

Geotail 衛星データを用いたサブストームオンセット時のプラズマシートの変化に関する研究

Study of plasma sheet variations observed by Geotail at the time of substorm onset

町田 忍 [1]; 宮下 幸長 [2]; 家田 章正 [3]; 能勢 正仁 [4]; 永田 大祐 [5]; 長井 嗣信 [6]; 小原 隆博 [7]; 斎藤 義文 [8]; 向井 利典 [9]

Shinobu Machida[1]; Yukinaga Miyashita[2]; Akimasa Ieda[3]; Masahito Nose[4]; Daisuke Nagata[5]; Tsugunobu Nagai[6]; Takahiro Obara[7]; Yoshifumi Saito[8]; Toshifumi Mukai[9]

[1] 京大・理・地球惑星; [2] 宇宙研; [3] 名大 STE 研; [4] 京大・理 地磁気資料解析センター; [5] 京都大・理・地球物理; [6] 東工大・理・地球惑星; [7] 情報通信研究機構; [8] 宇宙研; [9] JAXA

[1] Dept. of Geophys., Kyoto Univ.; [2] ISAS/JAXA; [3] STEL, Nagoya Univ.; [4] DACGSM, Kyoto Univ.; [5] Dept. of Geophysics, Kyoto Univ.; [6] Tokyo Institute of Technology; [7] NICT; [8] ISAS; [9] JAXA

<http://www-step.kugi.kyoto-u.ac.jp/~machida/>

われわれはこれまで、Geotail 衛星のデータをサブストームのオンセットを時間原点とした時間重畳法によって、磁気圏近尾部のサブストームオンセットに伴う時間および空間変化に関する研究を進めてきた。そして、得られた結果に基づいて、Slingshot Current Relaxation モデルという独自のモデルを提案した。このモデルでは、従来の Current Disruption モデルで最初に変動の現れる $X^{-8}\text{Re}$ や Near Earth Neutral Line モデルで言われている $X^{-20}\text{Re}$ の領域の中間にある $X^{-14}\text{Re}$ の領域で、最初に変動が現れるというものである。

サブストームの成長期では、CPS に向かうポインティングフラックスが増大して、CPS の Cross Tail Current が強化される。それに伴って、 $J \times B$ 力の地球向きの成分が、反対向きの圧力空間勾配による力に打ち勝って地球向きに運動を始める。すると、その流れの中に $X^{-16}\text{Re}$ 付近の領域を中心として全圧の減少が始まり、さらに、 $X^{-14}\text{Re}$ 付近で CPS に向かうポインティングフラックスが急激に増大する。その変動が、もともとバルーニング不安定などを起こす条件の整っていた内部磁気圏に種となる擾乱を与え、急激なダイポール化と Current Disruption を起こると考える。一方、 $X^{-20}\text{Re}$ 付近では、極端に引き伸ばされたダイポール磁場を持つ電流層が地球向きの流れの発生とともに緩和する。その電流層と Harris 解で良く近似される反平行磁場との境界 ($X^{-20}\text{Re}$) で非常に薄い電流層が形成され、その部分が磁気中性線に成長してゆくと予想するモデルである。

以上の成果を踏まえて、本研究では、 $X^{-14}\text{Re}$ 付近において Geotail 衛星が観測したサブストーム現象に対して、事例解析を実施した。

まず例として挙げる 1996 年 4 月 23 日の 1620UT にオーロラオンセットの起きた場合には、その少し前に Geotail はプラズマシートに滞在していた。約 2 分周期のフラックス変動が電子・イオンにみられたが、これは、サブストームの前駆現象と考えられ、サブストームオンセット後には、電子・イオンともに、エネルギーが上昇した。また、最大値 400 km/s で時間間隔がおよそ 1.5 分の地球向きの BBF が発生した。一方、1627UT 頃には、BBF の終了時に良くみられる約 100mk/s の速度の反地球向きの流れがみられ、その後、プラズマシートにおいて僅かなフラックスの変動が観測された。

また、2002 年 1 月 7 日の 1552UT にオーロラオンセットの起きた例でも、類似の変動がみられたが、この例については、オンセット前後のフラックス変動が先の例よりもはっきりしていた。また、オンセット直後のフラックス変動は、BBF 的な流れというよりも電流層が大きく南北に振動し、そのため、衛星が南北のプラズマシートの間を往復することによってもたらされる変化と解釈できる。その後も先の例と同様、プラズマシート中において変調度の低いフラックス変動を観測した。

これらの例にみられるように、オンセットの数分前に、 $X^{-14}\text{Re}$ のプラズマシートでは、その前駆的な現象と考えられる変動が発生し、先の統計結果をおよび Slingshot Current Relaxation モデルを支持する結果が見出された。