

プラズマエレクトロニクス分科会会報 No. 77

2022 年（令和 4 年）12 月発行

高橋、末次、川島、鈴木

目次

巻頭言

プラズマソサエティの創設	名古屋大学	堀 勝	1
--------------	-------	-----	---

研究室紹介

金沢工業大学 工学部 電気電子工学科 大澤研究室	金沢工業大学	大澤 直樹	5
-----------------------------	--------	-------	---

海外での研究開発事情

アメリカ合衆国 半導体産業で働く日々	Moses Lake Industries, Inc.	小寺 雅子	9
--------------------	-----------------------------	-------	---

研究紹介

紫外吸収分光法を用いたプラズマ活性水の成分分析：非線形最小二乗法を用いた RONS の濃度フィッティングプログラム	大阪市立大学 大阪公立大学 高知工科大学 名城大学	橋本 駿哉 呉 準席 白藤 立 八田 章光 伊藤 昌文	13
---	------------------------------------	---	----

国際会議報告

The 11th International Conference on Reactive Plasmas (ICRP-11) / The 75th Annual Gaseous Electronics Conference (GEC 2022)	東北大学	金子 俊郎	18
43rd International Symposium on Dry Process (DPS2022)	株式会社アルバック	森川 泰宏	21

国内会議報告

第 16 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 室蘭工業大学	伊藤 昌文 高橋 一弘	23
第 83 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主催シンポジウム 「細胞運命を制御する応用物理：プラズマ・バイオ研究の融合による革新」	名城大学	熊谷 慎也	24
第 83 回応用物理学会秋季学術講演会分科内招待講演	名古屋大学	石川 健治	26
2022 年度プラズマエレクトロニクス講習会	ソニーセミコンダクタソリューションズ(株)	深沢 正永	28

行事案内

2023 年 第 70 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	名城大学	伊藤 昌文	30
---	------	-------	----

15th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials / 16th International Conference on Plasma-Nano Technology & Science (ISPlasma2023 / IC-PLANTS2023)	岐阜大学	伊藤 貴司	32
第 76 回気体エレクトロニクス会議 76th Annual Gaseous Electronics Conference (GEC 2023)	産業技術総合研究所	清水 鉄司	34
掲示板			
2022 年度(令和 4 年度)			35
プラズマエレクトロニクス分科会幹事名簿			
2022 年度(令和 4 年度)分科会幹事役割分担			37
2022 年度(令和 4 年度)			38
分科会関連の各種世話人・委員			
活動報告			39
プラズマエレクトロニクス関連会議日程			41
当会報への広告掲載について			42
編集後記			43

プラズマソサエティの創設

名古屋大学 低温プラズマ科学研究センター 堀 勝

1. はじめに

低温プラズマ科学の研究に従事して 40 年になる。一貫して、本分野の研究・教育に携われたことは幸運である。さらに、低温プラズマが産業界に導入され、発展し、現在に至るまでの歴史と自己の研究者としての活動の時代が重なっており、多様かつ貴重な経験をすることができたと考えている。名古屋大学大学院の博士後期課程で低温プラズマの研究に着手した当時(1983 年)は、産業界が低温プラズマの応用を牽引しながら、アカデミアも研究組織を立ち上げ、組織的に勉強会を推進した頃である。

1979 年に半導体プラズマプロセスで生じている現象にメスを入れ、その知識をもとに新たなプロセステクノロジーを生み出すために、産と学が骨太の議論を繰り広げる場として「ドライプロセスシンポジウム」が創設されたのを皮切りにして、1985 年に応用物理学会に「プラズマエレクトロニクス研究会」が設置され、1990 年に「プラズマエレクトロニクス分科会」へと昇格。また、1988 年に日本学術振興会にプラズマ材料科学 153 委員会、さらに、1983 年に学術団体「プラズマ・核融合学会」が発足し、1988 年には社団法人化など、現在のプラズマコミュニティの礎となるアカデミアの組織が立ち上がっている。その時代を振り返れば、まさに産業界が本格的に低温プラズマを産業に導入し、プラズマプロセスが製造の主役になり始めたころに合致する。低温プラズマは非常に複雑な物理化学現象を生み出し、その内部での反応は混とんとしているが、次々と産業界の要求に応じて、革新技術が生み出された。それに伴い、一步一步、

アカデミアと産業界が協力して、未知の現象の機構を解明し、学問としての体系化を継続してきたことに大きな意義を感じている。すなわち、社会の情勢に応じて、アカデミアがタイムリーに組織を立ち上げて、低温プラズマ科学とその応用の推進とともに人材育成を実践してきたことを鑑みると、諸先輩の継続的な努力に敬意を表したい。

一方で、40 年の時を越えた現在、まさに新たなフェイズに突入してきたと考えられる。プラズマが製造に導入されることで半導体集積回路の製造が可能になり、ムーアの法則に従って発展してきた超大規模集積回路によって、AI や IoT による DX が浸透し、あらゆる社会に大きな影響を与えつつ、情報社会を牽引した結果、地球温暖化が進み、現在ではカーボンニュートラルが本格的に社会の道標になっている。極端な事を言えば、低温プラズマが半導体製造プロセスに導入されなければ、人類が現在直面する課題や DX などは出現しなかったといっても過言ではない。また、プラズマバイオ研究が世界の潮流となり、低温プラズマの学術の進化のみならず、未来の新たな応用を開拓し、SDGs の達成に大きく寄与するに至っている。

これらの社会の変動に応じて、プラズマ科学によって、新たな価値を創造することが求められているとき、低温プラズマのコミュニティやその組織においても様々な変革が必要になっている。

2. 低温プラズマ分野の背負うハンディ

日本物理学会は 1877 年(明治 10 年)、日本化学会は 1878 年(明治 11 年)に創立されている。ちなみに、電気学会は 1888 年、応用物理学会は 1946

年に創立されている。これらの学会においては、コミュニティの活動の礎が長年にわたって構築されて、現在にまで至る堅牢なハイウェイを多くの人々が走っている。

文科省のCOEプロジェクトの終了後、2006年に名古屋大学工学研究科附属プラズマナノ工学研究センターが創設され、国内初の低温プラズマ科学とその応用の組織が大学に立ち上がった。その副センター長として文部科学省への概算要求の説明を行い、熱弁の後、文科省から言われたのは、「先生の言うプラズマは、リソグラフィーというのではないか？それとよく似ている？」すなわち、役人で核融合プラズマ以外の低温プラズマを知っている人がいなかったのである。次に、2008年、東海地域で文部科学省知的クラスター創生事業第二期が始動し、石丸典生氏(元デンソー社長、会長)によって、本地域に「低温プラズマ科学の拠点」を創ることが目的に挙げられ、私はそのリーダーに指名された。文科省では毎週低温プラズマの勉強会が開催されるとともに、クラスタープロジェクトでは、大きな成果が上がり、役人が低温プラズマのポテンシャルを熟知することとなった。2011年に上記センターの概算要求も採択されるに至っている。

新学術領域研究の採択にともない、2010年に九州大学プラズマナノ界面工学センター、2013年に名古屋大学に「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、大学に低温プラズマの組織が次々と立ち上がることになる。また、プラズマエレクトロニクス幹事長を仰せつかったときに、応用物理学会会長にお願いして、学会を代表してパブリックコメントを出していただいたお蔭で、2012年に科学研究費細目に「プラズマエレクトロニクス」が新設され、多くの研究者や役人に低温プラズマを認知していただくことができた。さらに、内閣府日本学術会議マスタープランにお

いては、「最先端プラズマ科学グローバルイノベーション拠点」が第22期学術の大型研究に関するマスタープラン2014で大型研究計画に採択され、第23期のマスタープラン2017では重点大型研究計画で採択された。第24期のマスタープラン2020も継続して、重点大型研究計画 <https://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-24-t286-2-2-23.pdf> に認められ、ホームページにアップされ、低温プラズマの重要性とその将来計画が一般に周知されるに至っている。このような大型の研究計画の提案においては、コミュニティの賛同や一般市民の理解が求められる。特に、コミュニティの賛同として、既存の学会からの推薦が得られない場合は、提案そのものを出すことができなくなる。私は、日本学術会議連携委員として、この一連のマスタープランの提案の代表者として取り組んだが、応用物理学会本体からは推薦をいただくことができず、分科会で対応すべきだという姿勢には閉口した。一方で、プラズマ・核融合学会からは推薦をいただくことができた。

さて、2019年に名古屋大学では、前述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とを統合し、低温プラズマ科学研究センターを創設し、文科省の共同利用・共同研究拠点「低温プラズマ科学研究拠点」[1]に認定され、本分野の司令塔としての役割を演じることになる。

一方で、本センターの最近の概算要求の説明において、文部科学省から「低温プラズマが一体何なのか、よくわからない」という質問を受けた。15年前に受けた質問と同じである。すなわち、低温プラズマは、ある意味で道具の科学であり、一般の人にとっては相変わらずブラックボックスなのである。役人も絶えず担当者が変わるので、その都度、何度も説明をすることが必要である。低温プラズマの発展がなかったら携帯電話もコンピ

ューターも誕生せず、未来を拓く AI も進化せず、半導体製造の 70%以上でプラズマが使われているにも関わらず、低温プラズマは十分に認知されるには至っていないのである。我々コミュニティは、物理、化学、電気、半導体のコミュニティにはないハンディを背負っていることを十分に認識すべきである。

3. 低温プラズマの強みと未来へのアクション

急速に半導体不足が進み、政府が工場の建設の誘致や大型の研究開発費を注入するという兆しを掴み、低温プラズマ科学分野へのチャンス到来と捉え、経済産業省と面談をする機会を得た。しかしながら、最後に言われたのは、「低温プラズマの理解が難しい。一体何なのか、甘利大臣にどのように説明したらよいか？」である。

これを受けて、まずは、一般から専門家に至るまでの人々が、低温プラズマの重要性と大規模集積回路製造への応用について勉強していただくための組織として、「先進半導体プラズマプロセスコンソーシアム(CASPP)」[2]を 2021 年に立ち上げた。毎週第二土曜日 9:00-10:00 まで、一流の講演者によるレクチャーとディスクジョッキーのように会話を交換できる機会の配信を実施している。会費は無料とし、だれもが簡単な登録で会員として参加できるコンソーシアムとした。現在、企業を中心として、1,100 人以上の会員がいる。また、カーボンニュートラルが世界の合言葉となり、多様な研究開発の機会があるが、産官学のコミュニティが低温プラズマへのニーズとそのアプローチをつかみきれていない。これを打開するために、企業とアカデミアとの勉強会として、2022 年にグリーン・DX プラズマコンソーシアム(CGDP)」[3]を創設した。企業からは年会費 50 万円（3 名まで登録）をいただいて会員になっていただき、アカデミアは、広く参画するために、共共拠点の公募で採択された約 60 名がメンバー（会費無料）とな

る。重要なことは、アカデミアの「仲良しクラブ」を作らずに、だれにも参画の機会を与えることである。CGDPP では、毎年公募する共共拠点「低温プラズマ科学研究拠点」の共同研究に採択されたアカデミアのメンバーであれば誰もがメンバーになれるという開放性と公平性を確保した。公募に採択されれば、拠点が 20 万円/年程度の研究費を支給し、研究推進や人材育成に使用することができるシステムで、現在 29 の機関が採択されている(<https://www.plasma.nagoyau.ac.jp/joint/saitaku/>)。CGDP では研究会や実習（ハイブリッド形式）を通して、プラズマによるグリーンイノベーションに向けたアカデミアとの相互の情報交換の場を提供している。アカデミアの会員には希望すれば旅費を支給する。すでに 22 社以上（約 60 名）の企業が参画し、産業界とアカデミア（合計約 120 名）が共鳴できる組織として進展している。研究会は、議論の機会を増やし、モデレーターがパネルディスカッションをプロモートする。丁寧な解説書（テキスト）を配布し、質疑や相談は随時行うことができるため、企業からは大変好評である。

また、2014 年に名城大学にプラズマバイオセンサー、2018 年に自然科学研究機構、名古屋大学、九州大学、東北大学によるプラズマバイオコンソーシアム[4]が設立され、2022 年には、岐阜薬科大学が組織に入った。2020 年に東北大学に非平衡プラズマ学際研究センター、2022 年に岐阜大学にプラズマ応用研究センターが設立された。ちょうど、30 年前に多様な組織や学会が設立されたように、現在の激動する社会の要請を受け、プラズマを主軸としたアカデミアと産業界との協奏的な交流の場が次々と誕生している。

4. 低温プラズマの新たな組織が必要

低温プラズマ科学は、これまで優れた道具の科学技術として役割を演じてきたが、その守備範囲は、半導体、材料、機械、環境、医療、農業、薬

学、宇宙、モビリティ等に至り、実にユニークな学際的科学として進化するに至っている。個人的には、道具ではなく「多様な分野に起爆剤として作用するとともに、分野を紡いで融合し、新たな価値を創造する科学」と位置づけている。

低温プラズマ分野の魅力は、大学や企業にとどまらず、小中高生や主婦、シニア、一般にも広がっている。また、多くの方々にその重要性和価値を認知していただくためには、大きな学会の一機能としての活動に加え、低温プラズマのための、低温プラズマならではの、低温プラズマの学会の設立が必要になってきた。

これらの状況を鑑み、名古屋大学低温プラズマ科学研究センターが、共共拠点としての使命の一環として、低温プラズマのプレゼンスを高めると同時に多くの会員へのサービスとプラズマエレクトロニクス分科会や多くのプラズマセンターなどの既存のコミュニティの応援団として機能する「プラズマソサエティ」を2022年6月21日に設立した[5]。会費は無料で、プラズマに関しては、だれもが有用な情報を引き出して活用し、交流できるコンテンツの充実を図る予定である。基本的には、ウェブを中心とした活動であるが、大きな組織として低温プラズマのプレゼンスを強烈にアピールし、プラズマの発展のために機能を発揮し、だれもが楽しめる組織として準備を進めている。来年6月を目途に一般社団法人化する予定で、会費無料は踏襲する。なお、6月21日を「プラズマの日」と命名し、活動の原点とすることにした。これは、ラングミュアが放電現象をプラズマと命名した論文の出版日を記念するものであり、名古屋大学関根 誠特任教授の発案である。

5. おわりに

低温プラズマ科学のコミュニティは、未来に向けての転機を迎えている。プラズマエレクトロニ

クス分科会の長年にわたる本分野への貢献は、学会の中でも突出しており、これまでに果たしてきた役割は極めて大きい。応用物理学会という一つ屋根の下で、多様な分野との相互の関係を保ちながら発展してきたスキームの継承は重要である。

一方で、低温プラズマは、半導体、材料、機械、環境、医療、農業、薬学、宇宙、モビリティ等、多様な分野の発展に寄与しており、これらの分野に従事する人と交流ができる組織が必要であり、応用物理学会の枠を超えたスキームが必要になってきた。これらを鑑み、低温プラズマのプレゼンスとその使命や社会への波及効果が前面に見え、多様な分野の研究者、技術者および大学生のみならず小中高生、一般の方とも交流できる場として「プラズマソサエティ」を創設した。本ソサエティは、プラズマエレクトロニクス分科会やプラズマ・核融合学会等との橋渡しを演じる応援団として多様なサポートを実行することで、新たな価値を創造し続ける組織と位置付けられる。個人的には、学会とは、「人生を豊かにしながら、人類の永遠なる発展に寄与する組織」であると考えている。

既存の枠を超えたアクションには、勇気とエネルギーを必要とするが、激動の社会を乗り切るには、プラズマソサエティに皆様方の知恵と協力が必要不可欠である。プラズマエレクトロニクス分科会との相補的かつ密接なコラボを期待している。将来は、物理、化学、数学とならんでプラズマが位置づけられ、一般市民にも当たり前のように認知されるようにしたい。

参考情報

- [1] <https://www.plasma.nagoya-u.ac.jp/>
- [2] <https://www.plasma.nagoya-u.ac.jp/caspp/>
- [3] <https://www.plasma.nagoya-u.ac.jp/cgdp/>
- [4] <https://www.nins.jp/site/pbc/>
- [5] <https://plasma-society.org/>

研究室紹介

金沢工業大学 工学部 電気電子工学科 大澤研究室

金沢工業大学 大澤 直樹

1. はじめに

金沢工業大学は、4 学部 14 学科で構成される工科系の私立大学です。筆者の所属する工学部電気電子工学科には 6 つの学びの領域（「電力・エネルギー」、「電気機器・制御」、「エネルギー材料・デバイス」、「光・電子デバイス」、「通信・電波」、「音響・映像」）が設定されており、それぞれの学びの領域に対して、30 名の教員がバランスよく配置されています（2022 年 11 月時点）。筆者は、「電力・エネルギー」の領域を担当しています。

大澤研究室は 2007 年に発足し、大学のメインキャンパス（扇が丘キャンパス、石川県野々市市扇が丘 7-1）から 300 m 程度離れた場所に設置されたプレハブ小屋からのスタートとなりました。現在は、平成 23 年度に組織された「電気・光・エネルギー応用研究センター（扇が丘キャンパス内）」に移転し、4 つの実験室（1 つは他教員と共有）と 1 つの学生居室を利用して、教育研究活動を行っています。年度によって異なりますが、現在は、博士課程学生 1 名、修士課程学生 3 名、学部 4 年生 7 名が所属しています（図 1）。2022 年 9 月から 9 名の学部 3 年生が配属され、2 週間に 1 回のペースで研究室活動の体験を行っています。

2～3 名のチームで研究活動に取り組んでいます。当研究室には、2 つの研究グループがあり、1 つ目は、放電・プラズマを発生させることに喜びを感じる学生で構成される「放電・プラズマグループ」、2 つ目は、高電圧に耐えることに喜びを感じる学生で構成される「高電圧絶縁グループ」です。前者のグループでは、(1) 大気圧中でもストリーマ放電を伴わない均一な誘電体バリア放電

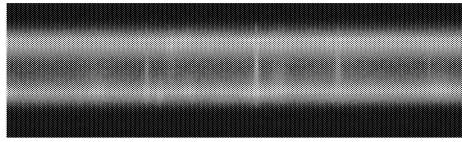


図 1 2022 年度メンバーの集合写真。

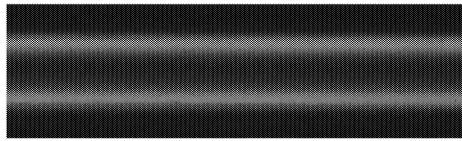
(DBD: Dielectric Barrier Discharge) の発生メカニズムの解明、(2) DBD 式オゾン発生装置の省エネルギー化、(3) オゾンとパルス放電を併用した水処理に関する研究が行われ、後者のグループでは、電力流通機器の高電圧絶縁技術高度化に関する研究が行われています。

2. 活動内容の紹介

大澤研究室では、朝 9 時に研究室（学生居室）に全員集合し、予定の共有、危険予知訓練 (KYT)、体調チェックで構成される「朝礼」を 5～30 分実施してから活動を開始します。やることが終わったら帰宅できるというルールとしています。予定の共有では、①今日は何をする?、②その目標をどうやって達成する?、③何を以て達成したと判断する?を意識した話し合いが行われます。話題は、研究活動だけではなく、就活、履修中の授業課題、資格試験の勉強、TA (Teaching Assistant) 業務など、大学内での活動であれば何でもアリとして

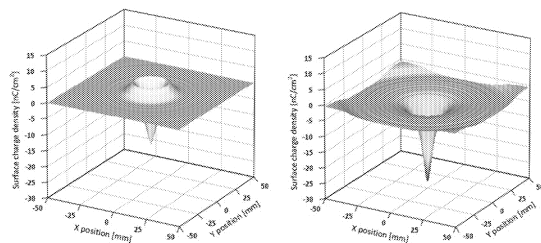


(a)



(b)

図2 大気圧空気中でのバリア放電の発光写真：(a) 典型的な DBD，(b) APTD.



(a)

(b)

図3 放電が発生する直前の誘電体表面電荷密度分布：(a) APTD を発生できず，ストリーマ放電が発生するバリア，(b) APTD を発生できるバリア。

います。KYT では、本日の活動中に予想される危険性について考えます。高電圧、高圧ガス、薬品を扱いますので、毎日の KYT は重要と考えています。朝礼が終わると活動が始まります。それでは、以下に、学生達と一緒に取り組んでいる研究テーマの一部を紹介いたします。

2.1 空気中での均一 DBD 発生メカニズム解明

電極間に少なくとも 1 枚の誘電体を挿入した状態で、電極に交流高電圧を印加すると、ギャップには複数のストリーマ放電が周期的に発生します。この放電は DBD と呼ばれ、表面処理やオゾン生成などに応用されています。大澤研究室では、誘電体材料にある種のアルミナを利用すると、大気

圧空気中や酸素中でも、ストリーマ放電を伴わない均一な DBD が発生することを見出しました[1]。この放電は、大気圧タウンゼント放電 (APTD: Atmospheric Pressure Townsend Discharge) と呼ばれ、均一な表面処理や低侵襲な大気圧プラズマプロセスへの応用が期待されています。図 2 は大気圧空気中での典型的な DBD と APTD の写真です。図 2(b)より、APTD は、ギャップにストリーマ放電が発生しない放電であることを確認できます。大気圧空気中での APTD の発生は、誘電体表面に蓄積される電荷の量に関係していると考えています。そこで、半球棒電極と平板電極で構成される DBD 装置を開発し、誘電体表面に蓄積される電荷密度分布と放電モードとの関係を調べています。図 3 は、APTD を発生できないバリアや APTD を発生できるバリアを用いたときの表面電位分布を示しています。APTD を発生できるバリアでは、半球棒電極直下の電荷密度 ($[x, y]=[0, 0]$) が高くなっていることがわかってきました。

2.2 DBD 式オゾン発生装置の省エネルギー化

上下水道施設では、異臭味物質やトリハロメタン前駆物質の分解、脱臭、脱色、殺菌を目的に高濃度のオゾン発生装置が設置されています。オゾン発生装置には、大容量のオゾン生成に適した DBD が利用されています。DBD によるオゾン生成では、放電電力を大きくするとオゾン濃度が飽和する傾向を示す課題があり、高濃度のオゾンを高効率で生成する方法が求められています。このテーマでは、独自に開発した DBD 可視化装置、画像処理技術を併用して、DBD の発生様相を定量化し、高濃度のオゾン生成に相応しい放電状態を調べています[2]。図 4 は、平行平板型 DBD 装置を上から撮影したものです。ストリーマ放電と沿面放電による発光が星空のように観察されます。図 5 は、画像解析により放電写真からストリーマ

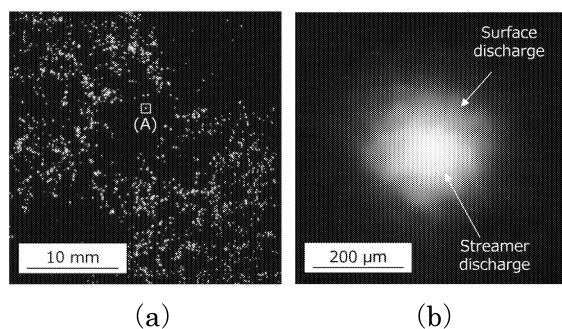


図4 上面から観察されたストリーマ放電：
(a) 全体，(b) A部の拡大。

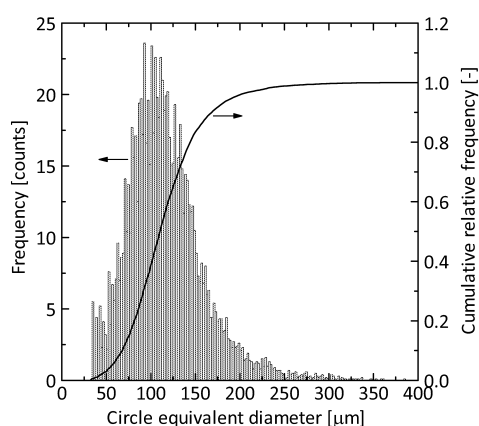


図5 ストリーマ放電の円相当直径分布の解析例。

放電の発光のみを抽出し，その円相当直径分布を調べたものです。

2.3 オゾンとパルス放電を併用した水処理

マイクロプラスチックによる海洋汚染が世界的な問題となっています。マイクロプラスチックには自然分解されず，残留性空気汚染物質（POPs: Persistent Organic Pollutants）を吸着する性質があります。POPsには難分解性有機物のダイオキシンが含まれており，塩素やオゾンといった物質では分解できない性質があります。このテーマでは，オゾン気泡を含む流水中でパルス放電を発生させることにより，OHラジカルを生成する手法を研究しています。図6は，ベンチュリ効果に



図6 オゾン気泡を含むパルス放電装置。

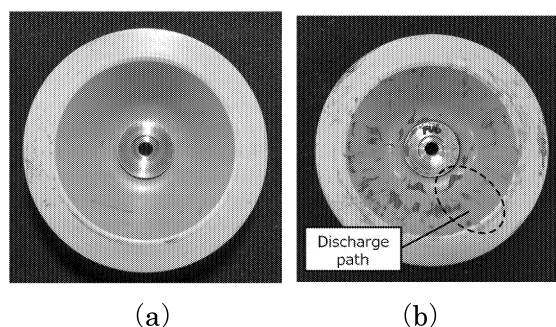


図7 ダストフィギュア法による絶縁スペーサ帯電特性の評価：(a) 絶縁破壊発生前，
(b) 絶縁破壊発生後。

より気泡を含む流水を生成し，その流水に対してパルス放電を照射できる装置です。ガス混合装置にオゾン発生装置を接続すれば，オゾンを流水中に混入することができます。気泡中のオゾンの有無やパルス放電の電力がインジコカルミン水溶液の脱色効果に及ぼす影響を調べています[3]。最近では，本学応用化学科の研究室と共同で，水中微生物の殺菌と水資源の再利用に関する研究も行っています[4]。

2.4 高電圧絶縁に関する研究

電力の安定供給に欠かせない電力流通機器の一つにガス絶縁開閉装置（GIS: Gas Insulated Switchgear）やガス絶縁線路（GIL: Gas Insulated Line）があります。小型化のため，これら装置の内部には高気圧の SF_6 が封入されています。 SF_6 には優れた高電圧絶縁・電流遮断性能がありますが，地球温暖化係数（GWP: Global Warming

Potential) が 25,200 と極めて高い課題があります。このテーマでは、インパルス電圧発生装置や交流高電圧発生装置を用いて、地球環境に優しい高電圧絶縁ガスの絶縁破壊特性、そのガス中に固体誘電体が存在するときの絶縁破壊特性などを調べています。図 7 は、ダストフィギュア法により絶縁スペーサの帯電様相を観察した例です。粒子が付着している部分は、プラスの帯電を表しています。粒子の付着状況から放電の進展様相を推定できます。

3. おわりに

大澤研究室では、放電・プラズマと高電圧絶縁をキーワードに、学生達と教員が一丸となって、持続可能な社会の発展に貢献できる技術を研究しています。大澤研究室のある金沢工業大学扇が丘キャンパスは、金沢駅からバスで約 30 分の位置にあります。研究室見学も大歓迎ですので、金

沢にお越しの際は、ご連絡いただければと思います。

参考文献

- [1] N. Osawa, Y. Yoshioka; IEEE Trans. Plasma Sci., Vol.40, No.1 (2012), pp.2-8.
- [2] 大澤直樹, 渡部佳月, 河井茂充, 松田伸太郎, 青木未知子, 田口正樹; 第 31 回日本オゾン協会年次大会講演論文集 (2022), pp.87-90.
- [3] S. Yamaguchi, T. Oyama, R. Nakano, N. Osawa, Y. Yoshioka; Int. J. Plasma Environ. Sci. Technol., Vol.14, No.2 (2020), 11pages.
- [4] D. Ueda, R. Miyata, R. Tsubota, N. Osawa, I. Tanida, S. Osawa, K. Nakata; IEEE Trans. Plasma Sci., (2022), in press.
- [5] 川崎翔太, 関戸大聖, 佐藤唯帆, 大澤直樹, 増井秀好, 岡本健次; 2022 年度電気・情報関係学会北陸支部連合大会 (2022), 1page

海外での研究開発事情

アメリカ合衆国 半導体産業で働く日々

Moses Lake Industries, Inc. 小寺 雅子

はじめに

最初に、プラズマ専門家ではない筆者が本原稿を執筆している点をご容赦下さい。元同僚などがきっと「おや？」と思っていることでしょう。前職ではプラズマ専門家チームがすぐ傍にいたので、旧知の知人が本稿に目を留めることもあろうかと思えます。

私自身は、東芝で CMP (Chemical Mechanical Planarization) や配線を中心に半導体デバイスのプロセス開発に永年携わった後、2018 年からアメリカにある Moses Lake Industries, Inc. (以下 MLI) で勤務中です。その経歴を紹介します。

半導体業界では、技術者が自分の専門性を生かして転職することは以前からよくありました。最近では海外への転職も選択肢に入ることです。読者の皆様の何かのご参考になれば幸いです。

アメリカで勤務することになった経緯

東芝には新卒から役職定年まで勤務していました。当初は半導体産業の黎明期で、若い技術者ばかりの職場で、一からの新技術開発に奮闘する日々でした。その後、半導体企業が徐々に成熟し、日本以外のアジアの国々が台頭するに伴い、「海外で働いてみたい」との思いが強くなりました。当時は子育て中でしたので、子供が高校を卒業した後に機会を得られればと思っていたところ、ちょうどそのタイミングで MLI 勤務のお話を頂き、これは運命だろう、と即決しました。

渡航準備と生活の立ち上げ

MLI には 2018 年 4 月に入社しましたが、最初の

1 カ月は渡航準備でした。まず日本で E2 ビザの申請をしました。書類を短期間で整えた後、アメリカ大使館で面接を受けなくてはなりません。英語の面接で厳しい質問もあると聞き、少々緊張していたのですが、当日の質問は「あなたの持っている学位と専門分野は？」のみ。すぐに許可が下り、とてもほっとしました。

また、ビザ申請前にワシントン州の MLI 本社に行き、アパートの下見をする等、生活環境を整備しました。この際には、MLI スタッフの Sara が手厚く支援をしてくれて、心強かったです。

実際にアメリカに引越して生活を始めたのは 2018 年 5 月中旬です。引越し後も、いくつか手続きが必要でした。例えば、社会保障番号 (SSN) 取得、運転免許取得などです。こちらの制度には全く不慣れでしたので、SSN 取得では再び Sara にお世話になりました。

運転免許取得は、幸いワシントン州では日本の運転免許があれば試験免除とのことで、シアトルの日本総領事館で必要書類を発行してもらった後、地元の管轄オフィスで真新しい免許証を発行してもらいました。免許証に目の色の記載欄があり、「アメリカだなあ」としみじみ実感しました。

Moses Lake の紹介

MLI はアメリカ合衆国西岸のワシントン州にあります。シアトルから内陸に約 180 マイル離れた Moses Lake という町にあり、シアトルから車で 3 時間弱です。道中、アメリカ西海岸に沿って連なるカスケード山脈を越えます。Moses Lake を越えて更に東に 100 マイル行くとロッキー山脈

があり、両山脈にはさまれた盆地に位置しているため、夏は40℃超、冬は-10~-20℃と寒暖差が激しい気候です。冬の峠越えでは、四輪駆動車以外はチェーンが必要な規則なので、マイカーは必然的に四駆を選びました。冬にはスパイクタイヤを履きます。

わが町は文字通りの Moses Lake という湖に沿った人口3万人弱の小さな町です。夏にはシアトル方面からも大勢の人が来てウォータースポーツを楽しみます。町では、モーターボートやRV（キャンピングカー）を持つ家も目立ちます。一方、町の中心部を一步出ると、農地や牧草地、果樹園となり、その他は乾燥した荒野が広がっています。

なお、会社のすぐ隣は、全長4.1kmの長い滑走路を備える飛行場です。2020年まで、三菱リージョナルジェット機開発のために、日本人関係者が大勢駐在していました。その前にはJALのパイロット訓練センターもあったそうです。そのためか、今での町のスーパーには主な日本食材が揃っています。人々もとてもフレンドリーで、すれ違う時には見知らぬ人も「Hi!」と挨拶してくれます。



写真1 Moses Lake の湖畔

MLI 会社紹介と自分の仕事

MLI は日本の化学会社が1984年に創設した子会社ですが、全従業員、約450人に占める日本人比率は2%以下で、経営や社風を見てもすっかりアメリカの会社です。

夏にはBBQパーティー、冬にはクリスマスパーティーが、会社主催で開催されます。ハロウィンの時期には、スタッフがハロウィンメイクをして会社で勤務していたりと、職場も一段と楽しい雰囲気に包まれます。

MLIの事業内容は半導体向け現像液、配線めっき液などの研究開発製造です。数年前からバッテリー向け材料も開始しました。

私自身は、配線めっき液の新規事業開発を中心に、R&Dアドバイザーやマーケティングを主な業務としています。日本でもR&Dと研究開発企画が主要業務でしたし、社内外のパートナーと連携して仕事を進めていたので、会社は違えど、非常に似た仕事を、少し違う立場から進めている、と感じています。

日本からアメリカに移って感じたこと

日本でもアメリカでも仕事の本質は同じなので、業務に関して大きな違いは感じなかったものの、いくつか非常に印象に残る違いがありました。まずアメリカの同僚たちは、いつも笑顔でフレンドリーです。その上、楽しそうに仕事をしていることが衝撃的でした。日本では厳しい顔をして仕事をする人が多いですよね？

また新たに何かを始めるのが非常に簡単と感じました。「今こういうニーズがあるので、これを開発すると良いと思う」と提案すると、高い確率で「OK、やろう」と迅速に始めてくれます。日本では始める前に多くの折衝が必要でした。

さらに、日本の大企業では幹部が決定した大方針が事前にあるのに対し、MLIでは自分がより高い視座を持って自ら判断して事業を進めていく必要があると感じました。幅広く学んで考えることは元々好きでしたし、違いを楽しむ性格なので、新環境への対応はしやすかったかもしれません。

アメリカの同僚たち

普段の仕事は、R&D チームと緊密に連携を取って進めています。R&D メンバーは学位を持っており、入社してほぼすぐに自ら主導して研究開発を進めます。メンバーの出身国は欧米、インド、ミャンマー、インドネシア、東アジアと様々です。ミャンマー出身の同僚は独裁軍事政権のために母国を離れたと聞きました。こういう事情を抱える人はこちらでは珍しくありません。通常は大学・大学院までにアメリカに来て、ポスドクなどを経て当社に入社するケースが多いようです。

当然、仕事のコミュニケーションは英語が殆どです。私も日本で、英文論文執筆や国際学会での講演は毎年経験していたものの、当初は同僚の早口の英語の聞き取りに苦労し、英文で要点を書き起こして後から確認したり、等の工夫が必要でした。今は「NHK 語学」アプリ等での独学や、徐々に増えた地元の友人との会話を通して、社会的な話題のディスカッションもできるようになりました。さまざまな背景を持つ人たちの新鮮な意見を聞けるのが楽しく、引き続き独習を続けています。

配線プロセス開発とめっき技術

転職当初は、最新の配線技術研究開発のキャッチアップも必要でした。日本での最後の数年間は、新規開発がなかったり等で、最前線から離れていました。主要国際学会に久々に足を運び、旧交を温めつつ、情報収集・交換にいそしみました。

昨今 LSI デバイス自体の微細化は限界に近づいていますが、近年新たにパッケージングプロセスの微細化・高集積化が進んでいます。以前はデバイス製造工程で使われていた配線技術が、パッケージングプロセスにも展開されつつあるのです。思い返せば、東芝入社直後はデバイス内部の多層配線が始まった時期で、私自身もその開発に取り組んでいました。現在パッケージングプロセスで

も多層配線化が進んでいることを、大変感慨深く受け止めています。自分の専門分野が再び少し違う(斜め上の)用途で必要とされていることに、運命の采配の妙を感じるほどです。

弊社も特色のある配線めっき液を開発しており、世界中のお客様と共同で先端プロセス開発を日々進めています。一般公開可能な技術情報は限られてしまうので、アカデミーのように数多くの論文を公表することは難しいのですが、R&D チームと共同でいくつか学会発表も行っています。

ワシントン州での生活

引越してしばらくは、毎週末のようにワシントン州内をドライブして回りました。地平線まで続く道路を独り占めしつつ、スケールの大きな大自然の景色からエネルギーをもらえます。

ワシントン州内には、ローカルなワイナリーやブリュワリーもたくさんあり、其々の特色あるワインやビールが楽しめます。ビールでは IPA (Indian Pale Ale) が特に多く作られており、お気に入り銘柄を発掘するのも一興です。

また長年続けているテニスを、仲間を集めてこちらでも再開しました。公園などのコートで無償で自由にプレーできます。



写真2 大谷翔平選手の46号ホームラン観戦
(2021年 シアトル・マリナーズ戦)

最近では Covid-19 時に中止されていた各種イベントも再開されたので、地元イベントへのボランティア参加などを通して、地元でのネットワークを広げるように努めています。

家族（夫と息子）はそれぞれ日本で仕事、学業があるため、私は単身生活です。単身向けアパートが約 80m² と広く、さすがアメリカです。ただ最近では家賃の値上がり激しいのが難点です。

一人暮らしなので、健康管理にはかなり気を遣っています。特に Covid-19 の間はひたすら Stay Home だったので、心身の健康維持のために様々な工夫をしました。一方、ヴァーチャルで家族の顔を見られる時代になったことに感謝したり、半導体業界もこの技術進化を支えていることにささやかな誇りを感じたりもしました。



写真3 マウントレーニア国立公園 息子と撮影

アメリカで経験する激動の世界

渡米後は、昨今の世界的事変を、こちらでしか味わえない切迫した雰囲気下で体験しています。米中経済戦争に起因する規制や政策は、仕事に大きな影響がありますが、動きのダイナミックさ、速さ、力強さには圧倒されるほどです。

2020 年のアフリカ系米国人の人権を訴える Black Lives Matter 運動の際には、地元の若者たちが団結した大規模なデモがありました。この町で見た中で、断然一番大きなデモです。若い力が頼もしく、手を振って応援をすると、大きな歓声

を返してくれました。

2021 年 1 月 6 日には、バイデン大統領の就任の際に、共和党の一部支持者がホワイトハウスを暴力的に占拠した事件がありました。民主主義国家の根幹を揺るがす衝撃的事件のライブ映像を、震撼しながら視聴していました。ウクライナでの戦争もですが、いろいろな意味で、アメリカの政策に世界情勢がかかっていると実感します。

国内政治や社会は不安定部分も多い米国ですが、その一方で世界の頭脳を集めて、ダイナミックに研究開発を進める力は健在と感じます。この国にやってくる人々は、自分の未来を切り開く己の力を信じているように思えます。その力を集めて、この国はまだ発展を続けているのかもしれない。

おわりに

私が海外で働きたいと真剣に思い始めた約 20 年前、「緒方貞子という生き方」という本が出版されていました。国連高等弁務官など世界の人権保護活動で数々の実績を挙げてこられた緒方さんですが、彼女が本格的に活躍を始めたのは子育てを終えてからと、書かれていたように記憶しています。当時子育て中だった私も、「この手があったか」と膝を打ちました。

また、リンダ・グラットン教授と、彼女の著書「ライフ・シフト」をご存知の方は多いのではないのでしょうか。従来の人生は「教育→仕事→引退」の 3 ステージですが、今は人生百年時代ですので、人々は一定年齢では引退せず、教育と仕事を行ったり来たりするマルチステージの人生を過ごすようになるとのこと。挑戦を続けたい私としては非常に勇気づけられる著書です。

アメリカの職場では年齢は無関係です。今後も自分を磨きつつ、若い同僚たちと切磋琢磨しながらも、彼らが必要とする知見は伝えながら、長く働き続けられればと思っています。

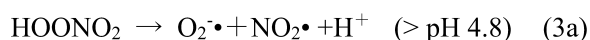
研究紹介

紫外吸収分光法を用いたプラズマ活性水の成分分析： 非線形最小二乗法を用いた RONS の濃度フィッティングプログラム

大阪市立大学 橋本 駿哉、大阪公立大学 呉 準席、白藤 立、
高知工科大学 八田 章光、名城大学 伊藤 昌文

1. はじめに

近年、低温大気圧プラズマを用いたバイオ、医療、農業分野への応用が盛んに行われている。その中で 2010 年頃井川聡氏らが紹介したプラズマ処理水（Plasma Treated Water : PTW）の研究は、ある特定の pH 以下（<pH4.8）でヒドロペルオキシラジカル（Hydroperoxyl, $\text{HOO}\cdot$ ）が形成されることで PTW に強烈な殺菌力を持たされることが報告された。[1] 以降、国内外の多くの研究者が PTW の研究に注目しはじめた。 $\text{HOO}\cdot$ の生成過程においてプラズマは重要な役割を果たしていることが分かった。具体的には、過酸化水素（ H_2O_2 ）、硝酸（ HNO_3 ）、亜硝酸（ HNO_2 ）が低 pH の環境に置かれたことである。一般的な化学反応場を利用する際には pH は固定されるため、プラズマが使われることが無ければ、下記の様な多段階の化学反応過程による $\text{HOO}\cdot$ の生成は発見されなかったと思われる。



2022 年現在は、プラズマを使わずに試薬から直接過硝酸（Peroxynitric acid, PNA, HOONO_2 ）を化学的に合成する方法が主に使われている。合成された PNA が置かれる pH を調整すれば同様な結果が得られる。

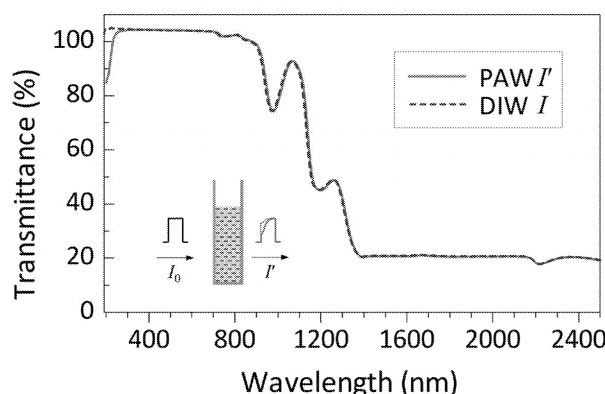


図 1 プラズマ活性水（PAW）の透過率

ここで紹介する私たちの研究は、PTW（以降プラズマ活性水、Plasma Activated Water : PAW）の研究初期の 2013 年頃にさかのぼる。私たちは、当時、吸収分光光度計を用いて図 1 に示すように深紫外領域に現れるブロードな吸収信号に注目した。高知工科大学では、安定な活性酸素窒素種として知られている H_2O_2 、硝酸イオン（ NO_3^- ）、亜硝酸イオン（ NO_2^- ）と気液界面の環境によって変動する溶存酸素（ O_2 ）の吸収スペクトルのデータベースを構築した。上記の 3 種類の活性種と O_2 のそれぞれの特徴的な波長（又は波長範囲）と吸収係数（Absorption coefficient）を 4×4 の逆行列で各濃度を算出した。[2,3] 当時、吸収分光のその場測定を伴う大量の測定結果を処理するために Excel のマクロを用いてまとめた算出方法を確立させた。[4-6]名城大学の「グリーンイノベーション研究拠点形成プロジェクト」と科研費「プラズマ処理水

中の活性種を定量的かつその場測定を行う為の真空紫外吸収分光法の開発」では従来の紫外吸収分光光度計の波長の 190 nm より短波長の 175 nm までの吸収信号に注目し、解析方法の正確性を向上させ研究が行われた。さらに PAW の農業応用に向けた研究活動も活発に行われ、NO_x の効率的な生成法の評価方法としても確立された。

従来の逆行列を用いた算出方法は、吸収スペクトルの一部の波長範囲を使っていたため、特定の波長範囲の吸光度の数値がデータに含まない場合、エラーが生じることがある。つまり分析を求めるためには、必ず波長範囲と測定間隔を合わせる必要があるため、計測は一か所でまとめて行う必要がある。しかし、PAW 研究における紫外吸収分光法が広く使われていることに伴い、測定条件が異なる吸収スペクトルの分析が必要となった。

近年人工知能などの研究でよく使われている Python はグラフィックを中心とした解析が可能であり、グラフ化できる程度の波長間隔や一部の範囲のデータのみでも十分算出することが可能である。つまり波長範囲や波長間隔が異なる測定結果の解析も可能であることから、分析方法として広く使われることに着目した。

2. 開発環境

2.1 非線形最小二乗法を用いたフィッティング

吸収スペクトルのフィッティングには非線形最小二乗法を用いている。具体的には Python のモジュールである Scipy の curve_fit を用いた。フィッティングを行うパラメータについては、先行研究で確立させた H₂O₂、NO₃⁻、NO₂⁻、O₂ に OH⁻と O₃ を加えた。図 2 はフィッティングプログラム (RONS Fitting) のスタートパネルを示す。計測した紫外吸収スペクトルの入力ボタン、合成成分の指定、O₂ Negative Fitting の選択が必要である。放電ガスとして希ガスが使われる際には、溶存酸素の

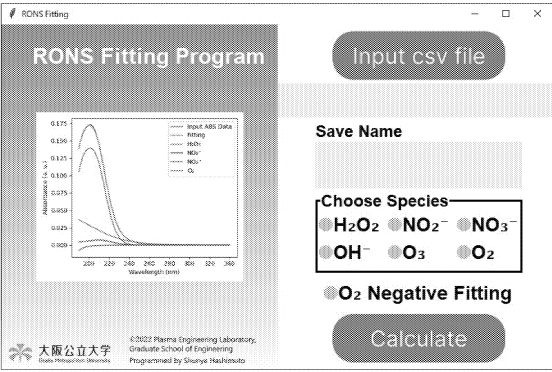


図 2 プログラム (RONS Fitting) のパネル

濃度が減少することが分かった。一方、アガロースゲルやゼラチンゲルで水面を囲んでいる実験系では溶存酸素の増加のみが確認された。このように実験系によって、溶存酸素の吸収スペクトルは負の値及び正の値のどちらでフィッティングを行うかを指定出来る様にしている。

また、図 2 の左側のフィッティングの結果から分かるように、低濃度範囲では長波長側では吸収の信号がほとんど得られないことも分かる。従って、長波長側の吸収に合わせてオフセットの除去を行う。これにより、誤った H₂O₂ の濃度算出を防止することが出来る。他に、波長区間の補間と波長区間補正が自動的に行われる。

2.2 PC 環境

フィッティングプログラムの作製時の PC 環境について表 1 にまとめる。

表 1 プログラム作製時の PC 環境

CPU	Intel(R)Core(TM)i5-7200U CPU@2.50GHz
RAM	8.00 GB
OS	Windows 10 Home Ver.21H1
Editor	Visual studio code Ver.1.73.1

2.3 Python 環境

Python バージョン: 3.10.4

Architecture: 64-bit

Anaconda バージョン: 4.12.0

以下アプリケーションで使ったパッケージのバージョンを示す。

altgraph:0.17.2

bzip2:1.0.8

ca-certificates:2022.3.29

cachetools:5.0.0

certifi:2020.6.20

charset-normalizer:2.1.1

cycler:0.11.0

fonttools:4.31.2

future:0.18.2

google-api-core:2.10.2

google-api-python-client:2.66.0

google-auth:2.14.1

google-auth-httpplib2:0.1.0

google-auth-oauthlib:0.7.1

googleapis-common-protos:1.57.0

httplib2:0.21.0

idna:3.4

kiwisolver:1.4.2

libffi:3.4.2

matplotlib:3.5.1

numpy:1.22.3

openssl:1.1.1n

packaging:21.3

pandas:1.4.2

pefile:2021.9.3

pillow:9.1.0

pip:21.2.4

protobuf:4.21.9

py2exe:0.11.1.0

pyasn1:0.4.8

pyasn1-modules:0.2.8

pyinstaller:4.10

pyinstaller-hooks-contrib:2022.3

pyparsing:3.0.7

python:3.10.4

python-dateutil:2.8.2

pytz:2022.1

pywin32-ctypes:0.2.0

requests:2.28.1

requests-oauthlib:1.3.1

rsa:4.9

scipy:1.8.0

setuptools:58.0.4

six:1.16.0

sqlite:3.38.2

tk:8.6.11

tzdata:2022a

vc:14.2

vs2015_runtime:14.27.29016

wheel:0.37.1

wincertstore:0.2

xz:5.2.5

zlib:1.2.11

3. アプリケーションの設計

3.1 アプリケーションの概要

RONs Fitting は、プラズマ活性水中の活性種濃度を推定するプログラムである。具体的には、吸収分光光度計を用いて 190 nm から 340 nm までの紫外範囲で測定したプラズマ活性水の吸収スペクトルに対して、各活性種の標準スペクトルデータの非線形最小二乗法を用いてフィッティングする方法である。ここでアプリケーションは RONs Fitting をクラウド (Google Drive) にある RONs Fitting を操作する Tool である。

3.3 使用上の注意

下記、RONS Fitting を用いて算出を行う際の注意事項を示す。

- Google Drive 上では指定されたフォルダの直下にスペクトルデータを直に入れる。サブフォルダは仕様上禁止となる。

- フィッティング条件の指定はファイル名末尾に特定の記法で行う。

(ア) ファイル名の後ろのハイフン‘-’以下でフィッティングの条件を指定する。(例: filename-011011-N.csv)

(イ) 設定は使用活性種（基本 3 種類）と溶存酸素のフィッティング条件である。

(ウ) 使用できる活性種は 6 種類で H_2O_2 、 NO_2^- 、 NO_3^- 、 OH^- 、 O_3 、 O_2 の順である。

(エ) 使用する活性種を 1、使用しない活性種を 0 で表記する。(例: H_2O_2 、 NO_3^- 、 OH^- の 3 種類の活性種の濃度を算出する場合は filename-101100-N.csv)

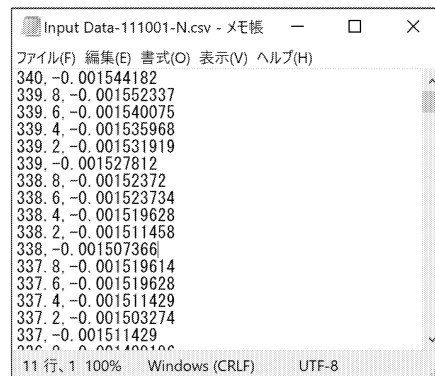
(オ) 溶存酸素の増減はプラズマの照射条件に依存する。ガスパージ下でプラズマ照射後、間も無い計測であれば、負（N）を大気雰囲気下でガス未使用の場合は、正（P）を指定する。

(カ) 負の値でフィッティングする際は N、正の値でフィッティングする場合は P をファイル名の最後に付ける。(例: filename-011011-N.csv, filename-001101-P.csv)

- フォルダ名、記法以外のファイル名にハイフン‘-’を使用しない。

- 入力するファイルはヘッダーを含めない。図 3 に示す入力ファイル例参照。

- 入力波長範囲は 190-340 nm を含んでいる物に限る。これより波長範囲が広い分には問題ない。波長間隔の指定は不要、参照データは 0.2 nm 刻みである。



340.	-0.001544182
339.8.	-0.001552337
339.6.	-0.001540075
339.4.	-0.001535968
339.2.	-0.001531919
339.	-0.001527812
338.8.	-0.00152372
338.6.	-0.001523734
338.4.	-0.001519628
338.2.	-0.001511458
338.	-0.001507366
337.8.	-0.001519614
337.6.	-0.001519628
337.4.	-0.001511429
337.2.	-0.001503274
337.	-0.001511429

図 3 入力ファイルの例

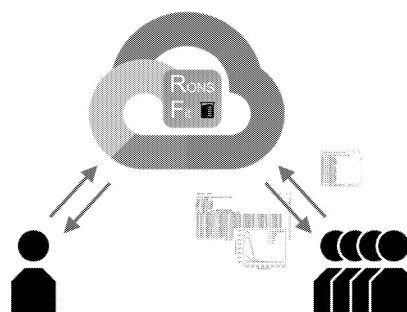


図 4 Google Drive を通じた PAW 分析の概略図

- フィッティング結果のファイルはアップロードしたファイルと同じフォルダ内に元のファイル名-fit.csv で生成される。

3.4 使用手順

- I. 図 4 は Google Drive を通じた PAW 分析の概略図を示す。4.2 使用上の注意を熟読し、ファイルの入れ方や記法を確認する。
- II. 管理者(omuplasma@gmail.com)に連絡をして Google Drive 上のデータを入れるフォルダ指定を受ける。
- III. 指定されたフォルダにスペクトルデータをアップロードする。(記法、入れ方に注意)この際インプットする csv データはヘッダーを含まない様に注意。

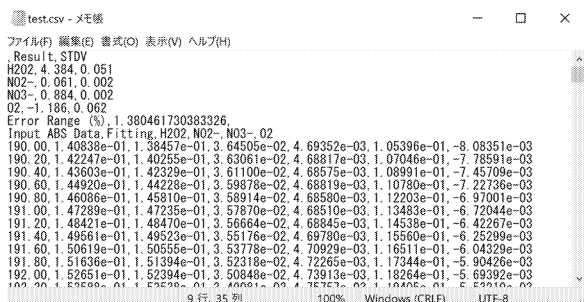


図5 管山さんからのメールのスクリーンショット

IV. フィッティング後のファイルは、管理者から完了の通知後にフォルダからダウンロード可能である。フィッティング後のファイルの中身は図5の5列目まで、3種類の活性種の濃度と溶存酸素の減少量、誤差範囲が表示される。6列目からは、各波長における計測データ、表示された活性種順のフィッティングスペクトルになる。全てのフィッティングの結果は図6に示す。

V. (任意)ダウンロードが完了したらファイルを削除する。

4. おわりに

本稿では、吸収分光光度計を用いたPAWの分析法に関する研究を紹介した。「逆行列法」と「非線形最小二乗法」によるPAWに含まれている活性酸素窒素種の算出方法を紹介した。両方、既知の濃度の各活性酸素窒素種の吸収スペクトルを基に、スペクトルを分離する方法で各活性種の濃度が算出された。「逆行列法」の分析では、測定する際の波長範囲や波長間隔に依存し、同様な測定条件が必要であった。Pythonを用いた「非線形最小二乗法」の場合は、最小限の測定範囲(190~340 nm)のスペクトルであれば、分析が可能であり、簡便により広く使われる可能性を示した。

本稿では、上記特性を生かして、クラウドを通じたPAW成分分析プログラムが共有できる環境を構築した研究を紹介した。

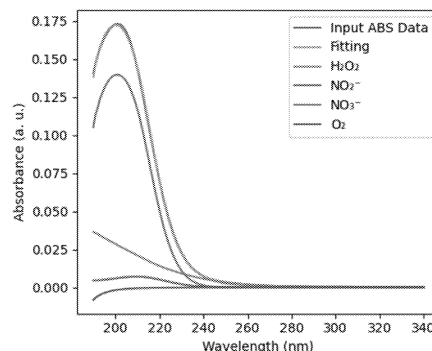


図6 フィッティングの結果

謝辞

本研究の一部は、文部科学省「私立大学戦略的研究基盤形成支援事業」と「科学研究費助成事業」の支援を受けた。

参考文献

- [1] S. Ikawa, K. Kitano, and S. Hamaguchi; Plasma Process. Polym. 14 (2010) 33-42.
- [2] 小川 広太郎、「紫外吸収分光法によるプラズマ処理水のその場分析」高知工科大学 システム工学群 学士論文 (2016).
- [3] J.-S. Oh, E. J. Szili, K. Ogawa, R. D. Short, M. Ito, H. Furuta, and A. Hatta; Jpn. J. Appl. Phys. 57 (2018) 0102B9.
- [4] J.-S. Oh, E. J. Szili, S. Ito, S.-H. Hong, N. Gaur, H. Furuta, R. D. Short, and A. Hatta; Plasma Medicine, 5 (2015) 125-143.
- [5] J.-S. Oh, E. J. Szili, N. Gaur, S.-H. Hong, H. Furuta, H. Kurita, A. Mizuno, A. Hatta, and R. D. Short; J. Phys. D: Appl. Phys. 49 (2016) 304005.
- [6] E. J. Szili, J.-S. Oh, H. Fukuhara, R. Bhatia, N. Gaur, C. K. Nguyen, S.-H. Hong, S. Ito, K. Ogawa, C. Kawada, T. Shuin, M. Tsuda, M. Furihata, A. Kurabayashi, H. Furuta, M. Ito, K. Inoue, A. Hatta, and R. D. Short; Plasma Sources Sci. Technol. 27 (2018) 014001.

国際会議報告

The 11th International Conference on Reactive Plasmas (ICRP-11) / The 75th Annual Gaseous Electronics Conference (GEC 2022)

東北大学 金子俊郎
ICRP-11/GEC 2022 現地組織委員長

第 11 回 International Conference on Reactive Plasmas (ICRP-11) と 第 75 回 Gaseous Electronics Conference (GEC) の合同会議が、2022 年 10 月 3 日～7 日の日程で、宮城県仙台市の仙台国際センターを会場として完全対面方式（オンラインでの参加は不可）で開催された。ICRP は応用物理学会プラズマエレクトロニクス分科会が主導する反応性プラズマの基礎と応用を扱う国際会議であり、一方で GEC は米国物理学会 (APS) の原子・分子過程および低温プラズマ分野の 75 回の歴史を持つ国際会議であり、ICRP と GEC はこれまでに 3 回合同会議 (ICRP/GEC) を行っている。これまでの ICRP/GEC はすべて日本国外での開催であったが、今回初めて ICRP/GEC が日本で開催されることになり、開催地として仙台が選ばれ、東北大学が現地組織委員会としてホスト役を務めさせていただいたので、その運営の部分も含めて報告したい。

今回の ICRP/GEC での発表者は、アブストラクト数で 596 件であり、GEC としては 2015 年のハワイでの ICRP との合同開催以降で最大の発表件数であった。その内訳は Plenary 講演（受賞記念講演）2 件、招待講演 82 件（ワークショップ含）、口頭発表 283 件、ポスター発表 227 件であった。参加者総数は 550 名で、その内で学生が 256 名であり、今回は非常に多くの学生が参加したことが特徴であった。また国別では、日本開催であったことから日本が最も多く 310 名で、次いで米国 85 名、韓国 38 名、ドイツ 28 名、インド 14 名、

フランス 13 名と続き、日本国外から 240 名の参加者であった。

今回の ICRP/GEC の開催に際して非常に苦労したことのひとつが、「新型コロナウイルス感染症に関する水際対策の強化」に伴う外国人の日本入国のための手続きであった。外国人全員が日本入国のために VISA が必要であり、その VISA 発給のために、日本国内に所在する受入責任者（ICRP/GEC 現地組織委員長）による入国者健康確認システム (ERFS) の証明書発行が求められ、200 人を超える外国人参加者とメールでやり取りを行った。外国人の皆様には、面倒な一連の手続きを行い、VISA を取得していただき、来日して ICRP/GEC に参加いただいたことに、感謝申し上げたい。

会議の内容についてであるが、例年同様に 1 日目はワークショップが開催された。今回は「Industrial plasma technologies」、「Plasma physics for space propulsion technologies」、「Functional surfaces in plasma elementary and process-applicable reactions」、「Catalytic effects in plasma-liquid interaction」の 4 テーマであり、初日から興味深い発表と活発な議論が展開された。

GEC では、Plenary 講演として「The Will Allis Prize 受賞記念講演」と「GEC Foundation Talk」を 1 年毎に交互に行っており、今年は The Will Allis Prize の年であり、慶応大学の真壁利明先生が受賞され、3 日目に “40 years with studies on



図1 Reactive Plasma Award 受賞記念講演の様子.

radiofrequency plasma and related transport theory”と題して受賞記念講演が行われた。

また、ICRPにおいては、前回のICRP-10から「Reactive Plasma Award 受賞記念講演」を行っており、今回のICRP-11では名古屋大学の堀勝先生が Reactive Plasma Award を受賞され、同じく3日目に“Evolution of reactive plasma processes by radical control”と題して受賞記念講演が行われた(図1)。

一般講演のトピックとしては、低圧プラズマ、大気圧プラズマ、磁化プラズマ、高密度プラズマ、液中・気液界面プラズマなどの基礎的な内容から、半導体プラズマプロセス、ナノマテリアル合成、バイオ医療応用、推進器応用まで多岐にわたる講演が多数あり、さらに計測、モデリング・シミュレーション、衝突プロセスに関するセッションもそれぞれ複数開催され、非常に幅広いプラズマ関連分野をカバーしている国際会議であるといえる。具体的なプログラムやアブストラクトは、GEC2022のウェブサイトを参照していただきたい。<https://meetings.aps.org/Meeting/GEC22/>

GECでは、学生 Award として、口頭発表者を対象とした The GEC Student Award for Excellence とポスター発表者を対象とした The GEC Student Poster Prize を授与している。今回の Student Excellence Award の受賞者は、Tobias

Gergs (Ruhr University Bochum, Germany) で、Student Poster Award の受賞者は、Bin Ahn (KAIST, Korea), Shouki Takeshi (Tohoku University, Japan), Yuya Yamashita (Tokyo Institute of Technology, Japan), Arisa Bodnar (Ruhr University Bochum, Germany) の4名であった。今回は Poster Award で2名の日本人が受賞したが、例年、日本人の受賞者が少ない状況であるので、次回以降も是非多くの学生の皆様に応募していただきたい。

その他のイベントとして、2日目に Women in Science, 4日目に Student Networking を開催した。Women in Science は、今年は東北大学男女共同参画推進センター (TUMUG) との共催で、プラズマ科学分野で活躍されている女性研究者からの発表とパネルディスカッションを行った。Student Networking は、例年の学生だけのランチミーティングとは異なり、ICRP/GECに参加しているシニア研究者にも参加していただき、シニア研究者と昼食を取りながら会話できる機会を設けた。このようなネットワークづくりのイベントは、若手研究者、女性研究者育成の観点からも重要であるといえよう。

さらに4日目には、対面での Banquet を実施した(図2)。コロナ禍での飲食イベントであったため、感染防止の観点から Banquet 参加者全員に



図2 Banquet の様子.

抗原検査の実施を義務付けて、会場入口で陰性を確認して入場していただくことで、会場内ではマスクを外しての飲食を可能とした。結果として新型コロナウイルス感染者の報告はなく、コロナ禍での懇親会の実施方法の一つとして今後の参考になるのではないかと考えている。

来年の GEC 2023 は、米国ミシガン州アナーバー（Ann Arbor）において、ミシガン大学がホスト役で 2023 年 10 月 9 日～13 日の日程で開催予定である。来年の GEC にも是非多くの皆様に参加していただきたい。

最後に、全体集合写真を図 3 に示しつつ、ICRP-11 International Organizing Committee Members, GEC 2022 Executive Committee Members, GEC2022/ICRP-11 Local Organizing Committee Members, APS Staffs, プラズマエレクトロニクス分科会幹事の皆様、株式会社センキョウの皆様、そして全ての参加者の皆様に、感謝の意を表して、ICRP-11/GEC 2022 の会議報告としたい。



図 3 全体集合写真.

43rd International Symposium on Dry Process (DPS2022)

第 43 回ドライシンポジウム国際会議

株式会社アルバック 森川 泰宏
(DPS2022 プログラム委員長)

1. はじめに

今回で 43 回目を迎える国際会議ドライプロセスシンポジウム(DPS2022)が日本時間の 11 月 24、25 日の 2 日間、対面とオンラインの Hybrid 形式で開催された(会場は大阪国際会議場)。本会議は、ドライエッチングやプラズマ成膜をはじめとする、ほぼ全てのドライプロセス技術を網羅する国際会議として、40 年以上にわたり、基礎研究から応用に至るまで最先端の研究成果について、幅広く議論するための機会を提供してきた。この間のドライプロセス技術の発展は目覚ましく、応用分野もエレクトロニクスのみならず、材料・環境・衛生・医療・農業など、あらゆる産業分野に裾野を広げている。

昨年度に続き、多くの学会と同様 COVID-19 の影響を受け、DPS 史上初の Hybrid 開催を決定。多くの方々のご協力とご尽力を頂いたことに対し、この場を借りてお礼を申し上げたい。

本会議では Keynote lecture 含めて招待講演が 9 件、口頭講演が 20 件、ポスター講演が 53 件発表された。また、ドライプロセスの進展に対し多大なる貢献をされた業績より、Sungkyunkwan 大学の Geun-Young Yeom 教授に西澤賞が贈られ、その受賞記念講演も行われた。今年から DPS の継続的な活動を通じて、学術・技術面で優れた成果をあげ、人材育成等で顕著な貢献をされた個人・団体を表彰する功績賞を設立。名古屋大学(元 ULVAC)の林教授が受賞された。

今回、初の Hybrid での運営は、大きなトラブ

ルもなく執り行うことが出来たが、懇親会交流が出来なかったことには、やはり寂しさを否めない。一方、ポスターセッションに関してはフルオンライン運用とし、ショートプレゼン等を事前公開した。この点に関しては去年と同様に概要を前もって把握できたことで参加者の理解や質疑の活性化の等には大変有用であったと思われる。

2. 発表の概要

本年は、Heterogeneous integration to lead the new era of Moore's law をテーマに Keynote lecture を開設。アレンジセッションとして、

1. Challenges to limits for high aspect ratio etching (以下 HAR Etch と略)

2. Novel control of surface reaction in atomic layer processes (ALE / ALD / Area selective ALD) (以下 ALE/ALD と略)

3. 3D-IC packaging for energy-saving and high-density interconnection

の 3 つのテーマが設定された。

アレンジセッション 1 では 2 件の招待講演と 4 件の口頭発表が行われた。招待講演では、Wigner Research Center for Physics の Zoltan Donko 氏から、容量結合型高周波放電における荷電粒子ダイナミクスについて。Lam Research Corporation の Meihua Shen 氏からはメモリデバイス向け高アスペクト比パターンエッチング形成の課題についてそれぞれ報告された。口頭発表含めシミュレーションや成膜、そして pulse 制御

等に関する講演が行われ、本年度も引き続きこの分野への関心は非常に高かった。アレンジセッション 2 では 2 件の招待講演と 4 件の口頭発表が行われた。招待講演からは、Stanford 大の Stacey F. Bent 氏から Area-selective ALD の先端デバイス応用について、Tokyo Electron America の Shyam Sridhar 氏からは、ALE のためのプロセスウィンドウの拡張について報告された。本セッションではデバイスの微細化や高精度化、ダメージ低減といった要請にとどまらず、EUV マスクや高アスペクト比向けパターン形成への応用等、リソグラフィ工程からの要請なども加わり、これら ALE、ALD・Area-selective-ALD テーマは改めて注目を浴びている。アレンジセッション 3 は、実装・後工程が前工程と技術融合するトレンドの中、DPS 初の後工程実装関連を取り上げた。1 件目は tsmc の Kathy Yan 氏から、High performance computing 向けアドバンスドパッケージングの全体挑戦について、2 件目は Applied Materials, Inc. の Clinton Goh 氏から、次世代パッケージングの微細化に向けたプラズマ処理技術について報告された。3 件目は TEL Technology Center America の Sitaram Arkalgud 氏から、Hybrid 接合技術について報告された。

去年に続き、口頭発表及びポスター発表含め、機械学習や AI と繋ぐ、発光分光やプローブ、或いは RF センサーを用いたプラズマ診断に関して複数報告がなされたことも注目される。その他、大気圧プラズマによる表面改質、材料合成、食品管理、医療など、多くの応用分野にまたがる報告が見られた。中でも、徳島大から大気圧プラズマを玉ねぎに照射することで根元に存在するカリウムを食べやすい中心部まで移動する現象を発見した報告、或いは佐世保高専から、水素自動車向け

水素配管の耐腐食対策としてプラズマを使った NiO コーティング技術の報告等は、正に地球が抱える課題と持続可能な社会づくりに貢献する内容であり、継続的な投稿を期待したい。本年もエッチングのみならず ALD、CVD、PVD 等の成膜技術についても、数多くの報告があり、様々な膜腫・方式について報告とディスカッションがなされた。

3. さいごに

今回の DPS は去年の初のオンラインに続き、初の Hybrid での開催であったが、参加者は 261 名(オンサイト 125 名、オンライン 136 名)と、前回開催とほぼ同じ参加者数を得る事ができ、活発な討議も行われ、盛況の中無事に終了することが出来た。ご協力いただいた各委員の方々や団体のみならず、発表者・参加者の方々にも改めて御礼を申し上げたい。

来年の DPS2023 は、2023 年 11 月 21, 22 日に「ウインクあいち(Winc Aichi)」での開催を予定しているが開催形式は現在検討中である。最先端の技術動向を得られるだけでなく、人的ネットワークを広げる機会でもある。ぜひとも前向きに参加をお願いしたい。

なお、本会議の冒頭、今年 7 月に逝去された、堀池靖浩先生の追悼が行われた。堀池先生は、DPS 発起人の一人であり、ドライプロセス全般に広く関わり、多くの先導的研究が行われ、多大な業績を残されている。それらの業績をたたえて第一回の DPS 西澤賞を贈られている。個人的には大学の恩師でもある。この様に大学をはじめとする研究機関において、数多くの人材育成にも携わり、半導体分野、バイオ・ナノエレクトロニクス分野等への貢献は計り知れない。心より哀悼の意を表したい。

国内会議報告

第16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 伊藤 昌文 室蘭工業大学 高橋 一弘

第16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を2022年9月11日(日)、12日(月)の日程で開催しました。4月当初には、従来通りのオンサイトでの実施を計画していたものの、6月以降の新型コロナ感染症の急拡大への対応として、急遽7月の担当者会議にてZOOMによるオンライン開催に変更し、実施となりました。

本企画は、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)を対象として、プラズマの理解を深めて頂くための講習会です。本年度の参加者は55名(うち企業からの参加者6名)でした。

プラズマの基礎から応用を網羅する各分野のプラズマエレクトロニクス研究の最前線について、4名の講師陣による専門講座に加え、小川大輔先生による英語講座、畠山力三先生による特別講座を開講しました。また、初日夕刻には、参加者によるショートプレゼンテーションを実施した後、4部制の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基づき、最優秀賞1名、優秀賞4名、研究奨励賞4名を選出しました。さらに、ポスターセッション後にフリーディスカッションタイムを設け、短い時間ながら、一部の参加者に継続してご議論頂きました。

ポスター賞受賞者【敬称略】

最優秀賞：及川和起(東北大学)

優秀賞：山本ヒロミアルウィ(名城大学)

瀧本壽来生(株式会社日立ハイテク)

浅見綾香(株式会社サクラクレパス)

加藤閣人(名古屋大学)

研究奨励賞：森康雅(名城大学)

紅林佑弥(名古屋大学)

大場優人(東北大学)

戸島華蓮(苫小牧工業高等専門学校)

講座内容【敬称略】

＜専門講座＞

「プラズマ診断・計測」

竹田圭吾(名城大学)

「プラズマ生成・制御」

鈴木陽香(名古屋大学)

「プラズマエッチング」

栗原一彰(キオクシア株式会社)

「プラズマ成膜」

布村正太(産業技術総合研究所)

＜英語講座＞

「プラズマ研究者のための英語講座」

小川大輔(中部大学)

＜特別講座＞

「次元融合プラズマナノ材料・デバイス科学」

畠山 力三(東北大学)

担当幹事【敬称略】

校長：伊藤昌文(名城大学)

幹事：高橋一弘(室蘭工業大学)

奥山由(苫小牧工業高専)

古里友宏(長崎大学)

会田倫崇(東京エレクトロンテクノロジーソリューションズ株式会社)

大澤直樹(金沢工業大学)

川口悟(室蘭工業大学)

吉木宏之(鶴岡工業高等専門学校)

第 83 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主催シンポジウム
「細胞運命を制御する応用物理：
プラズマ・バイオ研究の融合による革新」開催報告

名城大学 熊谷慎也

細胞は外部からの刺激に応じて応答する。古くから、科学者は、刺激を与えて細胞運命を導き、人にとって有用な細胞を創り出してきた。例えば、人工多能性幹細胞（iPS 細胞）は、その最たる例と言えよう。このようなライフサイエンス研究の潮流に対して、プラズマ科学研究を融合させ、物質の第 4 の状態であるプラズマを細胞に与える刺激として活用し、細胞増殖の促進や腫瘍細胞の選択的死滅などの実現が報告されてきている。細胞運命を左右する刺激の本質は何か、細胞運命の革新的な制御技術の動向に何があるのか、シンポジウムを企画し、プラズマ科学に加えて、ライフサイエンス、ナノバイオテクノロジー、バイオ MEMS、機械工学等の分野の研究者を招いて、多様な観点のテーマについて、三つのセッション「細胞運命制御の最先端」と「細胞運命を左右する刺激作用は何か？」、さらに「細胞運命を制御する革新的技術」において議論を深めた。

最初のセッションは、「細胞運命制御の最先端」に焦点をあてており、Gladstone Institutes/京大 iPS 細胞研究所の友田紀一郎博士より、「多能性幹細胞の運命制御」について、iPS 細胞研究の最先端を応用物理学研究者にも分かりやすく、講演頂いた。続いて、愛媛大の神野雅文教授より、「プラズマ複合刺激により惹起された細胞の自発的膜動輸送による遺伝子・分子導入」について講演があ

った。シンポジウムには様々な分野からの研究者が聴講しており、プラズマを用いた遺伝子導入の革新性は大きなインパクトとなった。名古屋大環境医学研究所の荻智男教授より、「ゲノム安定維持機構の分子メカニズムとその破綻により発症する疾患の病態解明」について講演があった。外界からの作用によって起こる DNA の損傷やその修復過程について発表された。今後、プラズマバイオ分野においても詳細に議論していくべき課題が示された。

二番目のセッションは、「細胞運命を左右する刺激作用は何か？」に焦点をあてており、名古屋大の田中宏昌教授による「プラズマ活性溶液による細胞運命の制御」から始まった。田中教授はプラズマ活性溶液の持つ化学的な特徴に着目し、腫瘍細胞の選択的な死滅など革新的な成果を報告してきている。続いて、弘前大の星野隆行准教授より、「電子線励起バーチャル電極ディスプレイを用いた生細胞への電気刺激と生体計測制御」について講演があった。星野准教授は、細胞をシリコン窒化膜上で培養し、そのシリコン窒化膜の背面から電子ビームを照射して、通り抜けてくる電子を細胞に直接当てるといふ、オリジナルな研究手法で、細胞運命の制御を研究している。このような直接的な手法で細胞に電氣的刺激を及ぼす研究事例は、多くのシンポジウム参加者にとって新鮮であった。

北海道大の大橋俊朗教授より、「力学環境に対する細胞の形態的・機能的応答とそのメカニズム」について講演があった。大橋教授は日本機械学会で主に活躍されており、細胞の力学的応答について長くご研究されている。本講演では、血管内皮細胞が血流による力学的刺激に対してどのように変化するのか、について詳細な説明がなされた。

三番目のセッションは、「細胞運命を制御する革新的技術」に焦点をあてており、産総研の清水鉄司博士より「低温大気圧プラズマ照射による細胞運命の制御—創傷処置の臨床試験から」から始まった。清水博士はプラズマ医療の草創期から活躍している研究者であり、低温大気圧プラズマを生体に照射した際に起こる細胞死（ネクロシス、アポトーシス）や細胞増殖に関して、プラズマの照射強度の観点から説明がなされた。続いて、早稲田大の三宅丈雄教授より、「細胞用ナノ注射器の開発と医療応用」について講演があった。微細加工技術を駆使して、金属製のナノチューブを作製し、これをナノ注射器として細胞内部に様々な化学物質を直接導入する手法が紹介された。これまで細胞内に直接送り届けることが難しかったタンパク質や抗体を効果的に届ける技術として期待される。

この最後のセッションでは、これまでの8件の招待講演に加えて2件の一般講演もあり、成蹊大の村上朝之教授より「プラズマ活性種による細胞運命決定の数理モデリング」、大阪医科薬科大の小

林未明助教より「プラズマ刺激によるヒトiPS細胞の分化制御」について、それぞれ講演があった。

口頭セッションに引き続き、パネルディスカッションが開催された。ディスカッションのテーマは「細胞運命を制御するメカニズム」であった。招待講演者をパネラーとして、各パネラーの研究の視点から意見が交わされた。

以上、シンポジウムは9月21日13時15分より開始予定であったが、zoom接続の機器トラブルのため、約20分遅れての開始となった。進行の遅れがあったが、最後まで会場で聴講していただいた参加者、オンラインで最後まで聴講していただいた参加者に、この場をお借りして感謝を申し上げます。

なお、本シンポジウムの後に行ったアンケートでは、「細胞に関して広く学ぶ機会として大変貴重であった」、「学生にも聴講させたかった」、「録画配信でもう一度みることはできないか」、といった声が寄せられた。企画した世話人としては大変ありがたく、今後何らかの機会に、より発展させた内容でシンポジウムを開催できたらと思う。

「細胞運命を制御する応用物理」の今後の発展にご期待頂きたい。

本シンポジウムの開催にあたり、多大なご協力をいただいた、名古屋大 石川健治教授、豊橋技科大 栗田弘史准教授に感謝いたします。

国内会議報告

第 83 回応用物理学会秋季学術講演会分科内招待講演 開催報告

名古屋大学 石川健治

第 83 回応用物理学会秋季学術講演会は東北大学川内北キャンパス（仙台市）にて、オンライン参加も可能なハイブリッド形式で 2022 年 9 月 20 日より 23 日の間に開催された。2020 年春のコロナ禍による中止から期間を空け、久々に 2022 年春季大会よりハイブリッド形式での開催となっている。まだまであった前回から、今回、会場にも 50 名近くの参加者が集い、活発な議論の場となったことは喜ばしいことであった。

さて、春先から始めた準備を振り返ると、そもそも今回の企画は、特に経験豊富な大学教員をはじめ、企業や国研の研究者を他分野からも招待して、主に若手研究者に向けて示唆に富んだ話しをしていただく趣旨に則って、中分類プログラム編集委員から候補者の推薦を受けたところに遡る。候補者の中から、幹事らの活発な議論をし尽くした結果によって 3 名が選出された。お忙しい中、招待講師には快く講演をお引き受けいただき、本当に感謝している。

初日(20 日)には韓国釜山国立大学の Hae June Lee 先生より“Analysis of two-dimensional RF sheath dynamics in capacitively coupled Ar plasmas using a high-performance particle-in-cell simulation”と題して、二周波重畳 300mm レベルの平行平板容量結合性プラズマのシース構造と荷電粒子の装置内ダイナミクスの粒子法（パーティクル・イン・セル法）の計算結果について講演をいただいた [1,2]。粒子法で 2 次元をシースに着目して装置サイズを計算することは、未だ計算コストが高いため、アルゴリズムやハードウェアなどで計算能力を押し上げる手法の進展につい

て説明された。特に、半導体製造では高アスペクト比構造のエッチング加工が求められており、ウェハの隅々にわたり、シースを介したイオンの表面入射の挙動について詳細な解析が要求されている。本講演では、計算科学アプローチからのプラズマとイオンのシース輸送の相互関係に関する理解の進展が見てとれた。

二日目(21 日)には東京エレクトロン株式会社の 瀬川 澄江 氏より「持続可能な社会を実現するプラズマプロセスの課題と展望」と題して、半導体製造におけるドライエッチング装置の重要性が力説された。特に、半導体装置の産業への役割を経営的な側面も加えて説明された。誰しも半導体の恩恵を受けずにはいられないほど、90 年代のインターネットの普及、その後のパーソナルコンピュータ (PC)、スマートフォンにはめざましいものがあった。それも、近い将来には、ますますオンライン化が進み、ロボットやスマート化、自動運転といった高速通信を介してデータセンターとの連携によりデータ中心(セントリック)の社会構造の形成に移行している。そのため、今後の推移には指数関数的な変化が予測され、サーバーと半導体製造など、その電力消費の増大が加速的で無視できない課題として挙がっている。国際機関 (SEMI S23 文書など) が半導体製造におけるエネルギー消費の試算方法を提示し、そのガイドラインに従えば、一般的な半導体工場の CO₂ 排出量の換算では、全体の電力消費のうち、ドライエッチング装置を使うプロセスが約半分 (55%) を占めているという。抜本的な解決策を探る上で、本学会ならびに本分科会の会員の知恵が工学とし

て活かされること期待されている。その前に、電力消費を低減する対策には、プラズマ生成のために使用する高周波電源をスイッチング化（D 級動作）し、SiC や GaN など材料のデバイスを使った高効率化が検討される例が紹介された。加えて、将来に向けて抜本的にプロセスレシピの見直しや環境負荷も少なく、より効果的にエッチングできるガスの使用など、科学的な知見を基盤としながらも環境とエネルギーの側面で付加価値の高い工学的な新しいプラズマ装置とプロセスの創出に向けた取り組みが切望されている。

三日目（22 日）には Antwerp 大学の Annemie Bogaerts 先生より “Towards a sustainable future: Plasma-based CO₂, CH₄ and N₂ conversion into value-added compounds or renewable fuels” と題して、プラズマを使った CO₂ ガスから CO に分解、CO₂ と CH₄ の混合ガスから CO と H₂、CH₃OH の生成（リフォーミング）、CO₂ と H₂ の混合ガスから CH₄ や CH₃OH の生成（メタネーション）、N₂ と H₂ の混合ガスから NH₃ の生成（窒素固定）など、触媒の表面反応では、プラズマによって予め振動状態などで励起された活性種の反応によって、系の温度を高めることなく反応を進行させられることがわかってきた [3]。この効果を非平衡化学反応などと呼んだりする。Antwerp のグループでは、このプラズマ中の気相化学反応による活性種の生成と輸送、その活性種毎の触媒表面での反応素過程を密度汎関数（DFT）計算で解析するなど、プラズマと触媒表面の相互作用についての理解を進めている。講演時の議論では触れきれなかったが、プラズマ触媒の利点は次のような理由にあるのかもしれない。アンモニア合成ではハーバー・ボッシュ（HB）法が永年使われ、今でもプラズマ触媒の出番はないと思われている。しかしながら、HB 法では触媒焼成をして、化石燃料に頼った多大な熱エネルギー

を反応炉に投入し、その大規模化によってメリットを得ている。ところが、このような方式に問題がないともいえなくもない。俯瞰すれば、大規模に集中生産し、利用場所まで運ばれて、後先のことも考えずに環境を破壊しながら大量に消費しているにすぎない。この経済活動を是としている。一方で、例えば、再生可能なエネルギーからプラズマを生成して、エネルギーの輸送媒体としてのメタンやアンモニアといった水素化物の形態への物質転換、農業での窒素肥料の確保といったことは、地産地消（物質を必要とし、消費される地において生産）を進め、物質の循環をエネルギーと環境の観点から、その循環が溢れることなく進められる。すなわち、未来型の循環経済、サーキュラーエコノミーを構築する基幹の技術としてプラズマが位置づけられる。社会の改革を伴うのかもしれないが、21 世紀型の世界経済においてプラズマ技術の出番も期待されることだろう。

今回を通して、地球規模の課題の解決や社会的な改革を伴う、将来技術への新たな取り組みが、分科会に属するプラズマ科学の研究者でも議論が活発化しており、研究の成果が生み出される環境が醸成されていると言えるに違いない。

謝辞 本企画に関して、伊藤副幹事長をはじめ、深沢正永幹事、古閑一憲幹事と Pankaj Attri 博士には準備や実行において特に多大な貢献をいただいた。この場を借りて感謝の意を表す。

参考文献

- [1] K. Ishikawa, *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. 56, 06HA02 (2017).
- [2] M. Kambara, *et al.*, *ibid.* (2023) in press. DOI: 10.35848/1347-4065/ac9189
- [3] A. Bogaerts, *et al.*, J. Phys. D: Appl. Phys. 53, 443001 (2020).

国内会議報告

2022 年度プラズマエレクトロニクス講習会開催報告

ソニーセミコンダクタソリューションズ(株) 深沢 正永

第 33 回プラズマエレクトロニクス講習会が 2022 年 11 月 18 日にウェビナー会議という形で開催されました。副題は、昨年に引き続きプラズマプロセスの基礎と先端応用技術としました。今回、ウェビナー開催であった事から、これまで恒例となっていた懇親会は開催しませんでした。その代わりに Q&A の時間をいつも以上に長く確保して議論する時間を設けましたが、毎年、講習会の内容をアップデートできるように幹事で議論していきたいと考えています。

今回の講義内容は以下の 5 件です。講師の先生方には丁寧な資料作りと講義を提供して下さい感謝いたします。

『プロセス技術者のためのプラズマの基礎』

ソニーセミコンダクタソリューションズ 辰巳 哲也 先生

『分光学的方法によるプラズマ計測：ラジカルおよび振動励起状態』

北海道大学 佐々木 浩一 先生

『プラズマの粒子計測の基礎とチャージング・粒子角度分布計測への応用展開』

名古屋大学 豊田 浩孝 先生

『絶縁膜エッチング（高アスペクトホールエッチング）の基礎と最前線』

キオクシア 大村 光広 先生

『プラズマ化学気相堆積法の基礎と最前線』

九州大学 古閑 一憲 先生

昨年は、6 件の講義がありましたが、今回は 5 件に絞って各テーマでじっくり議論する方針としましたが、5 件が講習会に最適な件数と感じました。

次にアンケートの結果を含めて講習会の詳細状況をお知らせします。講師の先生 5 名と、参加者 75 名の計 80 名の参加者があり、非常に盛況であったと思います。その内訳ですが、今回は約 2 割が学生で、企業からはデバイスメーカーと装置／材料メーカーで約 7 割、大学（学生以外）や国研が 1 割を占めました。

満足度を 5 点満点で評価すると開催時期に関しては 4.13、参加の有意義度は 4.52、分かりやすさは 4.00、基礎と応用の分量は 4.22 との評価を得ました。今後の開催形態に関しては 9 割近い方がオンラインでの開催を希望されていました。昨年に続きオンラインでの希望が多いことから、今後もオンラインによる開催を検討していく必要があると思われます。一方で、アンケートでは、先生方との直接の会話や議論についての要望もあり、懇親会も含めたオンサイトでの開催可能性についても、継続的に議論していく予定です。

講義内容については平均的にどの講義も高評価でしたが、その中でも、『プロセス技術者のためのプラズマの基礎』と『絶縁膜エッチング（高アスペクトホールエッチング）の基礎と最前線』の 2 つの報告は好評でした。プラズマの基礎講座は視覚的に内容が理解しやすい構成になっており、8 割程度の参加者から高評価を得ました。又、高アスペクト比のドライエッチング技術は産業界でも最重要の技術課題の一つとなっており、それを基礎から包括的にまとめた講演だった事が高評価に繋がったと思います。原理原則に基づく理解や実践的な技術を提供する専門講習会としての役割を十分果たせたと感じています。

今後に取り扱って欲しいテーマもいくつか挙げられましたが、PVDに関する報告を求める声がありました。又、今回、絶縁膜の高アスペクト比加工にフォーカスしましたが、その他の最先端のドライエッチング課題や最新の装置の講義に関する要望もあり、これらは今後のテーマ選定に役立てたいと考えています

プラエレ分科会活動費獲得において専門講習会としての重要な任務である会計に関しましては昨年と同等以上の利益を上げることが出来ました。特に広告費の貢献が重要ということですので、掲載企業の探索と依頼を今後も続ける必要があります。

最後に開催準備に多大なる貢献をしてくださった分科会幹事の高橋和生氏（京都工芸繊維大学）、会田倫崇氏（東京エレクトロンテクノロジーソリューションズ）、石川健治氏（名古屋大学）、川島淳志氏（ソニーセミコンダクタソリューションズ）、末次大輔氏（パナソニックインダストリー）、辻享志氏（産業技術総合研究所）、中塚滋氏（ウェスタンデジタル）、橋本惇一氏（キオクシア）、三浦勝哉氏（日立製作所）、弓削政郎氏（三菱電機）の皆様に感謝いたします。

行事案内

2023 年 第 70 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

名城大学 伊藤 昌文

■ はじめに

2023 年 3 月 15 日（水）～18 日（土）に常置大学四谷キャンパス（東京都千代田区紀尾井町）とオンラインのハイブリッドで第 70 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開催いたします。今回は、ラムリサーチ合同会社の大場富仁氏より、半導体装置メーカーによる最新技術の動向に関して半導体製造用プラズマプロセス装置の基礎から最新の動向についてご講義して戴きます。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致します。

日程：3 月 15 日（水）9:00～12:10（予定）

会場：未定

講師：大場富仁氏（ラムリサーチ合同会社）

講演題目：「(仮) 半導体装置メーカーによる最新技術の動向」

■（第 2 日&第 4 日目）分科内招待講演

今回の PE 分科会企画の分科内招待講演は 2 件企画いたしました。1 件目は PE 分科会幹事長、新学術領域研究「プラズマ医療科学の創成」の研究代表者としても PE 分科会の発展に大きな寄与をされて

きました名古屋大学の堀 勝 先生をお招きして「ラジカル制御によるプラズマエレクトロニクスの進化」と題してご研究の集大成と次世代研究者への期待などを話していただく予定です。2 件目は、他分野の研究者との交流を深めることを目的に、他分野からの分科内招待講演者をお招きしました。今回は、大阪大学の御手洗光祐先生をお招きして今後益々プラズマプロセスでも重要性が高まることが予想される量子コンピュータによる機械学習の現状についてお話いただく予定です。皆様には是非ともご参加頂きますよう、お願い申し上げます。

日程・会場：3 月 16 日（木）11:00～11:45

ご講演者：堀 勝 先生（名古屋大学）

講演題目：「ラジカル制御によるプラズマエレクトロニクスの進化」

日程・会場：3 月 18 日（土）未定

ご講演者：御手洗 光祐 先生（大阪大学）

講演題目：「(仮) 量子コンピュータによる機械学習アルゴリズムの現状」

■（第 2 日）プラズマエレクトロニクス賞受賞式

講演会 2 日目には、第 21 回プラズマエレクトロニクス賞の受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 2022 年 12 月 9 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かと思われます。自薦、他薦は問いませんので、是非とも奮って推薦下さいますようお願い致します。詳細は、下記の HP をご確認ください。

(http://annex.jsap.or.jp/plasma/PE_files/pe_award.html)

日程：3月16日（木）13:15～13:30（予定）

場所：分科会企画シンポジウムと同一会場の予定

■（第2日）分科会企画シンポジウム

学会2日目の16日（木）に、分科会企画シンポジウム「プラズマ駆動型科学とは何か～プラズマプロセスの新展開に期待して～」を開催いたします。最近、自然現象の理解において、ビックデータの獲得、機械学習により、データ駆動科学が活用されるようになってきました。プラズマエレクトロニクス分野においてもこれらの活用により、人工的にエネルギー励起し、プラズマをトリガーするような反応系の応用物理学を進め、活性種の複合的な作用と、励起下での時間発展的な非平衡の複雑反応系の中から、これまで見つけられなかった現象や法則な新たな発見を目指す新たな学術基板「プラズマ駆動科学」の到来が期待されます。本シンポジウムでは、「プラズマ駆動科学」をキーワードとして、当該分野の基礎となる各種インフォマティクスと、それらの応用が期待できる最新の研究動向を、第一線で活躍されている各先生方にご講演いただき、当該分野のさらなる発展に資する機会といたく考えています。是非とも奮ってご参加ください。

日程：3月16日（木）13:30～18:30（予定）

会場：未定

講演者案（現在調整中・順不同・タイトルは仮題）

1. 浜口智志（大阪市大）「プラズマインフォマティクス」
2. 成田絵美（量研）「プラズマ（核融合）自動運転」
3. 白谷正治（九大）「深層学習・量子アニーリング」
4. 富谷 茂隆（ソニー）「計測インフォマティクス」
5. 室賀 駿（産総研）「材料インフォマティクス」
6. 佐藤 考紀（室蘭工大）「プラズマと液体の相互作用」
7. 野崎 智洋（東工大）「非平衡プラズマ触媒」
8. 吉田 朋子（大阪公大）「プラズマ駆動型化学反応系」

■ 講演奨励賞授業記念講演

第52回（2022年秋季）学術講演会での講演奨励賞の受賞者が応物事務局から発表され、プラズマエレクトロニクスの分野から受賞者が選出されました。記念講演会が開催される予定ですので、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よりご確認ください。

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

■ 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「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頂ければと思います。なお、春季には海外招待講演を予定しておりません。

■ おわりに

上記案内いたしました行事の他に3月16日（木）の昼には、大分類意見交換会、PE分科会のインフォーマルミーティング、同日夕刻には恒例となっております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思いますので、是非、スケジュールに加えておいて下さい。また、今回も8.3.プラズマナノテクノロジーは、9.2、13.6、15.3とのコードシェアセッションの企画を予定しております。他分類とのよい交流の機会だと思いますので、奮ってご発表いただければ幸いです。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：伊藤 昌文（名城大学）

ito@meijo-u.ac.jp

行事案内

15th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials / 16th International Conference on Plasma-Nano Technology & Science (ISPlasma2023 / IC-PLANTS2023)

岐阜大学 伊藤 貴司

ISPlasma2023/IC-PLANTS2023 合同シンポジウムが2023年3月5日から3月9日の日程で、岐阜大学にて開催予定です。本シンポジウムは先進プラズマナノ科学、およびナノ材料、窒化物半導体、バイオ応用の研究を対象分野としており、毎年、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関連する最新の研究成果を発表し合い、幅広い議論が行われております。昨年度はコロナ禍により実会場での開催を断念し、オンライン開催となりましたが、本年度は4年ぶりに現地開催を予定しております。奮ってのご参加をお願い申し上げます。

会期:2023年3月5日(日)~3月9日(木)

場所:岐阜大学

【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、薄膜成膜プロセス、エッチングプロセス、エネルギー用途やナノプラズマテクノロジー

◆ 窒化物半導体: GaN および関連材料の結晶成長、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: ナノロッド/ナノチューブ/2次元ナノ材料、ポーラス材料、複合材料/傾斜機能材料、表面改質/表面機能化、エネルギー応用/環境応用、熱電変換材料、電池材料

◆ バイオ応用: プラズマ医療/農業、バイオイメージング、バイオデバイス/ μ TAS/ Lab-on-a-Chip、バイオ材料、電気化学デバイス、バイオセンサ、バイオデバイス作製技術

<プレナリー講演: 1 件>

- 神原 信志 (岐阜大学)

"Plasma Membrane Reactor for Pure Hydrogen Production from Blue Ammonia"

<基調講演: 4 件>

- 東 清一郎 (広島大学)

"Atmospheric Pressure Thermal Plasma Jet Technology for Semiconductor Device Manufacturing"

- 岩谷 素顕 (名城大学)

"Crystal Growth of High Quality AlGaN Thick Films and UV-B Laser Diodes Fabricated on it"

- Tomas Palacios (Massachusetts Institute of Technology, USA)

"Beyond the GaN HEMT: CMOS, Field Emission and Extreme Environments"

- Meng-Jiy Wang (National Taiwan University of Science and Technology, TAIWAN)

"Biocompatible and Anti-Corrosion Thin Films Prepared by Plasma Polymerization"

<チュートリアル : 4 件>

- Miles Turner (Dublin City University, IRELAND)

"Global and Hybrid Modeling"

- Hao-Chung Kuo (National Yang Ming Chiao Tung University, TAIWAN)
- Jon Tomas Gudmundsson (University of Iceland, ICELAND)

"On Ion Recycling and Electron Heating in High Power Impulse Magnetron Sputtering Discharges"

- Eun Ha Choi (Kwangju University, KOREA)

"Nonthermal Atmospheric Pressure Plasma Characteristics and International Standards for Plasma Bioscience, Medicine, Agriculture, and Environmental Sciences"

【Late news 投稿募集】

2023 年 1 月頃が予定されていますので、奮ってご投稿の上、会議に参加をお願いいたします。

【参加申し込み】

下記のウェブページからご登録ください。早期参加登録の場合、参加費の割引があります。

【ウェブページ】

<https://www.isplasma.jp>

【問い合わせ先】

ISPlasma2023 / IC-PLANTS2023 事務局
TEL: 052-581-3241 / FAX: 052-581-5585
E-mail: isplasma2023@intergroup.co.jp

行事案内

第 76 回気体エレクトロニクス会議 76th Annual Gaseous Electronics Conference (GEC 2023)

産業技術総合研究所 清水鉄司

2023 年 10 月 9 日から 13 日まで、76th Annual Gaseous Electronics Conference がアメリカミシガン州 Ann Arbor の University of Michigan で開催されます。この会議は、低温プラズマの物理・化学、半導体プロセスから医療・農業への適用など幅広い応用、および粒子衝突などの素過程に関する議論が活発に行われる国際会議で、アメリカ物理学会 (American Physical Society) の傘下で行われます。今年 10 月から GEC の Chair は Applied Materials Inc. の Shahid Rauf となり、今会議の Secretary は、University of Michigan の Scott Baalrud で、様々な企画を開催する予定となっています。

GEC2020 と GEC2021 は新型コロナウイルス感染症予防のため、オンライン開催となりましたが、今年の 10 月に反応性プラズマ国際会議 (ICRP-11) と合同で GEC2022 は仙台で現地開催されました。GEC の Executive committee では、今後の GEC は現地開催を基本としてハイブリッド開催をしないと決定しましたので、来年の GEC2023 も基本的に現地開催となると思われます。詳細は 2023 年 6 月に開催予定の Executive committee で決定される予定です。

皆様もご存じのように、本会議は当分科会と親和性が高く、多くの有益な議論ができるため、こ

れまでも多くの日本人研究者が参加しております。実際に本分科会の主催する ICRP とこれまで 4 回の合同開催がありました。今後も世界における私たちのコミュニティのプレゼンスを示していくことが重要と思いますので、GEC2023 への皆様の参加をお願いいたします。

GEC では 2022 年より、Online Plasma Seminar (IOPS) を企画・開催しております。これは、無料の国際セミナーで 2 週間ごとに行われています (発表者が承諾している発表に関しては、ダウンロード可能です)。プラズマ測定、モデリング、プラズマ応用など多岐にわたる最新の研究成果に触れることが出来ます。日本からも北海道大学の佐々木浩一先生がすでに発表されております。興味のある方は、

<http://www.apsgec.org/main/iops.php> を参照してください。また、発表者の募集も行われておりますので、ぜひとも推薦をお願いいたします。

最後に、GEC2023 の発表申し込みおよび予稿投稿の締め切りは、まだ正式に発表されておりましたが、2023 年 3 月頃より、一般投稿の募集が開始される予定です。皆様からのご投稿を心よりお待ちしております。また、GEC2023 の URL がわかりましたら、本分科会のホームページなどを通じてアナウンスいたします。

2022 年度(令和 4 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	白藤 立	大阪公立大学 工学研究科 電子物理系専攻	〒558-8585 大阪市住吉区杉本3-3-138 TEL: 06-6605-2681	shirafuji@osaka-cu.ac.jp
副幹事長	伊藤 昌文	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: 052-838-2306	ito@meijo-u.ac.jp
副幹事長	上坂 裕之	岐阜大学 工学部 機械工学科	〒501-1193 岐阜県岐阜市柳戸 1-1 TEL: 058-293-2511	kousaka@gifu-u.ac.jp
副幹事長	深沢 正永	ソニーセミコンダクタソリューションズ 株式会社 第2研究部門	〒243-0014 神奈川県厚木市旭町4-14-1 TEL: 050-3141-4362	Masanaga.Fukasawa@sony.com
幹事 任期 2023 年 3 月	石川 健治	名古屋大学 低温プラズマ科学研究センター (工学研究科 電子工学専攻)	〒464-8601 愛知県名古屋市中種区不老町 NIC 4 階 TEL: 052-788-6077	ishikawa@plasma.engg.nagoya -u.ac.jp
"	奥山 由	苫小牧工業高等専門学校 創造工学科 電気電子系	〒059-1275 北海道苫小牧市錦岡 443 番地 TEL: 0144-67-8074	yokuyama@tomakomai.kosen- 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	kato12@tohoku.ac.jp
"	熊谷 慎也	名城大学 理工学部 電気電子工学科	〒468-8511 名古屋市天白区塩釜口一丁目 501 番 地 TEL: 052-838-2307	skumagai@meijo-u.ac.jp
"	古免 久弥	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	h.komen@jwri.osaka-u.ac.jp
"	末次 大輔	パナソニックインダストリー株式会社 モノづくり革新センター	〒571-8502 大阪府門真市大字門真 1006 番地 TEL: 080-9940-4637	suetsugu.daisuke@jp.panason ic.com
"	高橋和生	京都芸繊維大学 電気電子工学系	〒606-8585 京都市左京区松ヶ崎御所海道町 TEL: 075-724-7418	takahash@kit.jp
"	高橋 一弘	室蘭工業大学 大学院工学研究科 もの創造系領域 電気通信システムユニット	〒050-8585 北海道室蘭市水元町 27-1 TEL: 0143-46-5560	ktakahashi@mmm.muroran- it.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	takeuchi@ee.e.titech.ac.jp
"	田中 康規	金沢大学 理工研究域 電子情報通信学系	〒920-1192 石川県金沢市角間町 TEL: 076-234-4846	tanaka@ec.t.kanazawa- u.ac.jp
"	中塚 滋	ウェスタンデジタル合同会社	〒512-8550 三重県四日市市山之一色町 800 番地 TEL: 059-390-9941	shigeru.nakatsuka@wdc.com
"	古里友宏	長崎大学 大学院工学研究科 電気・情報科学部門	〒852-8521 長崎市文教町1-14 TEL: 095-819-2560	t-furusato@nagasaki-u.ac.jp
"	弓削 政郎	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: 06-6497-2745	Yuge.Seiro@ay.MitsubishiEle ctric.co.jp

幹事 任期 2024 年 3 月	会田 倫崇	東京エレクトロン テクノロジーソリ ューションズ株式会社 成膜技術開発センター シミュレーション技術開発部	〒407-0192 山梨県韮崎市穂坂町三ツ沢650 TEL: 0551-23-4228	michitaka.aita@tel.com
"	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	n.osawa@neptune.kanazawa- it.ac.jp
"	鎌滝 晋礼	九州大学 システム情報科学研究院	〒819-0395 福岡県福岡市西区元岡 744 TEL: 092-802-3723	kamataki@plasma.ed.kyushu- u.ac.jp
"	川口 悟	室蘭工業大学 大学院工学研究科 もの創造系領域 電気デバイス計測ユニット	〒050-8585 北海道室蘭市水元町 27-1 TEL: 0143-46-5548	skawaguchi@mmm.muroran- it.ac.jp
"	川島 淳志	ソニーセミコンダクタソリューショ ンズ株式会社 第2 研究部門	〒243-0014 神奈川県厚木市旭町4-14-1 TEL: 050-3140-3201	Atsushi.Kawashima@sony.com
"	桑原 彬	名古屋大学 工学研究科 総合エネルギー工学専攻	〒464-8603 名古屋市千種区不老町 工学部 8 号館南棟 301 TEL: 052-789-5936	akuwahara@energy.nagoya- u.ac.jp
"	鈴木 陽香	名古屋大学 工学研究科 電子工学専攻	〒464-8603 名古屋市千種区不老町 IB電子情報館北棟205 TEL: 052-789-2726	suzuki.haruka.c3@f.mail.nagoy a-u.ac.jp
"	竹中 弘祐	大阪大学 接合科学研究所 接合プロセス研究部門 エネルギー変換機構学分野	〒567-0047 大阪府茨木市美穂ヶ丘 11-1 TEL: 06-6879-8651	k_takenaka@jwri.osaka-u.ac.jp
"	辻 享志	国立研究開発法人 産業技術総合研究所 ナノカーボンデバイス研究センター 先端素材研究チーム	〒305-8565 茨城県つくば市東 1-1-1 TEL: 029-861-0254	takashi.tsuji@aist.go.jp
"	橋本 惇一	キオクシア株式会社 先端メモリ開発センター	〒512-8550 三重県四日市市山之一色町 800 番地 (四日市工場)	junichi8.hashimoto@kioxia.com
"	八田 章光	高知工科大学 システム工学群 電子・光システム工学教室	〒782-8502 高知県香美市土佐山田町宮ノ口 185 TEL: 0887-57-2113	hatta.akimitsu@kochi- tech.ac.jp
"	三浦 勝哉	株式会社日立製作所 計測イノベーションセンタ ナノプロセス研究部	〒185-8601 東京都分寺市東恋ヶ窪1丁目280	katsuya.miura.aq@hitachi.com
"	吉木 宏之	鶴岡工業高等専門学校 創造工学科 機械コース	〒997-8511 山形県鶴岡市井岡字沢田 104 TEL: 0235-25-9146	yoshiki@tsuruoka-nct.ac.jp

2022 年度(令和 4 年度)分科会幹事役割分担

役割分担	留任		新任	
幹事長			白藤 立	大阪公立大学
副幹事長			伊藤 昌文	名城大学
			上坂 裕之	岐阜大学
			深沢 正永	ユニセコング・タリソリューションズ
1. 庶務・分科会ミーティング	竹内 希	東京工業大学	竹中 弘祐	大阪大学
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	石川 健治	名古屋大学	伊藤 昌文	名城大学
	中塚 滋	ウエスタンデジタル	深沢 正永	ユニセコング・タリソリューションズ
	熊谷 慎也	名城大学	上坂 裕之	岐阜大学
			八田 章光	高知工科大学
			辻 享志	産業技術総合研究所
			鎌滝 晋礼	九州大学
3. プラズマプロセッシング研究会 2022 年度：ICRP/GEC/SPP/SPSM (2022 年 10 月)	加藤 俊顕	東北大学	上坂 裕之	岐阜大学
	熊谷 慎也	名城大学	深沢 正永	ユニセコング・タリソリューションズ
	石川 健治	名古屋大学	鎌滝 晋礼	九州大学
	古免 久弥	大阪大学	竹中 弘祐	大阪大学
			川口 悟	室蘭工業大学
			桑原 彬	名古屋大学
4. 光源物性とその応用研究会				
5. プラズマ新領域研究会	奥山 由	苫小牧工業高等専門学校	上坂 裕之	岐阜大学
	古免 久弥	大阪大学	八田 章光	高知工科大学
	高橋 一弘	室蘭工業大学	大澤 直樹	金沢工業大学
			鈴木 陽香	名古屋大学
6. インキュベーションホール	奥山 由	苫小牧工業高等専門学校	伊藤 昌文	名城大学
	古里 友宏	長崎大学	大澤 直樹	金沢工業大学
	高橋 一弘	室蘭工業大学	会田 倫崇	東京エレクトロン テクノロジーソリューションズ
			吉木 宏之	鶴岡工業高等専門学校
			川口 悟	室蘭工業大学
7. プラズマエレクトロニクス講習会	高橋 和生	京都工芸繊維大学	深沢 正永	ユニセコング・タリソリューションズ
	末次 大輔	パナソニックインダストリー	辻 享志	産業技術総合研究所
	中塚 滋	ウエスタンデジタル	橋本 惇一	キオクシア
	弓削 政郎	三菱電機	川島 淳志	ユニセコング・タリソリューションズ
	石川 健治	名古屋大学	会田 倫崇	東京エレクトロン テクノロジーソリューションズ
			三浦 勝哉	日立製作所
8. 会誌編集・書記	高橋 和生	京都工芸繊維大学	鈴木 陽香	名古屋大学
	末次 大輔	パナソニックインダストリー	川島 淳志	ユニセコング・タリソリューションズ
9. ホームページ	竹内 希	東京工業大学	竹中 弘祐	大阪大学
10. 会計	古里 友宏	長崎大学	吉木 宏之	鶴岡工業高等専門学校
11. プラズマエレクトロニクス賞			白藤 立	大阪公立大学
12. アカデミックロードマップ (戦略企画室)			白藤 立	大阪公立大学
			伊藤 昌文	名城大学
	(節原 裕一)	(大阪大学)	深沢 正永	ユニセコング・タリソリューションズ
13. PE 懇親会 2022 秋@東北大川内, 2023 春@上智四谷	弓削 政郎	三菱電機	三浦 勝哉	日立製作所
	竹内 希	東京工業大学	桑原 彬	名古屋大学
大分類 8 との連絡調整			伊藤 昌文	名城大学
GEC 委員 (オブザーバー)	酒井 道	滋賀県立大学		
	金子 俊郎	東北大学		

2022 年度（令和 4 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	石島 達夫	(金沢大)
8.1	プラズマ生成・診断	竹田 圭吾	(名城大)
8.2	プラズマ成膜・エッチング・表面処理	篠田 和典 荻野 明久	(日立) (静岡大)
8.3	プラズマナノテクノロジー	北嶋 武	(防衛大)
8.4	プラズマライフサイエンス	栗田 弘史	(豊橋技科大)
8.5	プラズマ現象・新応用・融合分野	呉 準席	(大阪公立大)
8.6	Plasma Electronics English Session	林 信哉 石島 達夫	(九大) (金沢大)
8.7	プラズマエレクトロニクス分科内招待講演	伊藤 昌文	(名城大)
8.8	PE 賞受賞記念講演	伊藤 昌文	(名城大)

2. 応用物理学会理事

辰巳 哲也 (副会長)	(ソニーセミコンダクタソリューションズ)
平松 美根男	(名城大学)

3. GEC 組織委員会委員

金子 俊郎	(東北大)
清水 鉄司	(産総研)

4. フェロー

応用物理学会フェロー名簿

<https://www.jsap.or.jp/jsap-fellow/fellow-members>

をご参照下さい。

このほか、応用物理学会の代議員、本部委員会などにおいても、多くの分科会会員の方にご活躍頂いておりますが、間違った掲載でご迷惑をおかけしてしまうリスクを考慮して、掲載を取りやめております。

活動報告

本幹事会は、コロナ禍のため ZOOM を用いたオンライン会議にて 2022 年 9 月 28 日（水）にインフォーマルミーティングとして実施された。

1. プラズマエレクトロニクス分科会 30 周年記念事業

・ロードマップの作成

節原先生（大阪大）から、プラズマエレクトロニクス分野のロードマップ改訂の経緯について説明があった。ロードマップの項目案として下記が示された。

【項目案】

統括

(1) 生成・計測・制御

(2) シミュレーション・DX

(3) ボトムアップ

(4) トップダウン

(5) バイオ

(6) グリーントランスフォーメーション GX

・アーカイブズ出版（電子ファイル）の進捗状況

節原先生（大阪大）から、アーカイブズ出版に関する進捗状況について説明があった。講習会テキストについては石川幹事（名古屋大）、インキュベーションホールテキストについては松井先生（静岡大）が担当となってデータの収集を行っていただき、これまでにデータ収集は概ね完了している。配布方法については検討中である。

2. 春季講演会における分科会の企画

伊藤副幹事長（名城大）から、2023 年春季講演会での分科会企画について説明がなされた。シンポジウムは後述の通りであり、分科内招待講演やチュートリアルについては今後検討する。

・シンポジウム

石川幹事（名古屋大）から、シンポジウムの企画案の説明があった。2018 年秋の内容であるプラズ

マインフォマティクス、ビッグデータ解析において、近年多くの進展が見られることから、1. プラズマインフォマティクス、2. 複雑系インフォマティクス（物質・材料 DX）、3. プラズマ駆動科学の 3 つをテーマとした企画内容と、その講師案が紹介された。

3. PE インキュベーションホールの開催報告

高橋幹事（室蘭工大）から、PE インキュベーションホールの開催報告がなされた。

4. プラズマ新領域研究会の進捗状況

上坂副幹事長（岐阜大）から、単独開催として 2 件、共催として 1 件の開催を検討している旨、説明があった。

5. プラズマエレクトロニクス講習会の進捗状況

深沢副幹事長（ソニーセミコンダクタソリューションズ）から、プラズマエレクトロニクス講習会の進捗状況の説明があった。

6. プラズマプロセッシング研究会 (SPP-41) の進捗状況

上坂副幹事長（岐阜大）から、SPP-41 の現地開催を 2024 年 1 月に実施する方向で検討している旨、説明があった。なお、今秋開催の SPP-40 は GEC/ICRP との合同開催のため、PE 講演奨励賞は選考しない。

7. 国際会議 ICRP-11/GEC2022 準備状況報告

金子俊郎先生（東北大）から ICRP-11/GEC2022 の準備状況について、説明があった。

8. 関連会議について

竹内幹事（東工大）からプラズマエレクトロニクス分科会に関連のある国内外の会議について、紹介があった。

9. 第21回プラズマエレクトロニクス賞の候補論文募集

白藤幹事長（大阪公大）から第21回プラズマエレクトロニクス賞の候補論文募集の説明がなされた。

10. プラズマソサエティ、グリーン・DXプラズマコンソーシアム、および先進半導体プラズマコンソーシアムについて

堀先生（名古屋大）から、低温プラズマ科学研究センターの活動報告がなされた。アカデミアと企業との交流・「勉強会・組織」が低温プラズマ異分

野融合領域における「新価値創成とその普及」に向けて必須である。プラズマソサエティは、バーチャルの誰でも入会できる無料の学会であり、プラズマエレクトロニクス分科会とプラズマ・核融合学会との橋渡しの役割ももつ旨が説明された。

11. 2023年度事業計画と予算案の応物への提出報告

白藤幹事長（大阪公大）から、2023年度事業計画および予算案の説明がなされた。

12. その他

朽久保先生（東京都立大）からICRPの規定案が説明された。

記：竹内（東工大）、鈴木（名古屋大）

プラズマエレクトロニクス関連会議日程

コロナウイルスの影響で開催日程および開催形態が不確定なものが多いです。詳細は各会議の web ページを参照ください。

【 国際会議 】

2023.3.5 - 9

第 15 回先進プラズマ科学と窒化物及びナノ材料への応用に関する国際シンポジウム／

第 16 回プラズマナノ科学技術国際会議 (ISPlasma2023 / IC-PLANTS2023)

岐阜大学、岐阜市

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

2023.5.21 - 26

第 25 回プラズマ化学国際シンポジウム (ISPC25)

みやこめっせ、京都市

<https://www.ispc25.com/>

2023.7.9 - 14

International Conference on Phenomena in Ionized Gases (ICPIG XXXV)

Egmond aan Zee, Netherlands.

<https://www.icpig2023.com/home>

2023.10.9 - 13

76th Annual Gaseous Electronics Conference (GEC2023)

University of Michigan, Ann Arbor, MI, USA

<https://www.apsgec.org/main/iops.php>

【 国内会議・会合 】

2023. 3.15 – 18

第 70 回応用物理学会春季学術講演会

上智大学 四谷キャンパス, 東京都

<https://meeting.jsap.or.jp/>

2023. 9.19 – 23

第 84 回 応用物理学会 秋季学術講演会

熊本城ホールほか 3 会場, 熊本市

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

2024. 3.22 – 25

第 71 回 応用物理学会 春季学術講演会

東京都市大学 世田谷キャンパス, 東京都

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

2024. 9.16 – 20

第 85 回 応用物理学会 秋季学術講演会

朱鷺メッセほか 2 会場, 新潟市

<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

〒113-0031 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

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

編集後記

2022 年も残り僅かとなりましたが、会員の皆様におかれましてはいかがお過ごしでしょうか。

この度は、プラズマエレクトロニクス分科会会報 No.77 をお読みいただきありがとうございます。また、ご多忙の中、原稿をご執筆いただいた方々にはこの場を借りて厚く御礼申し上げます。

巻頭言では名古屋大学の堀勝先生より「プラズマソサエティの創設」と題して、プラズマ界限を取り巻く情勢と新コミュニティ創設についてご寄稿いただきました。実感としても分野外の方（特に一般の方）には殆ど「プラズマ」が浸透していないように思える場面が多々あります。業界に携わる者として、分野の発展に微力ながら貢献できればと思います。

研究室紹介のコーナーでは金沢工業大学の大澤直樹先生に研究室での活動や研究内容についてご紹介いただきました。【放電・プラズマを発生させることに喜びを感じる】【高電圧に耐えることに喜びを感じる】という言葉に感銘を受けるとともに、「朝礼」については大変興味深く拝読しました。

研究紹介では「紫外吸収分光法を用いたプラズマ活性水の成分分析：非線形最小二乗法を用いた RONS の濃度フィッティングプログラム」と題して吸収分光光度計を用いたプラズマ処理水の分析法に関する研究を紹介いただきました。Python を用いた新しいデータ解析手法として大変有益であると思います。

海外での研究“開発”事情では Moses Lake Industries の小寺雅子様に、半導体産業に携わってきたご経験や、アメリカでの刺激的で活力ある日々、日米の働き方の違いについてご寄稿いただきました。前述のプラズマソサイエティでは毎月第 2 土曜に「サタデーモーニング講座」という企画が開催されておりますが、9 月度に小寺様がア

メリカから講演をされたのを、筆者が大変興味深く拝聴したのがきっかけで、この度、寄稿依頼をさせていただきました。海外勤務にご興味がある方には参考になったのではないのでしょうか。

国内外の会議報告を拝読しますと、インキュベーションホールは夏季の感染拡大の影響により直前でのオンライン開催への変更となりましたが、オンラインと対面のハイブリッド開催や、現地開催の会議が徐々に増えているように感じます。実行委員の皆様方におかれましては、並々ならぬ準備と対応が必要だったかと拝察します。筆者は個人的な事情により、残念ながら秋季の学会は全て不参加でしたが、多くの会員の皆様が久々に対面での議論や情報交換を楽しまれ、話に花が咲いたかと存じます。

行事案内にもあります ISPlasma2023/IC-PLANTS2023 および応用物理学会春季学術講演会も現地開催が予定されておりますので、ご案内をご一読いただき、ぜひご参加くださいますようお願い致します。皆様と会場でお会いできるのを楽しみにしております。

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、副幹事長を始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借りて、改めて感謝を申し上げます。尚、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宜しくお願いいたします。

寒い日が続きますがお体にお気をつけてお過ごしください。（鈴木）

（令和 4 年度会報編集担当：

末次、高橋、川島、鈴木）

プラズマエレクトロニクス分科会会報 No.77
2022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 白藤 立
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
(©2022 無断転載を禁ず)