

太陽風動圧変動が引き起こす地磁気脈動の二次元電離圏対流構造

Two-dimensional ionospheric convection structures of a pressure-driven geomagnetic pulsation

元場 哲郎[1], 菊池 崇[1], 藤田 茂[2], 奥澤 隆志[3]

Tetsuo Motoba[1], Takashi Kikuchi[2], Shigeru Fujita[3], Takashi Okuzawa[4]

[1] 通総研, [2] 気象大, [3] 電通大・情報通信

[1] CRL, [2] Communications Res. Lab., [3] Meteorological College, [4] Dept. Info.& Commun.Eng., Univ. Electro-commun.

太陽風動圧の増加がマグネットポーズに当たると、磁気圏内では圧縮性モードが等方的に磁力線を横切って内部磁気圏へ伝播する。また磁気圏は非一様であるために、磁気圏内のプラズマ密度分布が急激に変化する領域で、圧縮性モードの一部が shear Alfvén モードへ変換される。Shear Alfvén モードは磁力線に沿って伝わりと同時に、沿磁力線電流 (FACs) を伴って高緯度電離圏と結合する。電離圏は非圧縮であるが故に、電離圏対流は必然的に Vortical motion となる。電離圏における Vortex の存在は、多くの場合地上磁場から求められる等価電流系によって示されてきたが、近年 SuperDARN レーダーが多点に展開されてきたことによって、グローバルな電離圏対流を直接的に捉えることができるようになってきた。

本研究では、2000年11月8日に発生した太陽風動圧変動に伴う地磁気脈動現象(周期約10分)を多点地磁気データと SuperDARN レーダーを使って解析し、高緯度領域で観測される地磁気脈動が二次元電離圏対流構造 (Vortex) の時間的・空間的变化として理解できることを示す。

0540 - 0640 UT に、WIND 衛星 (78, -95, 45Re GSM) において太陽風密度(動圧)の上昇が観測された。太陽風動圧の変化に伴って IMF Bz も変化するが、終始北向きの状態が続いていた。昼間側から夜側に位置する低緯度の磁場の H 成分では太陽風動圧変化と同じ変化を示すことから、それらは SC/SI と同様に磁気圏に存在する圧縮性磁場擾乱の地上磁場効果として理解できる。低緯度とは対照的に、高緯度では約周期10分の地磁気脈動が観測された。この高緯度の地磁気脈動の変化は、30分のハイパスフィルターによって得られる太陽風動圧の周期変動にほぼ一致する。一方、IMAGE chain の磁場観測点上空をカバーする Finland と Iceland East レーダー (9 MLT 付近) では、電離圏におけるプラズマの視線方向 (LOS) 速度ベクトルが周期的に変化している様子を捉えた。この LOS 速度ベクトル変化は、地上磁場の水平成分の変動と対応する。更に、両者のレーダーで観測された LOS 速度ベクトルの合成から求められる Merge 速度ベクトルは、磁場データから求められる等価対流ベクトルと良い一致を示す。地磁気脈動に伴う二次元電離圏対流構造の時間的・空間的变化は、太陽風動圧周期変動の増加(減少)に対応して、午前側で反時計回り(時計回り) Vortex の存在を示した。またその Vortex の中心はあまり目立った動きは無く、ほぼ定位置(磁気緯度 73-74 度、9MLT)に留まっている。

これらの結果から、太陽風動圧変動に起因する極域地磁気脈動現象は、FACs が電離圏に作る Vortex の時間的・空間的变化として理解できるということがわかった。また地上磁場と SuperDARN の変化における一致は、高緯度地上磁場の変化が主に電離圏ホール電流によって作り出されているということを示唆している。このイベントでは、地磁気脈動に伴う電離圏 Vortex の lifetime が、shear Alfvén モードが磁力線に沿って伝播する時間 (1~2分) に比べて十分長い(即ち、quasi-steady な現象として捉えることができる)。この時間スケールを考慮すると、Vortex を引き起こす FACs が磁気圏の圧縮/膨張に伴った quasi-steady な convective motion から生じていると考えられる。