

Plasma Transport in the Plasma sheet: Relationship between Temperature and Total Particle Number in the plasma sheet

*Masaki Nishino[1], Toshio Terasawa [1], Masahiro Hoshino [1]

Graduate School of Science, The University of Tokyo [1]

We have analyzed the structure of the plasma sheet with the GEOTAIL data using the method presented by Sergeev [1998]. We have found that "the number of plasma particles" included in the plasma sheet, which we have defined as the product of the number density and estimated thickness of the plasma sheet, increases when the satellite observes cold dense population in the central plasma sheet. We will report statistical analysis and discuss a method of error estimation.

磁気圏尾部のプラズマシートを構成するプラズマ粒子の供給源には大きく分けて太陽風と電離層とがある。そのうち、太陽風から磁気圏へのプラズマ輸送には磁力線再結合によるものとK-H不安定などの粘性によるものがあると考えられている。我々は、これらの輸送過程の重要度を調べることを目的として、近尾部(-10 > X[Re] > -50)のGEOTAIL衛星データを用いて以下の研究を行った。

まず、我々はプラズマシートの構造が1次元的であると仮定し、Sergeev [1998]の方法を用いてプラズマシートの特徴的厚さを推定した。この方法は、磁場の時間微分とプラズマ流速との相関から電流密度 J_y を見積もる方法である。このとき、Lobe領域とプラズマシートとの間の圧力バランスを仮定することでLobeの磁場の大きさが推定できるので、Lobeの磁場と電流密度の逆数の積からプラズマシートの厚さを求めることができる。

次に我々は、推定した厚さ L [Re](実際には L は半分の厚さである。)と観測されたプラズマ個数密度 N_p [cc]の積 $N_p \cdot L$ を求め、これがプラズマシートに含まれるプラズマ粒子の総数を表すパラメタであると考えた。ただし、プラズマシートのY方向への広がりがある一定であるものと仮定した。厚さ L [Re]と粒子総数 $N_p \cdot L$ の双方について、温度・個数密度によって場合わけを試みた結果、以下のことが明らかになった。

以下に解析結果の一例を示す。

時期 1995年1月

場所 -10 > X[Re] > -50 圧力比 > 10

相関係数 -0.6以下 (磁場時間微分とプラズマ流速との相関)

全データ(242例) 以下、物理量は全て平均値。

温度 $T_p \sim 3000$ [eV], 個数密度 $N_p \sim 0.27$ [cc],

厚さ $L \sim 2.2$ [Re], "粒子総数" $N_p \cdot L \sim 0.51$

$N_p < 0.1$ [cc]のとき(24例)

$T_p \sim 6700$ [eV], $L \sim 2.9$ [Re], $N_p \cdot L \sim 0.23$

0.1 [cc] < $N_p < 0.2$ [cc]のとき(84例)

$T_p \sim 3700$ [eV], $L \sim 2.5$ [Re], $N_p \cdot L \sim 0.40$

$N_p > 0.2$ [cc]のとき(134例)

$T_p \sim 1900$ [eV], $L \sim 1.9$ [Re], $N_p \cdot L \sim 0.64$

$N_p > 0.2$ [cc]の場合のうち、特に $T_p < 1000$ [eV]のとき(18例)

$T_p \sim 798$ [eV], $L \sim 1.2$ [Re], $N_p \cdot L \sim 0.65$

注目すべき点は、より高密度・低温のプラズマシートになるほど厚さは薄くなり、"粒子総数"は増加していることである。これは、太陽風の冷たいプラズマ粒子が加熱過程を経ずにプラズマシート内に取り込まれていることを示している。

先に述べたように、磁気圏のプラズマ輸送過程として考えられている磁力線再結合とK-H不安定のうち、磁気リコネクションの方が重要であると考えられてきた。しかし、本研究の結果は、磁力線再結合過程による加熱を経ない冷たいプラズマ粒子が近尾部に存在することを示しており、これまで考えられてきた磁気圏プラズマ輸送のモデルに大きな変更が必要である。

講演では、これらの解析結果を述べるとともに、本手法における誤差評価の方法についても議論する予定である。