

# JST NEWS

Vol.7  
2010

No.6  
September

9 月号

Feature

02

第42回国際化学オリンピックを日本で開催

国際化学オリンピックの経験が育むものとは何か？

Feature

01

研究領域「情報システムの超低消費電力化を目指した技術革新と統合化技術」の取り組み

情報システムの消費電力を  
100分の1～1000分の1に  
低減せよ!



科学技術振興機構の最近のニュースから……

## JST Front Line ..... 03

Feature 01



研究領域「情報システムの超低消費電力化を目指した技術革新と統合化技術」の取り組み

## 情報システムの消費電力を 100分の1~1000分の1に低減せよ! ..... 06

これまであまり着目されることのなかった情報システムの消費電力を、大幅に削減する研究が進められている。これは世界的な潮流となっている「グリーン・イノベーション」と合致するだけでなく、さらに大きな世界を切り開く可能性を秘めた研究なのだ。

Feature 02



第42回国際化学オリンピックを日本で開催

## 国際化学オリンピックの経験が 育むものとは何か? ..... 10

7月、世界の高校生等が化学の実力を競う、第42回国際化学オリンピックを東京で開催。はじめて日本で開催されたこの大会で、日本代表の4人の高校生たちは、金・銀メダル各2個の好成績を収めた。また、彼らはこの大会で、メダル以外にも多くのものを得たようである。



## ようこそ、私の研究室へ ..... 14

福谷克之 東京大学 生産技術研究所 教授



JSTの科学コミュニケーション事業

## File 05 スーパーサイエンスハイスクール(SSH) ..... 16

### 理 事 長 茶 話

(聞き手:研究プロジェクト推進部 米澤崇礼)

——高齢化社会の問題にJSTはどのように貢献できるのでしょうか?

「JSTの研究は課題解決を目的として知を創出していくことが特色です。これまでも人工股関節の開発をはじめとする個別のプロジェクトでは大きな成果を上げてきました。しかし今、この問題に対してはもっと深く考え直す時期に来たのではと思っています。

いずれは世界各国で高齢化社会への対処が必要となるでしょう。この問題に一足早く直面した日本は、実は世界の研究動向をいち早くつかんだとも言えます。ですから日本が対応策を確立できれば、それは10年、20年先において強みになります。

公害問題やオイルショックを経験した日本がクリーンでエコな産業で世界を牽引したように、高齢社会に適応するシステム・技術でも世界をリードするようになるのです。

JSTは産学共創・S-イノベという、大学や産業界の異なる視点を持つ人々が考えを交換するプラットフォームを整えています。この制度を充実させて、産学官の知を結集することで、JSTは高齢化社会に対処しようとしています。特にこの問題の解決には、要素技術だけではなく、総合的なシステム技術の創出も必要になるので、JSTのこの制度が有効です」

——科学技術と共にある高齢社会についてお話しください。

「医療の進歩で健康に過ごせる期間が延びており、まだまだ社会に貢献したいと思う人が増えています。これからは、そのような『元気な時間』をより長くする科学技術が必要でしょう。JSTでもまず、健康状態の観察から技術開発が進んでいます。

たとえば自宅で簡単に健康状態をチェックできるセンサ。それを記録分析し、必要とあればかかりつけの医者へ通信・相談するシステム。健康に関する膨大なデータの蓄積をもとに、病気にかからないようにガイドする『予防医学』。

さまざまな技術を駆使することで、これらのある未来を創うことができます。私たちは今、その入り口に来たところですよ」



# JST Front Line 9



## 国内大学の最先端シーズと産業界のマッチングイベント 「イノベーション・ジャパン2010-大学見本市」を開催。

大学の最先端技術シーズと産業界のニーズのマッチングを図る、国内最大級のイベント「イノベーション・ジャパン2010-大学見本市」が、9月29日(水)～10月1日(金)の3日間、東京・有楽町の東京国際フォーラムで開催されます。

このイベントは、大学発最先端シーズを展示する「大学ゾーン」、企業が展示を行う「企業・ベンチャーゾーン」、シーズとニーズのダイレクトなマッチングを図るプレゼンテーションの場を提供する「イベント・説明会ゾーン」から構成されており、昨年は延べ4万人を超える大学・企業関係者が来場しました。また、出展されたシーズの約25%が、本イベントをきっかけとして、産学共同研究などに進展しています。



会期:9月29日(水)～10月1日(金)

会場:東京国際フォーラム

今年で7回目となる本イベントは、大学からの出展応募数が増加するなど、注目度が一層高まっています。

見本市は、「ナノテクノロジー」「材料」「環境」「新エネルギー・省エネルギー」「ア

グリ・バイオ」「医療・健康」「ものづくり」「IT」の計8分野のシーズ展示と、大学の研究者が、研究の実用化に向けてセミナー形式で発表する「新技術説明会」に加え、今年は各出展ブースのすべての研究者が1分間で研究を紹介する「ショートプレゼンテーションコーナー」を新設。研究者自らがキラリと光るシーズの魅力を発信することで、企業側のニーズとのマッチングを促進します。また、聴講者を大学等の研究者に限定して企業側のニーズを発表する「産から学へのプレゼンテーション」も今回初めて実施、事業化を見据えた産学連携を推進します。詳細は公式HPへ。<http://expo.nikkeibp.co.jp/innovation/2010/>



## JSTの委託開発により開発された「生体活性傾斜機能を有する人工股関節」が 第35回井上春成賞を受賞!

大学等の独創的な研究成果を実用化、製品化した研究者や企業を表彰する「井上春成(はるしげ)賞」に、JSTが独創的シーズ展開事業委託開発の開発課題として支援した中部大学生命健康学部小久保正教授と日本メディカルマテリアル株式会社の「生体活性傾斜機能を有す



授賞式の様子。受賞者に表彰状と井上ゴールドメダルが贈られる。さらに研究者には研究奨励費として(財)新技術振興渡辺記念会より副賞も。

る人工股関節」の成果が選ばれました。

「井上春成賞」は、JSTの前身の1つである新技術開発事業団の初代理事長を務めた井上春成氏のわが国の科学技術の発展への貢献を顕彰するため、1976年に創設されたものです。この賞は大学等の研究成果をもとに企業が開発、企業化した技術で、わが国の経済発展、福祉の向上に貢献したもののなかから特に優れたものに贈られます。

小久保教授らの研究チームは、チタン合金をアルカリ・加熱処理して生体親和性を付加する技術を開発し、人工股関節に適用して、世界で初めて臨床試験に成功し、実用化した業績により選出されました。従来までの人工股関節は10～15年で新しいものと交換する必要がありましたが、この技術を用いた人工股関節は、耐久性が

### ●高生体活性能を有する人工股関節



さらに10年以上向上することが期待され、患者の生活の質の向上に大きく貢献します。なお、臨床試験は京都大学医学部の中村孝志教授を中心に実施されました。平成19年に厚生労働省から医療機器としての薬事承認を取得して事業化し、現在までに350カ所あまりの医療機関で約5000にのぼる床例で実際に使用されています。





戦略的創造研究推進事業CREST「アレルギー疾患・自己免疫疾患などの発症機構と治療技術」  
研究課題「新たなアレルギー発症機構の解明とその制御」

## 悪玉細胞とされていた「好塩基球」がダニ防御に活躍！ 吸血ダニに対する生体防御の仕組みを解明

東京医科歯科大学大学院医歯学総合研究科の烏山一教授らの研究チームは、白血球の一種である「好塩基球」が吸血ダニに対する生体防御に重要な役割を果たしていることを明らかにしました。

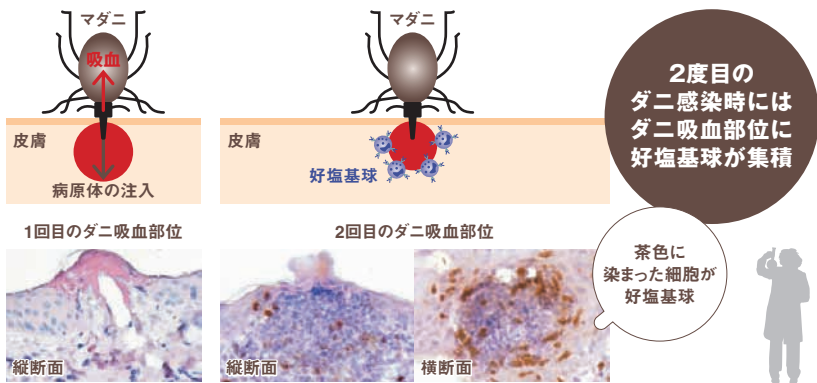
好塩基球は、末梢血中に約0.5%しか存在しない血球です。19世紀にはその存在が確認されていましたが、数が少ないうえに詳細な機能を調べるために有用な「好塩基球のみを欠損した実験動物」が存在しないことなどから、好塩基球の生体内での役割は長い間、謎でした。以前の研究で、一度吸血ダニの感染を経験した動物は、2回目以降のダニ感染に対して抵抗性を持つこと、2回目以降のダニ吸血部位には好塩基球の集積が認められることが報告されていましたが、好塩基球がダニ抵抗性に関与しているかどうかは不明でした。

烏山教授らの研究チームは今回、世界に先駆けて好塩基球欠損マウスの作製に

成功しました。さらに、好塩基球欠損マウスでは2度目のダニ感染であっても、ダニに対する抵抗力が消失し、1回目と同じような症状を示すことを突き止めました。また、正常なマウスでは、2度目にダニに吸血されたとき、ダニ抗体で武装した好塩基球が皮膚のダニ吸血部位に集合して一斉にダニ

を攻撃するという仕組みを明らかにしました。

今後、好塩基球によるダニ排除の分子メカニズムをさらに研究することで、ダニ感染に対する効果的なワクチンの開発など、ダニが媒介する重篤感染症の制御に向けた新たな戦略が可能になると期待されます。



戦略的創造研究推進事業さきがけ「RNAと生体機能」／研究課題「ショウジョウバエをモデル系としたmRNA型non-coding RNAの解析」

## 最も小さな遺伝子の驚くべき役割が明らかに！ 極小ペプチドによる発生制御の仕組みを発見

自然科学研究機構・基礎生物学研究所 岡崎統合バイオサイエンスセンターの影山裕二特任助教らは、真核生物でもっとも小さな遺伝子として知られる *polished rice (pri)* 遺伝子が、ショウジョウバエの胚の発生過程に重要な遺伝子群をはたらかせる際のスイッチとして機能

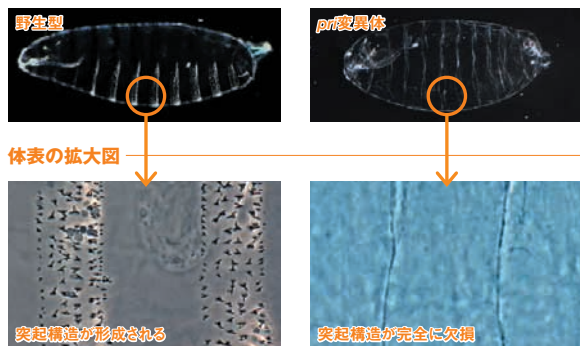
することを世界で初めて発見しました。

ヒトを含む動物には、ノンコーディングRNAと呼ばれるたんぱく質をコードしていないRNAが数多く存在すると考えられています。一方で、コンピュータを用いた予測では、ノンコーディングRNAに分類されるRNAのうち、少なくとも数千個は非

常に小さなたんぱく質（ペプチド）をコードしている可能性があることも示されています。しかし、これまでこのようなペプチド遺伝子が実際に存在し、さらにそれが生物学的に重要な機能を持っているかといった点については、ほとんどわかっていませんでした。影山特任助教らは、2007年に、ショウジョウバエでアミノ酸11個からなる極小ペプチドをコードする *pri* 遺伝子を発見し、幼虫表皮の突起形成に必要なであることを明らかにしていました。

今回、さらに *pri* 遺伝子がコードするペプチドが、突起構造を作らせるための遺伝子群の発現調節スイッチとしてはたっていることを突き止めました。今回の成果は、これまでペプチドをコードしていない、またはペプチドの機能が見過されていた、小さいけれど重要な機能を持つペプチド遺伝子を見つける足がかりとなるでしょう。

### ショウジョウバエの幼虫



### ● *pri* 遺伝子の役割

正常な幼虫(左)と *pri* 遺伝子を欠損した幼虫(右)。 *pri* 遺伝子を欠損した幼虫の表皮には突起状の構造がなく、這いまわれない。 *pri* 遺伝子のコードするペプチドは生存に必要な体の構造をつくる遺伝子群を調節する非常に重要な役割をはたしていることがわかった。



## RISTEXとブリティッシュ・カウンシルが共催でシンポジウム 「社会的課題解決に資する新しいイノベティブな取り組み」を開催

2010年7月9日(金)、JST社会技術研究開発センター(RISTEX)は、英国の公的な国際文化交流機関であるブリティッシュ・カウンシルと共催し、「社会的課題解決に資する新しいイノベティブな取り組み」と題した国際シンポジウムを東京・富士ソフトアキバプラザ5階アキバホールで開催しました。

地球温暖化や少子高齢化、エネルギー問題など、21世紀の人類・社会が抱える数多くの課題は、最先端技術や科学的知見を駆使した研究開発だけではなく、人々の知識や経験、地域の特性を総合しながら、解決策を模索する必要があると考えられています。このような問題の解決策となりうるイノベーションを創出する取り組みは、現在、世界中が注目するものとなっており、経済協力開発機構(OECD)の科学技術政策委員会でも2009年から特別にワークショップを設けるなど積極的な活動が行わ



シンポジウムの様子。社会的課題解決のための手法について具体的な事例を交えながら考察する機会となった。

れています。RISTEXは、まさにこのようなイノベーション創出の促進を目的とした研究開発事業をサポートする取り組みを行う世界的にもユニークな機関で、先述のワークショップでも主催国として中心的な役割を担ってきました。

今回のシンポジウムは、2009年のOECDでのワークショップを受けて環境や地球温暖化に関連する社会的課題解決

に取り組むRISTEXとブリティッシュ・カウンシルが共同で開催したものです。このシンポジウムは、社会的課題解決の重要性に触れ、社会イノベーションを促進させるために、国境や文化を越えて情報を共有し、互いに学習の場を持つことを狙いとしていました。このようなシンポジウムは日本では初めてであったことから、産学官それぞれの要人など200人以上が集結。特にパネルディスカッションで活発な議論が行われました。なかでも英国の国立科学技術芸術基金(NESTA)のケースプレゼンター、ならびにRISTEX環境領域のケースプレゼンターによる事例紹介に注目が集まり、社会的課題の解決には領域を越えた分野横断的、学際的な取り組みが不可欠であるとの認識が新たにされました。今後も、RISTEXが中心となり、国境を越えた社会イノベーション創出を図るため、シンポジウムなどの活動を継続的に進めていく予定です。

### NEWS 06

#### 幅広い分野にわたる科学技術の話題を分かりやすく 紹介・解説するインターネットニュース番組 「サイエンス ニュース」が新しくなりました。

2010年3月からインターネットで配信している「サイエンス ニュース」を6月から内容、情報量ともにパワーアップ。日々の新情報を動画でお届けしています。

「サイエンス ニュース」は、最先端の科学技術に関する話題から生活に密着した話題、理科教育に関する話題など、多様な科学技術を、わかりやすく紹介・解説する新しいインターネットニュース番組です。

サイエンス ニュースでは、曜日ごとに配信テーマを設定。月曜日から金曜日まで「身近な科学ニュース」「子ども向けニュース」「最先端の科学技術情報」「教員向けニュース」「科学技術政策ニュース」の5つのテーマで日替わり配信しています。加えて、「その他のニュース」として研究成果、各種シンポジウムやイベントなどに関する

情報を取材し、随時配信しています。国内外の科学技術政策に関して掘り下げた解説を交えた「科学技術政策ニュース」や学校の先生に向けた「教員向けニュース」など、ユニークな視点からお届けする情報は一見の価値があります。

ご視聴は無料です。ぜひ、ご覧ください。

各ニュースは3~5分程度で構成されており、過去のニュースはいつでも閲覧できます。



<http://sc-smn.jst.go.jp/sciencenews/>

### NEWS 07

#### 9月15日(水)~23日(木・祝)の8日間、 中秋の名月に合わせて 「中秋の名月 未来館でお月見!2010」を開催します。

日本科学未来館で、9月15日(水)~23日(木・祝)に、「中秋の名月 未来館でお月見!2010」を開催します(21日・休館)。

今年も、9月22日の中秋の名月に合わせて月や宇宙にちなんだ特別展示に加え、月にまつわるさまざまなイベントを予定しています。

シンボル展示の「Geo-Cosmos(ジオ・コスモス)」を月に変身させ、JAXA(宇宙航空研究開発機構)の月周回衛星「かぐや」が捉えた月の映像を投影。地球からは決して見ることができない月の裏側まで楽しむことができます。

「月に挑む!——世界をリードする日本の月探査ロボット計画」と題したトークイベントでは、日本の月探査計画で2020年の実現を目指すロボットによる無人月探査についての話を聞くことができます。地球からの遠隔指示によりロボットで月面基地を建設し、ロボットが長期的に月面を探査するという夢のような世界も、そう遠くないのかもしれない。そのほか、月の居住環境というテーマについて学びながら、自分が月の生活に向いているのかを測定できる楽しい特別展示や、船外活動服の試着体験(身長150cm以下の子供が対象)など、多数のイベントを取り揃えています。

月でウサギが餅をつく姿を想像するのもよいですが、未来館で、未来の月生活を夢見るのも一興だと思いませんか? 詳しい情報は以下のホームページをご覧ください。

<http://www.miraikan.jst.go.jp/>



投影画像提供:JAXA



研究領域「情報システムの超低消費電力化を目指した技術革新と統合化技術」の取り組み

# 情報システムの消費電力を 100分の1～1000分の1に低減せよ!

これまであまり着目されることのなかった情報システムの消費電力を、大幅に削減する研究が進められている。

これは世界的な潮流となっている「グリーン・イノベーション」と合致するだけでなく、さらに大きな世界を切り開く可能性を秘めた研究なのだ。

## 領域が目指す成果「ULP統合システム」とは何か?

### 盲点となっていた 情報システムの低電力化

「情報システムの超低消費電力化」と言われても、すぐにはピンとこない人が多いかもしれない。情報システムは、たとえば自動車や家電のように具体的に使っていることを意識させるものではなく、情報を保存、管理、流通させるためのコンピュータやネットワーク、それを制御するソフトウェアなどを含む仕組みを指す。この研究領域を総括するキャノン株式会社顧問の南谷崇氏（東京大学・東京工業大学名誉教授）はこう語る。「電力総需要に対して情報機器の消費電力が占める割合というのが、2000年は1.4%程度でしたが、2010年には6.4%ぐらい、2020年になると20%に達する見込みなのです。過去10年に発電量は10%程度しか増えていないのですが、情報機器の消費電力は5倍増えている。だから、情報シ

ステムの消費電力を抑えることが、そのまま国の電力総需要を抑制することにつながるのです」

現代は情報社会で、あらゆる活動が情報システムに依存している。となれば、その部分での電力需要がかさむのは当然の話なのだが、情報システム全体の消費電力を抑えるということは盲点となっていたのだ。

「情報システムの研究者、とくに上位レベルのネットワークの研究者は、電力のことなんてあまり考えたことがなかった。ソフトウェアが電気なんか食うのか、とみんな思っていたわけですから（笑）」

### 消費電力を抑えることで 「省エネ」にとどまらない成果を

しかし、この研究は単なる「省エネ」だけを目指すものではない。そこにはもう1つ、もっとポジティブな側面がある。情報システムの高品質化だ。

「たとえば、マイクロプロセッサは年々クロックスピードを上げて高性能化されてきたのですが、その傾向が数年前に止まったのです。理由は発熱量が大きくなりすぎたこと。これまでムーアの法則(\*)の通りどんどん高品質化してきたのですが、それが物理的な限界に達する前に、発熱量の限界とか、集積化による信頼性の低下といった問題に突き当たったのです」

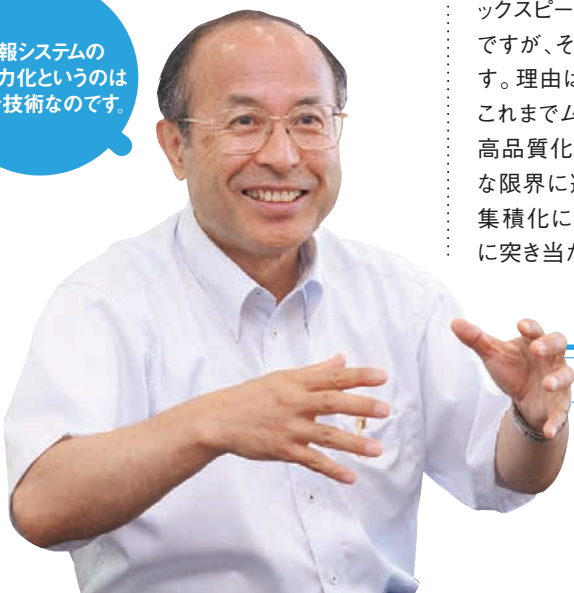
### \*ムーアの法則

インテルの創設者の1人、ゴードン・ムーア博士が1965年に提唱した半導体技術の進歩に関する経験則。「半導体チップの上集積されるトランジスタの数(集積密度)は、18カ月から24カ月で倍増する」というもの。

これは逆に言うと、消費電力量を減らすことができれば、もっと半導体の性能を上げることができるということ意味する。そしてそれは、情報機器に新たな付加価値を持たせることにつながるのだ。

「たとえば携帯電話の場合、買ったその製品の寿命がくるまで、ずっとバッテリー寿命がもつことが理想的です。だから消費電力を減らすというのは、製品の品質を高め、競争力を増すことになる。そうすると、情報システムはスーパーコンピュータから携帯電話まで、いろいろなレベルがあるわけですが、新しい産業分野を創ることになる。そういう信念のもとに、この研究を進めているのです。電力の使用量を抑制するということだけなら、使わなければいい、生活の質を落とせばいいということになる。でも、それは現代の生活の質を保つためには難しい。むしろ消費電力を下げることによって、もっと豊かな生活ができるようにしたいと考えているのです」

情報システムの  
省電力化というのは  
総合技術なのです。



研究総括

南谷 崇 なんや・たかし

1946年生まれ。東京大学大学院工学系研究科計数工学専門課程を終了後、1971年、日本電気に入社。1981年に東京工業大学工学部情報工学科の助教授に就任。89年に同大学工学部電気電子工学科教授、95年に東京大学大学院工学系研究科計数工学専攻教授、96年に同大学先端科学技術研究センター教授、2001年から2004年まで同センター長・東京大学評議員。2010年からキャノン(株)顧問。東京大学・東京工業大学名誉教授。

## 情報システムの各階層で消費電力を100分の1から1000分の1に

では、具体的にこの領域ではどのような形で研究が進められているのだろうか？

「情報システムというのは階層構造になっています。いちばん下はデバイスと回路。そしてその上にはコンピュータのアーキテクチャ、システム、ソフトウェア、ネットワーク、その上に乗っかるアプリケーションなど、いろいろな階層があるのです。デバイスに関してはもともと消費電力を抑えることができる程度意識されていたので、それなりに研究は進んでいたのですが、階層の上のほうではあまり

その技術を統合して、全体として最適化する。そうやってシステム全体として低電力化を実現する、そういう狙いを持っています」

## 情報システムのユビキタス化を実現するULP統合システム

ここで特徴的かつ重要なのが「連携」という言葉だろう。この領域では、各チームの成果はもちろんだが、それを持ち寄って、1つの統合的なシステムを作りあげることにも主眼が置かれているのだ。

「むろん、発足当時からそういう構想はありましたが、それを具体化するのがULP (Ultra

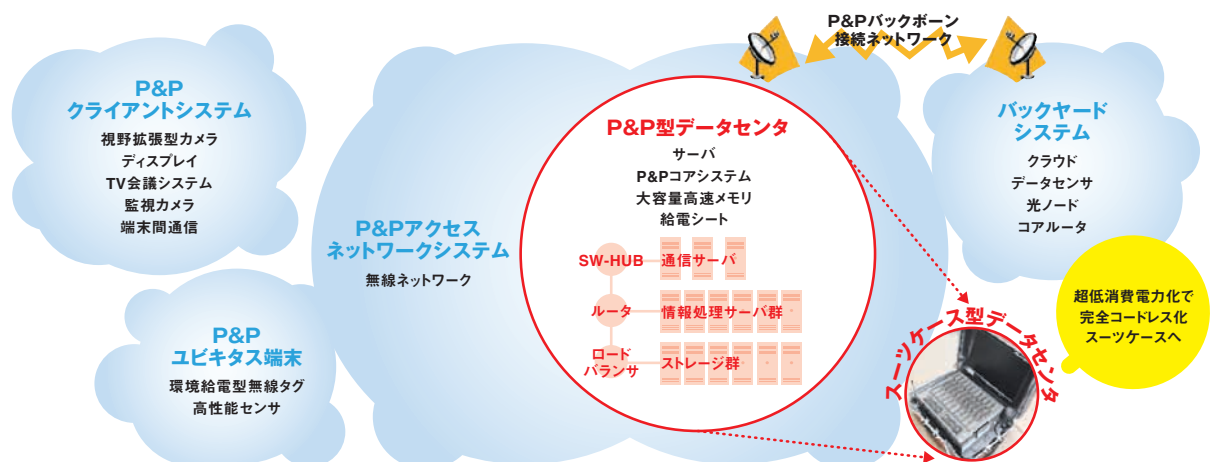
すり合わせも考えてくれています」

それにしても消費電力を100分の1から1000分の1に減らすというのは、あまりハードルが高すぎるように思えるのだが……。

「たしかに消費電力あたりの処理性能を従来の10倍にするだけでも画期的なことですから相当ハードルが高いといえるでしょう。でも、100倍、1000倍ぐらいを目指すと研究者は本気になる。周辺の技術も進んできませんから、工夫次第では2倍や3倍にはできません。でも、2倍3倍ではすぐに陳腐化してしまうでしょう。2桁3桁だと今までと同じことを考えてはダメだし、そこにブレイクスルー

## ULP 統合システム (Place & Play情報システム)

どこにいても情報端末をPlace (置く) だけでPlay (駆使) できるようにするためのシステム概略。このシステムを実現するためには、クライアントシステム、ユビキタス端末、アクセスネットワークシステム、バックヤードシステムといった個々のシステムでの超低消費電力化が必須となる。



考えられていなかった。ネットワークの研究者はプロトコルやトラフィックのことは一生懸命考えているけど、そこで電気を消費していることなど、あまり考えていなかった。従って情報システムの階層のうち上位ほど、低電力化の余地がたっぷりあるのです」

この研究領域は、回路・デバイス、アーキテクチャ、コンパイラ、OS、アルゴリズムなど、情報システムのさまざまな階層をカバーする12のチームで構成されている。

「各階層で消費電力あたりの処理性能を従来の100倍から1000倍にする、同じ性能であるなら消費電力を従来の100分の1から1000分の1にする。これが目標です。各階層の個別課題の数値目標をまず設定しています。それに加えて、上から下まで連携し、

Low Power＝超低消費電力) 統合システムなのです。情報社会というのは、雲(クラウド)の中にデータセンターがあって、雲の外には端末がある。そして、そのネットワークの上でいろいろなサービスが提供されている。そのあらゆるところで低消費電力化を実現できたら……Place & Play。どこにいても置くだけでコンピュータが使えるようになるのです。生活空間の隅々に埋め込まれたセンサがあって、情報をネットワークから取り入れられる。しかも低消費電力化することによって、センサも無給電で動くし、端末の動力も無線給電だけでまかなえるようになる。こういう未来像を描き出すのに2年かかりましたが、今は研究者がそれぞれの課題に取り組むと同時に、この全体的なシステムとの

を期待しています」

この研究領域の成果を紹介するシンポジウムを開催します。ULP統合システムの紹介と研究成果のデモ展示も行われますので、ふるってご参加ください。

研究成果公開シンポジウム

グリーンITが創る豊かな社会と強い産業

日時: 2010年11月26日(金) 13:00~17:15

場所: 秋葉原 UDX 南ウイング6階

詳細、参加登録はHPをご覧ください。

<http://www.ulp.jst.go.jp/topics/101126WS.html>

情報システムの消費電力を1000分の1~1000分の1に低減せよ!

# ワイヤレス積層チップで消費電力1000分の1を実現!

## 1000分の1というハードルをすでにクリアしてしまったチーム

南谷氏が総括する研究チームのなかで、消費電力を1000分の1に減らすという「高すぎるハードル」をすでにクリアしたチームが1組存在する。それが慶應義塾大学理工学部黒田忠広教授を中心とする「高性能・超低電力短距離ワイヤレス可動情報システムの創出」チームだ。

チームの目標は「ワイヤレスネットワーク接続による可動情報システムの構築に向け、短距離データ無線通信技術とエネルギー無線給電技術を従来の1000分の1の電力で実現」(公式資料より)することだが、今回成功したのは前者の「短距離データ無線通信技術」。大規模集積回路(LSI)内に積み重ねられたチップ間のやりとりを無線(ワイヤレス)で行うことで、データ通信にかかる電力を、従来の1000分の1まで減らすことを可能にしたのである(具体的にはボタン電池1個分の電力で、2時間の映画600万本分のデータをチップ間で伝送することができる)。

## ユビキタスにはワイヤレスワイヤレスにはローパワー

黒田教授は、もともと企業の研究者だった。企業で研究に携わっていた頃から低電力技術には大きな関心を寄せていたが、残念ながら当時、その技術は研究開発の主流ではなかった。

「低消費電力化はいつもオマケで、その頃は、情報処理速度のほうが重要だったので。インテルが1ギガのプロセッサを出した、2ギガのプロセッサを出したというと、みんな高いお金を出してそれを買うのですが、20%のローパワーになったといっても誰も購入してくれなかったのです」

だが現実には、デバイスの世界では、早くから低電力化が大きな鍵を握っていた。現在のLSIでは、CMOSという回路が主に使われているが、これは先行するバイポーラやNMOSという回路よりも通信のスピードが遅い。それなのになぜ使用されているのかというと、低電力だからということに尽きる。

「集積回路というのは、ちっちゃいチップの中にたくさんトランジスタを集積することに意味があります。今、何十億、何百億個という

レベルになっていますが、これが集積できなくなるときはいつも電力が原因なのです。電力消費量が増えて熱が発生し、これ以上集積すると冷却が追いつかなくなってしまう。平常時はスピードが重要といわれますけど、壁に当たるときにはいつも電力が問題となっているのです」

そこで2000年に慶應大学に移ったのを機に、黒田教授は「生活に溶け込むエレクトロニクスを目指す」というテーマを掲げ、低電力化とワイヤレスの研究に力を注いできた。

「ユビキタス(\*)という言葉を最初に使ったマーク・ワイザーは、完璧な技術は目に見えない技術だ」と書いています。日常生活という織物のなかに完全に織りこまれていて、わたしたちの目には見えない、と。でも、そのためにはワイヤレスであることが必須です。機器をいちいちAC電源につないでいるようでは全然ダメですね。となると、電池を使うにせよ、無線給電を使うにせよ、低電力であることが重要になってくるのです」

### \* ユビキタス

それが何であるかを意識せず、いつでも、どこでも、誰でもが恩恵を受けるインターフェイスや環境のこと。

つまり、ユビキタスなエレクトロニクス社会にはワイヤレスが必須だし、ワイヤレスには低電力が必須だということだ。なかでも、黒田教授は至近距離での無線通信を専門としている。

「昔だったら、短い距離ならばコードでつながっていました。でも今はさまざまな情報機器が身のまわりにある。それがバラバラにあっても意味がないので、ネットワークにすることが重要なのですが、そうなったときコードで機器がつながっていたらわざわざいいでしょう?」

生活に溶けこまないでしょう? ですから、通信はどんどん無線になってつながっていくものになるだろうと思うのです」

## 「辺」だけではなく「面」を効率よく使うためには

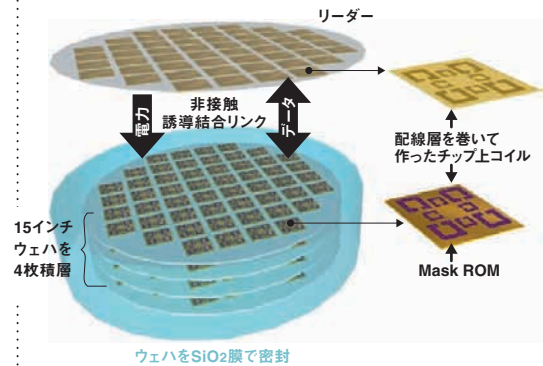
その極めつけともいえるのが、今回のワイヤレス積層チップだろう。先述のパワーの問題もあるが、この30~40年、人類が経験し

## ワイヤレス通信の実用例

### デジタルロゼッタストーン

ナポレオンがエジプト遠征で発見し、古代エジプト語解読のきっかけとなったロゼッタストーン。それと同様に、現在の文化を未来に伝えるためのメディアとして開発されたのが、このデジタルロゼッタストーンだ。

「現行のDVDやブルーレイは数十年しか持ちません。しかし、これはメモリに情報を書きこんだら完全に密閉してしまいますから、一切外部の影響を受けません。半導体というのは基本的に石ですから、配線さえ酸化しなければいくらかでも長持ちするものなのです。では、密閉してしまっただけで情報の読み取りはどうするのかというと、ワイヤレスでデータ通信をするのです。これで1000年は持つという研究レポートもあります」



黒田忠広

くらだ・ただひろ

1959年生まれ。1982年に東京大学工学部電気工学科卒業。同年、東芝に入社し半導体の研究に携わる。1988年から90年にかけてはカリフォルニア大学パークレイ校にて客員研究員。1999年に工学博士号取得。2000年に慶應義塾大学に移り、2002年より教授。



たことがないほどのスピードで、半導体を成長させてきたムーアの法則にも、鈍化の傾向が見えてきた。これまでは1つのチップにどれだけトランジスタを載せられるかの勝負だったが、それが頭打ちになってくると、当然のように、平面のチップを積み上げ、それによって性能を上げようとする考えが生まれてくる。

「現にもうチップは重ねる時代に入っています。ただ問題は、積み上げたチップをチップの周辺だけを利用してワイヤボンディングという技術で結んでいること。いくらチップの性能が上がっても、そこに入出力する情報速度が上がらなかつたら、性能を持てあましてしまう。チップの性能が面積に応じて向上するのに、情報は辺だけからしか通信されないで、速度が上がる余地が少ないうえに、無理に増やすと電力も余計に消費してしまうのです」

では、辺だけでなく面を使う方法は？

「あります。縦に穴を開けて通信できる信号の通り道をつくる。これが貫通シリコンビアという技術です。この技術が15年以上前から研究開発されていて、いまだにかたちになっていない。なぜか？ コストが高いのです。1チップ当たり20円。メモリなどのチップは今300円ぐらいで販売されています。コストは200円ぐらいでしょう。ということは貫通シリコンビアにするだけで製造コストが10%も上がるわけで、薄利多売のこの世界ではとても許されることではありません」

だったら物理的に穴を開ける代わりに、回路技術でやっつけてしまおうという発想で開発されたのが、チップを通り抜けるインターフェイス、スルーチップインターフェイス(TCI)だった。

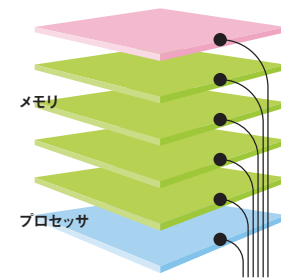
「これは非常に単純で、まずはコイルを作ります。チップにはトランジスタを結線して回路を作るための配線がたくさん用意されているので、その配線を使ってコイルにするだけです。コイルが2つ重なるとトランスのように結合してくれるんですね。片方に流れる電気が変化すると磁界が変化して、磁界が変化するともう片方のコイルに電圧が発生して、データの通信ができる。これはもう非常に単純な理屈です。新しい原理や技術を追加するだけがテクノロジーではありません。回路は、みなさんがよく知っているデジタルCMOS回路。これもなにも変える必要がない。ただ新しいのは、磁界結合をデジタルデータ転送に使うという発想。これはどこにもなかったことなんですよ」

まさにコロンブスの卵。これについて黒田教授は、「大学という環境が良かったです。

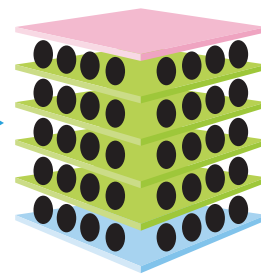
## 積層チップ間の通信技術は周辺から面へ、機械式から電子式へ

ワイヤボンディングは安価な技術ですでに実用化もされているが、チップの周辺部分でしか情報のやりとりができないため、処理速度が上がらない。その欠点を解消した貫通シリコンビアは製造コストが高い。しかし、誘導結合によるワイヤレス通信なら、スピード、コストの両面で、チップの性能を格段に上げることができる。

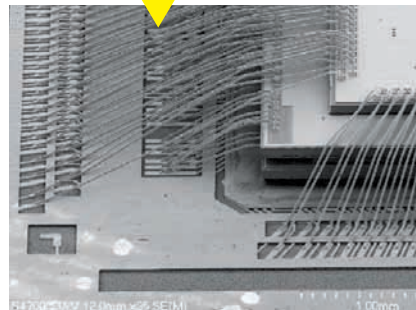
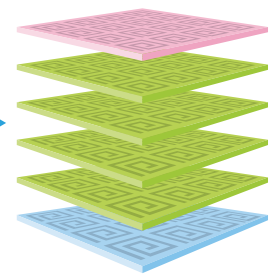
### ①ワイヤボンディング



### ②貫通シリコンビア



### ③誘導結合通信



電磁気学の初心者ともいえる学生たちに囲まれていたおかげで、新鮮な発想ができたのです」と語る。

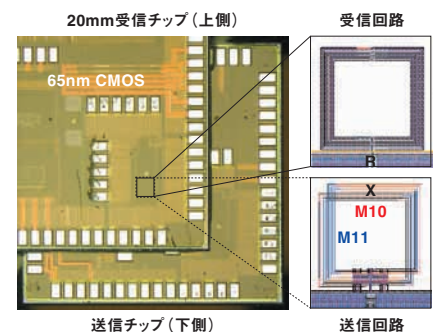
## ビジネスの壁を乗り越えれば いつでも実用化が可能な技術

それにしても1000分の1まで消費電力を下げるというのは、並み大抵の苦勞ではなかったはずだが……。

「最初は口をすべらせてしまったようなものです(笑)。南谷先生のプロジェクトに参加したくて、ですから、あとでしまったと思いましたが、なんとか実現させるべく考えました。究極的には回路をできるだけ削ぐ。トランジスタをできるだけ使わない。でも、回路というのは工夫すればするほどトランジスタを使うのです。ここがジレンマで、むずかしいところでした。本当の工夫ですよ、いかにして余分な物を削ぎ落とすか。目標達成まで最後の3分の1とか2分の1にするあたりは本当に辛かった。でも、目標があるとなんだかんだで頑張ってしまうものですね」

技術的な問題はすべてクリアしている、あとはビジネスの壁だけだと語る教授。「メモリ

## 今回開発した電力量削減効果実証用の 試作チップ



巻き方向が逆向きのコイルを2つ重ね合わせた2層のコイルを開発し、0と1のデジタルデータを別々のコイルで送ることで、電力の使用効率を向上。消費電力量は1ビット当たり100兆分の1ジュールで、従来方式に比べると1000分の1に減った。通信速度は毎秒1ギガビット。写真下は、試作チップの性能等を確認するための計測器。



というのは競争が激しい業界で、非常に保守的な部分もありますからね。でも一点突破できたら、みんなバタバタバタバタとついてくると思いますよ。もし10年経ってもまだ実用化されていなかったら、あいつは嘘ついたなと思ってください(笑)」

## 第42回国際化学オリンピックを日本で開催

# 国際化学オリンピックの経験が育むものとは何か？

7月、世界の高校生等が化学の実力を競う、第42回国際化学オリンピックを東京で開催。はじめて日本で開催されたこの大会で、日本代表の4人の高校生たちは、金・銀メダル各2個の好成績を収めた。また、彼らはこの大会で、メダル以外にも多くのものを得たようである。

## 世界68カ国・地域、267名の高校生が参加

### 化学好き高校生の 熱い夏の戦い

夏休みに入ったばかりの7月27日、第42回国際化学オリンピック(\*)の閉会式が、東京の早稲田大学大隈記念講堂で行われた。

国際化学オリンピックは、世界各国の高校生等が年に一度集まって、化学の実力を競い合う国際的なイベントだ。代表生徒は各国4人まで。それぞれ5時間の実験問題と理論問題の総合結果により、成績が決定される。また、10日間にわたる大会期間のなかでは、試験だけでなく、エキスカッションと呼ばれるプログラムや、スポーツ大会などが行われ、世界中から集まった同じ化学を愛好する高校生たちが、国境を越えた交流を深める場ともなっている(右の「大会プログラム」参照)。

### \* 国際化学オリンピックの歴史

1968年にチェコスロバキア・ハンガリー・ポーランドの3カ国で行った学力コンクールを起源に、やがて「国際化学オリンピック」と名を変えて、いまやおよそ70カ国が参加するようになった国際イベント。1968年の第1回大会以降、ほぼ毎年1回のペースで開催されている。日本は2003年のギリシャ大会(第35回)から代表選手を送っている。

国際化学オリンピックを日本で開催する意義について、化学オリンピック日本委員会 野依良治委員長は、こう述べている。「天然資源に乏しく、科学技術創造立国を標榜するわが国では、未来の人材の育成と確保こそが恒久的な課題です。(中略)

国際化学オリンピックはわが国高校生の化学への興味・関心を喚起し、意欲・能力を

### 大会プログラム

- 7月19日(月) 代表団到着、参加手続き  
 20日(火) 開会式  
(国立オリンピック記念青少年総合センター)  
 21日(水) エキスカッション  
 22日(木) 実験試験  
(早稲田大学西早稲田キャンパス)



- 23日(金) エキスカッション  
 24日(土) 理論試験  
(早稲田大学駒場キャンパス)



- 25日(日) エキスカッション  
 26日(月) エキスカッション  
 27日(火) 閉会式  
(早稲田大学大隈記念講堂)  
 28日(水) 選手団解散

高める絶好の機会です。高校化学の最高峰に挑む場で、他国の同世代のライバルたちと切磋琢磨し、友情を育むことは、彼ら彼女ら自身のおおいなる糧となり、化学をさらに深く学ぼうとする強い動機づけともなり

ます」(「第42回国際化学オリンピック」パンフレットより)

また、化学教育関係者の間では、世界標準に比べると日本の高校の化学教育では十分でない分野(エネルギー、有機化学、化学結合など)も少なくないと懸念されている。国際化学オリンピックに日本代表が参加することを通して、世界標準の化学教育が日本で認知されることも、大きな役割の1つだといえる。

### 日本で、世界の才能が 花開く

2003年の初参加から8年目。初めて参加したギリシャ大会(第35回)で日本は銅メダル2つを獲得、翌年のドイツ大会(第36回)では金メダル1つ、銅メダル3つを獲得した。以降、昨年のイギリス大会(第41回)の金メダル2つ、銀・銅メダル各1つ獲得まで、6年連続で代表全生徒がメダルを獲得している。今回は、日本での初開催の大会だ。同じアジアでは、すでに中国(1995年)、タイ(1999年)、インド(2001年)、台湾(2005年)、韓国(2006年)が主催国を務めている。

日本での開催は、代表生徒以外の日本の高校生や高校教育関係者に、国際化学オリンピックという大会があることを身近に知ってもらい、大会の認知度や興味を広げるとともに、化学そのものへの興味関心を高める絶好の機会になると期待されていた。開会式や閉会式には数多くのマスコミが取材にやってきており、多くの媒体で開会式や閉会式の様子や結果が報道された。

ところで、今大会のパンフレットには、「日本で、世界の才能が花開く」というキャッチコピーが書かれている。野依委員長は、「世界中から集まってくる、これからの化学



を担う若者たちに、科学技術のみならず文化や風土といった日本の良さを直接触れて知ってもらうことも、オリンピックを日本で開催する意義といえます」(前掲パンフレットより)と述べる。

エクスカッションで日光などに出かけたり、イベントで浴衣を着たりするなど、今大会に参加した世界の高校生たちは、日本文化の一端を、存分に堪能した。☑



### 閉会式

閉会式では、成績発表とメダル授与だけでなく、オーケストラの演奏や江戸太神楽などのイベントが行われ、式を盛り上げた。

表面に、富士山と桜の花があしらわれた日本大会の金、銀、銅の各メダル。▼



世界の化学のリーダーの卵たちが、この大会を通して日本という国に親近感を持ってもらうことは、世界と競争、協調してあたらなければならない問題に直面するとき、日本にとって大きなプラスとなるだろう。

### 日本代表生徒 7年連続の全員メダル受賞

閉会式は、オーケストラの演奏に始まり、野依委員長による主催者挨拶と続いた。この挨拶で野依委員長は、参加した高校生たちに向けて、「新しい時代にふさわしい、そして広く社会に貢献する人に育ってほしい」「東京でのこの思い出を人生の糧とし、やがて世界に羽ばたかれることを心から期待します」と、エールを送った。

その後、銅メダル受賞者から順に発表があり、名前が読み上げられるたびに、会場から大きな歓声がわいた。ことに開催国である日本の高校生の名前が読み上げられると、ひととき大きな歓声があがり、10日間をともにすごして生まれた一体感が感じられた。

その日本代表の高校生たちは、「前回大会の経験があるが、みんなと同じ立場で挑戦することを心がけた」という遠藤健一くん(栄光学園高等学校3年)と、「実験も筆

記も、自分の実力を出し切ることができた」という齊藤颯くん(灘高等学校2年)の2人が金メダルを受賞。遠藤くんは昨年の第41回イギリス大会に続いて、2年連続の金メダル受賞。これは日本代表生徒初の快挙となった。

大会中に体調を崩したという片岡憲吾く



ん(筑波大学附属駒場高等学校3年)は、それでも「試験中は熱を忘れるくらい集中できた」と言い、みごと銀メダルを受賞。「最後の最後まで全力を尽くした」という浦谷浩輝くん(滋賀県立膳所高等学校2年)も、銀メダルを受賞した。

日本の代表は、参加した4人が全員メダル(\*\*)を受賞するという健闘を見せ、これで、代表生徒全員のメダル受賞は2004年のドイツ大会から7年連続となった。

閉会式に続いて行われた記者会見では、4人はみな、誇らしげな表情を見せてくれた。もっとも、この誇らしげな表情は、決してメダルの獲得だけが理由ではないだろう。彼らは、この大会を通じて、メダル以外に何を達成することができたのだろうか。次のページで紹介したい。

**\*\*国際化学オリンピックのメダル**  
実験問題、理論問題の合計点によって成績がつけられ、参加者の約10%に金メダル、約20%に銀メダル、約30%に銅メダルが与えられる。日本大会では、金メダル32名、銀メダル58名、銅メダル86名という結果だった。アジア勢の活躍が目覚ましく、日本以外では、中国が4人全員金メダル、韓国が金メダル3、銀メダル1という結果だった。

## 代表候補の選出から事前学習や合宿を経て、 この4人は見違えるほど成長しました

### 国際化学オリンピックで得た 世界を知る経験

閉会式後の記者会見で、日本代表の4人の高校生たちが、この大会で得たものとして口々に語ったのは、国際交流の機会を得て、世界を知ることができたということだった。

浦谷くんは、「これまで海外の人たちがどのような価値観を持っているのかというのを知る機会がなかったけれど、この大会でその一端を知ることができました。そういう体験ができたことに大きな意義を感じました」と語る。また、片岡くんはこの大会に参加して、「これからのグローバル化の時代は、英語が大切」ということを身にしみて感じたという。

10日間の会期中、試験期間は2日で、それ以外の時間をほとんど世界から集まった高校生たちとの交流に費やしたことを考えれば、彼らが大会を通して得たものとして、こうした感想を持つのは当然のことかもしれない。また、世界最高峰の高

校化学の戦いの場で国際交流を行うことが大会の大きな目的の1つであることを考えれば、その目的は達成されているといえるだろう。

2年連続で参加した遠藤くんは、「ホスト国の代表として、より多くの生徒たちと言葉を交わすことができました」という。ぜひ、この大会で得た世界の高校生たちとの友情を、これからもずっと大切に、将来の糧にしてほしいと思う。

### 本大会までの長い道のりと そこで起きた人間的成長

もちろん、彼らが得たのは国際交流の経験だけではない。代表決定から本大会まで彼らを見守ってきた大人たちはそのことを強く感じている。

日本代表の4人は、長い期間をかけて選考され、合宿などを通して実力を高めて本大会に臨むことになる。その道のりを簡単に紹介すると、まずは、全国高校化学グランプリ(\*\*\* )に参加した高校

生のなかから、20名ほどの候補者が選出される。

### \*\*\*全国高校化学グランプリ

1999年から毎年7月に開催されている全国の高校生等が化学の実力を競う場。昨年はおよそ3000人の高校生や中学生が参加した。国際化学オリンピックの国内予選という位置づけではなく、独立したコンテストだが、この参加者のなかから代表候補が選出されることになる。

選出された候補者には、大学で使われる教科書が配られ、その教科書に基づいて1月に筆記試験が行われ、8人前後に絞り込まれる。さらに3月に最終選考試験が行われ、4名の代表が決定する。この選考過程で高校生たちに求められるのは、配られた教科書を自分の力でどれだけ勉強できるかということと、そのモチベーションだ。

今大会でヘッドメンター(\*\*\*\*)を務めた木原伸浩 神奈川大学教授は、「最初か

栄光学園  
高等学校3年  
遠藤健一さん  
えんどう・けんいち

灘高等学校2年  
齊藤颯さん  
さいとう・はやて

滋賀県立  
膳所高等学校2年  
浦谷浩輝さん  
うらたに・ひろき

筑波大学附属  
駒場高等学校3年  
片岡憲吾さん  
かたおか・けんご



## 世界の仲間と 浴衣姿で パチリ。

ら(自分からやるという)モチベーションが高くないと生き残っていけないのが国際化学オリンピックです。代表になるような高校生たちはもともとモチベーションの高い子どもたちです。」と語る。

### \*\*\*メンター

代表団の公式メンバー。大会期間中は、試験問題の翻訳や会期中の国際化学オリンピック運営会議での議決権の行使、得点調整など、参加国代表としての重要な役割を果たす。また、日本の場合、代表選考合宿から高校生たちの指導に当たっている。

その後、本大会に向けた数回の合宿では、実験力の強化や弱点の克服が行われ、いよいよ7月の本大会に臨むことになる。

今大会でメンターを務めた中村朝夫 芝浦工業大学教授は、ここまでの道のりのなかで、「代表の4人は見違えるほど成長した」と語る。

「まず1つは学力の面です。私たちが教えるということではなく、自分で伸びる力がすばりかったです。実力を超える課題を与えても、逃げずに取り組んで学力を向上させました。また、4人は選ばれた当初、それぞれが個々に動いていましたが、合宿を通してチームワークが生まれていきました。4人のなかでのコミュニケーション能力が目に見えて高まり、人間としての成長をとて強く感じることができました」

### 世界の高校生たちとだけではない オリンピックがつなぐ交わり

中村教授は、代表生徒の4人をそばで見ている、代表選考から本大会までの長い期間を経て、彼らの学力的、人間的な成長を大きく感じていた。ヘッドメンターの木原教授は、この大会に参加することでできた多くの人々との関係が、彼らの得たものだろうと話す。

「代表生徒の4人は、将来、化学に関係する分野で活躍することになるとは思います、そのときに、今回できたいろいろな人々との関係やネットワークが生きてくるとは思います」と語る。

大会に参加した世界の高校生たちとの関係だけではない。代表選考や合宿で競い合った候補者たち、共に大会代表となった仲間たち、合宿で指導にあたった先生、過去に国際化学オリンピックに日本代表として参加したOB・OGや、この大会を陰で



支えるガイドを務めた大学生など、多くの人たちとの関わりができた。これは大会に携わった多くの人々にとっても非常に大きな財産だ。

### 将来のよりどころとなる 自信を得ることができた

さらに木原教授は、「将来、壁にぶつかったり何かあったときに、そのよりどころとなる自信を身につけたことがいちばん大きい」と、彼らがこの大会でメダルとともに得た「自信」を強調する。

代表4人にそれぞれの将来の夢を尋ねると、「環境方面で役に立つ化学の研究をしたい」(遠藤くん)、「金属関係のモノづくりに携わりたい」(片岡くん)、「製薬関係に興味がある」(浦谷くん)、「有機化学の研究をしたい」(齊藤くん)とさまざまだが、今

浴衣を着てポーズを決める国際化学オリンピックに参加した世界の高校生たち。日本代表の4人と交流を育んだ彼らは、いずれそれぞれの母国の化学界を背負って立つ存在になっていくのだろう。

回得た自信が、それぞれの夢に向かう大きなバックボーンとなってくれることはまちがいないだろう。この自信こそが、彼らが記者会見の場で見せた誇らしげな表情の源だったのでないかと思う。

そして、この自信は彼ら4人だけのものではない。遠藤くんの通う栄光学園高等学校の理科担当 高田暁教諭は、「昨年の金メダルの経験は、遠藤くんの良い意味での自信を持たせ、それがほかの生徒たちの自信にもつながりました。」と語る。

4人が得た自信は、4人だけでなく、その周囲にいる人々への自信につながっているのだ。特に今回、国際化学オリンピックは日本で開催したことで、多くの高校生にその存在を知られることになった。同じ日本の高校生が活躍したという事実は、自分たちも頑張れば世界で活躍できるという彼らの自信にもつながったことだろう。

化学だけではない。国際生物学オリンピックなど、このほかの理数系の国際コンテストでも、日本の高校生たちは優秀な成績を収めている。それは、科学を学ぶ高校生たち、ひいては日本の科学への自信にとつながっていくのだ。

次回の第43回国際化学オリンピックは、2011年にトルコのアンカラで行われる予定だ。ここでもまた新たな「自信」が生まれることだろう。■



ヘッドメンター  
木原伸浩教授





## 物質の表面で水素の“指紋”を見つけ出す “マイクロビーム共鳴核反応法”が明らかにする奥深い世界。

### PROFILE

**福谷克之** (ふくたに・かつゆき)  
東京大学 生産技術研究所 教授

1962年生まれ。東京都出身。1985年東京大学理学部卒業。1990年東京大学大学院理学系研究科博士課程修了。東京大学物性研究所助手、東京大学生産技術研究所講師、助教授を経て現在は同研究所教授。物質の表面や物質と物質が接する界面で起こる特異な現象について、レーザ

ーやイオンビームを用いて研究。近年は、極めて単純で重要な元素でありながら実態をとらえるのが難しい水素の挙動に着目し、2005年よりJST CREST「物質現象の解明と応用に資する新しい計測・分析基盤技術」の研究課題「水素のナノスケール顕微鏡」に取り組む。趣味はサッカー。



### 単純だからこそ見つけにくい 水素の測定方法を開発

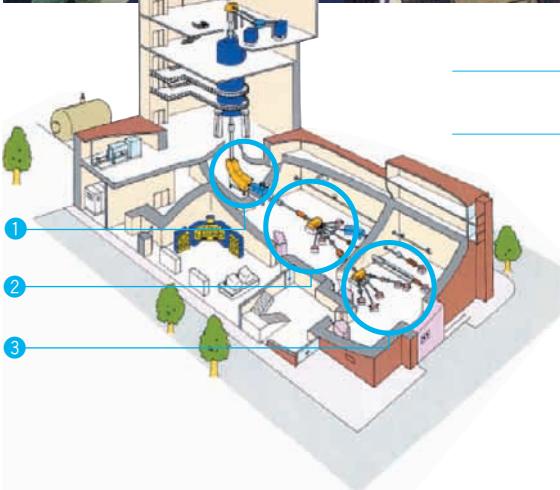
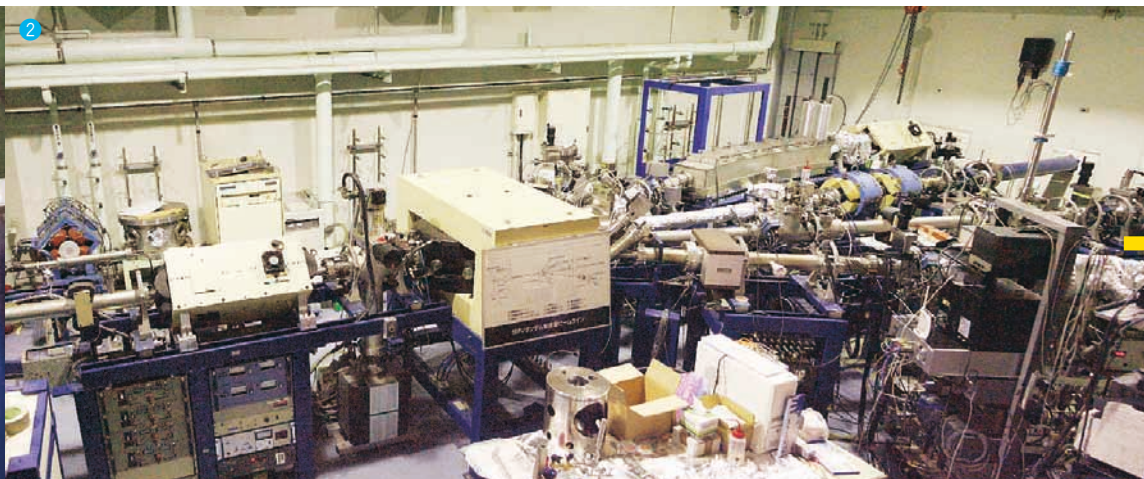
「水素は周期表の1番にあり、もっともよく知られている元素です。近年では燃料電池の材料としても注目されています。水素は金属をもろくするなどの悪さもありますから(水素脆性)、水素と物質との関係をさらに調べる必要があります。ところが困ったことに、調べようと思っても、そもそも水素がどこにいるの

か測定する方法が確立していないのです」

原因の1つは水素の単純さにある。特定の元素のありかを知るには、元素固有の電子が手がかりとなる。ところが、水素には電子が1個しかなく、物質に入り込むと簡単に手放してしまう。いわば“指紋”を残さないのだ。福谷克之さんは“共鳴核反応法”を用いれば、水素の指紋を浮かび上がらせることができると考えた。加速した窒素原子を水素原子に衝突させて原子核反応を起こし、

放出するγ線をつかまえることで水素の有無を測定する方法だ。この方法のメリットは、窒素を衝突させるエネルギーをコントロールし、水素の位置を正確に測定できる点にある。水素は、物質の表面と内部とは違った挙動を示す。燃料電池につながる酸素との結合も触媒となる金属の表面で起こる。だからこそ、水素の位置を知ることが重要なのだ。

さらに、加速に用いるビームを極めて細くすれば試料を真空中に置かなくても、1気圧



### タンデム棟

東京都文京区の東京大学本郷キャンパスにある同大学大学院工学系研究科の研究施設。タンデム型加速器によって得られるイオンビームを利用して実験を行う。“タンデム”とは2頭立ての馬車のことで、加速管が2本あることに由来する。

という自然の状態で測定できると考えた。こうして編み出した“マイクロビーム核反応法”が試行錯誤の末についに完成。物質表面で起きているさまざまな反応を調べ、興味深い事実が次々と明らかになりつつある。

「ゆっくり進むと思っていたある反応も、1つひとつの粒子に着目すると一瞬で行われていた。粒子によって反応が起こるタイミングが違う結果、全体ではゆっくり進むように見えるのだとわかりました。今後は水素の量子性の解明などにも取り組みたいですね」





## 世界の広さと研究の醍醐味を同時に知った苦い経験

「水素に限らず、重要な反応の多くは物質の表面や物質と物質の間の界面で起きます。たとえば、炭素と酸素がただ混在していても何も起こりません。しかし、プラチナという物質があれば、その表面で2つが結びつき、二酸化炭素が発生します。自動車が発生する有毒の一酸化炭素は、この方法で無毒の二酸化炭素に変えているんですよ」

福谷さんは、こうした物質の表面や界面での不思議な現象に興味を持ち、研究を続けてきた。物理学でも典型的な学問分野ではなかったが、だからこそ何か新しいことができるのではないかという思いがあった。

大きな転機となったのは、博士課程の頃のある経験だ。結晶を物質の表面になめらかに成長させる方法を考えていた福谷さんは、別の物質を薄く膜のようにのせ、成長させたい結晶をその膜の下に入り込ませるといった方法を思いつく。結果は上々。初めてオリジナルの成果を出せたと思った矢先、ショッキングな事実を知った。すでにアメリカの研究者が同様の研究に取り組み、1年前に論文を発表していたのだ。

「使っている元素も成長させた結晶も違いましたが、別のアイデアなのかと突き詰めれば、同じだと認めるしかない。ショックでしたね。今度はほんとうにオリジナルな研究をし

てみせると心に誓いました。ただ、そのときの研究も決してマネをしたのではないという自負はあります。自分の頭を絞って考え、確かめられたことは自信になりました。そういう意味でも記憶に残る経験ですね」

世界の広さと研究の醍醐味を同時に知った福谷さんは、その後、研究手法や研究対象を意欲的に広げていく。やがて水素という興味深い元素と出会い、それが今回の大きな成果へと結びついたので。



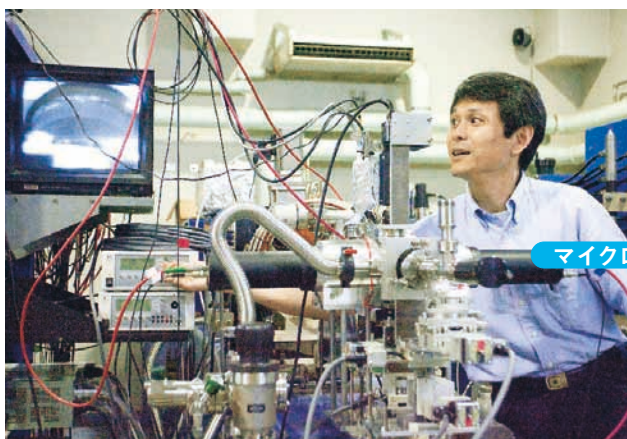
## 論理的に積み上げるだけではない“心が動く”瞬間を求めて

福谷さんが研究生活で何よりもやりがいを感じるの、これまで何度か訪れた“心が動く”瞬間だという。

「科学的に説明するのは難しいのですが、実験データを見た瞬間に、数字やグラフが、今まで自分が培ってきたものと共鳴することがあるんですよ。サッカーでも、相手のミスで取った点よりも、互いに心を通わせたプレーで取った点のほうが、はるかに心が動くでしょう？ 1人の研究者として、論理的に考え、積み上げていった結果としての研究だけではない、それ以上の手ごたえのある研究をしたいと思っています」

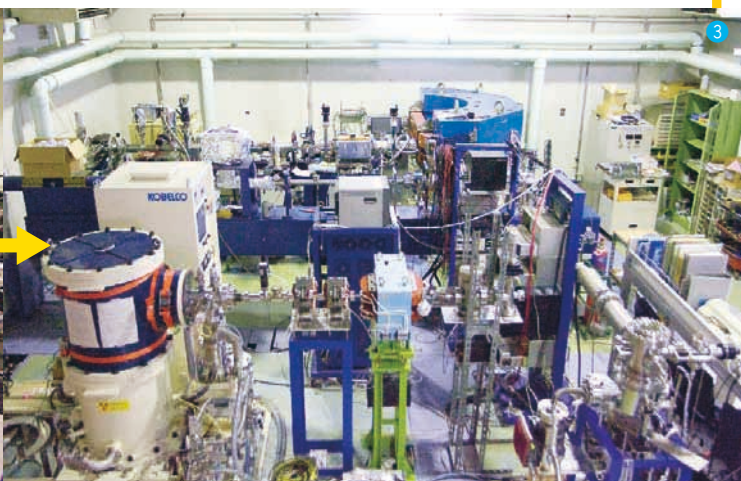
そのためには、失敗を覚悟で新しいことに挑戦する姿勢こそが必要だ。

「サッカーでも、『もっとリスクを冒して攻めろ』とか言われますよね。研究の世界も同じことです。私は幸いにも、そういう姿勢を温かく見守ってくれる上司に恵まれてきました。



マイクロビーム核反応計測装置

今回の研究のために新たに開発した装置。ビームは通常、真空状態でないと利用できないが、先が細くなった管に通し、出口を薄い膜で閉じて透過させることで、1気圧での計測を可能にした。



3

- ① ビームの方向を変える部分。ビームは5階部分で高電圧をかけて発生させ、そこから1階までまっすぐ下に降りてくる。そのビームに高い電圧をかけて曲げ、横向きにさせる。
- ② ビームにさまざまな調整を加える部分。電磁石を通してエネルギーの大きさを変えたり、放っておくと広がってしまうビームを、電磁石を組み合わせたレンズで細くしたり、ビームの状態を測定したり、いくつかに分けたりする。
- ③ ビームを研究のために利用する部分。各研究者が目的に合わせて工夫をこらし、ビームをさらに調整する。

今、学生たちに対しても、自分が教えるというより、同じレベルで一緒に考え、挑戦しています」

比喻に用いたサッカーは、高校時代から続いている趣味だ。ポジションはゲームを組み立てる中盤。今でも忙しい研究の間を縫って、仲間と1つのボールを追いかけている。「息の合ったパスが通って点を取った日は、気分がよくなって研究でもいいアイデアを思いついたりするんですよ。先ほどの例えのように、研究とサッカーはまったく違うように見えて共通点もある。時には研究室を飛び出して、頭の中をリフレッシュすることを忘れずにいたいですね」■

## 研究の概要

物質表面や内部での水素の挙動を探っている。ポイントは“マイクロビーム核共鳴反応法”だ。水素原子に高速で窒素原子を衝突させると、共鳴して原子核反応が起こる。この反応は、6.385ミリオンエレクトロンボルトという特定のエネルギーでしか起こらない。ある物質に窒素を高速で衝突させるとき、エネルギーをピッタリこの大きさにコントロールすれば、衝突させた物質の表面にある水素を検出できる。エネルギーがこれより大きければ表面では検出できないが、



物質の中を進むうちにエネルギーは次第に減少するため、やがて6.385になったときに反応が起きる。これを応用すれば、エネルギーを少しずつ変えて衝突させることで、水素が表面からどれだけの深さにいるかを正確に測定できる。さらに、衝突させるために使用するビームを極めて細くすることで、真空の状態を脱して1気圧という自然の状態での測定を可能にするとともに、水素の位置をより正確に知ることができるようになった。

「加速器運転中」のランプが赤々と光る。放射線を用いるため、加速器のある部屋への立ち入りは厳重に管理・制限されている。

# 05 未来を担う科学技術系人材を育てる スーパーサイエンスハイスクール(SSH)



SSH

SSH  
中高生の科学部活動支援

サイエンスア

理科支援員7

## 事業の概要

**J** STが支援する「スーパーサイエンスハイスクール(SSH)」は、未来を担う科学技術系人材を育てることを狙いとして、理数系教育の充実を図る取り組み。SSHとなる高校は、文部科学省によって指定される。SSH指定校は各学校で作成した計画に基づき、創造性豊かな人材の育成に取り組んでいる。例えば、大学や研究機関などと連携して、体験的学習の推進や魅力的な理数系カリキュラムの開発を行うほか、将来国際的に活躍できる人材を育成するために英語での理科授業やプレゼンテ-

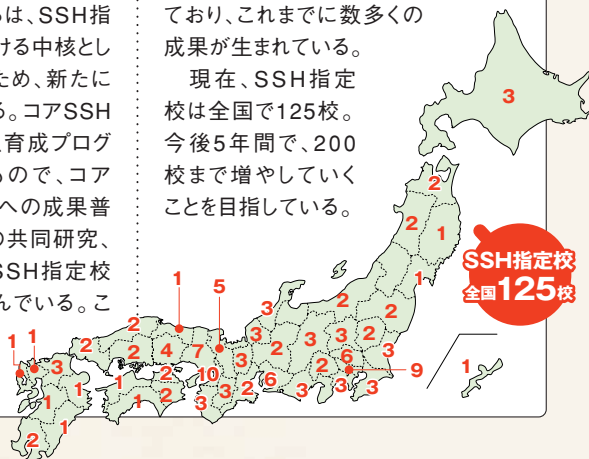
ション演習などの取り組みが行われている。

また、平成22年度からは、SSH指定校の理数系教育における中核としての機能の強化を図るため、新たに「コアSSH」を設けている。コアSSHは、従来の「中核的拠点育成プログラム」などを改組したもので、コアSSH指定校は近隣高校への成果普及、他のSSH指定校との共同研究、海外の学校との連携、SSH指定校の教員連携にも取り組んでいる。これらの活動により、広く理数系教育の充実が図

られるのである。

SSHの事業は今年で9年目を迎えており、これまでに数多くの成果が生まれている。

現在、SSH指定校は全国で125校。今後5年間で、200校まで増やしていくことを目指している。



## 指定校の活動事例より

### 福井県

#### 福井県立藤島高等学校

福井県立藤島高等学校は、平成16年度にSSHに指定され、大学や研究機関との連携や校外研修などの教育活動を推進し、実績を積み上げてきた。そして平成21年度から新たに、平成25年までの5年間のSSHの指定を受けている。

藤島高校の取り組みの概要は、「科学研究の基礎と科学技術に対する見識を有する将来性豊かな理数系人



材を育成するカリキュラム研究」「普通科高校における科学コミュニティ構築のための活動」「育てたい生徒像を実現するためのカリキュラム研究」の3つ。これに基づき、講演会や、最先端研究者を招いた講座などの具体的な活動を行っている。

また、平成21年度には「中核的拠点育成プログラム」として「南部陽一郎先生の研究への道、その第一歩」を企画。将来の福井県あるいは日本の量子力学や素粒子物理学の研究の中心となる生徒を創出することを目的として、藤島高校以外の福井県内の意欲的な高校生も参加する機会が設けられた。

このプログラムに参加した生徒たちは、大学での量子力学・素粒子物理学に関する講義、大学研究室での小グループによる課題研究、研究所見学などのプログラムを体験した。

### スーパーサイエンスハイスクール

#### 生徒研究発表会



SSH生徒研究発表会は、SSH指定校の代表生徒が集結し、日ごろの研究成果を発表するイベント。今年は、8月3日、4日にパシフィコ横浜(神奈川県横浜市)で開催された。当日は生徒による口頭やポスターによる研究発表が行われ、「数理生態学に基づく感染症の流行予測～感染症モデルの構築と数学的考察～」で文部科学大臣表彰を受賞した兵庫県立神戸高等学校などのべ27校が表彰された。

TEXT：大宮耕一