

太陽風ショック励起磁気圏境界領域現象に関係した夕方側プロトンオーロラダイナミクス

Duskside proton auroral dynamics related to magnetospheric boundary processes induced by solar wind fast shocks

吉田 直文[1], 福西 浩[2], 高橋 幸弘[3], 吉田 純[3], H.U. Frey[4], S.B. Mende[4], Roger W. Smith, [5]
Naofumi Yoshida[1], Hiroshi Fukunishi[2], Yukihiro Takahashi[3], Jun Yoshida[4], H.U. Frey[5], S.B. Mende[5], Roger W. Smith[6]

[1] 東北大・理, [2] 東北大・理・地物, [3] 東北大・理・地球物理, [4] U.C.Berkeley, [5] アラスカ大・地物研

[1] Science, Tohoku Univ., [2] Department of Geophysics, Tohoku Univ., [3] Dept. Geophysics, Tohoku University, [4] Department of Geophysics, Sci., Tohoku Univ, [5] U.C.Berkeley, [6] GI, UAF

<http://pat.geophys.tohoku.ac.jp/~yoshida/>

我々は、プロトンオーロラ全天イメージャーを Longyearbyen (不変磁気緯度 75.3 N) に設置し、1999 年から定常観測を開始した。地上光学観測データを、磁気圏・惑星間空間衛星観測データと比較した結果、2000 年 11 月 26 日 14~16 時 UT (17~19 時 MLT) に観測された強いプロトンオーロラ (強度 300 R) は、夕方側マグネトポーズに隣接する BPS 領域の 10 keV プロトンが太陽風動圧変動に応答する形で電離圏に降り込んだ結果と解釈される。BPS 領域のプロトンを 10 keV 程度まで加熱する機構としては、磁気圏の圧縮効果と SSC に伴うサブストーム効果の 2 つが考えられる。

We carried out proton auroral observation with an all-sky proton auroral imager at Longyearbyen (75.3 N invariant latitude) in Svalbard. Intense proton aurora with a peak intensity of 300 R occurred associated with the arrival of solar wind fast shocks for the interval 14-16 UT on November 26, 2000. By comparing the aurora data with DMSP, GEOTAIL, Polar and IMAGE spacecraft data, we have concluded that this proton aurora event is a result of precipitation of protons with an energy of 10 keV in the boundary plasma sheet (BPS) adjacent to the duskside magnetopause. Two possible mechanisms are discussed to produce such high energy protons in the duskside BPS. One is the compression of the magnetosphere induced by enhanced solar wind pressure and the other is the effect of SSC-induced substorms.

プロトンオーロラは、沿磁力線加速の影響をほとんど受けないために、ソース領域の情報をそのまま保存するという利点を持っている。我々は、プロトンオーロラ全天イメージャー(MAIS)をスバル諸島の Longyearbyen (不変磁気緯度 75.3 N) に設置し、1999 年から定常観測を開始した。この高緯度光学観測により、磁気圏境界領域のイメージングが可能となった。MAIS の空間分解能は 2°、時間分解能は 1 分、観測波長は 486.1 nm である。

我々は 2000 年 11 月 19 日から 12 月 15 日までの 27 日間、Longyearbyen に滞在し、MAIS を用いた光学観測を行った。同じ場所に設置されているアラスカ大学の子午線掃天型フォトメータ (MSP) による同時観測から、この観測期間中に 100 R を超えるプロトンオーロライベントが 4 回あったことがわかった。本発表では、このうち最も明るい (約 300 R) プロトンオーロラが観測された 2000 年 11 月 26 日 14~16 時 UT (17~19 時 MLT) のイベントについて報告する。このときの磁気活動度は、Kp=4 であった。

WIND、ACE 衛星の太陽風観測によると、明瞭な太陽風ショックが 2 回地球磁気圏に到来し、07:58 UT と 11:58 UT に SSC を引き起こした。このうち 2 回目の SSC を含む 12-21 時 UT の時間帯は、IMF は 13:02-13:18 UT と 15:06-15:22 UT の短時間を除き北向き (Bz>0) で、太陽風の平均パラメータは、動圧 20 nPa、密度 20 /cc、速度 600 km/s であった。

一方、Longyearbyen では、12:00-13:30 UT にハードエレクトロンで起こされる 557.7 nm、427.8 nm オーロラがそれぞれ 8 kR, 1 kR の明るさでコロナ状に出現し、引き続き 13:30 - 16:00 UT に 100 R 程度 (最大 300 R) のプロトンオーロラが約 30 分の周期で強度を変化させながら出現した。プロトンオーロラの発光強度が大きくなるタイミングは、太陽風動圧が強まるタイミングと良い一致を示した。プロトンオーロラ出現の時間帯では、ソフトエレクトロンで起こされる 630.0 nm オーロラも出現していた。

Longyearbyen 上空付近を通過した DMSP 衛星によると、プロトンオーロラ発光領域は平均エネルギー 7 keV 程度の強いプロトン降り込み領域と、1 keV 以下の低エネルギー電子降り込み領域に対応していた。このときのプロトンエネルギーフラックスは静穏時のものに対し 2 桁程大きい値であった。この領域は粒子の特性より LLBL から BPS に遷移する領域と推測される。

またこの時、GEOTAIL 衛星がマグネトシースから地球磁気圏境界面を MLT17 時付近で横切り磁気圏内部へ入る軌

道上にあり、シース領域では反太陽方向に流れる熱化されたプロトン（平均エネルギー1 keV 以下）を、マグネトポーズに接する BPS 領域では太陽方向へ流れる平均エネルギー10 keV 程度のプロトンを観測した。この結果は、DMSP 衛星による荷電粒子観測結果と一致する。

すなわち、このイベントで Longyearbyen で観測されたプロトンオーロラは、夕方側（18 MLT）のマグネトポーズに近い BPS 領域の約 10 keV のプロトンが太陽風動圧変動に応答する形で電離圏に降り込んだ結果と解釈される。IMF 北向きの期間でありながら BPS 領域のプロトンを 10 keV 程度まで加熱する機構としては、9 時間にわたる強い太陽風動圧による磁気圏圧縮と、SSC により発生したサブストームが考えられる。

さらに、IMAGE、POLAR 衛星、地上磁場データ等を含め、本イベントのプロトンオーロラ発光メカニズムを議論する。

[Acknowledgement]

Charged particle, magnetic field and optical image data obtained by Geotail, ACE, WIND and Polar was provided at Coordinated Data Analysis Web site (<http://cdaweb.gsfc.nasa.gov/>). Charged particle data observed by DMSP was also provided at DMSP site (<http://www.ngdc.noaa.gov/dmsp/dmsp.html>).