

## 磁化プラズマ中における VLF 電界センサの等価回路モデル

# 亀井 亮 [1]; 東 亮一 [1]  
[1] 石川高専

### Equivalent circuit model of VLF electric field sensors in geomagnetized plasma

# Makoto Kamei[1]; Ryoichi Higashi[1]  
[1] Ishikawa NCT

EXOS-D(Akebono) satellite was launched as a purpose to observe electromagnetic wave in geomagnetized plasma. It is necessary to know the characteristics of antennas for electric field observation onboard EXOS-D(Akebono) satellite to calibrate the electric field component data. The antennas is affected by the plasma parameters. There are antenna impedance and effective lengths as a characteristic of the antennas. In this study, the antenna impedance is notable as the important characteristic of the antennas.

Vector impedance measuring instrument (VIP) has an IMP function and a calibration function for the instrument for the electric field observation. The antennas are considered to be the parallel circuit of the resistance component and the capacitance component. The antenna impedance depends on the electrons density and the spin of the satellite from previous research results.

In this study, the data of antenna impedance measured by VIP from 1989 to 1995 are analyzed. It was confirmed that the resistance component of the antenna impedance changed because of the frequency change of the voltage impressed between the antenna terminals. Usually, the resistance component does not depend on the frequency and has a constant value. Therefore, the antennas cannot be represented as the simple parallel circuit of the resistance and the capacitance component. It is necessary to discuss about a new equivalent circuit model. We will report the analyzed data about the frequency dependency and a new equivalent circuit model.

科学衛星「あけぼの」は地球周辺空間の電磁波動やプラズマ粒子を観測することを目的として、1989年2月21日に打ち上げられた。宇宙空間における電磁波動の電界成分を精度良く観測するためには、あけぼの衛星に搭載されている電界観測用アンテナの特性を知る必要がある。あけぼの衛星に搭載されている電界観測用アンテナ(WAT)は4本のアンテナエレメントから構成されている。各アンテナエレメントの長さは30mで各2本のアンテナエレメントにより全長60mのダイポール型アンテナを構成している。プラズマ中では電界観測用アンテナはプラズマの影響を受け、その特性が真空中とは異なることが分かっている。アンテナの特性としては実効長とインピーダンスが挙げられる。あけぼの衛星にはワイヤアンテナのインピーダンスを測定する機能(VIP)があり、その機能によりアンテナのインピーダンスが計測される。本研究ではアンテナのインピーダンスに注目し、プラズマ中における電界観測用アンテナのインピーダンスの特性の解析を目的としている。

アンテナインピーダンスはプラズマ中ではアンテナの周囲に形成されるプラズマシースの影響を受け、インピーダンスの値を一意的に決めることができないため、今までの電磁波動の電界成分の正確な校正ができなかった。現状では宇宙空間でのアンテナのインピーダンスの等価回路はシースインピーダンスとプラズマインピーダンスが直列に接続したものであるが、プラズマインピーダンスはシースインピーダンスと比較すると非常に小さいので無視できるため、シースインピーダンスのモデルだけで考えることができる。一般的にシースインピーダンスのモデルは抵抗とキャパシタの並列回路としてみなしている。これまでの研究結果から、宇宙空間におけるアンテナのインピーダンスは電子密度や衛星のスピンの依存していることがわかっている。また、本研究においてアンテナインピーダンスの抵抗成分が周波数依存性を持つことが確認された。

本研究では、1989年から1995年までのデータを解析し、アンテナインピーダンスの抵抗成分と周波数に依存する現象が多々みられた。抵抗成分の周波数依存性についての現象はあけぼの衛星の軌道、衛星のスピンのLocal timeに関係なく確認された。また、周波数依存性によりアンテナインピーダンスの抵抗成分が増加する傾向がある。増加幅は大きなもので4倍程度の増加が確認されている。この結果から、抵抗成分は通常なら周波数によらず一定値を持つものであるが、周波数によって抵抗成分が変化しているため、従来のシースインピーダンスの等価回路モデルである抵抗とキャパシタの並列回路では説明ができないことがわかる。そこで、アンテナインピーダンスの等価回路モデルの再検討が必要であると考える。

現在検討中であるのが、Doteらが提案するアンテナインピーダンスの等価回路である。Doteらの提案するシースインピーダンスのモデルは抵抗とキャパシタの並列回路という単純なものではなく、複雑な形となっている[1]。現在はVIPで計測したインピーダンスの絶対値と検討中であるモデルのインピーダンスの絶対値を比較、検討している。アンテナインピーダンスの抵抗成分の周波数依存性の解析結果と現在検討中である等価回路モデルについて議論する。

[1] Toshihiko Dote, Torao Ichimiya, "Characteristics of Plasma Resonance Probe and RF Impedance Probe in a Magnetic Field," J. Phys. Soc. Jpn., 22(5), 1266-1273, 1967.