



WHAT'S NEW

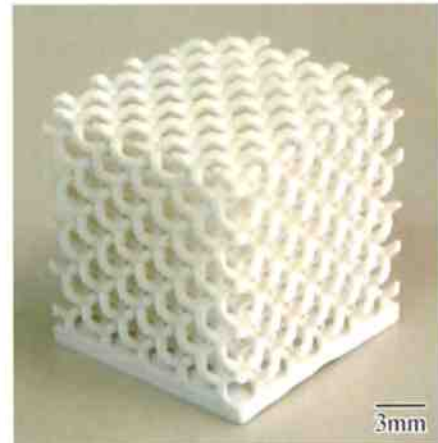
Joining & Welding Research Institute

阪大接合研ニュースレター

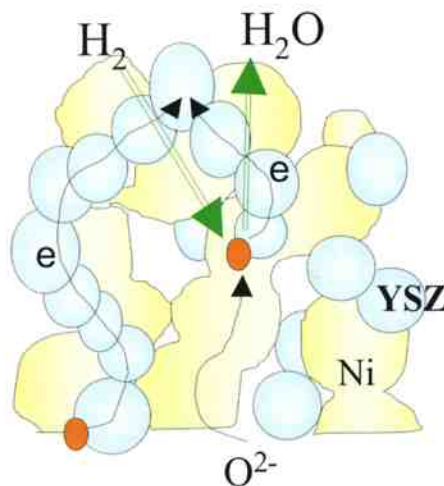
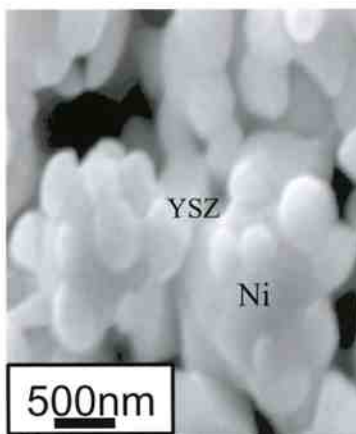
SMART スマートプロセス研究センター開設!

3次元マイクロ接合により組立てられたフォトニック結晶

シリカ-チタニア系のナノ・セラミック粒子をエポキシ系樹脂に分散し、CAD/CAMプロセスの光造形法によりダイヤモンド構造を形成した。1cm立方に1000個のユニットセルが含まれ、200GHz帯のミリ波の伝送を制御できる。



燃料電池電極の高性能化を達成



Ni/YSZナノ・マイクロ複合構造を有するSOFC燃料極。800℃の低温作動において高い発電性能を確認。

スマートプロセス研究センターの組織と戦略

宮本 欽生

スマートプロセス研究センター センター長 教授

接合科学研究所に、旧附属超高エネルギー密度熱源センターと再帰循環システム研究センターを発展的に廃止し、新たにスマートプロセス研究センターが平成15年4月1日付けで設立されました。

スマートという言葉は、材料関係で使われているスマートマテリアルやスマートストラクチャーだけでなく、スマートソリューションなどテレビのコマーシャルにも出てくるほどの流行語になっていますが、そこには、“かしこく臨機応変、洗練かつ精緻、無駄なく環境にやさしい”といった響きがあるように思います。流行に悪乗りしたわけでもありませんが、これからの接合・溶接を含む材料プロセスに必要な項目をうまく言い表していることからスマートプロセスと名付けられました。ある面曖昧な名称にもかかわらず、スマートプロセス研究センター設立の趣旨を理解し認めていただいた文部科学省、大阪大学関係者の方々に深く感謝しております。スマートプロセスには、研究者誰もがイメージを描け、また少しずつ違っているであろうところが丁度いいのではないかと考えています。

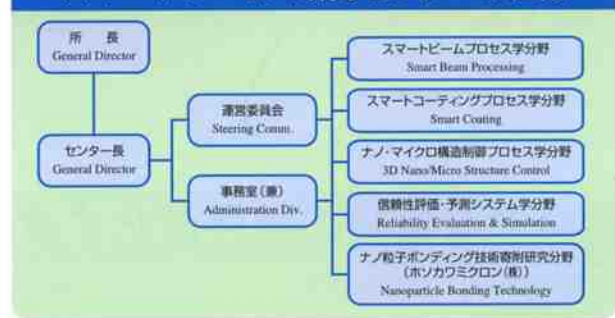
日本はものづくりが得意と言われ大いに自負しているところでもあります。その裏には、原理的な創造は苦手というコンプレックスも多少含まれているように思います。グローバル化による世界的な経済競争の波に打ち勝つために、ものづくりの重要性が喧伝されている昨今ですが、それをかけ声だけに終わらさないためには、原理的な発明や発見も行い、同時に生産に生かす、より高度なものづくり技術を是非とも追求しなければなり

ません。それこそがスマートプロセス研究センターの使命と認識しております。

この使命達成の具体的な戦略として、下図に示す5つの研究分野と1客員教授を擁しております。その要諦は、ビームテクノロジー、ナノ・マイクロ加工、計算科学・計算機制御を技術的な柱とし、産学連携、全国共同利用、国際連携を連帯の梁として、接合を中心とする材料加工技術を超精細制御するスマートプロセス科学と技術を新たに構築することにより、ナノ・マイクロマテリアル等の先進加工を促進し、産業活性化と省エネルギー・環境保全を両立させる次世代ものづくりに貢献することにあります。

もとより限られた人員と予算の中での戦略ですが、夢は大きく、スマートプロセスの概念を世界に先駆け提唱し、普及するよう工夫し努力していきたいとセンター職員一同念じております。皆様の熱いご支援・ご鞭撻をお願いする次第です。

スマートプロセス研究センターの組織



研究トピックス

スマートビーム

—より小さくよりスマートに—

阿部 信行*, 塚本 雅裕**

スマートプロセス研究センター スマートビームプロセス学分野 *助教授 **助手

スマートビームプロセス学分野は、レーザー、超微粒子等の高エネルギービームを微細かつ精細に制御し、その特性を十分に発揮させることで、機

能的・エネルギー的に最適化したスマートビームを開発し、材料の特性を保持しつつ非加熱・低温条件で接合・加工することのできるスマートビー

ムプロセスの構築を行っています。スマートビームプロセスにより、接合の際に最も重要となる界面の不連続性を最適制御し、材料特性を保持しつつ軽量高品位の機能性部品や微細構造体の製造を可能とする高品位接合・加工プロセスを開発することを目指しています。

現在、半導体レーザービームおよび超微粒子ビームの開発と、それらを用いたスマートプロセスの開発を行っています。

従来の熱加工用レーザーに比べて、発振効率が10倍以上高い半導体レーザーにより、極めて低いフォトンコストと小さな装置サイズが実現され、さらに構造がシンプルで入熱制御が容易なことから、熱的に最適化された精細加工が可能となりました。例えば、アルミニウム合金をはじめとする各種金属の熱的に穏やかな接合や精密微小入熱による精密曲げ加工や超薄板材の微細接合が可能となりました。図1は半導体レーザーによる50 μm 厚の超薄板ステンレス鋼板の突合せ溶接を示しています。

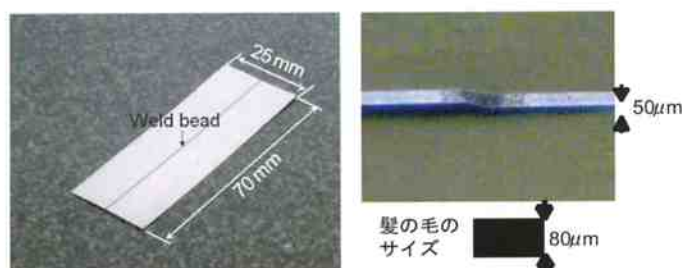


図1 半導体レーザー精細溶接の表面と断面

髪の毛の直径約80 μm に比した薄さと、歪みがほとんどない高品質溶接であることがわかります。

各種超微粒子を搬送ガスで加速しビーム化する、シンプルな超微粒子ビームを基板に衝突させることにより、非加熱での高速成膜が可能となりました。例えば、圧電素子材料のチタン酸ジルコン酸鉛、光触媒材料の酸化チタン、生体親和性材料のハイドロキシアパタイト等の皮膜を素材の材料物性を保持したままで低温成膜することができます。図2は超微粒子ビーム装置とハイドロキシアパタイト超微粒子ビームによるチタン上への薄膜形成を示しています。常温で成膜できることから、ハイドロキシアパタイトの生体親和性を保持したままで人工骨の親和性改善を行うことが期待されています。

時代の要請である、ナノ・マイクロプロセスに対応した先進的スマートビームの開発研究は、今後の科学技術およびものづくり産業に大きく寄与できるものと考えています。

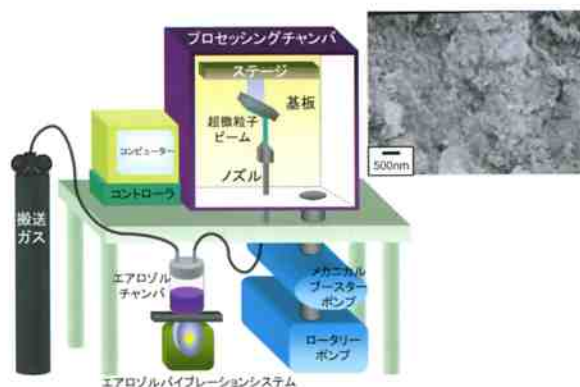


図2 ハイドロキシアパタイト超微粒子成膜

研究トピックス

低融点プラスチックに対するスマートコーティングの新たな可能性

大森 明

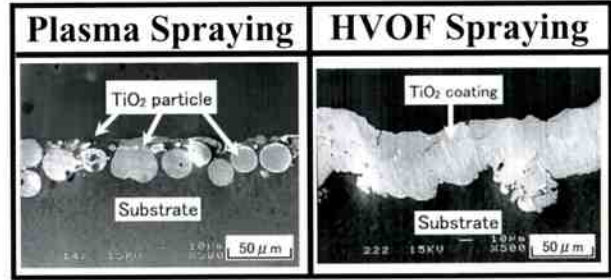
スマートプロセス研究センター スマートコーティングプロセス学分野 教授

本分野では、循環型社会形成において重要な課題である環境・エネルギー問題を解決するため、ナノ・マイクロ高機能環境材料の創製に関する研究を推進しております。

具体的には、溶射などのスマートコーティングプロセスによる表面改質技術により、光触媒特性を材料表面に付与しており、最近では、ナノサイズのTiO₂造粒粉末を用いた、HVOF溶射による高活性光触媒機能を有する厚膜の光触媒皮膜の作

製に取り組んでおります。環境に優しい生分解性プラスチックやPET板などの低融点のプラスチックを表面改質の対象材料とし、プラズマ溶射を行った場合は、TiO₂粒子がプラスチック表面に打ち込まれる形態となっており、光触媒機能を有しているために、アセトアルデヒドなどの有害化学物質が分解できることがわかっております。そして、HVOF溶射を行った場合は、プラスチック表面にTiO₂粒子が積層する形態となっており、光

触媒活性の高いアナターゼ相100%の皮膜が形成される結果となったことから、光触媒機能材料としても、今後幅広く活用できることを示しております。



プラスチック基材への粒子打ち込みと膜形成

研究トピックス

3次元マイクロ溶接装置の開発

宮本 欽生

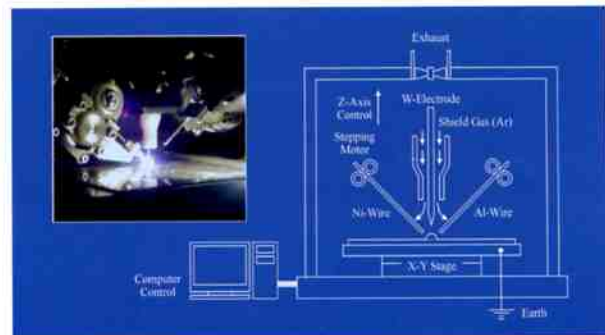
スマートプロセス研究センター ナノ・マイクロ構造制御プロセス学分野 教授

ナノ・マイクロ構造制御プロセス学分野では、CAD/CAMを使った3次元自由造形プロセスによる材料創製研究を行っている。その一環として、光造形法による3次元フォトニック結晶の創製と、ミリ波・テラヘルツ波デバイス開発への応用研究がある。ダイヤモンド構造を有するノイズ遮蔽部品やアンテナをCADで設計し3次元造形するもので、材質は酸化チタンなどの高誘電率セラミックス、エポキシ、およびそれらの複合体で構成している。格子はミリメートルからマイクロメートルサイズで、セラミックは必要に応じナノ粒子を使っている。

セラミックスや高分子からなる機能材料の自由造形以外に、金属系材料の3次元自由造形にも取り組んでいる。図は、現在開発中の3次元マイクロ溶接装置 (3D Micro Welder, 3DMW)の外観と略図である。太さ100 μm ~200 μm の金属細線を左右から2個の回転ローラーで挟んで送り出し、中心軸上にマイクロアークトーチを据え付け、軸上を移動できるようになっている。シールドガスはアルゴンで、造形室内の雰囲気は特に制御していない。造形台は、XYステージ上に加熱ヒータープレートを介して設置している。赤外線 CCD カメラを備えており、金属細線の送り出し制御や造形部の温度分布をモニターする。金属細線の送り出し、アークパルスの発射、XYZ軸上の移動はすべて自動制御し、CADソフトと連動する仕組みである。この装置により、低融点から高融点に至るさまざまな金属や合金、金属間化合物の3次元自由造形研究を行う予定である。現在、ニッケル、チタン、アルミニウム、タングステンなどを対象に、マイクロビードの形成、マイクロ接合、

簡単な造形、組織制御、金属細線供給制御ソフトの開発、制御システムの最適化などの基礎研究を実施している。すでに直径数百ミクロンのニッケルやチタンビードを数十段積み重ねるのに成功している。ニッケルやチタン、アルミなど異種の金属細線を左右から供給することにより、マイクロアークによる溶融に加え、燃焼合成反応を励起し、ニッケルアルミやチタンアルミ、チタンニッケル等の金属間化合物をより強固に自由造形できるものと期待している。

本装置は、文部科学省の科学研究費補助金基盤研究(A) (研究課題名「アルミナイド系金属間化合物の三次元反応造形プロセスの構築」)の予算を使い、研究分担者で当研究所の共同利用研究員でもある北海道大学の松浦清隆助教授と(株)セルバックとで設計・製作にあたった。装置は2台作り、1台は北大に設置している。3DMWは、設計から造形までのプロセスがデジタル化されるため、インターネットとリンクすることが可能である。大阪と札幌に2台設置したのは、e-manufacturingの実演をねらったことでもある。



3次元マイクロウエルダーの構成図と造形部写真

研究トピックス

燃料電池電極の高性能化を達成

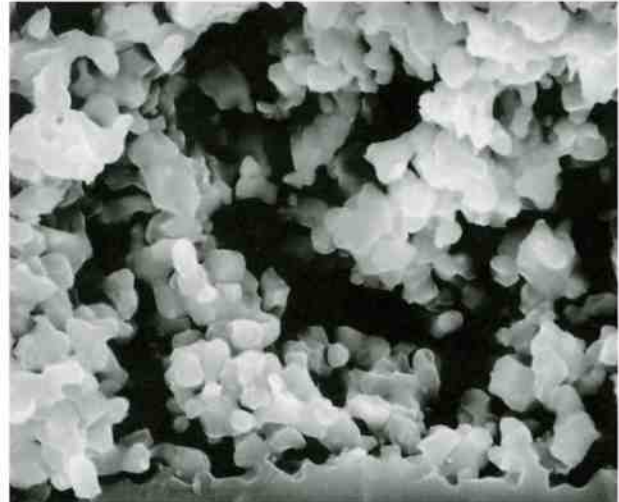
内藤 牧男*, 阿部 浩也**

スマートプロセス研究センター ナノ粒子ボンディング学分野 *教授 **助教授

ナノ粒子ボンディング技術研究部門は、(株)ホソカワ粉体技術研究所と共同で、固体酸化物形燃料電池(SOFC)の高性能化を実現する新電極の開発に成功した。開発のキーポイントは、電極のナノ構造制御による反応界面の増大と作動温度低下の実現である。

今回対象としたのは、研究が活発に進められているニッケル-YSZ(安定化ジルコニア)系のアノード(燃料極)であり、酸化ニッケル粒子をYSZで被覆したナノ構造の複合粒子を作製し、それをテープ成形することにより電極を創製した。得られた電極の性能を評価したところ、従来の電極に比べて高い出力密度を得られるとともに、800℃の低温作動においてはさらに決定的な優位性が認められた。

今後は、産学連携して低温作動型の小型SOFCを開発する予定であり、現在国プロジェクトの支援も受けながら開発を進めている。



アノード電極の断面構造

行事報告

International Workshop on Designing of Interfacial Structures in Advanced Materials and their Joints (DIS'03)

奈賀 正明

接合機構研究部門 複合化機構学分野 教授

「先端材料およびその接合体の界面設計に関する国際会議(DIS'03)」を2003年7月13日~16日、ウィーン大学物理化学工学科と大阪大学接合科学研究所との共催でウィーン大学物理化学研究所で開催した。この会議は2002年11月大阪大学で開催された同一主題の国際会議(DIS'02)に引き続き開催されたものである。内容は、先端材料の原子構造から接合までの基礎から応用までの内容で、オーストリアおよび日本以外にドイツ、チェコ、ウクライナなどからの研究者や学生の方の参加もあり十分な討論時間をもちこの分野の研究の詳細な紹介や最近の研究結果について発表討論が行われた。本研究所からは若手の研究者や大学院生の参加もあり海外の大学との学術交流としても有用であった。



DIS'03 Workshop 参加者のウィーン大学本館の Boltzmann の胸像の前での集合写真

NEDO ナノレベル電子セラミックス材料低温成形・集積化技術プロジェクト研究への参画

三宅 正司

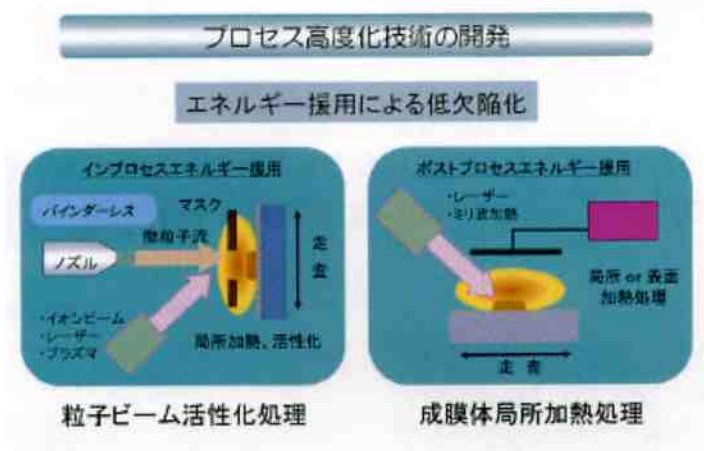
加工システム研究部門 エネルギー変換機構学分野 教授

NEDO（新エネルギー・産業技術総合開発機構）による「ナノテクノロジープログラム/ナノ加工・計測」の一部として、「ナノレベル電子セラミックス材料低温成形・集積化技術プロジェクト」（プロジェクトリーダー：明渡純産業技術研究所グループリーダー）が平成14年度から平成18年度までの5カ年計画で遂行されているが、本研究所の、エネルギー機構学分野とスマートビームプロセス学分野が本プロジェクトにおいてプロセス高度化技術の基礎研究グループに参加している。

本プロジェクトはエアロゾルデポジション法（AD法）の噴射成膜法をコア技術とし、ナノサイズの電子セラミックス微粒子を用いた「常温衝撃固化現象」に着目して、材料組織の微細化、高密度化を図る。又、レーザ、プラズマ、イオン、

ミリ波などによる精密なエネルギー援用により、プロセス温度や結晶欠陥を飛躍的に低減させて、部材、部品レベルの精密形成や金属、ガラス、プラスチック等、異種素材とのナノレベルの複合化、部材レベルの集積化を達成し、最終的な製品機能を飛躍的に向上するものです。さらに、本プロセスを用いて高速応答アクチュエータ素子やGHz帯高集積回路素子、超高速光スイッチ等のデバイス開発を行い、広範囲な産業分野に活用できる基板技術の開発を目指しています。

接合研チームは、プロセス高度化技術の開発において、AD法の基礎研究とともに、エネルギー援用によるプロセス温度や結晶欠陥の低減を主眼とするテーマに取り組んでいます。



ナノレベル電子セラミックス材料低温成形・集積化技術プロジェクト

International Institute of Welding (IIW) 56th Annual Assembly における2003 Henry Granjon Prize 受賞にあたって

中出 且之

スマートプロセス研究センター スマートコーティングプロセス学分野 研究機関研究員

2003年7月6日から7月11日の間にブカレストで開催された International Institute of Welding

(IIW) 56th Annual Assembly に参加させて頂き、そこで2003 Henry Granjon 賞を授与されました

ので、その報告をさせていただきます。

Henry Granjon 賞は若手の優れた研究論文に対して単名で授与されるものであり、Category A から D に分類されており、Category B (溶接冶金) で受賞しました。IIW 初日の7月6日に開催された Opening Ceremony に引き続いて行われた受賞式に出席することになり、そこで Granjon 賞の賞状と盾を授与されました。

今回、受賞対象となった論文のタイトルは、「Sigma Phase Precipitation and its influence on Hydrogen Induced Cracking of Duplex Stainless Steel Base Metal and Weld Metal」です。二相ステンレス鋼は、母材、溶接金属ともにシグマ相と呼ばれる金属間化合物が短時間で析出することが判明し、そのシグマ相が水素誘起割れを著しく促進することを明らかにしたものであります。受賞論文は Welding in the World への投稿を推薦されております。

受賞講演は Commission IX (溶接冶金) において15分間させて頂き、5分間の質疑応答でしたが、多くの質問を頂き、水素割れに対する関心の高さを肌で感じる事ができました。

最後に、今回の受賞にあたり、出発前に論文の校正等、終始協力して頂いた 黒田敏雄 先生をはじめ、IIW への出席を許可して頂いた大森明 先生、本研究所の牛尾誠夫 所長に対し、心より御礼申し上げます。



受賞時の様子
左は著者、右は同時受賞者の
Dr. Ernst Letofsky (Austria)

行事案内

International Symposium on Novel Materials Processing by Advanced Electromagnetic Energy Sources (MAPEES'04)

巻野勇喜雄

加工システム研究部門 エネルギー変換機構学分野 助教授

先進的電磁エネルギーによる革新的材料プロセスに関する国際シンポジウム、International Symposium on Novel Materials Processing by Advanced Electromagnetic Energy Sources (MAPEES'04)が、来る2004年3月19日～22日の4日間に渡って、大阪大学コンベンションセンター(吹田キャンパス内)にて開催される。本シンポジウムは三宅教授が組織委員長となって接合科学研究所が主催し、文部科学省、産業技術総合研究所をはじめ十余団体の協力・協賛の下に開催される。

本シンポジウムは最近世界的に大きな注目を浴びていて、特に我国で精力的に遂行されている、マイクロ波/ミリ波エネルギー、超微粒子ビーム、パルス大電流/電圧源、クラスターイオンビーム新プラズマ/イオン源および新レーザー源等の電磁エネルギー源の開発とこれを利用した材料プロ

セシングに関する国際シンポジウムである。本シンポジウムの目的は、先進的電磁エネルギー源に基づいた材料加工により、新規の特徴ある研究分野を構築し、新産業を生み出す一助とすることであり、エネルギー源、材料プロセス、材料科学、応用物理、化学その他の関連する分野の研究者を広く世界に求めて、最近の進展と今後の展開を討議する。

このシンポジウムに関する問い合わせ先は以下のとおりである。

MAPEES'04事務局

接合科学研究所 巻野勇喜雄助教授

TEL: 06-6879-8651

E Mail: makino@jwri.osaka-u.ac.jp もしくは

Web Site: <http://www.jwri.osaka-u.ac.jp>

/conf/mapees04/index.html

平成15年度 科学研究費補助金

研究種目	件数	総額	研究種目	件数	総額
基盤研究 (A) (2) 一般	3	17,500千円	萌芽研究	3	4,400千円
基盤研究 (B) (2) 一般	6	26,600千円	若手研究 (B)	4	6,900千円
基盤研究 (C) (2) 一般	1	800千円	特別研究員奨励費	1	900千円

平成15年度 共同研究員の所属機関と受入人数

機関種別	受入人数	機関種別	受入人数
国立大学	75	公立研究機関	13
公立大学	8	高等専門学校	17
私立大学	31	その他	9
独立行政法人	11		

各種賞受賞者等

「受賞」

平成15年5月21日	宮本欽生	日本粉体粉末冶金協会研究進歩賞	(社)日本粉体粉末冶金協会
平成15年5月21日	桐原聡秀	日本粉体粉末冶金協会研究進歩賞	(社)日本粉体粉末冶金協会
平成15年6月12日	中田一博	日本溶接協会技術賞開発奨励賞	(社)日本溶接協会
平成15年7月07日	中出且之	Henry Granjon Prize	IIW

本研究所の人事異動 (平成15年4月～平成15年7月)

「着任」

H15. 4. 1	助手	桐原聡秀	採用	ナノ・マイクロ構造制御プロセス学分野
H15. 4. 1	庶務掛長	中塚裕二	配置換	医学部庶務第一掛長から
H15. 4. 1	庶務掛主任	鎌谷 明	転任	奈良国立博物館総務課から
H15. 4. 1	事務補佐員	吉田美恵	採用	スマートコーティングプロセス学分野
H15. 5. 1	事務補佐員	竹間福子	採用	ナノ・マイクロ構造制御プロセス学分野
H15. 5.16	事務補佐員	一松久恵	採用	ナノ粒子ボンディング技術寄附研究分野
H15. 7. 1	産学連携等研究員	李 強	採用	ナノ粒子ボンディング技術寄附研究分野
H15. 7. 1	事務補佐員	萩原 薫	採用	ナノ粒子ボンディング技術寄附研究分野

「離任」

H15. 4. 1	庶務掛主任	蒲生 隆	転出	奈良先端科学技術大学院大学へ
H15. 4.30	事務補佐員	守田梨絵	辞職	ナノ・マイクロ構造制御プロセス学分野
H15. 5.30	事務補佐員	一松久恵	辞職	ナノ粒子ボンディング技術寄附研究分野
H15. 6.30	技術補佐員	黒田 晋	辞職	研究支援推進員

編集後記

スマートプロセス研究センター開設にあたり、現在進行中の研究トピックスを特集致しました。当センターではビーム、コーティング、ナノ・マイクロ制御、ナノ粒子ボンディングテクノロジー及び信頼性評価・予測システムを有機的に結合した超精細制御プロセス『スマートプロセス』開発に邁進する所存です。皆様の多大なるご支援・ご協力を御願ひ致します。(塚本 記)

阪大接合研ニュースレター No. 8

2003年8月 発行

発行：大阪大学 接合科学研究所

編集：接合科学研究所 広報委員会

印刷：(株)セイエイ印刷

〒567-0047 茨木市美穂ヶ丘 11-1

TEL：06-6879-8677 FAX：06-6879-8689

URL：http://www.jwri.osaka-u.ac.jp/

E-mail：koho@jwri.osaka-u.ac.jp