

太陽浮上磁場領域における磁気リコネクションの大規模磁気流体シミュレーション

Magnetohydrodynamic simulation of solar emerging flux and its reconnection with preexisting coronal field

磯部 洋明[1]; 柴田 一成[2]; 横山 央明[3]

Hiroaki Isobe[1]; Kazunari Shibata[2]; Takaaki Yokoyama[3]

[1] 京大・理・天文台; [2] 京大・理・天文台; [3] 東京大学・理

[1] Kwasan Obs., Kyoto Univ.; [2] Kazan Astron. Obs., Kyoto Univ.; [3] School of Science, Univ.Tokyo

太陽フレア、コロナ質量放出(CME)は、磁気リコネクションによる突発的なエネルギー解放と質量放出現象として理解されているが、速い磁気リコネクションがいつどのようにして起きるかという基礎物理過程はまだよくわかっていない。また、フレア、CMEに至るエネルギー蓄積とトリガーには、太陽内部からの磁場の浮上が重要な役割を果たしていることが、観測的・理論的研究から示唆されている。宇宙環境擾乱の源泉であるフレア、CMEの発生のメカニズムを解明し、それらを事前に予測するためには、磁気リコネクションと浮上磁場の物理的理解が必須である。

我々は地球シミュレータを用いて、太陽面の浮上磁場既存のコロナ磁場との磁気リコネクションの大規模磁気流体シミュレーションを行い、その結果に基づき浮上磁場の構造形成と磁気リコネクションについて、以下のような新しいモデルを提唱している。(1)浮上磁場の頂上に密度の大きい層ができることにより、レイリー・テイラー不安定(インターチェンジ不安定)がおきて、H アルファで観測されるようなフィラメント構造が発達する。(2)レイリー・テイラー不安定の非線形発展による磁場の変形により、浮上磁場内部にカレントシートが形成される。これが散逸することによりコロナ加熱が非一様におきて、極紫外線で観測されているように熱いコロナループと冷たいループが交互に存在する。(3)既存コロナ磁場との間にできるカレントシートにおいて、レイリー・テイラー不安定の上昇部分で異常抵抗が局所的に働き、リコネクションがパッチ状に発生する。

同様なレイリー・テイラー不安定による構造形成と、パッチ状リコネクションは、浮上磁場領域以外でも起きている可能性がある。例えば地球磁気圏昼側で太陽風の圧力が急激に下がった時には、磁気圏が膨張するような現象が知られているが、この時には密度の低い磁気圏のプラズマが密度の高い太陽風のプラズマを押しやるような、レイリー・テイラー不安定に対して不安定な状態になることが予想されるため、太陽風との間でインターチェンジ構造の発達とパッチ状リコネクションが発生すると考えられる。フレアやオーロラの増光がしばしばパッチ状の分布を示していることを考えると、フレア、磁気圏尾部など、ダイナミックに進化しつつある系では、パッチ状リコネクションが普遍的に起きているのかもしれない。