

プラズマシート電子内側境界の磁気嵐フェイズ依存性の統計解析 Statistical study of the magnetic storm phase dependence of the inner boundary of the plasma sheet electrons

大木 研人^{1*}; 熊本 篤志¹; 加藤 雄人¹
OHKI, Kento^{1*}; KUMAMOTO, Atsushi¹; KATOH, Yuto¹

¹ 東北大学大学院理学研究科地球物理学専攻

¹ Department of Geophysics, Graduate School of Science, Tohoku University

THEMIS 衛星搭載の粒子計測器 ESA (ElectroStatic Analyzer) の観測データを用いて、磁気嵐の主相ならびに回復相におけるプラズマシート電子の内側境界の位置とエネルギー依存性を調べた。プラズマシートを構成する高エネルギー粒子は、磁気圏対流により磁気圏尾部領域から地球方向に輸送されるが、地球近傍では電子は朝側、イオンは夕方側へとドリフトすることとなり、一定の距離よりも内側には侵入できない。この動径方向の境界を inner edge と呼ぶ。ドリフト軌道は粒子のエネルギーにより異なるため、inner edge の位置が粒子のエネルギーにより異なる。Inner edge は大体 $3 \sim 7 R_E$ 付近に形成されている。プラズマシート粒子のふるまいは極域電離圏でのオーロラ活動とも密接に関連している。

過去の研究により、プラズマシートの inner edge の位置と地磁気指数との対応が議論されている。しかし、AE 指数との比較やローカルタイム依存性など、サブストーム時の inner edge に焦点が置かれており、磁気嵐の各相での inner edge の位置や Dst 指数との関係については議論の余地が残されている。そこで本研究では、keV 帯のプラズマシート電子の inner edge に着目し、磁気嵐の主相ならびに回復相における inner edge について調べた。解析には THEMIS 衛星に搭載されている ESA(Electrostatic Analyzer) により取得された 0.75 keV から 8.94keV のエネルギーレンジの電子フラックスデータを使用した。まず、2013 年 7 月 6 日と 2012 年 6 月 17 日の磁気嵐中に同定された inner edge についてのイベント解析を行った。さらに、2007 年 3 月から 2013 年にかけて発生した磁気嵐 (主相 78 例、回復相 174 例) を同定し、各相での inner edge の位置について統計解析を行った。

イベント解析の結果から、inner edge の位置は磁気嵐の主相の方が回復相よりも地球に近い所に位置していることが示された。主相においてはおよそ $3 \sim 4 R_E$ 付近に形成されていた inner edge が、回復相では $4 \sim 10 R_E$ 付近に位置していたことが示された。また Frank et al. [1971] によると、0.7 ~ 20 keV の範囲でエネルギーの低い電子の inner edge の方が地球に近づくと報告されていた。しかし、主相時の 1 keV と 9 keV の inner edge の位置の差は 0.6 未満であり、明確なエネルギー依存性が見られず、どのエネルギー帯 (0.75 ~ 8.94 keV) でも同程度の位置に inner edge が同定された。一方で、回復相での inner edge は Frank et al. の結果と同様なエネルギー依存性を示していた。以上の傾向は、統計解析の結果からも確認され、主相時の inner edge の典型的な位置は $3.9 R_E$ 付近であることが明らかとなった。本研究では、Jiang et al. [2011] によって提案された定常ドリフト境界モデル及び Volland-Stern 対流電場モデル [Volland et al., 1973] を用いて計算して求めた inner edge の位置と観測結果を比較した。その結果、既存の電場モデルでは磁気嵐中の inner edge を完全には説明できず、その傾向は回復相において特に顕著に見られた。この結果は、磁気圏回復相において、Volland-Stern モデルでは再現されない電場が内部磁気圏に生じていることを示唆している。今後は磁気嵐時の内部磁気圏電場の空間分布について調べていく。

キーワード: プラズマシート内側境界, プラズマシート, 対流電場, 磁気嵐, オーロラ, サブストーム

Keywords: plasma sheet inner edge, plasma sheet, convection electric field, magnetic storm, aurora, substorm