

磁気嵐におけるプラズマ圏磁気赤道域のプラズマ密度の変化について

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]

[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

Storm times field-aligned plasma distribution in the plasmasphere

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

[1] Dept. Geophys, Tohoku Univ.; [2] Department of Geophysics, Tohoku University; [3] Department of Astronomy and Geophysics, Tohoku Univ.; [4] Geophysical Inst., Tohoku Univ.; [5] Tohoku Univ.

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

The statistical analysis of field-aligned distribution of plasma density in the inner plasmasphere has been performed by using huge amount of the Akebono plasma wave data from 1989 to 1998. For statistical analysis, we made an average of plasma density structure with spatial resolutions of 500 km along field line within the L-shell range of $L=1-3$.

During geomagnetically quiet periods, the plasma density distribution in the noon sector (MLT is from 9 to 16) agrees with the diffusive equilibrium model above 4,000 km along field line; however it has signified difference below 4,000 km for every L-shells. This difference increases with increasing the L value. The plasma density distribution in this area agrees with the exospheric equilibrium model. On the other hand, the midnight (MLT is from 22 to 4) plasma density distribution agrees with the diffusive equilibrium model, and both densities are nearly identical above 4,000 km.

The storm time plasma density shows large near the equator region. A trend of the minimum plasma density agrees with the exospheric equilibrium model. However, equatorial plasma density (magnetic latitude is from -20 to 20 degrees at $L=2.6$) does not goes down to profile even in large geomagnetic storms.

During recovery phase, plasma density gradually increases and returns to a level of the quiet time distribution within about two days. However, this density value does not reach to the diffusive equilibrium level even if geomagnetically quiet periods last ten days. So, the present result shows that there is an additional mechanism working in the plasmasphere.

Based on the present study, it will become possible to obtain more accurate empirical model of the plasmasphere structure which may contribute to understand the structure and dynamics of the cold plasma in the inner magnetosphere.

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 [Singh et al., 1986; Rasmussen and Schunk, 1988; Wilson et al, 1992; Singh and Horwitz, 1992]。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 度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。

SYMH の範囲が -10nT から 50nT でかつ SC とサブストームの影響のない静穏時において、MLT が 9 時から 16 時までの昼側での統計解析を行った。この統計による沿磁力線密度分布を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] を用いた拡散平衡分布モデル及び無衝突モデルと比較したところ、その 4000km 長では拡散平衡分布に、4000km 以内の密度の急勾配領域については無衝突モデルに分布の傾きがよく合う結果となった。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。

一方磁気嵐主相時の密度のデータの分布は各 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に近い分布となったが、赤道付近では密度がモデルまで減少しない傾向が見られた。これは L に若干の幅 ($dL=0.1$) を持たせて解析をしているため plasmopause の変動による影響が考えられるが、それ以外の影響も無いかどうか確かめる必要がある。その後の回復相においては、密度が少しずつ回復し静穏時のレベルまで達する様子

が見られた。

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。