

衛星搭載電界センサー周辺の光電子環境に関する計算機実験

Numerical analysis on the photoelectron environment around space-based electric field sensors

三宅 洋平^{1*}, 臼井 英之², 小嶋 浩嗣³

Yohei Miyake^{1*}, Hideyuki Usui², Hirotsugu Kojima³

¹京都大学学術情報メディアセンター, ²神戸大学工学研究科, ³京都大学生存圏研究所

¹ACCMS, Kyoto Univ., ²Grad. School of Engineering, Kobe Univ., ³RISH, Kyoto Univ.

磁気圏および太陽風プラズマ中では、衛星の太陽光照射面から放出される光電子の密度が背景プラズマ密度に対して非常に高いため、衛星や電界センサーの日照面周辺に光電子雲が形成される。そうした環境では、光電子放出電流が衛星やセンサーの電位を決定する主要因となるため、電界センサー設計においては常に注意を払う必要がある。特にスピン軸に対して非対称に放出された光電子がスピン面内の電界センサー特性に影響し得るといった報告例もあり、衛星周辺の光電子環境およびそれが電界センサー特性に及ぼす影響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、原理的には光電子雲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。一方で、3次元粒子計算機実験の計算コストの高さのために、センサーの実サイズや光電子・背景プラズマの実パラメータのモデル化が現時点では困難であるという課題が残されており、センサー特性評価数値ツールとしては発展途上にあると言える。

本発表では特に水星磁気圏探査衛星BepiColombo/MMOに搭載予定のパック式電界センサー(MEFISTO)の数値モデリングおよびセンサー周辺の光電子環境解析について報告を行う。MEFISTOの特徴として、電界センサー特性への光電子の影響の軽減を目的としたガード電極の搭載があげられる。とりわけ衛星本体表面から放出された光電子がセンサー導体へ到達するのをガード電極によってどの程度抑えられるか、という点について、計算機実験の結果を示す。本発表ではまた、センサー特性評価数値ツールとして克服しなければならない上述の課題に対する取り組みの進捗や今後の展望についても紹介する。

キーワード:電界アンテナ,光電子,粒子シミュレーション

Keywords: Electric antenna, Photoelectron, PIC simulation