

産 総 研

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

TODAY

6

2012
June

Vol.12 No.6

特 集

02 第7回産総研運営諮問会議を開催

08 本格研究 理念から実践へ

座談会：動物や植物の研究における新たな展開

自家幹細胞を用いた糖尿病治療への取り組み

ヒトiPS細胞の品質評価と安定供給への取り組み

ブレーキとアクセルを用いたスーパー植物の開発

リサーチ・ホットライン

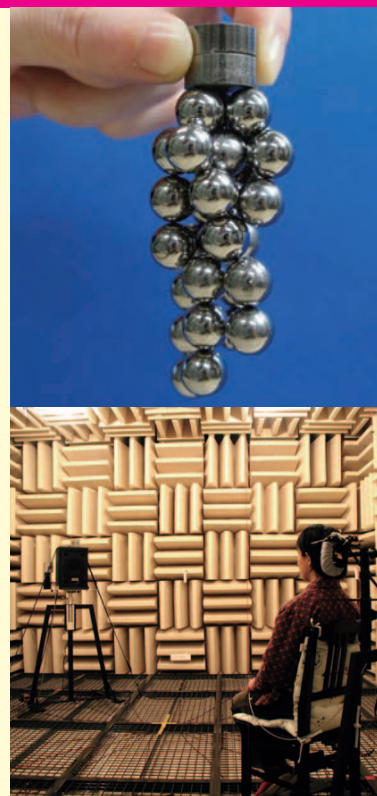
- 20 リボソームに翻訳以外の機能を発見
16S rRNA ヘリックス41によるリボヌクレアーゼT2の阻害
- 21 非磁性相変化固体メモリーから巨大磁気抵抗効果
常温で2,000 %を越える磁気抵抗比を実現
- 22 ジスプロシウムを使わない等方性焼結磁石
新たな焼結技術で高性能磁石の資源問題解決に貢献
- 23 音波を用いて静電気を計測する
集束音波を走査して平面の静電気分布を可視化

パテント・インフォ

- 24 安価な太陽光発電パネルモニター装置
強いノイズ耐性をもつ野外仕様の電力線通信技術を実現
- 25 高品質な配向薄膜を得るためのシード層を開発
大気中で、光を用いて簡便にシード層を作成する新規手法

テクノ・インフラ

- 26 聴力の個人差分布を国際標準として公表
個人差を考慮した的確な騒音評価が可能に
- 27 熱物性認証標準物質の開発
熱物性計測の信頼性の向上のために
- 28 地図系データバンクのプロトタイプを構築
国際標準に基づく地質情報と地理空間情報の統合



第7回産総研運営諮問会議を開催



産総研は、「持続発展可能な社会の実現」に向け、わが国の産業技術水準の向上を通じ、社会の発展に寄与することを目的としています。

この実現に向け、産総研では、国内外の各界の指導的有識者をメンバーとする運営諮問会議を設置し、研究活動および運営全般について助言をいただいております。2012年2月6日、第7回運営諮問会議をつくば本部にて開催しました。

昨年3月に東日本大震災が発生して以降、わが国全体が復興優先で進んでいますが、一方で、世界の研究開発競争は、わが国の復興を待つことなく進展しています。産総研は、2010年度から第3期中期計画にしたがって研究などを進めていますが、産総研を始め、公的研究機関の研究の方向性については、現在の状況を踏まえ、再度、見定めていくことが必要となっています。

このため、今回の運営諮問会議では、「グローバル化時代における公的研究機関の役割」をメインテーマとし、世界の研究開発競争の進展という流れの中でわが国の公的研究機関の研究の方向性などにつき、さまざまな視点からご議論いただきました。

ここに、会議の概要と各委員からの主なコメント・助言を報告します。

表1 運営諮問会議委員

濱田 純一(議長)	東京大学 総長
木村 博彦	株式会社木村鋳造所 代表取締役会長
榊原 定征	東レ株式会社 代表取締役会長
関口 和一	株式会社日本経済新聞社 論説委員兼産業部編集委員
竹中 登一	アステラス製薬株式会社 最高科学アドバイザー
馬田 一	JFEホールディングス株式会社 代表取締役社長
羽入 佐和子	お茶の水女子大学 学長
山田 英*	アンジェスMG株式会社 代表取締役社長
山田 信博*	筑波大学 学長
Alain Fuchs	国立科学研究センター 会長、フランス
Makoto Hirayama	ニューヨーク州立大学 教授、米国
Thaweesak Koanantakool	国家科学技術開発庁 長官、タイ
Willie E. May	国立標準技術研究所 研究担当副所長、米国
Jürgen Mlyněk*	ヘルムホルツ協会 会長、ドイツ

(*：欠席)

表2 プログラム

2012年2月6日(月)

9:30	開会
	委員および産総研出席者の紹介
9:40	開会挨拶
9:50	【議題1】第6回運営諮問会議後の産総研の取り組み(資料説明)
10:30	全体会議
11:30	昼食会(東日本大震災 産総研の被害状況と取り組み)
13:00	研究現場の視察
15:00	【議題2】グローバル化時代における公的研究機関の役割(資料説明)
15:45	全体会議
17:15	全体とりまとめ(クロージング・リマークス)
17:30	閉会

運営諮問会議の概要

今回の運営諮問会議は、米国の国立標準技術研究所のWillie E. May氏を新たに加えた、総勢14名の見識豊かな委員(表1)の中から、11名の参加を得て開催しました。

会議は、午前、午後の2部構成で行われました。午前の部では、「第6回運営諮問会議後の産総研の取り組み」をテーマに、前回の会議でいただいたご意見・

ご助言を受けての産総研の取り組みを紹介し、さらなる改善に向けたご意見・ご助言をいただきました。

昼食会を活用して、「東日本大震災による産総研の被害状況と取り組み」について紹介したほか、午後の会議に先立ち、研究現場の視察を行いました。視察は3グループに分かれ、9カ所の研究現場をご視察いただきました。研究者との直接の意見交換を通じて、イノベーションの創出に向けての産総研の取り組み

を実感していただき、議論の参考にさせていただきました。

午後の部では、今回のメインテーマである「グローバル化時代における公的研究機関の役割」について、東日本大震災からの復興、世界の研究開発競争の進展という流れの中で、わが国の公的研究機関の研究の方向性はどうかあるべきかに対し、特に研究目的に焦点を当てて、ご議論いただきました。

各委員からのコメント・助言

濱田 純一 委員(議長)(東京大学 総長)

産総研は、非常に高い水準の研究プラットフォームであると思います。ただ、プラットフォームという言葉は若干受け身な雰囲気もありますので、そこから一歩進んで、いろいろなモデルを産総研が創ってほしい。例えば、研究者の人材流動化モデルを誰かが創る必

要があるのですが、今はみんなが責任を押しつけ合っている状態です。このような場合には、ぜひ産総研がモデルを創ってほしい。基礎研究と製品との橋渡しや研究評価の仕組み、知財の活用などについても、プラットフォームだけでなく、一歩進んでモデルを出してもらいたい。

スローガンのように言えば、「プラットフォームづくりからモデルづくりへ」を、これからの時代の公的研究機関に期待したいと思います。



木村 博彦 委員 (株式会社木村鋳造所 代表取締役会長)

昨年の震災以降、日本の潜在リスクが大きく顕在化しました。こうした中、産総研は貞観地震を克明に調査・研究していたものの、その成果を今回の地震に活かすことができなかった。オープンイノベーションハブは、技術シーズを産業・社会に落とし込む一つの方法だとは思いますが、これだけで十分なのだろうか」と疑問に思うわけです。管理サイクルにおける計画(Plan)と実行(Do)は着実に進めているものの、膨大なシステムを運営する際の評価(Check)が少し弱かったのではないかと。これをよりいっそう強化

していくことによって、研究成果を社会に落とし込む展開が変わってくるのではないかと思います。研究成果を社会に展開するシステムを作り、社会に活かせる形で、いち早く社会にアナウンスしていくことを強く望みます。

サポーティング・インダストリーの観点から、公的研究機関の役割について申し上げます。サポーティング・インダストリーは歴史のある産業ですが、国内市場が大きかったことに安住し、世界を見ない傾向にあります。そこで、世界とつながる産総研が積極的に情報発信する役

割を担っていただきたい。すなわち、世界のリーディングカンパニーが揺れ動き、世界最先端の技術や情報が入手しにくくなる中、産総研が自ら保有する技術を情報発信すると同時に、世界最先端の技術や情報を取りまとめ、学会、展示会、講演会などさまざまな機会をとらえて、積極的に情報発信していくことに期待します。



榊原 定征 委員 (東レ株式会社 代表取締役会長)

まず、産総研の取り組みに関し、「産業界との人材交流」と「研究テーマ」の2点について申し上げたいと思います。

1点目の産業界との人材交流ですが、ドイツのフラウンホーファー研究機構では、技術成果と人材を一緒に企業に出すことで、技術移転が非常に円滑に進んでいると聞いています。産総研では企業への人材移転があまり進んでいないとお話でしたが、完成した技術を企業に移転する際には研究者も同時に移転し、3～5年で戻すといったシステムの導入を検

討されてはと思います。

2点目の研究テーマですが、産総研の設定する重点分野や、分野ごとの研究領域、研究部門・センターの設定は、国家的課題を踏まえたものであり、産業界から見ても妥当だと思います。一方で、分野ごとに研究テーマが非常に細分化している、テーマ設定が硬直的であるとの声も聞きます。企業では毎年厳しくテーマを見直し、成果の出ないテーマはすぐ中止し、重要なテーマに集中的に人員を投入します。このようなダイナミックな運

営を検討することが重要だと思います。

次に、公的研究機関の役割について、日本の製造業の国際競争力強化の観点から申し上げます。日本の製造業は、現在6重苦に直面し、国際競争力を大きく損なっています。こうした中、産業界が生き残っていくには、圧倒的に強い技術開発力が必要であり、産総研が世界最高水準の研究開発能力を保持し、日本の産業



技術の基盤強化をリードしていくことを強く期待します。

例えば、シンガポールでは、国家的プロジェクトとして水処理技術のハブを作り、世界の頭脳を集めて技術開発を推進しています。日本にも、経済社会に大きなインパクトを与える世界的な研究開発

ハブを作ることが求められますが、ご紹介のあった「福島県再生可能エネルギー研究開発拠点」は、この候補になり得ると思います。国、産業界、大学を巻き込み、規制緩和や税制を含めたインセンティブを導入し、再生可能エネルギーの全ての技術を一体的に開発することで、産業

競争力の強化と代替エネルギーの開発という国家的課題の解決に寄与するとともに、福島の復興・再生にも貢献すると思います。産業界も全面的に協力しますので、産総研がイニシアチブをとって、大きな国家プロジェクトに仕立てていただければと思います。

関口 和一 委員（株式会社日本経済新聞社 論説委員兼産業部編集委員）

産総研への期待として大きく3点申し上げたいと思います。

1点目は、日本のブランディングについてです。震災により日本の部品供給が途絶え、世界の工場が止まったことで、あらためて日本の技術の重要性が明らかになりました。これまで日本は、素材や製造装置など、隠れた部分で高い技術をもちながら、表に見せる部分のマーケティングが非常に弱かったと思います。震災により日本ブランドが損なわれた今、インテルインサイドではないですが、このような隠れた部分を表に見せる戦略を作っていくことを、まず産総研に期待したいと思います。

2点目は、知財の流通メカニズムです。これまで日本はプロパテント指向で、知財を守る方が強かったのですが、イン

ターネット時代の到来により、既存ものを改善・改良することで、新しい付加価値や製品、サービスが生み出されるようになりました。このため、これからは知財を守るだけでなく、守ることを前提とした上で、その流通を促進するメカニズムが必要だと思います。産総研がこのようなオープンプラットフォームを構築し、知財とともに人材も流動化する仕組みを作っていくことに期待します。

3点目は、日本のさまざまな技術開発の交通整理です。現在、家電産業が大きく崩れていますが、技術ではなくビジネス手法に問題があったからで、優れたハードをソフトやサービスと組み合わせ、新しいビジネスモデルを作る必要があります。しかし、これを企業だけに任せると、切磋琢磨して壊しあってしまう

ため、全体を良い方向に交通整理して一つの流れを作っていくことが重要です。特に、環境、医療、ITが重要な分野で、環境については、例えば電気自動車はすでに商業段階ですが、関係者間の交通整理を通じて、規格などはもとより、住宅やまちづくりと連動した基本構想を策定する必要があります。医療では、不足する労働人口を補い、高齢化時代に対応できるロボットを戦略的に開発すること、ITでは、アジアをにらんだ標準化の推進とハードにサービスを加えた新しい収益モデルを構築することが重要であり、これらの実現に向けた交通整理を産総研に期待したいと思います。



竹中 登一 委員（アステラス製薬株式会社 最高科学アドバイザー）

まず、産総研全体の活動状況を大きく見るため、6つの研究分野それぞれについて、予算や人員の配分状況や、外部資金の獲得状況、国内外の企業との連携状況などを把握できる一覧があると良いと思います。これによって、どの分野が強みをもっているのか、社会から必要とされているかが一目瞭然になると思います。

研究活動の面では、グローバルなリーダーシップをとれる研究がいくつもありますし、午後に見学した電子顕微鏡のよ

うに、生命現象や細胞を物質でなく、原点に戻って形で見ようとするなど、新たな展開が期待できるものも数多くあります。さらに、これらの個別要素に加え、福島県に再生可能エネルギーの研究開発拠点を形成するとのことですが、単に技術を発展させるだけでなく、国全体のリーダーシップをとって、福島特区のような形にまで発展させていただければと思います。

一方で、昨年の震災以降、産総研が培ってきたさまざまな研究が注目されて

いますが、震災や地震を研究している総務省や国交省関連の国内機関や、グローバルな機関との連携はどうなっているのでしょうか。国家的連携も含め、省庁縦割りではなく、研究者の横のコラボレーションを形成し、そのリーダーとなっていただくことを期待します。



馬田 一 委員（JFEホールディングス株式会社 代表取締役社長）

まず、産総研の取り組む領域についてですが、昨年の震災により、安全・安心という事業化と直接結びつかない科学領域に対する日本全体の取り組みが不十分だったことが露呈しました。このため、産総研には、地質のように民間企業がほとんど手を付けない科学の分野にもいっそう力を入れてほしいと思います。また、

将来の事業化を見据えてテーマを効率的に進めるためには、全体を俯瞰した上での企画・立案が重要です。このため、この機能を向上させるとともに、確実な成果の達成に向け、より公平かつ効率的な評価方法や、ノウハウも含めた知的財産をインセンティブとして還元する仕組みの導入などを検討していただければ

と思います。

次に、公的研究機関の役割ですが、「グローバルに評価される高い技術研究」と、「グローバルな人材・企業を集める体制の構築とその具現化」、「グローバルに活躍できる



人材の輩出」の3点にあると思います。

高い技術研究という点では、民間の研究の9割は改良技術であることから、産総研には大学、企業、あるいは世界の研究所も含めた大きな提携の下、長期的な研究を効率的に達成する主導的な役割に

期待します。

グローバルに人材と企業を集める点に関しては、国家の税金を使って達成した技術や成果物なので国家財産の流出の懸念があるかもしれませんが、グローバル競争では、人材も企業もより広く参加し

やすくするべきだと思います。このため、あまり国家だからといって臆することなく、ここで創られた技術が世界に広がる、あるいは、より多くの人に使ってもらうとの視点で、海外の企業とも共同で研究を行った方が良いのではないかと思います。

羽入 佐和子 委員（お茶の水女子大学 学長）

まず、産総研の取り組みについて2点お話ししたいと思います。

1点目は、産業技術開発のハブとしての役割です。昨年、私たちは大きな自然災害を体験しましたが、この結果、産業技術における日本のブランディングを少し違う視点でとらえ、安全基準や危機管理といった点から考える必要がでてきたと思います。この際には、具体的に何を基準や指標として用いるべきかが重要で、この検討を産総研にお願いしたいと思います。

もう一つは、女性の活用についてです。昨年来、女性の採用拡大に取り組んでい

ただいていることは評価しますが、第3次男女共同参画基本計画の中では、女性の意思決定プロセスへの参画の拡大が謳われています。単に女性を増やすという数の問題だけではなく、質的な変化にも期待したいと思います。

次に、公的研究機関の役割についてですが、東日本大震災によって大きく変化したこととして、高度な科学技術と社会や日常生活との距離が著しく近くなったことが挙げられます。科学技術が高度化するベネフィットと同時に、リスクがあることを実感したわけです。こうした中、技術開発を止めないために

は、リスクを理解できるリテラシーが必要で、産総研のように高度な技術開発を産学官の連携で行っている機関が、科学的根拠に基づいて、リスクをどのように解釈しているか発言することが重要だと思います。同時に、高度な研究機関としてリスクを正しく理解できる人材を育成することが必要で、大学としても科学リテラシーの教育が重要ですので、ご一緒に次世代の人材を育成していけたらと思います。



Alain Fuchs 委員（国立科学研究センター 会長、フランス）

外部から受け入れる、または送り出す研究者を増やすことは、人材育成の点からも重要であり、大賛成です。その上で、博士課程の研究者の受入期間を長くし、イノベーション創出に活用するなど、若手研究者の活用に対する方法論を確立されたらと思います。

オープンイノベーションは、将来的にも極めて重要な課題ですが、現時点では完全に解決されていません。産総研は、政府機関や民間企業、大学などと力を合わせ、これを解決する強さと可能性をもつ、ファシリテーター（まとめ役）的な機関であると思います。異なる組織の組み合わせによる障害や予期せぬ困難、これら乗り越える上で最も効率的な組織の形態とその理由を明らかにした上で、世界中に情報発信してほしいと思います。

フランスでは、歴史的に、標準的・基礎的な知識を教える大学と、技術を中心

にトップレベルの高等教育を行うグランゼコールがありましたが、第二次世界大戦以降、さまざまな基礎研究を充実させる必要から、第3の機関として国立科学研究センター（CNRS）のような公的研究機関を設置しました。現在は、これらの戦略的協力が必要となり、一つの研究重視型ハブに集約する動きが起きています。例えば、パリに近いサクレ地区では、大学、グランゼコール、CNRSを一元化した新しい大学の設立を目指しています。

しかし、このような総合大学が国際レベルの存在感を示すには、解決すべき課題がいくつかあります。一つは、多くの若者がマーケティングや財務を志向する中、いかにして科学技術に興味をもつ優秀な若い人材を確保するかです。もう一つは、3種類の機関の一元化によって、水平的な組織よりも、うまく国際的な

問題に対処するとともに、総合的な研究テーマにも的確に対処することです。これには、基礎科学を含むすべての科学からのアプローチが不可欠です。なぜなら、私たちは科学技術の進歩を恐れる人々に直面しており、場合によっては、新たな技術が国民に拒絶されることもありえるからです。したがって、人々が科学者や技術者を信じてくれるかどうか重要であり、社会学や人文学も含め、あらゆる観点から議論していくことが重要です。

最後に、戦略的重点分野を定めることは重要ですが、想像もつかない新しいイノベーションは基礎科学から生まれることを忘れてはならず、基礎研究と応用研究の適切なバランスを見いだすことの重要性を指摘したいと思います。



Makoto Hirayama 委員（ニューヨーク州立大学 教授、米国）

産総研の取り組みについてですが、研究成果に対する評価の仕組みが外部からわかるようにすることが重要です。各研究テーマについて、いつまでに産業化するのかについて、そして社会に貢献する

のか、タイムラインを含めた評価の仕組みを確立すると、企業も参加しやすくなると思います。また、研究分野への人員や予算の配分を明示し、成果創出のためにリソースがどれだけ有効に活用された

かがわかる仕組みもぜひ作ってほしい。その上でこうしたことができる人材は、企業、大学、ほかの研究所など産総研の外でも活躍できる人材となり、人材の輩出にもつながっていくと思います。

公的研究機関の役割という点では、産総研が、国家戦略に基づき、科学技術振興のコンセプトを策定し、これをドライブする役割を担うべきだと思います。すなわち、太陽電池でも、分散型エネルギーマネジメントでも良いのですが、具体的な研究テーマにおいて、産総研がドライバーとなって、あるいは主役となって、グラウンドでプレーする、プレイングマネージャーになることを指向されたと

思います。

もう一つは、優れた研究能力を前提に、研究面だけでなく、もう一步ステップアップして、オペレーションやマネジメントの部分で世界をリードすることを期待します。例えば、太陽電池では、これから標準化やリライアビリティを決める必要があります。CIGSなどの化合物系では劇薬を使っており、製造時の安全規制だけでなく、20年後にどのように

廃棄するかについても、地球規模で考える必要があります。このように、将来のことを考えて、ロングレンジでリーダーシップを発揮していただくことが、グローバルに評価され、認識されることにつながっていくと思います。



Thaweesak Koanantakool 委員（国家科学技術開発庁 長官、タイ）

産総研の役割の一つは、最先端の技術をサービスへつなげていくことだと思います。すなわち、実際に使えるものを社会へ届けることです。産総研には高度な技術開発力がありますが、単にハードウェアの品質を高めるだけでなく、サービスやマーケティングにつなげていくことが、消費者のテクノロジー利用をけん引することになり、イノベーションの鍵にもなると思います。

人材について言えば、研究開発やイノベーションに、多くの人材、特に若い世代の人材が必要になります。しかし、高齢化が進む日本では、オープンイノベー

ションを実現し、第一線で活躍できる人材を世界中から集めない限り、優秀な研究者を確保するのは困難だと思います。これを実現するためには、今までとは異なる共同研究の形や、マネジメント、企業や個人の間での意思の共有が必要になります。同時に、近隣諸国とも、よりいっそう協力していく必要があるでしょう。

タイにおける研究開発費は極めて小さく、GDPの0.2%に過ぎません。これを今後8年間に2%にまで引き上げたいと考えており、民間部門の研究開発活動の拡大を最大の目標としています。このため、製造業に対する海外からの直接投

資を厚く支援するとともに、洪水で被害を受けた工業団地についても新たな工業用地域を提供するなど、多くの手段を講じています。国家科学技術開発庁としては、産総研を通じて日本との共同研究を拡大したいと考えており、「太陽電池のモジュール評価」、「環境浄化触媒」、「グラフェンの製造」、「グリーンIT」などの分野において、共同研究の可能性をさらに追求していきたいと思っています。



Willie E. May 委員（国立標準技術研究所 研究担当副所長、米国）

産業界への研究者派遣では、国立標準技術研究所（NIST）も産総研と似た状況にあり、サバティカル研修や出向の形で産業界へ出ていく研究者はあまり多くありません。ただ、研究者の受入や出向状況を正確に把握することは重要で、人数の累積だけでなく、滞在期間を加味した形、すなわち人数×期間で見ることをお勧めします。

NISTは、最近、政府や産業界の要請に基づいて組織を再編し、7つの戦略的な中心分野を設定しました。産総研

の6分野はこれにほぼ一致し、極めて妥当なものと思いますが、問題はこれらの活動をどのように把握し、改善を図っていくかです。

NISTには、企業の最高経営責任者（CEO）や最高技術責任者（CTO）、大学の学長や学部長などからなる委員会があり、年3回、会議を開催し、集中的に取り組むべき事項や、ミッションの解釈などについて、精力的に議論を行っています。私たちは、この委員会と何度も議論して実際のプログラムを確定し、

その上で、それぞれの分野の専門家が、質の高い研究を行っているか、国家ニーズの変化に合わせて的確に活動をしているかなどの観点から、研究活動を評価しています。産総研においても、正しいことを実施しているのか、それが順調に進んでいるのかをしっかりと評価していくことが重要です。



野間口 有 理事長

本日は、熱心なご討論をいただきありがとうございます。昨年にも増して、とても有意義なご意見をいただけたと思います。

高い研究が第一だという話がありましたが、私もこれがファースト・プライオリティで、これなくして次のステップにはチャレンジできないと考えております。世界と厳しく競争する中、研究の質

を上げる努力をたゆまなく続けていく必要があります。

サポーティング・インダストリーの話も出ましたが、日本の産業界が強いのは、非常に層の厚いサポーティング・インダストリーがあるからです。近年、6重苦問題や空洞化現象などにより弱体化していますが、ここが弱体化すると日本産業の骨粗鬆化が進んでしまうため、

しっかり支えることが重要です。このため、産総研としては、サポーティング・インダストリーとの連携、技術をもった中小企業との連携を深めていきたいと思っています。

再生可能エネルギーに関しても、多く



のご指摘をいただきました。産総研としては、福島を拠点に高い研究を実現し、日本各地で実施されているスマートコミュニティや地域活性化などの国の政策と連携して、産業界や地域社会で広く活用していただく形にもって行きたいと考えております。あくまで研究者集団として進め、世界中から研究者が集まる再生可能エネルギー拠点にしていきたいと思っております。

日本ブランドは、非常に重要なミッションだと思いますが、現時点では答えをもっていません。これに関し、リスク

アレルギーの話もありましたが、所内の研究者とは、顧客が評価する良いものを作るだけの時代から、リスク対応ができているところまでいってはじめて、研究機関としての役割が全うできるのではないかと議論をしております。科学技術がこれだけ進展してきた時代では、こういった考え方が非常に重要ではないかと思っております。

現代は、研究開発を単に技術的な視点からだけ見る時代ではなく、文科系の研究者の視点も入れて戦略を策定し、社会へ提案をしていく時代になったとの指摘

もありました。まさにそのとおりで、委員の先生方からいただきました意見を私たちの仕事に反映させていきたいと思っております。今後は、濱田議長からご指摘のありました、オペレーション・アンド・マネジメントでも通用する人材を育成し、受け身から攻めの姿勢で研究のロードマップを作り、しっかりと取り組むことを肝に銘じて取り組んでまいりたいと思っております。

今日は長時間にわたり、本当にありがとうございました。

3つのグループで行った現場視察

研究者との直接の議論を通じて、イノベーションの創出に向けた産総研の取り組みを実感していただくことを目的として、以下の3コースに分かれ、9つの研究テーマを対象に、研究現場視察を行いました。

【Aコース】



「単層カーボンナノチューブの実用化」
ナノチューブ応用研究センター

【Bコース】



「液体中の細胞をも直接観察できる大気圧電子顕微鏡 (ASEM) の開発」
バイオメディカル研究部門

【Cコース】



「新たなロボット産業の創生」
知能システム研究部門



「日本海溝で起こった巨大津波の復元と履歴解明」
活断層・地震研究センター



「スピントロニクス技術の研究」
ナノスピントロニクス研究センター



「最先端太陽光発電の研究開発」
太陽光発電工学研究センター



「電力消費ならびに太陽電池パネルのモニタリングシステム」
情報技術研究部門



「X線CTで形状を測る」
計測標準研究部門



「太陽電池やタッチパネルに役立つグラフェンシート透明導電膜」
ナノチューブ応用研究センター

座談会：

動物や植物の研究における新たな展開



野間口 有

理事長

桑原 知子
小沼 泰子
藤原 すみれ

幹細胞工学研究センター
幹細胞工学研究センター
生物プロセス研究部門

小野 晃
瀬戸 政宏
湯元 昇
石井 武政
藤田 茂

副理事長（現特別顧問）
理事・広報部長（司会）
理事
広報部 審議役
広報部 広報制作室長

2012年2月23日開催

瀬戸 今回の本格研究座談会には、ライフサイエンス分野から3名の新進気鋭の女性研究者にご登場いただきました。まず、桑原さんから、糖尿病の再生医療への取り組みについて紹介してください。

成体の神経幹細胞を用いた、糖尿病の再生医療技術の開発

桑原 「成体の脳は変化しない。脳の神経細胞はいったん失われると元に戻す方法はない」これは1906年にノーベル生理学・医学賞を受賞したカハール博士の有名な言葉ですが、今から約20年前、成人の脳の中にも新しく神経をつくり出す源となる幹細胞があることが世界で初めて証明され、「神経新生」、つまり新しく神経が産まれる研究分野が活発化しました。現在のところ、成体で神経新生を起こす代表的な領域は、「海馬」、「鼻嗅球」、「脳室下帯」の3つです。幹細胞工学研究センターでは、米国ソーック研究所のFred H. Gage 教授の研究室との国際共同研究で成体の神経新生のメカニズムを解明し、さらに神経幹細胞を^{すいぞう}膵臓に移植する糖尿病の再生医療に有効な方法を開発することができました。

成体の神経幹細胞は、自分自身を

もう一度作る（複製する）、あるいは神経細胞やアストロサイト細胞、オリゴデンドロサイト細胞など別の種類の細胞を新たに生み出す（分化）、という多能性をもっています。この神経分化の最初のステージで発現するのが「NeuroD1」という遺伝子で、この遺伝子がないと神経細胞が新しく作られません。しかも、NeuroD1が損傷したマウスは重度の糖尿病に罹患し、死に至ります。ということは、NeuroD1は膵臓のインスリン遺伝子の発現にも重要な役割を担っているのです。

脳海馬でのNeuroD1の発現には、生物の発生や細胞の制御に深く関わるタンパク質のネットワークである「Wntシグナル」が重要です。神経幹細胞をサポートする役割を担っているアストロサイト細胞と、膵臓にある膵島の外側に存在する α 細胞を調べたところ、「Wntシグナル」を動かす「Wnt3」を発現していることがわかりました。つまり、膵臓と脳神経系では、インスリン発現の鍵となるNeuroD1遺伝子が共通して発現し、NeuroD1の標的であるインスリン遺伝子も発現すること、さらに、この過程を助けるWnt3も発現していることが明らかになりました。そこで私たちは成体の神経幹細胞を、糖尿病の再生医療に利用できないかと

考えました。

しかし、実際にヒトの脳の海馬から成体神経幹細胞を取り出すことはとても難しいので、ヒトからの採取がより簡単な鼻嗅球から成体の神経幹細胞を取り出しました。比較のために、鼻嗅球と海馬から取り出した神経幹細胞を同時並行で培養し、分化を誘導する試薬を加えましたが、どちらも神経細胞へ分化させることができました。海馬と鼻嗅球から樹立した成体神経幹細胞系について詳しい解析を行うと、どちらの細胞も幹細胞が神経細胞に分化してくるにつれ、インスリン遺伝子が活性化してくることが確認できました。さらに膵臓と脳神経系でのインスリン産生に重要な働きをする因子について解析を進めたところ、糖尿病状態下では、Wnt3の産生が減少し、Wntシグナルを邪魔する「阻害因子IGFBP4」が上昇し、悪循環を及ぼしていることがわかってきました。

そこで私たちは、糖尿病のラットから成体の神経幹細胞を取り出し、機能が衰えている幹細胞に栄養となるWnt3を加え、さらに邪魔をするIGFBP4の働きを抑える試薬を培地中に加えながら培養を行いました。するとインスリンの発現が、糖尿病由来の海馬および鼻嗅球の神経幹細胞のどち

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いう。	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いう。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 特許 実験報告書 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

らでも活性化されました。これらの細胞を重層コラーゲンシートを用いて糖尿病ラットの膵臓へ移植したところ、約2カ月後にその血糖値が健常体と同じくらいまで低下し、そのレベルが5カ月後まで持続しました。移植した神経幹細胞のインスリン産生能によって、血糖値低下の改善がもたされることが、動物実験レベルで明らかになったわけです。

今回開発した技術は、外来遺伝子の導入を伴わず、膵臓以外の部位からの自家細胞、つまり鼻嗅球からの移植なので、ドナー不足問題が解消しますし、免疫抑制剤による副作用の心配もないので、より安全に糖尿病の再生医療を行える可能性があります。移植した成体神経幹細胞は、インスリンを産生する源として持続的に自分自身を複製しながら機能しますから、糖尿病病態の改善や血糖値低下など、早期予備医療としても有用だと考えています。

瀬戸 糖尿病は合併症が怖い病気ですし、可能性がある人を含めるとわが国には2,000万人以上いると推定されています。糖尿病治療と同時に予防医療にも道を拓いたというのはすばらしいですね。

理事長 臓器がたくさんある中で、神経幹細胞と膵臓の間に関係があることをどういうふうに見つけたのですか。

桑原 浅島誠研究センター長から「膵

臓をやってみないか」と言われて、神経科学の研究者の立場から膵臓を調べたら、次々と同じような因子があがってきました。学術的な歴史を調べてみるとショウジョウバエなどはインスリンを脳の神経細胞が出します。進化上の冗長性の証拠だと考えられ、生物学、進化学上でも興味深い点です。昔から膵臓と神経系の相関性がとても高いことはわかっていたので、マウス以上のヒトを含めた高等動物において、制御システムを維持するための裏付けとなる情報やデータを確認しながら研究を進めました。

理事長 浅島研究センター長も含めた先端的な研究者の“ひらめき”ということですね。神経幹細胞は海馬にもあるというお話でしたね。認知症や脳の研究のほうにこれを持っていくことができるでしょう？早くやってくれないと、私には間に合わない(笑)。

桑原 いえ、毎日良い刺激を受けながら生活されている方々の神経新生はとても高いです。後になってわかったのですが、糖尿病の患者さんは、アルツハイマー病などの罹患リスクが格段に増加します。脳神経と膵臓の病気には機能の深い結びつきがあるようです。脳と膵臓でインスリンが作られる仕組みをより深く解析することで、脳と膵臓の病気のどちらにも新しい視点を持った研究の展開ができるのではない

自家細胞の鼻嗅球からの移植で、ドナー問題や外来遺伝子の導入を伴わない、より安全な糖尿病の再生医療を目指す。

桑原 知子
くわばら ともこ



かと思っています。

湯元 神経幹細胞を細胞シートで移植して血糖値がコントロールできるという、とても素晴らしい結果だと思うのですが、血糖値が下がるまでの時間が素早くないというのが気になります。*in vitro*で（イン・ビトロ：試験管内で）促進することも考えられたのですかね？

桑原 はい。今、製薬会社と共同研究を行って取り組もうとしています。産総研や製薬会社がもっているライブラリーを用いて、インスリン産生をより効率良く行えるような移植用の細胞ソースをつくってから、同じような実験系で評価したいと思っています。

瀬戸 続いて小沼さんから、ヒト幹細胞の医療・産業応用からヒトiPS細胞の科学的なエビデンスに基づく品質評価の指標の確立について紹介していただきます。

ヒト幹細胞の品質評価と安定供給への取り組み

小沼 ヒト幹細胞の応用は大きく三つの分野で展開しています。一つは「再生医療」です。幹細胞や幹細胞から分化させた細胞を細胞移植することによって患者を治療するもので、ヒトES細胞やiPS細胞を用いた臨床研究も進んでいます。二つ目は、「病態の再現」

です。ヒトの細胞を使うことで病気の発症メカニズムを解明していこうという分野です。三つ目が「薬理学検査」で、薬の候補になるような物質の毒性や代謝、効能などの検査に応用できると考えられます。例えばヒトの肝臓の細胞による肝毒性試験は一般的に行われているのですが、これを幹細胞から分化させた細胞で行う取り組みも行われています。

ヒト幹細胞は、体性幹細胞（成体幹細胞）と呼ばれる限られた種類の細胞に分化できるグループと、ES細胞やiPS細胞のように体を構成するすべての細胞に分化できるグループがあります。体性幹細胞は骨髄移植のように一部の細胞についてすでに安全性や有効性の実績があります。それに対してES細胞やiPS細胞は半永久的に培養が可能という利点がありますが研究段階であり、またES細胞はヒトの胚を壊してつくるため倫理的な問題が指摘されています。iPS細胞はヒトの体細胞に遺伝子導入などを行うことによって人工的に作製するため、有用な細胞であると注目されています。ただ、iPS細胞は半永久的に培養可能と言っても、性質を維持しながら培養するのは簡単ではなく、熟練が必要です。しかし、iPS細胞の利用を拡大するためには、だれでも簡単にできる培養技術が求められます。

そこでNEDOの「iPS細胞等幹細胞産業応用促進基盤技術開発」（平成21年度～）プロジェクトが立ち上がり、幹細胞工学研究センターも参加しまし

た。

第1の課題は、ヒトiPS細胞の安定大量供給技術です。iPS細胞は細胞集団として増殖しますので、ある程度の大きさになったら、人の手で必要な部分だけシャーレからはがします。そして、それを一定の大きさの細胞の塊に砕いて、新しいシャーレに播きま^きす。そうすると1日後には張りつきますので、そこから毎日、培地交換を行うことでiPS細胞を増殖させることができます。作業としては簡単そうですが、手順書に書いてあるとおりに行っても、文章外の空白部分のノウハウがちゃんと伝わらないと正しく培養できず、性質が変わってしまいます。そこで、熟練した作業者の培養方法をロボット技術で再現する機械化に取り組み、2010年6月、川崎重工業（株）、国立成育医療研究センターと産総研で共同開発したiPS細胞自動培養装置ができました。この装置によってiPS細胞の性質を損なわずに大量培養が可能になり、作業の簡素化・低コスト化による人件費の削減、細胞などの取り違えのようなヒューマンエラーの防止ができるようになりました。

第2の課題は、iPS細胞の品質評価指標の確立です。たくさんのiPS細胞株を樹立し、それぞれに関して遺伝子発現や細胞膜、核の中の状態をDNAマイクロアレイや表面の糖鎖の解析、核型の解析などを網羅的に行うことで、細胞の性質の情報を集め、細胞を評価・選別するための指標の確立を目指しました。ヒトiPS細胞内外の状態に関連性があることを解析結果として報告し、この成果をもとにヒトES細胞とiPS細胞の未分化状態を示すマーカーを糖鎖医工学研究センターと共同開発し、特許出願の準備中です。

今回ご紹介したのはiPS細胞に関する技術ですが、ES細胞やほかの体性幹細胞にこれらの技術を応用することができると考えています。自動培養装置の技術は、人の手作業を機械に忠実に再

iPS細胞の大量安定供給のために
熟練した作業者の培養方法を
ロボット技術で再現し、
機械化を実現した。

小沼 泰子
おぬま やすこ



現させる作業なので、生物学の分野以外でも匠の技を機械に落とし込んでいくような分野に技術移転が可能だと考えます。また、品質評価のマーカーを使うことで、より品質が保証された幹細胞を用いることができますし、再生医療の安全性や効果、創薬スクリーニングでの信頼性が向上することで、幹細胞利用の拡大を強力に後押しできると考えています。

湯元 バイオ分野でベテランの人がやっている作業を機械化するのは難しい面があると思います。今回、自動化に当たって取り入れた大きな点はどんなところでしょうか。

小沼 培養の中で“^{けいだい}継代作業”という、細胞が増えたシャーレから新しいシャーレに移す工程が一番複雑な作業です。一定のサイズの細胞塊に砕く、そのサイズが、今は人が少し砕いては顕微鏡で観察して、「このくらいかな」という感じで見ていく、「このくらい」をどうやって再現していくかがポイントになっていると思います。

理事長 装置そのものは企業が考えたと思うけれども、装置を装置たらしめる中身の部分的な制御の仕方やトータルなシステムとしての制御は皆さんの貢献が大です。将来、新しいことをするときには知的財産（特許）についても考えてほしいですね。

それから、ES細胞やiPS細胞は多種多様なものができるので、標準化することによって世界中の研究の合理的・科学的な比較が可能になり、研究の質を上げることができるのではないですか。

小沼 おっしゃるとおり、細胞の規格化・標準化を行うことが私たちの研究センター全体のミッションの一つです。細胞の性質が少しずつ違うことは世界的な研究ベースでわかってきてい

るのですが、統一されたものではないので、それらを明らかにして規格化していきたいと考えています。

小野 “Research for researchers”ですね。産業応用が目の前にあるというわけではないかもしれないけれども、世界中の研究者が行っている研究の質と効率を高めるために、ある一つの基準を定めて支援していく。私もそういう仕事をやっていましたのでごく共感します。実は、人工衛星で地球の観測をやっていたのですが、衛星から送られてきたばかりの生データというのは質が低いのです。地図とも合わないし、ひずんでいるし、大気の透過率も場所によって違ったりする。それを補正したり、校正したりして標準化・正規化して、多くの地球科学者が信頼して使えるような質の高いデータとして提供するのが産総研の役割でした。日本でも最近そういった仕事が高く評価されるようになってきて、また産総研では研究ユニットのミッションにも掲げられるようになってきて、とてもうれしく思っています。

カーボンナノチューブも、物性の研究だったらナノグラムかピコグラムの量さえあれば論文は書けますが、グラム単位でつくっているいろいろな研究者に提供して応用してもらうような研究が、産総研でもたくさん出てきました。これもその一つかなと思います。

小沼 ありがとうございます。そういうものの代表になれるように頑張っていきたいと思います。たくさんiPS細胞を樹立して、それを一つずつ解析していくというのは、データ量も膨大ですし、生データだけでは人が理解できないので、インフォマティクスの力も借りてほかの人が利用できる形にしていきたいと思っています。

桑原 人工衛星の研究をされたとおつ

しゃいましたが、想像がつかないのですが（笑）、わかりやすく言うと、どのような研究なのでしょう。

小野 人工衛星に地球観測機器をたくさん一度に載せて、目的は地球気候変動や資源探査、植物の生育状態や活性度、海の色からいろいろな海洋生物の状態を調べるものでした。私自身は、搭載用の計測器をつくる仕事に参加したのですが、もともと観測機器の校正という、感度をしっかり決めるという仕事をやっていました。衛星を打ち上げる前に観測機器の感度を決める、打ち上げた後も、手が届かないけれども、どうやって軌道上で定期的に校正したらいいかを担当しておりました。で、わかってもらえましたか（笑）。

桑原 地上にとどまって細胞や動物を扱うほうが楽そうだなと（笑）、今の話を聞いて思いました。

瀬戸 では、スーパー植物研究最前線ということで藤原さん、お願いします。

スーパー植物研究最前線 -植物を支配する小さなブレーキとアクセルとは？-

藤原 「なんで産総研で植物やっているの？」とたまに言われるのですが、実は植物こそが産業や社会の役に立つポテンシャルをすごく高くもっていると考えています。私たちの暮らしの中で植物は二酸化炭素を吸収して炭水化物や酸素をつくるだけではなく、食糧や飼料、衣料、医薬品、燃料、工業製品の材料としても使われています。観賞や森林浴などで“癒す”効果も植物はもっています。このように、植物は私たちの暮らしに必須です。私たちは植物を理解し、そのもっている可能性を最大限に引き出すことによって地球上のさまざまな問題を解決していこうと考えて、現在、「最先端・次世代研

究開発支援プログラム」の「環境変動適応型スーパー植物の開発」の研究を進めています。

自動車はアクセルとブレーキの両方を適切にコントロールしないとうまく走ったり止まったりしませんが、植物の中にも小さなアクセルとブレーキがあります。それは、遺伝子の発現を制御する転写因子というタンパク質です。私たちの体も植物も大量の細胞の塊でできていて、その一つひとつの細胞の中にある核の中にゲノムDNAがあって、その中に遺伝子が点在しています。転写因子による指令により遺伝子を設計図にしてタンパク質がつくられて、いろいろな機能を発揮します。

遺伝子は、ヒトには約22,000個、私たちが使っているモデル植物のシロイヌナズナにはなんと約27,000個あるとされています。遺伝子は存在するだけでは機能しません。前述の転写因子がその遺伝子の配列の近くにくっつき、適したタイミング、量、部位でタンパク質がつくられるように指令を出しています。この転写因子の数も、ヒトは約1,800個ですが、シロイヌナズナには約2,000個あるとされています。この転写因子にはアクセル型とブレーキ型があり、その二つが絶妙にバランスをとることで植物がうまく生長したり、環境に応答したりできることがわかってきています。

植物には機能が重複した遺伝子が複数あることが多く、遺伝子や転写因子を1個壊してもほかの遺伝子や転写因

子が作用を補って、何も起こらないことがあります。これは遺伝子の機能を解析したり遺伝子を壊して育種したりするときに問題となります。これを克服する技術が、産総研で開発されました。これは、転写活性化因子にリプレッションドメイン（転写抑制領域）を付加することにより強力な転写抑制因子に変えることができるという新技術で、CRES-T法といいます。強力にブレーキが働くため遺伝子破壊では得られなかった多様な強い形質が誘導できます。CRES-T法は植物の基礎研究や応用において世界で広く使われるようになった技術ですが、なぜどのように効いているのか、メカニズムがわかっていません。転写抑制のブレーキがなぜ効くのか、そもそもわかっていないからです。

私は、CRES-T法を開発した研究室に所属してから、CRES-Tプロジェクトによる豊富なリソースや知見を利用して、CRES-T法がなぜ効くのか、転写の抑制がどうやって起こるのかの解明を目指しています。おそらくブレーキが働くときに重要なタンパク質か何かと一緒にいるのではないかと考えられます。そこで、私たちは、その転写因子のタンパク質の複合体の構成要員を単離してCRES-T法を利用したときとそうでないときを比較して、複数の転写因子の解析で共通に単離されるものが転写抑制の基本機構に関わる鍵因子Xであるはずだということで、その同定を試みています。

もう一つのプロジェクトとして、CRES-T法と逆の発想で、ブレーキによるリミッターを外してそれをアクセルにすれば、本来起こらないような劇的な形質を起こすことができるのではないかと考えました。ブレーキとして働くであろうと考えられている転写因子約300個全てに対して、アクセルに転換した形質転換体をつくっています。今は通常の条件で育てていますが、とても面白い植物がたくさんできています。タネを回収した後、各種の過酷な条件下で栽培して生き残る有用な植物を探す予定です。乾燥、塩、弱い光、冠水など、普通の植物なら死んでしまう条件下でも死なないものが見つけたらすごいんじゃないかと。それをシロイヌナズナではなくて、それぞれの形質に応じた実用植物に応用していくことでスーパー植物をつくれるのではないかと考えています。目標は「スーパー植物で世界を救う」です。

理事長 遺伝子の数はシロイヌナズナが27,000、ヒトが22,000でしたね。これはかなりオーバーラップしているのですか？

藤原 オーバーラップしているものも、植物特有のものもあります。私は生物時計の基礎研究をしてきたのですが、植物と動物は時計をつくっている部品は全然違うけれども、時計が動く仕組みはかなり似ています。進化の過程で、使う材料や遺伝子は全然違っても同じようなところに行き着いているようです。

理事長 花びらがたくさんつくというシクラメンの話がありましたが、許可が下りたら市場に出そうということですか。

藤原 CRES-T法を用いて民間企業が開発したシクラメンのことですね。遺



植物こそ産業や社会の役に立つ
ポテンシャルが高い。目標は、
「スーパー植物で世界を救う」。

藤原 すみれ

ふじわら すみれ

伝子組換え体なので、通常は生きた状態で世に出すのは難しいです。ただ、このシクラメンの場合は、花粉がつかられないため飛散する心配がないので、鉢植えのものとしては初めて市場に出す認可が下りそうです。

理事長 スーパー植物というお話でしたが、砂漠の緑化などに使えるようなものができたらすごいことになりますね。

藤原 実際に水やりを止めても長期間枯れない植物などができていますので、実用化を目指していきます。

女性研究者が働きやすい職場に

理事長 3人ともアメリカの研究機関での経験がありますが、日本の研究風土と違いますか。

桑原 ソーク研究所に行ったのですが、システムや設備など、お金がかかる環境はすべて整っているから、あとは研究者が頑張るなさい、というシビアな空気は感じられました。ある日突然、研究者のデスクがなくなったりというのはよく見ました。

小沼 ポスドクでハーバード大学のメディカルスクールに行ったのですが、担当教授がテニユア審査に通らず、研究室全体が途中で移転することになりました。最終的には同じハーバード大学の別のスクールに移転が決まったのでよかったのですが、研究の継続性という面ではシビアだなと実感しました。

藤原 私はアメリカの地方の大学だったのですが、教授たちが優秀な大学院生の確保に必死で、中国や韓国の有名な大学に直接勧誘に行っていました。そうすると、「偉い先生が誘ってくれ

た」と結構来てくれるみたいです。ただ、日本人は欲しいけどなかなか来ないという話でした。

瀬戸 皆さん、生物を扱っているから、日々の生活はどういうサイクルになっているのですか。

桑原 数年前から動物の飼育の作業は産総研がやってくれるようになったので、糖尿病の動物の研究もできるようになりました。子供が2人いますが、迎えに行く時間にはちゃんと帰れます。

小沼 iPS、ES細胞は毎日培地交換しなければいけないので、今は技術研究組合のパートナー研究員と交代で土日は誰かが1人来て、みんなの分の培地交換をしています。

藤原 植物は技術員の方が金曜日に多めに水をやってくださるので週末は乗り切れますが、お正月休みなどの長い休みのときは、誰かが当番になって出向きます。

湯元 産総研はダイバーシティの問題には早くから取り組んでいると思うのですが、女性研究者から見てどう思われますか。

桑原 いろいろなシステムは整っていると思います。私はアメリカから帰ってきたときに、生まれたての子供とも

う一人いたのでプチ・チェリー（産総研内の一時預り保育施設）を利用させていただきました。預けるために毎日、厚生室に電話して、「今日は何時からいいでしょうか」と（笑）。

小野 そういうことを多くの人に知ってもらって、女性の大学院生にもっと産総研に応募してもらいたいですね。産総研の誇りとしているのは、2001年から女性研究者を一定割合採っていますが、結婚・出産を理由に1人もまだやめていないことです。その最長不倒記録が続くことを願っています。

理事長 今日の話は僕にとっては新鮮な領域だったのでとても興味をもって聞かせてもらいました。基礎的なアプローチをとりながら実用化というか、社会への貢献を意識しながら皆さんがやっておられる、とても産総研らしい取り組みをやっていると思います。

大学や産業界を巻き込んで研究をリードする、あるいは菌車の一員として頑張っていくのは当然ですが、成果を発信するときに、大いに合理的な自己主張をしてほしい。知財の特許にもこちらの知恵が入ったときは連名にして出すなどの工夫をしてほしいと思います。皆さんの研究はずっとイノベートしていく要素があると思うので、そういう権利をそのステップごとに確立していくことは将来のためにもなると思います。頑張ってください。

大学や産業界を巻き込んで研究をリードし、成果を発信する時は大いに合理的な自己主張をしてほしい。

野間口 有
のまぐち たもつ



自家幹細胞を用いた糖尿病治療への取り組み

はじめに

「幹細胞」とは、自分自身を複製する能力と、組織を構成する細胞に分化できる能力をもつ細胞の総称です。「成体幹細胞」は、母親の胎内で各器官が形成される段階の胎生幹細胞ではなく、大人（成体）の体内に存在する幹細胞です。

この成体幹細胞の中で、現在、研究がとて進んでいるのが「成体神経幹細胞」です（図1）。この「成体神経幹細胞」は、神経疾患や神経損傷などの治療に用いる「自家幹細胞」源となるため、これを用いて臨床段階を含めた研究・医療開発が世界中で盛んに行われています。

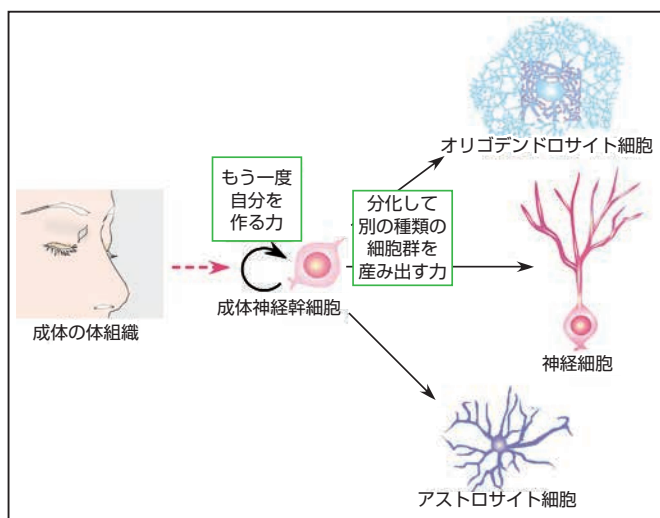


図1 成体神経幹細胞とは何か？

成体神経幹細胞とは、自分自身（未分化状態の神経幹細胞）をもう一度複製することができる「自己複製」能力と、①神経細胞、②アストロサイト細胞、③オリゴデンドロサイト細胞の3種類の分化細胞に、それぞれ分化できる「多分化性」能力の両方を兼ね備えた細胞。ヒトの記憶や学習能力を司る脳内の「海馬」や、ニオイを嗅ぎ取り脳神経へ伝える嗅覚機能を司る「嗅嗅球」などの限られた場所に存在し、各組織の神経機能を支えている。

糖尿病に対する根本的な治療とは？

わが国の糖尿病患者数は、年々増加しています。糖尿病予備軍を含めると1,000～2,000万人に及ぶと言われています。発症後、糖尿病患者の多くが、網膜症や腎症などの「合併症」を併発する重症化を引き起こしてしまうことから、糖尿病に対する根本的な治療法の確立が、重要課題になっています。

糖尿病の治療法として、他人の膵臓すいぞうからの膵島移植すいとうは効果があることがわかっています。ただし、消化酵素で満たされている膵臓特有の性質から、臓器提供者（ドナー）を生前から探索し、

適合性を確認する準備をしておかないと、移植可能な膵臓が確保できません。そのため、膵臓移植医療のドナー不足の問題はとて深刻になっています。また、移植後も免疫抑制剤の併用が必要となるため、高額な医療費負担や、免疫抑制剤による代謝作用の低下などの問題が永続的に続きます。

これに代わる移植治療法として、幹細胞移植があります。インスリンを産生するβ細胞の源になる幹細胞を糖尿病患者に移植できれば、糖尿病に対する根本的な治療になります。

より安全な幹細胞とは何か

—幹細胞工学研究センターの取り組み

幹細胞を用いた再生医療を進める上で、移植に用いる幹細胞を、いかに効率よくそして安全に用意できるかがとて重要な課題となります。移植用幹細胞を「これなら安全で効果がある」と定義するための基準作り（標準化）も大切な取り組みです。

また、移植後の患者の長期にわたる生活の安定のために、将来がん化などを引き起こしかねない遺伝子導入などの操作を行わず、移植先の臓器に順応する性質をもつ、より安全な幹細胞を探し出し、その評価を行う研究開発が求められていました。

幹細胞工学研究センターでは、これまで脳内にある神経幹細胞を解析し、アルツハイマー病やうつ病の医療・創薬開発に役立てるための研究を行ってきました。その過程で、成体神経幹細胞の分化制御因子群が膵臓の分化制御因子群にとて類似していることに着目し、さらに詳しいメカニズムについ



2001年入所。神経幹細胞を用いた神経科学、分子生物学研究に取り組んできました。2009年には、成体の脳内で神経新生が行われる仕組みを解析し、中心となる遺伝子とその活性化の道筋を発表しました。成体の組織幹細胞を用いた再生医療、疾患に関わる遺伝子の機能調節、幹細胞の分化制御機構の解析が、現在のおもな研究テーマとなっています。

桑原 知子（くわばら ともこ）

t.warashina@aist.go.jp

幹細胞工学研究センター

幹細胞制御研究チーム

主任研究員（つくばセンター）

て解析を進めました。これは、神経幹細胞を膵臓で機能する細胞の代替として利用する技術につながり、糖尿病や膵臓疾患の再生医療に役立つ可能性があったからです。

鼻（嗅球）由来の自家神経幹細胞を膵臓へ移植する

研究を進めるにつれて、インスリンを産生するために必要な遺伝子が、成体の膵臓と脳の神経系で共通して発現していることや、その遺伝子を効率よく発現させるためのさらに詳しいメカニズムが徐々に明らかになってきました。この研究は米国ソーック研究所との共同研究を行うことで加速化させることができました。ソーック研究所で維持されているさまざまな神経幹細胞培養系で、遺伝子の活性化・試薬反応性を厳密に検査してもらいつつインスリン活性化のメカニズム解析を行い、実験をより確実に進めることができたからです。

この国際共同研究の契約締結には、産総研の諸部門の多くの方々にサポートしていただきました。また、初期の研究開始段階で特許申請を行う過程においても、知財部門の専門家のサポー

トを受けて迅速に手続きを進めることができたことを感謝しています。

前述したドナー問題や免疫抑制剤による副作用などの問題を避けるためには、自分の体内から幹細胞を取り出して移植に利用する「自家幹細胞移植」が有用です。この移植を進める上で、困難な手術を伴う脳内の神経幹細胞を用いることは非現実的です。そこで、内視鏡を用いて採取が可能な「鼻嗅球」から神経幹細胞を樹立・培養する方法と、その治療効果の検証について並行して研究開発を進めました。

成体神経幹細胞をラットの脳の海馬と鼻嗅球の両方から樹立・培養し、インスリン産生に必要な遺伝子や、分化に重要な遺伝子がどのように発現されるかについて、比較解析を行いました。その結果、海馬由来、鼻嗅球由来どちらの神経幹細胞でも、神経細胞に分化する過程でインスリンを産生する遺伝子が発現することが確かめられました。

さらに糖尿病のラットの海馬と鼻嗅球から、それぞれ神経幹細胞を樹立して、実際に移植の効果を調べた結果、糖尿病ラットの血糖値が徐々に減少し、糖尿病の病態が改善されることが

わかりました（図2）。

神経幹細胞の研究を始めた当初は、自分たちでマウスやラットの汚物処理やケージを洗浄しながら実験を行っていました。しかし、産総研の全動物施設に一元的に飼育員を補充されるようになったことで、この再生医療を目指した研究開発にも実際に着手することが可能になりました。

研究成果が将来社会にもたらす効果

今回開発した技術は自家幹細胞の移植なので、ドナー問題の克服につながる効果が第一に挙げられます。遺伝子導入過程を含まず、免疫抑制剤による副作用の心配もないため、より自然な再生医療に役立つのではないかと考えています。インスリンを産生する細胞が継続的に成体神経幹細胞から補充され、治療効果も長く持続します。

今後は、神経幹細胞でインスリンが産生されるメカニズムの解析から得られた知見をもとに、神経細胞そのものに与える影響や、より効果的なインスリン産生能力の活性化薬剤の探索に向けた研究開発を行う予定です。

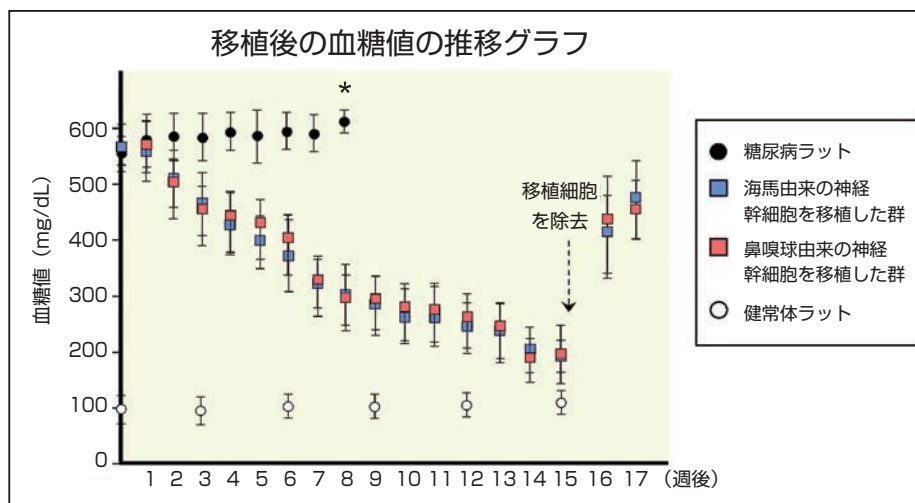


図2 糖尿病ラットに、糖尿病ラット由来の成体神経幹細胞を移植した場合の治療効果
糖尿病のラットの脳海馬と鼻嗅球から樹立した神経幹細胞を、インスリンの産生能力を促進させる薬剤を添加した細胞培養液中で2週間培養した後、糖尿病ラットの膵臓に移植した。海馬由来と鼻嗅球由来のどちらの神経幹細胞を移植した系でも、糖尿病ラットの血糖値が徐々に減少し、糖尿病の病態が改善された。なお、神経幹細胞を移植しなかった糖尿病ラット群は8週間後（図2、*印）には、病態が顕著に悪化し死亡した。さらに、病態が改善した糖尿病ラットから移植した神経幹細胞を除去したところ（図2、点線矢印）、血糖値が再び上昇した（16週目以降は、移植細胞を除去した結果）。

ヒト iPS 細胞の品質評価と安定供給への取り組み

はじめに

2012年1月にヒト胚性幹細胞（ES細胞）から分化させた網膜色素上皮を網膜疾患の患者に移植した初の事例が報告されるなど、ヒト多能性幹細胞を用いた再生医療研究は今まさに実用化へ向かって急スピードで進められています。多能性幹細胞は、体を構成するすべての細胞に分化できる能力（多能性）とほぼ無限に増殖する能力とを持ち合わせています。そのため再生医療の他にも、難病の病態を再現することで、動物モデルでなくヒトの細胞による、病気の発症メカニズム解明への応用が期待されています（図1）。また産業の分野でも、医薬品や化学物質の毒性、代謝、効能などの検査に使われているヒト培養細胞や実験動物に代わる、より手に入れやすく人体に近い検査モデルの材料として注目を集めています。このようにさまざまな応用が期待されている多能性幹細胞ですが、すでに実用段階にある体性幹細胞と異なり、安全性や有効性の確認が現在の課題となっています（図2）。

ヒト iPS 細胞の利用に向けた取り組み

多能性幹細胞のなかでも、成人の体細胞から作り出すことができるiPS細胞は特に将来への応用が期待され

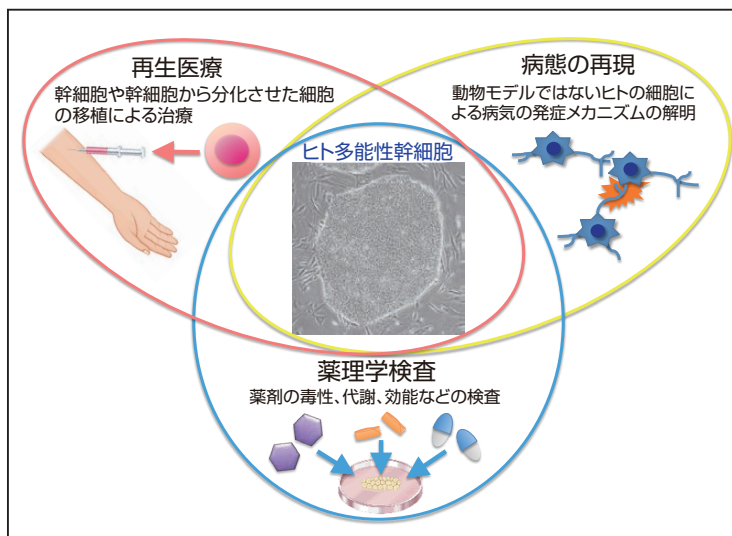


図1 ヒト多能性幹細胞の応用分野

多能性幹細胞の応用分野は広く医学、薬理学の分野にわたっている。中央の写真は多能性幹細胞の一つである培養中のiPS細胞の顕微鏡写真である。

ています。このiPS細胞を産業に応用する上で不可欠な基盤技術を開発するため、2009年から（独）新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）により「iPS細胞など幹細胞産業応用促進基盤技術開発」プロジェクトが開始されました。この枠組みの中で、器官発生工学研究ラボ（現 幹細胞工学研究センター）のメンバーとしてiPS細胞の品質評価指標の確立と、iPS細胞を安定供給する技術の開発に関わることができました。

ヒトiPS細胞は、作製の方法、培養条件などが、未分化性、分化能、増殖能などの品質に影響を与えると考

えられています。このため不適切な方法で管理されると、使用者ごとに違った結果を生じてしまう可能性があります。このことは、細胞治療の信頼性の低下、治療による健康被害の発生、iPS細胞そのものに対する誤った知見の蓄積などの弊害を産む原因になります。そこで、私たちはiPS細胞の品質管理を行う上での指標の作製に取り組みました。多数のヒトiPS細胞から遺伝子発現の情報を網羅的に集め、さらに糖鎖医工学研究センターと生命情報工学研究センターと共に、細胞表面の糖鎖の情報と相互に比較することで多能性をもつiPS細胞に共通の生物学的な指標の抽出を行いました。現在は多能性マーカーとして使用できる指標を絞り込み、より正確で簡素化した運用方法を開発中で、誰でもどこでも利用できる幹細胞の品質管理に役立てていきたいと考えています。

ヒト iPS 細胞を安定的に大量供給する仕組みを作る

NEDOのプロジェクトのなかで取



2009年入所。幹細胞工学研究センターに所属し、ヒトiPS細胞の性質を体系的に解析することで、より効率の良い品質管理方法について研究を行ってきました。2011年からはヒト間葉系幹細胞の安定な培養技術の開発も開始し、品質管理されたヒトES細胞、iPS細胞、間葉系幹細胞の安定供給につながるような培養装置・機器・培養液などの開発を目指しています。

小沼 泰子（おぬま やすこ）

yasuko.onuma@aist.go.jp

幹細胞工学研究センター

器官発生研究チーム

研究員（つくばセンター）

り組んだもう一つの課題は、ヒトiPS細胞を安定的に大量供給する仕組みを作るということでした。ヒトiPS細胞はほぼ無限に増殖する能力があるのですが、一般的なヒト細胞株と比べて培養が難しく、性質を維持しながら大量に培養し供給する技術は十分ではありませんでした。そこで、(独) 国立成育医療研究センターと川崎重工業(株)と共に、ヒトiPS細胞の安定大量供給を目指して、培養技術の機械化に取り組みました。熟練者が細胞株ごとの性質に合わせて培養をコントロールして、細胞の品質を一定に保つ努力をしていることに注目し、その技術をロボット技術で再現することで、iPS細胞の性質を損なわず安定的に培養が可能な「ヒトiPS細胞自動培養装置」の開発に世界で初めて成功しました(図3)。機械化によって誰でも簡単に、性質が確かなiPS細胞を、必要なだけ、手に入れることができるようになることでiPS細胞利用の拡大に貢献すると考えています。

置・基材・培養液などの開発も進めていきたいと考えています。また開発した技術を規格化・標準化していくことで国内だけでなく世界中で幹

細胞利用の基盤を整備し、日本発の優れた技術で幹細胞医療や産業へ貢献していきたいと考えています。

	体性幹細胞 (成体幹細胞)	胚性幹細胞 (ES細胞)	人工多能性幹細胞 (iPS細胞)
①特徴	限られた種類の細胞に分化できる	体を構成するすべての細胞に分化できる	体を構成するすべての細胞に分化できる
②作製法	体内に自然に存在する幹細胞	胚から樹立(1998年)	体細胞に遺伝子導入など(2007年)
③現状	一部の細胞については既に安全性や有効性の実績がある	安全性や有効性の検証はこれから	安全性や有効性の検証はこれから

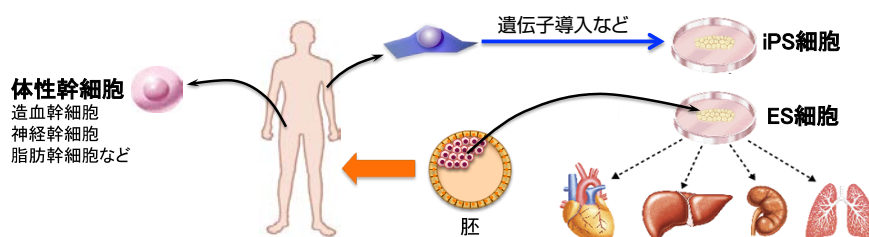


図2 ヒト幹細胞の性質の違い
ヒト幹細胞には、限られた種類の細胞に分化できる 体性幹細胞(成体幹細胞、組織幹細胞とも呼ばれる)と、体を構成するすべての細胞に分化できる多能性幹細胞がある。

研究成果が将来社会にもたらす効果

iPS細胞の品質管理指標の開発や自動培養装置は、ヒト幹細胞供給の簡便化や低コスト化に貢献し、品質管理された細胞が大量供給されることで、再生医療の効果や安全性の向上、創薬スクリーニングの迅速化や安全性・毒性評価試験の信頼性の向上が期待できます。また自動培養装置で実現された、繊細なヒトの手の技術を再現するという技術は、匠の技をロボットシステムに置き換えるような他分野への技術移転が期待できます。

今後もヒト幹細胞の品質管理と安定供給への取り組みを続け、培養装



図3 ヒトiPS細胞培養の自動化
2010年6月に発表したヒトiPS細胞自動培養装置(右)は、高さ2.1m、横幅2.2m、奥行き1.4m。(写真提供:川崎重工業株式会社)

ブレーキとアクセルを用いたスーパー植物の開発

スーパー植物が世界を救う

植物は、食糧や酸素の供給源としてばかりでなく、燃料、工業製品、医薬品の原料、CO₂固定、環境浄化など、私たちの生活や社会の発展にとって必須の役割を担っています。植物のもつ機能や特性を最大限に引き出し、スーパー植物と呼べるような植物を開発できれば、わが国が重点的に取り組むグリーン・イノベーションを強力に推進することができると期待されます。例えば、耕作が不可能だった土地でのバイオマスエネルギー生産と砂漠の緑地化、単位面積当たりの農作物の収量の大幅増加、植物工場における省スペース・省エネルギーでの医薬品や有用物質生産、根が広く深く展開する樹木による治水など、可能性は無限大です。

遺伝子の働きを制御する転写因子とCRES-T法

遺伝子は、タンパク質などを作るためのいわば設計図です。遺伝子がいつ、どこで、どのように働くかは、転写因子というタンパク質によって適切にかつ動的に制御されています。私たちが主な研究材料としているモデル植物のシロイヌナズナは約2,000個の転写因子をもっています。転写因子には、アクセル系の転写活性化因子とブレーキ系の転写抑制因子があり、両者がパラ

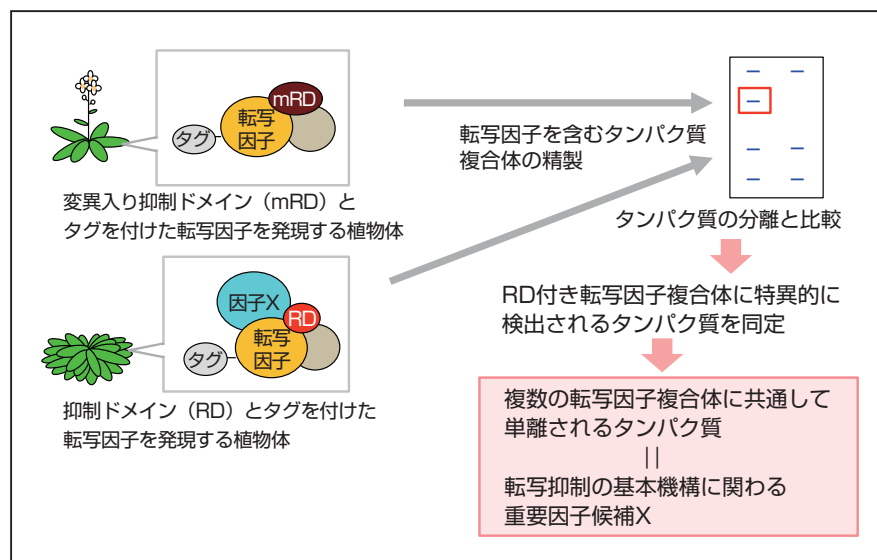


図1 転写抑制の基本機構に関わる因子Xの探索

CRES-T法で形質が得られる転写因子と複合体を形成するタンパク質を同定し、転写抑制の基本メカニズムに関わるタンパク質の探索と解析を行うことにより、遺伝子の働きの制御機構の解明と新技術の開発を目指す。

nsをとりながら遺伝子の働きをコントロールしていると考えられています。

これまで、遺伝子の機能を欠損させるなどして有用形質をもつ植物の探索などが行われてきましたが、劇的な改善点をもった植物を単離するのは困難でした。それは、植物の遺伝子は多くの場合においてほかの遺伝子と機能が重複しており、一つの遺伝子を壊しても、ほかの重複遺伝子による補償的作用によりその形質が現れないことが多からいます。

その問題を解決する革新的な技術

が、産総研の遺伝子転写制御研究グループ(現植物機能制御研究グループ)で開発され、Chimeric REpressor Gene-Silencing Technology (CRES-T)法と名付けられました^{[1][2]}。これは、転写抑制因子から単離されたわずか6アミノ酸を付加するだけで、転写活性化因子を強力な転写抑制因子に転換できるというものです。類似したほかの転写因子の機能も同時に抑えるため、重複遺伝子の存在により機能欠損では形質が得られない場合でもCRES-T法により形質を得られるケースが多く報告されており、多様な基礎研究において世界中で広く活用されています。また、この手法はほかの植物にも利用できる、有用形質をもつさまざまな植物の作出や応用化に成功しています。

転写因子の可能性を引き出す二つのアプローチ

しかし現状では、遺伝子の働きが転写因子によってどのように制御されているのか未解明な点が極めて多く、どの転写因子がどの遺伝子や生理現象を



2005年筑波大学生命環境科学研究科にて博士(理学)取得。植物体内の生物時計の働きと、植物が時計を利用して適切な季節に花を咲かせる仕組みの研究に取り組んできました。米国オハイオ州立大学と理化学研究所植物科学研究センターを経て、2010年産総研に入所。遺伝子の働きを巧みに制御する転写因子が働く仕組みの解明とその応用利用を目指しています。

藤原 すみれ (ふじわら すみれ)

fujawara-s@aist.go.jp

生物プロセス研究部門
植物機能制御研究グループ
研究員(つくばセンター)

制御しているのかなどに関する知見も限られています。CRES-T法においても、なぜ転写活性化因子が強力な転写抑制因子となりうるのか、その具体的なメカニズムが未解明です。これらを解明することは、植物遺伝子の働きを制御する基本部分を理解する上で必須です。また、これらのメカニズムが解明されれば、全く新しいタイプの遺伝子制御技術や、有用形質をもつ植物の画期的な作出法の開発につながることができると考えられます。そこで私たちは、転写因子の働きの解明と、その力を利用したスーパー植物の開発を目指し、二つのアプローチで研究を進めています。

一つ目は、生化学的手法から攻めるアプローチです（図1）。CRES-T法により特徴的な形質を引き起こすことが知られている転写因子が遺伝子の働きを抑えるときに形成するタンパク質複合体の構成要員を、複数の転写因子に対してそれぞれ同定し、その特徴や働きを解明することにより、転写抑制機構の基本部分に関わる重要因子を発見

することができると考えて研究を進めています。この研究により重要因子が単離され、その制御機構やそれに関わる機構が判明すれば、基礎研究の進展にとっても大きく貢献するだけでなく、人工的に遺伝子の働きを制御するための全く新しいタイプの強力な技術の開発が可能になると期待されます。

二つ目のアプローチとして、転写抑制因子を転写活性化因子に置換した植物を網羅的に作出し、ストレス耐性をもった植物やほかの有用形質をもった植物のスクリーニングを行っています（図2）。遺伝子の働きを制御するブレーキを壊してさらにアクセルに置換することにより、これまでにない能力をもった植物を生み出すことができると期待されます。実際に、これまでに作出した植物の多くが今までにないような強烈な形質を示しており、コンパクトなスペースに種子を大量に付ける、早咲き、抗酸化物質を蓄積するなど、応用につながりそうな形質を示す多種多様な植物が単離されています。現在は、このような植物を順次作出し形質

を観察するとともに、通常の植物体では生存できないような各種の過酷な環境下で生存することのできる系統を順次探索しています。さらに今後は、得られた形質に応じてシロイヌナズナ以外の植物にアクセルに転換した転写因子を導入し、実用化への展開を目指します。また、個々の植物体を解析し有用形質が引き起こされる仕組みを解明することにより、さらなる応用展開にもつなげて行こうと考えています。

参考文献

- [1] 産総研TODAY, 10 (10), 8-9 (2010).
- [2] K. Hiratsu et al. : *Plant Journal* 34, 733-739, (2003).

この研究は最先端・次世代研究開発支援プログラム（内閣府/日本学術振興会）の「遺伝子転写制御機構の改変による環境変動適応型スーパー植物の開発」（研究代表者 藤原すみれ）により進められています。

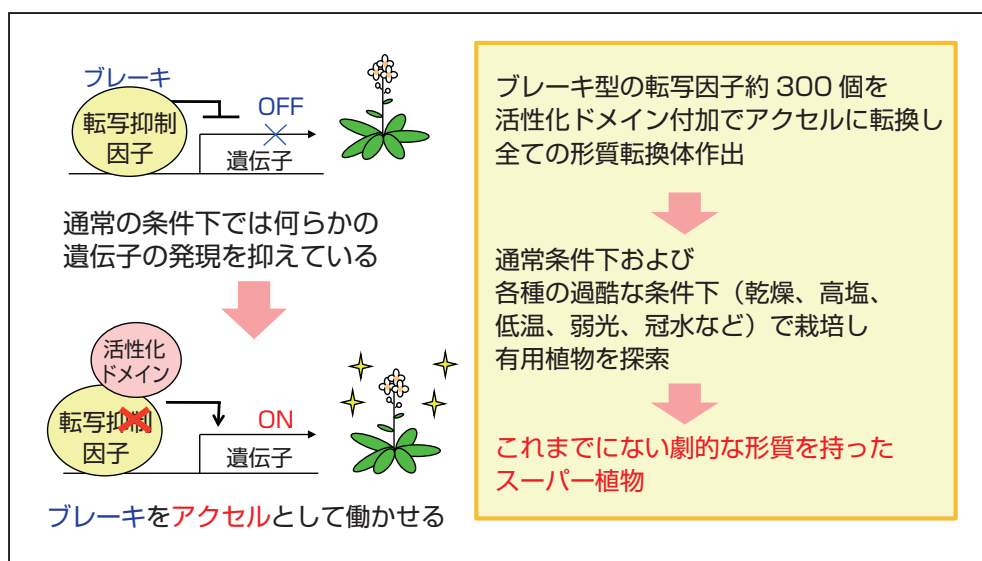


図2 ブレーキをアクセルに変換することによるスーパー植物の開発
転写抑制因子を活性化因子に転換した植物を網羅的に作出し、これまでにない有用形質を獲得した植物を探索する。得られた形質に応じて実用植物に導入し、応用展開を目指す。

リボソームに翻訳以外の機能を発見

16S rRNA ヘリックス41によるリボヌクレアーゼT2の阻害



宮崎 健太郎

みやざき けんたろう
miyazaki-kentaro@aist.
go.jp

生物プロセス研究部門
合成生物工学研究グループ
研究グループ長
(北海道センター)

大腸菌をプラットフォームとした微生物によるものづくり、それに関連した基盤技術開発を行っています。ここで紹介するリボソーム機能解析・改変による宿主改良以外にも、メタゲノミクスによる有用遺伝子の探索、進化分子工学による遺伝子機能改変、それらを統合した独自の合成生物学を展開しています。

関連情報：

● 参考文献

K. Kitahara, K. Miyazaki : *Nat. Commun.* 2: 549. doi:10.1038/ncomms1553(2011).

● 共同研究者

北原 圭 (産総研、現 大阪大学)

● 用語説明

* リボソーム (ribosome) : DNA から RNA へと「転写」された遺伝情報をタンパク質へと「翻訳」する機能を担う細胞小器官。大小2つのサブユニット、3つのリボソーマル RNA (rRNA) と 55 のタンパク質から構成される超分子複合体である。

** 16S rRNA: 原核生物のリボソームの 30S サブユニット (小サブユニット) に含まれるリボソーマル RNA。約 1,500 塩基からなる。適度な情報量と種に固有な特性から、微生物の進化系統解析に用いられる。

● プレス発表

2011 年 11 月 23 日「リボソームに翻訳以外の機能があることを発見」

リボソームの機能

リボソーム*は全生物に存在する細胞小器官で、遺伝情報の「翻訳」という重要な生体機能を担っています。この機能は多くの生物で共通である一方、細菌とヒトではリボソームの構造が異なるため、細菌リボソームに選択的な阻害剤は、ヒトに対する毒性の低い感染症治療薬となり、その開発が期待されています。こうした阻害剤の開発には、リボソームの機能についての詳細な解析が必要です。

リボソームの解析と改変

産総研では、新規微生物やそれに含まれる有用酵素の探索と利用など、微生物に関する研究を幅広く行っています。現在、大腸菌をプラットフォームとしたリボソームの解析・改変を通じて細胞機能の理解と利用を進めています。

大腸菌の RNA 分解酵素 T2 (RNase T2) を精製すると、RNase T2 の生理的な役割とは無関係と思われるリボソームに結合した形で分離されます。しかし、この結合を生じさせる相互作用の生理的意味や RNase T2 の阻害様式などの詳細な分子機構については不明でした。今回、長年の間未解決となっていた「RNase T2 - リボソーム相互作用」の実態解明を行いました。

RNase T2 とリボソームの複合体形成メカニ

ズムや生理的意義を解明するために、大腸菌リボソーム変異体の解析を試みました。種々の微生物より 16S rRNA** 遺伝子をクローニングし、大腸菌の 16S rRNA 遺伝子と置き換えたところ、大腸菌の 16S rRNA 遺伝子とは 80 % 程度の配列相同性しかない進化系統がかけ離れた微生物由来の 16S rRNA で置換しても、大腸菌が生育できることがわかりました。これら的大腸菌変異株について、その生育をより詳細に観測すると、定常期において死滅しやすくなることが判明しました。また定常期に細胞内の RNA を抽出したところ、RNase T2 の阻害部位に変異を含む大腸菌 (KT103/Rpi, 図1の赤色部分の構造が大腸菌 (Eco) のものからほかの細菌 (Rpi) 由来のものに置き換わっている) では、RNA が分解されていることが確認されました (図2のレーン2)。

今後の予定

これまで、遺伝情報からタンパク質を合成する「翻訳装置」とされていたリボソームの新たな役割を発見したことで、リボソームにはほかにも生理的に重要な機能が隠されている可能性があります。今後、リボソームの機能解析を継続することで、それら未知の機能の有無についても解明していき、毒性の低い感染症治療薬への応用についても探っていきたいと考えています。

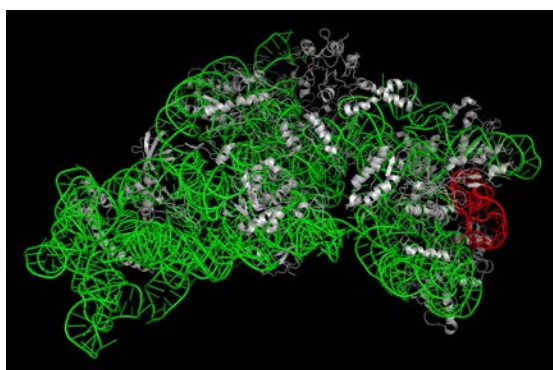


図1 リボソーム 30S サブユニットの立体構造

緑色の部分が 16S rRNA、赤色部分は RNase T2 と相互作用する 16S rRNA のうちの helix41 領域。helix41 領域が他の生物のものに入れ替わると RNase T2 に対する阻害活性を失う。白色部分はリボソームタンパク質。

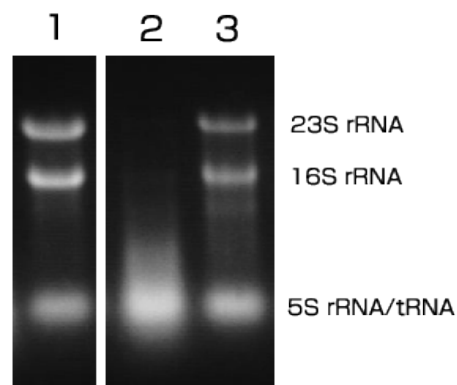


図2 細胞内 RNA 分解を指標とした RNase T2 阻害活性の評価

レーン 1 (KT103/Eco)、レーン 2 (KT103/Rpi)、レーン 3 (KT103 rna-/Rpi)。レーン 2 (KT103/Rpi) では RNA の分解 (23S rRNA と 16S rRNA のバンドがない) がみられる。KT103 rna- は RNase T2 を欠いた大腸菌のため、ヘリックス 41 の種類によらず RNA の分解は見られない。

非磁性相変化固体メモリーから巨大磁気抵抗効果 常温で2,000 %を越える磁気抵抗比を実現



富永 淳二

とみなが じゅんじ

j-tominaga@aist.go.jp

ナノエレクトロニクス研究部門
上席研究員
(つくばセンター)

1991年英国クランフィールド大学でPh.D（材料科学）。1997年に民間企業から旧工業技術院に転職。2003年から2009年まで産総研近接場光応用工学研究センター長。専門は材料科学、特にカルコゲン化合物、相変化メモリー材料。最近ではカルコゲン薄膜の新しい物理現象（トポロジカル絶縁体）の応用を中心に研究しています。

関連情報：

● 共同研究者

アレキサンダー コロボフ、
ポール フォンス（産総研）

● 用語説明

* 超格子型相変化構造膜：従来のゲルマニウム-アンチモン-テルルからなる3元合金薄膜を用いるのではなく、ゲルマニウム-テルル、ゲルマニウム-アンチモンから構成される2種類の2元合金薄膜を、結晶配向性を揃えながら交互に成長させることで、溶融せずに相変化できる相変化膜。溶融を経ることがないため、相変化に必要なエネルギーを大幅に削減できる。

● プレス発表

2011年10月14日「相変化固体メモリーから巨大磁気抵抗効果出現」

● 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の支援を受けて行っています。

不揮発性メモリーの現状

次世代の不揮発性メモリーとして、化合物の結晶と非晶質（アモルファス）状態との電気抵抗値の差を利用した相変化メモリー（PCRAM）や、磁性合金の磁気による電気抵抗値の差を利用する磁気抵抗メモリー（MRAM）、酸化物に強い電場を加え結晶状態を変化させて抵抗値の差を利用する抵抗変化メモリー（RRAM）などが注目されています。PCRAMとMRAMはすでに実用化されていますが、PCRAMでは比較的消費電力が大きいこと、MRAMではメモリーセルの面積が大きいこと、また、RRAMでは記録・消去の繰り返し回数が少ないというそれぞれの欠点がありました。

相変化構造膜の開発

産総研が研究開発を推進する低消費電力型PCRAMのメモリー層は、これまでの合金層とは異なり、ゲルマニウム-テルル結晶層とアンチモン-テルル結晶層とが互いに積層された配向性の高い積層膜から構成されています。各化合物層の厚さを第一原理シミュレーションに基づいて精密に制御することで、異なる化合物からなる超格子状の相変化構造膜が作製できます。この超格子膜は実際にPCRAMデバイスに組み込まれ、すでに従来比10分の1以下の電力で動作できることが実証されています。

この超格子相変化構造膜のPCRAMデバイスを用いて、磁場による抵抗変化を室温で測定し

たところ、0.1テスラの磁場で抵抗値が2000 %以上変化する巨大磁気抵抗効果を示すことを発見しました（図1）。さらに、シリコン基板上に超格子相変化構造膜を作製し、ラッシュバ効果に伴う表面スピン分極電流の違いを室温で測定したところ、バンドギャップ付近の波長の光ではなく、可視光領域（波長400 nmから800 nm）の光でも、磁場を加えると、波長に依存することなく光の反射率が変化することも発見しました（図2）。

この研究は、超格子相変化構造膜を用いれば、室温以上でトポロジカル絶縁性を機能させることができ、電場または磁場によってスピンを制御できる全く新しいスピントロニクスの可能性を示した世界で初めての成果です。

今後の予定

この成果は、超格子相変化構造膜が次世代ハードディスク用ヘッドなど、メモリーを越えた新規デバイスの創成につながることを期待できます。

今回の発見は、消費電力の削減だけでなく、外部電場と磁場を独立に変化させた相変化を可能にし、それに伴う電気抵抗を制御できます。これまでPCRAMとMRAMは全く異質のメモリーと考えられてきましたが、今回の発見によって将来的にPCRAMとMRAMが融合した超高密度固体メモリーの創成が期待できます。今後、この成果を踏まえてPCRAMとMRAMを統合した全く新しいメモリーの研究開発を推進します。

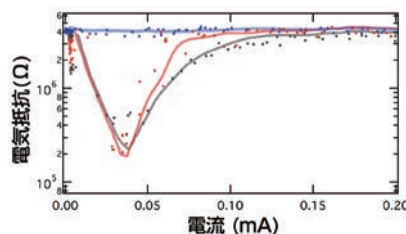


図1 超格子相変化膜を備えたPCRAMデバイスのスイッチ動作

磁場のない初期動作が赤色、磁場がある場合が青色、磁場を取り除いて動作させたものが灰色。

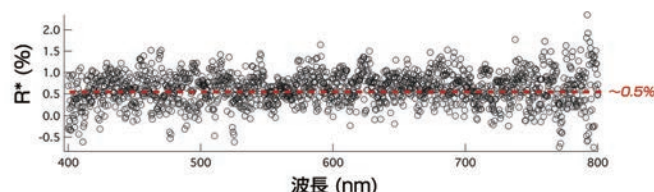
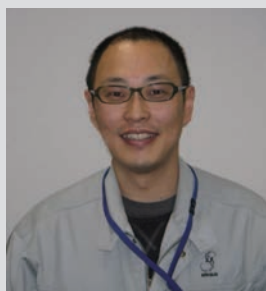


図2 シリコン基板上に作製した超格子変化膜の反射率の変化（ R^* はN極磁場を与えたときとS極磁場を与えたときの光反射率の差）
磁場のない状態に比べて、磁場を加えると反射率が変化する（図ではS極を与えた方が、反射率が高いことを示す）。

ジスプロシウムを使わない等方性焼結磁石

新たな焼結技術で高性能磁石の資源問題解決に貢献



高木 健太

たかぎ けんた
k-takagi@aist.go.jp

サステナブルマテリアル研究
部門
相制御材料研究グループ
研究員
(中部センター)

専門は粉末冶金で、組成傾斜構造をもつセラミック遮熱被膜や圧電セラミックの作製・評価の研究を行ってきました。また、単分散球形粒子量産法の開発やその粒子の3次元アセンブリによる新規マイクロデバイスの研究にも従事しました。産総研では主に重希土類フリー焼結磁石の開発を担当しています。

関連情報：

● 参考文献

K. Takagi et al.: *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 324(7), 1337-1341(2012).

● 共同研究者

尾崎 公洋 (産総研)

● 用語説明

* 等方性磁石、異方性磁石：等方性磁石は異方性磁石ほど高い磁性にはならないが、どの方向にも均等な磁性をもつため、着磁の方向を選ばない。異方性磁石は一方に強い磁性をもち、ほかの方向には低磁性となるため、高い磁性を必要とする場合に有効である。

● プレス発表

2011年7月6日「ジスプロシウムを使わない高性能な等方性焼結磁石」

● この研究開発は、独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の「希少金属代替材料開発プロジェクト・Nd-Fe-B系磁石を代替する新規永久磁石の研究」(平成21年度～22年度)の支援を受けて行ったものです。

高性能磁石の現状

高性能磁石はさまざまなハイテク機器に利用されており、また、ハイブリッド車や電気自動車のモーターへも適用できるため、今後利用が増加するものと考えられます。

現在、最高の性能をもつ磁石材料であるネオジム-鉄-ホウ素 (Nd-Fe-B) 系磁石は、ジスプロシウム (Dy) を添加することによって保磁力を高めていますが、Dyは重希土類元素であり、資源埋蔵量が少ない上に、採掘できる地域が限られているため、輸入価格が高騰しています。

このためNd-Fe-B系磁石に次ぐ高い磁石特性をもつサマリウム-鉄-窒素 (Sm-Fe-N) 系磁石粉末は、Dyを使用しない高性能磁石材料として期待されています。しかし、磁石粉末としての特性は高いものの、500℃以上の高温で焼結すると磁石特性を失ってしまうため、これまでは高性能の焼結磁石が作製できませんでした。

高精度焼結技術による磁石の開発

今回、私たちはSm-Fe-N系磁石粉末の磁石性能の低下を防ぐために、400℃程度の低温での焼結で、しかも高い相対密度の焼結磁石を作製するために、パルス電流によって焼結するパルス通電焼結法に、荷重制御をするためのサーボプレスを組み合わせた焼結法を用いました(図1)。

パルス通電焼結法は、粉末の入った金型にパルス電流を流して焼結を行います。通電焼結法は、粉末自身を直接加熱する手法であるため、

短時間での昇温が可能で結晶構造の変化を防ぐことができ、これにパルス電流を使うと、粉体の温度を上げることなく粉末界面での結合を促進することができます。また、パルス通電焼結の際に、サーボプレスによってプログラム荷重制御を行うことで、さらなる緻密化を促進できます。さらに、金型に超硬合金を使用すると、サーボプレスによる荷重を大きくでき、相対密度の増大につながります。これらによって、稠密な焼結体を低温で作製することができます。

今回、私たちは等方性*Sm-Fe-N系磁石の粉末を使用し、焼結温度400℃、保持時間1分で90%以上の高い相対密度の等方性焼結磁石を作製できました。作製した等方性Sm-Fe-N系焼結磁石の特性は残留磁束密度0.91 T (9.1 kG)、保磁力770 kA/m (9.68 kOe)、最大エネルギー積129 kJ/m³ (16.2 MGOe)となりました。これは、等方性の磁石としては世界最高レベルになります。図2は、今回作製した焼結磁石に鉄球を磁着させた例です。

今後の予定

今回作製した等方性Sm-Fe-N系焼結磁石は、材料特性の改善や結晶制御によって、さらに性能を高めることが期待できます。今後は、異方性*のSm-Fe-N系磁石粉末を用いて異方性焼結磁石を開発するとともに、焼結技術だけではなく、磁石粉末自体の研究開発を行い、さらに高性能なSm-Fe-N磁石の開発を目指します。

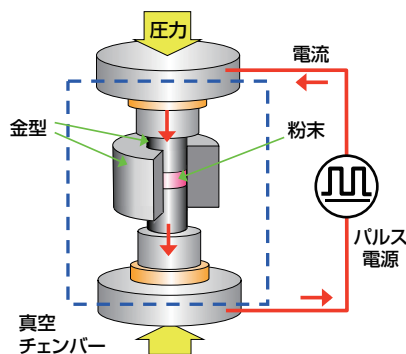


図1 パルス通電焼結法の概略図



図2 今回開発した重希土類元素を含まない高性能焼結磁石 (Sm-Fe-N系) 高性能焼結磁石を2段重ねにしたものに、鉄球30個が磁着している

音波を用いて静電気を計測する

集束音波を走査して平面の静電気分布を可視化



菊永 和也

きくなが かずや

k-kikunaga@aist.go.jp

生産計測技術研究センター

光計測ソリューションチーム

研究員

(九州センター)

大学では超伝導など電子材料の開発を専攻してきましたが、産総研への入所をきっかけとして静電気計測技術の研究開発に従事しています。静電気はとても単純で基礎的な現象ですが、それを評価するための計測技術がほとんどないのが現状です。そのような問題に対し複数の分野での研究経験を活かして、これまでの概念にとらわれずそれを打ち破るような技術の開発で社会の発展に貢献することを目指しています。

関連情報：

● 共同研究者

蒲原 敏浩、野中 一洋（産総研）

● 用語説明

* 静電気センサー：帯電体と金属のような導体を近づけると、帯電体に近い部分に帯電体の持つ電荷とは異符号の電荷が集まる現象（静電誘導現象）を利用して、非接触で静電気を測るための一般的な計測器。

● プレス発表

2011年10月24日「音波を用いて静電気を計測する技術を開発」

● この研究は、独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）先導的産業技術創出事業と、独立行政法人 日本学術振興会科学研究費補助金（若手研究B）の支援を受けて行っています。

静電気計測の現状

静電気は生産現場のいたるところで不規則に発生し、生産性低下の原因になっています。そのような静電気障害を軽減するために、生産現場環境で静電気を計測できる技術が求められています。

これまで静電気計測技術は、周囲にノイズ源がない場合など理想的な環境において正確に静電気を測定する手段として確立されてきました。しかし静電気センサー*を測定対象物の直上に近接させる必要があるなど、測定する際に空間的な制約がありました。また、平面の静電気分布を測定するには、センサーを物理的に動かす必要があるため、高速な測定が困難でした。

音波などの振動による静電気計測

私たちは静電気を数値化し生産プロセスにフィードバックできる新しい静電気計測技術の開発に取り組み、音波と電磁界を用いて静電気を計測する技術を開発しました。電磁界は導体に交流電流を流すことで発生することが知られています。開発した技術では静止している電荷（静電気）の位置を空間的に変化させ、交流電流と同様の効果を作り出して電磁界を誘起させます。誘起した電界の強度と位相を測定することで、測定対象物の表面電位と電氣的極性の情報を取り出すことができます。（図1）

この技術のメリットは、誘起される電磁界が振動させた部分のみの情報を含んでいるので周囲にある他の静電気と区別できること、電磁界が振動させた部分を中心として全方位で検出可能であるためセンサーを直上に設置できない場所でも静電気を計測できることです。このようなことから、生産現場のような空間的制約の多い場所にも適応できる静電気計測技術として期待されます。

この技術を用いて計測したポリイミドフィルムの静電気分布の例を図2に示します。ここでは集束音波を用いてフィルムを振動させて静電気を計測しています。音源を一点一点移動させながら、その場所の電界を測定して分布を可視化しています。つまり、集束音波を高速で走査させることで平面の静電気分布を短時間で計測できる可能性があり、静電気可視化技術として期待されます。

今後の予定

今後は音波によって誘起された電磁界を効率的に受信するための低周波アンテナを開発し、新しい静電気センサーにつなげる予定です。さらに集束音波を高速で走査できる超指向性音響システムを開発し、静電気分布を短時間で可視化するシステムの開発を行う予定です。

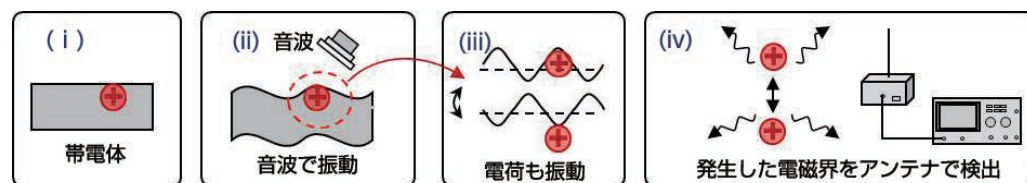


図1 計測技術の概念図

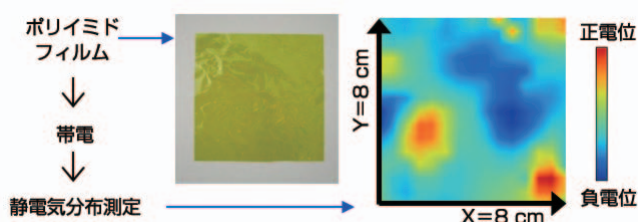


図2 ポリイミドフィルムの静電気分布の計測例

安価な太陽光発電パネルモニター装置

強いノイズ耐性をもつ野外仕様の電力線通信技術を実現

国際公開番号
WO2011/158681
(国際公開日: 2011.12.22)

研究ユニット:

情報技術研究部門

適用分野:

- 太陽光発電
- 低速データ通信
- テレメータシステム

目的と効果

太陽光発電システムではコストや工事の手間の増加がなく、野外での劣悪な通信環境に威力を発揮するモニタリング手段が望まれています。そこで効率的なシステム運用に向けて、パネル単位での発電状況モニタリングの実用化を図りました。この発明は、太陽光発電パネルの発電情報を直流電力線で伝送することで、新たな通信ケーブルを敷設しなくても安価なモニタリングが可能です。ノイズに強いスペクトラム拡散方式をベースに、伝送速度の低下を防ぐため、フレーム同期信号を挿入することなくその構成を受信側で識別できる工夫がされています。

技術の概要

この太陽光発電パネルモニター装置では、信号に拡散符号を乗ずる符号分割多重アクセス方式(CDMA)を応用したノイズに強い通信方式を開発して、太陽光発電パネルの端子箱の中に小型の通信子機を実装しました(図1(a))。これにより、各太陽光発電パネルの電圧、電流、温度などの情報を直流電力線によって、一括してパワーコンディショナー側の通信親機に伝送

できます(図1)。電圧、電流、温度などのデータをデータフレームにして伝送しますが、フレームが短いため、各フレームの始まりを示す符号を追加すると伝送効率が低下してしまいます。この発明は、データを伝送するたびに交互にCDMAの拡散符号を切り替えることで、符号を追加することなくフレームの始まりを識別可能にしました。このため、伝送効率の低下を招くことなく、野外でも使用できるノイズ耐性の強い安定した通信が可能になりました。

発明者からのメッセージ

通信子機は、市販の安価な電子部品で構成して低コスト化し、量産時で200円程度の見込みです。図2に示すように、実際に30枚の太陽光発電パネルに実装して発電状況のモニタリングを行いました。これまでの手法ではパネル単位での不具合を発見することが困難でしたが、この発明の太陽光発電パネルモニター装置は、パネル単位で発電の不具合を検知でき、太陽光発電システムの発電ロスの抑制に有効です。メガソーラーなどの大規模システムへの展開も検討しています。

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

IDEA

産総研が所有する特許のデータベース

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

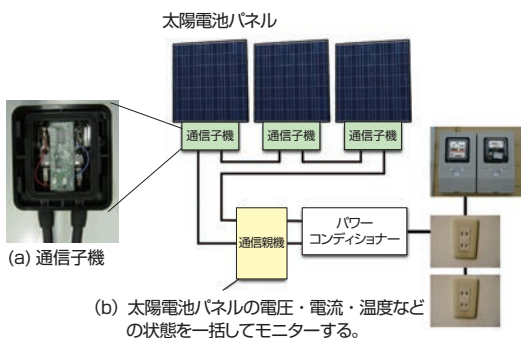


図1 太陽光発電パネルモニタリングシステムの全体構成

(a) 通信子機は、太陽電池パネルの電圧・電流・温度などをモニタリングして送信する(回路基板の大きさは42 mm×15 mm)。(b) 通信親機はモニタリングしたデータを一括して受信して蓄積・表示する。

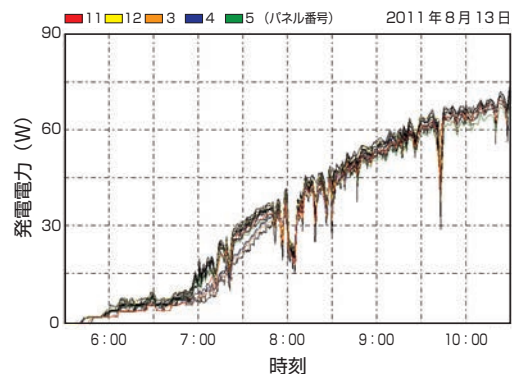


図2 本装置によるモニタリング例

30枚のパネルの発電状況がほぼ同じであり、雲により太陽光が一時的に弱くなる様子がわかる。

高品質な配向薄膜を得るためのシード層を開発

大気中で、光を用いて簡便にシード層を作成する新規手法

国際公開番号
WO2011/129341
(国際公開日:2011.10.20)

研究ユニット:

先進製造プロセス研究部門

適用分野:

- 誘電体材料
- 導電体材料
- エレクトロニクス素子

関連情報:

- 参考文献

[1] T. Nakajima *et al.*: *CrystEngComm*, 13, 158 (2011).

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@aist.go.jp

目的と効果

ディスプレイや電子デバイスなどに利用される酸化物材料の多くは薄膜の形態で利用されています。結晶の成長方向が一方に揃った“高配向性”は、導電性、発光性、磁性などの材料特性の向上に極めて重要な要素です。さまざまな用途に対応するために、高品質な配向膜が得られ、低コストで汎用性の高いプロセスの確立が必要とされてきました。そこで新たに化学溶液法とレーザー照射を組み合わせた光MOD法により、ガラスやセラミックス多結晶基材などに、シード層を簡便に形成する手法を開発しました^[1]。得られるシード層の上部にはさまざまな酸化物薄膜の高配向成長が可能です(図1)。この手法は大気中で少ない工程数で作製可能であるため、とても簡便で汎用性の高い製膜手法になっています。

技術の概要

配向成長の対象材料は、特性がバラエティに富むペロブスカイト酸化物薄膜(たとえば LaNiO_3)です。ペロブスカイト構造を高配向成長させるために、シード層材料として Dion-Jacobson 型構造

を有する酸化物(たとえば $\text{RbLaNb}_2\text{O}_7$)を利用しました。シード層材料が持つ結晶構造の強い2次元性とレーザー照射時に発生する傾斜光加熱効果によって、無配向のガラス基板上でもこのシード層材料を100%の配向度で一軸配向膜として成長させることができます。この配向膜をシード層として用いれば、図2に示すように、シード層の上部に種々のペロブスカイト酸化物薄膜を一軸配向成長させることが可能です。またこのシード層の形成プロセスは原料溶液の塗布、仮焼、レーザー照射のみの工程で、かつすべて大気中で行うことができます。

発明者からのメッセージ

この発明はペロブスカイト酸化物配向薄膜を利用する上でとても効果的な製膜手法になると考えられます。前駆溶液塗布膜の形成に化学溶液法を利用した大面積製膜やインクジェット法などを利用したオンデマンド製膜も可能です。大気中でレーザー光を照射しますので真空チャンバーなどを必要とせず、さまざまな材料の製作工程にフレキシブルに組み込むことが期待されます。

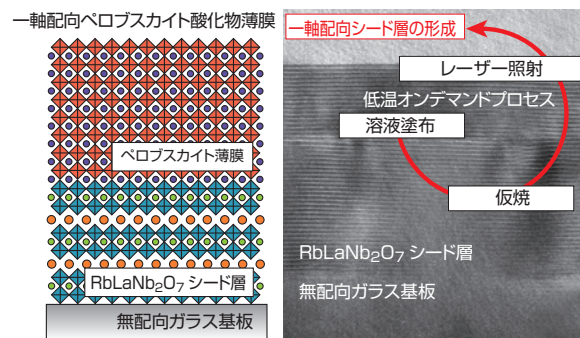


図1 光MOD法で作製する $\text{RbLaNb}_2\text{O}_7$ シード層と上部に形成する LaNiO_3 ペロブスカイト酸化物薄膜の模式図(左)、および実際に無配向ガラス基板上に配向成長させたシード層の断面透過電子顕微鏡写真(右)。

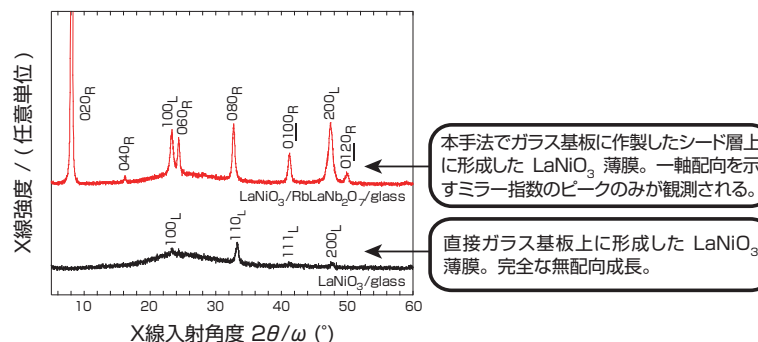


図2 ガラス基板上に光MOD法で作製した $\text{RbLaNb}_2\text{O}_7$ シード層と上部に形成した LaNiO_3 酸化物薄膜、およびガラス基板上に直接製膜した LaNiO_3 薄膜のX線回折図。R、Lはそれぞれ $\text{RbLaNb}_2\text{O}_7$ 、 LaNiO_3 を示す。

聴力の個人差分布を国際標準として公表

個人差を考慮した的確な騒音評価が可能に



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)

聴力に限らず、人々のあいだに個人差があるのは当たり前のことです。しかし、私たち研究者は、ついその事実を忘れ、“平均値”で人を語ろうとしてしまいます。世の中で真に役立つ技術を開発するためには、個人差を含めた人間の全体像を見ていかなければなりません。これはまた、本格研究の一側面でもあると思います。

関連情報:

● 参考情報

ISO 389-7:2005,
Acoustics — Reference
zero for the calibration of
audiometric equipment —
Part 7: Reference
threshold of hearing under
free-field and diffuse-field
listening conditions

ISO 28961:2012,
Acoustics — Statistical
distribution of hearing
thresholds of otologically
normal persons in the age
range from 18 years to
25 years under free-field
listening conditions

ISO 7779:2010,
Acoustics — Measurement
of airborne noise emitted
by information technology
and telecommunications
equipment

● この国際標準化は、標準
基盤研究「高周波領域の基
準聴覚特性の標準化」(平成
13～15年度)の成果に
基づいて行われたものです

聴力の個人差

人に聞こえる最も小さな音のレベルを「聴覚閾値」と呼びます。この値は年齢や聴覚障害の有無によってももちろん異なりますが、聴覚に特に異常がない若い人(若齢健聴者)に限ってみても、そこには大きな個人差が存在します。

平均的な聴覚閾値は国際規格ISO 389-7に記述されており、さまざまな騒音の可聴性評価などに広く利用されています。例えば、ISO 389-7の聴覚閾値を下回るレベルの騒音であれば、一般に「人には聞こえない」と判断されます。

ただし、その聴覚閾値はあくまで“平均的な”値ですので、それよりも小さな音が聞こえる人も実際には数多く存在します。そのため、例えば機械騒音の場合、思いもよらぬ小さな音に対して苦情が発生し、製品の設計者が困惑する事例が多くありました。

個人差分布の推定と国際標準化

これまで聴覚閾値の個人差の様相は十分に明らかにされておらず、騒音評価にあたって参照すべき適切な資料がないのが実情でした。そこ

で、この問題を解決するために、産総研では製品評価技術基盤機構と共同で聴覚閾値の大規模測定を実施し(図1)、その個人差分布の形状と大きさを推定しました。

これによって得られた測定データは、国際的にも通用するよう諸外国のデータと比較・統合し、国際標準として公表すべく国際標準化機構(ISO)に提案しました。その結果として2012年1月に発行されたのが、ISO 28961「聴覚閾値の統計的分布」です(図2)。

騒音評価への応用

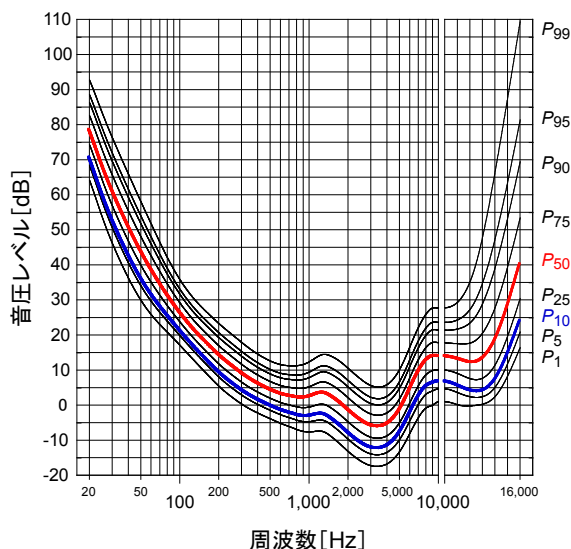
この国際規格を参照すると、例えば10人に1人しか聞こえない騒音のレベルは何dBであるかを簡単に知ることができます。これによって、従来よりも詳細な騒音評価基準を設定することが可能となり、製品の静音化設計の精度と効率を格段に向上させることができます。

すでに情報通信機器については、この研究に基づく異常音の検出基準がISO 7779として公表され、より静かな製品作りを目指す国内外の企業において広く活用されています。



図1 聴覚閾値の測定の様子

無響室内にてスピーカーからさまざまな強さと周波数の音を出し、それが聞こえるか否かの判断を被験者に求める。



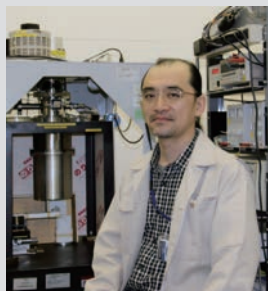
(10,000 Hz未満は対数尺度、10,000 Hz以上は線形尺度)

図2 聴覚閾値の統計的分布 (ISO 28961 より)

騒音評価で一般に参照される聴覚閾値 P_{50} (赤線、ISO 389-7より) の上下には、それよりも聴力が良い、または悪い人の閾値が分布する。ここで、例えば P_{10} (青線) は、若齢健聴者 10人に1人 (10%) の割合で存在すると推定される、聴力の良い人の閾値曲線を表す。

熱物性認証標準物質の開発

熱物性計測の信頼性の向上のために



山田 修史

やまだ なおふみ

naofumi-yamada@aist.go.jp

計測標準研究部門 材料物性科
熱物性標準研究室
研究室長
(つくばセンター)

計測研究所の時代より固体材料の熱物性計測・標準に従事しています。熱物性に関する標準の整備は始まったばかりです。皆さんと共に使ってもらえる標準供給体系の整備を進めていきたいと考えています。

関連情報:

● 共同研究者

阿子島 めぐみ、阿部 陽香
(産総研)

熱物性測定機器の信頼性確保に向けて

近年、コンピューターのCPUやパワーデバイスなどの電子機器の設計開発では、高速化・高密度集積化およびハイパワー化に伴う発熱量の増大による熱暴走や素子の短寿命化が大きな問題となっています。また、地球温暖化に対応した省エネへの取り組みとして住宅や熱機器の排熱回収効率や断熱性能の向上に注目が集まっています。これらさまざまな熱に関する問題の検討や解決にはデバイスやシステム全体の熱挙動についてのコンピューターシミュレーションが有効ですが、信頼性の高い予測を行うためにはそこで用いられる熱物性パラメータの精度が重要となります。このようなニーズを受けて、各種熱物性測定機器により得られる測定結果の信頼性の確保とその向上を目的とし、測定時の参照物質、装置測定性能の定期的な確認および測定結果の妥当性の検証を行う際に重要となる熱物性標準物質の開発を行っています。

熱物性認証標準物質の開発

計量標準総合センターの認証標準物質(NMIJ

CRM) では、物理系標準物質としては初めて、2011年度から3種類の熱物性標準物質の供給が開始されました。これらの標準物質は熱特性の均質性・安定性に優れた単結晶シリコンおよび等方性黒鉛を母材とし、そこからサンプリングされた試験片に対して、NMIJが実施している国家計量標準へのトレーサビリティを確保した計測法(熱膨張率については光干渉法、熱拡散率についてはレーザーフラッシュ法、比熱容量については断熱法を採用)による依頼試験での熱物性値の測定を行いました。これにより得られた結果に対して分散分析によるロット内での均質性の評価と長期間の保管および熱履歴による特性値の安定性の評価結果を考慮することで認証値およびその不確かさが決定されました(表)。また頒布はブロック状もしくはディスク状に切断整形された状態で行われ、ユーザーは入手後、所有する計測器や実施する測定条件に適合した形状に加工して使用することが可能となっています(写真)。今後、さらに標準物質の種別の拡充による熱物性値範囲と適用温度範囲の拡張を進めていく予定です。

表 3種類の熱物性標準物質の300 Kでの認証値と拡張不確かさ(包含係数 $k=2$)

認証書では認証値および拡張不確かさは温度の関数として示されます。

NMIJ CRM	物質名	対象量	300 Kでの認証値と拡張不確かさ		適用温度範囲
5803-a	単結晶シリコン	熱膨張率	$2.6190 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$	$0.0050 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$	20 K~300 K
5804-a	等方性黒鉛	熱拡散率	$10.00 \times 10^{-5} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$	6%	300 K~1500 K
5806-a	単結晶シリコン	比熱容量	$0.7119 \text{ J K}^{-1} \text{ g}^{-1}$	$0.0081 \text{ J K}^{-1} \text{ g}^{-1}$	50 K~350 K



写真 認証標準物質

左: NMIJ CRM 5803-a (熱膨張率測定用単結晶シリコン)の頒布形状(形状1: 10 mm×10 mm×30 mm)

右: NMIJ CRM 5804-a (熱拡散率測定用等方性黒鉛)の頒布形状(形状1: 直径10 mm)

地図系データバンクのプロトタイプを構築

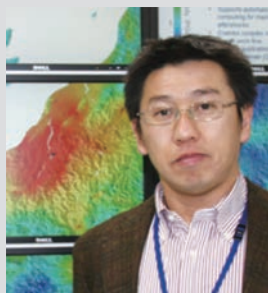
国際標準に基づく地質情報と地理空間情報の統合



中村 良介
なかむら りょうすけ
r.nakamura@aist.go.jp

情報技術研究部門
ジオインフォマティクス研究グループ
研究グループ長
(つくばセンター)

2005年から産総研に勤務。小惑星探査機「はやぶさ」や月探査機「かぐや」の搭載観測装置を用いたリモートセンシング研究を行い、地球観測グリッド(GEO Grid)の開発に従事。



松岡 昌志
まつおか まさし
m.matsuoka@aist.go.jp

地質調査情報センター
地質・衛星情報統合室
室長
(つくばセンター)

人工衛星からのリモートセンシングによる災害把握や地震ハザードマッピングなどの自然災害に関する研究に従事。GEO Gridにて地質情報を統合し、各種災害軽減アプリケーションとの融合により、安全・安心情報の発信を目指す。

関連情報:

● 用語説明

* Web Map Service: 地図や衛星画像などの地理空間情報をラスター画像の形でインターネット上でやりとりするための国際標準規格。

** GEO Grid: 先端IT技術を用いて、地球観測衛星データの大規模アーカイブや高度処理を行い、各種観測データベースや地理情報システムデータとの融合利用を目指したプロジェクト。

研究情報公開データベースからの地質情報発信

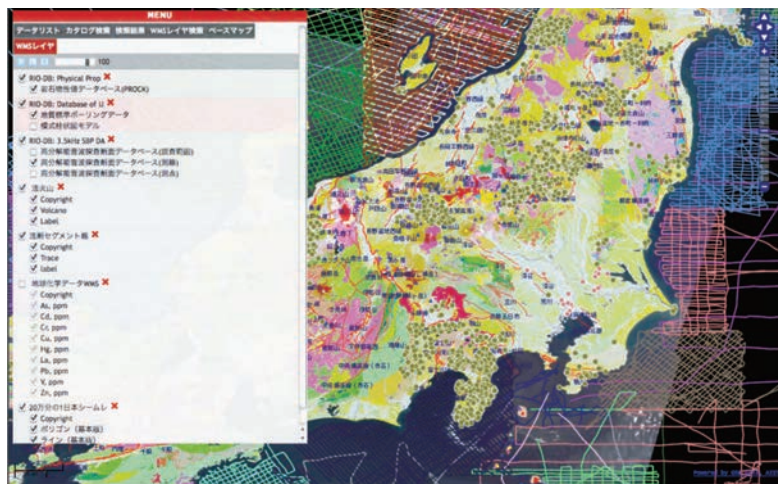
産総研が世界に向けて発信する知的基盤情報の中核を担っているのが、1995年度に設けられた研究情報公開データベース(以下RIO-DB)です。運用開始後16年たった現在では、100件以上のデータベースを擁し、年間6000万件近くのアクセスを得るまでに成長しています。RIO-DBには、シームレス地質図や活断層データベースなどの地質関連のデータベースも数多く含まれており、東日本大震災後は、専門家のみならず一般の人々からも多くのアクセスがありました。このように利用が拡大し、ユーザーからは「RIO-DB上の複数の地質関連データベースを統合して表示したい」さらには「産総研外の地理空間情報データと系統的に結合させることはできないのか?」といった要望が出てきています。RIO-DBの後継プラットフォームとして構想されている産総研データバンクでは、産総研内外の複数のデータベースを連携させることで、個々のデータベースの総和以上の付加価値を生成し、信頼性の高い知識を集積することが大きな役割の一つとなります。

国際標準を活用した地図系データバンクの構築

産総研地質分野では、2010年度から2011年度にかけて地図系データバンクのプロトタイプを構築しました。RIO-DBには、緯度経度あるいは地名などの空間情報にタグ付けされたデータベースが数多く存在します。地図系データバン

クは、こうした地理空間データベース群を、緯度経度情報を鍵にして、容易に統合表示できるマネジメントシステムです(図)。地質関連のデータベースはもとより、「ラマンズペクトル」「化学災害」などのいろいろなデータベースが取り込まれており、ユーザーは地球上のどの地点に、その地点に関連したどのようなデータが存在するかを一目で見てとることができます。地図上に表示されているポイント、ラインなどをクリックすると、メタデータと同時に元になるRIO-DB上のデータベースへのリンクが表示され、さらに詳細な情報にアクセスできます。このようなRIO-DB上で提供されているさまざまな地理空間情報を、Web Map Service*という国際標準に準拠させることで、元データのフォーマットや座標系に関係なく、誰もが簡単にデータにアクセスできるようになりました。また同じ標準に準拠している産総研外のさまざまな地理空間データも、全く同じ方法で表示・アクセスすることができます。こうした開発を短期間で実現するために、産総研がこれまで推進してきた分野融合プロジェクトGEO Grid**の成果が最大限に活かされています。

現在、経済産業省では、第4期科学技術基本計画に基づき、新たな知的基盤整備目標策定に向けた検討が実施されています。わかりやすく使いやすいデータベースの整備は、今後の知的基盤の整備において重要な位置を占めるものと考えます。



地図系データバンクで統合表示された日本周辺の地理空間データ

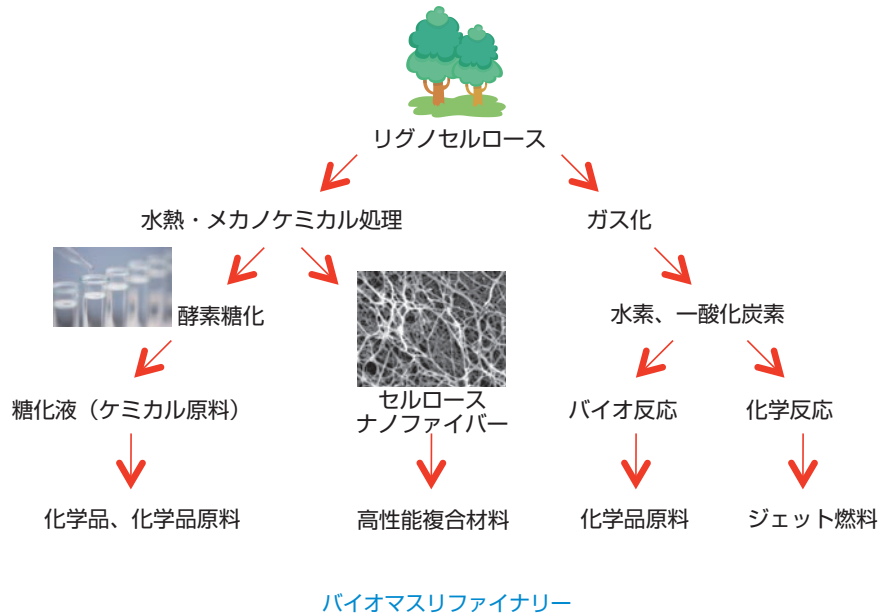
新研究ユニット紹介 2012年4月1日に発足した研究ユニットを紹介します。

お知らせ

バイオマスリファイナリー研究センター Biomass Refinery Research Center

研究センター長 平田 悟史

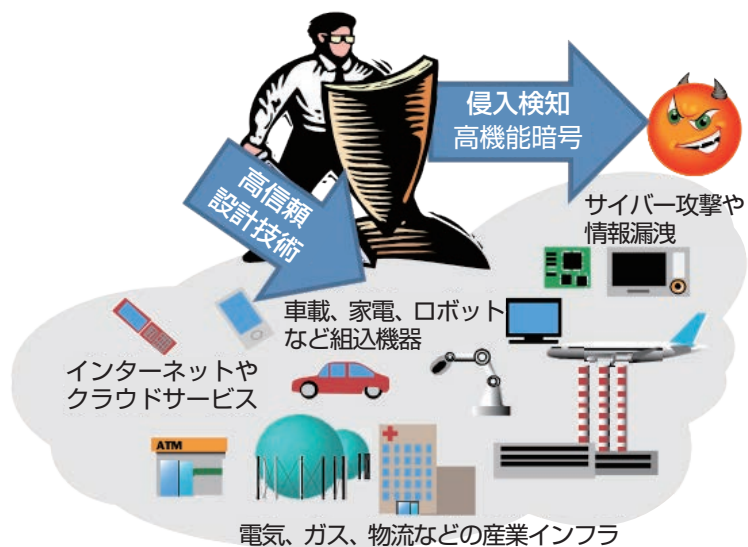
非食用バイオマス資源として賦存量が最も多いリグノセルロースを分解し、ケミカル、マテリアル、燃料へと効率よく転換するための基盤技術の開発を、産総研内の関連研究ユニットと連携して進めています。バイオマスリファイナリーは多くのプロセスで構成されますので、原料の前処理、分解、精製の上流工程から、最終プロダクツの製造に至る下流工程までの一連のプロセスの研究開発を一体的に進めることで、研究開発の効率化・加速化を目指します。またアジアにおけるバイオマスの中核研究拠点として、研究成果の海外への技術移転や、標準化、実用化にも貢献します。



セキュアシステム研究部門 Research Institute for Secure Systems

研究部門長 松井 俊浩

ITが社会に浸透するにつれて、情報システムの脆弱性を突いて、知的財産やプライバシーなどの情報資産を窃取したり、ITシステムをダウンさせるなどの脅威が増大しています。また、車載組込システムや通信、金融システムは、大規模化、複雑化する一方であり、これまでのような人手に頼ったシステム設計や改造において、事故の危険性が増大します。この研究部門は、クラウドなどのITサービスのセキュリティ、産業インフラを構成する制御システムのセキュリティ、システムの安全な設計・メンテナンス法、ICチップのセキュリティなど、産業に安全の価値を付加するための研究開発を行います。また、関数暗号などの高機能暗号や、暗号の安全性証明など、次世代のシステムをセキュアにするための先進技術の研究を行います。



平成24年度 科学技術分野の文部科学大臣表彰

報告

平成24年度科学技術分野の文部科学大臣表彰受賞者が、4月17日に発表されました。以下の3つの部門で、産総研から8名が受賞しました。

<科学技術賞・開発部門>

わが国の社会経済、国民生活の発展向上などに寄与し、実際に利活用されている画期的な研究開発もしくは発明を行った者を対象とした賞
○「革新的計量トレーサビリティ実現のための定量NMR法の開発」

井原 俊英・齋藤 剛（計測標準研究部門）

○「日本海溝における巨大津波の復元方法の開発」

澤井 祐紀・宍倉 正展・行谷 佑一・岡村 行信（活断層・地震研究センター）、佐竹 健治（現 東京大学）

<科学技術賞・研究部門>

わが国の科学技術の発展などに寄与する可能性の高い独創的な研究または開発を行った者を対象とした賞

○「高圧下反応制御による新高温超伝導体の創製に関する研究」

伊豫 彰（電子光技術研究部門）

<創意工夫功労者賞>

優れた創意工夫により技術の改善向上に貢献した者を対象とした賞

○「力の国家計量標準の範囲拡大と供給における改善」

前島 弘（計測標準研究部門）

第44回市村学術賞貢献賞を受賞

報告

第44回市村学術賞貢献賞受賞者が、4月27日に公益財団法人新技術開発財団より発表されました。産総研からは、以下の2テーマで、計4名が受賞しました。

市村学術賞は、大学ならびに研究機関で行われた研究のうち、学術分野の進展に貢献し、実用化の可能性のある研究に功績のあった者に対して授与されます。

【受賞者】先進製造プロセス研究部門 秋本 順二 研究グループ長、木嶋 倫人 主任研究員

【受賞テーマ】ソフト化学合成法によるリチウム二次電池用高容量電極材料の開発

【受賞理由】大型用途の次世代リチウムイ

オン二次電池の高容量電極材料の開発に無機材料の低温合成プロセスのひとつであるソフト化学合成法を適用し、いずれも現行材料よりも高容量な新規マンガン酸化物系正極材料、および新規チタン酸化物系負極材料を開発しました。この研究成果は、リチウムイオン二次電池の主要な構成材料である電極材料の高容量化・低コスト化を可能とするものであり、大型蓄電池の本格的な普及促進が加速されることが期待されます。

【受賞者】計測標準研究部門 稲場 肇 主任研究員、洪 鋒雷 研究科長

【受賞テーマ】光周波数コムによる長さの国家標準

【受賞理由】光通信などの分野において不可欠な技術になりつつあるレーザー周波数の精密計測において、モード同期ファイバーレーザーによる光周波数コムに着目し、オフセットビート信号の検出や1週間に及ぶ長期連続測定など、一連の学術的成果を上げました。

一方で計量法に基づく校正事業者登録制度等に係る技術委員会に諮り、2009年7月「光周波数コム装置」が長さの国家標準として指定されました。その結果、レーザー波長の校正能力が300倍高精度化されたばかりでなく、標準供給可能な波長が633 nmのみから500-1684 nmに拡大されました。

平成24年 春の叙勲

報告

瑞宝中綬章	小野 雅敏	元工業技術院東北工業技術研究所長
瑞宝中綬章	紺谷 和夫	元工業技術院中国工業技術研究所長
瑞宝中綬章	近藤 靖彦	元工業技術院名古屋工業技術研究所長
瑞宝小綬章	杉 道夫	元工業技術院電子技術総合研究所首席研究官
瑞宝小綬章	高谷 晴生	元工業技術院物質工学工業技術研究所計測化学部長
瑞宝小綬章	滝澤 文教	元工業技術院地質調査所地質部長
瑞宝双光章	栗山 エミ子	元工業技術院大阪工業技術研究所総務部長
瑞宝双光章	高島 宣也	元工業技術院北海道工業技術研究所総務部長

新役員紹介

お知らせ

いちむら しんご
一村 信吾 (副理事長)

就任年月日：2012 年 4 月 1 日

略歴

1980 年 3 月 大阪大学大学院工学研究科博士課程満期退学 工学博士
 1980 年 4 月 日本学術振興会奨励研究員
 1981 年 4 月 大阪大学工学部研究生
 1982 年 4 月 工業技術院電子技術総合研究所入所
 1993 年 4 月 工業技術院電子技術総合研究所極限技術部表面制御研究室長、同部総括主任研究官を歴任
 2001 年 4 月 独立行政法人産業技術総合研究所企画本部総括企画主幹、極微プロフィール計測研究ラボ長、計測フロンティア研究部門長を歴任
 2007 年 2 月 独立行政法人産業技術総合研究所理事に就任
 2012 年 4 月 独立行政法人産業技術総合研究所副理事長に就任

つくだ えいきち
佃 栄吉 (理事)

就任年月日：2012 年 4 月 1 日

略歴

1977 年 3 月 広島大学大学院理学研究科博士課程後期地質学鉱物学専攻中退、1996 年 3 月理学博士
 1977 年 4 月 工業技術院地質調査所入所
 1991 年 6 月 工業技術院地質調査所近畿・中部地域地質センター所長、環境地質部地震化学課長、同部変動解析研究室長、地震地質部変動解析研究室長、企画室長を歴任
 2001 年 4 月 独立行政法人産業技術総合研究所活断層研究センター長に就任
 2003 年 12 月 研究コーディネータ（社会基盤（地質）・海洋担当）に就任
 2005 年 4 月 研究コーディネータ（地質担当）に就任
 2010 年 10 月 地質分野副研究統括に就任
 2012 年 4 月 独立行政法人産業技術総合研究所理事に就任

みき ゆきのぶ
三木 幸信 (理事)

就任年月日：2012 年 4 月 1 日

略歴

1982 年 3 月 東京大学大学院理学系研究科相関理化学専門課程博士課程満期退学、1986 年 3 月工学博士
 1982 年 4 月 工業技術院計量研究所入所
 1998 年 4 月 工業技術院計量研究所量子部精密計測研究室長に就任
 2001 年 4 月 独立行政法人産業技術総合研究所企画本部総括企画主幹に就任
 2004 年 4 月 計測標準研究部門副研究部門長に就任
 2006 年 4 月 計量標準管理センター長に就任
 2007 年 11 月 イノベーション推進室長に就任
 2010 年 4 月 計測標準研究部門長に就任
 2012 年 4 月 独立行政法人産業技術総合研究所理事に就任



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

2012年6月

6月15日現在

期間	件名	開催地	問い合わせ先
6 June			
1 日	日本ソルゲル学会セミナー【光テクノロジーに向けた新材料開発】	東京	052-736-7233 ●
8 日	シンポジウム「再生可能エネルギーとしての地中熱活用に向けた将来展望」	東京	029-862-6058 ●
26～27 日	2012 年産業技術総合研究所中部センター研究発表会	名古屋	052-736-7063 ●
26～27 日	産業技術総合研究所中部センター オープンラボ 2012	名古屋	052-736-7063 ●

● は、産総研内の事務局です。

強誘電体ゲート型不揮発記憶トランジスタの開発と回路応用

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 たかはし みつえ 高橋 光恵（つくばセンター）

ナノエレクトロニクス研究部門は高度情報社会を支えるIT機器の高性能化、高機能化、低消費電力化をより一層進めるために半導体技術の研究開発を行っています。新材料・機能インテグレーショングループでは、異種の材料やデバイスを集積することにより、高性能、低環境負荷のハードウェアを開発しています。高橋主任研究員は、強誘電体材料を活用した先端的な不揮発記憶トランジスタと、その回路応用の研究を進めています。



クリーンルームにて



高橋さんからひとこと

昨年の震災以降、省エネの大切さをあらためて思い知らされました。現代の便利な生活を支える電子機器の利用は今後ますます拡大すると予想され、消費電力の増大が懸念されます。性能・省エネ効果がともに今より優れた半導体不揮発メモリーの開発と普及が急がれます。私たちは、強誘電体をゲート絶縁膜に入れた不揮発記憶トランジスターを使って、現在のフラッシュメモリーよりも省エネでより多くのデータ書き換えができるメモリーを開発中です。将来はこのメモリーをデータセンターから携帯端末まで広く応用することで、情報インフラの高度化と省エネの両立が可能です。

表紙

上：重希土類元素を含まない高性能焼結磁石（Sm-Fe-N系）（p. 22）

下：聴覚閾値の測定の様子（p. 26）

産 総 研
TODAY

2012 June Vol.12 No.6

（通巻137号）
平成24年6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。