

磁気嵐に伴う極域電離圏上部におけるプラズマ密度構造の変動について

Variation of the cold plasma density structure above the polar ionosphere associated with geomagnetic storms

北村 成寿 [1]; 新堀 淳樹 [2]; 西村 幸敏 [3]; 小野 高幸 [4]; 飯島 雅英 [5]; 熊本 篤志 [6]; 西村 由紀夫 [1]

Naritoshi Kitamura[1]; Atsuki Shinbori[2]; Yukitoshi Nishimura[3]; Takayuki Ono[4]; Masahide Iizima[5]; Atsushi Kumamoto[6]; Yukio Nishimura[1]

[1] 東北大・理・地球物理; [2] 名大・太陽地球環境研究所; [3] 東北大・理・地球物理; [4] 東北大・理; [5] 東北大・理・地物; [6] 東北大・理

[1] Geophys. Sci., Tohoku Univ.; [2] Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya Univ.; [3] Dept. Geophys, Tohoku Univ.; [4] Department of Astronomy and Geophysics, Tohoku Univ.; [5] Geophysical Inst., Tohoku Univ.; [6] Tohoku Univ.

極域電離圏における電離圏-磁気圏結合を理解する上で最も重要な現象の一つとして電離圏から磁気圏へのプラズマの流出が挙げられる。このプラズマの流出現象は、磁気圏内へのプラズマの供給や極域電離圏上部におけるプラズマ密度構造を支配しているだけでなく、近年の衛星観測から磁気嵐中の環電流粒子組成の激変やオーロラ加速領域の形成過程へ多大な影響を及ぼすことが明らかになってきている。しかし、Polar 衛星による観測 [Laakso and Grard, 2002] 等で極冠域でプラズマ密度が地磁気擾乱時に 1 桁以上増加することは報告されているが、磁気嵐中での密度変化に注目した解析はこれまで行われてきていない。そのため、磁気嵐中における極域電離圏上部のプラズマ密度構造がどのように時間的、空間的に変化するのは明らかでなかった。本研究では、そのプラズマ密度構造の時空間変化を明らかにし、その物理機構を理解するために、オーロラ帯並びに極冠域で高度 300 km から高度 10000 km にわたる広範な領域をカバーして継続的な観測を行っているあけぼの衛星の観測から得られた電子密度データを解析した。

本解析では、あけぼの衛星搭載のプラズマ波動観測器 (PWS) によって常時観測されている高域混成共鳴 (UHR) 波動またはホイッスラー波の上限周波数を読み取ることによって衛星の軌道上の電子密度を導出した。ここでは、プラズマパラメータ (fp/fc) が 1 よりも大きい場合については UHR 波動の上限周波数を、また、fp/fc が 1 よりも小さい場合は、ホイッスラー波の上限周波数を読み取った。現在のところ 1989 年 3 月から 1990 年 7 月までの時間分解能 2 秒のデータについての読み取りが終了し、データベースができています。SYM-H 指数、Kp 指数を用い、SYM-H が -10 nT から 40 nT の範囲にあり、3 時間前から Kp が 2+以下の時を静穏時、また SYM-H が -40 nT 以下の値を示す現象を磁気嵐と定義した。その中で SYM-H 指数の時間微分が負の値を示す期間、つまり環電流が発達期にある部分を磁気嵐主相と決定した。

1989 年 6 月 6~8 日、9 日、8 月 10~12 日、9 月 26~28 日、11 月 17~19 日の磁気嵐時のイベント解析から、プラズマ密度の増加は磁気嵐の主相時とよく対応し、最大で 100 倍に達するということが明らかになった。

よって、次に静穏時と磁気嵐の主相時をデータから選び出し、高度 500 km、MLT 1.5 時間、不変磁気緯度 5 °ごとに分けてそれぞれ対数をとってから平均したものを比較した。この結果、高度約 5000 km 以上では主相では不変磁気緯度 65 °~70 °から高緯度側の全域で 3~10 倍程度の密度増加がみられた。それより低高度の 1500 km~3500 km ではカスプ付近と夜側オーロラ帯では密度が増加したが、不変磁気緯度 80 °以上の極冠域では増加がみられなかった。

この密度増加が高高度で極冠域全体であるのに対し、低高度ではカスプ、オーロラ帯に限られるという結果は、密度増加を引き起こすプラズマが低高度で密度増加している領域の電離圏起源である可能性を示し、磁気嵐主相時に極域電離圏から磁気圏内へ多量のプラズマが輸送されていることを示す。低高度の密度増加が発生する領域はクレフトからの ion upwelling、オーロラ帯からの auroral bulk upflow がみられる領域と一致しており、イオンに注目した過去の研究で言われているイオン上昇流がプラズマ密度の増加を引き起こしていることが考えられる。今後は密度増加に寄与する現象、物理プロセスをはっきりさせるためにデータベースをさらに充実させ、低高度での密度増加を起こしている領域、発生の時間スケールをさらに詳しく検討する予定である。