

産総研

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

TODAY

12

2011
December

Vol.11 No.12

特集

02 組込みシステム産業を支える産総研の本格研究

～地域の強みを活かした産学官連携による

オープンイノベーション～

組込みシステム技術連携研究体の活動紹介

共同研究事例：形式手法を利用した高信頼ソフトウェアのためのテスト設計技術の開発

共同研究事例：上流工程大規模テストのための技術開発

研究の新潮流：機能安全規格と社会システム

組込みシステム産業振興機構の設立経緯

「先進的組込みソフト技術者育成産学官連携プログラム」の開発について

モデル検査の人材育成

検証クラスター「さつき」

検証サービス

関西の地域イノベーション戦略

リサーチ・ホットライン

- 12 金属箔を基板に用いたフレキシブルCIGS太陽電池
集積型CIGSサブモジュールで光電変換効率15%を達成
- 13 糖鎖プロファイリング技術でiPS細胞を精密診断
高密度レクチンアレイで新規未分化マーカーを発見
- 14 世界初の超微細III-V/Ge CMOSトランジスタ
高性能異種チャンネルCMOSへの新たな道筋
- 15 新しい1 GHz超EMI測定電波暗室の評価法
電波暗室評価システムと技能試験法の開発

パテント・インフォ

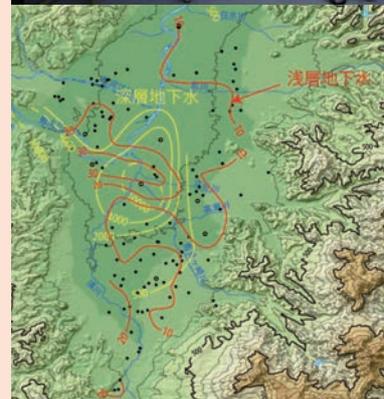
- 16 100%植物由来化成品の製造方法
非可食性植物廃棄物から得られるフルフラールの有効利用
- 17 角度誤差の検出機能をもつロータリエンコーダ
精密機械の動作仕様に見合う高精度角度制御の実現に貢献

テクノ・インフラ

- 18 半導体デバイス開発に貢献する国際規格
二次イオン質量分析法(SIMS)における多層デルタドープ層試料を用いた深さスケールの校正方法
- 19 地下水の地図
水文環境図No.6「山形盆地」の出版

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24回)
シーズとニーズをつなぐ仕事




National Institute of
Advanced Industrial Science
and Technology
AIST

技術を社会へ
Integration for Innovation

組込みシステム産業を支える産総研の本格研究 ～地域の強みを活かした産学官連携によるオープンイノベーション～

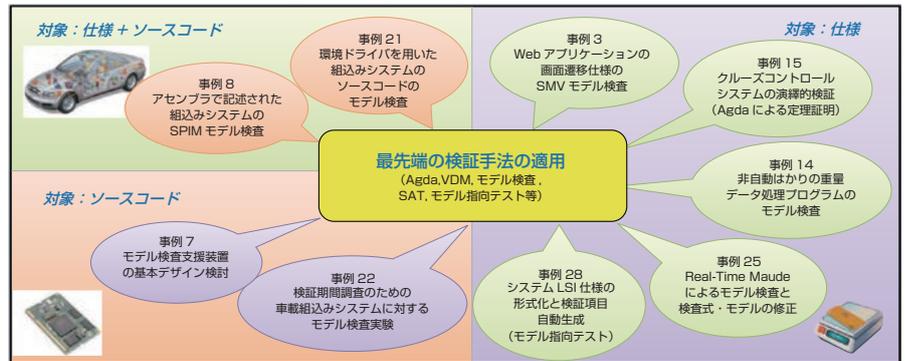
組込みシステム技術連携研究体の活動紹介

私たちの生活を取り巻く環境の中には、さまざまな形でソフトウェアが入り込んでいます。人がコミュニケーションするため、人や物を移動させるため、快適な生活環境を維持するためなど、ソフトウェアの役割は無数にあります。人が安心して暮らすためには、長期に渡って社会を支える安定した仕組みが必要です。

人間の生活圏にあるソフトウェアの多くは、「組込みシステム」という電子機器の中に入っています。組込みシステムとは、機器（ハードウェア）とプログラム（ソフトウェア）が一体となった装置です。これまでは特定の機能だけをもつ専用装置でしたが、集積回路の微細加工技術の発達により、大規模かつ複数用途の組込みシステムが増えてきました。例えば、最近の乗用車には、100前後の組込み機器が使われ、各機器を作動させるためのプログラム総数は1000万行を超えられています。

こうした組込みシステムが安定して動作し続けるためには、ソフトウェアが正しいだけでは十分ではありません。静電気や宇宙線などによって内部のデータが書き換わったときに、誤動作を未然に防ぐことや、自身の異常を他に知らせることが必要です。しかし、いかに注意深く作ったシステムであっても、設計に見落としや、プログラムに誤りが混入したり、意外な使われ方が事故を招いたり、組込みシステムが完璧であり続けることはできません。

私たち組込みシステム技術連携研究体では、形式手法（formal methods）と呼ばれる数学を基礎としたソフトウェアやハードウェアの分析、設計、検証技術の産業応用の研究を行っています。



システム検証に関して20件を超える研究事例

ひと口に「形式手法」といっても、聞いた人がそれぞれに違う技術を思い浮かべるほどに、形式手法とはいくつもの技術の集まりを意味します。私たちが形式手法に求める役割は、ソフトウェアに誤りを混入しにくくするための技術（高信頼化技術）、ソフトウェアに混入した誤りを見つけ出すための技術（システム検証技術）の拠り所となることです。

わが国のものづくり文化が誇る「摺り合わせ」開発では、仕様を厳密に書くことがおろそかになりがちです。仕様を厳密に書くとは、言葉を多く使用することではなく、整合的で、漏れがなく、一意に解釈できるように書くことです。私たちの研究プロジェクトでは、機器（デバイス）から実機や製品（システム）まで、さまざまな産業分野の製品を対象に、仕様を対象としたモデル化実験を行い、不良要因を埋め込まないための技術を開発してきました。産総研では2003年からシステムの誤りを見つけ出す技術について、モデル検査の事例研究を手がけ、モデル検査の日本語教科書を2006年6月に出版しました。組込みシステム産業振興機構との地域連携による先進的組込みソフト技術者育成産学官連携プログラム（組込み適塾）

にはモデル検査も含まれており、実践的な講義内容を体験していただくことができます。

私たち連携研究体が拠点を置く関西センターは、関西の経済界との結びつきが強く、技術を使うこと、人材を育成することに積極的に取り組んでいます。産業界から注目されるようになり、技術導入を検討する企業も増えてきた形式手法ですが、正体を掴みにくい、費用対効果を知るための情報源が少ない、という声をしばしば聞きます。この特集記事では、「技術を使う」をテーマに、形式手法を背景としたソフトウェアのテスト設計技術、フロントローディング化技術についての共同研究を紹介いたします。また、新たな技術動向として鉄道システムと機能安全規格の共同研究事例を紹介いたします。

「人材を育成する」のテーマでは、組込みシステム産業振興機構との地域連携の取り組み、その中でも特に、組込み適塾と検証サービスについて紹介いたします。最後に、関西センターの地域イノベーション戦略で、組込みシステムの研究がどのように位置づけられているかを説明して、全体を総括します。

組込みシステム技術連携研究体 副体長
おおさき ひとし
大崎 人士



共同研究事例：形式手法を利用した高信頼ソフトウェアのためのテスト設計技術の開発

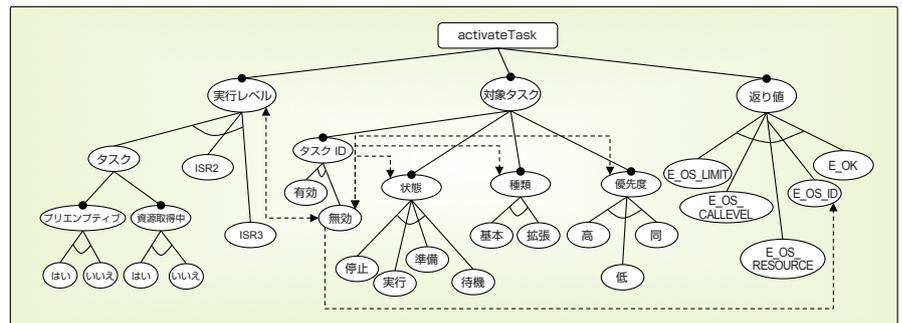
形式手法の最先端

1970年代に始まった形式手法の研究は当初、「正しさを検証しながら系統的にソフトウェアを開発*」を究極の目標としていました。しかし、この目標は現時点で達成されているとは言えません。それは技術的な理由もありますが、そもそも「正しいソフトウェアとは？」という奥深い問いに起因するものでした。ソフトウェア開発は想像ほど簡単ではなかったのです。しかし、この目標の実現とは別に、形式手法は工学的な立場からさまざまな形でソフトウェア開発に用いられるようになってきました。その一つがソフトウェアテスト技術（テスト）との融合です。形式手法とテストは共にソフトウェア検証技術ですが、それぞれに異なる強みをもっています。両技術を工夫して融合することで、効果的な検証技術の開発ができます。

FOT 技法

私たちは東芝セミコンダクター & ストレージ社と共同で、「高信頼ソフトウェア」を開発するためのソフトウェアテスト技法「FOT (Feature Oriented Testing)」を研究開発しています。FOT 技法では、独自拡張した And-Or 木を図式に用いて、ソフトウェア要求仕様を分析しながらテスト設計を行います。そして、その設計からテストケースを自動作成し、検査対象ソフトウェアに入力することで、仕様通りに動作するかを確認します。

FOT 技法には産業における実用のためのいくつかの「からくり」が仕込ま



FOT 技法によるAUTOSARのテスト設計例

れています。And-Or 木に基づく図式による分析法は、直感的で扱いやすく、利用者を問題分析に集中させ、また産業界への導入障壁を下げます。また、図式による分析は分析内容を可視化し、レビューによる「設計の正しさ」の確認を容易にします。さらに、And-Or 木により数理モデル化されたテスト設計を基にしたテストケース自動生成機能は、開発コストを低減させるだけでなく、科学的に正しさが証明されたアルゴリズムにより「(漏れ・重複なく)安全に」テストケースを自動で作成することができます。

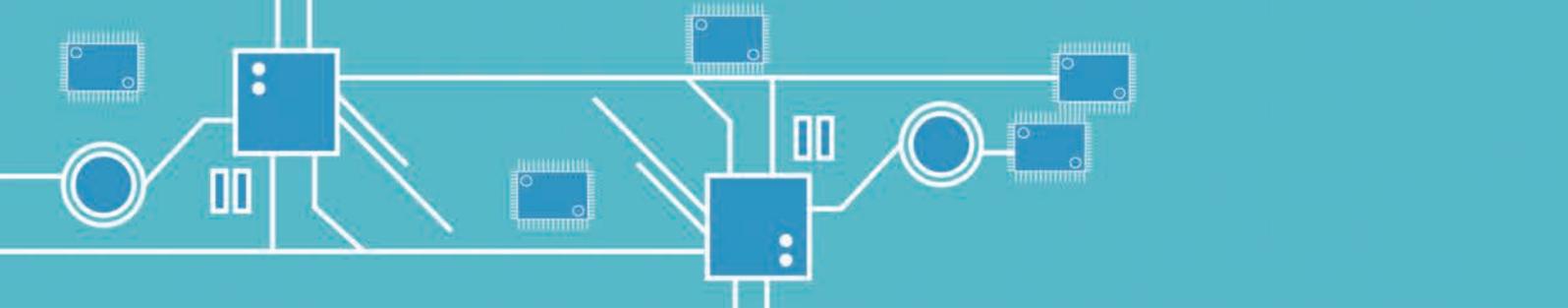
またこの研究では、車載システムの次世代規格「AUTOSAR」を事例に、この技法の実証実験を行っています(図)。図の例では、95秒で721個のテストケースを自動生成できました。さらに今後は、さまざまな高信頼性が求められるソフトウェアにこの技法を適用する予定です。

「ソフトウェア開発に『銀の弾丸**』はない」という言葉もあるように、ソフトウェア開発に唯一の万能な解決策は存在しません。FOT 技法も、ほかの方法同様、不具合を完全に除去できる夢の技術ではありません。しかし、「正しいソフトウェアとは？」の根本議論となる要求仕様周辺に潜む不具合の有無や信頼性について、FOT 技法は多くのことを教えてくれます。ソフトウェア開発に「銀の弾丸」はなくても、さまざまな強力な技術・技法を組み合わせることでより良い方法を開発することができます。組込みシステム技術連携研究体では、FOT 技法をはじめ、ソフトウェア高信頼化のための技術・方法の研究開発を行っています。

組込みシステム技術連携研究体
きたむら たかし
北村 崇師

用語説明

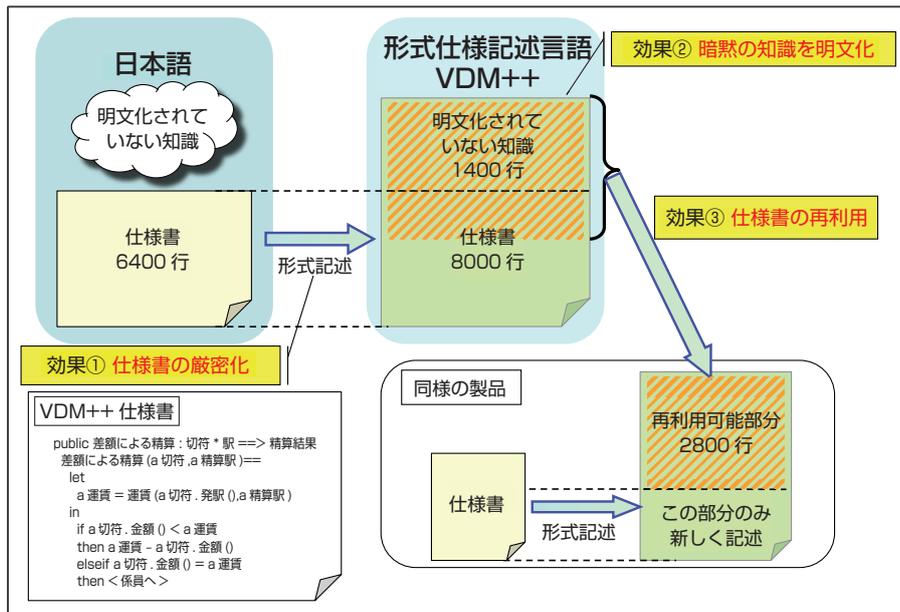
- * : この考え方を「Correct By Construction : CxC)」と呼びます。
- ** : 伝説上、魔物や怪獣を一撃で撃退できる唯一の魔法の弾丸のこと。



共同研究事例：上流工程大規模テストのための技術開発 －組込みシステム開発のフロントローディング化－

研究概要

この研究はオムロンソーシアルソリューションズ株式会社との共同研究です。例えば日本の都市部の鉄道路線網は首都圏に3000以上の駅があるなどとても大規模であり、さらに鉄道会社間の相互乗り入れの増加やICカード導入に伴い駅務機器（券売機や精算機など）の動作は複雑化が進んでいます。一方、駅務機器は公共システムとして高い信頼性を要求されています。この研究では自動精算機ソフトウェアを対象に、その開発工程の上流に存在する問題点を解決し信頼性の高い開発手法を構築しました。



仕様書の形式記述による効果

厳密な仕様書の作成

現在の自動精算機ソフトウェア開発では、仕様書に起因する不具合が増加しているという問題点があります。この問題点は仕様書が日本語で記述されているために混入する曖昧さなどの記述不備、知識の共有を仮定するため記述されない知識（暗黙の知識）の存在に起因します。記述不備や暗黙の知識が開発者に仕様の誤解を誘発し不具合が混入するのです。

この問題点を解決するために現状の日本語仕様書を形式仕様記述言語VDM++により記述し（形式記述）、その効果の確認を行いました。形式仕様記述言語とは数学的な背景を基に体系化された言語であり、形式記述することで記述不備の多くを排除することができます。

形式記述により以下の3つの成果が得られました（図）。

1. 厳密な仕様書作成
2. 暗黙の知識を明文化し属人性を排除
3. 仕様書の再利用性確保

上流工程大規模テスト環境

日本語仕様書をVDM++で記述すると、仕様書そのものをテスト（=実行）することができるようになります。仕様書テストを実施することで、仕様書が意図したとおりに記述されているかの確認や、仕様書テストの結果をテストケースとしてテスト工程へ提供することが可能になります。これを実現するためには高速に実行できるVDM++仕様書の実行環境が必要です。

自動精算機ソフトウェアの実行には仕様書に加え大量のデータが必要です。このデータをVDM++で記述すると80万行になります。そのため、

実行には大容量メモリが必要になり、実行にとっても時間がかかってしまうという欠点があります。そこで、仕様書の本質的な部分でないデータは既存のC++で記述されたソフトウェアを用いVDM++仕様書とC++ソフトウェアを連携させて実行させる環境を構築しました。このテスト環境を用いて85万件のテストケースの動作実験を行ったところ、実行には大容量メモリは不要で、実行時間を大幅に短縮でき実用に耐えうるということが確認できました。

オムロンソーシアルソリューションズ株式会社
 はたやま ころろ
 幡山 五郎
 組込みシステム技術連携研究体
 そうま だいすけ
 相馬 大輔

研究の新潮流：機能安全規格と社会システム

鉄道システムを取り巻く状況

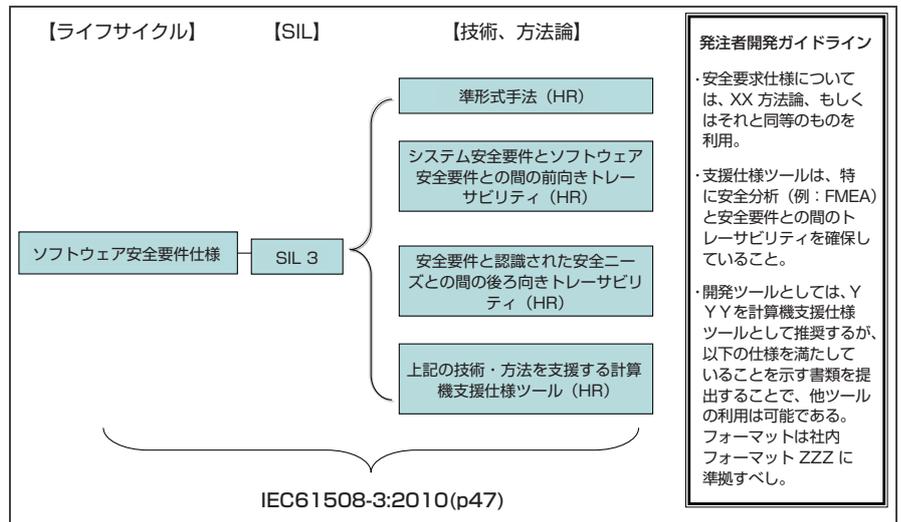
日本の鉄道システムは、新幹線などの高速鉄道網を高い安全性・信頼性を保持しながら開発・運営しており、世界的にも高水準の鉄道技術を誇っています。さらに、近年においては、社会インフラの海外輸出という点で、日本の経済発展戦略の担い手となっています。しかし、鉄道システムの輸出の実績はまだ乏しく、大きな課題となっています。

日本国内では、鉄道システムへの安全性に対する信頼は揺るぎないものがありますが、海外に輸出するとなるといくつかの障害があります。その一つが国際規格における、機能安全認証制度です。

鉄道に関する国際機能安全規格

機能安全 (functional safety) という言葉は、現在、さまざまな産業分野において大きな意味をもつようになりました。機能安全とは、システムにリスクを及ぼす原因そのものを全く排除するのではなく、システムの機能として、許容可能な限り対応するというものです。IEC 61508 は機能安全の親規格といわれており、電気電子部品に関するものでしたが、さまざまな産業分野において同様な規格が制定されています。ロボット分野においては ISO 13482 が策定中であり、医療機器においては IEC 62304 があります。

鉄道分野の機能安全規格としては、RAMS 規格と呼ばれる EN 50126/IEC 62278 があります。この規格は、Reliability (信頼性)、Availability (可用性)、Maintainability (保全性)、Safety (安全性) という鉄道システムにおいて重要な4つの機能要求につい



発注者開発ガイドラインの例

て、システムが満足しているかどうかを問うものです。信頼性は故障率に関連しています。故障率が低ければ、信頼性は高くなります。もし故障をしても、保全性が高ければ、修理の時間が短くて済み、車両の運行時間を長くでき、その可用性が高まる、という関係があります。RAMS はこのように、システムが保持すべき特に重要な特性について注目したものです。

鉄道システムにおいては、この規格を含めた一連の規格があり、海外に鉄道システムを輸出する場合、海外発注元からこれらの規格を満たすことを要求されることが一般的です。

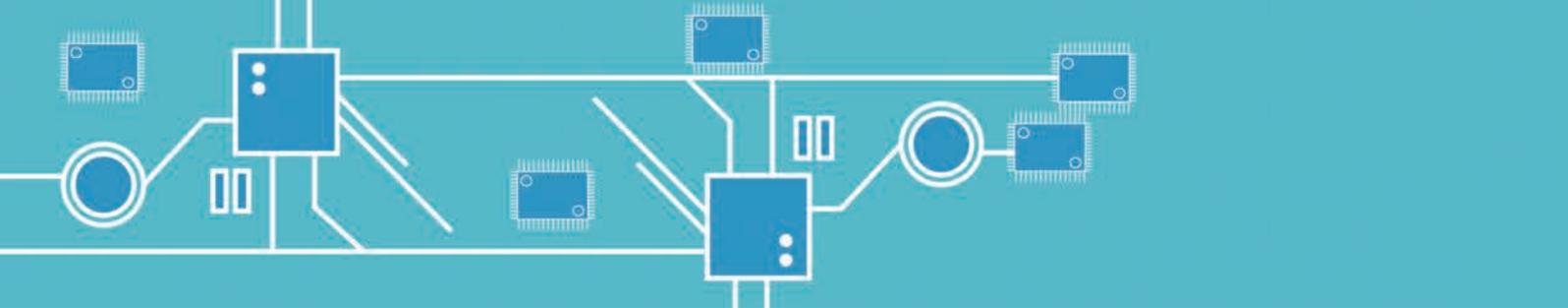
研究グループにおける取り組み

私たちの研究グループにおいては、このような産業界における動向に対して、高信頼システムのための開発方法論の研究という観点から、さまざまな産業分野に対する機能安全規格・ガイドラインに関する共同研究・技術コンサルティングを提供しています。こ

れまでの実績としては、鉄道システムにおけるハザード分析、リスクアセスメントに対して、車載組込みシステムに対する規格 ISO 26262 の安全分析プロセスを用いて、安全性の分析から安全機能要求までを実施し、安全性の確保を目指したものがあります。

このように、さまざまな産業分野における規格に対する調査・研究から始まり、安全分析手法の研究、鉄道事業者などの発注者側から見た「認証支援開発ガイドライン」、安全ケースに基づいた「認証支援プロセス」、などの研究開発を実施しています。これらの研究は、より効率的かつ実効的な認証取得などの、産業界に対する直接的な技術支援という側面と、システムの高信頼性や高安全性を保証する研究開発という側面をもち、今後の日本の産業界における重要な基幹技術の一端を担うものとして、実施していく予定です。

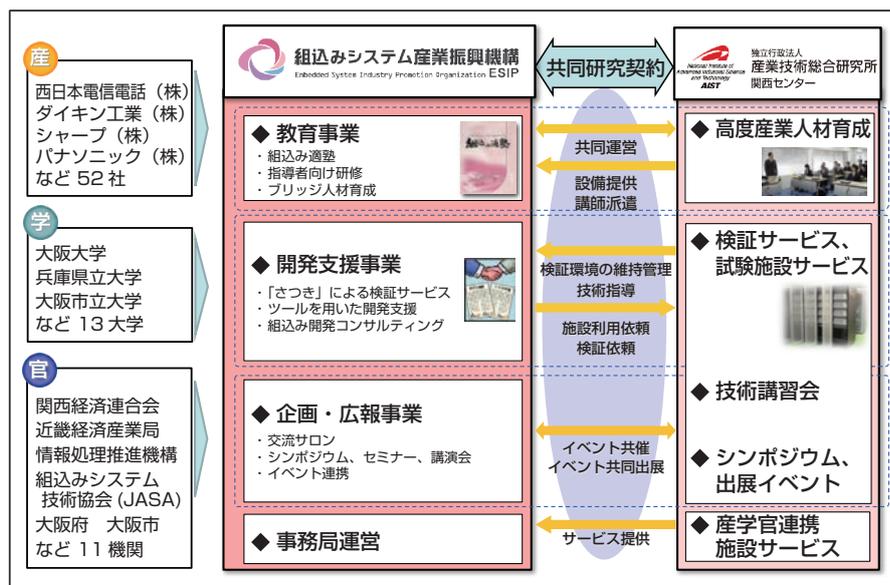
組込みシステム技術連携研究体
 たくち けんじ
 田口 研治



組込みシステム産業振興機構の設立経緯

2006年6月、関西経済同友会は関西におけるソフトウェア産業の振興について検討する「ソフト産業振興委員会（委員長：現NTT西日本 大竹伸一代表取締役社長）を発足させ、シャープ、ダイキン工業、パナソニックなどの日本を代表する家電メーカーやソフトハウス、専門学校など15社に、大阪大学大学院情報科学研究科の今瀬真教授がアドバイザーとして加わる形で、産学が連携した議論を展開しました。そして、2007年3月に“大阪・関西を組込みソフト産業の一大集積地に！”の目標を掲げ、目標実現のための推進エンジンとなるプラットフォーム設立の必要性を提言しました。これを受けて同年8月に関西経済連合会の組織として、組込みシステム産業振興機構の前身である「組込みソフト産業推進会議（会長：(独)情報通信研究機構 宮原秀夫理事長)」が設立されました。

推進会議では当時、高度組込みソフト技術者育成、初中級技術者の裾野拡大、アジア各国との連携、ソフト開発の品質向上と受発注の活発化の5課題に対し、多くの会員が活気あふれる議論を展開して、関西産業の活性化に必要な事業やサービスの実現可能性を探りました。その結果、組込み適塾などの人材育成機能について、継続的に受講生や講師を確保する仕組みをつくり、ブリッジ人材の育成も含めて、教育プログラムの充実を図っていくことの必要性、組込みソフト開発の品質向上に直接貢献する開発支援サービスの充実や受発注ビジネスを活性化させるマッチング支援サービスの実現などではさらなる検討が必要であり、推進会議の活動成果をさらに深化・発展させ、



産学官協同プラットフォーム

具体的なサービス提供へと結実させるべく、今後も活動を継続していくべきであるとの結論に至りました。組込みソフトウェア産業だけでなく、情報家電、環境・エネルギー、医療機器、FA制御機器、自動車など、ハードウェアも含めた分野へ活動領域を拡げることが必要であることから、名称の「組込みソフト」を「組込みシステム」に改め、よりいっそう産業の活性化に資するため、「推進」を「振興」に変更し、2010年6月、「組込みシステム産業振興機構（理事長：(独)情報通信研究機構 宮原秀夫理事長）」へと意思を引き継ぎました。

振興機構では、教育、開発支援、企画広報を事業の柱とし、推進会議の検討の具現化とさらなる組込みシステム産業の活性化に向けた新たなサービス・施策に取り組んでいます。機構の代名詞である「組込み適塾」などの教育

事業の充実に加え、産総研との連携による「さつき」施設サービスや検証サービス、受発注企業のマッチング活発化に向けた出張展示会の実施、海外進出サポートの仕組み検討などの開発支援事業、さらには産業活性化に向けた産業振興のあり方や交流サロン、展示会などの企画・広報事業と、会員企業が積極的に参加した活動を展開しています。

今後も推進会議設立当初から連携いただいている産総研関西センターとの強固な連携により、さまざまなサービス・施策をよりいっそう充実させ、産学官協同プラットフォーム（図）として、組込み産業の活性化のために活動を展開していきます。

西日本電信電話株式会社
代表取締役副社長
いとう のりあき
伊東 則昭

「先進的組込みソフト技術者育成産学官連携プログラム」の開発について

はじめに

「組込みソフト産業推進会議」の第1部会では「先進的組込みソフト技術者育成産学官連携プログラム」を開発し、組込みソフトが使われている商品やシステムのコンセプト創出、ハード・ソフトの最適なアーキテクチャの決定、組込みソフトの基本設計を担うシステムアーキテクト育成事業を推進してきました。部会においては種々のワーキンググループを設け、企業、大学、産総研、IPA（独立行政法人 情報処理推進機構）の方々に広く人材育成ビジョンについて切磋琢磨した議論を行い、オリジナルの「先進的組込みソフト技術者育成カリキュラム」を完成させました。これを大阪の地で活躍した緒方洪庵の「適塾」の精神を受け継ぐべく「組込み適塾」と命名し、2008年7月よりスタートし、今年で第4回の開講となりました。

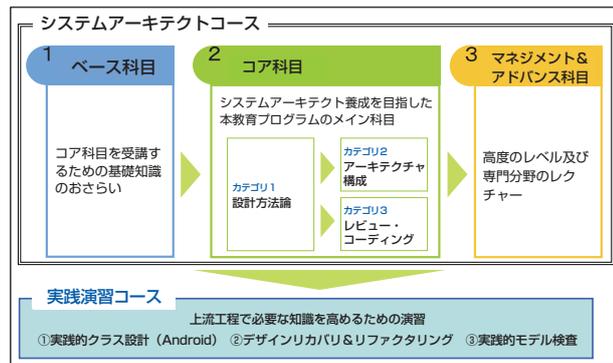
システムアーキテクト育成の考え方

- ・育成すべき人物像とプログラムの理念や特徴を明確化し、必要な知識とスキルを整理する。
- ・世の中ですでに実施されている育成プログラムを徹底的に調査し、運営方法や課題などを参考にする。
- ・講義を聴くだけでなく、レポートや演習で実践力を身につけさせ、即時に開発現場で使える内容とする。
- ・実行後は評価・見直しを行い、プログラムをブラッシュアップしていく。

教育カリキュラムとその運営の基本方針

1) ソフトウェア工学的手法をベースとした体系的カリキュラム

- ・構造化設計、オブジェクト指向設



「組込み適塾」コースの概要

計、UMLなどの典型的なソフトウェア設計手法

- ・状態遷移、時間駆動、並列処理などの組込みソフトウェア特有の設計手法
- ・信頼性や保守性の高い実装技術、レビューなど品質管理技術、ソースコードリーディング力
- ・組込みソフトウェアに関する技術知識をキャッチアップする能力

2) 世界に通用する“実学”の実施

- ・ソフト技術者が直面する問題を解決できる知識
- ・グローバル標準への考慮
- ・現場で培われてきた組込みソフトウェア開発のノウハウの形式化とカリキュラム反映
- ・講義コースに加え実践演習コースを設置、開発現場での実践力を養成

3) 一流の講師陣

- ・大学の最先端の研究内容や企業における実際の現場ノウハウの提供
- ・実プロジェクトにおける経験談を企業から紹介
- ・講師と受講生および受講生同士が切磋琢磨できる場の提供

積極的にプログラムづくりに参画し講師を務め、産業界のニーズを育成プログラムに反映しました。

「学」：大阪大学を中心とした関西情報系9大学による“IT Spiral”など先進的教育プログラムと連携させました。

「官」：産総研からは関西センターの教育施設と設備の提供を受けるとともに、連携検証施設「さつき」による検証支援を始め、全面的に共同して事業に取り組んできました。

組込み適塾の今後の展開

「組込みソフト産業推進会議」を継承した「組込みシステム産業振興機構」教育部会では以下のようにソフト人材育成のさらなる充実・高度化に取り組んでいます。

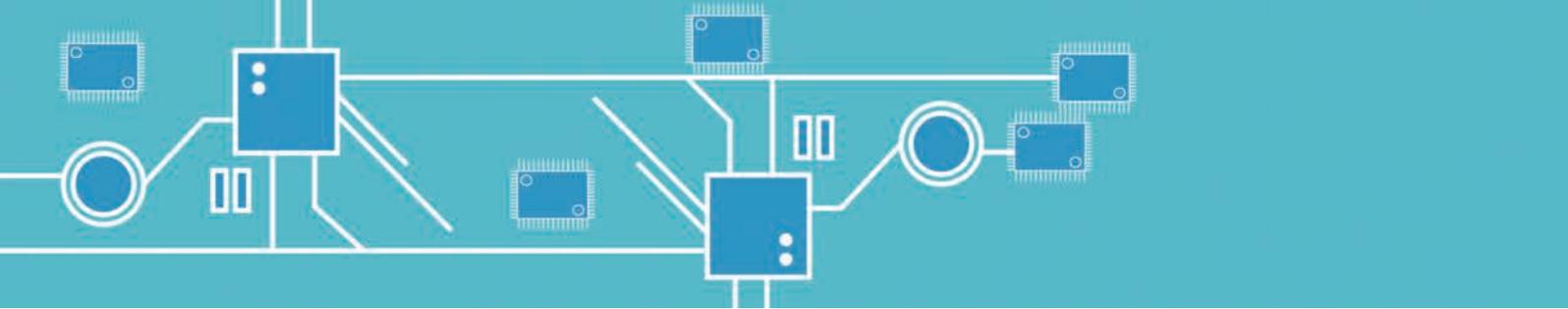
- ・IPAとの協業によるソフト技術者育成の道筋と必要スキルをマッピングした「組込み人材キャリアプラン」の開発とその標準化
- ・ソフト会社の海外進出やオフショア開発で重要な役割を担う「ブリッジSE」育成プログラムの構築

産学官の効率的連携

「産」：部会に属する企業メンバーが

組込みシステム産業振興機構 理事

にのみや きよし
二宮 清



モデル検査の人材育成

モデル検査研修教材の開発

2000年代の初め、ある企業と産総研とでモデル検査の適用に関する共同研究を行いました。実際の開発現場にモデル検査を導入することが目標の一つであり、技術習得のための教材を開発する必要がありました。

モデル検査を適用する際には、検査対象のモデルを専用の言語で記述することが必要です。また、時相論理と呼ばれる論理体系を用いて検査したい性質を記述することになります。特に時相論理は通常のシステム開発に現れない抽象的な概念であり、理解するのに時間もかかります。

技術習得教材の開発は、例題をベースとした構成と徹底的に噛み砕いた説明を基本方針として進められました。すべての例題は、問題の把握、モデル化、検査、結果の分析という一連の検査プロセスを行うものとなっており、個々の作業が検査プロセスの中でどのような意味をもつか容易に把握できます。また背景理論や検査アルゴリズムのような、モデル検査の適用に直結しない事項は説明を省いています。

つくられた教材は共同研究の中で使われ、短期間（5日間）でモデル検査の概要を身につけることができるものとして役立ちました。一方、当時はモデル検査の教科書は英語のものばかりで、技術習得の機会が限られていました。そこで、上記の教材を改訂し、教科書などの研修環境を整備しました（図1）。さらに「モデル検査研修コース」を開催し、直接的な人材育成を行いました。コースに参加された方々は組込み開発分野を中心とした技術者100名あまりにのぼります。



図1 モデル検査研修テキスト



図2 「組込み適塾」講義風景

実践的モデル検査

「組込み適塾」が企画されていた2007年当時、ソフトウェアの設計品質向上のためにモデル検査や形式手法といった形式的検証技術が注目され始めていました。組込み適塾の企画検討WGにおいても検証に関する知識の必要性が検討され、科目「モデル検査」が開講されることとなりました。さらに翌年には実践演習編科目「実践的モデル検査」が開講されています。「モデル検査研修コース」の内容に、事例の紹介や検証プロセスの説明など開発現場に即した知識を追加し、密度の濃い演習と

なっています（図2）。

形式的検証技術への関心が高まる現在、科目「実践的モデル検査」は国内でも数少ない定期開催のモデル検査研修として好評を博しています。それは教材の開発の当初から受講者の方々をはじめとして産業界の方々との協力して進めることができたからだと考えています。

組込みシステム技術連携研究体
にしはら ひであき
西原 秀明

組込みシステム産業を支える産総研の本格研究 ～地域の強みを活かした産学官連携によるオープンイノベーション～

検証クラスター「さつき」

「さつき」事始め

「さつき」は、産総研関西センターに設置されているクラスターシステムの愛称です。

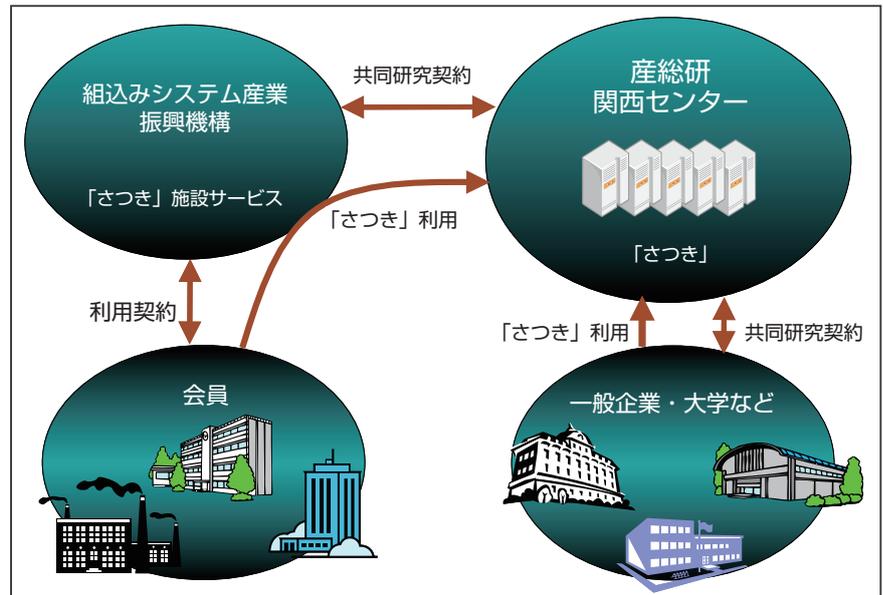
2007年10月首都圏の多くの自動改札機が動作しなくなり、多くの人々に支障をきたしました。当時はこれ以外にも、組込みシステムのトラブルが多発していました。経済産業省は、システムの信頼性を向上する施策が喫緊に必要であるとしたため、「組込みシステム検証試験施設の整備」の検討を始めました。

この連携研究体の前身組織である「システム検証研究センター」は、長年にわたり組込みシステム検証の研究を行っていました。また、関西は国民生活に密着した組込み機器生産の中心地でもあります。こうしたことから経済産業省より、システム検証研究センターに検証試験施設についての打診があり、2007年度補正予算において産総研関西センターに検証施設を設置することが決定されました。設置にあたり産業界・学術機関・公的機関の方々から意見を伺い、施設の構想を検討しました。最終的にクラスターシステムを中心とした施設が、2009年3月末に完成しました。

「さつき」の特徴

「さつき」は、組込みシステムの検証に必要な二つの要素を重点的に考慮した構成になっています。

一つは、大容量のメモリーです。大規模システムの検証や、プログラムの網羅的な実行解析などには、大容量のメモリーが必要になります。「さつき」では、1テラバイトというメモリーを



「さつき」利用の流れ

持つコンピューター3台を中心とした「大容量メモリークラスター」として実現しています。全体で10テラバイトのメモリーを提供し、今まで不可能だった規模のシステムの検証を可能にしました。もう一つは、互いに通信しあう多くの組込み機器の実行状況の解析などに必要な多くのコンピューターを複雑に接続した環境です。各コンピューターの能力より台数を重視した構成で、「大規模演算クラスター」として実現されています。台数の多さを活かして、膨大な数のテストデータを分散して検証する作業にも適しており、4ページの共同研究事例で紹介した首都圏の運賃精算システムの検証作業でも成果を上げました。

「さつき」利用形態の特徴として、利用者による各コンピューターの占有利用、および一週間単位での長期連続利用が挙げられます。半年以上連続して計算を行うことにより、未解決の最適化問題を解くという成果も出ていま

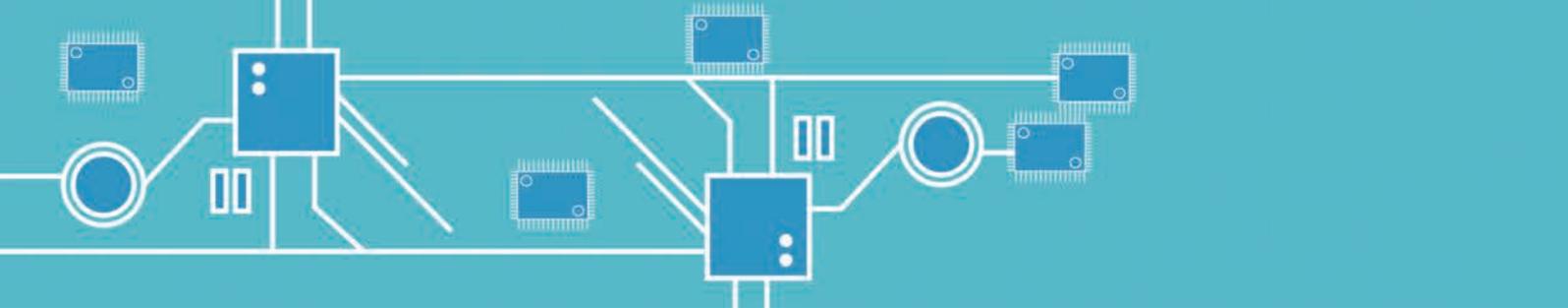
す。占有利用によりほかの利用者からの干渉を受けることもありません。

開かれたクラスター

「さつき」では組込みシステムのソフトウェア検証に必要なモデル検査ツール Spin、NuSMV や、Minisat、CVC3、Agda などの検証ツールが利用できます。また、ソフトウェアの検証に限らず、幅広い分野の検証が行えるよう、流体シミュレーションソフトや構造解析ソフトなども用意しています。

「さつき」は、産学官の皆様にご利用いただくための施設です。組込みシステム産業振興機構提供の「さつき」施設サービスによる利用が手続き上簡単です。クラスターの詳しい内容や利用方法については、<http://cfv.jp/cvs/service/> をご覧ください。

組込みシステム技術連携研究体
なかはら はやお
中原 早生



検証サービス

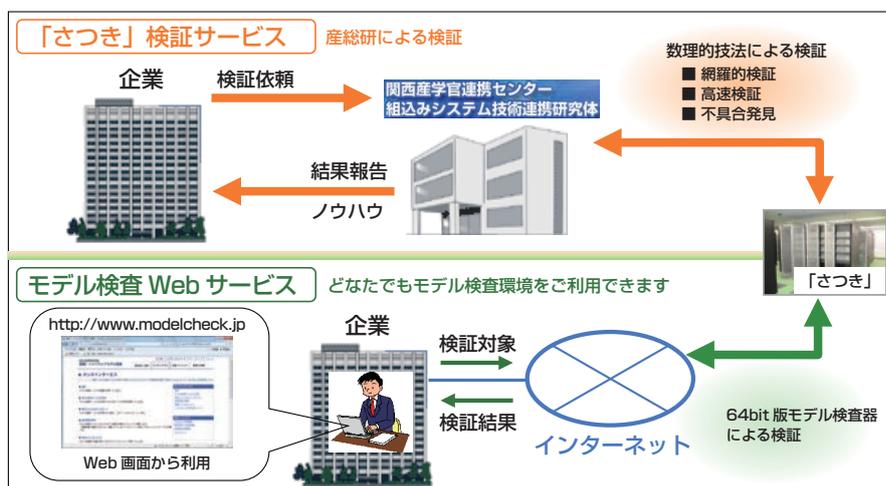
はじめに

私たちが提供する二つのサービスを紹介します。二つは共に「さつき」と関西に軸を置く企業や組込みシステム産業振興機構との連携によるもので、関西での地域連携の一翼を担っています。

「さつき」検証サービス

人の手間と時間をかけずに、システムの振る舞いや状態を網羅的に検証することは、システム技術者の長年の夢でした。その夢をモデル検査手法などの数理的技法に基づいた最新の手法を用いて実現したのが、「さつき」検証サービスです。数十兆の状態を数時間で検証した事例もあります。状態は、例えば信号機では「赤、黄、青の3状態」と数えます。これまでのテスト方法では、一つの状態を1秒で検証できても、10兆の状態では30万年以上かかります。

網羅的な検証を行うと、どんなに小さな不具合でも見つかります。遊戯機器のモニター表示が固まってしまう事



「さつき」検証サービスとモデル検査Webサービス

例では、外部環境の変化などでシステムが想定外の状態になることが原因の一つと判明しました。企業の方には、初回の検証作業だけ参画して、産総研がもつモデル作成のノウハウを学んでいただくこともできます。現在は2名の技術者が技術習得にいられています。ニュースや新聞からシステム障害という言葉が無くなる日を次の目標にして、今後も検証サービスの提供や産業界への技術移転に努めてまいります。

産総研の技術を受け継ぐベンチャー

(株)フォーマルテックは産総研で学んだ数理的技法の技術を産業界に普及させるべく神戸で起業しました。検証サービスのお手伝いもしています。

組込みシステム技術連携研究体
株式会社フォーマルテック
はやみず こうじ
早水 公二

64bit 版モデル検査器によるモデル検査 Web サービス

このサービスは、一般ユーザーが検査するモデルをWebサイトへアップロードすると、モデル検査の結果が表示されるもので、世界的にも例を見ません。

振り返れば産総研が設立された2001年の年末にモデル検査手法という耳新しい技術を紹介され、システム開発の品質向上に不可欠な技術として、産総研と一緒に普及拡大を目指す取り組み

を10年以上続けています。途中、当社独自の取り組みとして、海外製に頼っていたモデル検査器の独自開発に着手し、京都産業大学の平石裕実教授の御協力により64bitモデル検査器の実現に至る頃、あるワークショップでWebサービス化のアイデアをいただきました。そこで再び、産総研に共同研究をお願いして2010年から「さつき」を利用した無償のWebサービスを試行しています。

セキュリティに配慮してログを残

さないシステムなので詳細は把握できませんが、安心して手軽に利用できるモデル検査環境として、大学関係者から一般企業まで幅広く利用されています。

関西電力株式会社電力技術研究所
しのぎ こういち
篠崎 孝一

組込みシステム産業を支える産総研の本格研究 ～地域の強みを活かした産学官連携によるオープンイノベーション～

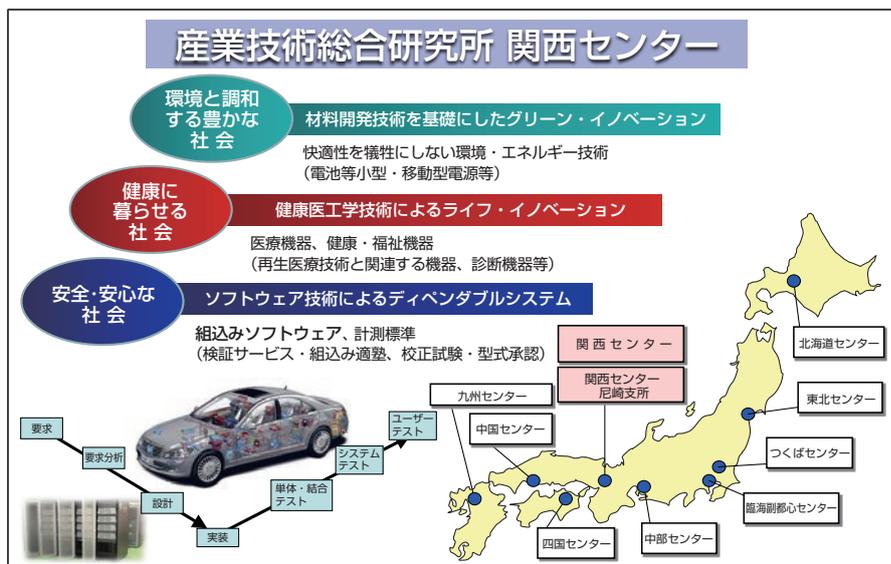
関西の地域イノベーション戦略

関西センターは、2001年の産総研発足時に、大阪工業技術研究所（大工研）に電総研、計量研、地質調査所の支所を加え誕生しました。母体である大工研は、大阪工業界の強い要望によりわが国が自らの技術でものづくりを進めるための拠点として1918年に創設されたものです。創設当初より、産業界との連携や技術移転に積極的に取り組む文化があり、戦前では、写真乾版技術の小西六（後のコニカ（株））への技術移転などで地元産業界に貢献してきました。戦後は、炭素繊維、透明導電膜、ニッケル水素電池を発明し、飛行機材料、液晶表示、ハイブリッド自動車などの世界をリードする産業技術の創出に寄与しました。

このような文化を継承する関西センターは、産総研創設時には、グリーンイノベーションを推進する生活環境系特別研究体、ライフイノベーションを推進するティッシュエンジニアリング研究センター、人間系特別研究体、ライフエレクトロニクス研究ラボ、これからの新しい産業基盤を意識したシステム検証研究ラボを配置しました。

産総研は2010年度より第3期中期計画期間に入り、関西センターでは、電池技術を中心としたグリーンテクノロジー技術、創業支援技術や医療・診断機器技術を中心としたライフテクノロジー技術、産業基盤を強化するための組込みシステム技術を3重点分野とし、関西地域を中心とした産業界や学会との連携を強化しています。

「技術を社会へ」をモットーとする産総研では、各地域センターごとに地域イノベーションプランを策定しました。関西センターでは、3重点分野に



産総研関西センターの重点3分野

対応し、蓄電池産業育成、バイオ医薬品産業育成、組込みシステム技術関連産業育成を掲げています。

この特集は、3番目の地域イノベーションプランの具現化を目指した活動の紹介です。

組込みシステム技術は、情報家電などの組込みソフトの正確な作動に欠かせませんが、最近ではさらに大きな機械システムにおける必須技術となっています。膨大な情報制御のかたまりとなった最近の自動車、複雑な制御を必要とする鉄道網や航空網の制御、スマートグリッドにおける電力供給制御を考えていただければその重要性をお分かりいただけるでしょう。

関西センターでは、情報技術研究部門と連携して、数学や情報工学を駆使した検証技術研究を進めるとともに、組込みシステム技術連携研究体を設置し、関西経済連合会との連携のもと、産業界の設立した組込みシステム産業振興機構（以下、機構）と人材育成や検

証サービスを進めています。

この連携により機構傘下の多くの企業と技術交流を深めています。また、大阪大学を筆頭に、大学・企業の研究者との連携のもと組込み適塾を運営しています。産総研の目指す「オープンイノベーションハブ」の好例が組込みシステム技術連携研究体です。

組込みシステム技術は、単なる情報工学分野の一技術に止まらず、ものづくりの基盤技術であり、開発プロセスそのものを改革する力もっています。関西センターは、この技術の確立が産業界の発展に不可欠との認識のもと、産学官連携に取り組んでいます。今後は、これまでの活動に加え、標準化戦略や海外連携活動にも力を入れてまいります。

産総研関西センター 所長
組込みシステム技術連携研究体 体長
たくち たかひさ
田口 隆久

金属箔を基板に用いたフレキシブルCIGS太陽電池

集積型CIGSサブモジュールで光電変換効率15%を達成



仁木 栄

にし しげる
shigeru-niki@aist.go.jp

太陽光発電工学研究センター
副研究センター長
(つくばセンター)

化合物薄膜太陽電池の一つであるCIGS太陽電池の研究開発に従事してきました。CIGS太陽電池については、産総研独自の高性能化技術を発信するとともに、迅速に技術移転を図ることで事業化に貢献したいと考えています。また、太陽光発電テラワット時代に向けて新しい化合物太陽電池材料とそのデバイスプロセス技術の開発を目指しています。

関連情報：

● 共同研究者

石塚 尚吾、小牧 弘典、古江 重紀、松原 浩司、柴田 肇（産総研）、森脇 健一、野本 麻紀、村上 直樹、大郷 毅、祐谷 重徳（富士フイルム株式会社）

● プレス発表

2011年6月20日「金属箔を基板に用いた高効率フレキシブルCIGS太陽電池」

● この研究開発は、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO技術開発機構）の支援を受けて行っています。

研究の経緯

軽量でフレキシブルな太陽電池は、これまでの太陽電池では導入が困難だった場所への設置も可能になるなど応用範囲が拡大できるため、太陽光発電普及促進のための重要技術の一つとして注目されています。しかし、これまでのフレキシブル太陽電池は、軽量で曲げられるという機能面での優位性がありますが、性能的にはこれまでの太陽電池に比べて劣っていました。産総研は、独自のプロセス技術によって、厚さ200-300 μmのフレキシブルセラミックス基板の上に、高効率な集積型CIGSサブモジュールを作製し、ガラス基板上の太陽電池と同等の性能を達成しました。しかし、高性能は実現できましたが、基板の低コスト化、大面積化、量産性の向上などの技術課題が残っていました。

研究の内容

今回は、富士フイルム株式会社との共同研究により、高温耐性や耐環境性を有し、さらに安価で供給の点でも優れたステンレスの金属箔を基板に用いて、高性能なサブモジュールを作製しました。

金属基板の場合は、その成分が太陽電池の高温成膜時にCIGS層に拡散する問題があります。さらに、集積型にするためには電気的な絶縁層を形成する必要があります。今回は、ステンレス箔の上にもまずアルミニウム層を形成し、表面を陽極酸化法によって酸化アルミニウムへと変化させました。この酸化アルミニウムの層は、電気的な絶縁

層であるとともに、金属基板成分のCIGS層への拡散を妨げる障壁層としても働いています(図1)。

CIGS太陽電池では、ナトリウム (Na) などのアルカリ金属を添加することで高い光電変換効率を得られる「Na効果」と呼ばれる性能向上効果が知られています。通常フレキシブル基板にはNaが含まれていないため、Na効果を得るためにNa供給技術が必要となります。私たちは、酸化アルミニウム層の上に、厚さを制御した極薄のケイ酸塩ガラス層を形成することで、高精度に制御されたNa添加を行い高性能化を実現しました。

図2に今回作製したサブモジュールの外観を示します。1枚の基板上に16個の細長い短冊状の太陽電池が直列接続された集積型フレキシブルCIGS太陽電池サブモジュールで、開放電圧10.54 V、短絡電流密度33.39 mA/cm²、曲線因子0.683、光電変換効率15.0%という性能です。この性能は、これまでのフレキシブルではないCIGS太陽電池と比較しても遜色なく、フレキシブル太陽電池サブモジュールとして極めて高性能です。

今後の予定

安価で安定なステンレス箔を基板に用いることができれば、高性能と軽くて曲げられるという機能性を併せもった低コスト太陽電池が実現し、新しい用途の開拓が期待されます。今後は企業との連携によって、高性能な集積型フレキシブルCIGS太陽電池モジュールの事業化に向けて貢献していきます。



図1 今回のCIGS太陽電池で利用したフレキシブル基板の断面模式図



図2 ステンレス基板上の集積型フレキシブルCIGS太陽電池サブモジュール (10 cm×10 cm)

糖鎖プロファイリング技術でiPS細胞を精密診断 高密度レクチンアレイで新規未分化マーカーを発見



館野 浩章
たての ひろあき
h-tateno@aist.go.jp

糖鎖医工学研究センター
研究員
(つくばセンター)

すべての生物を構成する細胞は糖鎖で覆われています。糖鎖の複雑な構造を見分けて、情報を受信している分子がレクチンです。大学生のころから一貫してレクチンに関する研究を行い、14年が経過しました。研究を始めたころ、レクチン研究はほとんど注目されていませんでした。しかし最近、生物機能や糖鎖を解析するためのツールとして、その重要性が認識されつつあります。私はレクチンの機能を知り、創り、そして使う方法を開発することで、レクチンの普及を推し進め、ライフサイエンス分野の研究の進展に貢献することを目指しています。

関連情報：

- 参考文献
H. Tateno *et al.*: *J. Biol. Chem.*, 286(23), 20345-53 (2011).

- C. Tang *et al.*: *Nat. Biotechnol.*, 29(9), 829-34 (2011).

- 共同研究者
平林 淳、成松 久、久野 敦、浅島 誠、伊藤 弓弦、小沼 泰子、堀本 勝久(産総研)、梅澤 明弘、阿久津 英憲、豊田 雅士(成育医療)

- プレス発表

2011年6月22日「糖鎖の迅速プロファイリング技術でiPS細胞を精密評価」

- 用語説明

*リプログラミング：初期化遺伝子の導入によって細胞内の遺伝子環境が劇的な変化を受け、未分化状態に戻ることを指す。

- この研究開発は、独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の支援を受けて行っています。

研究の経緯

iPS細胞は再生医療のための細胞源として期待されていますが、腫瘍形成の問題があり、細胞の安全性を評価する技術の開発が求められています。糖鎖は細胞の最も外側を覆い、細胞の種類や状態をよく反映することから「細胞の顔」と呼ばれ、分化段階でその構造が著しく変化することが以前から知られていました。一方、糖鎖は枝分かれや立体異性の違いによる複雑な構造をもつため、解析手法も複雑で時間のかかるものでした。これまで糖鎖医工学研究センターでは、糖鎖に結合するタンパク質(レクチン)を多種類、スライドガラス上に固定化し、これらと糖鎖との結合を一組のデータセットとして相互比較する高感度な糖鎖プロファイリング技術を開発してきました。そしてiPS細胞の糖鎖プロファイル解析しました。

研究の内容

今回、糖鎖プロファイリングの性能を上げるためにレクチンの数を増やし、組み換え体を含む96種のレクチンを固定化した「高密度レクチンマイクロアレイ」を開発しました。4つの異なる組織(羊膜、子宮内膜、胎児肺、胎盤動脈)の体細胞に4つの初期化遺伝子(Oct4, Sox2, c-Myc, Klf4)を導入して114種のiPS細胞を作製し、その際の細胞上の糖鎖の変化について、高

密度レクチンマイクロアレイを用いて糖鎖プロファイルの比較解析を行いました。解析の結果、元の体細胞が組織ごとに異なる糖鎖プロファイルをもっていたにもかかわらず、作製されたiPS細胞は、いずれもES細胞とほぼ同じ糖鎖プロファイルを示し、初期化遺伝子の導入により細胞上の糖鎖もリプログラミング*されることがわかりました(図1)。さらに、すべての未分化細胞と反応し、かつ、元の4つの体細胞とは全く反応しないレクチンを発見しました(図2)。rBC2LCNと名付けたこのレクチンは、上記の二つの特徴(α 1-2Fuc, type1 LacNAc)をもつHタイプ1/3構造(Fuc α 1-2Gal β 1-3GlcNAc/GalNAc)に結合特異性をもつことがわかりました。つまり、この糖鎖認識タンパク質は新規未分化マーカーであると考えられます。

今後の予定

この研究で発見した未分化細胞と特異的に反応するrBC2LCNは大腸菌で簡単に大量調製できることから、腫瘍化の原因になる未分化細胞を検出するための試薬として産業応用が可能です。国内外の関連研究機関と連携して、rBC2LCNを活用した未分化判別技術を開発し、その実効性を広く検証するとともに、rBC2LCNが認識する新規未分化マーカーの機能について研究する予定です。

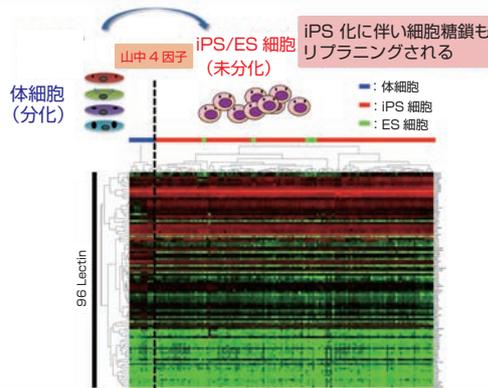


図1 高密度レクチンマイクロアレイで得られた糖鎖プロファイル(クラスター解析)

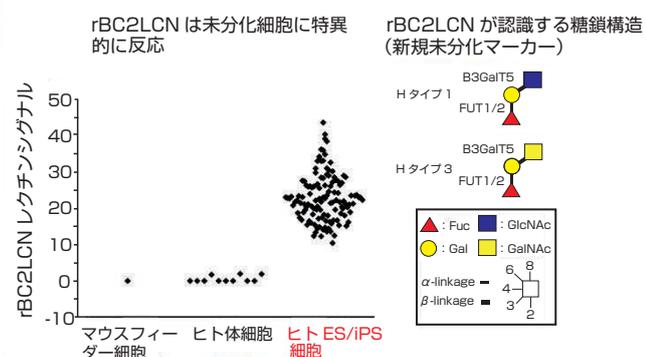


図2 rBC2LCNは未分化細胞を検出する新規プローブである

世界初の超微細 III-V/Ge CMOS トランジスタ

高性能異種チャネル CMOS への新たな道筋



前田 辰郎

まえだ たつろう

t-maeda@aist.go.jp

ナノエレクトロニクス研究部門
新材料・機能インテグレーショングループ
主任研究員
(つくばセンター)

高性能化と高信頼性が厳しく求められるシリコンテクノロジーの世界に、新材料による機能高度化と新たな価値を創造すべく、LSIのブレークスルー技術の開発を目指しています。

関連情報：

● 参考文献

T.Maeda et al.: 2011 Symposium on VLSI Technology, 62 (2011).

● 共同研究者

ト部 友二、板谷 太郎、石井 裕之、宮田 典幸、安田 哲二(産総研)、山田 永、秦 雅彦(住友化学)、横山 正史、竹中 充、高木 信一(東京大学)

● プレス発表

2011年6月12日「世界初の次世代高性能 III-V/Ge CMOS トランジスタの実現」

● 用語説明

* CMOS: Complementary (相補型) MOSの略号。nチャネルMOSFETとpチャネルMOSFETという、オンオフ動作が相互に逆転するタイプのトランジスタを直列につなぐ素子。集積回路での信号処理を行う上での最も基本的な回路である。

**ゲートラスト法: ソース/ドレイン領域を先に形成した後で、ゲート絶縁膜とゲート電極部分を最後に形成するMOSFETの作製方法。

研究の経緯

16ナノ世代以降の高性能LSIでは、Siよりも大きな移動度を持つIII-V族化合物やGeといった異種材料を組み合わせたCMOS*の実現が期待されています。一方で、実用化に向けては、こうした異種材料に対して同一プロセスで、しかも微細化が可能なトランジスタ作製技術が求められています。今回、東京大学、住友化学と共同で、異種チャネル材料に適した共通プロセス・材料を開発し、ゲート長100 nm以下の微細III-V/Ge CMOSトランジスタの動作実証に世界で初めて成功しました。

研究の内容

電子移動度の高いInGaAsとホール移動度の高いGeは物性が大きく異なるため、プロセスの複雑化とそれに伴うコストの増大が懸念されています。一方で、InGaAsの伝導帯端とGeの価電子帯端が極めて近いところに位置していることから(図1)、n/pMOSFETの閾値制御の点では、ゲート電極材料の共通化ができます。また、この共通メタル電極は微細化に適したショットキーバリアソース/ドレイン(S/D)トランジスタ

のメタルS/D材料としても有用です。つまり、異種チャネル材料にもかかわらず、ゲートおよびS/D電極を単一の材料で実現することが可能となります。このようなコンセプトのもと、共通メタル材料としてTaNを採用し、ゲート長100 nm以下の微細化が可能なゲートラスト法**を用いて、InGaAs nMOSFETとGe pMOSFETを試作しました(図2)。図3は作製したInGaAs nMOSFETとGe pMOSFETの動作特性です。InGaAsチャネルとGeチャネルを使って、対称的かつ良好なトランジスタ特性を同時に得ることに成功しました。また、ゲート長100 nm以下における高いスケール耐性も示され、メタル材料の共通化により、III-V/Ge異種チャネルCMOSプロセスの集積化と微細化に成功するだけでなく作製プロセスの大幅な簡略化も同時に実現しました。

今後の予定

今回開発した技術を用いた次世代高性能CMOSトランジスタを実用化することにより、コンピューター、サーバー、デジタル家電などの高性能化や低消費電力化を目指します。

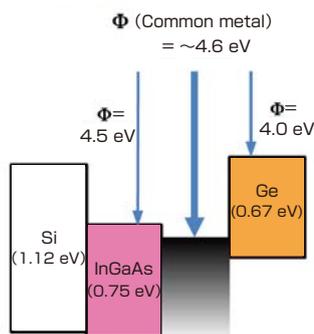


図1 InGaAs および Ge のバンドラインアップ

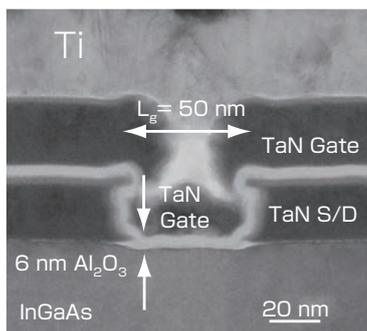


図2 ゲート長 50 nm の InGaAs nMOSFET の断面写真

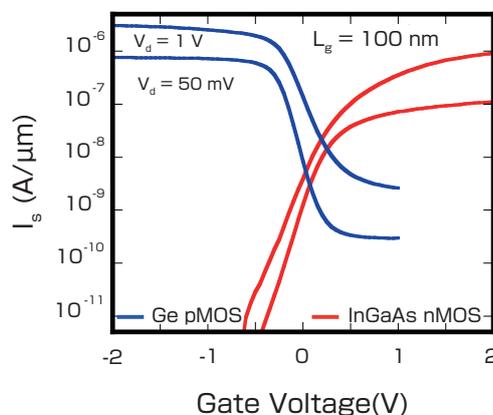


図3 ゲート長 100 nm の InGaAs/Ge n/pMOSFET の電流電圧特性

新しい1GHz超EMI測定電波暗室の評価法

電波暗室評価システムと技能試験法の開発



黒川 悟

くろかわ さとる

satoru-kurokawa@aist.
go.jp

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

産業技術総合研究所入所以来、アンテナ標準の開発、EMI測定手法に関する研究、マイクロ波フォトニクスを用いたアンテナ計測技術の研究開発を行っています。

開発の社会的背景

ほとんどの電気電子機器について、世界的な不要電磁波放射規制(EMI規制)が実施されています。特に近年は、パソコン、携帯電話など1GHzを超える周波数を利用する機器も増加しており、そのような周波数のEMI規制が行われています。

国内産業、特に中小企業が開発する製品のEMI対策を支援する各都道府県の公設研究機関、各認定試験所においては、1GHzを超える周波数でのEMI規制への対応が必須となっており、各機関では国家標準にトレーサブルな測定結果が求められています。

開発した技術

EMI規制に対応する試験の実施機関として認定を受ける場合、測定結果の同等性を示すため、一般的には技能試験への参加が必要です。しかし、1GHzを超えるEMI規制に対応する技能試験については、現在、その試験方法が検討されているものの、まだ確定していません。

このため、新しい技能試験の方法として、疑似被試験機(EUT: Equipment Under Test)としてアンテナにフォトダイオードを内蔵した光ファイバーリンク広帯域アンテナを製作し、その放射特性を各機関で測定して比較する方法を提案しました。開発したアンテナと概念図を下図に示します。

この測定では、開発した疑似EUTをターン

テーブル上の高さ1mに設置して、アンテナの放射特性をベクトル・ネットワーク・アナライザ(VNA: Vector Network Analyzer)または、発信機とスペクトラムアナライザを用いて測定します。VNAを用いた場合の測定結果は、周波数領域での測定結果だけでなく時間領域での測定結果を得られます。そのため電波暗室の特性劣化の主要因である壁面などからの不要反射波の比較も実施可能なので、性能改善の指針を得ることもできます。

今後の展開

現在、関東信越静、九州、中国、近畿の公設研究機関にて測定を実施しているところです。本年度からは、震災で多大な損害を受けた東北地方において、企業を支援する公設研究機関とも比較測定を実施いたします。

今後は、全国都道府県の公設研究機関で比較測定などを実施し、技能試験としての評価を確立するとともに、各公設研究機関の技能向上にも貢献していく予定です。それにより、日本企業のEMI規制対応の製品開発を支援し、産業の国際競争力向上に寄与していきたいと考えています。

なお、各種測定のマニュアル化も実施しており、以下のウェブサイトで公開中です。

http://www.nmij.jp/~nmijclub/denjikai/bak/denjikai_innovamanual.html

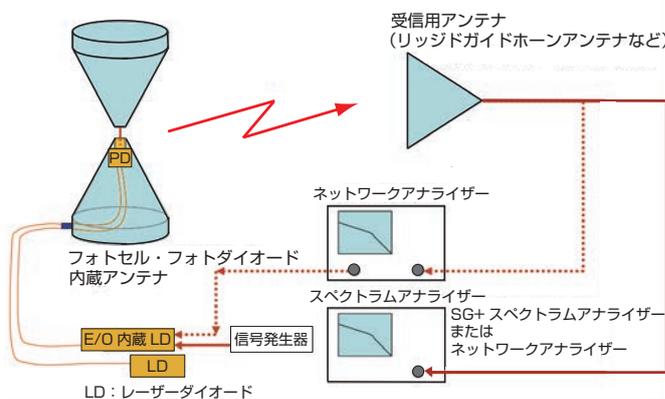


図 開発したEMI測定電波暗室評価システムの概念図と開発したアンテナの写真

100 %植物由来化成品の製造方法

非可食性植物廃棄物から得られるフルフラールの有効利用

国際公開番号
WO2011/059013
(国際公開日：2011.5.19)

●関連特許
登録済み：米国1件
出願中：国内2件

研究ユニット：

環境化学技術研究部門

適用分野：

- ポリエステルの原料
- 生分解性プラスチック

関連情報：

- 参考文献

[1] 産総研出願特許：
米国特許 6,639,045、
特願 2009-251313、
特願 2010-252361

[2] Li Shen *et al.*: *Product overview and market projection of emerging bio-based plastics (PRO-BIP 2009)*, iii (2009). <http://european-bioplastics.org/media/files/docs/en-pub/PROBIP2009.pdf>

[3] Li Shen *et al.*: *Product overview and market projection of emerging bio-based plastics (PRO-BIP 2009)*, i (2009).

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

この発明は、安価な非可食性植物廃棄物(廃木材、製紙系廃棄物、トウモロコシ穂軸など)から得られるフルフラール(図1)を利用して、酸化反応により植物由来のフマル酸やフマル酸誘導体を製造することを目的としています。また前記のフマル酸やその誘導体を水素化することによりポリエステル^[1]原料として有用なコハク酸、その誘導体、1,4-ブタンジオールなどの100 %植物由来化成品を収率良く製造することを目的としています(図2)。

これまでの発酵合成法は、化学合成法に比べ一般的に収率が低く、デンプンのほかCO₂を原料として利用しているため、100 %植物由来化成品を製造するためには、コストの低減に課題を残していました。この発明では、コスト高による実用化の障害をクリアする改善方法を提案しています。

技術の概要

この発明は、安価な非可食性植物廃棄物から得られるフルフラールを利用して、植物由来プラスチック(2020年の予測世界生産量：約350万トン^[2])の原料となる100 %植物由来コハク酸、1,4-ブタンジオールなどの化成品を化学合成す

る点に特徴があります。一般に化学合成法は、発酵合成と比べ単位容積当たりの収量が高いことが期待されます。この発明ではフルフラールを原料として、コハク酸と1,4-ブタンジオールの前駆体(製造原料)となるフマル酸やフマル酸誘導体(エステル類、酸無水物)を酸化反応により製造する際に、未反応の酸化剤を安全に処理し、化成品であるフマル酸、コハク酸、1,4-ブタンジオールなどを収率良く得る方法を見いだしました。

発明者からのメッセージ

原油価格の高騰の背景もあり、CO₂削減効果のある植物由来プラスチックの研究開発が注目されています^[3]。しかし、これまでの技術では、多くの場合プラスチック原料の製造に糖類などの可食性植物を利用しているため、植物由来のプラスチック、化成品などの生産量が増大するに伴い、穀物価格への影響が無視できなくなると考えられます。この発明および関連の発明^[1]は、再生可能で安価な非可食性植物から得られるフルフラールを利用する化成品やプラスチックなどの製造技術を通してCO₂発生を削減し、資源循環型工業の基盤技術構築に寄与することを目指しています。

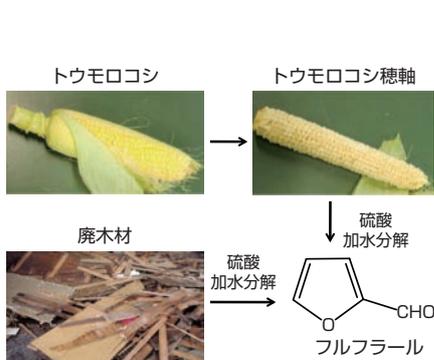


図1 非可食性植物廃棄物から得られるフルフラール

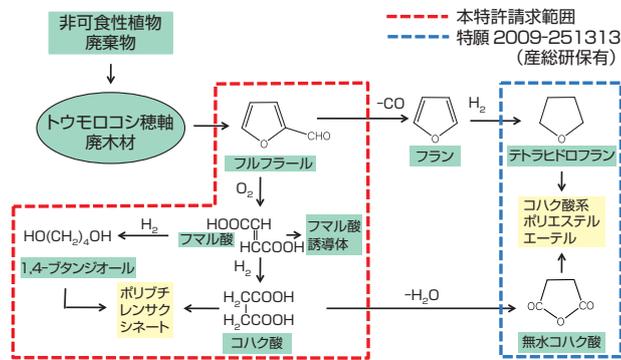


図2 非可食性植物廃棄物からのフルフラールと化成品の製造経路

角度誤差の検出機能をもつロータリエンコーダ

精密機械の動作仕様に見合う高精度角度制御の実現に貢献

国際公開番号
WO2011/055661
 (国際公開日: 2011.5.12)
 ●関連特許
 登録済み: 国内1件

研究ユニット:

計測標準研究部門

適用分野:

- 工作機器回転軸制御
- モーター角度制御
- ロボット腕関節制御

目的と効果

工作機器やロボットの腕関節などの角度位置決めに広く用いられているロータリエンコーダには、高い分解能に見合う高精度化が欠かせません。エンコーダを装置の軸に取り付ける時に生じる軸ずれ(偏心)は大きな角度誤差要因ですが、検出が困難なため高精度化を妨げる大きな障害でした。自己校正機能付きロータリエンコーダは、エンコーダ自体が角度目盛りの誤差ばかりでなく、軸ずれの角度誤差も併せて検出できる機能を有しています。装置に組み込んだ後に角度の校正ができるため、精度がさらに向上した角度制御を可能にします。

技術の概要

ロータリエンコーダは360°(度)の分度器の目盛り位置をセンサーで検出して角度情報を出力する装置です。一般に1個のセンサーを用いますが、複数個のセンサーを分度器の周りに等角度間隔に配置すると、エンコーダ自体が角度誤差を検出する機能を実現することができます。しかし、検出した角度誤差の周波数成分は

センサーの数に対応した周波数成分が抜け落ちてしまうという問題点がありました。

そこで図1上のように6個のセンサーを60°の等角度間隔に並べるのではなく、同じ6個でも図1下のように1個(赤)は共通として3個(赤と青)と4個(赤と緑)に分け、それぞれを120°と90°の等角度間隔に並べることにより、図2下に示すように、最小公倍数の12個のセンサーを並べた時と同じ高次の周波数成分まで抜け落ちの少ない角度誤差を検出することが可能になります。

発明者からのメッセージ

センサーをたくさん並べれば、それだけ周波数成分に抜けの無い角度誤差の検出能力を発揮させることができます。しかし、センサーが高価な場合にはたくさん使用するわけにはいきません。センサーの並べ方を工夫することで、角度精度0.5" (秒)を超えた自己校正機能付ロータリエンコーダを、製作費を抑えて簡単に実現することが可能です。

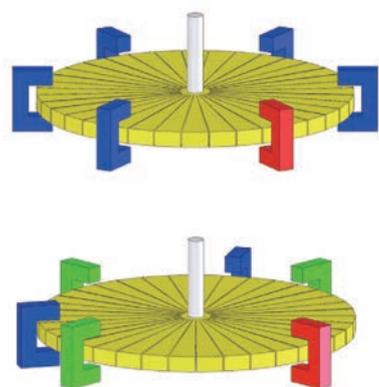


図1 センサー配置図

上はセンサーを6個、60°間隔で配置した場合、下は3個(120°間隔)と4個(90°間隔)の配置を6個で実現した場合である。

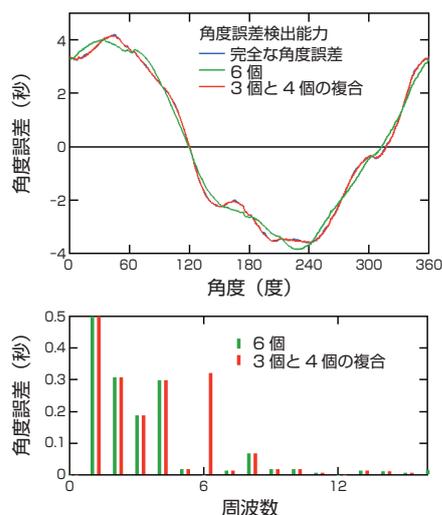


図2 角度誤差

センサー6個では6次の周波数成分が求まらないため角度誤差の検出が不完全であるが、3個と4個の配置で角度誤差を検出した値は、周波数成分に抜けの無い完全な角度誤差とほぼ重なっている。

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

知的財産部技術移転室

〒305-8568
 つくば市梅園 1-1-1
 つくば中央第2
 TEL : 029-862-6158
 FAX : 029-862-6159
 E-mail : aist-tlo@m.aist.go.jp

半導体デバイス開発に貢献する国際規格

二次イオン質量分析法(SIMS)における多層デルタドーブ層試料を用いた深さスケールの校正方法



野中 秀彦

のなか ひでひこ

hide.nonaka@aist.go.jp

標準・計測分野研究企画室
研究企画室長
(つくばセンター)

現在、ISO/TC 201（表面化学分析）の国際幹事として、同TCの管理・運営やISO中央事務局との連絡などの業務を行っています。また、同TC/SC 6 (SIMS) のエキスパートとして、開発中の規格の審議などに参加しており、自らも飛行時間型SIMSの質量校正に関する新規提案を準備中です。

関連情報：

● 引用文献

[1] Y. Homma *et al.*: *Surf. Interface Anal.* 35, 544-547 (2003).
© Crown copyright 2003. Reproduced by permission of the Controller of HMSO and the Queen's printer for Scotland.

● 注釈

* 原子1層以下の極めて薄いホウ素などの不純物元素を含む層が、あらかじめ決められた規則正しい間隔でシリコン中に挟まっている試料。

二次イオン質量分析法(SIMS)とは

二次イオン質量分析法 (SIMS) は、試料の成分を分析する計測手法の一つです。一定の強度の酸素イオンやセシウムイオンのビームで試料の表面を削りながら、そこから発生する二次イオンの質量を分析することにより、試料の深さ方向の成分を分析することができます。

微量な成分の分析が可能であることから、特に半導体デバイスで重要な役目を果たす添加(ドーブ)された不純物の分析に広く用いられている分析法です。

規格の概要

産総研が作成に参画し、国際標準化機構 (ISO) が 2009年に発行したISO 23812は、半導体産業において最も重要な材料であるシリコンについて、多層デルタドーブ層試料*を用いたSIMS測定における深さスケールの校正方法を定めた規格です。SIMSの測定条件と手順、測定結果から不純物層の位置を決定する手法、さらに求めた位置の不確かさの見積もり方法などを詳細に規定しています。

SIMS測定で正確な深さを把握するには、使用するイオンビームで表面を削る速度を知る必要があります。

この規格では、多層デルタドーブ層試料に関して、デルタドーブ層やその間隔に関する条件とそれらを透過型電子顕微鏡などにより正確に求めておくことなどが記述されています。この

規格に基づいて試料をSIMSにより測定すると、測定結果において不純物元素の信号が現れる位置から、表面を削る速度を正確に求めることができます(図)。

産総研では、極浅領域分析用のイオンビーム源の開発を行い、それを用いて本規格の検証を行うとともに、外部専門家を含む「極浅注入不純物深さプロファイル分析検討委員会」を組織して、この規格の原案や各国代表からの指摘に対する修正などに関するコメントの取りまとめを行いました。

規格制定の効果

この規格により、半導体デバイスの製造工程において、50 nm (2万分の1 mm) 以下のとても浅い領域に添加された不純物の濃度について、異なる装置で分析した結果を相互比較することが可能となります。これにより、測定の信頼性の確保のみならず、デバイス開発を効率的に進めることが期待されます。デバイスの高性能化のために構造の微細化を推し進めている最先端の半導体開発の現場で欠くことのできない規格です。

なお、この規格の開発は、経済産業省委託基準認証事業「ウルトラシャロドーバント(極浅不純物注入)半導体の深さプロファイル分析のための標準化研究開発」(2003年度～2005年度)において行われました。

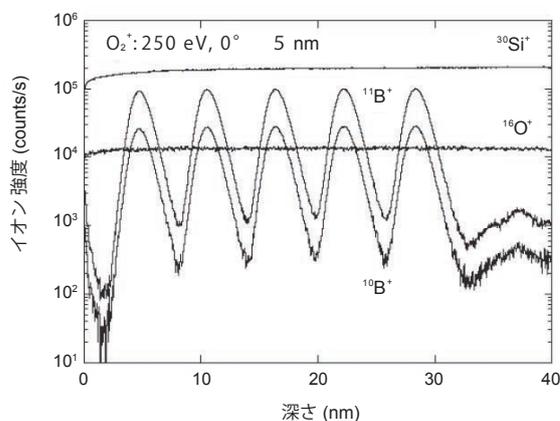


図 多層デルタホウ素ドーブ層試料のSIMS測定結果の例
波状のホウ素 ($^{11}\text{B}^+$) の信号の頂点の間隔とデルタドーブ層の間隔の比較により横軸(深さ)を校正する^[1]。

地下水の地図

すいもんかんきょうず 水文環境図 No.6 「山形盆地」の出版



町田 功

まちだ いさお

i-machida@aist.go.jp

地圏資源環境研究部門
地下水研究グループ
研究員
(つくばセンター)

地下水に関するわかりやすい情報発信を心がけています。現在はドイツのベルリン工科大学にて地下水保全に関する研究を行っています。将来的にはここでの研究成果も水文環境図の発展のために用いたいと考えています。

水文環境図とは？

産総研では地質調査所の時代から約50年間、地下水に関連する地図を整備してきました。2002年からは地下水資源の保全と有効利用を目的として、水文環境図(CD)を出版しています。水文環境図を用いることによって、どの程度の深さに、どのような水質、水温の地下水が存在するのかがわかります。また、地下水の流れを把握することも重視しており、それに関連する地球科学的な情報を収録しています。

水文環境図 No.6 「山形盆地」

2010年に出版されたNo.6「山形盆地」(図1)の作成に際しては、既存資料を整理するだけでなく、個人や自治体所有の井戸および温泉水の調査を実施し、各種のイオン濃度や同位体比を分析しています。

さらなる発展を目指して

水文環境図の作成と並行して、地下水利用の動向などについても調査を行っています。2009年には、これら調査結果を基にして、水文環境図の編集項目とそれにかかる指針を定めました(図2)。この指針は上述の水文環境図No.6「山形盆地」に反映されています。今後もより有用な水文環境図を作成するための努力を続けていきます。

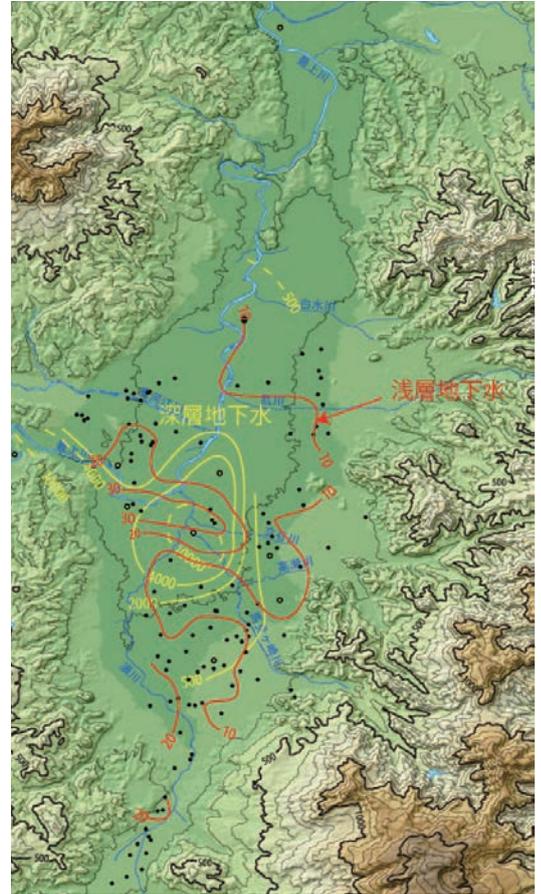


図1 水文環境図 No.6 「山形盆地」

等値線図などを重ねて表示させることが可能。この図では異なる深度での地下水に含まれる塩化物イオン濃度(mg/L)の分布を表示している。塩化物イオン濃度は浅層から深層に向かうにつれて高くなる。ナトリウム濃度も同様の傾向を示すことから、山形盆地では深層に向かうにつれて地下水は塩辛くなることわかる。図中の●は浅層地下水の調査地点、○は深層地下水の調査地点である。

関連情報：

●参考文献

町田 功 他：水文環境図 No.6 「山形盆地」、産総研地質調査総合センター(2010)。

	地下水	地中熱
現在	一般水質・重金属汚染 透水係数分布 水文地質断面 水理地質基盤	現在の地下水面図 水温分布 地温勾配分布
過去	過去の水質分布	過去の地下水面図 過去の水温分布
その他	地質図 地形図 地質断面	線路・国道 その他

図2 水文環境図の中心的な編集項目

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24回)

シーズとニーズをつなぐ仕事

技術移転マネージャー みやもと やすお
宮本 裕生

技術移転マネージャーへの道

電機メーカーの研究所で約20年間、情報端末機器や有機デバイスの研究開発に従事した後、技術企画の仕事、(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構への出向、技術系コンサルティング会社への転職などを経て、2010年4月の産総研技術移転室の発足から、技術移転マネージャーとして、ナノテクノロジー・材料・製造分野の技術移転業務を担当しています。

技術移転マネージャーの仕事

技術移転マネージャーのミッションは、イノベーションコーディネータと連携して、研究者の持つ技術シーズと企業のニーズとをうまくマッチングさせ、産総研の知的財産のライセンスにつなげることにあります。企業は収益を上げることが第一の目標ですので、もうかる、つまりは「競合優位性のあるビジネスモデルの構築」に主眼をおきます。それに呼応するためには、シーズ側としては“技術の強み”を明確に示すことが最も重要だと思います。“技術の強み”とは、類似・競合技術に対する性能の優位性はもとより、製品化における耐久性、安定性や、製造における低コスト化などの差別化ポイントであり、それらの“可能性”と“実現までの課題”とを明確に示すことで企業が自社ニーズとのマッチングを迅速に検討することができるようになると思います。さらに“技術の強み”は、知的財産(特許やノウハウ)によって裏付けられる必要もあります。このような“技術の強み”を研究者とともに整理し、技術動向や、経済、社会動向も視野に入れながら企業にアプローチするのが技術移転マネージャーの役割と考えています。

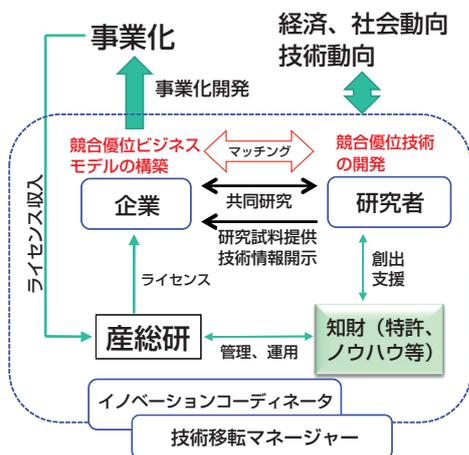
研究試料提供契約と情報開示契約

産総研の技術を企業の方に評価していただく仕組みに研究試料提供があります。これは新たに開発した機能性材料など、さまざまな用途展開が期待できる場合に企業ごとのニーズに適合できるかどうかを直接評価していただくのに有効な手段です。この場合、評価の過程で新たな特許などが生まれる可能性があるため、試料の提供は、知的財産の取り扱いなどを定めた契約を交わした上で行います。また、特定企業のビジネスに活用される研究成果については企業が得る利益の一部を産総研に還元していただくことが受益者負担の観点から妥当と考えられるため、有償提供を基本としています。

試料の評価結果によっては、実用化までにはもう一段の改良が必要といった場合が多々あり、その場合には共同研究で改良に取り組むことができます。一方、実用化開発を企業単独で進める場合には、情報開示契約を締結した上でノウハウを開示し、研究試料として提供したものと同等のものが企業内で作製できるところまでの支援を行うこともできます。

今後に向けて

シーズとニーズのマッチングとひとこと言っても、お互いの目的意識の違いからスムーズにいかない場合が多いと思います。自分自身が研究に没頭していた時の思い、企業での技術開発の経験を活かして、研究者と企業のwin-winの関係が達成されるよう両者のコミュニケーションを図りたいと思います。現在はこのような裏方に徹した仕事にやりがいを感じています。新産業創生のために技術移転の立場から貢献できるように精進する所存です。



技術移転マネージャーの役割



居室にて打ち合わせ中の筆者



社会的取り組み

21

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。

「(独)産業技術総合研究所業務継続計画」を策定

東日本大震災による電力などインフラの寸断や経済活動の停滞を教訓として、大規模災害に備えた事業の復旧計画の整備と対策の実施が重要視されています。産総研では、東日本大震災以前より業務継続計画（BCP：Business Continuity Plan）の検討を進め、この度「(独)産業技術総合研究所業務継続計画」（産総研BCP）を策定しました。

産総研BCPでは、産総研の業務のうち、法令で定められている

業務、産業および経済活動の継続に大きな影響を与える業務、産総研の事故・復旧状況などを情報発信する業務および産総研内のインフラを維持する業務などの短期間の停止でも社会への影響が大きな業務を「優先業務」として抽出し、大規模地震などの災害時において、「優先業務」の継続・早期復旧を図るための対策をまとめていきます。なお、このBCPは内容を定期的に見直し、実態に即した形で運用していきます。

産総研は、大規模災害発生時も社会的責任を果たすべく努力してまいります。

産総研BCP概要について：

http://www.aist.go.jp/aist_j/announce/au2011/au1011/au1011.html



訓練の様子

地質調査総合センターとニュージーランド地質・核科学研究所の研究協力覚書締結

報告

2011年9月27日、東京六本木の国際文化会館において、地質調査総合センターの佃代表とニュージーランド地質・核科学研究所のマラホフ代表による研究協力覚書の調印が行われました。9月27～28日の日程で第4回One Geology 評議委員会が同会館で開催され、マラホフ代表が出席されたため覚書調印の運びとなりました。

地質調査総合センターは、ニュージーランド地質・核科学研究所と旧工業技術院時代から地熱エネルギー、海洋、鉱物資源、地質調査などの分野で研究協力や交流を行ってきました。1990年

に両者間で研究協力覚書を締結し1993年に延長した後、1996年に終了しました。その後、2002年12月に覚書を締結し、2007年12月に終了しました。このため、今後の研究協力について両者間で協議を行ったところ、覚書を新たに締結することで合意しました。

2011年2月のクライストチャーチ地震や3月の東北地方太平洋沖地震に見られるように、日本とニュージーランドは地震多発地帯に位置しており、火山噴火も含めて地質災害に対する対策が重要課題となっています。また、東北地方太平洋沖地震によって引き起こ

された原子力発電所の事故によって、地熱エネルギーをはじめとする自然エネルギーの重要性が見直されています。今回の研究協力覚書は、地震・火山防災と地熱に関する研究協力が柱となっており、今後の成果が期待されます。



研究協力覚書文書への署名を終え、握手を交わす佃代表（左）とマラホフ代表（右）

平成23年秋の叙勲

報告

瑞宝小綬章	石橋 修	元工業技術院九州工業技術研究所首席研究官
瑞宝小綬章	長田 純夫	元工業技術院九州工業技術試験所機械金属部長
瑞宝小綬章	西 師毅	元工業技術院電子技術総合研究所統括研究調査官
瑞宝小綬章	松田 浄史	元工業技術院機械技術研究所物理情報部長
瑞宝小綬章	山下 巖	元工業技術院機械技術研究所エネルギー部長
瑞宝小綬章	吉田 嘉太郎	元工業技術院機械技術研究所システム部長
瑞宝小綬章	若林 肇	元工業技術院大阪工業技術研究所首席研究官
瑞宝双光章	山崎 信一	元工業技術院総務部会計課経理管理官
瑞宝双光章	山本 是郎	元工業技術院筑波研究支援総合事務所次長

ノルウェー科学技術大学との包括研究協力協定の延長について

2011年9月28日、駐日ノルウェー王国大使館において、ノルウェー科学技術大学(NTNU)との包括研究協力協定の延長の調印が、ウォルター大使の立ち会いのもとディゲルネス学長および野間口理事長により行われました。

ノルウェー科学技術大学は、ノルウェー王国トロンハイム市に立地する自然科学系の総合大学で、600名近くの教授陣と約2万人の学生を擁し、同国ではオスロ大学に次ぐ規模です。産総研は、工業技術院時代からナノテク

ノロジーや環境・エネルギーの分野で活発な交流・連携を行ってきており、産総研発足後、2006年に吉川前理事長がトロンハイム市を訪問した際に、包括研究協力協定が調印されました。

調印以降現在までの5年間に、両機関により、エネルギー分野、ナノテクノロジー分野、ものづくり分野などに関するワークショップなどが開催されており、両機関の関係は着実に深化しています。今回の協定延長により、引き続きワークショップなどの協力・連

携が活発に行われ、両機関の相互補完的研究協力関係が強化されることが期待されます。



左から、野間口理事長、ウォルター大使、ディゲルネス学長

上海交通大学マイクロ・ナノ科学技術院との個別研究協力覚書調印

2011年10月10-11日、上海交通大学にて産総研集積マイクロシステム研究センターと上海交通大学マイクロ・ナノ科学技術院との間で個別研究協力覚書(MOU)調印式と、記念シンポジウムが開催されました。

上海交通大学は中国国内でもトップクラスの理工系大学であり、特にマイクロ・ナノ科学技術院はMEMS分野で中国トップの機関です。

これまで上海交通大学とは、日中韓MEMSワークショップの開催や、人的交流など(産総研集積マイクロ研

究センターの前田研究センター長が上海交通大学の客員教授に就任、上海交通大学の研究者が産総研で研究など)の協力を行ってきました。今後の協力関係を確認しさらに強固にするため、MOUが調印されました。

同時に開催されたシンポジウムでは、両機関の研究者からグリーンマイクロ技術をテーマとして多数の発表がありました。発表内容は、ポリマー素材のMEMS製造技術やマイクロエネルギー技術などです。

今回のMOU調印が、研究機関間

の科学技術研究での連携強化を通じ、両国の産業の活性化につながるものと期待します。



前列左から2番目 上海交通大学 Cai Bingchu 教授
同3番目 産総研 前田研究センター長
同5番目 上海交通大学 Yang Chunshen 教授・院長
同6番目 産総研 高橋副研究センター長

インドネシア イノベーション評議会ズハール議長来訪

10月21日、インドネシア イノベーション評議会(KIN)のメンバー5名が来訪されました。

KINは、Komite Inovasi Nasional(National Innovation Council)の略称で、2010年5月に大統領令で承認された国家機関であり、食料安全保障、エネルギー安全保障、バイオテクノロジー、技術インフラ、輸送など、技術革新の分野について、資金や設備の配分、プログラムの優先順位策定、政策の評価などを実施しています。また、メンバーは、研究技

術省元大臣のズハール議長、ボゴール農業大学学長のスハルディヤント副議長をはじめインドネシア科学アカデミー会長、国家機関や大学学長など著名人30名からなり、昨年度に包括MOUを締結した技術評価応用庁(BPPT)のマルサン議長も加わっています。

今回の来訪では、産総研イノベーションの現況に関心が高いとのことから、小野副理事長および濱川イノベーション推進本部企画部長を中心に説明および意見交換を行い、また、

西事業所のスーパークリーンルームを視察されました。



ズハール議長(左)と小野副理事長(右)

第22回つくば賞および第21回つくば奨励賞を受賞

2011年10月13日につくば国際会議場において、第22回つくば賞および第21回つくば奨励賞の表彰式が行われ、産総研からは下記の2名が受賞しました。

【つくば賞】

成松 久(糖鎖医工学研究センター長)
受賞テーマ:「糖鎖研究の基盤ツールの開発から実用化に至るまでの一連の戦略的研究」

受賞内容:成松研究センター長は、糖鎖科学における中心的な推進者として、糖鎖研究に必要な基盤技術と研究リソースの開発から始まり、疾患に関わる糖鎖バイオマーカー開発にまで研究を進展させています。特に、糖鎖合成に関わるさまざまな糖転移酵素などの糖鎖関連遺伝子の網羅的発見から、それらを用いた糖鎖合成法や糖鎖構造解析技術などの基盤技術の開発ならびに糖鎖科学データベースの構築などに中心的な役割を果たしてきたことは、

日本および海外における糖鎖科学の発展に大きな貢献を行っており、高く評価されています。

【つくば奨励賞(若手研究者部門)】

澤井 祐紀(活断層・地震研究センター海溝型地震履歴研究チーム 主任研究員)
受賞テーマ:「沿岸域の堆積物を用いた巨大地震の履歴解明に関する研究」
受賞内容:巨大地震を引き起こす運動型の海溝型地震は、数百年という長い時間間隔で発生するため、歴史上の記録が少なくその切迫性や規模の予測が

困難でした。澤井主任研究員は、過去の巨大津波が沿岸に残した津波堆積物に注目し、巨大津波の再来間隔と浸水域を明らかにしてきました。さらに、珪藻類の成育分布が種によって異なるという生態学的な特徴を利用し、現在と化石の珪藻群集を比較することによって、数百年前の地殻変動を高精度で復元する方法を開発しました。この研究は、地震・津波の長期予測に貢献するものであり、国際的に高く評価されています。



表彰式での成松研究センター長(中央)



表彰式での澤井主任研究員(中央)

平成23年度工業標準化事業表彰およびIEC1906賞を受賞

2011年10月17日に都市センターホテルにて開催された「標準化と品質管理全国大会2011」において、「平成23年度工業標準化事業表彰(経済産業大臣表彰)」、「同(産業技術環境局長表彰)」、および「IEC1906賞」を、下記4名が受賞しました。

受賞者および受賞理由

【平成23年度工業標準化事業表彰(経済産業大臣表彰)】

持丸 正明(デジタルヒューマン工学研究センター長):ISO/TC159/SC3(人体計測と生体力学)の国際議長、WGエキスパートを務め、人体計測に関する国際規格開発に多大な貢献をされました。また、昨年度、ライター JIS 原案作成委員長として、ライターの幼児対策(チャイルドレジスト機能)安全仕様などの JIS 原案をまとめ上げ、幼児の安全対策に大きく貢献しました。

【平成23年度国際標準化貢献者表彰(産業技術環境局長表彰)】

氏家 弘裕(ヒューマンライフテクノロジー研究部門 研究グループ長):ISO/TC159/SC4(人間とシステムのインタラクション)において、映像の生体安全性に係る SG のリーダー、ISO/CD TR9241-331(裸眼3Dディスプレイの光学特性)のコエディタなどを務め、国際標準化の推進に貢献しました。

野中 秀彦(標準・計測分野研究企画室長):ISO/TC201(表面化学分析)の国際幹事などとして、先端的な鉄鋼材料、半導体、有機薄膜デバイスなどの表面化学分析の分野の国際規格の開発に貢献しました。加えて、ISO/TC12(量及び単位)国内委員会の委員として量及び単位の国際規格の開発、普及などにも貢献しました。

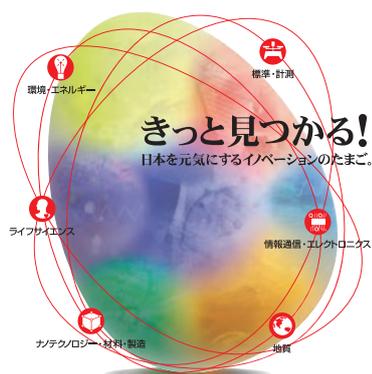
【IEC1906賞】

山崎 裕文(エネルギー技術研究部門 研究グループ長):IEC61788-17(超電導-第17部-電気特性試験方法-大面積超電導薄膜の局部的臨界電流密度とその分布)に関する TC90/WG8 の専門家として標準化活動に貢献しました。



左から、氏家研究グループ長、持丸研究センター長、野中研究企画室長、山崎研究グループ長

産総研オープンラボを開催



産総研オープンラボ

本年度の産総研オープンラボは、昨年度を踏襲し、全国の研究拠点から集めた約340の研究テーマのパネル展示を7会場で行い、併せてつくばセンターの約120カ所の研究室公開（ラボ見学）を行いました。震災の影響により、昨年度に比べラボ見学場所の数は減りましたが、これまで初日の午後から開始していたラボ見学を、午前中から開始することでラボ見学の回数を増やしました。

初日昼に行われたオープニングセレモニーでは、中西宏典 経済産業省産業技術環境局審議官（産業技術・環境担当）、橋本昌 茨城県知事、市原健一 つくば市長、永里善彦（社）日本経済団体連合会 産業技術委員会産学官連携推進部会長、古谷毅（独）新エネルギー・産業技術総合開発機構理事からご挨拶をいただきました。野間口産総研理事長からご来場の御礼と、震災復興における取り組み、今後の一層の連携推進への取り組みについて紹介し、和やかな雰囲気うちに終了しました。

今回の産総研オープンラボでは、各分野大小とりまぜた20以上の講演会を企画しました。特に「日本を元気にする産業技術会議」の活動の一環として、初日午後に「グリーンエネルギー転換に必要な資源「レアアース」」、2日目午前「ライフサイエンス分野におけるオープンイノベーションへの挑戦：革新的創業に向けて」を開催しました。どの講演会においても活発な討議がなされ、盛況のうちに終えることができました。

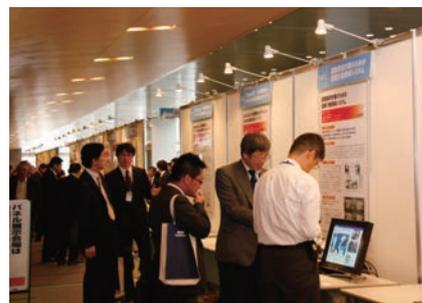
新たな取り組みとして、地域センターを主体とした展示のうち選りすぐりの5件について、研究者と来場者がくつろいだ雰囲気でのディスカッションをお楽しみいただけるイベント「アフタヌーンカフェ」を開催しました。ラボ見学とは一味ちがった、研究者とじっくり対話できる機会となったのではと考えております。



アフタヌーンカフェ

2011年10月13日、14日に「産総研オープンラボ」を産総研つくばセンターで開催しました。このイベントは2008年度より、産総研の研究成果や実験装置、共用設備などの研究リソースを企業の経営層、研究者・技術者の方、および大学・公的研究機関の皆さまに広くご覧いただくため催しています。

東日本大震災により、産総研もつくばセンター、東北センター、臨海副都心センターが大きな被害をうけました。それ以来産総研は、公的研究機関として復興活動への協力を行いつつ、研究の再活性化、研究再構築に取り組んできました。産総研オープンラボは、再構築後の新しい産総研を、皆さまにご覧いただく大切な機会として、職員一同準備に取り組んできました。



パネル展示（上）、ラボ見学（下）



オープニングセレモニーの様子、挨拶をする野間口理事長（右下）

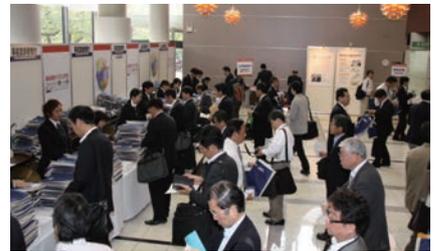


講演会

運営面におきましては、各会場間が離れているため、これらをこまめにつなぐ構内循環バスを運行しました。また地震などの災害に備えて、すべてのパネル展示を会場の2階以下に配置し、お客さまを速やかに安全な場所へ誘導できるよう対応方法の策定を行いました。

本年度は4回目の開催となりますが、2日間で、昨年度を大幅に上回る延べ4,224名のお客さまにご来場いただきました。またアンケートを通じて「プレゼンテーションの仕方やプログラムの組み方に工夫がみられた」「さらなるオープン化を望みます」など貴重なご意見をいただきました。

多くの皆さまにさらにご満足いただけるように、これからも常によりよい準備・運営を心掛け改善に取り組んでいきたいと思っております。



会場・受付の様子

中国センター

産総研 一般公開

今年も全国各地の産総研で「一般公開」を開催しました。今回は、中国センター（10月28日）での体験コーナー、展示コーナーなどを報告します。

中国センターは、一般公開を広島中央サイエンスパーク施設公開と合同で開催しました。

平日の開催でしたが、地域の小学生、高校生をはじめとする方々や親子連れなど648名の皆さまにお越しいただき、楽しみながら科学を体験していただきました。



「紫外線ビーズストラップを作ろう」不思議なビーズを使って、大人から子供まで夢中になりました。



パロのまわりでは、自然にやさしい笑顔が広がります。

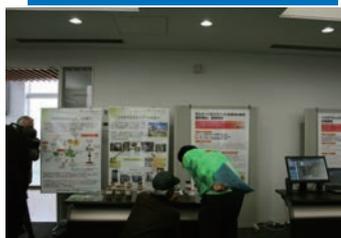


「チョロメテ」の動きに小学生たちは思わず身を乗りだして見ていました。



「移動地質標本館」砂を拡大するとどう見える？興味津々の子供たちです。

研究成果の発表コーナー



日ごろの研究成果を一般の方々にみていただく良い機会となりました。「液体窒素実験」では、めずらしい体験に子供たちは大喜びでした。



「ベンハムのコマ作り」黒と白だけなのに、回転させるとどんな色が見えたかな？

産総研 TODAY 2011 総目次 Vol.11 (2011年1月号～12月号)

1月号 No.1

- 新春に想う 2011
- ナノバイオ計測デバイス
 - マルチマーカーク計測システムの開発プロジェクト健康状態計測システムへの期待
 - 集積化CD型流体システム
 - アディポカイン測定と未病マーカークの探索
 - 表面濃縮型免疫測定法によるマイクロ分析デバイスの開発
 - マーカーク計測用卓上型導波モードセンサーシステム
 - 長距離伝搬型表面プラズモン共鳴を用いたマルチマーカーク蛍光検出システム
 - マイクロ流路中への抗体のインジェクター吐出・固定化によるマルチマーカーク測定技術
 - 分子認識ソフト界面の開発
 - 生体関連物質の吸着特性制御とナノスケール評価
- 超広帯域・超低インピーダンス電源回路評価技術
- 太陽光発電をパネルごとにモニタリング
- LEDの明るさ評価のための新たな標準の開発
- ボーリングデータ処理システムの公開
- 高空間分解能フロン散乱測定システム
- 耐熱性に優れた導電性薄膜
- 情報機器のアクセシビリティ設定の国際規格
- レーザー光を利用したレアアース鉱石の化学分析
- 石油小流量標準の整備
- 進化し続ける産総研のコーディネーション活動(第13回)
- 社会的取り組み⑩「計量の適正な実施への取り組み」
- サイバネティックヒューマンHRP-4Cがサービスロボット部門「優秀賞」を受賞
- 2010年度グッドデザイン・フロンティアデザイン賞を受賞
- TIA/W-エレクトロニクス研究拠点において新ルールを公開
- スーダン科学技術大臣の産総研来訪
- IMECとMOUを締結
- 再生医療・創薬に役立つ細胞管理の基準作り

4月号 No.4

- 東北地方太平洋沖地震に遭遇して
- 第4期科学技術基本計画と産総研
- 技術移転意見交換会ー技術移転が社会と研究者を変えるー
- リチウム二次電池用の新しい負極材料を開発
- サブマイクロメートル球状粒子作製法を開発
- ダイヤモンドパワーデバイスの高速・高温動作を実証
- 交流ジョセフソン電圧標準の開発
- 連続16個の水晶振動子を備えたガス測定装置
- 大気浄化用光触媒反応塔
- 子どもが操作しにくいライターを実現するために
- 活断層データベースに新たな機能を追加
- テラヘルツ帯計測の精度管理技術と標準開発
- 進化し続ける産総研のコーディネーション活動(第16回)
- 社会的取り組み⑪「産総研キャラバン2011やまなし」
- 産総研の包括的な連携・協力協定の紹介
- 産総研秋葉原支所廃止のお知らせ
- TIA-nano第1期中期計画の策定
- インドネシア技術評価応用庁とのMOU調印
- 自然浄化能力を活用したリスク低減技術と地圏環境評価

2月号 No.2

- 環境ハーモニック建材研究
 - 環境ハーモニック建材研究の意義
 - 民生部門からの二酸化炭素排出量削減に向けた省エネルギー建材の研究
 - 産総研で研究中の主な省エネルギー建材
 - 賢い建材
 - 省エネルギーと快適性の実現と評価
 - 次世代の省エネルギー・快適建材
 - 省エネルギー型建材の実証試験
- 本格研究 理念から実践へ
 - 動脈の脈波伝播速度による動脈硬化度評価
 - 新しいソフトウェアの医療福祉分野への展開
- 燃料電池内の酸素イオンの動きを可視化
- RNA合成酵素と宿主翻訳因子の複合体の構造を解明
- 革新的材料開発を支える「ナノ空孔」標準
- 超解像技術の顕微ラマンイメージングへの適用
- 低融点・低粘性の新しいイオン液体
- 生物に学ぶ環境に柔軟に対応するロボットの歩行
- 工業製品がだれにでもフィットするように
- 甲府地域重力構造図の出版
- pH基準標準液の開発
- 進化し続ける産総研のコーディネーション活動(第14回)
- 社会的取り組み⑩「安全保障輸出管理」
- 日本発かつ世界初のアクセシブルデザイン国際規格の発行
- 第7回日タイ連携ワークショップの開催
- 東京都立産業技術研究センターとの包括協定
- 第7回バイオマス・アジアワークショップの開催
- 第4回AIST-DBTワークショップの開催
- 水を反応溶媒とした再生可能資源の有効利用技術

5月号 No.5

- 新年度に当たって
- 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
- バイオプラノールの膜分離精製技術を開発
- 昆虫の体色を変化させる共生細菌を発見
- 新たな原理による有機太陽電池の動作を実証
- 熱変化に耐える窒化ケイ素系セラミックス
- 究極の時計を目指して
- 相変化蓄熱材(潜熱蓄熱材)の機能性改善
- ダイヤモンド状炭素(DLC)内面コーティング技術
- ホログラムの光学特性に関する標準化
- 高純度標準ガスの開発
- 地中熱ポテンシャルマップの作成
- 進化し続ける産総研のコーディネーション活動(第17回)
- 社会的取り組み⑫「つくばセンター放射線測定」
- nano tech 2011出展報告
- ドラホシュ チェコ科学アカデミー総裁の産総研来訪
- 国際シンポジウム ネオバイオミメティクスIIを開催
- 平成23年度 科学技術分野の文部科学大臣表彰
- 新役員紹介
- 単結晶ダイヤモンドウエハーの合成技術開発

3月号 No.3

- 第3期のオープンイノベーション戦略に向けて
 - 理事長との意見交換会
 - イノベーション推進研修(マインド編)の開催
 - 持続的イノベーションのリーダーシップ
 - イノベーションとグローバル化の時代における産総研への期待
 - 研究ユニットにおける連携創出活動と新たなコーディネーション体制への期待
 - 産総研に対する期待ー産・学・官(独)の視点からー
- 本格研究 理念から実践へ
 - 座談会:人間の本性を大切に3D技術を人にやさしい立体映像の安心・快適な環境づくり
 - 逆転の発想で生まれた触れる立体テレビシステム
 - 3次元音響をつかった視覚障がい者の歩行訓練システム
- 低消費電力で信号強度の変動に頑健な屋内測位システム
- 1GHz超のEMI試験用暗室の性能評価
- 高温高圧二酸化炭素を用いる有機合成
- 5万分の1地質図幅「小滝」の出版
- 金属標準液認証標準物質の開発と供給
- 進化し続ける産総研のコーディネーション活動(第15回)
- 産総研 Topics 2010
 - 第3期中期目標期間に入り中期計画を発表
 - プレス発表を通じて注目を集めた研究成果
 - つくばイノベーションアリーナ(TIA-nano)の本格稼働
 - 産学官連携活動の推進
 - 所内公開
 - 産総研中国センターの移転
 - 人材育成の取り組み
 - 中西準子研究部門長が文化功勞者に
- 社会的取り組み⑪「ベンチャー企業の創出と支援」
- ノルウェー王国研究・高等教育大臣 つくばセンター訪問
- フィンランド科学センターとの包括的研究協力覚書の延長
- シンガポール科学技術庁長官 つくばセンター訪問
- 圧力と真空をつなぐ標準の確立に向けてー低圧力標準の開発ー

6月号 No.6

- 第6回産総研運営諮問会議を開催
- 本格研究 理念から実践へ
 - 座談会:目指すは高品質・多様・少量ものづくり
 - 患者に最適な高生体適合性インプラント製品の実用化を目指して
 - マイクロリアクターによる過酸化水素製造プロセスの開発
 - オンデマンド製造を実現するミニマル・マニュファクチャリングの展開
- 光で溶ける有機材料
- 極微量を精密に測定できる超音波流量計
- コンパクトなシステムで高精度の電界を生成
- 表面増強ラマン散乱用チップ
- 長寿命でメンテナンスの簡単な電子放出源材料
- 水素関連施設用水素検知器の国際標準を制定
- 世界最高温度の温度定点を実用化
- 沖縄島周辺の海洋地質調査
- 進化し続ける産総研のコーディネーション活動(第18回)
- 第43回 町村学術賞
- 社会的取り組み⑫「ウェブサイト『放射線計測の信頼性について』の開設」
- 上海交通大学に産総研との共同研究室がオープン
- 新研究ユニット紹介
- 安定した情報サービスを支える技術

※ 2011.1 ~ 12号に掲載された記事の総目次です。これらの記事は、産総研のウェブサイト (<http://www.aist.go.jp/>) でご覧になれます。ご利用下さい。

7月号 No.7

- 産総研が誇るナノカーボン・ナノチューブ関連研究概要と今後の期待
- 産総研におけるカーボンナノチューブの研究開発スーパージョイント法
- eDIPS法
- カーボンナノチューブ(CNT)の革新的な分離・精製技術
- 分子複合カーボンナノチューブ(CNT)の開発とCNTの国際標準化
- マイクロ波プラズマCVDによるグラフェンの低温合成
- カーボンナノチューブの医療応用
- 有機ナノチューブの量産化と産業応用
- バイオナノチューブとその応用
- 超高感度電子顕微鏡によるナノカーボン材料の観察
- 座談会：産総研イノベーションスクールを体験して
- 睡眠障害改善に効果が期待されるハルミン
- 薄さ0.5ナノメートルのゲート絶縁膜
- 色素増感型太陽電池の新対極材料
- 一次元折格子のピッチ校正範囲を拡張
- 集積化パワーエレクトロニクス装置の統合設計法
- 分子配列型フォトニック結晶デバイス
- カーボンナノ材料の国際標準化
- 海陸シームレス地質情報集「新潟沿岸域」
- 進化し続ける産総研のコーディネーション活動(第19回)
- 社会的取り組み⑩「新エネルギーの導入および省エネルギー対策」
- 国連環境計画とワークショップを共催
- 細胞チップを用いた各種疾患診断システムの開発

8月号 No.8

- 産総研における太陽光発電の研究
- 太陽光発電技術研究開発の概要・展望と研究センター紹介
- 太陽電池評価技術
- 発電量評価技術
- 太陽光発電システムの運用・保守に関する問題への取り組み
- 太陽電池モジュールの信頼性
- CIGS太陽電池の開発(高機能&高性能フレキシブルサブモジュール)
- 薄膜シリコン太陽電池(新材料・多接合技術の開発)
- 色素増感太陽電池
- 有機薄膜太陽電池の研究開発
- 革新的太陽電池の研究開発
- 鉛筆で空気電池の空気極を描く
- 非金属性竹フレーム車いすの開発
- 低温で発電できるマイクロSOFC
- 暗視カラー撮像技術
- 耐熱性光機能膜
- 反射防止フィルムの高性能化を実現
- 太陽電池の標準化
- 時間標準の制度向上へのため取り組み
- 北海道東部太平洋海域の海洋地質図
- 進化し続ける産総研のコーディネーション活動(第20回)
- 独立行政法人産業技術総合研究所の役員報酬・給与等について
- 社会的取り組み⑩「地質情報館の活動について」
- 非食料系(バイオマス燃料)に関するパイロットプラント引き渡し式
- 第5回中国工業生物技術発展サミットフォーラム
- 第1回日韓 R&D 協力会議の開催
- インドネシアバドゥン工科大学学長一行つづばセンターを訪問
- 第II期高信頼性太陽電池モジュール開発・評価コンソーシアムの設立発足式
- 平成23年 春の叙勲
- 白色偏光発光する有機EL素子の研究

9月号 No.9

- 本格研究 理念から実践へ
- 水素脆化現象の計測
- 九州センターでの太陽電池モジュールの信頼性向上と評価に関する研究
- CMP処理後のウエハー・マイクロクラック検出装置の開発
- 来場者コメントをアート作品に
- カーボンナノチューブひずみセンサー
- 微細金属配線を印刷したエレクトロクロミック素子
- 音波を利用した気体の熱物性測定
- マグネシウム合金に多様な色彩を与える処理技術
- 静電レンズ型高性能電子エネルギー分析器
- 光触媒材料試験方法の標準化
- 霧島山新燃岳2011年噴火
- 進化し続ける産総研のコーディネーション活動(第21回)
- 社会的取り組み⑩「つづばセンター 産総研 一般公開」
- 国立高等専門学校機構と連携・協力に関する協定を締結
- 中国科学院国際合作局副局長つづば来訪
- 豪州政府・豪州連邦科学産業研究機構とのミニワークショップ開催
- 産総研オープンラボ
- 30MHz以下の周波帯の電磁界標準とアンテナ標準の開発

10月号 No.10

- 元気になりました！産総研
- 本格研究 理念から実践へ
- 座談会：「自然災害」を研究する
- 堆積物に残された巨大地震や津波の痕跡を探る
- 火山噴火推移予測の高度化
- 東日本大震災GEO Grid 災害対応タスクフォース
- RNA合成酵素の特異性を分子レベルで解明
- 集積化全半導体超高速ゲートスイッチ
- 再生可能な新しいグリーン触媒
- 高精度リニアエンコーダ標準の開発
- 非天然型糖鎖を酵素で簡便に合成
- 多層集束電極を備える一体型電界放出素子
- 浅海用電磁探査装置の開発
- 進化し続ける産総研のコーディネーション活動(第22回)
- 産総研一般公開(関西センター・北海道センター・中部センター・九州センター・臨海副都心センター)
- 社会的取り組み⑩「工業製品の放射線測定支援」
- 国際標準推進戦略シンポジウム
- 産総研オープンラボ開催のお知らせ
- 地震発生を支配する物理法則の探求

11月号 No.11

- 国際的研究拠点 つづばイノベーションアリーナ
- ナノテクノロジー拠点(TIA-nano)の挑戦
- TIA-nanoの設立と基本理念
- TIA-nano中期計画の策定とTIA-nano推進協議会
- TIA-nanoへの期待
- TIA-nanoの運営に当たって
- TIA-nanoにおけるナノエレクトロニクスの取り組み
- パワーエレクトロニクス研究拠点を活用したオープンイノベーション
- TIA-nanoにおけるN-MEMSの取り組み
- CNT・ナノ安全の研究・連携活動の現状と今後の展望
- TIA-nanoにおけるナノグリーンへの取り組み
- TIA-nanoにおける大学院連携活動の取り組み
- TIA-nanoにおける共用施設
- レアアースを含む蛍光体の種別分離技術
- 安全なiPS細胞を高効率に作製
- 農水産物加工向けの全周3次元形状計測システム
- 植物で外来糖タンパク質を生産
- 新しいカーボンナノチューブ分散剤
- 5万分の1地質図幅「野田」の出版
- 進化し続ける産総研のコーディネーション活動(第23回)
- 産総研一般公開(東北センター・四国センター)
- 社会的取り組み⑩「産総研レポート2011-社会・環境報告」を発行しました」
- インドネシア技術評価応用庁長官が産総研を訪問
- 野間口理事長のフランスおよびドイツ訪問
- 第2回 Korea-Japan R&D Collaboration Day
- タイ科学技術大臣が産総研を訪問
- 第10回 産学官連携推進会議 受賞報告
- MEMSデバイスの研究開発支援

12月号 No.12

- 組込みシステム産業を支える産総研の本格研究
- 組込みシステム技術連携研究体の活動紹介
- 共同研究事例：形式手法を利用した高信頼ソフトウェアのためのテスト設計技術の開発
- 共同研究事例上流工程大規模テストのための技術開発
- 研究の新潮流:機能安全規格と社会システム
- 組込みシステム産業振興機構の設立経緯
- 「先進的組込みソフトウェア技術者育成産学官連携プログラムの開発について
- モデル検査の人材育成
- 検証クラスター「さつき」
- 検証サービス
- 関西の地域イノベーション戦略
- 金属箔を基板に用いたフレキシブルCIGS太陽電池
- 糖鎖プロファイリング技術でiPS細胞を精密診断
- 世界初の超微細III-V/Ge CMOS トランジスタ
- 新しい1GHz超EMI測定電波暗室の評価法
- 100%植物由来化成品の製造方法
- 角度誤差の検出機能をもつロータリエンコーダ
- 半導体デバイス開発に貢献する国際規格
- 地下水の地図
- 進化し続ける産総研のコーディネーション活動(第24回)
- 社会的取り組み⑩「(独)産業技術総合研究所業務継続計画」を策定
- 地質調査総合センターとニュージーランド地質・核科学研究所の研究協力覚書締結
- 平成23年 秋の叙勲
- ルウェー科学技術大学との包括研究協力協定の延長について
- 上海交通大イグロナ科学技術院との個別研究協力覚書締結
- インドネシアイノベーション評議会ズハル議長来訪
- 第22回 つづばおよび第21回 つづば奨励賞を受賞
- 平成23年度工業標準化事業表彰およびIEC1906賞を受賞
- 産総研オープンラボを開催
- 産総研一般公開(中国センター)
- 都市エリアシミュレーションの開発とその応用

都市エリアシミュレーションの開発とその応用

サービス工学研究センター サービス設計支援技術研究チーム やました ともひさ 山下 倫央 (つくばセンター)

サービス工学研究センター サービス設計支援技術研究チームは、サービス業務や社会システムの動きを数値化・数式化し、システム変更の影響を予測するモデルの構築技術を確認してきました。山下研究員は、都市エリアを対象としたシミュレーションの開発を担当し、数万人規模の人の流れを高速に計算するモデルの開発や実装を行ってきました。開発した技術は、国内では大規模集客施設や高層ビルからの避難誘導計画、海外ではインドネシアの津波避難を対象とした避難誘導計画の検証に用いられています。自治体や消防機関との連携を通じて研究成果の社会還元を進め、安全・安心な社会の実現に貢献しています。



研究室にて



山下さんからひとこと

これまでの研究開発や外部機関との連携を通じて、防災、交通、エネルギーといった都市機能に関する知見を蓄積してきました。その結果、適切な情報配信、資源配分、関係機関の連携が、都市機能の効率的な運用に有効であることがわかってきました。実際に効果的な施策を立案・実施するには、数万人規模の都市生活者や多数の関係機関の挙動を手軽に扱えるシミュレーション技術が欠かせません。広範な影響を及ぼす施策を多角的に評価するための都市エリアシミュレーションの研究・開発を進め、持続的発展可能で快適な都市の設計を支援する技術の実現を目指します。

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

EVENT-Calendar

2011年12月 → 2012年2月

11月10日現在

期間	件名	開催地	問い合わせ先
12 December			
5～7日	再生可能エネルギー世界展示会	千葉	03-5294-3888
7日	再生可能エネルギーへの期待と展望(上記世界展示会併催カンファレンス)	名古屋	http://www.first-sic.jp/ ●
7日	International Symposium on SiC Power electronics 2011	千葉	029-862-6033 ●
12日	産総研本格研究ワークショップ	東広島	082-420-8254 ●
13日	エネルギー技術シンポジウム2011	東京	029-851-7523 ●
1 January			
31～2月1日	産総研・産技連LS-BT合同研究発表会	つくば	029-861-9021 ●

●は、産総研内の事務局です。

表紙
 上:「組込み適塾」講義風景(p.8)
 下:水環境図No.6「山形盆地」(p.19)

産 総 研
TODAY
 2011 December Vol.11 No.12
 (通巻131号)
 平成23年12月1日発行

編集・発行 独立行政法人産業技術総合研究所
 問い合わせ 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。