

プラズマ圏の統計的沿磁力線プラズマ密度分布

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

Statistical analysis of field-aligned distribution of plasma density in the plasmasphere

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

[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/>

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 1995. For statistical analysis in $L=1-3$, we made an average of plasma density structure with spatial resolutions of 0.1 earth radii in equatorial density distribution, and 500 km length along field line in field-aligned density distribution.

During geomagnetically quiet periods (SYMH is larger than 0 nT), the equatorial electron density gradually decreases with altitude, described by the formula of $N=19,300 \cdot L^{-2.59}(\text{cc})$. The ratio of the standard deviation to the average electron density is 30-50%. However, this formula does not agree with an average density within $L=1.3$.

The field-aligned distribution of plasma density decreases with length along the magnetic field within a length is 4,000 km, and plasma density shows almost a constant value above 4,000 km for every L -shells. This plasma density distribution nearly agrees with the diffusive equilibrium theory when temperature is 6,000 K within $L=2.2$, and when temperature is 3,000 to 4,000 K above $L=2.2$. However, the measured temperature in plasmasphere is not as large as above values within $L=2.2$ (about 2,000 to 5,000 K)[Kutiev et al., 2004]. The present statistical results still show large standard deviation, we have to develop plasma density model more precisely.

When we obtain more accurate empirical plasmasphere model, it becomes possible to understand 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、赤道面付近の電子密度分布に関しては既に多くのデータが得られているが、磁力線に沿った密度分布については観測データに基づいて厳密に議論されていない。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 によって得られた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。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プラズマダイナミクスを支配する物理が何であるのかを解明する上で重要である。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し、拡散平衡モデルについての厳密な評価を行うことを目的とする。

あけぼの衛星は初期投入軌道の遠地点が 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 1995 年までの約 7 年間、約 2 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。赤道密度分布では L は 0.5 ごとに、沿磁力線密度分布で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。

統計解析の結果、SYMH が 0 nT 以上と定義された地磁気静穏時の磁気赤道面付近における電子密度プロファイル (磁気緯度が 10 度から -10 度) は高度と共に単調減少し、 $N=19,300 \cdot L^{-2.59}(\text{cc})$ でよく近似されるが、 $L=1.3$ 以下では統計値がこの近似式よりも高い値を示す。

また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 4,000 km ぐらいいまで密度が急激に減少し、それより先では密度が一定となった。拡散平衡理論の古典的なモデル [Angerami and Thomas, 1964] と比較したところ、両者の密度プロファイルはほぼ一致する結果となった。しかし $L=2.0$ 以内では、モデルの温度が 6,000 K ぐらいいないと両者の値が一致せず、これはこの領域で観測された温度が 2,000 K から 5,000 K である結果と異なっている [Kutiev et al., 2004]。

今後の指針としては、主にモデルと異なる領域に関して解析を進め、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。