

産総研

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

TODAY

6

2011 June

Vol.11 No.6

特集

02 第6回産総研運営諮問会議を開催

08 本格研究 理念から実践へ

座談会：目指すは高品質・多様・少量ものづくり

患者に最適な高生体適合性インプラント製品の実用化を目指して
マイクロリアクターによる過酸化水素製造プロセスの開発
オンデマンド製造を実現するミニマル・マニファクチャリングの展開

リサーチ・ホットライン

- 20 光で溶ける有機材料
再利用可能な新しい光応答性材料
- 21 極微量を精密に測定できる超音波流量計
半導体製造装置の性能を向上させ、ランニングコストを削減
- 22 コンパクトなシステムで高精度の電界を生成
導波路を用いた電界強度標準

パテント・インフォ

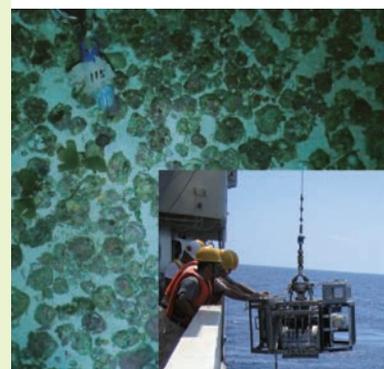
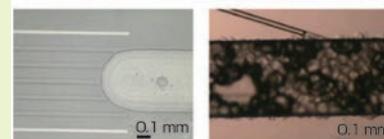
- 23 表面増強ラマン散乱用チップ
銀ナノ粒子を用いたラマン散乱信号増強用チップ
- 24 長寿命でメンテナンスの簡単な電子放出源材料
炭素終端構造のダイヤモンド電子源

テクノ・インフラ

- 25 水素関連施設用水素検知器の国際標準を制定
水素ステーションなどの安全性確保に貢献
- 26 世界最高温度の温度定点を実用化
包晶点を用いて2800℃で0.07℃以下の温度再現性を達成
- 27 沖縄島周辺の海洋地質調査
琉球列島および東シナ海の地質情報整備を目指して

シリーズ

- 28 進化し続ける産総研のコーディネーション活動(第18回)
イベントを対話の場として活用する




National Institute of
Advanced Industrial Science
and Technology
AIST

技術を社会へ
Integration for Innovation

第6回産総研運営諮問会議を開催



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

この実現に向け、産総研では、国内外の各界の指導的有識者をメンバーとする運営諮問会議を設置し、研究活動及び運営全般について外部の視点から助言をいただいています。

こうした中、2011年2月7日、装いも新たに、第3期中期目標期間における最初の運営諮問会議をつくば本部にて開催しました。これは同時に、野間口理事長の就任以降、初めての運営諮問会議となります（産総研発足以降では、6回目の運営諮問会議になります）。

産総研の第3期中期計画においては、基礎的研究の成果を製品化につなぐという機能がこれまで以上に重要とされる中、「持続可能社会」の実現に向け、「21世紀型課題の解決」、「オープンイノベーションハブ機能の強化」を重点としています。

このため、今回の会議では「持続可能社会の実現に向けた公的研究機関への期待と役割」をメインテーマとし、21世紀に入り国家が直面する課題に、産総研のような公的研究機関がどのような形で貢献していくべきかを中心に、さまざまな視点からご議論いただきました。また、研究現場の視察と現場の研究者との意見交換も行いました。ここに、会議の概要と各委員からの主なコメント・助言を報告します。

表1 運営諮問会議委員

| | |
|------------------------|----------------------------|
| 濱田 純一(議長) | 東京大学 総長 |
| 山田 信博(副議長) | 筑波大学 学長 |
| 木村 博彦 | 株式会社木村鋳造所 代表取締役 |
| 榊原 定征* | 東レ株式会社 代表取締役 |
| 関口 和一 | 日本経済新聞社 産業部編集委員兼論説委員 |
| 竹中 登一 | アステラス製薬株式会社 代表取締役会長 |
| 馬田 一 | JFEホールディングス株式会社 代表取締役社長 |
| 羽入 佐和子 | お茶の水女子大学 学長 |
| 山田 英** | アンジェスMG株式会社 代表取締役社長 |
| Alain Fuchs** | 国立科学研究センター (CNRS) 会長, フランス |
| Makoto Hirayama | ニューヨーク州立大学 教授, 米国 |
| Thaweesak Koanantakool | 国家科学技術開発庁 (NSTDA) 長官, タイ |
| Jürgen Mlynek | ヘルムホルツ協会 会長, ドイツ |

(*: 欠席 **: 事前に訪問し意見交換を行いました)

表2 プログラム

| | |
|--------------|------------------------------------|
| 2011年2月7日(月) | |
| 9:30 | 開会(野間口理事長挨拶) |
| 9:40 | 委員および産総研出席者の紹介 |
| 9:55 | 開会挨拶及び産総研の概要説明 議長・副議長指名 |
| 10:20 | 「21世紀型課題の解決に向けての 公的研究機関の役割」について |
| 12:00 | 昼食・意見交換会 |
| 13:00 | 研究現場の視察と研究者との 意見交換 |
| 15:00 | 「オープンイノベーションハブの 実現に向けた取り組み」について |
| 17:15 | 全体とりまとめ (クロージング・リマークス) |
| 17:30 | 閉会 |

運営諮問会議の概要

今回の運営諮問会議は、国内外から、技術のみならず、広く経済・社会全体を視野においてご議論いただける見識豊かな方々に、新たに委員の就任をお願いし、国内の企業・大学から9名、海外の大学・公的研究機関から4名の計13名の委員を迎えました(表1)。

会議の開催にあたっては、野間口理事長が、産総研の概要と第3期中期目標期

間における産総研の柱(ミッション)について説明をしました。

全体の議論は、午前、午後の2部構成に分けて行われ(表2)、午前の部では、「21世紀型課題の解決に向けての公的研究機関としての産総研の役割」をテーマとし、産総研全体を外部から見た一つの組織体として捉え、社会全体の中で、どのような役割を担うことが期待されているのかにつき、大きな視点からご議論いただきました。

午後の部では、「オープンイノベーション

ンハブの実現に向けた取り組み」をテーマとし、産総研の内部構造やその事業内容に着目し、オープンイノベーションの推進を図るべく、ハブ機能の実現に向けた課題や方策についてご議論いただきました。なお、午後の議論の前には、5箇所の研究現場を二つのグループに分かれてご視察いただきました。研究者との直接の意見交換を通じて、イノベーションの創出に向けての産総研の取り組みを実感していただき、議論の参考にしていただきました。

各委員からのコメント・助言

濱田 純一 委員(議長)(東京大学 総長)

公的研究機関の役割を一言で言うと、ネットワークの構築だと思います。オープンイノベーションを実現するためには、さまざまな機関のネットワークが鍵であり、クローズドな環境ではなく、広くネットワークを構築した上で成果を生み出していくことが重要です。

大学は教育を目的としていますが、オープンであることに限界があります。民間は、オープンという点での自由度は高いのですが、継続性や安定性に問題があると思います。このため、これらの限界を超え、オープンイノベーションに取り組めるところに公的研究機関の役割が

あると思います。さまざまな人や機関のオープンなネットワークの構築に向けた尽力に期待しています。



山田 信博 委員(副議長)(筑波大学 学長)

大学においても「21世紀型課題の解決」は大きな課題であり、事あるごとに、大学のビジョン、ミッション、バリューは何かについてブレインストーミングを行っています。その際にも必ず、課題解決に向けたソリューションを示すことが必要となるのですが、このためには、組織全体の力を使って、できるだけ迅速にアウトカムを出せるシステムを整えることが重要です。組織が大きくなると世代間のギャップも大きくなり、上の世代は成長時代に育っていますが、若い世代は成熟時代に育っているので、21世紀型課題と言っても十分に共有できません。そのギャップを埋めるマネジメント、ガバナンスを整え、ソリューションに導くための工夫をお願いしたいと思います。

その中で産総研がどの方向に行くかですが、大事なことはいかに競争環境を整備できるかであり、それに対する評価や

処遇への反映もしっかりする必要があります。ついつい、若い人は内向きであるとか、元気がないという話になりますが、若い人が働きやすい環境、伸びやかに自己主張できる世代間のギャップを超えた組織づくりが求められています。その中から付加価値を生み出す創造的な仕事が出てくると確信しており、ギャップを埋めていく努力を一緒にさせていただければと思います。

オープンイノベーションは、ぜひ積極的に進めていただきたいと思います。産総研の人的資源あるいは施設を活かさないう手はなく、いろいろなハードルをできるだけ低くし、さまざまな機関との交流を深めていただきたい。特に、双方向に実質的に人が動く交流が重要で、国際的な交流でも双方向性はお互いの信頼を高めていく上で大変有効です。その際、公的研究機関として、いろいろなハードルがあ

るのなら、解決に向け一緒に行動していきたいと思います。

人材については、大学も単に学生を入れるだけでなく、産業界や研究機関にとって有用な人材は何かを考えながら、学士力、修士力、博士力をしっかり養成していきたいと思っています。その意味では、これは必要だからぜひ大学で教えなさいと言っていたら大変ありがたい。ともすれば、大学は非常に狭い領域だけを教えているとの批判を産業界や研究機関から受けますので、どのような人材がこれから日本に必要なかを一緒に議論したいと思いますし、それがオープンイノベーションハブの発展につながるのではないかと思います。



木村 博彦 委員 ((株)木村鋳造所 代表取締役)

今回の討議の中心テーマである「持続可能社会の実現に向けた公的研究機関への期待と役割」は、まさに当を得た

テーマだと思います。人類社会は大きな問題を抱え、解決まで時間的余裕はないことから、産総研には、基礎研究ではな

く、応用研究と開発研究に特化していただきたい。組織全体でシステムティックにシーズを社会に役立てていくという役

割を果たせば、すばらしいと思います。一方で、研究者の受入れは、企業から1,200人、大学から2,100人と企業からの受入れが少なく、応用研究から実際に使う研究への繋がりが、ベーシックなものに比べ少し弱いように感じます。

中小企業の悩みの一つに、一つの工学だけで事業が成り立たなくなったことがあります。当社も冶金学だけで成り立つわけではなく、情報工学や、機械工学、電気工学、化学まで幅広い技術が必要です。中小企業は、専門技術はいいのですが、必要な周辺技術の取り入れや、コラボレーション、問題解決の困難さに直面

します。このため、日本全体に広がる産総研のランチで複合的に中小企業を支援する機能を持っていただきたいと思いをします。

当社の事業は、鑄造という基盤産業の一つです。基盤産業の歴史は古く、必要な技術は大体開発されていますが、暗黙知といわれる領域が数多くあり、オールドスタイルの技術とITを組み合わせることによって、新たな道、新たな展開が切り開かれつつあります。しかし、中小企業が持っているコンピューターは概して能力が低いため、産総研の保有する非常に速いコンピューターを貸していただ

くようなサービスを提供していただければと思います。

基盤産業について付け加えれば、各大学で基盤産業の研究者がどんどんいなくなっています。鑄造工学もあと10年ぐらいで大学の研究者はいなくなるでしょう。人類が積み上げてきた工学の基礎が日本で継承できなくなることは問題であり、産総研がこれを受け持ち、産業界に再普及するという役目も担っていただければと思います。



関口 和一 委員（日本経済新聞社 産業部編集委員兼論説委員）

公的研究機関の役割として3点申し上げます。1点目は、標準化です。インターネットの普及に伴い、これまでのデファクト型でもデジュール型でもなく、技術者の中で標準化の方向性が議論されて決まることが大変多くなっています。特に企業は切磋琢磨して商品開発しているので、放っておくとばらばらなものをつくりがちです。公的機関がニュートラルな形で入り、日本としての方向性を出すことが非常に重要だと思います。

2点目は、研究者のネットワークです。最近の研究論文のサイテーションを見ると、日本の研究者が世界の技術者仲間から外れつつあることがわかるそうです。かつてはキャッチアップ型でアメリカやヨーロッパから技術を持ってくるという強力なパイプがあったのですが、ある時期から先端レベルに達し、日本の中で解決しようとする流れが強くなりました。この結果、海外とのパイプが切れ、世界の新しい技術をいち早く吸収し商品開発する流れから取り残されているのではないかと感じています。企業が人を海外に出さなくなる中、海外とのパイプを強固にしていくことも産総研の

一つの大きな任務だと思います。

3点目は、横との連携です。例えば、ナノテクと情報技術とか、情報技術とロボットとか、最近はずべて横での連携が重要になっています。工業技術院の研究機関が産総研として組織的に結集しましたが、シナジーが出る体制にすべきだと思います。

次に、オープンイノベーションハブの実現についても3点お話しします。一つは、技術研究組合についてです。さまざまな企業を巻き込む点は良いのですが、国費を投じるため、参加企業は日本企業ばかりになりがちです。そうしなければならぬ部分もあるとは思いますが、少し運用を見直して、海外の企業を呼び込むこと、直接競合する企業は難しいと思いますが、海外のユーザー企業や、ここで培った技術を外に広めてくれそうな外国企業を積極的に呼び込んでくるのが重要だと思います。

2点目は、ベンチャーの育成です。シリコンバレーなどでも、公的研究機関で培った技術がベンチャーという形で外に出ていっています。技術を生み、育てた人がベンチャーを起こす、それを積極的

にバックアップできる仕組みができないかと思っています。最近では、インテレクチュアル・ベンチャーズとか、日本の技術を買いに来るところもありますが、こうした企業ともいい意味でおつき合いし、日本の技術を海外に広めていく努力が必要です。

3点目は、研究者同士が触れ合う場の設定です。ITの分野でアメリカの東海岸がだめになり西海岸がよくなったのは、東は垂直統合型のビジネスモデルで、ソフト、端末、部品からサービスまで全て自社内で取り組んだ結果、技術の変化に対しなかなか自己否定できなかったからでした。西のシリコンバレーモデルは、誰かがあるレイヤーで成功すると、その上に次の商品なりサービスを組み上げ、産業集積全体として底上げしてきた点にあると思います。その意味で、せっかくここに日本の知が集まっているわけですから、産総研がリーダーシップをとって、技術者同士が触れ合い、啓発し合う枠組みができれば良いと思います。



竹中 登一 委員（アステラス製薬(株) 代表取締役会長）

公的研究機関としての産総研の役割は、大学のように多様性のある基礎研究ではなく、アカデミアからインダストリーへの橋渡しの役割である「本格研究」であると思います。そして、これを効果的に実施するためには、技術の戦略

性などを目利きできる人材を養成していくことが必要不可欠です。企業も同じですが、研究ができる人は多いのですが、リサーチマネジメントとして、戦略を立てることは非常に難しい。しかし、これが弱いといくら研究をしてもむ

だ遣いに終わるので、このような人を育てることが非常に重要です。他の研究機関に比べ、産総研はこうした経験ができる機会が多いと思



いますので、大学の研究の中からシーズを探ることができる目利きを養成し、大学で眠りそうな技術が産総研によって生き返る、こういった役割を期待しております。

オープンイノベーションについては、産総研が企業と行うプロジェクトは、研究組合形式で行うものと、個別の企業との共同研究の大きく二つに分かれると思います。研究組合の場合、研究テーマはプレコンペティティブな、基盤整備的

なものになると思いますが、このような組合には、おつき合い程度とか、みんなで分けるから安いからといった理由で入る企業も多いと思います。実際には、こうした企業がプロジェクト全体の足を引っ張ることも多いため、参加企業をしっかりと選ぶことが重要です。また、テーマの絞り方も重要です。実施したい研究はどんどん増えますが、予算には限りがあり、増やすには民間から集めなければなりません。この際、テーマを絞るこ

とによって初めて、「研究対象を絞ったので、こういうことでオープンイノベーションできます」と言えるようになると思うのです。何でもできると言ったら誰も信用しませんので、この絞り方をつかんでいただけたらと思います。

一方で、産総研で少し魅力に欠けるのは、女性研究者がほとんどいないことです。ライフサイエンスは女性が多くなっていますが、他の分野も女性を増やしていただければと思います。

馬田 一 委員 (JFEホールディングス(株) 代表取締役社長)

「21世紀型課題の解決」ですが、このサービスは、最終的には世界人類全体に及ぶ、極めて広い相手を対象としている点に特徴があると思います。このため、何を成果物とするかは、最終ユーザーの広範な意見を聞かないとターゲットが明確にならない。その意味で、今まで、技術の核ができて上がったなら、それをどのように製品・商品化し、企業化するかという流れできたのを、逆に下の方から何が必要かという視点で組み上げる仕組みが必要だと思います。さらに、21世紀型課題となると、解決すべき問題は複雑かつ多岐にわたるので、関係省庁やさまざまな企業、諸外国などの集大成あるいは組み合わせによって、いかに効率的に解決するかが重要です。このため、産総研には、その繋ぎ役としての機能や人材提供をお願いできればと思います。ま

た、企業は、標準化、規格化、安全性能の確認など、一企業あるいは一事業体ではできないものに対しても、大きな期待を寄せていると思います。標準化は、最終的には国際標準がターゲットになると思いますが、国際標準には、ここで優劣が決まってしまうような重大な局面もあり、政府や国の機関、企業を巻き込む形で、いち早く作り上げていくことを期待したいと思います。

オープンイノベーションの実現には企業との共同研究が重要ですが、企業からの資金受入額は約40億円と、全体に占める割合はまだまだ小さく、一層の努力が必要です。その意味では、今日、共通基盤であるスーパークリーンルーム、応用から開発に向かうiPS先端技術、工業化を目指すカーボンナノチューブという三つの特徴的な設備を視察しましたが、

ここで持っているさまざまな資源、ノウハウ、人脈、仕組みを活用して、これを使ってこのようにことができるというアイデアを出し、メンバーを絞って開発すると提案したら、多くの企業が賛同すると思いました。このためにも、産総研に来ることができるチャンスをもっと作って欲しい。研究現場に一般の人が入れるチャンスはそう多くはないと思いますが、もう少し門を開け、小さいお子さんから企業に至るまでさまざまな人が入れるようにすれば、うまくやっていくための智恵ももっと出てくると思います。年に1回、オープンラボをやられているようですが、ぜひその機会を増やすことを提案したいと思います。



羽入 佐和子 委員 (お茶の水女子大学 学長)

公的機関としての役割を考える場合、三つの視点があると思います。一つは、常に国際レベルで考え、国際的な基準に目を向けていくことです。もう一つは、類似した機関である、大学、公的研究機関、民間の研究機関との横との繋がりで。さらには、一般の人々、実際に技術の恩恵を受ける人たちが何を考え、何を求めているのか、この三つの視点を欠いてはならないと思います。

産総研には、特に2番目の横との繋がりを期待します。産総研は、目的志向的な基礎研究を行っており、ある目的に対して、どのような基礎研究が必要なかが先にあって研究している点が大きな特徴だと思えます。大学の基礎研究は必ず

しも特定の目的を設定していないため、産総研には、大学で行われているさまざまな研究に対し、ある目的を設定した際にどう役立つかをサーチし、シーズとして認めていく、そのような機能を期待したいと思います。

今、国立大学では機能分化が言われており、教育に重点を置くのか、先端的な研究に重点を置くのかなどという議論があります。大きな大学であれば、そのすべてをかなえられますが、中小大学では、何を選ぶかの判断が非常に難しい。大学は教育機関ですが、教育機関は教育に特化すれば良いわけではありません。その教育がゆくゆくは研究を進展させ、社会の発展に役立つことを視野に入れ

なければなりません。そう考えると、私たちは教育しかしませんということはあり得ないことです。こうした中、オープンイノベーションハブは、産総研と大学が役割を分担する一つのきっかけになるのではないかと思います。つまり、大学の研究や教育能力を具体的に展開していく際に、産総研のような公的研究機関とコミュニケーションしながら発展させていく、その意味でのハブになっていただけないか、あるいは、ある種インターフェースの役割をしていただけないかという気がします。



Makoto Hirayama 委員 (ニューヨーク州立大学 教授, 米国)

産総研の役割は「本格研究」とのことですが、「本格研究」を大学、産業界とどう結びつけるかの方法論、具体的にどうするかに関する、役割、ミッションをシンプルかつ明確な形で定義すると思います。私の所属するニューヨーク州立大学は、産業に近い研究や産業育成もしており、日本から見ると、これが大学なのかと思われることもあります。太陽電池など政策的に重要な分野では、ロスアラモス研究所などのフェデラルレベルの研究所と連携して産業育成を推進し、これに対して州政府やエネルギー省から予算を獲得しています。ビジョンもミッションも1、2行で記せるくらい明確なものです。産総研もこのような形で「本格研究」を明示し、産業界や大学に具体的なテーマを提示した上で、共同なり分担して研究することが望まれると思います。

また、海外も含めいろいろな人を集

めるためには、産総研のマグネットを確立すべきだと思います。ニューヨーク州立大学の場合は、マグネットは、公的資金を投入し、一般企業ではできない最先端の技術環境を常に整えていることにあります。世界中探しても無いからそこに行くしかなく、そこに行き、その装置を使えることがニューヨーク・マグネットだと思います。例えば、アルバニー校には、産総研のものよりデバイスメーカーに近い、規模も1.5倍ぐらいのスーパークリーンルームがあり、IBM、セマテックなど、ほぼ全ての半導体メーカーが来ています。知的財産に関するポリシーも明確で、その300 mmのラインは使用料を払えば誰でも使えます。それを使って得た知見に対して、大学との共同研究でない限り、大学側は知的財産を一切要求しません。すなわち、大学の教授がこの装置を使って企業や外部の研究機関と共同研究し、成果が出た場合にの

み、共同研究者同士、大学との共同出願になります。

オープンイノベーションを進める上で、非常に重要なことは、産総研のアクティビティをどれだけ世界に通じる形にできるかだと思います。国際標準に合ったオペレーションにしないと、世界中から学生や研究者を集めることはできない。アメリカは契約社会ですが、契約社会は日本人にはなじみにくく、あうんの呼吸とか目で語るみたいな日本人に通じる話が外国人には通じない。ですから、会計基準ではないですが、オペレーション、マネジメントなど、いろいろな部分を国際標準にしていく。または、国際的に通じるやり方にするのがグローバルイノベーションだし、オープンイノベーションを推進する上で必要なことだと思います。



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

産総研は、本格研究によって基礎研究と製品化の繋がりを強化し、商業目的の民間企業との共同研究を増やすことが可能でしょう。この結果、民間企業の期待に応えるとともに、民間企業の抱える問題の解決にも貢献できると思います。なぜなら、民間企業は競争力強化に向け、一層のイノベーションを望んでいるからです。また、本格研究の考え方には、感銘を受けました。新しいイノベーションは基礎研究から生じ、直ちに製品化される可能性があるためです。

オープンイノベーションハブの対象

をASEAN諸国にも広げ、ASEANの他の機関とも協力していただければと思います。ASEANの研究条件は日本と全く異なっており、例えば、太陽電池は、タイでは熱帯気候や高い湿度にさらされ、雨期の大半は激しい降雨に見舞われます。このため、研究者にとっては、高温多湿地域における太陽電池の寿命や耐久性、劣化に挑戦するチャンスとなります。さらに、タイには、巨大な自動車産業があります。現在、電気自動車やハイブリッドカーに重点が移行しつつあり、パワーエレクトロニクスや都市におけるスマートグリッドの管理技術

などが求められています。この新たな拡大分野でASEAN諸国の研究者がオープンイノベーションに参加できると思います。

産総研は、近い将来、所属する研究者が起業家精神を持ち、リスクを恐れずに活動できることを他国に示せるだろうと考えています。起業家精神やリスクを恐れないカルチャーを生み出す第2種基礎研究の良いモデルを提示していただければと思います。



Jürgen Mlynec 委員 (ヘルムホルツ協会 会長, ドイツ)

諮問委員として、評価、バランス、潜在性の3点からコメントします。

まず、評価としては、産総研は刊行物などの点で大変成功しており、高い科学水準を目指して真摯に取り組むとともに、その活動に戦略的妥当性の観点も取り入れていると思います。パスツール

の象限 (Pasteur's Quadrant) とも呼ばれる2次元マップは、基礎研究と応用研究の関係を示しますが、産総研は、純粋な基礎研究でもなければ、完全な応用研究でもなく、「実用に触発された基礎研究」(use-inspired basic research) を行っています。このため、たとえ産総研が民間部

門との連携を目指すとしても、自身の強みは基礎研究の卓越性にあることを決して忘れてはならないと思います。

バランスは、いつも問題になります。



自分たちは正しいことをしているのか自問するわけですが、本当に難しいのは、正しい問題意識を持つことです。産総研も常に何を優先し、何を劣後とするか自問していると思いますが、予算が基本的に横ばいまたは減少する中、優先順位を定めることは本当に重要です。現時点で成果が上がっていても、将来的に重要でなくなる可能性のある分野を切り捨てなければ、新しいことを始められないからです。

潜在性に関して言えば、本日視察した

インフラには大変感動しました。特に、スーパークリーンルーム設備は、素晴らしいの一言に尽きます。このような最先端の研究インフラを維持することが本当に重要だと思います。また、潜在性の他の側面として人材が重要です。結局、一番重要なのは人であり、女性の割合を増やす努力などを通じて、今よりもっと多様で国際的な組織になれば良いと思います。なお、人材に関して最後に強調しておきたいのですが、産総研や大学のような機関が社会にもたらす真に重要な利益

は、特許やライセンスばかりではありません。人材の移転、特に、民間向けに養成した有能な人材の移転も、重要な活動の一つだということを忘れてはなりません。

いろいろ申しあげましたが、総括して言えば、産総研は素晴らしい組織です。優れた研究をしており、この地位を維持するため、今後とも全力を尽くすべきだと思います。

野間口 有 理事長

本日は、大変熱心なご討論をいただきまして、本当にありがとうございました。非常に短い時間ではありましたが、例えば、女性研究者の比率の少ない点や、研究者の流動性が低い点などを見抜かれ、それに対してしっかり取り組みという御示唆をいただくなど、非常に熱心に議論に参加していただいたことに感謝申し上げます。

「21世紀型課題の解決に向けての公的研究機関の役割」とか「オープンイノベー

ションハブの実現に向けた取り組み」という議題は、日本における研究開発法人はどうあるべきかという議論に繋がります。必ずしも肯定的な議論だけではないのですが、我々としては、公的研究機関としての産総研のこれまでの取り組みや、今後のグローバル社会における役割を考えると、産総研的な機能を強化していくべきだと、ある種の自信を持っていたところでございます。そういったこともあり、真

正面から本当の課題に取り組もうということで、今回の議題を設定しましたところ、委員の皆様から大変貴重な、有益な意見を賜りました。この場で一つ一つ整理して挙げますと時間が足りませんが、今後、しっかりとまとめて具体的な行動に移していきたいと思っております。



二つのグループで行った現場視察

研究者との直接の議論を通じて、イノベーションの創出に向けての産総研の取り組みを実感していただくことを目的として、現場視察を設けました。

視察は、二つのグループに分かれて、「スーパークリーンルーム（ナノ電子デバイス研究センター）」、「スピントロニクス技術の研究（ナノスピントロニクス研究センター）」、「新たなロボット産業の創生（知能システム研究部門）」、「産業応用に向けてのiPS細胞等幹細胞の標準化（幹細胞工学研究センター）」、「単層カーボンナノチューブの実用化（ナノチューブ応用研究センター）」の5箇所で行いました。また会場では、研究成果の展示と説明を行いました。



スーパークリーンルーム



スピントロニクス技術の研究



新たなロボット産業の創生



産業応用に向けてのiPS細胞等幹細胞の標準化



単層カーボンナノチューブの実用化



研究成果の展示と説明

座談会：

目指すは高品質・多様・少量ものづくり



野間口 有

理事長

岡崎 義光
井上 朋也
中野 禪

ヒューマンライフテクノロジー研究部門
集積マイクロシステム研究センター
先進製造プロセス研究部門

小野 晃
瀬戸 政宏
松木 則夫
石井 武政
藤田 茂

副理事長
理事・広報部長（司会）
産学官連携推進部長
広報部 審議役
広報部 広報制作室長

2011年1月18日開催

瀬戸 今日は「ものづくり研究」ということで、つくば東事業所の三人の方に話題提供および、実験室訪問をお願いしました。

まず、岡崎さんから、高生体適合性インプラントとその評価技術の開発について紹介してください。

耐用年数 30 年へ

岡崎 骨・関節治療分野では、生体内に埋め込むインプラントとしては、力学的安全性の観点から強度・延性に優れたチタン材料などの金属材料が使用されています。私は、世界で最も生体適合性の高いチタン合金を開発し、この合金を使って患者さんの骨格構造や症例に最適なインプラントを提供できるようにしたいと考えています。チタン合金の開発は、ほぼ終了していますが、患者さんに使用するためには、素材の評価方法や製品の評価方法を開発し薬事審査で使えるようにする必要があります。2004年からPMDA（医薬品医療機器総合機構）に1年間出向したのですが、そこでの経験がその後の研究にプラスになったと思います。

高齢化社会を迎え、患者の生活の質（QOL）を維持・向上させるには、インプラントを用いた治療技術の開発は

欠かせません。整形外科用インプラントに関しては、9割が海外からの輸入品です。特に、日本では薬事審査の壁がとても高いため、新しい材料を使って製品を製造することが世界一厳しい。人工股関節は、大腿骨に入るステム部、摺動部、骨盤に入る臼蓋カップの三つで構成されます。輸入品では日本人の骨格構造に合わないので、「骨形状に最適なインプラントを製造可能とする」仕組みをつくりたいのですが、それを実現するためには薬事審査がかかってくるため、一般工業製品を製造する場合に比べてより難しいのです。

整形外科用インプラントは、薬事法では、「不具合が生じた場合に人体へのリスクが比較的高い」クラスⅢに分類されています。高度管理医療機器に位置付けられ、厚生労働大臣による承認、PMDAでの審査が必要となります。厚生労働省とも議論し、壁に当たりながらも、材料に関する規格化から始まり、現在まで、金属材料を中心にJISが26件制定されています。

次に、「いかにして製品化に至るか」ということですが、新製品のメリットを明確化するためには、製品の性能評価技術が必要です。整形分野の製品としては、骨プレート、人工股関

節、人工膝関節、髄内釘など、種々あります。新しい評価手法に関して治具や装置を開発し、力学試験を行っています。その中でも耐久性試験は、費用と時間がかかり、アイデアも必要です。例えば、骨プレートの耐久性の考え方としては、耐久性グラフの横軸に破断までの繰り返し回数、縦軸に最大荷重を示します。平均歩行を1日当たり5,000歩とすると1年間の使用では、 10^6 回の繰り返し回数になります。 10^6 回までのグラフの形状から 10^7 回、10年間使用の可否の予測が可能となります。

人工股関節の摺動部に関して摩耗特性を取得し、素材に関しては、さまざまな疲労試験データを蓄積しています。これらの疲労データを活用し、素材の疲労特性と製品の耐久性の相関式を確立できれば、製品の耐久性を素材の疲労強度から予測できるようになります。また、相関式によって製品の小型化が可能となりますから、患者さんの骨格構造や症例に最適な製品開発が可能になるでしょう。

インプラント製品の実用化では、素材製造技術、素材評価技術、製品開発技術、製品の性能評価技術、薬事審査経験、不具合解析までの総合技術力が必要です。今後は、個人に合った人工股関節などを開発することで、インプ

ラントの耐用年数を現状の2倍の30年以上にしたいと考えています。

理事長 骨格の大きさが欧米人と東洋人では違うので、アジア人特有のデータや特性を出して、標準をより充実したものにしたいとの話がありました。産総研では、材料から研究できて、それを日本国内で評価ができる、これは強みですね。

この新しい材料はチタン系だということですが、これが体の中に入るわけですか。

岡崎 はい、そうです。ここでは、人工股関節摺動部の摩耗特性を評価しています。硬いものと柔らかい超高分子量ポリエチレンの組み合わせで始まったのですが、硬いもの同士の組み合わせが最近の動きの一つになっています。

理事長 統計的に見て、何歳くらいの人が手術を受けているのですか。

岡崎 今、日本では平均65歳です。40歳で手術すると、再置換しないといけません。再置換はかなりの負担となります。

薬事審査の壁をどう乗り越えるか

小野 「薬事審査の壁」が待ち受けていたというお話でしたが、岡崎さんのPMDAでの経験によって、壁を乗り越える、あるいは壁を低くするこ

とができましたか。

岡崎 薬事審査でなぜ「安全性重視」になるのかが理解できました。耐久性に関するしっかりとした考え方をつくり、PMDAの人たちが安心して使える評価基準を数多くつくるのが私たちのできることだと思います。

小野 アメリカやヨーロッパに比べて日本の治験が遅いというドラッグラグ問題を指摘する方がいますが、日本の法律や日本特有の問題があるのでしょうか。

岡崎 日本では、国が安全性を保証する大臣認可制ですから、審査が厳しくなる傾向があります。欧米では大臣認可ではないですが、試験法が充実しており審査官が判断できます。日本では、少しでも新しいと臨床治験が求められるのではないかと懸念があります。実験室での試験で臨床使用状態を予測できれば、臨床治験の負担が減り、製品化が加速するのではないかと考えて、製品規格を今つくっています。

耐久性の研究をしていると、製品の力学的安全性に関して触るだけでわかるようになります。耐久性の考え方がPMDAと私たちの間で共通化できれば、壁がおのずと低くなります。審査する人たちが、新しい技術を認可することに生きがいを見いだしてもらえ、審査もスムーズに進むのではないかと思います。

生体適合性の優れたチタン合金で、30年の耐久性のある整形外科用インプラントを目指す。

岡崎 義光(左)
おかざき よしみつ



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 —

| | 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 |

小野 JIS規格をたくさんつくることもアウトプットとしてとてもよいですが、それを支えるデータや考え方、設計方法がまさに研究のやりがいのあるところで大事なところですね。

オンサイト・オンデマンド過酸化水素製造

瀬戸 次に、井上さんから「マイクロリアクター（微小反応器）による過酸化水素の合成」の研究について紹介をお願いします。

井上 私の専門は触媒化学です。米国マサチューセッツ工科大学に留学したときのテーマがマイクロリアクターという、触媒化学や化学工学に微細加工技術を付加した研究開発でした。それが発端となって、過酸化水素をマイクロリアクターでつくる研究を再開し、現在に至っています。

過酸化水素は、殺菌、漂白から半導体プロセスでの洗浄に至るまで、幅広い用途をもつ石油化学の代表的な製品で、国内年産量は約20万トンあります。アメリカの生産量はわが国の2倍強で、日本にない使われ方として土壤浄化や廃水処理のための環境用途がありますが、これらに使う過酸化水素は薄くてよいのです。用途によって濃度や量が変わってくるので、必要なスペックの製品を必要な量だけ、その場（オンサイト）で製造することができないかと考えました。

過酸化水素の製造法として、一般的にアントラキノン法があります。これは中間体の分離にエネルギーを消費してしまい、コストが高いものになっています。このため、過酸化水素の代替製法は数十年来検討されてきました。実用化できたら理想的ではないかといわれているのが、水素と酸素から過酸化水素を直接作るというプロセスです。「化学プロセスにおける20世紀からの宿題」といえます。

そこで、マイクロリアクターの話になるのですが、マイクロリアクターは単位当たりの表面積が大きい、温度制御を効率良く行うことができる、界面での反応が効率良く起こる、効率的な混合を行うことができるという特徴があります。ですから、サブミリメートルのところ、水素、酸素を反応させると、普通なら火を吹いてしまうものが爆発しないで安全に反応が進むわけです。

今、この装置の中で水素と酸素が反応しています。現在、水素が30%入っていますから、爆発限界のど真ん中です。ですが、肅々とマイクロチャンネルで反応できるのは、安全性を担保できているからです。室温、10気圧という条件で、利用水素に対して40%の高収率、濃度10%の過酸化水素を製造することに世界で初めて成功しました。マイクロリアクターには気体と液体を固体上でムラなく混合させる構造が必要ですが、これを微小電気機械システム（MEMS）技術により作り込めたこ

と、複数の並列化したマイクロチャンネルの反応条件を均等に揃えることができたこと、過酸化水素への高選択性をもつ新規触媒を開発できたことがカギとなりました。

チャンピオンデータを出すだけでなく、実際の「ものづくり」にもっていくためには、具体的なプロセスに仕上げる必要があります。スループットでいうと、10 wt%の過酸化水素は実現できています。水素の利用効率がコストのネックであり、30 wt%以上であることが必須であるといわれていますが、これも達成できています。今後は、リアクターを積み上げた開発を行うこと、さらに後工程を付けてプロセスにしたいと思っています。MEMSの手法を用い、フッ化水素エッチングにより、細かい溝を作り、その後NC加工機でサブミリメートル程度の太いチャンネルを加工したのち、ガラスを張り合わせてリアクターを作っていますが、チャンネルが多くなるとドリル加工の手間がかかります。今イメージしているのは32チャンネルなので、そこを一気通貫できるプロセスの検討を行っています。もちろんリアクターを安く作ることも必要です。

では、過酸化水素になぜこだわるのか。「オンサイト・オンデマンド」のストーリーが成り立つことによって産業が大きく展開できるということと、水素と酸素を安全に反応させることができ、かつそれが使えるという実例があると、別のプロセスにも使えるのではないかとイメージを多くの人にもってもらえると思っているからです。

瀬戸 この装置の中で、酸素と水素が反応しているということですが、これは井上さんたちがつくったものですか。

井上 そうです。水素と酸素をそれぞれ入れて、そこに溶液が入って、触媒

化学プロセスにおける
20世紀からの宿題である、
水素と酸素から
過酸化水素を直接作り、
オンサイトでの生産へ前進。

井上 朋也（左）
いのうえ ともや



層に液とガスが混ざって反応して出るという仕組みです。一方、出口側からはプレッシャーコントローラを介して窒素を供給して、反応圧力を保持しています。実は、チャンネルの太さをつくり分けて、液を思ったところへ流す反応器になっています。

理事長 ピッチを倍にしたらすぐ32チャンネルにいくような気がするのですが、そんなに簡単じゃないということですね。

井上 水素と酸素の反応なのでどうしても熱が出ます。発熱は反応を加速できますが、行き過ぎると過酸化水素が分解して水になってしまう。その熱を定量的に予測しつつ積み上げを行うことが今後の研究課題です。

理事長 もうすぐですね、実際使われるのは。

井上 はい。ニッチな用途ですが、今、このシステムでいいから欲しいという方はいらっしゃいます。

理事長 化学反応に影響するものに、温度、圧力、濃度、活性化エネルギーなどのファクターがあるけれども、拡散の効果も大事なんでしょうね。私が最初に産総研の東北センターに行ったときに、化学反応の反応成績を上げるアイデアというか、そういうふうを受け取りました。体積当たりの収率を稼ぐのが大変なので、それに向けた応用を考えるとということですね。

井上 液の単相だけなら濃度と温度と圧力で決まるのですが、相がたくさんあると、その相間の拡散が影響してきます。例えば攪拌槽型の反応器では、攪拌羽根の形状が少し変わるだけで反応成績が変わってくる、それはまさに拡散の効果なんですね。

必要なものを、必要な時に、必要な量で

瀬戸 次に、中野さんから「オンデマンド製造等によるミニマルマニュファクチャリング実現」について紹介してください。

中野 私は、イオン注入装置を使ってマイクロマシン関係の仕事をしています。イオン注入はイオンを材料に当てて改質するということですから、形をつくることはできない。しかし、「ものづくり」は、材料や材質を緻密にコントロールし、その上に機能をつくり上げていくことが重要だと考えています。イオン注入を使ってデバイスの材質が変わるのだったら、そこをうまく取り出して利用できないかと考えて、オンデマンド製造装置を試作しました。

シリコンに注入する金イオン量を制御することによって、クリーンルームなしで、リソグラフィーも使わず、ステンシルマスク（蒸着用を使う穴の開いた金属板）を用いて目的のパターンだけに注入してエッチングすると、その層だけが取り出せることがわかりました。ヤング率は、シリコンの理論値が130~190 GPa、金のイオンが77 GPaなのですが、10%くらい金を入れたシリコンのヤング率は63 GPaで金より軟らかくなってしまいます。ですから、金の注入量を制御することによってヤング率の制御も可能と考えられます。また、エッチングすることによって、金

の粒子が表面に担持されていること、自己組織化的にナノ粒子ができて、それは酸化触媒効果があることがわかりました。

とはいえ、イオン注入はとても高価ですし、リソグラフィーもコストがかかる。いっそのこと、プレスでつくったらいいのではないかと考えました。プレス加工で形を作って、エアロゾルデポジション（AD）法*で機能膜をつけて、熱処理や品質の体制を組み合わせれば、コンパクトに、安くモノができるのではないかと考えたわけです。

試作しているオンデマンド装置は、形状作成金属プレス、機能膜成膜（AD成膜）、低温熱処理、電極・配線インク描画の四つのプロセスから成り、プロセスごとにユニット化されていますから、独立して動くこともできます。持ってきているのは100 Vのコンセント1個と小さいコンプレッサーだけです。

理事長 プレス加工でつくるといいますが、金型の精度についてはどうなんですか。

中野 精度は高いです。MEMSのようなデバイスをつくらうと思ったら、30 mmの中でナノメートルスケールの加工を目指せると思います。そのために、工程別に分けて機械を変えたり、スピードを調整できるように全体的に小さくしています。四つのユニットが一つの工場全体になるわけですから、つくる「もの」に合わせて製造システムをその



質が高く、
必要な時に、
必要な量をつくるための
多様な製造プロセスを
組み合わせた小型装置の開発へ。

中野 禪（左）
なかの しずか

都度動かせる仕組み、これがミニマルマニュファクチャリング、つまり最小のインプットによって、質の高いものを必要な時に、必要な数量を、という方向だと思っています。

産総研が主導している「ミニマルファブ構想」に基づいたIC製造装置ですが、幅30 cm、奥行45 cmです。10台まで連結しても使えます。中にマグネトロンスパッタリング装置が入っていますが、今は使いやすい高性能な装置をつくり上げることに取り組んでいます。

金型の加工技術と半導体の技術は違う話ではないかと思われるかもしれませんが、例えば、ナノインプリント手法はMEMSとデバイスとプレス加工を組み合わせることができます。微細なものをつくる時、プレスの加工技術と半導体的な技術をどうリンクさせるかということが課題だと思っています。プレスは形をつくるのが得意、小さいものが苦手、一方、半導体は材料の制御のために無駄な形づくりをしている、大きいものが苦手というように対極にあるのですが、ここが融合すると新しい技術ができると考えています。

先進技術を支える鑄造・鍛造・プレス加工

瀬戸 「ものづくり」というテーマで三人にそれぞれの先進的な研究を紹介していただきました。日本のものづくり技術の強みというと、鑄造、鍛造、プレス加工、金型というキーワードが思い浮かびますが、先進的な研究とそれを支える技術という面ではいかがでしょうか。

松木 岡崎さんにお聞きしたところ、整形外科用インプラント製品は切削加工でつくっていて、コストを下げるには型鍛造にしなければいけない。しかし、今、車のための鍛造技術に目が向いていて、医療品のためのとても硬いものをコスト

が見合った形でできる鍛造技術がなくなっているそうです。国のプロジェクトでも、「鍛造とか鑄造とか、そういう地味な技術はもう終わっているのではないかと。技術の偏りができているのではないかと、今まであった優れた技術がなくなってしまうのではないかとという危機感はとても感じています。

理事長 まさに、これから必要とされるニーズがたくさんあるということですね。

中野 鍛造の話が出たのですが、プレス加工の業界の人たちにとってもつくろうとしているものが変わってきているわけですね。必要な材料が変わることで、既存技術では対応しきれなくなっています。そういう提案をしても、国は「プレスはもう何十年も前に終わっているんじゃないの」という発想になってしまうので、なかなか予算をもらいにくいのです。中小企業庁の経営サポート「ものづくり中小企業支援」制度が唯一というのが現状です。

岡崎 今ある大規模生産のための鍛造のやり方ですと、医療分野の製造には大き過ぎるのです。コストを安くするためには、溶解して鑄造したものを、棒状に細くして、そこから製品の形状に1~2工程でもっていくことがポイントです。今は、連続化されておらず、コスト高になり材料のマイクロ組織をコントロールするのが難しい状況です。

理事長 円熟した領域みたいに言われるけれども、今まで機械というのは人体の外で使われていたのでしょうか。ところが、人体の中で使う機械装置なので、全く新しい領域なんですね。中野さんが言われた、デバイスをプレスでつくるといって、これも寸法的に言えばナノメートルスケールということだから新しいフロンティアです。新しい特性が出てくるとい

うことですね。

松木 岡崎さんのインプラントのように患者に合わせて加工できるのが中野さんのつくるプロセスです。個別にできる、信頼性も評価できる、それが新しい価値を生むと思うのです。しかも、それを大きな工場ではなくて小さなところまでできる、ここがミソですね。

理事長 テーラードマテリアルというイオン工学的に進めると、冶金工学とか、伝統的な熱力学に支配されないつくり方ができるということですね。こういう発想を出したのはとても斬新とか、勇気のある提案だと思うのです。

中野 イオンの世界に発表しに行ってもわかってもらいにくいし、機械の分野に行ってもわかってもらいにくい。どこへ行ってしゃべっていても、ずっとアウェーの感じで（笑）。

理事長 ミニマルファブもそれに近いところがありますね。大艦巨砲主義で、大きくやれば生産性が上がる。しかし、これからは多品種少量まで含めて考えないといけませんね。

松木 小さいものは精度が出ないのではないかと思われがちですが、実は制御しやすいので、精度が出やすいのです。ただ、何でもいいのではなく、それに合ったものをうまく見つけ出すことが課題だと思います。

井上 MEMSは、大規模に小さいものをとにかくつくることによってスループットをあげるという考えがあると思いますが、精度という意味では、このやり方はわりと上をいけるのではないかと思うのですが、どうやってスループットを稼ぐのでしょうか。

中野 オンデマンド製造装置もミニマルファブ装置も1分に1個作ろうと考えていますが、自動車が生産されているのが一つのラインで1分に1台です。これで足りるのではないかと。

先ほど、多品種というお話がありました。オンデマンド製造装置は、違うもの1個ずつというよりは、例えば100個のロットでもスムーズに流せるような仕組みで作りたいです。ミニマルファブ装置では、ラインをぱっと作り替えて、違うものをすぐに流せば少量多様性に対応しやすいのではないかと、という考え方です。

井上 MEMSだと大面積で、ある一つのデザインです。多様性への対応という意味では、たぶんこういうやり方は的を射ているかと思うんですが、常識とは真逆だなと思ながら話をうかがっていました。

中野 例えば巨大な製造設備を使って大量生産をしても、機械を止めて、段取り変えしている時間のほうが長い。そういう非生産の時間が長くなって、企業の中の効率が悪くなってきています。

井上 魅力なのは、金属ならいじれるじゃないですか。MEMSだと、その派生でどうしてもシリコンになりますね。金属の微細加工って結構魅力的なのかなと思います。

中野 樹脂性材料も、金属材料もまとめて面倒を見れるというのはプレス技術の強みです。

理事長 先ほど、中野さんから中小企業との活動がやりにくいという話がありましたが、いい連携にはインセンティブをスピーディーに活用していこうということで戦略的インセンティブは大いにあるわけです。

瀬戸 インセンティブはいろいろなものが、分野でも、産学連携でもあります。もちろん、網羅的に中小企業すべてを支援することはできないので、そこは産総研として戦略的にやらなければいけないのですが、そこを説明がつくようにご提案いただければと思います。

理事長 岡崎さん、人工股関節は耐用年数が来るとうまく動かなくなるのですか。

岡崎 緩んで痛みが出てきてしまいます。人工股関節は、痛みを取って、関節機能を再建することが目的ですが、痛みが出てしまうと再置換に踏み切らないといけなくなります。

小野 関西センターの健康工学研究部門で、患者自身の骨髄等から得られた間葉系幹細胞の能力を高めて再生医療に用いるという研究をしていますが、それと関係付けられるのでしょうか。

岡崎 骨が能動的に生成するところに自分の幹細胞を置いておくという考え方ですね。私は、コストを下げたいと思っているので、今まで切除していた骨を活用するというのと、骨はある空間で生成状態が変わるので、空間制御により、空間の中に骨誘導因子を入れておけば、その研究と同じ効果が感染を考えなくてもできるかなと考えています。

井上 冒頭、海外からの製品が9割だというお話がありましたが、海外からの製品は薬事法とは関係ないのですか。

岡崎 海外の製品を日本で使う場合には日本の薬事法に従わないとだめですが、海外の症例の実績が使えるので、審査が早くできるのです。

日本の中小企業にはいろいろな技術があります。鍛造、切削といってもそれほど大きなものではないですし、そこを結集すれば絶対いいものができると思うのです。

理事長 きょうの三人の提案は、学会のメインストリームそのものというよりも、自分の関心を高くもてることに集中し、成果が出るまで自分の研究を粘り強くやってきたという、産総研らしい取り組みだと感じました。もっと大きな実りになるようにぜひ頑張ってくださいと思います。

瀬戸 本日はどうもありがとうございました。

※エアロゾルデポジション (AD) 法
産総研で開発された、新しいセラミックス膜のコーティング技術。微粒子をガスと混合して、エアロゾル化し、これを減圧した容器の中で吹き付けるだけで、室温でセラミックスの膜を形成する技術。

鍛造、鋳造、プレス加工を
新しいフロンティアで
活用することで
新たな特性が生まれる。

野間口 有
のまくちたもつ



整形外科用インプラントのイノベーションを実現する本格研究 患者に最適な高生体適合性インプラント製品の 実用化を目指して

はじめに

わが国では高齢化社会の到来にともない、骨・関節疾患や外傷などにより整形外科用インプラント（骨接合材料や人工関節など）を使用する患者が増加しています。現在、整形外科用インプラントのほとんどは、欧米からの輸入に依存していますが、欧米人の平均的な体形に基づいて設計された輸入品では、小柄なアジア人との間に不適合が生じることがあります。この場合は、インプラントに合わせて骨を削ることになってしまいます。また、骨格構造には個体差があり、生体との不適合問題を解決できる生体適合性の高いカスタムメイドのインプラントが望まれています。そのため、生体適合性の高い材料を用い、個体適合性に優れたカスタムメイドインプラントを設計・製造する技術の開発と早期実用化を目指した研究を実施しています。

基本となったテクノロジー（第1種基礎研究）

生体適合性に優れたチタン（Ti）合金素材の開発（1990～2000年頃に実施）が、第1種基礎研究に相当します。この高生体適合性Ti合金の開発では、(1) 生体適合性の高い合金元素の効果の解明、(2) 合金のミクロ組織を制御

する技術の開発、(3) 強度、延性、疲労特性などの素材強度評価、(4) 生体内模擬環境下での耐食性評価、細胞適合性、動物埋植試験などによる生体適合性試験を行い、世界で最も生体適合性の高いTi-15Zr-4Nb-4Ta合金を開発することができました（図の左上に示した生体適合性と分極抵抗の関係図参照）。

「死の谷」の打開に向けた第2種基礎研究

整形外科用インプラントの欧米依存傾向（90%）が強く、国内製品の普及が進まない要因の一つとして、米国に比べて性能評価の基盤技術が整備されていないことがありました。性能評価技術が確立されていないと、製品のメリットを明確にしにくく、特に、欧米製品に比べて小型な製品を開発しにくい状況になります。医療機器では、一般工業製品と大きく異なり、(独)医薬品医療機器総合機構による製造承認が必要です。性能評価技術が確立されていないと、製造承認申請が難しくなり海外企業による独占状態が続き、国内製品が普及しにくくなります。これらの問題を解決するため、産総研工業標準部（現国際標準部）からの支援を得て、(独)製品評価技術基盤機構

と共同で、1995年から2009年度まで医療分野の「標準に関する基盤的研究」を行いました。それにより、インプラント用素材の試験方法を中心に現在まで23件のJISを制定でき、Ti-15Zr-4Nb-4Ta合金も生体適合性の高い合金として、JIS化（JIS T 7401-4）できました。2005年に改正薬事法が施行され、規格・基準に基づく審査が導入されたことが転機となりました。これらの数多くのJISの原案作成委員会などの場で医師とのコミュニケーションの機会が増え、また、お互いの信頼感が深まったことにより、臨床的に要望の強い骨格構造に最適化した製品の実用化の可能性がでてきました。

高生体適合性 Ti-15Zr-4Nb-4Ta 合金を用いた製品化に向けた研究

共同研究相手のナカシマメディカル（株）が、Ti-15Zr-4Nb-4Ta合金製THAプレート（骨接合用プレート）の製造承認を取得し、新しい材料の製造承認取得は困難と言われた状況を打開したことで、製品化の可能性がみえてきました。現在、各種インプラント製品の耐久性などの力学的性能評価方法のJIS化が進められています。製品の耐久性と製品を構成する素材の疲労特性との関係を定式化できる状況となり、これまで収集してきた疲労データを活用することで、小柄なアジア人にも最適なインプラント製品の製造承認を申請できるようになりつつあります。

将来社会にもたらす効果

患者の骨格構造や症例に最適な整形外科用インプラント製品（骨接合材料や人工股関節）を提供するため、厚生労働省と経済産業省の共同事業によって、ガイドライン策定を進めています。高生体適合性チタン合金を用いて、図



1989年 名古屋大学大学院博士課程修了、同年旧機械技術研究所入所、2004年から1年間 独立行政法人医薬品医療機器総合機構に主任専門員として勤務。輸入依存傾向が強い、整形外科用インプラント分野の産業の活性化を目指して、多くの臨床の先生と連携しつつ、金属材料や性能評価方法の標準化を中心に産業育成の観点から活動中。

岡崎 義光（おかざき よしみつ）

y-okazaki@aist.go.jp

ヒューマンライフテクノロジー研究部門

高機能生体材料グループ

主任研究員（つくばセンター）

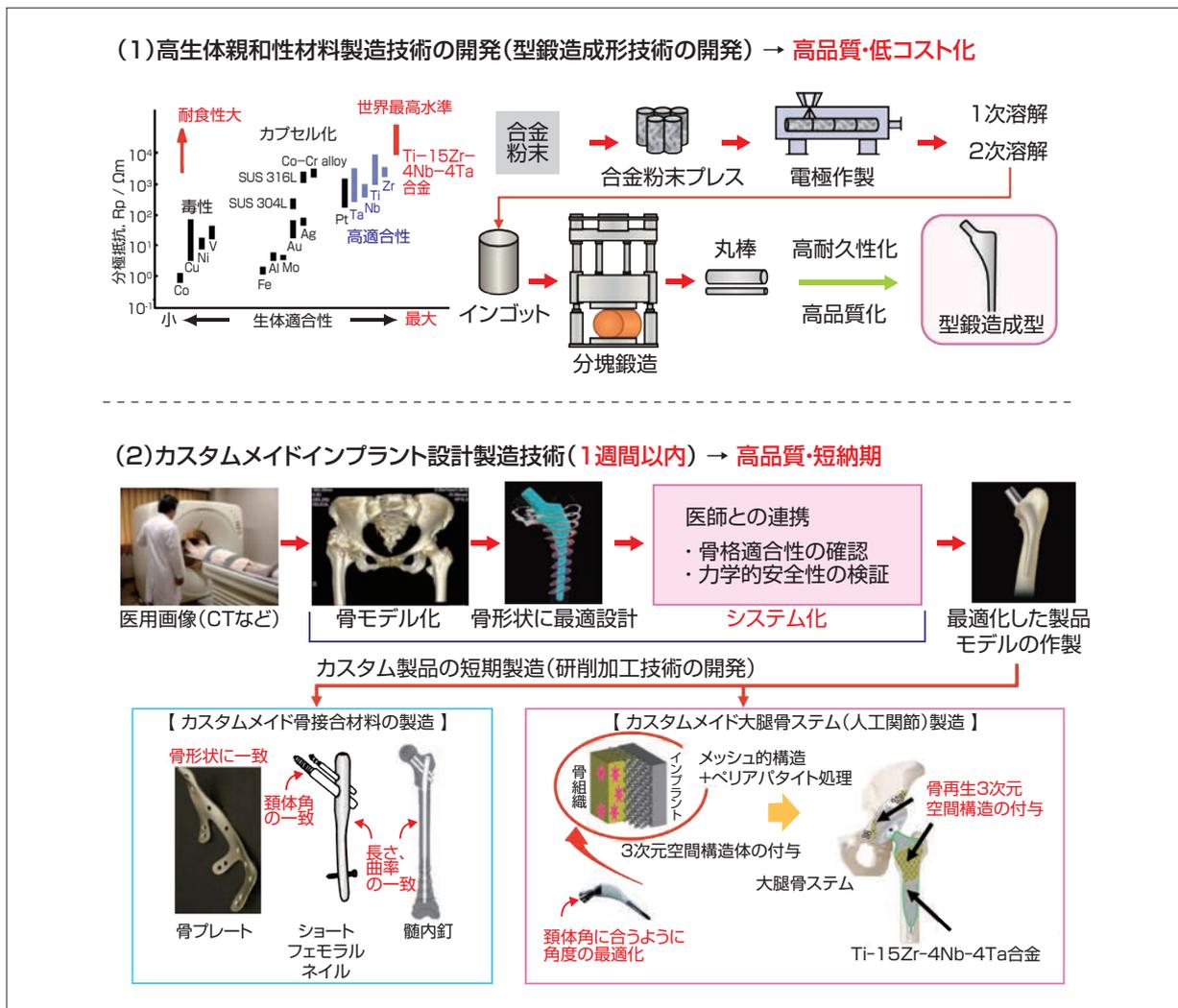


図 今後の研究開発の概要

に示したような流れで、患者に最適なインプラント製品を目的に研究開発を行いたいと考えています。特に、高生体適合性Ti合金の低コスト化と高品質化、高品質・短納期でカスタムメイドインプラント製品を設計・製造するシステムの開発、骨プレートや髄内釘などの骨接合材料の製品化を実現させ、さらに、高生体適合性Ti合金と骨誘導技術を組み合わせて3次元空間構造体を人工股関節に付与する技術を開発することで、安心感の高いカスタムメイド人工股関節製品を提供し、アジアを中心に広く普及させたいと思

ます。JFEテクノリサーチ(株)との共同研究により、インプラント材料評価センターのイノベーションを推進します。

新しい材料を用いると、一般に普及している材料を使う場合に比べて製造コストが高くなり、また、カスタムメイド製品は、個人の症例に合わせて設計・製造するため、既製品に比べて製造コストが増大します。そのため、経済産業省医療サービス事業である「医療サービス国際化推進事業」と連携し、富裕層への保険外診療を行うことで医療の国際化を実現し、優れた製品をア

ジア諸国へと提供することも考えなくてはなりません。

最後に、インプラント分野に中小企業の「先端的なものづくり技術」を活用した製品開発とイノベーションを推進するためには、JISが一層有用となります。また、これまで蓄積してきた力学的安全性評価に関する「知識と試験装置」の維持に関して、産総研内外のご理解とご支援をお願いします。さらに、評価に関する最新情報の提供および評価方法に関する問題点を議論する場としてインプラント解析研究会を設立しております。

MEMS 技術を活用した本格研究

マイクロリアクターによる過酸化水素製造プロセスの開発

究極の過酸化水素製造プロセスを目指して

過酸化水素 (H_2O_2) は、日常生活における殺菌から半導体プロセスにおける洗浄に至るまで幅広い用途をもつ基礎化学品です。さまざまな用途に応えるため、使用する場所での製造(オンサイト製造)が期待される化学品でもあります。国内での更なる用途拡大への期待や新興国での需要の著しい拡大などから安全で低炭素な製造技術が必要であり、石油化学コンビナートにおいて製造されている大型プロセスを代替する方法も求められています。

その際製造方法の候補として、水素と酸素を直接接触媒上で反応させる方法(直接法)があり、数十年の長きにわたって世界的に実用化に向けた研究開発が進められてきました。しかし爆発の危険(水素と酸素の混合気は水素含量が4%を超えると爆発する)と隣り合わせであり、実用化に至っていません。

直接法 × マイクロリアクター技術 = 安全・低炭素

一方で近年、製造プロセスにおける安全・安心を担保する反応器(リアクター)としてマイクロリアクターが注目されており、直接法へのマイクロリアクター技術の応用も世界的に検討されてきました。

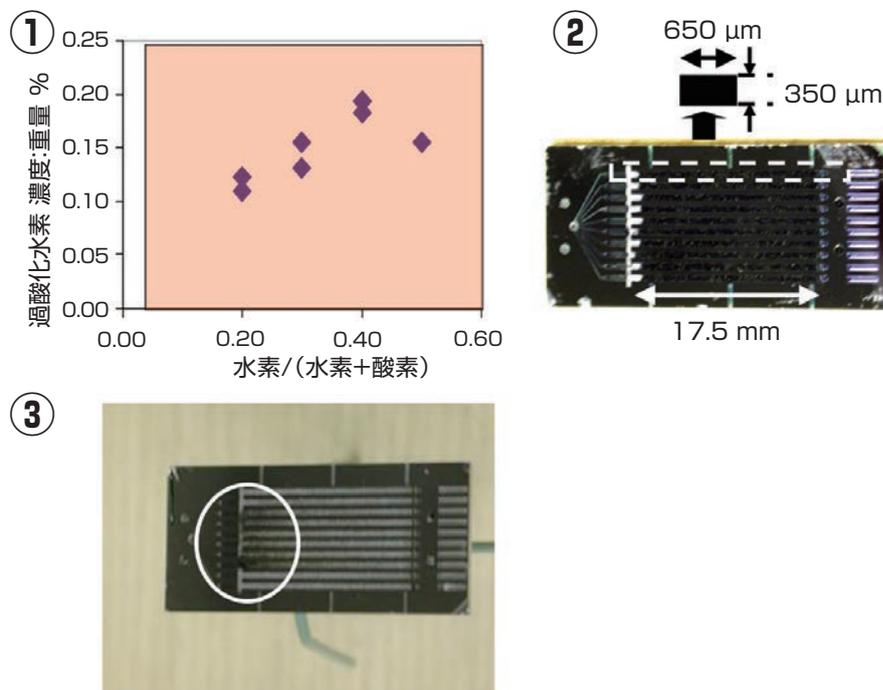


図1 Si-MEMSによるマイクロリアクターを用いた過酸化水素製造の初期検討

①反応成績: 反応条件は 20 気圧、室温で、赤く網掛けした部分は水素=酸素の爆発範囲を示す。
②は①の反応を行うのに使用したマイクロリアクター。黒く充填されているものは触媒(③で白く充填されている部分が、②では触媒充填で黒変している)。
③○印の内側で黒変した部分は水素濃度が高いことを示しており、水素の分配にばらつきがあることが示唆される。

私は産総研に入所する前から直接法へのマイクロリアクター技術応用の研究開発を手がけており、マイクロチャンネルを用いた安全性の確保(水素濃度を上げて爆発せずに反応できる)や、反応器の特徴を反応工学の立場から明らかに

するなどの基礎的な検討から進めてきました。直接法で連続的に反応を実現できたという点で、当時としては世界に先駆けた研究であったと思います。しかし、20気圧の反応条件下で過酸化水素濃度が0.5-0.6%に到達するのがやっとであり、製造にはほど遠い状態で研究開発を中断しました(図1)。世界的にも1%以上の過酸化水素製造は困難なうえ、反応条件に20気圧以上の高圧を用いることが必要でした(ちなみに、試薬の過酸化水素水はおおよそ30%、消毒薬の“オキシドール”は3%程度です)。

後に産総研に入所し、紆余曲折を経て2007年からこの研究開発を再開しました。第1種基礎研究のシーズをもって産総研に入所し、第2種基礎研究への展開を図りつつ、今に至っているといえま



1997年東京大学大学院博士課程修了。同年旭化成工業株式会社(現 旭化成株式会社)入社、石油化学プロセスの研究開発を行う。2001年~2003年マサチューセッツ工科大学留学。2004年産総研入所。コンパクト化学プロセス研究センターを経て、2010年現拠点へ異動。無機膜・マイクロリアクターを用いたコンパクト化学プロセスの開発を行う。

井上 朋也 (いのうえ ともや)

inoue-tomoya@aist.go.jp

集積マイクロシステム研究センター

ヘテロ融合研究チーム

主任研究員(つくばセンター)

す。同時期に、この研究開発がNEDOの産業技術研究助成事業として採択されたことも大きな追い風となりました。直接法のプロセスは、気体（水素および酸素）と固体（触媒）のほか、液体（水）が反応に関与する気液固混相反応です。触媒をマイクロチャンネルに充填し、水素と酸素と水を流通して反応させるのですが、これらがきちんと流通しなければ期待どおりの結果が得られません。通常の気液固混相反応器では、流体を触媒層にまんべんなく供給できるように分散板を設けるといった工夫がされているのですが、同じような工夫をいかにマイクロリアクターに作り込むかがカギとなりました。例えば、気体は液体よりも1,000倍も流しやすいため、バランスよく流すには工夫が必要です。また、生産量は反応器の数を増やしてかせぐこととなりますが、それぞれの反応器に気液を均等に供給しなければ生産性・安全性を大きく損なうこととなります。私たちはMEMSの微細加工技術を活用して、気体および液体の導入部分を触媒反応部分（0.6 – 0.7

mm）よりさらに微細なチャンネル（0.02 – 0.05 mm）で作り込み、“ミニチュア化した気液固混相反応器”をつくることできちんと気液を触媒に接触させることを考えました。その結果、10気圧で5 – 6%の過酸化水素水が安定的に製造できるようになりました（図2）。このような新しい“ミニチュア化した気液固混相反応器”を作り上げるのに際して、東京大学・（財）神奈川科学技術アカデミーにおいて開発されたマイクロ化学チップの技術が大きく役に立ちました。

このような研究開発と並行して、過酸化水素製造に関わりのある企業を訪問するなど“営業”活動も行いました。その結果、三菱ガス化学株式会社との共同研究に踏み切りました。触媒の共同開発により室温、10気圧で10%を超える過酸化水素水の製造に成功し、実用化をイメージできる段階にたどり着きました^[1]。触媒開発についてさらに大学との連携を視野に入れつつ、実用化に向けた取り組みを加速しようとしています。

“My Baby”

現行の過酸化水素の製造法は、50年以上の研究開発競争の結果として、きわめて効率のよいプロセスになっており、これ以上削りしろがないともいえます。直接法の研究開発は、乗り越えなければならない課題は未だ多いものの、実現すれば劇的に低炭素化・省エネルギーを実現できる“究極の化学プロセス”といえるでしょう。だからこそ世紀をまたいで化学プロセスにかかわる技術者の目標でありつづけ、それに携わる技術者にとってはなんとしても育てあげたい“My Baby”（出張先で議論したときに、先方からでた言葉です）なのだと思います。今後も共同研究者、上司、同僚とともに、実用に堪える化学プロセスとして世に問えるまでこの技術を育てていきたいと思っています。

参考文献

[1] 2010年9月14日付 産総研・三菱ガス化学共同プレス発表

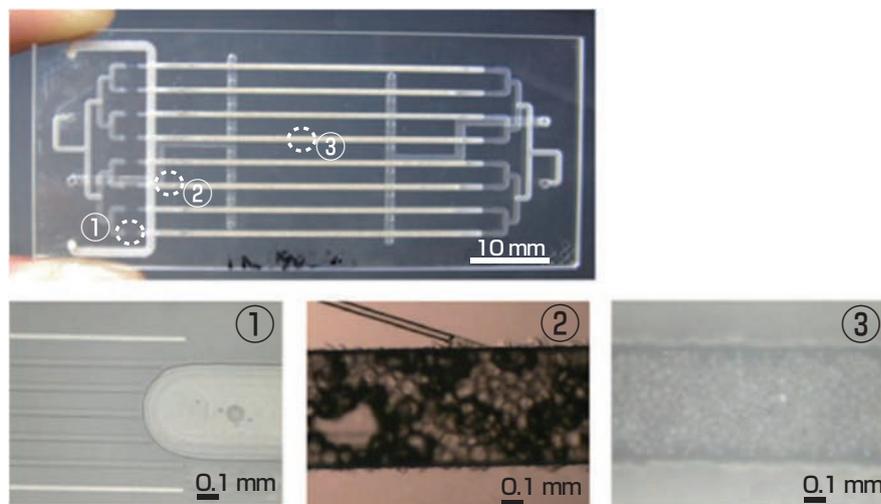


図2 MEMSによる微細加工技術を応用し、産総研で新規に開発したマイクロリアクター（8チャンネル並列型）
①：水を均等に各チャンネルに分配するための微細構造。
②：ガスを安定に吹き込むための構造。①、②の組み合わせにより安定で均等に気液が供給される仕組みとなっている。
③：触媒（共同研究により開発したもの）。

製造現場の革新を目指す本格研究

オンデマンド製造を実現する ミニマル・マニファクチャリングの展開

はじめに

産総研が提唱しているミニマル・マニファクチャリングは、製造現場の効率化を促進し、最新技術の導入を容易にする技術の開発により、環境負荷低減、低コスト化、省資源化を併せて実現するもので、次世代の製造の考え方として普及が進められています。例えば、高効率な製造のためには製造する製品を変更する際の段取り時間の短縮などが重要です。また生産単位が小さくなる多品種・変量生産や、加工が難しく工具寿命などの課題がある微細加工などの製造への対応力を増すことも重要と考えられます。そこで、一つの例としてオンデマンドMEMS製造装置を開発し、フレキシブルな小型製造システムとしての有効性を示し、産業界への普及展開を図っています。

オンデマンド MEMS 製造装置

オンデマンドMEMS製造装置は、生産ラインを小型のユニット型製造装置で、光スキャナー部品製造を例として試作したシステムです。この装置は、プレス加工、エアロゾルデポジション(AD)、熱処理、インクによる電極形成というプロセスを、幅2.5 m、奥行き1 m程度の小型の生産ラインで実現しています。この4工程に加え最終的



図1 試作したオンデマンドMEMS製造装置
ユニット毎に分割して展示会場に輸送中。

な組み付け工程などを付加すると、動作可能なデバイスを生産するラインが完成します。通常のシリコンリソグラフィによるMEMS技術を用いると300 m²以上の床面積が必要ですが、試作した装置だと1/100以下の小さな工場生産できることを示しました。真空成膜装置であるAD装置でも、成膜エリアを限定することにより10秒で完了するようにし、毎分1個の生産力をもつラインを実現しています。工程の変更や多品種製造に対応できる仕組みも盛り込みました。個々の装置には

取り付け・取り外しなどのメンテナンスの作業性をよくする工夫を加え、非生産時間を大幅に短縮できました。これらを通して実際の生産現場への展開時の考え方を検証できるシステムを実現しました。

普及へ向けた評価技術と寿命対策

試作したラインでは一つの製品に絞った形で新しい生産手法を示しましたが、具体的に生産現場へ導入するには、それぞれの製品や製造手法などに合わせた個別の対応が必要となります。例えば、今回のMEMSをプレスで製造する場合、より微細な加工では、プレス工具に加わる応力が工具材料の強度以上の値となり、工具寿命がとて短くなります。そこで、このような製造技術の基盤となる評価技術や工具負荷の低減技術についても研究を行いました。

プレス加工では金型内の工具を直接観察できません。そのために工具の損傷を把握することが難しく、加工時の経時変化や具体的な損傷の原因を把握



1989年旧機械技術研究所入所、マイクロマシンやイオンビーム利用の表面改質技術の研究に従事。2001年NEDO省エネルギー技術開発室を経て産総研に復職。金型や半導体のミニマルマニファクチャリング技術を利用した次世代製造技術開発の研究を進めています。2003年博士(工学)。

中野 禪 (なかの しずか)
shizuka.nakano@aist.go.jp
先進製造プロセス研究部門
難加工材成形研究グループ
主任研究員(つくばセンター)

できませんでした。1回の加工ごとにパンチ工具の表面を観察すると、金型の調整によっては僅か1回の加工でも工具がダメージを受けるなど、プレス工具が破損する様子を観察し原因を究明することができました。この評価装置は画像撮影を行うため、毎分30回程度の加工しか行えず、生産現場において直接利用できませんが、金型の設計や調整作業といった作業者のスキル向上につなげることができます。また、損傷の原因や場所が特定できるためこれを防止する手法の検討を容易に行えるようになりました。

金型工具のダメージ回避技術の一つとして表面処理の研究も進めています。表面のダメージを踏まえ被加工材料の凝着の防止を主眼に開発を行っています。表面のごく近傍だけに化学的な触媒効果をもつナノ粒子を埋め込み、超硬工具の表面を酸化被膜で覆うことにより凝着を防ぎ、工具寿命の長期化が実現しました。

システムとしての変革～ミニマルファブの挑戦～

MEMSをプレスで作成する考え方を、半導体やこれまでのMEMSを製造するプロセスにも適用する研究も行っています。試作ラインと同じく、一品生産や小型化、低コスト化を目指し、0.5インチシリコンウエハーを使った製造システムを開発しています。材料や加工法まで変えてしまうオンデマンド型製造より、基本的なプロセスを変えないことによって普及の容易さを目指し、また製造ラインの使いやすさなどを含めたプロセス装置、プロセス技術、周辺設備までの開発を目標としています。このシステムの早い普及が実現するように多数の企業・大学・公的機関との連携により研究を進めています。

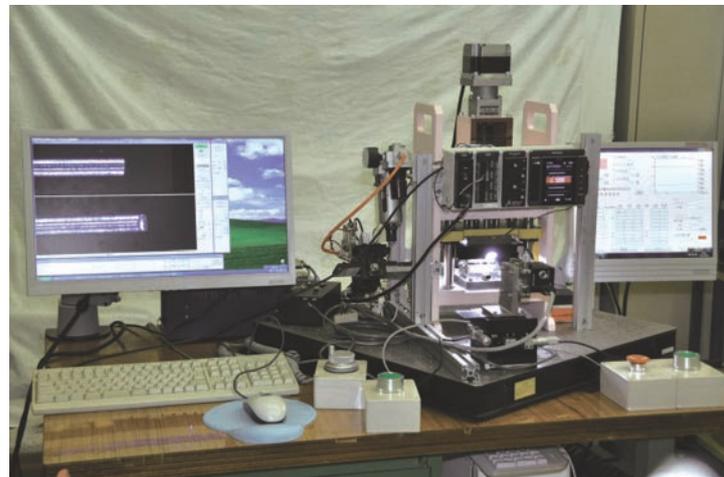


図2 金型工具寿命評価装置
小型プレス機と2台のカメラを使いパンチ表面の観察を行う。

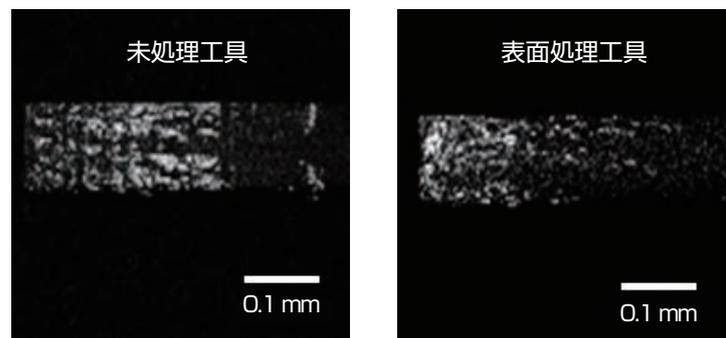


図3 パンチ先端に凝着した被加工材料の状況図（左側が工具の先端）
未処理工具は先端から0.3 mmまで広い範囲に凝着しているが、表面処理により抑止されている。

今後の展開

ミニマル・マニュファクチャリングの考え方は、これからの製造技術に重要だと考えています。評価技術や表面処理技術を通し、実際の製造を行う企業との間で共同研究や技術移転などの連携を構築しています。その中には、オンデマンド型の製造システムのような、既存の製造スタイルとは異なる仕組みの導入を検討し始めた企業もあり、具体的な生産現場の変化が生み出せるような開発を実施したいと考えて

います。ブラウン管から液晶へ、内燃機関自動車から電気自動車へと製品の変革が進む中、それを支える製造現場でも、新しい材料の加工や、より難しい加工形状をオンデマンドで実現する技術が求められています。技術の資産を活かしつつ新しい製品を、より早く、より高品質に生産できる製造技術に成長するように研究を進めていきたいと考えています。

光で溶ける有機材料

再利用可能な新しい光応答性材料



則包 恭央

のりかね やすお

y-norikane@aist.go.jp

電子光技術研究部門
メゾ構造制御グループ
研究員 (つくばセンター)

光を照射することによって、物質の様々な性質（状態、色、電子的性質など）が劇的に変化する有機材料の研究を行っています。本稿で紹介した研究成果は、これまでにない分子設計によって、未知の性質や機能が発現することを明らかにしています。これを突破口に、産業利用可能な新素材の開発を目指しています。

関連情報：

● 共同研究者

吉田 勝（産総研）

● 参考文献

Y. Norikane *et al.* : *Chem. Commun.* 47,1770-1772(2011).

● プレス発表

2010年12月2日「光で溶ける有機材料を開発」

感光性樹脂の現状

水に見られるような、固体（氷）－液体（水）－気体（水蒸気）の状態変化は、通常は熱の移動（温度の変化）によって生じる現象です。一方、光を照射することで、物質の状態が変化する材料に感光性樹脂があり、この材料では光によって液体から固体、固体から液体への変化などが生じます。これらは、印刷版や微細加工技術などに広く用いられ、産業上重要な役割を担っています。しかし、通常の感光性樹脂は、再利用できません。このため再利用可能な光応答性材料の開発は、省エネにつながるグリーンイノベーションの一環として重要な課題の一つです。

開発した有機材料

産総研では、再利用可能な光応答性材料を実現する目的で、アゾベンゼンに注目してきました。アゾベンゼンに紫外光を照射すると、トランス体からシス体へ構造が変化し、逆にシス体に可視光を照射するか加熱するとトランス体へと戻ります。しかし、溶液中では簡単に起こるこの反応は、結晶中ではほとんど起こらないと考えられてきたため、実際に光異性化を利用した「光で溶ける」材料が実現可能かどうかは未知

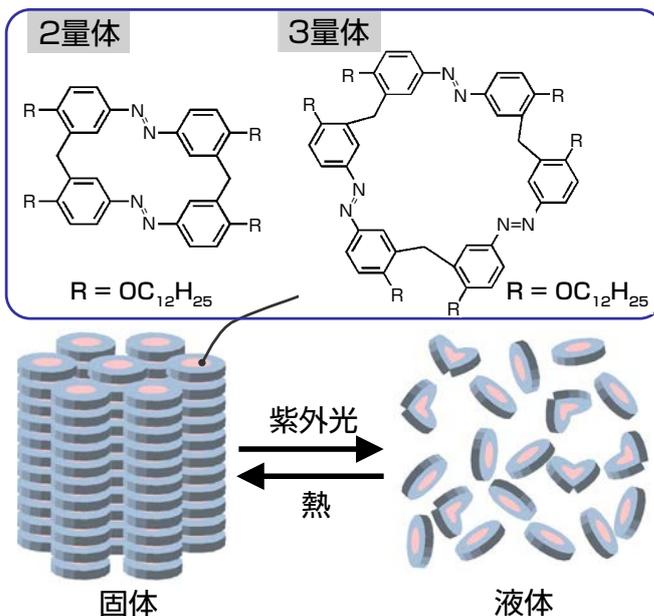
でした。

今回開発した材料は、アゾベンゼンを環状に連結し、さらに長鎖アルキル基を導入した化合物（図）で、光異性化に伴って分子の形が大きく変化することを期待しました。これらの化合物の微結晶薄膜に紫外光を照射すると、結晶が瞬時に液体になることが偏光顕微鏡によって観察されました。さらに、その液体を、冷却ではなく加熱することによって元の固体が再生しました。この固体と液体の間の状態変化は、何度も繰り返して起こすことができます。今回の成果は、通常では加熱によってだけ起きる固体から液体への状態変化が、光異性化によって起きることを示した世界初の報告です。

今後の予定

光で物質が融解し加熱によって固化する、この現象のメカニズムの解明を目指しています。

今後は、技術移転に重要な大量合成法の確立を目指すとともに、光で融解する現象を活用した、繰り返し使用が可能なフォトリソグラフィ材料や、光を当てることで容易にはがれる接着技術などへの応用についても検討していく予定です。



本研究で開発した有機化合物の構造式（上）と、それらを用いた状態変化の模式図（下）

極微量を精密に測定できる超音波流量計

半導体製造装置の性能を向上させ、ランニングコストを削減



佐藤 治道

さとう はるみち

h.sato@aist.go.jp

先進製造プロセス研究部門
集積加工研究グループ
主任研究員（つくばセンター）

入所以来、物理学を社会に役立てることを目指して、超音波による先進材料評価技術やシミュレーションソフトウェアの開発をしてきました。現在は、超音波を利用したデバイスの開発も行っています。

関連情報：

- 共同研究企業

株式会社アツデン、東京装置株式会社

- 共同研究者
明渡 純（産総研）

- プレス発表

2010年11月9日「極微量な流量を精密に測定できる超音波流量計を開発」

超音波流量計の現状

半導体製造装置には、耐薬品性に優れ、また非接触で液体の流量を測定でき、測定結果を電気信号として取り出せるテフロン製の超音波流量計が使われています。近年の半導体回路の微細化や省資源化のため、より微小な流量の測定ができる超音波流量計が求められており、半導体業界だけでなく製薬業界など、社会的なニーズが大きくなっています。

開発した超音波流量計

超音波流量計は、超音波送受信子によって超音波の励起と受信を行い、それらの伝搬時間差から流量を測定します。原理的には、流量計のパイプの内径を細くすれば断面積が小さくなって流速が速くなり、より微小な流量を測定できます。しかし、断面積を小さくすると、液体を伝搬する超音波が少なくなるなど受信信号の強度が低下します。これまで、微小流量を測定するため、パイプの細径化が進められてきましたが、信号強度の低下により細径化の限界に達していました。そこで、流量計内部を伝搬する超音波の解析を行い、その原因と解決策を調べました。

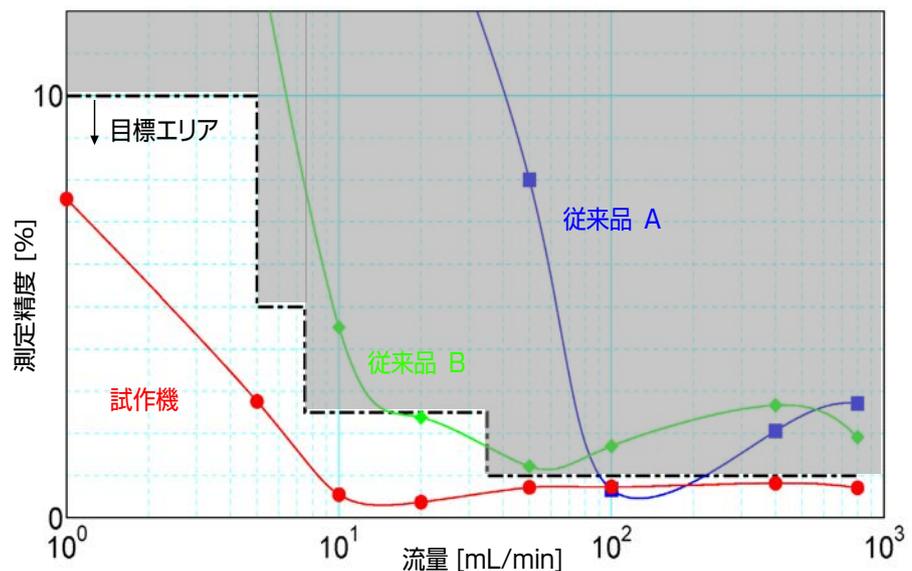
下図に示すように、従来品Aは100 mL/minで $\pm 1\%$ の精度があるものの、それ以下の流量では測定精度が急速に悪化しました。従来品Bは100 mL/minでの精度は従来品Aに劣りますが、従来品Aより少ない流量の測定が可能でした。しかし、10 mL/minの精度は $\pm 4.5\%$ で、それ以下の流量では精度が急速に悪化しました。

一方、今回の解析結果を元に作成した超音波流量計の試作機は、10～800 mL/minの広い範囲で $\pm 1\%$ の精度が確認され、1 mL/minの微小流量も精度 $\pm 10\%$ で測定可能でした。すなわち、今回開発した試作機は、これまでの半導体製造装置用超音波流量計では測定できない微小流量の測定ができます。

このような微小流量の測定ができるのは、細くしたパイプの内径に合わせて超音波の周波数を最適化したことによります。

今後の予定

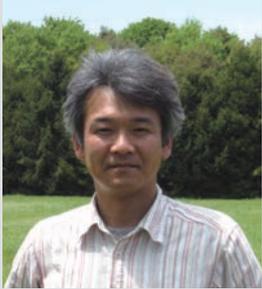
開発した製品は、原材料流量コントロールの高精度化などを通してミニマル・マニファクチャリングに貢献すると考えています。今後は、製薬分野やバイオケミカル分野への展開も視野に入れていく予定です。



流量の測定精度

コンパクトなシステムで高精度の電界を生成

導波路を用いた電界強度標準



森岡 健浩

もりおか たけひろ

t-morioka@aist.go.jp

計測標準研究部門
電磁波計測科
電磁界標準研究室
主任研究員
(つくばセンター)

1998年に入所以来、ダイポールアンテナの特性と電磁界の精密計測に関する研究と標準開発を担当してきました。既に供給されているアンテナ感度の校正のほか、導波路を用いた標準電界を生成し、電磁干渉試験等に使用されるプローブ等の精密計測を現在行っています。

電界強度標準

ユビキタス社会では、「いつでも、どこでも」ネットワークにつながるための無線通信がキーであり、家電にも設置の自由度が高い無線が採用されています。このような通信に用いられる電磁波は、周波数帯や強度が規制されていますが、無線通信を利用する機器が増加しています。このため電子機器には不測の到来電磁波によって誤動作をしない耐性が必要です。特に、計量機器や人命にかかわる自動車部品、医療機器などでは、広帯域で強い電界に対する耐性が求められます。

電界耐性を保証するには、一定強度の電界を機器に照射して、動作を確認します。この時、機器に照射される電界強度は電界プローブで計測されます。電界プローブ個々の指示値と実際の電界強度の差異を補正することが重要であり、標準となる電界が必要となります。ところが電界は周囲環境の影響を受けるため、送信アンテナを用いて標準電界を生成するこれまでの手法では、反射物のない広い測定環境や、電波暗室などの大掛かりなシステムが必要です。そこで導波路内に標準電界を生成して電界プローブを補正（校正）する技術を開発しています。

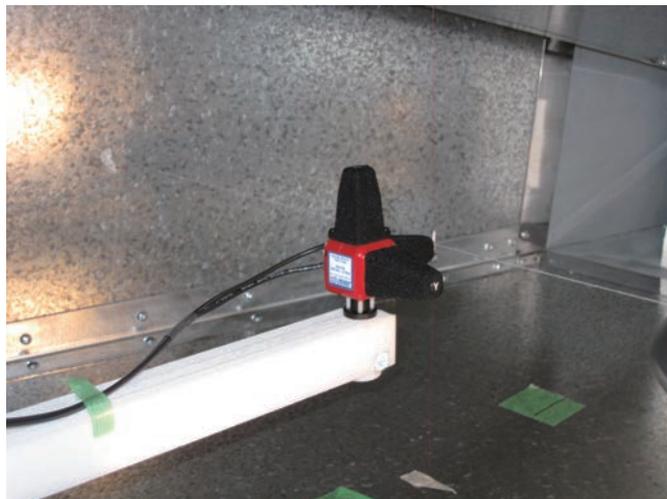
導波路の利点

小型の導波路で標準電界を生成するのでシステムの小型化が可能です。また、エネルギーが導波路内に閉じ込められているため、電波暗室に比べて小さい出力の増幅器で同じ強度の電界を生成できます。これらはコスト低下に直結します。電界耐性の試験ではとても強い電界を機器に照射する必要があります。導波路は周囲を導体で囲まれているため、強い電界を生成しても外部に影響を与えませんし、微弱な電界でも安定した測定を行うことができます。

これらの利点を活かして精密に電界プローブの校正を行うために、導波路内の基準位置での電界強度と均一性を理論的かつ実験的に求める研究を行っています。さらに不均一な電界強度に対するプローブ応答も検討しています。

今後の展開

ここで紹介した電界強度標準と既に供給を行っているアンテナ標準には密接な関係があります。これらを高度化して精密な電磁界標準体系を構築することを目指しています。



導波路を用いた標準電界強度生成用装置

導波路内部に設置された電界プローブに標準電界強度を照射し、プローブ出力の補正係数を求める。

表面増強ラマン散乱用チップ 銀ナノ粒子を用いたラマン散乱信号増強用チップ

特許 第4317989号
(出願2005.1)

●関連特許
登録済み：国内1件

研究ユニット：

電子光技術研究部門

適用分野：

- 微量分子検出
- 環境センサー
- バイオセンサー

目的と効果

この発明の目的は、液体試料検体中に含まれる微量分子、たとえばイソプロピルアルコール中の安息香酸分子を検出するために有効な表面増強ラマン散乱分析に用いる装置およびチップの提供です。この発明では、貴金属酸化物を還元して貴金属ナノ粒子を形成し、そのナノ粒子の表面に発生するプラズモンによるラマン散乱光増強を利用した表面増強ラマン散乱効果を分子検出に用います。この時、貴金属酸化物の薄膜の上に誘電体材料または半導体材料の薄膜を形成することによって、ラマン散乱増強効果を向上でき、さらには、検体と貴金属酸化物との化学反応を抑制するという効果が得られます。

技術の概要

私たちのグループでは、貴金属酸化物、特に酸化銀を、レーザー光照射による熱によってナノ粒子化（図1）し、この銀ナノ粒子による表面増強ラマン散乱効果を用いた分子センサーの開発を行っています（特許4128753号）。しか

し、酸化銀は反応性が高く、検体と化学的に反応してしまうことがありました。そこで私たちは、酸化銀薄膜と誘電体材料または半導体材料の薄膜とを積層することによって、この反応を抑えることに成功しました。また、この誘電体または半導体の層によって、レーザー光照射による加熱時の熱の拡散が抑制され、より効率良くナノ粒子形成ができるようになりました。

発明者からのメッセージ

この発明に用いられている技術の特徴は、図2に示すように、酸化銀をレーザー光でナノ粒子に還元しながら、同時にそのレーザーを用いてラマン散乱を誘起している点です。そのため、ナノ粒子が形成されているスポットに、ビーム光の焦点を合わせるための光軸調整をする必要が無く、とても簡単に表面増強ラマン散乱の信号が得られます。また、ラマン散乱測定には市販の顕微ラマン分光装置を転用することができます。

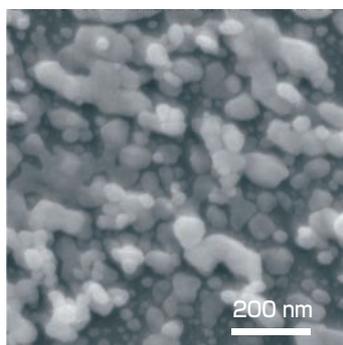


図1 レーザー光照射によって酸化銀から形成した銀ナノ粒子の電子顕微鏡写真

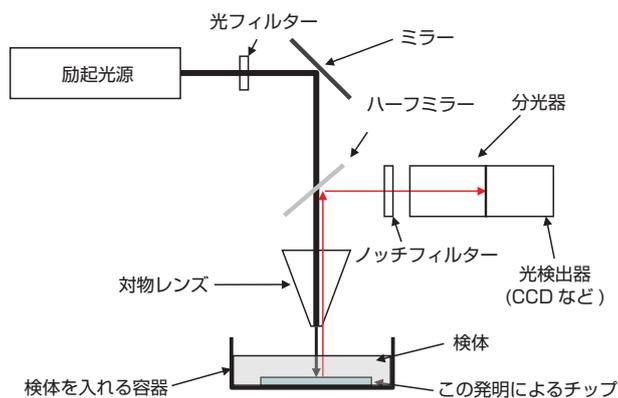


図2 この発明の分子センシング装置の配置の例を示す概念図

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/>

長寿命でメンテナンスの簡単な電子放出源材料

炭素終端構造のダイヤモンド電子源

特許 第4340776号
(出願2006.6)

●関連特許
登録済み：国内2件

研究ユニット：

ダイヤモンド研究ラボ
ナノチューブ応用研究センター

適用分野：

- 電子顕微鏡などの分析・評価装置
- 半導体製造装置
- 真空ナノエレクトロニクスデバイス

Patent Information のページでは、産総研所有の特許で技術移転可能な案件をもとに紹介しています。産総研の保有する特許等のなかにご興味のある技術がありましたら、知的財産部技術移転室までご連絡なくご相談下さい。

知的財産部技術移転室

〒305-8568

つくば市梅園 1-1-1

つくば中央第2

TEL：029-862-6158

FAX：029-862-6159

E-mail：aist-tlo@m.aist.go.jp

目的と効果

パワー半導体用材料として期待されているダイヤモンドは、ダイヤモンド表面の特徴を利用した電子放出源材料としても期待され、熱フィラメントのような高温を必要としない電子放出源として研究されています。実用化のための課題である低電圧動作と放出電流の安定化を目的に、ダイヤモンド表面の構造安定性や表面の電気的特性の制御を研究しました。その結果、リンを添加したn型ダイヤモンド表面に炭素再構成表面を形成することで、ホウ素を添加したp型ダイヤモンドの水素終端表面（従来技術）に比べて、動作電圧の低減と放出電流の安定化の両方を同時に達成することができました。

技術の概要

真空中または不活性ガス中でn型ダイヤモンドを高温で熱処理することで、炭素再構成表面を形成しました。電子放出特性は、針状構造を形成せず平坦面からの特性を評価しました。この炭素再構成表面の電子親和力がシリコンの4分の1以下と小さいため、図1(b)に示すよ

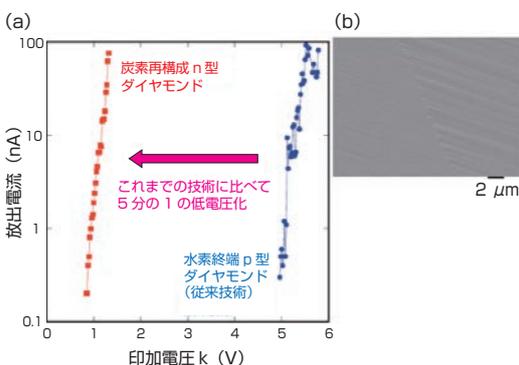


図1 炭素再構成n型ダイヤモンド表面からの電界電子放出特性(a)と表面形態(b)

これまでの技術の水素終端p型ダイヤモンド表面からの電界電子放出特性に比べて5分の1の電圧で電子放出が観測されている。

うな平坦面でも、図1(a)のように1kVという低電圧動作が実現できました。これにより、報告例の多い水素終端p型ダイヤモンドの平坦面に比べて、5分の1まで動作電圧を低減できました。さらに、図2に示すように炭素同士化学結合が強いため、表面構造が壊れにくく、安定した放出電流が得られるようになりました。

発明者からのメッセージ

電子顕微鏡などのコールドカソード電子銃のフラッシングと同様の方法ですので、次に述べるような特徴のある炭素再構成表面が形成できます。その特徴は、これまでの半導体電子源の表面修飾技術に比べ、短時間で簡便な方法であり、特殊なガスなども必要としません。また、特殊な金属などを保持させる機構も必要としないことから、長寿命でメンテナンスが簡単な電子源としての実用化が期待できます。また、ナノ加工技術(特許4543216号)を用いることで、さらなる低電圧化が可能です。

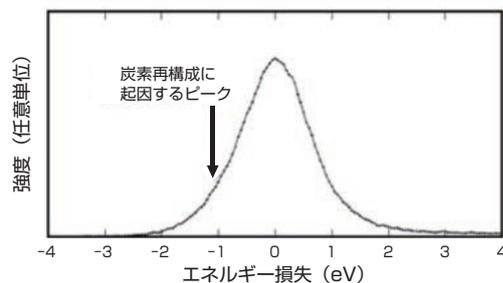


図2 炭素再構成n型ダイヤモンド表面のX線光電子分光評価結果

横軸はC1s束縛エネルギーに対する損失エネルギー。メインピークより1eV低エネルギー側に炭素再構成に起因するピークをもつことが特徴。

水素関連施設用水素検知器の国際標準を制定

水素ステーションなどの安全性確保に貢献



松原 一郎

まつばら いちろう

matsubara-i@aist.go.jp

ナノテクノロジー・材料・製造
分野研究企画室
研究企画室長
(つくばセンター)

バックグラウンドは化学です。最近 10 年間はガスセンサー応用を目指した機能性材料開発に取り組んできました。国際標準化には本件で初めて携わり、その意義、重要性を認識すると同時に制定までに掛かる苦労も体験しました。現在は、揮発性有機化合物検知器評価法の国際標準化を進めています。今後も開発研究と標準化を一体として進めることで社会のニーズに応えていきたいと思っております。

関連情報：

●用語説明

*水素ステーション：水素自動車に水素を供給するスタンドのことで、現在、全国 10 力以上で実証実験が行われている。水素は燃焼で水しか生成しないクリーンなエネルギー源として注目されており、水素を利用した水素自動車や燃料電池の開発が進んでいる。

水素検知器の国際標準の必要性

水素ステーション*をはじめとする水素関連施設において万が一水素漏れが生じた場合、水素検知器はこれをいち早く検知することで事故を未然に防ぎ、安全を確保するために重要な役割を果たしています。ガス漏れを知らせてくれる家庭用のガス警報器と同様な働きをします。もし水素検知器が誤動作したり応答しなかったりすると、大事故につながりかねません。したがって、水素関連施設に設置されるにふさわしい性能と信頼性を担保するために、水素検知器の製品規格が必要です。水素関連施設の安全性の確保は、将来の水素エネルギーの世界的な普及にも大きく貢献します。

国際標準の制定

水素に限らず、広く可燃性ガス検知器に目を向けると、関連国際標準としてIEC60079-29-1があります。これは、水素を含む可燃性ガスの中の1種あるいは複数種を検知するための検知器の製品規格です。しかし、水素のみを検知対

象とした検知器の要求性能に必要な項目であるガス選択性や被毒性などに関する規定が不十分であるため、水素検知器には既存のIEC規格は適用できません。そこで、私たちは水素に特化した検知器の国際標準を制定すべく、経済産業省委託事業および標準基盤研究において標準化に必要な試験方法の研究に取り組みました。その成果や水素検知器の研究開発で蓄積した技術と経験を基に、2005年にISO/TC197（水素技術）に新規提案を行い、新たに設置されたISO/TC197/WG13において活動を開始しました。

審議の初期には、前述のIEC規格を制定したTC31から「そもそもこの課題はISO/TC197で扱うべきではなく、IEC/TC31で行うべきだ」との意見が寄せられ、両TCの議長間で協議が行われました。また、義務づける検知可能濃度範囲を決める段階では審議が紛糾するなど、いくつかの困難な場面もありましたが、関係者の皆さまのご支援により、2010年6月にISO26142「水素検知器：定置応用」を制定することができました。



水素ステーションの例

水素検知器は一つの水素ステーションに数台設置される。

世界最高温度の温度定点を実用化

包晶点を用いて2800℃で0.07℃以下の温度再現性を達成



笹嶋 尚彦

ささじま なおひこ
n.sasajima@aist.go.jp

評価部
研究評価推進室
総括主幹
(兼) 計測標準研究部門
温度湿度科
放射温度標準研究室
研究室付
(つくばセンター)

産総研独自技術である共晶点や包晶点を用いた高温定点の研究開発に従事し、特に2500℃以上の高温装置や高温定点開発を中心に行ってきました。現在は、標準のみならず誘導加熱炉内で使用できる金属製高温定点セルの開発にも取り組んでいます。今後は、産業界で必要とされる、より実用的な放射温度計測技術の開発にも取り組んでいきたいと考えています。

関連情報：

● 共同研究者

山田 善郎 (産総研)

● 参考文献

[1] 山田 善郎：AIST Today, 1(1), 5-8 (2001).

[2] 山田 善郎：産総研 Today, 8(7), 19 (2008).

[3] N. Sasajima et al. : Int. J. Thermophys., 29, 944 - 957 (2008).

高温域での精密温度計測ニーズ

航空宇宙産業やエネルギー産業、高温素材産業などで使われる高温材料の製造や精密評価のため、高温における正確な温度計測が求められています。例えば、CO₂削減や燃費性能向上を図るために航空機や自動車の軽量化が進められており、その材料として炭素繊維強化プラスチック (CFRP) の使用が徐々に広まってきています。CFRPの素材である炭素繊維の黒鉛化処理は2500℃以上の高温域で行われており、品質管理や経済性向上のために温度計のトレーサビリティが強く求められています。

金属炭化物-炭素包晶点による新しい高温定点

温度計を校正するための実用的な温度定点の最高温度は銅の凝固点の1084.62℃でした。そのため、産総研では、金属と炭素の共晶点を温度定点とする方法を世界に先駆けて開発し^[1]、2008年4月には、鉄-炭素共晶点(1153℃)からレニウム-炭素共晶点(2474℃)まで5点の温度定点で温度校正サービスを開始しました^[2]。

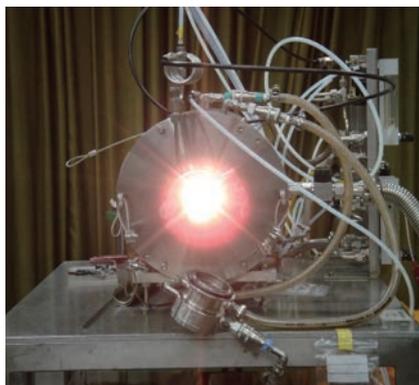
しかし、エネルギー産業や高温素材産業においては、さらに2500℃以上の領域での精密温度計測が必要なため、より高温域での安定な温度定点の実現が課題でした。産総研では新たに金属炭化物と炭素の包晶合金を用いてその包晶点を温度定点に利用することによりその課題解決に取り組みました。

一般に、包晶点は共晶点と比較して、凝固の際に固相内拡散を伴うために反応がとても遅く

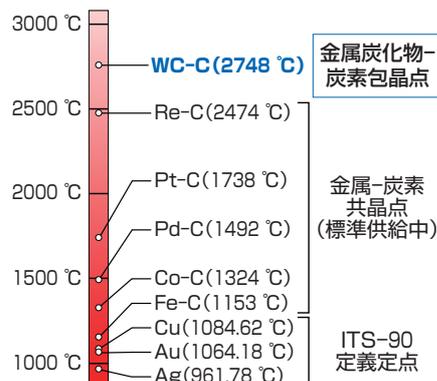
平らな凝固プラトーが得られないこと、それに伴い、温度計校正に必要な繰り返しの融解・凝固プラトーの実現が困難だと考えられていました。さらに2800℃近い高温域では、炉のヒーター材の消耗や放電が激しく、既存の高温炉で温度定点を実現するのは困難でした。そこで、ヒーターの構造や炉の断熱材を改良することにより、2800℃付近での温度定点の実用的な繰り返し測定を可能にしました。その結果、これまでに開発した包晶点の中で、もっとも融点が高い炭化タングステン-炭素包晶点(2748℃)を用いて、0.07℃以下の再現性を達成しました^[3]。この包晶点を用いた新たな温度定点は、実用化した温度定点としては現在世界最高温度であり、安定性・再現性に優れたこの温度定点を利用することで、高温域における放射温度計の校正や長期安定性評価を校正事業者や温度計ユーザーにおいて信頼性高く実施することができます。

今後の展望

新たな温度校正サービスの開始により、産業界で必要とされるほぼすべての温度領域で、放射温度計を温度定点により校正できるようになりました。今後、この温度定点を世界の標準技術として確立することを目指すとともに、技術開発で培われた知見をもとに、高温でのさまざまな物性の精密測定や産業現場での実用温度計測技術などに展開していきたいと考えています。



2800℃までの高温定点実現装置



産総研が校正サービスを実施している共晶点および包晶点

沖縄島周辺の海洋地質調査

りゅうきゅう

琉球列島および東シナ海の地質情報整備を目指して



荒井 晃作

あらい こうさく

ko-arai@aist.go.jp

地質情報研究部門
海洋地質研究グループ
研究グループ長
(つくばセンター)

専門は海洋地質学。反射法音波探査のデータをもとにして、地質層序と構造発達に関する研究を行っています。入所以来、海洋地質の研究を続けており、調査船でデータの取得をした海域は、遠州灘、北海道北西方沖、オホーツク海、北海道南東沖、琉球弧などになります。



池原 研

いけはら けん

k-ikehara@aist.go.jp

地質情報研究部門
副研究部門長
(つくばセンター)

専門は堆積学。海底堆積物に記録された過去の環境変動や地質変動を読み解く研究を行っています。海洋地質図を作成するプロジェクトリーダーを務めています。

産総研による海洋地質調査

地質調査所時代から30年余にわたって行われてきた産総研の海洋地質調査は、日本の主要四島(本州・北海道・九州・四国)周辺の20万分の1海洋地質図作成のための調査を2006年度に終了しました。その後、海域の地質情報の整備の主要な対象を「東シナ海・沖縄」海域とし、調査研究を進めています。この海域は単に地質情報の整備が十分でないというだけでなく、科学的にも重要な海域であり、また経済水域境界・資源をめぐるの国家間の問題もあり、注目を集めています。このプロジェクトでは、産総研による知的基盤整備の一環として海洋の地質情報を整備すべく、2008年度より琉球列島・沖縄トラフおよび東シナ海大陸棚において海洋地質調査を実施しています。この調査により、主要な島嶼周辺の20万分の1海洋地質図(10枚)とより広域の沖縄トラフ・東シナ海海域の50万分の1海洋地質図(2枚)を作成・公表する予定です。

沖縄島周辺海域の調査

このプロジェクトは、2008～2010年度に琉球列島の中で最も人口の多い沖縄島の周辺から調査を開始しました。3年間の沖縄島周辺の調査から、この海域には、主に生物骨格粒子からなる砂が分布し、その生物の種類は、水深などの影響を受けて多様であることがわかりました(図)。これらのデータは海洋生物の保全や海洋酸性化の影響評価の基礎ともなります。また、

沖縄島東方の地質構造は、基盤岩が海溝軸方向に傾き、それを堆積層が覆っていることがわかりました。沖縄島の周りでは、海溝軸に平行な新しい変形は少なく、むしろ島嶼を横切る方向に断層が発達していることがわかってきました。沖縄島の背弧側には断層運動に規定された小さな堆積盆がいくつもできています。

今後の展望

今後、琉球列島および東シナ海における海洋地質調査を進め、海底表面から海底下の地下構造の情報を公表していく予定です。また、沖縄トラフ北部には、九州から延びる火山の列が海底にも続いて、海底熱水活動域の存在も知られています。新たな資源の発見と開発のために重要な海域です。このほか、八重山諸島では、1771年に八重山地震津波が発生したことが知られています。石垣島の歴史記録から、2011年東北地方太平洋沖地震に伴う大津波に匹敵するあるいはそれ以上の波高であったと考えられています。さらに、陸上に打ち上げられたサンゴの年代測定の結果から津波がそれ以前にも起きていたことが明らかになっています。繰り返し発生する地震とそれに伴う津波のメカニズムを理解することが、減災の重要な情報になると考えます。このようにこのプロジェクトでは、この地域の資源・環境・防災のための地質情報整備を進めていきます。



沖縄島周辺航海での採泥作業と、海底から採取した堆積物

沖縄島周辺の海洋調査作業は24時間体制で実施される。主に夜間に航走観測、昼間に停船して採泥作業を行う。陸棚域から採取された海底表層の試料は、主に生物骨格粒子からなる砂が占める。沖縄島南西方の水深100 m前後の海底からは、石灰藻球(直径10 cmにもおよぶ赤色の球状塊)が大量に採取されることがある(左が海底写真、中央が採泥作業、右が採取試料)。

シリーズ：進化し続ける産総研のコーディネーション活動(第18回) イベントを対話の場として活用する

イノベーションコーディネータ こだか まさと
小高 正人

イノベーションコーディネータへの道

2004年6月に産学官連携推進部門へ移り、産学官連携活動の実務を勉強しました。翌年4月に産学官連携コーディネータとなり、主にライフサイエンス分野において、企業との包括連携や多くの個別連携にかかわってきました。さらに昨年10月の組織再編によりイノベーションコーディネータとなりました。異なるバックグラウンドをもつ他のイノベーションコーディネータの方々との交流・協力やライフサイエンス分野研究企画室の業務などが新たに加わり、より幅広い視野をもった活動が行えるようになったと思います。

イノベーションコーディネータとしてのパッション

イノベーションコーディネータを務めていて楽しいと思うことの一つは、企業ニーズに対する解決策を見つけたときです。企業が欲する技術シーズがはっきりわかっている場合には、行うことの道筋は明確です。しかし、ニーズに対してどのような知見・技術シーズが必要なかわかっていない場合には、解決には時間がかかります。苦労の末に難しい問題を解くことができたときは、コーディネーション活動の醍醐味を感じることができます。また、所内にはいい技術シーズをもっているが企業との連携に慣れていない研究者もいますので、このような研究者にきめ細かい支援をしていくのも、コーディネータとしてやりがいのある仕事です。

コーディネーション活動の実際

イノベーションコーディネータの重要な仕事の一つは企業との連携構築です。そのためには、まず企業ニーズを知らなくてはなりません。企業ニーズを知る方法はいろいろありますが、各種のイベントを活用するのは有効な方法の一つです。これまで、イベントは研究成果の発表などの広報的な意味合

いが強かったと思いますが、イベント会場には新技術を求めている企業の方々が多く集まるため、そこには密度の高いニーズ情報が集積していると考えられます。したがって、イベントにおける面談は企業ニーズを知るためのとても効率的な方法であることがわかります。

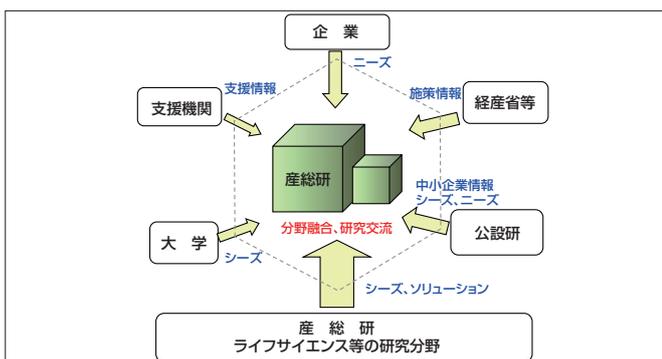
実際のイベントにおける活動としては、産総研オープンラボにおける企業などの方々への対応や面談、ライフサイエンス分野研究企画室との協力によるバイオジャパンへの出展および産総研・産技連LS-BT合同研究発表会の開催を行っています。バイオジャパンでは、パネル展示や研究発表会による成果発信とともに、企業との面談時間も積極的に設けています。また、上記合同研究発表会では、産総研を中心に公設試験研究機関、企業、大学、経済産業省、支援機関などのメンバーが参加して、分野融合的研究の推進、幅広い研究者間の交流を行えるような場を作っています。

イベントを含めて、以下に主な活動をまとめてみました。

- 1) イベント活動：産総研オープンラボ、バイオジャパン参加、産総研・産技連LS-BT合同研究発表会開催
- 2) 企業との連携：包括的な連携、個別共同研究などの推進
- 3) 大学、独法との連携：包括的な連携の構築と推進
- 4) 地域との連携：産技連活動を通じた公設研との連携、中小企業支援
- 5) 研究者支援：外部競争的資金獲得や共同研究推進などに向けた支援

今後のドリーム

産総研の研究者や企業などの方々から信頼され、頼ってもらえるようなイノベーションコーディネータになりたいと思っています。



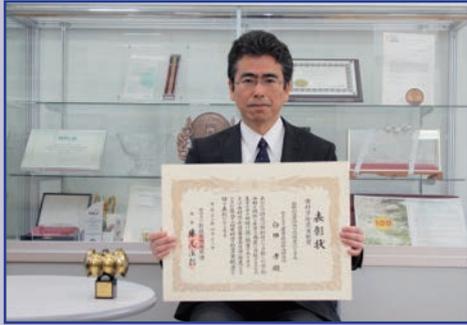
産総研・産技連LS-BT合同研究発表会における連携のイメージ図



産総研・産技連LS-BT合同研究発表会であいさつする筆者

第43回 市村学術賞

貢献賞



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

このたび計測標準研究部門 臼田 孝 主幹研究員は、第43回市村学術賞貢献賞を受賞しました。

なお、表彰式については、東北地方太平洋沖地震による被害の状況などを踏まえ中止となりました。

受賞者：臼田 孝 takashi.usuda@aist.go.jp
計測標準研究部門 主幹研究員（つくばセンター）

【受賞のテーマ】「振動加速度計測の高精度化と普及」

研究業績の概要

振動加速度計は、自動車の衝突安全性評価や工場の安全管理など、人命や安全に直結する分野で用いられることから信頼性と共に国際整合性が特に問われる計測機器です。受賞者は振動ノイズの影響を受けにくいレーザー干渉計の考案などにより、振動加速度計の校正装置を開発し、振動加速度の国家標準を確立しました。この開発過程において、海外研究機関と共同で国際比較の立案を行うなど、振動加速度計測の国際整合性向上に貢献しました。

研究開始当時、レーザー干渉計の応答周波数が不足することや振動ノイズの影響から、校正範囲は数Hzから数百Hzに限られていました。校正は振動環境下で行われる計測であることから、振動ノイズに対して影響を受けにくいレーザー干渉計が必要です。このためレーザー干渉計から位相が90度異なる4相の出力を検出し、それらの差動成分を検出することで分解能とS/N比を向上させました。図1が開発した干渉計の模式図です。位相が180度異なる干渉光を反転させて合成することで、ノイズ成分は相互にキャンセルされ、S/N比が向上します。またレーザー干渉計出力と実際の変位との位相を評価し、振動加速度計の位相（機械的入力に対する出力の時間遅れ）を校正可能としました。

一方、国際的には各国計量標準機関が独自の方法で校

正を行っていましたが、不確かさ評価も含め校正結果の国際整合性を確認した試みはありませんでした。そこで国際比較の立案に参画し、各国計量標準機関における校正結果の同等性評価方法の合意形成にあたりました。同等性評価においては校正条件の設定、不確かさ要因、校正能力の継続性などを合意しておく必要があるため、各国計量標準機関や国際機関（メートル条約事務局、国際標準化機構：ISO）などと協力し、評価項目・方法の合意形成に貢献しました。この研究成果は振動計測の信頼性向上を通じて自動車産業、設備産業、家電機器産業などのわが国主要産業の競争力向上に大きく寄与するものです。また、地震計測など社会の安全基盤を構築する上でも大きな波及効果が期待できます。

今後の抱負

臼田 孝

今回の受賞は、技術開発とともに各国機関や国際機関と協力して行った調整業務も評価していただけたものとありがたく思います。今後も測定領域の拡大とともに、各機関と協力し振動計測の信頼性向上に寄与したいと考えています。最後に、この研究に導いてくださった諸先輩、ご協力いただいた同僚研究者、ならびに各国計量標準機関の皆さまに深く感謝申し上げます。

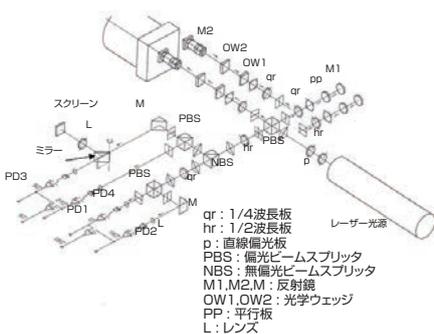


図1 開発した差動出力型干渉計

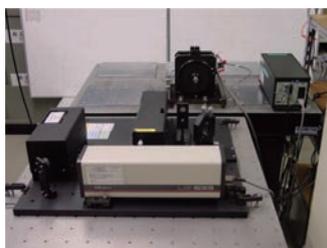


図2 校正装置

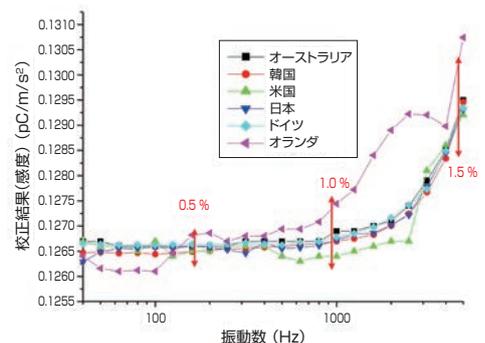


図3 国際比較の結果

ウェブサイト「放射線計測の信頼性について」の開設

3月11日の東日本大震災による福島第一原子力発電所の事故が発生して以来、環境分野以外でも食品や水、工業製品などに対する放射能や放射線の計測が多方面で頻繁に行われるようになりました。現在、その計測の信頼性は社会的な関心事といえます。産総研は、正確で信頼できる放射線計測を支援するために、技術情報の発信と問い合わせのための窓口としてウェブサイト「放射線計測の信頼性について」を立ち上げました。

このウェブサイトでは、計測の信頼性は「正確な計測器」、「計測

器の正しい使い方」、「測定者の高い技能」の3要素が揃ってはじめて実現できるという基本的な説明から始まり、続いて、これら3要素の信頼性がそれぞれどのように確保されているかを解説しています。

さらに、放射線計測器の表示値（計数率）を、汚染度合いの指標である「放射能面密度」や「線量当量率」へ換算する方法について紹介しています。用いる計測器やその使い方によって換算が異なることに注意を促すとともに、ケーススタディを用いてある特定の条

件における計数率からの換算表を提供しています。

放射線計測に関連した他のウェブサイトへのリンクや、よくあるご質問への回答集(Q&A)も掲載しています。このウェブサイトの運営を通じて、放射線計測に係る疑問、不安の解消や信頼性の向上に貢献していきます。

問い合わせ窓口：http://www.aist.go.jp/aist_j/rad-accur/index.html

上海交通大学に産総研との共同研究室がオープン

報告

産総研とバイオテクノロジー開発技術研究組合は2011年1月に上海交通大学と共同研究契約を締結しました。この共同研究には産総研からは糖鎖医工学研究センターの成松研究センター長らが、上海交通大学からは上海系統生物医学研究センター(SCSB)の張延教授らが参加し、SCSBに設置した共同研究室において、肝疾患の新しいマーカーを開発することが合意されました。

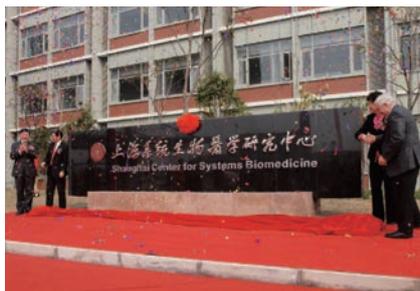
2011年4月9日に、上海交通大学の115周年記念式典と同時に、SCSBの新棟落成式、SCSB-AIST共同研究室の開所式とSCSB新棟落成記念シンポジウムが行われました。これらの式典・シンポジウムには、同大学に研究室をもつ白血病の研究者で、世界的にも有名な陳竺厚生大臣も参加されまし

た。

記念シンポジウムでは、湯元理事が産総研の概要を紹介し、成松研究センター長が産総研の糖鎖研究を紹介しました。SCSB側担当者の張教授は産総研での研究歴もあり、相互交流はすでに活発に行われています。中国では肝臓がんは大きな死因の一つであり、

NEDO「糖鎖機能活用技術開発」で開発した肝線維化マーカーにより肝臓がんに至る前の線維化を早期に診断できることが期待されています。

開所式に先立ち、蔡威上海交通大学副学長とも懇談し、相互の協力関係をさらにさまざまな分野に発展させていくことを確認しました。



上海交通大学 SCSB の新棟落成式



SCSB-AIST 共同研究室の開所式
(左から、陳大臣、成松研究センター長、張教授、湯元理事)

新研究ユニット紹介 2011年4月1日に発足した新研究ユニットを紹介します。

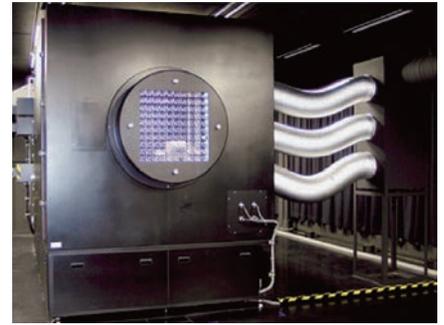
お知らせ

太陽光発電工学研究センター Research Center for Photovoltaic Technologies

研究センター長 近藤 道雄

太陽光発電工学研究センターは、エネルギーの安全保障と低炭素社会化、経済発展、国内雇用創出を同時に実現する太陽光発電の持続的発展を目的として、太陽光発電に関連する研究開発に体系的かつ包括的に取り組みます。そのために、(1) 高効率、低コストで長寿命のデバイス・システムの技術開

発と民間企業とのコンソーシアムを通じた技術協力と技術移転、(2) 産業基盤となる一次基準セルの校正やデバイス・システムの中立評価、(3) 長期的視点からの革新的基礎技術の開発を三つの柱として推進します。同時に、これら技術成果の国際標準化や地域連携にも力を入れていきます。



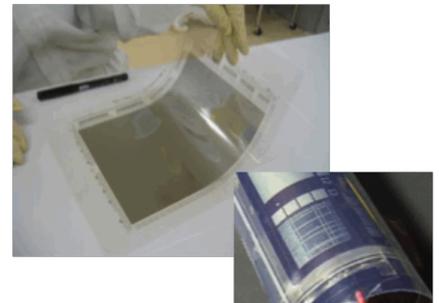
基準モジュール校正用ソーラシミュレータ

フレキシブルエレクトロニクス研究センター Flexible Electronics Research Center

研究センター長 鎌田 俊英

ディスプレイやセンサーなどの情報通信端末機器の使用利便性の向上および省エネルギー化の促進を目指して、軽い、薄い、落としても壊れない、形状自由度が高いという特徴を備えたフレキシブルデバイスの開発に取り組んでいます。また、これらフレキシブルデバイスを省エネルギー・省資源・高

生産性で製造する技術として、印刷法を駆使したデバイス製造技術（プリンタブルエレクトロニクス技術）の開発に取り組んでいます。これらの技術開発をとおして、社会の隅々にまで行きわたる情報通信端末機器の高度な普及と、グリーンイノベーションの推進を目指していきます。



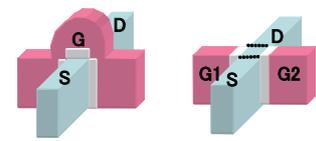
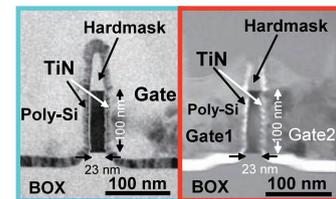
プラスチックフィルム上に印刷で作成した TFT アレイとそれを用いたフレキシブルディスプレイ

ナノエレクトロニクス研究部門 Nanoelectronics Research Institute

研究部門長 金丸 正剛

ナノエレクトロニクス研究部門は情報機器の高性能化、高機能化、低消費電力化をより一層進めるために必要となる新たな半導体技術（ナノエレクトロニクス）において、その競争力の源泉となるコア技術を開発して産業界に移転することにより、我が国の産業競争力強化や新産業の創出を目指しま

す。その実現に向けて、これまで産総研において蓄積してきたナノスケールデバイスの構造、材料、作製プロセス、設計、システム化、解析評価技術に関する研究成果と研究開発リソースを結集し、統合的に研究開発を進めます。



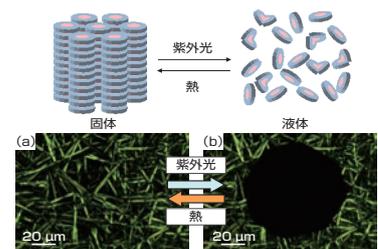
3端子トランジスタ 4端子トランジスタ
20 nm 世代対応の Fin 形トランジスタ

電子光技術研究部門 Electronics and Photonics Research Institute

研究部門長 原市 聡

安全・安心で持続可能な社会の実現に向けて、電子と光の特性を最大限に活かした情報処理・通信技術の高度化に加えて、新たな電子と光の可能性を追求していきます。具体的には、光インターコネクションや生体情報センシングなどの電子と光が融合する領域の新技術、量子情報処理や強相関電子系、超伝導、有機材料など新しい電子・光

技術に関する理論や材料、素子の研究開発を進めていきます。またレーザー基盤研究に基づく新しい光加工プロセスや光・電子による新しい計測技術を実現するシステムまで、幅広い課題解決手段によるイノベーションを推進していきます。



光で溶ける有機材料を開発
紫外光や熱によって固体状態(左)と液体状態(右)の間を相転移する。

安定した情報サービスを支える技術

情報技術研究部門 インフラウェア研究グループ ^{なけふさ} 竹房 あつ子 (つくばセンター)

情報技術研究部門はグリーンイノベーションやライフイノベーションへの貢献を目指し、ITを提供する技術と利用する技術の研究開発を行っています。その中で、インフラウェア研究グループでは“クラウド”に代表されるITを支えるインフラのためのさまざまなハードウェア、ソフトウェアの研究開発を行っており、高性能・高信頼・低消費電力のITインフラ実現に取り組んでいます。当グループに所属する竹房研究員は、離れた場所にあるデータセンターの計算機とそれらをつなぐ帯域が保証されたネットワークを組み合わせ、安定したサービスを提供する技術の研究を進めています。



実験室でのひとこま



竹房さんからひとこと

ウェブ上のサービスシステムが遅い！といっても、ソフトウェア自体に問題がある場合だけでなく、手元の計算機とサービス処理するサーバー計算機までの通信遅延が大きい、帯域が不十分である、サーバー計算機が混雑している、ソフトウェアが参照するデータへのアクセスに時間がかかるなど、さまざまな要因が考えられます。私たちは、個々のサービスが必要とする計算機の性能、ネットワークの遅延や帯域、データを格納するストレージへのアクセス性能を適切に選択して予約し、サービスインフラを提供する仕組みについて研究開発しています。これにより、安定したサービスが提供できるだけでなく、IT資源全体の有効活用やITによる省電力化にも貢献できると考えています。

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

EVENT Calendar

2011年8月

5月13日現在

| 期間 | 件名 | 開催地 | 問い合わせ先 |
|-----------------|---------|-----|--------------|
| 8 August | | | |
| 1～3日 | 日本加速器学会 | つくば | 03-5960-3488 |

表紙

上：MEMSによる微細加工技術を応用し、新規に開発したマイクロリアクター (p.17)

下：沖縄島周辺の海洋地質調査(海底写真と採泥作業の様子) (p.27)

産 総 研
TODAY

2011 June Vol.11 No.6

(通巻125号)
平成23年6月1日発行編集・発行
問い合わせ独立行政法人産業技術総合研究所
広報部広報制作室

〒305-8568 つくば市梅園1-1-1 中央第2

Tel : 029-862-6217 Fax : 029-862-6212 E-mail : prpub@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。