

ALCA-Next

「グリーンコンピューティング・DX」領域

2024 年度 年次報告書

2024 年度採択

[研究開発代表者名: 田中 康規]

[金沢大学理工研究域 教授]

[研究開発課題名: 脱 SF₆ 電力用遮断器の直流大電流アーク遮断の新技术]

主たる共同研究者:

[茂田 正哉 (東北大学大学院工学研究科 教授)]

[稲田 優貴 (埼玉大学大学院理工学研究科 准教授)]

実施期間 : 2024 年 9 月 2 日～2025 年 3 月 31 日

§1. 研究開発成果の概要

本研究は、カーボンニュートラル社会の実現と SF6 ガス完全撤廃を見据え、従来にない大電流アーク遮断技術の創出を目的とする。対象とする技術は、ナノ・マイクロスケールの固体粒子や液相ミストを高速度でアークプラズマへ供給することで、急速なアーク減衰と遮断を達成する「粒子・ミスト分散系エアロゾル遮断技術」である。本技術では、ポリマ材料の熱アブレーションによって自発的に発生するスポレーション粒子や、液相の蒸発に伴う多原子分子の解離・吸熱作用を積極的に利用し、アークの安定性を崩壊させる遮断機構を構築する。2024 年度はまず、吸水性ポリマ (PA6, PA66 等) に対する熱プラズマ照射実験を通じて、溶発ガス生成と粒子噴出の定量的評価を実施した。その結果、吸水量の増加がスポレーション粒子の放出頻度に明確な影響を与えることを確認し、吸水制御が粒子供給性に有効であることを示した。また、熱プラズマによるポリマ表面の温度分布、蒸気の可視化、粒子速度の分布を高速度カメラおよび分光計測で評価し、アブレーション機構の基礎理解を深めた。並行して、アブレーションガスとスポレーション粒子の挙動を連成的に取り扱う数値モデルを開発し、誘導熱プラズマの温度・流速場を背景とした粒子の飛翔・蒸発・エネルギー収支を詳細に解析した。モデル解析により、放出粒子の初速角度に対して軌道が敏感に依存し、かつ実験観測結果を良好に再現できることを確認した。さらに、ポリマに対するアーク接触試験を行い、アーク電流・電圧の振る舞いと遮断時のエネルギー損失挙動を評価するための実験装置を新たに構築した。ナノ粒子およびミストの同時供給が可能な噴霧装置(塗装用スプレーガン)も導入し、多相混合供給に対応する基礎アーク実験環境を整備した。加えて、C・H・O 系を含む 53 成分を用いた粒子組成計算を基に、局所熱平衡を仮定した二次元電磁熱流体モデルに導入できるようにした。

【代表的な原著論文情報】

- [1]. Nakano Y.; Tanaka Y.; Ishijima T., Experimental and Numerical Study on Polymer Ablated Arc Characteristics with One Side Flow Outlet Model, Plasma Chemistry and Plasma Processing, vol.44(2), pp.739-754, 2024