

# Electric Field Measurement in a Channel for the Realization of a Zero-Erosion Hall Thruster

－ 無損耗ホールスラスト実現に向けた放電室内電場計測－

学生証番号 126060 氏名 伊藤 裕樹  
(指導教員 小紫 公也 教授)

Key Words : Hall thruster, channel wall erosion, magnetic shielding, probe measurement

## 1. はじめに

ホールスラストとは燃費の良い宇宙推進機で、宇宙空間で大量物資輸送の必要な大型宇宙インフラ整備に最適である。大型宇宙インフラ整備実現を目標としたとき、ホールスラストの推進効率と寿命性能が重要である。ホールスラストは放電室内部で推進剤をイオン化し、電場によりイオンを加速することで反力として推力を得ている。ホールスラストはSPTとTALの二種類があり、放電室壁面の材質が絶縁体か導体かという点で違いがある。推進効率はTALのほうがより高いため、本研究では大型インフラ整備実現を念頭に、TALの寿命性能向上を目指す。ホールスラストの寿命は、イオンの衝突により引き起こされる放電室壁面の損耗により制限されている。しかし、最近になり壁面形状と磁場形状を工夫して、イオンが壁から遠ざかる電場を形成する(Magnetic shielding)ことで、SPTで無損耗が実現されている。本研究では変更の自由度の大きい壁面形状のみを変更した際に、壁面損耗低減の効果を定量的に検証する。また、放電室内部の電場を計測し、イオンが壁面方向に加速される領域を議論する。

## 2. 研究方法・実験装置

ホールスラストは、東京大学で設計・開発されたTALであるUT-58を用いて実験を行った。壁面損失の大きさの評価は、スラスト前面を絶縁体でカバーしたときにスラスト本体に流れ込むイオン電流(ガードリング電流)の放電電流に対する割合で評価した。電場の測定はエミッシブプローブの半径方向の掃引を軸方向に位置をずらしながら繰り返すことで求めた。電子温度の測定はシングルプローブを用いて、放電室中心軸上を対象に測定した。

## 3. 実験結果

壁面損失の大きさは、従来型の壁面形状をもつUT-38のガードリング電流率は9.6%であるのに対し、壁面形状を工夫したUT-58は3.8%であり、壁面損失を60%減少したことを確認した。また、加速領域の電場計測の結果、イオンの加速はアノードから外側に10 mmの範囲内で行われることが明らかになった。そこでこの範囲を対象に電場計測を行った。その結果、電場形状は磁場形状と相似の関係にあると確認した。

放電室壁面へのイオンの衝突を議論するためには、イオン生成領域を明らかにする必要がある。そこで、放電室中心軸上の電子温度分布を求めた。電子温度は軸方向位置1 mmから3 mmの範囲で高い値を示し、この領域でイオン生成が主に行われていると推定された。そこで、この領域を測定範囲として放電室内部の電場計測を行った。その結果、電子温度が高い領域で壁面方向の電場は小さく、TALにおける壁面形状変更の効果を確認できた。また、測定された電場形状は外に凸で、壁面付近で壁面方向の電場が存在するとわかる。そのため、壁面損失を0とし、無損耗スラストを実現するためには、MSの磁場形状を応用することが有効と考えられる。

## 4. まとめ

無損耗スラスト実現のため、放電室内部の電場を計測した。

- ・ Magnetic shieldingの壁面形状を TAL に応用したところ壁面へのイオン損失が60%減少した。
- ・ 放電室内部のイオン生成領域で壁面方向の電場は小さく、TALにおける壁面形状変更の効果を確認した
- ・ 壁面への電場を低減し無損耗スラストを実現するためには、MS の磁場形状を応用することが有効と考えられる