

磁気圏電場観測による電離圏を介した電磁エネルギー伝送機構の検証

Quick transmission of electromagnetic energies into the magnetosphere through the ionosphere

西村 幸敏 [1]; 菊池 崇 [2]; 新堀 淳樹 [3]; 辻 裕司 [4]; 堀 智昭 [5]; 藤田 茂 [6]; 小野 高幸 [7]; John Wygant[8]

Yukitoshi Nishimura[1]; Takashi Kikuchi[2]; Atsuki Shinbori[3]; Yuji Tsuji[4]; Tomoaki Hori[5]; Shigeru Fujita[6]; Takayuki Ono[7]; Wygant John[8]

[1] 名大 STEL; [2] STE 研; [3] 名大・太陽地球環境研究所; [4] 名大・理・素粒子宇宙; [5] STE 研; [6] 気象大; [7] 東北大・理; [8] University of Minnesota

[1] STEL, Nagoya University; [2] STEL; [3] Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya Univ.; [4] Particle and Astrophysical Sci., Nagoya Univ; [5] Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya Univ.; [6] Meteorological College; [7] Department of Astronomy and Geophysics, Tohoku Univ.; [8] University of Minnesota

磁気圏対流電場は、環電流の発達やプラズマ圏界面の変形といった、プラズマの輸送過程を支配する基本的な物理量である。その時間変化や空間構造を知ることは内部磁気圏プラズマの力学を理解する上で不可欠である。しかし、直接観測が不足しているうえ、これまでの研究では準定常状態や長時間の電場変動に着目しており、IMF southward turningに伴う磁気圏電場の応答といった磁気圏対流の基本的性質を調べる研究はほとんどなされていない。そこで本研究では CRRES, Cluster, THEMIS 衛星の電場の直接観測データから磁気圏電場の過渡応答を調べ、さらに Poynting flux の解析から対流電場の発達をもたらす電磁エネルギーの輸送経路を明らかにする。

電子プラズマシートより地球側では IMF southward turning に伴い瞬時に電場強度が増大する様子が見られた。165 イベントを用いた統計解析から、80%の例で5分以内の短い時間で電場が応答することが分かった。IMF southward turningに伴う変動は磁気圏磁場、電離圏電場にもみられた。これらの結果は、IMF southward turning に伴い瞬時に内部磁気圏-電離圏結合系において電場と電流系がすぐに変動するという高速応答特性を持つことを示している。

これに対し、電子プラズマシートでは電場の速い応答は見られなかった。CRRES 衛星データを用いた統計解析の結果、30分程度の大きな時間遅れがあることが示された。振幅も小さく、太陽風電場強度との間には明確な相関は見られなかった。THEMIS 衛星による多点観測から、電子プラズマシートの地球側のみで高速応答が見られ、電子プラズマシート中では10分程度の時間遅れがあるという領域依存性が同時観測により確かめられた。ここまで示した領域による IMF に対する応答の違いは、2つの異なる電磁エネルギー伝送の機構が存在することを示している。

電磁エネルギーの輸送経路を明らかにするため、電場変動が明瞭な磁気急始現象を用いて Poynting flux の向きを調べた。lobe 領域に位置していた Cluster 衛星は、磁気急始の preliminary impulse に対応して磁力線上向きの Poynting flux を観測した。磁力線垂直成分は無視できるほど小さく、これは Alfvén 波であったことがわかる。main impulse 時には Poynting flux は下向きかつ圧縮成分を伴っていた。この異なる2種類の Poynting flux の存在は、電離圏から磁気圏向きのエネルギー輸送機構があり、圧縮性の変動以前に衛星の位置に到達したことを示唆する。量的な見積もりをするために導波管方程式を解いたところ、Poynting flux の大きさと時間遅れは電離層-地上導波管から磁気圏へと流出する Poynting flux で定量的に説明できることが分かった。この結果から、電離圏が電磁エネルギーの伝送路の役割を果たし、沿磁力線電流として電離圏に流入するエネルギーは電離圏-磁気圏結合系の広い領域に瞬時に伝送されることが観測的に示された。