

電気推進機内のプラズマ解析手法の研究

報告書番号：R23JCWU04

利用分野：連携大学院

URL：https://www.jss.jaxa.jp/ar/j2023/24119/

● 責任者

溝渕泰寛, 航空技術部門航空機ライフサイクルイノベーションハブ

● 問い合わせ先

杵淵紀世志, 名古屋大学大学院工学研究科航空宇宙工学専攻(kiyoshi.kinefuchi@mae.nagoya-u.ac.jp)

● メンバ

高木 涼平, 井上 哲志

● 事業概要

本研究ではホローカソードや MPD スラスタといった電気推進機のプラズマ物理現象の理解を目的としている。静電プローブでは計測が困難な電気推進機内外のプラズマ物理量の分布を調査するため、電気推進機内外のプラズマの流れを数値シミュレーションによって解析する。

● JAXA スーパーコンピュータを使用する理由と利点

電気推進機内の流れ場を Hybrid-PIC 法もしくは DSMC 法で解析する際に、JSS3 を利用することで、非常に高速に解析を行うことができるため、様々な条件下での解析を行うことができる。

● 今年度の成果

ホローカソードには安定作動状態であるスポットモードと不安定作動状態であるプルームモードと呼ばれる二つの作動状態が存在する。プルームモードでは電離不安定によって放電振動が発生し、電気推進機の運用に悪影響を及ぼす。今年度はスポットモードとプルームモードのプラズマ物理量の差異について調査するため、ホローカソード内外のプラズマの流れを Hybrid-PIC 法を用いて計算した。得られたプラズマポテンシャルの分布を(図 1)に示す。プルームモードライクな作動条件ではスポットモードライクな作動条件のときよりプラズマポテンシャルが全体的に上昇し、実験結果の傾向と定性的に一致した。

MPD スラスタの数値解析においては従来、プラズマと中性粒子を連続体として扱うことが多い。しかしながら、この方法では磁束密度の急減に伴う、イオンの Larmor 半径急増の変化を捉えることができない。そのため、Hybrid-PIC 法を採用し、数値解析を行うこととした。今年度は将来的な MPD スラスタの粒子法解析のために、MPD スラスタと構造上の類似点が多く、既知のデータが多いアークジェットスラスタを対象として、中性粒子の流れを DSMC 法で解析した。得られた結果を実験値と比較

することで、結果の妥当性の検証も行った。

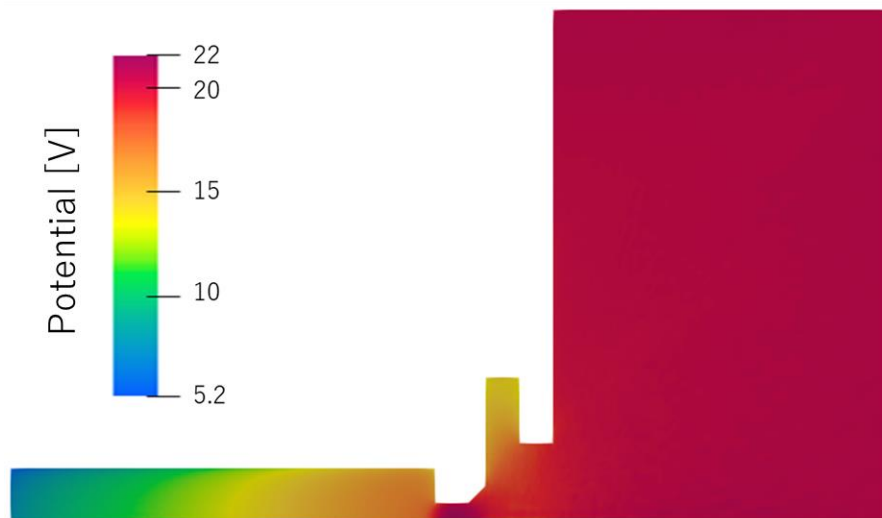


図 1: ホローカソード内外のプラズマポテンシャル分布

● 成果の公表

-口頭発表

高木涼平, 杵淵紀世志, 張科寅, 渡邊裕樹, ホローカソードのプラズマプルームの Hybrid-PIC シミュレーション, 第 67 回宇宙科学技術連合講演会, 2023 年 10 月

● JSS 利用状況

● 計算情報

プロセス並列手法	MPI
スレッド並列手法	非該当
プロセス並列数	12
1 ケースあたりの経過時間	24 時間

● JSS3 利用量

総資源に占める利用割合※1 (%) : 0.01

内訳

計算資源		
計算システム名	CPU 利用量(コア・時)	資源の利用割合※2 (%)
TOKI-SORA	0.00	0.00
TOKI-ST	70,285.23	0.08
TOKI-GP	0.00	0.00
TOKI-XM	0.00	0.00
TOKI-LM	0.00	0.00
TOKI-TST	0.00	0.00
TOKI-TGP	0.00	0.00
TOKI-TLM	0.00	0.00

ファイルシステム資源		
ファイルシステム名	ストレージ割当量(GiB)	資源の利用割合※2 (%)
/home	1,020.00	0.85
/data 及び/data2	0.00	0.00
/ssd	0.00	0.00

アーカイバ資源		
アーカイバシステム名	利用量(TiB)	資源の利用割合※2 (%)
J-SPACE	0.00	0.00

※1 総資源に占める利用割合：3つの資源(計算,ファイルシステム,アーカイバ)の利用割合の加重平均

※2 資源の利用割合：対象資源一年間の総利用量に対する利用割合

● ISV 利用量

ISV ソフトウェア資源		
	利用量(時)	資源の利用割合※2 (%)
ISV ソフトウェア(合計)	188.57	0.09

※2 資源の利用割合：対象資源一年間の総利用量に対する利用割合