ISSN 1345-5370,　2005年 4 月 第13号

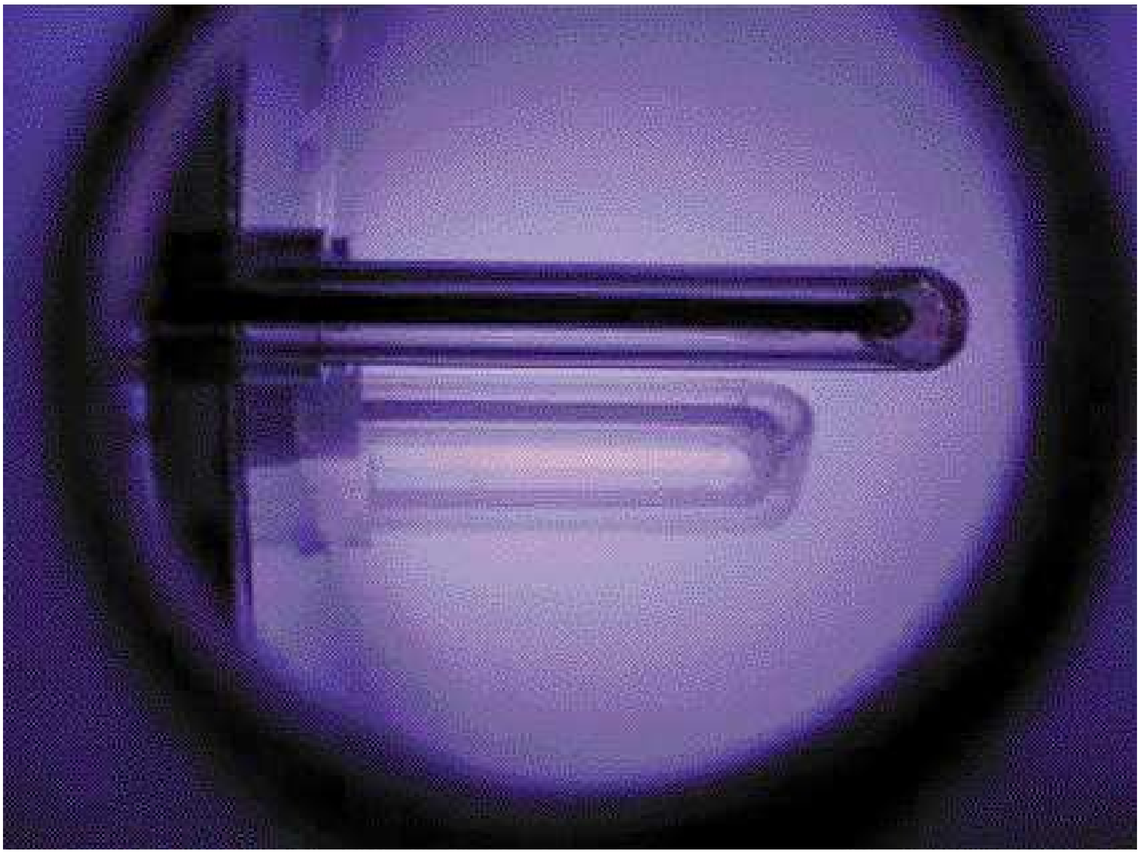
WHAT'S NEW

Joining & Welding Research Institute

阪大接合研ニュースレター

次世代メートルサイズ大面積プロセスに向けたプラズマ発生制御技術の開発

低インダクタンス内部アンテナを用いた大面積プラズマ生成制御技術の開発により、メートルサイズを超える次世代の大面積プロセスに目処。



低インダクタンスアンテナを用いた誘導結合型放電

大阪大学 接合科学研究所

大森 明教授　定年退職記念講演および記念パーティー

小林　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大森 明教授は、平成17年３月31日をもって定年退職の予定であり、４月からは名誉教授となられます。これに先立ち、大森 明教授の定年退職記念講演および記念パーティーが、平成17年３月21日（月、祝日）千里阪急ホテル　葵の間、クリスタルホールで行われました。約100名の参加者が相集い、大変にぎやかなパーティーとなりました。

大森 明教授は、昭和40年３月大阪大学工学部応用化学科を卒業後、昭和45年３月大学院工学研究科応用化学専攻博士課程を修了し、同年４月大阪大学工学部附属溶接工学研究施設助手に採用されました。昭和47年に溶接工学研究所に配置換となり、同研究所附属超高エネルギー密度熱源センター、附属高エネルギー溶射研究センターに所属されました。平成６年３月から３年間尼崎市産業労働局に勤務の後、平成９年に大阪大学接合科学研究所附属再帰循環システム研究センター教授（耐環境表面改質学分野を担当）として再任されました。平成12年４月から同センター長を併任し、再帰循環システムを確立しました。その後、平成15年４月に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を担当し、数多くの優れた研究業績を挙げ、大阪大学の発展と我が国の学協会及び産業界の学術振興や国際化に多大の貢献をするとともに、教育と後進の指導・育成に尽力されました。

記念講演会における大森研究室の学位取得者による講演では、大森研究室の学会発表、講座旅行などでの大森教授のエピソードが語られ、参加者一同興味深く聴講しました。また、大森教授の記念講演では、「溶射研球生活を振り返って」と題してこれまでの溶射を中心とする40年にわたる研究人生を、思い出話を交えながら１時間にわたり講演されました。

大森教授の研究は多岐にわたり、ろう付け・はんだ付けのフラックスの研究では、日本における第一人者であり、接合界面に注目してセラミックスと金属の接合の研究を進め、その接合性を改善しました。他にもプラズマ溶射、高速ガス炎溶射等の研究を推進し､溶射皮膜の構造と物性の解明、品質機能評価とその改善を行いました。また、溶射皮膜の構造評価法、Mn 浸透処理による緻密化・強化法の開発、レーザー・プラズマ複合溶射法を確立するなど実用的研究業績を挙げられました。これらにより溶射工学を集大成し、高エネルギー溶射研究センターを溶射研究のメッカとしました。最近ではスマートコーティングプロセスにより、高活性光触媒機能をもつ TiO_2 機能膜等の超高機能環境浄化膜の作製・開発に成功し、ナノ造粒粉末を用いた PET ボトル等の表面改質など、溶射の適用範囲の拡大にも貢献されました。

記念講演後の記念パーティーには、大森研究室の同窓生、スマートプロセス研究センター、学内の知友などが集い、大森教授夫妻を囲み、和やかな雰囲気の中パーティーが進められました。

最後に、本企画に賛同していただいた関係各位に深く御礼申し上げます。

叙勲

荒田吉明名誉教授「瑞宝重光章」受章記念パーティー

去る３月 19 日、当研究所元所長、日本学士院会員の荒田吉明名誉教授の「瑞宝重光章」受章を記念して、「荒田吉明先生瑞宝重光章受章を祝う会」が大阪・新阪急ホテルにて開催されました。連休中の土曜日にもかかわらず、知友門下生をはじめ本研究所の教職員など全国から多数の参加者があり、荒田吉明名誉教授を囲み、２時間の宴会が行われました。祝辞は、当研究所所長の野城教授、学士院会員藤田名誉教授、溶接学会会長牛尾名誉教授、関西電力松村専務などが行い、荒田名誉教授の永年の功績を讃えました。また荒田名誉教授に対して「受章を祝う会」世話人会（代表：三宅名誉教授）より花束、記念品の贈呈があり、参加者一同今回の受章を祝いました。

荒田名誉教授のお礼の挨拶では、参加者全員に荒田名誉教授編著の冊子「一学究者のわだち」が配布され、これまでの荒田名誉教授の長年にわたる研究の経緯、業績について述べられるとともに、研究の和についてなど後輩に対する貴重な助言がありました。また、現在進められている「固体内核融合」の研究の推進についても並々ならぬ意欲を示され、われわれ接合科学研究所の後輩たちにとっても、大いに励みとなりました。

研究設備

ナノインデンテーション試験システム

竹本　正*、西川　宏**

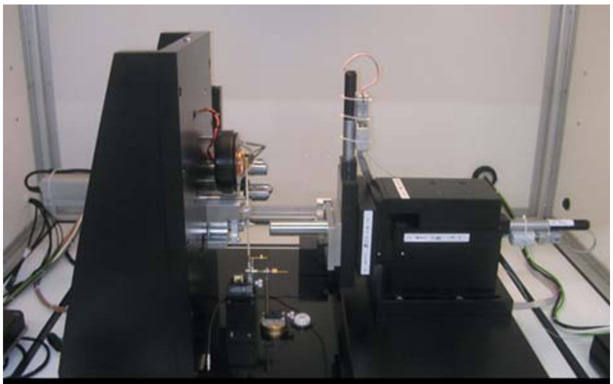
スマートプロセス研究センター　スマートグリーンプロセス学分野　＊教授　** 助手

装置の特徴

超低負荷でのインデンテーション試験（押し込み試験）を高精度でおこなうことが可能であり、極表面や超微小領域における硬度などの物性特性の評価が可能である。さらには、スクラッチ試験やインパクト試験、ホットステージによる500℃以上の高温下でのインデンテーション試験が可能である。

主な使用目的

近年、急速に研究が進むナノレベルの薄膜や粒子などの微細な物質は、バルクの物質とは大きく異なった性質を示すことが見出されているが、微細化が進むデバイスやシステムを設計・製造・使用する上で、金属やセラミックス、さらには化合物などの物性特性をナノレベルで評価することは重要となる。そこで高精度のナノインデンテーション試験システムを用いることで、特に新素材や化合物相の特性をナノスケールで解析・評価することを目指す。さらには、半導体デバイスから医療用マイクロマシンまで広範囲にわたる様々なアプリケーションの機械的信頼性を検討する。



ナノインデンテーション試験システム本体の外観

次世代メートルサイズ大面積プロセスに向けたプラズマ発生制御技術の開発

節原裕一
加工システム研究部門　エネルギー変換機構学分野　教授

プラズマを利用したプロセス技術は、エンジニアリング部材の表面改質から半導体デバイス製造（エレクトロニクス）、さらに平面ディスプレー（FPD）をはじめとするジャイアントエレクトロニクスにわたる幅広い分野において、産業を支える基盤技術として発展してきた。特に、近年の成長が著しい液晶ディスプレー（LCD）をはじめとする平面ディスプレーの製造分野では、ディスプレーパネル自体の大画面化（市場ニーズに対応）に加えて、１枚のガラス基板（マザーガラス）で同時に処理を行うディスプレーパネルの数（面取り数）を増やすことにより低コスト化を図ることが必須となっている。このため、次世代のLCD製造におけるマザーガラス基板のサイズは２メートルを超える大型化が見込まれており、大面積にわたって均一かつ高品質のプロセスを実現するためのプラズマ生成制御技術の開発が求められている。

メートルサイズを超えるプロセス用プラズマ源の開発では、従来の放電方式を踏襲してプラズマ源をスケールアップする試みがこれまでの主流であったが、原理的に解決が困難な問題（不均一性、プラズマダメージ増大）に直面しており、新しい技術の開発が目下焦燥の課題となっている。ここで、従来方式のスケールアップにおける本質的な問題は、プラズマ生成に用いられる励起電力分布（power deposition profile）を均一にすることが困難になることに起因している。すなわち、プラズマ源の大型化に伴って、容量結合での高周波電極あるいは誘導結合に用いられるアンテナ導体の長さが、高周波電力の伝搬波長に対して無視できない程度となり（結果的に、高周波電力が波として電極上を伝搬する状態が無視できなくなり）、電極あるいはアンテナ導体上での定在波形成のために電圧あるいは電流分布の不均一性が顕在化することが本質的な要因である。

エネルギー変換機構学分野では、株式会社イー・エム・ディーの江部明憲氏ならびに名古屋大学工学研究科の庄司多津男助教授と共同で、メートルサイズを超える次世代大面積プロセスの実用化を目指して、新しい概念に基づく大面積プラズマ発

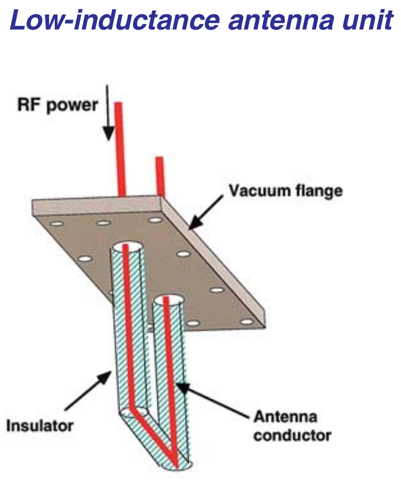


図１　低インダクタンス内部アンテナ

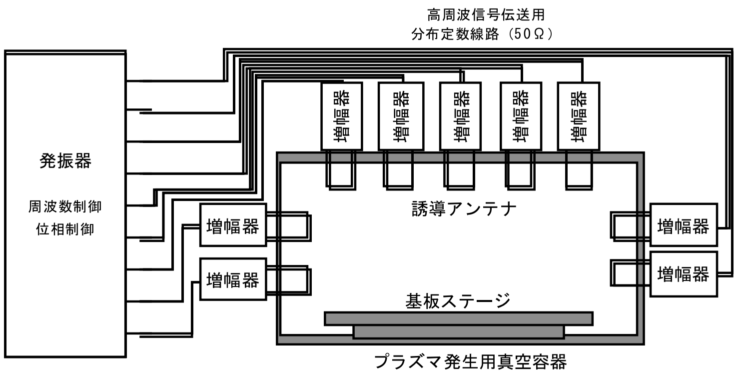


図２　アンテナ一体型モジュールの統合制御

生制御技術の開発を行っている。上記の問題を解決する開発のキーポイントは、ａ）低インダクタンス化した小型の誘導結合アンテナ（図１、表紙写真）を複数用いたマルチアンテナ方式のプラズマ生成、ｂ）個々の低インダクタンス内部アンテナに個別の高周波増幅器を直結したアンテナ一体型モジュール構成、さらにｃ）複数モジュールの独立かつ統合的制御（図２）である。

本方式では、個々のモジュールをプラズマ生成室の所望の箇所に設置可能であり、高密度かつ低プラズマ電位（低ダメージ）の超大面積プラズマ生成が可能である。また、既に１メートルを超えるプラズマの生成に成功している。さらに、駆動電力を独立かつ統合的に制御することにより、従来のプラズマ源で解決が困難であった定在波形成の問題を生じることなく、高周波電力分布とともにプラズマ密度分布を能動的に制御することが可能であり、アンテナ一体型モジュールに用いる小型の高周波増幅ユニット（周波数 13.56MHz、単体出力 1kW）についても試作が完了している。

メートルサイズを超える大面積プラズマ源の設計にあたっては、数値シミュレーションの援用が極めて重要である。このため、京都大学工学研究科の斧高一教授のグループと共同で、低インダクタンスアンテナ周辺の解析を目的とした電磁界シミュレーション（Finite Difference Time Domain; FDTD）ならびに粒子シミュレーション（Prticle-in-Cell Monte Carlo; PIC-MC)に加え、プラズマ源全体の分布解析を目的とした流体シミュレーション（ドリフト拡散近似のもとで連続の式およびエネルギー方程式を解く流体モデル）ならびに粒子シミュレーション（Monte Carlo; MC）からなる一連のシミュレーションコードを開発した。１メートルを超えるプラズマ源における実験結果との対照により、これらのシミュレーションコードの妥当性を確認し、大面積プラズマ源の設計に供する段階に入っている。

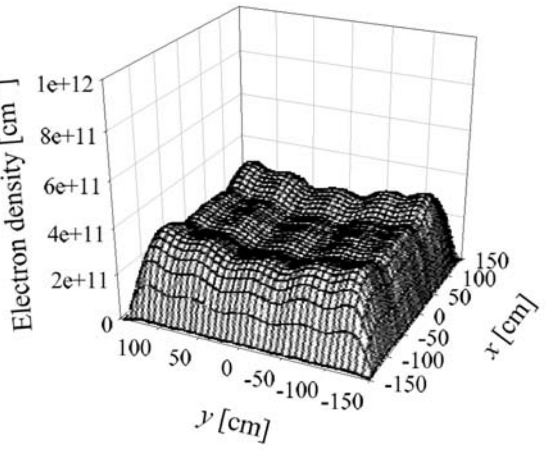


図３　流体シミュレーションによるプラズマ密度分布計算結果
大面積角形チャンバー（3m×3m）

LCD 製造プロセスにおける将来の第８世代（基板サイズ 2200mm×2600mm）以降に対応するプロセスを念頭において、一辺の長さが３メートルの角形チャンバーで流体シミュレーションを行った事例を図３に示す。この数値シミュレーションでは、等間隔に配置したアンテナを用いて、圧力 20mTorr のアルゴン中で、周波数 13.56MHz の高周波電力を各モジュールから等しく 1kW ずつ投入した際の基板近傍でのプラズマ密度分布を示している。プラズマ密度分布の最適化にまでは至っていないものの、面内均一性が± 10％以内の範囲として 2560mm×2600mm のプロセス領域を確保することが可能であることを示している。

本稿で報告した研究開発の一部は、科学技術振興機構の支援を受けて実施したものであり、深く感謝申し上げる次第である。今後、プロセス装置のシステム化を含む実用化に向けた技術開発をさらに展開していく予定である。

全国共同利用附置研究所連携事業

「金属ガラス・無機材料接合技術開発拠点」開設

野城　　清*、 黒田　敏雄**
＊所長、** 接合機構研究部門　溶接機構学分野　助教授

大阪大学接合科学研究所は東北大学金属材料研究所および東京工業大学応用セラミックス研究所（以下３研究所という。）とともに全国共同利用附置研究所連携事業の「金属ガラス・無機材料接合技術開発拠点」を開設いたしました。

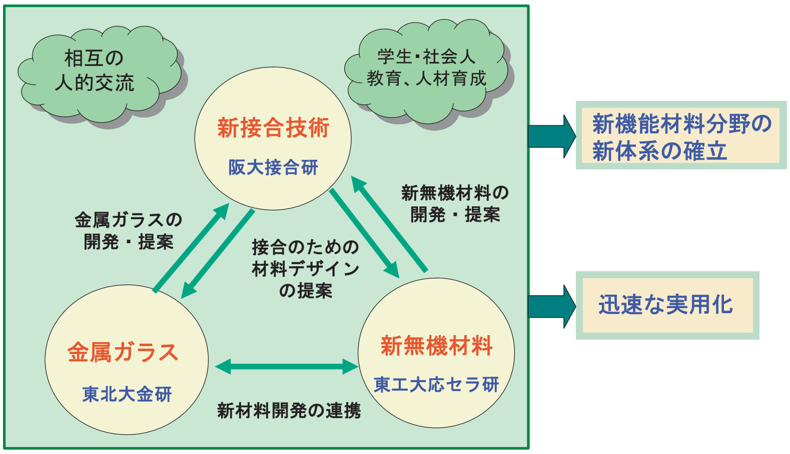
この連携プロジェクトは平成17年４月から平成22年３月までの５年計画で実施されます。教授等の人員については現員を当て、特任研究員（特任教授、特任助教授、特任助手）および、研究支援職員が配置され、(1) 環境･エネルギー材料開発、(2) エレクトロニクス材料開発、(3) 高度生体材料創製、(4) ナノ構造界面制御接合プロセス、(5) 異材ナノ界面高機能化の５プロジェクトを推進します。

３研究所が有機的に連携することにより、金属ガラス / セラミックスのハイブリッド化による新機能材料科学分野の新学問体系を構築するとともに、金属ガラス･無機材料の実用化に不可欠な新しい接合技術開発を行い、全国共同利用研究所としての一層の充実を図るものです。

具体的には金属材料に基づく新機能材料開発を進める金属材料研究所と無機材料に基づく新機能材料開発を進める応用セラミックス研究所は、本研究拠点を通じて接合科学研究所と有機的に連携し、新機能材料の開発段階から接合機能を考慮した材料開発を進めます。

接合科学研究所では接合に必要な材料機能特性を提供するとともに、新機能材料に適した新接合プロセス開発を同時並行的に進めることにより、新機能材料の実用化を促進し、その迅速化を図るとともにそのシステムを構築します。これらの連携研究活動を通じて、３つの異なる学問分野の融合によるあらたな材料科学の学問体系を確立することを目的にしています。

そして新機能材料の実用化のための接合技術について、接合プロセスの開発と接合に適した材料改質の両面から取り組むものであり、新たに開発された金属ガラスや無機材料の迅速な実用化が可能となるのみならず、研究拠点の活用により、より広範囲な新機能材料の実用化促進に大きく貢献するものと期待されています。所員皆様のご支援よろしくお願いいたします。



金属ガラス・無機材料接合技術開発拠点

行事報告

第１回、日本・タイ国際シンポジウム
― Smart Processing of Materials and Their Applications ―

内藤牧男
ナノ粒子ボンディング技術研究部門　教授

スマートプロセス研究センターの国際研究交流の一環として、2004年12月20日に、タイのバンコクにて第１回シンポジウムが開催された。本企画は、会場となったチュラルンコン大学に加えて、独立行政法人の研究機関である National Science and Technology Development Agency（NSTDA）との共催にて行われた。

シンポジウムの主題は、スマートプロセスとその応用であり、タイ、日本両国より、それぞれ４件、合計８件の口頭発表が行われるとともに、７件のポスター発表が行われた。参加者は全体で25名であり、当センターからは10名が出席した。それぞれの発表に対して、活発な議論が行われるとともに、今後の連携についても意見交換が行われた。さらに21日には、NSTDA のナノテクノロジーセンターなどの見学が行われた。

なお、本シンポジウムには、来賓としてチュラルンコン大学の副学長、工学部長らが出席し、歓迎の挨拶がなされた。当センターからは、センター長の宮本教授が挨拶を行い、本シンポジウムが両国のさらなる連携に発展することへの期待が述べられた。

行事報告

グリーンバイオプロセスシンポジウム
「バクテリアを用いた金属のリサイクルと加工」

竹本　正
スマートプロセス研究センター　スマートグリーンプロセス学分野　教授

生産活動の発展と拡大に伴う大量生産・大量消費は、種々の環境問題を引き起こしており、大量に発生する工業製品廃棄物からの資源の有効活用と有害物質の無害化は、国土の狭い我が国では、資源戦略と安全な生活環境の維持に極めて重要であり、環境低負荷型の技術開発が進展しはじめています。とりわけ、微生物を利用した技術は廃棄物から有価金属あるいは有害重金属を回収、再資源化することができ、化学物質とエネルギーの使用が抑制できる方法として注目されます。しかしながら、その処理速度や能力は実用化段階には至っていない例が多く、速度や効率の向上が重要です。本シンポジウムでは、バクテリアを用いた金属のリサイクルと加工の最新事例を紹介すると共に、今後の工業・環境分野への積極的な適用に向けての可能性と課題を抽出・検討することを目的とし、平成17年１月18日（火）に大阪大学銀杏会館大会議室で開催され、以下の５件の講演が行われました。

「工業・環境分野における微生物の応用と制御」
関西大学工学部　土戸哲明

「嫌気性微生物による有用金属の還元・回収」
大阪府立大学大学院工学研究科　小西康裕

「バイオリーチングによる廃棄物中の有害金属処理」
富山県立大学短期大学部　立田真文

「微生物を用いたプリント基板からの貴金属回収」
大阪大学大学院工学研究科　北　義人

「微生物による金属の微細加工」
産業技術総合研究所　宮野泰征

本シンポジウムは、大阪大学接合科学研究所スマートプロセス研究センター、大阪大学先端科学イノベーションセンターならびにエレクトロニクス生産科学学会準備会の共催で実施され、学内外から52名の参加を得て有意義な講演発表ならびに活発な討論が行われました。

第２回スマートプロセス研究センターシンポジウム
ー産学連携の構築をめざしてー
2nd Smart Prosessing Reseach Center Symposium

開催日時：平成17年６月８日（水）　13時～17時
開催場所：大阪大学接合科学研究所 荒田記念館
主催：大阪大学接合科学研究所 スマートプロセス研究センター
内容：センタープロジェクト報告
「機能性金属構造体創製のための
スマートプロセス技術の開発」

研 究 報 告：５件
新設備見学：４件

連絡先：小溝裕一（スマートプロセス研究センター
信頼性評価・予測システム学分野）
E-mail:komizo@jwri.osaka-u.ac.jp

接合科学研究所シンポジウム 2005
ー研究成果発表会ー
Joining and Welding Reseach Institute Symposium 2005

開催期間：平成 17 年９月 1 日（木）・２ 日（金）
開催場所：大阪大学接合科学研究所 荒田記念館
主催：大阪大学接合科学研究所
内容：共同研究成果、接合研プロジェクト成果発表

連絡先:柴柳敏哉（接合機構研究部門　複合化機構学分野）
E-mail:toshiya@jwri.osaka-u.ac.jp

Hawaii ISAPS '05

第５回プラズマ応用科学国際シンポジウム
「The 5th International Symposium on Applied Plasma Science」
(ISAPS '05)

主催：プラズマ応用科学会
後援：JWRI 大阪大学，PSTI-UCLA, IRS-Univ. of Stuttgart, 大連理工大学，応用物理学会
日時：2005年９月26日（月）～30日（金）
場所：ヒロハワイアンホテル（米国、ハワイ）

トピックス:プラズマエネルギーの効率化、プラズマ推進、新しいプラズマプロセス、プラズマによる複合機能材料創製、プラズマのマイクロエレクトロニクスへの応用、プラズマの環境への応用、先端材料と機能評価、高エネルギービームプロセスなど

連絡先：組織委員長　小林　明
（スマートプロセス研究センター
スマートコーディングプロセス学分野）
E-mail: kobayashi@jwri.osaka-u.ac.jp

スマートプロセス技術に関する国際会議
International Symposium on Smart Processing Technology

開催期間：平成17年11月14 日（月）・15 日（火）
開催場所：大阪大学銀杏会館
主催：大阪大学接合科学研究所
Topics： Smart beam processing
Smart coating
Nano/Micro structure control
Reliability evaluation & simulation
Smart green processing
Nanoparticle technology

連絡先：阿部信行（スマートプロセスセンター　スマートビームプロセス学分野）
E-mail: abe@jwri.osaka-u.ac.jp

各種賞受賞者等

「受賞」

平成17年１月７日	西川　宏	研究発表優秀賞	(社)軽金属学会関西支部
平成17年１月	西川　宏	Lead-Free Solder Award 2004	Soldertec global
平成17年３月	小林　明	プラズマ応用科学会論文賞	プラズマ応用科学会

平成17年度共同研究員の所属機関と受入人数

（一部予定者を含む）

機関種別	受入人数	機関種別	受入人数
国立大学	66	公立研究機関	8
公立大学	7	工業高等専門学校	10
私立大学	29	その他	5
独立行政法人	10		

平成 16 年度　外部資金等受入状況（3 月末現在）

種　目	件数	金　額
民間等との共同研究	16	49, 190 千円
受託研究	11	150, 502 千円
受託研究員	9	3, 518 千円
奨学寄附金	91	101, 860 千円
科学研究費補助金	22	86, 300 千円
中国政府派遣研究員研究支援費	1	315 千円
産業技術研究助成事業費助成金	1	880 千円
廃棄物処理等科学研究費補助金	1	17, 512 千円
競争的資金に係る間接経費		
科学研究費補助金	3	9, 030 千円
産業技術研究助成事業費助成金	1	264 千円
計	156	419, 371 千円

平成 16 年度　科学研究費補助金（交付決定内訳）

研究種目	件数	金　額
基盤研究（A）(2)　一般	3	30, 100 千円
基盤研究（B）(2)　一般	7	38, 900 千円
基盤研究（C）(2)　一般	1	2, 000 千円
萌芽研究	3	3, 000 千円
若手研究（B）	5	7, 600 千円
特別研究員奨励費	2	1, 700 千円
特定領域研究(2)	1	3, 000 千円
計	22	86, 300 千円

本研究所の人事異動（平成16年12月～平成17年３月）

「着任」

平成16年12月１日	事務補佐員	西田裕美子	採　　用	エネルギー変換機構学分野
平成17年１月１日	助教授	桐原　聡秀	昇　　任	ナノ・マイクロ構造制御プロセス学分野
平成17年１月１日	助　手	西川　　宏	採　　用	スマートグリーンプロセス学分野
平成17年１月１日	助　手	前田　将克	兼　　任	複合化機構学分野

「離任」

平成17年１月１日	助　手	前田　将克	配置換	複合化機構学分野
平成17年３月31日	教　授	大森　　明	定　　年	スマートコーティングプロセス学分野
平成17年３月31日	自動車運転手	本蔵　福壽	定　　年	庶務掛
平成17年３月31日	寄付講座部門教授	内藤　牧男	任期満了	ナノ粒子ボンディング技術（ホソカワミクロン）寄付研究部門
平成17年３月31日	寄付講座部門助教授	阿部　浩也	任期満了	ナノ粒子ボンディング技術（ホソカワミクロン）寄付研究部門
平成17年３月15日	特任研究員	沈　　　平	退　　職	機能性診断学分野
平成17年３月18日	特任研究員	鄧　　德安	任期満了	数理解析学分野
平成17年３月31日	特任研究員（客員教授）	坂部　行雄	任期満了	スマートプロセス研究センター
平成17年３月31日	特任研究員	叶　　福興	任期満了	スマートコーティングプロセス学分野
平成17年３月31日	事務補佐員	北山　恵子	任期満了	庶務掛
平成17年３月31日	事務補佐員	黒坂　亜希	任期満了	会計掛
平成17年３月31日	事務補佐員	大橋美緒子	任期満了	共同利用掛
平成17年３月31日	事務補佐員	吉田　美恵	任期満了	スマートコーティングプロセス学分野

編集後記

本研究所は、独法化がもたらしたプラス面を大いに活用し、研究をよりアクティブかつパワフルに行なうための体制づくりを推し進めています。春は、始まりの季節。３全国共同利用附置研究所からなる５カ年の連携プロジェクトもスタートします。皆様のより一層のご指導・ご協力をお願い申し上げます。

（塚本　記）

阪大接合研ニュースレター　No. 13
2005年４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：㈱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