

# 産 総 研

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

# TODAY

# 2

## 2014 February

Vol.14 No.2

### 特集

## 2 関西センター特集

関西センターの概要

高性能蓄電池用の電池材料開発

錯体を用いた燃料電池触媒材料の開発

医療福祉機器開発のための高分子アクチュエーターの研究開発

間葉系幹細胞による再生医療とそれを支える細胞製造施設

組込みシステム開発技術と産学官連携活動

## 8 四国センター特集

健康な社会の実現を目指す

細胞チップを用いたマラリア診断デバイス開発と国際貢献

ポリビア・ウユニ塩湖からのリチウム採取

紙のバイオチップ

### リサーチ・ホットライン

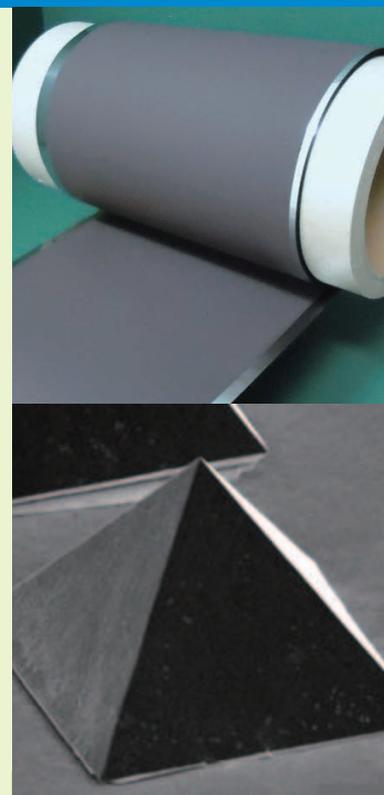
- 12 非可食バイオマスから高機能界面活性剤を量産  
食糧との競合を避け、バイオマス由来の化学品を低コスト化
- 13 透明はつ油塗膜の耐熱性を飛躍的に向上  
有機フッ素化合物を使わない表面処理技術
- 14 ゴムをナノメートルレベルの精度で金型成形  
カーボンナノチューブの添加で自在な表面加工が可能に
- 15 ウエハー常温接合のための表面平滑化プロセス  
接合部のひずみを大幅に低減

### パテント・インフォ

- 16 ミニマルプロセスでのスピン現像  
表面張力を利用した省現像液プロセス
- 17 太陽電池フィンガー電極の高さ計測方法  
高コントラスト部材の寸法を簡易に計測することが可能に

### テクノ・インフラ

- 18 環境レベル  $\gamma$  線線量標準の開発  
線量測定の信頼性向上をめざして



上：開発したステンレス箔集電体によるシリコン系負極 (p.3)  
下：プレス成形加工した単層CNT/ゴム複合材料の表面 (p.14)



# 関西センター特集

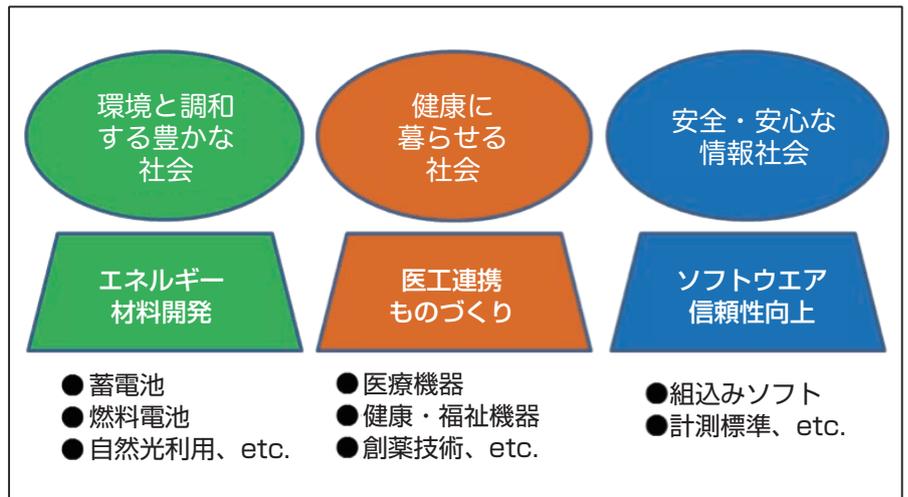
## 関西センターの概要

### 関西に生き、世界に伸びる

関西地域には、わが国有数の産業集積とともに大学や公立・企業研究所などの高い研究開発ポテンシャルがあります。産総研関西センターでは、こういった地域の強みを活かすため「ハブ」としての役割を果たしながら、産業界や大学、研究機関などと連携して、未来社会に貢献する技術開発を目指しています。具体的には、エネルギー問題解決に貢献する技術や、長寿社会において健やかで豊かな人間生活を実現する技術の創出に取り組んでいます。また、関西を組み込みシステム産業の一大拠点とするために、産業界と連携した技術者育成やシステム検証サービスに力を入れています。

### 材料開発を基礎にしたグリーンイノベーションへの貢献

日々の生活を支えるエネルギーは、安全性、安定性、環境性を考慮した供給体制が必要であることが改めて認識されています。関西センターを拠点とするユビキタスエネルギー研究部門では、生活に密着したエネルギー消費者の視点から、住宅用、自動車用、携帯機器用などの小型電源技術となる蓄電池、燃料電池をはじめ、照明などの家電製品での省エネ、省資源化のための技術開発を進めています。特に、長い時間軸での戦略が必要な材料開発に重点を置き、わが国の産業競争力強化への貢献を目指しています。技術研究組合リチウム電池材料評価研究センター



(LIBTEC)にも参画して、蓄電池研究開発拠点としての機能強化にも取り組んでいます。

### 健康工学技術によるライフイノベーションへの貢献

人類にとって健康でありながら長寿を全うすることが最大の課題です。関西センターと四国センターにまたがる健康工学研究部門では、日常生活において自らの意志で生きがいを持って生活するための健康維持管理に関する工学的研究を中心に、健康工学研究領域の確立、並びに21世紀における新たな健康関連産業創出に貢献することを目指しています。特に関西センターでは、バイオ技術を使った健康・医療機器開発など医工連携ものづくりに重点を置いた研究開発を推進しています。



関西センター  
所長  
こばやし てつひこ  
小林 哲彦

## 高性能蓄電池用の電池材料開発

### 電池材料開発の必要性

リチウムイオン電池 (LIB) は日本で発明され、1991年に実用化されて以降、モバイル機器用電源として急速に普及しました。この間、日本は世界シェアを先導してきましたが、最近では、東アジアの激しいキャッチアップにさらされています。

一方、電気自動車 (EV) やハイブリッド車 (HV)、プラグインHV (PHV) などの車載用に LIB の利用が拡がり、次世代型 LIB やポスト LIB としての革新的な蓄電池の開発競争が世界的に行われています。蓄電池の基本性能は、電池材料の特性によって決まります。そのため、電池材料の研究開発は蓄電池分野の競争力の基礎をなすといっても過言ではありません。

### 産総研での取り組み

関西には、電池メーカーや関連素材・製造装置企業の集積があり、また蓄電

池研究に取り組む大学なども多く存在します。産総研では1970年代よりEV用空気電池や電力貯蔵用蓄電池、1992年からはEVや家庭用蓄電池を想定した大型LIBに関する国の研究開発プロジェクトへの参画などを通じて、蓄電池のさまざまな課題に応える新材料・新方式の研究開発を行ってきています。

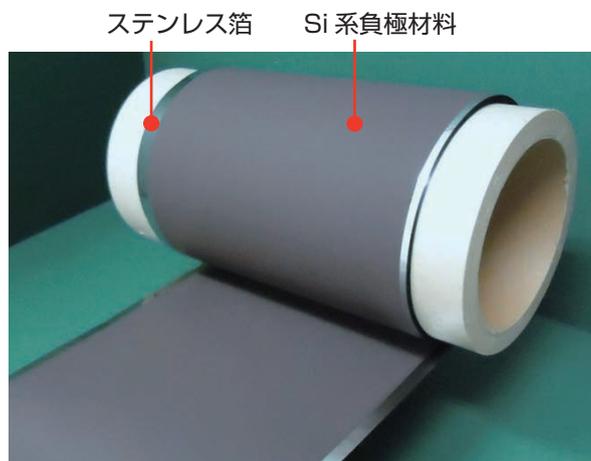
特に、PHVやEVの走行距離をまず2倍に伸ばす電池の実現に向けて、正極としてリチウム過剰系酸化物、負極としてはシリコン系材料の実用化を目指した研究に取り組んでいます。さらに、ガソリン車に匹敵するEV実現のためには革新的な蓄電池が必要で、正極としては硫化物系材料や空気二次電池正極、負極としては金属リチウムや多価金属材料について、NEDO革新型蓄電池先端科学基礎研究事業 (RISING) やJST戦略的創造研究推進事業CREST、先端的低炭素化技術開発 (ALCA) などの革新的蓄電池開発プロジェクトに参

画しつつ研究を進めています。また、高エネルギー密度型蓄電池の信頼性を格段に高めるために、イオン液体電解質の研究や全固体電池の研究開発を進めるとともに、国際標準策定に資する性能や寿命、安全性などの評価技術の開発などにも取り組んでいます。

### オープンイノベーションハブとして

産総研が複数の企業のハブとなって、製品化を加速する研究開発にも取り組んでおり、広い温度範囲で駆動可能な高安全性LIBの開発も行っています。また、電池材料メーカーを中心とする技術研究組合リチウムイオン電池材料評価研究センター (LIBTEC) にも参画しつつ、より幅広い材料の電池評価法の開発にも取り組んでいます。

ユビキタスエネルギー研究部門  
副研究部門長  
たつみ くにあき  
辰巳 国昭



産総研がイノベーションハブとなって化学・素材メーカーと共同開発したステンレス箔集電体によるシリコン系負極

## 錯体を用いた燃料電池触媒材料の開発

### 家庭用燃料電池コジェネレーションシステム

天然ガス・LPガスを燃料として家庭で電力と温水を供給する家庭用燃料電池コジェネレーションシステム（エネファーム）は、高効率なエネルギー変換装置として2009年から市販され、これまでに40,000台以上が稼働しています。その大部分は100℃以下の低温で作動する固体高分子形燃料電池（PEFC）であり、起動停止が容易などの優れた特徴をもっています。PEFCでは天然ガスなどの燃料を直接利用できないため、改質器と呼ばれる触媒反応器により、水素を主成分とする「改質ガス」に転換後にPEFCに供給されます。PEFCの燃料極触媒（白金系）は改質ガスの副生成物である一酸化炭素（CO）による被毒を受けやすいため、改質ガス中のCO濃度は極めて低いレベルにコントロールされていますが、今後のシステムのコストダウンや簡素化に向けより高濃度のCOを許容できる燃料極触媒が求められています。

関西センターでは、PEFC開発の国

家プロジェクトが開始された1992年当時から蓄積してきた多くの技術やノウハウをベースに、電極内で積極的にCOを酸化除去できる新しい電極触媒の開発に取り組んでいます。

### 錯体系CO酸化触媒の開発と燃料極触媒への応用

産総研では、これまでの研究でポルフィリン環にロジウム原子が取り込まれた、種々のロジウムポルフィリン（Rh-Por）錯体（図1）が優れたCO酸化触媒能をもっていることを見いだしています。Rh-Por錯体をカーボン担体表面に分散担持した触媒は貴金属量もとても少なく（0.7質量%以下）、これまでの触媒に比べて低い電位領域でCOを酸化除去できます。このRh-Por触媒を既存の白金系（Pt-Ru）触媒と複合化することにより、白金系触媒のCO被毒が軽減され、高濃度のCOを含む水素ガスを効率よく酸化できる耐CO燃料極触媒を開発しました（図2）。この耐CO燃料極触媒は、現在コンソーシアム型NEDOプロジェクトで性能の改良

を進めており、エネファームのCO被毒軽減に貢献する新しい錯体系触媒技術の開発を目指しています。

### ダイレクト燃料電池用触媒への展開

耐CO燃料極触媒に類似の錯体触媒の中にはCO以外にも糖類・アルコール・ボロハイドライド・ヒドラジン（誘導体）などを効率的に酸化できるものも見つかっています。液体燃料を改質することなく直接発電できるダイレクト燃料電池はシステムの大幅な簡素化が可能ですが、燃料極触媒での反応効率が低い点が課題の一つです。錯体触媒は貴金属あたりの活性がとても高く、原理的に金属を有効に利用し得る点がこれまでの固体触媒にはない特徴です。ダイレクト燃料電池用触媒としての十分な性能を得るために、これらの触媒の構造改良や省貴金属化にも取り組んでいます。

ユビキタスエネルギー研究部門  
次世代燃料電池研究グループ

やまざき しんいち  
山崎 真一

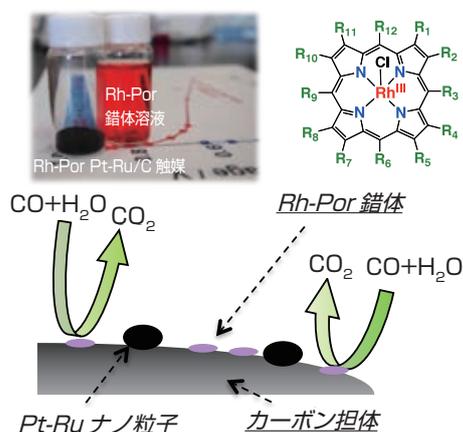


図1 Rh-Por Pt-Ru/C複合触媒

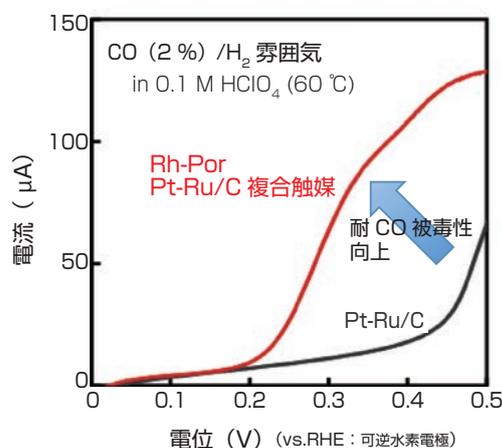


図2 Rh-Por Pt-Ru/C複合触媒の2%CO/H<sub>2</sub>酸化活性



## 医療福祉機器開発のための高分子アクチュエーターの研究開発

### 革新的医療福祉機器開発の必要性と高分子アクチュエーター

近年、高齢化の進行とともに在宅使用や人体装着できる医療福祉機器(リハビリロボットや医療用無音ポンプなど)へのニーズが高まり、使用環境に適応した安全の確保、操作性の向上とともに、小型化、軽量化、低コスト化が求められています。その実現のためには、軽量で加工性がよく、かつ無音で動作するアクチュエーターが必要とされており、その有力な候補として、電圧に応答する高分子ベースの材料による高分子アクチュエーターがあります。

### 関西センターの高分子アクチュエーター研究

イオン導電性高分子に電極を接合し、電極間に電圧を加えることで、接

合体が屈曲変形する高分子アクチュエーターについて、関西センターでは1990年代の初め、工業技術院大阪工業技術試験所の時代より世界に先駆けて研究開発を進めてきました。現在、電極にナノカーボン材料を用い、イオン導電性高分子として、イオン液体のゲルであるイオンゲルを用いたナノカーボン高分子アクチュエーターの開発を進めています(図1)。これは、3V以下の低電圧で高分子フィルムが大きく変形するソフトアクチュエーターであり、医療福祉機器をはじめとしてさまざまな応用が期待されています。

### 高分子アクチュエーターの医療福祉機器への応用

関西センターでは、内外の研究機関や大学、国内企業と共同で、高分子ア

クチュエーターの応用デバイスの開発を進めています。例えば、これまでナノカーボン高分子アクチュエーターの応用デバイスとして、企業、大学と共同で超薄型・軽量のフィルム状点字ディスプレイの開発を進め、また海外の研究機関と共同で、電池で駆動可能な医療用ミニオートピペットの開発を進めてきました(図2)。今後、このようなプロトタイプの開発を行い、私たちが開発をしたアクチュエーター技術の普及を迅速に進め、製品化研究を進めていくとともに、さらに新しい高分子アクチュエーター関連デバイスの開発、それを用いた医療福祉機器を中心とした高分子デバイス応用製品の開発を進めていきたいと考えています。

健康工学研究部門  
人工細胞研究グループ  
あさか きんじ  
安積 欣志

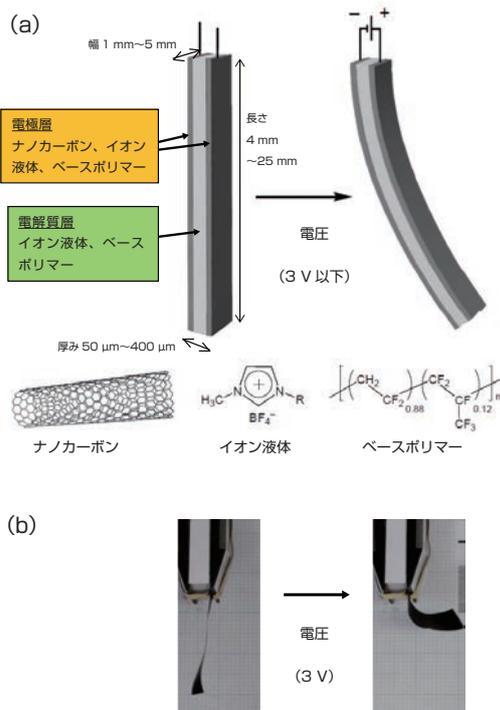


図1 ナノカーボン高分子アクチュエーター  
(a)構造模式図。(b)フィルムアクチュエーター(5 mm(幅) x 25 mm (長))が3 Vの電圧で変形する様子

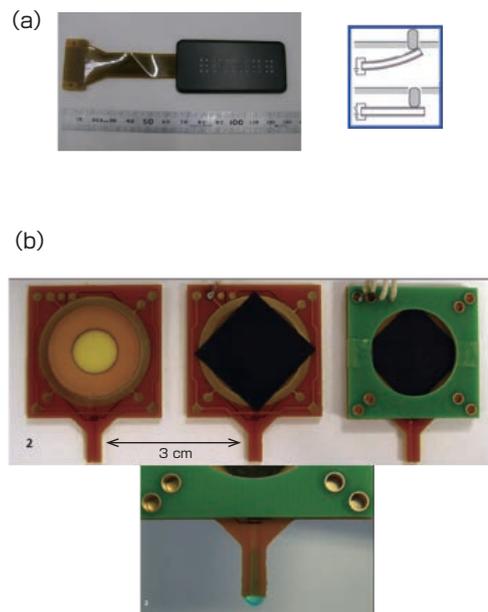


図2 ナノカーボン高分子アクチュエーターを用いた応用デバイス例  
(a) 超薄型・軽量点字ディスプレイプロトタイプと点字ドットをアクチュエーターで駆動する原理図。(b) 医療用ミニオートピペットのプロトタイプ。バイオチップなどの超小型ポンプにも使用できる。

## 間葉系幹細胞による再生医療とそれを支える細胞製造施設

### 再生医療臨床研究の取り組み

産総研関西センターは、2001年に国内研究機関では初めてとなる再生医療用細胞の大規模製造施設であるセルプロセッシングセンター（CPC）を設置しました。以来現在に至る10数年、多くの外部医療機関と連携して、産総研CPCで再生医療用細胞を製造してきました。実際に患者さんに移植した臨床研究症例数は100件にも及び、その数は国内研究機関でもトップクラスです。

再生医療用に用いた幹細胞は、もともと体のさまざまな組織中に存在する間葉系幹細胞（Mesencymal Stem Cell；MSC）のうち、骨髄に由来するものを利用してきました。幹細胞は、本来もつ増殖性ゆえに移植後の腫瘍化などが危惧されますが、MSCは国内外の多数の臨床応用例でこうした有害事象が一切報告されていない安全な幹細胞です。また、産総研がこれまで取り組んだ臨床研究の大部分は、整形外科疾患の患者さん自身の細胞を関節のような局所に移植する自家移植でしたが、最近では小児科疾患の患者さんの全身に対して他人の細胞を移植する他家移植となっています。具体的には、生まれつき骨形成に関わる酵素をもたない遺伝性疾患である低フォスファターゼ症を対象とした治療で、「ヒト幹細胞臨床研究」として厚生労働省大臣了承を得て鳥根大学医学部附属病院と共同で実施しています。従来法の骨髄移植では治療困難な重症の患者さんに対して、ご家族の正常なMSCを採取して移植しました



外部医療機関と連携しながら間葉系幹細胞を用いた再生医療技術の開発を行うとともに、再生医療用細胞製造システムの転換を図っている。

が、これまでの2症例とも、移植したMSCの安全性はもちろんのこと、全身の骨形成が顕著に回復し、何よりも生存に関わる呼吸障害が改善するなど、驚くべき有効性を確認しています。

### これからの再生医療用細胞製造施設

ところで、前述のとおり、これまで感染症も併発せずに臨床研究を安全に実施できたのも、他でもないCPCという、高い清浄度を保つ専用の細胞製造施設を関西センターが保有しているからです。このCPCの再生医療における有効性について、私たちは多数の臨床経験を通して実証してきましたが、同時にこの大規模施設が抱える課題も認識するようになりました。初期・維持コストがかかるうえ、作業者が作業空間内に入ることから汚染リスクも排除できな

いといった問題です。これらCPCの問題を解決しようと、いち早く企業と連携してCPCに代替する再生医療用アイソレータの開発に着手しています。こうして将来、中核医療機関ばかりでなく、個別医療機関でも再生医療用細胞を製造できるようにするほか、細胞製造企業では感染症の懸念がある自家細胞の製造でも可能にすることを目指しています。

### 参考資料

- [1] 弓場 俊輔：産総研 TODAY, 12 (8), 7, (2011).

健康工学研究部門  
組織・再生工学研究グループ  
弓場 俊輔



## 組込みシステム開発技術と産学官連携活動

### 組込みシステム開発技術と産学官連携活動

産総研関西センターでは、組込みシステム開発分野において、産業界と密接な連携活動を行っています。

交通や鉄道などの社会インフラ、自動車の制御、個人の情報端末など、組込みシステムはますます社会の基盤としての役割を増し、それに合わせて開発力の高度化が求められています。関西地域には日本を代表する家電メーカーやソフトウェア工学を扱う研究機関が集積しており、2000年代後半より産学官の協働による産業推進活動が進められてきました。2010年には組込みシステム産業を推進するプラットフォームとして組込みシステム産業振興機構<sup>[1]</sup>（以下「振興機構」）が設立されました。振興機構と関西センターは共同で、組込みソフトウェア開発力の高度化、地域間・産業界間の連携強化などを目指した活動を進めています。

これらの活動については、以前に本誌でも紹介しています<sup>[2][3]</sup>ので、今回はその後の新しい活動に重点をおいて紹介します。

### 「組込み適塾」のカリキュラム再整理

2008年より組込みシステム開発人材の高度化の観点から、人材育成プログラム「組込み適塾」を共同開催しています。当初は組込みソフト開発全体をリードする人材（システムアーキテクト）の育成を目標としていましたが、2013年度に内容の拡充と再整理を図り、以下

のようなコース分けを行いました。

#### ・実装エンジニアリングコース

ハードウェア／ソフトウェアの特性を把握して、高い性能を発揮する組込みシステムを着実に実装する技術を身に付けるコース。

#### ・アーキテクチャ設計コース

要件に応じて製品の論理構造を明確に定め、工学的に質の高い設計を行う技術を身に付けるコース。これまでの組込み適塾で扱っていた内容は、主にこのコースに対応する。

#### ・アドバンストコース(2014年開催予定)

製品を含むサービス全体や社会的価値という点からの要件定義といった、個別の製品を越えた視点で思考し、製品の企画や開発を行う際の知識を身に付けるコース。

以上の3つの視点から開発力の強化を狙い、組込みシステム産業の推進を図ります。また、一部の講義は東北センターとの連携のもと、遠隔受講を可能としています。

### 全国組込みフォーラム

国内各地域には、振興機構のほかにも地域別、応用別などの組込み産業関連団体がいくつもあります。私たちはこれらの団体と年1回交流の場を設け、各地域の活動紹介や意見交換を行っています。過去2回大阪で開催されたフォーラムでは活発な議論がなされ、これをきっかけとして交流イベントが実施された例もいくつかあります。

### 出張展示会

メーカーの開発現場でキーマンとして活躍されている、通常ではコンタクトの難しい技術者の方々に直接技術をアピールする場として、メーカーの工場などの場所をお借りして、製造現場の近くで製品・技術の展示を行う出張展示会を振興機構と共同で開催しています。メーカーの方々にとっても業務の空き時間に生の情報に触れられるよい機会であり、過去開催した5回ともに高い評価をいただいています。産総研からはパネル展示やミニセミナーでの講演といった形で、技術動向や研究成果を紹介しています。

### 合同セミナー

組込みシステムの高信頼性開発技術と関連分野をテーマとして、産業界と産総研からそれぞれの取り組みを紹介するセミナーを毎年5回ほど定期的に開催しています。産総研の取り組みを紹介する場として、またニーズや産業界の動向をつかむ場として、毎回活発な議論が交わされています。

今後も関西センターは、振興機構やセキュアシステム研究部門などの関係研究ユニットと連携し、関西地域を組込み技術の一大拠点として、社会の安心・安全に貢献できる産業の活性化を目指します。

関西産学官連携センター  
兼セキュアシステム研究部門  
にしはら ひであき  
**西原 秀明**

セキュアシステム研究部門  
システムライフサイクル研究グループ  
おおいわ ゆたか  
**大岩 寛**

### 参考資料

- [1] 組込みシステム産業振興機構 <http://www.kansai-kumikomi.net/>  
[2] 産総研 TODAY, 9 (10), (2009). [3] 産総研 TODAY, 11 (12), (2011).



# 四国センター特集

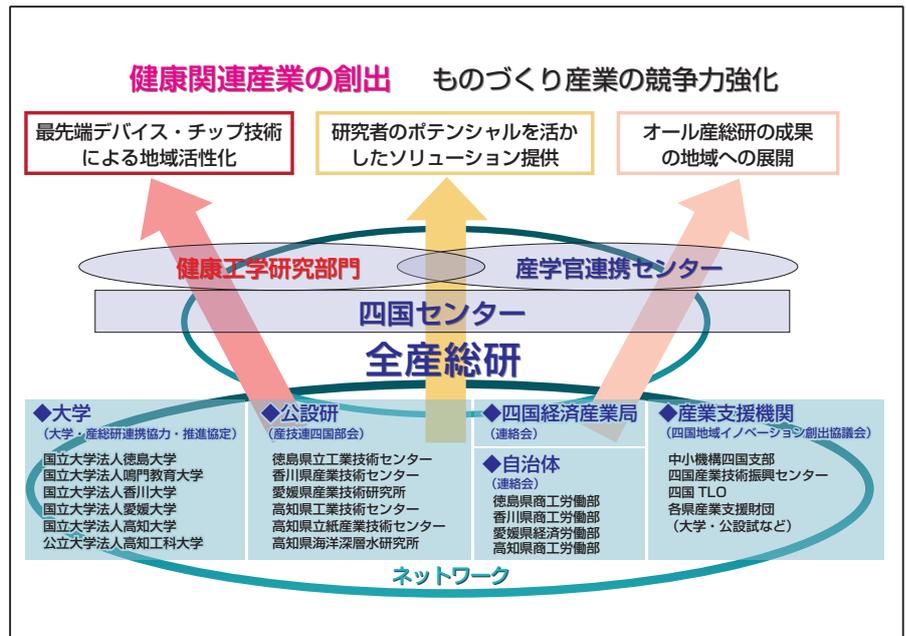
## 健康な社会の実現を目指す

### 健康工学研究の拠点

四国には多様で個性あふれる食文化と特産品があります。小豆島のオリーブや醤油、愛媛の柑橘類は全国的にも有名ですが、阿波番茶(徳島県)や碁石茶(高知県)など、全国でも珍しい発酵茶が四国にあることはあまり知られていません。一方で、高齢化の進行や生活習慣病の罹患率が全国トップレベルである、という残念な現実もあります。この結果、四国では「食と健康」にかかわる関心が官民ともに高く、産総研では、四国を健康に関する研究開発の拠点とすべく、健康工学研究部門を設置し、研究成果や研究者のポテンシャルを活かした健康関連産業の創生に取り組んでいます。その結果、現在の技術では発見が困難な早期のマラリア感染を簡便に検出できる装置や、がん転移の判定に有効な血中循環がんの検出キットなどの研究開発成果が得られ、高い評価を得ています。

### ものづくり支援

四国の製造業を見ると、ニッチトップ型で高度な技術力をもつものづくり企業が存在しています。例えば、沖縄美ら海(ちゅらうみ)水族館など世界の巨大なアクリル製水槽のほぼすべてを製造する日プラ株式会社は香川県にあります。一方、香川はうどん県として知られるようになりましたが、廃棄されるうどんも多くあります。四国センターは、産学官の連携拠点としてオール産総研のポテンシャルを活用して、地域のものづくり技術力の向上に努めています。県の研究機関、地元プラントメーカー、そして四国センターの研



究者が協力して、廃棄うどんからエタノールを製造する装置開発を行うなど、四国センターの研究ポテンシャルを活かして地域の活性化に寄与しています。

### 食品分析フォーラム活動

食品に含まれる機能性成分、例えば、昆布のフコキサンチン、牡蠣のタウリンなどは、それぞれ、抗酸化作用や高血圧の予防に効果があると言われていいます。これらの効能を食品のパッケージなどへ表記することには、法律による厳しい制約がありますが、それらがどれくらい含まれているか、という成分量を栄養成分表の欄外に記載することは可能です。各県の公設試験研究機関では、健康食品への人気の高まりとともに、地元企業から、これら機能性

成分量の分析を依頼されることが多くなっていますが、分析手法がまちまちで、分析結果にバラつきが生じ、信頼性に対する懸念が生じる恐れがありました。四国センターでは、四国内の公設試験研究機関と協力して、分析法の技術向上と信頼性確保を目指し、食品中の機能性成分の分析法の標準化に向けたマニュアル作成を2008年から開始し、現在では、公設試験研究機関を中心に全国21の機関が参加して食品中の機能性成分分析法のマニュアル化と食品表示を推進しています。

四国センター  
所長  
まつきのりお  
松木 則夫

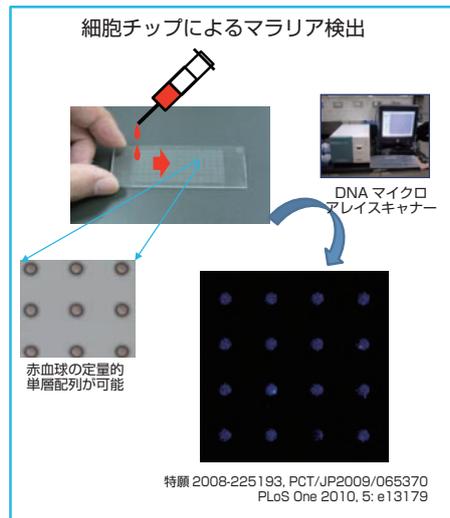
## 細胞チップを用いたマラリア診断デバイス開発と国際貢献

### 超高感度・易操作性のマラリア診断法の必要性

マラリアは、日本では馴染みがありませんが、HIVや結核とともに世界3大感染症の一つに数えられる重篤な原虫感染症です。ハマダラ蚊を媒介昆虫として赤血球にマラリア原虫が寄生しますが、WHOが発表した世界マラリア報告書2011では、年間2億人以上が感染し約66万人が死亡しています。

マラリア対策の大きな問題点として、その診断法が挙げられます。WHOがゴールドスタンダード（基準となる検査方法）とする光学顕微鏡による血球細胞のギムザ染色法は、直接マラリア感染赤血球を観察するため正確であるものの、検出感度は0.01%（赤血球1万個に1個の感染赤血球が存在）と早期診断には適しておらず、さらにその精度は技術者の技量に依存します。その他、イムノクロマト法やPCR法が開発されていますが、イムノクロマト法では検出感度がギムザ染色法と同程度で、偽陽性や偽陰性の問題があります。PCR法ではより高感度なマラリア検出が期待できますが、操作法や検出時間の問題に加え遺伝子増幅のための装置が必要など、アフリカを中心とするフィールドでの使用には適していません。

最近では、薬剤耐性マラリアの出現も報告されていますが、これは不正確な診断による不必要な薬剤投与がその原因の一つになっています。そこで、早期診断と早期治療を可能にする超高感度かつ迅速な、さらに誰でも使える易操作性のマラリア診断法の開発が待たれています。



細胞チップを基盤技術とするマラリア検出法と、アフリカなどマラリア流行域で使える迅速・超高感度かつ易操作性のマラリア診断システムの開発

### 細胞チップを用いたマラリア診断法の開発と国際貢献

私たちは、ポリスチレン製マイクロチップ基板上に図に示す20,944個のマイクロチャンバー（直径105 μm、深さ50 μm）をもつ細胞チップを作製して、マラリア診断システムの開発を行っています。各マイクロチャンバーには正確に赤血球を130個ずつ単層配列することが可能で、1枚の細胞チップで約270万個の赤血球を同時に観察できます。マラリア由来の核を標的にして、核染色液である蛍光色素SYTO 59と赤血球との懸濁液を細胞チップに展開・洗浄後、DNAマイクロアレイスキャナーを用いた蛍光検出を行うことで、検出感度0.00005%以上とギムザ染色法の2桁以上、PCR法と同等以上の超高感度なマラリア検出が15分で行えるようになりました。しかし、この検出法は遠心分離による赤血球の精製と共焦点レーザー検出機が必要で、アフリカを中心とするマラリア流行域での

使用に適していません。

現在は、フィールドでの使用を見据え、企業との共同研究で細胞チップを基盤技術として遠心操作の必要がない赤血球分離フィルターとコンパクトで簡易操作な蛍光検出装置のプロトタイプを開発を進めています。そして、私たちはすでにプロトタイプを用いて、大阪大学微生物学研究所 堀井俊宏教授との共同研究で、JSTによる「先導的創造科学技術開発費補助金 - 途上国におけるイノベーションを促進する国際協力の戦略的推進 -」によって、ウガンダ共和国グル市でマラリア患者を対象にしたフィールドテストを開始し、マラリア診断装置開発を進めています。細胞チップを基盤とするマラリア診断システムのフィールド導入を行い、地球レベルでの健康維持・増進に貢献できればと考えています。

健康工学研究部門  
バイオマーカー解析研究グループ  
かたおか まさとし  
片岡 正俊

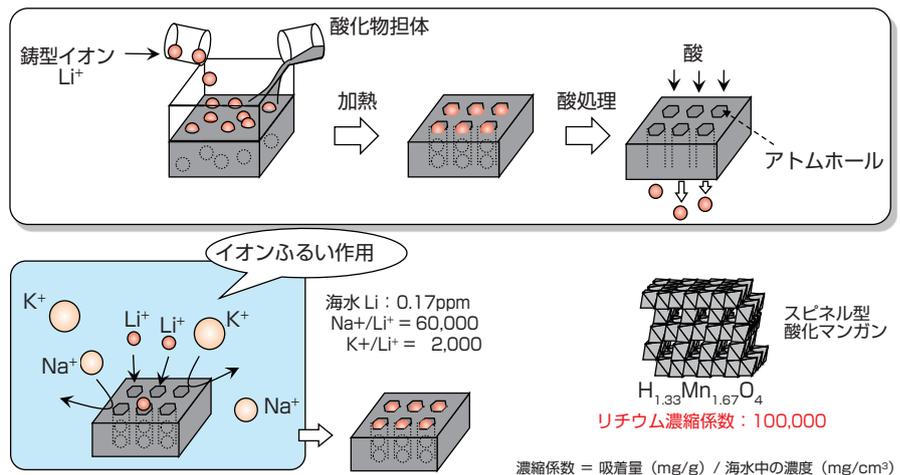
## ボリビア・ウユニ塩湖からのリチウム採取

### リチウム資源確保の必要性

リチウムは、二次電池材として急速に需要が拡大しています。産出国は、チリ、オーストラリア、中国、アルゼンチン、米国など、鉱石または塩湖かん水のある地域に偏在しています。日本は、全量を輸入に依存しており、大部分をチリと米国から輸入しています。資源埋蔵量は十分あり、長期的に見て供給不安はありませんが、供給業者が3社に限られているため、価格高騰がおきました。そこで、新たな資源供給国として有望なボリビアに対し、積極的に技術支援を行っています。

### 吸着法によるリチウム採取

海水には、濃度が約0.17 ppmと低いものの、膨大な量のリチウムが存在します。1980年代から、海水溶存リチウムを回収する研究が、工業技術院四国工業技術試験所（現産総研四国センター）を中心に進められ、リチウムに対して高い選択性を示す「リチウムイオンふるい吸着剤」が開発されました。これは、酸化物などの無機化合物中にあらかじめリチウムイオンを導入し、加熱処理によって固めた鑄型を生成させます。その後、骨格構造を変えずにリチウムイオンを抽出し、作製されます。リチウムイオンが抜けた微細な空隙に、リチウムイオンを選択的に取り込むことができます。吸着剤を海水（弱アルカリ性）に入れると、プロトンとリチウムイオンの交換反応により、リチウム吸着反応が進みます。吸着後、吸着剤を酸溶液に入れると、リチウムとプロトンの交換反応が進み、リチウムが酸溶液中に脱着されます。



### イオン鑄型反応法

海水Li採取用吸着剤の創製のために開発されたイオンふるい吸着剤の合成法

1990年代には、吸着剤の高性能化が進み、海水から約40 mg/gという高い吸着性能を示す吸着剤が開発されました。その後は、吸着剤を大量の海水と接触させるため、吸着剤粉末の粒状化、膜状化、繊維状化の検討や、吸着プロセスの検討、ベンチ試験、大量製造、大量造粒、実海域での採取試験など、2005年までに多くの成果が生まれました。これらの技術をボリビアのウユニ塩湖からのリチウム採取に適用しようとしています。

### 現場試験

ウユニ塩湖には、各国が注目しています。しかし、雨季があるためチリで事業化されている技術（天日濃縮）を適用できません。また、不純物を多く含むため、リチウム抽出には高度な技術が必要となります。日本からの支援は、(独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構（JOGMEC）が主体となった技術協力ベースとなっています。

2008年に実施された共同スタディに産総研も参画し、ウユニ塩湖かん水を日本に運び、海水からのリチウム回収用に開発されたマンガ系吸着の適用性を試験し、その有効性を確認しました。2010年11月にJOGMECとボリビア鉱山公社との間で合意書が締結され、ウユニ塩湖の現場試験が開始されました。

ウユニ塩湖で日本が行うリチウム回収現場試験は、ボリビア側が進めるリチウム開発事業の施設の一部をJOGMECが借用し、行っています。産総研の研究者が3度にわたり、現場試験の技術支援を行いました。

商業的リチウム採取には、まだ多くの課題がありますが、将来、日本の技術が採用され、ボリビアで生産されたリチウム資源が安定的に供給されることを期待しています。

健康工学研究部門  
 健康リスク削減技術研究グループ  
 そのだ あきなり  
 苑田 晃成



## 紙のバイオチップ

### バイオチップの基材に「紙」をつかう

ガラスやプラスチックを基板に用いたバイオチップは、高価な装置を使わないと作製が難しいことや、実際に測定する時になると大きな装置につながるものが多いことが課題です。いつでもどこでも利用者が扱えるようにするには、「煩雑な操作」や「高価」なことは避ける必要があります。これに対し、基材を「紙」に置き換えることができれば、利便性が高く低コスト化も可能になります。なぜなら、紙は素材自体の安さに加え、被検体液(血液、尿など)をたらずと“自然に”液が浸み込む力を備えているため、専門知識のない人でも手軽に使用できる「使い勝手のよさ」があるからです。

### 「紙」のデメリットを補う試み

しかし、一番の問題は微量の抗原成分を抗原抗体反応によって発色させた場合、発色の程度が抗原の濃度や量(定量)をあらわすため、紙のような多孔質の繊維上で発色の程度を正確にはかることが難しい点にあり

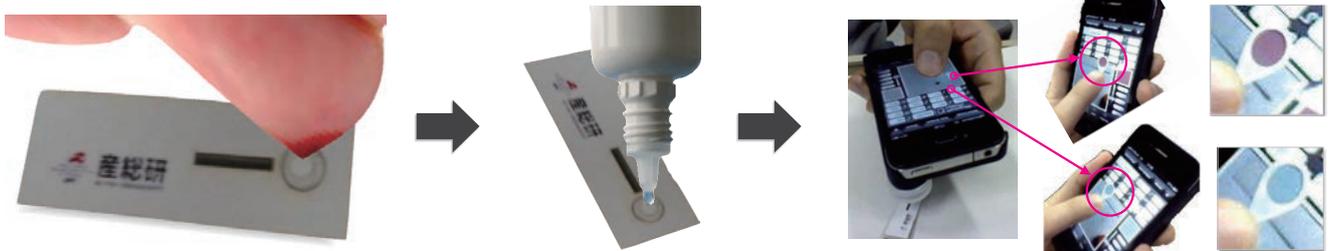
ます。また、色むらやにじみなどは発色量のバラつきにつながります。そこで、これらの欠点を補うため変色・発光の程度をはかる部分に、紙の代わりに透明のフィルムを用いたバイオチップを新規に作製しました。透明体なので、感度はガラスやプラスチック製のバイオチップとほとんど変わりません。つまり、廉価や動力不要といった紙素材のメリットを維持しつつ、感度の低さやバラつきといったデメリットも解決することができます。

### 「紙」と「フィルム」を組合わせた廉価・高精度なバイオチップ

利便性として、一つは血球分離の操作が不要になりました。一滴の血液と展開液を適下するだけで、血漿成分(血球成分が濾される)を取り出すことができます。二つ目に、送液装置が不要になりました。試薬をバイオチップの入口に置くと、「流す」「止める」といった、ポンプのような操作を繰り返す行うことができ

ます。イメージすると、被検体液を適下すると、紙素材の部分を通して液が流路に流れだします。流路が被検体液で満たされると、被検体と特異的に反応する抗体との間で反応時間を十二分にとることができ、続けて、流路へ別の液を入れてもコンタミネーション(混合)はほとんど起こりません。また、透明フィルムは紙と同じくらい廉価であることから、1チップは1~3円で作製できます。その上、はかる部分が透明体なので、変色の程度をスマートフォンで解析すれば、色むらやにじみなどがなく抗原の濃度を定量できます。以上のことから、日常でのヘルスケアにかぎらず、アフリカなどの極貧層や災害緊急時などにおける血中マーカーのその場診断用デバイスとして強く期待できます。

健康工学研究部門  
バイオデバイス研究グループ  
ふちわき ゆうすけ  
淵脇 雄介



紙とフィルムを組合わせたバイオチップ  
ポンプなどの外部装置を使わずに簡便・スマートに血中のマーカーをはかる。

# 非可食バイオマスから高機能界面活性剤を量産

## 食糧との競合を避け、バイオマス由来の化学品を低コスト化



井村 知弘

いむら ともひろ  
t.imura@aist.go.jp

環境化学技術研究部門  
界面有機化学グループ  
主任研究員  
(つくばセンター)

すべてのモノに存在する表面・界面を取り扱う界面化学をベースとして、これまで主に低環境負荷のバイオサーファクタントの開発に取り組んできました。今後は、バイオのみならず、有機化学的な観点も取り入れながら、幅広い産業で活躍し、多様化する界面活性剤のニーズに答える新しい高性能界面活性剤の開発を目指していきます。

### 関連情報：

- 共同研究者

山縣 洋介、八代 洵、司馬 俊士 (アライドカーボンソリューションズ社)、北本 大 (産総研)

- 参考文献

T.Imura et al.: *J. Oleo. Sci.*, 62(10), 857-864 (2013).

- 用語説明

\*マファ油：熱帯・亜熱帯に生育するアカテツ科の常緑木本であるマファの種子から搾られる非可食の植物油。

- プレス発表

2013年8月29日「酵母を利用して非可食バイオマスから高機能界面活性剤を量産」

### バイオサーファクタントへの期待

界面活性剤（サーファクタント）は、国内だけでも年間100万t以上も生産され、台所洗剤やシャンプーなどの日用品から、機械、建築、土木など幅広い産業で汎用される基幹的な化学品です。現在、界面活性剤の多くは石油由来ですが、酵母や納豆菌といった微生物が各種のバイオマスから作り出すバイオサーファクタントは、環境や生体に対して優しいだけでなく、そのユニークな構造から、石油由来の界面活性剤に比べて極めて低濃度でも優れた効果を発揮します。環境負荷だけでなく原料転換や高機能化の観点からも、バイオマスを原料とする製品開発が求められています。

### 非可食バイオマスから高機能界面活性剤を量産

私たちはこれまで、環境に優しいバイオ素材開発の一環として、バイオサーファクタントの研究に取り組み、独自にスクリーニングした酵母を用いた発酵プロセスにより、大豆油などの植物油から効率的に生産できることを発見していました。今回私たちは、酵母を使った発酵プロセスにより、非可食バイオマスの一つであるマファ油\*からバイオサーファクタントを直接生産することに成功し、発酵条件や生成物の分離方法の最適化によって、安価かつ大量に供給する技術を確認しました。また、連携企業と協力して、マファ油が栽培される現地で、実際に

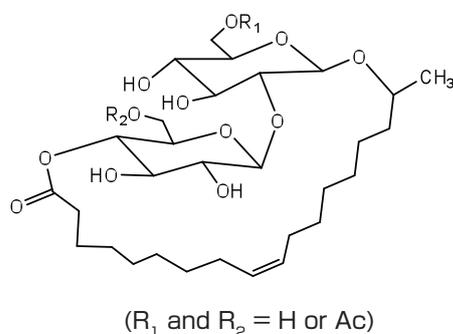


図1 今回開発したバイオサーファクタントの構造

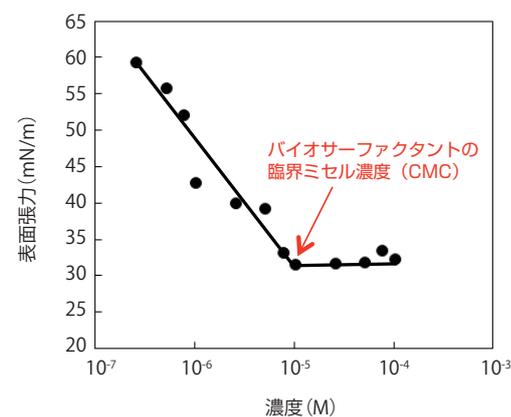
バイオサーファクタントを生産できるよう技術移転することにも成功しました。

図1に、得られたバイオサーファクタントの化学構造を示します。また、このバイオサーファクタントの機能を調べたところ、これまでの1/100程度の非常に低濃度でも優れた界面活性（洗浄性能など）を発揮し、高機能な界面活性剤としての応用が期待できることがわかりました(図2)。

このバイオサーファクタントは、低濃度でも優れた洗浄性能を発揮する一方で、高い生分解性を示すため、環境に優しい洗剤やシャンプーなどのトイレタリー製品への展開が期待されます。

### 今後の予定

多様化する界面活性剤のニーズに対応するため、今後も新たな構造や特性をもつ高性能界面活性剤の設計・開発を続けていく予定です。幅広い産業の基盤となる界面活性剤の技術を通して、革新的な化学プロセスや素材・材料の開発に貢献したいと考えています。



	CMC (M)	Y <sub>CMC</sub> (mN/m)
バイオサーファクタント	1.4 × 10 <sup>-5</sup>	32.3
合成界面活性剤 (LAS)	1.6 × 10 <sup>-3</sup>	34.0

図2 バイオサーファクタントの界面活性

●は各濃度のバイオサーファクタント水溶液の表面張力値。臨界ミセル濃度 (CMC) は界面活性剤の性能の目安で、値が低い方が、より少量で洗浄性能を発揮。Y<sub>CMC</sub>は、臨界ミセル濃度 (CMC) における表面張力値。

# 透明はつ油塗膜の耐熱性を飛躍的に向上

## 有機フッ素化合物を使わない表面処理技術



### 穂積 篤

ほづみ あつし  
a.hozumi@aist.go.jp  
サステナブルマテリアル研究部門  
高耐久性材料研究グループ  
研究グループ長  
(中部センター)



### 浦田 千尋

うらた ちひろ  
chihiro-urata@aist.go.jp  
サステナブルマテリアル研究部門  
高耐久性材料研究グループ  
研究員  
(中部センター)

ナノメートルスケールでの表面改質による材料/部材表面の高機能化、長寿命化技術をベースに、輸送機器の軽量化および建材の高機能化に貢献できる技術の開発に日々、精進しています。

### 関連情報：

- 参考文献

C.Urata *et al.*: *Chem. Commun.*, 49, 3318-3320 (2013).

- 用語説明

\* メチルシロキサン骨格： $\text{CH}_3\text{-Si-O-Si}$  結合で示される結合。

\*\* メチルシラン： $\text{CH}_3\text{-Si}$  (メチルシリル基) をもつ分子。

- プレス発表

2013年9月10日「透明はつ油塗膜の耐熱性を飛躍的に向上」

### 新しい表面処理技術の必要性

有機フッ素化合物は、優れた耐候性、耐薬品性、耐熱性に加え、表面エネルギーが低いことから、はつ水/はつ油剤の主原料としてさまざまな産業分野で利用されています。しかし、有機フッ素化合物の合成にはコストがかかり、化合物の中には、生体および環境に対する高い残留性・生物蓄積性が指摘されているものもあります。また、はつ水/はつ油性を向上させるためには、有機フッ素化合物表面を微細加工する必要があります。そのためには、特殊な装置、多段階処理などが必要であるというプロセスの煩わしさだけでなく、得られた表面の機械的/光学的特性にも問題が多いことから、有機フッ素化合物や微細加工によらない新規な表面処理技術の開発が求められていました。

### メチルシランを用いて耐熱性を飛躍的に向上

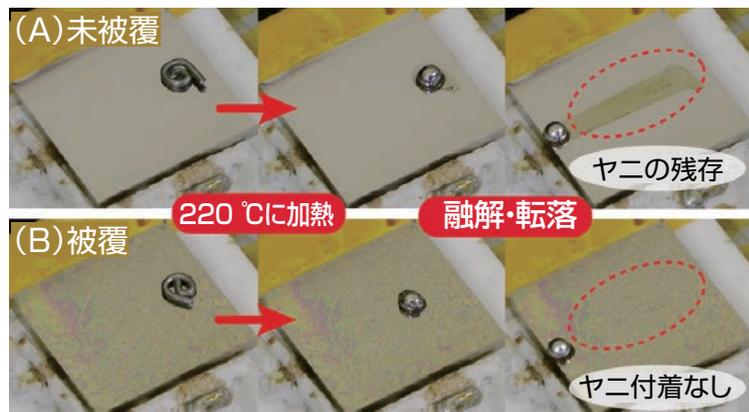
私たちは2011年より、有機フッ素化合物および微細加工によらない、新しい表面処理技術の研究開発に着手しました。その過程で、一般的なはつ水処理剤である有機シランに、ガラスの原料となるアルコキシシランを添加した原料を用いることで、はつ油性に優れた透明塗膜を形成できることを見いだしました。しかし、この塗膜は、大気中、150℃以上で長時間加熱すると、膜の劣化とともに、はつ油性が著しく低下するため、長時間、高温にさらされる表面部位への適用は困難でした。これは、高温環境下で

は、有機シラン中のC-C結合が徐々に切れて変質・分解するためです。そこで私たちは、メチルシロキサン骨格\*の耐熱性に着目し、メチルシラン\*\*を主原料に用いることで、耐熱性を大幅に改善したはつ油性透明塗膜を開発することに成功しました。走査型電子顕微鏡や原子間力顕微鏡を用いた表面観察により、得られた塗膜の表面はとても平滑(二乗平均粗さ<1nm)であることがわかりました。

開発したはつ油性透明塗膜で被覆したステンレス板表面上で、ヤニ入りハンダを加熱(220℃)すると、図(B)に示すように、融解したヤニとハンダの双方が、表面に付着することなく、スムーズに滑り落ちていきました。一方、未処理のステンレス板表面では、ヤニはテールを引き、表面に残存することがわかりました(図(A))。以上のように、今回開発したはつ油性透明塗膜が、高温環境下でも優れたはつ油性を示すことを実証できました。この耐熱性の飛躍的な改善により、これまで困難であった耐熱性を要求される表面部位への応用が可能となりました。

### 今後の予定

はつ油性や耐久性を更に改善し、蒸留塔、エンジン、オイルポンプ、オイルダクトといった、長期間にわたり高温環境にさらされることが想定されるさまざまな表面部位への応用を目指していく予定です。

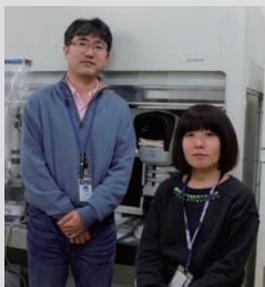


加熱した試験片(220℃)上のヤニ入りハンダの様子(試験片は5°傾斜)

(A) 未被覆ステンレス板、(B) 今回開発した表面処理後のステンレス板

# ゴムをナノメートルレベルの精度で金型成形

## カーボンナノチューブの添加で自在な表面加工が可能に



山田 健郎

やまだ たけお (左)  
takeo-yamada@aist.go.jp

ナノチューブ応用研究センター  
CNT 用途開発チーム  
研究チーム長  
(つくばセンター)

スーパーグローブ法を用いた CNT デバイスの開発や複合材料の開発など応用製品開発を行っています。将来気がつかないところまで CNT が使われるよう、CNT の実用化を目指し研究を進めています。

関口 貴子

せきぐち あつこ (右)  
atsuko-sekiguchi@aist.go.jp

ナノチューブ応用研究センター  
CNT 用途開発チーム  
産総研特別研究員  
(つくばセンター)

スーパーグローブ法を用いた CNT 複合材料の微細加工技術の開発、デバイス開発を行っています。将来的に生活の中にある身近な製品にも CNT が使われるように、デバイス・MEMS 製品での CNT 実用化を目指し、研究に取り組んでいます。

### 関連情報：

- 用語説明

\*クリープ：ゴムを成形加工した後、時間の経過とともに成形前の状態に緩和（復元）しようとする現象。

- プレス発表

2013年8月28日「ゴムをナノメートルレベルの精度で金型成形」

●この研究開発は、独立行政法人科学技術振興機構 (JST) 戦略的創造研究推進事業 (CREST) の支援を受けて行っています。

### ゴム製品の高機能化に必要な技術

ゴム材料はその絶縁性と柔軟性から、電子部品、自動車、建築物の保護材、シーリング材、防振材として幅広く使用されていますが、ゴム製品の用途拡大や機能向上を図るには、精緻な表面加工技術の開発が重要です。しかしゴムは柔らかいため、加工中の弾性ひずみや加工後のクリープ\*によりナノメートル、マイクロメートルレベルでの表面加工は不可能です。一方、さまざまなゴム材料に適用でき、量産に適したゴムの表面加工ができれば、密着性、撥水性、光学特性といった機能をゴムに付加できます。

### クリープの影響を受けないゴム材料

今回、ゴム材料としてフッ素ゴムを用い、カーボンナノチューブ (CNT) を添加しました。図1に単層CNT/ゴム複合材料作製とプレス成形加工のフローを示します。まず有機溶媒に分散させた単層CNTと、同じく有機溶媒に溶かしたフッ素ゴムを混合して、CNTゴムペーストを作製し、溶媒を乾燥させてプレス成形加工に用いる膜状の単層CNT/ゴム複合材料を作製しました。高精緻な表面加工を行うには、複合材料の作製工程でCNTに吸着した水分をできるだけ除去することが重要です。そのため、真空乾燥で表面に吸着した水分をあらかじめ除去したCNTを用いて、不活性ガス雰囲気下で有機溶

媒に分散させました。これにより成形加工時の加熱による気泡発生を防止できます。

プレス成形加工では、膜状の単層CNT/ゴム複合材料を平坦な基板と金型で挟み、ゴムが軟化する温度まで加熱した後に圧力をかけ、室温まで冷却した後に金型を外しました。図2に、CNTを含まない従来ゴムと、プレス成形加工した単層CNT/ゴム複合材料表面の走査型電子顕微鏡像を示します。従来ゴムではピラミッド形状の先端やエッジが丸まり、正確に転写されていないのに対し、単層CNT/ゴム複合材料表面には金型の微細なピラミッド形状が正確に転写されています。これは従来ゴムとは違い成形後のクリープの影響を受けないことにより、数百ナノメートル～マイクロメートルレベルの精緻な形状や構造を維持できるためです。

この技術を用いることで、密着性・濡れ性・光学特性などを付加した高機能ゴムを作製できます。

### 今後の予定

今後は、産業界、特にゴムメーカーに対してニーズ調査を行うとともに、興味をもった企業と連携し、表面構造に起因した特性制御によって高機能化した高精密加工ゴムの新規用途開拓を進めていきます。

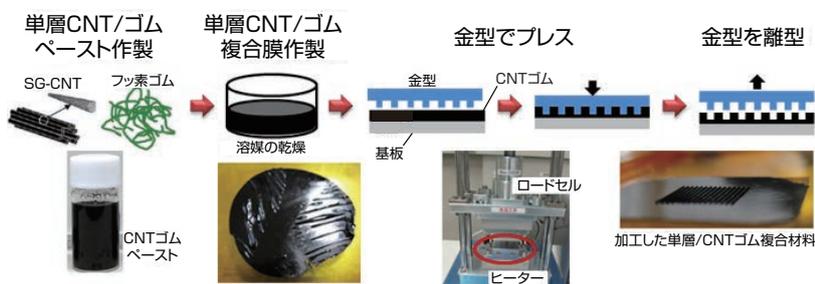


図1 単層CNT/ゴム複合材料作製とプレス成形加工のフロー

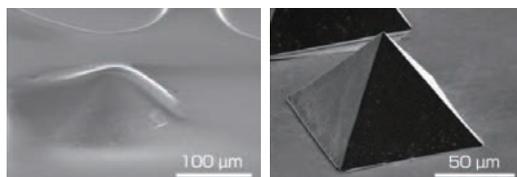
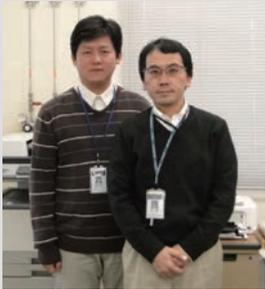


図2 プレス成形加工した従来ゴム (左) と単層CNT/ゴム複合材料 (右) の表面

# ウエハー常温接合のための表面平滑化プロセス

## 接合部のひずみを大幅に低減



### 倉島 優一

くらしま ゆういち (左)  
y-kurashima@aist.go.jp

集積マイクロシステム研究センター  
大規模インテグレーション研究チーム  
研究員  
(つくばセンター)

これまでのイオンビーム精密加工の研究と表面活性化常温接合の研究を融合させることで今回の成果となりました。産総研での技術開発を通してMEMSの市場規模を拡大させ日本の産業の発展に貢献していきたいと思っております。

### 高木 秀樹

たかぎ ひでき (右)  
takagi.hideki@aist.go.jp

所属は同上  
研究チーム長  
(つくばセンター)

集積化センサーの大量生産を目指して、MEMSの製造やパッケージング、集積回路などの異種デバイスとの集積化について、低温、大面積、低コストをキーワードにプロセス開発を進めています。

### 関連情報：

● 共同研究者

後藤 崇之 (三菱重工業)

● 参考文献

Y. Kurashima *et al.*: *Appl. Phys. Lett.*, 102, 251605 (2013).

● プレス発表

2013年8月28日「ウエハー常温接合のための原子レベル表面平滑化プロセスを開発」

● この研究開発は、政府の最先端研究開発支援プログラムにより助成されています。

### MEMS・IC集積化のために必要な技術

現在、さまざまなMEMSデバイスが製品化されていますが、微小な機械可動部などの保護やICとの集積化が必要なために、全体のMEMS製造コストに占めるパッケージングコストの割合がとて高くなっています。表面活性化常温接合はMEMS封止やMEMS・IC集積化のためのダメージが低い接合技術として注目されていますが、接合表面に原子レベルの平滑性が求められるため、MEMSやICの作製プロセスにより接合面の表面粗さが悪化してしまうと、接合部のひずみが大きくなりマイクロデバイスに悪影響を及ぼす、あるいは接合すらできないという課題がありました。

### ネオンビームを用いてシリコン表面を平滑化

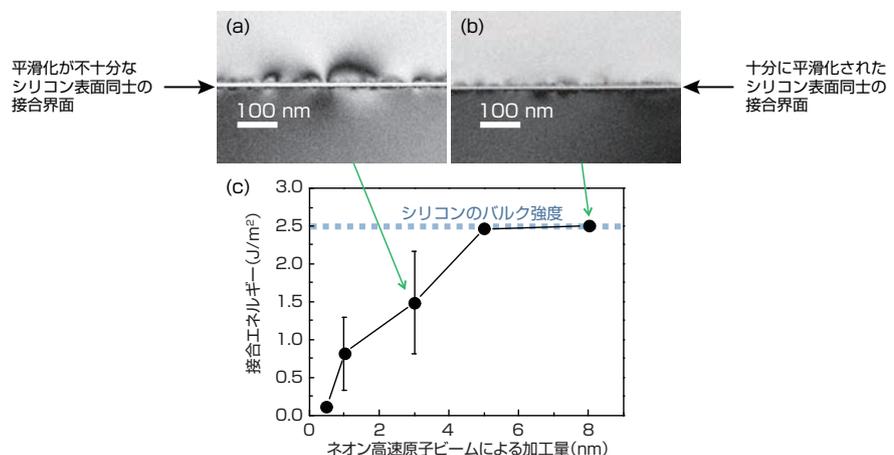
表面活性化常温接合では、接合する面が清浄で、原子レベルで平滑であることが必要です。私たちはこれまでのイオンビームによる精密加工の研究から、軽元素を用いるとシリコン表面を荒らさずスパッタ除去ができることを見いだしました。そこで今回、不活性ガスの中でも比較的軽い元素であるネオンを高速原子ビームのガス種として、常温接合のための表面活性化処理への適用可能性を評価したところ、シリコンのバルク強度に匹敵する接合エネルギーが得られました。これは従来のアルゴン高速原子ビームを表面活性化に用いて接合を行った場合と同程度でした。

図は、ドライプロセスによりシリコン接合表面を荒らした後、ネオン高速原子ビームで平滑化を行い接合した際の接合エネルギーと、接合界面の透過型電子顕微鏡像です。キセノン高速原子ビームを照射して荒れた表面では接合が困難であるのに対し、ネオン高速原子ビームをシリコン接合表面に照射することで接合エネルギーが増大し、最終的にシリコンのバルク強度に匹敵する接合エネルギーが得られました。また、図 (b)、(c) からわかるように、ネオン高速原子ビームによる平滑化によって接合界面のひずみが大幅に低減されています。ドライプロセスによりシリコン接合表面を荒らした後にネオン高速原子ビームにより8 nm加工した場合には、化学的機械研磨により研磨したシリコンウエハーを接合した場合と同程度まで接合部のひずみが減少しました。

このプロセスにより、これまでは接合が難しかった粗いシリコン表面でも接合可能になり、さらに接合部のひずみの低減によるマイクロデバイスの性能向上が期待されます。

### 今後の予定

今回開発した技術を、低ダメージ・接合部の低ひずみが要求される化合物半導体やMEMSをはじめとする種々のマイクロデバイス分野に応用し、低コストで高信頼性のパッケージングを実現させ、企業への技術移転を図ります。



荒れたシリコン表面に対してネオン高速原子ビームの平滑化効果を用いて表面活性化常温接合した際の (a)-(b) 接合部のひずみを表す透過型電子顕微鏡像と (c) 接合エネルギー・接合界面付近の白黒のコントラストがひずみを表している。

# ミニマルプロセスでのスピン現像

## 表面張力を利用した省現像液プロセス

国際公開番号  
WO2013/084574  
(国際公開日：2013.6.13)

研究ユニット：

ナノエレクトロニクス研究部門

### 適用分野：

- レジスト現像
- リソグラフィ
- デバイス製造

### 目的と効果

リソグラフィにおいて露光の後に行う現像工程は、これまで、現像液を連続的に供給する方法や、現像液容器に浸す方法が主流でした。これらの方法では現像液が大量消費されるなどの問題がありました。これに対して、ハーフインチウエハーを用いるミニマルプロセスでは、ウエハー上の現像液に表面張力が強く働くことを見だし、現像液がこぼれない程度にウエハーをゆっくり回転して現像を促進する方法を発明しました。これにより、高速で省現像液のプロセスが可能となります。

### 技術の概要

この現像方法では、ウエハー上に滴下された現像液が、ウエハー端で発生する表面張力により、ウエハー上の全面にこんもりと乗り、それでもこぼれない最大量を滴下させます。表面張力が働きやすい小型ウエハー、とりわけ小さなハーフインチウエハーでは効果的です。図1に示すように、現像液は、ハーフインチウエハーでは4 mmもの高さに盛り上がります。そし

て、現像液に物理的揺動を与えるために、液体がこぼれない速度で、ウエハーをゆっくり回転させて現像を促進させます。これにより、液体を一切こぼさず、結果としてすべての供給現像液を反応に寄与させることができます。この発明は、現像液をムダにしないので、これまでの技術に比べて10倍の薬液使用効率を達成することができ、1ウエハー当たりの現像液をわずか0.5 ccにまで抑えることが可能となりました。

### 発明者からのメッセージ

21世紀の私たちには、エコノミーとエコロジーの思想を具現化した生産システムの構築が求められています。この発明は、常に供給し、常に垂れ流すというこれまでの発想から脱却して、表面張力という物理原理で溜めただけの液体で処理するという、資源と原料コストの最小化を図った技術です。図2に示す現像プロセスは、すでに、商品レベルに仕上げています。今後も、色々なプロセスでこの「もったいない」の発想を意識して研究開発を進めていきます。



図1 こんもり盛り上がった現像液

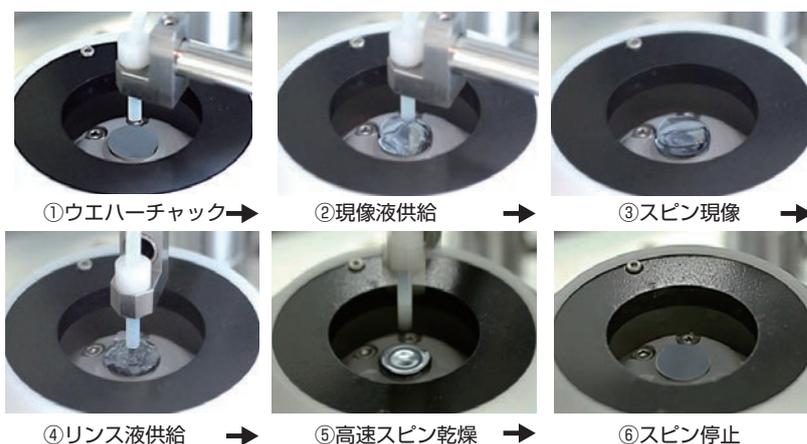


図2 ハーフインチウエハー上におけるスピン現像のプロセスフロー

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  
つくば中央第2  
TEL：029-862-6158  
FAX：029-862-6159  
E-mail：aist-tlo-ml@aist.go.jp

## 太陽電池フィンガー電極の高さ計測方法

### 高コントラスト部材の寸法を簡易に計測することが可能に

国際公開番号  
WO2013/115386  
(国際公開日：2013.8.8)

研究ユニット：

生産計測技術研究センター

#### 適用分野：

- 太陽電池製造分野
- 非破壊検査分野
- 光計測分野

#### 目的と効果

太陽電池の発電効率を考えた場合、電極は太陽電池表面に対する太陽光の照射量を低下させるので、面積を小さくする目的でなるべく細い電極が形成されています。しかし、光の透過性を向上させるために電極をさらに細くしようとすると、電気抵抗が増大するという問題があり単純に細くすることができません。そこで解決策の一つとして行われているのが、フィンガー電極の幅を細くし高さを高くする方法です。そのため電極の高さ計測が重要な検査項目として挙げられるようになってきました。この発明は、このような要望に対し、電極の高さを精度よく、簡易に計測することを目的としています。

#### 技術の概要

図1に示すように、太陽電池表面に対し浅い角度で、かつ電極に対し垂直な方向にカメラを設置し、カメラと同じ方向から太陽電池に向けて光を照射します。太陽電池の表面は効率よく光を取り込めるように反射防止膜やテクスチャー加工が施されており、照射光の散乱強度がとても小さくなります。一方で、電極材料は

金属を主成分としているために太陽電池表面に比べて散乱強度が大きくなります。さらにカメラレンズの開口径や焦点距離を調節することにより、着目する電極の輪郭を高コントラストに得ることができます。図2(a)は得られた画像の一例ですが、電極の輪郭が明瞭に識別できます。この画像から電極高さに対応した画素数を求め、さらに高さを見積もることができます。この発明で求めた高さの値と市販のレーザー変位計で求めた値(図2(b))を比較するとよく一致しました。

#### 発明者からのメッセージ

この発明は、汎用機器を用いた単純な計測原理によるものであるために、安価で簡易に太陽電池のフィンガー電極高さを計測することができます。生産現場では電極高さの全数検査が求められており、既存の工程に合わせると1枚/数秒の処理速度を実現させる必要があります。搬送装置との連動を工夫することにより生産現場にも十分対応できるスループットの実現が可能であると考えています。

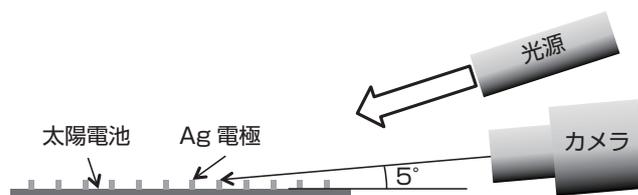


図1 フィンガー電極高さ計測方法の概要

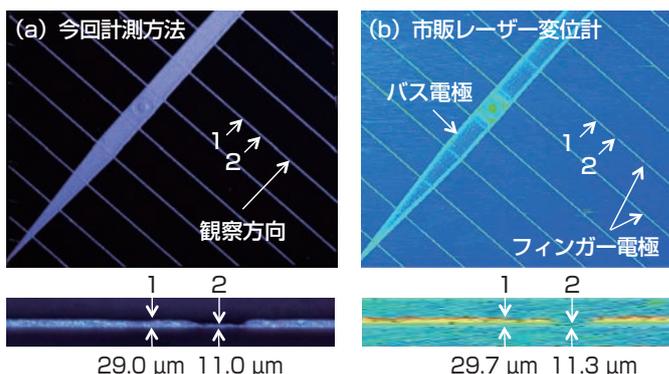


図2 この発明の実測例と市販レーザー変位計との比較

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  
つくば中央第2  
TEL：029-862-6158  
FAX：029-862-6159  
E-mail：aist-tlo-ml@aist.go.jp

# 環境レベル $\gamma$ 線線量標準の開発

## 線量測定信頼性向上をめざして



黒澤 忠弘

くろさわ ただひろ  
tadahiro-kurosawa@aist.  
go.jp

計測標準研究部門  
量子放射科  
放射線標準研究室  
主任研究員  
(つくばセンター)

$\gamma$  線・X線の線量標準の開発や標準の供給を行っています。医療分野で用いられる線量や、環境レベルの線量測定の信頼性向上のために、さまざまなニーズに合わせた標準や測定機器の開発を行っています。

### 線量測定の現状

2011年3月に起きた福島第一原子力発電所の事故以降、さまざまな場面で放射線の線量測定が行われるようになりました。現在では、多くの地域で、空間線量率は1  $\mu\text{Sv/h}$ 以下へと下がってきました。この線量率は、一般的にサーベイメーターを校正する線量率(数 $\mu\text{Sv/h}$ )と比べて、とても低い値となっています。そのため、1  $\mu\text{Sv/h}$ 以下でサーベイメーターなどの照射試験ができる環境を整えることが重要となってきます。このような低線量率での試験を行うためには、バックグラウンド放射線の影響を考慮する必要があります。放射線は自然に存在しているので、室内においても、放射線がゼロになることはありません。事故以降、つくば周辺でも空間線量が若干(約0.05  $\mu\text{Sv/h}$ 程度)高くなり、産総研の実験室内でも約0.1  $\mu\text{Sv/h}$ 程度の線量率がバックグラウンド放射線として測定されます。この自然のバックグラウンド放射線は通常取り除くことはできません。1  $\mu\text{Sv/h}$ 以下で照射試験をしようとすると、照射する放射線の線量率がバックグラウンド放射線と同じ程度の大きさになるため、安定した線量測定が難しく、

低線量率領域の校正を行う際の問題となっていました。

### 低線量率 $\gamma$ 線線量標準の開発

低線量率で安定した $\gamma$ 線線量測定を行うためには、バックグラウンドの低減が重要になってきます。低バックグラウンドの環境を作り出すには、通常、鉛などで放射線を遮蔽します。しかし、実験室内を鉛ですべて覆うことは現実的ではありません。そこで今回、(株)川口電機製作所との共同研究で、写真に示すようなコンパクトな照射装置を開発しました。この照射装置は、全面を3 cm厚の鉛で放射線を遮蔽して、照射装置内のバックグラウンドを0.01  $\mu\text{Sv/h}$ 以下に低減させることに成功しました。照射装置内のサイズは60 cm×50 cm×100 cmで、線源と試験位置までの距離は約60 cmに固定して、照射試験を行えるように設計しています。そのため、線量率を変化させるために強度の異なる線源を複数用います。この照射装置の開発により、1  $\mu\text{Sv/h}$ 以下での校正が可能となり、サーベイメーターなどによる線量測定の信頼性向上に寄与します。



低線量率校正システムの外観写真

## 社会的取り組み

35

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。

### 科研費の適正・公平な配分審査への貢献

科学研究費助成事業（科研費）は、基礎から応用までの学術研究を幅広く支えるわが国最大の競争的研究資金で、毎年採択件数は約2万6千件、予算額は約2,380億円に及んでいます。なお、産総研における2013年度の採択件数は約180件、配分額は約16億8千万円となっています。

科研費の審査は、科研費の研究代表者や学協会からの推薦者などから選考された約6,000名の審査委員による第1段審査（書面審査）と第2段審査（合議審査）の2段階で行

われ、産総研からも数十名が審査委員に就任し、適正・公正な審査に貢献しています。

また、審査の質を高めていく観点から、第1段審査において有意義な審査意見を付した審査委員に対して独立行政法人日本学術振興会による表彰が行われています。このたび、産総研の秋永広幸 ナノエレクトロニクス研究部門総括研究主幹が表彰されました。産総研からは、2011年度に表彰された浅井美博 ナノシステム研究部門副研究部門長、丹羽修 バイオメディカ

ル研究部門総括研究主幹に次いで3人目となります。

今後も科研費の配分審査への貢献などを通じて、わが国科学技術の発展に寄与していきます。



2013年11月22日（金）、中鉢良治理事長から秋永総括研究主幹に表彰状と記念品が手交されました。

### 産総研 イノベーションワークショップ in インドネシアの開催

報告

2013年12月20日に、「産総研 イノベーションワークショップ in インドネシア」を、インドネシア・ジャカルタ市内で開催しました。中鉢理事長、瀬戸理事、佃理事、研究者など産総研から20名が参加し、現地日系企業、インドネシアの研究機関や企業などからの参加とあわせ、合計でおよそ200名が参加しました。

産総研は、海外の主要な公的研究機関との連携を強化するため、さらに企業も含めた連携を強化するため、昨年度から海外においてもワークショップを開催しています。今回は、昨年タイに次いで2回目となり、再生可能エネルギーをテーマとして開催しました。

中鉢理事長の開会あいさつと、インドネシア技術評価応用庁（BPPT）マルザン長官、インドネシア科学院（LIPI）ラックマン院長、インドネシ

ア・エネルギー鉱物資源省地質総局（GAI）スカイヤ局長からのごあいさつの後、産総研およびBPPTよりイノベーション推進についての基調講演が行われました。続いて太陽光発電、地熱利用、風力エネルギー、バイオ燃料について産総研やインドネシアの研究者、さらに日系企業担当者から、両国の連携の事例が紹介され、活発な意見交換が行われました。

産総研とBPPT、LIPIおよびGAIとは、これまで天然ゴムの生産性向

上、計量標準、地熱利用などに関して連携実績があり、今回のワークショップを機会に、今後のさらなる連携強化と、新たな研究テーマでの連携の構築が期待されます。

また産総研は、同時期に隣接会場で開催された展示会「Indonesia Japan Expo 2013」にも出展しました。同展示会には6万人の来場があり、産総研の活動やインドネシア機関との連携を紹介しました。



中鉢理事長による開会あいさつの様子



産総研展示ブースの様子

## バイオマーカー探索に有用なヒトタンパク質アレイの開発

創薬分子プロファイリング研究センター 定量プロテオミクスチーム 福田 枝里子 (臨海副都心センター)

定量プロテオミクスチームでは全ヒトタンパク質の約8割(約2万種)を調製することが可能なリソースを保有しています。福田研究員はこの世界最大のリソースを活用して、数百~数万種のタンパク質を手の平サイズの基板に搭載する「ヒトタンパク質アレイ」を開発しています。ヒトタンパク質アレイは効率的なバイオマーカー探索ツールとして期待される一方、搭載する多数のタンパク質を収率よく同時に精製する方法がないことがネックになっていました。福田研究員は独自に開発された不溶化タグを使いその問題を解消し、ヒトタンパク質アレイをがんワクチンや抗がん剤の治療評価に役立てようとしています。



実験風景



## 福田さんからひとこと

開発中のヒトタンパク質アレイは創薬ターゲットのスクリーニングや抗体医薬の交差反応チェック、酵素反応の網羅的検出などさまざまな用途が期待されており、現在私たちは人間の血液に含まれる「自己抗体」という分子に着目し、その検出ツールとしての開発に力を入れています。これまでに、わずか4 μLの血液から数百種類の自己抗体を検出する技術を確認しました。自己抗体は病気の早期発見や治療前後の経過を判断する指標として有用であることが示されてきており、その総体を明らかにして良質なバイオマーカーを世に送り出すことを目標にしています。

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/>

## EVENT Calendar

2014年2月 → 2014年3月

1月14日現在

件名	開催地	問い合わせ先
<b>2 February</b>		
8~9日 産総研キャラバン2014こおりやま	郡山	029-862-6214
14日 シンポジウム「21世紀の化学反応とプロセス ー光が創る先端化学材料の世界ー」	つくば	029-862-6792
18~19日 産総研・産技連LS-BT合同研究発表会	つくば	029-862-6032
25日 シンポジウム「電子と光の融合を目指して ーネットワークからインターコネクションへー」	東京	029-861-5338
<b>3 March</b>		
14日 「低炭素社会創成へ向けた炭化珪素(SiC)革新パワーエレクトロニクスの研究開発」最終成果報告会	東京	029-862-6138

産 総 研  
TODAY

2014 February Vol.14 No.2

(通巻157号)  
平成26年2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-ml@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。