

プラズマエレクトロニクス分科会会報 No.59

2013年(平成25年)12月発行

向川、市川、松隈、川崎

目次

巻頭言

プラズマの研究は楽しいですか? 豊橋技術科学大学 水野 彰 1

寄稿

若き研究者へのメッセージ ラムリサーチ(株) 野尻 一男 3

研究室紹介(その54)

パルスパワー科学研究所の誕生 熊本大学パルスパワー科学研究所 7

研究紹介(その8)

分光技術を用いたAC励起非平衡大気圧プラズマジェットの診断 名古屋大学 竹田 圭吾 10

海外の研究事情(その36)

英国サウサンプトンでの研究生活 九州大学 中野 道彦 12

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

大気圧プラズマの活性種レーザー計測 東京大学 小野 亮 17

国際会議報告

Japan-Australia Commemorative Workshop (JAWS25) 首都大学東京 朽久保 文嘉 26

The 12th Asia Pacific Physics Conference (APPC12) 九州大学 白谷 正治 29

21st International Symposium on Plasma Chemistry (ISPC-21) 名城大学 太田 貴之 31

The 9th Asian-European International Conference on Plasma Surface Engineering (AEPSE 2013) 大阪大学 節原 裕一 32

35th International Symposium on Dry Process (DPS 2013) (株)日立ハイテクノロジーズ 根岸 伸幸 34

2013 JSAP-MRS Joint Symposia (Symposium O) 名城大学 伊藤 昌文 37

66th Gaseous Electronics Conference (GEC) 名古屋大学 豊田 浩考 39

American Vacuum Society 60th International Symposium & Exhibition (AVS)	大阪大学	浜口 智志	40
---	------	-------	----

国内会議報告

第 14 回プラズマエレクトロニクス新領域研究会	産業技術総合研究所	石川 善恵	41
2013 年第 74 回応用物理学会秋期学術講演会 第 11 回分科内招待講演	九州大学	古閑 一憲	43
2013 年第 74 回応用物理学会秋期学術講演会 海外研究者招待講演	京都工芸繊維大学	高橋 和生	44
2013 年第 74 回応用物理学会秋期学術講演会 プラズマエレクトロニクス分科会企画シンポジウム	東京エレクトロン(株)	松隈 正明	45
第 29 回九州・山口プラズマ研究会	大分大学	市來 龍大	46
第 24 回プラズマエレクトロニクス講習会	ソニー(株)	辰巳 哲也	49

行事案内

8th International Conference on Reactive Plasmas / 31st Symposium on Plasma Processing (ICRP-8/SPP-31)	九州大学	白谷 正治	50
シリコンテクノロジー研究会	東京大学	一木 隆範	52
6 th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials / 7th International Conference on Plasma-Nano Technology & Science (ISPlasma2014 / IC-PLANTS2014)	名城大学	平松 美根男	53
2014 年第 61 回応用物理学会春季学術講演会 プラズマエレクトロニクス分科会企画	東京工業大学	野崎 智洋	55
5 th International Conference on Plasma Medicine (ICPM-5)	大阪大学	浜口 智志	57
21th International Conference on Plasma Surface Interactions in Controlled Fusion Devices (PSI2014)	金沢大学	上杉 喜彦	58
International Union of Materials Research Societies–The IUMRS International Conference in Asia 2014 (IUMRS-ICA 2014)	名古屋大学 九州大学	石川 健治 白谷 正治	59
The 14th International Conference on Plasma Surface Engineering (PSE 2014)	大阪大学	節原 裕一	60
Plasma Conference 2014 / 第 32 回プラズマプロセッシング研究会	名古屋大学	豊田 浩孝	62

掲示板

平成 25 年度プラズマエレクトロニクス分科会幹事名簿	63
平成 25 年度分科会幹事役割分担	65
平成 25 年度分科会関連の各種世話人・委員	66
平成 25 年度中期活動報告	
平成 25 年度第 2 回幹事会議事録	67
プラズマエレクトロニクス関連会議日程	69
広告掲載企業一覧	72
編集後記	73

プラズマの研究は楽しいですか？

豊橋技術科学大学 水野 彰

私がプラズマを好きになったのは、プラズマは目に見える数少ない電気現象の一つだからです。学部3年の時、実際に自分で放電装置を組み立て、プラズマを見たときに大変美しいと思いました。もちろんネオンサインなどもプラズマですが、やはり手作りの放電管に磁石を近づけてプラズマを動かすと親しみがわきます。いまでも雷が近づくとわくわくして、窓から外を眺めます。また皆既日食があると聞けば出かけ、オーロラも何度か見に行きました。私が学生の頃は核融合がもうすぐ可能になると言われておりましたので、その研究に興味を持ち実現できたらと思っていました。出身地の瀬戸市は昔から陶器を焼くため煙が出るほど景気が良いと喜ばれていましたが、健康被害を目にし、これを解決するためにコロナ放電を使う電気集塵の研究を大学院で行いました。現在PM2.5の問題がクローズアップされていますが、電気集塵はこれら微粒子の除去に有効な技術で、日本では石炭火力などに高効率の装置が設置され、大気汚染防止に大きな役割を果たしています。コロナ放電も大気圧プラズマの一種で、尖った電極先端が高電界となりその部分で局所的な空気の絶縁破壊（電離）が起きるものです。電離域外には単極性のイオン場が形成され、この中では浮遊する微粒子がイオンにより帯電し、電界により動きます。大気圧プラズマも古くより実用に供されていますが、未だに改善の余地があり、また新しい応用が拓けています。例えばイオンの移動に伴うイオン風の有効利用で、電気集塵装置は相当に性能が向上します。またパルス放電などで広い

領域を電離することで、反応性の高いラジカルが多量に生成され、低温度領域においても化学反応が促進されます。これにより排ガス中のダストと同時に一酸化窒素の酸化・還元による除去が可能になります。またメタン改質などの燃料改質や、燃焼前にラジカルを生成して燃焼効率を上げることをめざすプラズマアシスト燃焼など、大気圧プラズマには多くの可能性があります。たぶん多くの現象の基礎となる物理現象そのものを利用しているので、いつの時代にも新しい応用が見出されるのではないかと思います。

最近では医療への応用を目指すプラズマ医療の研究も着目されています。ラジカルによるがん細胞の破壊や消毒、あるいは高温の電気メスに代わる低温プラズマジェットによる止血、ウイルスや菌の除去と破壊、など健康に役立つプラズマ技術がこれから多く開発されると思います。プラズマを生体組織に照射する際に注目すべきことは、液体との境界面での現象です。プラズマ中で発生したラジカルが液体中に注入され、それらが液体分子を経由して目的の細胞などに届き作用を及ぼします。具体的にはタンパクの酸化による細胞膜の損傷やDNAの切断などが起きます。この作用機序を明確にすることが生体への応用にも極めて重要です。また液体表面あるいは液体中でのプラズマ発生によるラジカル反応や衝撃波の利用も着目されており、これらの利用を進めるためにもプラズマと表面との相互作用のいっそうの解明が期待されます。前後しますが、低温プラズマによるガス反応の効率向上にはプラズマと触

媒あるいは吸着表面とを組み合わせることが有効です。このためにハニカム形状の触媒中でプラズマを生成したいと思っておりましたが、レーザーの発振に利用されていました2次元のスライド放電を3次元に拡張することで可能となりました。触媒表面に酸化チタンや銀を配置することで酸化効率が大きく向上します。このような相乗効果が明らかになりつつありますが、さらに詳細な説明が待たれます。

5年ほど前から大気中の電界強度の連続計測を行っています。地震などの大きな地殻変動の際にはプレートが剥離し、地表の電位が一時的に高くなるのではないかと思ったからです。2枚のプラスチックフィルムをはがすとたいへん高い電圧が発生することからの類推です。地表の電位が急変すると、地表と対向してコンデンサのもう一方の電極を形成している電離層内を電子が移動して、地表面の電圧変動に対応する電界の変化に対応するはずで、その変化は地表面に置いた電界強度計でも計測できると思われま。またグローバルサーキットと言われますが、電離層から地面にイオン電流が流れ込み、雷を介して戻っていることが知られています。この大気イオン電流は電界強度に比例しますので、それを測定できるとより高精度で電界の測定ができるはずで。しかし

実際には人工物からの電磁ノイズが大きく、ノイズの少ない地点でないとい計測困難なので、昨年から乗鞍の旧コロナ観測所での測定も行っています。今までノイズ対策のため電流の積分値で計測していますが、極めて大きな地震の際には電界強度が急変する異常が観察されています。国土地理院観測の地磁気データも、東日本大震災の時には異常を示しています。プラズマの研究者の中には宇宙天気の研究をしておられる方々もおられますので、地殻変動に伴う地球周辺のプラズマの変化などに関してもさらに研究を進めていただくととても嬉しいと思っています。

以上、思いつくままに大気圧プラズマに関して書かせていただきました。皆様もきっとプラズマに関する研究を楽しまれていると思います。プラズマを楽しみつつ、ストレスの少ない生活をさせていただきます我が国の現状にも私は深く感謝しております。電気集塵で燻製食品をより良く作成すること、また水蒸気プラズマでクッキングがうまくできないか、など、これからも毎日楽しませていただきます。

この楽天的な文を最後まで読んで下さった読者に感謝申し上げますとともに、楽しまれた結果を論文などでご発表いただけますことをとても楽しみにしております。

若き研究者へのメッセージ

ラムリサーチ株式会社 野尻一男

1. はじめに

筆者は 1975 年に日立製作所に入社し、半導体事業部に配属された。その後 2000 年に半導体装置メーカーであるラムリサーチ社に転職し、現在に至っている。日立では半導体プロセス開発やデバイス・インテグレーションの仕事に携わってきたが、その中でドライエッチング技術開発に従事していた期間は 16 年間と最も長い。ラムリサーチではドライエッチングやプラズマ CVD などの技術を取り纏めている。大学、大学院でも半導体の研究を行っていたので、現在に至るまで約 40 年の長きに渡って半導体に携わってきたことになる。本稿では、これまでの半導体の発展の流れを振り返り、今後半導体の高集積化がどのような方向に進もうとしているのか、また、これからの日本を背負って立つ若い研究者はどのようにあるべきか、などについて思いつくままに書き連ねてみたいと思う。

2. 半導体の微細化を牽引してきたドライエッチング技術 — そのイノベーションの歴史

デバイスの最小加工寸法は 3 年で約 0.7 倍に縮小されてきており、LSI の高集積化は 2 年で 2 倍というムーアの法則にほぼ従って進んできている。筆者が半導体業界に入った 1975 年当時は、まだバイポーラの単体トランジスタが多く製造されており、IC は $5\mu\text{m}$ プロセスである 16k ビット DRAM の生産がようやく始まったところであった。そして 2013 年現在、最小加工寸法が 20nm 前後の LSI が量産されている。すなわち加工寸法は 38 年前に比べ、実に 1/250 に微細化されたこ

とになる。この間、マイクロプロセッサの 1 チップあたりのトランジスタ数は約 10 万倍になっている。また、Si ウェハ径は当時 75mm であったが、現在では直径 300mm のウェハが使われている。まさに隔世の感がある。

ドライエッチング技術は、リソグラフィ技術とともにデバイスの微細化を牽引してきたキイテクノロジーである。筆者が半導体業界に入った 1975 年当時は、エッチングはウェットエッチングが主流であり、ドライエッチングはバレル型の装置がレジストのアッシング、ウェハ裏面膜除去、ボンディングパッド部の絶縁膜エッチングに使われていた程度であった。しかしこの頃すでに、アネルバの細川らによる RIE の研究が進められており、量産用の RIE ドライエッチング装置として結実した。この RIE 技術は第 25 回大河内賞を受賞している[1]。これによって、ドライエッチングは微細加工技術としての第一歩を踏み出した。これがドライエッチングにおける最初のイノベーションである。

次なるイノベーションは枚葉式ドライエッチング装置の開発、実用化である。ウェハの大口径化に対応するためにはバッチから枚葉への移行が必要であり、そのためには低圧で高密度のプラズマ形成技術が必要であった。これを最初に実現したのが、日立の鈴木らによって開発された ECR プラズマエッチャーであり、筆者もその実用化に携わった。この技術は第 36 回大河内賞を受賞しているが、大河内賞の中でも最高の賞である大河内記念賞を受賞している[2]。

ドライエッチングにはプラズマが使われるため

チャージアップダメージが問題となり、一時はプラズマは今後の微細加工には使えないという声さえ聞かれた。しかしながら、1980年代後半から1990年代前半にかけて、日本を中心にチャージアップダメージに関する研究が精力的に行われ、その全容が明らかになった[3][4]。日立の筆者らのグループを始めとして、東芝、富士通、Panasonic各社が、ダメージの計測からモデリングに至るまで研究し尽くした。まさに日本が世界をリードしたと言っても過言ではない。その結果多くの問題が解決され、結局、現在に至るまでプラズマが使われている。そしてこの後もプラズマは使われ続けて行くであろう。これもドライエッチングにおけるイノベーションの一つと言えよう。

微細加工技術に限らず、半導体の歴史の中では種々のイノベーションが起り、従来半導体製造に適用するのが不可能と思われたような技術が次々と実用化され、今日の隆盛を見るに至った。そしてこれからも色々な局面でイノベーションが起り、半導体産業は発展し続けると確信している。

3. 半導体高集積化の今後の展望

それでは、今後LSIの高集積化はどのような方向に進んで行くのであろうか。現在、次世代リソグラフィ技術として有望視されているEUVリソグラフィの実用化が大幅に遅れており、リソグラフィが微細化を妨げる状況となっている。そこで登場したのがダブルパターニング技術（DPT：Double Patterning Technology）である[5]。これは異方性エッチングによるサイドウォール形成を巧みに利用し、パターン両側に形成したサイドウォールをマスクとして使うことにより、ピッチをもとのパターンピッチの1/2にする技術である。この技術は既に最先端のフラッシュメモリの量産で実際に使われているが、さらにはダブルパター

ニングを2回繰り返し、ピッチをもとのパターンピッチの1/4にする、クワッドパターニング技術（QPT：Quadruple Patterning Technology）も検討されている。まさにドライエッチングがリソグラフィの限界を打破したというわけである。しかしながら、DPTやQPTも万能ではない。ロジックデバイスのようなランダムパターンには使えないからである。また工程数が多いため、製造コストが高くなるという問題点もある。

一方、デバイスの電気的特性からも微細化の限界が指摘されている。例えばフラッシュメモリでは、微細化により蓄積する電荷量が減り、エラーの原因になる。またロジックデバイスのトランジスタでは寸法ばらつきが無視できない領域になってきている。これらの問題点を打開する技術として、LSIの3次元化、すなわち3D ICの研究が盛んに行われている。一つはTSV（Through Silicon Via）[6]を用いたチップ積層技術である。ここでは、Si基板に高速で深い孔をエッチングする技術が必要である。

もう一つはデバイスの3次元化である。メモリセルアレイを3次元に積層したフラッシュメモリが提案されており、エッチングにも新たな技術課題が出てくる。例えば東芝が世界で最初に発表したBiCS（Bit-Cost Scalable）フラッシュメモリ[7]では、Poly-Siと絶縁膜を交互に積層したアスペクト比の大きい孔を、一括してエッチングする技術が要求される。

以上述べたように、LSIの高集積化は今後3次元化の方向に進んで行くものと考えられる。その中でドライエッチングの果たす役割は益々重要になってくる。半導体が「産業の米」と言われてから久しいが、高度情報化社会にとって半導体はますます必要不可欠なものになってきている。半導体産業はこれからも成長を続けることは明らかであり、半導体の未来は明るいと言えよう。

4. 研究者としての心構え

筆者は2年前にドライエッチングに関する本を出版した[8]。40年に及ぶ半導体の経験から得たものを若い人たちに伝えたいと思ったのが、この本を執筆した動機である。ここではドライエッチングの基礎から最新技術に至るまで、分かりやすく一冊の本に纏めてみた。執筆にあたっては、私自身の研究成果のみならず、多くの方々のデータをお借りした。執筆してみて気が付いたのであるが、多くのデータがドライプロセスシンポジウムのプロシーディングスからのデータであり、さながらドライプロセスシンポジウムの歴史を纏めたようなものになっている。それは、日本におけるドライエッチング技術が1980~1990年代に世界をリードしてきたことの証しでもある。1980年代中頃から1990年代中頃に至る時期は、まさに日本の半導体が世界でトップマーケットシェアを誇っていた時期でもある。当時のドライプロセスシンポジウムでは、毎年のようにエポックメイキングな発表があり、筆者も毎回わくわくしながらシンポジウムに参加したものである。プロシーディングスは米国のドライエッチング関係者の間で回し読みされ、隠れたベストセラーなどと言われたこともある。しかしながら、最近はエポックメイキングな発表が減ってきており、また半導体メーカーからの発表が極端に減少している。これは日本半導体のマーケットシェアが、1988年には51%あったのが、現在では20%以下に低迷していることと関連していると思われる。

半導体ばかりではない。昨今、日本のエレクトロニクス産業全体が低調である。日本のエレクトロニクス産業を復活させ、さらに発展させて行くのは若い皆さんであり、その将来はまさに皆さんの肩に掛かっていると言っても過言ではない。ここでは、若い研究者の皆さんが、今後日本のエレクトロニクス産業を発展させて行く上で、どのよ

うな心構えを持って進んで行ったら良いか、私の意見を述べさせていただきたいと思う。

第一はグローバルな感覚を身に付けるということである。ITが高度に発達した現代にあつては、国、地域の壁は無くなり、世界が24時間休み無く同時に動いている。ある国の経済が破綻すれば、たちまち世界中の経済に影響を及ぼす。このような世界においては、①情報の一元化、②変化に素早く対応できる判断力、決断力、③多種多様なものを受け入れる柔軟性が必要である。例えば韓国、台湾、中国では企業の経営層の多くは米国留学経験者であり、そこで身に着けたグローバルな感覚を経営に活かしている。それに比べて日本ではあまりそのようなケースは見かけない。若い人達は今もっと海外に出て、グローバルな感覚を身に付けるべきである。

第二はビジネスマインドを持つということである。日本は今、Ph.D.受難の時代と聞く。日本の企業がPh.D.の採用にあまり積極的ではないからである。米国では逆で、Ph.D.は高待遇で採用される。廊下を歩けばPh.D.に当たるというくらいPh.D.が多い。そして日本と違うところは、Ph.D.が皆研究・開発の仕事をやっている訳ではなく、マーケティングや、経営の分野に携わる人の数も非常に多いということである。米国ではマーケティングを非常に重視しており、人材的にも優秀な人を配置していて、Ph.D.の数も多い。Ph.D.は単にある学問を究めたというだけでなく、思考方法や分析力が訓練されているが故に、ビジネスの世界においてもその能力が如何なく発揮されるのである。また当然のことながら、ハイテク産業においては、技術的なバックグラウンドがあることが経営においても大いに役立つのである。米国のシリコンバレーでは、ベンチャー企業から大企業に成長した会社が多いが、そのほとんどが技術者が研究者が起業したものである。

一方日本ではどうかというと、Ph.D.は企業に入っても基礎研究をやりたがる傾向にある。日本のPh.D.も、もっと柔軟な考え方をもち、マーケティングや経営に携わる人が多く出てきて良いと思う。また企業の側もPh.D.をもっと活用すべきであろう。

企業における研究開発は最終的に企業に利益をもたらすものでなくてはならない。経営者、営業、マーケティング担当者だけでなく、研究者やエンジニアも、常にそのようなビジネスマインドを持って仕事をしていくことが、日本の企業の発展にとって必要である。

また、米国では産学連携が盛んである。日本でも産学連携をもっと推進すべきであろう。明確なニーズに基いた研究が大学においても必要である。こう言うと大学の先生方からはお叱りを受けるかもしれない。研究はシーズ志向であるべきだ、あるいは学問は金銭に支配されてはならないという考えも根強いと思う。しかしながら、例えば先に述べた半導体産業におけるイノベーションは、全て強力なニーズ志向から生まれたものである。一つの目的に向かって、多くの人達が精力的に研究活動を行うことによりブレークスルーが生まれる。これが私の40年の企業経験から得た結論である。

5. おわりに

半導体産業は多くのイノベーションによって発展して来た。これからも色々な局面でイノベーションが起こり、発展し続けると確信している。高

度情報化社会にとって半導体はますます必要不可欠なものになってきている。半導体産業はこれからも成長を続けることは明らかであり、半導体の未来は明るいと言えよう。しかしながら日本の半導体の未来が明るいかと言うと、残念ながらその状況にはない。現在、半導体を始めとする日本のエレクトロニクス産業全体が低調である。日本のエレクトロニクス産業を復活させ、さらに発展させて行くのは若い皆さんであり、その将来はまさに皆さんの肩に掛かっている。皆さんの活躍に期待して筆を置きたいと思う。

参考文献

- [1] 田中利明, 花沢国雄, 鵜飼勝三, 細川直吉 ; 第 25 回大河内賞受賞研究業績概要 (1979).
- [2] 鈴木敬三, 川崎義直, 掛樋豊, 野尻一男, 清水真二;第 36 回大河内賞受賞業績報告書 (1990).
- [3] K. Nojiri and K. Tsunokuni: J. Vac Sic. Technol., **B 11**, 1819 (1993).
- [4] “半導体プロセスにおけるチャージング・ダメージ”, (リアライズ社, 1996).
- [5] K. Yahashi et al ; Proc. Symp. Dry Process, p.279 (2008).
- [6] C. Rusu ; 55th Int. Symp. America Vacuum Society, PS2-FrM5 (2008).
- [7] H. Tanaka et al ; Tech. Dig. Symp. VLSI Technology, p.14 (2007).
- [8] 野尻一男 ; “はじめての半導体ドライエッチング技術”, (技術評論社, 2012).

研究室紹介

パルスパワー科学研究所 (Institute of Pulsed Power Science)

の誕生

熊本大学パルスパワー科学研究所

1. はじめに

2013年4月、熊本大学に、「発生医学研究所」に続く2つ目の研究所「パルスパワー科学研究所」が新たに設置されました。本研究所は、衝撃超高圧、超重力、極短光パルスなどの極限環境を用いた物質科学研究を推進してきた「衝撃・極限環境研究センター」とパルス大電流、パルス高電界、気体・超臨界流体・液体・固体中プラズマなどの高電磁エネルギー場を用いた生命科学研究（いわゆるバイオエレクトロニクス）を推進してきた「バイオエレクトロニクス研究センター」とが統合する形で誕生した組織であり、今後、電気・化学・機械・光などあらゆるエネルギーに由来する瞬間的な作用（パルスパワー）に基づいた分野横断的研究が積極的に展開することで、環境と調和したエネルギー利用、最先端エレクトロニクス、医療技術の高度化、食の安全、農・漁業生産性向上など、豊かな人類社会を継続するための多様かつ重要な課題の解決にあたることとなります。

2. 組織

パルスパワー科学研究所は、国際的な先導研究を推進する「パルスパワー基盤」及び「極限物性科学」、「バイオエレクトロニクス」の3つの研究部門と国際共同研究・共同教育の推進と国際的ネットワークの連携強化にあたる「国際連携客員」部門の計4つの部門で構成され、計26名の教員が所属している。なお、3つの研究部門には、それ

ぞれ、4つの研究分野が設定されており（表1参照）、極めて多様性の高い研究組織であることがご理解いただける。

表1 組織概要


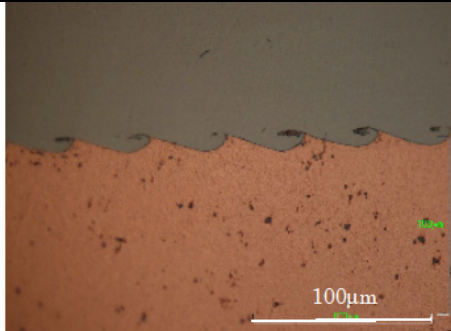
パルスパワー基盤部門	
分野・内容・教員	パルスパワー発生制御 「電気エネルギーを用いたパルスパワーの発生・制御・計測・応用に関する研究」 秋山秀典教授、佐久川貴志准教授
	爆発プロセス 「火薬類を用いたパルスパワーの発生・制御・計測・応用に関する研究」 外本和幸教授、松山賢一助教
	超臨界流体プロセス 「超臨界流体プロセス・パルスパワーやレーザー光生成プラズマによる超臨界流体プロセスの高度化に関する研究」 佐々木満准教授
	環境プロセス 「ナノ秒パルスパワーを用いた環境応用に関する研究」 浪平隆男准教授
極限物性科学部門	
分野・内容・教員	衝撃超重力物質 「衝撃圧縮を用いた超高圧物性や強い重力場を用いた新物質開発に関する研究」 真下 茂教授、川合伸明准教授、吉朝 朗教授
	極限物性物理 「コヒーレントフェムト秒光パルスによる反応経路等の能動的制御・光エネルギーの効率利用」 赤井一郎教授、藤井宗明准教授、速水真也教授
	極限材料科学 「極限材料科学に関する研究」 北原弘基助教


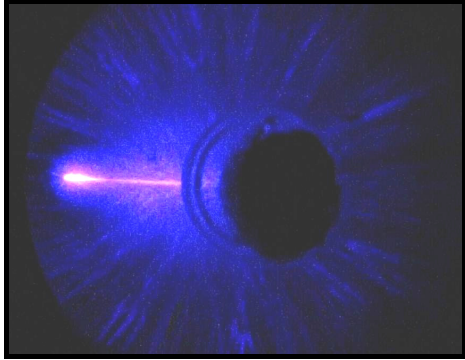
	半導体極限機能科学 「次世代半導体最先端原子スケール製造科学 (NaPFA) に関する研究」 久保田弘教授
バイオエレクトロニクス部門	
分野・内容・教員	基礎バイオエレクトロニクス 「パルスパワーのバイオへの作用の基礎科学の研究」 高野博嘉教授、斉藤寿仁教授
	応用バイオエレクトロニクス 「パルスパワーのバイオへの作用を利用した最先端応用研究」 勝木 淳教授
	医療バイオエレクトロニクス 「パルスパワーのバイオへの作用を使った医療への応用研究」 矢野憲一教授、甲斐広文教授、糸 昭苑教授
	衝撃波バイオエレクトロニクス 「衝撃波のバイオへの作用の基礎科学」 S. Hamid R. Hosseini 教授

3. 特徴的な研究成果

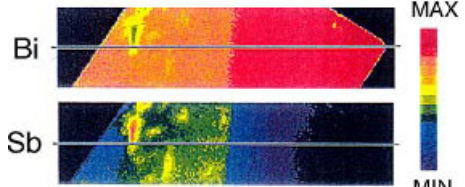
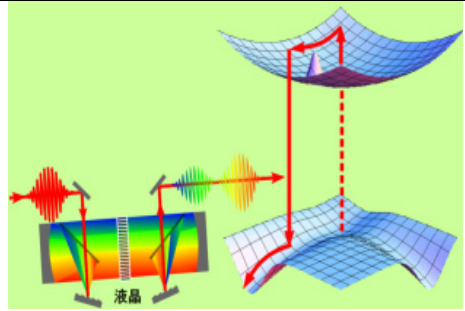
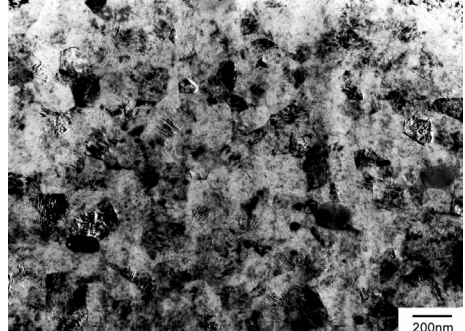
パルスパワー科学研究所に所属する教員はこれまでもにも独創的な研究を進めており (表2参照)、今後、これら研究成果を深化させつつ、異分野融合していくことで、更なる研究裾野の拡大を目指していく。


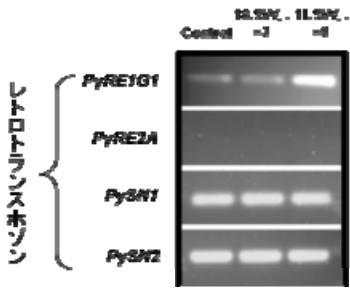
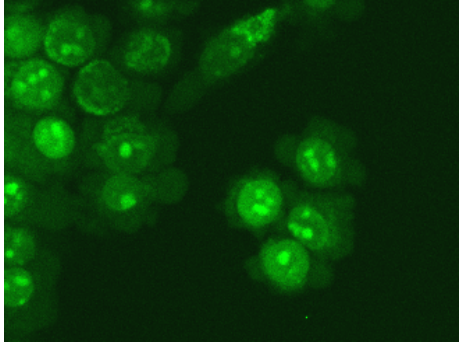
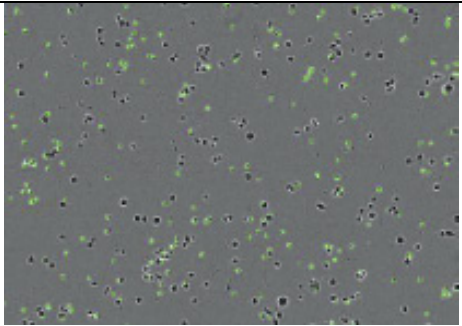
表2 代表的研究例

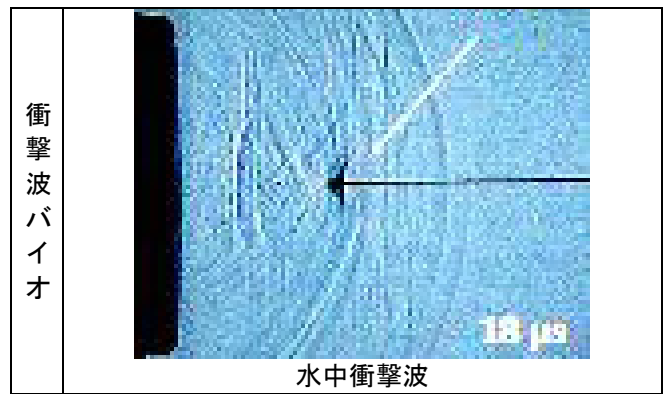
パルスパワー基盤部門	
パルスパワー発生制御	 40Jパルスパワー発生装置
爆発プロセス	 100μm

水中衝撃波によるタングステン薄板の爆発圧接	
超臨界流体プロセス	 超臨界流体中放電プラズマ
環境プロセス	 究極の非熱平衡大気圧プラズマ 「ナノ秒パルス放電プラズマ」

極限物性科学部門

衝撃超重力物質	 MAX MIN 重力誘起拡散によって実現した原子スケールの傾斜合金[J. Appl. Phys., 2001]
極限物性物理	 液晶 コヒーレント光パルスによる反応経路制御
極限材料科学	 200nm

	金属材料のサブミクロン・ナノレベルの結晶粒微細化
半導体極限機能科学	 <p>次世代半導体のためのナノ薄膜形成</p>
バイオエレクトロニクス部門	
基礎バイオ	 <p>植物変異体誘導 [IEEE TDEI, 2009]</p>
応用バイオ	 <p>活性酸素 誘導</p>
医療バイオ	 <p>がん細胞へのアポトーシス誘導と機序解明</p>



4. 使命と目標

パルスパワー科学研究所の使命として、「パルスパワー科学の基礎研究と新しい学理構築、及びそれを基盤とした異分野融合による国際的課題解決を推進すると共に、世界で活躍する若手研究者・技術者を育成すること」が掲げられており、今後、パルスパワー科学技術及びその関連分野における世界トップクラスの研究機関として、成長してまいりますので、応用物理学会会員の皆様には、今後ともご支援、ご鞭撻を賜りますよう、何卒宜しくお願い申し上げます。

研究紹介

分光技術を用いた AC 励起非平衡大気圧プラズマジェットの診断

名古屋大学大学院工学研究科 竹田 圭吾

はじめに

非平衡大気圧プラズマ技術は、大気圧下で安定なプラズマを生成できる特徴を生かし、これまでの表面処理、薄膜・材料合成などに加え、環境、医療・バイオなど新分野への応用研究も盛んになされている。特に、医療・バイオ応用は、近年、国内外を問わず様々な機関で研究が実施されており、多くの報告が成されている。我々のグループでも、この非平衡大気圧プラズマの医療・バイオ応用に着目し、プラズマ照射によるミドリカビの殺菌[1]や癌細胞の選択的殺傷[2]などに成功している。これらの興味深い処理効果は、プラズマから供給されるラジカルなど活性種が大きく寄与していると考えられる。これまでに我々は各種分光計測技術を用いて、非平衡大気圧プラズマにより生成された活性種の振る舞いを明らかにしてきた。しかし、これらは密閉された容器内の窒素やアルゴン(Ar)など不活性ガス雰囲気下でのものが主であった。バイオ・医療応用では大気雰囲気下の開放系での対象物へのプラズマ照射が多くなると考えられる。このような条件下では大気巻き込みがプラズマ生成に影響を与え、活性酸素種(ROS)や活性窒素種(RNS)といった様々な活性種が生成され、処理効果に影響を与える可能性が高い。そこで本研究では大気雰囲気下における非平衡大気圧 Ar プラズマジェットの大气巻き込みによる活性種生成への影響を評価することを目的に、活性種の空間密度分布およびその生成機構の解明に向けた研究を実施している。

研究内容

本研究で用いた AC 励起非平衡大気圧プラズマ

ジェットは、商用周波数の AC 50/60 Hz 電源を用いた装置であり、比較的安価な部品で構成されている。プラズマ源内部の対向した電極間に、Ar ガスを導入し、AC 100V から昇圧された AC 数 kV 程度の高電圧を印加することでプラズマを生成する。生成されたプラズマは、 $0.3 \times 20\text{mm}$ の方形スリットから Ar ガス流によってジェット状に噴出される構成となっている。対向電極間で生成されるプラズマは非常に高密度であり、約 10^{16}cm^{-3} 程度のプラズマ密度を実現する能力を有している[3]。我々のグループでは、この AC 励起非平衡大気圧プラズマ源をプラズマ医療やバイオ応用に利用している[1,2]。

本研究では、AC 励起非平衡大気圧 Ar プラズマジェットの生成条件を印加電圧 AC 7.5 kV、Ar ガス流量 2 slm とした。今回プラズマジェット源からガス流れの方向を軸に、プラズマにより生成された一酸化窒素(NO)、酸素(O)原子の密度計測を行った。それぞれの計測には、レーザ誘起蛍光分光法 (NO)、真空紫外吸収分光法 (O 原子) [4] を用い、計測時の雰囲気環境は温度 20 °C、湿度 40%であった。図 1 に NO 相対密度および O 原子絶対密度のプラズマ源からの距離依存性を示す。プラズマ源から遠ざかるとともに、O 原子密度は減少し、プラズマ先端部 (8 mm 付近) でその大きな変化が観られ、逆に NO の相対密度は上昇、リモート領域で飽和する傾向が得られた。これらは、プラズマ領域で巻き込まれた大気ガスの電子衝突解離により O 原子が生成され、それらが窒素系の活性種との反応により NO が生成され、O 原子に比べ、寿命の長い NO はガス流によりガス下

流側へ輸送されたものと考えられる。

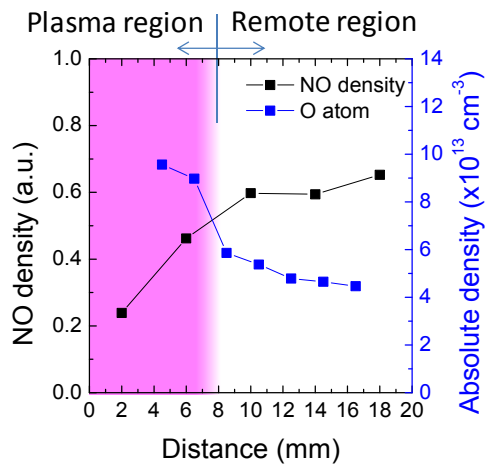


図1 雰囲気ガスの巻き込みにより生成されたO原子、NO密度の距離依存性

次に、雰囲気ガスのプラズマジェットへの巻き込みの影響を確認するため、シュリーレンシステムを用いたAC励起非平衡大気圧プラズマ源のガス流の観測を行った。図2にその観測結果であるガス流の時間変化を示す。シュリーレンシステムは、透明な気体、液体及び固体中の不均質状態が密度勾配として通過光を屈折させ、屈折した通過光をナイフエッジにより除去することで、わずかな屈折率の変化（密度勾配）を、大きな明暗の差に変えて観測する装置である。

図2に示すガス流の時間変化では、Arガス流は層流となっていたが、1ms付近のプラズマ放電直後、プラズマにより温められたArガスがプラズマ源のガススリットから噴出され、ジェット下流域に流れていく様子が確認された。このガス吹き出しの様子は、8.3msの周期で繰り返し確認され、60Hzの高電圧で駆動するACプラズマでも、プラズマ放電と加熱されたガスの放出が周期的に起こっていることが分かる。このガス流の乱れが生じたとき、雰囲気ガスの巻き込みの割合は大きくなり、活性種の生成に大きな影響を与えていると考えられる。

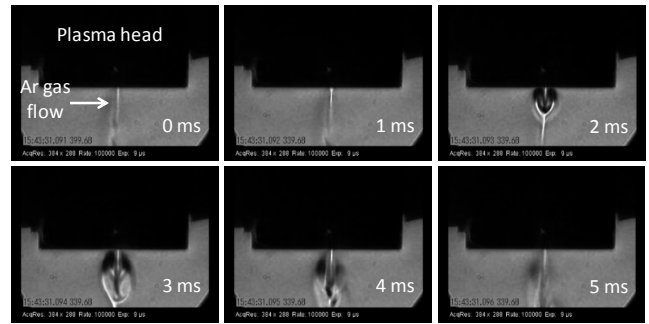


図2 シュリーレンシステムにより観測されたAC励起非平衡大気圧Arプラズマのガス流れ

最後に

大気圧環境下の非平衡プラズマは、これまでの低圧条件よりも、ガス流や雰囲気ガスなどの影響により、ラジカルの振る舞いがより一層複雑となる。しかし、プラズマ医療をはじめとする新たな応用分野でのプラズマ反応を理解する上で、ラジカルの挙動に関する知見は欠かすことのできないものでもある。現在、堀教授の下、新学術領域研究「プラズマ医療科学の創成」のプロジェクトに参加させて頂き、この研究を進める中で改めてプラズマ計測の重要性と難しさを身にしみている。今後も本研究のみならず、様々なプラズマの諸現象の解明に更に取り組む、日々精進してまいります。プラズマエレクトロニクス分科会の皆様方には今後とも御指導・御鞭撻を賜りますようお願い申し上げます。

参考文献

- [1] S. Iseki, et al.; Appl. Phys. Express, Vol.4 (2011), 116201.
- [2] S. Iseki, et al.; Appl. Phys. Lett., Vol.100 (2012), 113702.
- [3] M. Iwasaki, et al.; Appl. Phys. Lett. Vol.92 (2008), 081503.
- [4] H. Nagai, et al., Rev. Sci. Instrum., Vol.74, (2003) 3453.

英国サウサンプトンでの研究生生活

九州大学 大学院 システム情報科学研究所 中野道彦

はじめに

2012年10月4日から12月10日の2ヶ月間、英国サウサンプトンへと短期留学を行いました。本稿では、その時の経験や感じたこと等を綴りました。特に、実験を行うに当たって体験した苦労や日本（＝私のこれまでの経験）との違いについて書きました。既にご存知の方には、当たり前のことのように感じられるかもしれませんが、これから海外で研究を行おうと思っている方の助けになればと思い、記す次第です。

短期留学への経緯

今回の短期留学は、日本学術振興会「組織的な若手研究者等海外派遣プログラム」における九州大学システム情報科学研究所「情報とエレクトロニクスの融合を目的とする若手研究者の国際化推進プログラム」の助成を受けてのものでした。2010年9月頃に制度について照会を受けて、同年12月頃から渡航先を探し始めました。2010年4月に現在の職について、それまでの研究とは少し異なる研究を始めようとしていたところでした。そこで、渡航先はその研究に関連したところがいいと考え、全くつてが無いまま様々なところに電子メールを送りつけました。十数件断られたところで、渡航先が決まりました。サウサンプトン大学（University of Southampton）の Prof. Hywel Morgan です。短期留学の受入れの承諾を頂いたのは2011年の4月でした。その後、研究院内での審査を経て2011年6月に短期留学することが決定しました。先方の都合等があり、渡航期間は

2012年10月～12月になりました。

渡航先：英国サウサンプトン

渡航先は英国サウサンプトン大学です。サウサンプトンはイングランド南部に位置します。サウサンプトン大学を始め複数の大学があり、学生が多い街でした。それほど都会ではなく、ほどほどの田舎といったところです。シティと呼ばれる市役所周辺は大きなショッピングモールがあります。たくさんのパブがありますので、飲むところに困ることはありませんでした。大学のすぐ隣にもパブがありました。そこで酔っぱらった挙げ句グラスを落として割ってしまったことはいい思い出です。また、サウサンプトンは港町で、あのタイタニックが出航したところでもあるようです。しかし、それほどタイタニック全面に出している訳ではなく、地味にアピールしていました。

渡航時期は秋から冬になる頃でした。私が住んでいる福岡県と比べて、気温はそれほど寒くはありませんでした。しかし、天候の悪さには辟易しました。雨は少なかったですがほとんどの日が曇りでした。Poppy Day 以後は、クリスマスの雰囲気になり、様々な露店やメリーゴーランドがでます。食事は推して知るべしといったところですが、中華の take away をよく利用していました。野菜は高く、肉が安いので自炊するとどうしても肉がちになります。そのため、渡航中に5キロも太ってしまいました。



シティ近くにある城塞跡



クリスマス期間に現れるメリーゴーランド

図1 サウサンプトンで撮った写真

渡航先研究室について

私は、大学から少し離れたところに住みバスで通っていました。英国らしく二階建てバスです。大学では、建物によってその開館時間などが決められています。Prof. Morgan の研究室は、Electronics and Computer Science の Centre of Hybrid Biodevices (CHB) にあります。この建物 (Building 85) では午前 6 時～午後 11 時が開館時間で、研究室の office hour は午前 8 時～午後

6 時と決められていました。朝 7 時頃に宿舍をでて、バスに乗り 8 時前に大学に着いていました。大学内には、至る所にカフェがあり学生や教員は割引料金で購入できます。そこでコーヒーを買っておばちゃんに挨拶をするのが日課でした。

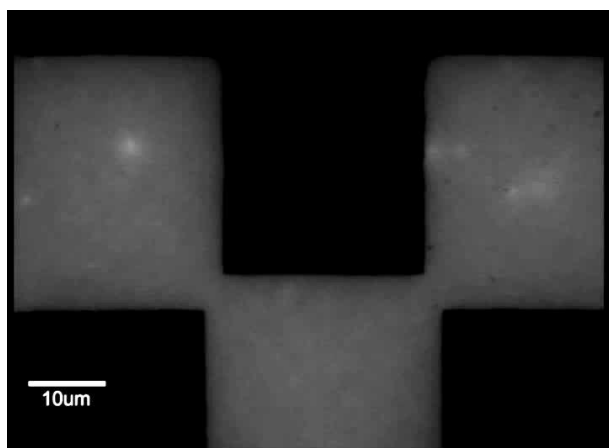
研究室には Prof. Morgan を含め 4 名のスタッフ、ポスドクが 8 名、博士課程学生が 10 名いました。修士学生は、毎週水曜日の午後に研究室に来て博士課程学生の指導のもとで実験をしていました。研究室では、毎週月曜日にラボミーティング、水曜日にスタッフとの個別打ち合わせ、金曜日に Journal club がありました。

ラボミーティングでは、事務連絡の他に 2 名が研究進捗状況を学会発表のようにまとめて説明します。水曜日の個別打ち合わせでは、学生の居室にスタッフが来て個別に打ち合わせを行います。時に実験装置を確認しながら、フレンドリーにしっかりと学生とスタッフとで議論をしています。Journal club は論文紹介の輪講で、ポスドクと学生によって運営されています。

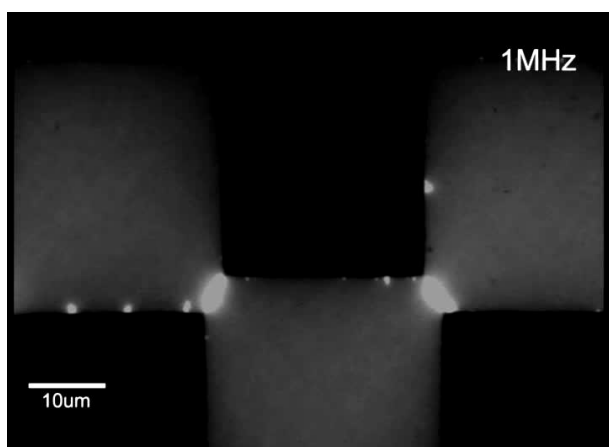
研究内容について

渡航先ではウイルスの誘電泳動特性を明らかにするための実験を行いました。これは、所属研究室 (九州大学末廣研究室) で行っている誘電泳動インピーダンス計測法 (dielectrophoretic impedance measurement、DEPIM) による微生物の検出をウイルス検出に応用するためです。誘電泳動とは、不平等電界中に置かれた誘電体に働く力で、微小な領域での微小物質の操作に用いられています。渡航先の Prof. Morgan は、誘電泳動に関する研究に非常に貢献度の高い研究者のひとりです。ウイルスの誘電泳動に関しても実績があり、私はそこでノロウイルスとロタウイルスの誘電泳動特性に関する実験を行いました。図 2 はロタウイルスの誘電泳動の一例で、蛍光染色した

ロタウイルスが誘電泳動によって微細電極間に捕集されています。



誘電泳動前



誘電泳動捕集

図2 ロタウイルスの誘電泳動

実験を始めるまで

幸いなことに当初予定していたデータを渡航期間内に取ることができました。渡航の目的は一応達成できましたが、実際にデータを取得するために実験を行うことができたのは後半の3週間程度でした。これは、実験を始めるまでに様々な手続きに時間がかかったからです。渡航後すぐに実験が出来ると考えていたので、面食らうと同時に日本との違いを実感しました。ここでは、その手続

きや仕組みについて述べます。

様々な induction がありました。まずは、建物に出入りするための Building induction。新入生に混じって火災時の避難の方法や時間外受付の仕方の講義を受けました。次に、Lab induction。これは、研究室で実験するためのルールに関する induction です。研究室は、居室と実験室が分けられており、実験室内では白衣とメガネを着用する必要があります。これらを受け取ったり消耗品の保管場所、ゴミ捨ての場所や方法等を教えてもらったりしました。ここまでの10日ほどかかってしまいました。さて、これでやっと実験に取りかかれると思っていました。

COSHH と Risk assessment sheet

実験を始める前に、その実験に関して COSHH と Risk assessment sheet を作成する必要がありました。これらの作成におよそ3週間かかりました。COSHH (Control of Substances Hazardous to Health、コシューという) は、有害性がある化学物質について、その性質、有害性、リスク管理について記述した書類のことで、法律に基づいて作成が義務づけられているそうです。まず、実験に使用する試薬を全てリストアップし、それぞれの MSDS (material safety data sheet) を取り寄せます。そこに、有害性、例えば腐食性、毒性、引火性などの記述があれば、その試薬に対して COSHH を作成します。COSHH には、MSDS の記述をもとにその有害性、健康リスク、暴露したときの対処法を記載し、その試薬の使用に関するリスクを評価します。日本では、毒物や劇物に分類される試薬に関して MSDS を用意し、その使用を記録します。つまり、購入前にその試薬に関するリスク調査をすることは必須ではありません。渡航先では、購入前に試薬についてしっかりと調査し、そのリスクを使用者および研究室内で共有

します。その一方で、使用に関して特に記録はつけません。Risk assessment sheet は、実験の工程についてそのリスクを評価します。工程は細かくチェックしなければなりません。例えば、表 1 のような項目です。COSHH と Risk assessment sheet の作成には、なんだかんだと 3 週間もかかってしまいました。MSDS の取り寄せと各書類のチェックに時間がかかりました。

表 1 Risk assessment sheet に記載する実験手技の例

蛍光染色ウイルスの誘電泳動の顕微鏡観察			
1	試薬の調製	6	電源の使用
2	導電率の測定	7	顕微鏡の使用
3	ウイルス溶液の希釈	8	ベンチの清掃, 器具の洗浄
4	ウイルス溶液の限外ろ過 (遠心分離機)	9	消毒液への浸漬
5	微細電極の使用	10	オートクレーブの使用

COSHH と Risk assessment sheet の取扱いから、日本との違いについて私なりの見解を述べます。試薬に関しては、渡航先では使用者および雇用者が導入前にそのリスクを把握します。使用に関して購入量、使用量、廃棄時期等の記録を取ることはありません。安全性を重視する一方で、使用に関する危険性の管理は使用者に任されていると感じました。一方、日本では微生物やウイルス、放射性物質等の特殊なもの以外は、自由に購入できます。ただし、使用記録をしっかりと取る必要があります。安全性よりも不正な使用や事故の検証ができることに重きが置かれていると感じます。実験に関しては、渡航先では実験中に起こりえる

様々なリスクを明文化します。これにより実験中の事故に関する責任は実験者であると示していると感じました。即ち、雇用者は実験前にリスクに関する責任を果たしていると宣言しているように思いました。日本では、実験に使用する装置毎に注意事項を伝達することはありますが、実験操作に関してそのリスクを明文化することは少ないと思います。実験中の事故の責任は雇用者 (= 教授) にある一方で、細かな実験操作に関して把握されていないことがあるのではないのでしょうか。

端的に述べると、渡航先では事前にリスクを明文化し、日本ではリスクが発現した後、すなわち事故後に検証できるようにすることに重きが置かれていると感じました。このような日英のリスク管理に関する違いを体感できただけでも、本渡航は大変意義があるものでありました。

Away Day

丁度私が渡航したのは新入生や新しいポストドクが入ってくる時期でした。研究室では、年に一度 Away Day というイベントを行っていました。Away Day では、場所を大学から離れたところ (ホテル) に変えて、一年間の研究計画についてミーティングを行います。ミーティングでは、博士課程学生とポストドクがそれぞれに研究テーマについて発表し、一年間の方針を一日かけて話し合います。場所を変更するだけで、新鮮な気持ちで打ち合わせに打ち込めます。興味深かったのは、昼食代を含め場所代は Prof. Morgan のポケットマネーであるという点です。日本でも同じようなことをしている研究室もあるでしょうが、大変良いイベントだと思いました。

おわりに

ここまで 2012 年 10 月～12 月に行った短期留学について書いてきました。実験に入る前のリス

ク管理に苦勞した点を主に述べました。これから海外の大学で研究を行う方の参考になれば幸いです。最後に、助成を頂いた日本學術振興会「組織的な若手研究者等海外派遣プログラム」に謝意を

表するとともに、不在の間いろいろと助けて頂いた末廣純也教授、新里賢太技術職員および研究室の学生の皆さんに感謝を申し上げます。

大気圧プラズマの活性種レーザー計測

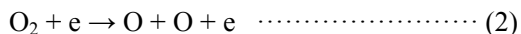
東京大学 小野 亮

1. はじめに

大気圧プラズマの応用の一つにオゾナイザがある。これは空気や酸素ガスから放電でオゾン (O_3) を生成する装置である。オゾンは殺菌や有機物の分解に優れており、上下水道、農業用排水、プールなどの浄化や殺菌、食品や容器の殺菌や洗浄、医療現場での殺菌や脱臭に用いられている。オゾンは、プラズマ中の O 原子が O_2 分子と反応して生成される。

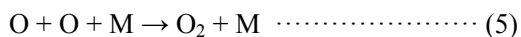
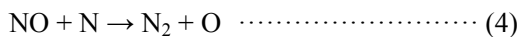
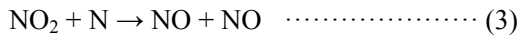


M は第三体とよばれ、 N_2 や O_2 などの主要分子である。 O 原子は、プラズマ中で電子が O_2 分子を解離して生成する。

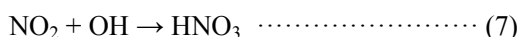
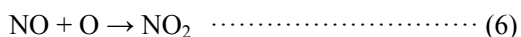


O 原子や O_3 は反応性の高い化学種であり、ラジカルと呼ばれる。プラズマ中には、この他にもイオンや励起種など、反応性の高い様々な活性種が存在する。

大気圧プラズマの応用では、活性種が重要な役割を果たす。例えば燃焼排ガス処理では、 NO_x を N 原子で還元し N_2 と O_2 に分解する。



あるいは、 O 原子や OH ラジカルで NO_2 や HNO_3 に酸化し、水に溶かして回収する。



他にも、表面処理では活性種が材料の表面を改質し、プラズマ医療では活性種が細胞に刺激を与えて治療効果を発揮すると言われている。プラズマ

支援燃焼でも O や OH などの活性種が燃焼を促進し、エキシマランプなどの光源でも励起種の脱励起に伴う発光を利用している。このように、大気圧プラズマの応用では活性種が重要な役割を果たしており、その技術開発には活性種の計測が必須となる。本稿では、大気圧プラズマの活性種をレーザー計測する手法について述べる。

2. 発光分光計測

プラズマ中の化学種の計測といえば、プラズマの発光スペクトル計測を思い浮かべる人が多いであろう。レーザー計測に先立ち、発光分光計測について述べておく。

O 原子は図1のように電子衝突で励起され、励起 O 原子が 777 nm 付近で発光することが知られている。この O 原子の発光から、 O 原子密度が得られるかどうか検討してみよう。いま、放電電圧や雰囲気ガスの酸素濃度を変えて、この O 原子の発光強度が2倍になったとしよう。このとき、 O 原子密度も2倍になったと言えるだろうか。答えはノーである。空气中プラズマにおいて、 N_2 密度

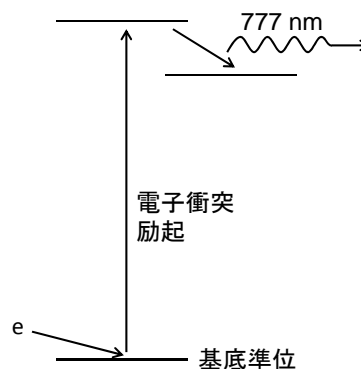


図1 O 原子の電子衝突励起と発光

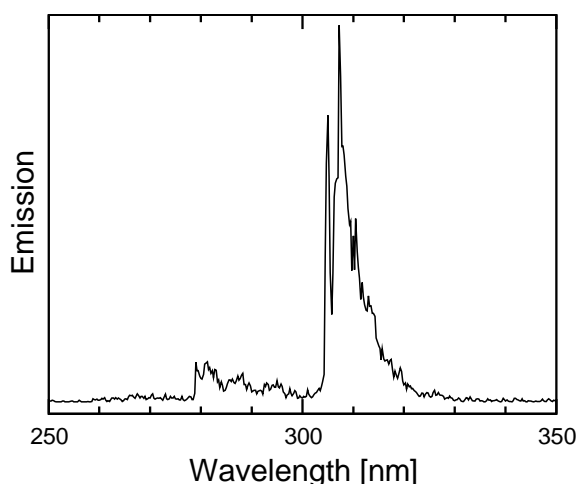


図2 スパーク放電で着火した $\text{H}_2\text{-O}_2$ 炎の発光スペクトル。

は常に一定にもかかわらず、放電電圧を上げると N_2 の発光が増加するのが良い反例である。O 原子の発光強度と直接リンクしているのは、基底 O 原子ではなく励起 O 原子である。したがって、例えば基底 O 原子密度は一定のままでも、電子密度が 2 倍になれば励起 O 原子密度は 2 倍になり、その発光も 2 倍になる。

背景ガスの O_2 濃度を変えて O 原子の発光が変化した場合も、解釈は複雑である。励起 O 原子は、下準位に遷移して発光する他に、周囲の分子・原子と化学反応して発光せずに脱励起する場合がある。これをクエンチングとよぶ。クエンチングは化学反応なので、クエンチング速度は周囲のガス組成や温度に依存する。当然、背景ガスの O_2 濃度にも依存する。そのため、励起 O 原子のうちクエンチングせずに発光する割合も O_2 濃度に依存し、発光強度の分析ではこれを補正する必要がある。

図2は、スパーク放電で着火した $\text{H}_2\text{-O}_2$ 炎の発光スペクトルである。観測されている発光はすべて OH ラジカルの発光である。これは基底準位の OH が励起されて発光したものではなく、火炎中に豊富に存在する O ラジカルと H ラジカルが反応して励起 OH を生成し ($\text{O} + \text{H} \rightarrow \text{OH}^*$)、この OH^*

が発光していると考えられている。したがって、この OH の発光強度は OH 密度とは無関係で、O と H の密度に依存している。このようなケースもあることを、頭に入れておく必要がある。

以上のように、発光強度から活性種密度を求めるとはそう簡単ではない。これをより直接的に計測するのが、次節で紹介するレーザー計測である。

3. レーザー誘起蛍光法

大気圧プラズマの活性種をレーザー計測する手法はいくつかある。本稿では、その中でもよく用いられるレーザー誘起蛍光法 (LIF: laser-induced fluorescence) について述べる。

LIF の測定原理を図3に示す。測定対象とする活性種 (例えば OH ラジカル) のエネルギー準位図を表している。準位1を基底準位とし、この準位1の密度 N_1 を測定するとしよう。適当な励起準位2を選び、準位1と2のエネルギー差 ΔE_{12} に相当する周波数 $h\nu_{12}$ のレーザーを照射すると、準位1は光子を吸収して準位2に励起される。レーザーのエネルギー密度を I とすると、励起速度は $B_{12}I$ と表される。ここで B_{12} は吸収係数である。同時に、レーザー光で強制的に $2 \rightarrow 1$ と脱励起させられる誘導放出も起きる。誘導放出速度は $B_{21}I$ で、 B_{21} は誘導放出係数である。その他、準位2から様々な下準位 $3, 4, \dots, m$ へも脱励起し、エネルギー差に応じた波長の蛍光を放射する。これを自然放射とよび、 $2 \rightarrow i$ の自然放射速度は自然放射係数 A_{2i} で表される。準位2からは、化学反応により蛍光を放射せずに脱励起するクエンチング (速度 k_q) も発生する。ここで、準位1, 2の数密度 N_1, N_2 について、次のレート方程式が成立する。

$$\begin{cases} \frac{dN_1(t)}{dt} = -B_{12}IN_1(t) + (A_{21} + B_{21}I)N_2(t) \\ \frac{dN_2(t)}{dt} = B_{12}IN_1(t) - \Gamma_2N_2(t) \end{cases} \quad (8)$$

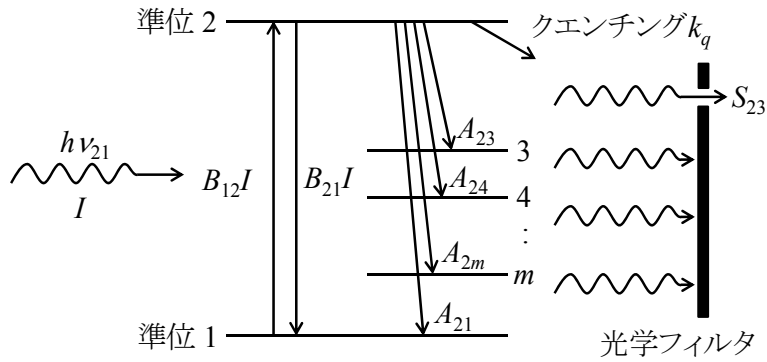


図 3 LIF 測定原理。

ただし

$$\Gamma_2 = \sum_{i=1}^m A_{2i} + B_{21}I + k_q \dots \dots \dots (9)$$

は準位 2 の脱励起速度である。時間 t は、レーザーの照射開始からの経過時間である。LIF には一般にパルスレーザーが使用され、パルス幅 τ は 10 ns 程度である。大気圧プラズマの LIF 計測では、しばしば

$$B_{12}IN_1 \gg (A_{21} + B_{21}I)N_2, \tau \gg 1/\Gamma_2$$

の近似が成立する。このとき、式(8)は以下のように解ける。

$$\begin{cases} N_1(t) = N_1(0) \exp(-B_{12}It) \\ N_2(t) = \frac{B_{12}I}{\Gamma_2} N_1(t) \end{cases} \dots \dots \dots (10)$$

図 3 で計測している 2 → 3 の蛍光強度 S_{23} は、次式で与えられる。

$$\begin{aligned} S_{23} &= c \int_0^\tau A_{23} N_2(t) dt \dots \dots \dots (11) \\ &= c \frac{A_{23}}{\Gamma_2} N_1(0) [1 - \exp(-B_{12}I\tau)] \end{aligned}$$

ここで c は比例係数である。さらに

$$B_{12}I\tau \ll 1$$

の近似が成立すれば、式(11)は

$$S_{23} = c \frac{A_{23}}{\Gamma_2} B_{12}I\tau N_1(0) \dots \dots \dots (12)$$

となる。測定したいのは、レーザー照射前の準位 1 の密度 $N_1(0)$ である。これに比例した蛍光強度が

得られている。このようにして、蛍光強度から準位 1 の密度を求めることができる。

式(12)の比例係数 c は装置の密度校正をすれば求めることができるが、実際にはこの校正が極めて難しい場合がある。本稿ではこの校正までは立ち入らず、測定の概略を述べるに留める。

4. LIF の実際

実際に何かの活性種を LIF 計測するとき、どのような手順で準備を進めればよいか、OH の LIF を例にとって説明しよう。

4.1 遷移の調査

OH がどのようなエネルギー構造を持ち、どのような光学遷移が存在するかをまず調査し、測定に最適な励起および蛍光遷移を選定する。OH ラジカルのポテンシャル曲線を図 4 に示す。二原子分子の典型的なポテンシャル曲線である。横軸が O と H の原子間距離、縦軸がエネルギーである。X²Π, A²Σ などと書かれているのは電子準位で、電子の軌道が異なるため大きなエネルギー差がある。電子準位間のエネルギー差は一般に 1~10 eV 程度である。各電子準位にある v は振動準位である。原子間の振動エネルギーを表している。エネルギー差は 0.1 eV のオーダーである。各振動準位には、さらに回転準位 ($N=1, 2, 3, \dots$) がある。OH ラジ

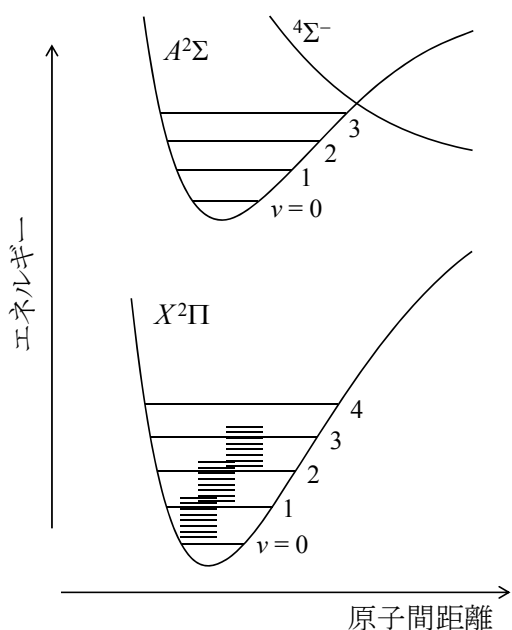


図4 OH ラジカルのポテンシャル曲線。

カルの場合、各回転準位はさらに4つの微細構造に分かれている。レーザーを用いて、それぞれの微細構造を個別に励起するため、この微細構造も含めたエネルギー構造を理解しておく必要がある。

一部のラジカルについては、LIFBASE[1]のようなフリーソフトで各遷移の波長や遷移速度などの分光定数を調べることができる。OH ラジカルについても、LIFBASE で調べることができる。その他のラジカルについては丹念に文献を調査し、図5のようなエネルギー準位図や遷移確率などを得る必要がある。

図5のO₂のエネルギー準位について、もう少し詳しく見てみよう。図5の上側が電子励起準位B³Σ_u⁻の振動準位v'=0、下側が電子基底準位X³Σ_g⁻の振動準位v''=6である(vなどの量子数には、上準位に「'」、下準位に「''」をつける)。O₂(X³Σ_g⁻, v=6)の密度を(B³Σ_u⁻, v'=0) ← (X³Σ_g⁻, v''=6)励起でLIF計測するための遷移を調べている。O₂分子の回転準位Nは、X³Σ_g⁻準位では奇数のみ、B³Σ_u⁻準位では偶数のみをとる。電子のスピンに応じて、

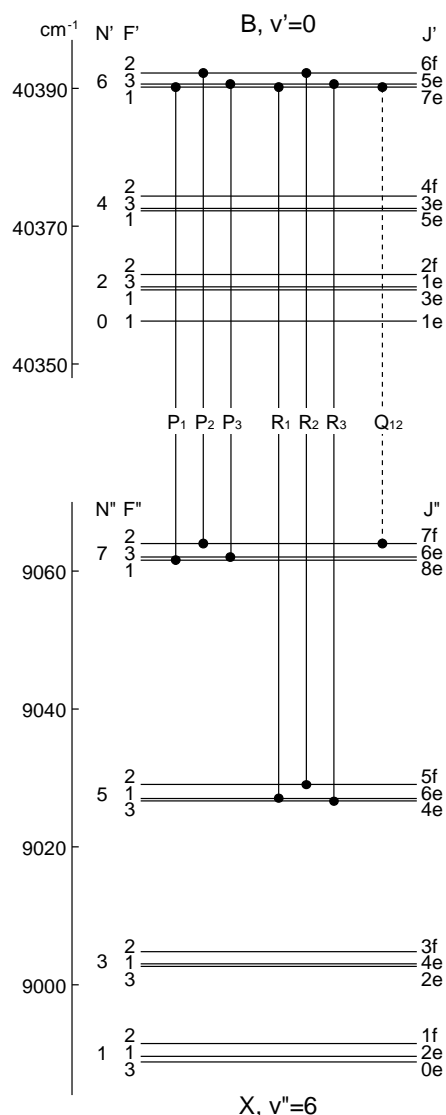


図5 O₂分子(B³Σ_u⁻, v'=0)←(X³Σ_g⁻, v''=6)バンドの回転準位間遷移。

各回転準位が3つの準位F=1, 2, 3に分れている。回転準位Nは、原子核の回転や、電子が原子核の周囲を運動するときの角運動量に起因するエネルギーである。これに電子のスピンを加えた合成角運動量Jも量子化され、微細準位F=1, 2, 3に対して

$$J = N + 1, \quad J = N, \quad J = N - 1$$

の値をとる。このJの値も図5に記している。一般に、遷移の前後でJの値の変化が

$$\Delta J = J' - J'' = -1, 0, 1$$

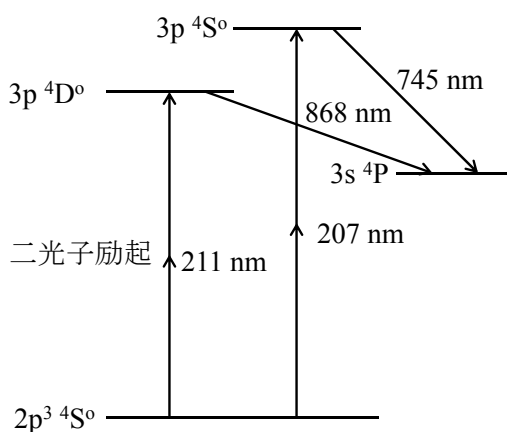


図6 N原子のTALIF計測。

になるという規則がある。そして、それぞれの遷移を P, Q, R 枝とよぶ。ただし O_2 については Q 枝の遷移は小さく、実質的には P 枝と R 枝だけ考慮すればよい。また、遷移の前後で電子のスピンが変化するものは遷移確率が小さいので、図5ではスピンの値が変化しない P 枝と R 枝の遷移のみを、 $N'=6$ に関して6つ記している。左から順に

$$P_1(7), P_2(7), P_3(7), R_1(5), R_2(5), R_3(5)$$

である。かつこの中の数字は N'' を表し、1, 2, 3 は電子スピンの F の値を表している。各準位のエネルギー、各遷移の自然放射係数や吸収係数は文献から得る[2]。このように、分子はエネルギー構造が複雑なため、計測に際してエネルギー構造や分光定数を調べるだけでも、かなり骨の折れる作業になる。

分子に対して、原子はエネルギー構造が簡単である。分子は回転準位や微細構造を含めると膨大な数のエネルギー準位が存在するのに対して、原子では分光計測で考慮する準位は10個に満たない。LIFで利用できる遷移はほとんど決まっており、それをそのまま利用することになる。N原子のLIF計測法を図6に示す。N, O, Hなどの原子は、基底準位からの励起に100 nm付近の真空紫外光を要する。真空紫外光は N_2 や O_2 に吸収されるた

め、空気中を透過しない。したがってプラズマ計測に真空紫外レーザーを使うことは困難である。そこで、ちょうど2倍の波長をもつレーザーの光子を2つ吸収させる二光子レーザー誘起蛍光法 (TALIF: two-photon absorption LIF) が用いられる。図6のN原子の計測では、211 nm もしくは 207 nm の光子を2つ吸収させて励起している。N原子のTALIFでは、図6の2通りの手法が用いられる[3]。したがって、ここに出てくる4つのエネルギー準位のみ理解していれば十分である。

4.2 励起遷移の選択

OHラジカルの基底準位($X^2\Pi, v''=0$)を測定する場合を考えよう。レーザーの波長を考慮すると、図4において($A^2\Sigma, v'=0, 1, 2, 3$) ← ($X^2\Pi, v''=0$)を励起することになる。この場合、遷移確率は v' が小さいほど大きいので、第一候補は $v'=0$ である。このとき励起準位($A^2\Sigma, v'=0$)はほとんど($X^2\Pi, v''=0$)にしか脱励起しないため、励起波長(すなわちレーザーと同じ波長)の蛍光を測定することになる。レーザー光はプラズマ中の気体にレイリー散乱され、かなり強い迷光となる(レイリー散乱では波長はそのまま散乱される)。このため $v'=0$ への励起はあまり用いられない。

次に($A^2\Sigma, v'=1$) ← ($X^2\Pi, v''=0$)の励起が候補となる。これは比較的励起確率が高く、また蛍光遷移は($A^2\Sigma, v'=1$) → ($X^2\Pi, v''=0, 1$)の2つが強くなるため、($A^2\Sigma, v'=1$) → ($X^2\Pi, v''=1$)を測定すればレーザー光と異なる波長で蛍光を測定できる。この励起は、OHのLIFで最もよく利用される。

次に($A^2\Sigma, v'=2$) ← ($X^2\Pi, v''=0$)であるが、これは先の $v'=1$ より励起確率が低いため、あまり利用されない。

最後に($A^2\Sigma, v'=3$) ← ($X^2\Pi, v''=0$)であるが、これは励起確率が低いにもかかわらず利用されることがある。図4に $A^2\Sigma$ と交差する曲線 $4\Sigma^-$ がある

が、($A^2\Sigma, v'=3$)に励起された OH はすぐに $^4\Sigma$ に遷移する。この $^4\Sigma$ は原子間距離が長いほどエネルギーが低いので、即座に原子間距離が広がり最後は O と H に解離する。これを「前期解離」という。この前期解離速度を P とおくと、 P はクエンチング係数 k_q より十分大きいので、式(12)において

$$\Gamma_2 \approx P \dots\dots\dots (13)$$

となる。一方、 $v' < 3$ の励起の場合は $P=0$ なので

$$\Gamma_2 \approx k_q \dots\dots\dots (14)$$

となる。 P は定数だが、 k_q は周辺ガスの組成、密度、温度などに依存するため、式(13)の $v'=3$ 励起のほうがクエンチングの不確定性を抑えた測定ができる。これを前期解離 LIF という。測定感度は $v'=1$ 励起の 1/10 程度になってしまうため、両者の長短を比較して励起遷移を決定することになる。

振動準位が決まったら、次に各振動準位のどの回転準位を励起するかを決定する。このときのポイントは3つある。

- i) ($X^2\Pi, v''=0$)の回転準位 i の密度を N_i とおくと、 N_i の密度分布は次のボルツマン分布に従う。

$$\frac{N_i}{N} = \frac{g_i \exp(-E_i/kT)}{\sum_i g_i \exp(-E_i/kT)} \dots\dots\dots (15)$$

ただし g_i は統計重率とよばれる定数で、 N は

$$N = \sum_i N_i \dots\dots\dots (16)$$

で表される($X^2\Pi, v''=0$)準位の密度である。測定したいのは N 、実際に測定するのは N_i なので、プラズマのガス温度が不明な場合は、式(15)の右辺が温度によらずほぼ一定となるような準位 i を選択するのが望ましい。

- ii) N_i/N になるべく大きい準位 i を選択すると、測定感度の面から望ましい。
- iii) スペクトルが他のスペクトルと重ならない準位 i が望ましい。これについては後述する。

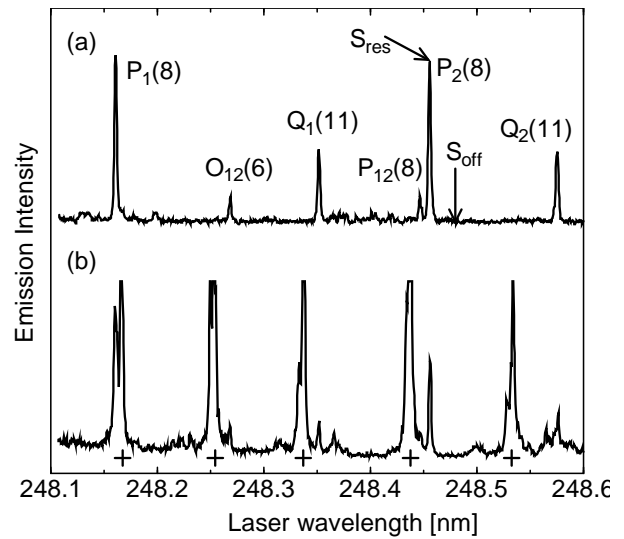


図7 OH ラジカルの LIF 励起スペクトル。励起および蛍光バンドは本文参照。(a) 加湿 N₂ プラズマ、(b) 加湿空気プラズマ[4]。

4.3 励起スペクトルのチェック

励起遷移が決まったら、次に励起スペクトルをチェックする。図7に OH-LIF の励起スペクトルを示す。励起は($A^2\Sigma, v'=3$) ← ($X^2\Pi, v''=0$)、蛍光は($A^2\Sigma, v'=3$) → ($X^2\Pi, v''=2$)である。蛍光波長は 296 nm 付近にあるため、この波長域を透過するバンドパスフィルタを用いて蛍光を測定している。レーザーの波長を 248.1 nm から 248.6 nm までスキャンし、OH の励起波長に一致した時に LIF 信号が観測され、スペクトルが得られている。図7(a)は加湿 N₂ プラズマである。OH の蛍光だけが観測されている。一方、図7(b)の加湿空気プラズマでは、OH の蛍光に加えて“+”で示した別の信号が観測されている。これは、振動励起 O₂($v=6$)の LIF スペクトルである。たまたま OH と励起および蛍光波長が一致しているため、観測されてしまっている。この O₂($v=6$)の信号が重畳しているため、P₁(8)は測定に使えない。O₂($v=6$)から分離されている P₂(8)を測定に使うこととなる。このように、励起スペクトルから他の発光が LIF 信号に重畳していないかを確認する。

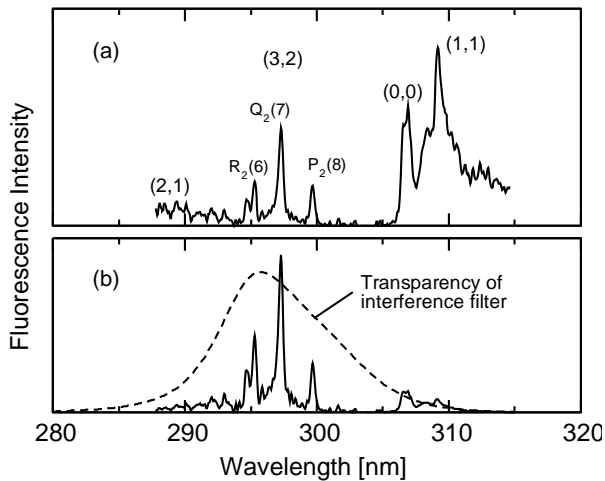


図8 OHラジカルの($A^2\Sigma, v'=3$) ← ($X^2\Pi, v''=0$)バンド $P_2(8)$ 枝を励起した時のLIF蛍光スペクトル[5]。

4.4 蛍光スペクトルのチェック

励起スペクトルを確認したら、次に蛍光スペクトルをチェックする。図8は、OHラジカルの($A^2\Sigma, v'=3$) ← ($X^2\Pi, v''=0$)バンド $P_2(8)$ 枝を励起した時の蛍光スペクトルである。図8(a)の(3,2)は($A^2\Sigma, v'=3$) → ($X^2\Pi, v''=2$)の蛍光であることを表しており、そこにP, Q, Rの3つのスペクトルが観測されている。LIFではこれら(3,2)の蛍光を観測したいのだが、その他に(0,0)(1,1)(2,1)のスペクトルも現れている。これらは、($A^2\Sigma, v'=3$)から($A^2\Sigma, v'=0, 1, 2$)に振動遷移したあと、($X^2\Pi, v''=0, 1$)に遷移して放射された蛍光である。式(12)ではこの振動遷移は考慮していないため、(0,0)(1,1)(2,1)の蛍光は省いて測定する必要がある。そこで、図8(b)のようなバンドパスフィルタを用いて(3,2)の蛍光だけ測定するようにする。もし振動遷移も考慮すると、式(12)はもっと複雑な式になる[6]。このように蛍光スペクトルを観測して、計測の障害になるような発光が他に混ざっていないかどうかを確認する。

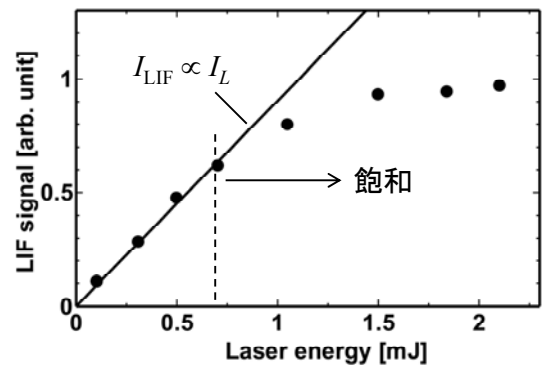


図9 OH-LIF信号強度 I_{LIF} とレーザーのエネルギー I_L の関係[6]。

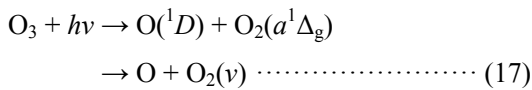
4.5 飽和のチェック

LIF信号強度 I_{LIF} は、式(12)のようにレーザーのエネルギー I_L に比例する。したがって測定感度を上げるには、レーザーは強いほどよい。しかしレーザーを強くしすぎると、図9のようにLIF信号が飽和する。LIF計測では I_{LIF} と I_L の比例関係を前提にしているため、飽和が発生すると測定精度が落ちる。したがって、レーザーは飽和が起きない範囲でエネルギーを強くするのがよい。

飽和が起きる理由を述べる。レーザーを照射している間、下準位は次々にレーザーにポンピングされるため、下準位密度は式(10)のように減衰する。レーザーが強いとこの減衰が顕著になり、レーザー照射前の密度よりも低い密度を測定することになる。このため、レーザーを強くすると下準位が次第に枯渇し、一定以上の蛍光が得られなくなる。これが飽和の理由である。実際には、枯渇準位の近隣の回転準位からの緩和により、式(10)ほど高速には枯渇しない。この回転準位間緩和を含めた式は複雑になるが、いずれにせよ、図9で線形性が保たれている範囲であれば、この下準位の枯渇は無視できる。

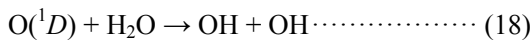
4.6 光化学反応のチェック

レーザー計測は、プローブなどを挿入する計測と比較して非接触・非擾乱であるといわれる。しかしレーザー計測では高強度の紫外レーザーを照射することが多く、レーザーが光化学反応を誘起して測定を乱すことがある。この光化学反応がないことを確認する必要がある。特に空気中の大気圧プラズマでは、プラズマ中の O_3 が紫外レーザーに容易に光解離される。



上の反応がおよそ 90%、下の反応がおよそ 10%の割合で発生する。この光解離反応が、様々な LIF 計測において問題となる。

OH-LIF では、OH 励起用に照射した紫外レーザーがプラズマ中の O_3 を光解離し、その結果発生した $O(^1D)$ が次の反応で OH を生成する。



この光解離と OH 生成の一連の反応は数 ns で完了するため、新たに生成された OH は O_3 を光解離したのと同じレーザーパルスで LIF 計測されてしまう。その結果、実際よりも過剰な OH 密度が得られてしまう。

O_3 の光解離は振動励起 $O_2(v)$ を生成するため、 $O_2(v)$ の LIF でも問題が発生する。図 10 に例を示す。パルスストリーマ放電 (パルス幅 100 ns 程度) 後に、 $O_2(v=6)$ 密度が時間変化する様子を LIF 計測した結果である。レーザーのエネルギー密度 I_L を 100 mJ/cm^2 と 4 mJ/cm^2 として計測している。まったくおなじ計測をしているにもかかわらず、 I_L の値によって異なる結果が得られている。これは、 I_L の値が 100 mJ/cm^2 と大きい場合、放電で発生した O_3 が光解離して $O_2(v=6)$ が生成され、これも LIF 計測しているためである。レーザーが十分に弱ければこの光解離は無視できる。図 10 では、 $I_L = 4 \text{ mJ/cm}^2$ の結果が真の $O_2(v=6)$ 密度を表してい

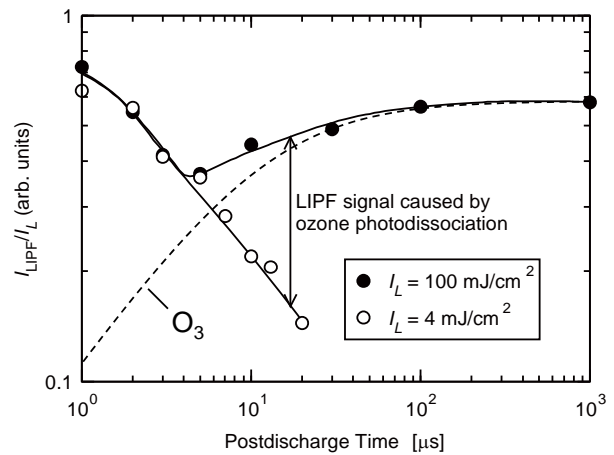


図 10 パルスストリーマ放電後の $O_2(v=6)$ 密度時間変化を LIF 計測した結果[2]。

る。図 10 の破線は O_3 密度の時間変化である。これに比例した余分な LIF 信号が重畳し、 100 mJ/cm^2 の結果が得られている。

O_3 の光解離は O 原子も生成するため、O の LIF 計測も強く乱される。詳細は省くが、文献[7]にその例が示されている。

このような光化学反応の有無は、レーザー強度を変えたときに、それに比例した信号が得られるかどうかを確認すれば分かる。先に述べた飽和も含め、レーザー強度と LIF 信号の比例をチェックすることは極めて重要である。

5. まとめ

大気圧プラズマ中の活性種計測について、レーザー誘起蛍光法を例にとり、測定法や測定に伴う注意点を述べた。文献に書かれた波長のレーザーを照射し、文献に書かれた波長の蛍光を測定してそれらしい結果が得られても、それが本当に正しい結果かどうか確かめる必要がある。飽和、クエンチング、光化学反応など、これらの影響をきちんと理解するには、活性種の励起・蛍光のレート方程式に基づく光学過程および、プラズマ反応の正しい理解が必要である。

本稿では、LIF 計測についての概略を述べた。レーザー計測についてのより詳細な内容や活性種の測定例を知りたい方は、文献[8][9]なども参照して頂きたい。

参考文献

- [1] J. Luque and D. R. Crosley, “*LIFBASE, Database and spectral simulation for diatomic molecules (v 1.6)*,” SRI International Report MP-99-009 (1999).
- [2] R. Ono and T. Oda ; Plasma Sources Sci. Technol., 18, (2009), 035006.
- [3] R. Ono, Y. Teramoto and T. Oda ; Jpn. J. Appl. Phys., 48, (2009), 122302.
- [4] R. Ono and T. Oda ; J. Phys. D, 35, (2002), 2133.
- [5] R. Ono and T. Oda ; J. Phys. D, 41, (2008), 035204.
- [6] Y. Nakagawa, R. Ono and T. Oda ; J. Appl. Phys., 110, (2011), 073304.
- [7] R. Ono, K. Takezawa and T. Oda ; J. Appl. Phys., 106, (2009), 043302.
- [8] 小野亮 ; プラズマ・核融合学会誌, 87, (2011), 302.
- [9] 小野亮 ; “光学測定的基础” in 神原信志編 ; “大気圧プラズマ反応工学ハンドブック”, (NTS, 2013), 第1編, 第10章.

Japan–Australia Commemorative Workshop 25 Years of Collaboration in Gaseous Electronics and Its Applications (JAWS25)

首都大学東京 朽久保文嘉

オーストラリアの首都キャンベラにあるオーストラリア国立大学のユニバーシティハウスを会場として、JAWS25 という勇ましい略称のワークショップが 2013 年 6 月 23～25 日に開催された。このワークショップは、第 1 回が 1988 年にシドニーで、第 2 回が 1990 年に御殿場で、第 3 回が 1994 年にイェプーンで開催され、今回はそれ以来の開催とのことであった。元々は、気体放電、電子やイオンのスウォーム、原子分子衝突に関する日豪の研究者が集まり、集中的に議論をするとともに、研究とプライベートの両面で交流を深めることを意図して運営されてきたと聞いている。したがって、参加者数を限定したワークショップである。今回は、ジェームズクック大学の Robert Robson 先生と慶大の真壁利明先生との協議の上で開催の運びとなった。自分達が JAWS1-3 を通じて培った友好や信頼を、若い世代に引き継ぎたいという思いがお二人にはあったものと想像する。

今回の JAWS25 の参加者は、オーストラリアから Robert Robson 先生 (James Cook Univ.)、Michael Brunger 先生 (Flinders Univ.)、Ron White 先生 (James Cook Univ.)、Robert Crompton 先生 (Australian National Univ.)、John Lowke 先生 (CSIRO)、Stephen Buckman 先生 (Australian National Univ.)、James Sullivan 先生 (Australian National Univ.)、Tony Murphy 先生 (CSIRO)、Darryl Jones 先生 (Flinders Univ.)、Robert Carman 先生

(Macquarie Univ.)、Richard Morrow 先生 (Sydney Univ.)、Greg Boyle 氏 (James Cook Univ.)、Adam Edwards 氏 (Australian National Univ.) の 13 名、日本から真壁利明先生 (慶大)、浜口智志先生 (阪大)、村上泉先生 (核融合研)、白谷正治先生 (九大)、寒川誠二先生 (東北大)、松尾二郎先生 (京大)、田中大先生 (上智大)、小野亮先生 (東大)、安岡康一先生 (東工大)、佐藤孝紀先生 (室蘭工大)、酒井道先生 (京大)、朽久保 (首都大) の 12 名、日豪両国に関係の深い Zoran Petrovic 先生 (Institute of Physics, Serbia)、オーストラリア国立大学に滞在されていた Dennis Mueller 先生 (Univ. of North Texas)、Ravi Rau 先生 (Louisiana State Univ.) の計 28 名である。

ワークショップの前日である 6 月 22 日の夕刻に、Buckman 先生のご自宅での BBQ パーティに招かれた。日本側からは、この時点でユニバーシ



Buckman 先生宅での BBQ パーティ

ティハウスに到着していた田中先生、浜口先生、朽久保の3名が参加させていただいた。Buckman 先生のご自宅は会場から車で30分ほど移動した丘にあり、見晴らしも良く、綺麗でとても心地よい家だった。ビールやワイン、ソーセージやステーキなどを御馳走になった。6月23日の午前中にはキャンベラ市内の Excursion が行われた。

ワークショップは6月23日午後3時から6月25日午後4時にかけて行われた。ワークショップの冒頭、Crompton 先生と Lowke 先生が挨拶をされた。Crompton 先生は Sir L. G. H. Huxley 先生の下で学位を取られ、Huxley 先生は Townsend 先生の下で学位を取られたとのことで、まさに電離気体研究の直系としてこの分野をリードされた。Huxley 先生との共著による“The Diffusion and Drift of Electrons in Gases” (John Wiley & Sons, 1974)は有名である。現在、87歳とのことであるが、まだまだお元気で、熱心に各講演に耳を傾けておられた。

会議のプログラムの詳細は JAWS25 のウェブページ (<http://www.jaws-25.com/>) から見ることができる (平成25年11月6日の時点で確認)。簡単に紹介すると、6月23日は、最初に真壁先生が高度な人材育成はどうあるべきか、これに関する慶大の取り組みについて話された。続いて、Robson 先生が過去の JAWS について触れられた後、現時点でのオーストラリアでの研究動向について報告された。次に、Sullivan 先生が電子やポジトロンの散乱実験について講演された。この日の最後は、朽久保が液体電極を用いた大気圧直流グロー放電による電気分解について報告した。この後、Old Canberra Inn というレストランへ移動して夕食を取った。Old Canberra Inn を検索した所、この建物は1857年に建てられ、当時の優れた建築技法による建造物として National Trust of Australia に認定されているとのことである。

6月24日は2件の Plenary Lecture からスタートした。1件は Buckman 先生によるもので、散乱実験、特に低エネルギー域の微分散乱断面積やポジトロン散乱について講演された。もう1件は松尾先生がクラスターイオンによる表面相互作用について講演された。続いて、Theme Discussion として、浜口先生が微細加工やプラズマ医療を例示しながら原子・分子のデータベースの必要性について、White 先生がスウォーム理論をガス中のみでなく液中の粒子輸送に適用することについて講演された。昼食を挟んだ午後には6件の講演が行われた。最初に、田中先生が電子衝突実験、及び、理論との整合性について講演された。続いて、Jones 先生が低エネルギー電子とラジカルの衝突について報告された。村上先生は Fe と W の発光を用いたプラズマ診断とそのモデルの妥当性、及び、NIFS の原子分子データベースについて講演された。Carman 先生は高気圧ヘリウムプラズマからの分子発光について話された。佐藤先生は最近改良を加えた CF_3I の電子衝突断面積について報告された。Boyle 氏はガス中と液中におけるポジトロンの輸送について話された。この後、バンケットが開かれた。バンケットでは、Robson 先生と真壁先生の長年の Gaseous Electronics 分野への多大な貢献に対して表彰が行われた。



ワークショップ会場の風景



バンケット会場



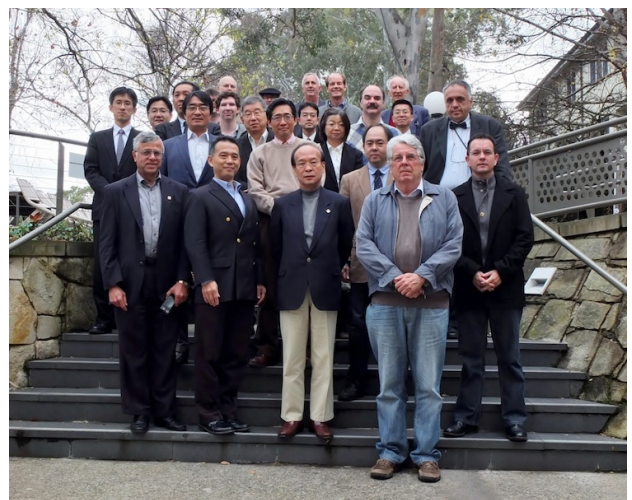
表彰風景（プレゼンターは Crompton 先生）

6月25日には午前6件、午後3件の講演が行われた。最初に、白谷先生がプラズマ CVD による Si 太陽電池について講演された。白谷先生は直前の GEC のミーティングから駆けつけられており、キャンベラー泊のみの強行軍であったと伺った。続いて、Lowke 先生が気中放電における窒素や酸素のメタステーブルの役割について講演された。酒井先生はプラズマメタマテリアルについて講演された。Murphy 先生はアークジェットのもデリングについて話された。小野先生はストリーマ放電中のラジカル生成に関する LIF 計測と数値シミュレーションの結果について報告された。Morrow 先生は流体方程式による液中のイオン輸送、電気二重層形成について講演された。昼食を

挟み、安岡先生より気液界面プラズマによる PFOS 分解について、Petrovic 先生より高気圧ガス中での電子とポジトロンの輸送について講演がされた。寒川先生からの中性粒子ビームによるナノスケールデバイス加工に関する講演をもって全プログラムが終了した。全体を通じて、アットホームで居心地の良いワークショップであった。

冒頭にも記したように、発足時の JAWS は気体放電、電子やイオンのスウォーム、原子分子衝突など基礎過程を中心とした日豪の研究会であった。この分野の日本人研究者は減少していることもあり、今回、日本側からはプラズマ応用の研究者が中心となった。一方、オーストラリア側は、原子分子衝突を中心に基礎の研究者が多い。また、電子-分子衝突からポジトロン-分子衝突へとターゲットがシフトしている。このような状況においては、以前の JAWS で行われたであろう、共通する一つのテーマについて深い議論をすることは難しく、お互いにメリットがあるよう、相補的な関係を築いて行くことが重要に思われる。

会議の最後に Brunger 先生の司会の下、JAWS を今後どうするかについて短時間ではあるが議論があり、継続する方向性で集約された。



集合写真

APPC12
The 12th Asia Pacific Physics Conference
第 12 回アジア太平洋物理会議
<http://www.jps.or.jp/APPC12/index.html>
2013 年 7 月 14 日 (月) ~ 19 日 (金)
幕張メッセ

九州大学, APPC12 プログラム委員 白谷 正治

応用物理学会と日本物理学会を共同のホストとして、2013年7月14日-19日に幕張メッセで、第12回アジア太平洋物理学会議を開催しました。この会議は1983年以来、AAPPS (Association of Asia Pacific Physical Societies) アジア太平洋物理学会連合が、およそ2年半に一度、各国持ち回りで開催してきました。第12回は、ノーベル賞受賞者を含む18名のプレナリー講演により、物理学全体の潮流を把握できるとともに、プラズマ以外の様々な領域に関する進展を一望に出来る会議となりました。海外27ヶ国から284名、全体で1256名の参加者がありました。招待講演147件、一般口頭講演249件、ポスター講演735件でした。プラズマ関係では、応用物理学会主導で4セッション、物理学会主導で4セッション、また2学会合同で1セッションを企画しました。ProceedingsはJournal of Physical Society of Japan (JPSJ)のSupplementとして発刊予定です。多くの方に講演・参加していただき、応物のプラズマ分野の勢いを示すことが出来ました。関係委員の皆様、参加頂いた皆様に厚く御礼を申し上げます。

次回のAPPC1はAustraliaのBrisbaneで2016年12月に開催予定です。

C. N. Yang Awardに4名の若手研究者が選出され、APPC12で表彰されました。プラズマ関係では東北大学の金子先生が受賞されました。アジアの物理学全体の中から、応物のプラズマ関係者が受賞した意義は大きいものがあります。詳細は下記をご覧ください。

<http://www.jps.or.jp/APPC12/CNYANGAWARD.html>

プラズマ関係のプレナリー講演者3名は下記でした。

D1(Plasma Physics) Prof. Liu Chen, China

D2 (Plasma Processing) Prof. P.K. Chu, Hong Kong

D4 (Astro&Space Plasma) Prof. K. Shibata, Japan

プラズマ関係のセッション構成

(招待講演, 一般口頭講演, ポスター講演の件数)

D1 Plasma Physics (10,120,100)

D2 Plasma Processing (11,75,65)

D3 High Intensity Laser Plasma Science (5,32,26)

D4 Astro- & Space-Plasma (7,29,19)

APPC12 全体のセッション構成

A1 Spintronics, Magnetism, and Topological
Insulators
A2 Solid-state Quantum Physics and Devices
A3 Graphene and Other Carbon-based
Materials
A4 Oxides and Novel Low-dimensional and
Nano-structured Materials
A5 Low Temperature Physics
A6 Electron Correlation and Superconductivity
A7 Quantum Information and Statistical
Physics
B1 Particle Physics
B2 Nuclear Physics

B3 Atomic and Molecular Physics
B4 Astrophysics, Cosmology, and Gravitation
C1 Synchrotron Radiation
C2 Neutron Scattering
C3 Optical Science
D1 Plasma Physics
D2 Plasma Processing
D3 High Intensity Laser Plasma Science
D4 Astro- & Space-Plasma
E Computational Physics
F Physics Education
G Women in Physics
H Others (Physics frontiers)

国際会議報告

21st International Symposium on Plasma Chemistry (ISPC-21)

名城大学 理工学部 太田貴之

本国際会議は、2013年8月5日(月)から9日(金)までの4日間にわたり、オーストラリア・ケアンズの Cairns convention center にて開催されました。また、本会議の前に8月1日(木)から3日(土)まで、プラズマ初心者向けの Summer School (Fundamentals and applications of low pressure and high pressure plasmas)も併せて開催されています。

ISPC は International Plasma Chemistry Society によって組織されており、1973年以来、2年に1回開催され、今回で21回目を数えました。今回の参加者数は約300人であり、招待講演を含めた口頭発表の件数は約130件、ポスターセッションの発表件数は、約190件でした。

基調講演は5件あり、日本からは東北大学・畠山先生が”Plasma Processing Based Nanoscience and Nanocarbon Application”の題目で、フラーレンやカーボンナノチューブ、グラフェンなどのナノカーボン材料の生成と、それらを用いたナノバイオエレクトロニクスの創成について講演されました。また、東工大の渡辺先生が”Innovative Thermal Plasma Processing from Fundamental Research”の題目で、多相交流アークなど熱プラズマの生成基礎と、それらを用いた環境応用について講演されました。

また、招待講演は12件あり、日本からは大阪市大の白藤先生が”Three-Dimensional Integration of Micro Solution Plasmas and Its Application to Material Processing in Large Volume Liquid”の題目で、マイクロソリューションプラズマを3次的に積層することで大型化を実現することについて

講演されました。

本会議で開催されたセッションは、プラズマの基礎・診断・モデリングといったプラズマ物理に焦点をあてたセッション、減圧から大気圧までのプラズマ源、プラズマ応用として薄膜材料、バイオ、ポリマー、環境と多岐にわたるものでした。プラズマ基礎、plasma medicine、CVDセッションにおける発表件数がそれぞれ約40件と最も盛況でした。その他では、大気圧プラズマ、液中プラズマ、再生可能エネルギー・環境、ナノ材料・微粒子といったセッションの発表件数が多かった。

最後に、今回は proceedings の冊子・DVD が配布されず、学会期間中に WEB からダウンロードするようアナウンスがあった。参加費を払って学会に来る意味がないとの声も聞かれましたが、プラズマ分野が恒常的に発展していくためにも、オーガナイズをきちんとする必要があることを強く感じました。(当然の話ですが・・・)

次回は、2015年7月5日から10日にかけて、ベルギー・アントワープの the University of Antwerp で開催されます。

<https://www.uantwerpen.be/en/conferences/ispc22/>



ケアンズ国際会議場前にて

第9回アジアヨーロッパプラズマ表面工学国際会議
The 9th Asian-European International Conference on
Plasma Surface Engineering (AEPSE 2013)

大阪大学接合科学研究所 節原 裕一

標記国際会議が2013年8月25日～30日に韓国・済州島のRamada Plaza Jeju Hotelで開催された。本会議はGarmisch-Partenkirchen(ドイツ)で隔年開催されているプラズマ表面工学国際会議(PSE)の中間年にアジアで開催されており、1997年に初回AEPSE '97がソウルで開催されて以来、本邦での2001年に名古屋で開催された第3回AEPSE (AEPSE 2001: 委員長 高井 治 先生; The 6th Asian Surface Finishing Forum 6thとの共同開催)、2007年に長崎で開催された第6回AEPSE (AEPSE 2007: 委員長 藤山 寛 先生)を経て、今回で第9回を迎える。

今回発表された論文は429件であり、開催国である韓国から234件、日本から72件、中国から27件、その他の24カ国から96件の規模であった。また、プラズマイオン表面工学に関するヨーロッパ合同委員会が共催に入っていることから、ヨーロッパ(特にドイツ)からの参加者も得て、開催されていることも特色の一つである。

従来のAEPSEでは、韓国、中国、日本での持ち回りで開催されてきたが、今回のAEPSEの最も重要な特徴は、AEPSEを基軸に上記の長崎での第6回AEPSEにおいて組織されたAsian Joint Committee for Applied Plasma Science and Engineering (AJC-APSE)が主催する国際会議として開催された初回の国際会議であることである。

それまでのAEPSEでは、韓国、中国、日本の持ち回りで開催されてきたが、母体であるがプラ

ズマイオン表面工学に関するヨーロッパ合同委員会を中心に企画運営がなされているPSEと同様に、AJC-APSEを組織し、AJC-APSE委員会が企画運営を行った初めての国際会議であることが特徴となっている。

このAJC-APSEは、韓国・成均館大学のJ. G. Han教授が委員長、下命が副委員長を務めており、本邦からは名大の堀 勝先生と九大の白谷 正治先生が委員として参加され、韓国、日本、中国、台湾、タイ、マレーシア、ベトナム、オーストラリア、シンガポール、イランから総勢20名の委員から組織されている。

さて、今回の会議では、多岐にわたる以下のトピックスのもと開催された。

Scope for AEPSE2013

1. Fundamental science and technology of plasma surface engineering

1) Fundamentals for plasma and thin films

- Advanced plasma discharge and simulation

- Design, modeling and simulation of functional film materials

- Plasma diagnostics and plasma chemistry

2) Plasma sources and processes

- Magnetron sputtering, HiPIMS, Hybrid plasma

- PECVD, MOPECVD, Plasma ALD

- Atmospheric and high pressure plasma

- Plasma diffusion and thermal plasma

- Plasma in solution
- 3) Functional films, coatings and surface functionalization
 - Tribological coating: wear resistance, low friction, etc.
 - Hard and super hard coatings: nano composite, compounds
 - Corrosion and high temperature protection, etc.
 - Digital electronics: TCO, barrier and functional films for display, touch panel and flexible electronics, etc.
 - Green energy and environment: PV, thermoelectric, LED electrochromic, battery, catalytic, toxic gas treatment, etc.
 - Functional surface treatment: topography, grafting, texturing
- 4) Plasma medicine and bio technology
 - Functional medicine materials and medical treatments by plasma
 - Bio functional materials, films and surface treatment by plasma
- 5) Analysis and evaluation of thin films and

surface

6) Industrial technology and application

また、会議の開催においては、以下の組織体制のもと開催された。

Conference Chairman

Jeon G. Han (KOR)

Conference Co-Chairmen

U. Helmersson (S)

N. Fujiwara (JPN)

M. K. Lei (CHN)

Executive Chairman and Co-Chairman

J. H. Boo (KOR)

Y. Setsuhara (JPN)

今回の AEPSE では、応用物理学会主催のドライプロセスシンポジウム (DPS) との合同のセッションも開催し、多数の参加者のもと盛会であった。

次回、第 10 回目の記念を迎える AEPSE は、名古屋大学の堀 勝 先生が組織委員長をお務めになられ、2015 年に今回と同じく韓国・済州島で開催することが決まっている。当該分野での当分科会ひいては我国の存在感を示す意味でも、多数の御参加を歓迎する。

国際会議報告

ドライプロセスシンポジウム2013報告

日立ハイテクノロジーズアメリカ 根岸 伸幸

2013年8月29～30日に韓国済州島（Ramada Plaza Jeju Hotel）にてドライプロセスシンポジウム（DPS2013）が開催され盛況のうちに終了したので概況を報告する。

ドライプロセスシンポジウムはプラズマ/ドライエッチングの分野において35年の長い歴史を持ち、産学から最先端の研究成果が報告され、積極的な意見交換がなされる重要な学会である。今年にはAEPSE2013との並行開催という形をとり、プレナリー講演2件と、近年注目を集めているグラフェンやカーボン材料を用いたデバイスプロセスに関するジョイントセッションを合同で企画、開催した。近年では、半導体に限らず多くの分野で様々な材料が用いられるようになり、プラズマの応用範囲は大きく拡大している。中でも、菌や患部など生体へ直接プラズマを作用させるバイオ医療応用や、気液プラズマによる新機能材料創生等の研究の広がりには目を見張るものがある。本シンポジウムでもここ数年来、大気圧プラズマを中心としたプラズマ新展開に関連する多くの議論を行ってきた。一方で、昨今の省電力モバイル用途を念頭においた半導体デバイス開発では、ドライプロセスの真価が改めて問われている状況にある。例えば、難エッチング材料の加工や三次元構造の微細パターンニング等の高精度加工は非常に困難で一筋縄には行かない。本年はDRAMやFlashメモリーに代表される半導体デバイスビジネスが盛んな韓国開催ということもあり、そのような半導体向けドライプロセスの抱える課題に焦点を当てていく”Plasma Process for Emerging Non-Volatile Memory Devices”と”Advanced

Process Technology for Patterning beyond 20 nm Era”をアレンジセッションとして募集することにした。その結果、昨年とほぼ同数の多数の投稿があり、プレナリー講演2件と招待講演9件以外では、口頭発表21件とポスター発表51件が採択された。



図1. 会場の様子

ドライプロセスの発展に大きく貢献され本シンポジウムの歴史に名を連ねてきた方々に贈られるNishizawa Awardは、元東芝の岡野氏（現イビデン）が受賞された。都合により同氏の本会への参加は叶わなかったが、受賞記念講演では東芝の酒井氏より、会場に集まった研究者、技術者へ向けた同氏のメッセージが代読された。御自身の体験を踏まえ、ドライプロセス、プラズマプロセスの研究開発に挑む我々へのエールをお送り頂いた。

プレナリー講演は開催期間の両日で行われ、初日はSungkyunkwan大学のYeom先生から原子層レベルエッチングの現状とその応用についての講演が、二日目は京都大学の斧先生から最新の形

状シミュレーションを用いたエッチング表面の形状進展に関する講演が行われた。また、”Plasma Based Processes for Graphene and Carbon Materials toward Device Application”と題した AEPSE とのジョイントセッションでは、この分野をリードしている 4 名の研究者を招待講演に迎えた。NASA の Meyyappan 氏からはカーボンナノチューブやグラフェンを用いたケミセンサーやバイオセンサーそして e-paper などの最新応用事例が、Sungkyunkwan 大学の Yoo 先生からはグラフェンデバイスの基板として活用が期待されている h-BN 膜の高精度なエッチング方法の提案が、産総研の佐藤氏からはグラフェン FET に向けたバンドギャップ形成技術と多層グラフェン配線形成技術について、そして最後に Sungkyunkwan 大学の Lee 先生からは、各種グラフェン FET を用いた物理センシングとバイオセンシングの最新状況とその高感度センシングの発現機構が報告された。プロセスからデバイス応用までを幅広く扱ったこともあり、AEPSE、DPS から多くの聴衆を集め熱い議論が繰り広げられた。

一方、アレンジセッションを含む 7 つのトピックスによるオーラルセッションとポスターセッションでは 5 名の研究者を招待講演に迎え、どのセッションも活発な議論がなされた。

センシング、モニタリングセッションでは、東京エレクトロンの守屋氏から、震災により被害を受けたエッチャーの復旧過程を特に異物と腐食対策に焦点を当て、日頃からのモニタリングが如何に重要であるかを紹介頂いた。続く口頭発表では、マイクロ光反射率測定を用いたプラズマ物理ダメージモニタリング、新規開発プローブを用いたプラズマ・壁同時計測、STI エッチングの CD 分布に与えるウエハ温度分布の影響が報告された。

続くエッチング技術のセッションでは、三星電子の Kim 氏より次世代半導体デバイスにおける

エッチング技術の挑戦と題し、高精度 CD 制御、高アスペクト比加工の観点から、パルスプラズマエッチングや原子層レベルエッチングが今後の必要技術になるであろうとの見解が示された。口頭発表では、表面解析に基づくパルスプラズマ選択性発現機構の解明、ESR を用いたプロセスラジカル照射下における SiN 表面のその場解析、酸化膜エッチングにおける ArF レジストダメージ抑制、ゲートラストプロセスにおけるメタルエッチ機構の報告がなされた。全体として基礎的な気相、表面反応を扱った発表が多く、究極に厳しくなる加工要求に対応するためには気相、表面反応の深い理解無しでは前進できないことが改めて示された。また、アレンジセッションである不揮発性メモリデバイス向けプラズマプロセスでは、IBM の Martin 氏を招待講演に迎え、14nm ノード以降に向けたパターンニング、フロントエンド及びバックエンドプロセス、そして相変化メモリプロセス等幅広く講演頂いた。口頭発表では、クラスターイオンによる磁性膜加工、ステッププロセスによる磁性膜加工等が報告された。どれも、デバイス特性の観点からプロセスガスが制約されていること、それ自体の加工が困難であることを跳ね除け、反応生成物の側壁再付着の無い垂直加工の実現に向けて取り組んでいる。今後の更なる技術開発が待たれるところである。もうひとつのアレンジセッションである 20nm ノード以降の先端パターンニング技術では、imec の Kunnen 氏より EUV、液浸 ArF をベースとした先端ロジックプロセスと各工程におけるエッチング課題の紹介がなされた。これを受けて、次世代リソの一候補として注目を集めている DSA(Directed Self Assembly)のドライ現像における高選択化、LER が Wiggling に与える影響が報告された。微細化進展に伴い、エッチングだけでなくクリーニングや Strip 工程での選択比、LER/LWR/Wiggling といった形状制御の重

要性が益々増大していることを改めて認識することが出来た。

言うまでも無いが、上述したような原子、分子レベルの表面・形状制御に併せて、光、イオン、ラジカルの複数の入射種に起因するプラズマダメージの更なる理解、デバイスに及ぼす影響解明、そしてそれをモニタし回復する技術の構築に対する要請が増している。現に本年はこれらに関する報告が数多く見られ、関心の高さが伺われた。入射イオンによる FinFET に与える物理ダメージの定量化、プロセス条件によるダメージ回復アニール条件の構築指針、プラズマダメージが RTN(Random Telegraph Noise)に与える影響、CMOS イメージングセンサーに与える UV/VUV 光の影響、また磁性膜加工のセッションで発表があった磁性膜加工時の物理的ダメージが与えるデバイスへの影響等がそれである。

また、表面反応の議論においては、Yonsei 大学の Kim 先生より熱の代わりにプラズマを用いた PEALD の原理と各種応用事例の講演が行われ、続けて、新規開発の反応性スパッタリング装置を用いた TFT 向け低温成膜、フッ酸ベーパー処理

によるハイブリッド太陽電池の特性改善が報告された。更に、磁場アシストプラズマイオンプレーティングによる c-BN 薄膜の硬度、電気特性改善、大気圧 ICP プラズマトーチを用いたプラズマダメージの回復、大気圧プラズマジェットを用いたアモルファスシリコンの結晶化制御等の発表があった。ポスター発表では新機能材料創生等を目的とした気液プラズマ、液中プラズマに関する数多くの研究成果が発表された。いずれもプラズマ技術の新規展開であり、今後のより幅広い産業分野へのプロセスプラズマの展開が期待される。

冒頭でも触れたが、半導体製造のプラズマプロセス分野では、微細化終焉を打破するために提案されている種々の新規材料や方式に如何に対応しテクノロジーライフサイクルを巻き戻すことが出来るか、そして、プラズマ技術の新規展開では、それらの学術的理解が更に進み、如何にキャズムを乗り越えられるようになるかが今後の課題であると考えます。本シンポジウムはそれらの可能性を十分に感じられるものであった。今後もこれらドライプロセス、プラズマプロセスに関する研究開発が加速され、発展していくことを期待したい。

2013 JSAP-MRS Joint Symposia (Symposium 0)

名城大学 理工学部 伊藤昌文

2013 JSAP-MRS Joint Symposia は今回初めて応用物理学会とアメリカを中心とした国際的な材料研究の学会 (Material Research Society: MRS) とが共催した国際会議である。

場所は第 74 回応用物理学会周期学術講演会と同じく同志社大学の京田辺キャンパスで 9 月 16 日 (月) から 20 (金) の日程で, 23 分野の合同シンポジウムが開催された。その中でも Symposium 0 は Plasma Processing and Diagnostics for Life Sciences というプラズマエレクトロニクス分科会と関係が深いシンポジウムであり, 16 日から 17 日の 2 日に亘って開催された。

初日の 16 日は, 前日から接近していた台風の影響を受けて, 開催が危ぶまれた。京都から京田辺の同志社大学最寄りの新田辺駅までの近鉄は通常通り運行されていたが, 早朝までの大雨で京都の北部で洪水が起こったり, 各地の河川で警戒水位を超え, 新幹線や JR の運転が一時見合わせていたりした。このような状況にもかかわらず, 初日午前中の一般の口頭発表 1 件と 17 日の招待講演の 1 件のキャンセルのみで, ほぼ全部の発表が予定通り行われた。

講演数としては, 16 日は 7 件の招待講演と 13 件の一般口頭講演が, 17 日は 3 件の招待講演と 6 件の一般口頭発表と約 30 件のポスター発表が行われた。

16 日午前中のセッションでは, 韓国の Pohang 大学の Jae Koo Lee 先生と名古屋大学の梶山先生と東京都市大学の平田先生の招待講演があった。

Lee 先生はプラズマ医療用に開発されたマイク

ロ波や低周波のプラズマ源を紹介された。

梶山先生は子宮がんの治療に対する成果を発表され, 平田先生は再生治療の成果を紹介され, プラズマ医療の将来性に注目が集まった。

午後はロシアの Gameleya Inst. の Syetlana A. Ermolaeya 先生, 九州大学の林先生, 大阪大学の浜口先生, 韓国の Kuwangwoon 大学の Em Ha Choi 先生の招待講演があり, Ermolaeya 先生からは細胞膜の結合と細胞内パラサイトへの非熱プラズマ効果についての講演があり, 林先生からはプラズマの農業応用に関する講演が行われ, 浜口先生からはプラズマと水に関するシミュレーション結果が示され, Choi 先生からはプラズマにより液中に生成される OH ラジカル計測に関する講演が行われ, 注目が集まった。

17 日は午前中に口頭発表があり, フランスの Orleans 大学の Eic Robart 先生とドイツの INP の Thomas von Woedike 先生の招待講演があり, Robart 先生からは, 内視鏡にも利用が可能なプラズマ源の物理と応用例について講演があり, Woedike 先生からは, プラズマ医療用の様々なプラズマ源に関する講演があった。

17 日の夜には, プラズマエレクトロニクス分科会主催の懇親会が桃山御陵前駅近くの黄桜酒場において 60 名を上回る規模で開催され, 国際会議の海外からの招待講演者も含めて 懇親が深められた。(最後の写真を参照して下さい。)

応用物理学会の国際化戦略の一環として秋季学術講演会と同じ場所で開催された初の国際会議は内容も充実したものであったが, 初日の台風の影響で開催も危ぶまれ, 初日午前中こそ参加者が少

なめであったが、午後からは100名近くの参加者と盛会になり、記憶に残る会議となった。

最後に、開催の準備、運営にご努力された白谷前幹事長、寺嶋現幹事長及び幹事の皆様、悪天候

にも関わらず参加していただきました発表者及び聴講者の皆様に感謝し、本会議の報告とさせていただきます。



分科会懇親会に参加した海外からの招待講演者と共に
(議論に夢中で講演時の写真はなく申し訳ありません。)

国際会議報告

66th Gaseous Electronics Conference

名古屋大学 豊田 浩孝

第 66 回 気体電子会議 (66th Gaseous Electronics Conference: GEC)が、2013 年 9 月 30 日~10 月 4 日の日程で、アメリカニュージャージー州プリンストンにて開催された。GEC はプラズマ基礎、素過程、プラズマ応用と広い範囲をカバーする歴史の長い会議である。また、本プラズマエレクトロニクス分科会とも関係が深く、分科会主催国際会議である反応性プラズマ国際会議 (International Conference on Reactive Plasmas) は 1998 年のハワイ・マウイおよび 2010 年のフランス・パリの 2 回 GEC との合同開催もおこなっている。今回の GEC は New York から南西に位置する Princeton の Westin Hotel で開催された。

本会議は例年月曜日から金曜日までの 5 日間で開催され、月曜日に Workshop、火曜日から金曜日の午前にかけて本会議が開催される。本年はプラズマの基礎から応用まで 5 件の Workshop が開催され例年になく多くの Workshop が開催された。また、本会議のセッションとしては、プラズマの基礎・シースといったプラズマの物理に焦点をあてたセッション、減圧から大気圧までのプラズマ源、プラズマ計測、モデリングのほか、プラズマ応用として CVD・エッチングからプラズマバイオ応用まで多岐にわたるセッションが用意されている。また、本会議では電離気体現象の基礎となる素過程に関する研究も重要な位置を占めており、電子衝突、重粒子衝突などの基礎研究の報告も行われている。

本会議は毎年記念的な講演として GEC Foundation Talk が行われるが、本年はオーストラリア国立大学の Rod Boswell 教授が講演をおこな

った。また、放電分野で著名な業績をあげ GEC でも活躍をされた A. Phelps 博士が昨年 12 月に亡くなられたことから、今回の GEC では特別に金曜日の午後に追悼セッションが行われた。Phelps 博士ゆかりの多くの研究者が講演をおこない、日本からも橋邦英先生が講演をされた。

なお、今回の GEC は North Carolina 州 Raleigh で 2014 年 11 月 2 日~7 日の日程で開催される。

最後に、再来年 2015 年の GEC はプラズマエレクトロニクス分科会の国際会議 ICRP と合同にて 2015 年 10 月 12 日~16 日の日程で、ハワイにて開催されることが決定した。GEC はプラズマの基礎から応用を見通す位置にあり、一方、ICRP はプラズマ基礎の他さまざまなプラズマ応用に関する講演が多いことが特長であることから、GEC と ICRP は相補的な関係にあるともいえる。また、この合同会議はプラズマエレクトロニクス分科会が海外の研究グループと連携を密にして開催する点でも重要な意味がある。再来年の ICRP/GEC 合同会議にはぜひとも日本側から多数が参加されることを期待している。



国際会議報告

AVS 60th International Symposium & Exhibition 米国真空学会第 60 回国際シンポジウム&展示会

大阪大学工学研究科 浜口智志

「AVS (米国真空学会) 第 60 回国際シンポジウム&展示会」(以下、「AVS シンポジウム」と略記)が、2013 年 10 月 27 日(日)から 11 月 1 日(金)までの 6 日間、米国カリフォルニア州ロングビーチの Long Beach Convention Center にて開催された。AVS 本部の報告によると、今年は、約 2,300 の参加者があった。

AVS シンポジウムは、10 の分科会 (division) , 2 つの technical group とよばれる分科会に準ずる組織、および、その時々話題に合わせて形成される focus topic とよばれる臨時的分科会的組織が、AVS 本部組織による調整のもとで連携して、運営している。特に、focus topic は、division や technical group の枠組みでは対応できない新しい分野、あるいは、学際的・複合的な分野を専門的に扱うために組織されており、毎年、新しい focus topic が生まれ、かつ、役割の終わった focus topic は、現存する divisions や technical group、あるいは他の focus topic に吸収されるなどして、AVS 国際シンポジウムが、学会や産業界のニーズに機動的に 대응されるよう、重要な役割を果たしている。

上述の AVS 分科会のうち、本誌と最も関連の深い分科会は、Plasma Science and Technology Division (PSTD) であろう。今年の AVS シンポジウムでは、PSTD は、13 の口頭発表セッションと 1 つポスターセッションを主催した。日本からの招待講演者は、守屋 剛 (東京エレクトロン(株)) 唐橋一浩 (大阪大学)、Vladimir Svrcek (産総研) の各氏であった。

今回の AVS シンポジウムは、第 60 周年を迎えたという事もあり、いろいろな記念行事が企画された。PSTD でも、記念セッションとして、プラズマプロセスの発展の歴史を振り返り、未来をさぐるセッション「PSTD at AVS60: Looking Back and Moving Forward」が企画され、F. Dylla (American Institute of Physics), M. Lieberman, (UC Berkeley), M. Kushner, (U. Michigan), N. Braithwaite (Open U., UK), R. Gottscho (Lam Research)の各氏が講演を行い、多くの聴講者でにぎわった。

次回の第 61 回 AVS シンポジウム年会は、2014 年 11 月 9 日から 11 月 11 日にかけて、米国メリーランド州ボルチモアで開催される。



図：第 60 回 AVS シンポジウムの会場となった
ロングビーチ・コンベンション・センター。

国内会議報告

第 14 回プラズマエレクトロニクス新領域研究会
「液中および異相界面へのレーザー照射により形成される
高エネルギー密度反応場とその応用に関する研究会」
(文部科学省 科学研究費補助金 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」、
日本化学会新領域研究グループ「液相高密度エネルギーナノ反応場」
との合同主催)

産業技術総合研究所 ナノシステム研究部門 石川 善恵

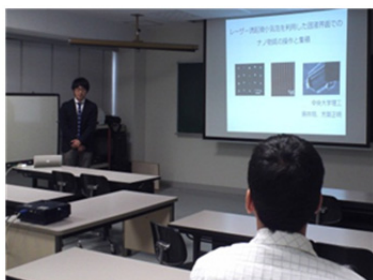
平成 25 年 8 月 29 日 (木) の 13 時より、北海道大学工学部にて、第 14 回プラズマエレクトロニクス新領域研究会が他 2 団体との共同主催により開催された。

液中でのレーザープラズマは近年、化学法では得られないナノ粒子の新規作製プロセス技術として盛んに研究されてきている。しかし、これまでのほとんどの研究が、単純に液中のターゲットにレーザーを集光照射することでプラズマ状態を発生させて、ナノ粒子合成を行っている。最近、これとは異なり超臨界流体のような特殊な液体や、単純な液中レーザープロセスではなく異なる相の界面へレーザー光を照射することで従来にはない新しいナノ構造を作製しようとする研究が盛んになりつつある。本研究会ではこのような最新の研究を進めている研究者にお集まりいただき表記の研究会を開催することとなった。

最初に、京都大学の藤井 翔氏から「レーザー誘起微小気泡を利用した固液界面でのナノ物質の操作と集積」と題した講演が行われた。液相中の Au 薄膜基板上へ CW レーザーを照射すると基板の局所加熱により基板上に 1 マイクロメートル前後の微小気泡が発生する。この気泡と基板が成すく

さび状の隙間 (固体・液体・気体の三相界面) ではマランゴニ対流が発生しており、ナノ粒子を分散させた液中で基板へのレーザー照射を行うと、三相界面にリング状にナノ粒子を集積することが可能となり、様々な材料のナノ粒子のリング状およびライン状パターン集積が可能であることが示された。さらにこの局所的空間での金属イオンの還元反応により、金属粒子の集積も可能であることがわかった。この手法により溶液プロセスでナノマテリアルを所望の位置に集積することが可能となり、テンプレートをを用いない新しい高機能ナノデバイス構築手法としての可能性が示された。

次に、広島大学の齋藤健一先生から「無機ナノ構造体の生成と利用：超臨界流体と液相でのレーザーアブレーション」と題した講演が行われた。超臨界状態での高圧下ではレーザー照射によって生じた金液滴が流体に冷却されることで自由エネルギーが最小となる数百ナノメートルサイズの巨大金粒子が生成する。これに対し、超臨界状態での低圧下では流体の分子が少ないためにクーロン爆発によりナノ粒子が生成し、かつネットワーク構造を有した生成物が得られる。この特徴を利用し、数百ナノメートルの巨大粒子周辺にナノ粒子



藤井氏の講演風景



齋藤先生の講演風景



八ッ橋先生の講演風景

のチェーン状ネットワークが絡みついたフラクタル構造を有した金粒子を作り出すことに成功し、この独特な形状の粒子を SERS に用いることによって蛍光強度の顕著な増強が可能であることが示された。また、三原色蛍光シリコンのナノ粒子合成とその応用についても示された。

次に、大阪市立大学の八ッ橋知幸先生から「有機/水界面に発生させたレーザープラズマフィラメントによる炭素ナノ粒子の生成」について講演が行われた。フェムト秒レーザーをベンゼン-水の2相界面をもつ液体に集光照射することでカーボンナノ粒子が形成することを見出した。この現象は、ベンゼンだけの液体中に照射した場合と比較してカーボンナノ粒子が多く生成すること、レーザー光の照射位置によって生成量と生成場所（どちらの液相中か）が変化すること、特にベンゼン-水界面に照射した時に多く生成されること、などの結果から界面の興味ある役割が示唆された。

次に、物質材料研究機構の後藤真宏先生から「異相界面へのパルスレーザー照射による機能性ナノ材料の創製」と題して講演が行われた。レーザー分子注入法においてギャップを液体とすることで、注入面積を小さくすることが可能となり、溶媒の極性に依存して基板上に注入する分子のサイズや状態を変えることが出来ることが示された。さらにこの手法を応用すると、高分子薄膜を塗布したガラス基板のガラス側からのレーザー照射により、レーザー照射した箇所から従来の一般的な手法では作製が困難な直径数十ナノメートルレベルの高分子ナノワイヤーを成長させることが出来ることが示された。またポリマーに無機ナノ粒子を混合することで、コンポジットナノワイヤーの作製も可能であり、新しい機能性高分子ナノワイヤー作製手法として期待される。

最後に豊田中央研究所の西 哲平氏より「気-液

界面へのレーザー照射による高安定単分散ナノ粒子合成とメカニズム検証」と題して講演が行われた。一般的に、液中レーザーアブレーションでは液中に固定したターゲットにレーザーを集光照射するが、収量が 1 mg/h 以下と少ないことが問題となっている。そこで数十マイクロメートルの粒子を原料として分散し、レーザー光を照射することで 20 mg/h と大幅に収量が向上 (Pd の場合) した。得られた粒子はサイズの揃った 1 nm 前後のナノ粒子であり、長期的な分散安定性が示された。生成物の XPS 分析により硝酸イオンと考えられる N1s ピークが検出されたことから、気相を Ar に変えることで硝酸イオンや酸化物の生成が抑えられることから、気液界面での反応が関与している可能性が考えられた。

研究会終了後には、札幌駅近くの居酒屋にて懇親会が行われた。魚介類をメインとした北海道の幸が大変美味であった。

今回は 8 月末の開催とあって、多くの大学関係者にとっては学内行事等と重なる時期となってしまったのが残念だったが、「異相界面」、「レーザー」といったキーワードで先端的な研究を行っている講師の方々の貴重な講演を一举に聞くことが出来、かつ内容の濃いディスカッションが出来たこと、さらに社会全体が大変な酷暑の中で比較的快適な札幌の地で会を開催できたことなど、良い研究会であったのではないかと思う。

最後に、開催にあたって、プラズマエレクトロニクス新領域研究会との共同主催に快諾くださった科研費 新学術領域研究の北大・佐々木浩一先生、日本化学会新領域研究グループの北大・越崎直人先生に深く感謝いたします。

(本稿は日本化学会新領域研究グループ 北大・越崎直人先生との共同執筆になります。)



後藤先生の講演風景



西氏の講演風景

国内会議報告

2013年 第74回応用物理学会秋期学術講演会 第11回分科内招待講演報告

九州大学 古閑 一憲

2013年9月16日から20日まで同志社大学で開催された第74回応用物理学会秋期学術講演会の二日目、プラズマエレクトロニクス分科会企画による、分科内招待講演が開催されましたので報告します。分科内招待講演ではこれまでに、多くの著名な先生方からお話をいただいて来ましたが、今回は上智大学名誉教授の小駒益弘先生に「大気圧グロープラズマのはじめ」、長崎大学教授の藤山寛先生に「プラズマ物理の産業応用」をそれぞれ講演していただきました。

大気圧グロー放電の黎明期から最先端の研究をされてきた小駒先生は、講演において、大気圧グロープラズマの発展の歴史を繙きつつ大気圧プラズマの基礎から応用までを概説されました。また、無声放電中のイオン測定の研究についてのご苦労から、ヘリウムの放電は他のガスのように細線状にならず、均一な放電になっていることを「おかしい」と思われて心にとめておいたことが、ヘリウムによるグロー放電の応用研究につながっていく所は、最後のまとめにおける、自分の研究に信念を持ち、得られた実験結果が奇妙なものだとしても、それを大事にして、いつか何かに生かそうという言葉とともに、研究を（信念を持って）続けることの大事さを教えていただいた様に思います。

藤山先生は、地方大学に在籍しているというお立場から、良い研究者の条件や、不十分な研究環境の中で研究を遂行するための心構えについてご講演いただきました。その中で、良い研究者の持つべき資質として、「多岐に亘る幅広い好奇心」「で

きないことをしたがる」「しつこさ」「仕事も一流、遊びも一流」「人の話を聞く」「気配りができる」「指示待ちではなく自ら動く」が重要であること、また、今いる立場、状況において、「いまが1番、ここが1番」と考え、今いる環境でできることを最大限活用し楽しむことで道は拓けることをお話いただきました。研究者同士のつきあいについても様々ご教授いただきました。

両先生ともに得られた研究結果をしつこく追い込んでいくことの重要性を説かれたことが印象深かった事として記憶に残ります。最後に、御講演いただきました小駒先生、藤山先生、そして本招待講演にお集まり頂きました方々に、深く感謝の意を表します。



小駒先生（上）と藤山先生（下）の講演風景

国内会議報告

2013 年第 74 回応用物理学会秋季学術講演会 海外研究者招待講演 報告

京都工芸繊維大学 高橋和生

秋季学術講演会の 2 日目に分科会企画の海外研究者招待講演が行われました。この企画は、応用物理学会本部が推進する国際化の流れを受けて行われているものです。5 回目の今回は、Kwang-Ryeol Lee 先生 (Korea Institute of Science and Technology) をお招きしました。Lee 先生は、”Diamond-like Carbon Coated Nano-structured Surface”の題目でご講演下さいました。

非常に多くの業績を持つ先生が、Diamond-like Carbon (DLC) の基礎から最新の工業的応用までを丁寧に解説されました。また、40 名あまりの聴衆との熱心な議論が行われました。

一貫して、様々な硬度と微細な構造を持つ表面を、いかにして DLC にて均一にコーティングし平滑な表面を得るかをテーマに、多くの例が紹介されました。それぞれの例について、その形状と優れた性質（撥水性など）が詳しく示されました。中には、DLC の物質に由来する性質と微細な構造に由来するそれを組み合わせ、さらに高性能化させた（例えば、DLC と多孔質構造双方の撥水性を利用した）薄膜も含まれていました。多孔質炭素膜として紹介されたものは、油を水に浮かべた状態でその膜を投入すると即座に油のみを吸着するというもので、環境も含めて多岐にわたる分野より実用化が期待されると予想されます。多孔質炭素が選択的に液体を吸着する性質が、ステント等で用いられる薬剤溶出層へ応用ができる点に関心が集まりました。また、途中で、多孔質炭素に関しては、誤った実験条件を設定したことによ

り、偶然、興味深い構造や性質のものが得られたとの逸話も紹介されました。試料の作製法など、実験については、それほど詳しくはふれられなかったものの、その話から精力的に実験に取り組まれる Lee 先生の姿勢をうかがうことができました。

Lee 先生の講演は、DLC の多彩な性質やそれが秘める多くの可能性を再認識しながら過ごした有意義な時間となりました。



会場の様子

国内会議報告

2013 年第 74 回応用物理学会秋季学術講演会 分科会企画シンポジウム報告

東京エレクトロン株式会社 技術開発センター 松隈正明

2013 年 9 月 18 日に同志社大学で開催された応用物理学会秋季学術講演会にて分科会企画シンポジウム「大電力パルススパッタリングによる反応性成膜プロセスの可能性」が開催された。前々日に台風 26 号が近畿を直撃したにもかかわらず約 60 名がシンポジウムに参加し、闊達な議論が交わされた。以下にプログラムを示す。

- ・ HiPIMS (High Power Impulse Magnetron Sputtering) の今-スパッタ源の大電力パルス駆動 東欣吾(兵庫県立大)
- ・ 大電力パルススパッタのイオン化金属粒子を用いた薄膜構造の制御 中野武雄(成蹊大理工)
- ・ 生産規模でのプラズマイオンプロセスの比較 廣田悟史(神戸製鋼所)
- ・ 高出力パルスマグネトロンスパッタリングによるカーボンイオンの高密度生成 木村高志(名工大工)
- ・ 大電力パルススパッタプロセスによるカーボン膜の産業応用 平塚傑工(ナノテック)
- ・ マイクロ波プラズマを用いた無磁場酸化物薄膜スパッタ装置の開発 野田智紀(名大工)
- ・ 小型 HIPIMS プラズマ源の開発とミニマルファブへの応用 小木曾久人(産総研)
- ・ HiPIMS-高密度金属プラズマが拓く未来 池畑隆(茨城大理工)



プログラムの内容を簡単に以下に記す。兵庫県立大東先生よりプレナー型マグネトロンスパッタから HiPIMS までの歴史を振り返り、HiPIMS の特徴である高電離度・反応性スパッタリングへの応用が紹介された。成蹊大中野先生より Zone ダイアグラムに基づいた膜質改善の方策としてプラズマポテンシャルの制御が重要であることが紹介された。神戸製鋼所廣田氏より商用生産装置の様々なスパッタ源と膜硬度・付き周り性に関して報告され、HPPS(High Power Pulsed Sputtering)のメリットが紹介された。名工大の木村先生からは DLC 成膜におけるイオンエネルギーの重要性とカーボンターゲットのスパッタリングの難しさが紹介され、成膜位置をターゲットに近づけることで膜質が改善されたことが報告された。ナノテック平塚氏からは DLC 膜中の水素含有率を 1Atomic%以下に抑えた真性カーボン膜の特性・高速成膜法・産業応用に関する発表がなされ、平均電力が閾値を超えるとターゲットからカーボンが蒸発し成膜速度がジャンプアップすることが報告された。名大野田氏からはマイクロ波導入方法を改善し、プラズマ均一性と高エネルギー負イオンを抑制するマイクロ波プラズマを用いたスパッタ源が紹介された。産総研小木曾氏からは少量特定用途向け半導体製造フォーマット”ミニマルファブ”の開発状況について紹介された。茨城大池畑先生からは HiPIMS の高密度プラズマ中で励起される不安定性について紹介された。

最後に本シンポジウムにお集まり頂き、熱心にご聴講頂きました会員各位に感謝申し上げます。
(左: シンポジウムの様子)

第 29 回 九州・山口プラズマ研究会

大分大学 市來龍大

表題の研究会が平成 25 年 11 月 2 日～3 日、大分県臼杵市のクレドホテル臼杵にて開催され、大学や企業から 39 名が参加した。本研究会は、九州・山口地区のプラズマ・放電研究者のレベルアップを図ることを目的として、1985 年（昭和 60 年）以降毎年開催され、今年で 29 回目を迎える。九州・山口地区を活動拠点とする研究者の講演に加え国内外から著名な研究者を招き、時勢の話題についてクリティカルなレベルの高い議論を行っており、今年も 5 名の招待講演者を迎えた。奇しくも、臼杵市で毎年開催される祭「うすき竹宵」と日を同じくしており、城下町のたたずまいを残す町が無数の竹ぼんぼりで飾り付けされ、趣深い状況の中研究会は執り行われた。

ここでは主に招待講演について報告を行う。名古屋大学・豊田浩孝先生のご講演「大気圧パルスプラズマのプラズマ密度時分解計測とプラズマ挙動解析」では、プラズマからの発光スペクトルの電界依存性や各種広がりやを極めて精密に解析し、プローブ等で簡単に計測ができない大気圧プラズマのパラメータ、さらにその時間発展を高精度に計測する実用性の高い研究の詳細が報告された。大変丁寧で科学的に厳密な実験の手法に、著者は感銘を受けた。東京大学・Stauss Sven 先生のご講演「Fundamentals and Applications of Supercritical Fluid Plasmas」では、超臨界流体中の放電物理を基礎的なアプローチで明確化する取り組みが紹介された。さらに、応用としてダイヤモンドド等の合成の報告があり、バンドギャップ可変の半導体としての役割について貴重な意見交換がなされた。東北大学・高橋和貴先生のご講演「無電極へ

リコンプラズマスラスター」では、ホールスラスタやイオンエンジンとは方式の異なるヘリコンプラズマスラスターの研究開発について紹介がなされた。プラズマ中粒子種のエネルギー分布計測や永久磁石によるプラズマの制御にとどまらず、プラズマからの各種効果がどの程度の推力を生み出しているのかを分離計測する画期的な手法が紹介され、スラスターの宇宙における実用化について活発に議論がなされた。金沢大学・上杉喜彦先生のご講演「低温水素・炭素・窒素混合プラズマ系における炭素膜堆積と水素同位体吸蔵制御について」では、核融合科学者というお立場からトリチウム保持・除去に関する研究成果が報告された。H, C, N による種々の化学反応が議論の対象であったため、プラズマ基礎、応用、核融合の各種専門家間での議論が白熱し、筆者はレベルの高い討論が醸し出すアカデミックな雰囲気酔いに酔った。名古屋大学・堀勝先生のご講演「次世代医療を指向したプラズマ生命分子科学の幕開け」では、新学術領域研究「プラズマ医療科学の創成」のプロジェクトの紹介および研究の進捗状況について報告がなされた。プラズマが細胞等にどう影響を与えるか分子生物学レベルで調査された最新の結果や、医療用に開発された高密度大気圧プラズマ源の原理などが紹介され、質疑応答が過熱し昼食時間が半減した。

さて、臼杵の名物といえば県外不出の肝付きふぐである。本研究会の懇親会は臼杵の由緒ある料亭で開催され、参加者は本格的な臼杵ふぐに舌鼓を打った。ふぐ刺し、唐揚げ、ふぐ寿司、ふぐちりとふぐ三味のメニューに加え、山口の銘酒「獺

祭」やふぐひれ酒が振る舞われ、あっという間の2時間半であった。次回の研究会は記念すべき30回目であり、沖縄県で開催することが決定してい

る。泡盛で一杯やりながらプラズマについて熱く語りたい方は是非ご参加を。



研究会の様子。



白熱する議論。



うすき竹宵。



竹ぼんぼりと参加者。



乾杯の様子。



白杵ふぐ。



懇親会での歓談.



懇親会での議論.



小雨の中、臼杵石仏（駅前のレプリカ）の前で.

後列：松本，猪原，川崎，光武，山下，渡辺，富田，古閑，大原，関根，濱本，松田，福山，板垣，篠原，林
前列：勝木，金澤，藤山，白谷，堀，上杉，シュタウス，豊田，内野，池上，市來（敬称略）

※ 写真の一部は(株)クレブ・水河様よりご提供頂きました。御礼申し上げます。

国内会議報告

第24回プラズマエレクトロニクス講習会 ～プラズマプロセスの基礎と応用・制御技術の最前線～

ソニー（株） 辰巳哲也

プラズマエレクトロニクス講習会は、プラズマ技術を扱う企業の若手、中堅技術者、大学の学生・研究者を対象とした、実用的な研修として例年企画運営されております。今年で第24回となるこの会は2013年11月8日に東京大学「武田ホール」にて開催されました。今回は設備管理技術に関する学会であるAEC/APCシンポジウム（前日に都内で開催）からの協賛を頂き、基礎と合わせて最新技術、量産応用までを参加者が理解できるようなプログラムを検討致しました。

■ 第1部:プラズマプロセスの基礎 ■

1. 『プラズマの基礎とCVD技術』
大阪市立大学 白藤 立 先生
2. 『装置、計測とドライエッチング技術』
東京エレクトロン宮城(株) 大矢 欣伸 先生

■ 第2部:プラズマ技術の最前線 ■

3. 『先端プロセスとプラズマダメージ』
京都大学 江利口 浩二 先生
4. 『設備管理(EES/FDC等)技術』
パナソニック(株) 安田 哲 先生
5. 『マルチスケールシミュレーションによる
半導体装置・プロセスの適正化』
(株)東芝 高木 茂行 先生
6. 『プラズマを応用したナノバイオ技術』
東京大学 一木 隆範 先生

前半のセッションでは、白藤先生よりCVDを例にプラズマの気相反応及び表面反応についての基礎的な制御技術を、大矢先生からはプラズマ装置の制御機構とドライエッチングプロセスにおける種々の反応をご教授頂きました。また後半には

江利口先生からチャージング、イオン照射ダメージとそのデバイス・回路特性への影響について、安田先生からはセンサーと信号解析を通じた設備管理の最前線についてのご講義を頂き、教科書にはない技術論をそれぞれ展開して頂きました。最後に一木先生からプラズマのナノバイオ応用について今後の高齢化社会における問題意識と合わせてお話を頂きました。当日の参加者は80名を超え、各発表に対する議論も活発であり、基礎から先端応用までを一日で効率的に学べる大変有意義な会となりました。



最後に、大変有意義なご講義を頂いた講師の皆様、講習会企画・運営にご尽力頂いた寺嶋幹事長をはじめとする担当幹事の皆様、会場での運営にご協力を頂きました東京大学の一木隆範先生及び同研究室の皆様、事務手続き全般をサポート頂いた応物分科会担当の上村さつき様に紙面を借りお礼申し上げます。

◎担当幹事：

池田太郎(TEL山梨)、市川尚志(東芝)、
前田賢治(日立)、南部英高(ルネサスエレ)、
松隈正明(TEL)、和田昇(三菱)、
辰巳哲也(ソニー)



行事案内

ICRP-8/SPP-31 8th International Conference on Reactive Plasmas / 31st Symposium on Plasma Processing

ICRP-8/SPP-31 組織委員長 九州大学 白谷正治

この度、2 万人以上の会員を擁する応用物理学会の主催で、第 8 回反応性プラズマ国際会議/第 31 回プラズマプロセッシング研究会 (ICRP-8/SPP-31) を 2014 年 2 月 4 日(火)~7 日(金)までの 4 日間、福岡国際会議場において開催させていただきます。本学会は、3 年に 1 度開催される反応性プラズマに関する国際会議で、約 600 名の出席者が予定されています。

皆様がよくご存じのように、プラズマは、多くの産業を支える科学技術です。プラズマは、大規模集積回路製造の 70%の工程で駆使されるとともに、太陽電池、白色照明、ディスプレイ、燃料電池、自動車・航空機および環境など多様な産業で必須のツールとして産業イノベーションを先導しています。最近では医学、薬学、農学分野においても新しいプラズマ応用が世界的に勃興し、ライフイノベーションの革新的ツールとして期待されています。本国際会議では、最先端の反応性プラズマに関する基礎と応用について、国内外の第一線の研究者による講演、研究発表、討議を行います。

Mark Kushner 教授 (ミシガン大学)、堀勝教授 (名古屋大学) による基調講演、アレンジセッション、3つのサテライトワークショップ、3つのチュートリアル、一般口頭講演・ポスター講演など多彩な内容となっています。チュートリアル、と2つのサテライトワークショップは2月3日に、1つのサテライトワークショップは2月7、8日

に開催予定です。詳細はホームページをご覧ください。

国内を始め韓国、台湾、中国、ロシア、アメリカ、ドイツ、フランス、ポルトガル、チェコ、スロベニアなど世界中から研究者が集い、最新の成果を報告する予定です。

これからのプラズマ科学の発展に大きく寄与できるようなすばらしい学会にしたいと考えておりますので、分科会会員をはじめ皆様方の多数のご参加を心よりお待ち申し上げます。

PostDeadline 投稿を 12 月 23 日まで受け付けておりますので、講演を申し込んで頂ければ幸いです。

特集号論文を JJAP から発刊いたします。頁チャージも 1 頁当たり 7,500 円と通常料金よりも 25%割引しております。ぜひこの機会を活かして御投稿下さい。

懇親会は、建物が国の文化財となっている福岡の造り酒屋を借り切って行います。日本酒等は飲み放題となっており、美味しい料理とお酒をお楽しみ頂けます。会場の制限から先着 200 名限定となっております。こちらもお早めにお申し込み下さい。

記

【会期】2014 年 (平成 26 年) 2 月 4 日~7 日

【会場】福岡国際会議場

〒812-0032 福岡市博多区石城町 2-1

<http://www.marinemesse.or.jp/congress/>

【主催】 応用物理学会

【参加費（プラエレ分科会会員）】

一般 40,000 円 学生 15,000 円

（2013 年 12 月 31 日まで）

一般 50,000 円 学生 20,000 円

（2012 年 1 月 1 日以降）

【トピックス】

- Advanced Plasma Processes for Green Nanotechnologies
- Functional Nanomaterials Fabrications and Nanostructure Control
- Plasma Processes for Energy and Environmental Applications

➤ Plasma Medicine and Bio-Inspired Nano Processes

➤ Advanced Plasmas & Surface Diagnostics

➤ Deposition Processes

➤ Etching Processes

➤ Simulation and Database

【ホームページ】

[http://plasma.ed.kyushu - u.ac.jp/~icrp - 8/](http://plasma.ed.kyushu-u.ac.jp/~icrp-8/)

【問い合わせ先】 事務局

e-mail: icrp-8@plasma.ed.kyushu-u.ac.jp

行事案内

シリコンテクノロジー研究会 「微細加工プロセスの最前線 (DPS , AVS 特集)」

東京大学 一木 隆範

2014年2月14日に東京大学において、シリコンテクノロジー関連の研究集会を下記の要領にて開催します。プラズマエレクトロニクスにおいて最も重要なテーマの1つであるデバイステクノロジー応用の最新の研究・開発動向を掴むことのできる非常に有用な機会です。例年、秋に開催される主要なプラズマ及びドライエッチング関連の国際学会である米国真空学会 (AVS)、ドライプロセス国際シンポジウム (DPS) 等における報告から、第一線の研究者の皆様にあらかじめ日本語でご講演をお願いし、余裕をもった質疑時間を設けて議論を深めます。研究会後の懇親会も含めて、サロンのような雰囲気の中で多くの情報を共有できる場を提供しております。お近くの方にもお声掛けいただき、是非とも奮ってご参加くださいますようお願い申し上げます。

記

【主催】応用物理学会シリコンテクノロジー分科会
ナノ・マイクロファブリケーション研究委員会

【協賛】応用物理学会プラズマエレクトロニクス分科会

【日時】2014年2月14日 (金) 13時～

【場所】東京大学浅野キャンパス工学部
9号館大会議室

(東京都文京区弥生 2-11-16、千代田線根津駅或いは南北線東大前駅下車)

<http://sogo.t.u-tokyo.ac.jp/access.html>

【参加費】

シリコンテクノロジー分科会員 2000円

非分科会員 4000円

【問い合わせ先】

シリコンテクノロジー分科会ナノ・マイクロファブリケーション研究委員会委員長 一木隆範
ichiki@sogo.t.u-tokyo.ac.jp

【講演リスト】(敬称略)

■ 超微細マスク形成

東京エレクトロン 本田昌伸

「プラズマキュア技術と新レジスト材料による
LER/LWR改善」

東芝 今村翼

「DSAの加工技術」

日立 小藤直行

「LWR発生の理論解析」

■ Fin FETの加工

京大 江利口浩二

「Fin型トランジスタ加工におけるプラズマ誘起
Si基板ダメージ形成モデル」

日立 松井都

「FinFETのゲート加工時の表面反応制御」

■ 難エッチ材の加工

東北大 木下啓蔵

「MRAM加工の最前線」

東京エレクトロン宮城 西村栄一

「難エッチング材加工技術の現状と課題」

(一部、仮題につき、変更の可能性あり)

行事案内

6th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials / 7th International Conference on Plasma-Nano Technology & Science (ISPlasma2014 / IC-PLANTS2014)

名城大学 平松美根男

ISPlasma は、文部科学省の支援を受け、東海広域ナノテクものづくりクラスター事業の一環として、当地域に国際競争力を有する先進プラズマナノ科学研究拠点を形成するために 2009 年から毎年開催されている国際会議で、今回は 6 回目となる。

一方、IC-PLANTS は、本邦唯一の産業応用プラズマセンターである名古屋大学工学研究科附属プラズマナノ工学研究センターの主催の国際会議として 2008 年から毎年開催されている。

2014 年より、この 2 つの国際会議を合同し、先進プラズマナノ科学、およびナノ材料、窒化物半導体研究に加え、振興著しいプラズマバイオ分野までも包括的に対象分野として開催する。本会議では、プラズマ分野で長い歴史と研究実績を有する東海地域に世界中から優れた研究者が集い、先進プラズマ科学、窒化物半導体とナノ材料への応用について広く議論するとともに、最新の研究成果を発表および討議する。

<日程> 2014 年 3 月 3 日 (日) ~ 3 月 6 日 (木)

<場所> 名城大学天白キャンパス
(愛知県名古屋市天白区)

<関連分野>

◆プラズマ科学：プラズマ源、先進プラズマ計測

技術、モデリングとシミュレーション、エッチングプロセス、薄膜成膜プロセス、フレキシブルエレクトロニクス、バイオ/医療用プラズマ、クリーンエネルギー用プラズマ、ナノテクノロジープラズマ

◆窒化物半導体: GaN および関連材料の結晶成長、窒化物 MBE 成長、評価技術、デバイスプロセス、光デバイス、電子デバイス

◆ナノ材料: ナノカーボン材料、ポーラス材料、表面改質/表面機能化、コンポジット/傾斜機能材料、ナノパーティクル/ナノワイア/ナノロッド、エネルギー応用向けナノ材料/ソフトナノ材料

<特別講演者>

小長井 誠 (東京工業大学)

<基調講演者>

堀 勝 (名古屋大学)

大橋 弘通 (産業技術総合研究所)

W. Graham (Queen's University Belfast, UK)

藤岡 洋 (東京大学)

大塚 信之 (パナソニック)

<招待講演者>

W. Choe (KAIST, KOREA)

Y. Cordier (CNRS-CRHEA, FRANCE)

伊澤 勝 (日立ハイテクノロジーズ)
 J. Shim (Hanyang University ERICA campus,
 KOREA)
 金子 克美 (信州大学)
 中村 孝 (ローム)
 小野村 正明 (東芝)
 X. Pi (Zhejiang University, CHINA)
 佐々木 浩一 (北海道大学)
 瀬戸山 亨 (三菱化学)
 J. H. Shin (KAIST, KOREA)
 高尾 英邦 (香川大学)
 M. Terrones (信州大学)
 J. Y. Tsao (Sandia National Laboratories, USA)
 R. Scaffaro (Palermo University, ITALY)
 熊井 葉子 (豊田中央研究所)

<チュートリアル講演者>

W. Walukiewicz (Solar Energy Materials
 Research Group, USA)
 U. Czarnetzki (Ruhr-Universität Bochum,
 GERMANY)

<参加費：メインシンポジウム>

	早期登録 (~2014/1/30)	事前登録 (~2014/2/20)	当日登録 (2014/3/2)
--	----------------------	----------------------	--------------------

一般：	40,000 円	45,000 円	50,000 円
学生：	10,000 円	14,000 円	18,000 円

※ 3月4日(火)午後のセッションのみ参加は参加費無料

※ バンケット(3月4日)

一般： 5,000 円、学生： 2,000 円

<チュートリアル参加費>

・メインシンポジウム参加者

一般： 5,000 円、学生： 2,000 円

・チュートリアルのみ参加者

一般： 10,000 円、学生： 5,000 円

<問合せ先>

ISPlasma2014 / IC-PLANTS2014 事務局
 株式会社インターグループ 名古屋支社
 TEL: 052-581-3240 / FAX: 052-581-5585
 E-mail: isplasma@intergroup.co.jp
 Website: <http://www.isplasma.jp>

行事案内

2014 年第 61 回応用物理学会春季学術講演会

プラズマエレクトロニクス分科会企画

東京工業大学 野崎智洋

・はじめに

本稿では 2014 年春季講演会における PE 分科会企画の概要とスケジュールをまとめて紹介いたします。それぞれの企画の趣旨、過去の講演者履歴などは、分科会のホームページあるいは本稿に掲載の行事案内を別途ご参照ください。

<http://annex.jsap.or.jp/plasma/>

・プラズマエレクトロニクス賞受賞式／ 奨励賞受賞記念講演

第 12 回プラズマエレクトロニクス賞受賞式が執り行われます。受賞候補者の推薦締切りが 2013 年 12 月下旬のため、本稿にて受賞者に関する情報をお知らせすることはできませんが、分科企画シンポジウム（学会 2 日目）に先だって授賞式を行います。また、2013 年秋季の講演奨励賞は、重歳卓志氏（ソニー）および村木裕氏（阪大院）の 2 名が受賞されました。荣誉ある賞を受賞された皆様には、紙面を借りお祝い申し上げます。日程、会場は未定ですが、プログラムをご確認のうえ、授賞式ならびに受賞記念講演会場まで足をお運びください。

プラズマエレクトロニクス賞受賞式

日 程：3 月 18 日（火）

会 場：分科企画シンポジウムに先だち同会場
で授賞式を行います（未定）

講演奨励賞受賞記念講演

日程・会場：未定

受賞者（敬称略）

- ・ 重歳 卓志（ソニー）
CHxFyプラズマエッチング時のSiO₂/Si界面準位の生成
- ・ 村木 裕（阪大院）
HBrプラズマにおける斜め入射イオンおよび反応生成物（SiBrx）イオンによる反応

・分科内招待講演

恒例となりました分科内招待講演が以下の要領で実施されます。第 12 回目となる今回は、東海大学の進藤先生、および京都大学の斧先生よりご講演を賜ります。皆様には奮って会場まで足をお運び頂きますようお願い申し上げます。

日 程：3 月 18 日（火）（予定）

会 場：未定

- ・ 進藤 春雄 先生（東海大学）
新規プラズマ源とその測定法の開発
- ・ 斧 高一 先生（京都大学）
TBD

・分科企画シンポジウム

学会 2 日目、分科企画シンポジウム「21 世紀グラフィエン産業を支えるプラズマプロセスの現状と展望」を実施いたします。企画趣旨などの詳細は、本稿に掲載されている行事案内をご参照ください。

日 程：3 月 18 日（火）（予定）

会 場：未定

プログラム：（案）（タイトルは仮題、敬称略）

1. 金載浩 (産総研)
イントロダクトリートーク
2. 梅野正義 (中部大学)
マイクロ波プラズマCVDによるグラフェンの合成と応用
3. 加藤俊顕, 金子俊郎 (東北大学)
グラフェンナノリボンのプラズマCVD合成と応用
4. 永瀬雅夫 (徳島大学)
SiC上単結晶グラフェンの成長とその物性評価
5. 松本泰道 (熊本大学)
酸化グラフェン～官能基と欠陥の機能性～
6. 斉木幸一郎 (東京大学)
プラズマによるグラフェンへのドーピング
7. 永津雅章 (静岡大学)
プラズマによるグラフェン合成と表面化学修飾
8. 長谷川正治(グラフェンプラットフォーム(株)(旧アイトリックス(株))・代表取締役社長)
グラフェンプラットフォームの戦略～グラフェン産業化への現状と展望～

・チュートリアル講演

学会初日, PE 分科会の企画としては第 4 回目に相当するチュートリアル講演を実施いたします。今回は, 東京大学の霜垣先生より「プラズマプロセス速度論解析の基礎と CVD/ALD への展開」と題して講義を頂きます。霜垣先生は様々な成膜プロセス, 機能材料開発, デバイス応用など幅広い分野で活躍されており, 化学工学をバックグラウ

ンドにした切り口でプラズマ製膜プロセスの基礎と応用についてご講義下さいます。

チュートリアル講演は事前予約制となっております。貴重な講演のほか, 最先端科学の第一線で活躍する講師が執筆したチュートリアル講演ならではの講義テキストを入手することもできます。定員がございますので, お早めにご予約いただきますようお願い申し上げます。

日 時 : 2014 年 3 月 17 日 (月) 9 : 00 ~ 12 : 10
タイトル : プラズマプロセス速度論解析の基礎と CVD/ALD への展開

講 師 : 霜垣幸浩 教授 (東京大学・大学院工学系研究科・マテリアル工学専攻)

・おわりに

本会報が発行される時点では, プログラムの詳細は未定ですが, チュートリアル講演を除くほとんどの分科会企画は学会 2 日目に実施される予定です。最終プログラムにて詳細をご確認のうえ, 会場までお越しください。

学会 2 日目 (予定) には, 大分類意見交換会 (第 8 分類) および PE 分科会のインフォーマルミーティングが開催されます。また, 同日夕刻には, 恒例の PE 分科会懇親会が企画されます。詳細は担当幹事より改めて案内しますので, 参加希望者は事前にご予約をお願い致します。

その他, 不明な点がございましたら, お気軽にお問合せください。

連絡先 : 野崎 (東工大) : tnozaki@mech.titech.ac.jp

行事案内

5th International Conference on Plasma Medicine (ICPM-5)

第5回プラズマ医療国際会議

大阪大学工学研究科 浜口智志

第5回プラズマ医療国際会議（以下、ICPM-5と略記）が、2014年5月18日（日）から23日（金）までの6日間の予定で、奈良市の奈良県新公会堂にて開催される（下記）。

プラズマ医療とは、いわゆるガス・プラズマ（気体放電）を医療や健康産業分野に活用する科学技術をさし、低温大気圧プラズマを生体に直接照射する治療法の開発から、プラズマによる滅菌、低圧（いわゆる真空）プラズマによる医療材料の表面プロセスまで、幅広い領域をカバーする。基礎的な物理科学としても、大気圧非平衡プラズマと液体の相互作用など、過去のプラズマ物理学ではあまり取り扱われなかった新しいテーマが研究対象となっており、現在、研究人口が急速に伸びている研究分野である。

プラズマ医療国際会議（ICPM）は、プラズマ医療を専門とする国際会議としては、最も歴史の古いものであると考えられるが、それでも、第一回の会議が開催されたのは2007年であり、その後、1、2年の間隔で開催され、第4回（前回）の会議は、オルレアン（仏）で2012年に開催された。第4回以降は、2年を基準として、定期的に行うことが決まっている。

今回のICPM-5では、過去の会議に比べて、医学・生物学の専門家の招待講演者数が増えており、プラズマ医療研究が、医学・生物学の専門家の間にも急速に浸透していることがわかる。また、ここ数年、日本、韓国、中国を中心に、アジアでこの分野の研究が盛んにおこなわれていることを反映して、アジアからの招待講演者の数も過去に比

べて大幅に増えている。また、ICPM-5では、プラズマの医療への応用に限らず、その関連分野、例えば、最近注目を集めているプラズマの農業応用などの新分野もカバーして、学際的な議論を深めるようプログラムが組まれている。

こうした観点から、プラズマ医療の分野ですでに成果をあげている研究者・学生の方々ばかりでなく、これから、プラズマの医学、生物学、農学への応用研究を始めたいと考えている方、また、プラズマ医療や滅菌の分野でよく用いられる大気圧プラズマや液中プラズマの基礎、および、生物汚損（biofouling）防止のためや医療材料の高機能化のためのプラズマ表面処理技術の研究を行っている方々にも、是非参加していただきたい国際会議である。

記

会議名： 5th International Conference on Plasma Medicine

日時：2014年5月18日から23日

場所：奈良県新公会堂（奈良県奈良市）

主催：International Society of Plasma Medicine

共催：文部科学省科学研究費新学術領域「プラズマ医療科学の創成」

協賛：大阪大学、応用物理学会プラズマエレクトロニクス分科会、日本物理学会、プラズマ核融合学会、他

詳細情報：<http://icpm5.plasmabio.com/>

アブストラクト投稿先サイト：

<http://icpm5.plasmabio.com/abstract.html>

問い合わせ先：icpm5@ppl.eng.osaka-u.ac.jp

行事案内

21th International Conference on Plasma Surface Interactions in Controlled Fusion Devices

第 21 回制御核融合装置におけるプラズマ壁相互作用に関する国際会議

金沢大学 上杉 喜彦

第 21 回 PSI 国際会議(略称:PSI2014)が、2014 年 5 月 26 日 (月) から 30 日 (金) にわたり、石川県金沢市の県立音楽堂で開催されます。

本国際会議は、核融合炉開発研究において重要な課題の一つであるプラズマ-材料表面相互作用に関する最新の研究成果を集約、討論し、今後の研究課題・目標をより明確にしていくことを目的としているものです。この分野はプラズマ物理と材料物性物理の境界領域に当たり、応用物理学会プラズマエレクトロニクス分科会会員の皆様にも深く関与する分野でもあります。我が国での開催は、2002 年の岐阜市での会議依頼のものとなります。是非、当分科会会員の皆様のご発表/ご参加を期待しております。会議の詳細につきましては、以下に記します。

【会議トピックス】

- Physics Processes at the Plasma-Material Interface
- Material Erosion, Migration, Mixing, and Dust Formation
- Plasma Fuelling, Particle Exhaust and Control, Tritium Retention
- Wall Conditioning and Tritium Removal Techniques
- Impurity Sources, Transport and Control
- Edge and Divertor Plasma Physics
- Power Exhaust, Plasma Detachment, and Heat Load Control
- Far SOL Transport and Plasma Wall Interaction in Main Chamber
- Plasma Edge and First Wall Diagnostics
- Plasma Exhaust and Plasma Material interaction for Fusion Reactor

【重要日程】

アブストラクト締め切り:2013 年 12 月 9 日
アブストラクト受理連絡:2014 年 2 月 14 日
早期参加登録締め切り:2014 年 4 月 18 日
論文投稿締め切り:2014 年 5 月 27 日

【会議 Web ページ】

<http://psi2014.nifs.ac.jp>

【会議ポスター】

**21st International Conference
on Plasma Surface Interactions
in Controlled Fusion Devices**
Kanazawa, JAPAN, 26-30 May 2014

Venue: ISHIKAWA ONGAKUDO, Kanazawa

Conference Topics
- Physics Processes at the Plasma-Material Interface
- Material Erosion, Migration, Mixing, and Dust Formation
- Plasma Fuelling, Particle Exhaust and Control, Tritium Retention
- Wall Conditioning and Tritium Removal Techniques
- Impurity Sources, Transport and Control
- Edge and Divertor Plasma Physics
- Power Exhaust, Plasma Detachment, and Heat Load Control
- Far SOL Transport and Plasma Wall Interaction in Main Chamber
- Plasma Edge and First Wall Diagnostics
- Plasma Exhaust and Plasma Material Interaction for Fusion Reactor

Important dates
- First call: May, 2013
- Call for abstracts: September, 2013
- End of abstract submission: December 9, 2013
- Author notification: February 14, 2014
- Early registration ends: April 18, 2014
- Paper submission ends: May 27, 2014

Contact
N. Ohno and S. Masuzaki
E-mail: psi-2014@hd.nifs.ac.jp

International Advisory Committee
E.A. Rozmus (ORNL, Karlsruhe Institute, RF)
S. Eckstein (JRC, Washington DC, USA)
R.K. Kruer (IPR, Gandhinagar, India)
A. Kuvshinov (NIFS, Tokai, Japan)
J. Li (ASIPP, Hefei, China)
J. Pamela (Agence ITER, France)

Programme Committee
N. Asakawa (Chair, JAEA Rokkasho, Japan)
S. Brezinsek (ZEP, Jilich, Germany)
R. Doerner (UCSD, San Diego, USA)
M. Fenstermacher (LLNL, Livermore, USA)
M. Goulet (Aalto Univ., Espoo, Finland)
S.-H. Hong (NRI, Daejeon, Korea)
K. Krüger (IPP, Garching, Germany)
Y. Komarov (PEI, Moscow, Russia)
G.-N. Luo (ASIPP, Hefei, China)
E. Tskironi (CEA, Cadarache, France)
Y. Ueda (Osaka Univ., Osaka, Japan)
D. Whyte (PSFC MIT, Cambridge, USA)

Local Organising Committee
N. Ohno (Chair, Nagoya Univ.)
A. Sagara (Deputy Chair, NIFS)
Y. Uetsugi (Deputy Chair, Kanazawa Univ.)
S. Masuzaki and T. Mori-aki (Scientific Secretaries, NIFS)
Y. Ueda (Chief, Editor, Osaka Univ.)
N. Asakawa (Advisory, JAEA)

<http://psi2014.nifs.ac.jp/>

行事案内

15th IUMRS-ICA 2014: D-2 Frontier of Nano-Materials Based on Advanced Plasma Technologies

名古屋大学 石川健治、九州大学 白谷正治

プラズマプロセス技術はナノ材料の合成、バイオテクノロジーを牽引し、アジアでの近年の産業の進展を下支えし、目を見張るモノがあります。その継続的な発展の為には、産業を支える包括的な科学研究ソサエティの確立が望まれます。また、新たな分野への挑戦、特に大気圧非平衡プラズマは表面処理や高速材料合成にとって新しい息吹でしょう。米国、欧州ではなくアジアでの開催を重ねて、今回は環境未来都市として知られる福岡にて、第 15 回国際材料研究学会連合ーアジア国際会議 (International Union of Materials Research Societies-The IUMRS International Conference in Asia 2014) において、シンポジウム「D-2: Frontier of Nano-Materials Based on Advanced Plasma Technologies」が開催されます。世界中からプラズマと材料の専門家が参集し、研究者や技術者に分け隔てなく議論を交わし、情報交換し、先進プラズマ技術によるナノ材料の分野を開拓していく気概に富む会議となりますので、奮ってご参加申込をいただけますよう、お待ちしております。

記

【会期】2014年(平成26年)8月24日～28日

【会場】福岡大学 七隈キャンパス

〒814-0180 福岡市城南区七隈八丁目 19-1

【交通】地下鉄七隈線「福大前」駅

【主催】日本 MRS

【参加費 (プラエレ分科会会員)】

一般 55,000 円 学生 30,000 円 (6月25日まで)

一般 65,000 円 学生 40,000 円 (6月25日以降)

【投稿】12月5日開始～2月5日〆切

【トピックス】

- Advanced Plasma Processes for Green Nanotechnologies
- Functional Nanomaterials Fabrications and Nanostructure Control
- Plasma Processes for Energy and Environmental Applications
- Plasma Medicine and Bio-Inspired Nano Processes
- Advanced Plasmas & Surface Diagnostics
- Deposition Processes
- Etching Processes
- Simulation and Database

【基調講演】

Takayuki Watanabe (Kyushu University)

【招待講演】

U. CVELBAR (Jozef Stefan Institute)

Y-K. PU (Tsinghua University)

C-C.(Jerry) HSU (National Taiwan University)

H-J. LEE (Pusan National University)

S.-Y. LEE (Korea Aerospace University)

S. L. YAP (University of Malaya)

D. BOONYAWAN (Chiang Mai University)

V. SVRCEK (AIST, Japan)

H. FURUTA (Kochi University of Technology)

O. SAKAI (Kyoto University)

T. HIRATA (Tokyo City University)

K. KOGA (Kyushu University)

H. KONDO (Nagoya University)

【参考】

http://iumrs-ica2014.org/symposia/symposia_D-2.php

【問い合わせ先】事務局

e-mail: iumrs-ica2014@mrs-j.org

行事案内

第 14 回プラズマ表面工学国際会議 The 14th International Conference on Plasma Surface Engineering (PSE 2014)

大阪大学接合科学研究所 節原 裕一

当該国際会議は、モデリングやプラズマ材料相互作用ならびに薄膜工学などの基礎からプラズマプロセスならびにイオン技術の工業的な応用にわたる幅広い分野を包含しており、2年に一度、ドイツの Garmisch-Partenkirchen で開催され、次回で第 14 回目 を迎えます。

前回の 2012 年の参加者は、世界から 750 名を超える規模となっており、世界的にも著名な国際会議となっています。

次回の第 14 回プラズマ表面工学国際会議は、2014 年 9 月 15 日～19 日までの 5 日間にわたり、ドイツの Garmisch-Partenkirchen の Kongress haus (国際会議場) にて開催されます。

次回の当該国際会議は、これまでと同様に、European Joint Committee on Plasma and Ion Surface Engineering (EJC / PISE) が主催し、Christian Oehr, Stuttgart (GER) を Conference Chairman に迎え、当分科会からは、International Scientific Committee 委員として下命、Advisory Board 委員として堀 勝 先生が関わっています。

当該会議の開催要領は以下の通りであり、会議のトピックスのみならず、オーストリアとの国境にそびえるドイツの最高峰 Zukspitze の麓に位置する Garmisch-Partenkirche での「たおやかな時の流れ」も魅力的であり、当分科会からも多数の御参加をお待ち申し上げ、本案内を差し上げます。

会議名 : The 14th International Conference on Plasma Surface Engineering (PSE 2014)

会期 : 2014 年 9 月 15 日～19 日

会場 : Kongress haus, Garmisch-Partenkirchen, (ドイツ)

会場がある Garmisch-Partenkirchen は、オーストリアとの国境にそびえるドイツの最高峰 Zukspitze の麓に位置し、バイエルンの牧歌的風景と共に「たおやかな時の流れ」が魅力的な街である。

詳細は本会議の web サイトをご参照下さい。

<http://www.pse-conferences.net/pse2014.html>

Important Dates

Abstract submission deadline: January 31, 2014

Confirmation of accepted abstracts: May 2014

Conference Topics

1. Plasma and ion surface engineering

Advanced plasma and ion source technologies

- Pulsed plasmas

- HiPIMS

- Atmospheric plasma sources

- Ion implantation / Plasma immersion ion implantation

- *New ion and plasma sources*

- *Industrial device technology*

Properties of technological plasmas

- *Plasma diagnostics / process control*

- *Plasma modelling*

- *Plasma-surface interaction*

- *Plasma treatment of polymers*

- *Surface cleaning / plasma etching*

- *Ion and laser treatment*

Powders and Plasmas

- *Nanoparticle synthesis*

- *Particle treatment*

- *Functional nanoparticles*

Atmospheric and in-liquid plasmas

2. Deposition technologies

Physical vapor deposition - PVD

- *Magnetron sputtering*

- *Vacuum arc deposition*

- *Plasma-activated evaporation*

- *Atmospheric plasma deposition*

Plasma-enhanced chemical vapor deposition -
PECVD

- *Low pressure plasma CVD*

- *Plasma polymerization*

- *Atmospheric pressure plasma CVD*

Plasma diffusion treatment

- *Plasma nitriding / carburizing*

- *Hybrid and duplex processes*

Ion beam deposition

- *Ion beam deposition*

- *Ion beam sputtering*

Coating of special geometries

- *Large area deposition*

- *Coating of inner walls and complex geometries*

Plasma electrolytic oxidation

3. Coatings properties and applications

Nano films

- *Ultrathin films*

- *Multilayer films*

- *Nanocomposite films*

- *Nanostructures and nanoparticles*

Protective and tribological coatings

- *Tribological coatings*

- *Carbon-based films*

- *Corrosion-resistant coatings*

- *Barrier coatings*

Electrical and magnetic coatings

- *Conductive and photocatalytic oxides*

- *Films for photovoltaics*

- *Films with special electrical functions*

- *Films with special magnetic functions*

Optical coatings

Biomedical applications

Bio-functionalization of material surfaces

- *Plasma sterilization and disinfection*

- *Plasma interaction with living tissue/cells*
(plasma medicine)

4. Characterization of films and modified
surfaces

- *Structure and composition*

- *Geometrical characterization (thickness,
roughness)*

- *Mechanical properties*

- *Internal stresses*

- *Optical properties*

- *Electric and magnetic properties*

- *In-situ diagnostics of coatings*

- *Computer simulation and modelling of
structure, stoichiometry and growth*

行事案内

Plasma Conference 2014／第 32 回プラズマプロセッシング研究会

名古屋大学 豊田 浩孝

本分科会の主催研究会であるプラズマプロセッシング研究会は、昭和 59 年に第 1 回が開催されて以来、本分科会の会員を中心とした関係研究者が一堂に会する研究会としてほぼ毎年開催されておりプラズマエレクトロニクス分科会における重要な行事のひとつであります。また、本分科会の国際会議である反応性プラズマ国際会議はほぼ 3 年に 1 回開催されており、その時はプラズマプロセッシング研究会という位置づけともなります。さて、第 31 回プラズマプロセッシング研究会（2014 年 2 月の反応性プラズマ国際会議）の次となる第 32 回プラズマプロセッシング研究会は、本分科会とプラズマ・核融合学会および日本物理学会との共同で開催される Plasma Conference2014 として 2014 年 11 月 18 日（火）-21 日（金）の日程で新潟市の朱鷺メッセ(新潟コンベンションセンター)にて開催されることとなりました。本 Plasma Conference は、各学協会等に分散して展開されているプラズマ科学・プラズマ応用の研究活動を総合的に把握し、新しいプラズマ科学・プラズマ応用の発展を目指すことを目的として、2011 年に金

沢市において初めて開催され、今回が第 2 回目となります。前回第 1 回では多数の参加者があり、懇親会も 300 人を超えるなど非常に盛会な会議でした。今回は日本物理学会が幹事学会となり、応用物理学会プラズマエレクトロニクス分科会とプラズマ・核融合学会が協力して開催されます。講演申込み締切は 2014 年 8 月を予定しております。

前述のとおり本 Plasma Conference はプラズマエレクトロニクス分科会の重要な主催研究会であるプラズマプロセッシング研究会でもあり、また日本におけるプラズマ研究者が一堂に会する会でもあることから、参加される方には新しい刺激を得るよい機会にもなると思います。今からスケジュールをご予定いただき、ぜひとも多くの方のお申し込みをいただきますようお願い申し上げます。

【開催期間】2014 年 11 月 18 日（火）-21 日（金）

【開催場所】朱鷺メッセ：

新潟コンベンションセンター

〒950-0078 新潟市中央区万代島 6 番 1 号

TEL. 025-246-8400、FAX. 025-246-8411

URL:<http://www.jspf.or.jp/PLASMA2014/>



2013（平成 25）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	寺嶋和夫	東京大学 新領域創成科学研究科 物質系専攻	〒277-0882 柏市柏の葉5-1-5基盤系研究棟504 TEL: 04-7136-3799 FAX: 04-7136-3799	kazuo@plasma.k.u- tokyo.ac.jp
副幹事長	豊田浩孝	名古屋大学 工学研究科 電子情報システム専攻	〒464-8603 名古屋市千種区不老町 TEL: 052-789-4698 FAX: 052-789-3150	toyoda@nuce.nagoya-u.ac.jp
副幹事長	辰巳哲也	ソニー(株) R&Dプラットフォーム セミコンダクタテクノロジー開発部門 プロセス設計2部	〒253-0014 厚木市旭町4-14-1 TEL: 080-9038-9580 FAX: 050-3809-1413	Tetsuya.Tatsumi@jp.sony.co m
副幹事長	野崎智洋	東京工業大学 大学院理工学研究科 機械物理工学専攻	〒152-8550 目黒区大岡山2-12-1(I6-24) TEL: 03-5734-2681 FAX: 03-5734-2681	tnozaki@mech.titech.ac.jp
幹事 任期 2014年3月	池田太郎	東京エレクトロン山梨株式会社 技術開発センター MiPSグループ	〒407-0192 韮崎市穂坂町三ツ沢650 TEL: 0551-23-2327 FAX: 0551-23-4260	taro.ikeda@tel.com
"	石川善恵	産業技術総合研究所 ナノシステム研究部門 フィジカルナノプロセス研究グループ	〒305-8565 つくば市東1-1-1 中央第5 TEL: 029-861-0554 FAX: 029-861-6355	ishikawa.yoshie@aist.go.jp
"	市川尚志	(株)東芝 半導体研究開発センター AU開発試作部 評価解析担当	〒212-8583 川崎市幸区小向東芝町1 TEL: 044-549-2677 FAX: 044-549-2764	takashi2.ichikawa@toshiba.co .jp
"	北野勝久	大阪大学大学院 工学研究科 アトミックデザイン研究センター	〒565-0871 大阪府吹田市山田丘2-1(A12-219) TEL: 06-6878-6412 FAX: 06-6879-7916	kitano@ppl.eng.osaka-u.ac.jp
"	金 載浩	産業総合技術研究所 エネルギー技術研究部門 先進プラズマ技術グループ	〒305-8568 つくば市梅園1-1-1 中央第2 TEL: 029-861-4889 FAX:	jaeho.kim@aist.go.jp
"	堤井君元	九州大学 総合理工学研究院 融合創造理工学部門	〒816-8580 福岡県春日市春日公園6-1(D棟304号室) TEL: 092-583-7097 FAX: 092-583-7097	teii@asem.kyushu-u.ac.jp
"	朽久保文 嘉	首都大学東京 理工学研究科 電気電子工学専攻	〒192-0397 八王子市南大沢1-1 TEL: 042-677-2744 FAX: 042-677-2756	tochi@tmu.ac.jp
"	前田賢治	(株)日立製作所 中央研究所 ナノプロセス研究部	〒185-8601 国分寺市東恋ヶ窪 1-280 TEL: 042-323-1111 (ext. 2410) FAX: 042-327-7708	kenji.maeda.tj@hitachi.com
"	三重野哲	静岡大学 大学院 創造科学技術	〒422-8529 静岡市駿河区大谷836 TEL: 054-238-4750 FAX: 054-238-4750	sptmien@ipc.shizuoka.ac.jp
"	三沢達也	佐賀大学大学院 工学系研究科 電気電子工学専攻	〒840-0027 佐賀市本庄町1番地 TEL: 0952-28-8639 FAX: 0952-28-8651	misawa@ep.ee.saga-u.ac.jp
"	向川政治	岩手大学 工学部 電気電子・情報システム工学科	〒020-8554 岩手県盛岡市上田4丁目3-5 TEL: 019-621-6877 FAX: 019-621-6877	mukaigaw@iwate-u.ac.jp
"	吉木宏之	鶴岡工業高等専門学校 電気電子工学科	〒997-8511 山形県鶴岡市井岡字沢田104 TEL: 0235-25-9146 FAX: 0235-24-1840	yoshiki@tsuruoka-nct.ac.jp

	氏名	所属	住所・電話	E-mail
幹事 任期 2015年3月	明石 治朗	防衛大学校 応用科学群応用物理学科	〒239-8686 横須賀市走水1-10-20 TEL: 046-841-3810 FAX: 046-844-5912	akashi@nda.ac.jp
"	石川 健治	名古屋大学大学院 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 TEL: 052-788-6077 FAX: 052-788-6077	ishikawa.kenji@nagoya-u.jp
"	伊藤昌文	名城大学 理工学部電気電子工学科	〒468-8502 愛知県名古屋市天白区塩釜口1-501 TEL: 052-838-2306 FAX: 052-838-2306	ito@meijo-u.ac.jp
"	川崎 敏之	日本文理大学 工学部 機械電気工学科	〒870-0397 大分県大分市一木1727 TEL: 097-524-2612 FAX: 097-593-2071	kawasaki@nbu.ac.jp
"	古閑一憲	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: 092-802-3716 FAX: 092-802-3717	koga@ed.kyushu-u.ac.jp
"	鷹尾 祥典	京都大学大学院 工学研究科 航空宇宙工学専攻	〒615-8540 京都市西京区京都大学桂C3棟 TEL: 075-383-3788 FAX: 075-383-3788	takao.yoshinori.7a@kyoto-u.ac.jp
"	高橋和生	京都工芸繊維大学大学院 工芸科学研究科 電子システム工学部門 電子物性工学講座	〒606-8585 京都市左京区松ヶ崎御所海道町 TEL: 075-724-7418 FAX: 075-724-7400	takahash@kit.jp
"	田中 康規	金沢大学 理工研究域 電子情報学系	〒920-1192 石川県金沢市角間町 TEL: 076-234-4846 FAX: 076-234-4870	tanaka@ec.t.kanazawa-u.ac.jp
"	西山修輔	北海道大学大学院 工学研究院 量子理工学部門プラズマ理工学分野	〒060-8628 札幌市北区北13条西8丁目 TEL: 011-706-6658 FAX: 011-706-6657	shu@eng.hokudai.ac.jp
"	松隈正明	東京エレクトロン株式会社 技術開発センター シミュレーショングループ	〒305-0841 茨城県つくば市御幸が丘17 TEL: 029-860-3632 FAX: 029-860-3607	masaaki.matsukuma@tel.com
"	本村大成	(独)産業技術総合研究所 九州センター 生産計測技術研究センター プラズマ計測チーム	〒841-0052 佐賀県鳥栖市宿町807-1 TEL: 0942-81-4058 FAX: 0942-81-3690	t.motomura@aist.go.jp
"	和田 昇	三菱電機(株) 先端技術総合研究所 環境システム技術部 放電応用グループ	〒661-8661 尼崎市塚口本町8-1-1 TEL: 06-6497-7069 FAX: 06-6497-7285	Wada.Noboru@bx.Mitsubishi Electric.co.jp

2013（平成25）年度分科会幹事役割分担

役割分担	留任		新任	
幹事長	寺嶋和夫	東京大学		
副幹事長	豊田浩孝 辰巳哲也 野崎智洋	名古屋大学 (株)ソニー 東京工業大学		
1. 分科会ミーティング	三沢達也	佐賀大学	本村大成	(独)産業技術総合研究所
2. シンポジウム総合講演 合同セッション 分科内招待講演 チュートリアル講義	野崎智洋 北野勝久 金載浩 市川尚志	東京工業大学 大阪大学 (独)産業技術総合研究所 (株)東芝	古閑一憲 高橋和生 松隈正明 伊藤昌文	九州大学 京都工芸繊維大学 東京エレクトロン 名城大学
3. プラズマプロセス研究会 SPP-31	豊田浩孝 三重野哲 堤井君元 金載浩 池田太郎	名古屋大学 静岡大学 九州大学 (独)産業技術総合研究所 東京エレクトロン山梨	古閑一憲 和田昇 石川健治 高橋和生 川崎敏之 田中康則	九州大学 三菱電機(株) 名古屋大学 京都工芸繊維大学 日本文理大学 金沢大学
4. 光源物性とその応用研究会	向川政治	岩手大学	明石 治朗	防衛大学
5. プラズマ新領域研究会	豊田浩孝 析久保文嘉 石川善恵 堤井君元 吉木宏之	名古屋大学 首都大学東京 (独)産業技術総合研究所 九州大学 鶴岡工業高等専門学校	田中康則 鷹尾祥典 伊藤昌文	金沢大学 京都大学 名城大学
6. インキュベーションホール	豊田浩孝 前田賢治 三沢達也 石川善恵 吉木宏之	名古屋大学 (株)日立製作所 佐賀大学 (独)産業技術総合研究所 鶴岡工業高等専門学校	石川健治 本村大成 鷹尾祥典 明石治朗	名古屋大学 (独)産業技術総合研究所 京都大学 防衛大学
7. プラズマエレクトロニクス 講習会	辰巳哲也 池田太郎 前田賢治 市川尚志	ソニー(株) 東京エレクトロン山梨 (株)日立製作所 (株)東芝	松隈正明 和田昇	東京エレクトロン 三菱電機(株)
8. 会誌編集・書記	市川尚志 向川政治	(株)東芝 岩手大学	川崎敏之 松隈正明	日本文理大学 東京エレクトロン
9. ホームページ	北野勝久	大阪大学	西山修輔	北海道大学
10. 会員名簿				
11. 庶務	三沢達也	佐賀大学	本村大成	(独)産業技術総合研究所
12. 会計	北野勝久	大阪大学	高橋和生	京都工芸繊維大学
13. プラズマエレクトロニクス賞	寺嶋和夫	東京大学		
14. アカデミックロードマップ (戦略企画室)	野崎智洋 寺嶋和夫	東京工業大学 東京大学		
15. PE懇親会 秋:同志社大学	石川善恵	(独)産業技術総合研究所	鷹尾祥典	京都大学
16. PE懇親会 春:青山学院大学	池田太郎	東京エレクトロン山梨	西山修輔	北海道大学
GEO委員(オブザーバー)	白谷正治	九州大学		

太字：取りまとめ役

2013（平成 25）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 | | |
| 8.1 プラズマ生成・制御 | 林 信哉 | (九州大) |
| 8.2 プラズマ診断・計測 | 山形 幸彦 | (九州大) |
| 8.3 プラズマ成膜・表面処理 | 野崎 智洋 | (東工大) |
| 8.4 プラズマエッチング | 林 久貴 | (東芝) |
| 8.5 プラズマナノテクノロジー <u>(代表)</u> | 佐藤 孝紀 | (室蘭工大) |
| | 金子 俊郎 | (東北大) |
| 8.6 プラズマ現象・新応用・融合分野 | 小田 昭紀 | (千葉工大) |
| | 山田 英明 | (産総研) |
| 2. 応用物理・編集委員 | 野崎 智洋 | (東工大) |
| 3. 応用物理学会代議員 | 金子 俊郎 | (東北大) |
| | 野崎 智洋 | (東工大) |
| | 酒井 道 | (京都大) |
| | 平松 美根男 | (名城大) |
| 4. GEC 組織委員会委員 | 白谷 正治 | (九州大) |
| 5. その他：本部理事 | 平松 美根男 | (名城大) |
| 6. 諮問委員 | 白谷 正治 | (九州大) |
| | 堀 勝 | (名古屋大) |
| | 斧 高一 | (京都大) |
| 7. フェロー | 岡本 幸雄 | (東洋大) |
| | 河野 明廣 | (名古屋大) |
| | 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) |
| | 畠山 力三 | (東北大) |
| | 藤山 寛 | (長崎大) |
| | 堀 勝 | (名古屋大) |
| | 真壁 利明 | (慶應大) |
| | 渡辺 征夫 | (九州電気専門学校) |
| 8. 名誉会員 | 後藤 俊夫 | (中部大) |

平成 25 年度中期活動報告

第 68 回プラズマエレクトロニクス分科会ミーティング／平成 25 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 25 年 9 月 17 日（火）12:00-13:15
場所：同志社大学京田辺キャンパス TC3 1F-102
（C2 会場）

0. 「8.プラズマエレクトロニクス」大分類分科意見交換会

佐藤先生（室蘭工大）より、下記について説明があった。

- ・大分類、中分類再編について

現状の分類方法に問題がないか、見直しをすべきという意見がでていいる。プラズマエレクトロニクスについては変更する必要がないと考えており、寺嶋幹事長も同意見とのこと。

- ・プログラム編集委員選出・交代について

2014 年度から、8.3 は野崎先生（東工大）から大田先生（名城大）に交代予定。

- ・春秋の応物開催時期について

3・9 月は期末なので企業参加厳しいのではないかと、という検討がされているとのこと。企業関係者から、「実際厳しい」という意見や、「それ以前に企業側が有益な情報が得られなくなったと感じているのでは？」といった意見が出された。

- ・MRS とのジョイントシンポジウムについて

今後の MRS とのジョイントシンポジウムへの意見交換がなされた。参加費の振り込み方法、ジョイントシンポジウムと応物がセパレートされすぎている（奨励賞がないなど。たとえば中分類の一つのような形の方が参加しやすい）、スケジュール等がわかりにくい、特集号が 4 つも出るのは多すぎる、といった意見が出された。

- ・講演会の開催方法について

コンベンション施設の使用について検討している。これについて意見交換がなされた。

また、藤山先生（長崎大）などを中心に、全体の講演レベルの低下、英語セッションの割合増加の有無、査読の有無などについて議論があった。

以下、幹事会。寺嶋幹事長の代理として、豊田副幹事長（名古屋大）が司会進行を務められた。

1. 平成 26 年度春季応用物理学会学術講演会（青山学院大）について

野崎幹事（東工大）から、平成 26 年度春季応用物理学会学術講演会の進捗について説明があった。

(1)シンポジウム企画

金幹事（産総研）より説明があった。予定では、「21 世紀グラフェン産業を支えるプラズマプロセスの現状と展望」を考えている。これについて予定されている内容の詳細説明がなされた。

以下、野崎幹事から、現状について説明があった。

(2)分科内招待講演

現状について説明がなされた。企業関係者の講演も必要と考えているとのこと。

(3)チュートリアル講演

春の予定について説明がなされた。また、秋について、今後チュートリアルは実施しない方向で考えているとのこと。他、議論等がなされた。

2. プラズマ新領域研究会について

豊田幹事（名古屋大）から、下記プラズマ新領域

研究会について紹介があった。

(1) 第14回 「液中および異相界面へのレーザー照射により形成される高エネルギー密度反応場とその応用に関する研究会」2013年8月29日に北海道大学で開催し、参加者17名であった。

(2) 第15回 ダイヤモンド・グラフェン関連の予定で、電気学会プラズマ/パルスパワー合同研究会との共催。2013年11月22日に名城大学にて開催予定。

(3) 第16回 無機有機ナノ構造の作成・制御についての内容になる予定。2013年12月13日(金)に神戸にて開催予定。

3. 第24回プラズマエレクトロニクス講習会について

2013年11月8日(金)に行われる第23回プラズマエレクトロニクス講習会について、辰巳幹事(ソニー)から報告があった。今年は、「引き続き参加しやすいように、二日でなく、一日にする」「AEC/APC シンポジウムとの連携」などを実施。ぜひ宣伝をお願いしたいとのこと。

4. 第7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

豊田幹事(名古屋大学)から、第7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説明があった。2013年9月25日(水)~27日(金)に実施予定。参加予定者は52名。また、来年度の予定についても説明がなされた。

5. プラズマエレクトロニクス分科会会報(No.58, 59)について

プラズマエレクトロニクス分科会会報について、川崎幹事(日本文理大)から次回会報の予定について説明があった。

市川幹事(東芝)から、58号への各位の協力について、お礼がなされた。

6. 分科会会計について

分科会会計について、高橋幹事(京都工繊大)より説明があった。基本、昨年の実績をベースで予算案を作成したとのこと。大きな変更等がある場合などは連絡してほしいとのこと。

7. 平成26年度事業計画について

平成26年度事業計画について、三沢幹事の代理として、本村幹事(産総研)から説明があった。

8. 第12回プラズマエレクトロニクス賞候補者論文募集について

第12回プラズマエレクトロニクス賞候補者論文について、寺嶋幹事長の代理として豊田副幹事長から説明があった。各位に積極的な応募のお願いがなされた。

9. ICRP8について

ICRP8について、白谷先生(九州大)から説明がなされた。9月30日が締め切り。投稿へのお願いがなされた。

(記:市川尚志(東芝))

プラズマエレクトロニクス関連会議日程

国際会議

2014.2.4-2.7

8th International Conference on Reactive Plasmas/31th Symposium on Plasma Processing (ICRP-8/SPP-31)
Fukuoka, Japan
<http://plasma.ed.kyushu-u.ac.jp/~icrp-8/>

2014.3.2-6

6th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials /
7th International Conference on Plasma-Nano Technology & Science (ISPlasma 2014 / IC-PLAMTS 2014)
Nagoya, Japan
<http://www.isplasma.jp/index.html>

2014.4.14-17

The 41st Plasma Physics conference
London, UK
<http://plasma14.iopconfs.org/home>

2014.5.18-23

5th International Conference on Plasma Medicine (ICPM5)
Nara, Japan
<http://icpm5.plasmabio.com/>

2014.5.25-29

The 41st IEEE International Conference on Plasma Science (ICOPS) / the 20th International Conference on
High-Power Particle Beams (Beams)
Washington DC, USA
<http://www.ece.unm.edu/icops-beams2014/>

2014.5.26-30

21st International Conference on Plasma Surface Interactions 2014 (PSI-2014)
Ishikawa, Japan
<http://psi2014.nifs.ac.jp/>

2014.6.16-19

26th Symposium on Plasma Physics and Technology (SPPT2014)
Prague, Czech Republic
<http://www.plasmaconference.cz/>

2014.6.16-20

9th International Symposium on Non-Thermal/Thermal Plasma Pollution Control Technology & Sustainable
Energy (ISNTP-9)
Dalian, China
<http://www.isntp-9.org/>

2014.6.23-25

International Symposium on Electrohydrodynamics 2014 (ISEHD2014)
Okinawa, Japan
<http://www.isehd2014.oita-u.ac.jp/>

2014.6.23-26

9th International Conference on Plasma Assisted Technologies (ICPAT-9)
Saint Petersburg, Russia
<http://www.plasmacombustion.com/iwepac.html>

2014.6.23-27

41th EPS Conference on Plasma Physics
Berlin, Germany
<http://eps2014-berlin.de/>

2014.7.6-11

20th International Conference on Gas Discharges and their Applications (GD2014)
Orleans, France
<http://gd2014.sciencesconf.org/>

2014.9.15-19

14th International Conference on Plasma Surface Engineering (PSE2014)
Garmisch-Partenkirchen, Germany
<http://www.pse-conferences.net/pse2014.html>

2014.9.15-19

17th International Congress on Plasma Physics (ICPP2014)
Lisbon, Portugal
[http://www.ipfn.ist.utl.pt/ICPP2014/Welcome to ICPP 2014.html](http://www.ipfn.ist.utl.pt/ICPP2014/Welcome_to_ICPP_2014.html)

2014.9.21-26

14th International Symposium on High Pressure Low Temperature Plasma Chemistry (HAKONE XIV)
Zinnowitz, Germany
<http://www.hakone2014.org/>

2014.11.18-21

PLASMA CONFERENCE 2014
Niigata, Japan
<http://www.jspf.or.jp/PLASMA2014/>

国内会議・会合**2014.3.5**

第15回静電気学会春季講演会
東京工業大学 大岡山キャンパス
[http://iesj.org/html/academic/academic links/2014/syunki14.html](http://iesj.org/html/academic/academic_links/2014/syunki14.html)

2014.3.17-20

第61回応用物理学会春季学術講演会
青山学院大学 相模原キャンパス
<http://www.jsap.or.jp/activities/annualmeetings/regularmeeting.html>

2014.3.27-30

日本物理学会第 69 回年次大会
東海大学 湘南キャンパス

<http://www.jps.or.jp/activities/meetings/future.html>

2014.9.17-20

第 75 回応用物理学会秋季学術講演会
北海道大学 札幌キャンパス

<http://www.jsap.or.jp/activities/annualmeetings/regularmeeting.html>

2014.9.

日本物理学会 2014 年秋季大会
佐賀大学 本庄キャンパス (18-21) [素、宇]
中部大学 春日井キャンパス (7-10) [物性]

<http://www.jps.or.jp/activities/meetings/future.html>

2015.3.21-24

日本物理学会第 70 回年次大会
早稲田大学 早稲田キャンパス

<http://www.jps.or.jp/activities/meetings/future.html>

2015.9.

日本物理学会 2015 年秋季大会
大阪市立大学 杉本キャンパス (25-28) [素核宇]
関西大学 千里里キャンパス (16-19) [物性]

<http://www.jps.or.jp/activities/meetings/future.html>

行事の最新情報については、下記プラズマエレクトロニクス分科会のホームページをご覧ください。

<http://annex.jsap.or.jp/support/division/plasma/>

広告掲載企業一覧

プラズマエレクトロニクス分科会会報 59 号へ広告掲載を頂いた企業は下記の通りです。弊分科会会員への最新情報のご提供に厚く感謝の意を表します。

1. 株式会社 エナック

当会報への広告掲載について

応用物理学会プラズマエレクトロニクス分科会では、分科会会員への情報提供を旨とし、会報への広告出展を募集しております。広告の掲載にあたっては下記のような条件としておりますので、是非ご検討の程宜しくお願い申し上げます。

1. 契約の種類

(A) 年間契約コース

1 年間にわたる掲載。通常は 6 月、12 月に発行される 2 号にわたって掲載されます。掲載号ごとに新規原稿に差替え出来ます。

(B) 単号契約コース

特定の号のみの掲載。

2. 掲載位置

掲載位置は後書きの後となります。基本五十音順の掲載となりますが、レイアウト等の都合で適宜変更になる可能性があります。何卒ご了承ください。

また裏表紙への依頼が無いときには年間契約の中から回す場合もあります。不都合がある場合はご相談ください。

3. 入稿

原稿は A4 版ネガの版下、もしくは電子ファイル(pdf)とします。これ以外の場合、かかる費用を別途請求させて頂く場合があります。

4. 広告掲載料

掲載料は下表の通りとします。なお、年間契約の場合も、申込時点での一括請求とさせていただきます。

	(A) 年間契約 コース	(B) 単号契約 コース
半ページ	5 万円 (4 万円)	4 万円 (3 万円)
1 ページ	8 万円 (6 万円)	5 万円 (4 万円)
2 ページ (見開き指定可)	12 万円 (9 万円)	8 万円 (6 万円)
裏表紙	12 万円 (9 万円)	8 万円 (6 万円)

※カッコ内は協賛企業

5. 問い合わせ先

〒113-0034 東京都文京区湯島 2-31-22

湯島アーバンビル 7 階

公益社団法人 応用物理学会 分科会係

TEL : 03-5802-0862

FAX : 03-5802-6250

e-mail : divisions@jsap.or.jp

HP : <http://annex.jsap.or.jp/plasma/>

編集後記

プラズマエレクトロニクス(プラエレ)分科会会報No.59が出来上がりましたので皆様にお送りいたします。お忙しい中、原稿をご執筆いただいた方々、多くのご助言をいただいた方々に心からお礼申し上げます。ありがとうございます。

今回の巻頭言は、大気圧非熱平衡プラズマの基礎・応用分野において環境からバイオまで幅広く創造的な研究を展開されている豊橋技術科学大学の水野彰教授にお願い致しました。まずタイトルの「プラズマの研究は楽しいですか？」に先生の研究に対する考え方、さらには先生の生き方が込められていると感じました。今までの納得のいかない結果の連続、または説明が困難な現象の全てに対して、「楽しんできたのか？」とつい自問自答してしまいました。またご経験と具体例を挙げながら、大気圧プラズマの可能性について触れられています。特に「いつの時代にも新しい応用が見出されるのではないかと思います」の部分では、プラズマの将来を楽しく感じられたと同時に、誰よりも先にそれを見つけてやるぞとの思いを再確認させていただきました。寄稿はラムリサーチ株式会社の野尻一男様にお願い致しました。半導体分野のイノベーションによる発展と今後、さらには研究者としての心構えについてまとめられています。私が言うのも恐縮ですが、これも40年に渡って半導体研究に携わってきたからこそ書ける内容であろうと思われれます。一方で日本半導体産業の今後の厳しさにも言及されています。半導体に携わる若き研究者には良い刺激になったと思われれます。水野先生、野尻様、改めてお礼申し上げます。

一方、研究室紹介、研究紹介(2013年春季応用物理学会講演奨励賞受賞者)、海外の研究事情、学生のた

めのページは、ご活躍中の(ぎりぎり?)若手の先生方をお願いいたしました。新しい研究所の誕生、応物奨励賞受賞研究、海外留学、レーザ計測など、これからのプラズマ分野の更なる発展を感じさせる多彩な内容となっております。我々プラエレ会報編集担当も同世代と思われるので、切磋琢磨しながら時には協力して、この分野の発展に寄与したいとの思いをさらに強めることができました。浪平先生、竹田先生、中野先生、小野先生、改めてお礼申し上げます。

国際・国内会議報告、行事案内では関連の深い方々をお願い致しました。会議の様子を報告し、情報を共有しあうという、プラエレ分科会の結束力の強さを感じさせられました。ご執筆いただいた多くの方々に心からお礼申し上げます。

歴史あるプラエレ分科会会報の編集作業に対しては多くの不安がありましたが、何とか完成させることができました。良い経験をさせていただきました。これも原稿執筆を快く引き受けていただきました著者の皆様、幹事長、副幹事長をはじめ分科会幹事の皆様、上村様のご協力がなければ成し遂げることはできませんでした。この場をお借りしまして感謝の意を表します。今後も各種報告や案内等の記事を随時募集しております。今までにない新しい記事の掲載もぜひご相談ください。今後もプラエレ分科会会報をどうぞよろしくお願ひいたします。

ありがとうございました。

(平成25年度会報編集担当：向川、市川、松隈、川崎)

(文責：川崎敏之・日本文理大学)

プラズマエレクトロニクス分科会会報 No.59

2013年 12月 27日 発行

編集：公益社団法人 応用物理学会

プラズマエレクトロニクス分科会

幹事長 寺嶋 和夫

発行：公益社団法人 応用物理学会

〒113-0034 東京都文京区湯島2-31-22

湯島アーバンビル7階

(©2013 無断転載を禁ず)