

衛星搭載電界センサー計測におけるスプリアス電界特性に関する計算機実験

三宅 洋平 [1]; 臼井 英之 [2]; 小嶋 浩嗣 [3]
[1] 神戸大学; [2] 神戸大・システム情報; [3] 京大・生存圏

Particle simulations on the characteristics of spurious electric fields measured by an electric field sensor

Yohei Miyake[1]; Hideyuki Usui[2]; Hirotsugu Kojima[3]
[1] Kobe Univ.; [2] System informatics, Kobe Univ; [3] RISH, Kyoto Univ.

For more sophisticated electric field measurement planned in future magnetospheric missions, a strong demand arises regarding better understanding of the behavior of an electric field sensor in space plasma environment. In low-density space plasmas, photoelectron emission due to solar illumination creates a high-density electron cloud around a sensor aboard scientific spacecraft. Considering the fact that such a photoelectron cloud occasionally causes spurious electric field [1] and unexpected change of sensor properties, we require quantitative evaluation of the photoelectron environment around the sensor and its influence on the sensor properties. Particularly, it is necessary to develop a numerical approach, which is applicable to a wide range of presumable situations of photoelectron environment around spacecraft.

In the current study, we applied the particle-in-cell (PIC) plasma simulation to the analysis of the photoelectron environment around spacecraft and its influence on sensor characteristics. The PIC approach enables us to reproduce the formation of the photoelectron cloud as well as the spacecraft and sensor charging in a self-consistent manner. Based on the PIC approach, we have developed a numerical model of a modern electric field sensor MEFISTO for the BepiColombo/MMO spacecraft. The model includes the photoelectron guard electrode and current biasing, both of which are realized in the simulation as a potential control of the instrument surfaces.

We report the progress of our analysis on photoelectron environment around MEFISTO and its influence on the sensor behavior. In considering photoelectron environment, the photoelectron guard electrode is a key technology of MEFISTO for producing an optimum condition of the photoelectron distribution. Based on our PIC simulations, we have proposed some guidelines on operational conditions of the photoelectron guard electrode, specifically regarding the guard potential setting [2]. In the present paper, we also report some latest simulation results on unintended measurements of spurious electric fields due to an asymmetric photoelectron distribution, the intensity of which should depend strongly on the incident angle of the sunlight.

[Reference]

- [1] Cully et al., Electrostatic structure around spacecraft in tenuous plasma, *J. Geophys. Res.*, 112, A09211, 2007.
- [2] Miyake et al. Effects of the guard electrode on the photoelectron distribution around an electric field sensor, *J. Geophys. Res.*, 116, A05211, 2011.

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正確に把握する必要がある。外部磁気圏や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く、電界センサーの日照面周辺に高密度の光電子雲が形成される。特に一対のセンサー間の光電子分布が非対称な場合に、測定値にスプリアスな電界成分が重畳するという報告例 [1] もあり、センサー周辺の光電子環境と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自己矛盾なく再現することができる。

本発表では特に水星磁気圏探査衛星 BepiColombo/MMO に搭載予定のバ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。我々はこれまでに光電子の影響を除去するために必要なガード電極の動作条件に関する検討を行った [2]。本発表では、非対称光電子分布に起因するスプリアス電界の太陽光照射角度に対する依存性に着目する。また電界センサーによる定常対流電場の測定を計算機実験中で再現することにより、光電子雲が測定値に与える影響について検討を行う。

[参考文献]

- [1] Cully et al., Electrostatic structure around spacecraft in tenuous plasma, *J. Geophys. Res.*, 112, A09211, 2007.
- [2] Miyake et al. Effects of the guard electrode on the photoelectron distribution around an electric field sensor, *J. Geophys. Res.*, 116, A05211, 2011.