

# 産 総 研

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

TODAY

3

2013  
March

Vol.13 No.3

## 特 集

### 02 本格研究 理念から実践へ

食品中の機能性成分分析法の標準化  
漁船搭載用シャーベット状海水氷製氷機の開発

#### リサーチ・ホットライン

- ⑥ イオン液体とゲルを用いたリチウム-空気電池  
これまでよりも安全、安定、高エネルギー密度の蓄電池
- ⑦ 楽曲の中身を自動解析する音楽鑑賞システム  
能動的音楽鑑賞サービス「Songle」をインターネットで公開
- ⑧ クラウド上で画像解析システムを簡単に構築  
Lavatube 2 で大規模衛星データの利用を促進
- ⑨ 3次元応力解析シミュレーター  
光学顕微鏡を使ってナノメートルレベルで解析
- ⑩ ポリマー上に高性能なトランジスタを作製  
ポストシリコン材料のバックエンド集積化技術

#### パテント・インフォ

- ⑪ 金ナノ粒子触媒の新しい調製法  
塩素フリーの金溶液を用いて多種の担体に簡単に担持
- ⑫ 低温域での急速起動型マイクロ燃料電池  
電極への触媒機能層付与により 700℃以下での発電性能を向上

#### テクノ・インフラ

- ⑬ 電力品質や電気製品製造業を支える高調波計測  
高調波計測の信頼性向上を目指して

#### シリーズ

- ⑭ 進化し続ける産総研のコーディネーション活動(第38回)  
印象に残る連携 - 熟練技能の計測・可視化 -



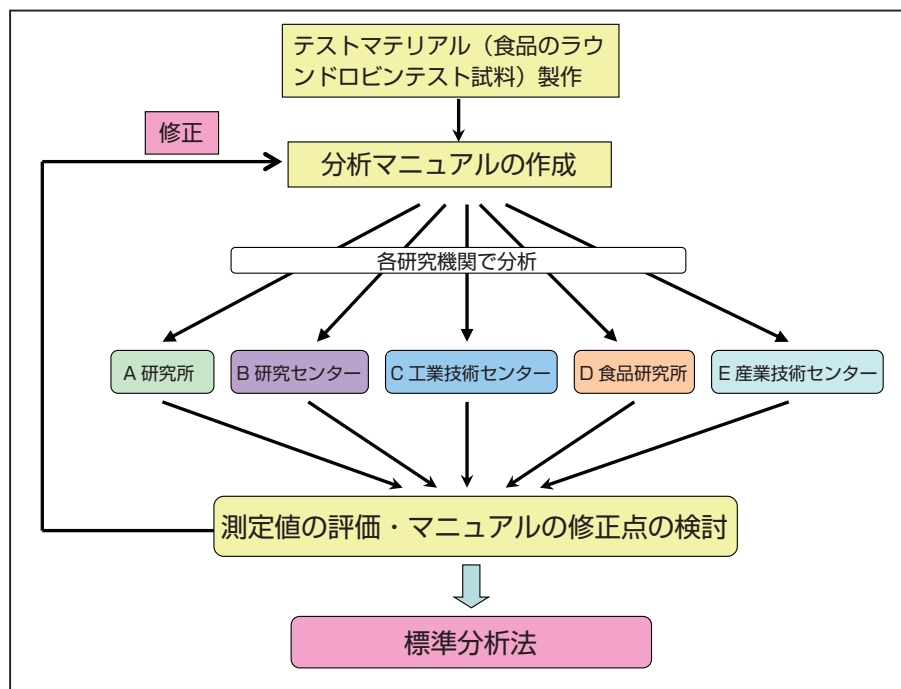
# 食品の機能性成分分析に関する本格研究

## 食品中の機能性成分分析法の標準化

食品中の機能性成分分析法の確立を目指して

私たちが食べている食品の中には、さまざまな作用をもつ成分が含まれているものがあります。例えば抗酸化作用をもつとされるポリフェノール類や大豆などに含まれるイソフラボンなどがよく知られています。これらの成分は人間に対する作用などの研究がなされ、それを応用した食品や成分そのものの商品化がされています。一般的にこのような成分は人間により作用をもたらすことから、その成分がどれだけ含まれているかを知ることは、その食品の品質を保証することにもなります。また、作用によっては、医薬品との併用の際にも重要な情報となるため、成分の正確な分析技術の必要性が高まっています。

ところでこれらの生理活性をもつ成分の分析法については、数多くの論文などで報告されています。しかし、論文には詳細な手順が記載されていないことも多く、記載通りの分析法で分析したにもかかわらず、分析者によっては結果が一致しないこともあります。そこで、産総研では、このような分析結果の不一致をなくし、誰が分析したとしても一定の安定した分析結果が出せる食品中の機



食品の機能性成分分析法の標準化の流れ

能性成分の分析法の確立を目指しています。これが食品の機能性成分の分析法の標準化です。

### 標準化の推進とフォーラムの結成

この標準化は、分析マニュアルの作成、マニュアルに従った複数の研究機関での分析、分析結果の検証の手順で行い、マニュアルの妥当性を

検証することで行います。この過程で修正が必要な部分や一定の結果が得られないマニュアルについては、その問題部分を明確にし、修正を加えてから再度同じ手順でマニュアルの検証を繰り返します。この一連の手順により、誰が分析を行っても同じ分析結果が得られる普遍的な分析方法を確立するのが目的です（図）。この分析法の標準化で重要なのは、手法の詳細の記述です。例えば分析に先立って機能性成分の抽出操作がありますが、この操作には、抽出溶媒、抽出回数、抽出時間など多くの要因があり、分析結果に大きな影響を及ぼす可能性があります。このような点については操作法を詳細に記述するのはもちろんのこと、分析者に異なる解釈ができる可能性を排除しておく必要があります。このため、



主に糖脂質の生理活性の研究を行っていますが、糖脂質の生理活性の応用の一つとして食品中の糖脂質の研究にも携わっています。この関連で、食品中の機能性成分の分析法にも取り組んでおり、現在の標準化にも繋がってきています。これらの研究が人々の健康な生活に貢献できればと願っています。

仲山 賢一（なかやま けんいち）  
k-nakayama@aist.go.jp  
生物プロセス研究部門  
分子生物工学研究グループ  
主任研究員（北海道センター）

実際に多くの分析者が操作し、修正していく必要があるのです。

産総研では、すでに四国と北海道の公設研究機関の協力を得て、主に地域の特産品などに含まれている機能性成分について分析マニュアルを収集しており、Web上で公開しています。このマニュアル集はアクセス数が月に2万件ほどになり、マニュアルを見て分析依頼が来るなど活用されています。さらに、このマニュアルの中から標準化するマニュアルを選定し、複数の機能性成分について標準化を順次進めているところです。現在、マグロやカツオなどに含まれているアンセリンという機能性成分の分析法の標準化を進めています。分析対象として計量標準総合センターで頒布しているメカジキの粉末を使用し、高知県工業技術センターで作成したマニュアルを基に、産総研・健康工学研究部門および生物プロセス研究部門、四国と北海道の公設研究機関が実際の分析を行い、計量標準総合センターが分析結果の評価を行うという体制で、これまでに3回の検証を繰り返し、標準化を進めています。

また、2012年の4月には、産総研と四国・北海道の公設研究機関のほかに、全国から参加機関を募り、食品分析フォーラムを設立しました。この食品分析フォーラムは日本のす

べての地域からの参加を得られており（2012年8月20日現在で産総研以外では17の研究機関）、全国レベルでの分析標準化を進めているところです。今年度はさらにルチン、ポリメトキシフラボン、6-ジンゲロール、フコキサンチンについての分析法の標準化を進めています。

#### 標準化による波及効果

これらの標準化により、企業側には有効成分の正確な表示ができるという利点があり、購入する側にも明確な成分表示により判断しやすくなるなどの利点があります。このような機能性成分をもつ食品の購入者は、一般的に健康を意識して購入するケースが多く考えられます。その中には、現在かかっている病気の軽減を目的に購入される方も多いと思われますが、そのような方々の多くは病院などで医薬品も処方されています。このような場合、医薬品と機能性成分の飲み合わせが悪いと、思わぬ副作用を招く場合も考えられます。このような時も明確に成分表示がされていれば、医療機関での指導も行いやすくなるなどの利点があります。機能性成分の分析の標準化は、機能性成分の表示に必須のものであり、健康な生活を送る上で重要な役割を果たすことになるかと期待されています。

**新しい研究と開発の定義**  
―第2種基礎研究を軸に本格研究へ―  
産総研では、経済・社会ニーズへ対応するために異なる分野の知識を幅広く選択、融合、適用する研究（第2種基礎研究）を軸に、「第1種基礎研究」から「製品化研究」にいたる連続的な研究を「本格研究」として推進することを組織運営理念の中核に捉えています。

|           | 定義                                                            | 活動    | 成果物                           |
|-----------|---------------------------------------------------------------|-------|-------------------------------|
| 「第1種基礎研究」 | 未知現象を観察、実験、理論計算により分析して、普遍的な法則や定理を構築するための研究を行う。                | 発見・解明 | 学術論文                          |
| 「第2種基礎研究」 | 複数の領域の知識を統合して社会的価値を実現する研究を行う。また、その一般性のある方法論を導き出す研究も含む。        | 融合・適用 | 手法論文<br>特許<br>実験報告書<br>データベース |
| 「製品化研究」   | 第1種基礎研究、第2種基礎研究および実際の経験から得た成果と知識を利用し、新しい技術の社会での利用を具体化するための研究。 | 実用    | 事業価値                          |



# 食の鮮度保持に向けた氷の利用における本格研究 漁船搭載用シャーベット状海水氷製氷機の開発

## 日本人の食文化と魚介類の鮮度保持

私たち日本人は、生で魚介類を味わう食文化をもっています。そのため、魚介類の鮮度に対しては、世界でも類を見ないほどの高いレベルが要求されており、漁場から食卓に至るまでの行き届いた鮮度管理のもと、今ではごく普通に家庭で刺身を味わうことができます。しかしその一方で、もっと新鮮な魚介類を日本全国の食卓へ届けたいという水産関係者の想いもあり、さらに高度な鮮度保持技術が求められています。

水揚げ時の活け締め処理（暴れの防止）と適切な温度管理は、その後の魚の鮮度に大きく影響しますが、漁船上で大量の魚を活け締めるのは困難です。これに代わる魚の暴れ防止策として、シャーベット状海水氷の活用が有望視されています。シャーベット状海水氷に入れられた魚は暴れることなく死に至り、さらに細かい氷によって急速に所定の温度に冷却されます。氷粒子を細かくすれば、魚体を傷つけることもありません。

この技術を実現するためには、シャーベット状海水氷を大量に製氷でき、かつ漁船に搭載可能でコンパクトな製氷機の開発が必要となります。そのような製氷機の開発を模索していた株式会社ニッコー（北海道釧路市）か

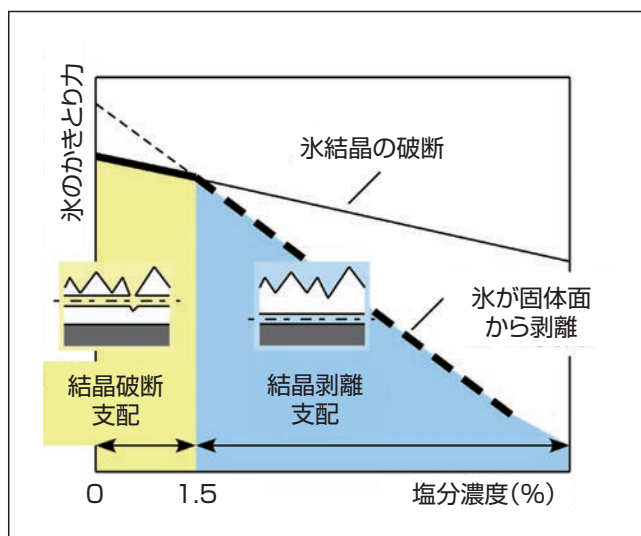


図1 海水塩分濃度と氷のかきとりに要する力の関係

ら2009年に相談を受け、翌2010年から共同で製氷機の開発プロジェクトに取り組むことになりました。

## 大量製氷が可能でコンパクトな製氷機を

製氷機の開発に向けて、まず製氷方式の検討から入りました。シャーベット状海水氷の製氷方式は大きく二つに分類できます。過冷却状態（0℃以下）の水の中で細かい氷粒子を生成する方式と、冷却された固体面上で成長した氷を機械的にかきとる方式です。今回の開発で求められているのは、短時間での大量製氷を可能とするコンパクトな製氷機であり、その目的にかなうのは

後者のかきとり方式でした。

ところがいざ計算してみると、求められる製氷量を実現するためには、-15℃程度に冷却された固体面から氷を連続的にかきとる必要があることがわかりました。一般には低温になるほど氷の付着力は大きくなり、-15℃という低温で連続的に氷をかきとるのは、当初は不可能に思えました。

## 製氷機の内部で何が起こっているのか

-15℃の固体面で成長する氷を連続的にかきとるには、いったいどうすればよいのか。その答えを探すために、まずは製氷機内部の現象を把握することからスタートしました。実際の製氷機は金属製ですので、内部を観察することはできません。そこで製氷機を模擬した観察装置を作成し、氷の様子をさまざまな条件で調べました。

その結果、海水の塩分濃度に対応して、二つの製氷の様式が存在することがわかりました（図1）。塩分濃度が低いときには氷の結晶が破断することで製氷され、濃度が高いときには氷が



1996年東京大学大学院工学系研究科博士課程修了、旧機械技術研究所に入所。氷の発生や成長についての基礎的な研究を進めながら、冷熱の輸送媒体として氷を活用した冷凍空調機器の技術開発を行ってきました。氷の発生や成長を制御することで、エネルギー、食品、医療などの分野に貢献できる新しい技術の開発を目指しています。

稲田 孝明（いなだ たかあき）  
t-inada@aist.go.jp  
エネルギー技術研究部門  
熱・流体システムグループ  
主任研究員（つくばセンター）

固体面から剥離<sup>はくり</sup>して製氷されるのです。このような基本的な知見を積み重ねていくことで、水を連続的にかきとるためのノウハウを得ることができ、最終的には製氷機（プロトタイプ）の開発に成功しました（図2）。

### 製品開発 ～ 実用化への障壁を乗り越えて

製氷機の開発は順調に進みましたが、製品としての実用化に向けて乗り越えるべき障壁は数多くありました。まず現場での問題点を抽出するために、漁業関係者の協力のもと、実際に製氷機を漁船に搭載し、サンマの鮮度保持のフィールドテストを実施してきました。船の揺れに対する装置の安定性や、機械の操作性などの問題を改善

しながら、株式会社ニッコーでは現在製品化に向けて開発の最終段階に入っています。

また、実際にシャーベット状海水氷を用いて、魚介類の鮮度保持効果を実証しておく必要もありました。フィールドテストにおいて、開発した製氷機で作ったシャーベット状海水氷と通常の海水氷（海水に破碎氷を混ぜたもの）とを比較したところ、陸揚げ時のサンマの状態の違いは一目瞭然でした（図3）。魚体の外観だけではなく、科学的な指標に基づいた鮮度保持効果の確認も重要です。そのため、開発プロジェクトには北海道立工業技術センターの専門家にも加わっていただき、製氷機の開発と並行して、さまざまな魚種に対して科学的観点から鮮度保持効果を

実証してきました。その結果を受けて、魚介類の種類に応じた最適なシャーベット状海水氷の提供を目指し、さらなる改良も視野に入れて引き続き製氷機の開発に取り組んでいます。

### 最後に

今回の製氷機開発は、「戦略的基盤技術高度化支援事業（経済産業省）」の支援を受けて、株式会社ニッコー、北海道立工業技術センター、産総研の3機関の協力のもとで実施されました。この成果によって、より新鮮な魚介類が消費者の元に届けられ、ひいてはわが国の水産業界の発展に貢献することを願ってやみません。



図2 株式会社ニッコーで開発した製氷機（プロトタイプ）



図3 フィールドテストで陸揚げされたサンマ（体表の青色は高鮮度の指標）

# イオン液体とゲルを用いたリチウム-空気電池

## これまでよりも安全、安定、高エネルギー密度の蓄電池



周 豪慎 Zhou Haoshen  
しゅう こうしん  
hs.zhou@aist.go.jp

エネルギー技術研究部門  
上席研究員  
(兼) エネルギー界面技術研究  
グループ  
研究グループ長  
(つくばセンター)  
東京大学 特任教授(兼)(本郷)  
南京大学 講座教授(客)(中  
国南京)

物質の表面や界面でのイオンの拡散、挿入、脱離に伴う現象を解明するとともに、クリーンなエネルギー変換デバイス、特にリチウム空気電池など革新的な蓄電池の創出を目指しています。

### 関連情報：

- 共同研究者  
張 涛 (産総研)
- 参考文献

T. Zhang, H. Zhou: *Angewandte Chemie International Edition*, 51, 11062-11067 (2012).

### ● 用語説明

\*イオン液体：液体で存在する塩(えん)のこと。通常「塩」は常温下では固体だが、塩を構成するイオンがある種の有機イオンに置換した場合、融点が低くなり、室温付近でも液体状態で存在する。

### ● 主な研究成果

2012年10月3日「イオン液体とゲル空気極を用いたリチウム-空気電池」

●この研究開発の一部は、内閣府・最先端研究開発支援プログラム「高性能蓄電池デバイス創製に向けた革新的基盤研究(2009～2013年度)」の支援を受けて行っています。

### リチウム-空気電池への期待と課題

現在、普及が進んでいる電気自動車にはリチウムイオン電池が搭載されていますが、その性能は十分とはいえず、より長距離を走行できる高性能蓄電池の開発が求められています。そこで、理論的には現在のリチウムイオン電池の約5～8倍の重量エネルギー密度をもつリチウム-空気電池がポストリチウムイオン電池として注目されています。しかし、電解液に有機電解液を用いたリチウム-空気電池では、有機電解液の発火、蒸発、分解、空气中水分の溶解などの課題があるため、より安定した電解液材料の探索が続けられています。

### イオン液体とゲル空気極で問題を解決

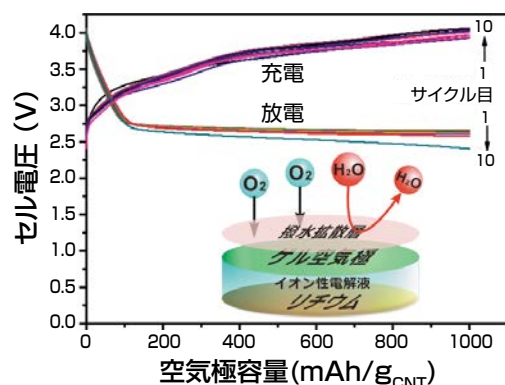
リチウム-空気電池が安定な放電を継続し、大きな容量を得るためには、空気極全体に3次元的な電子伝導パス、イオン伝導パス、空気拡散パスがなければなりません。これまでの有機電解液を用いたリチウム-空気電池では、空気極の細孔が有機電解液で満たされているため、空气中の酸素ではなく有機電解液に溶存している酸素が主にリチウムイオンと反応していると考えられます。そのため、理想的な電気化学反応が進行せずに、放電時の電圧、容量、出力特性が著しく悪くなってしまうという問題が発生します。

これらの問題点を解決するために、電解液として燃えにくく、揮発しないイオン液体\*を用いるとともに、空気極として液体に濡れない撥水性ゲルを用いることにしました。また、空気極として、電子伝導パスの役割をになうカーボンナノチューブ(CNT)とイオン伝導パスの役割をになうイオン液体だけを混合した準固体状の撥水性ゲルを作製しました。

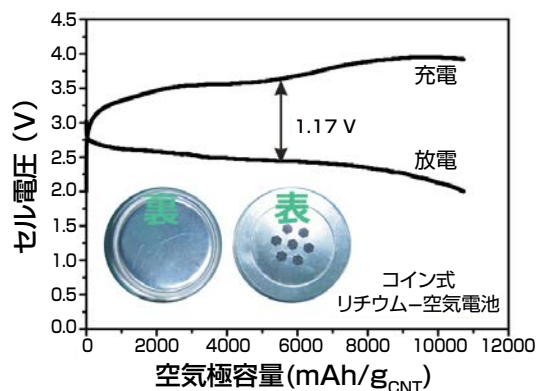
このような構成のコイン型リチウム-空気電池を作製し、空気雰囲気下で一定の電流を流した場合の電池の充放電特性について調べたところ、放電と充電が可能であることが確認されました(図)。すなわち、イオン液体とゲル空気極を用いたリチウム-空気電池を、これまで困難であった空气中において可逆的かつ大容量で動作させることに世界で初めて成功しました。また、CNT 1gあたり10,000 mAh以上の容量が得られることもわかりました(図右)。さらに、一定の容量(1,000 mAh/g)に制限して充放電を行うことによって、10サイクルの間安定した充放電特性が得られました(図左)。

### 今後の予定

今後は、撥水性ゲル空気極の性能向上、電池構成の最適化などを行い、より優れた性能のリチウム-空気電池の開発を目指します。



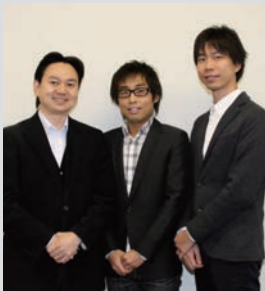
開発したリチウム-空気電池の 1,000 mAh/g<sub>CNT</sub> の定容量による空气中での充放電サイクル特性 (左) と 200 mA/g<sub>CNT</sub> の定電流による空气中での充放電特性 (右)





# 楽曲の中身を自動解析する音楽鑑賞システム

## 能動的音楽鑑賞サービス「Songle」をインターネットで公開



後藤 真孝

ごとう まさたか (左)

情報技術研究部門  
上席研究員  
(つくばセンター)

吉井 和佳

よし い かずよし (中央)

情報技術研究部門  
メディアインタラクション研究  
グループ  
研究員  
(つくばセンター)

中野 倫靖

なかの ともやす (右)

情報技術研究部門  
メディアインタラクション研究  
グループ  
研究員  
(つくばセンター)

songle-mi@aist.go.jp

計算機によって音楽・音声コンテンツを自在に扱える技術の確立を目指し、音楽・音声の音響信号の自動理解と、それに基づくユーザーインターフェースの研究を中心に、さまざまな研究課題に取り組んでいます。これからは Songle や音声情報検索サービス PodCastle、製品発売を開始した歌声合成技術 Vocalist (ばかりす) のような、研究として面白くかつ世の中へのインパクトが大きい技術開発を目指して頑張ります。

### 関連情報：

- 共同研究者

藤原 弘将、Matthias Mauch  
(産総研)

- 実装協力者

川崎 裕太 (産総研)、櫻井 稔、井上 隆広

- 参考文献

M. Goto et al.: Proc. CrowdSearch 2012, 36-41, (2012).

- プレス発表

2012年8月29日「インターネット上の楽曲の中身を自動解析する音楽鑑賞システム」

●この研究の一部は JST CREST の支援を受けて行いました。

### 音楽のデジタル化がもたらす変化

音楽配信やオンラインストレージなどの普及により、インターネット上の膨大な楽曲はいつでもどこでも視聴できるようになりました。そして、曲名やアーティスト名などの書誌情報に基づく音楽情報検索や、過去の視聴履歴などを分析する協調フィルタリングに基づく音楽推薦が実用化されました。こうして多量の楽曲にアクセスできる量的な変化は起きましたが、これまでは、単にさまざまな楽曲をいつでもどこでも視聴できるという楽しみ方が中心であり、人々が楽曲をより深く理解して楽しめるような質的な変化をもたらす技術はあまり開発されていませんでした。

### 能動的音楽鑑賞サービス「Songle」を実現

そこで、インターネット上にある楽曲の中身を自動解析できる音楽理解技術を開発し、楽曲の可視化機能やサビ出し機能を使用しながら、より能動的で豊かな音楽鑑賞ができる能動的音楽鑑賞サービス「Songle (ソングル)」(<http://songle.jp>) を2012年8月29日に一般向けに公開

し、実証実験を開始しました(図1)。

Songleの可視化機能により、楽曲の中身(サビ、ビート、メロディー、コード)を自動解析した結果が「音楽地図」として表示され、ユーザーは繰り返しなどのさまざまな観点に気づくことで楽曲に対する理解を深めることができます。サビ出し機能により、代表的で盛り上がるサビなどへ自在に再生位置をジャンプでき、ユーザーは興味のある箇所を簡単に見つけて楽しみながら鑑賞することができます(図2)。さらに、自動解析の誤りをユーザーが自発的に訂正できるインタフェースも提供することで、ユーザーの訂正協力によってより正確な「音楽地図」を共有して表示できる仕組みも導入しました。

### 今後の予定

今回開発した、楽曲の中身を音楽理解技術で自動解析する音楽鑑賞システムを、産業界と連携して実用化し、音楽情報検索や音楽推薦、音楽配信サービスなど、さまざまな応用に展開していく予定です。



図1 産総研独自の音楽理解技術を活用した能動的音楽鑑賞サービス「Songle (ソングル)」



図2 サビ出し機能の使用例

楽曲構造に対応した4種類のボタン「次のサビ区間の頭出し」、「前のサビ区間の頭出し」、「次の繰り返し区間の頭出し」、「前の繰り返し区間の頭出し」で再生位置のジャンプができる。

# クラウド上で画像解析システムを簡単に構築

## Lavatube 2で大規模衛星データの利用を促進



岩田 健司

いわた けんじ  
kenji.iwata@aist.go.jp

知能システム研究部門  
スマートコミュニケーション  
研究グループ  
研究員  
(兼) 情報技術研究部門  
サービスウェア研究グループ  
研究グループ付  
(つくばセンター)

画像解析や高性能計算などの基礎的技術から、監視カメラ映像解析、病理医療画像解析、衛星画像解析などの具体的なアプリケーションへ展開するためのプラットフォームとして、画像解析ミドルウェア Lavatube シリーズを開発しています。理論やインフラから応用までを一貫する IT のフレームワークを構築することを目指しています。

### 関連情報：

● 共同研究者

小島 功、中村 良介、中村 章人（産総研）

● 用語説明

\*クラウド：クラウドコンピューティング。ネットワーク上にある情報サービス（CPU、ソフトウェア、データベースなど）を必要に応じて提供、利用するコンピュータの使用形態。

\*\* GEO Grid：産総研が研究開発している、クラウドコンピューティングなどの情報技術を活用し、地球観測に関するさまざまな大規模データの管理や処理を行うシステム。

● プレス発表

2012年10月22日「クラウド上で画像解析システムを容易に構築」

●この研究開発の一部は JSPS 科研費 24240015、24700082 の支援を受けて行っています。

### 衛星画像解析の課題

画像解析は、衛星による地球観測をはじめ、医療、防犯、工場での品質検査など、さまざまな分野で必要とされる技術です。画像の中でも衛星画像は、地球を周回する衛星上のセンサーから大容量のデータが毎日取得されており、膨大なデータが蓄積されています。これを解析することにより、環境や地質、自然災害などの調査や研究に役立つ付加価値の高い情報を得ることができます。しかし、解析には専門知識が必要な上に、大量のデータを扱う手軽なツールがないことが、衛星画像データの有効活用の障壁になっていました。

### Lavatube 2の開発

そこで私たちは、大量のデータの複雑で高速な処理が必要な衛星画像解析システムをクラウド\*上で簡単に開発できる、画像解析ワークフローミドルウェア「Lavatube 2」を開発しました。Lavatube 2は図1のように、実行エンジン“Deepcave”をクラウド上に置き、ユーザーインターフェース“Skylight”をウェブブラウザから提供します。PCへのインストールが不要なので、ユーザーはコンピュータの性能や基本ソフトなどの機器環境に依存することなくLavatube 2を使用できます。また、データの解析処理はクラウド側で実行されるため、クラウドコン

ピューティングの計算能力を活用して大規模なデータを高速に処理することができます。

Lavatube 2には基本的な画像処理機能があらかじめ組み込まれ、図2に示すように、画像処理に必要な個々の機能はワークパッチと呼ばれるアイコンで表現されています。処理の順番通りにそれぞれの処理を示すワークパッチを順に接続して解析システムを構築します。実際の処理手順と、画面上のワークパッチのつながりが一対一に対応しているため、わかりやすく直感的な操作となります。また、画像解析システムの開発者など専門知識のあるユーザーが、独自の画像処理機能や解析機能を組み込みたい場合には、ユーザーが開発したプログラムを、ワークパッチとして追加できます。

OGC規格に準拠した地理情報システムにアクセスするワークパッチも組み込まれています。これにより、GEO Grid\*\*をはじめとする大規模な衛星データアーカイブに手軽にアクセスし、解析ができるようになりました。

### 今後の予定

GEO Gridの一部として地球科学の研究者・技術者向けの実証実験を行い、衛星画像データを有効に活用するプラットフォームとして開発を継続します。さらに、医療、防犯、産業応用などの幅広い応用の可能性を検討します。

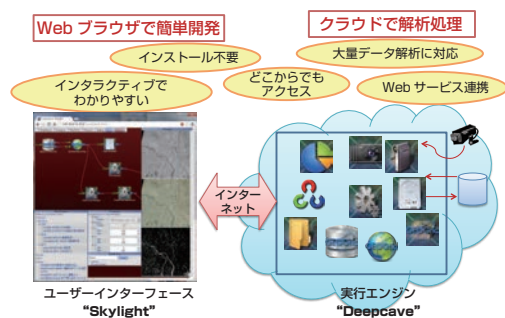


図1 Lavatube 2の構成とメリット

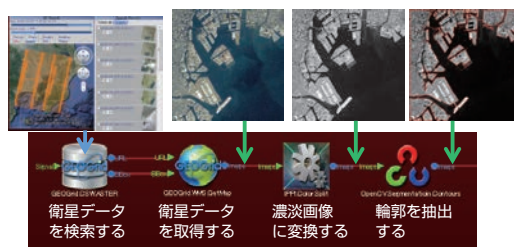


図2 Lavatube 2の操作例（海岸線の検出）



# 3次元応力解析シミュレーター

## 光学顕微鏡を使ってナノメートルレベルで解析



多田 哲也

ただ てつや  
t-tada@aist.go.jp

ナノエレクトロニクス研究部門  
ナノスケール計測・プロセス  
技術研究グループ  
研究グループ長  
(つくばセンター)

私たちのグループは、半導体デバイスおよびデバイス材料をナノスケールで計測評価する技術の研究開発を行うとともに、原子・ナノスケールで制御された材料を用いたデバイスの開発を目指しています。

### 関連情報：

#### ● 共同研究者

藤田 和久 (先端力学シミュレーション研究所)、佐藤 章 (富士通セミコンダクター株式会社)、ウラジミール・ポロロッツ、有本 宏、福田 浩一、金山 敏彦 (産総研)

#### ● 参考文献

T. Tada *et al.*: *Appl. Phys. Lett.*, 101, 243511 (2012).

#### ● 用語説明

\* 時間領域差分法 (FDTD) : 電磁場の基礎方程式であるマクスウェル方程式を数値的に解く電磁場解析の手法の一つ。

\*\* 有限要素法 (FEM) : 解析的に解くことが難しい微分方程式を数値的に解く手法の一つ。

\*\*\* FinFET : トランジスタのチャンネル部が従来のデバイスのように平面的ではなく、フィン (Fin) のような立体構造をもつ電界効果トランジスタ (FET) で、不純物ゆらぎによる特性ばらつきが抑えられ、従来の平面型トランジスタ固有の微細化に伴うばらつき増大という課題を解決できる。

#### ● プレス発表

2012年9月11日「微細シリコンデバイスのための3次元応力解析シミュレーター」

### 応力解析の必要性

先端半導体デバイスでは、電子や正孔などのキャリアが流れるチャンネル領域に応力 (機械的ひずみ) を積極的に加えて、キャリアをより流れやすくする高速化・高性能化が行われています。しかし、応力にばらつきがあるとトランジスタの性能にばらつきが生じるため動作電圧を十分に下げることができず、消費電力を抑えられません。したがって、デバイスの低消費電力化を実現するには、応力のばらつきを抑える必要があります。このような背景から、デバイス内部の応力分布を高い空間分解能で評価できる手法が求められています。

### 3次元応力解析シミュレーター

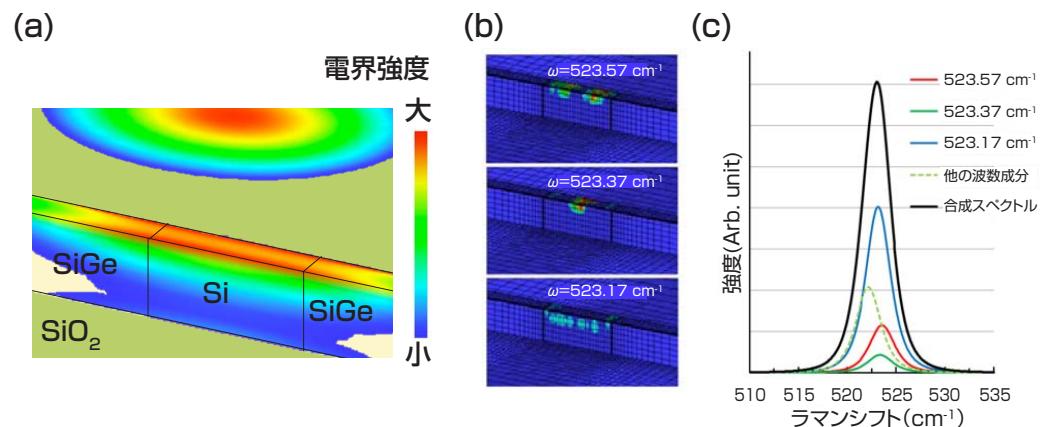
そこで私たちは、微細シリコン (Si) デバイスに加えられている応力をナノメートルレベルの空間分解能で解析できる3次元応力解析シミュレーターを開発しました。これは、光学顕微鏡を用いた顕微ラマン分光法による応力分布測定の際に、デバイス構造による光の強度分布の変調を計算するシミュレーション技術です。今回、開発したシミュレーションシステムでは、ラマン散乱測定の際の励起光と散乱光の伝播を、時間領域差分法 (FDTD) \* による電磁場解析で計算し、有限要素法 (FEM) \*\* による応力解析と

ともに用いています。

図 (a) は、FinFET \*\*\* 構造における励起光の強度分布を今回開発したシミュレーターによって計算したものです。二酸化ケイ素 ( $\text{SiO}_2$ ) 層の上に形成されたSiのチャンネル部は、両端のシリコン・ゲルマニウム (SiGe) 合金によって応力が加えられています。この構造により励起光の強度分布が変調され、チャンネルのエッジ部分近くの励起光強度が特に強く、計測されるラマン散乱光には、エッジ部分近くの散乱光が強く反映されることになります。図 (b) には、Siのラマン散乱光が散乱されている様子を波長ごとに示します。場所によって応力の大きさが異なるため、それに応じて波長の異なるラマン散乱光が散乱されています。図 (c) は解析結果から得られる各ラマン散乱光のスペクトルとそれらを合成したラマンスペクトルです。この合成スペクトルが実際の測定で得られるラマンスペクトルに相当します。応力解析を調整して、実測したスペクトルとのずれがなくなれば、シミュレーションによる最終的な応力値が決まります。

### 今後の予定

今後は、開発した測定評価技術を組み込んだラマン計測システムの製品化を図るなど、広く社会に還元していく予定です。



(a) 今回開発したシステムによって計算した FinFET 構造における励起光の強度分布  
(b) 側壁から散乱されている波長ごとに示したラマン散乱光の様子  
(c) 解析結果から得られる各散乱光のスペクトルと合成されたラマンスペクトル

# ポリマー上に高性能なトランジスタを作製

## ポストシリコン材料のバックエンド集積化技術



前田 辰郎

まえだ たつろう

t-maeda@aist.go.jp

ナノエレクトロニクス研究部門  
新材料・機能インテグレーション  
グループ  
主任研究員  
(つくばセンター)

高性能化と高信頼性が厳しく求められるシリコンテクノロジーの世界に、新材料による機能高度化と新たな価値を創造すべく、LSIの新しいブレークスルー技術の開発を目指しています。

### 関連情報：

#### ● 共同研究者

坂谷 太郎、石井 裕之、  
Wipakorn Jevasuwan、安田 哲二（産総研）市川 磨、  
秦 雅彦（住友化学）

#### ● 参考文献

T. Maeda *et al.*: *SSDM*,  
852 (2012).

#### ● 用語説明

\*ポリイミド：イミド(-CO-NR-CO-)結合を含む高分子化合物の総称。非常に優れた耐熱性、電気絶縁性をもち、耐薬品性にも優れている。

#### ● プレス発表

2012年9月25日「ポリマー上でシリコンの性能を超えるトランジスタを作製」

### ポストシリコン材料への期待

シリコンよりも優れた移動度特性をもつ化合物半導体やゲルマニウムは、ポストシリコン材料と呼ばれ、世界各国で研究が進んでいます。ポストシリコン材料は、これまでのシリコン大規模集積回路（Si-LSI）の機能をすべて置き換えるものではないため、必要な性能をもったポストシリコンデバイスが、Si-LSI上の必要なところに搭載され、機能を発揮することが期待されます。そのため、Si-LSIを作製した基板上に高品質なポストシリコン材料を転写後、デバイス作製と配線を行うバックエンド集積化という新しい技術が求められてきました。

### ポリマーで半導体を接合

バックエンド集積化とは、トランジスタなどの素子間を配線する工程（バックエンドプロセス）で機能デバイスを形成して下部にあるSi-LSIと接合することで、Si-LSI機能に新たな機能を加えることです。デバイス作製時の温度が1,000℃を超えるシリコン材料と比較すると、ポストシリコン材料のそれは400℃以下と低いため、最高でも500℃程度の低温プロセスを求められるバックエンドプロセスでのデバイス作製に適していることがわかっています。また、プロセス温度の低温化により、今まで無機系材料が中心であった半導体デバイスプ

ロセスに、安価で機能性に富むポリマー材料の導入も可能です。今回、極薄（300 nm以下）のポストシリコン材料を、接着性ポリイミド\*を使ってシリコン上に転写し、400℃以下の温度でトランジスタを作製しました（図1）。

図2に、開発したバックエンド集積化型高性能トランジスタの作製方法を示します。今回、ポストシリコン材料の貼り合わせのために、450℃以上の耐熱性と高い接着性を併せもつポリイミドを新たに開発しました。ポリイミドは、接合剤として極めて安価で扱いやすい点が大きなメリットです。

作製したトランジスタの特性を調べたところ、ポリイミド上での移動度が最高で1,000 cm<sup>2</sup>/Vsを超えており、シリコンの移動度の約2倍近い値を示すことがわかりました。極薄半導体活性層にポリイミドを直接接合させ、シリコンの性能を上回るトランジスタの作製と動作実証をしたのは世界で初めてです。

### 今後の予定

今後はさらなるポストシリコン材料のバックエンド集積技術の高度化に向けて、ポストシリコン材料を必要な場所に必要な大きさで供給し、高性能・多機能デバイスを実現するための技術開発を進める予定です。

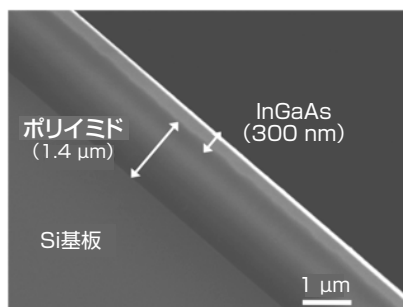


図1 ポリイミド上のInGaAs層の断面電子顕微鏡像



図2 ポリマー上のトランジスタ作製方法

# 金ナノ粒子触媒の新しい調製法

## 塩素フリーの金溶液を用いて多種の担体に簡単に担持

国際公開番号  
WO2012/144532  
(国際公開日：2012.10.26)

研究ユニット：

ユビキタスエネルギー研究部門

### 適用分野：

- 各種触媒反応 (CO 酸化など環境浄化、水性ガスシフトなど燃料電池関連反応、グルコン酸などの化成品合成)

### 目的と効果

金 (Au) を5ナノメートル以下に小さくすると高活性な触媒になることが1982年に大阪工業技術試験所 (現産総研関西センター) で発見されて以来、その特異な触媒作用について世界中で膨大な研究がなされましたが本格的な実用化にはまだ至っていません。金触媒の原料に含まれる塩素イオンが金を粗大化するため、特殊な調製法 (析出沈殿法) が必要になるのも実用化を遅らせている一因です。この発明では塩素フリーの金水溶液を用い、通常の貴金属触媒と同様の簡単な含浸法で多種類の担体に金ナノ粒子を担持でき、多くの応用が期待できます。

### 技術の概要

酢酸金から安定な塩素フリーの金イオン水溶液を得ることに成功しました。これを担体を含浸し、熱処理するだけで5ナノメートル以下の金が高分散に担持された金ナノ粒子触媒を得ることができます (図1)。これまでの析出沈殿

法のように金をメタル化する前に塩素除去のため繰り返し水洗 (これにより一部の金イオンが流出してしまうことが避けられませんでした) する必要があります。原料に含まれる金は担体を選ばず全て表面に担持され、CO 酸化などの活性がとて高くなります (図2)。液相であらかじめ金ナノ粒子コロイドを調製し担体に固定化する方法と比べても、高分子保護剤を用いないため、保護剤が表面に残存して触媒活性が低下することがありません。

### 発明者からのメッセージ

この発明により、実用触媒の調製に適した含浸法が使えるようになり、さらにこれまで従来法では難しかったシリカ、粘土、ゼオライト、イオン交換樹脂などの担体にも簡単に金ナノ粒子の担持ができるようになりました。触媒以外にも、吸着材、色材、センサーなど多方面に応用できるものと考えています。

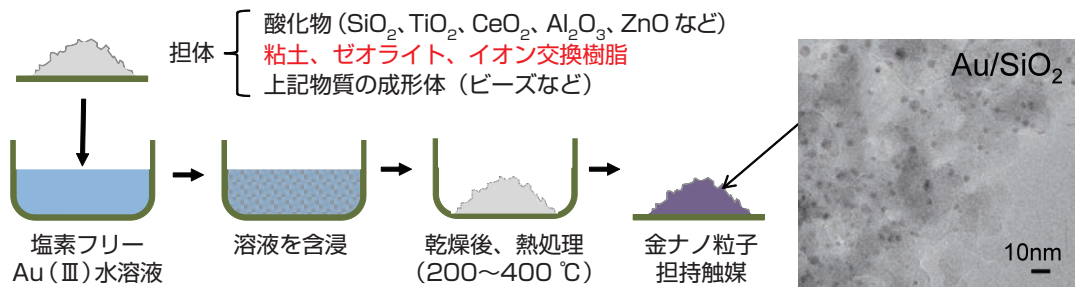


図1 金ナノ粒子触媒の調製手順

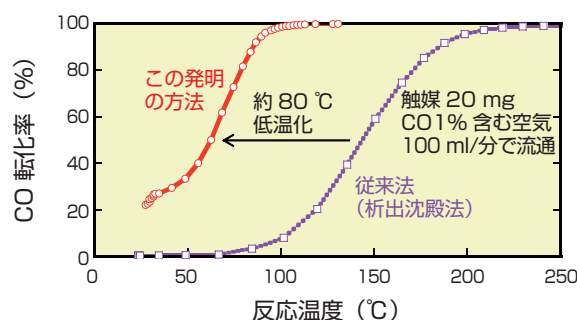


図2 酸化セリウム (CeO<sub>2</sub>) 担持 Au 触媒の CO 酸化活性

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



# 低温域での急速起動型マイクロ燃料電池

## 電極への触媒機能層付与により700℃以下での発電性能を向上

国際公開番号  
WO2012/133438  
(国際公開日: 2012.10.4)

研究ユニット:

先進製造プロセス研究部門

### 適用分野:

- ポータブル電源、家庭用分散電源、自動車などの移動体用補助電源

### 目的と効果

家庭用の定置型燃料電池として高効率型の固体酸化物形燃料電池 (SOFC) の導入が始まっていますが、さらにフレキシブルでユーザーフレンドリーな運転、あるいは災害やアウトドアなどへの応用のために、急速起動・停止運転が容易な高効率 SOFC の開発が注目されています。特に、急速な起動や停止を伴う運転では、構成材料などへの熱機械的ストレスの緩和などにより、高い発電効率を実現させながら、運転温度を低下させていくことが求められています。この発明では、新たなセラミック電極構造制御により、700℃以下の中・低温域での発電効率などの性能向上に繋がる技術を見いだしました。

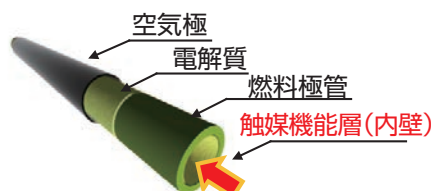
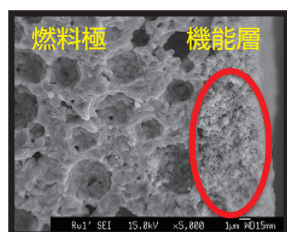
### 技術の概要

電気化学セルの代表例である SOFC について、運転温度の低下 (700℃以下) を目指した研究開発が幅広く進められています。これまでに 700℃以下でも高い発電出力をもつセルが数多く報告されていますが、発電効率は実用レベル (40%以上) に達していないのが現状で

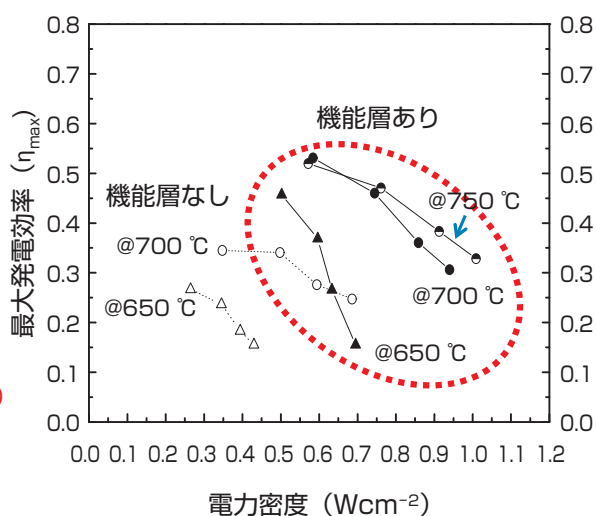
した。この発明では、燃料極内壁へ表面機能層を付加したチューブ型マイクロ SOFC (図) により、気体水素燃料を用いて 700℃以下の中・低温域でも発電効率 40%以上を実現しました。この技術により、高効率型 SOFC 発電技術を活用するポータブル電源、小型分散電源、自動車などの移動体用補助電源への応用展開が期待できます。

### 発明者からのメッセージ

燃料電池発電技術は、今後、さまざまなタイプの分散電源分野への応用が期待されており、ユーザー視点からの付加価値もより重要となります。そのためには、設計の自由度が高く、複雑なシステムや前処理装置などが簡素化できる発電セルやモジュール製造技術も重要となり、研究開発への多くの関心が寄せられています。私たちが強みとする機能性セラミックなどの構造-機能制御技術での新たな性能向上技術についても積極的に取り組み、新規製品開発に向けた研究開発パートナーも幅広く募集しております。



水素、炭化水素燃料など



### マイクロ SOFC の構造と発電性能

発明したマイクロ SOFC 構造により、水素燃料での最大発電効率と電力密度の関係で示すように、燃料極内壁への機能層の付加によって大幅な発電効率の向上が実現した。

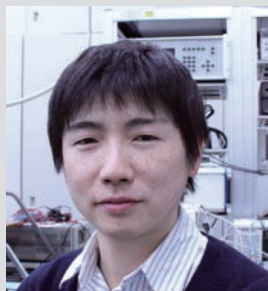
Patent Information のページでは、産総研所有の特許で技術移転可能な案件をもとに紹介しています。産総研の保有する特許等のなかにご興味のある技術がありましたら、知的財産部技術移転室までご連絡なくご相談下さい。

### 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

# 電力品質や電気製品製造業を支える高調波計測

## 高調波計測の信頼性向上を目指して



山田 達司

やまだ たつじ

yamada.79@aist.go.jp

計量標準管理センター  
計量標準計画室  
主幹  
(兼) 計測標準研究部門  
電磁気計測科  
電気標準第1研究室  
研究室付  
(つくばセンター)

入所以来、変流器、誘導分圧器、高調波電圧電流に関する計測標準開発およびそれら標準の維持・供給に携わってきました。この他に、次世代電流センサーの評価技術や IEC 規格に対応した ECT 評価技術の開発にも携わってきました。電力品質関連およびスマートグリッド関連で重要な非同期サンプリング計測の高精度化について研究中です。

### 関連情報:

#### ● 参考文献

[1] 山田 達司: 産総研計量標準報告, 5(4), 303-310(2007).

[2] T. Yamada, et al.: 電学論 A, 132(3), 251-256(2012).

[3] 山田 達司: JEMIC 計測サークルニュース, 41(4), 1-8(2012).

#### ● 共同研究者

昆 盛太郎、林 誠二郎 (産総研)

### 開発の経緯と役割

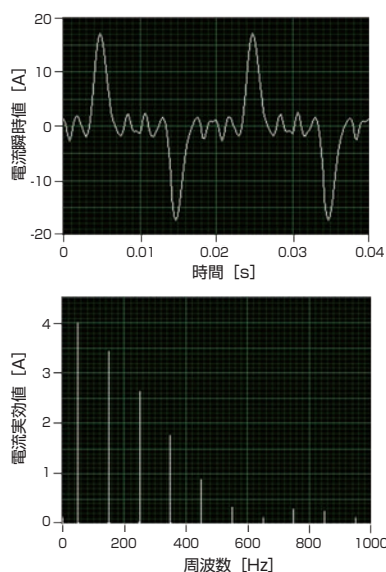
IT技術を軸とした現代の高度情報化社会において、多くの重要インフラは相互に密接な関係があります。電力は、このような相互依存インフラを支えているため、その品質によって社会は多くの影響を受ける可能性があります。こうした中、世界で年間約6,000万台が出荷され、更なる普及が見込まれるスマートメーターには、電力品質の解析機能が備わっているため、系統内の分散監視としての役割が期待されています。一方、国内ではエネルギー自給率の向上を目的に、2012年7月から施行された「再生可能エネルギーの固定価格買取制度」により、太陽光発電など、電力安定供給に不向きな分散電源が、電力系統に次々と接続される中、電力品質の著しい低下が危惧されています。電力品質に関する規格として、国際的にはIEC 61000シリーズやIEEE Std 1159、国内ではJIS C 61000シリーズや「電力品質確保に係る系統連系技術要件ガイドライン」があります。上記の買取制度では、これらの国内規格を満たすことが求められています。また、国内の電気製品メーカーはCEマーク取得のためにIEC 61000シリーズに準拠する必要があります。高調波は、電力品質の中で最も重要なパラメーターの一つであり、規

定の計測方法により、サンプリング計測を行い、そのデータを離散フーリエ変換 (DFT) 処理した上で、各高調波次数の電圧と電流が規定限度値以下であることを示さなければなりません。

こうした状況から、国内における高調波計測の信頼性向上に資することを目的に、産総研では、高調波電圧や高調波電流が含まれる様々な歪み電力<sup>ひず</sup>に対して、高い精度のサンプリング計測技術およびA/D変換器(ADC)誤差を補正したDFT処理技術により、その関連量の校正サービスを提供しています。現在、第50次高調波までを校正範囲とし、不確かさは高次高調波ほど大きくなりますが、高調波電圧では最大60 ppm、高調波電流では最大80 ppmの不確かさで校正しています。今後も産業ニーズの調査を継続し、必要とされる校正範囲の拡大に努めます。

### 今後の展開

これまでの計測技術を活かして、今後必要とされる第100次高調波までの拡張を予定しています。また、フリッカーなど他の電力品質に関する計測技術開発も検討しています。国内のスマートグリッド整備動向をチェックし、電力標準からの寄与の可能性を探っています。



高精度電力発生器から出力される歪み電流 (上)

この校正システムで得られる高い精度の DFT 結果 (下)

高調波電圧電流校正システムの概観 (右)

デュアルスロープ型 ADC を使用した同期サンプリング補正技術に基づいている。





# 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38回)

## 印象に残る連携 ―熟練技能の計測・可視化―

イノベーションコーディネータ いしかわじゅん 石川 純

### ある精密機器メーカーからの依頼

ある精密機器メーカーから、熟練者の手作業に頼っている微小光学素子のクリーニング作業の巧拙を何とか計測・可視化できないかという依頼がありました。直径数mmの光学素子をピンセットでつまみ、拡大鏡で観察しながらクリーニング液をしみ込ませたシルボン紙で表面の汚れを拭き取る、という作業です。このような特殊作業の場合、通常の間工学実験の手法・装置での対応は困難です。しかし産総研には人間工学の研究者だけでなく、いろいろな計測技術をもつ研究者がいます。人間工学実験の研究者を中心に、物理計測の担当者を加えた特命チームを編成、依頼元の企業からは若手技術者も参加しました。

### 成功と困難

クリーニング作業計測・可視化のために、どのくらいの力で作業をしているか、および、拭き取り作業におけるシルボン紙と光学素子の接触部の軌跡の計測を計画しました。このような計測は筆者の知る限り前例のないものですが、特命チームは2軸の高感度曲げモーメントセンサーをピンセットに組み込み、つまむ力とシルボン紙を押しつける力の同時計測を実現しました。さらに、全反射を利用してシルボン紙と光学素子の接触部の軌跡撮影も実現し、熟練者と未熟練者の差異の可視化に成功しました。

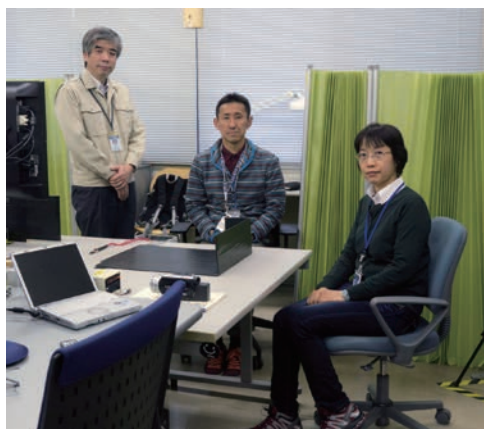
技能の巧拙と作業結果を結びつけるために、高感度検出のためのマーカー物質を含む擬似汚れを付けた光学素子を用意

し、拭き残しの計測を試みました。しかし、予想に反して熟練者と未熟練者のいずれの作業でも拭き残しは検出されませんでした。作業者は、クリーニングが不十分と感じればシルボン紙を交換し、作業をくり返します。汚れは交換のたびに指数関数的に減少するので、何回か繰り返すと、巧拙にかかわらず検出限界以下となります。しかし、実際は、未熟練者の作業では拭き残しがあるのです。

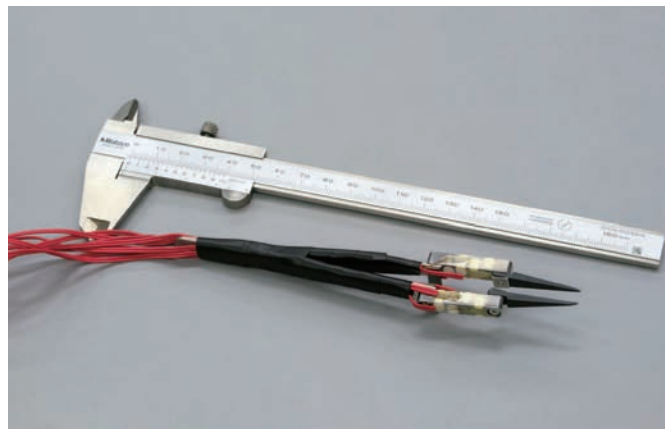
### 課題の解決と若手技術者からのメール

写真を趣味とする筆者は、レンズクリーニングの難しさが身にしみており、たまたま「素人が新品のきれいなレンズを拭くとかえって汚してしまう」とつぶやいたところ、だれとはなく「それだ」ということになりました。拭き残しは、実は、クリーニング液由来のものでした。検出用のマーカー物質を、擬似汚れではなく、クリーニング液に添加することにより拭き残し計測に成功しました。クリーニング作業の本質は、わずかな不純物を含むクリーニング液を、できるだけ薄く均一に塗布する技能であることが明らかになりました。

プロジェクトの終了時に、このメーカーの若手技術者の方から、「近々の成果ばかりが会社では重視される中、未来を見越した研究的な検討に皆さんと取り組むことができて本当に幸福でした。技術者としての幅も皆さんのおかげで広がったと自負しています。本当にありがとうございました」という内容のメールをいただきました。



特命チーム主要メンバーと筆者（左端）



2 軸高感度曲げモーメントセンサーを組み込んだ作業用ピンセット（手前）



## 社会的取り組み

30

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。

## 国際標準化の推進

標準（規格）とは、あるものやことがらに関して利便性などを図るための決めごとです。使用するかどうかは任意ですが、世界貿易機関（WTO）の協定により各国の規制や公共調達仕様は国際標準との整合化を図るべきとされたことから、近年、国際標準の重要性が増しています。

産総研では、産業界などの要請に基づき、日本工業規格（JIS）や国際標準化機構（ISO）、国際電気標準会議（IEC）などで定める国際規格などの策定に積極的に取り組んできました。材料などの計測・評価方法や高齢者・障がい者福祉の分野、またナノテクノロジーやロボットなどの産総研で開発された

最先端の技術分野を中心とした標準化を推進しており、産総研の研究成果をもとに、例年20件前後の標準提案に貢献しています。

標準の特徴の一つは、さまざまな立場の関係者の合意に基づくものであるという点です。異なる立場の人々が納得できるものにする必要があるため、一般的に、原案作成から出版までには数年を要します。その間、研究者は、専門家として、規格原案の執筆やバック

データの収集、国内外の関係者の意見調整などにかかわることになります。

また、標準化の活動は新規格の提案だけではなくありません。日本工業標準調査会の委員としてのべ約20名、ISOなどの技術委員会で議論を取りまとめる議長やコンベナとしてのべ約50名、さらに、技術の専門家であるエキスパートなどとしてのべ約170名もの研究者が標準化活動に貢献しています。



JIS、ISO、IECの規格書



技術委員会の様子（ISO/TC229）

## ハドン・フォレスター・キング メダルを受賞

報告

石原舜三特別顧問がオーストラリア科学アカデミーのハドン・フォレスター・キング メダルを2012年10月19日に受賞しました。この賞は地球科学、特に鉱物資源の評価と探査に関して独創的な研究を継続して行った研究者を対象に、オーストラリア科学アカデミーから2年に一度、原則1名に

対して贈られるもので、1993年の創設以来日本人としては初めての受賞となります。

【受賞理由】石原特別顧問は、花崗岩<sup>かこうがん</sup>マグマの酸化度が地域によって異なるという知見を得て、日本の花崗岩類を酸化型の磁鉄鉱系と還元型のチタン鉄鉱系とに分類し、それぞれが金属鉱床

の鉱化作用と密接に関係していることを示しました。この成果は、その後日本のみならず世界中の花崗岩マグマの酸化度と鉱化作用の関係に関する理解を発展させる基礎になるとともに、花崗岩類に付随する鉱床を区分する基本的なスキームとして現在でも用いられています。

## 山本一太 内閣府特命担当大臣 つくばセンター訪問

報告

2013年1月9日、山本一太 内閣府特命担当大臣が研究開発現場ご視察のため、産総研つくばセンター西事業所を訪問されました。野間口理事長によるあいさつに続き、脇本理事から産総研概要、金山理事からつくばイノベーションアリーナ概要について説明がありました。その後、山本大臣は、ナノエレクトロニクスの産学官共用研究施設および炭化ケイ素（SiC）パワーエレクトロニクスの研究開発現場をご覧

になりました。これらを通して、産総研の研究活動やオープンイノベーション



会議室にてごあいさつされる山本大臣

ンハブ拠点としての取り組みについて理解を深めていただきました。



SiCパワーエレクトロニクスの研究開発現場で視察の様子

## 1 オープンイノベーション

### ■「日本を元気にする産業技術会議」提言を発表

2011年10月に発足した「日本を元気にする産業技術会議」が、日本経済の再生に向けた提言を12月13日に発表しました。この提言は、提言メッセージ「もの」、「こと」、「ひと」づくりで日本を元気にしよう！（I章）と総括提言（II章）、（1）エネルギー・資源、（2）革新的医療・創業、（3）先端材料・製造技術、（4）IT・サービステクノロジー、（5）人材育成、（6）国際標準化の6分野に対する分野別提言（III章）と各分野における産総研の行動計画（IV章）としてまとめられています。



「日本を元気にする産業技術会議シンポジウム」の様子

### ■つくばパワーエレクトロニクスコンステレーションズ（TPEC）の発足

パワーエレクトロニクスのオープンイノベーションを推進する研究体として「つくばパワーエレクトロニクスコンステレーションズ（TPEC）」を4月27日に設立しました。TPECは、パワーエレクトロニクスに関連するわが国のグローバル企業が研究開発資金の大半を賄うこと<sup>まかな</sup>でパワーエレクトロニクスのオープンイノベーション拠点を自主的に運営する民間活力型の共同研究体であり、研究開発と同時に優秀な人材育成も行うことを目指しています。

### ■参画する技術研究組合数が20に

新たに4つの技術研究組合に加入し、産総研が参画する組合数はこれまでと合わせて20となりました（2012年12月現在）。そのうち産総研を主たる研究拠点とするものは17組合、産総研職員がプロジェクトリーダーを務めているものは7組合あります。産総研は今後も技術研究組合事業の実施に貢献するため、プロジェクトの実施・マネジメント、研究場所の提供、組合員企業からの出向研究員の受け入れなどを推進していきます。

## 2 震災復興へ向けた活動

### ■福島新拠点の設立に向けた取り組み

政府の「東日本大震災からの復興の基本方針」を受け、福島県郡山市に再生可能エネルギーに関する新たな研究拠点を設置すべく準備を進めています。1月5日に、設置場所を福島県郡山市の西部第二工業団地に決定し、2月16日に、福島大学との間に再生可能エネルギー分野の人材育成を目指した連携・協力の推進に係る協定、11月6日には、福島県郡山市と連携・協力に関する協定を締結しました。12月には建設工事が始まっています。実施する研究テーマについては、民間企業や大学などとの幅広い連携のもとに、太陽光発電、風力発電、地熱・地中熱利用の技術やこれらを総合して利用するシステム技術などの研究開発を計画しています。

### ■気仙沼～絆～プロジェクト

東日本大震災の際に設置された仮設住宅では、高齢者の「生活不活性病」さらには「孤独死」などが問題となっています。そこで、20年後の超高齢社会への布石として、仮設住宅での人のつながりをモデル化し、さらには社会を活性化する技術について、気仙沼の人々の中に入り研究を行う「気仙沼～絆～プロジェクト」を2011年10月にスタートさせ、2012年1月28日には、気仙沼市五右衛門ヶ原仮設住宅脇にトレーラーハウス拠点をオープンしました。



2012年1月28日にオープンしたトレーラーハウス拠点

### ■ 小型放射線積算線量計を用いた実証試験実施

つくば市が9月から11月にかけて実施した小型放射線積算線量計に関する実証試験のため、産総研が開発した小型放射線積算線量計をつくば市に貸与しました。

開発した小型放射線積算線量計



### ■ 植物系放射性セシウム汚染物を除染・減容するための実証試験開始

植物系放射性セシウム汚染物を焼却し、生じた焼却灰を除染した後、抽出された放射性セシウムをプルシアンブルーナノ粒子吸着材で回収する技術を開発しました。さらに、実証試験プラントを福島県双葉郡川内村に設置しました。



放射性セシウム除染回収装置

### ■ 放射性セシウムを含む玄米の認証標準物質を開発

(独) 農業・食品産業技術総合研究機構 食品総合研究所と共同で、放射能の検査機関における測定の実証試験に用いることができる、放射性セシウムを含む玄米の認証標準物質を開発しました。開発した認証標準物質は、8月31日から委託事業者を通して頒布を開始しています。

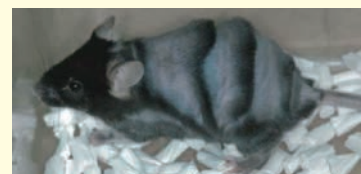
放射性セシウムを含む玄米の認証標準物質



## 3 注目を集めた研究成果

### ■ 発毛サイクル「休止期」を維持する因子を発見 (2012年2月2日プレス発表)

皮膚の細胞のFGF18 (肺や骨などの器官形成に必須な細胞制御分子) の遺伝子を特異的に欠失させたマウスを作成し、その性質を調べることによって、FGF18が毛成長周期の休止期を維持するシグナル分子であることを初めて示しました。この成果により、脱毛症などの疾病の診断・治療や創薬、毛包幹細胞を用いた神経損傷治療など再生医療に向けた貢献が期待されます。



皮膚特異的FGF18遺伝子ノックアウトマウスの1週間分の毛成長の様子

### ■ 普遍的な物理定数に基づく新しいキログラムの再定義に道を拓く (2012年2月27日プレス発表)

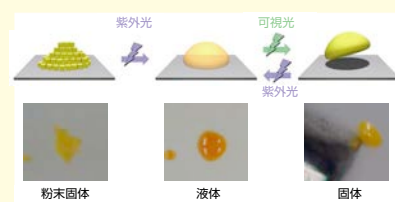
光の波長をチューニングするシステムを備えたレーザー干渉計を開発し、質量1 kgの<sup>28</sup>Si単結晶球体の形状を1ナノメートルの精度で測定し、その体積と密度を決定しました。国際研究協力によって得られた格子定数、モル質量、密度の値を組み合わせることで、アボガドロ定数をこれまでより一桁良い精度 ( $3 \times 10^8$ ) で決定することに成功しました。このアボガドロ定数高精度化を受け、現在、国際キログラム原器という分銅で定義されている質量の単位を、将来、人工物ではなく普遍的な基礎物理定数により再定義する国際的合意が得られています。

### ■ 二酸化炭素とギ酸を相互変換するエネルギー効率の高い触媒を開発 (2012年3月19日プレス発表)

水中常温常圧で水素ガス(H<sub>2</sub>)を二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)と反応させてギ酸(HCO<sub>2</sub>H)を生成するとともに、ギ酸を分解して固体高分子形燃料電池などに適した一酸化炭素(CO)を含まない高圧水素を供給できるエネルギー効率の高い二酸化炭素/ギ酸の相互変換触媒を開発しました。

### ■ 室温で光による液化-固化を繰り返す材料 (2012年4月6日プレス発表)

糖アルコール骨格と複数のアゾベンゼン基を組み合わせた液晶性物質を用いて、温度一定の室温状態で光を照射するだけで液化と固化を繰り返し起こす材料を開発しました。加熱や冷却をしなくても、波長制御した光を照射するだけで液化と固化を繰り返す新しい光反応性材料であり、一般的な室温環境では、光の作用だけで選択的かつ可逆的に単一物質の固体-液体転移が起こる初めての報告例です。

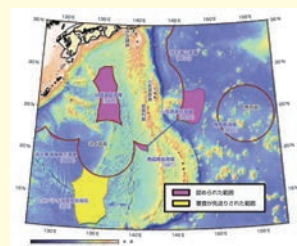


光照射で液化と固化を繰り返す材料



## ■ 日本大陸棚が拡大（産総研 TODAY 2012 年 8 月号掲載）

わが国が2008年11月に提出した延長大陸棚申請に対し、2012年4月、国連大陸棚限界委員会による勧告を受領しました。わが国からの74万 km<sup>2</sup>の申請海域について、延長大陸棚として約31万 km<sup>2</sup>が認められ、一部海域は審査が先送りされました。「地質の調査」を担う産総研は、政府各省庁機関の協力体制の中で経済産業省が担当した基盤岩採取の海域調査やその試料の分析・解析を行いました。またほかの関係機関とともに詳細な科学的根拠に基づいて、国連提出申請書の素案を作成し、申請後の国連での審査への対応に大きく貢献しました。



国連大陸棚限界委員会の勧告で認められた延長大陸棚海域および、審査が先送りされた海域図

## ■ 動いている物体の形を高速・精密に計測する技術を開発（2012年8月2日プレス発表）

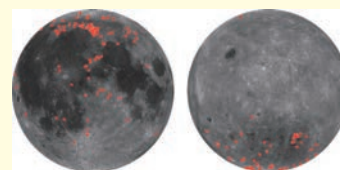
運動・変形する物体表面の形状を高速・高精度・高密度に計測する手法を開発しました。この技術は、波線からなる格子パターン光を物体に投影し、カメラで撮影することで、撮像された瞬間の物体表面の3次元形状を計測可能とするものです。さらに、高速度カメラを使えば、とても速く運動・変形する物体の計測もできます。運動する人体の観測による人間の運動解析や医療への応用、柔軟に変形する衣服のモデリング、また、衝突による構造物の変形のような高速な事象における材料・構造物の解析などへの利用が期待されます。

波線格子パターンの投影による動作の計測  
(上段：入力画像/下段：形状計測結果)



## ■ 月の表と裏の違いをもたらした超巨大衝突を裏付ける痕跡を発見（2012年10月29日プレス発表）

月探査衛星「かぐや」が月表面を網羅する約7,000万地点で取得した可視赤外線反射率スペクトルのデータを解析し、地球から見た月の表側と裏側の地形の違いの原因と考えられている月への超巨大衝突の痕跡を発見しました。衝突溶融物に多く含まれる低カルシウム輝石の分布状況を調べることで、超巨大衝突によって生成した衝突溶融物によるものと考えられる直径3,000 kmもの円状の分布を発見しました。



低カルシウム輝石に富む衝突溶融物（赤丸）の分布図

## ■ イッテルビウム光格子時計が新しい秒の定義の候補に（2012年11月1日「主な研究成果」として発表）

産総研が開発したイッテルビウム原子を用いた光格子時計が、10月18～19日にフランスの国際度量衡局で開催されたメートル条約関連会議において新しい秒の定義の候補（秒の二次表現）として採択されました。イッテルビウム光格子時計は、国際的な標準技術への貢献とともに、高精度重力場測定センサーへの応用や、物理定数の恒常性の検証など基礎科学への貢献も期待されます。

# 4 グローバル コラボレーション

## ■ 海外とのネットワークを活用した研究開発の促進

3月、(株)ブリヂストン、インドネシア技術評価応用庁(BPPT)と三者共同研究契約を締結し、産総研の技術を活用した天然ゴムの生産性向上のための取り組みを開始しました。8月には産総研がタイ NSTDA、TISTRとともに参画しているプロジェクトの一環として、いすゞ自動車(株)の現地法人がバイオディーゼル燃料の実用化に向けた実車走行試験を開始しました。このように産総研は、日本企業の海外展開に貢献しています。

## ■ 産総研とフラウンホーファー研究機構が包括研究協力覚書を締結

7月6日に、ドイツ・フラウンホーファー研究機構と包括研究協力覚書を締結しました。現地で開催された調印式には、産総研から野間口理事長が出席し、プリンガー総裁とともに覚書に署名しました。同研究機構とはライフサイエンス分野や環境・エネルギー分野での連携が進んでおり、特に太陽光発電に関する共同研究が進められています。覚書締結を機に、今後の研究連携の一層の促進が期待されます。

## ■ 第1回世界研究機関長会議

10月6日、STSフォーラムの開催に併せて、京都にて12カ国から16の公的研究機関の代表を集め、第1回世界研究機関長会議を理化学研究所と共同で開催しました。会議では、研究機関相互の連携促進や人材交流の重要性についての意見交換が行われました。グローバルな競争と連携が進む中で、研究所を取り巻く諸問題について機関長同士が直接議論する良い機会となり、今後も継続して開催することとなりました。

## ■ 産総研 イノベーション・ワークショップ in タイ

10月30日、タイ・バンコクにて、初の海外単独主催となる「産総研 イノベーション・ワークショップ in タイ」を開催しました。タイの日系企業や国立研究機関などから集まった約230名の参加者に、日本からの技術移転により整備・拡充したタイの国家計量標準や、日本企業も参画するバイオディーゼル燃料や太陽電池での研究連携といった産総研技術の活用事例を紹介し、今後の新たな日タイ連携の可能性を示しました。



ワークショップ会場の様子

# 5

## 注目話題

### ■ メートル原器の重要文化財指定

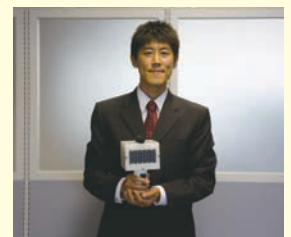
9月6日に、独立行政法人 産業技術総合研究所が所有するメートル原器ならびに関係原器が重要文化財に指定されました。日本の近代度量衡制度における歴史的、学術的価値が評価され、今回の指定に至りました。



重要文化財に指定された  
メートル原器

### ■ 2012年 イグノーベル賞を受賞

情報技術研究部門の栗原一貴研究員が、聴覚遅延フィードバックを利用した発話阻害の応用システム「SpeechJammer」の開発により、(独)科学技術振興機構の塚田浩二研究員と共同で2012年イグノーベル賞(Acoustics Prize: 音響学賞)を受賞しました。



「SpeechJammer」を  
手にする栗原研究員

# 6

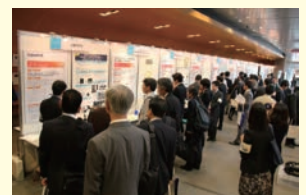
## 一般公開・オープンラボ・本格研究ワークショップ

今年も各地の産総研で一般公開を行い、延べ約15,500名の方にご来場いただきました。また、産総研の研究成果や実験装置・共用施設など研究リソースを企業・大学・公的研究機関の皆さまにご覧いただくオープンラボを10月25日、26日に開催し、昨年を大幅に上回る延べ4,751名のお客さまにご来場いただきました。

一方、広く一般の方に産総研の本格研究について理解していただくことを目的として2009年度から公開ワークショップとして開催している「本格研究ワークショップ」を全国7カ所の地域センターで開催しました。2012年度は、地域センターの技術シーズだけにとらわれず、つくばセンターなど、全国の研究拠点を含めたオール産総研として、地域ニーズにマッチした本格研究事例を紹介しました。



一般公開の様子



オープンラボの様子



本格研究ワークショップ  
の様子

## 薄膜材料の計測標準に関する研究開発

計測標準研究部門 ナノ材料計測科 表面・ナノ分析研究室 張<sup>ちょう</sup>ルウルウ（つくばセンター）

薄膜材料は現代の高度情報化社会を支える半導体デバイスなどの多くの製品に利用され、その高精度計測技術や薄膜標準物質の重要性はますます高くなっています。表面・ナノ分析研究室では、ナノメートルスケール薄膜の計測評価技術の高度化を目指した研究を行うとともに、より先端的な標準物質の研究開発に取り組んでいます。特に薄膜深さ方向のナノメートルスケールの標準として、GaAs/AIAs超格子などの積層膜を利用した標準物質、極薄SiO<sub>2</sub>膜標準物質の開発を進めてきました。また、電子線やX線による表面ナノ分析技術やデータベースの開発も進めています。



実験室（クリーンルーム）にて



### 張さんからひとこと

次世代半導体産業用の薄膜標準物質やその計測評価技術に関する研究開発を進めています。ナノ構造を用いる先端デバイスなどの薄膜では、厚さが薄くなるにつれて、界面の重要性が増します。そこで膜厚だけではなく、界面構造が制御された標準物質の開発を行っています。また、X線や電子線を活用した次世代三次元ナノ構造の計測評価技術の開発にも取り組んでいます。

半導体分野では目覚ましいスピードで高集積化が進む中、次世代デバイス開発の基盤となる標準物質をどのように展開して行くかを常に念頭に置きながら、日々の研究に取り組んで行きたいと思います。

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

2013年3月

2月12日現在

| 期間             | 件名                        | 開催地 | 問い合わせ先       |
|----------------|---------------------------|-----|--------------|
| <b>3 March</b> |                           |     |              |
| 8日             | デジタルヒューマン・シンポジウム2013      | 東京  | 03-3599-8512 |
| 12日            | 産総研 福島新拠点 再生可能エネルギーシンポジウム | 郡山  | 029-862-6041 |
| 13日            | 最先端研究開発支援プログラム2013年成果報告会  | 東京  | 029-862-6123 |

表紙

上：シャーベット状海水氷 (p.5)

下：発明したマイクロSOFC電極の電子顕微鏡写真 (p.12)

産 総 研  
TODAY

2013 March Vol.13 No.3

(通巻146号)  
平成25年3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。