

JST NEWS

Vol.8 | No.4

2011

July

7

月号

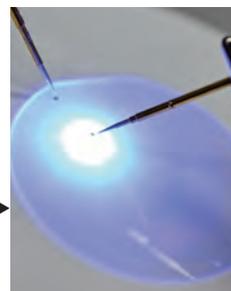
LED研究最前線



科学技術振興機構の最近のニュースから……

JST Front Line 03

Cover Photo



名城大学のLED共同研究センターには、LED結晶の成長過程をリアルタイムでさまざまな角度からモニタリングできる設備があり、より高効率・高出力のLED開発が進行中だ。写真は、できあがったばかりのLEDを、デモンストレーションで発光させたところ。

Feature 01



名古屋にある2か所のLED研究開発拠点から

LED研究最前線 06

白熱電球や蛍光灯に代わる照明、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るLED。そのきっかけとなる世界初の青色LEDを開発した名古屋で、新たなブレイクスルーへの胎動が始まっている。

Feature 02



日本科学未来館10周年!

「つながり」プロジェクト始まる 10

2001年7月に開館し、今年で10周年を迎えた日本科学未来館。3月11日に発生した東日本大震災により建物などに被害がでたが、復旧を終えて6月11日から、「『つながり』プロジェクト〜知と感性の融合した“新・地球観”の共有〜」の一般公開がスタートした。その内容を、プロジェクトのために用意された3つのツールとともに紹介する。



ようこそ、私の研究室へ 14

岸本直子 摂南大学 理工学部機械工学科 講師



JST職員の業務報告 03

企画展の「サイエンス・ミニトーク」をつくりました。 16

理 事 長 茶 話

(聞き手:産学連携展開部 増淵忍)

——産業界も巻き込んだ研究拠点形成は海外では盛んですが、日本ではそれほど活発ではありません。

国内には、世界的に優れた研究を行っている大学等がたくさん存在します。そのような大学を結節点とした全国ネットワークにより、各地の研究成果が産業界に生かされて社会に役立つよう支援していくことが重要だと考えています。産学連携コーディネーターも、地域に限定した活動ではなく、全国規模で産業界と大学の橋渡しをすることが求められるようになると思います。また、知的財産の取り扱いも重要です。JSTでは、今年度より

開始した「知財活用促進ハイウェイ」で大学等が保有する特許を分析し、特許マップや特許群として情報を提供しています。最近、異なる大学の関連特許をパッケージにして民間企業に売却するという取り組みも開始しました。

これらにより、単一の技術や特定の地域内だけでの産学連携よりもさらに大きな価値を生み出すようなオープンイノベーションの実現に寄与できると考えています。

——大学等発ベンチャーへの支援については、いかがでしょうか。

米国には、ベンチャー企業を育て上げた

資金力のある研究者が、次世代のベンチャー企業の開発初期段階に投資し応援するというベンチャーエンジェル文化がありますが、日本にはありません。

JSTは、ベンチャー企業を起業することにより、技術を実用化したいと考えている大学等の研究者に対して、起業前の初期段階から技術開発支援を行っています。その技術が大きく羽ばたくよう、昨年度より(株)産業革新機構との連携も開始しました。加えて今後は、経済産業省や中小企業庁等との連携により、的確に次のステップに橋渡ししていくことがますます重要になると思います。



JST Front Line 7

01

NEWS

実証試験



停電予防連絡ネットワークによるシステムの節電効果を確認 家庭での適切な節電で停電回避を目指す

今夏の電力不足が予想されるなか、経済活動を停滞させずに計画停電や大規模停電を回避するには、家庭での節電が極めて重要です。そこで停電回避の緊急対策として、低炭素社会戦略センター(LCS)は荒川区、柏市、川崎市、横浜市および「プラチナ構想ネットワーク」(エコで快適な社会を目指したまちづくりを進める全国規模の提携組織)と協力して、停電予防連絡ネットワークによるシステムを構築し、実証試験を実施して、その節電効果を確認しました。

このシステムでは、LCSが構築した「電力需要の予測モデル」と「家庭での節電効果算定モデル」により、気象予報や電力供給・使用データなどの情報から、家庭での節電必要度を予測します。翌日の電



モニター家庭に取り付けた「省エネナビ」。家電ごとの消費電力や節電効果がひと目でわかる。

力需要が供給上限に近づく可能性のあるとき(節電レベル2および節電レベル3のとき)は、自治体などがもつ緊急連絡網を通じて、家庭に「節電予報」を、数時間後に電力需給が逼迫すると判断した場合は「節電警報」(節電レベル3のみ)を発信

します。需給状況に応じた節電行動の呼びかけにより、過度な我慢をとまなう節電を強いることなく、電力需要のピークを低く抑えることをねらいます。(節電レベル2:大きな電力を消費する器具の不要不急の使用を抑える、節電レベル3:可能な限りの節電を呼びかける)

実証試験では、モニター家庭の8割以上が呼びかけに応じて節電行動をとりました。また、消費電力量を記録する「省エネナビ」を取り付けた家庭では、消費電力量の約2割削減を実現できたことがわかりました。

今後、LCSはシステムの本格運用に向けた準備を進めていきます。また、プラチナ構想ネットワークでは会員の自治体等に本システムを周知し、利用地域の拡大を図ります。



戦略的創造研究推進事業CREST・さががけ「数学と諸分野の協働によるブレークスルーの探索」

NEWS

02

アウトリーチ

高校生を対象に 数学キャラバン(第2回)「拡がりゆく数学in神戸」を開催

戦略的創造研究推進事業CREST・さががけ「数学と諸分野の協働によるブレークスルーの探索」領域では、高校生を対象に「数学キャラバン」を行っています。このイベントは、本領域に所属する研究者が、自分の研究の紹介を通じて数学をわかりやすく解説する、研究者発案による取り組みです。高校生に数学への興味、関心を抱ききっかけを提供し、理解を深めてもらうことを目的としています。5月14日には、第2回「拡がりゆく数学in神戸～数学はどんな形で社会に役立つか～」を神戸大学で開催し、高校生を中心に197名が参加しました。

今回は、研究総括の北海道大学 西浦廉政教授による「「読み・書き・数学」入門」の講演を皮切りに、さががけ研究者3

名から、それぞれ「やわらかい穴から形をみてみよう」(九州大学 平岡裕章准教授)・「楽しく計算するには～計算を科学する～」(東京大学 牧野和久准教授)・「数学で読み解く生物リズムとカオス」(お茶



数学キャラバン会場では、講演後、熱心に研究者に質問する高校生たちの姿が見られた。

の水女子大学 郡宏特任助教)という数学の諸領域にまたがる内容が語られ、最後には講演者との懇談会が開かれました。

講演では、高校生には難しい内容にまで踏みこんだ話もありましたが、研究者から「この場で全てを理解する必要はないので、数学の広がりや面白さを感じてほしい」とアドバイスがあり、高校生たちはホッとしながらも、真剣に話に聞き入っていました。講演終了後、個別に研究者に質問する高校生もいました。引率の先生からは「地元で最先端の科学に触れられるよい機会があれば、また生徒を連れてきたい」と、感想が寄せられました。

次回は10月9日、金沢大学で開催の予定です。詳しくはHP(<http://math.jst.go.jp/>)をご覧ください。



戦略的創造研究推進事業「山中iPS細胞特別プロジェクト」

iPS細胞を効率よく誘導する“魔法の遺伝子” Glis1を発見! 初期化が不完全な細胞の増殖抑制効果も

京都大学iPS細胞研究所所長の山中伸弥教授と前川桃子研究員(現京都大学ウイルス研究所助教)のグループは、卵子で強く発現する遺伝子Glis1を用いることで、安全なiPS細胞(人工多能性幹細胞)を効率よく誘導できることを発見しました。また、Glis1の機能についても詳細な解析を行いました。

すでに同グループでは、皮膚などの体細胞に4つの因子(Oct3/4, Sox2, Klf4, c-Myc)を導入してiPS細胞を作製することに成功しています。しかし、この方法には原がん遺伝子であるc-Mycによる腫瘍発生のリスクがあり、c-Mycを除いた場合はiPS細胞の樹立効率が極めて低いこともわかっています。このため、安全なiPS細胞を作製する新たな方法の確立が望まれていました。

今回、同グループは、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構のデータベース、ヒトcDNAライブラリー(ヒトタンパク

●従来のiPS細胞作製方法



●Glis1を使ったiPS細胞作製方法



c-Mycを導入すると、初期化が不完全な細胞が増殖し、腫瘍化することが問題となっていた。Glis1を用いることで、完全に初期化された細胞が高効率で増殖し、腫瘍化のリスクも抑えることができる。

質発現リソース)から選出した1,437個の遺伝子について検討を行いました。その1つであるGlis1を、従来の3因子(Oct3/4, Sox2, Klf4)あるいは4因子(Oct3/4, Sox2, Klf4, c-Myc)と一緒にマウスやヒトの皮膚細胞に導入したところ、非常に効率よくiPS細胞を誘導できることを見いだしました。

Glis1の導入により、初期化が不完全な細胞の増殖は抑制され、完全に初期化した細胞のみが増殖してiPS細胞になるこ

とが確認されました。また、Glis1を用いて作ったマウスでは、c-Mycを用いたときに見られるような顕著な腫瘍発生や短命化は認められませんでした。

今回の結果は、安全性の高いiPS細胞を効率よく作製できる可能性を示すものです。山中教授は「Glis1は魔法の遺伝子。iPS細胞の実用化に有利な性質を備えている」と話しており、臨床応用に向けて大きく前進しそうです。



戦略的創造研究推進事業ERATO「高原ソフト界面プロジェクト」

水でぬらすと接着し、塩水中ではがせて繰り返し使える ブラシ状高分子を用いた環境に優しい接着技術の開発に成功

九州大学先端物質化学研究所の高原淳教授と、小林元康グループリーダーは、水を挟んで貼り合わせるだけで繰り返し接着と剥離(はくり)を行うことができる、新しい低環境負荷型の接着技術を開発しました。

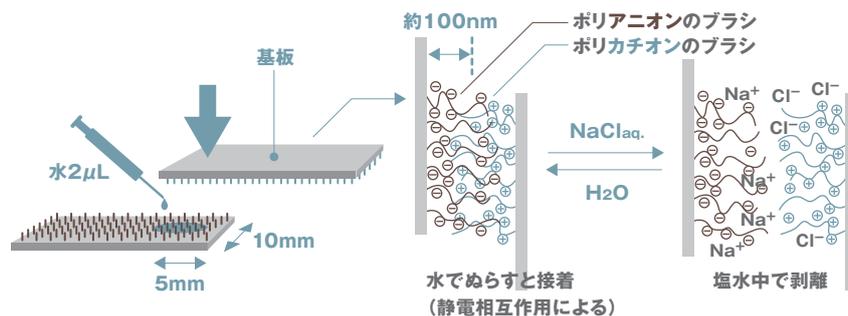
この接着技術は、基板となる材料の表面に長さ数十から数百nm(nmは10億分の1メートル)のひも状高分子(ポリマー)を歯ブラシのように密集して生やすことで得られ

ます。正の電荷(カチオン)をもつポリマーと、負の電荷(アニオン)をもつポリマーをそれぞれ生やした基板材料の間に、水を1滴加えるだけでプラスとマイナスのイオンが引き合って基板同士が接着します。実験では水中に24時間漬けてもはがれず、耐久性に富んだ接着法であることが確認されています。

しかも、接着された材料を塩水に漬けると、容易にはがれ、さらに水で洗って貼り合

わせると再び接着するという、繰り返し使用が可能な性質もっています。

ブラシ状のポリマーは、ガラスや金属、合成樹脂など、さまざまな種類の基板に生やすことができるため、従来の接着剤が苦手とする異種材料の接着にも有用性があります。また、水と塩水を使うだけで接着と剥離を繰り返せることから、医用材料や住宅材料など、有機溶剤が好まれない環境での活用が見込めます。



●接着、剥離の概念図

表面に正の電荷をもつポリカチオンを生やした基板と、負の電荷のポリアニオンを生やした基板の間に水を1滴加えて貼り合わせる。プラスとマイナスのイオンが引き合う静電相互作用によって、2つの基板が接着。接着面積が5×10mm²の場合、5kgのダンベルを吊り下げるほどの接着力を示す。接着した基板を塩水につけると、静電相互作用が断ち切れ、容易にはがすことが可能。基板を水で洗ってから再度張り合わせると、接着力が復活するので、接着⇄剥離を繰り返すことができる。



研究成果展開事業A-STEPフィジビリティスタディステージ シーズ顕在化タイプ
研究開発課題「視覚障害者用「スマート電子白杖」の高信頼性・低コスト製造法」

超音波センサで正面と頭部前方の障害物を感知! 低コストで軽量の視覚障害者用「スマート電子白杖」を製品化

秋田精工株式会社は、秋田県立大学の岡安光博准教授と共同で開発を進めていた視覚障害者用「スマート電子白杖」(商標登録出願中)の製品化に成功し、受注を開始しました。

「スマート電子白杖」は、白杖に超音波センサを搭載。正面や頭部前方に障害物を感知すると振動して、視覚障害者に情報を伝えます。岡安准教授が開発した超音波センサの計測・解析システムを用いて製品性能を測定した結果、白杖から1~3m離れた障害物が検出可能で、最小で直径約5mmの物体を感知できるなど、実用化に要求される特性を満たしていることが確認されました。

秋田精工では、岡安准教授が開発した耐久試験システムを使用して、白杖に使用するアルミニウム合金材やケース材、センサに使用する圧電セラミックスなどの疲労強度も調べました。その結果、250万回



1m以上離れた前方の障害物をセンサで感知。グリッパリストバンドが振動して障害物の存在を伝える。

以上叩いての使用にも耐えることが確認されました。また、重量は、センサを搭載していない従来の白杖と同じ程度の軽さを実現しました。

電源には一般的なリチウム電池を採用しており、通常の使い方なら2~3カ月は交換不要です。もし電池切れとなっても、コン

ビニエンスストアなどで入手できます。また、電池の消耗状況は、スイッチを入れたときの振動でわかるようになっています。

このスマート電子白杖について、秋田県視覚障害者福祉協会の協力を得てモニターテストを行ったところ、視覚障害者からも高い評価が得られました。

すでに、外国製では類似の電子白杖がありますが、価格が10万円~25万円と高価なため、普及が進んでいません。今回のスマート電子白杖は、金型を用いて量産することで低コスト化を実現し、約3万円という低価格での販売が可能となりました。

なお、秋田県では「視覚障害者用電子白杖購入費助成事業」により、スマート電子白杖の購入者に助成が行われます。軽量で低価格なスマート電子白杖の普及により、視覚障害者の「生活の質」の向上に役立ちそうです。

NEWS 06

震災関連の研究を支援する 「国際緊急共同研究・調査支援プログラム」がスタートしました。

海外の研究資金配分機関と協力して「国際緊急共同研究・調査支援プログラム(J-RAPID)」を開始し、4件の研究支援課題を決定しました。今回採択された課題は、東日本大震災での救援物資配送について検証するものや、震源域における緊急地下構造調査、津波被害地域での水中ロボットを用いた調査探索、地盤の液状化による被災形態の解明など、いずれも東日本大震災に関連した緊急を要する研究・調査を目的とするものです。

本プログラムでは、米国立科学財団(NSF)などとの協力により、震災に関する海外研究者との共同研究を支援します。NSFが米国の研究者を対象に、東日本大震災、それにとまなう津波や原子力事故など、緊急を要する研究・調査活動を支援する「RAPIDプログラム」の公募を開始したことに対応して、本プログラムは開始されました。

J-RAPIDではNSF以外の海外研究資金配分機関とも協力し、米国以外の研究者との同様な共同研究・調査も支援対象とします。JSTは日本側研究者に対し、半年から1年間程度の支援を行います。提案は7月19日正午締切です。詳細は戦略的国際科学技術協力推進事業HPで。

NEWS 07

第3回「科学ドラマ大賞」の作品を募集中です。

理数学習支援事業の一環として行う第3回「科学ドラマ大賞」=シナリオ部門(応募資格不問)・ストーリー部門(応募は小中学生のみ)=の作品を募集中です。

両部門とも、小中学生の女子児童・生徒とその保護者を視聴者として想定した1話完結で、30分程度の科学ドラマ。日本語で書かれたオリジナル作品、未発表のものに限ります。

シナリオ部門の大賞作品は映像化され、一般に公開されます。第2回シナリオ部門大賞作品『しあわせの花火』は、BS-TBSで8月13日14時から放送の予定です。また、受賞者全員に表彰状と記念品を授与し、各受賞作品をホームページに掲載するとともに、冊子化して放送局や制作会社などの関係機関に頒布します。応募締切は8月31日(当日消印有効)。詳細はホームページ(<http://www.jst.go.jp/csc/kagakudrama/>)をご参照ください。

NEWS 08

ノーベル賞受賞者 根岸英一氏が総括研究主監に就任しました。

2010年のノーベル化学賞を受賞した米国・パデュー大学の根岸英一特別教授が、6月15日付けでJSTの「総括研究主監」に就任しました。総括研究主監は新たに設けた役職で、海外での経験や幅広い見識をもとに、課題達成型基礎研究などに助言するほか、日本の科学技術を世界に発信するための「科学技術大使」の役目も担います。また、根岸氏は優れた国際感覚をもち、スポーツや音楽を愛するなど、親しみやすい人柄でもあることから、科学の楽しみを語り、将来の科学技術を担う人材育成の力になっていただくよう期待されます。

根岸氏からは就任にあたり、次のようなコメントが寄せられました。「今回の未曾有の災害に立ち向かうために、これまで以上に『低コスト、低エネルギーでサステナブルなものづくり』を実現する基盤技術の研究に取り組むことが求められています。資源も含めて根本的な変革が求められている今、サイエンティストとエンジニアの役割は非常に重要です。将来に向けて研究者一人ひとりの力量が試されており、その集積である研究成果を1つでも多く出せるように科学技術を推進していきたいと思います。また、若い世代には、大きなディスカバリー(発見)をした時の感動を追いかけてほしい。あの感動を経験すると、研究者という仕事はやめられません。そのことを皆さんに伝えていきたいと思っています」

名古屋にある2か所のLED研究開発拠点から

LED研究最前線

白熱電球や蛍光灯に代わる照明、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るLED。そのきっかけとなる世界初の青色LEDを開発した名古屋で、新たなブレイクスルーへの胎動が始まっている。

高効率・高出力・高コストパフォーマンスへ!

3原色の最後“青色”を開発すればすべての色が可能になる!

名古屋市千種区の名古屋大学東山キャンパスの一角に、日本のLED研究のメッカともいえる研究開発拠点がある。その名も「赤崎記念研究館」。高輝度青色発光ダイオード(青色LED)を世界に先駆けて創出した赤崎勇名古屋大学特別教授・名城大学教授にちなんだ研究施設だ。1階にはLED展示室が設けられ、赤崎さんの研究業績をたどることができる。その中核部分ともいえる「青色LEDの発明」ゾーンの最初に、1つの装置がある。コイルの巻き付いた透明な管から何本かのチューブが伸びた単純な構造だが、青色LED創出のきっかけとなった記念碑的な装置を再現したものだ。赤崎教授のもとでこの装置の開発に携わったのが、現在名古屋大学大学院工学研究科教授の天野浩さん。当時は同大学院の学生だった。

「私が赤崎研究室に入ったのは学部4年生になった1982年です。わかりやすく世の中の役に立つテーマはないかと探していたとき、赤崎先生のLED(*)研究を知り、『これだ!』と思いました」

*LED (Light Emitting Diode)

電圧を加えると発光する半導体素子。発光ダイオードともよばれる。従来の白熱電球や蛍光灯に比べてエネルギー効率が高いため消費電力が小さく、熱の発生も少ない。さらに、寿命が長いなどの利点もあるため、LED照明への転換が産業分野でも家庭でも進められている。

当時、光の3原色である赤、緑、青のうち、

青色のLEDだけが未開発だった。原因の1つは波長にあった。波長が短いほど、光を出すために必要なエネルギーは大きくなる。青色は3原色のなかで波長が最も短く、最も大きなエネルギーが必要とされたため、開発にはほかの色に比べて厳しい条件をクリアしなければならなかったのだ。

その条件を満たす半導体材料の候補の1つに窒化ガリウムがあった。しかし、高品質な単結晶の作製が極めて困難で、世界中の多くの研究者が挑んでは壁に跳ね返され、あきらめていた。しかし、赤崎教授は、窒化ガリウムの可能性を信じ、研究を続けていたのだ。実現できれば、光の3原色がそろい、すべての色が表現できるようになる。天野さんも同じ夢を重ね合わせて、赤崎研究室へと飛び込んだ。



“擦りガラス”が“透明なガラス”になった歴史的瞬間

「赤崎先生はすでに窒化ガリウムの単結晶の作製に成功されていましたが、その方法は職人的な技術が必要で、実用化に向いているとはいえませんでした。そこで私は、より簡便な方法としてMOVPE法(**)による結晶の作製に取り組みました」

**MOVPE法

基板となる物質に、水素や窒素などと有機金属化合物の材料が混じったガスを吹き付け、基板上に化合物半導体の単結晶を成長させる方法。

基板となるサファイアの上にガスを吹き付け、窒化ガリウムの結晶を成長させようと試みた。覚悟していたこととはいえ、道のりは険しかった。取り組むうちに、ガスを高速で吹き付けると結晶ができることがわかったが、その結晶は無数の傷が入った擦りガラスのようで、使い物にならない。学部4年生のときから約3年間、今度こそはと思いながら、出来上

がった擦りガラス状の結晶を見ては、ガッカリするという日々が続いた。

そして迎えた1985年1月、大学院の修士課程も終わりを迎えようとしたある日、トラブルが起こった。基板にガスを吹き付ける際は高温にする必要があるが、炉の調子が悪く、必要な温度まで上がらなくなったのだ。

そこで天野さんは、以前から温めていたあるアイデアを試してみようと思いつく。窒化ガリウムの単結晶を成長させる前に、窒化アルミニウムの薄膜をサファイアの基板に作るというものだ。そもそも、サファイアと窒化ガリウムとは結晶の単位格子の辺の長さや角度の違いが大きく、ミスマッチを起こしやすい。「薄膜を作っておけば、それがバッファ(緩衝材)となって問題が解決できるのではないか」。窒化アルミニウムの薄膜を作るのに必要な温度は窒化ガリウムの単結晶を成長させる場合よりも低く、調子の悪い炉でも可能だ。まずは薄膜をつくった。そして、炉が回復した後で、その上に結晶を成長させ、結果を確かめてみたところ、天野さんはわが目を疑ったという。

「いつものような擦りガラスではなく、透明なガラスが見えたんですよ。一瞬、結晶ができなかったのではないかとも思ったのですが、確かに結晶は成長していました」

こうして誕生した「低温バッファ層技術」は、高品質の窒化ガリウムの結晶を成長させる際に、今も使われているほど画期的な技術だ。これを1つのブレイクスルーとして実用化した青色LEDは、今では照明、携帯電話やパソコンのバックライト、信号機などに幅広く使われている。

「私は学生時代、青色LEDは世の中の役に立つはずだと思って研究を始めたのですが、その頃は、まさかこれほど普及するとは思っていませんでした。どうしたら結晶を作れ

るか考えること自体が楽しくて、実験に明け暮れていました」

光の“屈折”が効率をダウンさせる原因に

冒頭で紹介した赤崎記念研究館の1階にある装置は、天野さんが低温バッファ層技術を開発した際の装置を復元したものだ。そして、3階から5階は、次世代の技術開発・研究開発のための研究実験室などのレンタルラボとなっている。天野さんは現在、その一角にも自らの研究グループの実験室を設け、学生たちとともに、LED研究に打ち込んでいる。

「LEDには解決すべき課題がまだまだ残されています。用途が広がれば、さらに高出力のLEDが求められるでしょうし、家庭用の照明でわかるように、白熱電球や蛍光灯と比べればかなり割高ですから、コストパフォーマンスを上げなければいけません」

1つの道として考えられるのが、新たな製造法の開発だ。現在のMOVPE法では、高価なガスを大量に使わなければならない。天野さんらのグループは、気体の窒素をプラズマによって分解して金属のガリウムと結びつける新たな方法の開発に取り組み、大幅なコストダウンにつなげる手ごたえをつかんでいる。

そして、さらに大きな課題として取り組んでいるのが、LEDの高効率化だ。

「電力を光に変える発光効率は、青色LEDは40～50%、赤色は50～60%で、緑色は15～20%しかありません。また、3原色だけでなく黄色も加わると、実現できる色が増えるのですが、黄色の効率は10%にも満たないのが現状です。これを100%に近づけて、人類がつくりうる“究極の光源”を開発するのが、私たちの大きな目標です」

では、いかにして効率を上げるのか。これまでは結晶の品質向上が大きなカギだと思われてきたが、どうやら問題は「光の屈折」にあることがわかってきた。光は、水中から空

天野 浩

あまのひろし

名古屋大学大学院博士課程修了。工学博士。名古屋大学助手、名城大学理工学部教授などを経て2010年より名古屋大学大学院工学研究科教授。窒化ガリウム青色発光ダイオードの開発で知られる。07～10年JST独創的シーズ展開事業・委託開発の開発課題「LEDモスアイ構造製造技術」研究者。

人類がつくりうる“究極の光源”を開発します！



名古屋大学 赤崎記念研究館

視点

1



青色LEDを世界に先駆けて創出した赤崎勇特別教授の業績を広く世に伝え、独創的・先端的な科学技術を推進し、社会に貢献することを目的に、2006年に建設された。1階の展示室にはLEDの開発過程を解説したパネルや、MOVPE1号機をはじめとする実験装置などが公開されている。3～5階は次世代LEDの技術開発・研究開発のためのレンタルラボとなっている。

気中へと進むとき、その界面で屈折する。光の入射角がある程度以上大きくなると、界面ですべてが水中に反射してしまう。これを「全反射」という。LEDの光が空気中に出ようとするときにもこの現象が起きやすく、多くの光が外に出ないまま閉じ込められてしまう。光ファイバーなどはこの現象を利用して光を遠くまで届けるが、LEDでは効率を悪化させる大きな原因となっているのだ。

しかし、天野さんらのグループはこの課題を解決し、LEDの発光を高効率化させる方法を開発した。その実用化に取り組んでいるのが、名古屋にあるもう1つのLED研究拠点だ。

蛾の目(モスアイ)がLEDを明るくする!

光の波長に合わせた 微細な凹凸を実現

赤崎記念研究館の最寄りの名古屋大学駅から地下鉄に乗って約15分。塩釜口駅そばに、LEDのもう1つの研究拠点、名城大学「LED共同研究センター」がある。今年3月に誕生したばかりの、名城大学の先端技術研究拠点「科学技術創生館」(3階建て)の1階に設置された施設で、最先端のLED研究に必要な機器が備えられ、産学官連携の共同研究活性的な場として、地域企業や研究機関から熱い期待が寄せられている。

そのセンターで早くも精力的に研究に取り組んでいる企業が、エルシード(株)だ。名城大学理工学部教授の上山智さんが開発代表者となったJST大学発ベンチャー創出推進事業「モノリシック型高出力高演色性大型白色LEDの開発」を通じて、2006年に設立されたベンチャー企業だ。

同社が現在最も力を入れて取り組んでいるテーマの1つが、モスアイ構造(*)によるLED発光の高効率化だ。

*モスアイ構造

蛾の眼(Moth-Eye)のような微細な凹凸構造のこと。光の反射が起きない構造として知られ、ゲーム機や携帯電話などのディスプレイで周囲の風景の映り込みを防ぐ、無反射フィルムなどに応用されている。

この構造をLEDの表面、すなわち空気との界面に応用すれば、LED内部の光が空気中に出る際の反射を防ぎ、発光効率のアップにつながるというわけだ(右ページの「LEDモスアイ構造」参照)。前のページに

登場した天野さんのグループによって得られた研究成果をもとに、JST独自のシーズ展開事業・委託開発の制度を利用し、エルシードが実用化に向けて開発を進めてきた。開発課題名は「LEDモスアイ構造製造技術」。最も苦労したのは、最適な形状の凹凸を実現することだったという。

「表面に凹凸を作れば、LED内部からの光がいろいろな角度で表面に当たることになり、光が反射して内側にこもるのをある程度防ぐことができます。透明なアクリル板などで、表面がなめらかでない切断面だけが光って見えるのはそのためです。モスアイ構造が優れているのは、凹凸のパターンによって、光のもつ波動性を利用できるようにしたことです。光の波長と凹凸の周期、屈折率差を最適化し、LEDの光取り出し効率を高めています」

LEDの表面に細工を加えて、最適な凹凸を正確に再現できれば、LEDの光の取り出し効率が飛躍的に上がり、これまで実現できなかった明るさも可能になる。しかし、それは簡単なことではなかった。

「何度やっても、ランダムに凹凸を設けた、既成のLED発光効率を超えられませんでした。開発期間も終わりに近づき、半ばあきらめかけていたときに、ようやく実現できたのです」

加工しない場合と比べて、光出力は1.7倍~2.5倍にも向上した。開発された技術は、既存のさまざまなLED材料に応用可能なものだ。短時間でモスアイパターンの形成が可能のため、高効率・高出力が必要なさまざまなLED製品への応用が期待されている。

“白色LED”を 太陽の光に近づける

上山さんは名古屋大学工学部の赤崎研究室で、天野さんの2年後輩にあたる。卒業後は企業で研究員を務めた後、名城大学に

上山 智

かみやま・さとし

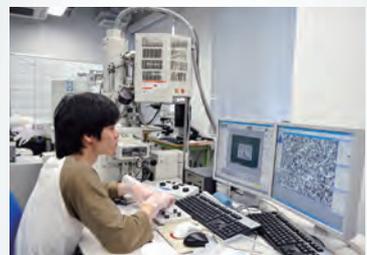
名古屋大学工学部電子工学科卒業。工学博士。松下電器(株)中央研究所研究員などを経て、2011年より名城大学理工学部材料機能工学科教授。JST独自のシーズ展開事業・委託開発の開発課題「LEDモスアイ構造製造技術」の企業化開発委託先であるエルシード(株)の取締役CTOも務める。

見せかけではない
“本物の白色”を
つくりだす!

名城大学 LED共同研究センター

拠点

2



今年3月に建設された名城大学先端技術研究拠点「科学技術創生館」の1階に、世界をリードするLED関連技術に関する企業との共同研究の場として設立された。LEDの作製はもちろん、LED半導体結晶の成長過程をリアルタイムでさまざまな角度から計測できる機器も備え、新たなブレイクスルーが期待される。

移った赤崎教授の誘いを受けて、再びその下で研究に携わることとなった。

現在、「白色LEDの実現」にも、力を注いでいる。携帯電話やパソコンのバックライトや照明など、すでに世の中には白色に輝くLEDがあふれている。しかし、それらはLED自体が白色に光っているわけではない。青色の光に補色である黄色の光を重ねると、光の色は白くなる。これを応用して、青色LEDに黄色の蛍光体をかぶせるなどして、白色の光を実現しているのだ。それで実用化はされている。しかし、現在使われている白

いLEDで課題となっているのは、「高い演色性(**)の実現」だ。

**演色性

電球や蛍光灯、LEDなどの光源が、物体を照らしたときの色の見え方。太陽の光に照らされたときを基準として、基準とのずれが数値化され、100に近いほど「演色性がよい」と判断される。

「人間は太陽の光で照らされた色に慣れていきますから、その色とのずれの大きさが、人間の体に影響を及ぼすのです。たとえば黄色など、白色でない電球の部屋に長時間いると、気分が悪くなることがありますよね。白色に見える光でも、太陽の光とは異なる色の成分からできていると演色性が低くなり、同じような影響をもたらすことがあるのです。青色LEDと黄色の蛍光体の組み合わせで得られる白色も、当初は演色性が低かったため、赤色を混ぜることで改善して使えるようになりました。ただし、赤色を混ぜることで発光効率はさらに落ちてしまいます。また、出来上がった製品のなかには演色性が不十分なために、捨てるを得ないものも少なくありません」

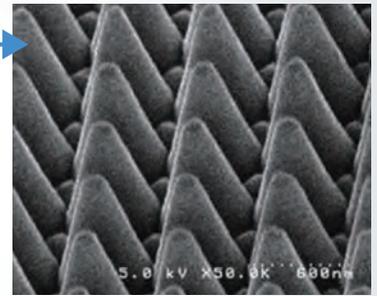
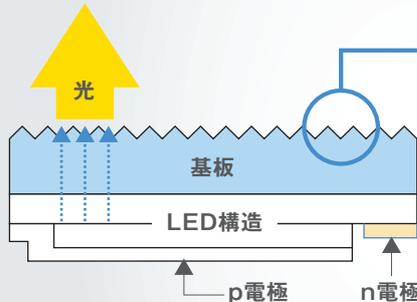
光にはさまざまな波長があり、その違いによって人間は物の色を見分けている。含まれる光の波長の強さをグラフに示すと、太陽光は可視光の波長がまんべんなく含まれていることがわかる。ところが、現在のLEDの白色の場合は、青色の波長の光が極端に強く、蛍光体の黄色や補正のために混ぜられた赤色の強さが突出した、いびつなグラフになってしまうのだ。

上山さんは、そんな見せかけの白色ではなく、本物の、つまり太陽光に近い白色の光を実現しようとしているのだ。

「青色LEDを用いた現在の白色の演色性は80くらいです。それでも実用化には問題ないとされているのですが、私たちはある不純物を混ぜることで、演色性を95まで高めることができました。さらにモスアイ加工をすれば、光の取り出し効率も改善できます」

消費電力が少なくて寿命の長いLEDは、エコの時代にふさわしい照明だといえる。光の取り出し効率、演色性とコストという欠点を改善できれば、世の中の照明は一気にLEDへと転換するだろう。

● LEDモスアイ構造



LEDは、サファイアなどの基板と、窒化ガリウムなどの半導体素子からなり、半導体素子の光が基板を通して外部に放たれる。基板と空気との界面で起こる光の反射により、光の一部が内部にこもるが、基板表面に光の波長に合った凹凸(モスアイ構造)をつくることでこれを防げる。

師から学んだ常識外れの発想を新しい2つの研究拠点で

上山さんが大学の研究者でありながらベンチャー企業を立ち上げた背景には、企業での研究員という経験があるからこそ感じられる、日本の研究開発の現状に対する危機感がある。

「企業は以前、基礎研究に非常に力を入れており、それが力の源になっていました。何十年間地道に研究を続けて得られた成果が製品化につながり、大きな利益をもたらすことになった例も間近で見ました。しかし、「失われた10年」を経て、企業はすぐに解決しなければならない研究開発だけしか取り組まなくなってしまいました」

一方、以前の大学は、企業に比べて見劣りする装置しかなく、開発費も十分とはいえない環境に置かれていたが、近年は大きな開発費を得る機会も増え、「逆に企業からうやましがられるような環境が整いつつある」と上山さん。さまざまな研究成果が上がってはいるが、企業の側に、それをシーズの段階から引き取り、育てるだけの力がなくなっているのだ。これでは、せっかくの成果も埋もれてしまう。

「だからこそ、実用化の一手手前、プロトタイプの開発までを進めて、企業への橋渡しをしたい。そのためにベンチャー企業を立ち上げようと考えたのです」

JSTの事業を通じてその思いを実現し、モスアイ構造の企業化開発に成功という成果

を上げた。そんな動きをさらに加速し、大学と企業とがともに研究を進めるためのLED共同研究センターの設置にも尽力した。そして、さらに白色LEDという道に進もうとしているなか、青色LEDの道を切り開いた赤崎先生の姿勢を改めて思い起こす。

「赤崎研究室を出て企業の研究所に勤め始めたばかりの頃、基板の上に半導体結晶を成長させる際には、互いの結晶格子の大きさや角度が大きく違うことなど“あってはならない”と、はっきり指導されました。そこで思い出したのが、当時、赤崎研究室で取り組んでいた窒化ガリウムの結晶です。基板となるサファイアと窒化ガリウムとでは、結晶の格子が大きく異なっているのです。赤崎先生のやろうとしていることはあまりに常識外れだから、実用化などできないと思っていました。ところが、赤崎先生は見事にそんな常識を破って実用化への道を開いたのです。まさしく革命です。しかも、先生は最初からその道筋をイメージしていたと聞き、驚きました。私自身、白色LEDを実用化するまでには、赤崎先生のような常識外れな発想が必要だろうと思っています」

赤崎記念研究館と名城大学LED共同研究センターという、名古屋にある2つのLED研究拠点では、赤崎先生のDNAを受け継いだ天野さんや上山さんの指導のもとで、大勢の若手研究者たちが大きなブレイクスルーを目指して“強く、明るく、新しい光”を放ち続けている。■

**新Geo-Cosmos**

LEDに代わる次世代発光デバイスとして注目を集める有機ELを表面に張った、直径約6メートル（地球の約200万分の1）の世界初、大型球体ディスプレイ。1000万画素を超える超高解像度で、宇宙空間に浮かぶ地球の姿をリアルに再現する。

日本科学未来館10周年！**「つながり」プロジェクト**

01 地球を感じる

プロジェクトの中心となる 未来館のシンボル展示

企画を担当した展示開発課の内田まほろ課長によれば、「宇宙と自分、地球と自分、そしてほかのさまざまな生命と自分の間にある時間的、物理的、精神的なつながりを感じることで、未来の地球を考えていこう」というのが「つながり」プロジェクトのねらい。そのために、「地球を感じるGeo-Cosmos(ジオ・コスモス)」、「地球を探るGeo-Scope(ジオ・スコープ)」、「地球を描くGeo-Palette(ジオ・パレット)」の3つのツールが用意された。なかでも中心となるのが、未来館のシンボル展示でもあるジオ・コスモスだ。

「LEDの寿命から考えて、そもそも旧ジオ・コスモスをいつか作り変えなければと、計画を進めていました。未来館としては、サステナビリティ・サイエンス(*)をより前面に打ち出そうとしていたので、もっと地球に対する感度や感性を高められるような仕掛けを全体的に構成したいと考えていました」と内田さん。



3mmドットピッチの面発光によって、これまでにない細密な映像を実現。コントラストも格段に向上している。

*サステナビリティ・サイエンス

サステナビリティは、「持続可能性」あるいは「持続可能性社会」という意味で使われている言葉。「サステナビリティ・サイエンス」は、人類の生存にかかわる地球環境や医療などのさまざまな課題について、サステナビリティの観点で解決を図る学問領域。

宇宙空間に浮かぶ 地球の姿を感じる

1階から6階まで吹き抜けの巨大な空間に吊り下げられた直径約6mの大型球体ディスプレイであるジオ・コスモスは、気象衛星が撮影した地球上の雲の画像データを取り込んで、刻々と変化する地球の姿を映し出している。しかもその映像は、自転の再現だけでなく、地軸とは無関係な回転もしている。その場にいる来館者に、まるで宇宙空間を自由に飛行しながら地球を眺めているかのような感覚を抱いてもらうためだ。

また、雲の動きだけでなく、映像プログラムとして、渡り鳥が季節によって移動ルートを変える様子や、季節が変わるにつれて緑が広がり、やがて黄色に移りゆく地球の四季の変化、東日本大震災で発生した津波の広がりなど、全球ディスプレイならではのダイナ

ミックで多彩なコンテンツを見ることができる。

「ジオ・コスモスというのは、地球を客観的に見られる特別な場所です」というのは、映し出すコンテンツを担当する、大西将徳科学コミュニケーター。「宇宙から見た地球、天体としての地球を客観視して、“自分がこれからこの地球でどのように生きて行けばいいのか”と、考えるきっかけになれば」と期待する。

科学コミュニケーターによる解説は1日に6回(土日祝は7回)行われ、前述したようなジオ・コスモスのコンテンツを複数組み合わせたプログラムも紹介される。

ジオ・コスモスが映し出す 青い地球の美しさ

「世界一リアルで美しい地球の眺め」を実現するのは、思った以上に大変だったようだ。初めての試験点灯を見たとき、「本当にこれで大丈夫かと正直不安に思った」と大西さん。

球面に張った10,362枚の有機ELパネルは、1枚1枚を同じように調整することが難しく、何度も張り直したという。特に難しかったのが青色の発色の調整だった。もともと有機ELパネルは青色の発色が苦手なうえに、そもそも、地球のリアルな「青」をスタッフは誰も見たことがない。「最終的に青色の調子をどんなふうにするかは、館長の毛利衛に決めてもらいました。自分の目で宇宙から地球を見たことがあるのは、ここでは宇宙飛行士の毛利しかいませんから」と内田さん。

1961年、人類で初めて宇宙から地球を見たガガーリンは「地球は青かった」という言葉を残した。毛利館長が1992年に日本人として初めてスペースシャトルに搭乗して以来、こだわり続ける「青い地球」。人類が守るべき青色の尊さを、ぜひともジオ・コスモスで感じてみてほしい。

宇宙から見た地球の姿を感じてください。



日本科学未来館展示開発課 課長

内田まほろ

うちだまほろ

始まる

2001年7月に開館し、今年で10周年を迎えた日本科学未来館。

3月11日に発生した東日本大震災により建物などに被害がでたが、復旧を終えて6月11日から、「『つながり』プロジェクト～知と感性の融合した“新・地球観”の共有～」の一般公開がスタートした。その内容を、プロジェクトのために用意された3つのツールとともに紹介する。

02 地球を探る

ジオ・スコープ Geo-Scope

国内外から提供された 地球観測データに自由にアクセス

未来館の3階には、大小13台のボード型ディスプレイが設置されている。それらが「ジオ・スコープ」。国内外の科学者や研究機関から集めたさまざまな地球観測データに、タッチパネルの簡単な操作で自由にアクセスできるインタラクティブボードだ。

「地球を探るためのジオ・スコープには、より新しいデータを入れたり、解説を充実させたりして、地球への理解を深められるよう意識しています」と、内田さんはジオ・コスモスとのねらいの違いを説明する。

ジオ・スコープのコンテンツ(**)は、一部ジオ・コスモスと同じものもあるが、未来館のあるお台場の、戦前から現在までの地形や建物の変遷を記録した航空写真など、球体ディスプレイであるジオ・コスモスでは映し出すことのできない、ローカルなデータも見ることができる。また、同じコンテンツでも、ジオ・スコープではより詳しいデータを閲覧したり、解説を読んだりすることによって、さらに深く内容を理解し、考えることができるようになっている。たとえば、「森林火災」のデータは、ジオ・コスモスでも地球の外側から森林火災が全地球的にどのように起きているかを眺めることができるが、ジオ・スコープでは森林火災に関連するほかのデータとの結びつきを発見できるような仕掛けが用意されている。

複数のコンテンツを見比べることで、いろいろなデータの関連性を発見するなど、「科学の目」で今の地球を俯瞰(ふかん)できる。このジオ・スコープを「地球の現在を知るためのデータ発信拠点にしたい」ともいう。

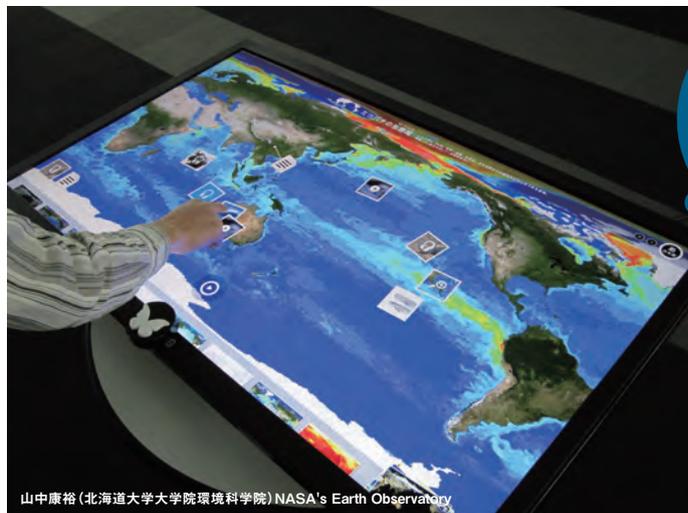
****ジオ・コスモス、ジオ・スコープのコンテンツ
5つのカテゴリで多数のコンテンツが用意されている。**

①地球の生理…「海の植物生産量」など季節ごとの地球環境の変化と、それに応答して生きる生物の営みを見る。

②人間活動…「オゾン濃度」など、地球に対して人間活動がどのように影響を与えているかを見る。

③気候変動…「CO₂濃度の今昔」など、地球温暖化と気候の変化を見る。

④未来予測…「未来予測シミュレーション気温」など、人間活動を原因とする気候変動



山中康裕(北海道大学大学院環境科学院) NASA's Earth Observatory

簡単操作で、
さまざまな情報に
アクセス可能!

二酸化炭素濃度や森林火災の全球マップ、北極海の海水分布、各海域における海洋酸性度の違い、クロマグロの移動ルートなど、今の地球の姿を探るためのさまざまなデータを見ることが出来る。



今後も増え続ける コンテンツ

大西さんによれば、これらのコンテンツのもとになるデータの収集には、大変な苦勞があったという。まずは必要とするデータがどこにあるのか、その所在にたどりつくまでが大変だった。データにたどりついてからも、奮闘する日々は続いた。

「研究データというのは、研究者がものすごい時間と努力を積み重ねて、それこそ人生をかけて作りあげたものです。それを提供していただくわけですから、私たちの主旨を理解し賛同していただいて、やっと一歩前進なのです」

データを入手できたら、今度はそのデータを展示コンテンツとして改変するのに腐心した。たとえば、前述したお台場の変遷については、国土地理院が戦前から全国土の地図を作るために撮り続けた大量の写真データのなかから、必要な地域の必要な写真を精査して選び出す作業が求められた。そして、何枚にも分けて撮られた写真をモザイクのように1枚1枚張り合わせるなどして、コンテンツに載せる写真を作りあげたのだ。こうしたコンテンツは、ジオ・コスモスの分も含め、今後どんどん増やしていくという。

「科学的データが多くなるとは思いますが、一方で、人間の移動やネットワーク、経済など、人間活動に関するデータも入れていくつもりです。そのことで新しい地球の姿が見えてくるといいなと思っています」

が、今後100年の人類にどのような影響を及ぼすのかを見る。

⑤地球と宇宙のダイナミクス…「世界の地震」のデータなど、地球誕生から46億年のスケールで地球環境の変化を見る。

貴重なデータを
提供して
いただくことが
できました。



日本科学未来館 科学コミュニケーター

大西 将徳

おおにしまさのり

03 地球を描く

ジオ・パレットTOPページ

オリジナルの世界地図が描ける
オンラインサービス

「ジオ・パレット」は、世界の国や地域に関するさまざまな情報をもとに、利用者一人ひとりがオリジナルの地図を描くことができるオンラインサービスだ。

サイト上には、人口分布などの基本データや、CO₂排出量などの科学データからGDPなどの統計データまで、数百種類のデータがライブラリとして保管されている。それら複数のデータを組み合わせ、地球環境や人間活動の様子などを、さまざまな観点から再発見することができるという。

内田さんはジオ・パレットを「私たちが地球というものを理解したり、測ったりして、自分なりに解釈したオリジナルな地球地図を作るためのツールだ」という。

「たとえばチョコレートとバナナの生産量のデータを組み合わせ、『チョコパフェがたくさん作れるのはこの国』といった、自分だけの地図を自分の発想で作ることができるわけです」

こうして作った地図は、サイト上で公開して、ほかの利用者と共有することができる。また、サイトでは「世界一幸せな国はどこですか」などのミッションが用意されており、利用者がライブラリのデータを駆使して自分

が思う幸せな国の地図を作り、ほかの利用者のものと見比べることもできる。「幸せの条件」について、ほかの人の考えを知ることまでできて面白そうだ。

ジオ・パレットは、地図の中心点を好きなところで切り取ることができる「オーサグラフ」(***)という新しい投影方法の地図を採用しているのも特徴だ。

***オーサグラフ

一般的に地図帳などで用いられているメルカトル図法は、緯度が高くなるにつれゆがみが発生し、面積や位置関係などが正しく表現できないという欠点がある。「オーサグラフ」は、球体のゆがみを均一に分散し、平面に移し変えることができる画期的な世界地図のことで、建築家の鳴川肇氏らによって1999年に考案された。

研究者のプレゼンテーションツール
としても期待

「ジオ・コスモス」「ジオ・スコープ」「ジオ・パレット」の3つのツールは、来館者の利用だけを想定していない。

近年、研究者が自分の成果を積極的に外部に発信するアウトリーチ活動が求められている。そのためのプレゼンテーションツールとして研究者自身にもこれらを利用して

もらえるように、誰もが使いやすく汎用性の高いプラットフォームになっている。

なかでもジオ・コスモスは、今まで平面の地図でデータを見せることにジレンマをもっていた地球環境分野の研究者などにとって、便利で魅力的なツールになりそうだ。未来館では、ジオ・コスモスを使ったシンポジウムの開催も計画しているという。

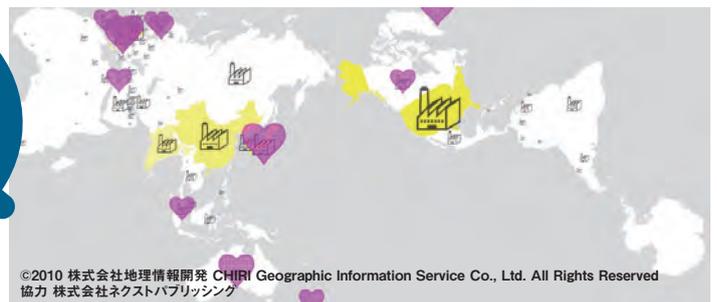
自分なりに地球への
感度と感性を高める

これらの3つのツールは「地球に対する感度や感性を高めるというコンセプトを共有していますが、必ずしもこの3つを全部体験しなくてはだめ、ということではありません」と内田さんは言う。

ジオ・コスモスを見上げてその美しさに感動するだけでもよし、ジオ・スコープでより深く地球の姿を追求し、そこで科学コミュニケーターとの対話が生まれてさらに理解が深まるのもよし、「その人なりに地球への感度と感性を高めて、さまざまな“つながり”を考えるきっかけになればいいですね」

未来館10周年事業として始まった「つながり」プロジェクトは、利用者次第で新たな地球観を生むことになるだろう。どう広く展開、共有していくのか、ますます楽しみだ。■

簡単に
自分だけの
世界地図が
描ける。



©2010 株式会社地理情報開発 CHIRI Geographic Information Service Co., Ltd. All Rights Reserved
協力 株式会社ネクストパブリッシング

自分の好きなテーマに沿って、複数のデータをオーサグラフの上に描き出し、地図を完成させる。データの地図への書き込みは、ライブラリからのドラッグ&ドロップで簡単にできる。サイト上には、すでに多くの利用者から投稿されたオリジナル地図がたくさん掲載されている。



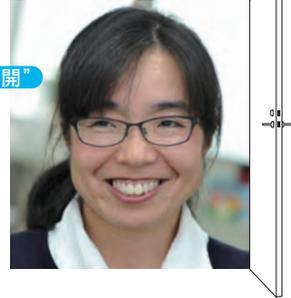
Geoscience & PlanetObserver.com



ようこそ 私の研究室へ 52

戦略的創造研究推進事業 さきがけ“生命現象の革新モデルと展開”

「有殻原生生物骨格の力学特性解明とモジュラー構造物への展開」
研究者



岸本直子

プランクトンの殻の構造を宇宙ステーション建造に生かす

単純な形を組み合わせて大きく複雑な形を作る“モジュール構造”の秘密を探ります。

PROFILE

岸本直子 (きしもと・なおこ)
摂南大学 理工学部機械工学科 講師

京都大学文学部史学科考古学専攻、同工学部航空工学科卒業後、2004年東京大学大学院工学系研究科航空宇宙工学専攻博士後期課程単位修得満期退学。工学博士。独立行政法人宇宙航空研究開発機構(JAXA)宇宙科学研究本部招聘(へい)開発員、京都大学大学院工学研究科研究員などを経

て、11年より摂南大学理工学部機械工学科講師。昆虫の羽化やプランクトンの殻など自然物の形態を、宇宙空間の構造物に生かす研究を行っている。09年よりJSTさきがけ“生命現象の革新モデルと展開”「有殻原生生物骨格の力学特性解明とモジュラー構造物への展開」研究者。



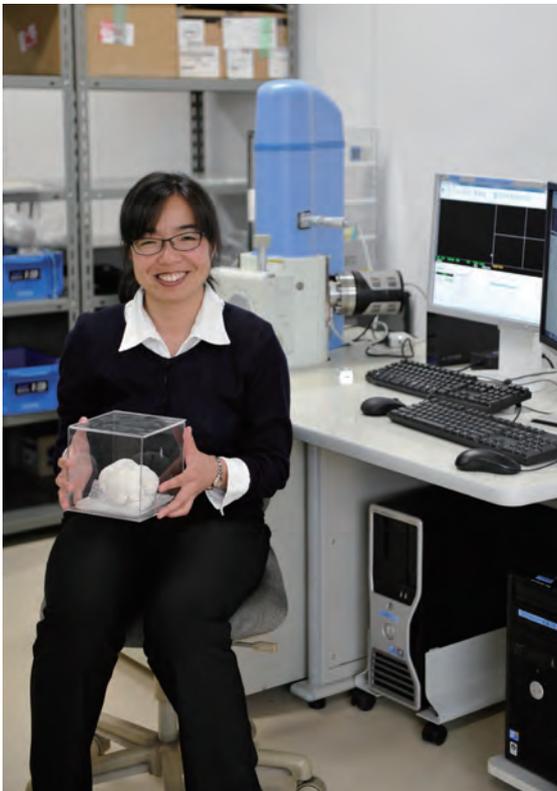
単純な形を組み合わせた“モジュール構造”に学ぶ

「宇宙空間は無重力で安定した足場もないため、宇宙ステーションなどの構造物を作る際、地上と同じ建造技術は使えません。コストや修理の手間などを考えても、できるだけ単純な形のを単純に組み合わせてできる“モジュール構造”が適していると考えられます」

岸本直子さんは、そうした宇宙構造物の開発に、有孔虫や放散虫などの“殻を作るプランクトン”を手本に取り組んでいる。わずか1mm足らずの小さな生物だが、炭酸カルシウムやシリカなどの殻を作って生活する。昆虫のように殻が外側を覆う“外骨格型”もあれば、動物の骨のように柱が張り巡らされた“内骨格型”もある。その姿を見た岸本さんは、「これだ!」とひらめいた。
「それらは単純な形を組み合わせた、まさしく

モジュール構造をしているんですよ。しかも、彼らが住む海中は、浮力のおかげで地上ほど重力の影響を受けない宇宙空間に似た環境です。また、彼らは殻とともに暮らしながら、成長に合わせて殻に増築や改築を加え続けます。宇宙ステーションなどでも同じように、ある機能を果たしながら、次のミッションに合わせて構造を変えることが求められます。彼らの構造や殻作りから学べることはたくさんあるに違いないと確信しました」

“マイクロCT”で立体構造を観察



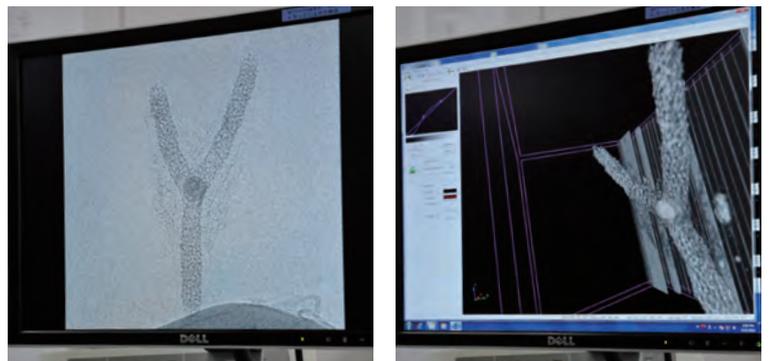
笑顔が印象的な岸本さん。「私は超ポジティブ思考(笑)。周りの人が楽しく自由なら、自分も楽しく自由でいられると思っています」

左は放散虫の殻の2次元画像。こうした画像をさまざまな角度から撮影し、処理を加えることで右のような3次元画像が得られる。



観察したい対象を設置する。電子線を別の金属にあて、出てきたX線を使用する。

CCDカメラ。対象を回転させながら観察し、内部の詳細な立体構造までとらえる。



●“3次元プリンター”で立体構造を再現



マイクロCTで得られたデータをもとに、対象の立体構造を拡大して再現した石膏模型を作り出す。0.1mm単位の薄い層を重ねて作るため、1つを再現するのに数時間かかる。断面の形状も再現可能だ。



を両立させて研究に打ち込んだ。原動力となったのは、さまざまな人たちとの出会いだった。京都大学工学部時代は、小惑星探査機「はやぶさ」でのサンプル採取法などの開発に取り組む土屋和雄教授のもとで学んだ。そして東京大学大学院時代には、名取通弘教授との出会いを機に、宇宙と昆虫という、子どもの頃から興味をもっていた2つのテーマが結びつく。

「名取先生が、宇宙でのパラボランテナなどの展開方法を、植物の開花から学ぼうと考えておられたのです。話を聞いた私も、子どもの頃を思い出して大いに興味をもち、ヤゴの羽化などについて夢中で研究しました。ヤゴは羽化の際に、小さく畳んでいた羽に体液をポンプのように巡らせて伸ばします。このとき、羽を水平ではなく下に伸ばすタイプでは、重力も加わるので羽が細長くなることがわかりました。こうした成果も宇宙構造物に生かそうと考えています」

生物学と宇宙航空工学の垣根を越えて研究するうちに、殻を作るプランクトンと出会い、モジュール構造に興味をもった。プランクトンの研究者たちとは「宇宙プランクトンプロジェクト」を結成し、互いの研究に生かそうと試みている。

「専門が違うから話がかみ合わず、苦勞も多いのですが、だからこそ刺激的だし、おもしろい。そういう意味では、“個人的な変人たち”と訳もわからず議論した文学部時代が、私の原点なのかもしれませんね。長期的な目標も計画性もなく、他人にはお勧めできない研究者人生ですが(笑)、分野にこだわらず『おもしろい!』と思ったことを追究してきたからこそ、今の自分がある。そのような姿勢を今後も忘れずにいたいですね」

「刺激と挫折」の文学部時代を経て 本当に好きな航空工学の道へ

「私は、同級生が6人しかいない和歌山県の山奥で育ちました。百科事典を読むのが好きで、隅から隅まで目を通していました。虫も大好きで、特にはまったのがクモ!『脱皮する前の体ってどうなっているんだろう?』って考えたり、標本を何体も作って喜んだりしていました」

宇宙構造物への興味のきっかけとなったのが、中学時代に見たテレビアニメ『機動戦士ガンダム』の“スペースコロニー”だった。宇宙の居住空間となる円筒形の巨大な建造物で、中では人工太陽が輝き、回転による遠心力を重力として、数百人以上の人類が自給自足で暮らしている。そんなスペースコロニーを自分の手で作ろうと夢を抱き、大学では航空工学を学ぶつもりでいた。

ところが受験したのは文学部。考古学にも興味があり、数学より国語が得意だったという「合格の可能性を優先して」の決断だった。

「本当は航空工学のほうが好きだったので、未練を抱えながらの入学でしたが、入ってみたらそんなモヤモヤは吹き飛びました。京都大学文学部って、世界でいちばん“変人”の集まる場所なんです(笑)。2回生までのクラスは学科別ではなく、私には理解できない深い専門知識をもった人たちが、酒を飲んで「幸せとは何か」なんて朝まで議論する。それまでの常識が壊れる、刺激的な毎日でしたね」

専門の考古学にも意欲的に取り組んだ。「弥生時代の木製品」をテーマに卒論を書き上げ、大学院に進んでさらに研究していこうと思っていたが、あえなく不合格。挫折感を味わいながら、もう一度、自分の心と向き合っ

た末に、「やっぱり航空工学をやりたい」と決心する。高校時代の参考書や問題集を引っ張り出して受験勉強に打ち込み、京都大学工学部航空工学科に入り直した。

「おもしろい!」と思ったことを 分野にこだわらず追究したい

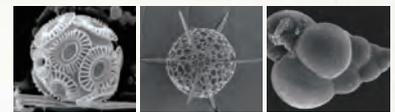
「工学部に入学した年に、文学部時代の先輩と結婚しました。学生時代に子どもが2人生まれたこともあって、工学部の卒業には6年かかりました」

ともに研究者とはいえ妻は工学、夫は考古学と分野が異なり、研究の都合で家族が関東と関西に離れ離れになる期間も長かった。無給の研究員生活を余儀なくされた時期もある。それでもあきらめず、家事や子育て

研究の概要

海中に住む有孔虫や放散虫が作る殻構造を、数理モデルを用いて宇宙構造物の設計に生かす研究をしている。有孔虫や放散虫には、宇宙空間と似て重力の影響を受けづらい水中に暮らしていることのほか、約5億年前から地球上に存在し、化石によって殻構造の変遷をたどれるという利点もある。二酸化炭素の濃度変化や“絶滅の危機”などの地球環境の変化によって殻構造がどう変わってきたのか、古生物学の世界での通説も実際の形状データやそれに基づく数理モデルを使って定量的に評価することができる。プランクトンは異なる環境やスケールをもつ宇宙構造物へ応用する際にも、スケールに依存しない形や数理モデルは、強力なツールとなる。さらに、最先端の計測機器であるマイクロCTと3次元プリンターによって、今まで見ることのできなかった殻の中の詳細な構造が明らかになりつつあり、研究開発の一層の展開が期待されている。

有殻原生物の進化解明



時間的・空間的分布に対する合理的解釈

多数のモジュールから構成されるモジュール型構造物

力学的に合理的な構造の位相空間



宇宙構造物の設計

モジュール構造物に生物学(時間的・空間的分布に対する合理的解釈)と工学(力学的に合理的な構造の位相空間)両面から光を当て、互いの研究を進展させる。

企画展の「サイエンス・ミニトーク」をつくりました。

現 在、日本科学未来館では企画展「メイキング・オブ・東京スカイツリー®-ようこそ、天空の建設現場へ-」を開催中です。私は会場内で行われる「サイエンス・ミニトーク」の企画立案からシナリオ作成、実演までを一貫して担当しています。

サイエンス・ミニトークとは、日本科学未来館が行っている科学コミュニケーション活動の1つです。展示に関連する科学技術について、私たち科学コミュニケーターがスライドや模型を使った実験などを交え、お客様の前で解説します。

今回の企画展中にサイエンス・ミニトークに携わる科学コミュニケーターで、シナリオ作りから実演までのすべてを担当するのは私ともうひとり。ほかのメンバーは、私たちが作ったシナリオを交代で実演します。

私がテーマにしたのは「東京スカイツリーが揺れに強いひみつ」。東京スカイツリーは日本初の600m超の建築物です。その縦横比は、およそ9:1、東京タワーの3:1と比べるととてもスリムな形をしていることがわかります。特別な制振構造と基礎の工夫によって2000年に一度の強い風、極めてまれに発生する大地震に耐える設計になっています。この強さの秘密を、皆さんにお伝えしたいと思います。

シナリオ作りは、まず下調べから始まります。建築・建設に関する本を読みこ



日本科学未来館
科学コミュニケーター

田端 萌子 (27) たばた・もえこ

●業務の内容

常設展示や企画展示フロアで解説やデモンストレーション、サイエンス・ミニトークなどを行う。実験工房で開かれる実験教室の講師も担当。東日本大震災後には、原発や放射能などのトピックスについてホームページで解説した。

●Background

茨城大学理学部在学中に学芸員資格を取得。卒業後、東北大学大学院理学研究科(地学専攻)に入学。先端研究の素晴らしさを社会に伝えたいという志をもち、修士課程修了後、日本科学未来館へ。現在2年目。

んで、基礎的な知識を身につけます。次に、東京スカイツリーの設計や建設にかかわった各企業から資料をお借りして、重要な技術をピックアップします。私が選んだのは「心柱」や「支える基礎」など。どれも、揺れに強い構造を実現するための設計技術です。

取り上げる設計のポイントを決めたら、それを解説するストーリーを作っていきます。企画展には、建築や土木などの専門家たちも来場するため、そういう方々からトーク中に質問があったときにも、正確に答えられなければなりません。東京スカイツリーの設計や建設を実際に担当した技術者の皆さんと打ち合わせを重ねて、内容や表現を詰めていきました。「心柱」については、技術者の方から褒めていただけるようなシナリオになりましたが、「基礎」については私自身の理解に誤りがあったことがわかり、内容を練り直し、よりよいものに仕上げました。

シナリオだけでなく、実験にも工夫を凝らしました。「揺れに強いこと」がひと目で分かるような東京スカイツリーのモデルを使うことで、子どもから大人まで幅広い方々に楽しんでいただけるものになったと思っています。

日本科学未来館ではサイエンス・ミニトーク以外にも、さまざまな科学コミュニケーション活動を随時、行っています。ぜひ一度、ご来館ください。



左:サイエンス・ミニトークは実験や実演を含め約15分間。中:トークで使う実験映像。右が従来のタワー、左が東京スカイツリー。中心部の心柱の有無によって揺れが変わることを実演。右:トークの内容はほかの科学コミュニケーターとも共有する。

TEXT:Office彩蔵