

電気推進エンジンからの重イオンビーム放出と磁気圏プラズマとの相互作用に関する計算機実験

Hybrid simulation of ion beam injection from an electric propulsion engine into the magnetosphere

榊間 俊洋[1], 大村 善治[1]

Toshihiro Sakakima[1], Yoshiharu Omura[1]

[1] 京大・宙空電波

[1] RASC, Kyoto Univ.

現在、電気推進エンジンを使用した宇宙機は、宇宙空間での大量の物資を効率的な輸送できる方法のひとつとして注目されている。しかし過去の研究において、電気推進エンジンからの人工的な重イオンビームの放出による磁気圏プラズマへの影響が予想されている。本研究では、ハイブリッドコードを用いた計算機実験により、この人工的な重イオンビームと磁気圏との相互作用について解析を行う。

過去には、Chiu et al.[1980], Curtis et al.[1980]において、SPS(Solar Power Station)の建設における物資の輸送を想定した電気推進エンジン(口径 40m)からの重イオンビーム排出と、磁気圏プラズマとの相互作用の解析的な研究が行われている。Chiu らの予想では、磁場に垂直に伝わるイオンビームによりアルベーン波が発生し、それが地球磁場に沿って伝わることで電離圏に到達するとし、ほぼ 80% の重イオンがプラズマ圏に蓄積されると予想した。一方 Curtis らは、このようなアルベーン波は発生せず、大部分のビームイオンはプラズマ圏を抜け出す。一方、ビームの一部が磁場にとらえられてプラズマ圏に蓄積されるとしている。このようなイオンビームの蓄積現象は磁気圏の構図を大きく変える可能性がある。しかし、この問題に関する研究は十分に行われておらず、アルベーン波の励起機構や、ビームの拡散等に関する十分な検討はなされていない。また、イオンビーム不安定性による別の波動の励起や、励起された波動による背景イオンの加熱といった現象も起こる可能性がある。そこで我々は、アルベーン波のような低周波プラズマ波動とイオンの運動との関係を十分な空間的、時間的スケールで追うことのできるハイブリッドコードを用いて、人工的なイオンビームと磁気圏プラズマ波動との相互作用を解析することにした。

2次元 x-y 平面内にシミュレーション空間を取り、背景磁場を y 方向におく。x-y 平面全体に等密度の背景プロトンをおき、境界は周期条件とした。ハイブリッドコードのスケールに対して電気推進エンジンは非常に小さいため、シミュレーション空間の中央においた点源から冷たい重イオンビームを背景磁場に垂直方向(x 方向)に注入した。本講演では計算機実験の初期結果を報告する予定である。