

## 外部回転磁場による電子電流生成のテスト粒子計算：次世代無電極推進機関への応用

# 富工 裕喜 [1]; 山之口 和輝 [1]; 羽田 亨 [1]  
[1] 九大総理工

### Test particle simulation of electron current generation by RMF: next generation electric thrusters

# Yuki Tomiku[1]; Kazuki Yamanokuchi[1]; Tohru Hada[1]  
[1] ESST, Kyushu Univ

For long-term space missions such as exploration of outer planets, electric thrusters are considered to be useful because of their high specific impulse (fuel efficiency). On the other hand, lifetime of many of the conventional electric thrusters is limited by electrode wastage. In view of these circumstances, we have been engaged in research and development of the next generation electric thrusters in which electrodes do not contact with the plasma directly.

Presently we are dealing with the concept utilizing the Rotating Magnetic Field (RMF), which has been developed primarily for an application to the plasma confinement in the field-reversed configuration. In the RMF, the transverse magnetic field drives the azimuthal electron current, which in turn pushes the plasma via the Lorentz force in a presence of radial component of the background magnetic field.

One of the central issues of the RMF is the generation of azimuthal electron current. While many of the past studies focused on penetration of the RMF into the plasma from fluid (MHD) point of view, in this presentation we show results of test particle simulations in which we discuss how electrons react to the RMF, leading to the azimuthal current. Some interesting nonlinear physical processes appear such as the phase synchronization and the resonance broadening. Application to the thrusters will be presented as well.

惑星探査等の長期間ミッションにおいて、化学推進機関と比べ比推力（燃費に相当）が高い電気推進機関が注目されている。一方、イオンエンジンなどの既存の電気推進機関の多くは内部に加速のための電極を持ち、これが加速した荷電粒子と直接接触することで電極摩耗を生じるため、推進機関の寿命が制限される。

現状を踏まえ、電極を内部に有さない無電極の次世代型電気推進機関として、我々は回転磁場（RMF）型の加速機構について検討を行っている。この方式では、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印加することで、プラズマ内部に周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）の方法と同様のものである。さらに、背景磁場の径方向の磁場成分と励起された電子電流とのローレンツ力により、軸方向の定常推進力を得る。

RMF型のプラズマ加速機構を理解するためには、外部回転磁場による電子電流の発生について考える必要がある。従来、流体的な立場から外部回転磁場のプラズマ浸透と電子電流生起の研究が多く行われてきた。本研究では純粋に科学的な観点からの考察も念頭に、テスト粒子計算を用いて回転磁場による電子電流の生起を検討した結果を発表する。回転磁場強度、回転磁場周波数、電子のサイクロトロン周波数の関係により、電子運動の共鳴、位相の引き込み等の興味深い非線形現象が起こる。さらに、発散磁場を加えた場合の推進力の評価も行う。