

産総研

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

TODAY

6

2008
June

Vol.8 No.6

特集

02 本格研究 理念から実践へ

座談会：計測分野で展開する新しい技術の流れ

乾電池駆動超小型電子加速器の開発

微粒子の質量を測る

知覚メカニズム研究の成果を新型補聴器開発へ応用

新しい作用機構を利用した粒子分離技術の開発

ユビキタスセンサーネットワーク用のMEMSデバイス開発

スラブ光導波路分光法の開発と紫外可視域の吸収スペクトルのその場測定

リサーチ・ホットライン

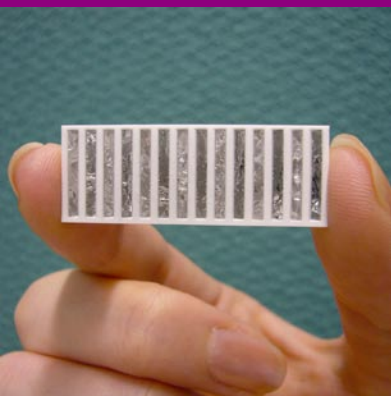
- 22 遠心力を利用して厚膜熱電素子を作製
高効率熱電素子の実現に近づく
- 23 炭化ホウ素セラミックスの実用的な常圧焼結法
最も硬く、最も軽い実用セラミックスを安価に製造可能に
- 24 新しい高効率色素増感太陽電池の開発
これまでのタンデム型色素増感太陽電池の変換効率を超える新技术
- 25 光格子時計の開発
次世代の原子時計に向けて

パテント・インフォ

- 26 繰り返し使用できる吸着剤
活性炭とハイブリッド光触媒の組み合わせによる新機能性吸着剤
- 27 水素発生能力の高い光触媒を開発
超臨界水熱反応による高結晶性ニオブ酸カリウムナノ粒子の製造

テクノ・インフラ

- 28 深海からの洪水起源堆積物の発見とその意義
地球温暖化問題やエネルギー資源での役割
- 29 ナノメートル粒径標準
電気移動度分析法による標準粒子の高精度粒径値づけ



座談会：

計測分野で展開する新しい技術の流れ



吉川 弘之 理事長

鈴木 良一 計測フロンティア研究部門

榎原 研正 計測標準研究部門

中川 誠司 人間福祉医工学研究部門

大木 達也 環境管理技術研究部門

小野 晃 広報担当理事（司会、現副理事長）

小林 直人 理事

赤松 幹之 人間福祉医工学研究部門長

内藤 耕 イノベーション推進室

小野 今回は10回目の座談会になります。計測分野の4人の方に来ていただきました。

単3電池で動く小型加速器を開発

小野 鈴木さんから研究の内容を紹介してください。

鈴木 私は工業技術院の研究所時代から、長さが70 mの線形加速器や円周が30 m以上になるシンクロトン放射光リングなど大きな加速器を使った研究をしてきました。この中でも特に、高強度陽電子ビームを使った研究を重点的に行ってきました。この陽電子ビームは、半導体材料などの先端材料の物性評価に利用できることがわかってきて、さらに研究を進めたいという状況にあります。ところが、大型の加速器施設は、共同利用のためになかなか時間がとれません。そんなこともあって、小型の専用加速器をつくりたいと思っていました。電子加速器というのは、一般的にマイクロ波で電子を加速しますが、そのマイクロ波の周波数を高くすると装置をコンパクト化できます。そこで産総研に移行してから、従来の加速周波数の倍のCバンド（5.7 GHz）のマイクロ波を使った小型加速器を開発しました。

これとは別に、大型加速器の省エネ化の研究も行ってきました。産総研の大型加速器はエネルギーの使用量が非常に大きく、電気代だけでも年間4千万円以上かかり、問題となっていました。2005年頃に老朽化した空調などの施設の改修の話が出てきて、施設を含めた装置全体で省エネ化する良い機会だということで、整備部門に協力していただき、大幅な省エネ化対策を進め、施設のエネルギー消費を半減させることに成功しました。

このように、産総研になって電子加速器の小型化と省エネ化の技術を蓄積してきました。

一方で、社会では高度成長期につくられたプラント配管や原子力発電所の配管などでトラブルが頻発してきて、それに対応できるような非破壊検査法のニーズが高まってきました。私たちの加速器の小型化と省エネ化の技術を応用して、そのようなニーズに対応する小型X線源ができないか検討し、Cバンドよりもさらに高いXバンドの加速器を使えば実現できる可能性が高いことから、Xバンド（9.4 GHz）の加速器の開発をスタートさせました。この加速器は、可搬性に重点を置き、単3乾電池でも動かすことができる超小型加速器に結びつきました。

この加速器で発生した高速電子線を

ターゲットに入射することにより、X線が発生し、X線非破壊検査に利用することができます。このような小型X線検査装置であれば、非常に狭い部分の配管の非破壊検査も可能になります。X線を使った検査では、配管の保温材をはがさずに検査ができるので、検査が容易になります。

このようなプラントのほか、建築物や輸入貨物の検査などにも使うことができ、安全・安心な社会の実現に貢献できるのではないかと考えています。

理事長 大変におもしろい研究をされていますね。原理的には加速高周波の波長を短くして小型化したということですか。

鈴木 そうです。使う目的によって、どのくらいの電子エネルギーが必要かが違います。非破壊検査で使うX線を発生させるには、100キロ電子ボルト以上の電子エネルギーが必要です。実際の装置の加速器部分はわずか3 cm程度と非常に小さいものです。

理事長 これまでいろいろなことがなされてきた加速器と比べて、基本的に同じものなのですか、それとも、全然違うものなのですか。

新しい研究と開発の定義

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。

― 第2種基礎研究を軸に本格研究へ ―

鈴木 原理は同じですが、目的が違います。大型加速器による実験というのは、単にX線を発生するだけではなくて、非常に質の高い光によっていろいろな実験をやるのです。

理事長 X線というと安全面での遮へいの問題がありますね。

鈴木 表面に出てくるX線量は、1週間で1ミリシーベルト以下なので、長時間浴びなければ問題になりませんが、使用するには従来のX線装置と同様の手続きが必要です。

理事長 なぜ乾電池で動作できるのですか。

鈴木 電子ビームの加速には、一瞬だけ非常に高い電力の電気パルスが出ればよいのです。つまり、パワーを集中させればよく、この装置の場合は平均電力はあまり必要としないレベルだということです。それでも、正直に申しあげて、まさか乾電池で動作できることまでいくとは予想していませんでした。

理事長 装置を小さくするという目的は、ポータブル化ということですね。こうした機械の応用範囲は、増えているのですね。

鈴木 老朽化した設備はたくさんありますから。

小野 小型化というのは、世界的な潮流なのですか。

鈴木 性能を上げて小型化するという流れは世界的にあります、ここまで小型化した例はないということです。

理事長 企業が製品化しないのですか。

鈴木 製品をつくりたいという企業はあります。非破壊検査関係などです。

空气中浮遊粒子の質量測定法を開発

榎原 私たちの研究室は、空气中に浮遊する粒子、いわゆるエアロゾル粒子の計測、あるいは計測器を校正するための標準について研究しています。例えば、一息で吸い込む空気中には数十万個以上のエアロゾル粒子が含まれているといわれています。粒子の質量分布を測る方法はこれまでになく、それを私たちのグループが開発しました。

その原理ですが、回転する二重円筒形電極の狭いすき間を利用します。外側の円筒と内側の円筒の間には電圧をかけておきます。このすき間に、粒子に電荷を持たせて上から入れてやりますと、帯電粒子は、回転による遠心力と電圧による静電気力を受けて、両者がちょうどつり合った粒子だけが下の方に出てきます。電圧を変えることでいろいろな質量の粒子をとらえること

性能を上げて小型化するのが世界的な流れ。ここまで小型化した例はない。

鈴木 良一



	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

粒子の質量分布を測る
方法がなかった。
それを初めて開発した。

榎原 研正



ができます。その出てきたエアロゾル粒子の個数を測定することにより、粒子の質量分布を求めることができます。

原理はこの通りなのですが、実用化で生じた大きな問題点は、電極電圧を変えた時に装置から出てくる粒子の応答時間の遅れでした。電圧を変えることによって調べる粒子の質量をコントロールするわけですが、電圧を変化させたとき、理論的には20秒くらいで粒子数濃度が安定化するはずなのですが、実際は数分間と長い時間がかかることがわかりました。

これの原因解明にはだいぶ手こずったのですが、結局、陰極と陽極を絶縁している絶縁体部分に帯電粒子が徐々に堆積し、その堆積粒子の電荷による静電場が応答を遅らせていることがわかりました。これを回避するような設計に変えた結果、応答時間の異常が解消し、実用器へと結びつきました。

研究への応用としては、質量と粒径から球形粒子の密度が測定できるようになったことがあげられます。粒子は球形以外にもいろいろあります。粒子のサイズが成長していく時に、粒子の質量がサイズの何乗に比例して増えていくから、粒子の形状の指標であるフラクタル次元を求めることができます。

どの程度の質量が測れるかですが、てんひん天秤では大きい方からだいたい 10^{-7} gくらいまで測れます。一方、もっと小

さな質量はTOF-MSという質量分析計で、小さい方から上限が 10^{-18} gくらいまでカバーできます。これに対して私たちの方法では、これら2つの測定法のいわば空白地帯の一部をカバーすることができます。

小野 榎原さんの仕事の原理は、ミリカンの油滴実験に似ていますね。ミリカンは、下向きの重力と、上向きに引っ張り上げる電気力をつり合わせて、電荷を決めたわけですが、ここでは電荷はすでにわかっているのだから、そこから逆に質量を求めている。重力の代わりに遠心力を使っているわけですね。

理事長 電極を回している間、粒子は浮遊しているのですか。

榎原 入り口から入って連続的に下に流れていくのです。

理事長 すき間は空間なわけですが一緒に回るのですか。

榎原 電極と粒子は同じ速度で回るように工夫をしています。

理事長 それで遠心力が決まり、遠心力とバランスしたものだけが残って電極から出ていくわけですね。ほかの粒子はどうなるのですか。

榎原 重いものは遠心力が強いですか

ら、外側の電極の壁にくっついてしまいます。軽いのは内側の電極にくっつく。ファンデルワールス力という、小さな粒子にとっては大きな力でくっつくので、ほとんどはがれることはありません。

理事長 ちょうど目的の粒子だけが電極から取り出されるということなのですか。これは原理として新しいものですか。

榎原 そうです。

理事長 分解能というか精度はどのくらいあるのですか。

榎原 分解能は、粒子の質量や操作条件によります。今のところ実用的な条件下で、 10^{-18} gの粒子をとらえることができます。粒径で言うと、密度を水と同じと仮定すると10数nmです。

理事長 大気測定とか、いろいろな応用があるということですが、この装置は他の研究機関がいろいろ使ってくれたということですね。これは市販器を買ってくれたという意味ですか。

榎原 ミネソタ大は試作機ですね。他は市販器もしくはレンタルですね。

小野 産総研がレンタルしているのですか。

榎原 国内メーカーのアメリカでの代理店がプロモーション用にレンタル用の機械を1台持っていて、それを2005年くらいから使って展開したのです。

難聴者のための骨導超音波補聴器を開発

中川 私は重度難聴者のための「骨導超音波補聴器」の開発を行っています。

難聴がひどくなると、従来型の補聴器は使えません。ほとんど使えないか、聴こえたとしても言葉として聴けるような十分な情報が得られないのです。

それに対して、これまでも指摘されていたのですが、骨導超音波知覚というものがあります。骨伝導というのは、振動発生装置を直接、耳の後ろの骨の出っ張りに付けて音を聴きます。この方法であれば、通常は人間が聴こえないと思われている20 kHz以上の高い超音波でも聴こえるのです。補聴器が使えない重度難聴者でも、かなりきれいに知覚されると報告されていました。

ところがこれまでの報告は、多くが心理実験に基づくかなり主観的なものでした。それから、何よりも、超音波というのはもともと聴こえないはずのものであり、さらに重度難聴者は耳の機能が壊れていて聴こえないはずなのに聴こえる、という矛盾がありました。メカニズムの説明がついていなかったのです。あまり信用されていなかったのです。

そこで何はともあれ私たちはまず、この骨導超音波を実際に聴いてみました。体験してみると確かに聴こえる。というわけで、この現象を客観的に証明するところから始めました。そして脳磁界計測装置を使って、重度難聴の方が骨導超音波を聴いている時に、聴覚野がきれいに活動することを示しました。つまり、骨導超音波は、重度難聴者にもきちんと音として聴こえることをまず示したのです。

次に、この骨導超音波技術を使えば、重度難聴者にも使えるような補聴器をつくれるのではないかと考えて、開発を始めました。それまでの研究報告はほとんどないので、補聴器をつくるに当たって、骨導超音波そのものを調べないといけない。骨導超音波というのはどのように聴こえるか、なぜ聴こえるのかを調べて、そこでわかった知見を補聴器に応用

する試みを始めたのです。

基礎的な知覚特性や神経生理メカニズムに関する研究には大きく3本柱があります。第1は聴覚心理計測。心理実験によって、超音波はいったいどのように聴こえるのかという知覚特性を調べています。

ダイナミックレンジ、つまり、どのくらい小さな音からどのくらい大きな音まで音の大きさの範囲をどのくらい受け止められるかが、ほぼわかりました。また、最終的に私たちが目指す骨導超音波補聴器というのは、音声周波数で30 kHzくらいの超音波を振幅変調して難聴者の助けにしようというものなのですが、そのような方法で音を聴いた時に、どのくらいきれいに周波数情報が伝わるか、どのくらいの分解能で伝わるのかという実験もしています。

第2の神経生理メカニズムの研究ですが、なぜ超音波が聴こえているのかという話は非常に興味があります。^{かてんず}蝸電図といって耳の奥のほうに電極を置いて、耳の内耳で行われている神経活動を測るという方法で調べたところ、通常の音と同じように、^{かぎゅう}蝸牛というところで骨導超音波を知覚していることがわかりました。ただし、その作用の仕方がちょっと違うことがわかってきました。

第3は物理計測です。ここで得られた伝搬過程に関する事実を使って、超音波補聴器の性能向上につなげるた

め、実際に人間の頭を使って音の循環過程を調査したり、コンピューターシミュレーションで頭の内部を音がどのように伝搬するかを調べています。

特に第1の知覚特性の基礎研究で得られた知見を使って、実際に補聴器の各部のパラメータを最適化して補聴器をつくりました。実際に私自身で聴取実験をやって、どのくらいの成績が出るかを調べました。

また、異聴傾向解析といって、どんな音韻を聴かせた時に、どういう音韻だと誤解して聴いてしまうか、という傾向も調べました。最適化がうまくいっていればそれでよいのですが、うまくいっていないことのほうが多いので、もう一度、基礎研究に戻って研究をやり直して、「こうすればうまくいくのではないか」という知見が出たら、試作していきました。これを繰り返すことで、少しずつ補聴器の性能を上げていきました。

ある程度の成果が得られてきたので、リオンという補聴器の会社と共同開発して、製品版に近い試作器も開発しているところです。ただ、単に補聴器をつくるだけではダメです。難聴者の方々に使っていただいても、最初はどうも聴こえないのです。トレーニングしてもらう必要があるのですが、この過程で皆さんくじけてしまうので、それをうまく導くようなソフトウェアの開発なども含めて行っています。

また、人間の聴覚や音に関する国際

骨導超音波に関する
国際標準を
つくることも
今後視野に入れていく。

中川 誠司



標準というものはあるのですが、骨導超音波知覚に関するものは一切ありません。今後、骨導超音波に関する規格づくりという仕事も、視野に入れるつもりです。

理事長 中川さんの仕事は、遺伝子中心の今の生命科学とは別の話ですね。こういう生命科学もあるんですね。構造や形態というのは今はほとんど無視されてしまって、だから、音がどうなるかといった話にはなかなか行き着かないわけですね。これは化学反応ではない生命科学ですね。

音が聴こえない人で遺伝子のことをやっても仕方がないわけですね。実用的にも大変に大きなものがありますね。実際に使えるようになったのですか。

中川 現段階では少しずつブラッシュアップを続けている途中なのですが、今の段階でもかなりコミュニケーションのとれる重度難聴者の方がいます。もともとはまったく聴こえない方なのですが、これを使って、私たちと簡単な会話を続けられるようになった方もいらっしゃいます。

補聴器以外への応用としては、耳鳴りを遮へいする器械が考えられます。耳鳴りというのは、耳の機能が壊れていて、外からの音に対してではなく耳の中で勝手に火花が散っているような状態です。それを止める一番よい方法は、外から無理やり音を入れてあげることで、ショート自体が止まるようです。そういうのを耳鳴りマスカーと言っています。多くの重度難聴の方々は耳鳴り症状を訴えているので、外から大きな音を聴かせるか、小さな音を持続的に聴かせるということを行います。

ところが、最重度難聴者になると、外から音が一切入らないので、耳鳴りが止まらないのです。ところが、この

補聴器であれば耳に音が入るので、実験に参加してくださった難聴者の方の耳鳴りが止まるのです。それで、皆さん喜んでおられます。耳鳴りの遮へい器という使い方では、ある意味、補聴器よりも実用化は簡単かもしれません。補聴器では、言葉を明瞭に聴けるようにするために処理が複雑になるのですが、耳鳴り遮へい器ではより単純なもので済みそうですから。

廃棄物を分離するコリオリ・セパレータ

大木 ほかのお三方と比べて、私が扱うのは、量や粗っぽさがちょっと違うのですが、廃棄物、使用済みの製品を粉碎・分離して粉体原料化するまでのプロセスを検討しています。

まず研究背景からお話します。リサイクルで粒子分離をする場合、粗いほうの粒子はいろいろ技術があるのですが、100 μm 以下くらいの領域は、それらをきれいに分ける技術があまりなく、これをなんとかしようというのが、今取り組んでいるテーマです。

リサイクルですので、化学物質を大量に使うようなことはできません。環境低負荷でやりたいので、例えば、水中の粒子運動の差だけを利用して分離する方法などの中から、何か新しいものが見つけられないかということです。最終的には、粒径に影響されない微粒子の比重分離を実現したい。ある

いは、サブミクロンの粒子を分けるところをゴールとして設定しています。水中の粒子運動というと、従来は重力や遠心力といった場の力と液体の抵抗力のバランスでコントロールしていたのですが、それ以外の作用力を何か導入しないといけないだろうということで、まだ途中ではありますが、ひとつのハードルを越えたと思っているのが、コリオリ・セパレータと私が命名した分離装置です。

遠心場で100 μm 以下くらいの粒子を大きさ、あるいは比重差で分ける装置はすでにあって、遠心力によって中心から外側に向かって、速い粒子と遅い粒子をおおむね2つに分けるものです。しかし、私は、(1) 水中の粒子を回転系に対して静止した状態、つまり閉じ込めた状態にして、(2) 一定の回転数で回転させ、(3) 1点から粒子を放出させるという3つの条件を整えると、コリオリ力が小さな分離装置の中で発現できることを見出し、装置化することに成功しました。

従来の遠心力による分離は、水中での速度差を利用していただけですが、コリオリの力は速度の関数なので、速く動く粒子は大きく曲がり、ゆっくり動くものは小さくしか曲がりません。これにより水中における粒子運動の速度差を、軌道の差に変換することができます。

したがって、遠心方向の壁の位置の違うところにポケットを用意しておけ

下積みでやってきた研究が
ようやくリサイクル技術に
応用できる。

大木 達也



ば、比重の違う粒子がそれぞれのポケットに入ることになります。今までは2分割しかできなかったのですが、細かく分けるには多段にして大きな装置が必要だったのですが、このような仕組みであれば、1つの小さな装置の中でいくつもの粒子の受け口ができる。リサイクルの分離技術におけるコンパクト化ができ、精度の向上ができるだろうということです。

水中の粒子運動に関する研究は、地球科学とか土木、機械、計測科学といった分野でなされているので、そうした基礎的な研究を私たちは吸い上げて、大量の粒子分離技術に適用できる形に置き換えることを目指しています。融合的な技術開発を進めるといわけです。

特に最近、レアメタルなどの調達不安もあって、小型電子機器から貴金属やレアメタルを、ほんの微量にしか入っていないものを効率よく回収したいというニーズが増えてきました。私たちが下積みでやってきた研究が、ようやくリサイクル技術に応用できる機会が生まれてきたわけです。

この技術はまだ実用化に至っていないのですが、こういう技術ができると、粉体原料化をすることができる。そして、製錬技術によって金属まで戻すことができるというのが最終的な目標です。さらに、途中の合金の段階で原料に戻す、つまり、インゴットまでせず、ある機能を持った粒子の段階でリサイクルするような仕組みも視野に入れています。また、新しい素材開発、材料開発の中で不純物の除去とか、特定の粒子を抽出するといった技術、あるいは医療技術なども含めて展開できればと思います。

つまり、大量処理が可能な総合分離工学というような位置付けで、ほかの分野まで波及していくような技術ができればよいと考えています。

理事長 大木さんの研究も粒子分離の

話ですね。大木さんはどのあたりを攻めているのですか。

大木 主なターゲットは100 μm以下なのですが、コリオリ・セパレータでは、今のところ、下限で10 μmくらいの粒子までしか対応できません。ただ、将来的にはもっと小さいものが分離できるような仕組みを導入したいと思っています。

理事長 もう一度説明してほしいのですが、なぜコリオリ力になるのですか。

大木 まず、普通の遠心分離機内でも、コリオリの力は受けているのですが、通常は、懸濁液の状態から始まり、中で水も一緒に動いてしまっています。しかし、コリオリ・セパレータでは、水を回転系に対して静止した状態をつくるのです。そうすると、粒子の相対速度差が軌道の差に置き換えることができます。あとは速度が時間によって変わらないよう一定回転にして、1点から粒子を放出することによって、粒子ごとにある決まった傾きでカーブを描くようになります。単純に言えば、それだけのことなのです。

理事長 そうか。そのコリオリの力によって、重いほうが大きく曲がる。

大木 コリオリの力の大きさというのが、粒子速度の関数なのです。つまり大きい粒子か密度の高い粒子かどちらかですが、とにかく速く外側に行こうとする粒子はより大きく曲がりやすし、ゆっくり進もうとする粒子はあまり曲がらない。

そういうことで、遠心分離槽の中で、速い粒子、中くらいの粒子、遅い粒子というのが区分できる。今までは全部同じところで粒子を受け止めていたのが、比較的速い粒子と遅い粒子という形でしか分けられなかったのです。私

の方法では、1点から放出するところもポイントで、これによって速度の違いを精度良く軌道の違いに変えられるので、大きさが同じで比重が違う数種類の金属があったとすれば、それぞれ比重の小さいものから順番に異なるポケットに配分させることができるのです。

“混ぜる技術”から“分ける技術”の体系へ

理事長 最近、新聞に出ていましたが、鉱山よりも都会のほうがレアメタルがたくさんあるようですね。

大木 先日もテレビのニュース番組で取り上げられたのですが、携帯電話の中には金やレアメタルが入っていて、日本もそれを集めてくれば資源国ですよ、ということなのです。ただ、まだどういう方向でそれをやるかについては混沌としていて、少し先行しているのが、秋田で実験的にやられている「人工鉱床構想 (Reserve to Stock)」ですね。企業の製錬所が小坂町にあって、貴金属については今でも資源化しています。しかしレアメタルも一緒に処理してしまうと、レアメタルはスラグになって資源化できないのです。

市民から小型電子機器を集めて、あらかじめ貴金属とレアメタルとそれ以外のプラスチックなどに分け、レアメタルはしばらく保管しておく。ある程度の量がたまらないと資源化はできないですから、いわゆる備蓄みたいな形で、いざとなったらそれを開発しましょうということ。経済産業省の予算をいただきながら、私たちはその段階でどういう1次処理が適しているのかを研究しています。

理事長 分ける技術というのは、遅れているわけですね。昔は金属学というのはほとんどが混ぜる技術だったの



基礎的な科学知識から
応用的な機能をつくりあげるには
分野は異なっても
何か共通のものがあるのでは。
それを探りだしたい。

吉川 弘之

ですね。金属を混ぜて新しい性能のモノをつくってきた。しかし、いったん混ざったものは、もうそれで終わりだった。今は圧倒的に、分けるほうの技術に対するニーズが高いのに。実はこの分けるというのが、難しいわけですね。

大木 そうです。

理事長 そういう分ける体系というのが、これからますます必要になるでしょうね。人間がやっていることは、ほとんどが混ぜることなのですね。それを減らす技術体系というのは、こういうところから生まれてくるかもしれないですね。榎原さんの話も混ざったものから分けるわけです。そうした技術体系がいまの環境時代には要るでしょう。

大木 私はリサイクル部隊に所属して、大量処理で分けられる技術の開発に携わっているのですが、いろいろな分野の方から引き合いがあります。ちょっとおもしろいものでは、宇宙空間を利用して新しい材料開発をしたいという計画があり、それに当たって、ものすごく粒子径の揃った高精度の微粒子を実験モジュールに積み込みたいけれど、その分級技術がないということです。もしそれをやろうとすると、遠心分離機を使って、人海戦術で何日もかかってわずかな量を回収するしか

ない。大量につくってくれという発注が来た時には、それを実現する技術がないので、ぜひ先取りして考えておいてくださいと言われていました。

これはリサイクルとは直接関係ないのですが、こうした分離に対するニーズというのは、いろいろなお聞きします。

理事長 今はそういう技術体系がないからです。卑近な例になるけれど、私の住んでいる東京都港区では、ゴミを分別して出さなくてはなりません。そこで分けていくと、「なんでこんなものをくっつけてしまったんだ」とあきれてしまうものがある。ペットボトルにしてもラベルを貼ったままではいけないので、はがして出せという。そしてそれなら、はじめからくっつけなければいいと思うんだけど、つくるほうはどんどん混ぜてつくる。そして、それを消費者が最後に分けるという非常に不思議な形になっている。今の体系には非常に無駄が多い気がするのです。こうした中で分ける技術が強くなってくれば、くっつけているほうに影響を与えて、配置するようにしておけば、リサイクル段階では始めから分けやすいように作る方向へと影響を与えていくでしょう。

現在は、個々の物質の扱われ方に合理性がなく、とにかく、くっつける技術と混ぜる技術ばかりが進んでしまっている。

大木 リサイクルなどでは、最初の段階で工夫する試みも始まっています。例えばプリント基板などでは、従来は、重要な元素が含まれている部分がばらばらに分散して配置されていますが、設計の段階で、基板の端2 cm のところにすべてをまとめて配置するようにしておけば、リサイクルの段階ではそこをパチンと切って、それだけ回収すればよいだろうという考え方も出ています。

いかに「構成」するか

小林 産総研では新しく「シンセシオロジー」という論文集が発行されるようになり、現在、第2号が進んでいます。その創刊過程で、構成学つまり、シンセシオロジーないし「構成」という概念が非常に重要だという議論を深めてきました。みなさんは、どこをどういうふう構成したとお考えなのか、お聞きしたいのですが。

理事長 構成というのは、私たちにとって具体的な意味のある機能を持っています。例えばガラスのコップ。「これがガラスだ」と分析するのは得意で、壊して調べればよい。その一方には、「水を貯めるにはこの形がいいんだ」と考え、それをどうやってつくりあげていくまで結びつけることを「構成」と言うのです。今日の話でもみんな、サイエンスを使えるものにするために構成しているわけでしょう。そうした構成のプロセスは、いわゆる伝統的な科学にはない新しい方法論ではないか、その点を際立たせて議論・検討を深めていきたいというのが、「シンセシオロジー」の目的です。

いわゆる基礎的な科学知識から実用的な機能をつくりあげるには、分野は異なってもそこに何か共通のものがあるのではないかと探りだしたい

わけです。それをシンセシオロジーと呼んでいるのです。

鈴木 このような小型加速器を作り上げるには、背景として技術的な蓄積があります。どういう機能があればどうなっていくかを頭において研究を進めてきました。そこから小型の加速器をつくるには、と考えていったのですが、新たな工夫も含めて、1つ1つ問題を解決しながらやってきたのです。

もちろん、要求性能を定めないと要素技術は選べないわけですが、そのポイントになったのは、この小型加速器をどういうところに应用するかということです。X線のエネルギーを上げようとするとう電力消費量は多くなるので、乾電池で駆動するようにするには、それぞれのコンポーネントの消費電力を抑えなくてはなりません。そのところが難しかったのです。

榎原 ニーズについていうと、気中粒子の質量分布測定技術の開発が必要という要請がどこからあったわけではありません。しかし、実際に技術ができると、これを利用した研究が短い期間にいくつも出始めていますので、潜在的なニーズはあったと思います。測定方法の開発はこういう状況が多く、潜在的ニーズを感じる感覚は「構成」を開始するとき大切に思います。

技術については、これまで静電気力、遠心力を単独で使う方法は、いくつかの方法がありました。これらは何らかの有効径の測定方法になります。私たちの方法は単にそれらを組み合わせただけでもいえますが、これで今まで測れなかった粒子質量が測れるようになりました。組み合わせる発想には、論理的帰結というより論理的飛躍があったと思います。「構成」では、大きい小さいは別にして、論理的飛躍が1つの要素になるのではないのでしょうか。

中川 私の場合は、骨導超音波に関する基礎研究、要素技術が先にあったというよりは、先にモノのイメージがありました。まず原理の証明の時ですが、振幅変調すると超音波が伝わらないかと思ってやってみると、実際には伝わったわけです。この結果、最初に基本的な構成が決まりました。ところがその基本的な構成では、うまくいくところもあるし、うまくいかないところもある。それをうまくいかせるために、1つ1つの要素をどうすべきかということで基礎研究が始まりました。

補聴器だけでなく耳鳴りの遮へい器とか、その他の技術も全部そうなのですが、まず「こういうものをつくろう」というのが先にあって、そのためには何を押さえるべきかというのを決めて、基礎的な技術の研究をやっていく、というのが私のやり方だと思います。

小野 行ったり来たり。第1種と2種の構造が明確にわかる研究ですね。

理事長 本来、生理学や心理学で調べてあってもよさそうなテーマなのに、誰もやっていなかった。つまり「こういうものをつくろう」と思って初めて必要になってくる知見があるわけですね。

その結果、人間とは何かという問題にも迫ることになる。ものをつくろうとすることによって、新しい知識を大きく広げていく1つの例だと思いますね。

大木 私は目標として「粒径に影響されない微粒子の比重分類の実現」ということを掲げています。水中の粒子の運動というのは、大きさと比重の両方の関数なので、例えば事前に大きさをそろえておかなければ比重分離はできません。また、通常、分級というのは、1種類の粒子だけしか含まれていないからサイズ分離が可能なのです。いろ

いろな比重、大きさの粒子が混ざっていると、現状では比重分離もサイズ分離もできないので、それをなんとかしたいというところから始まったのです。

こういった資源系の分離技術というのは、経験と勘の積み重ねによって改良が続けてこられたこともあって、運動方程式をよく分析するとか、振り返ることが実はあまりなされてきませんでした。こういう複雑な問題が運動方程式できれいに解けるようになったのも、コンピューターが発達したおかげで、そうした新しい計算結果をよく見てみると、どうやらこれを実現可能なのは水の圧力勾配力、つまり、水が加速運動する時に粒子に及ぼす加速力らしいということがわかってきました。

最初はとにかくいろいろな振動場を与えてみたり、水中ではゼータ電位と言いますが静電気力とか、遠心場とか、いろいろ試行錯誤していった結果、ほぼ最終案として、圧力勾配力を発現する分離装置を開発すればよいということに至ったわけです。この装置自体はまだ試行過程であります。その検討の中で粒子が曲がるような現象が見られ、もう一度、「これは何だろう」と調べなおしてみると、実はこれがコリオリ力だったのです。

つまり、最終的な目標の途中の段階で拾い物があつた、それが今のコリオリ・セパレータということなのです。

小野 ありがとうございます。

新しいX線非破壊検査機器実用化へ向けた本格研究 乾電池駆動超小型電子加速器の開発

みなさんは、加速器と聞くとどのようなものを想像するでしょうか？多くの人は高エネルギー物理の実験に用いる大型の加速器を思い浮かべるとと思います。確かに以前は学術的な実験のための大型装置が多かったのですが、最近では小型の加速器も開発され、工場、医療分野、橋梁などの非破壊検査、税関でのコンテナ検査などさまざまな分野で利用されるようになってきています。

私たちは、この加速器の応用分野をさらに広げるため乾電池で動作する可搬型の超小型電子加速器を開発しました（写真1）。この電子加速器は、大型電子加速器と同じように高周波（マイクロ波）を用いて電子ビームを加速する電子線形加速器（リニアック）ですが、単3乾電池10～12本を電源として100 keV以上の高エネルギー電子ビームを1時間以上（高性能乾電池なら2時間以上）発生できます。また、このシステムは、小型ケースに全て収まり、片手で容易に持ち運びができることから、作業現場などの狭所で使える非破壊検査用X線源としての利用が期待されています。

この超小型電子加速器は、これまで産総研が行ってきた電子加速器の小型化・省エネ化に関する研究と社会の

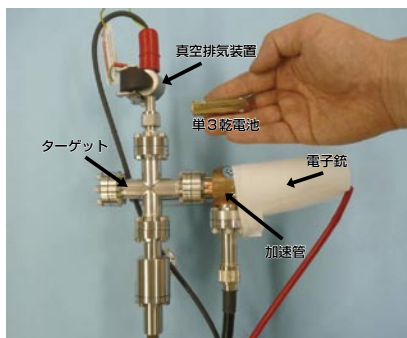


写真1 超小型電子加速器
(左) 加速器本体部。重量約 1.5 kg (右) 加速器システム一式。重量約 8 kg

ニーズが結びつくことによって実現しました。

電子加速器の省エネ化と小型化

旧電子技術総合研究所では、1980年頃のつくば移転にともなって、放射光、自由電子レーザー、陽電子ビームなど各種の量子ビームを用いた研究を行うために電子加速器施設を建設しました。この中に設置されたリニアックは、全長約70 mで最大エネルギー400 MeVの比較的大型の電子加速器です。これまで、このリニアックをさまざまな実験に利用するとともに、各種の実験に対応させるため改良を重ねてきました。しかし、2004年頃には、加速器施設の電力使用量だけでも年間

約4百万 kWhにのぼり、その光熱費の負担が問題となっていたため、省エネ化の改造を検討していました。ちょうどその頃、老朽化した空調・冷温水系設備の更新の時期と重なり、装置の改造と合わせて、抜本的な省エネ化対策を研究環境整備部門と協力して行いました。この対策では、エネルギーがどこでどのように消費されているかを詳細に調べ、“必要な部分”に、“必要な時”だけ、“必要な量”しかエネルギーを使わないということを基本方針として、加速器および空調・冷温水設備に大胆な改造を施しました。予算や工事期間は限られていましたが、それでも対策後は電子リニアックのエネルギー消費量は従来の1/4以下となり、施設全体でも半減という大幅な省エネ化を実現しました。

このような従来の加速器の省エネ化と並行して、小型の電子加速器の開発も進めてきました。これは、電子加速器が小型化できれば、共用の加速器で時間をシェアしながら行っていた実験を専用の加速器で行うことができるようになり、これまで不可能だった長時間の実験も可能になるためです。特に、陽電子ビームを用いた研究では現状のビームタイムでは対応できないも



1987年電子技術総合研究所に入所。入所後、電子加速器を利用して発生する高強度低速陽電子ビームを用いた物質の極微構造の計測・評価の研究に従事していましたが、この研究を進めるには電子加速器の性能向上が不可欠であるため、電子加速器自体の改良・開発も必然的に手がけるようになりました。

鈴木 良一（すずき りょういち）
計測フロンティア研究部門
極微欠陥評価研究グループ

のも多く、その必要性が増してまいりました。そこで、2003年頃より、マイクロ波の周波数を従来のSバンド（2.9 GHz）から倍の周波数のCバンド（5.7 GHz）に上げた小型電子加速器の開発に着手し、現在までに長さ約35 cmで3 MeV以上の電子ビームを発生させることができる加速器の開発に成功しています。

社会のニーズ

2000年代に入って、高度成長期に作られたプラントのトラブル多発、原子力発電所の配管の蒸気漏れ、耐震偽装問題など、設備や構造物に関する安全・安心面での問題が出てきて、それを調べる手段として非破壊検査装置に対するニーズが高まってきました。特に狭い場所での可搬型のX線検査機器の要望が多く聞かれるようになりましたが、従来のX線管はエネルギーが高くなると高電圧の絶縁部が大きく重くなり、可搬性が損なわれるといった問題がありました。これに対して、私たちが研究をしている電子加速器は、マイクロ波周波数を高くすれば小型化が可能です。そこで、前述のCバンドよりもさらに周波数の高いXバンド（8-12 GHz）マイクロ波の加速器の検討を行い、開発予算も得られたことから開発に着手しました。

乾電池駆動加速器の開発

超小型加速器の開発では、これまでの加速器の省エネ化や小型化の経験・ノウハウが大いに役立ちました。また、開発の目標・目的が明確になっていたことから、問題解決の方向性を容易に決定することができ、約2年という比較的短期間に開発を行うことができました。もし、省エネ化・小型化の経験や社会のニーズがなければ、これほど

短期間に開発することはできなかったと思います。

この超小型加速器は、当初は乾電池駆動まで実現できるかどうか分からない状態で開発を始めたのですが、実際に試作してみて、単3乾電池で駆動しても写真2のようなX線透過像のイメージングが可能であることがわかり、私自身にとっても驚きでした。同

時に、いろいろな課題も見えてきて、このような装置開発では、とにかく試作機を作ってみることが重要だということに再認識させられました。

今後は、いくつか残っている課題を解決し、社会のニーズに応えることができる装置となるようさらに研究を進めていきます。

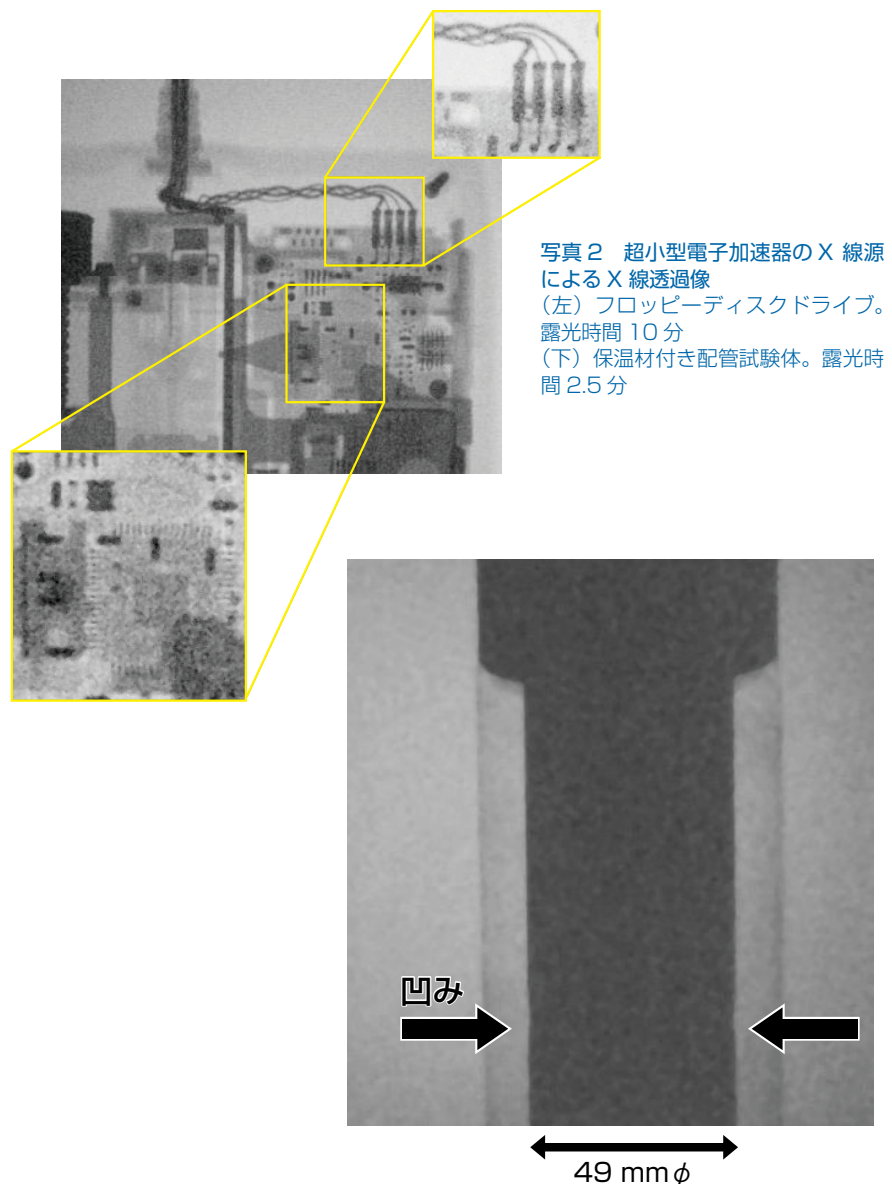


写真2 超小型電子加速器のX線源によるX線透過像
（左）フロッピーディスクドライブ。露光時間 10分
（下）保温材付き配管試験体。露光時間 2.5分

エアロゾル計測における本格研究 微粒子の質量を測る

エアロゾル計測における粒径と粒子質量

私たちが1回の呼吸で吸い込む空気の中には、大きさ数nmから数十 μm 程度までの粒子がおよそ 10^7 から 10^8 個程度含まれていると言われています。固体や液体の粒子が気体と共存する2相系は一般にエアロゾルと呼ばれます。エアロゾルは、クリーンルームの管理、ディーゼル排ガスなどによる大気汚染の防止、工業ナノ粒子の健康リスクの管理、地球温暖化への関与など、さまざまな分野で大きな関心をもって研究されています。

エアロゾル粒子の重要な特性の1つは粒径分布です。粒径分布が重要なのは、粒子がどのように生成されたのか、気体中でどのように振る舞うのか、健康や環境にどのような影響を与えるのかといった情報が背後に隠されているためです。ただし、粒径が厳密かつ一意的に定義できるのは球形の粒子だけです。そして現実のエアロゾル粒子は、微小な液滴粒子を除いて、厳密には球形と言えない粒子が多いのです。

一方、粒子の質量は、粒子の形状によらず厳密に定義できる物理量で、粒径を補完する多くの情報を含む量です。しかしこれまでエアロゾル粒子の質量分布を測定する実用的な方法は知られていませんでした。私たちは、粒

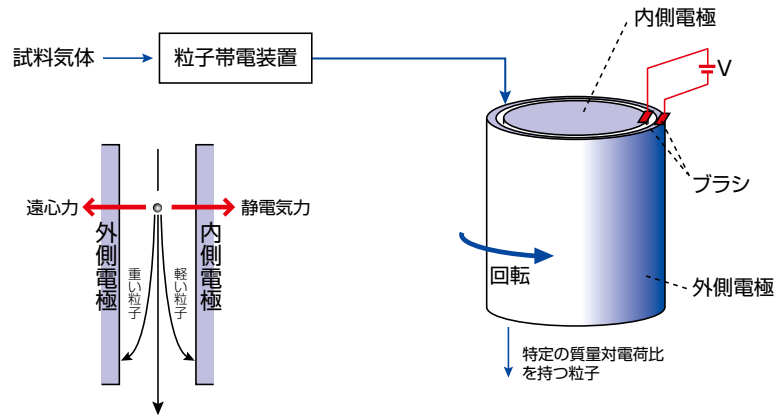


図1 エアロゾル粒子質量分析器 (APM) の原理

子質量分布の測定を可能とする技術の開発とその応用についての研究を進めています。

粒子質量分級の原理

粒子が何らかの力を受けて気体中で運動するとき、周囲気体との相対速度に比例する流体抵抗が働きます。流体抵抗は粒子の幾何学的なサイズ（球形粒子であれば粒径）によって異なるため、粒子に同じ力を与えてもサイズによって異なる軌跡上を運動させることが可能です。エアロゾル粒子をサイズによって分級する方法はたくさん知られていますが、すべてこの原理を利用しています。逆に言うと、流体抵抗が働く限り何らかの形でサイズに依存する

分級とならざるを得ません。流体抵抗を働かせないためにはどうすればよいか。分級のために2種類の力を利用し、2つの力を平衡させることによって粒子を気体に対して相対的に静止させることができれば、これが可能になります。私たちは2つの力として遠心力と静電気力の組合せを検討しました。遠心力は質量に、静電気力は帯電数に比例するため、質量対電荷比についての分級がこの原理で可能となります。図1はこの原理を実現するものとして考えた装置の模式図です。質量対電荷比は、イオンに対する質量分析器でも分析対象とされているものなので、図1の装置をエアロゾル粒子質量分析器 (APM) と呼んでいます。帯電数は一定の条件下で推定可能なことが多く、結果として質量分布測定が可能となります。

時間応答異常現象の解消

典型的な運転条件下で粒子が装置を通過する時間は理論的にはおよそ30秒です。したがって、APM電極への印加電圧を変更したときAPM出口での粒子数濃度にそれが反映されるまでに要する時間も30秒程度と予想できます。しかし第1世代APMに対してこ



粒子計測と応用統計の2足のわらじを履いています。粒子計測と統計学は親和性が高いので、今後はこれらの融合領域での仕事してみたいと考えています。京都大学理学部物理学卒業、大阪大学基礎工学研究科博士課程修了。1983年計量研究所入所。

榎原 研正 (えはら けんせい)
計測標準研究部門
応用統計研究室

の応答時間が10分程度と異常に長くなる場合があることが判明しました。この現象は、電圧の変更シーケンスに応じて生じたり生じなかったりするほか、出口粒子数濃度がその漸近値に近づくパターンは電圧変更が上昇側か下降側かによって違うなど、たいへん奇妙なものでした。応答時間が長いと質量分布スペクトルの測定に長時間を要するため、実用上は大きな障害になります。

この原因を探るため、装置内エアロゾル流れの数値解析や、透明モデルを利用した可視化実験など、さまざまな試みを行いました。最終的に到達したのは、私たちが電荷蓄積モデルと呼んでいる図2のような効果です。APM電極の陽極と陰極を分離するために用いる絶縁体の表面に、帯電粒子が比較的長い時間をかけて付着してゆき、そのクーロン斥力^{せきりょく}によって、後からくる粒子の一部が通過できなくなるというものです。このモデルは時間応答特性に見られたいくつかの奇妙な特性を定性的にはすべて説明できるものでした。電荷蓄積モデルに到達するまでにおよそ3年間の試行錯誤を行いました。図3は、この現象を避ける工夫をした第2世代APMの時間応答が第1世代と

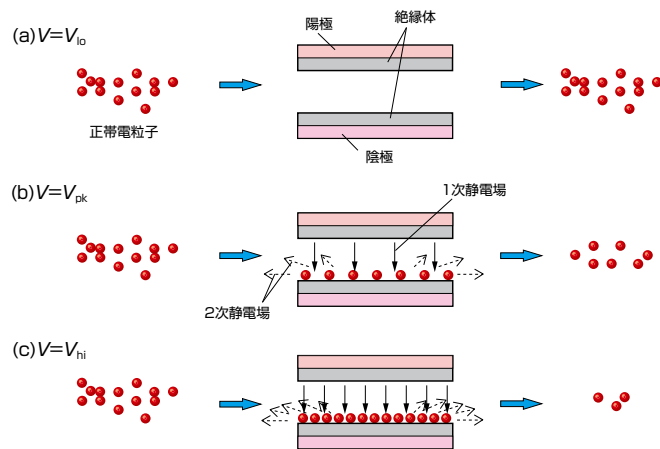


図2 時間応答異常を説明する電荷蓄積モデル

比較して改善されたことを示しています。第2世代の設計に基づく実用型装置が2007年より市販されています。

高精度化と応用への展開

計測標準に関わる課題として私たちがAPMを用いてやろうとしていることの1つに、粒子質量の絶対測定があります。ポリスチレンラテックスのようなサイズがよく揃った粒子の質量を正確に決めることができれば、フェムトグラム ($1 \text{ fg} = 10^{-15} \text{ g}$) のオーダーの分銅が実現できることとなります。これにより粒子質量測定のトレーサビリティが実現可能です。このため、私たちは測定技術の完成度を上げることを当面の主要課題と考え

て研究してきました。

一方、海外では粒子質量分布の測定でどのような可能性が拓けるかに素早く目を向け、装置の実用化が未熟な段階で、その測定技術の応用を始めた研究グループが現れました。このような研究がもととなり、現在APMは粒子の密度や比表面積分布の測定、粒子の形状を表現するフラクタル次元の評価、凝集粒子中の一次粒子数の推定、低濃度粒子に対する空气中総質量濃度測定など、さまざまな目的への応用が試みられるようになっていきます。今後はこのような応用研究においても、高い信頼性をもったデータを提供することで私たちの貢献が可能であると考えています。

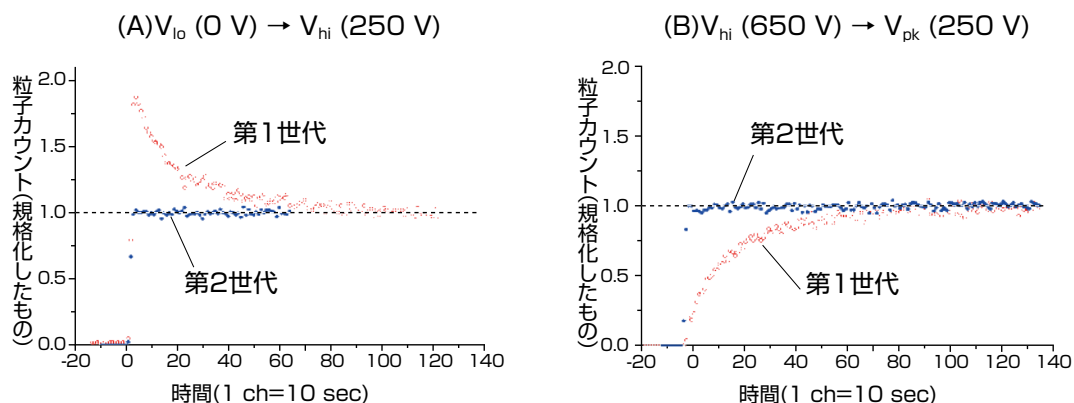


図3 時間応答異常の解消

重度難聴者のための骨導超音波補聴器の開発

知覚メカニズム研究の成果を新型補聴器開発へ応用

重度難聴と骨導超音波知覚

難聴が重篤になると既存の補聴器の使用は困難になります。このような重度感音性難聴者に残された唯一の聴力回復手段は人工内耳ですが、必ずしも満足できる性能をもっているといえないうえ、皮下への埋め込み手術を必要とするという欠点があります。そのため、使用を躊躇する難聴者も多く存在します。

一方、以前から骨導（骨伝導）にて呈示された周波数 20 kHz 以上の高周波音（骨導超音波）であれば、聴覚健全者のもとより、重度感音性難聴者にも知覚されるという報告が存在していました。しかし、その知覚メカニズムの多くが未解明であったこともあり、その知覚現象の存在自体に否定的な意見も多くあがっていました。

私たちの研究グループでは、脳磁界計測を用いて、骨導超音波が重度感音性難聴者の大脳聴覚野を活性化させていること、骨導超音波を振幅変調することで音声情報の伝達までもが可能であることを、世界で初めて客観的に証明しました（図1）。これらの成果は骨導超音波を利用した重度難聴者のための新型補聴器（骨導超音波補聴器）の開発へと発展しています。

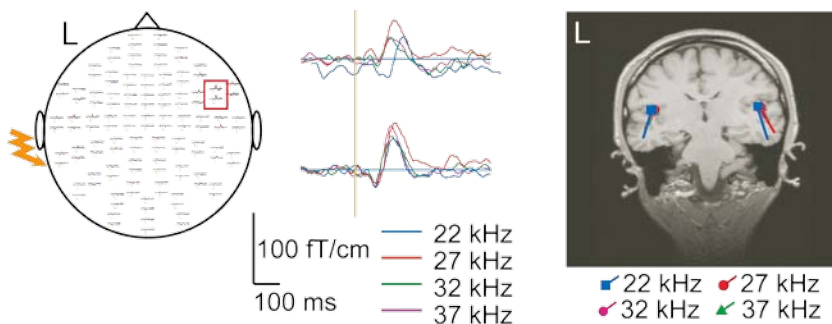


図1 脳磁界計測で明らかにされた骨導超音波による聴覚野活動（聴覚健全者）

知覚特性・神経生理メカニズムの解明

補聴器開発においては、知覚特性に応じた最適化が不可欠です。また、福祉機器である以上、「どのようなタイプの難聴に有効なのか」という適応基準の確立も必要です。そのためには、骨導超音波の知覚特性や神経生理メカニズムの解明に取り組む必要があります。

それまでも、骨導超音波の知覚メカニズムに関して、少数の報告例はありましたが、統一的な見解が得られていたとはいえませんでした。一般に、神経生理メカニズムの解明には動物実験が有効ですが、“超音波”の周波数範囲は動物の種によって異なりますし、聴覚の末梢メカニズムには頭部のサイズそのものが大きく影響します。そのため、骨導超音波知覚においてはヒト

を対象とした研究がとりわけ重要となります。私たちは、ヒトを対象とした聴覚心理計測や神経生理計測、さらには音響物理計測、コンピュータ・シミュレーションなどの様々な手法を駆使することで、骨導超音波の知覚特性や神経生理メカニズムの解明を図っています（図2）。これまでに、通常の聴覚とはやや異なる骨導超音波独特の知覚特性を明らかにしてきました。また、骨導超音波も通常の聴覚器官（内耳や聴覚神経路）によって知覚されているものの、そこでの処理のされ方が通常の音（気導音）とは少し異なっている可能性のあることがわかってきました。

補聴器の開発と評価-第1種基礎研究と第2種基礎研究のループ-

基礎的な骨導超音波知覚研究で得られた成果を活かして、重度難聴者のための骨導超音波補聴器の開発に取り組んでいます。骨導超音波補聴器では、音声で振幅変調した約30 kHzの超音波が骨導で呈示されます。そのままでは十分な明瞭性や装用感が得られませんので、音声信号処理方式や呈示方式に知覚研究の成果に基づいた改良を加えていくこととなります。改良された（はずの）骨導超音波補聴器の性能を聴取試験で評価し、施した改良点の是非を検証します。うまく改良されて



1999年、電子技術総合研究所入所。非侵襲的神経生理計測、心理計測、物理計測、コンピュータ・シミュレーションなどを駆使したヒト感覚機能推定と、医用機器、福祉機器、環境設計への応用に関する研究を進めています。感覚機能の解明という基礎研究と産業の融合を目指しています。

中川 誠司（なかがわ せいじ）
人間福祉医工学研究部門
くらし情報工学グループ

いなければ、また基礎研究に戻って新たな改良方式を検討することになります。このように、基礎的な知覚メカニズム研究（第1種基礎研究）と、その成果に基づく補聴器の最適化プロセス（第2種基礎研究）のループを描くように研究が進められてきました。

もっとも、知覚メカニズムそのものは非常に複雑で、長く研究を続けても完全に解明することはできません。効率よく開発を進めるためには、まず補聴器の最適化プロセスにおいて解明が必要な部分を明らかにしたうえで、的を絞った基礎研究を進める必要があると考えています。

なお、現在のところ、開発した補聴器を用いて、最重度感音性難聴者の半数強が何らかの音声を知覚可能、約3割が簡単な単語を聞き取ることができるといった画期的な成果をあげています。

製品化に向けて

近い将来の骨導超音波補聴器の実用化を目指して、国内最大の補聴器メーカー・リオン株式会社や奈良県立医科大学、同志社大学、県立広島大学との共同開発を進めています。明瞭性など

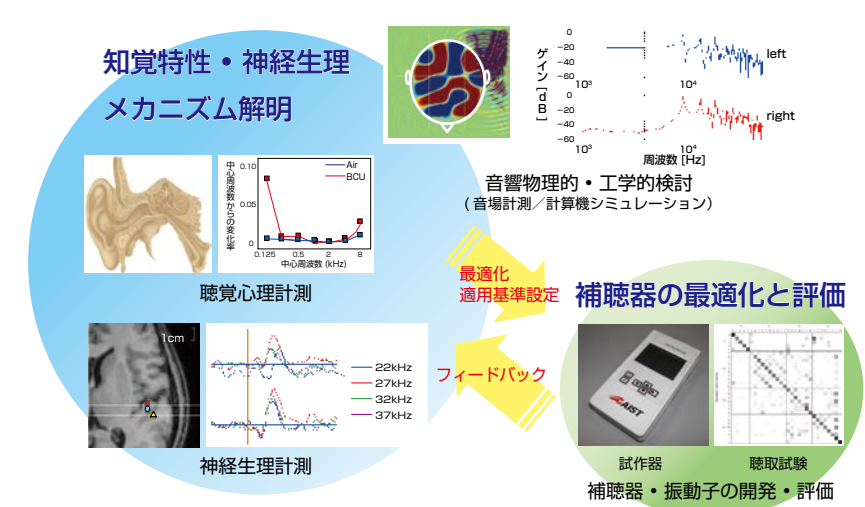


図2 知覚メカニズム研究と補聴器最適化研究のループ

の基本的な性能はある程度達成されていますが、製品化のためには使い勝手、デザインまでを考慮した総合的な開発が欠かせません。使用者個々の聴力や知覚特性に基づいたチューニングを施す機構や、トレーニングプログラムの開発に取り組む必要もあります（図3）。また、他の研究機関と連携して、骨導超音波暴露に関する安全基準の策定の取り組みも開始しました。骨導超音波補聴器は容易に着脱可能で、会議中やテレビ視聴中といった一時的な装用もできます。

重度難聴者にとっての聴力回復手段の選択肢が増えるという意味で、大きな意義をもつものだと考えています。

なお、骨導超音波研究で生まれた要素技術は、重度難聴者用の耳鳴遮蔽器の開発や、従来型の骨導補聴器の改良などへも応用されています。骨導超音波知覚にまつわる標準策定への取り組みも模索しています。基礎研究の成果を生かすためには、応用分野の開拓も怠ってはいけないと思います。

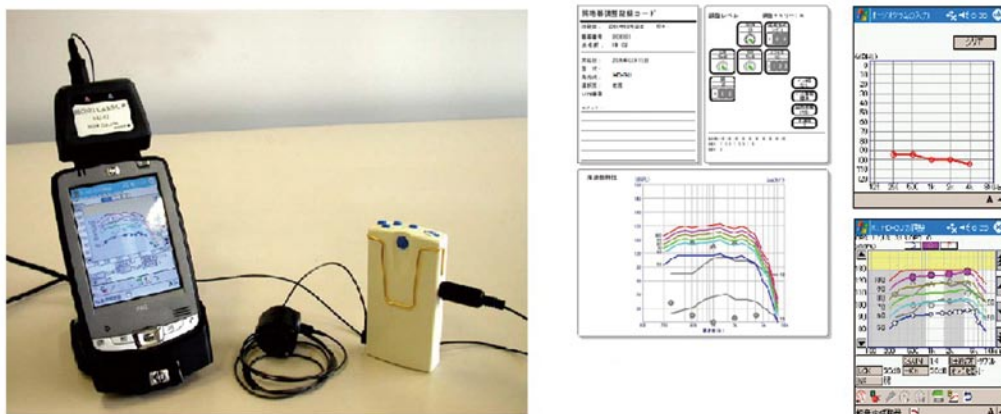


図3 リオン株式会社の協力によって試作された骨導超音波補聴器

リサイクル原料化技術における本格研究 新しい作用機構を利用した粒子分離技術の開発

リサイクル原料化技術

リサイクル原料化技術は、リサイクルの中間処理プロセスの中で使用済み製品を解体、粉碎、成分分離して、粉体原料とする技術です。このプロセスが低コスト、低環境負荷になされなければ、リサイクル原料として有価で流通することができず、焼却、埋立を余儀なくされます。このようにリサイクル原料化技術は、循環型社会の基礎を支える重要な技術です。バブル崩壊後、廃棄物処分場の逼迫や不法投棄などの問題が明らかになり、リサイクルを急速に推進する必要性が生まれました。この時の関心は最終処分量の減量にあり、中間処理の対象は大量に廃棄される鉄、アルミ、プラスチック、ガラスなどで、リサイクル原料化には低コストで大量に処理が可能な技術が求められていました。即応性が要求されたこともあり、成分分離には鉱山や化学プラントなどで利用される既存の比重分離装置が多く利用されました。ところがここ数年、中国の急速な経済成長なども影響し、資源価格の高騰が続いています。特に、わが国におけるハイテク機器製造に不可欠な希少金属類の価格高騰が著しく、永続的な安定供給を保障するためにこれらのリサイクルを推進することが重要視されています。希少金属類は従来の対象と比べ高価であり処理量も多くあり

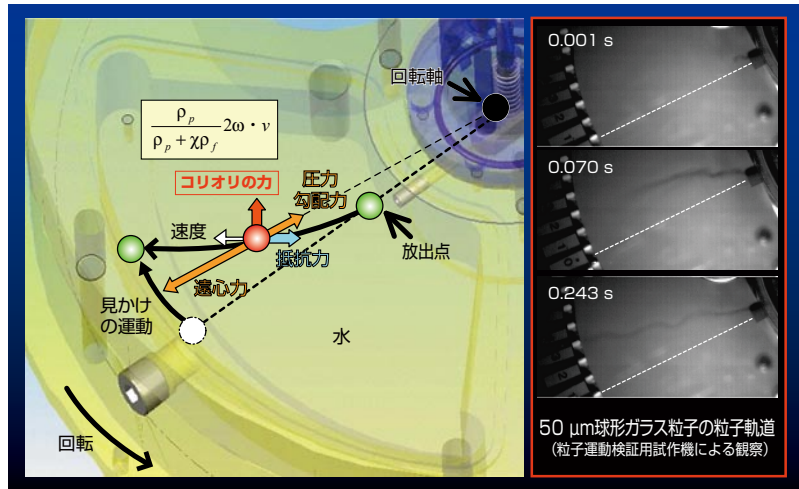


図1 コリオリの力の顕在化による粒子の軌道

ませんが、製品中の濃度が低い、元素種が多い、形態が複雑であるなど、分離技術の立場からみればより困難度の高い対象となります。希少金属リサイクルを効率よく実施するには、「量のリサイクル」から「質のリサイクル」へ技術を転換する必要があります。

比重分離の作用機構と問題点

比重分離は粒子運動差発生の環境により、定常運動する流体中、脈動運動する流体中、壁面摩擦が発生する流体中の3つのタイプに分類することができます。粒径がおおむね1 mm以上の粒子では流体には空気が利用可能で

すが、μmオーダーの微細な希少金属を回収するには、精密な粒子運動制御が可能な水中での分離が有利になります。特に100 μm以下の粒子を速やかに分離するには、これらの作用環境に遠心場を組み合わせた分離機構が適用されます。遠心場利用の比重分離は、ケミカルフリーで環境低負荷に微粒子の成分分離が可能なので、アメリカ、カナダ、オーストラリアなどの資源国を中心に、近年、多くの新型装置が開発されています。しかし、これらの新型装置は原則として、粒子速度の大小により粒子群をだまかに2分するものでした。また、流体中の粒子速度は、粒子径と粒子比重の両方に依存するため、事前にサイズを揃えておかなければ比重分離ができないこと、分級装置（サイズ分け）として利用する場合であっても数μm以下の粒子に対する高精度分離は困難なことなど、未だ克服できていない問題点が多々あります。これは、従来機並びに新型装置は上記した3タイプのいずれかに属し、同じ作用機構の元で分離されていることに原因があります。



早稲田大学助手を経て1995年資源環境技術総合研究所入所。入所以来、粒子の粉碎、単体分離、成分分離など、高純度化のための技術を検討して参りました。現在は、使用済み製品からの有用成分回収、製造工程内の原料再利用、原料高純度化による使用量削減など3R促進のための粒子分離技術を研究しております。プロセス開発のみならず、コリオリ・セパレータのような新しい要素技術開発にも力を入れております。

大木 達也 (おおき たつや)
環境管理技術研究部門
リサイクル基盤技術研究グループ

コリオリ・セパレータの開発

未だ、「量のリサイクル」が叫ばれている時代から、比重分離の高精度化に向け、新しい作用機構による分離技術の研究を行ってきました。比重分離の問題点を克服した工業利用可能な分離技術の研究がスタートしたのは2001年頃からです。従来の技術では、制御可能な作用力として、遠心力、抵抗力と壁面との摩擦力が利用されてきました。従来とは異なる作用機構を実現するため、比重分離に未利用の作用力を見出し、それによる効果を計算により推定するとともに、未利用作用力の発現機構を考案し、装置を試作して粒子の運動解析をする作業が進められました。その成果の1つとして、遠心場における水中の粒子速度差を粒子軌道の差に変換できるコリオリ・セパレータを考案し、装置化に向けた検討を行っています。これは、通常、地球科学などの分野で扱われるコリオリの力を、小さな遠心分離層内で顕在化させることにより、従来の機構にない粒子運動を実現させた装置です。基本的には、①回転系に対して水を静止させ、②一定回転に達した後、③1点から粒子を水槽内に放出する、という3つの

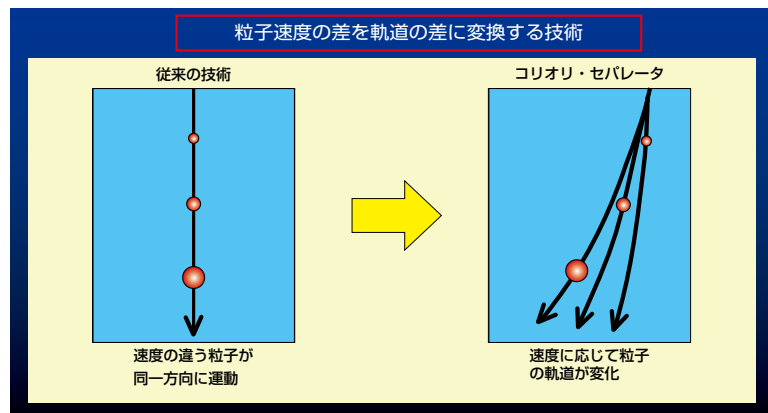


図2 コリオリ・セパレータの特徴

条件を満たすことによりその顕在化が可能となります。コリオリの力は回転系において、進行方向直角に反回転方向に作用する力で、粒子速度が大きいほど強く作用します。つまり、遠心方向への速度が大きい粒子ほど、コリオリの力が強く作用して曲がりが大きくなります。従来は比較的速度の速い粒群と、比較的速度の遅い粒群の2つに分けることしかできませんでしたが、この機構を利用すれば、粒子速度に応じて粒子軌道を何分割にもできるため、多種の粒子を成分ごとに同時に分離することが可能となります。

開発の展望

コリオリ・セパレータは研究終盤の段階で装置化には至っていませんが、今後、実用化を目指すとともに、多様な用途の開拓も行おうと思っています。また、これ以外にも未利用の作用力を利用した分離装置を考案中であり、事前にサイズを揃えなくとも比重分離できる技術や、サブミクロン粒子の高精度分級が可能な技術など、比重分離技術のさらなる高度化を目指しています。

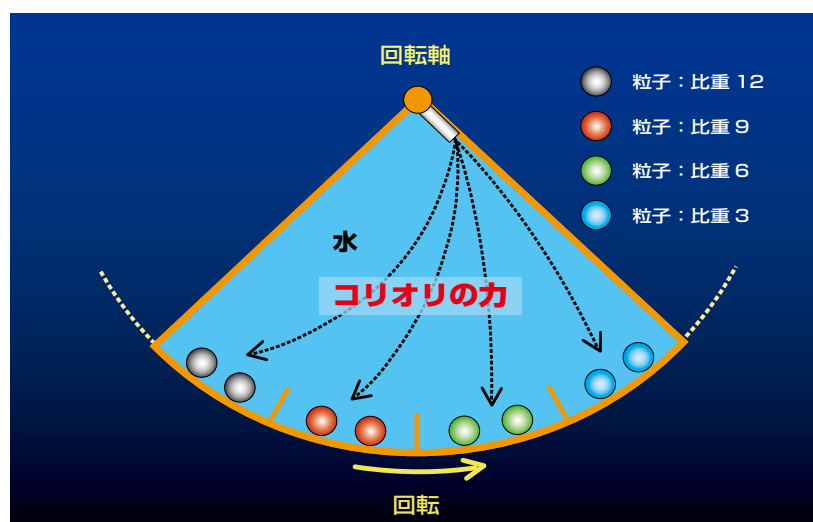


図3 コリオリ・セパレータの粒子分離イメージ

マイクロシステムインテグレーションの本格研究 ユビキタスセンサーネットワーク用の MEMS デバイス 開発

ユビキタスセンサーネットワークと MEMS

最近TVコマーシャルなどでも時々耳にするようになったユビキタスセンサーネットワーク技術とは、無線通信機能のある小型センサーを人やモノにつけておいて、それら自体あるいはその周辺のさまざまな状況・環境を自動的にキャッチしてしかるべき対策を打てるようにする技術で、安全・安心や医療・健康分野での応用が期待されています。小型センサーは、図1のように、(複数の) センサー素子、無線通信素子、マイコン、電池などから構成されます。このセンサー素子 (パッケージされているのでズームしても中身は見えません) を製造する技術がMEMS (Micro Electro Mechanical Systemsの略) 技術で、半導体製造技術を応用して微小な機械素子と半導体素子とを一緒に作り込む手法です。ゲーム機のコントローラーに使われる加速度センサーや画像プロジェクトに使われるマイクロミラーアレイデバイスなどがMEMS デバイスの実用化代表例で、近い将来ユビキタス市場を創出するキーテクノロジーとしても注目を集めています。

私たちは、ユビキタスセンサー用の MEMS デバイスを開発することで、実用的なユビキタスセンサーネットワークシステムを実現することを目指し

た研究を行っています。超高感度環境センサーやエネルギーハーベスティングデバイスの開発など、ユビキタスセンサーの実用化進展にはさまざまな MEMS デバイスに関わる本格研究が必要なのですが、ここではその一例として私たちが取り組んでいるアニマルウォッチセンサー開発プロジェクトにおける低消費電力MEMSセンサーについて紹介します。

鳥インフルエンザ問題とアニマルウォッチセンサー

ここでアニマルウォッチセンサーについて少し説明します。最近、感染爆発やパンデミック・フルーという言葉をよく耳にするようになりました。新型インフルエンザは、鳥インフルエンザウイルスとヒトインフルエンザウイルスが再集合することなどにより変異し出現するとされ、ほとんどの人が免疫を持っていないため、世界的な大流行 (パンデミック) を引き起こし、大きな健康被害とこれに伴う社会的影響をもたらします。厚生労働省の推計では、1918年に発生したスペインインフルエンザ級の重度のパンデミックが起こった場合には、わが国の死亡者数は64万人にも達するとされています。この新型インフルエンザの出現時期を正確に予知することは困難ですし、また、

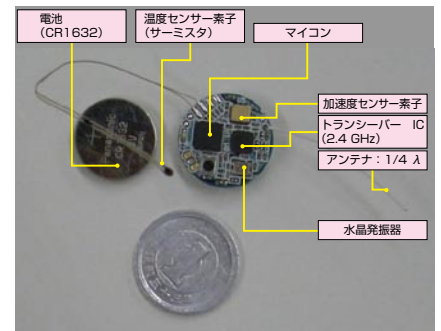


図1 無線センサー (端末) の一例

その出現そのものおよびわが国への侵入を阻止することは不可能です。

しかし、鳥インフルエンザのまん延防止対策を的確に講じれば、出現を遅らせることは可能であると考えられており、例えば抗インフルエンザウイルス薬の備蓄やプレパンデミックワクチンの開発などできる限りの適切な対策を用意する時間を稼ぐために鳥インフルエンザの監視・対策を行うことは大変重要なことです。私たちは、図2に示すように、^{かきん}家禽における高病原性鳥インフルエンザのサーベイランスシステムを、ユビキタスセンサーネットワーク技術で実現しようという試みを行っています。

これは、特殊なシステムに見えるかもしれませんが、実はこの開発を通じて愛玩動物や野生動物などを含めさまざまな動物の声を聞くためのアニマルウォッチセンサーネットを実現したいと考えています。パンデミック・フルーも一種の自然災害ですが、私たちは時に動物が非常に敏感に自然災害や異常の前兆をキャッチすることを知っています。この動物からの警告を的確にとらえることにより、さまざまな災害による被害を小さくできるはずです。この動物 (自然) と私たちとの間のコミュニケーションツールがユビキタスセンサーネットワーク技術だと思っています。



入学以来 24 年間に在籍した大学をようやく卒業して、2007 年 7 月に産総研に入所しました。微細加工やマイクロ実装といった分野を自身の専門と称してきましたが、産総研ではこれらの専門分野を活かすとともに、東京大学との包括連携なども活用して、ここで紹介したような MEMS デバイスの本格研究や異分野融合型次世代デバイス製造技術の開発、先端微細加工分野のイノベーション人材育成などに取り組んでいるところです。

伊藤 寿浩 (いとう としひろ)
先進製造プロセス研究部門
ネットワーク MEMS 研究グループ

ユビキタスセンサーを低消費電力化する MEMS デバイス

具体的には、養鶏場の全羽あるいは一定割合の鶏に小型センサーをつけて、その体温や活動量をモニターすることで、鶏の集団としての健康異常をいち早く自動検出するネットワークシステムの開発を目指しています。その実現には、センサーの低価格化はもちろんのこと、つける方法や外す方法などさまざまな解決すべき課題があります。こういったユビキタスセンサーの共通の技術課題は、その低消費電力化です。というのも、人のように充電を行ってくれるものにとりつける場合を除いて、センサーはメンテナンスフリーでなければいけませんし、また鶏などの小動物に貼りつけるとなると小型であることは必須で、例えば腕時計用の0.5 g程度のボタン電池で1～2年保つようなセンサーでないといけないと考えています。

センサーの消費電力を大幅に減少させるための方法の1つが、センサーの待機状態を、時計用クロック動作や計

数動作も止めたスリープ（休眠）状態とし、必要に応じてセンサーを自動的に目覚めさせて動作させるというものです。私たちは、この自動的に目覚めさせ動作させることを担う、小型かつ安価でほとんど電気を食わないセンサー素子をMEMS技術で実現する研究を行っています。これは、例えば加速度センサー素子の場合ですと、設定した値を超える加速度がかかるとスイッチがONになるようなものです。スイッチの開閉検出のみであれば、待機電力は、ほぼゼロか非常に低い消費電力で可能ですので、超低消費電力型のセンサーが実現できます。写真は、このタイプの加速度センサー素子をアレイ状に配列したもので、複数の加速度値に対応できるようにしてあります。もちろん、このようなセンサーの製造技術にもさまざまな技術的課題はあるのですが、開発のポイントの1つは、鶏用のシステムの場合ですと、実際の鶏の病変検出に適した“値”を得ることです。そのために独立行政法人農業・生物系特定産業技術研究機構

動物衛生研究所と共同で図1に示す小型無線センサーを使った感染実験を行っています。

実用化に向けて

養鶏場用の鳥インフルエンザサーベイランスシステム（鶏の健康モニタリングシステム）は、4～5年後の実用化を目指して開発を行っています。わが国の卵用鶏と肉用鶏はそれぞれ1億羽程度ですが、全世界には約250億羽の鶏が飼われていますので、国際的な貢献という観点からも大きなインパクトのある研究開発と考えています。もちろん、このような専用のMEMSセンサーを用いた低消費電力小型ユビキタスセンサーは、安全・安心のためのさまざまなモニタリングシステムとして応用できるはずですので、MEMSデバイスの実用化加速のためにも、皆様から「こんなことができないか？」といったいろいろなご意見を頂ければ幸いです。

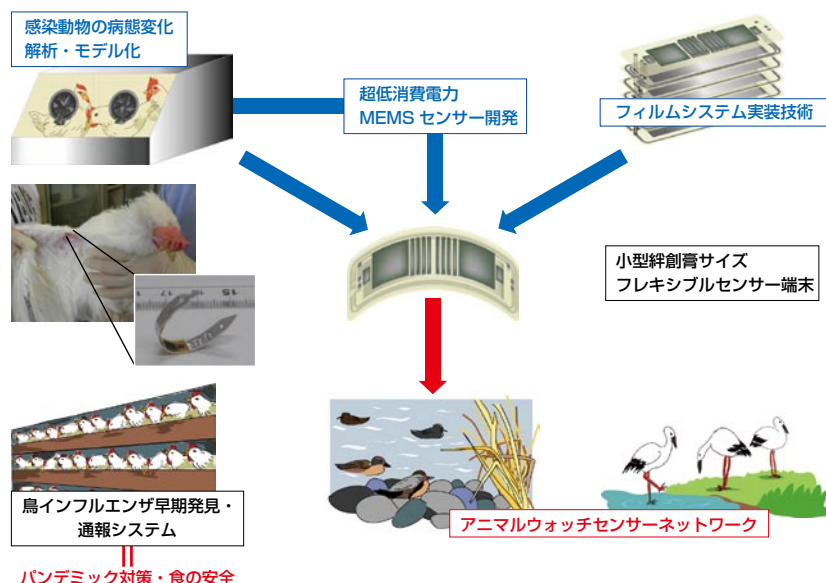


図2 安全・安心のためのアニマルウォッチセンサーの開発

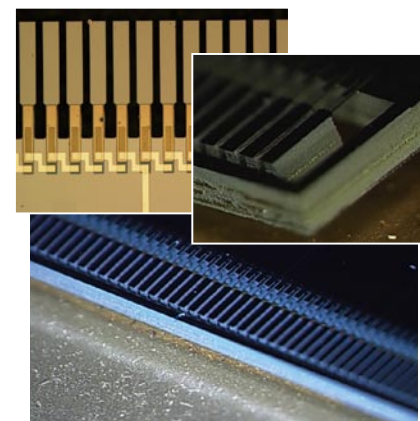


写真 圧電 MEMS 加速度センサーアレイ

固液界面のその場観察における本格研究

スラブ光導波路分光法の開発と紫外可視域の吸収スペクトルのその場測定

固液界面のその場観察

固液界面にかかわらず、界面で生じている現象をその場観察することは非常に困難です。それは数nm程度の幅の界面に存在している対象物質の量が非常に少ないため、測定方法が高感度であるとともに、界面に存在している少量の物質とバルクに存在している物質を区別することが必要だからです。近年のナノテクノロジーの進展に伴い、対象とする物質の大きさが小さくなるのに従って、バルクに対する界面の重要性はより大きなものになっています。

スラブ光導波路分光法の開発

スラブ光導波路 (slab optical waveguide: 以下SOWGと略す)とは平板型の光導波路のことで、高屈折率(コア)と低屈折率(クラッド)の薄膜を組み合わせて構成され、界面で生じる全反射を利用して光を伝播させています。情報・通信では遠方まで光を運ぶためコアをクラッドで覆った光ファイバーを用いますが、SOWGではエバネッセント波を利用するため少なくとも試料と接する部分はコアを剥き出しにする必要があります。SOWGは比較的早くから分析化学・表面分析で用いられてきましたが、光の屈折や反射を利用する



図1 スラブ光導波路分光法の模型図と写真

測定法であり波長と伝播できる角度が一義的に決まるため、従来はレーザーの単一波長の光を用いその光強度が増加あるいは減少することを利用して表面・界面上あるいはその近傍で起きている現象を測定してきました。1993年に加藤 健次さん(現計測標準研究部門)が、入射光側のカップリングプリズムの前にレンズを配置し、異なる波長の光を対応する角度でSOWG内に入射させる方法を発明し分光することに成功しました。これによってSOWG表面に単分子層以下程度の量で吸着している物質の紫外可視領域の吸収スペクトルのその場測定を行うことが可能になりました。この測定方法は世界に先駆けて産総研が開発したオリジナルです(図1)。

これまでのSOWGを用いた研究では、高感度化や物理化学的に定量分析を実現するため、例えばイオン交換で表面からきわめて近い層の屈折率だけ変化させたシングルモードのSOWGを用いてきました。現在はSOWG上に置いたグリセリン滴に入射用の光ファイバーを直接挿入し、白色光をSOWG内に導入しています。この方法では数十 μm 程度の厚みを持つ薄板状のガラスや石英をそのままSOWGとして用いることができるため、安価で、SOWGごとの性能の差が小さく、光透過が容易なため実験が簡単で、長時間に亘って安定に実験が行えるなどの特徴があります。さらに再現性が高くなり高感度化が達成されたため、時間分解吸収スペクトル測定を行うことが可能になり、タンパク質や色素分子の初期吸着過程のその場観察ができ、分子間相互作用の解析を行えるようになりました。

スラブ光導波路分光法の固液界面への応用

私が旧物質工学工業技術研究所に入所した1993年に同じ部の先輩であった加藤さん、高津章子さん(現計測標準研究部門)と知り合い、固



旧物質工学工業技術研究所一期生イコール、「バブル入所組」です。近年の厳しい採用形式にもまれている若い世代に負けないよう、1つ1つ確実に成果を積み上げていきたいと感じています。将来は自分のためにも、介護ロボットの開発(化学センサー)に携わりたいと感じている今日この頃です。
1993年、東北大学工学研究科応用化学専攻博士後期課程修了。

松田 直樹(まつだ なおき)
生産計測技術研究センター
表面構造計測チーム

液界面のその場観察を開始しました。当時は何に应用したらよいのか全くわからず試行錯誤が続きました。ちょうど学生の時に感じていた素朴な疑問、「タンパク質は電極表面に吸着すると構造変化を起こして電子移動ができなくなると考えられているが本当か?」、「色素増感太陽電池で用いられる色素の吸収スペクトルはバルクと界面で一致するのか?」ということを確認できるのでは、と簡単に考えて実験を開始しました。当時の装置は感度が低くまた実験が困難であったため、結果が伴わない苦しい時代が続きました。特に界面の現象はちょっとした条件の違いでも大きな違いが生じることが多く、再現性に欠けるとい問題があります。また、今まで誰も観察したことがないデータであるため再現性が得られても真の値として信頼できるか、という疑問がなかなかぬぐえません。そんな中でも、当時、国際的な学会の会長をされていたある先生から、面識がないにもかかわらず「非常に面白い研究ですね」とお褒めの言葉を頂いたことが支えになったりと、少しずつ追い風が吹きはじめました。新しい分野に

おける研究の進め方はいくつかあると思いますが、データの信頼性はもつとも重要なことであり、最低限確保することが必要不可欠です。焦らずにマイペースで実験を続けたことが、今につながっていると感じています。

SOWG分光法の最大の長所は吸収スペクトルが得られるため、分子の機能が観察できるということです。ほかの測定法、例えば表面プラズモン共鳴法 (SPR) や水晶発振子マイクロバランス法とSOWG分光法を比較すると感度に関しては非常に劣ります。一方、これらの測定法ではある1つの物性値を観察するだけなので、対象としている物質が1つに限られているような単純な系では重要な役割を果たします。しかし、タンパク質の電子移動に際して酸化体と還元体の区別ができない、あるいは複数の分子や吸着状態が関与する系では情報が区別できない、などの欠点があります。SOWG分光法は感度で劣りますが、単分子層以下程度の吸着量でも重要な反応や現象は多くあります。近年ではガスセンサーやバイオセンサーとして企業と共同開発を行っています (図2)。

今後へ向けて

同じことを続けていくのは非常に大変なことですが愚直に同じことを続けていくことも非常に重要ではないか、と実感しています。文献を調査し過ぎると、どうしても他人の研究が気になり引きずられてしまうことがあるかもしれません。研究はギャンプル性が強いという側面を持っており、若いうちは自分の世界に浸る期間も必要です。そういう意味では、同じテーマで研究を継続することを許されたのは非常に幸運だったと感謝の気持ちでいっぱいです。

15年を経て、測定法としてやっとな程度のレベルまで来たように感じますが、実際にセンサーへ応用することを考えると、まだまだ今後解決すべき検討課題は山積みです。特に界面の修飾方法や装置の高機能化は、早急に解決しなければなりません。これからはますます重要性や汎用性が増していくことが期待できる測定法ですが、まだまだ手探りで進んでいる部分が多いのも事実です。何とか定年退職までに、社会に役立つ装置として世に送り出したいと願っています。

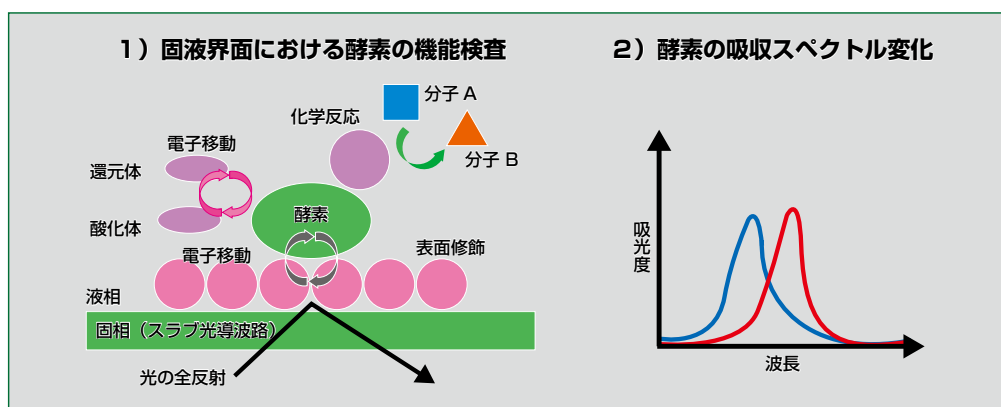


図2 スラブ光導波路分光法を利用したタンパク質の機能検査

遠心力を利用して厚膜熱電素子を作製

高効率熱電素子の実現に近づく



杵鞭 義明

きねむち よしあき

y.kinemuchi@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
研究員
(中部センター)

無機・金属材料のプロセス研究に従事しています。特に外力場を利用することで特徴的な微構造を発現させ特性の向上を図っています。これらの材料は莫大なエネルギーを投入して製造されますが、その多くが廃熱となっています。熱電発電は未だ多くの問題を抱えていますが、エネルギーの有効利用を目指して、電気炉や鋳物プラントへの実用化研究を進めています。

関連情報:

● 共同研究者

石黒 裕之 (新東工業株式会社)、内村 勝次 (新東パイセラックス株式会社)

● 参考文献

特開 2004-210593「遠心焼結装置」(渡利 広司、杵鞭 義明、内村 勝次、石黒 裕之、森光 英樹)

● プレス発表

2008年3月10日「遠心力を利用して厚膜熱電素子を作製」

熱電発電

熱電発電とは、熱エネルギーを直接電気エネルギーに変換する技術です。特徴として、可動部分がないため信頼性が高くメンテナンスフリーで長寿命であること、小規模でも効率が低下しないことなどが挙げられます。

熱電厚膜を用いた発電素子は、形状デザインの自由度が高いため、希薄かつ分散した多種多様な熱エネルギー源に適用しやすく、廃熱エネルギーの有効利用のためには重要と考えられています。

遠心加圧溶融法

私たちは、遠心力による均一加圧を利用した新プロセス(遠心加圧溶融法)を開発し、ビスマス-テルル系高性能熱電厚膜の作製に成功しました。この方法では、あらかじめ溝加工を施した型(絶縁酸化物の基板)に原料粉末を所定量充填した後、蓋をかぶせて閉鎖空間とします。この基板に、厚さ方向の遠心力を加えながら、原料を溶融・凝固させて熱電厚膜を得る方法(図1)で、密度がほぼ100%の膜が得られ出力の増加に貢献します。また、メッキ法に比べて簡単な工程であり、かなり厚い膜を作製することもできます。

遠心加圧溶融法によってビスマス-テルル系熱電厚膜(厚さ200 μm、幅3 mm、長さ12 mm)を作製したところ、室温での出力因子が 4.2×10^{-3} W/mK²であり、無次元性能指数は熱電材料として実用レベルである1を上回っていました。均一加圧など遠心加圧溶融法特有の要因で、基板の厚み方向にc軸がそろった単結晶に近い構造ができたため高い電気伝導率が達成され、このような高性能が実現したと考えられます。

遠心加圧溶融法によって作製した厚膜熱電素子を図2に示します。溝加工を施した基板にビスマス-テルル系p型、n型となる組成の原料粉末を交互に充填し、1000 Gの遠心力を加えながら、材料の融点以上に加熱し、冷却することでp型、n型熱電厚膜素子を作製しました。得られた厚膜熱電素(厚さ200 μm、幅1.5 mm、長さ12 mm)は7対のp-n素子対で構成されており、すべての素子が高い出力因子を示しました。

今後の展開

実用可能な熱電発電素子の開発を進め、廃熱エネルギーの有効利用を実現させ、エネルギー・環境問題に貢献していきたいと考えています。

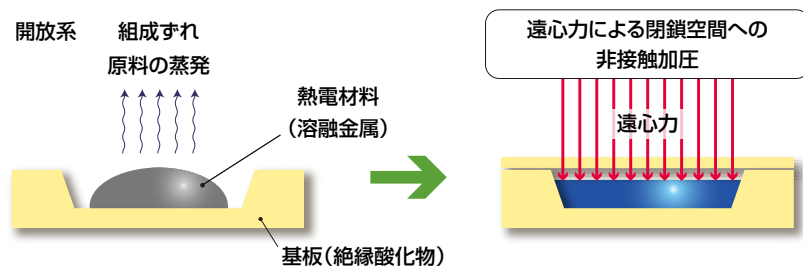


図1 遠心力による密閉空間への非接触加圧により高性能熱電厚膜の作製が可能

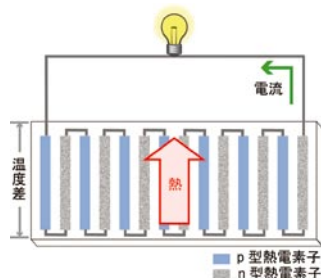


図2 遠心加圧溶融法によって作製した厚膜熱電素子

炭化ホウ素セラミックスの実用的な常圧焼結法

最も硬く、最も軽い実用セラミックスを安価に製造可能に



吉澤 友一

よしざわ ゆういち

y.yoshizawa@aist.go.jp

先進製造プロセス研究部門
高性能部材化プロセス研究グループ長
(中部センター)

セラミックスは、化学的に安定で耐熱性、硬度、弾性率に優れ、金属材料に比べて軽量です。また、タングステンやニッケルなどのレアメタルではなく、アルミニウムやシリコンなどの多量に産出する元素をベースとする材料が多いのも特徴です。これらのセラミックスの耐熱性や硬さのみならず、軽量高剛性などの有利な点を多くの部材に適用することを目的として高性能な構造用セラミックス材料の開発と製造プロセスの改良を目指しています。

関連情報:

● 共同研究者

周 游、宮崎 広行、日向 秀樹
(産総研)、熊澤 猛、泉水 良之、
本多 徹 (美濃窯業株式会社)

● プレス発表

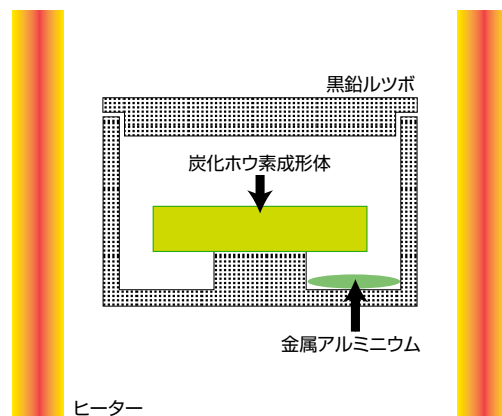
2008年3月13日「炭化ホウ素セラミックスの実用的な常圧焼結法を開発」

新たな常圧焼結法の開発

現在、炭化ホウ素セラミックスの工業的な焼結法としてホットプレス法が用いられています。この方法では原料粉末を耐熱性の型に入れて高温で加圧する必要があるために、単純な形状の成形体しか焼結できず、また、焼結後に高価なダイヤモンド工具を用いた研削加工によって、所要の形状に加工する必要があります。そのため、製造コストがきわめて高く、製造できる形状、大きさなどにも大きな制約があります。

一方、加圧を必要としない常圧焼結法に関するこれまでの研究では、比較的大量の焼結助剤(焼結を促進する補助材料)を添加するものがほとんどでした。焼結助剤を添加すると、炭化ホウ素セラミックスがもつ高硬度、軽量性という利点が損なわれるため、大量に添加することは避ける必要があります。

私たちは、美濃窯業株式会社と共同で加圧や焼結助剤の添加をせずに、金属蒸気を含む雰囲気中で焼結すると炭化ホウ素セラミックスの緻密化が大幅に向上すること、金属蒸気としては、特にアルミニウムにその効果が大きいことを新たに発見しました。具体的には、黒鉛ルツボの中に焼結助剤を添加していない炭化ホウ素成形体と金属アルミニウムを接触しない位置に配置し、常圧のアルゴン雰囲気、焼結温度2200℃以下で焼結したところ、理論密度の95%を超える高密度な炭化ホウ素セラミックス焼結体を得ることができました。



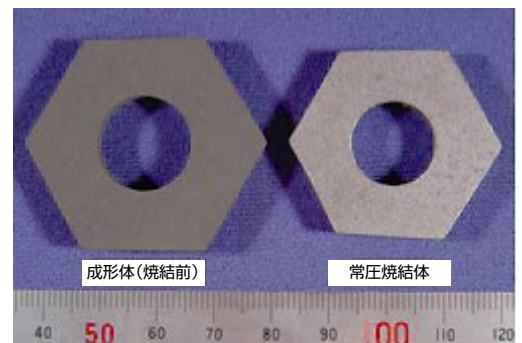
開発した焼結方法

得られた炭化ホウ素セラミックス焼結体には、1重量%未満のアルミニウムが含有されますが、ごく少量であるため炭化ホウ素セラミックスの性能には影響しません。また、成形体にシリコンやタングステンなどの他の焼結助剤を1重量%程度添加することによって、さらなる高密度化も達成されました。

今回の開発により常圧焼結が可能となったため、1回の焼結で多数の焼結体が製造でき、これまでのホットプレス法と比較して大幅な生産性の向上が期待できます。また、既存の種々の成型法を利用して、所要の形状(複雑な形状を含む)を成形できるため、焼結後の研削加工が最小限となり複雑形状部品を安価に作製することが可能となりました。これらの生産性の改善から、製造コストを単純形状品で2/3、複雑形状品では1/10以下に低減することも期待できます。

今後の展開

この技術は、きわめて硬くて軽く、比剛性の大きい材料を安価に供給できる技術であり、これまで炭化ホウ素セラミックスが使用されているサンドブラスト用のノズルやメカニカルシールなどの低価格化、さらに耐摩耗部品やハードディスク基板、半導体露光装置用高速移動ステージ、複雑形状の機械部品など、軽量性・耐摩耗性が要求される用途への新たな展開を図りたいと考えています。



炭化ホウ素セラミックスの成形体(焼結前)と常圧焼結体の外観

新しい高効率色素増感太陽電池の開発

これまでのタンデム型色素増感太陽電池の変換効率を超える新技術



杉原 秀樹

すぎはら ひでき

sugihara-hideki@aist.go.jp
エネルギー技術研究部門
太陽光エネルギー変換グループ長
(つくばセンター)

旧物質工学工業技術研究所から、色素増感太陽電池の研究を「光反応制御・光機能材料」のCOEプロジェクト、NEDOプロジェクトなどで継続して行っています。元来は有機化学が本職でしたが、総合的な技術が必要となる本課題に、グループのさまざまな専門の人たちと協力し、将来の実用化を目指しています。

関連情報:

● 共同研究者

佐山 和弘、柳田 真利、倉重 充彦 (産総研)

● 参考文献

[1] W. Kubo et al., *J. Photochem. Photobiol. A: Chem.*, vol.164 pp. 33-39, 2004.

[2] M. Dürr et al., *Appl. Phys. Lett.*, vol.84 pp. 3397-3399, 2004.

[3] 柳田 真利 他、電気化学学会第75回大会 予稿集 1P07, 2008. 3

● プレス発表

2008年3月4日「新しい高効率色素増感太陽電池の開発」

色素増感太陽電池

色素増感太陽電池は、安価な素材を利用しており、製造プロセスが容易なため、シリコン太陽電池に比べて大幅なコストダウンが期待されます。また、電極基板材料や色素を変えることによって、形状や色彩に多様性をもたせることができます。例えば、基板をガラスからプラスチックフィルムに変えることでフレキシブルに、さらに、室内などの光の弱い場所でも発電できることからインテリア用、インドア用太陽電池としても利用できると期待されています。

タンデム型太陽電池

2種類の色素増感太陽電池を図1のように組み合わせ構成したタンデム型太陽電池は、短い波長の光を利用して高い起電力(電圧)を発生する電池を上部に、また長波長の光を利用して大きな電流を発生する電池を下部に配置することで、太陽光に含まれるエネルギーを効果的に電気に変換します。

上部の電池にレッドダイ (N719)、下部の電池にブラックダイ (N749) と呼ばれる増感色素を用いてタンデム構造の色素増感太陽電池を構成し、上部で短波長側の可視光エネルギーを、下部で長波長側の赤色光、近赤外光を電気エネルギーに変換させました。特に、①上部の電池でできるだけ高い電圧が出て、かつきわめて透明な酸化チタン膜電極を開発 ②下部の電池で多重積層構造の酸化チタン膜を利用の2点を検討しました。

上部の電池では、入射した太陽光のうち可視光を吸収して発電するとともに、利用できない赤外光、近赤外光はガラスや電極で反射や散乱させずに、下部の電池に到達させる必要があります。そのためには、透明性の高い酸化チタンの開発が必要でした。また、下部の電池は赤外光、近赤外光を内部に閉じこめて外部に逃さない状態(光閉じこめ)を実現します。粒子径の異なるさまざまな酸化チタンを多重積層構造にすることで、光を効率よく閉じこめることができます(図2)。また、上部の電池での光の損失を少なくするため、透明対極の開発も重要です。

これによって、タンデム型色素増感太陽電池

として、これまでの最高値を上回る11.0%の光電変換効率を実現しました。

今後の展開

今回確立したタンデム型電池の光散乱と光吸収を制御する基礎技術をベースに、今後、高い変換効率を維持しつつ、形状や製造プロセスの簡略化とさらなる低コスト化を図り、実用化を目指していきます。

また、現在は単セル型電池用の色素を用いていますが、タンデム型電池に最適な色素を開発することで、変換効率が大幅に改善されると期待しています。きわめて透明な酸化チタン電極と透明対極を用いた色素増感太陽電池は、見た目が美しく、ステンドグラスやインテリアなどへの応用も期待できます。

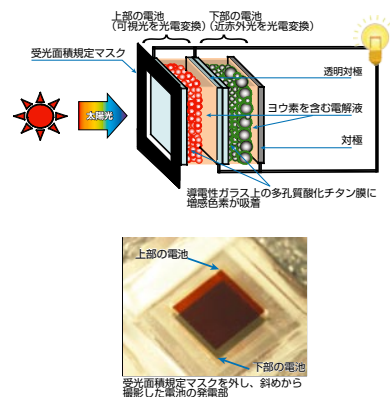


図1 タンデム型色素増感太陽電池の概略

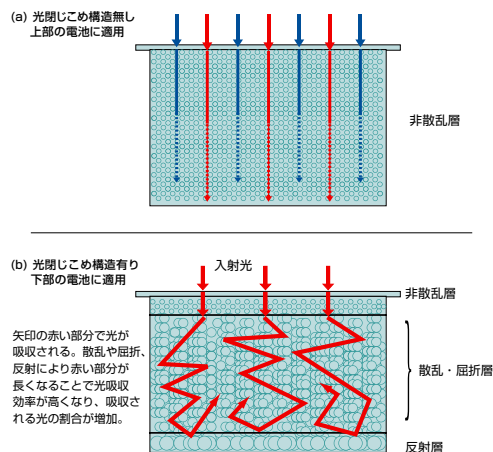


図2 上部の電池用にきわめて透明な酸化チタン電極を開発し、下部の電池では光閉じこめ効果を実現

光格子時計の開発

次世代の原子時計に向けて



安田 正美

やすだ まさみ

masami.yasuda@aist.go.jp

計測標準研究部門
時間周波数科 波長標準研究室
研究員
(つくばセンター)

2005年入所。次世代光周波数標準としての光格子時計の研究・開発を行っています。オールジャパン体制での光格子時計ネットワークの構築を目指しています。

関連情報:

● 共同研究者

河野 託也 (JST-CREST)、
洪 鋒雷、保坂 一元、稲場 肇、
大苗 敦、大嶋 新一 (産総研)、
香取 秀俊 (東京大学)

● 参考文献

○ M. Takamoto et al.,
"An optical lattice clock",
Nature 435, 321 - 324
(2005)

● プレス発表

2006年10月16日「光を用いた次世代原子時計の研究に大きな前進」

次世代原子時計は日本から

安全・安心な社会を構築し維持するためには、正確な計測が欠かせません。時間・周波数は、あらゆる計測量の中で、最も正確に計測できるものです。そして、長さや電圧など、他の基本単位の精度を支えています。

人類の文明発祥以来、連綿と続いてきた正確な時計を追求する動きは、今、わが国からの新しい風により、さらなる飛翔を遂げようとしています。その風とは、光格子時計という新しい原子時計です。

イノベーションとしての光格子時計

原子時計とは、原子中の電子の固有振動を振子として利用する時計です。現在、国際単位系(SI)における1秒は、セシウム原子のマイクロ波領域の振動によって定義されています。しかし、これよりも約10万倍速い光領域の振動を利用すれば、より細かく時間を刻むことができるので、より正確な原子時計が作れます。そのため、世界各国の標準研究所では、光領域の原子時計(光時計)の研究・開発が長年行われてきました。これらの研究が始まった当初は、この速すぎる振動を計測する実用的な手段がない、という大きな問題がありました。2005年のノーベル物理学賞の受賞理由にもなった、光コムの発明によって一挙に解決されました。

さて、これまで光時計には、大きく分けて2つのタイプのもので研究されてきました。1つが、空間中に強く固定された単一イオンを用いるもので、もう1つが、自由空間中の中性原子集団を用いるものでした。この両者は原子時計に求められる性能に関して相補的な長所と短所を併せ持つものであり、光コムの発明以降、性能評価が進むとともに、それらの限界も見えつつありました。ちょうどそのころ、2001年に東京大学の香取 秀俊 助教授(当時)が、その両者の長所のみを併せ持つ、光格子時

計のアイデアを提案しました。これは、複数のレーザー光を重ね合わせてできる光格子と呼ばれる容器に、多数の原子を閉じ込めたものです(図1)。一般には、この閉じ込め容器自体によって原子の固有振動数(振子の振動の速さ)が変化するという問題がありましたが、光格子用レーザーの波長を調整することで、その影響をなくすることができるという意外な発見が、この手法の最大の強みとなりました。産総研では、このアイデアの優秀さにいち早く着目し、共同でこの光格子時計の開発・評価を行ってきました。その結果、提案からわずか5年後の2006年に、ストロンチウム光格子時計が、国際度量衡委員会によって、“秒の二次表現”として採択されるに至りました。現在、世界の拠点的な10ヵ所以上の標準研究所で、光格子時計の研究・開発が活発に行われるようになってきました。このイノベーションは、近い将来、“秒の再定義”という歴史的なイベントにつながると期待されます。産総研でも2005年から、さらなる高性能化を目指して、イッテルビウム原子を用いた光格子時計の開発を始めました。現在は、レーザー冷却・捕獲用の超高真空装置や、レーザー装置の開発を行い、原子を光格子に捕獲できるまでの極低温に冷却することに成功しています(図2)。さらに、電子の振動を起こすために必要な、きわめて単色性のよいレーザーの開発も進めています。

今後の展開

現時点ではイッテルビウム光格子時計は開発途上にあり、今後は、光格子に原子を捕獲すること、光格子中の原子の分光を行うこと、など多くの作業を行います。初号機完成後には、性能評価のために2号機を立ち上げることや、国際比較のために必要なポータブル光格子時計の開発も進めていきたいと考えています。

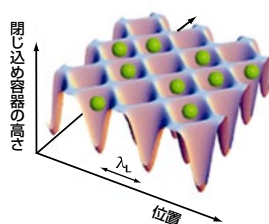


図1 光格子時計の概念図



図2 レーザ冷却・捕獲された原子

繰り返し使用できる吸着剤

活性炭とハイブリッド光触媒の組み合わせによる新機能性吸着剤

特許 第3837517号
(出願2001.9)

●関連特許

登録済み：海外2件
出願中：海外2件

研究ユニット：

サステナブルマテリアル研究部門

適用分野：

● 有害化学物質などで汚染された環境の浄化、脱臭、シックハウス対策、院内感染防止、インテリア

目的と効果

空気や水などの環境浄化（空気浄化、水質浄化、脱臭、シックハウス対策、院内感染防止など）を行うため、有害化学物質や悪臭、VOC（揮発性有機化合物）、雑菌、病原菌、ウイルスなどの環境汚染物質を吸着・分解する機能性吸着剤を開発しました。これは、通常の活性炭などとは異なり、吸着したものを分解するため何回も繰り返し使用できるとともに、外観が青く美しいため、インテリアとしても優れています。

技術の概要、特徴

活性炭は有害化学物質や悪臭、VOCなどを吸着して環境を浄化することができますが、飽和すると、もうそれ以上吸着することができません。一方、光触媒は有害化学物質や悪臭、VOC、雑菌、病原菌、ウイルスなどを水や二酸化炭素などに分解することができますが、光がなければ働きません。そこで、活性炭に光触媒を付けると、光がなくても活性炭が有害化学物質や悪臭、VOCなどを吸着し、光が当たれば、光触媒がそれらを分解してくれるので、効率よく環境を浄化できることが予想されます。しかし、光触媒の活用には、1つ大きな問題があります。それは、光触媒は光が当たると有害化学物質や悪臭、VOCだけでなく、活性炭自体までも二酸化炭素などに分解してしまうことです。

そこで、その問題を解決するために、図1に示すような、光触媒粒子の表面に光触媒による分解反応を受けないアパタイトを部分的に付けたハイブリッド光触媒を開発し、それを活性炭に付けた機能性吸着剤を開発しました。これは図2に示すように、外観が青く美しい活性炭になっており、アパタイトが光触媒粒子と活性炭の接触を防いでいるため、活性炭の分解が抑制され、有害化学物質や悪臭、VOC、雑菌、病原菌、ウイルスなどの環境汚染物質を効率よく吸着し、光が当たると光触媒がそれらを分解してくれるので、繰り返し使用することができます。しかも、図3に示すように、大きな活性炭を用いた場合、水墨画の岩山のような外観になり、環境浄化機能を持った美しいインテリアとして使うことができます。

発明者からのメッセージ

木や竹、落ち葉、生ゴミなどを原料にしたさまざまな炭を基材として使うことができ、備長炭のように密度が高い炭を基材に使うと色調が濃い青色になり、密度が低い炭を使うと明るい青色になります。この技術を用いると、アイデア次第で機能だけでなく美しさも併せ持ったさまざまな環境浄化製品を生み出すことができます。

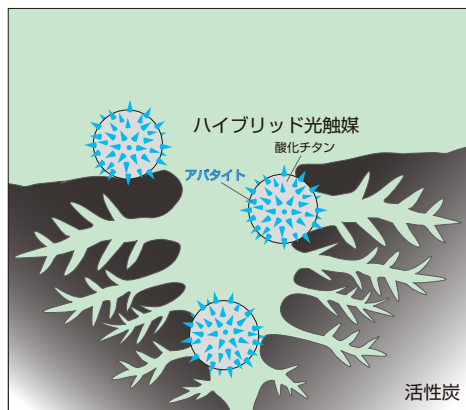


図1 ハイブリッド光触媒と活性炭の細孔構造



図2 機能性吸着剤



図3 機能性吸着剤による環境浄化インテリア製品

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/>

水素発生能力の高い光触媒を開発

超臨界水熱反応による高結晶性ニオブ酸カリウムナノ粒子の製造

特許 第3845720号

(出願2001.10)

●関連特許

出願中：国内1件

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：

- 水素生成光触媒
- 非線形光学材料

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連絡なくご相談下さい。

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

つくば中央第2

TEL：029-861-9232

FAX：029-862-6159

E-mail：aist-innovations

@m.aist.go.jp

目的と効果

水の分解による水素生成に用いることができる、光触媒活性の高いニオブ酸カリウムナノ粒子を短時間の水熱合成で製造する方法を開発しました。この方法で得られる粒子径が20 nm以下のニオブ酸カリウム微粒子の光触媒活性は、固相合成物に比べ2倍以上高い水素生成速度(17.7 μmol/g/h)を有しています。

技術の概要、特徴

多くの複合酸化物系光触媒は、主に複数の金属酸化物の高温焼成による固相反応法で合成されています。固相合成で得られる触媒粒子径はμmオーダーの粒子となり、比表面積が5 m²/g以下であるため、高活性化には粉碎工程などのプロセスが必要でした。一方、300℃以上の高温高压の水熱条件では、誘電率が10以下となり、速度定数や平衡定数への溶媒の誘電率の寄与が大きくなります。そのため反応速度の増加と金属酸化物の溶解度の低下による大きな過飽和条件下での核生成が起り、ナノ粒子の晶析場として好適な環境を与えま

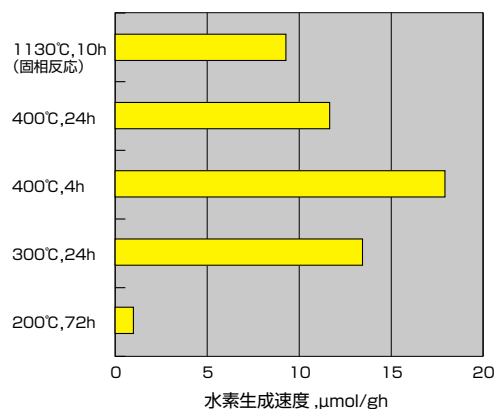


図1 種々の水熱合成条件で得られたニオブ酸カリウムの水素生成速度(Ni無担持)
光触媒：300mg、純水：500cm³
光源：400W高圧水銀ランプ

す。今回開発したナノ粒子は、酸化ニオブと水酸化カリウム水溶液を高温高压水中で水熱処理して得られるニオブ酸カリウムにニッケルを担持したもので、20 m²/g以上の比表面積を有する光触媒です。

水熱処理を利用すると、二次の非線形光学特性を有する斜方晶ニオブ酸カリウム(KNbO₃)を合成することもできます。

発明者からのメッセージ

流通式超臨界水熱合成法を利用すると、種々の複合酸化物ナノ粒子の合成が秒オーダーの短時間で可能です。連続合成を目指して、ナノ粒子の流通式製造についても、検討を開始しました。

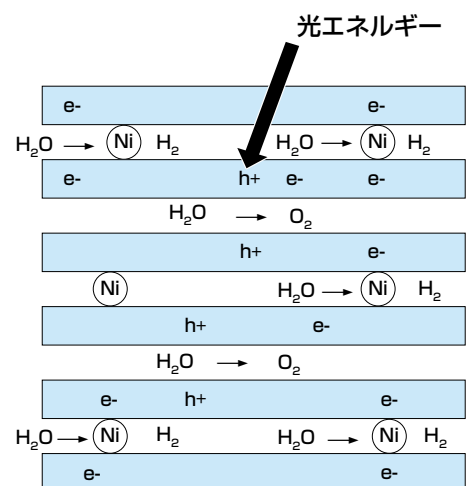


図2 ニッケル担持ニオブ酸カリウム光触媒による水の光分解

深海からの洪水起源堆積物の発見とその意義

地球温暖化問題やエネルギー資源での役割



中嶋 健

なかじま たけし

takeshi.nakajima@aist.go.jp

地質資源環境研究部門
燃料資源地質研究グループ
主任研究員
(つくばセンター)

地質学が専門ですが、過去20年間の研究は山を歩いて山地の隆起史を解明することに始まり、海洋調査による深海底の混濁流堆積物の研究を経て、その応用としての燃料資源や環境の研究へと発展してきました。この記事を読めば、これらが実はすべてひとつながりのものであることを理解していただけたらと思います。海陸の地質学的手法を総動員して、地質学が地球環境問題・資源・防災など社会に幅広く貢献できることを示したいと考えています。

関連情報：

● 共同研究者

片山 肇、板木 拓也、鎌田 悦子 (産総研)

● 参考文献

[1] Nakajima, T., Hyperpycnites deposited 700 km away from river mouths in the central Japan Sea: *Journal of Sedimentary Research*, v.76, 60-73, 2006.

[2] Nakajima, T., and Itaki, T., Late Quaternary terrestrial climatic variability recorded in deep-sea turbidites along the Toyama Deep-Sea Channel, central Japan Sea: *Palaeogeography Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v.247, 162-179, 2007.

日本海深海底で洪水起源堆積物を発見

日本で最も多量の土砂が生産されている北アルプ스에서生まれた土砂は、洪水時に河川を通じて日本海の富山湾へと流出します。日本海に入った土砂は、混濁流となって富山深海長谷と呼ばれる海底谷を流れ、700 km以上も離れた水深3000 m以上の日本海中央部の海底に到達して砂・泥層を堆積します。

このような砂・泥層の中には、粒子径が上方に増加した後、減少する構造をもった厚さ30 cm以下の堆積層が多数あることが確認されました(図)。これらの堆積層は平常時にゆっくり堆積した泥層より有機炭素に富み(~1.6 wt%)、高い有機炭素/窒素比を示すことから、陸上植物起源の有機物をたくさん含んでいると考えられ、洪水起源堆積物と解釈されました^[1]。洪水起源の流れが海底を700 km以上も流下して深海底に達したことが、堆積層の特徴から確認されたのは世界でも稀なことでした。

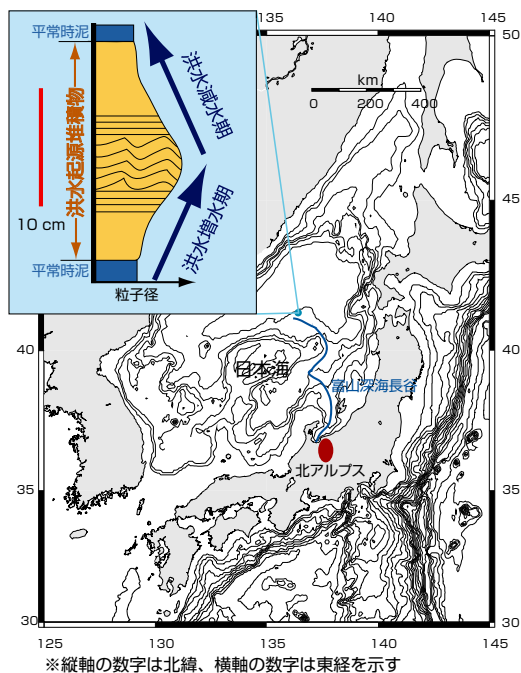
深海底の洪水起源堆積物の解析からわかること

深海底に堆積した洪水起源堆積物は、土砂を供給する陸上山地の洪水、ひいては気候の変

化を長期間記録していると期待されます。富山深海長谷沿いで採取された海底コアの解析からは、最後の氷河期を含んだ過去7万年間に、このような堆積層が北アルプスでの降水量変化や山岳氷河の発達と密接に関連して増減してきたことがわかってきました^[2]。今後、歴史時代の洪水記録との対比を行うことによって、過去の洪水災害史の解明や、地球温暖化により中部日本ではどの程度洪水・土砂災害が増加するか?といった自然災害の将来予測も可能でしょう。一方、北アルプスでのダム建設後は土砂供給量が激減し、日本海中央部までは土砂が到達しなくなったと推定され、人為的な環境変化の影響が深刻です。

今後の利用法

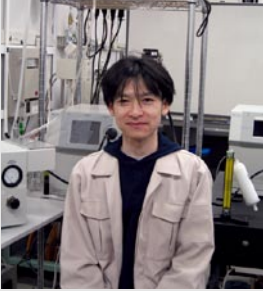
洪水起源の堆積物は、陸上で植物が大気中から吸収したCO₂を有機炭素の形で効率的に深海底に固定することができます。つまり、天然のCO₂貯留庫ともいえる、これは長い年月をかければ再び石油・天然ガスになり、再生可能なエネルギーになりうるということが知られています。実際世界の油・ガス田の中には、深海底の洪水起源堆積物中の陸上植物起源有機物が石油・天然ガスの源になっていると推定される例が知られており、洪水起源堆積物の認定ができれば効率的なエネルギー資源探査に役立つ可能性があります。地球温暖化問題に対しては、CO₂地中貯留のような対策技術だけでなく、この例のように地球が本来持っている再生可能な形でのCO₂吸収能力の正確な評価と、その能力を維持していくための地球環境保全が同時に求められます。



日本海深海底から発見された洪水起源堆積物の模式断面図と採取地点位置
粒子径や堆積構造の変化は、流速が一度増加した後減速したことを示し、洪水の増水期と減水期に対応したものと推定された^[1]。

ナノメートル粒径標準

電気移動度分析法による標準粒子の高精度粒径値づけ



高畑 圭二

たかはたけいじ

k.takahata@aist.go.jp

計測標準研究部門
物性統計科 応用統計研究室
研究員
(つくばセンター)

粒径・粒子質量標準の開発・維持・供給に携わっています。現在は、計数ミリカン法の高度化や電気移動度分析法の範囲拡張など、粒径・粒子質量標準の拡充を図っています。

関連情報：

● 共同研究者

榎原 研正（産総研）

● 参考文献

[1] 榎原研正, 産総研 TODAY Vol.5 No.5 pp.42-43 (2005).

[2] K. Ehara et al., *Aerosol Sci. and Technol.*, Vol.32, pp.434-452 (2000).

粒径のトレーサビリティ体系

粒子を特徴づける最も基本的な性状は、その大きさ、すなわち粒径です。近年、ナノメートル (nm: 10^{-9} m) の大きさの粒子が、その有益性への期待と有害性への不安から、材料、エレクトロニクス、バイオ、医療、環境など広範な分野で注目されており、そこでは、ナノ粒子の性状を理解するために、正確で信頼性の高い粒径測定が求められています。ポリスチレンラテックス (Polystyrene Latex: PSL) 粒子は、粒径の均一性および真球度に優れていることから、正確な粒径値づけを行うことにより、粒径標準粒子として粒子計測器の粒径校正や試験に用いることができます。産総研では、標準粒子メーカーに対してPSL粒子の粒径値づけ依頼試験を実施することで、粒径のトレーサビリティ体系を確立し、測定の信頼性確保に寄与しています。依頼試験における100 nm以上のPSL粒子の粒径値づけには計数ミリカン法^[1]による絶対測定法を、100 nm以下の粒子には電気移動度分析法による相対測定法を採用しています。

電気移動度分析法

微分型電気移動度分析器 (Differential Mobility Analyzer: DMA) は、図1に示すよう

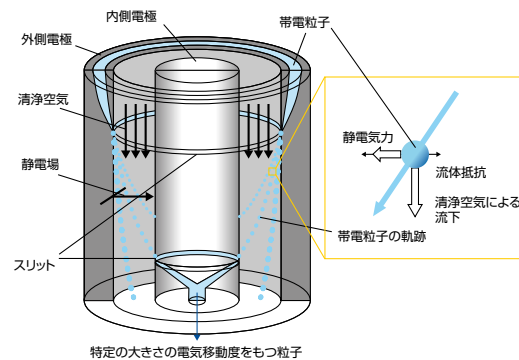


図1 微分型電気移動度分析器 (DMA) の原理

に、静電場中での帯電粒子の運動の軌跡の違いを利用して、特定の大きさの電気移動度をもつ粒子のみを取り出すことができる分級器です。粒径分解能にかかわる特性が理論的によく理解されているのが特徴で、ナノ粒子に対してきわめて高い分解能をもっています。図2に示すように、DMA印加電圧に対して、分級された粒子数を計数してプロットしたものがDMAスペクトルです。このDMAスペクトルを積分変換することにより、粒径分布の任意次数のモーメントが求められます。これにより個数平均径が厳密に決定できるだけでなく、粒径分布の標準偏差、歪み度など粒子の粒径分布特性も評価できます^[2]。このDMAを用いる電気移動度分析法は、原理的には粒径絶対測定も可能ですが、計数ミリカン法で値づけられた100 nmのPSL粒子を基準粒子とする粒径相対測定の方が、より高い精度を実現できます。

この電気移動度分析法を用いて実施している依頼試験は、30 nmから100 nmの範囲のPSL粒子に対して高い精度で粒径値づけが可能です。また、現在、産総研は、30 nmの粒径標準を供給している世界で唯一の国家計量標準機関です。さらに、この方法の範囲を拡張し、30 nm以下の粒径標準の確立を目指しています。

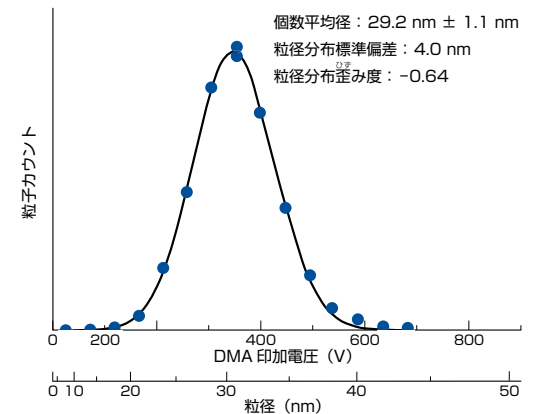


図2 およそ30 nmのPSL粒子のDMAスペクトル

新研究コア紹介 2008年4月1日に発足した新研究コアを紹介します。

お知らせ

強相関電子科学技術研究コア Research Core for Correlated Electrons

研究コア代表 赤穂 博司

当研究コアは、強相関電子技術研究センターで開発された強相関電子科学技術を継承・発展させ、第1種基礎研究から応用研究までの総合的な研究を行うことにより、次世代のナノエレクトロニクスに資することを目指しています。

コアメンバーは、エレクトロニクス研究部門の強相関界面機能グループおよび強相関物性制御グループ、光技術研究部門の強相関フォトエレクトロニクスグループ、ならびにナノテクノロジー研究部門の先進ナノ構造グループから構成され、分野横断的な体制と

なっています。

具体的な活動として、強相関電子材料を用いた先端的な物性物理科学研究とその産業化を一体化させた強相関エ

レクトロニクスの研究開発の推進を行うとともに、研究連携である強相関電子科学技術フォーラムの運営にあたります。



強相関電子科学技術研究コアの連携体制

文部科学大臣表彰

報告

平成20年度科学技術分野の文部科学大臣表彰が、4月15日に行われました。以下3つの部門に産総研から10名が受賞しました。

わが国の科学技術の発展等に寄与する可能性の高い独創的な研究または発明を対象とした<科学技術賞 研究部門>。青少年をはじめ広く国民の科学技術に関する関心および理解の増進等に寄与し、地域において科学技術に関す

る知識の普及啓発等に寄与する活動を対象とした<科学技術賞 理解増進部門>。高度な研究開発能力を有する若手研究者を対象とした<若手科学者賞>。

<科学技術賞 研究部門>

「光コムによる通信帯標準の周波数計測に関する研究」洪 鋒雷・稲場 肇・大苗 敦・美濃島 薫・松本 弘一
「高機能イメージ炉の単結晶でのルテ

ニウム酸化物超電導の研究」池田 伸一
「電磁振動プロセスによる高機能金属材料創製技術の研究」三輪 謙治・田村 卓也

<科学技術賞 理解増進部門>

「地質標本館活動を通じた地球科学や地下資源に関する理解増進」青木 正博

<若手科学者賞>

「計算機による音の理解とそれに基づく音インタフェースの研究」後藤 真孝

「シンセシオロジー」創刊記念シンポジウム

報告

5月13日に秋葉原コンベンションホールにおいて、「シンセシオロジー-構成学」創刊記念シンポジウム「個の「知」から全の「知」へ-そのシナリオの共有と蓄積について」を開催し、産業界の方々を中心に330名を越える参加がありました。

シンポジウムでは、野間口 有 三菱電機株式会社取締役会長から「基礎研究、その今日的意義」と題し、また、中島 秀之 公立はこだて未来大学学長から「構成的研究の方法論と学問体系」と題して講演をいただきました。引き

続き、経済ジャーナリスト柏木 慶永氏をモデレーターに、パネラーに広瀬 研吉 独立行政法人科学技術振興機構理事、木村 英紀 横断的基幹科学技術研究団体連合副会長、上田 完次 東京大学教授、前田 拓巳 株式会社島津製作所技術推進部長らを迎えパネルディスカッション「技術の統合と共有の方法論について」を行い、技術開発における悪夢の時代の克服、そのための構成学的方法論、プロセスを可視化する方策としての新ジャーナルの役割などについて議論されました。

また、電子ジャーナル版Synthesiologyが独立行政法人科学技術振興機構のウェブサイトJ-STAGE (<http://www.jstage.jst.go.jp/browse/synth/>)に掲載されたことが紹介されました。



会場の様子

報告

ハノーバー・メッセ 2008に出展

産総研は、4月21日から25日にドイツ・ハノーバー市において開催された世界最大規模の産業見本市「ハノーバー・メッセ2008」に出展しました。今回のハノーバー・メッセでは、わが国がパートナーカントリーとなったこともあり、昨年の約3倍規模となる32件の研究開発成果や技術移転ベンチャー企業製品を展示しました。

初日のオフィシャルウォークでは、ドイツのメルケル首相が日本広報ブー

スを訪れ、ヒューマノイドロボットHRP-2を視察されました。また、安倍晋三 総理特使や中野 正志 経済産業副大臣が産総研ブースを訪れ、メンタルコミットロボット・パロや調光ガラス、クレストなどを視察されました。

会期中、産総研ブースには、4000人を超える来訪者があり、400件を上回る技術相談や、開発装置の購入、代理店契約など約20件の商談がありました。

また、出展と併せて、シンポジウムを開催しました。

ドイツの有力な研究協会であるヘルムホルツ協会、同協会のメンバーであるユーリッヒ研究センターおよびカールスルーエ研究センターのそれぞれと産総研との研究協力の促進を目的とした協力協定の調印式を21日、22日に行いました。これを記念して「日独研究協力ワークショップ」を22日に開催

し、中野経済産業副大臣より祝辞をいただきました。

また、独立行政法人日本貿易振興機構(JETRO)との共催で「日独太陽電池イニシアティブシンポジウム」を24日に開催し、日独の政府、企業、研究機関からの報告やパネルディスカッションを行いました。当初の予想を上回る180名の参加者があり、日独双方の同分野への関心の高さが伺えました。

さらに、他機関主催の「日独ビジネスサミット」、「ロードマップ・シンポジウム」、「モバイル・サービスロボット日独サミット」へ、それぞれ小野副理事長、和田産学官連携推進部門長、柴田・松本主任研究員が出席しました。

今回の出展やシンポジウムの開催などにより、今後、具体的な海外への技術移転や研究協力へと展開することが期待されます。



ハノーバー・メッセ 2008での産総研ブース

報告

平成20年春の叙勲

瑞宝大綬章	吉川 弘之	産業技術総合研究所理事長
瑞宝小綬章	後藤 純夫	元工業技術院総務部会計課長
瑞宝小綬章	館下 俊美	元工業技術院電子技術総合研究所総務部長
瑞宝小綬章	道津 毅	元工業技術院九州工業技術試験所機械金属部長
瑞宝小綬章	中島 隆之	元工業技術院電子技術総合研究所知能情報部長
瑞宝小綬章	永田 章	元工業技術院大阪工業技術試験所有機機能材料部長

イベントの詳細と最新情報は、産総研のウェブサイト(イベント・講演会情報)に掲載しています
<http://www.aist.go.jp/>

EVENT Calender

2008年6月 → 2008年8月

5月10日現在

期間	件名	開催地	問い合わせ先
6 June			
3日~4日	バイオウィーク in Sapporo 2008 -バイオマスエネルギーと植物バイオが拓く未来-	札幌	bioweek2008@m.aist.go.jp ●
11日~13日	JPCA Show 2008 国際電子回路産業展	東京	029-862-6147 ●
14日~15日	産学官連携推進会議科学技術による地域イノベーション	京都	03-5204-1726
18日~20日	エレクトロニクスにおける熱設計と熱物性に関する国際シンポジウム	つくば	029-861-4053 ●
19日~21日	北海道洞爺湖サミット記念 環境総合展2008	札幌	011-876-8500
27日	産総研 環境・エネルギーシンポジウムシリーズ	東京	029-861-8300 ●
7 July			
25日	産総研一般公開(関西センター 尼崎)	兵庫	072-751-9606 ●
26日	産総研一般公開(つくばセンター)	つくば	029-862-6214 ●
30日~8月1日	新エネルギー世界展示会	東京	03-3273-6184

●は、産総研内の事務局です。

脳が採用している適応アルゴリズムを求めて

脳神経情報研究部門 システム脳科学グループ 小村 豊 (つくばセンター)

小村さんは、臨床医を経て、脳研究の世界に飛び込んできました。私たちの日常生活を支えている脳の「不思議」に魅せられて、多角的に研究を展開しています。私たちは、目や耳に入り込んでくる膨大な情報を、絶えず、一様に処理しているわけではありません。興味を惹くものについては、詳細な解析を進め、そうでないものに比べ優先的に処理しています。小村さんは、これらの取捨選択が、すでに、初期知覚系から始まっていることを見出し、その成果は、Nature Neuroscienceにも掲載されました。



研究室にて



小村さんからひとこと

ヒトは外界に適応するために、あの手この手で、脳を使いまわしています。知覚、行動、意思決定のどれをとっても、現存のコンピュータでは追従できない性能を、脳は備えています。脳の神経細胞、ニューロン活動の振る舞いを観察していると、今まで明らかにされてきた知見が、ごく限られたものであることを実感させられます。未開の資源がたくさん詰まっている脳から、私たちが学ぶべきことは、まだまだ多いはずで。なにかと矛盾を感じる社会を作りあげたのも脳であり、それを解消するヒントも、脳に眠っていると思います。

産 総 研
TODAY

2008 June Vol.8 No.6

(通巻89号)

平成20年6月1日発行

編集・発行
問い合わせ

独立行政法人産業技術総合研究所
広報部出版室

〒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。