

## 計算機実験による将来衛星ミッション搭載用波動電界センサーの特性評価

# 三宅 洋平 [1]; 臼井 英之 [2]; 小嶋 浩嗣 [3]; 大村 善治 [4]; 松本 紘 [5]

[1] 京大 RISH; [2] 京大・生存圏; [3] 京大・RISH; [4] 京大・生存圏; [5] 京大・生存圏研

### Particle-In-Cell simulations on the characteristics of electric field sensor on board the scientific satellite

# Yohei Miyake[1]; Hideyuki Usui[2]; Hirotsugu Kojima[3]; Yoshiharu Omura[4]; Hiroshi Matsumoto[5]

[1] RISH, Kyoto Univ.; [2] RISH, Kyoto Univ.; [3] RISH, Kyoto Univ.; [4] RISH, Kyoto Univ.; [5] RISH, Kyoto Univ.

The characteristics of electric field sensor immersed in space plasma are affected by complex interactions among antenna, plasma waves, and particles. Such effects have to be investigated quantitatively for the calibration of wave data obtained by satellite observations. However, the antenna analysis in space plasma is generally complicated because it is basically a dispersive and anisotropic medium. In the previous theories, antenna analysis was done only for highly simplified models such as a dipole antenna immersed in a uniform cold or hot plasma with the assumed antenna current distribution. For future satellite missions, it is necessary to establish the method in which we can evaluate the antenna characteristics considering realistic antenna/spacecraft geometries and realistic plasma environment including the effects of photoemission and sheath formation. In the present study, the electric field antenna characteristics are studied by means of the Particle-In-Cell simulations. The PIC simulation method enables us to treat the realistic antenna model and analyze the plasma kinetic effects such as photoelectron emission and sheath formation on the antenna characteristics.

The present antenna model consists of perfect conducting antennas and spacecraft body whose joints are assumed to be electrically insulated. Moreover, the authors model the photoelectron emission from the sunlit surfaces. Using these models, the authors examined the antenna impedance by using plasma parameters of Earth's Magnetosheath. Particularly, the impedance characteristics in the frequency range near the electron plasma frequency were focused. The authors found that the conduction current due to the dense photoelectron cloud around the antenna affected the value of impedance below the characteristic frequency corresponding to the local density in photoelectron sheath. This effect can be well understood by the RC parallel equivalent circuit, and the same tendency was reported in the impedance measurements by GEOTAIL spacecraft [Tsutsui et al., 1997]. The authors started to evaluate the validity of our results and improve the numerical models of spacecraft and photoemission for future analysis on more realistic situations.

将来の科学衛星ミッションにおけるプラズマ波動観測では、宇宙空間中の電磁界の絶対強度を正確に計測することがより重要となってくるが、これには観測機器特性に基づく正確なデータ較正が必要である。波動電界成分測定においてはインピーダンスや実効長といった電界センサーの宇宙プラズマ中での特性が問題となる。電界センサー特性は密度や温度などの周辺プラズマ環境の影響を大きく受ける上に、周辺プラズマ環境そのもの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ため、その解析は非常に複雑である。過去の理論においてはセンサー上の電流分布等の仮定をおくことにより、プラズマ中のセンサーの基礎的な性質が解明されてきたが、今後は実際の科学衛星ミッションの観測データ較正やセンサー設計に直接利用可能なセンサー特性データの取得が求められる。

我々は宇宙飛行体周辺のより実際のプラズマ環境下での電界センサー特性の取得を目指し、3次元電磁粒子シミュレーション手法を基礎とするセンサー特性解析ツールの開発を進めている。粒子シミュレーションはシース形成などのプラズマ運動論効果をセルフコンシステントに考慮するために必要である。これまでに衛星本体部分を考慮した電界センサーおよび衛星表面から光電子放出の数値モデリングの基礎を完了し、さらに地球磁気圏における実プラズマパラメータを用いるための計算高速化手法について検討を行ってきた。

これを用い磁気圏シース領域で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、主に電子プラズマ周波数付近の周波数域におけるインピーダンス特性の解析を行った。これまでに得られた結果から、光電子放出によって形成された電子高密度領域によるセンサーおよび衛星エレメント間の導電電流が、電界センサー表面の電子密度から求まるプラズマ周波数より低い周波数域でのインピーダンス値に影響を及ぼすことがわかった。この効果は等価回路としてはRC並列回路で表すことができ、同様の傾向はGEOTAILのインピーダンス計測結果を用いた過去の研究によっても報告されている [Tsutsui et al., 1997]。現在はシミュレーションで得られた値と衛星による計測結果との比較を行い、本手法の妥当性の検証を進めている。具体的にはシミュレーション、実測の両方の結果から得られる等価回路におけるRの値の比較を行っているが、現時点ではシミュレーションから得られたRの値が実測に比べ小さくなっており、完全に一致する結果とはなっていない。この原因としては測定周波数帯が異なることや、現在の光電子および衛星シミュレーションモデルがまだ原始的なものであることなどが考えられる。その原因を調査した上で、今後は現実的な衛星や光電子/二次電子放出現象のモデリングの導入を進めていき、同時にインピーダンス変化が実際のプラズマ波動観測データ較正に及ぼす影響について評価を行っていく必要がある。本発表ではその進捗状況について報告を行う。