

THEMIS データによるサブストームと疑似サブストームに伴う磁気圏尾部変動の統計解析

福井 健人 [1]; 町田 忍 [2]; 宮下 幸長 [3]; 三好 由純 [1]; Angelopoulos Vassilis[4]
[1] 名大 ISEE; [2] 名大・ISEE; [3] KASI; [4] UCLA

A statistical study of near-Earth magnetotail evolution during substorms and pseudosubstorms with THEMIS data

Kento Fukui[1]; Shinobu Machida[2]; Yukinaga Miyashita[3]; Yoshizumi Miyoshi[1]; Vassilis Angelopoulos[4]
[1] ISEE, Nagoya Univ.; [2] ISEE, Nagoya Univ.; [3] KASI; [4] UCLA

Substorms and pseudosubstorms (pseudobreakups) are very similar phenomena. In terms of auroral morphology, pseudosubstorms are generally more localized and more short-lived, compared with substorms, and are not accompanied by poleward expansion. We examined auroral development for events from November 2007 through April 2010, using data from THEMIS all-sky imagers. We defined events accompanied and not accompanied by poleward expansion as substorms and pseudosubstorms, respectively. To understand the cause of auroral development, we investigated temporal and spatial development of the near-Earth magnetotail during substorms and pseudosubstorms, based on superposed epoch analysis of THEMIS data. We find that V_x begins to increase at $-9.5 > X(\text{GSM}) > -11.5 \text{ Re}$ around onset for both substorms and pseudosubstorms. This seems to be due to earthward flows caused by magnetic reconnection. The northward B_z also increases around onset at $-9.5 > X > -10.5 \text{ Re}$ both substorms and pseudosubstorms. The amount and rate of B_z change are larger for substorms than for pseudosubstorms. In the earthward ($-7.5 > X > -9.5 \text{ Re}$) and tailward ($-10.5 > X > -12.5 \text{ Re}$) regions, B_z increases substantially for substorms, whereas it does not increase very much for pseudosubstorms. These results indicate that dipolarization is weaker for pseudosubstorms than for substorms, and the dipolarization region does not spread extensively for pseudosubstorms. We, therefore, suggest that current disruption related to dipolarization does not develop tailward and hence auroral poleward expansion does not occur for pseudosubstorms. Meanwhile, the plasma and magnetic pressures increase at $-6.5 > X > -7.5 \text{ Re}$ after onset in association with dipolarization, particularly for substorms. The total pressure (the sum of the plasma and magnetic pressures) prior to the onset is larger in that region for substorms than for pseudosubstorms. At $-7.5 > X > -8.5 \text{ Re}$ the total pressure hardly differ between substorms and pseudosubstorms. Thus we conclude that the spatial gradient of the total pressure is a key that determines whether the current disruption takes place, that is, whether initial activation develops into a substorm or into a subsiding pseudosubstorm.

サブストームと疑似サブストーム(疑似ブレイクアップ)はともによく似た現象である。オーロラの発生という観点において、一般に後者は前者と比べ小規模で継続時間が短く、極方向の拡大(Poleward Expansion)がないものを指す。本研究では2007年11月から2010年4月までのイベントについて、THEMISの全天カメラのデータから極方向の拡大の有無を調べ、極方向の拡大が見られたものをサブストーム、見られなかったものを疑似サブストームとした。サブストームと疑似サブストームの発達の違いの要因の手掛かりを得るため、それぞれについてTHEMIS衛星データを用いて、オンセット前後の磁気圏尾部プラズマシートにおけるプラズマ速度、磁場、圧力の時間変化を時間重畳法(Superposed Epoch Analysis)により調べた。その結果、 $-9.5 > X(\text{GSM}) > -11.5 \text{ Re}$ の領域では、サブストーム、疑似サブストームともにオンセット付近で V_x の増大がみられた。これは磁気リコネクションに伴う地球向きプラズマ高速流であると考えられる。また同様に $-9.5 > X > -10.5 \text{ Re}$ の領域ではサブストーム、疑似サブストームともにオンセット付近で B_z の増大がみられ、サブストームの方が変化量と変化率が大きかった。それよりも地球側($-7.5 > X > -9.5 \text{ Re}$)と尾部側($-10.5 > X > -12.5 \text{ Re}$)の領域では、疑似サブストームでは B_z はあまり変化しなかった。このことから、疑似ブレイクアップではサブストームに比べ磁気双極子化の度合いが弱く、また広範囲で起こらないことが示唆される。つまり、磁気双極子化に伴うCurrent Disruptionが尾部方向に発展せず、オーロラの極方向の拡大が発生しないと考えられる。一方、圧力について、 $-6.5 > X > -7.5 \text{ Re}$ の領域では、プラズマ圧と磁気圧がともにオンセット後に磁気双極子化に伴って増大し、特にサブストームの場合にその傾向が著しかった。また、サブストームの場合、オンセット数分前の磁気圧とプラズマ圧の和(全圧)が疑似ブレイクアップの場合に比べて大きかった。 $-7.5 > X > -8.5 \text{ Re}$ においてサブストームと疑似サブストームでほとんど全圧に差がないことを考え合わせると、 -8 Re 付近での圧力の空間勾配の大きさがCurrent Disruption領域が尾部方向に広がる要因、すなわちサブストームに発展するか、疑似サブストームに留まるかを決定する要因であることが結論付けられる。