

# 擬火花放電を応用した電磁加速型プラズマジェットの新設計とその性能調査 Redesign of an electromagnetic thruster applying a pseudo-spark discharge and its performance study

井野陽介, 川崎竜司, 高原優, 藤田朗人, 山縣宥介, 加藤雅之, 中村耀, 渡部政行  
Yosuke Ino, Ryuji Kawasaki, Yutaka Takahara, Akito Fujita, Yusuke Yamagata, Masayuki Kato,  
Hikaru Nakamura, Masayuki Watanabe

日大院量子 QST-Nihon Univ

## 1. 研究背景・目的

電磁加速型プラズマジェットは電磁力を用いてプラズマを高速に打ち出す装置である。電気推進機の分野では電磁プラズマ加速(Magneto-Plasma-Dynamic:MPD) スラスタ[1]と呼ばれる。MPD スラスタは、電気推進機の中でも比較的、燃費の指標である比推力が 1000~6000 秒と高く、推力密度も  $10^3 \sim 10^4 \text{ N/m}^2$  と高い推進機であり、火星等への有人探査や大規模ミッションへの実用が期待されている。しかしながら、大電流放電に伴う電極の損傷などが原因で未だ実用化には至っていない。

本研究においてはプラズマジェットの電極損傷の低減を目的として、擬火花放電を応用した電磁加速型プラズマジェットの開発を進めている。また、電極部の最適化・大型化を念頭に現行機の性能計測や大型化に向けた再設計を行っている。

## 2. 擬火花放電を用いた電磁加速型プラズマジェット

電磁加速型プラズマジェットはガスを電離、プラズマ化することで放電を形成し、放電電流とその自己誘起磁場による電磁力によりプラズマを打ち出す。この打ち出し機構を用いた推進機では大電流放電が必要である。そのため必然的にアーク放電を用いることが多く、電極の損傷の原因となる。そこで本研究においては擬火花放電に着目し、プラズマジェットの放電機構に擬火花放電を応用した。本装置の電極構造を図 1 に示す。擬火花放電[2]とは平行平板電極の中心軸に孔を持ち、陰極側背面に中空陰極を備えた電極形状でパッシェン曲線の最下点より低圧側の特性が見える低気圧放電である。この特徴としては放電がグロー状もしくは多点のアーク放電と考えられる形態を持つこと、電流の立ち上がり時間が早いこと、容易に大電流放電が可能であることが挙げられる。このため擬火花放電を電磁加速型プラズマジェットの放電機構に用いることによって高推力等の特性を維持しつつ電極等の損傷が抑えられると期待している。

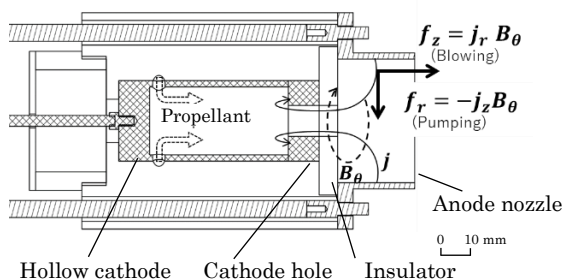


Figure 1. Schematic drawing of electrode parts.

## 3. 性能計測

実験は陽極を設置し、陰極に電圧を印加し推進剤を導入することにより放電を形成した。図 1 に示した本実験装置は陰極孔の直径  $d$ 、陽極の直径  $D$  を変更することができる。各電極形状 0.5~2.0kV の範囲において 0.5kV 刻みで印加電圧を変化させ、放電特性の計測を行った。放電波形は半周期約 200~100  $\mu\text{s}$  の減衰振動を示し、印加電圧が高電圧であるほど短い半周期を示した。

本研究においては推進性能を明らかにするため、電気推進機で発生する推力の計測を行った。推力はプラズマジェット本体に接続した板バネに歪センサを取り付け、変位を計測し、バネマスダンパーシステムに近似したうえで正味の推力として計測した。発生時間に通過した電荷量と各電極形状で生じた推力の関係を図 2 に示す。計測においては推力発生時間を放電電流の半周期とし推力、通過電荷量を算出した。

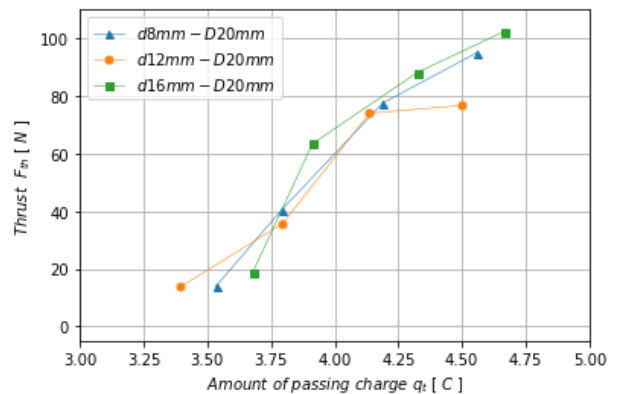


Figure 2. Relationship between the amount of charge passing through each electrode shape and the thrust force

本講演においては擬火花放電を応用した電磁加速型プラズマジェットの放電特性および推力等の推進性能に関して詳細を報告する予定である。

## 4. 参考文献

- [1] 栗田恭一・荒川義博:「電気推進ロケット入門」, 2003
- [2] J.Christiansen and Ch.Schultheiss: Production of High Current Particle Beams by Low Pressure Spark Discharges, Z. Physik. A., vol.290 (1979), pp.35-41.