

研究委員会紹介

放電プラズマによる水処理研究委員会の活動記録

1. はじめに

本研究委員会は2015年（平成27年度）に設立され、第1回目となるキックオフ研究会を同年3月に開催された第一回静電気学会研究会で行い、発足の経緯や目標を説明させていただきました。その後、年に2回程度研究委員会を開催し、放電プラズマによる水処理を中心に基礎から応用までを広く網羅しながら、委員の報告だけでなく、毎回関連する研究者を招いて最新の研究状況の調査を続けてきた。さらには研究室見学会や夜の情報交換会を必ず企画し、研究者ネットワークの構築にも努めてきた。それから月日は流れて2023年（令和5年度）の12月の最後の研究会をもって解散した。実に9年に及ぶ長きにわたり活動できたのは、設立当初に掲げた“他の学会の研究委員会とは差別化した大人のサロンの雰囲気を楽しみながら行おう”という方針とそれを容認していただいた静電気学会の懐の深さにあると思っている。ここでは、我々の研究委員会の活動記録を認めることにした。

2. 研究委員会活動を振り返って

2020年に発生した新型コロナウイルスによるパンデミックは、現時点でも完全に終息はしていない。このパンデミック発生前の5年間の活動については、本誌でご報告させていただいたのでそちらをご参照いただきたい（静電気学会誌, Vol.44, No.5, No.6, 2020 : 2号にわたり本研究委員会から特集号を企画、委員の名簿も記載）。その後の活動については、このあとに2020年から2023年までのものをまとめた。印象的な出来事としてはやはりオンラインによる研究委員会の開催である（図1）。この9年間で議論されてきた主なトピックスを列挙すれば、以下の通りとなる。

- ・ 水処理用放電プラズマリアクタの設計と評価
- ・ 難分解性有機化合物（POPsやPFAS）の分解
- ・ 用水処理・排水処理（RO膜、UV、活性炭、オゾン）
- ・ パルスパワー発生技術、コンパクトなパルス電源の開発
- ・ ソリューションプラズマと高分子合成
- ・ プラズマと液体の界面現象や液体の流動特性
- ・ 水のプラズマ処理による機能化と農林水産業への応用
- ・ ストリーマのシミュレーション・気液界面の解析
- ・ 放電の測定や可視化技術
- ・ 活性酸素/活性窒素の生成と計測及びキラージカルの特定



図1 ZOOM オンラインでの研究委員会 (2021.11.19)

・ オゾン発生器におけるゼロオゾン問題

このように水に関わる放電プラズマの諸現象の基礎と水の浄化だけではない幅広い産業応用の可能性についても調査を行った。水処理技術は長年研究が進められ、その手法も多岐にわたっている。プラズマを直接水には作用させていないが、オゾン発生器（オゾナイザ）でつくられたオゾンの高度浄水処理としての利用が進んでおり、オゾナイザが普及している。放電プラズマそのものから水への作用には、発生する気相中の高速電子や液中の水和電子、イオン、活性種、流れや衝撃波、紫外線、強電界や熱などの多彩な効果が期待できるため、委員の多くがこれらの現象をうまく引き出す放電形式に注目している。特に、気相中の放電とは異なり、その発生には工夫が必要で、現在でも様々な方

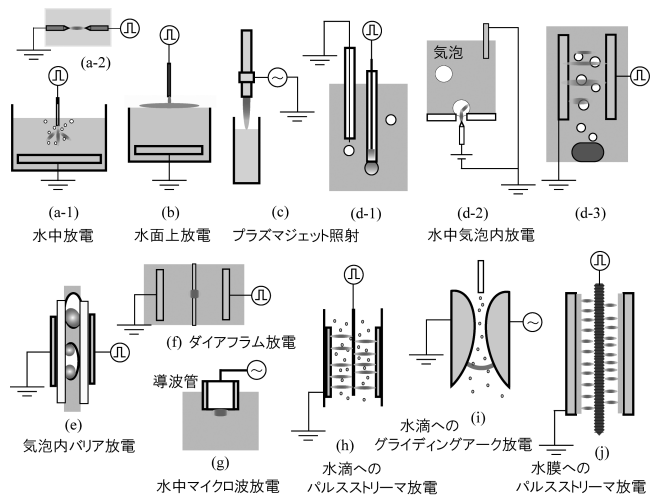


図2 水に作用する各種放電形式

表1 放電プラズマによる水処理研究委員会活動状況 その2

委員会・研究会・学会	実施日	開催場所	講演者
2021年度 第一回静電気学会研究会	令和3年3月3日	ZOOM オンライン	齋藤永宏（名古屋大学）
令和3年度 第1回研究委員会	令和3年11月19日	ZOOM オンライン	北野勝久（大阪大学） 竹内 希（東京工業大学）
令和4年度 東北大学 特別講演会 （委員会：協賛）	令和4年2月22日	ZOOM オンライン	Jim Cotton（McMaster 大学、 東北大学客員教授）
2022年度 第一回静電気学会研究会	令和4年3月2日	ZOOM オンライン	金澤誠司（大分大学）
令和4年度 第1回研究委員会	令和4年12月20日，21日	JR おおいたシティ会議室 大分大学理工学部	稗田純子（名古屋大学） 立花孝介（大分大学）
令和5年度 第1回研究委員会	令和5年2月28日	東京大学 本郷キャンパス	小室淳史（東京大学） 簾 智仁（東京大学）
2023年度 第一回静電気学会研究会	令和5年3月2日	東京工業大学 大岡山キャンパス	高橋一弘（室蘭工業大学）
静電気学会九州支部、静電気学会 「放電プラズマによる水処理研究委 員会」合同研究会	令和5年12月8日，9日	西日本工業大学 小倉キャンパス	南谷靖史（山形大学） 佐藤岳彦（東北大学） 浦島邦子（岩手大学） 高木浩一（岩手大学） 猪原 哲（佐賀大学） 金澤誠司（大分大学）

式が開発されている。本研究委員会で調査した主要な放電方式を図2に示す。実際の電極形状の詳細は論文等を参照してほしいが、図2はそれぞれの方式の特徴を簡潔に示すためピクトグラムの図案化したものである。液中や気液界面でのプラズマ発生方式として、この分野の入門者への説明や専門家の議論のための素材にでもらえればありがたい。

本研究委員会の最後に企画したパネルディスカッション「放電プラズマ研究委員会の総括と明日への展望」（令和5年12月9日、コーディネータ：金澤誠司、パネリスト：大澤直樹、川崎敏之、佐藤岳彦、高木浩一、竹内 希）からの話題を提供したい。議論された興味ある三つを紹介する。

新型コロナウイルスの発生あるいは地震等の障災害などにともない、今後ますます衛生面での対応として、大量の洗濯などの洗浄水に含まれる菌などを対象とした簡易な水浄化が求められており、現状の技術では安心・安全上十分とは言えない。放電プラズマのリアクタをさらに使えるものにして現場に提供する必要がある（大澤委員）。

リアクタを作動するうえでの電源に関して、最近のトレンドとしては、パワー半導体（SiC-MOSFET）の性能向上にともないIES（Inductive Energy Storage）方式が使いやすくなり社会実装に近づいた段階となっている。パルス高電圧電源がより小型化され、より手軽に使える状況となり

つつある（高木委員）。

近年、対策が急務となっている永遠の化学物質と呼ばれるPFAS（有機フッ素化合物）の分解にプラズマの有効性がすでに確認されている。今後は問題となっている低濃度の処理水にどう対応するかである。いづれにしても高効率化には処理対象物のプラズマ領域への輸送の促進とプラズマとの接触の増大を如何に図るかが重要で、これはすべての水処理において共通する課題である（竹内委員）。

今後将来に向けてさらにやるべきことはたくさんあり、研究を活性化させる必要がある。さらにはこの分野の社会一般への周知と理解を促進し、研究活動の基盤となる資金の確保・充実が重要であるとの認識を共有した。

3. おわりに

本研究委員会の活動を通じて、プラズマと液体の相互作用を中心に、未解明の課題の探求、専門知識の整備、人材開発と研究者交流および学際的な応用研究の推進などが実施された。したがって、水処理だけでなくナノ粒子の合成やプラズマ医療・プラズマ農業など広範な分野も研究対象として活動を展開することができた。この分野からの技術が社会実装され、世の中で役に立つことを期待したい。

（金澤 誠司、竹内 希）