

無電極電気推進のための外部電流による電磁場励起の2次元PICシミュレーション

大塚 史子 [1]; 式網 友章 [1]; 羽田 亨 [1]; 篠原 俊二郎 [2]; 谷川 隆夫 [3]
[1] 九大総理工; [2] 東京農工大・工; [3] 東海大・総科研

Electromagnetic Field Excitation Driven by External Current for Electrodeless Plasma Thruster: Two-dimensional PIC Simulation

Fumiko Otsuka[1]; Tomoaki Shikituna[1]; Tohru Hada[1]; Shunjiro Shinohara[2]; Takao Tanikawa[3]
[1] ESST, Kyushu Univ; [2] Inst. Eng, TUAT; [3] RIST, Tokai Univ.

We have pursued a research and development of an electrodeless plasma thruster as Helicon Electrodeless Advanced Thruster (HEAT) project. A notable feature in the electrodeless plasma thruster is limitless lifespan of the thruster because of no erosion of the electrodes placed outside the plasma region. However, in order to achieve the electrodeless plasma thruster, an electromagnetic field derived by the external electrodes should be excited in magnetized plasmas; subsequently plasmas are electromagnetically accelerated, producing the thrust.

In this presentation, we discuss electromagnetic field excitation driven by external current and subsequent plasma acceleration, by performing two-dimensional particle-in-cell (PIC) simulations. Here, two-dimensional Cartesian coordinates correspond to axial and radial directions in a cylindrical coordinates of the chamber. We especially focus on ponderomotive acceleration/ion cyclotron resonance (PA/ICR) scheme for plasma acceleration; then an externally applied frequency is assumed to be near ion cyclotron frequency. We will discuss the electromagnetic field excitation and subsequent plasma acceleration, depending on the parameters for plasmas and external current.

我々は、HEAT プロジェクト (Helicon Electrodeless Advanced Thrusters) において、無電極プラズマ推進の研究・開発を進めている。無電極プラズマ推進の最大の特徴は、電極群 (電極板や電流アンテナ) をプラズマ外部に設置することで、プラズマとの接触による電極損耗を回避し、原理的にエンジン寿命に制限がない点である。しかし、無電極プラズマ推進を実現するためには、外部電圧や外部電流によって、プラズマ固有モードが効率良く励起される必要がある。電磁場励起効率、推進効率 (プラズマ生成・加速効率) と直結している。

本講演では、特にポンデロモーティブ加速/イオンサイクロトロン共鳴による無電極電気推進の開発を念頭に、外部電流アンテナによる磁化プラズマ内への電磁場励起過程およびそれに付随するプラズマ加速過程を2次元PIC計算により議論する。ここで、2次元直交座標は円柱装置の径方向および軸方向に対応し、背景磁場は軸方向に存在する。また外部電磁場の周波数はイオンジャイロ周波数近傍を仮定する。想定する周方向外部電流では異常波モードが励起される。プラズマ半径が小さい場合には電磁場は非伝搬の局所場となり、プラズマ半径が大きい場合には伝搬性波動となることが予測される。本研究では、プラズマ半径や外部電流パラメータ、外部アンテナ形状などに依存する、外部電磁場の励起過程を定性的・定量的に議論する。また、電場励起効率がプラズマ加速効率に及ぼす影響を議論する予定である。