

特 集

02 本格研究 理念から実践へ

座談会：産業・社会を意識し、最前線で研究する醍醐味

薄膜固体酸化物型燃料電池デバイスの作製
カーボンナノチューブ・デバイスの実用化に大きく近づく
触覚提示に基づくヒューマノイドの遠隔臨場制御

リサーチ・ホットライン

- 16 ロボットシミュレーター“OpenHRP3”
次世代ロボットの効率的な開発を支援する共通基盤ソフトウェア
- 17 携帯情報端末で動作する屋内測位システムの開発
無線ビーコンと携帯情報端末だけで屋内の位置と移動軌跡を計測
- 18 アミノ酸分析を用いた正確なタンパク質定量法
信頼性の高い定量法の開発と「C反応性蛋白標準液」開発への応用
- 19 赤外分光法による燃料電池固体電解質のプロトン拡散測定
無機固体酸の水素結合とプロトン拡散の関係

パテント・インフォ

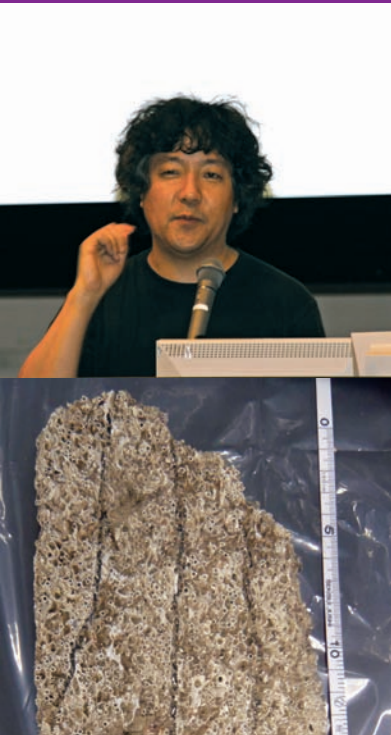
- 20 フッ素官能基化カーボンナノチューブ
安全・簡便にフッ素官能基を化学修飾
- 21 アルキル基含有粘土架橋体およびその製造方法
各種有機ガスを捕集する新しい多孔性材料

テクノ・インフラ

- 22 岩礁の生物化石が語る過去の大地震
地震サイクルを化石の高度、構造、年代から復元
- 23 地質図関連JISの改正と制定
さらに進展した地質情報発信の基盤整備
- 24 光学ガラスの屈折率標準
プリズムペア干渉法による精密測定
- 25 半導体産業用標準ガスの開発
CF₄、C₂F₆濃度標準ガス（窒素希釈、0.5%濃度レベル）

リサーチ・トピックス

- 26 第22回 独創性を拓く先端技術大賞
＜企業・産学部門＞特別賞 キラル医薬品絶対配置決定法の開発



座談会：

産業・社会を意識し、最前線で研究する醍醐味



吉川 弘之 理事長
大木 康太郎 エネルギー技術研究部門
早水 裕平 ナノチューブ応用研究センター
多田 隈 理一郎 知能システム研究部門
小野 晃 副理事長
矢部 彰 広報担当理事（司会）
小林 直人 理事

矢部 11回目となる今回の座談会の参加者は、若いポストクの皆さんです。大木さんから、研究内容の紹介をお願いします。

薄膜固体酸化物型の燃料電池

大木 私は今、固体酸化物型燃料電池の動作温度を400℃程度まで下げることが目的として研究しています。

まず原理ですが、水を電気分解すると、水素と酸素が生成されます。燃料電池はこれと逆の過程で、水素と酸素を反応させて水を生成し、その過程で発電させます。直接変換するので高い効率が期待され、生成されるものも水だけなので、きわめてクリーンといえます。

燃料電池では、電解質が中心的な役割を果たします。固体酸化物型の場合、その材料はセラミックスです。これまでは主に材料開発を中心として研究が進められてきました。具体的には、原料の粉を混ぜて1000℃程度の温度で焼結し、それらを評価するという作業の繰り返しです。

しかし、改めて電解質の形について考えてみると、薄くすれば薄くするほど酸素イオンが通りやすくなり効率が上がることが期待されます。もちろん薄くすれば簡単に壊れてしまうので、

ある程度の厚さは必要です。緻密で強度さえあれば、薄いほうがよいわけで、このアイデアをもとに考案されたのが、シリコン基板の薄膜を使った固体酸化物型燃料電池です。2007年に、スタンフォード大学のグループからも報告されています。基板にシリコンを使うのでMEMS加工技術が利用でき、基板に小さな穴を開けることができるため、電解質薄膜の両面に電極を形成し、燃料電池の構造にすることができ

ます。ところが、新たな課題もあり、クラック（ひび割れ）を抑制する必要があります。シリコンと酸化物は熱膨張率が異なるので、例えば室温から実際に使用する温度である700℃まで上げたり下げたりすると、応力によってクラックが入ってしまいます。私は、これまで超伝導薄膜を用いたデバイス開発の研究を行ってきたので、そこで習得した成膜技術を活かそうとしています。

第2の目標として、製品化をにらみ、容量を増やすことがあります。具体的には大面積化やスタック化です。ここが、この研究における「死の谷」かと思えます。大面積化に対しては、大型ディスプレイの技術が急速に進歩しているので、それをうまく利用できるのではないかと考えています。しかし、大きなシリコンウエハーを何層にもわ

たって実装する技術は未知の領域です。

最終的な出口としては、車や一般家庭、コンビニなどで使用する電源を考えています。ハイブリッドカーが注目を浴びていますが、ハイブリッドカーはアイドリング時にはエンジンは止まっているのに、カーナビや電気製品は動き続けているわけです。これらの電力をまかなうため、燃料電池を補助電源として利用すれば、さらなる燃費改善につながるのではないかと考えています。一般家庭では、自宅で発電することで、これまで輸送できなかった熱エネルギーを利用できるので、トータルのエネルギー利用効率を上げることが期待されます。

当面の課題は、クラックとピンホールです。今は試作段階で大きざっぱにつくっているので、空気中のゴミなどが基板のピンホールができてしまっていますが、クリーンルームの利用により、解決できると思います。

この技術のポイントは、シリコン基板の上に酸化物の膜をつくることです。普通、酸化物の膜をつくるには基板にも酸化物を使います。そうしないと成長しにくいからです。ところがそれだと、何らかの加工をしようとしても、ひびが入るので非常に困難です。MEMS加工の技術を使うにはシリコン基板の上に酸化物をつくる必要があ

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。

り、スタンフォード大学の方々もそれを行っています。しかし、電解質薄膜の結晶性については明らかではありません。結晶成長させた膜を使えば、より高効率の燃料電池ができるのではないかと考えています。

矢部 クラックもピンホールも防ぐのに、他に条件はありますか。

大木 クラックを抑制するには、なるべく低温でつくることです。普通は700℃くらいでつくりますが、200℃くらいまで下げれば、クラックの発生を抑制できると考えています。

小林 超伝導薄膜をレーザーアブレーションでつくられ、それを応用されていますが、その方法のどこが一番よいのですか。

大木 焼結という方法では、物質を結合させるために大きな熱エネルギーが必要です。しかし、レーザーアブレーションという方法は少し特殊で、低温でも成長させる可能性を秘めています。

矢部 クラックが入る、入らないというあたりなど、論文になりそうですね。

大木 イオン伝導度を下げることなく、クラックを抑制することができれば、それは十分に論文になると思います。ただ、製品化に至る研究成果、例

えばシリコンウエハーを積み重ねる技術は、材料開発の研究とは違うので、論文にはなりにくいかもかもしれません。

理事長 材料開発なら論文になるということですね。

大木 そうですね。クラックの抑制は、この分野でも大切なテーマで、焼結してつくる方法においても重要な課題です。ただし、クラックを抑制するために単に成膜温度を下げてイオン伝導度の低下が問題になります。

理事長 そこでの大木さんの方法はどのようなものですか。

大木 高温の700℃で成膜すれば、酸素イオン伝導度が高く結晶性もよいものができます。しかし、低温で結晶成長させるのはなかなか難しく、低温でも結晶成長する条件を探さないといけません。

理事長 それには、何を攻めればよいのですか。

大木 具体的には、シリコンと電解質の間に薄くバッファ層を入れます。

理事長 どのような物質を入れればよいか、そこがノウハウなわけですね。

大木 そうです。まだいろいろな選択

超伝導薄膜の技術を
燃料電池の分野にも
活かしたい。

大木 康太郎



	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

量産技術の基盤は整った。
製品化研究で、最終的に
デバイスにするのが目標。

早水 裕平



肢があります。10～数nmくらいのほんの薄い層を入れるだけでも、その上に結晶成長することがあります。

ナノチューブでデバイス開発

矢部 では、早水さんお願いします。

早水 産総研に来る前は、東京大学物性研究所で量子細線という1次元構造体の物性を光によって解析する研究をしていました。そこで基礎研究のおもしろみを味わい、博士号も取りました。しかし社会に出るにあたり、学術分野だけではなく産業に近いところ、もしくは社会にインパクトのある研究ができたらいという動機で、産総研に応募いたしました。縁があって、ちょうどカーボンナノチューブのスーパーグロース法が発見された直後に、こちらのチームとコンタクトすることができました。

私がチーム長から与えられたテーマは、たくさんつくれるようになったナノチューブを、どのように使おうかということでした。ナノチューブというのは、まさに1次元の構造をもった非常に理想的な構造です。しかも日本発の新しい素材ですから、これを使ったデバイスをつくらうという気持ちで研究を始めました。

私たちはスーパーグロース法を使って触媒をパターンニングすることにより、線状のパターン化された触媒から

フィルム状のカーボンナノチューブの集合体を合成することに成功しました。また、この集合体をいったん液体に浸し、それを引き上げる時にシリコン基板上に平行に寝かせる技術を考案しました。この時に重要なポイントは、カーボンナノチューブのフィルム構造体が板状にきれいに並んだだけでなく、もともとスカスカだったナノチューブの構造体が、液が乾燥する時にキャピラリーフォースでお互いが密集し、非常に高密度のカーボンナノチューブの板ができたことです。

私たちはこの高密度化されたナノチューブの板を「カーボンナノチューブウエハー」と名づけました。この基礎概念のもと、これを加工していくこととなります。ここまでは第1種基礎研究だと思います。

ウエハーをボトムアップ手法で作りに上げたので、次は既存のトップダウン技術であるリソグラフィ技術を使って構造をつくります。レジストを塗り、感光させて現像してマスクをつくり、エッチングしてレジストを取ると、カーボンナノチューブ構造体のきれいなパターンができます。これがすべての量産技術の基本となり、ナノチューブを決まったところに決まった量だけ、しかも決まったサイズ、決まった形で置くことができるようになりました。ここはまさに画期的で、この技術を進めていけば、さまざまな構造体がつくれます。

平らなものの上だけでなく、さまざまな構造の上にカーボンナノウエハーを敷設することもできます。例えば2次元カンチレバーですが、トレンチ構造になっているシリコン基板上にウエハーをつかって、そのパターンを利用して加工すればカンチレバー状のナノチューブの構造体ができます。

もう1つ、3次元カンチレバーもできます。これは2次元カンチレバーを飛躍させたものですが、犠牲層という概念を用いて下に段を敷き、その段の上にナノチューブのウエハーをつくり、最終的にその段を取り払うとナノチューブは最初の段の形をキープしたまま構造を形成します。この3次元カンチレバーは、ナノチューブがクランク状になっており、ビームの部分とサポートする部分に分かれています。

これらの結果を最終的にデバイスにするのが私の目標なので、デモンストレーションとして、カーボンナノチューブのリレー（CNTリレー）を作製しました。リレーは単純なスイッチですが、今回のものはメカニカルなスイッチです。3端子の構造があり、ソース電極とドレイン電極は最初は離れています。中間部にあるゲート電極に電圧をかけるとカンチレバーがたわみ、ソースとドレインが接触してスイッチがオンになるという仕組みです。

実際、すべての電極はカーボンナノチューブからできており、きちんとオン・オフすることが確認できました。この構造は最終的に量産化できることまでアピールしたかったので、スイッチを1,000個集積したデバイスも試作しました。

というわけで、産業化への壁になっていた課題を完全に取り扱うことができ、いよいよ第2種基礎研究から製品化研究に移れる段階に入ったというのが現状です。

カーボンナノチューブでは用途開発が重要になっています。例えばキャパ

シターとして非常に魅力があるのは実証済みで、私たちのグループでスーパーキャパシターのプロジェクトが別に走っています。また、MEMSを用いてたいへん小さいけれど高性能のキャパシターをチップ上につくるというのも興味深いです。センサーにもできますし、電気的なアクチュエーターにすることもできます。

ただ、今のシリコンの巨大なマーケットをカーボンナノチューブで置き換えるというような話ではなく、カーボンナノチューブで新しい分野が開かれるとよいと考えています。

矢部 次に多田隈さん、お願いします。

多田隈 私は日本学術振興会の特別研究員です。2年前に産総研に来て、半年間フランスと日本の共同研究を行い、1年半ハーバード大学バイオロボティクスラボでロボットの触覚などの勉強をしてきました。私も研究というのは、社会に役に立つモノづくりの軸から脱線しないよう気をつけながら、製品としての完成度を高めていくものだと考えています。

私たちのグループは人間型ロボット(HRP-2)を研究しており、それを遠隔地から操作するシステムを考案しています。ロボットの6軸の力センサーを使っていて、これが感じた力は、同じく6軸のマスタアームを介して人の手先に返ってきます。しかし、このままではロボットの腕やボディの皮膚のように有毛皮膚にあたる部分で感じた力が感じとられていないため、高齢者の体を抱きかかえて寝室から浴室に運ぶ介護ロボットの場合、安全性が十分でない可能性があります。

そこで、そのような作業も安全に行えるシステムとして、広範な有毛部皮膚の触覚がきちんと返ってくるような触覚フィードバックに基づく人間型ロボットの遠隔操作技術を実現させたい

と考えました。

その根拠となるサイエンスは、視覚と触覚の情報がある場合、人間の中枢神経では2つの情報をベイズ統計における最尤法に基づいて正規分布を統合する形で情報処理しているというものです。これはネイチャーの論文で、指先に力を提示して、ものの幅を認識させる実験で出てきました。私は、同じようなことが人の有毛部の皮膚においても成り立つのではないかという仮説をもとに、システム開発することを考えました。

ハーバード大学では、研究室にある操作技術を使ってさまざまなものをつくりました。内視鏡の先端に付けて見るようなモーションキャプチャーを人間の体に付けて動きを計測しながら、磁気センサーが干渉しないよう、なるべく非金属の部品を使用して触覚ディスプレイを構成しました。それが人間の腕に付ける触覚ディスプレイです。これは、ロボットが感じ取った力と同じ大きさの力をサーボモーターの回転によって再現するシステムです。バーチャル空間でその働き具合を調べてみると、ある場所からゴールまでものをもっていく作業が触覚ディスプレイを使うことで安全にできるとわかりました。

ある程度練習した後、今度は視覚情報を完全に消して触覚だけで同じ作業をやらせても、正しい作業ができました。しかも、物体のバーチャルな重さが変化した場合、軽い物体か重い物体

かを72%程度の高い確率で認識できることを確かめられました。

これが第1試作機ですが、触覚ディスプレイの解像度は、現在も5つのモーターを使って40mm間隔で刺激しています。1965年頃、人間の腕を押した場合にどのくらいの間隔で2点と感じられるかという実験があって、有毛部の皮膚では40mmくらいであることがわかっているからです。これはパッシブタッチといって、人間が腕を動かさずに自動的に感じ取る感覚です。しかし、人間は腕を動かしている時は筋骨格系、関節の中の触覚、筋肉中の触覚を利用してものを触っています。私はそのほうが解像度は高いのではないかと考え、触覚ディスプレイの最適な解像度を求めてさらに試作を進めました。

人間は視覚が非常に強いので、目で見ただけでかなりの作業ができてしまいます。そのままでは触覚ディスプレイがあったほうがよいのかどうか有意差が出にくいので、視覚を定量的に減らす方法として、CGを完全に2次元に落とし込み、物体の周りにドットを配置することにしました。半径方向にドットを正規分布させ、標準偏差の値 σ に応じてこのドットを変化させれば視覚ノイズが加減できます。

詳細は省きますが、13人の被験者に対して測定しました。触覚がフィードバックされない視覚だけの状態と、触覚情報がある場合とでは、原理的に異なる形で標準偏差が出ました。そして、

人間型ロボットを
遠隔で自分の分身のように
制御できる、
遠隔制御を実現させたい。

多田隈 理一郎



視覚と触覚が定量的に釣り合った交点のはっきりと出て、その時の σ の値を実世界の長さに換算すると、8 mmでした。つまり、触覚ディスプレイの刺激子を8 mm間隔で配置すれば、人間の有毛部皮膚の触覚での解像度と一致するので、十分な解像度であるということです。

次段階として、8 mmより小さい間隔でモーターを配置し、なるべく軽い触覚ディスプレイをつくり、なんとか死の谷を越えられればよいと考えています。製品にした時のイメージとしては、有毛部の皮膚触覚もフィードバックできるようなシステムにして、人間型ロボットを遠隔で自分の分身のように制御することです。そのような臨場感を利用した遠隔制御を実現させたいと思っています。

理事長 8 mmを求めた実験や理論のアイデアは、ご自身の発案ですか。

多田隈 そうです。

理事長 非常に基本的な問題を表わしていますね。視覚と触覚の関係や、選択性などが σ に関係づけられる。ただ、こういうものが遠隔臨場制御につながるとは、どのような意味でしょうか。遠隔地のロボットが、人間と握手する時に臨場感があるとは、どのようなことなのでしょう。握手は普通、目を見なくてもするけれど、目で見て指を合わせる人はいないわけで、握手は触覚だけでしているということですか。

多田隈 ロボットの中に、握手したのと同じように感じる触覚をつくりたいのです。

理事長 触覚もなければだめだということですね。

多田隈 特に介護ロボットなどでは、視

覚だけではどうしても危険になります。

小林 死の谷との関係で、多田隈さんはどのあたりにいるのですか。

多田隈 第2試作機をこれからつくろうとしているところなので、死の谷の前です。

小林 死の谷では、何が一番課題となりますか。

多田隈 まず、皮膚に本当に要求される十分な解像度に到達できるかどうかはまだわかりません。おそらく8 mmで十分な解像度であろうと思われるため、これで何か作業させてみて、その作業に十分な精度であれば死の谷を越えたといえると思います。しかし、作業させてみたら何か感じ取れなかったために、つまり実際に人間が何かするよりもロボットが鈍感だったために、何かガチャンと壊したり、お年寄りを落としてしまった時には、死の谷は越えていないと思います。

ポストドクの本音は

矢部 ポストドクとなり、いかがですか。

早水 せっかくの機会ですので、ポストドクが生に感じていることをアピールしたいと思います。産総研のポストドクとなり4年目です。この3年間にポストドクの同僚がずい分増えましたが、一方で、私より先に産総研を出て行かれた方もたくさんいらっしゃいます。彼らとさまざまな話をしてきたことや、私自身の体験も含めて正直に申し上げますと、ポストドクにとっては「論文がすべて」なのです。

ポストドクの社会的な立場は、不安定だけれど研究を遂行し、そこをステップにして次のキャリアにつなげていくというものです。キャリアを立ち上げ

ていく時の、評価の軸が論文です。論文が世の中に出ないと評価されない。それが現状です。しかし、産総研で行っている仕事の全部が全部、論文になるわけではありません。その論文にならない仕事も、実はたいへん重要だと思っています。

私たちのグループでも、論文になる研究もあれば、論文にならなかったもののプロジェクトに非常に貢献した仕事もあります。ただ、そのような時に話すのは、論文にならないことに対する不安感です。

そこで、第2種基礎研究に従事した場合、その後のキャリアパスをさらに多様化していく必要があると考えています。なぜなら、例えば同僚の1人は研究を続けていきたいと思っているけれど、論文を書かなければ研究職には就けません。ただ、今生きがいをもって行っている仕事は第2種基礎研究で、世の中にナノチューブを送り出す仕事です。現実にはポストドクを続けていけなくなったので、企業で研究開発することにしました。当時は、キャリアパスの多様性が十分ではなく、論文を書くか書かないか二者択一のようになっていき、非常に不安な時期でした。若い方々は、この現状を冷静に見ており、キャリアパスが限られていること、世の中の景気がよくなっていることもあり、研究者を目指す後輩が少なくなっています。そこで、キャリアパスの多様性を設けることによって、フレッシュな若手がどんどん来るような環境になったらよいなと思っていますところ

理事長 多様性を具体的に言うところのどのようなことですか。

早水 研究職か産業かということです。

理事長 それをもっと自由に選びたいのでしょうかね。

早水 そうですね。

理事長 強制的ではなく、論文がなくとも研究者になれるという多様性ですよ。道は確かに研究所か産業なのだけれど、それが仕事によって決まってしまうところが問題ですね。

早水 プロジェクトが決まっているとき、自分には合わないと思う可能性もあります。しかし、プロジェクトの中でも新しいことができる可能性はあるのだから、私たちが自由に活躍した後、外に出ている道もあり、フレキシビリティを感じさせることができればよいと思います。

小野 「社会的には」というのは、今のアカデミアでは、ということですね。アカデミアでは、ほとんど従来型の論文で評価されています。私たちの言い方では第1種基礎研究の論文ですが、それでしか評価しないアカデミアになっています。論文にならない仕事の重要性を、第2種基礎研究の論文として書こうというのが非常に重要になりますね。

小林 産総研のイノベーションスクール構想もあります。産総研独自の学術雑誌を充実させるのはもちろんですが、ことはけっこう切迫しており、構想ではなく具体的に実行しないとダメですね。

早水 私は30歳ですが、いまだに若手です。大学院を出てすぐの方々が、毎年来てくれてもよいと思います。

理事長 そうですね、後継者が来ないとダメですね。このような話が運営に反映しないとダメだと思います。単に研究の好きな人に来てもらうだけではなく、その逆があってもよいわけですよ。企業に行こうと思っている人

が研究者になる。そのような多様性があってほしい。そう簡単にはいかない面があるかもしれませんが、方向としては今のお話のとおりですね。産業と社会を常に意識し、最前線で研究できると感じている人たちを、どんどん増やしていかなければいけません。そのためにも大学をよくしなければいけませんね。

早水 ポスドクというのは、産業界かアカデミアか決めていない人がたくさんいると思います。逆にいえば、そのような人たちだからこそ、活気をもって研究しているという言い方もできます。しかし、今はアカデミア分野の指標しか世の中にはないのです。

ポスドクだって第1種と第2種を回す

矢部 多田隈さんはロボットという分野で螺旋を描きながらモノづくりの完成度を高め実用までもっていくことを目指していますが、第2種基礎研究からモノづくりに至る過程の日本の研究者の考えと、ハーバードでの考え方と、違いを感じられましたか。

多田隈 はい、とても感じました。アメリカでは教授とディスカッションする時に、よく「ビッグ・ピクチャー」という言葉を聞かされました。ビッグ・ピクチャーというのは何ですかと聞いたら、自分の研究が世の中に出て、20年、30年後にどうなるかという鳥瞰的な議論だということです。その技術をどう発展させて世の中に役に立たせたいのか、教授が納得するようなイメージを言わないと「それはガジェタリズムだ」と叱られました。単なる論文生産マシンだという、否定的な言葉です。

アメリカの場合は、試作機をつくるまでの期間が短く、研究室の工作室でぱっとつくりまわす。誰が見ても学生が

つくったとわかるようなものなのですが、それでデータを取り、アイデアが実証されるかどうかを確かめた上で進めます。アイデアが正しいかどうかわからない段階で第1試作機をつくるのに時間をかけていると、後に「あ、これは全然新規性がない」とわかって遅いので、はやめに越えようとしています。それを確かめて「この研究は世界的に誰もやっていない」となれば行く意味があるし、今はシンプルでもどんどん解像度を細かくしていき、滑りを提示できるようなものにしていけば、本当に死の谷を越えられるビッグ・ピクチャーが出てきます。

螺旋を何度も何度も回していくような感じですよ。シンプルなものをまず2週間くらいでつくり、それについて検討し、また新たなものをつかって同じく2週間くらいで回します。初めのところで論文発表してはだめで、5回くらい回して製品化に非常に近くなったところで論文を出す。2回くらい回すとある程度データも出ますし、論文の形式はまとまるのでそこで出したくなるのですが、この段階ではまだ出しません。ある程度先に進み、ほかのグループが追従できないくらい進んでから出しましょうと言われます。ここは日本とは違う点かもしれません。

小野 これまでの座談会には、グループ長クラスの相当に大きな仕事を完結した方々をお呼びしていました。つまり、螺旋を何回も回し、大きなステップを達成した方々に数年間から10年くらいを語ってもらう形でした。しかし、2、3年の方々がどのように第2種基礎研究を回していけるのかが、課題でした。今回のお話は、その解になっているかもしれません。



私たちの研究には、「夢」がある。与えられている夢もあれば、日常的につくっていく夢もある。

吉川 弘之

与えられている夢、つくり出す夢

理事長 ロボットというのは、どこが解決すればなにができるのか、皆が漠然とわかっていて、そこを狙っているわけですね。そういう意味では、ナノチューブの早水さんの分野では、まだ何もないわけですね。このような微細な構造で何ができるのか、何ができればどのようなビッグ・ピクチャーが描けるのかということすらわからない。大木さんの場合はむしろ、燃料電池というピクチャーがあって、それをつくれば、とても環境によいエンジンができる。それぞれ違いますね。私たちの研究には「夢」があり、夢はすでに与えられている場合もあれば、日常的につくりながら進めていく場合もあります。

お2人の研究はそういう夢で、多田隈さんも夢ははっきりしているけれど、これができたらどういう社会になるのか、自分でつくっていくという状況ですよ。ロボットは、そのような期間がたいへん長かったのです。言ってみれば、何百年も前から夢はあり、だんだんこういうところに来ました。その意味では、ロボットとは独特な分野ですね。人間は目の前にいるが、これそのものがつくれないのは、ギリシャ時代からわかっていたわけですね。そんなことは、昔の人は考えたこともなかったわけでしょう。

いずれにしても、このような死の谷

があるというのは、おもしろいことですね。だからシンセシオロジーとは、研究を何年か行っている人が、そのような論文を書けるかということなので

小林 途中でも書けるのではないですか。夢にドライブされ、到達していなけれどステップを1つ2つ登ったことでよろしいとすれば。

理事長 大木さんも早水さんも、一般の研究でインパクトファクターの大きな論文誌に出る可能性を大いに秘めているわけですね。それとは別に、一貫して何かものにしていったところを、シンセシオロジーという視点から論文に書けそうですね。

矢部 多田隈さんは、段階が1つ上がるごとに、第1種基礎研究としての論文は書けるわけですよ。製品としてのロボットについて、第2種側では論文は書けないですか。

多田隈 ロボットの分野には実用化のカテゴリーがあるので、死の谷を乗り越えるためのリファインの過程もあると思います。

理事長 ロボットには、それがありませんね。おそらくロボット工学は、ビッグ・ピクチャーが共通だからです。皆でそれを突き破っていこうとしている

ので、そこに1つのジャンルができています。最終的に人間型ロボットをつくるという共通のターゲットが決まっている。ビッグ・ピクチャーに関係のない、非常に基礎的な第1種基礎研究もあるけれど、ビッグ・ピクチャーにどこまで近づいたかということも、評価軸としてあるわけですね。おそらく材料の素子の研究などではそれがないので、価値が客観的ではないのです。モノができて初めて価値がわかるという、後付けの価値になっています。

矢部 大木さんは1つの大きな螺旋を回すイメージでしたが、今のような螺旋をどんどん回す方法は、電解質薄膜におけるクラックの研究でもあるでしょうか。

大木 やり方は人それぞれかもしれませんが、私はパラレルとして回してもよいかと思っています。要素としてなるべく分離できるものは分離しておき、それぞれ進めていって、後でがっちりくっつけばよいのです。

どれが一番残るかはわからないのですが、全部が達成した時点でとりあえず1つ進むので、あとはそれぞれを改良していくというやり方もあるのではないかと思っています。

理事長 パラレルな研究というのはありますね。

大木 これはこれでやっておき、論文を出しながら、空いた時間にウエハーのスタックをやり、というような感じでいこうかと思っています。

矢部 そのような方法論はありますか。

大木 研究に限定しなければ、あると思います。進められるものは先に進めておくというやり方もあってもよいの

ではないでしょうか。

理事長 やはり、つくろうとしているものがイメージとしてはっきりしているのです、そのようなことが言えるわけですね。それがなければ、論文にならないからやらない、ということになるわけです。そうではなく、論文にはならないけれどやらなければならないことが、第2種基礎研究になります。

矢部 早水さんは逆に、非常に骨太の螺旋を回そうとしていますね。

早水 それは表に出ていることだけで、現実はずっと一緒です。多田隈さんはハーバードにいらしたわけですが、やり方は完全に同じです。私たちのチームはまさに、突貫工事のドリルで穴を開けていくような研究です。誰もやっていないモノづくりをするためには、1日でまず何かつくった上で、翌日また一歩先に進める。

例えばこのスイッチに至るまでに、10種類以上のスイッチをつくりました。まったく違うものですが、出すのは最後の1個だけ。なので、論文になるデータは、バイトで言えば数MBの量なのですが、データとして残っているのは100GBくらいあり、その苦労は結局、論文インパクトを上げるかどうかというところだけなのです。

多田隈 私も結果を得るまでには、同種の実験を3種類くらい行い、実験そのものもグルグル回し、誰が見ても1点で交点を描けるところに至って公表しています。交点が出る前には、まったく交わらないなど、微妙な実験もありました。そこで課題を変えたりと、試行錯誤しました。

早水 その辺りは産総研に来てとても勉強になったところで、大学はむしろ「時間はたっぷりあるから好きなこと

をやりなさい」でした。産総研ではゴールが決まっており、ポストドクでしたら何年という任期があるので、その間に結果を出さなければなりません。私たちの場合はたまたまロングなので、インパクトを上げておくために今おっしゃったようなやり方になります。本当に勉強になりました。

小林 何か日常的なことで、不安はありますか。

大木 不安といえば、やはり任期がある点です。長期的な計画を立てられませんし、立てても実現が容易ではないと思いますので、そこが悲しいところです。

小林 しかし、一方では集中してできるということもあるわけですね。

大木 そうですね。

多田隈 私も自分のポストドクの任期の間に、どれだけ回して死の谷を越えられるかを心配しています。しかし、アメリカの教授がハーバードからジョージア工科大に移った際、ある程度自分のストックをもって出て行き、それでまた回していつているように、場所を移動してもビッグ・ピクチャーはもち続けて、その中で自分が今どこにいるのかをきちんと認識しなければならぬと思っています。

理事長 今日はよい話を聞けました。今後期待できますね。

矢部 本日は、どうもありがとうございました。

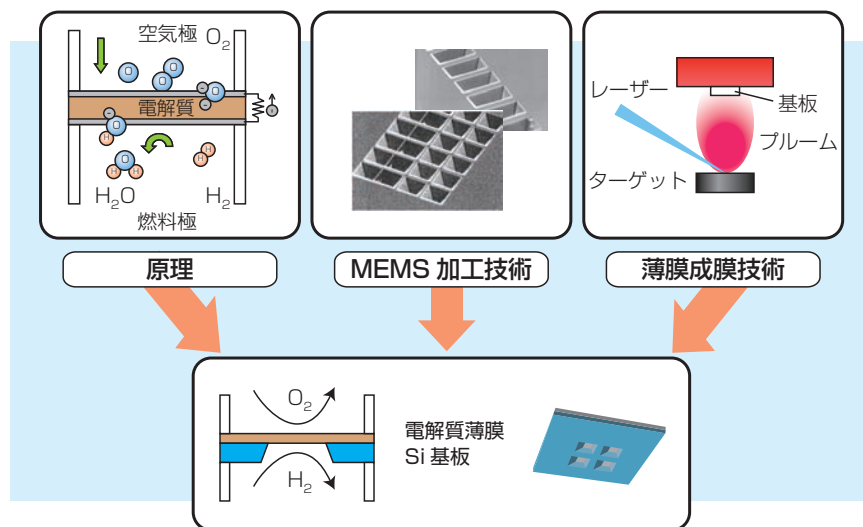
燃料電池における本格研究

薄膜固体酸化物型燃料電池デバイスの作製

高効率、かつクリーンに発電

私たちは、薄膜を用いた固体酸化物型燃料電池 (SOFC) の研究を行っています。燃料電池は燃料から電気エネルギーを取り出すデバイスで、「エネルギー変換器」とも表現できます。直接変換なので高効率が期待され、ほかの発電法に比べてクリーンという特徴をもっています。

私はこの燃料電池を普及させることが、化石燃料の有効利用とCO₂の排出量削減に効果的であると考えて研究を行ってきました。燃料電池をさらに普及させるには、より高い変換効率を達成する必要があります。燃料電池は電解質の種類により、リン酸型や熔融炭酸塩型、固体高分子型などに分類されます。現時点で最も実用化に近いといわれている固体高分子型の発電効率は、水素を燃料としたとき36% (高位発熱量HHV) 程度と高効率ではありませんが、SOFCはそれをさらに上回る50% (HHV) 以上の発電効率が期待されています。しかし、動作温度が700℃~1000℃と高温であり、耐熱性の高い材料が必要となるので高コストになります。この問題解決には、動作温度を下げるのが有効であり、私たちの研究では、400℃程度でも十分な効率を得られるSOFCの実現を目指しています。



薄膜固体酸化物型燃料電池

燃料電池の低温動作を実現するためには、低温でも高いイオンフラックスを実現する高イオン伝導電解質の開発が必要です。これまで、高効率化に関する研究は、燃料電池の電解質・電極材料の探索が主でした。別のアプローチとして、電解質の厚さについて考えてみると、薄いほどイオンフラックスが増加すると予想され、高効率が期待されます。薄くしすぎると強度に問題が生じるため、ある程度の厚さが必要ですが、緻密で高い強度をもつ薄膜を作製できれば、高いイオンフラックスをもつ電解質の実現が期待できます。

薄膜 SOFC

このアイデアをもとに提案されているのが薄膜SOFCです。2007年にスタンフォード大学のグループからも報告されています^[1]。ポイントは、基板にシリコンを用いているところです。シリコン基板は酸化物基板と異なり、MEMS (Micro Electro-Mechanical Systems) 加工技術を利用できるので、基板貫通エッチングにより穴を開けて、電解質薄膜の両面に電極を形成することで燃料電池の構造にできます。しかし、この薄膜SOFCの研究はまだ始まったばかりであり、実用化のためにはいくつか解決すべき課題があります。

その1つがクラックの問題です。シリコンと酸化物では熱膨張率が大きく異なるので、例えば数百度の成膜温度から室温まで変化させると、応力によりクラックが入ってしまいます。薄膜SOFCを実現するには、まずこのクラックの問題を克服することが必要です。この問題に対しては、成膜温度を下げることで解決を試みていますが、成膜温度を下げるとイオン伝導度が低下するというジレンマを抱えています。



2006年、鹿児島大学大学院理工学研究科ナノ構造先端材料工学専攻博士課程修了。産総研特別研究員として入所。在学時に超伝導との出会いをきっかけに研究の世界に入り、今年から燃料電池の研究に従事しています。自然の真理を探究しつつ、世のために創造し、それらを形にできればと考えています。

大木 康太郎 (おおき こうたろう)
エネルギー技術研究部門
ナノエネルギー材料グループ

私は、これまで超伝導膜を用いたデバイス応用を目的とした研究を通して、パルスレーザー蒸着法をはじめとした酸化物薄膜作製技術、多層膜形成技術を習得してきました。現在この成膜技術を用いて、シリコン基板上に200℃程度の低温で結晶成長させることで、クラックを抑制しながらも、高いイオン伝導度をもつ電解質薄膜の実現を目指しています。この薄膜SOFC素子開発の研究は、原理からくる要請と、その実現に必要な3つの要素、すなわち、シリコンのMEMS加工技術、酸化物薄膜成膜技術、そして、これまで集積されてきた電解質材料に関する知識を合わせたものです。従来のSOFCの単なる延長線上ではなく、高効率化を考える上で原理に立ち返り、現在の技術を視野に入れた上で、改めてその形状や作製方法を見直したものといたします。

製品化に向けて

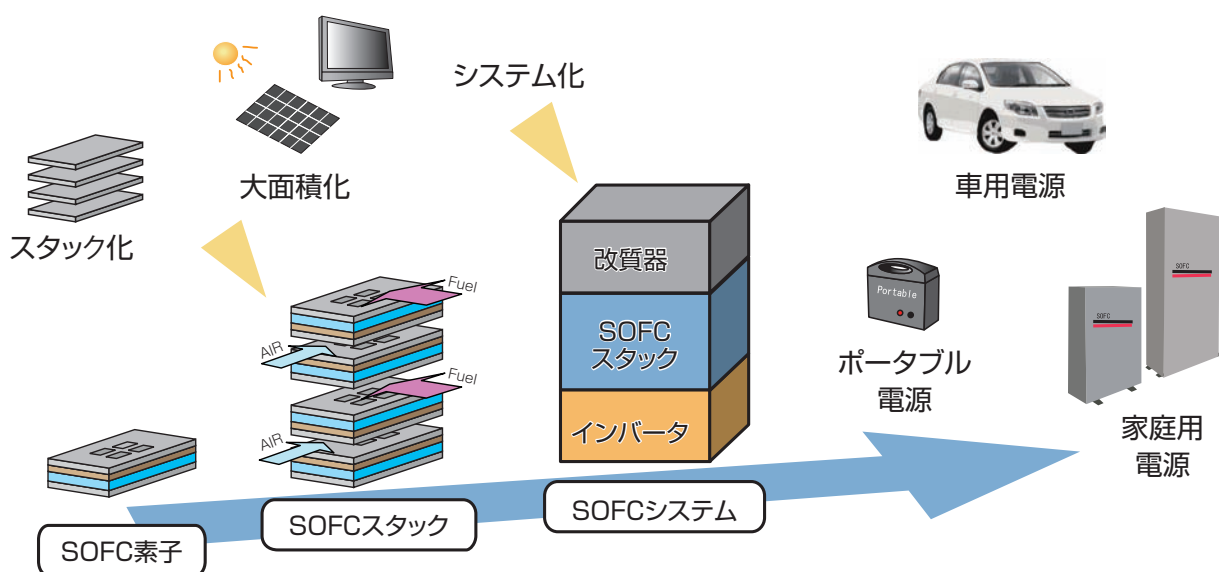
燃料電池の製品化研究において、大容量化、低コスト化、安全性・信頼性の向上が鍵となります。ここをいかにして突破するかが、製品化する上でのポイントです。この過程においても大切なのはさまざまな新しい技術を取り入れていくことではないでしょうか。具体例として大容量化を挙げますと、大型液晶ディスプレイや太陽電池パネルの製品開発などを通して、大面積薄膜の技術は飛躍的に発達しています。これらの技術をうまく自分の製品化研究に取り込むことで早期の課題解決が期待されますが、そのためには、企業に私たちの研究に対する興味をもってもらうのが一番です。それには具体的な動くものを示すことが効果的だと考えています。まずは、研究室レベルで作製可能な規模のものを実際に作製し、これらを企業に提示していきたいと考えています。ただし、大容量化のもう1つの鍵となる、スタック技術は自ら開発する必要があるようです。

最終的な出口

最終的な出口は、車や一般家庭、コンビニの電源を考えています。一般家庭やコンビニにおける電源については、電気を消費する場所の近くで発電することで、これまで輸送することが難しかった熱も利用できるようになります。動作温度を400℃程度まで下げても、給湯器などと組み合わせたコジェネレーション電源として利用できるのも、トータルのエネルギー利用効率が高いエネルギー変換器として期待できます。最初の段階では、指先程度のサイズのものから作製し、手のひらサイズ、ポータブルな電源、例えば災害時や夏祭りの屋台などで使われているようなサイズのもの、徐々に規模を大きくしていきたいと考えています。

参考文献

- [1] H. Huang et. al.: *J. Electrochem. Soc.*, 154, B 20 (2007) .



自由自在に設計したカーボンナノチューブ3次元デバイス カーボンナノチューブ・デバイスの実用化に大きく近づく

カーボンナノチューブ・ウエハーの開発

カーボンナノチューブは、さまざまな可能性を秘めた未来の材料として大きな期待がよせられ、世界中で活発な研究開発が行われています。産総研ナノチューブ応用研究センターでは、近年「画期的な単層カーボンナノチューブ合成法～スーパーグロース法～」を開発し、カーボンナノチューブの大量生産が現実的なものとなりました。それまで研究用の物質でしかなかったカーボンナノチューブが、より身近で役立つ材料へと変貌しつつあります。しかし、本当にカーボンナノチューブが身近で役に立つ材料となるためには、もう1つ大きなハードルを越えなくてはなりません。それは、カーボンナノチューブがさまざまな製品に応用されるための技術を確立することです。そのため、私たちはカーボンナノチューブのデバイス応用に取り組んできました。

カーボンナノチューブは、その柔らかく強靱な機械的性質や、電気を流しやすい性質から、微小機械デバイスへの応用が早くから期待され、優れた機能を実証する研究が数多くなされてきました。しかし、これまでの研究では、カーボンナノチューブを設計通り所定の位置に所定の形状で加工する技術が

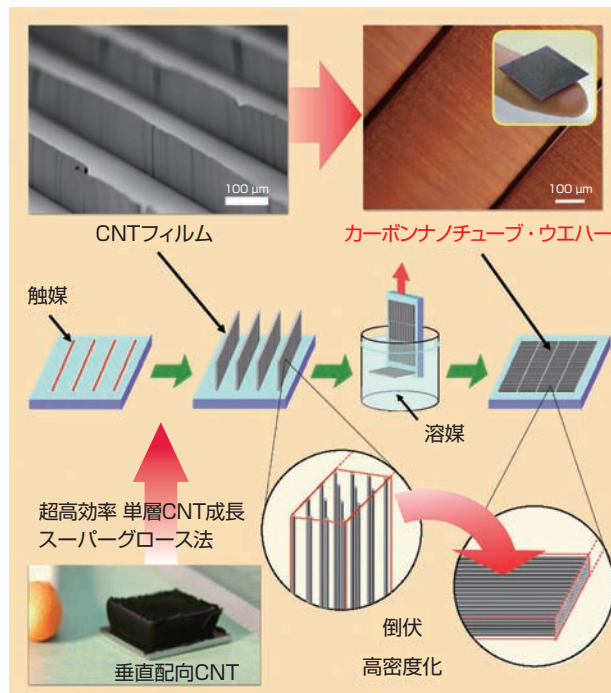


図1 カーボンナノチューブ・ウエハーの作製方法

なかったために、大量に作ったデバイスの中から偶然うまくいったデバイスを選び、その特性を評価していました。この状態では、工業製品として、私たちの身近な存在にはなりえません。

この現状に対して私たちは、スーパーグロース法によって合成されたカーボンナノチューブ・フィルムから、カーボンナノチューブ・ウエハーを作製する技術を確立しました。このカーボンナノチューブ・ウエハーは、これ

までの半導体微細加工技術をそのまま適用することができ、カーボンナノチューブの微細な構造を設計どおりに作製することを可能にします。これにより、カーボンナノチューブ・デバイスを集積化することが可能となり、同じ機能を持ったデバイスを大量に作製することができます。

カーボンナノチューブ・ウエハーは以下のようにしてつくられます。まず、触媒を線上にパターンニングしてカーボンナノチューブ・フィルムを合成します。次に溶媒に浸し引き上げてフィルムを基板に倒します。溶媒が乾燥する際に、はじめスカスカなカーボンナノチューブの集まりだったカーボンナノチューブ・フィルムは、表面張力によって高密度のカーボンナノチューブの板“カーボンナノチューブ・ウエハー”となります(図1)。カーボンナノチューブのこの板は、さまざまな微細加工が可能です。



東京大学大学院理学系研究科博士課程を修了後、産総研ナノカーボン研究センター（現ナノチューブ応用研究センター）に所属。大学院では半導体量子細線の光物性を研究していました。その後、同じ1次元構造でナノテクの代表的材料であるカーボンナノチューブを使ったデバイス創製を行いたいという思いから、2005年、産総研に入所。以来、「ものづくり」に没頭しております。

早水 裕平 (はやみず ゆうへい)
ナノチューブ応用研究センター
スーパーグロース CNT チーム

カーボンナノチューブ基板からさまざまな微細構造体、そして、デバイスへ

カーボンナノチューブ・ウエハーからさまざまな形状のカーボンナノチューブ微細構造体を作製できます(図2)。平たんなシリコン基板上に、カーボンナノチューブの島状構造をつくることができます。また、シリコンの溝の上にカーボンナノチューブ構造体を架橋することもでき、両持ち梁や片持ち梁もできます。さらには、カーボンナノチューブの柔軟性導電性を利用することにより、3次元形状をした微細な配線をつくることもできます。

これらの加工技術を駆使すると、動作するデバイスをつくることができます。その実例として、電極とカンチレバーすべてがカーボンナノチューブからできた微小な機械スイッチ、カーボンナノチューブ・リレースイッチの動作に成功しました。

この成果は、カーボンナノチューブのデバイス応用を現実的なものにする重要なステップだと考えています。今後は、カーボンナノチューブ・ウエハーという産総研独自の技術をもとに、カーボンナノチューブのデバイス応用という無限に広がる可能性の中から、産総研から新たな提案、デバイスの創製をしていくとともに、企業との連携を広く求めていくことが私たちの使命であると考えています。

産総研だから得られる貴重な経験

私は、カーボンナノチューブ・ウエハー作製の技術がほぼ確立した後、そのリレースイッチが安定してオン・オフ動作するまで、さらに1年を費やしました。初めの頃は、スイッチがオンしてもなかなかオフしないという状態で、それを解消するために多種多様なスイッチ構造を試行錯誤しました。紆余曲折の後、ス

イッチがきちんと動いた時には、「動いたー!」と無意識に叫んでいました。研究室の皆さんと手を取り合って喜んだことは、決して忘れません。

この研究から一番学んだことは、研究・開発のスピード感覚です。私たちのチームは、ものづくりのプロフェッショナルだと思います。チーム長、先輩方に、その基本をみっちり指導していただいたと思います。

最後に、研究をするにあたり、本当にたくさんの方々にご指導・ご協力いただきました。カーボンナノチューブの加工技術開発では、さまざまな技術問題があり、チームメンバーの方々の助言や協力がなければ、それらの問題は解決できなかったと思います。産総研は、高度な研究環境や研究者によって支えられていると思います。そのもとで多くの経験と勉強をさせていただいたことに深く感謝しております。

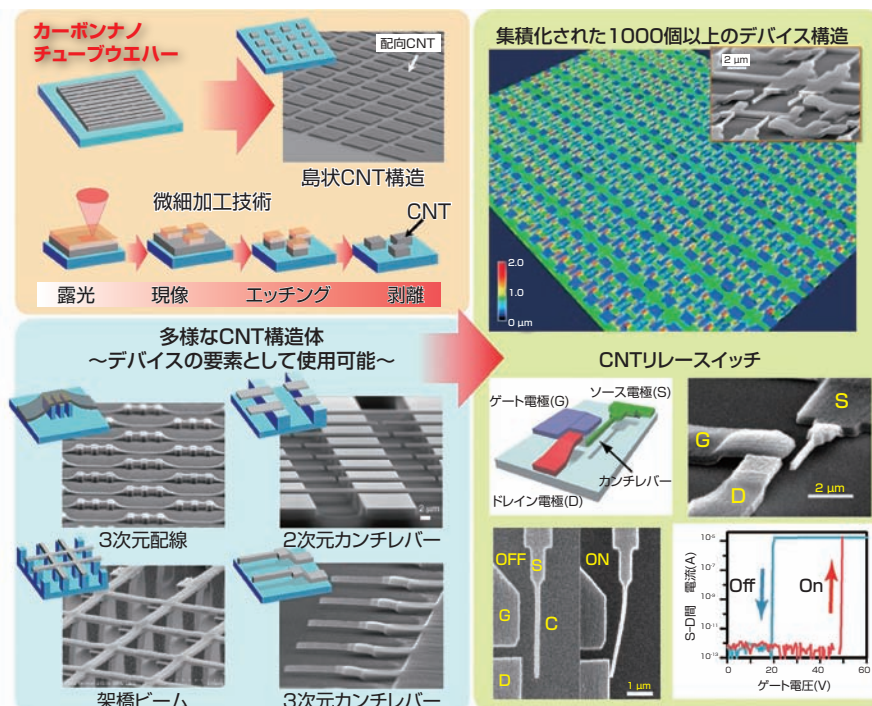


図2 カーボンナノチューブ・ウエハーからさまざまな構造体やデバイスへ

テレグジスタンスの実現に向けた本格研究 触覚提示に基づくヒューマノイドの遠隔臨場制御

ロボットを用いたテレグジスタンス

近年、ヒューマノイドロボットの高機能化が進み、世界中のさまざまな場所にそのようなヒューマノイドロボットを配置して、それらを遠隔地からネットワークを介して操作するという「テレグジスタンス」の研究も大きな進展を見せています。この研究では、このようなロボットのマスター・スレーブ制御に利用されるマスター装置として、ロボット操作者の指先や手先のみならず、より広範囲にわたる有毛部皮膚にも触覚を提示できる機械式触覚ディスプレイを開発し、それがロボットアームの制御に使用できることをさまざまな実験で確認しました。さらに、その触覚ディスプレイの提示する触覚と、ノイズを加えた視覚とを比較することにより、人間の中枢神経系における視触覚情報処理の体系を定量的に解析する手法を新たに開発し、それによって有毛部皮膚における触覚を可視化する技術を考案しました。

人間の中枢神経系における視触覚情報処理

触覚を効果的に提示できる触覚ディスプレイを製作するために、この研究では、図1に示すように視覚情報にノイズを加え、減衰させた視覚情報を視覚ディスプレイにより被験者に提示

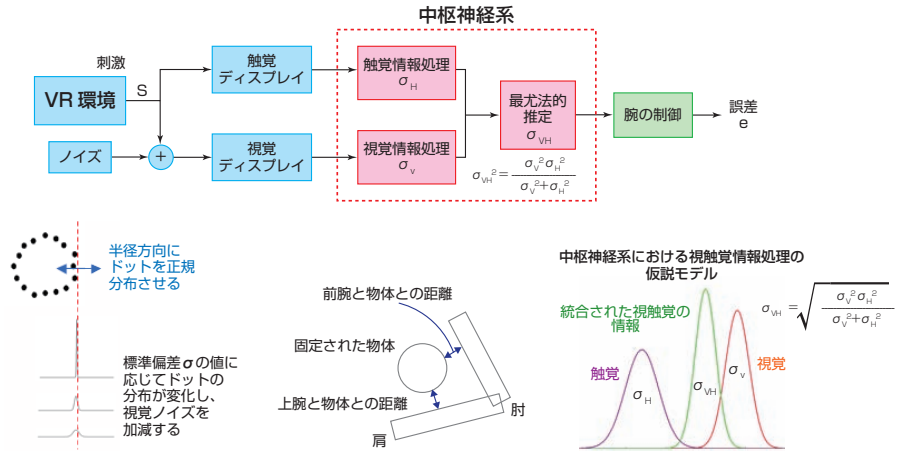


図1 人間の中枢神経系における視触覚情報処理

し、製作した触覚ディスプレイにより提示される触覚情報と比較することで、人間の中枢神経系における視触覚情報の統合的処理体系を定量的に解析します。それにより触覚ディスプレイに要求される仕様を決定するという方式を採りました。

指先の触覚を刺激する場合には、「視覚情報 σ_V と触覚情報 σ_H とが中枢神経系で最尤法的に統合されている」というのが先行研究により通説となっています（図1のブロック図）。この研究では、CGで構成したVR空間に配置した円柱状の物体の外郭上に複数の

ドットを配置し、そのドットを半径方向に正規分布に従いランダムに移動させるという方式で視覚情報にノイズを加えました。その条件の下でロボットアームの有毛部で固定された物体を把持するという実験を行い、腕の有毛部でも、この中枢神経系における視触覚情報の統合的処理に関する通説が成り立つかどうかを確認しました。また、触覚情報 σ_H と統計的に釣り合う「減衰された」視覚情報 σ_V の精度から、触覚ディスプレイに要求される最適な解像度を求めました。

この実験において、物体を把持する作業の精度は、図1のように物体とロボットアームの各部分（前腕・上腕）との距離として定義し、この距離の値の標準偏差を、視覚・触覚それぞれの情報処理の体系を解析するために用いました。

触覚ディスプレイの試作とそれに求められる最適な仕様

図1に示した理論を確認するために、図2の写真のような触覚ディスプレイを試作し、それを用いてVR空間のマスターロボットアームを操作するマス



2005年東京大学大学院工学系研究科博士課程修了。2006年より日本学術振興会特別研究員（PD）として産総研 日仏ロボット工学共同研究ラボに所属。2006年9月～2008年2月まで、米国ハーバード大学客員研究員。

博士課程在学時から、ヒューマノイドをネットワークを介して遠隔制御する技術であるテレグジスタンスの研究に従事しており、ロボットの触覚を操作者にフィードバックする技術に特に力を入れています。

多田 隈 理 一 郎（ただくま りいちろう）
知能システム研究部門
自律行動制御研究グループ

ター・スレーブ実験を行いました。触覚ディスプレイを装着した被験者の腕の動作は、磁気式モーションキャプチャーによりリアルタイムに計測しました。

その結果、図2のグラフに示す通り、触覚ディスプレイを用いずに視覚のみで実験を行った場合の赤い点は横軸である視覚情報に対する1次の式として直線（桃色の線）で精度良く近似され、また触覚ディスプレイによる触覚提示により視覚・触覚両方の情報を用いて実験を行った場合（ σ_{VH} ）の青い点も、図1に示した最尤法^{さいゆうほう}の式により曲線で近似される形になりました。さらに、「視覚と触覚の情報の精度が等しく釣り合う」という条件を示す緑の線と、視覚情報のみで作業を行った場合の精度の近似直線（桃色の線）との交点は、このグラフのようにはっきりと1点で求まり、この場合のドットの分布の標準偏差が8.00 mmであることから、腕を動かして物を触るという「アクティブタッチ」における触覚の解像度も同様に8.00 mmであり、これが触覚ディスプレイに要求される最適な解像度であるとわかりました。

これまでの研究では、腕を静止させたままで物体を腕に押し付けられた場合（パッシブタッチ）の解像度（2点弁別閾^{ぶんべついき}）は40 mm程度といわれていましたが、腕を動かして物に触るとこの5倍程度に解像度が高まるということになります。また、今回利用したドットを用いた視覚ノイズの手法は、図2に示すように、視覚情報と比較して触覚情報の解像度を求め、身体の各部分における皮膚の触覚の解像度をランダムに分布するドットにより「可視化」する技術として応用できるものと考えています。

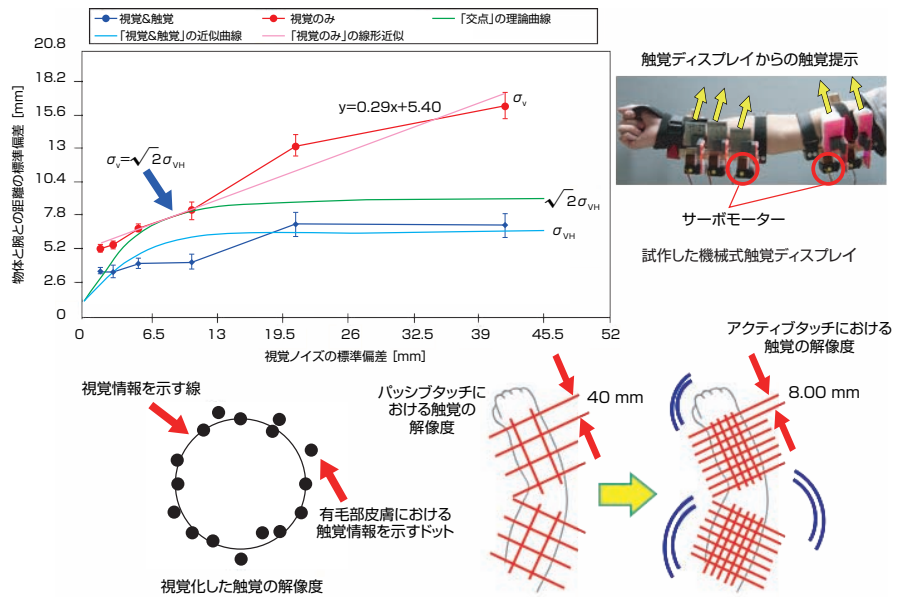


図2 触覚ディスプレイにより求められる有毛部皮膚の触覚の解像度

将来のテレグジスタンス

今回の研究により、有毛部皮膚における触覚を再現する触覚ディスプレイに求められる解像度が明らかとなったため、この8.00 mmという解像度を実現する新たな触覚ディスプレイを製作中です。これを用いれば、図3のようにヒューマノイドロボットを遠隔操作するとき、ロボット

が大きなものを全身で抱え込んだり、ドアを通過するとき腕でドアを押し開けるという動作を行う際にも、安全かつ高精度に動作させることができます。このようなヒューマノイドロボットは、必ずや人間の生活空間において、人間と接点を持ち、共存できる対人親和性の高い「柔らかい」ロボットになることでしょう。

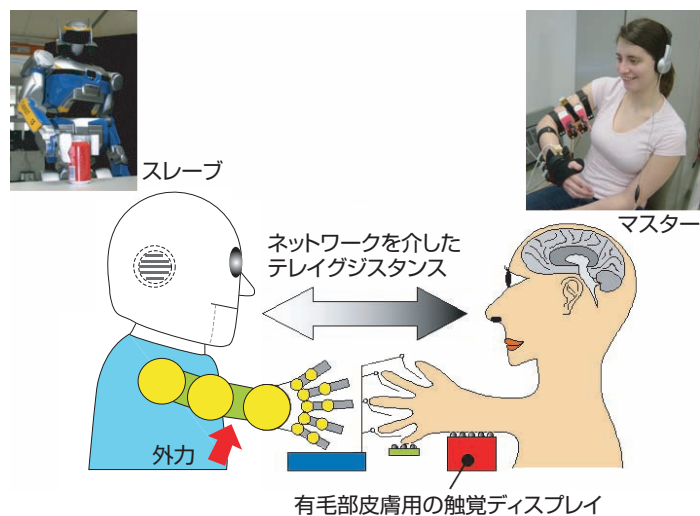


図3 将来のテレグジスタンス

ロボットシミュレーター “OpenHRP3”

次世代ロボットの効率的な開発を支援する共通基盤ソフトウェア



中岡 慎一郎

なかおか けんいちろう

s.nakaoka@aist.go.jp

知能システム研究部門
ヒューマノイド研究グループ
研究員
(つくばセンター)

ロボット研究開発のためのソフトウェアプラットフォームとヒューマノイドロボットの動作生成に関する研究に従事しています。ソフトウェアプラットフォームに動作生成技術を統合し、ヒューマノイドロボット実機をあたかもコンピュータグラフィックスのキャラクターであるかのように自在に動作させることが可能なシステムの実現を目指しています。

関連情報：

● 共同研究者

金広 文男、安藤 慶昭、比留川 博久 (産総研)

中村 仁彦、山根 克 (国立大学法人 東京大学 大学院 情報理工学系研究科 知能機械情報学専攻)

齋藤 元、川角 祐一郎 (ゼネラルロボティクス株式会社)

● 参考文献

中岡 慎一郎他：日本ロボット学会誌，26 (5)，399-406 (2008)。

● プレス発表

2008年6月18日「次世代ロボット開発の共通基盤技術となるシミュレーションソフトウェア」

● この研究は、文部科学省の科学技術振興調整費による「科学技術連携施策群の效果的・効率的な推進」の一環として実施したものです。

● OpenHRP3配布サイト：
<http://www.openrtp.jp/openhrp3/jp/>

ロボット開発を効率化する高速・高精度なシミュレーター

ロボットの開発・運用を安全かつ効率的に行うためには、実際にロボットを動作させる前にコンピュータで動作シミュレーションを行い、ハードウェア設計や制御プログラムの検証を行うことが欠かせません。この要望に応えるため、私たちは“OpenHRP3 (Open-architecture Human-centered Robotics Platform 3)”という統合シミュレーションシステムを開発しました。OpenHRP3は、ロボットアーム、車輪型移動ロボット、人間型ロボットなどの多様なロボットの動作シミュレーションを行うことができます。また、ロボットの目に相当するカメラや距離センサーから得られる視野画像のシミュレーションも可能です。

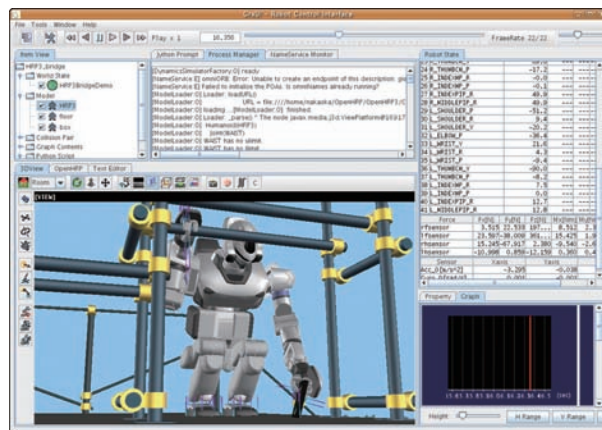
ロボットのさまざまな動作を高速・高精度にシミュレーションするためには、物体同士の接触によって発生する力の計算 (接触力計算) や、物体に加わっている力から物体の加速度を得る計算 (順動力学計算) を、いかにして行うかが重要となります。接触力計算については、「拘束条件法」と呼ばれる手法を採用し、複雑な接触状況に対しても安定かつ効率的に解を得ることが可能なアルゴリズムを開発しました。また、順動力学計算については、共同研究者である東京大学 中村 仁彦 教授、山根 克 准教授が開発したADA (Assembly-Disassembly Algorithm) という並列計算可能なアルゴリズムも利用できるようにしました。これらの成果

により、従来のシミュレーターでは対応できなかった複雑なロボットや動作に対しても、実用的なシミュレーションが可能です。

ロボット用ソフトウェアの共有化を促進

ロボットを動作させるためにはさまざまなソフトウェアが必要となりますが、それらのソフトウェアをすべて独自に開発することは、ロボットの開発機関にとって大きな負担となっていました。この問題を解決するため、産総研が中心となって「RTミドルウェア」という枠組みを提唱しています。RTミドルウェアでは、ロボットのソフトウェアを「RTコンポーネント」と呼ばれるソフトウェア部品として作成し、複数のコンポーネントを接続していくことでロボットのソフトウェアシステムを効率的に開発することが可能です。

OpenHRP3は、RTコンポーネントとして作成されたロボットの制御プログラムをシミュレーションで利用可能としています。また、シミュレーターを構成する各種機能も今後RTコンポーネントとして外部から利用可能としています。これによって、OpenHRP3はRTミドルウェアと合わせて、次世代ロボットの研究開発を促進する共通基盤技術になるものと期待されています。さらに、共通基盤としての普及と改良を促進するため、OpenHRP3はオープンソースライセンスのもとで一般への配布を行っている点も大きな特徴です。



OpenHRP3のシミュレーション画面

携帯情報端末で動作する屋内測位システムの開発

無線ビーコンと携帯情報端末だけで屋内の位置と移動軌跡を計測



車谷 浩一

くるとまに こういち

k.kurumatani@aist.go.jp

情報技術研究部門
マルチエージェントグループ長
(臨海副都心センター)

マルチエージェントアーキテクチャーの研究開発を行っています。センサーネット、シミュレーション、データマイニング、群ユーザー支援、ナビゲーションを統合した、安全と利便性を両立した空間見守りシステムが現在の目標です。2005年の愛・地球博において、グローバルハウスの統合情報支援システムの開発を行いました。

関連情報：

● 共同研究者

幸島 明男、井上 豊、池田 剛、山本 潔、山下 倫央、麻生 英樹 (産総研)

● プレス発表

2007年12月13日「携帯情報端末で動作する屋内測位システムを開発」

屋内空間での測位

屋内空間での位置や移動軌跡を計測する測位システムは、さまざまな応用サービスを実現する基盤システムとして実用化が期待されています。屋外の開けた空間ではGPS (Global Positioning System) が携帯電話での商用サービスとして実用化されていますが、屋内や高層ビルが林立する都市部ではGPSの利用は困難です。屋内測位システムを、携帯電話やPDAなどの携帯情報端末で高速・安価に実現できれば、館内案内・避難誘導のナビゲーションといったさまざまな応用サービスが実現可能になります。

サーバーとの通信が不要の屋内測位システム

この研究で実現した「屋内自律型測位システム」は、屋内環境に設置された無線ビーコン装置からの信号を受信した携帯情報端末が、それ自身に搭載した測位エンジンで確率統計的にビーコン信号を解析し位置を特定します(図1)。このシステムの特徴は、以下の通りです。

1) 確率統計推論を用いた測位エンジン

最低3個の無線ビーコンの信号を確率統計推論によって処理し、屋内でのユーザーの位置と、時系列に沿った移動軌跡とを同時に推定する測位エンジンソフトウェアを使用しています。確率統計推論を用いることにより、測位の精度の向上、およびビーコン信号の一時的な欠落や雑音に対する信頼性の向上を図ることができます。

2) 携帯電話で動作可能

測位エンジンは、携帯電話程度の情報処理能力で動作可能なため、サーバーとの通信なしに自律的に測位を実行できます。

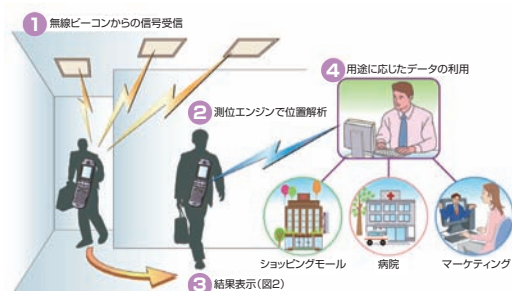


図1 システムの概要

3) 混雑した環境でも動作可能

無線ビーコン信号としてVHF帯の電波を使用することにより、人が多く集まる混雑した環境でも性能の低下を抑えることができます。

4) 低消費電力

無線ビーコン信号は低電力の微弱無線を利用しており、無線ビーコン装置は乾電池でも動作可能な省エネルギー設計となっています。このため長期間にわたって保守が不要になります。

5) 柔軟なデータ利用

携帯情報端末で得られた測位結果は、端末上に蓄積する・蓄積しないを選択でき、携帯電話の通信経路でサーバーに接続することによりデータを取り出すこともできます。

このシステムは、横浜ランドマークプラザにおいて実証実験を行い、実商業施設での動作が確認されています(図2)。

今後の展開

今回開発した屋内自律型測位システムは、数多くの応用の可能性があります。例えば、ショッピングや観光の際のナビゲーションサービス、さらには緊急時・非常時の避難誘導ナビゲーションシステムへの展開が考えられます。また、ビルなどの建物の管理・サービス業務への応用や、屋内空間でのロボットの誘導システムに応用することも可能です。

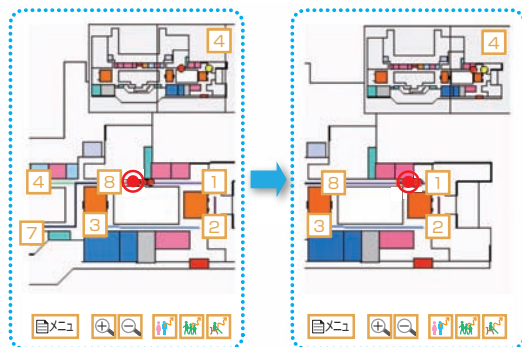


図2 屋内測位結果の表示例

画面中央の赤丸がユーザー位置を表示したもの。時間の経過とともに計測されたユーザーの位置情報が更新されユーザーの移動が確認できる。

アミノ酸分析を用いた精確なタンパク質定量法

信頼性の高い定量法の開発と「C反応性蛋白標準液」開発への応用



加藤 愛

かとう めぐみ

katou-megu@aist.go.jp

計測標準研究部門
有機分析科
バイオメディカル標準研究室
研究員
(つくばセンター)

2005年に計測標準研究部門に入所し、主にタンパク質やその構成単位であるアミノ酸・ペプチドなどの高精度な定量法の開発およびそれらの技術を利用した認証標準物質の開発を行っています。今後も分析法の開発、標準物質の供給を通して、特に医療・バイオ・食品分野において安心・安全な社会づくりに貢献したいと考えています。

関連情報：

● この研究成果をもとに、国際度量衡委員会主催の国際比較 (CCQM-P55) に参加し、「アミノ酸分析によるペプチドの定量」を行いました。ペプチド中の4種のアミノ酸に関して参加国間の測定値の比較が行われ、私たちの開発したIDMS法の妥当性と測定技術の確かさが示されました。

精確なタンパク質定量法の開発

血液や尿中に存在するタンパク質のいくつかは、人の健康状態に応じて濃度が大きく変化することが知られており、臨床検査の測定項目となっています。これらの濃度を正確に定量するためには、「濃度の基準」が必要であることから、私たちは「精確な濃度値を付与したタンパク質標準液」の開発を目指して研究を行っています。

タンパク質粉末を溶かして標準液を調製しても、タンパク質の精確な純度がわからなければ標準液の濃度を定めることはできません。そこでタンパク質をその構成単位であるアミノ酸 (最大20種類) にまで分解して定量する方法 (アミノ酸分析法) により標準液のタンパク質濃度を決定することにしました。アミノ酸分析によるタンパク質定量では、目的タンパク質を加水分解することにより得られたアミノ酸を定量します。タンパク質1分子に含まれる各アミノ酸の個数はタンパク質ごとに決まっているので、それぞれのアミノ酸を定量すると、もとのタンパク質濃度が算出できます (図)。しかし、加水分解過程においてはタンパク質の立体構造やアミノ酸そのものの安定性の違いなどにより、常に全種類のアミノ酸の回収率が100%になるわけではありません。そこで私たちは“同位体希釈質量分析法 (IDMS法) を利用したアミノ酸分析法”を確立しました。この方法で内部標準物質として用いる安定同位体標識アミノ酸は、目的アミノ酸と理論上ほぼ同一の挙動をするた

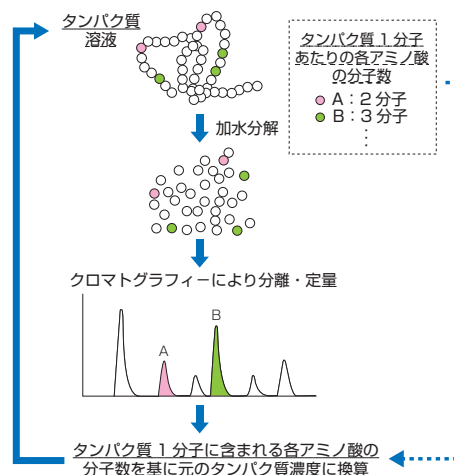
め、加水分解をはじめとした分析操作上の影響を最小限に抑えることができます。さらにさまざまな実験結果や文献情報をもとに加水分解条件に影響されにくく、より定量に適したアミノ酸を選定することで、より信頼性の高いタンパク質定量法を確立しました。

C反応性蛋白標準液の開発

C反応性蛋白は炎症反応マーカーとして臨床検査で利用されているタンパク質です。私たちは前述したアミノ酸分析法をはじめとしたいくつかのタンパク質定量法を組み合わせ、C反応性蛋白溶液の濃度を決定し、認証標準物質 (NMIJ CRM6201-a) を開発しました (写真)。タンパク質認証標準物質にはこれまで血清由来精製品が多用されてきましたが、この標準物質は夾雑タンパクが少なく均質性の高い遺伝子組換え (ヒト型) C反応性蛋白を原材料としていることを特徴としています。濃度の認証値は $(39.5 \pm 1.9) \mu\text{mol} / \text{kg}$ (参考値: $(0.91 \pm 0.04) \text{g} / \text{kg}$) (\pm 以下は拡張不確かさ) です。

今後の展開

アミノ酸分析に関しては、より精確に、より早く、より高感度に、そしてより多種類のアミノ酸の測定を目指した測定法の検討を継続し、タンパク質定量がより精確に行えるよう努めていきたいと考えています。

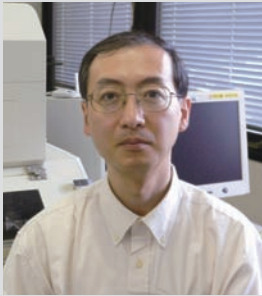


アミノ酸分析によるタンパク質定量



開発したC反応性蛋白標準液 (NMIJ CRM6201-a)

赤外分光法による燃料電池固体電解質のプロトン拡散測定 無機固体酸の水素結合とプロトン拡散の関係



山脇 浩

やまわきひろし

h.yamawaki@aist.go.jp

計測フロンティア研究部門
ナノ移動解析研究グループ
主任研究員
(つくばセンター)

1989年に化学技術研究所に入所し、分子固体の超高压下での相転移・反応に関する研究を行ってきました。現在は、燃料電池の固体電解質などを主な対象として分子固体プロトニクスに関する研究開発に従事し、プロトン伝導機構や構造との相関の解明、*in situ*計測解析手法開発などに取り組んでいます。

関連情報：

- 参考文献

H. Yamawaki *et al.* : *Physica B*, 403 (17), 2643-2648 (2008).

無機固体酸型電解質

現在、室温で動作する燃料電池と比べてエネルギー変換効率の向上などが望める100~300℃の中温域作動燃料電池の開発が進められています。中でも、結晶内に含まれる水素イオン(プロトン)が固体中を移動する無機固体酸型電解質を用いた燃料電池の研究が注目されています。固体電解質中のプロトンの動きやすさ(拡散係数)は結晶構造に大きく左右されるので、私たちは無機固体酸の電解質としての機能と構造の相関の解明を目指しています。

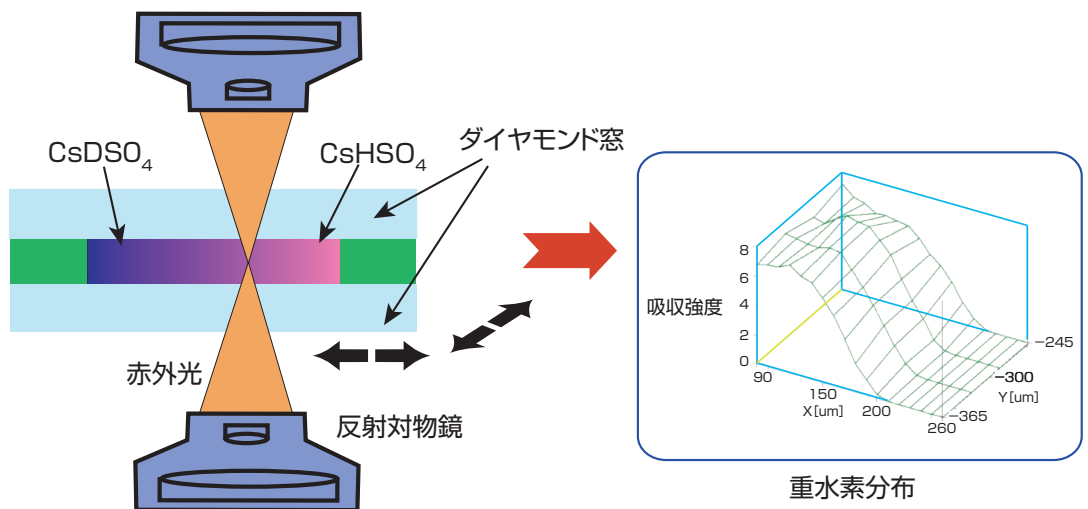
赤外分光法による無機固体酸のプロトン拡散係数の測定

無機固体酸では水素結合を介してプロトンが移動すると考えられており、水素結合が重要な役割を果たすと推測されます。同一温度、同一組成のまま水素結合強度を連続的に変えることができる圧力制御を利用すれば、水素結合とプロトン拡散係数の関係を調べることができます。そこで、加圧下での拡散係数計測手法を開発し、代表的な無機固体酸型電解質であるCsHSO₄をモデルとして取り上げて測定を行いました。手順としては、まず、軽水素体(CsHSO₄)

と重水素体(CsDSO₄)のペレットを接合し加圧します。次に、顕微赤外分光光度計により高圧セル中の試料の各位置のスペクトルを測定し、O-D結合による赤外吸収強度をマッピングすることで試料平面内における重水素の分布を求めます(図)。最後に、100℃に加熱して拡散を進行させ、一定時間ごとに取り出して重水素分布の経時変化を測定し、水素イオン-重水素イオン相互拡散係数を求めます。この手法では拡散計測と同時に結晶相の状態を赤外スペクトルによりモニターしているので、目的の結晶相であることを確認しながら計測できます。ラマン分光法による水素結合状態とX線回折測定による格子サイズなどの情報を併せることで拡散係数へ影響を及ぼす因子を理解できます。

今後の展開

ほかの固体酸についてもプロトン伝導パスや水素結合状態の違いによるプロトン拡散係数を比較することで、水素結合がプロトン拡散へ与える影響について解明を進め、構造とプロトン拡散係数の関係の体系化を目指します。こうした知見は、新たな電解質材料の探索指針として役立てていくことができます。



赤外分光法による拡散計測の概念図

赤外マッピング測定により高圧セル中で重水素分布を求め、その経時変化から拡散係数を算出する。

フッ素官能基化カーボンナノチューブ

安全・簡便にフッ素官能基を化学修飾

特許 第3837567号
(出願2004.1)

●関連特許
出願中：国内4件

研究ユニット：

先進製造プロセス研究部門

適用分野：

● 生理活性、撥水性、撥油性、潤滑性などをもつ機能性材料

目的と効果

カーボンナノチューブは、燃料電池および電子部品分野をはじめとして、さまざまな分野で注目されている材料です。このカーボンナノチューブの側壁に化学修飾を施すことによって、さらに電気的、物理的、化学的に優れた高機能特性を付加することが期待されています。安全・簡便なフッ素官能基修飾カーボンナノチューブの製造技術を提供します。

技術の概要、特徴

フッ素官能基化カーボンナノチューブはフッ素原子やフッ素原子含有官能基特有の特異な性質から、生理活性、撥水性、撥油性、潤滑性などの機能の発現が期待されます。この発明では、これまで用いられてきたフッ素ガスなどの有毒ガスを使用しないで、安全・簡便な操作でカー

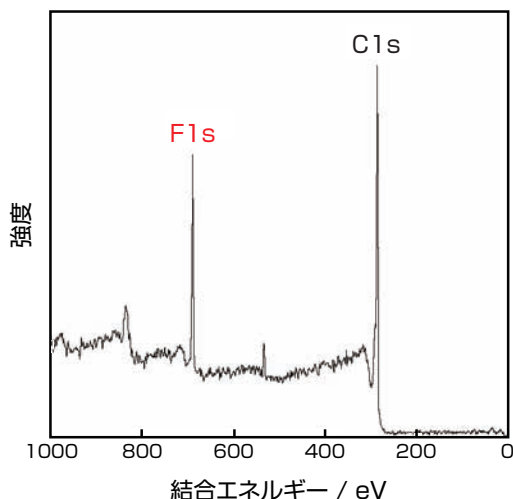
ボンナノチューブ表面上にフッ素官能基を導入することができます。カーボンナノチューブとペルフルオロアゾアルカンの紫外光による反応を利用して、カーボンナノチューブ表面上にペルフルオロアルキル基を化学結合させる方法を開発しました。この方法は従来の化学修飾法と比較して、カーボンナノチューブへの欠陥の導入が少ないことが特徴です。

発明者からのメッセージ

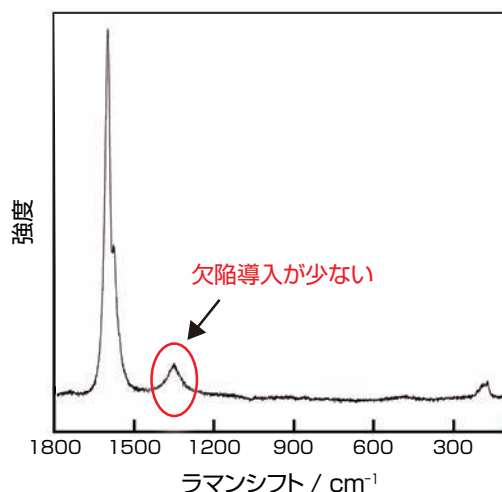
この方法は安全・簡便なフッ素官能基化カーボンナノチューブの製造方法を提供するものです。適用範囲はカーボンナノチューブだけでなく、広く炭素材料に応用することも可能です。現在、さまざまな材料への表面化学修飾法の提供を目指して研究を推進しています。



カーボンナノチューブのフッ素官能基化学修飾反応



フッ素官能基化カーボンナノチューブのXPSスペクトル



フッ素官能基化単層カーボンナノチューブのラマンスペクトル

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/>

アルキル基含有粘土架橋体およびその製造方法

各種有機ガスを捕集する新しい多孔性材料

特許 第 3834618 号
(出願 2002.3)

研究ユニット:

コンパクト化学プロセス研究センター

適用分野:

- メタン吸蔵材、VOC 吸着材・センサー、抗菌物質のカプセル

目的と効果

この特許の目的は、各種有機ガスの吸蔵や捕集が可能な多孔性材料を製造することです。この特許により、多孔性材料の一種である粘土架橋体の有機ガス捕集力を向上させることができます。有機ガス捕集力の向上した粘土架橋体は、メタンの吸蔵材料やベンゼン、トルエンなどの揮発性有機化合物 (VOC) の吸着材として利用することができます。

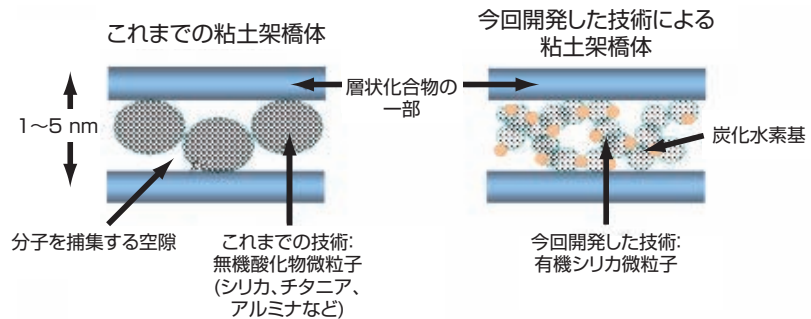
技術の概要、特徴

粘土架橋体は、層状化合物の層間の空隙を、分子を捕集するための細孔として利用する多孔性材料です。これまでは、無機酸化物微粒子を層間に挿入することによって、細孔

を形成していました。しかし、無機酸化物微粒子は有機物との親和性に乏しいため、有機分子に対する捕集力は必ずしも高くありませんでした。この技術は、無機酸化物微粒子ではなく、炭化水素基を含有する有機シリカの微粒子を挿入することにより、層間の空隙の有機物との親和性を向上させることに成功しました。

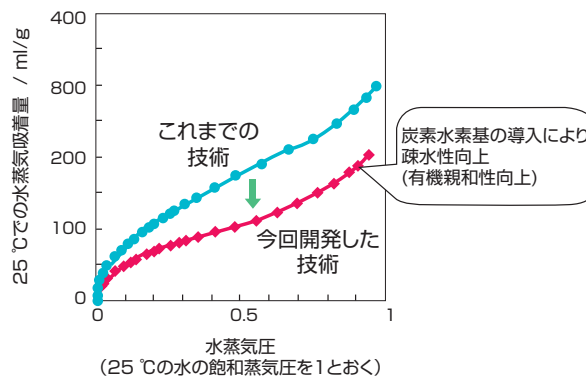
発明者からのメッセージ

この材料は、特に炭化水素系化合物に対して高い捕集能力をもっています。この材料の細孔形状は、一般的に用いられる多孔性材料であるゼオライトとは異なる形状をもっており、その細孔形状から VOC を捕集する材料として有効と考えています。



これまでの技術と今回開発した技術の比較

粘土架橋体の微細構造における従来技術と今回開発した技術の比較。この技術により、炭化水素基が層間に導入され、層間空隙の有機物との親和性が向上する。



新しい技術による効果

従来技術および今回開発した技術で得られた粘土架橋体の水蒸気吸着性の評価: 今回開発した技術により粘土架橋体の有機親和性が向上し、その結果、水蒸気吸着性が低下した。

Patent Information のページでは、産総研所有の特許で技術移転可能な案件をもとに紹介しています。産総研の保有する特許等のなかにご興味のある技術がありましたら、知的財産部門、産総研イノベーションズまでご遠慮なくご相談下さい。

産総研イノベーションズ

(経済産業省認定 TLO)

〒 305-8568

つくば市梅園 1-1-1

産業技術総合研究所

つくば中央 2

TEL : 029-861-9232

FAX : 029-862-6159

E-mail : aist-innovations

@m.aist.go.jp

岩礁の生物化石が語る過去の大地震

地震サイクルを化石の高度、構造、年代から復元



宍倉 正展

ししくらまさのぶ

m.shishikura@aist.go.jp

活断層研究センター
海溝型地震履歴研究チーム
研究員
(つくばセンター)

古地震学を専門としています。「真実は現場にある」をモットーに、生物遺骸群集だけでなく、海岸段丘や津波堆積物など、地形・地質に残された過去の地震の痕跡を探し求め、国内外の沿岸域を歩き回っています。現場で得られたデータを基に地球物理学の専門家と共同でモデル化し、将来、いつ、どこで、どれくらいの規模の地震・津波が起こるのか、といった長期予測に役立てることが目標です。

海面の指標となるヤッコカンザシ

磯に行くと、フジツボなど岩礁に固着したさまざまな生物を観察することができます。これらのうちヤッコカンザシ (*Pomatoleios kraussii*) と呼ばれるゴカイの仲間は、潮の満ち干する平均海面付近を好み、石灰質の管状の殻を作って群集をなしています。もし現在の海面よりもずっと高いところに、干上がって化石となったヤッコカンザシ遺骸群集が分布していたら、その位置にかつて海面があったこととなります。地震の多い日本列島では、大地震にともなう急激な地盤の隆起によってそのような現象が生じることがあり、最近では2007年能登半島地震で観察されました。過去の地震で干上がった遺骸群集は、殻に含まれる放射性炭素同位体から年代測定ができ、地震の発生時期と隆起量を知ることができます。このような手法は20年ほど前に提唱されていましたが、近年、沿岸域を震源とする地震が頻発していることから再び注目を集めています。

2つのタイプの地震を記録したヤッコカンザシ遺骸群集

近い将来の発生が危惧される東海～南海地震は、100～150年間隔でくり返し発生していたことが歴史的に知られていますが、地殻変動の詳細はわかっていません。そこで2006年より紀

伊半島南部沿岸でヤッコカンザシ遺骸群集の調査を進めています。その結果、過去数千年間の地殻変動を記録した遺骸群集をいくつかの高度で発見しました。この地域の遺骸群集は厚さが約15 cmもあり、断面が3～4層の層構造をなしていることが特徴です(図)。各層の年代を測ったところ、表面に向かって100～150年ずつ新しくなっており、1つの群集全体が400～600年かけて成長したことがわかりました。この構造は、地震時の隆起で群集がいったん干上がるものの、次の地震までの100～150年間に地盤が徐々に沈降して元の海面のレベルに戻り、新たなヤッコカンザシが古い群集を覆うことで作られると解釈できます。地震ごとに隆起と沈降をくり返しているのに、現在は完全に干上がった状態で化石となっているのは、400～600年ごとに通常より大きな隆起が生じていた可能性を示しています。これは運動型地震と呼ばれ、1707年宝永地震がその一例です。

将来の地震予測に向けて

このように岩礁の生物化石は、その高度、構造、年代から、過去の地震による地殻変動を教えてくれる優れた指標です。今後さらに詳しく調査することで、歴史上まだ知られていない大地震を見つけたり、将来の地震が運動型か通常型かを予測したりできると期待されます。

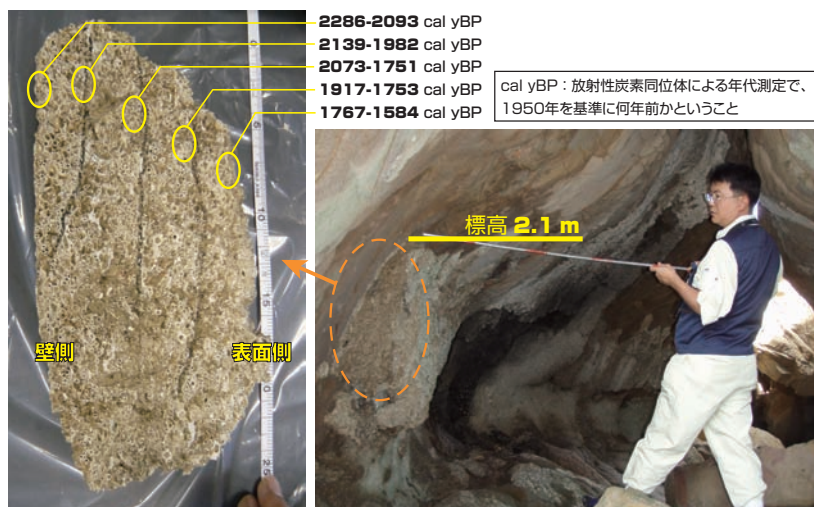


図 隆起海食洞の壁面に固着したヤッコカンザシ遺骸群集(右)とその断面(左)
断面に黄色い円で囲った部分でそれぞれ年代測定を行った。数字は西暦1950年からさかのぼった年代を示す。この群集は1600年前ごろに運動型地震で隆起したと考えられる。

地質図関連 JIS の改正と制定

さらに進展した地質情報発信の基盤整備



鹿野 和彦

かの かずひこ

kazu.kano@aist.go.jp

地質情報研究部門
主任研究員
(つくばセンター)

長年地質図の作成・編集に従事してきました。100 万分の 1 日本地質図や 20 万分の 1 地質図幅の数値化を推進し、それらのファイルを元にコンピュータグラフィックス「日本列島の地質」（1996、丸善）の編集にも携わりました。最近では、長年の調査に基づいて、日本海側に海が進入した時期が 3 千 4 百万年前かそれ以前までさかのぼるといふ仮説を提唱しています。専門は火山地質学、堆積学で、水中での噴火機構や火砕流の発生流動機構に関する研究を行っています。

関連情報：

- JIS の問い合わせ先

財団法人日本規格協会
<http://www.jsa.or.jp/>

- 産総研地質調査総合センター発行の地質図に関する問い合わせ先

http://www.gsj.jp/Info/body/inquiry_gic.html

はじめに

このたび、日本工業標準調査会の調査審議を経て、経済産業大臣により、平成20年3月20日付けで、1) JIS A 0204「地質図－記号、色、模様、用語及び凡例表示」の改正と、2) JIS A 0205「ベクトル数値地質図－品質要求事項及び主題属性コード」、3) JIS A 0206「地質図－工学地質図に用いる記号、色、模様、用語及び地層・岩体区分の表示とコード群」が制定され、3月21日の官報号外第57号で公示されました。なお、1)および2)の研究は標準基盤研究制度により平成17年度に実施しました。

JIS A 0204の改正

JIS A 0204は、産総研が提案した最初のJISで、2002年に制定されました。地質図の表現を統一するため、地質図作成に必要な基本的事項「記号、色、模様、用語及び凡例表示」について規定しています。2002年以降は、産総研地質調査総合センター発行の地質図も、この規格にしたがって作成されています。今回の改正では、地質学的属性として音響層序学やシーケンス層序学の概念を取り入れた地層境界線を設け、表現する記号の規定項目数を96から425へと大幅に増やしたほか、国際地質科学連合勧告などに合わせて岩石の分類・定義を変更しました。

JIS A 0205の制定

JIS A 0205は、JIS A 0204とともに産総研が提案したJISです。地質図の属性データ処理・高度利用を可能にするために地質図化した電子ファイル(ベクトル数値地質図)の原図情報、誤差などの諸元表示に関する原則と、JIS A 0204で規定した主題属性(地質属性記号、色、模様、地質時代、地層・岩体の区分単位、岩石の種類と岩相、鉱物や鉱産物、化石の種類)に付すコードとコード作成の原則を規定しています。ここで規定した主題属性コードは、主題属性を利用者が理解できる表現形式や言語に変換する際に用いられるほか、地質図に基づいた統計(例えば特定の岩石や地層の分布面積)などに利用できます。今後、産総研地質調査総合センターが

発行するベクトル数値地質図は、JIS A 0205にしたがって作成される予定です。

JIS A 0206の制定

JIS A 0206は、JIS A 0204とJIS A 0205を引用規格とし、これらを土木および建築構造物の調査、設計および施工、維持管理などで利用する工学地質図に適用できるよう拡張した規格です。JIS A 0204とJIS A 0205で規定した以外の主題属性として「工学的地質区分」を設け、岩相を表すコードの1つとして「土の種類を示すコード」などを追加しています。この規格は、業界を代表する社団法人 全国地質調査業協会連合会が、独立行政法人 土木研究所と産総研の協力を得て提案しました。

将来に向けて

以上、地質図関連の3つのJISが制定され、これで産総研発足以来、地質調査総合センターが進めてきた地質図情報の電子化とウェブ上での発信に向けた基盤整備は大きく前進しました。地質図やこれに関連した地質情報が社会で大きな役割を果たすには情報を読み解くための辞書も必要となります。地質調査総合センターでは、そのために、次の目標をJIS「地質用語」の制定に定め、編集に取り組んでいます。

表示項目	コード	対応するJIS A 0204付表1での記号及び色(参考)		備考
		記号	色	
油・ガス徴	522000000		赤	石油・炭化水素ガスが地表にしん出(滲出)している位置を示す。
水井戸	523000000		青	水を採取している坑井の位置を示す。
熱水井	524000000		赤	熱水を採取している坑井の位置を示す。
水蒸気井	525000000		赤	水蒸気を採取している坑井の位置を示す。
噴気孔	526000000		赤	火山ガスを噴出する孔の位置を示す。
温泉	527000000		赤	温泉法に基づく温泉のうち、源泉温度が25℃以上のものの源泉位置を示す。自然湧出(湧出)か否かは問わない。
鉱泉	528000000		赤	温泉法に基づく温泉のうち、源泉温度が25℃未満のもの源泉位置を示す。自然湧出(湧出)か否かは問わない。
ゆう泉(湧水)	529000000		青	自然水が地表にゆう出(湧出)している場所を示す。
化石	531000000		黒	化石の産出地点、又は産出地点と化石の種類を示す。
遺跡	532000000		黒	地学的目的で表示する必要がある場合に使用できる。

地質属性記号コードの例

JIS A 0205 表 27 の一部を抜粋。

光学ガラスの屈折率標準

プリズムペア干渉法による精密測定



堀 泰明

ほり やすあき

y-hori@aist.go.jp

計測標準研究部門
長さ計測科
長さ標準研究室
研究員
(つくばセンター)

2006年に入所後、固体屈折率標準の立ち上げに従事してきました。今後も産業界との協力を重視し、固体屈折率標準の範囲拡大・高精度化に携わっていきます。

関連情報：

● 共同研究者

平井 亜紀子、美濃島 薫 (産総研)

● 参考文献

[1] Y. Hori et al.: CLEO/QELS 08 Technical Digest, CMEE2 (2008).

[2] K. Fujii et al.: IEEE Trans. Instrum. Meas., 46, 191-195 (1997).

はじめに

光学ガラスの屈折率は光学素子の設計・製造において重要な基礎特性値です。特に近年、半導体露光装置や光通信デバイスなどの技術進歩にともなって屈折率の精密測定への要求が高まり、高精度な標準が求められています。産総研では、プリズムペア干渉法^[1]というオリジナルな手法によって 10^{-6} オーダーの不確かさで屈折率の高精度測定を実現し、その標準を開発しました。

一般に、屈折率の精密測定には、プリズム形状試料を用いた角度測定に基づく最小偏角法と呼ばれる手法が用いられていますが、開発した手法は干渉法による長さ測定に基づいており、屈折率の定義に従って、より直接的に屈折率を測定することができます。これまで干渉法では、バリエابلパス法^[2]と呼ばれる方法を用いた高精度屈折率測定が報告されていますが、試料長さの連続的な変化を測定する必要があるため、固体試料に適用することが困難でした。今回開発した手法では、プリズムペアの利用によってそれを可能にしました。

プリズムペア干渉法

下図にプリズムペア干渉法の原理を示します。屈折率を測定したいプリズム(被測定プリズム)のほかに第2のプリズム(入射プリズム)を用い、さらに2台の干渉計(干渉計1、2)を使用しています。被測定プリズムを矢印方向に移動させ、干渉計1でプリズム中を通り面 a に垂直

な光路(図：赤線)の長さの変化量を、干渉計2で面 a に垂直な空気中の光路(図：緑線)の長さの変化量を、それぞれ精密に測定します。各干渉計の測定結果の比から空気に対する相対屈折率が得られ、さらに環境測定値から精密に求められた空気屈折率を掛け算することで絶対屈折率が得られます。入射プリズムと屈折率マッチング液は干渉計1の測定光を被測定プリズムに入射させるために使用しています。プリズムペア干渉法には、①被測定プリズムの移動量を拡大することで、容易に測定精度を高めることができる、②光源のレーザー波長を基準として干渉法による長さ測定の信頼性を容易に確保できる、③プリズム形状試料をそのまま測定できるので最小偏角法との比較測定が可能、という特徴があります。実際に、最小偏角法測定装置を所有している国内光学ガラスメーカーおよび海外標準研究機関と比較測定を行った結果、不確かさ範囲内で良好な一致を示しています。これらの成果により、2008年4月より波長633 nmにおける光学ガラス(種類：BK7)の屈折率(1.51~1.52)を対象に標準供給を開始しました。合成標準不確かさは 5.5×10^{-6} です。

今後の展開

今後さらに高精度化を行い、 1×10^{-6} の不確かさ達成を目指していきます。また、産業界からのニーズに合わせて、対象材料や測定波長の拡大などの高度化を図っていく予定です。

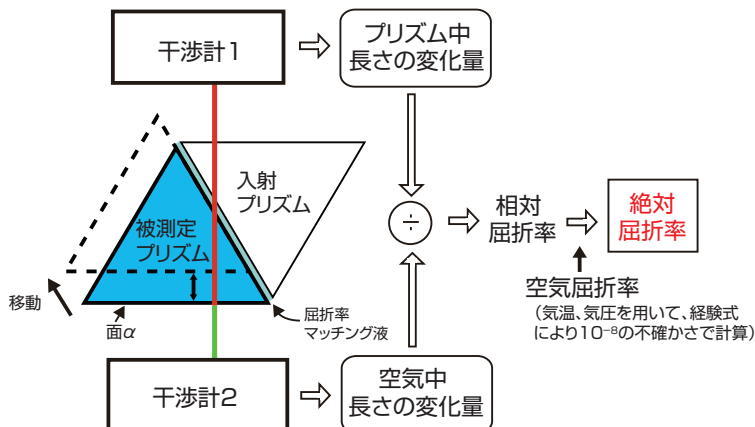


図 プリズムペア干渉法の原理

半導体産業用標準ガスの開発

CF₄、C₂F₆ 濃度標準ガス (窒素希釈、0.5 %濃度レベル)



青木 伸行

あおきのぶゆき

aoki-nobu@aist.go.jp

計測標準研究部門
有機分析科
有機標準第1研究室
研究員
(つくばセンター)

産総研入所前は、大気中に微量に存在するフロン類および揮発性有機化合物の測定装置開発と分析を行っていました。2006年に入所して以来、ガス分析を行っていた経験を活かして濃度標準ガスの開発に従事しています。

関連情報：

● 共同研究者

松本 信洋、加藤 健次 (産総研)、伊崎 隆一郎、坂田 晋、吉田 秀俊、池田 拓也 (太陽日酸)

● 参考 URL

[1] W S C (World Semiconductor Council : 世界半導体会議)
<http://www.semiconductorcouncil.org/activities/activity.php?rowid=1>

● 用語解説

* 温暖化係数
二酸化炭素を基準に、その気体の大気中における濃度あたりの温室効果の100年間の強さを比較して表したものの。

開発の背景

パーフルオロカーボン (PFCs) は、半導体産業などではエッチングガスやCVDクリーニングガスとして大量に利用されています。また、これらのガスは強力な温室効果ガスであることから、京都議定書において2008～2012年の間に1990年の排出量に対して6%削減することが定められています。そのため、半導体業界は、1995年の排出量を基準に、2010年までにPFCsの排出量を10%以上削減することを共通目標としています^[1]。

PFCsのなかでも、今回開発した濃度標準ガスの成分である四ふっ化メタン (CF₄) および六ふっ化エタン (C₂F₆) は、エッチングガスおよびCVDクリーニングガスとして最も多く使用されており、二酸化炭素 (CO₂) の7390倍 (CF₄) および12200倍 (C₂F₆) の温暖化係数*をもちます。半導体業界では、使用したCF₄とC₂F₆を除害装置で除去していますが、除去されずに残留したCF₄とC₂F₆はそのまま大気中へ排出されます。このようなCF₄とC₂F₆の排出量を正確に見積もるために、国際単位系 (SI) にトレーサブルな標準が求められています。

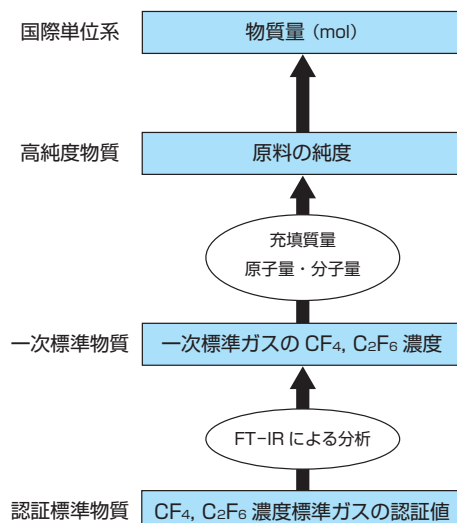
標準ガスの値づけ

混合標準ガスの濃度を最も正確に決定することが可能な方法は充填した各ガス成分の質量の

比から濃度を求める質量比混合法です。しかし、質量比混合法による濃度決定は手間がかかるため、ガスの製造に時間がかかります。そこで今回は、質量比混合法で濃度決定した一次標準ガスを用いてフーリエ変換赤外分光光度計 (FT-IR) で分析して、この標準ガス (二次標準ガス) の値づけを行いました。分析は、光路全体を減圧にでき、バックグラウンドを下げられるタイプのFT-IRを用いました。さらに、測定試料を導入するガスセルの圧力をモニタリングし、導入量の補正を行い、より精度の高い分析を行いました。その結果、標準ガス濃度の不確かさは0.5%とユーザーが求めている2%の不確かさより十分に小さい値を得ることができました。

波及効果

わが国は一定規模以上の事業所に温室効果ガスの排出量を報告することを義務づけています。PFCsの排出量は国が定めた値 (排出係数、除害効率) を基に計算することも可能ですが、実際の排出量はこのような計算値より小さいのが実情です。このため、この標準ガスを用いて排出量の値を小さくできることは、企業にとって大きなメリットとなります。また、この標準ガスは、排出量の正確な測定や排出量削減のための研究開発にも利用可能であると考えています。



CF₄、C₂F₆ 濃度標準ガスのトレーサビリティ体系図



CF₄、C₂F₆ 濃度標準ガス (NMIJ CRM 4405-a)

第22回 独創性を拓く先端技術大賞

<企業・産学部門> 特別賞



独創性を拓く先端技術大賞は、「科学技術創造立国」の実現に向け、優れた研究開発成果をあげた全国の理工系学生と企業の若手研究者、技術者を表彰する制度です。このたび、企業・産学部門において環境管理技術研究部門の和泉 博、尾形 敦および共同研究先であるセキテクノロン株式会社 須納瀬 正範氏、安藤 聡氏が特別賞を受賞し、7月17日に東京・丸の内のパレスホテルにおいて、高円宮妃殿下のご臨席のもとに授賞式がおこなわれました。

和泉 博 izumi.h@aist.go.jp、尾形 敦 atsushi-ogata@aist.go.jp
 環境管理技術研究部門 励起化学研究グループ (つくばセンター)、
 須納瀬 正範氏、安藤 聡氏 セキテクノロン株式会社

【受賞の功績】キラル医薬品絶対配置決定法の開発

和泉 博

受賞理由

サリドマイドにより肢体の不自由な子どもが生まれ、社会問題化して以降、キラル合成医薬品の承認には医薬品分子のキラリティー（立体構造）を決定することが不可欠となっています。しかし、既存の技術では決定しなくてはならない立体構造の適用範囲があいまいであり、後になってキラリティーが逆であったケースが散見され、製薬業界からは正確な絶対配置決定法が求められていました。

今回受賞の解析法は赤外円二色性（VCD）を活用して、キラル合成医薬品の承認に不可欠な医薬品化合物分子の立体構造（配置）の決定を可能にするだけでなく、液晶のような、産業界で利用されているさまざまな有機化合物の立体構造を正確に決定することにも役立ちます。また、この技術開発から派生した「立体配座コード」は、化学分野で利用される化学構造式とライフサイエンス分野で利用されているゲノムのG、C、T、Aのようなさまざまなコードとの間をつなぐ、国際基準とも深いかかわりをもつツール（アウトカム）となる可能性を秘めています。

<参考URL>

<http://www.fbi-award.jp/sentan/jusyou/>

http://www.nedo.go.jp/informations/press/200617_1/200617_1.html

研究の概要

1990年代に北極圏など極地においてキラル殺虫剤がごく微量検出されていたため、環境運命評価の指標にキラリティーを導入することを目的としてVCD分光法を用いた光学活性殺虫剤の解析研究（独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO） 産業技術研究助成事業）を開始しました。しかし、環境計測では避けることができない多成分系への適用はとて無理であることが判明しました。そこで私たちの世界初の偶奇効果観測の成果を基に、異分野融合の技術シーズとしての展開を模索してきました。その中で、自分ができる本格研究とは何かを考え、1) 企業の方と積極的にコンタクトし、シビアな技術評価を受けること、2) 他の技術にはないVCD分光法の長所、欠点、

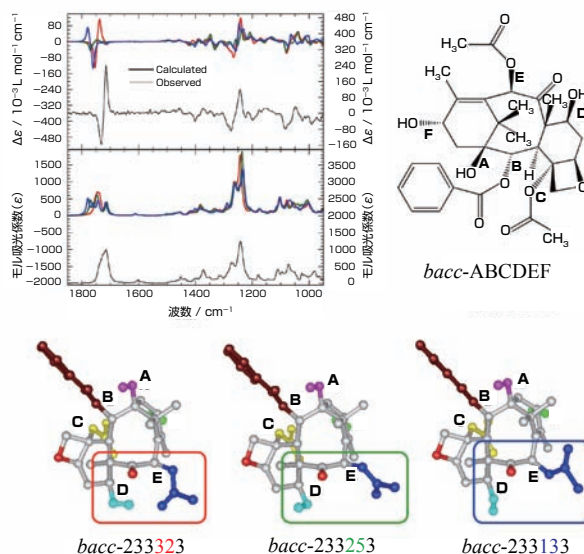
限界をとことんまで突き詰めることを信条に研究を進めました。その方針の下、まず取り組んだキラル液晶解析への応用は時期尚早と判断して情報収集だけにとどめ、死の谷の期間短縮につながる新たな対象としてキラル合成医薬品の承認に着目したことが、この研究成果につながりました。

<参考URL>

<http://www.nedo.go.jp/itd/teian/>

今後の抱負

4年前には産総研評価部に在籍し、ふつうには経験することのできない、日本の産業界をほぼ網羅する6研究分野のトピック、課題について学ぶとともに、アウトプット、アウトカム、インパクトといった評価システムの模索が続けられている現場で、その成功事例の解析に接することができました。今回の受賞にあたり、「評価システムは、その評価結果が次なる波及効果につながる成果に結びついて初めて、その評価に掛けたコストを超える価値をもつ」との言葉を肝に銘じ、この技術が世界的に何らかの形で利用されていくと信じて、微力ながらさまざまな視点からの取り組みを進めていきたいと考えています。



抗がん剤タキソール骨格のVCDスペクトルと立体配座コードコードを比較するだけで立体構造の違いが簡単に視覚化できる。

産総研九州センター 一般公開 「きて！未来の技術がいっぱい」

お知らせ

9月27日(土) 9時30分～16時30分(最終受付:15時30分)

お問い合わせ:九州産学官連携センター TEL:0942-81-3606 <http://unit.aist.go.jp/kyushu/>

今日は研究者だ「やってみよう！」

●サイエンス実験ショー

化学の不思議

●おもしろ体験コーナー

アザラシ型ロボット「パロ」と遊ぼう
くらしとJISのかかわり
「はんこ名人」でオリジナルはんこをつくろう
コンピュータが英語の発音を指導
赤外線で音が聞こえる!?

ジャイロ効果を体験
「光る」有機ナノチューブ
人間の動きを自然につなげる
熱を無駄なく電気に変える

●移動地質標本館

地質図って何?
ペーパークラフト「飛び出す火山」を作ろう!
砂で学ぼう・砂で遊ぼう!

●公開テーマ

1. 計算できるマイクロ流体
2. すごいマグネシウムがやってきた!
3. 色いろいろ
4. 光を吸ってスライムが七変化
5. 石油に代わるバイオマス
6. ひび割れ模様のビー玉を作ってみよう
7. あなたの指先できらめく光を見て下さい!

●親子サイエンス何でも相談室

※ここに紹介するものは予定内容です。日程や内容等は変更される場合があります。

「ASEAN 科学技術週間」に出展

報告

7月7～11日、第8回「ASEAN 科学技術週間」がフィリピン・マニラにおいて開催されました。この催しはASEAN(東南アジア諸国連合)諸国の科学技術振興、特に青少年への科学技術の普及・教育を目的にASEAN各国の持ちまわりで3年ごとに開催され、地元フィリピンの政府、企業、大学などをはじめ、ASEAN諸国および日本、中国、韓国、インド、EUなどの機関が出展しました。

産総研は、ポスター展示8件(産総

研概要、太陽電池、カーボンナノチューブ、再生医療、メンタルコミットロボット・パロ、バイオ燃料、バイオマスアジア、ERIA(東アジア・アセアン経済研究センター)事業)、パロのデモなどを行いました。初日の開会式にはホスト国フィリピンのアロヨ大統領ならびにASEAN諸国の科学技術関係VIPが出席、式の後は、タイのウティポン科技大臣などVIPが産総研ブースを訪れました。会期を通じて、地元の学校(中学・高校・大学)の団体を中心

に多数の来訪者が次々と訪れ、産総研ブースはパロ効果が絶大で、集客力抜群、特に女子学生に人気を博すなど、産総研のプレゼンスを大いに高めることができました。



パロが人気の産総研ブース

「産総研イノベーションスクール」開講式

報告

産総研は産業技術に係る研究開発・技術開発に携わる人材の輩出を目指して産総研イノベーションスクールを開講しました。当スクールはイノベーション人材を育成するためのものです。産総研内のポスドクを対象にして、科学的・技術的な知見を有するのはもちろん、企業の体験を通じてより広い視野をもち、異なる分野の専門家と協力するコミュニケーション能力や協調性を有する人材になってもらい、企業などで即戦力として活躍できる人材の輩出を目指します。7月31日にイノベーションスクールの開講式が産総研で行われました。吉川理事長および小野副理事長(スクール長)の挨拶に続き、経済産業省 福田産総研室長、協和メデックス株式会社 森研究所長から来賓のご挨拶をいただきました。

＜吉川理事長＞大量性から持続性へ産業が移ってきました。基礎的な科学を学んだ人が、新しい知恵を絞って単に効率を上げるのではなく、今までにない産業をつくりだしていく時代がきました。

産総研は、基礎的な研究を通じて社会の価値に変換する仕組み(本格研究)を今、実践しています。受講生には、研究能力はもちろんですが企業でどう活かされるかなど、幅広く理解していただきたいと思っています。

＜小野スクール長＞スクールのポイントは、①産総研の中のOJT、②広い本格研究の理解、③企業でのOJTが挙げられます。この3つの間でのコミュニケーションをとれる人は少ないと思います。大学の仕組みや手法は十分会得していると思うし、産総研にあって公的機関の役割は理解していると思います。企業の手法を実際に体験してもらうことが大事です。

＜福田産総研室長＞日本は資源が不安定であり深刻な課題が出てきています。中長期的にみても、人口の減少、少子高齢化が進んでいます。また、環境やエネルギーの制約も高まっています。この制約、課題の中でわが国が元気で持続的な成長を遂げなくてはなりま

せん。そのためのキーがイノベーションの創出です。これを加速することは経済産業省の喫緊の課題です。また、わが国の成長力を支える人材育成が重要課題だと認識しています。こういう意味でこのスクールは経済産業政策にとっても非常に意義があり、時宜を得た試みです。

＜協和メデックス株式会社 森研究所長＞弊社の経営理念は、良い製品を出し社会に貢献することであり、研究所の目標は、お客さまに喜ばれる製品を出すことです。ただ製品を出すだけではなく、喜ばれるものでなければなりません。性能、ユーザー側の使いやすさ、製品の安定供給、コストなどを考慮しながら業務を進めています。産総研の受講生には、こういった環境の中で実習をしていただきます。



開講式



チャレンジコーナーでは、ソリトンの体験、噴火実験、魔法のインク、寝そべり自転車、はんこ作りなど、楽しみながら科学を体験していただきました。



茂木健一郎氏



小川勇二郎氏



石田直理雄氏

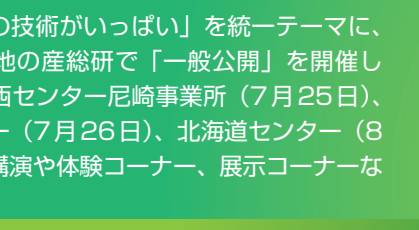
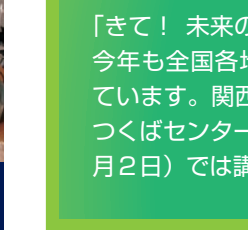
特別講演、科学教養講座はどここ大盛況。講師の先生方、たいへん興味深いお話をありがとうございました。



天気にも恵まれ、大勢の方が産総研つくばセンターにご来場くださいました。今年も大好評！ ヒューマノイド・ロボット。

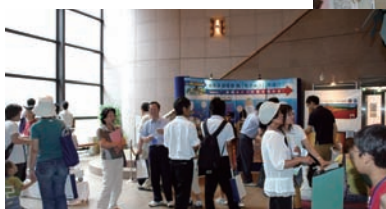


サイエンスコーナーでは、バイオエタノール、触媒、人工心臓、未来のネットワーク、粘土など、産総研で取り組んでいる技術を紹介しました。

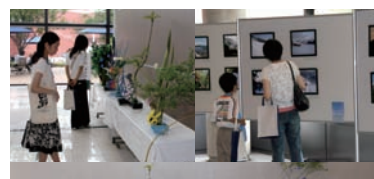


産総研

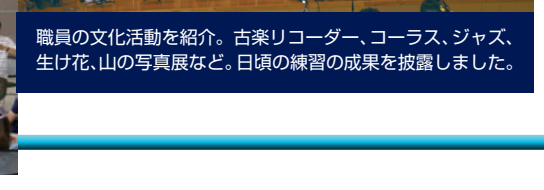
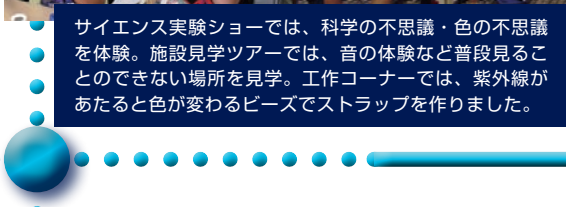
「きて！ 未来の技術がいっぱい」を統一テーマに、今年も全国各地の産総研で「一般公開」を開催しています。関西センター尼崎事業所（7月25日）、つくばセンター（7月26日）、北海道センター（8月2日）では講演や体験コーナー、展示コーナーな



地球の記憶を掘り起こせ！（地質標本館）、高齢者体験・車いす体験と標準化（くらしとJISのかかり）の特別展示はいずれも好評を博しました。



職員の文化活動を紹介。古楽リコーダー、コーラス、ジャズ、生け花、山の写真展など。日頃の練習の成果を披露しました。



サイエンス実験ショーでは、科学の不思議・色の不思議を体験。施設見学ツアーでは、音の体験など普段見ることのできない場所を見学。工作コーナーでは、紫外線があたると色が変わるビーズでストラップを作りました。



猛暑にもかかわらず、朝早くから家族連れ、お友達どうしなどで、多くの方が関西センターへ足を運んでくださいました。オリジナルうちわを使ったスタンプラリーもたいへん好評でした。



生活に密着したものから最先端の技術まで、さまざまな成果物を紹介しました。実験教室では、科学の不思議さや楽しさを実際に体験していただきました。



特別講演では、高校生以上を対象に、再生医療の最先端を紹介しました。たくさんの方が最先端医療技術に関心をお持ちでした。科学教室では、身の回りのものを使った簡単な実験で、無重力や液化現象を体験していただきました。



LEGOを用いたプログラム体験では、パソコンを使ってプログラミングに挑戦していただきました。ライトレースと簡易プログラムで、実際にLEGOを動かして楽しんでいただきました。

一般公開

どを通して、お子さんから、学生、一般の方まで、みなさんに産総研の最新の研究成果や科学の基礎に触れていただく機会を提供することができました。これから開催される地域センターの一般公開へのご来場もお待ちしています。

毎回大人気のスライム、はんこ名人、パロ。今年初登場のチョコレート、万華鏡もたいへん好評でした。



近江谷 克裕氏

特別講演「光る生き物」では、子どもも大人も「ウミホタルってすごい！」。



わくわくサイエンスショーでは、じゃがいもで水あめを作ったり、ピンホールカメラや日光写真をためていただきました。



終日雨が降る中、大勢の来場者の皆さんと楽しい時間をともにすることができました。産総研を知っていただく機会になれば幸いです。ご来場ありがとうございました。



地盤による地震のゆれ方の違いや液化化、鳴り砂、デモスチルスの化石なども紹介しました。エネルギーとバイオの2コース用意したラボツアーにも、大勢の方に参加していただきました。「燃える氷」にびっくり。



産総研シンポジウム「幹細胞の産業化に向けて～世界の動向と産総研の取組み～」

報告

7月25日(金)、産総研臨海副都心センター隣接の国際交流会議場において、標記のシンポジウムが、400名の満席状態で開催されました。ES細胞、iPS細胞、間葉系幹細胞などの幹細胞は、創薬支援・再生医療の資源として注目されていますが、その実用化・産業化には克服すべき課題が多くあります。今回のシンポジウムでは、特別講演として桜田一洋氏(元バイエル薬品神戸リサーチセンター長)にiPS細胞

を巡る最新の動向を産業利用の視点からお話していただき、続いて産総研の6名の講師が幹細胞の作製・分化誘導、細胞操作技術の研究成果を紹介し、最後にパネルディスカッションにより、幹細胞の産業化に向かっの展望と課題がさまざまな角度から議論されました。会議冒頭には、お忙しい中、西本淳哉 経済産業省大臣官房審議官(産業技術担当)もご挨拶に駆けつけてくださいました。猛暑の中でしたが、北海

道から沖縄まで、多くの参加者を得て、今回のテーマへの関心の高さが再認識されました。



パネルディスカッション

新役員紹介

お知らせ

まなべ たかし
眞鍋 隆 (理事)

就任年月日：2008年7月28日

略歴

1980年3月 東京大学法学部第2類卒業
1980年4月 通商産業省入省
1994年4月 通商産業省産業政策局流通産業課商業集積推進室長
1995年6月 運輸省自動車交通局企画課道路交通活性化対策室長
1997年9月 通商産業省生活産業局住宅窯業建材課窯業室長
1999年11月 通商産業省基礎産業局総務課化学政策企画室長
2001年1月 経済産業省中小企業庁経営支援部参事官
2002年7月 経済産業省製造産業局アルコール課長
2003年7月 経済産業省製造産業局化学課長
2005年9月 独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構総務部長
2006年7月 日本小型自動車振興会理事
2008年4月 経済産業省経済産業研修所長
2008年7月 独立行政法人産業技術総合研究所理事



EVENT Calender

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/>

2008年9月 → 2008年11月

8月10日現在

期間	件名	開催地	問い合わせ先
9 September			
3日～5日	2008分析展	千葉	029-862-6147 ●
5日	産総研サイエンスカフェ「プラスチックの革命 石油から植物へ」	つくば	029-862-6211 ●
11日	産総研「安全科学研究部門」設立記念講演会	東京	029-861-8868 ●
12日	「今沸騰する新しいものづくりと人づくり」経済産業省委託事業ワークショップ	東京	029-861-7849 ●
16日～19日	イノベーション・ジャパン2008-大学見本市	東京	03-5298-4715 ●
27日	産総研一般公開(九州センター)	鳥栖	0942-81-3606 ●
10 October			
1日～3日	2008産学官技術交流フェア	東京	03-5644-7221
1日～5日	国際航空宇宙展	横浜	JA2008@sjac.or.jp
3日	国際航空宇宙展ワークショップ「宇宙から地球を観る:真に役立つ地球観測をめざして」	横浜	029-861-3902 ●
3日	しんきんビジネスフェア 北陸ビジネス街道2008	金沢	076-261-2836
20日～21日	産総研オープンラボ	つくば	03-5369-2588 ●
24日～25日	産総研一般公開(中国センター)	広島	0823-72-1944 ●
11 November			
19日～21日	組込み総合技術展 Embedded Technology 2008	横浜	03-3219-3563

●は、産総研内の事務局です。

初めての、 「産総研オープンラボ」開催。

ふだんご覧いただけなかった研究室を特別公開します。
産業技術研究の最前線で、ニーズとシーズのマッチングを図るまたとないチャンス。
ぜひこの機会に、次のヒントを見つけませんか？



9月16日(火)より
登録開始!

事前登録制

参加費
無料

※ご参加いただくには、事前の登録が必要です。登録方法、プログラムなど詳しくは下記のホームページをご覧ください。

- 研究者自らがデモンストレーションにより、装置・設備の紹介を含めながら研究成果の内容をご説明し、議論の場を設けます。
- 産総研の理念や目指す方向性をご紹介するための、総合的な展示を行います。
- 産総研の産学官連携の仕組みや知的財産の取り扱い、研究環境等についてご説明いたします。
- 個別の具体的な連携のご相談や、ご質問にお応えします。
- 地域センターの研究成果パネル展示を行い、ご興味のある皆様には、その後の連絡先等をご案内いたします。

<http://www.aist-openlab.jp/>

見る、聴く、話す。
求める技術と出会う2日間!

産総研 オープンラボ

2008.10.20(月)~21(火)

◎会場：産業技術総合研究所つくばセンター



独立行政法人
産業技術総合研究所

「産総研オープンラボ」イベント事務局：03-5369-2588 E-mail: openlab_info@m.aist.go.jp

医食同源：消化管免疫からつくる健康

年齢軸生命工学研究センター 免疫恒常性チーム 辻 典子（つくばセンター）

消化管は、からだの過半数の免疫細胞が集まる最大の免疫器官でもあります。消化管での免疫は、IgA抗体の産生などによって病原菌を排除しながら、安全な食べ物や腸内細菌に対してはアレルギー反応をおこすことなく受け容れて、健康の維持増進に大きな役割を果たしています。

辻さんは、消化管免疫のメカニズムを解明し、その機能を高める技術を開発することに取り組んできました。例えばヨーグルトなどで身近なプロバイオティクスはそうした機能性食品の代表的なものです。辻さんは乳酸菌成分がどのような免疫細胞に働きかけ、どのような免疫シグナル経路を通じてからだの恒常性と生体防御機能の維持・強化に働いているのかを明らかにしつつあります。さらに消化管に特徴的な、炎症抑制機能をもつ免疫細胞を見だし、それらの働きが加齢とともに変化することを明らかにしています。



研究仲間



辻さんからひとこと

“医食同源”の再発見は、食べるという日常的な方法で健康寿命を延ばし、質の高い生活を持続し、医療費の削減にも直結する可能性をもち、これからの予防医学・バイオ健康産業の方向性のひとつだと思います。この数年で急転、消化管免疫は世界的トレンドとなり、研究の競争ではちょっと大変ですが、明確な科学的根拠に基づいた、おいしく楽しく続けられる疾病予防・治療法の実現に向けて技術開発が加速される好機ですので、広く世界を見回しつつさらに日々の努力を重ねたいと思います。

表紙

上：一般公開（つくばセンター）茂木 健一郎さんの講演（p28）

下：ヤッコカンザシ遺骸群集の断面（p22）

産 総 研
TODAY

2008 September Vol.8 No.9

（通巻92号）

平成20年9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。