

ローブプラズマコンベクションの増大とサブストームオーロラダイナミクス

Enhancements of lobe plasma convection and aurora substorm dynamics

伊丹 剛[1], 田口 聡[2], 石井 守[3], 久保田 実[3], 大山 伸一郎[3], 村山 泰啓[3], 向井 利典[4], 斎藤 義文[4]

Tsuyoshi Itami[1], Satoshi Taguchi[2], Mamoru Ishii[3], Minoru Kubota[3], Shin-ichiro Oyama[3], Yasuhiro Murayama[3], Toshifumi Mukai[4], Yoshifumi Saito[4]

[1] 電通大・電子, [2] 電通大・情報通信, [3] 通総研, [4] 宇宙研

[1] Univ. of Electro-Communications, [2] Univ. of Electro-Communications, [3] CRL, [4] ISAS

サブストームにおけるオーロラのオンセットとその後の発達に対する磁気圏近尾部リコネクションのかかわりは、大きく分けて2つの立場から提案がなされている。1つは、近尾部磁気圏における current disruption の重要性を主張するモデルで、disruption の後、擾乱が下流に広がることによって結果的にリコネクションが発生する立場をとる。もう1つは、リコネクションがサブストームでの基本的な役割を演じるとするモデルで Near-Earth Neutral Line から地球方向に向かうプラズマジェットが近尾部においてサブストームを引き起こすことを主張する。90年代半ばのこの後者のモデルでは、リコネクションがローブに到達する時がサブストームのオンセットに対応するという提案もなされたが、最近の Geotail 衛星データに基づくいくつかの研究は、ローブリコネクションの前にすでにサブストームが始まっていることを示唆している。従って、ローブのリコネクションはモデルによらず、オンセットの後に起こる現象であることが期待される。本研究では、オンセットの後のオーロラダイナミクスにローブのリコネクションがどのようにかかわっているのかを考察する。

ミッドテールにおけるローブリコネクションの発生の証拠として、サブストームに伴ってニュートラルシートに向かうプラズマコンベクション速度が $\sim 0.1VA$ まで増大する現象が報告されている (Taguchi et al., GRL, pp.4125-4128, 1998)。本研究では、ローブにおけるこの現象と地上において Meridian-Scanning Photometer (MSP) で同定されたオーロラ expansion との同時観測イベントを用いる。サブストームにおけるコンベクションの増大イベントを Geotail 衛星の1996年1月から1998年4月までのローブ観測から同定し、そのうち冬期間に得られたイベントに対して、アラスカ・ポーカフラットの MSP によりオーロラ expansion が観測されているかを調べた。これに際して、アラスカ・ポーカフラットが premidnight に中心をもつ4時間の幅のローカルタイムにあり、かつ、オーロラが expansion の開始までに pseudobreakup などの activity を持たない滑らかな growth phase を示し、さらに、オンセットのオーロラブライトニング後に極側への expansion が同定されなければならないという条件を課した。こうして、1例の同時観測イベントを見出した。このサブストームイベントにおいて、Geotail 衛星は $X = -29R_e$ の premidnight に位置しており、300km/s 近いローブコンベクションを観測している。地上でのオーロラの expansion は、このコンベクションの開始より約30秒早く始まっており、このことは、リコネクションがローブに到達するときにはすでにサブストームが始まっていることを示唆している。オーロラは、オンセット後の3分程度間に極側へ急速な expansion を見せている。この expansion を MSP の 630.0 nm で観測した場合、その極側の境界が open-closed 境界にほぼ一致し、さらに、その極側への動きが open ローブのリコネクションの証拠であると報告する研究 (Blanchard et al., JGR, pp.7855-7862, 1995)がある。しかしながら、我々のイベントにおいて 630.0 nm で同定される極側への expansion は、ローブコンベクションの増大の開始より30秒程度前に始まってコンベクションが弱まる1分程度前にすでに終わっており、タイミングの点から上記の論文で主張する因果関係は成り立たない。タイミングを考えると、因果関係をもつ候補はローブのコンベクションの増大現象から2-3分の遅れで発生するオーロラ現象である。極側に急速に expand した後、オーロラは緩やかに赤道側に shift するが、この赤道向きの動きの開始と終わりのタイミングがローブコンベクションの増大と妥当な時間的關係を持っていることがわかる。オーロラの expansion に対して条件を弱めて取り上げた他の同時観測からの結果も含めて対応する磁気圏の状態について考察した結果も報告する。