

## 磁気圏近尾部におけるサブストーム時のCross-Tail Current Sheetの構造変化 Configuration Change of the Cross-Tail Current Sheet in Substorms

# 浅野 芳洋 [1], 向井 利典 [1], 斎藤 義文 [1], 長井 嗣信 [2], 國分 征 [3]

# Yoshihiro Asano [1], Toshifumi Mukai [1], Yoshifumi Saito [1], Tsugunobu Nagai [2], Susumu Kokubun [3]

[1] 宇宙研, [2] 東工大・理・地球惑星, [3] 名大・STE研

[1] ISAS, [2] Dept. Earth & Planet. Sci., [3] STEL, Nagoya Univ.

GEOTAIL衛星のデータを用いて、磁気圏近尾部におけるサブストーム時の電流密度を計算し、その結果からプラズマシートおよびカレントシートの構造について議論する。電流密度の増大が顕著に見られるのは、磁気中性面に近い領域のみで、Growth Phase よりむしろオンセット後のExpansion Phase である。これらのことから、Cross-Tail Current が流れているのはプラズマシート内部の薄い領域のみであり、カレントシートのthinningはサブストームオンセット後、更に進行すると考えられる。

サブストームに伴う磁気圏構造の変化は衛星観測などにより、今までにもかなり詳しく解析されてきているが、その物理過程を理解する上で、電流システムを明らかにすることは非常に重要な要素である。しかしながら磁気圏における電流の観測は非常に難しく、いままでは間接的な方法に頼って推測するしかなかった。

GEOTAIL衛星に搭載されたLEP観測器ではイオンおよび電子の両方のデータを観測しており、今回、これらの観測結果からサブストーム時のプラズマシートにおける電流密度を求め、磁気圏構造の変化の様子を解析した。

1996年4月23日の10:00UT付近のサブストーム時に、GEOTAIL衛星は  $X=-14.9R_e$ ,  $Y=6.5R_e$ ,  $Z=-0.5R_e$  におり、IMFは9:00UT付近に南向きになる。圧力はGrowth Phaseにおいて増加し、オンセット後に減少している。Bzは、Growth Phaseにおいては0に近付き、オンセット後はしばしばプラズマの高速流を伴った細かい変動を示した後、最後の高速流が見られる10:50UT以降に増加し、dipolarizationの傾向を示す。この間、GEOTAIL衛星は頻りに磁気中性面を横切っており、プラズマシートの構造を観測するのに適したイベントである。

さて、Growth Phaseにおいて、Cross-Tail Current は  $5-10 \text{ nA/m}^2$  の値を示し、これは過去磁場変動などから推測された過去の観測結果と一致する。

一方でオンセット以降、dipolarizationが起こるまでのExpansion Phase においては、磁気中性面から離れたプラズマシートローブ境界付近では顕著な電流は見られないのに対し、磁気中性面に近付いた時に観測される電流密度はしばしば  $20-40 \text{ nA/m}^2$  に達することが分かった。

また、この例と同様の結果は現在までに数例見つかっている。

磁気中性面付近を流れるCross-Tail Currentは、総量としてはローブの磁場強度に比例する。また電流密度はカレントシートの厚さに反比例する。今回の例や過去の結果から示されているように、サブストームのGrowth Phaseにおいては圧力が上昇し、オンセット後には減少することから、電流の総量はExpansion Phase においては減少するはずであるが、磁気中性面付近において、Growth Phaseより更に大きな電流密度が見られることから、カレントシートは

Expansion Phaseにおいては更に薄くなり, その結果電流密度が増加するものと考えられる.

また今回, 電流密度の増大が見られるのは磁気中性面近傍だけであり, その南北に広がる比較的磁場のX成分の大きいプラズマシート領域では顕著な電流は見られない, という結果が得られた. つまり, より厚いプラズマシートが薄いカレントシートを内包しているという構造が示された. 実際にこの電流密度とローブ磁場強度から求められるカレントシートの厚さは 1000km 前後であり, 非常に薄くなっていることがわかる.

Sergeev(1998, JGR)は, Harris解的な磁場とプラズマシートに一樣に広がる電流層を仮定し, 磁場のX成分の変化とプラズマシートのフラッピングの速度から電流層の厚さと電流密度を求める方法を示したが, 実測された電流は, ほぼSergeevの方法によって求められる電流密度より大きく, 従って反対にカレントシート自体はプラズマシートに比して薄くなっているということが分かる.

一方で, Growth Phase からExpansion Phase 前半にかけては, プラズマシートのフラッピングに伴う電流密度や磁場の変化に比してローブを観測することは非常に少ないが, Expansion Phase後半においては, 今回の例でもしばしばPSBLを観測しており, プラズマシートの厚さ自体もリコネクションに伴いオンセット後に薄くなっていると考えることができる.