

プラズマエレクトロニクス分科会会報 No.51

2009年(平成21年)12月発行

大竹、村山、原島、伊藤

目次

巻頭言

ソリューションプラズマ研究への誘い	名古屋大学	高井 治	1
-------------------	-------	------	---

寄稿

新学術領域研究「プラズマとナノ界面の相互作用に関する 学術基盤の創製」発足に寄せて	九州大学	白谷 正治	2
GEC (Gaseous Electronics Conference) Executive Committee を終えて~第62回 GEC (2009) 報告~	名古屋大学	堀 勝	3
Gaseous Electronics Conference 役員としての抱負	長崎大学	藤山 寛	5
AVS Plasma Science and Technology Division Executive Committee を拝命して	九州大学	白谷 正治	6

研究室紹介(その46)

首都大学東京	朽久保 文嘉	7
--------	--------	---

海外の研究事情(その26)

宮崎大学	迫田 達也	12
------	-------	----

海外の研究事情(その27)

Stony Brook 大学	篠田 健太郎	16
----------------	--------	----

学生のためのページ すぐに役立つプラズマエレクトロニクス

プラズマシミュレーション	ベガサソフトウェア	田中 正明	20
--------------	-----------	-------	----

国際会議報告

The 7th Asian-European International Conference on Plasma Surface Engineering (AEPSE 2009)	長崎大学	藤山 寛	26
The 31st International Symposium on Dry Process (DPS2009)	ソニー	辰巳 哲也	27
7th International Workshop on Microwave Discharges: Fundamentals and Applications (MD7)	静岡大学	永津 雅章	29
2nd International Conference on Advanced Plasma Technologies (iCAPT-II) with 1st International Plasma Nanoscience Symposium (iPlasmaNano-I)	九州大学	白谷 正治	30
2009 International Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM2009)	東北大学	寒川 誠二	31
Workshop on Advances in Kinetic Theory, Experiment, and Modeling: 62nd Gaseous Electronics Conference*	防衛大学校	明石 治朗	33
51st Annual Meeting of the Division of Plasma Physics of the American Physical Society	京都大学	酒井 道	34
AVS 56th International Symposium & Exhibition	大阪大学	浜口 智志	35

*GEC 本会議の報告は寄稿欄3ページをご覧ください。

国内会議報告

フロンティアプロセス研究会 2009	東北大学	寒川 誠二	36
2009 年秋季 第 70 回応用物理学会学術講演会			
シンポジウム「最先端 MEMS を支えるプラズマプロセスの現状と展望」	豊田工業大学	佐々木 実	38
合同セッション F「カーボンナノチューブの基礎と応用」	東京都市大学	平田 孝道	40
第 3 回分科内招待講演	名古屋大学	白藤 立	41
第 3 回プラズマエレクトロニクスインキュベーションホール」 ～プラズマ生成～応用開発まで～	静岡大学	荻野 明久	42
第 20 回プラズマエレクトロニクス講習会	防衛大学校	北嶋 武	43
第 24 回光源物性とその応用研究会	NHK 北海道職業能力 開発大	平野 芳邦 吉野 正樹	44
第 4 回プラズマ新領域研究会 「宇宙環境プロセッシング」	静岡大学	三重野 哲	45

行事案内

Tenth International Symposium on Biomimetic Materials Processing (BMMP-10)	名古屋大学	高井 治	47
第 27 回プラズマプロセッシング研究会(SPP-27)	防衛大学校	中野 俊樹	49
2nd International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials (ISPlasma2010)	名古屋大学	豊田 浩孝	51
3rd International Conference on Plasma Nanotechnology and Science (IC-PLANTS 2010)	名古屋大学	石川 健治	52
第 5 回プラズマ新領域研究会「プラズマ支援燃焼研究会」	名古屋大学 大阪大学	佐々木 浩一 伊藤 剛仁	53
2010 年春季 第 57 回応用物理学関係連合講演会			
シンポジウム プラズマとナノ界面の相互作用 ～ プロセス揺らぎの制御を目指して ～	名古屋大学	白藤 立	54
第 4 回分科内招待講演 「プラズマサイエンスに基づくものづくりを語る」	名古屋大学	白藤 立	55
7th International Conference on Reactive Plasmas (ICRP-7) / 63rd Gaseous Electronics Conference (GEC) / 28th Symposium on Plasma Processing (SPP-28)	名古屋大学	豊田 浩孝	56

掲示板

平成 21 年度プラズマエレクトロニクス分科会幹事名簿			57
平成 21 年度分科会幹事役割分担			59
平成 21 年度分科会関連の各種世話人・委員			60
平成 21 年度中期活動報告			61
プラズマエレクトロニクス関連会議日程			65
平成 22-23 年度役員選挙について			66
編集後記			67

ソリューションプラズマ研究への誘い

名古屋大学 高井 治

プラズマ材料科学は、溶接、溶解、薄膜作製、エッチング、表面改質などの技術を通し、日本の産業を一貫して支えてきた。プラズマ材料科学が実用化してきた技術は、真空および大気圧下の気相中で生成したプラズマを利用している。また、固相である金属中の自由電子と金属正イオンの状態はプラズマとみなせ、固相中のプラズマと言える。このプラズマは表面プラズモン共鳴と呼ばれる現象を示し、表面分析、表面加工、医療などへの応用が進んでいる。

これらに対し、液相中で生成するプラズマには注目が集まっていなかった。古くから、放電加工、水中溶接、放電電解、放電浸炭、液体絶縁などの技術において、液中の放電現象を扱ってきた。ところが、その物理・化学的基礎についてはほとんど研究がなされていない。最近、液中で生成するプラズマ(『ソリューションプラズマ』と呼ぶ)を、21世紀のコア技術として研究を進めていく動向が、世界的に起きようとしている。ここで、我々がソリューションプラズマとあえて名付けたのは、溶質と溶媒の組み合わせにより、さまざまなプラズマを生じさせることができ、溶液(ソリューション)の重要性を強調するためである。また、溶媒についても、水溶液、非水溶液、液体窒素、液体酸素、超臨界状態など多様な選択ができる。

ソリューションプラズマに注目する理由とし

て、液相中のプラズマが気相中のプラズマとは異なった物理および化学を有していることが挙げられる。例えば、このプラズマは、溶媒に取り囲まれた空間にて発生し、「高エネルギー状態」を溶媒に閉じ込めるという「閉鎖系の物理」を実現している。反応化学の面からは、プラズマと溶液間のやりとり、またパルス放電による振動現象のため、「新しい反応場」が実現できる。溶液化学、電気化学、プラズマ化学にまたがるユニークな反応場となり、高速反応、新合成・分解反応、非平衡物質合成などが行える。さらに、真空容器、真空ポンプなどが不要で、大気圧下での単純なプロセスが可能になる。このようなソリューションプラズマの物理および化学は、プラズマ分野において未踏領域として存在している。今世紀を支える新しいプラズマ材料技術としてソリューションプラズマを利用していくためには、その基礎科学を解明し、高度に制御できるよう展開していく必要がある。

ソリューションプラズマを利用した応用研究については、いろいろな分野で期待できる。例えば、新物質創製、表面改質、超高速加工、水処理、滅菌、廃棄物処理、希少金属回収、新機能溶液、生物培養などが挙げられる。ソリューションプラズマの基礎の解明と学問体系の構築、ならびにソリューションプラズマプロセスの実用化をめざした研究へ是非御参加下さい。

新学術領域研究 「プラズマとナノ界面の相互作用に関する学術基盤の創製」 発足に寄せて

九州大学大学院システム情報科学研究院 白谷正治

今年度に、新学術領域研究「プラズマとナノ界面の相互作用に関する学術基盤の創成」が多くの方々の御支援を得て発足いたしました。先ずは、御支援頂いた方々に篤く御礼を申し上げます。さて、この研究領域は、界面がナノサイズに縮小することにより、プラズマとの相互作用に次の特徴が顕在化する4つの特徴、1) サイズ効果が発現する、2) 揺らぎが顕著となる、3) 界面寸法が相互作用長と同等以下になる、4) 界面が反応場に構造を与える、に焦点を絞り、究極のナノプロセスの実現に必要な、プラズマとナノ界面の相互作用について組織的研究を推進し、そこに内在する法則・原理・機構を解明し新しい学術基盤を体系化することを目的としています。さらにその基盤に基づき、界面サイズ縮小で顕著となる相互作用の揺らぎの抑制法と増幅法を確立し、それぞれ揺らぎの無い超高精度トップダウンプロセスと高度に制御された自己組織化ボトムアッププロセスの実現を目指します。これらにより、従来実現できなかった高度なナノ材料・ナノ構造の創成に爆発的な発展をもたらすことを意図しています。

研究期間は、平成 25 年度までとなっており、計画研究に加えて、平成 21, 23 年度には個人で実施する研究期間 2 年間の公募研究を募集いたします。公募研究は 30 件程度の採択を予定しておりますが、この採択件数は約 3 倍以上の競争率を前提としています。競争率がこれに満たない場合は、採択件数が減じられる可能性があります。このため、公募研究へ積極的に応募して頂きますように、よろしくお

願い申し上げます。公募研究の審査は、他の科研費の審査同様、書面審査と合議審査の 2 段階を経て決定されますので、採択には魅力的な申請書を作成頂くことが重要となります。

近年、科学研究費の使用も厳格に行うことが求められており、新学術領域研究の単独主催研究会でなければ、研究費を研究会開催費用に使用することが出来ません。このため費用の支援はできませんが、共催・協賛研究会等を共同企画することは可能ですので、白谷までお申し出頂ければ、積極的に対応させていただきます。

今回の新学術領域研究は、プラズマエレクトロニクス分科会に所属する研究者が取り組むべき最重要研究課題の一つを解決する目的で企画したものです。皆様には、出来れば直接・間接にこの研究領域に関わって頂き、一緒に新しい学問領域を切り拓いて頂きたいと考えます。また、新学術領域研究に刺激を受けることにより、皆様のライフワークとなる価値ある研究テーマが多数生まれることを強く祈念しています。

最後になりましたが、領域のホームページに研究の進展状況や研究会の開催情報を公開していく予定にしておりますので、御参照頂けますと幸いです。

<http://plasma.ed.kyushu-u.ac.jp/~plasmano-pj/index.html>

GEC (Gaseous Electronics Conference)

Executive Committee を終えて

~第 62 回 GEC (2009) 報告~

名古屋大学 堀 勝

第62回GEC (Gaseous Electronic Conference) が米国 (Saratoga Spring) にて、2009年10月20日-23日に開催されました。同会議は、プラズマの基礎から応用に至るまで、世界最高水準の発表がなされる国際会議であり、プラズマエレクトロニクス分科会とも密接な関係があります。今回は、日本から、白谷正治教授(九州大学)、節原裕一教授(大阪大学)、河野明廣教授(名古屋大学)、康松潤(東京エレクトロン)、島山力三教授(東北大学)など、分科会と関係が深い方々が招待講演をされました。日本からの講演は、全てレベルが高く、多くの方々の注目を集めました。日本以外の招待講演者の中には、M. Liberman, UC Berkeley (US), *Sheath dynamics and energetic particle distributions on substrates*, M. Kushner, Univ. Michigan (US), *Modeling of large area sources*, D. Graves, UC Berkeley (US), *When low temperature plasmas meet surfaces*, M. Kong, Loughborough Univ. (UK), *Cold atmospheric plasma sterilization: from bacteria to biomolecules*, T. Schlatholter, Univ. Groningen (Netherlands), *Ion induced ionization and fragmentation of biomolecules and biomolecular clusters* などの講演があり、応用研究としてのトピックスを示しながら、その根底にあるプラズマ基礎研究を主体とした姿勢が取られており、素晴らしい内容でした。最近のトピックスとしては、平行平板電極へのマルチ周波数印加による電子エネルギー分布やシース構造の解析とその制御方法への洞察や負イオン科学に多くの興味が集まっています。残念ながら日本の大学ではほとんどこれらのテーマに関する研究発表がないことが非常に気になりました。全般的には、やはり、基礎がある研究発表は、

あらためて美しいと感じました。

今回は、GECの前日にプラズマシミュレーションのワークショップが設定されました。また、中日の夜に、ナノテクノロジーに関するスクールとアルバニーナノテクノロジーセンターへの見学ツアーが組まれるなどGEC本体の講演に加えて種々の企画が実行されました。参加人数は、360名程度で、3パラレルでセッションが運営され、米国から約165名、日本からも45名の参加者がありました。

来年のパリ開催のGEC-ICRP2010合同国際会議(GEC-ICRP2010)の前哨戦として、日本は十二分な貢献ができたと感じています。

小生は、皆様方のご協力のお蔭を持ちまして、2年間のExecutive Committeeの役を無事終了することができました。紙面をお借りして、ここに厚くお礼申し上げます。次の2年間は、藤山寛先生(長崎大学)がExecutive Committeeに選出されました。例年になく多くの委員候補の推薦があり、7人中2名という激戦投票の結果、藤山先生が選ばれたことは日本のGECへの寄与を多くの方々が認めている証であり、藤山先生の今後の活躍を期待しています。

さて、2年間の任期の間には、前任者の斧高一先生(京都大学)とともに、GEC-ICRP2010の合同国際会議開催にこぎつけることができ、さらにフランスの委員の方々との折衝の結果、パリで開催することを決定できたプロセスは記憶に残る一コマとして脳裏に深く刻み込まれています。また、パリ開催については、分科会幹事長白谷正治先生、名古屋大学関根誠先生、豊田浩孝先生に多大なご尽力をいただきました。

本合同会議については、1998年ハワイで開催したGEC-ICRP国際会議から12年も経ており、緒先輩が

築いてこられた伝統を継承することができ、本当に嬉しく感じています。当時は、GECに比べて、ICRPは応用において断然の高いレベルの研究が発表され、世界中の研究者に日本のプラズマ研究の高いポテンシャルを誇示することができました。10年以上経た現在、プラズマプロセスの研究も大きく変わろうとしています。大気圧プラズマやプラズマのバイオ応用が台頭し、10年前に大規模集積回路プロセスで大問題となっていたフルオロカーボンガスプラズマプロセスの研究発表は影が薄くなってしまいました。当時は、GECにおいて発表される、何十年にも亘って一つの基礎研究に従事する研究者の一途な姿勢を見ながらも、ICRPにおける我国の応用志向の研究には元気があり、華やかでした。現在は、世界的にパフォーマンスばかりの応用研究が多くなり、メカニズムを追究する姿がとりわけ日本では少なくなっていました。逆に、GECでは、応用研究の動向を捉えながら、一貫として基礎研究を基盤にするものが多くあり、GECの価値が最近益々高くなっているように思えます。企業が実用的な応用を進めるに当たって、10年前とは格段に難しいプラズマの高精細な制御技術が必要となっている現在、プラズマに関する基礎的知見が取り分け重要になっています。特に企業が基礎研究を遂行できなくなっている今こそ、我々は、「プラズマエレクトロニクス」という分科会設立のときのマインドを忘れずに、応用現象の基礎的な側面を深く追究するという姿勢を持って、常に応用に対峙しながら進化し続けることが今こそ要求されているように思えます。このような背景の下、2010年10月4日-8日には、日本がアジアを代表して創設したICRP (International Conference on Reactive Plasmas) とGECとの合同国際会議

(GEC2010/ICRP-7) がパリの中心で開催されます。アジア、米国、欧州が初めて一同に会して開催する画期的な国際会議になることが期待され、現在プラズマエレクトロニクス分科会が中心となって準備を始めております。会場は、パリの中心、セーヌ川のほとりで、ルーブル美術館、オルセー美術館、凱旋門が立ち並ぶ歴史ある場所に位置しています。ICRPも日本の国際会議から、アジアを代表し、世界的な国際会議へと飛躍させるために、副組織委員長に韓国を代表する研究者 (Prof. J.G.Han、成均館大学) に入っただき、国際組織委員にも内外を代表す

る研究者に労をお願いすることに致しました。

懇親会は、貸切の船で夜のセーヌ川の観光を予定しています。また、ナイトセッションでは、過去30年のプラズマ研究を回顧し、未来30年を予測したプラズマロードマップを世界中の研究者が集まって議論する企画も検討しています。

さらに、昼間の美術館やエッフェル塔のみならずムーランジュールやクレージーホースの見学、ワイン、ムール貝、ブランドショッピングなどを通じてパリを満喫し、今後のエネルギーの充填を行なう良い機会かと思えます。皆様方の高いレベルの成果を全世界に宣伝する絶好のチャンスですので、多くの会員の参加を期待しています。

最後に、2年間のGEC委員の間に多大なご協力をいただきました会員の方々に深謝するとともに、第62回GEC(2009)への積極的な参加においても大変お世話になりました。重ねて御礼申し上げます。



GEC 2009における懇親会の様子

寄稿

Gaseous Electronics Conference 役員としての抱負

長崎大学生産科学研究科 藤山 寛

2009年10月20-23日に米国ニューヨーク州サラトガスプリングス (Langmuir 先生の故郷) で開催された米国物理学会第62回気体電子工学年会 (62th Annual Gaseous Electronics Conference), その会期中に開催された General Committees Members (GenComm, 新規6名) を選ぶ選挙で当選し, 引き続き行われた GEC の Executive Committee (ExComm) : GEC 開催要綱 (場所, 会場, 現地実行委員長, プログラムの内容, 招待講演者等の主要事項) を決定する権限を持つ委員会, の委員2名を選ぶ選挙でも幸いにして当選しました. 前 ExComm 委員の堀教授 (名大) や白谷幹事長 (九大) のご尽力はもちろんです, が, 私個人の評価よりも歴代の日本人委員のアジア代表としてのお仕事ぶりが評価された結果であると感じております. また, 会場で私に投票して下さった参加者の皆様にもこの場をお借りしてお礼申し上げます.

GEC は, 電子・イオン衝突などの放電基礎過程, プラズマ生成と診断に関する基礎物理, プラズマ応用を3本柱とする62回の伝統を誇る米国物理学会が主催する学会ですが, 現在 ExComm の委員には米国だけでなくヨーロッパやアジアの委員も参加している国際的な会議となっています. 現在の ExComm の Chair は Prof. Bill Graham (Belfast) が務めていることからその国際的な広がりが伺えます.

GEC の国際会議としての広がりを示すイベントとして, 1997年には第3回反応性プラズマ国

際会議(ICRP-3)と合同でハワイのマウイ島で開催されました. そしていよいよ来年2010年10月4-8日に, フランスはパリ市内中心部で再び GEC/ICRP 合同会議の開催が計画されています. すでに GEC 及び ICRP からの招待講演者のリストアップを終え, 来年6月に開催される GenComm 委員と ICRP 委員(堀組織委員長他の主要メンバー) の合同プログラム委員会の開催に向けその準備に余念がないところです.

GEC では近年応用(特にバイオ)に関する発表が増えましたが, どちらかと言えばプラズマの基礎研究に重点が置かれています. 薄膜形成やエッチングなどのプラズマ応用の結果のみの報告は, 会場ではあまり受けが良くないように感じます. 何より結果の解釈が重要で, 何故? をとにかく重視しています. これはヨーロッパの会議でも同様で, 日本の反応性プラズマやプラズマプロセスの研究でもおおいに見習わなければいけないでしょう.

ところで, 来年10月の GEC/ICRP パリ合同会議の前の9月14-17日に, 恒例の応用物理学会秋季学術講演会が長崎大学で開催されます. 堀教授が大会運営委員長を務め, 藤山が現地実行委員長を務めます. 現地ではすでにその準備に入っていますが, 大会を成功させるには皆様方の積極的な投稿と参加が不可欠です.

来年9月と10月はプラズママンズということでどうぞよろしく!

寄稿

AVS Plasma Science and Technology Division Executive Committee を拝命して

九州大学大学院システム情報科学研究院 白谷正治

2010-2011年のAmerican Vacuum SocietyのPlasma Science Technology DivisionのExecutive Committeeを拝命しました。2008-2009年のExecutive Committeeを務められた大阪大学の浜口先生は、引き続き2年間に日本人初のSecretaryとして務められます。また、Executive Committeeに日本人が2名同時になるのは初めてのことです。また、今年の会議において、東北大学の寒川先生がAVSフェロー表彰を受けられました。

Executive Committeeの主要任務は、AVSのシンポジウム（以下ではAVSと呼ぶことにします）における魅力的なプログラムを作成すること、招待講演者を推薦・決定すること、各種の賞の受賞者を選定すること等です。これらの任をきちんと果たしていこうと考えています。

プラズマエレクトロニクス分科会が、従来から公式の関係をもっている米国の会議に米国物理学会の会議であるGECがあります。ここでは、AVSの特徴をGEC、MRSと比較しながら簡単に紹介します。GECは、衝突現象、断面積から放電現象一般までを、特に物理の立場に立って、深く議論する会議であります。そこでは、シースやプローブ計測などの伝統的なテーマも今でもしつこく議論されています。参加者も、学生から80代の高齢の研究者まで幅が広いところに特徴があります。これに対して、AVSはプラズマプロセスを中心として出口指向が強く、各国の企業の研究者がかなりの数参加する点に特徴があります。また、セッションのテーマも、時代の流れに合わせて素早く衣替えする傾向にあります。同様の傾向はMRSにも見られますが、MRSはAVSより材料指向、デバイス指向であり、プロセスやプラズマの制御を中心に講演しても関心を引きにくい傾向にあります。

AVS,GEC,MRSを比較すると、AVSが応用向けのプロセス、プラズマ、計測等を講演する場とし

て適していると思われます。また、GECは簡単な英文抄録だけであり、MRSはProceedings論文であるのに対して、AVSはJVSTに特集号の論文を投稿できる点も、参加者には魅力になると考えます。

様々な国際会議が開催される中で、どの国際会議に出席すべきかを迷われることもあるかと思ひます。一つの国際会議には毎回出席し、会議で自分の研究を継続的に講演・議論するとともに、複数の国際会議にも単発で参加すると、関連分野の研究の最新の潮流を把握することが出来ると思ひます。AVSはプラズマエレクトロニクス分科会会員が参加する意味がある国際会議の一つです。先ずは、1回でも参加されることをお勧めします。

来年のAVS 57th International Symposium and Exhibitionは、2010/10/17-22にNew MexicoのAlbuquerqueで開催されます。多くの方々に、講演および参加頂きますようお願い申し上げます。詳細は、AVSの下記のホームページを御参照下さい。

<http://www.avs.org/>

研究室紹介(その46)



首都大学東京 プラズマ応用研究室

大学院理工学研究科電気電子工学専攻 枋久保文嘉

1. 首都大学東京

「首都大学東京」。この大学名の認知度は全国的にはまだ高くないかもしれません。本学は、東京都が運営する公立大学で、東京都立大学、東京都立科学技術大学、東京都立保健科学大学、東京都立短期大学の4大学を統合して平成17年4月に開学しました。東京都の税金で運営される大学としての説明責任を果たすためか、本学は「大都市における人間社会の理想像の追求」を使命とし、①都市環境の向上、②ダイナミックな産業構造を持つ高度な知的社会の構築、③活力ある長寿社会の実現の3点をキーワードとして教育研究に取り組むことが明文化されています。この使命に則り、本学の学部は、都市教養学部（主に旧都立大学の文系+理学系）、都市環境学部（主に旧都立大学の工学系）、システムデザイン学部（主に旧科学技術大学）、健康福祉学部（主に旧保健科学大学）に再編されました。意図としては、①を都市環境学部が、②をシステムデザイン学部が、③を健康福祉学部が担い、その基盤となる学術を都市教養学部が支えるという構図になります。幾多の大学が存在する東京において、公立大学の存在意義は常に難しさを含みます。筆者等は、学部は都市教養学部都市教養学科理工学系電気電子工学コースに、大学院は理工学研究科電気電子工学専攻に所属しています。“都市教養って何？”とは聞かないで下さい。開学以前から色々ごたごたしましたが、

平成21年3月に第一期の学部生が卒業し、ようやく落ち着いてきました。

電気電子工学コースの母体である都立大学工学部電気工学科は、昭和24年4月の都立大学発足時に設置されました。したがって、実質的には60余年の伝統を有しています。都立大学は平成3年4月に、都庁の新宿移転の陰に隠れてこっそりと、東京郊外の八王子市南大沢に移転しました。最寄駅の京王相模原線南大沢駅からは約200mの距離に正門が位置し、通学・通勤には便利な環境にあります。都立大学移転の当時、新興住宅街として開発途上であった南大沢駅周辺には何もありませんでしたが、現在はアウトレットモールやシネコンも集まって活気ある街へと変貌し、特に休日は賑わいをみせています。電気電子工学コース/電気電子工学専攻の教員定数は、教授8名、准教授7名、助教8名の計23名です。これに対し、学部、博士前期課程、博士後期課程の定員は、それぞれ、40名、30名、6名であり、少人数教育の実践が特徴として挙げられます。研究に関しては、准教授以上の15名のスタッフが個々に研究室を運営する研究室制を採用しています。当プラズマ応用研究室はその15研究室の1つです。

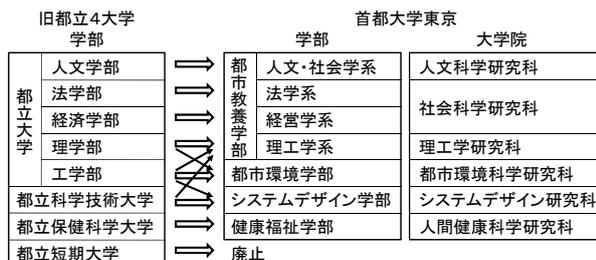


図1：都立4大学の再編の概要



図2：大学正門付近（南大沢キャンパス）

2. 研究室のこれまでと現況

平成3年4月、都立大学が八王子市南大沢へ移転した際、電力中央研究所から渡辺恒雄先生が教授として着任し、電力工学講座が新設されました。これが当研究室の前身です。当時は実験設備がないに等しく、まさにゼロからのスタートでしたが、講座の基本方針を「環境・エネルギー工学」と定め、有害ガス処理や電気集じん、水処理、殺菌といった研究に種をまき始めました。筆者は平成4年4月に講座に加わり、更に、平成10年4月に内田諭氏が加わりました。前述の通り、首都大学東京への再編時に研究室制へと移行し、旧電力工学講座は渡辺研究室、朽久保研究室、内田研究室に分かれました。平成19年3月末に渡辺先生は退官し、現在は朽久保研究室と内田研究室が残っています。内田研究室とは、学生居室や実験室を共有していることもあり、合同ゼミを実施する等の協力関係にあります。なお、朽久保研究室をプラズマ応用研究室、内田研究室をマイクロ電気力学研究室と呼んでおります。

渡辺先生の研究スタイルは、筆者にとって、そして、おそらく内田さんにとっても衝撃的でした。渡辺先生は、ガス絶縁 (SF_6 の絶縁破壊)、電気集じんの研究で実績を残して都立大学へ移動されましたが、都立大学で最も力を入れたのは水処理でした。しかも、放電やオゾンといった勘所のある手法には見向きもせず、最初は対象水にひたすら電界や磁界を印加しておりました。もちろん、単に電界や磁界を印加したところで何も起こりません。ある時、当時の院生が電極を水中に入れて電界を印加した（即ち、電気分解をした）ところ、

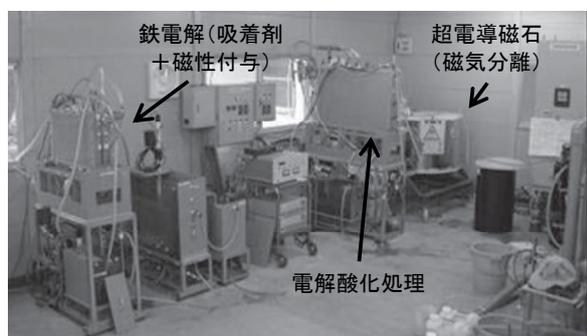


図3：渡辺先生が開発した電解と磁気分離を組み合わせた水処理システム

対象水に使用していた墨汁中の微粒子が凝集沈殿を起こして水が透明になりました。以来、電気化学的に水中で粒子生成すること、これに化学物質を吸着すること、この粒子に磁性を持たせて磁気力で分離すること、更に、電気化学反応の化学的な作用で化学物質を分解すること、といった研究を進め、電解と高勾配磁気分離を組み合わせた廃水処理システムを完成しました（図3）。例えば、これを埋立地の浸出水処理に適用したとき、最初に鉄電解で鉄ベースの粒子にリンを吸着し、これを高勾配磁気分離で除去し、最後に、電解酸化処理でCODや窒素を除去するといった流れになります。目的のためには手段は選ばない、特に、過去のキャリアに捉われないという研究手法は新鮮でした。実は、内田さんは、軸足をプラズマから大きくシフトし、誘電泳動力を用いた細菌や微粒子の制御について研究しています。内田研究室の通称をマイクロ電気力学研究室としているのもこのためです。内田さんの転身は、少なからず、渡辺先生の影響があったものと思われます。決して、内田さんと筆者が仲違いしたわけではありません。

現在のプラズマ応用研究室の教員スタッフは、朽久保（准教授）と白井直機助教の2名です。白井さんは、今春、東工大の石井研究室より当研究室に加わり、早速、実験面を中心にリードしてくれています。所属する学生は、M2が3名、M1が2名、学部が3名の計8名と小規模ですが、前述の通り、学生定員が少ないので、専攻内では平均的な規模の研究室です。詳細は後述しますが、当研究室では、気体放電によって発生するプラズマ、特に、非平衡大気圧プラズマの基礎過程とその応用について研究しています。実験のみではなく、シミュレーション（放電プラズマの生成、化学反応、気体動力学など）による研究も同時に行うことが特徴かと思っており、この特徴を生かしてオンリーワンの存在を目指したいと考えております。

3. プラズマ応用研究室の研究内容

① 非平衡大気圧プラズマのシミュレーション

大気圧プラズマに限らず、放電プラズマ中の電子やイオン、ラジカルの計測には、しばしば技術的、または経済的困難さが生じます。特に、大気

圧プラズマでは放電自体が局所的になったり、化学反応が非常に複雑かつ高速となるケースが多く、計測を難しくします。適切にモデル化されたプラズマシミュレーションは、プラズマ中の諸パラメータや諸現象を定量的に与えるので、現象の理解に極めて有利となります。当研究室では、流体モデルをベースとし、コロナ放電、誘電体バリア放電、大気圧グロー放電など、様々な非平衡大気圧プラズマのシミュレーションを行っています。

一例として、図4は、 $N_2/O_2(15\%)$ 中の誘電体バリア放電におけるシングルストリーマの進展過程を模擬したもので、Meekの条件付近で電子なだれが陰極向けストリーマに転換され、ストリーマ中の電子、イオン密度は 10^{14} cm^{-3} に達しています。また、このストリーマを起点とした化学反応の計

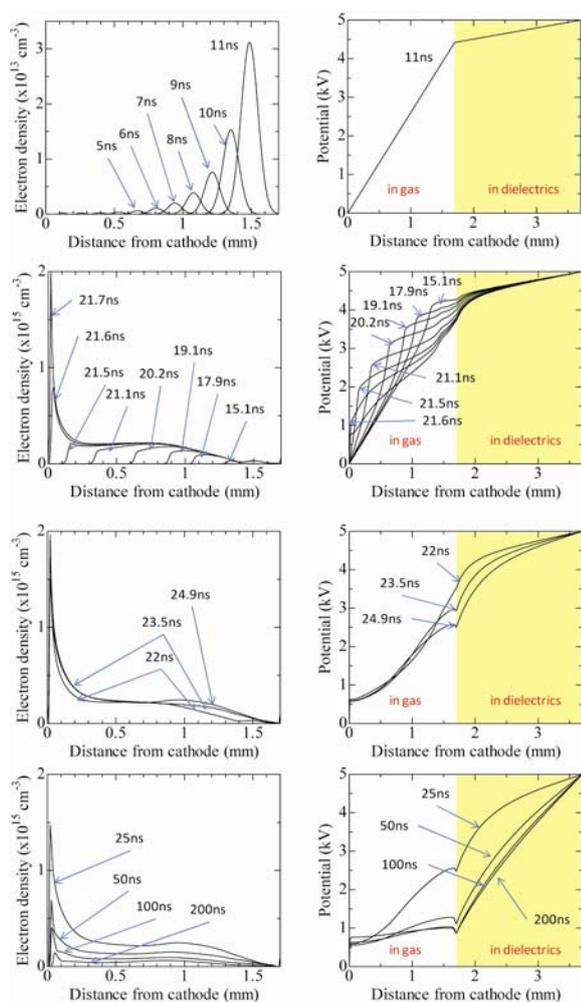


図4： N_2/O_2 ガス中の誘電体バリア放電におけるシングルストリーマの進展の過程。

算から得られる生成物が実験結果と定量的にほぼ一致することを確認しています。

荷電粒子密度の高い大気圧プラズマでは、ガスのジュール加熱やイオン風が発生します。我々は、ガスダイナミクスを考慮した非平衡大気圧プラズマのシミュレーションに力を注いでいます。

② プラズマ - 液体界面の現象解明

近年、水中・水面で放電を生成する‘液体の介在した大気圧プラズマ’に関する研究が、水処理技術や材料プロセスに用いる研究が世界中で行われています。しかし、応用が先行する一方で、液体-プラズマ界面での現象については十分な解明が進んでいません。当研究室でも、直流やパルス駆動により、金属電極 - 液体電極間に非平衡大気圧プラズマを生成しています。これは、液体-プラズマ界面の現象を観測するには最も単純な構造で、特に液体-プラズマ間の粒子輸送、熱的作用を考慮しながら、実験とシミュレーション両面からの解明を目指しています。

実験では、微細なノズル電極よりヘリウム、アルゴン等の希ガスを液面に向かって流出させ、ノズル-液体電極間で図5のような放電を生成します。微細希ガス流を導入することで、低電流域から高電流域まで安定に放電を形成することができます。直流電圧の極性を変えることで液体界面へのイオンや電子の作用の相違を調べています。また、熱的作用を調べるために、液体を加熱・冷却、放電部の注入エネルギーをパルス変調により制御して実験を行っています。水中・水面での放電において液体の温度に着目した研究は少なく、今後液体電極放電だけでなく、他の液体の介在した大気圧プラズマの特性解明、制御等も視野にいれながら研究を進めています。

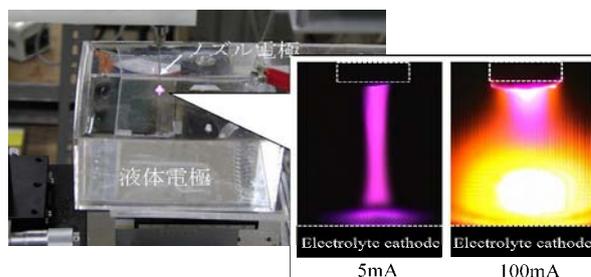


図5：液体電極放電の実験装置（NaCl溶液使用時には、放電電流を増加させると水面よりNa発光が現れる）

③ 大気圧プラズマによる有害ガスの処理

非平衡プラズマが持つ低温での高い反応性と触媒が持つ反応選択性を適切に組み合わせることで、有害ガスを高効率で分解できる可能性があります。例えば、酸素雰囲気中のプラズマ-触媒システムで揮発性有機溶剤が高効率で CO_2 へ転化されることが報告されております。また、炭化水素やアンモニアを還元剤とした窒素酸化物の選択接触還元において、プラズマ処理をすることで低温域での活性が増すことが報告されています。当研究室では、炭化水素を用いた選択接触還元とプラズマを併用した窒素酸化物除去において、導入ガス組成や触媒温度をパラメータとした反応生成物と NO_x 除去率の相関を調査し、反応過程や最適な触媒配置について検討しました。

現在は、大気圧プラズマによる CF_4 分解も試みています。微量の CF_4 を含む Ar 中の大気圧グロー放電において、プラズマが特異な発光色を発すること、これが CF_4 分解率と相関がみられることなどを確認しています。

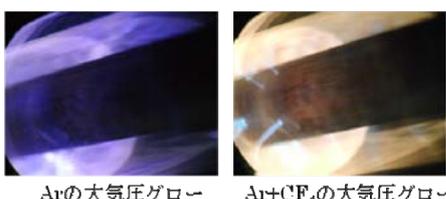


図6：Ar 中と Ar/ CF_4 (1%)の大気圧グローの比較。

④ 大気圧プラズマによる水処理

F に次ぐ酸化電位を有する OH ラジカルはほとんどの物質を非選択的に酸化分解できること、有機物を CO_2 と H_2O に分解できることから、難分解性物質の分解に最適な物質です。当研究室では、

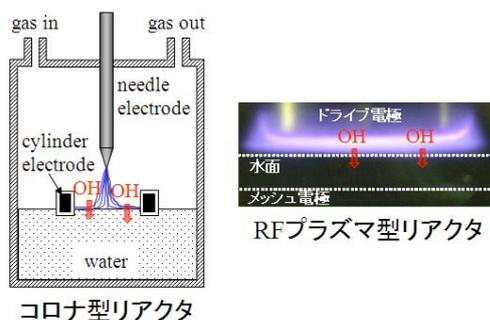


図7：水上コロナ放電と水上 RF グロー放電

水面上に発生させたコロナ放電、またはグロー放電によって水面近傍で OH ラジカルを生成し、これにより廃水中の難分解性物質を分解しました。

⑤ 大気圧グロー放電

典型的な誘電体バリア放電リアクタに、大気圧ヘリウムを導入して交流電圧を印加するとグロー状の均一な放電が容易に得られます。これは上智大学の岡崎幸子先生、小駒益弘先生によって開発された日本発の技術で、大気圧と均一性を活かした表面処理技術として、研究、実用化ともに急速に広がりを見せ、特に、大面積の洗浄や表面処理、粉体や繊維などの真空装置に馴染まない材料の表面処理に強みを発揮しています。我々は、実験、および、シミュレーションによって、この放電が低気圧下で得られるグロー放電と類似したものであることを示すと同時に、大気圧グロー放電を得る上でのヘリウムの利点を電離係数から説明しました。また、微量の C_2H_4 や C_2H_2 などを添加してペニング電離を促進することで、アルゴンガス中でも大気圧グロー放電が得られることを確認しています。

4. マイクロ電気力学研究室の研究内容

プラズマではありませんが、マイクロ電気力学研究室（内田研究室）が現在取り組んでいる研究について少し紹介させていただきます。内田さんは、現在、誘電泳動を利用した細菌の濃縮、電氣的または光学的な計測手法、低電圧パルスを用いた殺菌といった各要素技術、及び、統合制御システムの研究開発を行っています。誘電泳動とは、溶液中に存在する微粒子を不均一電界で駆動する手法であり、誘電泳動力は次式で記述されます。

$$F_{DEP} = 2\pi\epsilon_m a^3 \text{Re} \left[\frac{\hat{\epsilon}_p - \hat{\epsilon}_m}{\hat{\epsilon}_p + 2\hat{\epsilon}_m} \right] \nabla E^2$$

a は微粒子の半径、 ϵ は誘電率、添字の p, m はそれぞれ粒子、溶媒を示します。 $\hat{\epsilon}$ は

$$\hat{\epsilon} = \epsilon - \frac{\sigma}{\omega}$$

で定義される複素誘電率です。即ち、液中の微粒子に働く力は、溶媒や粒子の導電率と誘電率、周波数、粒子半径、電界の2乗の勾配に依存し、この性質をうまく利用することで選択的に細菌やウイルスを捕集することができます。誘電泳動デバ

イスは、低電圧で高電界を得るために、 $10\ \mu\text{m}$ 以下程度のギャップを有するアレー電極を用いています。また、捕集領域を広げる三次元デバイスの開発も行っています。計測に関しては、誘電泳動インピーダンス計測により、菌種と代謝活性を同時に評価できる可能性を示しています。菌をモニターしたい、管理したいという要求は各所にあるようで、様々な分野の企業と共同研究を進めているようです。

5. おわりに

今回、九州大学の白谷正治教授が領域代表を務められる新学術領域研究「プラズマとナノ界面の相互作用に関する学術基盤の創成」に参画する機会を得て、「粒子輸送と熱的作用を考慮したプラズマと物質の相互ダイナミクスの解析」という課題に取り組んでおります。当面はこれを通じて、プラズマエレクトロニクス発展に貢献したいと考えておりますので、皆様のご指導、ご鞭撻をお願い申し上げます。

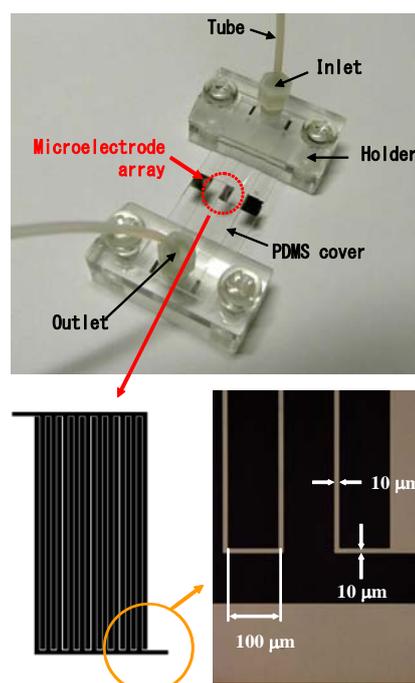


図8：内田研の泳動濃縮マイクロフィルタ



図9：ゼミ合宿にて（プラズマ応用研究室+マイクロ電気力学研究室の合同）

海外の研究事情（その26）

THE OPEN UNIVERSITY プラズマグループの研究事情

宮崎大学 迫田 達也

はじめに

本稿では、著者が6月17日から10月15日までの4カ月間、共同で研究を行った The Open University (Milton Keynes, UK), Dept. of Physics and Astronomy のプラズマグループを紹介致します。

The Open University について

ロンドンから北西に約80km離れた都市、Milton KeynesにあるThe Open Universityは、その大学名のとおり日本の放送大学と類似しており、文系、理系、複合科目併せて、全76コースを開講しています。ヨーロッパ全土にわたる学生総数は約21万人で、学生数の観点からはヨーロッパ最大の大学といえます。なお、単に規模が大きいだけではなく、英国の学生アンケートによる結果では、学生の満足度の高い大学としてここ4年間常に2位以内にランク付けされています。また、Dept. of Physics and Astronomyを含めて8学部があり、修士課程の学生、博士課程の学生を受け入れています。その他、外部獲得資金によりポスドク研究員を多く雇用しています。しかし、日本人は皆無に等しく、著者の滞在期間に出会った日本人研究者は、福島高専の道上達広氏だけでした。同氏は、私の良き理解者であり、良き相談相手でした。

写真1として、大学の建屋の一部を示します。どうでしょうか？日本人がイメージする英国の大学の風景とは大きく異なっていると思います。ただし、外壁はやはりレンガ造りですし、日本の大学とは比べ物にならない程、緑豊かで情緒がありました。

ところで、Milton Keynesは英国人が嫌いな都市のNo.1に挙げられることが多いそうです。日本人にとっても有名なオックスフォードやケンブリッジとは異なり、古い建物は少なく、ビジネスタウンとして計画的に造成されたようです。私が暮らしたマンションは、ガラス張りの高層ビル群の中にあり、The Open Universityのスタッフからは、“まるでニューヨークスタイルだ。”と評されました。



写真1 The Open University の建屋の一部

教員の業務について

教員は、研究以外にも、放映用資料の作成、電子メールによる学生からの質問に対する回答、質問のため大学に訪れた学生への対応等で日々忙しくしているようでした。また、各教員は、1年に1~2回程度、地方に出かけて7日間の集中講義を行います。ある教員に、「7日間、朝の9時から17時まで大変ですね。受講生の経歴、年齢も様々でしょうから、大変ではないですか？」と質問したところ、「私は彼らとの対面授業を楽しみにしている。彼らは、勉強したいから受講している。彼らと話す元気になる。」と答えてくれました。この回答には深く感動しました。私は、アツい思いを胸に、講義に全力で取り組んでいます。この点は、自信を持って断言できます。しかし、“受講生と接するのが楽しいと思ったことが過去に何回あっただろうか？いや、あったかな？”と今でも自問自答しています。良い刺激を受けました。

プラズマグループの研究紹介

プラズマグループは、Dept. of Physics and Astronomy 所属の Nicholas Braithwaite 教授、Mark Bowden 講師、Dept. of Mathematics and Computer 所

属の Tony Nixon 講師、Jan Kowal 講師の 4 人のティーチングスタッフ及び実験棟マネージャーの Sandra Mills 氏により運営・維持されています。

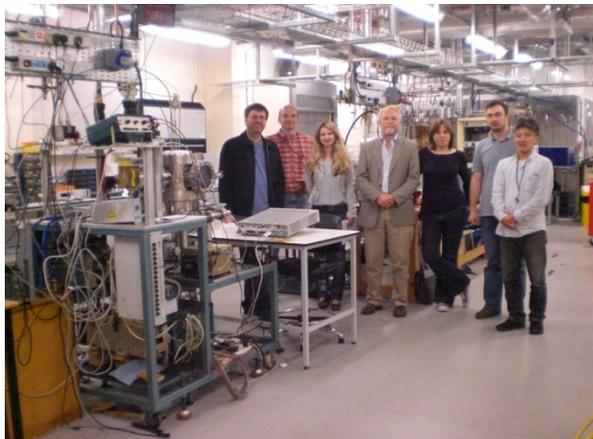


写真 2 プラズマ実験室
(撮影:Sandra Mills 氏)



写真 3 すばらしいメンバーとともに
(撮影:Sandra Mills 氏)

ポスドク研究員は 2 名、博士課程の学生が 8 名、私のような訪問研究員 4 名が在籍していました。研究テーマは多岐にわたっていますので、著者が担当した研究(項目 4)も含めてその主なものを以下に簡単に記します。ほとんどの研究テーマが、企業との共同研究あるいは大学間共同研究です。特に、大学間共同研究は盛んで、大きなプロジェクトを共同で立案し、多額の研究資金を獲得しているのが特徴です。

1) GEC(Gaseous Electronics Conference)セルを用いたプラズマ諸量の計測

ヨーロッパおよび日本の研究者による学際研究で

す。仕様を同等にして作製した GEC 標準セル内で低気圧プラズマを生成し、ラングミュアプローブによる電子温度・密度の測定および分光測定による粒子挙動の解析を行っています。また、プラズマ生成時におけるプラズマと誘電体の相互作用を明らかにするための研究を展開しています。

他の機関と同様の放電管で同様のプラズマを生成して観測しているため、プラズマ諸量のデータベースの構築が可能となっています。



写真 4 GEC セル

2) プラズマ照射によるシリコンボンディングの改善

ベルギーに本社のある会社との共同研究で、低気圧プラズマで Si の表面の改質を行い、Si のボンディングを大幅に改善させる研究を実施しています。MEMS をはじめ幅広い応用が期待されています。



写真 5 表面処理装置一式

3) プラズマジェットの特性把握に関する研究

大気圧プラズマジェットを高速度カメラで観測し、弾丸状に生成されるプラズマの状態と、発光分光法に

より粒子挙動の解析を行っています。同時に、シミュレーションにより、プラズマ特性を解析しています。

4) レーザーラマン散乱法による大気圧プラズマ近傍の分子密度の測定法の開発

ポッケルス素子、偏光ビームスプリッタ、凹面鏡、光源から成るキャビティセル内で、レーザー光を複数回往復させ、低いレーザーエネルギーでプラズマを乱すことなく分子密度の計測が可能なマルチパスレーザーラマン散乱法の実験を行っています。



写真 6 レーザー実験室

5) アークプラズマによるサウンドソースの開発

アークプラズマを音源として利用する大変ユニークな研究で、企業との共同研究です。アークプラズマが生成されるとその周囲の密度は変化し、それが音として我々の耳に伝わります。交流電圧でアークプラズマを生成し、音源としての特性を調べています。プラズマ特性は、プローブや分光器を用いて調べています。

6) 紫外線および低エネルギー電子による DNA ダメージを明らかにするための研究

DNA は、放射線等のエネルギーの照射によって簡単にダメージを受ける可能性があります。ダメージを受けた DNA が修復されないならば、それは突然変異で最終的にガンの発達に至ります。DNA の低エネルギー放射線への長期暴露の影響等、興味深いテーマです。ここでは、ヨーロッパの他大学と連携して、DNA とその構成分子の UV と電子照射の影響を調査しています。

ユニークなミーティング

メンバーが顔をあわせることのできる機会が週に一度だけあります。毎週、木曜日の 9:30 から 1 時間程度、各人の 1 週間の成果報告や次週の予定、実験室利用者全員に周知が必要な情報等がこの場で提供されます。カジュアルミーティングと呼んでおり、皆、紅茶等を飲みながらざっくばらんに話をします。もちろん、Nicholas Braithwaite 教授もご自身の研究進捗について報告します。著者は、これまで、堅苦しいミーティングしか経験がありませんでしたが、紅茶片手のリラックスしたミーティングには驚きませんでした。Nicholas Braithwaite 教授、Mark Bowden 講師の人柄の良さを考えると当然のように思えたからです。しかし、出席率には驚きました。下記の写真は、9 月 10 日のカジュアルミーティング参加者です。前述したグループメンバーを考えると、出席者が少ないことが分かります。スタッフは別として、その他のメンバー（訪問研究員、ポスドク、博士課程学生）は、報告・相談がある場合にしか出席しないようでした。また、出席していても、話すことがない場合は、「Nothing special」で終わります。各人、計画を立てて研究を進めていることと、研究で困っていることで皆に相談したいのであればミーティングに参加して相談するので、ミーティングへの参加及び報告を無理強いしないのです。信頼関係の表れでしょう。



写真 7 カジュアルミーティング

滞在中、日本の研究者から「日本の学生とそちらの学生は何が違いますか？」と問われたことがありました。「The Open University の学生しかわかりませ

ん。」と前置きしたうえで、次のように回答しました。「“学びたいから修士課程/博士課程に進学・入学している。目的を達成するために来ている。”のように、目的意識の高い学生が多いと思います。」前述のカジュアルミーティングは、“なんとなく進学”する学生が多くなってきた日本では真似することができないかもしれません。

おわりに

4ヶ月の滞在期間は、アツという間でした。色々な事情があり、短期滞在を選択したわけですが、1年間程滞在すべきでした。しかし、4ヶ月でも十分な研究成果を得ることができましたし、新たなネットワークに、新たな知見、様々な事を学ぶことができました。

今回の滞在は、(財)九州産業技術センターの短期留学人材育成助成より補助を受けました。関係の皆様、この場を借りて深くお礼申し上げます。

溶射センターポストドク記

ニューヨーク州立大学ストーニーブルック校 溶射研究センター

篠田 健太郎

**Kentaro Shinoda, Center for Thermal Spray Research (CTSR),
Stony Brook University (State University of New York)**

はじめに

熱プラズマの主要アプリケーションである溶射技術は推進及び発電用のガスタービン、自動車、製紙産業などに幅広く用いられており、現在は接骨、歯科用インプラント、固体酸化物型燃料電池、そして極限環境下用センサーなどへの応用が図られています。その溶射技術の主要研究拠点のひとつであるニューヨーク州立大学ストーニーブルック校の溶射研究センター(Center for Thermal Spray Research, 以下 CTSR)にて Sanjay Sampath 教授のもと、2008年4月よりポストドクをはじめ、現在1年半ほどが経ちました。

CTSR では溶射関連企業と溶射研究コンソーシアムを形成しており、企業からの出資金をもとに溶射の基盤研究をしております。そこで、本稿では研究のみならずセンターの運営面についても触れていきたいと思います。また、博士課程時代に COE プログラムにて、トロント大学の先端コーティング技術センター（ディレクター：Javad Mostaghimi 教授）で短期留学させていただいたこともありますので、そのときとの比較も併せてご紹介させていただきたいと思います。

CTSR でポストドクをはじめたきっかけ

修士・博士課程では、東京大学大学院工学系研究科 吉田豊信研究室において、ハイブリッドプラズマ溶射プロセス下における単一溶射粒子の基材衝突現象の解明を目指して研究をおこなってまいりました。その後、2006年4月から2年間、つくばの独立行政法人 物質・材料研究機構（以下 NIMS）のコーティング・複合材料センター コーティンググループ（現、ハイブリッド材料センター）

にて、黒田聖治センター長並びに村上秀之主席研究員のもとポストドクをさせていただきました。ここでは、博士課程時代の研究をさらに発展させ、毎秒100万コマの高速ビデオカメラを用いて溶射粒子の衝突挙動の可視化に挑戦しました。次は海外で研究したいという希望がありましたので、この間、学会や NIMS でお会いした外国の先生に時間をいただければ自分の研究内容を発表し、ポストドクの可能性を打診しておりました。そうしたところ、幸いにも Sampath 教授の目に留まり、溶射基礎研究で培った知識を CTSR で活かしてみないかというありがたいお言葉を頂戴しましたので、渡米するにいたりました（図1）。

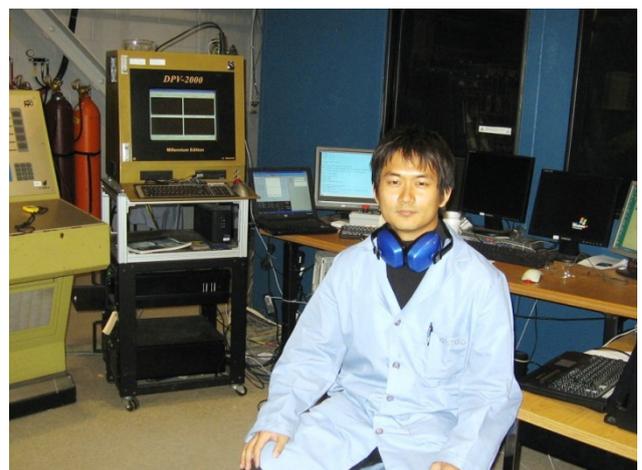


図1: プラズマ溶射ブース前にて、プラズマ溶射装置コンソールや各種計測機器用のディスプレイが後ろに並んでいます。

CTSR (Center for Thermal Spray Research)

CTSR は NSF (National Research Foundation, アメリカ国立科学財団) の MRSEC プログラム (Materials Research Science and Engineering Center

Program)によって 1996 年に設立されました。MRSEC プログラムは材料研究における COE (Center of Excellence)プログラムのようなもので、選ばれた研究機関は米国の材料研究拠点として 1 期 5 年で重点的に予算が配分されます。Stony Brook 大学の材料工学部は決して大きなところではありませんが、溶射とポリマーの 2 つの研究領域がこの MRSEC プログラムに採択されていたことでも有名です。2 期と 2 年間の計 12 年間にわたるプログラム終了後も CTSR は今日に至るまで発展を続け、溶射技術の研究基盤拠点として米国内のみならず世界中のアカデミア、産業界において中心的な役割を果たしております。

溶射研究コンソーシアム

近年では、新たな研究形態として、溶射関連企業と溶射研究コンソーシアム (Consortium for Thermal Spray Technology) を形成し、知の移転 (knowledge transfer) をキーワードに溶射の基盤研究をおこなっております。参加企業の数も順調に増え続け、溶射装置企業、航空機産業、重工業を中心に米国内外から現在では 26 社の企業が参画するようになりました (図 2)。コンソーシアムメンバーの中には 1 万人規模のリストラをした会社も含まれていますので、この大不況下の中、参画企業数を増やし続けているのはひとえに Sampath 教授の経営手腕によるものだと思います。これらスポンサーへの還元イベントとして、半年に一度コンソーシアムミーティングなる成果報告会がおこなわれます。80 人近くの人々が出席するため、なかなかの緊張感があり、CTSR の一年はこのミーティングを中心に回っている感じです。現在ではこのコンソーシアムに加えて、NSF の産学連携プログラムである GOALI (Grant Opportunities for Academia Liaison with Industry) や空軍などからの予算を中心にセンターは運営されています。

研究設備

溶射研究に長い歴史を持つだけあって、ありとあらゆる溶射装置がそろっています。MRSEC プログラムのときに増築された体育館のような建物を中心として、溶射ブース、チャンバーが併せて 11 あり、大気圧直流プラズマ溶射、減圧プラズマ溶射、水プラズマ溶射、高周波プラズマ溶射をは

じめとした各種プラズマ溶射装置からワイヤーアーク溶射、高速フレイム溶射といった溶射装置が揃えられています。また、D-Gun 溶射装置のプロトタイプのようなものも展示されており、興味をそそられます。各種溶射飛行粒子計測装置、製膜中の応力変化のその場計測をおこなう自作 ICP 装置 (ICP という誘導結合型プラズマが思い浮かびますが、In-situ Coating Property Sensor の略です) などの溶射診断装置も一通りあり、飛行粒子の状態をパラメータとしたコーティングの特性評価に力を発揮します (図 3)。また、溶射皮膜の熱、機械特性、電気物性、磁性など各種物性評価装置も一通り揃っています。



図 2: 溶射研究コンソーシアム。

メンバー

CTSR には Sampath 教授と Chris Weyant 准教授の 2 人を中心に、技官 3 人、ポスドク 4 人、学生 8 人が現在所属しています。他にも、機械学科で材料力学が専門の中村俊雄教授、IEEE のフェローであり、電子・磁性材料の Richard Gambino 教授、Stony Brook で溶射研究を始め、溶射研究の祖ともいべき Herbert Herman 名誉教授、Brookhaven 国立研究所の材料部門長だった David O. Welch 教授が CTSR にかかわっております。また国内外問わず頻繁にビジターがおり、各種共同研究がおこなわれています。

研究室にいる人々の国籍はアメリカ、インド、中国、日本、韓国といった馴染みの国に加え、ベネズエラ、エクアドルという南米出身の人が多いのが特徴だと思います。日本の工学分野で中国、

韓国からの留学生が多いように、こちらでは南米の国々がその役割を担っているのではないかと思います。他には水プラズマ溶射で有名なチェコやスウェーデン、イタリアからの短期留学生が在籍しています。

研究方針

CTSR の研究哲学としては、インテグレーションが挙げられます。溶射プロセス研究から材料研究まで一貫して行うことにより、大学における基盤研究と産業界の実用研究の両方に根ざした問題の解決を目標としています。溶射コーティング技術が Prime Reliant (コーティングの存在がそのシステムにとって不可欠なものとなり、各種システム設計に組み込まれるよう、プロセス科学に立脚したシンプルでかつ実用的なプロセス技術の開発や、皮膜構造及び特性の評価手段の確立に向けた研究をおこなっています。

この研究哲学の下に I. プロセス&プロセス診断、II. セラミックスコーティング、III. 耐損傷コーティング、及び IV. 特性評価の4本の柱があり、それぞれにポストドクを置き、学生と連携した研究体制をとっています。そのうち私は I のプロセス&プロセス診断の責任者として研究を遂行しております。製膜をしていると、プラズマがどうなっているのか溶射粒子がどのように衝突しているかといった上流のプロセス原理の方を追及していきたいようになってしまっているのですが、CTSR では下流側である材料研究といかにリンクさせていくかが求められます。プロセスを担当すると共に、いかに他の3つの領域とクロスリンクさせるかに苦心しております。

研究内容

ハイブリッドプラズマ溶射におけるプロセス研究にはじまり、単一溶射粒子の衝突事象解明に向けたプロセス診断及びシミュレーションという溶射基礎研究をこれまでおこなってきましたが、現在ここ Stony Brook では、溶射をツールとみなし、より出口側の材料科学に主眼をおいて研究をおこなっています。具体的には、これまでのプロセス研究で培った技術を基に、TBC (Thermal Barrier Coating, 熱遮蔽コーティング)の堆積中の応力測定、及び TBC の非線形弾性挙動の評価を行うと

ともに、溶射の機能性材料コーティングへの展開を目指しています。

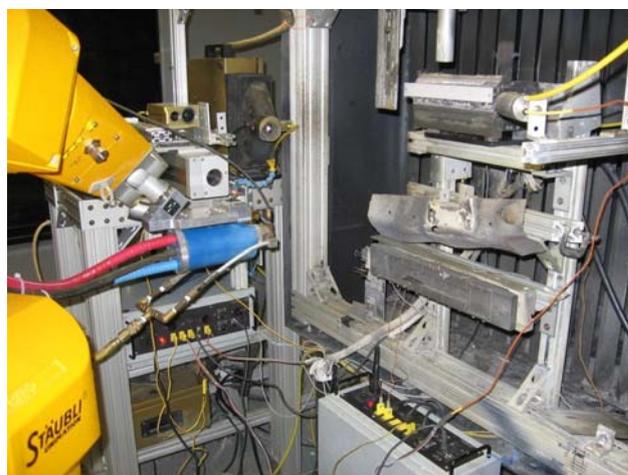


図 3: 大気圧プラズマ溶射装置. 産業用ロボットに固定された溶射トーチ(左手前)により、その場応力測定装置にセットされた基材上(右側上部)に製膜します。飛行粒子の診断のため、各種飛行粒子計測装置(左奥)が備わっています。

現在、ガスタービンの作動温度向上のためイットリア安定化ジルコニアをベースとした TBC が幅広く用いられています。この TBC 中には数多くのマイクロクラック、層間ポアが存在し、このため、溶射で製膜された TBC は非弾性挙動を示すことが知られています。おおまかなイメージとしてはコーティングを圧縮したときにはクラックが閉じるのでバルクのような弾性挙動を示すのに対し、引っ張ったときにはこのクラックが開くため、コーティングは見かけ上柔らかくなり、結果として非線形な弾性挙動を示します。このことが TBC のコンプライアンス向上に重要な役割を担っていると考えられます。またクラック界面のせん断方向の滑り度合いにより応力-ひずみ曲線はヒステリシスを描きます。つまり、マイクロクラックや層間ポアなどのコーティング界面の挙動がコーティングの熱機械特性を左右することになります。そこで、プロセス条件によってそれら界面がどのように変化するかを飛行粒子の熔融状態や衝突速度といった粒子状態変数と堆積速度や基材温度といった非粒子状態変数の両面を軸に研究しています。

また、これら界面制御で得られた知見を活かし、シリコンや磁性材料であるフェライトなど機能性材料の製膜も試みています。緻密で配向性の高い

膜を作るというのもひとつの究極の目標なのですが、むしろ溶射スプラットの作る層状構造を積極的に利用することにより、異方性を利用した機能性材料の製膜をおこなっています。スプラットとは溶射粒子が衝突してできる層状堆積物のことで、溶射の堆積基本ユニットになります。厚みが1 μm 程度で直径が100 μm 程度の円盤形状をしていますが、これはアスペクト比で100にも上る異方性を有していることに相当します。例えば、フェライトにNiCoのような導電材料を加えていくと通常は30-40%程度で絶縁体が導電体に変化するパーコレーションと呼ばれる現象がおきますが、異方性の高い溶射皮膜ではこれが数%という一桁小さな値でおこります。このパーコレーション閾値の違いを活かして焼結体にはない特性が得られないかと研究しています。

日々の生活および短期留学との比較

本学はかつてState University of New York at Stony Brookとして知られ、SUNY Stony Brookと呼ばれていましたが、現在ではStony Brook Universityが正式名称になったようです。物理、医学の分野で有名で、またBrookhaven国立研究所の運営を担っています。マンハッタンのに広がるロングアイランドの中ほどに位置し、マンハッタンからは車で一時間半ほどの距離です。Stony Brook大学は実はロングアイランド最大の企業であり、地域活性化にも貢献しています。Stony Brookは安全なところで、娯楽こそ少ないですが、家族で住むには非常に適したところだと思います。ただ、田舎ですので車がないとどこにもいけません(図4)。ロングアイランドをさらに東にいったハンプトン、モントークといった地域は高級別荘地として有名で、ハリウッド俳優の人々たちも休日を過ごすそうです。

ポストクの給料は一般的には36,000-44,000ドルぐらいで、有名大学になるほど安くなると聞きました。ここStony Brookは田舎の割に家賃や保育園をはじめとして物価が高く、ポストクの給料で一家三人が暮らしていくのは相当難しいです。また、よくアメリカの食べ物は安いといわれますが、それは品質を選ばなければの話で、日本人に見合うものを選んだ場合、むしろ割高なように思

います。Jビザの場合、最初の二年間は免税の恩恵に預かれますが、三年目からは税金も払わねばなりません。一方、JSPSなど国費で給料が支払われているわけではないのでTwo-year ruleが適用されないのが現地採用のポストクの強みではないかと思います。



図4: 近くのファーマーズマーケットにて。

最後にトロント大学の短期留学のときと比べてみたいと思います。学生時代の海外経験は非常に大きな財産で、充実した滞在だったと思いますが、振り返ってみるとやはりお客さん扱いだったのかなと思います。また、観光は短期でも楽しめますが、現地の生活を楽しむには春夏秋冬を過ごす必要があるように思います。逆に、短期留学ならではの良さもあり、生活基盤を完全に移す訳ではないのでシームレスに研究に取り掛かれること(今回の場合、最初の数カ月は居住環境作りに時間を割かざるを得ませんでした)、職場ではないので友人作りに時間をかけられるといった利点があるのではないかと思います。今はアメリカでしかできないことは何かを考えながら研究生生活を行っています。

謝辞

私をポストクとして受け入れてくださったSampath教授、滞在期間中も数々のアドバイスをくださる吉田豊信教授、黒田聖治センター長、村上秀之主席研究員、そして、本稿執筆の機会をくださいました大阪大学大学院工学研究科の伊藤剛仁講師並びに本誌編集委員の先生方に厚くお礼申しあげます。

プラズマシミュレーション

ペガサスソフトウェア(株) 田中 正明

1 はじめに

一般にシミュレーションの目的とは、何のために行うのか (Needs)、どのような利益があるのか (Benefit)、またそのシミュレーションにはそしてどの程度信頼できるのか (Proof)、ということが求められる。プラズマシミュレーションの場合、プラズマの応用技術として光学的な応用を含むエネルギー分野、化学的、物理的な応用を含む物質・材料分野、廃棄物・廃ガス処理などの環境分野そして衛星の推進エンジンへの応用を含む宇宙分野など、多岐にわたっているため、その目的も多種多様である。

プラズマシミュレーションには気相中、構造物表面での物理的、化学的そして光学的な実現象を正確に取り入れるモデルは確かに不可能に近い。なぜなら、気相中での複雑な反応に伴う基礎データの欠如、もしくは信頼性そして取り扱う境界条件が時々刻々変化している場合が多いからである。しかし、運転条件、装置条件に適合した、理論的な背景に基づくモデルによるシミュレーションは、実現象を模擬したものであり、得られる数値も定性的には信頼に値するものである。また、物理現象が比較的明確な対象によっては定量的に信頼できる結果が得られる。

またプラズマは主に熱プラズマ、完全電離プラズマそして非平衡低温プラズマなどに分けられる。本稿では、非平衡低温プラズマを対象としたプラズマシミュレーションに関して述べる。非平衡低温プラズマの場合、ボルツマン方程式の速度分布関数をどのように求めるか、そしてマクスウェル方程式とどのように結合させるか、ということが重要である。非平衡低温プラズマを理解するうえで文献[1]に詳細が記述されている。

2 プラズマシミュレーションの用いられる計算手法

大別して気相中でのプラズマ (荷電粒子) とラジカル・励起種・供給ガス (中性粒子) の挙動をシミュレーションすることになるが、時間進展問題において本来は同一時間スケールで解くべきであるが、電子の挙動と中性粒子の挙動とは時間スケールが大きくことなるため、荷電粒子の挙動シミュレーションと中性粒子の挙動シミュレーションとを分離して解くのが計算時間からみて現実的である。

2.1 PIC/MC 法(荷電粒子のための粒子モデル)

PIC/MC 法は、Particle-in-Cell(PIC) 法と Monte Carlo Collision(MC) 法を組み合わせる装置内のプラズマ (荷電粒子) の挙動をシミュレーションする手法である。PIC (Particle-In-Cell) 法は40年以上前から流体解析分野で用いられ、およそ20年前から弱电離プラズマ (非平衡低温プラズマ) シミュレーションに使用され、今日に至っている。計算手法の詳細は、PIC 法について[2]、[3]、[4]またMC 法については、[4] を参照して頂きたい。フリーソフトウェアとして整備され、1次元、2次元版が公開されている[5]。

計算手順の概要は次のようなものである。

1. 静電位に関するポアソン方程式を解く
ポテンシャル計算のために各セルの電荷密度を求め、電位の境界条件を考慮した上で各セルのポテンシャルと電界を計算する。
2. 荷電粒子の運動方程式を時間積分する
セル境界上の電界、磁界を粒子位置に内挿して Δt 後の粒子の速度と位置を計算する。
3. 壁面での境界条件
壁面での荷電粒子の消滅や散乱、2次電子放出

など境界上での粒子の計算を行う。

4. 中性粒子との衝突

荷電粒子と中性原子・分子間の衝突の種類(弾性散乱、電離、励起、解離などの非弾性散乱)を衝突断面積に従った確率で決定し、衝突後の速度を計算し、電離によるイオンと電子の生成も考慮する。

この手順を、プラズマの密度分布や電位分布が(周期)定常状態になるまで短い時間ステップ Δt で繰り返していく。上記の1,2のみを繰り返して計算するのがPIC法であり、4がMC法である。PIC/MC法では、例えば $10^8 \sim 10^{10}$ 個の荷電粒子をまとめて、1個の超粒子として扱い、この超粒子の運動を追跡する。

メッシュ分割した解析空間内に電子とイオンの超粒子を配置し、その超粒子の分布から決まる空間電荷をグリッド上に振り分ける。そして与えられた境界条件(電極の電圧やアースの配置など)の下で(誘電率 ϵ が一様でない場合を考慮した)ポアソン方程式

$$\nabla \cdot \epsilon(\mathbf{r}) \nabla \phi(\mathbf{r}) = -\rho(\mathbf{r})$$

を解いて電位 ϕ を計算し、さらに電位の勾配から電界を計算する。荷電粒子の運動方程式は

$$m \frac{d^2 \mathbf{r}}{dt^2} = q(\mathbf{E} + \mathbf{v} \times \mathbf{B}), \quad \mathbf{v} = \frac{d\mathbf{r}}{dt}$$

である。ここで、 m : 荷電粒子の質量; \mathbf{E} : 電界; \mathbf{B} : 磁界; q : 荷電粒子の電荷; \mathbf{r} : 荷電粒子の位置座標; \mathbf{v} : 荷電粒子の速度である。この運動方程式を、良く知られている蛙飛び法やベルレ法などで定式化して Δt 後の位置と速度を計算すればよい。

ポアソン方程式を高速に解く必要があるため、等間隔メッシュの場合は、FFT法とCyclic-reduction法(もしくはガウスの消去法)を併用した手法[2]、また不等間隔メッシュの場合はクリロフ部分空間法による反復解法を使用する。粒子モデルの場合、電界を精度良く求める必要がある。

2.2 DSMC 法(中性粒子のための粒子モデル)

プラズマ装置内の原料ガスの流れ場などのように圧力が低い流れ場について解析する場合、もしくは常圧下であっても解析体系が数 μm 以下となる時、気体を連続体であるとみなして取り扱うナビエ-ストークス方程式は適用できず、ボルツマン方程式にまでさかのぼって考えなくてはならない。ところが、このボルツマン方程式は複雑な非線形積分微分方程式であり、その取扱いは非常に難しい。DSMC法(Direct Simulation Monte Carlo method、直接シミュレーションモンテカルロ法)はボルツマン方程式を直接解くのではなく、ボルツマン方程式の基になっているそれぞれの粒子の衝突過程を確率的に取り扱うことによって流れ場を解析するといった方法である。この手法の詳細は、[4][6]を参照して頂きたい。

DSMC法では、気体分子をPIC/MC法と同様、超粒子として取り扱う。真空装置内といえども装置内の全ての気体分子を計算機で追跡することは不可能で、例えば $10^{15} \sim 10^{20}$ 個の気体分子をまとめて1個の超粒子として扱う。数万~数100万個程度の超粒子を取り扱い、各粒子の位置、速度、内部状態等をメモリー内に記録し、衝突や境界の影響によってそれらの値を更新していくという手続きを繰り返す。

衝突過程については、与えられた衝突断面積に従って確率的に引き起こし、衝突後の2粒子の速度もその衝突物理モデルに従い確率的に決定する。具体的には、流れ場を適当な大きさのセルに分割し、同一セル内の2個の粒子を物理モデルに基づいた確率則に従って衝突対として選択するというものである。衝突後の粒子対の速度は、エネルギー、運動量等が保存するように決める。希薄気体の場合、流れ場の物理量の変化の代表的な長さは平均自由行程程度であることから、セルのサイズは平均自由行程程度の大きさとする。

DSMC法により直接得られるものは、多数の粒子の位置、速度等のサンプルデータである。このデータを加工することにより、粒子の速度分布関数、

密度分布、流速分布、温度分布などを得ることができる。統計誤差はサンプル数の1/2乗に反比例するので、時間平均のゆらぎが小さくなり、十分な精度を持つまでサンプリングを行うことになる。

またプラズマ装置内もしくは真空装置内内では、密度差が大きく異なる原子・分子が存在し、小さな密度を持つ原子・分子の挙動を正確にシミュレーションするには、従来のDSMC法ではすべての粒子種の重みは同一であるため、膨大なサンプル数が必要であるが、Weight algorithm [4] を採用することにより、ほぼ同数のサンプル数で行える。

2.3 ドリフト-拡散モデル (荷電粒子のための流体モデル)

ガス圧が高くなると荷電粒子が分子と衝突する際の平均自由行程が小さくなるので、PIC/MC法のような粒子モデルを用いようとすれば空間のメッシュ分割幅と時間進展の δt をともに相当小さくする必要があり、計算時間が実用的な範囲を超えてしまう。そのような場合には、電子やイオンの集団をそれぞれ連続体(流体)として取り扱うモデルを用いる。

流体モデルでは、電子とイオンの各々についてマクロな量としての数密度 $n_\alpha(\mathbf{r}, t)$ 、流速ベクトル $\mathbf{v}_\alpha(\mathbf{r}, t)$ (\mathbf{r} は位置座標、 t は時刻)を未知変数として記述される連続の式

$$\frac{\partial n_\alpha}{\partial t} + \nabla \cdot \mathbf{\Gamma}_\alpha = R_\alpha$$

および運動方程式

$$\mathbf{\Gamma}_\alpha = \pm n_\alpha \mu_\alpha \mathbf{E} - D_\alpha \nabla n_\alpha$$

を電位のポアソン方程式とカップルして解くことにより、プラズマ密度やポテンシャル、および電子・イオンのフラックスを求める。

添え字の α は荷電粒子の種類を識別する指標で、 $\alpha = e$ は電子を、 $\alpha = ion$ はイオンを意味する。これらの式において $\mathbf{\Gamma}_\alpha$ は粒子フラックス($= n_\alpha \mathbf{v}_\alpha$)、 \mathbf{E} は電界、 μ_α は移動度、 D_α は拡散係数、 R_α は衝突電離や電子付着による生成/消滅レートである。

ここに記述されている運動方程式は厳密なものではなく、ドリフト-拡散モデルといわれる近似式

である。問題によっては、静磁場 \mathbf{B} を考慮した運動量保存則を解く必要がある[7]。ドリフト-拡散モデルは

- 応力は等方的であり、スカラー圧力 p に帰着される。また温度 T と圧力の間には $p = nk_B T$ の関係がある。
- 運動量移行に関する緩和時間を τ_m 、平均速度が変化する時間スケールを τ_v とすると $\tau_m/\tau_v \ll 1$ である。
- 粒子速度のランダムな変動(熱速度)の大きさを v_T としたとき、 $v \ll v_T$ である。

という仮定のもとに運動方程式の時間微分項と慣性項を無視したものであるが、広く使用されている。

これらの式を解くためには、移動度、拡散係数といった輸送パラメータや、電子やイオンの生成/消滅レート、電子エネルギー損失の衝突周波数などの値を与える必要があるが、これらは各種衝突の衝突周波数 ν によって定まり、その衝突周波数は速度分布関数と衝突断面積の積の(速度空間における)積分によって計算されるから、速度分布関数の型に関して何らかの仮定が必要である。

電子の場合分布関数に対する仮定は、

1. マクスウェル分布を用いる
この場合衝突周波数/ N (N は分子の密度)は電子温度の関数となるから、プラズマシミュレーションを行う前に適当な範囲の電子温度に対して、その温度に対応するマクスウェル分布を用いて $\nu(T_e)/N$ を計算で求めておき、それらのテーブルを作っておく。移動度と拡散係数は運動量移行衝突周波数から計算する。
2. 一様電界中の電子スウォームの分布関数を用いる
この場合には通常2項近似のボルツマン方程式を別途解く。衝突周波数は換算電界 E/N または電子の平均エネルギー $\bar{\epsilon}$ の関数となる。これも事前にある範囲の E/N に対して $\nu(E/N)/N$ を計算で求めておき、 E/N またはその換算電界における電子平均エネルギーの関数としてテーブルを作

っておく。

なお1の場合や2で電子平均エネルギーの関数としてテーブルが作成されている場合には、電子エネルギーバランス式を解いてセルごとの電子エネルギー（温度）を各時間ステップごとに求める必要がある。

イオンに関しては、イオンのエネルギーは電離や電子付着にほとんど影響しないので、エネルギーバランス式を解かず温度は一定値と仮定して（例えば原子・分子の温度と同程度）連続の式と運動方程式のみを解く。基板への入射イオンエネルギーについては、流体モデルで得られる時空間電界分布、イオン生成率分布を用いてモンテカルロ法計算により求めることができる[7]。移動度および拡散係数については、換算電界の関数として実験によって得られている値を用いるのが望ましいが、それらの情報が得られない場合には、衝突断面積を一定とした剛体球モデルとマクスウェル分布を仮定した平均速度から計算した値を用いる。文献[8]にはイオンの移動度と拡散係数に関する理論と実測データがよくまとめられている。

2.4 緩和連続モデル（荷電粒子のための流体モデル）

連続の式の粒子フラックスにドリフト速度を用い、運動量保存則と電子のエネルギー保存則にそれぞれの緩和時間を取り入れた真壁[9]によって提唱された我が国独自のモデルである。

2.5 ハイブリッドモデル(荷電粒子のための流体モデルと粒子モデルとの混合モデル)

ハイブリッドモデルには以下のモデルが存在する。

1. 電子のモンテカルロシミュレーションを併用する

電子の速度分布関数（実際にはエネルギー分布関数）についてのみPIC/MC 同様の手法を用いて計算セルごとに値を求める。ただしこの場合にはプラズマ密度の空間分布によってプラズマ中の電界が変化するので、流体モデルによるプラズマ密

度および電界の計算とモンテカルロ計算を数周期～数十周期ぶんずつ交互に行いながら計算を進めていく。計算時間が多少増えるが、分布関数を仮定する必要が無いのが利点である。得られた電子エネルギー分布関数から各セルにおける電子温度、電子衝突による反応レートが求まる[7]。

2. 電子をPIC/MC で計算しイオンは流体モデルで計算する

マグネトロンスパッタ装置におけるマグネトロンプラズマシミュレーションはPIC/MC 法のみで計算する方法と電子のみPIC/MC 法を用い、イオンの生成率を基にしたイオンに関する流体モデルによりイオン密度を求める方法がある。マグネトロンプラズマに限らず、電子の非線形性が強く、流体モデルで近似できない場合に採用される[9]。

2.6 グローバルモデル

空間0次元で電子温度、電子密度および中性粒子の生成、消滅反応を常微分方程式で記述し、定常解を求めるモデルである。主に運転条件をパラメータとしてラジカル密度のおよその値を求めるのに、計算時間がかからないためよく用いられている[10]。

2.7 荷電粒子シミュレーションと中性粒子シミュレーションとのカップリング

中性ガス流れとのカップリングに関して述べる。プラズマ中では原料となる分子の他に電子やイオンとの衝突によって生じる励起種や原子が生成される。また一般には装置の一部から原料ガスが供給され、排気口から流出させるためガスの流れが生じ、それによって分子、原子密度の空間分布が変化する。中性粒子種の密度変化は電離や付着に影響を与えるし、原子や励起種の密度やフラックスに関する情報が必要な場合も多い。したがってできる限りガスの流れも解くことが望ましい。ガス圧が高い場合には、ガス流れに関してもDSMC 法ではなく、ナビエーストークス方程式などの連続体モデルを用いる。その解法は多く存在するが、多数の成分が存在する場合でも比較的容易に計算できるように、全ての中性ガス種をあわせてひとつの混合流体とし

て考える。この混合流体に対して運動方程式（ナビエーストークス方程式）とエネルギー方程式を解き、各成分に関しては対流－拡散型の輸送方程式（質量保存則）を解く事により成分ごとの密度分布を求める。その際、中性粒子どうしの反応も反応速度定数を与えることによって考慮される。なお電子・イオンに関する物理量が変化する時間スケールに比べて中性ガスに関するそれはオーダーが桁数大きいので、両者の計算は切り離しておこなう。普通は荷電粒子に対する計算を数周期ぶん行ってからガス流れの計算を数 ms 程度行うことを反復する。

3 装置に依存した計算手法

3.1 マグネトロンスパッタ装置

マグネトロンスパッタ装置は、薄膜製造のための代表的な装置の一つである。マグネトロンスパッタ装置内で生じている物理現象は、静磁場中におけるDC(RF)グロー放電、高エネルギーイオンがターゲット原子を弾き出すスパッタリング現象、スパッタされた原子の輸送、基板へスパッタ原子が堆積する過程などがある。マグネトロンスパッタ装置内のいろいろな物理量をシミュレーションにより推測する。

1. 静磁場解析
2. 静磁場中でのプラズマ状態のシミュレーション
3. スパッタリング率
4. スパッタ粒子の輸送を考慮することでターゲット上の膜厚分布を推測

3.1.1 スパッタ粒子の輸送シミュレーション

テスト粒子モンテカルロ法[11]を用いて、アルゴン、酸素ガス中でのスパッタ粒子の輸送シミュレーションを行う。スパッタ粒子はターゲットから流入してAr、酸素ガス中を飛行し、基板に到達する。流入するスパッタ粒子の速度分布関数はスパッタリングシミュレーションから得られるものである。

計算結果のスパッタ粒子の基板へのフラックス分布から直接的に膜厚分布が推定できる。また、基板へ到達したスパッタ粒子の速度分布関数も得ら

れ、膜質の評価や微細なトレンチへの埋め込み特性の評価にも結びつけることが期待できる。

しかし、未だ解決していない問題はターゲットへのイオン入射によるスパッタ粒子、および後方散乱反跳アルゴンの速度、角度分布が正確に得られないことである。

スパッタ粒子挙動に関しては、[12]を参照して頂きたい。

3.2 低圧ガスにおけるICP装置

ガス圧が10 mTorr程度以下においては、誘導電界を求めるためのマクスウェル方程式を解くときには無衝突加熱効果を考慮しなくてはならないため、粒子モデルで得られる電子電流密度分布をマクスウェル方程式に取り込まなくてはならない[7]。PIC/MC法とDSMC法とのカップリングによる計算が報告されている[13]。

4 おわりに

すでに、熱・流体・構造・電磁波などのシミュレーション技術は、建築物・自動車・飛行機・電子機器などの設計に広く使われており、実験および試作コストの大幅な低減に成功している。またこの分野では、使い勝手の良い商用ソフトウェアも数多く販売されており、シミュレーション技術の普及に寄与している。

プラズマシミュレーションに関する研究も多くの研究者によって広く行われており、プラズマ現象の理解に大いに役立ってきた。しかし、未だ装置のデザインツールとして技術者に広く受け入れられるまでには至っていないのが本当のところであろう。理由としては、計算負荷が大きい、断面積データの不足、表面で起こる化学反応がよくわからない、装置内の測定データがほとんど無く計算結果の精度の評価も難しい、などといった点があげられる。原子・分子データの整備に関しては、来年度、核融合科学研究所、日本原子力研究開発機構を中心にNPO法人原子・分子データ応用フォーラムが設立され、今後の展開が期待される。

参考文献

- [1] M.A. Lieberman and A.J. Lichtenberg: “*Principles of Plasma Discharges and Materials Processing*”, *Second Edition* (Wiley-Interscience, John Wiley Sons, Inc., 2005)
- [2] R.W. Hockney and J.W. Eastwood: “*Computer Simulation Using Particles*” (Adam-Hilger, Bristol and New York, 1981)
- [3] C.K. Birdsall and A.B. Langdon: “*Plasma Physics via Computer Simulation*” (McGraw-Hill, New York, 1985)
- [4] K. Nanbu: *IEEE Trans. Plasma Sci.* **28**,(2000) 971.
- [5] C.K. Birdsall, J.P. Verboncoeur, et al. The Plasma Theory and Simulation Group: <http://ptsg.eecs.berkeley.edu/>
- [6] G.A. Bird: “*Molecular Gas Dynamics and the Direct Simulation of Gas Flow*” (Clarendon Press-Oxford, 1994)
- [7] M.J. Kushner: *J. Phys. D: Appl. Phys.* **42**, (2009) 194013.
- [8] E.W. McDaniel and E.A. Mason: “*The Mobility and Diffusion of Ions in Gases*” (Wiley, New York, 1973)
- [9] 真壁利明: “プラズマエレクトロニクス” (培風館, 1999)
- [10] G. Kokkoris, A. Goodyear, M. Cooke and E. Gogolides: *J. Phys. D: Appl. Phys.* **41**, (2008) 195211.
- [11] 南部健一: “原子・分子モデルを用いる数値シミュレーション” 第1編、3、モンテカルロ法の基礎(コロナ社, 1996)
- [12] 中野武雄: <http://surf.st.seikei.ac.jp/nakano/doc/VSJ200509.pdf>
- [13] M. Shiozawa and K. Nanbu: *Thin Solid Films* **457**, (2004) 48.

第7回アジア-ヨーロッパ プラズマ表面工学国際会議 The 7th Asian-European International Conference on Plasma Surface Engineering (AEPSE 2009)

長崎大学生産科学研究科 藤山 寛

本国際会議は、2009年9月20日(日)から25日(金)まで6日間にわたり、韓国釜山 BEXCO Convention Center にて開催されました。前回2007年の長崎伊王島での第6回 AEPSE は、単独での開催でしたが、今回は ICMAP, DPS との連続開催となりましたので、参加者も多く盛会となりました。

AEPSE は、隔年にアジア地域で開催され、今回の AEPSE2009 で7回目です。この会議は、ドイツの Garmish Partenkirchen で隔年開催されているプラズマ表面工学国際会議 (PSE) のアジア版という位置づけで、これまで韓国、中国、日本の順に開催されて来ました。ヨーロッパ、特にドイツの伝統的な金属の表面処理やコーティング技術と、アジアの半導体や太陽電池、ディスプレイを中心とする電子材料・デバイスおよび医療材料の表面処理・加工の研究・開発状況を融合し、新たな科学の方向性を見出すアジアとヨーロッパを結ぶユニークな会議として、近年国際的に高い評価を得ております。

韓国、中国、日本の順番で開催国が2順した後の今回の7回目は、”The 7th International Conference on Plasma Surface Engineering in Asia”という会議名称の変更希望がアジア合同委員会(AJCPSE)からあがったため、ヨーロッパ委員会(EJCPSE)との交渉で、インターネット上のホームページではこの名称も使われました。やや混乱を招いてしまったことをお詫びいたします。

本会議で討論されたトピックス分野を以下に列挙します。

1. Functional Thin Films and Coating for Industrial Application
2. Advanced Plasma Processes and Surface Treatment

3. Plasma and Ions for Surface Engineering
4. Thin Film and Coating Modeling and Analysis
5. New Emerging Technologies and Industrial Applications

以上のトピックスからも、自動車、エレクトロニクス、そして近年は医療バイオ産業への応用を目的とするプラズマコーティング技術に本会議の特徴があります。

基調講演として開会直後に行われた Helmersson 教授(Sweden)の High Power Impulse Magnetron Sputtering に関する講演に代表される超高速スパッタコーティングがヨーロッパを代表するプロセス技術とするならば、同じ基調講演の堀教授(名古屋大学)によるラジカル計測と制御に支援された精密なラジカルコントロールによるプラズマナノプロセス技術は、ヨーロッパとアジアの対照的な技術動向を如実に表して大変興味深いものがありました。いずれにせよ、これからのプラズマプロセスは、精密な計測と制御に基づく気相・表面反応制御型プロセスでなければ世界では勝負にならないと思われます。はっきり言えるのは、いつまでも外部制御パラメータを適当に変えて、たまたま出来たものを調べる時代ではない、ということです。今すぐ、日本の総力を挙げて反応制御型プロセスを志向する必要があると思います。

本会議のプロシーディングスは、Elsevier 社が発行する国際的学術雑誌である Surface Coating and Technologies 誌の特集号として発刊されます。

次回は、2年後の2011年に中国(開催地未定)で開催されることがほぼ決まっておりますので、プラエレ分科会会員の皆様の参加を宜しく願いたします。

(AEPSE2009 Conference Co-Chairman)

国際会議報告

ドライプロセスシンポジウム2009報告

ソニー（株） 辰巳 哲也

2009年9月24～25日に韓国の釜山にてドライプロセスシンポジウム（DPS2009）が開催され、盛況のうちに終了したので概況を報告する。

DPSはプラズマドライエッチング分野において31年の歴史を持ち、企業・大学双方からの最先端の技術データが報告され、積極的な意見交換が行われる当該技術者にとっては最も重要な学会である。今年は韓国の2つの学会（AEPSE、ICMAP）との共催の形をとり、2度目の韓国会場での開催となった。当初は景気後退やインフルエンザのため参加者の減少が懸念されていたが、昨年と同等程度の多数の投稿があり、招待講演（8件）と合わせた28件のOral講演と108件のPoster発表が採択された。



図1 会場となった BEXCO

DPS主催のプレナリー講演では、東北大小柳教授による3次元実装技術についての紹介とプラズマプロセス技術へのメッセージが、また三星のKang氏からは微細化の進展とメモリーやロジックデバイスの今後についての講演が行われた。また“More Moore & More Than Moore”と題されたセッションでは、低コストで3D実装を実現する技術（ホンダリサーチ・宮川氏）、TSV（Through Si

Via）の形成時の形状制御技術（ルネサステクノロジ・丸山氏）等の報告が行われ、単なる微細加工の制御だけではなく、デバイス構造の多様化による新たな技術的課題も数多くあることが示された。特にSiの高速深堀り加工の高精度化、低ダメージ化等は今後のさらなる進展が望まれる。



図2 講演の様子

また形状制御やダメージを含めたプロセス精度を向上させるための新しい装置や制御技術としては、統計的解析手法と発光を応用したプラズマ容器内の反応予測技術（ソニー・深沢氏）、フィードフォワードによる寸法制御性の改善（STマイクロ・Babaud氏）、上部電極へのDC印加電極による高エネルギー電子制御（TELアメリカ・Chen氏）、パルスDCバイアスによるイオンエネルギー分布制御（東芝・林氏）、ウェハ最外周パーツ上のシース制御（日立・前田氏）、プラズマチャンバー内の凹凸によるプラズマパラメータ分布変化のシミュレーション（AMAT・Rauf氏）等の報告がなされた。いずれも大面積ウェハを前提とした高精度加工を目指した高均一性と、ばらつきを数nm以内の抑制するための高精細な表面反応制御を両立させるという非常に難易度の高い課題に対する挑戦である。

プラズマ技術は上述の様に主として半導体のシリコン CMOS 技術への応用と共にこれまで発展し、数 nm の原子、分子レベルでの表面反応を制御する高度な処理技術としてその知見が蓄えられてきているが、さらに最近では医療や環境などを含む他分野への展開も盛んになってきた。このため、今年“Precise Control of Surface Reactions”と題されたアレンジセッションが企画され、種々の表面反応についての集中的な議論が行われた。特に印象的であったのは加工処理中にプラズマから照射される真空紫外光 (VUV) による影響についての報告が数多く見られたことであり、レジストや Low-k 材料の変質と光、イオン、ラジカル、熱等の複数の要因の相乗効果に注目した複数の研究が進められている (UC バークレー・Titus 氏、東芝・今村氏、名大・山本氏、CNRS・Menguelti 氏、LAM リサーチ・Hudson 氏)。これら検討は、数年前に MgO 等を窓材として基板上に設置して紫外線の影響を分離して簡易評価する手法や、On wafer で光誘起電流を計測する技術が報告されてから、特に盛んになったように見受けられる。また、光以外でも、酸素ラジカルによるレジスト表面の応力変化に起因したレジスト変形 (日立・小藤氏) やメタルマスク応力による Wiggling 発生 (IMEC・Posseme 氏) についての詳細な解析結果が報告された。



図3 講演会場

さらにイオン侵入による物理ダメージに関しては松尾氏 (京大) によるクラスタービームを用いた低エネルギーでの表面処理や、電気特性との相関を明確化するために行われた、C-V 測定や分光エリプソなどの評価手法を駆使した緻密な解析 (京大・中久保氏、江利口氏) が注目を集めた。

10 年程前に電子シェーディングやアンテナ効果などの電氣的なダメージについての非常に盛んな検討が行われた時期があったが、プラズマからの全ての入射種を考慮したより広い意味での PID (Plasma Induced Damage) についての認識が定着してきたと言えるであろう。

また、さらなる新しい表面反応についての議論として、磁性体の加工プロセスとデバイス特性との相関の解析 (NEC・木下氏)、熱プラズマジェットによる金属微粒子の生成、絶縁膜質の改善 (広大・川浪氏、広重氏)、医療応用をめざしたプラズマのバクテリア細胞への照射 (京都工芸繊維大・高橋氏)、太陽電池の反射防止用のモスアイの作成 (SKKU・Yang 氏) 等へのプラズマプロセス技術の応用を試みる報告も見られた。難エッチング材料に対応可能な加工技術・装置の研究開発や大気圧プラズマの応用技術等、より広い分野へのプロセスプラズマ技術の発展が今後も加速されることを期待したい。



図4 釜山市内の雰囲気

(以上)

※ 写真は NEC の木下様からご提供頂きました。この場を借りお礼申し上げます。

7th International Workshop on Microwave Discharges: Fundamentals and Applications (MD7)

第7回マイクロ波放電の基礎と応用に関する国際ワークショップ

静岡大学 永津 雅章

第7回マイクロ波放電の基礎と応用に関する国際ワークショップが、2009年9月23日から9月27日までの5日間にわたり、浜松市の浜名湖頭脳公園内のカリアックで行われました。本ワークショップは1992年にNATO Advanced Research Workshop on Microwave Discharges: Fundamentals and Applicationsとしてポルトガルで開催されたのを契機に、1994年にロシアのLebedev教授らが中心となって「マイクロ波放電の基礎と応用に関する国際ワークショップ」として、モスクワ近郊のZvenigorodで開催され、以降、モスクワとヨーロッパ諸国の間で3年毎に交互に開催されています。今回の第7回目は、初めてアジアでの開催となり、国際組織委員の神藤正士先生（静大名誉教授）が現地実行委員長を務められ、行われました。

本ワークショップでは、低圧から大気圧以上の高圧に至る幅広い圧力範囲におけるマイクロ波放電プラズマの多様な性質に関して、欧州、北米、アジアのマイクロ波プラズマ分野の研究者が集い、その基礎から応用に至る研究成果について討議が行われてきました。発表内容は、核融合プラズマや宇宙船の姿勢制御用推進器などの大型研究からプラズマCVD、光源、殺菌・滅菌など、多岐にわたっています。

今回のワークショップでは、招待講演が12件（国外10件、国内2件）、一般講演のうち口頭発表が25件、ポスター発表が19件の合計56件の発表がありました。参加者は、ロシア、アメリカ、カナダなど11カ国から総勢52名と、これまでのワークショップに比べて、やや少ない参加者でした。これは、恐らく、昨今の各国の経済状況の悪化や、新型インフルエンザ流行予測の時期とも重なり、さらに同時期にプラズマ関連の国際会議が

行われたことにも起因しているかもしれません。

招待講演では、最初にカナダ・モントリオール大学のM. Moisan教授より、「マイクロ波プラズマの展開と課題」と題して、低圧から大気圧に至る幅広い圧力範囲におけるマイクロ波プラズマに関するレビュー的な基調講演がありました。また、国内からは高村秀一教授（愛工大）による大気圧マイクロ波プラズマジェットの流れ力学的な振る舞いについての招待講演があり、スピンドル状の安定放電から炎のように揺れ動く不安定な放電モードへの遷移に関する解析結果について発表がありました。また、菅井秀郎教授（中部大）からは、マルチホロー構造を有する誘電体を用いた大面積マイクロ波プラズマ生成およびその大面積表面プロセスへの応用に関する最近の研究成果について招待講演が行われました。その他、マイクロ波プラズマ生成、プラズマ計測・モデリングおよびプラズマ応用に関する興味ある発表があり、連日、活発な質疑応答が行われました。

台風の時期に悩まされる9月の開催でしたが、幸いにも天候に恵まれ、浜名湖畔で開催されている浜松モザイクカルチャー世界博へのエクスカーションや自動車メーカーの工場見学などは外国からの参加者には大変好評でした。なお、次回は3年後の2012年にLebedev教授が中心となって、モスクワ近郊のZvenigorodで開催される予定です。



図 浜名湖畔の会場カリアック中庭にて

国際会議報告

2nd International Conference on Advanced Plasma Technologies (iCAPT-II) with 1st International Plasma Nanoscience Symposium (iPlasmaNano-I)

2009年9月29日-10月2日, Piran, Slovenia

九州大学大学院システム情報科学研究院 白谷正治

表題の国際会議に参加しました。日本からは、東北大学の畠山先生、名古屋大学の堀先生、私の3名がいずれも招待講演で参加しました。会議のプログラムは、<http://plazma.ijs.si/ICAPT2009/> に掲載されています。

この会議はプラズマを用いたナノ構造の創成に焦点を絞り、比較的少人数で会場のホテルに泊まり込みで、十分な議論を行う形で進められました。講演後は、スケジュールが大幅に遅れるほど活発な質疑が行われました。

印象に残った講演を2つ紹介します。まず、米国 Case Western 大の Prof. Sankaran による、プラズマを用いた触媒ナノ粒子合成によるカーボンナノチューブのカイラリティ制御の講演です。金属や半導体のカーボンナノチューブを選択的に作製する技術の進展は目覚ましいものがありますが、プラズマを積極的に用いた大変興味深い講演でした。Prof. Sankaran は、この内容で来年の AVS での招待講演に選出されています。

韓国ソウル大学の黄先生は、選択成長が生じる条件の熱 CVD では、帯電したナノ粒子が成

膜前駆体であり、基板表面電位の差で選択成長が生じるとする自説を紹介しました。現時点では、この説の支持者はほとんどいないようですが、一考の価値はあると思いました。

ポスター講演を行った学生の中から3名を選んで賞を与えました。日本から博士課程の学生や若手研究者が参加して、議論に積極的に参加すると良いと感じました。

開催場所の Piran は、日本からは行きにくく、前後にスロバニアの首都に1泊する必要がありました。また、鉄道は発達しておらず、長距離を車で移動する必要がありました。スロバニアは2年ほど前に EU に加盟し以前より旅行しやすくなったこと、宮崎駿のアニメのモデルにもなっていることから、各地で日本人観光客が多く驚かされました。

今回は、Prof. Ostrikov が組織委員長を務め、2010年12月初旬にオーストラリアの Murramarang Resort で開催される予定です。最後に船上バンケット出発前に撮った集合写真を示します。会議の規模が小さいことが一目で分かります。



SSDM2009 国際学会開催報告

東北大学 寒川誠二

SSDM(Solid State Devices and Materials) 2009 が 10 月 6 日～9 日に仙台市・仙台国際ホテルで開催された。今年は「Green Technology」をキーワードに、従来のショートコースに加えて、Green Technology をテーマとしたワークショップを新設し、ランプセッションでも太陽電池を取り上げるなど、地球環境問題を意識した国際学会を目指した。今年の投稿件数は計 956 件（一般 866 件、レートニュース 90 件）と過去最高であった昨年(749 件)をはるかに上回る投稿数となった。日本を始め、16 カ国からの投稿があり、本会議の国際的な認知度の高さが伺われた。特に台湾、韓国、中国、シンガポールなどのアジアの国々からの投稿が多く、確実にアジアにおけるもっとも高いレベルの半導体デバイス国際会議として認知されたことを示している。この中から一般 591 件、レートニュース 49 件を採択し、採択率は一般が 69%、レートニュースが 54%となり、史上最も低い採択率となった。この数字はより優れた論文が発表されたことを示している。本会議 2 日目の 10 月 7 日に巨大な台風 18 号が仙台を直撃したにも関わらず、参加者数も 1041 名と、過去最大であった 1035 名(2007 年)を上回る史上最高を記録した。参加者は、約 7 割が日本人、他台湾、韓国、シンガポール、米国など 21 カ国から多数の来場があり、まさに国際色豊かな学会となった。

本会議に先立ち、10 月 6 日には、東北大学・流体科学研究所でショートコース・ワークショップが行われた。SSDM のショートコースとしてはじめて英語での講演を取り入れ、外国人の方々の多くの参加を賜り、177 名の参加者を集めた。著名な日本の研究者から直に英語で講義を受けられることが大変好評でアジア諸国からの多くの学生の参加をもたらした。ショートコースは「From Basic theory to Newest Application in MOS Devices」と題し、MOS デバイスの基礎を著名な先生方を講師にお迎えして講演いただいた。一方、今回はじめて

の試みであったワークショップは、「Green Technology」と題し、太陽電池や超低消費電力デバイス、有機発光デバイス等の最先端研究について講演いただいた。英語での講義であったので海外からの参加者による活発な質疑応答も行われ、講師の方々にも大変好評であった。

本会議は、10 月 7 日に、小柳組織委員長（東北大）の挨拶で開幕し、続いて SSDM Paper Award が 25th International Conference on Solid State Devices(1993 年、千葉)の会議で発表された名取氏の論文「I-V Characteristics of SOI MOSFETs in Ballistic Mode」に対して授与された。

基調講演として、Kuhn 氏 (Intel) から「Moore's Law Past 32nm: the Challenges in Physics and Technology Scaling」、富田氏 (東大) から「The Third Generation of Solar Photovoltaic Electricity」に関する 2 件の講演が行われた。いずれもデバイスオリエンテッドな研究で、参加者の興味を誘った。ノンテクニカルプレナリー講演として、財団法人地球環境産業技術研究機構(RITE)の茅陽一氏に「Long term strategy for mitigating climate change」という題目でまさにグリーンテクノロジーのお話を頂く予定であったが、台風の直撃により講演がキャンセルとなった。茅先生には最後まで来仙をご検討頂いたことを感謝申し上げたい。また、10/8 の昼には、日本語のスペシャルトークとして、作家の瀬名秀明氏による「科学の未来を考えるとどうということか、次の 100 年に向けて」と題した講演が行われた。

また、今回の会議より、企業からの寄付に頼らない運営を実現するために経費節減とともに企業ブース展示を募り、デモ機やパネルの展示を行っていただいた。今回は 2m×2m のブース 4 件、1m×2m のブース 4 件、パネル展示 2 件、書籍販売 1 件、広告 6 件の申し込みがあり、会議の運営に大きく貢献した。

SSDM は他の半導体デバイスの国際会議に比べ

てスコープが非常に広くシリコンからノンシリコンまで14の領域から構成されている。特に近年ノンシリコンが投稿件数の60%以上を占め、**Beyond CMOS, More Than Moore**の流れを他の学会に比べていち早く取り込んでいることが経済状況に左右されない理由であると考えられる。今後益々世界をリードする半導体デバイスの国際会議としてアジアにおける存在意義を大きくしていくと信じている。来年のSSDM 2010は、東京都の東京大学・本郷キャンパスで2010年9月22日から9月24日の会期で開催される。来年度も今年以上の論文投稿と参加者が集まることを期待したい。

以上

第62回GECワークショップ報告

防衛大学校 明石治朗

今回、第62回GEC会議は本会議*の前日に丸1日かけてKinetics Workshopと題してRole of Electron Kinetics, Swarms、General Kinetic Models、Data for Modeling and Modeling Example、Electron Kineticsの4つのセッションを午前、午後2セッションずつ開催された。このWorkshopはこれまで行われてきた計算機シミュレーション、理論解析、それらに付随する電子衝突断面積などの基礎パラメータをレビューし、今後のモデリングの方向性を示す目的で開催されたものである。このWorkshopの参加者は会場一杯まで膨れ上がっており、シミュレーションの昨今の注目度合いが伺われた。

まず最初のセッションではプラズマを制御するために最も重要な電子エネルギー分布(EED)に関する講演をミシガン大学のProf. M. Kushnerが行った。その後、慶応大学の真壁先生がこれまでの行われたご研究を紹介し、最後にJames Cook UniversityのDr. S. Dujkoがスオームに関する発表を行いこのセッションを閉めた。このセッションはモデリングを行う上で重要となるEEDやswarmに関する基礎的なことから真壁先生の応用まで非常に興味のあるセッションであった。

引き続き行われた午前中の後半セッション(Dr. V. Kolobov, Dr. I. Kaganovich, Prof. A. Bogaerts, Prof. R. Brinkmann)では商用ソフトウェアによるシミュレーション結果や実際のKinetic Modelに応用した発表が行われ、産業界で用いられる実際の装置に即したモデルによるもの、複雑で非線形なKineticsをどのように扱うかなどが討議された。

午後の前半のセッションはData for Modeling and Modeling Exampleと題して4人が講演を行った

(Prof. S. Buckman, Prof. G. Raju, Prof. L. Raja)。実際に基礎データを測定している側、そのデータを用いてシミュレーションを行う側からそれぞれ2人ずつの講演であった。近年、ガス中のparameter等では基本的なガスにおいては多くにおいて詳細なデータが得られるようになってきたが、シミュレーションを行う側からみると電極表面、誘電体表面などの2次電子放出係数などの基礎parameterはまだまだ少なく、今後この分野での発展が益々のコンピュータシミュレーションの発展を担っていると感じた。

午後後半のセッションはElectron Kineticsと題して3人の発表が行われた(Prof. S. Shannon, Dr. C. Li, Prof. S. Baalrud)。このセッションはこれまでのセッションとは若干毛色が異なり、従来のLangmuir ProbeでのV-I測定値から電子エネルギー分布関数を再構築する研究、雷中のstreamerとそこでしばしば観測されるX線、ガンマ線との関係のMonteCarlo法や流体モデルによる解析、プラズマpresheath中に発生する不安定性の解析などの発表が行われた。中でも、Langmuir Probeのシミュレーションは筆者自身も昔、若干ではあるものを行っていたことがあり、非常に興味深いものであった。

最後に筆者自身がコンピューターシミュレーションを行っているため、このWorkshopは非常に興味深いものとなり、これからのシミュレーションのヒントとなりそうなものを見出すことができたと考えられる。

以上

*編集委員注：GEC 本会議に関しては、堀先生によるご寄稿をご覧ください。

国際会議報告

“51st Annual Meeting of the Division of Plasma Physics” 報告

京都大学大学院工学研究科 酒井 道

本会議は、米国物理学会（American Physical Society）のプラズマ物理部門が開催している年会である。今年は11月2日から6日まで米国アトランタで開催された。日本の国内学会の年会とは大きく趣を異にして、日本をはじめ世界各国から数多くの研究者が参加し、一種の国際会議の様相である。しかしながら、もちろん米国内の学会の年会としての役割も果たしていて、ポスター発表を中心に学生や若手研究者のアピールの場としても機能している。

今回、小生は“Micro and low-temperature plasmas”のセッションで発表してきたが、この会議の中ではそのセッションは中心的なトピックスを提供しているわけではない。トカマクプラズマを中心とした高温磁場閉じ込めプラズマやレーザー核融合プラズマ、宇宙・電離層プラズマ、あるいは微粒子プラズマを含むプラズマ基礎現象に関する話題が多数を占める。おまけに、毎年秋に開催されてGEC（Gaseous Electronic Conference）や米国真空学会の会議とほぼ時期が重なり、さらに今年はそれらの後に開催されたため、このプラズマエレクトロニクス分科会の主たる関心となるプラズマ応用に関する発表数は20－30件程度であったと思われる。そして、「物理」を伴う発表が多くなされていると感じた。例えば、GECで見られるようなプラズマ中の素過程現象の物理とは少し異なり、電磁流体力学や波動伝搬といったプラズマ物理を含むプラズマ応用の内容であればこの学会で議論される価値があるが、そうでなければ他の学会が発表の場として選択されるべきであろう。

しかし、「プラズマ応用」は基礎的なプラズマ物理に立脚している、という立場に立てば、この学会は非常に有用な情報交換の場となる。米国におけるプラズマ研究の裾野は非常に広く、日本で行われないような発想や内容に基づいた基礎研究が数多く見られ、プラズマ応用分野への萌芽の可能

性を強く感じた。プラズマ応用分野を下支えするこのような研究内容は日本においてももっと尊重されるべきであろう。またポスター発表にベテランの先生方が数多く発表されているのにも敬意を抱いた。招待講演や口頭発表に選ばれなくても、自ら重要と認識して研究を率先して遂行される姿勢は持ち続けていたいと感じた。

米国では高温・低温プラズマにまたがって研究を遂行されている研究者が何人かおられる。一方で、日本の中では高温プラズマ分野とプラズマ応用分野の交流がいまだ低調であることは残念な点である。相互に尊重し合い情報交換を行って、研究の推進へ緊張感を持って進むことはお互いの分野に対して有用であろうと感じた。



写真1：活発な議論が行われたポスター会場。



写真2：バンケットの様子。

AVS 56th International Symposium & Exhibition 報告

大阪大学工学研究科 浜口智志

米国真空学会 (American Vacuum Society: AVS) の年会である標記の会議が2009年11月8日から13日かけて、米国カリフォルニア州サンノゼで開催された。会場は、San Jose 市中心部にある San Jose McEnergy Convention Center である。最近の大不況で、通常であれば企業からの参加者が多いこの会議だけに、当初は、本年度の会議の出席者の減少が危ぶまれた。しかしながら、今年の口頭発表・ポスター発表件数は、例年とほとんど同数の、1250件であり、関係者はほっと胸をなでおろした次第である。参加者の間では、今年はロビーにいる人の数が少なく、出席者が激減したのではないかという噂があった。しかし、これはまったくの錯覚であり、今回、巨大なコンベンションセンターの建物の半分を使い、その1階部分と2階部分に会場をわけたため、各フロアのロビーにいる人数は、当然、例年の半分であっただけである。

ところで、San Jose 市といえば、言わずと知れたシリコンバレーの中心地であり、米国ベンチャーのメッカである。当然、周辺にはハイテク企業も多く、とりわけ、AVS の常連企業研究者も、この近辺の企業の社員が多い。San Jose 市中心部は、一見、砂漠の真ん中にある（人口密集地を見慣れた日本人から見ると）なんとも閑散とした街であるが、市の人口は約90万で、米国でダラスについて10番目に大きい市である。ベンチャー企業を中心地であるだけに、平均世帯所得が1千万円をこえる極めて裕福な市でもある。

さて、会議のほうに話を戻す。AVS の数ある Division (分科会) の中で、我々応用物理学会 (応物) プラズマエレクトロニクス (PE) 分科会会員にもっとも関係の深いのは、Plasma Science and Technology Division (PSTD) であろう。PSTD は、AVS の分科会の中でも最大級の分科会であり、今年も、約180件の口頭・ポスター発表があった。

今回の会議の PSTD における日本からの招待講演者は、栗原一彰 (東芝)、Arno Smets (NIST)、酒井伊都子 (東芝)、寒川誠二 (東北大) の各氏であった。

尚、AVS は、AVS に長年にわたって大きく貢献した極めて優秀な会員研究者を Fellow と毎年選出している。今年の AVS Fellow は、AVS 全体で12人選出されたが、そのなかの PSTD の関係者は、上述の東北大学教授・寒川誠二氏ひとりであった。寒川氏は応物 PE 分科会会員でもある。AVS は米国の学会であるため、そもそも日本人の Fellow は、プラズマ関係に限らず極めて数が少ない。そうした中で、今回の寒川氏の Fellow 選出は、昨年 (2008 年) の、やはり応物 PE 分科会会員である慶応大学教授・真壁利明氏の Fellow 選出につづく快挙であり、プラズマの分野における日本の研究者の貢献度が極めて高いことをしめしている。応物 PE 分科会としても大変喜ばしいことであり、寒川氏に、あらためて、心よりお祝いを申し上げたい。

今回の AVS 年会は、2010年10月17日から22日にかけて、米国ニューメキシコ州アルバカーキーで開催される。

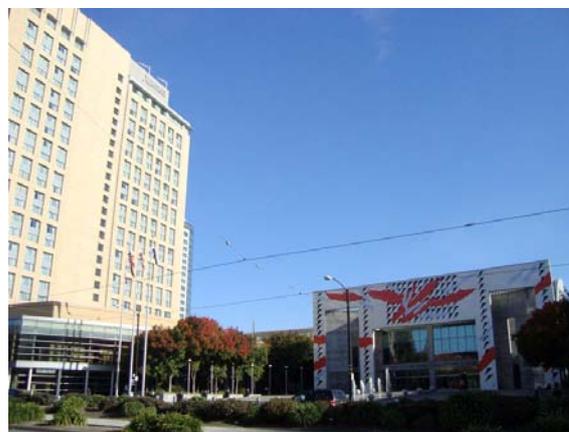


図1：会場となった San Jose McEnergy Convention Center の正面玄関。

国内会議報告

フロンティアプロセス研究会2009開催報告

東北大学 寒川誠二

毎年夏に開催されるフロンティアプロセス研究会が今年も2009/8/28～8/29の2日間、産業技術総合研究所にて開催された。参加者は例年通り50名を超え、企業、大学、研究機関から幅広い分野の聴講者が集まった。本研究会では7名の講師により、量子ドットの新たな展開に関する活発な議論がなされた。また、懇親会も例年通り盛り上がり、新たな連携も生まれたようである。以下に講演内容に関してまとめた。

1) 二次元電子ガス-量子ドット結合系の物理 (筑波大学 白石賢二)

二次元電子ガス-量子ドット結合系の間のトンネリングにおいては、系の幾何学的マッチングがキーポイントになることが指摘された。電極中の電子状態の時間的空間的ゆらぎがトンネリングに顕著な影響を与えることを理論・実験で示した。将来のナノエレクトロニクスでは電極制御がきわめて重要であると指摘された。

2) バイオ分子による量子ドットの作製とフローティングメモリ

(奈良先端科学技術大学院大学 山下一郎)

現在のLSI製造技術の延長では限界があることを示し、自己組織化等のバイオ技術によってブレイクスルーする「バイオナノプロセス」について紹介された。特にナノドットを作製するためのバイオミネラリゼーション技術、たんぱく質の自己組織化能を利用した選択配置、バイオ分子によって作製された量子ドットメモリについて紹介された。

3) 量子ドットレーザの最新動向 (QDレーザ 菅原充)

東京大学と富士通を母体としたベンチャー会社、QDレーザにより、量子ドットレーザの最新動向が紹介された。量子ドットレーザは長距離通信だ

けでなく、センサや医療機器、モバイルプロジェクトなどの応用も考えられ、今後期待される市場であると喧伝された。

4) ナノ粒子量子ドットの光物性 (京都大学 金光義彦)

ナノ粒子量子ドットの光物性について、PL測定を中心に紹介された。ナノ物質の単一時空間分光がナノ物質固有の物性を知りえたり、新しい量子現象の発見に繋がるということが指摘された。またこれらの物性を用いた新しいデバイスの創成に期待すると産学を鼓舞するコメントがなされた。

5) シリコン量子ドットによる論理演算素子 (北海道大学 高橋庸夫)

単電子デバイスの原理、作製方法について紹介し、ナノディスクアレイデバイスとしての回路応用が示された。ナノディスクアレイデバイスとして、多入力・多出力デバイス(半加算器、全加算器)の例について詳細な報告がなされた。また、量子ドットの連結についても作製方法ならびにその可能性について議論された。

6) 量子ドット太陽電池の最新動向と今後の展開

(東京大学 岡田至崇)

究極の高効率太陽電池として、量子ドット太陽電池の有効性について紹介された。孤立の量子ドットよりも量子ドット超格子構造の方が吸収断面積の増大などメリットが大きいこと、その作製方法について発表された。

7) ナノドットアレイを用いた脳型情報処理デバイス

(九州工業大学 森江隆)

CMOSデジタルLSIの苦手な応用分野である近く・認識・記憶機能が今後のロボット、自動車、

介護、セキュリティで求められており、その解として脳型情報処理デバイスを提案している。この脳型情報処理デバイスでは、神経細胞であるニューロンを真似たデバイスを構築するが、その手法として、ナノドットアレイを用いたスパイクングニューロンデバイスを紹介した。

本年のフロンティアプロセスでは、従来の MOS トランジスタの延長上にはない新しい構造として「量子ドット」の可能性について基礎・理論からデバイス応用、デバイスチップに至るまで広い範囲で議論を行った。単電子トランジスタなど従来から量子効果を用いたデバイスが提案されているが、量子ドット太陽電池や量子ドットレーザ、多入力・多出力デバイス、脳型情報処理デバイスなど、その量子効果の可能性を十分に引き出せるデバイス応用が提案されてきた今、まさに量子ドットの基礎から応用までを総括して俯瞰する必要があり、非常にタイミングがよい企画であったため、議論が大変活発になった。特に重要なポイントとして明らかになったのは、量子効果を発揮するナノ構造を如何にして作るかということである。現在自己組織化が主流であるが、その方法では限界があることが分かっている。今後はトップダウンプロセスによるナノ構造の作製がキーとなり、特に「低損傷・高信頼性加工技術および解析技術」という基盤技術（プラットフォーム）を学術的にも産業的にも掘り下げることこそがきわめて重要であることが認識された。そのような点で、まさにその部分に焦点を絞ったフロンティアプロセス研究会の意味は益々大きなものとなってきている。

最後に、今回も現地実行委員をお引き受けいただきました産業技術総合研究所・ナノテクノロジー研究部門・山崎聡氏、エレクトロニクス研究部門・遠藤和彦氏、プログラムに関して議論いただいた、大阪大学・浜口智志氏、広島大学・宮崎誠一氏、九州大学・白谷正治氏に心より感謝いたします。

国内会議報告

2009年秋季 第70回応用物理学会学術講演会 シンポジウム

「最先端 MEMS を支えるプラズマプロセスの現状と展望」 報告

豊田工業大学 佐々木 実

科学技術の展開内容が応用により多岐に細分化する現在にあって、MEMS 分野は特にその傾向が強いと感じる。どちらかと言えば応用を重んじる MEMS 分野と、共通基盤を持ちながらも展開を辞さないプラズマ分野の研究者を会して本シンポジウムは行われた。9月8日(火)富山大学での実施であった。参加者は60~70名であった。講演者は以下の11名で、盛り沢山の話題となった。

イントロダクトリートークを小生が担当させて頂いた。半導体産業の進歩を軸に発展してきたという共通項を取り上げ、プラズマ分野と、MEMS 分野の特徴を各々概括した。IC 発明から50年を迎える今日、技術は次なる展開や発展を求めて進んでいる。ICの延長線上にはない価値をも模索する両分野が、何がしかを見つけるステップとなる期待を述べた。

田中先生(東北大)から、MEMS プロセスの特徴と周辺技術の話があった。IC と比べて、深く、厚く、何でも(材料)といったキーワードを挙げた。同氏のマイクロタービンロータが Si 深掘り応用の好例である。他にも、間に隙間を持つ張り合わせウェハを、上部から連続してエッチングできることから中心ずれが生じないセルフアライメントの特性がマイクロ電子ビーム源製作に適することが示された。難しいながらもプラズマエッチングのニーズの高い材料として、圧電材料、金属窒化物(LiN, TaN)、パイレックスガラスなどが挙げられた。

斧先生(京都大)から、ULSI 用エッチングプラズマの進化が解説された。5nm ゲートで動作するトランジスタの研究報告があることから、今後も要



会場の様子(白藤先生(名古屋大)撮影)

求事項は一貫して変わらず、大口径ウェハに対する生産性、微細パターン加工性、低損傷性、パターン寸法依存の抑制、ウェハスケールでの巨視的均一性、を指摘された。各種プラズマの位置づけが示された。ICPの素性の良さ、非ボッシュプロセス、地球環境に配慮したガス(インターハロゲンガス)の可能性が言及された。

森川氏(㈱アルバック)は、MEMS 分野の特徴を試作研究・開発段階の工程が多く現れると指摘した。非ボッシュ深掘り技術の話であった。同社の NLD は0.1-1Pa という ICP よりも更に低圧の、平均自由工程が長い条件で動作する。CF系ガスの技術では、CF*支配ではエッチング底面に面取り状の形が出やすく、CF₃*支配にすると底面コーナが得られやすい。Siの他、誘電体(ガラス、石英、強誘電体)の加工例も多数示された。厚膜レジストでプラズマ耐性があるもの(例:KMPR シリーズ)も出てきており、>100μmの深掘りが可能である。剥離はRCAクリーニングになる。装置メーカーとして、アジアは日本の~1/4の装置価格になる話も出た。

竹内氏(㈱デンソー基礎研)から、車載デバイス

応用の紹介があった。1955年のクラウンでは0個であったセンサが、2004年で~70個搭載されている。快適、環境、安全は今後も求められ、今後もセンサは増える見通しである。センサ自体も小型化が進んだ。ウェットからドライ加工が採用され、原理は静電容量検出が主流になった。酸化膜も利用したSi深掘りによって幅2 μm 以下の細かなトレンチ集合体を得た後、酸化によってプリズムやレンズを形成する技術を示した。プラズマ分野への要求として、レート向上を指摘した。事業化には1工程の加工時間は2-30分が目安のようである。

川田先生（大阪府大）から、ナノインプリント用モールドを対象とした、Si深掘り技術の紹介があった。ボッシュプロセスの、デポジションとエッチングのサイクルに対応する、微細な凹凸が側壁に残る。これがナノインプリントの転写では離型性能に差を生じる。形状転写される樹脂が根こそぎ取れないよう、平滑な壁面の方が良い。CHF₃添加などのガス種変更、Arプラズマによるスパッタ壁面処理が紹介された。

八木澤先生（慶應大）からは、理論に基づいたプラズマ特性が発表された。RIEにおいて、イオンシース長がレジストパターン幅と同程度から短い領域になると、複雑なイオンシースが形成される。プラズマモルディングと呼ばれる。この影響を調べた。ガスはSF₆/O₂、プラズマ源(100MHz, 300V)とバイアス源(1MHz, 100V)で駆動された2周波数CCPによるSi深掘りエッチングのシミュレーションである。空間電位・電界分布、SF₆⁺イオンやFラジカルによるエッチング形状と互いの合成、O原子の表面や側壁保護効果、ガス圧依存性が示された。

三田先生（東京大）から、ボッシュプロセスによるSi垂直エッチングを応用したMEMSらしい加工の数々が紹介された。ナノパターンでもブラックSi無しの高アスペクト比エッチング、拡散で壁面に製作するフォトダイオード、異方性エッチングで用意した構造の下部を等方性エッチングによりえぐる加工、ディレイドマスク (Alとネガレジストの多層膜)

による多段構造、LOCOSプロセス (SiNとSiO₂膜による相補的な保護)を組み合わせたエッチング、SiO₂膜からなる微細なチューブ、壁面をスムーズにするH₂アニールや酸化による後処理などである。

水野先生（早稲田大）から、UV硬化性樹脂を用いたナノインプリント、メッキ、CMP処理による凹凸構造の製作、およびパターンドメディア応用の紹介があった。プラズマ耐性の良いUV硬化性樹脂を選択することは、凹凸底部の残膜を取り除くために重要であること、イオン衝撃ダメージは次のメッキ工程で影響があること等の説明があった。LED射出端の反射防止加工、化合物半導体ウェハで顕著となる反りに対応したソフトモールドが示された。

六車先生（芝浦工大）から、バイオチップ応用の紹介があった。分子識別素子と、認識した情報を電気信号に変換する信号変換素子の間を取り持つインターフェイスとして、プラズマ重合膜を紹介した。重合膜は、高度に架橋化された3次元網目構造をもつ。サイズ効果により低分子のみを効率よく通過させる。膜厚は10-100nm程度でピンホールを無くすることもできる。メディエータのような化学物質を使用しないで電気信号を得ることができる。

白谷先生（九州大）から総括があった。プラズマを使いこなす意味では、現在は装置依存性により切り分けられた知見を、普遍的パラメータで置き換えて一つに構築できればMEMS分野にも恩恵が大きいと指摘した。深掘りデータベース、ユビキタスプラズマ加工ツール、小ロット生産対応の垂直立ち上げと長時間安定性、新材料対応、耐摩耗性・ぬれ性・分子認識用表面処理、新規ケミストリ、液や超臨界を利用するプラズマ、ナノマニピュレーションとしてイオンドラッグ力の魅力にも話が及んだ。

以上、シンポジウムは盛況かつ有意義に終えた。講師の先生方は勿論、本シンポジウムを支えて頂いた皆様にはご協力を賜り、僭越ながら小生にも参加の機会を頂きましたことを、深く御礼申し上げます。

国内会議報告

2009年 秋季第70回応用物理学会学術講演会

合同セッションF「カーボンナノチューブの基礎と応用」報告

東京都市大学（旧：武蔵工業大学） 平田 孝道

去る平成21年9月8日～11日に、富山大学 五福キャンパス(富山市五福 3190 番地)で開催された第70回応用物理学会学術講演会において、合同セッションF「カーボンナノチューブの基礎と応用」が開催された。本セッションは5分科の合同企画として2003年春季から実施され、満6年を迎えた今回も、基礎と応用に関する研究が盛んに行われている。更に、2010年春から本合同セッションは発展的に解消され、「ナノカーボン」大分類分科として昇格することが決まっている。

今回の発表件数は、112件(講演取り消しも含む)であり、傍聴者も連日100名前後であった。内容の分類は以下の通りである。●合成・成長・配向18件(合成には、プラズマCVD法、熱CVD法、レーザーアブレーション法、アーク放電法等、並びに形成機構解明を含む。)、●ナノカーボン類(ナノコイル・ナノウォール・アークスート):9件、●複合構造:2件、●内包CNT:1件、●分離・分散・修飾:10件、●機械的・光学的・磁性的物性評価:13件、●電界放出特性:3件、●SEM/AFM/TEM観察:2件、●CNT-FET:11件、●バイオデバイス(センサ):3件、●グラフェン関連・その他:40件。

生体応用に関して、幹細胞含有ヒト臍帯血を用いたCNT複合体上での細胞培養・再生(東京都市大)やDNA内包CNT(東北大)等の多角的な発表があった。

ラマン散乱、PLなど光学応答や励起子等に関して、これまで同様基礎的な解析に加えて、テラヘルツ偏光子への適用等(阪大他)の報告もあり新たな展開を感じた。最近、確立されつつある半導体—金属CNT分離に関しても前回に引き続き検討が行われカイラリティの分離の可能性(東大)についても言及された。

鎖状に連結したシリコンチェーンを通電加熱することで、孤立したCNTが形成できることが提案された(阪大)。任意の位置に一本のCNTを成長できる可能性を感じた。CNTの機械的応答関連では、生体分子の質量計測を念頭においたCNT振動子の水中での特性の考察(阪府大)やコンポジットの強度評価(東海大)等、実用を意識した研究が目をつけた。また、軸方向応力下で通電加熱することでCNTの直径が変化する際のカイラリティの変化が測定され、この現象がSW欠陥の移動で説明できることが示され(阪大)関心を集めた。

CNTの成長に関しては、配線を意識した超高密度成長が報告された(MIRAI-Selete)。現状で世界最高の密度達成ということで配線への実用化が期待される。また、金属触媒を用いないCNT成長等、様々な方法が提案され幅の広がりを感じた。

CNTFET及びセンサ関係については、CNTの保護膜の種類により、CNTの極性が制御可能、との報告は以前よりあったが、今回はそれを利用して作製したp型・

n型FETを使ったインバータについての報告が2件あった(名古屋大、大阪大)。CNTを利用した電子デバイスの基礎となるものであり、今後の進展が期待される。プローブ顕微鏡によるCNT-FETのチャンネルの評価に関する報告もあり(名古屋大、京大)、金属的CNTの半導体的振る舞いの起源の考察(名古屋大)などがあった。

グラフェンに関しては、SiC上に形成されたグラフェンの転写(九大など)、化学的剥離によるグラファイト結晶からのグラフェンの剥離(富士電機)、酸化グラフェンの塗布と還元(東大)などのデバイス応用に特化したグラフェン付基板作製に関する報告があった。また、グラフェンFETについては、極性制御とデバイスの安定化を目指した保護膜の形成に関する報告があり(大阪大、富士通)、今後p型・n型の作り分けに発展していくことを期待したい。また、グラフェンと電極の接触抵抗に関し、ニッケル電極が良好なコンタクトを与えるとの報告があり(東大)、仕事関数による考察も含め興味深かった。

グラフェン合成では、SiC熱分解法に加え、CVD法、MBE法、Ga触媒法が報告された。SiC熱分解法では、微傾斜SiCを用いたグラフェン層数制御、形成機構解明、細線形成に向けての精力的な取り組みが目をつけた(九大、NTT、京都工繊大他)。また、高分解能TEMによる原子レベルでのグラフェン/SiCの観察(名大)では、グラフェン形成初期に及ぼすステップの役割が詳しく観察・議論されており、形成機構解明に向けて光明となる。今後のデバイス化には、Si、酸化物等の基板へのグラフェン形成法の確立が重要である。SiC膜を介したSi(東北大)、サファイア基板上(静岡大)への合成に加え、エタノール原料のガスソースMBE法でも形成の可能性が示され(NTT)、Ga触媒法(筑波大他)も含めて合成法の広がりが楽しみである。CVD法では、熱(日立他)、プラズマ(横浜市大、東北大他)による無触媒での合成の試みが注目された。基板上グラフェンは、何れの方法でも膜質の改善が課題であり、今後の進展が期待される。

グラフェンと同様に、2次元のナノカーボン材料であるカーボンナノウォールについては、成長形態の制御やバンド構造評価など着実な進展が見られ(岐阜大、名大)、白金微粒子担持等の応用に対してのアプローチもあり今後の応用に期待が持たれた。

最後に、CNTやグラフェン等のナノ炭素系の基礎物性の理解や実用化に関して着実な進展があり、カーボンナノチューブを含むナノカーボン分野が更なる発展を遂げることを期待したい。本報告作成にあたり、秋田成司(大阪府立大)、佐藤信太郎(富士通研)、種村眞幸(名工大)各氏のご協力に深謝いたします。

以上。

国内会議報告

2009年秋季 第70回応用物理学会学術講演会 第3回分科内招待講演 報告

名古屋大学 白藤 立

プラズマエレクトロニクス分科会では、応用物理学会にて分科内招待講演を企画・実施しております(趣旨については会報 No.49 をご参照下さい)。2009年秋季応用物理学会にて、第3回の分科内招待講演を開催致しましたので、報告をさせていただきます。

第3回は、9月9日(水)13:15~14:15にて、渡辺征夫先生(現九州電気専門学校校長・九州大学名誉教授)より「微粒子プラズマ科学発展への期待」、橘邦英先生(現愛媛大学教授・京都大学名誉教授)より「構造を有するプラズマと構造を有する媒質中でのプラズマが創成する新しい科学技術」について、それぞれ御講演を頂きました。

渡辺先生は、 SiH_4 プラズマを用いた a-Si:H 薄膜の成膜とその診断に関わってこられました。その中でも微粒子に関する問題に取り組んで来られ、Dusty Plasma という分野を創成されるとともに、微粒子プラズマの各種診断方法の開発、抑制方法の開発を通して、各種議論のあった SiH_4 プラズマ中の微粒子発生源と成長過程について統一的な見解を打ち出されました。

橘先生は、分光学的アプローチによる気相並びに表面の反応メカニズムの解明に取り組んでこられました。その手法は、 SiH_4 プラズマ、フッ化炭素系プラズマ、微粒子プラズマ等のプロセスプラズマに加えて、微細な PDP 放電セルにまで展開され、Microplasma という分野を創成されました。

渡辺先生のご講演では、九州大学(日本)、Orlean 大学(フランス)、ローザンヌ工科大学(スイス)



図1. 第3回分科内招待講演会場の様子。



図2. 講演をされる渡辺先生(左)と橘先生(右)。

の間で行われていた SiH_4 プラズマ中の微粒子の起源 (SiH_2 ラジカルか SiH_3^- か?) に関する議論の内容と、バラバラに議論されていた微粒子発生と成長の機構が反応炉中の滞在時間と微粒子成長速度という切り口で考察することで統一的に理解できるようになったことを示されました。更に、微粒子の発生と成長を抑制することによって光劣化がほとんど無い高品質の a-Si:H 薄膜の成膜プロセスの開発につながったことが紹介されました。

橘先生のご講演では、Mie 散乱とエリプソメトリーの組み合わせ、極細冷陰極管の集積化によるプラズマフォトニック結晶としての電子密度診断法、分布定数回路に類したマイクロプラズマ構造の設計による負屈折率の実現、気-液混合の人工媒質中プラズマの新概念を通して、複数の手法や概念を巧みに融合させることで、新規な手法の開発や、新しいプラズマ科学分野の創出とその発展に貢献できることを述べられました。また、多面的で柔軟な発想の重要性や、研究対象の本質を捉えてできるだけ単純化することの重要性を強調されました。

両先生の研究に対する取り組みの中で共通に述べられていたこととして、混沌から秩序を見出すこととその体系化が新規学問領域を創成する際に重要であることが強調されました。

最後に、ご講演頂きました両先生と、会場にお集まり頂きました方々に深く感謝申し上げます。

国内会議報告

「第3回プラズマエレクトロニクスインキュベーションホール」

～プラズマ生成～応用開発まで～ 報告

静岡大学 荻野明久

平成21年9月16日から18日まで静岡県御殿場市国立中央青少年交流の家にて、本分科会主催の第3回プラズマエレクトロニクスインキュベーションホールが開催されました。本企画では、プラズマプロセス研究を始めたばかりの初学者(学生・若手研究者・社会人技術者)を対象として、一流の講師陣を招きプラズマプロセスへの理解を深めてもらうための3つの専門講座を行いました。さらに、英語講座・特別講座では、海外経験、企業経験、産学連携経験などの豊富な一流研究指導者を招き、当該分野の最新動向や指導者に必要とされる資質について学ぶ機会を提供しました。また、参加者によるポスターセッションや懇親会をおこない、講師陣や参加者相互の意見交換を通して、プラズマエレクトロニクスに関する知識をさらに深めるとともに、学生間の交流と人脈形成を支援することができました。尚、今年度は厳しい社会経済情勢下にありながらも、51名(講師・幹事12名を含む)の参加を得ることが出来ました。本稿では、今回のインキュベーションホールの概要、会計についてご報告いたします。

1. 概要

【主催】プラズマエレクトロニクス分科会

【日時】2009年9月16日(水)～18日(金)

【場所】国立中央青少年交流の家
(静岡県御殿場市)

【専門講座】

①「プラズマ生成の基礎

～非平衡大気圧プラズマを例として～

朽久保文嘉 先生 (首都大学東京)

②「プラズマ計測・診断の基礎」

赤塚洋 先生 (東京工業大学)

③「プラズマで拓くナノバイオテクノロジー」

一木隆範 先生 (東京大学)

【英語講座】

①「理科系のための英語力強化法」

志村史夫 先生 (静岡理工科大学)

【特別講座】

①「プラズマ応用開発のストラテジー」

菅井秀郎 先生 (中部大学)

また、優秀なポスター発表と質問に対して、幹事、講師、参加者全員による投票をおこない、以下の方が優秀賞を受賞されました。

最優秀ポスター賞： 小山内陽佑さん(東北大学)

優秀ポスター賞： 川嶋勇毅さん(九州大学)

： 下枝弘尚さん(名古屋大学)

： 林将平さん(広島大学)

優秀質問者賞： 辰石健二さん(長崎大学)

： 河上貴聡さん(長崎大学)

2. 会計報告

収入の部	合計	875,696
参加費		698,000
分科会からの支出金		27,696
活性化支援金		150,000
支出の部	合計	875,696
テキスト等印刷費		42,180
諸謝金(税込)		170,775
旅費交通費		72,620
学生旅費補助		205,000
臨時雇賃金		40,000
会議費		94,000
懇親会・エクスカージョン費		126,630
通信費・雑費		108,091
損害傷害保険料		16,400

3. 本企画への意見

本企画のアンケートに対して、参加者からはおおむね好評の回答をいただくことができました。また、多様化するプラズマ応用に対する要望も多く、プログラム編成の対応も必要と考えております。

4. 終わりに

今後、プラズマ研究の新展開を切り拓くような研究者が本インキュベーションホールの参加者から輩出されればと願うばかりです。最後に、本企画の開催にあたり、御協力をいただきました講師の先生方、参加者を派遣いただきました各研究機関、企業の皆様に深く御礼申し上げます。

第3回プラズマエレクトロニクスインキュベーションホール

校長 白藤 立 (名古屋大学)

幹事 石島 達夫 (名古屋大学)

伊藤 剛仁 (大阪大学)

吉野 正樹 (北海道職業能力開発大学校)

光木 文秋 (熊本大学)

小杉 直貴 (パナソニック)

村山 貴英 (アルバック)

北嶋 武 (防衛大学校)

荻野 明久 (静岡大学)

国内会議報告

第 20 回プラズマエレクトロニクス講習会

(於慶應義塾大学日吉キャンパス来往舎)

防衛大学校 北嶋 武

第 20 回プラズマエレクトロニクス講習会が平成 21 年 10 月 29 - 30 日にわたり、慶應義塾大学日吉キャンパス来往舎で開催されました。今回は、「プラズマプロセスの基礎と応用」- 低圧・大気圧実用プロセスから先進薄膜・バイオ応用まで - と題して、各分野でご活躍の 7 名の講師をお招きし、プラズマの生成・制御、計測に関する基礎から、最先端の量産現場で必要とされるエッチング・薄膜形成技術についての要点、近年注目される大気圧プラズマ及び医療バイオに関わる応用プロセスに関する講義を企画しました。また、10 月 29 日には、ポスターセッションが開かれ、企業及び大学での最新の研究成果 6 件が発表されました。参加者数は総勢 75 名、盛況のうちに講習会を終えることができました。講師の先生方をはじめ、参加者の皆様にはこの場を借りて深く御礼申し上げます。

本講習会では、企業を中心に専門の業務に従事しながらさらに専門知識を深めたい方、プラズマ技術の最新動向に関心のある技術者、研究者、学生の皆様を対象にプログラムを企画しています。講義以外にもポスターセッションなどを設けることで、専門の枠にとらわれず、親睦・情報交換の場としても機能できるよう工夫を重ねております。来年も講習会を企画していますので、分科会会員および関係各位のご参加をお待ちしております。なお、講習会テキストのバックナンバーは、応用物理学会よりお求めになることができます。ご希望の方は、応用物理学会のホームページをご参照下さい*。最後になりま

したが、本講習会の運営にご協力くださいましたプラズマエレクトロニクス分科会関係各位、ならびに応用物理学会事務局の皆様には御礼申し上げます。

*<http://www.jsap.or.jp/publication/text.html>

－ プログラム －

【10 月 29 日 (木) 10:00～17:30】

- (1) プラズマの生成・制御
節原裕一 (大阪大学)
- (2) プラズマ計測 -電氣的手法を中心として-
中村圭二 (中部大学)
- (3) プラズマによる薄膜形成技術
宮崎誠一 (広島大学)

ポスターセッション・懇談会

【10 月 30 日 (金) 10:00～17:30】

- (4) プラズマによるエッチング技術
江利口浩二 (京都大学)
- (5) プラズマ計測：光学的計測
白谷正治 (九州大学)
- (6) 大気圧プラズマの生成と応用
奥村智洋 (パナソニック)
- (7) プラズマの医療・バイオ応用
永津雅章 (静岡大学)

担当幹事: 藤原信夫(ルネサステクノロジ)、小林浩之(日立製作所)、林久貴(東芝セミコンダクター)、松本直樹(東京エレクトロン)、深沢正永(ソニー)、小杉直貴(パナソニック)、原島啓一(NEC エレクトロニクス)、仲村恵右(三菱電機)、神原淳(東京大学)、北嶋武(防衛大学校) 以上



講習会風景

国内会議報告

第 24 回光源物性とその応用研究会報告

NHK 放送技術研究所 平野芳邦

北海道職業能力開発大 吉野正樹

第 24 回光源物性とその応用研究会は応用物理学会プラズマエレクトロニクス分科会、照明学会 光の発生・関連システム研究専門部会、照明学会 光放射の応用・関連計測研究専門部会、電気学会 光応用・視覚技術委員会、千葉工業大学 先端放電プラズマ研究センター [平成 20 年度 私立大学戦略的研究基盤形成支援事業(先端放電プラズマの基礎と応用)] の共催、さらに電気学会 東京支部 千葉支所の協賛で、2009 年 11 月 13 日 (金) に開催された。今年度の開催にあたっては前年度に引き続き一般への講演募集は行わず、テーマを『光源、レーザー、マイクロプラズマの基礎と応用』に拡大し、7 件の興味深い報告を集めた。

研究報告の前半では特にプラズマディスプレイ関連の分野で注目の高い低電圧陰極保護膜や、二次電子放出にまつわる研究に基づく活発な議論が行われた。後半では打って変わって放電の基礎に関する研究発表が行われ、実験とモデリングの両面から熱心な議論が見られた。なお、研究会資料は、照明学会 光の発生・関連システム研究専門部会より入手可能である。

本研究会は会場となった千葉工業大学津田沼キャンパスで同日午前に平成 21 年度「電子と原子分子ホトン (光子) ダイナミックスの基礎とその応用技術の展開」研究成果報告会 (主催: 千葉工業大学 先端放電プラズマ研究センター 私立大学戦略的研究基盤掲載支援事業・研究拠点を形成する研究 (平成 20 年～平成 24 年)) が行われたこともあり、多数の学生が聴講に訪れた。このような形態での開催・運営による研究会の活性化は、今後の研究会においても参考にしていきたい。

最後に、今回の研究会実施にあたって会場準備などに尽力いただいた千葉工業大学の伊藤晴雄先生と鈴木進先生、同研究室に所属の学生の皆さん、資料

集作成にご協力いただいた電気学会事業サービス課の皆様に御礼申し上げます。

第 24 回 光源物性とその応用研究会

1. MgO 薄膜の二次電離係数の決定

鈴木進, 関澤崇, 伊藤晴雄(千葉工業大学)
柏木康秀(木更津工業高等専門学校)

2. プラズマディスプレイ用保護膜材料の評価

寺内正治, 森田幸弘, 西谷幹彦, 吉野恭平,
辻田卓司(大阪大学, パナソニック)
中山貴仁, 山内康弘(パナソニック)
石塚知明, 富江敏尚(産業技術総合研究所)
山内 泰(物質材料研究機構)

3. SrO 保護膜 AC-PDP の放電特性

内田儀一郎(広島大学)
内田輪(首都大学東京)
梶山博司, 篠田傳(広島大学)

4. MgO の γ 測定を目的とした放電路の観測

柏木康秀(木更津工業高等専門学校)
鈴木進, 伊藤晴雄(千葉工業大学)

5. LED を光源とした光吸収法によるオゾン濃度測定

寺西研二, 島田洋司, 下村直行(徳島大学)
伊藤晴雄(千葉工業大学)

6. PDP 放電セル特性へ及ぼす窒素ガス混入の影響に関する計算機解析

小田昭紀(名古屋工業大学)

7. フィラメント放電の自己組織化に関するモデリング

明石治朗(防衛大学校)
小田昭紀(名古屋工業大学)
酒井洋輔(北海道大学)

国内会議報告

第4回プラズマ新領域研究会 静岡大学

2009年11月20日〔金〕に静岡大学理学部大会議室において、21年度プラズマ新領域研究会・「宇宙環境プロセッシング」を開催した。「宇宙環境プロセッシング」については、応用物理学会の新領域グループとして、昨年度、申請をしたが、「まずは、プラズマエレクトロニクス分科会内での活動実績を作ること。」とのコメントを頂いた。よって、今年度から、この分科会内にて活発な活動が起きることを期待して、この新領域分科会を企画提案した。

これまで、プラズマエレクトロニクス分科会では、産学官連携して、プラズマ応用に関する多くの議論がなされ、歴史ある成果が得られてきた。そして、プラズマエッチング、プラズマ成膜などの分野をリードしてきたと思う。これらの知識データを基に、これからのプラズマ応用の発展を考えた場合、近未来の宇宙活動へ、プラズマ科学が大きな貢献を成しえることが予測できる。その第一歩として、プラズマ科学者・技術者の討論の場として、この研究会が企画された。

今回、新しい内容であり、若手の参加を期待した為、参加費は無料とした。会員へのメール案内、WEBでのポスター掲示、関係機関へのポスター依頼などを行った結果、研究者15名、企業技術者1名、外部学生5名、静岡大学学生13名、合計34名の参加者を得ることができた。

研究会内容

1. 11時半～12時15分：「微粒子プラズマの臨界点と実験条件」の題目で、岡山大学・東辻 浩夫 氏の講演。プラズマ中に微粒子が構造を作る新しいプラズマ相において、粒子の固体相・液体相の発生条件について紹介があり、マクロ系での相の臨界条件を理論的に予言した。
2. 12時15分～13時：「国際宇宙ステーション・PK-3における無重力プラズマ実験」について、京都工芸繊維大の高橋 和生、林 康明 両氏の講演。ロシア・ドイツとの

「宇宙環境プロセッシング」報告 三重野 哲

共同研究にて、国際宇宙ステーションにおける微粒子プラズマの実験結果を紹介してくれた。宇宙飛行士の協力で、自動的にプラズマ制御やデータ修得をする技術の精密さに驚嘆した。また、その準備の苦勞が推測された。無重力条件下、プラズマ実験容器の中で、微粒子結晶・ボイドの成長など、地上で得られないデータが蓄積されつつある。

<13時～14時 昼食休憩>

3. 14時～14時45分：「ISS微小重力実験実現に向けて考慮すべき点」の題目で、JAXA・足立 聡 氏の講演。JAXAとヨーロッパ宇宙機関による、宇宙ステーションでの研究計画が紹介された。特に、無重力での結晶作成と対流についてビデオを使った説明がなされた。今後、微粒子プラズマ、無重力放電、結晶作成などの実験が予定されている。

4. 14時45分～15時20分：「月太陽発電ルナリング構想」の題目で、CSPジャパン社・吉田 哲二氏の講演。これまでも清水建設社で壮大なプロジェクトが紹介されてきたが、その一つとして、「月面太陽電池ベルト」が建設されれば、地球のエネルギーを十分供給できるという、壮大な計画が示された。月面岩石よりシリコン太陽電池や構造材、コンクリートの製造が計画されている。

5. 15時20分～16時00分：「静電浮遊炉による無容器材料プロセッシング」について、JAXA、ISAS・石川 毅彦 氏の講演。制御された静電場により、原料を浮遊させ、無容器・不純物混入無しの条件での金属結晶、ガラス、セラミックスの合成実験がビデオ画像を使って示された。今後のプラズマ処理技術に関係して、重要な実験であった。

6. 16時00分～16時40分：「球状太陽電池（スフェラー）の紹介」の題目で、京セミ株式会社社長・中田 仗佑 氏の講演。これまでの薄膜太陽電池の製造とは異なった、球状シリコン結晶を用いた太陽電池作製技術について丁寧な紹介があった。落下塔からの自由落下で作られる、

直径約2ミリの球状シリコン結晶をたくさんつなぎ合わせ、樹脂板に網の目状にセットした太陽電池パネルは、指向性が低く、長時間の高効率発電が期待される。将来の宇宙空間発電においても、折畳み・運搬などの点で有利であり、今後の発展が期待される。

7. 16時40分～17時20分：「近未来の地球一月間宇宙輸送システム」について、静岡大工・山極 芳樹 氏の講演。これからの宇宙開発、月活動において、物資の輸送がキーポイントとなり、宇宙微粒子を用いた、クラスタープラズマエンジンや、長いワイヤの電磁力を用いた推進について丁寧な説明があった。

8. 17時20分～18時：「軌道上、月面でのプロセッシング。無重力、高真空、紫外線などの利用」についてパネルディスカッションが行われた。講演者の今後の方向性について、コメントを頂くことができた。そして、出席者からの質疑を行った。

今回は、新しい試みであり、会員、特に、企業技術者にとって、参加しにくい欠点があった。しかし、宇宙環境プロセッシングは、地上技術に良いデータを供給できる利点もあり、より充実した方向で行ければと考えている。また、大学の若手などで、将来の科学技術に興味ある方のプラスになる工夫も必要であると思う。

宇宙実験は、予算が相当必要であり、準備期間が長く、遠隔実験になるため、長期間の取り組みが必要になる。しかし、宇宙実験に対する模擬実験や詳細なデザインのテーマはたくさん有り、成果が多くでることが期待される。よって、プラズマプロセッシングの新テーマとして、是非、多くの方が興味を持って頂くことを期待している。

謝辞：分科会関係者のご協力感謝します。



写真1 高橋氏の講演風景。

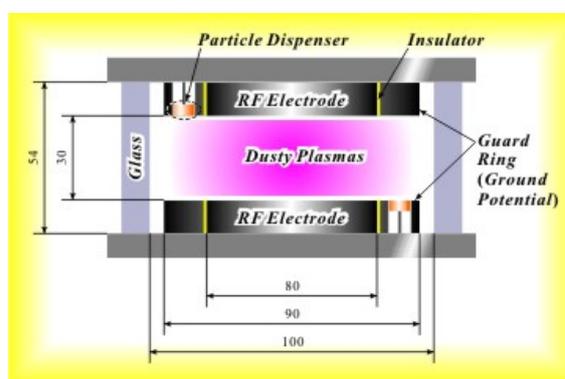


図1 宇宙ステーションに搭載されている微粒子プラズマ実験装置の概略図。(平行平板型RFプラズマ装置。JAXA資料より。)

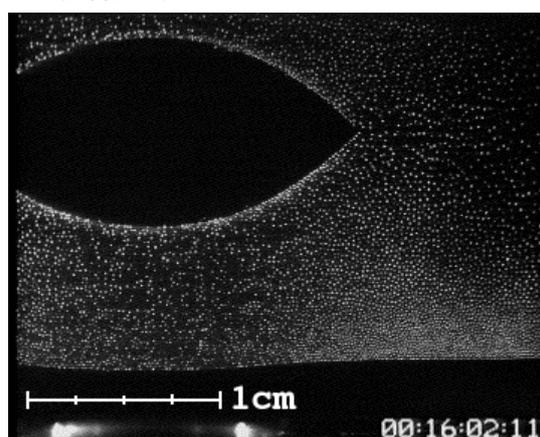


写真2 無重力条件で作られた微粒子プラズマ。白い点がミクロンサイズの微粒子。微粒子イオン集団が背景プラズマと作用して、結晶、液体、臨界などの相を作る。左上に大きなボイドが存在する。(Max-Planck研究所資料より。)

行事案内

第 10 回バイオミメティック材料プロセッシング国際シンポジウム Tenth International Symposium on Biomimetic Materials Processing (BMMP-10)

主催：
BMMP 組織委員会

共催：
名古屋大学グローバル COE プログラム「マイクロナノグローバル COE」
名古屋大学工学研究科附属材料バックキャストテクノロジー研究センター

会期：2010（平成22）年1月26日（火）－29日（金）
会場：名古屋大学“野依記念学術交流館”

（名古屋市千種区不老町，地下鉄名城線名古屋大学駅から徒歩約5分，東山線本山駅から徒歩約15分；詳しくは http://www.nagoya-u.ac.jp/camp/map_higashiyama/参照）

開催趣旨：

現在，人類の活動によって生じる地球環境への悪影響が大きな社会問題となっている。材料工学の分野においても，エネルギー使用量が少なく，有害な排出物のないプロセスによって，使用後環境に排出されても問題とならない材料を合成することが重要である。このため，いわゆる環境調和型材料プロセスの開発が最優先課題となっている。

一方，動物の歯や骨，貝殻，珊瑚，真珠，イネ科をはじめ各種植物中のプラント・オパール，珪藻・放散虫などのオパール骨格，磁性細菌中のマグネタイト微粒子などに見られるように，生物は常温・常圧で無機結晶を合成している。これらの生体内セラミックス合成プロセス，いわゆるバイオミネラル化（バイオミネラルイゼーション，biomineralization）は，環境への負荷が極めて小さいことが特長である。このバイオミネラル化を人工的に模倣することが可能になれば，理想的な環境調和型の材料プロセスが実現する。

このように，「生物の生み出す物質，構造，機能，プロセスなどを学び，理解し，洗練させることにより，新しい機能材料をデザインし，創製すること」を，「バイオミメティック材料プロセッシング」と呼ぶ。本国際シンポジウムは，「バイオミメティック材料プロセッシング」に関する第10回目の国際会議である。

本国際シンポジウムにおいては，材料工学，生物，化学，物理，医学，歯科学などをはじめとする幅広い分野の研究者・技術者を集い，関連する討議を行いたい。さらに，バイオミメティック材料プロセッシングの工学的応用について，また工業的用途および工業化に適したバイオミメティック・プロセスについて議論したい。

特に，今回は，「分子バイオミメティクスに基づく生物システムの合成」を課題として，ポストバイオミメティクスである分子バイオミメティクス(Molecular Biomimetics)および合成生物学(Synthetic Biology)の新しい研究領域の構築をめざしたい。

トピックス：

- I. バイオミメティック材料プロセスの基礎（自己組織化，分子認識，バイオミネラリゼーション，プロセスミメティクス，機能ミメティクス，評価法，ナノ構造形成，パターンニング，輸送現象，膜，細胞など）
- II. バイオマテリアル，バイオミメティックマテリアル，生物から着想した材料（機能，かたち，構造，性質，複合材料など）
- III. 応用（医学への応用，薬学への応用，光学への応用，電子工学への応用，機械工学への応用，化学への応用，コーティング，人工骨，人工歯，人工皮膚，人工神経，人工臓器，はっ水性・親水性処理など）
- IV. 関連分野（センサー，バイオセンサー，太陽電池，光触媒，エレクトロクロミズム，フォトクロミズム，DNA チップ，化学的 IC チップ，マイクロマシン，マイクロ反応器，生体エネルギー，シミュレーション，エコロジカルデザインなど）
- V. 評価法（走査プローブ顕微鏡，電子顕微鏡，レーザー分光学など）

スケジュール

- 1月26日（火）開会式，口頭発表，ポスター発表，（兼，ウエルカムパーティ）
- 1月27日（水）口頭発表，ポスター発表
- 1月28日（木）口頭発表，バンケット
- 1月29日（金）口頭発表，閉会式

使用言語：英語

申込方法：

発表者氏名（共同研究者を含む），所属名，発表題目，電子メールアドレスを明記の上，**2009年12月22日（火）**までに**電子メール bmmp@eco-t.esi.nagoya-u.ac.jp**にてお申し込み下さい。

なお，参加費は，当日現金にてお支払いをお願い致します。

アブストラクト（英文）提出方法：

〆切 **2009年12月22日** bmmp@eco-t.esi.nagoya-u.ac.jp

アブストラクトフォーマット <http://eco-t.esi.nagoya-u.ac.jp/~takai/bmmp/abstract.doc>

参加費：一般 20,000円，学生 4,000円（アブストラクト集を含む）
交流会 3,000円
12月22日以降に登録した場合
一般 30,000円、学生 6,000円（アブストラクト集を含む）
交流会は同じ（当日現金支払い）

申込先：〒464-8603 名古屋市千種区不老町

名古屋大学 工学研究科 高井研究室 BMMP 事務局

TEL：052-789-4998 or 052-789-5274，FAX:052-789-4998

E-mail: bmmp@eco-t.esi.nagoya-u.ac.jp

高井研究室ホームページ：<http://eco-t.esi.nagoya-u.ac.jp/~takai/bmmp/index.html>

行事案内

2010年2月 第27回プラズマプロセッシング研究会(SPP-27)案内 防衛大学校 中野俊樹 (現地実行委員会 委員長)

第27回プラズマプロセッシング研究会を下記の要領にて開催致します。会場は横浜の官庁街の中心にあり、交通の便も良く、また、横浜の歴史や風情を感じさせる学会会場の開催に適した地域にあります。皆様のご参加を心よりお待ちしております。懇親会は横浜港を望む山下公園に接した会場で開催いたします。懇親会へのご参加も是非よろしくお願ひ申し上げます。

なお、日程、会場案内、プログラム等は、ホームページ

<http://www.mkbe.elec.keio.ac.jp/spp27/index.html>

にて随時掲載致しますのでご参照下さい。原稿の受付等も全てホームページで行っております。

記

【会期】2010年2月1日(月)～2月3日(水)

【会場】横浜市開港記念会館 (<http://www.city.yokohama.lg.jp/naka/kaikou/>)

〒231-0005 横浜市中区本町1-6

(みなとみらい線(東急東横線乗り入れ) 日本大通り駅 出口1から徒歩1分)

【会議の概要】

プラズマプロセッシング研究会は、(社)応用物理学会プラズマエレクトロニクス分科会主催で、毎年1月下旬から2月初旬にかけてに開催され、今回で第27回目を迎えます。プロセッシングプラズマの物理的・化学的基礎科学の解明およびその制御と応用技術の開発をテーマに掲げ、プラズマ物理・プラズマ化学の研究者をはじめとして、原子・分子物理、薄膜・表面の物理・化学、電子工学など多分野の研究者が一堂に会して、プラズマを接点とする境界分野の成果発表・討論を行うと共に、新たな問題点の発掘や、新しいプロセッシングの可能性を追求することが目的です。

ここで、プラズマ応用技術に関わる基礎的研究は勿論のこと、次世代の応用技術と目されているナノテクノロジー分野(ナノ粒子、ナノ構造物質、ナノ加工)、バイオテクノロジー分野、環境応用分野もスコープに加え、総合的な議論ができるように配慮されています。また、次世代を担う大学院生等の人材育成の観点より、第一線で活躍する著名な研究者を招待して、「特別講演」や「指定テーマ講演」を企画しています。

[1] 【特別講演】

「CIGS太陽電池の現状と将来展望」

仁木 栄 氏 (産業技術総合研究所)

「プラズマで拓くナノカーボン・バイオ融合科学」

畠山 力三 氏 (東北大学)

[2] 【指定テーマ講演】

「超臨界流体プラズマによる分子変換」

後藤 元信 氏 (熊本大学)

「放電プラズマによるEUV光源」

堀田 栄喜 氏 (東京工業大学)

「集積モニタリングによる低圧コンビナトリアルプラズマプロセス」

堀 勝 氏 (名古屋大学)

「多層配線技術の動向とプラズマプロセスダメージ」

松永 範昭 氏 (東芝)

[3] 【一般講演】

1) プロセッシングプラズマの発生・制御

2) プロセッシングプラズマの診断・計測・モニタリング

- 3) プロセッシングプラズマにおける素過程・モデリング
- 4) プラズマによるエッチング (ゲートスタック、ダマシン、MEMSなど)
- 5) プラズマによる薄膜形成
(絶縁体、導電体、半導体、金属、Low-k、High-k、配線材料、透明導電膜 など)
- 6) プラズマによる表面改質 (酸化、窒化、イオン注入、クリーニングなど)
- 7) 大気圧・マイクロプラズマの基礎と応用
- 8) プラズマ応用技術
 - 8-1) ナノテクノロジー (ナノ構造物質 [炭素系、窒化物]、ナノ粒子など)
 - 8-2) バイオテクノロジー (バイオチップ、殺菌・滅菌など)
 - 8-3) 環境応用
 - 8-4) 光応用・発光デバイス用プラズマ
 - 8-5) フラットパネルディスプレイ・ジャイアントエレクトロニクス
- 9) 上記以外のプラズマプロセッシング

【参加費】 (2009年12月1日以降の金額 プロシーディングス代含む 税込)

	応物・PE会員	PE会員	応物・協賛学協会	その他
一般	14,000 円	17,000 円	17,000 円	20,000 円
学生	4,000 円	6,000 円	6,000 円	9,000 円

【懇親会】

日時：2010年2月1日(月) 19:00 ~ 21:00

会場：ホテルモントレ横浜

会費：(会員/非会員、学生/一般を問わず) 一律 5,000 円 (税込)

【問い合わせ先】

現地実行委員長 中野俊樹 (防衛大学校 電気情報学群 電気電子工学科)

TEL: 046-841-3810 内 2225 / FAX: 046-844-5903 E-mail: inquiry_spp27@mkbe.elec.keio.ac.jp

【主催・後援・協賛】

主催：応用物理学会プラズマエレクトロニクス分科会

後援：横浜市経済観光局

協賛：日本物理学会、プラズマ・核融合学会、電気学会、電子情報通信学会、日本化学会、電気化学会
高分子学会、日本真空協会、日本セラミックス協会、表面技術協会

【技術セミナーの開催】:

横浜市の市民公開講座の一環として、技術セミナー「ものづくりのためのプラズマプロセッシング (仮題)」を本研究会と併設して開催します。内容については本研究会ホームページ上に後日掲載します。

以上

行事案内

2nd International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials (ISPlasma2010)

名古屋大学 豊田 浩孝

本国際シンポジウムは、知的クラスター創成事業(東海広域ナノテクものづくりクラスター)の広域化プログラムの一環として、世界の幅広い研究機関と連携する先進プラズマナノ科学国際拠点の形成を目指して開催しており、今回で第2回を迎えます。スコープはプラズマ科学(プラズマ診断・モニタリング、スパッタリング、エッチング、薄膜形成、表面改質、シミュレーション)の分野、プラズマ応用(Si半導体、III族窒化物半導体やナノ材料のプロセッシング)と幅広い分野となっており、さらに、先進プラズマ科学の成果が学にとどまることなく、幅広く産業界に展開できる仕組みづくりに関する議論もおこないます。本会議はプラズマエレクトロニクス分野の皆様には有益な会議となるものと存じます。奮ってご参加申込をいただけますよう、心よりお待ちしております。

記

【会期】2010年(平成22年)3月7日(日)~10日(水)

【会場】名城大学 天白キャンパス

〒465-8502 名古屋市天白区塩釜口1-501

【交通】名古屋地下鉄鶴舞線 塩釜口駅

1番出口(右)徒歩約8分

<http://www.meijo-u.ac.jp/guide/access.html>

【主催】(財)科学技術交流財団

【共催】愛知県、名古屋市、岐阜県、名古屋大学、名古屋工業大学、名城大学、中部大学、(社)応用物理学会、(社)プラズマ・核融合学会

【協賛】日本学術振興会ワイドギャップ半導体光・電子デバイス第162委員会

【参加費】

事前登録(1月末日締切)一般: 15,000円, 学生: 3,000円

2月1日以降 一般: 20,000円, 学生: 5,000円

申込受付: <http://www.isplasma.jp/index.html>

【招待講演】

Plasma Science

J. P. Chang (UCLA, USA)
U. Czarnetzki (Ruhr University, Bochum, GERMANY)
R. d'Agostino (University of Bari, ITALY)
M. Goeckner (University of Texas at Dallas, USA)
J. G. Han (CAPST, Sungkyunkwan University, KOREA)
U. Kortshagen (University of Minnesota, USA)
M. Kushner (University of Michigan, USA)
O. Takai (Nagoya University, JAPAN)
T. Takamoto (SHARP CORPORATION, JAPAN)

Nitride Semiconductors

H. Amano (Meijo University, JAPAN)
S. Arulkumaran (Nanyang Technological University, SINGAPORE)
B. Daudin (CEA Grenoble, FRANCE)
J. Y. Duboz (CNRS-CRHEA, FRANCE)
T. Egawa (Nagoya Institute of Technology, JAPAN)
T. Fukuda (Tohoku University, JAPAN)
V. Haerle (OSRAM GmbH, GERMANY)
U. Mishra (UCSB, USA)
S. Noda (Kyoto University, JAPAN)
K. Ota (TOYODA GOSEI Co., Ltd., JAPAN)
C. J. Sun (ITRI, TAIWAN)
T. Uesugi (Toyota Central R&D Labs., Inc., JAPAN)

Nanomaterials

S. Iijima (Meijo University, JAPAN)
S. Fukuzumi (Osaka University, JAPAN)
P. Milani (The University of Milan, ITALY)
T. Nozaki (Tokyo Institute of Technology, JAPAN)
J. Patscheider (EMPA, SWITZERLAND)
J. Robertson (Cambridge University, UK)
L. A. Rocha (University of Minho, PORTUGAL)
Y. Watanabe (Nagoya Institute of Technology, JAPAN)
Y. Wu (National University of Singapore, SINGAPORE)
T. Yoshida (Gifu University, JAPAN)

Industry-Academia-Government Collaboration

T. Higashi (Tokyo Electron Limited, JAPAN)
W. Izumiya (Sangyo Times, Inc., JAPAN)
E. Schultheiss (Fraunhofer Institute, GERMANY)

【組織委員長】堀 勝 (名古屋大学)

【問合せ先】(財)科学技術交流財団SPlasma事務局

E-mail: isplasma@astf.or.jp

行事案内

3rd International Conference on Plasma Nanotechnology and Science (IC-PLANTS 2010)

名古屋大学 プラズマナノ工学研究センター (PLANT) 石川 健治

プラズマプロセス技術はナノ材料の合成・加工、マイクロ・ナノデバイス製造、フラットパネル製造などを牽引する先端技術としてますます重要となっており、複雑かつ学際領域的なプラズマプロセス研究の推進には各地域のリーサーチコミュニティの協力が欠かせません。最新のプラズマ科学とナノテクノロジーを世界のプラズマCOEが参集して議論、情報交換する場として、名古屋大学 PLANTの設立にあわせスタートしていますIC-PLANTSの第3回を以下の要領にて開催いたしますので、奮ってご参加申込をいただけますよう、心よりお待ちしております。

記

【会期】2010年(平成22年) 3月11日(木)~12日(金)
【会場】名城大学 天白キャンパス共通講義棟北館
〒465-8502 名古屋市天白区塩釜口1-501
【交通】名古屋地下鉄鶴舞線 塩釜口駅
1番出口(右)徒歩約8分
<http://www.meijo-u.ac.jp/guide/access.html>
【主催】名古屋大学 プラズマナノ工学研究センター
【共催】名城大学, 財団法人科学技術交流財団, 新学術領域研究「プラズマとナノ界面の相互作用に関する学術基盤の創成」
【協賛】応用物理学会 東海支部, 電気学会 東海支部, 応用物理学会 プラズマエレクトロニクス分科会, 名古屋都市産業振興公社 プラズマ技術産業応用センター, 日本表面科学会, 日本真空工業会
【参加費】
事前登録(2/28締切) 一般: 10,000円 学生: 無料
3月1日以降 一般: 15,000円 学生: 無料
申込受付: <http://www.plasma.engg.nagoya-u.ac.jp/IC-2010/>

【テーマ】プラズマナノテクノロジー
・ Plasma nanotechnologies
・ Atmospheric pressure plasma and biotechnologies
【トピックス】
Nano-fabrication / Interaction between plasmas and nano-interfaces / Diagnostics and monitoring of plasmas and Reaction surfaces / Nano-electronics / Nano-biology / Interdisciplinary or integrated research with Plasma technologies / Nano-optics / MEMS・NEMS technologies / Process technologies for flat panel display / Environmental technologies / Equipment technologies / Emerging new concept
【招待講演】
H. Amano (Meijo Univ.)
J. H. Boo (Sungkyunkwan Univ., Korea)
R. Boswell (Australian Natl. Univ., Australia)
P. Chabert (Ecole Polytechnique, France)
U. Cvelbar (Jožef Stefan Institute, Slovenia)
A. Fridman (Drexel Univ., USA)
B. Graham (Queen's Univ. Belfast, UK)
O. Joubert (LTM/CNRS, France)
M. Kong (Loughborough Univ., UK)
N. E. Lee (Sungkyunkwan Univ., Korea)
K. Sasaki (Nagoya Univ.)
T. Shirafuji (Nagoya Univ.)
M. Shiratani (Kyushu Univ.)
K. Terashima (Tokyo Univ.)
F. Tochikubo (Tokyo Metropolitan Univ.)
K. Yasutake (Osaka Univ.)
【投稿締め切り】2010年1月15日
【問合せ先】豊田 浩孝 (実行委員長)
e-mail: ic-plants@plasma.engg.nagoya-u.ac.jp

行事案内

第5回プラズマ新領域研究会 「プラズマ支援燃焼研究会」

主催：応用物理学会プラズマエレクトロニクス分科会

プラズマ・核融合学会専門委員会「プラズマ科学と燃焼科学の融合」

名古屋大学 佐々木 浩一

大阪大学 伊藤 剛仁

プラズマ支援燃焼に関する研究会を、プラズマ・核融合学会専門委員会「プラズマ科学と燃焼科学の融合」（担当者：名古屋大学 佐々木浩一）および応用物理学会プラズマエレクトロニクス分科会（担当者：大阪大学 伊藤剛仁）の合同主催により、2010年3月15日(月)大阪大学にて開催いたします。

プラズマ支援燃焼は近年海外において盛んに研究が進められていますが、我が国における研究の立ち上がりは著しく遅れています。本分野の研究を我が国において活発化するきっかけとなることを狙い、本研究会を企画しました。情報交換ならびに効果的な研究体制の構築へとこの場を役立てていただけたらと考えております。今回は特に、本分野における最前線の研究者であるPrinceton大学Ju先生の招待講演も予定しておりますので、本分野の研究を進めていらっしゃる皆様、本分野にご興味のある皆様の参加を心よりお待ち申し上げます。なお、研究会後には、懇親会も予定しております。更なる議論、交流の場として、奮ってご参加頂きますようお願い申し上げます。

詳細に関しましては、未確定な部分もありますので、お手数ですが、ホームページにてご確認くださいませようようお願い申し上げます。

最後になりますが、海外からの招待講演者であるJu先生のご都合により、会議の日程が春季講演会も

含め応用物理学会関連行事が多く開催される3月中旬旬となってしまいましたこと、お詫び申し上げます。

「ホームページ」

<http://www.wakate.frc.eng.osaka-u.ac.jp/tsuyohito/PlasmaCombustion/>

「開催日」

2010年3月15日（月）

「会場」

大阪大学吹田キャンパス内

「参加登録」

電子メール（伊藤まで）にて登録を受け付けます。詳細は、ホームページをご覧ください。

「連絡先」

大阪大学 工学研究科 伊藤剛仁

tsuyohito@wakate.frc.eng.osaka-u.ac.jp

電話: 06-6879-7817

行事案内

2010 年春季 第 57 回応用物理学関係連合講演会 シンポジウム

プラズマとナノ界面の相互作用 ～ プロセス揺らぎの制御を目指して ～

名古屋大学 白藤 立

プラズマと相互作用する界面がナノサイズに縮小すると、その相互作用に次の特徴が顕在化する。

- (1) サイズ効果が発現する。
- (2) 揺らぎが顕著となる。
- (3) 界面寸法が相互作用長と同等以下になる。
- (4) 界面が反応場に構造を与える。

これらを制御できなければ、プラズマプロセスを用いた次世代の高度なナノ材料・ナノ構造の創成は不可能である。本年度より、上記特徴に焦点を絞り、プラズマとナノ界面の相互作用に内在する法則・原理・機構を解明し新しい学術基盤を組織的に体系化しようとする研究活動(新学術領域研究)に対する補助金申請が採択された。

本研究では、界面サイズ縮小で顕著となる相互作用の揺らぎの抑制法と増幅法を確立し、それぞれ揺らぎのないトップダウンプロセスと制御された自己組織化ボトムアッププロセスを実現することにより、ナノ材料・ナノ構造の創成に爆発的な発展をもたらすことを意図している。この共通の目的のもとに以下の 3 つの研究項目を設けている。

A01. ナノ界面プラズマを作る 班長: 寺嶋(東大)

液相、超臨界状態等の高密度環境等の従来にない環境を含めた、ナノ界面とプラズマの相互作用を具現する。特に、臨界点近傍での密度揺らぎやミストプラズマにおけるプラズマ反応場とナノ界面の不均質性を導入して、界面サイズ縮小で顕著となる相互作用のサイズ効果、揺らぎを積極的に発現させる。

A02. ナノ界面プラズマを見る 班長: 白谷(九大)

プラズマと界面の相互作用について、ナノ界面で初めて顕在化する相互作用のサイズ効果を中心にその観測と機構解明を行う。また、理論・シミュレーション担当の計画研究は、研究項目 A01-03 の対象を含めた理論解析等を実施する。

A03. ナノ界面プラズマを使う 班長: 斧高一(京大)

界面サイズ縮小で顕著となる相互作用の揺らぎの

抑制法と増幅法を確立し、それぞれ揺らぎの無いトップダウンプロセスと制御された自己組織化ボトムアッププロセスを実現する。例えば、液相、超臨界状態等の高密度環境化でのプラズマとナノ界面の相互作用による超高効率高選択性を活かした新規廃棄物処理・リサイクルプロセス等の応用を実現する。

本シンポジウムでは、本計画研究の目的・アプローチ・現状を主に各計画班長に報告して頂くとともに、究極のプラズマプロセスのあり方を議論する

なお、本シンポジウムに先立ち第 8 回プラズマエレクトロニクス賞の表彰式(13:15～13:30)が行われる予定です。

日時: 2009 年 3 月 17 日(水)第一希望
2009 年 3 月 19 日(金)第二希望
13:30～16:45(予定)

プログラム:

- 13:30 ナノ界面プラズマとは
白谷 正治 (九大)
- 14:00 ナノ界面プラズマを作る ～超臨界クラスター流体プラズマ(仮)
寺嶋 和夫 (東大)
- 14:30 ナノ界面プラズマを実験的に見る ～生体マイクロ構造体表面での相互反応ダイナミクス(仮)
伊藤 昌文 (名城大)
- 15:00 休憩
- 15:15 ナノ界面プラズマを理論的に見る ～プラズマ物質相互ダイナミクスにおける粒子輸送と熱的作用(仮)
栃久保 文嘉 (首都大)
- 15:45 ナノ界面プラズマを使う ～プラズマと薄膜表面・界面の階層的複合反応制御による次世代ナノ加工技術の構築(仮)
斧 高一 (京大)
- 16:15 まとめと展望
白藤 立 (名大)

参照:「プラズマとナノ界面の相互作用に関する学術基盤の創成」ホームページ
<http://plasma.ed.kyushu-u.ac.jp/~plasmanano-pj/>

行事案内

2010 年春季 第 57 回応用物理学関係連合講演会

第 4 回分科内招待講演

「プラズマサイエンスに基づくものづくりを語る」

名古屋大学 白藤 立

2008 年度の秋季応用物理学会より、プラズマエレクトロニクス分科会にて、分科内招待講演を企画・実施してまいりました。

その趣旨については、前号の開催報告と重複しますが、以下に記します。第一は、今を支える重要な研究成果をその黎明期に残した先生方に、その研究の着想に至った経緯や、黎明期故に遭遇する困難等について語って頂くことにより、その下支えによって活躍している若手の方々に **Pioneering Work** を生み出すスピリットを感じて頂くことです。第二は、その **Pioneering Work** の重要性を認識して頂くこと、また、それを通じて、関連分野の日本発の **Pioneering Work** に関する論文がきちんと引用される環境を整えていこうとするものです。また、第三として、こうした先生方の多くは、プラズマ分野において従来に無かった独自の方向性を打ち出すことによって、現在ホットなトピックとなっている分野を最初に牽引した方でもありますので、新分野創成時の生々しいエピソードをご提供頂くことも趣旨の一つとなっています。

第 1 回はプラズマ診断の後藤俊夫先生(中部大)、大気圧プラズマの岡崎幸子先生(上智大名誉)、第 2 回はプラズマモデリング・シミュレーションの真壁利明先生(慶応大)、プラズマ材料科学の吉田豊信先生(東大)にご講演を頂きました。第 3 回目は、マイクロプラズマの橘邦英先生(現愛媛大、当時京大)、ダスティプラズマの渡辺征夫先生(現九電専、当時九大)にご講演を頂きました。

第 4 回目を迎える今回は、幹事会での議論の末、副題「プラズマサイエンスに基づくものづくりを語る」というコンセプトのもとで、プラズマサイエンスの佐藤徳芳先生(東北大名誉)、薄膜シリコンプラズマプロセスの松田彰久先生(阪大)にご講演を頂く、ということになりました。

プロセスプラズマを勉強すると、ある程度中身について理解が進み、成膜結果等に関してプラズマの

中身がこうであったらよいのに、という願望を持つようになりますが、いざそれを実現しようとする。人間が操作可能なのは、外部パラメータだけですので、どのパラメータを触ればよいのか？どのパラメータが一番ダイレクトに効くのか、等、悩むところは多いと思います。

佐藤先生は、こうした点をかなりエレガントに示して下さる方であり、成膜・エッチング・ダスト等、様々な分野に有益な意見を提言されています。一方、松田先生は、成膜条件とその結果を思慮深く考察し、求める膜物性を実現するための最適な条件を見出されてこられています。両先生の間では有益なディスカッションもしておられ、シリコン薄膜成膜用のマルチホローの電極はそのディスカッションの成果の一つと言えます。

こうした背景から、今回は、プラズマサイエンスにもとづくものづくり、という副題を冠して両先生にご講演を頂くことになっています。

皆様方におかれましては是非ご参集下さりますようお願い申し上げます。

日時: 2009 年 3 月 19 日(水)第一希望
2009 年 3 月 17 日(金)第二希望
13:00~14:00

プログラム(敬称略):

- 13:15 各種プラズマ応用に必要なプラズマ制御
佐藤 徳芳 (東北大名誉)
- 13:45 薄膜シリコン系材料におけるプラズマプロセスの理解と制御
松田 彰久 (阪大)

行事案内

7th International Conference on Reactive Plasmas (ICRP-7) / 63rd Gaseous Electronics Conference (GEC) / 28th Symposium on Plasma Processing (SPP-28)

名古屋大学 豊田 浩孝

プラズマエレクトロニクス分科会は毎年「プラズマプロセッシング研究会」を開催しておりますが、約3年に1回、プラズマエレクトロニクス分科会の主催する国際会議として反応性プラズマ国際会議(ICRP)を開催しており、これまでに名古屋(1991年)、横浜(1994年)、奈良(1997年)、ハワイ(1998年)、フランス(2002年)、宮城(2006年)と、計6回の国際会議を成功裏に開催してまいりました。特に第4回、第5回のICRPはそれぞれアメリカのGEC、ヨーロッパのESCAMPIGとの合同会議として開催されていることから、ICRPはアメリカ、ヨーロッパにおいてもよく知られた国際的に著名な会議のひとつとなっております。さて、次回のICRPは再びGECと合同で主催されることとなりました。また、開催地は、欧州のグループとも連携をとり、フランス パリで開催されることとなっています。このように今回の会議はアジア、アメリカ、ヨーロッパの世界各国から研究者が集まる国際会議となります。本会議はプラズマエレクトロニクス分科会主催の重要な国際会議となっております。皆様、奮ってご講演、ご参加申込をいただきますよう、心よりお待ちしております。

記

- 【会期】2010年(平成22年)10月4日(月)~8日(金)
【会場】フランス、パリ市 Maison de La Chimie
<http://www.maisondelachimie.com/>
【主催】応用物理学会/アメリカ物理学会

【会議トピックス】

- (i) 反応性プラズマの発生・制御
- (ii) 反応性プラズマの診断・計測

- (iii) 反応性プラズマ内の輸送現象と原子分子素過程
- (iv) モデリングとシミュレーション
- (v) パーティクル・ダストの発生と挙動
- (vi) プラズマ-固体相互作用と表面改質等への応用
- (vii) エッチング
- (viii) デポジション
- (ix) マイクロ、大気圧プラズマの応用
- (x) ナノテクノロジー、バイオテクノロジーへの応用
- (xi) 反応性プラズマの新展開

【会議論文集等】

会議のプロシーディングスを発行いたしますとともに、発表論文の一部を Japanese Journal of Applied Physics Special Issueとして刊行する予定です。

【ICRP-7組織委員長】堀 勝 (名古屋大学)

【問合せ先】ICRP-7 事務局 豊田浩孝

E-mail: icrp7@plasma.engg.nagoya-u.ac.jp



会議場となるMaison de la Chimieの外観

2009（平成21）年度プラズマエレクトロニクス分科会幹事名簿

	氏名	所属	住所・電話	E-mail
幹事長	白谷 正治	九州大学大学院 システム情報科学研究院 情報エレクトロニクス部門	〒819-0395 福岡市西区元岡 744 TEL: 092-802-3733 FAX: 092-802-3734	siratani@ed.kyushu-u.ac.jp
副幹事長	白藤 立	名古屋大学大学院 工学研究科 マテリアル理工学専攻	〒457-0063 愛知県名古屋市南区阿原町 23-1 JST イノベーションプラザ東海 304 号室 TEL: 052-829-3177 FAX: 052-829-3177	shira@eco-t.esi.nagoya-u.ac.jp
副幹事長	藤原 伸夫	三菱電機株式会社 先端技術総合研究所 薄膜デバイスプロジェクトグループ 実証技術G	〒661-8661 尼崎市塚口本町 8-1-1 TEL: 06-6497-7524 FAX: 06-6497-7285	Fujiwara.Nobuo@eb.MitsubishiElectric.co.jp
幹事 任期 2010年3月	大竹 浩人	東北大学 流体科学研究所 流体融合研究センター 知的ナノプロセス研究分野	〒980-8577 仙台市青葉区片平 2-1-1 TEL/FAX: 022-217-5284	ohtake@sammy.ifs.tohoku.ac.jp
"	荻野 明久	静岡大学創造科学技術大学院 ナノビジョンサイエンス部門	〒432-8561 静岡県浜松市中区城北 3-5-1 TEL/FAX: 053-478-1616	taogino@ipc.shizuoka.ac.jp
"	川田 博昭	大阪府立大学大学院 工学研究科 電子物理工学分野	〒599-8531 大阪府堺市中区学園町 1-1 TEL: 072-254-9270 FAX: 072-254-9908	kawata@pe.osakafu-u.ac.jp
"	北嶋 武	防衛大学校 電気情報学群 電気電子工学科	〒239-8686 神奈川県横須賀市走水 1-10-20 TEL: 046-841-3810 FAX: 046-844-5903	kitajima@nda.ac.jp
"	小林 浩之	日立製作所中央研究所 ナノプロセス研究部 601ユニット	〒185-8601 東京都国分寺市東恋ヶ窪 1-280 TEL: 042-323-1111 (ext. 4012) FAX: 042-327-7708	hiroyuki.kobayashi.sy@hitachi.com
"	神 好人	日本電信電話株式会社 研究企画部門 R&D ビジョン担当	〒100-8116 東京都千代田区大手町 2-3-1 TEL: 03-5205-5635 FAX: 03-5205-5369	yjin@hco.ntt.co.jp
"	林 久貴	株式会社東芝セミコンダクター社 プロセス技術推進センター 半導体プロセス開発第五部 バックエンドプロセス技術開発 第二担当	〒235-8522 横浜市磯子区新杉田町8(横浜事業所) TEL: 045-776-5543 FAX: 045-776-4101	hi-hayashi@amc.toshiba.co.jp
"	東 清一郎	広島大学大学院 先端物質科学研究科 量子半導体工学研究室	〒739-8530 広島市鏡山一丁目 3-1 TEL: 082-424-7655 FAX: 082-422-7038	sehiga@hiroshima-u.ac.jp
"	平野 芳邦	NHK 放送技術研究所	〒157-8510 東京都世田谷区砧 1-10-11 TEL: 03-5494-3246 FAX: 03-5494-3278	hirano.y-cq@nhk.or.jp
"	深沢 正永	ソニー株式会社 半導体事業本部 セミコンダクタテクノロジー開発部門 プロセス技術部	〒243-0014 神奈川県厚木市旭町 4-14-1 TEL: 046-202-2756 FAX: 046-202-6034	masanaga.fukasawa@jp.sony.com;
"	松本 直樹	東京エレクトロン技術研究所 RLSA エッチャー開発部	〒660-0891 兵庫県尼崎市扶桑町 1-8 TEL: 06-6487-4766 FAX: 06-6487-2897	naoki.matsumoto@tel.com
"	村山 貴英	株式会社アルバック 半導体技術研究所	〒410-1231 静岡県裾野市須山 1220-1 TEL: 0559-98-1564 FAX: 0559-98-1767	takahide_murayama@ulvac.com

	氏名	所属	住所・電話	E-mail
幹事 任期 2011年3月	石島達夫	名古屋大学 工学研究科 プラズマナノ工学研究センター	〒464-8603 愛知県名古屋市千種区不老町 C3-1(631) TEL: 052-789-2726 FAX: 052-789-3152	ishijima@nuee.nagoya-u.ac.jp
"	伊藤剛仁	大阪大学大学院 工学研究科 フロンティア研究センター グローバル若手研究者フロンティア 研究拠点	〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 2-1 TEL: 06-6879-7817 FAX: 06-6879-7916	tsuyohito@wakate.frc.eng.osaka-u.ac.jp
"	神原 淳	東京大学大学院 工学系研究科 マテリアル工学専攻 プラズマ材料工学研究室	〒113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1 TEL: 03-5841-7099 FAX: 03-5841-7099	mkambara@plasma.t.u-tokyo.ac.jp
"	小杉直貴	パナソニック株式会社 AVC ネットワークス社映像ディスプレイ デバイス(事) 映像ディスプレイデバイス(事) PDP デバイスビジネスユニット	〒674-8555 兵庫県明石市大久保町西脇 64 富士通明石工場内 株式会社次世代PDP開発センター tel/fax: 078-936-1228/1229	kosugi@apdc21.co.jp
"	佐々木 実	豊田工業大学 工学部	〒468-8511 愛知県名古屋市天白区久方 2-12-1 tel: 052-809-1840 fax: 052-809-1721	mnr-sasaki@toyota-ti.ac.jp
"	三瓶明希夫	京都工芸繊維大学 工芸科学研究科 プラズマ基礎工学専攻	〒606-8585 京都市左京区松ヶ崎御所海道町 TEL:075-724-7411 FAX:075-724-7411	sanpei@kit.ac.jp
"	仲村恵右	三菱電機株式会社 先端技術総合研究所 薄膜デバイス開発プロジェクトグループ	〒661-8661 兵庫県尼崎市塚口本町 8-1-1 TEL: 06-6497-7525 FAX: 06-6497-7285	Nakamura.Keisuke@ap.MitsubishiElectric.co.jp
"	原島啓一	NEC エレクトロニクス株式会社 プロセス技術部 ドライエッチ技術グループ	〒229-1198 神奈川県相模原市下九沢 1120 TEL: 042-779-9925 FAX: 042-771-0896	keiichi.harashima@necel.com
"	光木文秋	熊本大学 自然科学研究科 情報電気電子工学専攻	〒860-8555 熊本市黒髪 2-39-1 TEL:096-342-3572 FAX:096-342-3572	mitsugi@cs.kumamoto-u.ac.jp
"	吉野正樹	北海道職業能力開発大学校 電子情報技術科	〒047-0292 北海道小樽市銭函 3-190 TEL: 0134-62-5294 FAX: 0134-62-2154	yoshino@hokkaido-pc.ac.jp

平成21年度分科会幹事役割分担（平成21年12月5日）

役割分担	新任		留任	
幹事長			白谷正治	九州大
副幹事長			白藤 立	名古屋大
			藤原伸夫	三菱電機
1. 分科会ミーティング	石島達夫	名古屋大学	小林浩之	日立製作所
	佐々木 実	豊田工業大学	白藤 立	名古屋大
2. シンポジウム総合講演 合同セッション	三瓶明希夫	京都工芸繊維大学	神 好人	NTT
	小杉直貴	パナソニック	松本直樹	東京エレクトロン
			東 清一郎	広島大
3. プラズマプロセッシング 研究会 SPP27	神原淳	東京大学	白谷正治	九州大
	原島啓一	NECエレクトロニクス	荻野明久	静岡大
	佐々木 実	豊田工業大学	川田博昭	大阪府立大
	三瓶明希夫	京都工芸繊維大学	深沢正永	ソニー
	仲村恵右	三菱電機	林 久貴	東芝セミコンダクター
			村山貴英	アルバック
			北嶋 武	防衛大
4. 光源物性とその応用研究会	吉野正樹	北海道職業能力開発大学校	平野芳邦	NHK
	伊藤剛仁	大阪大学	平野芳邦	NHK
5. プラズマ新領域研究会	仲村恵右	三菱電機	東 清一郎	広島大
	神原 淳	東京大学	大竹浩人	東北大
			神 好人	NTT
			白谷正治	九州大
6. インキュベーションホ ール	吉野正樹	北海道職業能力開発大学校	白藤 立	名古屋大
	伊藤剛仁	大阪大学	北嶋 武	防衛大
	光木文秋	熊本大学	村山貴英	アルバック
	小杉直貴	パナソニック	荻野明久	静岡大
	石島達夫	名古屋大学		
7. プラズマエレクトロニ クス講習会	小杉直貴	パナソニック	藤原伸夫	三菱電機
	原島啓一	NECエレクトロニクス	小林浩之	日立製作所
	仲村恵右	三菱電機	林 久貴	東芝セミコンダクター
	神原 淳	東京大学	北嶋 武	防衛大
			松本直樹	東京エレクトロン
			深沢正永	ソニー
8. 会誌編集・書記	伊藤剛仁	大阪大学	村山貴英	アルバック
	原島啓一	NECエレクトロニクス	大竹浩人	東北大
9. ホームページ	光木文秋	熊本大学	荻野明久	静岡大
10. 会員名簿	吉野正樹	北海道職業能力開発大学校	北嶋 武	防衛大
11. 庶務	伊藤剛仁	大阪大学	大竹浩人	東北大
12. 会計	石島達夫	名古屋大学	荻野明久	静岡大
13. プラズマエレクトロ ニクス賞			白谷正治	九州大
14. アカデミックロードマ ップ	神野雅文	愛媛大(オブザーバ)	白谷正治	九州大
			白藤 立	名古屋大
			大竹浩人	東北大
15. アカデミックロードマ ップ(合宿)	金子俊郎	東北大(オブザーバー)	白谷正治	九州大
16. PE 懇親会 秋: 富山大学	小杉直貴	パナソニック		
17. PE 懇親会 春: 東海大学(平塚)			深沢正永	ソニー

神野雅文、金子俊郎は幹事ではないがアカデミックロードマップの作業を分担していただいている。

太字：取りまとめ役

2009（平成21）年度分科会関連の各種世話人・委員

- | | | |
|--------------------------------|------|--------------|
| 1. 応用物理学会講演分科の世話人（任期：1期2年） | | |
| 8.1 プラズマ生成・制御 | 八田章光 | （高知工科大） |
| | 中村圭二 | （中部大） |
| 8.2 プラズマ診断・計測 | 松田良信 | （長崎大） |
| 8.3 プラズマ成膜・表面処理 | 一木隆範 | （東京大） |
| | 豊田浩孝 | （名古屋大）：代表世話人 |
| 8.4 プラズマエッチング | 板橋直志 | （日立） |
| 8.5 プラズマナノテクノロジー | 豊田浩孝 | （名古屋大） |
| | 平田孝道 | （東京都市大） |
| 8.6 プラズマ現象・新応用・融合分野 | 明石治朗 | （防衛大） |
| | 平田孝道 | （東京都市大） |
| 合同セッションF:CNT | 平田孝道 | （東京都市大） |
| 2. 「応用物理」編集委員（2008.4～2010.3） | 永津雅章 | （静岡大） |
| 3. 応用物理学会代議員（1期2年） | 永津雅章 | （静岡大） |
| | 八田章光 | （高知工科大） |
| | 豊田浩孝 | （名古屋大） |
| | 林 信哉 | （佐賀大） |
| | 白藤 立 | （名古屋大）：支部推薦 |
| 4. GEC組織委員会委員（2009.10～2011.10） | 藤山 寛 | （長崎大） |
| 5. その他：本部理事 | 堀 勝 | （名古屋大） |
| 6. 評議員 | 斧 高一 | （京都大） |
| | 橘 邦英 | （愛媛大） |
| | 中山喜萬 | （大阪大） |
| | 堀 勝 | （名古屋大） |
| | 真壁利明 | （慶應大） |
| | 島山力三 | （東北大） |
| 7. フェロー | 岡本幸雄 | （東洋大） |
| | 寒川誠二 | （東北大） |
| | 菅井秀郎 | （中部大） |
| | 高井 治 | （名古屋大） |
| | 橘 邦英 | （愛媛大） |
| | 中山喜萬 | （大阪大） |
| | 藤山 寛 | （長崎大） |
| | 真壁利明 | （慶応大） |
| | 渡辺征夫 | （九州電気専門学校） |
| 8. 名誉会員 | 後藤俊夫 | |

平成 21 年度中期活動報告

第 5 2 回プラズマエレクトロニクス分科会ミーティング／ 平成 2 1 年度第 2 回幹事会議事録（応用物理学会 インフォーマルミーティング内）

日時：平成 2 1 年 9 月 8 日（火） 1 2 : 0 0 - 1 3 : 0 0

場所：富山大学理学部 1F-104

1. 第 3 回プラズマエレクトロニクスインキュベーションホールについて

荻野幹事（静大）から第 3 回プラズマエレクトロニクスインキュベーションホールの準備状況について報告があった。会期は 2 0 0 9 年 9 月 1 6 - 1 8 日（2 泊 3 日）、会場は国立中央青少年交流の家で開催する。既に幹事等含め 5 1 名（新規会員登録 2 0 名強）の参加申し込みがあった。直前まで受け付けるとの報告がなされた。

2. 第 2 0 回プラズマエレクトロニクス講習会について

北嶋幹事（防衛大）から第 2 0 回プラズマエレクトロニクス講習会の準備状況について報告された。開催日時は 2 0 0 9 年 1 0 月 2 9 日、3 0 日、両日とも 9:00 から 18:00、会場は慶應義塾大学日吉キャンパス来往舎、シンポジウムスペースで行う。10/16 を申し込み締め切りとする。HP よりアクセス可能。広告収入は若干苦しい。

3. 第 2 4 回光源物性とその応用研究会について

明石教授（防衛大）から第 2 4 回光源物性とその応用研究会について報告された。開催日時は 1 1 月 1 3 日（金）、1 3 時～1 7 時、千葉工大 津田沼キャンパスにて行う旨報告があった。

4. 第 2 7 回プラズマプロセッシング研究会について

中野教授（防衛大）から第 2 7 回プラズマプロセッシング研究会の準備状況について報告があった。会期は 2 0 1 0 年 2 月 1 ～3 日、横浜市開港記念

会館に決定した。参加費は例年通り。9 月下旬にホームページ立ち上げ予定。懇親会は 2 月 1 日 1 9 ～2 1 時を予定。横浜市との共催のため、技術セミナーの開催を予定している。

5. 2 0 0 9 年秋季応用物理学会学術講演会のシンポジウム／分科内招待講演について

白藤副幹事長（名古屋大）からシンポジウム／総合講演／分科内招待講演の紹介があった。シンポジウムは、最先端 MEMS を支えるプラズマプロセスの現状と展望、分科内招待講演は橋先生、渡辺先生の講演がそれぞれある旨がアナウンスされた。

6. 2 0 1 0 年春季応用物理学会学術講演会のシンポジウム／分科内招待講演について

白藤副幹事長（名古屋大）から次回の 2 0 1 0 年秋季応用物理学会におけるシンポジウム、分科内招待講演について案が出され、議論がなされた。分科内総合講演に対しては、6 名程度の先生方のお名前が出された。シンポジウムについては、「プラズマとナノ界面の相互作用」、「プラズマのバイオ・医療への応用」、「炭素系材料のプラズマプロセス」、「大気圧プラズマ成膜」、「大気圧・液中プラズマのその場診断技術」などの案が出された。幹事による投票を行う旨が議決された。

7. 分科会ホームページについて

荻野幹事（静大）から分科会ホームページの現状について報告された。

8. プラズマエレクトロニクス分科会会報 (No.51) について

大竹幹事（東北大）からプラズマエレクトロニクス分科会報の準備状況について報告された。今回は伊藤幹事（阪大）が取りまとめる。

9. 会員名簿の作成について

北嶋幹事（防衛大）からプラズマエレクトロニクス分科会会員名簿について、応用物理学会総務

委員会への発行許諾状況について説明があった。
発行許諾が下りたら、10月中旬に会員に往復はがきで打診、12月に名簿の発送となる。

10. 第4回プラズマ新領域研究会について

白谷幹事長（九大）から第4回以降のプラズマ新領域研究会について報告された。第4回は三重野教授（静大）が「宇宙環境プラズマ」について研究会を開催、第5回は伊藤幹事（阪大）がプラズマ支援燃焼等の技術にて研究会を開催する予定である旨が報告された。

11. 第8回プラズマエレクトロニクス賞候補論文募集について

白谷幹事長（九大）から第8回のプラズマエレクトロニクス賞の論文募集について説明があった。
12/25 消印有効の締め切りとした。

12. アカデミックロードマップの改訂について

白谷幹事長（九大）からアカデミックロードマップの改訂作業について紹介があった。アカデミックロードマップの改定（白谷幹事長）、技術史マップ（白藤副幹事長（名大））、異分野融合マップ（大竹幹事（東北大））に分けて活動していることが紹介され、技術史マップの進捗状況が白藤副幹事長から報告された。

13. 幹事の改選

白谷幹事長（九大）からプラズマエレクトロニクス分科会の幹事改選について説明があった。3月末で任期終了の幹事は白谷幹事長まで後任幹事の推薦をするよう指示があった。

14. SPP プロシーディングのデジタルアーカイブ

白谷幹事長（九大）から SPP のデジタルアーカイブ化を石島幹事（名古屋大）を中心に進めている旨紹介があった。

15. 活性化支援金の採択結果

白谷幹事長（九大）から応用物理学会活性化支援金の採択結果が紹介された。インキュベーションホールおよび新領域研究会は採択となった。

16. その他

16-1 GEC 委員候補

堀教授（名古屋大）、藤山教授（長崎大）が GEC 委員候補になっている旨紹介された。

16-2 AVS 委員候補

浜口教授（阪大）、白谷幹事長（九大）が AVS 委員候補になっている旨紹介された。

第53回プラズマエレクトロニクス分科会ミーティング

平成21年度第3回幹事会議事録

日時：平成21年10月31日（土）10：00
－15：30

場所：東工大田町キャンパス内キャンパスイノベーションセンター4Fラウンジ

1. 諸報告

白谷幹事長（九大）から理事会の議論が報告された。

- ・公益法人化の準備中であり、今年度末から来年度に申請される予定。公益法人化に伴い会計監査が厳しくなるので注意を要する。5年間の中期計画策定が必要であり、今年度は提出済み。来年以降も作成する事となる。

- ・応用物理学会の広告が激減しており、収入が減少。経費削減が必要。

- ・分科会名簿発行については却下され、今回名簿は発刊しない事となった。

2. 今年度経理状況・来年度予算案について

荻野幹事（静大）から今年度の経理状況および来年度の予算案が報告された。今年度は SPP アブストラクトデジタルアーカイブ化が追加されたため当初予算より70万円程度のマイナスとなる見込み。来年度は ICRP 7-GEC2010 開催のため、積立金を支出する事となる。

3. 後任幹事の選挙について

白谷幹事長（九大）から、後任幹事長、幹事案の説明があった。幹事長については堀教授（名大）で調整中。副幹事長については来年度より3名（大学2、企業1）とするとの説明があった。後任幹事選挙については、分科会会報発行時に選挙用紙を同封し、送付する。また、分科会関連各種世話人・委員の紹介があった。

4. ICRP7-GEC2010について

白谷幹事長（九大）からICRP7の準備状況が報告された。今回はGEC2010との共同開催される。現在ICRP組織委員会の設置、GEC側との折衝を実施している。招待講演者は34名、そのうちプラズマ関連は24名でアメリカ、ヨーロッパ、日本を含むアジアでそれぞれ8-9名とする見込みであり、今後1月を目処に招待講演者の選出を行う。

5. ICRP8、IEEE ICOPS@2012 共催の可否について

白谷幹事長（九大）からICOPSよりICRP8と共同開催をしたいと打診されている旨が報告され、その可否について検討を行った。結果、ICRP8と開催の時期があわず、予算が厳しい事、また分科会との関連が薄い事から今回は共催は見送り、電気学会へ打診する事とした。

6. SPP27

北嶋幹事（防衛大）からSPP27の準備状況が報告された。ホームページ開設済みで、参加、講演申し込みを受付中である。講演申し込み数が昨年よりも少なく、締め切りを延長して受付中。参加者、懇親会出席者、広告数の伸びも良くないため、各所で呼びかけを行って頂きたいと依頼があった。また、横浜市の後援が確定し、それに伴い技術セミナー実施案を検討中である。

また、今後プロシーディングスは印刷せず、CDROM配布のみとの計画案であったが、広告が載せられないとの懸案が出され、再検討を行った。結果、印刷物としてはプログラム、招待講演及び広告を掲載したものを作成する事とし、予稿資料は著作権移行の同意確認を取った後に事前にホー

ムページに掲載しておく事とした。

また、白谷幹事長（九大）より次々回のSPP開催候補地の検討についての提案があり、現段階では①四国（高知）②九州を候補地案とする事とした。

7. 第20回PE講習会報告

北嶋幹事（防衛大）から第20回プラズマエレクトロニクス講習会開催報告があった。2009年10月29、30日、慶應大学日吉キャンパス来往舎で開催され、75名の参加があったことが報告された。厳しい経済状況のなか、黒字を確保する事ができた。

8. 第3回インキュベーションホール報告

荻野幹事（静大）から第3回プラズマエレクトロニクスインキュベーションホールの開催報告があった。2009年9月16日～18日、御殿場市国立中央青少年交流の家で開催され、53名の参加があり、参加者の方々からはおおむね好評な結果を頂いている事が報告された。アンケート等から場所を含めて改善した方か良い点の指摘がいくつかあり、次回以降に向けて検討してゆく。

9. プラズマ新領域（白谷）

白谷幹事長（九大）から21年度プラズマ新領域研究会についての紹介があった。2009年11月20日に静岡大学において「宇宙環境プロセシング」を開催する。本研究会はプラズマエレクトロニクス分科会主催となり、今後は年に1回の研究会が開催される予定となっている。

10. 第24回光源物性とその応用研究会報告および次年度研究会

明石教授（防衛大）から第24回光源物性とその応用研究会開催についての紹介があった。開催日時は2009年11月13日、千葉工業大学で行う旨報告された。

11. PE分科会会報案 No. 51（案）について

大竹幹事（東北大）からプラズマエレクトロニクス分科会会報 No.51の準備状況が報告された。執筆者の方々には依頼済み、原稿待ちであり、1

2月22日に会員へ発送できるように準備を進めている。また国際会議に ICAPT を追加する事、行事案内にバイオメテック及び IC-PLANTS、応物春の分科会招待講演を追加する事がコメントされた。

12 PE 賞候補者推薦のお願い

白谷幹事長（九大）からプラズマエレクトロニクス賞候補者推薦の依頼があった。過去2年を対象とした論文賞であり、プラズマエレクトロニクス関係で内容が発表されている事が条件。締め切りは12月25日の予定。

13 アカデミックロードマップ作成について

白藤副幹事長（名大）から技術発展史ロードマップ作成状況についての報告があり、その内容についての議論がなされた。さらに各分野の専門家の意見を伺い、充実をはかる。11月中に完成させる予定。

14. 2010年春季応物学会シンポジウムについて

白藤副幹事長（名大）から2010年春季応物学会のシンポジウムについて、「プラズマとナノ界面の相互作用に関する研究の現状と将来」とする事が報告された。題目については、内容が明確にわかるようにして欲しい旨の指摘があったため再検討を行い、「プラズマとナノ界面の相互作用～プロセス揺らぎの制御を目指して」を仮変更案とし、さらに良い案があるか検討する。日程としては3月17日を第一希望、3月19日を第二希望とし、分科会総会と同日開催とする。

15. 2010年春季応物学会分科内招待講演について

白藤副幹事長（名大）から2010年春季応物学会分科内招待講演についての検討状況が報告された。プラズマ物理、化学についてそれぞれ佐藤先生（東北大）、松田先生（阪大）に講演をお願いする予定で、副題として「プラズマサイエンスに基づくものづくりを語る」を付加する事が提案された。日程としてはシンポジウム/分科会総会との重複を避けるために3月19日を第一希望、3月1

7日を第二希望とする事とした。

16. 2010年春季応物学会分科会総会日程について

白谷幹事長（九大）から2010年春季応物学会総会日程案が出された。シンポジウムと同日開催として3月17日を第一希望、3月19日を第二希望とする事とした。

17. 分科会行事参加資格の規約改訂

白谷幹事長（九大）より分科会主催の行事について、応物学会、分科会賛助会員の参加費用を学会、分科会会員と同額とする規約改定案が提出された。規約改定案は承認された。

18. その他

白谷幹事長（九大）よりコメント

- SPP27の申し込み者が少ないので参加を募っていただきたい。
- アカデミックロードマップを充実させ、仕上げる事が重要である。
- プラズマエレクトロニクス賞候補者選出は12月25日に締め切り。SPP27開催中に選考会議を行い受賞者を決定する予定。

プラズマエレクトロニクス関連会議日程

国際会議

2010.1.26-29

Tenth International Symposium on Biomimetic Materials Processing (BMMP-10)

名古屋大学 野依記念学術交流館

<http://eco-t.esi.nagoya-u.ac.jp/~takai/bmmp/index.html>

2010.3.7-10

2nd International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials (ISPasma2010)

名城大学 天白キャンパス

<http://www.isplasma.jp/index.html>

2010.3.11-12

3rd International Conference on Plasma Nanotechnology and Science (IC-PLANTS 2010)

名城大学 天白キャンパス共通講義棟北館

<http://www.plasma.engg.nagoya-u.ac.jp/IC-2010/>

2010.10.4-8

7th International Conference on Reactive Plasmas (ICRP-7) / 63rd Gaseous Electronics Conference (GEC) / 28th Symposium on Plasma Processing (SPP-28)

フランス、パリ市 Maison de La Chimie

<http://www.plasma.engg.nagoya-u.ac.jp/icrp-7/>

<http://www.gec.org/>

2010.10.17-22

AVS 57th International Symposium and Exhibition

Albuquerque, New Mexico, USA

<http://www.avso.org/>

2010.11.8-12

52nd Annual Meeting of the Division of Plasma Physics of the American Physical Society

Chicago, Illinois, USA

<http://apdpp.org/>

国内会議・会合

2010.2.1-3

第27回プラズマプロセッシング研究会(SPP-27)

横浜市開港記念会館

<http://www.mkbe.elec.keio.ac.jp/spp27/index.html>

2010.3.15

「プラズマ支援燃焼研究会」 - 第5回プラズマ新領域研究会

大阪大学 吹田キャンパス

<http://www.wakate.frc.eng.osaka-u.ac.jp/tsuyohito/PlasmaCombustion/>

2010.3.17-20

2010年春季 第57回応用物理学関係連合講演会

東海大学 湘南キャンパス

<http://www.jsap.or.jp/index.html>

平成21年12月

応用物理学会
プラズマエレクトロニクス分科会
個人会員 各位

PE分科会
幹事長 白谷 正治

平成22-23年度役員選挙について

本分科会の規則第6条第5項に定める役員の任期に従い、幹事長、副幹事長、幹事が交代することになります。同条第3項の規定に基づき幹事の選挙を下記要領で行います。締め切りなどの詳細は、別送の往復はがきによる案内をご参照下さい。よろしくお願ひします。

1. 選挙は無記名投票です。
2. 投票用紙（別送の往復はがき：返信はがき）の候補者は幹事会の推薦候補です。候補者全員を信任の場合は、Aに○をお付け下さい。そうでない場合は、Bに○を付け、各候補者のマーク欄に個別に○をお付け下さい。それ以外の候補者に投票される場合は、氏名と所属を記入してください。
3. 投票期限は往復はがきによる案内をご参照ください。
4. 御参考までに、任期が平成23年3月までの役員は次の通りです。
幹事：石島達夫（名古屋大学），伊藤剛仁（大阪大学），神原 淳（東京大学），小杉直貴（パナソニック株式会社），佐々木 実（豊田工業大学），三瓶明希夫（京都工芸繊維大学），仲村恵右（三菱電機株式会社），原島啓一（NECエレクトロニクス株式会社），光木文秋（熊本大学），吉野正樹（北海道職業能力開発大学校）

尚、別送の往復はがきと異なる内容の記載がある場合には、往復はがきに記載の内容を正しいものとしてお取り扱い下さい。

編集後記

プラズマエレクトロニクス分科会会報No. 51をお届けいたします。年末のお忙しい時期にもかかわらず、本誌にご寄稿いただきました皆様に心よりお礼申し上げます。

巻頭言として、高井先生より「ソリューションプラズマ研究への誘い」という題目でご寄稿頂きました。液相や超臨界流体中でのプラズマは、新たな反応場として実に興味深いと感じます。現在の気相プラズマ科学技術の様に、次世代の科学技術として大いに発展させていく必要性を感じました。余談となりますが、“ソリューションプラズマ”といったネーミングは、非常にセンスが良いと感じさせて頂いております。

寄稿欄には、新学術領域研究に関する白谷幹事長の案内に加え、本分科会と関連の深い国際会議であるGEC, AVSの役員として就任された藤山先生、白谷幹事長、役員任期を終了された堀先生からご寄稿頂きました。誠にありがとうございます。尚、日本人役員としては、浜口先生も現在継続してAVS役員を務めていらっしゃいます。

研究室紹介を快くお引き受け下さいました朽久保先生、海外の研究事情をご執筆頂きました迫田先生、篠田様に、感謝申し上げます。大学全体の雰囲気から個々の研究まで、興味深い内容をご執筆頂きました。篠田様からはポストクならではの情報も頂き、ポストク等、海外での経験を考えている学生さんにとって、とても有用な情報になるかと思えます。迫田先生のコメントからは、意欲のある学生さんが、率先して大学院へ行き、研究できる様な社会体制の必要性を改めて感じさせて頂きました。社会が望む大学院生の輩出、修士・博士の価値の再確認、魅力的な研究環境の提供など、（私も未だ若手です

が・・・）学生・若手育成に関して、身近なところでは教育者の姿勢、根本的な所では国の姿勢も試されていると常日頃感じております。

第4回目を迎えた学生のためのページには、ペガサスソフトウェアの田中様よりご寄稿いただきました。目覚ましい発展を見せるシミュレーション技術は、プラズマエレクトロニクスに携わる学生さんにとって理解すべき内容かと思えます。非常に幅広い範囲を、簡潔に分かりやすくご解説いただき、学生のみならず、シミュレーションを検討する多くの研究者にとって有益な解説を頂きました。ご多忙な中ご執筆頂き、感謝申し上げます。

多くの先生方に会議報告やご案内をご執筆頂きました。頂いた原稿からは、会議の様子を感じることが出来ます。感謝申し上げます。

最後に研究会や国際会議などを開催、参加される際には是非本誌に案内、報告記事をご寄稿いただけますようお願い申し上げます。会報編集委員の連絡先は分科会幹事役割分担欄をご参照いただけますと幸いです。本分科会会報はプラズマエレクトロニクス分科会会員に配布されておりますが、一部インターネット (<http://annex.jsap.or.jp/plasma/>) を通して閲覧することが可能です。インターネットでは、一部カラーの図面も掲載しております。分科会会員のみならず、より多くの皆様に本分科会の活動を知っていただくとともに、有益な情報発信源として機能できるよう、分科会幹事一同、創意工夫してまいります。皆様のご協力も賜りますよう、重ねてお願い申し上げます。

(平成21年度会報編集担当：大竹、村山、原島、伊藤)

(文責：伊藤)

プラズマエレクトロニクス分科会会報 No. 51

2009年 12月 14日 発行

編集・発行：社団法人 応用物理学会

プラズマエレクトロニクス分科会

幹事長 白谷 正治

〒102-0073 東京都千代田区九段北 1-12-3

井門九段北ビル 5階

(©2009 無断転載を禁ず)