2024 年度

創発的研究支援事業　年次報告書【公開版】

研究担当者	伊里友一朗
研究機関名	横浜国立大学
所属部署名	大学院環境情報研究院
役職名	准教授
研究課題名	高エネルギーイオン液体推進システムの創発
研究実施期間	2024 年 4 月 1 日～2025 年 3 月 31 日

研究成果の概要

本研究の目的は、高エネルギーイオン液体を推進剤とした新しい宇宙機用スラスタシステムの実現に向けて、高エネルギーイオン液体の電気化学反応場における基礎特性や着火機構に関する基礎的反応学理を構築すると共に、スラスタシステムのコアとなる燃焼器を具現化し、これを用いた燃焼試験を通じた推進性能評価を行うことである。高エネルギーイオン液体推進剤候補組成としてアンモニウムジニトラミド(ADN)およびヒドロキシエチルヒドラジニウム硝酸塩(HEHN)の 2 成分を混合して得られるマルチペアー・イオン液体を推進剤組成(以下、ADN/HEHN)の基軸として、これに電圧を印可することでその燃焼を制御する推進システムの検討を行った。

ADN/HEHN を推進剤とした推力 800 mN の小型スラスタを設計し、3D プリンターを活用してこれを試作した。当該小型スラスタは 2 重円筒型電極構造を有した電圧印可部で推進剤を分解・着火させ、これに続くガス燃焼室内で推進剤を完全燃焼させる設計である。ただし、本年度は推進剤を電圧印可部に供給するための供給系は備えつけておらず、推進剤の連続供給条件での試験は次年度課題である。

試作した小型スラスタを用いて燃焼試験を行い、燃焼室圧力および推力を測定することを達成した。燃焼試験では異常燃焼および爆発することなく設計通りの燃焼室圧力(0.8 MPa)が得られた一方で、獲得された推力は 330 mN であった。この獲得推力は理論推力の約 41 %であり、今後はガス燃焼室の設計パラメータを最適化していくことでこれを改善する。

推進剤の連続供給系開発に向けて、イオン液体と同じ高粘性の模擬推進剤の供給試験を行い、設計推力を達成するための推進剤を安定的に燃焼室に供給できることを確認することができた。さらにスラスタ構造よりも小型の燃焼器を用いて ADN/HEHN の連続供給燃焼試験を行い、供給条件、電圧印可条件と燃焼特性の関係を評価した。ADN/HEHN 推進剤は連続供給・流動条件下においても電圧印可によって着火・燃焼できることが示され、さらに本研究が提案する電圧印加方式では推進剤の供給速度に対して燃焼速度が釣り合うことを見出した。これら結果を解析することで、推進剤の安定燃焼に必要なスラスタ形状、電圧印可条件、推進剤の供給速度に関する経験モデルを構築することができた。次年度はこの経験モデルに基づいて小型スラスタの設計を見直し、性能改善に取り組む予定である。