

# 産総研

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

# TODAY

1

2011  
January

Vol.11 No.1

## メッセージ

### 02 新春に想う 2011

## 特集

### 06 ナノバイオ計測デバイス

マルチマーカー計測システムの開発プロジェクト  
健康状態計測システムへの期待  
集積化CD型流体システム  
アディポカイン測定と未病マーカーの探索  
表面濃縮型免疫測定法によるマイクロ分析デバイスの開発  
マーカー計測用卓上型導波モードセンサーシステム  
長距離伝搬型表面プラズモン共鳴を用いたマルチマーカー蛍光検出システム  
マイクロ流路中への抗体のインジェクター吐出・固定化によるマルチマーカー測定技術  
分子認識ソフト界面の開発  
生体関連物質の吸着特性制御とナノスケール評価

## リサーチ・ホットライン

- 16 超広帯域・超低インピーダンス電源回路評価技術  
消費電力が極めて少ない電子回路の電源回路設計・評価が可能
- 17 太陽光発電をパネルごとにモニタリング  
スマートグリッド技術でパネルの不具合を検知して電力ロスを削減
- 18 LEDの明るさ評価のための新たな標準の開発  
- LED評価の信頼性向上への期待に応えるために -
- 19 ボーリングデータ処理システムの公開  
国土基盤情報としてボーリングデータの利活用を目指して

## パテント・インフォ

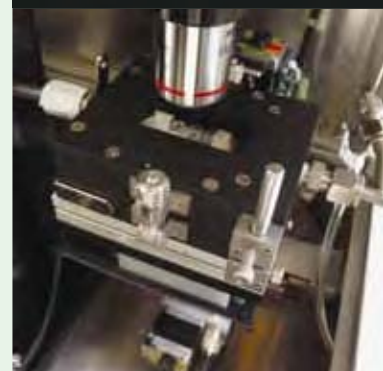
- 20 高空間分解能ラマン散乱測定システム  
光の回折限界を超える空間分解能で半導体の応力分布を計測
- 21 耐熱性に優れた導電性薄膜  
酸化物基板上で1,450℃に耐える薄膜電極を実現

## テクノ・インフラ

- 22 情報機器のアクセシビリティ設定の国際規格  
高齢者・障がい者が自ら操作できるようにするために
- 23 レーザー光を利用したレアアース鉱石の化学分析  
最新のLA-ICP-MS分析技術
- 24 石油小流量標準の整備  
校正流量範囲の下限拡大を目指して

## シリーズ

- 25 進化し続ける産総研のコーディネーション活動(第13回)  
技術の統合を加速しwin-winの連携を - 研究開発機関におけるコーディネーションを見据えて -



  
National Institute of  
Advanced Industrial Science  
and Technology  
**AIST**

技術を社会へ  
Integration for Innovation

# 新春に想う 2011



独立行政法人  
産業技術総合研究所

理事長  
のまぐち たもつ  
野間口 有

## 1. はじめに

新しい年が明けました。今年もまた、旧年を振り返りつつ、新しい年に向けた想いを述べることにします。

世界経済は全体としては、2008年のリーマンショックの後遺症から抜けつつあるとはいえるものの、わが国や欧米諸国などの先進国は、いまだかつての勢いを取り戻せていないように見えます。景気の表面的な動き以上に気になるのが、気候変動問題や資源問題など一国だけでは解決できない大きな地球規模の問題が深刻さを増してきていることです。今回は、このような厳しい時代にスタートした産総研第3期について、我々を取り巻くR&D、イノベーション環境等々について述べてみたいと思います。

## 2. 産総研第3期と新しい組織、業務体制

昨年4月、産総研第3期（2010年4月から2015年3月までの5年間）がスタートしました。今日我々は、

これまでの科学技術の進展、産業の発展によって大きな恩恵を受けている反面、環境、資源、倫理面などでの新たな課題にも直面しています。これからの研究開発は、単なる市場拡大や利便性追求に資するものでなく、これらの課題への対応も考慮した、バランスの取れたものでなければなりません。そういう意味をこめて「21世紀型課題の解決」をミッションの一つとしました。わが国の成長戦略に謳われている「グリーン・イノベーション」、「ライフ・イノベーション」に応えるために、さらに「他の追随を許さない先端技術開発」に応えるために、我々の責務は重大であると認識しています。

もう一つ重要なミッションは「オープンイノベーションハブ機能の強化」です。技術の多様化、開発のハイスピード化の中で、企業が自前主義にこだわって競争に負ける、外部の力も活用して、研究開発の質、スピードを上げる、いわゆるオープンイノベーションが有力という認識が定着してきま

した。そして今や、上に述べたバランスの取れた研究開発の推進や競争力を持続させるための国際標準化などの取り組みでは、産学官が連携したオープンイノベーションが適していると言われるようになってきました。しかも公的研究機関である産総研はハブとしての役割を果たすよう、各方面から期待されており、技術研究組合への参加など産総研が推進するオープンイノベーションの例については産総研 TODAY2010年9月号で述べましたが、ほかにもコンソーシアム、データベース連携・公開、連携研究体等々があり、課題に適したいろいろな形を選べると考えています。

産総研は昨年10月に組織、業務体制の見直しを行いました（産総研 TODAY2010年10月号）。世界の中でのわが国産業の立場は、年々厳しさを増しているように見えます。産総研の第3期は大学などとも連携して産業界を先導し、基盤も支える役割をこれまで以上に果たしていかなければならないと思っています。このような認識の下、研究所としての知的生産性、創造性を上げるために見直しを行いました。この見直しは、所内でのコミュニケーションの向上、外部とのコーディネーション力のレベルアップ、研究実施部門と研究支援部門の距離の短縮等々、多くの所員のアイデアを結集した結果であると思っています。産総研への期待が、立派な研究成果はもちろん、その産業化の実証、知財や標準化、技術コンサルティング、人材育成等々と多様化しています。これらの期待に対して、今まで以上に所全体で力を合わせて応えていけるようになったものと思います。オープンイノベーションでは、研究支援部門の働きも重要です。産総研というまたとない場で、世界に冠たる研究所づくりの一翼を担える人材が、この部門からも育ってくれることを期待しています。

また、経営のITシステムの基本部分には産総研の研究結果が使われていますが、かなりの人の異動、業務フローの変更に対応して見事に機能しています。

今回の見直しは一年以上にわたって議論し、準備してきましたが、所員諸氏の旺盛なる参画精神に感心しています。

### 3. わが国の産業競争力について

昨年5月、電子情報通信学会主催の「産官学+学会連携シンポジウム」のパネル討論に、大阪大学の西尾副学長や産業界、メディアの方々とともに参加しました。シンポジウムのテーマは、“わが国のICT産業の再発展を皆で考えよう！-産官学の各領域および学会の立場で何ができるのか？-”でした。学会自身が、最近のわが国ICT産業のプレゼンスの低下に危機と責任を感じて企画されたもので、わが国の競争力の回復に貢献しようというその志には感服しました。

しかしながら、産業界の人もメディアの人も、等しくわが国の産業競争力の低下を憂え、しかもそれが研究開発力、あるいはそれに基づいたイノベーションの不足のせいだと主張していることに関しては、私は少なからず違和感を覚えます。産業競争力は、研究開発力だけでなく、企業の税や社会保険などの公的負担や労働費用、国全体の労働力供給環境、教育水準、法規制、知財制度、大・中・小企業の連携構造、為替など多数の要因が絡みあって決まるものであると思います。

戦後の混乱期を乗り越え、わが国の経済は60年代、70年代と成長を続け、ついに80年代半ばには欧米先進国に肩を並べるまでになりました。その間のわが国の研究開発力はどうだったのか。基礎研究ただ乗りなどと批判されることはあっても、決して高くは評価されていなかったように思います。ただ追いつき追い越せの意欲は旺盛で、多くの若者が理工系を目指し、そして世界を目指した。戦後間もなくの頃は、「安かろう悪かろう」と言われていたわが国の製品は、勤勉な国民の努力の結果、高い生産性と品質の高さで世界を席卷するまでになりました。この過程で、研究開発力は上がりましたが、公的負担や企業内諸費用などが高止まりし、日本は高コスト国の仲間入りをし、競争力が衰えたと言われても致し方ない状況になってしまいました。

では、かつての輝きを取り戻すにはどうすればよいか。王道はなく、上にあげた要因についての改善策を粘り強く積み重ねていくことが必要だと思いま



す。そして重要なことは、我々が世界をリードしたと思ったほんの数年の間に忘れてしまった「挑戦者」としての意欲を再度取り戻すことだと思います。さらに重要なことは、輝きの中味を以前とは違った、先進国としての日本に相応しいものにすることだと思います。単に、モノ（製品）を大量に市場に出して規模の拡大、シェアの向上を追求するようなビジネスのみでなく、環境との共生、安全・安心・健全社会の実現を意識して、コンサルティングからサービス、運用、メンテナンス、さらには人材育成まで見通し、長期にわたって継続的にソリューションを提案できる形へとビジネスの在り方もイノベートしていくことが必要な時代になっています。企業の経営も国の政策も、上のような認識をしっかりと持って対応策を具体化して欲しいと思います。

我々の研究開発も、このような新しい時代において、持続的な産業競争力向上・維持を支援するものでなければならないと思っています。産総研第3期の研究戦略には、そのような思いも込め得たものと信じています。

#### 4. 多様性について

生物多様性条約第10回締約国会議（COP10）が、昨年10月に名古屋で開催されたことは記憶に新しいところです。地球上では多様な生物が支えあって存在しており、人類の生存もまた然りであるという認識が我々にはあります。ところが、産業発展の結果、環境の破壊や生物の人為的移動によって、生物の生育環境・関係が乱されており、年に何万種もの生物の絶滅につながっています。これを防ぐために、保全の取り組みを具体化しよう、生物の利用に当たっては持続可能性に配慮しよう、生物資源の活用に当たっては国や地域間での利益の公正・衡平な配分に配慮しよう、という狙いで条約が制定されたわけです。主として発展途上国に豊富な生物資源が、今後のイノベーションに重要な位置を占めるであろうことがわかってきたこともあって、合意形成が難しかったようですが、最終的には「名古屋議定書」として纏まとまりました。議論は今後も続くと思いますが、その

発効に向けて我々も期待し、支援したいものです。

多様性といえば、我々の人生もいろいろな多様性の中にあるのではないのでしょうか。昨年、組織や業務体制の見直しに当たって、所員のキャリアパスに関する議論を重ねました。研究者として入所した人全員が、世界的な名声を得る指導的な研究者になればよいのですが、現実はそのいきません。融合研究などによりさらに幅の広い研究者になる、企業や大学に活躍の場を求めるなどと、これまでキャリアパスの多様化を図ってきました。

しかし今一度、社会が必要とする研究者の人材に期待される役割を考えると、実に多種多様な期待があることがわかります。大学や小中高の理系教育、科学技術コミュニケーション、リサーチコーディネーション、企業との連携コーディネーション、知財や技術のコンサルティング、国内外のプロジェクト管理、研究環境整備等々で、科学技術・学術審議会などでもわが国でもっと充実すべきだと言われるものです。いくつかのものについては既に産総研でも対応していますが、活躍の場をもっと広く考えてもよいのではないのでしょうか。

第3期では、研究実施部門、研究支援部門に関わらず、一元的でない多様なキャリアデザインを可能にできるよう頑張りたいと思っています。

#### 5. 中西準子氏の“文化功労者”受章を祝す

昨年11月、安全科学研究部門の中西準子研究部門長が文化功労者に選ばれました。産総研としては、前年のナノチューブ応用研究センターの飯島澄男研究センター長の文化勲章に続いて二年連続で栄誉に輝いたことになります。

中西さんの環境リスク管理学での業績は東京大学、横浜国立大学時代にあげられたものが大きいことは誰しも認めるところですが、産総研での研究者、指導者としての業績は更に大きなものがあります。それ故、産総研としても一層嬉しく、名誉あることと思います。私が永らくお世話になった産業界では、中西さんらの仕事は当初は煙たい存在でした。しかし、その不偏不党の科学的考察に徹する主張に、や



が多くの企業人も納得、厚い信頼を置くようになりました。わが国が産業界としても、社会全体としても、環境や安全性への取り組みの面で、世界から評価される「品格」を持ち得ていることに、中西さんらの研究は大いなる貢献をしてくれていると言って良いのではないのでしょうか。

中西さんから受賞の話聞いたとき、「そのうちノーベル賞の話も来るかもしれませんよ」と私は言いました。科学技術の進展で、我々人類は多くの恩恵を享受できている反面、多くのリスクも背負い込んでしまいました。科学技術が人類の役に立つ方向に正しく発展していくためには、中西さんらの切り開いた分野の研究がもっともっと評価され発展してもらわねばならないと思っています。

## 6. オープンラボ2010

オープンラボは、産総研の基礎から応用、実用化研究にわたる「本格研究」の実際を、外部の方々に見ていただく格好の機会となっています。昨年10月14、15日に開催したオープンラボ2010でも、全国から3,500人を超える来訪者がありました。来訪者の88%が企業から、残りが大学・公的研究機関・行政機関となっています。企業来訪者のうち、15%程が従業員50人未満の企業からで、企業の規模にこだわらない連携を心がけている産総研の特徴がよく出ているようです。オープンラボ2010では以下に示すような新しい試みをいくつか行いましたが、産総研の運営やオープンラボ2011につながる貴重な教訓が少なからず得られました。

まず、インテレクチュアルカフェ。企業の中堅クラス、18社24人と産総研の研究員、連携担当者、理事が初日の午後から泊まりがけでR&Dについて徹底討論する場をつくりました。私も初日の夜の懇親会に参加しましたが、企業参加者は既にかかなりのキャリアを積んでいる人が多かったためか、自社のR&D力向上のための課題をしっかりと認識した上で参加しているな、と感じました。参加者間の連携、参加者と産総研研究者との間の連携に繋がる機会ともなったように思います。今回は、研究テーマについ

での議論が主でありましたが、これに加え産学官連携や人的交流なども取り上げて欲しい、次回以降も続けて欲しいなどの意見が出ました。

次は、つくばイノベーションアリーナ (TIA)。筑波大学、(独)物質・材料研究機構とともに進めているTIAの研究環境が整いつつあります。ナノエレクトロニクス、パワーエレクトロニクス、カーボンナノチューブ、MEMS等々の研究環境や関連施設を公開しました。既にいくつかの技術研究組合や最先端研究プロジェクトの研究がTIAを活用して動き出しています。より多くの人材や企業に魅力を感じてもらえるよう努めていきたいと思っています。

そして、OB招待。今回は、把握できた多くの産総研OB諸氏に案内状を送りました。産総研は、研究成果はもちろん、有為な人材も数多く輩出しています。これらの人材と現役世代が連携を強めると、わが国有数のイノベーションネットワークができるのではないか、そういう思いで企画したものです。私も、産総研での経験を活かして企業の研究所、大学、公設研、自治体、国際機関などで活躍中の何人かの方と会いました。産総研の内と外の双方を経験した立場から、研究や運営に係わる貴重な意見をいただきました。第3期研究戦略の確実なる実行への期待、企業との連携に当たっては相手の実力に見合ったきめ細やかな対応の必要性などを強く感じました。

以上、私の思いをいろいろと述べました。新しい年が、読者の皆さんにとりましても産総研にとりましても少しでもよい年になりますように祈念しております。

# ナノバイオ計測デバイス

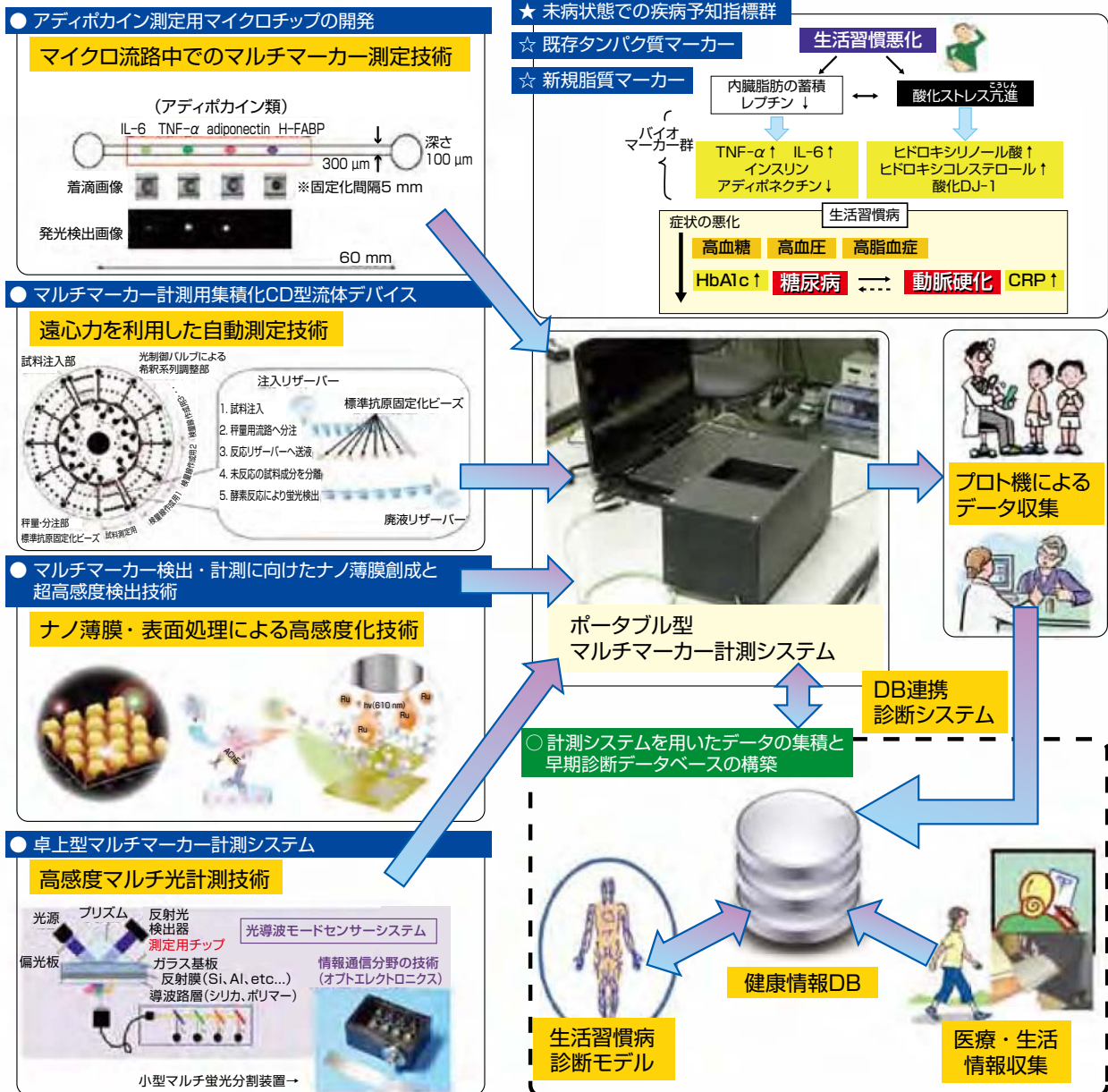
## マルチマーカー計測システムの開発プロジェクト

### 背景とプロジェクトの必要性

わが国は、少子高齢化、長寿命化が進み、労働人口割合が低下するだけでなく、現代社会に特有の心の病や生活習慣病の急増が指摘されています。人類にとって健康を保ちながら長生きすることは最大の課題の一つです。健康

とはただ単に肉体的に病気でない状態を言うのではなく、生きがいや幸せを感じながら日々の生活を送ることも含まれます。そのため、健康維持にかかわる技術開発や健康関連産業の振興は、総合科学技術会議や経済産業省などにおいてもその重要性が強調されていま

す。2009年12月30日に閣議決定された「新成長戦略（基本方針）」では、医療・介護・健康関連産業が成長牽引産業と位置づけられています。人間の健康状態を計測し、その活動を支援する技術を真に産業へと結びつけるためにはさまざまな研究分野の融合が必要です。



### マルチマーカー計測システムの開発

生活習慣病の早期診断を実現するため、科学的根拠をもったバイオマーカーを一度に迅速、安価に測定する計測システムを開発する。

## プロジェクトの目標

糖尿病に代表される生活習慣病の医療費は10.4兆円で国民医療費の32%を占めます。また、その死亡割合は60.9%（2004年度厚労省データ）という報告もあり、生活習慣病の予防や早期診断は喫緊の課題と言えます。例えば、2002年時点でわが国の糖尿病患者数は約228万人であるのに対して、その予備軍は1,620万人と推定され、予備軍の数は急速に増加していると考えられています。しかし、生活習慣病になる手前である「未病」状態を定量的に診断できる方法は現在ありません。これは未病状態を診断する科学的根拠を伴った確かなバイオマーカーが乏しく、いくつもの候補となるバイオマーカーも計測に大型の分析装置と長い分析時間を必要としており、実用的でないことが原因です。

そこで、産総研内の各分野に分散していた技術を統合して、未病状態を診断するバイオマーカー群（マルチマーカー）の開発を行い、それらマルチマーカーを一度に迅速に計測・評価できるシステムの開発を目指すプロジェクト

を推進しています。さらに、健康診断情報や血圧、心拍、歩容、そのほかの行動などの非侵襲測定データを統合した健康データベースを構築した後、開発した評価システムから得られたデータを相補的に解析し、未病状態評価のためのマルチマーカーとして有用性の検証を行うことを目標としています。最終的には、企業と共同して新しい健康管理システムとして社会に普及させることを目指します。

## 産総研シーズ融合によるプロジェクトの展開

具体的な直近の目標としては、2年後に研究者や臨床検査機関による、生活習慣病（特に糖尿病）の早期診断が可能となる計測評価システムのプロトタイプを試作を目指しています。そのため、現在までに構築した大学病院、企業などとの共同研究体制をより強固にして研究を進めるとともに、産総研内の各研究ユニットで個別に展開されている技術の統合を強力に推進しているところです。

このプロジェクトは、ライフサイ

エンス分野のマルチマーカーの同定技術、そしてナノテクノロジー・材料・製造とライフサイエンス分野のバイオチップ技術、さらに情報通信・エレクトロニクス分野の高感度検出技術を結びつけ、生活習慣病の早期診断システムの開発を目指す画期的な試みです。また、このシステムの実証試験として、情報通信・エレクトロニクス分野で蓄積を進めている健康データベース評価システムによって検証を図ります。

## 【参画する研究ユニット】

ライフサイエンス分野：

健康工学研究部門、バイオメディカル研究部門、ヒューマンライフテクノロジー研究部門

ナノテクノロジー・材料・製造分野：

ナノシステム研究部門

情報通信・エレクトロニクス分野：

光技術研究部門、デジタルヒューマン工学研究センター、社会知能技術研究ラボ

健康工学研究部門長  
よしだ やすかず  
吉田 康一

## 健康状態計測システムへの期待

急速に少子高齢化が進む日本では、健康で安心して暮らせる健康長寿社会の実現が社会的な課題となっています。そのために、産総研では総合研究所としての強みを活かした研究分野の融合によって、疾病の予防や早期診断を行うための健康状態計測システムの開発を行っています。このようなシステムを構築するためには、この特集で紹介するように、先端的なバイオ技

術とナノテクノロジー・材料・製造技術、情報技術を融合することが必要です。この取り組みを、産学官の緊密な連携のもとでさらに展開することにより、健康状態を測りたい時に、その場で手軽に計測できるポイント・オブ・ケア・テスト（POCT）を実現して国民福祉と健康産業に貢献できることを期待しています。

理事・ライフサイエンス分野 研究統括  
ゆもと のぼる  
湯元 昇



## 集積化 CD 型流体システム

### 病院から在宅医療へ

病院など臨床の現場では、各種疾患に関連したバイオマーカーの計測を参照して診断や治療を行います。生体成分であるバイオマーカーの定量には、酵素免疫測定法 (EIA) が広く利用されます。EIA は、分注や洗浄など複雑な溶液操作を必要とすることから、病院の分析センターなどでは、一連の操作を自動化した大型の分析装置を利用しています。そこで私たちのグループでは、在宅で日々の健康管理に利用可能な臨床検査用の装置開発を目指しています。それは集積化 CD 型流体システムで、半導体微細加工技術の応用により、ナノリットルといった極めて微量な溶液を操作することで、これまで病院などで行われていた一連の生化学分析をデバイス上に小型化したものです。

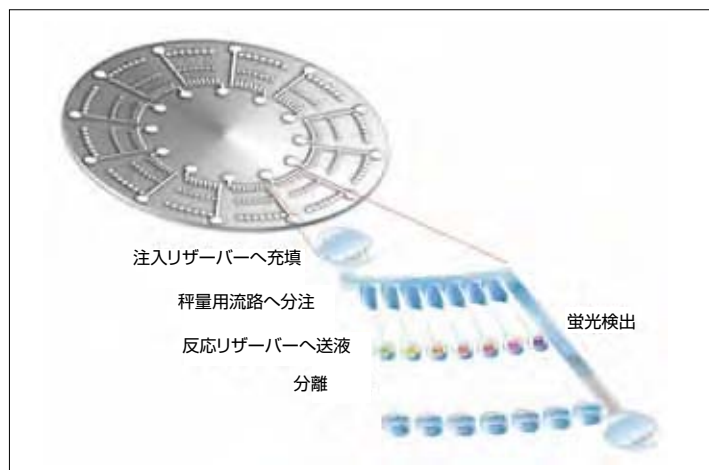
### 集積化 CD 型流体システムの特長

集積化 CD 型流体システムは、分析

に使用する試料や試薬を、CD サイズのディスクの中心側に設けたリザーバーから導入し、ディスクを回転させることで生じる遠心力により、円周側へと微小流路を通じて送液しながら分析に必要な一連の操作を行います。通常利用されている一般的なポンプの場合、測定に必要な液量以外にも、ポンプとの接続チューブや流路中に溶液を充填する必要があり、実際の分析には直接利用しない無駄な試料や試薬が必要になります。それに対し、遠心力を利用すると、微小な液量でも分析でき、何より遠心力はディスク上の全ての溶液に同時に作用するので、溶液ごとにポンプを並べる必要がなく、回転用のモーター 1 個で多検体・多項目測定などの並列処理にも容易に対応できます。一例として、ストレスマーカーとして報告されている唾液分泌型イムノグロブリン A (s-IgA) を EIA により計測する集積化 CD 型流体システムを開発しました。これにより、1 マイ

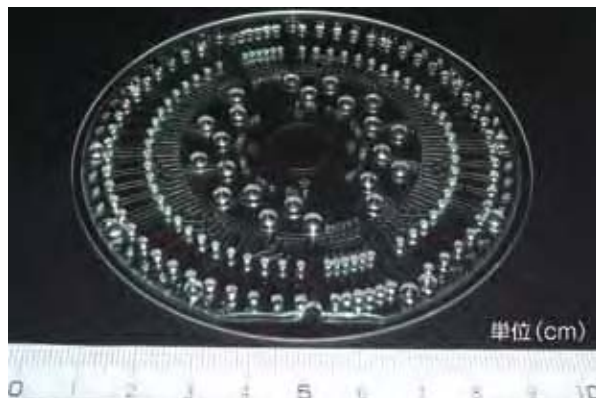
クロリットルの微量からでも、ストレス状態を示す唾液中の s-IgA 濃度の定量が実現しました。さらに、集積化 CD 型流体システムでは、使い捨て可能なデバイスを使用するので、従来品のように洗浄などの複雑な機構も不要となり、さらに装置全体の小型化に有利です。将来的には、可搬型 CD ドライブのように測定装置を小型化することで、各家庭や会社、学校などのさまざまな場所での健康管理を実現できると考えられ、今後の在宅医療におけるキーテクノロジーになっていくでしょう。

健康工学研究部門  
ながい ひでのり  
永井 秀典



### 集積化 CD 型流体システムのイメージ

ディスク中央部へ一滴の試料溶液を注入後、遠心力により段階的に送液することで、秤量、分注、反応、分離、酵素反応を自動的に行う。



### 集積化微小流体システム用ディスク

## アディポカイン測定と未病マーカーの探索

### 糖尿病とアディポカイン

現代社会では、運動不足や過食などによる肥満をベースとした生活習慣病、特に末梢組織でのインスリン抵抗性を示す2型糖尿病が増加しています。脂肪組織からは糖代謝に関連する種々のアディポカインが分泌され糖脂質代謝や血管壁の恒常性維持に働きますが、生活習慣の乱れから内臓脂肪が蓄積するとアディポカイン分泌のバランスがくずれて糖尿病が発症すると考えられます(図1)。そして糖尿病では、心筋梗塞や脳梗塞につながる動脈硬化や網膜症・腎症・神経障害などの合併症が大きな問題になります。網膜症・腎症・神経障害では患者個人の生活の質が低下することに加え、これらの合併症に対する医療費が高額で、社会の経済的負担が増加します。現在、糖尿病患者数は700万人、さらに未病状態ですが糖尿病予備軍と考えられる境界

型糖尿病患者を含めると2,000万人とも言われています。今後も患者数は増加すると予想され、個人レベルで糖尿病発症の可能性を客観的に判定し適切な生活習慣の改善などを行うことで発症リスクを軽減して、効果的に発症を抑制することが求められています。そこで、各種アディポカインの動態を系時的・網羅的に解析することで糖代謝の頑健性を検討し、糖尿病発症の超早期診断・予知診断を目指しています。

### 未病状態の診断指標

測定対象として各種アディポカインのうち末梢組織でインスリン抵抗性を減少させるアディポネクチン、これと転写レベルで抑制しあいインスリン抵抗性を増大させるTNF- $\alpha$ 、脂肪組織に特異的に分泌され抗肥満作用をもつレプチン、肥大化した脂肪細胞から分泌されTNF- $\alpha$ と同様に炎症性サイト

カインであるIL-6、慢性炎症のマーカーでそれ自体も動脈硬化促進因子である高感度CRPを選択しました。さらに産総研が開発した新規マーカーのt-HODEなど、糖尿病発症に関連すると考えられる複数の酸化ストレスマーカーについても生成解析を行います。これらのマーカーについて、境界型糖尿病患者の糖負荷時の変動を網羅的・系時的に解析することで、未病マーカーとしての有用性を検討しています。その分析デバイスとして、プラスチック基板上に形成したマイクロ流路上に微細化インクジェットを用いて一次抗体を固定して、微細空間を用いたサンドイッチELISA系を構築し、迅速・省サンプルな血中マーカーの検出系の構築を行っています(図2)。

健康工学研究部門  
かたおか まさとし  
片岡 正俊

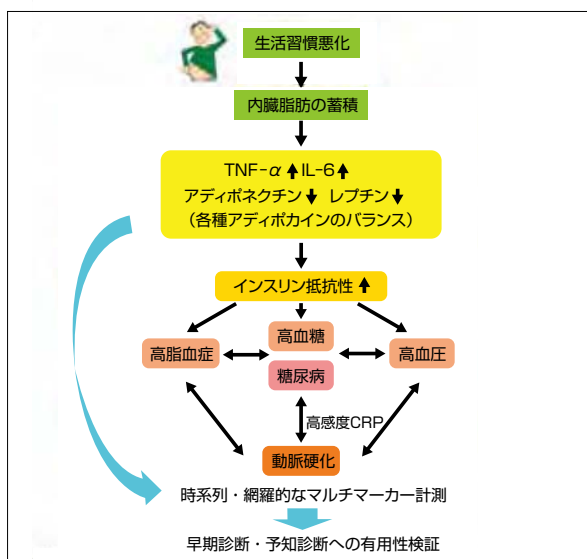


図1 アディポカインのバランスのくずれとインスリン抵抗性  
生活習慣の悪化により、各種アディポカインのバランスがくずれインスリン抵抗性が上昇することで糖尿病を発症する。

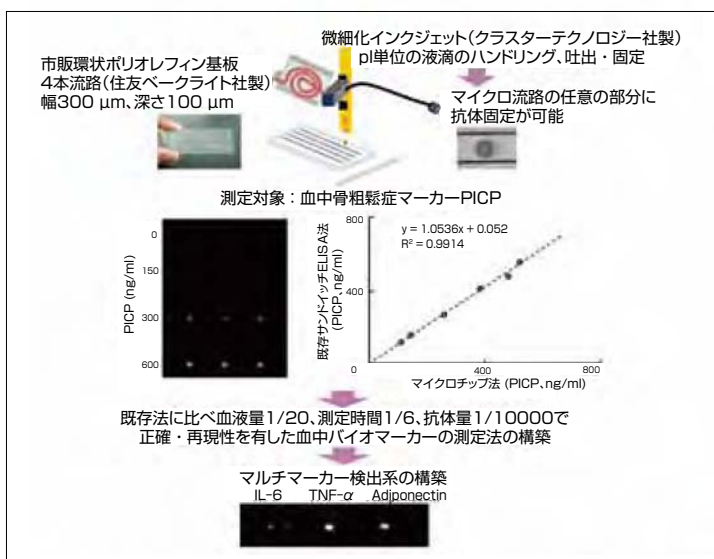


図2 マイクロ流路上でのサンドイッチELISA法の構築とマルチバイオマーカー検出系の構築  
微細化インクジェットを用いることで、流路上の任意の部分に極微量の抗体を固定し抗原抗体反応による血中バイオマーカー検出を行う。

# 表面濃縮型免疫測定法によるマイクロ分析デバイスの開発

## はじめに

これまでにさまざまなマイクロ分析デバイスが提案され、血液や尿に含まれるタンパク質やペプチドなどを迅速に検出できることが報告されています。これは、マイクロ分析デバイスの微小流路内では比表面積がバルクでの測定に比べ著しく大きい（試料体積に対する検出部面積が大きい）ため、酵素反応や抗原抗体反応が高効率に行われることによります。しかし、これまでの検出法をそのまま微小化しても、測定法によっては十分な感度が得られないという問題があります。そこで、私たちは表面反応を利用して、マイクロ分析デバイスに適した新規測定法を考案し、そのマイクロ分析デバイスへの適用を行っています。

## 表面濃縮型免疫測定法

チオール基をもつ分子は、金に強く吸着し緻密な単分子膜を形成することが知られています。そこで、私たちはチオールの一種であるチオコリンを生成する酵素（アセチルコリンエステ

ラーゼ）を用いた表面濃縮型の酵素免疫測定法を提案しています。図1は、電気化学発光により検出する表面濃縮型免疫測定法の模式図を示しています。基質としてアセチルチオコリンを導入すると、酵素標識抗体により加水分解されチオコリンが生成します。このチオコリンを金-チオール吸着を利用して金電極表面に回収し、濃縮膜を形成させます。その後、この金電極をルテニウム錯体中で酸化した際の発光強度を測定します。チオコリンの量が多いほど明るく発光するため、発光強度から目的分子の濃度を知ることができます。

図2は、表面濃縮型免疫測定法を表面プラズモン共鳴法により測定した際の装置およびマイクロ分析デバイスの写真です。すべての反応（抗原抗体反応、酵素反応、チオコリン濃縮）を微小流路内で行うことにより、高効率に

反応を完了することができ、pg/mL程度の低濃度ペプチドでも30分で計測できます。

## 最後に

マイクロ分析デバイスに適する、表面反応を利用した免疫測定法とマイクロデバイスを紹介しました。この方法は、これまでの吸光測定や発光測定のように光路長に依存することがないために、微小化することによる感度の低下はありません。むしろ、回収率向上や線流速上昇によって高感度に測定可能であり、微小空間の特徴を活かした有効な測定法です。

バイオメディカル研究部門  
くりた りょうじ  
栗田 僚二

## 参考文献

- [1] R. Kurita *et al.*: *Analytical Chemistry*, 82, 1692-1697 (2010).
- [2] R. Kurita *et al.*: *Analytical Chemistry*, 78, 5525-5531 (2006).

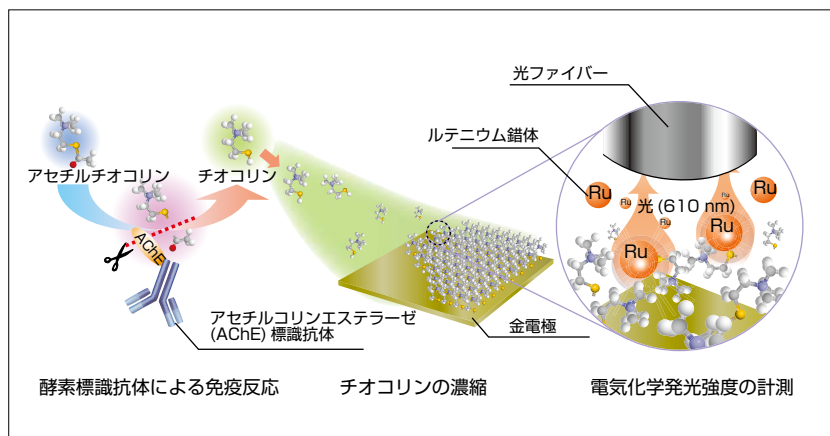


図1 電気化学発光により検出する表面濃縮型免疫測定法の模式図

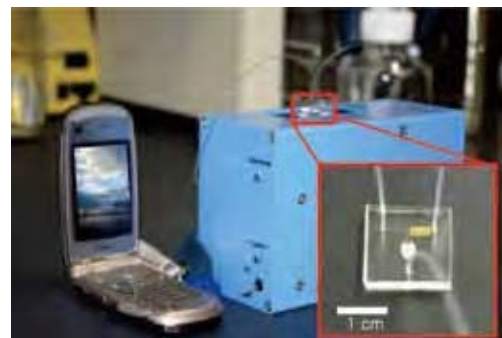


図2 小型表面プラズモン共鳴測定器とマイクロ分析デバイス（右下）の拡大写真



## マーカー計測用卓上型導波モードセンサーシステム

### 研究の背景

安心・安全な暮らしには、低濃度な微小物質の検出技術は欠かせません。医療現場における診察では、その症状を引き起こしている原因物質の特定は適切な治療に不可欠ですし、生活習慣病については、病気になる前の健康診断での未病状態の発見も重要だからです。新型インフルエンザや口蹄疫の流行で明らかになったように、人体や家畜に害を及ぼすウイルス、菌、汚染物質を発生現場で素早く検出し、それらの除去、拡散防止を行うことも強く求められています。これらの検出に用いられるセンサーには、高感度で正確、持ち運びができて操作が簡単、しかも安価であることが求められています。

### 導波モードセンサーの高感度化、小型化に向けた取り組み

図1は私たちが開発を進める導波モードセンサーの光学配置の概念図です<sup>[1]</sup>。センサーチップは、SiO<sub>2</sub>ガラス基板上に厚さ数100 nmの単結晶Si層、および厚さ400～500 nmのSiO<sub>2</sub>導波路層をもちます<sup>[2]</sup>。装置は、s偏光化された可視光を図のようにプリズムの底

面に配したセンサーチップに照射し、反射光の強度変化を検出します。反射光特性は、導波路表面の誘電率に敏感に影響されるため、チップ表面に特定物質を吸着する物質、例えば抗体などを導入し、チップ表面でその特定物質、例えば抗原などが捕捉されると反射光強度が著しく変化します。

私たちは、独自のナノ穴形成技術によってSiO<sub>2</sub>導波路層に直径が50 nm程度の縦方向貫通穴を $5 \times 10^9$ 個/cm<sup>2</sup>形成することによって、検出感度を1桁以上向上することに成功しました<sup>[2],[4]</sup>。導波モードセンサーは色にも敏感です<sup>[5]</sup>。そのため、検体を色素や金属ナノ粒子で標識することで、より高い感度での検出ができます。直径20 nmの金ナノ粒子を標識として用いた場合、チップ表面1 μm<sup>2</sup>中に1個金ナノ粒子が吸着していれば十分検出ができることも見いだしました<sup>[5]</sup>。

私たちは、角度スキャン方式(図1の $\theta$ を変化させる)を、波長分解方式に変更することによって、大幅な装置の小型化に成功しました。図2は試作機の写真です。現在、筆箱サイズへの小型化を試みています。

### これまでの研究成果とマーカー計測への応用

私たちは、これまでに導波モードセンサーによって、油分、ビタミン類、タンパク質、インフルエンザウイルス、金属ナノ粒子、金属ナノ薄膜、大腸菌などの検出に成功しました。現在、これまでのノウハウを活かし、生活習慣病を未然に防ぐための高性能なマーカー測定用センサーの開発を目指しています。

光技術研究部門  
ふじまき まこと  
藤巻 真

### 参考文献

- [1] W. Knoll: *MRS Bulletin*, 16, 29-39 (1991).
- [2] M. Fujimaki *et al.*: *Opt. Express*, 16, 6408-6416 (2008).
- [3] K. Awazu *et al.*: *Opt. Express*, 15, 2592-2597 (2007).
- [4] M. Fujimaki *et al.*: *Microelectron. Eng.*, 84, 1685-1689 (2007).
- [5] M. Fujimaki *et al.*: *Opt. Express*, 18, 15732-15740 (2010).

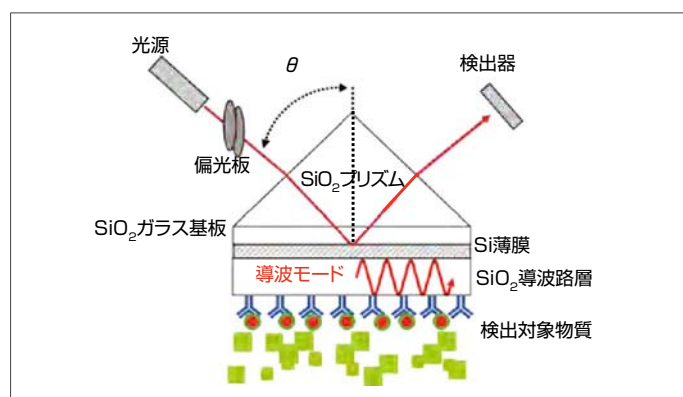


図1 検出システムの概略図



図2 検出装置(試作機)

# 長距離伝搬型表面プラズモン共鳴を用いたマルチマーカ― 蛍光検出システム

## 表面プラズモン共鳴を用いたバイオセンシング

表面プラズモン共鳴 (SPR) 法を用いたセンシングは、特にバイオ分野で広く利用されています。一般的に、SPR法で得られる情報は、センサー基板表面への物質吸着による膜厚・誘電率変化です。そのため、分子量の小さい物質をセンシングする際には、測定感度が不十分であったり、確度を欠く可能性があります。この問題を解決する手段の一つとして、膜厚・誘電率変化と同時に蛍光強度変化の情報も取得する方法があります。SPRが誘起されると、センサー基板表面では入射光エネルギーの著しい増強が起こることが知られており、センサー基板表面に存在する色素だけを強く発光させることができます。したがって、蛍光ラベル剤を用いるバイオセンシングの高感度化も期待できます。

## 長距離伝搬型表面プラズモン共鳴を用いた蛍光検出技術

長距離伝搬型表面プラズモン共鳴 (LRSP) はSPRの一種で、通常のSPRよりセンサー基板表面での電場増強度が大きいという特長があります。図1は、波長375 nmの光を入射する場合のLRSP用センサー基板構造を示しています。センサー基板は、シリカの低屈折率誘電体層、アルミニウムの金属薄膜層、シリカの消光防止誘電体層で構成されています。ここでは、自己組織化単分子膜作製技術を用いてセンサー基板表面に固定化したタンパク質トランスフェリンに、蛍光波長の異なる3種類のQ-dotでラベルした抗トランスフェリン抗体を特異的に吸着させたものを用いました。図2は、このセンサー基板を用いて緩衝液中でLRSPを誘起し、ファイバー分光器により測定した蛍光スペクトルです。3種類の

Q-dotでラベルした抗体による蛍光ピークやショルダーがはっきりと確認できます。

## 今後の展開

Q-dotラベル抗体が吸着した後のセンサー基板表面の厚さは20～30 nm程度ですが、LRSPを利用することで膜厚・誘電率変化のみならず、電場増強により蛍光強度を「底上げ」し、ファイバー分光器での蛍光スペクトル測定や特定波長の蛍光強度測定も十分にできます。今後は、1枚のバイオチップ上に存在するマルチマーカ―を一括して高感度に光検出できるシステムの構築に繋げていきたいと考えています。

光技術研究部門  
ふくだのぶこ  
福田 伸子

## 共同研究

株式会社オプトハブ

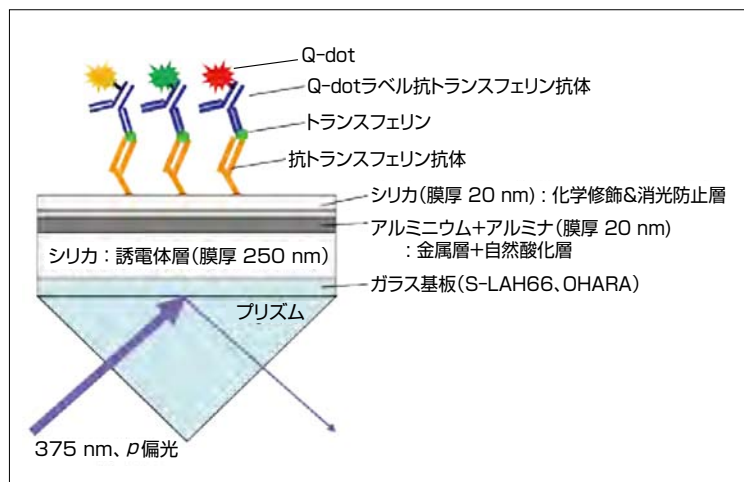


図1 LRSP用センサー基板の構造

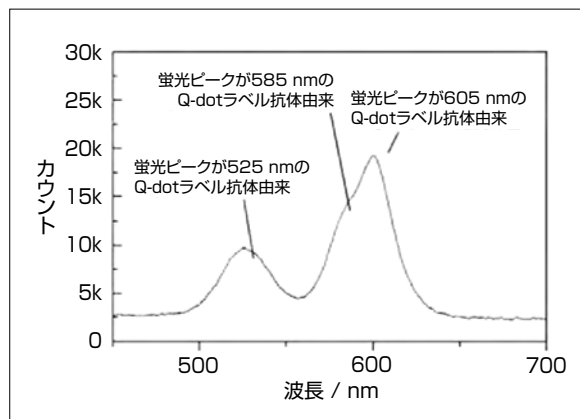


図2 3種類のQ-dotでラベルした抗トランスフェリン抗体が特異吸着したLRSP用センサー基板表面のLRSP誘起状態における蛍光スペクトル

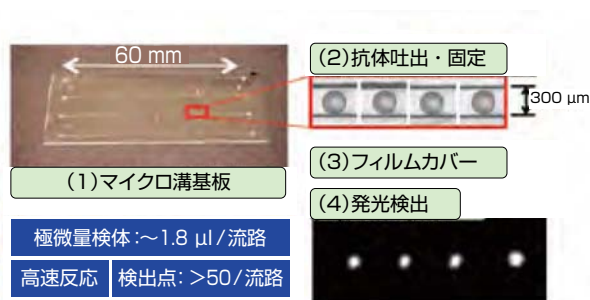
## マイクロ流路中への抗体のインジェクター吐出・固定化によるマルチマーカー測定技術

### 健康状態の見える化に向けて

健康レベルの維持・向上を図るには日常の健康状態を知ることがとても重要です。私たちは、疾病はもとより、生活習慣、環境変化などによる健康状態の変化を簡便、低コストかつ高精度で診断することを目指して、新規バイオデバイスに向けた研究を行っています。特に血中の抗原濃度測定に向け、現在血液検査で一般的に用いられているサンドイッチELISA（酵素固定化免疫測定）法をマイクロ流路内で実現することを目標に開発してきたのがインジェクターを用いたマイクロ溝底面への抗体固定化による流路型マイクロチップです。このチップは、①マイクロ溝基板の射出成形、②表面処理、③抗体吐出・固定化、④粘着剤塗布フィルムによる溝カバー、⑤流路内洗浄により作製しています。シンプルな構造でありながら、単一流路内に多数種の抗体を固定することで、サンプル量を増やすことなく、測定マーカーの種類を増やすことができるという特長をもっています。

### 蚊の吸血量で多項目測定

図中(1)の写真は4本の測定用流路をもつ試作チップの外観で、流路の両端には直径1 mmの導入・排出用ポートがあります。測定に必要なサンプル量は、蚊の吸血量よりも少ない約1.8  $\mu$ l



インジェクターを用いて基板上のマイクロ溝底面に抗体を吐出・固定した後、粘着材塗布フィルムによりカバーして流路型マイクロチップを作製する。このチップでは発光の強度により、マーカーの濃度を測定することができる。

です。図中(2)の写真は溝底面に吐出され付着した抗体液滴です。この例では、幅300  $\mu$ m、深さ100  $\mu$ m、長さ60 mmの流路の一部に、3 mm間隔で4ヶ所に抗体を固定していますが、チップの寸法上は最大50ヶ所まで抗体の固定が可能です。マーカー濃度は(4)の化学発光強度により測定します。このチップを使ってヒト血漿中に含まれる骨粗鬆症のバイオマーカーであるI型プロコラーゲンC末端プロペプチドや炎症性サイトカインIL-6を測定したところ、既存のELISA法と有意な差はなく、同等の再現性があることがわかりました。

この研究で試作したチップはプラスチック製であり、マイクロ流路内の検出部位のみに直接抗体を吐出、固

定化するため、抗体をはじめとする試薬類の量も極微量ですむことからディスプレイ化/低コスト化が容易で、簡便かつ高精度の健康情報測定ツールとしてとても有効で、「どこでも診断」を可能にするものです。現在、この技術を用いて糖尿病の超早期診断・予知診断に向けたチップ、疾患別あるいは臓器別診断チップの開発を行っています。さらに送液部や検出部を一体化してコンパクトな測定系とすることで、現場臨床検査デバイスの実現とこれを用いた健康情報の蓄積を目指しています。

健康工学研究部門  
おおいえ としひこ  
大家 利彦

### 参考文献

- [1] 特願 2008-165059 抗原抗体反応を利用した標的物質検出用チップ
- [2] 特願 2008-334179 抗原抗体反応を利用した標的物質検出用流路チップ
- [3] M.Tanaka et al.: *J. Laser Micro/Nanoeng.*, 5(1), 35-38 (2010).



# 分子認識ソフト界面の開発

## 特定の生体分子を高感度に検出するために分子認識界面ができること

人は病気になると原因解明のために病院などで検査をしますし、病気になる前でも日々の健康管理のために簡単な検査をすることもあります。疾病マーカーといわれるタンパク質類や細胞類、さらには病原菌やウイルスなどを簡単に瞬時に感度よく検出できる新しい方法が常に望まれています。タンパク質や細胞、ウイルスなどの検出は、それぞれが独自にもっている特定分子・物質などとの相互作用を最大限に利用して行われています。雑多な生体サンプルから、特定の極低濃度の生体分子のみを効率よく検出することは、(1) 検出対象分子の濃度がほかの分子種に比べてとても低い場合が多い、(2) さまざまな分子の非特異的な吸着によって起こるノイズ応答の増大、(3) 検出対象分子と特異的に相互作用する分子（抗体も含む）の開発が困難など、実はさまざまな問題との闘いでもあります。

私たちはこれらの問題を念頭に置き、センシング表面を構築する分子種

の開発と設計を行い修飾膜構造を工夫することで、少ない応答でも効率よく検出でき、不純物などの影響によるノイズをできるだけ落とせるナノ構造膜を作製しています。

## 認識部位の膜内配置の工夫と非特異吸着の完全抑制

タンパク質（レクチン）と糖鎖の間には特異的な認識が起こります。しかし、両者の相互作用はとても弱いので、これを効率よく利用するために、糖鎖部位を膜表面に飛び出させる形とし、糖鎖間をレクチン認識しない親水性の分子などで埋めたナノ相分離膜を作製しました<sup>[1]</sup>。糖鎖分子のみで構築した膜と比較して、糖鎖部分を10-30%程度にしたときに、相互作用も強くなり、吸着量も増大することを確認しました。

さらに、認識部位をもたない分子（認識しない分子）を検討し、非特異的な

吸着を効果的に抑える分子（短鎖トリエチレングリコール分子など）を新規に合成し、これを界面作製に採用することでノイズを効率よく抑えることに成功しました<sup>[2]</sup>。これまでに各種レクチン類の高感度検出に成功しています（図1）<sup>[1][3][4]</sup>。

現在は、産総研の分野融合的なプロジェクトに関連して、これまでの金基板への膜構築（主に表面プラズモン共鳴による応答検出）に加えて、シリカや炭素材料などの多彩な材質の検出チップや検出法に応じた分子認識膜構築を検討し、高感度測定、簡易測定を目指したセンシングシステムの構築と実証を行っています（図2）。

バイオメディカル研究部門  
 さとう ゆかり  
 佐藤 縁  
 たなか むつお  
 田中 睦生

### 参考文献

- [1] Y. Sato *et al.*: *Chem. Commun.*, 4909-4911 (2008).
- [2] M. Tanaka *et al.*: *Tetrahedron Letters*, 50, 4092-4095 (2009).
- [3] K. Yoshioka *et al.*: *Anal. Chem.*, 82, 1175 (2010).
- [4] 特開2009-236848 非特異性吸着抑制材料 佐藤 他

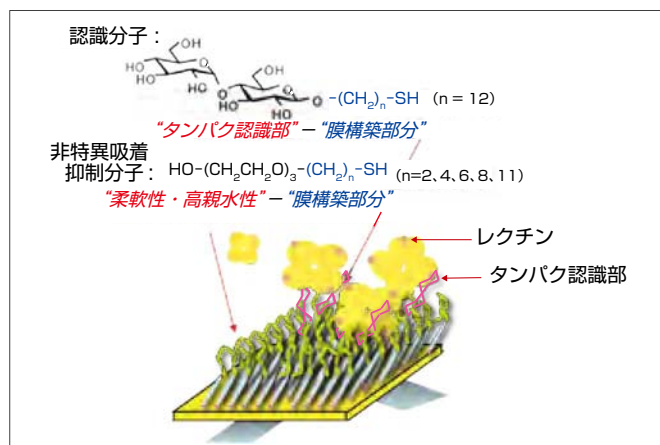


図1 レクチン類の認識のためのナノ相分離膜構築

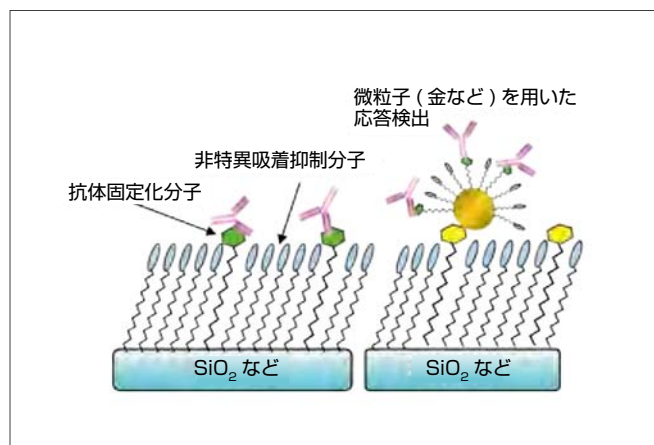


図2 新規基板表面修飾法、抗体固定化、応答検出法の考案

## 生体関連物質の吸着特性制御とナノスケール評価

### 抗体固定化膜のナノスケール評価

特定の表面構造をもつウイルスや疾病に特有のマーカ物質を高感度で検出するバイオセンサーを開発しています。図1に示すように、目的物以外の吸着を抑制し、ターゲットとなる物質のみを選択的に検出するために、吸着制御、抗原抗体反応、信号増幅技術などが研究されています。抗体は基板上に固定すると、その向きによっては活性を失うので、検出チップ表面に固定した抗体の密度や向きをナノスケールで評価しています。ナノテクノロジーの計測技術である原子間力顕微鏡 (AFM) を用いると、平坦な基板に吸着した微小物質の形状と密度を観察できます。

図2 (a) は、ガラス基板上的シリコン酸化膜表面にアミノシランを結合させた単分子膜にN,N'-カルボニルジイミダゾール (CDI) を反応させて作製したセンサー基板をAFMで観察した例で、この平坦な表面を用いれば数nmの物質が固定される様子を評価できます。図2 (b) は、CDI表面にインフルエンザウイルスの抗体を結合させた状態の

AFM像です。用いた条件では、100 ~ 200個/ $\mu\text{m}^2$ 程度の密度で粒状構造が観察されていますが、高さの分布から判断して、これらは抗体がさまざまな向きで吸着したものと考えられます。

### 架橋アルブミンフィルムによる細胞接着性制御

多種の細胞を望みの位置に配置する技術は、薬物の有効性や安全性を効果的に評価できる細胞デバイスの作製や多種の細胞間の相互作用の解析などに役立ちます。しかし、従来法の場合、手順が煩雑、特殊な装置や材料が必要となる、などの問題があります。そこで、より簡便で特殊な装置や材料を必要としない、実用化に適した低コストな方法を確立することを目的に研究を行っています。

私たちは、血液中に大量に含まれるタンパク質である血清アルブミンの上

には細胞が接着しないという性質に着目し、アルブミンを原料として、「細胞が接着しない」性質をもつ水に不溶性のフィルムを作製することに成功しました<sup>[1]</sup>。さらに、紫外線照射や正電荷ポリマー溶液への曝露により、フィルムの「細胞が接着しない」性質を「接着する」ように変換できることを見いだしました (図3a)<sup>[2][3]</sup>。この「細胞が接着する・しない」を制御できるアルブミンフィルムの利用で、基板上やマイクロ流路デバイス内の任意の位置に細胞を配置できました (図3b)<sup>[4]</sup>。今後は、細胞の接着性制御以外にも応用範囲を広げ、バイオセンサー上の生体関連物質の吸着特性を制御することを目指しています。

ナノシステム研究部門  
やまぞえ ひろのり  
**山添 泰宗**  
みずたに わたる  
**水谷 亘**

### 参考文献

- [1] H. Yamazoe and T. Tanabe: *J. Biomed. Mater. Res. A*, 86, 228 (2008).
- [2] H. Yamazoe et al.: *Langmuir*, 24, 8402 (2008).
- [3] H. Yamazoe and T. Tanabe: *J. Biomed. Mater. Res. A*, 91, 1202 (2009).
- [4] H. Yamazoe et al.: *Acta Biomater.*, 6, 526 (2010).

光導波モードセンサー用  
検出チップ



図1 バイオセンサーに用いる検出チップ。表面に抗体を固定することでターゲットとなる物質に選択的に結合する。

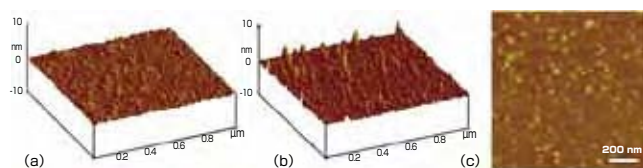


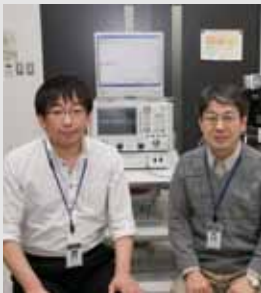
図2 (a) CDI処理をしたシリコン酸化膜のAFM像 (1 $\mu\text{m}$ 角、立体表示)。(b) (a) 上に抗体を吸着させた表面。高さ (3-9 nm) の粒子が観察されている。(c) は (b) の濃淡表示。



図3 (a) 細胞接着性を制御できるアルブミンフィルム。(b) アルブミンフィルムを利用した細胞パターンニング。

# 超広帯域・超低インピーダンス電源回路評価技術

## 消費電力が極めて少ない電子回路の電源回路設計・評価が可能



### 青柳 昌宏

あおやぎ まさひろ (右)  
m-aoyagi@aist.go.jp  
エレクトロニクス研究部門  
主幹研究員  
(兼) 高密度SIグループ長  
(つくばセンター)

これからの高度情報ネットワーク社会の実現には、携帯情報端末などの電子情報機器の高性能化が不可欠です。そのため、電子機器全体の処理性能を、トランジスタの微細化によらないで向上させる三次元LSI集積実装技術が注目を集めており、この実用化を目指して、さまざまな研究課題に取り組んでいます。

### 菊地 克弥

きくち かつや (左)  
k-kikuchi@aist.go.jp  
エレクトロニクス研究部門  
高密度SIグループ  
研究員 (つくばセンター)

産総研に入所以来、LSIデバイスを三次元に実装して、電子機器システムの高性能化を目指す三次元LSI集積実装技術の研究開発に従事してきました。特にインターポージャーを含めたシステム全体の電気特性向上に向けた研究開発を進めており、現在は電源ノイズ低減による超高速信号の伝送信頼性向上に関する研究課題に取り組んでいます。

### 関連情報：

#### ● 共同研究機関

技術研究組合 超先端電子技術開発機構、学校法人 明星学苑 明星大学、学校法人 芝浦工業大学

#### ● プレス発表

2010年5月25日「超広帯域・超低インピーダンス電子回路の評価技術を確立」

### 電子情報機器の低消費電力化

情報ネットワーク社会の実現には携帯情報端末などの電子情報機器の高性能化が不可欠です。しかし、機器に使用されるシリコン半導体LSIデバイスやその周辺回路の性能は、動画コンテンツの普及による情報処理量増大の要求に十分に答えることが困難となってきました。このような観点から、低コストで高性能化を実現できる三次元LSI積層集積化技術が注目を集めています。

また、電子情報機器による消費電力が急速に増大して、無視できない状況となりつつあり、消費電力を低く抑えながら高性能を達成できる電子回路システムの実現が強く望まれています。

### 開発した評価システム

超低消費電力で高性能な電子回路システムを実現するためには、電源電圧をさらに低くする必要があります。しかし、電源電圧が低くなると、三次元集積LSIシステムのように、膨大な数のトランジスタが高速かつ同時にスイッチングすると瞬間的な電源電圧の低下が起こるため、トランジスタ動作に必要な電源電圧値からの揺らぎが大きくなります。これが電源ネットワーク上の高周波電源ノイズとなり、信号線にこの電源ノイズが回り込んで信号伝送特性の劣化が生じます。

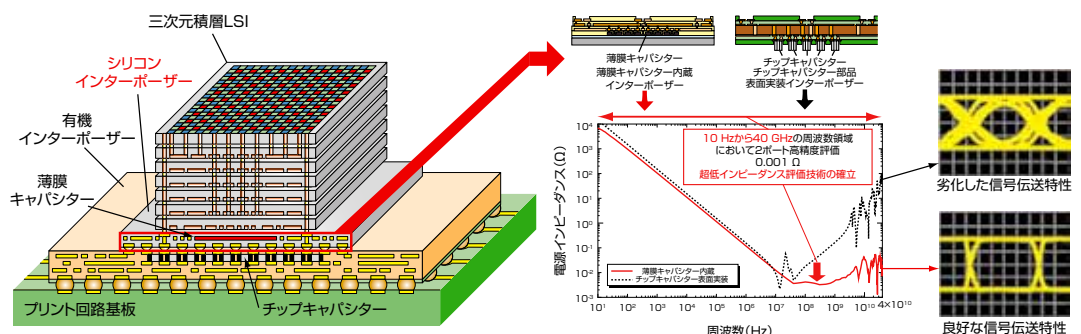
これに対して、電源ネットワークにキャパシターを内蔵し、電源インピーダンスを低減することで、電源ノイズを抑制する方法などの対策

技術が求められています。これまで、キャパシターの容量値や端子配置が電源ネットワークのインピーダンス特性に与える影響については、経験的な知見および電磁界シミュレーションによりインピーダンス特性を求め、電源電圧の揺らぎ量や信号伝送の劣化量を予測して、それらの実測値との比較によりデカップリング・キャパシターの効果を評価してきました。

この研究では、2ポート測定法という同じインピーダンス測定法で、2種類のインピーダンス解析装置を用いた評価システムを開発しました。この評価システムは、これまでの測定装置では実現できなかった、10 Hzから40 GHzに至る超広周波数帯域でシームレスな測定ができます。さらに、評価システムの動作ノイズを極力抑制することで、測定可能なインピーダンス下限値も現在の最高性能を達成しています。これによって、図のように共同研究先と試作した薄膜キャパシター内蔵インターポージャーのような、高性能インターポージャーの高精度な電源インピーダンス評価が可能となりました。

### 今後の展開

今回開発したインピーダンス評価システムは、電子回路内の電源ネットワークのインピーダンス評価技術として幅広く適用できるので、さまざまな高性能電子回路についての電源ネットワーク評価ができます。このシステムを活用し、民間企業、大学などと連携することで、低消費電力かつ高性能な電子回路を実現するため、実用レベルの応用技術開発を推し進めます。



(左) 三次元LSI集積実装技術、(中央) キャパシター搭載インターポージャーの電源ネットワークインピーダンス、(右) 信号伝送特性



## 太陽光発電をパネルごとにモニタリング スマートグリッド技術でパネルの不具合を検知して電力ロスを削減



河西 勇二

かさい ゆうじ

y.kasai@aist.go.jp

情報技術研究部門  
スマートグリッド通信制御連携研究体  
主任研究員  
(つくばセンター)

10ギガビットイーサネットや、OFDM無線システム、電波による動体センサーなど、通信や無線に関する研究を行ってきました。デジタル技術とアナログ技術の合わせ技で大きな可能性が広がることを日々実感しています。

### 関連情報：

● 共同研究者

村川 正宏、岩田 昌也、樋口 哲也(産総研)

● 用語説明

※ CDMA：Code Division Multiple Access の略で、符号分割多重アクセス方式。携帯電話などの無線通信でも使われており、発信者ごとにそれぞれ別個の符号を割り当てて信号と乗算し、同一の周波数に複数のチャンネルを割り当てる。受信側では符号を元に、送信情報を取り出す。

● プレス発表

2010年6月14日「太陽光発電パネルごとの発電状況をモニタリングできる通信技術を開発」

### 太陽光発電システムの問題点

低炭素社会実現のための再生可能なエネルギー導入において、太陽光発電の普及は重要な要素の一つです。太陽光発電パネルの寿命は一説には20年といわれますが、工業製品である以上、その期間中の不具合を無くすことは困難です。加えて現状の太陽光発電システムでは、不具合のあるパネルを特定することが難しい状況です。もし不具合を放置すると、本来発電されるべき電力をロスするので、太陽光発電システムの能力が活かされず、結果として費用対効果の面からも普及の妨げになります。

### 開発したモニタリング装置

産総研では2009年から太陽光発電パネルの直流電力線をそのまま通信に利用してパネルの発電情報を送れば、新たな通信線の工事をせず、安価に発電のモニタリングができることに注目し、①新たな通信方式の開発、②発電パネルに組み込む通信装置の小型化、③安価な市販電子部品による実装をポイントとして研究開発を進めてきました。

太陽光発電パネルごとに通信機能を与えることは、国内では行われていませんでした。今回、現状の直流電力線を通信に利用し、CDMA<sup>®</sup>を応用したノイズに強い通信方式を開発して、図1に示すように太陽光発電パネルの端子箱の中

に小型の通信子機を実装しました。これにより、各太陽光発電パネルの電圧、電流、温度などの情報を一括してパワーコンディショナー側の通信親機に伝送でき(図2)、不具合検知など、パネル単位での太陽光発電システムのモニタリングを行うことができます。

### 今後の展開

今回の試作機は基本原理実証のために少ない枚数の太陽光発電パネルからなるシステム用に開発したので、今後は、メガソーラーを含む大規模システムへの展開、長期の耐久性の実現をはかります。加えて、標準化を視野に入れたコンソーシアムを2011年1月に設立予定であり(予定名称：モニタ通信装置の利活用・標準化検討コンソーシアム)、早期の技術移転により実用化を目指します。また太陽光発電パネルからのモニタリング情報により、不具合を検出するためのアルゴリズムの開発を進める予定です。

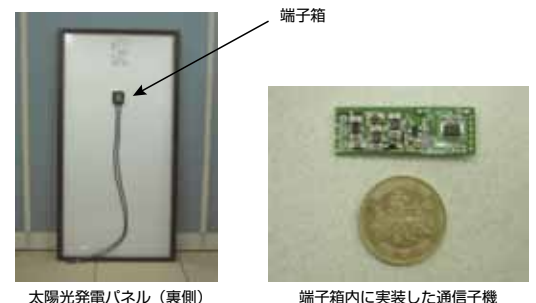


図1 太陽光発電パネルの端子箱に実装した通信子機

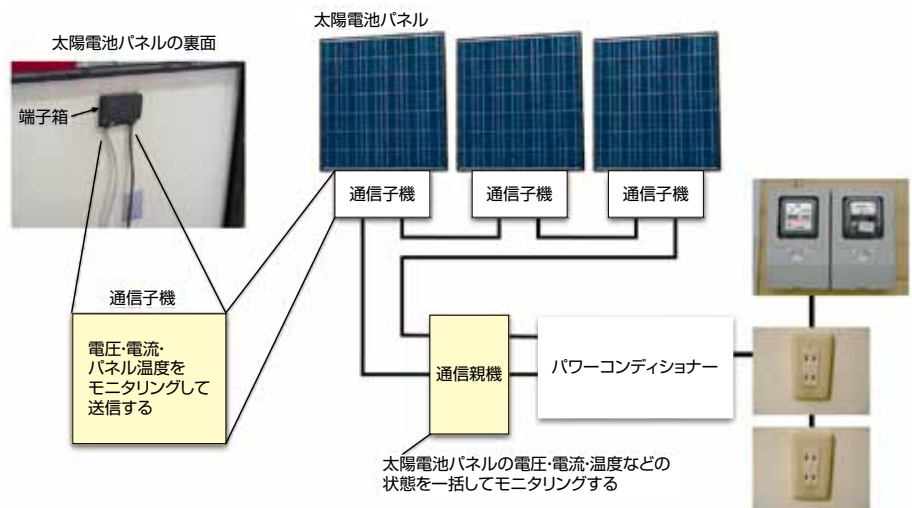


図2 太陽光発電モニタリングシステム

# LEDの明るさ評価のための新たな標準の開発

## — LED評価の信頼性向上への期待に応えるために —



### 座間 達也

ざまたつや

zama-t@aist.go.jp

計測標準研究部門  
光放射計測科  
科長  
(つくばセンター)

光放射計測科では、光の強さの絶対値測定に関わる研究開発を進めています。測定対象の光の波長域は真空紫外から赤外、放射特性は空間的・波長的に局限しているもの（レーザー光など）から、広がっているもの（黒体放射、ランプ光など）までさまざま、光が運ぶエネルギーに基づく測定のみならず、人間の目の感度に基づく測定にも対応しています。この豊かな研究の裾野を糧として、次の研究の芽が育っています。

### 関連情報：

● 共同研究者

神門 賢二、丹羽 一樹、市野 善朗、木下 健一（産総研）

### 注目されるLED照明

LED照明は、長寿命や低消費電力などの長所があり、新たな産業振興への期待も相まって、消費者のみならず産業界からも注目されています。また、照明用電力は、家庭内の消費電力の2割近くを占めると言われており、省エネルギーの観点からもLED照明が期待されています。

### LED照明の明るさ評価—求められる信頼性

LED照明が消費者に購入され普及しなければ、上記の期待には応えられません。このためには、これまでの電球や蛍光灯と比べてLED照明が優れていると消費者が認めることが必要で、パッケージなどに記載される性能値の信頼性が重要です。

もし、パッケージ記載の性能値の信頼性が低かったらどうなるでしょう。パッケージ記載の消費電力の低さ、明るさに惹かれてこれまでの照明の代替用に買ったLED照明なのに、いざ取り付けてみたら暗かったら、あなたは、もう一度LED照明を購入しようと考えてしまうでしょうか。米国では電球型蛍光灯の普及が進んでいませんが、まさにこのような事態が起こったためといわれています。光源の特殊性からLED照明の明るさ評価は困難ですが（図1）、明るさ評価の信頼性が低ければ、LED照明でも同じような事態が起こりかねません。そのため、信頼性の高いLEDの明るさ評価を求める声は世界

的に高まっています。

### LEDの明るさ評価のための新しい標準

明るさ評価に重要な量は全光束と呼ばれ、光源から全空間に放射される光の単位波長・単位時間当たりのエネルギー（分光全放射束）に、その波長での人間の目の感度をかけて波長積分した量で、照明される空間の明るさを左右する基本的な量です。ただし、この定義に従った評価は手間がかかり、個々の光源の評価には現実的ではありませんので、定義に基づき校正された光源を標準とし、それと比較して個々の光源を評価するのが一般的です。この目的のため、これまでは全光束の絶対値が校正された標準光源（全光束標準）が用いられてきました。

私たちのグループは、長年、これまでの照明評価用の全光束標準（標準光源は電球）を供給し、近年では、青色LED実現に伴い登場した低強度の白色・有色LED評価用に低強度全光束標準（標準光源は低強度LED）の校正技術を確立しました。しかし、これまでの光源と大きく異なるさまざまな分光分布をもつLEDの全光束評価は難しく、照明用途の高強度LEDの利用拡大に伴い、より拡張性の高い新たな標準（分光全放射束標準）への要望が増えています。私たちのグループでは、この要望に対応すべく、分光全放射束の絶対値校正技術の確立に向けた研究を進めています（図2）。

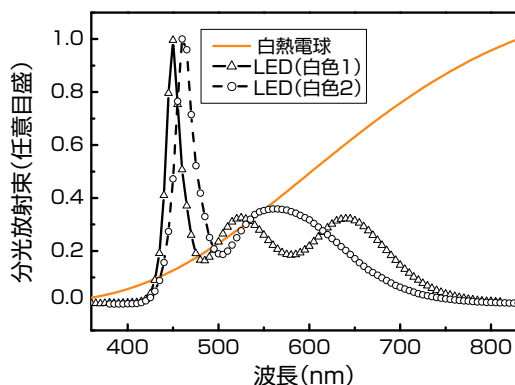


図1 これまでの光源（電球：橙色）と白色LEDの分光分布の一例。これ以外の分光分布をもつ白色LEDも数多く存在する。



図2 分光全放射束の校正に使用される配光測定装置。光源から任意の角度方向に放射される光の分光放射束を、全空間に対して測定することで分光全放射束を校正する。

## ボーリングデータ処理システムの公開 国土基盤情報としてのボーリングデータの利活用を目指して



**木村 克己**  
きむら かつみ  
k.kimura@aist.go.jp

地質情報研究部門  
主幹研究員  
(つくばセンター)

専門は構造地質学で、山岳地に分布する付加体の地質を調査・研究し地質図幅を作成してきました。最近では都市圏の地盤をなす平野の地下を対象として調査・研究を行っています。

### 関連情報:

- 共同研究機関  
独立行政法人 防災科学技術研究所
- 共同研究者  
大井 昌弘(独立行政法人 防災科学技術研究所)、根本 達也、康 義英(産総研)
- プレス発表  
2010年8月27日「ボーリングデータの電子化促進を目指したボーリングデータ処理システムの公開」

### ボーリングデータの現状

ボーリングデータは建築・土木事業において不可欠な地盤情報であり、ボーリング調査により毎年大量のデータが生成されています。このデータは地震防災、都市計画、環境保全などに極めて有用な国土の基盤情報であるため、知的基盤情報として利用可能な状態で保存されるべきものです。国土の知的基盤情報として、ボーリングデータの保管・利活用を促進する上で必要な一連の機能が実装された無料のソフトウェアの提供が期待されているところです。

### 開発した処理システム

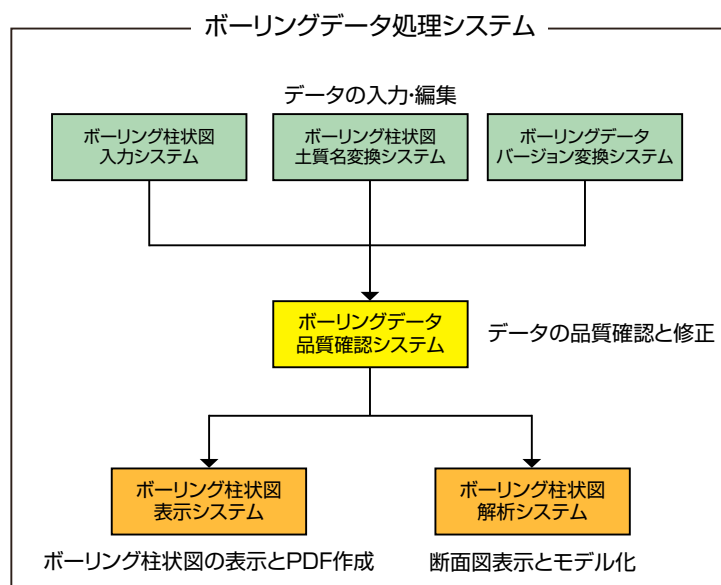
現在のボーリングデータの電子ファイル形式は、国土交通省の「地質・土質調査成果電子納品要領(案)」にあるボーリング交換用データの形式が国内標準として広く利用されています。そこで、独立行政法人 防災科学技術研究所(防災科研)と産総研は、紙資料のボーリングデータをボーリング交換用データの形式で電子化し、それを利用するためのボーリングデータ処理システムを開発しました。

防災科研は、ボーリング交換用データから各種様式のボーリング柱状図を表示する「ボーリング柱状図表示システム」、ボーリング交換

用データの形式が正しいかどうかチェックする「ボーリングデータ品質確認システム」の開発を担当しました。産総研は、ボーリング交換用データを作成する「ボーリング柱状図入力システム」、ボーリング柱状図の土質名の規格化とコード化を行う「ボーリング柱状図土質名変換システム」、ボーリング柱状図の断面図表示と地下地質・地盤構造モデルの解析を行う「ボーリング柱状図解析システム」の開発を担当しました。また、ボーリング交換用データのバージョンを最新のバージョンに変換する「ボーリングデータバージョン変換システム」を、防災科研と産総研が共同で開発しました。

### 今後の展開

今回のシステムの公開は、地方自治体などが保有しているボーリングデータの電子化・公開・流通を促進する原動力の一つとなり、これを利用した地質・地盤工学・地震動分野における研究や関係するビジネスの進展が期待できます。そして相乗効果により、高密度で質の高いボーリングデータやそれらに基づいた高精度な地盤モデルが公開されることで、地震防災をはじめ都市地盤整備や環境保全対策に役立つものと期待しています。



ボーリングデータの処理システムの構成



# 高空間分解能ラマン散乱測定システム

## 光の回折限界を超える空間分解能で半導体の応力分布を計測

特許 第4332644号  
(出願2004.9)

研究ユニット:

ナノ電子デバイス研究センター

### 適用分野:

- 光学測定装置  
(ラマン散乱など)
- 半導体計測分野  
(応力計測など)
- ナノテクノロジー分野

### 目的と効果

近年、ナノ構造、ナノデバイスの分野の研究開発が急速に発展しており、これらの分野において種々の試料の特性評価のため、高い分解能をもった光学計測技術が求められています。例えば、ラマン散乱分光法によるシリコン・デバイス中の応力分布計測は、非破壊・非接触で行えるため大きな注目を集めています。しかし、空間分解能が光の回折限界で制限されるため、今までナノスケールの計測は不可能でした。

この限界を超えるために、近接場プローブを用いる方法が提案されていますが、ラマン散乱分光法のような測定では、信号光が極めて微弱なために適用が困難でした。この発明は、このような微弱な信号の光学測定を、近接場プローブを用いて光の回折限界を超える空間分解能で行うことができます。

### 技術の概要

シリコンのような結晶性試料の光学測定では、図1のような方法で空間分解能の高い測定ができます。例えば、偏光した光を励起光源と

して用い、ラマン散乱が選択則により検出できないような励起光と検出光の偏光配置のもとで、ナノスケールの先端をもつ金属探針を測定試料に近接させます。すると、探針の先端近接領域のみ、探針の先端と光との相互作用で本来検出されないはずのラマン散乱光が観測できます。一方で、探針の先端から離れた部分では選択則によりラマン散乱光が検出できないので、探針先端近接部のナノスケール領域のラマン散乱光だけを測定することができます。

この方法を用いて、私たちは、100 nm 以下の空間分解能でシリコン(Si)の歪み分布を計測することができました(図2)。

### 発明者からのメッセージ

この発明は、シリコン・デバイスのラマン散乱分光法による応力分布計測だけでなく、ほかのナノデバイスにも適用できる技術です。また、偏光方向による選択則があれば、ラマン散乱分光法以外の光学測定システムの空間分解能を光の回折限界を超えて高空間分解能化することができます。

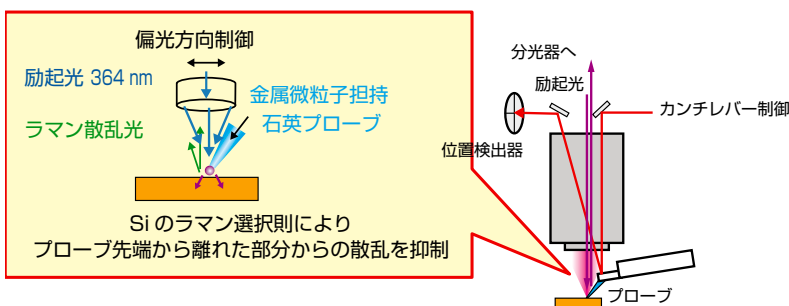


図1 測定システム模式図

知的財産権公開システム (IDEA) は、皆様に産総研が開発した研究成果をご利用いただくことを目的に、産総研が保有する特許等の知的財産権を広く公開するものです。

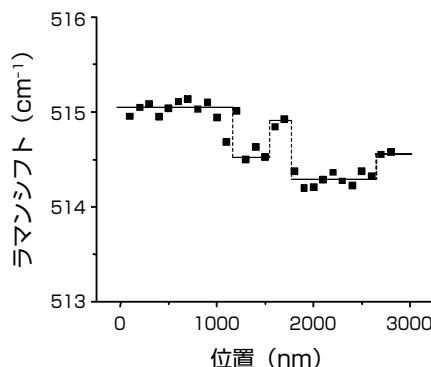
### IDEA

産総研が所有する特許のデータベース

<http://www.aist.go.jp/aist-idea/>

### 図2 歪みSi基板の透過電子顕微鏡写真(右)とラマン散乱の測定例(左)

クロスハッチパターンを反映したラマンシフトの変化を観測。ラマンシフトの $520\text{cm}^{-1}$  (無歪みの時のラマンシフトの値)からの変化分が歪みの大きさに対応。



## 耐熱性に優れた導電性薄膜

### 酸化物基板上で1,450 °Cに耐える薄膜電極を実現

特許 第 4362586号  
(出願 2004.3)

研究ユニット：

生産計測技術研究センター

#### 適用分野：

- 高融点物質の熱伝導率測定用電極
- 高温用電子デバイスの電極
- 高温用 MEMS 電極

#### 目的と効果

高温環境下で使用される耐熱性の電極材料として、高温安定性や抵抗温度係数が優れた高融点金属が広く使用されています。しかし、薄膜電極として使用する場合、このような高融点金属は、酸化物の基板上では1,000 °Cを超える高温下で酸化または窒化されやすく、剥離やクラックが発生しやすいため、薄膜電極を作製することは困難でした。この発明は1,450 °Cという高温下でも、酸化物の基板上で酸化または窒化されず、剥離やクラックが発生しにくい、薄膜電極を提供できます。

#### 技術の概要

図1のように、耐酸化性に優れた白金族金属 (Ru, Rh, Pd, Ir, Pt など) 薄膜を酸化物基板上に作製し、その上に高融点金属 (Y, Ti, W, Zr, Nb, Mo, Ta, Cr, Ni など) 薄膜を作製します。加熱後は白金族金属と高融点金属がお互いに拡

散し合い、合金を形成することによって、耐酸化性および耐熱性に優れた導電性薄膜を形成します。

具体的には、スパッタリング法を用いて、酸化ジルコニウム (ZrO<sub>2</sub>) 基板上にルテニウム (Ru) 薄膜を作製し、Ru 薄膜上にタングステン (W) 薄膜を作製します。図2に示すように、アルゴン雰囲気中、1,450 °Cで1時間の加熱後は、W/Ru 電極は RuW 合金に変化し、導電性を保ちながら、剥離しない薄膜状態を維持しています。

#### 発明者からのメッセージ

この発明は、単層の金属薄膜では困難であった高温環境下でも、白金族金属と高融点金属を積層し、加熱によって合金化し、今までにない耐酸化性、耐熱性をもった薄膜電極を提供します。

また、使用する金属が半導体プロセスに適用できる金属であるため、既に用いられている量産機への適用も期待できます。

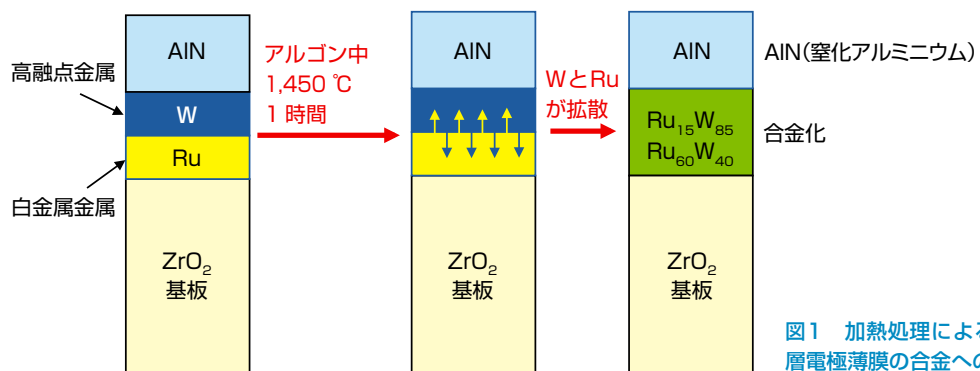


図1 加熱処理によるW/Ru積層電極薄膜の合金への変化

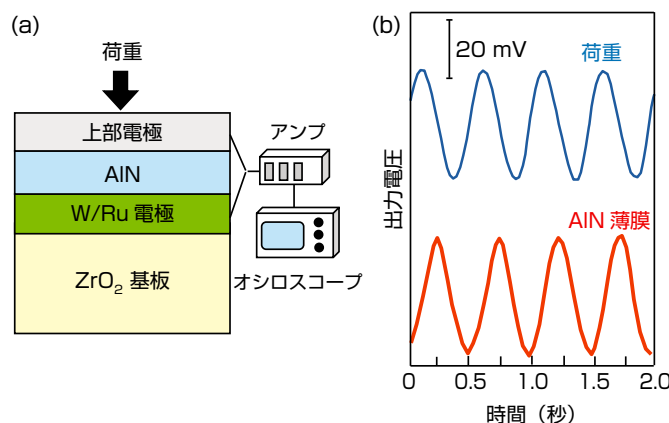


図2 (a) 加熱処理後のAlN薄膜の圧電性の評価方法  
(b) 加熱処理後のAlN薄膜の荷重変化に対する圧電応答

Patent Information のページでは、産総研所有の特許で技術移転可能な案件をもとに紹介しています。産総研の保有する特許等のなかにご興味のある技術がありましたら、知的財産部技術移転室までご連絡なくご相談下さい。

#### 知的財産部技術移転室

〒 305-8568  
つくば市梅園 1-1-1  
つくば中央 2  
TEL : 029-862-6158  
FAX : 029-862-6159  
E-mail : aist-tlo@m.aist.go.jp

# 情報機器のアクセシビリティ設定の国際規格

## 高齢者・障がい者が自ら操作できるようにするために



### 関 喜一

せき よしかず

yoshikazu-seki@aist.go.jp

ヒューマンライフテクノロジー  
研究部門  
アクセシブルデザイン研究  
グループ  
主任研究員  
(つくばセンター)

視覚障がい者の聴覚による環境認知の研究に従事。研究成果を基に、視覚障害訓練指導員養成、バリアフリー関連法ガイドライン作成、および情報アクセシビリティ標準化などを実践しています。また、ISO/IEC/JTC1/SC35/WG6（ユーザインタフェースアクセシビリティ）国際エキスパートおよび国内主査、ISO/IEC 24786 プロジェクトエディター、および ISO/IEC/JTC1/SWG-A（アクセシビリティ）リエゾンなどを務めています。

### 関連情報：

●この研究は平成 18～20 年度 経済産業省社会ニーズ対応型基準創成調査研究事業、「高齢者及び障害者の公共端末及び PC への対応に寄与する規格開発」の支援を受けて行われました。

### 背景

コンピューターなどの情報機器は、高齢者・障がい者にも使えるようにするために、操作を手助けする機能をもっています。例えば、画面がよく見えない人のために、文字や絵を拡大したり、文字を音声で読み上げたりする機能があります。また、手が不自由な人のために、キーを押し間違えても受け付けないようにする機能もあります。これらの機能はまとめて「アクセシビリティ機能」と呼ばれています。

多くの場合、このアクセシビリティ機能は、最初はOFFになっています。最初からONにした場合、高齢者・障がい者は情報機器を使いやすくなりますが、逆にそれらを必要としない一般の人は使いにくくなってしまいます。そこで、アクセシビリティ機能を使いたい場合は、必要な機能だけ選んでONにし、必要な調整をして使うことになっています。

ところが、高齢者・障がい者にはこのアクセシビリティ機能を選んでONにしたり調整したりする操作が自分でできないという問題があります。現在は、通称「パソボラ（パソコンボランティア）」と呼ばれる人たちが、高齢者・障がい者のために必要な設定を代理で行っているのが現状です。

### 研究内容

そこでアクセシブルデザイン研究グループは、アクセシビリティ機能を自分でONにしたり調整したりできる方法を調査・考案し、その方法を整理して規格にまとめました。私自身が規格の作成者（プロジェクトエディター）を務め、情報機器の国際規格を作る委員会（ISO/IEC/JTC1/SC35/WG6）で5年半にわたり話し合いを続け、2009年12月7日に国際規格（ISO/IEC 24786：2009 “Accessible User Interface for Accessibility Settings” アクセシビリティ設定のアクセシブルなユーザインタフェース）として制定しました。規格の中では、アクセシビリティ機能をONにしたり調整したりする入力画面についての約束事や、16種類のアクセシビリティ機能についての調整範囲などを定めています。

### 波及効果

この規格ができたことにより、高齢者・障がい者がパソコンなどの情報機器を使う場合に、ボランティアに頼らず自分でアクセシビリティ機能を設定し、自分で自由に使用できるようになることを期待しています。



この規格化により、高齢者・障がい者はボランティアに頼らず自力で「アクセシビリティ機能」を設定して、情報機器を使用できるようになる。



# レーザー光を利用したレアアース鉱石の化学分析

## 最新のLA-ICP-MS分析技術



昆 慶明 (写真左)

こん よしあき

yoshiaki-kon@aist.go.jp

地圏資源環境研究部門  
鉱物資源研究グループ  
産総研特別研究員  
(つくばセンター)

東京工業大学にてLA-ICP-MSを用いた花崗岩類の成因に関する研究および同装置の改良に従事しました。産総研でもレアアース鉱床探査および同装置の導入、周辺機器の設計、分析ルーティン化を担当しています。

高木 哲一 (写真右)

たかぎ てついち

takagi-t@aist.go.jp

地圏資源環境研究部門  
鉱物資源研究グループ  
研究グループ長  
(つくばセンター)

1994年に工業技術院地質調査所に入所し、主に非金属鉱床(粘土、長石など)の調査研究に従事。産総研では高レベル放射性廃棄物地層処分の研究、2008年よりレアメタル鉱床の調査研究に従事しています。

### レアアースの現状

レアアース(希土類)は、ランタノイド14種にスカンジウムとイットリウムを加えた16種の元素の総称です。これらは、ガラス研磨剤、蛍光剤、高性能磁石を始めとする工業製品に不可欠な物質です。国内需要の約9割が中国一国から供給されているため、その安定供給が懸念されています。そこで、産総研では中国に替わるレアアース供給地を探すために、世界各地のレアアース鉱床の鉱石を分析・評価しています。

### 従来のレアアース分析方法

岩石の主成分は、岩石と融剤(四ホウ酸リチウム)の混合物を高熱で溶融して作ったガラスビードを、蛍光エックス線分析装置を用いて分析します。しかし、岩石中のレアアースは一般に微量なため、この装置では十分な分析精度が得られません。そこで、岩石を酸分解した溶液をICP-MS(高周波誘導結合プラズマ質量分析計)という感度の高い装置によって分析するのが普通です。この方法には、酸分解に手間と時間がかかることやレアアース鉱物が溶け残りやすいなどの欠点があります。これらを克服するために、産総研ではレーザー光を利用した最新の分析方法を導入しました。

### レーザー光を利用した分析方法

強いレーザー光を細く絞る鉱物やガラスに照射すると、照射された部分が蒸発するレーザーアブレーション(LA)という現象が起きます。そうして生じた微粒子を高純度のアルゴン・ヘリウム混合ガスに乗せてICP-MSに導入し、化学組成を分析する装置をLA-ICP-MSといいます。分析が迅速で溶け残りもなく、10マイクロメートルオーダーの微小領域の分析も可能な

ので、まさに最先端の固体分析法といえます。1990年代終わりごろから地球科学分野で使用され始め、近年急速に導入が進んでいます。

### 産総研での新たな試み

レーザー光は、同じエネルギー量であれば発振時間が短いほどエネルギーの密度が高くなります。産総研のLA-ICP-MSに導入したレーザー装置は、発振時間がフェムト秒(fs:1000兆分の1秒)単位で、これまでのナノ秒(10億分の1秒)単位の装置に比べてアブレーションの効率が格段に向上しています。その結果、前述の蛍光エックス線分析装置用のガラスビード(融剤で10倍に希釈)をそのまま分析に使用しても十分な感度が得られます。このレーザーを、ICP-MS、高精度電動ステージ、高解像度カメラを一括で制御するシステムに組み込むことで、レアアースを含む微量成分分析を1試料あたり2分、10試料連続で行うことができる装置(fsLA-ICP-MS)となりました。これまでの溶液法と比較すると、準備と分析に要する時間は約10分の1です。このfsLA-ICP-MSによる全岩分析ルーティンの稼働は、京都大学に次いで国内2例目であり、今後のレアアース鉱床探査に大きな威力を発揮するものと期待しています。



産総研で開発した、照射系・高精度電動ステージ・高解像度カメラの一括制御システム



fsLA-ICP-MSの全景



パソコン上の分析制御インターフェース

# 石油小流量標準の整備

## 校正流量範囲の下限拡大を目指して



チョン カーウィー

Cheong KarHooi  
kh.cheong@aist.go.jp  
計測標準研究部門  
流量計測科  
液体流量標準研究室  
研究員  
(つくばセンター)

混相流における流動現象や熱伝達現象の解明、混相流の可視化計測技術の高度化、熱交換器内部の熱流動や構造振動に関する研究などに携わってきました。産総研では液体小流量の標準開発を行っています。今後は、液体小流量標準のトレーサビリティ体系の浸透を図るとともに、微小流量標準の確立や微小流量計測技術の高度化などの研究課題に取り組んでいきたいと考えています。

### 石油の小流量標準のニーズ

石油は現代の人間社会にとって、言うまでもなく重要なエネルギー資源であり材料資源です。その公正な商取引の成立には、正確な流量計測とそれを支える計量標準が必要となります。身近な例として、ガソリンスタンドの給油機に用いられる石油メーター（石油流量計）の精度は、国家標準に基づいた法定計量制度によって保証されています。

さて、流量範囲が小さくなると、計測ニーズも変わります。例えば、自動車の燃費評価試験では、燃料消費量の計測に微小流量計が使われます。バイオエタノールとガソリンの混合燃料の利用では、特定の混合比率の維持に、微小流量計が使われます。また、寒冷地域では、集中給油システムを備えた集合住宅が増えており、各家庭の消費量検出に、微燃料油メーターが活用されています。これらの例では、流量範囲 1 mL/h ~ 1 L/h のオーダーの流量計測が必要です。私たちは、このような微小~小流量と呼ばれる流量範囲の校正サービスを提供するために、標準設備の開発を進めています。

### 流量標準開発の現状

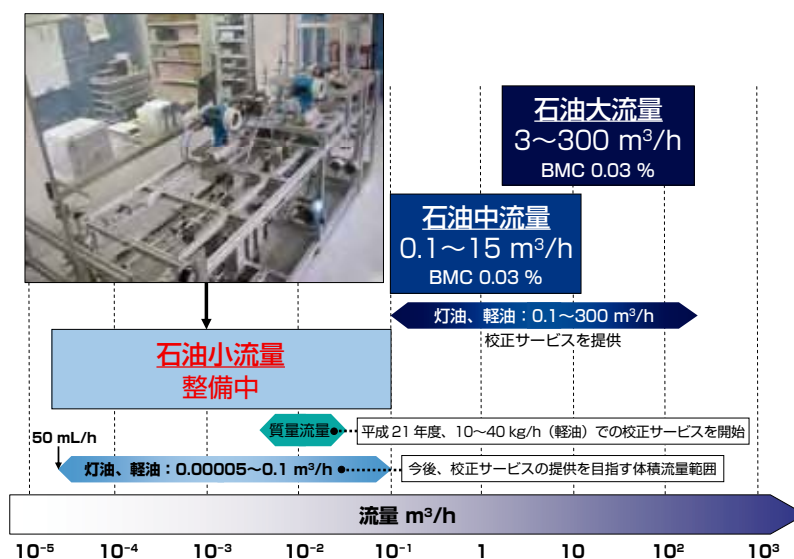
流量の国家標準とは、最高精度をもっていることを前提に、下位のさまざまな流量計を校正できる試験設備を指しています。私たちの研究

室は、石油の大流量（3 ~ 300 m<sup>3</sup>/h）と石油中流量（0.1 ~ 15 m<sup>3</sup>/h）の標準設備を開発してきました。現在開発中の石油の小流量標準設備は、0.1 m<sup>3</sup>/h以下の校正範囲を目指しています。

校正原理は停止式静的<sup>ひょうりょう</sup>秤量法です。この方法は、校正対象の流量計を通過した試験液（現在、軽油に限定）を所定の時間だけ、秤量計の上に設置された秤量容器内に流入させ、秤量計で計測した流入質量を流入時間（流量計のパルス信号に相当）で除することで標準質量流量に換算します。さらに、計測した密度値で標準質量流量を除することで標準体積流量に換算します。これら標準質量流量もしくは標準体積流量と校正器（流量計）の指示値の比較により校正を行います。2009年度、質量流量範囲 10 ~ 40 kg/h での校正サービスを始めましたが、校正流量範囲のさらなる下限拡大と体積流量での校正サービス開始のために、設備の高度化を進めています。

### 今後の展望と目標

流量計測の機器や設備の一層の精密化と微小化が見込まれているため、今後はより信頼性の高い微小流量計測を支える技術インフラの整備が必要となります。当面の目標として、5年以内に下限流量が 50 mL/h の校正サービスを提供できるような標準設備を目指しています。



石油小流量標準設備と校正流量範囲



# シリーズ：進化し続ける産総研のコーディネーション活動(第13回)

## 技術の統合を加速しwin-winの連携を 一研究開発機関におけるコーディネーションを見据えて一

イノベーションコーディネータ あやのぶひろ  
**綾信博**

### イノベーションコーディネータへの道

1989年に工業技術院 機械技術研究所に入所し、主に超微粒子・ナノ粒子の製造や計測、解析の研究を行ってきました。研究所の企画室での勤務や、フォトン計測・加工技術のプロジェクトに関わった縁もあり、既に産学官連携コーディネータとして活躍していた齊藤 敬三、志村 洋文の両先輩に誘われ、2007年4月から産学官連携推進部門に異動し、2009年11月に産学官連携コーディネータになりました。主に、ナノテクノロジー・材料・製造分野の企業や、包括連携協定の相手方である伊藤忠商事株式会社(以下、「伊藤忠」)を担当しています。また、「粉/粒子」「レーザー」などのキーワードに関係する分野横断的な連携構築にも携わっています。

「粒子」の分野は幅広いことから、工業技術院当時から多くの研究所やさまざまな企業と交流できたこと、企業13社と旧4研究所が参画した「フォトン計測・加工技術」や、「ナノ機能合成」のプロジェクトに関わったことを通じて、内外の多くの方々と本気で議論できたことが、今に活着ていると感じています。

### コーディネート活動への想い

「自分の研究費は自分で獲ってくるものだ」と学生時代に指導教官から教えを受けたこともあり、入所直後からしばらくは外部資金を獲得し、ほぼ一人で仕事をしていました。しかしその後、上述の「フォトン計測・加工技術」のプロジェクトに、調査研究の立案から最後のとりまとめ・評価まで深く関わったことが、チームの総合力で勝負する仕事の面白さを感じるきっかけとなりました。

今は「win-win」の連携、すなわち、富を奪い合うゼロサムではなく、係わる人や組織の皆にメリットがあるような連携の構築を図ることが使命だと認識しています。例えば、包括連携協定を結んでいる伊藤忠との間では、中小中堅企業を含む3～4社以上の連携による共同研究開発が進められています。この中で伊藤忠は、主に市場調査・ビジネスモデルの構築と研究資金提供を担い、産総研と中小中堅企業などの得意技術の統合によるマーケットを見据えた開発が加速されています。参画者全てが投資した資源以上の利益を享受できることが期待されています。

産学官連携活動は人の輪(和)により形成されるものではありませんが、仲良しクラブではなく、時には厳しいディスカッションや交渉を経ます。コーディネータは、ビジネスのプロフェッショナルである企業と、その分野の研究のプロフェッショナルである研究ユニットを結ぶバッファ層としての役割

のみならず、時として共同技術開発の企画やマネジメントにも深く係わります。そうした中で、プロフェッショナルにふさわしい仕事をやり遂げるからこそ喜びです。連携の構築で終わりではなく結果を求めたい、世の中の役に立つ技術の開発と実用化の一助になりたいと思います。

### 新たな可能性

大田区の中小加工企業の方々との交流を通じて、それぞれの得意分野の個別専門技術を周囲の技術とどう統合するかが大変な課題であることがわかりました。産総研で生み出された先端技術が前工程・後工程の技術と融合できずに実用化されない例も多くみってきました。他方、学術的な研究開発においても、ほかの応用分野では既に解決され産業化にまで至っている課題を、別の分野の学協会ではそれを知らず新しい課題として扱うような例も増えているように感じます。

科学技術が高度化・細分化した中で、高度な技術や知識を統合していくことや新たな適用を実現することが、産業技術の発展には必要不可欠です。コーディネータの仕事の一つは、技術のユーティリティを向上させ、技術の統合を実現することですが、「人」やその「ネットワーク」の力だけでは自ずと限界があります。私自身、かつては研究者としての立場で、さまざまな技術の所在とその適用範囲を示すナビゲータシステムの開発を行ってきました。

世の中にはさまざまな立場から連携を支援する組織や人材が増えてきていますが、こうした技術や仕組みの開発を推進することは、研究開発機関としての産総研におけるコーディネータにとって独自のミッションの一つになると考えています。産業界や学界の意見を聞きながら、こうした取り組みをコーディネーション活動の一環に位置づけ、ぜひ強力に進めていきたいと考えています。



松見伊藤忠理事(左)と著者(右)



産総研は憲章に「社会の中で、社会のために」と掲げ、持続発展可能な社会の実現に向けた研究開発をはじめ、社会的な取り組みを行っています。

### 計量の適正な実施への取り組み

毎月の水道料金は、どの家庭にも設置されている水道メーターの数値から請求されます。また、精肉などを購入するときによく見かけるのは、100 g 当たりいくらという価格設定です。何か“はかる”ということは私たちの身近で行われていますが、売買したり製造したりする現場では、適正な計量を実施されるように管理しなければなりません。これを「計量管理」といいます。

この計量管理を行うのが計量士です。計量士とは、計量器の検査や管理を行うための国家資格です。計量士には、工場や百貨店・スーパーマーケットなどで使

用される質量計、体積計、温度計および長さ計などの計量器の精度管理や検査、計量方法の指導や改善などを行う一般計量士と、大気、水質などの分析や騒音、振動測定を専門に行う環境計量士という資格に分かれています。

計量士になるためには、経済産業省が実施する国家試験を受験する「国家試験コース」と、一定期間の教習を受講して計量行政審議会の認定を受ける「資格認定コース」の二つがあります。この教習は、法律に基づいて産総研の計量研修センターが実施しています。いずれのコースでの資格取得でも、各々一定期間の実務経験が必要です。環境計量士について

は、この実務経験の代替となる「計量講習」も実施しています。

このように、国民が公平なサービスを受けられるように保証する仕組みに、産総研も貢献しています。

詳しくは、計量研修センターのホームページをご覧ください。

<http://www.nmij.jp/~metroltrain/index.html>



受講の様子

### サイバネティックヒューマンHRP-4Cがサービスロボット部門「優秀賞」を受賞 報告

2010年11月26日、産総研で開発されたサイバネティックヒューマンHRP-4Cが「第4回 ロボット大賞」サービスロボット部門で優秀賞に選ばれ、日本科学未来館で開催された表彰式において表彰されました。この表彰は、わが国のロボット技術の革新と用途拡大および需要の喚起を促すことを目的に、将来の市場創出への貢献度や期待度が最も高いロボットに対して行われます。

サイバネティックヒューマンHRP-4C、愛称

「未夢（みーむ）」は身長158 cmの人間に近い外観・形態で、人間に極めて近い歩行や動作ができ、音声認識などを用いて人間とインタラクションできるヒューマノイドロボットです。これまでに、司会者、ファッションモデル、歌手、女優、ダンサーなどとして活躍してきました。コンテンツを入れ替えることで、さまざまな役割を果たせるのが未夢の特長です。今後も、日本を活性化させるロボットサービスの創出に貢献します。



サイバネティックヒューマンHRP-4C

### 2010年度グッドデザイン・フロンティアデザイン賞を受賞 報告

2010年11月10日、太陽光発電研究センター化合物薄膜チーム 石塚尚吾 主任研究員は、日本産業デザイン振興会から「2010年度グッドデザイン・フロンティアデザイン賞」を授与されました。

受賞対象の研究は「高性能な集積型フレキシブルCIGS太陽電池モジュールの研究開発」です。フレキシブルCIGS太陽電池は、軽く、曲げることのできる高性能太陽電池です。光電変

換層には従来のシリコン系材料ではなく、わずか2マイクロメートルのCIGS化合物という薄膜太陽電池材料を使用しています。1枚のシート基板に複数の電池が集積された構造になっていて、高い電圧を取り出すこともできます。今後、耐荷重制限のため、これまでの太陽電池パネルが設置できない場所への導入や曲面への設置、モバイル用途への応用など、実用化に向けてさらなる高性能化や大面積化、低コスト

化に向けた研究開発を行います。



表彰式での石塚尚吾主任研究員

## TIA パワーエレクトロニクス研究拠点において新クリーンルームを公開

報告

2010年10月5日、経済産業省および産総研は、産総研つくば西事業所において、つくばイノベーションアリーナ（TIA）パワーエレクトロニクス研究拠点（以下、パワエレ拠点）の新クリーンルームの公開、ならびにキックオフ会を行いました。この公開はパワエレ拠点である産総研つくば西事業所5D棟にSiCデバイスチップ量産試作ラインが完成したことやSiCパワー半導体用エピタキシャル膜製造装置の据付が完了したことを機に、拠点としての活動開始を

宣言（キックオフ）することを目的として行われました。

当日は国内パワーエレクトロニクス関係者約100名が参加する中、野間口産総研理事長や福島経済産業省研究開発課長による挨拶、渡邊 TIA 事務局長、松波 SiC アライアンス会長、木本京都大学教授、和田 FUPET 専務理事、および奥村産総研先進パワーエレクトロニクス研究センター長による基調講演、施設の見学会が行われました。



新クリーンルーム公開の様子



挨拶する野間口理事長

## スーダン科学技術大臣の産総研来訪

報告

2010年10月8日、スーダンのハミッド科学技術大臣が産総研つくばセンターを訪問され、小野副理事長と会談しました。

ハミッド大臣は、10月3日～5日に京都にて開催された「The Science and Technology in Society Forum」への出席のために訪日され、つくばでは産総研のほか、(独)物質・材料研究機構など主要な研究機関を訪問されました。産総研では、小野副理事長の挨拶、作田国際部長の産総研概要説明があり、次

いでハミッド大臣のご関心が高いナノテクノロジーの研究を八瀬ナノシステム研究部門長が紹介しました。大臣からは、スーダン国内にある10の研究機関では国内外の大学を卒業した者が多く研究に従事しており、これらの機関が発展するために日本のナノテクノロジーを始めとする最先端の研究を取り入れていきたいとのお話がありました。

大臣は、サイエンス・スクエアつくばも視察され、それぞれの展示品の説明を

熱心に聞かれ、質問を多くされるなど産総研の研究成果に高い関心を示されました。



ハミッド科学技術大臣(左)と小野副理事長(右)

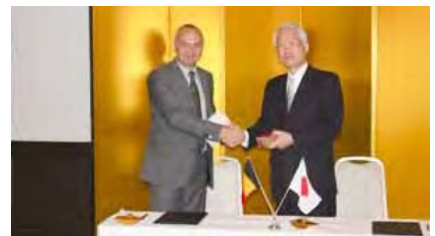
## IMEC と MOU を締結

報告

2010年11月19日、産総研とベルギーのIMEC (Inter-university Microelectronics Centre) International はナノテクノロジーなどの分野における包括的研究協力覚書 (MOU) に署名しました。調印式は学士会館にて行われ、野間口産総研理事長と Luc Van den hove IMEC President & CEO との間で署名が取り交わされました。

産総研は、つくばにおいて(独)物質・材料研究機構、筑波大学とともに

産業界の協力も得て、つくばイノベーションアリーナ (TIA) を世界的なナノテク研究拠点に成長させることを目指して活動しています。今般のMOUはこれまでのIMECとの連携をより強固なものとするべく、ナノテクノロジーなどの分野における共同研究、人材交流、合同シンポジウム開催を通じてお互いのナノテク研究拠点活動を推進し、産業競争力を強化することを目指して締結されました。



調印式での Luc Van den hove 氏 (左) と野間口理事長 (右)



調印式における参列者

## 再生医療・創薬に役立つ細胞管理の基準作り

幹細胞工学研究センター 器官発生研究チーム 小沼 泰子 (つくばセンター)

幹細胞工学研究センターは、幹細胞の規格化・標準化および分化制御を目標に、2010年4月1日に設立されました。

器官発生研究チームでは、ヒトiPS細胞やES細胞などの幹細胞を用いた再生医療や創薬の基盤技術開発のために、ベースとなる細胞の品質を管理するための基準作りを行っています。また、再生医療や創薬で用いる人工的な臓器・組織の作製方法の開発や検証に役立てるために、試験管内で容易に臓器形成を行うことができるモデル生物（アフリカツメガエル）を利用して、臓器づくりの設計図（臓器形成ロードマップ）作りを進めています。



実験室でのひとこま



## 小沼さんからひとこと

ヒトiPS細胞やES細胞などの幹細胞は、さまざまな臓器や組織に分化できる能力があり、再生医療や創薬への応用が期待されていますが、その安全性や有用性などの品質を管理するための基準はまだ確立されていません。2009年度よりこの基準作りに取り組み、遺伝子発現などの網羅的な指標と分化能との関連を統合的に解析することにより、幹細胞の状態や性質を正確に規格化（標準化）するための評価方法を開発しています。

将来的には、開発した評価方法を国際統一基準として必要な細胞を簡単に判別できるようにし、臨床や産業応用に貢献することを目指しています。

## EVENT Calendar

イベントの詳細と最新情報は、産総研のウェブサイト（イベント・講演会情報）に掲載しています  
<http://www.aist.go.jp/>

2011年2月 → 2011年3月

12月10日現在

期間	件名	開催地	問い合わせ先
<b>2 February</b>			
1日～2日	産総研・産技連LS-BT合同発表会	つくば	029-861-9021 ●
17日	計測標準フォーラム講演会	東京	029-861-4118 ●
17日	ナノエレクトロニクス技術フォーラム	東京	03-5218-1059
<b>3 March</b>			
9日～11日	新エネルギー技術シンポジウム	つくば	energy06@aist.go.jp ●

●は、産総研内の事務局です。

表紙

上：集積化微小流体システム用ディスク (p. 8)

下：産総研で開発した、照射系・高精度電動ステージ・高解像度カメラの一括制御システム (p. 23)

産 総 研  
TODAY

2011 January Vol.11 No.1

(通巻 120号)  
平成23年1月1日発行編集・発行  
問い合わせ独立行政法人産業技術総合研究所  
広報部広報制作室

〒305-8568 つくば市梅園1-1-1 中央第2

Tel: 029-862-6217 Fax: 029-862-6212 E-mail: prpub@m.aist.go.jp

ホームページ

<http://www.aist.go.jp/>

● 本誌掲載記事の無断転載を禁じます。● 所外からの寄稿や発言内容は、必ずしも当所の見解を表明しているわけではありません。