

産 総 研

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

TODAY

5

2011
May

Vol.11 No.5

メッセージ

02 新年度に当たって

特 集

04 本格研究 理念から実践へ

基幹材料としてのマグネシウムの実用化
ものづくり現場の技術力向上、IT化、技能継承を支援する
国家プロジェクトにおける取り組み

リサーチ・ホットライン

- 10 バイオブタノールの膜分離精製技術を開発
1 wt% ブタノール水溶液から、高濃度ブタノールの回収が可能に
- 11 昆虫の体色を変化させる共生細菌を発見
共生細菌が赤色のアブラムシを緑色に変える
- 12 新たな原理による有機太陽電池の動作を実証
波長 1 μm 以上の近赤外光での光電変換を確認
- 13 熱変化に耐える窒化ケイ素系セラミックス
窒化ホウ素の微粒子を分散させ耐熱衝撃性を飛躍的に向上
- 14 究極の時計を目指して
Sr/Yb 光格子時計の開発

パテント・インフォ

- 15 相変化蓄熱材(潜熱蓄熱材)の機能性改善
蓄熱容器の濡れ性の調節で過冷却をコントロール
- 16 ダイヤモンド状炭素(DLC)内面コーティング技術
容器内面に文字や記号、図柄などをDLC膜により作製する

テクノ・インフラ

- 17 ホログラムの光学特性に関する標準化
用語と特性評価法の規格化による産業振興を目指して
- 18 高純度標準ガスの開発
国際的に通用する汚染ガス・温室効果ガスの濃度分析のために
- 19 地中熱ポテンシャルマップの作成
わが国における地中熱利用システム普及に向けて

シリーズ

- 20 進化し続ける産総研のコーディネーション活動(第17回)
イノベーションコーディネータとは研究のプロデューサー




National Institute of
Advanced Industrial Science
and Technology
AIST

技術を社会へ
Integration for Innovation

新年度に当たって



独立行政法人
産業技術総合研究所
理事長
の ま く ち たもつ
野 間 口 有

－ 創造的再生をめざす －

東日本大震災により亡くなられた方々に心からの哀悼の意を表しますとともに、被災された皆様には深くお見舞いを申し上げます。

2011年度は大変な形での新年度のスタートになりました。産総研においても東北センターおよびつくばセンターは特に大きな被害を受けました。また、臨海副都心センターと中部センターでも少なからず被害がありました。

産総研では、災害対策中央本部を中心に迅速かつ適切な初期対応に努め、現在も今後を見据えた復旧・復興を進めてきています。電気・水道・インターネットなどの情報通信基盤等のライフラインがすでに復旧したことに伴い、研究再開に向けて作業を進めてきた結果、災害対策等の緊急性の高い業務を着実に実施するとともに、すでに一部の研究開発を再開させております。

今後はこれまでと同様に節電に努めつつまた安全を確保しながら、研究の再開準備を本格的に進めることとし、研究再構築本部を設置しました。

これにより、つくばセンターおよび東北センターの研究設備に関する復旧の取り組みと研究再構築を一元的に進めてまいりたいと考えています。また、国の緊急対策への協力、つくば市や被災地域への技術協力支援などにも積極的に対応を行なっているところです。なお、現在行ってい

る放射線量の測定については、情報提供を行うとともに、関連した御相談にも精力的に対応してまいります。

これから大変な道のりが待っています。そこで、本格的な全面再稼働への道のりに関し四つのことを特に職員の皆さんに対して強調しておきたいと思います。すなわち、危険が伴うこと、拙速は禁物なこと、大きな資金が必要なこと、東京電力管内での大幅節電への協力です。

・危険が伴うこと

現場によって被害の程度は異なりますが、対応の足並みをそろえ、皆が産総研全体の課題として纏まりのある行動をとってください。災害対策中央本部の指示に従い、規律ある行動をお願いしたいと思います。一度事故を起こすと、周りに大きな迷惑を及ぼすことを再認識すること、今こそ産総研の一員であるとの認識を強くもって行動してほしいと思います。

・拙速は禁物なこと

今回の地震では複合的な大きな被害が出ていますので、復旧には時間がかかります。研究インフラの復旧に向けては拙速に進めると中途半端になり、後々余計手間がかかります。一步一步確実に進めながら、本格的な研究再開へつなげていきたいと思います。

・大きな資金が必要なこと

修復費用は膨大になると思われます。よって、プライ

オリテイをつけて、分野と研究ユニットで戦略を立て、喫緊のものだけを選択していくことになります。

・大幅節電への協力

東京電力福島第一原子力発電所の事故で、東京電力の電力供給力は大幅にダウンしました。東北電力地域も電力供給が懸念されます。夏場には30 %以上とも言われる大幅節電が必要です。その観点からも、非効率の装置、設備は止め、喫緊のものだけにするなどの決断が必要です。これらに対応するには、研究ユニット長、研究グループ・研究チーム長、各研究者諸氏の理解と協力、管理監をはじめ管理部門の一致団結・連携協力が不可欠です。

今後、具体的に実行に移していきます。地域センターも含め全職員の理解と協力を期待しています。

次に、産総研TODAY4月号でも紹介しましたが、2011年度についてあらためて述べたいと思います。産総研の知的生産性、創造性向上のため、昨年10月に組織、業務体制の見直しを行いました。その効果が現れ始めると期待しています。研究分野としての戦略性の明確化、融合研究の戦略性の向上、重要課題・難題への産総研全体としての対応力の向上、管理監機能の明確化による業務効率の向上などです。

第三期中期計画の柱は「21世紀型課題の解決」と「オープンイノベーションハブ機能の強化」です。「21世紀型課題の解決」については、国の成長戦略に沿う形で「研究戦略」を策定し実行に移しているところです。「グリーンイノベーション」、「ライフイノベーション」をはじめとする新しい技術開発の重要性は、今後、ますます増してくると思っています。また、「オープンイノベーションハブ機能の強化」については、私たちは元々、企業との1対1の連携、複数企業とのコンソーシアムの連携、大学や公設研との連携など、多様な産学官連携のスキームを持っています。これに加え、技術研究組合への参画により、単なる研究開発だけでなく、わが国の産業競争力の維持向上に向けて、知財戦略、標準化戦略も共有したより戦略的な取り組みが可能になりました。

今後の研究推進については、現時点では研究の方向性を変える必要は感じていませんが、国や産業界から緊急性を要するもの、より本質的な解を志向するものなどの多様な要望が発生すると思われます。国は2011年度

から5年間の第4期科学技術基本計画を見直すことにしていますので、これらにもプロアクティブに、かつ機敏に対応する為の戦略の修正は生じると思います。

組織は成熟の過程で、エントロピーが増大してしまいます。産総研も例外ではありません。エントロピーを下げておけば、資金に余裕ができたとき、より野心的な計画にチャレンジできます。エネルギー原単位、資源効率性の点でどこにも負けない新しい産総研を創造することができます。

今回の震災では、グローバリゼーションの意味の広がりやを改めて認識させられました。即ち、東北地方の企業のサプライチェーンの世界的広がりです。内外の産業への影響力が分かりました。競争力が云々されていましたが、改めてわが国産業の存在感の高さを見た感じがいたします。それを応援する私たち産総研は、そのことをしっかり認識して、産業界への支援・協力を行わなければなりません。

産総研は今年で11年目を迎えました。わが国の産業競争力の向上に関して、産総研への期待は日々、年々高まっています。これは、産学官連携による来所者の増加、上述の技術研究組合数の増加などが示しています。

人類社会の持続可能性を担保するための地球規模の課題はますます増大し、全世界的なイノベーションの協調と競争がめまぐるしく進展しています。海外の研究機関との研究協力協定の増加がそれを反映しています。本年2月に行った運営諮問会議でも、内外の運営諮問委員の方々から、これまでの産総研の活動について一定の評価をいただきました。これまでの10年は、つくばの産総研、日本の産総研でしたが、これからは、世界の産総研としての存在感を高めていきたいと気持ちを新たにしているところです。

最後になりましたが、産総研には素晴らしいモットーがあります。それは、「社会の中で、社会のために」、「技術を社会に」です。前者は、公的研究機関の存在意義は社会の持続的発展を目指すところにあり、後者は、わが国の競争力の基本は技術であるという認識に基づいて提示されたものです。今、この国難ともいふべき時期に当たって、このモットーの意味するところをしっかりと考え、日本の復興に向けて頑張るべき時なのです。

基幹材料としてのマグネシウムの実用化

基本技術について

鉄や銅などは延性に富み自由自在に塑性加工できることが特徴であり、金属的な性質として広く知られています。これらの金属では、結晶構造が対称性の高い立方晶の構造をとり、滑り変形ができる原子面の数が十分にあります。一方、マグネシウムは構造的な異方性が高い六方晶に属し、常温域で滑り変形できる原子面の数が不足していて、金属的な塑性加工性に乏しい金属です。特にその展伸材は、これまで構造材料として使われたことがない材料で、その意味ではまさに生みの苦しみの段階にあります。しかし、資源的にはほぼ無尽蔵にあり、将来に向けてこれを使いこなすことが環境負荷の面からも期待されています。

金属の塑性加工性の改善には多結晶材の結晶粒径の微細化があります。結晶粒径が微細になると、粒界すべりが活性化して見かけ上は延性が大きくなり、機械的性質も大きく改善します。マグネシウムにはほかの金属以上に微細化による効果があります。マグネシウムは、一定温度において歪みに応じた再結晶作用により組織が微細化するという、動的再結晶作用が特徴的に起こります。この現象は組成や温度、歪み速度などによって支配され、人為によらないものです。したがって、とて

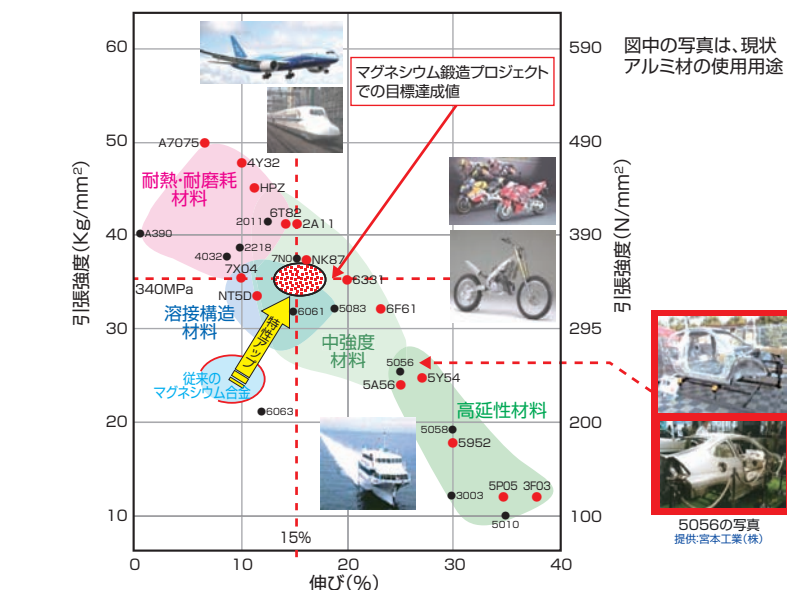


図1 現行アルミ合金と比較したマグネシウム鍛造部材の特性
赤丸が自動車で使われる主要な材料、黒丸は一般的な材料。

も扱いにくい材料ですが、逆に現象を理解し、原理原則に則るならば素直な振る舞いを示し、機械的性質に優れることが明らかとなっています。回り道のようなのですが、加工にまつわる基礎的な研究なくしては産業応用が難しいことの典型例です。

新材料としての認識

マグネシウムは、最近利用され始めた新素材です。その性質は鉄や銅とは大きく異なり、製造装置の単なる調整では対応できないほどの違いがあります。そのため、量産には新たな産業を

立ち上げるのと同じような困難があります。また、実用実績が少ないために、実績重視の企業現場では利用にためらいが強いことも無視できません。マグネシウムの実用化では技術開発だけでなく、新規需要の開拓まで並行して進める必要がありました。この、これまでの材料とはまったく違うものという認識と、その本質を明らかにする原理原則に則った技術開発が重要であり困難なところ です。

代表的な研究成果

これまで基礎研究の段階から技術移転を目指しつつ、実用化共同研究や、需要開拓を睨んだ連携活動など、総合的に幅広く進めてきました。特に、使用実績の少ない新素材なので、総合的な技術開発を並行して進めています。難燃性合金ではわが国初の鉄道車両部材の実用化に成功し、また塑性加工用素材としての鍛造部材の高機能化による技術開発を進めています。当部門は、鍛造技術ではナショナルプロジェクトの集中研として中核的役割を担い、業界からの高い評価を得ています。図1



筑波大学大学院博士課程地球科学研究科で金属鉱床学・地球化学を専攻し、1985年工業技術院入所後、金属基複合材料の研究開発に従事しました。この当時、難燃性マグネシウム合金と出会い、以後、一貫してその産業化に携わっています。

坂本 満 (さかもと みちる)
michiru-sakamoto@aist.go.jp
サステナブルマテリアル研究部門
主幹研究員 (中部センター)

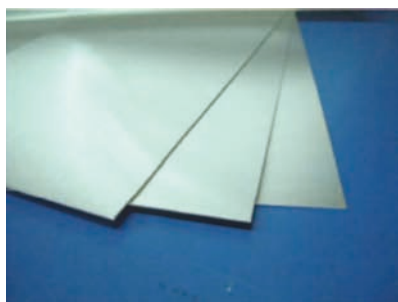


図2 新開発プロセスによる量産圧延材 (AZ31)
幅 300 mm × 厚さ 0.3 mm

のように、新しい開発プロセスで得られた鍛造品は、現行のアルミ部材と比較しても優れた機械特性を実現しています。また、冷間成形可能な圧延材を世界に先駆けて実用化し、工業的に重要なプレス産業へのマグネシウムの普及を促進しています。図2はその量産品の一例です。一方、自動車や鉄道車両部材への展開を可能とする大型部材の表面処理技術の開発と技術移転を進めています。また、日本マグネシウム協会と連携して板材の成形性の標準化を進めています。さらに、オール産総研で、環境調和型の素材技術としての安全性評価技術およびサイクル技術について、企業と共同で開発を進めています。

研究成果が将来社会にもたらす効果

当部門では図3に示すように軽量合金部材化による次世代自動車の軽量化技

術の導入を目標としています。自動車への導入には材料供給面の制約が大きいので、まずはマグネシウムの産業技術としての育成が重要で、総合的な基盤技術開発と並行して実用部材の開発・実証が必要です。上記のように鍛造部材や板材は表面処理技術と相まって、近い将来の自動車部材への応用が見えてきたところです。一方、航空機では、一部軍用機を除いてマグネシウムの燃焼性に起因する規制があり、事実上使用できないのが現状ですが、欧米の主要航空機メーカーでは、マグネシウムの解禁に向けた基盤作りが進められています。このため製造技術面での先端を走ることが必要と考えられます。

マグネシウムというと年配の方は、学校でクラス写真を撮るときに写真屋さんが使ったフラッシュを思い出し、発光後にチカチカする残像とモクモクと上がる白煙をご記憶の方も多いと思います。この閃光はマグネシウム粉末が大気中で一気に燃焼するときに出るものです。このイメージは、マグネシウムは燃えやすく危険であるという大きな心理的障害のもととなっています。しかし、今ではマグネシウムは燃えにくい合金となっています。この燃えにくくする技術も、20数年前に産総研の前身の研究所で発明された技術です。

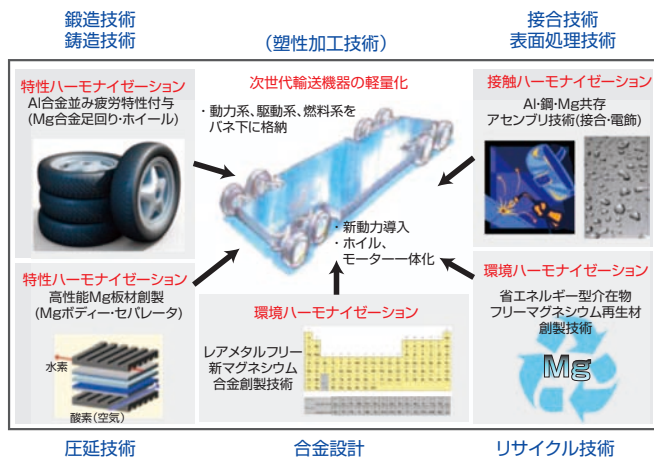


図3 軽量金属の研究課題

新しい研究と開発の定義

第2種基礎研究を軸に本格研究へ

産総研では、経済・社会ニーズへ対応するために異なる分野の知識を幅広く選択、融合、適用する研究(第2種基礎研究)を軸に、「第1種基礎研究」から「製品化研究」にいたる連続的な研究を「本格研究」として推進することを組織運営理念の中核に捉えています。

	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現化するための研究。	実用	事業価値

ものづくり支援ツールの活用に向けた本格研究 ものづくり現場の技術力向上、IT化、技能継承を 支援する

製造業の現状

日本の製造業は、加工現場の熟練作業者が培ってきた高度な技術・技能・ノウハウを活用することで高い国際競争力を維持してきました。熟練作業者が高齢化を迎える中で大規模に発展する途上国との競争が激化する日本では、この「強み」であった技能を後継者に伝え、後継者はそれをもとに創意工夫を続け、さらに「強み」として今後の競争に打ち勝っていかなければなりません。

ものづくり支援ツールは、この設計・製造や加工現場のIT化、技術力向上と継承のための活動を企業自らが実行することを支援するITをもとにしたツール群です。

ものづくり支援ツール

ものづくり支援ツールは中小製造業のIT化促進、技能継承支援を目的とした中小企業庁プロジェクトの研究成果で、プロジェクト終了後も継続的な発展と企業現場への普及を進めています。その内容は以下の三つから成ります。

(1) MZ Platform

中小製造業においては、業務の効率化のためにさまざまな情報をオンライン処理するなどのIT化への取り組みが

不可欠であることは認識していても、システムの開発や導入、運用のための負担がとて大きく、思うようにIT化を進められないケースが多くあります。MZ Platformはソフトウェアの部品を組み合わせてさまざまな実用ITシステムを構築するツールです。高度なIT知識がなくても中小製造業が自社で必要とするITシステムを開発する環境を提供します。^{[1][2]}

(2) 加工技術データベース

中小製造業の特徴の一つに、特定の加工については優れた技術力をもつも

の、前後の工程や周辺技術についての知識が少なかったり、情報を入手する手段や時間が限られたりして、新しい業務展開や新人の教育に苦労しているケースがあります。その状況を打破してもらうため、産総研の加工技術データベースは機械部品の製造に重要な鋳造、鍛造、金属プレス、射出成形、切削、研削、研磨、レーザー切断、レーザー溶接、アーク溶接、放電加工、めっき、溶射、物理化学蒸着、熱処理の15種類の加工法に関する広範で高度な技術情報を集積し、インターネットで提供しています。

このデータベースの開発では、各加工法に応じた内容とそれを的確にユーザーに伝えるデータベースの構造を設計し、多くの加工専門家の協力でデータを集積しました。そのためデータベースの内容や見かけは多岐に渡ります。内容例として以下があります(図1)。

- データベースの全体像を表示し、そこから必要なデータを迅速に絞り込み検索できる新しい検索機能として「イーグルサーチ」を開発

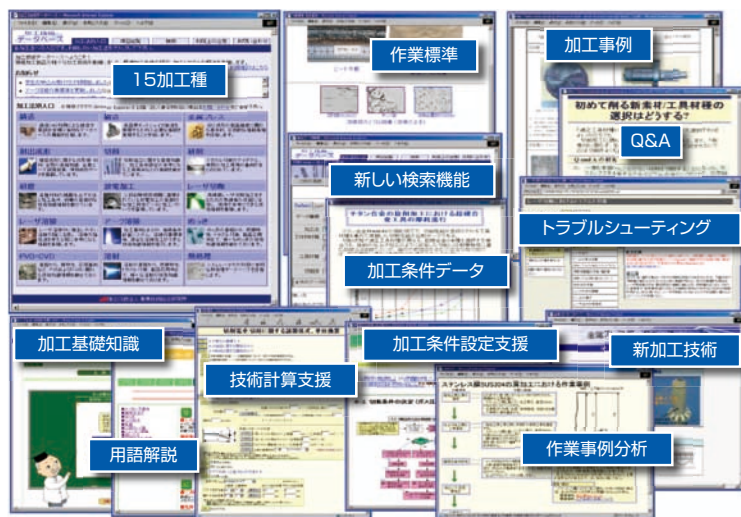
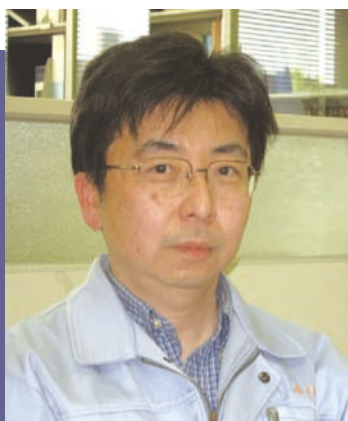


図1 加工技術データベース(内容例)



1980年機械技術研究所入所。機械要素・機構の研究を経て2003年から現在のテーマに従事。中小製造業を取り巻く荒波はますます激しくなっています。少しでも役に立つ支援ツールを提供できればと考えていますが、製造現場で働く若い人達が自分から創意工夫に取り組もうと思える現場環境、社会環境の構築が最重要だと感じます。私たちのツールが、その興味・意志を引き出す一助となれば幸いです。

尾崎 浩一(おざき こういち)

k.ozaki@aist.go.jp

先進製造プロセス研究部門

主任研究員

ものづくり支援ツール研究班長(つくばセンター)

● 方案、加工条件設定、問題解決などにおいて企業の現場が実施した加工事例

● 熟練者の知見、判断基準を反映したトラブルシューティング

データベースユーザー（利用パスワード取得者）は2010年11月末現在で11,700人を越え、企業の加工現場を中心に多くの方々に利用されています。また毎年ユーザーアンケートで「業務に役に立つ」との評価を確認しつつ活動を行っています。

(3) 加工テンプレート

加工テンプレートは、加工条件の設定やトラブルへの対処法における熟練者ならではの的確な判断など、技能の中でも経験知による技能を効率よく後継者に伝えるための仕組みとして開発したITツールです。その基本的な仕組みは次のようなサイクルを社内に構築することです（図2）。

- ①使いやすい入力インターフェースで過去の事例、実績を記録する。
- ②解析ツールを使ってノウハウを解析し、技能の抽出と蓄積をする。
- ③結果を社内の標準データとして記述する。
- ④後継者はこの社内データベースを参照し、加工や作業における原理原則の理解を深める。
- ⑤これらをもとに加工条件設定、トラブル対処法などにおけるノウハウを継承する。
- ⑥新たに行った作業実績を次のデータとして蓄積する。

加工テンプレートの例として「ガス浸炭時間条件設計テンプレート」を図3に示します。作業の本質を表す項目を整理し、作業者自身がシミュレーションを利用して現場実績との違いを補正係数の形で蓄積する仕組みです。この補正係数の蓄積が利用企業のノウハウ



図2 加工テンプレート（技術・技能の継承・共有化ツール）

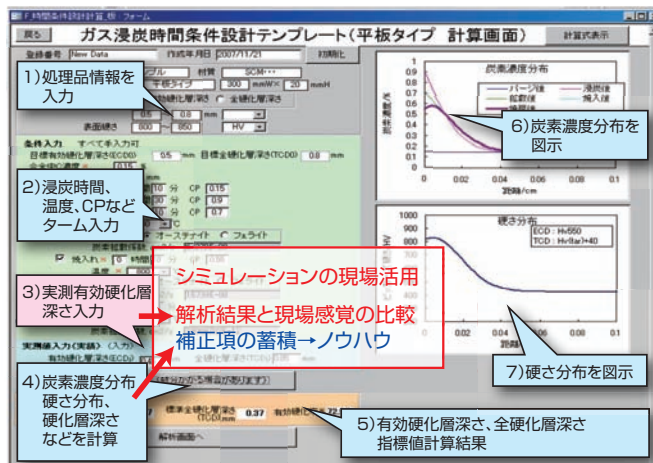


図3 ガス浸炭時間条件設計テンプレート

の蓄積となり、技能を継承できます。

普及活動

産総研の各地域産学官連携センター、公設試験研究機関、工業諸団体との協力により、各地で普及のためのセミナー、講習会を開催しています。特に九州地域におけるMZ Platformの普及活動は普及体制として一つの成功モデルとなっています^[2]。

また、ものづくり支援ツールの利用手続き、各地で開催するセミナー、講習会などに関する情報は、ものづくり支援ツールのホームページ^[3]に随時掲載しています。どうぞご利用下さい。

今後の展開

各ツールの利便性を高めるとともに、より一層の普及に努めます。さらに、加工工学への貢献の視点を重視して技能の抽出と蓄積、利用技術の構築を目指した研究開発を進めます。開発関係者の力を集中して発揮できるところに特化し、そこに産総研ならではの特徴を強く盛り込むことがユーザーに役立つと考えています。

参考文献

- [1]澤田 浩之:産総研TODAY, 9(2), 14-15(2009).
- [2]吉田 重治:産総研TODAY, 10(7), 25(2010).
- [3]ものづくり支援ツールのホームページ
<http://www.monozukuri.org/>

大型セラミック部材の実用化に向けた本格研究 国家プロジェクトにおける取り組み

ステレオフィブリック造形

機械部品や容器・配管などの構造部材は、形状によって必要な機能を発揮していると考えられます。ユーザーの求める価値は機能に依存するので、価値を高めるためには形状の自由度を高める必要があります。セラミックスで大型部材を製造する場合、大きな塊を素材としてそのまま作製する方法や、最終形状に近くなるよう粉末を成形し焼成する方法があります。しかし、いずれも大型化と複雑形状化には限界がある上、欠陥の制御も難しいため歩留まりは低く、さらに大型装置が必要になるなどの理由で結局コストアップとなってしまいます。

そこで、高機能化された小さな精密ブロックを作製し、立体的に組み上げ、局所加熱などにより接合・一体化する大型で精密かつ複雑な部材を得られるプロセス技術の開発に着手しました。これは、セラミック部材の大型化・複雑化・精密化を同時に実現できるプロセスで、「ステレオフィブリック造形」と呼んでいます（図1）。

死の谷を作らない

2009年度から5年間の計画で、ステレオフィブリック造形を基盤とする国家プロジェクト「革新的省エネセラ

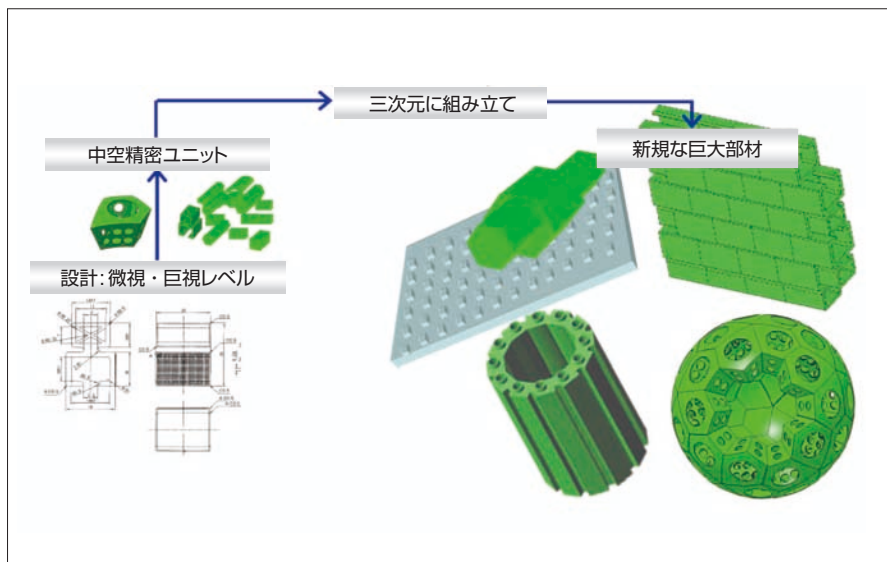


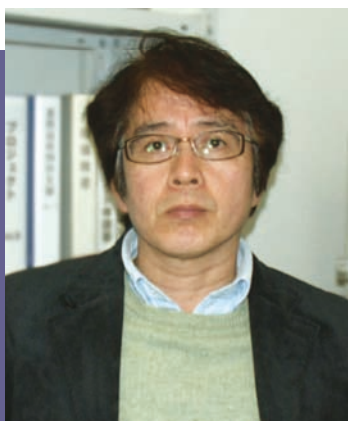
図1 ステレオフィブリック造形の概念図

ミックス製造技術開発」がスタートしました。筆者がプロジェクトリーダーとなり、企業5社（NGKアドレック株式会社、京セラ株式会社、TOTO株式会社、美濃窯業株式会社、三井金属鉱業株式会社）、産総研、財団法人ファインセラミックスセンターが研究メンバーとして参画し、また、横浜国立大学と東京工業大学が基礎研究の一部を担っています。

体制上の特徴は、接合などに関わる基礎研究を行う集中研と、部材化以

降の実用化研究（企業で個別に実施）の両方を初年度から設定したことです。いわば第1種基礎研究、第2種基礎研究と実用化研究を盛り込んだフルパッケージ型であって、本格研究そのものです。研究の種類にもよりますが、本来、第1種基礎研究、第2種基礎研究、実用化研究と分離し、個別に進めることは妥当ではないと考ええます。個別に進めるとそれぞれのベクトルが合わず、そこにギャップが生じます。これを「死の谷」や「悪夢」と呼ぶのですが、このプロジェクトでは、基礎から実用化までを通観し、死の谷を生じさせることなく、効率的に実用化に結び付けることを目指しています。

しかし、基礎研究の成果を部材化、実用化へと切れ目なく繋げていくことは容易ではありません。基礎研究サイドから「企業はいい研究成果が出て使おうとしない」という不満が出る一方で、企業サイドからは「小さな試験片で特性が出たからといって、実用



企業勤務を経て2004年4月産総研入所。企業ではエンジンを対象としたトライボロジー、セラミック材料・プロセス、排ガス浄化フィルターなどに関わる研究と生産のマネジメントに従事。産総研に入所後は、新規造形プロセスや、エクセルギー・エントロピー概念のモノづくりへの適用について研究。NEDO「革新的省エネセラミックス製造技術開発」プロジェクトリーダー。

北 英紀（きた ひでき）

hideki-kita@aist.go.jp

先進製造プロセス研究部門

セラミック機構部材プロセス研究グループ

研究グループ長（中部センター）

化に進める訳がない」といった声を聞きます。こうした溝を放っておくと、それがやがて死の谷へと変わっていくのです。

それを避けるためには、基礎から実用化に至る流れの中で、節目ごとの移行条件についてシーズ提供側と受け手側の双方で十分に協議し、これを決定することが最低限必要と考えています。シーズを提供する側は、移行条件に定められた内容＝目標と捉え、それを期限内で達成し、他方、シーズを利用する側は実用化に向けてベストを尽くすことは言うまでもありません。そしてプロジェクトリーダーの最も重要な仕事は、両者の仲介役としてズレを感じ取り、時間と予算の制約の中で基礎研究の成果がうまく実用化に繋がるような仕組みを作ること、実行させることであると認識しています。

研究内容

ステレオファブリック造形に基づく試作品の外観を図2に示します。これは熱輸送やアルミ溶湯を搬送するための軽量な断熱容器であり、試作したモデルは外径250 mm（最終製品は1メートル）です。そのほか、軽量で剛性の高い炭化ホウ素を低温でも強固に接合する技術を開発しており、これを基盤として半導体・液晶の製造装置用部材へ展開することを進めています^[1]。

また、このプロジェクトでは企業の協力を得ながら、ライフサイクルでみた物質とエネルギーフローを調査し、その結果を基にエクセルギーやエントロピー概念に基づく資源消費や環境負荷の定量化も進めています。資源消費の道筋を明らかにし、それをプロセス設計にフィードバックして低資

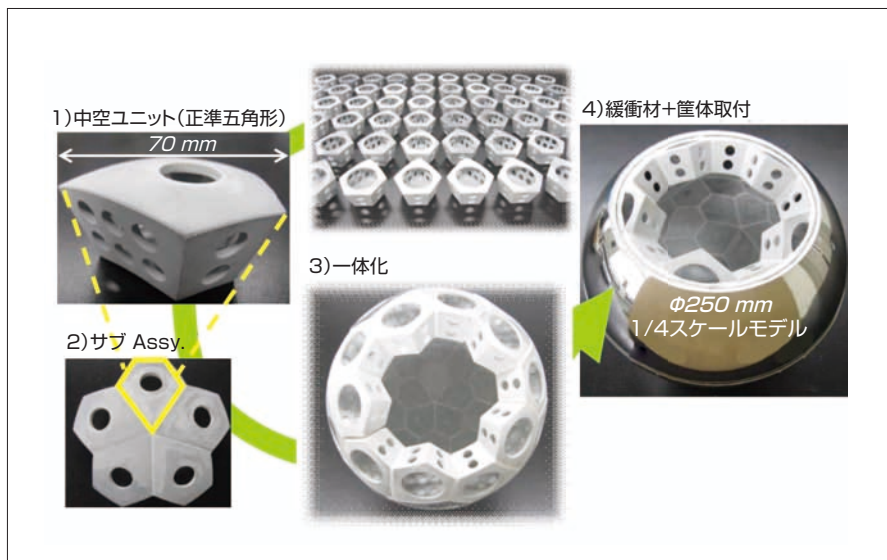


図2 ステレオファブリック造形に基づく試作品の外観

源消費型プロセスを効率的に開発することを目指しています。

期待される効果

軽量で、剛性が大きく、金属融液に対しても優れた耐性をもっているセラミックスを製造装置やシステムに組み込むことで、製造効率の向上が期待されます。例えば、耐熱・耐食性に優れたセラミックスをエンジン casting ラインの大型の配管や槽・容器として用いることで、熱の損失を小さくすると同時に、最終製品の不純物を低減することができます。また液晶・半導体製造、あるいは加工ラインでは、軽量で剛性の高いセラミックスを大型の精密生産用部材として活用することで、製品の処理能力の向上や微細加工ができるようになります。

思うこと

構造用セラミックスについては、かつての熱気は消え去り、研究者はその出口を見い出せず閉塞状況にあるよ

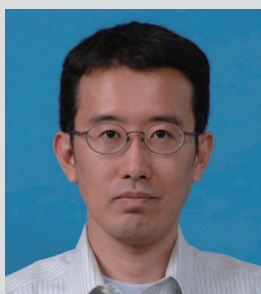
うに思えます。一方、わが国の製造業は現在、環境・エネルギー、そして資源問題の深刻な危機に晒^{さら}されています。こうした状況では、ありふれた元素で構成され、寿命の長いセラミックスの価値は改めて見直されるべきではないでしょうか。今回のプロジェクトを通じてモノと指標に裏付けられた省エネルギープロセスを開発し、わが国のセラミックス産業の基盤と製造業の競争力の強化、そして環境負荷低減に微力ながら貢献したいと思います。

参考文献

[1] 化学工業日報, 2010年11月12日, 3面

バイオブタノールの膜分離精製技術を開発

1 wt% ブタノール水溶液から、高濃度ブタノールの回収が可能に



根岸 秀之

ねぎし ひでゆき
h-negishi@aist.go.jp

環境化学技術研究部門
バイオケミカルグループ
主任研究員
(つくばセンター)

2001年に産総研に入所以来、分離や吸着を目的とした無機膜の研究開発を行っています。バイオブタノールを濃縮するための無機分離膜については、現在、その性能向上と製造再現性の向上に取り組んでいます。今後は、企業や大学との連携を強めて、モジュール化を達成し、省エネルギー型バイオ燃料の精製技術の実用化に寄与することを目指しています

関連情報：

● 共同研究者

榎 啓二、池上 徹（産総研）

● プレス発表

2010年11月13日「バイオブタノールの省エネルギー型膜分離精製技術を開発」

ブタノールの優位性

石油代替燃料としてのバイオアルコールの技術開発は、石油依存度を低減するだけでなく、地球温暖化対策への貢献も期待されています。バイオエタノールやバイオブタノールなどのバイオアルコールは、食料と競合しない木材などのセルロース系バイオマス为原料に生産ができます。特にブタノールは発熱量が34 MJ/kgと、エタノールの発熱量27 MJ/kgに比べて大きく、液体燃料としての有用性が高いので、バイオマスを有効活用する上でブタノール生産技術開発への期待は大きいといえます。

開発したシリカライト膜とブタノール精製

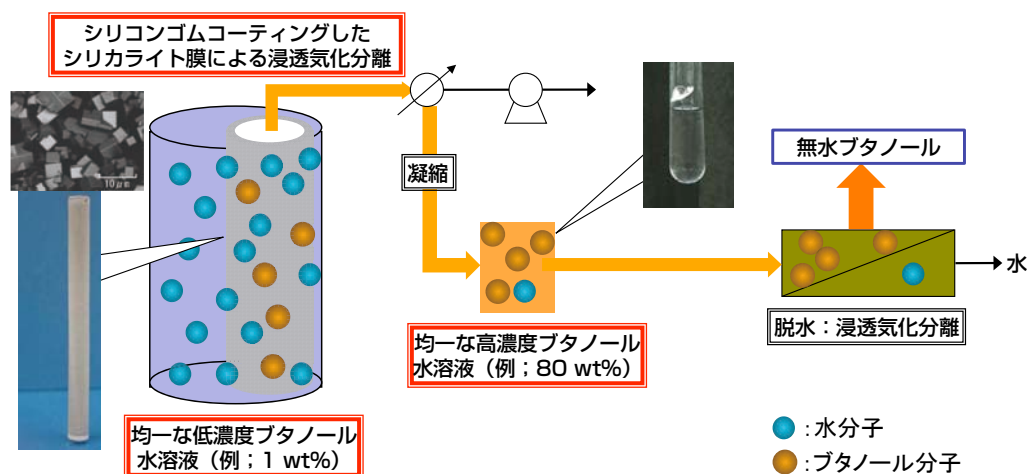
発酵液からアルコールを選択的に分離・回収するためには、高いアルコール選択性をもつ分離膜が必要で、私たちは疎水性の高いシリカライト膜に着目し、膜分離性能の向上と発酵ブタノールへの適用に関する技術開発に取り組んできました。今回、シリカライト膜の合成条件を検討した結果、浸透気化法という膜分離法により、通常の発酵ブタノール液とほぼ同じ濃度の1 wt% ブタノール水溶液から、ブタノールを一気に82 wt%にまで濃縮できるシリコンゴム

コーティングシリカライト分離膜の作製に成功しました。

ブタノール濃度が80 %以上にまで濃縮されていれば膜透過液は相分離しないため、あとは脱水工程のみで無水ブタノールが得られ、ブタノールの分離精製システムが格段に簡素になります。また、1 wt% ブタノール水溶液から82 wt%に濃縮されたブタノール液を回収する場合、脱水するための膜分離工程を考慮に入れても、1 kgの無水ブタノール生産にかかる全所要エネルギーは4.3 MJと計算され、今回開発した高性能分離膜によってブタノール精製に必要なエネルギーも大幅に削減できると予想されます。

今後の予定

今回開発した高性能分離膜を用いたバイオブタノール生産技術の早期の実現を目指すため、産業界と連携して実用的なスケールでの分離膜の製造法の確立を図ります。さらに膜分離性能の向上を目指します。また、シリカライト膜を実際の発酵液に適用した場合の膜分離性能に影響を及ぼす発酵液中の因子を明らかにしていきます。

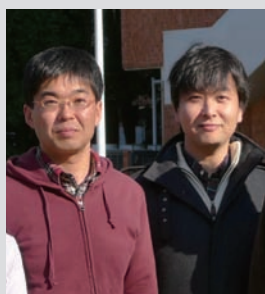


新しい分離膜による低濃度ブタノール水溶液からのブタノール無水化システム

このシステムは相分離に伴う低濃度ブタノール水溶液を処理する工程が不要のため簡素である。

昆虫の体色を変化させる共生細菌を発見

共生細菌が赤色のアブラムシを緑色に変える



古賀 隆一

こが りゅういち (左)

r-koga@aist.go.jp

生物プロセス研究部門

生物共生進化機構研究グループ

主任研究員

(つくばセンター)

新規遺伝子資源として大きな可能性を秘めた昆虫内部共生細菌の生物学的機能の探索とそのメカニズムの解明を目指しています。

深津 武馬

ふかつ たけま (右)

t-fukatsu@aist.go.jp

生物プロセス研究部門

生物共生進化機構研究グループ

研究グループ長

(つくばセンター)

博物学が有する生物現象の多様性に根ざした興奮に、現代生物学の最新の技術を駆使して新しい生命を吹き込む、そんな研究を展開していきます。

関連情報：

● 共同研究者

土田 努、松本 正吾（理化学研究所）、堀川 美津代、角田 鉄人（徳島文理大学）、眞岡 孝至（生産開発科学研究所）、Jean-Christophe Simon (INRA, France)

● 参考文献

T. Tsuchida *et al.*: *Science*, 330, 1102–1104 (2010).

● プレス発表

2010年11月19日「昆虫の体色を変化させる共生細菌を発見」

微生物のもつ生理活性

細菌などの微生物には動物や植物をはるかにしのぐ多様性があります。細菌などの微生物のもつ生理活性はさまざまな分野で利用され、大きな経済的価値を産み出してきました。これらの生理活性物質のほとんどは分離・培養を基本とした微生物学の研究手法によって産み出されてきたものですが、自然環境中にはこれまでの手法では扱うことが難しい「難培養性微生物」が広く存在しています。地球上の既知の生物種の過半数を占める昆虫類の多くは、その体内に難培養性の細菌などの微生物を共生させていることが近年の研究から明らかになり「未開拓の遺伝子資源」として注目されています。私たちの研究グループでは、これら昆虫の共生細菌などの微生物の新規な生物機能を発見し、その仕組みを明らかにする研究を行っています。

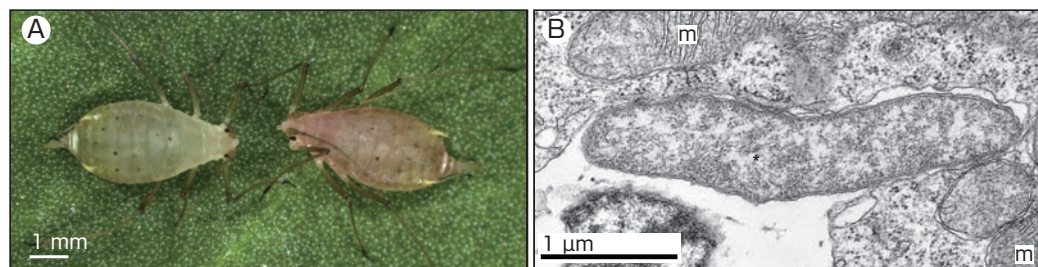
体色を変化させる共生細菌の発見

多くの動物は色覚をもち、色を手掛かりとして環境、すみか、食べ物、天敵、競争者、配偶者を認識しています。つまり動物の体色は、しばしば種の認識、配偶者をめぐる競争、擬態、

警告色、隠蔽色^{いんぺい}などにかかわる生態的に重要な性質です。私たちはエンドウヒゲナガアブラムシのヨーロッパ集団からリケッチエラ属 (*Rickettsiella*) の新しい共生細菌を発見し、この共生細菌の感染により赤色のアブラムシが緑色に変化することを明らかにしました。体色という生物の重要な性質が体内に共生する細菌によって劇的に変わるこのような現象は、これまでまったく知られていないものです。今回の発見は、共生細菌などの微生物のもつ新しい生物機能を見いだしたというだけでなく、生物の生態や環境適応の理解へ新たな観点を提示するものといえます。

今後の予定

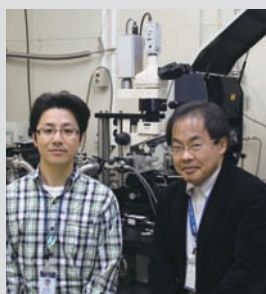
今後はこのリケッチエラの全ゲノム解読を進めるとともに、リケッチエラに感染前後の宿主アブラムシの発現遺伝子変化を網羅的に解析して、共生細菌の感染が宿主アブラムシの遺伝子発現や代謝系にどのような影響を与え、宿主昆虫の体色変化という劇的な表現型を引き起こすのかを明らかにしていく予定です。



A 緑色のアブラムシ (左) は赤色のアブラムシ (右) と同一のクローンであるが、共生細菌リケッチエラの感染により体色が緑色に変化した。 **B** リケッチエラの透過電子顕微鏡像。m はミトコンドリア。

新たな原理による有機太陽電池の動作を実証

波長 1 μm 以上の近赤外光での光電変換を確認



長谷川 達生

はせがわ たつお (右)

t-hasegawa@aist.go.jp

フレキシブルエレクトロニクス
研究センター
副研究センター長
(つくばセンター)

軽量、大面積で折り曲げ可能なディスプレイや光発電装置の実現に向けて、シリコンなどの無機半導体の代わりに、炭素化合物による有機半導体を用いてトランジスタや太陽電池をつくる有機エレクトロニクスの基礎研究に取り組んでいます。

堤 潤也

つつみ じゅんや (左)

junya.tsutsumi@aist.go.jp

所属は同上
フレキシブル有機半導体チーム
研究員 (つくばセンター)

昨今のエネルギー需要の増加と、地球環境に優しいクリーンなエネルギー源創出の観点から、太陽光発電の推進が急務なのはいうまでもありません。中でも有機太陽電池はウェットプロセスで安価に製造できるため注目を集めており、その高効率化にむけて日々取り組んでいます。

関連情報:

● 参考文献

J. Tsutsumi *et al.* :
Phys. Rev. Lett. 105,
226601 (2010).

● プレス発表

2010年11月24日「新たな原理による有機太陽電池の動作を実証」

● この研究は、NEDO「革新的太陽光発電技術研究開発」の委託により行われました

有機太陽電池の現状

現在主流である結晶シリコン系太陽電池と異なり、有機太陽電池は軽量で折り曲げ可能な太陽電池シートとして製造できることから、世界中で研究開発が行われています。しかし、有機太陽電池の変換効率率は、ここ数年で7～8%にまで向上されているものの、実用化にはさらなる高効率化が必要です。高効率化を妨げている要因には、1. 太陽光エネルギーの約4割を占める近赤外光の利用が困難なこと、2. 光励起状態が著しく短寿命で、電気エネルギーに変換される前にエネルギーの大半が失われることなどがあげられます。これらの問題の根本的な解決は、現状の有機太陽電池の仕組みでは難しいと考えられてきました。

分子化合物による新しい有機太陽電池の開発

電子を放出しやすいドナー性分子と電子を受け取りやすいアクセプター性分子を交互に積層させた分子化合物半導体は、近赤外領域に強い光吸収を示し、これまでの有機半導体と比べ2分の1から3分の1の光子エネルギーで電子を励起することができます。今回、この分子化合物半導体の単結晶に、電子を高効率に引き出せる電極を陰極に、正孔を高効率に引き出せる電

極を陽極にして光起電力素子を試作し、光起電力効果を確認することに成功しました。

さらに光励起によって生じた励起子が周囲に拡散し、電子と正孔に分離していく様子を観測するため、回折限界まで集光したレーザー光を用いたレーザー光誘起電流測定を行いました。その結果、拡散長は20 μm に達しており、有機太陽電池で標準的に用いられるフラーレンと比べても拡散長が1,000倍以上長いことがわかりました。さらに拡散長が励起波長とともに変化する様子から、分子間電荷移動吸収によって生成した励起子は、光励起直後に電子と正孔に分離しており、これが20 μm もの長い拡散長の原因になっていることが明らかになりました(図)。分子化合物半導体では、光励起によって生成した電子と正孔が異なる分子上にあり、再結合するまでの寿命が著しく長くなるため、有機太陽電池の高効率化に有利であると期待されます。

今後の展開

今後は、素子の薄膜化と多層化を進めることで分子間電荷移動吸収を活用した高効率の太陽電池の開発に取り組んでいく予定です。

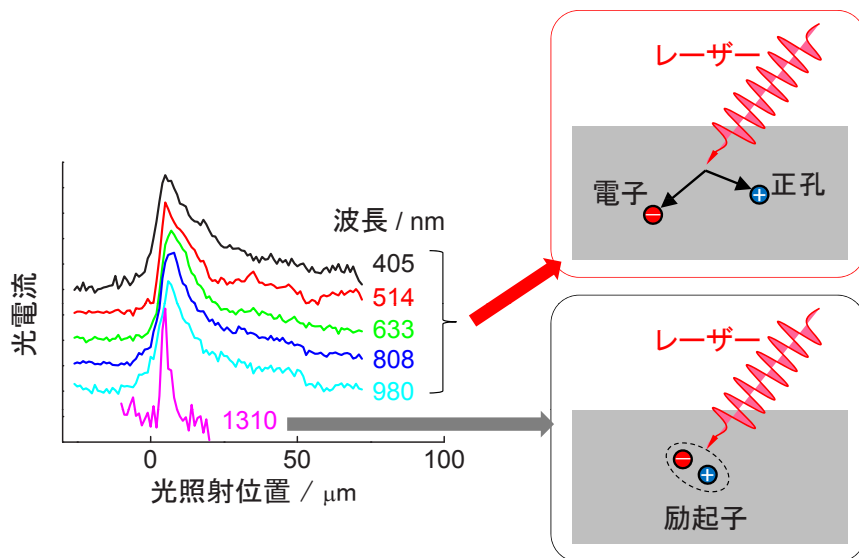


図 高分解能レーザー誘起光電流測定法による拡散長の励起波長依存性

熱変化に耐える窒化ケイ素系セラミックス

窒化ホウ素の微粒子を分散させ耐熱衝撃性を飛躍的に向上



日向 秀樹

ひゅうが ひでき

h-hyuga@aist.go.jp

先進製造プロセス研究部門
セラミック機構部材プロセス
研究グループ
研究員（中部センター）

民間会社勤務 10 年の後、産総研に入所しました。入所後は一貫して、構造セラミックスの高効率プロセス開発を軸として、特に非酸化物セラミックスの微構造制御や信頼性向上に関する研究を行っています。今後、セラミックス材料が環境負荷低減に貢献できる役割を産業界へ提案することを目指して、新規製造プロセスや高機能材料などの研究開発を行っていきます。

関連情報：

● 共同研究企業
三井金属鉱業株式会社

● プレス発表

2010 年 11 月 8 日「激しい熱変化にも強度劣化しない窒化ケイ素系セラミックスを開発」

● 特許番号

特許第 4667520 号「窒化ケイ素基複合セラミックス及びその製造方法」

アルミニウム casting から鉄系材料の casting へ

世界的な CO₂ 排出規制の動きの中で、排出量の多い鉄鋼や非鉄金属の製造過程における熱損失の低減と casting 部材の保守間隔の長期化が必要です。これらの課題への対応としてアルミニウムの casting ラインには、耐熱性・耐食性に優れた窒化ケイ素セラミックスが活用されています。しかし、アルミニウムの casting に比べて、遥かに高温で、激しい熱衝撃に晒される鉄系材料の casting ラインに使用するには、窒化ケイ素の耐熱性と耐熱衝撃性は不十分であり、耐熱衝撃性・耐熱性が飛躍的に高く、かつ大型化してもその特性が発現できる窒化ケイ素系セラミックスの実現が望まれていました。

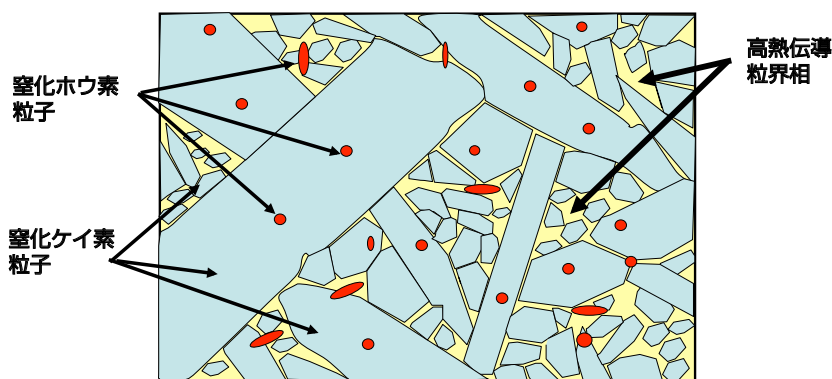
開発した窒化ケイ素セラミックス

産総研は三井金属鉱業株式会社と共同で、これまでの窒化ケイ素セラミックスの耐熱衝撃性と耐熱性の向上を目指した研究開発を進めてきました。耐熱衝撃性の向上には熱伝導率の向上と弾性率の低減が有効ですが、窒化ケイ素セラ

ミックスの粒界相は通常非晶質であり、熱伝導率を低下させる要因の一つとなっていました。そこで、粒界相の主成分を構成する焼結助剤として、結晶化すると耐熱性の高い粒界相を形成する酸化イットルビウム (Yb₂O₃) を用い、その分散量を最適化し粒界相を結晶化させることにより熱伝導率を向上しました。また、弾性率の小さい窒化ホウ素微粒子を分散させ熱衝撃時に生じる応力を緩和すると同時に、繰り返しの熱衝撃において生じた微細亀裂が進展しないようにしました(図)。こうして得られた窒化ケイ素系セラミックスは、1,400℃ の熱衝撃に対しても、強度劣化がなく、これまでに比べて飛躍的に耐熱衝撃性を高めることに成功しました。

今後の予定

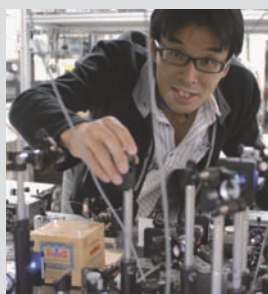
開発した材料を、アルミニウム casting 用だけでなく、铸铁や鉄鋼系の casting など、より過酷な条件で使用する大型生産部材をターゲットとして部材化技術を確認し、実用化を目指していきたいと考えています。



開発した材料の微構造のイメージ図

究極の時計を目指して

Sr/Yb 光格子時計の開発



赤松 大輔

あかまつ だいすけ

d-akamatsu@aist.go.jp

計測標準研究部門

時間周波数科 波長標準研究室

研究員

(つくばセンター)

2009 年入所。次世代光周波数標準としての光格子時計の研究・開発を行っています。特に、Sr/Yb 光格子時計の開発に従事していて、究極の時計を用いた応用実験などに興味があります。

関連情報：

● 参考文献

D. Akamatsu *et al.* : *Opt. Express*, 19, 2046 (2011).

T. Kohno *et al.* : *Appl. Phys. Express*, 2, 072501 (2009),

● 共同研究者

安田 正美、保坂 一元、稲場 肇、中嶋 善晶、河野 託也、大苗 敦、洪 鋒雷（産総研）

究極の精密計測

数多くの物理量の中で、現在最も正確に計測できる量は「周波数」です。その周波数計測の精度は、秒の定義を実現しているセシウム原子時計で決まり、およそ15桁に達します。つまり周波数計測に関する実験結果は、15個の数字が並ぶような値になります。このような精密な周波数計測がGPSや高速データ通信など、現在の科学技術を根底で支えています。

セシウム原子時計は、その発明以来もっとも精密な時計でしたが、現在それが置き換えられようとしています。その有力な候補の一つが、「光格子時計」です。産総研では、これまで東京大学の香取教授のグループと協力してストロンチウム（Sr）を用いた光格子時計の実証実験を行いました。さらにイッテルビウム（Yb）を用いた光格子時計の研究・開発を行い、2009年にはその実証実験にも成功しました。

デュアル光格子時計

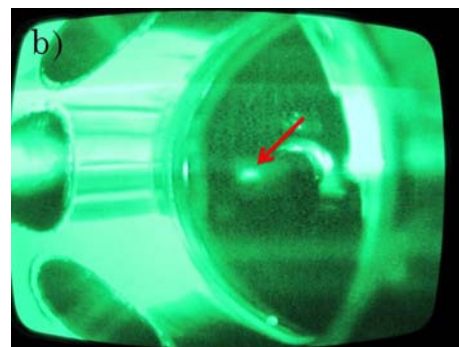
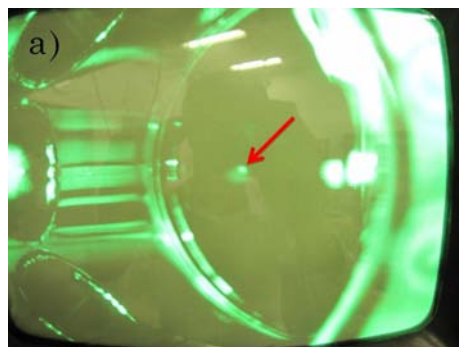
現在、私たちはYb光格子時計の性能向上に努めていますが、近い将来その周波数精度は、秒の定義であるセシウム原子時計を上回ると考えています。光格子時計が、セシウム原子時計を上回る性能を示すためには、二つの独立した

光格子時計の“針”の進み方がどれだけ一致しているかを確かめる実験が必要です。専門的には、二つの光格子時計の時計遷移周波数の比を精密に計測することになります。

そこで、私たちは2009年にSr/Yb光格子時計を同じ場所（同じ真空槽の中）で実現できるようなシステムの開発に着手しました。これまでに、レーザー冷却用光源の開発も終了し、二種類の原子集団を同じ場所で冷却することに成功しました。最近ではSr原子を数 μ Kの極低温まで冷却することに成功しています。

今後の展開

まずは、Sr/Yb原子集団を“魔法波長”と呼ばれる波長をもつレーザーで捕獲し、それぞれの原子の時計遷移周波数を計測することを目指します。そして、時計遷移周波数の比を精密計測し、光格子時計の優位性を示したいと考えています。このような超精密実験を通じて、物理定数の時間変化など、全く新しい物理現象に出会えるかもしれません。また、光格子時計の応用として、重力ポテンシャルの測定による地球環境のモニタリングや地震予知などさまざまな夢のある提案がなされています。



真空槽の同じ場所に磁気光学トラップされた a) Sr 原子集団と b) Yb 原子集団
これらの原子集団を同時にトラップすることも可能である。

相変化蓄熱材(潜熱蓄熱材)の機能性改善

蓄熱容器の濡れ性の調節で過冷却をコントロール

特許 第4296273号
(出願2004.3)

●関連特許

登録済み：国内5件
出願中：国内3件

研究ユニット：

エネルギー技術研究部門

適用分野：

- コージェネレーション
(熱供給発電) システム
- 給湯、冷暖房システム
- 保温機器

関連情報：

● 参考文献

[1] 平野 聡：産総研 TODAY, 8(8), 4-5 (2008).

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

氷枕は中の水が融けるとき、周囲から熱を吸収します。ろうそくのろうが固まる時には、周囲に熱を放出します。相変化蓄熱(潜熱蓄熱)は、物質の状態が固体や液体などに変わる際に、吸収あるいは放出される融解熱や凝固熱などを利用して、小さなスペースで大きな量の熱を貯蔵する方法です。

相変化蓄熱材(潜熱蓄熱材)の技術的な課題の一つに、融けた物質が融点以下の温度になっても凝固せずに、液体のままでは安定に存在できる過冷却という現象があります。この発明は、蓄熱材に対する充填容器の濡れ性を調節することで過冷却を引きにくくしたり、逆に安定的に引きやすくしたりして、相変化蓄熱材の機能性を向上させる方法を提供します。

技術の概要

物質の過冷却の大きさ(過冷却度)は、容器の濡れ性に依存することがわかっています。したがって、相変化蓄熱材の融液に対する蓄熱容器内面の濡れ性を適切に調節すれば、蓄熱材の過冷却度を制御することができます。そこで、図1のように容器の一部分の濡れ角が小さくなるように設定すると、その部分の過冷却度が小

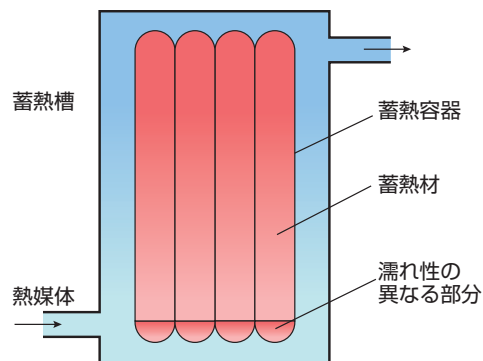


図1 発明の実施例

さくなり、結晶が生成しやすくなるので、融点を下回れば速やかに貯蔵した潜熱を回収することができます。反対に、濡れ角を大きく設定すれば過冷却度が大きくなり、融点よりも低温の過冷却状態で蓄熱材を安定的に貯蔵することができます。さらに、濡れ角を容器の鉛直下向きに沿って徐々に大きくなるように設定して、鉛直方向の結晶核の生成のしやすさを均一にし、過冷却状態をより安定的に維持することもできます。

発明者からのメッセージ

相変化蓄熱材の過冷却度を能動的に制御することで、蓄熱材を過冷却状態のまま融点よりも低温、すなわち低熱損失で保存し、必要時に凝固させて融点近傍の高温の熱を得ることができます。たとえば図2は、スレイトールを相変化蓄熱材としてコージェネレーションシステムの蓄熱装置として利用したときの熱の入出力とその温度変化を示しています。蓄熱後の顕熱(温度変化による熱)を夜の暖房に利用し、蓄熱材を翌朝まで過冷却状態で保存し、翌朝に強制的に結晶化させて、潜熱を早朝の暖房熱源として利用できることを示しています^[1]。

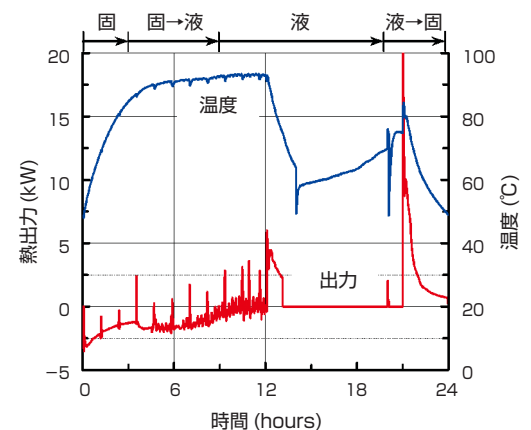


図2 過冷却利用蓄熱システムを温湯暖房に適用したときの蓄熱装置の熱出力と温水温度

ダイヤモンド状炭素(DLC)内面コーティング技術

容器内面に文字や記号、図柄などをDLC膜により作製する

特許 第4332672号
(出願2004.11)

研究ユニット：

サステナブルマテリアル研究部門

適用分野：

- 食品用容器分野
- 飲料用容器分野
- 薬品用容器分野

目的と効果

透明または半透明の容器内面の必要な部分にのみ選択的に、とても強固に密着して剥離のおそれのないダイヤモンド状炭素(DLC)膜を形成できるプラズマ処理装置を開発しました。この技術により、容器内面に文字や記号、図柄などを茶褐色または黒色のDLC膜で描くことができます。また、容器内面全体やある範囲のみにDLC膜をコーティングすることもできます。文字や記号、図柄などは、容器内面に描かれるので、簡単には消したり、変更したりできません。封印と併用して内容物の取り違いやラベルの張り間違いを防いだり、ロット管理に利用したりできるでしょう。

技術の概要

開発したプラズマ処理装置は、大きく分けて、接地された真空装置部と正の高電圧パルス電源部および原料ガス供給部で構成されます。真空装置の中に加工したい容器を入れ、その容器の外側に接地電位の電極(外部電極)を置き、容器の内部に高電圧パルス電源に接続された内

部電極(原料ガスの導入も行う)を挿入して、適切なガス圧で内部電極に高電圧パルスを加えると、外部電極のごく近傍にのみプラズマが形成されます。このプラズマを使って、容器内面にDLC膜を作製します。この時、外部電極の形を表示したい文字・記号・図柄に合う形状にすると、それらの形状どおりに容器内部にDLC膜を作製することができます。

発明者からのメッセージ

すでに、飲料用容器や食品用容器内面へのDLC膜作製技術は、ホットソフトドリンクや味噌などの容器に使われていますが、この技術を使えば、より簡単な装置構成で同様の容器を作製することができます。また、原料ガスや成膜条件を変えると、濃い色や薄い色の膜も作製できます。容器の内面に成膜するので、簡単には消すことができませんし、ラベルのように張り替えることもできません。DLC膜は、紫外線や気体を通しにくい性質があるので、内容物の変質を防ぐ効果もあります。

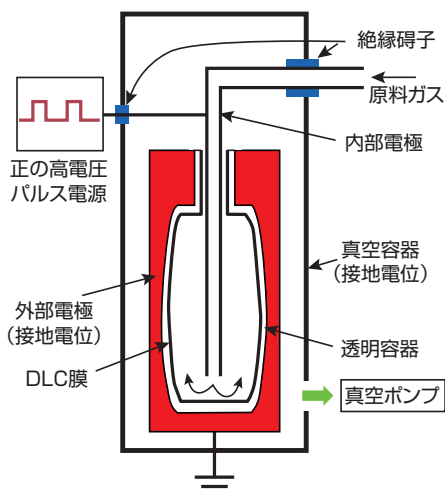


図1 開発したプラズマ処理装置の模式図
この例では、外部電極は容器全体を覆っている。



図2 容器外部に「AIST」の形に外部電極を配置してDLC膜を内面に成膜したPET瓶
内面に成膜されているので、消すことは困難。

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遠慮なくご相談下さい。

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

ホログラムの光学特性に関する標準化

用語と特性評価法の規格化による産業振興を目指して



福田 隆史

ふくだ たかし

t-fukuda@aist.go.jp

電子光技術研究部門
メソ構造制御グループ
主任研究員
(つくばセンター)

1996 年旧物質工学工業技術研究所に入所。光機能性有機材料の開発に従事するなかでホログラム技術へのかかわりが生まれ、ホログラムの標準化活動に参画することになりました。JIS の原案作成委員会では委員兼事務局を務め、現在は ISO 化に向けた活動を継続しています。

関連情報：

● 参考文献

[1] Holo-Pack Holo-print2008: Pushing the Boundaries (2008).

[2] 警察庁：偽造通貨の発見枚数 (2009).

[3] (社) ビジネス機械・情報システム産業協会：複写機・複合機の出荷実績 (2009).

● 関連記事

「ホログラム光学特性評価の標準化」日本光学会 ホログラフィックスディスプレイ研究会 会誌 Vol.29 No.4, 1-3 (2009).

● 用語解説

* 回折効率：ホログラムの明るさを表す指標で、照明する光の強さを基準として、浮かび上がるホログラムの光の強さを百分率 (%) で表したものの。

JIS 制定の背景と目的

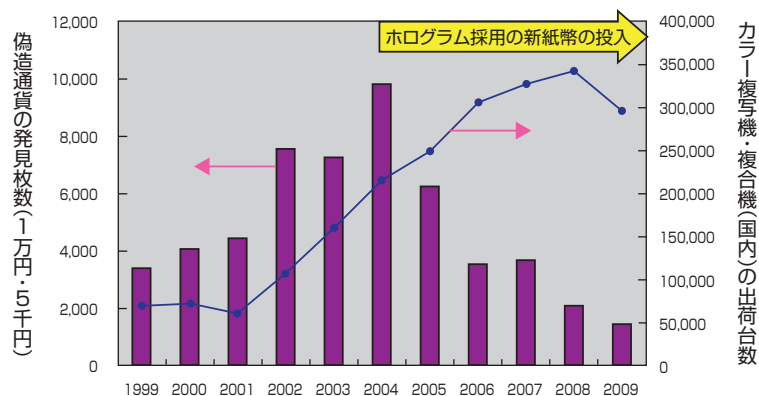
ホログラムは国内の多くの研究機関や企業で研究・開発・製造されてきた世界に誇る日本の技術です。近年では、紙幣(お札)の偽造防止技術の一つとして採用され、また次世代光メモリとしても重要視されるなど、「ホログラム」という言葉も広く認知されつつあります。しかし、ホログラムの光学特性に関する用語や評価項目、評価方法に関する規格は存在していませんでした。例えば、ホログラムの重要な光学的特性値である回折効率*に関してさえ、ホログラムの種類や目的によってさまざまな測定方法が存在し、測定法によって異なった結果が生じる状況でした。また、感光材料の露光特性に関する定義も不明確なままでした。

そこで、用語や評価方法の食い違いに起因する不便や行き違いを解消し、技術の発展や取引の円滑化を目指すため、産総研では2006～2007年度に“標準基盤研究”を実施しました。また、その成果に基づいてJIS原案作成委員会(事務局：産総研 光技術研究部門)を2008年度に発足させ、「ホログラムの回折効率及び関連する光学特性の測定方法 (JIS Z 8791)」および「ホログラムの記録特性測定方法 (JIS Z 8792)」に関する2件の日本工業規格(JIS)を制定しました。

JIS 制定により期待される効果

ホログラムの市場は2,000億円以上(2008年統計)であり、現在も年率20%の成長を続けています^[1]。そのうち約20%がパッケージ分野、約70%はセキュリティー分野です。この理由は、通常の写真や印刷では再現できない表現の特殊性と美しさ、そして製造の困難さに立脚しています。ホログラムの有用性を示す一例として、紙幣(1万円、5千円)の偽造券発見枚数とカラー複写機の出荷台数(国内)の関係を図に示します^{[2][3]}。2004年まではカラー複写機の普及に伴って偽造券の枚数が増えていましたが、ホログラムが導入された2004年以降は偽造券の発見枚数が明確に減少に転じています。このようなホログラムの偽造防止効果は世界中で認められており、今後も需要増が見込まれています。

今回のJISは、ホログラムの光学特性に関する客観的な評価法を与えるものであり、それにより高い品質のホログラムの製造と模造品の流通抑止が進むことを期待するとともに、検査システムの自動化や統一化を通じた生産性の向上とコストダウンなどを通じて、日本の高い技術が活かされる市場が拡大することを期待しています。



ホログラムの偽造防止効果を示す事例
(日本銀行券の偽造券の発見枚数の推移)



1 万円札のホログラム
(画像提供：日本銀行)

高純度標準ガスの開発

国際的に通用する汚染ガス・温室効果ガスの濃度分析のために



松本 信洋

まつもと のぶひろ

nobu-matsumoto@aist.go.jp

計量標準管理センター

計量標準計画室

主幹

(兼) 計測標準研究部門

有機分析科 ガス標準研究室

研究室付

(つくばセンター)

今回紹介した高純度標準ガスは兼務先の計測標準研究部門で開発しています。計量標準計画室での業務の一部として、広報活動なども行っています。産総研では標準ガス以外にも社会の安心・安全を支えるさまざまな標準物質を開発・供給していますが、産総研の標準物質やその役割をできるだけ多くの皆さまに知っていただけるよう、日々活動しています。

関連情報：

● 共同研究者

渡邊 卓朗、下坂 琢哉、加藤 健次（産総研）

● 用語説明

*1 トレーサビリティ：分析装置を校正する標準物質が最終的に国家標準にたどり着くことによって、分析計の信頼性が確保されること。「計量トレーサビリティ」ともいう。

*2 ゼロガス：ガス分析計の指示値をゼロに調整するときに用いる高純度標準ガス。その高純度標準ガスに含まれている分析対象成分（ゼロの値を調整したい成分）が十分に低濃度であることを確認する必要がある。

*3 IUPAC：国際純正・応用化学連合

安全・安心な空気を支える標準ガス

大気や自動車の排ガスに含まれる汚染物質・温室効果ガスの濃度は、気体分子の赤外線吸収などの原理に基づくガス分析計などを用いて監視されています。しかし、その分析計の検出器が示す電圧などの値だけでは濃度を求められません。そこで、その分析計の目盛り付けのために、「標準ガス」と呼ばれる高压ガス容器に充てんされた混合ガスが濃度のものさしとして使われます。国内では、計量法トレーサビリティ^{*1}制度（JCSS）に基づく標準ガスをトレーサビリティが確保されている標準ガスの一つとして利用できます。

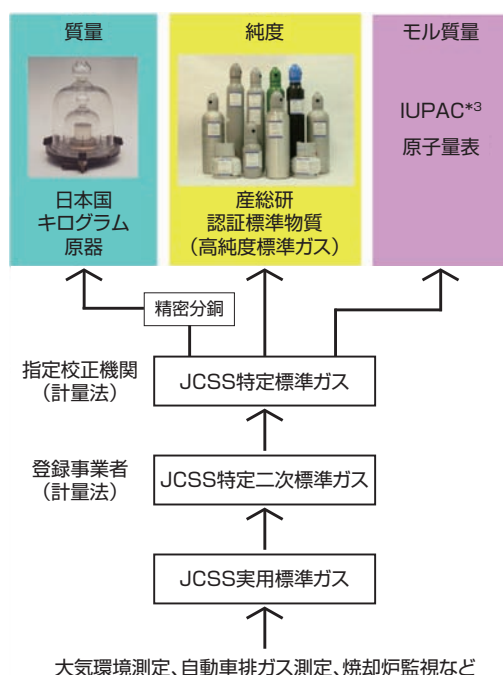
標準ガスのトレーサビリティ体系と産総研高純度標準ガスの役割

図はJCSSで供給されている標準ガス（JCSS標準ガス）のトレーサビリティ体系を表しています。さまざまなガス濃度分析に使用されている実用標準ガスは、ガス分析計と標準ガスの“連鎖”によって、計量法に基づく指定校正機関

の特定標準ガスにたどり着きます。この特定標準ガスの濃度は、高压ガス容器に充てんした各成分の高純度ガスの質量、純度、モル質量から求められています。

高純度ガスの質量は、指定校正機関が高純度ガスの精密質量測定に使用している精密分銅が産総研計量標準総合センター（NMIJ）により直接校正されることで、日本国キログラム原器へのトレーサビリティが確保されています。純度については、NMIJで開発した高純度標準ガスが数年前から指定校正機関に供給され始めています。この供給によって、実用標準ガスの国際単位系へのトレーサビリティが厳密に確保されていることになり、日本のJCSS標準ガスが国際相互承認されています。

筆者が開発を担当した高純度標準ガスは、一酸化炭素、二酸化炭素、二酸化硫黄です。ほかにも、NMIJが開発した高純度標準ガスとして、メタン、プロパン、塩化ビニル、1,3-ブタジエン、酸素があります。今後は、アンモニア、ゼロガス^{*2}（窒素など）の開発を予定しています。



計量法トレーサビリティ制度（JCSS）に基づく標準ガスのトレーサビリティ体系図
実用標準ガスと国家標準（日本国キログラム原器、産総研高純度標準ガス）の間は切れ目のない比較の連鎖でつながっている。

地中熱ポテンシャルマップの作成

わが国における地中熱利用システム普及に向けて



吉岡 真弓

よしおか まゆみ

yoshioka-mayumi@aist.go.jp

地図資源環境研究部門
地下水研究グループ
産総研特別研究員
(つくばセンター)

2009年に東京大学大学院工学系研究科の博士課程を修了し、産総研特別研究員として産総研に入所しました。地下水の流れや地下での熱輸送の数値モデリングを専門としています。地中熱利用は地下環境を効率的に利用する省エネルギー技術です。今後も、日本における「持続可能な地中熱利用」の普及・推進に貢献できる研究を行っていきたいと考えています。

関連情報：

● 共同研究者

内田 洋平 (産総研)、與田 佑季、
藤井 光 (九州大学)、宮本 重信
(福井県)

● 参考文献

[1] 内田 洋平 他：日本地熱学会誌, 32 (4), 229 - 239 (2010).

[2] 吉岡 真弓 他：日本地熱学会誌, 32 (4), 241 - 251 (2010).

地中熱利用システムとは？

「地中熱」とは、すぐ足元の地中にある“再生可能エネルギー”の一つです。地下数十mの温度は、一年を通して15～18℃程度と一定なので、外気温と比較すると、冬は高く、夏は低いことになります。この外気温と地中温度との温度差を利用して、効率的に冷暖房や給湯、融雪を行うシステムが「地中熱利用システム」です(図1)。このシステムの利用は、エネルギー消費の抑制につながると期待されており、低炭素型社会への転換を目指すわが国において積極的に利用すべき技術の一つであると言えます。

地中熱ポテンシャル評価の必要性

日本において地中熱利用システムを普及させるためには、導入コストを下げ、システム効率を向上させることが重要です。地中熱の利用は地域の地下環境(地下水流速、地下水位、温度など)に大きく影響を受けるため、それらの情報を整理し、潜在的な地中熱利用の可能性(=地中熱ポテンシャル)を評価することが、初期費用の低減や環境に適した地中熱利用の設計、システム効率の向上に大いに役立つと

考えられます。

地中熱ポテンシャルマップの作成

産総研と九州大学、福井県との共同研究で、福井市周辺における「地中熱ポテンシャルマップ」の作成に着手しました^{[1][2]}。この研究では、福井平野全域の地下水流動や熱輸送を数値モデリングにより推定し、その結果を反映させた「熱交換井モデル」とGIS(地理情報システム)を用いて地中熱ポテンシャルを計算しました。作成した地中熱ポテンシャルマップの一部を図2に示します。福井市周辺において地中熱ポテンシャルが高い地域(地中熱利用に適した地域)や低い地域があることが示されています。このような地下水流動・熱輸送解析とGISを用いた地中熱ポテンシャルマップに関する研究は日本で初めてとなります。

地中熱ポテンシャルの評価は、効率的な地中熱利用法の提案やその導入効果の予測に役立つと考えられます。今後は、日本全国の主要地域に対して地中熱ポテンシャルを評価し、それぞれの地域に応じた持続可能な地中熱利用の普及を推進していきたいと考えています。

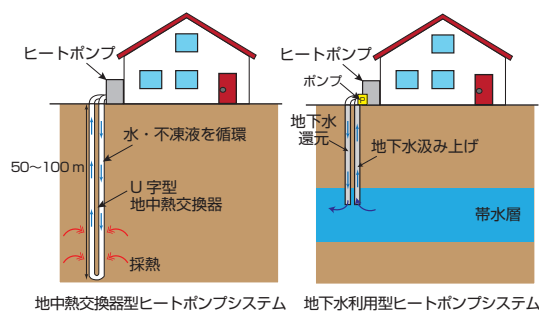


図1 地中熱利用ヒートポンプシステムの概念図

地中熱利用ヒートポンプシステムには、熱交換器を用いるタイプ(左)と地下水を直接利用するタイプ(右)がある。

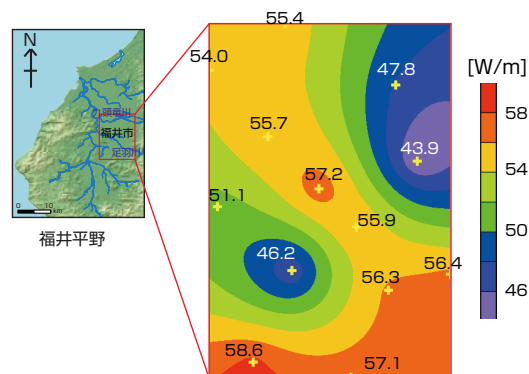


図2 福井市周辺の地中熱ポテンシャルマップ

地中熱利用システムを用いた融雪利用を10年間行った場合の熱交換量[W/m²]を示している。南部は熱交換量が大きく、地中熱利用に適した地域であると考えられる。

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17回)

イノベーションコーディネータとは研究のプロデューサー

上席イノベーションコーディネータ まつきのりお 松木 則夫

イノベーションコーディネータの役割

イノベーションコーディネータには、産総研研究者と企業との単なる仲介役ではなく、新たな価値を創り出す、創造的な役割があります。「産総研の研究」を「映画の制作」に例えると、研究者は監督や俳優であり、また、イノベーションコーディネータはプロデューサーであるといえます。

映画監督・脚本家・俳優を選び、出資者・配給会社などと交渉し、作品の新たな価値を生み出しているのはプロデューサーです。作品を興業として成功させるためには、

(1) 監督や俳優の能力を最大限に引き出す環境作り

(2) 作品のクオリティを保ちながら、観客(社会)の欲求を満足させるための工夫

(3) 微妙なバランスを保ちながら、かじ取りをするなどが求められます。イノベーションコーディネータはプロデューサーとして、「産総研の研究」という“作品”を新たな価値のある成果として社会に還元していく役割があります。

専門のイノベーションコーディネータの必要性

産総研研究ユニットのリーダークラス(ユニット長・副ユニット長)も、日々、イノベーションコーディネータと同様に研究のプロデューサーとして活動しています。2009年度に産総研が行った共同研究実績のおよそ4分の3は、研究ユニットが主体となり産業界との連携を積極的に推進したものです。一方、このような研究ユニット自らの連携推進と併せて、イノベーション推進本部に所属し専門的に活動するイノベーションコーディネータの存在も重要です。その意義の一つとして、「客観的な視点」があります。研究現場から離れ、さまざまな企業ニーズを踏まえ、また、今までの自分の研究、仲間の研究、そして産総研全体の研究を客観的に見ることができれば、一見関連性がないようなものでも、個々の研究や個々の成果のつながりを発

見し、新たな価値ある“作品”に結びつけることができます。また、仲間の研究を^{ひいき}せず、研究および成果の重要度を判断することができ、産業界・大学・公的研究機関などとの連携構築の活動においては、相手方の視点を理解し、マッチングを図るためにも、この「客観的な視点」が役立ちます。

イノベーション

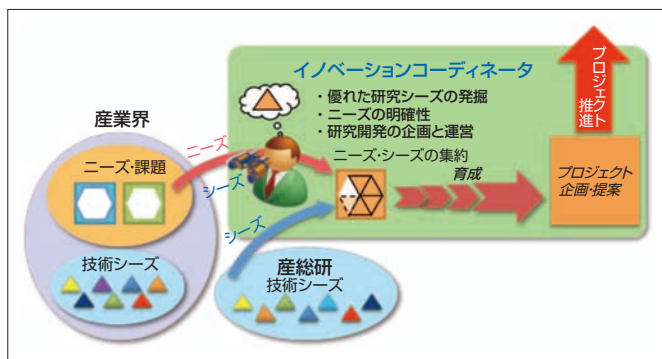
ここで、イノベーションコーディネータがプロデュースする「イノベーション」について、あらためて考えてみたいと思います。これまでの常識を覆して、新たな製品が市場を席巻したり、全く新たな市場を創出したり、というように、社会的なインパクトをもった「事件」のようなことがらが、本来の意味での「イノベーション」だと考えます。したがって、常識を覆すものであるが故に、周囲からは厳しい批判を浴びるのが常です。また、イノベーションの主導者(イノベーター)はほとんどが企業人であり、大学・研究機関がイノベーションを主導することは、近畿大学のクロマグロの完全養殖のような例外もありますが、とても難しいのが現状です。このような困難な状況を突破するために、イノベーションコーディネータは、“何をイノベーションと考え”“産総研はどのような役割を果たせるのか”と常に考える心構えが求められます。

上席イノベーションコーディネータとしての責務

2010年10月から創設された上席イノベーションコーディネータの責務は、

- (1) イノベーション議論の深化の先導
- (2) 新たなプロジェクトの企画・立案
- (3) チーム体制による効果的な企業対応

です。各イノベーションコーディネータが、プロデューサーとしての重要な役割を果たすため、および各々の能力を十分発揮できるように、上席イノベーションコーディネータとしてともに責務を果たしていく所存です。



イノベーションコーディネータが目指す主な役割



ユニットイノベーションコーディネータ会議で発表する筆者

社会的取り組み

14

産総研は憲章に「社会の中で、社会のために」と掲げ、持続発展可能な社会の実現に向けた研究開発をはじめ、社会的な取り組みを行っています。

つくばセンター放射線測定

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被災は、同発電所から放射性物質を大気中に放出させる事故になりました。産総研つくばセンターでは、飛来した放射性物質と放射線量の測定を実施しました。茨城県内では、計測地点の多くが県北地域であったため、県南地域の計測地点として専門的知識を活かして測定結果をホームページで提供しています。

このほかに、地震津波災害の緊急調査や地震関連研究の成果を、ホームページで公開しました。



測定器（シンチレーションカウンター）で放射線量を測定

これらの活動を通して、産総研は公的機関として、また地域コミュニティの一員として、積極的に協力・貢献をしています。



自動連続測定をしている測定器

nano tech 2011 出展報告

報告

第10回国際ナノテクノロジー総合展・技術会議（nano tech 2011）は、2011年2月16日～18日に東京ビッグサイトにて開催され、20カ国・地域、638（うち海外は190）企業・団体から出展があり、盛況のうちに終了しました。10周年の今回は、生活の中のナノテク応用製品を紹介する特別ブースも設置され、来場者は3日間で46,502人を数え昨年より4,000人以上増えました。

産総研ブースでは、「ナノテクノロジーで挑戦する大面積化プロジェクト」と題する特別展示コーナーを設

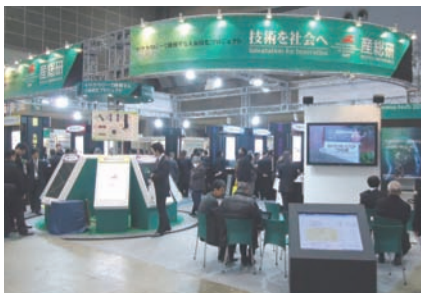
け、量産化、大型化技術を通してナノテクの産業化を加速しようとする取り組みを紹介しました。また、最新の成果を「先端ナノ材料技術」、「ナノシステム技術」、「次世代デバイス技術」、「先進製造技術」、「環境材料技術」のカテゴリーに分け、計22課題のパネル展示により紹介しました。ブース内でのプレゼンテーションは、あふれた聴講者が周辺の通路を塞ぐほど大盛況でした。

これらの展示内容が高く評価さ

れ、産総研は「nano tech 大賞 2011」の「グリーンナノテクノロジー部門賞」の栄誉に輝きました。受賞理由にも「大面積」、「実物で示すことで実用化への展望を開いた」などの表現が盛り込まれ、実用化を見据えた産総研の研究理念を深くご理解いただけました。

なお、今回の展示内容については、下記 URL からご覧いただけます。

<http://www.aist.go.jp/pr/nanotech2011/index.html>



産総研ブースの外観



ブース内の展示風景



nano tech 大賞 2011 表彰式

ドラホシュ チェコ科学アカデミー総裁の産総研来訪

2011年2月14日、チェコ科学アカデミーのドラホシュ総裁が産総研つくばセンターを来訪され、小野副理事長と会談および見学をされました。

チェコ科学アカデミーは約50の研究機関を傘下に置く政府組織であり、ドラホシュ総裁はチェコの科学技術研究を代表するとともに、科学技術に関する政策決定に大きな影響力をもつ方です。

今回は外務省の招聘事業で来日され、総合科学技術会議、日本学術会議、

文部科学省などを訪れたほか、研究機関としては、理化学研究所とともに産総研を訪問されました。

産総研つくばセンターでは、小野副理事長と意見交換され、産総研の本格研究に大いに興味をもたれたほか、チェコ科学アカデミーの事業について紹介されました。また、バイオテクノロジー研究の説明を受け、さらにサイエンススクエアつくばの見学をされました。

今回の来訪を機に、相互の連携が深

まることが期待されます。



左から、作田国際部長、ドラホシュ総裁、小野副理事長

国際シンポジウム ネオバイオミメティクスII を開催

2011年2月25日～26日、産総研は5大学附置研究所アライアンス（東北大学多元物質科学研究所・原子分子材料高等研究機構、北海道大学電子科学研究所、東京工業大学資源化学研究所、大阪大学産業科学研究所、九州大学先端物質化学研究所）、物質・材料研究機構、バイオミメティクス研究会との共催により、合同国際シンポジウム「ネオバイオミメティクスII：ソフトマテリアルとやわらかいロボット」を産総研つくばセンターで開催しました。英・米・独・仏・中・韓・シンガポールから各1名の招待講演者を含む招待・依頼講演18件、ポスター61

件で、企業などから44名、産総研62名を含む180名の参加がありました。このシンポジウムでイメージされた未来の「やわらかいロボット」とは、ソフトアクチュエータのような軽く柔らかな部材で構

成され、私たちの生活環境の中にそっと溶け込む昆虫のような小型ロボットです。概要はPEN（Vol.1, No.12）をご覧ください。（<http://unit.aist.go.jp/nri/nanoplan/>）



シンポジウムにおける講演の様子



シンポジウムの集合写真

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5月 → 2011年7月

4月11日現在

期間	件名	開催地	問い合わせ先
7 July			
27～28日	再生可能エネルギー世界展示会	千葉	03-5294-3888

平成23年度 科学技術分野の文部科学大臣表彰

平成23年度科学技術分野の文部科学大臣表彰受賞者が、4月11日に発表されました。以下の5つの部門で、産総研から14名が受賞しました。

<科学技術賞・開発部門>

わが国の社会経済、国民生活の発展向上などに寄与し、実際に利活用されている画期的な研究開発もしくは発明を行った者を対象とした賞

○「耐熱ガスバリア粘土膜の開発」

蛭名 武雄（コンパクト化学システム研究センター）・水上 富士夫（ナノシステム研究部門）・塚本 勝朗（ジャパンマテックス㈱）・佐倉 俊治（㈱NUCLEAR TECHNOLOGY）・茂木 克己（㈱巴川製紙所）

○「標準ナノスケールと校正技術の開発」

権太 聡・三隅 伊知子・菅原 健太郎（計測標準研究部門）

<科学技術賞・研究部門>

わが国の科学技術の発展などに寄与する可能性の高い独創的な研究または開発を行った者を対象とした賞

○「カーボンナノチューブの高効率金属・半導体分離と応用の研究」

片浦 弘道・田中 丈士（ナノシステム研究部門）

<科学技術賞・理解増進部門>

広く国民の科学技術への関心および理解の増進などに寄与し、また地域での科学技術に関する知識の普及啓発などの活動を行った者を対象とした賞

○「ジオパーク事業の推進による市民の地球科学の理解増進」

渡辺 真人・吉川 敏之・濱崎 聡志（地質情報研究部門）

<若手科学者賞>

高度な研究開発能力を示す研究実績

をあげた若手研究者を対象とした賞

○「有機分子1個の動きおよび化学反応の研究」

越野 雅至（ナノチューブ応用研究センター）

○「全方向ステレオカメラを用いた安全安心な車いすの研究」

佐藤 雄隆（情報技術研究部門）

<創意工夫功労者賞>

優れた創意工夫により技術の改善向上に貢献した者を対象とした賞

○「温度計校正装置の過冷却復帰手法の改善」

佐藤 公一（計測標準研究部門）

○「地質情報出版媒体の多様化による成果普及の改良」

渡邊 頼子（地質調査情報センター）

新役員紹介

お知らせ

なかえ きよひこ
中江 清彦（理事）

就任年月日：2011年4月1日

略歴

1971年4月	京都大学大学院工学研究科修士課程修了
1971年4月	住友化学工業株式会社入社
1997年4月	同社樹脂開発部長
1998年6月	同社技術室部長
2000年1月	同社技術・経営企画室部長
2002年6月	同社取締役就任、支配人ならびに筑波研究所長委嘱
2003年6月	同社取締役退任
2003年6月	同社執行役員就任、筑波研究所長
2004年4月	同社執行役員、技術・経営企画室（技術・研究開発）、筑波研究所担当
2004年10月	住友化学株式会社に社名変更
2005年6月	同社常務執行役員就任
2008年6月	同社取締役 常務執行役員就任
2009年4月	同社取締役 専務執行役員就任



おおたに すずむ
大谷 進（監事）

就任年月日：2011年4月1日

略歴

1972年3月	東京電機大学工学部電気通信工学科 卒業
1972年4月	日本電気株式会社入社
1999年10月	無線事業本部マイクロ波衛星通信事業部長
2000年4月	N E C ネットワークスモバイルワイヤレス事業本部 ワイヤレスコミュニケーション事業部長
2001年4月	N E C ネットワークスモバイルターミナル事業本部副事業本部長
2002年4月	執行役員兼モバイルターミナル事業本部長
2006年4月	執行役員
2007年4月	執行役員常務
2008年6月	取締役 執行役員常務
2010年6月	顧問



単結晶ダイヤモンドウエハーの合成技術開発

ダイヤモンド研究ラボ ^{やまだ ひであき} 山田 英明（関西センター）

次世代の省エネルギー型パワー半導体デバイスを実現する材料として、単結晶ダイヤモンドが注目されています。単結晶ダイヤモンドは、広いバンドギャップや高い熱伝導率など、物質中でいくつもの最高水準の物性値をもつ反面、その合成・加工技術が必ずしも成熟していません。そこで、半導体材料としての産業利用を実現するため、インチサイズの単結晶ダイヤモンドウエハーの合成・加工技術の開発に取り組んでいます。これまでに、結晶を接合して飛躍的に面積を拡大する手法の開発や、数値解析などを用いた合成条件最適化などの研究を行ってきました。



実験室でのひとこま



山田さんからひとこと

ダイヤモンドの合成技術開発に取り組む以前は、プロセス用の低温プラズマや、制御熱核融合用の高温プラズマの研究に携わってきました。「ダイヤモンド」と聞くと貴重に思いますが、人工的に作製すること自体はそれ程困難ではありません。高い結晶性を維持しつつ、いかに大面積に、かつ高速に合成できるかが課題です。合成の困難さに加え、硬くてもろいダイヤモンドを切断したり研磨したりする加工も簡単ではありませんが、最近やっと1インチサイズのウエハーの実現に成功しました。次は2インチサイズのウエハーを目標に、ウエハー作製プロセス技術全般のさらなる向上に携わって行きたいです。

表紙

上：新開発プロセスによる量産圧延材（AZ31）（p.5）

下：共生細菌リケッチエラの感染により体色が緑色に変化したアブラムシ（p.11）

産 総 研
TODAY

2011 May Vol.11 No.5

（通巻124号）
平成23年5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。