

地球磁気圏尾部プラズマシートにおける高エネルギー粒子輸送

Energetic Particle Transport in the Plasma sheet

今田 晋亮 [1]; 星野 真弘 [2]; 向井 利典 [3]

Shinsuke Imada[1]; Masahiro Hoshino[2]; Toshifumi Mukai[3]

[1] 東大・理・地球惑星; [2] 東大・理・地球物理; [3] 宇宙研

[1] Earth and Planetary Sci., Graduate School, Tokyo Univ.; [2] Earth and Planetary Sci., Univ of Tokyo; [3] ISAS/JAXA

高エネルギー粒子加速は様々な宇宙プラズマ環境で観測されている。これらの高エネルギー粒子加速について、いくつかの理論も提唱されてきたが、十分な説明を得るにはいたっていない。近年、観測機器のめざましい進歩と共に、地球磁気圏尾部プラズマシート内の粒子が、高エネルギー粒子(数十~数百 keV)の生成という観点から注目されている。しかし、この高エネルギー粒子がどのようなプロセスで、どの領域で生成されるかは、未だ十分な理解が得られていない。

昨年の秋の地球電磁気学会では、GEOTAIL 衛星及び CLUSTER 衛星のデータを用いて、磁気リコネクション領域を扱い、近尾部では電子加熱に関しては、プラズマシートとローブ領域の境界で支配的であること、高エネルギー電子の flux は磁場が pileup したリコネクションの outflow の領域で支配的であることを議論した。さらに、プラズモイドについては地球側の X-point につながっている南向きの磁場が強い領域が、O-point や他の領域より高エネルギー成分が多いこともわかった。これらの観測結果は磁気リコネクションによる電子加速、加熱が、X-point のごく近傍だけでなく、磁気リコネクション領域全範囲を考慮に入れる必要性を示した。また、これらの高エネルギー電子のベキ指数を解析することにより、磁気リコネクションジェット下流での磁場構造の発展にともなって、ベキ指数が変化していることも示した。これは、ジェット下流の磁場が強い場所で電子が非断熱的な加速を受けていることを示唆している。このような磁場が強い(磁場の曲率半径の方が電子のラーマ半径より大きい)領域でも高エネルギー電子は非断熱的な運動をしていると考えられる。

そこで、今回の発表は、磁気圏プラズマシートでの高エネルギー粒子の輸送を拡散過程を取り入れて考察することを試みる。粒子加速の研究という観点からも、磁気圏プラズマシート内での高エネルギー粒子輸送を散乱過程を取り入れて考察することは有効であると考えられる。地球磁気圏内には朝方側から夕方側にかけて、対流電場が存在し、電子が輸送される過程で、この電場のポテンシャルを獲得することにより加速、加熱される。磁気圏 Plasma Sheet 内 ($-20 > X > -30R_E$) での高エネルギー粒子及び低エネルギー粒子の空間的分布を統計的に解析した。その結果、高エネルギーの電子では dawn-side が dusk-side より flux が顕著に高いという Dawn-Dusk 非対称性が存在することを確認することができた。一方、低エネルギーではそれほど顕著な非対称性は見られず、非対称性にはエネルギー依存性があるという結果が得られた。この非対称性を説明するために、磁気圏のプラズマシートをモデル化し、移流拡散方程式を解くことによりこの非対称性を説明することを試みた。その結果、この非対称性は磁場を横切った拡散を取り入れずには説明できず、磁気圏内の高エネルギー粒子輸送において移流過程だけではなく、この拡散過程が重要であることを示す。