

IMF B_Y が駆動するシータオーロラに現れる単極性沿磁力線電流系の観測的検証：1998–2004年の組織的調査

渡辺正和¹、Marc R. Hairston²

¹九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門

²テキサス大学ダラス校 William B. Hanson 宇宙科学センター

Observational verification of a unipolar field-aligned current system associated with IMF B_Y triggered theta auroras: A systematic survey for 1998-2004

Masakazu Watanabe¹ and Marc R. Hairston²

¹*Department of Earth and Planetary Sciences, Faculty of Sciences, University of Kyushu*

²*William B. Hanson Center for Space Sciences, the University of Texas at Dallas*

We investigate the existence of a specific field-aligned current (FAC) system predicted by numerical magnetohydrodynamic (MHD) simulations in a past study. The FAC system is expected to occur when a drifting theta aurora is formed in response to a stepwise transition of interplanetary magnetic field (IMF) B_Y during strongly northward IMF periods. When the IMF B_Y changes from positive to negative (negative to positive) a crossbar forms in the Northern Hemisphere that moves downward (duskward), while in the Southern Hemisphere the crossbar moves in the opposite direction. The FAC system appears on the trailing side of the drifting crossbar of the θ aurora as it moves either downward or duskward. When the crossbar is drifting downward (duskward), the FACs flow into (away from) the ionosphere. The purpose of this paper is observational verification of the above-mentioned IMF B_Y -controlled FAC system. In reality, however, the stepwise IMF B_Y change as simulated is of vary rare occurrence. We systematically surveyed IMF data during the period of 1998-2004 and found four events of almost ideal B_Y transitions. For the four events, five crossbar overpasses by Defense Meteorological Satellite Program (DMSP) satellites were available. For all five overpasses, the aforementioned FAC system was confirmed by analyzing precipitating particle, magnetic field, and ion drift data obtained by the spacecraft. Thus we conclude that the FAC system simulation predicted is not just an artifact of the MHD modeling but actually exists.

我々は、以前に数値電磁流体シミュレーションにより予見された、ある沿磁力線電流系の実在について調査する。強い北向き惑星間空間磁場 (IMF) が継続しているとき、IMF の朝夕成分 (B_Y) が階段状に変化すると、極冠内を朝夕方向にドリフトするシータオーロラが現れる。IMF B_Y が正から負 (負から正) に変化するときは、北半球では朝方向 (夕方向) に移動するトランスポーラーアークが形成され、一方南半球ではトランスポーラーアークは逆方向に移動する。本論文で着目する沿磁力線電流系は、トランスポーラーアークが朝方向または夕方向に移動するとき、そのドリフト運動の後縁に現れる。沿磁力線電流の極性は IMF B_Y に制御されており、シータオーロラが朝側 (夕側) に移動している場合は、沿磁力線電流は電離圏に流入する (電離圏から流出する) 向きである。本論文の目的は、この IMF B_Y が制御する沿磁力線電流系の観測的検証である。現実には、シミュレーションで用いられたような階段状の IMF B_Y 変動が起こることは極めてまれである。我々は 1998 年から 2004 年の IMF データに対して組織的な調査を行い、IMF B_Y が理想に近い階段状変化を示す 4 事象を見出した。その 4 事象において、Defense Meteorological Satellite Program (DMSP) 衛星がシータオーロラ上空を通過する機会が 5 回あった。DMSP 衛星で得られる降下粒子データ・磁場データ・イオンドリフトデータを解析したところ、5 軌道全てにおいて上述の沿磁力線電流系を確認できた。したがって、我々はシミュレーションで予測されたシータオーロラに付随する沿磁力線電流系は、MHD モデリングに由来する人工的なものではなく、実在するものであると結論する。