

産総研

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

TODAY

3

2007
March

Vol.7 No.3

特集

02 ナノバイオテクノロジー 分野融合が拓げる健康社会のための新技術

リサーチ・ホットライン

- 16 D-ホモセリンの簡便な製造法
- 18 湿式ジェットミルを使用したスラリー調製に成功
- 20 光ファイバパワー標準の開発

パテント・インフォ

- 22 塗膜形成によるシリカ厚膜の新製法
従来困難だったゾル・ゲル法でのシリカ系厚膜作製
- 23 生分解性プラスチックの安全な着色技術
食用色素の利用で環境にやさしいプラスチックの用途拡大



ナノバイオテクノロジー

分野融合が拓げる健康社会のための新技術

産学官連携推進部門

小高 正人 (ライフサイエンス分野担当)

名川 吉信 (ナノテクノロジー・材料・製造分野担当)

ナノバイオテクノロジーへの期待

誰もが健康な状態で長生きできるということ。それは、安心・安全な社会を実現するための基本条件のひとつと考えられます。政府が掲げている「新健康フロンティア戦略」にも健康の重要性が示され、健康に対する社会の関心は今までにないほど高まってきています。

このような状況に対して、従来の技術分野だけでは解決できない種々の課題が生じてきました。例えば、日常的な健康管理や予知診断が社会に広まるためには、病院や自宅で迅速簡便に検査ができるような技術が必要になってきます。これがいわゆるPOCT (point of care testing: 対象となる人に近いところでの簡易迅速検査) と呼ばれる考え方です。体の状態の良い悪いを定量

的に示す指標は「バイオマーカー」と呼ばれますが、POCTを実現するためには、科学的根拠のあるバイオマーカーの探索とこれを測る小型・安価なチップ装置の開発が必要となります。その実現のために、バイオ研究とナノテクノロジーを融合した「ナノバイオテクノロジー」に大きな関心が寄せられています。予知診断・医療・創薬・創薬支援・環境などの種々の分野においても、ナノバイオテクノロジーの幅広い応用が期待されています。

一般に、ナノバイオテクノロジーには、微細加工技術などのナノテクノロジーを利用して生命現象や生体分子解析を行う「トップダウン型」と、生体分子等の特性を利用して分子組織体を構築し高機能化していく「ボトムアップ型」があります。また、基盤的技術と

して微小領域の観察・計測・操作技術も重要です。生体分子には自己組織化や他分子を認識するための構造がそれ自身に含まれているため、ボトムアップ型のナノバイオテクノロジーは生体分子を用いた一種の超分子化学であると言えます。トップダウン型は人工的でハードな技術であり、ボトムアップ型は生物学的・超分子化学的な原理を利用するソフトな技術です。これらの技術を組み合わせることによって、より高い選択性をもつ診断チップができるなど、さまざまな可能性が出てきます。

産総研のナノバイオテクノロジー研究

産総研の特長・強みは、ライフサイエンスをはじめとするさまざまな分野の研究者が協力してその総合力を発



図 異分野の融合によるナノバイオテクノロジーの創出

揮できることです。また、ナノバイオテクノロジーのような異分野融合型研究を行うのに適したよい環境が整っています。産総研では未知現象や普遍的法則を発見するというような基礎研究（第1種基礎研究）、複数の科学的知識や技術を組み合わせる研究（第2種基礎研究）、製品を形作る研究（製品化研究）を一体的かつ同時並行的に行う研

究（本格研究）が行なわれています。なかでも、ナノバイオテクノロジーは異分野技術を融合して発展する第2種基礎研究を軸とした研究の代表的なものと言えるでしょう。現在、セルエンジニアリング研究部門や生物機能工学研究部門などの研究ユニットでは、細胞・酵素チップ、疾患マーカーセンサー、ストレス計測チップ、予知診断チップ

などの研究開発が進められ、さらにこれからのナノバイオテクノロジー分野を担っていくべき人材の育成が行なわれています。また、産学官連携推進部門は、分野間の壁を越えた技術の融合を通じて、産業界・地域・大学などとの連携を進めていきたいと考えています。

ナノバイオテクノロジー分野の人材育成

セルエンジニアリング研究部門
湯元 昇

ナノバイオテクノロジーのような融合分野で研究開発を推進できる人材は大きく不足しています。そこで産総研では、文部科学省・科学技術振興調整費によって平成15年度から産総研ナノバイオ分野人材養成ユニットを立ち上げました（平成19年度まで）。この人材養成ユニットは、産総研のライフサイエンス系、材料・ナノテク系、情報系など複数の分野の5つの研究ユニットに所属する12名の常勤研究員から構成され、図に示したようなカリキュラムを行っています。講義や技

術講習に加えて、運動タンパク質を用いたナノバイオマシン創製を共通の大きなテーマとして研究実習を行い、実践的に技術・知識を被養成者に習得させています。ポストドク・大学院生・企業技術者などを対象に人材養成を行い、平成15～17年度の3年間で計51名を養成しました。人材養成にあたっては、アンケート調査などにより企業ニーズの把握につとめ、すでに平成17年度の修了者の半数以上が企業で活躍しています。

（参考）<http://unit.aist.go.jp/rice/link/nanobio/>

リーダープログラム：ポストドク等対象
サプリーダープログラム：大学院生等対象
技術者プログラム：企業技術者対象

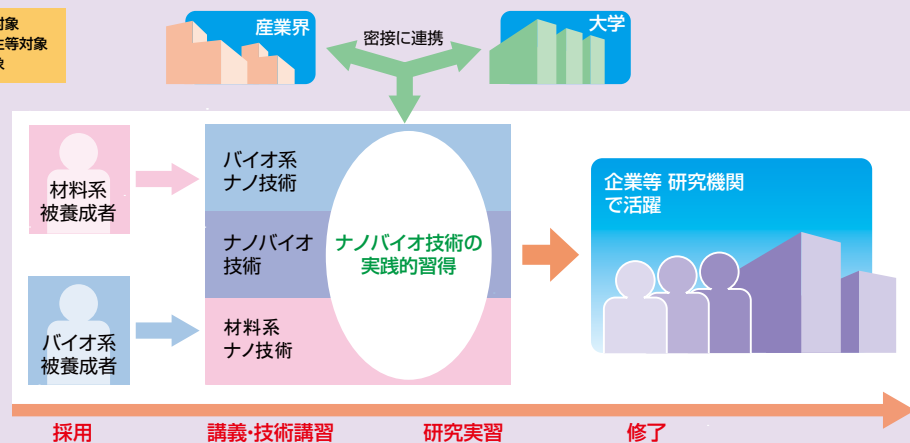


図 産総研ナノバイオ分野人材養成ユニットのカリキュラム

化合物プロファイリングに応用できる細胞チップ

セルエンジニアリング研究部門

三宅 正人

化合物解析の重要性

医薬品・化粧品・食料添加物など、私たちの生活には、さまざまな化合物が満ちています。しかし、化合物の生理作用は十分に調べられているものばかりではありません。薬害問題で有名な抗てんかん薬「サリドマイド」の生物的作用が十分に解析されていれば四肢奇形被害は出なかったでしょう。その後に見つかったハンセン病や骨髄腫へのサリドマイドの有効性も最初の段階で予想できたかもしれません。

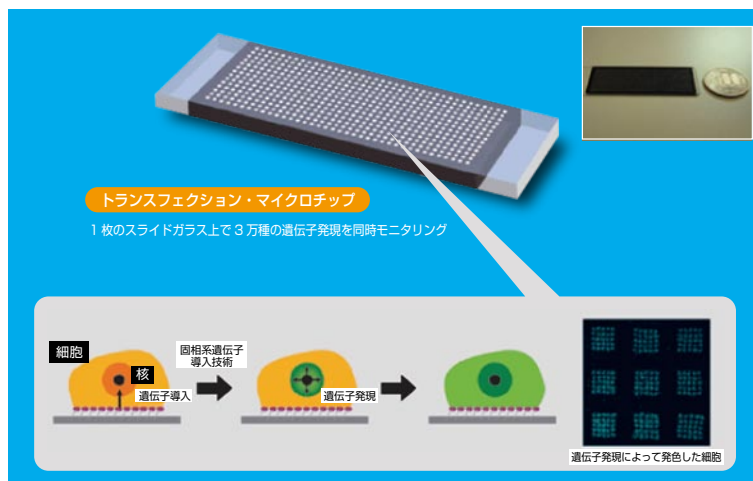


図1 トランスフェクションマイクロレイの概観と遺伝子導入原理

プロファイリングツールの開発

細胞情報工学研究グループでは、化合物の新規用途の探索を支援するツールとして、ヒト由来細胞を用いた化合物プロファイリング(特徴分析)を詳細かつ高速に行うためのデバイスを開発しました。そのひとつ、トランスフェクションマイクロレイ(図1)を用い

ると、ある化合物と同様の作用、協調的な作用、干渉的な作用をもつRNA干渉剤(例えばsiRNA等)の組み合わせを、ヒト全遺伝子を標的にしたRNA干渉剤の中から高速に探索し、それによって化合物の標的を特定し、類似作用や協調的な作用をもたらす化合物

を予測することができるようになります。また、酵素マイクロレイ(図2)を用いると、特定の酵素の組み合わせを特異的に阻害する化合物の探索を加速することができます。私たちの研究グループでは、さらに、化合物やその組み合わせの生物的作用の予測精度を向上させるデバイス技術と解析技術の研究開発を行っています。

トランスフェクションマイクロレイを用いた化合物プロファイリングは産総研技術移転ベンチャー(株)サイトパスファインダー(<http://www.cytopathfinder.com/>)で事業化され、国内外の製薬、化学メーカーを中心にサービスを提供しています。

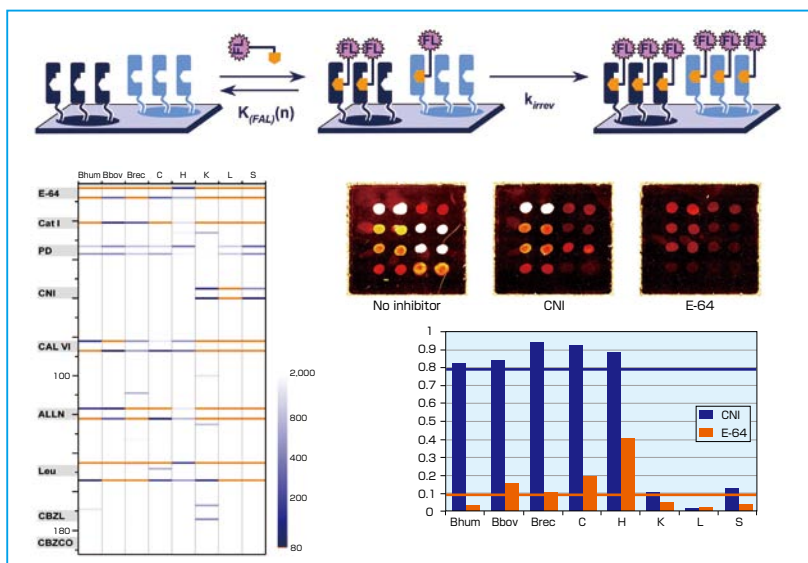


図2 酵素マイクロレイを用いた各種化合物のカダプシンファミリーに対する阻害効果の並列解析。(出典: Nature Biotechnology.23(5),622-627 (2005))

ストレス計測チップ：心の病の予防を目指す

ヒューマンストレスシグナル研究センター
脇田 慎一

ストレスマーカー計測のジレンマ

ストレスマーカーとして血液中のカテコールアミンなどが知られています。しかし、採血に不慣れた健康人の場合、採血自体が強いストレス刺激となり、血圧上昇などのストレス応答を引き起こしてしまい、ストレスを正しく評価できないという本質的な矛盾があります。

多成分計測ラボチップを目指して

私たちは、図1に示すように、①非侵襲試料である唾液中のストレス関連物質の計測用ラボチップ (Lab-on-a-Chip) の開発と実証研究、②低侵襲で血液中のストレス関連物質を計測する

ラボチップ技術の研究開発、および③それらを実現する高度流体制御技術などの基盤研究を組織的に行っています。

唾液ストレス計測ラボチップの開発

生体防御機能を担う唾液中の分泌型免疫グロブリンA (s-IgA) やコルチゾールなどをストレスマーカーとして選び、電気泳動型ラボチップのプロトタイプ開発、遠心力駆動型のLab-on-a-Diskの基盤研究を行っています。

唾液 NO アッセイラボチップの開発

酸化ストレスマーカーとして生体防御機能を担っている一酸化窒素 (NO)

を対象物質に選び、唾液NO代謝物の迅速アッセイラボチップ技術を開発しました。現状のNOアッセイキットはGriess法が利用され、速やかに代謝される硝酸イオン、亜硝酸イオンの含量測定には2時間以上を要します。

私たちは、NO代謝物が紫外領域に吸収を持つことに着目し、僅かな物性差を電気泳動により分離する戦略で開発をすすめました。その結果、良好な定量性と再現性を得ることができました。

被験者唾液試料による実証研究

人間工学倫理委員会で承認された運動ストレス被験者の唾液を10倍に希釈するだけで、図2のように、わずか15秒で硝酸イオンと、亜硝酸イオンの分離分析を実現しました。さらに、高運動強度と低運動強度グループから抽出した唾液試料を用いて、NO代謝物量と各種運動パラメータを解析したところ、唾液NO代謝物が運動ストレス指標であることを示唆する予備的な結果も得られました。

唾液 NO 計測の臨床研究に着手

現在、循環器系臨床研究所との共同研究を実施し、唾液計測だけでなく、血液計測、呼気計測も合わせた基礎的な臨床データの取得を進めています。

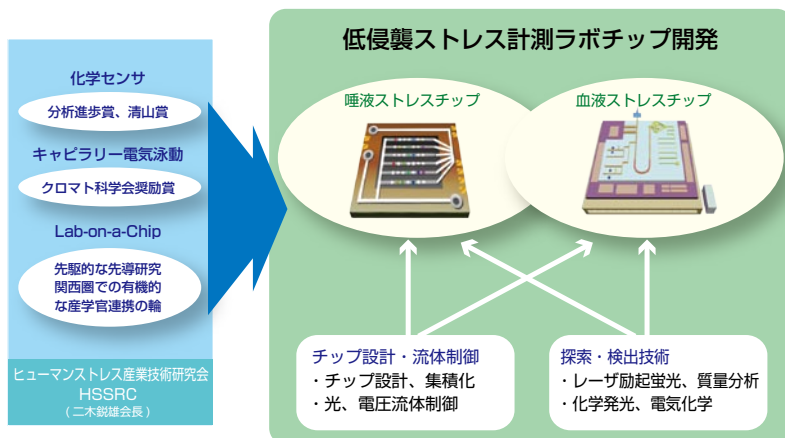


図1 ストレス計測ラボチップの研究開発イメージ、要素技術と研究体制

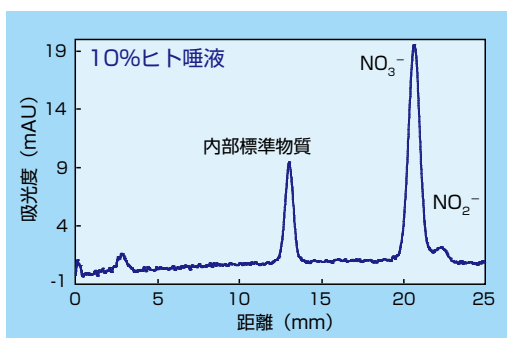


図2 10%希釈したヒト唾液のNO代謝物の15秒分離分析例

関連情報

http://unit.aist.go.jp/hss-center/team/team2_t1.htm
脇田慎一：AIST Today, Vol.1, No.6, 14 (2001)
田中喜秀：産総研 TODAY, Vol.6, No.4, 24-25 (2006)
永井秀典：産総研 TODAY, Vol.5, No.4, 16-17 (2005)

新しい蛍光検出器がかなえるバイオチップデバイスの小型化

健康工学研究センター
石川 満

光検出法がコンパクトにならない理由

最近、在宅で糖尿病を検査するための血糖値計や尿糖計が市販されています。尿糖計の場合、そのサイズは電子体温計と同程度です。測定法は電気化学を用いた方法ですが、電気化学デバイスは極めてコンパクトなことが特長です。では、光検出デバイスは、なぜこのような用途で用いられないのでしょうか？光検出法の一般的な特長は高感度で多波長同時計測ができる点です。ある企業の開発者によれば、光検出法の特長を認めながらも、結局、装置がコンパクトになるという理由で電気化学デバイスを選ぶのだそうです。光検出デバイスを使うためには、光源に加えてレンズとミラーから構成される光学系が必要です。通常、光学系で

は光検出のS/N比を良好にするために、ある程度距離を隔てて光学素子を配置します。このため光学系のサイズがある程度大きくなってしまいます。

光検出法をコンパクト化する新しい蛍光検出デバイス

生体分子を解析するための基本技術として電気泳動法が知られています。この方法はマイクロチップ化して蛍光測定と組み合わせると、解析の信頼性・速度・検出感度の点で優れた性能を発揮します。現在、指先で軽く保持できるコンパクトな電気泳動バイオチップが私の研究チームで実用化されています(図1)。しかし、チップ以外の測定装置は顕微鏡、レーザ、CCDカメラを含むので手のひらサイズにはなりそう

にありません。このため、電気泳動法を用いて前述の尿糖計なみにコンパクトな診断装置を開発することはきわめて困難と考えられます。

この困難を打破する可能性は、エレクトロニクス研究部門(亀井利浩主任研究員)で開発された新しい集積型蛍光検出デバイス(図2)によりもたらされました。このコンパクトな検出器とマイクロレンズおよび光通信のコンパクトな光源を組み合わせると、光学系のサイズを劇的に小さくすることができます。現在、これらの構成要素とバイオチップを組み合わせ、在宅診断用の電気泳動装置を開発する共同開発が進行中です。この開発はバイオ計測とデバイス製造の異分野の融合によるものです。

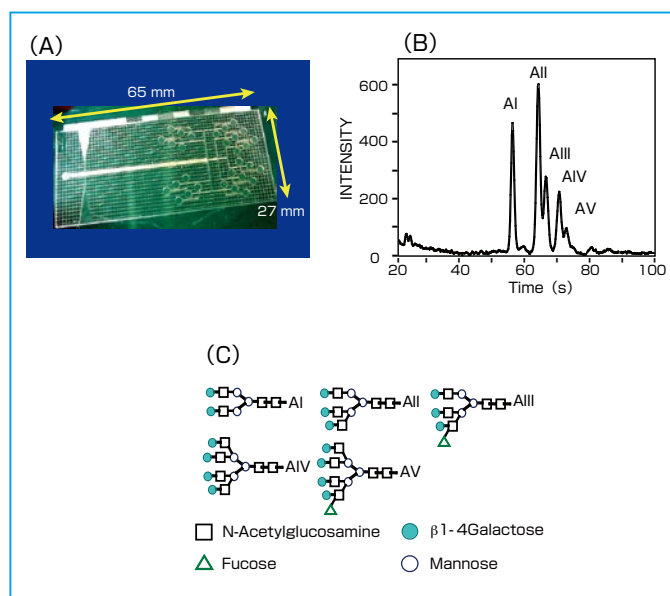


図1 (A) 電気泳動用バイオチップの外観、(B) このチップを用いて解析された5種類の糖鎖、(C) 解析に用いた糖鎖の構造。(B)、(C)はAnal. Chem. 2006, 78, 1452-1458より、許可を得て転載)

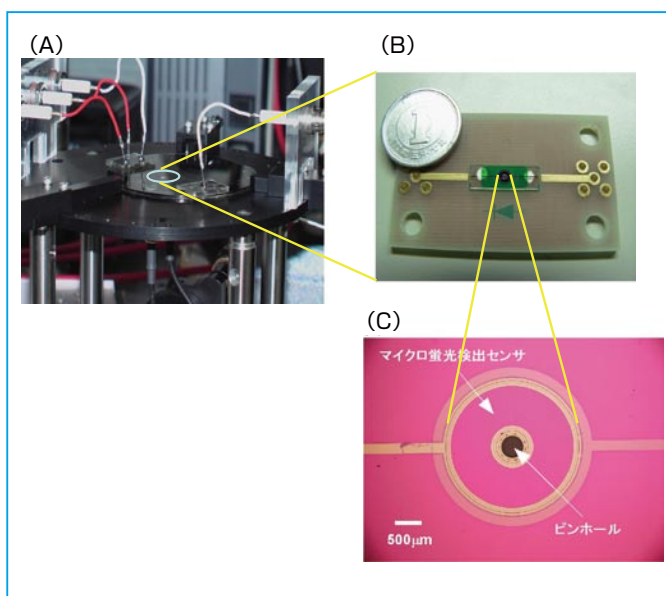


図2 (A) 電気泳動用バイオチップと組み合わせた集積型蛍光検出デバイス、(B) 集積型蛍光検出デバイスの拡大図、(C) デバイスのフォトダイオード部分の拡大図。(C)は、Appl. Phys. Lett. 2006, 89, 114101より、許可を得て転載)

プロテオーム解析を推進するタンパク質チップ

バイオニクス研究センター
横山 憲二

プロテオーム解析ツール

タンパク質を網羅的に解析するプロテオーム研究は、遺伝子解析では明らかにできない生命現象を解析する方法として、極めて重要な位置にあります。これまでに用いられているプロテオーム解析ツールとしては、二次元電気泳動があります。二次元電気泳動によりタンパク質を分離してから、最新式の質量分析器によってタンパク質の同定を行います。

しかし、二次元電気泳動法は、工程が自動化されていないため、十分にトレーニングを受けた技術者でないと再現性のある結果を出すことができません。また分析時間は、小さいゲルを用いた場合でも20時間以上、大きいゲルの場合3日近くかかり、効率が良くありませんでした。

新型ツールの開発

私たちは、二次元電気泳動を全自動で、しかも検出を含めた分析を1時間程度で行えるシステムの開発を行っています。図1は試作した全自動二次元電気泳動システムの写真です。一次元目の等電点電気泳動(IEF)チップが順次搬送される方式となっています。

まず、チップホルダーが、乾燥IEFチップ(支持板にIEFゲルストリップが固定されたもの)をつかみ、タンパク質試料溶液槽へと移動します。次に、膨潤溶液槽、IEF槽に移動し、所定の電圧をかけIEFを行います。私たちはIEFとドデシル硫酸ナトリウム-ポリアクリルアミドゲル電気泳動(SDS-PAGE)の間にタンパク質を染色する中

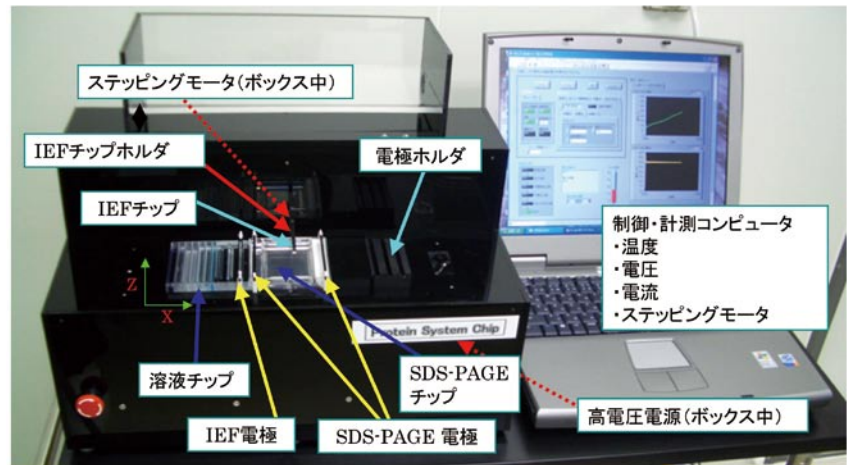


図1 全自動二次元電気泳動システム

間染色法を採用しました。この染色法の場合では、IEF終了後、洗浄槽に移動し、その後染色槽にチップを搬送し、Cy5などの蛍光色素でタンパク質を染色します。

次に過剰色素を洗浄後、SDS平衡化処理を行います。さらにIEFチップを二次元目SDS-PAGEゲルスタート地点まで搬送し、ゲル同士を接触させSDS-PAGEを開始します。このシステムでは、検出にCCDカメラを用いていますから、SDS-PAGEを行いながら分離状況をリアルタイムに可視化することができます。

実用化を目指して

このシステムを用いて二次元電気泳動を行ったところ、試料浸漬・ゲル膨潤に10分、IEFに20～30分、染色・洗浄・SDS平衡化に10～20分、SDS-PAGE・検出に20～30分と、今ま

では20時間以上かかっていた作業が、60～90分に短縮できました。また、従来のシステムでは、各作業間にゲルを持ち運ぶ必要がありましたが、このシステムを用いることにより、全自動で二次元電気泳動結果を得ることができます。

マウス肝臓可溶化物をタンパク質試料として用いて調べたところ、市販の手動装置(小さいゲル用)以上の再現性と同等の分離能を得ることができました。このシステムは、従来法と比べ、短時間に全自動で二次元電気泳動結果が得られることから、その優位性は極めて高いと考えられます。

自己組織化膜を利用した心疾患マーカーセンサー

生物機能工学研究部門

丹羽 修

心臓ホルモンによる疾患診断

近年、脳性ナトリウム利尿ペプチド (BNP) という心筋細胞で生合成・分泌される心臓ホルモンが、心疾患の診断や予知・予後観察に大きな効果があると期待されています。

しかし、血中濃度は健常者で10pg/mL (3pM) 程度ときわめて低濃度であるため、従来のイムノクロマトグラフィ法では感度が不足し、ラジオイムノ分析法や蛍光検出システム等の大型機器によって測定を行うしかありません。心疾患のような緊急を要する現場で疾患マーカーを迅速に測定するために、小型で簡便な装置で極低濃度試料を高感度に測定するセンシング法の開発が強く求められています。

新型マーカーの開発

BNPのようなペプチドの疾患マーカーは、通常抗原抗体反応を利用して

測定を行います。その過程で極微量分子の反応をできるだけ大きく増幅することが鍵になります。表面科学の分野では、金や銀などの金属表面に、有機分子の末端にSH基を有するチオール化合物がナノメートルオーダーの自己組織化単分子膜を形成することが知られています。そこで、酵素反応によって、チオール化合物を生成する酵素アセチルチオコリンエステラーゼ (AChE) を標識した抗BNP抗体を利用しました。疾患マーカーと抗原抗体反応させた後、未反応の標識抗体を基板上に捕捉します。洗浄により反応抗体を取り除いた後、アセチルチオコリンを導入すると、捕捉した未反応抗体の酵素により分解されてチオール化合物が生成します。貴金属膜の上に導入すると単分子膜を形成し、結果的に酵素反応生成物が高濃度に濃縮されます。これを電気化学的に還元する時の電流

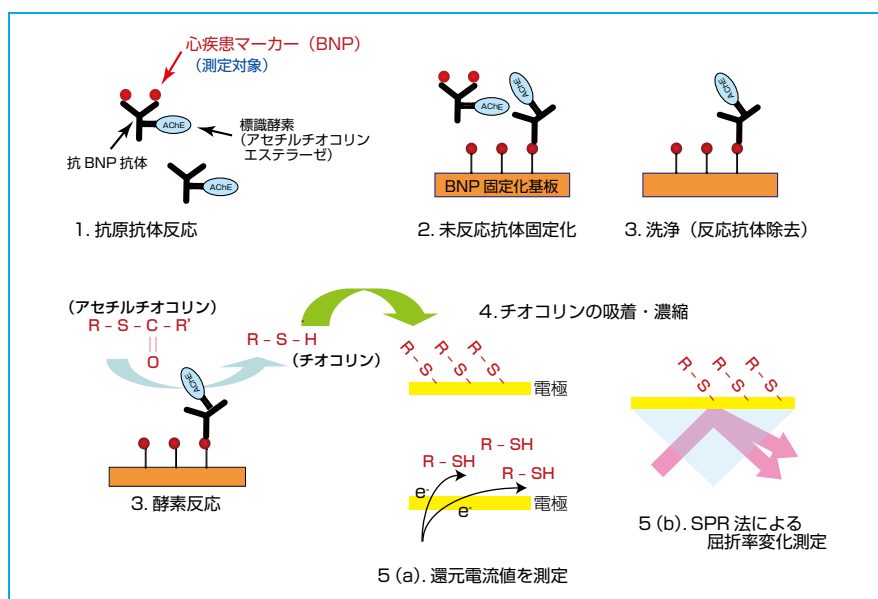
を測定するか、そのまま表面プラズモン共鳴 (SPR) 法により表面の屈折率変化を測定するとBNPを高感度に計測できます (図1)。

心疾患マーカーを用いた高機能システム検査

また、微量の測定、高効率な標識抗体の捕捉や酵素反応生成物 (チオール化合物) の濃縮による検出限界の向上をめざし、シロキサンポリマー製のマイクロ流路とポータブルなSPR装置を組み合わせたシステムを開発しました。その結果、このセンシングチップでは5pg/mLときわめて高感度な心疾患マーカーの免疫測定を30分程度の短時間で実現できることがわかりました。

関連情報

産総研 TODAY, Vol.7, No.2, 20-21 (2007)



新しい遺伝子治療用ベクターでより安全な遺伝子治療へ

バイオセラピューティック研究ラボ
中西 真人

遺伝子治療実用化の壁

バイオサイエンスの進展により、さまざまな疾患の原因が分子レベルで明らかになってきましたが、遺伝子に生まれつき異常があるために正常な体の機能を維持することができない遺伝性代謝疾患など、原因は明らかになっても現在の医療では治すことができない病気に対処するための方法はまだ非常に限られています。遺伝子治療とは、ヒトの体を構成している細胞に外部から治療用の遺伝子を導入して病気を治そうという先端医療の一つで、このような難病の根本的な治療法としてその実用化が期待されています。

外科手術にメスや縫合糸が必要であるように、遺伝子治療には遺伝子という薬剤を運ぶナノサイズのDDS (Drug Delivery System) が欠かせません。しかし、これまでのような低分子薬剤

を運ぶDDSとは違って、遺伝子治療用DDS (ベクター) には薬剤 (遺伝子) を細胞の中まで運ぶ機能が要求されます。遺伝子治療の臨床試験では、遺伝子組換えで治療用遺伝子を搭載したウイルスベクターや、大腸菌を使って製造したDNAと化学物質を組み合わせた非ウイルスベクターが主に使われていますが、高い導入効率と安全性を兼ね備えたベクターの開発の遅れが遺伝子治療の実用化を阻む壁となってきました。

ナノテクノロジーでバリエーションを通過

細胞の中に遺伝子を導入して発現させるためには、細胞膜や核膜といった細胞が持つバリエーションを傷つけないで効率よく通過させる高度な技術が必要です。私たちはこれまでに、細胞膜と直接融合して内容物を導入できる

膜融合リポソームや、PTD (Protein Transduction Domain) と呼ばれるペプチドの働きで細胞膜を通過するナノ粒子 (Eguchi, et al., 2001)、核タンパク質が核に輸送される際に使われる短いペプチド (核移行シグナル) の働きで能動的に核膜を通過するナノ粒子 (Akuta, et al., 2002; Eguchi, et al., 2005) などを開発し、高機能を持つ非ウイルスベクター開発のための基盤作りに成果を上げてきました。

RNA を使った安全な遺伝子治療

さらに、遺伝性代謝疾患など、導入した遺伝子が長期間にわたって持続的に発現する必要がある場合は、遺伝子を運ぶキャリアーの研究だけでは不十分で、遺伝情報を搭載して細胞の中で安定に維持するためのプラットフォームを開発しなくてはなりません。DNAを使ったこれまでの遺伝子発現技術では外来遺伝子を染色体に挿入することで安定化してきましたが、染色体にランダムに遺伝子を挿入することは効率が悪い上に発癌を引き起こすなど安全性に問題があることも知られています。そこで私たちは、新しい遺伝子搭載用プラットフォームの開発に取り組み、DNAではなくRNAを遺伝子の本体として使うことによって、染色体に挿入しなくても長期間安定に遺伝子発現を持続できる独立RNAレプリコンの開発に成功しました。

産総研では、このような成果に基づいた高性能遺伝子治療用ベクターの開発を通じて、遺伝子治療の実用化に貢献することを目指しています。

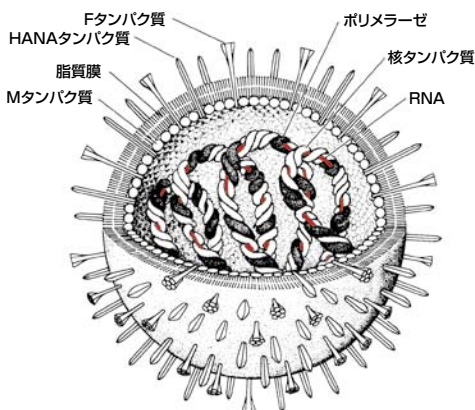


図1 バイオセラピューティック研究ラボのRNAレプリコン開発の材料となったセンダイウイルスの構造。外側に脂質二重膜を、内部にゲノムRNAを持つ直径約240nmのナノ粒子である。(株式会社日経サイエンスの許可を得て転載)

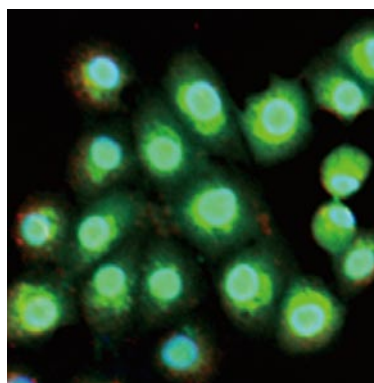


図2 独立RNAレプリコンに搭載したEGFPタンパク質遺伝子の発現により、長期間にわたって安定に緑色の蛍光を発しているサル由来の細胞 (撮影: 西村健)

高機能ナノ空間を持ったスマートカプセル

ナノテクノロジー研究部門

藤原 正浩

マイクロカプセル

ナノメートルサイズあるいはマイクロメートルサイズの中空性・多孔性微粒子は、種々の化合物を材料内部に包含し適宜放出することができる、いわば微小なカプセル（マイクロカプセル）です。産総研では、無機材料が形作るこの微小なカプセル空間内に種々の薬物や生体分子等を取り込んで、さまざまなナノバイオ技術を研究しています。例えば、水と油の界面を巧みに利用して、無機球状中空粒子を一段階で合成することに成功しています。^[1]

ドラッグデリバリーシステムへの応用

図1-Aにシリカ・マイクロカプセルの電子顕微鏡写真を示しますが、材料

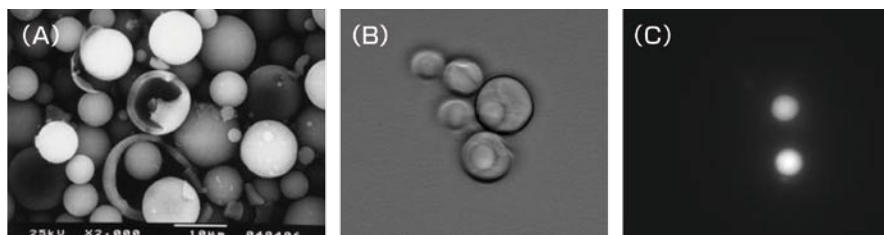


図1 代表的なシリカ・マイクロカプセルの電子顕微鏡像 (A)。蛍光色素含有BSAを内包したシリカ・マイクロカプセルの同一箇所での実体顕微鏡像 (B) と蛍光顕微鏡像 (C)。カプセル内の円形部分が光っている。

内部に大きな中空空間を持っていることがわかります。このマイクロカプセル合成時に、タンパク質やDNAを共存させておくと、それらの分子を直接中空空間内に封入することができます。図1-B、Cには、蛍光色素含有の牛血清アルブミン (BSA) を内包したシリカ・マイクロカプセルのほぼ同一箇所での実体顕微鏡像 (図1-B) と蛍光顕微鏡像 (図1-C) を示しますが、

蛍光を発しているBSAがマイクロカプセル内部に存在することがわかります^[2]。内包されたBSAはカプセル殻にある細孔よりも大きいため、カプセルが壊れない限り外部には放出されず、応答性ドラッグデリバリーシステムや固定化酵素などの技術への応用が期待できます。

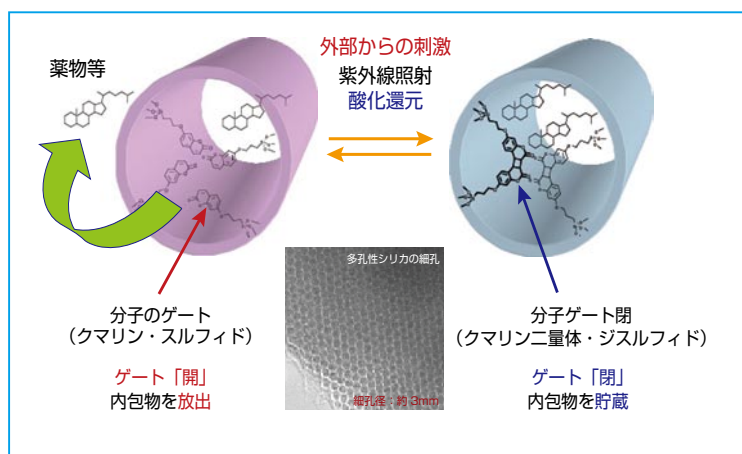


図2 多孔性シリカによる外部刺激応答性ドラッグデリバリー

新しいカプセル技術

シリカが持つナノレベルでサイズがよく揃った細孔の出口に、外部の刺激により可逆的に開閉する分子のゲートを設けると、ゲートの開閉によって、包含された化合物の細孔内での貯蔵と外部への放出を制御することができます。例えば、光により可逆的に二量化するクルミン分子のゲートでは光照射により^[3]、また酸化還元で結合が可逆的に開裂するジスルフィド基では酸化還元反応により^[4] 放出制御が可能です (図2)。

このように、微小空間を有する材料は、ナノレベルで分子や生体高分子等の動きを自在に制御できるスマートなカプセル材料として、さまざまなナノバイオ技術での応用が期待されます。

参考文献

- [1] M. Fujiwara, K. Shiokawa, Y. Tanaka, Y. Nakahara, Chem. Mater., 2004, 16, 5420.
- [2] M. Fujiwara, K. Shiokawa, K. Hayashi, K. Morigaki, Y. Nakahara, J. Biomed. Mater. Res. A, in press.
- [3] N. K. Mal, M. Fujiwara, Y. Tanaka, Nature, 2003, 421, 350; N. K. Mal, M. Fujiwara, Y. Tanaka, T. Taguchi, M. Matsukata, Chem. Mater., 2003, 15, 3385.
- [4] M. Fujiwara, S. Terashima, Y. Endo, K. Shiokawa, H. Ohue, Chem. Commun., 2006, 4635.

細胞のセンシングとマニピュレーション

バイオニクス研究センター
金森 敏幸

集団から個へ

バイオインフォマティクスはゲノムにおいてその有用性を確固なものにし、現在はプロテオームへと研究の中心が移りつつあります。さらに、次はセルオーム (cellome) の時代であろうと予想されます。

ここでもう一つ大事な点は、一塩基多型検出や一分子計測などに代表されるように、集団の平均値から個の解析へと研究の視点が移っていることで、これは生物の多様性・複雑性を考えれば必然的な流れと考えられます。

こうした状況に対応すべく、私たちは個々の細胞をセンシングしたり、マニピュレーションするための技術開発を行っています。

オンデマンド二次元細胞操作技術

離れたところから瞬時かつ局所的に照射できる光は、大きさが数十μmの



図1 オンデマンド二次元細胞操作技術による細胞のパターン培養(上)と精密共培養(下)

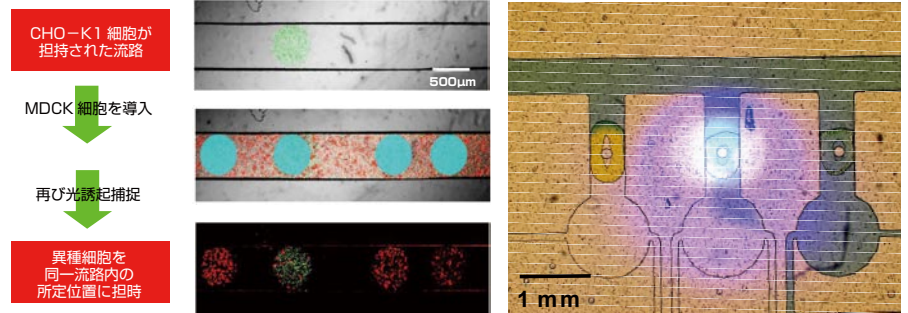


図2 マイクロ流路(幅1mm)内の細胞スポット(左)と光制御型マイクロバルブ(右)

細胞を閉鎖空間で操作するために好都合です。すでに私たちは光照射によって細胞の接着性を変化させることができる細胞培養表面を開発し、この技術が細胞の選抜や精密パターン培養に応用できることを報告してきました(図1)。

さらに、光学顕微鏡によって観察している個々の細胞に任意のパターンで光を照射できる装置を開発し、この装置と光応答性細胞培養ディッシュ等を販売するベンチャー企業を近々起業する予定です。

細胞を処理するマイクロチップ

細胞の大きさが数十μmであることを考えると、個々の細胞を精密に取り扱うためには、マイクロプロセスが好都合です。私たちは、前述のオンデマンド二次元細胞操作技術を含め、さまざまな技術要素をマイクロチップ内に集積し、その中で細胞を取り扱う技術

の確立を目指しています。

私たちは、すでにマイクロチップ内の流路に特定の細胞のスポット(コロニー)を形成させることに成功しています(図2左)。また、細胞をマイクロチップ内のコンパートメントに導いたり、各コンパートメントに薬液などを注入するためにはマイクロバルブが必要となりますが、私たちはここでも光に注目し、外部から光によって操作できる光制御型マイクロバルブを開発しています(図2右)。

近い将来、個々のコンパートメントに注入した細胞群、あるいは流路内でスポット状に培養された細胞に対して、特定の薬液によって刺激を与えたり、あるいは薬剤に対する細胞アッセイを行ったりすることが可能となります。

関連情報

http://www.aist.go.jp/aist_j/aistinfo/aist_today/vol05_10/p20.html
産総研 TODAY, Vol.5, No.10, 20-21 (2005)

セルサージェリー：ナノスケールの針で細胞を操作する

セルエンジニアリング研究部門
中村 史

細胞操作のためのナノスケールの針

ヒトの体細胞は、直径およそ20～30μmですが、直径200nm程度の非常に細い針（ナノ針）は、細胞を殺さずに挿入操作を行うことができます。1時間以上の挿入動作を行っても細胞は死ぬことなく、挿入操作後さらに細胞を解析したり、利用したりすることが可能になると期待されます。私たちは、このナノ針を利用した細胞操作技術を、「セルサージェリー」と名付け、開発を行っています。

原子間力顕微鏡（AFM）装置を用いてナノ針を操作することによって、針と細胞の間にかかる微小な力を観察し、針の挿入状態を観察する方法を考案しました。図1に示すように通常の角錐状のAFM探針を、集束イオンビームを用いて直径200nmの針状に削り出します。共焦点蛍光像が示すように、通常のAFM探針では、探針先端が細胞膜を巻き込んで圧入しているのに対して、ナノ針は細胞の変形なども無く、スムーズに細胞に挿入され、細胞の核内に到達していることがわかりま

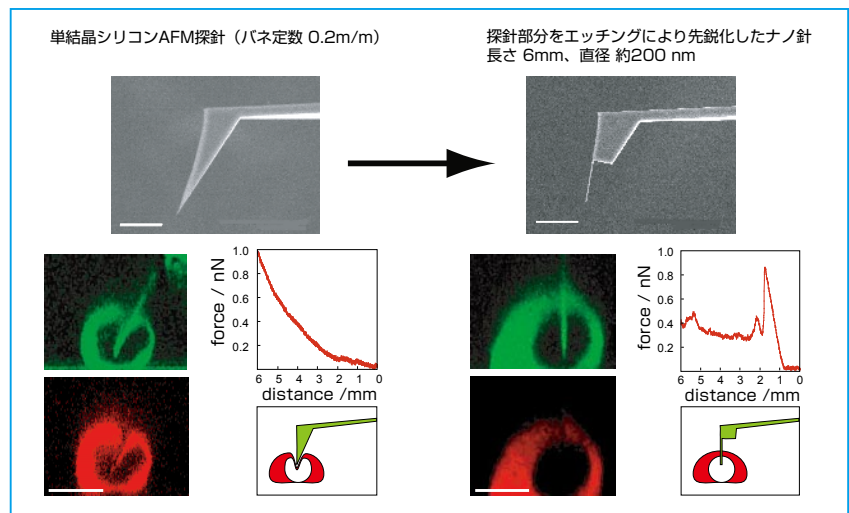


図1 ナノ針の細胞への挿入と力学応答（スケールバー：10μm）

す。通常の探針は細胞に押し付け動作を行ったときに、単純に斥力が上昇しますが、ナノ針を押し付けたときには、急激に斥力が緩和する現象が観察されました。この緩和は、針が細胞膜の通過に成功したことを意味します。細胞に特別な修飾の必要がなく、挿入動作の成否を確実に検知できるので、操作後、自然な状態で細胞を利用することができます。

ナノ針による高効率遺伝子導入技術

ヒトの骨髄由来の間葉系幹細胞は付着培養状態で厚さが数μm程度の扁平な細胞であり、遺伝子導入効率が非常に低いという問題を持っています。直径200nmのナノ針をポリリジン修飾し、プラスミドpHRGFPを吸着させて導入操作を行ったところ、従来法であるガラスキャピラリーを用いたマイクロインジェクションで10%以下の導入効率であったのに対して、ナノ針による導入では70%以上の高効率で遺伝子導入ができました。ナノ針を用いた遺伝子導入では、針の細胞への挿入が確実だけでなく、細胞の核へ確実に挿入動作ができるために高い遺伝子導入効率が達成されたと考えられます。

この技術をさらに発展させ、細胞の遺伝的形質を変えることなく、細胞の機能を回復する、あるいは目的細胞を作り出すことができれば、安全な自家細胞移植による再生医療にも繋がると考えています。

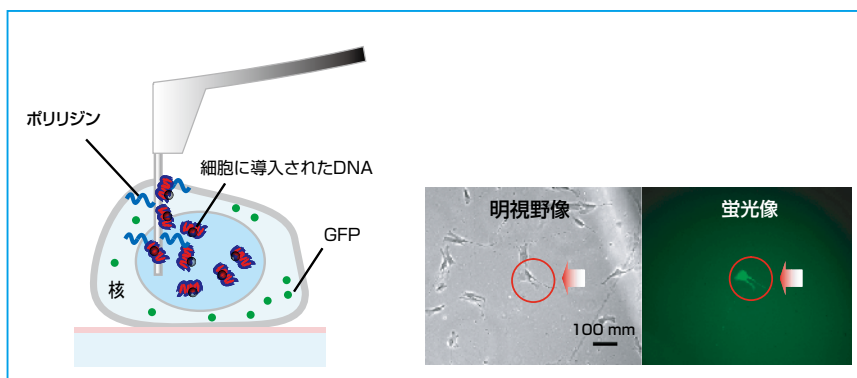


図2 ナノ針による間葉系幹細胞へのDNA導入

癌の転移診断技術の開発を目指して

生物機能工学研究部門

岡田 知子

骨髄への癌転移

癌の診断・治療技術がめざましく進歩したにもかかわらず、癌で亡くなる人が後を絶たないのは、その転移を阻止できないからと言っても過言ではないでしょう。癌の転移の中でも、骨(骨髄)への転移は、乳癌・前立腺癌・多発性骨髄腫などにおいて高頻度で発生し、激しい痛みや骨折などをともない、癌患者の生活の質(Quality of Life)を著しく低下させます。しかし、転移のメカニズムはほとんど解明されていないのが現状です。

転移メカニズムの解明を目指す

私達はマウスミエローマ系癌細胞の骨髄転移モデルを作成し、これを用いて癌の骨髄転移メカニズムの解明を目指してきました。骨という硬い特殊な組織に癌細胞が入り込み、そこで増殖するためには、生理的条件下で骨を破壊する細胞である破骨細胞の助けを借りていることが予想されます。そこで、骨髄転移における癌細胞、骨髄由来内皮細胞、破骨細胞の相互作用に注目し、三者の関わりを解析してみました。

その結果、骨髄由来内皮細胞の表面には、前駆細胞から破骨細胞を分化誘導させるのに必須なODF (Osteoclast Differentiation Factor: 破骨細胞分化誘導因子) が発現していることがわかり、癌細胞・内皮細胞・前駆細胞を共存培養すると、癌細胞と内皮細胞の両方が存在する場合にだけ、破骨細胞の誘導増強が起こることが判明しました。また、内皮細胞と癌細胞だけを一緒に培養すると、内皮細胞表面上の

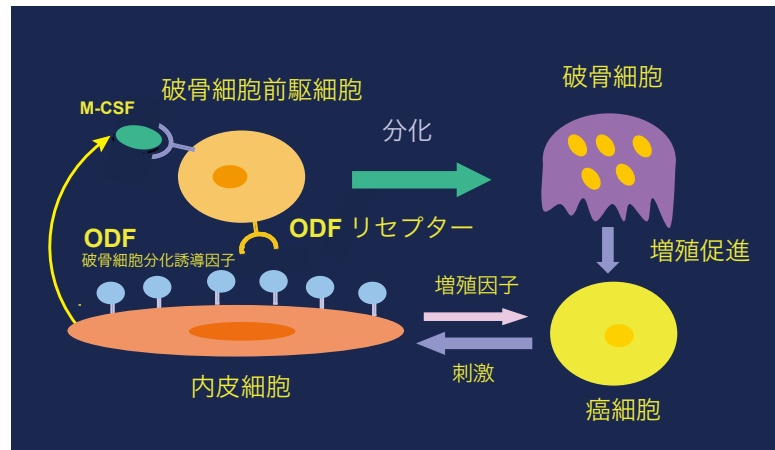


図 予想される破骨細胞誘導機構

ODFの発現量及びmRNA発現量が増加しました。つまり、転移性癌細胞が内皮細胞を刺激して、内皮細胞表面のODFの発現を増加させ、間接的に破骨細胞の分化誘導を促進していることが明らかになったのです^[1]。

生体内で同じことが起こっているかを調べるために、この癌細胞をマウスに尾静脈内投与して大腿骨を採取し、解析しました。その結果、癌細胞を投与したマウス的大腿骨では破骨細胞数の増加が観察され、生体内でもこの癌細胞によって破骨細胞の誘導促進が起こっていることが判明しました^{[1], [2]}。

現在は、日本人女性にも増えてきた乳癌の、骨髄高転移性モデルの作成に取り組んでいます^[3]。

転移診断へのナノバイオ利用

このような「癌の他臓器への転移」を診断する技術を開発するために、「ナノバイオテクノロジー」を応用できないかと考えています。近年、様々なナノキャリアが開発されつつあり、癌の診断や治療への応用が期待されています。原発癌細胞の局所に薬剤を集積(ターゲティング)させるだけでなく、どこに転移が生じているかを診断するために利用できるナノキャリアの開発をしたいと考え、材料分野の研究者との協力・連携を目指しています。

参考文献

- [1] Tomoko Okada et al: Bone marrow metastatic myeloma cells promote osteoclastogenesis through RANKL on endothelial cells. Clin. Exp. Metastasis, 20, 639-646 (2003)
- [2] Tomoko Okada et al: Osteoclast induction by bone marrow metastatic myeloma cells was mediated by M-CSF production from endothelial cells. Proc. 96th annual meeting of American Association for Cancer Research, 46, 1105 (2005)
- [3] Tomoko Okada et al: Establishment of highly metastatic murine breast cancer cell line to bone marrow. UICC World Cancer Congress 2006, 19, 476 (2006)

ナノアクチュエータとして使うモータータンパク質

セルエンジニアリング研究部門

上田 太郎

生物が持つ超小型モーター

生物には、モータータンパク質とよばれる一群の酵素があります。たとえば神経軸索の中には、微小管とよばれるタンパク質繊維がのびていて、その上をキネシンというモータータンパク質が神経伝達物質の詰まった膜胞を輸送しています。モータータンパク質は、個々の分子がモーターなので大変小さい反面、タンパク質の一般的性質として大きな構造を自己集合的に組み上げるポテンシャルをもつなど、人工モーターにはないさまざまな特徴を持っています。そこでこれらをナノアクチュエータとして利用しようという応用研究が世界中で展開されています。

モータータンパク質を操作する

従来キネシンを生体外に取り出して運動させるときは、キネシンをガラス

面に吸着させ、蛍光標識した微小管がその上を運動するという、生体内とは配置を逆転させた系が主に用いられてきました。しかしこの系だと、微小管はガラス面上をランダムな方向に運動するので、外部に対して有用な仕事をさせることはできません。そこで私たちは、図1に示すようなトラックをガラス面上にリソグラフィーで作製し、微小管の運動を一次元に制限することに成功しました。さらに矢じり状のパターンを付加することで、ほとんどすべての微小管を一方向に運動させることができるようになりました。トラックにそって一方向運動する微小管は微小ベルトコンベアとして利用できると期待されますが、そのためには、運動活性を局所的に制御する技術、トラックの分岐点で微小管の進行方向を外部制御する技術、運動する微小管に運ぶ

べき荷物を結合させ、目的地で荷下ろしする技術、長時間運動を持続させる技術等さまざまな周辺技術の開発が不可欠です。

そこで産総研では、さまざまな分野の専門家が科学技術振興調整費の支援を受けて「ナノバイオ人材養成ユニット」(リーダー：セルエンジニアリング研究部門・湯元昇部門長)を結成し、分野融合的な人材を養成しつつ技術開発を進めています。

たとえば、紫外線照射で活性化される「ケージドペプチド」の技術を持つ野村、達(セルエンジニアリング研究部門・分子創薬研究グループ)たちは、キネシンの運動活性を可逆的に阻害するペプチドを同定し、さらにこれをケージド化して、紫外線照射により微小管運動を可逆的に停止させるシステムを開発しました(図2)。

また、タンパク質工学を得意とする小西、久保(脳神経情報研究部門・脳機能調節因子研究グループ)たちは、キメラタンパク質の手法を使ってカルシウムイオンによりスイッチされるキネシン分子の創製に成功しています。

一方、有機合成を得意とする加藤、芝上(生物機能工学研究部門・脂質工学研究グループ)たちは、微小管にシクロデキストリンを化学的に結合させました。さらに、シクロデキストリンとアゾベンゼンの親和性が光照射により可逆的に変化することを利用して、運動する微小管にアゾベンゼンを可逆的に結合・解離させることに成功しています。平、小高(生物機能工学研究部門・分子認識研究グループ)たちは、

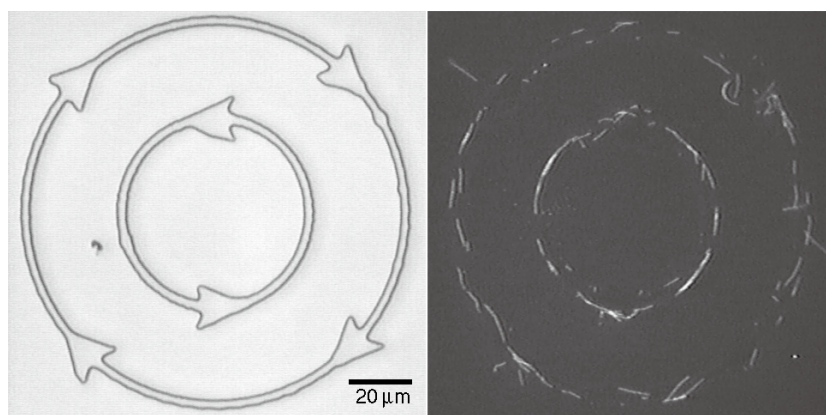


図1 微小管の一次元一方向運動系

ガラス面上に塗布したレジストをリソグラフィー加工し、細い溝状のトラックを作成した(左の透過顕微鏡像)。さらにキネシン分子をトラック底面に選択的に吸着させたところ、微小管の運動をトラック内に閉じこめることに成功した(右の蛍光顕微鏡像は蛍光微小管を示す)。さらに矢じり状の「整流」パターンを加えることで、一方向性運動を実現した。(Biophys. J. 81:1555-1561 (2001)より改変転載)

実際の回転運動は、<http://staff.aist.go.jp/t-uyeda/motility/biomotors/>で閲覧できる。

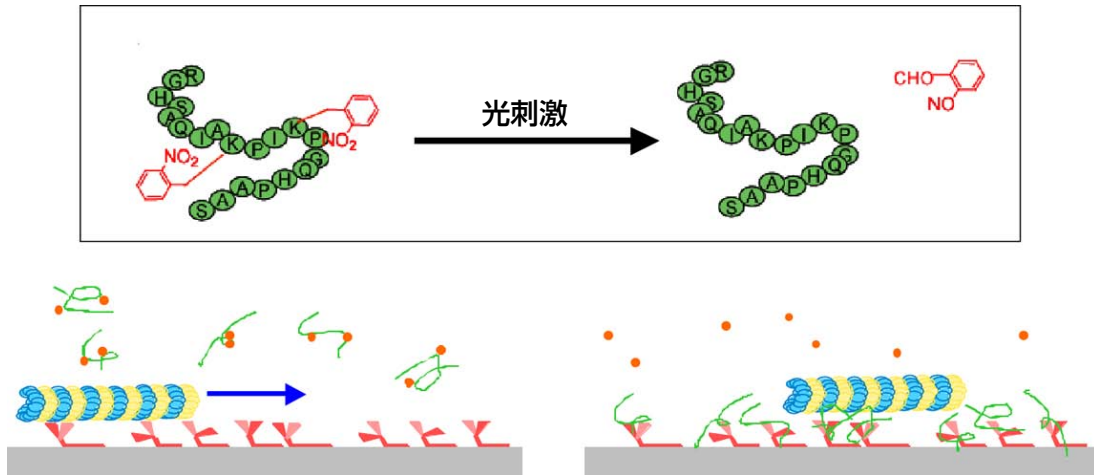


図2 ケージドペプチド存在下では、微小管は正常に運動できるが（下左）光刺激により、ケージドペプチドが阻害活性を持つペプチドとなると（上）、微小管の運動が阻害される（下右）。（提供：達吉郎博士）

運動する微小管にオリゴヌクレオチドを結合させ、相補的な配列のオリゴヌクレオチドを輸送できることを示しています。1塩基のミスマッチがあると輸送が起これないので、このシステムは、患者個人にあわせた医療を可能にするSNPs（一塩基多型）の解析に役立つかもしれません。今後は、こうした技術を融合して、微小デバイスやシステムを組みあげていく努力が必要になります。

ナノアクチュエータとしての利用

精製したモータータンパク質を部品として使うのではなく、モータータンパク質を含む運動性の生体構造を改変して人工的環境で利用しようという、より生物学的なアプローチもあります。

たとえば平塚、上田（ジーンファンクショナル研究センター）たちは、大阪市大の宮田助教授、次世代半導体研究センターの多田主任研究員の協力を得

て、基板上を高速（3μm/s）で運動する滑走細菌 *Mycoplama mobile* をナノアクチュエータとして利用するための研究開発に取り組んでいます。

その結果、微小（直径20μm）円形トラック内を *Mycoplama* 細胞が一方向に回転運動する技術を開発し、さらにMEMS技術を使って作成した円盤状の微小ローターを回転運動する細胞に結合させ、バクテリアにより駆動される微小回転モーターの作成に成功しています（図3）。いまでこそ私たちは自動車などの人工的な乗り物を使いこなしていますが、その前は牛馬に頼っていた時代が長かったことを考えると、ナノバイオの分野でも、当分はミクロの牛馬が活躍することになるのかもしれませんが。

（所属は、発表当時のものを使用しました。）

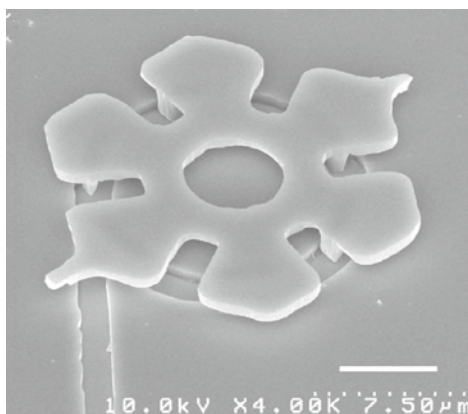


図3 *Mycoplama mobile*により駆動される微小回転モーターの電子顕微鏡写真（スケールバー：5μm）。（Proc. Natl. Acad. Sci. USA 103:13618-13623 (2006) より転載）
実際の回転運動は、<http://www.pnas.org/cgi/content/full/0604122103/DC1#M1>で閲覧できる。

D-ホモセリンの簡便な製造法

微生物を利用したDL-ホモセリンからのD-ホモセリンの光学分割

D-ホモセリンの実用的な生産プロセスを開発するために、微生物の不斉分解を利用してDL-ホモセリンからD-ホモセリンを光学分割することを試みた。土壌から新たに分離した菌株は、5%(w/v)のDL-ホモセリンを含む培地でも良好に増殖し、L-ホモセリンだけを選択的に資化分解した。培養液から回収されたD-ホモセリンの光学純度は99.9% e.e.以上であり、この菌が光学分割を行う際の優れた生体触媒であることが示された。

D-ホモセリン

D-ホモセリンは、アミノ酸の1つである。生体を構成するタンパク質に含まれない非タンパク性のアミノ酸で、D-型の立体配置をとるのが特徴である(図1)。ノカルデシンなどの抗生物質やシリングスタチンといった抗菌物質を構成するアミノ酸であり、サイトメガロウイルスのプロテアーゼをはじめとするセリンプロテアーゼに対する特異的阻害剤の創製にも、主要な構成要素として用いられている。このように、D-ホモセリンは製薬原料として期待されているが、安価で簡便な製造法は確立されていない。不斉合成法がいくつか報告されているが、それらは実験室レベルのものであり、実用的な生産には適していない。そのため、D-ホモセリンは、非常に高価なものとなっており、用途開発も制限されている。

バイオ技術によるD-ホモセリンの製造法

バイオ技術によるアミノ酸の製造法としては、まず発酵法がある。実用化の実績はないが、L-ホモセリン発酵は報告されている。しかし、D-ホモセリンは、D-型アミノ酸であるため、発酵法による製造は期待できない。これに対して、ラセミ体のDL-ホモセリンラク톤は化学合成によって安価で得られ、これはDL-ホモセリンに容易に開環する。DL-ホモセリンからL-体を簡単に除くことができれば、D-ホモセリンを安価で簡便に得ることができる。この点に着目して、微生物を利用してDL-ホモセリンからD-ホモセリンを光学分割する方法の開発に着手した。

微生物の不斉分解能を利用した光学分割の歴史は古く、パスツールまでさかのぼる。しかし、光学分割法は現在でも有用な方法である。この場合、ラ

望月 一哉 もちづき かずや
mochizuki-kazuya@aist.go.jp
生物機能工学研究部門
酵素開発研究グループ 主任研究員
(つくばセンター)

入所以来、一貫して新たな微生物機能およびそれを裏打ちする酵素の探索に取り組んでいる。特に代謝マップに記載されていない新規酵素の発見を目指している。ゲノム科学全盛の今日にあっても、そのすそ野を広げる意味でも、探索は有意義と考える。探索した新たな機能が、新たな産業プロセスの創出に繋がるよう考えていきたい。

1986年工業技術院微生物工業技術研究所入所、2001年組織改編により産業技術総合研究所生物遺伝子資源研究部門、2002年組織改編により生物機能工学研究部門所属となる。

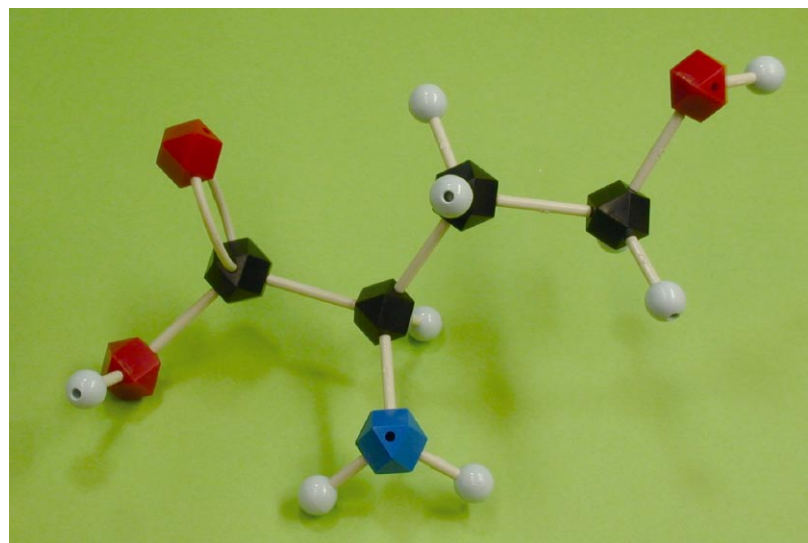
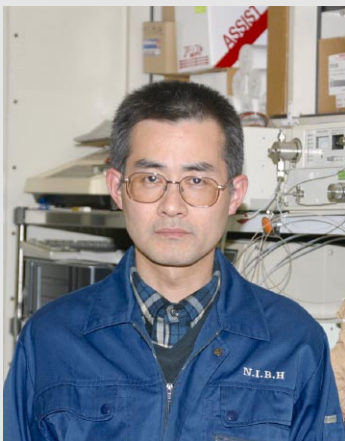


図1 D-ホモセリンの分子模型

黒は炭素、青は窒素、赤は酸素、水色の球は水素原子を表す。

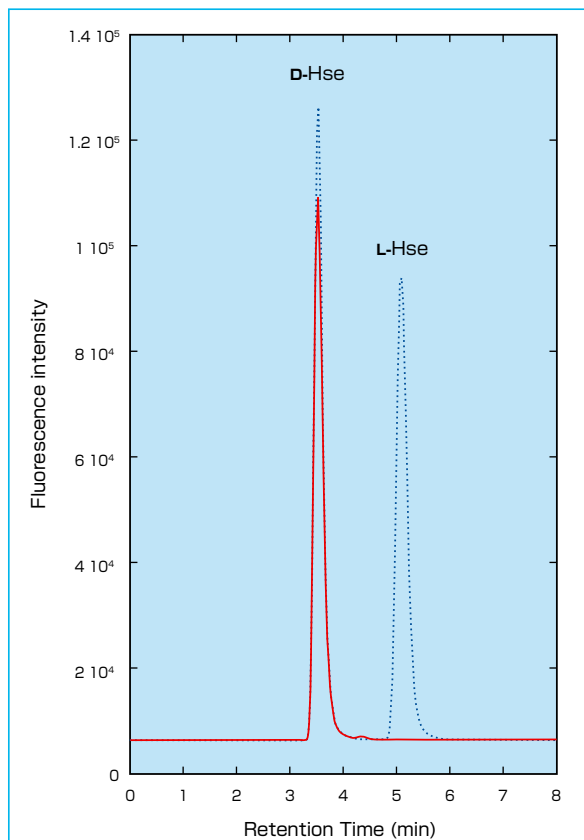


図2 (左) 培養液から回収したD-ホモセリンを光学分割HPLCで分析した結果。青の点線はDL-ホモセリンの標準品、赤の実線は培養液から回収したD-ホモセリンのクロマトグラムを示す。

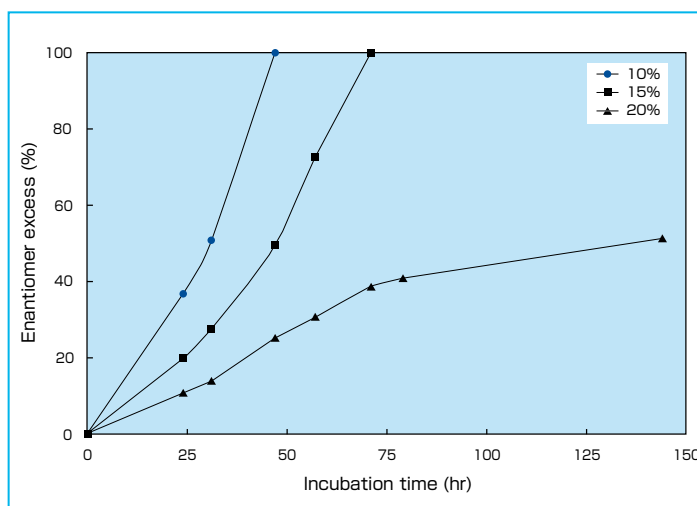


図3 (上) 休止菌体による光学分割のタイムコース

反応液中に残存しているD-ホモセリンの鏡像体過剰率が、反応時間に対してプロットされている。

セミ体、DL-ホモセリンの中の不要な鏡像体すなわちL-ホモセリンを選択的かつ効率的に分解する微生物を手に入れることがキーポイントになる。このような微生物を土壌に求め、探索を行った。まず、ホモセリンの資化性菌を分離した。次いで、D-体、L-体に対する選択性を検定し、L-体だけを選択的に資化する分離株を選択した。その後、基質であるDL-ホモセリンの濃度を順次高め、5%の濃度でも良好に生育し、さらにL-体だけを厳密に資化分解する分離株2-3株を得た。この菌は、菌学的な性質により、*Arthrobacter nicotinovorans*に属する細菌と同定された。

5%濃度のDL-ホモセリンラクトンを

アルカリ処理によりホモセリンに開環し、塩類を補って培地とした。これに、2-3株を接種し、30℃で培養した。培養を始めて50時間目には、L-体は検出限界以下になった。そして培養液の上清から、イオン交換法その他によりD-体を回収した。回収したD-ホモセリンの光学純度は、99.9% e.e.以上であり(図2)、この方法の有効性が示された。

さらに、2-3株の休止菌体による光学分割を検討した。10、15、20%の濃度のDL-ホモセリンラクトンをアルカリ処理によりホモセリンに開環し、リン酸緩衝液を補った反応液に、肉汁培地で培養した2-3株の菌体を加えて攪拌した。図3に示す通り、15%の基質濃度でも完全な光学分割が確認された。

今後の展開

この研究は、まだ光学分割を進める触媒を開発した段階である。今後、実用化を進めるにあたっては、生産現場を想定した培養工学的および化学工学的な検討によるスケールアップが不可欠である。今回開発した方法は、新たに分離した微生物がキーポイントであり、特別な生産設備を必要としない。発酵や培養を扱うことができる生産現場であれば、設備を転用できる。このような観点から、技術移転は容易であると考えられる。

関連情報：

- 特願 2006-321357 光学活性なD-ホモセリン及びD-ホモセリンラクトンの製造法 望月一哉
- プレス発表 2007年1月30日：「高純度D-ホモセリンの簡便な製造法」

湿式ジェットミルを使用したスラリー調製に成功

安定した分散スラリーで焼成セラミックスの性能向上

スラリー調製は、セラミックスの製造コスト、材料の特性、信頼性などに影響する重要なプロセスである。そこで、濃厚系の安定分散スラリーの作製に関する研究開発を行った。セラミックススラリーの作製に湿式ジェットミルを用いることで、濃厚系の安定した分散スラリーを得ることに成功した。開発した分散スラリーは、スラリー濃度にかかわらず高密度成形体と低収縮焼結体を作製できる。この技術開発により、焼成に伴う欠陥やそりなどが低減でき、セラミックス材料や部材の信頼性の向上が期待できる。

セラミックス・スラリーの問題点

スラリーとは、液中に原料粉体を高濃度に分散させた状態を指し、工業的なセラミックス製造プロセスに使用される。このスラリーから、顆粒体を作るか、または直接スラリーを型に流し込んで成形体を得る。スラリーの特性は、材料の特性、製造コスト、信頼性などに影響するので、粉体を一次粒子まで均一に分散制御する必要がある。しかし、粒子径がマイクロメートルレベルからナノメートルレベルへとより小さくなるのに伴って、粒子の分散不良や再凝集などの問題が起こる。このため、分散スラリーを安定した状態を得ることがセラミックス製造プロセスでは重要な課題である。

従来、原料である粉体の粉碎・解砕は、ボールなどの粉碎媒体を用いるボールミルなどの機械的な方法によって行われてきた。しかし、この方法では粉碎媒体から不純物が粉体に混入すること、作製した分散スラリーが不安

定になることなどが指摘されている。

近年、化学工業や食品工業などの分野で新しい乳化・混合・分散プロセスとして、湿式ジェットミルという方法が利用されている。この方法では、懸濁液や溶液を高速で衝突させることにより、短時間で乳化・混合・分散が可能である。この湿式ジェットミルの高速衝突プロセスをセラミックス製造プロセスに応用すると、粒子を混合した濃厚系の懸濁液、いわゆるスラリー中の凝集粒子の解砕が期待できる。

安定な濃厚系分散スラリー調製に成功

われわれは、湿式ジェットミルによる濃厚系セラミックススラリーの調製を目的に研究開発を進めた。湿式ジェットミルのフローを図1に示す。スラリーは原料タンクから供給され、ポンプ、増圧機へ送られる。そこで加圧されたスラリーは超高速で衝突ユニットチャンバへ送られ、粉体同士が衝突し、その衝撃力で解砕・分散が行

堀田 裕司 ほった ゆうじ
y-hotta@aist.go.jp

先進製造プロセス研究部門
先進焼結技術研究グループ 主任研究員
(中部センター)

産総研（旧名古屋工業技術研究所）に入所以来、セラミックスの成形プロセス条件とスラリー特性の相関性に関する研究に従事してきた。現在は、セラミックス粒子の安定分散スラリー製造に関する研究に取り組んでいる。

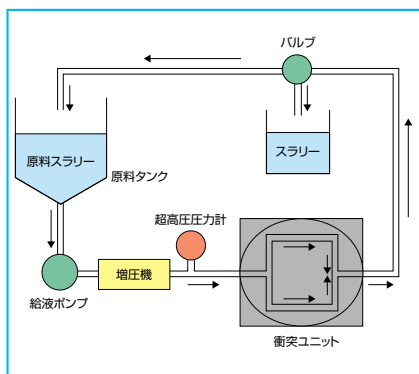
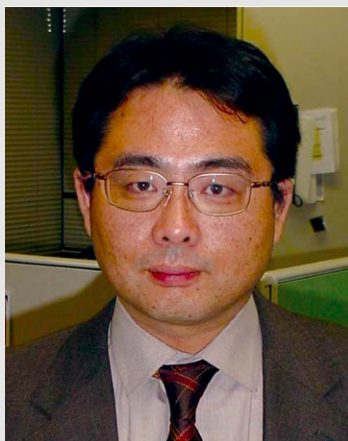


図1 湿式ジェットミルのフロー

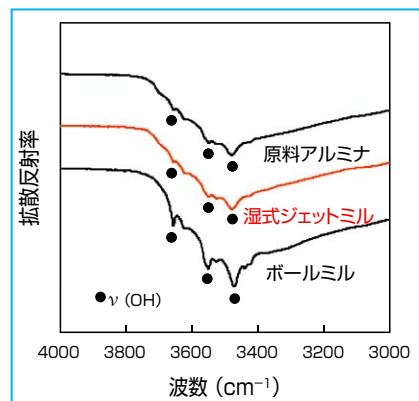


図2 原料、ボールミル、湿式ジェットミル後のアルミナ粉末に関する赤外スペクトル

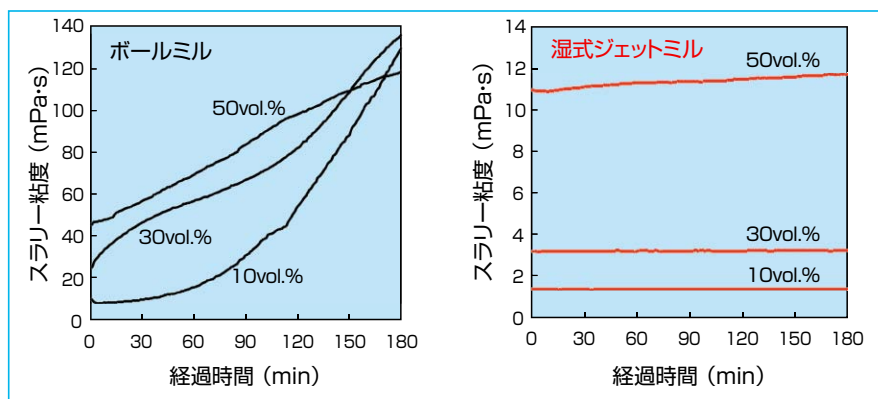


図3 ボールミルと湿式ジェットミル後のアルミナスラリー（一次粒子径：570nm）に関する粘度変化

われる。この工程は粉碎媒体を用いないため、混入する不純物は少ないのが特徴である。

広く解砕工程で用いられているボールミルと湿式ジェットミルで処理した後のアルミナ粉末について赤外スペクトルを測定すると、すべてのサンプルのスペクトルにはアルミナ表面に現れる水酸基(OH基)の伸縮振動を示すピークが見られる。しかし、ピーク強度はボールミル、湿式ジェットミルでの処理後の粉末では大きく異なる(図2)。ボールミルによる粉末では、原料粉末と比較して水酸基のピークが強く現れており、粒子表面が強い影響を受けていることを示している。一方、湿式ジェットミルによるアルミナ粉末のスペクトルは、原料のスペクトルと一致している。この結果は、湿式ジェットミルによる粒子は原料の表面状態を維持していることを示す。

図3は、ボールミルと湿式ジェットミルで作製した10、30、50 vol.%アルミナスラリーの粘度の経時変化である。ボールミルによるスラリーは、解砕・分散処理後から粘度の増加が確認された。これは、濃厚系セラミックススラリーで見られる再凝集によるもので、時間とともにスラリーの分散状

態が変化した結果である。一方、湿式ジェットミルによって作製したアルミナスラリーの場合、時間が経過しても粘度は変化せず、再凝集は観測されなかった。さらに50 vol.%の濃厚スラリーにおいても、粘度は10 mPa·s程度とキわめて低粘度であり、長時間安定であった。このように分散スラリーを作製する工程の違いによって、スラリーの安定性は大きく異なり、湿式ジェットミルは濃厚系の安定した分散スラリーを提供できるのである。

高密度成形体と低収縮焼結体

開発した濃厚系のセラミックス安定分散スラリーを利用して、成形体と焼結体の作製を試みた。図4に示すように、湿式ジェットミルによるスラリーから作製した焼結体は70%弱の相対密度になり、ボールミルで得られたスラリーから作製した成形体よりも高い相対密度をもち、しかも低い粉体含有量のスラリーでも高密度の成形体を得ることができた。さらに、ボールミルによるスラリーから作製した焼結体

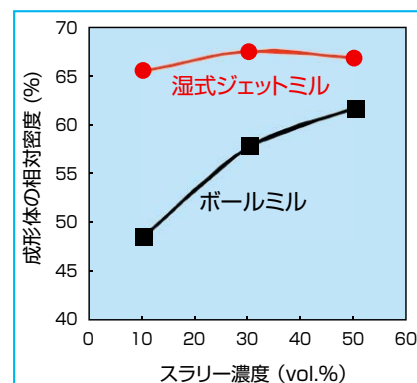


図4 ボールミルと湿式ジェットミル後のアルミナスラリー（一次粒子径：570nm）から作製した鑄込成形体の相対密度

と比較すると、焼結に伴う収縮が小さいことが確認できた(図5)。

今後の展開

開発した濃厚系の安定分散スラリーからは、高密度成形体と低収縮焼結体を作製できる。すなわち、焼成に伴う欠陥やそりなどを低減できるので、セラミックス材料や部材の信頼性の向上が期待できる。今後、凝集力が強いナノ粉末を含む安定分散スラリーの作製を試みるとともに、新たなナノ粒子の処理技術の開発を進める予定である。

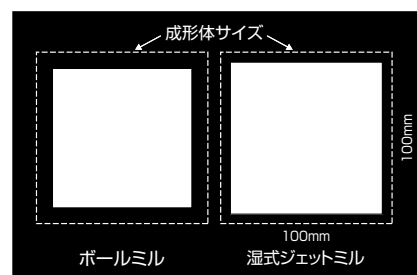


図5 ボールミル及び湿式ジェットミル後のアルミナスラリーから作製した焼結体(1600℃-2時間焼成)

関連情報：

- N. Omura, Y. Hotta, K. Watari et al. J. Am. Ceram. Soc., 89 (9), 2738-2743 (2006)
- 特願 2005-071531 「高密度粉末成形体及び焼結体とその製造方法」
- N. Omura, Y. Hotta, K. Watari et al. J. Ceram. Soc. Jpn., 113 (7), 491-494 (2005)

光ファイバパワー標準の開発

その精密計測と国際比較

光通信の普及に伴い、その性能試験や安全性確認のための精密な光ファイバパワーの計測の重要性はますます高まっている。そこで光パワーメータを校正するための標準器として光ファイバカロリメータを開発し、このほど依頼試験の校正サービスを開始した。また、光電検出器の直線性を校正するシステムと組み合わせると、 $1\mu\text{W}$ の低光パワーまで精密な計測が可能となり、この方式を用いて国際比較実験にも参加し、計測の信頼性向上をめざしている。

光ユビキタス社会の安全・安心

近年、光通信のインフラは急速に整いつつある。総務省の「情報通信白書」によると、2005年度末現在、国内におけるFTTH（Fiber to the home）回線の契約数は546万件を上回っており、将来は3000万回線にも及ぶものと予想されている。これら光通信網など、ブロードバンド回線の大容量を活かした各種の情報配信サービスの展開により、国内のインターネットトラフィックは2005年11月には160Gbpsに達しており、その増加の割合はムーアの法則（=1年半で2倍）のスピードを上回る勢いである。

このように多くの情報のやり取りが情報通信ネットワークにゆだねられるようになり、必然的に通信性能には高度な信頼性が求められる。また、長距離光通信には大出力の光源や中継

増幅装置が用いられ、その末端が一般家庭の日常的に触れる場所に届くことを考えると、安全・安心のための対策もきわめて重要となってくる。

こうした光通信網の性能試験や安全性確認のための計測技術は欠くことのできないものであり、その計測技術や計測装置に関しても高い精度と信頼性が要求されることはいうまでもない。中でも最も基本的で重要な計測器は光パワーメータで、各国においてそのトレーサビリティ体系の構築が進んでいる。

光ファイバパワーの標準器

光ファイバパワーの国家標準器には、光ファイバの端から放射される光パワーを漏れなく捕らえ、その絶対値を計測できる性能が求められる。熱型検出器の1つであるカロリメータは、

雨宮 邦招 あめみや くにあき
k.amemiya@aist.go.jp
計測標準研究部門 光放射計測科
レーザー標準研究室 研究員
(つくばセンター)

レーザーの標準に関連する業務のうち、特に光ファイバパワー標準や光減衰量標準の開発・供給・維持に携わる。また、極端紫外線（EUV）～殺菌紫外線（UVC）を用いて50 nm以下の極微細パターンを露光する技術の開発といった、光のナノ特性に関する研究も経験するなど、光分野全般での計測標準の開発・供給にも強い関心を持っており、光技術を広く産業界に応用していきたいと考えている。

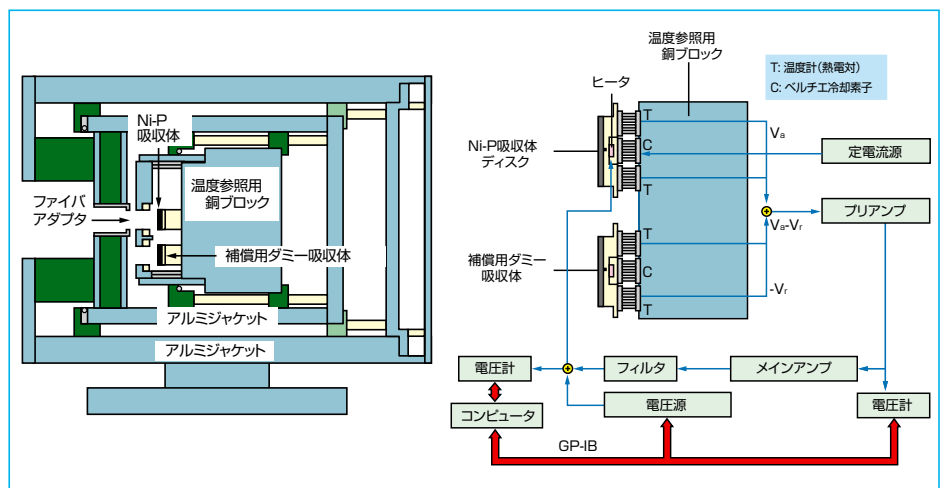
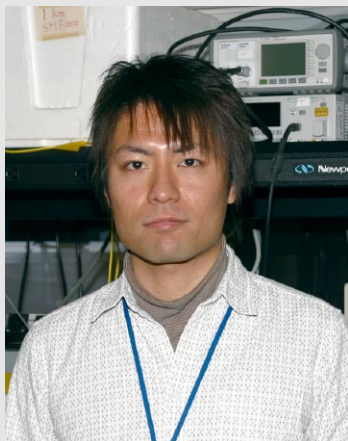


図1 光ファイバカロリメータの構造（左）および主要部のブロック図（右）

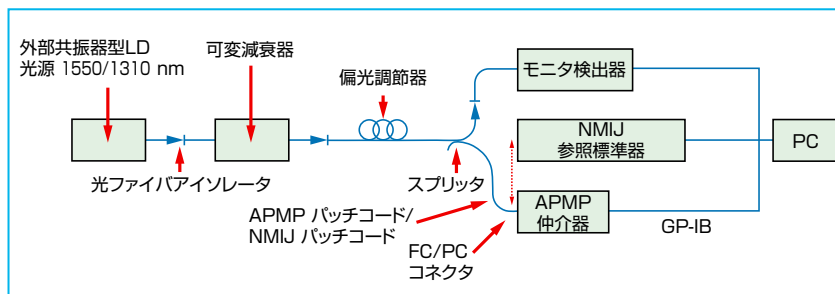
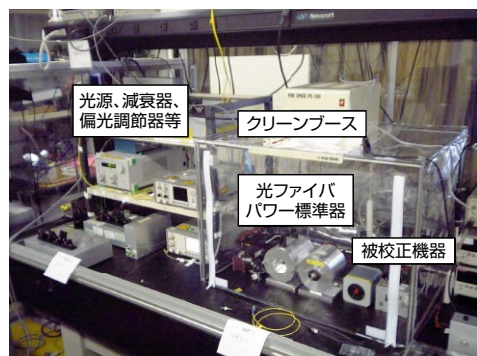


図2 APMP国際比較時に使用した校正システムの写真およびブロック図

光パワーを受光部に吸収させて熱に変換し、その温度変化をパワーとして測定するもので、標準器としてよく用いられている。

受光部は吸収体で覆われた金属板で、低反射率であること、吸収率の波長依存性が小さいこと、熱容量が小さく熱伝導性が良いことなどが必要とされる。光ファイバカロリメータは対象波長が近赤外領域のため、吸収体としてNi-P合金の酸化膜(反射率<0.2%)を用いた。吸収体の温度上昇の計測にはBi-Te熱電対を用いている。吸収体の裏にはヒータ抵抗を設け、光パワーの入射時の温度上昇と等価となるようにヒータ抵抗に直流電力を印加し、その電力を計測するという方式をとっている。測定値は電圧や電流などの一次標準に結び付けられ、SIトレーサブルな計測が可能となる。

光ファイバカロリメータの構造とブロック図を図1に示す。光ファイバから放出される拡散光を漏れなく導入できるように、光ファイバの端面を受光体の近くに設置するための専用アダプタを設けた。さらに、吸収体の温度上昇に伴う放射ロスを防ぐため、温度センサで検出された温度差をヒータにフィードバックして吸収体の温度を常に一定(室温)に保つように制御する機構をもっている。このときのヒータへの印加パワーの差が求める光パワーと

なる。また、このカロリメータにはダミー吸収体を設けて室温の変動に伴うノイズをキャンセルする仕組みにしてあり、さらに高精度な計測ができる。

この方式では50 μ W以上の光パワーを計測でき、このとき信頼度95%における計測不確かさは0.37%を達成した。この標準器を用いて被校正器に値付けするには、ファイバコネクタの付け替えを伴うが、ファイバ端面の塵などによる汚染を防ぐため、校正システムはクリーンな環境で動作させるように構築した。また、50 μ Wより低いパワー領域については、検出器の直線性を校正するシステム^[2]と組み合わせて対応している。

国際比較への参加

国家標準は、原理的な考察や独自の実験解析に基づくだけでなく、他国の国家標準機関と互いに計測結果を比較して整合性を確かめたうえで、国

際的にも認められたものとなる。光ファイバパワーの標準も例外ではなく、2005年には産総研の計測標準研究部門(NMIJ)と米国国立標準技術研究所(NIST)、スイス連邦・計量認定局(METAS)の3つの国の国家標準機関の間で比較実験が行なわれた。また、2006～2007年にはアジア太平洋計量計画(APMP)の加盟国を中心に8カ国が参加する国際比較が、韓国を幹事国として進行中である。測定はいずれも1.3/1.55 μ mの通信波長帯で行なわれ、パワー範囲は1 μ W～100 μ Wである。前者の3カ国の比較の結果は文献^[3]にまとめられている。

今後、これらの結果をもとに、国際度量衡局(BIPM)への校正測定能力(CMC)の登録申請を行ない、われわれの標準の国際的な同等性を主張するとともに、校正サービスを通して広く産業界に貢献していきたいと考えている。

関連情報：

● 共同研究者

向井誠二、福田大治、木村真次、遠藤道幸(計測標準研究部門 光放射計測科 レーザ標準研究室)

● 参考文献

[1] M. Endo, AIST Today Vol. 4, No. 9, p.27 (2004).

[2] S. Mukai, AIST Today Vol. 4, No. 8, p.16 (2004).

[3] I. Vayshenker, J. H. Lehman, D. J. Livigni, X. Li, K. Amemiya, D. Fukuda, S. Mukai, S. Kimura, M. Endo, J. Morel, and A. Gambon, "Trilateral optical powermeter comparison between NIST, NMIJ_AIST, and METAS" Applied Optics Vol. 46, No. 5, pp.643-647 (2007).

塗膜形成によるシリカ厚膜の新製法

従来困難だったゾル・ゲル法でのシリカ系厚膜作製

特許 第3733421号 (出願2002.3)

目的と効果

ゾル・ゲル法によってシリカ・ベースの厚膜を作製することは、これまでかなり困難とされてきました。膜を作製する際にSi-C結合を含む物質を添加せずに、「緻密性」「密着性」「柔らかすぎない」の条件を満たそうとすると膜厚の限界は1μm程度といわれ、Si-C結合を含む物質をたくさん添加しても、膜厚10μmを超えることは困難でした。

この新技術は、Si-C結合を含む物質を多く添加せずに、10μmを超える厚膜を基板上に形成し、かつ基板との密着性・耐熱性に優れた、シリカを主成分とする塗膜形成用材料を提供するものです。

[適用分野]

- 様々な分野で用いられる各種基板（金属、ガラス、ポリマーほか）への、緻密性・密着性のあるシリカ・ベース厚膜に適用できます。マイクロ/メソ（あるいはナノ）構造の導入も可能と思われます。

技術の概要、特徴

TEOS（テトラエチルオルトシリケート）などのシリコン・アルコキシドに、PDMS（ポリジメチルシロキサン）を少ない重量割合で添加し、水分は人為的には添加せず、120~200℃程度で加熱すると、ほぼ無色透明でやや粘性のある液体が得られます。これを基板に塗布した後、加熱し、制御された雰囲気（湿潤雰囲気）に曝すことで厚膜が形成されます。必要に応じて、Si-C結合を多く含まない有機物（例えば脂肪酸など）、粉末など（例えば石英粉末）を添加することができます。条件を選べば数mm厚のものも作れます。適用できる基板の種類は多様で、金属、ガラス、セラミックス、ポリマーなど、ほとんどあらゆる基板上にシリカ膜を形成できます。多くの場合、基板の湿気を取り除いたあと、塗布・製膜を行うのが好ましく、また、多くの場合、製膜段階で湿潤雰囲気に曝すことで、しっかりした膜が得られます。条件によって、持続する強い撥水性を持たせることも可能です。詳細な最適条件はケースバイケースです。

発明者からのメッセージ

TEOSとPDMSとは反応しないように思えますが、フラスコ中で混合して加熱すると、粘性の上昇など、確かに変化が起こります。精密な条件下での実験を行い、現象を解明することは興味深いことです。密着性の発現機構の解明も重要です。

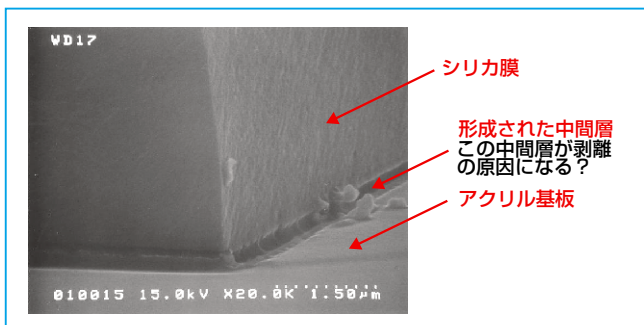


図1 アクリル基板上に、最適ではない条件で厚膜を作製し、一部剥離したもの。附着している部分は、基板とシリカ膜の間に薄い中間層のようなものが形成されている。

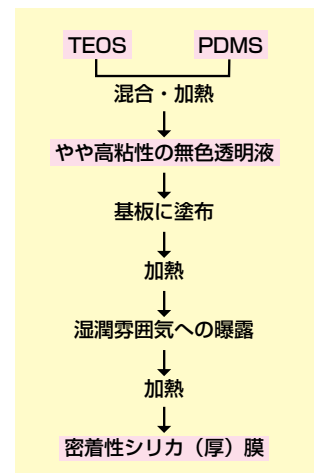


図2 標準的な処理フロー（混合比、加熱などの条件は様々）

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/>

生分解性プラスチックの安全な着色技術

食用色素の利用で環境にやさしいプラスチックの用途拡大

特許 第3677543号 (出願2002.2)

● 関連特許 (登録済み : 国内2件)

目的と効果

環境にやさしいプラスチックとして、脂肪族ポリエステルを中心に、各種の生分解性プラスチックが開発されています。私たちは、塑性加工や分子配向技術によって生分解性プラスチックの性能を向上させる研究を行っています。今回、環境にやさしい生分解性プラスチックの用途拡大をめざして、安全な食用色素によって、美しく着色する技術を開発しました。

[適用分野]

- 食品包装用シート、容器類
- 日用雑貨
- 玩具

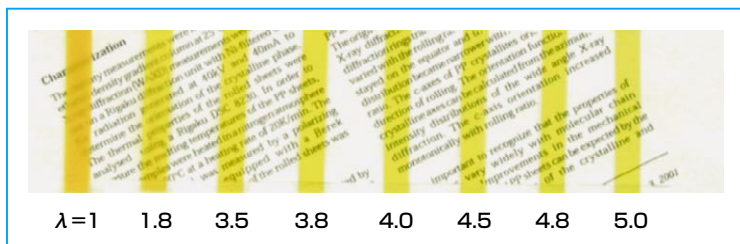
技術の概要、特徴

汎用プラスチックは、日用品から先端工業分野での部材まで、広く利用されており、顔料や染料で着色した材料も多く使われています。生分解性プラスチックの場合も、着色して、美しい外観にすることで、用途の拡大が期待されます。しかし、こうした材料が、使用後に土の中で生分解し、あるいは、コンポストとして分解するためには、生産時に使われる顔料・染料も環境にやさしいものが求められます。また、食品包装や玩具として使われる際には、安全な着色が必要です。

植物から抽出された黄色の天然顔料であるクルクミンと溶融混練することで、生分解性ポリエステルを美しく着色することができます。また、着色したシートを圧延加工法によって、透明で、美しいシートやフィルムに加工することも可能となりました。さらに、合成の食用色素の一部も良好な着色、分散性を示すものがあり、生分解性ポリエステルの着色に利用することが可能です。黄色だけでなく、赤や青などにも鮮やかに着色することができます。

発明者からのメッセージ

天然色素や合成食用色素で着色した生分解性ポリエステルは、成形品だけでなく、繊維、フィルム、シートなどにも加工することができ、環境にやさしく、安全なプラスチックとして、その用途の広がりを期待しています。



天然色素クルクミンで着色し、圧延したポリブチレンサクシネート (PBS) シート (数字は、圧延倍率 : 圧延加工により、透明性も向上している)



合成食用色素で赤く着色したPBSシート(左)

ノルウェー産業科学技術研究所及びノルウェーエネルギー技術研究所との包括的研究協力協定の調印

報告

1月16日にノルウェー産業科学技術研究所 (SINTEF) の Unni M. Steinsmo 総裁と、ノルウェーエネルギー技術研究所 (IFE) の Kjell H. Bendiksen 総裁が来日し、産総研つくばセンターを訪問するとともに吉川理事長と会談し、各々の研究機関と包括的研究協力協定の署名がなされました。昨年9月にはノルウェー科学技術大学 (NTNU) との包括的研究協力協定を締結しており、今回の調印によって、ノルウェーの主要な研究機関との連携が一層深められ

ることとなりました。

SINTEF は、約1800人の職員を有し、幅広く産業科学技術の研究開発活動を行っています。IFE は約500名の職員を有し、原子力を含むエネルギー技術に関する研究を行っています。両機関とも、ノルウェー国内に限らず、国外との研究協力にも積極的で、企業などとの研究契約を結ぶことにより研究資金の獲得を含め産学官連携を促進しています。

産総研とこれらの機関との研究の連携状況としては、環境エネルギー分野が主体となり、SINTEF とは再生可能エネルギーを含むローカルな電気・熱・燃料のエネルギー供給システムの最適化などについて、またIFE とは新規水素貯蔵物質の開発と評価、自然エネルギーの水素による貯蔵システムの開発



左から、Bendiksen IFE 総裁、吉川理事長、Steinsmo SINTEF 総裁

などでの協力を行い、関連の共同ワークショップの開催も行っています。

両者との会合においては、環境エネルギー分野での研究協力をさらに進展させつつ、今後、バイオテクノロジーや、ナノテクノロジーなど材料研究の分野でも、協力の可能性を積極的に探っていくこととしています。



首都圏地震シンポジウムを開催

報告

2月15日、秋葉原ダイビル・コンベンションホールにおいて、「関東平野の地震を考える」と題された首都圏地震シンポジウムが開催されました。

このシンポジウムは、産総研の研究者自らが地震研究の最新情報を一般の方々と共有することで、産総研の社会基盤研究の考え方を広く紹介しようとしたものです。

日本の人口のおよそ3分の1もの人々が居住する関東平野の地震と防災に対する関心は年々大きなものになっています。関東平野の地質構造を正しく把

握し、過去にそこで起きた地震を知ることや、これから起こりうる地震を考えることが必要です。

今回のシンポジウムでは、まず「関東平野の地下のプレート構造と地震」「首都圏の活断層」の2つの講演で関東平野の地下構造と地震の関係が語られ、続いて地震が起こった際の被害についての講演が行われました。「首都圏の海溝型地震と津波」では過去に起こった津波の頻度と将来予測について、「関東大震災とその教訓」では、耐震性と火災などを中心に、より防災にスポットを当てたテーマとなりました。

休憩をはさんで、今度は地震による揺れ方をテーマに「関東平野の基盤構造の成り立ちと地震防災」、「首都圏を襲う大地震とその強い揺れ」、「首都圏の浅い地盤の生い立ちと揺れやすさ」という3つの講演がありました。首都圏の深い地盤、浅い地盤について、そ



れぞれの揺れとの関係などについてや高密度観測データとシミュレーション結果をCG動画と組み合わせたわかりやすい内容のものでした。

最後の総合討論では、来場者の皆さんから地震に関連したさまざまな質問が投げかけられ、短い時間ではありましたが壇上の講演者との交流がなされました。



ナノテクディベート —とことん話そう予防原則— 開催

報告

2月1日、東京国際フォーラムにおいて「ナノテクディベート —とことん話そう予防原則—」を開催しました。

討論会においては、モデレータにリスクコミュニケーションの専門家であり、国内外で幅広い活躍をされている西澤真理子氏(リテラジャパン代表)を迎え、ナノテクノロジーに係る関係者を中心に関係省庁・公的研究機関・大学・民間事業者・NPOなどから35名が参加しました。

現在、ナノ粒子の化粧品などを中心とした市場化に伴い、国内ではナノ化粧品の安全性の問題が取り上げられ製



司会を務める関谷氏

品の市場からの一時的引き上げの要請もされています。このような状況のなか、“Public Engagement(国民の関与)”への取り組みを実行に移していくために、まず切り離せない予防原則について議論を行ないました。

議論を始めるにあたりモデレータの西澤氏から「予防原則の理想と現実」と題して話をいただきました。

ディベートでは活発な意見交換が行なわれ、日本や欧米の状況、環境や医療の分野における予防原則的な取り組み、コストベネフィットの問題などさまざまな視点により議論が行われました。また、一般の人が理解を深めていくため、中長期的な視点で活動を継続的に進めていく仕組み作りが必要であるとのコメントがありました。

予防原則は、受け手によって受け取り方が多様であいまいなものがあります。関係者各々が共通認識として理解できるよう、予防原則に対する定義付けを行う必要があります。そして、民



ディベートの様子

間事業者がもっとこのような活動に参画し、それぞれの目線で話を行なえる場を設定することが必要であると感じました。

産総研は、“Public Engagement”へ向け、今回の活動の報告書を作成し、ホームページなどを通じて広く公開していきます。そして、討論会を継続的に実施することにより、関係者とともにナノテクノロジーの社会受容促進に向け更に前進を続けていきます。

「ナノテクノロジーの将来像と社会への普及に関するシンポジウム」を開催

報告

産総研は、みずほ情報総研株式会社と共催で2月5日に「ナノテクノロジーの将来像と社会への普及に関するシンポジウム」を開催しました。

週刊ナノテクの甕秀樹氏、産総研からは水谷亘、阿多誠文の両氏、筑波大学の小林信一氏による講演と、ナノテクノロジービジネス推進協議会の巨理誠夫氏も参加して、企業・大学・研究機関などからの100名を超える参加者とのパネル形式による討論を行ないました。

高機能化粧品などをはじめとして、ナノテクノロジーをうたう製品は店頭で数多く見かけるようになってきました。しかし、第3期科学技術基本計画に取り上げられている True Nano と

言えるようなナノレベルでの物性変化を活かした製品はまだ見当たりません。このような状況のなかでナノテクノロジーの社会受容を進めるためにどのようにナノテクノロジーによる将来像を描き、また克服すべき課題への理解を深めるかをテーマとして講演と討論を進めました。

講演と討論からは、企業の側にある技術の出口がよく見えないという不満感が市場化の障害の一つになっており、その枷を外して高い可能性を秘めたナノテクノロジーの基礎研究を市場へと繋げるためにも情報の発信や、技術を市場に受け入れられやすくするための工夫が重要だということが見えてきました。また、技術を受け入れる側

である社会に存在する「新しい技術に対する漠然とした不安感」への対応も市場化を進めていく上で必ず取り組まなくてはいけない課題であり、非専門家を含めたコミュニケーションにもより一層の工夫と努力が必要であると認められました。



パネルディスカッションの様子

男女共同参画シンポジウムを開催

2月14日に、産総研臨海副都心センターにおいて、産総研男女共同参画シンポジウム「イノベーション創出とダイバーシティ - 男女共同参画実践の立場からの提言-」が開催されました。これは、平成18年1月に策定された「産総研男女共同参画の推進策」のアクションプランの1つであり、産総研男女共同参画室が主催したものです。当日はあいにくの悪天候で参加者の出足が心配されましたが、産総研内外から多数の方が参集しました。



シンポジウムでは、イノベーション創出とダイバーシティ（多様性の受容）について、男女共同参画実践の立場から討議が行われました。まず開会の挨拶として、高市早苗 男女共同参画・イノベーション特命担当大臣から本シンポジウムに宛てられたメッセージを澤田美智子 産総研男女共同参画室室長が代読しました。続いて吉川産総研理事長による基調講演「私たちにとって必要なイノベーション」がありました。また板東久美子 内閣府男女共同参画局長による特別講演「多様な人材が活きる社会・組織へ - 男女共同参画とイノベーション-」では我が国の男女共同参画の現状などのお話があり、山極清子(株)資生堂人事部次長による基調講演「資生堂の男女共同参画への取り組み - 女性リーダー育成・登用とワーク・ライフ・バランスの実

現に向けて-」では企業における男女共同参画の取り組みの紹介がありました。

コーヒープレイクを挟み、山極清子氏を座長として、遠山嘉一 日本女子大学大学院客員教授 女性研究者マルチキャリアパス支援プロジェクト推進室長、木原裕子(株)野村総合研究所経営コンサルティング部コンサルタント、小玉産総研副理事長、山下樹里 産総研人間福祉医工学研究部門操作スキル研究グループ長によるパネルディスカッションが行われ、イノベーション創出における男女共同参画室とダイバーシティの必要性について討論がなされました。シンポジウムの後には交流会が開催され、活発な議論が交わられました。

TXテクノロジー・ショーケース・イン・ツクバ2007

つくばサイエンス・アカデミー主催による「TXテクノロジー・ショーケース・イン・ツクバ2007（第6回つくばテクノロジー・ショーケース）」が、TX開通後初めてつくばで開催される研究展示会として、サブテーマ「科学技術の産直フリーマーケット<つくば研究祭>」を掲げ、1月30日に開催されました。

去年は、つくばエクスプレス（TX）の開通に合わせ秋葉原で開催されましたが、今年はいくば国際会議場において、従来から行われているポスター発表の他に、研究祭・企画展示、研究祭・ミニシンポ、イブニング・セミナーが特別企画として盛り込まれました。参加者も年々増加しており、今年には900名を超える来場者がありました。

ポスターによる研究成果の発表は、ライフサイエンス、物質・材料、情報通信技術、環境、防災、地球・宇宙の

分野に分かれ、76件出展されました。午前中にはポスター発表に先駆けてインデクシング発表が行われ、研究者が次々と、1分間という限られた持ち時間の中で自らの研究成果を懸命にアピールしていました。産総研からも、防災を除く各分野で計16件の発表を行いました。

研究祭・企画展示会場には、環境、エネルギー問題の解決に向けた農学分野からのアプローチや、陸地観測衛星データの利用と展望など4テーマについて、展示ブースが設置されました。産総研はこれの中で「地球観測グリッド(GEO Grid) - つくば発のイノベーション」のコーナーを設け、ブース内でプレゼンテーションや大画面を用いたデモンストレーションを行いました。

さらに、研究祭・ミニシンポにおいては、小玉副理事長より「産総研のイノベーション戦略」についての取り組

み、関口グリッド研究センター長より「地球観測グリッド(GEO Grid)の目指すもの」について話題提供がありました。

イブニング・セミナーでは、江崎玲於奈つくばサイエンス・アカデミー理事長のご挨拶につづき、前内閣府・総合科学技術会議議員の柘植綾夫氏による「科学技術が担う国づくり-つくばへの期待」と題した講演が行われ、つくばに拠点を置く研究機関への期待を込めたメッセージが語られました。



企画展示会場での産総研 GEO Grid ブースの様子

第2回産総研サイエンスカフェを開催

報告

12月22日、第2回産総研サイエンスカフェ「自然の力で環境を守る－光触媒のお話－」を開催しました。

話題提供は環境管理技術研究部門の竹内浩士主幹研究員で、同じ研究グループの根岸信彰主任研究員がサポートにあたりました。今回は会場が喫茶店だったこともあり、終始和やかな雰囲気で行いました。参加された方々



は光触媒の原理や効果、応用例などの説明に熱心に聞き入っている様子でした。話の合間には、光触媒作用をもつ物質である二酸化チタンの粉末や光触媒コーティングされたブロックなどの実物の紹介と実演を行い、参加者は興味深げに実物を手にとって眺めたり、実演を覗き込んだりしていました。その後の質疑応答では、興味が尽きない大勢の方から次々と質問が出されました。核心をついた質問も多数あり、参加者の関心の高さがうかがえました。

終了後、竹内主幹研究員からは「普段専門家と話をしてもあまり質問が出ないことが多いが、今回このようにた

くさんの質問が出たのは予想外で、とてもよかった。」「今後も一般向けに話すときには、興味を持ってもらえるよう工夫することが必要だと感じた。」との感想が聞かれました。

また、アンケート結果は第1回と同様に大変好評で、「講師の説明がとても分かりやすく良かった。」という感想を多くいただきました。これは、参加者の反応を見ながら丁寧に話を進めていったことが要因と思われます。

4月には第3回サイエンスカフェ「ナノテクノロジーの来し方行く末」の開催を予定しています。ご興味を持たれた方は是非ご参加ください。

新役員の紹介

報告

いちむら しんご
一村 信吾 (理事)

昭和27年9月20日生

大阪大学大学院工学研究科博士課程満退 工学博士

略歴:

昭和57年4月 工業技術院電子技術総合研究所 入所
昭和60年10月 極限技術部宇宙環境技術研究室主任研究員
平成5年4月 極限技術部表面制御研究室長
平成10年1月 極限技術部総括主任研究員
平成13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 (政策・渉外担当)

平成14年4月 極微プロフィール計測研究ラボ長
平成16年4月 計測フロンティア研究部門長
平成19年2月 独立行政法人 産業技術総合研究所理事 (現在に至る)



EVENT Calendar

2月10日現在
http://www.aist.go.jp/aist_j/event/event_main.html

2007年3月

●は、産総研内の事務局です。

期間	件名	開催地	問い合わせ先
3 March			
1～2日	界面ナノアーキテクトニクスワークショップ	つくば	029-861-4460●
2日	ヒューマンストレスシグナル研究センター セミナー	大阪	072-751-9991●
2日	デジタルヒューマン・ワークショップ2007	東京	03-3599-8509●
5日	脳内ケモカインの機能に関する講演会	つくば	029-861-8508●
6～7日	産総研中部センター研究発表会	名古屋	052-736-7064●
7～9日	新エネルギー技術シンポジウム	つくば	029-861-7879●
8日	次世代バイオナノ研究会	香川	087-869-3530●
8日	計算機言語談話会 (CLC)	大阪	06-4863-5022●
9日	シンポジウム「統合化地下構造データベースの構築に向けて」	つくば	029-861-3579●
13日	理研シンポジウム「先端ものづくり研究と分野連携のプラットフォーム構築に向けて」	埼玉	048-467-9570
15日	平成18年度研究プロジェクト報告会	大阪	06-4863-5022●
27～31日	国際惑星地球年参加普及講演会/日本堆積学会2007年つくば例会	つくば	029-861-3951●

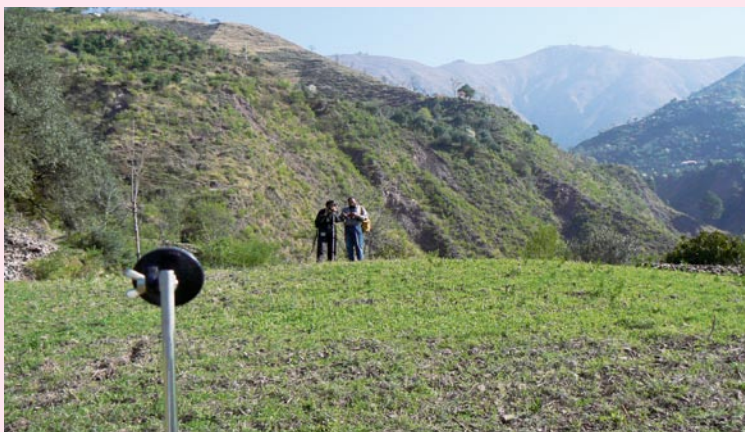
過去の大地震から探る将来の大地震像

活断層研究センター 地震テクトニクス研究チーム 近藤 久雄さん

総合的な地震発生予測手法の構築を目指して

産総研の地質分野研究のユニットでは、地質学を中心とした多様な研究を通して、国土および周辺地域の地質・基盤情報の整備や、地震・火山による大規模地質災害の被害軽減など、社会の持続的発展の実現に貢献することを目指しています。活断層研究センターでは、世界的にもユニークな活断層・古地震研究のナショナルセンターとして、地震及び地震災害予測の高度化と研究成果の社会への還元を目標に、地形・地質学、地球物理学、地震工学などの多様な研究者が連携・協働し、内陸の活断層や海溝で発生する大地震、地震災害予測に関する独自の調査・研究を行なっています。

そのなかで、近藤さんの所属する地震テクトニクス研究チームでは、複数の活断層やプレート境界断層を1つの地震発生システムとみなし、断層間の相互作用や広域地殻変動を考慮した、新たな地震予測手法の開発を目指しています。従来は、個別の断層とそこから生じる地震に焦点があてられ、それぞれが切り離された調査・研究が中心でしたが、近年では、複数断層間の相互システムや広域歪みの蓄積・解放過程の理解といった、より広域的かつ分野横断的な視点が重要となってきました。近藤さんたちは、断層沿いの地質・地殻構造を解明し、隣接する断層同士の影響を数秒から数十万年間の地質学的時間スケールにわたって評価することにより、幅広い時間帯域とマクロな視点から断層活動の本質を理解して、統合的な地震発生予測手法を構築することを指向しています。



近藤さんからひとこと

私は、活断層の分布や大地震にもなって土地がずれ動いた時期と量を復元する、地形・地質学的な手法をもとに、活断層から生じた大地震像を高精度に解明するための研究をおこなっています。これらの実証的なデータを考慮して、将来発生する大地震の規模や時期を予測する手法を持続的に高度化していくことが目標です。これまでに、トルコの北アナトリア断層というプレート境界断層や、アジア諸国および国内の重要活断層などを対象に、野外調査・研究を進めてきました。特に、トルコには延べ9ヶ月にもわたる滞在で、現地の研究機関と共同野外調査を実施して、具体的な研究成果を挙げています。

また、近年では、都市域に分布する活断層のマッピングを精緻化するため、民間企業の協力を得て、航空機からのレーザー照射とGPS観測によって地盤高を計測する手法の応用研究に挑戦しています。長野県松本市を対象とした試行では、計測データから建築物の影響を除いて復元した地形モデルを基に、浅部の地質情報と総合することによって、都市部における活断層の存在と詳細位置を把握する手法を構築しつつあります。

研究センター、チームにあっては、さまざまな教育/研究背景を持つ研究者が所属するため、使用する用語から見解の相違に至るまで、多様な認識と価値観、目的意識などが混在します。このような環境の中で、海外野外調査の異文化交流で培った“他者を尊重し協調する理念”を忘れず、内外の方々と連携して調査・研究を遂行できるよう今後も努力していきたいと思っております。

産 総 研
TODAY

2007 March Vol.7 No.3

(通巻74号)

平成19年3月1日発行

独立行政法人
産業技術総合研究所編集・発行
問い合わせ独立行政法人産業技術総合研究所
広報部出版室

〒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@m.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。

