

磁気圏遠尾部での圧力非平衡から推定される自己組織化臨界現象モデル

*松本 洋介 [1], 向井 利典 [1], 斉藤 義文 [1], 国文 征 [2]

文部省宇宙科学研究所[1], 名古屋大学太陽地球環境研究所[2]

Self-Organized Criticality associated with pressure imbalance in the distant tail

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

The Institute of Space and Astronautical Science[1]

Solar Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University[2]

We have statistically researched stress balance on the plasma sheet and its physical property in the distant tail using data obtained by GEOTAIL. First of all, we selected events where the spacecraft transverses the neutral sheet from (to) the lobe, and then got 306 events. From the result of researching these events, we inferred the relation of stress balance on the plasma sheet as follows: a) Firehose stability condition is established in x direction. b) Magnetic pressure with thermal pressure is constant in z direction. Based on the statistical analysis of the observed data, we have found that more pressure is needed in the plasma sheet to be balanced with the lobe pressure.

This indicates plasma sheet in the distant tail is not stationary stable and tends to be compressed and thinned by the lobe pressure.

This imbalance will be discussed with a newly proposed model, Self-Organized Criticality Model.

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果たして安定に存在しているのかどうかを調べるため、その物理的な特性及びプラズマシートにおけるストレスバランスを人工衛星 GEOTAIL のデータを用いて統計的な解析を行った。

我々はまず、衛星が遠尾部 ($X'_{gsm} < -50RE$ 、 $|Y'_{gsm}| < 15RE$ 、 X'_{gsm}, Y'_{gsm} は aberration の効果を含めた GSM 座標系) において、ローブから磁気中性面を横切る (又は磁気中性面からローブに出る) イベントを選ぶことから始めた。領域を判定するのに用いたのは、GEOTAIL 衛星の磁場及びイオンのモーメントデータ (数密度、温度) である。その結果 306 例のイベントを選び出すのに成功した。

まず、得られたイベントのデータを元に関磁気圏遠尾部の物理的特性を調べた。その結果、過去の結果と矛盾しない結果となったのは前回の学会で発表した通りである。また、PSの厚みについて調べたところ、プラズマシートの厚みはたいしては数REであり、過去の結果とさほど矛盾しないものとなった。また、10RE以上や1RE以下の厚さのプラズマシートも確認できた。

以上の結果から $X_{gsm} < 150RE$ 以下の領域では1次元磁場構造であることがわかったが、その領域では以下のようなストレスバランスが定常的に成り立っている事が過去の研究によって理論的に求められている。

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

Z方向: PSの全圧力とローブの圧力は釣り合っている。(圧力平衡)

実際このようなバランスをとってPSは安定に存在しているのかどうか、我々はGEOTAIL衛星のデータを用いて統計的解析を行った。

すでに得られた306例のイベントから $X_{gsm}' < -150RE$ の領域を選び、かつ2次元の構造を持つプラズモイドの影響を除くため、PS中の速度が200Km/s以下のイベントのみをさらに選び出した。その結果60例のイベントが残った。この60例についてまず圧力平衡が成り立っているのかどうか調べた。その結果、

1) 60例中15例しか圧力バランスが成り立っていなかった。また、圧力平衡にあるPSは冷たく密度が大きく、厚みが薄い傾向にあった。

2) 残りの圧力非平衡にあるイベントの内、大部分がローブよりPSの方が圧力が小さい事がわかった。このようなPSは温度が高く密度が小さく厚い傾向にあった。

予想に反して遠尾部では圧力平衡になっていない場合が多く、大抵においてPS中の圧力がローブの圧力より小さく、ローブによって押しつぶされて定常状態にないという意外な結果を得る事ができた。

このような現象を説明するのに、我々は新たに自己組織化臨界現象モデルというものを考えた。つまり、PSは安定に存在しているのではなく、ローブによって押しつぶされ、薄くなり自ら臨界状態 (リコネクション) に向かっているというものである。発表当日はこのモデルについて観測例と共に説明する予定である。