

産総研

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

TODAY

1

2014
January

Vol.14 No.1

メッセージ

2 新春に想う、産総研の「第二創業」へ

特集

4 新機能を生み出す加工技術

製造業の道を切り拓く
 製造業を取り巻く最近の動向
 鋳造技術における3Dプリンターの活用
 金属積層技術による新しい部品の製造
 3Dプリンターが拓くものづくり技術の新展開
 ナノ凹凸構造によるプラスチック表面の濡れ性制御とディスプレイ用品への応用
 ナノストライプ構造による摩擦低減技術
 医療用途を想定した極細管のレーザー加工技術、加工装置の開発
 生分解性マグネシウム合金ステントのための長尺薄肉細管成形技術

リサーチ・ホットライン

- 14 高齢者・障害者の感覚特性データベース
年齢や障害の有無などに応じてグラフィカルに表示
- 15 ビッグデータから科学的発見を導く統計手法
実験科学における幅広い利用が期待
- 16 高効率な電圧磁気異方性制御
電圧駆動型スピントロニクスデバイスの基盤技術を開発
- 17 基板上の液滴形状のシミュレーション技術
親水/撥水パターン上の液滴形状を簡易・高速・高精度に予測

パテント・インフォ

- 18 発光タンパク質とバイオマスとのハイブリッド化技術
蛍光タンパク質や化学発光タンパク質の産業利用への基盤
- 19 斜め入射集光加熱反射鏡
プロセスガスをウエハ面に垂直供給できる集光加熱装置を開発

テクノ・インフラ

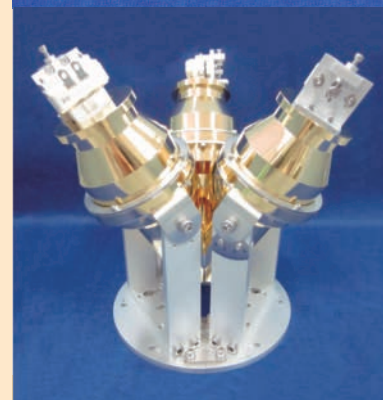
- 20 ユーザーに優しい重錘形圧力天びんの使用ガイド
JIS B 7616「重錘形圧力天びんの使用方法及び校正方法」
- 21 5万分の1地質図幅「今庄及び竹波」地域の出版
「国土地質情報の標準化」と「都市基盤整備・防災」のための地質図幅整備

シリーズ

- 22 進化し続ける産総研のコーディネーション活動(第48回)
イノベーションの基 - 産学・地域連携によるグローバルトップ性能製品の開発 -



上：マグネシウム合金ステント (p.13)
 下：斜め入射型赤外線反射鏡ユニット (p.19)




 National Institute of
 Advanced Industrial Science
 and Technology
AIST

技術を社会へ
 Integration for Innovation

新春に想う、産総研の「第二創業」へ



独立行政法人
産業技術総合研究所

理事長
ちゅう ばち りょう じ
中 鉢 良 治

はじめに

新年明けましておめでとうございます。わが国が次第に社会や経済の輝きを取り戻しつつあるとはいえ、高齢化対応や資源・エネルギーなどの課題を解決して真に豊かで安全な国となるためには、引き続きイノベーションの創出が必要です。こうした社会のニーズに応えるべく産総研は、企業や大学、国の機関、自治体と連携し、しっかり貢献していかなければと決意も新たに新しい年を迎えました。

産業界ではイノベーションを創出できずに成長戦略を描けない企業が少なくありません。東日本大震災からの復興もまだ道半ばであり、エネルギー供給問題、地球温暖化対策、そして少子高齢化問題など、課題が山積しています。これらの問題は、産総研が大いに貢献できる分野であり、現実に産総研に大きな期待が寄せられています。

昨年4月、理事長に就任以降、これからの産総研のあり方について、役職員と長い時間をかけて率直な議論を重ねてきました。2014年はそれを実行に移し、産総研をさらに進化させる、いわば産総研の「第二創業」を目指したいと思います。

産総研の看板

産総研は何をやっているところだろう、産総研の看板とは？これが私の最初の疑問でした。多様な専門性をもつ

研究者が集まった研究所で、6つの主要な研究分野があるというくらいの理解はしていましたが、非常に高いポテンシャルのある研究所であることに驚かされました。しかし、残念ながら認知度は低く、世の中にほとんど知られていないというのも事実です。公的研究機関である産総研は単に科学の進歩に貢献する「知」を生み出すだけでなく、研究開発から生まれた成果を社会や産業界に還元しなければなりません。そのためには、まずはじめに産総研が何をしているところなのか、社会や産業界に知ってもらわねばなりません。それが産総研の看板づくりのプロセスでした。

長い議論を経て産総研は、“豊かで環境に優しい社会を実現するグリーン・テクノロジー”と“健康で安全な生活を実現するライフ・テクノロジー”、という二枚看板を新たに掲げることにしました。この看板で産総研のミッションを社会にわかりやすく伝え、外部機関との連携の輪を広げていきたいと思っています。すでに昨年より企業や学界のトップを招いて意見交換を行う「産総研アカデミア」を新たにスタートさせ、産総研の認知度向上に努めています。また、二枚看板を代表する戦略的融合研究事業2件、「高電力効率大規模データ処理イニシアチブ（IMPULSE）」と「革新的創業推進エンジン開発プログラム（LEAD）」を昨年開始しました。

福島再生可能エネルギー研究所のオープン

今年の産総研にとって最大のイベントが福島再生可能エネルギー研究所のオープンです。昨年の10月に当研究所の研究ユニットとして、再生可能エネルギー研究センターをすでに設置しましたが、いよいよ今年4月に福島県郡山市で日本再興へ向けた研究所として本格的なスタートを切ります。東日本大震災後、政府の復興の基本方針を受け、将来の再生可能エネルギーの大量導入を実現する種々の技術課題を解決するために、わが国を代表する国際的な研究拠点となることをミッションとしています。太陽光、風力、地熱・地中熱、水素キャリア、エネルギーネットワークなどの研究開発の成果が国全体から期待されており、産総研としても不退転の決意をもって取り組んでいく覚悟でいます。

地域／中小企業への貢献

以上述べたような研究業務のほか、産総研としては地域の地場力、地域中小企業のイノベーション力の強化にも力を尽くしたいと思います。日本の国際競争力の源は高い技術開発力をもつ大企業とそれを支える優秀な技術、技能をもった中小企業とのネットワーク力です。ただ、日本の産業競争力強化のためには、地域の強みを活かし地域に根を生やした産業の形成が必要です。首都圏では、もはやさまざまな面で限界に達しています。全国各地に強い地場産業があり、それが合わさって総合力としての強みを創っていくことこそが日本の競争力になるのです。そのためには地域にある中小企業の技術開発力を支援する仕組みを強化する必要があります。産総研は、つくばや臨海副都心の他に北海道から九州まで現在7つの地域センターを持っています。中小企業との共同研究、技術相談への対応など現在も注力していますが、地域にある大学や公設研ともっと強い実効的な連携協力をして、日本全国、隅々まで届く中小企業支援のネットワークを張り巡らし一層の強化を図らねばなりません。“中小企業こそ日本の成長の心臓である”という意識で取り組んでいきたいと思っています。

ベンチャー創出と成長への支援

産総研は2003年以降これまでに117社の産総研発ベンチャーを創ってまいりました。そのうち、1社はIPOを果たし、14社が企業にM&Aされ、現在88社のベンチャーが活動中です。数字的には健闘しているように見えますが、まだまだ十分とは言えません。原因としてはいくつか考えられますが、技術プッシュに偏りすぎていてマーケットプルの視点が弱かった、取り組む上でやはり腰が引けていたのではないかと考えられます。産総研は出資機能という新たな支援カードを持ちます。これまでの姿勢でのベンチャーの創出と支援ではなく、もっと前向きに取り組むことが求められています。一方、国民からお預かりした税金で運営する産総研としては、透明性と説明責任が以前より強く求められることも忘れてはなりません。

国際戦略

現在、産総研は海外の35の研究機関や大学と包括的な研究協力協定を結んでいます。いま企業は国際戦略を

加速し、海外での事業を拡大するとともに人材も海外から積極的に採用しています。産総研も海外の優秀な人材や知を積極的に取り込みながら研究レベルの質的向上を図っていきたいと考えています。また、海外研究機関の取り組みにも学びながら中小・中堅企業の国際展開への支援を強化するだけでなく、将来の巨大マーケットとして期待できるアジアで公的研究機関としてのプレゼンスを高めていきたいと思っています。

そのためには、産総研はいまもっている海外研究機関とのネットワークをより強化していくことが必要です。欧州や米国とは再生可能エネルギーやロボット、ナノテクなどの先端技術で人材招聘、採用そして派遣も含めて協力を深めていきます。また、アジアではタイ、インドネシア、インドそして中国、台湾などと、エネルギー、環境、ライフサイエンス、計量、地質防災などの幅広い分野で人材交流を含めた研究協力を強化していきます。去年は、タイ、台湾、インドネシアを訪問し、各国の国立研究機関の皆様と意見交換する機会を持ちました。アジア諸国との連携の重要性を改めて認識するとともに、協力関係をさらに強化するためにアジアに産総研のハブ機能を置くことも検討しています。これは、今進みつつある中小・中堅企業のアジア展開、政府が進める国際研究協力にとっても重要な方策になると考えています。

おわりに

今年は行動の年にしたいと思います。産総研として政府が示した成長戦略にしっかり貢献すべく、グリーン・イノベーション、ライフ・イノベーションの研究で目に見える成果を創っていきます。また、福島での再生可能エネルギー研究を軌道にのせ、地域への貢献、中小・中堅企業との協力を強く進めたいと思います。一つでも多く社会のお役に立つ産業技術を創出すべく、内なる融合によって総合力を強め、外との連携を活発に行って実現していきたいと思っています。今年もまた産総研の全職員とともに力を合わせて頑張っていきます。

新機能を生み出す加工技術

製造業の道を切り拓く

最近、米国では“先進製造パートナーシップ”を設置し、加工技術の革新を図るなど、製造業の再興に取り組んでいます。

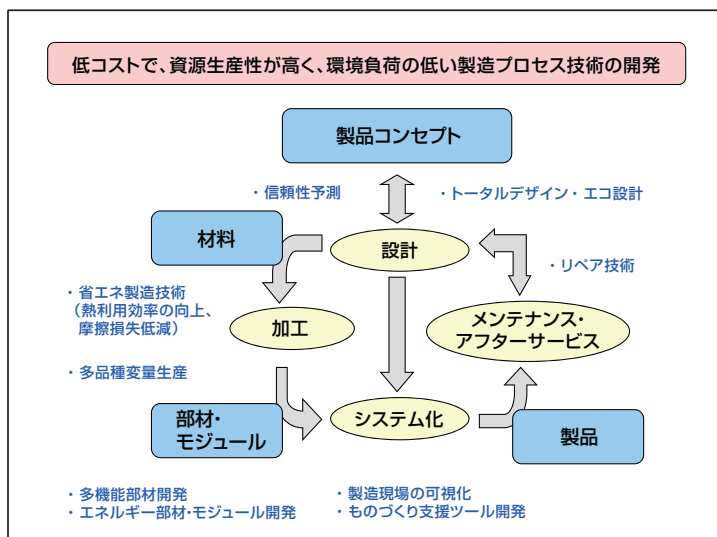
産総研の先進製造プロセス研究部門では、2004年の発足以来、部材などの製造から製品の機能や寿命に至るシステム全体の設計、高温電子セラミックスやエネルギー材料などの部材・プロセス開発、環境負荷性の評価といった、材料技術と加工技術などの製造プロセス技術が融合した研究開発を進め、ものづくり産業やそれを支える企業からの要請に基づいた課題解決の支援を図ってきました。

わが国製造業を取り巻く状況の大きな変化とオープンイノベーションの高まりの中、「最小の資源」「最小のエネルギー」「最小の廃棄物」で「最大限の機能・特性」を発揮する製品を「高効率」で作る製造プロセス技術

(ミニマルマニュファクチャリング)に関する研究開発を先導することで、これからも製造業の持続的発展に貢献する役割を果たして行きたいと考えて

ています。

先進製造プロセス研究部門
研究部門長
あわの まさのぶ
淡野 正信



研究開発のサイクル

製造業を取り巻く最近の動向

この1～2年のものづくりに関する話題を列挙してみると、「ファブラボ」「メイカーズ・ムーブメント」「3Dプリンター (3D造形)」などがあります。高速インターネット普及によるグローバル化、ユーザー自身による設計データの公開や製作といった、ユーザーと設計者・製造者の一体化およびオンデマンド製造の流れで、現時点では個人の趣味・アクセサリなどの用途が主ですが、今後工業製品などへの展開も考えられてくると思われます。工業製品

の場合は、すべてが従来型生産から置き換わるというよりも、むしろ用途、量や品質、環境負荷などで棲み分け、共存するとともに、相互の利点・欠点を補い合うような複合化も重要な視点になると考えています。産総研では、高度な工業製品のオンデマンドな生産システムに必要なさまざまな加工技術の開発により、より省資源・省エネおよび安心安全な社会の実現を目指しています。今回紹介するのは、先端加工技術というキーワードに絞り、付加加

工 (Additive Manufacturing) としての金属を対象とした3D造形技術への二つのアプローチと展望、長期間低摩擦や濡れ性制御のための表面加工技術、医療応用を目指した細管成形加工や複合加工技術です。どれもがこれまでにない「新機能を生み出す加工技術」としての今後の大きな展開を期待しているものです。

先進製造プロセス研究部門
副研究部門長
いちかわ なおき
市川 直樹

鑄造技術における 3D プリンターの活用

鑄造技術について

鑄造技術は、アルミニウム合金、鋳鉄などの溶けた金属を鑄型に流し込み、固めることで複雑な形状の金属部材を作る加工法です。鑄造業のユーザーは、自動車などの輸送機械産業、産業機器・建設機械などの産業機械産業、情報通信機器産業などです。鑄造品の製造拠点の海外進出も多い中、国内では、耐熱性・信頼性・耐久性を要求されるエンジンのシリンダーヘッド、タービンケーシング、ATトランスミッションの油圧バルブボディ、高い放熱性特性を要求されるヒートシンク、高強度・耐摩耗性を要求されるプロペラなど、高性能で高付加価値の製品を中心に、高度な技術により諸外国では困難な高品質な鑄造品作りが続けられています。

鑄造品の特長として、複雑な形状の製品を製造できることが挙げられます。図1に鑄造品の例と、鑄造プロセスを示します。製品の外側の形状を形作る「主型」と内側の形状を形作る「中子」を組み合わせることで一体の鑄型とします。この空洞部分に溶けた金属を流し込み固めることによって鑄造製品を作ります。中子は砂を樹脂（バインダー）で固めて

作り、鑄造した後に金属の熱で崩壊させ、砂を取り出すことによって鑄造品の空洞部分ができあがります。そのため、他の加工法では不可能な複雑な中空形状の鑄造品が実現できます。

鑄造技術における 3D プリンターの活用

現在産総研では、3Dプリンターによって、より複雑な形状の鑄型を実現して、より高精度、高性能の鑄造品を作る技術の開発を進めています。私たちが注目しているのはインクジェット

などの技術により、3次元形状の必要な部分だけ砂をバインダーで固めるタイプの3Dプリンターです。図2にそのプロセスを示します。

この技術の特長として、複雑な形状品の一体成形が可能なのはもちろんですが、金属粉末など高価な材料を使う必要がなく、安いバインダーと砂を用いて安価にできること、後で鑄造するので製品となる金属の成分を自由に変えることができること、3Dプリンターで成型する際に熔融や凝固というプロセスを経ないので、より高速な成型と生産が可能なの

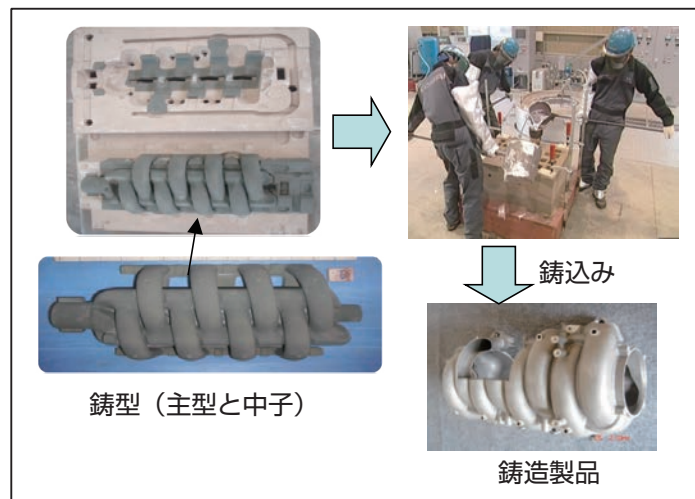


図1 鑄造のプロセスと製品

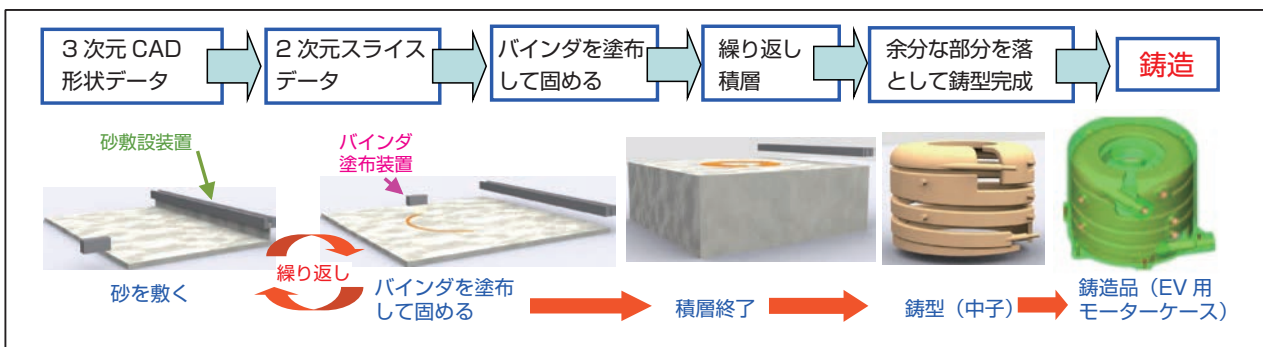


図2 積層成型による3D砂型製造

となど、さまざまなメリットが考えられます。

これまでの鑄造企業にこの3Dプリンターを導入するメリットの例を図3に示します。これまで22点の部品を組み合わせて鑄型にしていたものが、3Dプリンターによりわずか4点で済むなど、鑄型点数が減少し、特に試作期間の大幅な短縮が可能になります。また、鑄型を一体化することにより、鑄型の隙間の大幅な精度向上が可能になり、鑄造品の精度向上、薄肉化、高性能化に直結します。また、作業環境の改善や、若手人材の採用にも大きな効果があります。

3Dプリンターを用いた二輪車フレームの試作

図4に鑄造メーカー、二輪車メーカー、自動車メーカー、大学と共同

で行った3Dプリンターによる積層鑄型を用いて試作した鑄造品の例を示します。3Dプリンターで中子を製作し、鑄造メーカーの薄肉充填技術を組み合わせることによって、1メートルサイズで平均肉厚2.5 mmの鑄造品を実現しました。現行の技術ではプレス部材を溶接して製造しているものを、中空一体・薄肉閉殻構造を実現することによって剛性を維持したまま大幅な軽量化を達成しました。

この技術はこのような自動車部品を初めとし、さまざまな展開が期待されています。自動車の軽量化だけでなく、金型の冷却水路を最適化することによる射出成形のサイクルタイムの短縮化、タービン、水車など発電の高効率化やディーゼルエンジン、EVモーターなどの小型化、高効率化などにも貢献

が期待されています。

しかし現状ではまだまだ課題があります。積層装置のさらなる高速化、積層鑄型による鑄鋼・チタン合金などの、より高融点の金属の鑄造などが主な課題です。これらの課題も視野に入れ3Dプリンターを用いた量産技術の実現に向けて研究開発を進めています。

先進製造プロセス研究部門
基盤的加工研究グループ

おかね としみつ
岡根 利光
いまむら さとし
今村 聡
かじの さとし
梶野 智史

集積マイクロシステム研究センター

まつもと じゅんいち
松本 純一

イノベーションコーディネータ

あや のぶひろ
綾 信博



図3 3Dプリンターによる鑄型の一体造型

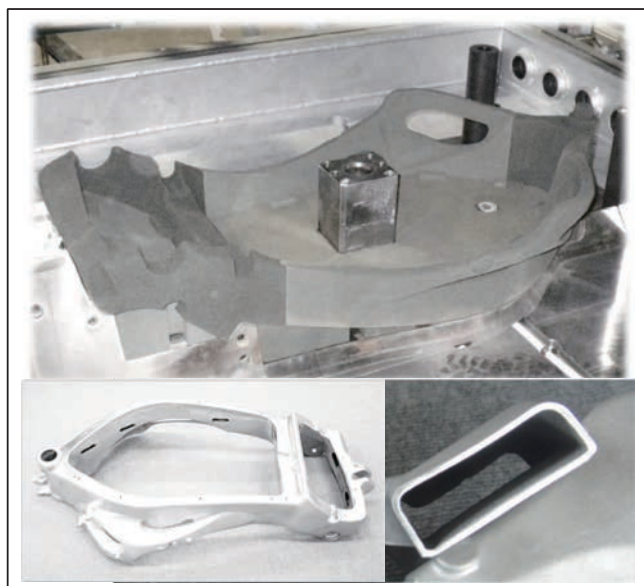


図4 3Dプリンター積層造型鑄型を用いた二輪車フレームの試作

金属積層技術による新しい部品の製造

はじめに

金属を使った部品の製造は、近代の産業の基本であり、長い歴史の上に発展を遂げてきました。加工の基本は切削や研削といった材料を削りながら形を作る方法、プレス加工や鋳造などのように材料の形状を変えて形を作る方法が主体でした。最近これらに、3D-CADのデータ通りに材料を積み上げながら形を作る積層造形技術（AM: Additive Manufacturing）が加わりました。積み上げ型の加工技術としては溶射・肉盛などもありましたが、設計した3次元データのまま形状を作り上げられるAM法は、樹脂造形を中心に“3Dプリンター”として急速に市場を伸ばしています。その中で、部品の直接製造技術として金属材料の造形法についても期待が高まっています。以下ではこの金属部品加工について紹介します。

積層造形の特徴

積層造形技術は「第3の加工法」とも呼ばれています。これは、切削、研削技術などの塊から切り出し、削り出してくる加工法や、プレス、鋳造技術のような形を変える加工法との対比から呼ばれる名称です。すなわち、必要な場所に少しずつ材料を付け合わせるにより構造を作り出します。金属の積層造形技術は、図1に示すように、20～100 μmの粉を原料にし、1層分の厚さの粉を敷き、3D-CADなどで作った3次元データと同じ厚さに細かくスライスしたデータを使って、形状を作る部分だけに

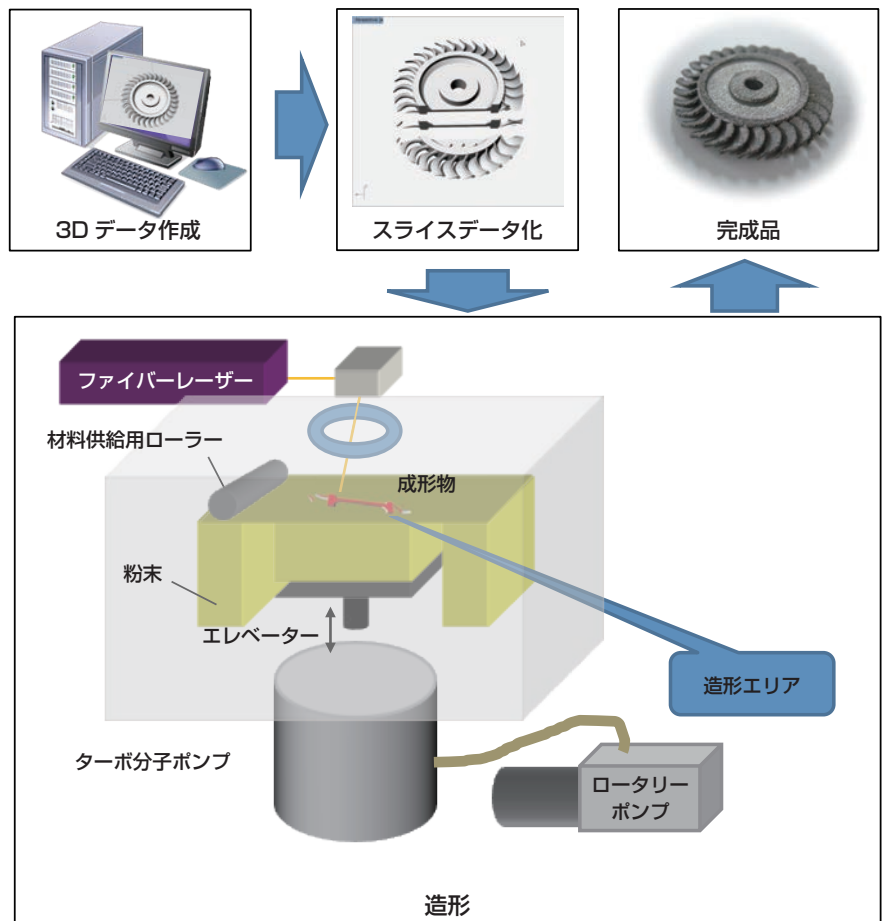


図1 積層造形法

3次元データを造形の厚さに併せてスライスし、敷き詰めた粉をレーザーなどで熔融する。1層できたら次の層と順次作成し、立体形状を成形する

高エネルギーのレーザーや電子ビームなどの加工ビームを照射して溶かして固めます。これを繰り返す、必要な厚さを積み重ね、最後に必要な形を作り上げます。そのため例えば図2に示すように、ポーラス体と緻密体というような構成の異なる構造や、切削用の工具が入らないような形状の構造、また、組み立てのできない入れ子状の形状などを作成できるこ

とが最大の特徴です。

その一方、粉を原料に逐次固めていく手法のため、加工としての限界や課題もあります。例えば、粉の粒径より薄い層を作ることはできず、高さ方向に対しては必ず段状の形状になります。また同じ理由で横方向にも原料の粉の大きさ以下の精度は得られません。粉の粒径を小さくすれば精度は向上できますが、その一



図2 金属積層造形技術の作成例
左から、多数の空孔を持つポーラス体と緻密体の混合、工具が入らない精密3次元形状部品、分離できない一体成形部品

方で積層数が増えてしまいます。造形にかかる時間は層の数に比例しますので、粒径を半分にして層の数を倍にすると造形時間も倍になります。さらに、加工ビームを用いた熔融・焼結ですので、一度に加工している場所は加工ビームのスポット径になります。大型の製品を作る場合も細かく一点一点を溶かして作り上げて行くので、一層分の加工にも時間がかかります。加工ビームが当たった場所は瞬間的に金属が熔融する温度まで上昇し、ビームが離れると一気に冷却します。このように局所的な熱負荷が高い加工であるために、熱ひずみの影響も大きく、製品が大きくなればなるほど、加工は難しくなる上、反り対策の熱処理などを組み合わせる必要があります。さらに、金属は反応性が高いため、空気中の造形では酸化してしまい製品の品質

が得られないほか、金属粉末原料自身も発火する危険性もあります。通常は不活性ガス中や真空中での加工が必須であり、しっかりとした管理下での加工が求められます。

金属積層技術のこれから

上記の安全性や管理の問題から、金属造形は製造現場での利用が当面主体となると考えられます。またこの手法の特性から、細かな構造を作るのは得意ですが、ひずみの生じやすい大型の製品、造形体積の大きな製品については技術のさらなる進歩が求められています。一方ポーラス構造やラティス構造などひずみの出にくい複雑な構造や、入れ子や工具が入らない構造などの他の加工法では作製できない複雑性をもつ製品の製造にはとても有効です。しかし、これらの形状は今まで作れなかった

が故に、誰も利用したことがない製品です。製品設計の自由度が高まり、自在に使えるようになった利点を活かして、新しい高機能な製品へと展開を図ることが最良です。新しい構造やその利用法については一から創出することが求められます。一つの企業では解決が難しいことも多いと考えられますので、産総研を有効に活用いただければと思います。

先進製造プロセス研究部門
難加工材成形研究グループ

なかの しずか
中野 禪
しみず とおる
清水 透
さとう なおこ
佐藤 直子
まつざき くにお
松崎 邦男

3Dプリンターが拓くものづくり技術の新展開

3Dプリンターが1台あれば、何でも作れる、これまでの加工技術はいらなくなる、という話を耳にしたことがあるでしょうか？これは3Dプリンターの究極の姿をイメージして語られたことだと思いますが、現状では、材料や造形速度などの制約から、そのレベルには到達していません。しかし3Dプリンターは、これまでの加工法では困難な複雑形状の部材を一体で成形することができます。

突然ですが、「ラムネ瓶(昔のガラスの口のタイプ)のビー玉はどうやって入れたのか？」と疑問に思ったことはありませんか？答えは、あらかじめ大きく作った口からビー玉を入れ、熱して口をすぼめるように加工した、です。ここで皆さんに伝えたいのは、最初にラムネ瓶を作った人は、ガラスの加工法を知っていて、どうやって作るかま

で考えた上でラムネ瓶を設計した、という点です。

新しくものを作るとき、設計者は目的とする機能を実現するために材料を選び、形状を決めていきます。このとき、設計者はどうやって作るか、実際に作れるかも意識します。作れない形状を設計しても無意味だからです。実はこのことは、設計者の心にブレーキをかけているのです。物理的に不可能というだけではなく、製造コストや加工時間も理想の形状をあきらめる理由になります。

図2は3Dプリンターによる作品の1例です。3つの球殻が入れ子になった構造を組立や接合なしに1工程で作れます。図3は中国の伝統工芸品の白玉天球で、12個の球が入れ子になっています。象牙の手彫りで制作には2年を要するものもあります。このような構

造を機械で加工するとしたら……これまでの常識では現実的な設計とは言えません。しかし、3Dプリンターを活用すれば、あきらめていた設計を実体にできるのです。

3Dプリンターでしか作れない構造、迅速性、加工法にとらわれない設計、といった特長を活かすと、これまでの設計概念は大きく変わります。近年、欧州では金属材料を直接造形できる3Dプリンターで実用レベルの航空機部品や人工関節が作られています。3Dプリンターは、設計者のアイデアを理想通りに実現することで、ものづくり技術に変革をもたらすと期待され、本格的な応用へ向けた技術開発が進められています。

先進製造プロセス研究部門
マイクロ加工システム研究グループ
あしだ きわむ
芦田 極



図1 ラムネ瓶とビー玉(イメージ)



図2 3Dプリンターで製作した3重球殻



図3 中国の白玉天球(象牙の工芸品)

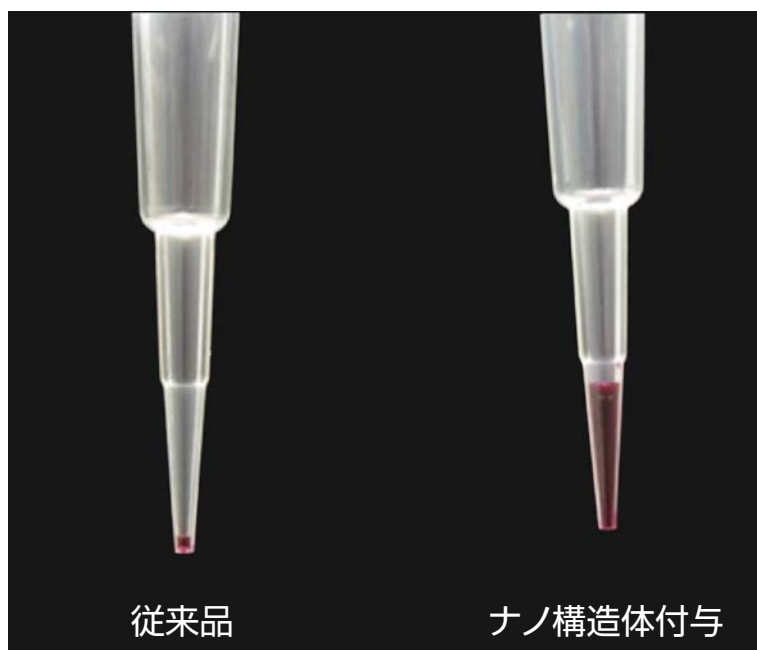
ナノ凹凸構造によるプラスチック表面の濡れ性制御と ディスプレイへの応用

濡れ性制御技術の展開

濡れ性制御技術は、多くの分野の製品製造で用いられている重要な技術です。この濡れ性制御には、材料固有の親水・撥水特性を利用し、それらの材料を製品に塗布する手法が一般的に用いられています。そして、最近では、動・植物がもつ親水・撥水機能の解析から、表面形状を人工的に制御することで、濡れ性を制御した応用製品開発も盛んに行われています。私たちは、表面形状をナノメートルサイズまで微細化し、ナノ構造による濡れ性制御とナノ構造による特異的な光学特性制御を融合した新機能デバイスの開発を目指しています。また、その産業化に必要な、低コストで簡便な製造技術の開発も行っています。

ナノ構造体転写技術の特徴

開発した技術は、ナノ構造体が形成された大面積金型を用いて、金型からの転写成形によって、プラスチック基板表面にナノ構造体を形成するもので、撥水性のプラスチック基板を親水化できます。成形転写プロセスだけでプラスチック基板を親水性に変化させることができるため、大面積化が可能であり、さらに、作製工程数の低減により、低コストで撥水性プラスチック表面を親水化できます。接触角計などの微小面積の濡れ性は、ナノ構造によって表面エネルギーが低下するため、ナノ構造体をもつプラスチック基板は、平板よりも撥水傾向を示し、親水化現



微細ナノ転写成形技術によるナノ凹凸構造体付ディスプレイ用品（表面張力:70 mN/mの液滴の毛細管力を測定）

象は発現しません。一方、今回のようにナノ構造体転写技術を組み合わせると、撥水性のプラスチック基板表面の濡れ性を改善することが可能になり、しかも光の波長より微細なナノ構造体であるため、透明度を確保することができるようになりました。

ディスプレイへの応用例

図は、ディスプレイ用品の金型表面にナノ構造体を作製し、射出成形だけでディスプレイ用品を作製した結果です。従来のディスプレイ用品の場合は、プラスチック表面の濡れ性が悪く、成形だけで毛細管現象を発現することができないことがわかります。しかし、ナノ構造体が付与されたディスポ

品は、プラスチック表面の濡れ性が向上しているため、成形だけで毛細管現象を発現することができます。さらに、可視域波長以下のナノ構造体は透明であることから、ディスプレイ内部の液滴の状態を観察することができます。

この技術により、親水部材の親水コーティングなどの生産工程が省略でき、より一層の低価格化・高機能化に貢献できると考えています。

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
くりはら かずま
栗原 一真

ナノストライプ構造による摩擦低減技術

摩擦・摩耗によるエネルギーの損出

摩擦や摩耗は、私たちの身の回りで起こる最も身近な物理現象の一つです。例えば、摩擦がないと立つことも歩くこともできませんが、摩擦は運動を妨げようとする力ですので、エネルギーの効率的な利用を妨げます。したがって、摩擦を低減することは、省エネルギーにとって極めて重要な課題と言えます。これまで、さまざまな摩擦低減技術が提案されてきました。表面に凹凸をつけること（表面テクスチャリング）も有効な手法の一つです。表面の凹凸によって、油溜め効果や、動圧効果などが発揮され、摩擦特性が向上します。ところが、摩擦界面で摩擦が生じるとその凹凸は徐々に消えてしまいます。大きな凹凸をつけると消えにくくなりますが、凹凸が大きすぎると摩擦特性は悪化します。一方、小さい凹凸ですと摩擦によって簡単に消滅してしまいます。そこで、表面テクスチャリングの効果を持続的に発現させるためには、広範囲に微細構造を形成し、かつ、摩擦によって消えない微細

パターン形成技術の開発が求められています。

ナノストライプ構造のコンセプト

摩耗によって消えない微細パターンをどのように作るか。その解決策は、既存の技術の組み合わせによって実現可能です。つまり、摩擦面が摩耗することを前提として、金太郎飴のように摩耗しても新しいパターンが形成されるような表面を作れば良い訳です。図に示すように、マイクロパターンをあらかじめ基材表面に作成し、その表面に性質の違う2種類の膜を積層させることで、多層膜の構造とします。こうすることで、初期の摩耗や研磨によって多層膜の断面が表面に現れることとなります。材料によって摩耗のしやすさが異なりますので、表面には多層膜の膜厚に対応したパターンが形成されます。多層膜の膜厚をナノメートルオーダーで制御すれば、ナノメートルサイズのパターンが形成されます。このように形成したパターンは摩耗が進行しても常に再生されるので、いつま

でも摩擦特性が変化しないことが期待されます。

ナノ構造による摩擦低減効果

摩擦摩耗試験により、さまざまな組み合わせを検討した結果、炭化ケイ素とカーボンの組み合わせが摩擦・摩耗特性に優れていることを見いだしました。現在、すべり軸受けへの適応を目指して、マイクロパターンの最適化、基材との密着性の確認、大型しゅう動試験による耐久性、曲面へのコーティング技術などの検討を行っています。

先進製造プロセス研究部門
トライボロジー研究グループ

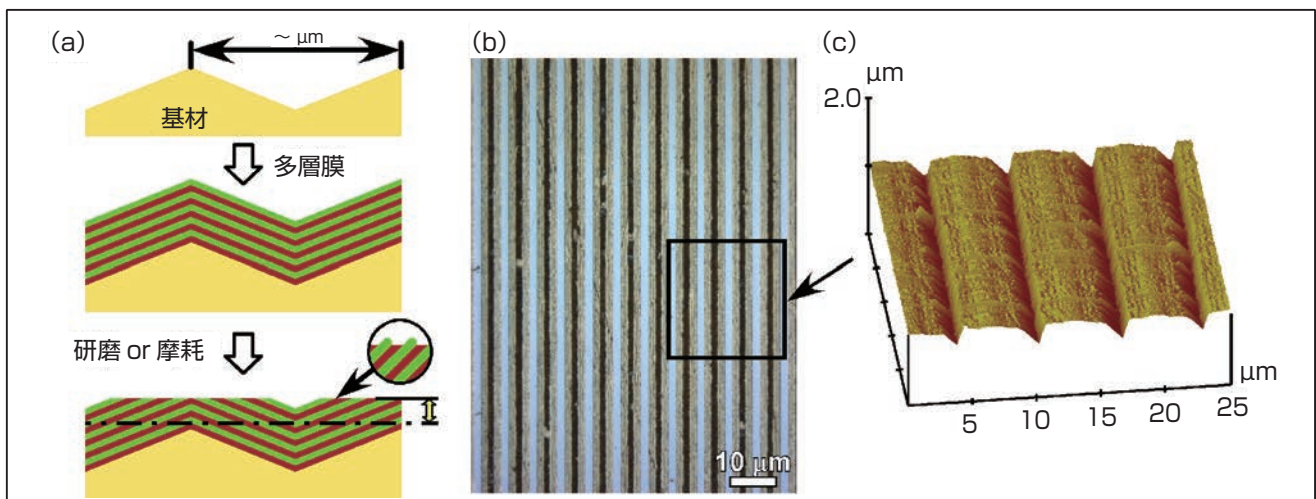
おおはな つぐよ
大花 継頼

表面機能デザイン研究グループ
加工基礎研究グループ

みやけ こうじ
三宅 晃司

参考文献

- [1] Y. Ando *et al.*: *Nanotechnology*, 21(9), 095304 (2010).
- [2] K. Miyake *et al.*: *Journal of Physics D: Applied Physics*, 43(46), 465302 (2010).



(a) 自己再生可能なナノパターン構造作製のコンセプト、(b) 作製したナノパターン構造のレーザー顕微鏡像、(c) 同ナノパターン構造のAFM像

医療用途を想定した極細管のレーザー加工技術、加工装置の開発

極細管加工用レーザー電解複合加工機の開発

脳外科手術用カテーテルやステント、内視鏡手術用デバイスなどに適用することを期待して、髪の毛よりも細い極細管を複雑な形状に加工する技術が望まれています。これまでは、細管と工具の干渉や、細管の把持や加工の際にかかる力で細管に変形が生じて加工位置の精度が維持できないなどの問題がありました。細管を精度よく把持できないという課題は微細複雑形状加工の共通の障害でした。

産総研では、極細管の加工が高速、高精度、低環境負荷で可能なレーザー電解複合加工機を開発しました。この装置(図1)は、非接触加工であるレーザー加工を採用しています。また、同一レーザー光源で加工と計測を行うことにより、計測位置と加工位置を同一にでき、細管の回転中心のずれや傾きなど把持に伴う誤差を補正して、加工のためのレーザーを正確な位置に照射できます。また、レーザー加工で生じたバリの除去と細管表面平滑化を微細電解加工で行えるようにして、直径90 μm (内径40 μm)の極細ステンレス管に対して複雑形状の加工が世界で初めて実現しました。

低熱影響層加工技術、DEEL 複合加工の開発

レーザー電解複合加工機を用いて極細管に微細形状を加工することが可能になりましたが、より高品位な加工を目指す場合、熱加工であるレーザー加工で発生する金属の溶融再凝固物が問題となります。特にステントの場合は、

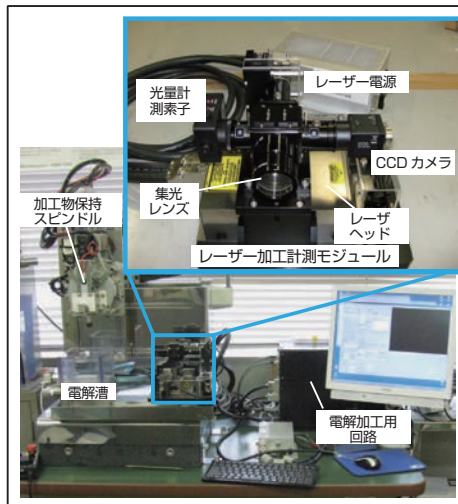


図1 レーザー電解複合加工機

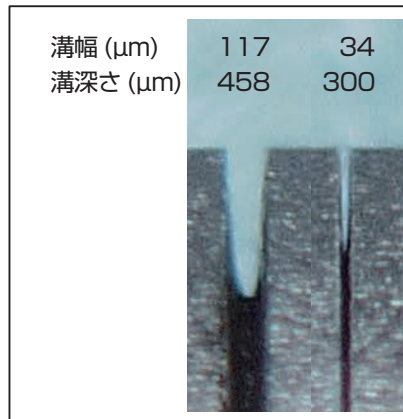


図2 DEEL 複合加工結果

極細管内面の溶融再凝固物は致命的な欠陥となります。

産総研では、DEEL (Deep Electrochemical Etching with Laser assistance) 複合加工技術を開発しました。これは、電解加工による材料除去と電解加工で生じた不動態被膜を主にレーザー加工で除去することを繰り返して行うことで、溶融再凝固物がほとんど発生しない新しい金属微細加工技術です。図2に示すようにDEEL複合加工を用いて溝幅約30 μm 、深さ約300 μm の深溝加工を実現しました。また表面には溶融再凝固物がほとんど存在しないことが確認で

きました。

今後の展開

新たに開発したDEEL複合加工の加工現象解明、加工条件の最適化、およびレーザー電解複合加工機で得た装置化技術を活用することで、溶融再凝固物が極小の極細管用微細加工装置の製品化と極細管医療用デバイスの開発を目指しています。

先進製造プロセス研究部門
マイクロ加工システム研究グループ
栗田 恒雄

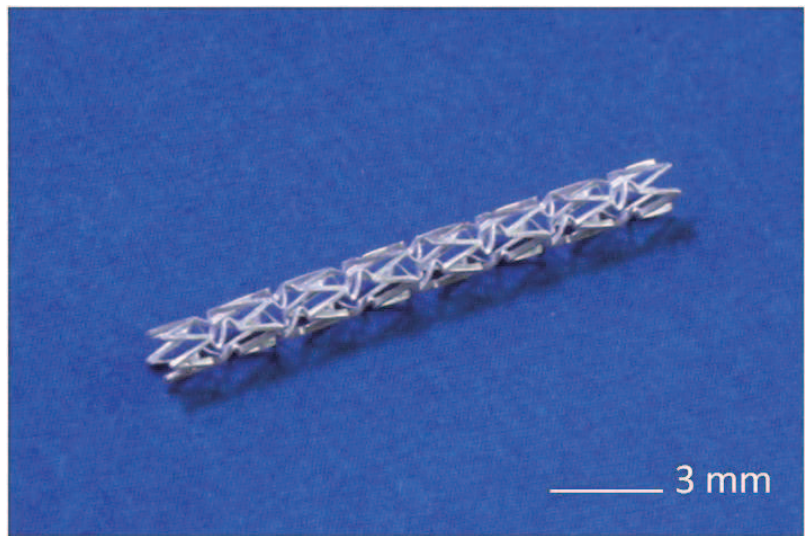
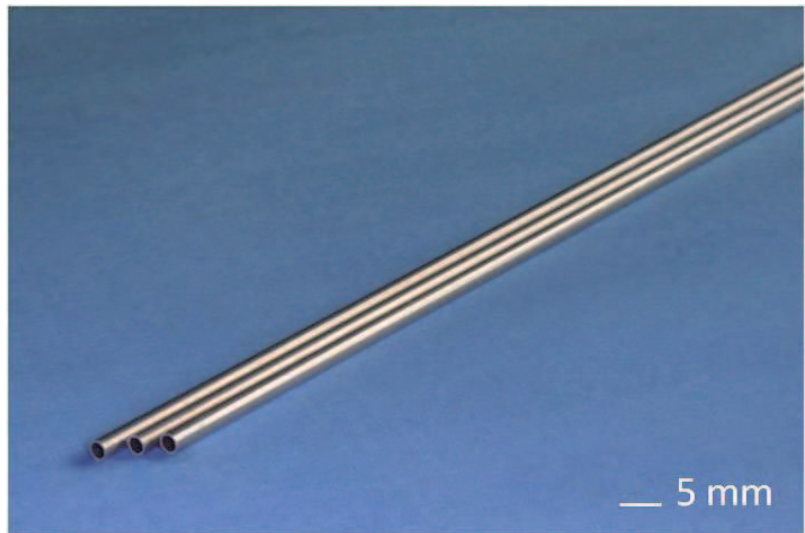
生分解性マグネシウム合金ステントのための 長尺薄肉細管成形技術

生分解性マグネシウム合金ステント

これまでに狭心症や心筋梗塞の治療で使用されてきたステンレス製のベアメタルステント（BMS）は、治療した血管疾患部位に永久的に残るため、それが原因で起こる再狭窄が問題となっていました。BMSに細胞増殖を抑制する薬剤を塗布することによって再狭窄のリスクは格段に減少しましたが、新たにステント内血栓症による副作用が問題となっています。ある一定の期間で体内に分解・吸収されるマグネシウム合金ステントは、疾患部位が治癒した後に全て消失するため、ステントの長期留置によって生じる問題を解決するとして期待されています。

長尺マグネシウム合金ステント管の開発

ステント開発には、基材となる管肉厚150～200 μmのステント管が必要不可欠ですが、マグネシウム合金は室温成形性に乏しいため加工が容易ではありません。また、ステントの品質、性能、生産性を十分に確保するには、マイクロメートル単位の高い寸法精度をもった長さ1 m以上の長尺ステント管の開発が求められています。こうしたニーズに応えるため、私たちは、塑性加工を利用したマグネシウム合金の長尺薄肉細管成形技術の研究に取り組んでいます。マグネシウム合金ビレットを熱間押し出しにより長尺細管に加工し、さらに冷間引抜き加工と熱処理を繰り返し行いながら、最終形状まで加工します。開発したステント管は、外径1.8 mm、管肉厚150 μm、長さ1 m以上で、金型形状と加工条件の最適化を図ることによって内外径誤差を



開発した長尺マグネシウム合金ステント管（上）と作製したマグネシウム合金ステント（下）

0.5 %未満、肉厚誤差を5 %未満に抑えることができました。

今後の展開

今後は、血管内皮が形成される3～6カ月の間、ステント機能を確実に保持できる合金組成を探索し、その長尺ステント管の開発を進めていくとともに、動物実験を通してマグネシウム合

金ステントの効果を実証していく予定です。

先進製造プロセス研究部門
難加工材成形研究グループ
はなだ こうたろう
花田 幸太郎
まつぎま くにお
松崎 邦男

高齢者・障害者の感覚特性データベース

年齢や障害の有無などに応じてグラフィカルに表示



倉片 憲治

くらかた けんじ
kurakata-k@aist.go.jp

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

若い技術者やデザイナーにとって、歳を取るとのよう見えにくくなるのか・聞こえにくくなるのか、また障害の有無によってどのように異なるのかを理解することは、必ずしも容易ではありません。このデータベースが、高齢者・障害者の感じる不便さや困難さを理解する手がかりとなり、誰もが安全に安心して利用できる製品・サービス・環境を設計するためのツールとして幅広く活用されることを期待しています。

関連情報：

- 共同研究者

伊藤 納奈、大山 潤爾、佐藤 洋 (産総研)、佐川 賢 (産総研、日本女子大学)

- 用語説明

* アクセシブルデザイン：高齢者や障害者を含む、より多くの人々が使いやすいように製品・サービス・環境などを設計する手法。

** JIS S 0032「日本語文字の最小可読文字サイズ推定方法」：産総研が提案し、2003年に制定された日本工業規格 (JIS)「高齢者・障害者配慮設計指針」のひとつ。

- プレス発表

2013年8月19日「「高齢者・障害者の感覚特性データベース」を公開」

● このデータベースに含まれるデータの一部は、(独)製品評価技術基盤機構の協力を得て収集したものです。

アクセシブルデザインの必要性と課題

これまで身の回りの製品・サービス・環境は、若い健常者を対象に設計・開発されることが一般的でした。しかし、近年の高齢者人口の著しい増加や障害者への配慮の高まりを受けて、アクセシブルデザイン*の普及が求められるようになってきました。しかし、健康に暮らしている人々の加齢の様子や障害の程度を体系的に測定する試みは、これまでほとんど行われてきませんでした。また、高齢者・障害者は、個人差が大きいのが一般的です。そのため、感覚特性の全体像を明らかにするには数十から数百名規模のデータが必要であり、コスト面、労力面からも測定の実施は容易ではありませんでした。

グラフィカルなデータベースを構築

産総研では過去15年以上にわたり、のべ3,000人を超える高齢者や障害者を対象に、視覚・聴覚・触覚などのさまざまな感覚特性を測定してきました。私たちは今回、これまでに得られた感覚特性データを検索可能なように集計し直し、グラフィクスを多用して見やすく表現した「高齢者・障害者の感覚特性データベース」を構築しました (<http://scdb.db.aist.go.jp/>)。

このデータベースでは、利用者は、視覚・聴覚・触覚に分類された16のデータ項目(表)から関心のある項目を自由に選ぶことができます。デー

データベースで公開した16のデータ項目

感覚の種別	データ項目名
視覚	可読文字サイズ
	年代別輝度コントラスト
	視標検出視野(視野範囲)
	視標検出視野(視標の検出率)
	コントラスト感度
	最小可読文字サイズ・コントラスト
	文章の文字間・行間余白設計
聴覚	基本色領域に基づく色の組合せ
	年齢別聴覚閾値分布
	低周波音に対する閾値
	音の大きさの等感曲線
	報知音の音圧レベル
	音声アナウンスの聴取音量
触覚	単語の正聴率
	テレビの聴取音量
	触覚記号・文字の判読率

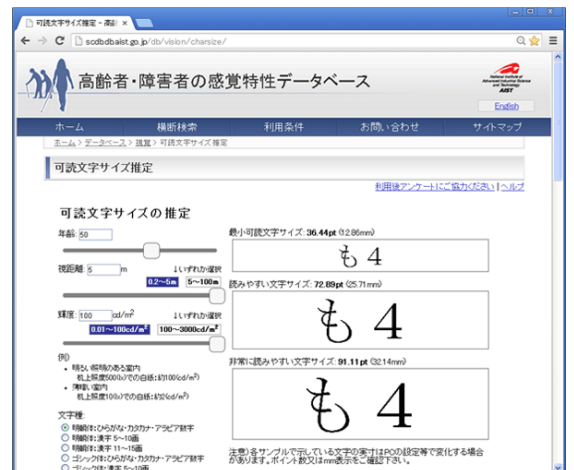
タ項目を指定し、調べたい対象者の年齢、性別、測定条件などを選択または数値で入力すると、その条件に合致したデータが引き出され、測定結果がグラフなどで画面上に表示されます。

一例として、「可読文字サイズ」のデータベース画面を示します(図)。画面左側で年齢、視距離、輝度、文字種を指定すると、右側にその条件に応じた「最小可読文字サイズ(読み取れる最小の文字の大きさ)」、「読みやすい文字サイズ」などが表示されます。

この可読文字サイズの推定は、JIS S 0032「日本語文字の最小可読文字サイズ推定方法」**に規定される方法に基づいています。この方法は、表や数式を使って可読文字サイズを計算で求めるため、必ずしも使い勝手のよいものではありませんでした。しかし、このデータベースを活用すると、それらの細かな表や数式を読み解かなくても、読みやすい文字サイズなどの推定結果をただちに得ることができます。

今後の予定

今回公開したデータは16項目だけですが、利用者から寄せられた要望などを参考に、今後、未発表データの整備や新しい項目の追加など、一層の拡充を図っていきます。次回のデータベースの追加・更新は、2014年3月末を予定しています。



データベース画面の一例：可読文字サイズ推定

ビッグデータから科学的発見を導く統計手法 実験科学における幅広い利用が期待



津田 宏治

つだ こうじ
koji.tsuda@aist.go.jp

生命情報工学研究センター
主任研究員
(臨海副都心センター)

機械学習・データマイニングの手法開発と、その生命科学への応用を行っています。増加の一途を続ける複雑なデータから有用な知識を発見することは容易なことではありません。この記事で紹介したように、対象が複雑になると発見された知識の信頼性を示すことが難しくなります。今後も数理的な立場から、広く応用可能な統計手法の開発を目指していきます。

関連情報：

● 共同研究者

寺田 愛花、瀬々 潤（東京工業大）、岡田 眞里子（産総研）

● 参考文献

A. Terada *et al.*:
Proceedings of the National Academy of Sciences (2013).

● 用語説明

* FDR: False Discovery Rateの略。発見された対象のうち誤っているものの割合を指す。

● プレス発表

2013年7月23日「ビッグデータから新たな科学的発見をもたらす統計手法を開発」

● この研究開発は、JST ERATO 湊離散構造処理系プロジェクトの支援を受けて行っています。

ビッグデータのパラドックス

自然科学では新しい現象を見つけたとき、誤発見の確率を示す検定値 (P値) が計算され、あるしきい値 (一般には、0.05) 以下の場合にのみ、信頼しうる科学的発見として認められます。観測できる対象が増えると誤発見の確率も高くなるため、発見の基準を厳しくしなくてはなりません。多重検定法の中で最もシンプルでよく用いられるボンフェローニ法では、 n 個の対象があれば、P値に n を掛けて補正し、それでも0.05以内であれば、発見として認めます。その結果、観測対象が増えたのに、科学的発見が減るといふ奇妙な現象「ビッグデータのパラドックス」が起きる場合があります。

超高速アルゴリズムにより発見力を大幅に改善

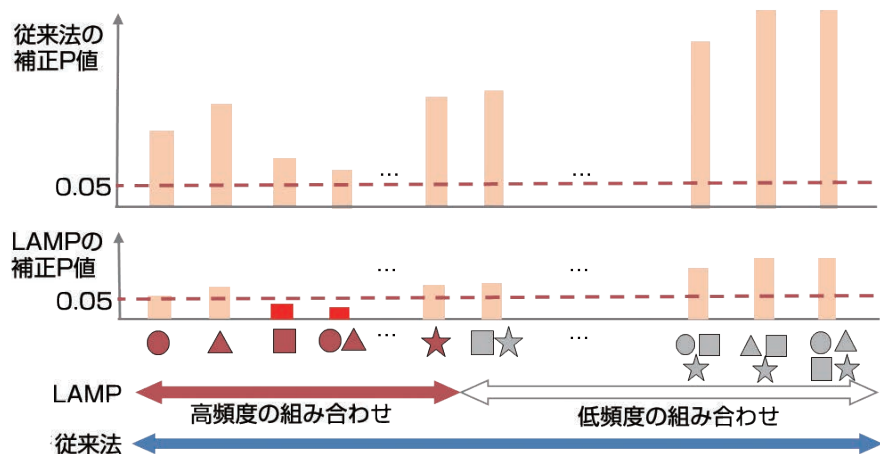
私たちは今回、これまでよりも格段に正確な補正P値を計算できるアルゴリズムLAMP (Limitless-Arity Multiple testing Procedure、無限次数多重検定法) を開発しました。ボンフェローニ法では、全ての組み合わせ因子の数を補正係数として用いるのに対し、LAMPでは、出現頻度の低い組み合わせは誤発見率を変化させないという数理的性質に注目し、超高速アルゴリズムを用いて無為な出現頻度の低い組み合わせを特定し取り除くことによって、補正係数

を大幅に削減しています(図)。またLAMPでは通常のボンフェローニ法と比べて、統計的な検定の精度を保ったままで、補正係数を十分に低くすることができます。この手法を用いて、ヒトの乳がん細胞株の遺伝子発現データを再解析したところ、これまで見過ごされてきた、最大8個の転写因子の組み合わせが乳がん細胞の増殖に関与していることを発見できました。

出現頻度の低い組み合わせが誤発見率を変化させないという事実は、1990年に米国のタローネによって明らかになっていましたが、アルゴリズムを用いて、それらを実際に数えあげて、生命科学データに適用したのは世界初です。生命科学で広く用いられているFDR*による方法では、誤発見率については妥協することで、発見力を高めています。この手法ではそのような妥協をせず、アルゴリズムのみによって発見力を大幅に高めることに成功しました。

今後の予定

この成果により、転写因子の組み合わせ効果の研究をはじめ、複数の遺伝子が原因となっている疾患の同定や多数の部位が関わる脳の高次機能の解明など、複合要因に起因する現象の解明が加速されることが期待されます。

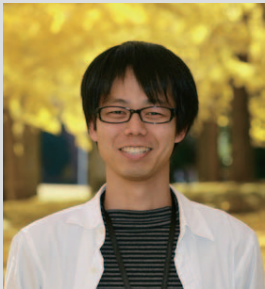


従来法とLAMPの比較

赤色で示した組み合わせ因子のみが発見として認められる。

高効率な電圧磁気異方性制御

電圧駆動型スピントロニクスデバイスの基盤技術を開発



野崎 隆行

のざき たかゆき

nozaki-t@aist.go.jp

ナノスピントロニクス研究
センター
金属スピントロニクスチーム
主任研究員
(つくばセンター)

古代より不思議な石として人々を魅了してきた磁石が最先端の電子デバイスにおいても重要な材料となり始めています。スピントロニクスでは磁気メモリーやセンサーだけでなく、高周波発振素子や検波素子などさまざまな磁気デバイスの実現を目指しています。私はこれらの素子を低消費電力で駆動するための新しいテクノロジーとして、電界によるスピン制御技術の確立を目指しています。

関連情報：

● 共同研究者

薬師寺 啓、田丸 慎吾、関根正樹、松本 利映、甲野藤真、久保田 均、福島 章雄、湯浅新治（産総研）

● 参考文献

T. Nozaki et al.: *Appl. Phys. Exp.*, 6, 073005 (2013).

● プレス発表

2013年6月24日「電圧による磁化制御を高効率化」

●この研究開発は、独立行政法人 科学技術振興機構の委託事業「革新的プロセスによる金属/機能性酸化物複合デバイスの開発（平成21～27年度）」（研究総括：渡辺 久恒、研究代表者：湯浅 新治）による支援を受けて行いました。

スピントロニクスデバイスの課題

電子がもつ磁気的な性質である“スピン”を利用する「スピントロニクスデバイス」は、電力を供給し続けなくてもスピン(磁化)の向きが元に戻らない“不揮発性”と呼ばれる特長を持つため、待機電力がほとんど要らない磁気メモリーなどの開発が進められています。しかし、情報の操作(磁化の方向や運動の制御)には、現在のところ大きな電流を用いる必要があり、ジュール熱による不要なエネルギー消費が駆動電力低減の大きな壁となっています。そのため、電流ではなく電圧によって磁化状態を制御する技術が望まれています。

二重絶縁層構造で電圧磁気異方性制御を高効率化

私たちはこれまで、数原子層まで超薄膜化した金属磁石の磁気異方性を電圧で制御する技術の開発に取り組んできました。これまでは電圧磁気異方性制御の実証には単層バリア型の強磁性トンネル接合素子が用いられてきました。一方、産総研では、電流駆動型デバイスの開発過程において、鉄とホウ素の合金からなる金属磁石層(FeB層)を酸化マグネシウム(MgO)絶縁層二層で挟んだ構造では、FeB層の磁化が膜面に垂直な方向に強く向き(垂直磁気異方性)、この構造が大容量化に有効であることを見いだしました。今回は、この構造を用いて電圧効果の

効率増大に取り組みました。

二重絶縁層構造を電圧駆動化するために、これまでは2ナノメートル以上の膜厚であった金属磁石層を1.5ナノメートルまで超薄膜化し、MgOの絶縁層で挟んだ構造としました(図1)。この素子に電圧を加えた状況下でトンネル磁気抵抗効果を測定し、垂直磁気異方性変化の定量評価を行いました。

図2にFeB層の垂直磁気異方性の印加電圧依存性を示します。正の電圧方向において、垂直磁気異方性の変化は従来構造(黒線)よりも大きく増大し、約3倍の傾きで変化しました。この傾きは電圧による制御性の効率を直接示すもので、二重絶縁層構造がこれまでの3倍にもなる高効率な電圧制御ができることを示しています。垂直磁気異方性の大きな構造で大きな電圧効果の実現により、Gbitスケールを目指した微小磁性素子でも電圧制御が適用できることが示されました。

今後の予定

今後は金属磁石材料や素子構造の最適化を進め、磁気異方性変化効率の増大を目指すとともに、電圧駆動型3端子スピン増幅素子などの、新しい機能性をもつスピントロニクス素子、さらにはグリーンITの実現を目指します。

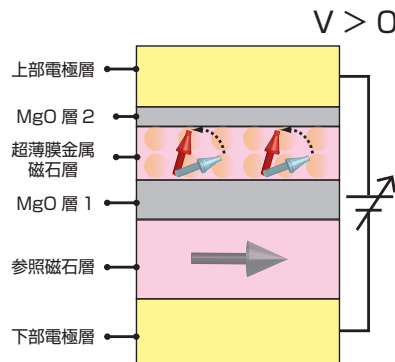


図1 今回開発した二重絶縁層型の電圧駆動スピントロニクス素子の模式図

矢印は磁化の向きを表している。

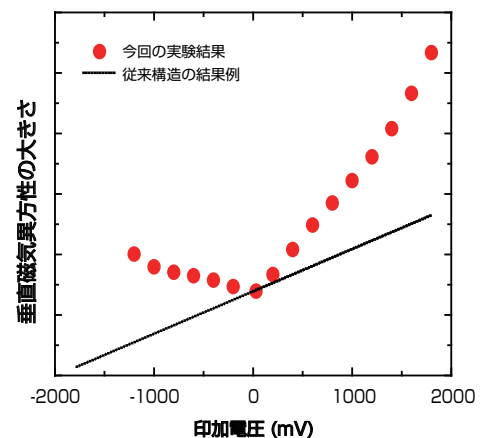


図2 電圧印加による磁気異方性変化の実験結果

基板上の液滴形状のシミュレーション技術

親水／撥水パターン上の液滴形状を簡易・高速・高精度に予測



野田 祐樹

のだ ゆうき (中央)
y-noda@aist.go.jp
フレキシブルエレクトロニクス
研究センター
産総研特別研究員
(つくばセンター)

プリントエレクトロニクスの実現に向けて、有機半導体・強誘電体などの革新的印刷プロセスの開発と、そのための基盤となるマイクロ液滴挙動の解明と制御に取り組んでいます。

松井 弘之

まつい ひろゆき (右)
h-matsui@k.u-tokyo.ac.jp
所属は同上
産学官制度来所者
(つくばセンター)
東京大学大学院新領域創成科学研究科 (兼)

プリントエレクトロニクスに関する物性物理や表面科学を実験と計算の両面から解明・理解し、それを物質開発やプロセス設計にフィードバックするための研究に取り組んでいます。

長谷川 達生

はせがわ たつお (左)
t-hasegawa@aist.go.jp
所属は同上
副研究センター長
(つくばセンター)

プリントエレクトロニクスの実現に向けて、有機半導体・導電体・強誘電体などの電子機能性材料を印刷プロセスに適用するための材料基盤技術の開発と、材料の特質に立脚した革新的印刷プロセスの開発に取り組んでいます。

関連情報：

● プレス発表

2013年7月31日「プリントエレクトロニクスのための液滴シミュレーション技術」

プリントエレクトロニクスの課題

印刷技術を電子デバイスの製造に応用する「プリントエレクトロニクス」技術が大きく注目されています。そこでは、印刷塗布した微小なインク液滴（数ピコリットル～数十ナノリットル）の基板上的の形状を、精密に予測することが求められます。とりわけ近年、インクを弾きやすい撥水表面上に、インクの濡れやすい親水領域による微細パターンを形成することで、従来の印刷技術の限界を超える高精細化を実現する手法が注目されています。しかし、これまでのシミュレーション法では、このような親水／撥水境界を含む表面上での液滴形状の予測は容易ではないことが知られてきました。

「HyDro」の開発

液滴形状を数値的にシミュレートするため広く用いられてきた最急降下法では、液滴の接触線（基板表面に接した部分）を含むすべての表面に対し、表面自由エネルギーの勾配から解を探索する手法がとられていました。このため親水／撥水境界により表面自由エネルギーが不連続に変化する箇所を含むと、解が探索しづらくなり、最終的な液滴形状が得られないなどの問題が生じます。一方、解の探索をすべてランダムに行う直接探索法では、膨大な計算時間が必要となってしまいます。

そこで私たちは、液滴の表面形状を接触線部

分とそれ以外の部分に分け、前者には直接探索法、後者には最急降下法を適用するハイブリッド法を考案し、これによる液滴形状シミュレーションソフトウェア「HyDro」を開発しました。図1に、長方形の親水領域上に液滴を塗布した場合に、HyDroと従来法それぞれで、解の探索とともに表面エネルギーの和が減少する様子を示します。HyDroでは、全エネルギーの最も低い安定解に、素早く落ち着くことがわかります。またインクジェット印刷法による液滴塗布実験との比較から、HyDroにより高い精度で実験が再現されることが確かめられました。

HyDroにより、これまで予測できなかったストライプ・くし形・チェック模様などの複雑な親水パターン上のインク液滴形状を、簡易・高速・高精度に予測することができます。例えば、親水パターンの折れ曲がり部位におけるインクのはみ出し効果などを正確に予測でき（図2）、印刷製造する高精細配線のパターン設計や製品の不具合の解析に利用できます。さらに液滴塗布実験による精密観察とこのソフトによる解析を組み合わせることで、表面濡れ性のマッピング測定を行うことができます。

ソフトウェアについて

HyDroは市販のパソコン上でOSによらず動作し、現在、ウェブ上で無償公開しています。
(<https://sites.google.com/site/hydrojpn/>)

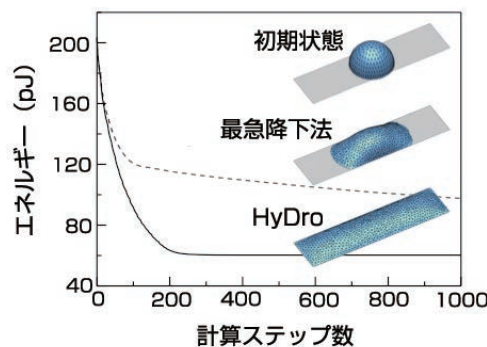


図1 親水／撥水パターン上の液滴形状シミュレーションにおけるHyDroと従来法の解の収束性の比較

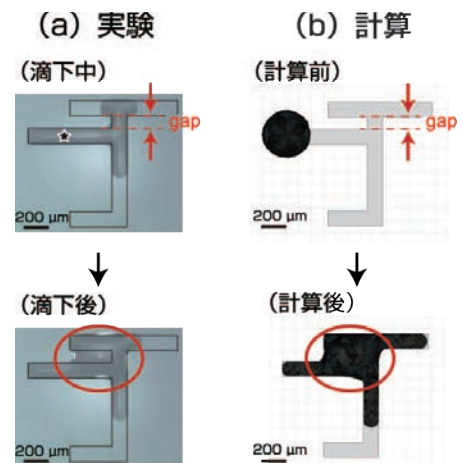


図2 配線パターン上にインクジェット塗布した液滴（左）とシミュレーションの比較（右）

発光タンパク質とバイオマスとのハイブリッド化技術

蛍光タンパク質や化学発光タンパク質の産業利用への基盤

国際公開番号
WO2013/094359
(国際公開日：2013.6.27)

研究ユニット：

健康工学研究部門

適用分野：

- 臨床検査試薬・技術分野
- インク・印刷技術
- 科学教材など

関連情報：

- 参考文献

H. Hoshino *et al.*: *Nat. Methods*, 4, 637-639 (2007); T. Nakamura *et al.*: *J. Mol. Biol.*, 381, 670-680 (2008).

● 特許：特許第 5283105、特許第 4604185

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

知的財産部技術移転室

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

目的と効果

緑色蛍光タンパク質 (GFP) は“天然の蛍光物質”であり、遺伝子導入された細胞内で生合成され、生細胞の状態でも観察可能なため、研究分野で活発に利用されています。他方、“光るタンパク質”の材料化は産業利用上の課題でした。さて、自然界での GFP の緑色発光は、発光クラゲ体内でのルシフェリン-ルシフェラーゼ反応を介して生じます。この“自然の妙”の安定再現化技術が“自己励起蛍光タンパク質 (BAF)”です (図1)。この発明は、BAF を安価な天然高分子 (キチン/セルロース繊維) と一体化したハイブリッド作製技術であり、低環境負荷材料として幅広い用途への応用が期待できます。

技術の概要

この発明は、紙などの身近な天然バイオマス素材にタンパク質機能を付与した、タンパク質-バイオマスハイブリッド素材に関するものです。超耐熱性キチン/セルロース結合ドメイン (hCBD) と BAF との融合体 “hCBD-BAF” を利用して、キチン/セルロース繊維といった

バイオマス材料に GFP の蛍光・化学発光機能を付加した発光タンパク質-バイオマスハイブリッドを作製できます (図2)。このハイブリッドは、室温下での乾燥保存状態で1年を超える長期間、その蛍光活性と化学発光活性をともに維持可能です。例えば、蛍光&化学発光インクというシンプルな使用法から、病原性微生物感染の迅速・簡便な検査試薬への応用など、アイデア次第で日常生活におけるさまざまな局面で活用できます。

発明者からのメッセージ

長期間にわたる室温下での耐乾燥性能は、いざという時に直ちに利用可能な技術の実現に有利です。機能タンパク質の性能としては、従来概念からすれば“非常識なほど安定”で、当該ハイブリッドの性能ゆえに BAF を“乾物”として材料利用することができます。端的に言えば、「『クラゲの発光器』をセルロースやキチン材質表面で再構成」でき、いつでもどこでも GFP の緑色発光を再現可能です。また、蛍光と化学発光の両方を利用できるのも利点です。

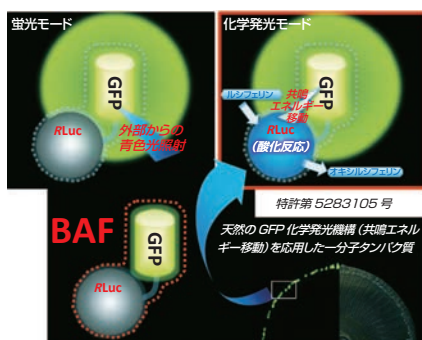


図1 自己励起蛍光タンパク質・BAFの概念図
天然発光クラゲの GFP の化学発光現象を、一分子タンパク質として何時でも再現可能なオリジナル技術 (RLuc:ルシフェラーゼ)。

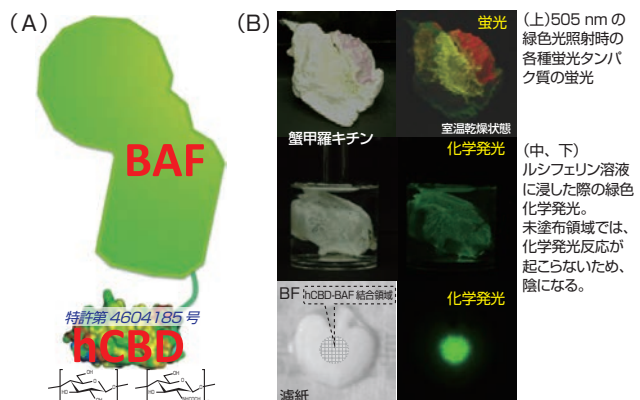


図2 hCBD-BAF-バイオマスハイブリッドの概要 (A) と実際のハイブリッドの蛍光活性並びに化学発光活性 (BF: 蛍光灯照明下での様子) (B)
いずれも室温乾燥保存後のものを使用した。

斜め入射集光加熱反射鏡

プロセスガスをウエハ面に垂直供給できる集光加熱装置を開発

国際公開番号
WO2013/081107
(国際公開日：2013.6.6)

研究ユニット：

ナノエレクトロニクス研究部門

適用分野：

- CVD装置
- 半導体製造装置
- 結晶成長装置

目的と効果

赤外線加熱技術は成熟しきった技術とみなされており、加熱効率の改善や装置小型化などは、温度均一化の困難さを考えるとリスクが高く、ほとんど前例がありませんでした。ウエハに対して垂直方向からプロセスガスを導入する場合は、必要以上のエネルギーを消費する大型の既存赤外線加熱装置しか選択肢がなく、また、加熱効率が高い点集光型加熱装置は、幾何学的な制約から、垂直方向からのプロセスガス導入には利用できないという問題がありました。この発明は、反射鏡の形状を工夫して、原料ガスをウエハ面に垂直供給できる集光加熱装置を実現するものです。

技術の概要

この発明では、点集光型の高加熱効率性を維持したまま、上記プロセスを行う際の幾何学的な制約を回避しました。具体的には、図1のように、2つの反射鏡を接続した反射鏡ユニットを3組用意します。そのユニット1つには、焦点が3つ存在し、最上部の焦点に光源を、最下部の焦点に

被加熱対象物のウエハを置き、ウエハに斜め上方から集光する形状の反射鏡となっています。ハロゲンランプを1ユニットに1つ取り付け、集光加熱を行うと、3灯合計690Wの電力投入で、到達温度が1000℃となります。このような斜め入射型集光鏡を用いた加熱装置は他では見られなく、また、その加熱効率は理想的な回転楕円面を用いた点集光型と比べて70%程度とよい結果が得られています。

発明者からのメッセージ

集光加熱装置を使用する場合、均一に加熱するために、被加熱物よりも赤外線ランプの設置面を大きくし、局所加熱法の長所である高い加熱効率を無視した装置が、これまで広く使用されてきました。この発明により、省エネルギーと省資源を最優先させた、使用者にとって便利で低コストの集光加熱炉の開発が可能となりました。産総研が中心となって進めているミニマルファブ構築でも、この発明を利用した加熱炉の開発を進めています。

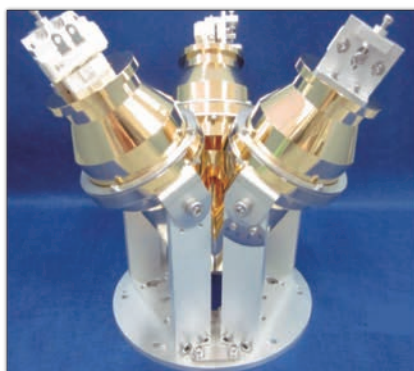


図1 開発した斜め入射型赤外線反射鏡ユニット
1つのユニットにハロゲンランプを1つ装着。石英管を鉛直方向に設置し、プロセスガスを上方から流すことが可能。

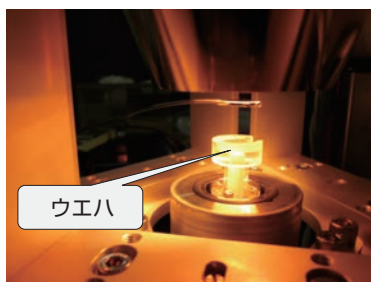
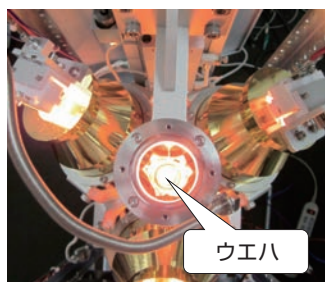


図2 開発した斜め入射型赤外線反射鏡ユニットによる加熱の様子
左は上方から見た加熱中のウエハ表面。右はウエハステージ。

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

ユーザーに優しい重錘形圧力天びんの使用ガイド

JIS B 7616「重錘形圧力天びんの使用方法及び校正方法」

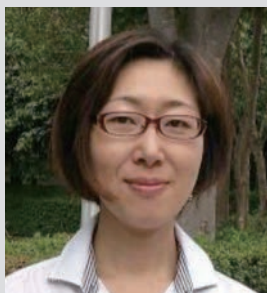


小島 時彦

こばた ときひこ
tokihiko.kobata@aist.go.jp

計測・計量標準分野研究企画室
研究企画室長
(つくばセンター)

現在はアジア太平洋計量計画
(APMP) 質量関連技術委員会
(TCM) の主査も務めています。



小島 桃子

こじま ももこ
m.kojima@aist.go.jp

計測標準研究部門 力学計測科
圧力真空標準研究室 主任研究員
(つくばセンター)

2013 年前半は、米国標準技術
研究所 (NIST) の圧力標準の
グループに研究滞在しました。最近
は、低圧力・低真空領域の標準
の開発に取り組んでいます。



梶川 宏明

かじかわ ひろあき
kajikawa.hiroaki@aist.go.jp

所属は同上
主任研究員
(つくばセンター)

約 1 トンの巨大な重錘を利用す
る大型の重錘形圧力天びんの開発
を行い、1 GPa (ギガパスカル)
までの液体圧力標準を整備しまし
た。開発した標準の国際整合性を
確認するため、国際比較の参加、
運営も積極的に行っています。

JIS B 7616 制定の経緯

重錘形^{じゅうすいがた}圧力天びんは、圧力を高精度かつ安定に発生できる装置で、圧力校正の現場において標準器として広く用いられています。図1で示したように、圧力の発生原理は単純ですが、高精度な性能を引き出すためには繊細な扱いと熟練した操作技術が必要です。これまで、重錘形圧力天びんに関する3つの規格(JIS B 7610-1, -2, -3) がありましたが、使用方法や校正方法、不確かさ評価の方法について十分な情報が含まれていなかったため、ユーザーによって校正結果や不確かさ評価が大きく異なることがありました。それらのレベルを同一にするため、ユーザーや圧力計測に関係する工業会から、校正方法や特性評価方法、不確かさ評価などの詳細を含んだ規格の作成が要望されていました。そこで、産総研と一般社団法人 日本計量機器工業連合会が協力し、これまでの3つの規格の再編と合わせて、使用方法と校正方法に焦点を絞ったJIS B 7616の作成・制定を行いました。

規格の内容

JIS B 7616では、圧力範囲の上限が100 kPa ~ 500 MPaのゲージ圧力及び絶対圧力計測に対して用いられる重錘形圧力天びんを対象としています。ユーザーが参照しやすい規格となる

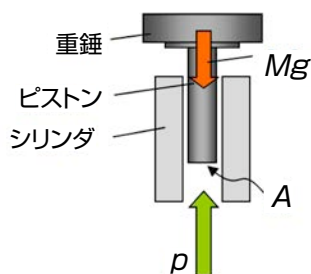


図1 重錘形圧力天びんによる圧力発生原理

発生圧力 (p) は、重錘とピストンの質量 (M) による鉛直下向きの力 (Mg , g は重力加速度) をピストン・シリンダの有効断面積 (A) で除して求める。

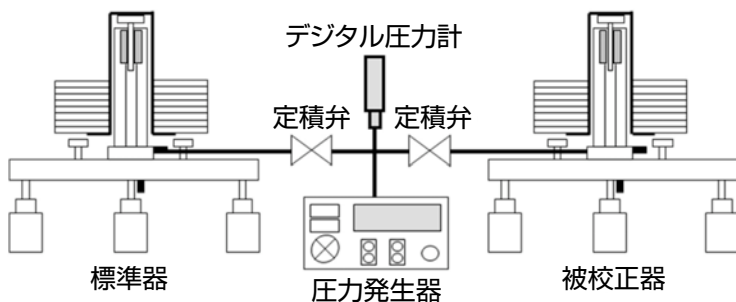
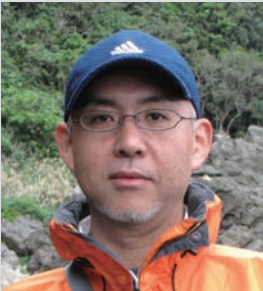


図2 産総研の開発した、重錘形圧力天びんの発生圧力の比較方法 (圧力計置換比較法)

中央の圧力計で、2つの圧力天びんの発生圧力を交互に測定することで、両者の発生圧力を高精度に比較できる。

5万分の1地質図幅「^{いまじょう}今庄及び^{たけなみ}竹波」地域の出版 「国土地質情報の標準化」と「都市基盤整備・防災」のための地質図幅整備



中江 訓

なかえ さとし
nakae-satoshi@aist.go.jp

地質情報研究部門
層序構造地質研究グループ
研究グループ長
(つくばセンター)

専門は付加体地質学、微化石層序学、構造地質学。フィールドワークを主軸に、微化石分析に基づく堆積岩の時代決定や化学組成分析に基づく玄武岩類の形成場の推定などによって、付加複合体の造構過程を研究。地質科学国際研究計画 (IGCP 592) に参加中。2012年度より、地質図幅整備を担う「陸域地質図プロジェクト」のリーダー。

地質^{ずぶく}図幅とは

地質図幅は四辺を緯線・経線で画された地質図のことで、旧地質調査所（地質調査総合センターの前身）が国家的事業として作成を開始して以来、100年以上継続して整備されてきました。今日でも地質図幅の作成は国の知的基盤整備に位置づけられ、国土の地質情報を各種の地質図として出版しています。そのうち5万分の1地質図幅は、現地調査によって地層・岩体の形成過程や地質構造を解明するという点で、重要な地質図であるといえます。5万分の1地質図幅の整備は現在、「都市基盤整備・防災等からみた重要地域」と「国土地質情報の標準化及び体系化のための重要地域」という2つの柱を中心に作成地域を定め、調査・研究を展開しています。

「今庄及び竹波」地域

福井県敦賀市の北方に位置するこの地域では、古生代ペルム紀～中生代ジュラ紀（約2億6000万～1億6500万年前）に形成された付加複合体と呼ばれる地層群を基盤岩とし、新生代の暁新世（約6000万年前）と中新世（約2000万年前）の火成活動の産物である花崗岩や安山岩なども分布しています。

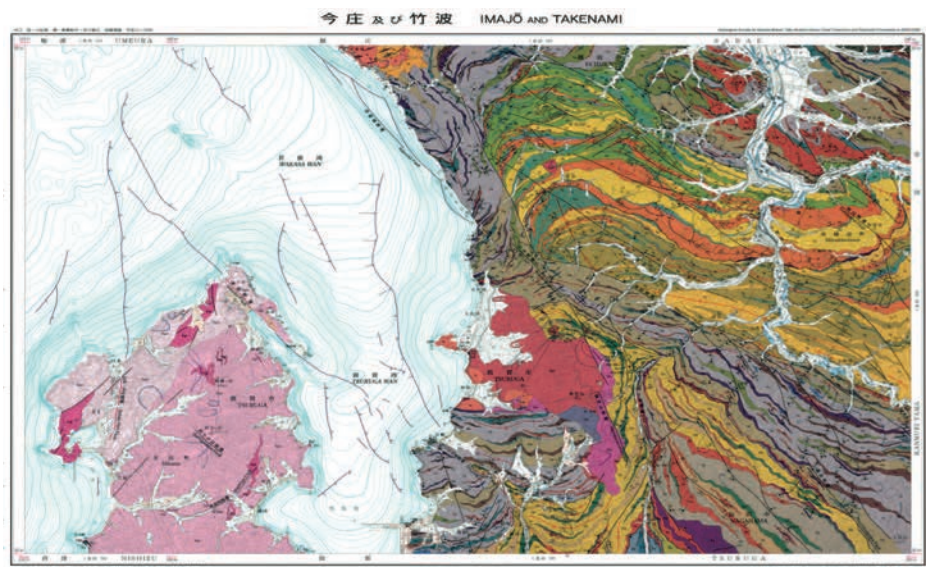
地質情報の標準化

ペルム紀～ジュラ紀の地層群は、当時の古ア

ジア大陸東縁に沿った海溝（沈み込み帯）で形成されたため、この地域だけでなく、南は沖縄県の石垣島から北はロシア沿海州にまでその存在が知られています。広範な分布をもつこの地層群の形成過程を考察する上で重要なのは、構成岩類の種類・年代やその累重関係に基づく層序区分（地層群の細分）の標準化です。これによって遠く離れた地層群の同一性や比較の議論が可能になります。この地域では、放散虫（海棲プランクトンの一種）の化石を用いた地層の年代決定や層序（地層の積み重なるの順序）の構築を行うことで、地質構造における異なる見解の対立に終止符を打つことができました。さらに周辺の地層群との比較検討に道筋をつけることができるという波及効果もあります。これが、「地質情報の標準化」がもつ大きな意義です。

都市基盤整備・防災

標準化とは別に、もう一つ重要な貢献があります。西部の敦賀半島は原子力発電所が立地する地域であり、また最近、この地域内を通過する北陸新幹線の敦賀延伸が決定されました。地質図幅は、立地周辺の地質がどのような経緯で成り立っているかという地質情報を示したものであり、これからの環境保全・開発、あるいは災害軽減や社会の安全・安心に貢献することが期待されています。



5万分の1地質図幅「今庄及び竹波」地域

東側のペルム紀～ジュラ紀付加複合体（黄色・緑色・灰色）は褶曲構造により複雑な分布をしている。中央と西部の赤系統の色は花崗岩。

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48回)

イノベーションの基 —産学・地域連携によるグローバルトップ性能製品の開発—

産学官連携推進部 産学・地域連携室長、イノベーションコーディネータ

おざき こういち
尾崎 浩一

これからのものづくり中小企業

これまで、わが国の製造業の強さの根幹は、高品質で低価格な部品を迅速に供給してきた中小製造業の高い技術力によるところが大きく、中小製造業のサポートインダストリーとしての高度な技術が川下企業の世界市場での高い競争力を支えてきました。しかし昨今、資源と安価な労働力に恵まれた大規模新興国が大きな市場を形成しつつ発展し、川下企業が製造の現場をグローバルに展開しています。この状況下で、中小製造業もグローバルな進出を求められ、そこに活路を見出すことを要求されています。今後、日本の中小製造業の目指す方向が世界のサポートインダストリーとしての発展であることは間違いありません。しかし、川下企業の組立工場に地理的に近いことと立地や労働コストの安さが大きな競争優位性を示すからといって「グローバル化=製造現場の海外移転」という捉え方は、それに対応できる中小製造業は限られているのが実態ですし、国内産業の空洞化を招きます。

これからのものづくり中小企業においては、高度な技術力だけでは不足で、それをコアとして新分野に進出していく研究開発型企業として生き残りを計ることが必須だと考えま

す。理想は、自社の高度な技術で世界的に新規かつトップ性能の自社製品をもち、自社をブランド化すること、また製造現場の主要部を日本国内に残すことです。産総研の技術シーズが中小製造業の高度なものづくり技術によって実用化するような、中小製造業と産総研の相互補完的な連携が、イノベーションの基として極めて重要であると考えます。

産学・地域連携室の活動と事業「グローバルトップ性能製品の評価手法の開発」

産学・地域連携室には、特に産総研OBなど各分野のベテランからなる産業技術指導員がいます。彼らは産総研地域センターの産学官連携センターと協力して、地域の企業に産総研の技術を普及し、さまざまな企業ニーズに対して解決のための共同研究をコーディネートし、共同研究開発を実行するための公的研究資金獲得を支援するなどの活動を行っています^[1]。

公的研究資金の獲得を目指す前段階において、産総研のシーズ、設備、ノウハウを活用して提案準備のための「中小企業共同研究スタートアップ事業」を行い、多くの共同研究を効果的に実行してきました。

さらに、このような共同研究で優れた製品を開発したとしても、中小企業の海外展開のためには、製品の性能、優位性を説得力のある評価法で海外に示していくことが重要です。そのため、2012年度からの事業として「中小企業グローバルトップ性能製品の評価手法の開発」を実施しています。産総研の技術シーズに基づく製品の性能を客観的に証明する評価手法を確立し、海外展示会や国際学会で、性能および評価手法を、産総研職員が海外ユーザーへ直接説明する活動です。

これからの中小企業との連携

産総研の技術シーズで中小企業がトップ性能の製品を開発し、グローバル市場のシェアを確保していくことは、企業にとっては自社製品による世界進出と自社ブランドの構築であり、産総研にとっては研究成果の実用化とグローバルな普及です。中小企業との連携のあり方として重要な方向であると考えます。

参考文献

[1] 尾崎 浩一：産総研 TODAY, 12(8), 20 (2012).



講演中の筆者
第14回産学官連携フォーラム(2013年10月24日、郡山市)にて

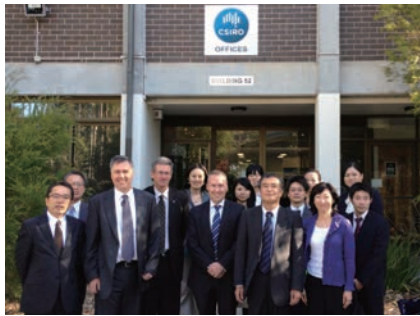
2013年11月4日、産総研と豪州連邦科学産業研究機構（CSIRO）は、イノベーション推進についてのワークショップを、CSIRO ノースライド（シドニー）にて開催しました。産総研からは、瀬戸理事、宮崎国際部長をはじめ、イノベーション推進本部と広報部の若手事務職員6名が参加し、CSIROからは、ロイ副理事長のほか、フラッグシップ事業や広報部の各担当者などが出席しました。両者における研究推進のための取り組みとして、CSIROからはフラッグシップ事業、産総研からはオープンラボやイノベーションコーディネータの活動などを紹介し、活発な意見交換が行われました。アジア・太平洋地域における国際連携では、産総研とCSIROは重要なパートナーであり、今後もよりよい連携関係

を築いていくことを確認しました。

続いて、11月5日～12日の間、若手事務職員はCSIROの各センター（シドニー、ブリスベン、キャンベラ）を訪問し、CSIROの産学官連携や知財活用、広報活動などについて意見交換しました。このような事務職員の人材交流は産総研では初めての取り組みです。研究を促進するための研究マネジ

メントについて、双方の各担当者が説明し、それぞれの機関が抱える課題などについて議論しました。

組織体制や規模が類似している両機関が交流したことで、研究マネジメント上の共通の課題を共有することができました。今後も研究面での連携だけでなく、研究マネジメントについても積極的に情報交換を行っていきます。



記念撮影
前列一番左が瀬戸理事、その隣がロイ副理事長、右から3人目が宮崎国際部長



意見交換の様子

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（2013年11月9日～10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2013との共催で、約1,500名の方にお越しいただきました。



いつも人気のはんこ製作「はんこ名人」がお手伝いオリジナルはんこができました!!



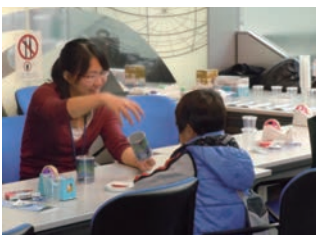
未来の移動手段
マイクロモビリティ体験
乗ってみたいとわからない



フリークライミング
運動能力センサー
ノボレオンは大人気!



ナイスシュート...ゴ〜〜!!
コンピューターでトレーニング、
将来のなでしこジャパンへ



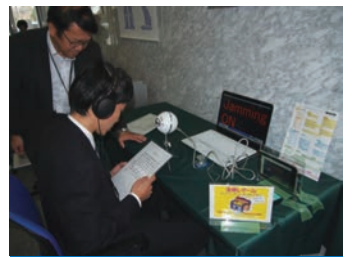
科学を体感できる工作教室
さて、何が出来るか?
どうしてこうなるの?
子供から大人まで楽しみました。



みんなのお友達
ロボットの「パロ」
癒される～



こんにちは、ようこそ産総研臨海副都心センターへ
ロボットのチョロメテ2のごあいさつ

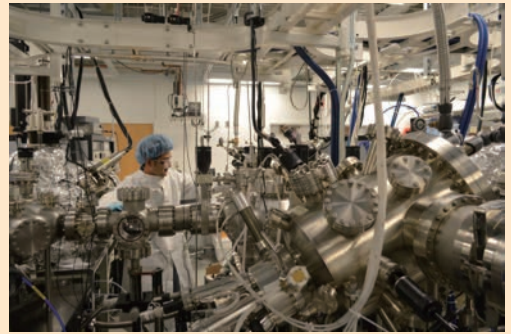


しゃべらせるな!
妨害するスピーチジャマー体験
イグノーベル賞受賞の研究成果

太陽電池作製時の電子輸送特性のリアルタイム計測と最適化

太陽光発電工学研究センター 先端産業プロセス・低コスト化チーム 布村 正太 (つくばセンター)

太陽電池の心臓は、光を吸収し電気を生み出す半導体です。この半導体での光吸収を増やし、より多くの電子を外部回路に取り出すことが発電効率の向上につながります。布村主任研究員は、半導体薄膜の電子輸送特性を薄膜の成長時にリアルタイム計測・制御し、太陽電池の発電効率を向上させる研究に従事しています。最近の研究では、薄膜成長時の電子輸送特性に及ぼす光、熱、イオンや活性粒子の役割がそれぞれ明らかになってきました。現在、これらの成果をもとに、新しい手法を用いた高品質な半導体薄膜の作製と太陽電池の高効率化を進めています。



共同研究先のミシガン大学にて



布村さんからひとこと

研究の醍醐味とは何でしょうか？ 私は、「発見」と「実現」だと思います。太陽光発電の研究では、その醍醐味を味わうチャンスがあります。太陽光発電はクリーンで無尽蔵な電気エネルギーを生み出します。しかし、今後のさらなる普及拡大を見込むと、発電効率の大幅な向上が必要です。新しい発見を活かし、テクノロジーの粋を集めた高効率な太陽電池の実現を目指し、研究に取り組んでいます。

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1月 → 2014年2月

12月10日現在

件名	開催地	問い合わせ先
1 January		
21日 産総研本格研究ワークショップ	大阪	072-751-9606
28日 産総研本格研究ワークショップ	大分	0942-81-3606
2 February		
8～9日 産総研キャラバン2014こおりやま	郡山	029-862-6214
18～19日 産総研・産技連LS-BT合同研究発表会	つくば	029-862-6032

産 総 研
TODAY

2014 January Vol.14 No.1

(通巻156号)
平成26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。