

## 磁気圏界面の最小エネルギー状態と磁場の最小角回転

The minimum energy state and the minimum angle rotation of the magnetic field in the homogeneous magnetopause current layer

# 三浦 彰[1]

# Akira Miura[1]

[1] 東大・理・地球惑星

[1] Earth and Planetary Physics, Tokyo Univ

磁気圏界面や太陽風中の接線不連続面内では、両側の磁場の方向が異なる場合、磁場は不連続面内中で連続的に回転して、遷移していくことが知られているが、一様な接線不連続面内での磁場の回転は最小エネルギー状態への緩和を伴う自己組織化の過程であることを明らかにする。1次元の接線不連続面とフォースフリーの磁場を仮定し、磁場の大きさは一定で磁場の回転のみが許されるモデルを考えると磁場エネルギーと磁気ヘリシティの比が最小の状態に緩和した状態では磁場の回転角が最小、沿磁力線密度が最小になり観測事実をうまく説明できる。

磁気圏界面や太陽風中の接線不連続面内では、両側の磁場の方向が異なる場合、磁場は不連続面内中で連続的に回転して、遷移していくことが知られている。そのような接線不連続面内での磁場の構造を正確に理解することは、例えば接線不連続面で起こるプラズマの不安定の0次の状態を正しく記述する上で重要である。今までこのような磁気圏界面内での磁場の回転はVlasov-Maxwell方程式の定常解を求めることによって議論されてきた。この論文ではプラズマが一様な単純な場合には磁場の観測されている回転は、一様な接線不連続面を仮定したモデルに大局的な最小エネルギー状態へのプラズマ緩和（自己組織化）の概念を用いて説明できることを示す。

まず1次元の接線不連続面を仮定し、磁場はフォースフリーと仮定し、磁場の大きさは一定で磁場の回転のみが許されるモデルを考える。この時、磁場の回転のみが許されるので、磁場の回転の仕方は一意に決まるように思えるが実際には任意の回転数の回転が許されるので、フォースフリーの数学的な解の数は無限個になる。しかし実際の磁場の回転の観測によれば、磁場の遷移は磁場の回転角が最小になるように、つまり磁場の回転角が180度以内になるように起こる。従ってそのような無限個の解の中から、どうして、現実には最小回転角の磁場形状のみが許されるのかは自明ではない。そこで、プラズマ緩和の理論を適用し、どうして常に磁場の最小角回転が実現されるのかを明らかにする。最初に1次元の接線不連続面を囲む長方形の領域内で磁気エネルギーと磁気ヘリシティを定義するとこの磁気ヘリシティはゲージに無関係となり、接線不連続面内での磁気エネルギーと磁気ヘリシティの比は不連続面内での磁場の回転角と沿磁力線電流の密度に比例することが示される。従って最終的にプラズマが緩和した状態では磁気エネルギーと磁気ヘリシティの比が最小の状態になると仮定すると、その状態では磁場の回転角が最小、つまり磁場の回転角は180度以内となり、また磁場のシアにより生ずる沿磁力線電流密度が最小になる。これは、両側で磁場の向きが異なる場合に観測では常に磁場の回転角が最小になるように磁場の遷移が起こるといふ観測事実をうまく説明する。つまり、一様な接線不連続面内での磁場の回転は最小エネルギー状態への緩和を伴う自己組織化の過程であると考えることができる。

講演の際には、実際に不連続面の両側での磁場の向きが異なる場合に、アルファが一定のフォースフリーの解を求めることにより、磁場の各成分の値とホドグラムを求めた結果を示し、それらの結果と今までに報告されている磁場の回転の観測例との関連を議論する。