

産総研

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

TODAY

11

2008
November

Vol.8 No.11

特集

02 産総研と企業との新しい連携の形

対談：矢崎総業株式会社との協力協定締結を記念して

06 糖鎖医工学

ーポストゲノム時代を切り開く日本の戦略：グライコプロテオミクス

グライコプロテオミクスと糖鎖医工学
糖鎖産業技術フォーラム（GLIT）の設立
糖鎖の生物学的機能
糖鎖構造解析
糖鎖合成
糖鎖インフォマティクス、データベース

16 本格研究 理念から実践へ

タンパク質の大量入手法開発とその利用
メタンハイドレート資源開発の商業化への道のり

リサーチ・ホットライン

- 20 酸化タングステンナノチューブの合成に成功
可視光で動く光触媒として室内での応用に期待
- 21 リチウムイオンの出入りを可視化
リチウムイオン電池の正極材料開発に大きく貢献
- 22 Google Earth™を利用した大気汚染予測ソフト
衛星写真上に化学物質の大気中濃度マップを表示
- 23 レーザーコンプトン散乱エックス線源の開発
単色性の高いエックス線の医学利用への展開

パテント・インフォ

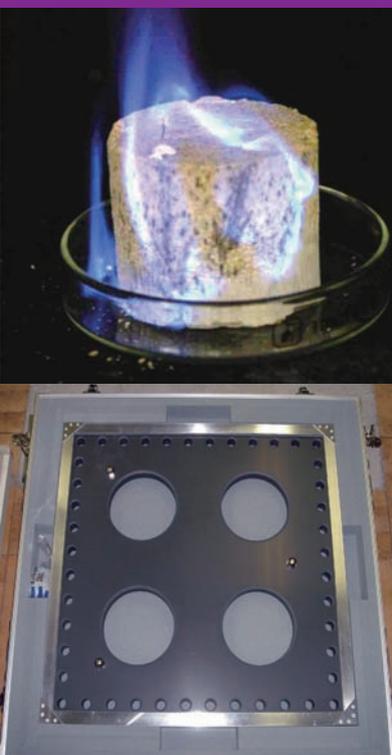
- 24 低温廃熱を利用した吸着式ヒートポンプシステム
天然土壌中に存在するナノ物質が熱交換材に
- 25 配電系統情報監視システム
配電系統への分散型電源導入可能性を増大させる

テクノ・インフラ

- 26 基準太陽電池の一次校正が「ASNITE 認定」を取得
太陽電池の製品認証の信頼性向上・普及促進
- 27 試料非吸引採取方式による排出ガス成分の計測
煙道に設置して排出ガスを監視する
- 28 2008年岩手・宮城内陸地震の緊急現地調査
地表に出現した地震断層を確認
- 29 座標測定機用標準の開発
新素材を用いた熱膨張・たわみの少ない国産標準

シリーズ

- 30 男女共同参画プログラム(第2回)
産総研における男女共同参画の取組み



対談：

矢崎総業株式会社との協力協定締結を記念して



矢崎総業株式会社

矢崎 信二

代表取締役社長

橋本 国生

専務取締役／技術研究所長

鳥山 素弘

技術研究所副所長

産業技術総合研究所

吉川 弘之

理事長

伊藤 順司

理事（産学官連携担当）

松田 宏雄

産学官連携推進部門次長

2008年7月24日、産総研と矢崎総業株式会社が次世代自動車部品の研究開発と人材育成を連携して行うことを目的に協力協定を調印いたしました。その調印式の後、連携に対する考え方、それぞれのパートナーへの期待などについて矢崎総業株式会社 矢崎信二社長と吉川理事長に語っていただきました。（出席者の役職は2008年7月24日現在）

吉川 伝統と同時に未来志向を持つ矢崎総業は、技術によってこれから伸びていこうとされていますが、そういう企業と技術の「タネ」をつくっている産総研が協力できるということは、我々にとってほんとうにすばらしいし、日本にとってもすばらしい組み合わせができたと思っています。

産総研は、サステナビリティを追求し、環境問題に寄与する技術をつくらうとあらゆる分野の研究を推進しています。ある意味では技術の「タネ」を研究しているのですが、それは産業の役に立たなければいけませんし、企業と協力できなければ意味がないというふうにも感じています。

矢崎総業は自動車に力を注いでいますが、自動車は永久に存在する、というのが私の直感です。なぜかという、もちろん公共交通機関で「移動する」こともあるのですが、個人で「移動する」ということは人間の本能と重なっているところもあり、人類の活動力と移動能力は深い関わりがあります。

しかし、自動車が排気ガス等で問題になっているということは、技術の対象として極めて重要な問題だと思えますし、その点でも産総研と矢崎総業が考えていることは一致していると思

います。この協力協定はもちろん技術協力であると同時に、気持ちの上でもぜひ協力していきたいと思っています。

矢崎 ただいま理事長からお話がありましたように、世の中が大きく変化している中で、ますます技術の必要性がクローズアップされていますが、企業単独ではその幅に限界があります。産総研の幅広い、懐の深い技術に触れる事で、世の中の“無駄”“無理”“矛盾”を解決できる新しい技術を一緒に開発できたという夢を持っています。

矢崎総業は設立以来、創業社長が「企業の本質は何か」ということを常に申しておりました。「金儲けも大事かもしれないが、何をやるかが大事だ。世の中のためになって金を儲ける、そういう企業にしよう」というのが当社の大基本でございます。それに基づき今後とも一生懸命やっていきたいと思っておりますので、ご支援・ご指導いただければと思います。

技術が産業に入ること

伊藤 昨今のガソリンの値上がりや、CO₂削減の問題など、これまで予想しなかったさまざまなビジネス環境の変化がありますが、矢崎総業は企業として

どのようなお考えをお持ちでしょうか。

矢崎 私どもは、これは最大のチャンスだと捉えておまして、これまで使用できなかった技術や代替材料が実現可能なものになってきていると考えています。すべての企業にチャンスがあるのですが、その技術をいかに製品化していくかということが大きな勝負だと思っていますし、今まで以上に力を入れていきたいと思っています。

ただ、もともになるシーズは企業単独では限られます。産総研と情報交換をさせていただきながら、お客さまのニーズとうまくブリッジさせたいと考えています。

伊藤 チャンスを生かすために、世界中の知識、世界中の使えるものを自社のビジネスに統合していくというプロセスがこれから大事になるわけですね。その際、矢崎総業が大学や産総研のような公的基礎研究機関に対して期待されることは何でしょうか。

矢崎 私どもは、常に直近の視点から自動車産業を見がちです。従ってどうしても固定概念にとらわれない発想は困難です。ところが、産総研の皆さん

は非常に幅の広い、多角的なものの捉え方、分析方法、考え方を持っておられる。それをぜひ勉強させていただければ、革新的な技術が生まれるのではないかと期待しています。既に研究機関や大学その他も含めて積極的な共同開発を展開しているところです。

吉川 産総研は基礎研究をしています。それがずっとつながって産業で使われる、企業で使われる、「役に立つ」ということも一つの目標なのです。最近も「タネ」としては、ナノテクノロジーやバイオテクノロジーなど多くありますが、それがどういう形で産業に入っていくかという、それぞれが個別に努力しているわけです。

日本の1960年代から70年代にかけての高度経済成長は製造業が支えていました。あのころもいろいろな「タネ」はあったけれども、「タネ」だけではなく、現実に日本の産業は生産性を上げ、競争力を増し、しかも信頼性が高くコストの安いものをつくったのです。

そのとき何をしたかという、TQC (Total Quality Control) によってみんなが一生懸命働けるようにしたし、不良品が出ないようにした。それも一つの技術体系でしたし、一方、自動化という意味では、ロボティクスやCAD、CAMを入れたり、省エネでは矢崎総業も手掛けているような太陽熱利用など、たくさんの技術を束ねることで日本の産業が伸びたのですが、もうそれだけでは今後やっていけないことは明らかです。「環境時代」という話になるわけですが、今、どんな技術が出揃ったときに、日本の産業が環境時代に圧倒的に強くなり得るのか、実はそこがよく見えていない。それを産総研としては考えていきたい。

日本のかつて非常に高度な技術を誇った産業に対して、技術をどのように提供できるのか、やはり共同研究しかなさそう。自分たちだけでいくら

考えてもわからないので、例えば、今、矢崎総業が何を求めているのかということを理解して、我々の持っているソースをそこに變形していくというプロセスが要るわけです。

「研究は産業につながっていなければいけない」と言っているのですが、現実にその“つなぎ”は難しい。

鳥山 矢崎総業は「技術が欲しい」、産総研は「何とか渡したい」という、お互いの“思い”は通じても“言葉”が通じない、あるいは意識が通じないというようなところがあったのではないかと思います。産総研がこれまで付き合ってきた素材関係の企業とは、“思い”と“言葉”に大きな隔たりが無かったと思いますが、実際にモノをつくっているところだと、中間に素材や材料が一段加わってしまうので、モノをつくっているところと技術の開発をしているところが直接つながりにくかった。今回、産総研から矢崎の“言葉”“思い”がわかるコーディネータを仲介者とする形で対応していただけたのは、一つの解決のきっかけになるのではないかと思います。

ただ、理事長が言われた、「ひとつひとつの技術をつないでほんとうに産業になるのか」「技術の束をどのように出すか」というご指摘は、今まで考えていなかったことなので、これからそういうものをどのようにつくっていくのか。そういうところにモノをつくっている矢崎総業のものの考え方というか、何かヒントをつかんでいただけたらと思っています。

伊藤 今回の協定のポイントは、理事長が言われたまさに受け渡しのところを一步進めようということで、ホームドクター型のコーディネータに双方の身分を持たせて実質的なチャンネルをつくらうというものです。初のホームドクター型産学連携コーディネータと



矢崎 信二 代表取締役社長
やざき しんじ

して任命された堀野さんは、産総研の関西センターの産学官連携コーディネータであると同時に、矢崎総業の客員技監です。

橋本 矢崎総業において客員技監は、初めて設けたポストですが、会議を含めていろいろな場に出させていただき、開発の現場も見させていただく。そこから矢崎総業のニーズというか、悩んでいることを吸い取って、産総研のシーズとどう合わせられるか、企画までしてもらいたいと思っています。

伊藤 これは産総研にとっても画期的な一歩ですし、日本における産学官連携の仕組みの中でも新しい取り組みだと思います。相互に協力しながら、堀野さんを盛り立てて成功させたいと思っています。

産総研は発足以来、“本格研究”という概念を所内・所外に明言してきました。しかし、その中の、最後の企業への受け渡しの仕組みの設計が今に至ってもまだ不十分だという認識をしております。矢崎総業との連携の中で、その仕組みのヒントが得られれば、産総研はさらに力強く発展できるのかなと期待しております。

橋本 技術を企業側がいただくとしても、いただく側にある程度のレベルのスキルがないと消化できないということがあります。ですから、技術をトランスファーするときに、その技術を

持った人をトランスファーする仕組みまでもいろいろ考えることが大事だと思います。

世界の人材育成、日本の人材育成

伊藤 ビジネスの世界でも、我々のような研究の世界でも、グローバルな視点での人材の獲得競争のようなことはあるのですが、矢崎総業では人材の育成や獲得において、今、アクションを起こしていってやるべきことがあれば、ご紹介いただけますか。

また、国内において、高度な若い研究人材、いわゆるポストドクが最近増えているということはどう思われますか。

矢崎 今までより一層力を入れているのは海外の研究所の充実です。アメリカ、ヨーロッパと、今後は中国、インド、タイの研究所をさらに拡張・拡充しているところ。それぞれの国ごとの技術もありますが、日本における少子高齢化や、継続的な技術開発を考慮して、海外の研究所の充実に力を入れ始めております。

基礎開発となるとやはり日本が中心ですが、アメリカの研究所も下部組織として若干基礎研究を行っています。ただ、アプリケーションエンジニアリングや製品開発は、現地にイニシアチブを持たせるようにしていますので、それぞれの国の特徴を生かして、おもしろい技術ができればと考えています。

吉川 1970年代に、理工系学生倍増ということで、機械工学や生産工学を学んだ人たちが産業に入っていった、これが日本の産業にとって非常に力になったわけです。「産業は人だ」ということは、我々、歴史的に実感しているわけですが、さて、これからどうするか。70年代と違ってはるかにグローバル化しているので、国際戦略は不可欠なわけけれども、しかし、日本でコアをつくっておかなければいけない、

これは絶対必要です。

1996年に実現したポストドク制度ですが、当時、ドクターを出ても就職口はなかなかありませんでした。次、何をやるかが大事だということになって、ポストドクという外国にある制度を日本に持ってきて、ポストドク1万人計画をつくって、ドクターがポストドクに行けるようにしました。今は15,000人くらいいます。

ドクターがどっとポストドクになったのですが、今度はポストドクの行き先がなくなってしまったわけです。ポストドクになった人は、研究者や学校の先生になりたい人が多いのですが、適性を見るとそういう人ばかりではなく、こういう人こそ企業で活躍してもらいたい人がたくさんいます。そこで、産総研ではポストドクなどの若手研究者を対象に、仕事を続けながら、異分野の交流ができ、広い視野を有する人材育成をするための「産総研イノベーションスクール」を開講することにしました。

矢崎 さっき鳥山さんが言った「言葉を理解する」「お互いを理解する」ためには、こうした人材が不可欠です。いいことだと思います。

鳥山 人材ということでは、日本人と外国人の橋渡し、企業と研究の橋渡しという、2つの能力を持った人も出始めてきました。日本では「最高品質のものがいいものだ」と考えますが、最高品質のものが時代にほんとうにマッチしているのか。バージン材でモノをつくるのがいいのか、リサイクルしやすいもの、あるいはリサイクルされたもので、品質的には少し劣るけれども、それを上手に使い込むことは遅れた技術なのか、あるいは進んだ技術なのか。

それをマネージできるのは、技術者としてしっかりした基礎を持っており、かつ自分たちのやっていることの意味を複眼的に判断できる人材だと思います。



橋本 国生 専務取締役 / 技術研究所長
はしもとくにお

います。

橋本 そうだと思います。当社がポストドクを受け入れ始めて、まだ二、三年ですが、理事長がおっしゃるように、彼らはまだ専門家です。我々企業としては、そういう能力がある人材はマネージャーや、部長という職制も視野に入れるべきなので、その様に処遇する責任があると考えます。イノベーションスクールでそういう芽を育てていただくとうれしいと思います。

吉川 今の教育は、ドクターをとって、ポストドクもやったから、一生この分野だけという傾向が強いです。論文を書かせて世の中に出そうと思うと、非常に狭い領域にしないと書けない。実際の経験は企業に行ってするしかないわけですが、我々のイノベーションスクールは狭くなったものを広げるリハビリのようなものです。

伊藤 鳥山さんのお話に、価値観を複数持ってもものを見るのがとても大事だとありましたが、今のドクターは一つの価値観でいかに深掘りするかという訓練をずっと受けています。しかし、従来の価値観から離れてまったく違う価値観を持つという訓練は必ずしもされていないので、異文化と交流するか、企業の考え方を何か月か学ぶことは、複眼的なものの方の見方の訓練になると思いますので、とても期待できます。企業の目から見て、産総研や大学の人

材と交流するということについてはいかがですか。

矢崎 大学や研究所に限らず、企業間同士においても、企業が違っていると驚くべき感覚の違いがときどきあります。そういうところと交流すると大変勉強させていただくことがあるので、ぜひ積極的に異文化、新しい考え方を勉強させていただきたいと思えます。

吉川 先ほど、人が移動することで知識が移動するというお話がありました。知識が移動するということは、人の中にある、説明できないものが移動していくということですね。

矢崎 私はいつも言っているのですが、「IT時代になった」「情報化時代になった」といくら言っても、我々の得られる情報は、いかに新しくてもせいぜい数時間前のものです。明日、明後日の情報は得られません。いろいろな人にお会いして議論し、意見交換することによって、明日、明後日の情報が得られるので、なるべく多くの人にお会いして勉強させていただきたいと考えています。社員に対しては、学会や講演会などいろいろなところに参加し、議論して十分に勉強して欲しいと言っています。

橋本 先端で活躍している研究者や技術者がお互いに議論を戦わせることで初めて出てくる情報があります。学会



吉川 弘之 理事長
よしかわ ひろゆき

のペーパーになる、その一つ前くらいの情報、それが理想です。

企業と産総研両方を経験してわかること

伊藤 鳥山さんが矢崎総業に行かれて2年半です。鳥山さんは産総研を随分長いことご経験されて、今、矢崎総業で新しいご経験をされて、得難いマルチの経験をされているわけですが、その視点から産総研に対する所感をいただければと思います。

鳥山 外に出てみると、一つはドクターに対する拒否感ということは実は産業界は全然ないということがわかります。産業界にとっても、仕事ができる人が欲しいということに変わりはないので、産総研にいたときに中で思っていた垣根というのは違うなという感じを私は受けました。

例えば、矢崎総業でいうと、積極的に社員にドクターをとらせるということでのいろいろな活動をしています。論文ドクターなども含めて博士号をとっている人も多くいますし、豊田工業大学のドクターコースに会社の費用で行くということもあります。人材育成という観点からいうと、先ほど少し話題になっていましたが、ドクターは無用の長物だという感覚は世の中にはないのではないかと感じました。

もう一つは、最初に申し上げた「言葉が通じない」ということです。「思い」は一緒なのだけれども、話している「言葉」が通じない。例えば産総研で言っている「研究」と称するものと、矢崎総業の中で言っている「研究」が実は全然違うものであったりということもあります。それは間違っているから違うということではなしに、つなぐ言葉さえあればつながるのではないかと思われる事象にたくさんめぐり合ったということです。

矢崎総業は電線、自動車用組電線を



鳥山 素弘 技術研究所副所長
とりやま もとひろ

主な事業としていますが、ある時「電気はどこを、どういうふうに流れるのだろう」ということが社内でも問題になりました。そのときに、産総研の半導体関係をやられているところに話を聞きに言ったのですが、「電気がどこを流れるなんて、そんなことを考える必要はないです。どちらかという、今、みんな苦労しているのは電気をどうやって流さないかということです。均一な絶縁膜を一生懸命つくろうとしているので、通常につくって、どこかで電位の集中が起これば、絶縁のところなんて全部壊れてしまいます」というような話を伺って、目からウロコでした。

それは、たぶん半導体をやっておられる方々だけでも行き着かないし、電線をやっている方々だけでも行き着かない。「自分たちはこういうことをしている」ということがわかるような橋渡しがされると、そんなに悩まずにどんどん作っていけばいいのだという自信が持てる。そういう意味では、言葉が通じるようにすること、ないしはそういうことができる人がたくさんいることが重要だと感じました。

吉川 今日、いろいろな話題が出ましたが、技術の問題、人の問題、これは改めて同じ思いなのだということを確認いたしました。これからの協力を大変期待したいと思います。ぜひよろしくお願いいたします。

糖鎖医工学

ポストゲノム時代を切り開く日本の戦略：グライコプロテオミクス

グライコプロテオミクスと糖鎖医工学

1980年代後半に興ったゲノムプロジェクトは予想をはるかに上回る速度でヒトゲノム解読を成し遂げました。ゲノム配列をテンプレートとしてプロテオーム世代が始まりました。いずれもハイスループットな解析技術開発を基盤として新しい研究世代が開始されました。しかし、ゲノムの直接産物であるタンパク質の解析だけでは複雑な生物系の全容を理解するには到底及びません。タンパク質は、翻訳後にいる

ような修飾を受けて初めて機能を発揮するようになります。その中で糖鎖修飾が最も重要でかつ解析が複雑であることは言うまでもありません。ゲノム→プロテオーム→グライコプロテオームと時代の変遷が起こりつつあります。真のライフサイエンス研究は、その成果がいかに人類の役に立つかにより計られるでしょう。グライコプロテオミクスの重要性を熟知していただき、世界における発信国として、わが

国の糖鎖産業技術を発展・展開していきます。まずは今までの基盤技術を活用して、「真に役に立つ疾病バイオマーカー」の発見に尽力します。その過程で必ずや「真に役に立つ創薬シーズ」を発見できると思われます。いずれも「健康医療産業＝人類への福祉」につながることを熱望しています。

糖鎖医工学研究センター長
なりまつ ひさし
成松 久

糖鎖産業技術フォーラム (GLIT) の設立

ライフサイエンス分野においては、医療、創薬などに向け、遺伝子からタンパク質へと研究開発が進展しています。実は、真核生物のタンパク質の過半数には糖鎖が付加しており、糖タンパク質として生体内でさまざまな機能を果たしています。例えば、がん、免疫、細胞分化、形態形成、感染症、脳、生殖、レセプターには、糖鎖の機能が深く関与していることが明らかになっています。わが国には、世界をリードする糖鎖遺伝子資源、構造解析技術、合成技

術、機能解析技術など、糖鎖研究を支える多くの知見、技術が産総研を始め大学、研究機関、企業などに蓄積されています。しかし、それらがライフサイエンス分野の研究に応用され、産業展開する仕組みが十分に整っていません。

そこで糖鎖に関する技術、資源、情報を共有することと、糖鎖教育・人材育成を通じて糖鎖研究者層を充実することにより、知的創造サイクルを形成し、新規診断法や創薬などの産業化

に貢献することができると考えています。大学、公的研究機関だけでなく、企業、医療機関、官庁なども含めた産学官連携の場として、2008年1月に「糖鎖産業技術フォーラム (GLIT : Glyco-innovation and Industrial Technology)」を設立しました。

糖鎖医工学研究センター
しんま よういち
新間 陽一

糖鎖の生物学的機能

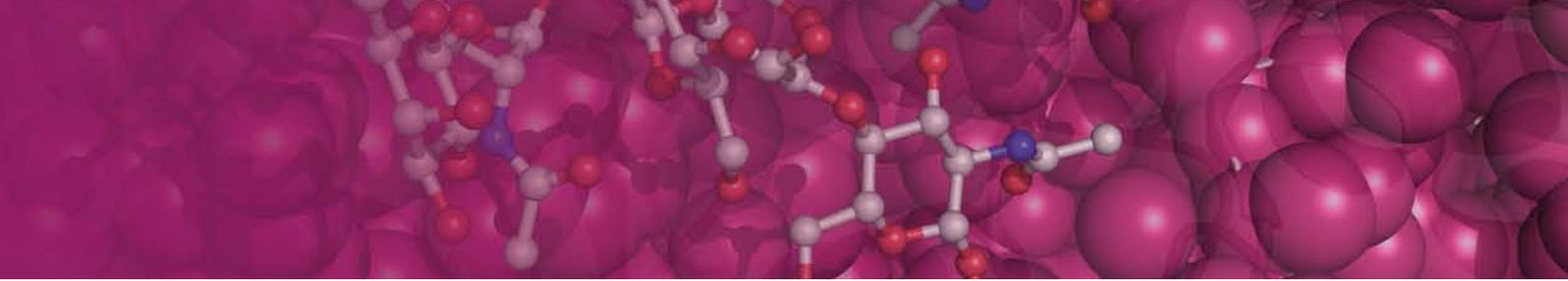
●肝細胞がんの糖鎖バイオマーカーの探索

肝炎、肝硬変と肝細胞がん

血液製剤の使用によって生じるC型肝炎ウイルス感染患者について、慢性肝炎に対する根治を目的とした治療助成が4月からスタートしました。C

型肝炎ウイルスは、肝炎の原因となりますが、感染してから20～30年が過ぎると、肝硬変や肝細胞がんが続発してくることが疫学的に示されています。したがって、1980年前後に感染

が生じたと推定される薬害肝炎患者では、肝硬変と肝細胞がんの危険度(リスク)がかなり高まっている状況にあります。これに対応するためとして、厚生労働省の肝炎治療戦略会議は、早



期発見につながる新規肝がんマーカー検査法の開発を提言しています。これは、「現行の腫瘍マーカーは、急速に進歩した肝炎～肝がんの診断治療技術に十分対応できていない」という理解に基づいているのです。

疾患理解と治療技術の進歩が、医療にイノベーションをもたらす

「病気に対する理解の増進」と「治療技術の進歩」によって、検査と診断の幅や治療アプローチが変化してきたものには、胃がんや食道がんなど幾つかありますが、肝細胞がんはその代表例です。実際、この20年程の間に、C型肝炎ウイルスに起因する肝疾患の病態解明は、随分と進みました。例えば、肝炎から肝硬変へと病期が進展するにつれて、病理組織学的には「肝臓実質の壊死性炎症の軽減」と「組織繊維化した修復組織への置換」を観察できます。通常、繊維化は創傷治癒の過程で見られるので「治療へ向かう指標」と考えられるのですが、肝臓ではむしろ、「状態悪化の指標」として病期分類に取り入れられるようになってきました。しかも、肝臓疾患の解決には、繊維化病変を的確に評価できる検査と、これに対する治療薬の開発が不可欠であると考えられるようになってきているのです。

加えて、ラジオ波熱凝固療法などの治療技術の革新は、肝細胞がんの治療アプローチだけでなく診断基準をも変化させてきました。一般に肝細胞がんは、肝硬変から年率で7～8%程度、肝炎から年率で3～4%程度生じます。初期のものと考えられる小さな病変の中には、がんと言うには異常所見に乏しくて判断が難しいものが存在しており、病理医を悩ます問題のひとつでした。しかしラジオ波熱凝固療法は、外

科手術よりはるかに低い侵襲性にもかかわらず2 cm以下の病変では外科手術に相当する治療効果を発揮しますので、この状況を大きくかえることになりました。現在、先の病変の多くは高分化型肝細胞がんと診断されるようになり、ラジオ波熱凝固療法で治療されています(図1)。

将来の肝臓疾患治療へ

糖鎖医工学研究センターでは、開発されている新技術を統合的に活用して、現在の臨床ニーズにあった肝炎、肝硬変、肝細胞がんに対するマーカーの探索を行っています。産総研で開発されたレクチンアレイ法は、疾患に伴う糖鎖変化を包括的かつ鋭敏に検出できる技術であるため、繊維化もしくはがん化に伴う特徴的な病態を捉える検査法としての可能性をもっています。

仮想がんマーカー候補として、胎児性がん抗原(AFP)上の糖鎖構造同定を行いますと、胎盤のような非がん組織で作られたAFPと肝細胞がんで作られたAFPに付加している糖鎖構造は、異なっていることを明確に示すことができます。こういった産総研の

C型肝炎患者の大量発生と治療技術の進歩が、治療標的としての診断クライテリア(早期肝細胞がん)を創成。

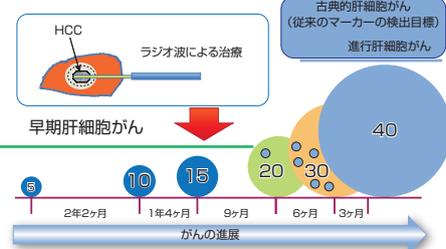


図1 ラジオ波による治療と肝臓腫瘍の進展 ラジオ波による治療技術の出現は、早期肝細胞がんと言う診断治療標的を明確にすることとなった。早期肝細胞がんは古典的肝細胞がんへ進展する時、細胞学的にも悪性度を増すと考えられている。

技術を合わせることで、肝臓疾患の病期分類やがんの特異的な糖鎖構造の探索を進めています(図2)。

私たちが検討を進めている新しい肝疾患マーカーは、肝生検による外科病理診断の回数を減らして患者の身体的負担を軽減でき、造影CTやFibroScanなどによる高価な精密検査の回数を減らして、経済的負担を軽減できることが期待されます。また、BRICsなどの経済成長の目覚ましい国々では軒並み、献血者におけるC型肝炎ウイルス陽性率が日本と同じかそれ以上となっています。したがってこれらの国々では日本と同様、C型肝炎ウイルス関連疾患が増大し、大きな社会問題になると予想されます。私たちが開発を目指す糖鎖バイオマーカーは、これらの国々においても日本国内と同様に、肝臓疾患治療に貢献できるものと考えています。

糖鎖医工学研究センター
池原 譲

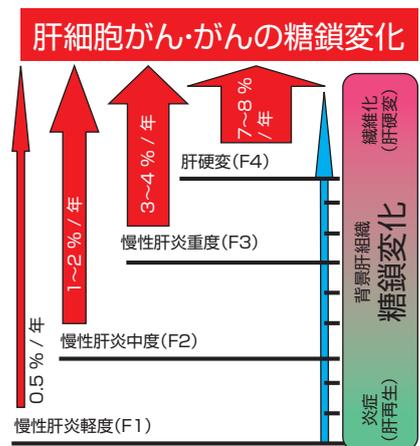


図2 肝臓の繊維化の進展と肝細胞がん発生率 F1からは年率0.5%の発がん率であるが、F4からは年率7～8%で発がんする。F1は炎症性変化が強く、F4では繊維性変化が強い。背景組織の糖鎖構造変化にあって、がん化に伴う糖鎖構造変化の検出が、腫瘍マーカーとなる。

●糖鎖修飾による FGF タンパク質の高機能化

FGF タンパク質とは

FGFとはFibroblast Growth Factorの略称で、線維芽細胞増殖因子とよばれるタンパク質群の総称です。ヒトには22種類があります。FGFタンパク質は本来、私たちの体を構成するさまざまな細胞で作られ、さまざまな種類の細胞に働きかけて、細胞の分裂・分化(特定の機能を持たせること)・機能の調節などを通じて、生命現象に深く関与しています。このため、FGFを医薬や細胞調節剤として上手に利用できれば、さまざまな疾病の治療や生体の機能の利用などが可能になります。

なぜ糖鎖修飾する必要があるのか

生体の中では多くのタンパク質は、いろいろな糖鎖によって修飾されています。その役割は、タンパク質の機能を発揮させるため他の分子との結合を媒介したり、タンパク質本体を分解から守ったりすることです。現在では生体外でタンパク質を作る技術が進みましたが、さらに人工的に糖鎖で修飾することで、糖鎖機能が加わった高機能化タンパク質を創製できることが期待されます。

ヘパラン硫酸による修飾で高機能化

ヘパラン硫酸は長い糖鎖で、本来、細胞膜表面や細胞外マトリックスに存在し、細胞と外界のコミュニケーションに深くかかわっています。細胞膜表面にやってきたFGFタンパク質は、ヘパラン硫酸の助けによって安定化し、細胞の内部にシグナルを伝達することが知られていました。そこで私たちは、FGFタンパク質自体を動物

糖鎖付加型 FGF (PG-FGF1) の優位性

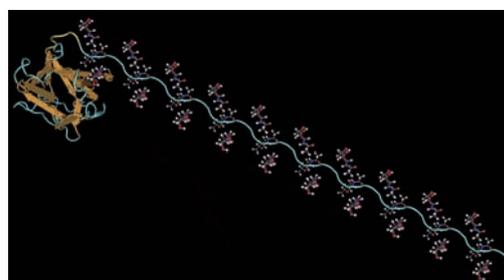
ヘパラン硫酸で修飾し、高機能化した FGF タンパク質 (PG-FGF1) は天然型の FGF タンパク質などに比べて、医薬としての利点を多くもつ。

		PG-FGF1	FGF1 (aFGF)	FGF2 (bFGF)	FGF10 (KGF2)	PDGF
活性対象	表皮	+	+	-	+	-
	真皮	+	+	+	-	+
安定性	耐酵素分解性	+	-	-	-	-
	耐熱性	+	-	-	-	-
	耐酸性	+	-	-	-	-
	耐アルカリ性	+	-	-	-	-
炎症液中での活性化		+	-	-	-	-
容器吸着によるロス		低い	高い	高い	高い	高い
有効濃度		低い	高い	高い	高い	該当なし
トータルコスト		低い	高い	高い	高い	該当なし

細胞の糖鎖合成能力を利用してヘパラン硫酸で修飾する技術を開発しました。この分子 (PG-FGF1) は、高機能化、安定化の両方を達成しており、さまざまな医薬用途が期待されています (表)。

O-結合型糖鎖による修飾で高機能化

O-結合型(ムチン型)糖鎖は1本1本が短く、多くの場合、多数がブラシの毛のように密集してタンパク質に結合しています。そこでは、水分子との会合や他分子との相互作用に大きな影響を与えます。そこで私たちは、動物細胞の糖鎖合成能力を利用して FGF タンパク質自身をクラスター状の O-結合型糖鎖で修飾する技術を開発しました(図)。これによって、動物の血液中での半減期を延ばすことに成功しました。逆に、その糖鎖末端のシアル酸という糖を除去することにより、半減期を短縮することもできました。



クラスター状の O-結合型糖鎖で修飾した FGF タンパク質の分子構造概念図 [Cn3D(<http://www.ncbi.nlm.nih.gov>)の出力図から作図]。

どのように役立つのか、将来の可能性は

糖鎖修飾した FGF は、糖鎖のない FGF よりも、特異性が高く、高機能で、安定な、半減期を制御した医薬となることが期待され、医療の現場で、より安全で有効な分子医薬となることが期待できます。今後は、均一な構造の糖鎖を持つ糖タンパク質を多量に生産する技術の開発が研究課題です。

脳神経情報研究部門
いまむら とおる
今村 亨

●糖鎖合成酵素遺伝子欠損マウスを用いた糖鎖機能解析

免疫を調節する糖鎖

糖鎖医工学研究センターでは、生体内における糖鎖の生合成機構や生物学的機能の解明を行うため、糖転移酵素遺伝子欠損マウス（ノックアウトマウス）を作製し、解析を進めています。疾患と関連する可能性の高い遺伝子、生物学的に重要と思われる遺伝子を対象として、多くの遺伝子改変マウスを樹立しています。

作製したうちの1系統である、ポリラクトサミン（ポリ-*N*-アセチルラクトサミン）糖鎖合成酵素（ β 3GnT2: *B3GnT2* 遺伝子）の遺伝子欠損マウスの解析から明らかになったことを紹介します。ガラクトースと*N*-アセチルグルコサミンが繰り返して配列するポリラクトサミン糖鎖は、それ自体がレクチンと結合するリガンドとして作用するだけでなく、さらなる糖鎖付加により機能性糖鎖ユニットを構成します（図1）。このため、ポリラクトサミンは生体内で重要な機能を果たしていると考えられてきましたが、その合成機構や糖鎖機能の詳細についてはよく分かっていませんでした。そこでまず、作製した β 3GnT2欠損マウスの糖鎖構造を解析しました。その結果、糖タンパク質の*N*-結合型糖鎖上のポリラクトサミン糖鎖が欠損しており、 β 3GnT2がこれらのポリラクトサミン糖鎖の合成に関与している主要な酵素であることがわかりました。

これらのポリラクトサミン糖鎖の欠損が、どの生体分子上で起こっているのかを解析した結果、免疫細胞表面のCD28（T細胞）やCD19（B細胞）などの受容体糖タンパク質のポリラクトサ

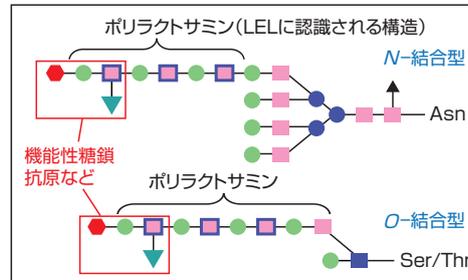


図1 ポリラクトサミン糖鎖構造の例
● ガラクトース
■ *N*-アセチルグルコサミン
■ β 3GnT2 酵素が転移する *N*-アセチルグルコサミン

ポリラクトサミンを有する糖蛋白質分子の同定

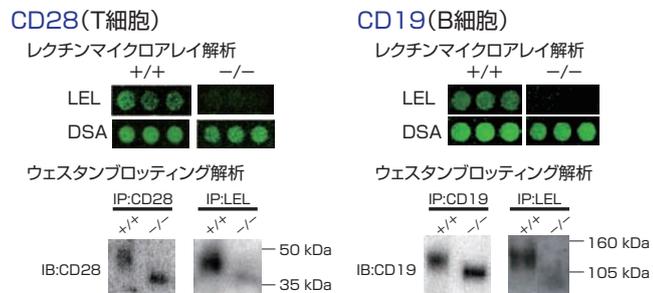


図2 欠損マウスの細胞抽出物から免疫沈降法によって得られた細胞表面の糖蛋白質の糖鎖構造プロファイリング（上段）。受容体糖蛋白質をレクチンマイクロアレイにより解析した結果、ポリラクトサミン糖鎖が結合している事を示す LEL レクチンのシグナルが消失する。ウェスタンブロット法による細胞表面受容体タンパク質の解析（下段）。ポリラクトサミン鎖欠損に依存すると思われる移動度（分子量）の差が認められる。図中では、+/+：野生型マウス、-/-：欠損マウス、IP: immunoprecipitation、IB: Immuno-blot。

ミン糖鎖が欠損していることを明らかにしました（図2）。これらの受容体分子はT細胞レセプター（TCR）刺激あるいはB細胞レセプター（BCR）刺激などの第2シグナルに関与する共刺激分子としての機能が知られています。

そこで次に、ポリラクトサミン糖鎖の欠損により、免疫学的機能に異常が起こるかどうかについて解析を行いました。その結果、免疫受容体からのシグナル伝達が亢進し、いろいろな免疫反応が過剰に起こることがわかりました。これらの解析結果は、ポリラクトサミン糖鎖が免疫系において（抑制的な）調節能を担うことを示唆しています。

今後の展開

マウスの表現型と、疾患の原因とな

りうる糖鎖変化あるいは糖鎖変化が生じた糖タンパク質や糖脂質とを分子レベルで解析することで、病態に関連した分子メカニズムの解明が期待できます。それらが明らかになれば、医薬開発上価値の高い評価・創薬系への医用応用が期待されます。私たちは、さまざまな糖鎖遺伝子改変マウスの解析を通じて、糖鎖の果たす機能を明らかにしていきたいと考えています。

なお、この研究は、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）プロジェクト「糖鎖機能活用技術開発」の一環として実施したものです。

糖鎖医工学研究センター
とがやち あきら
梶谷内 晶

糖鎖構造解析

●質量分析による糖鎖構造解析および定量技術

私たちは、網羅的にクローニングされた糖鎖遺伝子リソースを活用して、糖鎖ライブラリーや糖鎖の多段階タンデム質量分析 (MSⁿ) スペクトルデータベースを構築してきました。糖鎖には位置異性、立体異性、枝分かれ構造などが存在するため、単純な配列解析では構造を調べることができません。しかし、糖鎖のMSⁿ スペクトルは各糖鎖それぞれに独自のスペクトルパターンを示すので、これを指紋照合の原理で構造解析に応用することができます。2年前に、このスペクトルデータベースを利用した糖鎖構造解析システムの原型を作成し^[1]、実用化を目指して研究開発を進めています。また、このスペクトルデータベースは、RIO-DB (産総研・研究情報公開データベース、<http://riodb.base.aist.go.jp/>) を通じてまもなく一般公開を始める予定です。

現在、このような糖鎖構造解析技術を活用し、がんの早期診断や治療法の選択に利用できる糖鎖バイオマーカー

を探索しています。直面している課題は「エンリッチメント」です。がんの病変部位から体液中へ漏れ出てくる物質はごくわずかですから、そのような物質を何らかの手段で集めないと構造解析もできません。私たちは、ムチンと呼ばれる粘液質の糖タンパク質に着目し、簡便な濃縮法や分離法の開発を進め、新たな糖鎖バイオマーカーの発見につなげたいと考えています。

また、ムチンだけでなく、糖鎖バイオマーカーが結合しているタンパク質コアを多数同定し、組織特異的なタンパク質を選択すれば、組織特異性の高いマーカーを開発できると考えられます。このような糖タンパク質 (糖ペプチド) はレクチンや抗体を固定化したカラムで捕集できます。そこで糖鎖医学研究センターでは、各チーム間や

共同研究を推進している臨床機関との密接な連携の下、がん特異的糖鎖を持つ組織特異的タンパク質を標的とした糖タンパク質バイオマーカーの開発を進めています。糖タンパク質コアの同定には液体クロマトグラフィーと質量分析装置を連結させたLC/MSシステム (IGOT法^[2]) を利用し、安定同位体標識法を併用して定量分析することもできるようになりました。肝細胞がんをはじめとしてさまざまながん細胞培養液より多数のマーカー候補が同定され、糖鎖構造変化の確認、血清からの検出など段階的な検証実験が進められており、新規腫瘍バイオマーカーの開発が期待されます。

糖鎖医学研究センター
かめやま あきひこ かじ ひろゆき
亀山 昭彦、梶 裕之

参考文献

[1] 成松久 他：産総研 TODAY, 6(1), 18-21(2006).

[2] H. Kaji, et al.: Nat. Biotechnol. 21(6), 667-672 (2003); Nat. Protoc. 1(6), 3019-3027(2006).

●レクチンマイクロアレイによる糖鎖プロファイリング技術

世界最高感度糖鎖プロファイラーの開発

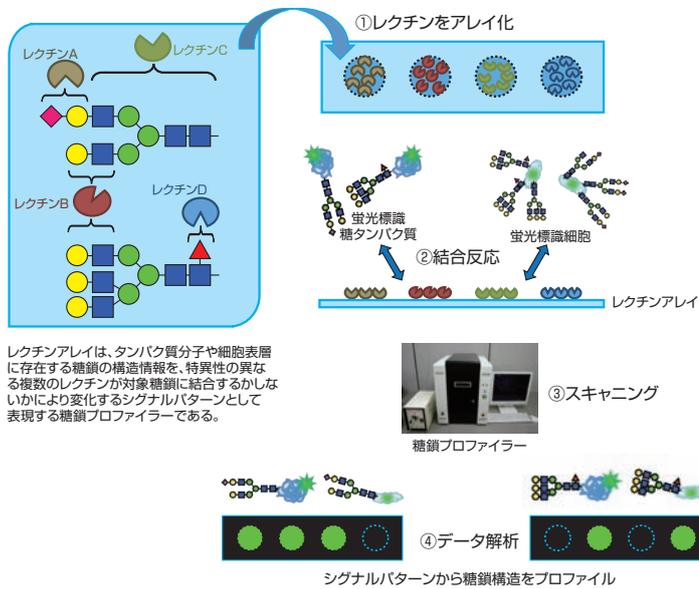
「糖鎖プロファイリング」は、特徴ある部分構造が分析対象の糖鎖に存在するかどうかを効率よく解析し、全体像を把握する新たな手法です。レクチンアレイは、そのような部分構造を認識するタンパク質「レクチン」を40種程

度基板に固定し、分析対象の糖鎖と結合するかどうかを一斉に解析して、その情報をもとに糖鎖構造を推定します (図1)。検出原理に「エバネッセント波励起蛍光」を採用し、レクチン-糖鎖間の弱い相互作用 (抗原-抗体反応の100~10,000分の1程度) をも検出できる装置の開発に成功しました^[1]。

現在では10ピコグラム (1000億分の1グラム) のタンパク質上の糖鎖までも検出できるようになり、その感度は世界一を誇ります^[2]。

糖鎖で幹細胞の分化を見分ける

細胞は、種類や状態によって表面の糖鎖構造が大きく異なります。未分化



レクチンアレイは、タンパク質分子や細胞表面に存在する糖鎖の構造情報を、特異性の異なる複数のレクチンが対象糖鎖に結合するかどうかにより変化するシグナルパターンとして表現する糖鎖プロファイラーである。

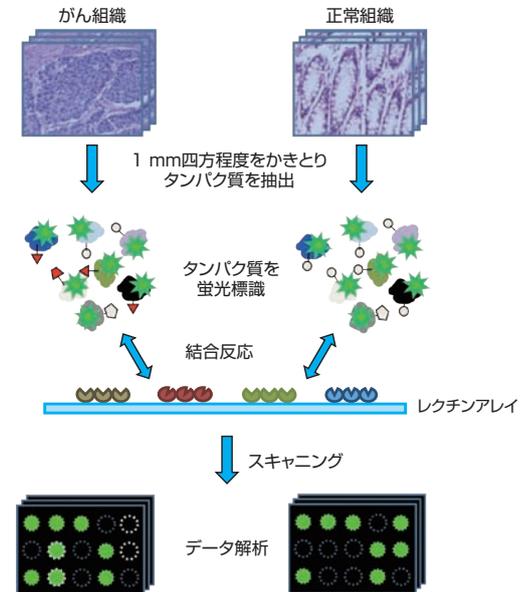


図1 レクチンアレイは、タンパク質分子や細胞表面に存在する糖鎖の構造情報を、特異性の異なる複数のレクチンが対象糖鎖に結合するかどうかシグナルパターンで表現する。

図2 組織由来糖タンパク質の比較糖鎖解析実施例。がん組織で増減しているレクチンシグナル(白点線)はがん化に伴うタンパク質上の糖鎖変化(赤)を反映したものの。

細胞である幹細胞も例外ではなく、分化の方向、度合いによって糖鎖構造は変化します。つまり、個々の細胞を表面糖鎖の違いで見分けることができます(図1)。私たちが開発したレクチンアレイは感度、精度ともに優れているため、再生医療の現場において、移植する前の貴重な幹細胞の質、すなわち分化の度合いを判別する「幹細胞分化判別システム」に利用できると考えました。細胞の前処理方法やアレイスキャン後のデータ解析を工夫することで、現在では約10,000個の細胞の糖鎖を簡便かつ再現性よく分析し、分化状態・方向を基準に異なる細胞亜集団として分別できるようになりました^{[3,4]}}。

糖鎖バイオマーカー探索を加速する

細胞はがん化や悪性度の違いによって糖鎖構造を変化させるため、糖鎖は

がんを診断するマーカーとして注目されています。私たちはレクチンアレイを活用し、がんの予防や早期診断などに有用な糖鎖関連バイオマーカーを探索する独自のシステムを開発しています。その一環として、局所領域組織切片に由来する微量糖タンパク質をレクチンアレイで解析するプロトコルの開発を行いました。希少な病理標本である組織切片から効率よくタンパク質を抽出する方法を確立したことで、1,000個程度の細胞からなる組織標本の微小領域(約1 mm 四方)の比較糖鎖解析が

可能になりました^{[5]}}。この技術は、がん化に伴う細胞の糖鎖変化を迅速・簡便・高精度にレクチン反応性の差として検出します(図2)。

バイオマーカー探索におけるレクチンアレイの活用は、大規模解析による候補分子同定の過程をも大きく加速しています。

糖鎖医工学研究センター
くの あつし
久野 敦

参考文献

- [1] A. Kuno et al: *Nat. Methods* 2, 851-856 (2005).
- [2] N. Uchiyama et al: *Proteomics* 8, 3042-3050 (2008).
- [3] A. Kuno et al: *J. Proteomics Bioinform.* 1, 68-72 (2008).
- [4] H. Tateno et al: *Glycobiology* 17, 1138-1146 (2007).
- [5] A. Matsuda et al: *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 370, 259-263 (2008).

糖鎖合成

●酵母を用いた糖タンパク質合成

糖タンパク質医薬品と代替宿主

透析治療時の腎性貧血薬であるエリスロポエチンや、がん・リウマチなどの治療に用いる抗体医薬など、私たちの社会において糖タンパク質性医薬品は、ますますその重要性を増しています。現在用いられている糖タンパク質性医薬品のほとんどは動物細胞で生産されていますが、感染症の恐れや培養施設の不足などいくつかの問題が懸念されています。これらの問題を解決すべく、私たちは安価かつ大量に培養ができ、ウイルス感染などの恐れもない酵母を用いた糖タンパク質の生産系を構築しています。

酵母糖鎖のヒト型化戦略

酵母で糖タンパク質を生産すると、酵母の糖鎖がついてしまいます。その糖鎖をヒト型へ変換する必要があります。そこで私たちは酵母の糖鎖の生合成系を解明し、酵母特有の糖鎖を合成する遺伝子を破壊しました。次にヒト型糖鎖を合成するための遺伝子を酵母に導入し、ヒト型糖鎖をもつ糖タンパク質の生産を行います。これらの技術を用いて酵母N-結合型糖鎖の改変を行い、抗体の生産やリソソーム病治療薬の生産系を構築しました。リソソーム酵素の生産系などでは細胞だけでは目的の糖鎖構造の合成が難しいため、試験管内での酵素反応で糖鎖改変を行うことも活用しています。一方、O-結合型糖鎖の合成遺伝子は酵母にとっ

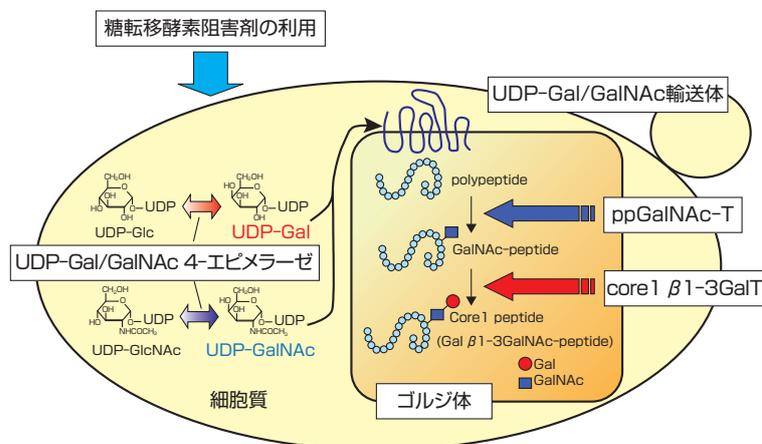


図1 酵母によるムチン型糖鎖の合成戦略

基本的に、酵母特有の糖鎖を合成する経路を遮断し、ヒト型糖鎖を合成するための遺伝子を導入することにより糖鎖を改変する。導入する遺伝子は糖転移酵素だけでなく、糖加水分解酵素、糖ヌクレオチド合成酵素、糖ヌクレオチド輸送体など多岐にわたっている。

て必須なため、遺伝子破壊ができませんでした。そこで酵母のO-結合型糖鎖合成酵素の阻害剤を利用することで、酵母特有のO-型糖鎖合成を抑制させ、この酵母にヒト型糖鎖を合成する遺伝子を導入することで、ヒトO-結合型糖鎖（ムチン型糖鎖など）の合成を行うことに成功しました(図1)。実際にこの酵母を利用してヒトの血小板凝集因子であるポドプラニン分子を生産させ、特定の部位に特定の糖鎖構造をもつポドプラニンだけが血小板凝集活性を示すことを実証することができました。

今後の展開

私たちはこの酵母の生産系を用いて生産コストを下げることにより、安価な糖タンパク質医薬品を供給することを目指し、さまざまなタンパク質の発現を検討しております。また私たちが開発した酵母では特定の糖鎖構造をも

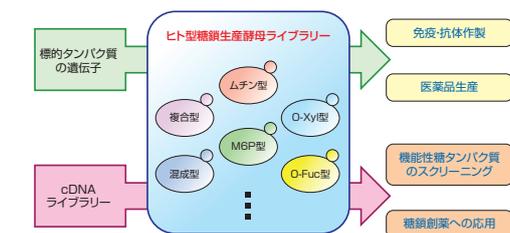


図2 ヒト型糖鎖生産酵母ライブラリーの活用

つ糖ペプチド・糖タンパク質を生産できるため、このヒト型糖鎖生産酵母ライブラリーを利用してペプチドなどを発現させ、その糖鎖機能を解析・評価するとともに、天然のものより高機能化した糖ペプチド・糖タンパク質の開発を進めていきます(図2)。これらがより有効な医薬品開発へつながることを期待しています。

糖鎖医工学研究センター
ちば やすのり
千葉 靖典

参考文献

- [1] H. Akeboshi et al.: *Appl. Environ. Microbiol.*, 73(15), 4805-12 (2007).
- [2] K. Amano et al.: *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.*, 105(9), 3232-7 (2008).

●不均衡変異導入法による糖タンパク質の高生産技術開発

酵母による糖タンパク質生産

私たちは動物培養細胞に比べ、均一な糖鎖構造を持つ糖タンパク質を低コストで生産できる、出芽酵母 (*Saccharomyces cerevisiae*) を利用した糖タンパク質の生産技術の開発を行っています。抗原性を示す酵母特有の外糖鎖を取り除くため、遺伝子操作によって外糖鎖をもたない株 TIY20 (ヒト適応型糖タンパク質生産酵母) を開発しました^[1]。しかし、この遺伝子操作によって、増殖能が低下し、タンパク質の生産量も低下したために、目的とするタンパク質を効率よく生産することができなくなりました。

そこで私たちは、共同研究企業である株式会社ネオ・モルガン研究所が独自に保有する不均衡変異導入法を私たちの TIY20 株に適用することによって、ヒト適応型糖タンパク質を生産し、かつ増殖能力およびタンパク質生産能力に優れた酵母株を開発することに成功しました^[2]。

ヒト適応型糖タンパク質高生産酵母の開発

不均衡変異導入法は DNA ポリメラーゼの校正機能を調節することによって、対象生物のゲノムに致死性を伴わない変異を多く導入することができる新規な育種技術です。TIY20 株に不均衡変異導入法を適用するために DNA ポリメラーゼの校正機能を抑制させた変異遺伝子を形質転換し、形質転換体の培養を繰り返しました。

この操作によって、TIY20 ゲノム中に変異を蓄積させることができ、オリジナルの TIY20 株では生えること

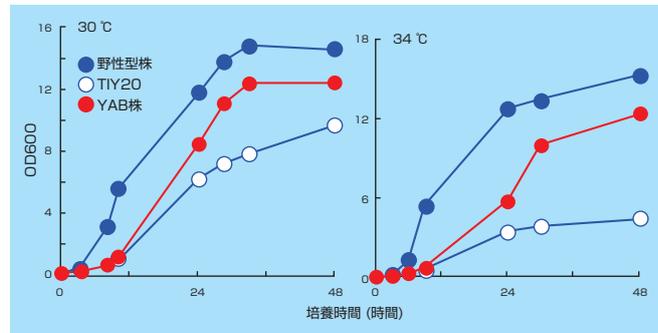


図1 増殖曲線

TIY20 株に不均衡変異導入法を適用することによって TIY20 株が示す繁殖能力および高温感受性が回復した (YAB 株)。

のできない高温度 (37 °C) 下でも生育ができる新しい変異株 (YAB100, 101, 102, 103) を取得することに成功しました。また、これらいずれの YAB 株もオリジナルの TIY20 よりも高い増殖能力を獲得していることがわかりました (図1)。さらに、N結合型糖鎖の構造も TIY20 と同様にヒト型高マンノース構造を示していました。

次に、異種タンパク質の分泌生産能力をレポータータンパク質である CLuc を利用して測定したところ、野生型株よりも約 10 倍の分泌生産能力を示す株が取得できていたことがわかりました (図2)。このように、新しく開発した株はヒト適応型糖タンパク質生産のために非常に優れた宿主株であることがわかりました。

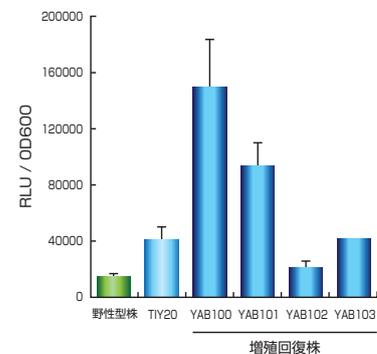


図2 レポータータンパク質 CLuc の分泌生産能力の比較
YAB100 株などは野生型株の約 10 倍の分泌生産能力を示した。

今後の展開

今回取得した YAB 株をもとにヒト複合型糖鎖をもった糖タンパク質を合成することができる株の開発を行います。また、この開発株を利用して抗体医薬を作るための抗原やその他有用糖タンパク質の安価な供給などを目指します。

健康工学研究センター
あべ ひろこ なかやま けんいち
安部 博子、仲山 賢一

共同研究者

藤田 康子、千葉 靖典、地神 芳文、扇谷 悟、佐藤 なつ子 (産総研)、板谷 有希子 (大阪市立大学・株式会社ネオ・モルガン研究所)、下田 親 (大阪市立大学)

参考文献

- [1] S. Takamatsu *et al.*: *Glycoconj J.* 20(6), 385-397(2004).
- [2] 特願2007-044796、米国特許出願第 11/713540 号、酵母の製造方法、酵母、及び糖タンパク質又は β -グルカンの製造方法

糖鎖インフォマティクス、データベース

●計算による構造解析：質量分析法における断片化や相互作用解析

糖鎖構造解析において理論計算に基づく断片化メカニズムの解明は、質量分析 (MS) をn回行って得られる糖鎖MSのフラグメント同定に役立ちます。私たちは計算科学的手法を用い網羅的糖鎖構造解析を目標とした分子シミュレーションをPCクラスタ上で行っています。分子計算手法としては分子軌道法、半経験的分子軌道法、分子力学法、分子動力学法に基づくプログラムを用い、必要とされる情報にしたがって、これら分子シミュレーションの計算手法を使い分けています。

糖鎖のグリコシド結合断片化反応では、アノマー異性体、分岐およびイオン付加位置の解析を行い、実験によりMSで得られた質量スペクトルと計算結果を統合し、スペクトルを高速に同定するため網羅的な解析システムの構築を目指しています。ターゲットとして、糖鎖医工学研究センターで高性能MSを用いて解析されている糖鎖を選びました。実験で得られる糖鎖イオンを計算するため最適化構造にイオンを付加し、糖鎖イオンと中性糖鎖とのエネルギー安定化計算を実行することで、イオンの付加位置の探索を行っています^[1]。これらの計算では糖鎖の分子シミュレーションから得られる立体構造や電子状態に関する情報から糖鎖断片化に寄与すると考えられる各種イオンの断片化傾向に及ぼすパラメータの抽出を試みています^[2,3]。

図1には実験により測定されたMSスペクトラと分子計算で得られた結果におけるフラグメント強度やパター

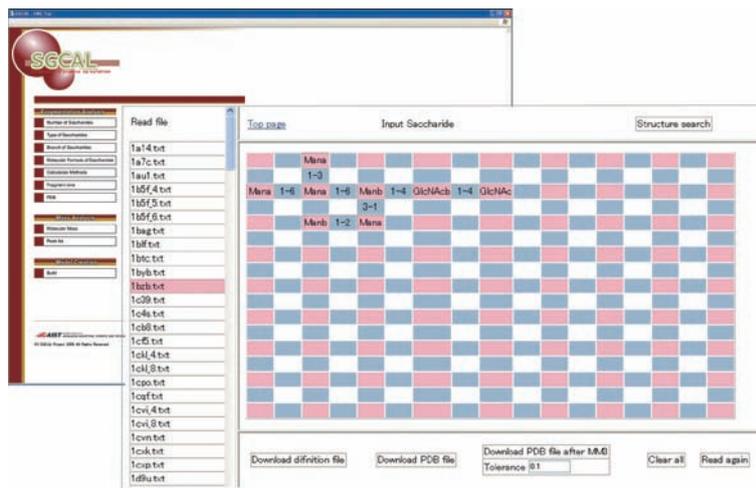


図1 糖鎖断片化解析サーバー (SGCAL)

ンとの相関に関して考察を行うためにWEBインターフェースによって可視化し解析できるデータベースシステムを示します。このデータベースは質量スペクトルと計算結果を融合させることで効率的にスペクトル解析を進めることにも利用でき、複雑なフラグメントを同定するのに役立つ可能性があると考えられます。また分子機能計算チームでは独自にタンパク質間相互作用をGRID環境上で大規模かつ高速に解析するソフトウェアの研究をしており、現在はタンパク質-糖鎖の複合体において親和性解析ソフトを開発中です(図2)。

この研究の目的は実験と計算シミュレーションの比較および融合です。ソフトウェアの技術開発(計算シミュレーションによる論理的解析やデータベース構築など)は、糖鎖の構造解析や機能解析の発展につながる事が期



図2 レクチン-糖鎖複合体のドッキング計算例

待でき、実験の支援システムとしての利用が考えられます。

生命情報工学研究センター
ふくい かずひこ
福井 一彦

参考文献

- [1] K. Fukui et al. *Carbohydr. Res.*, 341, 624-633 (2006).
- [2] T. Yamagaki et al. *Anal. Chem.* 78, 1015-1022 (2006).
- [3] H. Suzuki et al. *Int. J. Mass Spectrom.*, In press (2008).

●糖鎖統合データベース

国内には、さまざまな糖鎖関連データベースが存在します。例えば、論文で報告された糖鎖構造を蓄積したデータベースKEGG Glycan (京都大学)や、糖脂質の構造とその生理活性、それらの糖鎖を質量分析計やNMRなどで構造解析したデータを蓄積したLipidBank (LipidBank構築委員会)、複数のHPLCによる溶出位置の組み合わせから糖鎖構造を判定するデータベースGALAXY (名古屋市立大学)があります。また、抗糖鎖抗体やその抗体が反応する生体の組織情報 (反応した組織に抗体が認識する糖鎖構造が存在するという) や、抗体が認識する糖鎖をキャリアーしているタンパク質などさまざまな情報を格納したデータベースGlycoEpitope (立命館大学) もあります。

もちろん産総研でもNEDO (独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構) プロジェクトの成果をデータベースにしており、糖鎖関連遺伝子の詳細情報をまとめたデータベースGGDBや、レクチンの基本的な情報およびそれらのレクチンと糖鎖の相互作用のデータベースLfDBや、N結合型糖鎖の修飾位置を同定した糖タンパク質データベースGlycoProtDBや、MSのスペクトルパターンを利用してグリコシド結合の結合様式まで推定できる質量分析スペクトルデータベースGMDBなどを、産総研・研究情報公開データベース (RIO-DB) において公開しています。(RIO-DBの説明: <http://riodb.ibase.aist.go.jp/riohomee.html>)

データの種類が似たような糖鎖データベースであっても公開している機関

が異なれば、検索方法にはそれぞれの独自の使い方があり、利用者はサイトごとに使い方を覚えなければならないので不便です。そこでさまざまなデータベースを一度に検索できる横断検索 (keywords search across Glycoscience DBs) サービスや、糖鎖分野以外のライフサイエンス分野のデータベースと連携して、より多くの情報を一括して把握できるインターフェースの開発を、現在産総研が中心となって日本糖鎖科学コンソーシアムデータベース (JCGGDB) としてポータルサイトを作りました。

ライフサイエンス分野の研究者にもっと糖鎖の役割への理解を深めるためにも、糖鎖が関与している感染や免疫やがんなどの分野から発信されている情報を糖鎖分野以外の研究者にも分かりやすい形で発信していくことも必要であると考えています。

そこで、4省連携のライフサイエンス統合データベースの枠組みの中で、日本糖鎖科学統合データベースとして

構築し、糖鎖の研究基盤を整備していくことになりました。糖鎖関連情報やモデル生物 (GlycoGeneを改変したマウスやハエのフェノタイプの情報) などの研究リソース (情報とバイオロジカルリソース) についても管理し統合していくことになっています。糖鎖の研究基盤を整えるだけでなく、糖鎖統合データベースと他分野のライフサイエンスデータベースと連携することで、これまで研究者が気付きにくかった有益な情報にたどりつけるようになることが望まれています。近い将来、異分野の研究者も糖鎖の情報に簡単にアクセスできるように、糖鎖の基本的なことから専門的なところまでコンテンツを充実させ、直観的に利用できる使い勝手の良いインターフェースを心がけてデータベースを構築していく計画です。

糖鎖医工学研究センター
しかない としひで
鹿内 俊秀

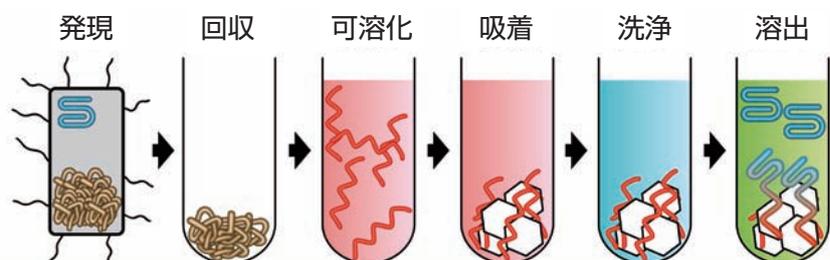
日本糖鎖科学統合データベース (JCGGDB) トップページ (<http://jcg gdb.jp>)

タンパク質の大量入手法開発とその利用

タンパク質の需要

現在、多くの動植物で遺伝子の解読が進んでいます。しかし、実際の動植物体の中で機能しているのは遺伝子そのものではなく、その情報により生産されるタンパク質です。遺伝子の解読が進んだ今、ライフサイエンスの分野では、タンパク質の機能解明が盛んに行われています。これらの研究の推進や、成果の産業などへの応用には、多種多様なタンパク質が大量に、しかも安価かつ手軽に得られることが必要となります。

現在でもタンパク質は、化学的に合成することは困難で、ある生物から取り出した遺伝子情報を別の生物のタンパク質生産系に組み込んで生産させています。タンパク質生産系としては大腸菌、昆虫細胞、哺乳動物細胞、無細胞系などがあり、それぞれに長所と短所があります。簡便に大量のタンパク質を得るには大腸菌生産系が有利ですが、欠点もあります。生産させたタンパク質がインクルージョンボディと呼ばれる不溶性で生化学的に不活性な塊を形成してしまう場合がたいへん多いという点です。そこで、そのインクルージョンボディを処理して生化学的に活性なタンパク質に復活させる方法であ



- | | |
|---------------------------|-------------------|
| 可溶性タンパク質(活性型) | 塩酸グアニジンを含むバッファー |
| 不溶性タンパク質(不活性) インクルージョンボディ | 塩酸グアニジンを含まないバッファー |
| 可溶化タンパク質(不活性) | 溶出用の添加剤を含むバッファー |
| β 型ゼオライト | |

図1 ゼオライトを利用したタンパク質リフォールディング法

るリフォールディングという技法が確立されると、大腸菌生産系との組み合わせにより、タンパク質の大量生産システムが確立されることになります。

ここで簡単にタンパク質の構造について説明します。タンパク質は多数のアミノ酸が脱水縮合することによって形成され、アミノ酸が長く鎖状につながった高分子（アミノ酸鎖）です。タンパク質を構成するアミノ酸は20種類ですが、それぞれの性質が異なるため、鎖中のアミノ酸同士の相互作用により、一定の立体構造に折りたたまれて安定化します。正しく折りたたまれたタンパク質は、その形態に基づい

て生化学的にユニークな機能をもつようになります。先に示したインクルージョンボディとは、アミノ酸のつながり方、すなわちタンパク質の基本構造は正しいが、立体構造が正しくできていない状況になります。アミノ酸鎖の折りたたまれ方が正しくないため、本来の形態を持たず、生化学的な機能も発現しないということです。

ゼオライトを用いたリフォールディング法の開発

私たちは、インクルージョンボディを塩酸グアニジンで溶解させる、すなわち、正しく折りたたまれていないアミノ酸鎖をいったん引き延ばしてゼオライトに吸着させた後、塩酸グアニジンに代わって、いくつかの溶質成分を含む緩衝液に置き換え、タンパク質を溶離させると、その過程でタンパク質のリフォールディング、つまり正しい折りたたみが起こることを発見しました。この現象を元に、タンパク質の吸着担体としてゼオライトを用いたリフォールディング法を開発しました。その基本的な手順を図1に示します。

この手法を汎用的なリフォールディング法として実用化するためには、い



1985年、産総研の前身である工業技術院に入所。元々の専門分野は電子顕微鏡・表面分析などの機器分析でしたが、入所後、気相法による固体電解質を利用した膜型反応器の作製や燃料電池材料、熱電材料などの評価を行ってきました。数年前より、無機多孔質材料を扱うようになり、最近、とあるきっかけから、タンパク質などの生体高分子材料と無機材料との融合領域にて、新たな技術の種を探しております。

角田 達朗 (つのだ たつお)

t.tsunoda@aist.go.jp

コンパクト化学プロセス研究センター
ヘテロ界面チーム

くつかの問題があります。特に重要なのは、タンパク質の多様性に対する適応性の確保です。現在までのところ、数10種類のタンパク質に対して適応可能性を評価したところ、かなりの確率でこの手法が有効であることが確認されています。人間を構成するタンパク質は、2万5千種とも3万種ともいわれています。このような多種多様なタンパク質に適応できるよう、この手法の完成度を高めることが実用化のための鍵と考え、迅速で簡便なリフォールディング条件の設定が行えるスクリーニング手法を検討してきました。溶出用の添加剤を含むバッファーの性状が重要であると分かり、基本成分であるポリエチレングリコールの濃度やpHなどの最適値を迅速かつ簡便に設定できる手法を確立しました。

従来、リフォールディング法として希釈法や透析法が用いられています。しかし、それらの手法はスケールアップするのが難しく、連続的な大量生産に適応し難い方法でした。一方、ゼオライト担体をカラム化し、連続処理できるようなシステムを構築することは困難なことではありません。つまり、この技術はタンパク質の機能解明研究のインフラ技術としての展開のみならず、タンパク質の大量生産システムの構築が可能となると考えました。

このリフォールディング技術開発とは別に、やはりシリカ系の多孔質体である、メソポーラス材料（タンパク質分子の大きさと同程度の細孔を有する材料）を酵素の固定化担体として用いることで、酵素の耐性を向上させる効果を確認しています。多孔質材料に酵素を固定することで本来ならば活性を失ってしまうようなpH域や温度でも活性を維持することが可能になります（図2）。この技術は酵素反応

のもつ高選択性などを化学反応プロセスに利用する有効な手段となり得るものと考えられ、新たな化学反応プロセス技術の提供が期待されます。ゼオライトを用いたリフォールディング法を利用することで有用な酵素を大量生産することができ、それと同時に酵素を用いたリアクターの開発も精力的に進めています。

研究の現場では

今回紹介した研究は、無機材料とタンパク質（酵素）との融合により展開が可能となったものです。この研究を進める上で最も重要なことは、異分野の研究者が一体となって研究を進めたことに尽きます。研究を効率的に進めるため、タンパク質や無機多孔質材料を自前で作成し、材料の評価や酵素反応評価までも実施できる一貫体制を構築していますが、一番大切なのは異分野の研究者の人の輪（和）であり、バッ

クグラウンドの異なる研究者同士がお互いを尊重しつつ、忌憚のない議論を交わすことができたためと考えています。これらの研究成果は、現研究室メンバーがいてこそのもので

「オートクレーブ」という装置があります。生化学分野の人にはよく使う滅菌用の圧力釜になりますが、無機材料合成分野の人にとっては、ゼオライトなどを合成する水熱合成用の圧力容器になります。両者の基本的機能は似ているものの、大きさや外見は全く異なります。研究を始めたころ、このような言葉の違いなど、研究分野が異なることに起因するエピソードは枚挙のいとまがありません。無機材料と酵素との融合により実用化の望まれる技術の種は、まだいくつも出てくるものと思われま

す。新たな技術の種を見いだすため、第1種基礎研究を含めて、この領域での研究を進めていきたいと考えています。

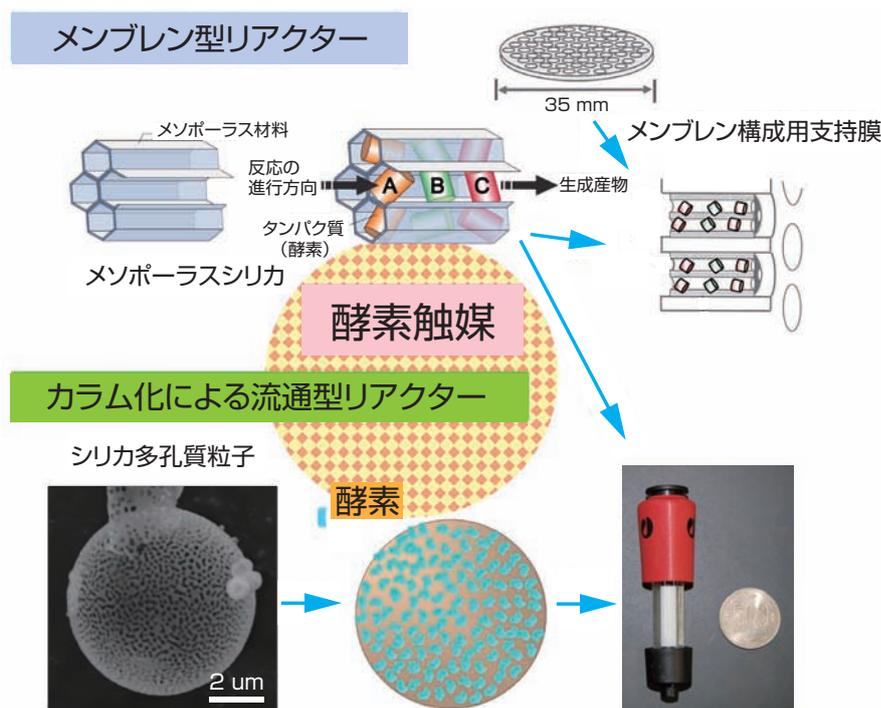


図2 固定化酵素によるリアクター2種

メタンハイドレート資源開発における本格研究 メタンハイドレート資源開発の商業化への道のり

世界的に加速する天然ガス需給

BP世界エネルギー統計2008によれば、世界の天然ガス埋蔵量は約177兆 m^3 、生産量は約3兆 m^3 /年であり可採年数は約60年です。日本における消費は1970年以降直線的に増加していますが、2007年は世界の生産量の3%に相当する900億 m^3 に達しました。総合資源エネルギー調査会需給部会の中間取りまとめ「2030年のエネルギー需給展望」では、2030年の天然ガスの一次供給エネルギーに占める割合を18%まで高めることとしており、日本の天然ガス需要は今後も引き続き増加するものと見込まれます。天然ガスの消費拡大の動きは、非OECD（経済協力開発機構）諸国、わが国周辺諸国、北米、南米などを中心に世界的にも高まっており、長期的な安定供給の必要性が増しています。さらに、2005年以降の急激な原油高に連動して天然ガス価格が急激な高騰を示しており、日本の液化天然ガス輸入価格も43円/ m^3 とここ3年間で約2倍となりました。このような状況の中、各国において在来型ガス田の開発促進のみならず、コールベッドメタンやタイトサンドガスなどの非在来型天然ガス資源の開発が進んでいます。



推定されている日本周辺のメタンハイドレート資源の分布
青色部分：物理探査によって得られたBSR(Bottom Simulating Reflector:海底擬似反射面)の分布。BSRが認められる領域にメタンハイドレート資源が賦存している。
産総研 地図資源環境研究部門 佐藤幹夫氏の情報に基づいて作成。

在来型ガス田とは異なるメタンハイドレート資源からの天然ガス生産手法

メタンハイドレート資源は、世界の大陸縁辺部の海域や凍土地帯に分布しています。日本でも南海トラフなどわが国周辺海域に分布しており、相当量の天然ガス資源として期待されるため、経済産業省ではその開発可能性の見極めと商業化のための技術整備を行うことを目的に2002年に「メタンハイドレート資源開発

促進事業」を開始し、独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構、財団法人エンジニアリング振興協会、産総研からなるMH21研究コンソーシアムによって実施されています。産総研は、2008年度で終了するフェーズ1において、貯留層特性の解析技術、生産性・生産挙動予測技術、地層の圧密変形予測技術、分解採取手法の評価技術など生産手法の開発のための研究開発を実施しています。これまでに、東部南海トラフ海域のメタンハイドレート資源からの天然ガス生産手法として貯留層の圧力を低下させる減圧法が有効であることを見だし、カナダにおける陸上産出試験を通じてその実証がなされたところ。

メタンハイドレート資源から天然ガスを生産する際には、在来型天然ガス資源の開発では見られないいくつかの特徴があります。掘削だけではガスが噴出してこないため何らか



1994年度から、「ニューサンシャイン計画総合研究」においてメタンハイドレートの研究を開始。2001年度から、経済産業省「メタンハイドレート開発促進事業」に参加し、「生産手法の開発」を担当。現在、本事業の実施母体である「MH21研究コンソーシアム」の生産手法開発グループリーダーおよび産総研メタンハイドレート研究ラボ長として、企業・大学と連携し、商業化のための技術整備を推進中。

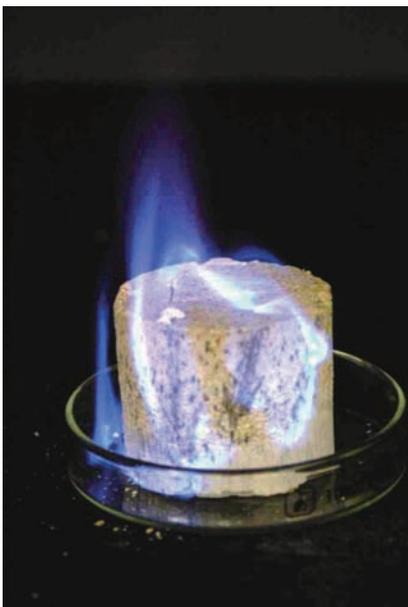
成田 英夫 (なりた ひでお)
h.narita@aist.go.jp
メタンハイドレート研究ラボ

の刺激によってメタンハイドレート
を分解してメタンガスにする必要が
あること、生産に伴ってガスの流れ
やすさや強さ、熱の伝わり方などの
貯留層の特性が大きく変化すること、
メタンハイドレートを分解しガスに
したときには周りから多くの熱を吸
収し温度が低下することなどが代表
的な特徴です。研究開発当初は世界
的にも参考とする事例がありません
でした。このため、メタンハイドレ
ート層の温度・圧力条件を再現した原
位置条件における測定技術の開発など
の解析・評価技術基盤を整備する
ことから着手し、現在、産総研では
世界にも例を見ない総合的なコア試
験が可能となりました。振り返れば、
この成功の陰には、メタンハイドレ
ートの物理化学を中心とするこれまで
の第1種基礎研究の蓄積に負うところ
が大きかったと思われまます。

商業化に向けて重要な中核拠点とし ての役割

2009年度からは、商業化への技術
整備を本格化するためのフェーズ2が
開始予定です。フェーズ2では、商業
化のために何が重要かという意識と
目的を持って取組むことが強く要請
されます。商業化にあたっては、石油・
ガス開発企業の多額の投資に見合う
だけの生産可能な資源量があるかど
うか、事業レベルのガス供給量と供
給の安定性が確保できるか、安全な
操業が可能か、事業としての収益が
見込める経済性が見通せるか、海
洋・海底環境に影響を及ぼさない社
会受容性のある生産が可能か、供給
するガスが現行インフラと整合性が
あるかなどの種々の要件を技術整備
によって満たす必要があります。こ
れらの商業化に必要な技術的要件を
抽出し、それを解決するための技術
整備や基準策定を実現するためには、

石油・ガスの開發生産に携わってい
る企業など各分野の知識と経験を有
機的に結合しながら実践的にあたる
ことが不可欠と考えられます。これ
までのMH21コンソーシアムの取組
みによって、相当量のメタンハイド
レート資源の存在が確認され、そこ
から天然ガスが生産できる技術的見
通しが立っています。今後は、回収
率や生産性の向上、合理的な生産シ
ステムの構築などを目的とした、よ
り経済性の高い実践的な生産手法の
開発がこれまで以上に求められるこ
ととなります。それらの取組みが具
現化され日本の持続的経済成長に貢
献するためには、産総研のもつ試験
設備群と集積したノウハウを活かし
ながら、企業、大学の人材育成など
の取組みによって日本および世界の
中核研究機関としての役割を果たし
ていくことが必要と考えています。



メタンハイドレート堆積物コア試料
(天然コアの再現試料) の燃焼の様子



陸上産出試験におけるフレア
(2008年3月、写真提供：独立行政法人 石油天然ガス・金属鉱物資源機構)

酸化タングステンナノチューブの合成に成功

可視光で働く光触媒として室内での応用に期待



宮内 雅浩

みやうち まさひろ

m-miyauchi@aist.go.jp

ナノテクノロジー研究部門
ナノ構造制御マテリアル
グループ
主任研究員
(つくばセンター)

酸化物ナノ粒子の合成技術を基に、光機能などへの応用展開に挑戦しています。安定で、かつ資源としてありふれた酸化物を用い、ナノ構造を工夫することでこれまでの機能を大幅に向上させたり、新しい機能を見つけだすことを目指しています。

関連情報：

● 共同研究者

ZHAO Zhigang (産総研)

● 参考文献

Z. Zhao et al.: *Angew. Chem. Int. Ed.* 47, 7051 (2008).

● プレス発表

2008年8月4日「簡便な方法で酸化タングステンナノチューブの合成に成功」

簡便な方法で酸化タングステンナノチューブを合成

光触媒は空気浄化や抗菌などの機能をもち、さまざまな分野で応用されています。しかし、これまでの光触媒のほとんどは紫外線でしか光触媒機能を発揮しないため、室内などの紫外線の少ない環境での効果は不十分でした。今回、私たちは酸化タングステンをベースに、高い可視光活性をもつ光触媒の開発に成功しました。開発した光触媒はチューブ形状で酸化タングステンの微結晶の集合体からなり、壁の部分にナノメートルオーダーの細孔が存在するナノポーラス構造をもちます。ナノポーラス構造をもつため比表面積が大きく、それによって高い光触媒活性を示します。

水熱法で合成できるため低コストで大量合成が可能であり、紫外線の少ない室内環境でも有害な揮発性有機化合物 (VOC) などを分解・浄化できる「安全、健康住宅部材」への実用化が期待されます。

酸化タングステンナノチューブの走査型電子顕微鏡による観察

合成した酸化タングステンナノチューブの走査型電子顕微鏡写真を下に示します。ナノチューブは100 nm以下の微結晶の集合体からなり、ナノチューブの壁の部分に大きさが数10 nmの多数の細孔が存在し、高い比表面積を

もつナノポーラス構造です。このナノチューブの大きさは、外径が300～1000 nm、長さが2～20 μmです。合成方法はきわめて簡便で、密閉容器内で出発原料と溶媒を加熱する水熱法によって収率良く合成することができます。この研究では、水熱反応溶液の中に尿素を導入することでナノチューブの形成が可能になることを見出し、高収率の合成プロセスを開発しました。今回用いた水熱法では、高価な鋳型剤が不要であるため、低コストで、大量合成が可能な製造プロセスとなります。

今回開発した酸化タングステンナノチューブの表面に助触媒として白金微粒子を担持させたところ、従来の窒素ドーピング型酸化チタンと比較して約8倍という高い活性を示しました。また、市販の粒子状の酸化タングステンと同様に白金を担持したサンプルと比較しても、白金を担持した酸化タングステンナノチューブは3倍以上高い可視光による触媒活性を示しました。

今後の展開

酸化タングステンナノチューブの高い可視光活性の要因は、大きな比表面積をもつナノポーラス構造にあります。今後は、ナノチューブの内壁、外壁に選択的に助触媒を担持することで、さらなる高活性化を目指します。また、コーティング部材への応用を考えた薄膜化プロセスなどを開発していきます。



酸化タングステンナノチューブの走査型電子顕微鏡写真

リチウムイオンの出入りを可視化

リチウムイオン電池の正極材料開発に大きく貢献



秋田 知樹

あきたともし

t-akita@aist.go.jp

ユビキタスエネルギー研究部門
ナノ材料科学研究グループ
主任研究員
(関西センター)

電子顕微鏡を用いて、燃料電池、リチウムイオン電池などに関する機能材料の構造解析を行っています。電子顕微鏡技術を駆使し、原子スケールからの機能解明と材料開発への応用を目指しています。

関連情報：

● 共同研究者

吉川 純、田淵 光春、鹿野 昌弘、辰巳 国昭、香山 正憲 (産総研)

● 参考文献

[1] J. Kikkawa *et al.*: *Electrochem. Solid-State Lett.* 11, A183 - A186 (2008).

[2] J. Kikkawa *et al.*: *J. Appl. Phys.* 103, 104911 (2008).

[3] J. Kikkawa *et al.*: *Appl. Phys. Lett.* 91, 054103 (2007).

● プレス発表

2008年8月18日「リチウムイオンの出入りを可視化する電子顕微鏡観察技術を開発」

● この研究は、独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の委託研究「次世代自動車用高性能蓄電システム技術開発 (Li-EAD プロジェクト) - 高容量・低コスト新規酸化物正極材料の研究開発 -」の支援を受けて行われました。

電子顕微鏡観察技術

電気自動車への利用に向けてリチウム (Li) イオン電池を高性能化するためには、安価で高性能な正極材料が求められており、新たな設計指針に基づいた材料開発が必要です。新たな設計指針の構築のためには、電池正極材料での Li イオンの出入りの様子を明らかにする必要があります。走査透過電子像観察-電子エネルギー損失分光 (STEM-EELS) を用いたスペクトラム・イメージング法は、試料の構成元素の濃度分布を可視化できる手法ですが、これまで Li の可視化は困難でした。今回、独自のスペクトルデータ処理法を適用し、ナノスケールでの Li 濃度分布の可視化に成功しました。この技術を用いて、正極材料のナノ構造と Li イオンの挙動の関係を解明しました。今後、ナノメートルレベルで微細構造を設計・制御した新しい正極材料の開発に貢献できると考えています。

Liイオンの出入りを可視化

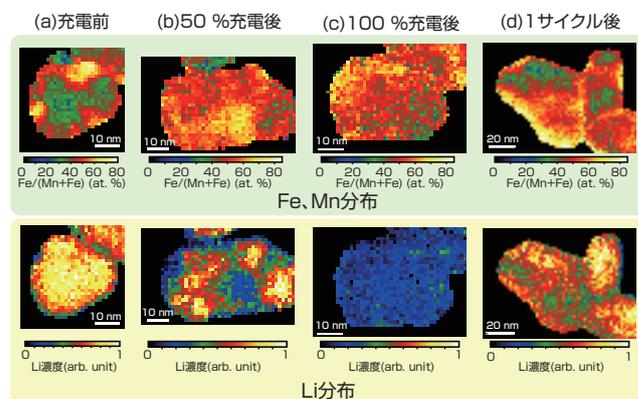
観察した材料は、鉄含有リチウムマンガン酸化物 ($\text{Li}_{1.2}\text{Mn}_{0.4}\text{Fe}_{0.4}\text{O}_2$) です。この材料では、層状岩塩型構造をもつ Li_2MnO_3 系固溶体と立方晶系岩塩型構造をもつ LiFeO_2 系固溶体の 2 つの酸化物結晶が、ナノメートルサイズのドメイン (領域) を形成していますが、酸素は両ドメインに共通の格子を形成しており、特異なナノ構造体であることがわかりました。マ

ンガン (Mn) が高濃度のドメイン (緑・青)、鉄 (Fe) が高濃度のドメイン (黄色) があり (図上段)、それぞれ、 Li_2MnO_3 、 LiFeO_2 に近い組成のドメインです。

今回、EELS スペクトルの 2 階微分値が濃度に比例することを利用して、信号強度解析を行い、Li の信号強度を定量化して、濃度分布の可視化に成功しました。実際の充電、放電の各過程で取り出した試料について、各過程での Li イオン挙動を検討しました。充電前は、Li 濃度分布は均一ですが、50 % 充電後では、Fe の多い領域の Li 濃度が著しく低下しており、Fe の多い領域が最初に Li 脱離を起こすことがわかりました。100 % 充電領域では全体から Li 脱離を起こしていることから、Mn の多い領域からも、Li 脱離を起こすことがわかりました。

今後の展開

LiFeO_2 と Li_2MnO_3 は、どちらも単体では電気化学的に不活性ですが、両者の固溶体をナノレベルで複合化することで、電気化学的に活性な材料ができたことになり、正極材料の重要な設計指針が得られました。1 サイクル後には、Li イオンの挿入が確認できましたが、その濃度は充放電前より低くなっています。これは充電容量に対する放電容量が低いことに相当しており、今後、解決しなければならない課題です。



リチウムイオン電池の正極材料 (Li_2MnO_3 - LiFeO_2) の、充電・放電の各過程 (左から右、(a) ~ (d)) での、遷移金属元素濃度分布図 (上図) とリチウム元素濃度分布図 (下図)。

Google Earth™を利用した大気汚染予測ソフト 衛星写真上に化学物質の大気中濃度マップを表示



東野 晴行

ひがしのはるゆき

haru.higashino@aist.go.jp

安全科学研究部門
環境暴露モデリンググループ
研究グループ長
(つくばセンター)

これまで、主に環境暴露濃度を推定するモデルの開発や排出量推計の分野の研究に携わり、得られた成果は ADMER のようなソフトウェアやリスク評価書として、広く社会に還元してきました。今後も、ツールや評価書のような「目に見える製品」を生み出すという明確な目標をもって研究活動を行っていきたいと考えております。

関連情報：

● 参考文献

東野 晴行 他：日本リスク研究学会誌，17（3），63-74（2008）。

※ ADMER の Web サイト：
<http://www.aist-riss.jp/software/admer/>

● プレス発表

2008年8月5日「機能強化した『曝露・リスク評価大気拡散モデル (ADMER (アドマー) Ver.2.5)』を公開」

曝露・リスク評価大気拡散モデル (ADMER) の公開

化学物質の広域大気中濃度分布や曝露人口分布を予測するソフトウェア ADMER (Atmospheric Dispersion Model for Exposure and Risk Assessment) をバージョンアップし、2008年8月5日から無償でダウンロードできるようにしました。

ADMERは、日本の各地域における化学物質の大気中濃度を排出量と気象条件から計算するモデルであり、2002年から無償公開してきました。今回のバージョンアップでは、Google Earth™の衛星写真上での濃度マップ表示、並列計算処理による高速化、操作性の向上、気象庁アメダスデータのダウンロード機能の搭載などの改良を行いました。Google Earth™を利用して大気汚染濃度の分布を表示するソフトウェアは、日本では初めてです。

今回のバージョンアップのポイント

(1) Google Earth™での化学物質の大気中濃度マップ表示

以前から ADMERには地図表示機能がありましたが、背景地図は市町村境界程度のものしか内蔵されていないため、詳細な地図は別入手する必要があります。そこで、Ver.2.5では、Google Earth™の衛星写真の上に計算結果（濃度マップ）を表示する機能を加えました。Google Earth™を利用することにより、ユーザーは高価な地図データを使用せずに簡便かつ無償で詳細な地図データを背景として利用することが可能となりました。

(2) 並列計算処理による高速化

化学物質の大気中への拡散計算を並列処理することにより高速化を図りました。市販のクアッドコアCPUを搭載したパソコンを用いる場合、計算が約3倍高速化されました。

(3) サブグリッドグループの導入

従来の Ver.2.0では、サブグリッド計算を行う場合、ADMERグリッドを1つずつサブグリッド計算対象として登録しなければならず煩雑な操作が必要でした。Ver.2.5では、複数の ADMERグリッド (サブグリッドグループ) をまとめて、一度に計算できるように改良しました。

(4) アメダスデータダウンロード機能

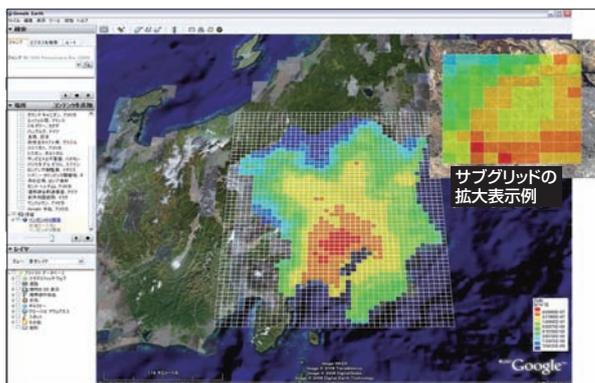
必要なデータだけを専用フォーマットで、産総研の ADMERサイト*からネットワーク経由にてダウンロードできるようになりました。これにより、アメダス観測年報 CD-ROM を用いなくても、ADMER用気象データが作成可能となりました。

(5) その他の改良点

プログラム本体や各種データを、容易にバージョンアップできるようになりました。また、表示色や階級値の設定操作を使いやすくするなどの改良も同時に行いました。

今後の展開

今後は、データの自動アップデート機能を利用して、気象データや各種指標データなどの供給を行っていきます。また、講習会などを通じて ADMER の普及を図りたいと考えています。



ADMER Ver.2.5 での Google Earth™ を用いた大気中のベンゼン濃度分布表示の例

レーザーコンプトン散乱エックス線源の開発

単色性の高いエックス線の医学利用への展開



黒田 隆之助

くろだりゅうのすけ

ryu-kuroda@aist.go.jp

計測フロンティア研究部門
光・量子イメージング技術研究
グループ
研究員（つくばセンター）

早稲田大学理工学研究科物理学
及応用物理学専攻修了、博士（工
学）。2005年入所以来、加速器
技術、レーザー技術の高度化研
究に従事し、それらを融合させ
たレーザーコンプトン散乱エッ
クス線源やテラヘルツ光源の研
究開発を行っており、社会での
早期実用化を目指しています。

関連情報：

● 共同研究者

豊川 弘之、池浦 広美、安本
正人、小池 正記、山田家 和
勝（産総研）、森 浩一（茨城
県立医療大）、酒井 文雄（住
友重機械工業株式会社）

● 参考文献

[1] 黒田隆之助 他：日本非破壊
検査協会機関誌 57 (6)、
265 - 269 (2008)

[2] 黒田隆之助 他、日本加速
器学会誌、5(2)137 - 143
(2008)。

[3] H. Ikeura-sekiguchi, et
al.: Appl. Phys. Lett., 92,
131107 (2008)

● 受賞歴

日本非破壊検査協会 平成 19 年
度春季大会 新進賞「非破壊検査
用レーザーコンプトン散乱エッ
クス線の開発と利用」

ICFA(International Committee
for Future Accelerators)
Workshop on "Compton
Sources for X/γ Rays:
Physics and Applications"
Best Oral Prize

●この研究は、計測フロン
ティア研究部門重点化
予算により実施されたもの
です。

単色性の高いエックス線を求めて

レントゲン撮影などのエックス線イメージング装置は、人体内部を透視することができるため、病巣などを非侵襲で観測できる医療診断の1つとして幅広く利用されています。これらには、いわゆるエックス線管が用いられ、医療だけでなく電子部品の非破壊検査などさまざまな分野で使用されています。しかし多くのエックス線管は、エネルギー幅が広く、特に低エネルギー成分が、医療診断における被験者や非破壊検査におけるサンプルの被曝線量を著しく増加させ、エックス線画像の分解能やコントラストの低下の大きな要因となっています。特にコントラストの付き難い軟組織の高度医療診断などでは、エックス線管による波長域が広いエックス線（白色エックス線）では不十分であることが知られています。そのため、波長の揃ったエックス線（単色エックス線）が求められますが、周長が数kmもある大規模な放射光施設でのみ実現されているのが現状です。そこで、産総研では、制動放射や特性エックス線を利用した古い技術（1910年頃～）に代わる、レーザーコンプトン散乱という新しい技術を用いた比較的小型の単色性の高いエックス線発生装置の開発を行っています。

レーザーコンプトン散乱エックス線源

レーザーコンプトン散乱は、高エネルギーの電子ビームとレーザー光（低エネルギーの光子）を衝突させ、エックス線（高エネルギーの光子）として弾性散乱させる現象で、このエックス線は、単色性（数%のエネルギー幅）、短パルス性、微小光源性など優れた性質を持っており、装置規模も大規模放射光施設と比べ、電子のエネルギーが1/100以下ですむため、たいへんコンパ



図1 レーザーコンプトン散乱エックス線発生装置

クトです。産総研では、レーザーコンプトン散乱を利用した単色性の高いエックス線発生装置の開発を、リニアックと呼ばれる小型電子線形加速器をベースとした1つの中規模実験室（10 m × 10 m）で行っています^[1,2]。この装置では、図1に示すように質の良い電子パルスと、質の良いレーザーパルスを衝突させ、質の良いエックス線パルスを発生させることができます。電子パルスは、レーザーフォトカソード高周波電子銃と小型リニアックにより最大約40 MeV（メガエレクトロンボルト）のきわめて高品質のピコ秒電子パルスを実現しています。レーザーパルスは、チャープパルス増幅を用いたテラワット級高出力チタンサファイアレーザーによってフェムト秒レーザーパルスを実現しています。これらの電子・レーザーパルスを高精度の時間・空間同期システムにより衝突させ、約10～30 keV（キロエレクトロンボルト）の任意のエネルギーで単色性の高いエックス線パルスを生成することができます。エックス線は、毎秒10⁷個以上の光子数が得られ、最近では、図2のようなラットの腰椎をサンプルとした屈折コントラスト強調法による高精彩なエックス線イメージ像（光源-サンプル間距離約3 m）を得ることに成功しました^[3]。

今後の展開

現在、マルチ衝突レーザーコンプトン散乱という手法を用いて、エックス線収量を現在の約100倍、毎秒10⁹個以上とすることを目標に研究開発を進めています。この技術が実現できれば、リアルタイムで高分解能の生体イメージングが可能となり、レーザーコンプトン散乱エックス線発生装置が、一般の病院での高度医療診断や治療技術の飛躍的な発展につながると期待されます。

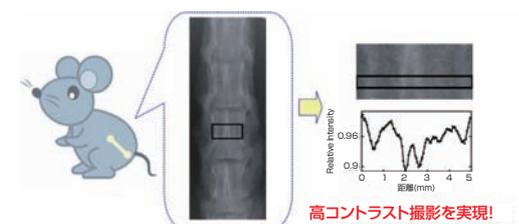


図2 屈折コントラスト強調法によるラットの腰椎イメージング(図は [3] に掲載されたものを修正して使用)

低温廃熱を利用した吸着式ヒートポンプシステム

天然土壤中に存在するナノ物質が熱交換材に

特許 第3785455号
(出願2002.7)

●関連特許

登録済み：国内1件
出願中：海外1件
国内4件

研究ユニット：

サステナブルマテリアル研究部門
地圏資源環境研究部門

適用分野：

- 工場などからの未利用低温廃熱（80℃以下）の利用
- 太陽熱や温泉水の利用

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/>

目的と効果

イモゴライトというナノチューブ状のアルミニウムケイ酸塩を吸着式ヒートポンプ用熱交換材として用いることにより、80℃以下の未利用低温熱源や太陽熱などから冷媒を得ることを可能にしました。さらに、水蒸気吸脱着速度を高める工夫として、チューブの長さが短いイモゴライトの開発にも成功し、より効率的な吸着式ヒートポンプ用熱交換材を提供することができます。

技術の概要、特徴

イモゴライトは、ナノチューブ状のアルミニウムケイ酸塩であり、外径約2.5 nm、内径約1 nm、長さ数十nm～数μmの大きさをもっています（図1）。その特異な形状と、吸着性および水との優れた親和性から、さまざまな工業的応用が期待されており、水の吸着性を利用したものとしてヒートポンプ用熱交換材・自律的調湿材料・結露防止剤などが考えられるほか、吸着性能等を利用したものとして、燃料貯蔵媒体・有害汚染物質吸着剤・フィラーなども検討され

ています。

イモゴライトは、真空に引きながら脱気した場合には、再生温度が40℃程度の低温においても相当な熱交換可能量をもっており、ヒートポンプ熱交換材として優れた性能を示しています（図2）。イモゴライトのヒートポンプ熱交換材としての機能においては、水蒸気の吸脱着にイモゴライトチューブ内側の細孔が用いられていることから、イモゴライトチューブの長さを短くした吸着剤（非晶質イモゴライト）を開発し、この材料によって水蒸気の吸脱着速度を大きくすることも可能となりました（図3）。また、このようなヒートポンプ熱交換材の性能を検討するため、吸着式ヒートポンプ試験機の試作もを行っています。

発明者からのメッセージ

イモゴライトの応用の中でも吸着式ヒートポンプにおける熱交換材としての利用は、低温熱源を用いて効率的に冷媒あるいは温媒を得ることが期待できることから、将来のエネルギー的観点からも含め重要な課題と考えています。

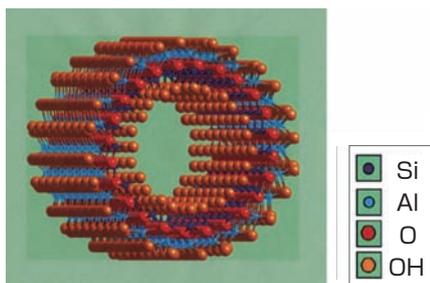


図1 イモゴライトの構造模式図

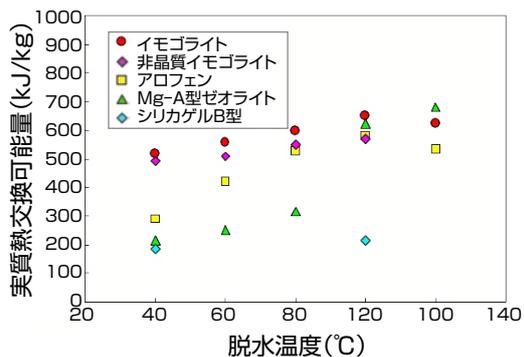


図2 各種吸着剤の実質熱交換量

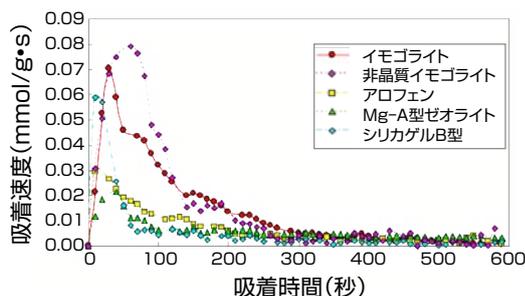


図3 各種吸着剤の吸着速度

配電系統情報監視システム

配電系統への分散型電源導入可能量を増大させる

特許 第4019150号
(出願2004.3)
●関連特許
出願中：国内1件

研究ユニット：

エネルギー技術研究部門

適用分野：

● 分散型電源、配電系統、
系統連系、電圧調整

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

産総研イノベーションズ

(経済産業省認定 TLO)
〒305-8568
つくば市梅園 1-1-1
産業技術総合研究所
つくば中央第2
TEL：029-861-9232
FAX：029-862-6159
E-mail：aist-innovations@ma.aist.go.jp

目的と効果

太陽光・風力など再生可能エネルギーを用いた発電や、発電排熱を有効利用するコジェネレーションシステムは有望なCO₂排出削減手段です。これらは従来の大規模集中型電源に比べ小容量の分散型電源で配電系統に連系されますが、電力系統に大量連系すると逆潮流の発生など電力の流れが複雑になり配電線路の電圧維持が困難になります。今回の発明により、従来は独立して制御されていた変圧器タップや分散型電源の無効電力を協調的に制御することで、配電系統内の電圧調整能力を向上させ分散型電源の連系可能量を増大できます。

技術の概要、特徴

図1に示す簡略化した配電系統モデルでは、配電用変電所から全長5 kmの配電線が伸びており、途中に下流側の電圧調整のためSVR（単巻変圧器）が設置されています。需要家が消費する有効電力 P_1 、 P_3 は負荷の需要や分散型電源の発電の変化に伴い時々刻々と変動します。有効・無効電力潮流が変わると配電線の抵抗・リアクタンスのため線路電圧 ($V_0 \sim V_3$) も変動す

るので、変圧器のタップ位置 N_0 、 N_2 や分散型電源の無効電力 Q_3 を調整して線路電圧を規定範囲 (V_1 と V_h の間) 内に維持する必要があります。従来の制御法では各機器が制御パラメータ (N_0 、 N_2 、 Q_3) を自端情報に基づき独立に制御します。この発明では配電系統情報監視所が情報通信線により N_0 、 N_2 、 Q_3 を協調して制御します。独立制御では図2のように有効電力 P_1 、 P_3 が大きくなる重負荷時間帯に、自端電圧 V_3 が規定範囲内なので分散型電源が無効電力 Q_3 をほとんど出力しないなど N_0 、 N_2 、 Q_3 が適切に調整されず、線路電圧 V_0 と V_1 が定常的に規定範囲から逸脱しました。これに対し協調制御では図3のように、重負荷時間帯でも N_0 、 N_2 、 Q_3 が的確に調整され、全線路電圧の定常的な逸脱を抑制しました。

発明者からのメッセージ

上記の例では無効電力を調整する分散型電源が1台だけですが、複数台の場合にも適用できます。この発明が分散型電源大量導入の一助となり、地球温暖化防止に貢献できたら幸いです。

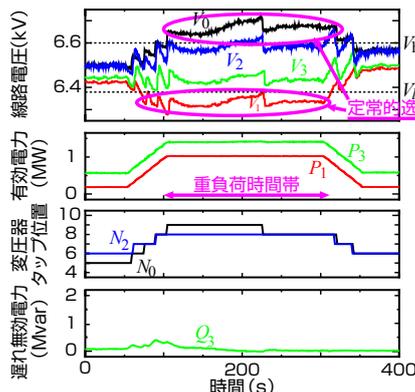
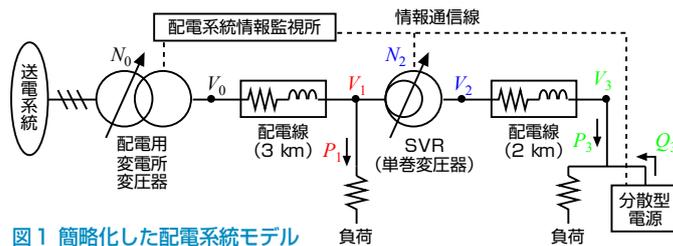


図2 従来の独立制御による電圧調整を行った場合

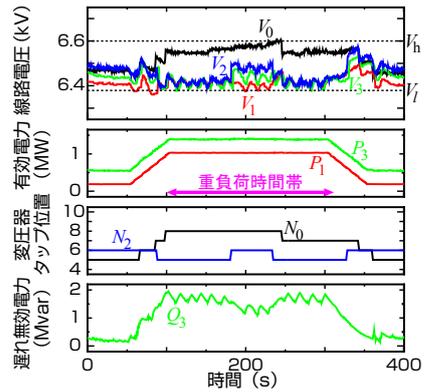


図3 本発明の協調制御による電圧調整を行った場合

基準太陽電池の一次校正が「ASNITE認定」を取得

太陽電池の製品認証の信頼性向上・普及促進



猪狩 真一

いがり さねかず

sanekazu.igari@aist.go.jp

太陽光発電研究センター
評価・システムチーム
主任研究員
(つくばセンター)

財団法人日本品質保証機構 (JQA) で太陽電池の性能・信頼性評価法の研究開発に従事。この間、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO)、太陽光発電技術研究組合 (PVTEC)、財団法人光産業技術振興協会 (OITDA)、財団法人日本ウェザリングテストセンター (JWTC) などの関連委員会に委員として参画。1998～2000年、財団法人日本エネルギー経済研究所 国際プロジェクト研究員として中国科学院電工研究所への技術移転を指導。その後、JQA ISO 審査本部を経て2004年に産総研入所。標準化と信頼性を中心に研究に取り組んでいる。現在、マテリアルライフ学会理事、独立行政法人製品評価技術基盤機構 (NITE) 技術アドバイザー。

関連情報：

●参考文献

猪狩 真一：電機, 702(01), 14-19(2007).

猪狩 真一：計測標準と計量管理, 53(2), 62-65

猪狩 真一：電機, 721(08), 6-9(2008).

ASNITE認定

太陽光発電研究センターは、一次基準太陽電池セルの校正機関として、独立行政法人製品評価技術基盤機構 認定センターから「試験所および校正機関の能力に関する一般要求事項」(ISO/IEC 17025) への適合性認定を取得しました(2008年5月16日、認定番号:ASNITE 0021 C)。

認定取得の意義

2005年4月より、太陽電池の国際認証制度 (IECEE-CB制度の一環) がスタートし、国内市場でも認証ラベル付き太陽電池モジュールが流通しています。世界市場を視野に入れて太陽光発電を飛躍的に普及させるうえにおいては、性能表示値の信頼性は不可欠であることから、各国政府などの普及補助の対象となる太陽電池には、トレーサビリティ証明が要求される見通しです。そのトレーサビリティの仲介標準として、性能表示の基準となるのが基準太陽電池です。私たちのISO/IEC 17025に対する適合性認定は、国際試験所認定協力機構 (ILAC) およびアジア太平洋試験所認定協力機構 (APLAC) の相互認証協定 (MRA) 通則にのっとっており、国際的に信頼できる校正機関としての証しです。

基準太陽電池セル

太陽電池の基本性能は、発電量です。実際の太陽電池の発電量は、設置場所、設置方位、日射量、分光放射照度、気温などにより変化します。そこで、国際的に合意された「標準試験条件 (基準太陽光スペクトル、放射照度、セル温

度など)」で性能を表します。日本では、気象条件から、自然光で基準太陽光が実現する日はまれです。そこで、基準太陽電池とソーラーシミュレーター (擬似太陽光) を使用した屋内測定法が採用されています。基準太陽電池は、ソーラーシミュレーターの照度を設定し、かつ、ソーラーシミュレーターと基準太陽光のスペクトルの違いを補正するのに使用します。

図1に、基準太陽電池の種類とそれぞれの規格番号を示します。図2に基準太陽電池セルの概観を示します。

基準太陽電池モジュールのJIS制定

JIS C 8921「二次基準シリコン結晶系太陽電池モジュール」(以下二次基準モジュール) が2008年6月20日に制定されました。二次基準モジュールは、主に生産ラインにおける製品評価の基準として用いられます。原案は、産総研に原案作成委員会を組織し、2004年度・2005年度の標準基盤研究の成果に基づき、産学官関係者の協力の下に作成されました。規定は「Requirements for Reference Solar Devices」(IEC 60904-2) と整合しています。当センターでは、二次基準モジュールの校正についてもASNITE認定を取得する予定です。

今後の展開

2008年度中に、依頼試験業務として一次基準太陽電池セルの校正を開始する予定です。依頼試験の受付は産学官連携推進部門を予定しています。

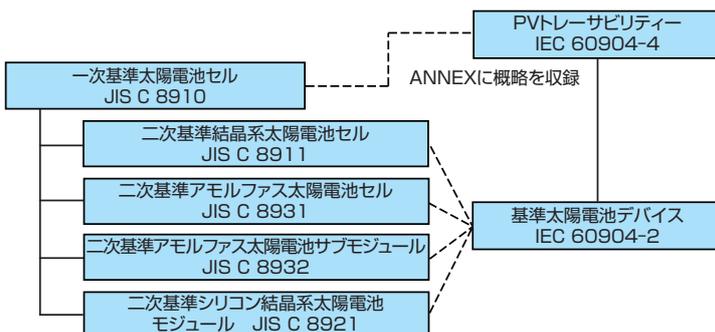


図1 基準太陽電池を規定する IEC 規格と JIS 規格の対応



図2 基準セル (結晶系) の概観 (左: JIS 推奨型、右: 世界太陽電池スケール推奨型)

試料非吸引採取方式による排出ガス成分の計測

煙道に設置して排出ガスを監視する



山田 耕一

やまだ こういち

kmt.yamada@aist.go.jp

環境管理技術研究部門
環境分子科学研究グループ
産学官制度来所者
(つくばセンター)

分子分光学を専門としています。原子や分子は、それぞれ固有の波長の光を吸収したり発したりします。その波長を精密に測定して、物質の構造や運動を解析する基礎研究が仕事です。分光法を大気中のガス分析に応用するため、吸収強度や線幅を実験室で精密に測定する研究もしてきました。最近では線幅からボルツマン定数を決める実験のお手伝いもしています。

関連情報：

●参考文献

[1] 山田 耕一：産総研 TODAY, 4(1), 26(2004).

[2] T.Hikida et al.: J. Mol. Spectrosc., 232, 202 - 212 (2005).

[3] H.Hikida, K.Yamada : J. Mol. Spectrosc., 239, 154 - 159 (2006).

分光法による排出ガス監視のための新たな標準

環境管理技術研究部門では、近年問題になっている地球温暖化現象の解明およびその対策技術の開発のために研究を進めてきました。その研究の一端は「産総研TODAY」2004年第1号で、特集「持続可能な社会を目指す環境技術の研究」として紹介されています。中でも、私たちは「地球温暖化ガスの計測と対策」として温室効果ガスをリモートセンシングする技術の研究をしてきました^[1]。地球温暖化ガスのうち、人為的に排出される二酸化炭素、メタン、一酸化二窒素などについては、排出抑制対策の実施が強く求められています。私たちはこれらのガスの排出状況を調査し、いわゆる固定発生源での排出量の測定をするための正確かつ簡便な計測法の開発をしてきました^{[2][3]}。

用いる手法は分子分光法です。物質はそれぞれ特有の波長の光を発したり吸収したりします。したがってその波長を測定すれば、物質の種類を決めることができます。また吸収や発光の強さからは、光の通る経路上にある物質の量と温度を導き出せます。言うまでもなく、この方法は地球温暖化ガス以外の有害物質についても適用できます。この手法が煙道から排出されるガスの監視に応用できることが明らかになり、新たな標準の制定が期待されていました。

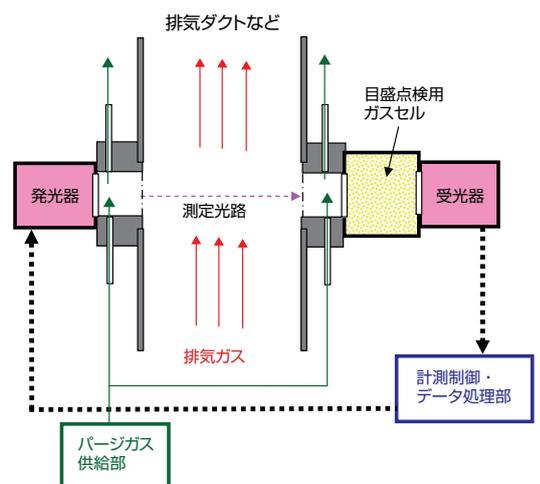
リアルタイムで監視するシステム

従来の工業規格では、ガスを採取して前処理を施した上で、分光法を含むさまざまな計測法によって分析するよう規定されていました。しかし、2008年3月20日、新たに制定されたJIS B 7993では、試料非吸引採取方式による計測法を採用しています。この「試料非吸引採取方式」という言葉はあまり聞きなれませんが、文字通り試料を採取することなしに、その場で測定するというものです。このためにリモートセンシングの特徴を備えた分光法は極めて有力な手段です。

例えば分光機器を図のように配置して、発電所や工場・廃棄物処理場から煙道を通して排出

されるガスを採取することなく計測・監視します。この測定法はしばしばパスマニター方式とも呼ばれます。JIS B 7993では、このように配置した各種分光計で、二酸化硫黄、一酸化窒素、一酸化二窒素、二酸化窒素、一酸化炭素、二酸化炭素、アンモニア、塩化水素、メタンおよび水分の濃度を長期間にわたり連続測定する自動計測装置の標準を規定しています。この新しい規定は、煙道中の有害物質の量をリアルタイムで監視できるという大きなメリットをもたらします。つまり、リアルタイムで監視しつつ排出量を最小限にするよう燃焼炉を自動制御するという、従来の規定による計測法では不可能だったことが可能になりました。また、この方式は煙道以外の対象にも応用可能^[1]ですが、そのような計測は工業規格としての標準化には時期尚早ということで、今回の規定には盛り込まれていません。

なお、この標準化にかかわる研究は2003年度および2004年度エネルギー・環境技術標準基盤研究費により実施されました。



煙道や排気ダクトに分光機器を配置する例

2008年岩手・宮城内陸地震の緊急現地調査

地表に出現した地震断層を確認



吉見 雅行

よしみ まさゆき

yoshimi.m@aist.go.jp

活断層研究センター
地震災害予測研究チーム
研究員
(つくばセンター)

土木・地震工学が専門で普段は数値計算を手がけていますが、産総研に入所してからは野外調査にも努めています。特に、地震の緊急調査は地震に遭遇した世代の責務と考え、できる限りの対応をしており、2004年中越地震では地形・地盤と被害調査、2007年能登半島地震と中越沖地震では余震観測、今回は地震断層調査を行いました。こうした地道な調査が少しでも将来の防災や研究に活かされればと願っています。

関連情報：

● 共著者

丸山 正、遠田 晋次、金田 平太郎、栗田 泰夫、安藤 亮輔、吉岡 敏和 (活断層研究センター)

● 参考 URL

[1] http://unit.aist.go.jp/actfault/katsudo/jishin/iwate_miyagi/index.html

調査および地震断層の概要

2008年6月14日発生の岩手・宮城内陸地震(マグニチュード7.2)を受け、活断層研究センターの緊急調査グループは地表地震断層の調査を行いました。地震翌日から2週間にわたる初動調査により、震源域東縁の南北20 kmほどの区間で今回の地震に伴う断層が所々に確認されました。これらの断層は主に山あいの低地の水田や道路を直線的に食い違わせており、上下変位が主体で、ほとんどの地点で最大変位は50 cm以下でした。一方、山中ではメートルオーダーの変位を持つ断層も確認されました。特に、荒砥沢^{あらと}ダム(巨大地すべりが発生したダム)北方の尾根では、東西およそ800 mにわたって最大およそ7 mのずれを持つ断層が確認されました。この断層の両端は巨大地すべりと岩盤崩壊につながっており、断層と崩壊との関連も注目される所です。

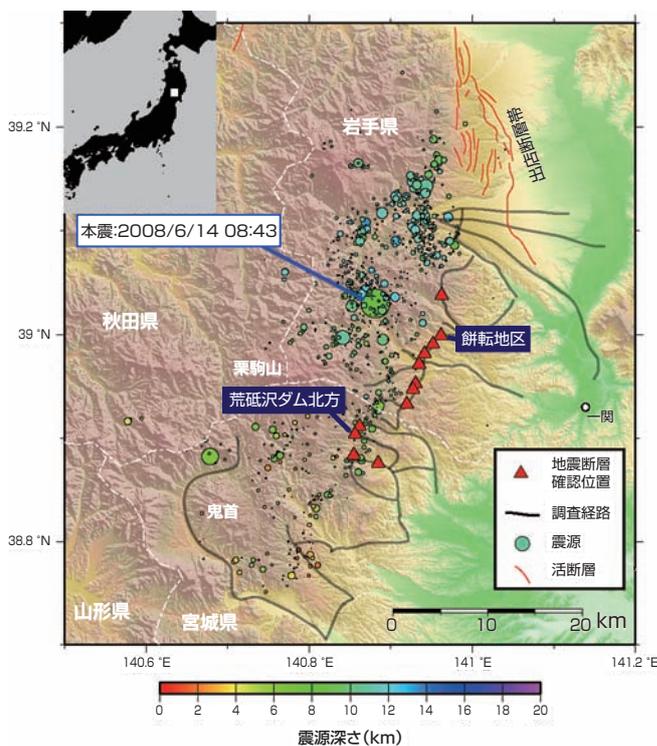
今回の地震のメカニズムは奥羽山脈を隆起させる逆断層型でしたが、確認した地表地震断層はこのメカニズムと調和的な性状を示していま

す。詳しい情報は、活断層研究センターのホームページで公開しています^[1]。

地表地震断層調査の意義

活断層がどのくらいの間隔で活動し、どのくらいの規模の地震を起こすかは、過去の地震活動の痕跡をたどる調査(地質・地形学的調査)に基づいて評価されています。今回の地表地震断層のように、地震で現れたことが確実な痕跡は、過去の地震像を理解する上で貴重な資料となります。活断層研究センターでは、緊急調査に引き続いて詳細調査を実施中です。

地表の地震痕跡は、その後の復旧や浸食などによりすぐに消えてしまいがちです。今回は地震当日に現地入りし、多くの地点で断層を確認できました。その反面、不明者の搜索活動や復旧作業が続くなかでの調査となり、地元の方々にご迷惑をおかけした感は否めません。調査に理解を示してくださった多くの方々に感謝いたします。最後に、犠牲者のご冥福をお祈りし、被災地の早期の復興を祈念いたします。



調査範囲と地表地震断層確認位置



地震により餅^{もち}転^{ころ}地区の水田内に現れた変位。右側の地盤が相対的に約50 cm持ち上がった。



地震により荒砥^{あらと}沢ダム北方の尾根に出現した崖。ここでは向側の地盤が相対的に上に約4 m、右に4 m以上動いていることが確認された。

座標測定機用標準の開発

新素材を用いた熱膨張・たわみの少ない国産標準



佐藤 理

さとう おさむ

osm-satou@aist.go.jp

計測標準研究部門
長さ計測科 幾何標準研究室
研究員
(つくばセンター)

座標測定機を用いた精密測定や校正、測定の不確かさ評価などに携わっています。今後は使いやすい標準、手に入れやすい標準の供給などへも貢献したいと考えています。

研究の背景

物体を3次的に測定することでモノの大きさや形を測定する「座標測定機」は、さまざまな製造現場で利用されています。座標測定機を使って正しく測定を行うためには、正確な値が分かっている「標準」を使って測定機を校正する必要があります。

産総研ではこの校正にホールプレートとよばれる標準(図1)を使用することで、3次的な座標補正を行う高度な校正を行っています。この校正には日単位の時間がかかりますが、校正作業中にホールプレートが温度変化により伸び縮みしてしまうと、正確な校正ができません。また、校正ではホールプレートをさまざまな向きに置きますが、このときホールプレートがたわんでしまうと、やはり校正の結果が正確でなくなります。そのため、熱で伸び縮みにくく、たわみの少ない材料で作られたホールプレートが必要になります。

これまでそのような便利なホールプレートを日本国内で入手することは、ほぼ不可能でした。現在産総研で使用しているホールプレートも、海外で特別に製造されたものです。一般のユーザーが産総研と同様の高度な校正を行うには、産総研で使用しているものと遜色ないホールプレートが必要です。そこで同じようなホールプレートを日本国内で供給できるように開発を行いました。



図1 ホールプレートを用いた座標測定機の校正

座標測定機用標準の開発

これまで使用してきたホールプレートは、温度変化による伸び縮みがほとんどない特殊なガラスで作られています。この材料は加工が難しく、たわみが大きくなりやすいという問題がありました。そこで熱膨張せず、剛性が高く加工がしやすいという特長を持つNEXCERA®というファインセラミックスに注目しました。この材料は、ブロックゲージという精密なゲージの材料として採用されたこともあります。

ホールプレートの製作では、それぞれの穴の向きがそろっていること、穴の形が正確であることが必要です。そのためテストピースを作り、仕上げ加工の条件などを変えて最適な加工条件を求めました。その結果、これまで使用してきたものよりも優れたホールプレートが製作できました(図2)。

今後の展開

熱膨張せず、またこれまで使用していた特殊ガラス製よりもたわみの少ないホールプレートを日本国内で製造できるようになりました。校正に必要な標準が国内で入手しやすくなることによって、座標測定機の高度な校正法が利用しやすいものになることを期待しています。

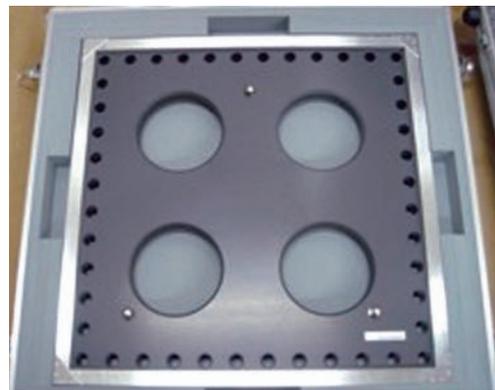


図2 新素材で作成したホールプレート

産総研における男女共同参画の取組み

男女共同参画とは

男女共同参画とは、「男女が、互いにその人権を尊重しつつ責任も分かち合い、性別にかかわらず、その個性と能力を十分に発揮することができる」（男女共同参画社会基本法、1999年）ことです。現在はこのような男女共同参画社会の実現を目指して国や自治体など行政サイドの施策だけでなく、産総研など職場でも男女共同参画の促進の取組みが行われています。具体的には女性の採用増や出産・育児・介護の負担がかかっても仕事を続けられる仕組みをつくること、男性も家族のために時間をを使うための支援、またそのような意識を男女とも当たり前のこととして持つようになることなどです。

産総研における男女共同参画の歩み

産総研における男女共同参画の取組みは、旧工業技術院時代すでに保育施設の検討を始めるなど、働きやすい職場環境整備の動きがありました。産総研が発足した2001年には、一時預かり保育施設を産総研所内に開設し、2005年度までの女性職員の採用・登用拡大計画を立てました。2005年には男女共同参画推進委員会を設置して2009年度末までの男女共同参画の取組みを立案しました。

2006年2月には「産業技術総合研究所 男女共同参画宣言」によって男女共同参画の決意を表明し、同年4月には具体策を推進する理事長直属の組織として、男女共同参画室を設置しました。また2007年には文部科学省 科学技術振興調整費「女性研究者支援モデル育成」に産総研が提案した課題「女性研究者グローバルエンカレッジ」が採択され、大学や研究機関を含むダイバーシティ・サポート・オフィスというコンソーシアムを作って、女性研究者支援活動も始めました。

産総研における男女共同参画の取組み

産総研では個々人の能力を最大限発揮できる環境の実現を目指して、所内システムの改善や職場環境の整備を行って

産業技術総合研究所 男女共同参画宣言

産総研は、多様な視点をもつ人々が共に働くことで研究そのものが真に豊かになり、より社会に有益なものになるとの確信のもと、男女の別にかかわらず個人の能力を十分に発揮できる環境の実現を目指します。

そのために、産総研のさまざまなシステムや職場環境の改善に加え、社会における諸活動に参加しつつ、科学技術分野への女性のさらなる参画を推進します。

2006年2月10日

ます。また、育児・介護を支援する制度を拡充しています。これは育児・介護と業務の両立を図ることが、産総研の業務効率と労働意欲の向上につながり、男女共同で家庭と社会および産総研の業務全般に寄与すると考えるからです。

産総研の男女共同参画の取組みは、具体的には以下のような活動があります。

1. 男女共同参画の意識喚起と啓発のための活動として男女共同参画講演会、シンポジウムなどの開催。
2. 女性研究者の採用割合を増やすための、現役女性研究者と学生との意見交換を重視したリクルート活動の実施。
3. 職員のキャリア形成のために、カウンセリング/アドバイザーの実施、エンカレッジセミナー、ロールモデル(規範となる先輩研究者)との懇談会の開催。
4. 育児・介護支援のための勤務環境整備の一環として、一時預り保育支援制度の充実、所内ウェブやパンフレットによる情報の提供。また、産休・育休時の研究・業務補助職員(代替要員)の配置、育児特別休暇制度の導入。

産総研男女共同参画室ではこれらの具体策を進めるために、所内の研究業務推進部門や能力開発部門などの研究関連・管理部門と連携しています。



男女共同参画シンポジウム（2008年5月21日 大阪）

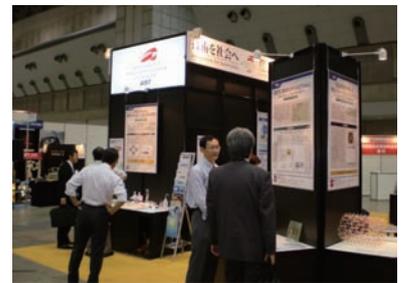
2008 産学官技術交流フェアへの出展

10月1日から3日にかけて、「2008 産学官技術交流フェア」が東京ビッグサイトにて開催されました。このフェアは「シーズとニーズのマッチング」をテーマに、共同研究や技術移転から大きなビジネスに繋げる場として活用されることを目的としたものです。

産総研では、「環境」をキーワードとして、「多機能自動調光ガラス及びフィルム」、「低温廃熱を利用した吸着式ヒートポンプシステム」、「ナノ構造

材料を活用した微量有害重金属イオン濃度の簡易計測技術」、「環境に優しいエンジニアリングプラスチック-ポリアミド4」など、9件の研究成果を展示しました。ワークショップセミナーでは、6件の展示技術について各研究者による紹介を行いました。また、「低炭素社会への取り組み」セミナーでは、中岩 勝 環境化学技術研究部門長が講演を行い、多くの聴講者が訪れました。展示ブースには積極的な質問が

寄せられるなど、産総研の研究成果への関心の高さがうかがえました。



産総研ブースの様子

環境報告書 2008 の発行

平成19年度の事業活動における環境配慮の状況などを取りまとめた「環境報告書2008」を刊行しました。

この冊子をご希望の方には、右記宛てにご連絡をいただけましたら、お送

りいたします。

報告書についてのご意見・ご感想をお寄せいただければ幸いです。

なお、2008年9月30日より産総研のホームページ上でも公表しています。

お知らせ

連絡先：産総研 環境安全管理部
 電話：029-861-2124
 FAX：029-861-2125
 E-mail：safe@m.aist.go.jp
http://unit.aist.go.jp/sep/ci/env/e_repo/

日仏交流 150 周年記念シンポジウム

「持続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」

日仏交流150周年にあたり、産総研およびフランス国立科学研究センターとのこれまでの連携の成果を紹介するとともに、産業界・大学・学会の指導的立場の方々から、持続的発展可能な社会実現に向けた公的科学研究の必要性や産業界との連携に関して、議論していただきます。

日時：2008年12月1日（月）13:30～18:00
 場所：国立大学法人 東京大学 安田講堂
 共催：産総研
 フランス国立科学研究センター
 参加申し込みはHPから
<http://www.aist-cnrs-sympo.jp>
 講演予定者：（敬称略）
 ・ルノー取締役社長兼最高責任者
 カルロス ゴーン
 ・パリ第6大学学長
 ジャン シャルル ポムロール

- ・パリ鉱山大学学長 ブノアルゲ
 - ・フランス工学アカデミー会長
 フランソワ ギノー
 - ・内閣府総合科学技術会議有識者議員
 相澤 益男
 - ・国立大学法人東京大学総長 小宮山 宏
 - ・産総研理事長 吉川 弘之
 - ・フランス国立科学研究センター総裁
 カトリーヌ プレシニャック
- ※日本側の産業界から他1名の講演者を予定

お知らせ

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

2008年11月 → 2009年1月

10月10日現在

期間	件名	開催地	問い合わせ先
11 November			
5日～7日	びわ湖環境ビジネスメッセ2008	長浜	077-528-3793
6日～7日	生命情報工学研究センター研究報告シンポジウム(CBRC2008)	東京	03-3599-8080 ●
12日	しんきんビジネスマッチング ビジネスフェア2008	名古屋	0564-25-7290
13日～14日	ビジネスEXPO「北海道 技術・ビジネス交流会」	札幌	011-716-9150
19日～21日	組込み総合技術展 Embedded Technology 2008	横浜	03-3219-3563
21日	計測標準フォーラム 合同講演会	東京	029-861-4120 ●
12 December			
1日	日仏交流 150周年記念シンポジウム	東京	029-862-6242 ●
9日	分散型エネルギーシンポジウム～要素技術とシステム～	東京	029-861-8942 ●
1 January			
22日～23日	計測フロンティア研究部門シンポジウム「先端計測分析技術開発から産業構造変革イノベーションへの潮流」	つくば	029-861-5300 ●

●は、産総研内の事務局です。

溶液化学に基づく機能集積材料の研究開発 ：「テーラードリキッド」技術の展開

先進製造プロセス研究部門 テーラードリキッド集積研究グループ 加藤 一実 (中部センター)

金属有機化合物や金属無機塩はさまざまな溶媒に溶解して均質な溶液を形成します。複数の金属イオンを含む多元系溶液においては、^{おの}各々の金属イオンが配位子を伴い、相互に作用することにより特異な構造に導くことができます。また、溶液内に共存する有機化合物との相互作用を利用すると、自然界にあるような精緻な構造を創ることができます。溶液内に含まれる化学種を目的生成物の最小のユニットとして仕立てた原料をテーラードリキッドと名付けました。形成された最小ユニットをボトムアップし、その機能をデザインすることは科学的に興味深く、産業への応用が期待されます。本グループでは、テーラードリキッド技術を核として、高感度環境センサー部材開発、有機光テープモジュールの開発、ナノクリスタルセラミックスの研究開発などを実施しています。



研究グループのメンバー



加藤さんからひとこと

溶液化学反応から生まれる精緻な構造について、形成のしくみの基礎科学的な解明と、任意のサイズへのボトムアップ技術が可能になれば、これまでの概念を越えたジャイアント特性やマルチ機能の発現、超小型素子の実現につながり、未来社会に必要な新材料技術の礎を築くことができます。今後は、産総研内外、国内外の研究者や技術者とのネットワークの強化を図り、溶液化学と材料技術に関する知見の体系化などを通して、基礎と応用を結ぶための科学・産業技術の核心を追求したいと考えています。

表紙

上：天然試料を再現したメタンハイドレート堆積物コアの燃焼の様子 (p.19)

下：新素材で作成した座標測定機用標準（ホールプレート）(p.29)

産 総 研
TODAY

2008 November Vol.8 No.11

(通巻94号)

平成20年11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。