

## 将来磁気圏衛星搭載用電界アンテナの波動受信特性評価に関する計算機実験

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

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

### Particle-In-Cell Simulation on the Receiving Characteristics of an Electric Field Antenna for Future Magnetospheric Missions

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

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

Understanding of electric field antenna characteristics (e.g., effective length and impedance) in space plasma environment is important, because calibration of electric field data obtained by scientific spacecraft should be done with the precise knowledge of such characteristics. Particularly, a strong demand arises regarding the development of a method for evaluating a modern electric field instrument including its detailed structure. However, due to complex behavior of the surrounding plasma, it is often difficult to apply theoretical approaches to the analysis of practical antenna characteristics including effects of the plasma kinetics and the complex structure of the modern electric field instrument.

In the current study, we applied the electromagnetic Particle-In-Cell (EM-PIC) plasma simulation to the complex antenna analysis in space plasma. By using the PIC modeling, we can self-consistently consider the plasma kinetics. This enables us to naturally include the effects of the inhomogeneous plasma environment such as a sheath created around the antenna. We also employed an EM model in order to apply our tool to antenna properties for not only ES plasma waves but also EM plasma waves. We particularly modeled situations of ES/EM-wave reception by an antenna aboard scientific spacecraft and examined practical antenna characteristics.

In the present simulation model, we initially set up external waves that propagate in a simulation region. We also placed a numerical antenna model made of a perfect conductive body, in which the electric field values are set to zero. By this treatment, we can directly simulate the reception of plasma waves by the electric field antenna. Then, by observing values of the wave electric field and the input voltage induced at a gap between two antenna-body elements, we obtain the effective length and the impedance of the antenna in receiving the plasma waves. We started the analysis of an electric field instrument MEFISTO, which is an electric field instrument for BepiColombo/MMO. For practical analysis of receiving characteristics of the MEFISTO, a static plasma environment affected by conductive body potential and photoelectron distribution is also important. We will report the current status of the numerical modeling for the MEFISTO antenna.

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。一般に電界アンテナ特性は密度や温度といった周辺プラズマパラメータの変化の影響を大きく受ける。さらには周辺プラズマ環境そのものも光電子・プラズマシース形成などのプラズマ衛星間相互作用により変化する。こうした複雑なプラズマ環境の中で、詳細なアンテナ構造を含めた解析を理論的に行うのは困難である。この問題を解決するためには、既にその有用性が認知されつつある数値シミュレーション手法を、アンテナ特性解析にも応用可能なように発展させることが必要である。

上記の背景を踏まえ、我々は3次元電磁粒子シミュレーション手法を基礎とする電界アンテナ特性解析ツールの開発を進めている。アンテナ特性にはシース形成等の粒子運動論効果が大きく影響することが知られており、この観点から粒子シミュレーションは有効な手段である。さらにホイスラー波等の電磁的プラズマ波動に対するアンテナ特性の解析に対しても、本ツールが適用可能なように電磁モデルでの開発を進めている。このツールを用いて我々は電界波動データ較正に特に重要であるアンテナ実効長、インピーダンスの評価を行っている。この際、計算領域中を伝搬する静電ノ電磁波動をアンテナにより受信する状況を直接シミュレーションすることにより、実際的な特性評価を行おうとする点の特徴である。

現在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に力点を置いて数値モデル作成を進めている。我々の解析の主な対象は比較的高周波のプラズマ波動に対するアンテナ特性であるが、その正確な評価のためには衛星や電界アンテナ各部の電位分布およびそれによって影響を受ける光電子分布等、静的なプラズマ環境も重要な要素である。こうした観点からのモデリングの進捗状況についても報告を行う。