

JST NEWS

Vol.7
2011

No.11
February

2 月号

Feature 02 触れる多視点裸眼立体ディスプレイを開発
見たものを見たままに触れる! 「さわれる情報環境」プロジェクト

Feature 01 ガス分子の代謝システムでの振る舞いとらえる

生体内で“ガス”は 何をしているのか?



科学技術振興機構の最近のニュースから……

JST Front Line 03

Feature 01



ガス分子の代謝システムでの振る舞いとらえる

生体内で“ガス”は何をしているのか? 06

私たちの体の中にはガスが存在している——と言っても、おならやげっぷの話ではない。代謝システムで生成されるさまざまなガスの、反応のスイッチをオンにしたりオフにしたりする振る舞いが、長かった沈黙の時代を経て、今、明らかにされようとしている。

Feature 02



触れる多視点裸眼立体ディスプレイを開発

見たものを見たままに触れる! 「さわれる情報環境」プロジェクト 10

世を挙げての3Dブームだが、そんななか、現行のシステムの一步も二歩も先を行く画期的な3Dディスプレイが誕生した。画像が裸眼で見えるのはもちろんだが、なんと実際に手で触り、触感を得ることもできるのだ。



ようこそ、私の研究室へ 14

橋本秀樹 大阪市立大学 複合先端研究機構 教授



JSTの科学コミュニケーション事業

File 10 理科支援員配置事業 16

理 事 長 茶 話

(聞き手：産学基礎基盤推進部 嶋林ゆう子)

——日本が明るい未来を作るためには、「第4の価値」を創出すべきだとお考えだと聞きました。「第4の価値」とは、どういうものなのでしょうか。

「日本には閉塞感が漂っている」とよく言われます。なぜでしょうか。私は、若者に職がないこと、つまり失業率が高いことが大きな要因だと考えています。

こうなったのは、輸出産業の国際競争力が弱くなったからだという考え方もあります。けれども私は、日本の貿易黒字と対外所得黒字が膨らんだからだだと分析しています。その結果、円高となり、企業は海外に進出し、国内の雇用が減ってしまったのです。また、

勤勉な国民が老後に備えてせつせと貯蓄に励み、投資したりモノを買ったりしないことも大きな要因です。

これらを克服してGDPを持続的に伸ばすためには、内需が増えなくてはなりません。国民が喜んで買ってくれるものを生み出す必要があります。

日本は既に、大量生産・大量消費に別れを告げつつあります。これからは新しい価値観による国内市場を作り出さなくてはなりません。この価値観こそが「第4の価値」です。

「第4の価値」とは、「環境」「心」「美しさ」「正義感」などをキーワードとした、社会的・精神的価値です。私は、国民の間でこういった

価値観の芽が出始めていると感じています」——「第4の価値」のためにJSTはどういう貢献ができるのでしょうか。

「例えば「環境」は失業をなくす規模の新規市場を開拓できます。

JSTは2010年から低炭素社会づくりを目指した事業を開始しました。「環境」に貢献するのはこの事業にとどまりません。製品の小型化や材料の軽量化などにつながるさまざまな研究開発の推進を通して、JSTは環境負荷の低減に寄与していけるでしょう。そして、国内にとどまらず、グローバルな環境問題の解決に役立っていきたくと考えています」



JST Front Line 2

月号

NEWS 01

イベント



高校生などの若者と世界トップクラスの日本の科学者が語り合う! 「FIRSTサイエンスフォーラム～トップ科学者と若者で切り拓く未来～」を開催

2011年2月から3月にかけて、高校生などの若者と、世界トップクラスの科学者が語り合う、「FIRSTサイエンスフォーラム～トップ科学者と若者で切り拓く未来～」を開催します。

『FIRST』とは、総合科学技術会議が推進する最先端研究開発支援プログラム (Funding Program for World-Leading Innovative R&D on Science and Technology) です。このFIRSTプログラムは、日本の国際的競争力の強化と、研究成果の社会還元を図ることを目的とし、新たな知の創造を目指す基礎研究から、実用化をターゲットにした応用研究まで、幅広い分野の研究者を対象に、5年で世界のトップを目指す先進的な研究開発を支援しています。日本全国から応募のあった研究者のなかからトップの30人を選び、それぞれの研究者を中心に約15億円から60億円のプロジェクトを任せるといふ、これまでにない“研究者最優先”の制度となっています。じつは、FIRSTプログラムの研究者のうち17名は、JSTの戦略的創造研究推進事業で過去に支援しており、JSTにも関わりの深いプログラムです。JSTは、このFIRSTプログラムに選ばれた科学者と若者が交流するフォーラムを、東京で2回、大阪、京都でそれぞれ1回、開催します。

当日は、トップクラスの科学者が登壇し、世界をリードする研究の最前線の様子や、そこに至るまでの道のりなどについて、広く紹介する予定です。また、参加者と、科学者のコミュニケーションの機会を設け、特に高校生など若者に最先端の科学技術や、それに携わる科学者を身近に感じていただける機会となることを目指しています。

第1回・2月13日(日)東京会場のテーマは「ワンダー:科学は自分の周りの驚きからはじまる!」です。第2回・

開催日程

第1回 2月13日(日) 東京/丸ビルホール

合原一幸
東京大学
生産技術研究所
教授



大野英男
東北大学
省エネルギー
システムロニクス
集積化システム
センター
センター長



岡野栄之
慶應義塾大学
医学部
教授



小池康博
慶應義塾大学
理工学部
教授



第2回 2月20日(日) 大阪/レムリエール

安達千波矢
九州大学
最先端有機光
エレクトロニクス
研究センター
センター長




十倉好紀
東京大学大学院
工学系研究科
教授



中須賀真一
東京大学大学院
工学系研究科
教授



立花隆
ジャーナリスト
(ゲストパナリスト)



第3回 3月13日(日) 京都/国立京都国際会館

江刺正喜
東大システム
融合研究開発
センター
センター長



栗原優
東レ株式会社
フェロー



瀬川浩司
東京大学
先端科学技術
研究センター
教授



田中耕一
株式会社
島津製作所
田中最高研究所
所長



最終回 3月26日(日) 東京/ゲートシティホール

山海嘉之
筑波大学大学院
教授
サイバニクス
研究コア
研究統括



村山 斉
東京大学
国際高等研究所
数物連携
宇宙研究機構
機構長



細野秀雄
東京工業大学
応用セラミック
研究所
教授



トップ科学者と
若者と
切り拓く未来



2月20日(日)の大阪会場は「ブレークスルー:自分の常識と限界を打ち破れ!」。第3回・3月13日(日)の京都会場は「ドリーム:未知の世界をつくる担い手は誰だ!」。最終回は3月26日(土)、再び東京で「ファースト:世界一の研究をめざして!」をテーマに行います。いずれの会場でも、午後2時～5時の3時間を予定しています。

フォーラムではまず、登壇する科学者の研究内容やメッセージを映像を交えてわかりやすく紹介します。その後、最先端の科学や、各回のテーマについて、科学者によるパネルディスカッションや、若者との双方向での討論を予定しています。プログラムやテーマの詳細についてはホームページをご覧ください。

また、第1回と第2回のフォーラムでは、ニコニコ動画 (<http://www.nicovideo.jp/>) でのライブ中継も予定しています。(視聴にはアカウント登録(無料)が必要です。)

フォーラムへの参加費は無料ですが、ホームページから事前の参加登録をお願いします。主に高校生や高専生を対象としていますが、一般の方の参加も受け付けています。参加申し込みの受付期間は各回によって異なり、定員に達し次第、受付を終了することがありますので、ご注意ください。

今回、参加受付に合わせて、科学者への質問も募集しています。科学者に投げかけてみたい素朴な疑問を、ぜひこの機会にお寄せください。

当日の会場の模様は、後日、フォーラムのホームページでも公開します。また、今回のフォーラム内容のほか、FIRSTプログラムの各研究内容についても紹介する予定です。

「FIRSTサイエンスフォーラム」
ホームページ⇒<http://first-pg.jp/>



戦略的創造研究推進事業さきがけ「生命システムの動作原理と基盤技術」研究領域
研究課題「可視化を通して解析する消化管粘膜免疫系の誘導維持機構」

免疫を制御する細胞を増やす腸内細菌を発見! 炎症性腸疾患やアレルギー疾患の治療や予防法の開発に期待

東京大学大学院医学系研究科の本田賢也准教授らは、免疫の抑制に必須である制御性T細胞 (Treg細胞) の産生を、強力に誘導するクロストリジウム属の腸内細菌を発見しました。

Treg細胞は、リンパ球の一種であるT細胞の1つで、炎症性腸疾患や関節リウマチなどの免疫システムの行き過ぎた応答を抑える、重要な役割を持っています。この細胞は、Foxp3というたんぱく質を発現するこ

とにより、ほかのT細胞の過剰な免疫反応を抑制的に調節しています。もし、Treg細胞の数を人為的に増やすことができれば、自己免疫疾患やアレルギー疾患などの症状の軽減や治療に役立つ可能性があるため、Treg細胞に関する研究は活発に行われています。

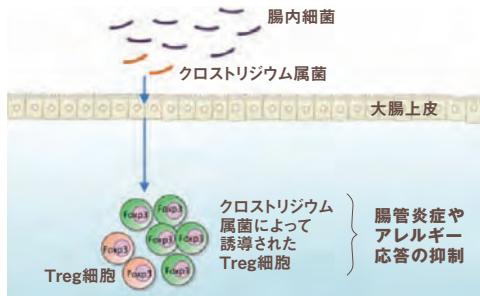
今回、本田准教授らは、マウスの大腸に、Treg細胞が多数存在することに着目し、Treg細胞には腸内細菌の存在が重要

なのではないかと考えました。そして、腸内細菌を持たない無菌マウスでは、Treg細胞の数が激減していることを見出しました。

そこで、さまざまな腸内細菌を無菌マウスに投与したところ、クロストリジウム属細菌の場合に、大腸のTreg細胞が通常のマウスと同数にまで増えたのです。しかし、ほかの細菌では、そのような増加は見られませんでした。

さらに、クロストリジウム属細菌が多く存在すると、複数の炎症性腸炎モデルに対して抵抗性を示し、アレルギー反応が抑制されることも明らかにしました。

今後、人の消化管にもクロストリジウム属細菌が多く常在しているので、この腸内細菌に由来するどのような分子がTreg細胞を誘導するのか、そのメカニズムを明らかにすることで、炎症性の腸疾患やアレルギー疾患などの治療や予防法の開発につながるものと期待されます。



クロストリジウム属細菌による免疫応答抑制機構

腸内のクロストリジウム属細菌の誘導によりTreg細胞が増加。Treg細胞が特異的に発現するたんぱく質Foxp3には、他のT細胞が引き起こす免疫反応を抑制する作用があるので、アレルギー疾患などにつながる過剰な免疫反応が抑えられます。



独創的シーズ展開事業・委託開発「道路橋用アルミニウム床版」

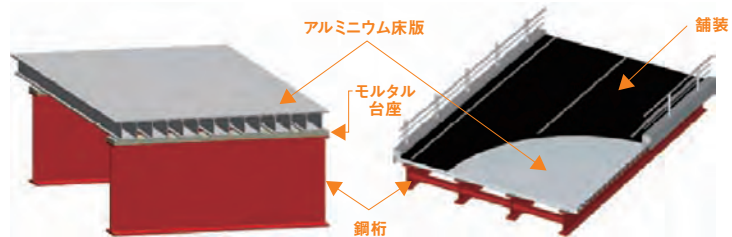
疲労耐久性に優れたアルミニウム合金の道路橋用床材の開発に成功! 道路橋の高齢化・老朽化対策への貢献に期待

日本軽金属株式会社が、大阪大学大学院工学研究科大倉一郎准教授らの研究成果をもとに進めていた、道路橋用アルミニウム床版の開発に成功しました。

現在、道路橋の高齢化・老朽化にともない、疲労損傷や劣化が社会問題となっています。そのため、疲労耐久性が高く、かつ橋脚などの下部構造への負荷が少ない軽量の道路橋床材が望まれていました。

今回開発されたアルミニウム床版は、従来の道路橋に使われている鉄筋コンクリートの床版に比べて重量が1/5と、大幅に軽量化されています。また、金属の部材同士の接合で発生しやすい疲労亀裂の問題も、通常の溶接ではなく摩擦攪拌(かくはん)接合でクリアし、高い疲労耐久性を確保しました。さらに、樹脂繊維入りのモルタル台座を用いて、アルミニウム床版と鋼桁の接触を防ぐことで、異種金属

アルミニウム床版を用いた鋼桁橋



移動トラックタイヤ載荷疲労試験の様子

の接触による腐食も回避しています。

トラックのタイヤを使い、道路で想定される最大の荷重を実際に加える、耐久性テストでもアルミニウム床版に疲労亀裂は発生せず、また、舗装の耐久性試験でも、従来の鋼床版と同等の結果が得られました。

今回の開発成果は、道路橋の延命と再生に効果的であり、さらに維持管理コストの低減や安全性への貢献も期待できます。



研究成果最速展開支援事業A-STEP (旧・地域イノベーション創出総合支援事業 地域ニーズ即応型)
開発課題「レジオネラに対する新しい日常管理システムの構築」

温泉水中のレジオネラ属菌を集菌し、その場で30分程度で検出! 「レジオネラ属菌検出キット」の商品化に成功

新潟バイオリサーチパーク株式会社は、水中にレジオネラ症の病原菌であるレジオネラ属菌がいるかどうかを、その場で30分程度という短時間で調べることができる検査キットを開発しました。

レジオネラ症は、レジオネラ属菌が含まれたエアロゾル(霧状の水)などを吸い込むことで感染します。そのなかでも、進行が早くて重篤化しやすく、死に至ることもあるレジオネラ肺炎が、特に問題になっています。日本でも乳幼児や高齢者のみならず、免疫機能が低下した人を中心に感染した例が報告されています。

レジオネラ属菌は20℃以上の水中で増殖しやすく、50℃の湯でも死滅しません。したがって、温水を循環させる施設や装置では、適切な衛生管理をしなければ、レジオネラ属菌を繁殖させるおそれがあります。温泉や旅館といった共同入浴施設でも、レジオネラ属菌の汚染対策が求め

レジオネラ属菌検出キット 「レジオサーチ」



られています。

しかし、これらの施設が、レジオネラ属菌に汚染されているかどうかを調べる場合、試料に含まれる菌を約1週間かけて培養する必要があるため、専門の検査機関に依頼し、採水から判定まで10日程度かかることとされてきました。

濃縮ろ過器に内蔵したろ紙上に集菌。ろ紙の溶解液をイムノクロマト試験紙に滴下して検出します。

今回開発された検査キットでは、独自の手法で試料溶液を濃縮し、ろ紙上にレジオネラ属菌を捕獲して、その溶解液をイムノクロマト紙に滴下することで目視的に判定できます。

本検査キットの検出精度については、新潟薬科大学の協力により、有効性評価が行われました。その結果、検査機関で行われる場合と同程度の感度でレジオネラ属菌を検出できることが確認されました。

今回開発された検査キットは、短時間、かつ簡便な方法で結果が判明するため、温泉などの入浴施設の適正な衛生維持管理に役立ち、レジオネラ症感染の予防に有益なものであるといえます。

NEWS 05

「日化辞Web」に新機能を追加、 化合物から関連する文献、特許、研究者情報へ簡単に アクセスできるようになりました。

280万の有機低分子化合物と混合物の構造図や名称などを無料で検索できる日本化学物質辞書Web(日化辞Web)に、科学技術総合リンクセンター「J-GLOBAL」へのリンク機能を搭載しました。

日化辞Webの検索結果画面で「J-GLOBAL検索」ボタンをクリックするだけで、J-GLOBALに掲載されている該当物質に関する文献、特許、研究者名などの情報が、一元的に入手可能となりました。化学物質は複数の体系名や慣用名を持っているため、従来は、一種類の物質について検索する際でも、複数の名称を入力する必要がありました。しかし、今回のリンク機能で、ワンクリックで、網羅的に効率のよい検索ができるようになりました。

また、日化辞Webは、科学技術文献情報データベース「JDream II」(有料サービス)との連携も強化しています。「JDream IIアップロードファイル作成」ボタンのクリックで、化学物質の体系名と慣用名



「日化辞Web」
化学物質情報
詳細画面

すべてを記述した検索式ファイルが作成され、ダウンロードできます。あとはJDream IIにログインして、先ほどのファイルをアップロードすれば網羅的な検索を簡単に行うことができます。

日化辞WebのURL / <http://nikkajiweb.jst.go.jp/>

NEWS 06

新規事業

「先進的の低炭素化技術開発事業 (ALCA=アルカ)」 がスタートします。

温室効果ガスの排出を大幅に削減し、明るく豊かな低炭素社会の実現に大きく貢献する技術を創出するため、JSTは先進的の低炭素化技術開発事業 (ALCA: Advanced Low Carbon Technology R&D Program)を開始しました。この事業では、既存の概念を大きく転換する「ゲームチェンジング・テクノロジー」の創出を目指した挑戦的な研究開発を推進し、グリーン・イノベーションの創出につながる成果を得ることを目的とします。革新的な技術を生み出すには、長期的な研究が必要とされるため、ALCAでの研究開発は最長10年間まで継続が可能です。ただし、各テーマについては、開始から1~3年後、「ステージゲート評価」を行い、その後の継続可否を判定します。

対象となるのは「太陽電池および太陽エネルギー利用システム」「超伝導システム」「蓄電デバイス」「耐熱材料・鉄鋼リサイクル高性能材料」の4領域と、横断的な観点での研究開発。また、領域外であっても、温室効果ガスの排出を大幅に削減し得る先進技術の創出可能性があれば対象となります。

本年度の研究開発テーマについては、現在、最終選考中であり、2011年度も引き続き公募予定です。



ガス分子の代謝システムでの振る舞いをとらえる

生体内で“ガス”は何をしているのか？

私たちの体の中にはガスが存在している——と言っても、おならやげっぷの話ではない。代謝システムで生成されるさまざまなガスの、反応のスイッチをオンにしたりオフにしたりする振る舞いが、長かった沈黙の時代を経て、今、明らかにされようとしている。

ガスバイオロジーは代謝学である！

目に見えず分子が小さいガスは調べる手掛かりもつかみづらい

「空気中には窒素や酸素、二酸化炭素などの気体が存在している」「私たちは酸素がなくては生きていけない」——小学生でも知っている当然の事実だ。

しかし、私たちにはこれらの気体＝ガスの存在やはたらきが、実際に見えるわけではない。人類が長い歴史のなかで試行錯誤を重ねた末に、初めて得ることができた知識だ。まだそんな知識の確立していなかった数百年前にタイムスリップして、当時の人々に「空気中には窒素や酸素、二酸化炭素があって…」と伝えても、おそらく信じてはもらえないだろう。

現代に暮らす私たちにしても、ガスに関する知識は理科の授業や書物などを通じて得たものに過ぎない。目に見えないガスには、とらえどころのなさがつきまとう。科学の世界にも、同じことがあてはまる。そんな例の1つが、代謝(*)研究だ。

*代謝

生命を維持するために生体内で行われる一連の化学反応のこと。ある物質から別の物

質を合成したり、分解してエネルギーを得たりすることで、消化や呼吸、血液の循環など、さまざまな体の機能を実現している。代謝のネットワークを図式化したものを代謝マップという。

代謝は生体内で起こる。その現場にはアミノ酸やリン酸化合物、糖などだけでなく、さまざまなガスが存在し、反応によってガスが発生することもある。そもそも、呼吸という生命の維持に欠かせない機能には、酸素と二酸化炭素というガスが重要な役割を果たしている。

代謝マップの中にもさまざまなガスの存在が見えかたの異なるのだが、それらのガスの代謝における振る舞いの研究は進んでいなかった。大きな理由は、ガスのとらえどころのなさにあった。たんぱく質ならば、分子は大きく、何と何がくっつくかを系統的に調べることができる。しかし、ガスは分子が小さく、目に見えないから、調べる手掛かりすらつかみづらいのだ。

脚光を浴びるNOに背を向け新たなガスの可能性を探る

慶應義塾大学の末松誠教授は、今から20年近く前、アメリカ・カリフォルニア大学サンディエゴ校に留学していた時に、代謝マップの中のガスの存在に興味を持った。

「私はそれまで臨床研究を行っていたのですが、帰国後は基礎研究に従事することに

なりました。基礎研究に必要な分子生物学が得意でなかったこともあり、不安を感じていたのですが、ほかの研究者があまり取り組んでいないテーマを見つけようと心に決めました。そんな時に、代謝マップを見ていて、ガスという切り口に引かれたのです」

代謝マップからは酸素や二酸化炭素のほか、過酸化水素、活性酸素など、さまざまなガスが体内に存在することが見てとれる。末松教授は、これらのガスの中にまだ知られていない研究の鉱脈が潜んでいるのではないかと考えたのだ。

ちょうどその頃、代謝研究の世界では、あるガスが大きな注目を集め始めていた。カリフォルニア大学ロサンゼルス校(UCLA)のルイス・J・イグナロ教授らが、血液中の一酸化窒素(NO)が血管を弛緩させ、血流をスムーズにすることを突き止めたのだ。インパクトの大きさは、イグナロ教授らがこの発見でノーベル生理学・医学賞を受賞したことからもうかがえる。世界中の研究者がNOの研究を始め、そのはたらきが確かめられて、さまざまな薬品やサプリメントが開発された。

これをきっかけに、代謝におけるNO以外のガスの研究も盛んになってもおかしくなさそうなのだが、現実にはそうはならなかった。もてはやされたのはNOだけで、ほかのガスは軽視されたままだったのだ。NOが大きな可能性を秘めた鉱脈だとわかったとはいえ、ガスが扱いにくいことに変わりはない。海のものとも山のものともつかないほかのガスに手を出すよ

研究総括

末松 誠 すえまつまこと

1988年慶應義塾大学大学院医学研究科所定単位取得退学。同大学医学部内科学教室助手、カリフォルニア大学サンディエゴ校応生体工学部への留学などを経て2001年より慶應義塾大学医学部医化学教室教授。07年より同大学医学部長。09年よりERATO「末松ガスバイオロジープロジェクト」研究総括。

ガスバイオロジーで
新たな世界へ
挑みます。



り、成果の見えそうなNOを扱ったほうが成功の確率は高そうだ。しかし、末松教授は、脚光を浴びているNOにはあえて背を向け、別のガスの可能性を探り始めた。

肝臓の毛細血管をCOが拡張させていた

末松教授が目をつけたのは一酸化炭素(CO) (***)だ。血液中のヘモグロビンが、酸素を運ぶ役割を終えて肝臓で分解されて捨てる時、COが発生することに着目した。

***一酸化炭素 (CO)

常温、常圧ではガスとして存在する。無味、無臭。不完全燃焼の際に発生し、血液中のヘモグロビンと結合して酸素を運びにくくするため、体の各所で酸素が欠乏する一酸化炭素中毒を引き起こす。

体に害を与えそうなイメージのあるCOだが、末松教授は、一連の代謝の最後の反応で発生したガスであるCOは、きっと何かの役割を果たしているはずだと考えた。早速、COを作る酵素を阻害したマウスを作り、観察してみたところ、肝臓の類洞と呼ばれる毛細血管が細くなり、一部では血液が流れなくなってしまった。このことから、ヘモグロビンが分解されて発生したCOは、血液の中に溶け、血管を拡張するはたらきをしているのではないかと推測した。

実際に肝臓の血液を調べてみたところ、確かにCOが存在する。そのメカニズムを探ったところ、COには、類洞の血管となる伊東細胞と呼ばれる細胞を弛緩させるはたらきがあり、それによって血管が拡張し、血液が流れやすくなることがわかった。

「それまで、類洞血管のように細い血管は拡張したり収縮したりしないと考えられてきました。しかし、まったく注目されていなかったCOが、そんな重要な役割を果たしていたのです」

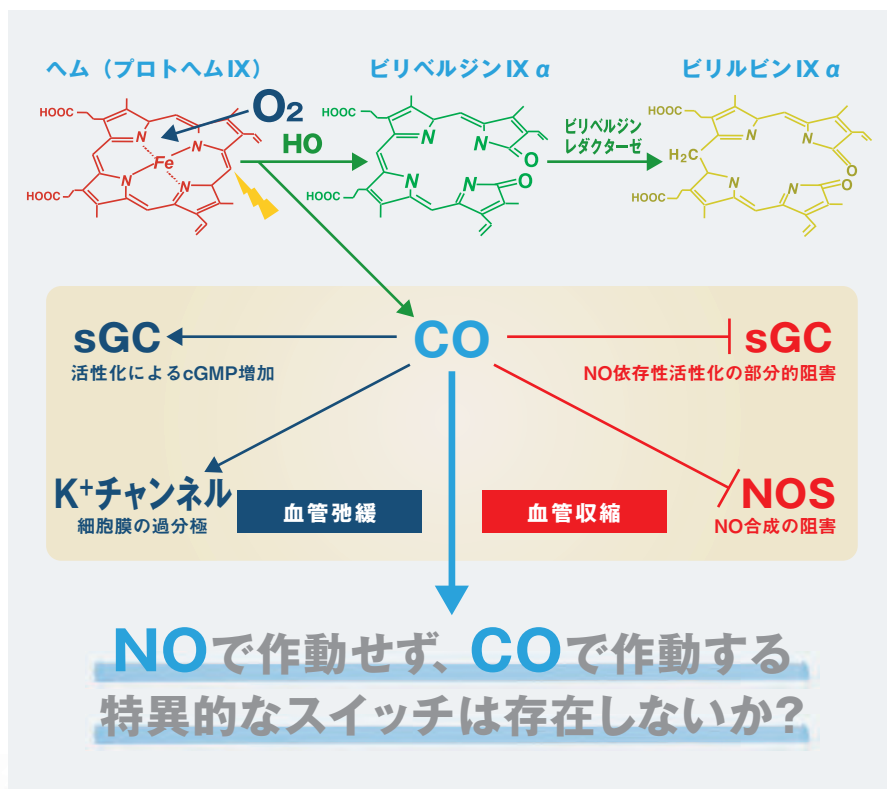
この成果は1995年に発表され、注目を集める。こうして、末松教授のガス研究は順調なスタートを切った。

ガスバイオロジーという新たな世界へ

それから数年後、末松教授の研究チームは、COについてさらに興味深い現象を発見した。脳では、COが血管を収縮させるという、肝臓とは正反対のはたらきをしていたのだ。確かめてみたところ、NOも関係した意外な

肝臓で生成されるCOが血管を拡張することを発見

ヘモグロビンの構成分子であるヘムが体内で分解される時にCOが発生する。COは、肝臓では、可溶性グアニル酸シクラーゼ (sGC) とよばれる酵素が受容体となり、そのはたらきが活性化することで類洞の血管を構成する伊東細胞を弛緩させ、血液を常に流れやすくしている。一方、脳では、COが、血管を弛緩させるNOの合成やその働きを阻害することで、結果的に血管を収縮させている。



事実が明らかになった。

NOに脳の血管を拡張するはたらきがあることはすでに述べたが、脳ではCOがNOの合成に関わるNOS(一酸化窒素合成酵素)とよばれる酵素のはたらきを阻害していた。そのために血管が収縮してしまっていたのだ。

末松教授は2005年にこの成果を発表し、学会に参加した。代謝においてNOだけでなくCOも重要な役割を果たしていると認められると思いきや、意外にも反応は冷ややかだった。主役はあくまでもNOで、COは脇役として認めてやるという雰囲気だったのだ。

そうみなされたのにも理由がある。脳でCOが血管を収縮させるのは、受容体となる酵素のはたらきのスイッチをオフにするからだ。NOは同じ酵素のスイッチをオンにすることで血管を拡張させる。そして、そのはたらきはNOのほうがCOよりもかなり強いのだ。これではNOが主役と言われても仕方がない。しかし、もしもNOでは作動せず、COなら作動するスイッチの存在が確かめられたなら、COも主役だと証明できるはずだ。

この時、末松教授の頭にあったのはCOだけではない。代謝にかかわるあらゆるガスを含めた、ガスバイオロジー (***) という新しい世界が開けていた。

***ガスバイオロジー

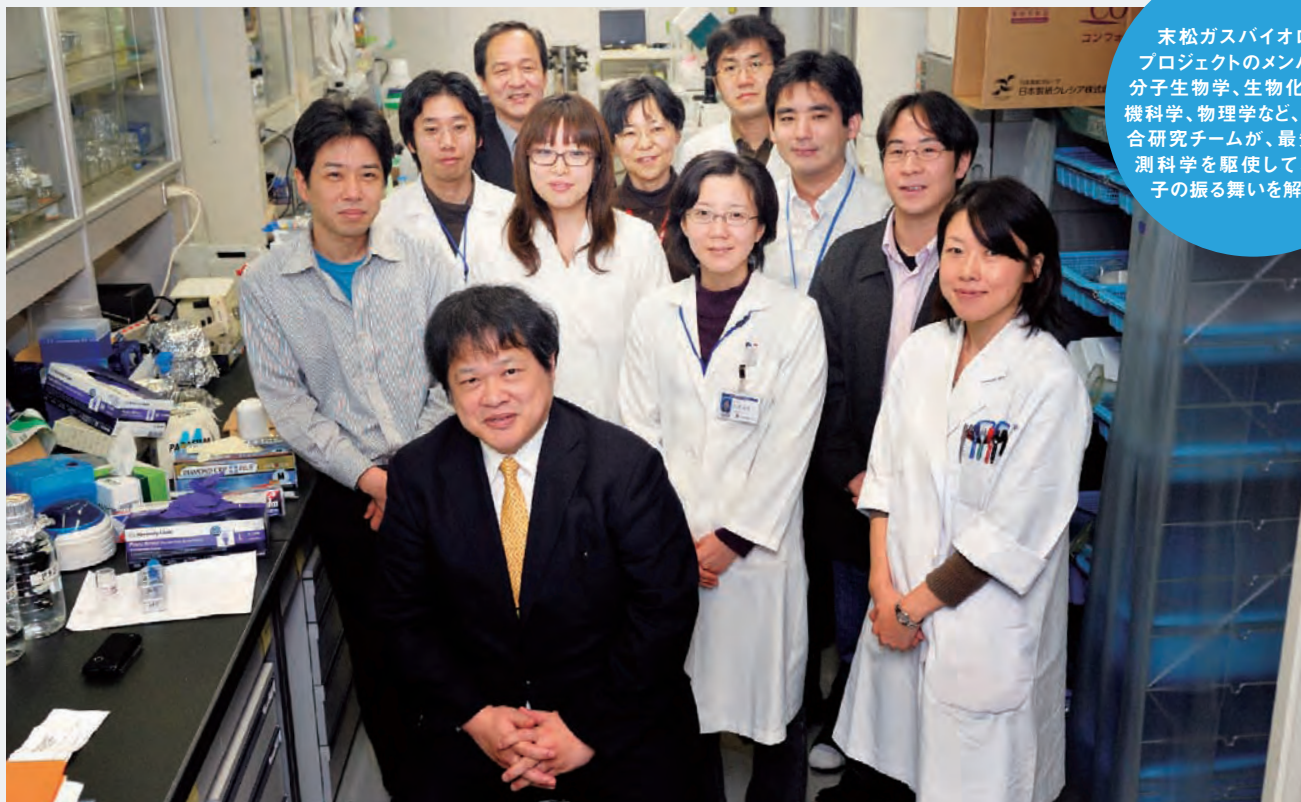
ガス分子による生態制御の生物学。生物の代謝機構にガス分子がどのように関わっているかを解明し、ガス分子によって体内のさまざまな代謝をコントロールする技術を開発して、医療への応用を図る。

「代謝マップからは、NOやCOだけではなく、たくさんのガスが存在していることがわかります。これまでは、そのはたらきはほとんど省みられていませんでした。そうしたさまざまなガス分子の振る舞いを包括的・体系的にとらえられれば、今よりもっと精密な代謝マップができて、医療にも役立つと考えたのです」

こうして末松教授のガス研究は、ガスバイオロジーという新たな世界を開拓していくことになった。

ガス分子の代謝システムでの振る舞いとらえる

生体内で“ガス”は何をしているのか？



末松ガスバイオロジープロジェクトのメンバーたち。分子生物学、生物化学、計算機科学、物理学など、異分野融合研究チームが、最先端の計測科学を駆使して、ガス分子の振る舞いを解明する。

ガス分子の振る舞いを包括的・体系的にとらえるために

COの“足跡”を手掛かりにスイッチを見つけ出す

末松教授の研究チームは、早速、NOで作動せず、COなら作動するスイッチの探索に取り組んだ。それにはまず、COがどんな受容体と反応し、スイッチの役割を果たすのかを確かめる必要がある。

しかし、これは簡単なことではない。そもそも、代謝におけるガスの研究が進まなかった原因は、ガスのとらえどころのなさにある。COが受容体と反応している現場を直接、押さえることができれば話は簡単だが、小さな分子であるガスの姿を見ることは難しい。そんな、ガス研究の最大の関門をクリアするために用いたのが、メタボローム解析(****)の技術だ。

****)メタボローム解析

代謝産物を網羅的に解析すること。全成分解析ともいう。代謝産物の分離技術であるクロマトグラフィー、電気泳動、分離した代謝産物の解析技術である質量分析など、さまざま

な技術を組み合わせた手法の開発が進められている。

「COの水溶液を細胞にかけ、その前後で代謝産物にどんな変化があったかを網羅的に調べます。変化のあった代謝産物は、いわばCOの“足跡”のようなもの。これを手掛かりにすれば、COによってスイッチが入った酵素が確かめられるというわけです」

この手法を用いてマウスの肝臓の細胞でデータを取り、分析を重ねた結果、COが、含硫アミノ酸の代謝に関わるCBS(Cystathionine β -synthase)という酵素のはたらきを阻害する——すなわちスイッチをオフにすることを突き止めた。そして、このスイッチが体にどんな影響を与えるかを調べたところ、胆汁分泌機能のコントロールにかかわっていることも明らかになったのだ。一方、NOのCBSに対する反応を確かめたところ、スイッチとはならなかった。こうして、COはCBSのスイッチであり、胆汁分泌機能コントロールの主役としての役割を担っていることが明ら

かになった。

成果はそれだけではない。とらえどころのないガスであるCOの受容体を、足跡を手掛かりに突き止め、体への影響を明らかにできたことで、COに限らずさまざまなガス分子の振る舞いを包括的・体系的にとらえ、ガスバイオロジーを進展させる道筋が、明るく照らし出されたのだ。

代謝産物の包括的・定量的な解析に世界で初めて成功

ガスバイオロジー進展のために大きな柱となっているのが、2009年に発足したERATO「末松ガスバイオロジープロジェクト」だ。このプロジェクトは、3つのグループによって進められている。

そのうちの1つ、バイオイメージングコアグループでは、メタボローム解析技術と質量分析イメージング(*****)技術とを組み合わせ、ガス分子の振る舞いの可視化に取り組んでいる。

****質量分析イメージング

試料上の物質とその分布情報を、質量に基づいて同定し、画像を得ること。分子をイオン化できるマトリックスと呼ばれる低分子化合物を、調べたい試料切片にドットプリントし、レーザー照射することで、イオン化された分子の情報を収集する。☑

でいる。

たんぱく質の場合、分子と分子の相互作用を明らかにして、ある分子をエサのように使ってほかの分子を“釣る”ことで、何と何がくっつくのかを系統的に知ることができる。「ガス分子は、同じような方法をとるのは難しいと思われていました。しかし、ガス分子

メディカルアプリケーションコアグループの目的は、病態モデルにおけるガス分子の役割を解明し、新たな医療につなげることだ。例えば、がん細胞のサイズが大きくなるとその細胞の中は低酸素になる。そこで引き起こされる代謝の変化が、がん細胞が生き延びるために有利にはたらくことがわかっ

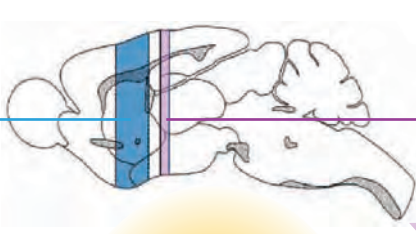
空間的非標識代謝システム解析技術

マウスの脳組織を凍結して組織の切片を採取し、質量分析 (MS) イメージング技術によって切片上の物質の分布のイメージング画像を得る。それだけでは異なる個体から採取したサンプル同士の比較は難しいが、同一マウスから採取したやや厚めの切片を用いて、網羅的メタボローム解析技術によって切片に存在する代謝物の総量を定量的に決定し、イメージング画像のデータと複合的に解析を行うことで、異なる個体間の比較検討を可能にした。

網羅的メタボローム解析技術



マウスの脳



質量分析 (MS) イメージング

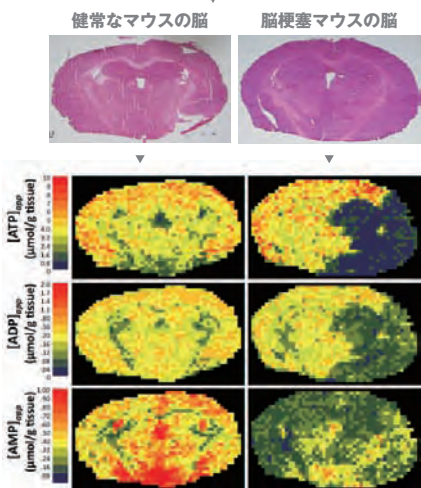


そして、2つの技術を融合させた「空間的非標識代謝システム解析技術」によって、代謝産物がどこにどのくらい産出しているかを包括的かつ定量的に計測し、解析することに世界で初めて成功した。この技術を用いて脳梗塞を起こしたマウスの脳の様子を調べ、壊死を起こしている脳細胞と、壊死直前でとどまっている脳細胞とでの代謝反応の違いを明らかにしている。将来、脳梗塞が起こった時に代謝反応を活性化させて、細胞の壊死を最小限にとどめることにもつながる成果だ。

さらに何よりも、この手法を活用すれば、体のさまざまな部位の代謝の様子を明らかにして、ガスバイオロジーを飛躍的に進展させることができるだろう。

“がんを治すガス”が実現する可能性も

このプロジェクト内のケミカルバイオロジーコアグループでは、ガス分子の受容体を系統的に探索する手法の開発に取り組ん



脳梗塞を起こしたマウス(右)と健康なマウス(左)とでの脳のイメージング画像。ATP、ADP、AMPという代謝産物ごとに比較することができる。

も、鉄などの金属を中心に持つ物質とくっつきやすいことがわかってきたので、そうした物質を利用すれば、ガス分子の受容体を“釣る”ことができ、系統的な探索も可能になるのではないかと考えているのです」

てきた。そのメカニズムを明らかにできれば、新たながん治療が開けるものと期待される。

生体内のガスの振る舞いが明らかになれば、例えば“ガスの薬”も十分に実現可能だ。「ガスの薬は、固体や液体の薬に比べて体に効くスピードがはるかに速いと考えられます。それはメリットになるでしょうが、反面、速すぎないようにコントロールする難しさもある。そのテクノロジーが確立すれば、薬として使えるようになるでしょう」

「他の研究者が取り組んでいないテーマに進もう」——そんな思いから始まった末松教授のガス研究は、長い沈黙の時代にあった生体内のガスの振る舞いを明らかにし、ガスバイオロジーという分野を開いて、やがては代謝研究の全体像を書き換え、新たな医療への道筋も示そうとしている。

「がんはガスで治る」
「COのサプリメントが健康の源」
今は荒唐無稽に聞こえるそんな言葉が、小学生でも知っている常識になるのも、遠い日のことではないかもしれない。☑

触れる多視点裸眼立体ディスプレイを開発

見たものを見たままに触れる！ 「さわれる情報環境」プロジェクト

世を挙げての3Dブームだが、そんななか、現行のシステムの一步も二歩も先を行く画期的な3Dディスプレイが誕生した。

画像が裸眼で見えるのはもちろんだが、なんと実際に手で触り、触感を得ることもできるのだ。

“バーチャルリアリティ研究”事始め

「バーチャルリアリティ」は決して「仮想現実」ではない

「バーチャルというのはよく言われているような『仮想』ではないんです」

バーチャルリアリティについて尋ねると、慶應義塾大学大学院メディアデザイン科の舘暉教授は開口一番こう切り出した。

「見た目は違うけれど、実物と効果が一緒だったり、本質的な要素を持っているというのがvirtualの意味なんです。ですから、たとえばバーチャル・マネーと言ったとき、それは仮想のお金ではなくて、お金の形はしていないけれど、お金と同じ効果がある。電子決済ができたり、カードで決済できたり、そういうものがバーチャル・マネーなのです」

一般に日本語で「仮想現実」と訳されることの多いバーチャルリアリティだが、これはかなり誤解を招く訳語といえそうだ。

「それは日本語の限界で、virtualと同じ意味を持つ言葉が日本語にはない。要するに概念が違うわけですね。日本語にはない概念なんです。つまり、説明的には言えても、ひと言でパッとと言えるような言葉はない。ですから、バーチャルと言ってしまったほうがいいでしょうね」

この「バーチャルリアリティ(VR)」という言葉ができたのは1989年のことだ。むろん、それまでも現実をコンピュータの画面などに移し替える試みはさまざまな形で行われていた。そこではアーティフィシャル・リア

リティ、サイバースペースなど、さまざまな用語が使われていたが、その年、「VRの父」ともよばれるジャロン・ラニアーが提唱したこの呼称が、一気に普及していったのである。

飛行機をリモコンで動かすのではなく自分が飛行機に乗っているという感覚

舘教授もバーチャルリアリティという言葉が生まれる以前から、その分野に取り組んでいた研究者の1人だ。そもそものきっかけは、盲導犬ロボットの開発だった。視覚障害者の生活を大いに助けてくれる盲導犬だが、訓練には時間がかかり、都市部では飼いにくく、そしてなによりも寿命がある。そこで、その機能を「服従」「賢い不服従(飼主に危険がおよぶ可能性があるときは、命令に従わない)」「コミュニケーション」に分類し、その3つを兼ね備えたロボットの開発を目指したのだ。

「そのためにはロボットが得た視覚情報を人間に伝えなければなりません、それでは

情報量が多すぎるので、必要な部分だけに削ぎ落としていこうとしました。それで1980年の秋、その問題を考えながら研究所の廊下を歩いていると、ふと、結局人間が見ているのは現実全体ではなく網膜に映っている映像なので、首を動かしたりしたときに変化する映像をまたきちんと再現すれば、それは現実を見ているのと変わらないんじゃないかと思い当たったのです」

それが、今にいたるVR研究のはじまりだった。ただし、当時は先述の通り、まだ「バーチャルリアリティ」という言葉はない。代わりに舘教授は「テレグジスタンス(Teleexistence)」という概念を提唱した。これはオペレーターが遠隔地にいるロボットを、あたかもその場にいるような臨場感を持って自在に操作できるようにする、という考え方だ。

コミュニケーション能力を強化した2号機

テレグジスタンスロボット
TELESAR

テレグジスタンスロボット

遠隔地にいる操縦者が、あたかも現地にいるかのような感覚で、ち密な作業を行うことを可能にするロボット。操縦者はコンピュータが作ったVR環境や、それを介した実環境に入りこむこともできる。

全周囲裸眼立体視「TWISTER」

回転型のバララクス(視差)バリア構造を持っているため、この円筒の中に入ったユーザーは、裸眼で水平360度の立体映像を見ることができる。

「たとえば、私が自宅にいても、別の場所にいるロボットの中に入っている。中に入っているというのがどうということかという、自分の手について考えてみてください。たとえば目をつぶっても自分の手の存在は認識できますよね。それは、自分がその環境のなかに入りこんでいるということです。VR空間の場合はVR空間のなかにもう1人の自分が存在するのですが、その自分と一体化しているということなんです。リモコンの飛行機を考えると、自分とは別のところにある飛行機を操縦している。でも、テレグジスタンスだと、自分がその飛行機に乗って操縦している状態を作り出すんです」

現実を再現し、さらには拡張する新しい研究領域の誕生

じつのところ、そうした研究は、世界中で同時多発的に行われていた。

「たとえばフライトシミュレータがそうだし、コンピュータのインターフェイスでも、現実をデスクトップという領域のなかで理解するという発想で生まれてきたわけですよね。ほかに芸術の分野やコミュニケーションの分野でも……」

分野はさまざまでも、そうした研究にはいくつもの共通点があった。いわゆるVRの3要素である。まず3次元の空間性＝見たものと等身大の3次元空間を再現すること。もう一つは実時間の相互作用性＝たとえばその3次元空間内で視線を動かせば、同時に視界が変化する。そして3つめは自己投影性＝自分がその空間の中に一体化して入っていること。

「1990年にマサチューセッツ工科大学(MIT)の関係機関が世界中でこのような研究を進めている人々を、カリフォルニア州のサンタバーバラに集めました。そうすると分野は違っていても、狙っていることはみんな一緒だとわかった。つまり、3要素が共通していて工学、医学、芸術、心理学など、既存の別の分野でも利用できる。そしてこの3つの要素を持つものは、バーチャルリアリティという言葉でよぶにふさわしいということになったんです。サンタバーバラ会議



再帰性投影技術(RPT)

バーチャルな世界を実世界に重ね合わせた拡張現実感を実現する技術。スクリーンが平面でなくとも、ゆがみのない映像を投影できる。



は、のちにVRのビッグバンとよばれるようになりました」

新しい研究領域の存在を実感した舘教授は、1996年に日本バーチャルリアリティ学会を設立。その後もテレグジスタンス的な概念にもとづくロボットの開発を中心に、VR研究を進めてきた。

「最初はまず3次元を知ることによって、自分の分身の首を動かすことによって、ロボットが見た状態を人間に提示し、3次元空間がちゃんと伝わってくることを示しまし

た。離れたところにあるロボットの首が、映像をうまく人間に提示することによって、自分がその場において見ているのと同じ情報を得ることができた。これは非常に大事なことなんです。その後、ロボットを搭載した乗りものを作り、それに自分が乗っているのと同じように運転できることを示し、次には人間型ロボットを作って、その場にいるのと同じように作業できることを示した。それが1つの流れです。そして、もう1つの流れがコンピュータの作ったVR空間を実空間に取りこむ、いわゆるオーグメンティドリアリティ(AR=拡張現実感)なんです」

これはたとえば通りを歩いていると、実空間にVRの道案内が表示される、あるいは誰かと会ったとき、こちらが覚えていなくても、その人の情報が伝わってくる、といったことを可能にする技術。そして今回、舘教授らが開発した多視点裸眼立体ディスプレイ「RePro3D」は、その流れを大きく加速させるものといえるだろう。

舘 暁

たち・すすむ

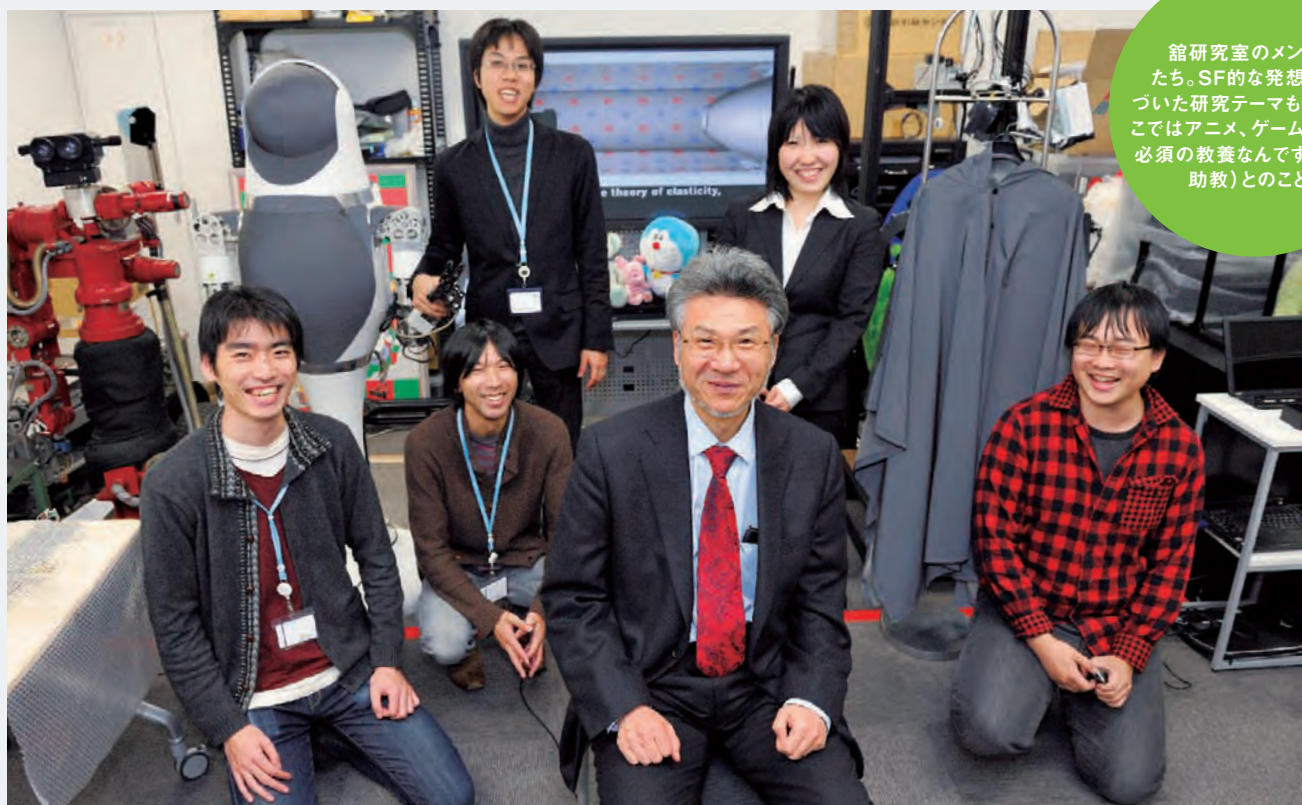
1946年生まれ。73年に東京大学大学院工学系研究科計数工学専攻博士課程修了。通産省工業技術院研究員、マサチューセッツ工科大学(MIT)客員研究員、東京大学工学部教授などを経て、2009年4月から慶應大学大学院メディアデザイン研究科教授。東京大学名誉教授。



「バーチャル」とは日本語にはない概念なのです。

触れる多視点裸眼立体ディスプレイを開発

見たものを見たままに触れる! 「さわれる情報環境」プロジェクト



館研究室のメンバーたち。SF的な発想にもとづいた研究テーマも多く、「ここではアニメ、ゲーム、漫画が必須の教養なんです」(南澤助教)とのこと。

「見たものを見たままに触れる」ための研究開発

再帰性反射スクリーンを使った裸眼でも見える3次元映像

「RePro3D」は、簡単に言うと空中に浮かんだ立体映像に手で触ることができるディスプレイだ。特殊なメガネをかける必要はなく、しかも触ると映像が反応し、触れたという感触も得られる。昨年は『アバター』を筆頭に3D映画が大ヒット、さらにテレビやゲームでも3D対応機種が次々に発売されるなど、さながら「3D元年」の感があった。しかし、VR的な視点から見ると、まだまだやるべきことは多いと館教授は言う。

「まず裸眼で3次元を作り出さなきゃいけないというのが、重要な課題ですね。しかも、作った3次元に対して、リアルタイムでインタラクション(2つ以上の存在が互いに影響を及ぼしあうこと)ができなければならない。3Dだけだと映画を観てるのと変わらないので、それに対してインタラクションがしたい。コンピュータゲームも、インタラクションはあっても、触れる3Dではない。ですから、われわれの研究課題は、メガネを使わない3

Dをいかにして作り出し、それにどうインタラクションができるか。見たものを見たまま触れるような情報環境を構築したいんです」

そのためには大別して、裸眼3Dと触覚インターフェイスという2つの技術が必要となる。まず裸眼3Dについてだが、この「RePro3D」では、館教授が開発した再帰性反射技術を用いて多数の画像を組み合わせることで、上下左右に視差のある3D映像を作り出している。

「普通、複数の画像を1カ所に投影すると、像と像が重なり合ってしまいます。よくある立体写真をメガネなしで見たときのような状態ですね。ですが当たった光をその方向に反射する再帰性反射材をスクリーンに使うと、スクリーン上では重なり合いますが、反射する角度がそれぞれ異なるので、見る側からは重なって見えない。視点を動かすたびに違った画像が見えるので、実空間に3D画像が浮かんだ状態を作り出せるんです」

しかし、立体写真なら画像を2枚組み合わせるだけでいいが、この「RePro3D」の

ように視差のある3D映像の場合、いったいいくつの画像が必要になるのだろうか?

「それは映像を見る人が動く範囲によって決まりますね。本来的には無限の数が必要ですが、人間はそんなに解像度がないので、ある程度間引いても大丈夫なのです。RePro3Dでは、のぞき窓をつけて視界を限定しているので、42枚の画像を15mm間隔で置けば、今回(15cmほどの女の子のキャラクターが空中に浮いている)程度の映像は作れます。もちろん、あの大きさだから42枚で済むわけで、大きなのぞき窓にして大きな像を作るとなると、1000視点ぐらい必要になるでしょうね」

指先の動きを読み取りリアルタイムで触感を再現

次に触覚インターフェイスだが、このデモでは画像に触ると、キャラクターが目を閉じ、しかも触ったという感覚がリアルタイムで指先に伝わってくる。

「触覚には2種類あって、1つは固有受容

覚とよばれるもの。関節や筋肉の状態によって生じる感覚のことで、もの大きさや、堅さを知ったりすることを指します。もう1つは、皮膚感覚。ツルツルするとか、暖かいとか、冷たいとか、そういう感覚ですね」

今回のシステムは、赤外カメラが指先と3D映像の接触状態を認識し、指先に装着したベルトをそれに応じて伸縮させ、物体に触れたときの皮膚の変形を再現している。残念ながら皮膚感覚を再現することはできないが、その点に関しても、館教授は1つの道筋を立てている。

にかの意図があるのだろうか？ それについては研究室のスタッフ、南澤孝太助教に話してもらった。

「やっぱり思わず触りたくなるような、キャッチーさが必要です。じつを言うところ運動系の触覚は、これまであまり着目されていなかったんです。でも、このやり方なら老若男女、誰にでもすぐわかってもらえますから、感覚系と両輪で研究を進めていけるといいですね」

この「RePro3D」の将来的な用途としては、博物館におけるバーチャル展示、触れる商品カタログ、そして触覚をとまなう遠隔

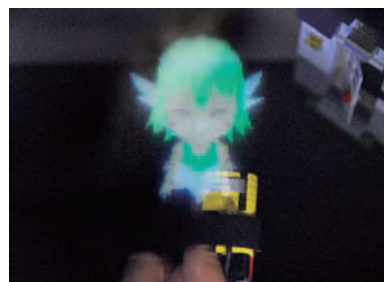
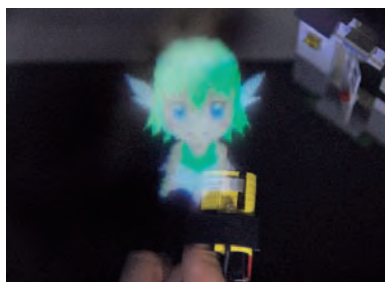
慶應義塾大学大学院
メディアデザイン研究科
助教

南澤孝太
みなみさわこうた



多視点裸眼立体ディスプレイ「RePro3D」

空中に浮かんだ立体映像に手で触ることができる画期的なディスプレイ。従来の立体ディスプレイでは、特殊なメガネが必要な方式が主流だった。また、映像は画面の中にしか存在せず、触ることはできなかった。しかし、この「RePro3D」では、再帰性反射材に上下左右方向に42枚の画像を投影することで、裸眼3Dを実現。そこに触覚インターフェイス技術を合体させ、触感を再現することで実際に触れる立体映像を作り出した。



「人間の目は三原色の組み合わせで、あらゆる色を感知するようになっていますが、それと同じことが触覚でもできないかと考えています。よく調べてみると、人間の皮膚の下にもメルケル細胞やマイスナー小体、パチーニ小体など、いろいろな種類の感覚受容器がある。ですから個々の反応を調べて、ここにこうぶつかった時にはまずパチーニ小体が反応し、そのあとマイスナー小体、そしてメルケル細胞というようなパターンをしっかりとつかむことができれば、電気刺激などを使って、同じ皮膚感覚を再現できるのではないかと考えているわけです。視覚の三原色原理に相当する、触原色原理を解明したい。まさにバーチャルリアリティですね」

現在は電気刺激の使い分けによって、たとえばマイスナー小体だけを反応させることが可能になっている。この研究が進めば、3D映像に思いのままの触感を持たせることが可能になるかもしれない。

ところで、このデモのキャラクターデザインは、見るからにアニメ調だが、そこにはな



空の箱の中にまるで何かが入っているかのような感覚を生み出すGravity Grabber。画像の動きに応じた重さや慣性を手に感じさせる。

協調作業の支援などが考えられている。また、身近な目標としては、3Dで見える映像の範囲を拡大し、複数の人間が同じ空間、同じ映像を共有できる、触れる立体ディスプレイの構築が挙げられている。

新しいコミュニケーション さらには新しいモノ作りに向けて

「VR研究では、1つはコミュニケーションがテーマとなっています。新しいコミュニケーションの手段として、面談しているような状態

を遠く離れていても再現し、握手したり、表示されている物に触ったり、そういうことができるようにする。電話やメールでもつながっているという感覚は生まれますが、さらにそれを、VRやトレイグジスタンスを使うことによって緊密な状態にしていくということです。いろいろな専門家の知識や技術を、離れているからという理由で使えない場合でも、トレイグジスタンスを使えば、たとえば遠く離れた場所から専門医に手術してもらおうとか、エンジニアにしても、遠方の工場で指導を仰ぎたいときなどに、最高の人材にお願いすることが距離移動なしにできるようになるでしょう」

さらに、館教授はVRによるテラーメイド化したモノ作りのシステムも構想している。

「コンピュータで画を描くのと一緒に、その中でモノ作りをし、VRでいろいろ試したうえで、個々人が自分のいちばん欲しいものを手にできるようにする。これは相当長期的な構想ですが、そういう時代を夢見てやっているんです」



ようこそ 私の研究室へ47

戦略的創造研究推進事業CREST「新機能創成に向けた光・光量子科学技術」

「光合成初期反応のナノ空間光機能制御」
研究代表者

橋本秀樹



光合成の仕組みを環境・エネルギー問題解決に生かす 二酸化炭素を減らしてエネルギーを生み出す、究極の太陽光発電を実現させます。

PROFILE

橋本秀樹 (はしもと・ひでき)
大阪市立大学 複合先端研究機構 教授

1990年関西学院大学大学院理学研究科化学専攻博士課程修了(理学博士)。大阪市立大学工学部助手、静岡大学工学部助教授を経て、英国グラスゴー大学生命科学研究所客員助教授。帰国後、2002年より大阪市立大学理学研究科教授となり、10年より同大学複合先端研究機構教授(理学研究科兼任)。化学、工学、応

用工学、生化学、物理学という幅広い分野での研究経歴を生かし、植物が行う高効率のエネルギー変換システムである光合成の仕組みを解明して、環境・エネルギー問題を解決する新しいサイエンスの確立に取り組んでいる。07年よりJST CRESTの研究課題「光合成初期反応のナノ空間光機能制御」研究代表者。



光合成の“アンテナ”の 太陽光を捕まえる仕組みを解明

「子どもたちに水の入ったコップを見せて、『これさえあれば、家庭で必要な1日分の電気ができるんや!』とビックリさせ、実際に電気を起こしてさらに驚かせる——そんなことをしてみたいですね!」

決して夢物語ではない。橋本秀樹さんは、そんな夢を実現させる、まったく新しい太陽光

発電の手がかりをつかんでいる。手本となるのは光合成だ。

「従来の太陽光発電は、太陽光のエネルギーの一部しか使っていません。しかし、植物の光合成は100%近く利用しています。その仕組みを解明できれば、はるかに効率のいい太陽光発電が実現できます」

植物の中には光合成細菌というバクテリアが存在し、そこで作り出される色素たんぱく複合体が、光を捕まえるアンテナの役割を果た

空手二段の免許状。部の稽古以外に、道場で1人、鍛えることも。昨年の夏はメキシコに指導に訪れた。



ウルトラマンシリーズなどのフィギュアがズラリと並ぶ。忙しい研究の日々にあっても遊び心を忘れない。

している。橋本さんはこのアンテナに注目し、構造や、光合成膜とよばれる細胞膜上での並び方など、さまざまな角度から研究に取り組んでいる。

「アンテナをバラバラにして元に戻したり、膜の構造を詳しく調べて再現したり、人工的に新しいアンテナや膜を作ることも成功しています」

研究に情熱を燃やす背景には、光合成から学ぶことこそ、環境問題やエネルギー問題解決のヒントになるという確信がある。

「石油などを使わず、二酸化炭素を排出しないという意味では、水素発電なども有力でしょう。しかし、それでは増えすぎた二酸化炭素をなくすことはできない。光合成の仕組みから学

んで、二酸化炭素を捕まえてエネルギーを得られれば、どちらの問題も解決できます。そこにつながる道を開いていきたいですね」



英国留学で教えられた 「太い幹」を育てることの大切さ

「関西学院大学の学生時代、専攻を決める時に研究室を訪ねて歩き、『先生のところに行ったら学者になれますか?』と聞いてまわりました。生意気な学生だったと思いますが(笑)、小山泰先生だけは、二つ返事で『なれますよ』と返してくれたんです」

その小山先生の下で取り組んだのが、光合成色素の1つであるカロテノイドの励起状態でのラマン分光だった。真っ暗な部屋の中

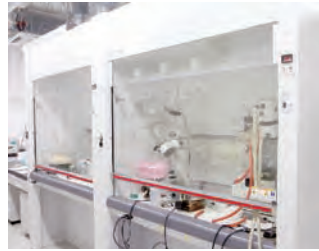
1 生化学実験室



2 プローブボックス



3 ドラフトチャンバー



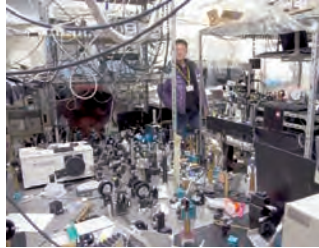
4 超低温フリーザー



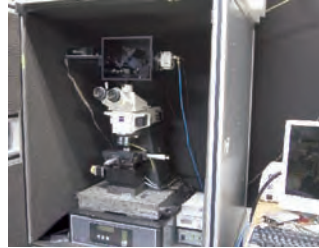
5 クラスタコンピュータ



6 フェムト秒分光装置



7 AFMマシン



8 光合成細菌の培養



で毎日8時間近くかけて装置を作り、測定できるのはわずか30分。愚痴や泣き言もこぼれたが、先生の厳しい指導と励ましを受け、3年後には世界を驚かせる成果を上げることができた。

「私が“運”よく成果を上げられたのは、失敗してもよくよく考えない“鈍”感さと、ひたすら繰り返す“根”気があったから。それに“金”を加えた4つが、研究を成功させるために必要だと学びました」

大学院を出た後は、大阪市立大学で応用物理、静岡大学では物質工学と畑違いの道に進み、物理的なものの考え方や、物質を合成する技術などを身につけた。そして、今度は生命科学の扉を開きたいと英国グラスゴー大学の生命科学研究所に留学。リチャード・コグデル教授の下で光合成色素たんぱく質の構造解析の研究に取り組んだ。

「英国では、コグデル先生と食事をし、ビールを飲みながら話した時間が忘れられません。サイエンスを楽しむ研究スタイルを学びましたし、自分の研究についてじっくりと考えられました。先生の『枝葉ではなく太い幹を作りなさい』という教えがあったから、光合成の仕組みを解明して環境問題やエネルギー問題を解決するという絵を描くことができました」

① 遺伝子組み換え生体試料の調製などを行う実験室。② 空気中ではできない触媒の合成などを行う。③ 計16基のドラフトが稼働中。作業する手元から排気できるタイプのものは、橋本さんが米国カーネギーメロン大学で発見して取り入れた。④ 色素たんぱく複合体などを冷凍保存する。温度は-80℃と-35℃の2種類。⑤ 複数のコンピュータを結合してクラスター(ブドウの房)のようにまとまることで、より高い性能を実現するシステム。⑥ 励起状態の実時間計測などを行う。⑦ AFM(原子間力顕微鏡)と蛍光顕微鏡を融合させることで1枚の光合成膜の分光測定を可能にした。⑧ 光の強さなどを調節して光合成細菌を培養。構造解析などに用いる結晶作製も行っている。

帰国後すぐに、英国時代の研究が実を結んで、人工色素たんぱく複合体の構造解析に成功という大きな成果を上げ、自らが定めた幹をさらに太く、たくましく育て続けている。

44歳で空手を始めて二段に好奇心と向上心の塊

「44歳の時に空手を始めました。研究ばかりしていて、ものの考え方があまりにも“やんちゃ”な私を見て、空手部部長の木下勇先生から、『根本からたたき直してやる』と勧められたんです」

稽古で汗を流し、時には痛めつけられながら、二段を取得するまでに上達。そのなかで学んだのは“押忍”の精神だという。

「今、研究代表をしているJST CRESTに、私は1回、面接までいって落ちています。その後で空手を始め、翌年にもう一度応募して面接を受けたら、前回も面接官をしていた先生から『そういう答え方をすればいいですよ』と言われました。きっと1年前は生意気だったんでしょうね(笑)」

空手に限らず、実際に体を動かして体験することは、橋本さんがもっとも大切にしている姿勢の1つだ。

「学生にも、論文ばかり読んでないで手を動かして実験しろと言っています。メキシコに行った時、テキーラの原料になるリュウゼツランが、灼熱の高地で育っているのに感激しました。しかも、葉に触ってみたら、ヒンヤリしているんですよ。そこから新しい研究のヒントをもらいました」

海に囲まれた日本では海洋資源にこそ大きな可能性があると考え、まずは実際に海を感じてみよう、ダイビングの免許を取得。水深40mの世界に胸を躍らせているというから、好奇心と向上心の塊だ。そんな橋本さんに将来の目標を尋ねると、こんな答えが返ってきた。

「究極の目標は“おもしろいさん”になることですね。腕っ節が強くて頭もいい、『何やこのじいちゃん』ってビックリされるようなじいちゃんにね」

研究の概要

植物が光合成によって光エネルギーを効率よく利用するシステムの解明に取り組んでいる。その一例が、光合成膜の構造解析と人工作製だ。植物の中には光合成細菌というバクテリアが存在し、そこで作り出される色素たんぱく複合体が、光を捕まえるアンテナの役割を果たしている。この光捕集アンテナ色素たんぱく複合体にはLH1とLH2の2種類があり、光合成膜とよばれる細胞膜上に存在している。その膜上にLH1とLH2がどのように並



でいるかを調べるほか、さまざまな配列の膜を人工的に作り出し、LH1とLH2の間でエネルギーがどのように受け渡しされているのかなどを測定している。その結果、効率よくエネルギーを伝える並べ方の理論を構築できれば、二酸化炭素からエネルギーを生み出す、まったく新しい太陽光発電開発の基礎となるほか、現在の太陽電池の薄膜の作製などにも応用できると期待される。

理系3学部の研究者が集い、エネルギー問題などの解決の道を探る大阪市立大学複合先端研究機構のプロジェクトリーダーを務める。

10 理科の観察・実験活動の充実と教員の資質向上を図る 理科支援員配置事業



理科支援員配置事業

サイエンスパートナーシップ

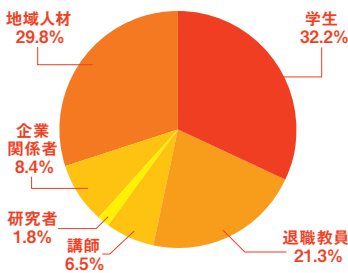
バーチャル科

事業の概要

小 学生の理科への興味・関心を高め、学習目標を達成させるために、観察や実験の授業が重要視されている。しかし、小学校理科授業の現場では文系出身の教員も多く、理科の実験指導に苦手意識を持つ教師が少なくない。また、観察・実験を行うためには、準備にも時間がかかることから、十分な実験の授業をなかなか行うことができないというのが実情だ。

こうしたことから、JSTでは、学生、退職教員、地域の人材など、理科教育に関する知識や経験のある学校外部の人材を、理科支援員として小学

● 理科支援員の内訳 (平成22年度)



校5,6年生の理科授業に配置し活用する理科支援員配置事業を行い、観察・実験活動の充実と、教員の資質向上を図ろうとしている。

理科支援員は、主に「観察・実験などの実施の支援」「観察・実験などの準備や後片付け」「観察・実験などの計画立案や教材開発の支援」などの活動を行う。

平成21年度は全国で6138校、平成22年度は4205校にこの理科支援員が配置されている。理科支援員が配置された小学校へのアンケート結果によれば、「理科が面白くなった」と答えた児童、「児童へきめ細かな指導ができるようになった」と答えた先生ともに80%を超えるなどの成果があがっている。

実施事例から

奈良県田原本町立東小学校

理科支援員:退職教員

児童数119人の小学校。この学校には、退職教員が理科支援員として配置されている。小学校の教頭などを歴任した経験を持ち、現役の頃から自作教材の開発に力を注ぐなど、理科教育に関して知識・経験ともに豊富な理科支援員だ。

活動は月2回、年間で36時間。活動内容は実験の準備や後片付け、実験中の補助。担任教員が授業を進め、理科支援員が補足説明や専門



単元:6年生「月と太陽」(2時限連続)

的な解説を行うなど、担任教員と理科支援員がよく連携した実験授業が行われている。経験豊富なだけに、学校や教員に対して、授業方法や理科の備品整備についてなど、いろいろなアドバイスも行っている。

こうした活動を通して、児童が興味を持って理科に積極的に取り組むようになっただけでなく、教員自身が理科を好きになり、力量アップにもつながっているという。

富山市立蜷川小学校

理科支援員:大学生

児童数710人の大規模な小学校。この学校には、富山大学理学部在籍する3年生の女子学生が理科支援員として配置されている。

活動は、毎週金曜日の午前中で、年間で20回ほど。主に実験の準備や後片付け、実験中の補助などを行っている。



単元:5年生「流れる水のはたらき」

学生なので、教育現場での経験はないが、児童と年齢が近いため、理科の得意なやさしいお姉さんという立場で、児童たちのなかに溶け込んでいく。彼女の存在によって、この学校では教員の実験準備や後片付けの時間的負担が軽減され、実験がスムーズに行えるようになったという。

このような学校側のメリットだけではない。教員を目指す現役学生が理科支援員として配置された場合、実際の教育現場を生で体験できる貴重な場にもなっている。

TEXT: 大宮耕一