

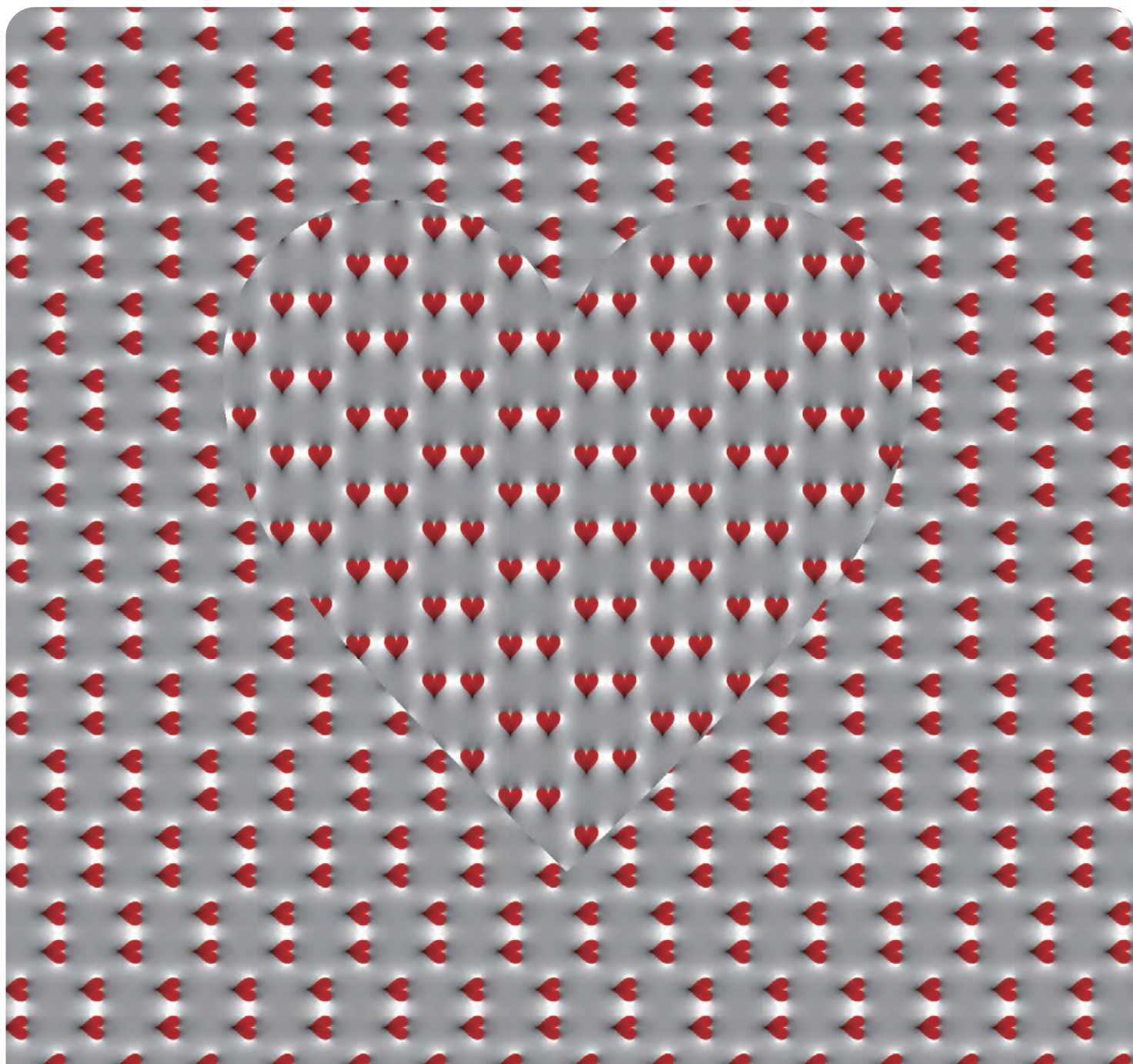
JST NEWS

科学技術で未来をつくる

2013
April

4

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



特集

1

低炭素社会の実現を目指す挑戦的研究開発

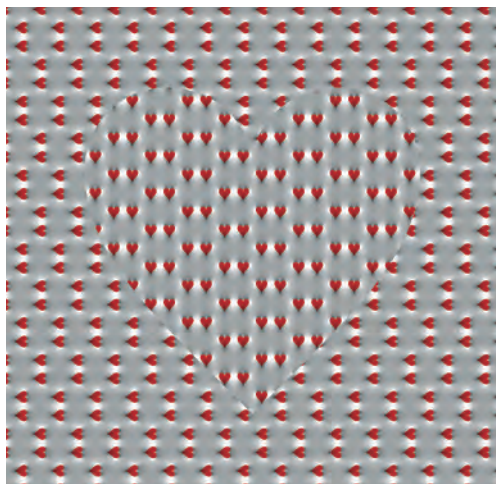
ゲームチェンジング・テクノロジー

特集

2

特許出願とチョコ菓子缶のデザインも

脳をだます「錯視」を数学的に解明



表紙写真

ハートがちりばめられた絵。よく見ると中央の大きなハートが浮き上がっているように見える。さらに手に取って斜めに動かすと、大きなハートがドキドキと鼓動を始める。この不思議な絵は「錯視」と呼ばれるもので、東京大学の新井仁之教授とパートナーの新井しのぶさんの作品。新井教授はこれまで経験的に作られてきた「錯視」のメカニズムを数理モデル化し、コンピューター処理で作成できる方法を確立した。(→P8-11 特集2に詳細記事)



特集
1

低炭素社会の実現を目指す挑戦的研究開発

ゲームチェンジング・テクノロジー

3



特集
2

特許出願とチョコ菓子缶のデザインも

脳をだます「錯視」を数学的に解明

8



社会にひろがる新技術 ~JSTの研究開発成果から~Vol.12

新理論で騒音を大幅に低減

12

「エッジ効果」を抑制して遮音壁を低くできる装置を開発



News Clip

14



先駆ける科学人 Vol.12

趣味も遊びもすべて研究につながる

16

愛媛大学プロテオサイエンスセンター 生体超分子研究部門 杉浦 美羽 准教授

復興・再生に向け、きめ細かな支援を

JST理事長 中村道治

東日本大震災の発生より2年が経過しました。JSTでは、被災地における復興を科学技術の力で支えていくため、震災直後より、復旧・復興にすぐ役立つ研究成果を被災地域に実装する「緊急研究開発成果実装支援プログラム」や自然災害のデータの取得や問題解決のための緊急研究・調査を海外の機関と共同で実施する「国際緊急共同研究・調査支援プログラム」など、即効性を重視した取り組みを行ってまいりました。

そして、昨年度より、盛岡、仙台、郡山の

3か所にJST復興促進センターを開所し、被災地企業のニーズと大学などの革新的技術を結び付ける「復興促進プログラム（マッチング促進、A-STEP、産学共創）」に着手しています。この3事務所には、現在18名のマッチングプランナー（目利き人材）を配置し、被災地の中小企業を中心に最適な研究開発に向け、産と学とのマッチング支援や「マッチング促進」への応募の支援などきめ細かな対応を行っています。これらの取り組みにより、水産・食品加工や農業などさまざまな分野で着実に成果

が出始めています。「放射線計測・分析技術・機器の開発」では、米の全袋検査を行う機器など、すでに実用化されているものもあります。

被災地企業や産業団体、自治体からは、マッチングプランナーの活動に対し、大きな期待が寄せられています。震災からの復興・再生には、長期的な取り組みも不可欠です。じっくりと腰を据えて、被災地域の切実なニーズを見つけ、適切な技術シーズとの組み合わせに取り組みんでいきたいと思えます。



特集
1

低炭素社会の実現を目指す挑戦的研究開発

ゲームチェンジング・テクノロジー



この200年余にわたって人類社会が排出し続けた温室効果ガスを着実に削減していくには、新たな発想や研究手法、画期的な原理の構築が求められている。JSTの「先端的低炭素化技術開発 (ALCA※事業)」は、ハイリスクだが独創的な「ゲームチェンジング・テクノロジー」によって低炭素社会を実現しようという挑戦的な試みである。化石資源に頼り切ってきたこれまでのエネルギー社会の“ゲーム”に終わりを告げ、全く新しい概念とルールを自ら作り出し、低炭素社会の実現を確実なものとしようとするのがゲームチェンジング・テクノロジーだ。例えば、500キロ走れる電気自動車を目指して、新しい材料を利用する新型の高性能なバッテリーの開発。テレビやパソコンなどの利用者の両目だけに集中的に画像情報を送ろうという超低消費電力のディスプレイ (表示装置) の開発が進む。これまでの世界をひっくり返すようなゲームチェンジングを目指す研究を紹介する。 ※Advanced Low Carbon Technology R&D Programの略

Part.1

温暖化抑制の革新技術を生み出す



研究開発成果1

「イオン液体」を用いた蓄電デバイス

イオン液体を用いた蓄電技術を
産業界の力も借りて
育てていきたい。



研究開発代表者

渡邊 正義

わたなべ・まさよし 横浜国立大学大学院 工学研究院 教授 工学博士

1978年、早稲田大学理工学部卒業。83年、早稲田大学工学博士。88年~90年、米国ノースカロライナ大学化学科客員研究員、92年より横浜国立大学工学部講師、助教授を経て98年度より現職。2012年より電気化学会副会長、高分子学会関東支部長。



蓄電デバイスに用いられる「リチウムイオン液体」

プラスとマイナスの電気を帯びた「イオン」だけからなる物質で、通常は食塩のように室温では固体として存在するが、イオン間の相互作用が弱いものは室温付近でも液体状態で存在する。これがイオン液体で、ほとんど蒸発せずに燃えないことから、有機溶媒に代わる液体として注目を集めている。

500km走れる電気自動車のために革新的二次電池

電池には1回放電したら使い捨ての一次電池と、充電して繰り返し使える二次電池の2種類がある。二次電池でよく知られているのが鉛蓄電池で、その他にもハイブリッドカーにも使われているニッケル水素電池やスマートフォン、パソコン、電気自動車などに使われている最もエネルギー密度※の高いリチウムイオン電池がある。

ところが、現在市販されている電気自動

車は1回の充電で最長200km程度しか走れない。世界的な目標としては1回の充電で500km走行できる革新型的二次電池への期待が大きく、そのためにはエネルギー密度が500Wh/kg以上の性能が求められる。さらに最低1,000回の充放電寿命が必要だ。

「これを達成するには、現行の最高性能のリチウムイオン電池では理論的にこのエネルギー密度をクリアできません。また、大型化に向けての難点の1つは有機溶媒を使っているため、揮発性が高く、発火の危

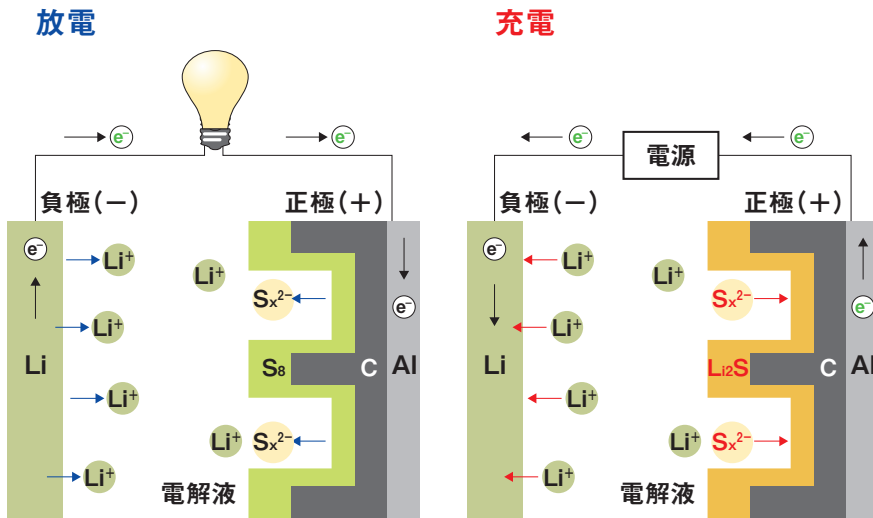
険性があることです。そこで、全く新しい原理の電池が求められているのです」と、このALCAプロジェクトの代表を務める渡邊正義さんは話す。

【用語解説】

※ エネルギー密度

電池の性能評価の方法で、単位重量あたり、単位体積あたりで、どれだけのエネルギーを蓄電できるかを表す数値。一般に〔Wh/kg〕や〔Wh/L〕で表される。

■ 「ワタナベ・エレクトロライト」の充放電特性およびサイクル特性



正極に硫黄+炭素、負極にリチウム、電解質にイオン液体を積み重ねて作られた試験用のセル（ポタン電池）。

「ワタナベ・エレクトロライト（電解質）」と呼ばれるイオン液体電解質を用いることで硫黄正極からの硫黄を抑制してリチウム硫黄電池を実現するという全く新しい発想。現在のリチウムイオン電池に比べて、容量が約10倍も大きくなり、繰り返し充電・放電しても性能が落ちにくいという優れた特性を持っている。

「ワタナベ電解質」を使った新しい蓄電池を開発

渡邊さんたちは20年近く「イオン液体」という物質を研究してきた。イオン液体は、プラス、マイナスのイオンだけからなる液体で、さまざまな分野で注目を集めている物質だ。液体なのに蒸発しない、燃えないなどの優れた特長を持つため、このイオン液体を電池の電解質として利用する研究が世界中で行われている。

「これまでの研究は、イオン液体は燃えないから安全な電池ができるという発想でした。しかし、イオン液体を使うと、出力性能が落ちてしまうという問題がありました。私たちは、これまでの研究を生かして、イオン液体だからこそ実現できる高性能な電池ができないかと考えました」

それが、硫黄を利用した硫黄電池だ。

日本は火山国なので資源的に硫黄が豊富にある。また、環境規制が厳しいため、輸入された原油から硫黄を完全に除去した石油やガソリンを使っている。石油精製会社では脱硫による大量の硫黄を保持しているが、革新的な使い道がない。1kgあたり10円前後と

いう低価格も魅力的だ。さらに、現在のリチウム電池よりも理論的には蓄えられる電気容量が10倍ほど高いこともわかっている。

では、なぜ、これまで硫黄電池が実用化されていないか？ それは、①電池寿命が短い、②電池としての反応が非常に遅い、③電池の正極では反応物である硫黄がたまることで電気を生むが、その反応の過程で硫黄が電解質に溶けてしまう、という3つの問題があったからだ。

「特に硫黄が溶け出すことは、蓄電池として機能しなくなるので大きな問題です。これまで、固体電解質などを用いて物理的にこの溶出をブロックするような研究がありましたが、私たちはイオン液体を用いれば硫黄が溶け出さないのではないかと仮説を立てました」

イオン液体は、その特徴としてイオン同士の相互作用が弱いため、硫黄の放電生成物とも相互作用が弱く溶け出さないのではと考えた。硫黄電池に使える新しいイオン液体を検討し、電解質にイオン液体、正極に硫黄粉末と炭素、負極にリチウムメタルを使った新しい硫黄電池を試作したところ、硫黄の電解質への溶解を抑制することに成功した。

さらに、現在のリチウムイオン電池に比べて、容量が約10倍も大きくなり、充電と放電を繰り返しても性能が落ちにくい安全な電池開発にめどをつけることができた。この成果は、「ワタナベ・エレクトロライト（電解質）」という名前が付き、昨年韓国で開催されたリチウム電池の学会で発表され、大きな反響を呼んでいる。

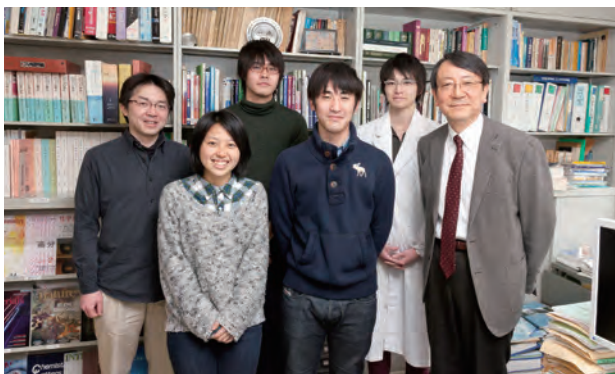
安価で高性能な蓄電池を目指す

化石資源はいつか使いはたす時が来る。太陽光にしても風力にしても、発電した自然エネルギーをそのままでは使えない。電圧や周波数のコントロールが必要となり、一度蓄電して直流から交流に変換しなくてはならないからだ。この二次電池では、安い材料で高性能を実現できる可能性があるため、自動車や家庭、工場、地域などに電気をため、蓄電に活用できたらと渡邊さんは考える。

「今の電力供給は、発電所で大量のエネルギーを集中的に作り、遠隔地まで送電線で送る考え方です。これからの低炭素社会はCO2を排出しないこと以外に、小さなコミュニティ単位で電力を自給し、お互いに助け合う分散型エネルギーシステムを作ることが必要です。そういう時代が10年から20年後に訪れた時には、このような蓄電池が不可欠になるものと思います」

蓄電池の開発は、電子や電荷の輸送がどのように起きるかという分子・イオンレベルの研究から、硫黄を使いこなすための材料研究、さらに、実際の蓄電池の設計まで広い範囲にまたがっている。そのため、他大学や他研究機関の研究者とそれぞれ得意な分野で協力しながら進めている。

ALCAでのプロジェクトは5年の研究期間を予定しているが、プロジェクト発足時に目標に掲げた500Wh/kg以上のエネルギー密度の実現に手応えを感じ始めた渡邊さん。イオン液体を用いた蓄電技術にさらに磨きをかける。実用化のステップは企業との産学連携で進めていく。低炭素社会への道筋がようやく見え始めてきた。



横浜国立大学大学院工学研究院の研究室で、研究代表者の渡邊正義教授（右）、獨古薫准教授（左）と研究チームの皆さん。



研究開発成果2

逆転の発想の超低消費電力ディスプレイ

さまざまなディスプレイで、超低消費電力を目指します。

研究開発代表者

川上 徹

かわかみ・とおる

東北大学未来科学技術共同研究センター
客員准教授 工学博士

1991年、東北大学工学部卒業。96年、東北大学工学部大学院博士課程後期修了。2005年、東北大学・未来科学技術共同研究センター講師を経て、08年より現職。



膨大な光エネルギーを無駄にしてきた

テレビをはじめパソコン、タブレット、スマートフォンなど、生活の場にはさまざまなディスプレイがあふれている。相当な数量に上っているだけに、それぞれの消費電力の大幅な削減ができれば低炭素社会に向けて大きなインパクトをもたらす。これらのディスプレイの消費電力を劇的に削減するゲームチェンジング技術の開発を目指すALCAプロジェクトの代表を務めるのが川上さんだ。

ディスプレイの基本概念を根本的に変えたいと考えた理由はこうだ。私たちが普段目にしている液晶などのディスプレイは、表面からあらゆる方向に光を出しているが、目の網膜に達しているのはカメラの絞りに相当するわずか2~8mmの虹彩（アイリス）を通して入ってくる光だけ。これ以外の光は全て無駄となっているため、ディスプレイ全体の1/10,000~1/100,000の光しか利用されないのだ。まさに膨大なエネルギーを無駄にしているのである。

1/10~1/100の超低消費電力を実現

そこで、川上さんたちが開発しているのが、逆転の発想から生まれた「空間結像アイリス面型技術」と呼ばれる方式。無駄な光を省き、ユーザーの両目近くだけに全画像情報の光を集光して「空間結像アイリス面

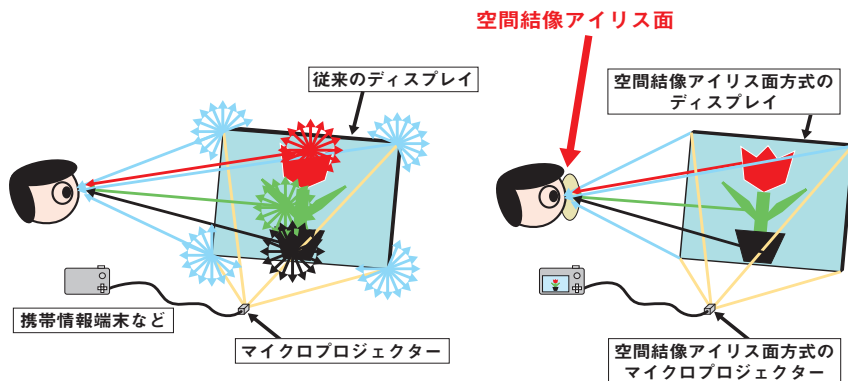
を構成する。ユーザーの目がどこにあるかを認識するのは、現在デジカメに搭載されている被写体の顔を認識するアイトラッキング技術を使う。

人間の目が空間結像アイリス面を通してディスプレイを見つめると、目の水晶体レンズが網膜上にきれいな画像情報を結像する。人間の目が移動すると、その動きを認識して空間結像アイリス面も移動する。だから人間が体を動かしても光強度は全く変わらないわけだ。この方式により、従来はディスプレイの全面に放出していた光エネルギーの無駄をなくすることができる。試算では、従来型の

1/10~1/100の超低消費電力を実現できるというから驚きだ。特に、スマートフォンやタブレット、パソコン、カーナビのように個人専用の利用には大きな効果が期待できる。

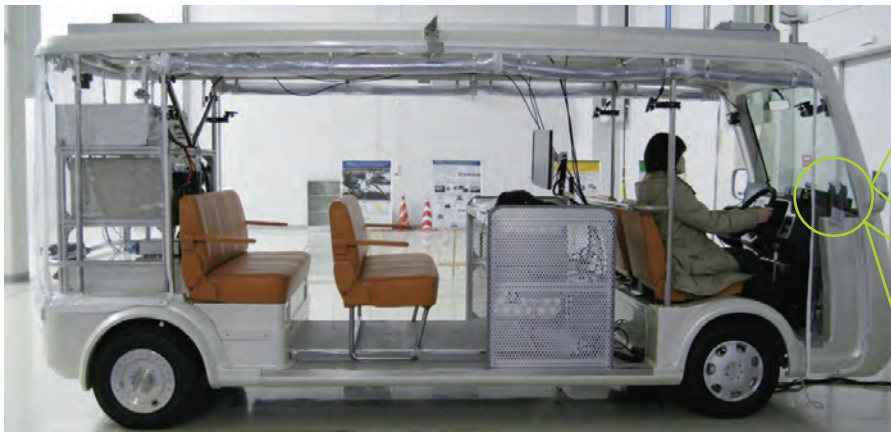
川上さんはその省エネ効果をこう語る。「もし、日本の世帯数4,900万世帯に消費電力200Wの60インチ大画面液晶テレビが普及し、1日3時間視聴したとすると、1年間で511万トンのCO₂を排出することになってしまうので、それが1/10になると460万トンのCO₂排出を減らすことができます。これは火力発電タービン約7分分の排出量に相当する削減となるのです」

■空間結像アイリス面型・超低消費電力ディスプレイの仕組み



左が従来のディスプレイ、右が川上さんのプロジェクトが研究を進めている空間結像アイリス面方式のディスプレイ。ユーザーの両目近くに小さな空間結像アイリス面を設け、全画像情報の光を角度的にも空間的にも均一に集光、網膜上にきれいな画像情報を結像する。ユーザーの目がどこにあるかを認識するアイトラッキング技術により、人間の顔が移動すると、光の方向を変え、空間結像アイリス面を移動させるので、光強度が全く変わらないという理想的な状態を作り出す。

■EVバスに搭載した、空間結像アイリス面型・超低消費電力HUDとアイトラッキングシステムの全景



表示画像 (412cd/m² : 2.5W)



アイトラッキング用カメラ

空間結像アイリス面型
超低消費電力HUD

空間結像アイリス面方式を、具体的に自動車用のヘッドアップディスプレイ (HUD) に適用した例。このHUDの搭載は、経済産業省のIT融合プロジェクトの一環として行った。ドライバーは目線を大きく動かすことなく、安全に前面の視覚情報を見て運転することができる。

1画面で“2役”の表示もできる

このALCAプロジェクトは3年半の予定で続けられているが、その開発ステップは大きく4ステップにわたる。

第1ステップで開発を目指すのが車載用のヘッドアップ・ディスプレイ (HUD)。クルマの計器類やナビゲーション画像をフロントガラスに映し出すディスプレイだ。ドライバーは目線を動かすことなく、安全に運転情報を見られる。消費電力は16.5インチ液晶ディスプレイの1/10に当たるわずか

4Wで、液晶ディスプレイと同じ明るさ200~300cd/m²を達成する。しかも、画像表示面に拡散がないので、直射日光による画像の見にくさも起こりにくい。

「HUDに関してはマルチビュー機能も研究中で、横方向に空間結像アイリス面を増やすと、複数の画像をフロントガラスに同時に映して、角度により別々の画像を見ることがもできます。ドライバーはナビを見ているが、助手席ではDVDを鑑賞するという“2役”が1枚のフロントガラスで可能になるのです」

次の第2ステップは、A4程度のパソコンのディスプレイ開発。これは既存製品の

1/10程度の超低消費電力ディスプレイの実用化を目指す。これなら外出先でバッテリー切れの心配もいらない。画像は本人にしか見えないので電車内でのぞかれる心配もなくなる優れたものだ。

最終段階までに超省エネ大型ディスプレイを開発・普及

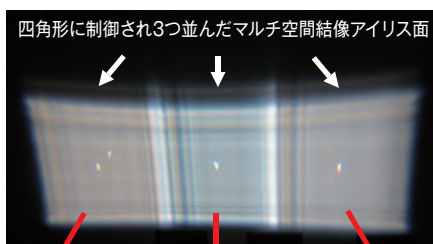
続く第3ステップは50~80インチ・ディスプレイの実用化だ。大型ディスプレイは、今後、個人向けにも普及していくと予想されるので、消費電力が既存製品の1/10となる16~35Wに削減される効果は大きい。

最終目標は、現在の大型液晶テレビからのディスプレイ置き換えである。今後、この分野は韓国、台湾、中国メーカーに席卷されるだろう。ただし、次世代の大型テレビは低消費電力化が最重要である。この超省エネ大型ディスプレイの実現には、日本が得意としている微小レンズなどの光学技術や光学フィルム技術の応用が必要であり、テレビ市場で日本の家電メーカーが再度復権を果たすためのキーテクノロジーにもなるはずだ。

「もちろん、本プロジェクトの目標が達成されたとしても、それが世の中に普及しなければCO₂削減にはつながりません。その意味で製品の価格はシビアに考える必要があります。部材数を極力減らして市場に受け入れられる技術開発を狙いたいですね」

2年前の福島第一原子力発電所事故をきっかけに、電力不足の危機を切実に感じ、革新的省エネ技術の実現に向けてこのプロジェクトをスタートさせた川上さん。実際の製品が陽の目を見る日はきっと近いはずだ。

■マルチビュー機能の搭載が可能なHUD



左側アイリス面からのディスプレイ撮影画像



中央アイリス面からのディスプレイ撮影画像



右側アイリス面からのディスプレイ撮影画像

横方向に空間結像アイリス面を増やして、別々の画像をそれぞれ同時に映すと、ディスプレイに向かう角度によって異なる画像を見ることができる (マルチビュー機能)。



Part.2

省エネ・創エネに大きなスケールで貢献する

挑戦的テクノロジーの研究を最長10年間支援

二酸化炭素（CO₂）排出量を削減し、低炭素社会の実現を目指すには、国の政策目標に応じて、大学や研究機関などのアカデミアによるいっそうの貢献が求められる。アカデミアの持つ基礎研究能力こそがエネルギー問題を解決する革新的な技術の源泉であり、その実用化と社会への普及がCO₂の削減につながっていくといえるからだ。

低炭素社会の実現に、文部科学省は基礎研究や観測分野の開発支援を行ってきたが、さらに、アカデミアの力を活用して、「省エネ」「創エネ」に貢献する研究戦略を加えた。こうした政策を背景に、ALCA事業創設の意義について、全体のリーダーを務める事業統括の橋本和仁さんはこう話す。

「エネルギー問題の研究は、わが国の優れた基礎研究をもとに、既存の技術をさらに発展させていく『積み上げ型』がこれまで多かったのです。しかし、ALCAは違います。エネルギー問題を根本から解決していくために、既存の考え方を大転換するような研究展開をしてもらおうというものです。ゲームチェンジング・テクノロジーというのは、今までの技術体系の中では考えられなかったブレークスルーをもたらす革新技術という思いを込めた言葉なのです」

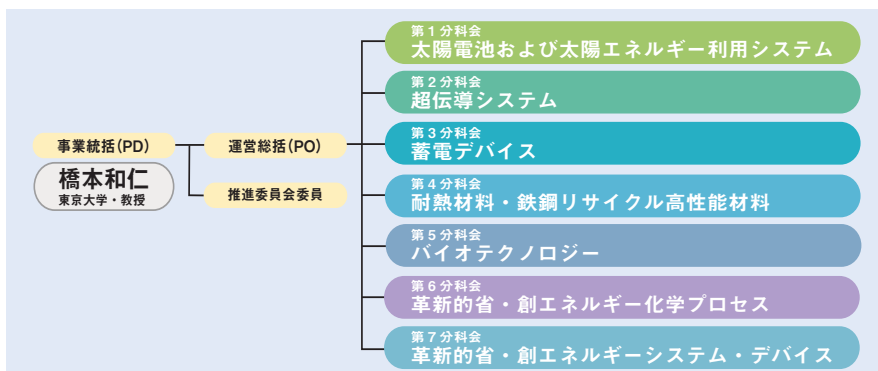
ALCAは1つの研究課題を最長10年間にわたって支援する長期プロジェクトだ。夢のある研究を長く支援し続けていくことで、未来社会に貢献するグリーン・イノベーションを作り出すことを狙っている。

厳しいステージゲート評価 継続か中止かを判定

夢のある研究を続けてほしい。しかし、夢だけでは社会に貢献することはできない。ALCAでは失敗を恐れない思い切った提案を受け入れるが、中には思い通りにはいかないプロジェクトも出てくる。そこで、競争的な環境下で研究プロジェクトの成功率を高めるため、研究開発の実施期間中に、研究を継続させるか中断させるかを厳しく判断する「ステージゲート評価」を実施している。

ステージゲート評価とは、当初設定した時期や目標の達成度を厳しく評価し、プロジェクトを継続させるか中止させるかの判断をするプロセスをいう。事業統括の橋本さんを中心に7つの分科会の運営総括（PO）と

ALCA体制図（先端的低炭素化技術開発事業推進委員会）



分科会委員が研究開発の進捗を公平に評価し、その結果によっては、計画の大幅な見直しや中止を行う。また反対に、成果が上がっている研究は研究費の増額もあり得る。

「昨年、最初のステージゲート評価を初めて実施しました。それまで文部科学省の個人への研究費で、期間中に打ち切った例はなかったので反響も大きかったといえます」

ステージゲート評価における基準は何か。1つは、客観的な指標として数値目標を立て、達成したかどうかをみる方法である。しかし、数値目標はあくまで指標であり、それを達成しただけで通過できるとは限らない。重要なことは、POと研究者がひざを詰めて話し合い、最終目標に近づいていくための計画にPOが納得できるかどうかである。その意味でも、ALCAではPOの権限と指導力が極めて重大な責任を負っているといえる。

目的はただ1つ、低炭素社会への貢献

「誤解しないでいただきたいのは、ステージゲートを通しなかったからといって、成果がなかったということでは決してありません。あくまでもALCAの目的は、低炭素社会、省エネ・創エネに対して大きなスケールで貢献でき

る研究でなければならないということ。実際、通過できなかったプロジェクトもサイエンスとしては素晴らしい研究ばかりです」

ALCAでは、基礎研究の成果だけでなく、実用化の見通しも求められる。しかし、実際に進めていると、研究者に最終的な応用まですべてを要求するのは厳しいのではないかという議論があり、今後出口側にいる産業界との協力も働きかけていきたいと橋本さんはいう。

「地球温暖化という非常に大きな課題に立ち向かっていくには、事業を推進する私たちと開発を担う研究者たち、さらに、官民が一体となって、研究成果を社会に還元していく道筋をつけることが重要です。それを実現するための壮大なモデルケースがALCAだと考えています」

2030～50年における豊かな低炭素社会への大転換に挑戦していくゲームチェンジング・テクノロジー。まさに、試合の流れを一気に変えようというALCAの先端プロジェクトの数々から目が離せない。



橋本 和仁 はしもと・かずひと
東京大学教授 理学博士

1978年、東京大学理学部化学科卒業、80年、同大学院理学系研究科修士課程修了。91年、同大学工学部合成化学科助教授を経て、97年より同大学先端科学技術研究センター教授、ならびに、2004年同工学系研究科応用化学専攻教授。2010年よりALCA事業統括。

特集
2

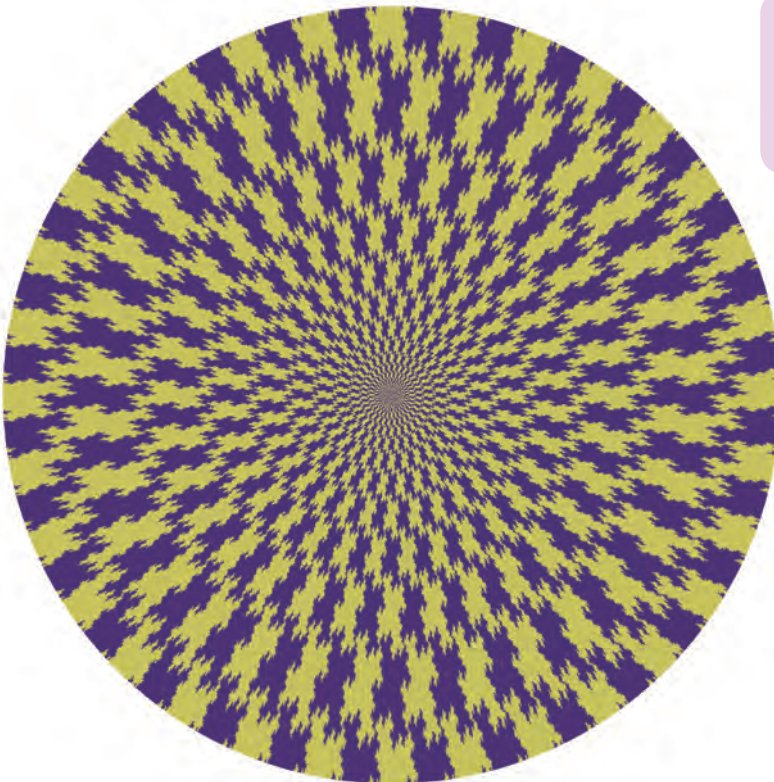
特許出願とチョコ菓子缶のデザインも

脳をだます「錯視」を数学的に解明

まずは、本誌表紙をご覧ください。ここに描かれた画像は静止画像であるにもかかわらず、ハートが動いて見えるような不思議な感覚を引き起こす。これが「錯視」の世界だ。錯視の多くはこれまで研究者が試行錯誤の中で発見してきたものだが、「数学的処理とコンピューターの活用」という科学的なアプローチでそのメカニズムの解明に挑戦しているのが、東京大学大学院数理科学研究科の新井仁之（ひとし）教授だ。その研究は、錯視の数学的解明に終わらず、チョコレートのパッケージデザインに応用され評判となっている。

Part.1

オリジナルの「数理視覚科学」で脳に挑戦する！



フラクタルらせん錯視

新井さん（新井仁之・新井しのぶ）が2007年に作成した、フラクタル島をタテに3:1の比率に伸ばしてつくった「らせん錯視」。一見、らせんに見えるが、指でなぞってみると、同心円でできていることがわかる。

数理モデルを作ります。それを使って錯視をコンピューター上で作ったり、錯視を取り除いたりするのは（新井さん）

脳の中では、目に視覚情報が入ってくると、脳内の細胞が画像情報をそれぞれ、色、模様、方向、形などの要素ごとに細かく分解し、脳のそれぞれの専門領域（領野）で処理をする。ここで、新井さんは、脳内の細胞が「分解して処理する部分」を数学（数理モデル）で代替してみせることに挑戦した。

脳を研究する独自のツール「かざぐるまフレームレット」を開発

人間の脳の中では、視神経の細胞が多数集まって「受容野」というフィルターが形成されている。その解明には原始的な数学が使われてきた。一方、1980年代に登場したウェーブレットと呼ばれる数学関数が、信号

コンピューターに人間同様の「錯視」を起こさせられれば、数理モデルで「脳研究」にアプローチできるということです。

数学とコンピューターで錯視のナゾに迫る

錯視とは「目の錯覚」のことで、いくつかのパターンがある。例えば、実際には印刷されていないものが存在しているかのように見える「ヘルマン格子錯視」、同じ色にもかかわらず背景色の違いで色が違って見える「色の対比錯視」、平行なのに傾いて見える「カフェウォール錯視」などで、これらは古典的錯視として知られている。新しい錯視とし

ては、2007年に新井さんが発見した「フラクタル錯視」がある。これは一見すると渦巻き曲線に見えるが、指でなぞってみると同心円だけで構成されていることに気付く。

新井さんの手法の新しさは、錯視の解明に数学的な処理とコンピューターを使ってアプローチしている点だ。数学と錯視（視覚）とは何の関係もなさそうに思えるが、どのように関係しているのだろうか。

「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、人の視覚の

新井仁之 あらい・ひとし

数学者、理学博士。東京大学 大学院数理科学研究科 教授

1984年、早稲田大学大学院理工学研究科修士課程修了。86年、東北大学理学部助手、プリンストン大学数学科客員研究員、東北大学大学院理学研究科教授などを経て、現在に至る。97年に調和解析・複素解析の業績で日本数学会春季賞を受賞。2001年頃から視覚のメカニズムに興味を持ち、脳内で行われている視覚に関する情報処理や視覚が起こす錯覚（錯視）の研究に着手し、新分野「数理視覚科学」を提唱している。08年に視覚と錯視の数学的新理論の研究により文部科学大臣表彰科学技術賞を受賞。JSTでは、07年～10年さきがけ研究者、10年～15年CREST共同研究者。





処理などさまざまな分野で使われてきたが、さらにその進化形としての「フレームレット」が21世紀に入って生まれた。

「私は最初、ウェーブレットを使って錯視の研究をしていたのですが、ウェーブレットに限界を感じてフレームレットに移行し、さらに、JSTのさがけプロジェクトの中で『かざぐるまフレームレット』という、視覚に最適化した独自のツールを2010年頃に考案しました」

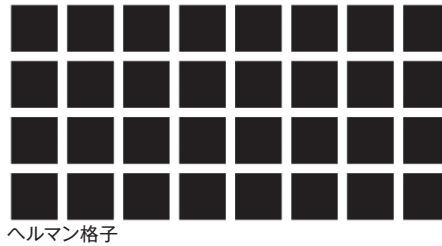
新井さんが考え出した「かざぐるまフレームレット」とはどのようなもので、脳とはどのように関係するものなのか。

「かざぐるまフレームレット」とは錯視を起こす際の人間の脳の状態を数理モデル化したものだ。そこでは、色、傾きなどの人間の視覚情報に近いものがそれぞれ数値データに置き換わっている。その中には人間に錯視を起こす要素（錯視成分）もあり、この錯視成分の度合いを変えることで、実際の錯視の度合いも変わってくる。こうすると、人間が見ているモノを擬似的にコンピューター上に作り上げることができるようになり、さまざまな錯視の研究にも活用できるようになった。

例えば浮遊錯視の場合、静止画面なのに斜めに動かすと中と外が動いて見える。これに「かざぐるまフレームレット」を使って数学的な処理をコンピューターに施すことにより、「錯視を消失する」ことはもちろん、逆に、普通の静止画（動いて見えない）を「動いて見える」ようにするなど、錯視の状態を自在に操作することが可能になる。

数年前までは、錯視といえば心理学者や錯視研究者が特定の錯視パターンを試行錯誤で作成するのが当たり前だったが、この新井さんの独自のアルゴリズム（計算手法）を使うことで、どんなデザインの図柄でも浮遊錯視や傾斜錯視を作れるようになった。

古典的錯視の例



ヘルマン格子

カフェウォール錯視



文字が浮遊して見える「浮遊錯視」

画像を斜めに動かしたり、顔を近づけたり遠ざけると、「科学技術振興機構」とその英訳の英字が浮遊する錯視アート。

出力画像の鮮明化にも応用

ところで、錯視による応用にはどのようなことがあるのか。例えば、錯視を起こすコンピューターモデルでは、自然な画像を入力すると、山肌や稜線などの遠景から木の葉の近景に至るまで、きわめて鮮明に見えるように工夫できる（画像の鮮鋭化）。入力画像よりも出力画像のほうがきれいになるのだ。

視覚のメカニズムを説明できるアルゴリズムには、浮遊作成アルゴリズム、傾斜作成アルゴリズム、カラー対比作成アルゴリ

ムなど、それぞれの錯視の度合いを調整するアルゴリズムが存在し、いずれもJSTによって特許化されている（Part2参照）。

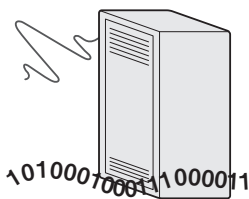
新井さんの夢は壮大だ。

「研究の最終目標は『錯視』ではなく、『人間の視覚情報』全体を数理モデル化しつつ視覚を超えた有用なシステムを作っていくことです」

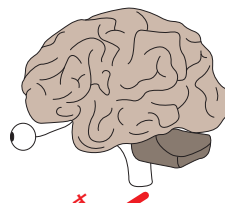
脳は、科学にとっては謎の多い最終フロンティア。その脳の高次メカニズムの解明に数理モデルを使って挑戦しようという野心的な試みが始まった。この挑戦が脳科学の新たな発展に貢献するだけでなく、新たな数学の領域をも生み出すことが期待される。

視覚の情報処理モデル

$$x_{i2}(Y) = 2^{i/2} \times (2^{ix-k})$$



脳内の視覚系



視覚を真似て数理モデルを作る

脳内の未知の情報処理方法を推測

数理モデルが適切ならば、計算機もヒトと同様に錯視を起こす

錯視が起こるような計算方法を
錯視が見出す

錯視

ヒトの脳は錯覚を起こす

新井さんによる「数理視覚科学」構築のためのアイデア

まず、脳科学、心理学、視覚科学などに基づき、数学を用いて脳内の視覚の情報処理について数理モデルを作成する。次に、それをコンピューターに実装する。もし、その数理モデルが適切であれば、コンピューターに錯視画像を入力すると、コンピューターも人間同様、錯覚を出力するはずである。つまり、錯視は視覚の数理モデルにとっての試金石となる。

Part.2

早期のライセンスを目指す JST知財センターの取り組み

大学の研究成果が特許化されても、簡単に特許のライセンス（実施許諾）につながるものではない。しかし、「研究者・大学・JST」の3者が、特許を出す前から出口（ライセンス）を考えた取り組みを始めている。新たな戦略と成果を報告する。

「錯視」のデザインをお菓子のパッケージに

2012年8月のある日、新井さんのもとに1通のメールが飛び込んできた。北海道帯広市に本店のあるお菓子の老舗・六花亭から「錯視のデザインをお菓子の包装などに使えないか」という問合せだった。

さっそく新井さんと六花亭の間で何に使用、どのようなデザインにするかなどの打合せが始まった。JSTの知的財産戦略センター（以下、知財センター）が特許などの権利関係の調整を行い、六花亭とライセンス契約をした（次ページの右下参照）。

新井さんの特許がライセンスされるまでのプロセスは実に順調なものだったというが、その裏には実は「研究者、大学、JST」の三者一体による綿密なライセンス戦略があった。

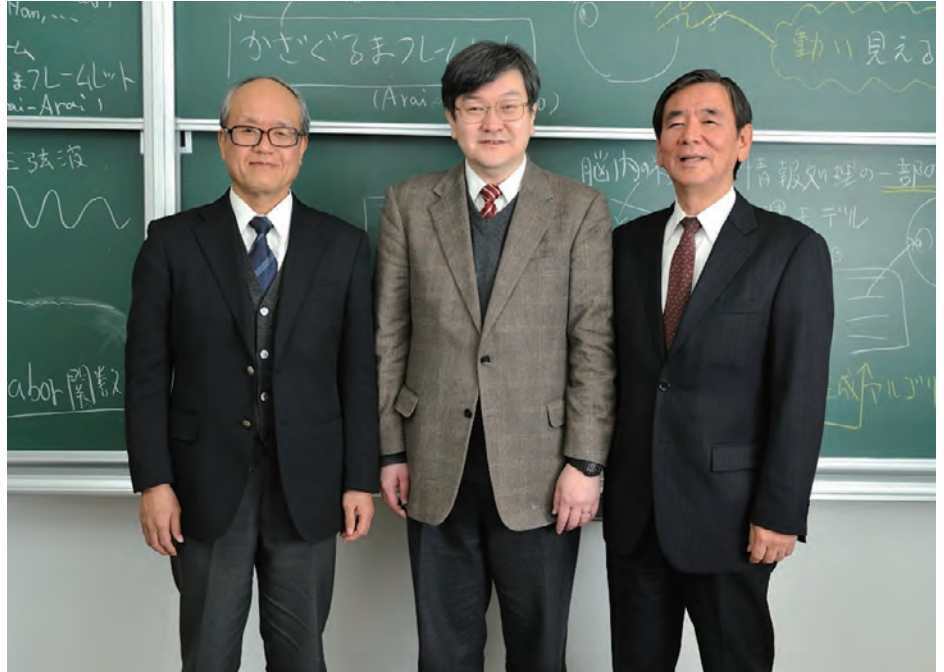
大学を取り巻く特許とライセンスの現状を、今回の新井さんのケースを例に見ていきたい。

「研究成果の特許化」と「特許の活用」の両面支援

一般に、基礎研究では、その研究成果を特許として取得できたとしても、企業にライセンスされることはまだ少ない。このため、特許を申請する立場の大学としては、特許費用だけがかかり、ライセンス収入は伸び悩んでいるというアンバランスな状況が常態化している。

そこで、JSTは、大学と研究者の協力のもと、さきがけやCRESTの研究成果を特許化しライセンスするまでの一連のサポート事業に積極的に乗り出し始めた。

その中でも中心となるJST知財センター



新井さんを囲んで、JST知的財産戦略センターの森内久裕主任調査員（左）と神崎修主任調査員。

の取り組みは大きく2つに分類できる。1つは、大学の研究成果を特許化する支援、もう1つは、そこから一歩踏み込んだ特許の活用（ライセンス）支援だ。

特許化支援についてまず説明する。大学の優れた成果を国内特許として取得しても、さらに外国に出願するためには1件につき100万円単位の資金を必要とする。優れた特許であっても、昨今の大学の経営状態は厳しく、申請に二の足を踏む大学が増えている。そのような場合、大学からの支援依頼があれば、JSTの目利きによる特許出願の助言や外部有識者による技術評価を行い、外国出願の費用をJSTが負担するという支援活動だ。

これに加え、もう1つの知財センターの取り組みこそ、いま力をいれている活動だ。そ

れは特許を出願する前段階から、将来的な産業界での活用を見据え、何を特許化するか、その手順や特許の請求範囲、ライセンス企業の事前想定などを戦略的に練っておくことだ。知財センターは「研究成果や特許がライセンスできるものかどうか」の目利き役というわけだ。

一般に、基礎研究から実用化までは、非常に長い期間を要する。JSTでは従来、材料関係（材料、プロセス、装置など）の特許を扱う経験が多く、それらは基礎研究からライセンスまで10年～15年というケースも珍しくなかった。

ところが近年、技術の進展が著しく特許から製品化までのサイクルが短くなってきている。特に新井さんの「画像解析」のようなIT分野では、特許を取っても3年～5年も経ってしまえば、そこから先のライセンスは非常に難しくなる。このため「成果からライセンスまで」の早期化が求められているのだ。

「出口戦略」を意識して活路を開く

そこで、特許が公開される前からJSTの知財センターが動き始めることにした。例え

文字列の傾斜錯視
「十一月同窓会」の文字列が斜めに曲がっているように見えるが、実は平行になっている。実際に、文字列に定規をあててみるとわかる。

十一月同窓会十一月同窓会十一月同窓会十一月同窓会十一月同窓会
十一月同窓会十一月同窓会十一月同窓会十一月同窓会十一月同窓会

会窓同月一十会窓同月一十会窓同月一十会窓同月一十会窓同月一十
会窓同月一十会窓同月一十会窓同月一十会窓同月一十会窓同月一十

十一月同窓会十一月同窓会十一月同窓会十一月同窓会十一月同窓会
十一月同窓会十一月同窓会十一月同窓会十一月同窓会十一月同窓会

会窓同月一十会窓同月一十会窓同月一十会窓同月一十会窓同月一十
会窓同月一十会窓同月一十会窓同月一十会窓同月一十会窓同月一十



ば、もし特許が公開されれば、どういう業界・企業からどのような動きが出てくるのか。あるいは日本で特許を出願すると海外特許の出願までに1年の優先期間（この期間に出願すれば、日本で先に出願した特許と同じ権利が認められる）があるが、その間にどの程度技術が進むかなども予測し、どこまで特許の内容を補正するかも事前に考えて取り組む必要がある。

また、多くの研究成果が存在する場合には、後から自分が出そうと思っていた特許が、先に出した自分自身の特許に抵触して提出できないこともあった。このため、どの成果をどういう順で特許化していくか、それを出口戦略なども考え合わせつつ、初めから研究者、大学、JSTの3者が常にコンタクトを取って進めるようにしているのだ。研究内容そのものへの深い理解こそ、その後のライセンス化の可否につながっているからである。

六花亭のケースでは、ライセンス契約までが順調に進んだと述べたが、実は、新井さんの研究の場合、研究段階（JSTのさきがけ、CRESTによる研究支援）から評価が高く、このため研究者、大学、JST（研究部門担当と知財担当）の3者がライセンスに向けた準備を早くから綿密に行なっていたからこそその結果といえるだろう。

名伯楽の目利き力がライセンスを増やす

では、ライセンスの効率を上げていくには、どうすればいいのか。新井さんの錯視のケースでは、メディアでよく取り上げられたり、美術館などからの引き合いもあったが、

それでも実際のビジネスにはなかなか結び付いてこなかった。

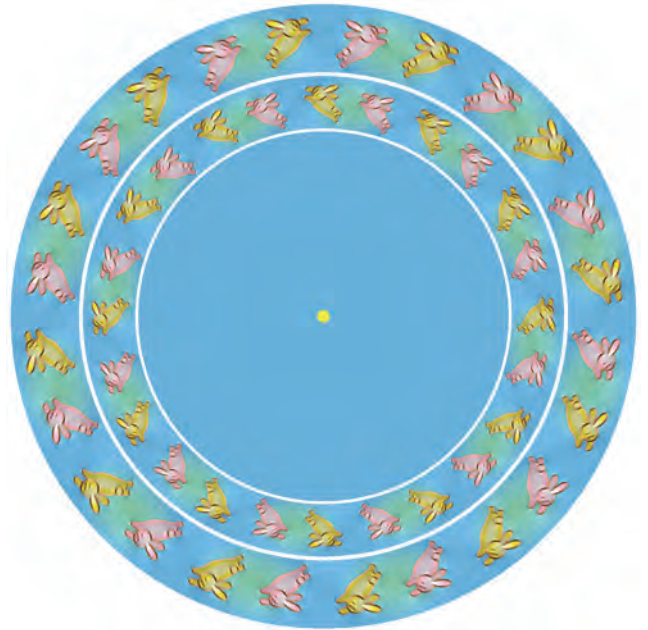
そこで、今後、知財センターとして考えられる方法が2つあるという。

1つは、JSTの知財センターの担当者自身が、さきがけ・CRESTなどの基礎研究部門と連携をとり、優れた研究をいち早く発掘する。そして「この特許に関しては、この業界、この会社の製品に適用できるのではないかと」目星をつけ、企業に積極的に売り込みをかけていくことだ。

もう1つは、研究者との話し合いの中で、研究成果の価値を多面的にとらえ、さまざまな視点からの市場性を再検討してみることだ。

「新井さんの特許の場合、浮遊錯視、文字列錯視などの『錯視』のままでは『面白いアートですね』で終わってしまい、産業用途まで見つけにくかったのです。ところが、視点を広げ、アートとしての錯視の面よりも、『画像の鮮鋭化』という画像処理技術としての側面を強く押し出すことで、カメラ、ロボット、センサーなど、さまざまな産業界、企業が自社製品への機能追加ということで検討し始めてくれました」（JST知財センター：森内、神崎）

せっかくの研究者の成果を死蔵せず、日



特許化された「浮遊錯視生成アルゴリズム」(うさぎの浮遊錯視)
新井さん（新井仁之・新井しのぶ）は、任意の画像を浮遊錯視にする浮遊錯視生成アルゴリズムを発明した（特許出願：JST）。円の中心を軸にして回すと、うさぎの列が伸縮して見える。

本企業の製品強化に結び付けていくためにも、「大学、研究者、JST」の3者が一致協力し、出口を見据えた連携を図っていく活動が今まさに求められている。

なかでも、大学と企業の間にとって、きちんと研究の中身と企業の需要とを評価できる「目利き役」「名伯楽」としてJSTの知財センターの役割は大きい。

新井さんの錯視のライセンスのように、さらなる成果が次々に生み出されていくことを期待したい。

六花亭担当者にインタビュー

お菓子の缶に「錯視」デザインをライセンス！

2012年の夏、新聞に掲載された新井先生の錯視画像の記事を読み、「これを商品パッケージに使ったら面白い！」と思い、すぐにコンタクトを取りました。錯視効果が得られるパッケージの材質や形状についてアドバイスをいただき、缶入りチョコレートの採用を決めました。デザインなどの大筋が具体化した12月に、新井先生からJST知財センターの神崎さん、森内さんを紹介いただき、ライセンス利用の交渉なども順調に進びました。

一番懸念していたのは、パッケージへの印刷によって錯視効果が損なわれないかという点でしたが、缶のサイズに合ったデザイン設計を新井先生にいただいたことで、その心配も払拭されました。

顔を近づけたり、遠ざけたりすると、ハートが動いて見えるデザインは、ホワイトデー商品として大変好評でした。

（六花亭製菓株式会社文化広報部 成田純子さん）



「浮遊錯視」のデザインが採用された、六花亭のホワイトデー向け商品「ラウンドハート」のパッケージ缶（2013.2.23～3.14の期間限定販売）。



社会にひろがる新技術

～JSTの研究開発成果から～

VOL.12

新理論で騒音を大幅に低減

「エッジ効果」を抑制して遮音壁を低くできる装置を開発

道路や鉄道、工事現場などの騒音対策として用いられている遮音壁。背の高い壁は威圧的で、近隣に圧迫感を与え、日照を遮り街の美観も損ねてきた。この問題を解決する優れたものが登場する。関西大学環境都市工学部長の河井康人教授が提唱する「エッジ効果抑制理論」に基づいて開発した遮音壁用の先端装置だ。



関西大学の音の実験室（無響室）で。左から、株式会社音響デザイン研究所代表取締役の荒木邦彦さん、関西大学環境都市工学部長・教授の河井康人さん、日本板硝子環境アメニティ株式会社常務取締役の木元肖吾さん、関西大学社会連携部産学官連携コーディネーターの石原治さん。

井さんは「エッジ効果」と名付けた。

「波の一種である音は空気を媒体として伝わります。そのとき、空気の粒子は定位置で振動しています。その振動がエッジで極端に大きくなる現象が『エッジ効果』です。学生時代にはこの現象にすでに気づいていたのですが、当時は遮音に応用することまでは考えつきませんでした」

“逆転の発想”で遮音する

2009年頃、河井さんは学会の準備中に学生時代に発見したこの不思議な現象を30年ぶりにふと思い出した。

「プレートエッジ付近に布を置けば、騒音を吸音できるのではないか」

そう考えた河井さんは、空気の粒子速度を抑える材料の検討に着手。急激な圧力変化の起きるプレートのエッジに適切な流れ抵抗を持つ布や多孔質材を取り付けると、粒子の振動を緩和し、プレートの背後に回り込む音を低減できる。これは吸音材の内部を空気（粒子）が通過した際、摩擦によって音エネルギーが熱エネルギーとして吸収されるためだ。また吸音材の上方向の流れ抵抗を徐々に減少させることで、さらに大きな減音効果が得られることも分かった。

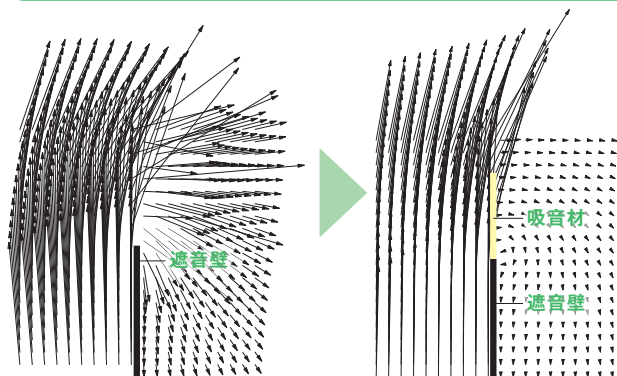
画期的な発見の「エッジ効果」

河井さんの研究テーマは、建築音響や環境音響の理論解析だ。音の発生や伝達、空間の音響特性をコンピューターシミュレーションで解析する研究を進めている。ここでは、騒音として出ている音波がどのような挙動をしているかを境界積分方程式という数式を使って解明する。河井さんは、この式を使ってプレート板周りの音場を解析していたときに、ある現象を発見した。孤立した領域に発生する大きな粒子速度だ。

薄くて堅いプレート板に音波が当たると、当たった面とその裏面では音圧に大きな差が生じる。つまり表面と裏面の境である縁辺（エッジ）では、急激な圧力の変化（勾配）

が生じることから、エッジに沿って空気の粒子が非常に大きく振動する。この現象を河

■遮音壁エッジ付近での音のエネルギーの時間平均流（向きと大きさ）

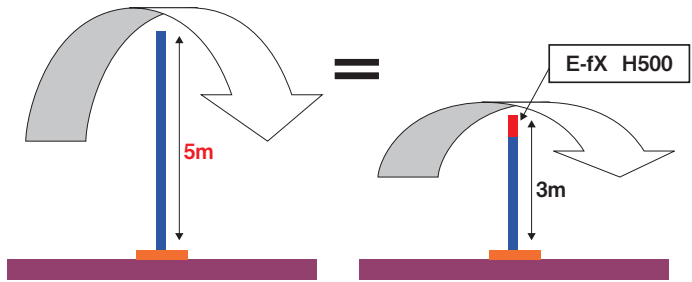


通常の遮音壁

遮音壁の先端に吸音材を設置

吸音材の流れ抵抗を上方へ行くに従って徐々に減少させる特性を持たせることで効果的な減音が可能になる。（音源は遮音壁の左側下方）

■エッジ効果抑制型の遮音装置「デュラカムE-fX」の効果



左写真は、高速道路への「デュラカムE-fX」設置イメージ。従来の遮音壁より低くすることができる。上図左は、従来の遮音壁の高さを表したもの。「デュラカムE-fX」を設置する（上図右）と、壁の高さを2メートル下げても同等の遮音効果を得ることができる。

「エッジ効果抑制理論」は、エッジ付近の大きな粒子速度を多孔質材などで効果的に抑制することで回り込む音を大きく減少させるという全く新しいアプローチだ。従来の遮音壁の先端には金属などの堅い素材を利用していた。それを布のような音がよく透過する材料に置き換えて性能を向上させようとする試みは、逆転の発想といえる。

「常識的には受け入れがたいものですが、研究室で模型実験を行なうと、実験値と理論予測値が高い精度で一致しました。そこでエッジ効果抑制理論に基づいた遮音壁の開発スタートを切ることにしたのです」



プレート板に多孔質材を取り付けた様子。

製品化の立役者は、音響プロと産学連携コーディネーター

2010年、河井さんは友人である(株)音響デザイン研究所(大阪市)の代表取締役、荒木邦彦さんに「エッジ効果抑制理論」の詳細を話した。いくつかの劇場やコンサートホールの設計を手がけてきた音響のプロである荒木さんが強い興味を示した。

「河井先生からお話を聞き、大阪・千里の建築総合試験場での音響実験に立ち会ってみました。多孔質の繊維が空気粒子の振動を抑えて音を吸収するという理論やその効果の高さに驚きました。しかも、理論値と実測値がぴったりと合うし、応用範囲も広い。長年、音響に携わってきましたが、こんなケースはまれですね」

この画期的な理論は、高速道路の遮音壁をはじめ、室内外でさまざまな展開が考えられると荒木さんは直感した。まずは汎用性の高い遮音壁をいち早く製品化しようと、道路遮音壁のトップメーカーである日本板硝子環境アメニティ(株)(東京都港区)に共同開発を打診。

さらに河井さんの研究を支えたのが、関西大学で産学官連携コーディネーターを務める石原治さんだ。

「河井先生の成果を聞いて、ぜひ製品化のお手伝いをしたいと思い、11年春にJSTのA-STEPの制度に応募しました。同時に、貴重な研究成果を知的財産として守りたくて特許出願もしました」

こうして各界のプロが集い、これまでにないユニークな理論による遮音壁の製品化が加速する。

シンプルな構造が製品化へのハードルに

日本板硝子環境アメニティは、道路・建築音響・工場などの分野で数多くの製品を提供している。常務取締役の木元肖吾さんは、荒木さんから話があったときのことをこう語る。

「最初にお話を伺ったときは半信半疑でした。これまでの遮音壁とは発想が全く違っていたからです。ところが、実験に立ち会ってその性能が実証されたときには、半信が大きな信頼に、半疑がうれしさと驚きに変わっていきました」

エッジ効果抑制理論に基づいた遮音壁の構造は、エッジ付近の粒子速度を抑制するため多孔質材を設置するというシンプルなものであったが、製品化のハードルは高かった。遮音壁の先端に単純に布を張れば良いというものではないからだ。

課題はいくつもあった。まず、繊維材を保護する外装パネルを取り付けた際に、理論

値への影響を最小限にすること。そこで理想的な値に近づけるための繊維材の選定や制作方法を検討した。高速道路に設置した際の安全性や強度、耐候性も必要だ。さらに遮音性能のバランスやコストも重要である。

しかし、改良余地を残しながらも開発期間1年半という短期間で製品化を実現した。「デュラカムE-fX」と命名され12年11月に発売、13年度中には高速道路へのテスト導入を見込んでいる。



デュラカムE-fX H500(高さが500mm)タイプ

性能を向上させ用途をひろげたい

従来の3mの遮音壁は約15dBの騒音を低減する。この高さを変えずに最上部をデュラカムE-fX(H=500タイプ)に置き換えると、さらに約5dB抑え、合計で20dBを低減できる。音のエネルギーは100分の1になる。これは、5mの遮音壁の性能に匹敵するという。

遮音壁を低くできるだけだけでなく、パネル本体の小型化・薄型化にも貢献する。河井さんは、今後さらに5dBの低減を目指している。

「理論的に予測される最適な物理特性を持つ繊維材を開発すれば可能になります」

これによって、道路や鉄道用の遮音壁だけでなく、工場や空調ダクトから出る騒音対策にも使える。大きな音を出す楽器の練習場などにも最適で、将来は住宅地の騒音防止など、快適な生活の確保にも役立ちそうだ。



開催報告

3月23～25日に「第2回科学の甲子園全国大会」を開催 愛知県立岡崎高等学校が優勝！

JSTは3月23～25日に「第2回科学の甲子園全国大会」を兵庫県立総合体育館（西宮市）で開催しました。

科学の甲子園は、高校生（中等教育後期課程、高等専門学校を含む）が、チームごとに科学分野での知識・技能を競う大会です。産学官が一体となった新たな科学技術系人材育成

モデルとして設計されており、全国大会はこの趣旨に賛同した企業協働パートナー 18社の支援を得て行われました。

地方予選には第1回を上回る6,000名を超える高校生のエントリーがあり、全国大会には各都道府県での選考を経て選抜された47チーム、358名の高校生が参加しました。



各校6～8人のチームで、メンバー同士が互いに協力しながら、科学に関する知識とその活用能力を駆使してさまざまな科学的課題に挑みました。中でも事前に内容が公開されていた、アルカリ乾電池とクリップ、エナメル線、磁石などを材料に「クリップ

モーターカー」を時間内に製作しタイムレースを行う「実技競技」は、大いに盛り上がりました。

筆記競技と4つの実験競技の得点を加算した総合成績により、愛知県立岡崎高等学校チームが優勝、灘高等学校チーム（兵庫県）が第2位、筑波大学附属駒場高等学校チーム（東京都）が第3位となりました。

優勝校キャプテンの砂田佳希さん（高2）は「前回やりきれなかったことを今年のチームで果たすことができて嬉しい。事前の準備でのひらめきが大事だと実感しました」と笑顔で話しました。また、競技ごとの成績上位校や、イノベーションを予感させる最もユニークな回答をした学校などは「優秀校」として表彰されました。

今大会の成績など詳細は、HP (<http://rikai.jst.go.jp/koushien/>) をご覧ください。

優勝した愛知県立岡崎高等学校チームの皆さん。



研究成果

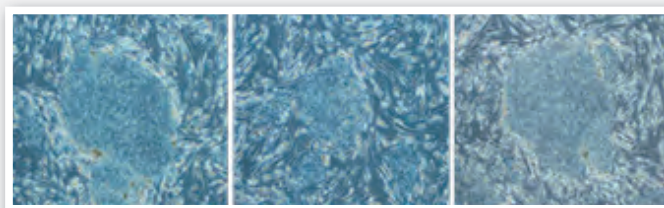
戦略的創造研究推進事業CREST「人工多能性幹細胞（iPS細胞）作製・制御等の医療基盤技術」領域
研究課題「iPS細胞を駆使した神経変性疾患病因機構の解明と個別化予防医療開発」

アルツハイマー病の病態を解明 iPS細胞を用いた先制医療開発へ道筋

京都大学iPS細胞研究所の井上治久准教授らと長崎大学薬学部の岩田修永教授らの共同チームは、複数のアルツハイマー病（AD）患者由来のiPS細胞（人工多能性幹細胞）を使ってADの病態を再現し、若年発症と高齢発症のどちらの場合にも共通に、アミロイドベータAβという病気に関わるタンパク質が、細胞内に蓄積するタイプがあることを明らかにしました。

研究グループは、若年発症の原因遺伝子の1つであるアミロイド前駆体タンパク質（APP）に遺伝子変異をもつ患者と、家族歴のない高齢発症の患者の皮膚からiPS細胞を作製し、再び大脳の神経系細胞に分化誘導させました。得られた神経細胞を解析した結果、APPの22番目のアミノ酸が欠落する変異（APP-E693Δ）があると、Aβがオリゴマーと呼ばれる凝集体となって細胞内に蓄積し、細胞内ストレスを引き起こし、細胞死を生じやすくなることがわかりました。

また、細胞を培養する際、魚類に多く含ま



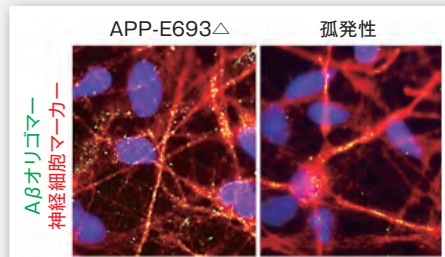
コントロール 遺伝性 孤発性

■アルツハイマー病患者からiPS細胞を作製

作製したiPS細胞の位相差顕微鏡写真。健常人と、APP-E693Δ変異を持つ若年発症（遺伝性）患者、さらに高齢発症（孤発性）患者からiPS細胞を作製。

れるドコサヘキサエン酸（DHA）を加えることによりこれらの細胞内ストレスは軽減され、神経細胞死が抑制されることを確認しました。さらに、高齢発症の患者の中にも細胞内Aβオリゴマーおよび細胞内ストレスが見られるケースがあることがわかりました。

今回の成果は、iPS細胞技術が疾患の病態解析や創薬研究にとどまらず、患者ごとの病態をあらかじめ予測し適切な治療を提供する「先制医療」にも応用できることを示しており、今後のさらなる研究の進展が期待されます。



■患者由来のiPS細胞から分化誘導した神経細胞内に蓄積したAβ

患者由来の細胞では、緑色（または黄色）で示すAβオリゴマーが蓄積していた（青は細胞の核、赤は神経細胞を示す）。



イベント開催

日本科学未来館「つながり」プロジェクトの新規コンテンツ Geo-Cosmos上映プログラム、ジェフ・ミルズ氏による音楽

日本科学未来館（東京・お台場）は、地球と自分についての「知」を深め、未来のビジョンを共に作り上げることを目指す「つながり」プロジェクトの一環として、2つのコンテンツを3月22日から一般公開しています。

1つは、未来館のシンボル展示である地球ディスプレイGeo-Cosmos（ジオ・コスモス）の新しい上映プログラム「軌跡～The Movements」。「人間の活動と地球観の変遷」をテーマに、約6億年前の大陸移動から現代の交通・移動まで人類が歩んできた“移動”の歴史を描き出します。1,000万画素を超える



未来館のシンボル展示 Geo-Cosmos

超高解像度のCG映像とそれにシンクロする音響演出により、地球上に描かれた移動の軌

跡を体感できるプログラムです。

もう1つは、世界的に活躍するテクノ・プロデューサーでDJのジェフ・ミルズ氏が制作した、Geo-Cosmosを取り囲む空間に流れる音楽です。宇宙をテーマに表現を追求してきたジェフ・ミルズ氏が、毛利衛館長の宇宙体験を踏まえて、「宇宙、地球、人々のつながり」をコンセプトに、地球を眺めるためのサウンドトラックを制作しました。3月22日には、ジェフ・ミルズ氏によるオープニングパフォーマンスも開催されました。

詳しくはHP (<http://www.miraikan.jst.go.jp/>) をご覧ください。



新サービス開始

オンライン検索サービスJDreamⅡが JDreamⅢにリニューアル

JDreamは、科学技術や医学・薬学関係の世界中の文献情報を手軽に検索できる日本最大級のデータベースです。収録文献は5,300万件で、科学技術の全分野にわたり網羅的に収録されています。内容は、学協会誌（ジャーナル）、会議・論文集/予稿集、企業技報、公共資料などで、これまで研究者や技術情報担当者に幅広く使われています。

2013年4月から、これまでJSTが提供して

きたJDreamⅡオンライン検索サービスを株式会社ジー・サーチに移行して、より使いやすさを目指した「JDreamⅢ」としてリニューアルします。なお、収録文献の更新や整備はこれまで通りJSTで行います。

JDreamⅢと株式会社ジー・サーチが提供している特許情報、新聞情報、経済情報など約170種類のデータベースと連携することによって科学・技術・医療の調査、研究に携わ



JDreamⅢの検索画面

る人を強力に支援していくことを期待しています。

詳細はHP (<http://jdream3.com/>) をご覧ください。



開催報告

「セマンティックWebコンファレンス2013」 LOD化をテーマに出展

JSTバイオサイエンスデータベースセンター（NBDC）と知識基盤情報部は、3月7日に慶応義塾大学三田キャンパス北ホールで開催された「セマンティックWebコンファレンス2013 (<http://s-web.sfc.keio.ac.jp/conference2013/>)」にてJSTが扱う科学技術情報のLOD化をテーマに出展しました。

LODとは、Linked Open Dataの略で、社会や産業の基盤となりうるさまざまなデータをWeb上のリンクとして共有できるようにし、広い範囲で流通・再利用可能にすることで、データの価値を高め、新しいサービスの創出に貢献しようとする世界規模の取り組みです。

NBDCでは、ライフサイエンス分野の研究データのLOD化を促進すべく、再利用可能なデータのダウンロードや、LOD化のためのツールを無償提供しています。

一方、知識基盤情報部は、JST情報事業で扱う科学技術情報（文献情報など）の利用価値を向上するためにLOD化に向けた検討を始めています。

今回の出展は、こうした活動をLOD関係者に広く知ってもらう機会となりました。コンファレンスには企業や大学の関係者200名以上が参加し、出展エリアでは利用可能なデータの詳細やLOD技術について活発な意見交



出展エリアでは来場者との活発な質疑応答が見られた。

換がなされ、JSTブースにも高い関心が寄せられました。また、国内外のLODの最新動向を紹介する講演やLODデータの活用アイデア、アプリケーションを競う「LODチャレンジJapan2012※」の表彰式も行われました。

※LODチャレンジJapan2012は、東日本大震災のアーカイブや、市民税の使途を追跡する知性と実用性を兼ね備えたアプリが多数ウェブ上に公開されていますので、ぜひお試しください (<http://lod.sfc.keio.ac.jp/blog/>)。



戦略的創造研究推進事業さきがけ「光エネルギーと物質変換」領域
研究課題「光合成による高効率エネルギー変換と水の酸化機構の解明」

趣味も遊びもすべて 研究につながる



すぎうら・みわ 兵庫県生まれ
神戸大学大学院自然科学研究科博士課程修
了。博士（農学）。理化学研究所基礎科学特
別研究員、大阪府立大学大学院助教を経て、
2008年から現職。この間、フランス原子力
研究所共同研究員、放送大学講師を兼任。
10年10月～現在、さきがけ研究者（兼任）。
11年に日本女性科学者の会「奨励賞」受賞。
趣味はバンド活動、茶道、華道、料理、ウイ
ンドサーフィンなど幅広い。

愛媛大学プロテオサイエンスセンター 生体超分子研究部門
杉浦 美羽 准教授



高効率でエネルギーを変換する 光合成の仕組みを解く

社会が抱える環境・エネルギー問題を解決する
ために、太陽光を用いた発電や水を分解して水素などの燃料を生産する
技術など、自然エネルギーの研究・活用に各国が力を入れています。自然
界では、植物や藻類などが行う光合成によって、数十億年も前から非常
に高い効率で太陽光エネルギーを生物が利用できるかたちに換えて、地球
上の全ての生命活動を支えてきました。

光合成は水とCO₂をもとに、太陽光エネルギーを生物が利用できるエ
ネルギーや糖分に変換するもので、その変換効率は80%以上です。光合
成で起こる「水の酸化反応」では、水が90%の効率で酸化（分解）され、
電子と水素イオンが発生します。これをうまく取り出す技術を開発できれ
ば、将来的に光合成を利用して直接電気や水素を生産することも夢では
ないと考えます。光合成の仕組みの研究と応用は、一段高いレベルで環境
エネルギー問題を解決できる可能性があり、地球の未来にとって重要な研
究テーマなのです。

私の研究では、光合成による効率の良い水の酸化とエネルギー変換の仕
組みを、分子レベルで解明することを目指しています。具体的には、温泉な
どに生息する高い光合成機能を持った好熱性のラン藻を遺伝子操作して光
合成に関わる複合体たんぱく質の構造を変え、機能を詳細に調べること
によって、構造と機能の違いから光合成の仕組みを明らかにしようとしていま
す。また、これまで得られた結果と遺伝子組み換え技術を駆使して、可視光
を利用する高効率な光合成太陽電池の開発も行っています。そして、将来的
には、太陽光から直接電気や水素を生む光合成微生物を作り出すことが
目標です。この生物をうまく活用できれば、「バイオ太陽電池」や「バイオ
水素」で走る燃料電池自動車などが街中を走る時代がくることでしょう。



世界でただ1つのものを 自分で作り出す喜び

光合成の仕組みを応用する1つの方法として、光
合成で直接電気や水素を生み出す生物を遺伝子組み換え技術で実現する

必要がありました。私が光合成生物の遺伝子組み換えに初めて取り組み、
成功したのが、理化学研究所に入って1年目でした。当時、その技術は実
現困難とされていました。学生時代にありとあらゆる遺伝子組み換えを経
験しましたので、光合成は専門外でしたがその技術を武器に、常識にとら
われずに挑戦した研究が花開きました。今振り返ると、当時の上司から「お
金は出すけど口は出さない。あなたは成果を出しなさい」といわれ、思い
切ってチャレンジできたのだと思います。

その後も幅広い遺伝子組み換え技術を身に付けてきました。自分だけの
「技」を駆使して、世界でただ1つしかない光合成生物や、応用技術を生み
出すこと——。それがいちばんの醍醐味です。

さきがけに参画してからは、研究環境にも恵まれ、研究者同士の情報交
換などで、新しいヒントをもらうこともあります。ものを作る喜びは、これ
からますます増えていきそうです。



やりたいことを見つけて 思いっきり楽しんで

中学生の頃からバンドでシンセサイザーを演奏
していて、大学院生の頃にはプロデビューするか研究者になるか迷った時
期がありました。研究とバンド活動は、曲を書いて（実験計画）、練習（実
験）し、ライブ（学会発表）して、レコーディング（論文）するといった具
合に、同じパターンを持った創造行為なのです。シンセサイザーは電子楽
器で電気回路を利用しているため、バンドの経験は実験で使う機器の改
良や工作に役立っています。また、ウィンドサーフィンもやりますが、風を
受けて海上を気持ちよく滑りながら、気づくと、セイルの風力中心を光合
成の光反応中心に見立てて、光合成の仕組みを考えたりしています。料理
を作るのも好きで、研究室の学生を呼んでフランス料理のフルコースを振
る舞うこともあります。茶道や華道、フェンシングなどの趣味も、国際学
会などで海外研究者とのコミュニケーションに役立っています。

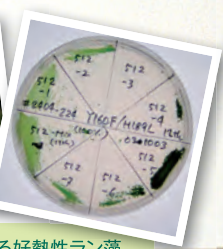
脈絡なくたくさんの趣味や遊びをしているように思われるでしょうが、
これまでに打ち込んできたことが、すべて研究につながっています。研究
者を目指す皆さんには、自分のやりたいことを見つけ、趣味や遊びを思い
っきり楽しんでほしいのです。その経験が、将来必ず役に立つ時がきます。も
のを作る喜びや素晴らしい研究成果を目指して、一緒に頑張りましょう。

バンド演奏（シンセサイザー）が趣味という杉浦さんのライブでの1シーン。

- 杉浦さんの詳しい研究内容を知りたい方はこちらへ
<http://chem.sci.ehime-u.ac.jp/~biochem1/purofi/02sugiyamiwa2.html>
<http://hime.adm.ehime-u.ac.jp/materials/pdf/rolemodel.pdf>



別府温泉にも生息する好熱性ラン藻



TEXT：高橋義和 / PHOTO：熊谷美由希