

# 産 総 研

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

TODAY

1

2013  
January

Vol.13 No.1

## メッセージ

### 02 新春に想う 2013

## 提 言

### 06 「日本を元気にする産業技術会議」提言

## 特 集

### 07 産総研のフレキシブルエレクトロニクス研究

産総研のフレキシブルエレクトロニクス研究開発  
 大面積の全印刷フレキシブル圧力センサー  
 印刷製造フレキシブル熱電変換素子  
 次世代大型ディスプレイ技術  
 低温焼成型銅ペースト  
 高性能な強誘電性を示す有機材料の開発  
 インクジェット印刷による有機単結晶薄膜の製造  
 スーパーインクジェットと酸素ポンプのフレキシブルエレクトロニクス展開  
 マイクロコンタクトプリント法  
 スクリーンオフセット印刷技術

## リサーチ・ホットライン

- 17 動いている物体の形を高速・精密に計測  
表面形状を30～2000コマ/秒で3次元計測
- 18 発光している有機EL素子の内部を計測・評価  
動作中の有機EL素子内の分子を初めて評価可能に
- 19 レプリカ成形技術を用いたMEMS製造技術  
樹脂MEMSデバイスの新用途の創出に期待
- 20 X線自由電子レーザー強度の絶対測定  
ビームモニターを校正し信頼できるレーザー強度を提供

## パテント・インフォ

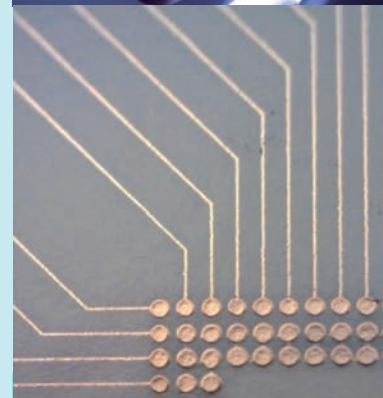
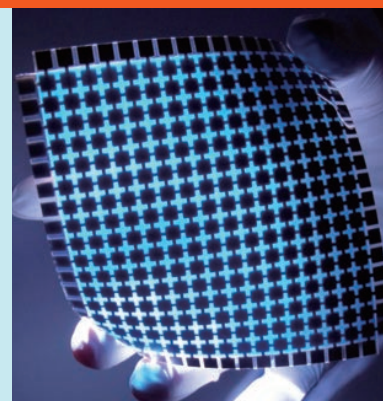
- 21 二次代謝系遺伝子を正確に予測する  
遺伝子の宝庫である二次代謝系遺伝子を効率的に同定する技術
- 22 システムテスト設計の支援ツール  
組込みシステムの開発初期から適用可能

## テクノ・インフラ

- 23 歯車ピッチ測定精度評価法の標準化  
歯車測定機の精度評価法の確立を目指して
- 24 水中の溶存態放射性セシウムの迅速測定  
プルシアンブルー不織布を用いた濃縮技術を応用

## 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36回)  
オープンイノベーション時代のコーディネータ



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

**技術を社会へ**  
 Integration for Innovation

# 新春に想う 2013



独立行政法人  
産業技術総合研究所

理事長  
の ま くち たもつ  
野 間 口 有

## はじめに

わが国の社会や経済に再び輝かしさを取り戻すため、企業や大学、国の機関や自治体と連携して、わが国らしいオープンイノベーションを力一杯推し進めなければ、と思いながら新しい年を迎えました。

ここ数年、わが国の成長を支えてきた企業、特に製造業の競争力低下が各方面から指摘されてきましたが、特にエレクトロニクス企業の昨年度業績や今年度予想を見て、その声は一段と大きくなっているように思われます。経営戦略に問題があったという意見が少なくありませんが、むしろ、デジタル化時代にあって、円高、法人税高、経済連携協定（EPA）への対応の遅れなどの厳しい経営環境にあるわが国企業が取ってきた、個別単品製品を大量に生産して成長を図るビジネスモデルの限界が露呈したものだと言えましょう。新しい競争モデルの構築が必要となっています。私たちのオープンイノベーションもそのことを意識して推進すべき時だと思います。

## 日本を元気にする処方せん

わが国の産業全体の競争力が落ちたのではないか

という見方に、私は俄かには賛同できません。冷静に見てみると、自動車産業は、震災とタイの大洪水の被害を乗り越え復調の軌道に乗りつつあり、化学、鉄鋼、工作機械、重電等々の産業も、欧州の財政不安に端を発した世界的な景気停滞の影響を受けてはいますが、世界と比較して相対的には健闘していると言えます。わが国産業の底力はまだまだ健在だと思います。企業の円高への対応力も私が経営者であった10年ほど前に比べると格段に向上しており、仮にそのころの1ドル100円のレベルに円高が修正されると、苦境にあるエレクトロニクス企業も含め収益は大幅に改善することになるでしょう。EUの一部の国の厳しい財政状況を考えると、夢のような仮定の話ですが。

ともかく、円高の大幅修正には時間がかかりそうです。厳しい経営環境は当分続くものとして、わが国産業の底力を維持する工夫が必要だと思います。このことに関し、これまで何度か述べたことも含みますが、私が重要と考えていることをいくつか述べることにします。

国内マザーラボ、マザー工場の強化を忘れてはいけません。最近の新聞などの報道によると、どの産業分野でも生産拠点の海外進出が増えており、海外での

生産高が国内を上回る例も少なくありません。この傾向は今後も続き、大企業では海外でのR&D拠点の設立も増えるでしょう。しかしこういう時にこそ、国内主要拠点の高度化が必要です。日本企業では一般的に、国内で生まれた事業上のノウハウも含めた広義の知的財産(IP)が海外拠点の成長発展を支える基盤になるからです。このIPの流れを絶やさない工夫が、持続性ある競争力確保のためには重要です。そのためには、各企業は国内拠点の強化にも注力することが大切で、それができる環境を整えることがわが国にとっては重要です。

中小企業のイノベーション力維持・強化も重要です。産総研は、中小企業との共同研究、技術相談への対応などに力を入れています。産総研の各地域センターで行っている“本格研究ワークショップ”にも多くの中小企業の経営者が参加されます。はっきりと統計を取ったわけではないですが、そのうちかなりの企業が、海外に進出していると見られます。進出の動機はおおむね製品供給先の日系大手製造業の要請に応えた形が多いようです。これらの企業は、進出当初こそ製品の競争力を持っていますが、いずれ陳腐化に見舞われ、次世代のためのR&Dが必要となります。ところが、グローバル展開してリソースが不足がちな中小企業でこれを遂行するのは大変なことであり、学や官の支援が必要です。

技術プッシュからマーケットプルへとイノベーションのあり方を変えることも必要です。国内で勝てば世界でも勝てる、作れば売れる、といった時代は終わりました。易しいことではないけれども、日本企業が置かれている厳しい環境下でもグローバル競争で持続的に成り立つ製品・事業のイメージをつくり、そこから見て実現可能なイノベーション戦略を立てることが重要です。科学者の知的発見を源流とするイノベーションのリニアモデルでは、「死の谷」という難関を乗り越える必要があると考えますが、出口すなわち事業側から見るとその谷に横たわる技術の数々は、磨けば光る“原石”群とも言えるのです。事業戦略の起点をマーケットプル化することによって、事業の選択と集中や国内外比率の適正化、わが国が弱いとされるIT・

サービスの創出等々の方向性も自然と具体的に見えてくると考えます。

標準化と競争力の係りについても考えを整理してかかる必要があります。先進国だけでなく、大きな市場や労働力、資源を持つ発展途上国も、世界経済へ大きな影響力を持つようになった現代にあつては、国際標準が、公平で公正な経済競争を担保し、かつ持続可能な発展をサポートする知的インフラとして重要性を増しています。標準化によって何もかもオープンにしようから、競争相手、特に低コスト国の外国企業にすぐキャッチアップされるのだという意見がありますが、これは大きな誤解です。競争力は、先に述べたように円高や税制をはじめさまざまな要因に左右されるもので、標準化のせいにしてしまつては、間違った理解をすることになります。標準化はすべてをオープン(公開)にするものではありません。自社の生み出した技術がより多くの人に使われるように公開する部分と、公開せずに自社事業の特徴付けに活用する部分とに分ける戦略性が必要です。企業経営者の中には、いまだに社内の業務効率化のための社内標準(これは可能な限り共有化を図る)と国際標準の意味を混同している人が多いようで、残念でなりません。

米国型を目指すのか、ドイツ型を目指すのか、それとも80年代のわが国型を目指すのか、ということも競争力強化を考える上で重要です。往時のわが国型を再度というのは論外として、どうも評論家の皆さんの論調は米国型をわが国の競争力のあり方として、期待しているように思われます。グーグルがないじゃないか、iPadを生み出せなかったじゃないか、と誠にかまびすしい状況があります。しかし、産業競争力を論じるときベンチマークすべきは米国型だけではありません。ものづくりにしろ、サービスにしろ、製造業の比重の大きなわが国が意識すべきはむしろドイツ型ではないかと私は考えます。皮相な論調に左右されず、わが国に合った型を追究すべきでしょう。上述してきた事項に留意することと誠実に仕事に打ち込む国民性によって、ドイツ型には近いけれどそれを越え、さらには米国型の良さも取り込んだ、わが国らしい競争力が新たに生まれると信じています。



## 産総研イノベーション・ワークショップin タイとオープンラボ2012

前述した“本格研究ワークショップ”では、各地の自治体、産業界、教育界の方々に参加いただいています。その初の海外版ともいえるべき催しをタイのバンコクで、昨年10月末に開催しました。

タイには多くの日本企業が進出しています。企業の皆さんは自社の経験を通じて、グローバル化というもの理解していると思いますが、わが国全体のグローバル化の過程では、実に多様な活動がありました。産総研もタイの国立研究機関との間に長くて強い協力関係を築いてきました。タイ産業界の近代化に少なからぬ貢献をしてきたと私たちは自負しています。そのことを日タイ双方の関係者に理解してもらうことは、両国経済連携の深化に大きく寄与するであろうと考え、今回のワークショップを企画しました。

「タイ国内のものづくりを支える計量標準」、「製品の信頼性を担保する基準認証」、「グリーン・イノベーションを目指した日タイ連携」をテーマとした講演、およびパネル討論「タイにおける校正、基準認証の今後の展開」の4部構成で行いました。

計量標準やそれに基づく校正や認証は、製品の品質を確保する上で不可欠のものであり、年々重要性を増しています。最近、この分野への欧州系機関の進出が著しくなっていますが、日系機関やタイ国研の機能向上も着実に進んでいることを、講演やパネル討論を通して示すことができたと思います。産総研は引き続き、支援していきます。

さらに、タイにおいては、JICA、NEDOなどの支援による数々の国際連携プロジェクトが遂行されていますが、その中から、バイオ燃料と太陽光発電に関する研究開発を取り上げ、日タイ双方が報告しました。いずれもタイ側は国研、日本側は企業の人が現状や課題について報告しました。事業開発や国際標準づくりに産総研の成果が活用されている例を示すことにより、両国の産業界の皆さんに、国研間連携の効果を認識してもらえたのではないかと考えています。

総勢約230名の参加者がありました。企業からは、日系およびその関連企業中心に約100名、タイ国研、

大学から約100名、産総研、経産省およびJETRO、NEDO現地関係者約30名が参加しました。各講演やパネル討論では、フロアからの質問や意見表明が活発でした。

このワークショップは、タイ国家科学技術開発庁(NSTDA)、タイ科学技術研究院(TISTR)、タイ国家計量標準機関(NIMT)、タイ工業省工業標準規格局、経済産業省、JETRO Bangkok、NEDO、泰日経済技術振興協会、バンコク日本人商工会議所など、日タイの多くの機関から後援を受けました。特にJETROからは、構想段階から準備段階、実行段階とひとかたならぬご協力をいただきました。心からお礼申し上げます。

産総研はタイ以外に、インドネシア、オーストラリア、中国などでも、相手国の国研と日本企業が参加する三者連携を行っています。これからますますこのような取り組みに力を入れるべきと考えています。

また、国内のビッグイベント、“産総研オープンラボ2012”を10月25、26日に開催しました。今回は新しい試みとして、グローバル企業の住友電工の松本正義社長、旭化成の藤原健嗣社長の講演、元気な地域企業の代表者の講演、イグノーベル賞受賞記念講演など多数の講演を企画しましたが、それらの効果もあって例年を上回る4,700名以上の方にご参加いただきました。例年通り企業からの参加者の割合が最も多く約80%、そのうち中小企業の方が20%強でした。企業の技術部門のリーダークラスの参加が年々増えています。イノベーションを推進するための“原石”を探しに訪れる人が増え、真剣度も増していると感じています。

## 第1回研究機関長会議(RIL Summit)

昨年10月初め京都で、第9回のSTS (Science and Technology in Society) フォーラムが開催されました。この会合はわが国の提案、主導で続いているもので、今や世界中から1,000人を超える政界、産業界、アカデミアの影響のある方々が集まって、議論を交わす場として定着しているものです。このフォーラムに先立って、世界の公的研究機関の代表者の意見交換の場を持ちたいという狙いで、第1回研究機関長会議(First Global Summit of Research Institute Leaders)

を理化学研究所と産総研が共同で開催しました。

世界12ヶ国から16の機関が、日本からは理化学研究所と産総研が参加しました。産総研は現在、世界の35の機関と研究協力覚書(MOU)を締結していますが、そのうちCSIRO(豪)、CNRS(仏)、CEA(仏)、BPPT(インドネシア)、A\*STAR(シンガポール)、NSTDA(タイ)、TISTR(タイ)、ORNL(米)の代表も参加しました。グローバルな競争と連携がますます進んでいく中で、研究機関を取り巻く諸問題について議論する良い機会であったと思います。私たちの連携の輪をさらに広げる可能性も出てきました。私なりのサマリーは以下のとおりです。

研究機関は、人類の直面している地球規模課題への挑戦、および自国に恩恵をもたらすR&Dの推進、という二つのミッションを持つ。第一のミッションについては、国・地域によって課題の緊急度は異なるかもしれないが、研究機関は受動的にならず能動的に、中長期的視野も持って取り組まねばならない。研究機関間の連携協力は重要であるが、特に、基礎研究中心の機関と応用の得意な機関との協力は大きな相乗効果が期待できる。二番目のミッションに関しては、国のポリシーに沿ってR&Dに取り組むことにより、その国特有の課題解決に主導的役割を果たすべきである。これらのミッション遂行に当たっては、産業界や大学と協力して、世界レベルの研究開発インフラを整備し、かつ人材資本の充実も図らねばならない。また、持続的成長につながるイノベーションへの投資が極めて重要である。

途上国から見ると頭脳流出が気になるところであるが、先進国から見るとそれはいずれ頭脳循環につながり、双方にメリットが生ずるはずである。そのためいかなる研究機関も、優秀な研究者にとって魅力ある研究環境やイノベーション環境を整備する努力をしなければならない。

参加した16機関の代表からはおおむね良い意見交換の機会であったとの評価が得られ、今後STSフォーラムのプログラムの一つとして継続的に開催すること

となりました。

一方、STSフォーラムの本会議では、科学技術のもたらす“光と影”についての議論が印象に残りました。東日本大震災によって引き起こされた福島第一原子力発電所の事故とその影響を直視した、冷静な科学技術的考察の必要性がいろいろな角度から指摘されました。私たち人類は、科学技術の進展から多くの恩恵を受けている反面、環境汚染、気候変動、資源枯渇、感染症、さまざまな倫理問題など、多くの困難な課題にも遭遇していますので、これからの科学技術イノベーションは、恩恵(光)の拡大だけでなく、困難な課題(影)解決をも視野に入れたものでなくてはなりません。産総研などの公的研究機関にとっては、そのような考えが特に重要であると強く感じました。

## おわりに

一昨年の秋、日本経済新聞社の後援を得て、「日本を元気にする産業技術会議」を発足させました。産総研・企業・大学の研究者や技術者、さらには企業経営者、政府関係者にも参加してもらって、わが国産業を活性化するための議論を重ねてきました。その成果を昨年12月、元気にするための総括提言と、エネルギー・資源、革新的医療・創薬、先端材料・製造技術、IT・サービステクノロジー、人材育成、国際標準化などの各論編にまとめました。この1月には、その内容を紹介するシンポジウムを開催することにしています。このたびの提言が、わが国産業界の新しい競争力づくりに貢献できることを願っています。

## 「日本を元気にする産業技術会議」提言

「日本を元気にする産業技術会議」では、2011年10月の発足以来20回を超えるシンポジウム、インテレクチャルカフェの場を通じて、エネルギー・資源、革新的医療・創薬、先端技術・製造技術、IT・サービステクノロジーの各技術開発分野並びに人材育成、国際標準化の横断的分野において議論を重ね、日本経済の閉塞感を打破するための提言をまとめました。提言の骨子を以下に記します。なお、詳細に関しましてはホームページをご参照下さい。

[http://www.aist-renkeisensya.jp/ind\\_tech\\_council/proposal/](http://www.aist-renkeisensya.jp/ind_tech_council/proposal/)

### 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！

### 総括提言

- ① 俊敏なオープンイノベーションの推進によりグローバルな成長市場をつかめ
- ② グローバル課題の解決に率先して挑み、世界が必要とする新しい価値を創造しよう
- ③ ものづくり一辺倒から脱し、新しい価値作り（ことづくり）重視へ、産業の転換を進めよう
- ④ イノベーション拠点を国内に創設し、産業のグローバル展開が国内にも高度人材の雇用を増す成長の道筋を見つけよう
- ⑤ プロデューサー型の才能を育て、人材の開国を急ごう

### 分野別提言

#### ● エネルギー・資源 ～日本の危機克服、世界に貢献～

1. 再生可能エネルギーを中心に分散型電源の技術に磨きをかけ国際競争力を高めよう。
2. 省エネ型の社会インフラ（スマート・エネルギー・インフラ）技術を開発・普及させ海外へのパッケージ型輸出を目指そう。
3. 資源探査・掘削の自前技術の蓄積に努めるとともに国内資源の状況を正確に把握する調査を推進しよう。

#### ● 革新的医療・創薬 ～豊かな高齢化社会へ技術力結集～

1. 創薬プロセスの効率化を通じ革新的創薬を生み出そう。
2. 世界に先駆けて再生医療の産業化を加速しよう。
3. 元気な高齢化社会をつくる医療機器の実用化に取り組もう。

#### ● 先端材料・製造技術 ～ものづくり王国復活へ～

1. ナノテクノロジーの応用でものづくりを革新しよう。
2. 分散型資源に立脚した新しいものづくり（グリーン分散型ものづくり）を追求しよう。
3. 自立分散型生産システムで顧客視点を重視したものづくりに挑もう。

#### ● IT・サービステクノロジー ～データ革命で価値づくり～

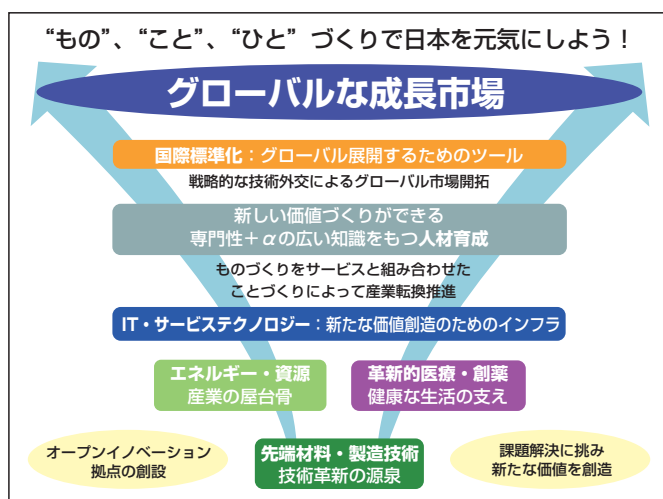
1. もの・ことづくりを目指して「サービステクノロジー」の研究開発と活用に取り組もう。
2. 情報（データ）をヒト、モノ、カネに次ぐ経営資源として活用し新ビジネスを創造しよう。
3. ビッグデータを活用するための情報セキュリティ技術を開発・利用しよう。

#### ● 人材育成 ～創造力は多様な個性から～

1. オープンイノベーションに挑む視野の広い高度技術人材を育てるため産学官の連携による「人材育成オープンプラットフォーム」を創設しよう。
2. グローバル課題に挑む人材の育成に向け大学や公的研究機関は英語を公用語化するなど「人材開国」に取り組もう。

#### ● 国際標準化 ～知財大国へ「技術外交」強化～

1. 企業は最高標準化戦略責任者（チーフ・スタンダード・オフィサー、CSO）を任命し国際標準化戦略を事業戦略に直結させよう。
2. 国際的な存在感のある認証機関を産学官連携で育てよう。



提言イメージ



# 産総研のフレキシブルエレクトロニクス研究

## 産総研のフレキシブルエレクトロニクス研究開発

### 背景

近年、次世代情報端末機器として、薄い、軽い、落としても壊れない、形状自由度が高いなどの特徴をもつフレキシブルデバイスへの期待が高まってきています。これは、今日IT技術が一般社会へ高度に普及するようになり、その端末機器の使い手である一般の人々が、その機器に対して単に情報通信機能の良さを求めるだけでなく、その使い勝手(使用感)というものを重視するようになってきたという背景に基づいています。特に、情報通信手段が社会の隅々に至るまで普及している中にあっては、その多様性の拡大への対応が大きな技術課題となっており、生産技術にも多様性に簡単に対応できる多自由度生産(変量多品種生産)ということが求められるようになってきています。

### 産総研の取り組み

こうした中、産業技術総合研究所では、これらの技術開発の発展に貢献すべく、2011年度より新たにフレキシブルエレクトロニクス研究センターを設立し、フレキシブルデバイスの開発とともに、それらの高い生産性での製造を可能にする印刷法を駆使したデバイス製造技術(プリンテッドエレクトロニクス技術)の開発に集中的に取り組むことを始めています。これまでに、フレキシブルなディスプレイやセンサー、メモリー、無線デバイスなどの開発をすることによる新たなシート状情報端末機器の開拓を行ってきました。特に、情



次世代情報端末機器用フレキシブルデバイスの実現に向けて、材料・評価基盤技術、印刷技術、デバイス技術を開発。

報の入出力機能に着目したデバイスの開発に取り組んできました。また、これらのフレキシブルデバイスを高精細で印刷製造する技術、低温高速で印刷製造する技術、フレキシブル材料基盤技術、さらにはこれらの性能を計測解析する評価基盤技術の開発などを行ってきました。

今後は、こうしたデバイス・機器の提供、製造に係る技術の開発だけでなく、それらを活用した新たなサービスの開拓ということにも取り組んでいくことにしています。これらフレキシブルデバイスは、紙のようなデバイスを提供するものであり、「使い勝手の良さ」という感性機能を重視したデバイスとなっていることから、人々の感性の充足感を満たすと

いう新たなサービスを生み出すポテンシャルを有しており、そのことによる新市場の開拓にも大きな期待が寄せられているためです。こうした新市場の開拓には、市場展開を加速化させ、さらには国際競争力を強化させる手段として標準化の取り組みが近年重要視されるようになってきました。産総研では、このようなプリンテッドエレクトロニクスに係る国際標準化活動にも貢献しています。

フレキシブルエレクトロニクス研究センター  
研究センター長  
鎌田 俊英

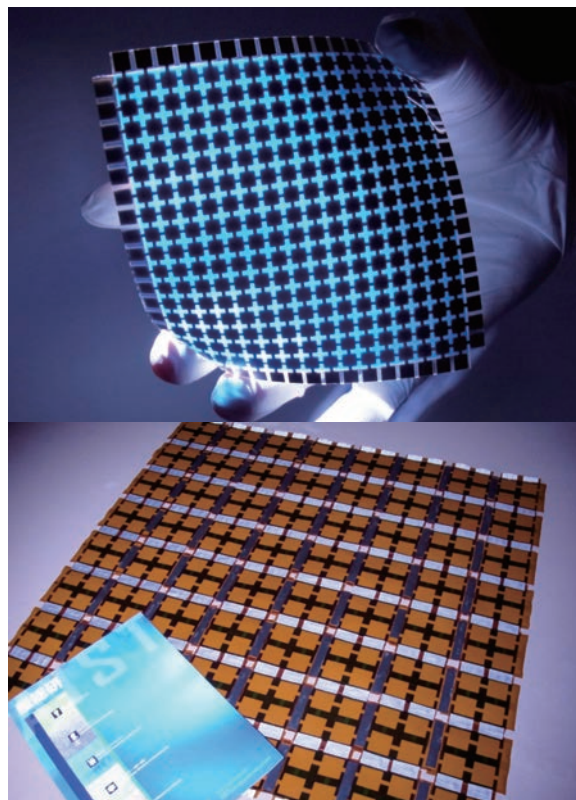
# 大面積の全印刷フレキシブル圧力センサー

## 背景

情報端末機器の進化に伴って、いつでもどこにいても人々が情報の出入力を行えるユビキタス情報社会が実現されつつあります。さらに近年、安全・安心社会の実現に向けて、人々がセンサーなどの電子デバイスと気付かずに情報のやり取りを行えるようなシステムの構築が期待されており、それに適した形のデバイス開発が求められています。そのためには、例えば介護の分野では、床や壁、ベッドなどにセンサーを貼りつけ、複数のセンサーからの情報を総合的に解析して健康状態を判断するといった、センサーネットワークの構築が必要です。このような想定では、センサーは設置場所の制約が無いように可能な限り自由形状に対応することが必要です。また、製造プロセスには安価で大量生産可能であり、かつ多種多様な用途に柔軟に対応できることが求められます。そこで私たちはセンサーなどの電子デバイスを安価で大量に製造する技術の開発を目指し、印刷プロセスによる大面積の圧力センサーの作製を行いました。

## 印刷法による圧力センサーの作製

印刷法では電極、誘電体、絶縁膜などをプラスチック基板に直接パターンニングすることで電子デバイスを作製します。現状の印刷法ではパターン厚さや表面凹凸などの均質性が十分でなく、それを考慮に入れたデバイス構造の設計が必要となります。特に印刷された電極上に薄膜を形成した場合、電極のエッジ部分では膜厚が極端に薄くなり、リーク電流の影響が顕著になる



16×16個の印刷センサーアレイ（上段）と10 cm角サイズのセンサーを張り合わせて作製した80 cm×80 cmの大面積センサーアレイ（下段）

などの問題が発生していました。そこで、リーク電流を抑制するために、エッジのみを絶縁材料でカバーする新たな素子構造を採用することにより、リーク電流を実用上問題ないレベルまで改善しました。これによって数%だった素子の歩留まり率を、ほぼ100%にまで向上させることができました。

## センサーアレイの大面積化

大面積センサーアレイは、10 cm角の基板を張り合わせる方法で作製しました。この方法は、小さい基板を用いるため、製造時のハンドリングに有利だけでなく、製造装置も小型化さ

れるため、設備投資のリスクを下げる事が可能です。それによりこの分野への多くの企業の参入と技術のブラッシュアップも期待できます。今回は張り合わせによって80 cm角のセンサーアレイを作製し、その実証を行いました。

## プレス発表

2012年6月8日「ポリアミノ酸からフレキシブル圧力センサーアレイを開発」

フレキシブルエレクトロニクス研究センター  
印刷エレクトロニクスデバイスチーム

うえむら せい  
植村 聖



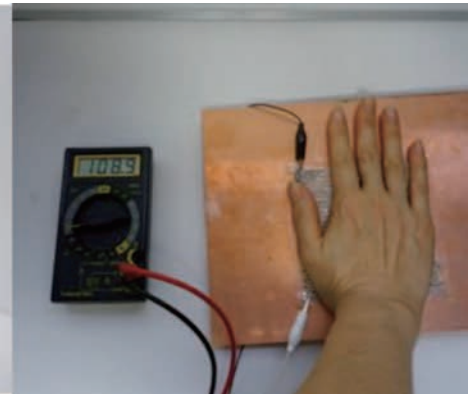
## 印刷製造フレキシブル熱電変換素子

### 研究の背景

機器や設備からの廃熱や体温など、環境中に放出される熱エネルギーを熱電変換素子によって電力に変換し、エレクトロニクス製品を駆動させる電源として利用するエネルギーハーベスティング技術（環境発電技術）の研究開発が注目を集めています。再生可能エネルギーとしてのみならず、スマート社会、安全・安心社会の実現に必要なセンサーネットワークが電池交換や充電、配電を意識することなく利用できるようになるなど、IT分野の利便性向上の観点からも熱電変換によるエネルギーハーベスティングに期待が寄せられています。現在、熱電変換素子は、ビスマスやテルルなどのレアメタルを主な原料として作製されているため、素子の低コスト化や大量普及が困難な状況にあります。また、現在用いられている素子は柔軟性に乏しく、平面でない形状の廃熱・放熱源への設置が難しいことや、エネルギーの大量変換のための素子の大面積化が困難である、などの課題があります。

### 印刷法により作製した フィルム状熱電変換素子

これらの課題を解決するため、レアメタルを含まず、フレキシブルで、かつ省エネルギー・低コスト・高速な素子製造プロセスである印刷法を適用できる熱電変換材料の探索を行いました。その結果、カーボンナノチューブ（CNT）と高分子材料を微細に混合させたCNT－高分子複合材料が、高い熱電変換性能を示すことを見いだしました。



印刷法により作製したフレキシブル熱電変換素子（左）とその発電能力（右）  
約10℃のプレート上に設置した試作素子に、手を置くことで温度差を加えた結果、108.9 mVの電圧が発生している。

上記のCNT－高分子複合材料の溶液をインクとして用い、厚さ20 μmのプラスチックフィルム基板上にステンシル印刷法\*でCNT－高分子複合材料のパターンを形成した後、乾燥焼成することで、フレキシブルな熱電変換素子を作製しました（写真）。試作したフレキシブル熱電変換素子は曲率半径5 mm程度に折り曲げても機械的な損傷は見られず、曲面・球面形状への設置に対する高い適応性が確認されました。また、室温と体温程度の温度差でも、良好な温度差発電動作を示し、効率的な熱電変換素子が製造可能なことを実証しました。

### 製品化に向けて

今後は、CNT－高分子複合材料中の微細構造制御などを通じて材料の高性能化を行うことで、これまでの固体熱

電変換材料に匹敵する性能をもち、かつ、フィルム基板上に印刷形成できる熱電変換材料の実現を目指します。

### 用語解説

\* ステンシル印刷法：所望のパターンと同一形状の穴が形成されたプレートを用意し、その上からインクを塗布することで、被印刷物上にパターンを形成する印刷法。

フレキシブルエレクトロニクス研究センター  
表示機能デバイスチーム  
すえもり こうじ  
末森 浩司

# 次世代大型ディスプレイ技術

## 有機 EL ディスプレイ技術

薄型テレビやパソコンのモニターなどとして主流となっている液晶ディスプレイ（LCD）に替わる表示性能に優れた次世代のディスプレイとして有機ELという名称が一般消費者レベルにまで知られるようになって数年が経過しました。小型の有機ELディスプレイは一部のスマートフォンや携帯ゲーム機などに搭載されていますが、テレビジョンサイズのディスプレイはいまだ普及には至っていません。次世代の薄型ディスプレイとして大きな期待が寄せられながら、大型ディスプレイの普及が遅れている大きな要因として、同サイズのLCDよりも高い表示性能と低消費電力性を兼ね備えた大型パネルを量産するための技術がまだ確立していないことが挙げられます。

## 省エネ・表示性能に優れた大型有機ELディスプレイの実現に向けて

有機ELディスプレイで表示性能と低消費電力性を高いレベルで両立させるには、画素を駆動する薄膜トランジスタ（TFT）基板による発光取出損失の影響を受ける「ボトムエミッション方式」ではなく、TFT基板とは反対側を表示面とする「トップエミッション方式」を採用することが必須条件となります（図）。私たちはトップエミッション大型有機ELディスプレイを量産可能にする基盤的な技術開発に産学官が連携して取り組む国家プロジェクト「次世代大型有機ELディスプレイ基盤技術の開発」（グリーンITプロジェクト）に参画し、基盤技術として大面積高速有機EL製膜技術、

大型トップエミッション用低損傷透明電極形成技術、高透明性完全固体封止（透明無機薄膜封止・透明乾燥吸湿剤）技術を、材料・装置・デバイスメーカーと共同して開発・支援をしています。このプロジェクトは、デリケートな有機EL素子にダメージを与えない低損傷プロセス、光取出に対する損失を極限まで低減させるための部材の高透明性担保、高い生産性を実現する大面積・高速製膜を共通的な課題としています。5年の開発期間で、40インチサイズが40 W以下という極めて低い消費電力で動作する、フルHD有機ELディスプレイパネルを多面取りすることが可能な大

型ガラス基板に対応した製造基盤技術確立を目標に開発を進めています。

謝辞

この研究開発は、委託業務として独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の支援を受けています。

フレキシブルエレクトロニクス研究センター  
表示機能デバイスチーム

星野 聡

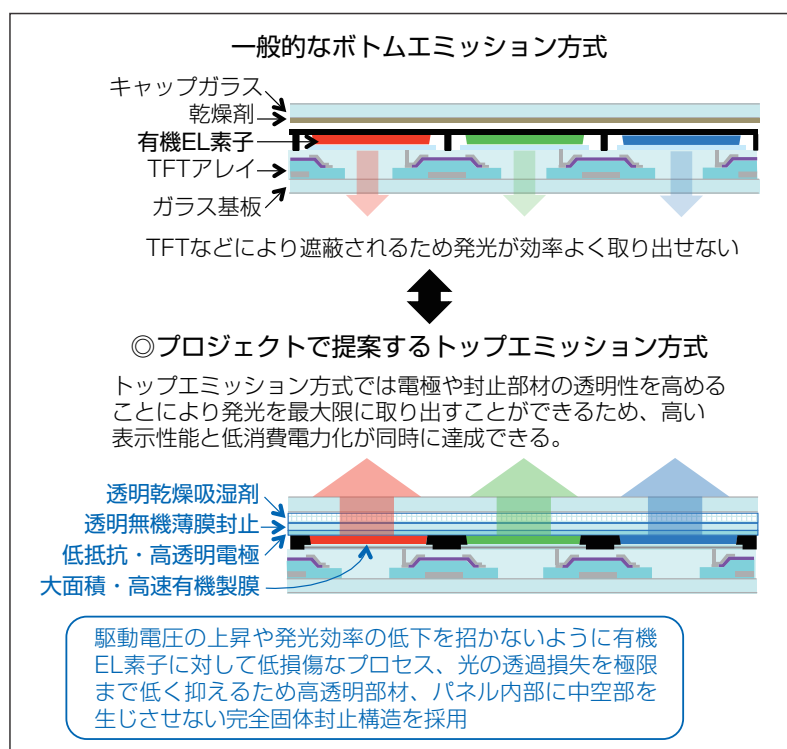


図 一般的なボトムエミッション方式とプロジェクトで提案するトップエミッション方式の概念図



## 低温焼成型銅ペースト

### 銅ペーストの課題

太陽電池セルの実装製造プロセスのコスト低減のため、銀ペーストなどを用いた太陽電池セルの電極・配線の印刷製造に高い関心が集まっています。しかし、現在太陽電池の銀使用量が銀生産量の約18%を占め、今後の太陽電池の普及の伸び率を考慮すると銀が枯渇する恐れがあり、銀と同等な性能をもち資源が豊富な他の元素で代替する技術の開発が喫緊の課題となっています。そこで私たちは銅に着目し、スクリーン印刷法により電極形成可能な銅ペーストの開発を行っています。しかし、銀を代替するためには銅の酸化や基板中への拡散など解決すべき課題が残されています。

### 銀電極に匹敵する銅電極印刷製造法

今回私たちは、銅粉に低融点合金を混合した銅ペーストを調整することにより、銅の酸化とシリコン基板への拡散を抑制し、銀ペーストとほぼ同等の性能を示す低温プロセス用銅電極形成法の開発に成功しました。この低融点合金は150℃以下で融解し、銅の粒子間および銅粒子中へ拡散し、合金化することによって金属結合を形成し、導電性を向上させます。また、この融解した低融点合金が銅粒子を被覆することで、銅粒子の酸化や、銅原子のシリコン基板などへの拡散が抑制されます(図1)。

この銅ペーストを用いて、スクリーン印刷法で導体パターンを印刷形成し、加熱温度200℃以下で焼成したところ、線抵抗率は $2 \times 10^{-5} \Omega \cdot \text{cm}$ を示し、市販の樹脂銅ペーストより一桁

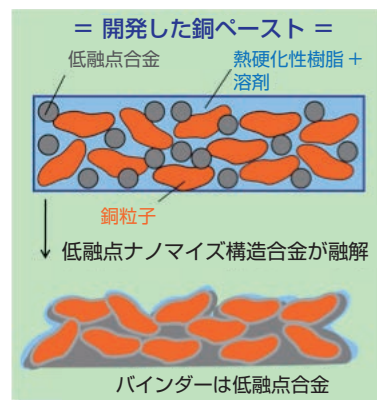


図1 開発した銅電極印刷形成法

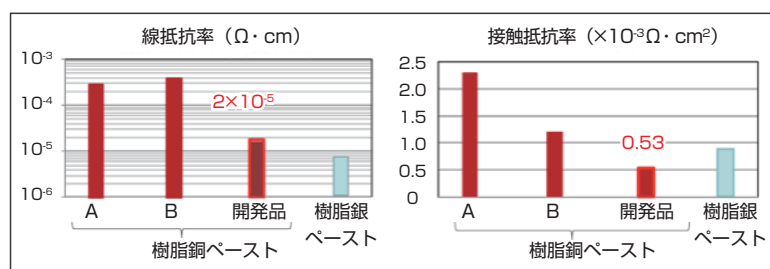


図2 開発した銅電極の電気特性

以上低く、市販の銀ペーストにほぼ匹敵する値になりました。この線抵抗率は、85℃、相対湿度85%の雰囲気中で2000時間を経過しても顕著には変化せず、高い耐久性を示すことを確認しました。また、低温プロセスを必要とするヘテロ接合型太陽電池セルを構成するITO透明電極上にパターンを印刷形成して接触抵抗率を評価したところ、現行の太陽電池に用いられている銀ペーストよりも低く( $5.3 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}^2$ ) なることがわかりました(図2)。

高温、多湿環境下にさらすと、低融点合金の酸化が表面層で生じますが、銅の酸化はX線光電子分光分析法では、ほとんど検出されませんでした。また、シリコン基板上に形成された銅電極の熱拡散を検討したところ、230℃、6時間経過後の二次イオン質量分析では、顕著な拡散は認められません

でした。これらは、低融点合金が酸化・拡散に対してバリア層として働くことを示しています。

このように、太陽電池セル製造に要求されるさまざまな性能に対する総合的な適合性の高さをみると、低温焼成型銅ペーストはこれまで太陽電池用電極部材形成の主流であった銀ペーストを代替し得る、十分高いポテンシャルをもつことがわかりました。

### 今後の予定

今後、長期耐久性や安定性を評価し、早期製品化を目標としています。また、高効率太陽電池セルの電極材料として性能評価を行い、低コスト化や高効率化の早期実現を目指します。

フレキシブルエレクトロニクス研究センター  
印刷エレクトロニクスデバイスチーム

とくひさ ひでお  
徳久 英雄



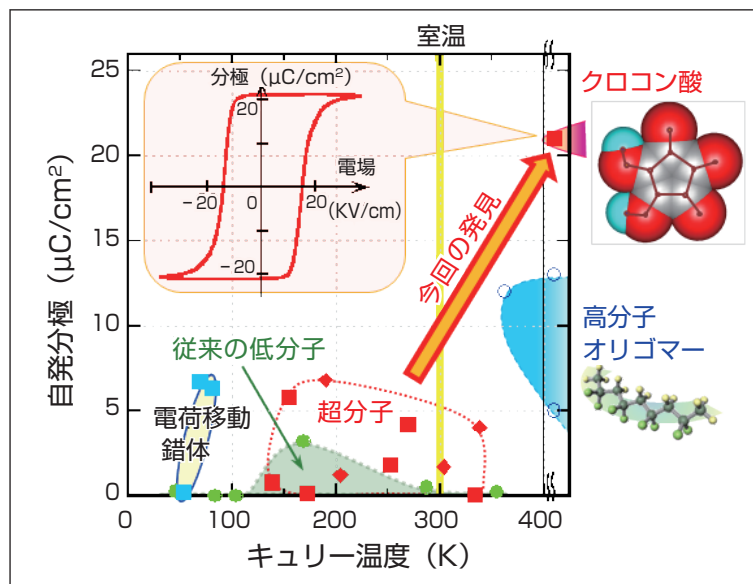
# 高性能な強誘電性を示す有機材料の開発

## 新材料が期待される有機強誘電体

強誘電体とは、電気分極が外部電圧の向きに応じて反転し、それがゼロ電圧下でも保持される性質（強誘電性）をもつ物質を指し、圧電センサー、アクチュエーター、キャパシター、メモリー、熱センサー、光学素子など幅広い用途があります。その中で、 $\text{Pb}(\text{Zr,Ti})\text{O}_3$  (PZT) など高濃度の有毒な鉛を含有する材料が、高性能ゆえ「電気電子機器中の特定有害物質使用制限指令 (RoHS 指令)」の例外措置を受けているものの、依然として代替材料の登場が待たれています。非鉛系強誘電体の開発では、将来の資源安定供給に懸念が残る希少金属（タンタル、ニオブ、ビスマスなど）も多用されています。一方、豊富で安全な元素だけで構成される有機強誘電体は近年まで、圧電機能が利用されるポリフッ化ビニリデンなど少数の高分子に限定され、材料開発は遅れていました。安価で省エネルギーな印刷技術が発展する今日、印刷プロセス適合性をもつ高性能新規有機強誘電体の登場が求められ、大面積化や形状自由度を活かした新たな用途への期待も高まっています。

## 高い分極性能や動作温度を示す有機物質の発見

私たちは、強誘電性を発現させるうえで、永久双極子の配向秩序にのみ頼るこれまでの物質設計に代えて、分子間のプロトン ( $\text{H}^+$ ) または電子の授受機構に注目した高性能化に活路を見いだしています。特に最近、クロコン酸分子 (図) を用いたところ、代表的な強誘電体セラミックスであるチタン酸バリ



有機強誘電体の自発分極の大きさとキュリー温度の性能比較  
挿入図はクロコン酸の分極履歴特性を表す

ウムの性能 ( $26 \mu\text{Ccm}^{-2}$ ) に迫る自発分極値 ( $21\text{--}22 \mu\text{Ccm}^{-2}$ ) をもつ強誘電性を実現できました。自発分極が大きいことは、材料表面に蓄積できる電荷密度が大きいことを意味し、不揮発メモリーのセルの微細化に有利となるだけでなく、誘電性 (キャパシター機能) や焦電性 (熱、温度変化検出機能)、圧電性 (機械的入力と電気エネルギーを相互変換できる機能) に関わる高性能化への起点にもなります。クロコン酸では、強誘電性が失われる相転移点 (キュリー温度) は  $150^\circ\text{C}$  以上まで検出されず、動作温度も高くなっています。図のように、自発分極値、動作温度とも、これまでの有機低分子の強誘電体に比べ飛躍的に伸びています。

## 今後の展開

クロコン酸そのものは、化学的安定性など、プロセス上の課題も残していますが、古くから知られたほかの有

機化合物にも、同様の機能が潜んでいることがその後も次々と実証され、上記の目標実現に向けた材料開発に弾みがついています。私たちは、科学技術振興機構の戦略的創造研究推進事業 (CREST) の支援のもと、物性評価、微視的構造解析、材料プロセス開発を通じて物質科学の発展と実用化に資する材料創成に取り組んでいます。

## 参考文献

- [1] S. Horiuchi and Y. Tokura: *Nat. Mater.*, 7, 357 (2008).
- [2] S. Horiuchi et al.: *Nature*, 463, 789 (2010).
- [3] S. Horiuchi et al.: *Adv. Mater.*, 23, 2098 (2011).

## プレス発表

2010年2月11日「低分子の有機化合物クロコン酸が室温で強誘電性を示すことを発見」

フレキシブルエレクトロニクス研究センター  
フレキシブル有機半導体チーム

ほりうち さちお  
堀内 佐智雄

## インクジェット印刷による有機単結晶薄膜の製造

### 薄膜トランジスタの印刷形成

印刷技術により回路・素子形成を行うプリンテッドエレクトロニクス技術では、フレキシブルデバイスの基本素子である薄膜トランジスタを印刷技術によっていかに高性能に作製できるかが主要な課題の一つとなっています。特に、原子や分子が規則正しく配列することでその性能を発揮する半導体層については、シート上に塗布したマイクロスケールのインク液滴から均質性の高い半導体層を得るための結晶化制御技術の開発が求められていました。

### ダブルショット・インクジェット印刷法

私たちは、有機半導体(ジオクチルベンゾチエノベンゾチオフェン)を含む半導体インクと結晶化インクを交互に印刷することで半導体材料の結晶化を制御するダブルショット・インクジェット印刷法を開発し、これまでの印刷法では実現が困難であった、分子レベルでの平坦性をもつ有機半導体の単結晶薄膜を作製することに成功しました(図1)。2種類のインクをシート上で混合することで、有機半導体は直ちに過飽和状態になり、液滴表面で緩やかに半導体結晶の成長が始まります。このとき、シート上にあらかじめ親水/疎水表面処理を施し液滴形状を制御することで、結晶成長の方向を制御し薄膜のほぼ全領域にわたり単結晶化ができることを見いだしました。得られた半導体薄膜は、膜厚が条件により30～100 nmで均質性が極めて高く、シート上の任意の位置に再現性よく作製することができます(図2)。こうした結晶薄膜を得るためのプロセスは、高温・真

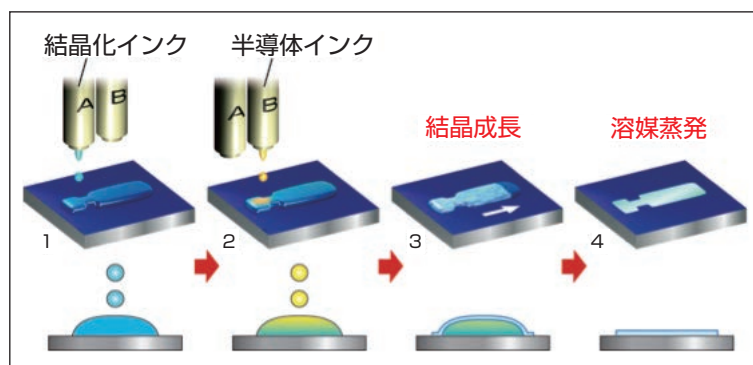


図1 ダブルショット・インクジェット印刷法による半導体単結晶薄膜形成の概念図

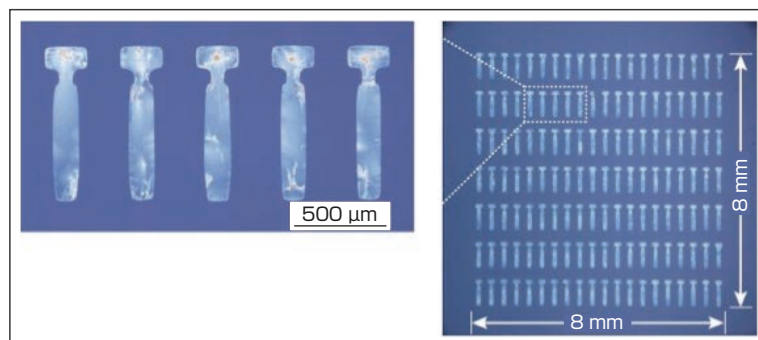


図2 作製した有機半導体単結晶薄膜アレイ

空を必要とせず、最高でも 30℃程度のほぼ室温領域で作製できるという特徴を備えており、プラスチックなどの柔らかい基板上への印刷も可能です。

### 今後の展開

今後は、この印刷手法をよりいっそう最適化し、デバイスの性能や安定性の向上を図ります。また、印刷法による金属配線、電極などの作製技術と組み合わせ、全印刷プロセスによる高性能アクティブバックプレーン\*の試作を行う計画です。

この研究開発は、NEDOの産業技術研究助成事業の支援を受けて行っています。

### 用語解説

\*液晶ディスプレイにおいて、液晶素子からなる表示部パネルをフロントプレーン、液晶素子の表示を制御する駆動回路からなるパネルをバックプレーンという。アクティブバックプレーンは、TFTなどの能動素子を各画素に配し、電圧を加えない状態でもオン状態やオフ状態を保つことのできる能動的な回路をもつバックプレーンをいう。

### 参考文献

H. Minemawari et al: *Nature*, 475, 364-367 (2011).

### プレス発表

2011年7月14日「新しいインクジェット印刷法による有機半導体単結晶薄膜の製造技術」

フレキシブルエレクトロニクス研究センター  
フレキシブル有機半導体チーム  
みねまわり ひろみ  
峯廻 洋美



# スーパーインクジェットと酸素ポンプのフレキシブルエレクトロニクス展開

## スーパーインクジェット技術

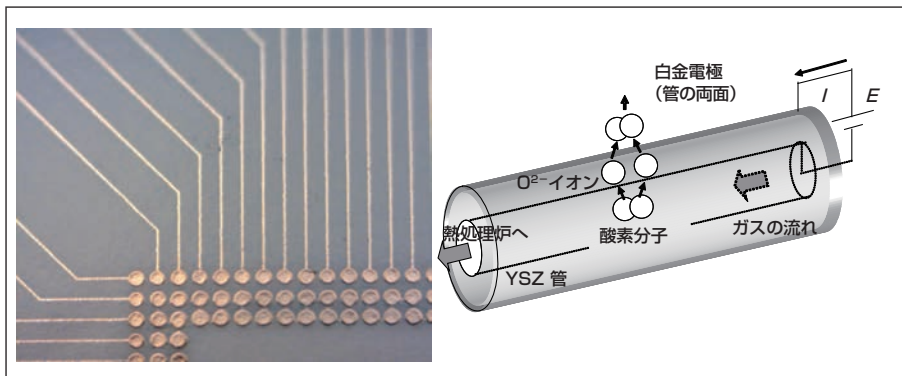
一度基板に付けた材料を削ったり溶かし去ったりしてパターンを形成するため環境負荷の高い真空下のリソグラフィプロセスに代わって、大気圧下で本当に必要な材料だけを基板に付着させることができる印刷技術のエレクトロニクス応用が注目を集めています。とりわけインクジェットは無版印刷で、パソコン上でデータを作成するだけでパターンを形成できるので、多品種変量生産に適したプロセスと言えます。

しかしこれまでのインクジェット（ピエゾ方式、サーマル方式）は液滴の体積の下限が1 pL程度で、細い線を描こうとしても数十 $\mu\text{m}$ の線幅が限界でした。

産総研が開発したスーパーインクジェット<sup>[1]</sup>は、静電方式の一種である新原理によって、これまでの1/1000以下の体積の液滴を吐出できます。これにより線幅1  $\mu\text{m}$ 以下まで描画できるようになりました。さらに、これまでのインクジェットが低粘度の非常にさらさらしたインクしか使えなかったのに対し、10 Pa $\cdot$ s程度の高粘度のインクまで吐出できます。液滴が微小なため瞬間的に乾燥する利点を活かし、同一点への重ね打ちによる三次元構造の形成や斜め段差の乗り越えが可能という特徴ももっています。

## 酸素ポンプ技術

スーパーインクジェット技術により、微細な配線パターンが無版印刷で作成可能となりましたが、材料を配置するだけでは必ずしもその本来の機能



左：銅インクを用いスーパーインクジェット法で樹脂基板上に印刷された配線パターン。線幅10  $\mu\text{m}$ 。

右：酸素ポンプの動作原理を示す模式図。固体電解質製の管の厚み方向に電圧をかけると、内部を通過するガスから酸素が引き抜かれる。

が発揮されるわけではありません。私たちはCPU用の樹脂基板への配線形成をターゲットとして、銅ナノ粒子を分散させたインクでの印刷を研究しています。銅は今まで使われてきた銀に比べ価格が安いのはもちろんですが、通電時のマイグレーション耐性が高いという優位性があります。現在までに5  $\mu\text{m}$ のライン幅とスペースでの描画に成功しています(図左)。

しかし、銅インクの場合、印刷を行っただけでは全く導電性が得られません。銅粒子の表面が酸化して絶縁体になっているからです。配線を形成するには、酸化した表面を還元し、粒子同士が十分つながるまで焼結する必要があります。還元焼成にはいくつかの方法がありますが、私たちは産総研オリジナルの技術である、酸素ポンプによる方法を研究しています。

酸素ポンプとは、燃料電池材料として知られる固体電解質を、電池とし

てではなく、逆に外から電圧をかけることで酸素を引き抜くデバイスとして用いるものです(図右)。これにより約200  $^{\circ}\text{C}$ で銅酸化物を還元できます<sup>[2]</sup>。

銅インクを用いスーパーインクジェットで描画したパターンに対し、酸素ポンプで生成した低酸素ガスによる還元焼成を適用して、8  $\mu\Omega\cdot\text{cm}$ の低抵抗率を得ることができました。

スーパーインクジェット技術と併せて、無版印刷による微細銅配線形成の標準プロセスを目指しています。

## 参考文献

- [1] 産総研 Today, 6 (8), 18 (2006).
- [2] 産総研 Today, 7 (12), 12 (2007).

フレキシブルエレクトロニクス研究センター  
機能発現プロセスチーム

しらかわ なおき  
白川 直樹



## マイクロコンタクトプリント法

### はじめに

半導体デバイスを印刷によって作製するための高精細パターンニング技術として、自己組織化単分子膜のパターンニング技術である「マイクロコンタクトプリント法」の適用についてさまざまな検討を進めてきました。10  $\mu\text{m}$  よりも精細なパターンニングを行うために、製版技術やインキング技術、印刷装置の開発を進めました。その際に重要だったのが、メソ領域の界面現象の観察と理解です。

### メソ領域の界面現象

マイクロコンタクトプリント法では、刷版材料としてPDMSなどのシリコン樹脂が一般的に使われています。シリコン樹脂はその柔軟性から被印刷物表面のうねりに追従して接触できるため、大面積エレクトロニクスとの親和性が高いという利点があります。しかし柔らかいシリコン樹脂からなる凸版の間には、インクの乾燥に伴って界面に横毛管力が働き、凸部の横倒れ現象が生じます。私たちは版材の力学的安定性との関連から版材不良を回避できる条件を明らかにし（図1a、b、c）、製版設計指針へと反映させています（図2a、b）。

エレクトロニクス応用においては印刷されたパターンであっても、断面の矩形性が要求されます。一般的に、塗布されたインクはメニスカス（界面張力によってできる曲面）を形成するため断面はかまぼこ状になり、またパターンの面積に依存して盛られるインク量が増えるために膜厚

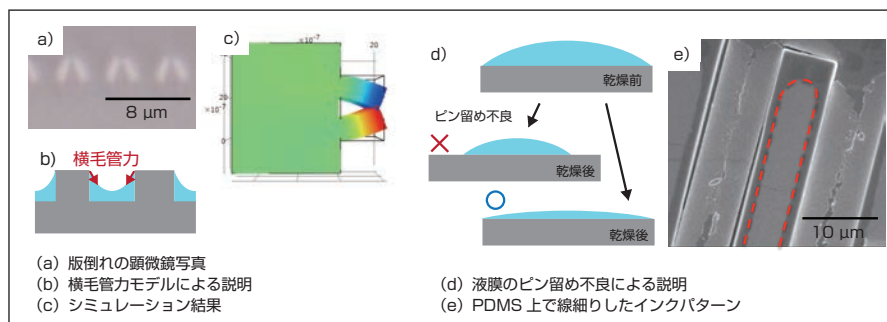


図1 インキング時に生じるPDMS刷版の横倒れと線の細り現象

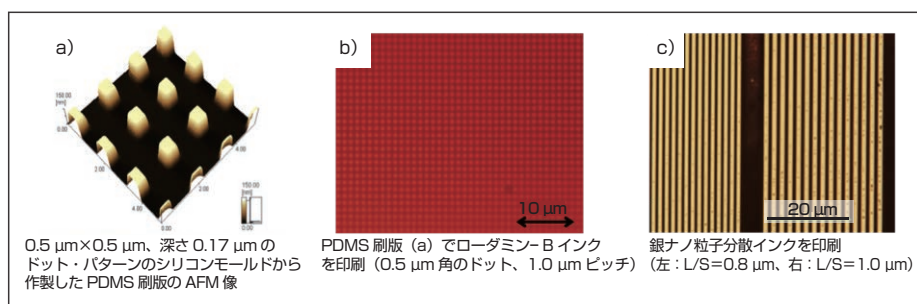


図2 マイクロコンタクトプリント法によるローダミンBの高精細分子パターンニングとナノ銀インクの印刷

変化が生じます。加えて、液の乾燥に伴ってインクが凸部の中心部に寄ってしまい設計通りの寸法がでない線細り現象も確認されます（図1d、e）。私たちは静的接触角だけでなく履歴効果や動的接触角、インクの粘弾性を制御することでこれらの課題の解決を図り、銀ナノ粒子分散インクの0.8  $\mu\text{m}$  L/Sパターン印刷に成功しています（図2c）。

### 展開と応用

私たちは、刷版表面の濡れとインクの染み込みにより過度な印圧をかけずにインクの転写を行う印刷法をマイクロコンタクトプリントと再定義し、こ

れまでの凸版型のみならず、凹版や平版、あるいは平版と組み合わせた孔版へも適用範囲を広げるとともに、マイクロコンタクトプリント法による高精細で大面積なパターンニングで、フレキシブルなディスプレイやセンサーなどのデバイスを省エネ・省資源・低環境負荷・高効率に作製することを目指しています。

フレキシブルエレクトロニクス研究センター  
先進機能表面プロセスチーム

うしじま ひろふみ  
牛島 洋史  
くさか やすゆき  
日下 靖之

## スクリーンオフセット印刷技術

### はじめに

スクリーン印刷は孔版印刷の一種です。版上のメッシュ孔を通して対象物にインクを刷りつけることで印刷します。種々の印刷技術の中で、唯一エレクトロニクス製品の量産実績があり、例えばタッチパネルの額縁電極形成などに利用されています。しかし、パターンの微細化が進むにつれ、(i) インクが乾燥する過程で印刷パターンの側壁にダレが生じ、線が太くなってしまふ、(ii) パターンの表面にメッシュによる凹凸(メッシュ痕)が残ってしまいパターンの断線につながる、などの問題が顕著になってきました。

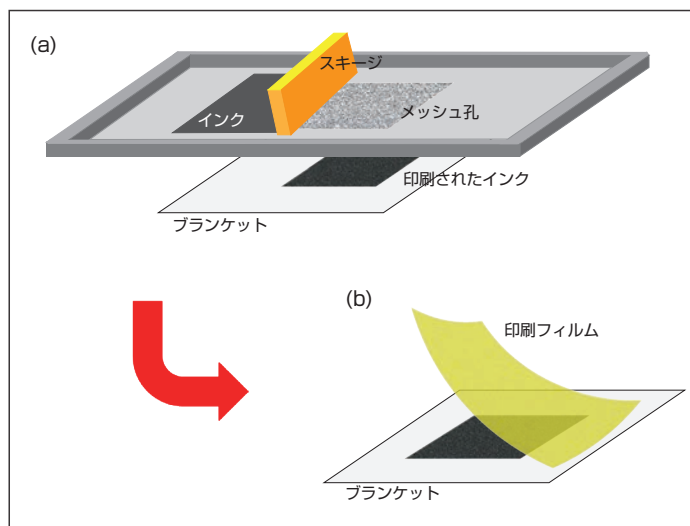


図1 スクリーンオフセット印刷の概念図

### スクリーンオフセット印刷技術の開発

上記課題を解決する手法として、スクリーンオフセット印刷技術を開発しました。図1にこの手法の概要を示します。まず、平滑性が高く、インク中の溶媒をある程度吸収するブランケットを用意し、その上にスクリーン印刷でパターンを形成します（図1 (a)）。続いて、このブランケット上から対象物にパターンを転写します（図1 (b)）。図2にこれまでのスクリーン印刷 (a) とスクリーンオフセット印刷 (b) で形成したAgパターンの3次元像を示します。スクリーンオフセット印刷では、パターン側壁のダレが顕著に抑えられ、矩形性を維持できることがわかります。また、図にはは示しませんが、薄膜の場合に顕著に見られるパターン表面の凹凸が転写時の押し付け圧によって平坦化されるという効果もあります。

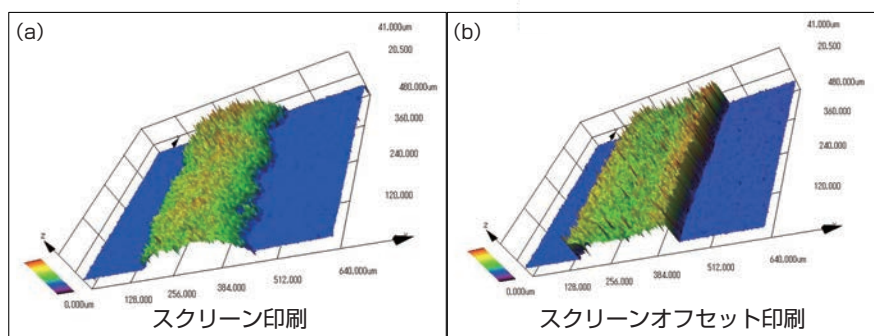


図2 (a) これまでのスクリーン印刷で作成したAgパターンの3次元像  
(b) 開発したスクリーンオフセット印刷技術で作成したAgパターンの3次元像

### 今後の展開

スクリーン印刷でのさまざまな課題を解決できる新たな印刷手法として、スクリーンオフセット印刷技術を紹介しました。今後はこの手法を用いて、薄くて軽いフィルム状センサーやフレキシブル表示素子、高精細なフレキシブルプリント基板などの開発に取り組み、プリントド・フレキシブルエレクトロニクスのさらなる発展に貢献していきます。

### 参考文献

[1] 特願2012-210892 配線又は電極パターンの形成方法

### 共同研究

日本航空電子工業株式会社

フレキシブルエレクトロニクス研究センター  
先進機能表面プロセスチーム

のむら けんいち  
野村 健一



# 動いている物体の形を高速・精密に計測

## 表面形状を30～2000コマ／秒で3次元計測



佐川 立昌

さがわりゅうすけ  
ryusuke.sagawa@aist.go.jp

知能システム研究部門  
サービスロボティクス研究グループ  
研究員  
(つくばセンター)

画像処理技術（コンピュータビジョン）、特に物体形状など幾何情報についてカメラを用いて計測する技術を研究しています。その要素技術として、撮影に用いる光学技術から計測アルゴリズムの開発まで含めて幅広く行っており、それらの技術を用いて、ロボットの実世界認識、人体モデリング、材料・構造解析、コンピューターグラフィックスなど幅広い分野に応用することを目指しています。

### 関連情報：

#### ● 共同研究者

川崎 洋（鹿児島大学）、古川 亮（広島市立大学）

#### ● 参考文献

阪下 和弘 他：第15回画像の認識・理解シンポジウム予稿集（2012）。

R. Sagawa et al.: Proc. 2012 Second Joint 3DIM/3DPVT Conference, pp. 363-370 (2012)

#### ● 用語説明

\* フレームレート：カメラが1秒間に撮影する画像の枚数。通常のカメラでは24～30コマ／秒。

#### ● プレス発表

2012年8月2日「動いている物体の形を高速・精密に計測する技術を開発」

● この研究開発の一部は、総務省SCOPE(101710002)、文部科学省科研費(21200002) および内閣府NEXTプログラム(LR030)の支援を受けて行っています。

### 3次元形状計測技術の課題

昨今、ダイナミックに変化する対象の3次元シーンの計測が注目されています。例えば、人物を瞬時に計測してその動きを解析することで、デバイスの装着を不要にしたゲーム用製品が成功を収めています。しかし、このような製品のセンサーは、撮影できるフレームレート\*が限定的（～30コマ／秒）で、精度や密度に関してもさまざまな形状計測を行う上で十分とは言えるものではありません。3次元形状計測の高速化と精密化を同時に実現することができれば、医療応用や流体解析など、応用範囲が格段に広がると考えられます。

### 格子パターン光を利用した3次元計測

そこで私たちは、波線からなる格子パターンをプロジェクターなどから計測対象の物体に投影し、カメラで撮影したパターンを画像処理することで、撮影した物体の3次元表面形状を計測する技術を開発しました。撮影された瞬間の1枚の画像だけで物体の3次元形状を得ることができるため、高速度カメラを用いれば、高速に運動・変形する対象の表面形状の測定もできます。図1にカメラとプロジェクターの配置例を示します。

この技術は、まず対象とする物体に、図1左に示すような縦・横の波線からなる格子パター

ンを投影します。画像処理によって物体表面に投影された波線を検出し、線がどのようにつながっているかを示す交点グラフを作成します。各交点は、投影したパターンと撮影したカメラ画像で1対1に対応するので、交点の組み合わせを最適化し、投影パターンと画像の各交点の対応を決定します。対応が決まると三角測量によって交点の3次元位置が計測できます。最後に画像のすべての画素について交点を補間し、計算した形状が画像と一致するように最適化し、高密度な形状を生成します。

動作計測の例として、図2にパンチング動作を示します。これまでのモーションキャプチャシステムでは数十点の位置を計測するのに対して、この技術では数万点の位置を高密度に計測し、衣服のしわや手の細かな形状も計測できます。また、市販ゲームに用いられているセンサーでは1～2 cmの誤差があるのに対し、この技術では1～2 mmの誤差と高精度です。

### 今後の予定

今回開発した計測手法について、マルチメディア、医療、スポーツ、材料解析など、これまでは形状変化のために計測が十分に行われていなかったさまざまな分野への応用を進めるなど、この計測手法の応用範囲を広げていく予定です。

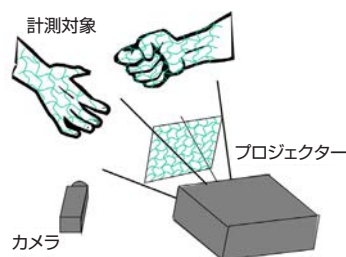


図1 プロジェクターとカメラを用いた計測システム

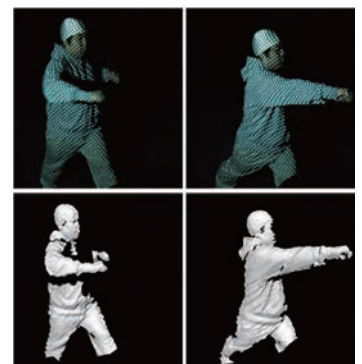


図2 波線格子パターンの投影による動作の計測

上段：入力画像／下段：形状計測結果



# 発光している有機EL素子の内部を計測・評価

## 動作中の有機EL素子内の分子を初めて評価可能に



宮前 孝行

みやまえ たかゆき  
t-miyamae@aist.go.jp

ナノシステム研究部門  
ナノシステム計測グループ  
主任研究員  
(つくばセンター)

これまで未知であったさまざまな表面・界面における現象を、界面選択的な分光計測技術を駆使して解き明かし、実用レベルのデバイス開発への貢献を目指しています。



高田 徳幸

たかだ のりゆき  
n-takada@aist.go.jp

フレキシブルエレクトロニクス研究センター  
印刷エレクトロニクスデバイスチーム  
研究チーム長  
(つくばセンター)

フレキシブル印刷デバイスの創製技術の開発に向け、印刷プロセス要素技術の開発、フレキシブル情報入力デバイスの開発、デバイス・プロセス・材料に基づく評価基盤技術の開発を推進します。

### 関連情報：

- 共同研究者

筒井 哲夫（次世代化学材料評価技術研究組合（CEREB））

- 参考文献

T. Miyamae et al.: *Appl. Phys. Lett.*, 101, 073304 (2012).

- プレス発表

2012年8月15日「発光している有機EL素子内部の状態を計測・評価」

●この研究開発は、NEDOの支援を受けて行っています。

### 有機ELの長寿命化に必要な計測技術

近年、視野角が広く低電圧駆動が可能で、動画再生能力などに優れた発光デバイスとして有機ELが用いられています。特に高輝度、長寿命の有機ELとして、異なる性質を持つ有機層を何層も積み重ねた多層積層有機EL素子が注目されています。多層積層有機EL素子の長寿命化のためには、長時間駆動の間にどの層で何が起こり、それがどのようにして素子の劣化を引き起こすのかを、駆動中の素子を用いて、破壊せずに個別の有機層ごとの情報として知ることが急務となっています。

### 電界誘起2色可変SFG分光法

私たちは、次世代化学材料評価技術研究組合（CEREB）と共同で和周波発生分光法（SFG分光法）を応用した評価解析技術を開発しました。SFG分光法はレーザー光を使った分光法の一種で、物質表面や固体内部の界面の分子の振動スペクトルを測定できる手法です。通常のSFG分光法では、用いる可視レーザー光の波長を変えることはしませんが、私たちは、この可視レーザー光の波長を目的の有機物の吸収波長に合わせて、その有機物だけを選択的にエネルギーの高い状態に移行させる際に起こる「2重共鳴効果」と呼ばれる現象を測定できる2色可変SFG分光を開発しました。そして「電界誘起」と呼ばれ

る現象を組み合わせることで、素子内の他の有機層の影響を除いて、特定の有機層からの信号だけを增強してとらえることができました。

図1に実際の多層有機EL素子の構成を示します。動作中の有機EL素子は強く発光していますが、SFG光はこの発光とは異なる波長を持ち、さらにビーム状に発生するため、フィルターと分光器で強いELの発光と明瞭に分離して測定できます。

図2に実際に多層積層有機EL素子を駆動した際のSFGのスペクトルを示します。電圧印加なしの状態（中央のスペクトル）では、複数の有機層からの信号が混ざって観測されますが、素子に電圧をかけて駆動させると、正孔輸送層の有機層のスペクトルが現れます（上のスペクトル）。また、この素子に逆の電圧をかけると、正孔輸送層の振動スペクトルは消え、これに代わって電子輸送層に用いられている有機物の振動スペクトルが現れます（下のスペクトル）。

### 今後の予定

今後はこの手法を用いて動作時や長時間駆動させた有機EL素子内部の分子レベルの情報を継続的に調べ、有機ELの駆動機構や長寿命化に必要な不可欠な劣化メカニズムの分子レベルでの解明を目指します。

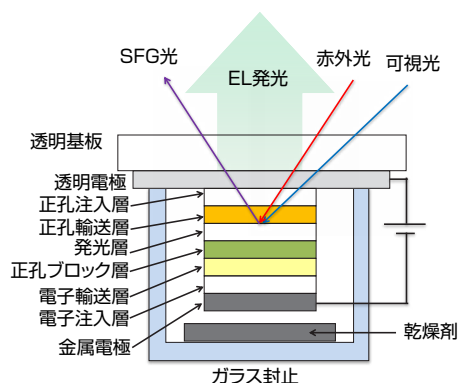


図1 多層有機EL素子の構成概略図とSFG分光法の光入射方向

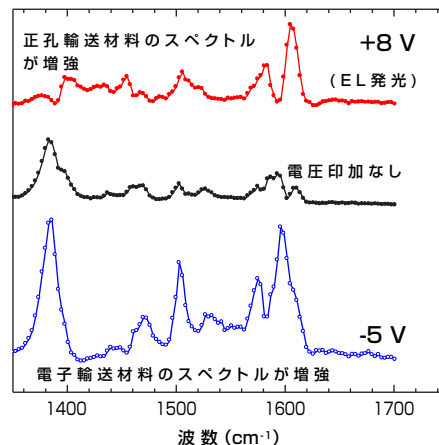
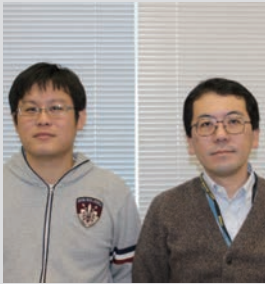


図2 多層積層有機EL素子動作時のスペクトル変化上から、+8 V印加時（EL発光）、電圧印加なし、-5 V印加時

# レプリカ成形技術を用いたMEMS製造技術

## 樹脂MEMSデバイスの新用途の創出に期待



栗原 一真

くりはら かずま (左)  
k.kurihara@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  
主任研究員  
(つくばセンター)

産総研入所以来、微細加工技術と微小光学を融合し、ナノ構造体を用いた光学デバイス開発を行っています。また、これら開発過程で開発した微細成形技術などを用いて、ほかの産業分野に展開し、融合することで、新規産業を創生することを目指しています。

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)

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。集積化センサーの低コスト大量生産により、センサーネットワークシステムによる安心安全でグリーンな社会に貢献することを目指しています。

### 関連情報：

● 共同研究者

デザインテック株式会社

● プレス発表

2012年7月10日「レプリカ成形技術を用いた低コストMEMS製造技術」

● この研究開発は、内閣府の最先端研究開発支援プログラム「マイクロシステム融合研究開発」の支援を受けて行っています。

### MEMS製造技術の課題

現在、MEMSデバイスとしては、加速度センサーやジャイロセンサー、ディスク用ミラーデバイスなどが製品化されています。しかし、これまでのMEMS製造技術では、LSIやICなどの集積回路を製造する半導体製造装置を利用し、真空プロセスを含む数十工程以上のプロセスが必要なため、高い設備投資や製造コストが課題となっていました。

### 印刷と射出成形のみでMEMSを製造

そこで私たちは、MEMSデバイスを動作させるために必要な電気配線パターンや機能材料を低コストの印刷技術で形成し、それを射出成形により構造体に転写することで、低コストでの樹脂MEMSの製造を可能としました。また、金型構造の工夫により、これまでの技術では難しかった薄い可動部にも樹脂の充填を可能とし、MEMSデバイスを成形プロセスにより作製できるようにしました。この作製法は、一度金型を作製すれば、レプリカ技術だけでMEMS構造体を形成できるため、低コストで作製することができます。

図1に印刷工程と射出成形によるMEMS製造工程を示します。最初に、スクリーン印刷やグ

ラビア印刷などの印刷機を用いて、フィルム表面に離型層とMEMS機能層を印刷し、MEMS機能層転写用のフィルムを作製します(図1 b)。位置合わせを行った後に、印刷したフィルムを射出成形金型(図1 a)内部へ挿入します(図1 c)。金型を閉じて(型締め)から、溶融した樹脂を金型内部に射出し、樹脂を冷却固化させMEMS構造体を形成します(図1 d)。最後に金型を開き、取り出したフィルムからMEMS構造を剥離させ、フィルム表面に印刷されたインキ層をMEMS構造体に転写します(図1 e、f)。

図2に開発した技術を用いて作製した照明用MEMSミラーデバイスを示します。このミラーデバイスには反射ミラーとミラー変位検出用のセンサーが組み込まれています。外部コイルを用いて磁気駆動により1億回以上動作させても、MEMS構造体の破壊などは起こらないことを確認しています。

### 今後の予定

今回開発したMEMSデバイス製造技術を、さまざまな用途に使用していただくために、多岐にわたる産業分野の企業との連携を活発に行い、そこから新事業を立ち上げる機会になるように活動をしていく予定です。

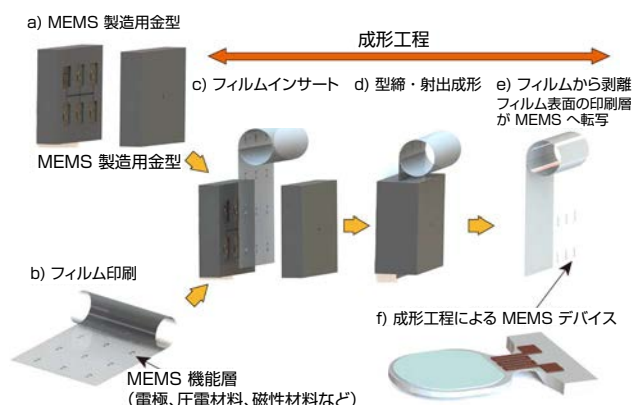


図1 印刷工程と射出成形によるMEMS製造工程

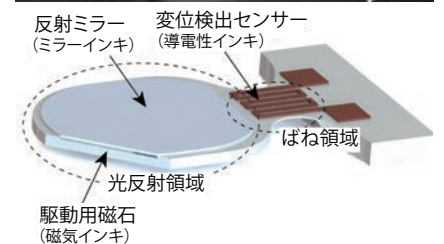
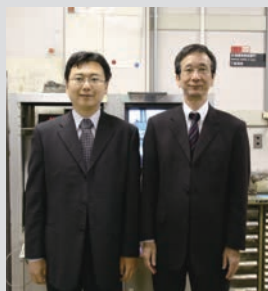


図2 今回の技術で成形した照明用MEMSミラー(上)とその模式図(下)



# X線自由電子レーザー強度の絶対測定

## ビームモニターを校正し信頼できるレーザー強度を提供



### 加藤 昌弘

かとう まさひろ (左)  
masahiro-katou@aist.go.jp

計測・計量標準分野研究企画室  
企画主幹  
(つくばセンター)

放射線防護や医療放射線利用に関するベータ線とガンマ線の線量標準の研究・XFELなどの最先端光源の強度測定に携わっています。高精度の放射線測定手法の実現とともに広く利用しやすい放射線測定手法の開発を目指しています。

### 齋藤 則生

さいとう のりお (右)  
norio.saito@aist.go.jp

計測標準研究部門  
量子放射科  
研究科長  
(つくばセンター)

X線自由電子レーザー、放射線を利用した医療用機器などの放射線強度を高精度で計測する技術開発に取り組んでいます。より安全でより効果的な放射線の利用に貢献することを目指しています。

### 関連情報:

#### ● 共同研究者

矢嶋 牧名 (理化学研究所)、  
登野 健介 (高輝度科学研究所  
センター)、田中 隆宏、黒澤  
忠弘 (産総研)

#### ● 参考文献

M. Kato et al.: Appl. Phys. Lett. 101, 023503 (2012)

#### ● 用語説明

\* SACLA: 理化学研究所と高輝度光科学研究センターが共同で建設した日本で初めてのXFEL施設。

#### ● プレス発表

2012年7月9日「0.1 nmより短波長のX線自由電子レーザー光強度を初めて測定」

●この研究開発の一部は、文部科学省の科学技術試験研究委託事業「X線自由電子レーザー利用推進研究課題(平成21~22年度)」、および理化学研究所「SACLA利用装置提案課題(平成23年度)」の支援を受けて行っています。

### XFELの強度

2011年6月にSACLA\*が波長0.12 nmのX線自由電子レーザー(XFEL)の発振に成功しました。XFELは基礎・基盤研究だけでなく、産業や国民の生活に大きく役立つと期待されています。XFELを用いて実験を行う場合、その強度が実験結果に大きな影響を与えます。またレーザー強度はSACLAのような光源施設にとって最も基本的な物理量であり、国際単位系(SI)にトレサブルな値の公表は、わが国初のXFEL施設であるSACLAを国際的にアピールする上でも重要な役割を果たします。XFELの強度は1パルスあたりのエネルギー、すなわちパルスエネルギーとして測定しました。

### 極低温放射計を用いた測定技術

私たちは今回、(1)極低温放射計を用いたXFELのパルスエネルギーの測定技術と、(2)実験中のオンライン測定を可能にするオンラインビームモニターを極低温放射計に対して校正する技術を開発しました(図)。

極低温放射計は検出部を液体ヘリウム温度に冷却して用います。これまでの極低温放射計は透過力の小さい光子が対象でしたが、XFELは透過力が強くエネルギー密度が極めて高いので、検出器の心臓部である吸収体をあらためて設計し直しました。測定したX線レーザーのエネルギーを、それと等価な電気エネルギーと比較することで求めることができるため、原理的にパルスエネルギーの絶対値を導くことのできる測定手法です。

測定したXFELの平均パルスエネルギーを表に示します。パルスエネルギーが最大となるのは波長が0.21 nmと0.13 nmの場合で、約100 μJでした。パルスの周波数(10 Hz)とパルス幅(20 fs)、から平均パワーは1 mW、ピークパワーは5 GWです。この極低温放射計による測定の不確かさは1.1 %から3.1 %で、主にSACLAのXFELの強度のふらつきに起因しています。このように、波長が0.1 nmより短く透過力の高いX線領域の自由電子レーザー強度の絶対値測定に、初めて成功しました。さらにこの研究ではSACLAのビームラインに組み込まれている、XFELの大部分が透過するタイプの検出器(オンラインビームモニター)を校正しました。校正された透過型の検出器を使うことで、XFELの利用中にその強度の絶対値をリアルタイムで知ることができます。

### 今後の予定

今回開発した技術は液体ヘリウムが必要なため、(1)準備に時間を要する、(2)取り扱いが難しい、という課題があります。今後はより簡単にXFELの強度計測ができるよう、常温で容易に動作する放射計による測定技術を開発する予定です。

表 極低温放射計で測定した平均パルスエネルギー

| XFELの波長<br>(nm) | 平均パルスエネルギー<br>(μJ) |
|-----------------|--------------------|
| 0.28            | 32.26 ± 0.35       |
| 0.21            | 104.2 ± 1.3        |
| 0.13            | 95.3 ± 2.3         |
| 0.091           | 42.2 ± 1.1         |
| 0.074           | 0.96 ± 0.03        |

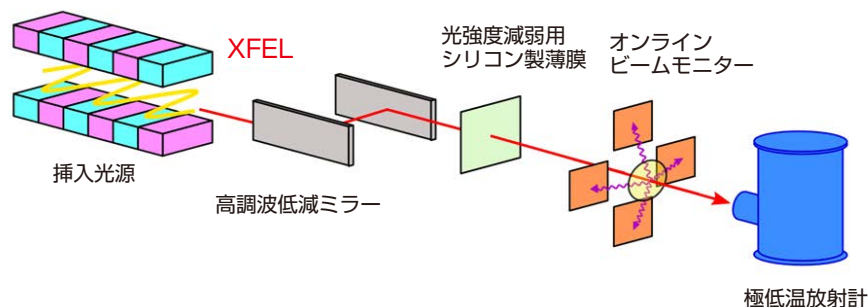


図 XFEL ビームラインでのセットアップ

# 二次代謝系遺伝子を正確に予測する

## 遺伝子の宝庫である二次代謝系遺伝子を効率的に同定する技術

国際公開番号  
WO2012/039484  
(国際公開日：2012.3.29)

研究ユニット：

生物プロセス研究部門

### 適用分野：

- 医薬品分野
- バイオ分野一般
- 化学分野一般

### 目的と効果

微生物の二次代謝は、さまざまな生理活性物質の生産に関わることが知られており、医薬品のリード化合物や健康食品に利用されるなど産業的にもとても重要です。1990年代後半からのゲノム解析により、自然界には予想より遙かに多くの二次代謝系遺伝子が存在することが明らかとなりました。また、これらには、これまでに知られていないタイプの二次代謝系遺伝子が含まれることも示唆されました。しかし、二次代謝系遺伝子は発現条件が限られていることなどから解析は容易ではなく、迅速に同定する方法が求められています。この発明では、遺伝子の発現情報などを用いることにより、正確に二次代謝系遺伝子クラスタを予測することが可能となりました。

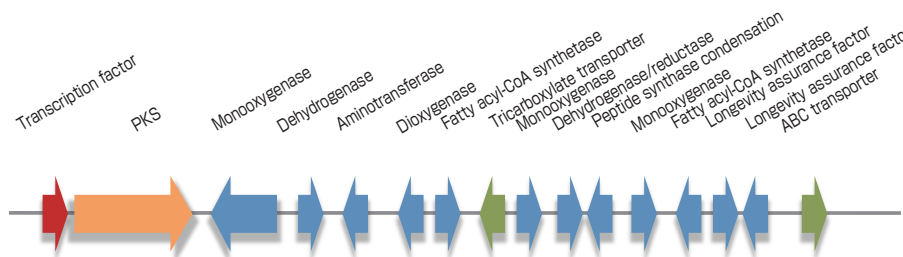
### 技術の概要

二次代謝系遺伝子は、二次代謝物の生産に必要な一連の遺伝子がクラスタをなしてゲノム上に近接して存在し（図1）、同様の発現制御を受けていることが知られています。そこでこの性質を利用して、ゲノム上に存在する二次代謝系遺伝子クラスタを正確に予測する方法（ゲノ

ム・クラスタ・ディテクション法：GCD法）を開発しました。この方法では、着目する条件で生産が誘導される二次代謝物の生合成に関わる遺伝子を、多数の遺伝子の中から正確に予測することが可能です。図2は、既知の二次代謝系遺伝子クラスタの予測の例ですが、フザリウム属糸状菌が生産するフモニシンの生産に関わる遺伝子クラスタが、生産条件下で第一の候補として正確に予測されました。この方法では、着目する二次代謝物を生産する条件としない条件がわかっているならば、高い確率で生合成遺伝子を高精度に予測することができます。

### 発明者からのメッセージ

二次代謝系は多様性が高く、遺伝子の宝庫と考えられます。一方、このことが機能の解析を困難にしており、現状で機能未知の遺伝子のかかなりの部分が二次代謝に関係するのではないかと推定しています。これまでに研究が進んでいるポリケチドシンターゼ遺伝子（PKS）やノンリボゾームペプチドシンターゼ遺伝子（NRPS）などの代表的なコア遺伝子以外の解析を進めることにより、二次代謝の可能性をさらに広げることができると期待しています。



- |          |              |
|----------|--------------|
| ■ 転写制御因子 | ■ 基本骨格合成コア酵素 |
| ■ 輸送体    | ■ 修飾酵素       |

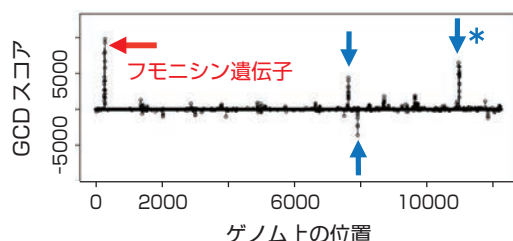


図1 二次代謝遺伝子クラスタの構造の例  
二次代謝物を生産する一連の遺伝子は、多くの場合ゲノム上にクラスタとして近接して存在する。

図2 二次代謝遺伝子クラスタの予測の例  
フモニシンを生産する条件下で生育させたフザリウム属糸状菌による解析の結果、ゲノム上の全遺伝子より、フモニシン生合成遺伝子クラスタが第一の候補として予測された。矢印は、ほかの検出された遺伝子（\*は既知）。

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



# システムテスト設計の支援ツール

## 組込みシステムの開発初期から適用可能

国際公開番号  
WO2012/128120  
(国際公開日：2012.9.27)

### 研究ユニット：

セキュアシステム研究部門

### 適用分野：

- 組込みシステムの形式モデル作成と分析
- 組込みシステムのシステムテスト設計

### 目的と効果

製品に特定の機能を実現するために組込むコンピュータシステム、いわゆる組込みシステムの開発のテスト工程では、担当技術者が経験を基に、仕様から個々のテストケースを作成するというスタイルが多くとられています。近年組込みシステムの規模と複雑さが増大し、属人性の高いこれまでの手法では十分なテストができなくなってきました。この問題を解決するために、テストの対象システムのモデルを記述する形式言語 (SENS) と、その処理系を開発しました。SENSによって、システムの振る舞いを曖昧さや矛盾を含まないように明確に記述することができ、また、処理系は入力されたSENS記述に適合する状態遷移を網羅的に生成します。これにより、仕様の誤解や見落としが起きにくい、系統的なテストケース生成が可能になりました。

### 技術の概要

テストケース生成のために仕様を記述するSENSでは、「角度の変化はつねに90度以下でなくてはならない」といった「制約」を論理式の形で記述します。これは、(1) 曖昧さのない、論理的に明確な仕様の記述 (2) 対象の仕様の抽象度によらず記述が可能という利点があります。特

に、(2) の利点は開発初期の仕様へ適用が可能であることを意味しています。また、テストの際に境界値など特定の値に注目してテストしたい場合、SENSにはテストケース生成の際に値を指定する構文要素を備えています (図1)。

次に、SAT ソルバ (制約解消ツール) を応用した SENS 記述の処理系を開発しました。この処理系は SENS で記述された仕様 (= 制約) を満たす状態遷移を網羅的に生成します。特に、この件では一度得られた解を加工し、制約として新たに追加するという手法をとっており、ユーザーの要望に沿った種類の状態遷移を高速に出力することができます (図2)。

### 発明者からのメッセージ

SENS の特徴の一つは、構文が単純で、前提知識を必要とせず、手軽に形式記述が得られることです。また、この発明で開発した処理系は、指定した条件に合致する状態遷移列の探索や到達可能状態の列挙などの付加機能を備え、仕様のチェックや分析にも適用できます。システム開発の現状では設計支援ツールの導入は30%以下で、また、開発コストの50%以上はテストでの不具合の改修です。この現状の改善にこの技術は寄与できると考えています。

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ください。

### 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

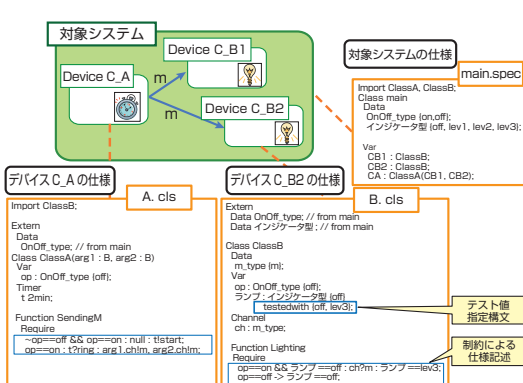


図1 SENSによる仕様記述の様子

テスト値指定構文や制約を使って仕様を記述する。

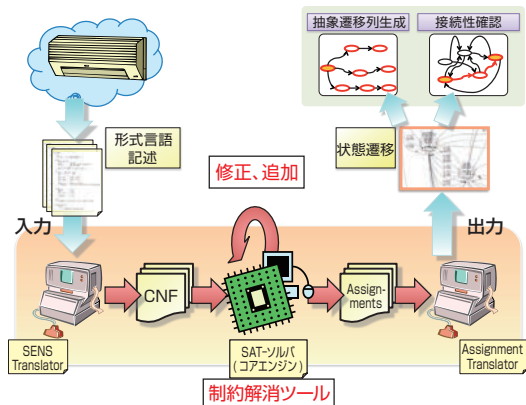


図2 開発した SENS 処理系と機能

起こりうる状態遷移を高速に探索し出力する。

# 歯車ピッチ測定精度評価法の標準化

## 歯車測定機の精度評価法の確立を目指して



近藤 余範

こんどう よはん

kondou.y@aist.go.jp

計測標準研究部門

長さ計測科

幾何標準研究室

研究員

(つくばセンター)

平面度や真直度など形状計測の標準に関する研究、歯車測定機の測定精度評価法の工業標準化など、幾何学量に関する研究に従事しています。

### 関連情報:

● 参考文献

[1]Yohan Kondo et al.: Precision Engineering, 36, 604-611 (2012).

### 標準化の背景

重要な機械要素の一つである歯車は、自動車などさまざまな分野で利用され、その精度向上が求められています。しかし、超高精度な歯車については精度を実証するための評価方法が無く、精度の保証ができませんでした。産総研では、これら超高精度歯車の精度を保証するために、幾何形体に基づく新たな基準器とその校正方法の開発、およびこの技術の産業界への普及を目指し、これら基準器を用いた歯車測定機の評価法の工業標準化に取り組んできました。

産総研は、歯車の歯の代わりに形状誤差が数十ナノメートル（ナノメートル：マイクロメートルの千分の1）程度の球を等角度ピッチに配置した球基準器(図1)を開発し、マイクロメートル以下で歯車測定機のピッチ測定精度評価を実施できる手法を確立しました<sup>[1]</sup>。この成果を基に、現在、ピッチ測定精度評価法に関するJIS原案作成委員会を歯車工業会にて発足し、JIS B 1757-4「歯車測定機の評価方法－第4部：球基準器を用いたピッチ測定」の規格化を進めています（2013年発行予定）。この規格の制定により、歯車測定機の測定能力を高精度かつ正当に評価でき、さらに日本の高い歯車加工技術を世界に発信することが可能となります。



図1 ピッチ測定精度評価用球基準器



図3 球基準器の測定の様子

### 歯車ピッチ測定精度評価方法

歯車測定機は、図2のように球基準器を歯車の代わりに測定します(図3)。球基準器を仮想の歯車と見立てることにより、歯車測定機に新たなソフトウェアを導入する必要がありません。歯車のピッチ測定精度を評価する方法は、比較測定法に基づく評価方法と自己校正法に基づく評価方法の二つがあります<sup>[1]</sup>。比較測定法は、球基準器のピッチ測定結果とその校正値とを比較することで評価します。自己校正法は、球基準器を歯車測定機上に複数の姿勢で配置し、複数の測定結果からピッチ測定精度を評価します。このため評価には時間がかかるものの、校正値を必要としません。

### 今後の展開

歯車測定機の主要な評価項目として、歯形、歯すじ、ピッチがあります。産総研は、これまで各項目に適した新たな基準器の開発に取り組んできました。歯形測定精度の評価に関しては、JIS B 1757-2（2010年発行済み）が既に規格化されています。歯すじ測定精度の評価に関しては、平面を用いた新たな基準器に基づく評価方法の規格化を進めています（2013年発行予定）。歯形、歯すじ、ピッチの新たな評価方法(JIS B 1757シリーズ)は世界に先駆けた取り組みであり、今後、ISO規格化へ取り組む予定です。

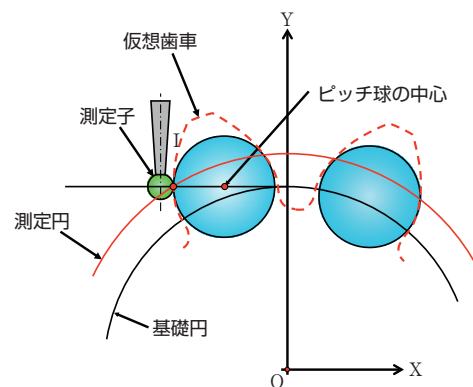


図2 歯車測定と球基準器測定の概略図

# 水中の溶存態放射性セシウムの迅速測定

## プルシアンブルー不織布を用いた濃縮技術を応用



### 保高 徹生

やすたか てつお

t.yasutaka@aist.go.jp

地図資源環境研究部門  
地図環境リスク研究グループ  
研究員  
(つくばセンター)

京都大学大学院農学研究科修士課程を卒業後、環境コンサルタント会社に入社。横浜国立大学大学院社会人博士後期課程卒業後、2011年に産総研に入所。博士（環境学）。専門は土壌・地下水汚染、リスク評価、社会経済影響分析、放射性セシウム、環境動態評価。

### 関連情報:

● 共同研究者

川辺 能成、駒井 武、川本 徹（産総研）

### 低濃度の放射性セシウムの測定

農業用水や河川水（環境水）中の放射性セシウムは主に溶存態（水に溶けている状態）と懸濁物質付着態が存在し、溶存態の放射性セシウムは植物に吸収されやすいことから注目されています。溶存態放射性セシウム濃度は、多くの場所で水1 Lあたり0.2 Bq（Bq/Lと表記）以下ととても低濃度のため、これまで使用されてきたゲルマニウム半導体検出器では6～13時間かけても定量ができませんでした。そのため、5 L～20 Lの水を蒸発濃縮する方法やセシウム吸着フィルターを用いる方法を経て測定されてきましたが、ろ過・濃縮に時間がかかることが課題でした。

### 開発した迅速測定技術

この研究では、環境水中の低濃度の溶存態放射性セシウムをプルシアンブルー担持不織布によって濃縮し、これまでよりも迅速に分析できる技術を開発しました。不織布には水中の溶存態の放射性セシウムを特異的に吸着するプルシアンブルーを担持させてあり、この不織布を充填したカラムに水を通過させて、不織布に溶存態の放射性セシウムを濃縮します。カラムに100 L～200 L通水すると、これまで実施され

ている2 Lの容器による環境水中の放射性セシウムの分析と比較して50～100倍の濃縮が可能となります。その結果、水中の低濃度の溶存態放射性セシウムを、これまでの1/10以下の前処理・測定時間（それぞれ30分～1時間で可能）で、2 Lの水を長時間測定する方法の1/10～1/100程度の濃度（0.001 Bq/L）まで測定できるようになりました。

### 実用化の推進

この技術を用いたモニタリングシステムは科学技術振興機構 研究成果展開事業（先端計測分析技術・機器開発プログラム）の平成24年度新規課題放射線計測領域「実用化タイプ」において「水中の低濃度放射性セシウムのモニタリング技術の実用化開発」として採択され、日本バイリーン株式会社、福島県農業総合センターとともに実用化に取り組んでいます。

また自治体、大学等研究機関と連携して、福島県内の環境水中のモニタリングを行っています。福島県内の農業用水や森林からの流出水などの環境水中の放射性セシウムのモニタリング、さらに農作物への影響評価、環境中の放射性セシウムの動態解析などへの貢献が期待されています。

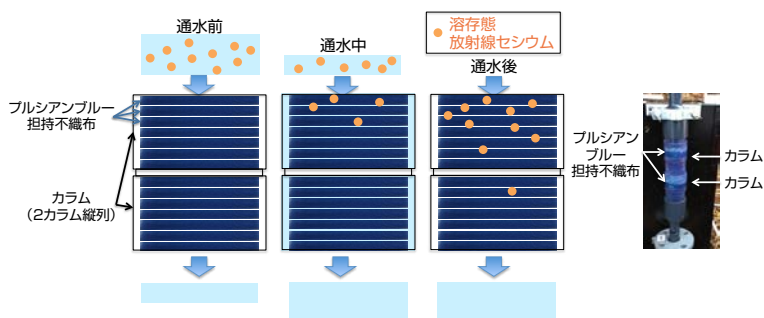


図1 プルシアンブルー担持不織布とカラムによる溶存態放射性セシウム吸着の概念図  
写真はカラムを2本接続した場合。

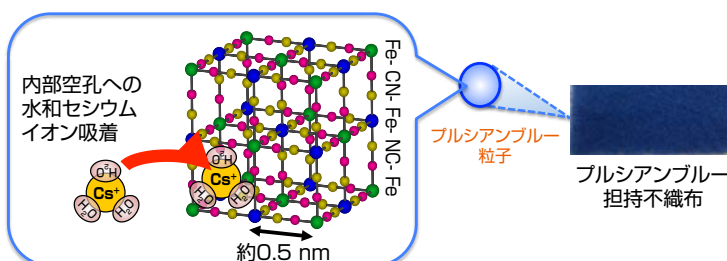


図2 不織布中のプルシアンブルーの構造



# 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36回) オープンイノベーション時代のコーディネータ

臨海副都心産学官連携センター

イノベーションコーディネータ さわだ みちこ 澤田 美智子

## オープンイノベーションの時代

ここ数年でわが国の企業は急速なグローバル化が進み、英語で社内決裁する日本企業も今や珍しくなくなってきました。自前の技術だけで研究開発をすることを望む企業よりも、互いに技術ニーズやシーズを公開して、より競争力を高める戦略を選ぶ企業が増えてきているのです。産総研でもオープンイノベーションを加速させています。産総研では学会発表やプレス発表、ホームページ掲載などによる一方向の情報発信はもちろん、ライフサイエンス分野ではBioJapan のような外部主催の展示会を利用し、技術と研究者の紹介やマッチングを行っています。多くの産総研成果を企業・大学などに紹介し、しかも相互理解して頂く場として、今年5年目になる産総研オープンラボが機能しています。今年のオープンラボは企業や大学などから2日間に延べ4,750人の参加者がありました。私はイノベーションコーディネータとして、企業・大学などとの連携、プロジェクトフォーメーションなどを通して、産総研の技術とそれを生み出す人材の育成、さらには技術の産業界などへの手渡しに努め、アウトカムとしてのイノベーション創出を目指しています。

## 技術を社会へ出す組織の研究職として

「技術を社会へ」。多くの産総研役職員のように、私の名刺にも産総研ロゴマークの下にこの言葉が入っています。どの講演スライドにも小さいとはいえ、「-技術を社会へ Integration for Innovation」を入れています。さらに私は、ここ数年間、スライドの表紙に大きく「技術を社会へ」を記載しています。

前職の総務本部ダイバーシティ推進室では、一人ひとりが、その能力を最大に発揮できるように、新規休暇制度の設立やキャリアカウンセリングを導入し、より効果的に効率的に研究成果を出せるような職場環境整備に努めました。さかのぼって、産総研が発足した2001年には副研究部門長として研究ユニット内の研究を支援するとともに、研究部門の知財管理をしていました。企業・大学などとの連携の際は、知財部、産学官連携部署、TLOなどとそれぞれコンタクトして調整しました。現在はイノベーションコーディネータとして、イノベーション推進本部内の知的財産部やベンチャー支援室、ライフサイエンス分野研究企画室などと連携しながら、産総

研の技術を外に出しています。つまり、所内調整という11年も前と同じ作業を私はしていることになります。しかし、11年の間に産総研も確実に進化し、研修などにより研究者の知財に対する理解が進みました。また、2010年10月の改組によりイノベーション推進本部とイノベーションコーディネータ制度が発足して、同じ本部内に設置された知的財産部や産学官連携推進部などの部署との連絡がより密にできるようになりました。2012年にイノベーションコーディネータになった私は、産総研憲章や産総研知的財産ポリシーに基づいた提案を研究者と研究機関・企業などの双方に以前より早く提示することができるようになったと感じています。

## 産総研の技術を確実に社会に役立たせるために

産総研は公的研究所で、特許の不実施機関であるため、産総研の技術を企業に渡して製品として人々に使ってもらうことは重要です。企業と言っても、社長と顔を合わせる機会が多い企業と、研究開発本部長さえもが海外在住している大企業とでは、コーディネートが進め方が異なります。また、業種ごとや企業ごとに歴史風土が異なることも意識しています。結局は何をするにも人と人との付き合いの積み重ねによる相互理解が必須です。

時代の動きを絶えず感じ、そのメッセージをとらえつつ、研究現場に支持された組織対組織としての骨太な戦略的アライアンスの構築に挑戦しています。



打ち合わせ中の筆者（中央）

## 社会的取り組み

29

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。

### 地震・津波に関する自治体職員用研修プログラム

地震・津波の研究成果を実際の防災に活かすためには、自治体の防災担当者との連携が不可欠です。このため、活断層・地震研究センターでは、地質情報研究部門や地質標本館の協力も得て、2009年度から自治体の防災担当の職員を受け入れて標記の研修を行っています。2012年度は、静岡・愛知・三重・香川・福島の5県から6名の参加を得て、11月5日～9日の5日間に研修を行いました。

2012年度の研修の特徴は、南海トラフの巨大地震についての講義や質疑応答を入れたことです。こ

の研修に関する感想・意見交換会（写真）やアンケートでは、南海トラフ巨大地震に加えて、東北地方太平洋沖地震・津波堆積物調査・データベースの利活用などに関心や高い評価をいただきました。研究者や他県の参加者との率直な交流も意義深かったという意見もありました。地質標本館見学の評判も良く、データベースと合わせ研究成果の出口部分への関心の深さをうかがわせました。「事前に講義用の資料を配布した方がよい」「日程は3日間程度にした方が多くの自治体に参加できる」というよ

うな要望もありましたので今後検討したいと思います。

このような研修を通じて、自治体職員が研究者とのつながりをもつことも大切です。今後も引き続きこの研修を行いたいと考えています。



感想・意見交換会の様子

## 臨海副都心センター

### 産総研 一般公開

今年度も全国各地の産総研で「一般公開」を開催しました。今回は、臨海副都心センター（2012年11月10日～11日）での体験コーナー、展示コーナーなどを報告します。

臨海副都心センターの一般公開は、サイエンスアゴラとの共催で、約1,500名の方にお越しいただきました。



「ノボレオン」最後まで頑張って！！



「はんこ名人」一生懸命削っています。出来上がったはんこに子供たちは大満足でした。



「ホロポイント」上手に操作できるかな？



「工作教室」何ができるのかな？



「英語発音」はアイラブユウですか？



子供に人気の「チョロメテ2」もいすに一休み。



ここでも「パロ」の人気が一番でした。



「偏光万華鏡」はとても簡単にでき、誰もが光の不思議さにびっくりしていました。



理事長も「ジャイロ」を体験しました。



## 台湾 工業技術研究院院長の来訪

報告

2012年10月15日、台湾經濟部傘下の財団法人工業技術研究院（ITRI）の徐爵民院長が、産総研東京本部にて、野間口理事長を表敬訪問されました。

ITRIは、台湾における工業技術の発展促進、新しい科学技術に基づく産業の創立、産業技術水準の向上などをミッションとし、研究開発分野は、電子情報・通信からナノテクノロジー、材料技術、バイオメディカルテクノロジー、先進製造システム、環境・エネルギー技術、計量標準にまで及

びます。研究成果の産業化に意識が高いことが特徴であり、世界的な半導体ファウンドリ企業であるUMC社やTSMC社が、ITRIからスピノフしています。

産総研とは、2005年に包括研究協力覚書を結んで以来、共同シンポジウムを開催するなど、協力関係を深めてきました。徐院長によると、ITRIの研究分野の構成を決める際に、産総研の6分野の組織構造を大いに参考にしたとのことでした。

また、日本と台湾が連携して中国大

陸や東南アジアの市場へ進出することの有効性、若手研究者の交流が重要であること、などで認識を共有されました。



野間口理事長（左）とITRI徐院長（右）

## 産総研イノベーション・ワークショップ in タイの開催

報告

産総研は、2012年10月30日に、「産総研 イノベーション・ワークショップ in タイ」を、タイ・バンコク市内のホテルにて開催し、野間口理事長をはじめ産総研幹部が参加しました。

これまでも産総研は、日本各地において、地域の産業活性化に向け、企業関係者も取り込んだ本格研究ワークショップを開催してきました。今回、海外の日系企業などへも視野を広げ、初めて海外で開催しました。

産総研とタイ国家計量標準機関（NIMT）とは、計量標準技術の移転を10年以上継続して行っています。また、タイ国家技術開発庁（NSTDA）やタイ科学技術研究所（TISTR）とは、バイオディーゼル燃料に関する共同研究を継続して実施するなど、両国の研究機関は研究協力覚書（MOU）のもと、組織的な連携を行っています。

ワークショップでは野間口理事長の開会あいさつと、後援機関を代表して日本貿易振興機構（ジェトロ）バンコク事務所井内所長のごあいさつの後、計量標準や基準認証における日タイの連携や、バイオディーゼル燃料、太陽光発電などの研究連携に関して、3件

の基調講演と8件の事例紹介が行われました。

その後、日本経済新聞社の滝論説委員をモデレーターにお迎えし、「タイにおける校正、基準認証の今後の展開」をテーマに、日タイ7機関からのパネリストによる討論を行い、一般参加者の方々からの意見、コメントも多数いただきました。

いずれのセッションでも産総研のほか、経済産業省、タイのNIMT、NSTDA、TISTRやタイ工業省、および現地日系企業の方々にご講演・ご登壇いただきました。また、在タイ日系企業・関連企業や研究機関等から予想を上回る230名ほどの参加があり、活発な議論や意見交換が行われました。

計量標準の分野では、校正の品質と

コストとのバランスというタイ国内の課題が示されるとともに、今後、タイをハブとして周辺諸国へ計量標準技術を普及させることの重要性が確認されました。また、基準認証の分野では、タイ国内の実例を通して、工業製品の信頼性を確保するためには標準化や製品認証が重要であることが確認されました。さらに、現在、研究連携を進めているバイオディーゼル燃料や太陽光発電に関する技術開発では、今後の実用化や標準化にあたっての双方の課題を確認し、引き続き連携を進めていくことが確認されました。

今後のタイにおける産業界や公的研究機関と産総研とのさらなる連携強化が期待されます。



ワークショップ会場の様子



パネル討論の様子



## 網羅的一アミノ酸置換変異解析と、その蛋白質設計への応用

バイオメディカル研究部門 蛋白質デザイン研究グループ 横田 亜紀子 (つくばセンター)

バイオメディカル研究部門では、生体分子の構造・機能を理解・解明し、得られた知見をもとに新しい創薬・医療技術を開発しています。蛋白質デザイン研究グループでは、“目的機能を持つ蛋白質を確実に創成できる技術”の確立に向け、各種蛋白質の網羅的一アミノ酸置換変異解析をベースとした精製蛋白質ライブラリの構築と、新しい蛋白質アレイを利用したハイスループット機能測定システムの開発を行っています。さらに、それらの成果を、医薬品の製造技術を支える“アフィニティ精製技術”へと展開し、安全で低コストな創薬プロセスの実現を目指しています。



分析装置でサンプルを測定している様子



## 横田さんからひとこと

蛋白質は生命現象の根幹をなす分子機械であり、その物理化学的な基本原理を解明し自由自在に設計することは、蛋白質工学における究極の目標です。そこで、目的とする蛋白質を確実に設計するため、モデル蛋白質の網羅的一アミノ酸置換変異解析を行ってきました。アミノ酸配列と蛋白質特性（構造、機能など）の対応関係に関する普遍的な経験則を得ることで、あらゆる蛋白質に適用可能な設計法の確立が期待できます。さらに、データベースを直接利用した進化工学的な蛋白質設計法の確立も可能となります。これらを通じて、蛋白質の医療・産業応用に貢献していきたいと考えています。

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

2013年1月 → 2013年2月

12月10日現在

| 期間                | 件名                   | 開催地 | 問い合わせ先         |
|-------------------|----------------------|-----|----------------|
| <b>1 January</b>  |                      |     |                |
| 9～11日             | バイオエンジニアリング講演会       | つくば | 029-861-7848 ● |
| 15日               | 産総研本格研究ワークショップ       | 熊本  | 0942-81-3606 ● |
| 19～20日            | 産総研キャラバン2013やまぐち     | 山口  | 0835-26-5050   |
| 25日               | 日本を元気にする産業技術会議シンポジウム | 東京  | 03-6812-8673   |
| 29日               | つくば医工連携フォーラム2013     | つくば | 029-861-7840 ● |
| 29日               | 産総研本格研究ワークショップ       | 高松  | 087-869-3530 ● |
| 30～31日            | 水素先端世界フォーラム2013      | 福岡  | 092-716-7116   |
| <b>2 February</b> |                      |     |                |
| 5～6日              | 産総研・産技連LS-BT合同研究発表会  | つくば | 029-862-6032 ● |
| 19日               | つくば産産学連携促進市 in アキバ   | 東京  | 03-5298-2005   |

● は、産総研内の事務局です。

表紙

上：16×16個の印刷センサーアレイ (p.8)

下：銅インクを用いスーパーインクジェット法で樹脂基板上に印刷された配線パターン (p.14)

産 総 研  
TODAY

2013 January Vol.13 No.1

(通巻144号)  
平成25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-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。