

## 複雑系静電気ダイナミクス研究委員会

### 1. はじめに

2023年夏、「放電プラズマによる水処理研究委員会」委員長の金澤先生から、委員会を今年で終えるので後継委員会について検討してもらえないかという打診があった。以前にも同様な相談があったことから、覚悟を決めないといけないかと腹を括った。幸い9月に全国大会が開催され、山形駅の側に立つ霞城セントラルの眺望の良いバーで飲みながら関係者と構想を練った。3晩続けて通い、いろいろと意見を出し合い、静電気現象のダイナミクスを対象にする方針が固まった。「静電気」と「ダイナミクス」は相反するような印象を持たれる可能性があったため、最後に「複雑系」を冠に付け、委員会名が決まった。「複雑系静電気ダイナミクス研究委員会」。反芻する内に、だんだん馴染んできて、静電気現象を包括する素晴らしい名称になったことに、大いに感謝した。

### 2. 研究委員会設置趣旨

静電気に起因する静電気災害や静電気障害は爆発や火災を伴う事故や液体災害、粉体災害などの事故原因となるだけでなく、半導体デバイスや電子回路の損傷の原因となるため、災害や障害への様々な対策が成されてきた。一方、静電気を利用した空気清浄やプラズマなどによる環境浄化・医療応用・材料処理・エネルギー創生など、積極的に利用する手法も精力的に研究が進められている。しかしながら、帯電や中和、電荷移動などの現象については未解明の機構が多い。また、帯電が起こる機構も多様で、静電気ですぐに知られている固気液界面の接触・剥離・誘導・摩擦帯電の他、コロナ帯電、熱電効果、レナード効果、光電効果などにより電荷が発生することが知られている。今後の産業応用を飛躍的に発展させるためには、物質中ならび物質界面で起こる帯電や中和、電荷移動に関わる現象とそれに伴う化学反応や電気流体力学などの現象まで包含した複雑系でのダイナミクスについて理解を深める必要がある。

そこで、幅広い分野からの視点を取り入れ、新たに「複雑系静電気ダイナミクス研究委員会」を創設し、「複雑系静電気ダイナミクス」に関わる現象の理解の他、評価方法の調査研究や産業応用の発展を目指している。研究委員会の委員は、静電気学会正会員・賛助会員に委員募集の案内を出し希望者を募り、2024年12月時点で36名から構成される。

研究委員会設置期間：2024年1月～2025年12月(2年間)を予定しており、年間計画：年2～3回程度、参加委員ならびに招待講演者が情報提供し、この分野の情報の共有化を図るだけでなく、静電気学会主催の研究委員会・シンポジウムの企画、講演にも協力している。

### 3. 研究委員会の活動

#### 3.1 2024年度第1回研究委員会

日時：2024年2月19日(月) 8:40～19:30

開催形式：現地およびオンラインのハイブリッド方式

現地会場：東北大学流体科学研究所 COE 棟セミナー室

オンライン：Zoom

概要：参加者30名

- (1) 研究会の設置趣旨・経緯・運営方針説明と「帯電」「電荷の移動」「電荷の緩和」に関する現象と「応用・計測・電源」についての説明。
- (2) 招待講演：「放電のダイナミクス：特殊計測法の開発とレーザー分光の適用」講師：金澤誠司(大分大学) コロナ放電の歴史、直流コロナ放電の観測および特殊計測法の開発、コロナ放電構造のカラー撮影、ランプ電圧・自動計測処理・統計処理によるコロナ放電の電気特性測定、レーザー誘起蛍光法(LIF)を用いた準安定素素  $N_2(A)$  の観測について紹介があり、放電機構や計測法について討論した。
- (3) 委員の研究紹介  
各委員より発表5分討論10分で研究紹介を行った。現地・オンラインから27件の発表を行い、活発に討論した。



図1 第1回研究委員会意見交換会の様子

(4) 意見交換会：研究会の運営について、「研究会では、通常の学会発表とは違った内容にしてほしい」とする意見が出たため、次回では未来社会を見据えてから静電気に関わるトピックにアプローチすることとした（図1）。

3.2 2024年度第2回研究委員会

日時：2024年9月13日（金） 8：55～13：00

開催形式：現地およびオンラインのハイブリッド方式

現地会場：西日本工業大学小倉キャンパス 11階中会議室

オンライン：Zoom

概要：参加者22名

(1) 招待講演：「宇宙空間での帯電放電」講師：豊田和弘（九州工業大学）

宇宙空間のプラズマ環境が、静止軌道では数 keV から数十 keV、低地球軌道ではプラズマ密度が  $10^{10} \sim 10^{12} \text{ m}^{-3}$ 、温度が 0.2 eV 程度になること、極地球軌道では低地球環境と静止環境が合わさったような環境となっていること、宇宙空間の帯電機構は、高エネルギー電子による二次電子発生に伴う帯電、カバーガラスでの帯電・カバーガラス側面やトリプルジャンクションでの帯電があること、宇宙機における放電事故例として太陽電池パネル間での持続放電（アーク放電）があり発電電力の低下が発生すること、物体に付着した月面レゴリス除去法の開発について紹介があり、計測法や放電機構について討論した（図2）。



図2 第2回研究会招待講演の様子

(2) 未来社会を考えるグループ討論

趣旨説明：静電気現象に着目するその前段階として、どのような未来社会を我々は思い描いているのか、そして、思い描いた未来社会の中で優先して取り組むべきことは何か、その取り組むべきトピックと静電気との関係性を理解してから静電気現象について検討することで、俯瞰的に多様な研究課題を導けるのではないかと考え、本企画を実施する。

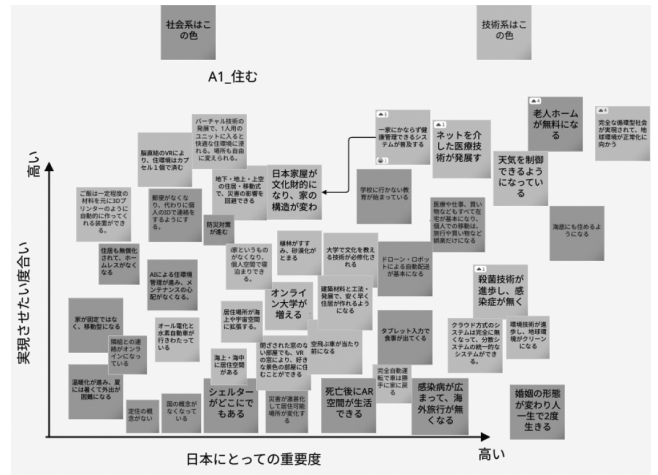


図3 「住む」のテーマに対する意見出し

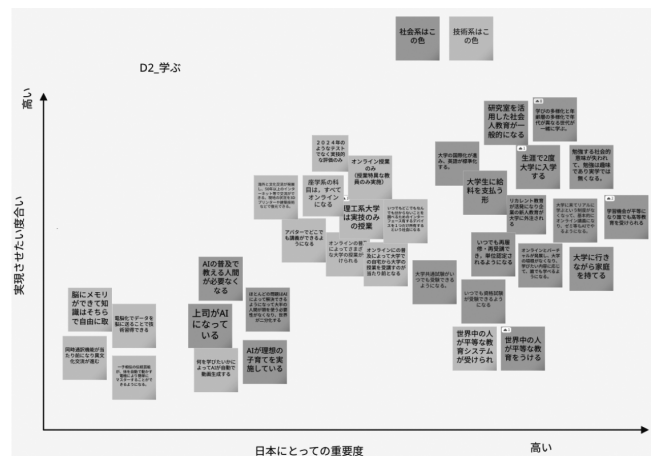


図4 「学ぶ」のテーマに対する意見出し

実施方法：ファシリテータの浦島委員から、未来社会についての概要と8項目の討論テーマ（住む、交わる、癒す、育てる、遊ぶ、働く、費やす、学ぶ）が提案され、グループ討論を下記ステップ毎に進める旨の説明があった。

ステップ1（意見出し）：班分けを行い、班の世話役が主導しながら、各班にて討論テーマ毎に意見出しを行った。現地では時間を区切って班のメンバーを変えながら、各項目の意見出しを1時間実施した。オンラインではメンバー固定の1班のみで、時間を区切って討論テーマを変えながら（ワールドカフェ方式）、意見出しを行った。意見出しは全員 Zoom に接続し、Zoom の機能のホワイトボードを利用して実施した。ステップ2（類似する意見の集約・重要度および実現したい度合いによる評価）：ステップ1で出された類似意見を集約しながら、各討論テーマで出された意見を「日本における重要度」と「実施したい重要度」の2軸で評価した。評価結果をもとに、各意見を軸に合

表1 各討論テーマで投票数の多かった意見

	現地	オンライン
A1 住む	<ul style="list-style-type: none"> <li>・老人ホームが無料になる</li> <li>・完全な循環型社会が実現されて、地球環境が正常化に向かう</li> <li>・一家に必ず健康管理できるシステムが普及する</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・好きなタイミングで好きなところに移動できる（リニアなど）</li> <li>・地震や津波に対応した住宅ができています</li> <li>・一般家庭にエネルギーマネジメントシステムが配置される</li> </ul>
A2 交わる	<ul style="list-style-type: none"> <li>・完全自動運転で老人は運転しない</li> <li>・健康度を上げて医療費を下げる</li> <li>・病気の多くは薬で治せる：医者は一部の分野だけ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・匂いや触れた感触も通話で共有できるようになる</li> <li>・移動時間が短縮できる</li> <li>・リアルタイム翻訳・自動翻訳が普及</li> </ul>
B1 癒す	<ul style="list-style-type: none"> <li>・病気の早期検知が可能になる</li> <li>・ほぼ全ての病気の治療法が確立される</li> <li>・どこにいても同じ医療レベルを遠隔で可能</li> <li>・認知症がなくなる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・質の高い睡眠を取れるデバイスが開発される</li> <li>・実施できるし観戦も面白いスポーツの新規開発</li> <li>・AI技術で自分の体力や健康状態を把握できる</li> </ul>
B2 育てる	<ul style="list-style-type: none"> <li>・教育のパーソナライズ化が進んでいる</li> <li>・どの大学の授業も受けられるようになっている</li> <li>・教材のオンライン化が進む</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・個々の学習状況に合わせて教育をするようになる</li> <li>・塾に行かなくても勉強できる施設ができる</li> </ul>
C1 遊ぶ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・VRで全ての感覚が再現できるようになる（残りは1票以下の意見）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・VR技術で宇宙旅行が可能に</li> <li>・バーチャルで旅行できるようになる</li> <li>・情報技術発達で体験型の遊びが主流に</li> </ul>
C2 働く	<ul style="list-style-type: none"> <li>・リアルタイム翻訳で言語の壁がなくなる</li> <li>・アンドロイドに働いてもらう</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・効率化によって労働時間が減り自由な時間が確保できるようになる</li> <li>・単純労働はAIやロボットが行うようになる</li> <li>・リモートワーク中心になる</li> </ul>
D1 費やす	<ul style="list-style-type: none"> <li>・フードロス問題がなくなっている</li> <li>・AI化が進み余暇が増え、余暇の楽しみ方の多様化が進む</li> <li>・人のエネルギー消費を支援する装置が開発されている</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・エネルギー生産の心配がなくなり、エネルギーさえ投入すればできることがすべて実現する</li> <li>・あらゆるものが完全にリサイクルされ、資源消費されなくなる</li> </ul>
D2 学ぶ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・学びの多様化と年齢層の多様化で年代が異なる世代が一緒に遊ぶ</li> <li>・学習機会が平等になり誰でも高等教育を受けられる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・非英語圏でも、自国の言語で高度な技術が学べる</li> <li>・高齢化により、就職後の学び直しが日本でも当たり前になる</li> </ul>

わせて集約し再配置した。例えば、「住む」、「学ぶ」の意見のまとめを図3、4に示す。社会系と技術系で色分けし、重要度が高い項目を横軸右方向に、実現させたい度合いを縦軸上方向に相談して配置した結果である。

ステップ3（まとめの説明と投票）：最後に、各委員が1票ずつ（オンラインでは2票ずつ）、各討論テーマで「やりたいこと」に投票して結果を集約した。各討論テーマで上位となった結果は表1の通りである。

研究会終了後、グループ討論についてのアンケートも取り、概ね前向きなコメントを得たことから、今後もグループ討論をベースにし、最終的に静電気現象の理解に繋げていく予定である。

#### 4. おわりに

第1回は、自己紹介も兼ね、各委員の研究紹介を頂いたことで新しい繋がりを感じた。第2回は、外部から講師を招聘し、電荷の逃げ場のない宇宙空間における帯電放電現象について大いに知見を得た。また、グループ討論という研究会ならではの手法にも取り組み、未来社会から見る静電気現象へ至る手法の手応えも得た。今後の研究委員会の展開が楽しみである。

（佐藤 岳彦, 立花 孝介, Liu Siwei, 浦島 邦子）