

## 次世代無電極プラズマ推進機関の開発とモデリング研究: HEAT プロジェクト

# 羽田 亨 [1]; 大塚 史子 [1]; 山之口 和輝 [2]; 篠原 俊二郎 [3]; 谷川 隆夫 [4]; 船木 一幸 [5]; 西田 浩之 [6]  
[1] 九大総理工; [2] 九大・総理工・大海; [3] 九大・総理工; [4] 東海大・総科研; [5] JAXA; [6] 東京農工大・工・機械

### Research and development of next generation electrodeless plasma thrusters: The HEAT project

# Tohru Hada[1]; Fumiko Otsuka[1]; Kazuki Yamanokuchi[2]; Shunjiro Shinohara[3]; Takao Tanikawa[4]; Ikkoh Funaki[5];  
Hiroyuki Nishida[6]

[1] ESST, Kyushu Univ; [2] Earth System Science and Technology, Kyushu Univ.; [3] Interdis. Grad. Sch. Eng. Sci., Kyushu Univ.; [4] RIST, Tokai Univ.; [5] JAXA; [6] Mechanical System Eng., TUAT

Electric thruster is a form of spacecraft propulsion that uses electric energy to accelerate plasma propellant. Due to its large specific impulse, the electric thrusters are suited for long duration operations such as missions to outer planets. On the other hand, the performance of many of the conventional electric thrusters is severely limited by electrode wastage. In order to overcome this difficulty, we have initiated the HEAT (Helicon Electrodeless Advanced Thruster) project to pursue research and development of completely electrodeless plasma thrusters. In the presentation, we first briefly describe the background and the targets of the project, and then discuss in detail some current issues concerning the electrodeless plasma production using the so-called helicon waves (i.e., bounded whistler waves) and the electrodeless plasma acceleration via externally applied electromagnetic fields. Although the helicon plasma is collisional and dissipative, it actually shares many intrinsic features with space plasmas, implying that there are realistic possibilities that SGEPS members make substantial contributions in the field of electric thrusters. We will stress importance of future collaborative interaction between the two fields.

宇宙空間での衛星推進および制御、特に外惑星探査等の長距離航行ミッションにおいて、比推力の高い電気推進機関は有用であり、活躍が期待されている。一方、はやぶさで脚光を浴びたイオンエンジンやDC アークジェットなど、既に実用化されている電気推進機関は有電極であり、プラズマとの接触による電極摩耗が長時間オペレーションのネックとなっている。この問題を根本的に解決するために、我々は外部アンテナにより生成したヘリコンプラズマを外部電磁場で加速する、生成・加速の両段階ともに電極を使用しない「完全無電極」推進機関を提案し、HEAT (Helicon Electrodeless Advanced Thruster) project として研究をすすめてきた。

本講演ではこのプロジェクトの背景、目的について簡単に紹介した後、研究の現状について述べる。プラズマ生成に関しては、ヘリコン波を用いた無電極生成が実験的にほぼ完成しており、広範囲なデバイススケールにおいて定常かつ安定なプラズマ供給が実現されている。一方、プラズマの無電極加速は、実験的にもモデリングとしても現在は未だ基礎研究段階にある。提案しているいくつかの加速スキーム（特に回転磁場方式およびポンドロモティブ方式）について、加速原理および数値モデルの紹介を行い、現状と問題点を整理する。

ヘリコンプラズマは、プラズマの生成・損失が比較的早い時間スケールで起き、また粒子間衝突が無視できない散逸的媒体であるが、その他の側面では宇宙プラズマとの共通点も多く、連携により、SGEPS 分野から航空宇宙分野への具体的貢献が期待できる。また、無電極加速により定常推進力を得るためには「プラズマ非線形効果」が本質的に重要であり、純粋に科学的な側面からも興味深い研究課題である。これらの点についても強調する予定である。