

JST NEWS

Vol.8 | No.6

2011

September

9

月号

がんばれ、科学部!!



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



高等学校科学部の強豪校の1つ、群馬県立勢多農林高等学校の植物バイオ研究部の培養室は、地元の伝統野菜や園芸植物の組織培養の試験管でいっぱいだ。写真は新品種育成中のリンドウ。

Feature 01



中学校、高等学校、中等教育学校の科学部活動を支援

がんばれ、科学部!! 06

運動部などと違って、活動の様子があまり知られていない中学、高校の科学部。しかし、実際には普段からハードな活動を展開している科学部も少なくない。そうした部活動を支援する「中高生の科学部活動振興事業」を紹介する。

Feature 02



膜たんぱく質の構造解析への挑戦

なぜ、構造を解くのか? 10

薬が効くメカニズムを解明し、副作用の少ない創薬などの可能性を開く、膜たんぱく質の構造解析。● 10
困難とされた技術が可能になった背景には、生命現象に構造から迫りたいという強い思いと、サイエンスは1人の研究者ではなく人類全体のものだという確固たる信念があった。



ようこそ、私の研究室へ 14

石田謙司 神戸大学 大学院工学研究科 准教授



JST職員の業務報告 05

J-STAGEを通して学協会のサポートをしています。 16

理 事 長 茶 話

(聞き手: 研究開発戦略センター 武内里香)

——今月号で「中高生の部活動振興事業」を取り上げていますが、科学技術につながるような子どもの頃の思い出はありますか。

「小学生の頃は工作に夢中で、杉鉄砲や竹トンボ、それからブザーやモーターなどを作って遊んでいました。中学生になってからは、トランジスタラジオなどですね。作り方の本もなく、原理も理解していませんでしたが、試行錯誤しながら設計することによって、より望ましい結果へ自ら変えていけることは、素朴でしたが新鮮な喜びでした。今思い返すと、工学の“最適設計”のようなことを

やっていたことになります」

——それがエンジニアを目指すきっかけになったのですね。

「私が大学に入学した頃は高度成長期の最中で、日本が『三等国』と評されていた戦後から、目覚ましい躍進を遂げていく時期にありました。科学技術の成果は新しい工業製品となり、産業が興り、生活スタイルはどんどん変わっていきました。工学は日本の生活を豊かにする“エンジン”だったといえるでしょう。私もエンジニアになって、国を豊かにする礎石になりたいと考えたのです」

——これからの科学技術に求められること

は何でしょう。

「科学技術の役割は、その国や時代によって変わってきます。これからの日本の科学技術は、精神的な豊かさも追求していかなくてはならないでしょう。真理の探究をすることと、科学技術を人類の未来にどう利用していくかを考えること、大きく分けてこの2つが精神的な豊かさにつながっていくと考えています。科学技術の役割を実感しながら、世代を超えて地球の未来をいかに共有するか、子どもたちと一緒に考えていくことが、科学技術コミュニケーションの重要な課題だと感じています」



JST Front Line 9

NEWS 01

フォーラム



第1回東アジア共同研究フォーラムを開催!

国際科学技術部は、7月14、15日に、シンガポールで第1回東アジア共同研究フォーラムを開催しました。東アジア地域における新たな多国間共同研究プログラムの設立を目指して、関係国で意見交換を行うのが目的です。ASEAN加盟国およびインド、オーストラリア、ニュージーランドなど、東アジア地域の11カ国と1国際機関からの参加がありました。それぞれから多国間共同研究プログラムの設立に高い関心が寄せられ、プログラムの枠組みや運営方針などについて、多くの意見が交わされました。

東アジア地域は著しい経済成長を続けていますが、その一方で解決すべき多くの課題を抱えています。ライフサイエンスやグリーンテクノロジー、自然災害の防



フォーラムには東アジア地域の11カ国と1国際機関が参加した。

災・減災などの分野で多国間の共同研究を推進することは、地域の共通課題の解決に貢献します。さらに科学技術力の向上によって、世界経済の成長センターである東アジア地域のさらなる経済発展が期待されます。また、このような多国間

共同研究で日本が積極的な役割を果たすことにより、各国間の相互信頼、相互利益の強化につながることも期待されます。

国際科学技術部ではこれまで、国際的な科学技術協力の推進のために、おもに2国間での国際共同研究プログラムを実施してきましたが、中国・韓国以外の東アジア諸国との多国間での共同研究への取り組みは初めてとなります。政府が今年度策定した「第4期科学技術基本計画」にも、アジア諸国との科学技術協力の強化を目指した「東アジアサイエンス&イノベーションエリア構想」の推進が掲げられています。多国間共同研究プログラムは、この構想の推進にも貢献するものです。



社会技術研究開発センター (RISTEX) が仙台で 震災復興と社会技術の役割を考えるシンポジウムを開催

RISTEXは8月4日、シンポジウム「震災からの復興を「活力ある街・地域」創りにつなげる～地域の「潜在力」を引き出す社会技術～」を仙台で開催しました。

今回の震災では、津波防災や被災者台帳の整備、住家の被害認定などに「社会技術」が役立てられています。復興に向け、強健で持続可能な地域コミュニティを創るために「社会技術」に求められる役割とは何か。―会場には約150名が参加し、熱のこもった議論が交わされました。

午前はRISTEX「東日本震災対応・緊急研究開発成果実装支援プログラム」の進捗報告がありました。全6件のプロジェクトは5月から活動を開始し、実装地の人々から大きな期待が寄せられています。会場では活動の実演やパネル展示も行われ、

熱心に質問する人々の姿がありました。

午後のパネルディスカッションは、被災3県の復興ビジョン策定に携わる鈴木浩氏(福島県復興ビジョン検討委員会座長)、植田真弘氏(岩手県東日本大震災津波復興委員会委員)、石川幹子氏(宮城県



「東日本震災対応・緊急研究開発成果実装支援プログラム」の成果展示発表も行われた。

岩沼市復興会議議長)、堀尾正毅氏(RISTEX領域総括)、目黒公郎氏(東京大学生産技術研究所教授)が参加し、RISTEXの有本建男センター長をモデレーターとして行われました。

復興計画を具体的な行動に移すためには図面などによる可視化が大切であること、コミュニティや地域の再生・新生の重要性、漁業や農業の大規模化の陰で広がる地域間格差の問題が語られました。また、技術と制度を組み合わせたハード、ソフト両面からのアプローチが有効であることや、今回の震災を契機に、石油依存型の現代社会を作り直す必要があることなど、それぞれの立場や経験から、示唆に富んだ発言が相次ぎました。RISTEXのHPでも当日の様子を紹介していますのでご覧ください。

NEWS 02

シンポジウム



戦略的創造研究推進事業ERATO型研究の、 平成23年度新規研究領域および研究総括が決定しました

戦略的創造研究推進事業ERATO型研究において、平成23年度の新規研究領域および研究総括を決定しました。同事業は、国の科学技術政策や社会的・経済的ニーズを踏まえ、社会的インパクトの大きい戦略目標を文部科学省が設定し、それに向けて推進すべき研究領域、およびその責任者となる研究総括をJSTが定め、基礎研究を推進するものです。

まず、公的研究機関や大学、民間研究機関に所属する研究者に広く研究総括候補者の推薦を募り、さらにJST独自調査による候補者を加えて、1,817名の一次候補者母集団を作成しました。その後、外国人を含む外部有識者からなる「選考パネル」を5つの分野で設置し、各パネルで二次候補者を54名まで絞り込みました。最終選考では、候補者からの研究領域構想の提出を受けて、選考パネルで書類選考および面接を行い、各パネルで1件ずつ、計5件の研究領域と研究総括を、次の通り選定しました。

1. 研究領域「バイオナトランスポーター」

人体の必要な場所に、薬剤などを確実に届けるための微細なキャリアを開発する。そのために、生体分子システムを手本としながら、バイオ医薬品や分子マーカーの徐放制御や、それらの選択的輸送を行える機能性ナノ微粒子(バイオナトランスポーター)の創製に挑む。バイオ診断・計測や、がん免疫治療、細胞工学や骨再生医療などの医療への応用を目指す。

[研究総括] 京都大学大学院工学研究科の秋吉一成教授

2. 研究領域「酵素活性分子」

微生物や植物、動物などがもつ高活性な酵素分子のはたらきを明らかにし、これまでの有機合成化学や、酵素工学ではできなかった有用化合物の効率的な合成のための基盤技術創出を目指す。また、アミノ酸の代謝に関わる酵素を用いて、血液中のアミノ酸単体の量を測るなどの新たな健康診断法の開発にも取り組む。

[研究総括] 富山県立大学工学部/生物工学研究センターの浅野泰久教授

3. 研究領域「触媒分子生命」

生体内ではたらくしている鉄などの金属を用いた触媒反応の特徴に着目し、これまで



秋吉バイオナトランスポータープロジェクト

研究総括

秋吉一成
(あきよし・かずなり)

京都大学大学院
工学研究科教授



浅野酵素活性分子プロジェクト

研究総括

浅野泰久
(あさの・やすひさ)

富山県立大学工学部/
生物工学研究センター教授



金井触媒分子生命プロジェクト

研究総括

金井 求
(かない・もとむ)

東京大学大学院
薬学系研究科教授



斎藤全能性エビゲノムプロジェクト

研究総括

斎藤通紀
(さいとう・みちのり)

京都大学大学院
医学研究科教授



染谷生体調和エレクトロニクスプロジェクト

研究総括

染谷隆夫
(そめや・たかお)

東京大学大学院
工学系研究科教授

の方法では合成できなかった複雑な構造の医薬候補物質を短い工程で、かつ環境を汚染せずにつくる革新的な触媒の開発を行う。また、生体がもつ酵素のはたらきを超える人工触媒をつくり、その触媒そのもので治療をするという新たな医療(触媒医療)を提唱する。

[研究総括] 東京大学大学院薬学系研究科の金井求教授

4. 研究領域「全能性エビゲノム」

生物の遺伝情報は、DNAの配列だけでなく、DNAのメチル化やDNAを折りたたむたんぱく質などがアセチル化されることにより修飾された「エビゲノム」の状態が決まる。生殖細胞のもつエビゲノム制御機構を、マウスやカンクイザルをモデル生物として解明して、発生機構を明らかにすることを目指す。また、この過程で微量エビゲノム解析法を発展させることで、病気の細胞のエビゲノムを調べ、疾患発症の仕組みの解明などにも応用する。

[研究総括] 京都大学大学院医学研究科の斎藤通紀教授

5. 研究領域「生体調和エレクトロニクス」

エレクトロニクスの開発競争では、これまで「より速く」が目標とされてきたが、新たに「環境、生体との調和」が求められるようになってきた。そこで、柔軟かく、生体との適合が期待できる有機材料に着目し、まったく新しいデバイスの実現を目指す。生体に適合した有機材料による特殊なインクを開発し、それを用いたデバイスにより生体内の微細な電気信号をとらえ、神経細胞間でのネットワークをリアルタイムで可視化する、読み出し集積回路の開発を進める。

[研究総括] 東京大学大学院工学系研究科の染谷隆夫教授

本事業は、卓越したリーダーである研究総括のもとに、多様なバックグラウンドをもつ若手研究者が結集し、時限的なプロジェクトのなかで新しい科学技術の源流を生み出すことを目的としています。各プロジェクトは、5年間で最大12億円程度の研究費により実施されます。

各研究領域の概要や研究総括の略歴はホームページ(<http://www.jst.go.jp/erato/index-j.html>)をご覧ください。



日本学術会議、日本学術協力財団と連携し『学会名鑑』Web版を公開 JSTが提供する科学技術情報ともリンク!

JSTは、日本学術会議(SCJ)および、日本学術協力財団(JSSF)と連携して『学会名鑑』Web版(<http://gakkai.jst.go.jp/>)を公開しました。

『学会名鑑』とは、SCJとJSSFが日本の学術研究団体(学協会)のデータを網羅的にまとめた冊子です。2001年から3年ごとに発行してきました。

今回公開されたWeb版は『学会名鑑』に記載された情報を、すべて無料で利用できるデータベースです。膨大な学協会の情報が、分野や名称、フリーワードなどから簡単に検索できます。また、冊子では3年ごとだった更新頻度が3カ月に短縮され、最新の情報を利用できるようになりました。なお、Web版公開にともない、冊子の発行は終了します。

『学会名鑑』Web版は、JSTが提供する



「ReaD」「J-GLOBAL」「J-STAGE」へのリンクで、学協会の研究者情報や論文等を一度に調査・検索できる。

研究者データベース「ReaD(研究開発支援総合ディレクトリ)」や、科学技術情報の統合検索システム「J-GLOBAL(科学技術統合リンクセンター)」、電子ジャーナルデータベースの「J-STAGE(科学技術情報発信・流通総合システム)」とリンクしています。このリンクで、冊子ではできなかった「学協会情報」から、所属する研究者の情報や発行される資料・論文の書誌情報、電子ジャーナル本文へ、直接のアクセスが可能になりました。

研究者情報へ
ReaD

資料・論文の情報へ
電子ジャーナルサイトへ
J-GLOBAL J-STAGE

『学会名鑑』Web版には、国内の約1,900ある学協会のうち、760が登録されています。今後は、さらに登録数を増やしていく予定です。

NEWS 05

日本政策金融公庫(日本公庫)と業務提携・協力に関する覚書を締結しました。

JSTは、産学連携活動にもとづくイノベーションの実現を目指し、新産業の創出および中小・ベンチャー企業の成長と発展を支援するために、株式会社日本政策金融公庫(日本公庫)と業務提携・協力に関する覚書を締結しました。

これにより、JSTが推進する研究成果最適展開支援プログラム(A-STEP)などの競争的研究資金と、日本公庫が推進する中小企業事業、国民生活事業、農林水産事業の融資制度の連携がスタートします。具体的には、A-STEPなどを活用して研究開発を行う中小・ベンチャー企業が新規事業化に向けた融資を希望する場合に、日本公庫が相談に応じ、最適な融資制度の利用に向けた検討を行います。

産学連携活動にもとづくイノベーションの実現には、技術開発だけでなく、適時適切な資金調達も必要です。すでにJSTは、ベンチャーキャピタルである株式会社産業革新機構(INCJ)とオープンイノベーション推進に向けた相互協力に関する協定を結んでいます。今回の日本公庫との業務提携が進むことで、産学官に金融機関を加えたビジネスモデルの複合体を形成し、A-STEPなどを利用する中小・ベンチャー企業に対して、研究開発のみならず、経営・財務の支援も強化します。

また、JSTと日本公庫は、産学連携や技術移転、企業育成などに関し、両者の専門的な知見を生かした機動的な取り組みも開始します。たとえば、産学連携の「目利き」に優れたJSTの人材が、日本公庫の顧客である中小・ベンチャー企業が抱える技術的な課題に対して、助言を行うことなどを予定しています。

NEWS 06

「イノベーションジャパン2011—大学見本市」を、9月21日(水)・22日(木)に東京国際フォーラムにて開催します。

9月21、22日、東京国際フォーラムで、「イノベーション・ジャパン2011—大学見本市」を開催します。大学や高等専門学校などの優れた研究成果を一堂に集めて、産学連携を促進し、研究成果を社会へ還元することを目的とした国内最大のマッチングイベントで、今年で8回目を迎えます。このイベントをきっかけに共同研究などに発展したマッチング率は、毎年20~30%に達し、過去7年間で726件が共同研究に発展し、125件がライセンス契約へと結びついています。

今回のイベントでは、約320件の研究成果が「情報通信」「ライフサイエンス」「医療」「装置・デバイス」「ナノテクノロジー」「環境保全・浄化」「低炭素・エネルギー」「マテリアル・リサイクル」のほか、新たに加えた「シニアライフ(高齢社会)」「防災」の分野別に、会場展示や新技術説明会で発表されます。

また、昨年度の大学見本市に出展された高知工科大学の研究成果「スラリーアイス製造装置を用いた凍結濃縮」の実機を展示し、デモンストレーションを行う予定です。

なお、昨年まで京都で開かれていた「産学官連携推進会議」も同日、同会場で開催されます。産学連携分野で日本を代表する2大イベントの同時開催は、参加する企業と大学の双方にとって大きなメリットとなるものです。

「イノベーション・ジャパン2011—大学見本市」の入場は無料ですが、来場を希望される方は、ホームページから事前登録をお願いします。



平塚市立江陽中学校 科学部の場合

「1つでも多くの実物に触れ、そこに秘められ

理系の部活に所属する生徒は 普通科で1%、理数科7%

文部科学省科学技術政策研究所の調査(2003年)によると、国際的に活躍している研究者が子ども時代に大きな影響を受けたものとして、52%が周囲の大人からの知的な刺激、42%が能動的な好奇心、そして34%がその好奇心を引き出し、興味を伸ばす「教育」を挙げている。

また「教育」に関しては、進んだ内容を教えられたこと、課外活動を通じて教師の姿勢、熱意などから影響を受けたことをうかがわせるコメントが数多く寄せられた。

一方、JST理科教育支援センターと国立教育政策研究所の調査(08年度)によると、科学部(理系の部)のある中学校は34%、高等学校は71%に上るが、高等学校で理系のクラブに所属する生徒の割合は普通科で約1%、理数科で約7%という現状が示されている。

そうした状況を踏まえ、2010年にJSTがスタートさせたのが「中高生の科学部活動振興事業」だ。目的は次の2つ。

1. 中学校、高等学校、中等教育学校の科学部活動を振興することによって、理科や数学を得意とする生徒がその資質等を十分に発揮し、他の生徒と切磋琢磨する機会を設ける。
2. 科学部の活動支援に各種学協会や大学、研究機関等が参画し、科学部に所属する生徒、教員と優れた研究者がネットワークを構築することにより、理数系に優れた資質や能力を有する生徒を見出す機会を設ける。

具体的には、原則として3年間、中学生を



夏休み中の理科室で、部員たちの指導に当たる齋藤篤先生。大所帯で研究テーマも多岐にわたるため、全員を監督するだけでもかなりの大仕事だ。

対象とした科学部活動の場合は毎年30万円、高校生を対象とした場合は毎年50万円の活動費(物品購入、講師謝金、旅費等)を支援するというものだ。希望する学校(教育委員会のような管理機関や、連携した複数の学校からの申請も可能)は、どういった活動を行いたいかという提案を、規定の手続に沿って提出し、それをJSTが、外部の有識者等から構成される委員会の審査にもとづいて選定する。11年度には126件の応募があり、うち88件が採択された。

11年度の審査に際して大きなポイントとなったのは、次の5点だった。

1. 支援を受ける背景や経緯、ねらいが明確であること。
2. 生徒がその資質等を十分に発揮するよう、研究成果発表会など、他校の生徒と切磋琢磨する研さんの機会や交流の場が適切に計画されていること。
3. 大学、科学館等と提携することが予定、計画されており、科学部に所属する生徒や教員と有識者、専門家がネットワークを構築

することが期待されること。

4. ねらいを達成するためのプロセスが適切かつ実現性のある内容となっていること。

5. 支援終了後の計画が適切に設定されており、継続的な取り組みが期待されること。

数百万年前、数億年前の 事実を探る楽しさを知ってほしい

実際に「中高生の科学部活動振興事業」の支援を受けている科学部の活動を紹介しよう。

「地球を探る」というテーマで今年採択されたばかりの、神奈川県平塚市立江陽中学校科学部。部員数52名の大所帯だが、顧問の齋藤篤先生によると、その人数の多さが、スムーズな活動を妨げている面もあるようだ。普段の活動のスタイルについて聞いた。

「現状では数人のグループに分かれて、それぞれが興味のあることを調べるといったかたちをとっています。楽器作り、水ロケット、空気砲……なかにはカルピスの作り方なんていう、科学部というより調理クラブのようなテーマもあります(笑)」

部員全員が、もともと理科好き、科学好きの生徒たちの集まりというわけではない。週末はスポーツ系のクラブチームや塾に通い、どちらかというと学外の活動に力を注いでいる生徒や、「ほかに入りたい部がないのでなんとく」入部してきた生徒もいるという。顧問が齋藤先生1人で、しかも陸上部との掛け持ちのため、活動日をなかなか確保できない状況にあるが、それでも部員たちが少しでもそれぞれの興味のあるテーマに取り組めるようにと、いわば苦肉の策として確立した活動スタイルでもある。

中学校、高等学校、中等教育学校の科学部活動を支援

がんばれ、科学部!!

運動部などと違って、活動の様子があまり知られていない中学、高校の科学部。しかし、実際には普段からハードな活動を展開している科学部も少なくない。そうした部活動を支援する「中高生の科学部活動振興事業」を紹介する。

「た真実を探してほしい」



生徒たちが自作した水ロケット。手作り感あふれる仕上がりがだが、それもご愛嬌(あいぎょう)。肝心なのは科学への興味をもつことなのだ。

斎藤先生が江陽中学校に異動してきた昨年は、部員が約70名もいた。もちろん1つの教室では活動できないし、校外に出るにしても人数が多すぎて、移動すままならない。そこで「みんながまとまって活動できる方法はないか」と考え、化石の調査プロジェクトをスタートさせることにした。

「以前在職した学校で、県立博物館が企画した恐竜の模型作りプロジェクトに、科学部で参加したことがあります。そこで恐竜の絵本を描いている画家の講演があり、骨から実際の姿を想像していくプロセスについて、興味深い話が聞けました。その後もインターネットの掲示板で情報交換をしながら模型を完成させ、博物館の企画展に持ち寄ったりしました。専門家のように上手くはできませんが、その姿を考える過程が面白く、生徒たちも非常に盛り上がっていたのを思い出したのです」

今回の取り組みテーマ「地球を探る」でも、市立や県立の博物館と連携した調査活動を予定している。先生のねらいは、まずは実物に触れてもらうことだ。

「大磯海岸では貝の化石が採取でき、さらに近くに化石の露頭(地層や岩石が露出している場所)もあるので、貸切バスでみんなを連れて行こうと考えています。露頭は不便なところが多いのですが、バスを使えば1日できくつかのポイントを移動できます。幸い、学校の近くには平塚市博物館があるので、採取した化石を持って行って、すぐに比較、同定することもできます」

もう1つのねらいは、学芸員らの助けを借りて、専門家の視点に触れること。

「昨年5月に神奈川県立境川遊水地公園



顧問
齋藤 篤
先生

イカの解剖を行う生徒たちと齋藤先生。一年中安中手に入り、血が出ず、大きくて臓器が見やすいイカは、格好の解剖材料だ。

で化石採取を計画し、知り合いの先生にも声をかけたところ、5校から70名近くの生徒が集まりました。公園スタッフの協力を得て、1日のうちに化石のクリーニングや同定などを行い、標本を完成させることができました」

ただの石ころに見える化石に、地球の過去を知る手がかりが詰まっていること、そこから数万年、数億年前の事実を知る面白さや醍醐味を専門家の視点で教えてもらい、さらに最先端の知識を聞かせてもらうことで「生徒たちの好奇心を刺激することができるのではないか」という。

生徒の創造性をかき立てるような企画を考えていきたい

本格的にそうした活動が始まるのは、今秋からとのこと。本事業の支援を生かした予算の使い道を聞いた。

「博物館の学芸員の方にも同行してもらい、いろいろ

な場所に、部員全員を連れていきたいですね。岩石カッターのような高価な機材の購入も考えています」

とくに地学の場合、教科書の写真だけを見ても、実感できないことが多い。また、教科書に書いてあることだけがすべてではないし、それが正しいとも限らない。

「1つでも多くの実物に触れさせ、そこに秘められた真実を、みんなで一緒に考え、探してほしい。そして自分の考えを導き出せるようになってほしいですね。そのためには、まず興味をもつこと。自然の見方を知り、そこからさまざまな疑問をもつこと。そして、その疑問を解決するたくましさを持ってほしいのです」

果たして先生の思惑通りに、生徒たちの関心を集めることができるのか。実際、化石などの採集には興味があるが、そこから先へ生徒たちの探究心がよばないなど、「克服すべき問題は少なくない」という。

「今回支援を受けたことをきっかけに博物館との連携を密にして、生徒の創造性をかき立てるような企画を考えていきたいですね。最終的には、神奈川の大地がどのようにできたのか、そんなテーマのガイドブックのようなものをまとめることができたら、と思っています」



普段の活動は、いくつかの小グループに分かれて、テーマ別に行われている(写真は左から「中庭の池の微生物の観察」「海の生物」「水ロケット」)。こうした研究をポスター化し、文化祭や科学フェスティバルで展示、発表する。齋藤先生は今年度スタートした支援を受けて、地元の地学的研究「地球を探る」を活動の「軸」に加えたいと考えている。



群馬県立勢多農林高等学校 植物バイオ研究部の場合

「資金は先生が何とかするから、君たちは研究

新しい発見は ゆとりの中から生まれる

次に紹介するのは、昨年「数種園芸植物の超低温保存技術の確立に関する研究」というテーマで採択された群馬県立勢多農林高等学校の植物バイオ研究部。すでに、そうそうたる実績を誇る科学部だ。何しろ「日本学校農業クラブ全国大会」プロジェクト発表会に3年連続で出場を果たし、各種の科学論文コンクールに入賞、昨年は群馬県片品村の伝統食材「大白(おおしろ)ダイズ」に関する研究によって、「全国学芸科学コンクール」の最高賞である内閣総理大臣賞を受賞している。

とくに、優良系統の選抜に成功した大白ダイズに関しては、突然変異育種にも取り組み、有望な早生系統の作出に成功した。サツマイモの生産を主力とする地元の農家にはウイルスフリー苗を提供し、赤城山に自生し、盗掘で減少してしまったサクラソウの保護活動も、2001年から継続的に実施している。

最近では高山村りんどう栽培組合とともに新品種の育成に着手している。また、高齢化の著しい神流町からの依頼で、アカイモを「下仁田ネギ」のような名産にする取り組みにも力を入れている。

研究設備についても、職業高校の施設としては一般的な規模とのことだが、培養室などは「これが高校の設備なのか」と驚くほど



勢多農林高校植物バイオ研究部では地元の植物の遺伝資源の保全、改良を中心テーマに、さまざまな研究を展開中だ。バイオ技術を活用した、優良な品種づくりに取り組んでいる。

の充実ぶりだ。しかし、顧問の栗原宏泰先生によると、部活動の運営では、特に金銭面でいろいろと苦労が尽きないという。

「活動を活発に行おうとすれば、当然お金がかかります。そこで、いろいろな支援を受けつないで、生きているのが現状です。05～07年度には文部科学省の“目指せスペシャリスト”指定を受けていましたし、08～09年度にはJSTから“重点地域研究開発推進プログラム”の支援を受け、昨年からはこの科学部活動振興事業です。そういう支援がない場合は……どうでしょうか(笑)」

しかし、すべての学校の科学部が資金を調達できるわけではない。その場合は「部費」だけで活動することになるのだろうか。

「そういうところがほとんどでしょうが、それでは活動範囲は狭め

られてしまいます。科学部活動振興事業はすごくいい制度ですし、ぜひ、多くの科学部が利用すべきだと思います」

実験を行うにしても、予算が限られていると、失敗が許されなくなる。試薬ひとつを無駄にただけで資金不足になることを心配していたら、失敗のない安全な範囲の研究しかできなくなってしまうだろう。

「ある程度の予算があれば、心にゆとりができて、活動にもゆとりがもてます。新しい発見というのは、ゆとりの中から生まれるものなのです。マニュアルに寄り添った実験だけではだめで、当然チャレンジが必要ですよ。よく生徒に言うのです。“先生は一家でいうと父ちゃんのようなもの。父ちゃんは外で金を稼いでくるから、お前たちは存分に頑張れ”と」

誰かに貢献することが 常に研究のコンセプトになっている

勢多農林高校の植物バイオ研究部のような、全国レベルの高校科学部の活動とは、どのようなものなのだろうか。

「1年間のサイクルは、運動部と似ています。3年連続で全国大会まで出場した日本学校農業クラブのプロジェクト発表会は、自分たちで見つけてきた課題について、仮説を立てて解決を図る。そして検証し、その結果にもとづいて新たな活動計画を立てるという一連の流れをすべて記録し、わかりやすく発表する大会です。運動部と同じように県大会、関

顧問
栗原宏泰
先生

群馬県立勢多農林高等学校

植物バイオ研究部



に専念しなさい!

東大会、全国大会があり、この大会で負けてしまうと、3年生は基本的に引退となります」

植物バイオ研究部の活動の一貫したキーワードとなっているのが「地域の遺伝資源」だ。園芸種の場合は品種改良によっていいものを作り、残していくことが目標だ。前述のサクラソウの保護活動に関しては、どうかたちで保護するのがベストなのか、方法論を考えることもポイントだ。

「私たちの活動は、培養がおもな作業の場合もあるし、下草刈りのようなフィールドワークのときもあります。サクラソウの場合は、試験管の中で大量に増やしました。赤城山の自生地に持って行って植えつけるのではなく、それを安く売って、希少価値を下げちゃおうという発想です」

サクラソウの保護については、共感する企業が自生地に保護フェンスを取り付けてくれた。また、自生地を通る林道拡張の計画がもち上がった際には、植物バイオ研究部の生徒たちが現場に赴いて別のコースを見つけだし、計画が変更されたこともあった。こうした地域社会に直接結びつく活動も、勢多農林高校に特有なものなのだろうか。

「理学という学問は興味関心がすごく大事で、そこから研究が発生してきます。そのなかでも私たちが勉強している農学は、人の役に立つことを目指した学問なので、最終的に誰かに貢献するというのが研究のコンセプトとして常にあります。地域密着ということに関し

部員たちが作業に励む培養室。農業高校に培養室はつきものだが、ここの植物の種類や数は日本有数の密度を誇り、12月のピーク時には置ききれないほどだという。そのため、少しでも培養できる数を増やそうと、より小さい試験管で同水準の生育をさせる研究も始められている。これらの管理も、基本的に生徒たちが行っている。



日本学校農業クラブのプロジェクト発表会に提出する資料。研究日誌やその他のデータが、読みやすい文字で、みっちり書きこまれている。

ては、たとえば内閣総理大臣賞をいただいた大白ダイズの研究は、内容からすると、本来は地元の試験場がやるようなことだと思うのです。しかし、現実にはマンパワーが足りなくて、優良系統を選抜できるほどの数を扱うことができません。でも、うちにはやる気満々の生徒たちがいるので、とてつもない数を扱えるのです。公設試験場よりも頑張れる。これは、地域密着型の高校でなければできない活動だと思います」

徹底的にやることによって 身につくものは応用が利く

プロフェッショナルな領域にまで踏みこんだ感のある勢多農林高校の植物バイオ研究部だが、普段の活動はどういうスケジュールで進められているのだろうか。

「ホームルームが終わって午後4時くらいから活動が始まり、終わるのは早くても7時、だいたい8時を過ぎます。かなりキツイ部活です。週5日の活動ですが、大会前は土日も朝から晩まで。夏休みも、お盆明けに関東大会があるので、あまり休めませんね」と栗原先生。

部長の小林千奈津さんにも話を聞いた。「この学校に入学したのもバイオテクノロジーの勉強がしたかったからです。その延長線で、いろいろ実験をやってみるのもいいかなと思って入部しました。(発表会の)練習では、何回も反復練習をして、本番でミスしないように頑張るのですが、いつも怒られ、ブルーになることもあります(笑)。でも、実験そのものが嫌になることはないですね。植物が育っていく姿がけなげで、自分がやったことが目に見えて表れるので、とても好きです」

栗原先生が考える部活動の意義も、そういうところにあるようだ。

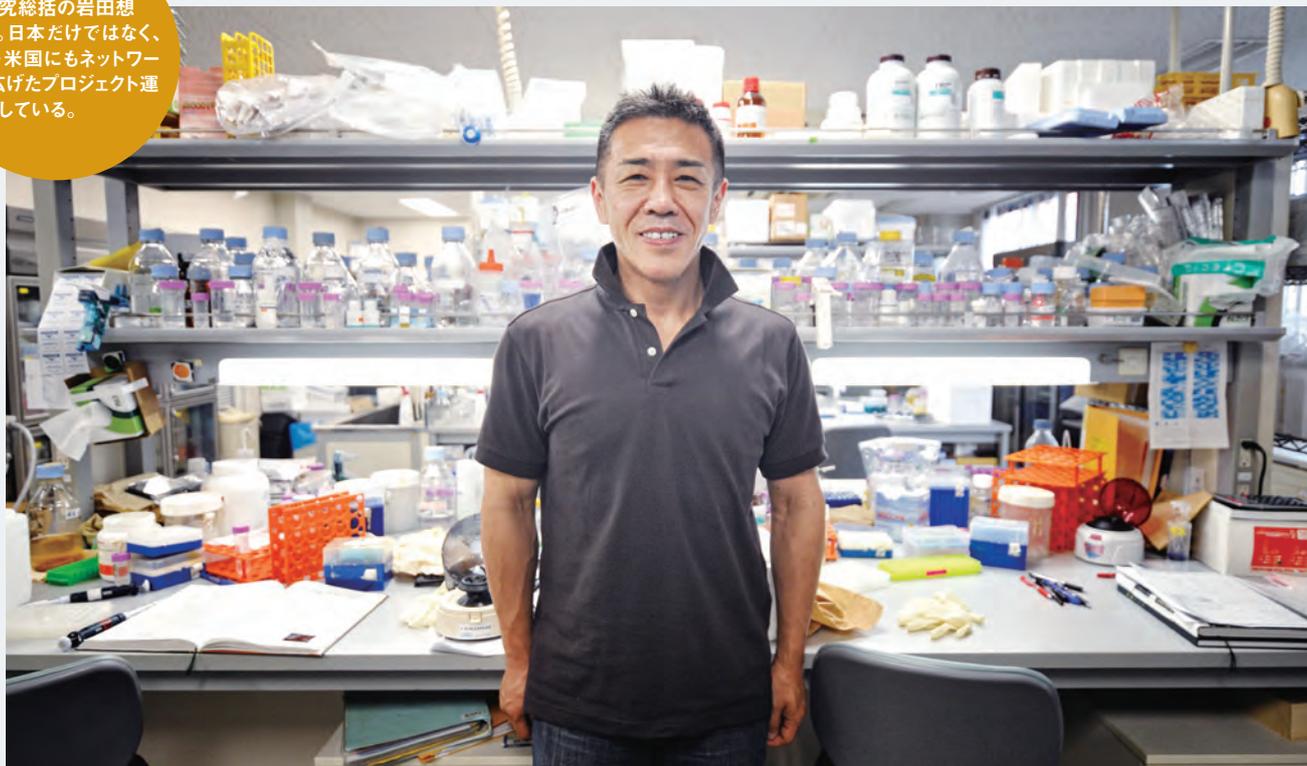
「徹底的にやって身についたものは、応用が利きます。今の子は反復がすごく苦手なので、せめて部員たちには、ものすごい反復をさせようと思っています。それも、科学的に深く突き詰めるなかでの反復です。深い学問の体系の一部をしっかりと学んだことは自信となり、将来あらゆることに応用できるはずだと思っています」



部長 小林千奈津さん



研究総括の岩田想さん。日本だけではなく、英国・米国にもネットワークを広げたプロジェクト運営をしている。



膜たんぱく質の構造解析への挑戦

なぜ、構造を解くのか？

薬が効くメカニズムを解明し、副作用の少ない創薬などの可能性を開く、膜たんぱく質の構造解析。困難とされた技術が可能になった背景には、生命現象に構造から迫りたいという強い思いと、サイエンスは1人の研究者ではなく人類全体のものだという確固たる信念があった。

世界的な研究者の姿に刺激を受け チャレンジングなテーマに挑む

食べ物や薬などが体外から取り込まれた時、最初にそれらに触れ、体内に受け入れるための受容体の役目を果たするのが「膜たんぱく質(*)」だ。

*膜たんぱく質

細胞を内と外に区切る細胞膜にあるたんぱく質。数万種類といわれるヒトたんぱく質の約3分の1を占め、情報の伝達や物質の通り道として重要な役割を担う。

体外から入ってくる物質は、体にとって必要なものばかりとは限らない。膜たんぱく質は数千種類があり、それぞれ決まった物質を受け入れる構造をしている。それによって、必

要な物質だけを体内に取り入れ、有害な物質から身を守っているのだ。

京都大学大学院医学研究科教授の岩田想さんは、今から約20年前、文部省高エネルギー物理学研究所に在籍していた時代に、膜たんぱく質の構造解析に興味を抱いた。

「当時は強力なX線を利用できる施設が世界でも少なく、世界中から著名な構造解析の研究者たちが訪れていました。構造解析が難しいとされている物質に彼らが挑んでいる姿を見て、自分もチャレンジングなテーマに取り組みたいと思いました。なかでも興味を抱いたのが膜たんぱく質でした」

体内に2万5千種類もあるといわれるたんぱく質のうち、当時、解明されていたのはわずか数種類だけだった。もしも構造解析の効果的な手法を開発し、たんぱく質の構造を明

らかにできれば、創薬をはじめさまざまな研究に発展できると考えたのだ。

意欲に燃えて研究に取り組み、成果を出したが、次第にもどかしさを感じるようになった。構造を解析するには、対象となる物質を大量に入手し、結晶化して、X線解析をするというステップを踏む。その各段階で困難なハードルが立ちはだかっており、自分一人の力では限界があると気づいたのだ。「それぞれの分野の最高峰の研究者でチームをつくる必要がある」——そんな岩田さんの願いは、2005年に、JSTのERATO「岩田ヒト膜受容体構造プロジェクト」として形になった。これまで培った人脈を生かし、同じ志を持った研究者に声をかけてチームを結成。「受容体産生」「結晶創成」「X線測定」といった、それぞれのテーマでチャレンジが始まった。

Step 1

受容体産生

膜たんぱく質のDNAを合成し酵母に導入して培養

構造解析を行うには、最初のステップとして目的の物質を大量に集める必要がある。しかし、膜たんぱく質の場合はこれが簡単ではない。

「膜たんぱく質のなかで最初に構造が解かれたのは、光合成に関するものでした。このたんぱく質は、葉緑体や光合成細菌に非常に高い密度で集まっているため、大量に入手することが比較的簡単だったのです。そのほか、ミトコンドリアに存在する呼吸に関するたんぱく質など、ごく一部は生体から入手しやすく、構造解析を行えました。しかし、多くの膜たんぱく質の場合、ほとんどは細胞の表面に数個ある程度なので、大量に集めることは困難でした」

そんな状況を一変させたのが、遺伝子工学の進展だった。遺伝子組み換えの技術を用いることにより、人工的に目的のたんぱく質を大量発現させることが可能になったのだ。プロジェクトの受容体産生グループでは、この技術を膜たんぱく質に応用し、大量発現させる課題に取り組んだ。

対象として選んだのは、膜たんぱく質のなかでも「Gたんぱく質共役型受容体(**)」とよばれるグループだ。

****Gたんぱく質共役型受容体(GPCR)受容体となる膜たんぱく質の一種。神経伝達物質やホルモンなどの受容にかかわる。全たんぱく質のなかで最大のグループで、アデノシン受容体、ヒスタミン受容体などが含まれる。細胞膜を縫うように7回貫通する特徴的な構造をもつ。**

● 京都大学



受容体産生グループと結晶創成グループの拠点は、岩田さんが教授を務める京都大学大学院医学研究科にある。この拠点は、ERATO「岩田ヒト膜受容体構造プロジェクト」のために整備された。

医薬品の半数近くがGPCRを標的にしているといわれ、構造解析手法が確立できれば、大きなインパクトを与えられる。そう考えての選択だった。

受容体産生グループでは、培養が容易で増殖速度が速く、高密度での増殖が可能な酵母に着目し、構造が安定していて、機能を保持した状態のGPCRの産生に取り組んだ。

「構造解析に適したたんぱく質の結晶を得るには、安定した構造であることが求められます。私たちは、GPCRの構造の安定性が発現に重要な要因であることを突き止め、機能を維持し、かつ構造が安定しているGPCRを発現させる技術を確認させたのです」

さらに、出芽酵母やメタノール資化酵母

を用いて研究を重ね、安定したGPCRを大量に発現させることにも成功した。こうして、最初のステップである「受容体産生」はクリアされた。

生命現象や機能を分子構造から明らかにしたい

高エネルギー物理学研究所でX線測定に取り組んでいた岩田さんの経歴から考えると、酵母を用いた培養などという、生化学的な実験にはなじみがないように思われる。しかし、じつは岩田さんはもともと農学部出身で、学生時代は細胞の培養など、生化学の実験に明け暮れる日々を過ごしていたという。

「でも、当時は遺伝子工学も進んでいましたから、ある生命現象や機能を説明しようと思っても、観察や実験結果の数値をもとに推測するしかありませんでした。分子構造を明らかにできれば、それをもとに現象や機能をはっきりと説明できる——そう考えて、X線測定技術を身につけることにしたのです」

こうして飛び込んだX線測定の現場では、測定の技術自体に興味をもつ研究者が多く、岩田さんのように、身につけた技術を使って構造を解き明かすことに興味をもつ研究者は少数派だったという。しかし、岩田さんがそんな視点をもっていたからこそ、膜たんぱく質の構造解析という誰も試みなかったのチャレンジングなテーマに踏み出せたとし、構造解析への道筋全体を見通して、各分野の最高峰の研究者を集めたERATOのプロジェクトを誕生させることのできたのだろう。



酵母を用いた培養装置(写真左)。GPCR合成遺伝子を導入した酵母を、1晩から3日間、培養する。昆虫細胞を用いたGPCR産生も進められている。(写真右)。昆虫細胞には、高等真核生物特有の翻訳後修飾(たんぱく質ができた後にさまざまな化学物質が結合すること)能力があり、これが目的のGPCRを得るために不可欠なこともある。

Step 2

抗体をのりしろにすることで分子の方向をそろえて結晶化を実現

次のステップである「結晶創成」には、明確な課題があった。膜たんぱく質が水に溶けないからだ。

「砂糖やミョウバンの結晶を作るときのことを思い出してください。まず、その物質の濃い水溶液を作ってから、ゆっくりと乾かしていくと、きれいな結晶ができます。これと同じように、結晶を得るにはまず水溶液にするのが一般的です。ところが、膜たんぱく質は疎水性が高く、水に溶けないのです」

そこで、界面活性剤を用いた手法が検討された。せっけんが汚れを落とすときのように、界面活性剤の集合体(ミセル)が、細胞膜の中に埋まった膜たんぱく質を包み込むようにして取り出し、水に溶かすことができるのだ。

しかし、この手法には、結晶化するうえで大きなハードルがあった。結晶化には、分子が一定の方向にそろい、規則正しく密に並ぶ必要がある。ところが、膜たんぱく質は界面活性剤に囲まれ、ボールの中に入り込んだような状態になっているため、規則正しく並ぶことが難しいのだ。

結晶創成グループでは、膜たんぱく質の一部に抗体をくっつけることで、この課題を解決しようと試みた。

「くっついた抗体は、界面活性剤のボールからはみ出すような形で外に出ています。これが互いを認識する目印となり、のりしろのような役割を果たして、膜たんぱく質がきれいに並んで結晶化すると考えたのです」

この手法は1995年に岩田さん自身が世界で初めて開発し、構造解析にも成功していた。ただし、それは

細菌の膜たんぱく質でのこと。ほ乳類のGPCRでは、精製すると立体構造が変化してしまうため、うまくくっつく抗体を得られなかったことなどから、成功した例はなかった。

結晶創成グループでは、GPCRが生体内に存在するときと同じ立体構造を保つことができる技術(リポソーム免疫法)を開発し、それをもとに望む抗体を作製することを可能にした。この抗体をのりしろにすることで、GPCRの分子の向きをそろえた結晶創成に成功。2つ目のハードルもクリアされていた。

優れた手法があると知ればためらいなく海外から学ぶ姿勢

結晶化に向けては、もう1つ、米国スクリプス研究所のレイモンド・スティーブンス教授がGPCRの結晶化に初めて適用することに成功した「キュービック液晶法(*)」という新しい手法を取り入れた研究も進められた。

* キュービック液晶法

脂質の中で結晶化を行う方法。脂質が親水的な部分と疎水的な部分を併せもつことを利用し、親水的な部分を外側にした三次元構造を作製。その中に膜たんぱく質を導入すると、自由に拡散して結晶化する。

キュービック液晶法の優秀性を認めた岩田さんは、この手法で世界をリードしているスクリプス研究所に研究員を派遣した。研究の結果、この手法によってもヒトGPCRの結晶化に成功した。複数の手法が開発されたことで、今後、さまざまなGPCRの結晶化が進むことが期待される。

前述の抗体を用いた手法は、岩田さん自

結晶創成

サイエンスは人類のものであり、境界はありません!



研究総括

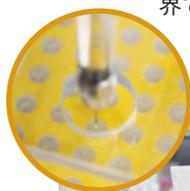
岩田 想

いわた・そう

1991東京大学大学院農芸化学専攻博士課程修了。農学博士。京都大学大学院医学研究科教授、英国インペリアルカレッジロンドン分子生命学科教授。2005年からJST ERATO「岩田ヒト膜受容体構造プロジェクト」研究総括を務める。

らが開発したものだけに、それにこだわって研究を進めたくるのが自然だと思われるが、岩田さんには、ほかの手法を取り入れることに対するためらいはなかった。そんな姿勢に、岩田さんのサイエンスに対する信念がうかがえる。

「何よりも大切なのは膜たんぱく質が結晶化され、構造解析に成功することです。そこには、「誰が」成功したという、主語を加える必要はないと私は思います。サイエンスは人類のものであり、そこに境界はありません。成功に導くために「最適な手法は何か」を第一に考え、違った分野の研究者や異なる国の優れた技術を持ち寄り、つなぎ合わせるべきではないでしょうか」



キュービック液晶法による結晶化装置(写真左)。最適な条件下で脂質と膜たんぱく質を混ぜ合わせると結晶化する。できた結晶は顕微鏡で確認してすくい取る(写真中、右)。

Step 3

X線測定

ビームラインの細さが 正確なX線測定を可能にした

3つ目のステップである「X線測定」の拠点となったのは、英国の放射光施設ダイヤモンドだ。そのメリットは、X線結晶構造解析(**)で用いるX線のビームサイズの細さにあった。

**X線結晶構造解析

結晶化したたんぱく質にX線を照射し、得られた回折データから、結晶内部で原子がどのように配列しているかを決定する方法。

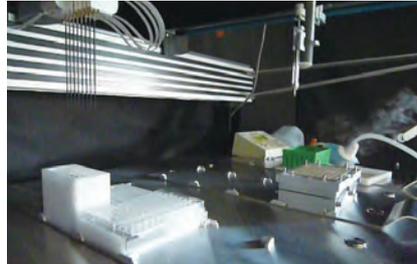
GPCRの結晶は小さく、結晶の中でX線がよく回折する箇所も限られているため、ビームサイズが細いほど正確なデータを得られる。従来のX線のビームサイズは約 $50\mu\text{m}$ ($1\mu\text{m}$ は1000分の1mm)程度だったが、岩田さんらのプロジェクトで立ち上げたダイヤモンドの「マイクロフォーカス・ビームラインI24」なら、約 $10\mu\text{m}$ まで細くできるのだ。

「とくに、キュービック液晶法で得られた結晶は、脂質が粘っこいたためたんぱく質分子が集まりにくく、サイズが小さくなりがちです。ダイヤモンドのビームラインを使ったからこそ、測定可能だったといえます」

結晶創成のステップで加えられた工夫が、ここでも役に立った。得られたデータから構造を特定するためには、X線の波の高さのほか、位相、すなわち山谷のずれに関する情報が必要だ。膜たんぱく質ではこの情報を得るのが難しかったのだが、結晶創成の際につけた抗体の構造はわかっているため、これを位相を知るための大きな手がかりにすることができた。岩田さんは、結晶創成のために抗体をつけた時点で、すでに構造解析時の位相の手がかりとすることも見据えていたという。

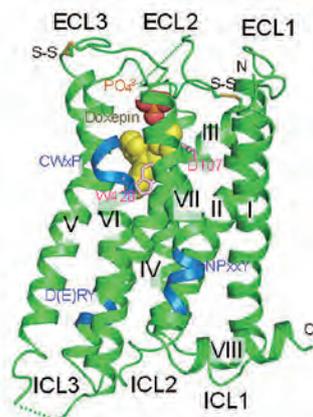
抗体の果たす役割はそればかりではない。開発された技術によってGPCRの1つである「アデノシンA2a受容体」の構造を明らかにしたところ、抗体分子が受容体内側のくぼみに深く突き刺さり、受容体を不活性な構造にしていることがわかった。アデノシンA2a受容体は、パーキンソン病などの中枢神経の疾患に関係しており、その活動を抑えることは症状の改善につながるといわれる。つまり、

● DIAMOND



英国の放射光施設ダイヤモンド。写真上は自動で結晶化を行うロボット。写真中はマイクロフォーカス・ビームラインの中核部。写真下のモニターにはX線回折データが映っている。左は岩田さん。

ヒスタミンH1受容体(H1R)の 立体構造



受容体の構造が解明されただけでなく、花粉症の薬として知られる抗ヒスタミン薬が、この構造のどの部位と結合するのかも明らかになった。

抗体自身が医薬品になる可能性も見出したのだ。

何の構造を解き、それが世の中に どう役立つかが大切

こうして確立された技術により、アデノシンA2a受容体以外にもさまざまなGPCRの構造解析が進められている。その1つが、花粉症の薬の標的として注目されている「ヒスタミンH1受容体」だ(左下図参照)。花粉症は、花粉などの刺激によって体内にあるヒスタミンなどの炎症物質が飛び出し、受容体に結合することで引き起こされる。ヒスタミン受容体の構造が明らかになったことで、ヒスタミンだけが受容体と結合できなくなるような、効果的で、副作用を抑えた薬などの開発に役立つと期待される。

「GPCRを標的にした薬は、抗ヒスタミン剤のように日常的な服用が必要なものが少なくありません。だからこそ、GPCRの構造が明らかになり、副作用を抑えた薬が開発される意義は大きいと思います」

さらに、岩田さんらは細胞膜を通して体の各部に物質を運ぶ各種の輸送体や、一酸化窒素還元酵素など、GPCR以外のモデル膜たんぱく質の構造も明らかにしている。それは、岩田さんがプロジェクトを立ち上げたときから構想していたことでもあった。

「GPCRは、細胞膜を縫うように7回貫通する複雑な構造をしています。受容体のなかには、1回だけしか貫通しない単純な構造のものもありますから、そちらのほうが成果は得やすかったかもしれません。しかし複雑だからこそ、GPCRの構造が解ければ、ほかの物質の構造も解けるはずだと考えたのです」

プロジェクトの名前は、たとえば「たんぱく質構造解析プロジェクト」といったあいまいな表現にすることもできた。それは、研究の進み具合によって方向を調整できる、保険のような意味合いもある。しかし、岩田さんはあえて「ヒト膜受容体構造プロジェクト」と、具体的な名称を選んだ。そこに、ただ構造を解くことだけではなく、「何の構造を解き、それが世の中にどう役立つのか」ということに焦点を定めた岩田さんの覚悟を感じる。その覚悟こそが「なぜ、構造を解くのか?」という問いに対する、岩田さんの答えでもある。■



ようこそ 私の研究室へ 54

独自のシーズ展開事業 大学発ベンチャー創出推進

「高品質な有機強誘電性薄膜作製における標準化技術の開発」
開発代表者



石田謙司

薄くて曲がる、高性能な“有機”赤外線センサーを実用化 有機材料の潜在能力を引き出して、安全・安心で快適な社会に貢献します。

PROFILE

石田謙司 (いしだけんじ)
神戸大学 大学院工学研究科
准教授

1991年山口大学理学部卒業。95年九州大学大学院工学研究科博士後期課程修了。工学博士。日本学術振興会特別研究員PD、京都大学大学院工学研究科講師、科学技術振興事業団さきがけ研究21の研究者などを経て、2007年から神戸大学大学院工学研究科応用化学専攻准教授。分子構造の制御によって特性を引き出す分子工

レクトロニクスが専門で、特に有機薄膜材料の強誘電特性の解明と材料開発に取り組んでいる。08年からJST独自のシーズ展開事業大学発ベンチャー創出推進の研究開発課題「高品質な有機強誘電性薄膜作製における標準化技術の開発」開発代表者。11年4月にベンチャー企業「株式会社センサーズ・アンド・ワークス」を設立。



有機物の高い潜在能力を 自分の手で証明したい!

「有機材料はコストが安く、軽くて曲がるから便利だけれど、肝心な材料としての性能は無機物より劣ると思われがちです。有機物を研究してきた私には、それが悔しくて仕方ありませんでした。だって、実際には性能的に優れている面もあるのですから」

たとえば、わずかな熱を感知して電気を生じる「焦電性」は、理論的には有機物のほうが無

機物より5～10倍も優れた潜在能力を秘めているといわれていた。ところが、焦電性や圧電性(力を電気に変換する能力)を併せもつ「強誘電性」の有機分子を作り出し、その潜在能力を証明することは、誰もできずにいたのだ。

「それなら自分が証明してやる!」——今から約10年前、30代前半の石田謙司さんは、そんな青雲の志を胸にJSTの戦略的創造研究推進事業さきがけの「秩序と物性」研究領域に飛び込んだ。若手研究者のチャレンジングな研究を支援する「さきがけ」では、年に数回

の領域会議で研究者同士が熱く意見を交わし、総括やアドバイザーから厳しくも適切な助言をもらえる。それは石田さんにとっても真剣勝負の場だった。

「研究に進展がなければ厳しい言葉が浴びせられるけれど、成果が出れば一緒に喜んでくれる。だから、少しでもよい報告をしたいと必死でした。領域会議の前日は毎回、少しでもよい成果を持っていきたくて、徹夜で実験していました」

その甲斐あって、ついに念願の「有機強誘電性薄膜」の作製に成功した。示された強誘電性は、有機材料において当時の世界最高値を示すものであった。



研究成果を社会に役立てるため ベンチャー企業を設立

「成果が出た喜びとともに、開発した材料を社会に役立てたいとも強く思いました。実験に明け暮れている頃は、そんな余裕はなかったのですが」

「最適な用途」として考えたのが赤外線センサーだ。人がいるときだけはたらくエアコンや点灯照明、防犯・警報装置など、人間を感知するセンサーの用途は、安全・安心で快適な社会の実現に向けて、ますます多様化している。しかし、従来の赤外線センサーの材料は無機物のセラミック系材料を素子として用いたものが主流で、環境への影響が懸念される鉛を使用しているうえ、素子の変形や小型化には限度があった。

石田さんの開発した有機強誘電性薄膜には鉛は含まれない。有機だから柔らかく、形を自由に変えられる。何より、強誘電性が赤外線センサーとしての高性能化に直結する。そう考えた石田さんは、JSTの独自のシーズ展開事業 大学発ベンチャー創出推進を通じて実用化への道に踏み出した。同事業は、研究



有機材料の
潜在能力を引き出して
社会貢献を
目指します。

大学発ベンチャーのスタッフと。後列右が石田さん。後列左は、研究室の研究員であり、ベンチャー企業の取締役社長でもある堀江さん。

製膜装置



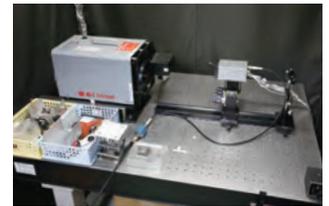
るつぼの中に入れた材料を真空蒸着によって結晶化し、薄膜を作製する。温度や蒸着速度を変えて分子構造を制御することで、有機物のもつ強誘電性が引き出される。

赤外分光装置



対象物に赤外線を照射し、透過した光を分光することで分子構造を知る。

焦電特性評価装置



赤外線センサーに必要な焦電性(温度変化で電気を帯びる性質)を計測する。

強誘電体評価装置



ON-OFFが切り替わるスイッチングスピードなどの電气的特性を計測する。

イエロールーム



実験室の一角に設けられ、紫外線をカットした環境での実験を行う。

成果の社会への橋渡しとなるベンチャー企業創出を、経験豊富なプログラムオフィサー(PO)の助言などを通じて支援する取り組みだ。そこには“さがしげ”時代と違った意味で刺激的な経験が待っていたという。

「実用化には量産化技術などの技術的な課題のほか、ビジネス的なセンスも問われます。研究者である私はそんなトレーニングは受けていませんから、たくさんの気づきがありました。POやアドバイザー(AD)の先生方から予想もしないことを質問されて、何度も背中に冷や汗をかきました(笑)」

貴重なアドバイスなどを通じて量産化技術を確立し、さまざまな製品への応用が広がるフィルム状の赤外線センサーを開発した。2011年4月にはベンチャー企業「株式会社センサーズ・アンド・ワークス」を設立し、実用化に向けた企業との交渉も始まっている。



基礎研究から実用化へ進む姿を学生たちにも見てほしい

「私は高校時代、理科の教員志望でした。生徒を教えながら自分も教えられ、一緒に成長できる職業に魅力を感じたのです。大学で教育学部ではなく理学部を選んだのは、専門知識を深めたほうが教員として役立つと考えたからです」

大学院進学後も教員志望に変わりはありませんでしたが、日本学術振興会(JSPS)の特別研究員に選ばれたのを機に研究者の道を選択した。研究自体に魅力を感じたのと同時に、研究者も学生に教え、教えられる職業だと気づいたからだ。そして実際に、学生たちとの関わりのなかで、充実感を味わっている。その学生たちの1人が堀江聡さん(神戸大学学術推進研究員)だ。石田さんが京都大学大学院講師時代に指導教官を務めた教え子だった。

「企業勤務を経て入ってきた彼は、一般の学



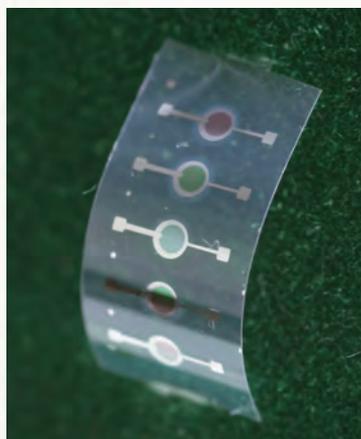
顕微鏡を覗く堀江さん。失敗を重ねながら実験を続け、望む材料の実現に近づいていく。

生よりもかなり意識が高かったですね。実用化にも積極的に協力し、ベンチャー企業の社長も務めてくれています」

現在の研究室の学生たちには、研究から実用化に取り組む自分の姿を見て「何かを学んでほしい」とも感じている。

「私は今、自分の研究成果が社会に役立つという、幸せな道を進んでいます。学生たちも、今の研究が社会につながると実感できれば、大きな励みになるでしょう。仕事を通じて人を育てるオン・ザ・ジョブ・トレーニングならぬ、研究を通して人を育てる“オン・ザ・リサーチ・トレーニング”でしょうか。研究を通して、私だけではなく学生や研究スタッフ、そして企業の方たちなど、周りにいる人みんなが幸せになってほしい。目指すのは“人を幸せにする研究”です」

研究の概要



開発された焦電素子フィルム。1つひとつのセンサー素子にレンズを組み込み、多方向からの赤外線を検知させることも可能だ。

分子構造の制御による有機強誘電性薄膜の開発と実用化に取り組んでいる。有機材料P(VDF) (ポリフッ化ビニリデン)は、フッ素と水素が交互に結合した構造をしており、フッ素はマイナス、水素はプラスの電気的特性をもつことから、わずかな温度変化や外部圧力によって電気を帯びる「焦電性、圧電性、強誘電性」を備えている。ところが、通常環境化においては分子構造がねじれた状態となり、強誘電性を発揮するための障害となっていた。しかし、石田さんらは、分子制御技術によって“ねじれ”を解消し、有機強誘電性薄膜の開発に成功した。さらに、強誘電体のもつ、温度変化を感じて電気を発生する性質(焦電性)に着目して、有機強誘電性薄膜を用いた「焦電型赤外線センサー」を開発した。柔軟なフィルム基材の上にセンサー素子構造を作製することにより、薄くて曲げられる赤外線センサーを実現した。住宅設備・家電やセキュリティ機器、楽器などと、幅広い用途をもつ製品として期待されている。

J-STAGEを通して学協会のサポートをしています。

科 学技術情報発信・流通総合システム「J-STAGE」(<http://www.jstage.jst.go.jp/ja/>)は、国内の学協会が発行する学術論文誌の電子ジャーナル出版を支援する、国内最大級のプラットフォームです。Webを通じて、日本の研究成果をいち早く世界に発信・流通させることは、国際貢献のみならず、日本の科学技術の発展においても欠かせません。

私たちは電子ジャーナル公開用のシステム・サービスを提供しています。学協会は、学術論文誌の電子データを作成、アップロードすることで、J-STAGEが備える多彩な電子ジャーナルの機能を利用できます。こうして、学協会が自主運用により、電子化したジャーナルを公開できる仕組みです。

新たにジャーナルを電子化する場合は、私たちが学協会誌の編集委員の方と実際にお会いして、ヒアリングをしながら、電子公開までのサポートを行います。現在、J-STAGEでは約750誌の電子ジャーナルが閲覧可能で、今後さらに増える見込みです。

ジャーナル公開後も、学協会へのヒアリングや、継続的なサポートを行います。ニーズを把握することで、J-STAGEをより使いやすくブラッシュアップするためです。たとえば、論文の二重投稿や盗用に困っているという学協会の声に対応して、J-STAGEで



知識基盤情報部電子ジャーナル担当
主査

青山幸太 (36) あおやま・こうた

●業務の内容

J-STAGEのシステムマネジメントや機能改善、利用価値の向上などに関する業務全般を行い、学協会のほか、国内外のユーザーの問い合わせにも対応する。来年実装する新システムの開発も担当している。

●Background

新潟大学大学院人文科学研究科(人間学専攻)修了。専門は科学史・科学基礎論。情報系専門学校・大学の講師、教員職を経てJSTに入社。現在5年目。入社2年目から現在まで電子ジャーナルを担当。

は現在、剽窃(ひょうせつ)検知サービスなどの提供の準備をしています。さらに2012年には、システム全体を大幅にバージョンアップする予定です。

また、J-STAGEを利用する学協会同士が交流する意見交換会やセミナーの開催、弁護士を招いての著作権に関する質問会や個別相談会を開くなど、システム以外の面からも学協会のサポートをしています。

全世界から閲覧できる電子ジャーナルは“学協会の顔”であると、私たちは考えています。国内外の研究者に“顔”を見せることは、論文情報を必要とする方々の助けになるだけでなく、学協会の価値の向上にも役立ちます。

J-STAGEを広く有効活用してもらえるよう、認知度の向上に努めることも重要です。一昨年には、ミラノで開かれた国際図書館連盟(IFLA)の年次会合で、J-STAGEの展示やプレゼンテーションを実施しました。世界中の図書館関係者が集まる場でJ-STAGEを紹介することで、各国の図書館のホームページからリンクされ、海外からの利用者の増加が期待できます。このほか、Googleなどの大手検索サイトや国内外の各種Webサービスとの提携も行い、研究者はもちろん、より多くの人に使いやすい学協会電子ジャーナル公開システムの構築に取り組んでいます。



左:J-STAGEを利用する学協会同士が交流する意見交換会。中:J-STAGEのトップ画面。毎月100万件を超える論文がダウンロードされている。右:J-STAGEフェアでは、世界最大級の電子的学術情報リンクサービスである「CrossRef」から講師を招いた。

TEXT:Office彩蔵