

プラズマエレクトロニクス分科会会報 No. 64

2016年(平成28年)6月発行
島田、松本、前原、三好

目次

幹事長交代の挨拶

幹事長退任挨拶 幹事長退任にあたって	名古屋大学	豊田 浩孝	1
幹事長就任挨拶 幹事長就任にあたって	首都大学東京	朽久保 文嘉	2

寄稿

名古屋大学 「プラズマ科学プラットフォーム」の開所	名古屋大学	堀 勝	3
------------------------------	-------	-----	---

第14回プラズマエレクトロニクス賞

第14回プラズマエレクトロニクス賞について	名古屋大学	豊田 浩孝	7
第14回プラズマエレクトロニクス賞を受賞して	東京工業大学	亀島 晟吾	9

研究紹介

ナノ秒パルス放電プラズマの生成と 環境への応用	熊本大学	王 斗艶	12
----------------------------	------	------	----

海外の研究事情

アメリカ合衆国・テキサス州ラボック滞在記 テキサス工科大学・パルスパワー研究所を訪ねて	佐世保高専	猪原 武士	18
--	-------	-------	----

国際会議報告

APSPT-9/SPSM-28	金沢大学	田中 康規	24
ISPlasma2016/IC-PLANTS2016	名城大学	平松 美根男	26

国内会議報告

プラズマ制御科学研究センター 2015年度第2回公開研究会報告	京都工芸繊維大学	林 康明	28
第26回プラズマエレクトロニクス講習会報告	日立ハイテク	伊澤 勝	29
第30回光源物性とその応用研究会報告	産業技術総合研究所	布村 正太	30

2016年第63回応用物理学会春季学術講演会 応用物理学会業績賞受賞記念講演報告	名古屋大学	関根 誠	31
2016年第63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	日立製作所	小林 浩之	32
2016年第63回応用物理学会春季学術講演会 第16回分科会内招待講演報告	三菱電機	中川 雄介	33
2016年第63回応用物理学会春季学術講演会 分科会企画シンポジウム「宇宙科学・工学とプラズマプロセッシング」報告	九州大学	渡辺 隆行	34

行事案内

2016年第77回応用物理学会秋季学術講演会 分科会企画(分科会内招待講演・シンポジウム)	東京大学	神原 淳	36
第10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	名城大学	平松 美根男	38
37th International Symposium on Dry Process (DPS2016)	北海道大学	佐々木 浩一	39
69th Annual Gaseous Electronics Conference (GEC69)	北海道大学	佐々木 浩一	40
第34回プラズマプロセッシング研究会(SPP34) / 第29回プラズマ材料科学シンポジウム(SPSM29)	北海道大学	佐々木 浩一	41
ISPlasma 2017 / IC-PLANT 201	中部大学	中村 圭二	42

掲示板

平成28年度PE分科会 幹事名簿			43
平成28年度PE分科会 幹事役割分担			45
平成28年度PE分科会関連の各種世話人・委員			46
第15回プラズマエレクトロニクス賞 受賞候補論文の募集	首都大学東京	朽久保 文嘉	47
プラズマエレクトロニクス関連会議日程			49
広告掲載企業一覧			52
活動報告			53
編集後記			56

幹事長退任にあたって

名古屋大学 豊田浩孝

2014年4月よりこの3月までの2年間に渡り、本プラズマエレクトロニクス分科会の幹事長を務めさせていただきました。この2年間の業務を進めるにあたりまして、節原副幹事長、朽久保副幹事長、伊澤副幹事長、本分科会の幹事の皆様、諮問委員の皆様にご挨拶申し上げます。また、本分科会の会員の皆様には、幹事団が進めてまいりました活動を暖かく見守っていただきましたこと、篤くお礼申し上げます。

2年にわたる活動を振り返ってみますと、応用物理学会として重要なテーマとなっています。会員サービスの充実や活動の国際化などにおいて、本分科会は他分科会を先導する形でさまざまな行事を実施してまいりました。まず、分科会会員にとって相互の情報交換の場として重要な学術講演会において、シンポジウム開催、外国人招待講演、英語セッションの他、チュートリアル開催等を進めてまいりました。また、本分科会に関係する各研究室の若手の育成と学生間の横のつながりを深める趣旨をもってプラズマインキュベーションホールを開催するとともに、大学・企業の若手研究者育成を狙いとしたプラズマエレクトロニクス講習会、さらには新領域研究会と多岐にわたる規格を実施してまいりました。これらの活発な分科会活動は応用物理学会でも評価をいただいております。これらもひとえに分科会副幹事長、幹事と会員の皆様方のお力によるものと深く感謝申し上げます。

また、本分科会の重要なもうひとつの行事として反応性プラズマ国際会議（ICRP）がございます。本会議は世界における本分野の研究動向を知るだけでなく、日本のプラズマエレクトロニクス

研究を世界に強く発信する意味においても極めて重要な会議です。ICRPは分科会の単独開催の他、世界の著名な国際会議との合同開催が行われておりますが、今回、幹事長としての立場と同時にICRP-9の組織委員長として、アメリカの気体電子会議（GEC）との合同開催に携わらせていただきました。今回ハワイにおいて開催されました本会議には日本から250名を超える多数の参加および200件を超える講演がありました。講演分野も基礎から応用まで幅広い講演があり、日本のプラズマエレクトロニクス研究の力強さを世界に対してアピールできたものと思っております。本合同会議の成功はGEC側からも高く評価されており、これまで2回のICRP/GEC合同開催に引き続く今回の成功によって、分科会の今後の国際的活動展開に向けて次世代へバトンをつなぐことができたのではないかと考えております。

現在、プラズマエレクトロニクス分科会は応用物理学会の中でも指折りの活発な分科会となっておりますが、その一方で学会や研究分野を取り巻く環境はめまぐるしく変化しており、今後の分科会のさらなる活性化に向けてより一層難しい対応が求められることも考えられます。今後、朽久保新幹事長の下、本分科会が、国内外でのプレゼンスを益々高め継続的な発展を遂げることを心より願っており、私も微力ながら本分野の発展に尽くすことができればと思っております。任期を終えるにあたりまして、改めまして皆様のお力添えに感謝申し上げますとともに、本分科会が皆様の力を集結してますます発展されますことを祈念しまして退任の挨拶といたします。

幹事長就任にあたって

首都大学東京 朽久保文嘉

この4月より2年間、プラズマエレクトロニクス分科会の幹事長を務めさせていただきます首都大学東京の朽久保文嘉でございます。私が初めて学会に接したのは1987年1月に慶応大学矢上キャンパスにて開催された第4回プラズマプロセッシング研究会でした。幾多の発表に対してとても活発に議論されていたことを強く覚えております。以来、プラズマエレクトロニクス分科会に育てて頂いたと言っても過言ではありません。このたび、分科会幹事長という大役を仰せつかり、微力ではございますが、分科会、及び、分科会会員の皆様のために、誠心誠意努力いたす所存ですので、よろしく願い申し上げます。

分科会会報 No.55 (2011年12月発行) にプラズマエレクトロニクス創設25周年、分科会発足20周年の特集企画があり、後藤俊夫先生、及び、歴代幹事長が分科会発足までの経緯や理念、発足以降の取り組み等を記録されています。これらを改めて読むと、学術基盤、及び、見据えた応用分野を含む“プラズマエレクトロニクス”の理念に関する思慮深さに驚嘆します。また、これを具現化するために、活発な研究会活動の場（プラズマプロセッシング研究会と春秋の応用物理学会学術講演会）、人材育成（講習会とサマースクール/インキュベーションホール）、国際化（国際会議）が分科会発足以前よりデザインされています。更に、新領域の探索（新領域研究会）や会員間の交流促進などが加わり、体制が強化されてきました。これらの取り組みを適切に維持しながら、プラズマエレクトロニクスの発展に向けて努めて参ります。

プラズマエレクトロニクスの更なる進化と深化

に向けて重要なことは、研究発表の場に活気があることだと考えております。即ち、プラズマプロセッシング研究会や応用物理学会学術講演会のセッションに魅力的な多くの研究発表がなされること、活発で本質的な議論がさせることによって人が集まり、多様性も生まれます。魅力的なプログラム編成、シンポジウム等の企画の助けも借りながら、地道に研究発表の場の維持・発展に努めて参ります。分科会の原点でもあるプラズマプロセッシング研究会はSPP34（実行委員長：北大・佐々木浩一先生）が2017年1月に北大で、SPP35が2017年11月にPlasma Conference 2017（運営委員長：名城大・平松美根男先生）として姫路で開催されます。SPP34は学振153委員会のプラズマ材料科学シンポジウム（SPSM29）との合同開催となります。SPPのアイデンティティを維持しながら、SPSMとの相乗効果を出していきます。また、Plasma Conference 2017は当分科会が幹事団体です。分科会として積極的に関与して平松委員長を中心に会を盛り上げるとともに、今後のPlasma Conferenceのあり方についても議論を深めていきたいと考えております。

プラズマエレクトロニクスは反応性プラズマを理解した上で多様なプラズマ応用へと展開を図って参りました。プラズマ応用はプラズマプロセスから医療、農業、環境へと拡大してきましたが、反応性プラズマのサイエンスを積み重ねてきたからこそ、これが可能でありました。この姿勢を堅持しながら分科会の発展に取り組みますので、会員の皆様にはお力添えを頂きますとともに、ご指導ご鞭撻のほどお願い申し上げます。

名古屋大学「プラズマ科学プラットフォーム」の開所 ～グローバル共同利用施設の誕生～

名古屋大学 未来社会創造機構 堀勝

1. はじめに

1961年(昭和36年)、名古屋大学に全国共同利用施設として「プラズマ研究所」が設立されて、55年が経つ。このプラズマ研究所では、様々なプラズマ研究が自由闊達に行われ、人材の育成や将来のプラズマ研究の原動力としての役割を果たした。同研究所における高温プラズマ研究分野が基盤となって核融合科学研究所(土岐)が誕生した。一方、低温プラズマ科学の研究は、当時、「プラズマ化学」という分野が勃興し、その世界的な潮流とともに発展してきた。名古屋大学では、2002年に文部科学省21世紀COEプログラム「先端プラズマ科学が拓くナノ情報デバイス」が採択され、電子工学分野の研究室が連携してプラズマの研究教育を推進するようになった。これにより、2006年、工学研究科に「プラズマナノ工学研究センター」が設立された。その後、文部科学省「東海広域知的クラスター創成事業」が採択され、名古屋大学に「先進プラズマナノ科学拠点」を形成することをスローガンとして、東海地域の産官学が連携して、プラズマ科学とその応用研究を推進した。その結果、先進プラズマ科学とその窒化物とナノ材料への応用に関する国際会議(ISPlasma)の開催や技術移転機関として「プラズマ技術産業応用センター」(名古屋市)の設立に至った。名古屋大学では、これを契機に、世界の21ヶ所の研究センターとの学術協力協定の締結や韓国成均館大学にジョイントセンター(NU-SKKU プラズマナノ材料研究所)の設立を進め、世界の司令塔として低温プラズマ科学の研究を推進してきた。2012年には、

文部科学省新学術領域研究「プラズマ医療科学の創成」が始まり、名古屋大学に、「プラズマ医療科学国際イノベーションセンター」が設立された。このような長年の実績を基盤にして、2015年に、名古屋大学にグローバル共同利用施設として、「プラズマ科学プラットフォーム」が誕生した。同プラットフォームは、低温プラズマ科学の確立を目指すと共に、産業や医療・農業応用に向けた応用研究を推進するエンジンとして、国内外に門戸が開かれている。本稿では、名古屋大学に開設された「プラズマ科学プラットフォーム」を紹介する。

2. 名古屋大学「プラズマ科学プラットフォーム」の環境

プラットフォームは、名古屋大学の産学連携を推進するための基地として、2015年に新しく建設された「ナショナルイノベーションコンプレックス(NIC)」(8階建てのビルディング)の4階フロア(床面積2000m²)に設立された(図1)。



図1 プラズマ科学プラットフォーム。
(NIC四階：黄色の枠：中央の一段高いフロア)

ここには、クリーンルーム、バイオルーム（バイオセキュリティ P2 レベル）、シールドルーム（2 部屋）も整備され、名古屋大学が誇る 116 台のプラズマ装置や計測装置が整備されている。名古屋大学では、プラズマの内部パラメーターを計測することで確立する先進計測科学を機軸にして、実践的なプラズマ科学（マニュファクチャリングサイエンス）、プラズマ科学の深化、プラズマの時空間超精密制御によるナノプロセスの推進や新たなプラズマ応用の開拓を進めてきた。したがって、設置されているほとんどのプラズマ装置には、最先端の計測装置が導入されている。これらの装置を用いることによって、*in-situ* およびリアルタイムでプラズマの気相・液中反応、プラズマが誘起する固体および液体との表界面反応、さらにはプラズマと生体との相互作用を計測し、その現象を可視化することができる。また、粒子パラメーターで現象を解析することで、その洞察を科学的に体系化し、これらの現象を制御するための知見が得られるように装置がデザインされている。

特に、プラズマ照射した原子層表面を大気に暴露しないで観察することで、10nm 以下の超微細加工を実現するため知恵を集積し、アイデアを具現するシステム（図 2）は、多くの半導体デバイスおよび半導体装置企業が活用している。

また、バイオルームには、医療応用の常温常圧大気圧プラズマ装置、がん細胞の培養中の細胞の挙動をリアルタイムで観察する顕微鏡やプラズマ照射しながら細胞の内部の化学結合をリアルタイムでマッピングして観察する先進レーザーシステムが導入されている。また、コンパクトプラズマプラントでは、人工の光を模擬した LED と大気圧プラズマによる活性水とを組み合わせることで、植物の成長を促進する次世代農業システムの開発が行われている。これらの設備は、オープンスペースに整備しているために、国内外のユーザーが

個々の目的を実現するための「オープンイノベーションの場」であるとともに、産官学の連携チームの協調によって相互の理解を深め、科学を確立する「オープンサイエンスの場」として機能している。



図 2 最先端プラズマエッチング装置およびラジカル制御プラズマビーム装置と気相および多様な表界面計測装置が真空中で連結したプラズマプラネタリーシステム。

3. 基本方針

プラットフォームは、名古屋大学が長年に亘って培ってきた、下記の基本方針を踏襲し、さらに、その機能を強化させることで次世代の研究開発や人材育成に貢献している。

① プラズマ科学技術への提言

新しい概念とそのアプローチを絶えず世界に発信する。

② 次世代の装置のデザイン（Only One の装置）

新たな発見発明は、オリジナルの装置から発現する。装置は独自にデザインする。

③ 「計測科学」を基盤とした「プラズマ科学」の確立

プラズマは、ブラックボックスではなく、原子分子を可視化し、その反応を定量的に体系化する。

4. 世界から「人」と「智恵」と「モノ」が集まる拠点

破壊的概念を育み、好奇心から湧き出る発想を形にするためのオープンサイエンスとオープンイノベーションの場を提供し、学生や社会人の育成を推進する。さらに、プラズマ科学の実践の場として、研究成果がフィールド（工場、病院、農水産場）に直結するシステムを構築している。特に、超精密制御、高機能、省エネ、低コストを満足する「マニュファクチャリングサイエンス」の実践を追及している。また、新学際領域の科学としてプラズマ生命科学を探求し、次世代医療、農水産、健康産業の開拓を目指し、様々な産業の融合と企業との協創を進めている（図3）。

現在、プラズマセンターに関連した4つの産学協同研究講座が企業により設立されている。同講座を通して、成果が迅速に社会実装できるシステムが構築されている。

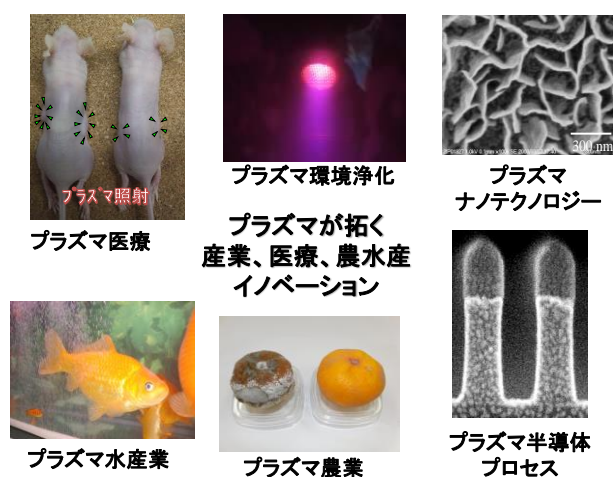


図3 プラットフォームが目指すプラズマが拓くイノベーション。

5. プラットフォーム開所記念講演会・見学会

2016年4月26日（火）に、豊田講堂及びバシヨナルイノベーションコンプレックス（NIC）において、名古屋大学「プラズマ科学プラットフォー

ム」開所記念講演会・見学会が開催された。この行事は、グローバル共同利用施設「プラズマ科学プラットフォーム」として活動を本格化させたことを記念して開催されたもので、学内外から約950名の出席者があった。特に、企業からは、400名を超える参加者があり、産業応用におけるプラズマ研究への関心の高さと強い期待をいただいた。

記念講演会では、松尾清一総長の挨拶に続いて、大野哲靖工学研究科附属プラズマナノ工学研究センター長のプラズマ科学プラットフォーム紹介、小森彰夫自然科学研究機構長の基調講演、板倉周一郎文部科学省大臣官房審議官の来賓挨拶、吉川史隆医学系研究科副研究科長、三田野好伸東京エレクトロン執行役員、小林英行東芝メモリ事業部長附、菊田志向富士通執行役員の講演、新美智秀工学研究科長の挨拶が行われた。

いずれも、今後の日本や世界のモノづくりの動向を見据えた示唆に富む内容であった。特に、小森機構長の講演では、名古屋大学のプラズマセンターが同じ地域に位置する科学拠点（核融合科学研究所や自然科学研究機構）と連携することで、広範囲のエネルギー領域のプラズマを科学として体系化することが可能であり、プラズマ科学の魅力を示唆する素晴らしい講演であった。

また、医科学者である吉川教授や企業のトップによる最先端のプラズマ応用に関する講演に、参加者は熱心に耳を傾けているのが印象的であった。同時に、豊田講堂で行われた展示会では、科研費新学術領域「プラズマ医療科学の創成」、工学研究科研究室、未来社会創造機構部門、名古屋大学発ベンチャー企業などによるポスター発表や大気圧プラズマを用いた科学技術の実演が行われ、多くの方々がプラズマの魅力を満喫した（図4-7）。その後、参加者は、プラズマ科学プラットフォームに移動し、グローバルな共同利用施設として、世界一の規模のプラットフォームを見学した。

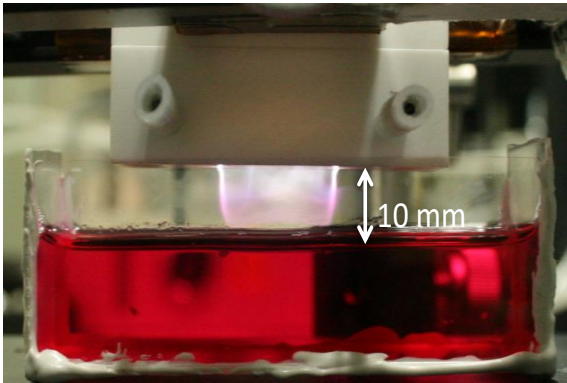


図 4 名古屋大学が開発した超高密度低温プラズマの培養液への照射例。展示会では、上記プラズマを用いた科学技術の実演が行われた。



図 7 NIC 4階プラットフォームの見学の様子。プラズマ研究に関わる学生が随行して説明した。



図 5 講演会の様子。豊田講堂は企業、大学、官庁、一般市民、多くの参加者で熱気につつまれた。

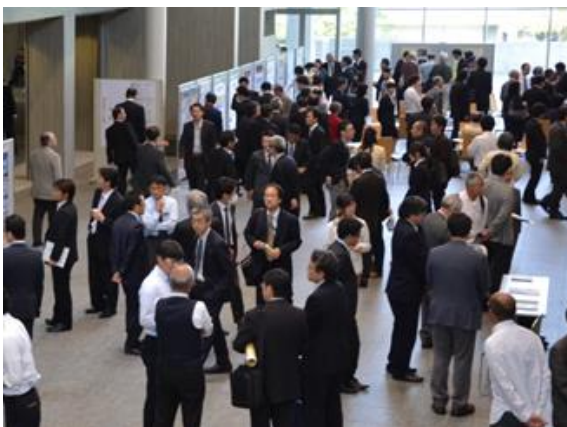


図 6 展示会の様子。プラズマ科学の成果や実演を基に、多くの方々が意見を交換した。

6. まとめと今後の活動

プラットフォームは、企業、大学をはじめ一般市民へ開放されている。多くの方々が、このプラットフォームを最大限に活用することで、個々の夢を形にするとともに、人類の永続的な発展に貢献していただきたい。

現在、プラズマセンターでは、1) グローバルな産官学の連携によるチームラボを機軸にした共同研究の推進、2) 地域の大学や国内の大学との連携によるプラットフォームの活用システムの構築、3) 毎週第三金曜日に一般市民に対する最先端プラズマ研究の紹介（金三会）とサイエンスカフェの実施などのアウトリーチ活動を推進している。現在、本プラットフォームを真にグローバルな共同利用施設として運営するための組織改革も進めている。

謝辞

プラットフォーム構築には、プラズマエレクトロニクス分科会の会員をはじめ多くの方々にご尽力をいただきました。本紙面を借りて、心からお礼申し上げます。

第14回プラズマエレクトロニクス賞

第14回プラズマエレクトロニクス賞について

名古屋大学 豊田浩孝

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 : Synthesis and Characterization of ZnInON Semiconductor: a ZnO-based Compound with Tunable Band Gap

著者名 : Naho Itagaki, Koichi Matsushima, Daisuke Yamashita, Hyunwoong Seo, Kazunori Koga and Masaharu Shiratani

雑誌名 : Materials Research Express, **1**, 036405 (2014)

受賞者(現所属) :

板垣 奈穂(九州大学)
松島 宏一(九州大学)
山下 大輔(九州大学)
徐 鉉雄(九州大学)
古閑 一憲(九州大学)
白谷 正治(九州大学)

受賞理由

本論文は、同じ結晶構造を有するII-VI族 ZnO と III-V 族 InN を組み合わせて組成を変化させることで、バンドギャップの調整が可能な混晶系薄膜エピタキシャル成長材料の合成に成功したものである。このようなチューナブルな特性は、光電変換電子材料として他の材料では不可能な領域への展開を感じさせる。また、材料開発では系統的な実験と物性評価が重要であり、本論文は各種の評価手法を用いて非常に丁寧な仕事が行われた。さらに薄膜の製造方法として Ar/N₂ ガス系の RF マグネトロンスパッタリング法を用いており、産業応用展開が容易なプロセスである点も、本材料の早期のデバイス適用に期待が集まるところ

である。以上、新しい材料分野のパイオニア論文として、今年度のプラズマエレクトロニクス賞を授与するに相応しい論文である。

受賞論文(2) :

論文名 : Pulsed dry methane reforming in plasma-enhanced catalytic reaction

著者名 : Seigo Kameshima, Keishiro Tamura, Yutaro Ishibashi and Tomohiro Nozaki

雑誌名 : Catalysis Today, **256**, 67 (2015)

受賞者(現所属) :

亀島 晟吾(東京工業大学)
田村 奎志朗(東京工業大学)
石橋 裕太郎(東京工業大学)
野崎 智洋(東京工業大学)

受賞理由

温暖化係数の高いCH₄やCO₂をH₂、COに変換するプロセスに、Ni/Al₂O₃触媒と誘電体バリア放電(DBD)プラズマの併用を行った際の反応系のメカニズムを、質量分析や発光分光等のプラズマ解析技術を適用しつつ、化学工学の視点から明確化した論文である。供給ガスをパルス供給し、インターバルの間にプラズマ中や表面で起こる反応が、本論文のような反応系で課題となる触媒表面でのカーボン析出(coking)を除去するという要請から有益であり、単なる熱プロセスでは実現しえないプラズマプロセスの特徴を示したものになっている。共に、著者らの系全体に対する見識の広さと、高い独創性が感じられるポイントである。そして実用化に至る技術として発展する可能性を十分に有している。本研究内容は、プラズマエレクトロニクス賞を授与するに相応しい。

第14回プラズマエレクトロニクス賞 選考委員会

木下 啓藏 (委員長・光電子融合基盤技術研究所)

白藤 立(大阪市立大学)

寺嶋 和夫(東京大学)

朽久保 文嘉(首都大学東京)

豊田 浩孝(名古屋大学)

毎年、12月下旬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、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。詳細な応募要項につきましては、会員メーリングリストによる電子メール並びに応物学会誌に掲載されます。

第 14 回プラズマエレクトロニクス賞

プラズマエレクトロニクス賞を受賞して

東京工業大学 亀島晟吾、田村奎志朗、石橋裕太郎、野崎智洋

はじめに

この度は、第 14 回プラズマエレクトロニクス賞を“Pulsed dry methane reforming in plasma-enhanced catalytic reaction”[1]に賜りましたことを、大変光栄に存じます。関係者の皆様方、ご推薦、ご選考に携わられた先生方に、誌面をお借りして厚く御礼申し上げます。以下、簡単ながら本論文の一部を紹介させていただきます。

論文内容

[背景] 近年、電力の化学エネルギーへの転換、及び CO_2 を炭素源とした燃料・化学品合成技術が注目を集めています。本論文は、そのような技術の一つとして、非平衡プラズマと触媒を併用した CH_4/CO_2 改質による H_2/CO 合成ガス製造 (dry methane reforming, DMR; $\text{CH}_4 + \text{CO}_2 \rightarrow 2\text{H}_2 + 2\text{CO}$) を提案するものです。合成ガスは、液体燃料をはじめ、多岐にわたる化学品へと容易に転換されるため、プラズマ DMR により電力-化学エネルギー変換、及び CO_2 を炭素源とした炭素循環システムの構築に寄与します。一方で、DMR は固体炭素の析出による触媒劣化と、反応に高温熱エネルギーを要するという課題があり、それらが実用化の壁となっています。そのため、従来の熱化学的手法によらない、非平衡プラズマを応用した DMR が期待されています。

[実験] DBD と Ni 触媒 ($\phi 3$ 、12 wt.%Ni/ Al_2O_3 、Süd-chemie) のハイブリッドリアクタ (図 1) により、低温 DMR を行いました。本研究は、致命的な炭素析出を回避して長時間の改質を可能とする、パルス状 CH_4 供給 (図 2) による反応診断法

を開発・実施し、また発光分光分析 (optical emission spectroscopy、OES) を併用してプラズマ・触媒相互作用の解明を試みました。

パルス状 CH_4 供給では、 $0 < t < \tau$ において改質反応が進行しますが、副反応として固体炭素が析出します ($\text{CH}_4 \rightarrow \text{C} + 2\text{H}_2$ 、 $2\text{CO} \rightarrow \text{C} + \text{CO}_2$)。析出した固体炭素は $\tau < t < T$ において Boudouard 反応 ($\text{C} + \text{CO}_2 \rightarrow 2\text{CO}$) によって除去されます。本研究では $\tau = 1$ 、 $T = 4 \text{ min}$ としました。また、同時に図 1(a) に示した点 a、b (触媒層入口から 5 mm、触媒層出口) において OES を行いました。また、同時に質量分析計を用いて

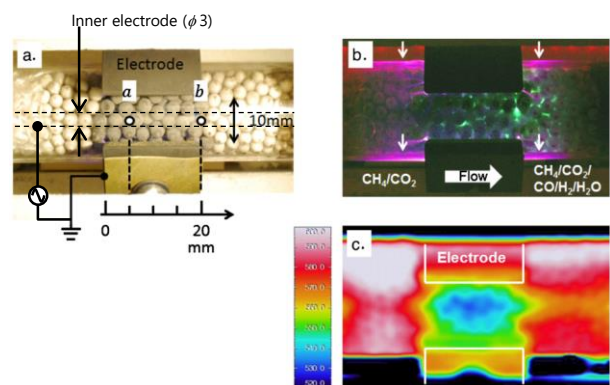


図 1. DBD-触媒ハイブリッドリアクタ (一部加筆) : (a) 概観; (b) DBD の発光; (c) 温度分布[1]

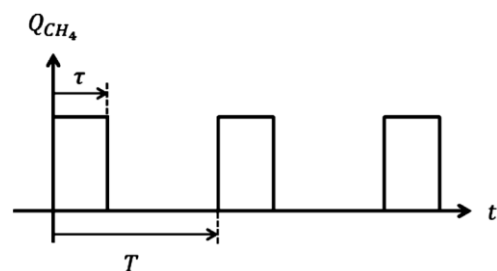


図 2. CH_4 供給のパルスサイクル[1]

ガス組成の経時変化を測定しています。印加電圧は $V_{pp} = +8 \sim -6$ kV、 $f = 13 - 14$ kHz です。

[パルス DMR・反応速度] ガス組成は約 10 min 後には周期定常に達しています(図 3(a))。図 3(b、c)は、最終 3 サイクルのガス組成と触媒層温度変化を示しています。CH₄ 供給直後は、H₂/CO が急峻な傾きで増加しています。これは、CH₄ の分解 (CH₄ → C + 2H₂) 及び逆水性ガスシフト反応 (CO₂ + H₂ → CO + H₂O) による H₂/CO の生成が速いことを示しています。CH₄ 供給を OFF にすると、CO₂ の減少とそれに対応した CO の増加が確認できます。Boudouard 反応 (C + CO₂ → 2CO) による脱炭素が進行していることを意味しますが、この際の CO は緩やかな傾きで増加しています。つまり Boudouard 反応による脱炭素に伴う CO 生成が遅いことを示しています。

図 3(b、c)を比較すると、ハイブリッド反応では熱反応に比べ、改質中に H₂ および CO がより多く生成され、また脱炭素に要する時間が顕著に低

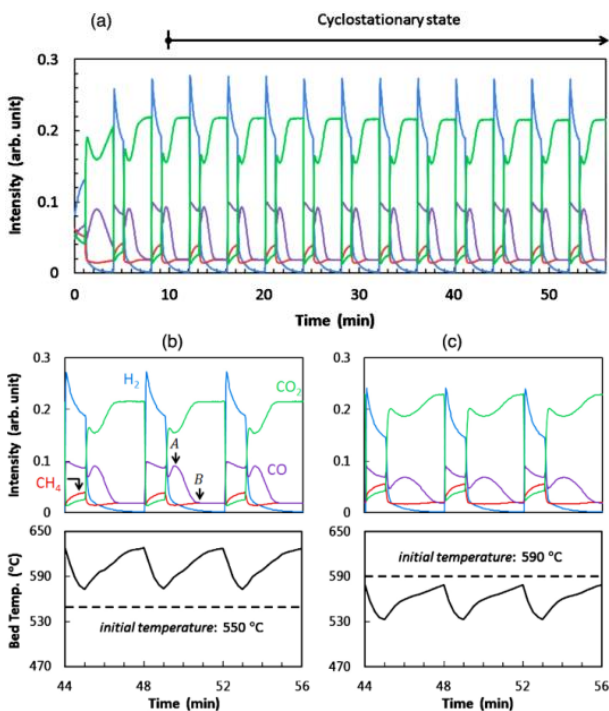


図 3. ガス組成の経時変化: (a、b) ハイブリッド反応; (c) 熱反応[1]

下しています。ハイブリッド反応において、放電は触媒ペレット表面に沿って形成されるため、ペレット表面の放電による局所的な触媒過熱がホットスポットを形成していることが考えられます。このように、プラズマの非平衡加熱機構により形成されるホットスポットが、表面反応や Ni 微粒子中の炭素の拡散を促進し、脱炭素に要する時間を短縮したと考えられます。

[OES・律速過程] 本研究では、N₂ 第二正帯及び CO 第三正帯、CO Ångström system、C₂ high pressure Swan system (C₂ HP Swan) の発光が確認されました。N₂ の発光は、図 1(b)中の矢印が示す反応器外部の空気の絶縁破壊によるものです。C₂ は CO を前駆体として生成されることが分かっており、CO(³Π)及び CO(^v)、CO(^w)の衝突により、あるいは CO の直接解離により生じる原子状 C の再結合によって C₂ が生成されます。また、原子状 C と CO から中間反応体 C₂O が生成され、C₂O と原子状 C の衝突によっても C₂ が生成されます [2、3]。

図 4(a、b)は、CO (519.8 nm) 及び C₂ HP swan

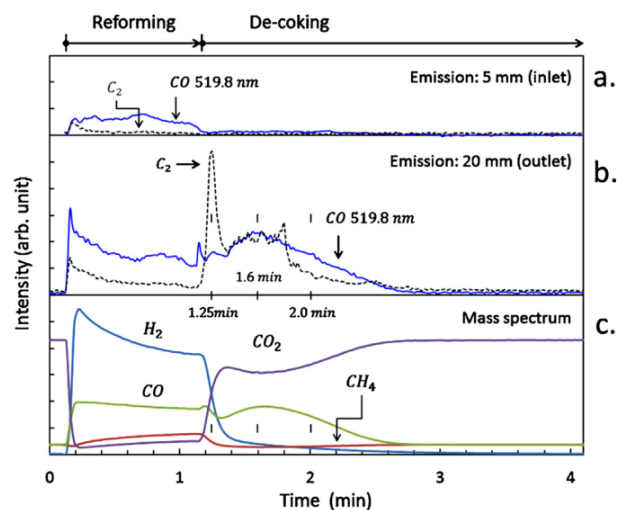


図 4. CO (519.8 nm) 及び C₂ high pressure Swan system 発光強度、ガス組成の経時変化: (a) 触媒層入口から 5 mm における発光強度; (b) 触媒層出口における発光強度; (c) ガス組成[1]

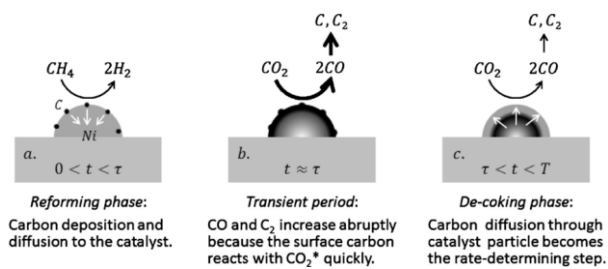


図 5. Ni 触媒上における固体炭素の析出・除去機構:
(a) 改質行程 ($0 < t < \tau$); (b) 過渡状態 ($t \approx \tau$); (c)
脱炭素行程 ($\tau < t < T$) [1]

発光強度の経時変化を示しています。発光強度は $t = 1.25 \text{ min}$ における C_2 HP Swan の強度で正規化しています。触媒層入口付近では、 CO がほとんど生成されず、そのため C_2 も生成されないため、いずれも発光強度が弱くなっています (図 3(a))。触媒層出口では、 CO の発光強度はガス組成を強く反映している一方で、 C_2 は概ね CO と同様の傾向を示しながらも $t = 1.25 \text{ min}$ (CH_4 供給 OFF 直後) において非常に強い発光強度を示しています (図 4(b))。 $0 < t < \tau$ において Ni 触媒上に炭素が析出しますが、析出した炭素は Ni 微粒子内部へと拡散します (図 5(a))。 CH_4 供給を OFF にすると、Ni 微粒子最表面の炭素が Boudouard 反応 ($\text{C} + \text{CO}_2 \rightarrow 2\text{CO}$) によって速やかに除去され、 CO を生成します (図 5(b))。この際、 CO 分圧が急激に上昇するため、 C_2 生成反応が進行し、 C_2 HP Swan が強く表れたと考えられます。最表面の炭素が除去されると、Ni 微粒子内部から表面へ炭素が拡散し、Boudouard 反応によって除去され CO となります (図 5(c))。この際、炭素の微粒子内部の拡散は遅く [4]、 CO 生成速度が遅くなるため、 C_2 生成も遅くなり、 C_2 HP Swan が弱くな

ったと考えられます。つまり、脱炭素過程は触媒微粒子内部の炭素の拡散が律速段階となります。

【結言】本研究では、改質・脱炭素を繰り返すパルス改質によって固体炭素の析出による触媒の劣化を抑制しながら反応診断を行う手法を確立しました。それによって、 CH_4 の分解および逆水性ガスシフト反応の反応速度が速いことを確認しました。また、プラズマの非平衡加熱機構により、脱炭素に要する時間を短縮することに成功しました。さらに OES により、プラズマ・触媒界面のマイクロ反応場で生じる特異な反応を強く反映した特徴的な発光スペクトルを見出し、脱炭素過程の律速段階が Ni 微粒子内部の炭素の拡散にあることを確認しました。

謝辞

本研究は東京工業大学イノベーション研究推進体 (多機能革新プラズマ技術) の支援を受けて行われました。著者一同、深く御礼申し上げます。

参考文献

- [1] S. Kameshima, K. Tamura, Y. Ishibashi and T. Nozaki; *Catal. Today*, 256 (2015) 67–75.
- [2] C.E. Little and P.G. Browne; *J. Phys. B At. Mol. Opt. Phys.* 22 (1989) 1269–1283.
- [3] C.E. Little and P.G. Browne; *Chem. Phys. Lett.* 134 (1987) 560–564.
- [4] A.A. Puretzky, D.B. Geohegan, S. Jesse, I.N. Ivanov and G. Eres; *Appl. Phys. A* 81 (2005) 223–240.

研究紹介

ナノ秒パルス放電プラズマの生成と環境への応用

熊本大学 王斗艶

1. はじめに[1]

大容量の大気圧非熱平衡プラズマを生成する代表的な手法として、1) 直流電圧を印加した電極への電流を抵抗にて制限する、2) 誘電体を挿入した電極へ交流電圧を印加する、3) パルス電源を用いて極短時間の高電圧を電極間に印加する、などが挙げられ[2, 3]、現在、電源構成が比較的簡易かつ既にオゾナイザ等に実用化されている誘電体バリア放電 (DBD) が主流である。しかしながら、近年はパルス放電 (PD) もそのエネルギー効率の高さから注目を集めるようになり、実用化に向けた研究がなされている。図 1[1]に、DBD と PD の差異を示す。電極間に誘電体を挿入して交流電圧を印加する DBD では、電圧印加時間が長くなり、放電プラズマ中の電子のみではなくイオンへもエネルギーが注入され大きな熱損失が発生する。また、加熱された誘電体の冷却も必要であることから、システム全体としてはエネルギー効率の低下およびコストの増加を招いている。一方、PD は誘電体を必要とせず、中性ガスやイオンを加熱せずに高エネルギー電子のみを生成するように制御できる。形成されるプラズマの容積について考えると、交流高圧電源を用いる DBD では、電源出力電圧が 10kV 程度と低いため、電極間距離を広く確保できない。PD の場合、電源の設計仕様によっては MV まで出力できるため、DBD と同様の電界強度で考えた場合、10cm 程度の電極間距離においても電極間に均一なプラズマを生成できる。また、実用化を考慮した場合、エネルギー効率は重要なファクターである。この点にお

いて、パルス放電、とりわけパルスパワー技術により生成される大気圧非熱平衡プラズマは優れたパフォーマンスを示す。本記事では、パルスパワーを用いて極短時間の現象を創り出す「ナノ秒パルス放電」の特性およびその気体や液体に関する応用研究について紹介する。

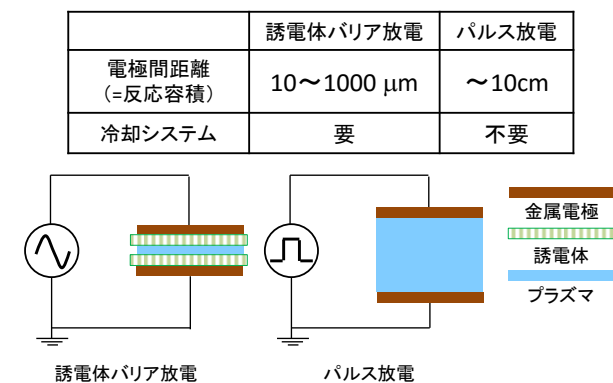


図1 誘電体バリア放電とパルス放電[1]

2. ナノ秒パルス放電の生成とその特色[1]

パルスパワーは、高電圧かつ大電流であるが持続時間が非常に短く、その消費エネルギーも小さい。パルスパワー発生装置は負荷を含めたシステム全体で考える必要があり、図 2[1]のように構成される。その仕組みは、まず交流 100V あるいは 200V を入力とする直流電源にて高電圧を発生させ、それを初期エネルギー蓄積媒体へ一旦蓄積する。最も簡易なパルス電源であるコンデンサ放電回路においては、この初期蓄積エネルギーを高速なスイッチング (スイッチ 1) により負荷へ転送させて、パルス出力を得る。しかし、用途によってはさらなる短パルス化 (圧縮) や高圧化 (昇圧)

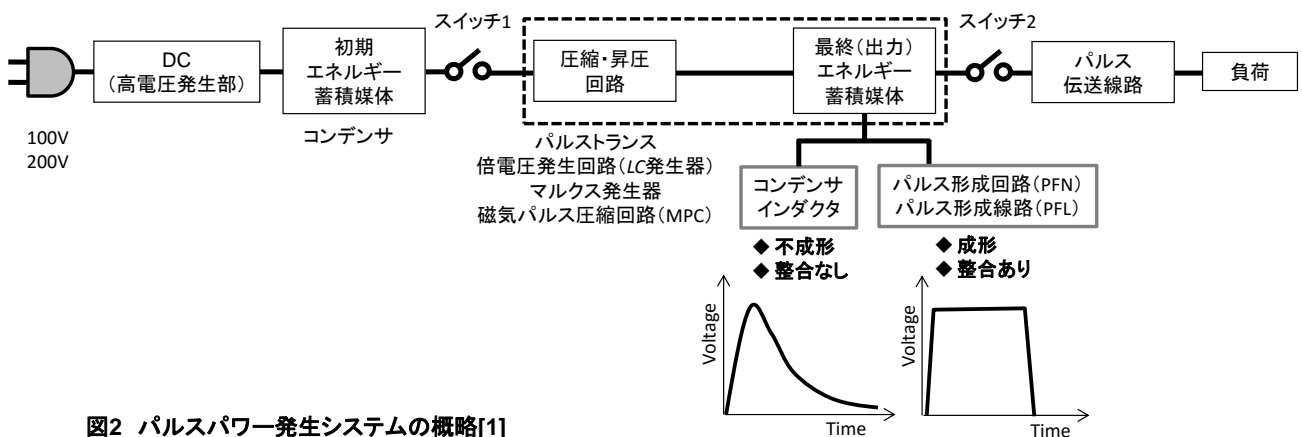


図2 パルスパワー発生システムの概略[1]

が必要であり[4]、この場合は、スイッチ1の後にパルス圧縮・昇圧回路を設け、初期蓄積エネルギーを加工して最終（出力）エネルギー蓄積媒体へ転送し、更にスイッチ2により負荷へ高速転送する。なお、最終エネルギー蓄積媒体でエネルギーが矩形に成形される場合には、パルス伝送線路による負荷へのエネルギー転送が必須となる。

回路構成が簡易なコンデンサ放電回路やそれを更に高電圧化したマルクス発生器は古くから用いられ、近年では、磁気パルス圧縮回路も利用されるようになったが、これらはいずれも出力パルスを矩形に整形していない。一方、パルス形成回路（PFN: pulse forming network）やパルス形成線路（PFL: pulse forming line）のような矩形形成回路の出現は、矩形に成形されたパルスパワーと負荷とのインピーダンス整合をもたらし、より高効率なエネルギー転送を可能とし、産業応用において有望である。1層のPFNやPFLは通常シングルラインと呼ばれ、出力パルス電圧が充電電圧の1/2となるのに対して、Blumleinによって提案されたブルームライン線路は、2層のPFNあるいはPFLを1組として形成され、充電電圧と同じ波高値を持つ出力パルス電圧が得られる。本稿で紹介する「ナノ秒パルス放電」を生成するパルスパワー電源は、このブルームライン線路の動作原理を基本としており、パルス幅が極端に短いため

スイッチ部や伝送線路部における損失を最小限に減らすために、三重同軸構造をとっている。ナノ秒パルス高電圧発生装置の構造および外観を図3に示す。本装置は、自爆型高圧スパークギャップスイッチ、三重同軸型ブルームライン線路、ブルームライン線路から負荷へエネルギーを転送する低インダクタンス伝送線路より構成されている。スパークギャップスイッチ間距離は固定とし、内部に充填された絶縁ガスの圧力を調整することでスイッチング電圧、すなわち負荷への出力電圧を可変としている。本装置の出力特性は、理論値で、パルス幅 5ns、特性インピーダンス 50Ωである。なお、充電回路を工夫することで、負荷への出力電圧は 100kV 超を達成できる。

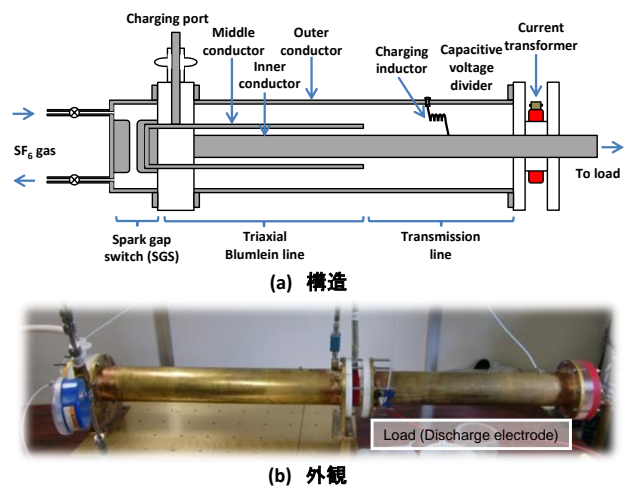


図3 ナノ秒パルス高電圧発生装置

表1 ナノ秒パルス放電形成プラズマの特性比較[1, 5]

放電名	ナノ秒パルス放電	パルス放電	
電圧立上がり	2 ns	50 ns	
電圧立下がり	2 ns	50 ns	
電圧持続時間	5 ns(半値幅)	100 ns(半値幅)	
放電様相	ストリーマ放電	ストリーマ放電	グロー放電
ストリーマヘッドの進展速度	8.8 mm/ns (100 kV)	0.1-1.8 mm/ns (10-60 kV)	—
電子エネルギー	未計測	未計測	1-2 eV
電極インピーダンス	0.3 k Ω (電極長:200 mm)	5-17 k Ω (電極長:10 mm)	2 k Ω (電極長:10 mm)
気体温度の上昇	無し	無し	150 K
放電のストリーク像			

パルスパワーによって形成される大気圧放電プラズマは、パルス電圧の立上り・立下り時間及びその持続時間にて特徴づけられる。プラズマ化学反応におけるエネルギー効率も、この特徴に大きく依存する。50ns程度の立上り・立下り時間及び100ns程度の持続時間を有する一般的なパルス電源により形成される放電プラズマと、ナノ秒パルス放電形成プラズマの特性を比較した内容を表1[1, 5]に示す。表1中のストリーク画像より確認できるように、一般的なパルス電圧により形成される放電は、電極間におけるストリーマヘッドの進展(ストリーマ放電)を経て、イオン加熱が始まる電極間での全体放電(グロー放電)へ移行するのに対して、ナノ秒パルス放電は、ストリーマヘッドの接地極への到達とともに、放電様相がグロー放電へ移行する前に放電は終了している。このことは、ナノ秒パルス放電は、パルス放電におけるグロー放電時に発生する気体加熱に伴うエネルギー損失を排除できることと、グロー放電が存在することによるインピーダンスの急激な変化を

排除できることを意味する。すなわち、ナノ秒パルス放電は熱損失が少なく、かつ電源と電極間のインピーダンス整合が取り易い。ここで、ストリーマヘッドの進展速度に着目すると、ナノ秒パルス放電においてストリーマヘッドの進展速度は8.8 mm/nsであり、一般的なパルス放電における進展速度の約5倍である。電極間を進展するストリーマヘッドは常に高い電界を有し、高電界であるほどその進展速度も速い[6]。すなわち、高速進展するストリーマヘッドは高エネルギー電子をより多く含む。以上のことから、ナノ秒パルス放電は一般的なパルス放電よりも高い電子エネルギーを有すると言える。もう一つの特徴として、一般的なパルス放電では正極性の放電に比べて負極性の放電はストリーマヘッドの進展速度が半分程度となるのに対して、ナノ秒パルス放電は正・負ともに同様の進展速度を有する。プラズマ化学反応はストリーマヘッド周辺においてもっとも盛んに起こるため、ナノ秒パルス放電生成プラズマは、より優れた化学反応場を創生できる。

続いて、このナノ秒パルス放電を用いた、環境浄化を目的とした、ガスや液体への応用例を紹介する。

3. ナノ秒パルス放電プラズマの環境応用

ナノ秒パルス放電は、電極間へ高電圧を印加可能なことから、電極間距離を広く確保でき、かつ誘電体などの充填物も必要とせず大容量のプラズマを均一に生成できる。このことを念頭に、以下にその応用例を示す。

<3. 1>オゾンの生成[7]

ナノ秒パルス放電プラズマ及び他の電氣的放電プラズマによるオゾナイザの特性マップを図4[7]に示す。本マップは縦軸に電極への注入エネルギーに対するオゾン生成エネルギー効率、横軸にオゾン生成濃度を取っており、マップの右上に位置するほど優れたオゾナイザとなる。ただし、図4において、DBDについては電極の冷却エネルギーは考慮していない。ナノ秒パルス放電プラズマによるオゾン生成条件は、原料ガスに使用した酸素あるいは乾燥空気の流量が1.0L/min、同軸円筒型電極のパラメータは内部電極外径0.5mm、外部電極内径76mm、電極長500mmである。図4において、ナノ秒パルス放電のエネルギー効率は544 g/kWh（酸素原料）、239 g/kWh（空気原料）を達成している。また、副生成物の濃度も市販品オゾナイザの半分以下であることが確認されている。現在商用オゾナイザとして実績の多い極短ギャップDBDは、高濃度のオゾンを生産できるが、エネルギー効率においてはナノ秒パルス放電の優位性が確認できる。

<3. 2>排ガス（一酸化窒素）の処理[6]

DBD、一般的なパルス放電、ナノ秒パルス放電プラズマによる一酸化窒素処理の特性マップを図

5[6]に示す。ナノ秒パルス放電の実験条件は、模擬排ガスとしてN₂ Balance / NO 200ppm / O₂ 5% / H₂O 2%で流量2.0L/minを、内部電極外径0.5mm、外部電極内径76mm、電極長1000mmの同軸円筒型電極へ流した。図4同様、マップの右上に位置するほど優れた処理性能を有する。図5から、ナノ秒パルス放電法はエネルギー効率が最も高く、一酸化窒素処理で0.56 mol/kWh (16.8 g-NO/kWh@70%処理)を達成している。

<3. 3>VOC（トルエン）処理[8]

VOC処理に広く用いられるトルエンについて紹介する。ナノ秒パルス放電プラズマを適用したトルエン処理では、初期濃度100ppmのトルエンを100%処理するのに必要な注入エネルギー密度は、

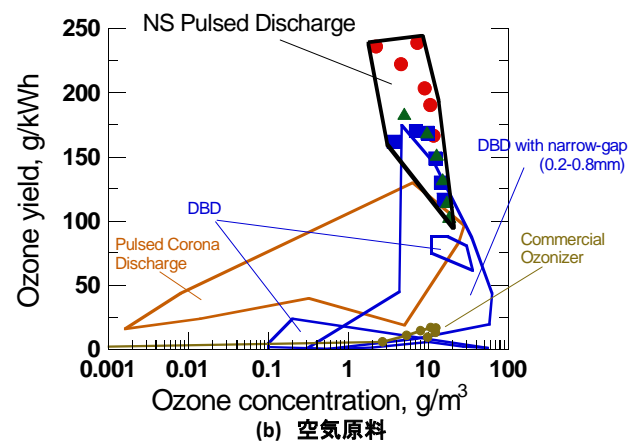
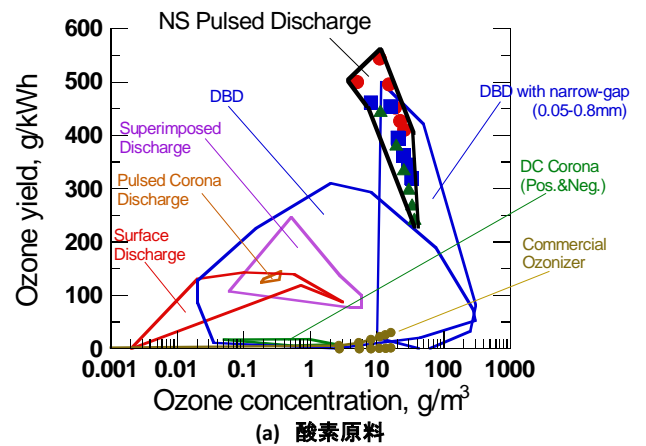


図4 ナノ秒パルス放電プラズマ及び他の電氣的放電プラズマによるオゾナイザの特性マップ[7]

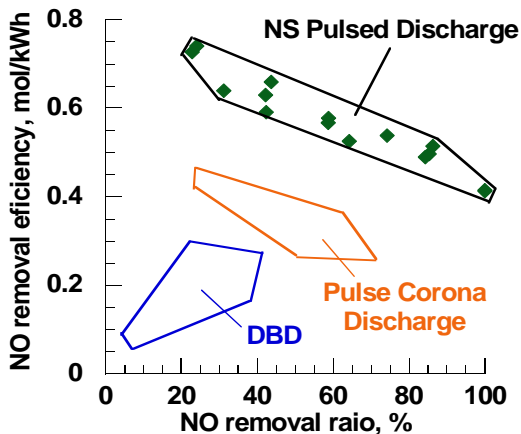


図5 ナノ秒パルス放電プラズマによる一酸化窒素処理の特性マップ[6]

約 30J/L。非常に高い効率を達成しているが、放電に伴い生成されるオゾン¹は VOC 処理において低減しなければならない副生成物となる。そこで、本研究では、安価かつオゾン分解能力を有するマンガ氧化物 (MnOx) 触媒をナノ秒放電プラズマと併用することで、副生成物の低減を図った。その結果、触媒併用により、ナノ秒放電単独の場合よりもオゾンは約 60%低減され、他の副生成物であるギ酸も約 70%の低減効果を示した。図 6[8]より、触媒を併用した方法では、DBD の触媒併用法に比べると、ナノ秒放電ではエネルギー効率が約 1 桁優れている。一方、図 6 より、VOC 処理に重要な CO₂ 選択性を向上することが、ナノ秒パルス放電処理法にとって解決すべき課題となる。

< 3. 4 > 水中難分解性有機化合物の処理[9]

ナノ秒パルス放電の水処理に対する性能を評価するために、化学構造が異なる 5 種類の難分解性有機化合物水溶液に対して実験を行った。それぞれの化合物は、フェノール (ベンゼン環の水素が水酸基(OH)で置換された化合物)、酢酸 (結合エネルギーが非常に高い炭素と酸素の二重結合を有する)、 ジオキサン (界面活性剤の製造過程における副生成物であり自然分解しにくく発がん物質)、 トデシルベンゼンスルホン酸ナトリウム

(LAS) (界面活性剤の一種)、 ペルフルオロオクタンスルホン酸 (PFOS) (界面活性剤の一種、極めて安定で分解されにくく環境汚染物質に指定) とした。実験条件は、各水溶液の初期濃度を 100ppm、液量を 400mL、液体流量を 200mL/min とし、電極中に酸素ガスを流してナノ秒パルス放電を生成した状態で、その放電プラズマ中へ処理水溶液をシャワー状に降らせて処理した。電極への印加電圧 50kV、 繰り返し周波数 100pps において、処理液を 3 時間循環処理した結果を図 7[9]に示す。図 7 より、全ての難分解性有機化合物に処理メカニズムは異なるが、放電で生成した、高い酸化ポテンシャルを有する OH ラジカル等の酸

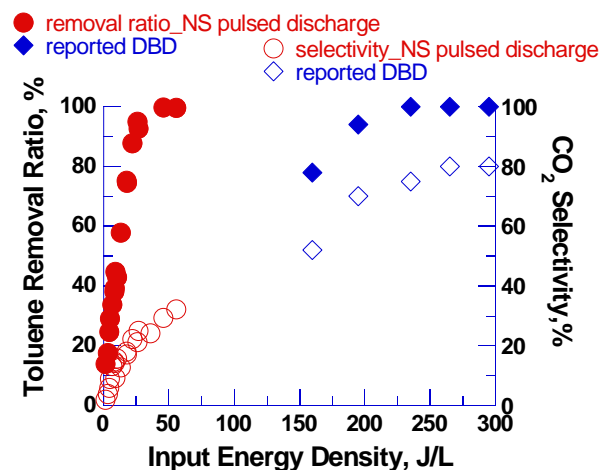


図6 プラズマ触媒併用によるトルエン処理の比較[8]

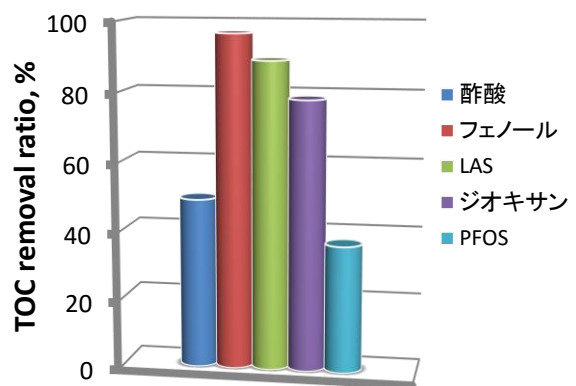


図7 ナノ秒パルス放電プラズマによる難分解性有機化合物の処理[9]

において TOC（全有機炭素）が減少し、37%~90%の除去率を達成している。異なる物質では TOC 化合物や、高エネルギー電子による分子中二重結合の直接切断が原因と考えられる。なお、この実験ではすべての化合物に対して同じ印加パラメータを用いたが、個々の化合物に向けてパラメータを最適化することで、より高い TOC 処理率を達成することが可能である。

4. おわりに

ナノ秒パルス放電は高速な電圧立上り・立下り、高電圧を印加可能にも拘らず極めて短時間での現象であるため 1 パルスあたりのエネルギーが小さいという特徴から、高エネルギー電子を多く含む放電プラズマを生成でき、優れた化学反応場を創生する。気体や液体への応用には高いエネルギー効率を誇るため、産業応用に有望な技術である。ただし、実用化に際しては、その利用目的に応じて出力電圧値や時間幅、電源と負荷のインピーダンスマッチング等を考慮して設計することが重要であることを申し添えておわりとする。

参考文献

- [1] 王斗艶, 浪平隆男, 秋山秀典; 静電気学会誌, vol.39, no.6, (2015), 230-236.
- [2] 朽久保文嘉; 電気学会誌, vol.126, no.12, (2006), 781-783.
- [3] 高木浩一, 浪平隆男; 電気学会誌, vol.126, no.12, (2006), 784-787.
- [4] 高木浩一, 高橋克幸, 上野崇寿, 秋山雅裕, 佐久川貴; J. Plasma Fusion Res., vol.87, no.3, (2011), 202-215.
- [5] 浪平隆男, 王斗艶, 松本宇生, 岡田翔, 秋山秀典; 電気学会論文誌 A, vol.29, no.1, (2009), 7-14.
- [6] D. Wang, T. Namihira, H. Akiyama; Journal of Advanced Oxidation Technologies, vol.14, no.1, 2011, 131-137.
- [7] D. Wang, T. Namihira, S. Katsuki and H. Akiyama; Journal of Advanced Oxidation Technologies, vol.13, no.1, (2010), 71-78.
- [8] A. Ogasawara, J. Han, K. Fukunaga, J. Wang, D. Wang, T. Namihira, M. Sasaki, H. Akiyama, and P. Zhang; IEEE Transactions on Plasma Science, vol.43, no.10, (2015), 3461-3469.
- [9] Y. Shimasaki, D. Wang, T. Namihira and H. Akiyama; 9th International Bioelectrics Symposium, Kumamoto, Japan, (2012), P-2B-22.

海外の研究事情

アメリカ合衆国・テキサス州ラボック滞在記 テキサス工科大学・パルスパワー研究所を訪ねて

佐世保工業高等専門学校 電気電子工学科 猪原武士

はじめに

筆者は2015年10月から2016年9月まで、テキサス工科大学（Texas Tech University）のCenter for Pulsed Power and Power Electronics（以下、P3E）に客員研究員としてお世話になっています。本稿では、アメリカでの研究生活について、拙文ではございますが紹介させていただきます。

助成決定から渡米まで

はじめに今回の留学の助成および出国から渡米後について紹介させていただきます。

今回の留学は、九州産業技術センターの人材育成助成（長期国外留学）の支援を受けて行われています。本助成は、九州地域の大学及び工業高等専門学校の電力エネルギー関係分野を専攻する若手教員、博士課程および修士課程の学生を対象に長期留学、短期留学および国際研究集会参加の費用について助成するものです。応募は前期後期の年2回行われ、筆者が応募した長期留学は8月から11月の間に受付がありました。12月末に研究内容等の面接を受けて、年末には助成採択の通知がありました。九州地域におられる大学院生や若手の教員で海外留学に興味をお持ちの方は是非とも本助成に応募されると良いと思います。

渡航VISAについてですが、今回の留学ではJ1 VISAを（今回同行する妻と今年6月で二歳になる息子のためにJ2 VISAも併せて）取得しました。J1及びJ2 VISAを取得するには留学先の大学が発行するDS-2019が必要となりますが、筆者の場

合、この入手が遅くなったことでVISA取得のための面接が出発の一ヶ月前になってしまい、ドキドキしたのを覚えています。今後、留学を考えておられる方には、まず初めにDS-2019を取得することを強くお勧めします。VISAの面接は福岡のアメリカ領事館で受けました。初めてのアメリカ領事館は、その周囲の警備が厳重で物々しい雰囲気でしたが、面接の内容は難しいことはなく意外と拍子抜けしました。留学のために家の引越しをしたのですが、実際のところ、これが一番大変だったかもしれません。何はともあれ予定日に無事に出国することができました。

渡米後は、事前に予約しておいたホテルに一週間程度滞在し、その間に家と車を探し、銀行口座を開きました。家探しには研究室の学生に同行してもらい素晴らしいアパートを見つけることができました。車は、craigslistという個人売買サイトを利用しました。



写真1 筆者—大学のメインエントランスにて

はじめは正規ディーラーからの購入を検討していたのですが、早く車を手に入れたいという思いもあり、craigslist を見ていたところ、ちょうど良い車があったので販売者に連絡を取りました。後日、車を見に行く際には、研究室の先生に同行してもらい交渉をサポートして頂き大変助かりました。結果的に、ディーラーで買うよりも安く良い車を買えました。家と車が決まった後は、社会保障番号の取得やインターネットの契約、必要最低限の家具等を購入して、生活が落ち着いたのは渡米後約一ヵ月後でした。

P3E での研究

次に、筆者がお世話になっている P3E での研究について紹介いたします。テキサス工科大学内に設置されている P3E はパルスパワーに関する研究所としては世界最大級の規模を誇ります。P3E 内には、6名の Faculty と 2名の秘書、4名の専属技術員と約 30名程度の大学院生と学部生によって構成されています。筆者は P3E の Co-Director である Prof. Neuber と Prof. Dickens にお世話になっています。両氏にはいつも気をかけて頂き研究面や生活面で特に困ることもなく充実した毎日を送っています。また研究室の方々は、どなたも非常に明るく親切な方ばかりです。これは研究室に限らず至る所で southern hospitality (南部のおもてなし) を感じます。実験室はいくつも部屋が分かれており、それぞれが非常に広く、大型の宇宙シミュレーションチャンバー (写真 2) や半導体作製のクリーンルーム、P3E 専用の CNC 旋盤やフライス盤を備えた加工室もあります。この加工室には専属の技術職員が常駐され設計図があれば実験に必要な部品、治具やチャンバー等はある程度製作してもらえます。簡単な工作物については、学生自身が技術職員からのサポートを受けながら自作しています。高度な工作機械



写真 2 実験室の一部 (この他にもたくさんの実験室があります)



写真 3 P3E Crawfish Boil の様子 (上: 美味しくなる前の大量の生きたザリガニ、下: 美味しくなったザリガニ)

を使用して技術を体得できる、この環境は非常に素晴らしいと思いました。

研究室でのイベントもあり、先日は春恒例の P3E Crawfish Boil (ザリガニ祭り) が行われ家族で参加しました。当日は天気も良く、大きなポットでポテトやニンニク、コーンと一緒に茹でられたスパイシーなザリガニは、エビのような食感で非常に美味しかったです。(写真 3)。

さて本題である筆者の P3E での研究について紹介したいと思います。P3E では、Silicon Carbide Photoconductive Semiconductor Switch によるトリガ機構を組み込んだスパークギャップの開発に関する研究を行っています。本研究は P3E が University of Maryland、University of California および Air Force Office of Science Research との共同プロジェクトの一環として実施されており、可搬型の電離層加熱に向けた EM 源のプロトタイプを開発することを目的としています。ここで Silicon Carbide Photoconductive Semiconductor (以下、PCSS) について説明致します。PCSS は、図 1 に示すような陽極と陰極によるシンプルな構造をしており、陽陰極間に光を照射することで SiC 表面近傍に導電電子を生成しスイッチングを行うというものです。光の照射強度や時間幅によって ON 時間や抵抗値を制御することができます[1][2]。この光学的スイッチや SiC の物質特性によって PCSS は極めて高い絶縁性能を有しています(表 1)。これらの特徴から PCSS は、極短パルス電源の高電圧スイッチとして期待されています。しかし、現在の PCSS がスイッチングできる容量は、可搬型 EM 源に求められている容量よりも小さく、更なる性能の向上が必要です。そこで本研究では、電歪トリガ型スパークギャップに PCSS を組み合わせることで大容量かつ低いジッターで高い安定性を有する高電圧スイッチを開発するものです。

本研究は立ち上げ研究であるため、中間電極を有する電歪型スパークギャップスイッチの製作から取りかかりました。作製した中間電極を有するスパークギャップ(図 2)は、主電極である真鍮製の球対球電極(ギャップ 10 mm)と、中心に穴を有する真鍮製の中間電極によって構成されています。それぞれの主電極と中間電極は、無誘導性抵抗によって接続されており、一方の無誘導性抵

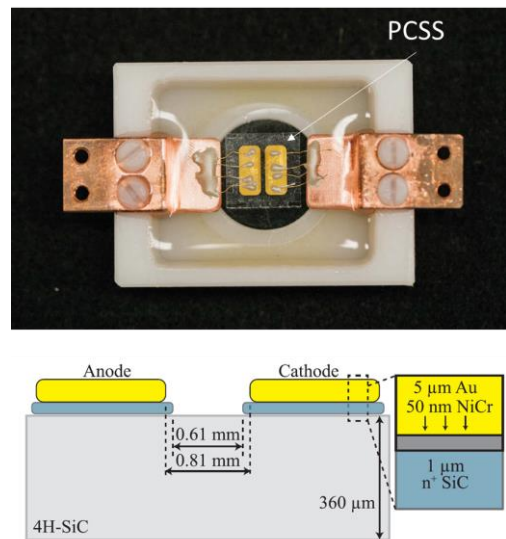


図 1 PCSS とその構造[1]

表 1 PCSS の電気特性 [1]

Parameter	Value
Maximum Electric Field (kV/cm)	231
Maximum Power Dissipation (mW)	47
Minimum Resistance (GΩ)	4.23
1 μA Crossover Voltage (kV)	12.4

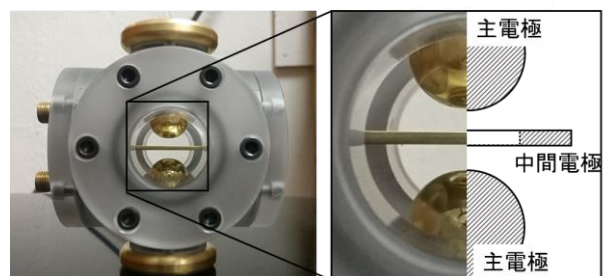


図 2 スパークギャップの外観と電極構造

抗と並列に接続された PCSS が ON/OFF することによって主電極及び中間電極間の電界強度を歪めトリガとなる放電を発生させる機構となっています。現在は、このスパークギャップの中間電極の穴の径や PCSS の ON 抵抗がスイッチ特性に与える影響について調べています。

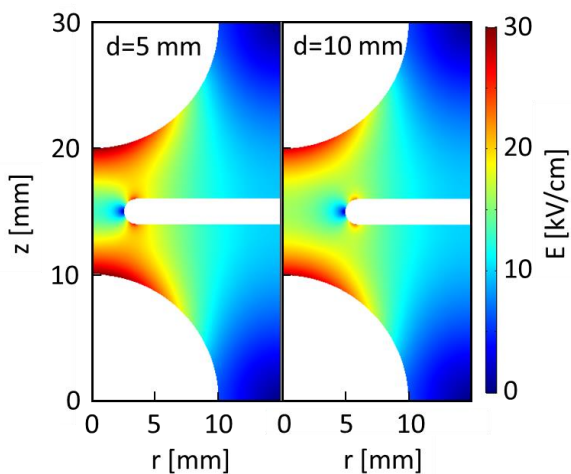


図 3 異なる中間電極穴が電界分布に与える影響

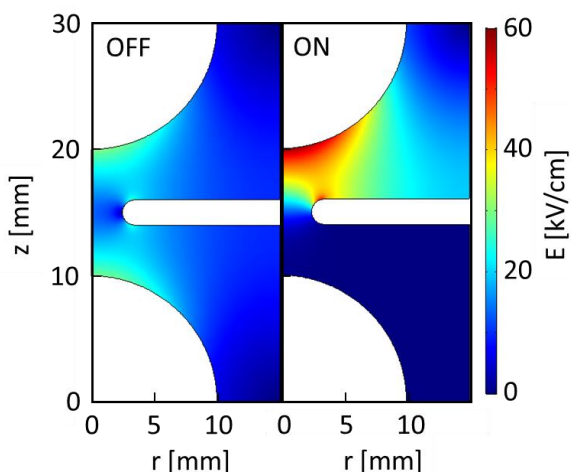


図 4 PCSS が ON 状態の電界分布の様子

また、上記の放電試験にあわせて汎用の物理シミュレーション（有限要素法）を用いて PCSS を駆動させた場合の放電物理シミュレーション（Behavior model）と実験回路シミュレーションを並列で行ない回路中の電圧および電流の挙動と電極間の電界強度分布および電流密度を調べています。

直流高電圧電源を用いてスパークギャップを 20 kV で充電した場合において異なる中間電極の穴径が電界強度分布に与える影響について計算し

ました。図 3 には、中間電極の穴直径 d が $d=5$ mm と $d=10$ mm の場合を示しています。この図より、 $d=5$ mm においては、主電極間の電界強度が中間電極によって緩和されていることが確認されました。さらに、PCSS が ON 状態の電界強度分布を図 4 に示します。PCSS が ON 状態になったことで中間電極の電位が低下し、高圧側と中間電極間の電界強度が著しく高くなっているのが確認できました。このときの最大電界強度は約 60 kV/cm 程度になり、十分放電が起こり得る電界強度に達していることが分かりました。

今後は、この物理シミュレーションによる計算値と実験による結果を比較検討することで、PCSS を用いた電歪型スパークギャップの最適な駆動条件の決定を行う予定です。今回、はじめて放電シミュレーションを扱い、(ある程度の電極構造の電界分布は求めることができるようになりましたが) 未だその理解は十分ではありません。残りの時間で少しでもより現物に適したモデルおよび条件を設定できるように精進したいと思っています。

ラubbockでの生活

テキサス工科大学は、アメリカ合衆国テキサス州の北西部に位置するラubbockという人口 20 万程度の町にあります。ここラubbockは、標高 1000 m の高さにあり、町の周りには綿花畑が広がっており綿花産業が盛んな町です。ラubbockの気候は、2013 年に「America's Toughest Weather City」において、アラスカ州のフェアバンクを抑えて全米一位に輝いた (?) 町でもあります。昨年末には、ここ 30 年で最悪の大寒波がラubbockを襲い、町中が雪で覆われました。気温も最高気温が零度以下の日々が続き、雪が全く解けず一週間近く家から出ることができない状態でした (写真 4)。さらに悪いことに、その寒波にあわせて筆者は strep

throat（扁桃炎）に罹り高熱で病院にも行けない日々が続きました。最終的には、雪の中をノーマルタイヤでスタックしないかドキドキしながら病院にいったのは今では良い思い出です。

また、ラボックは、年間を通して風が強く、そして乾燥しています。春先には、町周辺の砂が巻き上げられ砂嵐（Dust storm）が発生し町を襲います。このとき町は薄暗く黄色になり数 m 先の視界さえ砂によって奪われてしまいます。不用意に外に出ると口などの穴という穴に砂が入り込んできます。また、ラボックの夏は、湿度がないためダラスなどの暑さに比べると良いと聞いています。これからやってくるラボックの夏を乗り越えて、全米一タフな気候を全て経験したいと思います。

家族でのラボックの生活について紹介いたします。先述したアパートは、大学から車で 15 分程度の場所にあり、敷地内にはトレーニングジムやプールもあり気が向いたときにはダイエットも兼ねて利用しています。アパートの直ぐ裏には、野生のプレーリードックや野うさぎがたくさん生息しており、その愛くるしい姿に癒されています(写真 5)。

ラボックは、あの The Beatles にも影響を与えたと言われる The Crickets の Buddy Holly の生誕の町として知られていますが、それ以外にこれといった観光スポットはありません。しかし、プレーリードックをはじめ郊外には大きな二つの国立自然公園（Palo duro canyon と caprock canyon）があり、アメリカらしい雄大な自然を感じることができます。週末には大学で開催される大学野球やバスケの試合を見に行くのは大変楽しいです。こちらに来て初めて知ったのですが、アメリカの大学スポーツは、多くのスポンサーが付きアメフト、バスケ、野球の試合はテレビ中継されています。町の中にもテキサス工科大のロゴ（Red raiders）が入ったシャツを着ている人

が多く、町の人に愛されている大学だなどつくづく感じました。その他にも、本場のロデオなどを見る機会があり、テキサスやアメリカ“らしさ”を体験することができます。

ラボックには、美味しいお寿司や日本料理屋はほとんどなく（一軒だけ日本人の女将さんがおられる Japanese restaurant HIBACHI があるのみ）で美味しいお寿司や日本料理、ラーメンを食べるためには、最寄りの大きな都市であるダラスまで車で片道約 5 時間かけていく必要があります（おかげで車の運転には慣れました）。日本の味が恋しくなったらダラスを訪ねて“日本の心”を充電しています。また、ダラスにはテキサスレンジャースのホーム球場があり、趣味である野球観戦を楽しんでいます。



写真 4 昨年末の寒波時の様子



写真 5 家の近くのプレーリードック



写真 6 教会での英語の授業の雰囲気

そして、筆者は英語が得意ではないので（日本語も怪しいですが）、週に 2 回、月曜と火曜の朝 2 時間、英語の授業を受けています。この授業は、大学近くの教会で TOEFL 対策として元語学学校の先生によって無料で開講されているものです。参加者はすべてアジア系で 10 人程度の少数クラスですが楽しく学習することができています（写真 6）。また、ここでは毎週金曜の夜に、大学に通っている外国人の学生や研究員が集まる International Student Fellowship が開かれ、世界各国の多様な背景のある方々と話す機会があり、研究以外の人脈も広げることができ、大変有意義に過ごすことができています。

おわりに

ここまで本留学に関することについて紹介させていただきました（乱文で失礼いたしました）。テキサス工科大学での研究生活は、これまでに経験したことがないことばかりで、失敗や苦労もありましたが、ここに来ることができて本当に良かったと心から思っています。残り 4 ヶ月（執筆時）のアメリカ滞在では、これまで以上に様々なことに挑戦し研究や私生活をより充実させ、達成感を持って帰国できればと思っています。

そして、本稿が、これから同じような留学を考えている人の少しでも手助けになれば幸いです。

謝辞

本留学の機会を提供してくださいました九州産業技術センター様には大変感謝致します。さらに今回のこのような経験ができたのはテキサス工科大学を紹介して頂いた熊本大学の秋山秀典教授のおかげだと感じております。ありがとうございました。そして、人員削減で忙しくなる中、私を快く送り出して頂いた佐世保工業高等専門学校の電気電子工学科の教職員の皆様には感謝の気持ちで一杯でございます。この場を借りて感謝申し上げます。この他にも、留学に関して貴重なお話を頂いた先生方にも心から感謝いたします。最後に、初めての海外生活でどうなるのか分からない不安の中、アメリカまでついてきてもらった妻と息子に深く感謝いたします。本当にありがとうございました。

参考文献

- [1] D. Mauch, W. Sullivan, A. Bullick, A. Neuber and J. Dickens; IEEE Transaction on Plasma Science, Vol. 43, No. 6, 2015
- [2] D. Mauch, C. Hettler, W. Sullivan, A. Neuber and J. Dickens; IEEE Transaction on Plasma Science, Vol. 43, No. 7, 2015

国際会議報告

The Joint Symposium of the 9th Asia-Pacific International Symposium on the Basics and Applications of Plasma Technology and the 28th Symposium on Plasma on Plasma Science for Materials (APSPT-9/SPSM-28)

金沢大学 田中康規

APSPT-9/SPSM-28 は、日本台湾を中心とするアジア太平洋国際会議 APSPT と日本学術振興会 153 委員会が主催する SPSM との合同で開催した国際会議である。この APSPT-9/SPSM-28 を 2015 年 12 月 13 日～12 月 15 日の 3 日間にわたり長崎大学にて開催した。

APSPT (Asia-Pacific International Symposium on the Basics and Applications of Plasma Technology)は、台湾のプラズマ科学技術者と日本のプラズマ科学技術者との交流を意図して作られた国際シンポジウムであり、隔年で台湾にて開催されてきた。日本側共催団体は電気学会プラズマ技術委員会であり、電気学会プラズマ研究会の国際版として位置するものである。これまでに 8 回開催されている。一方、SPSM (Symposium on Plasma Science for Materials)は、日本学術振興会プラズマ材料科学第 153 委員会が毎年開催する会議である。これまでに 27 回開催されている。さらに隔年で国際会議化しており、これまでは国際会議 APCPST (Asia-Pacific Conference on Plasma Science and Technology)との共催が行われていた。

今回 2015 年度においては、新しく APSPT と SPSM とを合同で開催し、プラズマ技術とプラズマ材料科学分野において、おもに日本と台湾の間での科学技術交流の場の提供を図った。それに伴い、共催団体としては電気学会プラズマ技術委員会のほか、電気学会放電技術委員会が加わり、

日本学術振興会 153 委員会の合計 3 団体での共催となった。大会委員長は学振 153 委員会委員長の長崎大学・藤山寛先生が務められた。

今回の APSPT-9/SPSM-28 会議においては、これまでの APSPT および SPSM でのトピックに昨今のプラズマ応用分野の研究動向も踏まえ、以下の 10 個のトピックを設定した。各トピックごとに Keynote 招待講演・一般口頭講演および一般ポスター発表を行った。トピックは以下の通りである：

1. Plasmas in semiconductor materials processing
2. Plasmas in biomedical applications
3. Plasmas in nano-materials processing
4. Plasma coating and surface modifications
5. Plasmas in agricultural applications
6. Plasmas in energy & environmental applications
7. Plasmas-in-liquid
8. Multiphase plasmas
9. Thermal plasmas
10. Cold plasmas
11. Plasma diagnostics and modeling
12. Advanced and novel plasma technologies and sources

基調招待講演(Plenary Invited Lecture) は企業界・学界から 3 件ずつ計 6 件配置した。日本側からは、ソニー株式会社・辰巳哲也様から "Plasma Etch Challenges for Semiconductor Devices" と題し半導体エッチングプロセスについて、熊本大学・

秋山秀典先生から"Pulsed Power and Bioelectrics"と題しパルスパワーのバイオエレクトクスへの最新展開を、東京大学大学院・寺嶋和夫先生から"Multiphase Plasmas : Toward Next Generation Plasma Science for Materials"と題し次世代のプラズマプロセスとして多相プラズマ問題の提起など最新の講演を頂いた。一方、台湾側からも3件であり、National Tsing Hua University の Prof. Jenq-Gong Duh から"The rescue of waste: Atmospheric pressure nitrogen plasma enhanced jumbo silicon-based lithium ion battery"と題しエネルギー分野へのプラズマプロセス応用のほか、企業界の Applied Materials Taiwan の Dr. Samuel Chiu から"Lastest progress in plasma process and chamber innovation from semiconductor equipment supplier's point of view"、さらに企業界から Taiwan Semiconductor Manufacturing Company (TSMC)の Dr. Keh-Jeng Chang から"Accurate 3-D Extractions of Lithography and Plasma Induced Capacitance Effects to Enable the Moore's Law below 10nm"など半導体プロセスにおける発展についての基調講演を頂いた。

本基調講演に加えて、日本学術振興会プラズマ材料科学賞の受賞者講演 JSPS Award Lecture 1 件を配置した。受賞者の九州大学・白谷正治先生から"Future Directions of Plasma Technology"と題してプラズマ技術の未来の方向性についての特別基調招待講演を頂いた。

Keynote Invited Lecture は各セッションに置き計 12 件として、これらも招待講演者としては日本側と台湾側からそれぞれ半分ずつの人数を配置した。一般講演は、最終的には口頭発表が 48 件、ポスター発表が 134 件であり、合計 201 件であった。参加登録者数は国内一般が 85 名（招待講演を含む）、国内学生が 65 名、国外一般が 32 名（招待講演を含む）、国外学生が 43 名、計 225 名であった。

APSPT は元来、日本と台湾との交流を目的としたものであるため、国外からの参加者は台湾からの方がほとんどであった。各セッションにおいて活発に質疑がなされた印象である。

さらに一般口頭発表から 2 件、一般ポスター発表から 4 件の Presentation Award を同会議のプログラム委員会を選定し、最終日に表彰式を行った。

今回の APSPT-10 は、台湾・桃園(Taoyuan)の中原大学(Chung-Yuan Christian University)にて、2017 年 12 月に開催予定である。一方、今回の SPSM-29 は、SPP34 と合同で、北海道大学で 2017 年 1 月 16 日から 18 日の 3 日間の予定で開催される。

国際会議報告

8th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Application for Nitrides and Nanomaterials / 9th International Conference on Plasma-Nano Technology & Science (ISPlasma2016/IC-PLANTS2016)

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おり、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。

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、合同会議として 3 回目となる今回は、先進プラズマ科学、ナノ材料、および窒化物半導体の分野に、バイオセンシングを新たに世にピックに加え、2016 年 3 月 6 日から 5 日間にわたり名古屋大学において開催された。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・バイオ分野を 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。これまで会議全体の参加者数は年々増加してきたが、昨年 9 月の AEPSE (済州島)、10 月の本分科会主催の ICRP/GEC (ハワイ)、12 月の APSPT/SPSM (長崎) 等、類似の国際学会が相次いで開催されたことも影響してか、今回の ISPlasma/IC-PLANTS の参加者は 400 名程度に留まった。海外からは、台湾・韓国などの東アジアを中心に、世界 19 ヶ国から 150 名の参加があった。全発表件数は 361 件で合った。

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、液中プラズマ、薄膜成膜、エッチング、フレキシブルエレクトロニクス、バイオ/医療用プラズマ、ナノテクノロジー/グリーン応用プラズマ
- (2) 窒化物半導体：GaN および関連材料の結晶成長、MBE 成長と窒素源、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：ナノドット/ナノ粒子/ナノワイヤ/ナノロッド、2D 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、表面改質/表面機能化、エネルギー/環境/医療/センシング応用
- (4) バイオセンシング：検出技術、光デバイス/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、作製技術、バイオ材

料、バイオデバイス/ μ TAS/ラブオンチップ
本会議の前日にチュートリアルが実施された。
若手への基礎知識の供与というよりも、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
目的としており、プラズマ科学・窒化物半導体・
ナノ材料・バイオセンシング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。チ
ュートリアル講師は以下の通りである。プラズマ
科学：ルール大ボッフム校・Czarnetzki 教授（ド
イツ）、窒化物半導体：レンセラー工科大学・
Wetzel 教授（アメリカ）および大陽日酸・松本博
士、ナノ材料：名古屋大学・白石教授、バイオセ
ンシング：東京大学・一木准教授。

初日午前は、ES 館において、天野組織委員長
による開会挨拶に続いて、藤嶋昭東京理科大学学
長による特別講演 "Water photolysis and photo-
catalysis"、上智大学・岸野教授による基調講演
"Progress of InGaN-based nanocolumns and
visible nanoemitters prepared by rf-plasma
assisted molecular beam epitaxy"、サムソン・
Hwang 博士（韓国）による基調講演 "Device
applications of graphene and 2D materials" が
行われた。

午後からは、4つの会場にわかれて、プラズマ
科学、窒化物半導体、ナノ材料、バイオセンシ
ング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。夕方には野依記念学術
交流館に場所を移してポスター発表が行われ、軽
食を取りながら活発な議論が行われた。パラレル
セッション方式の発表は、2日目以降は午前中
に行われた。またポスター発表は、3日目の夕方
と最終日の昼にも行われた。

本会議の特徴は、分野間融合セッションである。
2日目午後のバイオセンシングを特集した融合セ

ッションでは、大阪大学・川合教授による基調講
演 "Advanced nanodevices for single
biomolecule detection" の他、国立台湾科学技術大
学・Wang 教授（台湾）、成均館大学校・Lee 教授（韓
国）、香港城市大学・Pang 教授（香港）、東京大
学・一木准教授による招待講演があり、大いに盛
り上がった。

3日目午後に行われた融合セッションでは、ワ
イドギャップ半導体のプラズマプロセッシングを
フィーチャーし、Unipress・Skierbiszewski 教授
（ポーランド）、廈門大学・Zhang（中国）、名古
屋大学・本田准教授、北海道大学・橋詰教授、佐賀
大学・嘉数教授による招待講演が行われた。

最終日午後に行われたエネルギーイノベーション
のためのナノ材料合成の融合セッションでは、Ecole Polytechnique・Cabarrocas 教授（フ
ランス）、埼玉大学・上野教授、CEA-Grenoble・
Daudin 教授（フランス）による招待講演など、
太陽電池やバッテリーに向けた窒化物・新規ナノ
材料の創成についての議論が行われた。

最後に Excellent Presentation Award 受賞者
が発表された。Oral 部門では、Xu Li (University
of Glasgow, UK), Nobuyuki Ishida (National
Institute for Materials Science), Wan-hua Yu
(National Taiwan University of Science and
Technology, Taiwan) ら5名が選出された。Poster
部門では、Gang Seok Lee (Korea Maritime and
Ocean University, Korea), Hideki Inayoshi
(Gifu University), Janella Mae (University of
Philippines-Diliman, Philippines), Hideo Doi
(Toyohashi University of Technology) ら6件の発
表が受賞した。

次回の ISPlasma2017/IC-PLATNS2017 は、中
部大学において、2017年3月1日～5日に開催の予
定である。

国内会議報告

プラズマ制御科学研究センター2015年度 第2回公開研究会 “秩序構造形成とプラズマ応用の新しい展開”

京都工芸繊維大学 林康明

平成28年3月28日(月)、京都工芸繊維大学の工織会館多目的室において、京都工芸繊維大学「プラズマ制御科学研究センター」の2015年度第2回公開研究会を開催した。本センターは京都工芸繊維大学のプロジェクトセンターとして2013年度より開始し、研究会としての活動は今回が6回目となる。これまでは2日間の研究会を全て公開としてきたが、今回より初日のみを公開に、2日目はプロジェクト研究員と研究協力者のみが参加する内部の報告会・討論会とした。

本センターの目的は、「計測技術を駆使してプラズマの特性を解析し固有の制御方法に関する理念を確立すると共に、材料・デバイス開発やエネルギー応用への展開を目指して新しい制御技術および材料作製技術を創出すること」である。特に、自己組織化や構造形成を顕著に発現するプラズマを中心として、広く、相転移・臨界現象、非線形現象、複雑システムについての探究を行っている。研究会やセミナーでは、納得いくまで深く討論が行えるよう、質疑応答に十分な時間を設けている。

今回の研究会では、相転移現象や秩序構造形成について広く探索を行うため、プラズマの分野外から京都大学の前川覚先生に磁性体の新規秩序に関する講演をお願いした。三角スピン構造のカゴメ格子反強磁性体による幾何学的フラストレーション系において観測されるカイラル秩序や相転移など、興味ある講演がなされた。

東京大学の寺嶋和夫先生の講演では、凝縮系の不均一性を利用した多相空間プラズマプロセス反応場による新材料合成についての提案が行われた。

滋賀県立大学の酒井道先生からは、プラズマ・メタマテリアルの説明があり、微粒子プラズマを用いた展開の提案と課題について講演がなされた。

研究報告として、京都工芸繊維大学の三瓶明希夫先生による繊維状微粒子によるプラズマ内での結晶化について、宇都宮大学の齋藤和史先生から非一様磁場中の微粒子運動の解析についての発表があった。

出席者は、学生3名を含め21名であった。

なお、2015年度第2回公開研究会のプログラムは、次のとおり。Web (<http://fpp.es.kit.ac.jp/projectworkshop2015-2.pdf>)にも掲載している。

<プログラム>

- 1:30~1:40 はじめに 林康明(京都工織大)
- 1:40~2:40 「フラストレート磁性体における新奇秩序」前川覚(京都大学 名誉教授)
- 2:40~3:40 「マルチフェーズプラズマ材料科学—プラズマの不均一性が生み出す非平衡反応場イノベーション—」寺嶋和夫(東京大学 新領域創成科学研究科)
- 4:00~5:00 「プラズマ・メタマテリアルとその研究展開」酒井道(滋賀県立大学 工学部)
- 5:00~5:30 「プラズマ中の繊維状物質の結晶化現象」三瓶明希夫(京都工芸繊維大学 電気電子工学系)
- 5:30~6:00 「非一様磁場を印加したプラズマにおける微粒子の挙動」齋藤和史(宇都宮大学 工学研究科)
- 6:30~ 懇談会

国内会議報告

第 26 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先端分野への応用～

(株) 日立ハイテクノロジーズ 伊澤勝

プラズマエレクトロニクス講習会は、プラズマ技術を扱う企業の若手、中堅技術者、大学の学生・研究者を対象とした実用的な研修で、毎年開催し今年で第 26 回目になります。本年は 2015 年 11 月 20 日に東京大学「武田ホール」にて開催しました。今回は、基礎と合わせてプラズマプロセスの先端応用技術について参加者に幅広く理解できるようなプログラムを検討致しました。

■ 第 1 部：プラズマプロセスの基礎 ■

1. 『プロセスプラズマの基礎と計測』
中部大学 菅井 秀郎 先生

■ 第 2 部：プラズマ技術の最前線 ■

2. 『半導体エッチング技術』
(株) ソニー 辰巳 哲也 先生
4. 『プラズマ CVD 技術と ALD 応用』
東京大学 霜垣 幸浩 先生
5. 『医療・バイオ応用プラズマ技術』
名古屋大学 石川 健治 先生

午前のセッションでは、菅井先生よりプラズマ生成の理論と基礎的な過程、およびプラズマのプロープや発光スペクトルによる計測技術について、最新のデータも含めご教授頂きました。また第 2 部で、辰巳先生から半導体加工を対象にしたエッチングプロセスについてプラズマ中での解離から表面反応に至るまでの定量的なメカニズムと、先端技術の動向について丁寧なご講義をいただきました。霜垣先生からは、CVD の反応素過程および ALD を実現するには物理吸着と化学吸着をバランスさせることが重要であることをご教授いただきました。石川先生からは、プラズマやプラズマ

処理体が生体に及ぼす効果について言及され、医療応用としてがん治療や創傷治癒の可能性についてご講義いただきました。また、講習会後に懇親会を開催し、相互の交流も深めました。

講習会参加者は 69 名で、半導体の開発・製造装置にかかわる企業関係者の参加者が多く、わかりやすく、基礎から応用までを効率的に学べ、大変有意義であったとの声を聞くことができました。



最後に、多忙な中、テキスト執筆とわかりやすく技術的に深い中身をご講義頂いた講師の皆様、講習会 企画・運営にご尽力頂いた豊田幹事長をはじめとする担当幹事の皆様、会場運営にご協力を頂きました東京大学の一木先生、事務手続き全般をサポート頂いた応物分科会担当の小田康代様に紙面を借りお礼申し上げます。

◎担当幹事：

大村 光広 (東芝)、笠嶋 悠司 (産総研)、久保井 信行 (ソニー)、小林 浩之 (日立)、竹内 希 (東工大)、伝宝 一樹 (TEL)、中川 雄介 (三菱電機)、布村 正太 (産総研)、伊澤 勝 (日立ハイテク)

第 30 回光源物性とその応用研究会 ～ 光源物性とスマートライティング ～

産業技術総合研究所 布村正太、愛媛大学 本村英樹

第 30 回光源物性とその応用研究会が、照明学会 光源・照明システム分科会及び応用物理学会 プラズマエレクトロニクス分科会の主催で開催された。今回は、光源物性とスマートライティングというサブタイトルを設け、最近のトレンドに関する研究を広く募集する形で研究会の活性化を図った。開催場所は北とぴあ（東京都北区施設）9 階 902 会議室で行われ 10 名が参加した。発表件数は 6 件でバラエティーに富んだ内容であった。

「カルノー準静的過程に始まる熱力学再考」に関する報告では、数理学視点から古典熱力学と統計熱力学の同一性について解説された。「誘導結合形蛍光ランプの始動直後から安定状態に至るまでの放電プラズマ特性」では、リングプラズマの諸特性と等価回路を用いたモデル解析の結果が紹介された。「マイクロ波プラズマを用いた高圧無電極紫外ランプの試作とその長尺化の検討」では、Hg 添加量を変化させた際の紫外光強度の空間分布等について報告が行われた。「紫外線 LED を使用した白色光源の作製方法の検討」では、発光スペクトルや発光効率、平均演色評価指数等について報告された。「パルスレーザーラマン法を用いた LED ジャンクション温度計測システムの開発」では、青色 LED モジュールのジャンクション温度の測定結果が紹介された。「光環境最適化システムの動作アルゴリズムのための室内作業時最適明るさ感の検討」では、Android 端末内臓の照度センサを用いて、住環境での明るさ感の測定と最適化

について紹介された。

今回の研究会実施にあたり、運営準備等で多大なるご協力をいただいた神奈川工科大学創造工学部の三栖貴行先生と同研究室の学生諸氏に謹んで御礼申し上げます。

プログラム

LS-15-01・PE-15-01：カルノー準静的過程に始まる熱力学再考 明星稔

LS-15-02・PE-15-02：誘導結合形蛍光ランプの始動直後から安定状態に至るまでの放電プラズマ特性 御園勝秀、河野輝（都城工業高等専門学校 都城工業高等専門学校）

LS-15-03・PE-15-03：マイクロ波プラズマを用いた高圧無電極紫外ランプの試作とその長尺化の検討 西川拓、豊田浩孝（名古屋大学）

LS-15-04・PE-15-04：紫外線 LED を使用した白色光源の作製方法の検討 安藤夏生、三栖貴行（神奈川工科大学）

LS-15-05・PE-15-05：パルスレーザーラマン法を用いた LED ジャンクション温度計測システムの開発 堀内誠、真鍋由雄（パナソニック）、堤晋一、山形幸彦、富田健太郎（九州大学）

LS-15-06・PE-15-06：光環境最適化システムの動作アルゴリズムのための室内作業時最適明るさ感の検討 岡本健司、石川誠弥、杉村博、三栖貴行、一色正男（神奈川工科大学）、今吉秀幸（株式会社ニチベイ）

第 16 回応用物理学会業績賞(堀池靖浩先生)受賞記念講演 報告

名古屋大学大学院工学研究科 関根誠

堀池靖浩先生が応用物理学会最高峰の賞に輝き、第 63 回春季学術講演会会期中の 3 月 20 日に東京工業大学 70 周年記念講堂にて「半導体ドライエッチング技術の先駆的研究開発と産業展開への貢献」と題した受賞記念講演をされました。先生は、半導体製造に用いられているドライエッチング技術の先駆的研究開発と産業技術への展開を 1970 年代の黎明期から現在まで推進し、本分科会とも言い尽くしがたいご縁があり、お世話になった方も多いことと思ひ、報告させていただきます。

ご講演は、(株)東芝 R&D センターから広島大、東洋大、東京大、筑波大において携われた研究について当時のエピソードを交えた興味深く示唆に富む内容でした。まず、世界的な研究者として認知されるに至った Chemical Dry Etching (CDE) [1]の発明、研究開発ではプラズマが御専門ではなかったから、当時課題となっていたプラズマダメージを、エッチャントだけを取り出して加工することで解決することを思いついた。エッチャントや表面反応機構を追究し、ケミカルルミネセンスを発見した。活性な F 原子の長距離輸送の機構は未だに詳細な理解がなく、 O_2F_2 様に酸素分子がキャリアとなる可能性[2]に言及。その後 CDE は平滑化処理やドライ洗浄など波及効果が大きく、現在でも製造プロセスで多用されている。

エキシマレーザーリソグラフィの先駆的研究、それに便乗した光照射エッチングによる無ダメージマスクレス加工への挑戦。大口径ウェハの枚葉式高速エッチングの要請に応えたマグネトロン RIE 開発では、ウェハ側(陰極下)に配置した磁石

を対向電極側へ変更する発想で開発中止の危機を乗り越え、その後大きく発展した。'88 年に広大へ移り、基礎研究を一層推進、最近の加工限界に近づいたエッチングで注目を集める原子層エッチングの初期のコンセプトを提示し、実証した[3]。東洋大では、'94 年に病氣入院し、もっと人類へ貢献する研究をと思い立ち、すぐさまバイオチップの研究を開始した[4]。

質疑では、AI の目覚ましい発展が研究開発へ与える影響に言及され、常に先駆的研究に取り組まれてきた先取の発想、心意気を強く感じました。

最後に先生が示された若手研究者へのメッセージを引用して報告を終わります。

「若い時期に何かを成し遂げるか否かで後の人生が決まる。毎日を大切に研究・開発に全力を尽くされることを切望する。その際、臭いもの(基礎や不明確なこと)に蓋をするのではなく、蓋を勇氣を持って開け、その臭い物の正体を明らかにする挑戦も一つのアプローチになると思う。我が国のエレクトロニクスの衰退は目を覆うばかりの惨状である。nm に突入した昨今、デバイスプロセスに使用されている種々のエネルギービームが及ぼすダメージが顕在化しており、「無ダメージ」が求められている。独創的解決への土壌が、例えば文科省「ナノテクプラットホーム」のように整っている。今はチャンスだ。」

[1] JJAP, 15 Suppl, 15-1, (1976) 13.

[2] 林 俊雄 (名古屋大学); 私信

[3] Thin Solid Films, 225 (1993) 124.

[4] Analyst 138 (2013) 6469.

国内会議報告

2016 年春季 第 63 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

日立製作所 小林浩之

応用物理学会では春季学術講演会開催時に「チュートリアル」として最新のトピックに関連した基礎的な内容の講義を実施しています。2016 年の春季学術講演会では 3 月 19 日（土）9:00～12:10 に、岩手大学の高木浩一先生をお迎えして「大気圧プラズマの基礎と農業への応用 ～超格安電源作りから農作物生産や鮮度保持への活用まで～」というテーマでご講演いただきました。高木先生はパルス電源や大気圧プラズマを用いた農産物の収量増大技術の実用化で数多くの実績を積み上げられており、本講演でも基礎から実際の応用例を多岐わたって分かりやすく解説いただきました。参加者は 74 名と近年では最も多く、高木先生のこれまでの業績、ならびにプラズマの農業分野への応用の関心の高さをうかがわせます。

講演前半では、パルスパワーを用いたキノコの栽培促進についての取り組みや、パルス電源のノウハウを大気圧プラズマ生成用の電源に適用し、プラズマの農業応用に研究を発展させたという経緯をお話いただきました。また、パルス電源回路や大気圧プラズマについての基礎を解説いただくとともに、放電を実演いただきました。

講演後半では、農業への実際の応用例を多数ご紹介いただきました。プレハーベットの観点では、まず発芽率改善について解説いただきました。例えば、カイワレの種はそのまま数年寝かせておくと発芽率が 50%以下に低下するが、プラズマ照射により発芽率を高めることができるということです。次に発芽後の成長促進について、葉野菜の水栽培では水中プラズマ放電により肥料成分を生成する



ご講演の様子

ことで成長を促進できること、また、ネギの栽培では畑にプラズマを照射することにより連作による収量低減を抑制できることを例として説明いただきました。さらに、作物へのプラズマ照射により病気の発症を抑制でき、青枯病菌による病気の広がりをおさえられるという実例をご紹介いただきました。

また、ポストハーベストについては、リンゴ等から発生するエチレングスを大気圧プラズマにより分解し、混載輸送時における他の果物の劣化を防止する技術や、プラズマ照射による防カビ・殺菌技術によって収穫物の腐敗を抑制した例を解説いただきました。ご講演の最後には漁業への展開として、交流電場の印加により、酵素物質等を固定化し、魚の鮮度を保持する技術についてもご紹介いただきました。講演終了後も多くの質問者が先生の前につめかけるなど、大変インパクトのあるご発表でした。

最後に、ご講演いただきました高木先生、ならびに本チュートリアルにお集まりいただきました方々に、深く感謝の意を表します。

国内会議報告

2016年 第63回応用物理学会春季学術講演会 第16回分科内招待講演報告

三菱電機株式会社 中川雄介

2016年3月19日から22日まで東京工業大学大岡山キャンパスで開催された第63回応用物理学会春季学術講演会の第2日目に、プラズマエレクトロニクス分科会企画の招待講演が行われました。分科内招待講演では、多くの著名な先生方からお話をいただきましたが、第16回目にあたる今回は、三菱電機株式会社の大森達夫 役員技監より、「SiC パワーデバイスの現状と将来展望」というタイトルでご講演させていただきました。

大森役員技監は、高密度プラズマの研究に始まり半導体プロセスプラズマの研究に従事し、現在はパワーデバイスの研究開発に携わっております。デバイスプロセスのためのプラズマエッチング技術と、シリコンカーバイド (SiC) パワーデバイスの発展について、事業的観点を踏まえて詳しく説明致しました。

まず三菱電機の事業において半導体デバイスが重要な技術基盤になっていることをご説明し、デバイス開発におけるプラズマエッチング技術について解説致しました。エッチングによってウェハ上でパターン形成する際には、選択性・均一性・再現性を確保して低ダメージのプロセス設計を行う必要があります。そのためには、プロセスプラズマの気相反応及び表面反応を計測・診断し、モデル化することが不可欠となります。電子密度・温度や中性活性種、表面反応層等を計測し、エッチング反応のモデル化を行うことで、入射フラックス比 (中性活性種とイオンとの比率) とイオンエネルギーをパラメータとした、エッチング形状

の予測を実現しました。これにより、垂直エッチングを行うためのプロセス条件を推定可能となっております。

続いて、プラズマプロセスにより製造される実用デバイスとして、パワーエレクトロニクス用 SiC デバイスについて説明致しました。パワーデバイスは電源やモータ等において不可欠なパーツであり、中でも省エネ・創エネに寄与する IGBT 市場が今後更に活発化すると予測しております。Si デバイス構造の革新により電力損失が低減されてきましたが、更なる低損失化を目指し SiC, GaN 等のワイドギャップ半導体が脚光を浴びております。SiC は Si に比べて 3 倍のバンドギャップと 10 倍の絶縁破壊強度を有しているため、高温動作と低抵抗化において非常に有利と言えます。そこでパワーデバイス材料に SiC を採用することで、大幅な低損失化と高パワー密度化 (小型化) が可能となり、SiC デバイスを適用した試作インバータでは、Si インバータ比で体積 1/4、電力損失 70%低減を実現しました。小型・省電力の SiC インバータはエアコンや鉄道車両への製品展開が始まっており、広い分野での導入が見込まれます。

まとめとして、上記のようなデバイス開発において、プラズマプロセスは有効な手段であり、現象を的確に把握してモデル化・機構解明を行う研究開発が重要と述べて結びとなりました。

最後に、ご講演いただきました大森役員技監、及び本招待講演にお集まり下さった方々に、深くお礼申し上げます。

2016 年第 63 回応用物理学会春季講演会 「宇宙科学・工学とプラズマプロセッシング」報告

九州大学 渡辺隆行

第 63 回応用物理学会春季学術講演会において、プラズマエレクトロニクス分科会企画シンポジウム「宇宙科学・工学とプラズマプロセッシング」が 2016 年 3 月 20 日（日）に開催された。

宇宙科学や宇宙工学においてプラズマプロセッシングは重要な役割を果たしている。例えば、ロケットの推進にスラスタやイオンエンジンが使われており、材料合成の観点からは微小重力を利用したプラズマプロセッシングの研究が行われてきた。さらにリモートセンシングの技術はプラズマ計測への応用も可能と考えられる。

しかし、プラズマプロセッシングの観点からのシンポジウムはあまり行われてこなかった。ちょうど JAXA が宇宙探査イノベーションハブを 2015 年に立ち上げ、地上における技術を宇宙へ融合することを目指すとともに、革新的な宇宙探査技術の開発、および宇宙と地上の双方への成果の応用を目指している。宇宙科学あるいは宇宙探査における工学とプラズマプロセッシングとの共通点を議論する機会があると考え、「宇宙科学・工学とプラズマプロセッシング」のシンポジウムを開催した。

はじめに、白谷正治先生（九州大学・システム情報科学研究院）には「宇宙科学・工学とプラズマ」として、シンポジウムの開催趣旨を説明いただいた。人類の宇宙活動を拡大する観点から、地産地消型の宇宙資源開発においてプラズマが果たす役割への期待とともに、現在のプラズマプロセッシングが宇宙科学・工学の分野でどのように役

立っているかを紹介していただいた。

細田聡史先生（宇宙航空研究開発機構）からは「イオンエンジンによる小惑星探査機」として、地球スイングバイが成功裡に完了し、小惑星に向けたイオンエンジンによる動力航行の準備をおこなっている「はやぶさ 2」に搭載されているマイクロ波放電型イオンエンジン「 $\mu 10$ 」に関する詳細な報告があった。

鷹尾祥典先生（横浜国立大学・工学研究院）からは「超小型宇宙探査機のためのプラズマ推進機」として、超小型衛星自らが自由に軌道を選べる超小型宇宙推進機についての最近の研究動向の報告があった。50-kg 級超小型衛星では世界で初めてイオンスラスタによる軌道制御を実証した「ほどよし 4 号機」の例が紹介された。

田原弘一先生（大阪工業大学・工学部）からは「大電力電気推進」として、大型ミッション遂行のために必要な電気推進ロケットエンジンに関する研究が紹介された。JAXA を中心にしたオールジャパン体制でスタートした大型ミッションに対応できる日本独自の大電力ホールスラスタシステムの研究開発状況、アークジェットスラスタとイオンスラスタの中間性能をカバーし、推力密度が比較的大きい MPD スラスタの最近の研究結果が紹介された。

篠原俊二郎先生（東京農工大学・大学院工学研究院）からは「高密度ヘリコンプラズマ生成とプラズマ推進」として、プラズマプロセッシングやプラズマ推進への期待が大きいヘリコンプラズマに

関する研究が報告された。プラズマと電極が直接接触するために不純物混入と電極損耗の問題を克服することができる「無電極」概念のプラズマ生成・加速であるヘリコン源を用いた HEAT (Helicon Electrodeless Advanced Thruster)の最近の研究が紹介された。

高島健先生(宇宙航空研究開発機構)からは、「ジオスペース探査衛星による放射線帯観測計画について～プラズマ波動・粒子同時観測～」として、MeV を越えるエネルギーを持つ粒子を含む幅広いエネルギーを持ったプラズマ・粒子とともに、磁場や電場などで満たされた領域であるジオスペースの観測に関する研究動向が紹介された。広いエネルギー帯の粒子、広い周波数帯にわたる様々なプラズマの波の総合観測を行うために、新しい技術を導入することで広範囲なエネルギー計測が可能となったプラズマ計測技術や波動粒子相互作用検証へのアプローチについて報告された。

今泉充先生(宇宙航空研究開発機構)からは、「宇宙用化合物薄膜太陽電池の開発」として、人工衛星などの宇宙機に使用される太陽電池への基本的な要求特性に対する研究成果が報告された。宇宙で使用する太陽電池には、変換効率が高いこと以外に、放射線耐性、耐熱性が要求特性となるが、近年ではこれに加え、薄く軽量であることが求められている。この要求を満たす

InGaP/GaAs/InGaAs 薄膜 3 接合太陽電池が宇宙用として主流であり、その軽量化の研究成果と放射線耐性に関する研究成果が紹介された。

三重野哲先生(静岡大学・創造科学技術大学院)からは、「無重力条件での炭素ナノ材料のアーク合成」として、アーク放電を用いたプラズマ化学反応に関する研究が紹介された。特に垂直振動塔やパラボリックフライトを用いて、繰り返し無重量状態でのアーク放電を発生させ、高温ガス反応による炭素ナノ材料の合成に関する研究が紹介された。

本シンポジウムでは以上の 8 件の招待講演において、プラズマプロセッシングが宇宙科学・工学にどのように関わり、また今後の新しい展開が期待されるかを議論した。聴講者数からもそれぞれ の話題に対して活発に質疑がなされた。またプラズマとは異なる分野の講演者を招くことにより、あらためてプラズマプロセッシングの他分野との交流によって、新たな展開の可能性を再認識できた有意義なシンポジウムであった。

最後に、シンポジウムの講師の先生方、活発な議論をしていただいた方々、シンポジウムのアレンジに多大なご協力いただいたプラズマエレクトロニクス分科会幹事の皆様に感謝の意を表します。

行事案内

2016 年第 77 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

東京大学 神原淳

■ はじめに

2016 年 9 月 13～16 日に朱鷺メッセ（新潟県新潟市）にて第 77 回応用物理学会秋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。なお、脱稿時点で未定の部分も含まれるため、詳細については応用物理学会の HP 等で確認をお願いいたします。

■ 海外招待講演／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「8.0 Plasma Electronics English Session」と題した English Session を予定しています。また、本 English Session に先立ち、海外の著名な研究者より招待講演を頂きます。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頂ければと思います。

日程：9 月 13 日（火）13:00～14:30（予定）

□ Prof. Jong-Shinn Wu (National Chiao Tung University, Taiwan)

“Advances in plasma processing for future biological applications” (tentative)

□ Prof. Nong-Moon Hwang (Seoul National University, Korea)

“Role of charged nano particles in the growth of thin films and nanostructures in plasma and non-plasma CVD”

■ 分科会企画シンポジウム

学会2日目の14日（水）に、分科会企画シンポジウム「プロセスプラズマ診断の最前線～大気圧、気液混合プラズマの理解と制御にむけて～」を開催いたします。益々その重要性が高まっている大気圧、気液混相、液相、超臨界相でのプラズマ診断技術について、新たな診断法の紹介から、それら手法の応用可能性、適用限界など幅広く議論される予定です。是非ともご参加ください。

日程：9 月 14 日（水）13:30～18:00（予定）

プログラム（タイトルは仮題、敬称略）：

1. プラズマプロセス診断法の現状と課題
佐々木 浩一（北海道大学）
2. 大気圧プラズマの発光分光診断の課題
赤塚 洋（東京工業大学）
3. 非平衡大気圧プラズマの電子密度計測
占部 継一郎（エアリキード）
4. 大気圧プラズマ中のイオン計測（質量分析）
長門 研吉（高知工業高等専門学校）
5. 液中のラジカルおよび副生成物の計測（ESR、蛍光プローブ法など）
北野 勝久（大阪大学）
6. ラマン・散乱分光法による液中ラジカル診断
伴野 元洋（東京理科大学）
7. 和周波発生分光によるプラズマ-液相界面の計測
伊藤 剛仁（大阪大学）

■ プラズマエレクトロニクス賞受賞記念講演／ 講演奨励賞授業記念講演

第 14 回プラズマエレクトロニクス賞受賞者 (https://annex.jsap.or.jp/plasma/PE_files/pe_award2.html)による受賞記念講演が行われます。また、2016 年春季の講演奨励賞は、深田航平氏（東京大学大学院）が受賞されました (<https://www.jsap.or.jp/activities/award/lecture/dai40kai.html>)。この場を借りてお祝い申し上げます。プログラムをご確認の上、受賞記念講演会場まで是非とも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14日（水）9:45～10:45（予定）

受賞者（敬称略）：*板垣 奈穂（九州大学）、松島 宏一（九州大学）、山下 大輔（九州大学）、徐 鉉 雄（九州大学）、古閑 一憲（九州大学）、白谷 正 治（九州大学）（*ご講演者）

選考の対象となった業績：Synthesis and Characterization of ZnInON Semiconductor: a ZnO-based Compound with Tunable Band Gap” Materials Research Express, 1, 036405 (2014), N. Itagaki, K. Matsushima, D. Yamashita, H. Seo, K. Koga, and M. Shiratani

受賞者（敬称略）：*亀島 晟吾（東京工業大学）、田村 奎志朗（東京工業大学）、石橋 裕太郎（日清製粉(株)）、野崎 智洋（東京工業大学）（*ご講演者）

選考の対象となった業績：Pulsed dry methane reforming in plasma-enhanced catalytic reaction” Catalysis Today, 256, 67 (2015), S. Kameshima, K. Tamura, Y. Ishibashi, and T. Nozaki

■ 講演奨励賞受賞記念講演

日程・会場：未定

受賞者：深田 航平 氏（東京大学大学院）

選考対象発表：プラズマスプレーPVDによるLiイオン二次電池用Si-Ni複合ナノ負極の特性向上

■ 分科内招待講演

第 17 回目となる次回の分科内招待講演では、技術研究組合 光電子融合基盤技術研究所 (PETRA)の木下 啓藏 先生に、磁性材料からLow-k材料、フォトニクス材料に至る様々なデバイスへの幅広いプラズマ利用の応用展開可能性について、ご講演を頂きます。是非とも会場まで足をお運びください。

日程：9月14日（水）11:00～11:30（予定）

会場：未定

ご講演者：木下 啓藏 氏（技術研究組合 光電子融合基盤技術研究所）

講演題目：「ますます広がる材料・デバイスとプラズマプロセス」

■ おわりに

English Session と海外招待講演は初日の9月13日に、シンポジウムを始めとする分科会企画は2日目の9月14日に実施される予定です。最終プログラムを確認の上で会場までお越しくください。

9月14日（水）の昼には、PE分科会のインフォーマルミーティングが、同日夕刻には恒例のPE分科会懇親会が企画される予定です。詳細は担当幹事から改めて案内されますので、是非、スケジュールに加えておいて下さい。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：神原 淳（東京大学）

mkambara@plasma.t.u-tokyo.ac.jp

行事案内

第 10 回 インキュベーションホール

名城大学 平松美根男

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「インキュベーションホール」を開催します。

プラズマ生成・制御、プラズマ診断・計測、スパッタリング/CVD/ALD/エッチングと、幅広い分野に関する専門講座を開講します。初学者が基礎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おり、海外経験、企業経験、産学官連携経験などの豊富な講師陣から、在外研究経験や企業で必要とされる資質などを適宜交えた講義を頂き、プラズマプロセス研究への興味を喚起します。また、新しい研究分野を切り拓かれてきた講師を招き、当該分野の最新動向や指導者に必要とされる資質について学ぶ機会を提供する特別講座を行います。

さらに、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。なお、優秀なポスター発表者には表彰を行います。

学生諸君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、奮ってご参加申込をいただけますようお願いしております。

記

【会期】2016年8月31日(水)～9月2日(金)

【会場】国立中央青少年交流の家

〒412-0006 静岡県御殿場市中畑 2092-5

【交通】JR 御殿場駅より富士急行「青少年交流の家」行き路線バス(約20分)

【講義内容】

<特別講座>

斧 高一 (京都大)「プラズマ・固体表面相互作用の理解と制御をめざして」

<専門講座>

富田健太郎 (九州大)「プラズマ診断・計測」

豊田浩孝 (名古屋大)「プラズマスパッタ」

霜垣幸浩 (東京大)「CVD と ALD の基礎と応用」

高木浩一 (岩手大)「プラズマ生成・制御 ～電源開発から農水食利用まで～」

木下啓藏 (PETRA)「ドライエッチング技術」

<英語講座>

松田朝彦 (物質・材料研究機構)「科学技術英語の考え方と学習ツール」

【参加申込】

本企画ホームページからお申し込みください。

http://annex.jsap.or.jp/plasma/PE_files/PE_SS_2016/

<参加費> (PE:プラエレ分科会)

一般 40,000 円 学生 14,000 円 (応物 PE 会員)

一般 43,000 円 学生 17,000 円 (応物会員)

一般 48,000 円 学生 22,000 円 (協賛団体員)

一般 53,000 円 学生 27,000 円 (その他)

<定員> 60 名

<締切>参加登録:7月28日(木)

入金:8月4日(木)

<問合せ>小川大輔(中部大学)

TEL:0568-51-9305

E-mail:d_ogawa@isc.chubu.ac.jp

行事案内

第 37 回ドライプロセス国際シンポジウム 37th International Symposium on Dry Process (DPS2016)

北海道大学 佐々木浩一、東京エレクトロン 本田昌伸

今年のドライプロセス国際シンポジウムは、11月21-22日の二日間、北海道大学の学術交流会館にて開催されることとなりました。この時期の札幌は肌寒さを覚える季節ではありますが、雪の可能性はほとんどありません。ちょうど、樺太ししゃもでは無い「本物のししゃも」が提供される時期(本州等にはほとんど輸出されません)であり、前日の20日が日曜日で会期終了後の23日が祝日であることから、この機会に札幌の味覚を堪能していただきたいと思っております。懇親会は11月21日にサッポロビール園での開催を予定しています。

今年で38回目を迎えるDPSは、プラズマエッチングやプラズマCVD等、大規模集積回路の微細化プロセス技術の分野において世界をリードする国際会議であり、毎年、主として日本国内において開催されてきました。例年、国内外の大学や企業から200名程度の参加者を得て、当該分野における最先端の研究成果が発表されています。また、近年は、半導体製造プロセス以外のプラズマ応用技術もスコープに加え、「ドライ」にこだわらないテーマ設定を行っています。

DPSでは、毎年、当該分野におけるホットなトピックを選び、Arranged Sessionを企画しています。今年度はALE/ALDをはじ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、原子レベルの表面反応制御をテーマにした、「How can we control atomic layer reactions?」、「Modeling and simulation for precise reaction control」の2つのArranged sessionを企画して

おります。参加者の皆様とAtomic layer Processにおける表面反応メカニズムと制御手法について議論できる場を作り上げたいと考えており、深い議論を行えるよう、Jane P. Chang (UCLA)、Steven M. George (University of Colorado)、Erwin Kessels (The Eindhoven University of Technology)、Hae June Lee (Pusan National University)、Stefan Tinck (University of Antwerp)、Jung Hwan Anselmo Um (Samsung Electronics)の各氏(敬称略)を招待講演者として予定しております。

また、DPSでは、毎年、本分野に多大な貢献をされたシニアな研究者に西澤潤一アワードを差し上げています。これは、本国際会議を創始された西澤潤一先生のお名前を冠した賞であり、本分野の発展に貢献された方への感謝の気持ちが込められています。今回は、名古屋大学名誉教授の菅井秀郎先生が本賞を受賞されることになりました。菅井先生には受賞記念講演をしていただく予定になっています。

本分科会会員の皆様の積極的な論文投稿および参加をお待ちしています。

【重要日程】

・発表申込および予稿投稿：

開始 2016年5月中旬、締切 2016年7月15日

・早期参加登録締切：2016年10月14日

・会議会期：2016年11月21-22日

【会議ホームページ】

<http://www.dry-process.org/2016/>

行事案内

第 69 回気体エレクトロニクス会議 69th Annual Gaseous Electronics Conference (GEC69)

北海道大学 佐々木浩一

2017 年の Gaseous Electronics Conference は、久しぶりにアメリカ合衆国を離れ、10 月 10-14 日にルール大学ボッフム校(ドイツ)にて開催されることになりました。実行委員長は本分科会会員にもなじみの深い Uwe Czarnetzki です。本会報が出版される頃には既に発表投稿の期限が過ぎていくかと思われそうですが、本分科会会員の皆様にはたくさんの投稿をしていただけたものと思います。聴講のみの参加も大歓迎ですので、投稿の機会を逸した皆様にも是非ご参加いただければ幸いです。

GEC は、電離気体現象国際会議(ICPIG)と並び、放電および低温プラズマ分野において最も長い歴史と伝統を持つ国際会議です。素過程(衝突物理)、プラズマ基礎、プラズマ応用などの広い範囲をカバーしており、また、プラズマの新しい応用を積極的にスコープに取り入れています。招待講演者 31 名(うち我が国から 6 名)の発表分野は基礎、エレクトロニクス、計測、ライフサイエンス応用など多岐にわたっており、質の高い講演が聴講できるものと思います。また、会期初日の 10 月 10 日(月)には、1) Future challenges in plasma physics、2) Plasma kinetics、3) Pulsed high power plasmas for the synthesis of nanostructured thin films、4) CELINA (fabricating nanostructures using electron (ion) beams)の 4 件のワークショップが企画されており、さらに、会期直前の 10 月 1-8 日には、Bad Honnef にて、International School on Low Temperature Plasma Physics: Basics and Applications が開催されます。このスクールは筆

者も講師をしたことがあります。ヨーロッパ各国からプラズマを研究する優秀な学生が集まってきます。我が国の学生にとって、この機会に長期間ドイツに滞在し、いろいろな国の若者と意見交換をすることは自己研鑽として大変有効だと思います。

改めて申し上げるまでも無く、GEC は本分科会と深い関係にある国際会議であり、これまでに 3 回、本分科会が主催する反応性プラズマ国際会議(ICRP)と合同で開催されてきました。直近では、2015 年 10 月に GEC と ICRP の合同会議がホノルルで開催され、我が国から米国を上回るたくさんの方々に出席いただき、低温プラズマおよびその応用の分野における我が国の存在感を高められたのは記憶に新しいところです。諸先輩が作られた低温プラズマ分野における本分科会のステータスをさらに発展させていくためにも、GEC への積極的な参加を重ねてお願い申し上げる次第です。

なお、GEC における招待講演者の推薦方法は 2015 年より改正され、誰でも招待講演者の推薦ができるようになりました。2017 年の GEC における招待講演者の推薦に関する電子メールがお手元に届きましたら、本分科会会員の皆様には積極的な推薦をお願いいたします。

【重要日程】

- ・発表申込および予稿投稿：2016 年 6 月 10 日
- ・早期参加登録締切：2016 年 9 月 10 日
- ・会議会期：2016 年 10 月 10-14 日

【会議ホームページ】

<http://www.gec2016.de/>

行事案内

第 34 回プラズマプロセッシング研究会(SPP34)／ 第 29 回プラズマ材料科学シンポジウム(SPSM29)

北海道大学 佐々木浩一

第 34 回プラズマプロセッシング研究会を、第 29 回プラズマ材料科学シンポジウムと合同で、2017 年 1 月 16-18 日に北海道大学学術交流会館にて開催することになりましたので、本分科会会員の皆様にご案内申し上げます。

プラズマプロセッシング研究会は、本分科会の主催により開催されている国内学会で、今年で 34 回目を迎えます。毎年 1 回の開催ですが、約 3 年に 1 度の頻度で反応性プラズマ国際会議となり、また、3 年に 1 度の頻度でプラズマコンファレンスの一部となるため、プラズマプロセッシング研究会としての開催は約 3 年に 1 度になります。今回は、2013 年 1 月に浜松で開催された SPP30 以来の開催となりました。

プラズマプロセッシング研究会は、プラズマプロセッシングに関わる物理的・化学的基礎科学の解明およびその制御と応用技術の開発をテーマに掲げ、プラズマ物理・プラズマ化学の研究者をはじめとして、原子・分子物理、薄膜・表面の物理・化学、電子工学など多分野の研究者が一堂に会して、プラズマを接点とする境界分野の成果発表・討論を行うと共に、新たな問題点の発掘や、新しいプロセッシングの可能性を追求することが目的です。

一方、プラズマ材料科学シンポジウムは、日本学術振興会プラズマ材料科学第 153 委員会の主催により毎年 1 回開催されている国内学会で、今年で 29 回目を迎えます。材料科学への展開を機軸にすえたプラズマ応用とその基礎に関する討論の場を提供し、産学連携の推進を図ることが目的です。今回は、これら二つの会議の合同開催であり、

名実共にプラズマ応用工学分野における最も重要な国内学会となりました。

プレナリー講演として、「プラズマ医療科学の総括と未来展望」(名古屋大学 堀 勝 先生)および「低温氷表面における水素の化学物理：宇宙における化学進化を理解する」(北海道大学 渡部 直樹 先生)が予定されています。また、招待講演者は、稲田優貴(埼玉大)、王斗艶(熊本大)、佐竹真(日立ハイテクノロジーズ)、田中康規(金沢大)、朽久保文嘉(首都大)、野沢善幸(SPP テクノロジーズ)の皆様となっています。いずれの招待講演も本分科会の会員の皆様に興味を持たれる高いレベルの研究報告になるものと思われます。

本稿の末尾に本合同会議に関わる重要日程をリストいたしました。大学にお勤めの皆様特に注意いただきたいのは、本会議の初日がセンター試験の翌日にあたることです。関係の皆様には、センター試験の監督の担当についてできる限りの調整をしていただき、是非、会議初日午前 10:00 のオープニングセッションよりご参加いただきたくお願い申し上げます。なお、本会議に関する情報は、末尾に記載したホームページに随時記載していますので、ご参照いただければ幸いです。

【重要日程】

- ・発表申込および予稿投稿：2016 年 10 月 21 日
- ・早期参加登録締切：2016 年 11 月 18 日
- ・早期参加登録費支払締切：2016 年 12 月 2 日
- ・会議会期：2017 年 1 月 16-18 日

【会議ホームページ】

<http://spp34.qe.eng.hokudai.ac.jp>

行事案内

ISPlasma 2017 / IC-PLANT 2017 2017年3月1日～5日開催

中部大学 ISPlasma 2017 組織委員長 中村圭二

International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials (ISPlasma) は 2009 年を第 1 回として産声をあげ、2013 年の第 5 回まで文部科学省の知的クラスター創成事業 (第 II 期) の活動の一環として実施されてきました。本シンポジウムでは、アジアや欧米などの国々からプラズマ科学やプラズマを中心とした窒化物やナノ材料への応用に関する世界的に著名な研究者を集め、各分野の最新状況や最新研究を発表・議論する場として、国内外の分野間、あるいはこれらの分野における産・官・学の交流を発展させる役割を担ってきました。その後は、応用物理学会が主催となり、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である International Conference on Plasma-Nano Technology & Science (IC-PLANTS) と合同開催されてきました。

本シンポジウムは、今回で 9 回目の開催となり、2017 年 3 月 1 日 (水) から 5 日 (日) まで中部大学で開催されることとなりました。これまで同様、先進プラズマ科学と、その応用として、ナノ材料、機能性薄膜材料、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やプラズマ有機化学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、より高度な研究者ネットワークの構築を目指しています。500 人程度の参加者を見込んでおり、招待講演者は現在未定ですが、例年と同様、世界

的著名な研究者が 30 人程度の予定です。

これまでの当該分野における研究成果を発表したい方、今後、当該分野に新たに挑戦したい方など、多くの方からのご投稿およびご参加をお待ちしております。

記

【会期】2017年3月1日(水)～5日(日)

【会場】中部大学

〒487-8501 愛知県春日井市松本町 1200 番地

【交通】JR 神領駅よりスクールバス (約 15 分)

【Webpage】<http://www.isplasma.jp/>

【参加費】

早期参加登録 (12/1 (木) - 1/31 (火))

一般 45,000 円 学生 15,000 円

通常参加登録 (2017/2/1 (水) 以降)

一般 50,000 円 学生 17,000 円

【会議論文集】

発表に関する論文は Japanese Journal of Applied Physics Special Issue に投稿可。

【重要日程】

予稿投稿締切：2016年10月3日(月)

早期参加登録締切：2017年1月31日(火)

【問合せ】

ISPlasma 2017 / IC-PLANTS 2017 運営事務局

TEL : 052-581-3241

E-mail: isplasma2017@intergroup.co.jp

2016(平成 28)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	柘久保 文嘉	首都大学東京 理工学研究科 電気電子工学専攻	〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1 TEL: 042-677-2744 FAX: 042-677-2756	tochi@tmu.ac.jp
副幹事長	平松 美根男	名城大学 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	mnhmt@meijo-u.ac.jp
副幹事長	神原 淳	東京大学 大学院工学系研究科 マテリアル工学専攻	〒113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1 TEL: 03-5841-7099 FAX: 03-5841-70995	mkambara@plasma.t.u-tokyo.ac.jp
副幹事長	林 久貴	株式会社東芝 ストレージ&デバイスソリューション社	〒512-8550 三重県四日市市山之一色町 800 TEL: 059-390-7484 FAX: 059-330-1184	hisataka.hayashi@toshiba.co.jp
幹事 任期 2017年3月	石島 達夫	金沢大学 理工研究域 サステナブルエネルギー研究センター	〒920-1192 石川県金沢市角間町 TEL: 076-264-6336 FAX: 076-264-6336	ishijima@ec.t.kanazawa-u.ac.jp
"	板垣 奈穂	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: 092-642-2111 FAX: 092-802-3723	itagaki@ed.kyushu-u.ac.jp
"	小川 大輔	中部大学 電気システム工学科	〒487-8501 愛知県春日井市松本町 1200 番地 TEL: 0568-51-9305	d_ogawa@isc.chubu.ac.jp
"	笠嶋 悠司	(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: 0942-81-4062 FAX: 0942-81-3690	kasashima-yuji@aist.go.jp
"	上坂 裕之	名古屋大学大学院 工学研究科 機械理工学専攻	〒464-0814 名古屋市千種区不老町 TEL: 052-789-2787 FAX: 052-789-2787	kousaka@mech.nagoya-u.ac.jp
"	島田 敏宏	北海道大学大学院 工学研究科 物質化学部門	〒060-8628 北海道札幌市北区北 13 条西 8 丁目 TEL: 011-706-6576 FAX: 011-706-6576	shimadat@eng.hokudai.ac.jp
"	須田 善行	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 豊橋市天伯町雲雀ヶ丘 1-1 TEL: 0532-44-6726 FAX: 0532-44-6757	suda@eee.tut.ac.jp
"	高木 浩一	岩手大学 工学部 電気情報	〒020-8551 岩手県盛岡市上田 4-3-5 TEL: 019-621-6941 FAX: 019-621-6941	takaki@iwate-u.ac.jp
"	竹内 希	東京工業大学 工学院 電気電子系	〒152-8552 東京都目黒区大岡山 2-12-1-S3-4 TEL: 03-5734-2566 FAX: 03-5734-2566	takeuchi@ee.titech.ac.jp
"	中川 雄介	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	Nakagawa.Yusuke@ak.MitsubishiElectric.co.jp
"	布村 正太	(独) 産業技術総合研究所 太陽光発電工学研究センター	〒305-8568 茨城県つくば市梅園 1-1-1 TEL: 029-861-5075 FAX: 029-861-3367	s.nunomura@aist.go.jp
"	松本 宇生	福岡大学 工学部 電気工学科	〒814-0180 福岡市城南区七隈 8-19-1 TEL: 092-871-6631 FAX: 092-865-6031	mtakao@fukuoka-u.ac.jp

幹事 任期 2018年3月	今村 翼	(株)東芝 セミコンダクター&ストレージ社 半導体研究開発センター	〒512-8550 三重県四日市市山之一色町 800 TEL: 059-390-7444 FAX: 059-330-1184	tsubasa.imamura@toshiba.co.jp
"	大森 健史	日立製作所 研究開発グループ エレクトロニクスイノベーションセンタ	〒185-8601 東京都国分寺市東恋ヶ窪 1-280 TEL: 050-3159-9219	takeshi.ohmori.kb@hitachi.com
"	荻野 明久	静岡大学大学院 総合科学技術研究科 工学専攻	〒432-8561 浜松市中区城北 3-5-1 TEL: 053-478-1616 FAX: 053-478-1616	taogino@ipc.shizuoka.ac.jp
"	小田 昭紀	千葉工業大学 工学部 電気電子情報工学科	〒275-0016 千葉県習志野市津田沼 2-17-1 TEL: 047-478-0368 FAX: 047-478-0368	akinori.oda@it-chiba.ac.jp
"	加藤 俊顕	東北大学大学院 工学研究科 電子工学専攻	〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻青葉 6-6-05 TEL: 022-795-7046	kato12@ecei.tohoku.ac.jp
"	北嶋 武	防衛大学校 電気情報学群 電気電子工学科	〒239-8686 神奈川県横須賀市走水 1-10-20 TEL: 046-841-3810 FAX: 046-844-5903	kitajima@nda.ac.jp
"	茂田 正哉	大阪大学 接合科学研究所	〒567-0047 大阪府茨木市美穂ヶ丘 11-1 TEL: 06-6879-8648 FAX: 06-6879-8648	shigeta@jwri.osaka-u.ac.jp
"	竹中 弘祐	大阪大学 接合科学研究所	〒567-0047 大阪府茨木市美穂ヶ丘 11-1 TEL: 06-6879-8661 FAX: 06-6879-8661	k_takenaka@jwri.osaka-u.ac.jp
"	平田 孝道	東京都市大学 工学部医用工学科 大学院工学研究科生体医工学専攻	〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 TEL: 03-5707-0104 / 03-5707-2183 FAX: 03-5707-2183	hirata@bme.tcu.ac.jp
"	前原 常弘	愛媛大学大学院 理工学研究科 数理解物科学専攻	〒790-857 松山市文京町 2-5 TEL: 089-927-9607 FAX: 089-927-9607	maehara.tsunehiro.mg@ehime-u.ac.jp
"	三好 康史	ソニー株式会社 RDS プラットフォーム イメージングデバイス開発部門 プロセス設計 2 部 開発 2 課	〒243-0014 神奈川県厚木市旭町 4-14-1 厚木 TEC TEL: 050-3141-4366 FAX: 050-3809-1413	Yasufumi.Miyoshi@jp.sony.com
"	山澤 陽平	東京エレクトロン (株) 製品開発センター	〒407-0192 山梨県韮崎市穂坂町三ツ沢 650 TEL: 0551-23-2327 FAX: 0551-23-4462	yohei.yamazawa@tel.com
"	王 斗艶	熊本大学 パルスパワー科学研究所	〒860-0862 熊本市中央区黒髪 2-39-2 TEL: 096-342-3945 FAX: 096-342-3945	douyan@cs.kumamoto-u.ac.jp

2016(平成 28)年度分科会幹事役割分担

役割分担	新任		留任	
幹事長	柘久保 文嘉	首都大学東京		
副幹事長	平松 美根男	名城大学		
	神原 淳	東京大学		
	林 久貴	(株)東芝		
1. 庶務・分科会ミーティング	竹中 弘祐	大阪大学	竹内 希	東京工業大学
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	神原 淳	東京大学		
	小田 昭紀	千葉工業大学	高木 浩一	岩手大学
	加藤 俊顕	東北大学	布村 正太	(独)産業技術総合研究所
	平田 孝道	東京都市大学	中川 雄介	(株)三菱電機
	大森 健史	(株)日立製作所	板垣 奈穂	九州大学
3. プラズマプロセス研究会 H28 年度：SPP(札幌) H29 年度：プラズマコンファレンス	平松 美根男	名城大学		
	王 斗艶	熊本大学	小川 大輔	中部大学
	萩野 明久	静岡大学	石島 達夫	金沢大学
	竹中 弘祐	大阪大学	高木 浩一	岩手大学
	平田 孝道	東京都市大学	笠嶋 悠司	(独)産業技術総合研究所
	今村 翼	(株)東芝	須田 善行	豊橋技術科学大学
4. 光源物性とその応用研究会	小田 昭紀	千葉工業大学	布村 正太	(独)産業技術総合研究所
5. プラズマ新領域研究会	平松 美根男	名城大学		
	北嶋 武	防衛大学校	上坂 裕之	名古屋大学
	茂田 正哉	大阪大学	島田 敏宏	北海道大学
	前原 常弘	愛媛大学	藤野 貴康	筑波大学
6. インキュベーションホール	平松 美根男	名城大学		
	萩野 明久	静岡大学	上坂 裕之	名古屋大学
	小田 昭紀	千葉工業大学	石島 達夫	金沢大学
	加藤 俊顕	東北大学	板垣 奈穂	九州大学
	茂田 正哉	大阪大学	小川 大輔	中部大学
7. プラズマエレクトロニクス講習会	林 久貴	(株)東芝		
	今村 翼	(株)東芝	中川 雄介	(株)三菱電機
	大森 健史	(株)日立製作所	笠嶋 悠司	(独)産業技術総合研究所
	三好 康史	(株)ソニー	竹内 希	東京工業大学
	山澤 陽平	(株)東京エレクトロン山梨	布村 正太	(独)産業技術総合研究所
8. 会誌編集・書記	前原 常弘	愛媛大学	島田 敏宏	北海道大学
	三好 康史	(株)ソニー	松本 宇生	福岡大学
9. ホームページ	北嶋 武	防衛大学校	石島 達夫	金沢大学
10. 会計	王 斗艶	熊本大学	須田 善行	豊橋技術科学大学
11. プラズマエレクトロニクス賞	柘久保 文嘉	首都大学東京		
12. アカデミックロードマップ (戦略企画室)	神原 淳	東京大学		
	柘久保 文嘉	首都大学東京		
13. PE 懇親会 秋：新潟、春：横浜	北嶋 武	防衛大学校	松本 宇生	福岡大学
	山澤 陽平	(株)東京エレクトロン山梨	藤野 貴康	筑波大学
GEC 委員 (オブザーバー)	佐々木 浩一	北海道大学		

2016（平成28）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 | 金子 俊郎 | (東北大) |
| 8.1 プラズマ生成・制御 | 柳生 義人 | (佐世保高専) |
| 8.2 プラズマ診断・計測 | 伊藤 剛仁 | (大阪大) |
| 8.3 プラズマ成膜・表面処理 | 太田 貴之 | (名城大) |
| 8.4 プラズマエッチング | 三宅 賢稔 | (日立) |
| 8.5 プラズマナノテクノロジー | 酒井 道 | (滋賀県立大) |
| 8.6 プラズマ現象・新応用・融合分野 | 山田 英明 | (産総研) |
| 2. 応用物理学会代議員 | 板垣 奈穂 | (九州大) |
| | 神原 淳 | (東大) |
| | 作道 章一 | (琉大) |
| | 野崎 智洋 | (東工大) |
| | 本村 英樹 | (愛媛大) |
| 3. GEC 組織委員会委員 | 佐々木 浩一 | (北海道大) |
| 4. 応用物理学会本部委員会 | | |
| 機関誌企画・編集委員会 | 近藤 博基 | (名大) |
| 論文誌企画・編集委員会 | 木下 啓藏 | (PETRA) |
| | 栗原 彰 | (東芝研究開発センター) |
| | 伊藤 剛仁 | (阪大) |
| 講演会企画・運営委員会 | 金子 俊郎 | (東北大) |
| 教育企画委員会 | 平松 美根男 | (名大) |
| 5. フェロー | 大森 達夫 | (三菱電機) |
| | 岡本 幸雄 | (東洋大) |
| | 小田 俊理 | (東工大) |
| | 斧 高一 | (京都大) |
| | 河野 明廣 | (名古屋大) |
| | 近藤 道雄 | (産総研) |
| | 寒川 誠二 | (東北大) |
| | 白谷 正治 | (九州大) |
| | 菅井 秀郎 | (中部大) |
| | 高井 治 | (名古屋大) |
| | 辰巳 哲也 | (ソニー) |
| | 橘 邦英 | (愛媛大) |
| | 寺嶋 和夫 | (東大) |
| | 永津 雅章 | (静岡大) |
| | 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) |
| | 渡辺 征夫 | (九州電気専門学校) |

第 15 回プラズマエレクトロニクス賞受賞候補論文の募集

首都大学東京 朽久保文嘉

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/>

■ 受賞対象論文

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 2014、2015、2016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 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

トロン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

2017 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 2017 年秋季講演会期間中 (例年では会期 2 日目) に記念講演を依頼する予定です。

■ 書類提出期限

2016 年 12 月 22 日 (木) 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)

2016. 9. 12-16

The 15th International Conference on Plasma Surface Engineering (PSE 2016)
Garmisch-Partenkirchen, Germany
<http://www.pse-conferences.net/pse2016.html>

2016. 9. 11-16

21st International Conference on Gas Discharges and Their Applications (GD 2016)
Nagoya, Japan
<http://gd2016.engg.nagoya-u.ac.jp/>

2016. 9. 11-16

15th High Pressure Low Temperature Plasma Chemistry Symposium (HAKONE XV)
Brno, Czech Republic
<http://hakone.physics.muni.cz>

2016. 9.13-16

JSAP-OSA Joint Symposia 2016
Niigata, Japan
<http://meeting.jsap.or.jp/file/cfp.pdf?20160516>

2016. 9.18-22

6th Euro-Asian Pulsed Power Conference / 21st International Conference on High-Power Particle Beams / 15th International Conference on Megagauss Magnetic Field Generation and related topics (EAPPC/BEAMS/MEGAGAUSS)
Estoril, Lisbon, Portugal
<http://eappc-beams2016.org/>

2016. 10. 10-14

The 69th Gaseous Electronics Conference (GEC)
Bochum, Germany
<http://www.gec2016.de/>

2016. 10. 31-11. 4

The 58th Annual Meeting of the APS Division of Plasma Physics (APS DPP)
San Jose, California, USA
<https://www.aps.org/units/dpp/meetings/annual/>

2016. 11. 6-11

The 63th International Symposium & Exhibition (AVS-63)
Nashville, Tennessee, USA
<http://www.avs.org/Symposium>

2016. 11. 21-22

38th International Symposium on Dry Process (DPS 2016)
Sapporo, Hokkaido, Japan
<http://www.dry-process.org/2016/index.html>

2016. 11. 27-12.2

2016 MRS Fall Meeting & Exhibit
Boston, Massachusetts, USA
<http://www.mrs.org/fall2016/>

2017. 3. 1-5

9th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials /
10th International Conference on Plasma-Nano Technology & Science (ISPlasma 2017, IC-PLANTS 2017)
Aichi, Japan

(国内会議・会合)

2016. 8. 8-9

電気学会 プラズマ研究会
大阪市立大学 工学部、大阪市、大阪

2016. 8. 24-25

第 8 回 役に立つ真空技術入門講座
大阪電気通信大学駅前キャンパス、寝屋川市、大阪

<http://www.vacuum-jp.org/about/organization/branch/kansai>

2016. 8. 31-9. 2

第 10 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、御殿場市、静岡

2016. 9. 13-16

第 77 回応用物理学会秋季学術講演会
朱鷺メッセ 新潟コンベンションセンター、新潟市、新潟

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

2016. 9.

日本物理学会 2016 年秋季大会
宮崎大学(木花キャンパス)(9. 21-24) [素核宇]、宮崎市、宮崎
金沢大学(角間キャンパス)(9. 13-16) [物性]、金沢市、金沢

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

2016. 10. 20-22

電気学会 プラズマ／パルスパワー／放電合同研究会
佐賀大学、佐賀市、佐賀

2016. 11. 4-5

電気学会 放電/開閉保護/高電圧合同 (IWHV2016 & JK2016)
宮崎大学 工学部

http://www.iee.jp/wp-content/uploads/honbu/15-research/2016/iwhv_jk2016.pdf

2016. 11. 18

第 27 回プラズマエレクトロニクス講習会
東京大学 本郷キャンパス、文京区、東京

2016. 11. 29-12. 2

プラズマ・核融合学会 第 33 回年会

東北大学 青葉山キャンパス

http://www.jspf.or.jp/jspf_annual2016/

2016. 12. 19-12. 22

第 22 回日本 MRS 年次大会

横浜市開港記念会館他

<https://www1.mrs-j.org/>

2017. 1. 16-18

第 34 回プラズマプロセッシング研究会／第 29 回プラズマ材料科学シンポジウム

北海道大学 学術交流会館、札幌市

<http://spp34.qe.eng.hokudai.ac.jp/index.html>

2017. 3. 14-17

第 64 回応用物理学会春季学術講演会

パシフィコ横浜、神奈川県

2017. 3. 17-20

日本物理学会第 72 回年次大会

大阪大学(豊中キャンパス)

<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/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 No. 64 への広告掲載を頂いた企業は下記の通りです。幣分科会会員への最新情報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、是非ご検討の程よろしくお願ひ申し上げます。

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

〒113-0034 東京都文区湯島 2-31-2

湯島アーバンビル 7階

公益社団法人 応用物理学会

TEL: 03-5802-0863

FAX: 03-5802-6250

Email: divisions@jsap.or.jp

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

活動報告

2015年度 第3回プラズマエレクトロニクス分科 会幹事会 議事次第

開催日時：2016年3月20日(日) 12:15～13:15

開催場所：東京工業大学 大岡山キャンパス W641

● インフォーマルミーティング

進行：豊田幹事長（名古屋大）

1. 応用物理学会（東工大・2016. 3）シンポジ ウムなどの状況

渡辺幹事（九州大）から春季講演会シンポジウムの状況について報告があった。また、次回の秋季学術講演会シンポジウムの準備状況について説明があった。

2. 応用物理学会（東工大・2016. 3）チュート リアルの状況

小林幹事（日立製作所）から3月19日（土）9:00～12:10（休憩10分）に行われた岩手大学の高木先生による講演「大気圧プラズマの基礎と農業への応用 ～超格安電源づくりから農作物生産や鮮度保持への活用まで～」についての報告。聴講者は70人と過去最高であった。

3. 2016年度 秋季学術講演会・シンポジウム企 画など

朽久保副幹事長（首都大）から2016年度秋季応用物理学会シンポジウム案が提示された。次回シンポジウム案のテーマはプラズマの診断・計測技術。その内容について説明があった。会場からの質問とそれに対する朽久保副幹事長の回答を以下に記載する。

質問1 ケミカルな診断・分析手法まだ広げてはどうか？それとも光に限定するのか？

回答 要望や提案があれば検討するが、配布資料の内容で準備を進めていく予定。

質問2 産業応用も含めてはどうか？

回答 要望や提案があれば検討する。

4. 第26回 プラズマエレクトロニクス講習会 報告

伊澤副幹事長（日立ハイテク）の代理で小林幹事（日立製作所）から会議報告があった。講習会の参加者は69名で、企業からの参加者が多かったと報告があった。

5. 第30回 光源物性とその応用研究会報告

本村幹事（愛媛大）から研究会の講演内容についてパワーポイントスライドを用いて報告があった。

6. ICRP9 報告

豊田幹事長（名古屋大）から会議報告があった。会議の参加者605名、うち日本から254名。学会の黒字（300万程）はGECと折半。次回ICRP-10はドイツで開催。

7. SPPについて

朽久保副幹事長（首都大）からSPPとSPSMの合同開催の提案があった。本提案は会議で承認された。また、佐々木先生（北海道大学）から進行状況について報告があった。

8. 2016年6月分会報（No. 64）の進捗につ いて

松本幹事（福岡大）からプラズマエレクトロニクス分科会会報（No. 64）の目次及び、編集

進捗状況について報告が行われ、未定の部分については今後メールベースで決定する意向。会場からの意見として、国際会議 DPS および GEC の開催情報掲載の要望があった。

9. 2015 年度会計報告

2015 年 (1~12 月分) の分科会決算について大島幹事 (佐世保高専) から報告があり、内容について承認された。

10. 2016 年度 分科会新幹事について

朽久保副幹事長 (首都大) から次期新幹事長就任の挨拶および副幹事長の先生方 {平松先生 (名城大、神原先生 (東京大)、林先生 (東芝)} の紹介があった。併せて、現幹事長の豊田先生から退任の挨拶があった。

11. その他

(ア) 国際会議 ICPiG および ESCAMPIG について {白谷先生 (九州大)}

(イ) アジア太平洋物理学会のプラズマ物理部門 (AAPPS-DPP) から、「PE 分科会会員には DPP にも所属してほしい。」という要請があった。{白谷先生 (九州大)}

2016 年度 第 1 回目の幹事会は、4 月の新旧幹事会議 (2016 年 4 月 2 日、東工大) にて実施予定。

(記：松本宇生 (福岡大))

2016 年度 第 1 回プラズマエレクトロニクス分科会幹事会 議事次第

日時：平成 28 年 4 月 2 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 3)

1. 幹事紹介・挨拶

朽久保幹事長 (首都大) および出席した各幹事より自己紹介がなされた。

2. 役割紹介

朽久保幹事長より、各担当幹事の職務内容について説明およ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 (東工大・2016. 3) シンポジウムなどについて

渡辺幹事 (九州大) および朽久保幹事長より、2016 年春の応物の分科内招待講演、海外招待講演、チュートリアル、シンポジウム等の報告があった。

4. 応用物理学会 (朱鷺メッセ・2016. 9) シンポジウムなどについて

高木幹事 (岩手大) より、2016 年秋の応物の分科会シンポジウム案が提案され、了承された。また、海外招待講演についての説明があった。

5. プラズマ新領域研究会について

平松副幹事長 (名城大) より、今後のプラズマ新領域研究会の予定について説明があった。例年通り 12 月までに 3 回の研究会を計画中であると説明があった。

6. 第 10 回インキュベーションホール (2016. 9) について

平松副幹事長より、第 10 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 2016 年 8 月 31 日 - 9 月 2 日、例年同様御殿場にて行う予定。そろそろ会場変更を検討する時期では、という提案があった。

7. 第 27 回プラズマエレクトロニクス講習会について

林副幹事長（東芝）より、第 27 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 2016 年 11 月 18 日（金）あるいは 12 月 2 日（金）、場所は東京大学本郷キャンパスで行う予定。

8. 関連会議について

下記関連会議について、報告があった。

- (1) プラズマプロセッシング研究会
(SPP-34+SPSM-29)
(2017. 1. 16-1. 18) (平松副幹事長)

SPP-34 は、第 29 回プラズマ材料科学シンポジウム (SPSM-29) と合同で実施されることが報告された。

- (2) 光源物性とその応用研究会

(2015. 12. 18) (布村幹事・産総研)

光源物性とその応用研究会についての報告があった。

9. 会報について

松本幹事（福岡大）より、プラズマエレクトロニクス分科会会報 (No. 64) の目次及び、編集進捗状況について報告が行われた。

10. その他

特になし。

11. 新旧幹事による引継ぎ

各担当による引継ぎ作業が行われた。

2016 年度 第 2 回目の幹事会は、9 月の応用物理学学会（於 ; 2016. 9. 13-9. 16 朱鷺メッセ（新潟県新潟市））会期中にて実施のインフォーマルミーティング内で執り行う予定。

（記：赤松浩（神戸高専））

編集後記

プラズマエレクトロニクス分科会会報No. 64を発行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この場を借りて改めて御礼申し上げます。

本会報は二年に一度の幹事長交代のタイミングでの発行となりましたので、通常の巻頭言に代えて退任されました豊田元幹事長と就任されました朽久保幹事長からそれぞれご挨拶を頂きました。

寄稿は名古屋大学の堀先生から2015年にグローバル共同利用施設として名古屋大学に開設され、活動を本格化させたことを記念して2016年4月26日に開所式が行われた「プラズマ科学のプラットフォーム」について紹介をして頂きました。

第14回プラズマエレクトロニクス賞を受賞された東京工業大学の野崎研究室の大学院生である亀島晟吾様から原稿をお寄せ頂きました。数多くのノミネート論文から選出されただけあり、大変読み応えの有るご解説いただきました。

研究紹介では熊本大学パルスパワー科学研究所の王斗縁先生にナノ秒パルス放電プラズマの生成と環境への応用をご紹介頂きました。ナノ秒パルス放電電源の仕組みやそのプラズマ特性について大変解りやすくご解説頂き勉強になりました。

海外の研究事情は現在アメリカのテキサス工科

大学へ客員研究員として留学をされている佐世保高専の猪原武士先生に滞在先での研究や生活についてご紹介いただきました。

今号では、「研究室紹介」と「学生のためのページ」のコーナーをお休みすることになってしまい、編集担当幹事としてまことに申し訳なく思います。執筆可能な方をご存じでしたら、ぜひご紹介よろしくお願いします。

前任の会報編集担当の神戸高専の赤松様、東北大学・岡田先生には編集作業から原稿の執筆まで大変お世話になりました。豊田前幹事長、朽久保幹事長には編集作業の全般にわたってご指導・ご支援を頂きました。著者の皆様、分科会幹事の皆様、事務局の小田様にこの場をお借りしまして感謝の意を表します。本会報64号が出版できましたのも幹事の皆様や原稿を執筆して頂いた先生方のご助力が有ったのものと存じます。心より御礼申し上げます。誠にありがとうございました。今後各種報告や案内等の記事を随時募集しております。今後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お願いいたします。

(平成28年度会報編集担当：

島田、松本、前原、三好)

プラズマエレクトロニクス分科会会報 No.64

2016年 6 月 20 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 朽久保 文嘉

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

(©2016 無断転載を禁ず)