

インピーダンスプローブ計測における熱プラズマの効果について

Hot plasma effect on the impedance probe measurement

鈴木 朋憲 [1]; 小野 高幸 [2]; 飯島 雅英 [3]; 熊本 篤志 [4]; 若林 誠 [2]; 上本 純平 [5]

Tomonori Suzuki[1]; Takayuki Ono[2]; Masahide Iizima[3]; Atsushi Kumamoto[4]; Makoto Wakabayashi[2]; Junpei Uemoto[5]

[1] 東北大・理・地球物理; [2] 東北大・理; [3] 東北大・理・地物; [4] 東北大・理; [5] 東北・理・地球物理

[1] Dep. of Geophys, Graduate School of Sci., Tohoku Univ.; [2] Department of Astronomy and Geophysics, Tohoku Univ.; [3] Geophysical Inst., Tohoku Univ.; [4] Tohoku Univ.; [5] Geophys Sci, Tohoku Univ

インピーダンスプローブ法 [Oya 1966] は、高周波電圧を広帯域に掃引しながらプラズマ中に伸展したプローブに印加することによって、プローブの等価容量の周波数特性から周辺プラズマの UHR 周波数を決定し、電子密度を導出する方法である。この方法は電子密度を高精度で測定できるため、これまで数多くのロケット、及び人工衛星観測に用いられてきた。また、インピーダンス特性は電子密度のみならず、電子温度やイオンシースの厚さ等の情報も含むことが指摘されている (e.g. Oya and Aso [1969], Takahashi et al. [1985], Wakabayashi and Ono [2006])。おおぞら (EXOS-C) 衛星に搭載されたインピーダンスプローブ (NEI) のデータにおいては、静電波の影響を受けていると考えられる等価容量値変化が見出されている。本研究では、静電波を励起するような熱プラズマがアンテナの等価容量の周波数特性に及ぼす影響に着目し、おおぞら衛星搭載 NEI のデータ解析を行った。

Balmain [1964] の定式化によれば、コールドプラズマ中の円筒形のアンテナのインピーダンスは、アンテナに印加する電圧の周波数が電子サイクロトロン周波数 f_c に一致する場合に、等価容量値は極大となる。また、Crawford et al. [1966] においては、熱プラズマの誘電率テンソルの磁場に垂直な成分を考慮することにより、熱プラズマ中では f_c の整数倍には等価容量の極大が生じることが示されている。

おおぞら衛星に搭載された NEI のデータを詳細に解析した結果、印加電圧の周波数が f_c の 2 倍、3 倍、4 倍の時に等価容量値の極大が生じている例や、 f_c の 1 倍、2 倍の周波数に等価容量値の極小が生じている例が確認された。その特性は、アンテナと磁場の角度に依存しているように見受けられた。この結果は、従来の Balmain [1964] や Crawford et al. [1966] のモデルでは十分に説明できないものである。このようにサイクロトロン周波数の高調波において、等価容量が特徴的な振る舞いをするを解釈するためには、静電的電子プラズマ波動を引き起こすような熱的電子の影響 (e.g. Nakatani and Kuehl [1976]) を考慮する必要があるものと考えられる。

本発表では、おおぞら衛星搭載 NEI データの解析結果を報告し、熱プラズマがアンテナインピーダンスへ及ぼす影響について議論する。本研究により、インピーダンスプローブのデータの正確な解釈や補正、さらには新たな温度測定法やプローブの周りのプラズマ環境の理解につながる事が期待される。