

産 総 研

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

TODAY

2

2009
February

Vol.9 No.2

特 集

02 本格研究 理念から実践へ

座談会：企業との連携における本格研究の展開

ミニマル生産システムを創造する
古くからのガラスの技術で新しい環境問題を解決
設計製造支援システム開発実行ツール: MZ Platform

リサーチ・ホットライン

- 16 金属イオン結合有機ナノチューブの大量製造法を開発
触媒、DNAの分離、金属ナノ材料の鋳型としての応用に期待
- 17 超小型スーパーインクジェット装置を開発
マイクロメートルオーダーの超微細加工技術を手のひらサイズに凝縮
- 18 酵素センサーの高性能・長寿命化に成功
酵素にぴったり合ったナノサイズの孔をつくり安定化
- 19 タイ南部沿岸の堆積物に記録された過去の巨大津波
インド洋で繰り返し起きていた巨大津波が国際共同調査で明らかに

パテント・インフォ

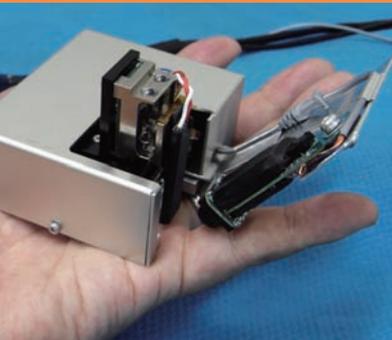
- 20 単結晶ホウ素ナノワイヤーの製造方法
触媒を使わずホウ素ナノワイヤーを容易に合成
- 21 フッ化物イオンの簡易定量法
水中の微量フッ化物イオンを、簡単かつ迅速に定量

テクノ・インフラ

- 22 5万分の1地質図幅「豊橋及び田原」の刊行
豊橋平野の地下地質
- 23 質量計用ロードセルの評価方法の標準化
産総研の研究成果がJISに制定される
- 24 誘導分圧器標準の高周波化
交流電気標準を支える誘導分圧器の周波数範囲を拡張

シリーズ

- 25 男女共同参画プログラム(第5回)
女性研究職員の採用拡大



座談会：

企業との連携における本格研究の展開



吉川 弘之

理事長

原 史朗
赤井 智子
澤田 浩之

エレクトロニクス研究部門
環境化学技術研究部門(現、企画本部)
デジタルものづくり研究センター

小野 晃
矢部 彰
小林 直人
赤松 幹之
内藤 耕

副理事長
理事・広報部長(司会)
理事
人間福祉医学工学研究部門長
サービス工学研究センター次長

矢部 それでは、第14回となる理事長との本格研究座談会を始めさせていただきます。今日は、企業と密接に関係をとりながら苦勞してこられた3人の方です。新技術を実際に社会に持ち込んでいく上で、どのような問題や関係性が生じるのか、いろいろお話をうかがいたいと思います。

最初は、エレクトロニクス研究部門の原さんです。よろしくお願ひします。

次世代の半導体産業を見据えた技術の新体系

原 私はミニマルファブの創造という仕事をやっています。大学時代は半導体デバイスの基礎問題を研究しました。具体的には、半導体に電極を付けて電気を流すとダイオード特性になるのですが、それがどうばらつくかを研究していました。

ばらつきというのは製造の基本問題みたいなものですが、当時の私はそれを意識せずに、物理の立場から、それをもたらず物性要素を特定したいと一生懸命にやっていました。ところが、実験するたびに違った値が出てくる。皆さんも経験されていると思うのですが、やればやるほど違う。「ああでもない、こうでもない」と、年に何百回も電極を蒸着してつくった数万個分の電

極データをとっていました。

理化学研究所でのポストク任期をおえて旧電子技術総合研究所に入った後も、この問題が頭にこびりついていたので、ショットキー電極で追究を続けました。不安定要素を徹底的に排除しようと、ナノテクノロジーの最先端技術をどんどん取り込み、また自らそれを生み出しながら、原子レベルでの精緻で完全な構造づくりに取り組みました。これが結果的にはうまくいって、ステップ1として、「不純物を徹底的に排除して界面の電子状態を完全に制御すること」ができるようになりました。

ところがそこで、はたと考え直しました。そもそも、誰もできないようなハイレベルの制御をやったとして、本当に世の中の役に立つのだろうか。私がやってきたことは、結局は、原子レベルで界面をきれいにする環境制御です。ということは、もしそれがもともときれいなものだとしたら、汚くならないような方法をとれば、つまり環境をきちんと制御してやれば、こんなに苦勞なくて済むのではないかと強く認識するようになりました。

そこで、「実験環境を完全に制御する」というステップ2に仕事を移したのです。このシステムをつくったところ、いとも簡単に、物性のばらつきが消えてなくなったのです。1年間やって平

均値を求めていた作業が要らなくなり、自分でも画期的な成果だと思いました。これは使ってもらえると思っいろいろ試みたのですが、皆さんの理解がそこまで行かず、5年、10年と苦しい時代を過ごしていたのが、ちょっと前までです。

そうこうするうちに、ようやく半導体産業界でも、工場内の微粒子を局所的に制御するシステムを導入しはじめたのです。これは私がやってきたことと本質的に同じで、工場では微粒子しか制御しないのですが、私のほうはガス分子もきちんと制御する。そのぶん進んでいて、結果的に、次世代のシステムになっていました。「原さんがやっている仕事はいいね」と皆が言ってくれるようになりました。

そんな時に、局所クリーン化の本を書いてくれませんかという依頼が来て、一般向けの技術書を書きました。それがステップ3です。執筆に当たって、工場のことも調べる必要があり、一生懸命に勉強することになりました。工場のことはもちろん、会社にも、開発の死の谷、生産の死の谷、市場化への死の谷があることが見えてきました。

突き詰めると、結局は半導体産業界自体が巨大化していることに問題があるのではないかと、それゆえに、やりきれない部分があるのではないかと、という

ことなのです。そこで「ミニマルファブ」という概念に到達しました。つまり工場の製造装置を全部小さくしてしまう。極端に言えば、それぞれを30 cmくらいの装置にして、ウエハーサイズもずっと小さくして、扱う単位も小さくしてやる。そうすると、私たちがつくっているような小型装置でも、そのまま生産に移行できる。投資額が5億円くらいで済むような産業を想定してやれば、すべての死の谷は浅くて幅の狭いものになるはずだ、と考えました。それがステップ5という最終形のイメージです。

しかし実際に最終形に到達するのは簡単ではない。製造工程というのはシステムであって、要素技術を集積したものが工場だからです。工場には工場としてのコア技術があるのです。それが、私は搬送系だとにらんでいます。そこを整えさえすれば、おそらく死の谷は相当容易に渡ることができるはずだと考え、実際、すでに微粒子とガスの両方を遮断できる新しい搬送システムを開発中です。しかし、それでもなお、それだけで済むほど世の中は甘くない。そこに至る過程で、業界ときちんとすり合わせをしていかなければいけません。コア技術を開発しつつ、想定ユーザーとの議論の仕組みを作ること。それが、ステップ5の最終形に向けて現在進めているステップ4です。

巨大化する半導体産業の問題を解決するため、装置もウエハーも扱う単位も小さくする「ミニマルファブ」を提案し、実現をめざす。

原 史朗
はらしろう



企業との研究会を組織化

原 まず産総研の中で「半導体システムイノベーション検討会」をつくって、志を同じくする有能な研究グループ長10数人に集まっていただき、ミニマル・マニファクチャリングのテクノロジーをどんどん取り入れていくことを始めました。もちろんそれだけでは足りないの、「ファブシステム研究会」を16企業・2大学とともに組織しました。

半導体メーカー、製造装置メーカー、部品メーカー、建設メーカー、ソリューションビジネス会社など、あらゆるジャンルの会社が入りました。企業同士というのは横並びの近いところはお互いによく知っているのですが、大きなスキームになると、知らない部分が多いのです。結果として、とてもよい研究会になり、この半年で非常に有効な議論がなされ、将来のシステムについて多くの議論ができました。

応援もたくさんいただきました。一例を紹介させていただきます。

「ファブシステム研究会には期待しています。ロジックLSIのような多品種少量を製造するラインや、研究開発用の試作ラインにはミニファブが必要であるという要求が、近々出てくるものと予想しています。その日に向けて、産総研を中心とした研究開発活動を継続していくことはとても重要だと思います。環境対策も含めての半導体技術立国・日本の力を国内外に示したいと

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。

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

	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

思います。」こうした企業の意識を受けて、彼らと相談しながらイメージをつくっていけば、「ハズレない開発」ができるのではないかと考えています。現状はそこまできています。

小林 具体的には何をつくるのですか。

原 主に集積化デバイスですが、数で言えば、10万個くらいまでのものであれば、おそらくこのミニマルファブが最適だと思います。大量生産を否定しているわけではなくて、それに向いていないものを大量生産工場で作っている、問題が生じているという認識です。

小林 地球温暖化対策やエネルギー低減という課題もありますね。全体をクリーン化するより、局所、局所をクリーン化する。世の中のトレンドはどうですか。

原 その方向に進んでいます。局所クリーン化は解決策の1つですが、重要な柱であるという認識は、私たちより企業の方から強く出ています。技術としてはすでにあるので、それをどう進歩させるかという段階に来ています。

小林 今後の半導体工場はどのようなイメージになりますか。

原 相当に省エネ型に進んでいくと思います。現状では、24時間すべてを稼働しているために待機電力を膨大に浪費しており、業界はこのようなところに取り組むべき重大な課題がたくさんあることにやっと気がついたところです。例えばモノが入ってくる時だけ真空引きすることによって、消費電力が数10分の1になったという例があって、簡単なところから工場での取り組みが始まっています。

小林 本当の研究・開発・製品化のラインから考えたときに、もっと別のやり方があるという話がありますか。

原 いろいろ出てきています。1つは「レトロ・フィット」と言っていて、古い世代の装置（レトロ）に適合する（フィットする）工場です。今後は、300 mmとか450 mmといった大口径ウエハー用の工場は投資額が膨大となってしまう、結局は建設不可能だというのが、私たちの研究会の共通認識としてあります。つまり、大規模な工場を建てずに、業界は装置メーカーも含めてどうやって利益を確保していくのか。「今の工場をピカピカにしていくんだ」というのが、私たちの半年間の議論から出てきた重要な結論です。既存の半導体工場は、4、5、6、8インチのウエハーを扱っています。そこで局所クリーン化とか省エネを進める。また、温度を1000℃まで上げるのに30分かかかるハーネスはやめて瞬間的に加熱するとか、いろいろな方法で消費電力は減らせるので、そうした試みをどんどん進めていく。

理事長 現実の工場で、それらをどういうふうを持っていくかがポイントですね。大きな流れで見たら、今までの生産技術は自動化とか量産化でコストダウンしてきたわけです。今度はエネルギーのコストを下げるために、製造システムの原理が変わってくる、ということですね。その中で、今おっしゃったレトロ・フィットが主流になるでしょうね。しかし、レトロ・フィットは日々の革新です。なかなか進まない。併せて、飛躍的な革新につながるミニマルファブを創造することはとても大切です。そのために、当然のことに新しい技術も必要になります。これはもちろん企業側にもあるのだけど、やっぱりプロトタイプは産総研がつくったほうがよいと思う。メーカーだけにまかせておくと、機能、安全性、環境性

能などが、どうしても甘くなるように見えるからです。

原 本当にそう思います。現実的な夢を詰めるために、ファブシステム研究会では、互いに批判し合いながら洗い出しを進めています。研究課題は何か、技術課題やいろいろな意味でのビジネス課題は何か。私たちの間違いや独りよがりもなくなってくると思っています。

実は皆さんに秘密や本音を語ってもらうために、ちょっと苦労しました。つまり、ただ集まるだけでは、お互いに疑心暗鬼になって話してくれない。そこで、産総研と18組織がすべて、1対1の秘密保持契約を結びました。そうすると普通、A社との契約についてはB社とは話せないことになるのですが、契約書に「秘密保持内容は別途協議する」と書いておいたのです。その上で、「オープン事項はこれ、クローズ事項はこれ」と最初に皆さんにあらかじめ約束ごととして提起しました。具体的には、企業の皆さんがお困りの現場課題はクローズで議論する。しかし、その議論から共通課題が引き出されてくる。これはもう一般的な課題です。その一般課題と解決策を考える。その成果を、名簿付き提言レポートとしてオープンにするという仕組みです。皆さんでこうしたい、ということの総意を得たのですから、それを世間に知ってもらえば、仕事が進みますので、オープン化は歓迎すべきことです。

このように周到に仕組みを整えたおかげで、他社には話せないようなことも次々に話してくれるようになり、私たちは本当の現場の問題を知ることができました。しかも、これまではお互いに知らなかったけれど、「こんなに同じ問題を抱えていたのか」と皆が共通の現実を知ってびっくりし、「産総研さん、ありがとうございます」となったのです。何か問題が生じたとき、A社

からB社には直接は話せないものから、私たちのところに必ず相談にこられ、交通整理をすることになるので、この研究会はシステム上、自然と産総研主導になっています。これはわりと簡単な仕組みなので、ほかでも応用できるのではないかと思います。

小林 秘密の多い分野だとは思いますが、公開できる情報にはどんなものがありますか。産総研として出していきたいと思うのですが。

原 構想自体は私たちが生み出したものです。まず、基本的なコンセプトを260ページの研究会レポートの一部として掲載して公開しました。ただ、詳細の重要技術のところは、特許に近いものになってくるので、そこは中にとどめておくことにしています。

小林 論文はどうですか。

原 これについて論文は一切書いていません。コンセプトと技術的詳細を英語で出してしまうと、たぶん日本より10年くらい早くやられてしまうからです。意志決定スピードの遅い日本の会社には本来的に技術があり、彼らと一緒に進めたくて、一生懸命に今やっているのですから。

矢部 日本の半導体産業の将来はどうですか。

原 幻想を追って大量生産技術を進めるのではなく、現状をきちんと認識するように変わってきつつあります。そういう意味からも、まだまだ日本は行けると思います。

関西センター伝統のガラス研究から環境技術を目指す

矢部 次に、環境化学技術研究部門の

赤井さん、よろしくお願ひします。

赤井 環境ガラスの研究についてお話しさせていただきます。現在の関西センターの前身である大阪工業技術研究所というのは、伝統的にガラス研究の強いところなんです。昔から重金属のガラス固化とか、多孔質ガラスなどのユニークな研究や技術が培われてきました。私自身は2000年くらいまではNMRを用いたガラスの構造解析という、応用とは全く無縁の基礎研究をやっていました。ただ、独法化を迎えて、このまま基礎研究だけを続けることに限界を感じ、思い切ってテーマを変え、実際に近いところの材料研究を始めました。当時は着色ガラスのリサイクル研究が多くとりあげられていました。技術で何とか解決しようと、JST（独立行政法人 科学技術振興機構）から予算をいただき、まずガラスから着色金属を抜く技術の研究を一生懸命行いました。

しかし、リサイクルのコストというのは1 kg当たり5円程度が目安であるという壁に当然ぶつかりました。つまり、まともな化学的なプロセスはリサイクルには使えない。私自身、これにはものすごく悩みました。そこでコストの壁を越えるためには、リサイクルをすると同時に新しいものをつくるという技術の方向性を考えました。この時に偶然見つかったのですが、重金属を脱離して得られた多孔質ガラスに少しかけ金属を混ぜて適当な条件で焼き

ますと、高機能な蛍光ガラスになることです。普通は発光させようとして添加剤をたくさん入れてしまいますが環境リサイクルということで、この逆のアプローチをとっていたので、数100 ppmというわずかな濃度を入れただけで、こうした新しいガラス材料が得られたのでした。

この成果を発表すると、廃材を処理すると同時に今までにない新しいものをつくるという発想がおもしろい、とかなり評判になりました。ところが、環境と言いつつも、性能が安定しないのではないかと。テストしてみるとそんなに不安定ではないのですが、企業の方からは「不安定でしょう」と言われて使ってもらえないということになりました。実はこれはガラスそのものの性能が面白いので、今もバージン材料を用いて研究は進められていますが、リサイクル研究としては最終的には失敗に終わりました。当時ほかにもあったガラスのリサイクル研究はすべてコストの問題から事業化しないことになってしまい、打ち切られることになりました。

ただ、この失敗から、リサイクルを含めた環境技術にはいくつかの原則があるのではないかとことを学びました。例えば、この技術であれば、ペイするだけの有価金属を回収できるようなケースと、廃棄した場合に許容できない環境リスクがある有害金属を脱離するケースの2つしかありません。

ブラウン管用鉛ガラスの処理技術、
有価資源の回収技術、
新しい照明用蛍光ガラスの開発に
継承されてきた技術を活かして
取り組み中。

赤井 智子
あかい ともこ



最初から考えればわかるような話ではあるのですが、失敗という体験から得たものは全く身につき方が違うように思います。

やみくもに研究を始めても前の二の舞になると考え、どういうテーマに取り組めばよいかという問題抽出を考えました。ガラスリサイクルの研究が終了した時期と材料開発に關した冬の時期が重なり、これから3年くらいの期間は大きな研究資金も途切れるし、正直なところ、非常につらい時代でした。ただ、この間に企業と共同研究をさせていただいたりして、何が今後必要なかが、少しずつわかってきました。製品化ということでいえば、いろいろ難しい面もあります。企業が製品化する場合市場化までは秘匿することになります。市場規模の大きい製品ですと4～5年はかかります。(公的機関の)研究者にとってはこのような長い秘匿は耐えられないところがあります。一方で導入が難しくない市場規模が小さいものを市場化するとそれはそれで評価される面もあるのですが、反面、研究者社会では「そんな小さなことをやっているんですか」と評価が下がる面もあり、数多くはできない。難しいところです。

このように収益にかかわる部分に關与する一方で、工業会でRoHS (Restriction of Hazardous Substances) 対応のための分析方法の規格化や、産技連ガラス材料技術部会の設立などにかかわらせていただき産総研が公的機関として期待されている面も強いことも感じました。

さまざまな情報を元にテーマを設定していく上で、私たちはガラスというマイナーな研究分野ですので、皆さんがよくわかる必ず解決せねばならない大きな課題をまずとりあげ、次に、それを解決するためにはこういう方法しかないことを提示し、その中で、私たちの技術がとても重要なポイントを占

めていることを示すということも考えつつ次のテーマを設定しました。

環境に関する新しい研究課題

赤井 現在、私たちが環境とガラスという点でできることとして3つを考えて実行を始めました。まず、第1は有害物質の脱離です。ブラウン管テレビのガラスには鉛が入っています。日本ではブラウン管テレビは販売されなくなっていますが、中国や発展途上国ではまだブラウン管テレビが販売されています。今はその原料のガラスとしてリサイクルされていますが、次第に薄型テレビに移ってきてブラウン管テレビの廃ガラスが余ってきています。もう1つ、わが国では2011年に地上デジタル放送への全面移行という大問題が控えています。これまでのブラウン管テレビが大量に廃棄されるので、その時に鉛ガラスをどうするのか。これについては、今答えはありません。私たちは、鉛ガラスから鉛を抜く技術を開発していますが、鉛を抜くとコストがかかります。もし、鉛を抜かずにガラスのままどこかに保管した場合どの程度のリスクがあるのかを評価して、その上でコストをかけるかどうかについて判断する必要があります。それがないと情報としても意味をなさないわけです。私たちはガラスから鉛を抜くとか、ガラスからの鉛浸出量を検討するのは得意ですが、環境への拡散リスク評価となると全く素人です。ただ、産総研が強いと思ったのは、異分野の研究者がたくさんいることです。地質分野に環境リスクを専門とするグループがあり、一緒に研究することで、社会に必要とされる情報を提供できる研究体制が整い、3年以内にはデータを提供することを目的としています。

第2の課題は有価資源の回収です。蛍光灯やディスプレイのバックライトには蛍光体が使われていて、紫外

線を当てて光らせています。テルビウムという希土類元素は、一番輝度の高いグリーン^①の蛍光体に使われていますが、近いうちに供給不足になるともいわれています。そこで、回収した蛍光体から先ほどの抽出法で回収できるのではないかと考えて研究を始めました。異分野融合の場でもある産総研のレアメタルタスクフォースでリサイクルの専門家と話をすることで、さまざまな技術が組み合わさりテーマ化を検討しています。また、リサイクル研究で見出された蛍光材料は希土類の使用量が少なくなる可能性やこれまでの結晶材料とは異なっているということから期待感もあり、用途展開が見えてきています。

第3の課題は、水銀フリー光源への対応も含めた先ほど出てきました蛍光ガラス製品の開発です。ある材料を使ったデバイスをつくるということは時間がかかる。まず、見ないと発想が浮かばないところもあるので中間的なデモデバイスをつくって見せることは重要です。やっとデモデバイスができたところですが、「はまった」使い方をこれから見だしていくところです。その先には、生活快適型の省エネに対する応用など大きく開けるものもあるように思いますが、時間もきましたので、このあたりにしておきます。

理事長 失敗からの学習ということですが、これらの技術がリサイクル方法が製造の問題も含めて解決していくのでしょうか。これまで、実際の製品製造に対して、廃棄物処理コストは入っていませんでした。ところが環境問題の意識の高まりで、処理コストを最小化するためにもととの製造を変える必要性が出てきているということです。これからはリサイクルをしないものが見つからない時代になる。

赤井 最近、リサイクルできないもの

はつくらないようになっていきますので、5～10年後には有害物質などは表舞台から消えていき、いずれはこういう問題はなくなっていくたぐいのものと思っています。

理事長 なくなっていくとすれば重要なことですね。廃棄物をどうするかということが、製造物そのものに依存しているわけだから、製造と廃棄が組みになって初めて解決できる。そう考えていくと、何も下請けで廃棄物の処理をやっているわけではないのですね。独自の視点に立って、新しい製造法を支援している、デザインしているとも言えると思います。そういう背景は、多くの人々がもっと認識すべきですね。いずれにせよ、廃棄するのに困るような工業製品はつくらないという流れは、もうできているのですね。

赤井 そうですね。ガラスについては進みつつありますが、液晶ディスプレイなどは、リサイクルしなければいけないと言っているのですが、まだ難しい問題も多くあるようです。ただ、将来的にはリサイクルする方向に行くのは必然だと思います。

理事長 とにかく低コストを争うところがあって、廃棄物処理の話がどうしても出てしまう。それが社会コストになる。

赤井 そうです。

理事長 自動車のフロントガラスも、何かやられているのでしょうか。あれは中に何か入っているようですね。

赤井 フィルムのようなもので接着しています。

理事長 あれだって、もっと扱いをしやすくすればよいですよ。最先端の

ものはどんどん性能はよくなるけれど、廃棄物として処理しやすいかどうかは、だいたいそれと逆になるということですね。丈夫で壊れにくく、デリケートな性能が入るといのは、やっぱり廃棄物処理しにくい。そこを解決するのが大革命ではないですか。

赤井 今それが始まりつつあります。例えば、レアメタル代替の材料開発に見られるようにできるだけ資源を使わないようにしてつくるとかです。また、今までと同じ性能を保ったままりサイクルしやすいものにしていく。つまり、成熟した既存分野に新しく技術開発要素が生まれるということです。

理事長 そこはガラスに限らず重要な課題なのです。それについても、明快に打ち出さないといけないかなと思いますね、社会に対して。今の経済学でも、そのあたりについて当然考えつつあるのだけど、1つ1つ違うでしょう。ガラスのつくり方にしても。そのへんの詳細な議論を詰めていって、いずれ法律化していくことになる。そういう時代になるだろうと思っているのです。

製造業のIT化を支援する MZ プラットフォームを開発

矢部 次はデジタルものづくり研究センターの澤田さんです。

澤田 私たちは製造業のIT化を支援しています。ものづくりの重要性はよく言われていますが、それを下から支えている中小企業では、IT化は進んでいません。昨今、短納期や多品種への対応が必要となっています。また、品質保証の責任も求められている。そして、トレーサビリティも確保していかなければならない。ところがいろいろな情報のやりとりを紙の帳票や伝票に依存していたのでは、これをやっていく

のがつらい。そうするとどうしてもIT化していく必要がある。これはどの企業でも認識しています。

ところが、IT化しようとしても、市販のソフトにはなかなか合ったものはありません。そこで、ソフトウェアベンダーにオーダーメイドでつくってもらおうとすると、数百万、数千万と莫大な値段になってしまいます。また、最近よく聞くのが、昔使ったシステムを今の仕事の状況に合わせて修正したいのだけれど、修正ができないということです。結局、新たにお金がかかってしまうのです。

それなら、全部自社でつくればいいかと言いますと、ITシステムの専門知識が不足していてできない。そこで私たちは、特に高度なITの知識がなくてもシステム開発できるようなツールを提供して、自社開発を実現させようとしているのです。

具体的にどういうものかというところ、これまではITシステムをつくるにはプログラムを書かなければなりませんでしたが、それをやめて、ソフトウェアの部品、コンポーネントというものをいくつも用意しておいて、組み立てブロックを組み上げるようなイメージでつくり上げていく形にする。そうすれば、あまり負担なくつくれるのではないか、というのがそもそもの発想でした。

このコンポーネント方式のシステム開発技術を確立するために、開発当初の課題として、本当にコンポーネント方式でよいのか、実用システムをつくれるのか検討しました。組み立てブロックのようなものでは、オモチャ程度のものしかつくれるのではないかという懸念がありました。もう1つは、その有用性が立証できたとして、コンポーネントとしてどういうものを用意すればよいのかです。汎用性と多様性は確保しなければならない、どの企業のシステムにも対応できるようにしなければ

ばならない。そうすると、たいへん細かい機能を持ったコンポーネントを多数用意するほうが有利になりますが、それでは開発の効率は上がらない。通常のプログラムを書くのと同じになってしまうので、どの程度のものを用意すればよいのかという問題です。

この解決のためにどうしたかというのと、実際に企業に行き、その会社のシステムをつくってみました。企業では、特に先ほどのトレーサビリティの確保という点から、工程管理とか生産管理の面でかなり大きな問題を抱えていることがわかりました。聞き取り調査を行い、仕事の内容を教えてもらって、現状の仕事にどういう問題点があるのかといった業務分析を行うなど、ほとんど経営コンサルタントみたいなきことをしたわけです。しかし、実際に、システム設計、プログラム作成などを行って、コンポーネント方式で実用システムがつかれることを例証することができました。

次に行ったのが、コンポーネントの標準化です。最初のシステムはコンポーネント方式がきちんと使えることの検証用でしたので、それぞれの企業に固有のコンポーネントをつくって開発を行いました。つまりほかの企業では全く使えないコンポーネントを使ったのです。その後で改めて、その中で標準機能として抽出できるものはどれか、また標準機能をどのように組み合わせればよいかを検討しました。

例えば、最初は企業固有のデータを扱うためのコンポーネントをつくったわけですが、それをやめて、一般的なデータベースを活用するコンポーネントと、そのデータを整理するためのコンポーネントを用意してやれば、さまざまな仕事に対応できることがわかりました。そういった形で汎用性を高めて、標準のコンポーネント約180種を整備し、さまざまな事例を通じて必要な機能のほぼすべてがカバーできることを確認しました。

このように実用システムをつくる機能は整ったのですが、ここで壁にぶつかりました。せっかくつくったシステム、例えば技術情報の管理、工程管理のシステムをつくったのですが、それらは使ってもらえなかったのです。そこで、どういう問題があるのか、企業への聞き取り調査を行いました。つくったシステムの機能は実用レベルにあるという評価はいただけたのですが、このシステムの維持管理、業務展開、運用を担う企業内の人材の確保や体制の整備ができなかったのです。

結局、私たちはオーダーメイドした場合の問題点と同じ轍を踏んだわけです。つまり、オーダーメイドでシステムをつくった場合には、企業内での維持管理ができないということです。この問題は認識していたつもりだったのですが、自分たちがやってみたときに、やはり同じ落とし穴にはまってしまった。そこで、やっぱり企業内で人材を

育成しなければならないと考えました。その後は啓発活動、サポート体制の構築、人材育成の重要性を認識して進めています。

啓発・サポート体制・人材育成こそが大事

澤田 啓発活動というのは、企業の経営者の方に、IT化したいのなら、まず社内の仕事の仕方を考えなければなりません、ときちんと伝えることです。次がサポート体制。私たち産総研だけでは全国の企業をカバーできませんので、なるべく地元の公設研などと協力して、地域に密着したサポート体制をつくっていく必要があります。

残りが人材育成。これは2つあります。企業内の人材もそうですし、実際に企業の指導ができる人材をそれぞれの地元で育成する。そのための私たちの基本的な立場は、質問には答えるが手は出さない、というものです。「こういうことをやりたいのですが、どうしたらよいでしょうか」と言われたときには答えますし、必要であればサンプルを提供することもあります。でも、「こういうものをつくってください」という要請には応じない。ヒントを与え、助言はするが、つくるのは自分でやってくださいということです。そうしないと人材が育たないからです。

実際の成果の例ですが、大分県のプラスチック射出成形企業があります。ここは大分県産業科学技術センターの研究員の方が指導して、社内のシステムをつくり上げました。そのシステムで昨年度、九州経済産業局の賞を授与されています。

長崎県の企業では、工業技術センターの紹介で、ソフトウェアベンダーのサポートにより工程管理のシステムを開発しました。システム開発をするときにはきちんと社内の体制を整えてください、と最初に伝えてあり、4名ほど

中小企業のIT化を
助けるために、
コンポーネント方式の
システム開発技術を作成。
啓発・サポート・人材育成に
全力を注いでいる。

澤田 浩之
さわだ ひろゆき



の社内のチームでメンテナンスやその後のシステムの拡張をしています。

佐賀県の金型製造企業は、社長の息子さん^が産総研で技術研修を受けて、そこでシステム開発のスキルを身につけ、その後は1人で全部、システムの維持管理、開発をしています。最初は1つのラインのシステム開発だったのですが、現在はそれを複数のラインに展開されているそうです。この場合も、LANなどのハードウェア部分の整備はどうしても知識が追いつきませんので、ソフトウェアベンダーのサポートを受けながらやっているとのこと。現在、このMZプラットフォームは、商売をする場合にはTLO（技術移転）契約を結ぶことが必要で、契約締結済みのソフトウェアベンダーは7社です。

理事長 すばらしいですね。いつから始めたのですか。

澤田 2001年から始めて、2004年から公開しています。

小林 コンピューターの知識がない小企業にも使ってもらいたいということですか。

澤田 そうです。これはプログラミングのツールですので、ユーザーが全てを自力で作りに上げるのが究極の目標にはなっています。ただ、実際にはそれは難しいので、ソフトウェアベンダー

のサポートですとか、あるいは公設研究機関の方が少し手伝う形で開発して、ある程度できあがって土台^{どだい}ができてしまえば、あとはエンドユーザーがうまく利用していくのが現実的です。

小林 こっちで全部つくってあげてはいかがですか。

澤田 そうしたら、使ってもらえなかったということです。

理事長 理想的には、最初のお話のようにサポートがあって、コンポーネントはブラックボックスになっている。ITセンスがなくても、そのコンポーネントを組んでいけば使えるというのが理想なのですね。それを理想としたのだけど、なかなか難しいという話。

澤田 結局、コンポーネントはブラックボックスなのですが、考え方の問題なのです。システムをどうつくっていくかという考え方に慣れていないのです。

理事長 コンポーネントを使いこなせない？

澤田 そういうことですね。

理事長 それを企業自身にやらせるほうが、プログラミング能力を持たせるよりはいい、ということかな。

澤田 そうです。ただ、まだシステムの構成を考える力、すなわち設計能力のサポートまではできていません。最初は、プログラム作成の負担を軽くすればよいと思っていたのですが、そうではなくてむしろ、設計能力の欠如が見えてきたのです。

よく例えに使っているのが、ウッドデッキをつくる話です。ホームセンターで製作キットを売っていますし、ドライバーがあればつくれるのですが、では誰でも理想的なものをつくれるかというと、それはもう設計能力にかかっているわけですね。家の庭を見て、こういうのが欲しいから、これとこれを買ってきてこう組み合わせればよい、というのが設計能力。これがないとつけれない。単にのこぎりを使えるとかのレベルではない。そのことがかかって明らかになったのです。

矢部 今日のお三方の話を聞いて共通するのは、企業との連携の実際の体験における死の谷の経緯ということですね。そのフェーズに今日の皆さんは入ってきていると思います。例えば澤田さんは、コンポーネントをつくること自体はある意味でできたけれど、実際にそれを本当に使ってもらわないと製品にならないわけですね。原さん、赤井さんも同じだと思います。そうした経験をぜひ「*Synthesiology*」に書いていただきたいと思います。今日はどうもありがとうございました。



ものづくりの基本を
産総研から提案していきたい。
リサイクルを考えれば、
廃棄物処理しやすい
設計・製造法が新たに
生まれる。

吉川 弘之
よしかわ ひろゆき

持続可能な21世紀型産業構築のための本格研究 ミニマル生産システムを創造する

最小単位の製造により、産業を持続可能に革新する

消費の無限拡大が破たんした今の時代、生産規模拡大を前提とせず、必要なものを必要な時に必要なだけ生産する、持続可能な生産システムが求められています。そのソリューションの1つは、生産規模が最小単位の小さな工場～ミニマル生産システム～であると考えてきました。特に、大規模な過剰生産システムに苦しんでいる半導体製造システムは、それを応用するのにふさわしい産業であるといえます。

モノの生産単位を最小化するということは、半導体の場合、商品である集積回路チップ1個が作れるハーフインチサイズのウエハーを用いて製造することに帰着します。

では、この公理とも言うべき基本概念をどのように実現すれば良いのでしょうか。まずは、製造装置を開発することでしょう。扱うものがハーフインチですから、装置はそれぞれ30 cmくらいの大きさが良いということになります。

ミニマル型装置

ミニマル生産を担う装置は、大変ローコストになります。なぜなら、量産システムでコストの大部分が費やさ

れている大口径均一製造のために装置内に仕組みられた複雑な構造を一切排除できるからです。ですから、新しい製造技術でなくても、量産均一化のための機能を省いた既存製造技術は、導入価値のあるミニマル技術として機能します。例えば、露光工程では、露光対象がハーフインチサイズなので、ステッパーという高精度で超高価な露光スポット移動の機械技術は不要になります。また、初めからチップサイズなので、ウエハーダイシングやウエハーバックグラインドの工程は不要になり、前工程と後工程が統一されて、工程数が大幅に削減されます。このように、まず既存量産装置をシンプル化・スモール化し、装置を安くすることで、ミニマル装置1セットを開発できます。

しかし、それだけでは生産単位あたりの資源やエネルギーの利用効率はさほど上がるわけではありません。そこで、インクジェット技術やマイクロプラズマ技術、デスクトップファーンレスなど、よりミニマル性能の高い、産総研が提唱するミニマルマニュファクチャリング技術群を第2種ミニマル型装置として、ミニマル生産仕様に合うように実用機能性を高める研究開発を行うべきでしょう。この準備として、

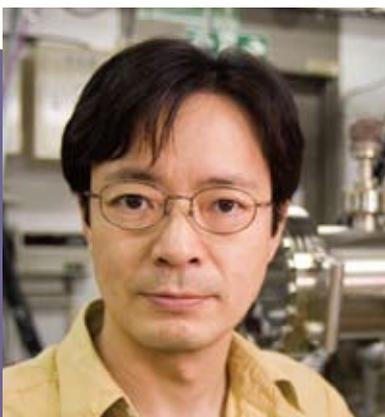
所内でミニマル技術を持っている方々やミニマルファブコンセプトに共感する方々に分野を問わず声を掛け、半導体システムイノベーション検討会をつくりました。

局所クリーン化搬送システム

ミニマル型装置は、それらを並べれば実用ミニマルシステムができ上がるというわけではありません。例えば、ミニマル露光装置で加工したウエハーを洗浄装置へ持って行く際、人がピンセットでウエハーを取り出して運んでいると、汚染が進んでしまいます。半導体集積回路工程は約600工程もあるので、1工程ではわずかな汚れの可能性でも数100工程を経ると、ほぼ100%不良品と化してしまいます。これまでは、それをスーパークリーンルーム技術で回避していました。しかし、これ自体巨大投資の象徴であり、ミニマル思想と相いれません。そこで、革新的なコアシステム技術となるのが、ウエハー回りの局所空間だけを清浄化し、その製造物環境を人環境から完全に分離する局所クリーン化搬送システムです。



ミニマル型装置や研究装置を生産装置として機能させる、開発中のPLAD1号試作機

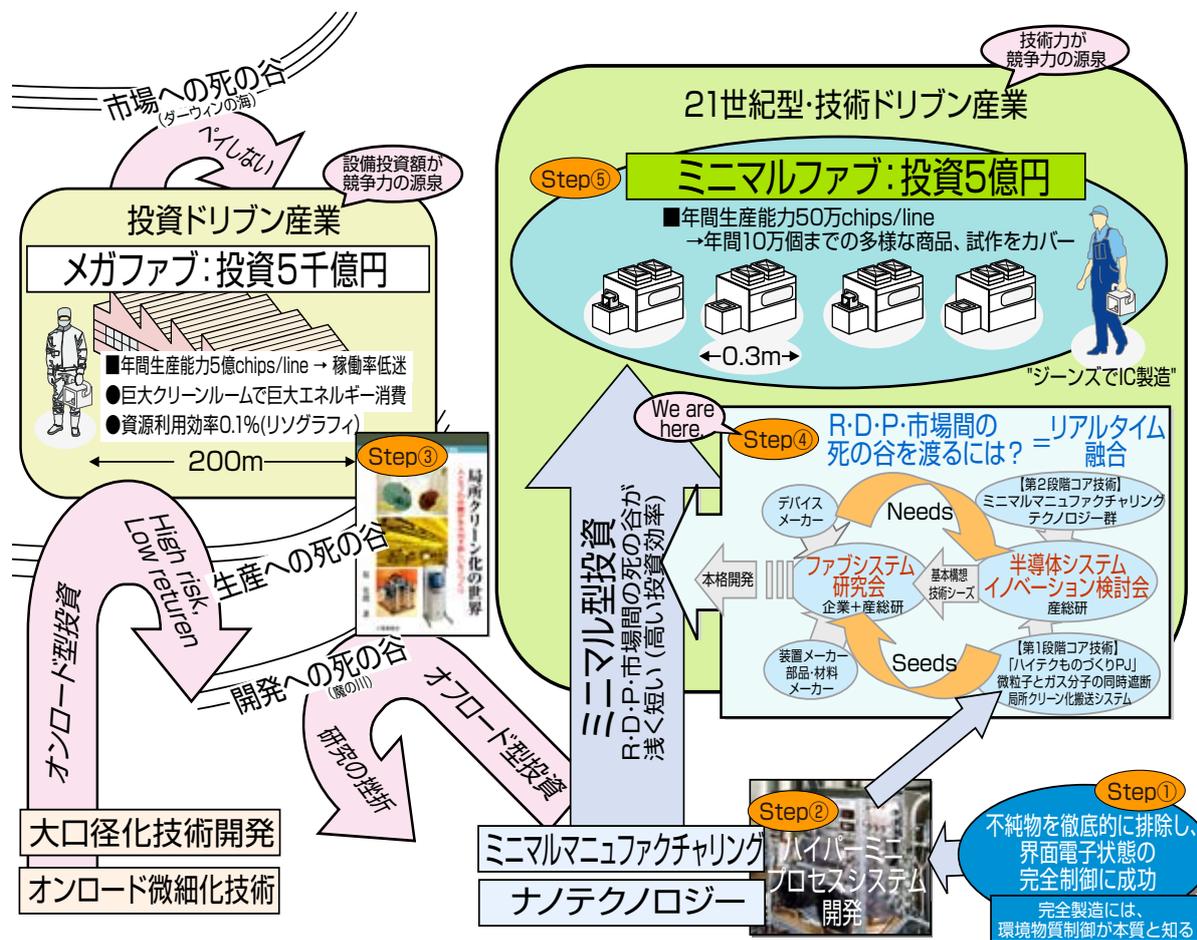


早稲田大学理工学部助手、理化学研究所基礎科学特別研究員を経て、1993年、電子技術総合研究所入所。ショットキーダイオードの特性ばらつきを根絶するべく、その原因究明のために、局所クリーン化リサーチシステムを開発。2001～2002年 財団法人 新機能素子研究開発協会 研究開発部統括部長兼企画室長。著書「局所クリーン化の世界」。ファブシステム研究会代表。

原 史朗 (はら しろう)

shiro-hara@aist.go.jp

エレクトロニクス研究部門
先端シリコンデバイスグループ



ミニマルファブの創造

幸運にも、私たちのグループでは、90年代後半には局所クリーン化リサーチシステムを開発しており、野放しだった製造環境物質濃度を人為的に制御することで、不良特性の象徴であるリーク電流のばらつきを排除できることを突き止めていました。ここで培った基本技術を応用して、それぞれのミニマル型装置には、完全密閉型の前室を付けて、密閉搬送容器で運んでやれば良いのです。

今年から、この搬送技術開発を始められています。Particle Lock Air-tight Docking : PLAD システムと名付けた、微粒子とガス分子を同時に遮断する新しいテクノロジーです。写真は、その第1号試作機です。

ファブシステム研究会

これらの取組みの妥当性を探る上で、将来ミニマル生産システムを活用するであろう想定ユーザーとの対話が欠かせないと考えています。2008年6月から、ファブシステム研究会を、産業構造の各階層から集った企業16社2大学と組織しました。ここで肝心なことは、生産上の悩みや課題をたくさん抱えている生産工場のプロフェッショナルの方々にお集まりいただいたことです。このような集まりは過去見られたことがなく、研究会では、生産に関する多様で具体的でありながら本質的な課題が、せきを切ったように論議されました。研究と生産が遠くなった現在、生産現場との直接対話は最も意義深い行動の1つといえます。

生産現場との対話から得られたもの

研究会での議論から、製造業の真の課題、すなわち、投資額の制約、環境問題への現実対応の困難さ、仕掛かり在庫制御の問題、量産品の伸び悩みなど、生産上の共通課題が浮かび上がってきました。それと同時に、ミニマル生産システムが未来のあるべき製造モデルの1つであることを企業委員が認識するに至ったことはとても重要です。研究会の成果は、21世紀型生産システムの提言レポートとしてウェブ発信しました。(http://unit.aist.go.jp/nano-ele/fabsystem/fabsystem.html)

今後は、これをさらに強力な組織として改造し、本格開発の段階へ進んで行きたいと考えています。

環境との調和を目指すガラスの本格研究

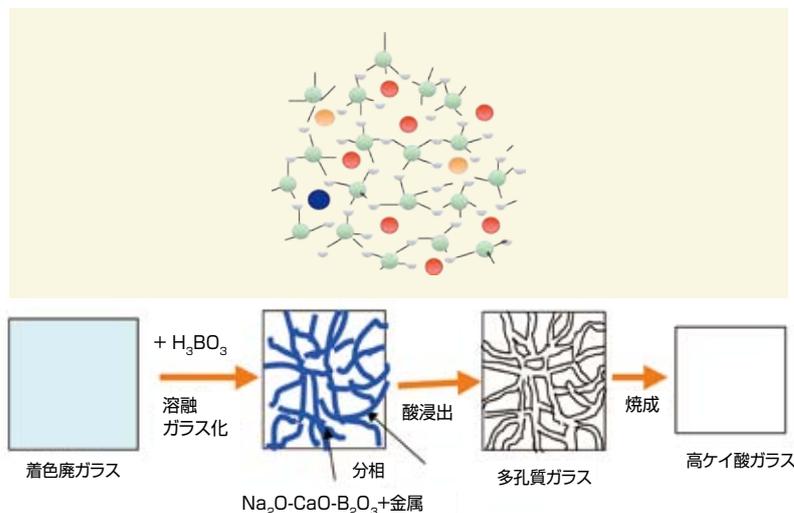
古くからのガラスの技術で新しい環境問題を解決

環境とガラス

昨今、CO₂削減、レアメタルなどに代表される資源制約、RoHS (Restriction of Hazardous Substances) に見られる有害物質使用規制など「環境」が産業に大きな影響を与えるようになってきています。私たちは、関西センターに長年継承されてきた多孔質ガラス作製技術、ガラスの重金属処理技術を切り口としてこれらの環境問題を解決する技術の開発に取り組んでいます。

ガラスのリサイクル技術とコスト

この研究のきっかけは約10年前に行った着色ガラス瓶のリサイクルの研究でした。着色ガラス瓶には多種多様な着色金属が少量（～1%程度）含まれているので再利用が難しく、廃棄物問題になっていました。当時はコストを考えずにリサイクル技術の開発をしようという楽観的な雰囲気があり、ガラス中の金属を脱離する技術への要望が強くありました。そこで多孔質ガラスの製造法を応用して廃ガラスにホウ酸を加えて再熔融し、アルカリホウ酸相とシリカ相に金属を濃縮させてその相を酸処理で溶かしだすことで抽出する技術を開発しました。また、高温・高圧の水蒸気処理による金属脱離法も開発しました。しかし、その後コスト



ガラス中の重金属と分相法を利用した脱離例

の壁にぶつかったため、リサイクルによって得られた多孔質ガラスの高付加価値化を試みました。偶然、再処理問題を起こさない程度の微量の金属をドープして焼成することで高輝度な蛍光ガラスとなることを見い出され、壁が乗り越えられたかに見えました。しかし、リサイクル材料は品質が安定しないため機能性材料には使えないという強い先入観が障壁となって最終的に実用化には至らず、研究は停止せざるを得なくなりました。

新しい展開を探して

幸いその多孔質ガラスを用いた蛍光ガラスについて水銀フリー光源用の材

料としての応用が期待されたため、省エネルギーを主目的とした環境ガラスの研究として再スタートすることができました。しかし材料研究の真冬の時期と重なり、すぐに厳しい状況に陥りました。企業、工業会、団体などを訪ねてニーズを聞いて歩きましたが、逆風の中では研究資源も乏しく、大きな成果は生まれませんでした。次第に、この状況を切り抜けるには現在自分だけがもっているものを生かすしかないと考えようになりました。分相を利用した多孔質ガラス、ガラスからの重金属浸出評価の2つは長期間の蓄積と最近の集中的な研究で優位性のある独自技術になっていましたので、当面これらの改良のみに集中し、これらを使うことによるのみ解決可能な社会的に重要な研究テーマを立ち上げることにしました。過去数年にわたって情報が蓄積されていたため、すぐにいくつかのテーマが思いあたりました。実行するには複数の技術が必要でしたが、産総研には異分野の研究者が多数いるので、共同して取り組むことで解決できるのではないかと考えました。



1991年大阪工業技術研究所入所。以来ガラス材料に関連する研究に携わってきました。米国留学の際人工的な構造モデルに違和感を覚え、帰国直後に周辺で見たガラスが分相や水相で構造が崩れ、何かの拍子に規則化する複雑な現象に魅力を感じたのが今の研究のきっかけでした。泥臭いものの中にある美しさを引き出すような研究を目指したいと考えています。

赤井 智子 (あかい ともこ)

t-akai@aist.go.jp

環境化学技術研究部門 高機能ガラスグループ
企画本部

ニーズ対応への展開

まず、鉛を含む廃ブラウン管ガラスのリサイクル問題に着手しました。この鉛ガラスは再溶融して新しいテレビのガラスに再生されてきましたが、全世界で薄型テレビが普及し始め、リサイクルが困難な廃棄物になると予測されています。特に日本では地上デジタル放送に切り替わる2011年以降に大量にブラウン管テレビが廃棄されることが予測されており、その対策が急務となっています。私たちは着色ガラス瓶で開発したリサイクル技術を改良することでガラスから鉛を脱離する技術の開発を行っていましたが、鉛の用途が減っており、ガラスという安定な形で保管するという選択肢とあわせて総合的に解決法を提示せねばならないとわかってきていたので簡単な浸出試験は始めていました。しかし最終的には浸出だけではなく、ある環境で保管した場合の鉛の拡散や環境リスクを評価する必要がありますがありました。これについては全くの専門外だったため、地圏資源環境研究部門 地圏環境評価研究グループに引き受けていただき、2011年問題の解決に向けた議論に総合的なデータを提供するための研究を2008年度に開始しました。

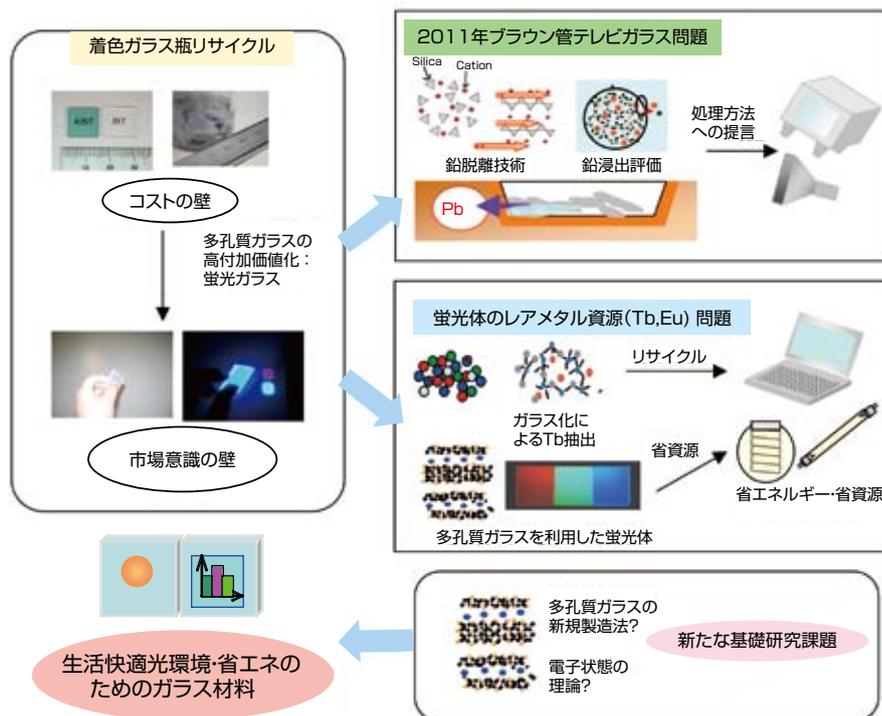
次に、蛍光体のレアメタルのリサイクル技術と省資源型材料技術の開発に取り組みました。最近の高品位のランプには高価な希土類を多量に使用した蛍光体が使われています。今後照明分野への省エネ要請から電球型蛍光ランプの導入が進みますが、その結果、希土類蛍光体の使用量が急激に増大します。希土類、特にテルビウム (Tb) は供給量が限られており、急激に需要過多となることが予測されます。リサイクルを進めるにしても、使用済み蛍光体は多種の蛍光体が混ざっているた

め、再利用がほとんど行われていません。また蛍光体から希土類を抽出して回収するにも、一番高価な Tb を含む緑色の蛍光体は酸に溶けないことから抽出困難とされていました。そこで、着色ガラス瓶のリサイクル技術に少し工夫を加え、Tb の抽出方法を開発しました。これには大きな反響がありました。さらに環境管理技術研究部門の物理分離、溶媒抽出などのリサイクルの専門家と議論をすると、蛍光体リサイクルに関係したさまざまな技術が産総研内で開発されていることがわかりました。それらに組み入れていただくことで、オリジナリティーの高い技術シーズの1つとなっていきました。また、以前にリサイクル技術の過程で見出された蛍光ガラスは希土類の使用量が低減できる可能性があり、省資源型の材料開発として新たな展開を見せました。現在、これらの内容を総合し

て、企業の方とも議論をしつつ実用化への検討を始めています。

今後の展開

最近やっと蓄積されていたものがつなげて動き始め、冬の終わりが近くなってきたような気がします。冬の時期はつらくはありましたが、自分の本質が何かを考える重要な時期であったように思えます。現在は近未来のニーズ研究に集中していますが、ガラス材料が将来的に目指すべきものは、人の生活にとって快適かつ省エネ型の光環境をつくることだと考えています。ニーズ研究を行っている、不思議なことに将来のために必要な基礎研究がぼんやりと見えてきます。今後はその研究内容を明確にし、新しい技術開発に十分な力を費やせる日が来れば、新たな発展を求めて挑戦していきたいと考えています。



重要な社会ニーズへの対応

製造業のIT化推進を目指す本格研究

設計製造支援システム開発実行ツール: MZ Platform

研究開発の背景

製造業において、業務改革を推進し競争力の維持向上を図るためには、IT化への取り組みが不可欠であると広く認識されています。しかし、特に中小企業では、ITシステムの開発や導入、運用のための負担が非常に大きく、IT化を進められないというケースが多く見られます。このような問題を解決するために、中小製造業の技術者が高度なIT知識を必要とせずに、自らITシステムを構築・運用できるようにツールMZ Platformの研究開発を進めています。

MZ Platformは、コンポーネントと呼ばれるソフトウェアの部品を組み合わせてITシステムを作り上げるツールです。これまで、ITシステムを開発するためには、IT知識を身につけてプログラムを書くことが必要でした。MZ Platformでは、さまざまな機能を持ったコンポーネントがあらかじめ用意されているので、プログラムを書くことなく、従来よりもはるかに容易にITシステムを開発できます。

技術的課題

MZ Platformの研究開発における主な技術的課題は以下の2つです。

- (1) コンポーネント方式の有用性立証
- (2) コンポーネントの整備



1989年機械技術研究所入所。1990年から1992年まで財団法人 新世代コンピュータ技術開発機構へ研究出向。その後、数式処理技術の設計工学への応用に取り組み、2001年から現在のテーマに従事しています。MZ Platform 普及活動のため、あちこちを飛び回っています。

澤田 浩之 (さわだ ひろゆき)
h.sawada@aist.go.jp
デジタルものづくり研究センター
システム技術研究チーム



コンポーネントの組み合わせによるシステム開発

(1) は「コンポーネントを組み合わせることで本当に実用システムを作れるのか?」ということであり、(2) は「さまざまなシステム開発を効率化できるようにコンポーネントを用意できるのか?」ということです。

私たちは、まず中小製造業数社の協力を得て、工程管理システムなどの実用システムを実際に開発してみるところから始めました。その手順は以下の通りです。

- ① 企業への聞き取り調査実施
- ② 業務分析と開発するシステムの仕様策定

- ③ 必要なコンポーネントの新規作成
- ④ システム開発

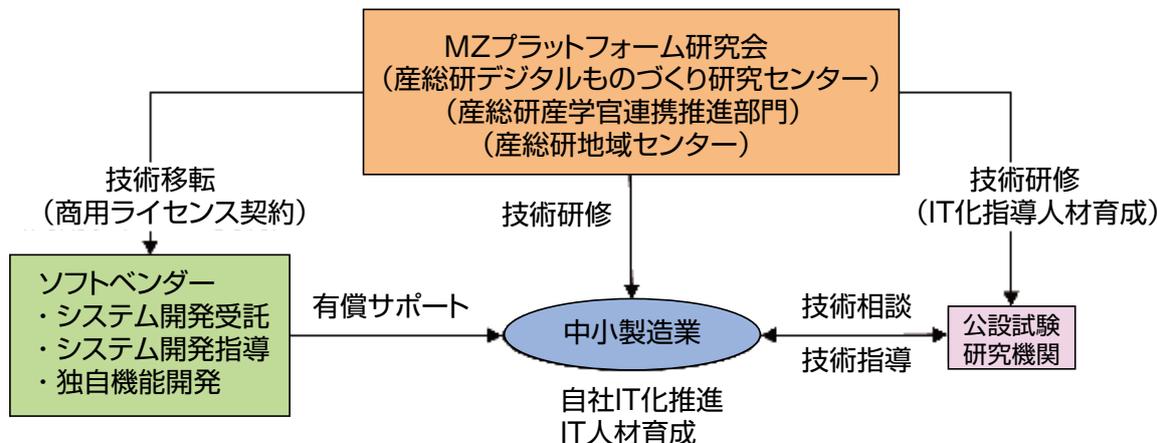
この作業により、コンポーネント方式による実用システムの開発が可能であることを例証しました。ここで作成されたコンポーネントには、それぞれのシステムでしか使うことのできないものも多く含まれています。

次に、開発したシステムの機能を分析し、それらを汎用的な標準機能の組み合わせとして再構成しました。この作業は、各システム固有の機能をサブ機能へと分解して基本となる標準機能を抽出すること、機能の実現方法を見直してより汎用性の高い方法で置き換えることにより行われました。

現在では約180種類のコンポーネントが標準で用意され、プログラム作成期間はこれまでの半分以下、実用システムで必要とされる機能の95%以上が実現可能との検証結果が得られています。

成果普及活動

MZ Platformで実用ITシステムを開発する機能は整いましたが、当初、開発し



サポート体制の構築

たITシステムは企業で使われませんでした。あらためて企業への聞き取り調査を行ったところ、以下のことが分かりました。

- 開発したITシステムの機能は実用レベル
- ITシステムの維持・管理、業務展開、運用を担う人材の確保や体制整備が困難

ここで私たちは人材育成を含めた成果普及活動の重要性を認識し、以下の活動を開始しました。

- (1) 成果普及セミナーの開催 (2004年～)
産総研地域センターや公設試験研究機関などの協力を得て、これまでに44都道府県でセミナーを開催しました。
- (2) コンソーシアム活動 (2004年～)

産総研コンソーシアム「MZプラットフォーム研究会」を設立し、MZ Platformの配布や講習会の開催、メールサポートを行っています。年会費は1000円で現在の会員数は440、講習会はつくばで週2日のほか、これまでに22都府県で出張講習会を開催しています。

(3) サポート体制の構築

各地域の中小製造業に対するIT化指導人材育成のため、公設試験研究機関へのMZ Platform導入に取り組んでいます。一方、恒久的な普及にはMZ Platformのビジネスへの活用が不可欠との認識から、TLO契約 (商用ライセンス契約) を通じたソフトベンダーへの技術移転を

進めています。現在、TLO契約締結済みソフトベンダーは7社です。

現在の状況と将来

現在、MZ Platformを導入しITシステムを構築している中小製造業は10数社で、普及が進みつつあります。大分県の企業は、MZ Platformを利用したIT化により、九州経済産業局IT経営力大賞特別賞を受賞しました。また、TLO契約を締結した長崎県のソフトベンダーは「MZ SUPPORT SYSTEM」というビジネスを開始しました。これは、従来の丸投げ・丸請けのシステム開発ではなく、

発注側の製造業も開発に参加し、最終的に自社で維持・管理ができる状態にした上で納品するものです。一方、栃木県のものづくりIT化パイロット事業や大分県の中小企業IT化モデル事業など、地方自治体におけるMZ Platform利用の動きも広まりつつあります。

MZ Platformの活用により、ユーザーである製造業と開発者であるソフトベンダーとの距離を縮めることで中小企業のITスキルの向上を促し、企業の体質・競争力の強化に貢献していくことが将来の目標です。

ITシステム開発事例

ープラスチック射出成形企業における作業実績収集システムの開発(大分県)ー

低コスト・短期間でのシステム自社開発

- ・MZ Platform(システム開発ツール)
- ・エクセル
- ・MSDE(無償データベースソフト)
- ・PC、バーコードリーダー、ハンディターミナル

手作業による書き写しから電子データによるオンライン化へ

時間単位の進捗・数量管理
→ 納期・在庫管理精度の向上!
手書き作業の排除
→ 記入ミス排除、作業時間20%削減!

半日単位の進捗・数量管理
手書き作業

平成19年度九州経済産業局IT経営力大賞特別賞受賞

ITシステム開発事例 (資料提供: 大分県産業科学技術センター)

金属イオン結合有機ナノチューブの大量製造法を開発

触媒、DNAの分離、金属ナノ材料の鑄型としての応用に期待



小木曾 真樹

こぎそ まさき

m-kogiso@aist.go.jp

ナノチューブ応用研究センター
有機ナノチューブチーム
研究員
(つくばセンター)

1995年に入所以来、再生可能な資源から自己集合という低エネルギープロセスを用いて、世界的に類のない有機ナノ材料、有機/無機ハイブリッドナノ材料を作り出す研究を行ってきました。既存の技術の置き換えではない、独自の発想による新しい技術を作り出すことで、産総研発のイノベーションにつなげることを目指しています。

関連情報：

● 共同研究者

青柳 将、浅川 真澄、清水 敏美
(産総研)

● 参考文献

[1] M.Kogiso *et al.*: *Adv. Mater.*, 19, 242 (2007).

● プレス発表

2008年10月24日「金属錯体タイプ有機ナノチューブの大量製造法を開発」

金属錯体からなる有機ナノチューブ

グリシルグリシンと脂肪酸が結合したペプチド脂質は、金属イオンへ配位することによって水中で自己集合し、金属錯体からなる有機ナノチューブを形成します。これまでは溶解度の制限によって少量しか製造できませんでした。200倍以上の量を5分の1以下の時間で製造できる新しい製造法を開発しました。

金属含有有機ナノチューブの大量製造法を開発

今回、ペプチド脂質をアルコールに懸濁させ、この懸濁液に金属塩水溶液を加えるだけで、金属錯体タイプ有機ナノチューブが形成することを見い出しました。アルコール懸濁後のペプチド脂質は板状構造ですが、金属塩を混合後、数分以内にナノチューブ構造へと変換します。

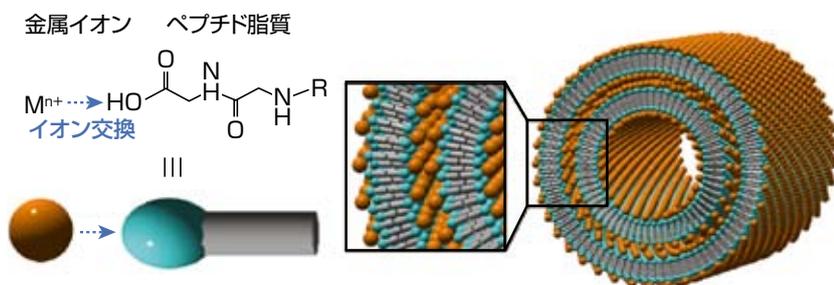
これまではペプチド脂質を水に溶解させるために、1当量のアルカリを加えた後、超音波照射と40℃程度の加熱が必要でした。しかも、20 mlに0.01 gという少量しか溶解することができませんでした。一方、今回開発した方法では、攪拌するだけでペプチド脂質を懸濁させることができるので、非常に簡便で低エネルギー消費の製造工程となります。また溶解度に制限されないため、製造量を飛躍的に増やすことができます。現在までに20 mlあたり2 gと、従来比200倍の製造量を達成しています。

大量製造が可能になった金属錯体タイプ有機ナノチューブは、ナノチューブ表面に多数の金属イオンが存在します。これまでに大量製造に成功した水酸基表面あるいはカルボキシル基表面をもつ有機ナノチューブに次ぐ、第3の大量製造可能な有機ナノチューブとなります。金属イオンとしては、カルボキシレートアニオン(-COO⁻)に結合しうるすべての金属イオンを用いることができると考えられます。現時点で製造に成功している金属イオンとしては、亜鉛、銅、コバルト、ニッケル、鉄、マグネシウムなどがあります。

今後の展開

金属錯体タイプ有機ナノチューブは、新しい構造をもつナノ材料であり、さまざまな分野での応用が期待されます。例えば、ナノ空間に配位した遷移金属を利用した触媒への応用や、有用低分子やDNAなどの包接・吸着・分離剤として医療・健康・ナノバイオ分野への応用が考えられます。また、金属酸化物ナノチューブや金属ナノ粒子分散型のハイブリッドナノチューブへと変換することで、電子・磁気・光学ナノ材料としても期待できます。

先に大量製造法を開発した2種類の有機ナノチューブと同様に、迅速な技術移転を目指して企業へのサンプル提供を行う予定です。



金属錯体タイプ有機ナノチューブの推定構造図

超小型スーパーインクジェット装置を開発

マイクロメートルオーダーの超微細加工技術を手のひらサイズに凝縮



村田 和広

むらた かずひろ

kazuhiro-murata@aist.go.jp

ナノテクノロジー研究部門
スーパーインクジェット連携研究体
連携研究体長
(つくばセンター)

材料の究極利用技術であるナノテクノロジーの実用には、必要な場所に必要機能（すなわち材料）配置が必要です。スーパーインクジェットをはじめとする研究開発を通じ、省資源・省エネルギー・高機能性を並立させるミニマルマニュファクチャリングの実現を目指しています。

関連情報：

● 技術移転先

産総研技術移転ベンチャー
株式会社 SIJ テクノロジ

● プレス発表

2008年10月14日「手のひらサイズのスーパーインクジェット装置を開発」

小型インクジェット装置の開発

スーパーインクジェット装置本体の大きさを体積比でこれまでの約1/600以下に縮小（制御部を除く）し、バッテリー駆動もできる可搬型スーパーインクジェット装置を開発しました(写真1)。

開発したスーパーインクジェット装置は、これまでの装置構成はそのままにして、移動ステージや電源アンプの小型化により、塗布面積以外はこれまでの装置とほぼ同等の機能を保っています。装置は、5Vのバッテリー直流電源での駆動もできます。

小型化のポイント

開発したスーパーインクジェット装置本体の大きさ（縦×横×高さ）は110mm×70mm×60mmであり、これまでの装置(700mm×700mm×600mm)に比べて、超小型化しました。

今回の小型化のポイントは、次の3点です。

(1) 従来の装置がインクジェットヘッドを固定し、基板を載せたステージを移動させて描画していたのに対して、今回開発した超小型スーパーインクジェット装置はヘッド側を移動させる構造としたこと

(2) これまで、移動ステージの駆動にリニアモーターを使用していたが、今回はヘッドの移動機構として、超音波モーターを採用したこと(写真2)

(3) 電源アンプの機能を見直して小型化し、本体に内蔵したこと

インクジェットは、ほかの精密加工技術や印刷技術とは異なり非接触で基材を加工すること

ができるので、推力の小さな超音波モーターを用いても、マイクロメートルオーダーの加工ができます。また、移動機構にエンコーダーを内蔵しクロズドループ制御方式を用いることによって、精密な位置決めを可能としました。

これらの工夫により、これまでのインクジェット装置とほぼ同等の機能を保ったまま、装置本体の大きさを手のひらサイズにまで小型化できました。また、消費電力が従来の1.5kWから約20Wに格段に減少し、直流5V程度の電源で駆動できるためバッテリーによる駆動が可能となりました。

インクジェットヘッド側を移動させる構造にしたことにより、基板の上の任意の場所に装置を置き、超微細印刷を行うことができます。例えば名刺の上に超小型スーパーインクジェット装置を置き、目に見えないサイズの文字や2次元バーコードなどの標識を描画することが可能です。偽造防止のためのセキュリティ印刷や、個体識別のための微細コードマーキングへの適用などが期待されています。金属超微粒子のインクなどを使えば、これまではクリーンルーム内で作製していたような微細な回路形成などもできますので、いわば“ポケット工場”と呼ばれるかもしれません。

今後の展開

超微細インクジェット技術は、産総研技術移転ベンチャーを通じて実用化が図られています。今後、さらなる小型化と技術の完成度を高め、近い将来実用化する予定です。



写真1 左：現在市販されているスーパーインクジェット装置
右：今回開発した手のひらサイズのスーパーインクジェット装置

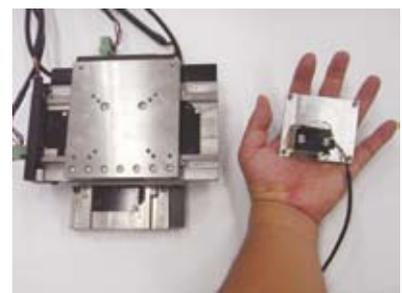


写真2 左：リニアモーター駆動型ステージ（従来品に採用したもの）
右：超音波モーター移動機構（今回開発した装置に採用したもの）

酵素センサーの高性能・長寿命化に成功

酵素にぴったり合ったナノサイズの孔をつくり安定化



伊藤 徹二

いとう てつじ

tetsu-itou@aist.go.jp

コンパクト化学プロセス研究センター

ナノ空間設計チーム

研究員

(東北センター)

酵素がもつ触媒機能と、ナノ空孔材料の持つ固定化担体としての機能の協働効果を発現させるために、ナノ空孔材料の細孔径や表面積などの構造因子および前処理条件の条件設定を最適化し、超高速で高選択性の環境に優しい触媒の開発を目指しています。

関連情報：

● 共同研究者

下村 威、角谷 透、小野 雅敏 (株式会社 船井電機新応用技術研究所)、水上 富士夫 (産総研)

● 参考文献

[1] T. Itoh *et al.*: *Bioconjugate Chem.*, (17), 236-240(2006).

[2] T. Itoh *et al.*: *Biotechnol. Bioeng.*, (97), 200-205(2007).

[3] T. Itoh *et al.*: *J. Mol. Catal. B-Enzym.* (2008) in press.

[4] T. Itoh *et al.*: *Biochem. Eng. J.* (2008) in press.

[5] T. Shimomura *et al.*: *Sens. Actuator B-Chem.* (2008) in press.

[6] T. Shimomura *et al.*: *Talanta* in press.

● プレス発表

2008年11月11日「酵素センサーの高性能・長寿命化に成功」

新しい酵素センサーを開発

メソポーラスシリカ多孔体を用いた高速・高感度・長寿命の新しい酵素センサーを開発しました。

酵素サイズと合致するように制御した細孔径をもつメソポーラスシリカ多孔体の細孔内へ酵素を固定化することで良好なセンサー安定性を実現しました。さらに、適切な電子伝達物質(キノン)を用いて酵素と電極間の電子授受を行うことにより、高感度検出、高速応答性を達成しました。酵素としてホルムアルデヒド脱水素酵素を用い、VOC(揮発性有機化合物)の1つとしても知られている水中および空気中のホルムアルデヒドを高感度で直接的に検出することに成功しました。

酵素の選択とメソポーラスシリカ多孔体の最適化により、さまざまな種類の物質の検出にも応用でき、小型で高性能なセンシングデバイスの実現に貢献することが期待されます。

ホルムアルデヒド測定用の酵素センサー

シックハウス症候群の原因物質の1つであるホルムアルデヒドの測定のための酵素センサー計測システムを開発しました。酵素としてホルムアルデヒド脱水素酵素を用い、作用電極上に酵素の分子サイズ(8 nm程度)に合致した細孔径をもつメソポーラスシリカを形成し、そこに酵素を固定化しました。緩衝液中に酵素固定化電極を浸漬し、低濃度ホルムアルデヒドガスを導入して応答電流の変化(アンペロメトリー法)を計測しました。

結果として、この酵素センサーは、長寿命で高い選択的検出能力と応答速度を示しました。これらの性能は、以下の4つのコンセプトにより実現しました。

1) メソポーラスシリカ多孔体の細孔径を酵素サイズと合致するように制御し、酵素を細孔内部へ固定化して、酵素どうしの凝集を抑えとともに立体構造の安定性を高め、酵素活性が低下することを防ぎました。

2) 適切な電子伝達物質(キノン)を用いて酵素と電極間の電子の授受を行い、感度と応答速度を向上させました。

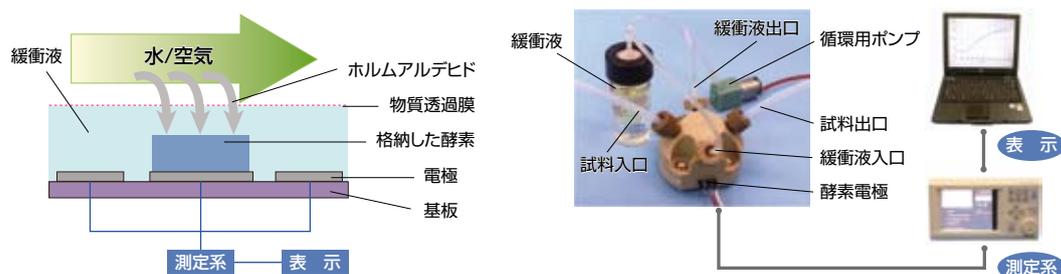
3) 物質透過膜と電極間の距離を最適化し、ガスに対する感度と応答速度を向上させました。

4) 測定後に緩衝液を循環し、繰り返し測定の迅速化を可能にしました。

このセンサーおよびセンシング技術は、酵素の選択とメソポーラスシリカ多孔体の細孔の最適化により他のさまざまな種類の物質の検出にも応用でき、上記結果は、高感度、高選択性が求められる検出方法としてこの技術が有望であることを示しています。今後、大掛かりな装置を必要としない小型で高性能なセンシングデバイスが実現できると考えられます。

今後の展開

今後は、この技術を用いたセンシングシステムの開発および評価を行います。特に、環境中の有害物質をモニタリングするシステムの実用化について検討を進めていく予定です。



ホルムアルデヒド酵素センサーによる計測システム
a) 酵素センサーの構造 b) 酵素センサーの外観

たいせき タイ南部沿岸の堆積物に記録された過去の巨大津波

インド洋で繰り返し起きていた巨大津波が国際共同調査で明らかに



澤井 祐紀

さわい ゆうき

yuki.sawai@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)

堆積物や化石の記録から過去の地殻変動や津波を読み取るため、野外と実験室の両方で説得力のあるデータを出そうと努力しています。主な調査地域は、東北日本、チリ、アメリカ北西海岸、タイなどです。これらの地域で得られた結果を巨大地震の発生サイクルの解明に生かし、地震の長期予測に貢献したいと考えています。

関連情報：

● 共同研究者

Kruawun Jankaew, Montri Choowong, Thasinee Charoentitirat (タイ・チュラロンコン大学)、Brian F. Atwater (米国地質調査所)、Maria E. Martin (米国ワシントン大学)、Amy Prendergast (豪州地質調査所)

● 参考文献

[1] S.Fujino *et al.*: *Proceedings of International Symposium on the Restoration Program from Giant Earthquakes and Tsunamis*, 115 - 121 (2008).

[2] Jankaew *et al.* : *Nature*, 455, 1228 - 1231 (2008).

● プレス発表

2008年10月30日「タイ南部沿岸の堆積物に記録された過去の巨大津波」

● 用語説明

【※】津波によって海岸の堆積物が削り取られ、その後別の場所に残された砂泥およびれきの総称で、普段平穏な環境である湿地などに残されている。

● 関連情報

この報告は、日本学術振興会海外特別研究員としてワシントン大学に滞在した際の研究成果です。

インド洋で起きた史上最悪の津波災害

2004年12月26日にインドネシアのスマトラ島沖で発生した地震は、インド洋沿岸の国々に大きな被害をもたらしました。インド洋沿岸では過去200年間において津波による大災害を経験しておらず、津波に対する備えがなかったことが主な原因だと思われます。2004年以降、スダ海溝における巨大地震・津波の履歴を今後の長期予測に役立てるため、国内外の研究者がインド洋沿岸で地質調査を行ってきました。

タイの沿岸に残された津波の痕跡

タイ南部にあるプラトン島では、2004年の津波の際にマレー半島で最大となる約20 mの津波浸水と2 km以上の遡上^{そじょう}が観測されました(図a、b)。衛星による観察では、いくつかの海岸で、水路が300 mほど津波により浸食されたのがわかっています。この津波により、島の西半分に津波堆積物^{※1}が広く残されました。京都大学のグループは2005年10月にこの島で予備的な調査を行い、2004年のインド洋津波やそれよりも前の津波堆積物を見つけました^[1]。私たちはさらに研究調査地域を拡げ、150地点以上のボーリング掘削とピット掘削から津波の痕跡の分布や詳しい年代を調べました。

明らかにされた「繰り返す巨大津波」

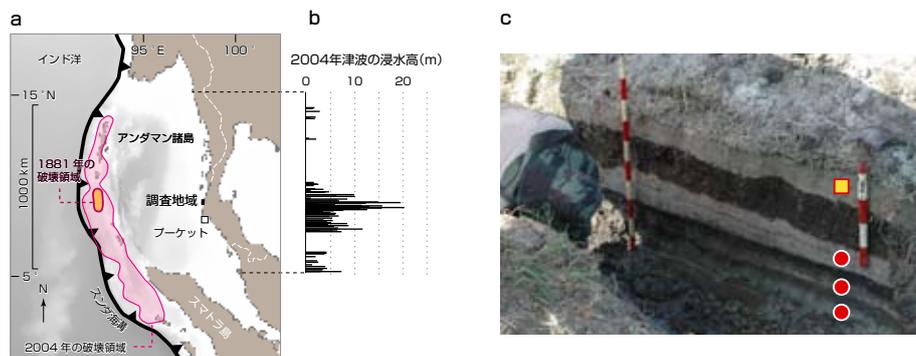
調査の結果、過去約2500年間の地層中から過去の津波堆積物を4層発見しました(図c)。最も新しい津波堆積物は、2004年スマトラ島沖地震によるものです。では、過去の津波はど

のようなものだったのでしょうか。今回の調査では歴史記録にある1881年の津波に相当する津波堆積物は確認されませんでした。これは2004年のものよりも規模が小さく、地層に証拠を残すほどのものではなかったためと考えられます。同時に、過去3回の津波は2004年クラスの巨大なものだったことも意味しています。堆積物の年代は、植物化石に含まれる放射性炭素(¹⁴C)の濃度を計測することによって推定することができます。津波堆積物のすぐ下より得られた放射性炭素年代測定値から判断すると、過去の津波の再来間隔は、1500-1850年(最も古い津波とその次のものの間隔)と550-700年(2004年と最も新しい過去の津波の間隔)と推定されました^[2]。このような長い再来間隔を持つ津波はインド洋沿岸の歴史記録では見つからず、2004年の津波が歴史記録だけでは予測できないものであったことがわかります。

しかし、2004年の津波は地質学的には想定外のものではなく、2004年以前に古地震学的研究を行っていれば予測できていたかもしれません。

今後の展開

世界の各地で、歴史記録に残らないような長い再来間隔を持つ巨大地震・津波の存在が、沿岸域の堆積物の調査から明らかになっていきます。例えば、千島海溝南部、チリ海溝などがそれに相当します。今後、古地震・古津波研究が行われていない空白地帯で地形・地質調査を行うことにより、未知の巨大地震・津波の再来間隔解明に貢献できると考えられます。



a : スダ海溝北部と調査地域周辺。

b : これまでに報告されているマレー半島における津波高。

c : プラトン島で観察された4層の津波堆積物。■で示した砂層が2004年に堆積したもので、●がそれ以前のもの(参考文献[2]より引用。Nature提供)。

単結晶ホウ素ナノワイヤーの製造方法

触媒を使わずホウ素ナノワイヤーを容易に合成

特許 第3972095号

(出願2002.12)

●関連特許

出願中：国内1件

研究ユニット：

ナノテクノロジー研究部門

適用分野：

- 正方晶系単結晶ホウ素のベルト状ナノワイヤーの製造
- ホウ素ナノワイヤーを利用したセンサー
- 原子力応用

目的と効果

ナノチューブやナノワイヤーなどの1次元ナノ構造体の合成には、Vapor (気相)-Liquid (液相)-Solid (固相) のいわゆるVSL成長メカニズムを利用して合成することが多く、この場合ナノワイヤーの成長のために触媒が必要であり、原料をガスとして供給する必要もあります。特にホウ素ナノワイヤーの場合毒性の強い原料ガスが必要となります。この発明ではレーザーアブレーションという手法を用いて、触媒ならびに危険性の高い毒性ガス原料を使用せずに、簡単な工程でホウ素の単結晶から構成されるベルト状ナノワイヤーを製造する方法を提供します。

技術の概要、特徴

純ホウ素の粉末を原料として、これをホットプレス法によって焼結させたタブレットをレーザーアブレーションのターゲットとします。このターゲットをアルゴンガス気流中で温度を700℃から1100℃に、また圧力を1 Paから70 Paに制御しながら、パルスレーザー光を集光照射して、ホウ素を気化蒸発させます。数時間レーザーを照射するとターゲット近傍に設置した捕集板上に図1

に示すような繊維状の物質が堆積^{たいせき}していきます。ホウ素を多く含む化合物は通常、12個のホウ素原子から構成される20面体クラスター (図2左上) が規則的に並んだ構造を取り、一般に菱面体晶^{りょうめん}のβホウ素がホウ素単体の安定構造としてよく知られています。ところが、得られたベルト状ホウ素ナノワイヤーの結晶構造を詳細に調べると、図2左下に示した、正方晶の単位格子から構成される単結晶ワイヤー構造 (図2右) であることが明らかとなりました。正方晶はこれまで、炭素や窒素などを微量含まないと安定化しませんでした。この発明で得られたナノワイヤーはこれらの元素を含まず、ホウ素単体の正方晶として初めて合成することができました。ホウ素は半導体であり、特に同位体のうち、¹⁰Bは大きな中性子吸収断面積をもつことから、ホウ素ナノワイヤーは原子力関連材料としての応用も期待されます。

発明者からのメッセージ

ホウ素ナノワイヤーの物性はまだよくわかっていません。そこで、現在ナノワイヤーの製造法だけでなくナノワイヤーの物性評価やセンサー応用についても研究を進めています。

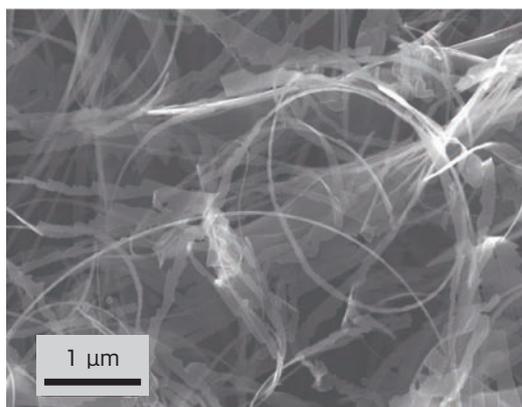


図1 単結晶ホウ素のベルト状ナノワイヤーの電子顕微鏡写真

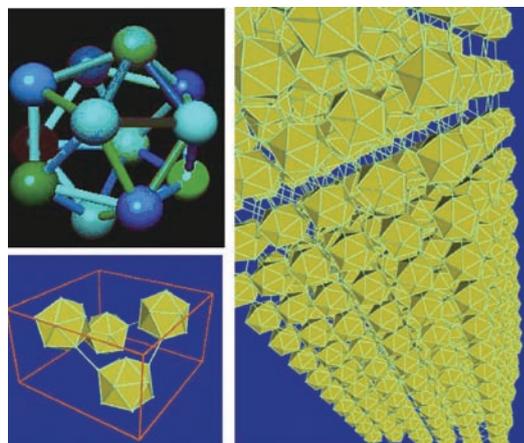


図2 α正方晶ホウ素のベルト状ナノワイヤーの構造

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/>

フッ化物イオンの簡易定量法

水中の微量フッ化物イオンを、簡単かつ迅速に定量

特許 第4058522号
(出願2003.11)

●関連特許

登録済み：国内1件
出願中：国内3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：

●工程管理、環境計測、
排水処理

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

つくば中央第2

TEL：029-861-9232

FAX：029-862-6159

E-mail：aist-innovations

@m.aist.go.jp

目的と効果

この発明は、水溶液中に微量に存在するフッ化物イオンを、簡単な操作で、高感度かつ迅速に定量する方法を提供します。この方法によれば、水中の微量フッ化物イオンを、常温で迅速に目視判定により定量することができます。この方法は、用いる試薬が水溶液中で長期間安定であるため、半導体工業、表面処理工程から排出されるフッ化物イオン含有排水や地下水中の微量フッ化物イオンの定期的なモニタリングや簡易定量に適しており、きわめて実用的価値が高いと考えられます。

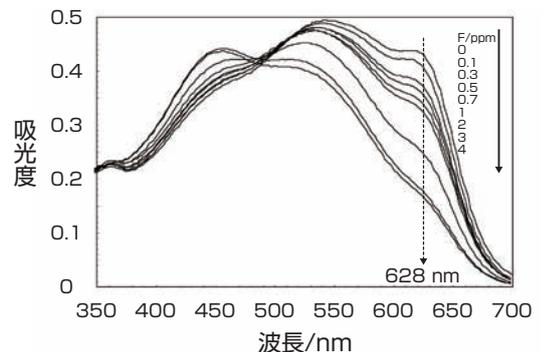
技術の概要、特徴

この発明は、水溶性で化学的に安定なジルコニウム(IV)錯体が、ピロカテコールバイオレット(PV)と多核三元錯体を形成して水溶液中で濃い青紫色を示すこと、この水溶液にフッ化物イオンを加えるとPVとの配位子置換反応によりPVが遊離して紫色を経て赤紫色に変色することを利用して、色の濃淡だけでなく色調の変化を伴うことで目視判定を容易にしています。すなわち、濃度不明のフッ化物イオン水溶液にジルコニウム(IV)錯体とPVを含む水溶液を加えたのち、pHを4から5の範囲に調整し、

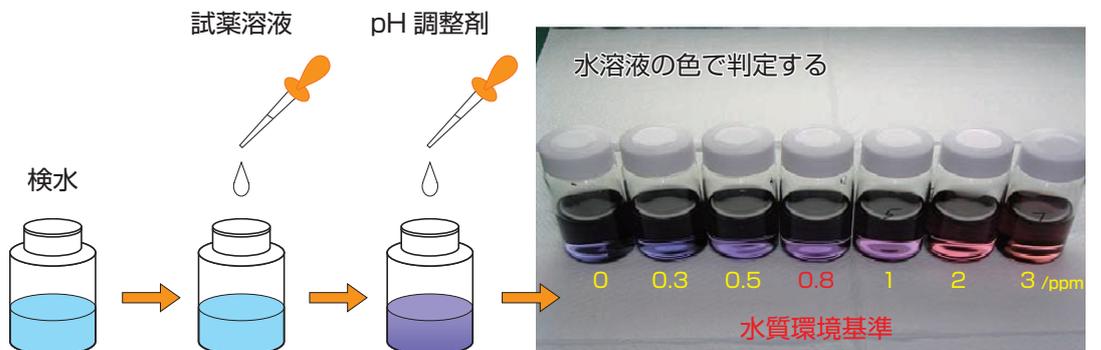
試料溶液の色調の変化および色の濃さ、あるいは628 nmの吸光度の減少量に基づいてフッ化物イオン濃度を求めることができます。

発明者からのメッセージ

水中微量フッ化物イオンの定量を簡単に行う方法は少ないのですが、この方法は、おおよその濃度を色の変化により目視で確認できる方法であり、測定装置を用いずに容易に行える点がポイントです。フッ化物イオンのほかにも、カドミウムなどさまざまな微量の有害無機イオン類を簡易に測定できる方法を開発しており、こちらでも紹介できます。



フッ化物イオン濃度の違いによる検水の光吸収スペクトルの変化



フッ化物イオン濃度の計測方法の1例

簡単な検出方法の1例を示す。各種光吸収モニターなども利用可能である。

5万分の1地質図幅「豊橋及び田原」の刊行

豊橋平野の地下地質



中島 礼

なかしま れい

rei-nakashima@aist.go.jp

地質情報研究部門
島弧堆積盆研究グループ
研究員
(つくばセンター)

貝類を材料とした古生物学を専門としています。貝類などの炭酸塩骨格には、その貝が生きていた期間の環境や生態の情報が記録されており、さまざまな手法でその情報を取り出して解析する研究を進めています。この手法を化石に応用することで、過去の地球環境の変化がわかり、将来予測へと結びつけることができると考えています。

関連情報：

- 参考文献

中島 礼 他：豊橋及び田原地域の地質・地域地質研究報告(5万分の1地質図幅)、地質調査総合センター、(2008)

地質図幅の重要性

「豊橋及び田原」地域に広がる豊橋平野は、遠州灘や三河湾に面した台地や低地が広がる愛知県東部に位置し、豊橋市、豊川市、田原市などを合わせると約60万の人口が集中する中核都市域です。この地域における5万分の1地質図幅「豊橋及び田原」が2008年に刊行されました。地質図幅の作成は、地震災害の軽減、産業立地や土地利用、環境保全などを行う上で必要とされる基盤地質情報の提供を目的とし、地質情報研究部門を中心に陸域地質図プロジェクトとして進められています。その中で私は2004年から東海地域の地質図幅の研究を担当しています。

豊橋平野の地質

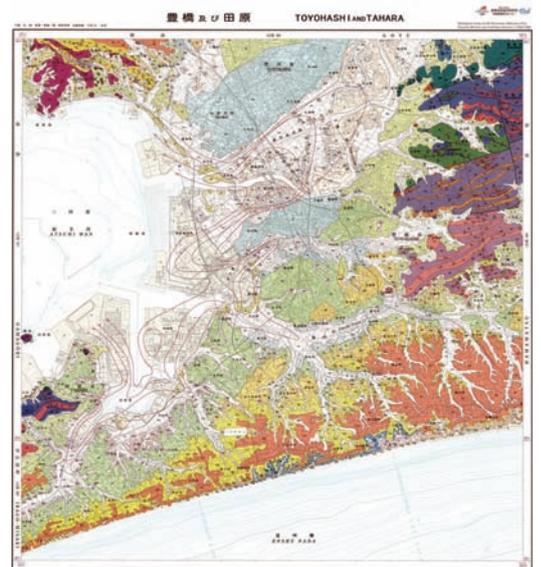
「豊橋及び田原」地域には、低地や台地からなる豊橋平野が広がり、北縁部には三河高原に連なる山地が分布します。山地は、2億～約7千万年前(ジュラ紀から白亜紀)にかけて形成された固結した岩石(堆積岩、変成岩、深成岩)からなっています。一方、豊橋平野は、約80万年前から現在にかけて堆積した泥、砂、礫からなる半固結の地盤や未固結な軟弱地盤からなっています。人口が集中しているのは豊橋平野ですが、この地域の地下における地層の立体的な広がりや堆積した年代は明らかではありませんでした。私は、野外の崖など地層が観察できる場所を調査することで、地層に挟まれた降下年代がわかっている



遠州灘沿岸の海食崖
この崖の地層が豊橋平野の地盤になっている。

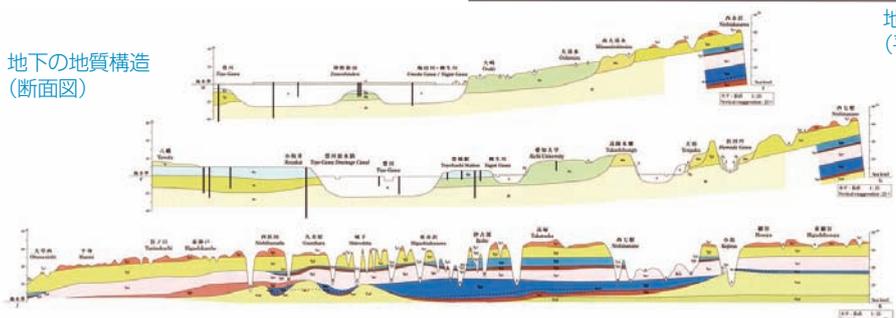
火山灰を見つけ、地層の年代を明らかにし、化石や地層の特徴(層相)から地層が形成された環境を推定しました。また、都市域では人工改変されて地層が観察できない場所が多く、その場合は地下ボーリングの資料を大量に収集し、データベース化することで、低地と台地の地下における地層の積み重なるの順序や広がりを明らかにしました。その結果、豊橋平野は、海水準の昇降、遠州灘沿岸の隆起、河川による土砂供給のバランスが変わることで、約10万年周期の海域、汽水域、陸域の環境変動が起きたことによって成り立っていることが明らかになりました。

以上のような地下地質が判明したことから、平野地下の地盤特性を考慮した地質情報の利活用が期待されます。地球環境や地盤特性などの地質情報は、私たちの生活に密接に関係しています。私たちが安心して生活していくために役立つ地質情報を提供できるように取り組んでいきたいと考えています。



地層の分布(平面図)

地下の地質構造(断面図)



「豊橋及び田原」図幅
中島ほか(2008)を改変。

質量計用ロードセルの評価方法の標準化

産総研の研究成果がJISに制定される



森中 泰章

もりなか ひろあき

hiroaki-morinaka@aist.go.jp

計量標準管理センター
標準供給保証室 総括主幹
計測標準研究部門
法定計量技術科 科付
(つくばセンター)

2003年、産総研に入所し、法定計量技術科に所属。質量計用ロードセル、法定計量と不確かさの関係の研究、ISO/IEC Guide65に基づく非自動はかりの認証業務などに従事しています。2008年度から標準供給保証室にて、品質システムの整備に努めています。

関連情報：

●参考文献

[1] H. Morinaka: *OIML Bulletin*, XLVII(1), 5-11 (2006).

[2] 森中泰章：計測標準と計量管理，57(1)，48-53 (2007)。

質量計用ロードセルについて

質量計用ロードセルは、質量を計測するはかりの心臓部です。質量計用ロードセルに計量したい物を載せると、その質量に応じてロードセルはたわみます。このたわみ量から、質量を計測するという仕組みです。

産総研での取り組み

産総研の標準基盤研究として、2004年度から2005年度に、質量計用アナログロードセルの研究を行い、JIS素案を作成しました。まず、不確かさ^[1,2]を加味した上で、質量計用ロードセルの評価試験装置(分銅1t)を製作しました。ここでのポイントは、分銅の磁化率、負荷時のロードセル取り付け面の水平度、恒温槽の能力などでした。その後、この試験装置を用いて、評価方法に関する技術基準を定めました。参照したのは、OIML R60 Metrological regulation for load cellsです。この規格には不明瞭な部分も多く、解釈によっては試験内容が変わり測定結果が異なる恐れがありました。不明瞭な部分を定量化および明確にすることで、誰が試験しても同じ試験結果になるようにしました。

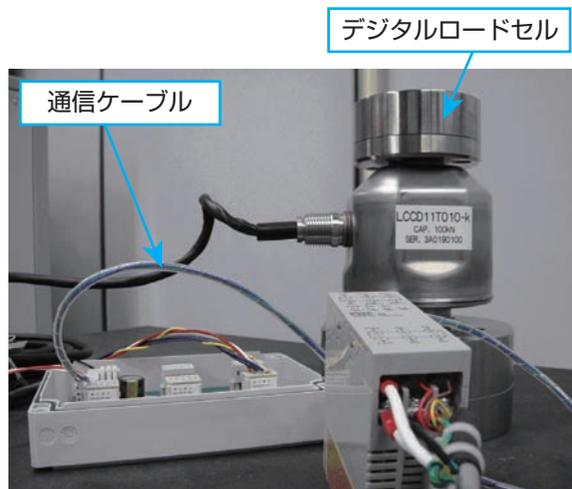
社団法人 日本計量機器工業連合会の協力を得て、2006年度から質量計用アナログロードセルJIS原案作成委員会での素案を審議し、原案を作成しました。その後、日本規格協会および

経済産業省でのJIS専門委員会の審議、パブリックコメントなどを経て、「JIS B 7612-1質量計用ロードセル第1部：アナログロードセル」として、2007年4月に制定されました。

同様にして、2006年度から2007年度にかけて産総研で質量計用デジタルロードセルのJIS素案を作成し、JIS原案作成委員会を経てJIS原案を作成しました。他国の規格には無い質量計用デジタルロードセルの通信規格を附属書(参考)として追加し、2008年11月に「JIS B 7612-2質量計用ロードセル第2部：デジタルロードセル」として制定されました。

今後の展開

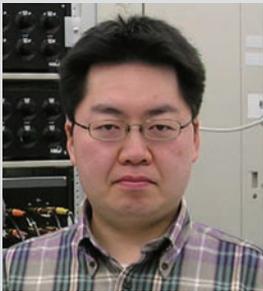
今回制定された2つのロードセルのJISにより、心臓部である質量計用ロードセルを評価することで、はかりの性能を評価できるようになります。トラックスケール(トラックに搭載した計量物をトラック込みで測定するはかり)のような大きなはかりを試験することは、サイズが大きいことから困難ですが、その心臓部であるロードセルを試験するだけでは済み、評価の効率化を図ることができます。この考え方はトラックスケールに限らず、通常のはかりにも適用できます。今後、新しいはかりの評価方法として、このJISは大いに役立つと期待されます。



デジタルロードセルと試験用通信ケーブル

誘導分圧器標準の高周波化

交流電気標準を支える誘導分圧器の周波数範囲を拡張



坂本 憲彦

さかもとのりひこ

n-sakamoto@aist.go.jp

計測標準研究部門
電磁気計測科
電気標準第1研究室
研究員
(つくばセンター)

2005年、産総研に入所後、インピーダンス標準の開発・維持・供給に携わっています。誘導分圧器標準のほか、交流抵抗器、キャパシタ、インダクタといった多様な標準の校正業務に従事し、測定技能の向上に努める一方、高周波化とともに産業界からのニーズが高まっているキャパシタンス標準の大容量化を中心とした研究開発に取り組んでいます。

関連情報：

- 共同研究者

中村 安宏、山田 達司（産総研）

- 参考文献

[1] 中村 安宏：産総研計量標準報告，4（1），45-52（2005）。

[2] 堂前 篤志：産総研 TODAY，6（4），34-35（2006）。

誘導分圧器の役割

誘導分圧器は、電磁誘導現象を利用して交流電圧を分圧する装置で、例えば100 Vを1 V、2 V、…というように電圧を分割できます。基本構造は、トロイダルの磁性体コアに励磁巻線を施し、これに入出力端子を設置したもので、巻線の巻数比に応じて希望の分圧比が得られます^[1]。分圧装置に求められる条件は、①希望の分圧比の極力正確な実現、②高い入力インピーダンス、③長期にわたる安定性などですが、誘導分圧器はいずれも満たすことが可能です。

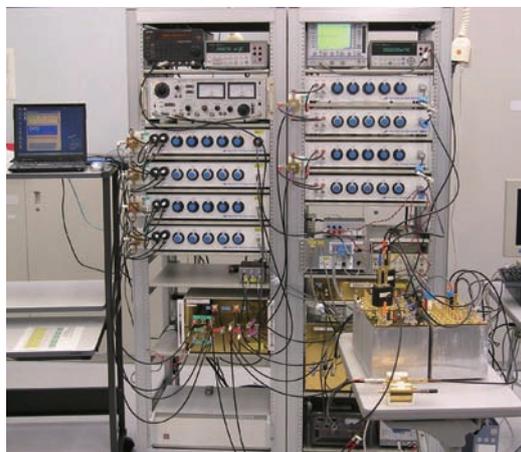
インピーダンスや電力などの交流電気精密計測には、多くの測定において正確な分圧が必要です。したがって、校正機関や計測器メーカー、電機・電子部品メーカーにおける校正や品質管理の現場で、誘導分圧器は重要な役割を担っています^[2]。しかし実際の装置では、希望の分圧比からわずかにずれており、このわずかなずれの値（比誤差）を校正できる誘導分圧器標準校正システムを産総研が構築し、国家標準として維持・管理しています。これまでに、交流電気計測の基本領域である50 Hz～10 kHzの周波数帯において標準の整備を完了し、すでに校正サービスを実施しています。

100 kHzまで校正ができる装置の開発

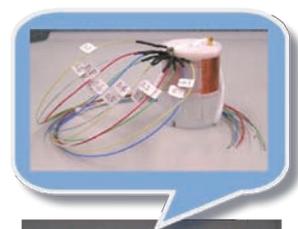
最近では、パソコンや家電、自動車など、日常生活の至るところで多くの電子部品が使われており、その信頼性が社会の安心・安全を左右する要素のひとつとなってきています。このような社会情勢に対応するため、交流電気標準のより高周波への展開が求められてきました。そこで、ベースとなる誘導分圧器標準の高周波化を目指し、10 kHz～100 kHzで校正できる新たな校正システムと標準器を開発しました。誘導分圧器における比誤差の要因は、漏洩インダクタンスや巻線間容量などの寄生インピーダンスであり、一般に高周波化に伴って比誤差は増大します。今回新たに開発した校正システム（写真）では、高周波で高い透磁率を示すコアの採用、巻線長と巻線間距離の改良などにより、分圧器内部の寄生インピーダンスの抑制に努めました。その結果、100 kHzにおける比誤差は 3×10^{-6} 以下を達成しており、標準校正システムとして十分な性能をもつ装置が開発できました。

今後の展開

今回製作した校正システムについて、さらなる改良と、校正の不確かさ評価を行い、100 kHzにおける誘導分圧器標準の校正サービスを開始したいと考えています。



高周波誘導分圧器標準校正システム



標準器とその内部

女性研究職員の採用拡大

産総研の男女共同参画の取組みの1つに、女性研究職員の採用拡大があります。この取組みについて、施策の背景や活動内容について紹介します。

女性研究者を取り巻く状況

産業技術・科学技術分野における国際競争力の維持・強化のためには、さまざまな視点が不可欠とされています。しかし女性研究者の活躍が望まれながらも、日本の研究者に占める女性の割合は、欧米主要国の2分の1から3分の1と低いのが現状です(内閣府男女共同参画局資料より)。

国の施策では、男女共同参画基本計画(第2次)(2005年12月)と第3期科学技術基本計画(2006年3月)において、多様で優れた人材を確保する施策の1つとして、女性研究者の採用促進を掲げています。具体的には、各組織ごとに女性研究者の採用の数値目標を設定し、その目標達成のために努力するとともに達成状況を公開することなどが期待されています。

女性研究職員の採用倍増を目指して

産総研ではすでに第2期中期計画(2005年3月)において、「職員の能力を最大化するために講じる方策－優秀かつ多様な人材の確保」の中で、「女性にも働きやすい環境を整備し、女性職員の採用に積極的に取り組む。特に研究系の全採用者に占める女性の比率を第2期中期目標期間末までに、第1期中期目標期間の実績から倍増することを目指す。」と定めています。これは、第1期中期目標期間(2001年～2004年度)での女性研究職員採用実績が6.9%であったことから、第2期中期目標期間末(2009年度)では13.8%以上の女性研究職員採用率を目指すという数値目標を表しています。

目標達成のためのアクションプラン

目標達成のための具体的取組みとして、「産業技術総合研究所男女共同参画の推進策(2006年1月)」において以下のアクションプランを提示し、男女共同参画室と関係部門とが連携しながら、採用拡大のための活動を行っています。さらに、こうした取組みを産総研内外に向けて紹介することにより、産総研が性別にかかわらず活躍できる職場環境であるというメッセージを発信しています。

人材募集時の女性応募率を上げるための活動

- リクルート活動の促進
- 産総研ウェブサイト、産総研TODAYによる広報促進
- 学会活動などをしやすくするための支援策として、国内出

張期間内における民間託児所またはベビーシッター利用制度を導入

採用審査時における実行および採用制度上の工夫

- 女性研究職員の採用審査においてポジティブアクションを検討し実情に即して実施

これらのアクションプランの中から、特に応募率を上げるための活動の1つを紹介します。現在、全国各地の大学などで年間延べ20回以上にわたり就職説明会を開催しています。採用応募数の多い大学への説明会には積極的に参加するとともに、産総研を広く知ってもらうために、大企業が参加する合同説明会への参加回数を増やしています。特に研究職への女性の応募率を上げるために、大学での説明会ではその大学出身の女性研究職員からの説明や、マン・ツー・マン方式による対話を重視しながら、産総研を理解してもらうことに努めています。その中でも、男女共同参画の推進、女性研究職員の積極的採用については明示的に説明し、女性の勧誘に努めています。



まとめ

これまでの活動の結果、女性研究職員の採用比率の推移を見てみると、第2期中期目標期間に入ってから飛躍的に上昇し、採用倍増の数値目標に近づきつつあります(図)。

今後も産総研は、産業技術・科学技術分野における新たな発展に貢献するために、女性研究職員の採用促進を継続して実施するとともに、職員が多様な視点をもとに、持てる力を最大限に発揮できる環境の実現を目指します。



(注) 女性研究職員採用比率は2008年度は10月1日まで、他の年度は年度末時点の、中期目標期間累積
(注) 女性研究職員在職比率は各年度の4月1日時点

女性研究職員の採用比率と在職比率の推移

日仏交流150周年記念シンポジウム開催

現在、産業の発展に伴い、地球温暖化など地球規模での環境悪化や天然資源の枯渇など、さまざまな問題が生じており、今後人類が持続的な発展を進めるためには、これらの諸問題を解決するため新たなイノベーションの創出が不可欠となってきています。特にイノベーションを迅速に促進するためには、閉じた環境ではなく、国際連携、産学連携など積極的なオープンイノベーション推進が不可欠です。このような認識に基づき、従来から積極的な国際連携を深めているフランスの国立科学研究センター（CNRS）カトリヌ・プレシニャック総裁の提案に基づき、2008年12月1日に東京大学安田講堂で「持続的発展可能な社会実現に向けた科学技術および産業界との連携」と題するシンポジウムを、日仏交流150周年の記念事業の一環として、産総研とCNRSとの共催で開催しました。

このシンポジウムには、企業や公的研究機関、大学などから500名を越える参加者があり、フランス側からルノー取締役社長兼最高責任者・日産自動車取締役社長兼CEO カルロス・ゴーン氏、CNRS総裁 カトリヌ・プレシニャック氏、フランス工学会アカデミー会長 フランソワ・ギノー氏、パリ第6大学学長 ジャン-シャルル・ポムロール氏、パリ鉱山大学学長 ブノア・ルゲ氏が、日本側から、経済産業省産業環境局産業技術政策課長 小林 利典氏、内閣府総合科学技術会議議員 相澤 益男氏、国立大学法人東京大学総長 小宮山 宏氏、社団法人日本経済団体連合会副会長 槍田 松登氏、産総研理事長 吉川 弘之がそれぞれ講演を行いました。

講演の順番に従ってその概要を紹介



講演会場

します。

小林課長からは、金融危機、景気の急激な変動の時期においても足腰の強い社会を構築しなければならず、そのためにもイノベーションをより一層推進する必要があることが述べられました。また地球温暖化に対するグローバルな課題に対し、科学技術における対応が重要な課題となっており、これまでもフランスと日本両国の科学技術関係者の連携強化が図られていましたが、今後産総研とCNRSといった国を代表する公的研究機関が協力して国際的研究のネットワーク化を進め、幅広い分野で協力し、世界全体の科学技術の発展に貢献し、世界経済の成長や地球規模的課題の解決に向けてイニシアティブを発揮することへの期待が述べられました。

吉川理事長からは、「産総研における本格研究」の紹介がありました。基礎研究の成果をどうやって産業界に持ち込むか、研究成果をいかに効率的に社会に還元するかについてのコンセプトとその方法論が研究現場に立った視点で述べられました。

プレシニャック総裁からは、「ネットワークで連携する研究：CNRSの役割」をテーマに、フランスでの科学技術関連法の改正（2007年大学自立化法の制定）に伴い、CNRS自身もフランス全土の各大学と対等な立場で研究協

力を実施するために組織変更（従来の6部門2研究所を9つの分野別研究所に再編し、これまでのオペレータ機能に加え調整機能を併せ持つ機関とする）の必要性とともに、国際的ネットワークに関し、アジアとのネットワークについては産総研以外にも東京大学をはじめとする各大学とのネットワークについて述べられました。

ゴーン社長の講演は、プレシニャック総裁との対話形式の対談となり、「風景をぬりかえよう：CO₂ゼロ排出車」と題して、自動車業界としては、今後、燃料電池車、電気自動車が輸送手段として主流になり、この種の車をより一層普及させるためには、大学と企業との連携強化はもとより、税制（消費者優遇税制）およびファイナンスを含めた総合的な対策が重要であると述べられました。この講演に対しては、会場内からの質疑応答の時間が設けられ、革新的車作りに対する企業の取組みに関して、参加者とゴーン社長との間で積極的な直接対話が行われました。

小宮山総長は、「行動する大学～サステイナブルな社会の実現に向けて～」をテーマに、今後はエネルギーとして太陽光発電などエネルギー効率の高いものを求めるべきであると述べられました。特にご自身の自宅を例にして、従来の使用エネルギーの80%を

小林 利典
経済産業省産業技術政策課長

吉川 弘之 産総研理事長

カトリヌ・プレシニャック
CNRS 総裁カルロス・ゴーン ルノー社長兼最高責任者・
日産自動車社長兼 CEO とプレシニャック CNRS 総裁

会場からの質問

削減できたこと、また、東京大学のキャンパスでもエネルギー削減プロジェクトを立ち上げ、さらに昨年の北海道洞爺湖サミット開催時期を前にしてG8ユニバーシティサミットを実施し、Network of networksを提唱するなど、東京大学の積極的な活動状況を紹介されました。

ポムロール学長は、「大学とCNRSの連携」をテーマに、パリ第6大学の概要説明とフランス国内の法律改正による自立的な大学運営について述べられました。

ルゲ学長は、「パリテック、CNRSと日本の大学」をテーマに、パリ鉱山大学の概要を説明されました。同大学はフランスの技術系の中心大学であり、同大学の卒業生には大企業の社長に

なっている人材も多く、大企業の管理職に必要な人材を育成しているとの紹介がありました。再生可能エネルギー開発に関しては独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）とパートナーシップであることが紹介されました。

槍田副会長は、「持続可能な発展に向けた産業界の取組みと課題」をテーマに、特に地球温暖化問題解決に向けたわが国産業界の取組みとこの課題解決に資するイノベーション創出にかかる課題について述べられました。また、産総研への期待としては、大学が中心となる科学の創造、企業が中心となる技術開発の橋渡しとなる存在として、産総研自身が持つ経営資源やネットワークを集中させる必要があり、そ

の意味で吉川理事長が提唱されている「本格研究」に期待していると述べられました。

ギノー会長は、「日仏友好150年：日仏友好の歴史に見る普遍的教訓」と題し、科学技術の発展は必ずしも人類の幸福に結びつくとは限らないとの歴史観を背景に、持続発展可能な社会を目指すのであれば、科学技術の発展の恩恵に浴しない発展途上国の人々との関係を含め、「共生」の哲学がなければ全体として幸福という結果は生み出さないと述べられました。

相澤議員は、「持続可能な社会実現のための科学技術政策」をテーマに、総合科学技術会議の活動状況を説明されるとともに、持続的社會を実現するためには課題解決の研究・開発が必要であり、私たちの持つ価値観の変革も併せて行っていかなければならない、また科学技術外交の強化により、科学技術政策と外交のシナジー効果を高めるための活動を提唱していると述べられました。

今回のシンポジウムでは、日仏両国の産業界、大学、学会などの指導的立場の方々により「持続的発展可能な社会に向けた科学技術と産業界との連携」に関し、さまざまな側面から公的研究機関への期待を含め、深い分析に基づいた提言・提唱を頂き、有意義なシンポジウムとなりました。



小宮山 宏 東京大学総長



ジャン-シャルル・ポムロール
パリ第6大学学長



ブノア・ルゲ
パリ鉱山大学学長



槍田 松瑩
日本経済団体連合会副会長



フランソワ・ギノー
フランス工学会アカデミー会長



相澤 益男
総合科学技術会議議員

EVENT Calendar

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/>

2009年2月 → 2009年4月

1月10日現在

期間	件名	開催地	問い合わせ先
2 February			
4日～5日	水素先端世界フォーラム2009	福岡	092-751-3244
14日～15日	産総研キャラバン2009はままつ	浜松	029-862-6214 ●
20日	科学技術振興調整費シンポジウム ナノテクノロジーで未来を拓く	東京	03-5501-0970 ●
20日	産総研九州センター研究講演会	福岡	0942-81-3606 ●
3 March			
4日	デジタルヒューマン・シンポジウム2009	東京	03-3599-8201 ●
7日～8日	産総研キャラバン2009 F U K U I	福井	029-862-6214 ●
11日～13日	新エネルギー技術シンポジウム	つくば	energy04@m.aist.go.jp ●
4 April			
21日～23日	国際医薬品原料・中間体展(CPhI JAPAN 2009)	東京	03-5296-1020

●は、産総研内の事務局です。

太陽光発電システムによる低炭素エネルギー供給のために

太陽光発電研究センター 評価・システムチーム おおぜき たかし 大関 崇 (つくばセンター)

太陽光発電は、「低炭素社会づくり行動計画」(福田ビジョン)において政府による政策的導入目標として2020年14 GW、2030年53 GWの導入が設定されました。そのためには、発電コストの低減やエネルギーネットワークへのスムーズな導入に向けた技術開発が必要になります。このような背景の中、太陽光発電研究センターでは、太陽電池のデバイス開発から発電量を有効利用するためのシステム技術まで幅広く研究を行っています。

大関さんは評価・システムチームに所属し、太陽光発電システムに関して幅広く取り組んでいます。入所以来、発電特性の評価技術や発電量予測技術、電力系統における太陽光発電システムの導入ポテンシャル評価などの研究を進めています。



太陽光発電パネルの現場調査の様子



大関さんからひとこと

最近では環境問題への関心から「太陽光発電」の文字がTVのニュースや新聞紙面を飛び交うようになりました。しかし、太陽光発電が単なる環境イメージ向上のツールから本格的なエネルギー源の1つになるためにはさまざまな課題解決が必要です。特にエネルギーという分野は既存の概念からの脱却が必要なため、将来に向けた社会システムの変革を、早期にそして秩序立って進めなければなりません。その複雑に絡み合った問題に対して、幅広い研究分野を持っている産総研の横断的な研究が、課題を解決できる可能性を秘めていると思います。

エネルギー問題は国策として戦略的に進めなければならないため、正しい方向へ導けるよう研究を進めたいと思っています。

表紙

上：手のひらサイズのスーパーインクジェット装置 (p.17)

下：遠州灘沿岸の海食崖の地層 (豊橋市) (p.22)

産 総 研
TODAY

2009 February Vol.9 No.2

(通巻97号)

平成21年2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。