

地球磁気圏尾部で観測される電離圏起源流出イオン流の密度・速度変動とそれらの地磁気活動・太陽風環境との関連について

Parameters of ionosphere-origin ion flows in the magnetotail and correlations to geomagnetic activity and solar wind condition

平原 聖文 [1], 関 華奈子 [2], 向井 利典 [3], 國分 征 [4]

Masafumi Hirahara [1], Kanako Seki [2], Toshifumi Mukai [3], Susumu Kokubun [4]

[1] 立教大・理・物理, [2] 東大理・地球惑星物理, [3] 宇宙研, [4] 名大・STE研

[1] Dept. Phys., Rikkyo Univ., [2] Earth & Planetary Phys, Sci, Univ of Tokyo, [3] ISAS, [4] STEL, Nagoya Univ.

磁気圏遠尾部から近地球軌道上で得られた探査衛星Geotailの観測データを用い、磁気圏内電離圏起源イオン流の密度・速度の変動と、地磁気活動度・太陽風速度・圧力の時間変動に見られる相関を、遠尾部・地球近傍の観測結果を統計的に比較する事で明らかにする。地球からの距離に依存し、磁気圏内の領域別に、電離圏起源イオン流の密度・速度を変動させる要因の果たす役割も変化すると推測される。電離圏からのイオン流出頻度・量・エネルギー変動は地磁気活動度に大きく依存するが、遠尾部ローブ・マントルまで供給される場合、これらの変動は、尾部輸送中の太陽風速度・動圧変動による磁気圏構造全体の変化に左右されると考えられる。

地球磁気圏内では、高度300kmから1000km程度の極域電離圏からの流出イオンが頻繁、かつ大量に観測されており、磁気圏プラズマ構成・ダイナミクスに大きな影響を及ぼす要因の一つと考えられている。これらのイオンは主に磁力線方向の速度を持ち、磁気圏内の対流によると考えられる速度フィルター効果を受け、速度分別されている事が大きな特徴であり、これらの特徴の為に、質量分析する事無しに、磁気圏本来のイオン分布(磁気圏内に以前より存在し既に加速・加熱を十分受けたイオン分布)から区別出来る。この事を利用すると、地球磁気圏尾部探査衛星Geotail搭載の荷電粒子エネルギー分析器で得られたイオン速度分布データから、電離圏イオン出現象による磁気圏内でのイオン成分を容易に抽出出来る。このデータサーベイによる抽出・解析は、磁気圏遠尾部のローブ・マントルだけでなく、プラズマシート内、更には、昼間側磁気圏においても有力である事はこれまでに発表してきた通りである。

我々の研究では、主に遠尾部($X < -60$ Re)のローブ・マントル中を反地球方向に流れる1価の酸素・ヘリウムイオン等の電離圏起源イオン流と、それらと同時に存在し、その殆どが太陽風起源であると思われるプロトン流の密度・速度相関を初めとして、昼間側磁気圏境界域・夜側プラズマシート内の閉じた磁力線上をバウンスしている電離圏流出イオン流の分類・解析に重きを置いて来た。しかし最近、Geotail衛星が近地球軌道に投入された後のデータベースが蓄積され、遠尾部での観測結果と統計的に比較する事が可能になり、電離圏起源イオン流の密度・速度の変動と、地磁気活動度、及び、太陽風速度・圧力の時間変動に見られる相関を議論すべき時に来ていると考える。

比較的地球に近い磁気圏尾部($X > -30$ Re)でなされてきた以前の衛星による観測結果では、地球近傍磁気圏では、地磁気活動度が上昇し、電離圏からイオンを流出させる機構(低高度に発生する磁力線平行電場による上向きイオン加速や、降下電子により励起された波動と粒子との相互作用によるイオン加熱、等)が強く作用するつれて、磁気圏尾部で観測される電離圏起源イオン流の密度・速度も、やや時間差(数分から数十分)を示しながら増大する。一方、磁気圏尾部でのGeotail観測結果でも、地磁気活動度(K_p)の増大に従い、電離圏起源イオン流の観測頻度・速度も増大するが、密度には大きな相関は見られず、特に、マグネトポーズ近傍では、地磁気活動度が比較的低い状況下でも、電離圏起源イオン流がかなり定期的に存在し、地磁気活動や、太陽風環境の変化により、より尾部の中心まで侵入しながら、尾部方向に流れるのでは無いと思われる。

これらの結果を総合すると、地球からの距離に依存して、また、磁気圏内の領域別に、電離圏起源イオン流の密度・速度を変動させる要因の果たす役割も変化するのではないかと推測される。つまり、電離圏からのイオン流出頻度・量・エネルギーは地磁気活動度に大きく依存し、これらが顕著に見られるのは、極域オーロラ帯での流出過程に依存する比較的地球に近い磁気圏に存在する電離圏起源イオン流であると期待される。本発表では特に、時間分解能が高い地磁気活動度指数であるAL、AU、AE等を用いた解析結果に重点を置き報告する。一方、昼間側磁気圏を経て磁気圏遠尾部、特に遠距離ローブ・マントルに供給されている場合、それらの頻度・密度・速度の変化は、供給源の電離圏高度の流出機構だけでなく、尾部輸送中の太陽風速度・動圧変動による磁気圏構造全体の変化に左右されると考えられる。

また、地磁気活動度が上昇すると、マグネトポーズ・プラズマシート近傍のローブ・マントルで観測される酸素イオン流が、やや異なる2つのエネルギーレベルを示す2成分流となる事も確認されており、これらは電離圏起源酸素イオン流の尾部中での加速機構に対し重要な示唆を与えると考えられる。