

## 宇宙プラズマ中でのアンテナ特性に関する計算機実験

## Computer Experiments on Antenna Characteristics in Space Plasmas

# 山本 敦士[1], 臼井 英之[1], 小嶋 浩嗣[1], 松本 紘[1], 大村 善治[1]

# Atsushi Yamamoto[1], Hideyuki Usui[1], Hirotsugu Kojima[2], Hiroshi Matsumoto[2], Yoshiharu Omura[2]

[1] 京大・宙空電波

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

宇宙プラズマ中に置かれたアンテナ特性の研究は、プラズマ波動の観測において、その絶対強度、位相を評価する上で重要である。これまでプラズマを流体近似したモデルによりアンテナ特性の解析は行われてきたが、我々はプラズマの運動論的効果に着目し、粒子モデルシミュレーションによるアンテナ解析を行ってきている。

そこでプラズマで満たされた3次元空間中にダイポールアンテナを設置したモデルを用いてシミュレーションを行う。今回は、波長より非常に短いアンテナをモデル化し、そのプラズマ中での特性に注目する。

また、アンテナからの光電子放出などの影響についても解析を行う。

電離層や宇宙プラズマ中に置かれたアンテナ特性の研究は、プラズマ波動の観測用において、その絶対強度、位相の評価において重要である。すなわち、プラズマ中に置かれたアンテナの特性とプラズマパラメータの関係をあらかじめ計算機実験により知ることで、実際の衛星観測やロケット実験にもフィードバックできるのではないかと考えられる。

そこで、プラズマで満たされた3次元空間中にダイポールアンテナを設置したモデルを用いてシミュレーションを行う。プログラムコードには京都大学宙空電波科学研究センターにおいて開発され、三次元用にまで発展されてきたKEMPO(Kyoto-university ElectroMagnetic Particle code)を用いている。

これまでに、アンテナ特性については多数の研究がなされており、理論では微小ダイポールアンテナ(Balmain, 1964)や、シースを考慮した微小ダイポール(Aso, 1974)、波長に対して必ずしも小さくないアンテナの研究(Adachi, 1977)がなされて、実際の宇宙実験においてはアンテナインピーダンスの測定(Oya, 1966)や科学衛星GEOTAILでの地球磁気圏プラズマ中でのアンテナインピーダンスの測定(Tsutsui, 1997)が行われている。計算機実験ではRASCにおいて波長と同程度の半波長ダイポールアンテナを用いたアンテナインピーダンスの計算機実験(Yamashita, 1997)が行われている。

今回、我々は波長に対してずっと短いアンテナ(つまり微小ダイポール)を用いて、プラズマ中での特性に注目する。観測衛星のアンテナは、およその経験則からデバイ長程度を推し量って長さを決定している。科学衛星GEOTAILの場合、平均的なデバイ長を考慮して長さが決定されるが、それよりも十分長い波長のプラズマ波を観測している。しかし、その際の実効長、アンテナインピーダンスなどのパラメータは経験的な値を用いており、定量的には評価されていない。本研究では上記のシミュレーションにより、これらの定量的な調査を行う。

計算機上のモデルとして、アンテナ長を想定する空間のデバイ長程度とし、微小アンテナを想定するために、それがどの程度、波長の長い波を観測することができるのかを観察し、その解析を進めていく。

また、アンテナ特性の光電子依存性にも今後着目する必要がある。光電子放出により、アンテナと衛星本体との電位関係が変化するとともに、周辺プラズマ環境も変動する。このような状況においてアンテナ特性がどのように影響を受けるかについては、これまで定量的に解析されたことはない。本研究では、まず、光電子放出をシミュレーションに数値的に取り入れ、それによるアンテナと衛星本体との電位関係および周辺プラズマの影響について調べる。これらについて基本的なことがわかり次第、その状況下でのアンテナ特性について計算機実験により調べる予定である。