

電子とイオンの速度差に基づく磁気圏尾部電流の評価

Estimate of Cross-Tail Current From the Electron and Ion Velocity Difference: GEOTAIL LEP Observations

向井 利典 [1]

Toshifumi Mukai [1]

[1] 宇宙研

[1] ISAS

一般に、電子の観測データには衛星表面からの光電子などの自然でないデータが含まれており、現在、GEOTAILの電子データの再評価を行っている。結果は予想外に良好で、電子とイオンの速度差から電流を計算することに成功している。特におもしろい結果は、サブストーム時の磁気圏尾部電流の特徴的な変化である。

GEOTAIL/LEPが観測を再開してから約5年半経過した。その間、数多くの研究成果が得られてきたが、その大半はイオンの観測結果に基づくものであった。磁気圏プラズマの圧力はイオンで代表され（イオン温度が電子温度の数倍）、現象の多くはMHDで記述できるので、磁気圏の構造とダイナミクスを議論する上でイオンのデータがあれば十分である。また、粒子の運動学的な性質が現れる空間スケールは粒子のジャイロ半径あるいは慣性長とシステム特性長（例えば、磁場の曲率半径あるいはプラズマシートの厚さ）の比で決まる。実際、プラズマシートにおけるGEOTAILの観測データのなかに nongyrotropic なイオンの速度分布関数が発見され、運動学的な観点からの磁気リコネクション過程の研究に進展を促してきた。逆にいえば、このような観点から電子のダイナミクスを議論するには観測の時間/空間分解能が不足しているとも云える。もちろん、電子の関与するミクロな物理過程、例えば、GEOTAILの成果の一つである静電孤立波の生成機構を説明するための波動粒子相互作用の研究において電子の観測データも重要な貢献をしてきた。しかし、磁気圏の構造やダイナミクスの研究においても電子は無視できない存在である。例えば、磁気圏尾部の基本的な構造を決める尾部電流のキャリアーの問題である。通常はイオンの圧力勾配によるものと考えられているが、サブストームの際に発達すると考えられている薄い電流層においては電子が重要な寄与をするものと理論的に予想されている。また、一般的なプラズマシートにおける粒子加熱過程の研究において、電子とイオンの温度比の情報は重要である。

一方、一般に、イオンに比べて電子の観測データには様々な人工的な影響が大きい。ここで、「人工的」というのは、自然の中に衛星や計測器が存在することによるものという意味で、太陽紫外線の照射による衛星表面から出る光電子の影響などである。また、使用されている検出器の効率の個体差やエネルギー依存性など、計測技術に関わるものもある。いずれにしても、これらの影響はイオンに比べて電子のデータの方に大きく出やすい。これらの影響を的確に評価できたとしても、プラズマの流速と粒子の熱速度の比はイオンの方がはるかに大きく、電子データからバルク速度を求めることも容易でない。現在、これらの再評価を行っているところであるが、結果は予想外に良好である。例えば、プラズマシートのイオンと電子のバルク速度の磁場に直角方向の成分は大体において等しい（うまくいくときには100 km以下の差）という結果が得られており、MHDの概念からして妥当である。また、磁力線方向には時々大きな差を生じることがあるが、沿磁力線電流を担っていると考ええると妥当である。一方、イオンと電子のバルク速度がサブストームの進行に伴って特徴的な変化を示すことが発見された (Asano et al., 本学会)。