

PEM026-05

会場:101

時間:5月24日 15:15-15:30

回転磁場型におけるプラズマ加速シミュレーション Numerical simulation of plasma acceleration due to Rotating Magnetic Field

山之口 和輝^{1*}, 羽田 亨², 篠原 俊二郎³
Kazuki Yamanokuchi^{1*}, Tohru Hada², Shunjiro Shinohara³

¹九州大学大学院総合理工学府大海専攻, ²九州大学大学院総合理工学研究院, ³東京農工大学工学研究院
¹ESST,Kyushu Univ, ²ESST,Kyushu Univ, ³Tokyo Univ. of Agriculture and Technol.

惑星探査などの長期ミッションにおいては比推力の高い電気推進機関が有効であり注目されている。これは推進剤としてプラズマを用い、これを加速することにより推進力を得る方法である。

しかし一方でイオンエンジン等、既存の多くの電気推進機関は有電極型のため、プラズマとの接触による電極摩耗による寿命の制限が大きな問題となっている。この現状を踏まえ、我々はプラズマ生成、プラズマ加速の両段階ともに無電極である、完全無電極型の新しい電気推進機関の開発研究を始動した(HEATプロジェクト)[1]。

無電極プラズマ生成はヘリコン波を用いることにより、安定に高密度・低温度プラズマが得られることが実験的にほぼ確立している[2]。無電極プラズマ加速としてはいくつかの方法が考えられるが、本研究では回転磁場(RMF)型の加速機構について発表する[3]。この方法では、円柱プラズマに対して、その軸と垂直方向に回転外部磁場をかけることにより、プラズマ内部に周回方向の定常電子電流を誘起する。これは核融合分野で知られた、回転磁場による磁場逆転配位のプラズマ閉じ込め(FRC)の方法と同じものである。背景磁場に径方向成分があれば(発散磁場配位であれば)、励起された電子電流と背景磁場とで軸方向のローレンツ力が得られる[4]。このローレンツ力が円柱プラズマ内のイオンを加速・噴射することで定常推進力を得ることができるはずである。

本講演では、発散磁場のもとでのRMF機構について、数値シミュレーションを行った結果を発表する。円柱プラズマを流体として扱い、回転外部磁場を境界条件として与えて発展方程式系を解くことにより、プラズマ内への磁場浸透を定量的に評価することができる。径方向磁場の無い場合については既にいくつかの計算結果があるが[5]、推力のために必須の径方向磁場がある場合についてはほとんど研究がおこなわれていない。しかし、プラズマ加速を研究する上で発散磁場を導入した円柱プラズマ内の磁場の様子を把握することは非常に重要である。プラズマ散逸、外部磁場強度、そして径方向磁場の主要パラメータに依存してどのように磁場浸透が決まるかを議論する。

[1] 文部科学省科学研究費基盤研究(S)、ヘリコン源を用いた先進的無電極プラズマロケットエンジンの研究開発、代表 篠原俊二郎、平成 21-25 年度。

[2] cf. Shinohara, S. et al., Phys. Plasmas vol. 16, 057104, 2009.

[3] Jones, I. R., Phys. Plasmas vol. 6, 1950, 1999.

[4] Inomoto, M., I.E.E.J. Trans. vol. 128, 319, 2008.

[5] Milroy, R. D., Phys. Plasmas vol. 6, 2771, 1999.

キーワード: 電気推進, 無電極推進, 回転磁場

Keywords: electric thruster, electrodeless thruster, rotating magnetic field