

サブストームオンセット時のプラズマシートの変化: THEMIS 衛星データを用いた事例解析

On the plasma sheet variations at the time of substorm onset: A case study of THEMIS observations

町田 忍 [1]; 宮下 幸長 [2]; 家田 章正 [2]; 能勢 正仁 [3]; Angelopoulos Vassilis[4]; McFadden James P.[5]; Auster H. Uli[6]
Shinobu Machida[1]; Yukinaga Miyashita[2]; Akimasa Ieda[2]; Masahito Nose[3]; Vassilis Angelopoulos[4]; James P. McFadden[5]; H. Uli Auster[6]

[1] 京大・理・地球惑星; [2] 名大 STE 研; [3] 京大・理 地磁気資料解析センター; [4] SSL, UC Berkeley; [5] UC バークレー・SSL; [6] TUBS

[1] Dept. of Geophys., Kyoto Univ.; [2] STEL, Nagoya Univ.; [3] DACGSM, Kyoto Univ.; [4] SSL, UC Berkeley; [5] SSL, UC Berkeley; [6] TUBS

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

われわれはこれまで、Geotail 衛星のデータを用いて、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統計解析を進めてきたが、得られた結果は、これまでのサブストームモデルのいずれを用いても完全に説明することができなかった。そのため、得られた結果を合理的に解釈するために、われわれは Catapult (Slingshot) Current Sheet Relaxation モデルという独自のモデルを提案することにした。このモデルでは、従来の Current Disruption モデルや NENL モデルにおいてそれぞれ最初に変化の現れると考えられている $X \sim 8\text{Re}$ や $X \sim 20\text{Re}$ の領域の中間にあたる $X \sim 14\text{Re}$ の領域で、最初に変動が現れる。

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。それに関連してこの部分の極端に引き伸ばされたダイポール磁場成分を伴う電流層が不安定となって地球向きに運動を始める。同時に、その流れの中に $X \sim 16\text{Re}$ 付近の領域を中心として全圧の減少が始まり、さらに、 $X \sim 14\text{Re}$ 付近で CPS に向かうポインティングフラックスがオーロラブレークアップの4分ほど前に急激に増大する。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の種となる擾乱を与え、急激なダイポール化と Current Disruption が起こると考える。一方、 $X \sim 20\text{Re}$ 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の緩和に伴って、その電流層と Harris 解で近似される反平行磁場との境界 ($X \sim 20\text{Re}$) で、殊更薄い電流層が形成され、その部分が磁気中性線となって磁気リコネクションが開始すると予想する。以上が Catapult (Slingshot) Current Sheet Relaxation モデルのあらましである。

これらのことを踏まえて、本研究では、THEMIS 衛星のデータを用いてイベント解析を実施した。まず例として挙げる 2008 年 3 月 21 日の 0811UT にオーロラオンセットが起きた場合には、THEMIS 衛星群は、朝夕 (Y) 方向に 5Re から 7Re の範囲で、太陽と地球を結ぶ (X) 方向に -8Re から -15Re の範囲でほぼ直線状に並んでいた。そして北向き磁場成分の増大 (ダイポール化) が $X \sim 15\text{Re}$ に位置する P1 と $X \sim 12\text{Re}$ に位置する P2 衛星において、ほぼ同時刻の 0808UT に観測され、それから約 1 分遅れて、 $X \sim 10\text{Re}$ に位置していた P3, P4 衛星で観測された。また、ゆっくりしたダイポール化が $X \sim 8\text{Re}$ にいた P5 衛星で観測された。これらはいずれも地球向きの流れと全圧の減少を伴っており、それらの変化の開始時間も、ダイポール化と同期していた。また、その約 80 分ほど後の 0928UT にもサブストームのオンセットがあったが、このイベントにも同様の変化がみられた。

これらの例にみられるように、オンセットの数分前に、 $X \sim 14\text{Re}$ 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、Catapult Current Sheet Relaxation モデルを支持する結果が得られた。