

目次

巻頭言

アレックスとの出会い	名古屋大学	堀 勝	1
------------	-------	-----	---

コンソーシアム紹介

プラズマバイオコンソーシアムの紹介	名古屋大学	大野 哲靖	5
-------------------	-------	-------	---

センター紹介

文部科学省共同利用・共同研究拠点としての「低温プラズマ科学研究センター」の創設と共同研究の公募	名古屋大学	堀 勝	7
-------------------------------------------------	-------	-----	---

研究室紹介

機械工学におけるプラズマ研究	東京工業大学	野崎 智洋	8
----------------	--------	-------	---

学生のためのページ

プラズマスプレーを用いたリチウムイオン電池材料開発	東京大学	神原 淳	11
---------------------------	------	------	----

国際会議報告

7th International Conference on Plasma Medicine (ICPM-7)	大阪大学	浜口 智志	18
----------------------------------------------------------	------	-------	----

24th Europhysics Conference on the Atomic and Molecular Physics of Ionized Gases (ESCAMPIG 2018)	首都大学東京	中川 雄介	20
--------------------------------------------------------------------------------------------------	--------	-------	----

22nd International Conference on Gas Discharges and their Applications (GD2018)	室蘭工業大学	佐藤 孝紀	21
---------------------------------------------------------------------------------	--------	-------	----

The 16th International Symposium on High Pressure Low Temperature Plasma Chemistry (HAKONE XVI)	金沢工業大学	大澤 直樹	23
-------------------------------------------------------------------------------------------------	--------	-------	----

AVS 第 65 回国際シンポジウム&展示会(AVS 65)報告	九州大学	古閑 一憲	24
71st Annual Gaseous Electronics Conference (GEC 2018)	首都大学東京	朽久保 文嘉	25
第 2 回アジア太平洋プラズマ物理学国際会議 (AAPPS-DPP 2018)開催報告	金沢大学	上杉 喜彦	26
40th International Symposium on Dry Process (DPS 2018)	ソニーセミコンダクタソリューションズ (株)	深沢 正永	27
<b>国内会議報告</b>			
第 12 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	東京工業大学 豊橋技術科学大学	赤塚 洋 針谷 達	29
2018 年 第 79 回応用物理学会秋季学術講演会 特別シンポジウム「最先端プラズマ科学技術が創る未来社会」報告	九州大学	古閑 一憲	30
2018 年 第 79 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企画シンポジウム「プラズマ・インフォマティクス ～ ビッグデータ解析の活用によるプラズマ科学の発展 ～」	大阪大学	浜口 智志	31
2018 年 第 79 回応用物理学会秋季学術講演会 第 18 回分科内招待講演報告	東京工業大学	赤塚 洋	32
2018 年 第 79 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内 海外招待講演報告	名古屋大学 佐世保工業高等専門学校	近藤 博基 柳生 義人	33
<b>行事案内</b>			
2019 年 第 66 回応用物理学会春季学術講演会 プラズマエレクトロニクス分科会企画	東京工業大学	赤塚 洋	34
11th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials / 12th International Conference on Plasma-Nano Technology & Science (ISPlasma2019/IC-PLANTS2019)	名古屋大学	宮崎 誠一	36
24th International Symposium on Plasma Chemistry (ISPC24)	東京工業大学	野崎 智洋	38

XXXVI International Conference on Phenomena in Ionized Gases (XXXVI ICPIG) / 10th International Conference on Reactive Plasmas (ICRP10)	北海道大学	佐々木 浩一	39
<b>掲示板</b>			
第 17 回プラズマエレクトロニクス賞 受賞候補論文の募集	名城大学	平松 美根男	40
平成 30 年度プラズマエレクトロニクス分科会 幹事名簿			42
平成 30 年度分科会幹事役割分担			44
平成 30 年度分科会関連の各種世話人・委員			45
活動報告			47
プラズマエレクトロニクス関連会議日程			49
当会報への広告掲載について			51
編集後記			52

## アレックスとの出会い

名古屋大学 未来社会創造機構 堀 勝

### はじめに ～大学教授の教育とは？～

21世紀COEにおける高度人材育成拠点形成プログラムを皮切りに、これまでに、いくつかの大型教育プログラムが継続的に実施されてきました。

本年度は、企業を導入した新たなスキームの大型教育プログラム「卓越大学院」の採択結果が公表されました。この大型教育拠点形成プログラムの公募において、プラズマエレクトロニクス分野で活躍する金子俊郎教授（東北大学）が大学の代表者として採択されているのを見つけ、次世代を切り拓く人材が、本分野から輩出されていることを大変嬉しく思いました。

名古屋大学においても、「卓越大学院」の申請においては、長い時間をかけて喧々諤々の教育論が議論され、大型教育プログラムにおける学生、特に博士後期課程の学生教育のための、盛り沢山の画期的なプログラムが準備されています。その議論の中で、私は「大学教授の教育」の策定の必要性について強く発言すると同時に、自己の過去を回顧しながら、「大学教授の教育とは何か？」について、思索することがあります。

### マリオの登場

大学の教育研究者にとって、教授になる前後は、非常に重要な人生の節目の時期に当たります。私も教授に昇進する5年前と昇進後の5年の10年間は、一心不乱に研究に没頭できたときとして、これまでの記憶の中に強く残っています。46歳で教授にさせていただきましたが、その前後10年間は、毎晩帰宅が2時30分過ぎ、帰宅すると食卓に置かれた冷めた夕飯を腹に入れて、風呂、そし

て睡眠の毎日を繰り返していました。ところが、奇妙なことに、就眠するや否や、ゲーム機でおなじみのスーパーマリオ（参考図1）が出てきて、実験を始めるのです。夢の中で、私とスーパーマリオが「ああでもない、こうでもない」といろいろ議論しながら研究を進めました。実際は、自己の頭脳の中で、何らかのバーチャルな実験を遂行しているのですが、非常に厳しい議論を戦わせながら、マリオが実験を遂行し、自分が指示するという構図になっていました。残念ながら、朝、目を覚ますとその内容はほとんど忘失しているのですが、ほぼ毎晩楽しむことができ、僅かですが、現実の実験等にフィードバックすることができたことを覚えています。

教授昇進後の5年間は、研究員と秘書と学生とで研究室を運営し、教育研究のスタッフを置きませんでした。毎晩マリオとの議論は欠かさずに過ごしました。5年後、研究室に初めてスタッフを迎えると、研究現場での教育は、スタッフと共有することになり、マリオは急に姿を見せなくなりました。また、私も研究の現場から次第に距離をおき、デスクワークが多くなっていきました。

### マリオとアレックスとの再会？

さて、2010年ごろの国際会議で、当時プラズマ医療を推進している第一人者のアレキサンダー・フリッドマン教授（Alexander Fridman、Drexel University、米国）（参考図2）を招聘しました。私は、これまで面識がなかったのですが、組織委員長だったので、挨拶をするために会場で待っていました。彼に出会うと同時に、とても初対面とは思え

ないくらい、大きな親近感を覚えました。フリッドマン教授（呼称：アレックス）は、マリオの生き写しで、風貌が酷似しているのみならず、夢で議論したときのキャラクターまでが似ていたからです。当時、アレックスのプラズマ医療の講演を聞いて、大きな興味を抱きましたが、自分がプラズマ医療の研究を開始するとは、夢にも思いませんでした。

その後、世界の潮流を鑑み、我が国でもプラズマ医療研究の推進が重要であると決断し、2013年に文部科学省新学術領域研究「プラズマ医療科学の創成」を申請し、採択に至りました。2013~2017年まで、代表者として、プラズマ医療科学研究に没頭するようになると、アレックスとは国際会議で頻繁に議論する機会が増え、夢の中で出遇していたマリオとの会話を再現することになりました。当然ながら、先方には分かりませんが、個人的には、非常に親しみを覚え、楽しみながら議論を交わすことができました。

### アレックスとの戦い

2013年に、プラズマ医療分野では、新参者の名古屋大学チームが、「プラズマ活性培養液によるがんの選択死滅」を公表したとき[1]、学会では、集中砲火を受けて、辛辣な質問を浴びました。その先鋒は、アレックスです。数々の難質問をいただき、時間を延長して質疑応答を繰り返すことが頻繁に行われました。当時のアレックスは、我々の結果には、否定的であったために、その実験のノウハウを明らかにするよう、大いに会場をアジャストし、会場からの議論も活発になるように鼓舞しました。言い換えれば、我々の成果が革新的であり、予想を超えたものであることを、大いにアピールしていただいたわけで、今となっては、学会での戦いというよりも、そのオリジナリティを強烈に宣伝していただけたことに、感謝しています。

何度かの国際会議での激戦を経て、次第に世界の他機関でも、プラズマ活性培養液（Plasma Activated Medium: PAM）を使った結果が公表されるようになり、現在では普遍的な現象であることが認知されるに至っています。また、アレックスには、PAMの良き理解者となって、応援いただいています。

### アレックスとの協創活動

現在、プラズマ国際がん学会（IWPCT、毎年開催）で、PAMに関する発表件数は、全件数の40%弱にまで増加し、その生理的活性の機序の解明への研究や多様な応用を開拓する研究など、プラズマ医療の最重要分野になっています。名古屋大学では、絶えず最新の研究の成果を公表し、国際会議での建設的な議論を通して、アレックスから多くのヒントをいただいています。彼が発明したプラズマ誘起免疫効果とともにPAMは未来医療を拓く可能性を秘めており、アレックスとは、本分野を協創する良きパートナーシップを築いています。

さて、このような学会活動を通して、アレックスの研究への姿勢や情熱、学会での議論を大いに盛り上げることができる独特のキャラクター、若手研究者への激励や会議開催等の貢献者の労に対するねぎらいの言葉の表明、懇親会では、にぎやかな会にするための献身的なアクションなど、他の研究者にはない、人間的な資質や魅力などに接し、多くの事柄を学ぶことができました。

本年度のゴードンコンファレンス（Gordon Conference 8/5-8/10）では、彼の座長の下で、招待講演を行いました。講演後の質疑と議論では、「大気圧プラズマにおけるDoseとは？」という難質問をいただきました。幸いに、日ごろから同じことを考えていたので、鋭く応答することができました。珍しく、反論されませんでした。その時の、アレックスの表情は、まさに、昔のマリ

オを彷彿させるものでした。同じような問題意識を共有しながら学理を協創していることを実感することができました。

### 学会こそが、大学教授の教育の場である！

本年6月に開催された、プラズマ医療国際会議 (ICPM 6/17-6/22, Philadelphia USA、隔年開催) で 2018 Plasma Medicine Award の受賞者が公表され、栄えある賞を受賞することができました。その授賞式には、出席することができませんでしたが、実行委員長のアレックスから賞の盾と記念の品が贈呈されました。この授賞式に出席できなかったことや好敵手であったアレックスから賞を直接いただくことができなかったことは悔いに残りますが、記念の品が手元に届いたときはびっくりしました。凧で雷が電気であることを実証した (とても勇気ある実験を遂行した) ベンジャミン・フランクリン (1706-1790) の人形でした。おそらく、その品は、ウイットに富むアレックスの発案であると推察されますが、その風貌は、現在の初老のアレックスの将来の姿を想像させるものでした (参考図3および図4)。私の中のアレックスは、マリオからフランクリンへと年を重ねていきますが、「アレックス=学会」からは、多くの薫陶を受け、それが、日々の自己研鑽を重ねる力となり、自己の成長に結びついたことは間違いありません。

平常通り、いつも何もなかったように、学会が開催されますが、多くの方々の途轍もない大きな努力があつてこそ、その開催が実現されます。また、学会を通じたコミュニティの活動の中で、学生、若手研究者、教授が、年齢、ポジション、分野の壁を越えて平等に意見を交わすことができる場が与えられています (参考図5)。学会こそが、グローバルな競争や友情を育み、参加者の成長、そして、教育に司る教授という指導者の真の教育につながっていくのではないかと考えています。

このような素晴らしい環境の中で、各々が懸命に学会活動に専心することが、人材育成に繋がるのではないかと思います。

### 結言

プラズマエレクトロニクス分科会は、設立30年を迎えようとしています。その歴史の中で、多くの会員が、その活動を発展させるとともに、持論である「大学教授の教育」も含めて、多様な人材の育成にも多大な貢献を果たしてきました。

また、世界の冠たる国際会議と共催することで、我が国が世界を先導するような戦略を講じて、日本のプラズマコミュニティのプレゼンスを広めてきました。来年には、分科会が主催する国際会議 (ICRP) と欧州を中心として開催されてきた国際会議 (ICPIG) が、札幌で共同開催されます。

プラズマエレクトロニクス分科会は、最先端の研究成果を基に、プラズマ現象に真摯に対峙して、その学理に基づいて徹底的に議論を重ね、人類の永続的発展に貢献しつづける場のポテンシャルを確保するという、大きな使命を有しています。

これからも、世代を超えてその活動を継続し、さらに進化させることで、多様な人材の教育が行われている素晴らしい時空間を提供し続けることを期待しています。

### 参考文献

- [1] F. Utsumi, H. Kajiyama, K. Nakamura, H. Tanaka, M. Mizuno, K. Ishikawa, H. Kondo, H. Kano, M. Hori, and F. Kikkawa  
[Effect of Indirect Nonequilibrium Atmospheric Pressure Plasma on Anti-Proliferative Activity against Chronic Chemo-Resistant Ovarian Cancer Cells In Vitro and In Vivo](#)  
PLoS ONE 8 (12) (Dec. 18, 2013) e81576, DOI: 10.1371/journal.pone.0081576.

参考図



図1 スーパーマリオ (Google より)。



図3 最近のアレックス (2018年3月)。



図2 最初に出会ったところのアレックス  
(Drexel 大学、ホームページより)。



図4 受賞の記念品としてアレックスより  
授与されたベンジャミン・フランクリンの人形。



図5 2018 プラズマ農業国際会議の開催 (3月、高山市)。  
左から、伊藤昌文教授 (名城大)、筆者、フリッドマン教授夫妻、朽津和幸教授 (東京理科大)。

## コンソーシアム紹介

# プラズマバイオコンソーシアムの紹介

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長 大野 哲靖

近年、大気圧環境下でプラズマを熱化させることなく、非平衡状態の低温高密度プラズマを生成する技術が開発され、プラズマを動植物に直接照射したり、プラズマを照射した培養液に細胞を浸したりする研究が行われるようになってきている。その結果、稲の成長の促進[1]やがん細胞の数の大幅な減少[2]のような新たな現象が見出されている。これらの発見を契機に、医療農水産業等をターゲットに大気圧プラズマを利用して治療や増産等に役立てようとする研究が国内外で開始されている。しかし、プラズマが動植物にどのように作用するのか、分子生物学と呼ばれる細胞レベルの基礎過程の研究はあまり進んでおらず、今後、医療農水産業にプラズマを広く応用するためには、その機序の解明が必要不可欠であり、緊急の課題となっている。

また、世界的にもプラズマを用いた医療農水産業の研究が盛んになってきていることから、国内の当該分野の研究体制を充実させ、基礎研究と応用研究を強力に推進し、世界をリードする立場を確保する必要がある。

今回新たに設立されたプラズマバイオコンソーシアムでは、プラズマ科学、基礎生物学・生理学、医学、農学分野の研究者を繋ぐ、新たな「プラズマバイオサイエンス」分野と研究コミュニティの構築を目指している。

プラズマバイオコンソーシアムは、名古屋大学、九州大学、自然科学研究機構で構成される(図1)。名古屋大学では、プラズマナノ工学研究センター/プラズマ医療科学国際イノベーションセンターにおいて、主に動物系のプラズマバイオ研究を担



図1 プラズマバイオコンソーシアムの概要

当する。これまで、波長可変レーザーを用いた大気圧プラズマ中の電子や活性種の挙動の時空間分解計測やプラズマ照射した液体(プラズマ活性溶液)中の化学種の実時間計測を行い、それらを応用して、卵巣癌や胃癌などによる腹膜播種性転移の治療や眼科系疾患である加齢黄斑変性治療の研究を行ってきた。また、九州大学プラズマ界面工学センターでは、主に植物系プラズマバイオ研究を担当し、種子へのプラズマ照射による稲の成長促進効果などの研究が行われている。

一方、自然科学研究機構は宇宙、物質、エネルギー、生命の自然科学分野研究を担う5つの大学共同利用機関で構成されており、岡崎地区の基礎生物学研究所、生理学研究所では最先端のバイオ研究が行われている。自然科学研究機構の新分野創成センター内に設置されたプラズマバイオ分野



において、分子生物学をベースとした動物系・植物系双方のプラズマバイオに関する基礎研究が実施される。また、プラズマバイオコンソーシアムでは、他大学・他研究機関との共同研究も積極的に実施し、全国の研究者と連携して、分野の垣根を越えたプラズマバイオ研究を全日本体制で推進する。

プラズマバイオコンソーシアムの設立構想は、小森彰夫自然科学研究機構長（当時：核融合科学研究所長）と堀 勝教授（名古屋大学プラズマ医療科学国際イノベーションセンター長）との議論に端を発している。その後、井本敬二教授（自然科学研究機構・新分野創成センター長）のご尽力により、プラズマ研究者とバイオ研究者との合同勉強会が継続的に開催され、相互理解が深まり、さらに参加機関の事務関係者の継続的な努力により、平成 30 年 6 月 1 日に自然科学研究機構において協定書の署名式が行われ、井本敬二教授を運営委員会議長とするプラズマバイオコンソーシアムが発足した（図 2）。

7 月 23 日に名古屋大学東山キャンパスにて、松尾 清一総長、佐々木裕之九州大学副学長、小森彰夫自然科学研究機構長の来席のもと、発足記念式典が開催された（写真 1）。さらに 9 月 14 日には、第 1 回プラズマバイオコンソーシアムワークショップが開催され、堀勝教授、白谷正治教授（九州大学プラズマナノ界面工学センター長）、西谷基宏教授（自然科学研究機構生理学研究所）などによる基調講演が行われた。

今後、プラズマバイオコンソーシアムにおけるプラズマ科学と生命科学の融合研究により、新しい学術分野の創成と安心安全な未来社会構築に貢献したいと考えている。プラズマ研究者各位のご支援、ご協力を切にお願いいたします。



図 2 プラズマバイオコンソーシアムのロゴ



写真 1 発足記念式典での記者会見の様子（左から、井本敬二教授（プラズマバイオコンソーシアム運営委員長）、堀 勝教授、大野哲靖、白谷正治教授）

#### 参考文献

- [1] K. Koga, *et al.* “Simple method of improving harvest by nonthermal air plasma irradiation of seeds of *Arabidopsis thaliana* (L.)”, *Appl. Phys. Exp.* **9** (2015) 016201.
- [2] S. Iseki, *et al.* “Selective killing of ovarian cancer cells through induction of apoptosis by nonequilibrium atmospheric pressure plasma” *Appl. Phys. Lett.* **100** (11) (Mar 15, 2012) 113702, DOI: 10.1063/1.3694928

## センター紹介

# 文部科学省共同利用・共同研究拠点としての 「低温プラズマ科学研究センター」の創設と共同研究の公募

名古屋大学 未来社会創造機構 堀 勝

低温プラズマ科学は、我が国のものづくりの生命線を担う最重要科学技術を牽引し、超低消費電力大規模集積回路に代表される最先端電子デバイスや新機能素材、太陽電池、燃料電池などへの領域において、世界最高峰の基礎および応用研究を推進しています。最近では医療、農水産分野においても新しいプラズマバイオテクノロジーが勃興し、新たなライフイノベーションを起こしています。

名古屋大学では、2006年に設立し、プラズマ科学を基盤として、ナノテクノロジーを牽引している工学研究科附属「プラズマナノ工学研究センター」と2013年に、文部科学省新学術領域研究「プラズマ医療科学の創成」を推進するために設立し、プラズマ医療科学分野を担っている、「プラズマ医療科学グローバルイノベーションセンター」の2つが両輪となって活動を推進してきました。

この度、名古屋大学における低温プラズマに関する研究者を集結し、高精度なプラズマ計測装置、多様なプラズマ発生装置を有し、2015年に創設した「プラズマ科学プラットフォーム」を基盤とすることで、さらなる研究の深化と新領域の開拓を進め、上記の「プラズマナノ工学研究センター」と「プラズマ医療科学国際イノベーションセンター」の2つの低温プラズマの研究センターを発展的に統合し、平成31年4月に「低温プラズマ科学研究センター」を設立することになりました。

さらに、このセンターが、平成31年文部科学省の国立大学共同利用・共同研究拠点の認定を受けることになりました

([http://www.mext.go.jp/a\\_menu/kyoten/1397836.htm](http://www.mext.go.jp/a_menu/kyoten/1397836.htm))。

共同利用・共同研究拠点の目的は、名古屋大学が誇る半世紀に及ぶプラズマ研究の英知と人的・物的資源を基盤として、学内外・国内外の研究者との低温プラズマ科学に関する共同利用・共同研究を推進し、有機的連携の司令塔として、多様な学際領域の境界を破り融合することによって「プラズマ科学」を発展させ、産業を通じて人類の永続的發展に貢献することにあります。

具体的には、共同研究を推進するために国からセンターに配布される補助金を基に、共同研究の公募を行います。共同研究の提案に対して、センターにおける委員会で審査を行い、共同研究先を決定し、採択された共同研究について、共同研究費を配り、有機的な共同研究を行うこととなります。

公募案内は、本年度中にプラズマエレクトロニクス分科会のネットワークを通じてのご案内しますので、是非とも多くの研究者が研究チームを作って、上記共同研究に参画していただきたいと思います。

新センターにおいては、平成31年度からの認定を受けた共同利用・共同研究組織として、学内資源を集約して整備した「プラズマ科学プラットフォーム」の低温プラズマ装置を提供して、低温プラズマに関する多様な領域における国際研究拠点としての場の提供と知の集約を推進し、それにより新たな分野の開拓を含めプラズマ科学を深化し未来産業を創造したいと思います。

皆様方の一層のご協力をお願い申し上げます。

## 研究室紹介

# 機械工学におけるプラズマ研究

## 東京工業大学工学院機械系 野崎 智洋

東京工業大学では2016年に教育改革が行われ、自身の所属が工学院機械系になった。一般に、機械工学は4力学（または3力学）が大きな柱になっており、機械力学、材料力学、流体力学、熱力学分野に大別されることが多い。私は熱工学分野に属しており、熱力学というより伝熱工学が私のDisciplineである。学問としては成熟度が高く泥臭い側面を多分に有するため学生には敬遠されがちな分野である。他方、成熟度が高いため新規分野開拓が盛んで、機械工学分野の垣根を越えて活動している研究者は比較的多いように思う。

私自身、岐阜大学機械工学科において、衝突噴流のよどみ点における熱伝達係数の測定、および無次元数を使った相関式の導出というやや伝統的な研究を「大気圧非平衡プラズマ伝熱に応用する」という観点で研究をスタートさせた。その研究成果をもとに、はじめて国際会議に出席したのが1999年にプラハで開催されたISPC-14であった。口頭発表として採択されたものの、私の発表は大気圧プラズマのセッションではなく、熱プラズマのセッションであった（大気圧プラズマセッションに申し込んだにもかかわらず）。つまり、非平衡プラズマ分野でプラズマ伝熱はほとんど認知されておらず、Nu数、Re数、Pr数などをふんだんに使ったプラズマ伝熱に関する研究は、熱プラズマの範疇で取り扱うものなのだと理解した。プラズマを専門とする研究者（Program Committee）がアブストラクトをレビューした結果、そのように判断したわけである。つまり、私が行っていた研究が相当に的外れだったのだという事実で驚きと

悔しさを感じ、また自身の浅学さを恥じた経験だった。このことを契機に「機械工学に貢献するためのプラズマ研究」ではなく、「プラズマ化学分野の発展に貢献できるプラズマ研究」を強く意識するようになり、材料科学、分光計測などはじめての挑戦であったが大きく研究の舵を切る契機を得た。さらに、1999年に東京工業大学機械科学科に転任することとなり、多くの先生方の協力を頂きながら、恵まれた環境で大気圧プラズマに関する研究に専念する機会を得た。

現在、博士4名を含む14名の学生に恵まれ研究室を運営している（写真1：2018年10月入学者は含まれていない）。職員は野崎と主に経理をサポートしてくれる補佐員の2名である。研究テーマは大きく3つに分かれ、プラズマを使ってガス改質を行う「プラズマ触媒グループ」、シリコンナノ粒子合成と応用探索を行う「シリコングループ」、さらに水素燃焼による大規模火力発電のプラント解析を行う「水素グループ」である。プラズマケミストリーに主眼を置きつつも、エネルギー環境問題を背景にテーマ設定し研究を行っている。水素グループの研究はプラズマ研究と一線を画しているが、そもそもプラズマ研究の基盤であるエネルギー工学に関する素養をメンバー全体で共有するうえでも重量な役割を担っている。なお、東京工業大学機械系学部講義群で、講義名に「プラズマ」を冠する講義、またはそれに類する講義は無いため、当研究室に配属される卒論・修論学生は少々戸惑いを感じるようであるが、配属後はすぐに環境に慣れ研究に取り組んでいる。

プラズマ応用研究の特徴は、「プラズマを使って何をするか」によって常に二つ(またはそれ以上)の課題を研究しなければならないことである。例えば、プラズマと材料科学、プラズマと医療、プラズマと触媒、プラズマと半導体デバイス、etcである。二つのテーマをタイムリーに同時進行で研究するのは、学生にとっては大変な労力を要することがある。いずれか一方に特化して専門性を高めてもよいが、いずれのテーマも中途半端なままでは何でも屋(Disciplineがないという意味。オールマイティーに何でも熟せるという意味ではない)になってしまう。機械工学が「成熟度が高く新分野開拓に旺盛」と述べた。つまり、プラズマ研究にかかわらず、機械工学における研究は必然的に多面性を有することになり、二足以上のわらじを器用に履きこなすことができなければ、大学を卒業するまでに広く浅くしか学ぶことができない。学生にはこのことを肝に銘じて研究に取り組んでもらいたい半面、卒業生を何でも屋として社会に送り出さないための責任も感じており、研究はもちろん、教育の難しさを常に痛感している次第である。



写真1 2018年6月集合写真

#### ① プラズマ触媒

誘電体バリア放電と触媒を組み合わせで  $\text{CH}_4$

の改質を行う研究である。メタンはプラズマ分野でもよく用いられるプロセスガスである。安定な化学種であるためプラズマを使って低温で効率よく分解する研究は工学的価値が高い。エネルギー利用の面から、バイオガスのように再生可能エネルギーとしての側面も有するし、一次エネルギーであるためエネルギー利用効率も高くなりやすい。一般に、メタンを改質する過程で炭素析出(コーキング)が問題になるが、大気圧プラズマを活用することで炭素析出を抑制できる。他方、炭化水素を原料としてカーボンナノチューブを触媒CVDで成長制御する研究は能動的コーキングと考えることもできる。過去にカーボンナノチューブ合成に関する研究を行っていたが、ナノチューブ合成とメタン改質は共通点が多く、共通のアイデアのもと研究を進めることができた。

2018年はゴードン会議でも Plasma Catalysisに関するセッションが立ち上がり、欧米を中心に研究が活性化している。そもそもプラズマCVDは、目的分子の吸着-表面反応-不要な分子の脱離を繰り返すことで成立する。最近注目を集めている原子層プロセスも同様で、プラズマ触媒とは共通点が多い。一方、プラズマメディスンや気液界面プラズマのように、自然発生的に分野融合が進み、研究者人口が爆発的に増えている分野ではない。欧米中と比べて研究者は少なく、日本からも多くの皆様に参画頂ければ幸いである。

#### ② シリコンナノ粒子

2003年にミネソタ大学に在外研究として10か月間滞在する機会を得た。当時、東京工業大学、大竹尚登教授が故 Joachim Heberlein 教授を東工大に招聘していたことがきっかけで、ミネソタ大学の研究グループを深く知ることができた。大竹教授は1995年頃ミネソタ大学に滞在していたこと、さらに渡辺隆行教授(現・九州大学)もほぼ

同時期にミネソタ大に滞在していたことから、東工大とミネソタ大の間にはすでに強い協力関係ができあがっていた（遡れば東工大・神沢淳名誉教授、同・鈴木正昭名誉教授）。私がミネソタ大で研究する機会を頂いたのは、先駆者のおかげであることは言うまでもない。幸いなことに、大学が独法化する直前だったため、最後の文科省在外研究員制度の支援を得て10カ月間の外遊を許された。

さて、シリコンの研究を始めたのは、在外研究当時、ミネソタ大の Uwe Kortshagen 教授（当時は准教授）がシリコン微粒子の研究をスタートさせたことがきっかけである。プラズマ材料研究と言えば炭素系、シリコン系材料が適材と考えていたことに加え、大気圧プラズマのように圧力の高いプラズマで微粒子を合成できる点に魅力を感じ、帰国後研究をスタートさせた。C-H, Si-H などの結合を励起、または解離させるために必要なエネルギーが、プラズマ中の電子エネルギーと相性がいい（よく一致している）と考えているが、説得力のある理由を説明するのは難しい。さらに、シリコンナノ粒子を有機無機ハイブリッド太陽電池に応用する研究に的を絞って研究を進めた。幸い、研究費に恵まれたが、投機性の高い分野であり、多くの設備と人材の投入を避けられない分野である。材料研究を超えてデバイス開発まで学びたいという個人的な理由もあったが、現在の陣容で継続的に研究を進め成果を得るにはやや負担の大きい研究テーマである。現在は高分子とのハイブリッド材料開発、および熱輸送制御と言う観点で規模を縮小して研究を継続している。

### ③水素燃焼発電

将来の水素サプライチェーンの実現を前提に、大量の輸入水素を効率よく利用する技術として、

水素酸素燃焼を基盤とする大規模火力発電のサイクルシミュレーションを行っている。純酸素純水素燃焼を用いれば、ガスタービンサイクルと蒸気タービンサイクルを統合することができ（作動流体が同じ）、既存の天然ガス炊きコンバインドサイクルよりも高いサイクル効率を実現できる可能性がある（グラーツサイクル、セミクローズド・トッピング再生サイクルなどと称する）。ただし、CO<sub>2</sub>フリー水素のコストや純酸素製造を考慮した送電端効率がいかほどになるか、決して容易な課題ではない。

化石燃料の場合、発電所の効率が高くなればそれに対応して燃料使用量が減るため CO<sub>2</sub> 削減に直接的に貢献する。しかし、「CO<sub>2</sub>フリー水素」が前提であるならば、発電所の効率向上は CO<sub>2</sub> 削減には直接的に貢献しないことになる。一方、発電効率は電力コストに直結することとなり、工学だけでは解決困難な課題を提起する。また、制度づくりも重要で、「何を原料にしてどのような方法で作った水素」かによって経済的な評価が全く異なる。このような制度作りは欧州では進んでいるが日本ではやや遅れている。技術力は高いがそれだけではもうからない、と言う誰でも知っているのに実践できない難しい課題がここにもある。

「研究事例の紹介」ではなく「研究室紹介」であること、さらに過去の記事とは趣向を変えることを意識して記事をかいた。皆様には興味を持っていただければ幸いです。本項でも述べましたが多くの皆様の支援により研究室を運営することができています。関係各位には、この場を借りて深く御礼申し上げます。

研究室 HP : <http://www.nano-silicon.com/ats/>

## プラズマプレーを用いたリチウムイオン電池材料開発

東京大学 神原 淳

### 1. はじめに

リチウムイオン電池 (LiB) は、携帯機器の蓄電池から各種移動体の車載向け大型蓄電池への導入に向けて精力的に研究開発が進められている。特に自動車用蓄電池には、現行ガソリン車に匹敵する巡航距離を実現するための高エネルギーを限られた車内の搭載スペースで得る高密度化とともに、車両と同等の 10 年程度の長寿命も期待される。加えてハイブリッド車には、加速制動時のエネルギー利用、回収貯蔵を可能とする高出力特性も求められる。これらの電池性能を実現するには、新たな電池設計や新材料探索と共に、電極材料の構造・組織化も重要な役割を担っており、特に巨大な電池市場での導入が見通しうる高スループット手法での実現が求められている。

そこで本稿では、特にリチウムイオン電池材料の負極に焦点を当てて、その組織・構造を制御する製造技術として注目されるプラズマプレー法について紹介する。

### 2. 次世代 LiB 電極材料の要件

高エネルギー密度と高出力を実現するために、電池容量の大きな材料かつ平均電位が大きくなる正負極材料の組み合わせが検討され、現在、正極材料には、層状酸化物系 ( $\text{LiCoO}_2$ )、スピネル系 ( $\text{LiMn}_2\text{O}_4$ )、リン酸塩系 ( $\text{LiFePO}_4$ ) が主要な正極として利用されている。次世代 LiB に向けては、層状酸化物系では Ni や Mn, Al 添加による高容量化が期待でき、特に Ni 添加量の増加が大きな高容量化に繋がることから、高価な Co を置換して価格を抑えながら高容量化も実現する材料系とし

て注目されている。スピネル系材料は安全性と比較的高い安定性を示すものの、容量が小さいことが課題であり、Ni 添加により平均電位が高められることから 5V 級正極として期待されている。しかし、何れの正極材料も負極材料に比べてまだまだ電池容量が小さいことが課題であり、新たな材料系の探索が精力的に進められている。

一方、負極材料に注目すると、現行電池構成では炭素 (黒鉛, 非晶質炭素)、チタン酸化物 ( $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ ) が利用されている。後者は電極電位が炭素系に比べて高いため Li のデンドライト化が無く、リチウムイオンの挿入脱離でも体積変化が小さく良好なサイクル安定性が期待できるが、両材料とも電池容量は同程度であり、コスト含む総合的な観点から炭素系が主要負極材として選択されている。しかし次世代 LiB の高密度化に向けては炭素の理論容量 372 mAh/g を既にフルに利用している現状、より高密度の材料の検討が進められる。図 1 に LiB 負極として検討しうる元素の重量比容量と体積比容量を比較した[1]。

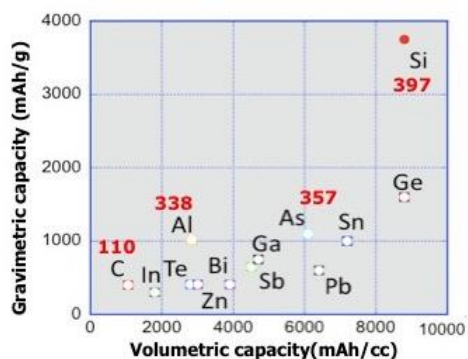


図 1 次世代 LiB 負極材の重量比/体積比電池容量の比較 (図中赤字: 充電に伴う体積増加率%)

種々元素が Li と合金を形成して負極として動作することが期待されるが、現行 C が左下に位置するのに対して、多くの金属元素が大きな体積比容量を示し、軽量電池に適していることが推察される。中でも Si は重量比容量も大きく、C 系に比べて体積比、重量比容量共に 10 倍程度高く、次世代高密度電池の主要な元素として期待される。

これら材料を電極活物質として構成する場合、活物質サイズを小さくすることは、負極正極ともにリチウムイオンの挿入脱離反応の高速化につながり、電池の高速充放電特性の実現に有効である。特に図 1 に示す高容量が得られる次世代負極材料の場合には、高いサイクル安定性で高電池容量を維持するためには材料をナノスケールで組織化する重要性は極めて高い。具体的には、これら材料の高い電池容量は、リチウム合金相が元材料に比べて極めて大きい体積となることに起因するものであり、体積比は図 1 中に示す数字の通り、炭素系の場合 110%程度であるが、Al や Sn では 350%程度、Si に至っては 400%に迫る。すなわち、充放電時のリチウム合金化/脱リチウム反応の繰り返しと共に、Si は 400%近い体積膨張収縮を繰り返すことを意味しており、これに起因して、数回の充放電で材料が粉砕、負極内部での活物質間の電気伝導性が失われて、数回の充放電サイクルで電池として機能しなくなる問題が確認されている。しかし、活物質材料をナノサイズに組織化すると、材料の耐割れ性は向上し、粉砕が抑制され、充放電サイクル性が改善される傾向が確認されている[2,3]。具体的には、150nm 程度の Si 粒子サイズであれば、少なくとも初回の充放電に伴う割れは抑制される効果がある。TEM 観察で確認されている[4]。ナノサイズ化に加えて、電極材料の電気伝導性を高めることも電池内部抵抗を低下させることに繋がり出力増加が期待できるだけでなく、意図しない活物質の粉砕に対しても、電気的導通を

維持して電池のサイクル維持性の向上にも繋がることから、導電助剤としての炭素材料や金属の添加が検討されている。また、活物質材料表面へのカーボンコーティングは電気化学的に安定な界面形成に有効に働くことも報告されている[5]。更に、体積膨張に伴う電極内部での応力集中を緩和する電極のポーラス構造化もサイクル維持性の向上に極めて効果的である[6]。以上の通り、次世代 LiB の高容量電極材料には、ナノサイズで複合体を形成する電極構造化が求められる要件とできる。

### 3. プラズマプレー法

前項で紹介した次世代 LiB に求められるナノ複合構造電極を形成する手法の多くは、高価な気相原料を利用する、低速プロセスを複数回繰り返す長時間を要する手法であり、LiB の巨大市場の生産技術として実用を検討するには未だ大きなハードルがあると見受けられる[7]。ここでプラズマプレー法に注目すると、生産現場における基盤技術として、各種ナノ粒子が実際に生産されており、LiB の電極材料に資するだけのナノ構造化と結果としての電池特性を示すことが出来れば、極めて有望な手法になるといえる。

プラズマプレー法は、流れを有するプラズマ中に各種原料を投入し、プラズマ内部での化学的・物理的現象を利用して、高速度で所望の材料を生み出す手法の総称である[8]。一般的な熱プラズマ中に平均粒径が数 10 $\mu$ m 程度の粗大粉末を投入すれば、原料が加熱溶解、液滴が形成され、基材を置けば溶解となり、基材を設置しなければフレーム端部での冷却凝固により球状粒子が生成される。これに対して微細粉末原料の場合には、原料粉末の完全蒸発も可能となり、混合高温ガスの形成と続く凝縮によってナノ粒子の生成が可能となる。気体/液体原料の場合と対比して、投入原料粉末濃度そのまま凝縮しナノ粒子を形成する過程が、物

理蒸着と類似していることから、フラッシュプラズマ蒸発或いは基板堆積と同一過程としてプラズマプレー物理蒸着 (PS-PVD) と称される。

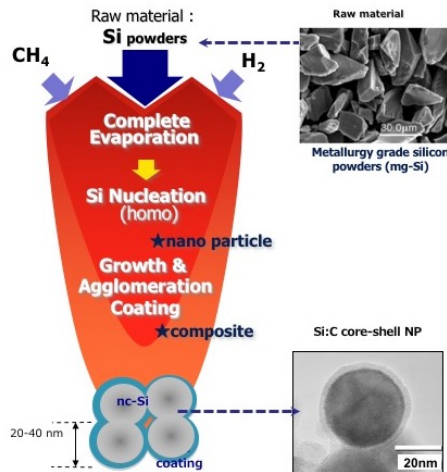


図2 PS-PVDによるSi-NP生成素過程

この PS-PVD を負極材料として Si ナノ粒子 (Si-NP) を生成する場合、数ドル/kg 程度の冶金級粉末を原料に数 1kg/h の速度でナノ粒子を製造、負極材料としての特性改善にも十分期待できることが確認されている [9]。Si 原料と同時に、例えば CH<sub>4</sub> ガスを添加すれば、Si の核生成、成長後の Si-NP 表面に数 nm のカーボンコートが形成されたコアシェルナノ粒子を形成する事ができる [10]。

後者の過程は、プラズマ中に Si と C の凝縮性元素が共存する状態からの凝縮過程を経て Si:C-NP の生成となることから、多元系の共凝縮過程における核生成、成長と反応の競合が重要となる。検討する系において複数の高温安定相が存在すれば、それぞれの相の生成の競合の仕方次第で、所望の相とは異なる相が生成する可能性もあるが、逆に、適切な競合過程の制御次第で、高速ナノ粒子形成と同時に複合構造化も可能になる。すなわち、第 2 添加元素を Si ナノ粒子の核生成・成長後の粒子表面に直接不均質核生成を促す条件に設定

すれば、第 2 元素ナノ粒子を直接担持した Si-NP 複合構造を創り出す事が出来る。単なる 2 種類のナノ粒子の混合と比べて、第 2 相粒子が直接担持した構造体によって、より良好な導電性や機械的強度など機能付加が期待される [11]。

#### 4. ナノ粒子構造形成過程

PS-PVD によるナノ粒子生成は、高温蒸気の核生成と続くナノ粒子成長による。特に多元系の場合の相選択或いは複合構造化の検討において、核生成温度の見積りは有効である。すなわち、特定の安定合金ガス相が知られていない場合には、検討する多元系元素の中で、蒸気圧が高く核生成温度が 1 番高くなる条件の元素が冷却時に 1 番早く凝縮し、2 番目に核生成する原子が 1 番目の凝縮体に付着し、その冷却条件によって複合構造化あるいは合金化が決まる。安定な合金ガス分子が存在する場合にも、他のガス分子との共存が無視できる程度であれば、単一のガスと見なして原子と同様に扱っても大凡の凝縮過程が説明される。

古典的核生成によれば、均質核生成の駆動力は結晶核の体積自由エネルギー  $\Delta G_v$  の安定化と表面自由エネルギー  $\sigma$  の不安定化のバランスで記述される。気相からの液体核生成の場合、体積エネルギー変化は単位面積当たりの気液間の自由エネルギー差として、液滴上の蒸気圧  $p$  と温度での飽和蒸気圧  $p_0$  により次式で表される。

$$\Delta G = -\frac{4}{3}\pi r^3 \Delta G_v + 4\pi r^2 \sigma = -\frac{4}{3}\pi r^3 \frac{kT}{v} \ln\left(\frac{p}{p_0}\right) + 4\pi r^2 \sigma \quad (1)$$

ただし、 $r$  は結晶核の半径、 $v$  は液体分子体積である。ここで  $p/p_0$  は過飽和度  $S$  であり、未飽和 ( $S < 1$ ) の場合には、式(1)の右辺の二つの項ともに正となり結晶核の自由エネルギー  $\Delta G$  は常に正になる事から核は不安定で蒸発し消滅する事となる。他方、過飽和 ( $S > 1$ ) の場合には、式(1)右辺の第一項は負になる事から  $\Delta G$  が最大値を持ち、 $r$  の増加と共に



減少する。即ち、最大値を与える半径  $r^*$  が臨界核 (エンブリオ) として  $r^* = 2\sigma v / kT \ln S$  で与えられる。この時の核生成頻度  $I$  は、

$$I = \frac{a(Sp_0)^2}{(kT)^2 r} \sqrt{\frac{2Sm}{\rho}} \exp\left(-\frac{4\pi s}{3}(r^*)^2 f(q,b)\right) \quad (2)$$

で与えられる[12]。ただし、 $\alpha$  吸着係数、 $\rho$  液体密度、 $m$  分子質量である。また  $f(q,b)$  は形態係数で、均質核生成の場合には 1、平板への不均質核生成の場合には  $f(q,b) = (\cos^3 q - 3\cos q + 2)/4$ 、球形のナノ粒子状への不均質核生成の場合には、ナノ粒子半径  $R$  との関係  $b = r^*/R$  として、幾何学的な関係から、

$$f(b,q) = \frac{1}{2} \left( 1 + c^3 (b - \cos q)^3 \right) + \frac{b^3}{2} c^2 (1 - b \cos q)^2 (c(1 - b \cos q) - 1) \quad (3)$$

$$\cdot (c(1 + 2b \cos q) - 2) (c(1 - b \cos q) - 1)$$

と与えられる[13]。例えば、Si ナノ粒子状への Cu の不均質核生成の場合、 $f(q,b)$  は Si-NP のサイズが 10nm よりも小さくなると急激に大きくなり不均質核生成の自由エネルギーに近づく。逆に 10nm 以上のサイズの粒子が存在する場合には、平滑基板への不均質核生成と同程度の自由エネルギー低下の効果が期待され、ナノ粒子状への直接付着も期待できる。この形態係数を加味した Si-NP 上への Cu の核生成頻度を図 3 に示す通り、10nm よりも大きくなると急激に核生成頻度も増加する。

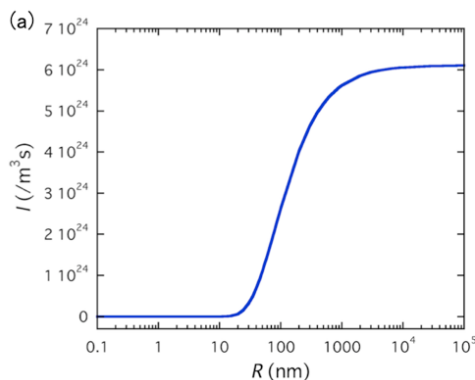


図 3 Si-NP 上への Cu 不均質核生成頻度の Si-NP サイズ依存

一般に核生成頻度は図 3 のサイズ依存と同様に温度の低下に対して急激に変化する。その閾値として経験的に  $10^{22}$  を境に有意な核生成が生じているか否かの判断をする。従って、ある温度  $T$  における飽和蒸気圧で決まる過飽和度  $S$  に対して、 $I=10^{22}$  を適用する事で核生成の臨界過飽和度を導出できる。一方で実験条件から過飽和度を温度の関数として導出できることから、臨界過飽和度との交点で検討する実験条件での核生成温度を見積もることが出来る。

一方、安定なガス分子が平衡化学種で複数予測される場合には、それぞれの安定存在温度以下では分圧と粒子サイズにより決まる衝突頻度で反応、付着混合が進行することとなる。

## 5. PS-PVD による電極材料生成例

**負極材料：**次世代 LiB 負極材料として Si-NP を PS-PVD で生成する場合、前述の通り、コスト的にも有意となる冶金級 Si 粉末 (硅石をカーボン坩堝で溶解精製した 99.5% 程度で平均粒径 20 $\mu$ m の破碎粉) を原料に利用しても十分に LiB 特性を向上しうることが確認された (図 4)。典型的には 20-40nm の一次 Si 粒子が数 100nm の凝集体を形成するコンポジット構造が得られ、これを負極とした電池は数  $\mu$ m の Si を活物質とした場合に比して明確なサイクル安定性改善が確認される。

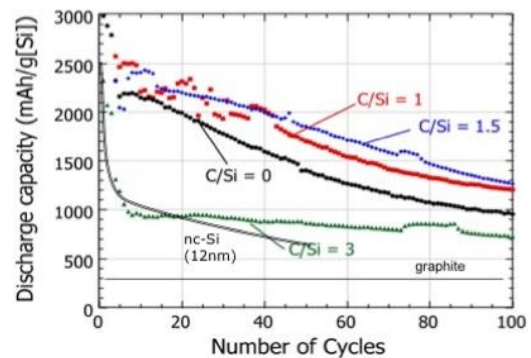


図 4 PS-PVD による Si-NP を負極とした電池の放電容量のサイクル依存性 [10]

同時に CH<sub>4</sub> ガスを Si/C=1 程度で同時投入すると、図 1 に示す通り Si-NP 表面に 2-3nm 厚のアモルファスカーボンのコーティングが可能となり、電池のサイクル維持性も向上する。Si/C 比が 3 程度の場合、SiC-NP も生成混入し、SiC は Li に対して反応性が極めて低く重量損となる事から電池重量比容量は著しく低下する。

一方、Cu を第 2 元素として 1at% 添加する場合、Si の均質核生成温度は Cu 添加に伴う Si 分圧変化によって核生成温度も変化すると予想されるが、無添加で 2187K、1% 添加でも 2185K と影響は限定的である。Cu の均質核生成温度は 1300K と算出されることから、Si が始めに核生成成長することが予想できる。前述の形態係数を考慮すると、もし Si が平坦基板であれば、Cu の不均質核生成温度は 1522K で、プラズマ中での Si-NP 成長を加味した場合には凡そ 25nm の Si-NP 上に 1508K で核生成すると計算される。従って、Cu が 30nm 以上の Si-NP 粒子上で複合体を形成する可能性はあると言える。実際、PS-PVD 後の STEM 明視野像を図 5 に示す通り、コントラストの濃い Cu が直接 Si-NP に担持する様子が確認される。その結果、Si のみの電池に比べて Cu を 1% 程度ではあるが添加した場合にはサイクル維持性が改善される様子も確認され、負極内部での導電性向上が貢献しているものと考えられている[14]。

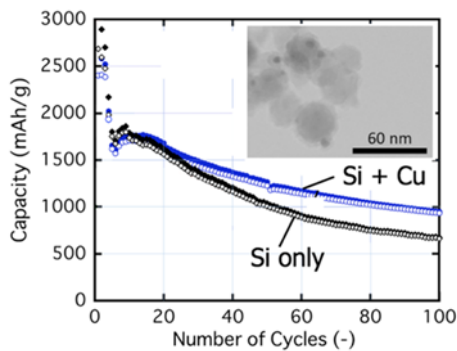


図 5 Si:Cu-NP を利用した電池のサイクル特性と STEM 像

第 2 元素として Ni を添加した場合にも同様に Si-NP 上に直接 Ni が担持する構造が核生成温度推算からの予測通り STEM でも確認された。特徴的な点は、SiNi<sub>2</sub> 相が Si と同一の結晶構造を有する事から数 10msec 程度のナノ粒子形成過程であるにも拘わらず Si-Ni 間にエピタキシャル界面を形成することが確認され、その電気的かつ機械的な耐割れ性向上の効果により電池サイクル性は更に向上している。また、凝縮過程における冷却速度の調整によって、アモルファス Si も PS-PVD により可能となり、連続的に a-Si-NP 粒子を生成する他手法には無い特徴も報告されている[15]。一方で、Si に代えて SiO を原料とする場合には、プラズマの高温ガスの特徴から効果的に還元を進めることが可能となると共に、SiO ナノ粒子のプロセス後段の低温度での熱処理効果によって SiO の不均化反応が生じて c-Si/a-SiO<sub>x</sub> のコアシェルナノ粒子の形成も可能となる[16,17]。その結果、サイクル安定性を維持しつつ容量が改善される SiO の課題を解決する興味深い構造化も可能である。

**正極材料:** 前項で述べた通り、正極材料候補は多元系酸化物であり、単相の正極材料を PS-PVD で生成するためには、系内で共存しうる安定相との競合を制御する必要がある。様々な Li 金属酸化物 (LiMO<sub>x</sub>) の生成について報告されているが[18]、例えば、M=Mn の場合、LiMn<sub>2</sub>O<sub>4</sub> の加えて Mn<sub>3</sub>O<sub>4</sub> 相の混在が確認され、M=Cr の場合、LiCrO<sub>2</sub> に加えて Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> が、M=Co の場合には LiCoO<sub>2</sub> と同時に Li<sub>0.21</sub>Co<sub>0.79</sub>O 相が、M=Ni の場合には Li<sub>0.4</sub>Ni<sub>1.6</sub>O<sub>2</sub> と原料由来の Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> と共存している。いずれも原料に Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> と MO<sub>x</sub> の混合粉末を投入しているが、原料粉末或いは Li を含まない相が共存する結果となっている。構成金属元素の核生成温度と酸化物相の融点との対比から、より高温となる酸化物相が先に核生成し冷却する凝縮過程が考えらるが、興味深い点は、各系における金属酸化物の最低融

点と Li 反応量間に線形の関係があることが見出され、この結果から、熔融状態の粒子が低温まで存在する程、Li との実質的な反応時間が長くなる過程が提案されている。従って、検討する材料系の安定相の熔融状態を踏まえて、反応を促進しうる様にプラズマ内部での滞留時間を長くするなど条件の調整が必要と言える。また、LiOH, FePO<sub>4</sub>, シュウ酸を溶解させた溶液を原料としてオリビン型リン酸塩系 (LiFePO<sub>4</sub>) のナノ粒子の合成も報告されている[19]。

**固体電解質**：近年、液体電解質のイオン伝導率に匹敵する高イオン伝導性を示す硫化物や酸化物が見出されており、有機電解液を用いる電池の課題である低温や高温でも優れた充放電特性を示す電池構成も報告されはじめている。固体電池は薄膜系とバルク系に大別されるが、車載向け電池に必要な十分なエネルギー密度を確保するためにバルク型が対象となり、大量かつ大型の電池製造にも対応しうる電解質の粉体製造が求められる。とりわけ、高イオン伝導性を維持する電解質層とするためには高緻密化が必要であり、典型的に粉末焼結による電解質層作製においてはナノ粒子が有効となる。加えて、バルク全固体電池の正負極では、電解液系では検討の必要の無かったイオン伝導性を正負電極中で実現する必要がある、高イオン伝導性電解質を分散させた複合体化のためにも電解質ナノ粒子が求められる。

イオン伝導性の点では硫化物系が酸化物系よりも優位であるが、製造時の簡便性、電池利用時の安全性の点から酸化物電解質材料も引き続き研究開発が進められている。ケイ酸リチウム粉体を原料とした PS-PVD によってアモルファス Li<sub>4</sub>SiO<sub>4</sub> ナノ粒子の合成の報告があるが[20]、高イオン伝導性を示す Li<sub>7</sub>La<sub>3</sub>Zr<sub>2</sub>O<sub>10</sub> (LLZ 系) 酸化物電解質のナノ粒子生成に関する報告は筆者が調べる限り確認出来ない。LLZ 系では、高イオン伝導を示すた

めには高温安定な立方晶とする必要があり、また Al や Nb, Ta の添加で更にイオン伝導性が向上することが知られている[21,22]。加えて LLZ 相の安定温度領域など基本的な高温物性も不明な点が多く、多元系共凝縮を利用した単相 LLZ ナノ粒子生成に向けた研究の展開に期待される。

## 6. まとめ

プラズマスプレー(PS-PVD)法とそのリチウムイオン電池 (LiB) 材料開発への展開について簡単にまとめた。PS-PVD は、粉末を原料にワンステップで LiB に求められる正極、負極、電解質材料のナノ粒子を高速で生成しうる有望な産業技術であり、プラズマ内部での素過程の理解を踏まえた条件設定によっては、ナノ粒子の構造も変調させることが可能である。とりわけ次世代 LiB では多元系材料が主流となることから、共凝縮過程の理解が更に深化して、所望の材料組成、構造に制御しうるプロセスとして進化することが期待される。

## 参考文献

- [1] D. Larcher, et al, J. Mater. Chem.,17 (2007)3759.
- [2] J. Graetz, et al., Electrochem Solid-State Lett., 6 (2003) A194.
- [3] K. Zhao, et al., J. Appl. Phys. 108 (2010) 073517.
- [4] A. X. H. Liu, et al., ACS Nano 6 (2012) 1522.
- [5] S.H. Ng, et al., J. Phys. Chem. C, 111 (2007) 11131.
- [6] A. Magasinski et al., Nature Mater., 9 (2010) 353.
- [7] C. Martin, Nature Nanotechnol. 9 (2014) 327.
- [8] T. Yoshida, Pure Appl. Chem. 78 (2006) 1093.
- [9] R. Ohta, et al., J. Phys. D: Appl. Phys. 51 (2018) 105501.
- [10] M. Kambara, et al., J. Appl. Phys. 115 (2014) 143302.
- [11] M. Kamabra, et al., Ency. Plasma Technol. (2017) 1076.

- [12] F. F. Abraham, Homogeneous Nucleation Theory (Academic Press, New York, 1974).
- [13] S. Kotake et al.; Prog. Aerospace Sc. **19** (1981) 129.
- [14] M. Kambara, et al., Earozoru Kenkyu 29 (2014) 93.
- [15] D. Okamoto et al., GEC (2015) LW1.082.
- [16] T. Tashiro, et al., Sci. Technol. Adv. Mater. 17 (2016) 744.
- [17] K. Homma, et al., Sci. Technol. Adv. Mater. 15 (2014) 025006.
- [18] M. Tanaka, et al., Nanomaterials, 6 (2016) 60.
- [19] K. Major, et al., J. Therm. Spray Technol., 25, (2016) 357.
- [20] S. Choi, et al., Proc. 21st Inter. Symp. Plasma Chem., (2013) 419.
- [21] R. Murugan, et al, Angew. Chem. Int. Ed. 46 (2007) 7778.
- [22] T. Kato, et al, J. Power Sources, 260 (2014) 292.

## 7<sup>th</sup> International Conference on Plasma Medicine (ICPM-7)

### 第7回プラズマ医療国際会議

大阪大学工学研究科 浜口智志

「第7回プラズマ医療国際会議」(以下、ICPM-7と略記)が、2018年6月17日(日)から22日(金)までの6日間、米国ペンシルバニア州フィラデルフィア市内のドレクセル大学構内で開催された。主催は、プラズマ医療国際学会(International Society for Plasma Medicine)、現地実行委員長は、ドレクセル大学の Alexander Fridman 教授である。27か国から287名の参加があり、大変盛況であった。

また、同会議に先立つ6月15日(金)から16日の2日間にわたり、「第2回プラズマ医療夏の学校(2nd Summer School on Plasma Medicine)」が開催された。こちらは、前回スロバキアのブラティスラバで開かれた第6回プラズマ医療国際会議(ICPM-6)に併設された夏の学校に続く2回目のスクールで、今回の校長は筆者が務めた。参加者は10人の講師を含めて、全体で40名であった。

今回のICPMのプログラムも、例年同様、プラズマの医療や生物学への幅広い応用と、その基礎的な学術を研究対象とする発表からなり、具体的には、次の10テーマを中心に発表が行われた。

1. Fundamentals of atmospheric plasmas
2. Plasma sources for biomedical applications
3. Plasma liquid interactions, plasma activated liquids
4. Plasma-cell and plasma-tissue interactions, including biological and biochemical reactions
5. Plasma-surface interactions/modifications for biomedical applications

6. Plasma-based decontamination and sterilization
7. Plasma for pharmaceutical applications, and biochemical and biomolecular engineering
8. Plasma medical applications in clinical and animal studies
9. Plasma agricultural applications
10. Plasma modeling and numerical simulation

開催期間中、毎朝1件の基調講演がドレクセル大学 Main Building の Auditorium で執り行われた。また、招待講演23件のほか、87件の口頭発表は、2つのパラレルセッションとして、同大学 Creese Student Center の Behrakis Grand Hall にて行われた。また、ポスターセッションは、3回にわけて開催され、合計149件のポスター発表が行われた。上記5件の基調講演のうち、2件が日本からの発表で、名城大学の伊藤昌文教授が“Activation Control of Microorganisms Using Neutral Radical Irradiations,” 東北大学の金子敏郎教授が“Cell Membrane Transport Activated by Gas-Liquid Interfacial Plasmas for Future-Oriented Gen/Drug Transfer Device”の題目で講演した。

今回のICPMでは、プラズマ医療の研究が、プラズマの専門家のみによる物理学・工学寄りの研究から、医学・生物学の専門家による本格的な医療の研究へ、大きく広がりつつあることが強く感じられた。また、これまでの研究では、大気圧プ

ラズマの生成する反応活性種が生体に直接作用することにより、滅菌や細胞の活性化を誘起するという考え方が主流であったと思うが、今回のICPMでは、大気圧プラズマによる刺激が生体の免疫系に何らかの影響を与え、生体内の複雑な反応パスを通して生体内で生成される反応活性種の効果により、プラズマが間接的に疾病の抑制に寄与するという考え方に基づく研究発表が増えているという印象を受けた。一方、プラズマ医療の研究以外にも、プラズマの生物応用に関する幅広いテーマの研究発表も多く、特に、プラズマの農業応用に関する研究は、多くの参加者の関心を集めた。

ICPM-7の開催に先立って行われた「第2回プラズマ医療夏の学校」の講義内容は、以下のとおりである。カッコ内に講師名を示す。

1. Basic plasma physics and chemistry (Deborah O'Connell)
2. Microbiology for plasma medicine (Fred Krebs)
3. Atmospheric-pressure plasma sources (Alexander Fridman)
4. Agronomy for plasma agriculture (Gyungsoon Park)
5. Cell biology and immunology for plasma medicine (Sander Bekeschus)
6. Plasma modeling and simulation (Satoshi Hamaguchi)
7. Cancer biology for plasma medicine (Theresa Freeman)
8. Plasma diagnostics (Eric Robert)
9. Pathology for plasma medicine (Yuzuru Ikehara)
10. Free radicals in plasma medicine and plasma agriculture (David Graves)

今回のスクールのプログラムは、前回のもの比べて、生物学系の科目を増やし、プラズマ研究を専門とする学生が、医学・生物学の基礎を学びやすいカリキュラムにしたつもりであった。ただ、講義中に挙手で尋ねた聴講生の専門分野は、物理・化学・工学系と生物・医学系を専門とする聴講生の割合が約同数であった。これも、プラズマ医療が、工学的研究から医療研究へと、研究の対象を大きく広げつつあることを反映していると考えられる。

次回の第8回ICPM (ICPM-8)は、2020年6月14日(日)から19日(金)の6日間、韓国の仁川のコンベンションセンター ConvensiAで、第10回プラズマバイオ科学国際会議 (10th International Symposium on Plasma Bioscience)と共同開催される。それに先立ち、「第3回プラズマ医療夏の学校」は2018年6月12日(金)から13日(土)にICPM-8の会場の近くで開催される予定である。現地実行委員長は、韓国光云大学校 (Kwangwoon University)のEun Ha Choi教授である。



ICPM-7の集合写真。ドレクセル大学 Main BuildingのGreat Court (ホワイエ)にて。隣接するAuditoriumで毎朝基調講演が行われた。(現地実行委員会より許可を得て転載)

## 国際会議報告

# 24th Europhysics Conference on the Atomic and Molecular Physics of Ionized Gases (ESCAMPIG 2018)

首都大学東京 中川雄介

Europhysics Conference on the Atomic and Molecular Physics of Ionized Gases (ESCAMPIG) は隔年で開催される欧州系国際会議であり、低温プラズマの基礎から応用まで広い分野で講演がなされています。第24回となる2018年度のESCAMPIGは、7月17日から21日にかけて、イギリスのグラスゴー大学にて開催されました。グラスゴー大学は1451年に設立された英語圏最古の大学の一つであり、Adam Smith や James Watt, William Thomson 等、名だたる研究者を輩出した歴史ある大学として知られています。Main Entrance のすぐ近くにあるゴシック様式の壮麗な講堂にて、会議が開催されました。

講演プログラムは招待講演17件、一般口頭講演8件、ポスター講演198件で構成され、200名を超える参加者の間で活発な議論が交わされました。欧州系国際会議ということもあり、大半はイギリス、フランス、ドイツを始めとする欧州各国からの参加でしたが、日本からも15名以上が参加されていました。

招待講演では、日本から小野亮准教授(東大)が大気圧プラズマのレーザ分光診断について講演されたほか、数値解析、計測診断、プラズマ応用に関して下記の著名な研究者による講演が行われ、基礎的事項から最先端の研究まで幅広く紹介されました。

- ・数値解析とモデリング…A. Bourdon 教授(フランス)、R. Brinkmann 教授(ドイツ)
- ・レーザ分光診断…G. Dilecce 教授(イタリア)
- ・衝突断面積等の基礎課程…Z. Petrovic 教授(セ

ルビア)

- ・応用(プラズマ支援燃焼)…N. Aleksandrov 教授(ロシア)

口頭講演やポスター講演では、半導体プロセスやライフサイエンス等の応用に関する発表はそれほど多くなく、分光計測や数値解析等の基礎的現象に関する発表が多いように感じました。また、欧州内の複数大学で連携している研究発表が多かった点も印象的でした。各大学の強みを活かして研究のシナジーを図るというのは、近年の細分化した研究においては特に重要のように思われます。

2019年度は、ESCAMPIG と隔年交代となる International Conference on Phenomena in Ionized Gases (ICPIG) が7/14-19の期間で北海道大学において開催される予定です。低温プラズマ分野で最も権威ある国際会議であるICPIGは、プラズマエレクトロニクス分科会員の皆様にとって非常に有意義な会議であると思いますので、積極的なご参加をお願い致します。



図1. 会議が開催されたグラスゴー大学講堂

## 国際会議報告

# 第 22 回気体放電とその応用に関する国際会議 22nd International Conference on Gas Discharges and their Applications (GD2018)

室蘭工業大学大学院工学研究科 佐藤 孝紀

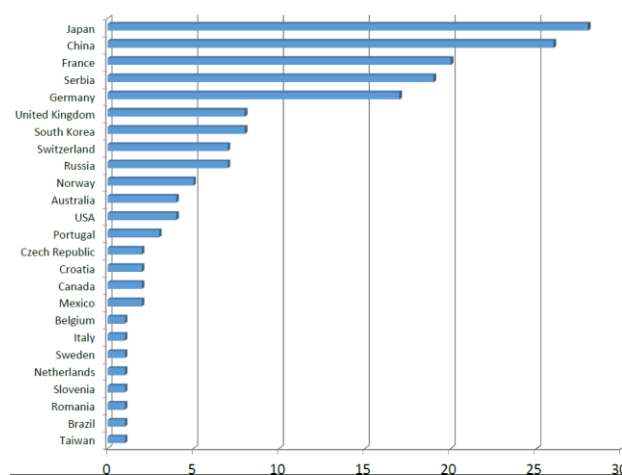
標記国際会議が、2018 年 9 月 2 日～7 日の期間で Master Congress Center、Novi Sad、Serbia で開催された。この会議は連合王国リバプール大学 M. Meek 教授が中心となって 1962 年にスタートさせたものであり、2～3 年毎にヨーロッパの各国を中心に開催されてきた。昨今の国際会議ではポスター発表が増える傾向にあるが、この会議ではすべての発表がオーラルプレゼンテーションという伝統も守り続けられ、今回の第 22 回開催を迎えた。



Novi Sad, Serbia

9 月 2 日午前、Chair の Prof. Z. Petrović と Cardiff 大学の Dr. J. E. Jones の Welcome address があり、GD2018 が正式にスタートした。参加者は約 200 名であり、右に示す通り、日本からの参加者が最多であった。

今回は 10 件の招待講演(45 分)と 125 件の発表が行われるとともに、3つのワークショップも開催された。プレナリーとして実施された招待講演は以下の 10 件であり、日本人では名古屋大学の石川先生が火曜日に講演をされた。



参加者統計

### Invited lectures

1. Controlling plasma surface interactions when challenged by statistics and equilibrium  
M. J. Kushner, MIPSE University of Michigan, USA
2. Nonequilibrium kinetics in CO<sub>2</sub> plasmas  
V. Guerra, IST Universidade de Lisboa, Portugal
3. Low temperature plasma surface interactions for their future basic researches and applications  
K. Ishikawa, Department of Electronic and Electric Engineering Nagoya University, Japan
4. Laser spectroscopy on plasma liquid systems  
S. Reuter, INP Greifswald, Germany
5. Numerical and experimental study of arc fault in aeronautical conditions  
Prof. Jean-Marc Bauchire, GREMI Universite d'Orleans, France
6. The verification of a computational model of arc motion using an arc imaging system  
J.W. McBride, Faculty of Engineering and the Environment University of Southampton,



- UK
7. Simulation of subnanosecond discharges in high-pressure gases  
G. V. Naidis, Joint Institute for High Temperatures, Russian Academy of Sciences, Russian Federation
  8. Low temperature plasmas: fundamental and biological applications  
M. Yousfi, LAPLACE Université Paul Sabatier of Toulouse, France
  9. Basic data calculation and fundamental experiment for SF6-alternative gases  
Li, State key laboratory of electrical insulation and power equipment Xi'an Jiaotong University, China
  10. Electric breakdown in high voltage gas circuit breakers  
M. Seeger, ABB Schweiz AG, Switzerland

ワークショップのテーマは、以下の3つであり、15件の招待講演があった。

- WS1 Swarm Physics and Gaseous Dielectrics: Future Challenges in Theory and Practice
- WS2 Advanced Plasma Technologies in medicine, biotechnology and agriculture
- WS3 Modeling of plasma-materials interactions

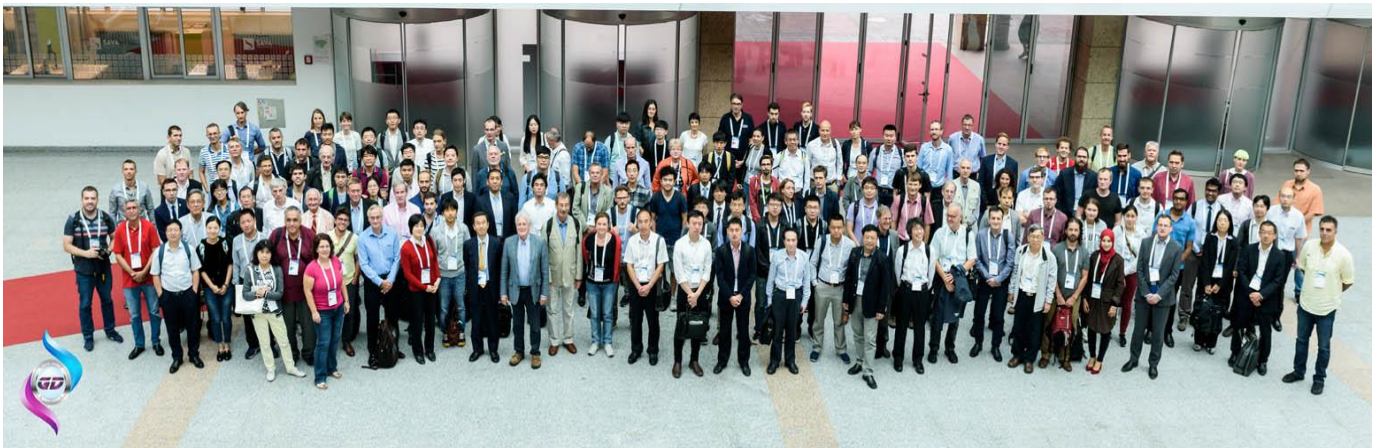
一般もすべて口頭発表となるのがこの学会の特徴であり、125件の発表がA~Mのカテゴリーに分けられ、パラレルセッションで発表が進められた。アーク放電に関する発表件数が多いこともこの会議の特徴であるが、今回も44件の講演があり、開催期間の全てアーク放電の講演があった。以下に各セッションの名称と論文数を示す。

A	Arcs	44
B	Corona, Barrier & Surface Discharges	13
C	Glow and Breakdown	13
D	High Pressure Plasma and Applications	13
E	Low Pressure Plasma and Applications	6
F	Environmental and Medical Applications	11
G	Pulsed-Power Applications	6
J	Lightning	4
K	Test Techniques and Diagnostics	4
L	Fundamental Processes and Cross-Section	4
M	Emerging and Topical Applications of Gas Discharges	6
N	Measurement Techniques	9

9月7日午後に Closing Ceremony が行われ、発表論文数、参加者数などの報告があり、GD2018が成功裏に終了したことが報告され、会議終了となった。



LOC member



GD2018 参加者

## 国際会議報告

# The 16th International Symposium on High Pressure Low Temperature Plasma Chemistry (HAKONE XVI)

金沢工業大学 大澤直樹

International Symposium on High Pressure Low Temperature Plasma Chemistry は箱根で初回が開催されたので通称 HAKONE と呼ばれている国際会議である[1]。少規模の学会でありパラレルセッションが無いため、参加者はすべての発表に参加できる特徴がある。今年度は9月2日から7日の間、Tsinghua University (北京, 中国) で開催された。中国での開催は初めてである。会議には、16 か国から約 90 名の参加者 (会場運営のボランティア含む) が出席し、次のトピックについて研究成果の発表と質疑応答が行われた。(1) Fundamental problems of high pressure discharges, (2) Modelling and diagnostics, (3) Molecular synthesis and decomposition, (4) Ozone generation and applications, (5) Generation of radiation in high pressure discharges, (6) Depollution and environmental applications, (7) Surface processing and technology (cleaning, coating, etching and modification, equipment), (8) Biological applications, (9) Miscellaneous

ISC chair と LOC chair からの開催挨拶のあと、Ulrich Kogelschatz Lecture Award を受賞された水野彰先生 (豊橋技術科学大学) から “Electrostatics and Non-Thermal Plasma for Health and Environment” という演題で講演をいただいた。大気圧低温プラズマの応用 (ESP, 排ガス処理, プラズマと触媒の組合せ, 生体への応

用など) について紹介があった。会期中は、適切なタイミングで5件の招待講演も行われた。

- Barrier Discharge and Pulsed Discharge Modelling (Anne Bourdon)
- Laser Induced Fluorescence in Nanosecond Pulsed Discharges (Giorgio Dilecce)
- Pattern Formation in Dielectric Barrier Discharge (Lifang Dong)
- Chemical Probes and Plasma Synthesis (Felipe Iza)
- Processing of Solid and Liquid Materials by Atmospheric-Pressure Surface DBD-Based Jet (Milan Simek)

次回は、TU/e メンバー主催のもと、2020年8月24日から28日の間、Kerkrade, the Netherlands で開催される予定である。



## 参考文献

- [1] 小駒益弘; “プラズマエレクトロニクス分科学会報”, No.65, pp.41-42 (2016)

# AVS 第 65 回国際シンポジウム&展示会 (AVS 65) 報告

九州大学 古閑 一憲

AVS 第 65 回国際シンポジウム&展示会 (以下 AVS シンポジウムと呼ぶ) が、2018 年 10 月 21 日 (日) から 10 月 26 日 (金) までの 6 日間、アメリカ合衆国カリフォルニア州ロングビーチのロングビーチコンベンションセンターで開催された。AVS シンポジウムでは、12 のトピックの他に Focus Topic と呼ばれる臨時のトピックが設けられて真空技術からバイオ技術まで幅広い分野の成果が議論される、日本の応用物理学会に相当する会議である。以前は米国真空学会 (American Vacuum Society) と学会名を名乗っていたが、大気圧プラズマを筆頭に真空とは程遠い技術に関しても議論されることが多くなり、単に AVS と名乗っているようである。12 のトピックの中で本プラズマエレクトロニクス分科会に相当するのが、Plasma Science and Technology Division (PSTD) である。

AVS 全体的な参加者数は減少傾向にあるなか、PSTD のみ参加者数にほぼ変動はなく、今回は、セッションあたりの参加者数が 81 名であり、近年にない高い参加者数であった。49 回からの平均をみても、PSTD 以外のセッションでの最大数は 45 名であるのに対して、PSTD は 59 名程度の参加を得ており、多くの参加者を得ている分科で



ロングビーチコンベンションセンター遠景

ある。加えて AVS における国別の学生参加者割合が報告されたが、米国を筆頭にほぼ同数で韓国、フランス、日本、ベルギーの順であった。昨年度は日本が 2 位であったので、来年はぜひ学生の参加も多く期待したい。

PSTD では学生に対して、Coburn and Winters student award (C&W award) 表彰や旅費サポートなどが行われている。今回の C&W Award では 6 名の学生が Finalist として選出されその中から Winner を選出する。Finalist を選出するためには、特別セッションがクローズドで行われる。セッションは通常のセッションで発表されるプレゼンと同じものをプレゼンすればいいのであるが、今年は人数が多いため、時間を短縮されてしまい、苦勞した学生もいたようである。もし C&W award に挑戦したいという素晴らしい日本人学生がいれば、コミッティからの連絡には注意していただきたい。Finalist は 500 ドル、Winner は 1000 ドル貰え、別途旅費サポートを受ける権利も貰える。日本人学生も積極的な申請を期待したい。

PSTD はパラレルセッションが立つためすべてのセッションを網羅できたわけではないが、製膜関連、エッチング関連ともにアトミックレイヤーデポジション (エッチング) 一色のセッション内容であった。ナノ粒子の研究発表では、液相へのプラズマ照射などによるナノ粒子の生成が多いようであった。加えて金属ナノ粒子や触媒性の物質のナノ粒子作製が多かった。

次回 AVS66 は 2019 年 10 月 20 日から 25 日までオハイオ州コロンバスで開催される。日本からの積極的な参加をお願いしたい。

## 71st Annual Gaseous Electronics Conference (GEC2018)

### 第 71 回気体エレクトロニクス会議

首都大学東京 朽久保文嘉

2018年のGECは、11月5日から9日にかけて、米国オレゴン州ポートランド市のオレゴン・コンベンションセンターで開催されました。今回は、米国物理学会プラズマ物理分科会 (APS-DPP) と同会場開催であり、GECとDPPのジョイントセッション、女性研究者のためのWomen in Plasma Physics Luncheonなどが企画されました。また、ポスターセッションは同会場で開催され、GECとDPPのポスターを見られる環境が整えられ、相互交流を後押ししました。この同会場開催の効果か定かではありませんが、Abstract件数は、前回ピッツバーグの370件に対し、今回は504件とのことでした。プログラム上で数えた所によれば、日本からの発表件数は、ワークショップ2件、口頭発表29件(4件の招待講演を含む)、ポスター発表25件であり、前回よりは増えており、件数では米国に次ぐ数になるのではと推測します。しかしながら、韓国からの発表は31件(口頭9件、ポスター22件)、中国からの発表は27件(口頭8件、ポスター19件)であり、アジアの中でも決して盤石ではありません。また、ドイツ、フランスも口頭発表を中心にそれぞれ40件以上を発表しており、日本の相対的な位置は低下しています。PE分科会はGECとICRPの合同会議を過去に3回行うなどGECとの関係性に加えて対象分野の親和性も高く、質の高い発表も多いので、今年以上に皆様の御参加をお願い致します。

本題の会議ですが、例年同様に初日はワークショップが開催されました。今回はMulti-Physics Object Oriented Simulation Environment、High

Performance Computing for Plasma、Plasma Diagnostics Workshopの3テーマであり、診断では午前中にチュートリアル、午後は先端プラズマ計測の講演がされました。私自身は聴講していませんが、チュートリアルでは、光学診断、質量分析、プラズマ表面相互作用、プローブ計測について、それぞれの権威が1時間の講演をするなど、とても有意義であったかと思います。The Will Allis PrizeはLeanne Pitchford先生が受賞され、“Solving the Boltzmann equation for electrons in weakly ionized gases”という演題の受賞記念講演が行われました。一般講演の傾向については昨年と同様であり、大気圧プラズマの現象解明や応用に関する講演が多くなっています。具体的なプログラムやアブストラクトはGEC2018のウェブサイトから探せますが、日本に比べ、基礎寄りの研究も充実しているように思います。シミュレーションは投稿件数が多いため、カテゴリーの修正が検討されることになりました。

次回のGECですが、2019年はテキサス州カレッジステーション市のテキサスA&M大学において、10月28日から11月1日の予定で開催されます。カレッジステーションへは、ヒューストンからOne and half hour driveとの説明があり、また、ヒューストンとダラスから航空便もあるようです。また、次々回の2020年はカリフォルニア州サンディエゴ市にて、10月5日から10月9日に開催される予定です。是非、今からスケジュール帳に記載ください。

## 国際会議報告

# 第2回アジア太平洋プラズマ物理学国際会議 (AAPPS-DPP 2018) 開催報告

金沢大学理工研究域電子情報学系 上杉 喜彦

中国成都市で開催された第1回アジア太平洋プラズマ物理学国際会議(AAPPS-DPP 2107)に引き続いて、平成30年11月12日(月)から16日(金)にかけて、金沢市の石川県文教会館と金沢市商工会議所会館の2会場においてAAPPS-DPP 2018を開催いたしました。

AAPPS-DPPは、アジア太平洋物理学会連合プラズマ分科会が主催する新しい国際会議で、国外からプラズマ物理に関する主要学会である米国物理学会プラズマ分科会(APS-DPP)、中国物理学会プラズマ分科会(CPS-DPP)、韓国物理学会プラズマ分科会(KPS-DPP)、インドプラズマ科学会(PSSI)、国内から日本物理学会に加えて応用物理学会プラズマエレクトロニクス分科会、プラズマ・核融合学会、レーザ学会、日本天文学会、地球電磁気・地球惑星圏学会など、プラズマ物理に関する基礎から応用分野にわたる多くの学協会の共催のもとで開催されました。前回成都大会の参加者を200人以上越える700人余りの参加者を得て、成功裏に会議を終えることが出来ました。参加国としては、参加者数が多い順に中国、韓国、インド、アメリカ、フランス、ドイツ、台湾など国外26カ国からアジア・太平洋地域だけではなく、ヨーロッパからも多く参加いただきました。

今回のAAPPS-DPP 2108は、第2回目という新しい国際会議であり、国内に開催母体となる組織も無く大学の一研究室が現地実行部隊を買って出たために(私が独断で決めて残りメンバーにお願いして引き受けてもらいました)、準備不足もあって会議初日の参加登録から会場が大変混雑し、

参加者の皆さんにいろいろご不便をおかけしました。会議が進むにつれて、現地実行委員やアルバイト学生の皆さんも落ち着いて対応出来るようになり、参加者の皆さんも2会場分散開催という不便さにも慣れて、会場にある空きスペースを使って議論の場に使うなど、会場を有効に使われておりました。

研究室で現地実行部隊を組織するに当たり、富山大学、金沢工業大学の関連分野の先生方にも多くの助力をいただき、ここに感謝申し上げます。今回、中国、韓国、インドなどアジアの国々から多くの参加者があるということで、金沢大学の留学生から英語と日本語で十分コミュニケーションを取る事の出来る学生さんに現地受付を担当してもらい、非常に機能的に受付作業をやってもらいました。

最後に、石川県および金沢市からコンベンション誘致推進事業補助金を通して会議開催の多大な支援をしていただき、感謝申し上げます。



会議初日オープニング時の集合写真  
(石川県文教会館ホールにて)

## 40th International Symposium on Dry Process (DPS 2018)

### 第40回ドライプロセス国際シンポジウム

ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社 深沢 正永

第40回ドライプロセス国際シンポジウム(DPS)が2018年11月13~15日の三日間にわたり、名古屋大学の豊田講堂にて開催された。今年は40回記念講演会が初日に開催され、例年より一日長い会期となった。

本シンポジウムはドライエッチングを中心としたプラズマプロセスの分野において40年の長い歴史を持ち、産官学から最先端の研究結果が報告され、積極的な意見交換がなされる重要な学会である。今年も、半導体デバイスを中心とした最先端のプラズマプロセスの内容が多く報告された。講演件数では、招待講演8件、口頭発表20件、ポスター発表114件が採択され、10のセッションを通じて活発な議論が交わされた。そして国内外の大学や企業等から例年比大幅増の487名の参加者を迎えて、盛況のうちに幕を閉じたので概況を報告する。

まず、本シンポジウムを創始された西澤潤一先生が、本年10月21日に、御逝去された事は、関係者にとってもあまりに突然で、信じられない気持ちであった。冒頭に、堀池先生より、西澤先生の数々の御貢献が紹介され、参加者全員で黙祷を捧げ、謹んで哀悼の意を表した。

DPSの最高位の賞であるNishizawa Awardは、辻本和則氏(元(株)日立製作所)、早坂伸夫氏(東芝メモリ(株))、中村守孝氏(MAMO)、斧高一先生(大阪大学教授)の4名が受賞され、受賞記念講演が行われた。

初日の午後には、主に若手から構成される Ad Hoc Committee for 40th Anniversary Project 主

催の記念イベントが盛大に開催された。まず、サンディスク/ウェスタン・デジタルの小池氏より未来の半導体工場を予見した Intelligent Fab に関する講演があった。発表では、スマートフォンを活用したリアルタイムでのアンケート等、聴衆を飽きさせない工夫が随所に見られた。引き続き、Eindhoven University of Technology の Richard van de Sanden 氏より、再生可能エネルギー開発のご講演、東工大の若林氏より、将来の LSI の予測に関するご講演、東大の原田氏より、バイオニックヒューマノイドに関するご講演、名古屋大の森川氏より自動運転を活用した Mobility services に関するご講演があり、幅広い分野における将来 Vision を共有する事で、プラズマプロセスとの融合を考える貴重な機会となった。又、若手を代表して、日立の岩瀬氏、名古屋大の鈴木氏、堤氏から、DPSの40年を振り返ると共に、それらをまとめたポスターに関する講演があった。常設されたポスターの前では、過去の成果を懐かしむ諸先輩方の姿も見られ、新旧エンジニアの交流の機会として、すばらしい試みになった。

2、3日目は、従来の DPS とほぼ同様の形で講演が行われた。本年は Keynote として、Lam Research Corp.の Richard Gottscho 氏をお招きし、近年検討が活発化している Atomic Layer Etching (ALE)のコンセプト、メカニズム、材料に応じたイオンエネルギー制御の重要性等についてご講演頂いた。

また、本年は二つのアレンジセッションを企画した。一つ目は、近年 ALE や Atomic layer

deposition (ALD)を始めとする原子層レベルの微細加工技術が注目されているのを受けて、「Control of surface reactions in atomic-precision plasma processing」と題して、講演を募集した。二つ目として、メモリデバイスを中心に更なる高アスペクト加工技術が要求されているのを受けて、「Etching challenges in extremely high-aspect-ratio (HAR) features (AR > 100)」と題して講演募集を行った。

まず ALE 関連のアレンジセッションでは、Univ. of Maryland の Gottlieb S. Oehrlein 氏から SiO<sub>2</sub> ALE 時の対 Si、SiN、SiGe 膜に対する選択比生成メカニズムに関する報告があった。又、Univ. of Grenoble の E. Despiiau-Pujo 氏からは Si や SiN の ALE 時の原子レベルの表面反応についてシミュレーション解析された結果が報告された。又、東京エレクトロン宮城の熊倉氏からは、H<sup>+</sup>による変質層を用いた SiN 及び SiC の高選択比 ALE に関して報告された。又、ALD 関連では、近年注目を集めている Area selective ALE を中心に、imec の Silvia Armini 氏、及び東京エレクトロン US の Gert Leusink 氏より最先端 LSI 向けの研究開発状況についての議論がなされた。

次に HAR etch のアレンジセッションでは、Samsung の Sangwuk Park 氏から、VNAND の発展を決定づけるといっても過言では無い、超高アスペクト比構造の絶縁膜加工の課題について、その全体像が示された。続いて、東芝の大村氏より、側壁の Striation (縦筋) 生成メカニズムに対する報告がされたと共に、日立の岩瀬氏より、高アスペクト比構造中の NH<sub>4</sub>Br の輸送と CF<sub>x</sub> との比較に関する報告がなされた。これまで、HAR etch の重要技術に関する報告はなされてこなかった。今回、各社から発表が行われた事で、非常に活発な議論が交わされたことは特筆に値する。

プラズマプロセスの新しい応用では、ULVAC

の村山氏よりスマートフォンのパッケージに応用される実装工程向けプラズマ加工技術が報告された。今後も幅広い応用が期待される。又、プラズマ計測のセッションでは、広島大の水川氏より大気圧熱プラズマジェットに関連した温度計測の報告が行われ、名古屋大の中根氏からは、最先端の上部電極 DC 重畳型 CCP 装置の活性種計測に関する報告がなされた。今後の最先端プロセスの実現には、産官学連携がますます重要になる。

又、IBM の Nathan Marchack 氏より MRAM 加工時の Hard Mask に用いられる TiN や TaN について ALE 加工の報告がなされた。ALE 技術のデバイス応用の広がりを感じさせる報告であった。

半導体デバイスの三次元化に伴いプラズマプロセスの重要性がますます高まっており、特にメモリ分野では、加工技術がその進展を決めている状況である。更に、先端 LSI の微細化に伴いまさに原子レベルの制御が必要となっている。今後も本シンポジウムがこれらの発展に貢献できることを期待している。又、LSI 応用以外にも、バイオ、センサー応用の発表等も見られ、ドライプロセス技術の新しい展開も、大いに期待させられる内容であった。

又、本シンポジウム開催にあたり、名古屋大学、応用物理学会を始め、多くの方々からのご支援、ご協力を頂きました。ここに感謝申し上げます。来年も多くの皆様のご参加をお待ち致します。末筆ではございますが、ご生前の西澤潤一先生のご厚情にドライプロセス関係者一同、深く感謝すると共に、故人のご功績を偲び、心よりご冥福をお祈り申し上げます。



## 国内会議報告

# 第12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

東京工業大学 赤塚洋 豊橋技術科学大学 針谷達

国立中央青少年交流の家（静岡県御殿場市）において、平成30年9月3日（月）～5日（水）にプラズマエレクトロニクスインキュベーションホールを開催しました。本企画は、プラズマを利用した研究開発に取り組もうとしているプラズマエレクトロニクス分野の初学者（学生、若手研究者、社会人技術者）を対象とし、プラズマプロセスに関する入門から最先端の動向までの理解を深めていただくために一流の講師陣を招いて実施する講習会で、「プラズマエレクトロニクスインキュベーションホール」となってから12回目の開催となりました。今回の受講者は56名で、うち女性4名、企業からの参加は11名でした。

秋山秀典先生による特別講座、ならびに5名の講師によるプラズマの基礎からプラズマエレクトロニクスの最前線までの講座に加え、廣岡慶彦先生による英語講座も実施しました。初日夕刻にはポスターセッションを設け、講師、幹事、ならびに受講者による評価得点により4名が優秀ポスター賞に選出されました。また、2日目には参加者間の交流が深まるようレクリエーション（雨天のため、室内でドッジボール大会）を実施しました。

### ポスター賞受賞者（敬称略）

アハマド シャヒール ビン アハマド ノール（東北大）、岩田直幸（名城大）、新田魁洲（東京大）、前田昌吾（名古屋大）

### 講座内容（講師名敬称略）

#### <特別講座>

「プラズマの新学術分野創成を目指したあがき」

秋山秀典（熊本大）

#### <専門講座>

「プラズマ生成と制御～低圧プラズマを中心に～」

布村正太（産総研）

「プラズマ成膜の基礎と応用」

上坂裕之（岐阜大）

「プラズマ診断・計測」

北嶋武（防衛大）

「ドライエッチング技術」

辰巳哲也（ソニーセミコンダクタソリューションズ）

「大気圧プラズマの水処理応用の基礎」

竹内希（産総研）

#### <英語講座>

「科学技術英語の基礎」

廣岡慶彦（中部大）



### 担当幹事（敬称略）

校長：赤塚洋（東工大）

幹事：針谷達（豊橋技科大）、高橋克幸（岩手大）、太田貴之（名城大）、篠原正典（佐世保高専）、内田諭（首都大）、近藤博基（名大）、高島圭介（東北大）、鈴木歩太（東京エレクトロンテクノロジーソリューションズ）



## 2018年 第79回応用物理学会秋季学術講演会 特別シンポジウム「最先端プラズマ科学技術が創る未来社会」報告

九州大学 古閑 一憲

2018年 第79回応用物理学会秋季学術講演会特別シンポジウム「最先端プラズマ科学技術が創る未来社会～半導体から医療・農業・宇宙探査まで～」が、2018年9月18日、名古屋国際会議場、国際会議室で開催された。本シンポジウムは、プラズマエレクトロニクス分科会を中心として、応用物理学会 東海支部、第79回応用物理学会秋季学術講演会 現地実行委員会による企画であり、第1次産業から第3次産業までが情報技術により有機的・総合的に結合した未来社会において、プラズマ科学技術が示す大きな可能性について、半導体から医療・農業・宇宙探査まで様々な面から議論することを目的とした。

シンポジウムでは、7名の講師の先生方に講演していただいた。初めに宮城大学理事長兼学長であり、前文部科学省科学技術・学術研究所長でもある川上伸昭先生から「Society5.0, この政策はなぜ生まれ、何を求めるのか」という題目で、日本政府が提唱している Society5.0 について、その立ち上げからの議論について、当時考えられていたことなどのお話をいただきつつ、未来社会に向けて科学技術研究者が進むべきことについてお話していただいた。2番目に自然科学研究機構長の小森彰夫先生からは、「未来の科学技術を生み出す新しい学術研究分野の創成に向けて」という題目で、自然科学に関する日本の最先端学術研究機関である自然科学研究機構における新分野融合の動きの紹介から、この重要性について講演していただいた。3番目に、ソニーセミコンダクタソリューションズの辰巳哲也先生から「半導体デバイスの未

来を支えるプラズマプロセス技術」という題目で、IoT をベースにした Society5.0 やアンビエント情報化社会等の様々な未来像の中で、今以上に重要となって半導体デバイス技術の中のプラズマ技術の進化の歴史を振り返り、将来の発展に向けて議論を広げていただいた。4番目は、名古屋大学医学部教授の豊國伸哉先生から「新たながん治療法に向けたプラズマ生物学の進展」という題目で、近年新しいがん治療法として注目を集めているプラズマの医療応用の最近の進展と可能性について解説していただいた。5番目には、JAXA 宇宙探査イノベーションハブ長の久保田孝先生から、「宇宙探査からみた未来の科学技術」という題目で、未来社会における人類社会の縮図とも考えられる、月・火星探査で検討されている科学技術（ロボット、ICT、材料技術、植物工場など）について解説していただいた。6番目には、著者である古閑が、「プラズマ農業の挑戦」という題目で、農業生産性の向上に寄与できると期待されているプラズマの農業応用の現状について解説した。最後に名古屋大学教授の堀勝先生から「プラズマ工学の過去・現在・未来」という題目で、プラズマの半導体プロセスから生体プロセスへの展開について、そして、未来社会の創製に貢献するプラズマの重要性について解説していただいた。

シンポジウムでは、立ち見が出るほどの盛況ぶりであり、200名程度の参加者を得て、プラズマ技術が未来社会における重要技術として期待されていることを示す良い機会となった。

## 国内会議報告

# 2018 年第 79 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企画シンポジウム「プラズマ・インフォマティクス ～ ビッグデータ解析の活用によるプラズマ科学の発展 ～」

大阪大学工学研究科 浜口智志

表記のプラズマエレクトロニクス分科会企画シンポジウムが、第 79 回応用物理学会秋季学術講演会会期中の 2018 年 9 月 19 日(水)13:30-17:15 に、同会議場である名古屋国際会議場 141 会場で開催された。世話人は、太田貴之 (名城大)、古閑一憲 (九大)、酒井道 (滋賀県立大) の各氏と筆者であった。

本シンポジウムの題目にある「プラズマ・インフォマティクス」は、広く使われている言葉でないが、よく知られた「マテリアルズ・インフォマティクス」の類推から大方の意味は想像されよう。「マテリアルズ・インフォマティクス」とは、材料の理解を深め、かつ、既存の材料の活用や新規材料の開発・発見を促進することを目的に、材料科学分野への応用に特化した「データ駆動科学」のことである。ここで、「データ駆動科学」とは、従来の統計学や情報学に基づくデータ解析を含む、確率的推論、データマイニング、機械学習、人工知能など、広範なデータ処理に関する科学の他、GPU コンピューティング等データ解析に有効な新規の数値計算技術を指す。「プラズマ・インフォマティクス」も同様に、プラズマ科学の発展を目的に、プラズマ科学への応用に特化した「データ駆動科学」を指す。

本シンポジウムは、「プラズマ・インフォマティクス」の概念をより多くの人に知ってもらうことを目的に、「データ駆動科学」一般の紹介も含めて、プラズマに関係する幅広い観点の関連講演により

構成された。

当日のプログラムは以下のとおりである。筆者の趣旨説明の後、東京大学の福島孝治氏による基調講演「データ駆動科学の物質科学への展開」が行われ、その後、核融合科学研究所の村上泉氏による「原子分子データベースとデータ評価」、物質材料機構の木野日織氏による「マテリアルズ・インフォマティクスにおける記述問題、予測問題、提案問題」、日立製作所の大森建史氏による「プラズマエッチング形状最適化への機械学習応用」、核融合科学研究所の横山雅之氏による「統計手法による核融合プラズマの熱輸送モデリングの試み」の 4 件の招待講演が行われた。また、愛媛大学の研究グループによる一般講演、「プラズマ遺伝子導入におけるプラズマ照射条件のインフォマティクスの最適化」、も行われた。本部の集計によると約 130 名の聴講者数があり、大変盛況であった。

本シンポジウムの前日の 9 月 18 日には、応用物理学会全体の「特別シンポジウム：インフォマティクスへの招待 ～機械学習・インフォマティクスは応用物理をどう変えるか?～」が開催され、応用物理学会全体としてインフォマティクスへの関心が高まる中で、本分科会企画シンポジウムも大変タイムリーな企画となった。筆者らは、関連する国際会議「第 2 回データ駆動プラズマ科学国際会議」(<https://icddps2019.sciencesconf.org/>) も企画しており、こちらへも多くの方が参加・発表されることを期待したい。

## 2018 年第 79 回応用物理学会秋季学術講演会 第 18 回分科内招待講演報告

東京工業大学 赤塚 洋

第 79 回応用物理学会秋季学術講演会（2018 年 9 月 18 日～21 日、名古屋、名古屋国際会議場）の 2 日目に、分科内招待講演が開催されました。第 18 回を迎える今回は、東芝メモリ株式会社 メモリ技術研究所 プロセス技術研究開発センター センター長附 林 久貴 博士をお招きして、「半導体デバイス製造用プラズマエッチング技術とイノベーションへの期待」と題してご講演をいただきました。

最初に、フラッシュメモリへのニーズに対する東芝メモリ社の長年の貢献の歴史が紹介されました。1987 年 NAND 型フラッシュメモリの開発、1991 年量産化に成功、以降、素子配線幅の着実な微細化により 2014 年には 15 nm の NAND メモリを市場に提供されるなど、輝かしい歴史です。生産の一大拠点である四日市工場の活況も紹介頂きました。

次に、情報量の爆発的な増大への解決技術として、NAND フラッシュメモリ微細化の従来技術が紹介されました。同時に 2 次元メモリの限界に気づき、開発の方向を「3 次元化」と早くから設定されました。東芝メモリ社は 2007 年に世界に先駆けて学会発表実績を残されました。それにより 3D 化による新たなブレークスルーが提示され、市場開拓が推進されたことが説明されました。

引き続き、3D メモリの特徴が技術的な観点から紹介されました。3D フラッシュメモリは、シリコン平面から垂直方向に素子が積み上がった構造です。

「直径 100nm、深さ 4.5 $\mu$ m の孔を 300nm ウエハ上に 1.7 兆個」という途方も無いスペックが、当たり前のように実現されていることが説明されました。そこでキーテクノロジーとなるのが、「Atomic

Layer Deposition 法(原子層堆積)」です。一層一層、原子層が堆積されるような超微細化技術が応用されています。高密度化に従い積層数が増えるので、45.5 ものアスペクト比が要求されるとのことでした。

まとめとして、このような状況での課題とイノベーションへの期待が説明されました。高アスペクト比微細加工(HARC)には、プラズマエッチングがキーテクノロジーとなります。結局はエッチングとデポジションという、旧来からのプラズマエレクトロニクス特有の微細加工技術に、さらに磨きをかけるのが、次世代を開くためのイノベーションとなります。問題点は開発現場でも様々に山積しており、マスク変形、選択比の不足、穴底のエッチング速度の低下、などです。それらを克服するため、最適なマスク材料開発、孔内反応の MD シミュレーション、高効率エッチャントの探索、非破壊 3D 検査装置開発、HARC のための新技術の開発が必要であることが示されました。高アスペクト比孔内での表面化学現象を理解し、その反応を実現するためのプラズマの生成・計測・制御が必須という結論を下されました。プラズマエレクトロニクス分野の長年の研究開発～エッチングとデポジション～を更に展開していくことが、今後のメモリ技術のイノベーションをもたらす、とまとめられ、本稿の筆者には、PE 分科会への力強い激励の言葉と理解することができました。

改めまして、大変興味深いご講演、なおかつ激励の言葉とも取れるお言葉をいただきました林 博士に心より御礼申し上げますと共に、多くの聴講者にご参集いただきましたことを、感謝申し上げます。

## 国内会議報告

# 2018年 第79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内 海外招待講演報告

名古屋大学 近藤 博基 佐世保高専 柳生 義人

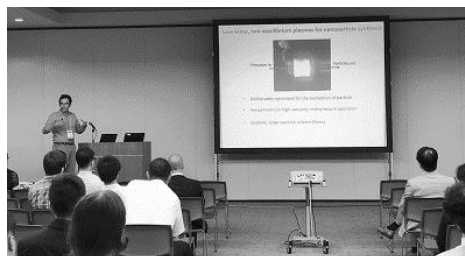
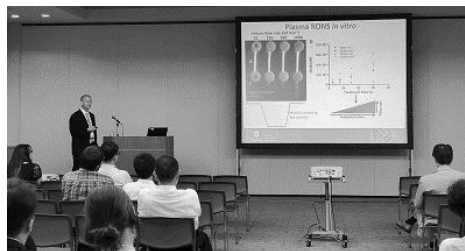
本分科会企画の海外招待講演は、9月18日10:30~12:00に開催された。今回は、English Sessionを前半と後半に分け、その間に海外招待講演を配置するよう工夫されたプログラムで実施された。

招待講演1件目(10:30~11:15)は、University of South AustraliaのEndre Szili先生より「Tissue models in plasma medicine research」の題目でご講演頂いた。大気圧プラズマにより生成される活性酸素・窒素種(RONS: Reactive oxygen and nitrogen species)の生体組織内での輸送やその制御について、細胞組織を模擬した3次元モデルを用いた実験結果について報告された。実験系は、水を入れた石英セルの上部にゼラチンやアガロースが主成分の生体膜モデルを配置するというシンプルな構成になるよう工夫されたものである。Heプラズマジェットを厚さ数ミリの生体膜モデルに照射したときに、生体膜モデルを介して水中に輸送される活性種の同定や濃度の定量などを紫外可視分光光度計により測定した結果、 $H_2O_2$ 、 $NO_2$ 、 $NO_3$ が検出され、生体膜モデルを介して輸送されることを示された。3次元モデルを使った本研究により、生体膜を介して反応性分子を生体組織内に輸送できる可能性が潜在的に示されたことは、皮膚の上から照射したプラズマによりRONSを皮下組織に届けることで感染を予防したり、薬剤の経皮吸収を助ける働きも期待できることに言及された。

招待講演2件目(11:15~12:00)は、University of California, RiversideのLorenzo Mangolini先

生に「Low temperature plasma synthesis of novel nanomaterials」の題目でご講演頂いた。本研究では、Arに $TiCl_4$ と $NH_3$ を原料とした低温プラズマを用いて、ほぼ化学量論量と等しい10nm以下のTiNナノ粒子の合成に成功したことが紹介された。貴金属以外の金属ナノ粒子は、酸化されることで元来の機能が抑制されることがある。作製したTiNナノ粒子においても、光学特性が酸化に大きく影響されることが明らかとなったため、2段階のプラズマプロセス(Two-steps plasma process)により、TiNナノ粒子をSiNで覆うことで酸化を効果的に防止する方法が紹介された。TiNナノ粒子は、近赤外域でプラズモン共鳴を示すことから、太陽光を吸収して熱に変える光熱変換や光触媒作用などのアプリケーションへの期待が示された。

両講演ともに大変興味深い内容で、ご講演後の質疑応答でも活発な議論が交わされ充実した招待講演であった。



## 行事案内

# 2019年 第66回応用物理学会春季学術講演会 プラズマエレクトロニクス分科会企画

東京工業大学 赤塚 洋

### ■ はじめに

2019年3月9日(土)～12日(火)に東京工業大学 大岡山キャンパス(東京都目黒区)にて、第66回応用物理学会春季学術講演会が開催されます。本稿では、プラズマエレクトロニクス分科会企画の概要とスケジュールを紹介いたします。脱稿時点で未定の部分も含まれるため、詳細につきましては応用物理学会のHPでご確認をお願いいたします。

### ■ (第1日) チュートリアル講演

今春季講演会も、講演会初日に、チュートリアル講演を企画いたしました。第8回を迎える今回は、大阪市立大学の白藤 立 先生より、プラズマ成膜、CVDに関して基礎から最先端技術までをご講義賜ります。チュートリアル講演は事前予約制となっています。定員がありますので、お早めにご予約頂きますようお願いいたします。

日程：3月9日(土) 9:00～12:00 (予定)

会場：未定

講師：白藤 立 先生(大阪市立大学)

講演題目：「気相からの薄膜形成の基礎～プラズマ屋の視点から～」

### ■ (第2日) 分科内招待講演

第22回目となる次回の分科内招待講演では、東京エレクトロン宮城(株)の本田 昌伸 様よりご講演を賜ることとなりました。是非とも会場まで足をお運び頂きますよう、お願い申し上げます。

日程：3月10日(日) 11:00～11:30 (予定)

会場：未定

ご講演者：本田 昌伸 様(東京エレクトロン宮城(株) 先端プロセス開発室 室長)

講演題目：「半導体製造における微細加工技術の最前線(仮)」

### ■ (第2日) プラズマエレクトロニクス賞授賞式

講演会2日目には、第17回プラズマエレクトロニクス賞の授賞式を予定しています。今回の受賞候補論文の推薦締め切りは2018年12月21日(金)ですので、この記事が皆様に届いた時点ではまだ募集中の可能性が高いです。自薦、他薦は問いませんので、是非ともふるって推薦くださいますようお願いいたします。詳細は、下記のHPにてご確認ください。

([http://annex.jsap.or.jp/plasma/PE\\_files/pe\\_award.html](http://annex.jsap.or.jp/plasma/PE_files/pe_award.html))

日程：3月10日(日) 11:30～11:45 (予定)

場所：分科内招待講演と同一会場の予定

### ■ (第2日) 分科会企画シンポジウム

学会2日目の10日(日)に、分科会企画シンポジウム「カーボン系材料プラズマプロセスの現状と課題」を開催いたします。アモルファスからダイヤモンドなど多様な同素体を持つ炭素材料は、機械的用途からエレクトロニクスまで幅広い活躍が期待されています。これらの炭素材料の機能を最大化して利用するためにプラズマプロセスが活

用されております。本シンポジウムでは、第一線で活躍されている研究者をお招きして、カーボン系材料プロセス分野における現状と課題を共有し、さらなる研究開発の加速を期待すべく議論を展開します。皆様奮ってご参加ください。

日程：3月10日（日）13:30～18:00（予定）

会場：未定

1. はじめに 山田英明(産総研)
  2. 3D メモリデバイスを指向したカーボン膜エッチング 渡邊 桂 (東芝メモリ)
  3. DLC 成膜技術の最新事情と今後の展望 平塚傑工(ナノテック)
  4. 炭素材料のプラズマ反応素過程 伊藤篤史 (NIFS)
  5. グラフェンプロセスの最新事情 加藤俊顕(東北大)
  6. ダイヤモンドエレクトロニクス／量子デバイスにおけるプラズマプロセス課題 波多野睦子(東工大)
  7. おわりに 山田英明 (産総研)
- (上記タイトルは全て予定)

このシンポジウムには、上記の招待講演に加えて、2件程度一般講演も含められ、議論が深められる予定です。

#### ■ 講演奨励賞受賞記念講演

第45回（2018年秋季）学術講演会での講演奨励賞の受賞者が応物 HP にて発表され、宮原 奈乃華氏（九州大学）と福島 諒氏（愛媛大学）が受賞されました。栄誉ある本賞を受賞されました皆様には、この紙面を借りてお祝い申し上げます。受賞記念講演の日程／会場は未定ですが、プログラムをご確認の上、会場まで是非とも足をお運びください。過去の講演奨励賞受賞者につきましても、下記の HP よりご確認頂けます。

(<https://www.jsap.or.jp/young-scientist-presentation-award>)

□ 講演奨励賞 受賞記念講演

日程・会場：未定（プログラムをご確認ください）

受賞者：宮原 奈乃華 氏（九州大学）

選考対象発表：スパッタエピタキシーによるサブファイア基板直上への In-rich  $(\text{ZnO})_x(\text{InN})_{1-x}$  膜の作製

受賞者：福島 諒 氏（愛媛大学）

選考対象発表：プラズマによる養殖魚の成長促進

#### ■ English Session

今回もプラズマエレクトロニクス分野を横断するトピックスで「8.6 Plasma Electronics English Session」と題した English Session を予定しています。留学生の方に限らず、日本人学生の方も是非とも奮って参加いただければと思います。なお、今回は海外招待講演を予定しておりません。

#### ■ おわりに

本案内作成の時点では、プログラムの詳細は未定ですが、学会初日の3月9日（土）には、チュートリアル講演、学会2日目には分科内招待講演、とシンポジウムを始めとする分科会企画を実施予定です。最終プログラムを確認の上で会場までお越しください。また、3月10日（日）の昼には PE 分科会のインフォーマルミーティング、同日夕刻には恒例の PE 分科会懇親会も企画される予定です。詳細は担当幹事から改めて案内があると存じますが、是非、スケジュールに加えておいてください。ご不明な点がございましたら、お気軽にお問い合わせください。

連絡先： 赤塚 洋 （東京工業大学）

[hakatsuk@lane.iir.titech.ac.jp](mailto:hakatsuk@lane.iir.titech.ac.jp)

## 行事案内

# 11th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials / 12th International Conference on Plasma-Nano Technology & Science (ISPlasma2019 / IC-PLANTS2019)

名古屋大学 大学院工学研究科 宮崎 誠一

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、今回は 11 回目となる。

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

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

**会期**：2019 年 3 月 17 日（日）～3 月 21 日（木）

**場所**：名古屋工業大学  
(愛知県名古屋市昭和区御器所町)

### <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、液中プラズマ、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／農業用プラズマ、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、パワーデバイス

◆ ナノ材料：ナノパーティクル／ナノチューブ／ナノワイヤ／ナノロッド／2 次元ナノ材料、ポーラス材料／メンブレン、コンポジット／傾斜機能材料、ソフトナノ材料、表面改質／表面機能化、エネルギー応用／環境応用／ナノメディスン／センシング応用

◆ バイオ応用：プラズマ農業、バイオイメージング、電気化学デバイス、バイオセンサ、バイオマーカー、バイオ材料、バイオデバイス／ $\mu$ TAS／Lab-on-a-Chip

### <プレナリー講演：1 件>

川合 眞紀 (分子科学研究所)

### <基調講演：4 件>

Davide Mariotti (Ulster Univ., UK)

Kevin J Chen (Hong Kong Univ. of Sci. and

Tech., Hong Kong)

Gyeong S. Hwang (Univ. of Texas, USA)

Hans-Robert Metelmann (Univ. Medicine

Greifswald, Germany)

### <チュートリアル講演：4 件>

渡辺 隆行 (九州大学)

橋詰 保 (北海道大学)  
Uroš Cvelbar (Jožef Stefan Inst., Slovenia)  
Alexander Fridman (Drexel Univ., USA)

**<招待講演 : 40 件>**

小室 淳史 (東北大学)  
茂田 正哉 (大阪大学)  
Young-Hoon Song (Korea Inst. of Machinery  
and Materials, Korea)  
竹田 圭吾 (名城大学)  
Yeon Ho Im (Chonbuk National University,  
Korea)  
Stefano Sanguinetti (Universita' degli Studi  
di Milano-Bicocca, Italy)  
成田 哲生 (㈱豊田中央研究所)  
上山 智 (名城大学)  
Jan Kuzmik (Inst. of Elec. Eng., Slovak Academy of  
Sci., Slovakia)  
定 昌史 (理化学研究所)  
秩父 重英 (東北大学)  
Agata Kaminska (Inst. of Phys., Polish Academy of  
Sci., Poland)  
柴田 智彦 (DOWA エレクトロニクス㈱)  
土肥 俊郎 (㈱Doi Laboratory)  
佐野 泰久 (大阪大学)  
西川 敦 (ALLOS Semiconductors GmbH,  
Germany)  
Debaleen Biswas (名古屋工業大)  
Qian Sun (SINANO, Chinese Academy of Sci.,  
China)  
Yang Liu (中山大学, 中国)  
尾辻 泰一 (東北大学)  
櫻庭 政夫 (東北大学)  
中村 芳明 (大阪大学)  
Yanli Pei (中山大学, 中国)  
Magdaleno Jr. Rigodon Vasquez (Univ. of the  
Philippines, Philippines)

守屋 剛 (東京エレクトロン㈱)  
加藤 俊顕 (東北大学)  
佐々木 毅 (産業技術総合研究所)  
Hyunjoo J Lee (KAIST, Korea)  
Gregory Fridman (Drexel Univ., USA)  
Jong-Shinn Wu (国立交通大学, 台湾)  
山西 陽子 (九州大学)  
池田 純一郎 (千葉大学)  
Robert Short (Lancaster Univ., UK)  
Gianluca De Masi (Consorzio RFX, Italy)  
Emilio Martines (Consorzio RFX, Italy)  
Eun Ha Choi (Kwangwoon Univ., Korea)  
Jean-Michel Pouvesle (CNRS/Univ. d'Orleans,  
France)  
Michael Keider (The George Washington Univ.,  
USA)  
**- Riccardo d'Agostino 教授追悼記念講演 -**  
Pietro Favia (Univ. of Bari, Italy)  
Ta-chin Wei (中原大学, 台湾)

**<メインシンポジウム参加費>**

早期登録(~2019/1/31) 前・当日登録(~2018/3/21)  
一般 : 45,000 円 50,000 円  
学生 : 15,000 円 20,000 円  
※ バンケット>一般 : 6,000 円、学生 : 3,000 円

**<チュートリアル参加費>**

・メインシンポジウム参加者  
一般 : 1,000 円、学生 : 1,000 円  
・チュートリアルのみ参加者  
一般 : 10,000 円、学生 : 5,000 円

**<問合せ先>**

ISPlasma2019 / IC-PLANTS2019 事務局  
株式会社インターグループ  
TEL: 052-581-3241 / FAX: 052-581-5585  
E-mail: isplasma2019@intergroup.co.jp  
Website: <http://www.isplasma.jp/index.html>



## 行事案内

# 24th International Symposium on Plasma Chemistry (ISPC24)

東京工業大学工学院機械系 野崎 智洋

2019年6月9日-14日の日程で、ISPC24 (International Symposium on Plasma Chemistry) がイタリア・ナポリの Conference Center Terminal on the Naples waterfront district で開催される。実行委員長は、Prof. Vittorio Colombo (Università di Bologna, Italy) である。シンポジウムに先立ち、6月7-8日の日程でサマースクールが開催される。著名な研究者による初学者向けの講義を聴講できるほか、サマースクールでしか得られない講義資料を入手できるため毎回好評を得ている。また、各国から優秀な大学院生やポスドクが多数参加しており、日本人学生・若手研究者にとって海外ネットワークを作り、コミュニケーション力を高める場としても大変有意義な企画である。

本会は、International Plasma Chemistry Society (IPCS) が母体となり運営される国際会議で、Gordon Research Conference と交互に隔年で開催されている。プラズマケミストリーに関連した研究を広くカバーしているのが特徴で、この分野では最大規模の国際会議の1つである。基調講演は全5件で、そのうち日本から朽久保文嘉教授 (首都大学東京) が招聘されている。招待講演は21件のうち日本から4名の研究者が招聘されており、日本人研究者の存在感の高さをうかがわせる (白谷正治・教授 (九州大学), 白藤立・教授 (大阪市立大学), 池原譲・教授 (千葉大学), 茂田正哉・准教授 (大阪大学))。

2019年の Plasma Chemistry Award 受賞者は Prof Alexander Fridman (Drexel University) で Award Lecture が執り行われる。Fridman 先生らしい野心的な講演タイトルで、講演を拝聴するのが今から楽しみである (Why Plasma Chemistry is so often a key to breakthrough innovations from energy systems,

electronics, and new materials to water treatment, agriculture and medicine?)。Plasma Chemistry Award 受賞者、基調講演、招待講演を対象にした論文特集号が Plasma Chemistry and Plasma Processing (Springer, IF 2.658) から出版される。

口頭、ポスター発表を対象に Oral presentation Awards, 3-min Poster Pitch Awards, Poster Presentation Awards が表彰される。さらに、博士学生、ポスドクを対象に、Young Investigator Award (おそらく1名) の表彰、さらに IPCS Scholarship など若手研究者をエンカレッジする企画も多数用意されている。審査対象となる若手研究者は First Author であることが明記されているので注意されたい。Young Investigator Award 受賞者として勝ち残るためには、JSPS 特別研究員 (PD) の採択に相当する論文数、各種受賞歴、海外滞在経験など豊富な研究実績を有していることが望まれる。過去の ISPC でも多くの日本人若手研究者が受賞対象となっているので積極的にチャレンジしてほしい。詳細は学会の HP を参照されたい (<https://www.ispc24.com/>)。

プラズマケミストリーの黎明期から多くの日本人研究者がこの分野に参画し、研究の発展に貢献してきた。ISPC24 においても多くの皆様に成果発表を頂き、参加者数だけでなく研究の質において我が国の存在感をいっそう高められるよう、多くの皆様に貢献頂ければ幸いである。10年後のプラズマ研究および国内外の組織運営を考えると、若手研究者の育成は急務である。

なお、ISPC24 の国際組織委員として、日本から堀勝教授 (名古屋大学), 浜口智志教授 (大阪大), 渡辺隆行教授 (九州大), 金賢夏 (AIST) 小職が参画していることを付記します。

## 行事案内

# 第 34 回電離気体現象国際会議／第 10 回反応性プラズマ国際会議 XXXVI International Conference on Phenomena in Ionized Gases (XXXVI ICPIG) / 10<sup>th</sup> International Conference on Reactive Plasmas (ICRP10)

北海道大学 佐々木 浩一

第 34 回電離気体現象国際会議と第 10 回反応性プラズマ国際会議の合同会議の投稿締切が目前に迫ってきました。本稿をご覧になった皆様には、早速、投稿 abstract の準備を開始いただければと思います。学生の皆さんは、この会議への参加希望を指導教員の方に表明し、旅費および参加費のサポートをお願いしてください。

皆様ご承知のように、反応性プラズマ国際会議 (ICRP) はプラズマエレクトロニクス分科会が運営する国際会議で、3 年に 1 度の頻度を目安として開催されています。直近の ICRP9 は、2015 年にホノルルにおいて、米国の気体エレクトロニクス会議との合同会議として開催され、本分科会からも多くの皆様に出席いただきました。毎年開催の国内会議であるプラズマプロセッシング研究会と並び、ICRP は本分科会にとって最も重要な行事に位置づけられると思います。

一方、電離気体現象国際会議 (ICPIG) は、低温プラズマ関連の国際会議としては最も長い歴史と伝統を持ち、2 年に 1 度の頻度で主として欧州にて開催されています。これまでの 70 年近い歴史の中で欧州外での開催は 3 回しか無く、そのうちの 1 回は 2001 年に名古屋で開催された ICPIG でした。このたび、第 34 回の気体エレクトロニクス会議が ICRP との合同会議として我が国で開催されることは、大変に画期的なことだと思います。

第 34 回電離気体現象国際会議と第 10 回反応性プラズマ国際会議の合同会議は、2019 年 7 月 14-

19 日の日程で、札幌市教育文化会館(札幌市中心部)にて開催されます。Abstract の投稿締切は 2019 年 2 月 25 日です。今回の合同会議では、通常の ICPIG と異なり、一般口頭発表のスロットを 90 程度準備しています。若手研究者の皆様にとっては、ご自身の研究成果を世界に向かって発信する絶好の機会になります。積極的な投稿をお願いいたします。また、本会議開催前の 7 月 14 日と、本会議終了後の 7 月 20 日には、衝突／断面積、大気圧プラズマ計測、ナノ材料、薄膜プロセス、プラズマシミュレーションに関するサテライトワークショップを企画しています。まさに、7 月 14 日からの一週間を札幌で過ごせば、低温プラズマ研究の最前線がすべてわかるという会議になるものと思います。

本会議の会議録は、招待講演論文については PSST (Plasma Sources Science and Technology) および JJAP (Japanese Journal of Applied Physics) に分かれての掲載となり、一般投稿論文については、これまでの ICRP と同様に、JJAP にて特集号を発刊する予定です。

本合同会議に関わる情報は、ホームページ <http://icpig2019.qe.eng.hokudai.ac.jp/> にてお知らせしますので、是非ご覧ください。また、本件に関するお問い合わせは、電子メールにて

[icpig2019@qe.eng.hokudai.ac.jp](mailto:icpig2019@qe.eng.hokudai.ac.jp) までお願いいたします。

# 第 17 回プラズマエレクトロニクス賞受賞候補論文の募集

名城大学 平松 美根男

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 2016、2017、2018 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。

プラズマエレクトロニクス賞はプラズマエレクトロニクス分野の優秀な論文の著者に授与される論文賞ですが、プラズマエレクトロニクス分科会が強く関与する会議等（直接に主催する会議、応物学会学術講演会の大分類 8. プラズマエレクトロニクス等）での発表や議論を通じて生み出された優れた論文を表彰したいという考えに基づき、賞規定に“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”という要件が付与されています。

## ■ 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 件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 件以内)
- ▶ 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

2019 年応用物理学会春季学術講演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 2019 年秋季学術講演会期間中 (例年では会期 2 日目) での記念講演を依頼する予定です。

## ■ 書類提出期限

2018 年 12 月 21 日 (金)

## ■ 書類提出先

〒113-0031 東京都文京区根津 1-21-5

応物会館

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。)

なお以下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。

## 2018(平成 30)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	メールアドレス
幹事長	平松 美根男	名城大学 理工学部 電気電子工学科	〒468-8502 名古屋市天白区塩釜口 1-501 TEL: 052-838-2298 FAX: 052-832-1235	mnhrmt@meijo-u.ac.jp
副幹事長	赤塚 洋	東京工業大学 科学技術創成研究院 先端原子力研究所	〒152-8550 東京都目黒区大岡山 2-12-1-N1-10 TEL: 03-5734-3379 FAX: 03-5734-3379	hakatsuk@nr.titech.ac.jp
副幹事長	古閑 一憲	九州大学大学院 システム情報科学研究院 電子デバイス工学部門	〒819-0395 福岡県福岡市西区元岡 744 TEL: 092-802-3734	koga@ed.kyushu-u.ac.jp
副幹事長	友久 伸吾	三菱電機(株) 先端技術総合研究所 SiCパワーデバイス技術部	〒661-8661 尼崎市塚口本町8-1-1 TEL: 06-6497-7082 FAX: 06-6497-7285	Tomohisa.Shingo@cw.Mitsubishi Electric.co.jp
幹事 任期 2019年3月	大澤 直樹	金沢工業大学 工学部 電気電子工学科	〒921-8501 石川県野々市市扇が丘7-1 TEL: 076-248-9907 FAX: 076-294-6798	n.osawa@neptune.kanazawa- it.ac.jp
"	太田 貴之	名城大学 理工学部 電気電子工学科	〒468-850 愛知県名古屋市天白区塩釜口1-501 TEL: 052-838-2565	tohta@meijo-u.ac.jp
"	黒木 智之	大阪府立大学 大学院工学研究科 機械系専攻	〒599-8531 堺市中区学園町1-1 TEL: 072-254-9233 FAX: 072-254-9233	kuroki@me.osakafu-u.ac.jp
"	篠原 正典	佐世保工業高等専門学校 電気電子工学科	〒857-1193 長崎県佐世保市沖新町1-1 TEL: 0956-34-8478 FAX: 0956-34-8478	sinohara@sasebo.ac.jp
"	白井 直機	北海道大学大学院 工学研究院 量子理工学部門	〒060-8628 札幌市北区北13条西8 TEL: 011-706-6659 FAX: 011-706-7128	nshirai@qe.eng.hokudai.ac.jp
"	高橋 克幸	岩手大学理工学部 システム創成工学科 電気電子通信コース	〒020-8551 岩手県盛岡市上田4-3-5 TEL: 019-621-6460 FAX: 019-621-6941	ktaka@iwate-u.ac.jp
"	田中 学	九州大学大学院 工学研究院 化学工学部門	〒819-0395 福岡市西区元岡744 TEL: 092-802-2765 FAX: 092-802-2765	mtanaka@chem-eng.kyushu- u.ac.jp
"	内藤 皓貴	三菱電機(株) 先端技術総合研究所 環境システム技術部	〒661-8661 尼崎市塚口本町8-1-1 TEL: 06-6497-7069 FAX: 06-6497-7285	Naito.Teruki@bc.mitsubishielectr ic.co.jp
"	針谷 達	豊橋技術科学大学 電気・電子情報工学系 プラズマエネルギーシステム研究室	〒441-8580 愛知県豊橋市天伯町雲雀ヶ丘1-1 TEL: 0532-44-6728 FAX: 0532-44-6728	harigai@ee.tut.ac.jp
"	柳生 義人	佐世保工業高等専門学校 電気電子工学科	〒857-1193 長崎県佐世保市沖新町1-1 TEL: 0956-34-8478 FAX: 0956-34-8478	yyagy@asebo.ac.jp
"	山家 清之	新潟大学大学院 自然科学研究科	〒950-2181 新潟市西区五十嵐二の町8050 TEL: 025-262-6140 FAX: 025-262-6730	yambe@eng.niigata-u.ac.jp
	吉元 諒	サンディスク株式会社	〒512-8550 三重県四日市市山之一色町800 TEL: 059-330-3816 ext. 8817 FAX: 059-330-1117	ryo.yoshimoto@sandisk.com

幹事 任期 2020年3月	飯野 大輝	東芝メモリ株式会社	〒235-0017 神奈川県横浜市磯子区新磯子町 33 TEL: 050-3175-6200	daiki.iino@toshiba.co.jp
"	伊藤 剛仁	東京大学大学院 新領域創成科学研究科	〒277-8561 千葉県柏市柏の葉 5-1-5-504 TEL: 04-7136-3797 FAX 04-7136-3798	tsuyohito@plasma.k.u-tokyo.ac.jp
"	内田 諭	首都大学東京 システムデザイン研究科	〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1 TEL: 04-2677-2749 FAX 04-2677-2756	s-uchida@tmu.ac.jp
"	江藤 宗一郎	(株)日立製作所 研究開発グループ	〒185-8601 東京都国分寺市東恋ヶ窪 1-2 80 TEL: 050-3159-9219	soichiro.eto.tm@hitachi.com
"	呉 準席	大阪市立大学 工学研究科	〒545-8585 大阪市阿倍野区旭町1-4-3	jsoh@osaka-cu.ac.jp
"	大島 啓示	ソニーセミコンダクタソリューションズ (株) 第2研究部門	〒243-0014 神奈川県厚木市旭町 4-14-1	Keiji.Ohshima@sony.com
"	近藤 博基	名古屋大学 大学院 工学研究科 電子 情報システム専攻 堀・関根研究室	〒464-8603 愛知県名古屋市中区千種区不老町	hkondo@nagoya-u.jp
"	清水 一男	静岡大学イノベーション社会連携推進機 構	〒432-8561 静岡県浜松市中区城北 3-5-1 TEL: 05-3478-1443 FAX: 05-3478-1443	shimizu@cjr.shizuoka.ac.jp
"	鈴木 歩太	東京エレクトロンテクノロジーソリュー ションズ (株)	〒407-0192 山梨県韮崎市穂坂町三ツ沢 650 TEL: 05-5123-4228	ayuta.suzuki@tel.com
"	高島 圭介	東北大学電子工学専攻・金子加藤研究室	〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-05	takashima@ecei.tohoku.ac.jp
"	光木 文秋	熊本大学 大学院自然科学研究科環境エ レクトロニクス研究室	〒860-8555 熊本県熊本市黒髪 2 丁目 39-1 黒髪南キャンパス総合研究棟 TEL: 096-342-3572 FAX: 096-342-3572	mitsugi@cs.kumamoto-u.ac.jp
"	向笠 忍	愛媛大学 理工学研究科・生産環境工学 専攻・熱及び物質移動学研究室	〒790-8577 愛媛県松山市文京町3	mukasa.shinobu.me@ehime-u.ac.jp
"	山田 英明	産業技術総合研究所 関西センター	〒563-8577 大阪府池田市緑丘 1 丁目 8 番 31 号 TEL: 072-751-9631 FAX: 072-751-9631	yamada-diamond@aist.go.jp

## 2018(平成30)年度分科会幹事役割分担

役割分担	新任		留任	
幹事長	平松 美根男	名城大学		
副幹事長	赤塚 洋	東京工業大学		
	古閑 一憲	九州大学		
	友久 伸吾	三菱電機		
1. 庶務・分科会ミーティング	内田 諭	首都大学東京	高橋 克幸	岩手大学
2. 春秋講演会シンポジウム シンポジウム・海外招待講演 分科内招待講演 チュートリアル講義	古閑 一憲	九州大学		
	山田 英明	産業技術総合研究所	赤塚 洋	東京工業大学
	呉 準席	大阪市立大学	太田 貴之	名城大学
	近藤 博基	名古屋大学	柳生 義人	佐世保工業高等専門学校
	飯野 大輝	東芝メモリ	吉元 諒	SanDisk
3. プラズマプロセス研究会  H30 年度：SPP H31 年度：ICRP/ICPIG	赤塚 洋	東京工業大学	針谷 達	豊橋技術科学大学
	伊藤 剛仁	東京大学	大澤 直樹	金沢工業大学
	呉 準席	大阪市立大学	黒木 智之	大阪府立大学
	清水 一男	静岡大学	篠原 正典	長崎大学
	向笠 忍	愛媛大学	白井 直樹	北海道大学
			田中 学	九州大学
4. 光源物性とその応用研究会				
5. プラズマ新領域研究会	古閑 一憲	九州大学		
	光木 文秋	熊本大学	白井 直樹	北海道大学
	伊藤 剛仁	東京大学	柳生 義人	佐世保工業高等専門学校
	清水 一男	静岡大学	山家 清之	新潟大学
6. インキュベーションホール	赤塚 洋	東京工業大学		
	内田 諭	首都大学東京	太田 貴之	名城大学
	鈴木 歩太	東京エレクトロンテクノロジーソリューションズ	篠原 正典	長崎大学
	高橋 圭介	東北大学	高橋 克幸	岩手大学
	近藤 博基	名古屋大学	針谷 達	豊橋技術科学大学
7. プラズマエレクトロニクス講習会	友久 真吾	三菱電機		
	山田 英明	産業技術総合研究所	赤塚 洋	東京工業大学
	飯野 大輝	東芝メモリ	大澤 直樹	金沢工業大学
	大島 啓示	ソニーセミコンダクタソリューションズ	内藤 皓貴	三菱電機
	鈴木 歩太	東京エレクトロンテクノロジーソリューションズ	吉元 諒	SanDisk
	江藤 宗一郎	日立製作所		
8. 会誌編集・書記	向笠 忍	愛媛大学	内藤 皓貴	三菱電機
	大島 啓示	ソニーセミコンダクタソリューションズ	山家 清之	新潟大学
9. ホームページ	高島 圭介	東北大学	白井 直樹	北海道大学
10. 会計	光木 文秋	熊本大学	黒木 智之	大阪府立大学
11. プラズマエレクトロニクス賞	平松 美根男	名城大学		
12. アカデミックロードマップ (戦略企画室)	古閑 一憲	九州大学		
	平松 美根男	名城大学		
13. PE 懇親会 秋：名古屋、春：東京	江藤 宗一郎	日立製作所	田中 学	九州大学
	呉 準席	大阪市立大学	針谷 達	豊橋技術科学大学
GEC 委員 (オブザーバー)	枋久保 文嘉	首都大学東京		

## 2018（平成30）年度分科会関連の各種世話人・委員

1. 応用物理学会講演会プログラム編集委員
 

8	大分類代表	酒井 道	(滋賀県立大)
8.1	プラズマ生成・診断	富田 健太郎	(九大)
8.2	プラズマ成膜・エッチング・表面処理	竹中 弘祐	(阪大)
		木村 光広	(東芝メモリ)
8.3	プラズマナノテクノロジー	古閑 一憲	(九大)
8.4	プラズマライフサイエンス	神野 雅文	(愛媛大)
8.5	プラズマ現象・新応用・融合分野	白井 直機	(北大)
8.6	Plasma Electronics English Session	酒井 道	(滋賀県立大)
2. 応用物理学会理事
 

	辰巳 哲也	(ソニーセミコンダクタソリューションズ)
--	-------	----------------------
3. 応用物理学会代議員  
(分科会推薦, 各支部推薦等)
 

	板垣 奈穂	(九大)
	伊藤 昌文	(名城大)
	古閑 一憲	(九大)
	霜垣 幸浩	(東大)
	辰巳 哲也	(ソニーセミコンダクタソリューションズ)
	本村 英樹	(愛媛大)
4. GEC 組織委員会委員
 

	朽久保 文嘉(11月より)	(首都大)
--	---------------	-------
5. 応用物理学会本部委員会
 

会員サービス委員会 機関誌企画・編集委員会 論文誌企画・編集委員会	高井 まどか 伊藤 剛仁 木下 啓藏 栗原 一彰 伊藤 剛仁 酒井 道 辰巳 哲也	(東大) (東大) (PETRA) (東芝研究開発センター) (東大) (滋賀県立大) (ソニーセミコンダクタソリューションズ)
講演会企画・運営委員会 倫理委員会	大森 達夫 岡本 幸雄 小田 俊理 斧 高一 河野 明廣 近藤 道雄 寒川 誠二 白谷 正治 菅井 秀郎 橘 邦英 辰巳 哲也 寺嶋 和夫 永津 雅章 中山 喜萬 庭野 道夫 畠山 力三 藤山 寛 堀 勝	(三菱電機) (東洋大) (東工大) (京大) (名大) (産総研) (東北大) (九大) (名大) (京大) (ソニーセミコンダクタソリューションズ) (東大) (静大) (阪大) (東北大) (東北大) (長崎大) (名大)
6. フェロー  
(受賞時の所属で記載。元分科会会員を含む。)



真壁 利明	(慶大)
渡辺 征夫	(九州電気専門学校)
平松 美根男	(名城大)
木下 啓藏	(PETRA)

本リストは、応用物理学会の各種委員会等で活躍されている PE 分科会会員を記したのですが、一部を除き、分科会が直接に委員推薦等に関与しているわけではないため、記載漏れがあるかもしれません。記載漏れにお気づきの場合は、会誌担当幹事までお知らせ頂けると幸いです。

## 活動報告

### 2018年度 第2回プラズマエレクトロニクス分科会幹事会 議事録

開催日時：2018年9月19日(水) 12:15～13:15

開催場所：名古屋国際会議場 141 会場

進行：平松幹事長（名城大）

本幹事会は、分科内招待講演に引き続き、インフォーマルミーティングとして実施された。

#### 1. 応用物理学会（東京工業大学・2019.3）シンポジウムなど

古閑副幹事長から春季講演会シンポジウムの申請状況の報告があった。申請内容について承認された。タイトルに「プラズマ」という語句を入れるという意見があった。

#### 2. プラズマ新領域研究会の進捗状況

古閑副幹事長から第 29-31 回プラズマ新領域研究会の進捗状況の報告があり、現況について承認された。平松幹事長より、長期的な視点での研究会の再検討が必要ではという意見があった。

#### 3. チュートリアルの進捗状況

古閑副幹事長からチュートリアルの進捗状況の報告があり、現況について承認された。

#### 4. プラズマプロセッシング研究会の進捗状況

八田先生からプラズマプロセッシング研究会の進捗状況の報告があり、現況について承認された。

#### 5. プラズマエレクトロニクス講習会の進捗状況

友久幹事から第 29 回プラズマエレクトロニ

クス講習会の進捗状況の報告があり、現況について承認された。

#### 6. 12 月分科会会報の編集状況

向笠幹事から 12 月分科会会報の編集状況についての報告があり、国際会議報告を一件（AVS 65th International Symposium and Exhibition）追加することになった。

#### 7. 研究会などの報告

針谷幹事から 2018 年 9 月 3-5 日に開催された第 12 回 PE インキュベーションホールの実施報告があった。

#### 8. 関連会議について

DPS2018、GEC2018、AAPPS-DPP2018、ISPlasma2018/IC-PLANTS2019、ICPIG34/ICRP10 の各会議の紹介があった。

#### 9. 名古屋大学低温プラズマ科学研究センターの共同利用・共同研究の募集について

堀先生から名古屋大学低温プラズマ科学研究センターの紹介があり、共同利用・共同研究の募集がなされた。

#### 10. 分科会事務費見直しに関して

平松幹事長から、当分科会は黒字であるが、応物学会全体では赤字であるため今後、節約 & 収益事業に力を入れるとの報告があり承認された。

#### 11. 第 17 回プラズマエレクトロニクス賞の候補論文募集

平松幹事長から PE 賞の候補論文の募集が

なされた。

て実施のインフォーマルミーティング内で執り行う。

2018年度第3回目の幹事会は、3月の応用物理学学会（於：2019.3.9-12、東京工業大学）会期中に

（記：向笠 忍（愛媛大学））

## プラズマエレクトロニクス関連会議日程

### (国際会議)

**2019. 2. 3-8**

European Winter Conference on Plasma Spectrochemistry 2019

Pau, France

<https://winterplasma19.sciencesconf.org/index.php>

**2019. 3. 17-21**

11th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials / 12th International Conference on Plasma-Nano Technology & Science

Nagoya, Japan

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

**2019. 5. 6-10**

3rd European Conference on Plasma Diagnostics (ECPD 2019)

Lisbon, Portugal

<https://www.ipfn.tecnico.ulisboa.pt/ECPD2019/>

**2019. 5. 20-24**

17th International Conference on Plasma-Facing Materials and Components for Fusion Applications  
Eindhoven, Netherlands

[https://www.differ.nl/news/PFMC\\_17\\_will\\_be\\_organized\\_at\\_DIFFER](https://www.differ.nl/news/PFMC_17_will_be_organized_at_DIFFER)

**2019. 6. 9-14**

24th International Symposium on Plasma Chemistry

Naples, Italy

<https://www.ispc24.com/>

**2019. 6. 23-28**

The 2019 IEEE Pulsed Power and Plasma Science Conference (PPPS 2019)

Orlando, USA

<http://www.ppps2019.org/>

**2019. 7. 8-12**

46th European Physical Society Conference on Plasma Physics

Milano, Italy

[https://www.ifp.cnr.it/top-stories/eps-conference-2019-in-milan?&set\\_language=en](https://www.ifp.cnr.it/top-stories/eps-conference-2019-in-milan?&set_language=en)

**2019. 7. 14-19**

XXXIV International Conference on Phenomena in Ionized Gases (XXXIV ICPIG) and 10th International Conference on Reactive Plasmas (ICRP-10)

Sapporo, Japan

<http://icpig2019.qe.eng.hokudai.ac.jp/>

**2019. 9. 2-5**

12th International Conference on Plasma Assisted Technologies (ICPAT)

Yalta, Crimea, Russian Federation

<http://www.plasmacombustion.com/iwepac.html>

**2020. 6. 12-13**

8th International Conference on Plasma Medicine / 10th International Symposium on Plasma Bioscience  
Incheon, Korea

<http://icpm7.plasmainstitute.org/wp-content/uploads/2018/06/Introduction-of-ICPM-8th-ver.6.pdf>

**2020. 6. 15-18**

29th Symposium on Plasma Physics and Technology

Prague, Czech Republic

<https://www.plasmaconference.cz/>

(国内会議・会合)

**2019. 3. 9-12**

第 66 回応用物理学会春季学術講演会

東京工業大学 大岡山キャンパス, 東京都

<https://www.jsap.or.jp/jsap-meeting/future>

**2019. 3. 12-14**

平成 31 年電気学会全国大会

[http://www.iee.jp/?post\\_type=custom\\_event&p=18615](http://www.iee.jp/?post_type=custom_event&p=18615)

**2019. 3. 14-17**

日本物理学会第 74 回年次大会

九州大学 伊都キャンパス, 福岡県

<https://www.jps.or.jp/activities/meetings/future.php>

**2019. 9. 10-13**

日本物理学会第 74 回秋季大会

岐阜大学, 岐阜県

<https://www.jps.or.jp/activities/meetings/future.php>

**2019. 9. 18-21**

第 80 回応用物理学会秋季学術講演会

北海道大学 札幌キャンパス, 北海道

<https://www.jsap.or.jp/jsap-meeting/future>

## 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、是非ご検討の程よろしくご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できません。

#### (B) 単号契約コース

特定の号のみの掲載。

### 2. 掲載位置

掲載位置は編集後記の後になります。基本五十音順の掲載になりますが、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ない場合には年間契約の中からまわす場合があります。不都合がある場合にはご相談ください。

### 3. 入稿

原稿はA4版ネガ、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し込み時点で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)

※カッコ内は賛助会員企業

### 5. 問い合わせ先

〒113-0031 東京都文区根津 1-21-5

応物会館 2階

公益社団法人 応用物理学会

TEL: 03-3828-7723

FAX: 03-3823-1810

Email: [divisions@jsap.or.jp](mailto:divisions@jsap.or.jp)

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

## 編集後記

この度、プラズマエレクトロニクス分科会会報 No. 69 を発行することができました。ご多忙の中、原稿をご執筆いただいた方々にこの場を借りて厚く御礼申し上げます。

本誌の巻頭言では応用物理学会フェローの堀勝先生より「アレックスとの出会い」という題目で寄稿いただきました。プラズマバイオコンソーシアムや低温プラズマ科学研究センターの設立にご尽力され、そのようなお話を期待された方も多かったことと思いますが、然にあらず、先生のお人柄がわかるようなユニークなお話から始まり、最後に展開される「学会こそが、大学教授の教育の場である」というお言葉に大変身の引き締まる思いがしました。

次に、今年度設立されたプラズマバイオコンソーシアムと、来年度設立される低温プラズマ科学研究センターの紹介をしております。これらはプラズマエレクトロニクス研究に対する現在の社会的な期待を負うものであり、今後ますます重要な存在になるのではないのでしょうか。

研究室紹介として、東京工業大学の野崎先生より「機械工学におけるプラズマ研究」という題目で寄稿いただきました。学生に対する「何でも屋として社会に出さないための責任」は、同じく伝

熱工学を専門とする私（向笠）にとって個人的に深く同意するところであります。

学生のためのページとして、東京大学の神原先生より「プラズマスプレーを用いたリチウムイオン電池材料開発」という題目で寄稿いただきました。昨今注目される蓄電技術の一翼を担う LiB の正負極材料とその製造方法について大変わかりやすく解説していただいております。

本号では「海外の研究事情」を掲載できませんでした。編集者としての力不足で大変申し訳なくここに深くお詫び申し上げます。

最後に、本号の原稿執筆を快く引き受けてくださいました著者の皆様、幹事長、副幹事長をはじめとする分科会会員の皆様および応用物理学会事務局分科会担当の小田様にこの場をお借りして感謝の意を表します。本号を発行することができたのも、ひとえに皆様のお力添えがあつてのことと存じます。心より御礼申し上げます。分科会会報では、各種報告や行事案内を随時募集しております。今後ともプラズマエレクトロニクス分科会会報をどうぞよろしく願いいたします。

（平成 30 年度会報編集担当：

内藤、山家、大島、向笠）

プラズマエレクトロニクス分科会会報 No.69  
2018年12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 平松 美根男  
発行:公益社団法人応用物理学会  
〒113-0031 東京都文京区根津一丁目 21 番 5 号  
応物会館  
(©2018 無断転載を禁ず)