

M31a 磁気シートにおける磁気浮力不安定の3次元MHDシミュレーション

野澤 恵 (茨大理)、柴田一成 (京大花山天文台)

太陽の表面に浮上する磁場の3次元MHDシミュレーションとして、初期に垂直方向に磁気シアアを含んだ磁気シートを光球下部に置いた場合の時間発展を詳細に調べた。計算の空間は3次元としデカルト座標系 (x, y, z) を用い、 x は太陽の緯度方向、 y は経度方向、 z は鉛直上方を向いているものとした。

その結果、初期に与える摂動をランダムまたは、 x, y の水平方向に $10 - 20H$ (ここで H は圧力スケールハイト) 程度を与えた場合、光球の圧力スケールハイトはコロナや対流層に比べ短いため、光球に浮上した磁場が、Parker mode ($\mathbf{B} \parallel \mathbf{k}$ 、ここで \mathbf{k} は波数ベクトル、 \mathbf{B} は磁場ベクトル) より、interchange mode ($\mathbf{B} \perp \mathbf{k}$) の不安定が成長しやすいために、水平方向への膨張が急激に発生し、コロナまで膨張しない。また、磁気シアアがある場合は、線形の段階では短波長成分の成長がおさえられて、より大きな構造ができ、また非線形の段階でも非線形効果で大きな構造ができるが、磁気シアアの効果はあまり顕著ではない。

光球で膨張する磁気ループ中での鉛直方向の磁場分布、密度分布は静水圧平衡で決まる分布になる。すなわち2次元では $B \propto z^{-1}$, $\rho \propto z^{-4}$ であったが、3次元では $B \propto \exp(-2z/H_r)$, $\rho \propto \exp(-z/H_r)$ となっていた。ここで H_r は、磁場を考慮した静水圧平衡の場合の圧力スケールハイトで、 $(1 + 1/\beta)H$ で与えられる (ここで β はプラズマベータ)。このように上昇した磁場が光球中に膨張し、コロナ以下の領域が磁場で満たされた状態になることがわかった。

ただし、実際の浮上磁場をつくる摂動は表面对流ではなくて、対流層深部にあると考えられ、今回の摂動よりずっと長くした場合は、Parker mode が卓越し、二次元的なループ構造を形成することは過去に調べられており、その違いについても報告する。