

## 衛星ウェイクの電界計測への影響に関するプラズマ粒子シミュレーション Plasma particle simulations on spacecraft wake effects on electric field measurements

三宅 洋平<sup>1\*</sup>, 白井 英之<sup>1</sup>

MIYAKE, Yohei<sup>1\*</sup>, USUI, Hideyuki<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 神戸大学大学院システム情報学研究科

<sup>1</sup> Graduate School of System Informatics, Kobe University

将来磁気圏探査衛星で計画される定常および波動電界の精密測定に向け、宇宙プラズマ環境中における電界センサーの振る舞いをより詳細に把握する必要がある。イオンのドリフト速度が熱速度より大きいプラズマフロー中では、背景プラズマ中に比べてイオン密度が低いウェイク領域が衛星の後方に形成される。特に極風中などでは冷たいイオンフローが高い電位を有する衛星に排斥されることで、ウェイク領域が拡大する [1]。このウェイク領域に片側の電場プローブが侵入すると、ウェイクポテンシャルに起因するスプリアス電界が観測されることが報告されている。このような不要成分を同定もしくは除去するためには、衛星周辺のウェイク構造やその形成過程を詳細に解析する必要がある。こうした解析は、限られたケースを除いては理論や地上実験で取り扱う事が困難であり、数値的手法の確立が急務となっている。

本研究では、電界センサー周辺プラズマ環境、およびその環境下でのセンサー特性評価にプラズマ粒子計算機実験を適用する。粒子モデル計算機実験は個々のプラズマ粒子の運動方程式を解き進めていくため、原理的にはウェイクの形成過程を運動論効果も含めて矛盾なく再現することができる。

本発表では Cluster 衛星周辺のウェイク構造の数値モデリングとプラズマ粒子シミュレーション解析について報告を行う。特に衛星本体に加え、ウェイク形成に一定の影響を及ぼす可能性のあるブームを数値モデルに取り込む。一般にブームの半径 (数 mm) は衛星本体のサイズ (数 m) に比べて非常に小さいため、ブーム形状が解像可能なメッシュサイズでシミュレーション領域を区切ることは現実的ではない。そこで本解析ではブーム中心軸の最近傍グリッド点に実際のブーム正電位より低い電位を設定することで、仮想的に細いブーム形状を模擬することとした。このモデルを用い、プロトンと O<sup>+</sup>イオンを含むプラズマ中でウェイク形成の計算機実験を行った。その結果、衛星のみならずブームの後方にもウェイク構造が認められ、ラム側とウェイク側のプローブ間に電位差が発生することを確認した。これを電界値に換算すると 3~5 mV/m 程度となり、観測による報告例と近い結果となった。今後はブームとフローの成す角度に対するウェイク構造の依存性を調査し、スピン面内の電場センサーがどのようなスプリアス電界波形を測定するかを調査する。

[1] E. Engwall et al., Wake Formation Behind Positively Charged Spacecraft in Flowing Tenuous Plasmas, Phys. Plasmas, 13, 062904, 2006.

キーワード: 電界センサー, 衛星ウェイク, 粒子シミュレーション

Keywords: Electric field sensor, Spacecraft wake, PIC simulation