

宇宙プラズマとアンテナの相互作用に関する計算

機実験

*臼井 英之 [1],松本 紘 [1],大村 善治 [1]

京都大学超高層電波研究センター[1]

Computer experiments on the interactions between antenna and space plasma

*Hideyuki Usui[1], Hiroshi Matsumoto [1], Yoshiharu Omura [1]

Radio Atmospheric Science Center, Kyoto University[1]

We examine the interaction between an antenna and the space plasma by performing computer experiments with three-dimensional electromagnetic particle model. Antenna characteristics such as the frequency dependence of impedance have been studied well in the vacuum model. However, they are not understood well in the space plasma which is a dispersive and anisotropic media. To investigate the plasma kinetic effect to the antenna impedance, we performed Particle-In-Cell (PIC) simulations in which an antenna with finite length is immersed in a magnetized plasma. We also examined the effect of sheath formed around the antenna on the antenna property. The antenna charging is also studied.

アンテナ特性はこれまで真空中での解析が多くなされているが、分散性、異方性媒質である宇宙プラズマ中でのアンテナ特性についてはその解析の困難さから、微小ダイポールやコールドプラズマ近似のモデルを用いた研究にとどまっていた。しかし、飛翔体に搭載されるアンテナはその形状、特性が様々であり、また、飛翔領域におけるプラズマ条件も多様である。そこで、我々はそれぞれの場合に応じた特性解析を行うため、磁化ホットプラズマや有限長アンテナを任意に取り扱える

PIC(Particle In Cell)モデルの計算機実験を行う。

計算機実験では、アンテナ工学の分野で近年盛んに行われるようになってきたFDTD(Finite Difference Time Domain)法のモデルを用いる。本研究のモデルではプラズマを超粒子として扱うため、アンテナの帯電、周辺でのシース形成が再現できる。特にアンテナ近傍での空間微細構造はアンテナ特性にも影響するため、物体周辺の格子点間隔を細かくするサブグリッド法を計算機実験に導入し、その特性についても検討を加えた。今回、アンテナ特性における磁場の向き、プラズマ温度、アンテナシースのそれぞれの影響に着目し、計算機実験を行なった。いずれの場合も、基本的に

アンテナインピーダンスはUHR周波数近傍において大きく変動することが確認できた。これは、アンテナ周辺のプラズマとの共鳴が関係するものと考えられる。また、電子のサイクロトロン周波数においてもインピーダンス変化が見られた。磁場とアンテナの角度がある場合もインピーダンス変化が見られる。アンテナ近傍シースの影響、強度の高い電波放射の際のアンテナと周辺プラズマとの相互作用などについても検討を行い報告する予定ある。プラズマ中でのアンテナ特性を定量的に把握しておくことは、科学衛星によるプラズマ波動計測、電波を用いた無線エネルギー伝送などにおいて非常に重要となる。今後、より一層空間、時間分解能を向上させたモデルでの解析を行なう。