

外部回転磁場によるプラズマ加速領域生成のテスト粒子計算

的場 健人 [1]; 羽田 亨 [2]; 松清 修一 [3]
[1] 九大総理工; [2] 九大総理工; [3] 九大・総理工

Test particle simulation on generation of plasma acceleration region by external rotating magnetic field

Kento Matoba[1]; Tohru Hada[2]; Shuichi Matsukiyo[3]
[1] Kyushu University; [2] ESST, Kyushu Univ; [3] ESST Kyushu Univ.

For long-term space missions such as exploration of outer planets, electric thrusters are considered 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 directly with the plasma. Among a few types of the proposed next generation thrusters, we are dealing with the concept utilizing the Rotating Magnetic Field (RMF), which has been first developed 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.

In the present test particle simulation study, we provide the magnetic field by superposition of the RMF and the background divergent magnetic field created by a series of ring currents. The electric field is given in accordance with the time evolving RMF. The angular frequency of the RMF is chosen so that only the electrons but not the ions can follow the rotation, so that the resultant electric current produces the Lorentz force perpendicular to the magnetic field. Due to the inhomogeneity of the background field and the finite width of the region where the RMF is applied, the Lorentz force is expected only in a spatially limited area. By performing the test particle simulations with varying such parameters as the RMF strength, RMF angular frequency, and the background magnetic field configurations, we will discuss how the acceleration region can be most efficiently produced.

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。この現状を踏まえ、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きた。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。

本研究では、数値計算内で回転磁場をかけ、環電流を複数並べた時の発散磁場を加え、RMF型加速機構を再現する。電場はRMFに対応するものを与える。電子のみが回転に追従できるようにRMF回転周波数を選ぶ。電子の運動により電子電流が生まれ、これがローレンツ力を発生させる。背景磁場の非一様性と回転磁場領域が限られた領域のみにあることにより、ローレンツ力が発生する領域も限定的になるはずである。回転磁場の周波数、強度、発散磁場の強度をパラメータとし、効率よくローレンツ力を得るためのパラメータの考察を行う。