

## 磁気嵐時におけるプラズマシート電子内側境界の統計解析

# 大木 研人 [1]; 熊本 篤志 [2]; 加藤 雄人 [3]

[1] 東北大・理・地球物理; [2] 東北大・理・地球物理; [3] 東北大・理・地球物理

### Statistical study of the inner boundary of the plasma sheet electrons during magnetic storms

# Kento Ohki[1]; Atsushi Kumamoto[2]; Yuto Katoh[3]

[1] Dept. Geophys., Grad. Sch. Sci., Tohoku Univ.

; [2] Dept. Geophys., Tohoku Univ.; [3] Dept. Geophys., Grad. Sch. Sci., Tohoku Univ.

The locations of inner boundary of the plasma sheet electrons during magnetic storm have been analyzed statistically by using THEMIS data. Plasma sheet electrons are carried to the earth due to magnetospheric convection, and then drift toward the morning sector in the vicinity of the earth. Thus, the inner boundary of the plasma sheet electrons are formed around 3 - 7 Re. In addition, plasma sheet electrons can precipitate along a magnetic field line, and produce aurora in the earth's ionosphere.

Previous studies investigated the dependence of the location of the inner boundary of the plasma sheet electrons on geomagnetic indices such as Kp and AE index [Korth et al., 1999; Jiang et al., 2011]. Jiang et al. [2011] reported the local time distribution of the inner boundary of the plasma sheet electrons in both quiet and disturbed conditions by referring AE index. In this study, we focus not only on dependences on Dst index but also on dependences on phase of magnetic storms. The data which we used are obtained by ESA (Electrostatic Analyzer) onboard the THEMIS satellite. ESA measures the energy flux, density and temperature of particles over the energy range from a few eV to 30 keV for electrons and to 25 keV for ions. In the present study, we use ESA data of 1 to 10 keV electrons. We perform event analyses for two magnetic storms of July 6, 2013 and June 17, 2012 and a statistical analysis of the positions of inner boundary of the plasma sheet electrons.

As a result of the event analyses, the inner boundaries were located around 3 - 4 Re and 4 - 10 Re in the main phase and the recovery phase of the magnetic storm, respectively. We find that the boundaries are closer to the earth in the main phase than those identified during the recovery phase of the same magnetic storm. In addition, we find in the main phase of the magnetic storm that the identified inner boundaries are located around the similar radial distance over the analyzed energy range of the plasma sheet electrons, but in the recovery phase of the magnetic storm, we find that the inner edge of the low energy electron is closer to the earth than that of the high energy electron. In the magnetic storm of June 17, 2012, the recovery phase lasted two days, and the inner boundary in the recovery phase of the second day was further away from the earth, and the energy dependence of the location of the inner boundary becomes evident more in the second day.

Based on the results of the event analyses, we study the location of the storm-time inner boundary statistically. Frank [1971] reported that the inner boundary of low-energy plasma sheet electrons were located closer to the earth than those of high-energy plasma sheet electrons. The result of our statistical study shows the similar energy dependences in the recovery phase of small magnetic storms but different tendency in the main phase of the magnetic storm and in the recovery phase of large magnetic storms. We also reveal that the typical radial distance of the inner boundary during the storm main phase is 3.9 Re. Disappearance of the energy dependence of the location of the plasma sheet electrons suggests the presence of the strong electric field in the vicinity of the earth. Based on the location of the storm-time inner boundary revealed by the present study, we investigate the spatial distribution of the electric field in the storm-time inner magnetosphere. In order to investigate the two dimensional evolution of the inner boundary of the plasma sheet electrons as a function of the radial distance and local time, the analysis of the equatorward boundary of auroral activities will be useful.

本研究では 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 と呼び、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ことが過去の研究により明らかとされている。Inner edge は大体 3 - 7 Re 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おり、磁気圏電離圏結合系を考える上で、プラズマシート粒子の空間分布とその磁気活動度依存性を明らかにすることは重要である。

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 についての報告例は多いものの、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。使用したデータは、THEMIS 衛星に搭載されている ESA(Electrostatic Analyzer) により取得された 1 keV から 10 keV のエネルギーレンジの電子フラックスデータである。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 - 4 Re 付近に形成されていた inner edge が、回復相では 4 - 10 Re 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、エネルギーの低い電子の inner edge の方が地球に近づくことが報告されていたが、主相時の inner edge の位置には明確なエネルギー依存性が見られず、どのエネルギー帯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が、規模の大きな磁気嵐時にはエネルギー依存性が見られないことが明らかとなった。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 Re 付近であることが明らかとなった。本研究により得られた結果は、磁気嵐主相では地球近傍に強い電場が存在することを示唆している。さらに本研究では、磁気嵐の相ごとに inner edge とオーロラの赤道側境界とを比較し、主相と回復相での対応関係の違いや、磁気嵐時に発生するサブストームの影響などについて議論する。