

GEOTAIL 衛星におけるプラズマ流速とプローブ電場の比較

Comparison of double-probe electric field measurements with plasma bulk flows observed by GEOTAIL

竹井 康博[1], 向井 利典[1], 斎藤 義文[1], 早川 基[1], 鶴田 浩一郎[1]

Yasuhiro Takei[1], Toshifumi Mukai[1], Yoshifumi Saito[1], Hajime Hayakawa[1], Koichiro Tsuruda[1]

[1] 宇宙研

[1] ISAS

磁気圏内における一般化されたオームの法則を考えるためには、正確な電場・磁場・モーメントのデータが必要である。しかし、計測されるダブルプローブ電場(プローブ電場)にはプローブの実効長やオフセットなどの誤差が混入しており、GEOTAIL 衛星においても例外ではない。そこで本研究では、イオン流速との比較によって GEOTAIL 衛星のプローブ電場を評価した。その結果、プローブの実効長が SP(衛星電位)に依存し、オフセットはほぼ一定であることが分かった。この結果を磁気圏内における磁力線凍結の定理に適用すると、イオンベータが1付近で磁力線凍結の定理を破るような傾向があることが分かった。

電気伝導性の高い宇宙プラズマは、一般に磁力線凍結の定理を満たし、周辺の電場・磁場によって convection と呼ばれる巨視的な運動を行う。しかし、reconnection 領域などのように磁力線凍結の定理が破れているような領域の物理を理解するためには一般化されたオームの法則を考える必要があり、正確な電場・磁場・モーメントのデータが不可欠である。このとき、問題となることのひとつが電場の信頼性である。そこで本研究では、磁気圏内における一般化されたオームの法則を考えることを目的に、誤差が含まれている GEOTAIL 衛星が計測した電場を評価した。その結果をもとに磁気圏内における磁力線凍結の定理からのずれについて解析した。

現在、電場計測法として主として用いられているダブルプローブ法によって計測された電場(以下、プローブ電場)には、様々な誤差が混入している。その誤差の中で大きなものは、実効長とオフセットと呼ばれるものである。実効長とは、実際予想される電場に比べてプローブ電場が統計的に異なった値をもつことをプローブ長の「実効的な長さ」として表す量のことであり、オフセットはプローブ電場の値に混入している一定値のことを言う。これらはプローブ電場を考える上で重要であり、GEOTAIL 衛星においてもその評価を行う必要があった。

本研究では、プローブ電場のデータを評価する方法の内イオン流体の速度 V_i と比較する方法を用いて、1993年9月から1994年12月の期間の GEOTAIL 衛星のプローブ電場の Y 成分についてプローブの実効長とオフセットを求めた。そのさい、(1)SP(衛星電位)によって、(2)磁気圏の領域によって、(3)GSM-Xによって、場合分けを行い、それぞれの場合において実効長とオフセットがどのような値をとるか調べた。その結果、全体的な傾向として、磁気圏の各領域において、プローブの実効長は SP(衛星電位)に依存していること、オフセットはほぼ一定であることが分かった。

これらの結果をもとにして評価した電場を用いて、磁気圏内において $(E+V_i \times B)_y$ の値がどのように分布しているかを見た。この値は、磁力線凍結の定理がどの程度成り立っているかを表すと考えられる。その結果とくに興味深いのは、イオンベータ(熱圧/磁気圧)が高いほど磁力線凍結の定理が成り立ち、イオンベータが小さい場合でもほぼ成り立っているような傾向があるが、イオンベータが1付近で磁力線凍結の定理が破れているような傾向が見られたことである。この結果とともにそのほかの物理量に関しても見られた傾向と合わせて議論する。