

発散磁場中におけるポンドロモーティブ力による粒子加速: 次世代電気推進機関の開発に向けて

大塚 史子 [1]; 羽田 亨 [1]; 篠原 俊二郎 [2]
[1] 九大総理工; [2] 九大・総理工

Particle acceleration by ponderomotive force in divergent magnetic field: application to the next generation electric thrusters

Fumiko Otsuka[1]; Tohru Hada[1]; Shunjiro Shinohara[2]
[1] ESST, Kyushu Univ; [2] Interdis. Grad. Sch. Eng. Sci., Kyushu Univ.

We study particle acceleration by ponderomotive force in divergent magnetic field by test particle simulations, and apply the results to development of the next generation electrodeless plasma thrusters, as a part of the HEAT project. Normally, the ponderomotive potential is proportional to the RF electromagnetic field energy density, so that charged particles approaching the potential are repelled, but when the particle gyrofrequency is very large so that it exceeds the frequency of the given RF field, the sign of the ponderomotive potential is flipped and the potential acts as an attractor. By utilizing this asymmetric ponderomotive potential in a non-uniform background magnetic field, charged particles can gain net acceleration (Dodin et al., 2004). In our test particle simulations, we give RF electromagnetic field localized in a non-uniform background field, and computed particle trajectories and energy gain as they travel through the ponderomotive potential. Acceleration efficiency, parallel and perpendicular heating, effects of wall interactions (particle loss) and the ion-neutral collisions are examined.

電磁場によるポンドロモーティブ力は、通常は電磁場のエネルギー密度が高い方から低い方向に働くが、粒子のジャイロ周波数が電磁場の周波数よりも大きい場合には力は逆向きとなる。したがって、非一様な背景磁場のもとでの非対称ポンドロモーティブ場を利用して、背景磁場が減少する方向へ一方に粒子を加速することが可能である。また、サイクロトロン共鳴点通過の際に、平均磁場に平行方向（軸方向）への加速と垂直方向への加熱が起こる (Dodin et al,2004)。この加速原理を推進機関に応用する。

垂直方向に振動する電磁場は軸方向に孤立波的に分布するとし、背景磁場は軸方向に減少する発散磁場とする。イオン種としてアルゴンを考え、与えられた外部電磁場のもとでテスト粒子計算を行う。推進機関として考慮すべき要素として、壁損失、中性粒子との衝突、内部プラズマによる外部電磁場の遮蔽が挙げられる。外部電磁場 50V/m、背景磁場 350G のとき、Dodin の加速モデルのみでは 6km/s 程度の加速が確認された。しかし、壁損失や中性粒子との衝突を考慮すると、加速は 2km/s に減速した。これら現実的な要素を吟味し、本加速モデルが推進機関として実現可能であるかを探る。