任教授がそれぞれ異なるアプローチで制作した錯視作品、計18点を展示します。

新井教授は、脳内の神経細胞による情報処理の数理モデルの研究を行い、目から入った情報が脳でどのように処理されるかを数学的にとらえ、神経細胞が行う処理に近い計算をコンピューターでしています。研究を基に、静止画が動いて見えたり、画像を見る距離を変えることによって違う絵が見えてきたりするなど、錯視を平面上に表現しました。杉原特任

教授は、下り坂をボールが上っていくように見えるなど、現実の世界では不可能と思われる現象を立体作品として実現させました。形の情報が光に乗って目に届くまでの仕組みを、幾何学という数理的構造を手がかりに解き明かし、錯視の謎に迫ります。

生活の中にも錯視は隠れています。立体標識や横断歩道、同じ色なのにいくつも並んでいると違う色に見えてくる色の錯覚——。仕組みがわかれば、「なんだ、そういうことか!」と納得するはずが、もう一度見るとやっぱり「あれ? なんだ?」と思ってしまう錯視の世界にどっぷりと浸かってみてはいかがでしょうか。



「フラクタル螺旋錯視」フラクタル図形が同心円状に並んでいて、渦巻きのように見える。フラクタル図形とは一部をいくら拡大しても、拡大前と同じような複雑さを持つ変わった図形のこと。制作者: 新井仁之教授、新井しのぶさん



「変身立体 ガレージ屋根」見る位置によって立体の形が全く違って見える作品。手前と奥のガレージは同一の立体だが、鏡を通して見ると奥に映ったガレージの屋根はへこんで見える。制作者: 杉原厚吉教授



「数理の国の錯視研究所」展示の様子。

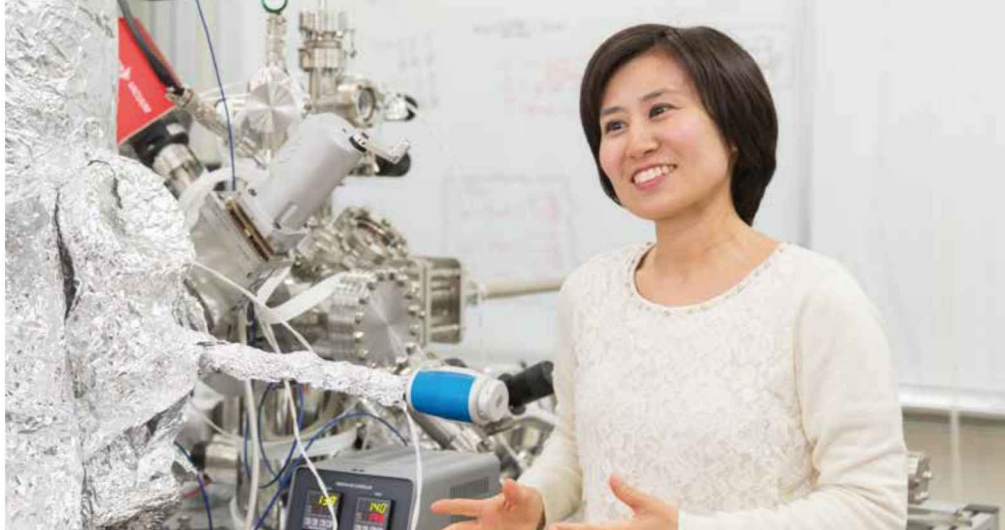
さがける 科学人

vol.58

清水 智子

Shimizu Tomoko

物質・材料研究機構
先端材料解析研究拠点 主任研究員



プロフィール 1998年、埼玉県立浦和第一女子高等学校卒。慶應義塾大学理工学部を卒業し、2002年、カリフォルニア大学バークレー校物質科学・材料工学科に進学、Ph. D.を取る。帰国後、理化学研究所の川合表面化学研究室、Kim表面界面科学研究室で、子育てと研究を両立。13年より現職。

孫悟空の心で、原子の世界をのぞく

「孫悟空」に憧れて

幼い頃から男っばい性格でした。男の子たちと戦隊ヒーローになりきって駆け回り、少年漫画「ドラゴンボール」にも熱中しました。主人公「孫悟空」は、どんなピンチでも「オラ、わくわくすぞ!」と楽しみ、大きく成長する、私の人生のモデルです。地道な実験を楽しめるのも、米国での大学院生活を自己鍛錬のチャンスと解釈できたのも、こんな孫悟空のおかげです。

女子学生が珍しい理工学部の物理系の学科に進学を決めた時にも、特別に違和感はありませんでした。高校の物理の先生に憧れ、先生の専門の物性物理に強く興味を持ったのです。「大切なのは考えること、暗記は不要」と、テスト用紙に公式を印刷するという異例の出題法をとり、数々の実験から考察して理論を導く楽しさを教えてくれました。

表面科学の面白さ

厚さにして原子1個分ほどの物質表面の構造や状態を調べています。通常は、微小な針の先で表面の凸凹をなぞって構造を明らかにする走査プローブ顕微鏡を使います。さらに、穴がたくさんある材料や球面のように平らでない表面の原子も見えるような、特殊な顕微鏡も開発中です。これができれば、物質と吸着化合物が引き起こす化学反応を自在に操ることができるかもしれないのです。

同じ物質でも、内部の規則正しい構造と表面では性質が違います。せっかく面白い機能を示す化合物を見つけても、使いやすいように薄膜にして固体表面に固定すると機能を失うことがよくあります。機能性分子を有機化

学者が生み、表面構造を私が改良し、大量生産できる電子デバイスをエンジニアが実現する。三位一体で、基礎研究から抜け出したいですね。

予想のつかない子育てにひと苦労

理詰めで対象の性質に迫るためか、それとも昔から小動物が苦手なせいかわかりませんが、子育ては苦手でした。日々変化し成長するわが子には、前日までのデータが通用しないのですから。そんなストレス発散には研究が一番でした。

放射光施設SPring-8のような特殊な施設に赴き、与えられた利用時間で実験に取り組む同分野の研究者も多い中、私は顕微鏡での実験1本で研究を進めているので、実験時間を自由に調整できました。しかし乳児期には、1週間研究所に通えたと思ったら子どもの発熱で1週間休みをとるような不規則な生活の繰り返しに苦しみました。指導していた学生が頑張ってくれたため、研究が続けられました。

こんな研究と子育ての経験が、若手研究者の役に立つと紹介されることもあります。誰かの生き方をそっくりまねるのではなく、多様な生き方から自分が心地良いと感じる部分をつなぎ合わせてきました。恩師の川合眞紀さん(現・分子科学研究所所長)は、博士課程で

出産し、いち早く研究に復帰。留学先の友人は、4人の子どもの行事に必ず出席し、長期間かけてPh. D.を取得。私は刻み目の規則正しさを研究所と保育園に通い、どうにか両立させてきました。

子どもがもう少し大きくなり、自由に時間を使える日が早く来ないかと夢見ています。新しい成果を携えて今よりも頻繁に国際学会に参加し、海外の共同研究先に長期滞在して顔を見ながら議論したいなど。でも、限られた時間でやりくりする今を楽しむことこそ、孫悟空のように成長するバネになるのかもしれない。

(JST広報課・松山桃世)



バークレー校で切磋琢磨した仲間たち。国際学会で再会するたび、最新の成果を報告しあう。

戦略的創造研究推進事業さがけ「超空間制御と革新的機能創成」研究領域

研究課題「空間制御による原子解像度イメージング技術革新」

走査プローブ顕微鏡は、金属や絶縁体の表面構造や吸着分子の物性を、原子が識別できる解像度で観測できます。高い解像度の実現には、表面を平らにする必要がありました。この弱点を克服し、多孔性物質などの材料の構造と、電子状態や他の物質とのやりとりを同時に調べられる装置を開発しています。

