

磁気圏における衛星搭載低周波電界アンテナの特性解析

長井 理 [1]; 八木谷 聡 [2]; 井町 智彦 [3]; 疋島 充 [4]; 東 亮一 [5]; 長野 勇 [2]; 松本 紘 [6]
[1] 金大・自然科学・電子情報; [2] 金沢大・工; [3] 金沢大; [4] なし; [5] 金沢大工; [6] 京大

Characteristics of Low-Frequency Electric Field Antennas Onboard Spacecraft in Magnetospheric Plasmas

Osamu Nagai[1]; Satoshi Yagitani[2]; Tomohiko IMACHI[3]; Mitsuru Hikishima[4]; Ryoichi Higashi[5]; Isamu Nagano[2]; Hiroshi Matsumoto[6]

[1] Electrical and Computer Engineering, Kanazawa Univ.; [2] Kanazawa Univ.; [3] Kanazawa Univ.; [4] Kanazawa Univ.; [5] Kanazawa Univ.; [6] Kyoto Univ.

The GEOTAIL spacecraft has two types of wire antennas to observe low-frequency electric fields of space plasma waves. In order to obtain the accurate electric fields observed with such antennas (i.e., for accurate calibration of electric-field receivers), we have to know the effective length and impedance of each antenna immersed in magnetospheric plasmas. We have so far investigated the characteristics of the effective lengths of the wire antennas. On the other hand, the plasma sheath created around the antennas alters the antenna impedance and thus influences the calibration. GEOTAIL has the capability of measuring the antenna impedances directly, but the measurement has not been so frequent. Since the propagation characteristics of whistler-mode waves like chorus emissions are well-known, we can calculate the theoretical values of the wave electric field, only from the wave magnetic field measured by search coil magnetometers. Comparing the theoretical electric fields with the actually observed ones by the wire antennas, we can inversely estimate the antenna impedances. By using the chorus emissions in the magnetosphere observed by the wave form capture (WFC) of the plasma wave instrument (PWI), in this study we evaluate the antenna sheath to be the parallel circuit of R (resistance) and C (capacitance), which are found to change with the spacecraft spin. Such variation of R and C are likely to have some correlation with the thickness of the antenna sheath, as well as with spacecraft spin angle (i.e., the angle between the wire antenna direction and the geomagnetic field line). By examining in detail the observed variation of R and C, as well as the possible structure (thickness) of antenna sheath, we will quantitatively discuss the influence of the antenna sheath on the impedance of wire antennas in magnetospheric plasmas.

GEOTAIL 衛星ではプラズマ中の電磁波動観測において低周波電界センサとしてワイヤアンテナとプローブアンテナが用いられている。これらのアンテナで観測された電界はアンテナインピーダンスや実効長、また測定回路の影響を受けるため、回路の出力電圧(テレメトリデータ)から電界の値への較正が必要になる。正確な較正にはプラズマ中でのアンテナ実効長やアンテナインピーダンスの値が必要である。これまで我々はアンテナ実効長の解析を行い、その特性を明らかにしてきた。一方、アンテナの周辺には、衛星の電位と周囲のプラズマの中性電位の差からアンテナシースが発生し、これがアンテナインピーダンスに影響を与える。GEOTAIL 衛星ではアンテナインピーダンスを直接計測することができ、それを較正に用いているが、そのデータ数は少ない。コーラスエミッションのようなホイッスラモード波はその伝搬特性を理論的に正確に評価できるため、磁界センサ(サーチコイル)による波動の磁界成分の観測データのみから電界成分の理論値を求めることができ、それを電界センサによる観測値と比較することで、アンテナインピーダンスの値を推定できる。我々は GEOTAIL 衛星に搭載されているプラズマ波動観測装置 (Plasma Wave Instrument: PWI) の波形捕捉受信器 (Wave Form Capture: WFC) で測定したコーラスエミッションの電磁界波形データを用いて、正確なアンテナインピーダンスの値を求め、アンテナシースを R(抵抗)と C(コンデンサ)の並列回路とみなした際のインピーダンス自体が衛星のスピンのによって変化している可能性を示した。特に C や R の値の変化はシースの厚さや衛星のスピン(アンテナと地球磁場方向のなす角度)と相関があると考えられ、今回はそれを定量的に調べることでシースとの関係を明らかにしてアンテナインピーダンスを較正し、同時にシースの性質を評価する。発表では、R と C の値がどのような変化を示すかを紹介し、シースの厚さの変化や地球磁場方向とシースの関係を定量的に議論する。