

浮上磁場領域における微細構造形成とコロナ加熱メカニズム

太陽フレアやコロナ質量放出のエネルギー源である磁場は、太陽内部で作られて表面に浮上します。太陽面上で新たな磁場が出現する領域は浮上磁場領域と呼ばれ、強いコロナ加熱と活発なフレア活動が起きていることが知られています。浮上磁場はフレアやコロナ質量放出のエネルギー蓄積とトリガー（きっかけ）の両方において重要な役割を果たしていると考えられており、その基礎的な物理過程の理解は、宇宙天気予報の実現に向けた基礎的研究としても重要です。

浮上磁場の特徴の一つはフィラメント状の微細構造にあります。図(a)はTRACE衛星による浮上磁場領域の極紫外線像です。浮上磁力線はループ状の形をしています。画像では明るいループと暗いループが多数見えます。極紫外線で明るいループは100万度程度、暗いループは1万度程度に相当することから、浮上磁場領域の加熱は一様ではなく、微細な構造の発達を伴っていることが推測されます。

我々は浮上磁場領域の物理過程を理論的アプローチから調べるため、世界最高級の性能を誇る日本のスーパーコンピュータ、地球シミュレータを用いて太陽浮上磁場領域の大規模磁気流体シミュレーションを行いました。図(b)はシミュレーション結果を3次元的に可視化したものです。特徴的な磁力線と断面の密度分布（赤に近いほど密度大）を示しています。中央部分、ギリシャ語の大文字 Ω の形をした磁力線が浮上磁場です。密度分布を見ると浮上磁場の頂上部分が内部より重たくなっていることが分かります。この様に重いガスが軽いガスに乗っている状況は不安定なため、重いガスが磁力線の間に落ち込むような構造が発達します。このような不安定性を磁気レイリーテイラー不安定と呼びます。落ち込んだガスは磁場に沿ったフィラメント状の構造を形成すると共に、浮上磁場内に電流シートを形成します。このシミュレーション結果から、浮上磁場の微細構造の起源が磁気レイリーテイラー不安定であり、それに伴い発生する電流シートがコロナを非一様に加熱するという新しい理論モデルを提案しました。

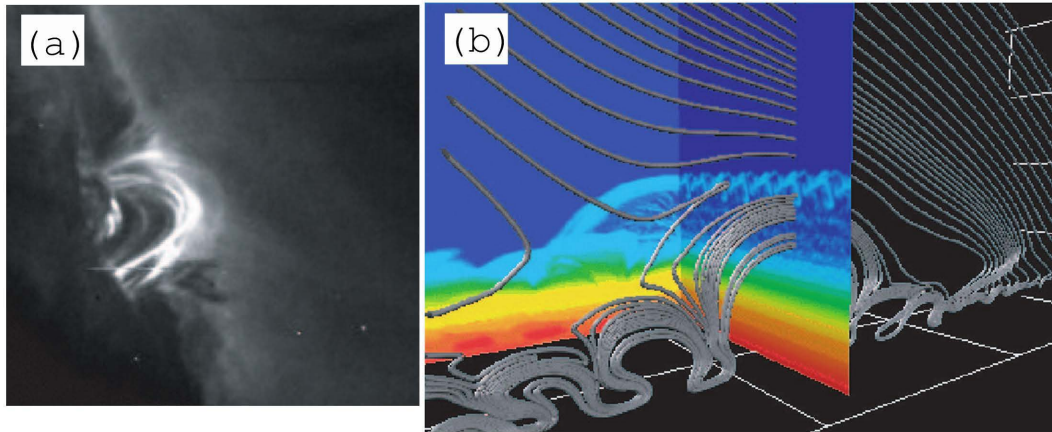


図: (a) 浮上磁場領域の局紫外線像。右図: シミュレーション結果の3次元的可視化。磁力線と断面の密度分布を示す。

Reference: Isobe, Miyagoshi, Shibata & Yokoyama, 2006, PASJ, 58, 423

(磯部洋明 記)