

科学衛星搭載用電界センサーの特性評価に関する計算機実験

PIC simulations on electric field antenna characteristics in plasma

三宅 洋平[1]; 臼井 英之[2]; 中村 宣之[1]; 小嶋 浩嗣[2]; 松本 紘[2]; 大村 善治[2]

Youhei Miyake[1]; Hideyuki Usui[2]; Nobuyuki Nakamura[1]; Hirotsugu Kojima[2]; Hiroshi Matsumoto[2]; Yoshiharu Omura[2]

[1] 京大 RASC; [2] 京大・宙空電波

[1] RASC, Kyoto Univ; [2] RASC, Kyoto Univ.

プラズマ波動観測において、アンテナインピーダンス、実効長、ピックアップファクターなどのアンテナ特性は、波動データの適切な較正のため、正確に把握しておくことが必要である。しかし、宇宙プラズマ中におけるこれらの特性の正確な評価は、アンテナそのもの、プラズマ波動、背景プラズマ、光電子などの相互作用により容易ではない。

本研究では、アンテナ近傍のプラズマダイナミクスに着目し、それを考慮したアンテナ特性の解析を三次元電磁粒子(PIC)シミュレーションの手法を用いて解き明かすことを目的としている。今回は、アンテナが太陽光を受けて光電子放出を行う場合のプラズマ環境に着目するとともに、衛星本体を考慮した場合についてのアンテナ特性について解析を開始したのでその一部を報告する。

これまで、アンテナ表面電流を仮定した上での理論計算、衛星による実際のインピーダンス計測などがなされている。衛星によるインピーダンス計測では、抵抗とコンデンサの並列接続としてアンテナ等価回路が表すことができるが、必ずしも理論インピーダンスとは一致しない。この差異の原因としてアンテナ周りの非一様なプラズマ環境、たとえば、イオンシースや光電子の影響があげられている。

また、将来の衛星ミッションでは、衛星の軽量化、装置の単純化のため、周囲のプラズマのデバイ長よりも短いアンテナを用いることが計画されている。そのため、デバイ長よりも短いアンテナで、十分な感度を保ちつつ、波動をピックアップすることが可能かどうかについても定量的調査が望まれている。これまでの我々は、アンテナ近傍プラズマの空間非一様性を考慮していない簡単なモデルを用いてアンテナ特性を計算機実験で調べたが、デバイ長がアンテナ全体の長さの8分の1、4分の1、2倍というプラズマ環境においては実効長、ピックアップファクターの著しい劣化は起こらないことが分かった。この結果が、アンテナから光電子放出がある場合などの非一様なプラズマ中についても適応されるかどうかについて解析を行っている。

また、理想的なダイポールアンテナではなく、アンテナ長に対して本体の大きさが無視できない場合についてのアンテナ特性解析も開始している。特に、光電子放出が衛星システムについて非対称になる場合のプラズマ環境をまず調査し、その環境においてアンテナ特性の詳細を調べる必要がある。本講演では得られた結果の一部を報告する。