

「イオンスラスト周辺でのプラズマ電磁環境及び荷電粒子分布の数値シミュレーション」

梶川 雅平

1. まえがき

1990年代以降、人工衛星や惑星探査機等の推進機としてイオンスラストが実用化されている。イオンスラストはその推進原理によりイオンスラストプルームと呼ばれる高密度プラズマを排出する。このプルームによって次のような問題が生じると考えられる。

イオンスラストプルームによる問題点

- (1) 地球からの通信波とプルームとの電磁干渉による通信障害
- (2) プルームから放射される電磁ノイズによる宇宙機搭載機器への障害
- (3) 太陽電池周辺のプラズマによる太陽電池の汚染、及び放電に起因する太陽電池の性能劣化

2. 研究目的

上記の問題点から、粒子シミュレーションを用いて

- (1) イオンスラストプルームと通信波との電磁干渉の調査
- (2) イオンスラストプルームから放射される電磁ノイズの調査
- (3) 太陽電池周辺のプラズマ分布の調査

を行った。

3. シミュレーション方法

- (1) 電磁干渉、(2) 電磁ノイズの調査

・ EM-PIC(Electromagnetic Particle in Cell)法

荷電粒子の運動の解析及びプルーム電流から放射される電磁波の解析が可能

- (3) プラズマ分布の調査

・ ES-PIC(Electrostatic particle in Cell)法

EM-PIC法のように電磁波の解析はできないが、計算に必要なメモリが少なく

ですむ

4. シミュレーション結果

・ 電磁干渉

プルームの存在によって通信波はほとんど影響をうけない事が分かった。しかしながら、アークジェットのようにイオンスラストよりも高密度のプラズマが排出されると通

信波は振幅減衰や位相変調等を起こす可能性がある。

- ・電磁ノイズ

プルームからの放射ノイズ強度はプルーム中の分極の程度に依存し、放射ノイズの周波数はプルーム中のプラズマ密度、静磁場の強度及び方向に依存する事が分かった。

- ・プラズマ分布

プラズマ分布の調査には宇宙機及び太陽電池パネルの形状を考慮できるように3次元の空間でシミュレーションを行った。直流発電を行う太陽電池パネルを模擬する為、パネル表面に電位を印加してシミュレーションを行った。正の電位をパネル前方に印加した場合、及び負の電位を前方に印加した場合についてシミュレーションを行った結果、太陽電池パネルの電位の違いによってプラズマ分布に大きな違いがみられた。

5. まとめ

- (1) プルームと通信波との電磁干渉の影響はほとんどない。
- (2) 電磁ノイズの放射強度はプルーム中の分極の程度に依存し、周波数は空間中の磁場強度と方向に依存する。
- (3) 太陽電池パネルの配置のしかたによって周囲のプラズマ分布は変化する。