

観測ロケット搭載インピーダンスプローブ計測におけるシース容量値の特性と応用

Characteristics of the sheath capacitance measured by the impedance probe on-board sounding rockets

鈴木 朋憲 [1]; 小野 高幸 [2]; 上本 純平 [3]; 若林 誠 [4]; 阿部 琢美 [5]; 飯島 雅英 [6]; 熊本 篤志 [7]; 西村 幸敏 [8]

Tomonori Suzuki[1]; Takayuki Ono[2]; Jyunpei Uemoto[3]; Makoto Wakabayashi[4]; Takumi Abe[5]; Masahide Iizima[6]; Atsushi Kumamoto[7]; Yukitoshi Nishimura[8]

[1] 東北大・理・地球物理; [2] 東北大・理; [3] 東北・理・地球物理; [4] 新居浜高専 電気情報工学科; [5] JAXA 宇宙研; [6] 東北大・理・地物; [7] 東北大・理; [8] 東北大・理・地球物理

[1] Dep. of Geophys, Graduate School of Sci., Tohoku Univ.; [2] Department of Astronomy and Geophysics, Tohoku Univ.; [3] Geophys Sci, Tohoku Univ; [4] Niihama-N.C.T.; [5] ISAS/JAXA; [6] Geophysical Inst., Tohoku Univ.; [7] Tohoku Univ.; [8] Department of Geophysics, Tohoku University

インピーダンスプローブ法は、プラズマ中に伸展したプローブに高周波電圧を掃引しながら印加することにより、プローブの等価容量の周波数特性を計測し、検出される UHR 周波数から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という利点を持ち、Oya [1966] による開発以来、数多くの観測ロケット、科学衛星に搭載されてきた。

これまでインピーダンスプローブは、主に電子密度計測に特化して利用されてきたが、本研究ではシース共鳴周波数よりも十分に低周波のプローブ等価容量値として計測されるシース容量値の特性に着目する。シース容量値を決める主たるパラメータは、Debye 長とプローブ表面電位である。過去に Oya and Aso [1969] は、シース容量値から電子温度を算出する方法を考案した。Watanabe [2000]、並びに Wakabayashi and Ono [2006] は、オーロラ粒子の降込みに伴ってシース厚が増加するという観測結果を報告している。本研究では Oya and Aso [1969] の手法を基に、観測ロケット S520-23, S310-35 号機搭載のインピーダンスプローブによって計測されたシース容量値のデータ解析を行った。独自の点は、Langmuir プローブによって測定された電子温度のデータを併用することで、シース容量値のモデル計算結果の妥当性を検証したこと、及びオーロラ粒子の降込みの効果を定量的に取り扱ったことである。

まず、WIND キャンペーンの際に、2007 年 9 月 2 日に内之浦にて実施された S520-23 号機実験において、ロケットに搭載されたインピーダンスプローブ計測の示すシース容量値は、モデルから予測される値に概ね一致していることが確認された。その一方で、DELTA キャンペーンにおいて、2004 年 12 月 13 日にノルウェーの Andoya から打ち上げられたロケット S310-35 号機搭載機器のデータを解析したところ、シース容量の実測値はモデル計算値に比べて系統的に小さな値を示していた。この計測結果を解釈するためには、オーロラ粒子の降込みによるプローブ表面電位の低下を考慮する必要があることが判明した。

本研究により、Maxwell 分布プラズマにおける浮遊電位が実現している場合には、シース容量値からの電子温度の概算が可能であることが確認された。また、他の方法で測定された電子温度のデータを併せて用いれば、プローブ表面電位の推定やオーロラ粒子の降込みの影響を定量的に議論できることが示された。