

磁気嵐におけるプラズマ圏の沿磁力線プラズマ密度分布

During geomagnetic storms statistical analysis of field-aligned distribution of plasma density in the plasmasphere

池田 貴博 [1]; 西村 幸敏 [2]; 小野 高幸 [3]; 飯島 雅英 [4]; 熊本 篤志 [5]

Takahiro Ikeda[1]; Yukitoshi Nishimura[2]; Takayuki Ono[3]; Masahide Iizima[4]; Atsushi Kumamoto[5]

[1] 東北大・理・地球物理; [2] 東北大・理・地球物理; [3] 東北大・理; [4] 東北大・理・地物; [5] 東北大・理

[1] Dept. Geophys, Tohoku Univ.; [2] Dept. Geophys, Tohoku Univ.

; [3] Department of Astronomy and Geophysics, Tohoku Univ.; [4] Geophysical Inst., Tohoku Univ.; [5] Tohoku Univ.

<http://stpp1.geophys.tohoku.ac.jp>

地球近傍の内部磁気圏領域には、密度が数 1000/cc 程度のプラズマから構成されるプラズマ圏が存在する。その密度分布に関しては昔から数多くの研究が成されており、古典的な考えではプラズマポーズの内側では拡散平衡分布 [Angerami and Thomas, 1964] に、外側では無衝突モデル [Eviatar et al., 1964] に従うものと考えられてきた。過去のプラズマ圏の研究において、赤道電子密度分布に関しては既に多くのデータが得られており大体の描像が得られているが、磁力線に沿った密度分布の様子というのはあまりよく分かっていない。近年では IMAGE/RPI によって得られたデータから密度分布を推定する研究 [Huang et al., 2004] や、POLAR/PWI から得られた密度データをモデルの式に当てはめ統計を求める研究 [Denton et al., 2006] が行われている。一方地磁気擾乱時におけるプラズマ圏の密度変動に関しては Whistler 電波による観測でも捉えられており、シミュレーションによる Refilling の研究は過去に多くなされてきた。IMAGE/RPI によっても磁気嵐後、密度が少しずつ増えていく様子が観測されている [Reinisch et al., 2004] が、磁力線全体での変化の様子は明らかにされていない。沿磁力線密度分布を調べることは、磁力線に沿って運動する電子を支配するダイナミクスが何であるのかを解明するという意味で重要である。本研究ではあけぼの衛星 (EXOS-D) 観測から得られた長期のデータベースを用いて、 $L = 3$ 以内のプラズマ圏の統計的な沿磁力線密度プロファイルを作成することを目的とする。

あけぼの衛星は遠地点が 10,500 km、周期が 3.6 時間の極軌道衛星であり、1989 年 3 月から現在まで 16 年以上に渡って内部プラズマ圏をくまなく探査している。あけぼの衛星に搭載されている Plasma Wave and Sounder experiment (PWS) は時間分解能 2 秒でプラズマ波動を計測しており、常に発生している UHR 波動のスペクトル計測を基にプラズマ密度が高精度で求められる。ここでは 1989 年から 1998 年までの約 10 年間、約 3 万軌道分のデータを用い、磁気緯度 55° 以内のプラズマ密度を L が 1 から 3 の領域について統計解析した。沿磁力線密度分布においては磁力線に沿った距離を 500 km ごとに区分し、各点での密度の平均値を全データから導出した。

MLT が 9 時から 16 時までの昼側での統計解析の結果、SYM H の範囲が -10nT から 50nT で SC とサブストームの影響を除いた静穏時において、沿磁力線密度分布はどの L 値でも磁力線の付け根から測った距離が 4000 km ぐらいまでは密度が急激に減少するが、それより先ではほとんど変化しない。特に密度の急勾配領域について電離圏のイオン分布モデル [Craven et al., 1995] による各イオンの密度と、あけぼの衛星の TED によるプラズマ圏の温度モデル [Kutiev et al., 2004] を用いての拡散平衡分布モデルと比較したところ、その 4000km 以内ではモデルの勾配が観測による密度分布ほど急にならず、両者は一致しない結果となった。

一方 SYM H の範囲が -10nT 以下の地磁気擾乱時においては、静穏時には磁力線長 4000km 以遠の密度一定の領域については密度は 500/cc 程度減少するが、密度が急に減少する領域に関してはほとんど変化が無いことが判った。また地磁気擾乱時の密度データの分布は、各 L とともに赤道に近づくにつれて密度の変動の幅が大きくなり、密度の最小値を結ぶと無衝突モデル [Eviatar et al., 1964] に近い分布となった。よって静穏時に拡散平衡分布と一致しなかった領域では、密度分布が無衝突モデルに従っている可能性があり、電離圏からプラズマが super sonic で流出していることになる。しかし静穏時でも拡散平衡分布と一致しないというのは Flux Tube 内に密度が埋まりきっていないということであり、これは Refilling に要する時間が足りないからなのか、それとも他に別の要因があるのか、検証する必要がある。

今後の指針としては、主にプラズマ圏の Refilling に対する解析を進め、プラズマ分布のメカニズムについての解明を行っていく予定である。