

# JST NEWS

Vol.8 | No.7

2011

October

10

月号



人工股関節の  
長寿命化に挑む!



科学技術振興機構の最近のニュースから……

## JST Front Line ..... 03

Feature 01



医工連携+産学連携による成果

## 人工股関節の 長寿命化に挑む! ..... 06

今までにない画期的な人工股関節が開発され、厚生労働省から医療機器としての製造販売の承認を得た。今年の秋には製品として販売が開始されるという。これは、大学の医学部と工学部、さらには企業という異分野連携による成果だ。成果が生まれるまでには、どのようなストーリーがあったのだろうか。

Cover Photo



医療機器としての製造販売が承認された、長寿命化が期待される人工股関節。人工関節の最大の弱点である「弛み」を克服するために、医+工の「学」と「産」が連携して開発した。

Feature 02



女性も理系分野で活躍できることを知ってほしい

## 女子中高生のための理系案内 ..... 10

理系の女性研究者は少ない——確かに事実だが、その言葉が不安材料となり、女子中高生たちの進路選びに影響を与えることがある。彼女たちをそんな不安感から解放し、理系の魅力を伝える事業について紹介しよう。



## ようこそ、私の研究室へ ..... 14

小松登志子 埼玉大学 大学院理工学研究科 教授



JST職員の業務報告 06

## 「S-イノベ」のテーマ設定を行っています。 ..... 16



# JST Front Line 10月号

NEWS 01

ひと



## 新理事長 中村道治からのメッセージ

### 「失敗を恐れず、果敢に挑戦を」

理事長就任に当たり、ふと小学生時代のことを思い出しています。

1つは小学2年のときに、教員の父親からわたされた「湯川秀樹博士」と「ノーベル」の伝記を夢中で読んだことです。前者は基礎科学の美しさが、後者は社会に役立つ技術の姿と、それぞれ違うことが紹介されていました。進学や就職など人生の節目節目で、この影響を交互に受けたように思います。もう1つは小学校の恩師からの年賀状で、「将来の夢として、中村君はお年寄りを介護するロボットを描いたが、それは実現しましたか」との問い合わせをいただきました。私は50数年も前に介護ロボットのアイデアを考えたのです。

初めから個人的な話題を持ち出したのは、科学と技術のバランスをよくみることや、若者に夢を与えること、科学技術による社会への寄与を頭に描くことが、まさにJSTの中核事業に重なると思ったからです。

さて、私たちを取り巻く環境は激変しています。地球温暖化やエネルギー問題などで、日本はもとよりこの地球が持続できるのかどうか危ぶまれています。また、開発途上国の台頭で人口や市場が急膨張し、世界の構図が大きく地殻変動を起こしています。これに日本はどう対応できるのか。その答えが出せないでいるうちに大震災に見舞われ、足元の自然災害大国の危うさを如実に思い知らされた次第です。

被害に遭われた皆様にはお見舞いを申し上げます。私も何度か被災地を訪れ衝撃を受けました。早い復興を祈りつつ、強靱な社会作りに協力したいと思います。

幾多の議論や辛い経験を通してたどり着いたのが、国の第4期科学技術基本計

画です。今年は5年間の開始年に当たります。独創的な研究開発によって先進課題を先取りし、大きなイノベーションを起こすことで社会に貢献することをうたっています。これまでの重点分野ごとに深掘りし、競争力を高めてきた方式に比べると大きな転換ともいえます。

基本計画の実施に当たって中核を担うJSTは、研究開発のシーズ発掘、育成から企業化、社会への実装を一気通貫でやらねばなりません。北澤宏一前理事長は、この前段でご苦労され、大学との太いパイプを作り、大きな成果を挙げてきました。

私は外部の評価委員としてJSTの活動を見つめてきましたが、なかでも戦略創造事業の「さががけ」「CREST」「ERATO」は研究テーマの組み方、切り込み方が世界でも飛び抜けて高いレベルです。この10年間をとっても、ノーベル賞候補とされる方が続々と出ていることからもおわかりいただけると思います。

これを受け継ぎ、後段を強化するために、①基礎研究で社会との接点を強める、②独創をベースにしたイノベーションで社会に貢献する、③ネットワークによる新しい価値の創造——と取り組む必要があります。

ネットワークは、JSTがハブとなって世界を結び、人と情報を集め、それぞれの長所をつないでより価値の高いものを生み出すことです。これらを支える精神文化も欠かせません。懐に玉を抱くように心に期する熱い思いをもつという意味の「懐玉(かいぎょく)」が必要となります。

私は100年、200年先の人類社会に貢献できるような科学技術文明の進化に貢献したいと考えます。そのためには変化をいとわず、失敗を恐れず、何事にも果敢に挑戦して欲しいのです。

「最も強い者が生き残るのではない。唯一生き残るのは、環境の変化に柔軟に対応できるものである」とはチャールズ・ダーウインの有名な言葉です。

多くの高度な事業をこなしているJSTですが、外からは複雑すぎて理解しにくいようです。皆さんが同じ言葉でわかりやすくしゃべり、1つにまとまって優れたチーム力を発揮すれば、大きなシナジー効果が生み出されるものと期待しています。

私も、2冊の伝記の感動をいま一度思い起こし、一杯杯努力して参ります。皆様のご支援をよろしくお願い申し上げます。



#### Profile | 中村道治 なかむら・みちはる

1942年大阪府生まれ。理学博士。65年、東京大学理学部卒。67年、東京大学大学院理学系研究科物理修士課程修了。同年、日立製作所入社、中央研究所勤務。72年、カリフォルニア工科大学客員研究員。92年、同社中央研究所所長。01年、理事、研究開発本部長。04年、執行役員副社長。07年、フェロー。08年、取締役を歴任。専門は光エレクトロニクス、半導体物理。本格的な光通信用の高信頼半導体レーザーを日立で実用化し、80年代中頃に大西洋横断海底光通信に使われた。これによって音声の遅延が解消され、国際電話の会話がスムーズになった。今日の大容量光通信に広く用いられている「分布帰還形半導体レーザー」の研究で博士号。



戦略的創造研究推進事業CREST「脳神経回路の形成・動作原理の解明と制御技術の創出」研究領域  
研究課題「網膜神経回路のシナプス形成と生理機能発現の解析」

## 記憶を司る「海馬」や視覚の入り口である「網膜」で新たなメカニズムを発見 特定のマイクロRNAの機能を生体脳で初めて解明

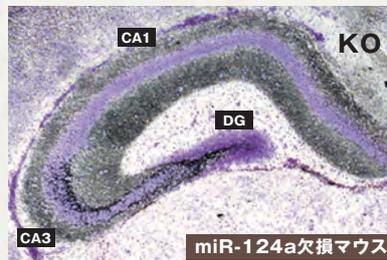
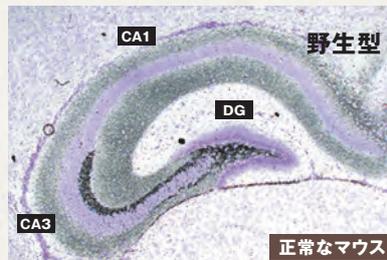
大阪バイオサイエンス研究所の古川貴久研究部長と佐貴理佳子研究員らは、特定のマイクロRNA (miRNA) が、脳や網膜での神経回路の形成や神経細胞の生存にかかわっていることを明らかにしました。

miRNAは、18~25個の核酸からなる小さなRNAで、150以上の生物種から2万種類以上が見つかっています。近年の研究により、miRNAは遺伝子に結合して発現を抑制するなどの、生体に重要なはたらきをもつことがわかっています。

そのなかでも今回、研究チームは、中枢神経系に最も多く存在する「miR-124a」に注目しました。このmiRNAは、中枢神経系で重要な機能が予想されていましたが、複数の相反する研究報告がなされ、その機能は謎のままでした。

この謎を明らかにするため、研究チームはmiR-124aが機能しないマウス(miR-124a欠損マウス)を世界で初めて作ることに成

### miR-124a欠損による 海馬の神経回路異常



功しました。

miRNA-124a欠損マウスの脳は、正常なマウスに比べて小さく、発達障害を起こしていました。記憶に重要とされる「海馬」を調べたところ、歯状回 (DG) とCA3という領域をつなぐ神経回路が、正しい位置で形成されていないことがわかりました。また、網膜では、視力と色覚を司る神経細胞が死んでいることも発見しました。これらの異常の原因は、脳の初期発生期に機能する遺伝子 (Lhx2) の発現がmiR-124aの欠損により抑制できず、過剰に機能し続けているためであることも突き止めました。

今回の成果は、miRNAが中枢神経系で重要な役割を担うことを生体レベルで初めて証明したもので、精神神経疾患の原因究明などに貢献することが期待されます。

正常マウスでは「記憶の入り口」である歯状回 (DG) にある神経細胞とCA3領域にある神経細胞から伸びた軸索が正しくつながっているが、欠損マウスでは軸索がCA3領域の奥に異常侵入している。



## 「J-STORE」と「科学技術コモンズ」を統合 目的とする特許の検索がこれまで以上に容易に!

技術移転可能な大学などの特許情報を公開する「J-STORE」と、研究段階で自由に利用できる特許を集めた「科学技術コモンズ」を統合した、新しいWebサイトがオープンしました。

「J-STORE」は、JSTが大学や国公立試験研究機関などから収集した研究成果や、基礎的研究などの成果を、インターネットを通じて一般に提供する無料データベースです。2万件近い特許情報を公開し、研究成果 (技術シーズ) を企業へ技術移転し、実用化を促進することを目的としています。

「科学技術コモンズ」は、大学や研究機関、JSTが保有する特許のうち、企業が研究段階で自由に利用できる約5千件を収録した無料データベースです。特許が制約とならない研究環境を提供することで、特許の活用促進及び研究活動の活性化を図ることを目的としています。

### 「J-STORE・科学技術コモンズ」トップページ



「J-STORE」と「科学技術コモンズ」がそれぞれ収録していた公開特許と未公開特許、研究段階で自由に利用できる特許を一括検索できる。特許マップの自動作成機能を搭載し、特許明細書へもリンクしている。また、「特許の目利き」による技術コラム「テクニカルアイ」も提供している。

<http://jstore.jst.go.jp/>

「J-STORE」と「科学技術コモンズ」は、これまでそれぞれのWebサイトで情報を提供していましたが、統合により、各種の特許情報を一度で検索することが可能となりました。また、JSTが作成した「特許マップ」を公開するほか、利用者が指定したキーワードにもとづいた特許マップを自動で

生成する新機能も付加しています。特許マップとは、特許情報を整理、分析し、見やすいように図面やグラフ、表などに表したものです。

“産学連携・技術移転のための情報サイト”として進化した「J-STORE・科学技術コモンズ」をご利用ください。



## 赤崎勇教授に「知的財産特別貢献賞」 青色発光ダイオード開発における業績をたたえ表彰

JSTは「知的財産特別貢献賞」を創設しました。その最初の受賞者として赤崎勇氏(名城大学大学院理工学研究科教授、名古屋大学特別教授・名誉教授)を選定し、9月13日に表彰式を行いました。

「知的財産特別貢献賞」は、独創的な研究成果にもとづく知的財産の創造と活用がなされ、わが国の科学技術の発展や、経済、社会的にも大きな貢献をした優れた研究者に対し、JSTがその業績をたたえる目的で創設したものです。「青色発光ダイオード(LED)および高性能青色レーザの開発」の業績により、赤崎教授の受賞が決定しました。

LEDは白熱電球や蛍光灯に代わる照明としてだけでなく、携帯電話やパソコンのバックライト、信号機などとして、急速に私たちの生活に広がっています。このようなLEDの開発に多大な貢献をしたのが赤崎教授です。



困難といわれた青色LEDの研究について「できるという信念をもって取り組んだ。世の中に役立つ成果となつてうれしい」と語る赤崎勇教授。

光の三原色のうち、最もエネルギーの大きい青色については、LEDで20世紀中に実現することは困難と考えられていました。開発競争では、ほとんどの研究者があきらめて撤退していきましたが、名古屋大学教授だった赤崎教授らが1989年に、窒化ガリウム(GaN)のpn接合による高性能の青

色発光ダイオードの開発に成功したのです。

赤崎教授は、素材のGaNを本命として一貫した研究活動を行い、明るく、優れた電気的特性をもつLEDを作るのに必須な「高品質の単結晶」を実現し、「結晶の電気伝導の制御」を達成しました。赤崎教授の研究成果は、世界の化合物半導体研究に一大センセーションを巻き起こしただけでなく、産業界への影響度でも画期的なものでした。

この開発推進は、新技術開発事業団(現JST)の「委託開発」制度を87年から90年まで活用した豊田合成株式会社により行われました。赤崎教授の技術をもとに青色発光ダイオードが実現し、95年に事業化されました。LEDによる光の3原色がそろったことで、多くの新産業を生み、新たな雇用も創出されました。また、50数億円という多額の特許実施料収入も国にもたらしています。



## 第8回情報プロフェッショナルシンポジウム (INFOPRO2011)を10月27、28日に開催

「第8回情報プロフェッショナルシンポジウム(INFOPRO2011)」を、10月27日(木)・28日(金)の2日間、日本科学未来館(東京都江東区)で開催します。

「INFOPRO」は、企業や大学、研究機関などで情報を扱う業務に携わっている「情報プロフェッショナル(インフォプロ)」の方々による、情報科学技術分野の調査や研究、情報管理などの事例を発表する場として、JSTと情報科学技術協会(INFOSTA)が2004年から毎年共催しているシンポジウムです。

27日は「情報プロフェッショナル」による一般発表のほか、宇宙航空研究開発機構(JAXA)の川口淳一郎教授による『「はやぶさ」が挑んだ人類初の往復の宇宙旅行、その7年間の歩み』と題した特別講演を行います。発表・講演の終了後には、参加者同士の情報交流会も予定しています。

28日午前には「あなたの会社の特許・知財



昨年の「第7回 INFOPRO2010」。

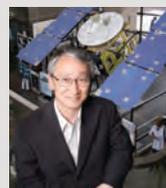
活動を評価する!?!」「電子書籍の浸透を阻むものは何か」の両テーマでパラレルトーク&トークを行い、午後は前日に引き続き一般発表を行います。一般発表は2日間で22件を予定しています。そのほか、プロダクトレビュー、展示コーナー、知財インフォプロ相談コーナーも設ける予定です。

プログラムの詳細や事前申し込みは、ホームページ(<http://johokanri.jp/infopro.html>)をご覧ください。

### 特別講演

#### 「はやぶさ」が挑んだ人類初の 往復の宇宙飛行、その7年間の歩み

昨年6月13日、宇宙飛行を終え、オーストラリアのウーメラ砂漠地帯に帰還した「はやぶさ」は、その飛行中、数々の故障や困難に直面しました。しかし、プロジェクトのメンバー全員がそのミ



講師  
川口淳一郎  
宇宙航空研究開発機構 教授

ッションの目的を共有し、高いモチベーションをもって率先して取り組んだことで、地球帰還の成功へとつながりました。

今回の講演では、打ち上げから帰還までの7年間の飛行運用を振り返り、いろいろな局面の苦心や得られた教訓を紹介し、成果を次世代へつなげる方法、新たな構想を立ち上げるための取り組み方などについてお話ししたいと思います。

医工連携+産学連携による成果

# 人工股関節の長寿命

## 年間4万件以上も行われている人工股関節置換術

現在、日本国内だけでも年間4万件以上の人工股関節置換術が行われているという。変形性股関節症(\*)や関節リウマチ、骨折などで股関節が正常な機能を失うと、歩行が困難になり、激しい痛みに襲われることもある。このように、患者のQOL(生活の質)が著しく低下した場合の効果的な治療法の1つとして、人工股関節への置換術が行われる(右図参照)。

### \*変形性股関節症

関節軟骨の変性や摩耗によって、周辺の変形や破壊が起きる病気。男性よりも女性に多いとされる。

しかし、人工股関節には時間の経過とともに「弛(ゆる)み」が生じることがあり、患者によっては10年から20年で再手術が必要になるといった問題点がある。

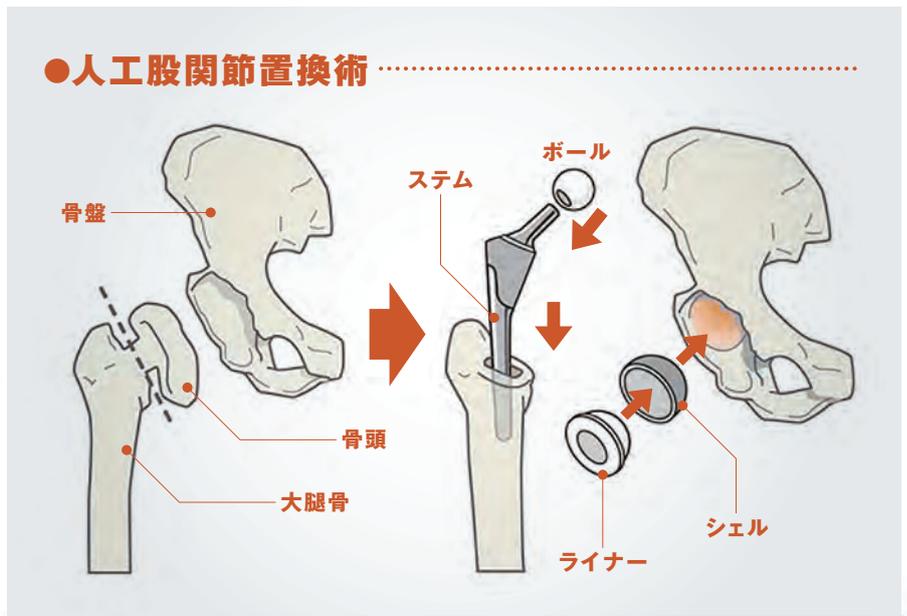
今回製品化された人工股関節は、これま



茂呂 徹

もろ・とおる

1992年弘前大学医学部卒業。2004年東京大学大学院医学系研究科修了。現在、東京大学大学院医学系研究科関節機能再建学講座特任准教授。



でない新しい発想でこの問題点を克服したもので、長期にわたって患者のQOLの維持・向上に貢献することが期待されている。これは、東京大学大学院医学系研究科と工学系研究科、そして、人工関節などを製造・販売している日本メディカルマテリアル株式会社(JMM)という3者の、いわば医工連携と産学連携のダブルマッチングによって生み出された成果だ。

### 「長持ちする人工股関節を」という医療現場の切望

人工股関節置換術は、上図のように、悪くなった関節部分を切除して、大腿骨側には丸いボールのついたステムをはめ込み、骨盤側にはライナーが入ったシェルを固定する。

人工股関節の「弛み」の原因の1つは、

### ★人工関節の「弛み」……………



手術直後(65歳) 手術後8年(73歳)

65歳で手術を受けた直後は、左の写真のように骨盤にシェルがしっかり固定されている。8年後、73歳のときに撮影した写真では、シェル周囲の骨が溶け、固定性を失ったシェルが上方に移動している。

## 医療現場の切実な課題



# 化に挑む!

今までにない画期的な人工股関節が開発され、厚生労働省から医療機器としての製造販売の承認を得た。今年の秋には製品として販売が開始されるという。これは、大学の医学部と工学部、さらには企業という異分野連携による成果だ。成果が生まれるまでには、どのようなストーリーがあったのだろうか。

このライナーにある。ライナーの多くはポリエチレンでできていて、そのままなら体に害はない。しかし長期間の使用を続けると、ライナーとボールの接触面(関節面)から、摩擦により微細なポリエチレンの摩耗粉が生じ、これを免疫細胞が異物と認識して排除しようとする。その際、「破骨細胞」という骨を溶かす細胞がつくられ、人工関節の周囲の骨を溶かし、吸収してしまうのだ。これにより、人工股関節と固定していた骨との間に隙間が生じ、人工股関節の「弛み」に至る。左のレントゲン写真のように「弛み」がひどくなれば、人工股関節を入れ替える再置換術が必要になる。

海外のデータによれば、1970年代までに人工股関節を入れた人の10~20%が10年以内に再置換術を受けているという。現在では人工股関節の長期成績は向上しているものの、再置換術を行う理由の75%が「弛み」によるという報告もある。

今回の開発メンバーの1人、東京大学大学院医学系研究科特任准教授の茂呂徹さんによれば、人工股関節の再置換術はとても難しいものだという。

「1回切ったところをまた手術するという困難さに加え、人工股関節を固定するための土台となる骨が溶けて『弛み』が生じているので、患者さんの別の部位の骨をもってきて移植しなければなりません。そのため、患者さんへのダメージがとても大きいのです。年配の方だと、術後の機能回復にも時間がかかります」

茂呂さんが、人工股関節の再手術の問題を痛感したのは東大病院に戻ってきた1998年のこと。医学部を卒業後、1~2年単位で関連病院に勤務

していた頃は、再手術の事例を見ることはあまりなかった。ところが、東大病院では、「弛み」を生じて紹介で受診する事例も多く、一時期は人工関節手術のうち、再置換術が5割を占めることもあったという。

「再置換術が、こんなにも数多く行われていることを実感しました。これは何とかならないものかと、切実に思いました」

## 「医工連携」のきっかけは 小さな新聞記事

99年に茂呂さんは、ある患者から1つの小さな新聞記事を見せられた。同じ東京大学大学院の工学系研究科教授、石原一彦さんが開発した「MPCポリマー」の研究成果に関するものだった。見出しには「体にやさしく、人工股関節にも応用できる」と書かれていた。

この記事を見た茂呂さんは、「自分たちの知らないところで、すでに新しい人工関節ができていた」と思ったという。

「ともかく話を聞きに石原先生のところに行ってみました。すると、まだ作っていないことだったので、じゃあ作らせてください、という話になりました」

石原さんの研究は、これまでの人工股関節の考え方からすると、まったく方向性の違うものだった。従来の人工股関節の長寿命化に向けた研究には、ポリエチレンをより硬くして摩耗粉を出しにくくする、ポリエチレン以外の硬い素材を開発するなどの方向性があった。

茂呂さんも当初は、ポリエチレンに代わる「MPCポリマーという身体に優しい固い素材があるもの」と思っていたという。「ところが、これ自体で人工関節を作ることはできないと石原先生はおっしゃったのです。そこでポリエチレンライナーの表面にMPCポリマ

ーをつける方法を考えました」

こうして、ライナーの表面をコーティングすることによって人工股関節の寿命(耐用年数)を延ばそうという、画期的なアイデアの研究が始まった。

## 「人間に合わせた材料を作りたい」 工学者としての問題意識

人工股関節の開発のキーとなった石原さんの研究とは、どんなものなのか。

「MPCポリマー」とは、生体膜(細胞膜)を模倣して合成した高分子材料で、人間の体の細胞膜と同じ「リン脂質構造」(\*\*)をもつため、体内で異物と認識されずに、優れた生体適合性を有する。

マテリアル工学の研究者である石原さんは、99年に科学技術振興事業団(現JST)の「委託開発」制度を利用し、産業界と連携してMPCポリマーの大量合成法の開発に成功した。

### \*\*リン脂質

細胞膜を形成する主要な成分で、水と油の両方になじむ性質(両親媒性)をもつ。



石原一彦

いしはらかずひこ

1984年早稲田大学大学院理工学研究科博士後期課程修了。東京医科歯科大学の助手、助教授などを経て、98年東京大学工学系研究科材料科学専攻助教授。現在、東京大学大学院工学系研究科マテリアル工学専攻・バイオエンジニアリング専攻教授。

## 工学研究室の 問題意識



# これまでにない発想で素材の摩耗を

当時、東京医科歯科大学で助手をしていた石原さんは、人体に安全で使い勝手のよい医療用の材料を研究していた。

優れた材料でも生体適合性がなければ、体内で血栓や炎症などの反応を起こす可能性がある。それを防ぐために薬を使う必要があるが、副作用をとまなうこともある。たとえば血栓を防ぐための抗血液凝固剤には、血が固まらない代わりに、内出血や白血球の値が大きく変化するなどの危険性があるのだ。

「つまり、体をいじめながら治療していて、それを薬でごまかしている状態です。本来なら、材料を人間に合わせなければいけないところを、人間が材料に合わせているのが現状なのです。工学者としては、これは何とかしなければと思っていました」と石原さん。

## 研究成果の実用化に向け世界にアピール

目をつけたのがMPCポリマーだった。当時は作られる量が少なかったため、あまり評価されていなかった。

「私たち工学者としては、品質のいいものがたくさん作れないと意味がない。そうでな

いと実用の対象になりませんからね。とにかく、たくさん作れるようにしようと研究を行いました。意外にも、3カ月くらいで合成の手順を確認することができました」

石原さん自らが世界中の企業や研究者にMPCポリマーのサンプルを提供し、成果の実用化の道を探った。最初に興味を持ったのは、イギリスのベンチャー企業だった。当初はカテーテルや血液ろ過器に应用された。その後、MPCポリマーの優れた保湿性に目を付けた化粧品会社が化粧品の添加物や保湿剤として使うようになり、現在では人工心臓やコンタクトレンズなどの表面処理にも用いられている。

98年に東京大学に移った石原さんは、新しいことに取り組もうと考えていた。その1つがポリエチレンの表面にMPCポリマーをコーティングすることだった。「これには、安い材料を高機能にするという目的がありました」(石原さん)

ポリエチレンは、表面がつるつるしているため、接着しにくく、水もはじきやすい。これにMPCポリマーをコーティングすると、接着性も親水性も上がる。もともとポリエチレンにない性質を与えることで、材料としての付加価値をもたせるというのが、石原さんのねらいだった。

茂呂さんが見た記事は、この頃の石原さんの成果を紹介するものだった。

## 産学連携が学内の医工連携を円滑に進めた

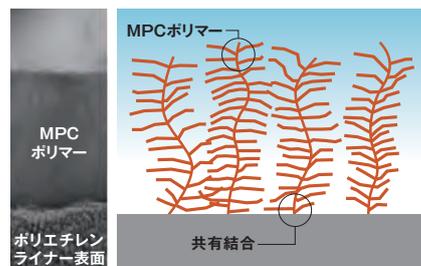
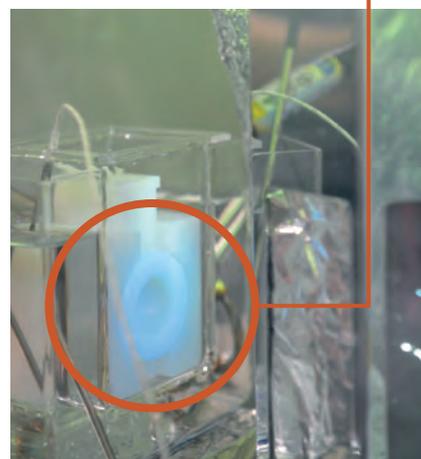
人工股関節の開発の話に戻ろう。

医学部の茂呂さんと工学部の石原さんらによる共同研究は、神戸製鋼の医療材料部門(後に京セラの医療材料部門と合併してJMMを設立)の参加を得てスタートした。2005年には、JSTの委託開発に採択された。

医工連携に大きな役割を果たしたのが「産」の立場で参加したJMMの京本政之さんだ。茂呂さん、石原さんも、今回の成果は「京本さんの存在なくては得られなかった」と語る。実際に製品を世に出すことを強く考える企業の目線が、研究に大きな役割を果たしたのはもちろんだが、それだけではないようだ。



ポリエチレン表面にMPCポリマー層を形成



光化学的グラフト重合で、ポリエチレンに厚さ100ナノメートル(1ナノメートルは10億分の1メートル)のMPCポリマーの層をコーティングする。コーティングされた表面は、うなぎの肌のように「ぬめぬめ」している。



## 京本政之

きょうもと・まさゆき

日本メディカルマテリアル株式会社(JMM) 研究部生体材料研究課所属。博士(工学)。2004年から、長寿命型股関節の開発に関わる。現在、客員研究員として、東京大学大学院工学系研究科と医学系研究科に籍を置く。

## 防ぐ!

東京大学大学院の工学系研究科と医学系研究科とに籍を置く京本さんは、自身の役割を「医工連携の橋渡し役だ」と言う。

「たとえば、新しい人工股関節を使う手術をするときに、従来の手術方式を変えなければならないのか、手術器具は従来のものが使えるのかなど、臨床的な課題が医学部

## 人工股関節

にはあります。工学部には、それがどんな問題になるのかを伝え、両者の間を取りもつのです」

石原さんは、京本さ

んのコーディネート能力が、今回の成果に大きな役割を果たしたと、評価している。

「医学部と工学部ではカルチャーが違いますから、両方の感性をもって、お互いの言っている内容を翻訳して、コーディネーションすることはとても重要です」

## ハードルをクリアし、長寿命化が期待される人工股関節が完成

実際に製品が完成するまでには、いくつかのハードルがあった。1つは、MPCポリマーをポリエチレンライナーの表面に定着させる方法の開発だった。股関節というかなりの荷重がかかる場所で、しかも摩耗粉が問題になっていることから、いかに強く定着させるかが課題だった。これは、光化学的にグラフト重合(\*\*\*）させることで解決した。

## \*\*\*グラフト重合

グラフトとは「接ぎ木」という意味。幹となる高分子(この場合ポリエチレン)に、光を当てて別のモノマー、あるいはポリマーを結合させる技術のこと。

もう1つ大きなハードルとなったのが、評価方法や実験方法の確立だ。

「ナノ単位の表面処理なので、分析技術や評価技術が追いついてこないのです。これは大変でした」と京本さんは言う。この問題については、企業人としての京本さんの人脈や経験が解決への道を開いた。

## 理想的な「医工連携+産学連携」の成果

完成した人工股関節は、ライナーの表面にコーティングされたMPCポリマーの高い潤滑性によって、摩擦抵抗をコーティングなしのものに比べ10分の1に減らすことができた。股関節シミュレーターの実験でも、摩耗量の大幅な低減が確認された。仮にMPCポリマーの摩耗粉が出ても、異物として認識されない生体適合性素材のため、破骨細胞が過剰につくられることもない。

人工股関節の長寿命化によって期待されるのは、単に再置換のリスクを減らすことだけではない。人工股関節置換術の適用年齢は、東大病院の基準では「55歳以上」を1つの目安としている。これは再手術をできるだけ避けるために設定された年齢だが、長寿命化により、痛みや歩行・運動障害など、これまで以上に症状にあわせた治療方法の選択が期待できる。

また、人工股関節を入れた人は、歩行量や運動、生活動作など、日常生活に制限を受けることがある。「今後研究を進めることにより、こうした制限を、少しずつ緩めてあげることができるのでは」と茂呂さん。

医工連携、産学連携の実現として、理想的な形で実用化までたどりついた今回の研究開発。その成功要因について茂呂さんは「お互い、プロの部分はプロに任せるというやり方が良かったのではないかと思います。石原先生は、医学のことはそちらにまかせるから、工学的に必要なことを言ってほしいし、それを私たちは解決すると、言ってくれました。連携のなかの分業がうまくいったのかなという気がします」と語る。

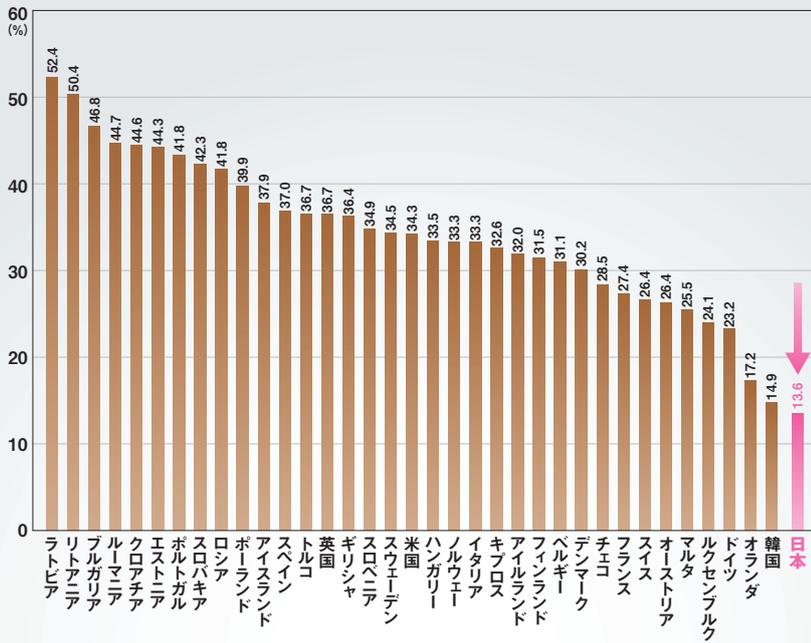
異分野連携、産学連携による新しい発想が、成果の社会還元につながった。今後も続出することを期待したい。■

## ●股関節シミュレーターによる摩耗試験 ……



股関節にかかる重量は一定ではない。たとえば、体重70kgの人であれば、70～350kgの重量がいろいろな方向にかかっている。このシミュレーターでは、そうした重量の変動も再現して、実験する。

●研究者に占める女性割合の国際比較



日本の女性研究者の割合は世界で“最下位”という事実

まずは左上のグラフを見ていただきたい。世界の主な国の女性研究者の割合を比較したデータだ。ほとんどの国で25%を超えているなか、日本は大きく後れをとっており、研究者のなかで女性はわずか13.6%だ。数年前までは同程度だった韓国でも、最近はその比率が高まっている。

学部別に見ると、理学部、工学部、農学部などの理系学部でとりわけ少ない(左下グラフ参照)。見過ごしてはならないのが、職位が上がるほどこうした状況に拍車がかかることだ。助手から助教、講師、准教授と進むにしたがって女性の割合は減り、教授の場合、3つの学部とも女性の割合は5%に満たない。

分子生物学者の都河明子さんがこの事実気づいたのは、研究者生活を始めて20年ほど経ってからのことだった。

「若い頃は、男女差を感じることもまったくありませんでした。好きな研究に打ち込み、国際会議にも何度も出席し、恵まれた環境で仕事ができることに感謝していました。しかし、あるとき気づいたのです。同僚の男性たちは職位が上がっていくのに、女性は助手のまま。助教や教授に女性はいませんでした。疑問に思って上司に尋ねると、『ご主人が高い給料をもらっているんだから、出世する必要はないでしょ？好きな研究に打ち込めて、それ以上何を望むんですか?』と言われました」

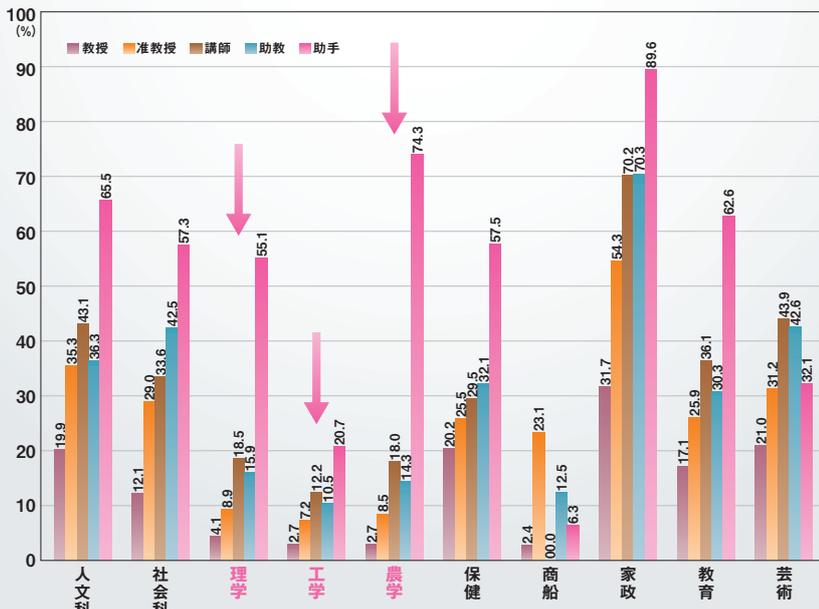
問題意識を高めるきっかけとなったのは、1986年に、研究員として渡ったアメリカで、アファーマティブ・アクション(\*)を知ったことだ。

\*アファーマティブ・アクション

女性や有色人種のマイノリティ(少数派)など、社会的な弱者に属する集団に対して、歴史的経緯や社会環境を考慮して、進学や就職、昇進において施される優遇措置のこと。

「アメリカの研究機関ではすでに、女性やマイノリティを積極的に採用する動きが始まっていました。当時、助教になった女性が、採用されなかった男性から『優遇措置で昇進した』

●わが国の大学教員における分野別女性割合



(平成23年度版「男女共同参画白書」より)

女性も理系分野で活躍できることを知ってほしい

# 女子中高生のための

と言われ、憤っている姿も目の当たりにしました」

この出来事からは、欧米でもかつては日本と同じように、女性研究者の割合はかなり低かったものの、女性を積極的に採用する動きが推進され、改善されてきたことがうかがえる。フィンランドでは女性の割合の目標が40%と定められ、クリアしていない大学が男性を採用した場合には、「なぜ女性でないのか」を述べる理由書の提出が義務付けられているという。

### “新しい知”と“斬新な視点”が日本の科学技術を支える

女性に対する優遇措置をとることは、男性の立場からは「不公平」と映り、衝突を生む原因ともなりかねない。それでも欧米で取り組まれてきたのは、「男女は平等であるべきだ」という理想からだけではない。根拠となるのが「カンター理論」(\*\*)だ。

#### \*\*カンター理論

組織を活性化させるには、その組織のマイノリティの占める割合が30%は必要であるという理論。アメリカの経営学者ロザベス・モス・カンターが提唱した。

組織のなかでは、常に多数派の意見が通ってしまいがちだ。しかし、それではいつしか組織が固定化し、世の中を変える新しい発想が生まれなくなってしまう。意識的に少数派の意見を取り入れることで多様性を維持し、活性化を促すというわけだ。

欧米諸国と大きな開きができしたのは、この考え方が日本に導入されるスピードが鈍かっ

たためだという。理由の1つとして、戦後日本の長期間にわたる経済成長が挙げられると都河さんは話す。「男性は仕事をして、女性は家庭を守る」という構造のなかで経済成長が続いたため、「衝突の危険を冒してまで、モデルを変える必要はない」ということだ。

しかし、そんな事情も大きく変わった。長引く不況にあえぐ現在の日本では、戦後の経済成長期のモデルを捨てて、新しい知や視点を積極的に取り入れて組織を活性化させる必要があるだろう。研究現場も例外ではない。「急速に進む少子化も、女性研究者増加の必要性に拍車をかける」と、都河さんは指摘する。

「日本の経済成長の背景には高い科学技術力がありました。それを支えていたのは、質の高い研究者・技術者たちです。ところが、このまま少子化が進めば、研究者・技術者の数が激減すると予測されるのです」

現在、約270万人いる研究者・技術者が、2050年には170万人まで落ち込むともいわれる。そうなれば、日本の科学技術力は衰え、国際競争を勝ち抜けなくなるおそれがある。だからこそ、多様な人材を求めるために、男性だけではなく、女性や外国人にも広く研究者・技術者への道を開く必要があるのだ。

### 科学技術基本計画に掲げられた“25%”という目標

都河さんは30年近く前から日本の女性研究者の現状に疑問を抱き、ネットワークをつくって変革活動に取り組んできた。長年続いた男性中心の社会を変えるのは簡単なことではない。「女性研究者が男性より劣っていない

ことを証明してください」と求められることすらあったという。しかし、そんなときも冷静に、科学的なデータの裏付けをもって反論し、説得した。やがて、社会状況の変化もあって、こうした努力が実を結び始めた。

07年、東京医科歯科大学教授を中途退職し、東京大学に新設された男女共同参画室の特任教授となった都河さんは、さまざまな改革に取り組んだ。4つのキャンパスに保育所を設置し、家庭生活との両立を支援するため、午後5時以降の会議を禁止とした。大学生や大学院生、助手など、それぞれの立場に立ちながら、最適なキャリア支援も行った。

文部科学省の科学技術振興調整費による「科学技術分野における女性研究者の能力発揮」推進委員会の委員長も務め、提言を重ねた結果、06年に策定された第3期科学技術基本計画には「女性研究者の活躍促進」の一項が設けられ、女性研究者の採用目標が「自然科学系全体で25%」と設定された。今年度からスタートした第4期計画でもこの目標を早期に達成し、さらに「30%まで高めることを目指す」と明記されている。冒頭のデータが示すように、まだ状況は大きく変わっていない。しかし、粘り強く取り組みを続けていけば、必ず状況は変わっていく。そして、活動の1つの柱として都河さんが期待を寄せるのが、自身が推進委員長を務めるJSTの「女子中高生の理系進路選択支援事業」だ。

女子中高生が夢をもって理系に進学できる環境を。



「女子中高生の理系進路選択支援事業」推進委員会 委員長

## 都河明子

つがわ・あきこ

東京大学理学部生物化学科卒業。医学博士。東京大学医科学研究所助手、日本レダリー研究開発本部企画部長、東京医科歯科大学留学生センター・教養部教授など歴任。専門は分子生物学。日本の女性研究者の現状に問題意識をもち、東京大学男女共同参画室特任教授を務めた。JST女子中高生の理系進路選択支援事業推進委員会委員長、国際女性技術者科学者ネットワーク・日本会長。

# 理系案内

理系の女性研究者は少ない——確かに事実だが、その言葉が不安材料となり、女子中高生たちの進路選びに影響を与えることがある。彼女たちをそんな不安感から解き放ち、理系の魅力を伝える事業について紹介しよう。

## Case study

## 首都大学東京「東京理系女子探検隊プロジェクト」

理科に興味があっても  
理系を選択しない女子中高生たち

「ここは人工衛星の運行を行う部屋です。何万キロも離れた宇宙に信号を送って距離を測ったり、コントロールしたりしています」

そうした説明にかぶさるように、女子中高生たちの「おおっ」という驚きの声が上がります。8月下旬、世界に驚きを与えた小惑星探査機「はやぶさ」の開発、運用など、日本の宇宙研究開発の最先端を担う宇宙研究開発機構(JAXA)の相模原キャンパスを、数十名の女子中高生たちが訪れた。JSTの「女子中高生の理系進路選択支援事業」の一環として、首都大学東京の「東京理系女子探検隊プロジェクト」のイベントが行われているのだ。

この事業のねらいは、女子中高生の理系分野に対する興味・関心を喚起し、理系分野への進学を促す取り組みを支援することにある。06年の第3期科学技術基本計画策定に合わせて文部科学省でスタートし、09年からはJSTが事業を行っている。大学や高等専門学校、科学館、博物館などからの応募制で、11年度は首都大学東京をはじめ、8つの取り組みが採択された。都河さんはこの事業が「中高生の進路選択の現場に必要だ」と語る。

「女性研究者を増やすには、入り口の部分で理系に進む女子の数を増やすことが大切です。ところが、現状では、幼い頃から理科への興味を深めていた女子でも、いざ進路決定の時期になると理系への進学を断念するケースが少なくありません。受験というハードルを前にしたとき、『理系は女子が少ない』『どんな学科に行ったらいいかわからない』『どんな不安から、理系に進むことをあきらめてしまうのです』

研究者に女性が少なく、職位が上がるほどその割合が減るという側面もあるとはいえ、理系に進学した女子が、研究の醍醐味を味わえないわけではない。都河さん自身、学生時代に男女差別を感じたことは一度もなかった。海辺の実験所に泊まり込み、夜中に海に行き観察したり、議論したりしたことは「忘れられない思い出」という。卒業後は、経験を生かせる職場も少なくない。しかし、そんな魅力や実態が、女子中高生たちに伝わっていないのだ。

そこで、彼女たちが大学などの研究現場や実際の研究者たちと触れ合う場を設けることで理系進学への不安を解消し、「理系に行きたい!」という積極的な気持ちにつながる活動を支援しようと、この事業がスタートした。それは「大学側にとっても歓迎すべきことだ」と、首都大学東京のプロジェクトの統括副責任者、串山久美子さんは語る。

「私が所属しているシステムデザイン学部でも、約100名の教員のうち女性は5名だけです。女性がゼロの研究室も珍しくありません。入り口となる女子学生の数が増えれば研究者として活躍する女性も増えると思うのですが、女子だけに向けてアピールする機会をつくるのは、なかなか難しいのが現状です。ですから、こうして支援していただけるのは、とてもありがたいですね」

「本物」に触れ、研究者と話すことで  
目の輝きが増していく

首都大学東京のプロジェクトでは「人、知、街を探検する!」をキャッチコピーに、「人」(大学の学生や研究者とのサイエンスカフェ)、「知」(大学の研究現場の見学)、「街」(理系の仕事の現場の見学)という3つの基軸で取り組みを実施している。取材した日は、このうちの「街」の取り組みとして、女子中高生やその保護者が、首都大学東京と共同研究を行っているJAXAを訪問したのだ。

時速20,000kmで宇宙のゴミがぶつかったときの衝撃を測るための銃、強度を確かめるハンマーなど、宇宙開発の最先端の現場で、「本物」に触れるたびに、女子中高生の目の輝きが増していく。男性より数は少ないが、さまざまな部署で女性研究者が活躍している姿も目にした。

オープンキャンパスで首都大学東京を訪れた際にこのイベントのことを知り、応募した

という高校2年生の参加者の保護者は、感激の面持ちでこう語った。

「娘は子どもの頃から理科が好きで、特に宇宙に興味があったので、この企画を知って喜んで参加しました。理系に女子が少ないことは本人も私も不安でしたし、実際にJAXAでは女性がいるのか、どんな仕事をしているのかもわかりませんでした。しかし実際に、女性の方たちも生き生きとはたらくしている様子を見て安心しましたし、娘も刺激を受けたようです」

JAXAではたらく4人の若手研究者と交流したときの風景も印象的だった。まず一人ひとりの研究者が講演形式で、自分の研究について、熱っぽく、心から楽しそうに語った。その後、4人それぞれを数人の参加者で囲んでの対話の時間が設けられた。女子中高生たちは、最初こそ遠慮がちだったものの、やがて打ち解けてくると、仕事の内容やこれまでの歩みから受験に必要な科目や勉強法のアドバイスにまで話がはずみ、予定時間をオーバーしての交流が続いた。

興味深かったのは、女性の研究員はもちろん、男性の研究員に対しても参加者が積極的に質問をしていたことだ。企画の主旨からいえば、女性研究者と話すのが最適なのだろうが、見学などを通じて、女性でも男性と同じように活躍できることを実感していたからこそ、参加者の目には、男性研究者の姿も、「自分もこんな研究者になりたい」と夢を重ねる存在として映っていたのだろう。



イベント参加が  
家庭で進路について  
話すきっかけにも  
なっています。

全体統括副責任者

串山久美子

くしやま・くみこ

筑波大学大学院芸術研究科修士課程修了。東京農工大学大学院工学教育部特任助教授などを経て、2007年から首都大学東京システムデザイン学部教授。11年度JST女子中高生の理系進路選択支援事業に採択された、同大学「東京理系女子探検プロジェクト」統括副責任者を務める。





### 保護者や教員、そして私たち一人ひとりの意識の変化が必要

串山さんは、このプロジェクトの活動を通して、女子中高生はもちろん、保護者に与える影響の大きさも実感したという。

「保護者の方の参加も歓迎しているのですが、このイベントをきっかけにして、家庭で進路についての会話をするようになったという声が寄せられています」

こうした保護者へのはたらきかけは、都河さんたちが毎年、活動を積み重ねるなかで、現状を変えるための重要なポイントとして浮かび上がったことの1つだ。

「どうやら、本人は理系に興味があっても、保護者の方に『女の子は理系より文系』という先入観があり、あきらめさせる例が多いようです。そんな方でも、実際に研究の現場や研究者に触れてもらえれば、女性でも理系に進んでまったく問題ないことがわかってもらえます」

そして、保護者と同様にもう1つ、はたらきかけるべきポイントとなるのが、意外なことに「教員だ」と都河さんは言う。進路指導の際、女子に対しては「理系より文系を勧める教員が少なくない」というのだ。理系は女性が少ないから苦勞するという思い込みからなのか、過去のデータから合格しやすさを考えてのことなのかは定かではない。しかし、女性が理系に進学しにくくなる雰囲気や、保護者や教員という身近な大人が作りだしてしまっていることがあるという。学校現場に関しては、女性の理科教員が少なく、女子が理系の仕事を将来の目標として描きにくいという点も指摘されており、理系女性に関する問題の根深さを改めて思い知らされる。

しかし、そんな現状を打破するために始まったこの事業は、より進化した取り組みへと成長を続けている。たとえば「女子中高生のための関西科学塾」は、1つの大学だけでな



JAXA相模原キャンパスで行われた、首都大学東京「東京女子探検隊プロジェクト」の見学会の様。女子中高生と保護者が、宇宙開発の最先端の現場を見学し、若手研究者たちの話に耳を傾けた。「どうい道筋をたどってこうした仕事につけたのか、具体的な進路選択のイメージをもてるのが大切だと思います」(串山さん)

く、関西地区の神戸大学、大阪大学、京都大学、奈良女子大学、大阪府立大学などが連携して実施している試みで、年に数回、各大学で、女子中高生がさまざまな分野の研究に触れる機会を提供している。

「理科の好きな女子中高生といっても、一人ひとり、興味をもっている分野はさまざまです。単独の大学で、そうした興味をカバーするのは難しいかもしれません。しかし、複数の大学が連携すれば、活動の幅が広がり、自分の興味のある分野を見つけられる可能性が高まるのです」

また、昨年まで数年にわたって採択された女性教育会館主催の「女子中高生夏の学校」は、日本学術会議の協力のもと、2泊3日の合宿形式で行われた。これには韓国からも女子高校生が参加して、幅広い分野で体験型のクイズや実験などを通して交流し、理系の学問への興味や意欲をかきたてた。保護

者や教員向けのプログラムも設けられ、女性研究者を育てる環境づくりが試みられている。

「こうした事業の出発点は、私たちが30年以上前に始めた女性研究者のネットワークにあります。1人でも多くの女の子が理科に対する興味を育て、理系に進んでほしいという願いを込め、実験教室などを開いていました。それが今こうして、地域や組織を巻き込んだ大きなイベントへと成長しているのを見ると、感慨深いですね」と都河さん。

理系の女性研究者が非常に少ない原因が、日本の社会システムにあるのだとすれば、それを打破して、女子中高生が明るい将来を思い描いて理系の学部に進めるように、保護者や教員だけではなく、日本の社会全体が変わらなければならない。理系に興味をもつ女子中高生の進路選択をサポートするような仕組みが、これからは必要だろう。■



ようこそ  
私の研究室へ 55

戦略的創造研究推進事業CREST「持続可能な水利用を実現する革新的な技術とシステム」

「地圏熱エネルギー利用を考慮した地下水管理手法の開発」  
研究代表者



・小松登志子

## ヒートポンプシステム利用による地下環境への影響を解明する 高度な地下水利用・管理手法の開発を目指します。

### PROFILE

小松登志子 (こまつとしこ)  
埼玉大学 大学院理工学研究科 教授

広島大学理学部化学科卒業。同大学工学部土木工学科助手、カリフォルニア大学デイビス校客員研究員、広島大学工学部助教授などを経て、2002年から埼玉大学大学院理工学研究科教授。09年から同大学環境科学研究センター分子環境工学部門長兼任。工学博士。専門は土壤環境科学。地中の農業や重金

属などの挙動の研究を通じて、地中の熱移動の重要性に着目。10年からJST CRESTの研究課題「地圏熱エネルギー利用を考慮した地下水管理手法の開発」研究代表者として、地下水利用による地中温度の変化が土壌環境に及ぼす影響を解明し、持続的で高度な地下水利用・管理手法開発を目指す。



### 地下の温度が上昇すれば 汚染物質が水に溶ける可能性も

「地下水は1年中温度が安定していて、夏は冷たく、冬は温かく感じます。これを利用して冷暖房を行うヒートポンプシステムは、省エネや二酸化炭素削減の観点から期待されていますが、その一方で懸念されるのが、地下環境に及ぼす影響です」

通常の冷房は、大量の熱を大気に排出するため、ヒートアイランド現象の一因となる。一方、ヒートポンプシステムは地下水や地中熱などを利用して室温を下げるだけでなく、発生した熱を大気に排出せず、再び地中に戻すため、ヒートアイランド現象を防ぐとも期待されている。しかし、熱をもった水が戻れば、当然地下の温度は上昇する。気温の上昇に比べれば大した影響はないと思われるかもしれないが、土壤環境科学が専門で、地下の農業や重金属などの挙動を研究している小松登志子さんは「地下環境の変化が私たちの生活にも影響を及ぼしかねない」と指摘する。

「地下の温度が上昇すれば、微生物の活動が活発になって有毒ガスが発生するかもしれませんが、また、重金属などの有害な物質が地下水に溶けはじめる可能性もあります」

そうなれば、作物などにも影響が及ぶ恐れがある。しかし、ヒートポンプシステムによって実際に地下の温度がどう変化し、地下環境にどんな影響を及ぼすのか、確かなデータがないのが現状だ。そこで小松さんは、3つの大学の共同プロジェクトを起ち上げ、研究に取り組みはじめた。

「地下環境への影響の恐れがあると言っても、私たちはヒートポンプシステムに反対しているわけではありません。今のうちに調査を行うことで、地下環境に影響を与えない利用

方法を提案できると考えているのです。被害が起きてから調査をしたのでは遅すぎますからね」



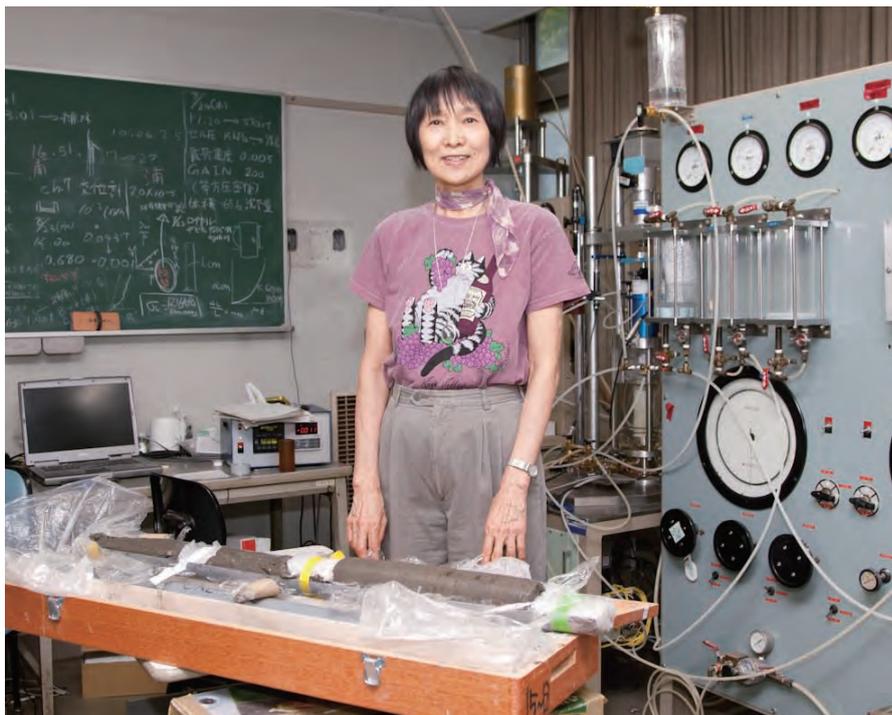
### 直筆の手紙で開いた 土壤環境科学への道

「本が好きで、大学は文学部に進むつもりでした。転機になったのは高校の化学の授業です。AとBを混ぜるとCができる——その不思議さに魅せられました」

興味の赴くままに理学部化学科に進んだ。専門は天然物有機化学。植物の中の成分を調べる実験に明け暮れた。そして迎えた進路決定の時期、工学部土木工学科での



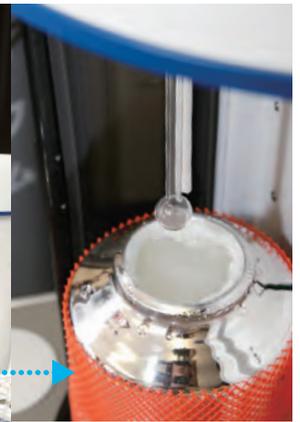
さまざまな機器が並んだ実験室。室内で土壌の様子を再現し、温度などの条件の変化による土壌内物質の挙動への影響などをシミュレーションする。



他大学が参加したプロジェクトを巧みに引っ張る小松さん。「若くて優秀な皆さんがスムーズに研究を進められるよう、配慮するのが私の仕事。各自の興味を尊重しながら、情報交換にも努めています」



埼玉大学の構内の一角で約50mの深さまでボーリング掘削を行い、ヒートポンプシステムを設置。5mごとに温度センサーも設け、システムの使用による地下水の温度変化などの影響を調査する。



ボーリング掘削によって得られた試料を分析。圧力をかけ水銀をしみ込ませて内部構造を調べたり、窒素を吸着する量から土の粒子の表面積を調べたりと、さまざまな手法で地下環境を解明する。

助手募集の話聞き、方向転換を決断する。「特に土木工学に興味があったわけではありません。朝から晩まで実験ばかりしていたから、それまでの研究に飽きてしまっていたのですね(笑)」

こうして飛び込んだ土木工学科で、土壌を用いた水質浄化についてのテーマで文献にあたっていたところ、ある論文に興味を抱いた。その論文では、上から流したある化学物質が土壌中で別の物質に変化する過程が測定され、解析されていた。論文を参考に研究を重ねるうちに、小松さんの心の中で、論文の著者である米国カリフォルニア大学デビス校のニールセン教授のもとで「さらに学びたい」という気持ちが募った。そしてある日、思い切って先生に手紙を書いた。

「まだ電子メールもない頃で、手書きの手紙を送りました。失礼なことに返信用の封筒も入れなかったのですよ。今考えれば冷や汗ものですが、先生から『すぐにいらっしやい!』という返事が来たのです」

こうして海外留学が実現した。充実した研究生活のなかで、カラムなどを用いて「地下の汚染物質の挙動を調べる」という、土壌環境科学の最先端の研究テーマに出会った。自分の足の下で、さまざまな物質が動いている——そんな現象を解明したいという気持ちが湧き起こり、帰国後もこの研究を続けようと心に決めた。



### 基礎的な研究を積み重ねればいつか世の中の役に立つ

「アメリカでは地下水を飲料水などに利用する割合が高いこともあり、汚染物質の挙動の研究も進んでいたのですが、1980年代の日本ではまだ誰も手をつけていませんでした。苦勞もありましたけれど、調べるほどいろいろと興味深いテーマが浮かんできて、気が付け

### ばここまでできた感じですね」

その1つが、「土壌コロイド」と呼ばれる土の細かい粒子の存在だ。土は1つの場所にとどまって動かないイメージがあるが、土壌コロイドは雨や地下水と一緒にあちこちを動きまわる。それが汚染物質を拡散させる役割を果たしていると、考えられるのだ。

「汚染物質のなかには、土にくっつきやすく、拡散しにくいと思われるものがあります。しかし、そうした物質が土壌コロイドにくっつき、一緒に遠くへ運ばれると考えられるのです」

福島第一原発の事故で注目を集める放射性物質のセシウムも、その可能性があるとい

う。ほかにも、ヒートポンプの影響の研究につながった「熱による物質の挙動の変化」など、土壌環境科学の研究テーマには、私たちの生活への応用が期待されるものが少なくない。しかし、小松さん自身の研究動機は応用よりも、「地下で起こる現象の解明」という基礎的部分にあるという。

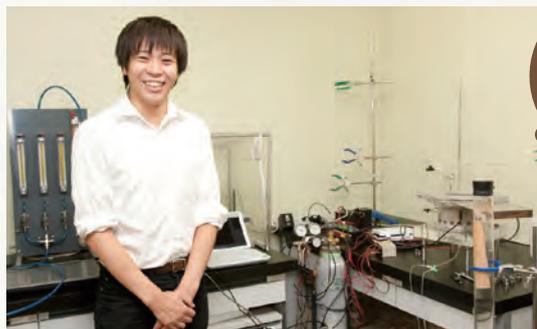
「試行錯誤を重ねた末に、物質の挙動が簡単な式で表されたりした瞬間には、何よりも喜びを感じます。しかし、応用を考えなくてよいと思っているわけではありません。基礎的な研究を積み重ね、成果を上げることこそが、いつか世の中の役に立つ——それこそが私の信念なのです」

### 研究の概要

ヒートポンプシステムがもたらす地下の温度変化の実態と環境に与える影響を調査し、持続的な地下水管理手法の開発を目指している。

まず、埼玉大学、日本大学、東京農工大学構内に深さ50m程のボーリング孔を設置し、地下環境を調査する。そこにヒートポンプシステムを導入して、地下の温度変化

などを長期的にモニタリングするとともに、室内実験によって、物理・化学・熱環境の変化が地中の物質の移動や微生物の生態などに与える影響を調査する。さらに、得られたデータから、地下の構造や物質移動などに関するモデル化を行い、地下の温度変化が地下環境に与える影響を評価するツールを開発する。これを活用して、ヒートポンプシステム導入が地下環境に与えるリスク予測を行い、環境リスクを最低限に抑えるための地下水利用・管理手法を提案する。



地下の土壌に隠されたさまざまな謎を解明していきます!

小松さんの信頼が厚い助教の濱本昌一郎さん。土の湿り具合を制御しながら物質の挙動を調べるなど、独自の装置開発にも意欲的に取り組んでいる。

# 「S-イノベ」のテーマ設定を行っています。

**S-**イノベ(研究成果展開事業戦略的イノベーション創出推進プログラム)は、JSTの戦略的創造研究推進事業などの成果から設定した「研究開発テーマ」を対象に、実用化に向けた産学協同の研究開発を推進するプログラムです。1つの研究開発テーマに対して5課題程度を公募で採択し、最長10年間という長期の研究開発支援を行うことで、イノベーションの創出を図ります。今年度の研究開発テーマは「スピン流を用いた新機能デバイス実現に向けた技術開発」に設定されました。

「研究開発テーマ」の設定にあたっては、複数の討議段階を経て、徐々に絞り込んでいくというプロセスをとりまします。このプロセス全体を運営するのが私の業務です。

「研究開発テーマ」の設定に向けた業務は、まず、JSTの戦略的創造研究推進事業などの優れた成果のなかから、産学連携が期待できるものを抽出することから始まります。事業の担当者として協力して、今年度は約80の成果から16のテーマ候補を抽出しました。

次に、これらの16の候補について、私たち事業計画・調整担当が分担・連携しながら、詳細な調査検討を行います。S-イノベは、1つの企業と1人の研究者からなるシンプルな産学連携ではなく、複数の産学連携チーム



産学基礎基盤推進部事業計画・調整担当  
主査

野口尚志(28) のぐち・たかし

## ●業務の内容

産学連携に関する競争的研究資金を運営する部門で、研究推進そのものではなく、研究開発テーマを設定する業務全般を行う。「S-イノベ」のほかに、「産学共創基礎基盤研究プログラム」の技術テーマ設定も担当する。

## ●Background

東京大学大学院総合文化研究科で科学技術社会論を専攻し「科学技術に対する市民参加」を研究。修士課程修了後、JSTに入社。入社以来、一貫して産学連携の競争的資金運営に携わってきた。現在5年目。

が情報共有することでの相乗効果を得ることを目指しています。この観点から、「技術の用途が限られていないか」「実施可能な企業はどれだけあるか」「想定される市場はどのくらいの規模か」など、検討する項目は多岐にわたります。大学や企業などに足を運んで研究者へのインタビューを実施するとともに、論文や特許調査も行います。また、JSTの研究開発戦略センター(CRDS)の調査結果も参考にして、ここで候補は3つに絞り込まれました。じつは、昨年も「スピン流」がテーマ候補に挙げられていましたが、時期尚早ということで、この段階で見送りとなっていたのです。しかし、この1年で続々と研究成果が出てきたことで、今年度は有力なテーマ候補になりました。

3つに絞り込まれたテーマ候補は、その後、外部有識者で構成する推進委員会に諮られ、ここで2テーマが選ばれました。選ばれた両テーマ候補については公開ワークショップを行い、その結果も踏まえた推進委員会の提言をもとに、最終的に研究開発テーマが選定されました。これら一連の委員会やワークショップの運営も私たちが担当しています。

現在、今年度から始まる研究開発テーマに決まった「スピン流」について、課題公募が行われており、来年早々に研究開発がスタートする予定です。



左:ワークショップのモデレーターとの事前打ち合わせ。モデレーターは研究開発テーマ設定後、プログラムオフィサーとして課題の採択、テーマの推進を行う。中:開かれた場で討議するワークショップを経ることで、産学連携の可能性を明確にしていく。右:ワークショップでの司会も業務の1つ。

TEXT:Office彩蔵