

# JST NEWS

Vol.7  
2010

No.5  
August

8 月号

Feature  
**02** JST大学発ベンチャー創出推進の事業展開事例から  
なぜ研究者がベンチャー起業するのか？

Feature  
**01** 戦略的国際科学技術協力推進事業の課題事例から

## 国際研究協力の 醍醐味は “相乗効果”にあり!



科学技術振興機構の最近のニュースから……

## JST Front Line ..... 03

Feature 01



戦略的国際科学技術協力推進事業の課題事例から

## 国際研究協力の醍醐味は “相乗効果” にあり! ..... 06

政府間の合意に基づき、相手国・地域の研究費配分機関等と連携して  
研究交流活動を支援する戦略的国際科学技術協力推進事業。

ひとことで国際交流と言っても、そのかたちはさまざまだが、それぞれに充実した研究が進められている。

Feature 02



JST大学発ベンチャー創出推進の事業展開事例から

## なぜ研究者がベンチャー起業するのか? ..... 10

科学技術分野で国際競争力をアップさせ、イノベーションを起こすためには、  
「学」で生まれたシーズを「産」へとつなげ、事業化することが欠かせない。

そのための有効な手段として期待される「大学発ベンチャー」の課題と可能性に、1人の研究者の姿から迫る。



## ようこそ、私の研究室へ ..... 14

森田美代 奈良先端科学技術大学院大学 バイオサイエンス研究科 准教授



JSTの科学コミュニケーション事業

## File 04 未来の科学者養成講座 ..... 16

### 理 事 長 茶 話

(聞き手: 研究基盤情報部 日高真子)

——研究情報の発信・流通においてJSTはどのような役割を担っていきますか?

「科学には先人の業績の積み重ねの上  
に発展するという特徴があります。したが  
って、研究成果がまとめられた論文や特  
許をはじめとする情報の流通は科学の発  
展に欠かせません。

世界の情報流通を取り巻く環境はここ  
20年で大きく変わりましたが、日本は国全  
体の戦略を定めることができず、出遅れて  
しまいました。しかし、それを取り戻すため  
の取り組みが始まっています。

たとえば、ライフサイエンス分野は遺伝  
子や病気に関する大量のデータを解析し  
て研究が進んでいきます。JSTでは、オー

ルジャパンでライフサイエンス分野のデー  
タベースを統合するための準備室を設置  
して、研究者がデータを利用しやすい環境  
を整えていきたいと考えています。

また、論文をデジタル化し、流通・利用  
しやすくすることも大切です。日本の論文  
のデジタル化率は欧米や中国よりも低い  
のですが、JSTでは日本で発行される論文  
のデジタル化を進めるJ-STAGEというシ  
ステムを10年前から提供しています。加え  
て、過去に発行された論文についてのデ  
ジタル化も進めています。ともにそれぞ  
れの論文に全世界で利用できる固有のIDを  
つけ、文字情報を検索できるかたちで世  
界に向けて発信し、一般に公開していま

す。さらに、世界最先端の電子ジャーナル  
編集・公開機能を備えた次期システムを、  
学協会をはじめ、大学や関係機関とも連  
携し、開発していきます」

——文献情報提供事業についてお聞か  
せください。

「第2回目の事業仕分けで『民間の判断  
に任せる』という裁定を受けた科学技術  
文献情報データベース JDream II 等の  
有料サービスについては、民間の外部有  
識者の意見をもとに方向性を検討してい  
きます。企業が実施するビジネスと国が担  
わざるを得ない公共サービスとを上手に線  
引きして、より合理的に進めていきたいと  
思います」



# JST Front Line 8

月号

01

NEWS

研究成果



戦略的創造研究推進事業ERATO / 研究領域「浅田共創知能システムプロジェクト」

## 人間の認知発達メカニズムを理解するための 乳児型ロボットと子ども型学習・発達ロボットを開発!

JST課題解決型基礎研究事業の1つである「浅田共創知能システムプロジェクト」大阪大学大学院工学研究科の浅田稔教授らが、人間とロボットの認知発達過程を理解するための子ども型ロボット「M3-Kindy」と乳児型ロボット「Noby」を開発しました。

人間は成長していく過程で、立ち上がって歩いたり、言葉を話したりと、さまざまなことを学習し発達させていきます。人間の学習・発達過程は、発達心理学、認知科学、脳科学などの見地から赤ちゃんや子どもを観察するという手法で研究されてきました。しかし、どのように学習・発達していくのか、その詳細なメカニズムの全容はまだ明らかになっていません。この謎を解き明かす方法の1つとして注目されるのが、浅田教授らの研究分野である「認知発達ロボティクス」です。

従来の研究と「ロボット工学」を融合させ、人間のように振る舞うロボットを開発することで、学習・発達のプログラムと、それに基づいたロボットの振る舞いを解析。人の認知発達メカニズムを明らかにする「認知発達ロボティクス」により、人間を外から観察することでは明らかにできなかった、詳細な認知発達メカニズムの解明に大きく貢献できる可能性があります。さらに、ロボット自らが多様な認知行動能力を習得できる機能の開発にも重要な知見となることが期待されており、将来の人間と共存するロボットを実現する大きな一歩となります。

この研究を行うとき、学習・発達プログラムを試すための共通基盤(プラットフォーム)となるロボットの存在は非常に重要です。外環境から同じ刺激を与えても、構築したシステムやロボットのサイズ、運動性能の違いにより、プログラムとそれに基づいた行動の相互関係に違いが出てくる可能性があるからです。体の大きさや運動能力は、人間の発達に大きく影響があると考えられていますが、ロボットは体が成長しないので、年齢にあったサイズと運動性能、感覚機能を持つロボットが必



子ども型ロボット  
M3-Kindy

110cm程度の子どもの型ロボット。自立型で、親や他人との間の相互作用をともなう動きや、それによる認知発達メカニズムの解明に用いられる。

要になります。そこで、研究チームは、乳幼児期の認知発達メカニズムを理解するためのプラットフォームとして、子どもおよび乳幼児の時期の身体的特徴を持つ2種類のヒト型ロボット「M3-Kindy」と「Noby」を開発しました。

子ども型ロボット「M3-Kindy」は、社会的共創知能グループの石黒浩教授(大阪大学)らによって開発されました。体重約27kg、5歳児くらいの大きさで、高い運動性能、表情表出機能、多様な感覚機能を備えており、親と子どもとのさまざまな相互作用をともなう発達モデルの仮説を検証するためのものです。この「M3-Kindy」は、ロボットに関する専門知識のない研究者でも容易に使いこなせる普及型研究用プラットフォームとして開発されました。すでに発表されている赤ちゃんロボット「M3-Neony」や集団コミュニケーションロボット「M3-

大きさや重さ、質感まで忠実に再現されており、9カ月の乳児が抱きかかえられたり、話しかけられたりしたとき、実際にどのように感じているかを解析できる。

Synchy」では検証できなかった「親と子どもの手遊び」や「親が子どもの手を引いて一緒に歩く」というような親子間の身体的相互作用を実現できるようになりました。

一方、乳児型ロボット「Noby」は、9カ月児の身体特性と感覚運動機能を高精度に再現したロボットで、対人的共創知能グループの國吉康夫教授(東京大学)らによって開発されました。「Noby」は、身長71cm、重量7.9kgで、皮膚の質感や可動関節数、腕や足の重さなど、人間の9カ月児の平均値にあわせて作られています。生後9カ月頃の人間の乳児は運動機能と認知機能が劇的に発達することが知られていて、その時期は「9カ月革命」とも呼ばれています。9カ月児の身体的特徴を備える「Noby」を使うことで、全身触覚センサから乳児が感じていることをシミュレートしたり、好奇心の発達モデルを調べることができます。また、人間と詳細に比較することで、認知発達モデルの検証・修正にも役立ちます。これらの認知発達ロボティクス研究のプラットフォームとなるロボットの開発は、今後の人間の認知発達メカニズムへの深い理解と、人間と自然に関わることでできるロボットの実現に向け大きな一歩となるでしょう。



乳児型ロボット  
Noby



戦略的創造研究推進事業CREST「ナノ界面技術の基盤構築」／研究課題「錯体プロトニクスの創成と集積機能ナノ界面システムの開発」

## エタノールから電気エネルギーを取り出す多孔性金属錯体の開発に成功 安価な非白金系電極触媒や燃料電池等の開発加速に期待

京都大学の北川宏教授(元・九州大学招聘教授)、九州大学稲盛フロンティア研究センターの古山通久教授、旭化成株式会社の木下昌三主幹研究員の共同研究により、新しい多孔性材料による電極触媒の開発と理論的機構解明に、世界で初めて成功しました。

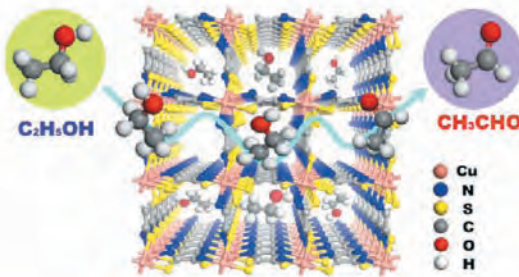
活性炭やゼオライトなどは、物質内部に多数の小さな孔を有することから「多孔性物質」と呼ばれています。この細孔に分子を取り込むことから、さまざまな分子の吸着・分離に有用な素材として、古くから研究されてきました。さらに、90年代後半からは「多孔性金属錯体」と呼ばれる物質が注目を集めています。多孔性金属錯体は、活性炭やゼオライトに比べ、構造設計の多様性に富み、ガス選択吸着性が高いものは、高効率分離・濃縮機能を有する物質として、世界中で研究開発が進められてきました。最近では、CO<sub>2</sub>

だけを高効率で吸着する多孔性金属錯体がいくつか開発されており、炭酸ガス除去材の1つとしても注目されています。

一方、カーボンなど電気伝導性のある多孔性物質は、電極触媒の材料としても利用されていますが、触媒能がないため触媒には別途、白金などの高価な貴金属微粒子を担持したものが使用されていました。

北川教授らの研究グループは、今回、

電気伝導性を持つ多孔性金属錯体であるルベアン酸銅誘導体が、エタノールを触媒的に酸化することを世界で初めて見出しました。さらに、詳細な解析の結果、比較的低電位でエタノールをアセトアルデヒドに酸化し、高効率に電気エネルギーを取り出せることを明らかにしました。触媒作用と電気伝導性を併せ持つ多孔性材料は、これまで例がなく、今後の応用研究に新たな道が開けたといえます。



多孔性金属触媒を用いた電極触媒の模式図

ナノサイズの細孔が規則正しく並んだシートが重なって立体構造をとっているのが大きな特徴。この構造が、エタノールを吸着し酸化反応を起こす際に効率よく電気エネルギーを取り出せる要因となる。



独自のシーズ展開事業大学発ベンチャー創出推進「低侵襲性高感度マルチ抗原アレルギー診断チップの開発研究」

## 1回の検査で多項目のアレルギー原因物質の診断が可能! 高感度で低侵襲なアレルギー診断技術を提供するベンチャー企業設立

徳島大学疾患酵素学研究中心の戸博センター長らの研究チームが、微量の血液から1度に数十種類のアレルギー診断が可能になる「低侵襲性高感度マルチ抗原アレルギー診断チップ」の開発に成功し、この成果をもとに「応用酵素医学研究所株式会社」を設立しました。

花粉症やアトピー性皮膚炎、じんましんなどのアレルギー疾患は現代の国民病といわれ、わが国では約30%程度の人々が罹患(りかん)しているといわれています。

アレルギーの診断は、主に血液検査によって行われますが、現在一般的に行われているUniCAP法による診断は、比較的多くの血液が必要です。そのため多種類のアレルギー診断を低侵襲で行うことは困難でした。

戸博センター長らは、これまでにカルボキシル化DLCチップと呼ばれるチップ上に、核酸やたんぱく質と結合する機能を持つ反応基(カルボキシル基)を高密度に並べ、効率よく固定化させる技術を利用して、1

枚のチップ上にDNAを高密度に固定化するDNAマイクロアレイという技術の開発を行ってきました。今回、この技術を活用してアレルギー診断で用いられるアレルギーたんぱく質を固定化するたんぱく質マイクロアレイの開発を行い、標準的なアレルギー(抗体)をほとんど網羅した「低侵襲性高感度マルチ抗原アレルギー診断チップ」の開発に成功しました。従来のUniCAP法では、1つのアレルギーを調べるために40μlの検体(血清)を必要とするのに対し、低侵襲性高感度マルチ抗原アレルギー診断チップは、1~2μlという微量の血液で数十種類のアレルギー診断を短時間で実施できます。これにより、患者への負担を軽減したアレルギー診断が可能となりました。

今後は、医師によるアレルギー診断向けチップの供給を進めながら、同技術の普及を目指し、国際展開を図っていきます。



開発されたアレルギー診断チップ

1枚のチップ上に高密度にアレルギー抗原が並んでおり、一度で多項目のアレルギー診断ができる。精度は従来の方法に引けを取らないうえ、抗体の一種であるIgE濃度の違いを比較できることから、アレルギーの程度の判定もできる。



社会技術研究開発事業「地域に根ざした脱温暖化・環境共生社会」研究開発領域

## 研究開発プロジェクトを横断的につないだ研究開発を実施 電気コミュニティバス導入のための実証実験が始まる

私たちは今、経済的危機、環境とエネルギー、少子高齢化、安全と安心など、多くの社会問題に直面しています。このような問題に対処するためには、先端的な科学技術だけではなく、問題が起きている地域の特性や制度、人々の意識などにも目を向け、社会システムを含めて解決を図る必要があります。JSTの社会技術研究開発センター（RISTEX）では、社会の具体的な問題の解決を通して、新しい社会的・公共的価値や経済的価値を創り出すことを目指し、研究者と社会の問題解決に取り組む人々々が協働するためのネットワーク構築の支援や、自然科学だけではなく人文・社会科学の知識も活用した研究開発に取り組んでいます。

RISTEXの「地域に根ざした脱温暖化・環境共生社会」研究開発領域では、地球温暖化問題を単なるCO2削減だけでなく、化石燃料に依存した



写真提供/桐生タイムス

E-コミバス実用化に向け、実験的に桐生市の車道を時速20kmで走行するバス。危惧された他の車両への影響は小さく実現に着手に近づいている。

現代社会をそのシステムも含めて見直し、過疎化、雇用危機、燃料価格乱高下などのさまざまな問題と連動させた横串を刺した対策を実現するためのプロジェクトを各地域で実施しています。

この研究領域の交通関連の取り組みを結びつけた「蓄電型地域交通タスク

ォース」では、中山間地域や地方都市などでの、蓄電池式の電気コミュニティバス（E-コミバス）の可能性、関連する各地域での課題抽出、必要なノウハウの検討などを重ねています。その結果、今すぐ使える技術の組み合わせによる安価な車両製作、時速20kmという低速走行による新たな価値観創出の可能性、導入に必要なノウハウのパッケージ提供の必要性などを、提言としてまとめました。

この成果を活かして、群馬県桐生市を舞台とするプロジェクト（研究代表者：群馬大学宝田恭之教授）では、E-コミバスの普及に向けた実証実験を開始しました。商店街の活性化、公共交通の確保、暮らしやすい街づくりなどの課題とE-コミバスを結びつけ、その可能性を検証するために低速バスの実証実験も始まっています。今後は、実際の地域の足としてE-コミバスの試走が始まる予定です。



## 児童・生徒用の理科の副読本「子ども科学技術白書」2010年度版 60,000部を発行し、全国の小中学校に配布

JSTは、子どもたちの科学技術に対する興味・関心を高めることを目的とした副読本「子ども科学技術白書」2010年度版を発行しました。

「子ども科学技術白書」は、1999年度から文部科学省が制作・配布を開始した子ども向けの理科学習用冊子で、2008年度からはJSTが制作を担当しています。内容は、毎号科学や技術の分野からその年にふさわしいテーマを取り上げ、キャラクターや写真・イラスト、漫画などを活用して、子どもたちが現代の科学技術について楽しみながら学べるようさまざまな工夫がなされています。

2010年度は、地球温暖化対策として必要な低炭素型社会の実現を目指すグリーン・イノベーションが目目されていること、生物多様性条約第10回締約国会議（COP10）が開催されることから、「植物の光合成を中心とした生き物の働きと地



球環境や私たちがとのつながり」をテーマとして設定しました。タイトルは『地球を知る冒険 葉っぱはどうして緑色なの?』。子どもが抱く何気ない疑問を入り口として、生物、化学、物理、地学などさまざまな観点から、葉っぱが緑色の理由や、植物および私たちを取り巻く生命の営みに迫ります。

対象は小・中学生ですが、大人にも十分楽しんでいただける内容となっています。発行部数は6万部で、すでに日本の小・中学校、および海外の日本人学校に無料で

### 子どもの疑問を入口に 地球を知る冒険へ

『葉っぱはどうして緑色なの?』

ある日、ふとふしぎに思ったマリちゃんとかんたくんは、葉っぱくんと一緒に植物の色の謎に迫る旅に出発します。それは、地球を丸ごと解き明かす冒険の始まりでもあったのです。

配布しているほか、公立図書館や科学館、博物館にも送付しています。1校につき最大3部までは無料で追加送付できます。

また、個人で入手を希望する場合には、実費負担として1冊500円（送料・税込）で購入できるほか、日本科学未来館のショップなどでも購入できます。また、下記HPから内容の閲覧も可能です。詳しい申し込み方法や内容の詳細は、公式HPをご覧ください。

<http://sciencewindow.jp/hakusho/>

戦略的国際科学技術協力推進事業の課題事例から

# 国際研究協力の醍醐味は “相乗効果”にあり!

政府間の合意に基づき、相手国・地域の研究費配分機関等と連携して研究交流活動を支援する戦略的国際科学技術協力推進事業。  
ひとことで国際交流と言っても、そのかたちはさまざまだが、それぞれに充実した研究が進められている。

物質・材料研究機構光触媒材料センター長

**葉金花**  
Jinhua YE

CASE 01

南京大学環境材料及び再生可能エネルギー研究センター長

**鄒志剛**  
Zhigang Zou

加速度的にグローバル化が進む現在、国境を越えたさまざまな問題に対処し、同時に高レベルの科学技術を維持、発展させていくためには、国際的な協調が不可欠だ。JSTが2003年にスタートさせた戦略的国際科学技術協力推進事業は、そうした状況を踏まえ、政府間合意に基づき文部科学省が設定した協力対象国・地域・分野の国際研究交流プロジェクトを支援する、「トップダウン」型の事業である。2003年度下期以降、22カ国・地域において29分野、250以上のテーマで研究協力が行われているが、ここではそのなかから2つの事例をピックアップし、その実態を紹介したい。

## 日本で出会った中国人の研究者2人がスタートさせた共同研究

「こういうプロジェクトをやるのなら、私たちが最適の人選じゃないかと勝手に思っていました(笑)」と語るのは、物質・材料研究機構の光触媒材料センターでセンター長を

務める葉金花理学博士。名前からもわかるように中国の出身だが、「21歳で日本に来て、修士号も博士号も東京大学で取りました。そのあと大阪大学で助手、それから今の研究所の前身に来ましたので、完全に日本の研究者です」。そして葉博士のパートナーは、中国・南京大学の鄒志剛教授。2人が出会ったのは、ここ日本でのことだった。「東大時代の後輩なんです。80年代、90年代から中国の若者がアメリカ、日本に留学し、そこで最先端の研究や技術を習得して中国に戻るといった流れがありますが、鄒教授もそのケースの1つなんです。彼は学位を取ったあと、産業技術総合研究所

年に1回、日本と中国で交互に大規模なシンポジウムを開催するほか、少人数のワークショップも数回開かれている。中国での会合には、相手先である南京大学だけでなく、中国全土から光触媒関係の研究者が参加。熱い議論がくり広げられる。

で博士研究員をやっていたのですが、そこで私との共同研究が始まったんですよ。先輩にも協力してほしいということで」

葉博士の当初の研究テーマは超伝導。しかし、鄒教授が当時在籍していたグループのテーマの1つに光触媒があった。その面白さに惹きつけられ、それぞれの得意分野を分担した研究協力が進められた。

## 光触媒機能を利用して クリーンエネルギーの製造へ

ここで光触媒について簡単に説明しよう。これは光を当てると、周囲の物質から電子を奪い、強い酸化反応を起こす。この反応により、汚れの原因となる有機物質の分解や殺菌効果を示す。この現象は本多・藤嶋効果とも呼ばれ、1972年に藤嶋昭・現東

### 葉金花

よう・きんか

1963年生まれ。中国の浙江大学を卒業後、1984年に政府派遣留学生として来日。東京大学で修士・博士号を取得し、大阪大学の教務職員、金属材料技術研究所の特別研究員、物質・材料研究機構の光触媒研究室リーダー等を経て現職。

2つのチームで  
成果は  
ダブルになります。

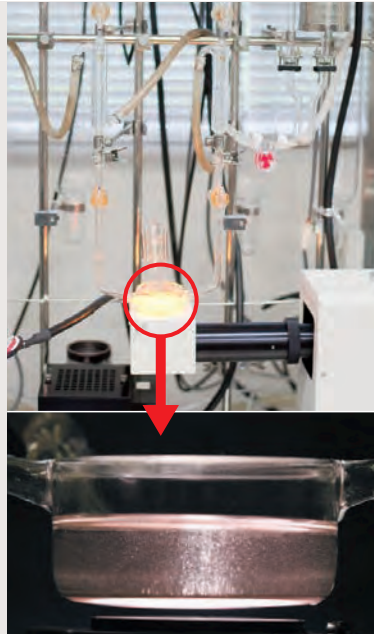


## 研究の概要

**光**触媒という材料は決して目新しいものではなく、実用化もすでに行われている。しかし、既存の材料には主に紫外光しか反応しないという大きな欠点があった。紫外光は太陽光に4%程度しか含まれておらず、太陽光の約40%、そして蛍光灯のような人工光の大部分を占める可視光では既存の光触媒はほとんど反応しない。つまり、太陽がさんと照っている屋外でしか機能しないわけで、利用効率があまりにも低いのだ。

一方、光触媒を使って水を分解し、発生した水素を燃料電池等に利用するという、新たなエネルギーを生む材料としての期待も持たれている。可視光でも機能する光触媒材料の開発は、今、実用化が求められている研究だ。

葉博士らが着目したのはリン酸銀。イオン



伝導体として以前より知られていたが、これまで光触媒の材料として考えられたことはなかった。しかし、長年の研究で積み重ねたデータをもとに、可視光で使える光触媒に必要な要素を絞りこんだ結果、浮上してきたのがこの材料だった。

実験では、可視光を当てた場合の水や染料の光酸化性能が既存の光触媒の数十倍にのぼることが明らかになった。しかし、このリン酸銀で、水を水素に還元することはできない。そのため、他の還元材料と組み合わせた利用や、二酸化炭素を還元して燃料や資源を合成する人工光合成システムなどへの応用が期待されている。

太陽光のスペクトルと近似した光を出すソーラー・シミュレーターを使った実験。水に光触媒の試料を入れ、光を照射してその反応、とくに水素と酸素の発生量を調べる(写真上)。下の写真は光触媒作用により水から気泡が発生する様子。

京理科大学長が発見した。この性質を利用して、現在では「抗菌」「防曇」「セルフ・クリーニング」機能を持つ、さまざまな日用品が流通している。しかし、今のところ光触媒と呼べる材料は藤嶋氏が発見した「酸化チタン」ぐらいしかなく、長年、新たな材料の開発が求められてきた。

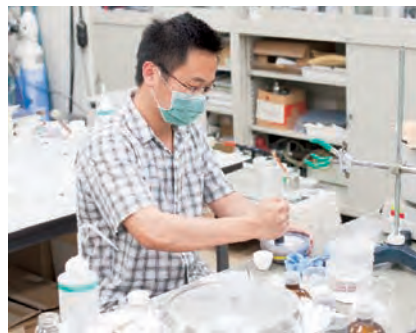
というもこの酸化チタンには、紫外線しか光触媒反応を示さないとという大きな弱点があるからだ。詳細は右上のコラムを見ていただきたいが、酸化チタンでは光触媒という有用な現象のごく一部しか利用することができない。今、新たな光触媒機能を持つ材料を探索・開発して、水から水素を作り出し、クリーンエネルギーとして利用しようという研究も盛んに行われている。

## なによりも大切なのはお互いの信頼関係が構築されていること

「じつは2001年に私と鄒教授と共同で『ネイチャー』に論文を出しています。その時点では世界で初めて、可視光照射下で光触媒を利用して水を分解して水素を作ったという内容なんです。それ以来ずっとより効率のよい材料を追い求めてきたという感じですね」

2004年には鄒氏が南京大学の教授に就任。ここから日中の協力関係が本格的にスタートした。

「それぞれ得意なところを役割分担していました。当時彼は、ものを作ることが得意だったので、それが光触媒としてどの程度役



交流は日々の研究の場でも行われている。光触媒は中国でも非常に注目度の高い分野とあって、光触媒材料センターには、現在6人の留学生が在籍している。

立つかを調べるのは主に彼の役目、それ以外の、材料の結晶構造がどうなっているのかといった、構造的な考察は私のほうでやっていました」

JSTの国際研究協力プログラムが開始されたとき、葉博士はいち早く応募した。

「国際共同研究というのは、経験している方はみなさん言うことですが、双方のリーダーに相当な理解と信頼がないと成り立たないものです。言葉の問題もあるし、地理的なへだたりや、お互いのスケジュールも…いろいろな意味でトラブルになりやすいのです。こちらがこう期待しているのに、やってくれないとか。そうなりやすいので、すでにいい関係を築き上げていて、かつお互いに十分な人間性や能力の理解も持っている場合のみ成功すると思っていましたし、その点には自信がありました」

採択された現在では、年1回の共同シンポジウムや半年に1回程度のワークショップなどを軸に、積極的な研究交流がつつづらされている。

「集まるというのは非常に重要です。なんらかの締め切りがないと、いつまでも先のぼしにしてしまう。でも、会議があるからそこで発表してという目標があると、それまでに新しい成果を出して…ある程度のデータを揃えて話ができるぐらいのものを持って行かないと、毎年同じことをしゃべる羽目になってしまいます。それではさすがに恥ずかしい。一種のプレッシャーとなるので、研究が進む動機づけにもなります」

共同研究のメリットとデメリットについて葉博士は次のように語った。

「メリットはマンパワーが増えたこと。うちのスタッフは20人ですが、向こうはもっと規模が大きくて40人ぐらい。そうすると、向こうでなんらかの新しい発見があると、すぐこちらに教えてくれるのです。私たちはお互い信頼しあっていますから、研究協力により2つのチームの多くのスタッフで研究を進めていくことができるのです。

デメリットは…特にありません。成果の共有に関しては、プロジェクトに関連するところはもちろん出しますが、あまり関係のないところは伏せておく必要がありますので、その線引きがむずかしい。ここでも、お互いの理解が重要ですね。でも、2つのチームで取り組んでいるので成果はダブルになる。それは間違いなくいいことだと思います」

国際研究協力の醍醐味は“相乗効果”にあり!

筑波大学大学院図書館情報メディア研究科

磯谷 順一  
Isoya Junichi

CASE 02

シュトゥットガルト大学物理学科

J. ヴァフトップ  
Jörg Wrachtrup

さて、次なる研究のパートナーはドイツ。相手国の研究費配分機関としてドイツ研究振興協会 (DFG) と、ナノエレクトロニクス分野での研究協力が行われている。今回は量子コンピュータ実現に向けた取り組みを紹介しよう。

従来のコンピュータは「ビット」(情報の最小単位)につき「0」か「1」という状態しか持てないが、量子コンピュータの情報単位は「量子ビット」は量子力学的に重ね合わせた複数の状態が持てる。このことを利用して、既存の計算とは比較にならないほど高度な超高速並列計算を実現するのが量子コンピュータだ。また、関連した分野として、外部には解読不能な量子暗号通信も注目される。1980年代にその概念が提示されて以来、大きな期待と注目が寄せられてきたが、いまだ実用化には至っていない。

最大の技術的課題は、「量子ビット」と呼ばれる量子コンピューティングの計算単位を、理論の世界ではなく、現実の世界でいかに数多く作製し、動作させるか。そこで筑波大学図書館情報メディア研究科の磯谷順一教授や同数理物質科学研究科の水落憲和講師らのチームは、ドイツのシュトゥットガルト大学と共同で、多量子ビット素子の実現を目指している。

「多量子ビット化のために、気体中でのイオン原子や液体中の分子を利用するアプローチもありますが、私たちはダイヤモンドの中の『NV中心』を使っています」(磯谷教授)

NV中心とは、結晶構造上の欠陥の一種。Nは窒素 (nitrogen)、Vは空孔

(vacancy) の略で、ダイヤモンドに窒素原子が混入し、と同時に炭素原子が抜け落ちて、孔が空いた状態をあらわしている。このような状態になるとダイヤモンドに色がついて見える。ダイヤモンド合成の技術が進んだ日本では、当然のように色を持つダイヤモンドの研究も重ねられていたが、このNV中心を量子コンピュータに使うというアイデアは、残念ながら日本産ではない。

「ダイヤモンド中の不純物や欠陥はたくさん知られていますが、不純物のニッケル、電荷-1の空孔、リンドナーなどの基本的な欠陥の同定では先駆けていました」(磯谷教授)

「1997年にドイツのグループはNV中心に

着目し、単一の(1個の)NV中心を観測することに成功しました。その後、1つひとつを観測できる等の特異性を生かし、量子情報への応用研究が始められたのです」(水落講師)

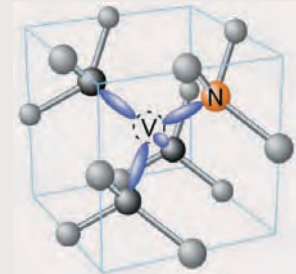
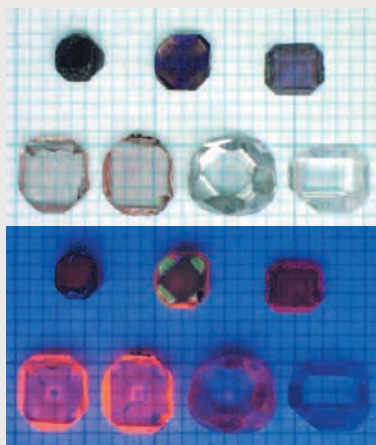
合成ダイヤモンドの技術を生かしてドイツとの共同研究をスタート

しかし、その先に進もうとしたとき、ドイツ側は壁にぶつかる。いかに量子ビットを増やすかという問題である。共同研究のきっかけは、水落講師がドイツ側にコンタクトを取ったことだった。

「2004年にシュトゥットガルト大で1つの

研究の概要

**日** 本とドイツの共同研究の成果が、2008年に発表された。これは「固体素子で量子もつれの生成に初めて室温で成功」というもの。量子コンピュータでは、同時に複数の状態を持つことができる量子ビットが相互に関係した「量子もつれ」という状態が、超高速計算を行うにあたって重要な役割を担っている。



ダイヤモンド中のNV中心。Nは窒素原子、Vは炭素原子が抜けた空孔。

そのため、そうした状態を作り出せる、多量子ビット素子の開発、研究が世界中で進められているが、実現は容易ではない。当時は極低温で超伝導体を用いた、2量子ビットの量子もつれ状態が報告されているだけだった。

しかし、水落講師、産総研、シュトゥットガルト大学の研究チームは、ダイヤモンドのNV中心における電子スピンと核スピンを用いて、3量子ビットでの量子もつれ状態を実現。固体を使い、しかも室温で3量子ビットの壁を破ったことは、実用化への大きな一歩となった。現在はこの成果をもとに、さらなる多量子ビット化の実現を目指している。

NV中心を持つ合成ダイヤモンドの数々。本来、ダイヤモンドは無色透明だが、結晶に欠陥を生じさせると色味を帯びる。写真下はUVを照射したとき

ドイツとは研究カルチャーが違います。



磯谷 順一

いそや・じゅんいち

1946年生まれ。東京大学大学院理学系研究科化学専門課程修了。理学博士。図書館情報大学図書館情報学部教授、筑波大学大学院・図書館情報メディア研究科科長などを経て、2007年より筑波大学図書館情報メディア研究科教授。



NV中心のスピンを操作するという論文が出たんです。もともと非常に興味のある分野でしたし、共同研究していた産業技術総合研究所の高品質ダイヤモンド合成技術で量子ビット(核スピン)を増やし、それとスピン操作に関する私の専門性も生かして、一緒に研究ができるんじゃないかと思いついて、あるドイツ人研究者を介して、直接先方に電話しました(水落講師)

まったくの飛びこみだったが、さいわい先方の快諾を得、水落氏は2006年、2007年、2008年と3年連続で渡独。滞在期間は、それぞれ半年ほどだった。

「初年度が文部科学省の海外先進教育研究実践支援、2年目はなかば自費、3年目にJSTの制度を利用することができました(水落講師)。この間に期待通りに量子ビットを増やして研究がなされた(「研究の概要」参照)。

### 直接交流を持つことでわかる 課題解決への道筋

ドイツでの研究の様子を振り返ってもらおう。

「まず、ヴァフトップ先生のような、世界でもトップレベルの研究者と、直に接することができたのが大きかったですね。しかも議論すると、向こうの先生やグループリーダーは1日時間を取ってくれるのです。人柄がいいということもありますが、なによりもまず、それだけ時間をつくれる。日本の研究者では雑多な仕事に追われて、それは無理でしょう(笑)。あと、学生でもドクタークラスになると個室があり、研究テーマの選択にしても、スタートのレベルが高い。そういう、うまくいっているところの状況を肌で感じることで、きてすごくよかったと思います(水落講師)。

「私も出張のたびに感じますが、向こうは研究のカルチャーが違いますね。成果を上げたり、新しい技術を学ぶということも大事ですが、向こうに行くと本当に研究室の一員として何カ月か暮らさないと得られないものがあると思います(磯谷教授)。

「私の今の研究は、1つのNV中心の観測と、その1つのスピン操作を行える共焦点レーザー蛍光顕微鏡装置抜きには考えられません。自分で組み立てたものですが、一個一個の装置をどれにするか、どう組み合わせるかというのはノウハウなんです。1つずつカタログを見ながら考えていたら、それこそ膨大な時間がかかってしまう。でも、ドイツチームは97年以前から始めていますから、そこからの

さらなる  
多量子ビット化を  
目指します。



### 水落憲和

みずおち・のりかず

1972年生まれ。2000年、東北大学大学院理学研究科博士課程修了。図書館情報大学助手、筑波大学大学院図書館情報メディア研究科講師を経て、2010年より同大学院数理工学物質科学研究所講師。2008年よりJSTさきがけ研究員を兼任。



ドイツで得たノウハウをもとに、水落氏が組み立てた共焦点レーザー蛍光顕微鏡。これにより、1つのNV中心の観測とそのスピン操作を行うことができる。

積み重ねがある。ですから、学ぶところも多かったです。彼らはなんでもオープンに教えてくれました(水落講師)

しかし、そこまでオープンだと、ドイツ側は与えるばかりで得る物が無いのでは?

「いや、そんな風にオープンで人柄もいいですから、人が寄ってきますね。私もその1人ですが。ですから、そういうところには、人も、物も、情報も流れていくのです。日本からは私が初めてでしたが、あとに続く人もいますし、世界から集まってくる。私の場合は人と物で行ったわけですから、カモネギ状態ですね(笑)。1つの大学ですから、やっぱり人材は必要なんです(水落講師)。

現在、水落氏はドイツで得たノウハウをもとに共焦点レーザー蛍光顕微鏡を用いて、NV中心のさらなる多量子ビット化とその仕組み作りを目指している。一方で磯谷教授は、より高品質なNV中心を、というドイツ側の要請に応えるべく、合成ダイヤモンドに含まれる不純物の濃度を現在よりも3桁落とすという、「合成する側にとってはこれまでにない、とてつもない課題」に挑戦中。実用化への道はまだまだ遠いが、今後も実りの多い共同研究が重ねられていくことだろう。■

### 相手国の

### 研究費配分機関は

### この事業の意義をどのように 考えているか?

これまで、日本とドイツ、それぞれの国の研究者が個別に研究資金を得て独自に協力するというかたちでした。しかし、今回は課題選びから評価まで、すべてが両国の連携で組織的に実施されています。双方で研究内容の評価を行い、その評価をすり合わせ、よりよい研究を選び出す。そこが国際協力の魅力ですね。そういうことがない、なかなかお互いの考え方もわからないでしょう」DFG(ドイツ研究振興協会)日本代表部代表のI・ウィーツォレック博士は、このように日独共同研究支援について語った。

つまりは、相乗効果を得ること。基礎研究で実績のある日本とドイツの最先端



ドイツ研究振興協会  
(DFG)  
日本代表部代表  
I・ウィーツォレック  
(Dr. Iris Wiczorek)

分野において共同研究することで、さらなる研究拡大、成果が期待される。

当然のことながら、国が変われば研究費配分機関の仕組みも変わる。JSTとDFGのいちばんの違いは、前者はトップダウン式が主流であるのに対し、後者がボトムアップ式が主流であることだろう。

今回の研究協力は、日本側からのアプローチがきっかけだった。そのためDFGは共同研究支援を行うために、通常採用していない、分野に限定したトップダウン式の課題募集を行なった。分野は日本とドイツの最先端分野であり、双方に有益になりうるナノエレクトロニクスが選ばれた。

このように考え方の違いを調整しつつ国際的成果が期待できる協力を行うことが、パートナーを組む意義の1つとなっている。

科学的な価値はもちろんのこと、お互いからなにを得られるかも重要だ。

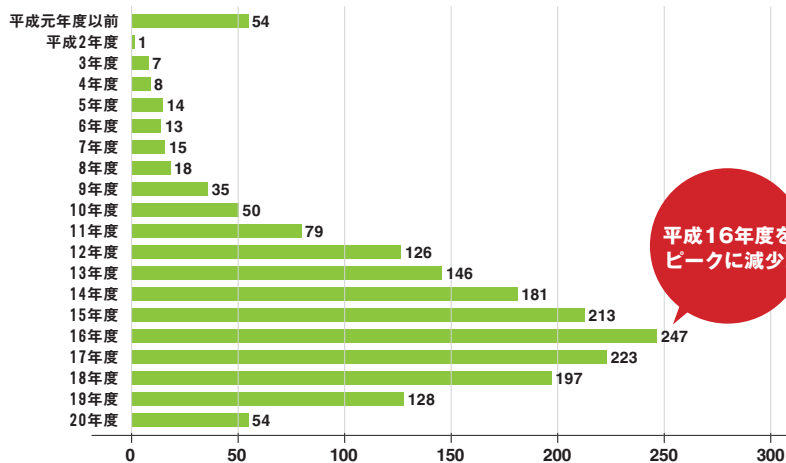
「ドイツから日本を見る、日本からドイツを見ることで、研究開発を進めるためのより良い体制や支援制度にも気づかれます」

JST大学発ベンチャー創出推進の事業展開事例から

# なぜ研究者がベンチャー起業するのか？

科学技術分野で国際競争力をアップさせ、イノベーションを起こすためには、「学」で生まれたシーズを「産」へとつなげ、事業化することが欠かせない。そのための有効な手段として期待される「大学発ベンチャー」の課題と可能性に、1人の研究者の姿から迫る。

大学発ベンチャーの年度別設立数の推移(単位:社)



「大学発ベンチャーに関する基礎調査」(平成20年度経済産業省委託調査)より

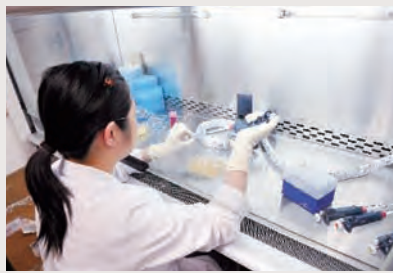
平成16年度をピークに減少!

## 大学発ベンチャーで求められる「量から質へ」の変換

「大学発ベンチャー」とは、大学などの研究成果をシーズとし、新規性の高い製品やサービスを提供するために創業されたベンチャー企業のこと。経営のプロである「起業家」と組むほか、研究者が自ら創業する場合もある。

日本経済が停滞し、リスクをとまなう新しい産業の創出に国内の企業が踏み出せずにいる今、優れたシーズの多くが大学で眠り、秘めた可能性を試す機会を得られずにいる。そんななか、日本の大学発の基礎研究成果を利用して韓国の企業が製品化した例も報じられている(朝日新聞/平成22年7月8日)。大学発ベンチャーは、そんな現状を打破し、成果をもとに新市場を創出する「イノベーションの担い手」として期待されている。

平成13年度に経済産業省が打ち出した「新市場・雇用創出に向けた重点プラン(平沼プラン)」では、大学発ベンチャーは日本経済の潜在的な活力を引き出し、新産業を創出するためのポイントとされ、3年間で1000社



大学はイノベーションにつながるシーズの宝の山。眠らせておくのはもったいない

にするという目標が掲げられた。

こうした政策の後押しを受けて、平成16年度末には1000社を超える大学発ベンチャー企業が設立された。

ただし、新たな設立数の推移を見ると、平成16年度をピークとして減少している。大学発ベンチャーは「量から質へ」と転換期を迎えているのだ。経済産業省では、平成22年度までに新規株式公開(IPO)100社を目指している。

現実には、大学発ベンチャーでは会社設立後に研究開発・製品化を図る上で人材確保、

資金調達、販路開拓という課題に直面する場合も少なくない。そのため今後は、新たな基盤技術とビジネスモデルの工夫が求められている。

## ポイントは事業モデルと時期を得た資金援助

成長のためのポイントの1つに、現実的なビジネスモデルの策定が求められる。ベンチャーの出口戦略として、IPOと自社の他企業への売却(M&A)とを比較すると、ベンチャー先進国のアメリカでは、M&Aの件数がIPOの約3.5倍ある。ところが日本の大学発ベンチャーでは、IPOを目指している企業の割合が29.5%なのに比べ、M&Aは4.4%に過ぎない(「大学発ベンチャーに関する基礎調査」より)。シーズを活用し社会に役立てるには、他企業の大きな資金を利用するM&Aという手段が有効な場合もあるだろう。こうしたビジネスモデルを持つことも、大学発ベンチャーによる成果の社会還元につながる。

もう1つ、ベンチャー経営者の努力だけでは解決できない大きな課題も指摘されている。平成20年のリーマンショックに始まる世界経済不況の影響だ。厳しい金融情勢のなか、多くの企業がリスクある投資を回避するようになり、その結果、資金調達に苦しむようになったベンチャー企業が少なくない。設立数が減少している背景には、こうした経済的影響も大きいといえる。

とりわけ、創薬分野では、研究開発段階から事業段階へとステージアップするときに臨床試験が行われ、巨額の資金が必要とされる。アメリカに比べて日本では、この部分に対する公的資金も含めた援助が薄く、ベンチャー企業関係者からは、「裸のまま砂漠に放り出されるようなもの」との嘆きも聞こえてくる。

### がんの革新的治療法としての 遺伝子治療の可能性

日本で年間30万人以上の命を奪っているがん。政府もがん治療研究に多くの費用をかけているが、がんによる死亡率はほぼ横ばいというのが現実だ。

「現在のがん治療にも効果的な方法はあると思います。しかし、それでも死亡率を大きく改善できていません。がんを根治するには、革新的な治療法の開発が欠かせないのです」

落ち着いた口調のなかに熱意をにじませてそう語るのは、鹿児島大学大学院の小賤健一郎教授。革新的な治療法の1つとなり得る、がんの遺伝子治療の開発に取り組んでいる。

「がんの遺伝子治療は、遺伝子を薬として使うことから始まりました。薬となる遺伝子

運び屋だったアデノウイルスを、がん細胞の殺し屋にしようというわけだ。この方法なら、アデノウイルスが体内に広がり、次々とがん細胞を見つけては増殖し、殺していくことができる。遺伝子治療から発展したウイルス療法は、新しいがん治療法として期待された。

### 実用化の前に立ちほだかる 作製技術と安全性の問題

しかし、この治療法を実用化するには、解決すべき大きな課題があった。

「肝心なのは、CRAをがん細胞だけで増殖させること。そのためには、がん細胞だけに存在する物質を利用する方法が第一に考えられます。遺伝子には、発現のスイッチとなるプロモーターという部分があります。がん細胞にしか存



小賤 健一郎 小さい・けんいちろう

1992年久留米大学大学院医学研究科修了。現在は鹿児島大学大学院医歯学総合研究科 遺伝子治療・再生医学分野教授。2010年4月に設立した大学発ベンチャー企業(株)ウィック・バイオテック・ファーマの代表取締役社長も務める。

## がんを根治するための革新的治療法開発への挑戦

(治療遺伝子)をベクター(運び屋)のウイルスに乗せてがん細胞に導入し、がん細胞を殺してしまうのです。こうして開発されたのが、非増殖型アデノウイルスです(\*)」

#### \*非増殖型アデノウイルス

治療遺伝子を目的の細胞に運ぶ乗り物の役割を果たす、遺伝子組換えウイルス。安全性確保のため増殖能力は欠損し、治療遺伝子を細胞内に導入する機能だけが残されている。

アメリカを中心に開発が進み、1990年代からは臨床実験も開始。しかし、いよいよ実用化が目の前という段階に来て、申請が却下されてしまった。安全性に問題はなかったのだが、肝心の治療効果を明確に示せなかったのだ。小賤教授はこの結果をある程度予測していたという。

「目的のがん細胞内に治療遺伝子を導入し、がん細胞を殺すことはできるでしょう。しかし、がんが厄介なのは、体内に転移することです。非増殖型のベクターを使ったこの方法では、導入した治療遺伝子を体内のほかのがん細胞に伝えることは物理的にできません。だから、治療効果は不完全なのです」

この欠点を克服する新しいがん治療薬候補として開発が進められたのが、制限増殖型アデノウイルス(CRA)(\*\*)だ。

#### \*\*制限増殖型アデノウイルス(CRA)

正常の細胞にはほとんど作用せず、がん細胞で増殖するアデノウイルス。増殖することによってがん細胞が溶解するため、治療遺伝子を乗せなくても、がんを効果的に殺すことができると考えられた。

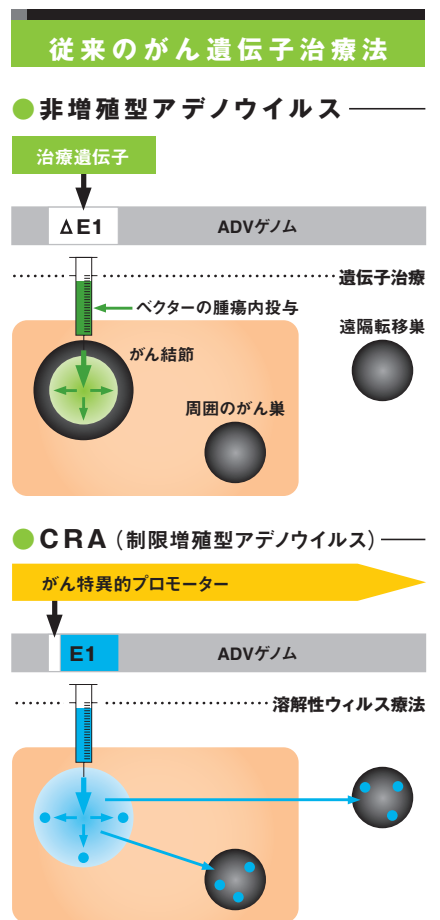
在しない物質に反応するプロモーターをCRAに入れば、がん細胞だけでCRAが増殖します」

実際に、この方法でCRAを作製し、治療効果を確かめた論文も発表された。しかし、臨床への道のりは遠かった。作製技術が非常に高度で、効率が悪く、また医薬としての性能も不十分だったのだ。

「たとえば車のハンドルを交換するのに自動車全体の設計をやり直さなければならないようなもので、熟練の技術者が手作業で、半年間かかってようやく1つのプロモーターをとりつけたCRAが完成するという程度だったのです。それに、プロモーター1つだけでは、確実にがん細胞でのみ増殖するとも言いきれません。実用化を目指すには、がん特異性にかかわる複数の因子を取り入れ、安全性をさらに高める必要がありました」

自然界のアデノウイルスは正常細胞中にある「がん抑制たんぱく質」と結合し、それを不活化して、細胞が増殖分裂しやすい状態のときに増える。そのためプロモーターの置換以外に、がん細胞のみでCRAを増殖させるには、CRA内のがん抑制たんぱく質との結合領域を欠損させればよい。こうすることで、正常な細胞は増殖分裂しやすい状態ではなくなるので、CRAは増殖できないが、すでに異常に増殖分裂しているがん細胞ではCRAは増殖できる。しかし、作製技術が高度であることに変わりはない。

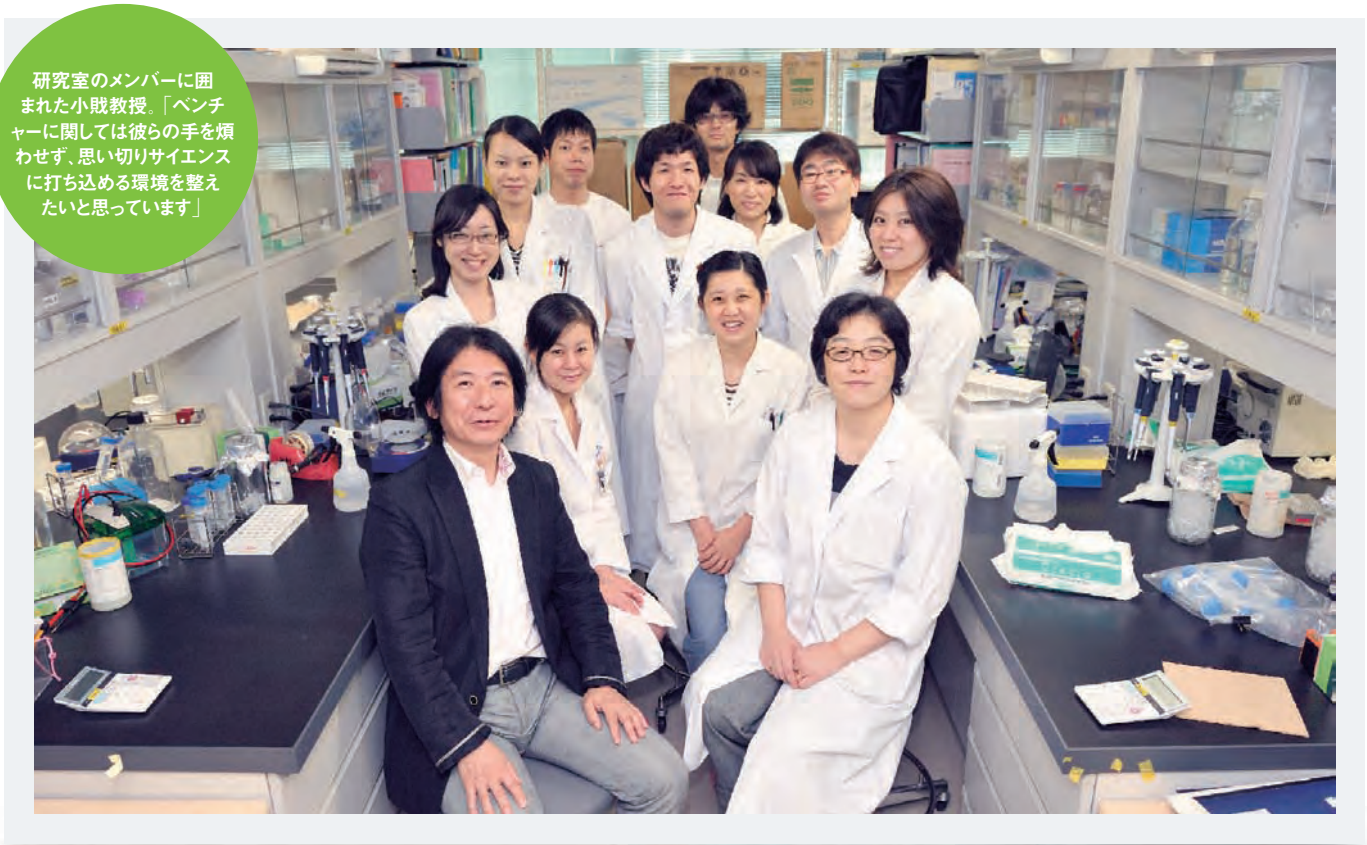
この難問を小賤教授は、“パーツ化”という発想で鮮やかに解き明かした。



非増殖型アデノウイルスでは、導入した治療遺伝子が体内に広がらず、十分な治療効果を得られない。アデノウイルス自体が増殖してがん細胞を殺すCRAはこの問題を解決する治療法だが、作製方法や安全性の問題が指摘されていた。

JST大学発ベンチャー創出推進の事業展開事例から

## なぜ研究者がベンチャー起業するのか？



研究室のメンバーに囲まれた小賤教授。「ベンチャーに関しては彼らの手を煩わせず、思い切りサイエンスに打ち込める環境を整えたいと思っています」

### 「開発した技術を臨床に展開するには起業するしかない！」

#### “パーツ化”という発想がもたらしたブレイクスルー

「多くの因子で制御することによって確実にがん細胞だけでCRAが増えること、そのためには関係する部分をそれぞれプラスミド(\*\*\*）に載せて“パーツ化”し、取りつけるだけですむようにすれば、作業をはるかに効率化できると考えました」(小賤教授)

#### \*\*\*プラスミド

細胞内にある染色体以外のDNA分子の総称。現在は、人工的に改変されたさまざまなプラスミドが作製され、遺伝子組換えを行うための道具として多く用いられている。

プラスミドを改変し、パーツとして取りつけるという作業なら、専門知識をもたない一般の技術補助者にも可能だ。これならば、迅速に安全性を増したウイルスを作り出せ、臨床までの距離がグッと短くなる。そう考えた小賤教授は、早速、開発に乗り出した。第一段のがん治療のウイルス薬に用いるプロモーターとして着目したのがサバイビンだ。サバイビンは、細胞の死を抑える機能を持つたんぱく質。ほとんどの種類のがん細胞で大量に産出され、

正常の細胞ではほとんど産出されないことから、がんのマーカースとして用いられている。

サバイビン遺伝子のプロモーターをプラスミドに載せ、がん細胞のみでウイルス増殖のスイッチが入るようにする。さらに、がん細胞のみでの増殖にかかわる因子をほかに3つ載せ、正常な細胞で増殖するリスクを回避し、安全性を十分に高めた。

これでウイルスの増殖に関する設計は万全となったが、小賤教授は、プラスミドによるパーツ化という発想を応用して、CRAによるがん治療効果をさらに高めようと試みた。治療遺伝子の導入を可能にするプラスミド、ウイルスの基本骨格を改変させるプラスミドも作製し、取りつけられるようにしたのだ。

「治療遺伝子の導入を可能にするプラスミドがあれば、CRAの臨床試験だけではなく、新たながん治療遺伝子の研究にも使えます。ウイルスの基本骨格を改変すれば、1度使って免疫ができたウイルスも違うウイルスとして認識させ、繰り返し使える可能性も生じるなど、研究の進展に大いに役立ちます」

こうして、従来のCRAと比べてさまざまな点

で価値を高めたm-CRAの作製技術が完成した(右ページ図参照)。

#### 逆風にさらされる中で下した“自ら起業する”という決断

小賤教授は早速、この技術を臨床試験に展開する道を探った。産学連携のイベントの場で積極的にアピールし、製薬会社の担当者とも話した。しかし、興味は持ってもらえても、具体的な共同開発には至らなかった。

「基礎研究の段階では企業とはなかなか共同研究できない。臨床試験がある程度進んでいないと、企業は二の足を踏むのも仕方ないと実感しました」

まずは大学発ベンチャーという形で臨床試験を進めるべきだと決断。JSTの技術移転事業で、強い成長力を有する大学発ベンチャーを創出することを目的に研究開発費などを支援する大学発ベンチャー創出推進事業に応募し、採択された。

「支援のもとに、ベンチャー設立の準備を進めました。アメリカでの提携先も見つかり、m-CRAの製造を開始しました」

順調に準備が進んでいたときに、リーマンショックという逆風にさらされた。話が白紙に戻り、資金提供どころか倒産する企業も少なくなかった。こんな時期の起業はリスクが大きいのではないかと——そんな弱気を振り払うかのように、小賤教授はある決断を下す。「起業は自分の手でするしかない」と——。

大学発ベンチャーでは、研究者以外の協力者が経営責任者となる例も多い。しかし、小賤教授は、逆風に立ち向かって起業に向けた準備を進めるなかで、自らが責任者となるべきだとの思いを強くした。

「m-CRAの技術をだれよりも理解し、愛

#### \*\*\*\*A-STEP

JSTの研究成果最適展開支援事業。大学などの研究成果を実用化するため、シーズを発掘するステージや技術移転を支援するステージなど、個々のフェーズに合わせた支援を行う。大学発ベンチャー創出推進事業も現在はA-STEPの一環として実施。

外からの資金援助に頼るばかりではない。小賤教授は自らm-CRAの価値を十分に活用した事業を行い、臨床試験のための費用を獲得しようと考えている。治療遺伝子の導入が容易で、ウイルスの基本骨格を改変できるという利点を活かし、再生医療などさまざまな

けていこうと思っています」

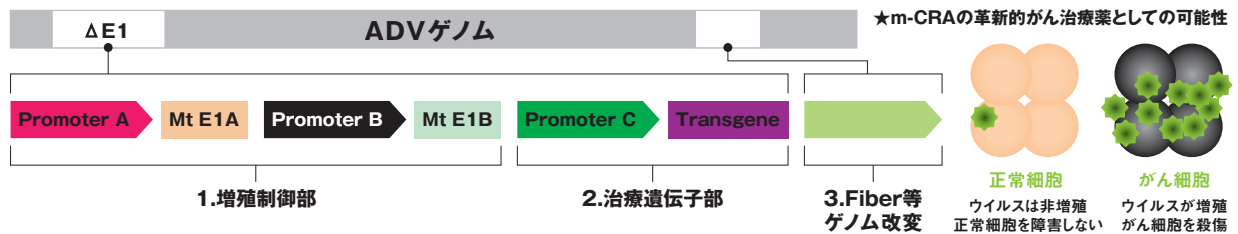
#### 臨床医として 病に苦しむ患者を治したい

それにしても、第一線の研究者として活躍しながら、ベンチャー起業という未知の分野に踏み出し、経営者としても奔走するというのは、並大抵のことではない。それでも小賤教授は、忙しい毎日のなかでも月に数回、臨床医として患者と接し続けているという。それが、前を向いて進んでいくための何よりのモチベーションとなるからだ。

「私は、両親とも開業医という環境で育ち、

## m-CRA (多因子で精密にがん特異化する次世代の制限増殖型アデノウイルス)

3つの要素によって従来法よりさまざまな点で価値を高めたアデノウイルス。「1.増殖制御部」にがん特異化と増殖に関わる4つの因子を載せることで、高い安全性を保ちながら、アデノウイルスが体内に広がり、がん細胞だけを殺すことが可能になった。「2.治療遺伝子部」にがん治療遺伝子を載せて治療効果を高められる。また、「3.Fiber等ゲノム改変」でウイルスの基本骨格を改変させることで、治療・研究への応用の可能性が広がる。



着を持っているのは私です。アメリカの提携先も、私自身が熱意を持って話をしたから興味を持ってくれた。手弁当で協力し、援助してくれる方々の気持ちにこたえるためにも、自らが責任を持つべきだと感じました」

こうして2010年4月13日、志を共にする人々の出資を受け、小賤教授を代表取締役社長とする大学発ベンチャー「株式会社ウィック・バイオテック・ファーマ」が産声を上げた。

#### 目標をしっかりと見据えて 身の丈にあった事業を

実用化に向けて一步を踏み出した小賤教授にとって、最大の悩みは資金の調達だ。

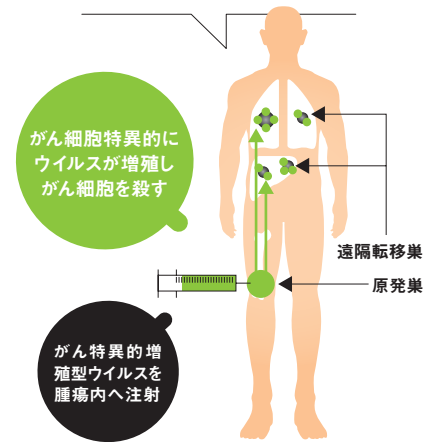
「臨床試験には億単位の資金が欠かせません。アメリカでは、臨床試験を対象にした助成制度があり、厳しい審査を通れば巨額の援助を受けられます。しかし、日本では基礎研究に比べて臨床研究へ進めるための援助が極めて乏しいのです。JSTのA-STEP(\*\*\*\*)の本格研究開発の創薬分野がほとんど唯一という状況です」

分野の研究者向けにオーダーメイドのm-CRAの受託作製事業を行うのだ。決して偶然ではない。小賤教授がm-CRAにこうした価値を加えたのは、がん以外の治療にも役立つための可能性拡大を狙ったことだったのだ。こうすることで汎用性が増し、ベンチャーの事業の幅も広げることができる。

「じつは、私は以前、ほかのシーズで大学発ベンチャー創出推進事業に応募し、採択されなかった経験があります。そのときに指摘されたのが、『シーズとしては面白いけれど、企業としてすぐに資金を調達できる事業の柱がなければ、事業として成り立たせるのは難しい』という点でした。今回はそれを踏まえて、事業化のタネを作るようにしたのです」

ただし、こうした事業を必要以上に膨らませていこうとは考えていない。起業の目標はあくまで、m-CRAががんの革新的治療薬として世に出る道筋を作ることにある。

「企業との共同研究を進め、成果を共有するなかで、技術移転に興味を持ってくださるところがあれば積極的に進めたい。そのために、できるだけ身軽に、身の丈にあった事業を続



自分も臨床医になるつもりでした。しかし、臨床研修期間を過ごした小児科で、不治の病に苦しんでいる子どもたちの姿を見てショックを受け、『この子たちを治したい』と思いました。それが、臨床医ではなくサイエンスの道へ進むきっかけになったのです」

病に苦しむ患者を治したい——胸に宿る、30年間変わらぬ純粋な思いこそが、ベンチャー起業という未知の世界への挑戦の原動力となっている。■



# ようこそ 私の研究室へ41

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”

「重力受容を可能にするオルガネラ動態制御の分子基盤」  
研究者

## 森田美代



### 植物が重力を感じるメカニズムを解明する 特製顕微鏡で重力感受の現場を観察し、謎を解き明かします。

#### PROFILE

森田美代 (もりた・みよ)

奈良先端科学技術大学院大学  
バイオサイエンス研究科 准教授

1990年愛媛大学理学部生物学科卒業。1995年京都大学大学院理学研究科博士課程修了。(株)HSP研究所を経て1999年より奈良先端科学技術大学院大学に勤務し、現在、バイオサイエンス研究科細胞生物学専攻准教授。専門は分子生物学。酵母、バクテリ

オファージ、大腸菌の研究を経て、現在のテーマはシロイヌナズナの重力屈性の分子機構。2008年度よりJSTさきがけ「生命システムの動作原理と基盤技術」領域の研究課題「重力受容を可能にするオルガネラ動態制御の分子基盤」に取り組む。1児の母。



#### 植物が重力を感じる現場をこの目で見てみたい!

「植物は、たとえば温かくなったら花を咲かせ、実をつけるように、環境の変化を刺激として認識し、成長の段階や速度を変えています。刺激には温度、光などさまざまなものがありますが、私はなかでも植物が“重力”を感じるメカニズムを研究しています」

茎は上に、根は下に向かって伸びる。まっすぐに成長している植物を横にすると、茎も根も重力に合わせて屈折し、茎は上、根は下へと伸びていく。こうした現象は重力屈性とよばれ、植物が重力を感じている証とされる。いったい、どこでどのようにして感受しているのか。このうち“どこで”に関しては、これまでの研究により、内皮とよばれる部分

の細胞にあるアミロプラストという色素体が感受していることがわかってきた。重力屈性に異常をきたしている植物と正常な植物の内皮細胞を比較すると、正常な植物では、細胞内でアミロプラストが下のほうに沈み、しかも液胞にのめり込んでいることも確認された。

「さらにメカニズムを解明するには、アミロプラストと液胞の間に何が起きているのかをこの目で見るしかありません。ところが、従来の顕微鏡では不可能だったのです」

顕微鏡では、水平に置かれたものの上から見下ろして、あるいは下から見上げて観察する。しかし、アミロプラストが重力を感じて沈み、液胞にのめり込む様子を観察するには、顕微鏡を横にして、テレビの画面のように垂直に立った状態のものを観察しなければいけない。そんな顕微鏡は、この世に存在して

いなかった。しかし、森田さんはあきらめなかった。「ないものなら、つくってしまえばいい」——そう考えたのだ。



#### 顕微鏡を横に—— 常識を覆す発想から 見えてきた予想を覆す世界

「顕微鏡メーカーの担当者に『顕微鏡を横にしたいんですけど』と相談したら、『えっ!』と目を丸くされました。そんな注文されるなんて、思ってもいなかったんでしょうね(笑)」

しかし、きちんと狙いを説明したところ、理解して「やってみましょう」と引き受けてくれた。そして数週間後、注文の“横倒し”顕微鏡がやって来た。高鳴る胸を押さえてのぞいてみたところ、たしかに立った状態のものが見える! こうして生まれた“世界に1つだけしかない顕微鏡”を使って、森田さんたちの研究グループは重力受容の現場の様子を観察した。そこでは、予想とはまったく違う事態が発生していたという。

「重力の方向に変化がない状態では、おそらくアミロプラストは静かに液胞にのめり込みながら沈んでいるのだらうと思っていたのですが、実際にはポコポコと跳ね上がるよう

#### シロイヌナズナの培養室

シロイヌナズナは2000年に植物としては初めて全ゲノム解読が終了し、分子生物学研究の飛躍的な進歩に貢献している。見た目の違いはさまざまな遺伝子変化のため。



な動きをしたり、底のほうでモゾモゾと動いたりしていました。重力の方向を変えたときも、それに合わせてすぐに位置を変えるのではなく、さまざまな動きをしながら次第に位置を変えたのです」

その後、“横倒し”顕微鏡に“共焦点ユニット”を設置し、厚みのある試料でも焦点を鮮明にして断面図のように見えるようにするなど、バージョンアップを重ねた。その他、遠心力を利用して重力に変化を与える“遠心”顕微鏡も用いて研究を進展させている。

森田さんが植物研究の最先端に従事することになったきっかけは、松山東高校時代の恩師との出会いだ。

### 内皮細胞の共焦点画像

内皮細胞を断面図としてとらえた画像。赤色がアミロプラストで、緑色の輪のような部分が液胞膜（液胞の表面）。その内側の黒い部分全体が液胞で、アミロプラストが液胞の中に包まれるように存在していることがわかる。



### 今の仕事をしっかりしていれば 次の道は拓ける

「植物の研究に興味を引かれつつ、大学では酵母、大学院ではバクテリオファージと、どちらも植物以外がテーマでした。大学院を出た後も、植物の研究者としての職は見つからず、大腸菌の研究を行うHSP研究所に勤めたのですが、これでいいのかと焦っていました」

そんなとき、貴重なアドバイスをくれたのが、HSP研究所の所長だった。

「『今の仕事をしっかりしていれば、自ずと次の道は拓けるものです』とおっしゃったのです。その言葉を聞いて開き直り、いい仕事

### ピエゾアクチュエーター

### 回転ステージ



### フィルターホイール

### EM-CCDカメラ

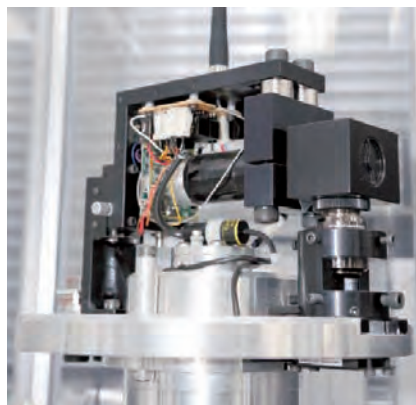
### 共焦点ユニット

「植物の分類に詳しく、休日にもいろいろなところに連れて行ってきて、植物の名前を教えてくださいました。そんなとき、先生が心の底からうれしそうに顔をします。その笑顔を見ているうちに、『植物の研究者になりたい』と思うようになりました。共同研究者である東京大学の准教授の先生も松山東高校出身で、同じ先生の影響を受けたと聞きました」

恩師に導かれて進んだ愛媛大学では、初めて触れた分子生物学の美しさに魅せられた。「生物のからだで起きていることを、論理的に説明できる。そこに美しさを感じ、分子生物学を研究したいと思いました」

卒業後は京都大学大学院へと進み、研究者としての階段を登りはじめる。しかし、その道は決して順風満帆ではなかった。

### “遠心”顕微鏡



試料を置いたステージを高速で回転し、生じる遠心力を重力に見立ててアミロプラストの様子を観察する。回転速度によって重力の調整も可能だ。

をすればチャンスも訪れるかもしれないと思えるようになりました」

そのしばらく後、縁あって奈良先端科学技術大学院大学の田坂昌生教授から、研究室に来るように誘われた。わずか2年間で、助手という立場ではあったが、そこに行けば好きな植物の分子生物学研究に携われる。自らの夢に正直に決断を下したことが、現在につながった。

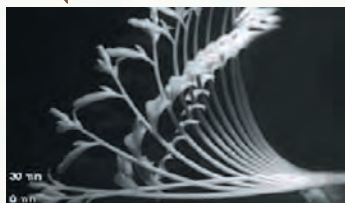
「回り道はしましたが、バクテリオファージや大腸菌で身につけた分子生物学の知識や思考法が、今の私の研究の柱になっていると心から感じます。だからこそ、研究者を目指す若い人に、私からも、『今の仕事をしっかりしていれば、自ずと次の道は拓けるものです』という言葉を送りたいですね」

### 研究の概要

JSTの研究課題では、シロイヌナズナの重力屈性異常変異体について、原因となる遺伝子が重力屈性のどのようなプロセスでどんなはたらきをしているかを研究している。その結果、アミロプラストの自由な動きをコントロールする遺伝子のはたらきが、重力屈性のメカニズムで重要な役割を果たしていることがわかってきた。

また、現在はおもに地上部（茎）の内皮細胞に

### 花茎の重力屈性反応



シロイヌナズナを水平に倒すと、重力を感じて伸びる方向を変え、約90分で再び真上に向かう。

おける重力屈性を研究しているが、根や葉などで重力を感じる細胞についても対象とし、発現している遺伝子を比較研究することで、重力を感じるセンサーそのものを明らかにしようと考えている。

「稲の原種は、葉が横に広がるように生えるものでした。しかし、それでは収量が上がらないため、まっすぐ立つ、すなわち重力屈性が非常に高いものを長い歴史のなかで選抜した結果、今のような稲が広まったのです。重力屈性の研究も、将来的にはそうした育種につながり、世の中に役立つ可能性を秘めていると思います」（森田さん）

File

# 04 「出る杭」を大きく育てる 未来の科学者養成講座



事業の概要

**理** 科や算数、数学の分野で高い能力を持ち、意欲のある児童・生徒に対してその芽を育てるために高度な体験的プログラムを提供するこの事業は、平成20年度から開始された。

プログラム内容は、大学が主体となって先端的設備と先端的研究者を活用して作成される。JSTと大学などが連携して、将来科学技術の分野で世界をリードするような、高い水準の人材育成を目指して講座を開講している。

受講生の対象は、大学によって異

なるが、小学生から高校生まで。各大学のプログラムへの応募者から意欲や能力により受講生が選ばれる。受講生は、半年から1年間(大学によっては2~3年)にわたり、月に1~2回大学に通って、研究者や大学院生のチューターから、先端的な設備を使った実験・観察や講義を受けたり、自分が興味のあるテーマについて研究する。なかには、特許申請や論文執筆などを旨とする高校生もいる。また、選ばれた受講者だけでなく、一般の児童・生徒や保護者などが参加できる「公開

講座」を実施する大学もある。2010年8月には「全国受講生発表会」が開催される。

平成22年度は、下の地図にあるように、全国各地16の大学で「未来の科学者養成講座」を開講している。

「未来の科学者養成講座」を実施している大学 (平成22年度)



TEXT：大宮耕一

受講生の感想より

東京大学：最先端研究を取り入れた  
ジュニア科学者育成プログラム

宇山慧佑さん(開成高校3年)

## ソレノイドを用いた 拮抗二関節筋構造を有する 二足歩行ロボットの研究

この講座への参加のきっかけは、偶然「未来の科学者養成講座」のWebサイトを訪れたことでした。サイトを見て、日本でも、高校生が大学で研究できることを知り、そのときに始めようと思っていたことができる東京大学のこの講座に応募しました。

「移動」するということは、「知」と密接な関係があるといわれています。私は特に、ヒトの二足歩行について



受講中の宇山さん

構成論的なアプローチを考えています。これまで研究室では、主に先生方との議論を中心に時間を費やし、研究室以外ではロボットの製作や筋骨格系の再現、ソレノイド駆動回路の設計や製作を行ってきました。

今後は、まずは、ロボットの歩行を1つの目標に、深遠なる「知」という問題にアプローチしていきたいと考えています。

早稲田大学：「出る杭」人材を育てる早稲田プログラム  
—めざせ！未来の科学者—

池田智代子さん(早稲田実業高校3年)

## 森を測る —冷温帯広葉樹林における 森と炭素との深い関係

高2の夏に、学校の先生に「未来の科学者養成講座」のことを紹介されて、将来への選択肢を少しでも広げたいと思って応募しました。

配属された生物地球環境班では、教授や研究室の方々へ助けられながらフィールド調査、実地で得たデータ



経井沢での樹木野外調査の様子。右端が池田さん

を基とするエクセル等を使った分析、プレゼンテーションを行いました。また、日本生態学会高校生ポスター部門に参加したり、他校の方々とも知り合ったりすることで良い刺激を受けました。学校の勉強だけでは得られなかった多くのことが学べたと思っています。

この講座に参加して、漠然と懂れていた“研究”というものの一端を知ることができたと同時に、どの道に進んでも積極的に自ら学び取る姿勢を忘れずにいこう、と思えるようになりました。