

将来衛星搭載用電界アンテナのプラズマ波動受信特性評価に関する計算機実験

Particle-In-Cell Simulation on the Receiving Antenna Characteristics in Space Plasma Environment

三宅 洋平 [1]; 臼井 英之 [2]; 小嶋 浩嗣 [3]; 大村 善治 [4]

Yohei Miyake[1]; Hideyuki Usui[2]; Hirotsugu Kojima[3]; Yoshiharu Omura[4]

[1] 京大 RISH; [2] 京大・生存圏/JST-CREST; [3] 京大・RISH; [4] 京大・生存圏

[1] RISH, Kyoto Univ.; [2] RISH, Kyoto Univ./JST-CREST; [3] RISH, Kyoto Univ.; [4] RISH, Kyoto Univ

プラズマ波動観測によって得られた電界データを精確に較正するためには、電界アンテナの宇宙プラズマ中での特性を定量的に把握しておくことが必要である。特に現在計画中の磁気圏ミッションに向け、実際に搭載予定のアンテナの特性評価モデルを、その詳細構造も含めて作成することが急務となっている。

宇宙空間においては、電磁場を介したアンテナ・プラズマ間のエネルギー交換、もしくは荷電粒子運動に伴う導電電流のアンテナへの流入/流出により、電界アンテナは地上とは大きく異なる特性を示す。また地上のアンテナ設計において通常用いられている送受信の可逆性などの仮定が宇宙プラズマ中では成り立たない可能性がある。さらに複雑な要素としては、アンテナ特性に影響を及ぼす宇宙プラズマ自身がアンテナや衛星の存在による擾乱を受け、著しく非一様な分布を示すことがあげられる。

宇宙空間中でのアンテナ特性を理解するにあたり、個々のプラズマ粒子の運動を解き進めるプラズマ粒子計算機実験は、プラズマシースや光電子雲のダイナミクスの影響を矛盾なくとりことができ、非常に強力なツールとなりうる。特に、計算機実験空間中に実際に伝播させたプラズマ波動の電界アンテナ受信を模擬する解析手法は、現実のアンテナ設計に必要な受信特性を直接的に取得できる点で有用であることが示されている。本研究では、本手法を用いて将来衛星ミッション搭載用アンテナの受信特性定量評価を行うことを目的とする。

本講演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アンテナ (MEFISTO) の数値モデリングおよびそれを用いた特性解析の進捗について報告を行う。MEFISTO アンテナの特徴として、衛星本体から放出された光電子の電界アンテナへの影響を軽減するガード電極の採用があげられる。このガード電極はアンテナ周辺の光電子分布に大きな影響を与えることが計算機実験により確認された。講演では、ガード電極およびアンテナ電位に影響を与えるバイアス電流によるアンテナ周辺のプラズマ環境の変化、およびそれがアンテナ特性へ与える影響について議論を行う。