

サブストーム回復相における脈動オーロラパッチと下部熱圏風速変動

大山 伸一郎 [1]; 塩川 和夫 [2]; 三好 由純 [3]; 細川 敬祐 [4]; Brenton J. Watkins[5]; 栗原 純一 [6]; 津田 卓雄 [4];
Christopher T. Fallen[5]

[1] 名大・宇地研; [2] 名大宇地研; [3] 名大 ISEE; [4] 電通大; [5] GI UAF; [6] 北大・理・宇宙

Lower-thermospheric wind variations in auroral patches during the substorm recovery phase

Shin-ichiro Oyama[1]; Kazuo Shiokawa[2]; Yoshizumi Miyoshi[3]; Keisuke Hosokawa[4]; Brenton J. Watkins[5]; Junichi Kurihara[6]; Takuo Tsuda[4]; Christopher T. Fallen[5]

[1] ISEE, Nagoya Univ.; [2] ISEE, Nagoya Univ.; [3] ISEE, Nagoya Univ.; [4] UEC; [5] GI UAF; [6] CosmoSciences, Hokkaido Univ.

<http://www.soyama.org/>

Measurements of the lower-thermospheric wind with a Fabry-Perot interferometer (FPI) at Tromsø, Norway found the largest wind variations in a night during appearance of the auroral patches at the substorm recovery phase. Taking into account magnetospheric substorm evolution of plasma energy accumulation and release, the largest wind amplitude at the recovery phase is a fascinating result. The results are the first detailed investigation of the magnetosphere-ionosphere-thermosphere coupled system at the substorm recovery phase using comprehensive data sets of solar wind, geomagnetic field, auroral pattern, and FPI-derived wind. This study used three events in November 2010 and January 2012, particularly focusing on the wind signatures associated with the auroral morphology, and found three specific features: (1) wind fluctuations that were isolated at the edge and/or in the darker area of an auroral patch with the largest vertical amplitude up to about 20 m/s and with the longest oscillation period about 10 minutes, (2) when the convection electric field was smaller than 15 mV/m, and (3) wind fluctuations that were accompanied by pulsating aurora. This approach suggests that the energy dissipation to produce the wind fluctuations is localized in the auroral pattern.

Effects of the altitudinal variation in the volume emission rate were investigated to evaluate the instrumental artifact due to vertical wind shear. The small electric field values suggest weak contributions of the Joule heating and Lorentz force processes in wind fluctuations. Other unknown mechanisms may play a principal role at the recovery phase.

Figure: Digital camera images from 03:45 to 04:21 UT in 15 November 2010 along with the vertical wind speed (yellow arrow in each picture). The wind magnitude tended to increase when the FPI-measured point (center of each image, pointed with the yellow Na-Lidar beam) entered at the edge of the patch or stayed inside of the darker area.

トロンソ（ノルウェー）に設置されたファブリペロー干渉計（FPI）を用いて極域下部熱圏風を測定したところ、ある一晚における風速変動（数十分以下の短期変動）の振幅の最大値はサブストーム回復相のオーロラパッチとともに現れることが示された。サブストームの発達に伴う磁気圏でのプラズマエネルギーの蓄積とその開放過程を考えると、回復相に最大振幅の熱圏風変動が現れることは興味深い結果と言える。本研究結果は現象発生時の太陽風、地磁気活動、オーロラ形態の発達を総合的に検証した初めての成果である。本研究では2010年11月と2012年1月の3イベントを解析し、特に風速変動とオーロラ形態との関係に着目した結果を報告する。この研究活動によって(1)風速変動はオーロラパッチの縁あるいは周辺よりも比較的暗い部分に孤立して発生し、鉛直風速の振幅が最大20m/s程度、周期が最長10分程度である、(2)現象発生時の電離圏対流電場は15 mV/m以下である、(3)脈動オーロラを伴う、ということが分かった。これらの観測事実から、風速変動の発生領域はオーロラの水平分布の中に孤立して存在していると考えられる。

下部熱圏風には顕著な高度分布が存在することが知られており、かつ、受動的観測装置であるFPIには高度分解能がないため、補足的測定結果からFPI観測高度を推定することが物理機構の解明にとって重要である。欧州非干渉散乱(EISCAT)レーダーが測定した電子密度の高度分布を用いてオーロラ発光高度プロファイルを数値計算し、現象発生時の発光高度に顕著な時間変動がないことを確認した。このことからオーロラ降下電子エネルギーの変動に起因した発光高度の変動が、FPI測定風速に見かけ上の変動を生み出している可能性は低いと考えられる。電場強度が比較的小さいことから、一般的に考えられているジュール加熱による大気膨張やローレンツ力による加速が本現象の主な発生機構でないと推測される。風速変動が回復相に特有な現象であることから、その発生機構も特に回復相で発達するものと想像されるが、今のところ分かっていない。今後は2016年9月に導入されるEMCCDカメラと測定時間分解能を向上させたFPIとの同時観測を行うことで、オーロラパッチに対する風速変動の相対的発生場所をより詳細に把握し、発生機構の解明を目指す。

図：2010年11月15日03:45-04:21UTにトロンソのデジタルカメラで撮影されたオーロラパッチとFPI鉛直風（黄色

矢印). FPI が観測している点 (各画面中央の黄色の Na ライダービームの先端) がオーロラパッチの縁あるいは周辺より暗い部分に入ると, 風速変動が大きくなることわかる.

