

## 大規模プラズマ粒子シミュレーションによる飛翔体環境解析

### Spacecraft Environment Analysis via Large Scale Plasma Particle Simulation

# 岡田 雅樹 [1]; 臼井 英之 [2]; 大村 善治 [2]; 杉山 徹 [3]; 上田 裕子 [4]; 村田 健史 [5]; 松岡 大祐 [6]

# Masaki Okada[1]; Hideyuki Usui[2]; Yoshiharu Omura[2]; Tooru Sugiyama[3]; Hiroko, O Ueda[4]; Takeshi Murata[5]; Daisuke Matsuoka[6]

[1] 極地研; [2] 京大・生存圏; [3] 地球シミュレータセンター; [4] 宇宙航空機構; [5] 愛大・メディアセンター; [6] 愛媛大  
[1] NIPR; [2] RISH, Kyoto Univ.; [3] ESC/JAMSTEC; [4] JAXA; [5] CITE, Ehime University; [6] Ehime Univ.

<http://polaris.nipr.ac.jp/~simulatr/>

宇宙環境シミュレータプロジェクトでは、宇宙飛翔体環境を忠実に再現することができる3次元電磁粒子シミュレーションコード(NuSPACE)の開発を行ってきた。NuSPACEは電場磁場をマクスウェル方程式を中心差分法によって解き、プラズマを構成する電子およびイオンについては、運動方程式を解き進める手法を採用している。

NuSPACEの特徴は、以下のような点にある。

1. 電場、磁場双方とも時間発展を説くため、電磁波の伝播を正確に解くことができる。
2. プラズマを粒子として取り扱うため、高エネルギー粒子フラックスなどプラズマ粒子の速度分布を考慮した運動論的な効果を含めてシミュレーションを行うことができる。
3. 飛翔体に相当する内部境界条件を導入することによって、飛翔体の帯電環境解析、アンテナインピーダンス解析などに応用が可能である。

電磁粒子シミュレーションの手法は、計算プラズマ物理学の分野では近似が少なく有効な手法であることがすでに広く知られているが、一方、豊富な計算資源を必要とするために、工学的な応用がこれまで困難であると考えられていた。近年の計算機技術の進歩により、クラスター型計算機の普及がすすみ、衛星設計の分野において飛翔体帯電環境の解析に十分応用可能になりつつある。

図1は、地球シミュレータの2ノードを使って飛翔体近傍の環境を解いた例である。現状では内部境界は導入されていないが、イオンビーム放出によって飛翔体近傍のプラズマ環境擾乱を再現することができている。

これまで宇宙環境シミュレータプロジェクトは、コード開発と検証を中心に行ってきたが、基礎的な検証実験を行う段階から、応用課題での実験に移りつつある。現段階では、主に

1. ローカルビームモデル実験
2. 一様ビームモデル実験
3. ラングミュアプローブモデル実験
4. 飛翔体近傍モデル実験

の4種類のモデルによる実験を行う計画でプロジェクトを進めている。

本発表では、現在地球シミュレータにおいて開発が進んでいる3次元電磁粒子シミュレーションコードの開発の現状と、飛翔体環境解析への応用と計画および最新の実験結果について紹介する。

