

光電子放出環境下における衛星搭載電界アンテナのインピーダンス特性評価

Effect of photoelectrons on the impedance of the electric field antennas onboard spacecraft

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; [3] 京大・RISH; [4] 京大・生存圏

[1] RISH, Kyoto Univ.; [2] RISH, Kyoto Univ.; [3] RISH, Kyoto Univ.; [4] RISH, Kyoto Univ

科学衛星によるプラズマ波動観測データの正確な較正や将来ミッション搭載アンテナの設計のため、宇宙プラズマ環境中の電界アンテナ特性を定量的に理解することが必要である。プラズマ中のアンテナ特性に関する過去の多くの理論研究においては、アンテナは理想的な細線導体であり、プラズマ粒子はアンテナ位置を透過するものとして扱われていた。しかし現実にはアンテナ表面に衝突したプラズマ粒子はアンテナ導体内部に吸収されてアンテナの帯電に寄与し、ひいては周辺プラズマ環境に影響を及ぼす。われわれは電磁粒子シミュレーション手法を応用することにより、アンテナ特性に影響を及ぼす上記の効果を考慮しつつ、プラズマ粒子の運動論効果をセルフコンシステントに解き進め、現実的な衛星プラズマ環境下におけるアンテナ特性の評価を行っている。

磁気圏プラズマ中において衛星に太陽光が照射され光電子が放出されている状況を想定し、まず衛星周辺のプラズマ環境を再現するため、静電シミュレーション解析を行った。日照中の衛星およびアンテナが正に帯電し、その周りに光電子の高密度領域が形成されることを確認した。また比較のため、光電子が放出されない場合についても解析を行い、この場合にはイオンシースと呼ばれる電子低密度領域が形成されることを確認した。次にこの環境を初期条件として、電磁シミュレーション解析を行うことにより、主に電子プラズマ周波数付近の周波数域におけるアンテナインピーダンス特性の解析を行った。この結果、光電子放出環境下においては低周波数域でのアンテナインピーダンス実部が値が上昇し、虚部に関しては真空中の値に比べ、その絶対値が減少することがわかった。この効果は電気回路としては RC 並列回路で表現することができ、電子の運動に伴う導電電流が寄与していると解釈される。一方イオンシース環境下においては、このようなインピーダンス変化は電子プラズマ周波数周辺の周波数域においては認められなかった。このことから、光電子放出によってできる高密度の電子領域がこの効果に大きく寄与していることが確認された。本結果は、衛星のスピンや姿勢変化による太陽光照射方向の変化が、アンテナインピーダンスの低周波特性に影響する可能性を示唆するものであり、衛星周辺特有のプラズマ環境が電界アンテナ特性に影響を及ぼすことを確認するものである。現在、本効果の太陽光放射方向や磁場に対する依存性について定量的解析を行っており、発表ではその進捗状況についても報告を行う。