

磁気圏遠尾部でのプラズマシートにおけるストレスバランス

Stress balance on the plasmasheet in the distant tail

松本 洋介 [1], 向井 利典 [1], 斎藤 義文 [1], 國分 征 [2]

Yosuke Matsumoto [1], Toshifumi Mukai [1], Yoshifumi Saito [1], Susumu Kokubun [2]

[1] 宇宙研, [2] 名大・STE研

[1] ISAS, [2] STEL, Nagoya Univ.

我々は、磁気圏遠尾部におけるプラズマシートのストレスバランスをGEOTAILのデータを用いて統計的に解析した。

まず、衛星がローブから磁気中性面を15分以内に横切るイベントを選んだところ、195個のイベントが得られた。

それらを解析した結果、その物理的特性からプラズマシートでのストレスバランスはX方向についてはfirehoseの安定条件を満たし、Z方向については全圧力が保存することが推測できた。

この推測を基に解析した結果、Z方向についてわずかながらプラズマシート中の圧力がローブの圧力と釣り合うのに足りない事がわかった。この足りない分は電子の寄与と磁場の張力によるものと推測される

磁気圏遠尾部におけるプラズマシートについて、現在まで多くの研究がなされてきた。その結果、地球から遠く離れた($X_{gsm} < -200RE$)ところまでプラズマシートの存在が確認されている。我々はそのようなシート状の構造がどのようにして遠くまで存在できているのかを調べるため、プラズマシートにおけるストレスバランスを統計的に解析した。また、プラズマシートの物理的特性を調べる過程で磁気圏遠尾部の描像がわかってきた。

まず、GEOTAILのイオンのモーメント及び磁場のデータ(1993年9月～94年10月)を用いて、磁気圏遠尾部($-50RE < X_{gsm} < 220RE$)においてローブから磁気中性面を15分以内に横切るイベントを選び出した。その結果、195個のイベントが $-50RE > X_{gsm} > 220RE$ の範囲で一様に得られた。($-100RE > X_{gsm} > -150RE$ の領域に数が少なかったのはGEOTAILの軌道の関係による。)それらのプラズマシートの内分けは

ハリスタイプのプラズマシート・・・・・・・・・・ 135個

磁気中性面の厚いプラズマシート(DPCS)・・・・・・・・・・ 15個

どちらも判別できなかったもの・・・・・・・・・・ 45個

となった。DPCSとは磁気中性面が厚いプラズマシートの事でこれはPetschekのリコネクションモデルのSlow Shockの存在を示すような構造をしている。(Hoshino et al. J.G.R. 1996)これらのデータをもとにプラズマシートの物理的特性を調べたところ、以下のようなことがわかった。

1) $-50RE > X_{gsm} > -200RE$ の範囲でプラズマシートのすぐ外側のローブでの磁場の強度は数nT程度しか変化していない。

2) ローブの磁場の強度の変化に対応して、プラズマシート中の温度も地球から離れるにつれて低くなっている。

3) 磁気圏が比較的活動的であるとき($3 < K_p < 5$)に多く出現

4) $-45RE > X_{gsm} > -100RE$ では地球方向と反地球方向のプラズマの流れが存在した。それに対し、 $X_{gsm} < -150RE$ では反地球方向のプラズマの流れのみが存在した。

また、DPCSの出現位置を調べたところ、

5) DPCSは $X_{gsm} \sim -100RE$ 付近に集中して出現している

ことがわかった。3)、4)、5)の結果は以前から言われている Distant Neutral Lineが $-100RE < X_{gsm} < -150RE$ に存在しているということと矛盾の無いものとなった。

また、1)、2)の結果による磁気圏遠尾部の物理的特性を考慮するとプラズマシートにおけるストレスバランスは以下のように近似的に成り立っていることが理論的に予想できる。

X方向： firehose の安定条件($P_{para} - P_{perp} = B^2 / \mu_0$)が成立。

Z方向：プラズマシート中の全圧力(磁気圧+ガス圧)はローブの磁気圧と等しい。

これらの結果を基にZ方向についてのストレスバランスを調べたところローブの全圧力と釣り合うのにわずかながらプラズマシート中の圧力が足りない事がわかった。この原因として、使用したデータはイオンのモーメントのみであることが挙げられる。電子のガス圧に対する寄与はイオンのその10数%にもなるので、その分を加味する必要がある。またその他の寄与として、磁場の張力の効果がある。

当日には、今後得られるであろうGEOTAILの電子のモーメント及びTparaを使って、プラズマシート中のガス圧に寄与する電子の効果、またX方向のストレスバランス(firehoseの安定条件)について発表する。また、さらなる研究としてDPCSに対するストレスバランスのモデル構築をして、実際にどのような構造が保たれているのかをデータを用いて解析する。