

Geotail 観測データによる電子密度の比較

Comparison of electron density obtained by measurements of Geotail spacecraft

石坂 圭吾[1], 岡田 敏美[2], 早川 基[3], 松本 紘[4], 向井 利典[3]

Keigo Ishisaka[1], Toshimi Okada[2], Hajime Hayakawa[3], Hiroshi Matsumoto[4], Toshifumi Mukai[3]

[1] 富山県大, 工, 電子情報工, [2] 富山県大・工・電子情報, [3] 宇宙研, [4] 京大・宙空電波

[1] Electronics and Informatics, Toyama Pref. Univ., [2] Electronics and Informatics, Toyama Pref Univ, [3] ISAS, [4] RASC, Kyoto Univ.

地球磁気圏プラズマ中の電子密度は、衛星に搭載された粒子計測装置による直接計測やプラズマ波動観測装置によって観測されたプラズマ波動の特性周波数を用いることによって得られている。また、磁気圏プラズマ中では衛星周辺のプラズマ環境に応じて衛星は帯電する。この衛星の帯電電位は衛星電位と呼ばれる。衛星電位は衛星周辺の電子密度と非常によい相関があり、衛星電位と電子密度との関係を示す実験式が得られている [Ishisaka et al., 2001]。本研究では、Geotail 衛星によって観測された衛星電位、プラズマ波動スペクトルおよび粒子計測データを用いて衛星周辺の電子密度を求め、それぞれの方法で得られた電子密度を比較する。そして、3 方法の電子密度が一致する領域および異なる領域を調べる。特に、電子密度の値が異なる領域において、衛星周辺のプラズマパラメータを詳細に調査する。

衛星電位はこれまで衛星周辺の電子密度を知るための指標として用いられている。実際に衛星電位と電子密度との間には非常によい相関がある。そして、両者の相関関係を示す実験式を用いることによって衛星電位から電子密度を定量的に推定することができる。衛星電位から得られる電子密度は、すべてのエネルギーレンジの電子を含んでいる。また、プラズマ波動観測装置(PWI)によって観測される Continuum Radiation (CR)の低域カットオフ周波数および Langmuir wave (LW)の中心周波数は衛星周辺プラズマの電子プラズマ周波数を表している。そのため、これらの波動の特性周波数が分かれば、周辺プラズマの電子密度が得ることができる。Geotail 衛星搭載の低エネルギー粒子計測装置(LEP)は、32eV 以上のエネルギーをもつイオンの密度を計測することが可能である。ここで、プラズマ中でのイオンと電子の密度は等しいと仮定する。本研究では、3 つの方法から得られる電子密度の比較調査は、地球磁気圏近尾部領域、昼側磁気圏および太陽風領域において行われる。さらに、CR の低域カットオフ周波数および LW の中心周波数が明瞭に確認できる領域においてのみ比較調査を行う。

調査の結果、衛星電位から得られる電子密度を $N_{s/c}$ 、プラズマ波動スペクトルから得られる電子密度を N_{pwi} 、LEP により計測されるイオン密度を N_{LEP} とすると、 $N_{s/c} = N_{pwi} = N_{LEP}$ となる領域は粒子温度が数 100eV 以下、密度が 5 /cc 以上の太陽風および Magnetosheath 領域であった。まず、3 つの電子密度が異なる場合は、CR の低域カットオフ周波数が明瞭ではないために、 N_{pwi} が得られなかった領域である。次に $N_{s/c} = N_{pwi} = N_{LEP}$ の場合、磁気圏 Lobe 領域に代表される密度が 0.1 /cc 以下で、粒子温度も数 100eV 程度の低温希薄なプラズマが存在している領域である。このとき N_{LEP} はその他のものに比べて低い密度となっている。この原因は、LEP の観測レンジが 32 eV 以上であるため、32eV 以下の粒子が数多く存在していても観測できなかったためである。一方 $N_{s/c} = N_{pwi} = N_{LEP}$ となる領域は粒子温度が数 keV となる磁気圏 plasma sheet (PS)領域および plasma sheet boundary layer (PSBL)領域である。この領域では $N_{s/c}$ がその他の密度に比べ大きく推定されている。これは、高温のプラズマが衛星電位に影響を与えたために、衛星電位から得られる電子密度を over-estimate させたためである。そして、電子密度の差($N_{pwi} - N_{s/c}$)の温度依存性を調べたところ、極めてよい相関が得られた。ところで、昼側磁気圏境界領域の dusk side では、 $N_{s/c} = N_{pwi} = N_{LEP}$ という領域が見られ、Matsui et al. (1999) が示した結果を確認することができた。

以上のことから、温度の高い PS 領域や PSBL 領域では衛星電位から導出する際にプラズマ温度を考慮しなければならないことがわかった。また、 $N_{s/c} = N_{pwi} = N_{LEP}$ となっている領域を重点的に調査することにより、磁気圏内および昼側磁気圏境界領域などにおいて cold plasma の分布が明確にされ、電離層起源の cold plasma がどのように磁気圏内に流出するのか解明できると期待される。

参考文献

Ishisaka et al., JGR, Vol.106, No.A4, pp.6309-6319, 2001

Matsui et al., JGR, Vol.104, No.A11, pp.25077-25095, 1999