

# プラズマエレクトロニクス分科会会報 No.58

2013年（平成25年）6月発行  
池田、市來、市川、向川、川崎、松隈

## 目次

### 巻頭言

新時代を創造する 九州大学 白谷 正治 1

### 寄稿

ミニマルファブシステムによる半導体デバイス製造 長崎大学 藤山 寛 3

### 第11回プラズマエレクトロニクス賞

第11回プラズマエレクトロニクス賞について 東京大学 寺嶋 和夫 5

プラズマエレクトロニクス賞を受賞して 名古屋大学 石川 健治 7

プラズマエレクトロニクス賞を受賞して 大阪大学 伊藤 智子 10

### 研究室紹介（その53）

東京農工大学 篠原 俊二郎他 12

### 研究紹介（その6・7）

高速かつ高精度非接触、リアルタイム基板温度計測システムの開発 名古屋大学 堤 隆嘉 19

分子動力学法を用いたハロゲン系プラズマによるSi エッチング表面反応解析 京都大学 中崎 暢也 21

### 海外の研究事情（その35）

名古屋大学 上坂 裕之 23

### 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

大気圧プラズマの理解へ向けて 京都大学 酒井 道 30

### 国際会議報告

5th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials (ISPlasma2013) 豊橋技術科学大学 若原 昭浩 36

6th International Conference on Plasma Nanotechnology and Science (IC-PLANTS 2013) 金沢大学 石島 達夫 39

## 国内会議報告

第 12 回プラズマエレクトロニクス新領域研究会 「プラズマ先端材料プロセス」 (電気学会プラズマ/パルスパワー合同研究会との共催)	首都大学東京	枋久保 文嘉	40
第 4 回プラズマ医療・健康産業シンポジウム 第 13 回プラズマエレクトロニクス新領域研究会 新学術領域研究「プラズマ医療科学の創成」東京拠点会議 合同開催	産業技術 総合研究所	榊田 創	42
第 30 回プラズマプロセッシング研究会(SPP-30)	静岡大学	永津 雅章	44
第 27 回光源物性とその応用研究会報告	岩手大学 室蘭工業大学	向川 政治 佐藤 孝紀	46
2013 年第 60 回応用物理学会春季学術講演会 チュートリアル講演報告	株式会社東芝	市川 尚志	47
2013 年第 60 回応用物理学会春季学術講演会 第 10 回分科内招待講演報告	大阪大学	北野 勝久	48
2013 年第 60 回応用物理学会春季学術講演会 海外招待講演報告	産業技術 総合研究所	金 載浩	49
2013 年第 60 回応用物理学会春季学術講演会 シンポジウム報告	名古屋大学	豊田 浩孝	50
<b>行事案内</b>			
第 35 回ドライプロセス国際シンポジウム(DPS 2013)	(株)日立ハイ テクノロジーズ	根岸 伸幸	51
2013 MRS-JSAP Symposium O	九州大学	白谷 正治	53
2013 年第 74 回応用物理学会秋季学術講演会 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
2013 年第 74 回応用物理学会秋季学術講演会 分科主催シンポジウム	大阪大学	北野 勝久	58
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案内	佐賀大学	三沢 達也	59
Gaseous Electronics Conference 2013	九州大学	白谷 正治	61
American Vacuum Society (AVS) 60th International Symposium & Exhibition	大阪大学	浜口 智志	62
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	64

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

65

## 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	66
平成 25 年度分科会幹事役割分担	68
平成 25 年度分科会関連の各種世話人・委員	69
平成 24 年度後期および平成 25 年度前期活動報告	
平成 24 年度第 3 回幹事会議事録	70
平成 24 年度第 4 回幹事会議事録	72
平成 25 年度第 1 回幹事会議事録	74
第 12 回プラズマエレクトロニクス賞受賞候補論文の募集	76
プラズマエレクトロニクス関連会議日程	78
広告掲載企業一覧	81
編集後記	82

## 新時代を創造する

### 九州大学 白谷 正治

最近、日本の論文数の年次変化が世界の趨勢とかけ離れて悪いことが話題となっている。図1に問題となっている結果を示す。これは、エルゼビア社のスコープスという学術文献データベースによる結果であるが、トムソン・ロイター社の学術文献データベースでも2000年頃から、日本の論文数はほぼ一定で伸びが止まっている。2004

年に国立大学が法人化されており、この影響も議論されているようである。別に示されている各国の研究者数の年次変化と比較すると、海外の研究者は一人当たりの年間出版論文数を増やしているのに対して、日本では若干減少気味であることが分かる。国立大学の校費は削減されているものの、科研費等の研究費は増加しており、図1の結果は研究費に起因するものでもなさそうである。

マクロな科学技術政策の議論と有効な対策は必要ではあるが、ここでは個々の研究者レベル対応を考えてみたい。最初に、海外の研究者の論文生産性は年々向上しているという事実を認識する必要がある。その上で、自分の論文生産性を向上するための創意工夫が求められる。一般に、多くの論文を出す研究者のほうがより良い研究成果を出すことが知られているので、論文生産性の高いほうが良い研究者と言えるかもしれない。個々の研究者では変えられない外部要因もあるとは思われるが、生産性向上には自分ができることから始めるのが良いと思う。研究開始から論文を作成するまでのプロセスには、目標設定、計画作成、実験結果の取得、結果の解析、論文作成、投稿と改訂、そして掲載がある。このうちのどこがボトルネックかを分析し、それを解消することにより論文生産性も向上すると期待される。論文出版のようになる良い研究を行うには、長所進展が基本となる。分科会会員の大多数にとっては、プラズマを極めて、それを多様な材料の創成に展開するのが長所進展の一つの方向性であると思われる。

論文出版と関係が深い研究費に関しては、例えば科学研究費補助金の申請において、従来、基

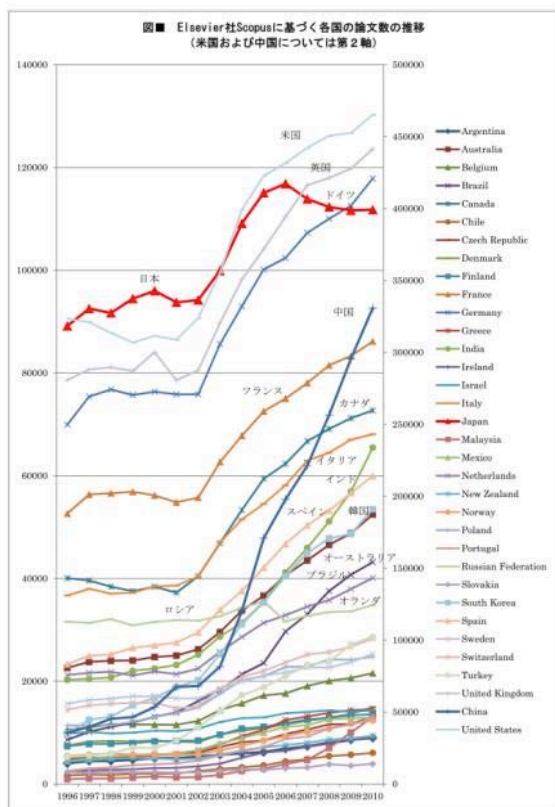


図1 世界の論文数の経年変化。  
内閣府総合科学技術会議の「基礎研究および人  
育成部会」第一回配布資料より転載  
<http://www8.cao.go.jp/cstp/tyousakai/innovation/jinzai/index.html>

盤 B で申請していた人は、基盤 A で採択を目指す等、より大型の研究費獲得を目指すことが望まれる。採択率はほぼ一定であるので、申請数に比例して採択数も増える。特に、新しくできた分科・細目であるプラズマエレクトロニクスに1件でも多くの申請を行って頂きたい。そうすることが、自分自身および研究分野の発展に直結する。

研究者のあり方も時代とともに変化していく。特に、昨今はインターネットの普及等により、あらゆることが高速化されている。論文出版数の増加は、この流れの一つと思われる。これに限らず、

重要な研究分野の変遷や産学連携への社会的要求の高まり等の様々な変化が生じている。このような時代の変化に気づくこと、この変化を上手く活かしていくことが、日本の研究者に求められている。

変化をチャンスと捉えて、受動的では無く、能動的・主体的に考えて行動し、研究者としては、時代を変える研究成果を出していきたいものである。時代に対応する研究者でなく、新時代を創造する研究者を目指しましょう！

# ミニマルファブシステムによる半導体デバイス製造 —クリーンルームフリー1分プロセスによる多品種少量生産—

長崎大学 藤山 寛

半導体の大いなる無駄のサプライチェーンをドラスティックに改造するため、最小の製造単位を持つ半導体集積回路工場を作る国家プロジェクト：ミニマルファブ構想が、産総研コンソーシアム「ファブシステム研究会」を中心に加速している。日の丸半導体のルネッサンスである。

従来の半導体開発の目標であったムーアの法則は、産業の成熟期を迎えて破たんし、全世界の半導体出荷額は飽和し始めている。

半導体デバイスの製造において、大量生産工場でもなんでも生産 という現行方式は、大いなる無駄のサプライチェーンとなっている。すなわち、設計検証コストが9割のムダ、製造装置コストの7~8割がソフト検証のムダ、稼働率1~5割のムダ、“混流生産”というムダ、そしてユーザ利用率0.1~10%の“捨てられるムダ”が、時代遅れの製造方式となりつつある。そこで、少量多品種の半導体デバイスのニーズが、大量生産品のマーケットと同じ規模で埋もれていることに気がつかなければならぬ。

そこで、ユーザ重視の変種変量に応じ、必要なモノを、必要な時に、必要なだけ作って、ムダを徹底的に省き、「モッタイナイ」を半導体の世界に広げる必要最低限生産方式「ミニマル」が浮上してきたのである。換言すれば、1個流しの生産方式であるトヨタ生産方式を、コストに加え、エネルギー・資源、ユーザー利益にも拡張しようとする構想である。

写真1 ミニマルシリーズ10台連結イメージ  
(出典：原 史朗<sup>1)</sup>)

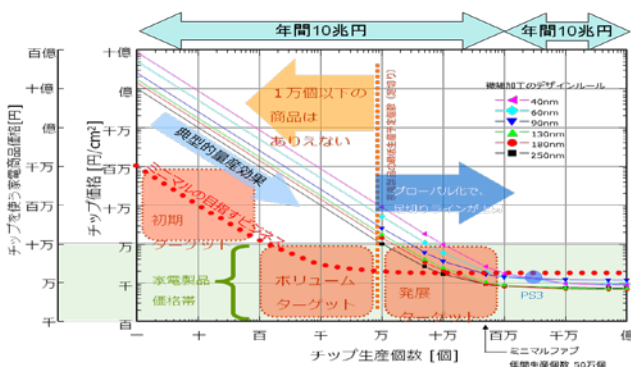
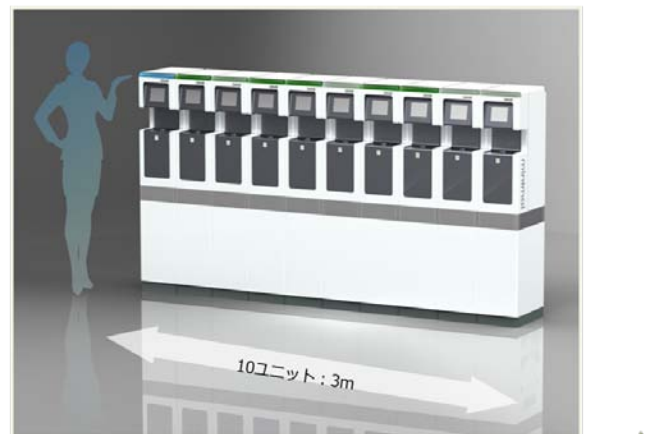


図1 グローバルマーケットの原理とミニマルデバイスターゲット (出典：原 史朗<sup>1)</sup>)

ご存知のように、半導体製造プロセスにおいてプラズマは、エッチング、プラズマ CVD、スパッタリング、アッシング、ドーピング等の多くのキープロセスに使われている。ミニマル対応プラズマプロセスの開発なくして、このプロジェクトの成功はあり得ない。ミニマルファブ対応のプラズマプロセス装置の要請は、大まかには以下のとおりである。

- ・用途：PECVD, スパッタリング, アッシング, エッチング, イオンドーピング
- ・ウェハサイズ：0.5 インチ
- ・装置サイズ：約 30cm 角(50~100kg)で移動可能  
144cm 高 統一
- ・処理時間：全てのプロセス 30 秒~1 分
- ・均一性・均質性：±0.5%以下  
(0.5%(MRAM) ~ 10%(MEMS))
- ・プラズマ密度： $10^{11}\text{cm}^{-3}$  以上
- ・電子温度：数 eV
- ・イオン温度：室温レベル
- ・高エネルギーイオン照射：基板バイアス印加可
- ・基板・ターゲットダメージ：低

これらの要請のうち、すべてのプロセス処理時間が 1 分以内で統一されていることは、自動車やビールの連続生産工場を見学したことがあれば、良く理解できる。例えば、どうしても 2 分かかるプロセスであれば、2 台の装置を連結することになる。

さらに、問題となることが予想されるのは、コンパクト化に伴う小さなハーフインチ基板へのダメージである。志向する高速プロセスのトレードオフとも言えるだろう。基板冷却による熱負荷の低減はもとより、イオン衝撃、紫外線ダメージ等の緩和策を同時に検討しなければならない。

このようなミニマルファブ用プロセスの実現に向けて、産総研「ファブシステム研究会」には各要素技術を担当する多くの専門企業が参加して開発を推進している。まさに、”寄ってたかって”何とかモノにしようとしているのである。注目すべきは、海外との競争力を確保するため、包括的権利確保戦略がしっかり練られていることであろう。

筆者は、昨年、産総研九州の井上道弘コーディネータほか諸氏からこのお話を伺い、産総研つくばやセミコンジャパン、参加企業を訪問見学させ

てもらって開発現場の実情を調査した。その結果、各要素技術の具体的な開発が進んでいる中で、肝心のプラズマプロセス開発が少し遅れている印象を持った。そこで、九州の産学官コンソーシアム”AIST 計測・診断システム研究協議会”の中のプラズマ技術研究会に 2012 年 9 月「ミニマルファブ用プラズマプロセス開発 WG」を発足させて具体的活動を開始した。

ミニマルファブシステムの成否を握っているのは、キープロセスを担当する“プラズマ”である。この 30 年、太陽電池、シリコン、半導体プラズマプロセスを旗印にして、数多くの研究をさせてもらった者として、「半導体不況にあえぐ今こそ恩返しをすべき！」と責任と使命を強く感じている。

九州のプラズマ技術研究会では、九大の白谷教授らとともに、年 4 回の研究会を開催、昨年 9 月からはほぼ毎月のように WG を開催して、ミニマルファブ最新情報の共有、参加企業との具体的な共同研究を模索、計画している。全国の大学から半導体プロセスの著名な研究者がこの WG に参加して討論している。ミニマルファブシステム開発に興味のある方は、ぜひともこの研究会に参加してお力を貸していただければ幸いである。下記に連絡先を記し、参加を要請する次第である。

問い合わせ先：産業技術総合研究所九州センター  
プラズマ技術研究会事務局

[plasmakkk-ml@aist.go.jp](mailto:plasmakkk-ml@aist.go.jp)

もしくは 藤山 寛(長崎大学)

[plasmal@nagasaki-u.ac.jp](mailto:plasmal@nagasaki-u.ac.jp)

## 参考文献

(1)原 史朗;ファブシステム研究会「ミニマルファブ PPF」(2012)

## 第 11 回プラズマエレクトロニクス賞

### 第11回プラズマエレクトロニクス賞について

東京大学 寺嶋 和夫

本年度の受賞として次の優れた 2 件の論文を選考しましたので、報告いたします。

#### 受賞論文(1):

**論文名** : Synergistic Formation of Radicals by Irradiation with both Vacuum Ultraviolet and Atomic Hydrogen: a Real-time in situ Electron Spin Resonance Study,

**著者名** : Kenji Ishikawa, Naoya Sumi, Akihiko Kono, Hideo Horibe, Keigo Takeda, Hiroki Kondo, Makoto Sekine, and Masaru Hori:

**雑誌名** : J. Phys. Chem. Lett. **2**, 1278-1281 (2011).

#### 受賞者(現所属):

石川 健治(名古屋大学)  
鷺見直也(東邦ガス)  
河野 昭彦(金沢工業大学)  
堀邊 英夫(金沢工業大学)  
竹田 圭吾(名古屋大学)  
近藤 博基(名古屋大学)  
関根 誠(名古屋大学)  
堀 勝(名古屋大学)

#### 受賞理由

プラズマプロセスにおけるプラズマ・表面相互作用(吸着、反応、損傷)のメカニズムのより深い理解には、基板表面(<表面数原子層)のダングリングボンド(未結合手)の挙動の解明が不可欠である。本論文では、フッ化炭素系表面上にプラズマが存在する系において、これまで仮想的なモデルとして提案されてきた以下のメカニズムを、著者ら独自のプラズマプロセス表面の ESR 法によるその場観察という手法により、実験的に初めて明

らかにした。

- (1) プラズマからの紫外線による C-F 結合の切断で dangling bond が生成する。
- (2) 水素が F をスカベンジすることで表面のエッチングが抑制される。

また、本手法は、これまでの無機材料系のプラズマ・表面相互作用だけではなく、生物を扱うプラズマ医療の分野におけるプラズマ・表面相互作用の解明においても有効であることが、著者らによって明らかにされており、その有用性が一層顕著になっている。以上のことより、本論文に PE 賞を授与する。

#### 受賞論文(2):

**論文名** : Si Recess of Polycrystalline Silicon Gate Etching: Damage Enhanced by Ion Assisted Oxygen Diffusion,

**著者名** : Tomoko Ito, Kazuhiro Karahashi, Masanaga Fukasawa, Tetsuya Tatsumi, and Satoshi Hamaguchi

**雑誌名** : Jpn. J. Appl. Phys. **50**, 08KD02 (5pp) (2011).

#### 受賞者(現所属):

伊藤 智子(大阪大学)  
唐橋 一浩(大阪大学)  
深沢 正永(ソニー(株))  
辰巳 哲也(ソニー(株))  
浜口 智志(大阪大学)

#### 受賞理由

本論文は、酸素を含む HBr プラズマを用いたポリシリコンゲートエッチで問題となっている Si リセスの原因を検討するために行われたベーム実験に関する論文である。本現象は MOSFET 製造における重要な課題であり高エネルギー水素イオンが原因であることが広く認識されていたが、



そのメカニズムの詳細は未だ不明であった。これに対し、筆者らは、高エネルギーイオンビーム生成装置を用いた実験により、以下のような知見を得て、H イオンによりダメージが蓄積された Si 中で酸素の拡散促進が起こるといふ従来の仮説が誤っていることを、実験的に明かにした。

- (1) 水素イオン衝撃下において酸素ラジカルを供給した場合に酸素の拡散が促進されてシリコンの酸化が早くなる。
- (2) 水素イオンによる損傷を導入した表面に酸素ラジカルを供給してもこのような促進が起こらない。

本論文は、今後のメカニズム検討を正しい方向に向けるための確固たる実験的証拠を提供したものとなっており、本論文に PE 賞を授与する。

#### 第 11 回プラズマエレクトロニクス賞選考委員会

白藤 立 (委員長、大阪市立大学)

一木 隆範 (東京大学)

斧 高一 (京都大学)

白谷 正治 (九州大学)

野崎 智洋 (東京工業大学)

毎年、12月25日にプラズマエレクトロニクス賞への応募の締め切りがございます。本分野では、大学および企業から多数の優れたご発表がなされていますので、皆様方の奮ってのご応募を心よりお願い申し上げます。

本賞の応募規約については、本会報の掲示板、および、分科会のホームページに記載していますので、熟読して戴きますようお願いいたします。

# プラズマエレクトロニクス賞を受賞して

名古屋大学 石川 健治

大変名誉あるプラズマエレクトロニクス賞を鷲見直也、竹田圭吾、近藤博基、関根誠、堀勝、堀邊英夫、河野昭彦（敬称略）らと賜りましたことありがとうございます。ご推薦を頂いた方々や選考委員の方々には心より感謝の意を表します。また、歴代の受賞された公明な先生方のお名前リストを見るにつけ、大変身が引き締まる思いです。

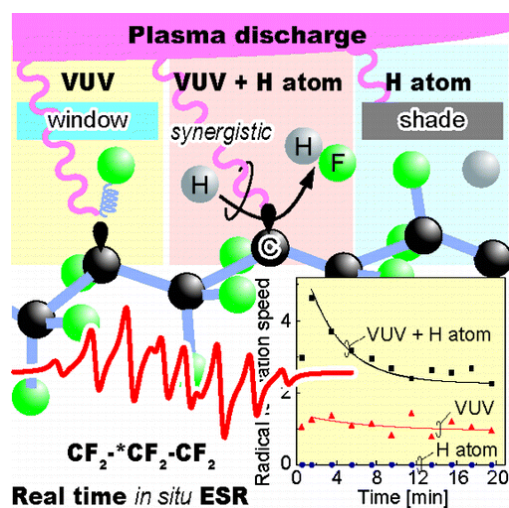
今回対象論文となりました“Synergistic Formation of Radicals by Irradiation with both Vacuum Ultraviolet and Atomic Hydrogen: a Real-time in situ Electron Spin Resonance Study” [1] について、その研究背景と内容について紹介させていただきます。概要としては、フルオロポリマー（PTFE）上へのダングリングボンド形成を実時間その場電子スピン共鳴（ESR）計測したところ、真空紫外線（VUV）と水素原子（H）の同時照射に相乗効果があることを見いだしました。釈迦に説法ではありますが、プラズマ中では多様な中性原子・分子、イオン、活性種が混在している状態で、この放電により生成される励起活性種（イオンやラジカル）に加えさらに光が材料表面に降り注いで、反応場となっています。ここで引き起こされる化学反応は、熱的な化学反応ではなく、非熱平衡なプロセスであることが特徴です。非熱平衡であるがための有用性は、半導体プロセスを代表して材料の

堆積やエッチングに実証されてきました。一方で、その理解には、一刻々と変わる様相を呈しており、実時間その場計測に基づいた議論の必要性が指摘されてきました。

そのため、プラズマプロセス中の表面反応の実時間その場計測に、筆者が取り組みはじめたのは1999年にASET [2] でフルオロカーボンプラズマによる絶縁膜エッチングについて研究をはじめたからになります。（赤外）光計測による実時間その場計測をもちいた研究を進めると同時に、反応中のダングリングボンドの観察も関根先生（当時室長）と沖川満さんとはじめました。当時、既に葛谷先生（元岐阜薬科大学）からは、薬学应用到プラズマを取り扱われ、その照射によってポリマー上に発生するダングリングボンドのその場ESR観察結果を多く報告しておられました[3]。岐阜まで訪問してESR結果のことを伺ったことを懐かしく思い出します。葛谷先生の方法ではサンプルに試料を封じてプラズマをつけては、消して測定するという方法で行っており、プラズマに曝している間の変化はわかりませんでした。

加えて、気相中のラジカルにも着目が集まっています。プラズマによるポリマー重合は安田先生（元RTI）にまで遡り、プラズマ重合の分野開拓がなされています。また、ラジカルを輸送して処理する、堀池先生（元東芝、現つくば大学）の化学ドライエッチングの手法などが、過去には今以上に注目されていたことがありました。当時の背景には、Flamm（当時Bell研）らが酸素プラズマによるポリマー除去のレビューの中や実験化学講座第3版には、気相ESRの章が設けられています。原理的には変哲のないものですが、プラズマ分野で実際には応用されていることは皆無な状態でしたが、筆者は、1990年代半には富士通で藤村さん（現東工大）とドライ洗浄などについて開発している時に水素原子などの気相ESR計測をおこなっていました[4]。

次第に、昨今の高密度プラズマの利用を考えるにつけ、プラズマから表面に照射される発光成分の反応への寄与に注



Copyright (c) 2011 American Chemical Society (ACS).

目が移っていきました。単純に光照射で引き起こされる化学反応はTurroの教科書[6]を例に体系的にまとめられています。しかしながら、プラズマと表面の相互作用について、イオン・ラジカル・表面で共存下の反応が、理解されているとは言い難い状況のままでしょう。

その後、2000年には産総研の山崎先生(現つくば大学併任)のところで、プラズマプロセス後の表面を真空搬送してESR観察して、SiO<sub>2</sub>中とフルオロカーボン膜中のダングリングボンド信号の検出に取り組みました。産総研では1990年代から磯谷先生(当時図書館情報大)らとパルスESRでプラズマ堆積されたシリコン薄膜の欠陥の解析を進め、アモルファスシリコン堆積のその場ESR観察に成功していました[7]。しかしながら、プラズマエッチング中の観察となると、荷電粒子が計測の妨げとなるので、実時間ではなく真空搬送によって、処理により変性した表面に存在するダングリングボンドを対象として、その観察に成功することができました[8, 9]。特に大気暴露によって信号消失していくことを目の当たりにし、その場観察の必要性を実感しました。微弱な信号で簡単に検出することはできず、ノイズレベルを下げるために忍耐強く積算しなくてはならなかったことを思い出します。

プラズマの真空紫外光照射損傷に関して言えば、1980年代後半になります。日立の水谷さん・湯之上さんらがSiO<sub>2</sub>膜についてESRを使った研究をされていました[10]。2000年代半ばには、寒川先生(東北大学)が産総研で照射損傷のESR計測に取り組んでおられました。筆者も半導体配線のLow-k層間絶縁膜の研究に取り組んでおり、有機Low-k絶縁膜のエッチング機構、ダメージ発生の解析をESRのダングリングボンド評価から進め、プラズマ光ダメージというテーマの重要性を再認識し[11]、H<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>混合プラズマによる有機Low-kエッチングの反応機構に興味をもち、水素原子の係わる反応に再び興味を深めていました。

4年前の2009年になります。一大決心の末、富士通を辞めて特任という任期付き職で名古屋大学に移り、堀先生と関根先生と仕事をすることになりました。当時は、赤外の振動分光を使ったプラズマ表面相互作用の解析を進める計画だけでしたが、産総研からESRの譲渡を受けられ、また機械系のCERC[12]との共同研究もはじまり、共著者の堀邊先生からの水素原子(ラジカル)処理の話が舞い込んだ背景から、再びESRを利用する研究をはじめました。

堀先生の研究室では、プラズマからはイオン・ラジカル・

光が同時に照射される系であるので、それらの独立した、ならびに相乗的な効果があることを重要視し、辰巳さん(ソニー)らとPAPEと名付けられた透過窓と遮光板をもちいて、それらの効果を一度に分離して検出していました[13]。

新たにESRの研究を始めるにあたり、堀先生から「実時間で反応をみるべきである」との助言を受け、ともかく、バラックでガラスの実験系をくみ上げ、実時間その場ESR解析を立ち上げました。通常、光トラップとして試料に光をあてないことが産総研の山崎さんの手法で学んでいましたが、敢えてPAPEのように、光を照射したり、照射しなかったりしたら、どうなるかということを感じ込みました。

はじめて学生としてついてくれた鷲見くんは、細かい指示をしなくても几帳面に実験してくれました。まずは真空搬送ESRでおこなっていた3mm幅程度の小さな試料を使っていましたが、一向に信号の感度が得られず、「信号は検出されません」という報告が続きましたが、信号がでないはずはない、試料のサイズを、厚くしても無駄で面積を大きくするという注文に、たまたま持ち合わせていたフィルム状の試料を筒状にして測定を開始しました。本来、ESRのキャビティーの中心に感度が高いので筒状にすることは不利なわけですが、気相ESRの成功からも、これはMUSTな事柄ではなく筒状の試料の方が、表面積が増え測りやすかったわけです。このコロンプスの卵的な発想で、筆者らは信号の検出に成功して、実時間その場での計測をはじめることができました。

「光とラジカル」が同時照射される系では、よくよく見ていくと、プラズマの照射開始時にラジカル発生量が大いことに気づきました。プラズマが作用して生成する量が一定ならレートがいくつか、を議論すべきです。けれども、レートを出せないという報告がありました。ならば、次に「ラジカルだけ」や「光だけ」についても測りはじめました。「光だけ」の照射では、真空紫外の吸収分光がセラミクス管にフッ化マグネシウムの窓の取り付けをしている経緯から、鷲見くんは同期の加藤くんから、すぐに窓をもらって来て実験を進めていたと思います。バラックの実験では、こういう面で良かったと思います。ともかく、この結果は器用に系を用意しながら几帳面に実験してくれた学生らのおかげです。

結局、材料としてフッ素ポリマー(PTFE)に水素原子を照射した場合に、「光とラジカルの相乗効果」によるダングリングボンド発生という結果を見いだせました。C-F結合は真空紫外線(約7eV)照射でダングリングボンド発生する際、H原子が共存するとHF形成で、その形成速度が促進を示す実験

結果を得られたのでした。この結果をもって、パリで開催された63thGEC/7th ICRP（プラエレ協賛）に投稿でき、名古屋に移ってから最初の国際会議出席となりました[14]。

実のところ、この内容はAPLに投稿しようと思いましたが、“out of scope”という編集判断で掲載許可を得られませんでした。このようなことはよく経験していたので致し方なしと、ACSの雑誌に投稿することを決断しました。まだLetterができたばかりだったJPCLに投稿し、無事に掲載となりました[1]。グリーンケミストリという言葉が流行りだしており、光触媒という観点が話題になっていたこともあり、掲載していただけたのではないかと想像しています。この現象は見方によっては、光がボンド切断を触媒しているように見られるからです。と、プラズマが触媒作用的に働くことは多く議論されていない状況ですが、重要な点であると思います。

最近では、レジスト材料の主成分となっているアクリルポリマー（PMMA）や名城大と共同で進めはじめたミドリカビの不活化を調べているところです[15]。プラズマと相互作用して生じる化学反応をESRで見る仕事は、さらに発展していき、今ではプラズマ医療にかかわる生体の反応の理解にまで及ぶようになり、活性酸素（ROS）、酸化ストレスといった分野にまで足を突っ込んでいこうとしています。

ESRの仕事を通して、プラズマエレクトロニクスを見つめ直すと、物理や化学、生物などといった学問枠組みだけでは理解できない疑問との出会いがあり、混沌とした面白さを感じる時があります。と同時に、応用面での広がりを見るにつけ、原理に遡って整然と理解する重要性を実感し、何ともプラズマエレクトロニクスの深みと広がりが楽しみです。

最後に、実時間その場観察の目指すところをまとめてみます。プラズマと表面の相互作用で、プラズマから入射するイオン、ラジカル、光の個々の粒子の反応は、分子線照射のビーム実験、表面化学などに調べられ、ラジカルが照射される反応も多くは成層圏化学といった酸素原子の関与になりますが調べられており、多くの知見が蓄積されています。ポリマーの光反応などではモデル化も進んでいます。しかしながら、実際のプラズマプロセス中ではどうでしょうか。と目を向けてみますと、個々の粒子の反応は線形的に足し合わされるのではなく、相乗的な効果があり、実のところわかっているかどうか定かではありません。すなわちプラズマ中の反応では、「光+ラジカル」などの相乗効果が、同じような化学反応の側面として理解できるのかどうかでさえ、議論が不十

分なのです。実時間その場ESRのできることは多くはありません。けれども、このようなプラズマ表面化学とでもいうような新領域を模索しながら、自然現象の理解の発展に、今後できるだけ研究に取り組んでいきたいと思います。

堀邊先生より以下を寄稿頂きました。

『水素ラジカルとポリマーの反応は、いわゆる気相一固相反応であり非平衡状態になり解析が難しい。また、化学反応の中間状態を取らえるのも存在時間が短いためこれも難しい技術となる。

その中で、水素ラジカルとポリマーの反応をinsituでESR分析し反応の途中状態を、名古屋大学と金沢工業大学との共同で解析できたことをうれしく思います。

本技術は、水素ラジカルを用いた環境にやさしいレジスト除去技術などに将来必ず貢献できると考えています。』

これまでプラズマエレクトロニクス分科会の多くの先生方よりご指導ご鞭撻いただくことにより、研究者として育てていただき、研究を進めることができました。今後は当分科会のさらなる発展の一助となれるよう努力していきたいと考えております。これからも一層のご指導、ご鞭撻のほどよろしくお願い申し上げます。

#### 参照

- [1] K. Ishikawa et al., J. Phys. Chem. Lett. 2, 1278 (2011).
- [2] 技術研究組合 趙先端電子技術開発機構 の略
- [3] M. Kuzuya et al., Macromole. 24, 6612 (1991).
- [4] J. Kikuchi et al., Dr Thesis, (Kyoto Univ., 1997).
- [5] A. A. Westenberg, Science 164, 381 (1969).
- [6] N. J. Turro et al. “Modern molecular photochemistry of organic molecules” (Univ. Sciece Books, 2010)
- [7] S. Yamasaki et al. Appl. Phys. Lett. 70, 1137 (1997).
- [8] K. Ishikawa et al., Appl. Phys. Lett. 81, 1773 (2002)
- [9] K. Ishikawa et al., Appl. Phys. Lett. 86, 264104 (2005)
- [10] T. Yunogami et al., Jpn. J. Appl. Phys. 28, 2172 (1989).
- [11] K. Ishikawa et al., J. Appl. Phys. 99, 083305 (2006).
- [12] 名古屋大学工学研究科複合材工学研究センター の略
- [13] S. Uchida et al., J. Appl. Phys. 103, 073303 (2008).
- [14] K. Ishikawa et al., 63<sup>rd</sup>GEC/7<sup>th</sup>ICRP (2010).
- [15] K. Ishikawa et al., Appl. Phys. Lett. 101, 013704 (2012).

## プラズマエレクトロニクス賞を受賞して 大阪大学アトミックデザイン研究センター 伊藤 智子 (大阪大学 唐橋一浩, 浜口智志, ソニー(株) 深沢正永, 辰巳哲也)

この度は、大変栄誉のある第 11 回プラズマエレクトロニクス賞を論文「Si recess of Poly-Si Gate Etching: Damage Enhanced by Ion Assisted Oxygen Diffusion」(伊藤智子、唐橋一浩、深沢正永、辰巳 哲也および浜口智志)に賜りまして、誠に光栄に存じます。特に、ご推薦下さいました方々および選考委員の方々には、共著者を代表しまして、心より感謝申し上げます。受賞の対象となりました論文は、第 32 回ドライプロセスシンポジウムにて、発表致しましたものを纏めたものです。以下に研究背景および内容を紹介させていただきます。

トランジスタのゲート長が、数ナノメートルのスケールとなっている現在、プラズマプロセスにより形成されるほんのわずかな数ナノメートルのダメージ層もトランジスタの動作特性に影響を与える可能性があります。ゲートエッチングプロセスにおけるダメージとして代表的なものに、従来から Poly-Si のゲート電極を加工する際に“Si recess”という現象が知られています[1]。ゲート電極を形成する際、Si 基板の上にゲート絶縁膜材料である 2-3 nm のゲート絶縁膜 (SiO<sub>2</sub>) を成膜した上に、さらに、その上に数 100nm の poly-Si 層を成膜した後、HBr/O<sub>2</sub> プラズマによりゲート絶縁膜の上の Si 層のみエッチングを行い、ゲート電極の形成を行います。その際に、ゲート酸化膜下に新たに酸化膜が生成されます。一般的に、絶縁膜下に生成される酸化膜の厚さは、3-5nm 程度ですが、その後のウェットプロセスにより、電極周囲のゲート酸化膜が除去される際に、プラズマ照射の際に形成されたゲート絶縁膜下の酸化膜もまた除去され、ゲート電極付近の Si 表面に欠陥

を残します。このような欠陥の生成を“Si recess”と呼びます。ゲート電極周囲の Si 表面に形成されたダメージ層は、数ナノメートル程度ではありますが、トランジスタのチャネルスケールがナノメートルのスケールとなっているため、トランジスタの動作特性および信頼性に影響を与える可能性があり、“Si recess”を低減させたエッチングプロセスの開発が切望されているのです。

そこで本研究では、“Si recess”低減プロセスのエッチングプロセスの開発を目的とし、その支援としてゲート絶縁膜下への酸素の拡散機構の解明をプラズマ照射実験およびビーム照射実験の 2 種の実験を行うことにより明らかにしました。

まず、初めに行いました CCP 装置を用いたプラズマ照射実験では、プラズマ照射下において酸素と水素が同時に存在する場合のみ、厚いダメージ層(結晶位置からずれた Si 層)共に酸化膜が形成されることが判明しました(図 1)。これまでに H<sup>+</sup>イオンの進入長が大きいことは知られており、H<sup>+</sup>イオンが Si 層の結晶構造を壊してダメージ層を形成することで酸素ラジカルが拡散しやすくなると推測することができます。

しかしその一方で、H<sub>2</sub> プラズマ照射後に O<sub>2</sub> プラズマ照射を行った場合では、Si ダメージ層は形成されるものの、ダメージ層により酸素の拡散が促進されていないということが明らかとなりました。これらの結果から、酸素と水素の同時供給がなされないと酸素の拡散促進が生じず、酸素の拡散を促すような別の機構があると考えました。

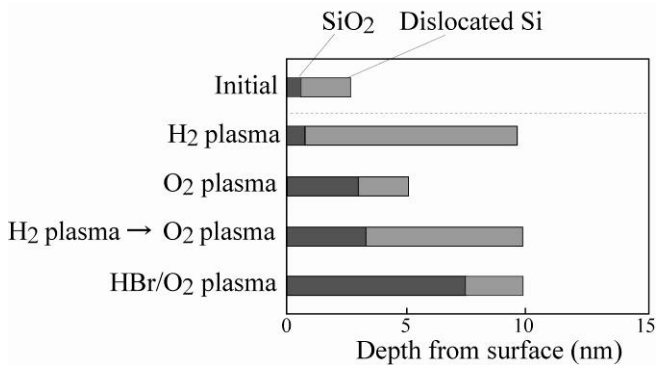


図 1 HRBS measurement results of SiO<sub>2</sub>/Si substrates exposed to various plasmas. The horizontal axis is the depth measured from the substrate top surface [2].

先のプラズマ照射実験の結果から、酸素拡散の促進に H<sup>+</sup>イオンが寄与している可能性があると考えられ、より H<sup>+</sup>イオンによる酸素の拡散効果を明らかにするためには、イオンフラックスおよびエネルギー等のパラメータをより制御された条件で行う必要があります。そこで、イオン・分子・ラジカル等の個々の活性種を独立に制御して試料に照射可能なマルチ(イオン・ラジカル)ビーム装置を用いて、H<sup>+</sup>イオンおよびOラジカルビームの同時照射実験を行いました。その結果、OラジカルとH<sup>+</sup>イオンの同時照射条件のみ酸素の拡散を確認することができました(図2)。この同時照射実験において、プラズマ照射とは異なり、酸素ラジカルのエネルギーは室温程度であることから、酸素ラジカルの進入は、無視できると考えられます。したがって、H<sup>+</sup>イオンおよびOラジカルビーム同時照射実験により H<sup>+</sup>イオンによる酸素の Si 結晶中への増速拡散を確認することができました。

したがって、“Si recess”は、H<sup>+</sup>イオンアシストによる拡散現象によるものと考えられ、ゲート絶縁膜下の酸素の拡散を抑えるためには HBr/O<sub>2</sub> プラズマ中の H<sup>+</sup>イオンをできる限りゲート絶縁膜下の Si 結晶に進入させないことが重要と考えられます。そのため、H<sup>+</sup>イオンのエネルギーおよびフラックスの制御が、“Si recess”の低減につながると考えられます。

しかしながら、今回の研究では、H<sup>+</sup>イオンによる Si 結晶への Oラジカルの拡散を確認することができましたが、酸素の拡散について H<sup>+</sup>イオンが果たす役割を物理的に解明することができておりません。今後、H<sup>+</sup>イオンが果たす役割を解明できるような実験または、MD シミュレーションを用いて検討する必要と考えております。

最後になりましたが、この栄誉あるプラズマエレクトロニクス賞の受賞を励みに、今後、プラズマに関する研究に邁進していく所存でありますので、今後ともご指導ご鞭撻の程、よろしくお願い申し上げます。

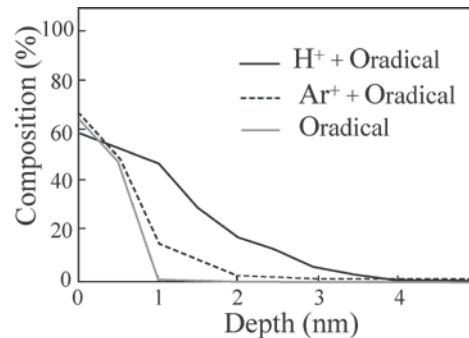


図 2 Atomic compositions of oxygen of the substrates obtained from HRBS for oxygen radical exposure, simultaneous exposure to thermal oxygen radicals and a 500 eV Ar<sup>+</sup> ion beam, and simultaneous exposure to thermal oxygen radicals and a 500 eV H<sup>+</sup> ion beam [2].

#### 参考文献

- [1] M. Fukasawa, A. Kawashima, N. Kuboi, H. Takagi, Y. Tanaka, H. Sakayori, K. Oshima, K. Nagahata, and T. Tatsumi, *Jpn. J. Appl. Phys.* **48** (2009) 08HC01.
- [2] T. Ito, K. Karahashi, M. Fukasawa, T. Tatsumi and S. Hamaguchi, *Jpn. J. Appl. Phys.* **50** (2011) 08KD02.

## 研究室紹介

# 東京農工大学 大学院工学研究院

## 篠原研究室 篠原 俊二郎、桑原 大介、研究室メンバー

本研究室紹介では、篠原の記述(前半3ページ)、及び桑原と研究室メンバーによる記述(後半4ページ)という構成となっています。

### 1. はじめに

本研究室は篠原が九州大学 大学院総合理工学研究院から、現大学の東京農工大学 大学院総合理工学研究院へ異動した2010年10月からスタートしました。現在、広域プラズマ科学分野で、高密度プラズマ源開発、それをを用いたプラズマ中の構造形成などの非線形現象の理解と制御、及び種々の応用への展開を主眼として研究しています。

特に最近は高密度ヘリコンプラズマを用いた無電極プラズマ推進(ロケット)を中心研究として、本大学内、宇宙科学研究所、東海大学、九州大学、ウクライナ原子核研究所、アイオワ大学をはじめ、多くの内外の研究機関と共同研究を、HEAT (Helicon Electrodeless Advanced Thruster) プロジェクトとして精力的に行っています(図1: 研究内容は後述)。



図1 HEAT 関連メンバーとの研究会後の会食

本研究室の構成を述べます。現在の教員は、篠原俊二郎教授と、東京工業大学 大学院総合理工学

研究科で博士号を取得し、核融合科学研究所 研究員から2012年9月から赴任した桑原大介助教(詳しくは後述)(北條秘書1名)です。段々と学生は増え、平成25年度は7名の博士前期課程大学院生と5名の学部4年生の研究指導を賑やかに行っています(図2)。



図2 現研究室メンバー

### 2. 最近の主な研究内容

#### (1) 高密度ヘリコンプラズマ源開発とその特性評価

ヘリコン波[1,2]を用いると、プラズマは容易にまた幅広い運転領域で高電子密度( $\sim 10^{13} \text{ cm}^{-3}$ )・高電離(数10%)となるため、種々の展開研究が可能です。現在まで8台に及ぶヘリコンプラズマ源(図3、4が例)を開発し、世界最大サイズ、最小サイズ、最強磁場、最小アスペクト比(軸長と直径の比)、最高の粒子生成効率(スケールリング則も導出)をはじめ、多くの世界記録を達成しました(文献[2-4]などを参照)。またアンテナスペクトルの影響、エンドプレート効果、励起波動構造、定在波などの特性評価も行い、長年懸案の生成機構も国際共同研究でほぼ解明できました:へ

リコン波とモード変換した短波長の TG 波が重要と考えられます。またこれらの研究成果として高周波プラズマ生成・制御関連で特許も 2 件取得できました。

プラズマ計測開発（詳しくは学生のページ）では、データ収集系の整備と共に、様々の静電的、磁気的プローブ測定に加え、半導体レーザー（レーザー誘起蛍光法によるイオン速度分布関数測定）、1.5 m の高分解能可視分光器（波長分解能が 0.005 nm）、1 MFS（1 秒間に 100 万コマ）を超える高速度カメラなど充実させてきました。



図 3 開発した高密度ヘリコンプラズマ装置例：上から大きいサイズ順に LHPD (Large Helicon Plasma Device：宇宙科学研究所で開発した世界最大の装置、直径 74 cm、長さ 486 cm)、LMD (Large Mirror Device：種々の基礎から応用までの研究に寄与)、HFD (High Field Device：完成当時世界最強磁場 1 T で、 $10^{13} \text{ cm}^{-3}$  の電子密度を十分超える)、SHD (Small Helicon Device：世界最小口径の 0.5 cm まで達成し更に開発中)

## (2) 高密度プラズマ源を用いた基礎から応用研究 [1-5]

ヘリコンプラズマ源を用いて、磁場が印加された円筒真空容器内のエンドに設置した多重同心電極に電圧を印加し、以下の非線形の構造形成現象の解析と制御研究を行いました。

i) プラズマプロセスや基礎研究に重要なホローからピークまでの密度分布制御、ii) 核融合や遠心分離研究にも関連する周方向の高シェア流制御、iii) 基礎から核融合研究までの応用にも関連する自励双安定遷移現象、などです。

科学研究費の特別推進研究（分担）の援助を受けて、密度勾配が重要なドリフト波乱流現象も、高密度ヘリコンプラズマを用い、開発した 100 ch. 以上の稠密プローブによる非線形解析手法などで詳細に調べました。更に従来達成が困難であった興味深い高ベータ研究も、高密度・低磁場の条件で始めています。

なお図 4 には、様々な高密度ヘリコンプラズマ光を示します。



図 4 様々なヘリコンプラズマ光（左上：LHPD でのアルゴンガスを用いた中心部分が青い所謂ブルーモード、外部設置したスパイラルアンテナも見える、左下：LHPD のアルゴンプラズマ、アンテナ部からの写真、右上：LMD のブルーモードとなったアルゴンプラズマ、右下：LMD のネオンプラズマ）



### (3) 高密度ヘリコン源による無電極プラズマ推進研究 [2,4]

長年研究を続けて来た特徴ある高密度ヘリコンプラズマを生かして、無電極プラズマ推進研究を科研費の基盤研究(S) (代表) により、斬新なアイデアを出すには他分野の研究者との議論・交流が大事との観点で、内外から多くのご協力を得て鋭意進めています。

即ち ECR (Electron Cyclotron Resonance) とグリッド電極を用いたプラズマ推進による「はやぶさ」は快挙でありましたが寿命に問題があります。それを克服すべく HEAT プロジェクトによる研究を行っています (図 5)。つまり、ヘリコン高密度プラズマを用いたオール無電極 (プラズマに電極が直接触れない) での推進 (プラズマロケット) 構想です。「はやぶさ」を開発したメンバーも入って戴き、回転磁場 RMF (Rotating Magnetic Field)、回転電場 REF (Rotating Electric Field)、周方向モード  $m=0$ 、ポンドロ力 (Ponderomotive Force + Ion Cyclotron Acceleration) の加速方法などを新規に考案し、先進研究を鋭意進めています：若い人にも夢を与えるように留意しながら、積極的に活動できるよう努力しています。



図 5 将来の先進的無電極ヘリコンプラズマロケットエンジンを搭載する宇宙船イメージ例

### 3. 終わりに

篠原の過去の高温プラズマ・核融合研究 (東京大学)、基礎から応用までの低温・高密度プラズマ

研究 (九州大学) の経験と多くの方々との共同研究を生かし、現在更に新領域への研究展開も試みています。プラズマ推進研究では、故都木恭一郎教授との共同研究が大きな礎となっており心から感謝したいと思います。

なお、長年の「広域ヘリコンプラズマ研究」で篠原は、H22 年度に文部科学大臣表彰科学技術賞 (研究部門) を戴きました。これを励みに、「プラズマ制御による地上から宇宙までの展開」をモットーとして、更に研究を推進する予定です。プラズマエレクトロニクス分科会の皆様もはじめ、今後も多くの研究者との議論も楽しみにしています。

本研究室の詳細は下記ホームページに公開しています。現在、本研究室に興味のある、社会人を含む博士後期課程大学院生、ポスドク、共同研究者を募集していますので宜しく願います。

<http://www.tuat.ac.jp/~sinohara/>

<http://tuatshinohara.web.fc2.com/index.html>

### 参考文献

- [1] 篠原俊二郎：プラズマ・核融合学会誌、**78** (2002) 5. (解説)
- [2] 篠原俊二郎：日本物理学会誌、**64** (2009) 519. (解説：表紙写真もあり)
- [3] S. Shinohara and H. Mizokoshi: Rev. Sci. Instrum. **77** (2006) 036108.
- [4] S. Shinohara, T. Hada, T. Motomuta, K. Tanaka, T. Tanikawa, K. Toki, Y. Tanaka, K. P. Shamrai: Phys. Plasmas **16** (2009) 057104. (Invited Paper)
- [5] T. Yamada, S.-I. Itoh, T. Maruta, N. Kasuya, Y. Nagashima, S. Shinohara, K. Terasaka, M. Yagi, S. Inagaki, Y. Kawai, A. Fujisawa, K. Itoh: Nature Phys. **4** (2008) 725.

(篠原俊二郎)

#### 4. 桑原助教による研究内容説明

昨年 2012 年 9 月に篠原研究室助教として赴任した桑原大介です。修士・博士課程を東京工業大学 大学院総合理工学研究科において修了し、2012 年 3 月に博士号を取得、半年間研究員として核融合科学研究所に勤務しました。大学院時代から東京農工大学に赴任するまでは、核融合科学研究所との共同研究で「マイクロ波を用いた磁場閉じ込め核融合プラズマの 3 次元イメージング計測器開発」を行っていました。

主に現在従事しているのはヘリコンプラズマ電気推進機の電磁加速評価のための計測器開発です。外部からプラズマに印加する径方向磁場  $B_r$  とプラズマに誘起した周方向電流  $J_\theta$  によるローレンツ力でプラズマを加速・噴射し推力を得るのですが、この  $J_\theta$  の誘起法として本研究室では RMF と  $m=0$  コイルを用いることを提案しています。

これら加速法の最適化、推力計測として従来は方向性プローブによるイオン流速計測を行っていたのですが、加速部プラズマの詳細な振舞いを観測することが重要と考え、分光器、高速度カメラ以外に、昨年度立ち上げに成功したレーザー誘起蛍光法によるイオン流速計測の、1 次元・2 次元拡張を計画しています。多次元計測はチャンネル数の増加による装置の複雑化、コスト増が付きものですが、これまでのマイクロ波計測器開発で培った電子回路技術、機械学科学生の創造力・機械知識を持ってすれば可能であると日夜図面を引く日々です。

また、直接的な推力計測として円筒ターゲットを用いたスラストスタンド開発も並行して進めています(図 6)。スラストスタンドとは推進機を振り子やねじりばねの先に載せ、その変位を計測することで推力を推定する計測器で、微小な推力しかもたない電気推進機分野で良く用いられる計測法です。一般的なスラストスタンドは推進機全体

をスタンドに載せますが、LMD ではその重量・大きさから搭載が難しいため本研究室では噴射するプラズマを受け止め、その反力から変位を得るターゲット法を採用することとしました。プラズマを受けるターゲットは噴射されたプラズマからの運動量を漏れなく受け止めることが求められます。このためターゲットは多数のリング状板で作った円筒、後端のコーン状反射板でプラズマを多重反射させる構造としています。

また、本研究室で並行して研究を行っている SHD を用いた小型ヘリコンプラズマ推進機の基礎研究にも従事しています。SHD は LMD と比較して装置が小型なため、容易に装置を改造でき大変小回りが利きます。現在は内径 0.5 cm の石英管でのヘリコンプラズマ放電に成功しています。

篠原研究室に赴任して半年が過ぎ、この分野の様子がやっと理解できたところです。学生時代はマイクロ波計測一本でしたので、ヘリコンプラズマおよびプラズマ一般には疎い部分が多分にある若輩者です。先輩諸氏の皆様方には今後御指導御鞭撻を賜りますようお願い申し上げます。



図 6 ターゲットスタンド校正台とターゲット部の概念図

#### 5. 研究室メンバーによる研究内容説明

##### (1) 回転磁場による加速実験

修士 2 年の石井です。既述したように、プラズ

マに回転する磁場 RMF (図 7 上) を印加して周方向に流れる電子電流  $J_\theta$  を誘起させます。ここに外部から径方向の磁場  $B_r$  を印加します。 $J_\theta$  と  $B_r$  によって軸方向のローレンツ力  $F_z$  が生じ、これを利用して推進機の推力の向上を目指しています。 $B_r$  は昨年度新たに研究室で製作した永久磁石 (図 7 下) によって増強され、電磁石との併用により加速機構に適した磁場配位が生成できています。

現在は、外部磁場強度や回転磁場の周波数などのパラメータを変え、回転磁場が推力を発生させているかどうかの評価を行っています。なかなか良いデータが得られず苦労していますが、まだまだ試せることがたくさんあるので、実験に励もうと思っています。

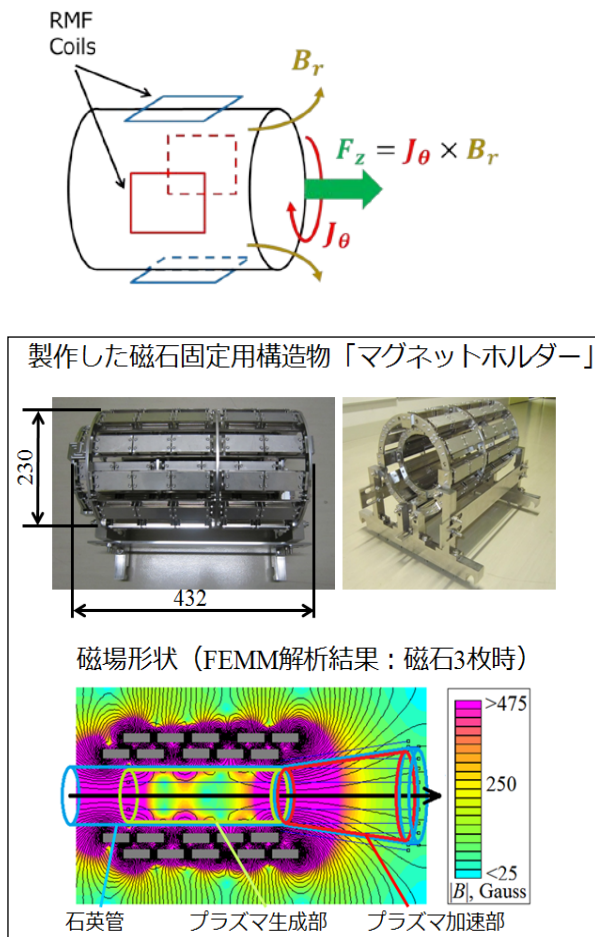


図 7 回転磁場加速概念図 (上) と製作した永久磁石部 (下)

## (2) レーザー誘起蛍光法

### (LIF: Laser Induced Fluorescence)

修士 2 年の勅使河原と申します。プラズマ中にレーザーを入射し、蛍光を読み取ることでプラズマ流の流速やイオン温度を計測します (図 8)。本手法はマッシュプローブ等のプローブ法と異なり、非接触かつ高空間分解能な計測が可能です。その反面、光軸調整は mm 単位の精度を求められるため、日々苦戦しています。誰かが実験機器に誤ってぶつかろうものなら、肩をがっくりと落としてしまいます。でも、初めて信号が得られた時の感動は今でも忘れられません。本当に鳥肌ものです。

現在、計測システムの設計・構築を終え、プラズマ生成条件 (プラズマ投入パワー、ガス流量等) を変更させた実験を行っています。今後は、プラズマ断面を計測可能な二次元ステージの開発に取り組み、加速機構の評価へ繋げる予定です。

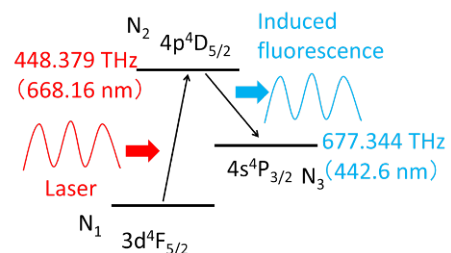
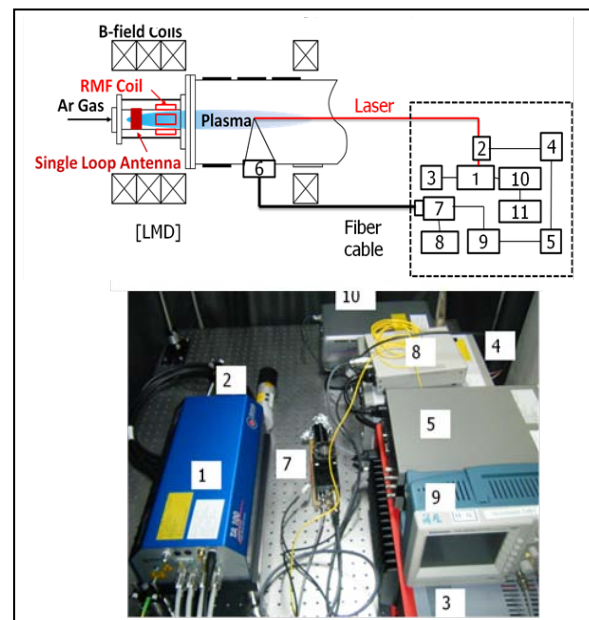


図 8 LIF 装置構成と概念図

### (3) 高速度カメラ計測

高速度カメラによる計測 (図 9) を担当している修士 2 年の早稲田と申します。このカメラに干渉フィルターを装着することで、Ar イオンからの発光と中性粒子からの発光を分けて取り込み、プラズマ断面の電子・中性粒子密度分布を計測することを試みています。断面分布の再構成を行うために種々の光学系、逆変換方法を試行中ですが、難しい数学式がつきもので理解するだけで大変です。また、十分な光量が得られず高速度カメラの性能を活かせず苦勞しています。現在詳細な密度分布の計測のためにレンズとファイバーからなる光学系を設計中です。

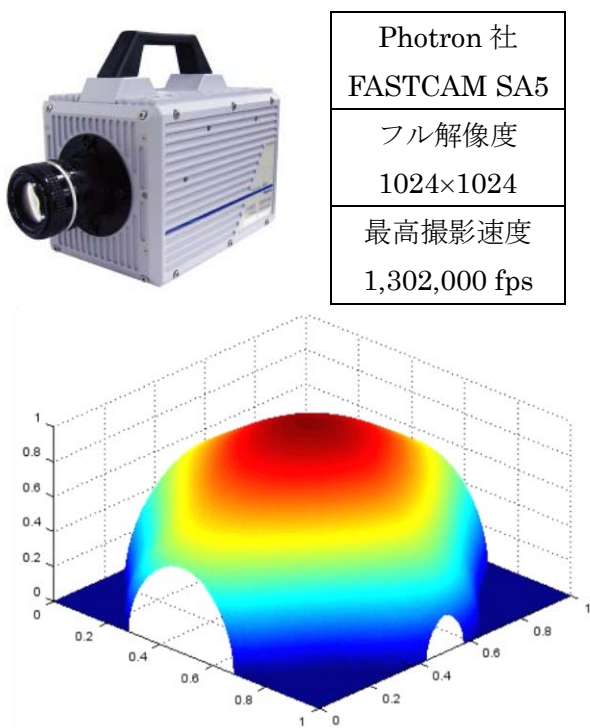


図 9 高速度カメラ (上) と導出した電子密度分布 (下: ART 法による)

### (4) 分光器計測

修士 2 年の藤墳です。全長 1.5 m の高波長分解能 (0.005 nm) の分光器 (図 10) を使用することによってドップラーシフト、スペクトルの半値幅、光強度の測定を行い、プラズマ流速、イオン

温度、電子密度、中性粒子密度の評価を行っています。波長分解能が高いため 500 m/s 程度のプラズマ流速から測定が可能です。また、分光計測はプラズマに対して非接触で、測定対象に影響を与えないという特徴があります。

分光器の性能を最大限生かした実験を行い回転磁場加速などの原理実証に貢献したいと思います。



図 10 高分解能の分光器

### (4) 小ヘリコン装置

小ヘリコン装置 SHD (図 11 上) で研究をしている修士 1 年の中川です。この装置は本研究室で主に使われている LMD と比べ小さく設計されたもので、この装置を用いて簡易・小型な電気推進機の開発やプラズマ生成部口径差によるスケール効果の検証をしています。さらに 0.3 ~ 13.56 MHz に加え 50 ~ 150 MHz の範囲で RF 周波数を励起できる広帯域高周波電源装置も使用してプラズマパラメータの比較なども行っています。

電気推進ロケットエンジンの研究ではプラズマ加速や推力計測が多いですが、小口径かつ広帯域高周波でのプラズマのパラメータ比較というのは殆ど行われていません。そのため非常に研究のやりがいがあるのですが、何が起るか分からないため予想外の出来事が起こることもあります。

例えば実験装置にはテフロンチューブを通してアルゴンガスを送っているのですが、本体のプラズマ生成中に、チューブ内でプラズマが生成され発光を起こしてしまうという妙な現象が見られました (図 11 下)。光の色はアルゴンガス特有の淡

いピンクや青ではなく眩しい黄緑色で（図 11 下の写真では青いですが）、見ていて非常に綺麗です。詳しく調べてみたいとも思うのですが、そのままにしておくわけにもいかず応急処置としてガスフレンジに銅線を巻きつけることで予防をしました。

ほかにも RF ノイズによってマスフローコントローラの表示が狂ったり、磁場コイル用の電源が落ちたり、また更に見覚えのない色のプラズマができたりと、好奇心を刺激する現象から頭痛の種まで様々なハプニングがあり非常に面白い研究対象だと感じています。

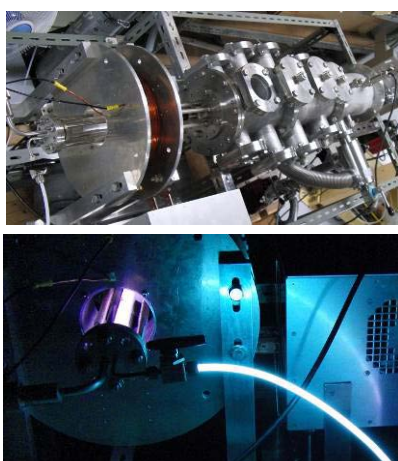


図 11 小ヘリコン装置（上）と Ar プラズマの発光例（下）

## 6. 研究室生活

### （1）修士 1 年

修士 1 年の大塚と申します。私からは、本研究室の生活環境についてお話ししたいと思います。研究の魅力については既述されていますが、本研究室の魅力はそれだけではありません。非常に温かく刺の全くない雰囲気があり、それ故研究テーマの違いに囚われず、互いに協力して研究に臨める環境は本研究室の魅力です。このような環境のために、メンバーは苦と思わず朝から晩まで楽しく実験し、時に激しい議論を交わしながら研究を進

めています。これは研究生活を送る上で非常に大事な要素だと考えています。お尻を叩かれることなく、自ら進んで研究を楽しめている状況というのは、研究室環境として最高ではありませんか？

### （2）学部 4 年

学部 4 年の酒田と申します。私がこの研究室を選んだ理由は 2 つあります。1 つ目は、ロケットエンジンをつくる！という夢のある研究テーマです。私は高校生の頃から航空宇宙関係の研究をしたいと思っていたので、微力ながら希望の研究に携わることができてとても嬉しいです。2 つ目は、研究室の雰囲気です。ご多忙の中どんな質問でも優しく丁寧に答えてくださる篠原先生、幅広い知識をもつ桑原先生、女性が少ない中で生活面でも頼りになる北條さん、その中でも特に、先輩方が明るく楽しく真面目に研究しているところに魅力を感じました。まだ右も左もわからない状態ですが、少しでも力になれるよう精進していきます。

### （3）秘書

秘書の北條と申します。昨年 10 月より、研究室の会計や事務全般を担当しています。篠原教授や桑原助教、学生の皆さんがとても温かく受け入れて下さり、大きなギャップもなく、すんなりと研究室に馴染むことができました。来客や会合時の懇談会、研究室旅行、有志でのバーベキューなどにも参加させていただき、この時のインフォーマルな会話が仕事を進める上においても役立っています。また、素直で協調性がある学生ばかりなので、日々楽しく仕事をしています。

篠原教授は、誰に対しても紳士で、学生にも丁寧な指導をされています。研究知識は勿論のこと、学問に対して真摯に向き合う姿勢、準備を怠らず計画的に物事を完成させていく姿が素晴らしいと思います。私も教授を見習い、日々努力していきたいと思っています。

## 研究紹介(その6)

# 高速かつ高精度非接触、リアルタイム基板温度計測システムの開発 ～超微細加工プラズマプロセスのイノベーションに向けて～

名古屋大学 堤 隆嘉

大学院工学研究科 堀・関根研究室 博士後期課程 2年

### はじめに

半導体デバイス製造においてプラズマエッチングやプラズマ CVD などのプラズマプロセスは欠かせない技術である。このプロセス技術のさらなる高精度化の実現には、これらが表面化学反応を使うことからプロセス中の基板温度制御が重要である。<sup>[1],[2]</sup> 現状では、熱電対などによる基板裏面に接触させた基板温度計測が行われているが、プロセス中の真空では熱伝導率が低下することや、高周波印加される基板にセンサを取り付けるのは困難であった。<sup>[3]</sup> そこで、非接触型温度センサがこの用途に着目されており、代表的なものに赤外放射温度計が挙げられる。しかしながら、プラズマから放射される赤外光の存在や、半導体基板の放射エネルギーが小さいことなどの理由からプラズマプロセスへの適用は困難である。<sup>[4]</sup>

これまで、名城大学伊藤昌文教授らにより時間領域型低コヒーレンス干渉計による基板温度計測システムの開発が行われてきた。<sup>[5]</sup> しかしながら、計測にはミラー走査時間に 1sec 程度かかることや振動による精度悪化などの問題があった。さらに実用レベルの基板温度計測システムの構築によって、実プロセス中の基板温度が変化する物理化学現象を正確に理解することができることが期待される。したがって、本研究の最終目的にはプロセス精度の向上に貢献する事である。

### 研究内容

新たに開発してきた非接触型基板温度計測シス

テムは周波数領域型低コヒーレンス干渉計で構築した。本システムは光源に低コヒーレンス光源である Super Luminescent Diode を用いてマイケルソン干渉計を基本構造としている。周波数領域型低コヒーレンス干渉計はミラー走査する必要がないため、計測速度は大幅に改善される。しかし、時間領域型と同様に、振動に伴う信号光と参照光の偏光状態の変化が大きく計測精度に影響を与えてしまうことが問題である。そこで、周波数領域型低コヒーレンス干渉計をさらに発展させ、図 1 に示すような干渉計を構築した。本システムは、光ファイバ型サーキュレータを用いることで光損失を抑え、基板裏面に干渉計ミラーの役割をさせている。干渉を生じる基板表面と裏面での反射光の偏光状態は同一光学経路を通るため全く同じに変化することから、干渉波形には影響を及ぼさない。これにより、振動に強い基板温度計測システムが期待できる。

本システムの基板温度計測の原理を述べる。光源から出射した光波は、サンプルである半導体基板の裏面から入射し、表面ならびに裏面の各面で

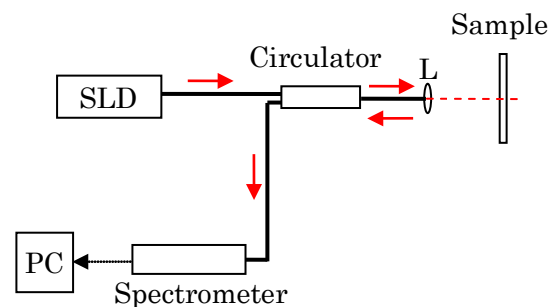


図 1 基板温度計測システム

反射することで干渉を生じ、周波数領域のスペクトルが検知される。この干渉スペクトルを逆フーリエ変換することで時間領域のスペクトルを得ることができ、この干渉波形には基板の各界面での反射光による干渉を示しており、基板の表面と裏面の反射による干渉波形の位置から基板の光学的厚さ（光路長）が取得できる。この光路長は半導体基板の温度変化に伴う屈折率の変化及び熱膨張による光路長変化量を加味している。したがって、この光学的厚さを知ることにより温度のモニタリングを可能としている。

黒体炉中にシリコン基板（厚さ 780  $\mu\text{m}$ ）を設置し、図 2 に示す基板温度と光路長の関係を調べた。実験結果から、本システムの計測精度は、厚さ 780  $\mu\text{m}$  のシリコン基板に対しては、計測光路長の標準偏差が 7 nm であり、温度換算すると 0.04 $^{\circ}\text{C}$  となることがわかった。また、この標準偏差は基板の光学特性に大きく依存しており、ガリウムナイトライドなどに用いられているサファイア基板では 0.21 $^{\circ}\text{C}$  となる。本システムは、時間領域型低コヒーレンス干渉計を用いた基板温度計測システムと比較しても、計測精度は 10 倍近く向上し、計測速度に関しては  $10^3$  倍もの改善がされたため、その有用性は非常に高い。

私の所属する研究室では、ナノメートル寸法の

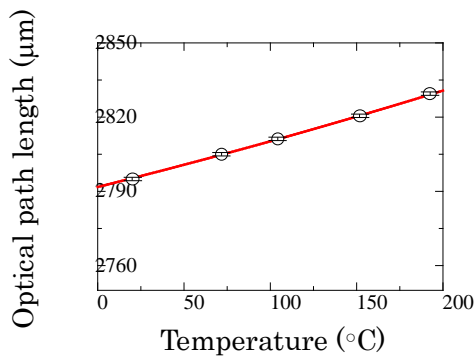


図 2 Si 基板(厚さ 780  $\mu\text{m}$ )の光路長と温度の関係

精度での超微細加工プロセスの実現に向け、プロセス条件を自律的（リアルタイムでの自己診断・自己修復・自己制御）に制御することを試みている。プラズマプロセスを装置上の外部パラメータ（圧力、パワー、ガス流量など）ではなく、プロセス内部の現象・化学反応を決定する内部パラメータ（粒子の密度、種類、基板温度など）に基づいて計測の上、制御する技術が必要不可欠と考えている。今回、開発してきた高精度かつ高速非接触な基板温度計測システムにより内部パラメータの一つである基板温度計測に貢献できた。今後は、さらに超微細加工プロセスの実現に邁進したい。

## 最後に

今回、第 33 回応用物理学会講演奨励賞を受賞し、非常に光栄に存じます。本研究は堀勝教授のご指導の下、関根誠特任教授、石川健治特任教授、近藤博基準教授、竹田圭吾助教（以上堀・関根研究室）、伊藤昌文教授、太田貴之(名城大学 伊藤・太田研究室)との共同研究で行われました。研究を進めるにあたり、適切な御助言を賜りました皆様に、ここにあらためて深く感謝いたします。

## 参考文献

- [1] T. Ohiwa, K. Horioka, T. Aricado, I. Hasegawa, and H. Okano, *Jpn. J. Appl. Phys.*, 31, (1992), 405.
- [2] H. Yamamoto, H. Kuroda, M. Ito, T. Ohta, K. Takeda, K. Ishikawa, H. Kondo, M. Sekine, and M. Hori, *Jpn. J. Appl. Phys.*, 51, (2012), 016401.
- [3] K. Denpoh, *IEEE Transactions on Semiconductor Manufacturing*, 11, (1998), 25.
- [4] T. Sato, *J. Appl. Phys.*, 6, (1966), 339.
- [5] K. Takeda, Y. Tomekawa, T. Shina, M. Ito, Y. Okamura and N. Ishii, *Jpn. J. Appl. Phys.*, 43, (2004), 7737.

# 分子動力学法を用いた ハロゲン系プラズマによる Si エッチング表面反応解析

京都大学大学院 中崎 暢也

## はじめに

近年、半導体集積回路デバイスの高機能化・高精度化が急速に進んでいます[1,2]。その一方で、プラズマプロセスにおける半導体材料の加工寸法が 10 nm の領域になると、基板上に作製した微細構造内の Line Edge Roughness (LER) や Line Width Roughness (LWR) といった表面ラフネスが原子スケールで問題となります[3]。このため、表面ラフネスの抑制に向けて、加工形状制御性、材料間選択性、加工一様性の高いプロセスが求められると同時に、プラズマと固体表面との間のエッチング反応メカニズム (プラズマ・固体表面相互作用) の基礎的理解が求められています。

LER や LWR に現れるラフネスやリップル構造の形成メカニズムの一因として挙げられるのが、基板へ入射するイオンの入射角度の影響です。このことは様々な実験[4]やシミュレーション[5]によって示唆されており、当研究室でもシミュレーションによりその再現に成功しております[6]。しかしながら、その根本的な形成メカニズムや抑制・制御法については完全に理解されていないのが現状です。

本研究では、半導体デバイス製造工程で一般的に用いられる塩素・臭素系混合プラズマ ( $\text{Cl}_2/\text{HBr}/\text{O}_2$  プラズマ) による Si エッチングを対象とし、原子スケールでのプラズマ・固体表面相互作用を実験、シミュレーションの両側面から検討することで、表面ラフネスやリップル構造の形成機構の解明とその抑制・制御法の確立を目指しております。今回は、その一環として進めてき

た古典的分子動力学 (Molecular Dynamics: MD) 法を用いた Si のプラズマエッチングシミュレーションについてご紹介させていただきます。

## 研究内容

第一原理計算から得られた原子間力ポテンシャル[7]を用いて各原子の運動方程式を解く古典的分子動力学法 (MD 法) は、プラズマエッチングの過程で起こる現象を原子スケールで再現し、その表面反応の解析を行うことができます。特に、実験では測定が困難な低エネルギーイオン入射時の反応や脱離物の挙動を解析する上で MD 法は強力な手段です。

図1に MD 法を用いたプラズマエッチングシミュレーションの概要を示します。シミュレーションセルに Si 基板を配置し、その上部から低エネルギーの中性ラジカルを付加したのち、高エネルギーのイオンを入射させることで、プラズマエッチングを再現しています。また、イオンの入射角度  $\theta_i$  を変化させることで、構造底部から側壁への

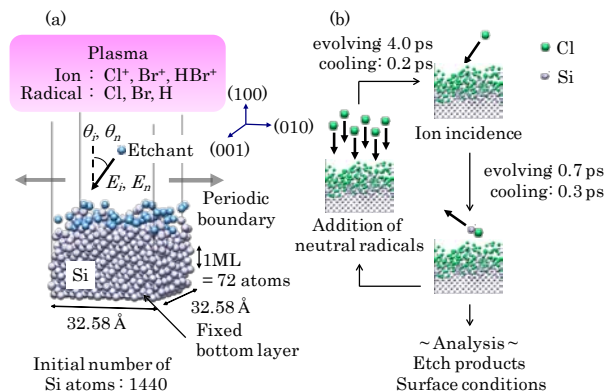


図1: MD法を用いたプラズマエッチングシミュレーションの概要図



入射を模擬することができます。

これまで本研究では、Si/Cl、Si/Br、Si/HBr系におけるイオン入射角度  $\theta_i$  によるエッチングメカニズムの変化に着目し、そのイオン入射エネルギー  $E_i$  と中性ラジカル - イオンフラックス比  $\Gamma_n/\Gamma_i$  に対する依存性について考察してきました。

図2にSi/Cl系におけるSi収量の  $\theta_i$  依存性の  $E_i$  および  $\Gamma_n/\Gamma_i$  による変化を示します。イオンビームのみのエッチング ( $\Gamma_n/\Gamma_i = 0$ ) の場合、 $E_i$  が大きいときは斜入射イオンに対して収量が最大になることがわかります。一方、中性ラジカルを付加しプラズマエッチングを再現した ( $\Gamma_n/\Gamma_i = 100$ ) 場合は、 $E_i$  が大きい場合も  $\theta_i = 0^\circ - 60^\circ$  において収量がほとんど変化しないことがわかります。これらの結果はそれぞれ、物理的スパッタリ

ングによる  $\theta_i$  依存性とイオンアシスト反応による  $\theta_i$  依存性を表しています。

図3にSi/Cl系におけるエッチング時の基板内の原子と結合の分布を示します。 $\Gamma_n/\Gamma_i = 0$  に比べ、 $\Gamma_n/\Gamma_i = 100$  の場合は表面反応層が薄くなると同時に、ハロゲン化率の高いSi ( $\text{SiCl}_2$ ,  $\text{SiCl}_3$ ) が表面付近に生成され、これが収量の増加、ひいてはエッチングメカニズムの変化と関係していることが示唆されます。以上の結果はこれまでの実験結果と一致しています[8,9]。

### おわりに

この度、本研究内容を2012年秋季第73回応用物理学会学術講演会にて発表させていただき、第33回(2012年秋季)応用物理学会講演奨励賞をいただきました。本発表に対し選考委員の皆様からご支持いただいたことを極めて光栄に思っております。また、本研究をご指導いただいた斧高一教授、江利口浩二准教授、鷹尾祥典助教にこの場を借りて厚く御礼申し上げます。

### 参考文献

- [1] I. Ferain *et al.*, Nature **479** (2011) 310.
- [2] H. Abe, *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **47** (2008) 1435, and references therein.
- [3] Y. Yin, *et al.*, J. Vac. Sci. Technol. A **26** (2008) 151.
- [4] D. P. Adams, *et al.*, J. Vac. Sci. Technol. B **21** (2003) 2334.
- [5] W. Guo, *et al.*, J. Phys. D: Appl. Phys. **42** (2009) 194014.
- [6] H. Tsuda, *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **51** (2012) 08HC01.
- [7] H. Ohta, *et al.*, J. Appl. Phys. **104** (2008) 073302.
- [8] S. A. Vitale, *et al.*, J. Vac. Sci. Technol. A **19** (2001) 2197.
- [9] N. Layadi, *et al.*, J. Appl. Phys. **81** (1997) 6738.

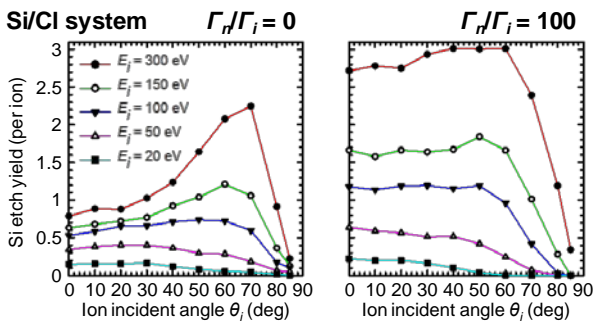


図2: Si/Cl系におけるSi収量の  $\theta_i$  依存性の  $E_i$  および  $\Gamma_n/\Gamma_i$  による変化

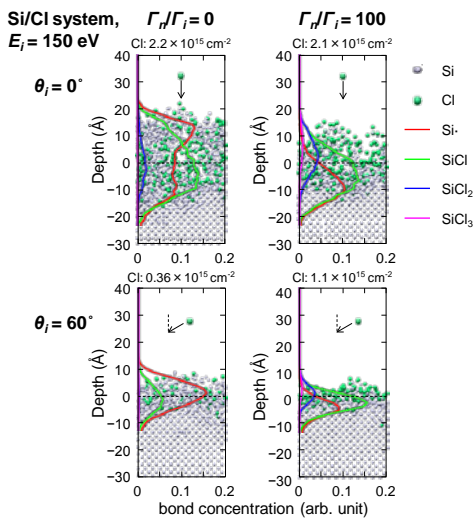


図3: Si/Cl系におけるエッチング時の基板内の原子と結合の分布

## アメリカ合衆国ミシガン州アナーバー滞在記

名古屋大学大学院工学研究科 機械理工学専攻 上坂 裕之

### はじめに

2012年8月から12月まで約5か月間、アメリカのミシガン大学アナーバー校に Visiting Researcher として長期出張しました（図1）。あえて留学とは書かずに長期出張と書きました理由は、必ずしも研究を目的とした出張ではなかったためです。それでも同大学の研究環境に多少なりとも触れることはでき、また感銘を受けることも多々ありましたので、今回の寄稿をさせていただ



図1 ミシガン大学アナーバー校ノースキャンパスの中心に建てられたシンボルであるベルタワーを背景にたたずむ

いた次第です。

### 今回の長期出張の背景

我々名古屋大学は、米国の大学と修士課程の学生を短中長期に渡って交換する教育プロジェクト（以下、JUACEP プログラム）を、2011年11月より機械系が中心となって走らせています。今回は2012年8-9月と20名弱の名古屋大の学生がミシガン大学に滞在する機会があり、彼らの教育効果が順調に上がるように定期的に面談する役割と、滞りの締めとして研修成果を発表するワークショップの運営とを担う立場で渡米しました。ただしその任は9月末までの2か月間で終了しますので、そのまま帰国してしまうのはもったいないと考え、研究を目的とするさらなる3か月の滞在延長を申請したところ認めていただき合計5か月の滞在計画を組んで渡米しました。もちろん後半の3か月の滞在費用は教育プロジェクトではなく自身の研究費からサポートしました。

### 日本出国まで

VISAについてはJ1 Short term Scholar という六か月以内の滞りのためのVISAを取得しました。Short term でないJ1 VISAを取った場合は、帰国後再びJ1 VISAを取得しようとした際に、ある程度の期間を置いた後にしか再申請できないようです。私はそのことを知らず通常のJ1VISA（確か最大3年の滞在許可？）で申請しようとしたのですが、VISA申請のための書類をミシガン大学の事務とやり取りする過程で、先方の事務が



図2 図書館ロビーでJUACEPプログラムにより滞在中の名大生らと面談

Short term Scholar という枠があることを親切に教えてくれました。

ちなみに今回の渡米では、これほどの突貫工事はないだろうというスケジュールで進めたがゆえに色々な不都合も生じました。これから私と似たような形で滞在を考えられる方に私の事例を反面教師としていただけるように、私がたどった経緯を少しまとめてみたいと思います。まず所属学科で、5 か月間滞在する計画についておおむね了解をいただいたのが、4 月の中旬でした。その時点で 7/10 渡米で計画していましたが、最終的には 8/1 渡米となってしまいました。

4 月中旬 所属学科で 5 か月間の出張計画について了承。JUACEP の対象大学であるミシガン大学もしくは UCLA から私の研究滞在を受け入れてくれる Lab を探し始める。

最初 UCLA のいくつかの研究室に滞在伺いのメールを出しましたが、すべて返事なしでした（注：UCLA で滞在を受け入れてもらう場合には、ミシガン大学での教育プロジェクトが終了したのち、移動しようと考えていました。）後で米国の先

生に聞けば、米国大学には世界中からあらゆる形での滞在希望者が殺到しますので、残念ながら面識がない場合そのような対応となるのは致し方ないようです。この時点では、滞在できる大学が自身の研究内容とは無関係に先に決まっているわけですから、これまでの研究成果と関連した内容を遂行することにこだわりはなく、今までの研究とは全く関係のない分野の研究室で新たな知識を学ばせてもらおうと考えていました。しかし 5 月の GW 頃になっても希望した研究室から色よい返事がない（そもそも返事がない）ので、3 月に JUACEP プログラムの案件でミシガン大学を訪問した際に、プラズマのシミュレーションで有名な Kushner 先生の御研究室を失礼ながらもアポなしで訪問させて頂き、それでも快く研究員の方とお話しさせて頂いたことを思いだし、シミュレーション研究を遂行する Researcher としての滞在が可能かどうかを Kushner 先生に伺ってみました。その際に、シミュレーションの専門家でない私がシミュレーションに取り組むには非常に短い滞在期間であること、かつ先方の研究室で遂行するのにふさわしい研究目的が見いだせないこと、などから Researcher としての受け入れは NG でしたが、かわりに先生が統括されるプラズマ研究の連携組織 MIPSE (Michigan Institute for Plasma Science and Engineering、<http://mipse.umich.edu/>) メンバーにメーリングリストを使って一斉に伺って頂けると言ってくれました。その際には私のこれまでの研究がプラズマを使った実験研究であること、および当時私が Polymer に関するプロジェクトを抱えていたことから、Plasma および Polymer というキーワードで、実験をさせてくれる方がいないかという形で伺ってもらいました。その結果、有機材料での太陽電池をやられている Max Shtein 先生（材料工学に所属）が、何か面白いことが出来る

かもしれないということで、手を挙げて下さいました。このような紆余曲折があつて、とにかくにも受け入れてくれる研究室が決まったのが5月下旬でした。

5月下旬 研究者としての滞在を受け入れてくれる研究室が決まったので、ここから先方大学事務との、VISA申請に必要な書類(DS-2019など)のやり取りを始めた。

7月初旬 VISA申請に必要な書類(DS-2019など)がすべて到着する。この後ただちに米国大使館のWEBでVISA申請作業を開始し、VISA申請面接の予約を入れる。この時点では7/26の面接枠が最速であったため、そこに予約を入れつつも緊急面接希望を行った。

7月中旬 DS-2019上での滞在開始が7/27であったため、緊急面接希望が通り、7/18頃に大阪の総領事館に行った。

7月23日 領事館に預けたパスポートと認められたVISAが届く。直ちに飛行機の予約を開始する。

以上のようなスケジュールで、どうにかこうにか名大生たちが渡米するスケジュールに合わせて渡米することが出来ました。すべてがぎりぎりでしたので航空運賃は高くなってしまいましたし、残念ながらどういう研究内容にするのかを具体的に渡米前に詰めることもできませんでした。受け入れてもらえる研究室を半年前くらいには決めておけるとすべてに余裕があるかと思います。今回の様に教育プロジェクトのタスクがあつて、そちらの制約から滞在可能大学が決まるという場合には、望む研究環境を探そうとしても一筋縄ではいかないようです。(学科のサバティカルや組織的

な派遣プロジェクトでは、研究中心で滞在先を決めるのでこのような苦労はないと思います。)こういう場合には、教育プロジェクトのコーディネータ的な先生のところに籍だけをおかせてもらって、プロジェクトタスクが終わった後の滞在延長期間には、研究作業はしないと割り切り、他の目的(例:英語での授業のやり方やプロジェクト型授業を学ぶ機会とする)に専念しても良かったのではと思います。ただしこれはいまだから思うことであつて、当時は研究を分担遂行する人間としてしか受け入れてもらえない、ありていに言えば受け入れ先の研究室で研究スタッフが+になるような形でしか受け入れてもらえないと思い込んでおり、そのため何が何でも研究目的で受け入れてもらえる研究室を探そうとしていました。ここでは執筆時間と紙面の都合で詳しくは書きませんが、受け入れ先研究室の研究テーマもしくは共同設定したテーマを分担遂行しているわけではない Visiting Researcherの方にも出会いました。米国大学もしくはミシガン大学は、私が思っていた以上に懐が深いのかもかもしれません。いずれにせよ私と同じような立場の方がおられましたから、色々な滞在スキームがあるかもしれないということ念頭において、関係者とざっくばらんに相談されてもよいものと思います。(もちろん研究目的が合致する研究室が無理なく見つかり、その遂行者としての滞りするのが一番であることは言うまでもありません。)

### アナーバー市での生活

アナーバーの市街に限って言えば、この町はまさに大学を中心とする街だと思えます。それゆえいわゆる失業問題などを肌で感じる場面はなく、治安上の問題も全くないようでした。この点は50kmほど東に行ったデトロイトとは大違いのようです。あとTOEFLテストの問題はミシガン大学

で作られていると聞きました。即ちこの英語が世界（米国？）標準と言ってよいようで、変な訛りで聞き取りにくいなどの問題はなさそうでした。もちろん私自身の英語力の問題で聞き取れないことは四六時中でした。しかしながら、国際的な大学の街であって必ずしも英語を母国語としない人が多いこと、さらには郊外に日系企業が多く英語慣れしない日本人も多いこと、土地柄として温厚な人が多いらしいこと、などにより英語が得意でない自分でもなんとかやっていくことが出来たと振り返って感じています。ミシガン大学の日本人の教授がおっしゃるには、まさに私が挙げたような理由で、ミシガン近辺は留学する日本人には良いところだそうです。その先生は比較としてご自分がかつてスタンフォード大に留学された際のことを挙げておられましたが、西海岸はでは、「英語が流暢にしゃべれないやつは鼻にもかけない」といったような冷たさを感じる場面も多々あったようです。ちなみに、郊外や近辺の都市（Novi など）には日系メーカーの設計開発拠点などが多いため、少し足を伸ばせば日本の食材などは何でも手に入られるように感じました。

家族4人でなにはともあれ生活するにあたって、その環境を整えるのには苦労しました。結局5カ月では、定住した（落ち着いた）という感覚を1日たりとも味わうことなく、戻ってきました。ロケットに例えると地球周回軌道に乗ることなく、弾道飛行してきたといったところでしょうか？しかしながら、たとえ五カ月の滞在でも家族での滞在となれば、その後1年あるいはもっと長く滞在する人と同じだけの手間を味わうよりほかありません。車の購入、自動車保険の契約、自動車免許取得（自分と妻）、家の契約、銀行口座開設、バスに慣れる、Social Security Numberを家族分とる、電気水道などを開通させる、4歳の長女と2歳の長男のプレスクールへの入学手続き、

などどれも大変に手間のかかることでした。

ミシガン州に在住する日本人のロコミサイト（<http://www.michigankuchikomi.com/>）は非常に役立ちました。ミシガン大学の日本人の先生の奥様や、近辺の日本企業（主として自動車関係）の方、ミシガン大学に滞在する留学生や Visiting Researcherの方々が、みな使っていました。ちょうど私がアパートに住み始めたころに、Novi という地区（自動車関係日系企業のご家族が多く滞在）で数家族合同のガレージセールがあり、そこでは掃除機などいろいろなものを激安で手に入れさせて頂きました。なんでもその時期にある自動車メーカーの北米事業撤退があったとのことで、それゆえの大規模なガレージセールであり、日本人として少し複雑な気持ちながらも、心ならずもその恩恵にあずかってしまいました。また以降に記すように、帰国にあたっての車の売却時にもこのHPを活用しました。

車に関しては大きなミスを犯しました。最初の一か月間レンタカーを使ってしまったのですが保険も含めて、\$1,800ほど払いました。アメリカ人からは、レンタカーにひと月で\$1,800も使うなんてクレイジーだと何度も言われました（その意味は確かに後でわかりました）。そこで同室の韓国人の先生（同じ時期に韓国の釜山大学からサバティカルを利用してKushner研に滞在されていた先生）から、ミシガン大学の韓国人の交流サイトで車を見つけてもらい、同大の韓国人PDから日産Sentra（2003年モデル。4ドアセダン）を\$4,800で購入しました。ちなみにこういう個人売買時の役所手続きは日本に比べると本当に簡素でした。この車を帰国時に先のロコミサイトで売りに出したところ、私と入れ替わる様にミシガンに赴任される日系自動車部品メーカーの社員の方が\$4,500で買って下さいました。中古車の流通市場が個人売買、業者仲介売買ともにかなり発達

しているため、結構短い期間でもレンタカーなど使わず中古車を買う方が良いのだそうです。確かに、残り4か月で車の購入維持にかかった費用は、売買差額の\$300、ガソリンスタンドでの点検費\$350、保険代\$650(6か月)を全部合わせても\$1300と最初の一か月のレンタル費用よりも安かったのですから、アメリカ人のいうことは正解でした。皆様もくれぐれも、アメリカで長期レンタカーしないようにお気を付け下さい。(ちなみに有名なリースは通常1年からとかの契約のようです。トヨタ系販売店のリースのチラシを見て電話しましたが、そういう理由で断られました。)

最後に余談ですが、Ann Arbor Hands on Museum という子供向きの施設があって、色々な科学技術を体験しながら遊べる場所でした。ちなみに写真では、我が家の長女(当時三歳)がプラズマを発生させています。上に行くにしたがって間が開く2本の金属棒に電圧を印可すると、ちょうど最下部の一番狭いところで放電開始するようになっており、放電開始後は温まるのでだんだん放電パス部(プラズマ)が金属棒間を上昇していくという仕組みのものでした。わが娘は三歳で大気圧プラズマを発生させています(ボタンを押しただけです...)ので、将来はどんなプラズマを発生してくれるのか今から楽しみです。ちなみに私が初めてプラズマをたてたのは25歳を過ぎてからでした(私は遅咲きなんです。いやすみません、まだ咲いてもいませんでした)。この長女は、米国滞在の後半(その時点でプレスクールに3か月ほど通ったことになります)になると、ふと自然に英語が出てくるようなことが多くなりました。夜中に起きて枕元のペットボトルの水が欲しい時に、「Pass me the water」と良い発音で言われて親が聞き取れなかったこともあります。子供が言葉を覚えるのが速いことを実感しました。ただ今ではもうほとんど忘れたようで、もったいないなど



図3 Ann Arbor Hands on Museum のプラズマ体験装置にて

と思いますが、短期間の滞在でしたのでこれは仕方ありませんね。

### 研究室

今回はくしくも2つの研究室を垣間見ることが出来ました。実験はMax Shtein先生のところでさせてもらうことで受け入れて頂いたのですが、同研究室に普段の机を割り当ててもらえるスペースがなく、机に関しては仲介して下さったKushner先生の学生室に空きが一つあり、そこに座らせてもらうことになったためです。Max Shtein先生(図4)は有機材料を使った太陽電池を研究され

ている方で、ポリマー材料の取り扱いや太陽電池関連の理論設計に長けておられるようであり、それらの知見を活用して、例えば着るモノがそのまま発電するようなウェアラブル太陽電池などを目指されていました。有機分子膜をつくる実験手法についてプリンストン大の Ph. D 学生時代に書かれた論文は、Web of Science 上での引用件数が 400 件を超えておられ、また他にも引用が 100 件を超える論文が多数あり、率直に凄いことだなと思いました。Kushner 研の中国人留学生が言っていたのですが、将来グリーンカードを取る際に米国滞在中の出版論文の引用数が 100 件を超えていれば、米国への貢献に関する項目は間違いなくクリアだそうです。(ちょっと都市伝説的な話かもしれませんが.....) しかし Max 先生に関しては若く、いつもジョークを言っているような気さくな先生であったことと、自身が太陽電池分野に明るくなく研究内容の凄さを直感できないことと相まって、失礼ながら上記のような無味乾燥な数値を見るまではそんなにすごい先生・研究だとは知りませんでした。この場を借りてお詫びします。

Kushner 研についてはここでの説明の必要はないでしょう。真空から大気圧、液中とあらゆるプラズマのシミュレーションを行われていました。プラズマに関わることならどんなことでもシミュレーションしてやろうという気風が研究室からあふれているように感じましたし、企業などから見ればそれが非常に頼もしく、これシミュレーションできませんか？と頼んだら必ずやってくれそうに感じられることでしょう。余談ですが、失礼ながらあれだけの秀逸な成果を出されているので、学会でお見受けする温厚なお人柄とは裏腹に、研究室ではパワハラすれすれの接し方をされているのではなどと勝手に想像していましたが、全く違っていました。Kushner 研の学生によれば、「もちろんそういう研究室がこの大学にもあるが、



図4 自分の授業の受講生たちとオープンスペースでディスカッションする Max Shtein 先生 (右端)

Kushner 先生に限っては違う。彼ほど Gentle な教授はいないよ」、とだれもが口をそろえて言っていました。

Kushner 研でも Max Shtein 先生のところでも、怒って人を育てているような場面にあまりでくわすことはなく、基本的には先生と学生の関係はフランクな感じでした。(先生は結構厳しいことを言っている場合でも、怒る側-怒られる側という雰囲気になっておらず、討論という体になっている。) またミーティングは短く、各学生はその週のハイライト的な結果を印刷した紙を 1 枚手に持って説明するだけで、一人 5 分くらいで合計 1-1.5 時間くらいで終わるのが多かったです。この二点は、誰が米国大学に行ってもある程度感じることはないでしょうか？一般的にこれらは米国の良い点と認識されることかもしれませんが、日本の大学でそれらを表面的に持ち込もうとしても、文化的な背景の違い (例えば日本では先生と学生の関係はより上下関係的になる) もさることながら、研究室の構造が圧倒的に違うのでダメだと思います。研究室の構造の違いとして具体的に思うのは、米国大学では (少なくとも私がみた 2 つの研究室では) 大人として扱って良いドクターの学生が研究

室メンバーの中心（8・9割）であって、研究室は彼らを教育する場であるのに対し、日本では学部生や修士の学生がやはり研究室の中心であり、研究室はまだまだ大人でない彼らを教育する場であることです。これらの違いは非常に大きく、米国の研究室の運営指針や評価指針をそのまま持ってくるできない最大の要因であろうと思います。もちろん日本の研究室には日本の文化背景に則した良さがあるはずなので、表面的に米国の研究室の運営指針や評価指針をそのまま持ってくる必要もないと思いますが。

そういえば研究のことは全然述べていませんね。具体的な目的は延べられませんが、Max Shtein先生と相談して、ポリマーベースの機能膜をプラズマを活用してつくろうということになりまして、その過程で実験室にころがっているものを適当に組み合わせてスパッタ装置をつくったりもしました（図5）。当初計画では、カーボンのパーティクルをある程度の速度で気相合成できることが必要で、ハイプレッシャーでカーボンターゲットをスパッタすれば良いかと思って、図のDCスパッタ装置を組んで稼働させましたが、あまりうまくいきませんでした。元々プラズマに関するものがないのであれこれ試すこともできず（元々それがわって行ったので私の責任です）、結局はそのあたりがネックとなって頓挫してしまいました。名大の研究室に戻ればマイクロ波を使ってカーボンのパーティクルを効率よくつくるのが出来ますので、最終的には名大に戻ってからの宿題ということになりました。

最後に余談ですが（余談ばかりでしたが）、Kushner 研ではミーティングの時に、論文が採択されるごとに Kushner 教授がそのことを紹介して皆で著者を祝福するという習慣がありました。尊敬する Kushner 教授が皆の前で祝福してくれるのですから、学生たちにとっては感激もので、

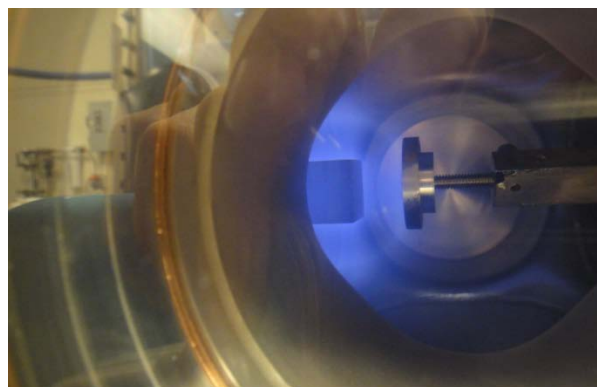


図5 実験用に簡単な DC プラズマスパッタ装置を組みました。

そういうことを通して論文を書くことの素晴らしさを自然と認識し、論文を書きたいという意欲がさらに湧いてくるようでした。こういう配慮は、日米の違いなど気にすることなく今すぐにでも真似られることかもしれません。

### 最後に（反省）

今回の滞在では望んだ研究成果を得ることはできませんでしたが、Discussion の中から次につながる着想をいくつか得ることが出来ました。初めからそのくらいのことしかできないと割り切ってもっと文化・生活・交流を楽しむように計画していけばよかったなと後悔しています。ただ色々うまくいかなかった滞在中でしたが、その中で色々助けていただいた皆様には感謝しております。たとえば Kushner 先生が紹介してくれなければ、滞在計画そのものが頓挫した可能性もありますので、快くお世話をしてくださった先生には大変感謝しております。それだけに、こういう素晴らしい先生のもとで、学生室に机を置かせてもらうのに留まらず、きちんと研究目的を設定・共有して、長期間（例えば1年間）シミュレーションを学ばせていただければ素晴らしい経験になったのではなかろうか？などと空想しています。（そういうことが可能な機会が、次に私に回ってくることを祈っています。）



## 大気圧プラズマの理解へ向けて

京都大学工学研究科 酒井 道

### 1. はじめに

この原稿を今読もうとしている学生の方々は、恐らく大気圧プラズマの研究を実際に行っておられるか、それとも大気圧プラズマに少し興味をもたれているか、それとも非常に真面目に毎回この学生の方向けの記事を読んでいる方々か、いずれかであろうと推測している。そういう方たち向けに、しかも紙面が限られている中で、大気圧プラズマについてどのように説明を行ったらよいかを考えてみた。「紙面が限られている」と申し上げたのは、大気圧プラズマについて丁寧に説明するとすれば、その専門書は（日本語版だけでも）すでにいくつも出版されている[1-3]のをみてもわかるように、きちんとした物理的理解は難解であり、しかもその学問的な追及も適用分野の広がりも発展途上であるといわざるを得ず、要するに、少なくとも専門書一冊を要する記述となることを意味する。そして、そのような書き方は、ここでの記述にそぐわない。すると、いかにポイントをついて専門書を読んでいない方々に要点を理解いただくか、あるいは専門書を読んだ方に専門書には書いていない（または強調されていない）が参考になる内容をどのようにピックアップして記すか、ということになるはずだ。

前置きが長くなって恐縮であるが、上記のような観点で、やや偏った記述になるのを覚悟の上で、専門書と比べると記述を薄くして（例えば数式は使用しない）、かつ実際に大気圧プラズマを扱う上で必要な知識についてまとめるように心掛けたのが、以下に記す本稿である。

まずは、電極間距離の問題には触れなくてはな

らないだろう（第2章にて）。この種の記述は、もちろん専門書の中にあるが、そこに明確には書かれていないけれども恐らく重要である内容を加えて記したい。

次に、ガスの流れの影響についての記述を行いたい（第3章）。これは、特に低圧力下で生成されるプラズマ空間との違いを強調することにより行う。目に見えないガスの流れは、大気圧プラズマを利用する場合にぜひ想像力をたくましくしながら考えて欲しい重要項目である。

最後に、等価的に電気特性がどうなるかについて触れよう（第4章）。この側面での説明は、研究上での即効性としてはあまり重要ではないかもしれないが、この内容を頭に入れておくことで重要な示唆が浮かんでくることがあると思う。

全体として、この記事を読んでいた方には、印象的に内容が残るような記述を心掛けたいと考えている。

本論に入る前に、一つだけ前提となる話をしよう。それは、プラズマを生成する場のガス圧力が大気圧であることの意味とその効果の相反性についてだ。プラズマを生成すると、それは電子とイオンで成り立っているのもので、軽い電子は生成当初は高エネルギー（通常は  $1\text{ eV} \cdot 10000\text{ K}$  以上）となる。しかし、ガス圧力が高く、従ってガス密度も高いため、高速の電子は頻りに中性気体粒子に衝突する。1回の衝突では電子から中性粒子に受け渡されるエネルギーはごく少ないが、それが大変頻りに行われるので、電子のエネルギーが中性粒子に移行して、そのまま衝突が続くと中性粒子の温度まで上昇してしまう。

ここで一つの分岐点がある。一つのルートは、このようにして中性粒子を加熱するツールとして、大気圧プラズマを利用しようという立場だ。この応用は、古くからアーク溶接などで利用されながら、現在では熱アニーリングプロセスや環境分野応用を中心として大変注目されているが、筆者の専門ではないのでここでは触れないこととすることをお許し願いたい。

一方で、分岐点から延びるもう一つのルートは、放置しておくとも温度が上がってしまう中性粒子の温度上昇を抑えて、いわば触っても熱くない大気圧プラズマを利用しようという立場だ。これは、例えばプラズマの医療応用を念頭に置くと大変重要な点であることがわかる。以下の説明も、この大気圧非平衡プラズマに特化して行いたい。この場合、先に述べた電子と中性粒子の衝突（運動量が移行する弾性衝突）をいかに抑えるかが重要となる。

ここでお断りだが、第2章以下に引用する参考文献は、筆者に関係する論文で占められていることとお詫びする（もっと適切な参考文献もあると思われるが、筆者の引用のしやすさからこのようにさせていただいたこととお許しいただきたい）。

## 2. 大気圧プラズマ生成と電極間距離

電極間距離といえば、プラズマ生成における重要なスケール則として、パッシェンの法則があることを思い出すだろう。そして、この章でもそのことを最初に触れるが、もう一つ重要な観点があることを最初に断っておきたい。それは何だろうか？

それが何か気付くためにも、まず、改めてパッシェンの法則について考えてみよう（図1）[4]。パッシェンの法則の横軸は、電極間距離( $d$ )×ガス圧力( $p$ )である（縦軸は火花電圧・放電開始電圧である）。物理的には、教科書によく記述されている

ように、電極間を偶存電子が加速しながら走行することと、中性粒子との衝突時にエネルギーを失うことのバランスで決まっているスケール則である。電極間に電圧を印加して低圧プラズマを生成する場合、この  $pd$  積を変更して（真空チャンバーの中にセットされている電極の間の距離  $d$  はなかなか大きく変更しにくいので、大概是  $p$  を変更して）、できるだけプラズマが生成されやすい状況を作り出すことが可能だ。一方、大気圧プラズマの場合、残念ながら  $p$  を変更しにくい（例えば、プラズマの医療応用を考えると、変更不可である）ので、同様に考えると  $d$  を変更するべきだ。

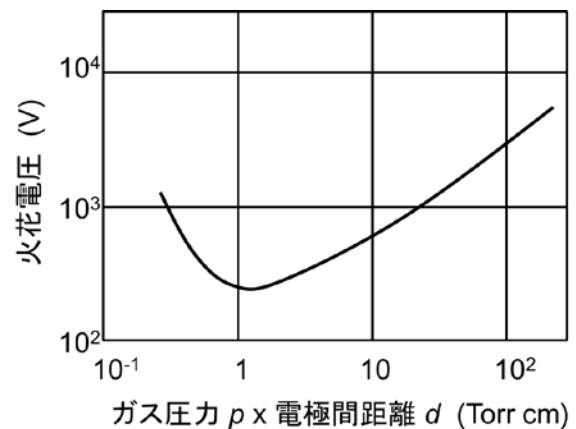


図1. 放電ガスが水素の場合のパッシェン曲線[4]。

どのように  $d$  を変更するべきだろうか。  $pd$  積を一定に保つという立場に立てば、低圧プラズマの場合（工作機械で作りやすいレベル、すなわち数 cm である）に比べて、極端に短くするべきだ。恐らく、100 ミクロン以下にするべきだろう。つまり、そのようなごく短い間隔を備える平行平板型電極をきちんと作るのは難しい。その観点で我々が提案しているのが、ファブリック型電極という構造であり[5-7]、原理的に電極間距離が 0~mm 間で自在な構造とすることができる。それはともかく、通常 1 cm を越えるような電極間距離

の設定はあまりなく、数 mm 以下が多いだろう。

ここで、プラズマ生成用電源の周波数  $f$  について気にする方がいらっしやるだろう。例えば、私はマイクロ波でのプラズマ生成を行っているので、パッシェン則の  $pd$  積など関係ない、とおっしゃるかもしれない。しかし、低圧プラズマではパッシェン則の横軸を  $pdf$  積という形で考えるべき（つまり、周波数を高くすると圧力を下げたり電極間距離を短くしないとイケない）という指摘があること、大気圧マイクロ波プラズマの生成形態として電極間と同様の概念として導体間のギャップでプラズマを生成し容量結合型プラズマ生成として理解しようという指摘もあること、という点を考えて、やはり同様の考察をするのが適当であろう。

さて、この章の冒頭に問いの形で提示した、もう一つの重要な観点とは、電子密度と時間軸との関係である。先に述べたように、パッシェン則においては、電子と中性粒子の衝突過程が本質的である。そこで、たとえ  $pd$  積が同じであっても、そして放電開始電圧が同様であっても、 $d$  が短くなって同様のシース構造が維持される（つまり  $d$  が短くなるにつれシース厚も短くなる）ためには、電子密度が高くならざるを得ない（デバイスシースの厚みが、数式としてどのように与えられているか復習しておこう）。そうすると、電子と中性粒子の間の衝突頻度が上がり、第 1 章で問題にした中性粒子の温度上昇が避けられない。この解決策としては、今のところは時間軸方向の制御、すなわちプラズマ生成用の電力投入時間を短くする（例えばマイクロ秒オーダー以下にする）ことで回避できていることを、指摘しておきたい。

### 3. 大気圧プラズマにおけるガス流

ガス流（中性粒子の粒子束ベクトル）は、大気圧プラズマにだけでなく、大気圧における種々の

プロセス全体において重要である。タバコや線香の煙が大気圧の空气中でどう動くか、頭の中に思い浮かべて欲しい。上のほうに上がりながらくねくね曲がるし、風が吹けばすぐなびく。

比較のために、低圧プラズマの場合を考えてみよう。もし、タバコの煙を低圧下で放出したらどうなるかという、（やったことはないが恐らく）すぐにパッと広がる。この違いはどこからくるかという、圧力  $p$  が上がると拡散係数は  $1/p$  に従って小さくなることによる。低圧力下の拡散が大きな系に比べて、大気圧ではガスの粒子の拡散が抑えられて動きにくく、ねっとりとした流れ（対流成分）が支配的だ、という感覚で捉えてもよいだろう。より詳細には、粒子束を構成する要素である、対流成分と拡散成分の割合が大きく変化する、と言える。

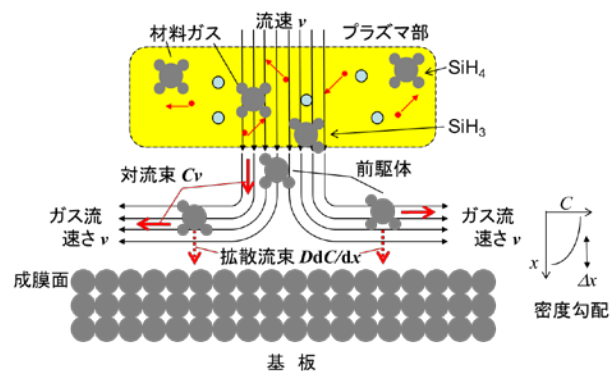


図 2. 大気圧でのプラズマ CVD 過程においてガス流を念頭においたときの前駆体の形成と空間輸送の模式図。  $C$  を前駆体密度とし、材料ガスとして  $\text{SiH}_4$  を仮定した。

これは、うまくすれば大変都合の良い性質とも言えるし、逆に問題の種となりうるやっかいな性質という側面もある。

都合が良いのは、容器やチューブがなくともガスを他のガスとなかなか混じり合わない状態を作

れることだ。これは、大気圧下で低温プラズマジェットを作り出すことに大変役に立った[8]。ヘリウムガスをガスチューブから大気圧の大気中に噴出したとして、数 cm の長さ噴き出してもかなり純度の高い状態を保つことができる。結果として、ガスチューブ内でプラズマを生成すると、外に出てもそのガス流に沿ってプラズマが進展し、針状に対象物に対して作用させることができる。

また、ガス流を用いて中性粒子を入れ替えることで、1章で取り上げた中性ガス粒子の温度の上昇を抑える、という効果にも期待が持てる。

逆に、大気圧のガス流がやっかいになる場合は、例えば大気圧下でプラズマ化学気相成長 (CVD) 法を適用しようとする場合だ (図2)。プラズマ中で生成された成膜前駆体はガス流に沿って運ばれる。成膜がなされる基板まで粒子がやってくると、ガス流は層流状態を保って基板の表面に沿って流れる。成膜前駆体も表面に沿って流れ、なかなかガス流を横切って基板に到達しない (ガス流を横切る粒子束は拡散成分である)。従って、プラズマ CVD の反応容器の設計指針は、低圧プラズマの場合とはかなり異なって、拡散成分を増やすような工夫が求められる[9]。

#### 4. 大気圧プラズマの等価的な電気特性

大気圧プラズマが電氣的にどのように表されるか、と考えるのは、電気工学や電子工学を専攻としない学生の方によっては苦手な議論かもしれない。しかし、この話題は、大気圧プラズマ生成用の電源としてどのようなものを使うべきか、という、実用上の重要な問題に直結している。

例えば、高周波電力により生成される容量結合型プラズマを考えると、プラズマ生成前は比誘電率が1のコンデンサと見なせる。プラズマが生成されると、低圧下では、シースの部分にコンデンサ成分が集中し、それに少し並列な抵抗が挿入さ

れたような形だ[10]。流れる電流は変位電流が支配的である。

ところが、大気圧下では、コンデンサというよりはかなり抵抗と等価なものとなる。その理由は、この稿を通して説明してきたように、電子 (この場合は、電流の主な担い手として捉える) が高周波に揺らされる効果よりは、初期の位相成分を忘れてしまうほど中性粒子との衝突の効果が大きいからだ。結果として、等価的な抵抗に対して高周波はジュール加熱を支配的に行う。

これは、例えば高周波電源の整合回路の修正が必要となる可能性がある。幸いなことに、大気圧非平衡プラズマで大きなプラズマを生成することはあまりないため、電極やケーブルの浮遊抵抗成分にその効果が隠れているのが実情だろう。しかし、サイズを大きくしていくときには注意が必要と考えられる。

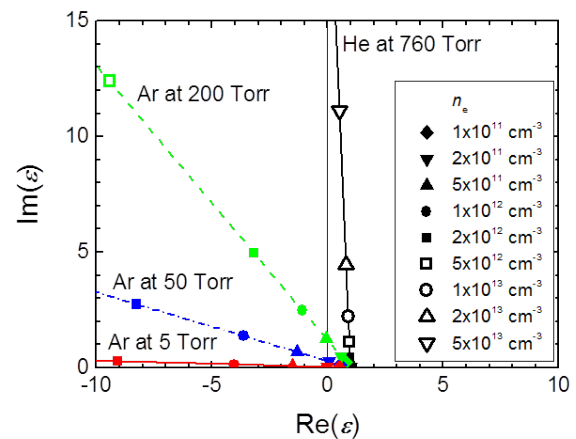


図3. ガス圧力・ガス種が変化する場合のプラズマの複素比誘電率の電子密度 ( $n_e$ ) 依存性[11,12]。周波数は4 GHz とした。

大気圧のマイクロ波プラズマを生成するときには、この問題はかなり大きくなる。というのは、通常の低圧下のプラズマの場合、マイクロ波帯ではほぼ (電子にとって中性粒子に対して) 無衝突

のプラズマと見なせ、誘電率として見るとほぼ実部のみである。ところが、大気圧のヘリウムプラズマの場合、ほぼ完全に衝突効果が支配的で、誘電率の実部は+1のまま変化が無く、変化するのは虚部のみである[11,12]。このように、大気圧の気体中でマイクロ波を投入して生成されたプラズマは、電氣的な特性として低圧プラズマとは全く異なると言ってよい。

以下は、一般的な記述を離れた詳細な内容となることをお断りする。一見無益に見えるマイクロ波帯での大気圧プラズマの上記の性質を、筆者らの研究では“プラズマ・メタマテリアル”[13]として利用している。すなわち、圧力を高く大気圧とすると、マイクロ波を減衰させることができ、逆に圧力を下げるとマイクロ波の位相変化を大きく取ることができる。我々は、“メタマテリアル”と呼ばれる微小構造の集合体とこのプラズマの性質を組み合わせ、可変で動的制御が可能なメタマテリアルを提案した。実際にはまだまだ遠い道のりであるが、原理的にはまさにSFの世界のように、このプラズマ・メタマテリアルにより、欲しいときに自在に“透明マント”が実現できると考えている。

#### 4. おわりに

大気圧プラズマについて、専門書的な記述を避けて、しかし実際上に重要となると思われる項目をいくつか説明した。本稿では、以下の内容について割愛している。例えば、大気圧プラズマの診断法、三体衝突効果の重要性、具体的なプラズマ源のスペックの記述などであり、これらは専門書[1-3]を参考としていただきたい。第1章でも述べたように、大気圧プラズマの研究・開発はまだまだ発展途上であり、さらに身近となり、あるいはさらに高機能性を示すようなプラズマ源となり、多くの対象に対して応用対象が広がったり、とい

った新たな展開が期待できる。

#### 謝辞

大気圧プラズマの研究をご一緒し、多くの叱咤激励をいただいていた橘邦英先生（京都大学名誉教授、現・大阪電気通信大学）と白藤立先生（現・大阪市立大学）に深謝いたします。また、伊藤陽介先生（現・京都大学）・占部継一郎博士（現・日本学術振興会博士研究員（東京大学））をはじめ、一緒に研究を行った多くの学生の皆さんに感謝申し上げます。また、折に触れて貴重なアドバイスをいただいた岡崎幸子先生（上智大学名誉教授）にも心より御礼申し上げます。

#### 参考文献

- [1] 日本学術振興会プラズマ材料化学第 153 委員会（編）；「大気圧プラズマ基礎と応用」（オーム社、2009年）。
- [2] 沖野晃俊（監修）；「大気圧プラズマの技術とプロセス開発」（シーエムシー出版、2011年）。
- [3] 橘邦英、寺嶋和夫、白藤立、石井彰三；「マイクロプラズマ基礎と応用」（オーム社、2009年）。
- [4] A. von Engel；“*Ionized Gases*”, (Clarendon, Oxford, 1965).
- [5] O. Sakai and K. Tachibana；J. Phys. Conf. Series, **86** (2007), 012015.
- [6] O. Sakai, M. Kimura, T. Shirafuji and K. Tachibana；Appl. Phys. Lett., **93** (2008), 231501.
- [7] O. Sakai, T. Morita, Y. Ueda, N. Sano and K. Tachibana；Thin Solid Films, **519** (2011), 6999.
- [8] K. Urabe, Y. Ito, O. Sakai and K. Tachibana；Jpn. J. Appl. Phys., **49** (2010), 106001.
- [9] O. Sakai, K. Tachibana, K. Tatsugawa, K. Ohishi and R. Inoue；Trans. Mat. Res. Soc. Jpn., **31** (2006), 453.

- [10] F. F. Chen and J. P. Chang ; “*Lecture Notes on Principles of Plasma Processing*”, (Plenum Pub., New York, 2003).
- [11] O. Sakai, T. Naito and K. Tachibana ; *Phys. Plasmas*, **17** (2010), 057102.
- [12] O. Sakai and K. Tachibana ; *Plasma Sources Sci. Technol.*, **21** (2012), 013001

## 国際会議報告

### 5<sup>th</sup> International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials (ISPlasma2013)

豊橋技術科学大学 若原 昭浩

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ある。今回はその5回目として、2013年1月28日から5日間にわたり名古屋大学にて開催された。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国内外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、産業界への技術移転の仕組み作りについて広く議論するとともに、最新の研究成果を発表して分野を超えて活発に情報交換を行った。

プラズマを中心としてその応用分野の窒化物半導体やナノ材料分野を1つの学会で議論できることから、数多く国際会議がある中で、プラズマを中心とする異分野交流の国際会議として認知されつつある。会議全体の参加者数は年々増加しており、今回は900名を超えた。この参加者数はプラズマ関連の国際会議としてはかなり大きな部類に入るものと考えられる。また発表件数は全体で562件であり、その内訳は、基調講演・招待講演・チュートリアル等43件、一般口頭発表43件(含レイトニュース)、ポスター発表476件であった。またそれらの内、海外からの発表は、220件であり、アジアを中心に、欧州に於いても本会議の知名度が徐々に高まりつつある。

関連する主な分野は以下の通りである。

- (1) 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
- (2) 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

- (3) 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/ナノワイヤ/ナノロッド、エネルギー応用向けナノ材料

#### (4) 産学官連携

今回、昨年度に引き続き、本会議の前日をチュートリアルに充てた。異分野の理解を深め、分野間融合による新たな価値創造を目的とし、プラズマ科学・窒化物半導体・ナノ材料の各々の分野で活躍する研究者やベテランにも有意義となるよう、基礎から最先端の動向を含んだ講義が行われた。海外からの参加者・第一線で活躍する研究者が多く聴講していたのは特徴的であった。チュートリアル講演者は以下の通りである。プラズマ科学：The University of Texas at Dallas・Overzet 教授(アメリカ)および北海道大学・佐々木教授、窒化物半導体：CRHEA-CNRS・Duboz 博士(フランス)および立命館大学/ソウル国立大学校・名西教授、ナノ材料：University of Bari・Fracassi 教授(イタリア)および名城大学・飯島教授。

初日午前、豊田講堂にて、初回からの組織委員長である名古屋大学・堀教授による先進プラズマナノ基盤技術に基づく東海広域知的クラスター創成事業の成果と展望について講演が行われた。引き続き東北大学・大野教授による特別講演 "Spintronics makes CMOS VLSI nonvolatile"、Sungkyunkwan 成均館大学・Han 教授による基調講演 "Challenge of plasma-nano technology for next generation frontier industry"、Texas Instruments Inc.・Colombo 博士による基調講演 "Graphene and h-BN at the Interface" が行われた。

午後からは、3つの会場にわかれて、プラズマ科学、窒化物半導体およびナノ材料のそれぞれのセッションで、招待講演と一般講演による最新の話題に対して専門性の高い活発な議論が繰り広げられた。パラレルセッション方式の発表は4日目まで行われ、午後の初めにポスター発表が組み込まれていた。

本会議の特徴は、分野間融合セッションである。昨年度の評価を踏まえて、分野間融合セッションとして、「カーボン先端材料」、「窒化物半導体の最先端技術」、「エネルギー革命」の3つが企画された。このうち、「窒化物半導体の最先端技術」、「エネルギー革命」は、パネルディスカッションに繋がる融合セッションとして設定され、「産学官連携」と合わせて3つのパネルディスカッションが行われた。

「カーボン先端材料」では、成均館大学・Lee教授による基調講演、「窒化物半導体の最先端技術」では、ローザンス工科大学・Grandjean教授による基調講演、「エネルギー革命」では、東京工業大学・野崎教授および Illinois Inst. of Tech.・Shaw教授による基調講演が行われ、関連の招待講演も含めて活発な議論が交わされた。

異分野融合の目玉として行われた3つのパネルディスカッションは以下の通りである。第1は、産学官連携に焦点をあてたもので、「名古屋からイノベーションを考える～グローバルイノベーション拠点形成に向けて～」をテーマに、東京工業大学・藤村教授、IMEC・De Boeck氏、同志社大学・山口教授、Automobili Lamborghini Laboratory at the Univ. of Washington・Feraboli教授による講演のあと、4氏に三菱UFJモルガンスタンレー証券・金澤氏、アーサー・D・リトルジャパン・川口氏、名古屋大学・堀教授をパネリストに加え、東京工業大学・藤村教授をモデレータとしてパネルディスカッションが行われた。一般の人にも幅広く聴講できるよう、関連する講演も含めた産学官連携セッション全体を参加費無料とするとともに、同時通訳をつけることでより深く内容を理解できるよう配慮がなされた。藤村教授により紹介されたイノベーションに至る研究の道筋、山口教授、Feraboli教授による大学の果た

すべき役割が印象的であった。この他にも、行政の役割、ジャーナリストの目、人材教育など、様々な観点からプラズマを基幹技術とした拠点のあり方について議論され、充実した討論が行われた。大学などの研究機関のほかに、企業、行政等からも多くの参加者があり、その意味で本パネルディスカッションは大変有意義であった。

第2のパネルディスカッションは「窒化物半導体の将来展望～プラズマ科学、ナノテクノロジーによるレボリューション～」である。異分野融合セッションの1つである「窒化物半導体の最先端技術」において、EPFL・Grandjean教授、CEA Grenoble・Daudin博士、東京大学・藤岡教授、富士通研究所・吉川氏、The Hong Kong Univ. of Science and Tech.・Chen教授による講演が行われ、続いて、窒化物半導体デバイスとプラズマプロセスとの関わりに焦点を当て、名古屋工業大学・小田教授をモデレータに、「窒化物半導体の将来展望～プラズマ科学、ナノテクノロジーによるレボリューション～」についてパネルディスカッションが行われた。プラズマを用いたナノ構造をはじめとする窒化物半導体の成長、プラズマの状態の把握、デバイスプロセスにおけるプラズマの影響等について詳しい議論がなされた。今回のディスカッションでは、窒化物関係者にとって極めて有意義な議論であったばかりでなく、他の分野の関係者にとっても、窒化物デバイスのプロセス技術における現状と課題が明らかになり、分野を超えた融合の第一歩となった。

最終日には、「エネルギー革命」というテーマでパネルディスカッションが行われた。前半は、東京工業大学・野崎教授、JX日鉱日石エネルギー・錦谷氏、Pandit Deendayal Petroleum Univ.・Mukhopadhyay教授、Illinois Inst. of Tech.・Shaw教授による講演が行われた。続いて、野崎教授をモデレータとし、パネリストとして大阪ガス・松本氏、名古屋工業大学・中山准教授、Lawrence Berkeley National Lab.・Walukiewicz博士の3名を迎えて討論が行われた。パネルディスカッションではモデレータの野崎教授が用意した高効率エネ



ルギー利用社会の構築に向けて、幾つかのテーマに沿って各パネリストの専門的見地からコメントを頂き、パネリスト間及び会場からの質疑応答を行った。セッションを通して活発な質疑応答・コメントが寄せられた。今回のディスカッションは、エネルギー革命を目指す高効率エネルギー利用社会の構築に向けてプラズマとナノ材料の研究開発にとって極めて有意義な議論となった。

前回に引き続き、今回もプラズマ科学、窒化物半導体ならびにナノ材料のそれぞれの分野における最優秀発表賞を選定することになり、最後に表彰式が行われた。受賞者は以下の通りである。

#### Best Presentation Award (Oral)

##### • Plasma Science

Hideaki Yamada\*, Akiyoshi Chayahara,  
Yoshiaki Mokuno, Nobuteru Tsubouchi,  
and Shin-ichi Shikata

\*AIST, Japan

##### • Nitride Semiconductors

Shiro Ozaki\*, Toshihiro Ohki, Masahito  
Kanamura, Naoya Okamoto, and  
Toshihide Kikkawa

\*Fujitsu Laboratories Ltd., Japan

##### • Nanomaterials

Bor-Jang Liaw\*, You-Syuan Jhai,  
Wei-Hsuan Kuo, Wen Wang, and  
Meng-Jiy Wang

\*Nation Taiwan University of Science  
and Technology, Taiwan

#### Best Presentation Award (Poster)

##### • Plasma Science

Tatsuru Shirafuji\*, Kenji Takahashi,  
Hideo Kambayashi, and Tetsuo Goto

\*Osaka City University, Japan

##### • Nitride Semiconductors

Yohjiro Kawai\*, Yoshio Honda, Masahito  
Yamaguchi, Hiroshi Amano, Hiroki  
Kondo, Mineo Hiramatsu, Hiroyuki  
Kano, Koji Yamakawa, Shoji Den and  
Masaru Hori

\*Nagoya University, Japan

##### • Nanomaterials

Hideaki Tsukamoto\*, Yoshiki Komiya,  
Hisashi Sato, and Yoshimi Watanabe

\*Nagoya Institute of Technology, Japan

次回の ISPlasma2014 は、名城大学において  
2014年3月2日(日)～6日(木)に開催の  
予定である。

## 国際会議報告

# 6th International Conference on Plasma Nanotechnology and Science (IC-PLANTS 2013) 報告

金沢大学 サステナブルエネルギー研究センター(RSET) 石島 達夫

第6回プラズマナノ科学技術に関する国際会議(主催: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)が、2013年2月2日(土)および3日(日)に、岐阜県にある下呂交流会館アクティブにおいて開催されました。本稿では、本国際会議の概要に関して報告させていただきます。

6回目となる本国際会議は、国内外の著名な研究者による8件の招待講演に加えて、共催団体である新学術領域・プラズマナノ界面の研究テーマより選出された特別招待セッションが企画され、計82件の発表(うちポスター59件)が行われました。参加者は、伊、仏、独、米、韓、中、泰、蘭印、日の9カ国より合計119名(外国より18名、日本101名)と多くの参加者と講演者の間で活発な議論がなされました。本会議は、「プラズマプロセスの基礎」「プラズマ技術とMEMS」「大気圧プラズマとバイオテクノロジー」「プラズマとナノ界面相互作用」をトピックスとして取り上げました。本会議の最初にd'Agostino教授(Bari大学)より低温プラズマを用いたポリマーとシリコン基板へのナノテクスチャー表面構造作成に関する特別講演を頂き、基礎的な部分から理解する機会が得られました。

プラズマの基礎・生成・制御に関し、Chabert教授(Ecole 理工科大)から高周波重畳時のシースモデルの物理、Czarnetzki教授(Ruhr大)より容量結合プラズマ中のダスト操作、村上教授(核融合科学研究所)より核融合および応用プラズマ分野における原子・分子プロセスのデータベースについて、豊田教授(名古屋大)よりマイクロサイズからメートルクラスのマイクロ波プラズマ生成について、Wu教授(Chiao Tung大)より100 MHz励起Arプラズマ、CF<sub>4</sub>ガスを用いたICP、大気圧プラズマジェットに対して平行流体モデルの適用可能性についてご講演頂きました。

プラズマ応用分野では、本会議のトピックスの一つであるMEMSに関連しAzar教授(Utah大)よりマイクロプラズマを用いた電界効果トランジスタについてご講演頂きました。また、近年注目の集まっている生体応用分野では、H.W. Lee博士(Pohang大)より癌等の医療応用に関するプラズマについて、Boonyawan教授(Chang Mai大)より生体応用に向けたプラズマ源に関してご講演頂きました。若手から白井助教(首都大)よりDC大気圧放電で金属ナノ粒子創製について、富田助教(九州大)よりイオン液体電極を用いた大気圧放電のトムソン散乱計測、津田君(京都大)よりCl<sub>2</sub>プラズマエッチング中のシリコン凹凸形成のシミュレーションと実験について講演がありました。

本会議のプログラムはホームページ(\*)にて公開していますのでご高覧頂ければ幸甚です。次回は2014年3月2日~6日に、名城大学(名古屋市)にて第6回先進プラズマ科学と窒化物およびナノ材料への応用に関する国際シンポジウム(IS-PLASMA 2014)との合同開催が予定されています。プラエレ分科会会員の皆様の参加を心よりお待ちしております。

\*<http://www.plasma.engg.nagoya-u.ac.jp/IC-2013/>



## 第12回プラズマエレクトロニクス新領域研究会 「プラズマ先端材料プロセス」 (電気学会プラズマ/パルスパワー合同研究会との共催)

首都大学東京 朽久保 文嘉

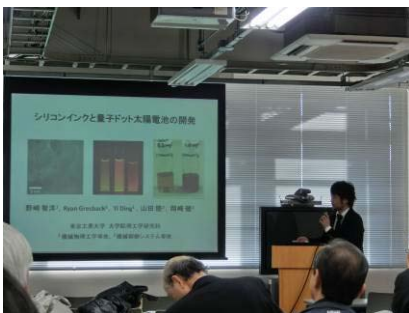
平成24年12月11日(火)の午後に、東京大学本郷キャンパスにて、第12回プラズマエレクトロニクス新領域研究会が、電気学会プラズマ/パルスパワー合同研究会(12月10-12日、電気学会プラズマ技術委員会/パルス電磁エネルギー技術委員会主催)との共催による合同セッションとして開催された。電気学会研究会への参加者に加え、新領域研究会を目的に来られた参加者もいたため、総勢70名強の参加者があり、盛況であった。また、電気学会を中心に活動されている研究者との良い交流の機会でもあった。今回の新領域研究会では「プラズマ先端材料プロセス」をテーマに、5名の講師を招き、貴重な講演をいただいた。

最初に、東工大の野崎智洋先生から「シリコンインクと量子ドット太陽電池の開発」と題し、インフライトプラズマCVDによるシリコン量子ドット(Si QDs)合成とその評価に関して講演が行われた。様々な合成条件において、 $H_2/SiCl_4$ 比を一定に保てば、Si QDsの収率は比投入エネルギー(電力÷ガス流量 $[J/cm^3]$ )に対して統一的にまとめられることが示された。このとき、比投入エネルギーが $10 J/cm^3$ 以下の領域では、比投入エネルギーの増加に伴って原料ガスの分解が進行して収

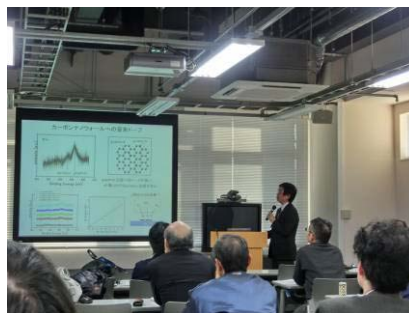
率が増加するが、 $10 J/cm^3$ 以上ではHClの増加によって結晶核の生成と成長が阻害され、反応器壁への膜形成によって収率が減少している。

東大の斉木幸一朗先生からは「プラズマCVDによるグラフェンへの窒素ドーピング」と題し、CVD法によるCu基板上へのグラフェンおよび窒素ドーピンググラフェンの成長についての講演が行われた。熱CVD法ではCu基板の触媒作用によってメタンが解離してグラフェンが形成されるのに対し、RFプラズマを用いたCVDではプラズマ中で生成される $C_2$ ラジカルがグラフェンの形成過程を支配するために低温成長が可能であるが、同時に生成されるCHラジカルが沿面成長を阻害するためにグレインサイズが20nm程度に制限されることが示された。また、窒素分子をプラズマ中に添加することで窒素ドーピングが可能であるが、熱CVDとプラズマCVDではドーピング位置が異なることも示された。ドーピング量とドーピング位置の制御が次の課題とのことである。

東大の寺嶋和夫先生からは「ガス温度制御型プラズマを用いた先端材料プロセス開発ークライオプラズマを例としてー」と題した講演が行われた。クライオプラズマ(ガス温度が室温付近(300K)



野崎先生の講演風景



斉木先生の講演風景



寺嶋先生の講演風景

からヘリウムの液化温度である 4.2 K の領域で温度を連続的に制御しながら発生させたプラズマ)では、環境温度を制御することでガス温度が制御できていること、高媒質密度が実現されるためにプラズマ密度等のパラメータも上昇すること、様々な特異な物性(気体の沸点や融点、超伝導転移、トンネル化学反応、超流動等)が内在する領域であること、プラズマの形態や発光色も温度領域によって特異的に変化することなどが示された。このような特異な性質を利用したプラズマ材料プロセスについても例示がなされた。

東大の山口由岐夫先生から「放電プラズマにおける自己組織化と応用」と題した講演が行われた。最初に、パッシェン曲線に関連して、実効電離係数 $(\alpha-\eta)/p$ を電子増殖速度とすると、これは電界強度のシグモイド型関数となるので変曲点が存在し、これがパッシェン極小に一致し、パッシェン極小の左側では空間一様なプラズマとなり、パッシェン極小の右側では空間分化した方が効率的なためにシース発生を始めとする構造(自己組織化)が現われることが述べられた。また、電子とイオンの密度連続式を適切な境界条件下で解析的に解いた式のヤコビアンから Townsend の火花条件式が導かれることが示された。最後にシリコンナノ粒子の合成に関し、液相法よりもプラズマを用いた方がサイズ制御が容易であること、表面修飾したシリコンナノ粒子による細胞染色への応用が示された。

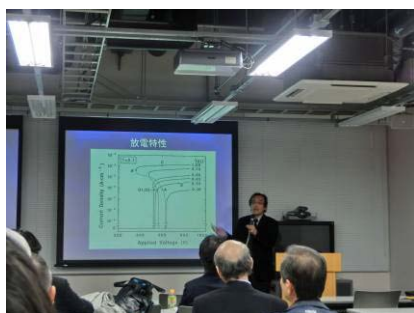
首都大の白井直機先生からは「液体電極を用いた大気圧グロー放電の特性と応用—発光の自己組

織化と金属ナノ粒子生成—」と題した講演が行われた。液体電極放電、特に液体を陽極とした場合に陽極面上に現れる放電発光の自己組織化に酸素ガスが影響することから、負イオンの関与について考察が行われた。また、硝酸銀溶液や塩化金酸溶液を用いた液体電極放電において銀ナノ粒子や金ナノ粒子が生成されることを確認し、粒子生成と制御には液体の種類や濃度、界面活性剤の添加、放電の極性が重要であることが示された。また、硝酸銀・塩化金酸混合溶液を用いた場合、Au コア/Ag シェルのナノ粒子が生成されることも示された。

研究会終了後には、東大弥生キャンパス内のレストランアブルボアにて懇親会が行われた。洒落た雰囲気のレストランで、ドリンク、料理ともに美味であった。

今回、研究会の参加者へのアンケートを取り忘れたことは反省点である。両学会からの参加者がどのような感想を持ったかは、今後の研究会の形態を考える上で重要であった。しかし、懇親会中にも面白い研究会であったといった感想も聞かれ、概ね、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催に快諾くださった電気学会プラズマ技術委員会委員長の東工大・赤塚洋先生、パルス電磁エネルギー技術委員会委員長の東工大・堀田栄喜先生、プラズマ技術委員会側から合同セッションを担当くださった産総研・金載浩氏、講演会場や懇親会を準備・運営くださった東大・井通暁先生に深く感謝いたします。



山口先生の講演風景



白井先生の講演風景



懇親会

## 国内会議報告

# 第4回プラズマ医療・健康産業シンポジウム、第13回(公社)応用物理学会・プラズマエレクトロニクス分科会・新領域研究会、文部科学省・新学術領域研究「プラズマ医療科学の創成」東京拠点会議 合同開催

## 産業技術総合研究所 エネルギー技術研究部門 先進プラズマ技術グループ 榊田 創 (担当幹事)

2012年12月21日(金)午後13時より、産業技術総合研究所・臨海副都心センターにおいて、第13回(公社)応用物理学会・プラズマエレクトロニクス分科会・新領域研究会が開催された。本会議は、第4回プラズマ医療・健康産業シンポジウム、及び文部科学省・新学術領域研究「プラズマ医療科学の創成」東京拠点会議との合同開催という形式にて実施された [1]。主催は、プラズマ医療・健康産業フォーラム、独立行政法人産業技術総合研究所、(公社)応用物理学会・プラズマエレクトロニクス分科会であり、国立大学法人大阪大学、国立大学法人名古屋大学、(社)プラズマ・核融合学会、(社)電気学会、及びバイオテクノロジー開発技術研究組合からは、それぞれ協賛を得た。参加者は約100名程度であり、定員を越える結果となった。主には企業関係者の方々が多かったが、大学、医療機関、公的機関、学生などの幅広い領域から参加を頂くことができた。

開催の趣旨(開催ポスターに掲載)は次の通りとなっている。

「今後の医療機器産業の競争力強化には、半導体等の超微細加工技術や、安価で信頼性の高い大量生産技術を、医用部材加工や診断・治療機器生産の共通基盤技術として展開するとともに、使い

捨て消費を原則とする医療活動を環境にも配慮した形態への変換が必要であろうと考えられる。そこで我々は、大学、医療機関、製造メーカー、政府機関の有志が集まる場としてプラズマ医療・健康産業フォーラムを立ち上げ、環境調和型医療の実現に向けた研究開発体制の構築を進めてきている。前回の第3回プラズマ医療・健康産業シンポジウムでは、医療機器開発の動向と医工連携の状況を明確化し、今後の課題と方向性を議論した。更に、検査・診断技術の現状を通して、日本が優位性を保持してきた技術の更なる可能性を議論した。このたび開催した第4回シンポジウム、及び新領域研究会では、日本の医療機器産業政策、国際標準化政策に関する事業紹介のほか、日本の医療機器開発の動向と実用化戦略、及び米国における実用化事例を紹介いただく予定である。これらをたたき台に、医工連携研究開発のプラットフォームや、具体的な医療イノベーションとその戦略のあり方を議論し、プラズマ医療・健康産業フォーラムとして、関連のメッセージを社会へ発信できれば幸いに思う。中でも今回は、低侵襲治療推進に向けた技術開発への期待と、プラズマ医療の科学的な側面について、各界の専門家と今後の可能性をより深く議論できればと考えている。」

当日の講演プログラムは次の通りである。

- ・「開催にあたって」  
プラズマ医療・健康産業フォーラム 事務局
- 司会 産総研 研究チーム長 池原譲
- ・「経済産業省の医療機器産業政策について」  
経済産業省商務情報政策局ヘルスケア産業課医療・福祉機器産業室 室長 覚道崇文
- ・「イノベーションを求め続けて60年」  
SRI インターナショナル日本支社・ライフサイエンス部門 部長 染原俊朗
- 司会 大阪大学 教授 浜口智志
- ・「事業戦略と国際標準化」  
経済産業省産業技術環境局環境生活標準化推進室 室長 坂元耕三
- ・「医療イノベーション実現のための糖鎖およびバイオイメージング技術の研究開発」  
産業技術総合研究所・糖鎖医工学研究センター研究チーム長 池原譲
- ・「医療用途のプラズマ装置に関わる国際標準化活動」  
産業技術総合研究所・エネルギー技術研究部門研究グループ長 榊田 創
- 司会 産総研 研究グループ長 榊田創
- ・「半導体技術者から見たプラズマの医療応用」  
東京エレクトロン株式会社コーポレート開発部門 フェロー 有門経敏
- ・「プラズマ医療科学の推進」  
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長 教授 堀勝
- ・「閉会挨拶」  
東京大学大学院新領域創成科学研究科 教授 寺嶋和夫（プラズマエレクトロニクス分科会幹事長）

以上の様に、医療機器開発に関する国内政策動向、及び日本の産業発展のために国際標準化が必要である旨の講演を経済省の覚道室長、坂元室長からそれぞれ頂いた。また、イノベーションは如何にして起こすのかについて、実例を交えて SRI インターナショナル日本支社の染原部長からご講演頂いた。更には、プラズマ医療の展望に関して、東京エレクトロン株式会社の有角フェロー、及び名古屋大学の堀教授からご講演を頂いた。プラズマ技術などを活用した医療イノベーション、及び医療用途のプラズマ装置等に関する国際標準化活動について産総研の池原医師、榊田からそれぞれ報告がなされた。会場からも多くの多様な質問がなされ活発な議論が行われた。最後にプラズマエレクトロニクス分科会の寺嶋幹事長の方より総括を頂き、成功裏のうちに終了をすることができた。第 5 回プラズマ医療・健康産業シンポジウムは、引き続き来年度も開催されることがアナウンスされた。

本研究会の開催にあたり、ご参加、ご協力を頂きました方々に、この場をお借り致しまして深く御礼申し上げます。

#### 参考文献

- [1] 第 4 回プラズマ医療・健康産業シンポジウム、第13 回( 公社) 応用物理学会・プラズマエレクトロニクス分科会・新領域研究会、文部科学省・新学術領域研究「プラズマ医療科学の創成」東京拠点会議 合同開催 講演集 (2012. 1)

## 国内会議報告

# 第30回プラズマプロセッシング研究会 (SPP-30)

静岡大学 永津 雅章

去る2013年1月21日(月)～1月23日(水)の3日間にわたって、第30回プラズマプロセッシング研究会(30<sup>th</sup> Symposium on Plasma Processing, SPP-30)が浜松市のアクトシティ浜松・研修交流センターにおいて開催されました。浜松での開催は、ちょうど15年前の平成10年1月21日～23日に、静岡大学が担当して開催したSPP-15以来の2回目の開催となります。本シンポジウムは、これまでプラズマ科学シンポジウム(PSS)や反応性プラズマに関する国際会議(ICRP)等との合同会議として開催されることが多く、今回は3年前に横浜で行われたSPP-27以来の単独研究会として開催されました。さらに30回目という節目の開催でもあったため、実行委員会として非常に重い責任を感じつつ準備を進めてきました。参加申込数も、申し込み締め切り日までに当初見込みを下回っていましたので、今回も締め切り延長の対応をするなど、ハラハラした思いで開催当日を迎えました。幸いにも、当日の参加申込者数が比較的多く、結果としては、総参加者数217名、講演総数158件(特別講演2件、指定テーマ講演2件、一般口頭発表講演56件、ポスター発表98件)であり、SPP単独開催としてはまずまずの結果となりました。会議開催期間が、学期末の授業期間でもあり、大学によっては大学院修士論文発表会の時期と重なるなど、大学関係者や学生参加者数が心配されましたが、上記のような200名を超える参加者数で、学生参加者数も116名あり、本研究会開催の目的の一つである若手研究者育成の面でも役割を果たしたのではないかと考えています。また、会場に程近い浜松クラウンパレスホテルで初日夜に行われた懇親会にも、

70名以上の参加をいただき、盛会にて無事終了することができました。開催準備にあたり、参加者の勧誘や広告の募集に多大なるご尽力を頂きましたプラズマエレクトロニクス分科会幹事会の寺嶋幹事長初め、幹事会の関係者の皆様にこの紙面を借りて、お礼を申し上げます。

今回のシンポジウムでは、プラズマプロセスに関わる基礎的研究は勿論のこと、次世代のプラズマ応用分野であるナノテクノロジー分野(ナノ粒子、ナノ構造物質、ナノ加工)、バイオテクノロジー分野、環境応用分野もスコープに加え、総合的な議論ができるように企画しました。また、次世代を担う大学院生等の人材育成の観点より、第一線で活躍される著名な研究者をお招きして、「特別講演」と「指定テーマ講演」をそれぞれ2件開催しました。初日に「プラズマ技術の課題と将来展望」と題して長崎大学の藤山寛先生、2日目には「低温プラズマバイオプロセッシングの応用と影響評価」と題して豊橋技術科学大学の水野彰先生に御講演をいただきました。さらに、指定テーマ講演では、「プラズマ医療科学の創成とその展望」と題して名古屋大学の堀勝先生、そして最終日には、浜松地域の特徴である光・電子技術に関する企業からの話題提供として、「光技術による未知未踏への挑戦」と題して浜松ホトニクス・中央研究所長の原勉先生に御講演をいただきました。いずれの先生方からも、今後のプラズマプロセッシングの基礎と応用に関する多くの示唆に富んだ有意義なご講演をいただきました。特に大学院学生や若手研究者・技術者に対して、研究意欲を鼓舞するに十分な、非常にタイムリーなテーマでの印

象深いご講演を頂きました。

一般講演では、申し込み希望トピックスのバランスを考慮して、発表セッション分野の括りを以下の10テーマのセッションに分けて、プログラムを編成しました。

(1)プラズマの発生と制御、(2)プロセッシングプラズマの診断・計測・モニタリング、(3)プラズマによるエッチング、(4)プラズマによる薄膜形成、(5)プラズマによる表面改質、(6)ナノテクノロジー、(7)大気圧・マイクロプラズマの基礎と応用、(8)液相及び気液界面プラズマの基礎と応用、(9)エネルギー環境応用、(10)プラズマ医療・バイオ応用。

なかでも、ライフイノベーション分野で今後の展開が注目される「プラズマ医療・バイオ応用」での発表件数が多く、3つのセッションに分けて口頭発表が行われました。また、「大気圧・マイクロプラズマの基礎と応用」、「液相及び気液界面プラズマの基礎と応用」および「エネルギー環境応用」などのセッションにおいても、新たな学際領域の創成にチャレンジする多くの研究発表が行われ、プラズマエレクトロニクス分野の新たな息吹とさらなる展開を予感させるレベルの高い講演内容であったと思います。

多くの参加者が、会場狭しと口頭発表会場やポスターセッション会場で、熱く質疑応答を交わす場面が見られ（右図写真）、大学院生や若手研究者の育成の場として十分な役割を果たしたものと思います。昨今の社会情勢を反映してか、年々企業からの参加者数の減少の感が否めませんが、今後、企業からも多くの参加者が集えるような研究テーマ・分野の構築が是非望まれるところです。

今回のシンポジウム開催にあたり、静岡大学、(財)浜松電子工学奨励会、スズキ財団より開催助成の支援をいただき、さらにテクニカル・アブストラクト集の企業広告として、(株)日立ハイテクノロジーズ、テルモセラ・ジャパン(株)、

アステック(株)、浜松ホトニクス(株)、(株)ニッシン、(株)サムウエイ、耐圧硝子工業(株)、ペガサスソフトウェア(株)の各社にご協力を頂きました。ご支援を頂いた静岡大学、財団・企業各社の皆様に改めまして厚く御礼申し上げます。

最後に、本シンポジウムの企画立案から広報、講演・参加募集、プログラム作成、広告募集、さらには当日の運営に携わっていただいた現地実行委員の先生方、プラズマエレクトロニクス分科会SPP担当幹事の先生方、準備期間から何かとご支援いただきました応用物理学会PE分科会事務局の上村様、ならびに静岡大学の学生アルバイト諸氏の献身的なご尽力に、現地実行委員会を代表して深く感謝を申し上げ、SPP-30の会議報告とさせていただきます。



口頭発表講演会場での様子



ポスターセッション会場での様子



## 国内会議報告

### 第27回光源物性とその応用研究会報告

岩手大学 向川 政治、室蘭工業大学 佐藤 孝紀

第27回光源物性とその応用研究会は、平成25年3月15日(金)午後、社団法人照明学会 光源・照明システム分科会及び公益社団法人 応用物理学会 プラズマエレクトロニクス分科会の主催、社団法人照明学会 光放射応用分科会、社団法人照明学会計測・標準分科会、および千葉工業大学先端放電プラズマ研究センターの共催で開催された。開催場所は昨年を引き続き千葉工業大学津田沼キャンパス 新1号館2階会議室であった。発表件数は6件であり、水上コロナ放電中のラジカル計測、大気圧非平衡プラズマの診断、大規模照明の放射パワーの数値計算、MgO薄膜の放電特性、誘電体の二次電子放出係数に関する実験と数値計算など、バラエティーに富んだ発表内容であった。

1 $\mu$ s方形波電圧によって生成されたN<sub>2</sub>/He大気圧非平衡プラズマの診断に関する報告では、1ms方形波パルスの場合に比べてN<sub>2</sub>の電子衝突励起レートが高くガス温度が低い放電プラズマが実現されていることが報告された。

演色性向上のためのスカンジウム蒸気を混入させた器壁安定化アルゴンアークの放射パワーに関する報告では、仮想アーク温度体積モデルに基づいた数値計算を行い、電流一定の下ではAr100%の場合に比べてSc混入時に低温領域が増大することが報告された。

Ar/N<sub>2</sub>スパッタガスで作製したMgO薄膜の放電特性に関する報告では、N<sub>2</sub>7%の少量添加によって(200)配向面に起因するX線回折強度が増加し、 $\gamma$ 値が約30%増加することが報告された。

誘電体電極の二次電離係数に関する報告では、アルミナを電極とする誘電体バリア放電において放電開始電圧が非常に低い値になる等、アルミナを用いる場合の特殊性について報告された。

DBDの二次電子放出係数に関する報告では、イオン衝突による二次電子放出が支配的な放電の数値計算を行い、二次電離係数 $\gamma'$ は実験と同様に換算電界とともに減少することが報告された。

今回の研究会実施に当って、会場提供・準備等で多大なるご協力をいただいた千葉工業大学の伊藤晴雄先生、鈴木進先生と同研究室の学生諸氏、照明学会 光源・照明システム分科会 明石治朗先生に謹んで御礼申し上げたい。

#### 第27回光源物性とその応用研究会 プログラム

LS-12-04・PE-12-01・AR-12-06・OM-12-04 :

in-situ赤外吸収分光法を用いた水上コロナ放電中のラジカル計測

佐藤 孝紀、伊東 靖弘、伊藤 秀範  
(室蘭工業大学)

LS-12-05・PE-12-02・AR-12-07・OM-12-05 :

発光分光法による1 $\mu$ s方形波電圧N<sub>2</sub>/He大気圧非平衡プラズマの診断

中野 俊樹、白井 博之、北嶋 武 (防衛大学校)

LS-12-06・PE-12-03・AR-12-08・OM-12-06 :

スカンジウム蒸気が混入した器壁安定化アルゴンアークの放射パワー

光安 枝里子、岩尾徹、湯本 雅恵 (東京都市大学)

田代 真一、田中 学 (大阪大学)

LS-12-07・PE-12-04・AR-12-09・OM-12-07 :

Ar/N<sub>2</sub>スパッタガスで作製したMgO薄膜の放電特性の検討

中山 玄、三栖 貴行、村上 雅彦、後藤 みき 荒井

俊彦 (神奈川工科大)

LS-12-08・PE-12-05・AR-12-10・OM-12-08 :

誘電体電極の二次電離係数

鈴木 進、伊藤 晴雄 (千葉工業大学)

寺西 研二、下村 直行 (徳島大学)

LS-12-09・PE-12-06・AR-12-11・OM-12-09 :

ArDBDの二次電子放出係数と二次電離係数との関係

吉永 智一、明石 治朗 (防衛大学校)

## 国内会議報告

# 2013 年第 60 回応用物理学会春季学術講演会 チュートリアル講演報告

株式会社東芝 市川 尚志

応用物理学会では「チュートリアル講演」として、最新のトピックスに繋がる基礎的内容の講義を実施している。神奈川工科大学で行われた春の応用物理学会では、プラズマエレクトロニクス分科会企画として講演会初日となる 2013 年 3 月 27 日に、ソニー（株）の辰巳哲也氏をお迎えし、「プラズマの基礎とその微細加工技術への応用」というタイトルでご講演いただいた。

内容は、微細加工の具体的な応用先となる半導体デバイスの説明から、プラズマやドライエッチング現象の基礎、そして応用となる微細加工のための反応制御方法に至るまで、多岐にわたるものであった。エッチングプロセスを学び始めたばかりの若手だけでなく、日常業務でエッチング関連の仕事に関わる筆者のようなプロセス技術者にとっても興味深い最先端の内容もあり、70 人を超える参加者を集める大盛況のチュートリアル講演となった。

講演では、写真 4 のような比喩表現を用いた現象説明や、聴講者を指名して練習問題を解かせるなど、聴衆を飽きさせない工夫が素晴らしく、慶應義塾大学客員教授を兼任されたご経験もある、辰巳氏らしい幅広い経験に裏打ちされた講義であった。また、辰巳氏の「エッチング装置の自動化により、企業の若手研究者はプラズマを「診る」、「理解する」機会が減っている」というメッセージが印象的であった。

最後に、素晴らしいご講演を頂いた辰巳氏、並びに会場にお越しいただいた方々に、深く御礼申し上げます。



写真 1：講師の辰巳氏



写真 2：（左）司会をする大阪大学の北野

写真 3：（右）熱心に講演に耳を傾ける聴衆



写真 4：コップの水に喩えて現象を解説。

## 国内会議報告

# 2013 年第 60 回応用物理学会春季学術講演会 第 10 回分科内招待講演報告

大阪大学 北野 勝久

プラズマエレクトロニクス分科会では、2008 年秋より分科会内招待講演を企画・実施しており、これまでに多くの著名な先生方から講演をしていただきてまいりました（詳細は分科会ホームページ [http://annex.jsap.or.jp/plasma/PE\\_files/gakkai/aikikaku.html](http://annex.jsap.or.jp/plasma/PE_files/gakkai/aikikaku.html)）。今回、2013 年春季第 60 回応用物理学関係連合講演会にて、第 10 回分科内招待講演を開催しましたので報告させていただきます。

学会二日目の、3月28日（木）11:00～12:00にて、河合良信先生（九州大学名誉教授）より「大面積プラズマ生成」、小田哲治先生（東京大学教授）より「大気圧プラズマの環境改善技術への応用」と題しまして、御講演を頂きました。

河合先生は、冒頭に「8年前に退官したのでパフォーマンスが出ないかもしれない」とおっしゃられておりましたが、エネルギーに富む御講演でした。核融合プラズマで学んだ波動伝搬などに関するプラズマ物理の知識をベースに、プラズマ応用の研究を始められ、Lisitano コイルを用いた ECR プラズマによる大面積均一プラズマの生成などの研究を行われた。また、シリコン薄膜太陽電池大型化のための、VHF プラズマ源を用いた大面積プラズマに生成に関するお話を聞いた。プロセスに必要なプラズマを波動伝搬等から考えて生成した上で、応用展開をされており、まさにアカデミアな研究を行っておられたのがよくわかり、その上、理論のみならず実験技術も卓越されておられたと深く感銘を受けました。

小田先生は、40 年前も前の学生時代に III-V 族半導体のプラズマ酸化に関する研究をなさってお

られ、CVD でたまたま失敗したら綺麗な酸化膜が得られたとおっしゃっておられていたが、慧眼を持たなければそのような業績はなしえなかったはずである。その後は、誘電体バリア放電などを用いた環境改善に関する研究を進められ、フロンの分解処理の連続処理を世界で初めて行うなど、大気圧プラズマを用いた数多くの研究を、反応素過程から行った歴史のある貴重なお話を聞いた。

印象に残った点として、両先生ともに単に応用のトップデータを出すのではなく、基礎からきちんとやられたからこそ世界の最前線で研究が続けられた事である。

最後に、御講演いただきました河合先生、小田先生、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。



図 1 講演をされる河合先生。



図 2 講演をされる小田先生。

## 国内会議報告

# 2013 年第 60 回応用物理学会春季学術講演会 海外研究者招待講演報告

産業技術総合研究所 金 載浩

本学会二日目の午後にプラズマエレクトロニクス分科会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を受けて行われるもので、分科会として第 4 回目の企画です。今回はプラズマナノテクノロジーについて、“Atmospheric-pressure, microscale plasmas: A novel tool for nanomaterials synthesis and study”というタイトルで Prof. Mohan Sankaran (Case Western Reserve University)からご講演を頂きました。下記に講演の内容を簡単にまとめます。

大気圧マイクロプラズマを用いてナノ粒子を合成するには二つの方法、① Gas-phase nucleation、②Plasma electrochemistry があり、前者に関して vapor precursor を Ar マイクロプラズマに供給することによるナノ粒子の連続的な合成法(*Appl. Phys. Lett.* **91**, 121503 (2007), *Adv. Mater.* **20**, 4857 (2008))、後者に関してプラズマジェットを電極とし、プラズマ・液体相互作用によりナノ粒子を合成する電気化学法(*Appl. Phys. Lett.* **93**, 131501 (2008))をご紹介頂きました。

また、マイクロプラズマを用いて金属ナノ粒子を合成し、それを触媒として合成した単層カーボンナノチューブ(SWCNT) (*J. Phys. Chem. C* **112**, 17920 (2008), *Nat. Mater.* **8**, 882 (2009))と、その SWCNT を用いて製作した FET (*ACS Nano* **3**, 4023 (2009))についてもご紹介頂きました。最後に、マイクロプラズマを用いたパターンニング技術についてもお話頂きました。

ご多忙の中、快く講演を引き受けて下さいました Prof. Sankaran、講演の担当幹事の野崎智洋氏、講演会場にお越し下さった皆様には、この場を借りて深く御礼申し上げます。



講演中の Prof. Sankaran



会場の様子

## 国内会議報告

# 2013 年第 60 回応用物理学会春季学術講演会 シンポジウム「ナノ界面プラズマの科学と応用展開」報告

名古屋大学 豊田 浩孝

プラズマエレクトロニクス分科会企画として標記のシンポジウムが3月28日に神奈川工科大学において開催された。本シンポジウムは新学術領域研究「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」（領域代表者 九州大学 白谷正治教授）に関連したシンポジウムであり、講演会場には多数の聴講者が集まり、質疑応答も活発であった。

最初に、領域代表者の九州大学白谷氏からプラズマナノ関係の研究の20年の動向と本研究分野の重要性についての解説をおこなうとともに、プラズマ中の微粒子が固体表面としてプラズマに大きな影響を与える重要性について報告がなされた。また、九州大学古閑氏より振幅変調放電により、電界を用いて微粒子を制御する研究について報告がなされた。さらに、首都大学東京白井氏より、ナノ界面のひとつとして液体-プラズマ界面に着目し、プラズマによるナノ粒子形成について報告があった。

次に、ナノ界面における物理化学現象の一例として、日産自動車の眞塩氏より固体高分子型燃料電池の電気化学反応における三相(気相、電解質、触媒)界面に着目した研究について報告があり、触媒となる白金に対して電解質が被覆している割合が酸素還元活性に大きく影響を与えることが示された。また、自己組織的に形成されたナノ構造を活用し光エネルギー変換材料へ応用する試みとして、九州大学の伊田氏より  $\text{Ca}_2\text{Nb}_3\text{O}_{10}$  や  $\text{Ca}_2\text{Ta}_3\text{O}_{10}$  ナノシートに Rh や N をドーピングすることにより、励起キャリアと水を効率的に反応させて、水から水



素を生成する研究について報告があった。

また、微細加工により形成したナノ流路(拡張ナノ空間)の特異性を利用したレアアース分離について東工大 塚原氏より報告があった。ナノ~1ミクロン以下のナノ流路においては、ナノサイズに特有な現象が発現し、イオン分離などが可能になることを報告していた。通常の空間においては発現しないような相互作用(力)がナノ空間において存在することを巧妙に利用した興味深い研究である。最後に東京大学の寺嶋氏より、超臨界状態において存在するナノスケールの密度揺らぎについて着目した研究について報告があり、この揺らぎを活用することによる新しい材料合成について報告がなされた。

さまざまな組み合わせの界面が我々の周りには存在しているが、この界面における物理化学現象については未知な点が多く、逆にいえば従来のサイズでは考えられないような新しい現象や応用が見いだされる“宝の領域”ともいえる。今後もさらなる発展が期待される。

## 行事案内

### 第35回ドライプロセス国際シンポジウム(略称: DPS 2013)

35th International Symposium on Dry Process (DPS 2013)

(株)日立ハイテクノロジーズ 根岸 伸幸

高度情報化社会を担うマイクロエレクトロニクス技術の高度化が進むなかで、ドライプロセスの役割はますます大きくなっている。ドライプロセスにおける様々な物理的・化学的現象の解明は、今後のマイクロエレクトロニクス、マイクロマシンやナノテクノロジー分野を中心とした電気・電子、半導体工学のみならず、医療やバイオを含めた先端技術産業の発展と新たな応用の開拓に大きく寄与すると期待される。

本ドライプロセスシンポジウム(DPS)は、ドライプロセスの基礎から応用に携わる世界の研究者・技術者が一堂に会して、最新の研究成果を基に、深い議論と多角的な意見交換をするユニークな会議であり、35年の長き亘りドライプロセス技術および関連技術分野の発展と若手研究者の育成に貢献してきた。今回は場所を韓国に移し、Asian-European International Conference on Plasma Surface Engineering (AEPSE:2013年8月25日-30日)開催に並行して同じ会場で、2013年8月29日と30日の2日間の日程で開催する。初日午後には、グラフェン等カーボン材料のデバイス応用およびそのプロセスに関して、AEPSEとのジョイントセッションを計画している。

詳細は以下のURLをご覧ください。

URL: <http://www.dry-process.org/2013>

【主催】 応用物理学会

【協賛】 電子情報通信学会, 電気化学会, 韓国表面工学会, 韓国真空協会ほか

#### 【開催期間】

2013年8月29日(木)~30日(金)

#### 【開催場所】

韓国 済州島 Ramada Plaza Jeju Hotel  
〒690-032 韓国 済州道済州市三徒2洞 1255  
TEL: +82-64-729-8220

#### 【一般セッション招待講演】

Dongchan Kim (Samsung),

(Tentative) “Dry Etching Challenges and Opportunities for Future Semiconductor Developments”

Hyungjun Kim (Yonsei Univ.),

“The Characteristics of Plasma Enhanced Atomic Layer Deposition and Applications to Nanoscale Device Fabrication”

Tsuyoshi Moriya (Tokyo Electron),

“Preventive Methods on Plasma Chamber Corrosions by Earthquake -Based from our Valuable Experience-”

Eddy Kunnen (IMEC)

“Dry Etch Challenges in EUV-based SRAM Patterning beyond 20 nm”

#### 【トピックス・スコープ】

一般講演分野:

- ・ドライエッチング技術
- ・プラズマプロセスを用いた製造サイエンス

- ・表面反応およびプラズマ誘起ダメージ
- ・プラズマおよび表面のモニタリングと診断技術
- ・モデリングとシミュレーション
- ・プラズマ生成技術
- ・製膜 (PVD/CVD/ALD) 技術
- ・3次元デバイス、フラットパネルディスプレイ、太陽電池へのプラズマ応用
- ・新デバイス材料 (メモリ、パワー、ロジックデバイス) へのプラズマ応用
- ・医療、薬理作用、マイクロメカニカルエレクトロシステム (MEMS)、ナノ科学
- ・大気圧、液体プラズマプロセス
- ・新規のプラズマ応用技術

アレンジセッション：

- ・Advanced Process Technology for Patterning beyond 20 nm Node Era
- ・Plasma Process for Emerging Non-Volatile Memory Devices

ジョイントセッション：

- ・Plasma Based Processes for Graphene and Carbon Materials toward Device Application

#### 【会議使用言語】

英語

#### 【会議関連スケジュール】

講演申込締切済	2013年5月13日
講演採択通知	2013年6月初旬
事前参加申込締切	2013年6月30日
JJAP 特集号投稿締切	2013年8月29日

#### 【JJAP 特集号に関して】

DPS 2013 において発表される論文は、Japanese Journal of Applied Physics (JJAP) の DPS 2013 特集号に投稿することができます。研究成果をより広く周知していただくためにも、Full Paper として特集号に投稿されることをお

勧めします。2013年8月29日までに JJAP の Website (<http://jjap.jsap.jp/special/>) から投稿してください。特集号の特別編集委員会により通常の JJAP 審査手順を経て掲載を判断します。また、投稿に際しては、JJAP の更なる充実 (インパクトファクター向上等) のためにも、過去に発刊された JJAP 特集号の論文を積極的に参照下さい。

#### 【参加費】

主催協賛学会会員 30,000(35,000)円

非会員 35,000(40,000)円

学生 8,000(10,000)円

(カッコ内は、2013年7月1日以降)

※プロシーディングス代含む、

懇親会費は含まない

#### 【懇親会】

日時：2013年8月29日 18時30分～

開催場所：Ramada Plaza Jeju Hotel, ROOM:E

#### 【関連委員】

【組織委員長】：藤原 伸夫 (三菱電機)

【実行委員長】：豊田 浩孝 (名古屋大学)

【論文委員長】：根岸 伸幸 (日立ハイテク)

【出版委員長】：酒井 道 (京都大学)

#### 【問合せ先】

DPS 2013 事務局 豊田 浩孝

〒464-8603 愛知県名古屋市千種区不老町

名古屋大学大学院工学研究科

電子情報システム専攻

TEL 052(789)4698/ FAX 052(789)3150

E-Mail: dps2013@plasma.engg.nagoya-u.ac.jp

## 行事案内

# 2013 MRS-JSAP Symposium 0 Plasma Processing and Diagnostics for Life Sciences

口頭講演 (room M3) 2013年9月16日(月) 9:00-18:00

2013年9月16日(月) 9:00-12:00

ポスター講演 2013年9月17日(金) 16:00-18:00

同志社大学 京田辺キャンパス (京都府京田辺市)

[https://www.gakkai-web.net/gakkai/jsap/jsap\\_mrs/hp/index.html](https://www.gakkai-web.net/gakkai/jsap/jsap_mrs/hp/index.html)

東京大学大学院 新領域創成科学研究科 寺嶋 和夫  
九州大学大学院 システム情報科学研究院 白谷 正治

2012年4月9日-13日にサンフランシスコで、応用物理学会と MRS の共催シンポジウム Plasma Processing and Diagnostics for Life Sciences を開催いたしました。同様の共催シンポジウムを 2013 年の応用物理学会秋季講演会会期中に同一会場で開催予定です。ライフサイエンスへのプラズマ応用は、学際領域として注目を浴びており、研究者数・論文数が急増している新しい学術領域です。日本だけでなく、米国、欧州、韓国、中国、オーストラリア等で盛んに研究されており、海外ではライフサイエンスへのプラズマ応用に特化した研究センターも設立されております。また、国内では平成 24 年度から 5 年間の予定で名古屋大学の堀先生を領域代表者とする新学術領域『プラズマ医療科学の創成』が推進されつつあります。このように、極めて早いペースで研究が進展している中で、本シンポジウムに参加いただければ、世界の最先端の研究潮流を一望することにより、御自身の今後の研究展開に役立つ知見が得られると期待されます。多くの方に参加していただけますと幸いです。

本シンポジウムを成功させ、2014年2月4日(火)-7日(金)に福岡国際会議場で開催する ICRP8 (<http://plasma.ed.kyushu-u.ac.jp/~icrp-8/> 組

織委員長: 白谷:九州大学) や 2014年5月19日(月)-23日(金)に奈良県新公会堂で開催する Plasma Medicine (<http://icpm5.plasmabio.com/> 組織委員長: 浜口先生:大阪大学) の盛会に繋げることが出来れば幸甚です。

下記の頁に記載されているように、この MRS-JSAP Symposium の登録料には、通常の秋の学術講演会の登録料も含まれていますので2重払いにならないようご注意ください。

[https://www.gakkai-web.net/gakkai/jsap/jsap\\_mrs/hp/html/Registration.html](https://www.gakkai-web.net/gakkai/jsap/jsap_mrs/hp/html/Registration.html)

招待講演者は下記の通りです

1. Prof. Jae Koo Lee (Pohang University of Science and Technology, Korea), "Microwave and Low-Frequency Plasmas for Biomedical Applications: Experiments and Modelings"
2. Dr. Hiroaki Kajiyama (Nagoya University Graduate School of Medicine, Japan), "Perspective of strategic plasma therapy for prognostic improvement of patients with ovarian cancer"
3. Prof. Takamichi Hirata (Tokyo City University, Japan), "Disease Treatments



Specializing in the Regenerative Medicine Using Biomedical Plasma Techniques”

4. Prof. Svetlana Ermolaeva (Gamaleya Institute of Epidemiology and Microbiology, Russia), “Effects of nonthermal plasmas on membrane-bound and <br>intracellular parasites: biological mechanisms and feasible<br>applications”

5. Prof. Nobuya Hayashi (Kyushu University, Japan), “Antioxidative Activity of Plant and Regulation of Plant Growth Induced by Oxygen Radicals”

6. Prof. Satoshi Hamaguchi (Osaka University, Japan), “Generation of ROS/RNS in liquid exposed to an atmospheric-pressure plasma”

7. Prof. Eun Choi (Kwangwoon University, Korea), “Generation mechanism of reactive oxygen species and its influence on the differential death of human lung cancer cell (H460) in the biosolutions during nonthermal bioplasma bombardment onto the solution”

8. Dr. Eric Robert (GREMI, University of Orléans/CNRS, France), “Physics and applications of the Plasma Gun: a user-friendly tool for atmospheric-pressure room-temperature plasma delivery including endoscopic potentialities”

9. Prof. Thomas von Woedtke (Leibniz Institute for Plasma Science and Technology, Germany), “Plasma sources for plasma medicine: <br>basic requirements for physical and biological characterization”

10. Prof. Pietro Favia (University of Bari, Italy), “Plasma Processing of Scaffolds and Living Cells<br>for Biomedical Applications”

## 行事案内

# 2013 年第 74 回応用物理学会秋季学術講演会

## 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

2011 年 11 月 2 日、「応用物理学会講演会における改革」が講演会企画運営委員会から提案され、English Session やチュートリアル講演の導入が推進されています。また、発表者には「口頭講演」「ポスター講演」「どちらでも良い」から希望をとり、プログラム編集委員が講演会場とポスター会場の制約に合わせてその割付けを行うことがはじまりました。基準はそれぞれのプログラム編集委員に一任されており、講演を申し込んだ大分類によって、割付け方法が異なることを暗に示しています。幸い、第 8 分類に関しては、講演者の希望がほぼ 100% 満たされているようです。海外学会との Joint Symposium など講演会企画が増えるにつれ、慢性的な講演会場の不足などの問題から、今後ポスター発表の件数が増えることが予想されます。すなわち、講演奨励賞の選考対象となる口頭発表の件数が減少する可能性があり、これを反映してか、2013 年春から Poster Award が表彰されることになりました。2013 年春の講演会では、第 8 分類から何件の Poster Award が表彰されるのでしょうか。皆様には、是非とも、注意してご覧いただきたいと思います。

このように、応用物理学会講演会の運営が急速に多様化しており、これに伴って分科会が企画するイベントも少なからず影響を受け、一部は大きく様変わりしています。展示会や一般シンポジウムも多数企画されており、聴きたい講演を逃すことなく、講演会を楽しんでおられるでしょうか。

このような現状を鑑みて、本稿より、分科会会員の皆様に当分科会企画の全体スケジュールをわかり易くお伝えすることを目的として、分科会企画をまとめて紹介いたします。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/>

なお、2013 年春季学術講演会より名称が変更になりました。研究業績リストの作成や出張手続きの際お気を付け下さい。

変更前)「2013 年春季応用物理学関係連合講演会」

変更後)「2013 年応用物理学会春季学術講演会」

[http://www.jsap.or.jp/activities/annualmeetings/news\\_aboutTitle.pdf](http://www.jsap.or.jp/activities/annualmeetings/news_aboutTitle.pdf)

### ・プラズマエレクトロニクス賞受賞記念講演／奨励賞受賞記念講演

第 11 回プラズマエレクトロニクス賞受賞者による、受賞記念講演が執り行われます。また、2013 年春季の講演奨励賞は、竹田圭吾氏(名古屋大学)が受賞されました。講演奨励賞は、全講演件数(口頭、ポスター、奨励賞の対象とならない全ての講演の総和)に対して概ね 1%の講演が受賞対象となります。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。日程等は未定でございますが、プログラムをご確認のうえ、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記念講演

日程：9月17日（火）（予定）

会場：未定

受賞者（敬称略）：石川 健治（名古屋大学），河野昭彦（金沢工業大学），堀邊 英夫（金沢工業大学），竹田 圭吾（名古屋大学），近藤 博基（名古屋大学），関根 誠（名古屋大学），堀 勝（名古屋大学）：  
選考対象となった業績：Synergistic Formation of Radicals by Irradiation with both Vacuum Ultraviolet and Atomic Hydrogen: a Real-time in situ Electron Spin Resonance Study, *J. Phys. Chem. Lett.* **2**, 1278-1281 (2011).

受賞者（敬称略）：伊藤 智子（大阪大学），唐橋 一浩（大阪大学），深沢 正永（ソニー(株)），辰巳 哲也（ソニー(株)），浜口 智志（大阪大学）。  
選考対象となった業績：Si Recess of Polycrystalline Silicon Gate Etching: Damage Enhanced by Ion Assisted Oxygen Diffusion, *Jpn. J. Appl. Phys.* **50**, 08KD02 (5pp) (2011).

#### 講演奨励賞受賞記念講演

日程・会場（未定）

受賞者（敬称略）：竹田 圭吾（名古屋大学）  
選考対象の発表：Behaviors of activated species generated by AC power excited non-equilibrium atmospheric pressure Ar plasma jet in atmosphere

#### ・分科内招待講演

恒例となる分科内招待講演が以下の要領で実施されます。第11回目となる今回は，上智大学名誉教授の小駒先生，および長崎大学教授の藤山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：9月17日（火）（予定）

会場（未定）

小駒 益弘 先生（上智大学・名誉教授）  
講演タイトル「大気圧プラズマのはじめ」  
藤山 寛 先生（長崎大学・教授）

講演タイトル「プラズマ物理の産業応用」

#### ・海外招待講演

応用物理学会では，主にアジア諸国との連携強化を目的として海外招待講演を企画しています。これを受け，PE分科会では第5回目となる海外招待講演を以下の要領で実施します。皆様にはご参加いただき，活発な討論をお願い致します。

日程：9月17日（火）（予定）

会場（未定）

講演者：Professor Kwang-Ryeol Lee

所属：Institute for Multidisciplinary Convergence of Matter, Korea Institute of Science & Technology

講演題目（仮題）：Plasma process for carbon thin films and nanostructured polymer surface

#### ・分科会企画シンポジウム

三日目となる18日（水），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」を実施します。企画の趣旨，プログラムなどの詳細は，本稿に掲載されている行事案内を別途ご参照ください。

日程：9月18日（水）（予定）

会場（未定）

#### ・2013 JSAP-MRS Joint Symposia

第二回目となる，応用物理学会と米国 MRS の合同シンポジウムが開催されます。PE分科会では，Symposium O「Plasma Processing and Diagnostics for Life Sciences」を企画しています。招待講演者，シンポジウムのスコープなどの詳細は，本稿に掲載の行事案内をご参照ください。

日程：2013年9月16日－20日

場所：同志社大学（京田辺キャンパス）

[https://www.gakkai-web.net/gakkai/jsap/jsap\\_mrs/hp/i](https://www.gakkai-web.net/gakkai/jsap/jsap_mrs/hp/i)

[ndex.html](#) 又は <http://www.mrs.org/jsap-2013/>

#### ・おわりに

会報が発行される時点で、講演会の日程・会場は未定ですが、ほとんどの分科会企画は学会二日目に実施される予定です（分科会企画シンポジウムは三日目）。最終プログラムにて詳細をご確認のうえ、会場までお越してください。

学会二日目（予定）には、大分類意見交換会および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。プラズマエレクトロニクス分野の第一線で活躍する研究者・技術者をはじめ、次世代を担う若手研究者・学生が一堂に会し、親睦を深める良い機会となっています。詳細は担当幹事より後日案内しますので、参加希望者は事前にご連絡をお願い致します。

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

# 2013 年第 74 回応用物理学会秋季学術講演会 プラズマエレクトロニクス分科主催シンポジウム 「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」

大阪大学 北野 勝久

2013 年 9 月に同志社大学で開催される今秋の応物学会におきましては、標題の様なプラズマエレクトロニクス分科会主催のシンポジウムを開催いたします。この行事案内を執筆している段階では開催日時は未定ですので、正式な日時は応物学会から公開されます学会プログラムにてご確認いただけますようよろしくお願いいたします。

本企画では、HiPIMS(High Power Impulse Magnetron Sputtering)に焦点を絞り、大学、企業、研究所から集め幅広く御講演いただきます。スパッタリングプロセスは成膜では欠かすことの出来ない技術であり産業的にも幅広く用いられているが、それらの多くは物理スパッタにより放出された中性粒子を利用するものがほとんどであった。それに対して、より質の高い成膜特性を目指し、マグネトロンスパッタ装置でパルスの大電力を投入する HiPIMS という方法が着目されている。瞬間的に大電力を供給するためにイオン化率が高く、従来よりも高品質の成膜が可能であると期待されている。成膜材料としては金属のみならずカーボン系への応用も行われており、幅広い応用展開がなされている。

この HiPIMS は 1990 年代後半より主にヨーロッパを中心として研究開発が進められたが、日本国内でも現在盛り上がりを見せ始めており、本企画を提案するに至りました。

本原稿執筆時点で、下記の講演を予定している

(招待講演を 30 分、一般講演を 15 分)。

- 東欣吾 (兵庫県立大)  
「HiPIMS の今 – スパッタ源の大電力パルス駆動 –」
- 中野武雄 (成蹊大学理工)  
「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」
- 廣田悟史 ((株) 神戸製鋼所)  
「生産規模でのプラズマイオンプロセスの比較」
- 木村高志 (名古屋工業大学)  
「イオン化するカーボン (カーボンプラズマの生成)」
- 平塚傑工 (ナノテック(株))  
「大電力パルススパッタリングプロセスによるカーボン膜の産業応用」
- 小木曾久人 (産総研)  
「ミニマルファブにおけるスパッタリングプロセス」
- 池畑隆 (茨城大)  
「HiPIMS の今、未来」
- (プラス) 一般講演より 2 名程度の方

会員各位におかれましては本シンポジウムにて当該研究領域に関する理解を深めて頂きますとともに、今後の研究の展開につきましてもご議論いただきたく、よろしくお願いいたします。

## 行事案内

# 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案内

## 佐賀大学 三沢 達也

このたび、インキュベーションホールを企画致しましたので会員の皆様に御案内申し上げます。学生の皆様を初め若手研究者および技術者の皆様お誘い合わせのうえ多数参加頂けますよう、会員の皆様からお勧め下さいますようお願い申し上げます。

### 開催日時：

2013年9月25日（水）13:00～27日（金）13:00

### 開催場所：

国立中央青少年交流の家  
〒412-0006 静岡県御殿場市中畑 2092-5

### 内容：

プラズマエレクトロニクス研究を始めたばかりの初学者（学生・若手研究者・社会人技術者）を対象として、一流の講師陣を招きプラズマエレクトロニクスへの理解を深めて頂くための講習会です。プラズマ生成・制御、プラズマ診断計測等の基礎分野から、プラズマ CVD およびエッチングに加えて、進展著しい大気圧プラズマ等の応用分野に関する専門講座を開講し、初学者が基礎プラズマ工学の知識が一通り習得できます。この専門講座では、従来形式の単なる受身の講義ではなくディベート的要素（問答）をも加味し受講者参加型の人材育成プログラムの構築を目指しています。講述内容そのものは、初学者が基礎学理をしっかりと理解したうえで、当該分野における最新科学の話題にも触れられるように構成されています。そのうえで、海外経験、企業経験、産学連携経験などの豊富な講師陣からは、留学・在外研究経験、企業で必要とされる資質、産学連携のエピソードなどを適時交えた講義を頂き、受講生のプラズマプロセス研究への興味を喚起します。さらに、特別講義では、新たな研究分野を切り拓いてきた一流研究“指導者”を招き、当該分野の最新動向や指導者に必要とされる資質について、加えて

理科系の英語力向上に関して多数の著書をもつ講師招き英語力の強化について学ぶ機会を提供します。ポスターセッションやレクレーションでは、受講者と講師の全員がお互いの垣根なく議論することで、参加者間の人脈形成が促されます。

### 【専門講座】

- ① 「プラズマの生成・制御」  
朽久保 文嘉 先生(首都大学東京)
- ② 「プラズマ診断計測」  
赤塚 洋 先生(東京工業大学)
- ③ 「プラズマ CVD」  
古閑 一憲 先生(九州大学)
- ④ 「プラズマエッチング」  
江利口 浩二 先生(京都大学)

### 【特別講座】

### 【ポスターセッション】

参加者間の交流が深まるよう、ポスターセッションを中心とする談話会を行います。参加者自身のバックグラウンドに関連したもの、例えば、

- ▶ 学生の場合：現在の研究テーマにまつわるもの、学部での卒業研究など（4年生の場合これから行う研究など）
- ▶ 社会人の場合：仕事まつわるもの、企業・自社製品の PR、入社前の大学での研究など

であれば、内容・分量は一切問いません。幅 0.9m×高さ 1m 程度のボードが用意されますので、あらかじめポスターのご準備をお願いします。また、**参加申込書にポスター内容を示すキーワードを3つ程度ご記入下さい。**キーワードを元にポスター掲示場所をアレンジ致します。本ポスターセッションは全員の方の発表を原則としますが、発表に支障がある場合は事前参加申込書のポスターセッションキーワード欄にその旨をご記入下さい。なお、優秀なポスター発表者には表彰を行います。

【その他】懇親会、レクレーションを予定しています。本企画 HP に当日の詳細スケジュールを記載しておりますので参考にして下さい。

## 参加申込:

### 【申込方法】

本企画ホームページから参加申込書をダウンロードいただき、e-mail、FAX あるいは郵送の何れかの方法で唐橋までお申し込みください。申込を受け次第、参加登録確認を通知します。その後に参加費を振り込んでください。なお、参加費の振り込みには必ず個人名と「PEIH」という4文字のアルファベットを記載してください(例:木村さんの場合“キムラ PEIH”)。一旦振り込まれた参加費は、原則として返却いたしません。

【定員】 60名

【申込締切】 8月30日(金)

【振込先】三井住友銀行 本店営業部(本店でも可)口座(普通)3339808 (社)応用物理学会プラズマエレクトロニクス分科会 (入金締め切り 8月30日)

【問合せ・申込先】

〒840-8502 佐賀県佐賀市本庄町1番地 佐賀大学大学院工学系研究科電気電子工学専攻 三沢達也

TEL: 0952-28-8639, FAX: 0952-28-8651

e-mail: misawa@cc.saga-u.ac.jp

### <交通費補助の条件>

在学する大学の最寄り駅から御殿場駅まで片道13,000円以上の交通費がかかる学生会員若しくは今回学生会員(大学院を含む)になられた方を対象とします。ただし、大学院生についてはポスターセッションでの発表を必須条件とします。

## 本企画の詳細情報:

ホームページ: [http://annex.jsap.or.jp/plasma/PE\\_files/PE\\_SS\\_2013/index.html](http://annex.jsap.or.jp/plasma/PE_files/PE_SS_2013/index.html)

## 担当幹事:

校長: 豊田浩孝(名古屋大学)

幹事: 吉木宏之(鶴岡高専)

前田賢治(日立製作所)

石川善恵(香川大学)

石川健治(名古屋大学)

本村大成(産業技術総合研究所)

鷹尾祥典(京都大学)

明石 治朗(防衛大学)

三沢達也(佐賀大学)

## 学生会員への交通費補助:

下記の交通費補助の条件をみたした場合、補助金をインキュベーションホール終了後に振り込みます。補助希望される方は、参加申込書に必要事項を記入のうえ、領収書のコピーを持参下さい。

## 交通案内:

東海道新幹線を利用する場合:

三島駅…[東海道線]…沼津駅…[御殿場線]…御殿場駅(40分), JR御殿場駅から御殿場駅富士山口1番のりば富士急行「青少年交流の家行き」路線バス(約20分)

本企画HPに詳細な交通案内を記載しておりますので参考にしてください。

## 参加費

	プラズマエレクトロニクス分科会と応用物理学会の個人会員	応用物理学会個人会員	協賛学協会の個人会員とプラズマエレクトロニクス分科会の個人会員	その他
一般	40,000円	43,000円	48,000円	53,000円
学生	14,000円	17,000円	22,000円	27,000円

\*応用物理学会賛助会社およびプラズマエレクトロニクス分科会賛助会社所属の方はそれぞれの個人会員扱いとさせていただきます。 \*\*遠方からの会員学生(含大学院生)に対して交通費の一部を補助する予定。詳細はHPをご覧ください。 \*\*\*本分科会会員(年会費3000円)に同時入会頂くと、今回から会員価格で参加出来ます。会員には、年2回の会報(非売品)、過去26回の研究会プロシーディングス Web 閲覧、各種スクールへの会員料金での参加などのメリットがあります。入会手続きは <https://www.jsap.or.jp/jsapweb/system/do/signInSelect> より行って下さい。

【協賛団体】日本物理学会、電気学会、プラズマ・核融合学会、日本化学会、電子情報通信学会、高分子学会、日本セラミックス協会、放電学会、日本真空協会、日本学術振興会プラズマ材料科学第153委員会、静電気学会、日本金属学会、表面技術協会、日本鉄鋼協会、日本オゾン協会、電気化学会、日本表面科学会、原子衝突研究協会

## 行事案内

**Gaseous Electronics Conference 2013**  
Fukuoka International Congress Center, Fukuoka, Japan  
2013年9月30日(月)~10月4日(金)  
<http://www.aps.org/units/gec/meetings/annual/>

九州大学, GEC Executive Committee Member 白谷 正治

GEC は、電子・イオン衝突などの放電基礎過程、プラズマ生成と診断に関する基礎物理、プラズマ応用を3本柱とする65回の伝統を誇る米国物理学会が主催する学会ですが、米国だけでなくヨーロッパやアジアからも多数参加している国際的な会議となっています。GEC の国際会議としての広がりを示すイベントとして、1997年には第3回反応性プラズマ国際会議(ICRP-3)と合同でハワイのマウイ島で、そして2010年10月に、フランスパリ市内で第7回反応性プラズマ国際会議(ICRP-7)と合同で盛況のうちに開催されたのは記憶に新しいところです。さて、今年のGEC2013です、2013年9月30日~10月4日にアメリカニュージャージー州のプリンストンで開催されます。

今年のGECでは5つの特別セッションが下記のように計画されています。

<http://www.aps.org/units/gec/meetings/annual/sessions.cfm>

**Title: Plasma-Surface Interactions: From Fusion to Semiconductor Processing**

Date: Monday, September 30 (all day)

**Title: Weakly-ionized non-equilibrium air plasma at moderate and high pressures**

Date: Monday, September 30 (1:30 pm – 5 pm)

**Title: Mysteries and Challenges of Negative Ion Sources**

Date: Tuesday, October 1 (all day)

**Title: 3rd GEC Workshop on Plasma Data**

**Exchange Project**

Date: Tuesday, October 1 (afternoon)

**Title: Scientific Legacy of Arthur Phelps (1923-2012)**

Date: Friday, October 4 (1:30-4 PM)

一般講演の申し込みは、6月14日までに米国物理学会のサイト the American Physical Society online web submission process (<http://abs.aps.org/>) から投稿してください。

**Deadlines**

Receipt of abstracts: June 14, 2013

Nominations for GEC student award for excellence: June 14, 2013

Requests for student travel assistance: June 14, 2013

Early registration: September 6, 2013

Hotel reservations: September 8, 2013

その他の詳細情報については website (<http://www.aps.org/units/gec/meetings/annual/index.cfm>) をご覧ください。なお、GEC Excom の日本人メンバーは伝統的に応用物理学会プラズマエレクトロニクス分科会関係者が就任しております。今回は、私の退任にともなう委員の選挙も予定されております。さらに、GEC2015はICRP9と合同会議として2015年10月にハワイで開催予定です。一人でも多くの日本人参加者の御講演・御出席をお願いする次第です



## 行事案内

# American Vacuum Society (AVS) 60<sup>th</sup> 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 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 にて開催される(下記)。これは、AVS の主催する会議の中で最大の国際会議で、例年、世界中から、1,400 件以上の発表、200 件以上の展示、3,000 人以上の参加者が集まる。AVS シンポジウムは、10 の分科会(divisions)、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 16 の focus topic とよばれる臨時的分科会的なグループが、それぞれ、自ら組んだプログラムからなり、AVS の本部組織が全体の整合性を取って、運営している。

AVS シンポジウムは、「真空学会」の名の通り、古くは、真空の科学の発表の場として発展してきた。しかし、本シンポジウムは、近年、本部の方針で、真空の科学へはこだわらず、むしろ、「ナノスケール科学技術」の国際会議として発展してきている。たとえば、AVS 内のプラズマ科学の分野においても、半導体微細加工や薄膜堆積技術から発展して、表面・界面のナノスケール構造形成および制御、それらによる細胞培養技術や高効率エネルギーシステムなど、その応用分野は多岐に及ぶ。

尚、今年は、記念すべき第 60 回の会議ということで、AVS 本部も、いろいろなイベントを企画

している。たとえば、今年の年会費は、60 周年を記念して \$60 にするなど、会員のすそ野をひろげる活動も行われている。詳細は、AVS の HP

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

を参照されたい。

さて、上述した 10 の AVS 分科会のうち、本誌「応用物理学会プラズマエレクトロニクス (PE) 分科会」と、研究分野の重なる分科会として、「プラズマ科学技術分科会 (Plasma Science and Technology Division)」がある。以下では、PSTD が、今年のシンポジウムのセッションテーマとして挙げているものを紹介する。

まずは、PSTD が主催するセッションのテーマとして、次の 13 件が計画されている。

1. Advanced BEOL/Interconnect Etching
2. Advanced FEOL/Gate Etching
3. Plasma Surface Interactions (Fundamentals & Applications)
4. Plasma Diagnostics, Sensors and Control
5. Plasma Modeling
6. Plasma Sources
7. Low Damage Processing
8. Plasma Deposition and Plasma Enhanced ALD
9. Fundamentals of Atmospheric Plasma Processing
10. Plasma in Biological Applications

11. Plasmas in Green Technologies
12. Plasma Synthesis of Nanostructures
13. PSTD at AVS60: Looking Back and Moving Forward

更に、ポスターセッションが、上記のすべてのそれテーマに対して、開催される。上記のセッションに対して、日本からの3名の招待講演が計画されている。

一方、PSTD が、他の分科会に協力して開催されるセッションとして、次のものが計画されている。

14. Growth of 2D Materials
15. Plasma Processing, Surface Chemistry, Functionalization, Bio and Sensor Applications of 2D Materials
16. Spectroscopic Ellipsometry for Photovoltaics and Inorganic Thin Films
17. Atmospheric Pressure Plasmas
18. Pulsed Plasmas in Surface Engineering
19. Oxides and Dielectrics for Novel Devices and Ultra-dense Memory
20. Materials and Process for Advanced Interconnects
21. Processing for Low-Power Electronics
22. Industrial Physics Forum on Manufacturing Science III: Manufacturing Challenges in Electronics
23. Industrial Physics Forum on Manufacturing Science IV: Manufacturing Challenges in Micro/Nano-devices for Life Sciences
24. Manufacturing Challenges of Directed Self Assembly
25. Advanced CVD Methods

実際に開催されるセッションは、講演応募の状況によって設定し直されるので、必ずしも上記の通

りとは限らないが、大きな変更はないと思われる。

尚、AVS シンポジウム 60 周年の記念セッションとしては、PSTD では、上記 13 番のセッション「PSTD at AVS60: Looking Back and Moving Forward」を企画した。これは、応物 PE 分科会のテーマとも重なる「プラズマ科学」の「来し方行く末」を整理しようという企画であり、招待講演のみで構成されるユニークなセッションである。講師として、N. Braithwaite (Open U., UK), F. Dylla (American Institute of Physics), R. Gottscho (Lam Research), M. Kushner, (U. Michigan), M. Lieberman, (UC Berkeley) の各氏が予定されている。

上に列挙したセッション名からもわかるように、また、応物 PE 分科会もそうであったように、PSTD は、半導体産業の発展とともに発展してきた経緯があり、現在も、多くのセッションが半導体製造プロセスの研究を対象としている。半導体産業は、昨今、日本企業の不調が多く報道されているが、世界的には、極めて高い成長率で伸び続けている産業分野である。また、半導体関連産業とは別に、新しい産業の芽を育むような、新規の科学技術分野の講演も多く計画されている。PSTD の組織委員の一人として、日本からも、例年以上の多くの参加者があることを願っている。

#### 記

会議名： AVS 60th International Symposium & Exhibition

日時：2013年10月27日から11月1日

場所：Long Beach, CA, USA

主催：American Vacuum Society

詳細情報：

<http://www2.avv.org/symposium/AVS60/pages/info.html>

## 行事案内

# 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～

主催: 応用物理学会 プラズマエレクトロニクス分科会

(講師打診中)

協賛: AEC/APC シンポジウム、ドライプロセスシンポジウム、日本物理学会、電気学会、プラズマ・核融合学会、日本化学会、電子情報通信学会、放電学会、日本真空学会 (一部打診中)

5. 『マルチスケールシミュレーションによる  
半導体装置・プロセスの改善』

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

日時: 2013年11月08日(金) 9:30～18:00

場所: 東京大学 本郷(浅野)キャンパス 武田先端知ビル

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://www.u-tokyo.ac.jp/campusmap/cam01\\_04\\_16.jhtml](http://www.u-tokyo.ac.jp/campusmap/cam01_04_16.jhtml)

**内容/プログラム:** プラズマプロセスは、エレクトロニクス分野の先進デバイス開発の基幹技術であると共に、医療やエネルギー・環境応用を始めとする幅広い分野でも欠くことのできない基盤技術となりつつあります。この背景を踏まえ、本講習会では開発・製造の現場で必要とされるプラズマの生成、制御、モニタリング技術の基本を、各分野にて第一線でご活躍の先生方よりご講義頂きます。また今回は半導体製造設備管理の国際学会であるAEC/APC Symposium Asia 2013(\*)のご協力も頂き、プラズマ技術の基礎と先端応用、さらには量産現場での制御まで実務として使えるプラズマ技術についてご紹介致します。初学者から先端の研究者まで幅広い皆様のご参加をお待ち申し上げます。

※<http://www.semiconportal.com/AECAPC/>

### ■ 第1部: プラズマプロセスの基礎 9:30～12:30 ■

- 『プラズマの基礎とCVD技術』  
大阪市立大学 白藤 立 先生
- 『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 13:30～18:00 ■

- 『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
- 『設備管理 (EES/FDC 等) 技術』

**参加費:** (テキスト代を含む。かっこ内は学生)

- 応物・PE 分科会個人会員 18000 円(4000 円)
- 応物個人会員 ※ 21000 円(5000 円)
- 分科会のみ個人会員 22000 円(6000 円)
- 協賛学協会・応物法人賛助会員 22000 円(6000 円)
- その他 25000 円(9000 円)

※参加申込時にPE分科会(年会費3,000円)に御入会頂ければ、分科会個人会員扱いとさせていただきます。

**定員:** 100名

**お申込み:** プラズマエレクトロニクス分科会ホームページ

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

お申し込みの上、下記指定口座へ振込み願います。

三井住友銀行 本店営業部 普通預金 3339808  
(公社) 応用物理学会 プラズマエレクトロニクス分科会

※Web 申し込み期限 10/25。参加費入金(11/1 まで)の確認をもって申し込み完了といたします。

**お問合せ:**

上村 さつき (応物事務局) … 申し込み手続き関連  
TEL 03-5802-0863 FAX 03-5802-6250  
e-mail: [kamimura@jsap.or.jp](mailto:kamimura@jsap.or.jp)

辰巳 哲也 (ソニー、担当幹事代表) … 開催内容関連  
e-mail: [Tetsuya.Tatsumi@jp.sony.com](mailto:Tetsuya.Tatsumi@jp.sony.com)

・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)



## 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、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ある。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国内外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、産業界への技術移転の仕組み作りについて広く議論するとともに、最新の研究成果を発表して分野を超えて活発に情報交換を行う場となっている。プラズマを中心とする異分野交流の国際会議として認知されつつあり、今年 1 月に名古屋大学で開催された ISPlasma2013 では、900 名を超える参加があった。

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おり、半導体プロセスからバイオ応用まで多様なプラズマプロセス技術と、プラズマの生成・計測・シミュレーションなど先進プラズマ科学に関して熱心に議論が繰り広げられている。

2014 年からは、この 2 つの国際会議の合同シンポジウムとなり、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、各分野の研究への貢献と、異分野融合による新たな価値創造、さらには産学連携セッショ

ンも含む、より高度な研究者ネットワークの構築を目指しており、本国際シンポジウムによる研究の進展がイノベーションの源泉となり、社会生活の維持向上と発展に資することを目的としている。

7 月中旬にアブストラクトのオンライン投稿受付開始予定である。

<日程> 2014 年 3 月 2 日 (日) ~ 3 月 6 日 (木)

<場所> 名城大学 (名古屋市天白区塩釜口)

<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/ナノワイヤ/ナノロッド、エネルギー応用向けナノ材料

<問合せ先>

ISPlasma2014 事務局 (名古屋大学大学院工学研究科附属プラズマナノ工学研究センター内)

E-mail: [isplasma@plasma.engg.nagoya-u.ac.jp](mailto:isplasma@plasma.engg.nagoya-u.ac.jp)

Website: <http://www.isplasma.jp>

## 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@nuee.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: 046-202-4793 FAX: 046-202-6374	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(16-24) 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	〒235-8522 横浜市磯子区新杉田8番地 TEL: 045-776-4673 FAX: 045-776-4104	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. 2142) FAX: 042-327-7708	kenji.maeda.tj@hitachi.com
"	三重野哲	静岡大学 理学部 物理学科	〒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
"	南部英高	ルネサスエレクトロニクス株式会社 生産本部プロセス技術統括部 プロセス加工技術部	〒252-5298 神奈川県相模原市中央区下九沢1120 TEL: 042-779-9925 FAX: 042-771-0329	hidetaka.nambu.hx@renesas.com
"	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.MitsubishiElectric.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 南部英高 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 ルネサスエレクトロニクス 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 栃久保文嘉 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	南部英高 松隈正明 和田 昇	ルネサスエレクトロニクス 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
GEC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 24 年度後期および平成 25 年度前期活動報告

### 第 65 回プラズマエレクトロニクス分科会ミーティング／平成 24 年度第 3 回幹事会議事録

日時：平成 25 年 1 月 22 日（火）11:50～12:50  
場所：浜松研修交流センター 501 会議室

#### 1. 応用物理学会学術講演会シンポジウム

野崎副幹事長（東工大）より、次回春季講演会でのチュートリアル講演、分科内招待講演、海外招待講演、分科企画シンポジウムの企画の概要が説明された。分科企画シンポジウムでは一般講演は 1 件であり、幅広い話が聞けるようにプラズマ分野以外から講演者を選んだ旨が伝えられた。

#### 2. 第 6 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

豊田副幹事長（名大）より、9 月 19 日～21 日に御殿場市で開催されたインキュベーションホールの報告があった。参加者が 73 名と多く、例年通りの予算範囲で遂行できたことが報告され、収支決算が承認された。

#### 3. 第 23 回プラズマエレクトロニクス講習会

辰巳副幹事長（ソニー）より、11 月 14 日に東京大学で開催された講習会の報告があった。参加者が 66 名あり、約 75 万円の収支差額が出たことが報告された。開催日程を 1 日とし、ドライプロセスシンポジウムに近い日程で開催し、講演者に第一人者を選んだことが功を奏したのではないかという分析がなされた。

白谷諮問委員（九大）より、グラフェンベースなど企業の方々が興味を持つテーマ設定をする案が出された。

#### 4. 第 11,12,13 回プラズマエレクトロニクス新領

#### 域研究会

豊田副幹事長より、3 件の新領域研究会の開催報告がなされた。参加人数も多く、収支決算も予定通りであったことが報告された。他の研究会と共催にする事例の増加について意見徴収がなされ、白谷諮問委員より参加人数を集めやすいメリットがある旨と、本研究会の趣旨は担当幹事が自由に企画できることである旨が伝えられた。

#### 5. 分科会会報

向川幹事（岩手大）より、分科会会報 57 号が昨年 12 月に無事発行された旨が報告された。また、次回 58 号担当の市川幹事（東芝、欠席）から問題提起された「会議報告の執筆者が集中する問題」について、寺嶋幹事長より「会議責任者が執筆者を指名する」旨が伝えられた。また候補者未定であった巻頭言、寄稿、学生のためのページの執筆候補者については、会報担当幹事から提案することになった。学生のためのページについて、野崎副幹事長より「シースとは」などの軽い記事を入れることも教育的であるという意見が出された。研究室紹介について、野崎副幹事長より北から南まで全国の研究室に執筆して頂きたいとの意見が出された。寺嶋幹事長より、会報記事を HP にアップロードする時期は幹事長指示により出版後 1 ヶ月後にする旨が伝えられた。

#### 6. 役割分担と各企画への提案

野崎副幹事長より以下の意見が出された。本会議中に答えは出ないだろうが、問題を共有して欲しい旨が伝えられた。

- 幹事引き継ぎ時に情報が落ちないように、過去の招待講演者や巻頭言執筆者のリストを HP に掲載する。
- 海外招待講演を合理化するため、アジアでの

国際会議などとジョイントする。

- チュートリアルは、参加者が見込める春のみに行う。

また、今後の分科内招待講演、シンポジウム、チュートリアルの進行案が出された。

## 7. 関連会議

白谷諮問委員より、ICRP8 の準備状況、ICRP9-GEC の開催場所候補、APPC12 の案内、JSAP-MRS の案内および二重投稿の禁止、DPP の招待講演推薦について情報提供がなされた。

## 8. Plasma Conference 2014

寺嶋幹事長より、表題会議の準備状況が紹介され、主催の物理学会が提案している開催時期・場所・参加費について賛成することになった。また、「〇〇学会学会第〇回年会」の併記は会議の継続性を保つために必要である意見が白谷諮問委員より出された。

## 9. その他

寺嶋幹事長より、次期新幹事の選出について報告があった。

野崎副幹事長より、応用物理学会誌の「やわらかい記事」について説明があり、記事の提案を募る旨が報告された。

(記：市來龍大 (大分大))

第 66 回プラズマエレクトロニクス分科会ミーティング／平成 24 年度第 4 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 3 月 28 日（木）12:00～13:15

場所：神奈川工科大学 K1 号館 6F 604 教室

1. 「8.プラズマエレクトロニクス」大分類分科意見交換会

中村教授（中部大）を中心に大分類 8 の現状について意見交換がなされた。概略は以下の通り。

・今回からポスターアワードが導入された。アワード候補の選定は以下のプロセスで行うとのこと。(1) プログラム編集委員でポスターとオーラルの前分類を行う。その際レーティングも行う。レーティングの基準は予稿の内容とインパクト性を重視。(2) レーティング結果を基に、分類ごとに候補を 3 件決める。(3) 評価員により全セッションを通して 1 件ずつアワードを決定する。

オーラルで従来行われてきた奨励賞の今後の扱いについて堀教授（名大）より質問があり、奨励賞は従来通り継続、またポスターアワードとの掛け持ちも可とのことだった。

・国際化に対応する観点から増加を試みている英語セッションについて説明があり、発表件数などが極端に少なくなるなどの表だった問題は今のところ出ていない旨が伝えられた。

2. 第 30 回プラズマプロセッシング研究会 (SPP30) について

三重野幹事（静岡大）より、アクトシティ浜松・研修交流センターで 2013 年 1 月 21～23 日に開催された SPP30 の報告があった。参加人数は 217 名、講演件数は 158 件であり、約 63 万円の収支

差額が出たとのことだった。コメントとして学生の参加が多いのは良かったが、逆に企業からの参加が少なく、今後どう呼び込むかが課題とのこと。また学生アルバイトについて、ボランティア的な側面も大きく、次回以降はアルバイト代の値上げを行った方が良くかもしれないとの意見があった。

3. 第 27 回光源物性とその応用研究会について  
佐藤幹事（室蘭工大）より、2013 年 3 月 15 日に千葉工大津田沼キャンパスにて行われた第 27 回光源物性とその応用研究会について開催報告があった。講演件数は 6 件、参加人数は 13 人とのことで活発な議論がなされたとの報告がなされた。

4. 第 3 回チュートリアルについて

北野幹事（大阪大）より、第 60 回応用物理学会春季学術講演会にて行われた第 3 回チュートリアル講演について報告があった。定員 50 のところ 70 名弱と多くの参加が得られ、活発な議論が行われたとのこと。

なお、第 65 回幹事会で報告の通り、秋季大会ではチュートリアルは実施しない予定とのこと。

5. 第 7 回インキュベーションホールについて

豊田幹事（名大）より、第 7 回インキュベーションホールの準備状況について報告があった。開催日程は 2013 年 9 月 25 日～27 日、例年同様、御殿場にて行う予定。講師はまだ確定していないため、提案などあれば連絡いただきたいとのこと。また予算の一部に活性化資金を活用する旨が報告された。

6. 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）より東大先端知ビルにて 2012 年 11 月 14 日に開催された第 23 回プラズマ

エレクトロニクス講習会の報告があった。参加者は約 70 名、約 75 万円の収支差額が出たことが報告された。次回は 2013 年 11 月 8 日に同じく東大武田先端知ビルにて実施予定。プログラムは概ね決定しており次回幹事会で報告予定とのこと。

#### 7. プラズマ新領域研究会について

豊田幹事より新領域研究会について報告がなされた。今年度の実施内容はまだ決定しておらず、テーマの提案を募る旨が伝えられた。

#### 8. プラズマエレクトロニクス分科会会報 (No.58) について

市川幹事 (東芝) より、プラズマエレクトロニクス分科会会報 (No.58) の目次案及び、編集進捗状況について報告された。原稿〆切は 5/20 とのこと。また市来幹事 (大分大) より、会報担当にも取りまとめ役の幹事を設ける案が伝えられ、幹事 4 人のうち 2 年目の幹事から 1 名任命する案が承認された。

#### 9. シンポジウムなどについて

北野幹事より応用物理学会学術講演会 (秋期) のシンポジウムの準備状況について説明があり、テーマの提案を募る旨が伝えられた。

#### 10. 分科会予算について

2012 年 (1~12 月分) の分科会決算について北野幹事より報告があり、内容について承認された。

#### 11. 関連会議について

古閑幹事 (九大) より、プラズマエレクトロニクス分科会関連会議の紹介と進捗状況の説明がなされた。

7/14~19: APPC12 (幕張メッセ)

9/16~20: JSAP-MRS (同志社大)

9/23~24: SPSM26 (九大)

9/30~10/4: GEC (Princeton, NJ)

また、2014 年 2 月 4 日~7 日の ICRP-8/SPP-31 (福岡国際会議場)、ICRP9-GEC についても報告された。また豊田幹事より 2013 年 8 月 29 日~30 日予定の DPS、2014 年 3 月 2 日~6 日予定の ISPLASMA についても説明があり、投稿を募る旨が伝えられた。

#### 12. 日本学術会議 学術の大型研究計画の提案について

堀教授より日本学術会議の大型研究計画について説明があった。概略は以下の通り。

・日本学術会議にて内閣府主導で行う大型研究計画のマスタープランのとりまとめを行っている。2014 年春を目処にマスタープランを提出とのこと。マスタープランは web 経由で(1) 教育、研究機関の長からの推薦を得た研究者から、(2) 日本学術会議の会員・連携会員から、(3) 学協会会長から、の 3 ルートから提出が可能。

なお、応用物理学会では 14 のマスタープランを作成しており、プラズマエレクトロニクスとしてはその 1 分野として医療を含む産業応用プラズマを中心にまとめようとしている。なお連携会員の堀教授からコミッティを代表しての提出を検討しており、分科会としてもそれを支援する旨が承認された。

#### 13. その他

堀教授より科研費におけるプラズマエレクトロニクスの細目について説明があり、今後の継続発展のためにも活用を呼びかける旨が伝えられた。

24 年度で退任となる幹事より挨拶がされた。

(記: 池田知弘 (三菱電機(株)))

## 第 67 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 1 回幹事会議事録

日時：平成 25 年 5 月 11 日（土）13:30～16:30  
場所：東京工業大学 田町キャンパス キャンパス  
イノベーションセンター2階（多目的室1）

### 0. 前回幹事会（第 66 回）議事録案

池田前幹事（三菱電機）より、前回幹事会の議事録案について報告が行われ、内容について了承された。

#### 1. 幹事紹介（退任・留任・新任）

・寺嶋幹事長（東大）及び、出席した各幹事より自己紹介がなされた。

#### 2. 役割紹介

・寺嶋幹事長（東大）より、各担当幹事の職務内容について説明及び新年度の役割分担案が紹介され、了承された。

#### 3. 応用物理学会（神奈川大・2013 年 3 月、同志社大・2013 年 9 月）シンポジウムなど

・野崎副幹事長（東工大）より、2013 年春から 2014 年春の学会の分科内招待講演、海外招待講演、チュートリアル、シンポジウムにおける企画、行事案内（会報）、座長、報告（会報）の各担当の案が示され、後日メール審議等で調整を行うとの報告がなされた。現行の人数配分で分科内講演やチュートリアルを実施していくと担当者がいなくなる恐れがあるので、分科内講演は 1 件に、またチュートリアルは春だけにすることなどが提案された。今年は MRS との合同シンポジウムが併設されるので、今秋のチュートリアルは行わないこととすることが了承された。

#### 4. 第 7 回インキュベーションホール（2013 年 9 月）

・豊田副幹事長（名大）より、第 7 回インキュベーションホールの準備状況および収支予算案について報告があった。開催日程は 2013 年 9 月 25 日～27 日、例年同様、御殿場にて行う予定。内容は昨年と同様の構成とし、今後は講師候補者の内諾を取って行くが、まだ確定はしていないので提案等あれば連絡いただきたいとのこと。

#### 5. 新領域研究会

・豊田副幹事長（名大）より、プラズマ新領域研究会について説明が行われた。今年度は 3 回行い、新しい芽になるようなテーマで少数ディスカッションを行う形式。「このような研究会をやりたい」という類の提案をしてほしいとのこと。研究会開催に対し財政的サポートが可能であるとのアナウンスがあった。

#### 6. プラズマカンファレンス 2014

・豊田副幹事長（名大）より、第 2 回プラズマカンファレンスについて説明が行われ、PE 分科会選出委員名簿が示された。次回は物理学会が主担当となり 2014 年に新潟で開催される予定。PE 分科会としては、プラズマプロセッシング研究会として位置づけるとの報告があった。

#### 7. 分科会会報

・市川幹事（東芝）より、プラズマエレクトロニクス分科会会報（No.58）の目次及び、編集進捗状況について報告が行われ、5 月 20 日の原稿〆切を極力守って欲しいとのアナウンスがあった。  
・向川幹事（岩手大）より、前回幹事会での話し合いを受けて会報担当に取りまとめ役を設けたこと及び、取りまとめ役が果たす役割について会報担当で話し合った内容の報告があった。

## 8. 第 24 回プラズマエレクトロニクス講習会 (2013 年 11 月)

・辰巳副幹事長 (ソニー) より、第 24 回プラズマエレクトロニクス講習会の実施案について報告があった。開催日時は 2013 年 11 月 8 日 (金) 9:30 ~18:00、場所は東京大学本郷 (浅野) キャンパスで行う予定。

## 9. 関連会議

・白谷諮問委員 (九大) より、プラズマエレクトロニクス分科会関連会議の紹介と進捗状況の説明がなされた。

・ICRP8 の準備状況：日程は 2014 年 2 月 4 日 ~ 2 月 7 日。場所は福岡コンベンションセンター (福岡)。招待講演者、財源、目標人数等についての報告があった。

・ICRP9・GEC の交渉状況：日程は 2015 年 10 月 12 日 ~10 月 16 日。場所はハワイコンベンションセンター (Hawaii)。決定の経過や財源などについての報告があった。この会議では若手が運営に関するノウハウを蓄える必要があるとのこと。

・APPC12：日程は 2013 年 7 月 14 日 ~7 月 19

日。場所は幕張メッセ (千葉)。全体件数は 1218 件で、内 D2/Plasma Processing は 87 件。招待講演者数や会議の内容についての報告があった。

・JSAP-MRS：日程は 2013 年 9 月 16 日 ~9 月 20 日。場所は同志社大学 (京都)。招待講演者数や会議の内容についての報告があった。

・DPP 招待講演推薦：本推薦においては東北大学の金子敏郎先生を推薦するとのことが報告された。

## 10. その他

・野崎副幹事長 (東工大) より、分科会会報の行事案内記事においてはプラズマエレクトロニクス分科会が企画する講演会等をまとめて (1 件の記事として) 紹介することが提案され、了承された。

・幹事会終了時に新旧幹事の各担当において、打合せ等を行う時間が設けられ、役割内容の確認や引き継ぎ等が行われた。

(記：向川政治 (岩手大))

# 第 12 回プラズマエレクトロニクス賞受賞候補論文の募集

東京大学 寺嶋 和夫

応用物理学会プラズマエレクトロニクス分科会では、毎年、プラズマエレクトロニクスに関する学術的あるいは工業的に価値のある優秀な論文を対象とし、その著作者に「プラズマエレクトロニクス賞」を贈り表彰を行っています。候補論文は自薦・他薦を問いません。下記の要領により、奮ってご応募下さい。

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

## 授賞対象論文

プラズマエレクトロニクス分科会が主催する研究会、国際会議等で発表され、かつ 2011、2012、2013 年の発行の国際的な学術刊行物（JJAP など）に掲載された原著論文。受賞者は、表彰の時点においてプラズマエレクトロニクス分科会会員あるいは応用物理学会会員とする。

## 提出書類

以下の書類各 1 部、および、それらの電子ファイル（PDF ファイル）一式

- ▶ 候補論文別刷（コピーでも可、第 1 ページに候補論文と朱書すること。関連論文があれば 2 枚以内の別刷またはコピーを添付。）
- ▶ 当該論文の内容が発表されたプラズマエレクト

ロニクス分科会が主催する研究会、国際会議等の会議録等のコピー。2 枚以内

- ▶ 著者全員について和文で以下を記入した書類。氏名、会員番号、勤務先（連絡先）
- ▶ 推薦書（自薦、他薦を問わず、論文の特徴、優れた点などを 400 字程度わかりやすく記すこと。）

## 表彰

2014 年春季応用物理学会期間中に行います。受賞者には賞状および記念品を贈呈いたします。また 2014 年秋季講演会期間中に記念講演を依頼する予定です。

## 書類提出期限

2013 年 12 月 25 日（水）当日消印有効

## 書類提出先

〒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

プラズマエレクトロニクス分科会幹事長（封筒表に「プラズマエレクトロニクス賞応募」と朱書のこと。）

なお下記の賞規定もご参照下さい。

## プラズマエレクトロニクス賞規定

1. この規定はプラズマエレクトロニクスに関する学術的あるいは工業的に価値のある優秀な論文を表彰の対象論文とし、その著作者にたいして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（以後プラズマエレクトロニクス分科会と言う）が行う表彰について定める。
2. この表彰を「プラズマエレクトロニクス賞」という。
3. 表彰の対象論文は、原則として、プラズマエレクトロニクス分科会が主催する研究会、国際会議等で発表され、且つ募集期間から過去 3 年の間に国際的な学術刊行物に掲載された原著論文とする。
4. 受賞者はプラズマエレクトロニクス分科会会員あるいは応用物理学会会員とする。
5. 受賞者は公募に応じた自薦および他薦候補者から選考する。

6. すでに公に顕著な賞を受けた論文は、プラズマエレクトロニクス賞の対象論文としない。
7. 表彰は原則として毎年2件以内とする。
8. 表彰は賞状授与および記念品贈呈とする。
9. 表彰は毎年応用物理学会春季講演会において行う。
10. プラズマエレクトロニクス分科会幹事会は、毎年11月までに授賞候補者募集要項を「プラズマエレクトロニクス分科会会報」および応用物理学会機関誌「応用物理」誌上に公表し、広く募集する。
11. 受賞者の選考はプラズマエレクトロニクス分科会幹事長が委嘱した「プラズマエレクトロニクス賞」選考委員会が行う。
12. 受賞者が決定したときは、「プラズマエレクトロニクス賞」選考委員会委員長が、プラズマエレクトロニクス分科会幹事会に選考の経過および結果を報告する。
13. プラズマエレクトロニクス分科会幹事長は、選考の経過および結果を応用物理学会理事会に報告する。
14. この賞の実施に関する必要な事項の審議および決定はプラズマエレクトロニクス分科会幹事会が行う。
15. 本規定は、理事会の承認を経て改訂することができる。

付則：この規定は、平成14年4月1日より施行する。



## プラズマエレクトロニクス関連会議日程

### 国際会議

**2013.7.14-7.19**

The 12th Asia Pacific Physics Conference (APPC12) (ISPlasma2012)  
Chiba, Japan

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

**2013.7.15-19**

31st International Conference on the Physics of Ionised Gases (ICPIG)  
Granada, Spain

<http://www.icpig2013.net/>

**2013.8.4-8**

International Symposium on Plasma Chemistry (ISPC 21)  
Cairns, Australia

<http://www.ispc-conference.org/>

**2013.8.25-8.30**

The 9th Asian-European International Conference on Plasma Surface Engineering (AEPSE2013)  
Jeju, Korea

<http://aepse2013.org/>

**2013.8.29-8.30**

35th International Symposium on Dry Process (DPS 2013)  
Jeju, Korea

<http://www.dry-process.org/2013/index.html>

**2013.9.16-9.20**

2013 JSAP-MRS Joint Symposia  
Kyoto, Japan

[https://www.gakkai-web.net/gakkai/jsap/jsap\\_mrs/hp/index.html](https://www.gakkai-web.net/gakkai/jsap/jsap_mrs/hp/index.html)

**2013.9.30-10.4**

The 66th Gaseous Electronics Conference (GEC)  
Princeton, New Jersey, USA

<http://www.aps.org/units/gec/meetings/annual/index.cfm>

**2013.10.27-11.1**

The 60th International Symposium & Exhibition (AVS-60)  
Long Beach, California, USA

[http://www2.avs.org/symposium/AVS60/pages/call\\_abstract.html](http://www2.avs.org/symposium/AVS60/pages/call_abstract.html)

**2013.11.11-11.15**

The 55th Annual Meeting of the APS Division of Plasma Physics (APS DPP)  
Denver, Colorado, USA

<http://www.aps.org/units/dpp/meetings/annual/>

**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/>

## **国内会議・会合**

**2013. 9. 5-7**

電気学会 プラズマ研究会  
長崎大学 総合研究棟2階多目的ホール

**2013. 9. 16-20**

応用物理学会 秋季講演会  
同志社大学 京田辺キャンパス

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

**2013. 9. 23**

第26回プラズマ材料科学シンポジウム(SPSM26)  
九州大学 百年講堂

<http://plasma.ed.kyushu-u.ac.jp/~spsm26/>

**2013. 9. 20-27**

日本物理学会 2013年秋季大会  
高知大学 (9. 20-23) [素、核、宇]  
徳島大学 (9. 24-27) [物性]

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

**2013. 9. 25-27**

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  
国立中央青少年交流の家

**2013. 10. 24-25**

電気学会 パルスパワー・放電合同研究会  
熊本大学

**2013. 11. 8**

第24回プラズマエレクトロニクス講習会  
東京大学 本郷(浅野)キャンパス 武田先端知ビル

**2013. 11. 21-23**

電気学会 プラズマ・パルスパワー合同研究会  
名城大学 名駅サテライト 多目的室

**2013. 11. 21-23**

プラズマ・核融合学会 第30回年会  
東京工業大学 大岡山キャンパス

[http://www.jspf.or.jp/jspf\\_annual2013/](http://www.jspf.or.jp/jspf_annual2013/)

**2014. 3.17-20**

応用物理学会 春季講演会  
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

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

**2014. 9. 17-20**

応用物理学会 秋期講演会  
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 (9. 18-21) [素、宇]  
中部大学 (9. 7-10) [物性]

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

**2015. 9.**

日本物理学会 2014 年秋季大会  
大阪市立大学 (9. 25-28) [素核宇]  
関西大学 (9. 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 58 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分科会会報No. 58を出版することが出来ました。お忙しい中原稿をご執筆いただいた方々に改めて御礼申し上げます。

今回の巻頭言は、文科省新学術領域研究「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」の領域代表やGEC委員としてご活躍なさっている白谷先生にお願い致しました。日本の論文投稿数減少について「個々の研究者レベルで、まずできることから」という先生のご指摘は、私自身耳の痛い話で、研究成果の論文化について日々もっと意識せねばならないと改めて感じさせていただきました。寄稿では「ミニマルファブシステムによる半導体デバイス製造」について、藤山先生にご執筆いただきました。ミニマルファブ構想におけるプラズマプロセス開発の重要性、そしてそれに対する藤山先生の情熱が伝わってくる内容でありました。さらに、篠原先生からは研究室の高いアクティビティが伝わってくる素晴らしい研究室紹介を、酒井先生からは会報の趣旨を踏まえた上での非常にわかりやすい大気圧プラズマの入門記事を、上坂先生からは海外での生活から研究室の様子までありありと伝わってくる海外滞在記を頂きました。いずれも質・量共に「大作」と呼ぶにふさわしい記事でした。また、プラズマエレクトロニクス賞受賞されたお二人からは受賞記念原稿を、秋の応用物理学会で講演賞を受賞されたお二人からは研究紹介を執筆して頂きました。最先端の研究内容についてこれだけ多くの内容を掲載できたことは、とてもありがたいことです。

会議報告や行事案内では、「今まで執筆経験がない方にも、積極的に依頼する」という方針を取り、私も含め初執筆となった方も多くいらっしゃいました。その一方でベテランの執筆者の方にもいつも以上に内容に工夫して頂き、皆様のおかげで「型通り」でない、エネルギッシュな会議報告・行事案内になったと感じております。

気づけば今回の会報は80ページを超え、近年の会報と比べ圧倒的にボリュームのあるものとなりました。私自身、学会関係で顔が広いわけではなく、その上ズボラな性格できめ細かさが要求される会報編集は全く向いていないと思っているのですが、最終的にこのような形で会報をまとめ上げることができたのも、原稿をご執筆頂いた皆様、そして執筆者依頼に際して多数の助言を頂いた寺嶋幹事長を始とした分科会幹事の皆様のご協力があったからに他なりません。特に、任期満了済みながら全面的にご協力頂いた前会報担当幹事の池田様（三菱電機）、市來先生（大分大）のお二人には、この場を借りて感謝の意を述べたいと思います。最後に、研究会や国際会議などの開催・参加の際には、ぜひ本誌へのご寄稿をお願いしたいと思っております。また、研究室紹介、研究紹介、海外情報、学生のためのレクチャー記事などは、随時募集しております。今後も分科会会報を宜しくお願い致します。

（平成24、25年度会報編集担当：

池田、市來、市川、向川、川崎、松隈）  
（文責：市川尚志・東芝）

プラズマエレクトロニクス分科会会報 No.58

2013年 6 月 15 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）