

## TODAY

## 我が国産業技術を支える公的研究所としての産総研の役割について



独立行政法人産業技術総合研究所  
理事 脇本 眞也

産総研は、平成13年4月1日に旧通商産業省工業技術院傘下にあった15の国立研究所を統合するとともに、組織形態を国立研究所から独立行政法人へ移行させるという二つの改革を同時並行して実施することによって生まれた我が国最大級の公的研究所であり、その規模は、正規の研究職員約2,300名、ポスドク研究員約300名という大きな組織です。また、毎年、企業から約1,300名、大学から約2,000名の研究者を受け入れております。

産総研の設置の目的は、独立行政法人産業技術総合研究所法第3条に「鉱工業の科学技術に関する研究及び開発等の業務を総合的に行うことにより、産業技術の向上及びその成果の普及を図り、もって経済及び産業の発展並びに鉱物資源及びエネルギーの安定的かつ効率的な供給の確保に資することを目的とする。」と規定されております。

すなわちこの法律の目的をわかり易く言い換えれば、産総研は我が国のオープンイノベーションのプラットフォームとして、我が国の直面する技術的課題を解決するため産学官の研究者が集まる拠点としての役割を果たすことがその目的ということです。

このため産総研は発足当初からその役割として産学官の連携に努めてきたところでありますが、現実企業や大学との共同研究を推進する上では、

資金面のみならず知的財産の取り扱いや人材交流など多くの面で課題があり、数年前にいわば制度的限界に達しておりました。

しかしながら、平成21年6月に「鉱工業技術研究組合法」を48年振りに抜本改正した「技術研究組合法」が施行され、これによって、産総研などの独立行政法人や国立大学が企業と共に技術研究組合の組合員となり、産学官の研究者が法的にもひとつの傘の下でイコールパートナーとして共同研究を進めることが出来ることとなりました。

これを受け、産総研も「技術研究組合次世代パワーエレクトロニクス研究開発機構」など10以上の技術研究組合に組合員として参画し、産総研において集中共同研究を開始するなど、具体的な産学官の共同研究プロジェクトが始まっております。

産総研は本年4月で発足満10年を迎えましたが、今後より一層の研究開発力の向上を図り、技術研究組合などの活用によって産業界とより一層の連携を促進することが求められております。

このため産総研は、第三期中期計画期間(平成22年4月から5年間)の重要課題として、(1)我が国産業競争力強化のためのオープンイノベーションハブ機能の充実、共通コアインフラの整備・運営のための技術研究組合の活用、(2)企業との連携を促進するための更なる環境整備、知財ポリシーの充実・整備、人材交流の促進、(3)国際標準化のための具体的取り組み、等を推進することとしております。目下これらの課題は、第三期のスタートと共に「つくばイノベーションアリーナ」事業などの形で、実現にむけて着実に歩み始めたところであります。

産総研は材料科学においても高度の研究実績がありますので、今後、JRCMおよびその会員企業とも連携が強化されますことを期待いたしまして、結びとさせていただきます。

## ISOPE-2011 および ECIC2011 に参加して

鉄鋼材料研究部 主席研究員 川端 文丸

JRCMでは、本年度で最終年度を迎える委託PJ(プロジェクト)「鉄鋼材料の革新的高強度・高機能化基盤研究開発」(以降は鉄鋼PJ)の代表委託先として、また先導研究から助成事業に育てた「資源対応力強化のための革新的製鉄プロセス技術開発」(以降はフェロコックスPJ)をそれぞれ担当している。奇しくも、2011年度は、両PJに関わりの深い大きな国際会議が2週連続で開催されたため、それぞれ高強度高級鋼材構造の破壊じん性評価技術と革新的製鉄プロセスの世界動向と最前線を調査する目的で参加した。

## 1. ISOPE-2011 (6月19日～24日; 米国 マウイ島)

## 1.1 ISOPE 会議の概要

ISOPEは海洋構造物に係わるエンジニアリング技術の国際的な議論の場として現在も活動しているOMAE (Offshore Mechanics and Arctic Engineering)を前身としている。筆者もかつてよく参加したOMAEでは海洋構造物の敷設・稼働に係わるあらゆる技術論が交わされたが、中でも構造部材である高強度高級鉄鋼材料開発とその利用における安全性と信頼性評価技術は注目され、先端開発材料の紹介とともに破壊力学の最先端報告と研鑽の場として多くの技術者が貢献してきた。

ISOPEはこうした性格を受け継ぎつつ、ナノ組織制御などのメタラジーや最近注目を集めるFSW (Friction Stir Welding)などの新溶接プロセスなどの研究発表も取り入れるなど、材料開発やそのアプリケーションまでも取り込んで裾野を広げてきている。2011年度は米国ハワイ州マウイ島で開催され、1,000人を超える参加者により活発な議論が5日間にわたって行われた。(図1)

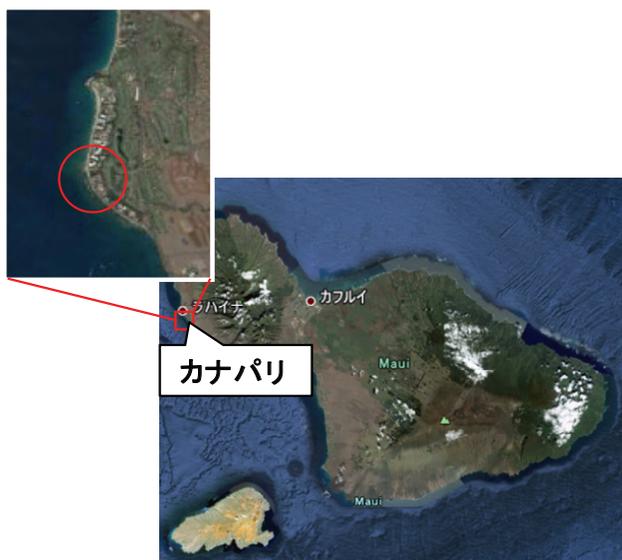


図1 ISOPE-2011の開催地(米国ハワイ州、マウイ島カナパリ)

表1 国別発表件数(著者検索につき重複あり)

国名	発表件数
USA	>500
日本	240
中国	208
韓国	123
ノルウェー	81
カナダ	73
UK	67
ドイツ	53
デンマーク	32

事務局発表によれば、世界51ヶ国から1358のアブストラクトが寄せられ、693編の審査論文が148のセッションに分かれて報告された。この他、8つの基調講演と42の口頭追加講演がなされた。ちなみに、筆者による投稿論文の執筆国検索では、表1に示すような国別投稿数となった。開催地ということもあり、米国が圧倒的に多いが、日本は240件の2位と健闘している。驚くべきは海洋構造物の分野で後発とも言える中国が韓国を抜いて3位に位置する点である。中国は自国の天然資源の採掘と利用に対して精力的に技術開発を行って来ており、そうした意気込みがこの論文投稿数に表れているのではないかと推察される。

ともかくも東アジア勢が2～4位の上位を占めていることは驚きとともに誇りを感じた。後述のように、材料開発と破壊力学手法分野における健闘が光るが、高強度鋼材としてはX80～X100(降伏点550～680MPa)級のラインパイプ用的高级鋼材の実用特性などが日本を初めてとして中国、韓国からも報告された。高強度高級化技術の分野では日本はまだ優位性を維持している。

## 1.2 関係トピックス

本会議でのセッションは、大きく21の分野に分類されて構成された。海洋工学・エンジニアリングから風力・波力などの新エネルギー、信頼性工学、高機能材料、ナノテクノロジー、溶接技術、Strain-Based Design(破壊力学分野)、など多岐にわたっており本会議の特徴とも言える。JRCMが関係する鉄鋼PJの関連発表は、Strain-Based Design(SBD)の分野で報告された(写真1)。SBDは、弾性域における脆性破壊を取り扱う破壊力学を、大きな変形を考慮した塑性域に拡張(図2は座屈変形したラインパイプの実験例)した設計の考え方で、エネルギー分野(パイプラインなど)の合理的な信頼性、安全性設計において主流になってきている。

“Constraint-Based Assessment of CTOD Toughness Requirement for High-strain Line Pipe”(大阪大学 南教授)では、大きな歪が発生するラインパイプの拘束度に基づく必要CTOD値評価について考察し、管内圧によって生



写真1 Strain-Based Design セッション風景

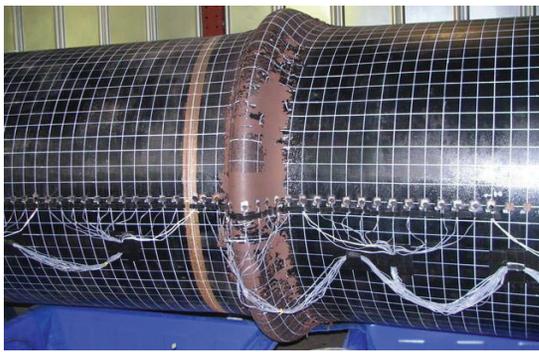
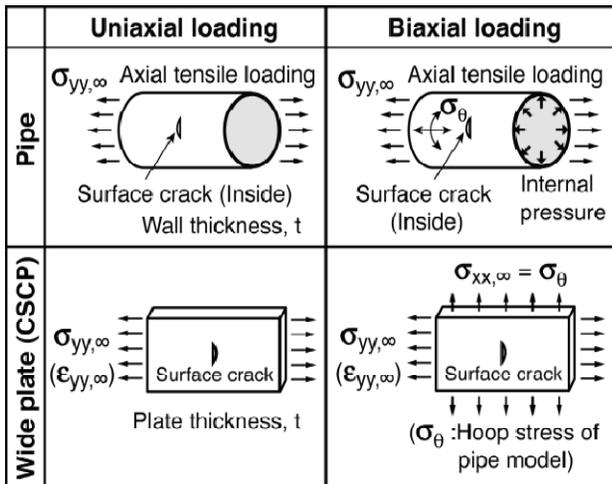


図2 "Strain Capacity of 48" OD X80 Pipeline in Pressurized Full-scale Bending Test: Satoshi Igi, et al., Fig. 6 Appearance of post-buckling deformation and shell wrinkle close to girth weld"

じた二軸負荷の(拘束)環境(図3)、および、母材と溶接金属との強度マッチングがパイプ中のクラックの応力場にどのように影響するかを解析的検討をふまえ、実パイプの評価靱性(CTOD値)は破壊じん性試験片で評価される破壊じん性よりも見かけ上かなり大きくなることを報告



Surface crack : length  $2c = 40$  mm, depth  $a = 3$  mm

図3 "Constraint-Based Assessment of CTOD Toughness Requirement for High-strain Line Pipe: Fumiyoshi Minami, et al., Fig. 1 Pipe model and wide plate with a surface crack."

した。このくいちがいは、等価CTOD比(鉄鋼PJでも9% Ni鋼や100キロ鋼レーザー溶接部に適用)を用いることによって正しいCTOD値に修正することが可能であることが確認されたと報告された。SBDセッションに投稿された論文20件の内、実に9件を日本からの投稿が占めた。

### 1.3 その他トピックス

高強度材や異種材料などの難溶接材の接合として金属を溶融しない接合技術としてFSWが最近注目を集めているが、本会でもFSWは大きく取り上げられている。聞くところによると、FSWは今回が第2回(第1回は2004年)ということであるが、投稿論文数は18件、その内鉄鋼関連は13件である。セッション"Symposium on FSW for Oil and Gas Applications"ではこれまでアーク溶接が主流であった石油ガス分野でもFSWの実用化が真剣に討議されており驚きとともに接合技術の変革を感じた。

例えば、発表では、パイプライン円周接合、掘削工具カップリング部の表面改質、ドリル管接合、造船用鋼接合、海洋構造物向け二相SUS鋼の接合などへFSWの適用を検討しており、石油・ガスの幅広い分野で注目されている。特にパイプライン円周接合への適用ではコスト削減が期待されている。また、FSWの鉄鋼への適用における技術課題のひとつとされる接合ツールの耐久性ではPCBN(窒化ボロン結晶体)とW-Reによる複合材料やW-Reを素材などの開発発表があり、接合可能板厚では、14mm厚までが実験的に可能となり19mm厚の接合も検討されている(図4)。接合部の特性では、強度・靱性、耐食性、さらにFSW特有の摩擦攪拌による集合組織などに関する研究結果も報告された。

この他、洋上風力発電はセッション数も多く、米国、ノルウェー、デンマークなどの先進地域からの報告が多かったが、まだコンセプト評価段階である(図5;洋上浮体風力発電タービンのコンセプト別に荷重を評価しようとする例)。また、東日本大震災の津波被害報告も含め、"TSUNAMI"セッション(地中海での津波シミュレーションなど)などが興味深かった。

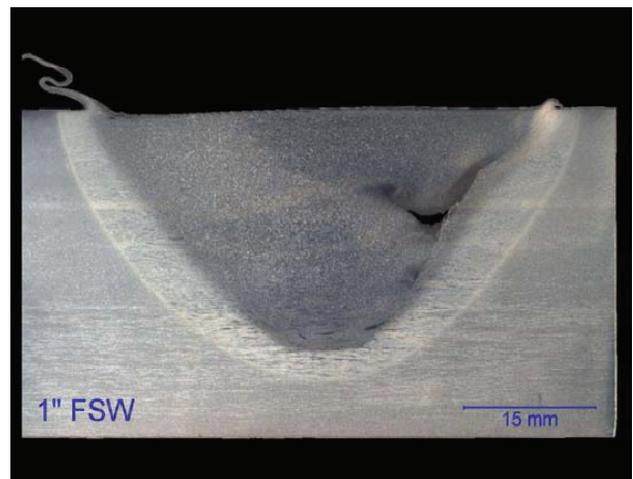


図4 "Challenges of Friction Stir Welding of Thick-Section Steel: John M. Seaman, et al., Fig. 6 - 25 mm-thick FSW with a wormhole defect on the advancing side. Dotted lines indicate material flow patterns."

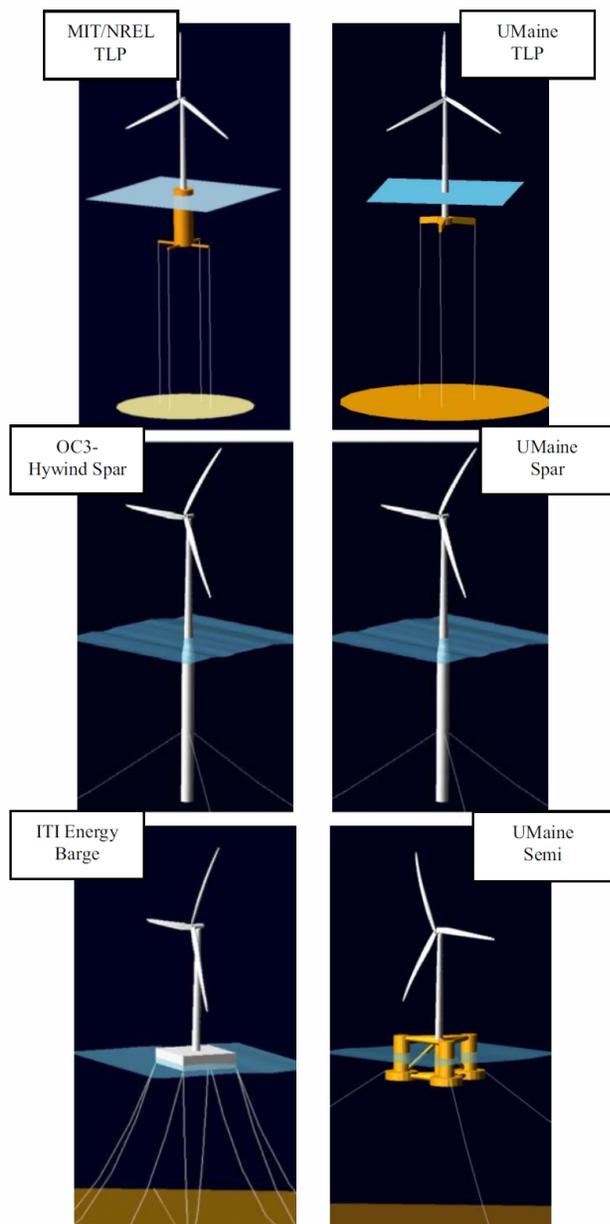


図5 "Loads Analysis of Several Offshore Floating Wind Turbine Concepts: Amy N. Robertson, et al., Fig. 1. Floating wind turbine design concepts"

## 2. ECIC 2011 (2011年6月27日～7月1日;ドイツデュッセルドルフ)

### 2.1 ECICについて

ECIC (European Coke and Ironmaking Congress) の前身は、コークスと製鉄分野でそれぞれ独立した大きな二つの会議 (ICMC (国際コークス会議) と EIC (欧州製鉄会議)) で、これを継承・継続しコークスから製鉄までの技術を総合的に議論する場として結成された。歴史をみると、第1回は EIC として 1986 年にアーヘンで、ICMC を翌年 1987 年にエッセンでそれぞれ開催している。第2回も EIC が 1991 年にグラスゴー、ICMC が 1992 年にロンドンで開催されたが、第3回以降は ECIC として統合して開催されている (第3回@アントワープ、第4回 2000 年@パリ、第5回 2005 年@ストックホルム)。今回第6回は、METEC InsteelCon 2011 (国際金属製造機材・技術展) の

一部として同時開催された。会議では 600 名を超える工場操業や関係供給業、さらに研究開発などの現場から幅広い専門家が講演し、次のような分野で技術研鑽された。

コークス製造、鉄鉱石製造と処理、焼結、ペレット、高炉製鉄、直接還元、溶融還元、製鉄における環境問題対応、二酸化炭素削減と省エネ、工業廃棄物のリサイクル

### 2.2 METEC について

METEC は大規模な製鉄関係の技術展であり、ドイツのデュッセルドルフで開催されてきた。開催地デュッセルドルフ (図6) は、ドイツ鉄鋼協会 (VDEh) の本拠地であり、ルール (Ruhr) 川下流域に広がるドイツ屈指の大都市圏でかつてはドイツ重工業地帯としてドイツの産業を牽引したコークスと製鉄に深く関わるルール地方に近隣する。コークスおよび製鉄工業界に強いつながりを持つ地である。

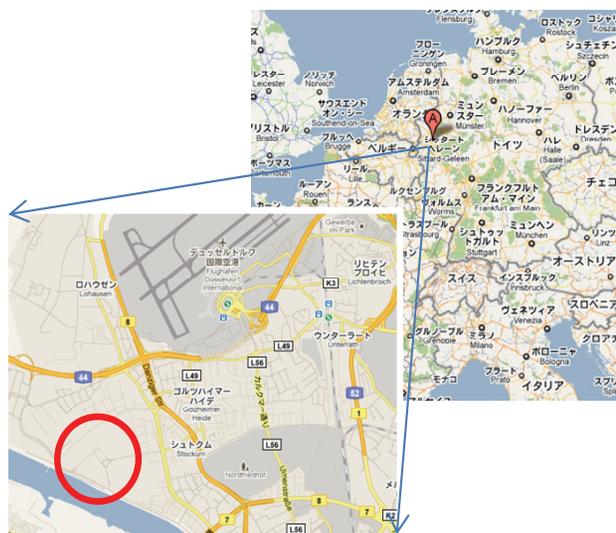


図6 ECIC 2011 の開催地 (ドイツ、デュッセルドルフ、CCD; Congress Center Dusseldorf)

METEC は、鉄冶金機・圧延機用装置・部品、鉄鋼・非鉄金属製品、計測・制御技術及びデータ・コミュニケーション、環境・労働安全、科学・リサーチ、各種サービスなど、製鉄分野を網羅した展示会で、これに 铸造、冶金、鉄鋼、金属加工・処理、溶接技術などの専門分野が加わる。14,785 m<sup>2</sup> の会場 (幕張メッセ展示場より少し狭い程度; 写真2) を使って3日間延べ1万人を超える来場者迎える大きなものである。4年に1回開催される。上記の通り ECIC は5年毎で、METEC は4年毎であり、2011年は丁度両者の開催年が一致した。出展者は多くをドイツ国内の企業が占めているが、合併も含めて中国からの出展が目についた。鉄鋼生産量を年々大幅に伸ばしている中国であるが、すでに製鉄エンジニアリングの分野に進出していることに驚いた。とにかく中国人は多い。逆に、日本からの出展は1件のみと聞いた。写真3は METEC 会場風景であるが、大型デモ機を持ち込んで実際に動かすなど、大がかりな展示会である。



写真2 METEC 会場（看板より）



写真3 METEC 展示場風景

### 2.3 セッショントピックス

ECIC は 6 月 28 日のオープニングセッション（写真 4、5）を皮切りに、30 日まで三日間開催された。オープニングではスウェーデンの LKAB（ヨーロッパ鉄鉱石需給関係）から始まり、ルクセンブルグ、ドイツ、米国、中国、日本の順にそれぞれ各国の技術動向や将来展望が述べられた。筆者としては、世界経済危機の震源地でありその影響も受けて益々厳しさを増し統合再編効率化を進める製鉄業の実体（この 46 年間で企業数が 35 から 8 に、高炉数が 241 から 35 に、生産量（MtHM）は 92 から 42 にそれぞれ減少）を赤裸々に紹介する米国と、2002 年以降急激な生産の伸びを享受しつつも、乱立する製鉄所間の技術格差を抱えて将来の過剰生産や過剰消費を危惧しつつ、今後は製鉄能力の向上と平準化に注力しないと成長が止まるとしてさらに支援を求める中国と、それぞれに時代の推移を感じた。その中で、日本からは、高能率操業としての SCOPE21 や炭酸ガス削減技術としての COURSE50 などの最先端技術が紹介された。



写真4 ECIC オープニングセッション会場風景



写真5 ECIC オープニングセッション会場風景（→筆者）

個別セッションでは、フェロコックスPJ 関連セッション（写真 6）や炭酸ガス削減と省エネのセッション（写真 7）に参加したが、二酸化炭素削減と省エネセッションの座長を務められた東北大学有山教授により簡潔にまとめて頂いたのをそれを引用させて頂く。



写真6 "Coke quality for blast furnaces" セッション会場風景



写真7 "CO<sub>2</sub> reduction and energy saving" セッション会場風景

### ① ULCOS 関連

・これまで Mefos の試験高炉を用いてのプロセス的検証が、1<sup>st</sup> Trial (2007 年秋: Ver.3、4)、2<sup>nd</sup> Trial (2009 年: Ver.1、4)、3<sup>rd</sup> Trial (2010: Ver.4) と進められてきたが、今回はその試験高炉の総括がなされた。

・発表の他に、操業の指導的立場で参加した Thyssen Krupp の Dr. Korthas によると、炉頂ガスの羽口常温吹き込みを伴う Ver.1 では安定操業が困難で、シャフトガス量の分配はレースウエイ確保上、影響大。シャフトガス吹き込みは炉内を冷却する可能性もあり、その温度設定が重要、本命は Ver.4。今後の課題はスケールアップと羽口構造の最適化。

・炉頂ガス循環は Arcelor Mittal の Florange (仏) の小型高炉で試験を予定。

・溶融還元 Hisarna は Tata Steel の IJmuiden (オランダ)

に設置されたパイロットプラントにて既に 1 回目の試験を開始。規模は約 200t/d (DIOS の PP の約半分) で、エンジニアリングは Outotec (旧 Lurgi)。高二次燃焼率指向であり、着熱が課題。底吹きはなし。サイホン形式で出鉄、レンガ材質は不明。DIOS の経験には関心大。

### ② CO<sub>2</sub> 関連の発表 (多数あり)

・欧州の公的プロジェクトは ULCOS であるが、CO<sub>2</sub> 分離、ガス昇圧、加熱、CCS 実行を考慮すると鉄鋼製造コスト増を懸念。また、酸素プラント、ガス加熱 (プラズマヒーターを想定) に使用する電気に付随する CO<sub>2</sub> を考慮すると、必ずしも CO<sub>2</sub> 削減にはならない。

・EU27 では、鉄鋼の CO<sub>2</sub> 削減として各製鉄所発生 CO<sub>2</sub> の Top10% の平均に相当する 1,475kg/tHM が目標とされてきたが、2010 年 10 月の見直しで 1,328kg/tHM (さらに 10%削減) を目標とする案が提示される。高炉還元材比は既に限界に近く、現状高炉では本目標の達成は困難であり、Carbon Leakage になると業界は主張。産業の CO<sub>2</sub> 削減は電力も含めた産業全体での対策が必要。

### 3. あとがき

今回の出張を通して痛切に感じたことは、中国技術者の国際会議への参加に対する積極性である。その背景には経済的な理由もあるが、着実に後進国から脱却して日本を追い越そうとする意欲を強く感じる。国家の仕組みの違いも大きく容易には比較できないであろうが、我が国も技術革新を国家レベルで牽引し、将来を担うであろう技術者を育てるための意欲と知恵を出さなければならぬと痛感した。そのために JRCM の役割は大きい。

## お知らせ

### ◎一般財団法人への移行及び法人名称変更のお知らせ

当センターは、一般社団法人及び一般財団法人に関する法律に基づき、内閣府からの移行許可を得、平成 23 年 7 月 1 日付にて、一般財団法人へ移行し、法人の名称を「一般財団法人金属系材料研究開発センター」に変更いたしましたのでお知らせします。

一般財団法人移行後におきましても、法令に基づき、法人としては同一のものとして存続しており、権利義務はすべて継承しております。今後とも、金属系材料の製造及び利用に関する研究開発事業等の実施を通じて、我が国経済の発展と国民生活の向上に寄与するべく鋭意取り組む所存でありますので、引き続き、当センターの運営に係る一層のご支援、ご協力を賜りたくお願い申し上げます。

### ◎平成 23 年度戦略的基盤技術高度化支援事業 (サポイン) の採択について

平成 23 年度の採択案件が 6 月 28 日に公表され、当センターが事業管理

機関となる下表の 2 案件が採択されました。それぞれ、当センターの賛助会員企業とともに研究を推進することとなります。

計画名	担当経済産業局・研究期間	研究開発の概要
新規高熱伝導性材料 LED 放熱部品の研究開発	[中部経済産業局] 平成23～25年度	省エネ、環境対策、高信頼性が強く求められる次世代自動車において、電子機器の高出力化によって、放熱の問題が喫緊の課題となっている。高度な熱伝導性バスが形成でき、かつ軽量化、複雑な形状付与、レアメタルリサイクルが容易な環境に優しい新規高熱伝導性複合材料を研究開発し、省電力、長寿命、デザイン性に優れたオール樹脂製高輝度・パワー LED ランプの放熱部品を開発する。
MOCVD 装置における革新的ガス供給システムの研究開発	[近畿経済産業局] 平成23～25年度	化合物半導体デバイスの薄膜形成において、生産装置の最適による高性能化を実現させるために、製造プロセスの中核となる真空チャンバ内における結晶成長を極限まで正確に制御することが求められている。このためには、正確なタイミングで供給するバルブ制御技術の革新が不可欠であり、今回の研究開発により、現状よりも 10～20 倍高速での開閉が可能とする電子式作動バルブを含む革新的ガス供給システムの開発を行う。

The Japan Research and Development Center for Metals

JRCM NEWS / 第 298 号

内容に関するご意見、ご質問は JRCM 総務企画部までお寄せください。本書の内容を無断で複写・複製・転載することを禁じます。

発行 2011 年 8 月 1 日

発行人 小紫正樹

発行所 一般財団法人 金属系材料研究開発センター

〒105-0003 東京都港区西新橋一丁目 5 番 11 号 第 11 東洋海事ビル 6 階

TEL (03)3592-1282 (代) / FAX (03)3592-1285

ホームページ URL <http://www.jrcm.or.jp/>

E-mail [jrcm@oak.ocn.ne.jp](mailto:jrcm@oak.ocn.ne.jp)