

エネルギー分散を伴う高エネルギー粒子フラックスの増大 : GEOTAIL-HEP観測

*堀 智昭 [1],前沢 洸 [1],道家 忠義 [2],Wilken B. [3],斎藤 義文 [4],向井 利典 [4]
國分 征 [5]

名古屋大学大学院 理学研究科[1], 早稲田大学[2], マックスプランク研究所[3]
宇宙科学研究所[4], 太陽地球環境研究所[5]

Dispersive flux enhancement of energetic protons in the near-Earth region : GEOTAIL-HEP observation

*Tomoaki Hori[1], Kiyoshi Maezawa [1], Tadayoshi Doke [2], B. Wilken [3]
Yoshihumi Saito [4], Toshihumi Mukai [4], Susumu Kokubun [5]

Graduate school of Science, Nagoya University[1], Waseda University[2]
Max-Planck Institut[3], ISAS[4], STE laboratory[5]

Characteristics of energy-dispersed flux enhancements of energetic protons in the near-Earth region ($9R_E < R < 30R_E$) are studied statistically using energetic proton data ($E > 80\text{keV}$) obtained by the HEP instrument onboard the GEOTAIL spacecraft. In the near-Earth plasma sheet, the dispersive flux enhancements are found preferentially on the dusk side, while are found at all local time sectors in the near-Earth region ($9R_E < R < 12R_E$). We also found that time-scales of the energy dispersions tend to be larger on the dawn sector than on the dusk sector in the near-Earth region. It is suggested that energetic protons contributing to such energy dispersions on the dawn sector might drift westward around the Earth from the dusk sector and reach the dawn sector.

これまでの尾部及び静止軌道付近での衛星観測から、磁気圏サブストームのオンセットに伴って、近尾部中で作られた高エネルギー粒子が地球方向に輸送され内部磁気圏に注入されることがわかっている。このような高エネルギー粒子はGEOTAIL衛星搭載のHEP観測器でも実際に観測されているが、そのなかには粒子フラックスの増大がエネルギーについて一様ではなく、はっきりとしたエネルギー分散を伴うフラックス変化も存在していることがわかった。このエネルギー分散を伴うフラックス増大の特性及びその成因を調べるために、GEOTAIL衛星に搭載されているHEP観測器から得られる高エネルギープロトンのデータを用いて解析を行った。

960101-980620の期間のHEPデータのみから、上記の様なエネルギー分散を伴うフラックス増大のイベントを70例同定した。まずこのイベントとサブストームの相関について解析を行ったとこ

ろ、70例のうちの56例について、フラックス増大開始より1時間前までの時間帯にサブストームが起こっていたことがわかった。次にこのようなイベントが観測された場所について解析したところ、尾部中ではそのほとんどが夕方側で起こっていることがわかった。このことは、高エネルギープロトンが夕方方向に磁場勾配ドリフトをする際にエネルギー分散を受けるということから説明することができる。しかし地球近傍ではこの傾向は見られず、このようなイベントは夕方側だけでなく、昼側や朝側でも観測されることがわかった。平均的な磁場、電場モデルを用いたプロトンの軌道計算から、高エネルギープロトンは地球近傍に運ばれる際に夕方方向にドリフトしてしまうた、単純に尾部から地球の朝側近傍に向かう軌道はとることはできないことが示されている。また静止軌道付近であれば地球の周りを西向きに回る閉じた軌道を取り、昼側や朝側に達することも可能だが、今回解析した領域($R > 9R_E$)は普通は開いたイオンドリフト軌道の領域であり、この領域のイオンは昼側や朝側にたどり着くことはないと考えられている。

しかし観測されるエネルギー分散の時間スケールを調べたところ、地球近傍では夕方側より朝側で見つかるイベントの方が、その時間スケールが長い傾向にあるということがわかった。このことは朝側で観測されたプロトンの方が、より長い経路をドリフトしてきたということを示している。また昼側及び朝側で見つかるイベントの中には、静止軌道付近で見られるドリフトエコー的な特徴を示すものがある。これらの事実は、これまで開いたドリフト軌道の領域と考えられてきたこの領域で、地球の回りを西向きの周回する閉じた軌道が実現している可能性があることを示唆している。