

JST NEWS

Vol.8 | No.5

2011

August

8

月号

次世代太陽電池 への道



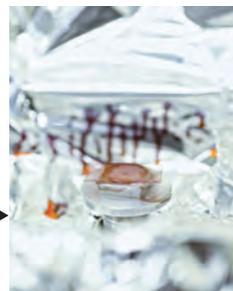
独立行政法人
科学技術振興機構
Japan Science and Technology Agency



科学技術振興機構の最近のニュースから……

JST Front Line 03

Cover Photo



次世代太陽電池として期待される「高分子太陽電池」の最大の強みは、製造工程がいたって簡便であること。写真のように高分子材料にフラーレンを混ぜた溶液を基板に塗って、高速で回転させるだけで出来上がる。課題となる変換効率を高めるためには……。

Feature 01



実用化につながる新たな基盤技術の構築を目指して

次世代太陽電池への道 06

日本のエネルギー政策について抜本的な見直しが迫られている昨今、再生可能エネルギーによる発電、とくに太陽光発電への期待が高まっている。発電コストなどの課題を解決する次世代太陽電池の開発が今、着々と進められている。

Feature 02



研究開発戦略センター(CRDS)の提言

震災復興に科学技術はどう貢献できるか? 10

3月11日に起きた東日本大震災では、東北地方沿岸部を中心に甚大な被害がもたらされた。また、福島第一原子力発電所では深刻な事故が発生した。この未曾有の災害からの復興と、今後の日本の発展のために、科学技術は何ができるのだろうか。



ようこそ、私の研究室へ 14

岡ノ谷一夫 東京大学 大学院総合文化研究科 教授



JST職員の業務報告 04 国際的総合評価委員会の組織・運営をしました。 16

理事長茶話

(聞き手:情報企画部 黒沢努)

— 政府が現在策定中の第4期科学技術基本計画で掲げられている「知識インフラ構想」の背景には“今後の科学技術研究は電子化された大規模な情報が共有されることにより新たな価値の創造が進む”という認識があります。「知識インフラ構想」をどう実現すべきでしょうか?

「まもなく人類の作り出す情報のすべてをメモリーに残せるほどに技術は向上してきているので、あらゆる文化、文明を後世の人間が知ることができるよう、全ての情報をアーカイブしておくことが有用だと思います。『着想のもとになるデータ』が検索できる形で存在

することは非常に価値があります。

また、ライフサイエンスのように爆発的にデータが増えている分野もあるので、『知識インフラ』の実現のためには、科学技術情報に特化するJSTだけでなく、そのほかの情報も扱う国立国会図書館や国立情報学研究所など、あらゆる関連機関が力を合わせて、データを徹底的に集めていくべきです。そのために、JSTはデータの統合利用に向けて先頭に立つ気持ちで理想の姿を追求する努力が必要でしょう」

— Facebookに代表されるネットワークコミュニケーションは、研究開発の場でも有効

でしょうか?

「研究開発における、情報交換の場として、ネット上の『出会いの場』も有効だと考えています。

JSTが独立行政法人国際協力機構(JICA)と共同で実施している地球規模課題対応国際科学技術協力(SATREPS)は、日本と開発途上国の研究者が共同研究を行うプログラムですが、そこでのグローバルな情報交換を実現するために「Friends of SATREPS」というソーシャル・ネットワーク・サービス(SNS)の試みをスタートさせました。会員も増え続けており、今後に期待しています」



JST Front Line 8

NEWS 01

ライセンス締結



創造科学技術推進事業ERATO「細野透明電子活性プロジェクト」
戦略的創造研究推進事業発展研究ERATO-SORST「透明酸化物のナノ構造を活用した機能開拓と応用展開」

日本の基礎研究成果が世界へ大きく展開! 高性能TFTの特許ライセンス契約をサムスン電子と締結

東京工業大学の細野秀雄教授らが発明した高性能の薄膜トランジスタ(Thin Film Transistor; TFT)に関する特許について、韓国のサムスン電子株式会社との間でライセンス契約を締結しました。

このTFTは、細野教授が1995年に設計指針を提唱した透明アモルファス酸化物半導体(Transparent Amorphous Oxide Semiconductors; TAOS)の一種であるIGZO(インジウムIn-ガリウムGa-亜鉛Zn-酸素O)を使ったもの。性能の指標となる電子移動度は、一般的なTFTの10~20倍という高い値を示します。

従来、テレビやパソコン、携帯電話などのディスプレイに使われるTFTには、水素化アモルファスシリコン(a-Si:H)という材料を使うのが一般的です。しかし、高解像度



ライセンス契約調印式。左からサムスン電子(株) Dr.Jcotee Moon LCD研究所長、東京工業大学 細野秀雄教授、JST 北澤宏一理事長。

や大型のディスプレイの場合は高い電子移動度が必要であり、a-Si:Hの使用は適さないという問題がありました。

2004年、細野教授らはa-Si:Hに代わるIGZOを使ったTFT(IGZO TFT)を室温で作製することに成功し、その電子移動度が

従来のTFTの10倍以上となることを発表しました。これを受けて、サムスン電子をはじめ国内外のディスプレイメーカーが続々と応用研究を開始するなど、日本発の基礎研究成果が、10兆円市場ともいわれる世界のディスプレイ産業に、大きなインパクトを与えました。国際会議や展示会などでも、09年頃からIGZO TFTを搭載した高解像度で大型のディスプレイや、3次元(3D)ディスプレイの試作品が目立つようになり、その流れは今も続いています。

今後、IGZO TFTを内外の企業に分け隔てなくライセンス提供の方針です。今回の契約を皮切りに他のメーカーへのライセンス提供も進んでいくと考えられ、IGZO TFTを搭載した高性能ディスプレイ開発が、さらに加速すると期待されます。

NEWS 02

サミット



「復興ニッポン! 産学官連携ネットワークの果たすべき役割」をテーマに 「地域大学サミット2011」を開催

JSTは、地域におけるイノベーション創出のために、地域大学のあり方を考える「地域大学サミット」を2008年にスタートさせました。3回目を迎える今回は、全国の大学や産学官の関係者321名を集め、6月27日に東京都内で開催しました。東日本大震災からの復興に向けて地域大学が中心となり、産学官連携ネットワークによって何をなすべきかを議論しました。

総合科学技術会議の奥村直樹議員による基調講演「復興・再生並びに災害からの安全性向上に向けた科学技術政策」では、復興に向けたこれからの科学技術政策の展望、東北大学の井上明久総長による特別講演「被災大学の現場から一知の復興と地域の復興一」では、大学・地域の復興状況が説明されました。

パネルディスカッションでは、「復興ニッポン! 産学官連携ネットワークの果たすべき役割」をテーマに、関西学院大学の井上啄



智学長、岩手大学の岩淵明副学長、福島県ハイテクプラザの黒澤茂所長、東経連ビジネスセンターの西山英作副センター長、

茨城大学の三村信男学長特別補佐らパネリストが、熱のこもった議論を展開しました。「大学の研究者は論文になりにくくても、生活課題に研究の視点を置くべきだ」「復興とは、大学と企業が組んで付加価値の高いものをつくり、産学連携でイノベーションを起こして新しい市場を開拓することだ」などと、積極的な意見が交わされました。

モデレータを務めたNHKの室山哲也解説主幹が「短期・中期・長期でやるのがたくさんあり、しかも複雑だ」と、本テーマの大きさ、問題の根深さを指摘し、最後にJSTの小原満穂理事が「大学が元気になれば復興は難しい」と締めくくりました。会場ロビーには、被災した大学・研究機関から提供された写真が展示され、被害状況の深刻さに改めて来場者は見入っていました。



戦略的創造研究推進事業さきかけ「iPS細胞と生命機能」研究領域
研究課題「肝細胞分化関連遺伝子の導入による皮膚細胞からの肝細胞作製技術」

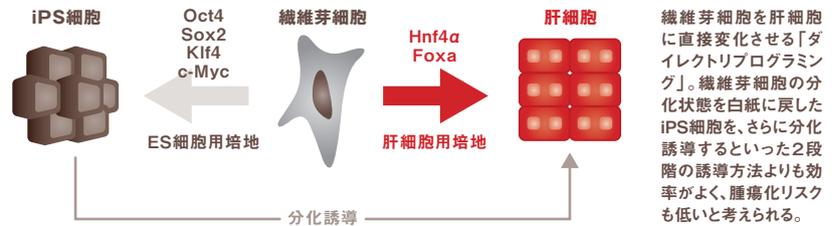
ダイレクトリプログラミングで新しい成果 マウスの皮膚細胞から肝細胞を直接作製することに成功!

九州大学生体防御医学研究所の鈴木淳史准教授らは、iPS細胞を使わずにマウスの皮膚細胞から直接、機能的な肝細胞を作製することに成功しました。

近年、再生医療研究の分野で、人工多能性幹細胞(iPS細胞)が大きな注目を集めています。しかし、iPS細胞には腫瘍形成の危険性が指摘され、さらなる研究が必要とされています。また、iPS細胞を目的の細胞に分化誘導するためには難しい課題も残っており、肝細胞への分化誘導技術は確立されていません。

今回、鈴木准教授らが用いたのは、iPS細胞を経由せず、繊維芽細胞を肝細胞に直接変化させる「ダイレクトリプログラミング」の手法です。マウスの胎仔および成体の繊維芽細胞に、肝細胞分化に関連した2つの転写因子(Hnf4aとFoxa)を導入し、肝細胞分化に適した培養環境を提供すると、肝細胞に非常によく似た細胞へと

●繊維芽細胞から肝細胞の作製



直接変化することが確認されました。

作製した細胞(induced hepatocyte-like cells;iHep細胞)は、肝細胞に似た形態的特徴や遺伝子・たんぱく質の発現能力を有しています。グリコーゲンの蓄積や低比重リボタンパク質の取り込みなど、肝細胞に特有な機能をもったまま、培養下での増殖や維持も可能です。

このiHep細胞を、通常では死に至るような肝機能不全(高チロシン血症)のモデ

ルマウスの肝臓に移植すると、肝臓組織が機能的に再構築されることも確認され、致死率は大幅に低下しました。

今回の成果は、ヒトiHep細胞の作製に向けた基盤研究となるものです。将来的には、細胞移植や人工肝臓などの開発につながる事が期待されます。また、実際の肝細胞の代わりにiHep細胞を用いて薬効や毒性のスクリーニングを行うといった、創薬研究への応用も考えられます。



戦略的創造研究推進事業「新規材料による高温超伝導基盤技術」(TRiP)研究領域
研究課題「イオン交換法・超高压合成法による新奇遷移金属化合物の探索」

15万気圧・1000℃の超高压・高温条件で新しい鉄の化合物を合成 温度を下げると膨張する現象「負の熱膨張」を実証した

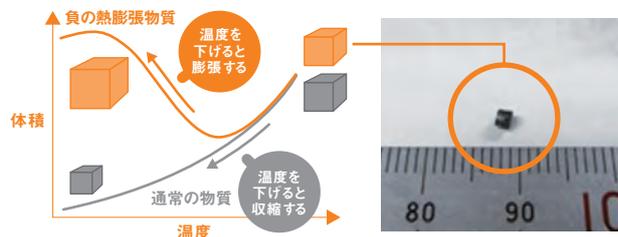
愛媛大学大学院理工学研究科の山田幾也助教らのグループは、鉄の化合物で温度を下げると膨張する現象「負の熱膨張」を観測することに成功しました。通常現象とは逆の「負の熱膨張」が鉄の化合物で実証されたのは、世界で初めてです。

山田助教らは15万気圧、1000℃という超高压・高温条件で、新しい鉄の酸化物(SrCu₃Fe₄O₁₂)の合成に成功しました。この物質は、Sr(ストロンチウム)、Cu(銅)、Fe(鉄)にそれぞれ12個、4個、6個のO(酸素)が結合した結晶で、通常2または3個のイオン価数である鉄が、4価となった「異常高原子価」の状態です。

さらに詳しく結晶を調べたところ、酸素が通常よりもストロンチウムに接近している「オーバーボンディング状態」であり、酸素がストロンチウムを圧迫して不安定な状態となっていることもわかりました。

しかも、約0℃から-100℃の広い温度

●正の熱膨張と負の熱膨張の概念図



超高压・高温で合成したSrCu₃Fe₄O₁₂。通常物質とは逆の「負の熱膨張」を示す。通常物質と「負の熱膨張」を組み合わせることで、材料の破壊の原因となる熱膨張を制御した「ゼロ熱膨張」材料の開発が期待できる。

範囲で、温度を下げると膨張する「負の熱膨張」を示しました。SrCu₃Fe₄O₁₂は、温度を下げると銅から鉄へ電子が次第に移動し、「異常高原子価」にあった鉄の価数が下がります。このため、酸素と鉄の距離が大きくなり、結晶全体の体積は増加します。このことは、ストロンチウムの「オーバーボンディング状態」を解消するために、銅から鉄への電子移動による結晶体積の増加が、有効にはたらいっていることを示してい

ます。このようなメカニズムで「負の熱膨張」が起こることを報告したのは、本研究が初めてです。

SrCu₃Fe₄O₁₂における、熱膨張の指標となる「線膨張係数」は、負の熱膨張物質としてすでに知られる「逆ペロブスカイト型マンガン窒化物」にも匹敵します。「正」の熱膨張材料と組み合わせた新しい「ゼロ熱膨張材料」、さらには精密部品・機械の開発にも役立つと期待されます。



独自のシーズ展開事業大学発ベンチャー創出推進
研究開発課題「アゾポリマーを利用した「抗体チップ」の作製と食品機能評価への応用開発」

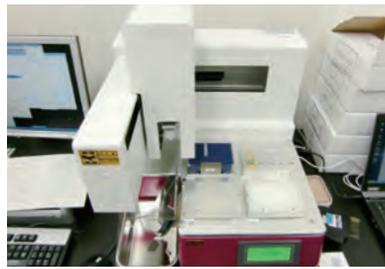
名古屋大学発のベンチャー企業が受託事業を開始! 「尿中酸化ストレスマーカー」を高精度で分析する

「独自のシーズ展開事業大学発ベンチャー創出推進」の成果として2009年に設立された(株)ヘルスケアシステムズが、「酸化ストレスマーカー」を分析する受託サービスを開始しました。この分析は抗原抗体反応を用いた新しい測定法で、名古屋大学の澤大澤俊彦名誉教授(現・愛知学院大学教授)らが開発した「抗体チップ」を応用したものです。

澤大澤名誉教授らは、アゾポリマー(アゾ色素含有ポリマー)を用いて、可視光で抗体を固定できるチップ(抗体チップ)を開発し、量産化にも成功しています。紫外線を使わないため、抗体が変性しにくいという利点があり、従来技術(ELISA法)の約1/100という極微量のサンプルでも、生体内物質の高精度分析が可能です。この技術シーズをもとに(株)ヘルスケアシステムズは、(株)豊田中央研究所やアイシン精機(株)などと、多項目を同時測定できるチップ、その全自動測定装置の開発に成功し、大量検体の安価で迅速な

測定を可能にしました。

同社の「尿中酸化ストレスマーカー」分析では3μlの尿から、DNAの酸化損傷マーカーである8-OHdGと、脂質酸化損傷マーカーであるHELおよびPRLが同時に測定可能で



酸化ストレスマーカーを免疫化学的に検出する「抗体チップ」と専用の自動測定システムによって、微量検体も高精度、迅速に分析する。



抗体チップ

す。これらの酸化損傷マーカーは、澤大澤名誉教授が発見した、健康と病気の間「未病」段階で発現する物質(未病マーカー)で、未病状態の把握や、機能性食品の健康効果の指標としても利用できます。

「酸化ストレス」とは、強い酸化力をもつ活性酸素の生成と消去のバランスが崩れて、活性酸素が過剰になった状態です。DNAや脂質、たんぱく質などに障害を与え、肥満や生活習慣病、認知症などの発症や老化などに関与すると考えられています。このため酸化ストレスは「からだのサビつき度」を表す指標といわれ、そのマーカー分析は、国民の健康増進と医療費削減にも大きく貢献できると期待されます。

また同社では、簡便な「イムノクロマト法」を用いた「尿中エクオール」の受託分析も開始しました。大豆イソフラボンの代謝物のエクオールを分析することで、有益な腸内細菌の有無や更年期障害リスク、骨粗しょう症リスクの判断材料などとして利用できます。

NEWS 06

東日本大震災の被災地や避難場所などで実施する
科学コミュニケーション活動の企画を募集しています。

JSTでは、東日本大震災の被災地や避難場所などで実施する、科学コミュニケーション活動企画を公募しています。これは、科学コミュニケーション連携推進事業「草の根型プログラム」の2次募集となるものです。

科学コミュニケーション連携推進事業は、国民が科学技術や理科に触れる機会を充実させて、科学技術についての興味や関心を深めることを目的としています。

その一環となる「草の根型プログラム」では、科学ボランティアなどの個人が、地域の児童生徒や住民を対象として実施するような科学コミュニケーション活動を支援します。実験や工作、自然観察教室などの、参加者が実体験できるもの、講演会や討論会、シンポジウムなどの、参加者との対話を重視したものなどが支援の対象です。

今回募集する企画は、被災地や被災者に配慮した内容で、現地のニーズに合っていることが条件となります。被災地や避難場所などにいる子どもたちや大人たちが、科学技術への興味や関心を楽しみながら深めていけるような企画を支援します。

実施日1日につき2万円を支援し、1つの企画について5活動まで(上限10万円)とします。募集の最終締め切りは11月28日ですが、毎月審査を行い、企画を採択していきます。詳細はホームページ(<http://sciencecommunication.jst.go.jp/kusanone/koubo>)をご参照ください。

NEWS 07

東日本大震災による中断研究への緊急支援
「研究シーズ探索プログラム」の研究課題を決定しました。

東日本大震災では、岩手、宮城、福島の前3県を中心に、多くの研究機関なども被災し、研究活動に大きな支障が出ています。そこでJSTでは、震災地域を対象とした「研究シーズ探索プログラム」の研究提案を募集し、採択研究課題を決定しました。

本プログラムは、JSTが戦略的創造研究推進事業で取り組むべき研究シーズの調査や探索の一環として、被災により中断を余儀なくされた研究に対して、緊急対策や支援措置を行うものです。具体的には、研究機材の修理や新規調達、代替とする研究実施場所利用のための費用等を対象としています。

産学官各界の研究者からは、316件の応募がありました。緊急支援という本プログラムの性質上、117名の外部委員の協力を得て選考期間を短縮し、プログラムオフィサーである秋田県立大学の小間篤学長と評価委員が、101件の研究代表者とその研究課題を採択しました。いずれも、先導的で独創的な研究シーズの可能性を確認する探索研究で、科学技術にさまざまな発展をもたらす可能性のある、次世代イノベーションの種となり得るものが選ばれています。これらの研究から革新的技術シーズが創出され、課題達成型基礎研究としてJSTが推進すべき研究領域に発展していくことも期待されます。

「研究シーズ探索プログラム」事業の詳細は、ホームページ(<http://www.jst.go.jp/kisoken/tansaku/2011/>)をご参照ください。

実用化につながる新たな基盤技術の構築を目指して

次世代太陽電池への

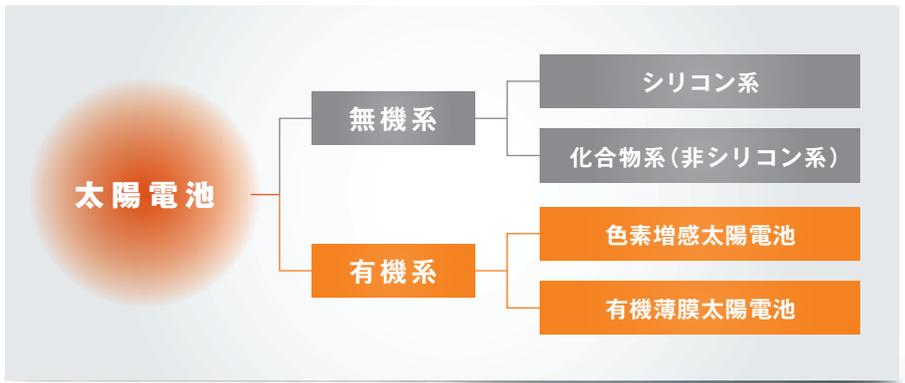
タービンを使わない 太陽光発電の革新性

この春まで、日本の将来の電力供給のシナリオは、原子力発電が主役に描かれていた。地球温暖化の解決が人類共通の課題とされるなか、原子力発電は二酸化炭素などの温室効果ガスを排出しない“クリーンエネルギー”として推進されていたのだ。

ところが、3月11日の東日本大震災と、それともなう福島第一原子力発電所の重大事故で事態は一変した。日本のエネルギー政策の転換が迫られ、注目されてきたのが再生可能エネルギーによる発電、とりわけ太陽光発電だ。

太陽光や風力、地熱、バイオマスなど、自然現象から取り出せて、何度利用しても枯渇しないエネルギー資源は「再生可能エネルギー」とよばれ、地球温暖化の緩和につながるものとして期待されている。なかでも太陽光発電は、タービンを用いた火力発電などの発電方法とは大きく異なり、太陽電池を用いて光エネルギーから直接電気エネルギーをつくり出す、画期的な発電システムだ。太陽電池は、原子力や火力発電所のような大がかりなメンテナンスが不要となることで、保守や運用面での利点もあり、家庭や事業所などの自家発電用システムとして

●太陽電池の種類



徐々に普及してきた。

コストのハードルを越えるための 2つの方向性

「太陽光発電を日本の電力供給の大きな柱とするためには、越えなければならないハードルがある」と、九州工業大学大学院教授の早瀬修二さんは指摘する。

「特に重要なのは、発電コストの課題です。太陽光発電は、タービンを使った発電方法に比べると効率が劣り、大きな発電コストがかかります。普及が進み、量産されれば価格は下がるでしょうが、電力料金を現在のレベル以上に上げないためには、太陽光発電のコストをこれまでの半分程度に下げなければいけません」

このハードルを越えるための研究開発の方向は、大きく2つある。1つは、既に実用化されている無機系太陽電池(*)の変換効率(光から電気に変える効率)を上げていく方向、もう1つは、新しい有機系(**)材料を用いた太陽電池の開発方向だ(上図参照)。

*無機系太陽電池

シリコンもしくはシリコン以外の無機化合物を材料とする太陽電池。特にシリコン太陽電池は、1950年代からの歴史をもち、変換効率が20%を超えるものもあるため、実用化が進んでいる。

**有機系太陽電池

有機物を材料とする太陽電池。製造工程が簡便で、無機系に比べて安価に量産できる。柔軟性があり、色もつけられることから、高い市場性が期待されており、現在は実用化に向けた研究開発が進められている。

無機系太陽電池には実用化実績があり、構造などに工夫を重ね、変換効率を上げることで、発電コストを下げるための研究も続けられている。ただし、そこには限界もある。

「無機系太陽電池の場合、製造工程で高いエネルギーを用いて高温にしたり、高価な装置を用いて真空にしたりする必要があるので、どうしても製造コストがかかってしまう」

研究総括

早瀬修二

はやせ・しゅうじ

大阪大学大学院理学研究科高分子化学専攻前期課程修了。理学博士。(株)東芝研究開発センターを経て、2001年から九州工業大学大学院生命体工学研究科教授。09年からJST さきがけ「太陽光と光電変換機能」研究総括。JST戦略的イノベーション創出推進プログラム(S-イノベ)「フレキシブル浮遊電極をコア技術とする新太陽電池分野の創成」研究リーダーを兼務。



“有機系”の登場で、太陽電池開発が活気づきました。

道

日本のエネルギー政策について抜本的な見直しが迫られている昨今、再生可能エネルギーによる発電、とくに太陽光発電への期待が高まっている。発電コストなどの課題を解決する次世代太陽電池の開発が今、着々と進められている。

その点、有機物を材料にできれば、高温や真空にする必要がなく製造できるため、コストを大幅に下げることができる。しかし、有機系太陽電池は変換効率が極端に低く、太陽電池としての実用化は難しいというのがかつての常識だった。それを打ち破ったのが、1991年にスイスのグレッツェル教授によって見出された新しい色素増感太陽電池(***)だ。

***色素増感太陽電池

有機系太陽電池の一種で、色素が光を吸収して、電子を放出することで発電する。グレッツェル教授は、放出された電子をチタン(酸化チタン)によって取り込むことで、従来は1%以下だった変換効率を10%を超えるものに高めた。

太陽電池は光を吸収して電気を得る。しかし、さまざまな波長をもつ太陽の光をすべて利用できるわけではない。光を吸収する色素を工夫することで、無駄になっていた光を利用し、変換効率をさらに向上させることもできるのだ。グレッツェルの高効率な色素増感太陽電池の出現は、太陽電池研究に新しい風を吹き込んだ。

「有機物も十分に太陽電池の材料となることが示され、多くの有機物の研究者たちが太陽電池の分野に参画するようになりました。私もそのひとりでした」

有機系に特有な
耐久性という課題

これまでの自分の研究が、次世代の太陽電池開発につながるかもしれない。夢をふくらませた研究者たちが集い、研究現場はにわかには活気づいた。それほどに期待を集めた色素増感太陽電池だが、まだ実用化には至っていない。課題は大きく2つある。1つは変換効率のさらなる向上だ。現段階ではまだ無機系太陽電池と比べると劣っており、実用性に足るとはいえない。そしてもう1つの課題が、耐久性の向上だ。

「材料がシリコンなどの無機系は、いわば石できているようなものですから、簡単に

作用極
(チタン/色素)

集電電極

ガラス管

電解液層

対極(チタン/白金)

円筒型色素増感
太陽電池の構造

円筒型のガラス管の内側に、液体の電解質や電極などを含めた構造の太陽電池。従来の2枚の平面状ガラス板で挟んだ構造に比べ、電解質漏れのリスクや空気・水による劣化を軽減し、耐久性を向上させた。



早瀬さんの研究室では色素増感太陽電池を中心にさまざまな研究に取り組んでいる。「家庭用や企業用だけでなく、有機系のメガソーラー(大容量の太陽光発電所)を造るのが私の夢です」(早瀬教授)

は劣化しません。ところが有機系は、空気と水に弱いのです。色素増感太陽電池は電解質として液体を使っていることもあり、耐久性を向上するためには、厳しく封止する——すなわち、外界から遮断しなければなりません。しかし、それではコストがよりかかってしまい、有機系のよさが失われてしまいます」

この問題を解決する1つの道筋として期

待されているのが、「円筒型色素増感太陽電池」(上図参照)だ。早瀬さんが、JSTの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(S-イノベ)において、新日鐵化学(株)と進める研究開発課題「フレキシブル浮遊電極をコア技術とする新太陽電池分野の創成」を通じて開発したもので、室内で使用できる見込みが立ってきた。しかし、太陽電池という性質上、屋外での使用に耐えることは必須であり、さらなる研究が待ち望まれる。

このような太陽電池の課題を、若手研究者たちの革新性に富んだ基礎研究を通じて解決し、次世代太陽電池開発の道を開こうとしているのが、早瀬さんが研究総括を務めるJSTさきがけの研究領域「太陽光と光電変換機能」だ。

「次世代太陽電池には、新しい構造の提案、材料の開発、低コストの製造方法など、さまざまな分野での画期的な研究が必要です。研究者たちが集まり、現状や問題点を共有しながら刺激しあうことで、研究のベクトルをそろえ、新しい太陽電池のための基礎を築くという1つの方向に向かっていけたらと思っています」

そんな活気あふれる場から、ブレイクスルーにつながる研究が生まれつつある。次に、その成果の1つを紹介しよう。

有機薄膜太陽電池の高効率化を実現

有機薄膜に色素増感の考え方を導入

6ページの「太陽電池の種類」の図にあるように、有機系には色素増感太陽電池のほかに「有機薄膜太陽電池」(*)がある。

*有機薄膜太陽電池

2種類の有機物を混ぜ合わせて塗ることのできる太陽電池。色素増感太陽電池よりもさらに製造が容易で、コストをさらに低くできると期待されている。

有機薄膜太陽電池の大きな特徴は、その構造にある。一般的な無機系太陽電池も有機系の色素増感太陽電池も、複数の材料が整然と重なった層状構造をしており、その界面で電子がやりとりされる。しかし、有機薄膜太陽電池は、複数の材料を混ぜて基板に塗るだけだから、材料が層状に重なるような整然とした構造ができていない。その有機薄膜太陽電池に興味を抱いたのが、京都大学大学院工学研究科准教授の大北英生さんだ。

「私はもともと太陽電池ではなく、高分子化合物における電子のふるまいなどを研究していました。それを太陽電池に生かせるのではないかと考えたのです」

研究対象としたのは「高分子太陽電池」(**)だ。

**高分子太陽電池

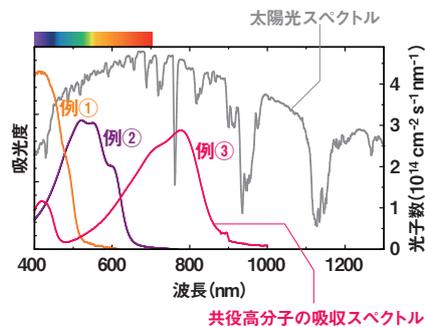
有機薄膜太陽電池の一種。高分子材料とフラーレン(炭素原子によるサッカーボール状の構造物)を混ぜて作られることが多い。

「太陽電池の原理は、2つの物質の界面で電子などが受け渡されることにあります。そこで、当初は、“人為的”に界面を制御した構造を用いて、効率をアップさせようと考えていました」

ところが、なかなかうまく成果が上がらない。そもそも、薄膜という形態は構造を測定することが難しく、界面を人為的に制御することが容易ではないのだ。そこで、大北さんは別のアプローチから研究してみることにした。

「高分子太陽電池は、混ぜて塗るだけで

●高分子太陽電池の弱点



高分子材料とフラーレンを混ぜて塗るだけで太陽電池になる。しかし、高分子材料の光吸収帯域は狭いため(例①~③)、広範な太陽光スペクトルのほんの一部しか使えない。特に波長が760nm以上の近赤外領域にまで、光吸収帯域を拡大することが課題の1つだ。

発電に適した構造が“自発的”に構築されていると考えられます。だとしたら、“人為的”に構造を制御するのではなく、“自発的”に太陽電池の変換効率がさらにアップする構造になるよう工夫できないかと、考えたのです」

高分子太陽電池の弱点は、光吸収帯域が狭いために、特定の波長の光しか吸収せず、変換効率が下がってしまうことにある(上図参照)。ひらめいたのが、色素増感太陽電池と同様に、色素を高分子太陽電池にも利用して効率アップを図るアイデアだ。「色素を入れて光吸収帯域を広げるというアイデアは高分子の世界では決して珍しくなく、カラーフィルムなどにも使われています。そこで、高分子材料とフラーレンの2種類のほかに色素を加えた、3種類を混ぜて塗ったら、もっと効率がよい構造になるのではないかと考えました。それには理由があります。結晶化の高い高分子に色素を導入すれば、色素が結晶相か

らはじきだされ、界面に“自発的”に偏在して、変換効率を上昇させるのではないかと考えたのです」

従来の色素増感太陽電池は、“人為的”に色素が界面にくるように制御している。それとは違い、“自発的”に色素が界面にくる、新しいタイプの「色素増感高分子太陽電池」を生み出そうというのだ。さっそく試してみたが、結果は正反対で、むしろ変換効率は下がってしまった。調べたところ、色素が凝集してしまい、はたらいっていないことが原因だと判明した。どうすれば凝集を防げるのか。

大北さんは、平面的な分子構造をもつ色素だと、紙がくっつくように張り付いて、凝集しやすいのではないかと考え、立体的な分子構造を含む色素を選ぶことで、見事にこの問題を解決した。こうして、高分子材料とフラーレン、色素の3種類を混ぜて塗るだけで、変換効率をアップさせた色素増感高分子太陽電池の作製に成功した。

色素が自然と界面に存在するカギは表面エネルギーにあり

しかし、大北さんはこれで満足しなかった。色素が自発的に界面に存在する理由は、高分子の結晶化の高さ以外にもあるはずだと考え、その原理の解明に取り組んだのだ。

「原理がわからずとも、効率アップできれば実用化につながると思うかもしれませんが、

実用化には原理の解明が必要です。

大北英生

おおきた・ひでお

京都大学大学院工学研究科博士課程修了。英国インペリアルカレッジ客員研究員などを経て、2006年から京都大学大学院工学研究科助教授(現・准教授)。専門は高分子光物理、光化学。09年からJSTさきがけ「太陽光と光電変換機能」領域の研究課題「高分子太陽電池の新発電原理の分子論的探求」研究者。



せよ!

そんなことはありません。企業の方に研究成果を話しても、必ず『原理はどうなっているのですか?』と問いかねられます。原理がわからなければ、実用化に向けた次のステップには進められません」

大北さんが文献などを調べ気づいたのが、表面エネルギー(***)の重要性だった。

***表面エネルギー

物質表面に存在する、物質内部に比べて高いエネルギーのこと。物質の種類によって異なる。表面エネルギーが大きく異なる2種類の物質(AとB)に、両者の中間的な表面エネルギーをもつ物質(C)を加えると、CがAとBの界面にきて、表面エネルギーの差を緩和しようとする。石鹸が水と油の界面に入り込んで汚れを落とすのも、同じ原理だ。

色素の表面エネルギーが高分子とフラーレンの中間に位置すれば、この原理がはたらい、色素は「自発的に」界面に存在するはずだ。そう考えた大北さんは、さっそく3種類の物質の表面エネルギーを調べた。結果は予想どおり、「高分子<色素<フラーレン」の順。さらに詳細な実験を重ね、この原理が正しいことを証明した。

さまざまな分野の研究者が
同じベクトルを向いて

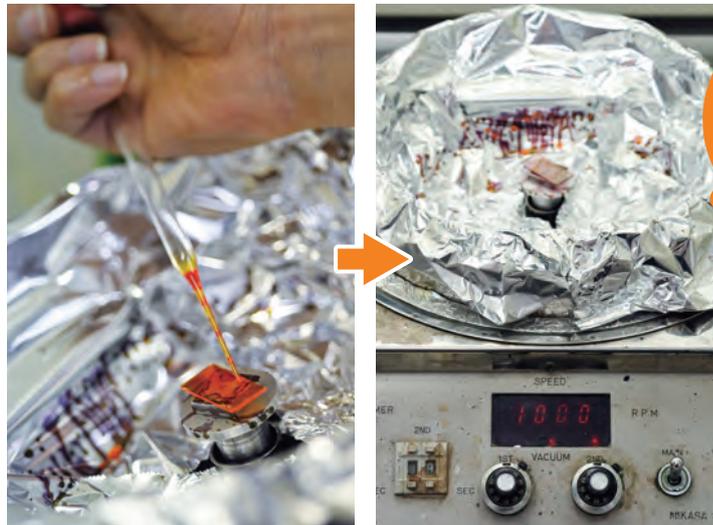
こうして色素増感高分子太陽電池の原理が明らかになったことは、今後の開発の重要な指針となる。

「加える色素は1種類とは限りません。色素によって吸収する光の相は異なりますから、複数の色素を組み合わせれば、さまざまな相の光を吸収する、より変換効率の高い太陽電池を実現できます」

そして、さきがけという場の存在がそんな開発への動きを加速させることを、大北さんは実感している。

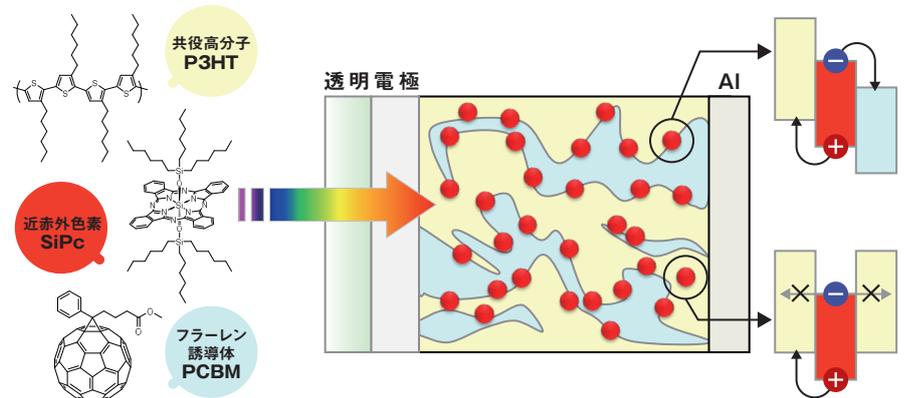
「材料の開発や色素については、私の専門分野ではないので詳しくありません。しかし、さきがけには高機能な新規色素を開発されている先生も参加しているので、色素増感高分子太陽電池にも適用できそうな

●色素増感高分子太陽電池



3種類を
混ぜた液体を塗り、
高速で回転!

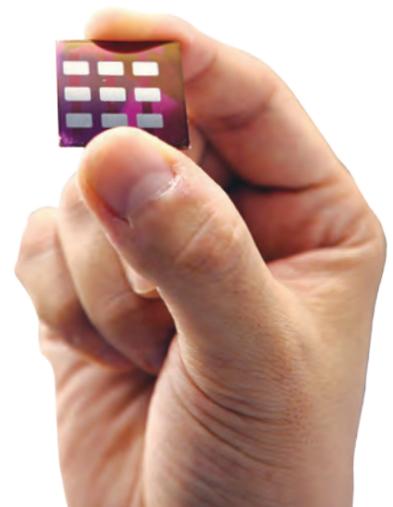
高分子材料、フラーレン、色素の3種類を混ぜた液体を塗り、高速で回転させる。そうした簡単なプロセスで、色素が高分子材料とフラーレンの界面に位置した太陽電池になる。



黄色が高分子材料、赤色が色素、青色がフラーレン。3種類を混ぜて塗るだけで、互いの表面エネルギーの関係から、図のように高分子材料とフラーレンの界面に色素が位置する。ここに光を当てると、色素に生じた電子(-)がフラーレンに、正孔(+)が高分子材料にそれぞれ渡され、電流が発生する。色素が界面ではなく高分子材料内にある場合は、正孔は高分子に渡せるが、電子は色素にとどまるため、電流は発生しない。

色素を分けてもらったり、新規に開発してもらうこともできます。それは、互いの研究をレベルアップさせるうえでも、次世代太陽電池の開発につなげるためにも貴重だと思います」

色素増感高分子太陽電池の実用化に向けては、高効率化だけでなく、耐久性というハードルも存在する。研究者がひとり立ち向かうには高すぎるが、さきがけのように、さまざまな分野の研究者が結集し、同じベクトルを向いて力を合わせる場があれば、それを乗り越えられる日も来るだろう。■



未曾有の大災害 復興への科学技術からの提言

JSTの研究開発戦略センター(CRDS)は、社会の将来のために、科学技術政策・戦略立案に携わる人たちと研究者との意見交換の場を形成しながら、今後重要となる課題を抽出して研究戦略を提言したり、社会に発信することなどを主な役割としている。

このCRDSが、3月11日の東日本大震災後、科学技術分野全体を俯瞰(ふかん)する立場から、復興に関する提言を発信している。

5月には、「東日本大震災からの復興に関する提言」と題した、震災復興へ向けての提言書を出した。

取りまとめたCRDSの植田秀史副センター長は、「大震災に関して日本全体として取り組まなければならない課題について、科学技術がどのように寄与できるかという視点で書いた」という。

CRDSでは震災直後から、今回の震災は科学技術や科学技術政策に大きな影響を与えることになるから、CRDSとしてやる

震災復興は日本全体が取り組まねばならない問題です。

べきことを検討、議論してきたという。そのなかから、社会への提案としてなじむものをまとめたものが今回の提言書だ。震災から2カ月という短い期間で提言書をまとめたのは、東日本大震災復興構想会議(*)ができて、6月には提言をまとめる予定だったので、「その復興構想会議の議論に間に合うように」と考えたためだ。

CRDSの提言書は、東日本大震災復興構想会議だけでなく、文部科学省や日本学術会議などにも配られた。「復興構想会議のメンバーには自然科学系の人が少ないので、こうした科学技術からの意見はありがたい」と歓迎されたという。実際、復興構想会議が6月25日に出した提言には、今回のCRDSの提言書に書かれているものが多い盛り込まれている。

***東日本大震災復興構想会議**
東日本大震災からの復興に向け、そのビジョンを幅広く検討するために、有識者16人をメンバーとして4月に政府が発足させた会議。議長は防衛大学の五百旗頭真(いおきべ・まこと)校長。

CRDSがまとめた提言のポイントは、大きく3つに分けられる。

1つ目は被災地の復興だ。被災地の復興は、地域住民主体で実施していかなければならない。そのために、科学者が現場に入って地元のニーズをしっかりとらえて、地域ごとに問題をどのように解決できるかを、地元の人と一体となって考えていく仕組みが重要だとしている。

●東日本大震災以降のCRDSの 主な対応



- 4月 東日本大震災に関する緊急提言
- 5月 東日本大震災からの復興に関する提言
- 6月 緊急に必要な科学者の助言
科学技術シンポジウム開催

2つ目はエネルギー戦略。日本のエネルギー戦略は大きな転換期を迎えている。提言では、エネルギー戦略そのものは、国民の議論を通じて政治的選択にゆだねられるものなので、「科学的な見地だけで決定していくわけではない」とし、エネルギー戦略を情報の公開など開かれた形で策定することや、決定するプロセスのなかに、科学的な知見を十分に反映していくことを求めている。

3つ目は今後をにらんでの、災害に強い社会づくり。これまでは地震に強い建物や防波堤など、ハードウェアが重視されていたが、情報やロジスティクスの分野など、ソフト

CRDS副センター長

植田秀史

うえた・しゅうし

1976年に東京大学工学系大学院修士課程修了。同年、科学技術庁(当時)に入庁。原子力開発や宇宙開発などの業務に携わった後、99年に国際科学技術センター次長。02年、科学技術振興事業団企画室長。04年、内閣衛星情報センター管制部長を経て08年2月からJST研究開発戦略センター(CRDS)副センター長に就く。

研究開発戦略センター(CRDS)の提言

震災復興に科学技術

3月11日に起きた東日本大震災では、東北地方沿岸部を中心に甚大な被害もたらされた。また、福島第一原子力発電所では深刻な事故が発生

ウェアでのリスクマネジメントの必要性を提言している。

CRDSでは、今後も震災復興に向けて科学技術からの提言を行っていく。

「今回の提言書は短い時間でまとめたため、不十分な部分があります。たとえば、今後のエネルギー研究開発の戦略性をどう高めたいのかなど。提言書にあるいくつかのテーマについて、もっと内容を詰めた提言を秋までに出していきたい」という。

科学者の役割とは？ 「合意した声」が必要

CRDS内では、5月の提言書の作成中に、「危機に対して、科学者はどのような役割を果たすべきか」という議論も出てきたという。それは、今回の震災、とくに福島第一原発事故について科学者が、国民や政府に対して、きちんと情報発信や助言ができていたのか、という疑問によるものだ。

「これに関しては、科学者自身が反省しなければならない問題なので、提言書とは分けて、CRDSセンター長・吉川弘之が科学者向けの文書としてまとめました」

この文書「緊急に必要な科学者の助言」が、6月28日行われたCRDS主催のシンポジウム(**)の基調講演で語られた。

****CRDS主催の科学技術シンポジウム**
CRDSでは、毎年、科学技術の重要課題をテーマにシンポジウムを開催している。今年度は東日本大震災を受けて、「これからの科学技術イノベーション政策～日本の復興及び更なる発展に向けて～」とのテーマを盛り込み、6月28日に行った。

基調講演で、吉川センター長は、危機に対して、科学者と専門家(科学者が生み出した知識を使う社会の中での行動者。たとえば行政担当者や医者など)との、より緊密な協力や、異なる学説を乗り越えた科学者による「合意した声」の形成、それにもとづいた中立的助言の必要性などについて



CRDSセンター長
吉川弘之

シンポジウムで、科学者や専門家の役割について語るCRDSの吉川弘之センター長。今回の大震災では、科学者たちが危機に対してどうあるべきか、何をすべきかということについても、問われた。

て論じた。

福島第一原発事故については、マスコミに登場する科学者の見解が一致せず、また政府に有効な助言ができていたとはいえない。

一方、各国には科学アカデミーというものがあり、政府の政策決定への助言を行っている。日本では日本学術会議(***)がこの役割を担っているが、科学者の「合意した声」を作ることはできなかった。

***日本学術会議

日本の科学者の国内外に対する代表機関。行政、産業、国民生活に科学を反映、浸透させることを目的として、1949年に設立された。政府に対する政策提言や科学の役割についての世論啓発などを行うことが求められている。

もちろん、これは科学者だけのせいではない。「原発の状況、水位や温度、放射線量

などのデータが、科学者たちに知らされていませんでした。ほとんどの情報はマスコミから知らされていたので、そういった状況の中かで科学者たちは個々に推測して答えるしかなかった」と吉川センター長が語るように、情報伝達の不備も指摘されている。このことから、日本の科学界として「合意した声」を形成する仕組みが、弱かったことがうかがえる。

「私たちがもっている、社会に使ってほしい科学的知識は何かということについて、科学界の“合意した声”を社会に出していかなければ、科学者の倫理にもとるのではないかと考えています」

吉川センター長はこのように述べ、科学者の「合意した声」を作るにあたっての日本学術会議の役割への期待と、科学者や専門家が一体となって政策を提言し、その実施された結果を観察して、また新しい提言を行うというループの仕組みを作りたいと、決意を語った。

はどう貢献できるか？

した。この未曾有の災害からの復興と、今後の日本の発展のために、科学技術は何ができるのだろうか。

科学技術シンポジウム「これからの科学技術イノベーション政策」

パネルディスカッション『日本の復興及び更なる』

震災復興に向けた パネルディスカッション

6月28日に行われたCRDS主催のシンポジウムは2部構成となっており、第一部では、日本の科学技術力の国際比較が発表された。第二部では「日本の復興及び更なる発展に向けて」と題し、科学技術の貢献をテーマにパネルディスカッションが行われた。

第二部では、パネラーとして、科学関係者だけでなく、経済界やマスコミなどからも計6名が参加した(下記の写真参照)。CRDS有本建男副センター長を司会に、活発な議論が展開され、科学技術にとどまらず、復興に向けたさまざまな観点からの話題が出された。ここでは、震災復興への科学技術の寄与という点を抽出して紹介する。

なお、このパネルディスカッションを含め、当日のCRDS主催のシンポジウムの結果や発表資料などは、CRDSのホームページ(<http://crds.jst.go.jp/>)から見るができる。

日本全体の 問題解決モデルに

この大震災からの復興は「日本にとってじつは大きなチャンスになり得る」というのが、参加したパネラーの共通した意見だった。

たとえば、富山和彦氏は「今、東北で起き

ていることを、社会的に科学技術を駆使して解決することは、日本全体の問題解決モデルになる」と述べた。これは、日本が抱える「高齢化」「人口減少」「産業の弱体化」などの問題が、東北地方でより顕在化していることを踏まえた発言だ。

中村道治氏は、日本のこれまでの危機の歴史をひも解いた。「たとえば、40年前の第一次オイルショックや第二次オイルショックのときに、日本は中東への石油依存をやめて原子力発電を強化しようと決めて、特別会計による予算措置を行ったり、新エネルギーの開発普及を推進したりした。それが今の太陽電池や燃料電池につながっている」と、危機の後に新たな産業や科学技術の芽が生まれた事例をあげた。同じように、今回の震災復興によって、私たちの生活スタ



パネルディスカッションの司会を務めたCRDS有本建男副センター長

イルを変えるような新たな技術が生まれる可能性もあるという。

科学者の役割は まず現場を知ること

こうした期待のなかで、科学者や科学技術の役割は、どのようなものになるのだろうか。

「まずは現場を知ることが大事だ」という原山優子氏の発言に代表されるように、科学者が現場に入り、被災地のニーズに立脚した活動を行うことが重要だというのが、パネラーたちの一致した考えだった。

そのうえで中村氏が「現地はテレビで報道されている以上のこと(大きな被害)になっています。そこに入る科学者や技術者と、それを後ろで支える科学者集団という、二重構造でことに当たらないとうまくいかない」と語るように、現場とそれをサポートする仕組みの重要性が指摘された。

また前田正史氏は、原発事故に触れて、「一般の方からは、難しい話を簡単に説明してほしいという要望をいただきます。これは大変難しいことで、原子の構造を十分に時間をかけて教えることができていないので、放射線といってもピンとこないこともあるのです。科学者の役割としては、地域に入って、地域の人のそばで少しずつ説明していく、そういう指導者を育てることではないか」と、科学的人材の育成の必要性を述べた。

● パネリスト



株式会社日立製作所取締役
日本経済団体連合会
産業技術委員会
重点化戦略部会部会長
中村道治

東京大学理事
副学長
前田正史

株式会社経営共創基盤
代表取締役CEO
富山和彦

OECD科学技術
産業局次長
東北大学大学院
工学研究科教授
原山優子

朝日新聞論説委員
辻篤子

東北大学副学長
北村幸久

発展に向けて』より

地域に貢献する 大学への期待

パネラーに東北大学副学長の北村幸久氏と、東京大学副学長の前田氏が参加していたこともあって、パネルディスカッションでは、現地活動の中心となる大学への期待の大きさが語られた。

今回の震災では東北大学自体が大きな被害を受けており、復興の対象だ。北村氏は次のように東北大学の取り組みを述べた。

「今、東北大学をただ単に復旧するのではなく、新しく創造していこうと、さまざまな議論が行われています。そのなかで、大学のことだけではなく、地域のさまざまな課題にも応える必要があるとして、大学のなかに災害復興新生研究機構が作られました。150くらいのプロジェクトが登録されて、農地の復旧のあり方を研究するなど、地域に貢献するさまざまな活動をしています。また、東北大学だけでは地域の要望に対応しきれないので、近隣の大学にも一緒にやろうと呼びかけています」

前田氏は「大学というのは土俵であって、そこにいる先生方がそれぞれの意志でシンパシーを感じながら地域と協力していく、その過程で手伝いができたらと思っています」と、東京大学の復興への取り組みの姿勢を語った。さらに、東京大学の研究者らが行う救援復興として、コミュニティケア型の仮設住宅を岩手県釜石市などに造るプロジェクトや、自然共生に向けた復興プランを考えていくプロジェクトなどを紹介した。

原発事故で高まる 科学技術への不信感

科学技術の今後の復興貢献について語られる一方で、現在の科学技術に対する問題点も指摘された。

長年マスメディアの立場から科学技術を見てきた辻篤子氏は、「復興は科学技術を利用しなくてはだめだと言っても、どこをどうやって信頼すればいいのか、と言われてしまいます」と、科学技術への信頼回復の必要性を指摘した。

今回の福島第一原発の事故や、その後の説明が、科学技術への不安や不信感を



シンポジウム会場には大学関係者や科学技術政策に携わる多くの参加者が詰めかけた。また、会場からも数多くの意見や質問が出た。震災復興に向けた科学技術の果たす役割について、関心の高さがうかがえた。

高めている。「信頼を回復するためには、科学者が国民と対話していくことが重要だ」とパネラーたちは口をそろえた。

信頼を回復するために 科学者の声を届ける

科学者と国民とのコミュニケーションで重要なこととして、富山氏は「現行の科学技術での可能性と限界を、どれだけわかりやすく一般の人に、あるいは被災者に伝えられるかということだ」と述べた。また、「科学者が政府側と一体となって活動することで、政策実行と科学的知見のギャップを埋め、より現実に即した意思決定が可能になる。そのときに、国民に何を伝えるべきかも、わかるようになるのでは」と話した。

では、科学者個々のコミュニケーションはどのような方法が有効だろうか。SNS（ソーシャル・ネットワーキング・サービス）などデジタルのコミュニケーションツールは有効だが、相手の顔が見えないために、情報の発信・受信者それぞれに誤解や理解不足などの不安が残る。そのため「フェイス・トゥ・フェイス」のコミュニケーションの重要性も、パネルディスカッションでは指摘された。

また、原山氏は「もちろん、個々の人たちが自分の発言に責任をもたなければならないことは当然ですが、科学者が自分の科学的倫理をもちながら行動し、信頼を得るべきだ」と、発言だけでなく行動そのものも、科学者への信頼感を醸成することを指摘した。

「科学者への信頼」に関して、会場からは「CSR（企業の社会的責任）（*）が企業で定着している。この科学者版として“SSR”（科学者の社会的責任）に取り組むべきではないか」という意見も出された。

*CSR（企業の社会的責任）

Corporate Social Responsibility. 企業は利益を追求するのみならず、消費者や従業員などに対しても社会的な責任を負わなければならないという考え。イギリスやフランスなどでは、CSR担当大臣が設置されているが、日本では主に企業が中心となって進められている。

復興へ向けて 私たちができること

パネルディスカッションを通して、復興や今後の発展のために「科学者が何をしなければいけないのか」「科学者の役割はどうあるべきか」といった課題が浮き彫りになった。

復興や発展を考えると、科学技術を抜きに語ることはできない。そして、今回の大震災の復興は日本全体の課題だ。

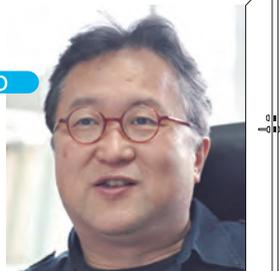
中村氏がディスカッションのなかで「すべての国民が自分の問題として、今何ができるかを考え、実行することが大切だ」と述べていた。科学者や被災地の人々だけでなく、多くの国民が情報を共有し、日本の科学技術についての議論に参加していくこと、その場が必要だ。■



ようこそ 私の研究室へ

53

戦略的創造研究推進事業ERATO

 「岡ノ谷情動情報プロジェクト」
研究総括


岡ノ谷一夫

表情やしぐさが「心の状態を映す鏡」となる仕組みを解明

言葉だけでは伝わらない部分を補う、新たなコミュニケーション手段を探ります。

PROFILE

岡ノ谷一夫 (おかのや・かずお)

東京大学 大学院総合文化研究科 教授

1983年慶應義塾大学文学部社会心理教育学科卒業後、米国メリーランド大学大学院心理学研究科修了。生物心理学博士。科学技術庁科学技術特別研究員、千葉大学文学部助教授などを経て、2005年から理化学研究所脳科学総合研究センター生物言語研究チームのチームリーダー。10年から東京大学大学院

総合文化研究科教授。トリの歌(さえずり)の文法構造や、言葉の起源の生物学的な解明に取り組む一方、喜び、悲しみなどの心の状態を他者に伝達するための表情や音声、体の動きなどの情報、すなわち情動情報の重要性に着目。08年からERATO「岡ノ谷情動情報プロジェクト」研究総括を務めている。



言葉以上に表情や仕草から 怒りや悲しみなどが伝わる

「好きな人に何とかして自分の思いを伝えようとするけれど、言葉を尽くすほどうまく伝えられないような気がして、いっそ、しゃべらないほうがいいんじゃないかと思えてくる——そんな経験はありませんか？ 言葉は確かにコミュニケーションの手段の1つです。しかし、言葉だけでは心は伝えられません」

それどころか、言葉は逆に「本心を隠すために使う手段」としても使われる。「目は口ほどに物を言う」と、ことわざにあるように、言葉よりも表情やしぐさ、声の調子などから、怒りや悲しみなどの心の状態(情動)が伝わる場合も少なくない。緊張した時に汗が出たり、心拍数が増すのも情動の表れだ。岡ノ谷一夫さんはそんな「情動情報」に着目して研究に取り組んでいる。

研究対象の1つが能面だ。無表情に見える能面も、一流の能楽師が手がけると、たちまち怒りや喜びなど、さまざまな表情を見せるようになる。そのような能面の見る角度を変えたり、陰影をつけたりすることで、想起される情動がどのように変化するかを調べ、表情と情動の関係を解明しようと試みているのだ。

ほかの実験では、ある人に文面を読ませて怒らせてから謝罪文を見せて、脳の活動の変化などを調べたところ、謝罪によって攻撃的な衝動は軽減されるが、「怒り」という情動自体は抑えられないことがわかった。謝ることには一定の抑制効果があるが、怒りを鎮めるためには、別の手段も講じなければならないのだ。岡ノ谷さんは、こうした知見を重ねることで、情動情報が表れる仕組みを明らかにし、現実のコミュニケーションに生かそうと考えている。



「趣味は音楽」と言う岡ノ谷さんがリュートをつまびく(上)。「コンサートで聴衆が感動すると会場は一体となり、それが演奏者にも伝わって、演奏が一段と素晴らしい。その理由も解明したいですね」



「他者とコミュニケーションをとるとき、私たちは言葉ばかりに注目して、情動情報は見落としてしまいがちです。メールなどの電子機器は特にその傾向が強いといえます。情動情報について解明することで、言葉では伝えられない部分を補う方法が見つかり、より豊かなコミュニケーションが実現できればと考えています」



自分の“心”への興味から トリの歌や言葉の起源を研究

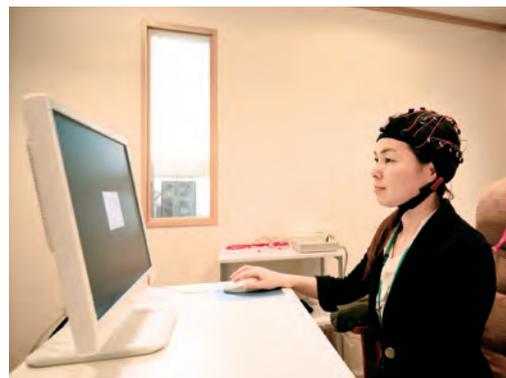
「私は子どもの頃から、『死ぬのが嫌だ』と強く思ってきました。生きている間に大きな業績をあげて自分の名前が残れば、死んでも悔いはないと考える人もいるでしょう。しかし、私は違います。いくら名前が残っても、自分の“心”が消えてしまうことに耐えられないのです」

そんな「心の謎」を解き明かしたいと考えたが、心はあまりにも漠然としてつかみどころがない。そこで、心に最も近い感覚だと考えられる「声」をテーマに定め、その声が特徴的なトリの聴覚の研究に取り組みはじめた。やがてトリの歌(さえずり)に興味を抱いて、そこに潜む規則性から、歌の文法構造を解明した。そのために、「トリの歌の研究者」として世に知られる存在となった岡ノ谷さんだが、いつまでもトリの世界にとどまるつもりはなかった。興味はあくまでも「心の謎」にあったからだ。

トリの歌にもヒトの言葉と同様に「文法構造」があること、トリが生まれつき歌を歌えるわけではなく、学習して歌えるようになることなどがわかった。こうしたトリの歌の研究成果から、「ヒトの言葉は歌から生まれたのではないか」という仮説を立てた。さらにヒトの言葉について研究を深める一方で、言葉に対する誤った思い込みを正される経験もした。



外界からの刺激を遮断した室内で、モニターに情動を喚起する絵や文字などを表示し、その際の発汗や心拍数、顔の筋肉の動きなどを計測する。そのデータをもとに情動情報がどのように表れるかを解析する。



脳の神経活動によって変動する電気信号を計測し、モニターに映る刺激によって、どのように変化したかを調べて、情動が脳のどの部分のはたらきに関係するかを解明する。



室外では被験者に見せる画像の変更や計測データの確認ができる。



45歳を過ぎて初めて 小津監督の映画が心に響いた理由

「久しぶりに小津安二郎監督の映画を観たら、涙が出るほど心に響いたんですよ。若い頃はまったくわからなかった面白さが、45歳を過ぎてからどうしてわかるようになったのか。よくよく考えた結果、言葉以外の部分で描かれているものが見えるようになったからだ、と気づきました」

小津監督の映画の登場人物は、日常的なありふれたセリフしか口にしない。しかし、その表情やしぐさが、言葉以上に心を伝え

ている。むしろ、本当に伝えたい心は言葉にはできないのではないか——言葉に頼ったコミュニケーションの限界に気づいたことが、「情動情報」という新たなテーマに進むきっかけになった。

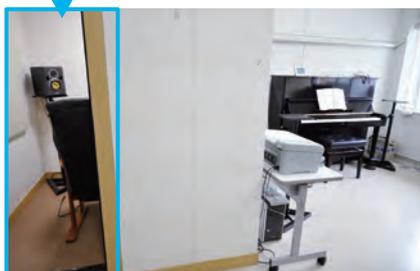
「研究者にとっていちばん大切なのは、他人から与えられたテーマではなく、自分が興味をもったテーマを研究することです。それも、『世界中で誰にも負けない』と胸を張れるほどにならなければいけません」

岡ノ谷さんは、研究室やプロジェクトのメンバーに、研究の先にある自らの夢を語ることで、メンバーそれぞれが自分の研究テーマに

興味をもって打ち込めるように心がけているという。岡ノ谷さん自身も、研究者生活のなかでその姿勢を実践してきた。そして、心への興味をもとに、トリの聴覚から始まった研究テーマは、トリの歌からヒトの言葉へと移り、情動という、より「心」に近いテーマに迫ろうとしている。

「哲学者ヴァイトゲンシュタインは『論理哲学論考』で、『語り得ぬものは沈黙しなければならない』と言いました。しかし、わからないことを語り続けて理解するのが科学者の務めではないでしょうか。今はまだ“情動”について語ることがわずかだからこそ、このプロジェクトで情動を語り尽くしたいと私は思っています」

音楽実験室



「悲しみを喚起する旋律」といった、音楽の世界での知見を実験データから確かめ、さらに得られた知見をもとに、違った感情喚起の曲作りも目指す。

研究の概要

喜びや悲しみなどの心の状態を伝える韻律や表情、体の動きをはじめとする情動情報の進化・発達過程の生物学的な解析を基礎として、数理モデルを構築し、言葉では伝わらない部分を補う新たなコミュニケーション技術の創出を目指す。すでに、次のような興味深い基礎的な知見が得られている。「情動」についての生物学的解釈には、覚醒度と快・不快の2つを軸に連続的に表されるとする「次

元説」と、個々の情動が独立して存在すると考える「カテゴリー説」とがある。データを分析したところ、原始的な脳である辺縁系では次元説が、高次な脳である大脳新皮質ではカテゴリー説があてはまることがわかった。まだ大脳新皮質が発達していないヒトの赤ちゃんの脳では、動物と同じように快・不快や覚醒度に応じて感情が生まれており、成長して大脳新皮質が発達するにつれて、あたかも「これは怒り」「これは悲しみ」と脳の特定の部位で、丸で囲むように情動がカテゴライズされたものが「感情」といえるのではないかと考えている。

研究総括・岡ノ谷一夫

情動統合	情動モデリング	情動発達	情動インターフェース
プロジェクトの司令塔。データを収集し、各グループを統合して情動情報活用の基盤技術を開発する。	詳細なデータを解析して数式モデルにあてはめ、情動を解釈する高次の解析手法を開発する。	言葉の獲得などにつれて子どもの情動が発達していく過程を、親のかかわりなども含めて解析する。	心の状態が表情などにどう表れるかを解析し、それを生かしたコミュニケーション技術を探る。

国際的総合評価委員会の組織・運営を しました。

J STでは5年に1度、国内外の有識者を招へいして、戦略的創造研究推進事業制度の「国際的総合評価委員会」を開いています。この委員会では、戦略的創造研究推進事業の全体プログラムが評価されます。結果は外部に公表し、JSTの次期中期計画の策定にも反映します。プログラムの改善などにも活用される、大変重要な評価会です。

私たち基礎研究制度評価タスクフォースは、同委員会の事務局の役割も担い、評価の設計、資料の作成や会議の組織・運営、さらに評価結果の取りまとめや発表まで、一連の業務を担当しています。

組織・運営の業務の1つが、評価委員への事前説明です。とくに海外の委員は、必ずしも本事業を詳しく把握しているとは限りません。評価委員に、本事業の仕組みや成果に加え、JSTという組織そのものについても理解してもらうことで、初めて正しい評価プロセスが実現します。当日の会議だけではなく、定量的なデータや定性的な検証結果にもとづいた一連の議論、個々の分析を統合したものが研究評価であると、私たちは考えています。

昨年の夏から、評価会の屋台骨となる評価資料を作成しはじめました。海外委員も用いるこの資料では、社内や日本国内だけで通用する言葉を極力排



基礎研究制度評価タスクフォース
副調査役

吉田秀紀 (43) よしだ・ひでき

●業務の内容

戦略的創造研究推進事業プログラム評価の枠組み設計や、評価委員会の組織・運営を行う。国際的総合評価のほか、研究領域のマネジメントやプログラム終了後の成果の、科学技術としての進展や社会経済への波及効果の追跡評価も行っている。

●Background

東京大学大学院工学系研究科博士前期課程修了。電機メーカーで研究開発に8年間従事後、JST入社。博士(政策研究)。サセックス大学SPRU客員研究員、スタンフォード大学客員研究員などを経て現職。現在9年目。

除し、一般的な用語や表現で、本事業の独自性を訴えなければなりません。海外の他機関のホームページや文献なども参考にして、英文の資料を作り上げました。その際、公募された提案のなかで革新的な研究者を見いだす「目利き」という機能をどう表現するか議論を重ねましたが、「MEKIKI」で通すことになりました。

委員への事前説明では、私はヨーロッパを担当し、昨年12月に、約1週間で3カ国をまわりました。まず私から事業の趣旨や仕組み、概観について説明しました。研究成果についても、科学的な価値だけでなく、社会や経済への波及、たとえば公的な応用研究プロジェクト、産学連携、ベンチャー事業化などの実例をあげて説明しました。委員とのディスカッションでは、世界的に有名な専門家と濃密なコミュニケーションができて、大変難しい経験となりました。

このような事前準備を経て、本番の「第2回国際的総合評価委員会」が2月17日から19日まで東京で開かれました。評価委員の方々からは、さまざまな意見が提示され、「目利き」の存在や、研究活動をきめ細かく支援する体制などが高く評価されました。評価結果はホームページ(<http://www.jst.go.jp/kisoken/kokusai.html>)でも9月頃公開の予定です。



左:事前説明で訪問したスウェーデンのルンド大学。中:評価委員会では、研究者へのサイトビジットも行った。右:澤岡昭委員長(大同大学学長)ほか、国内6名、海外6名の有識者がメンバーの評価委員会。

TEXT:Office彩蔵