

M06b 浮上磁場の3次元モデル：対流の効果

野澤 恵（茨大理）、柴田一成（京大花山天文台）

1999年度春季年会のM23b「3次元MHDモデルによる磁気シートの分裂の基礎的研究」で作成したモデルを元に今回筆者らは、太陽表面の浮上磁場に対流の効果を加えたシミュレーションを行なっているので報告する。

1991年度秋季年会「浮上磁場の3次元モデル：磁気シアアの効果」では、3次元MHDシミュレーションを用い、浮上磁場の磁気シートに磁気シアアの効果について計算し、シアアの有無に関わらず、非線形効果により大きな構造ができることを報告した。

そのモデルは磁場のない対流安定なプラズマ中に磁氣的静水圧平衡にある水平磁気シートを考え、そこに発生する磁気浮力不安定の線形解析及び、3次元MHD非線形シミュレーションを行った。計算の空間は3次元としてデカルト座標系 (x, y, z) を用いる。 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。

今回は、シミュレーションボックスの下に対流層を設け、温度勾配 $-(dT/dz)/(|dT/dz|_{ad}) = 2.0$ とした。対流層では不安定を励起するために初期にランダムな微小速度摂動を与えた。他のパラメーターとして、 β (ガス圧/磁気圧) = 4、気体の比熱比 $\gamma = 5/3$ とした。メッシュ数は $(N_x, N_y, N_z) = (80, 80, 155)$ 、計算領域 $(X_{max}, Y_{max}, Z_{max}) = (64H, 64H, 32H)$ 但し、長さの単位 H は圧カスケールハイトとした。

今回の場合非線形発展では、初期には線形成長率が示すとおり、Rayleigh-Taylor不安定と同じ性質の pure interchange mode ($\mathbf{B} \perp \mathbf{k}$: \mathbf{B} は磁場ベクトル、 \mathbf{k} は波数ベクトル) の不安定が起るため安定な磁束管は形成されないが、時間がたつにつれ成長率の小さい Parker mode ($\mathbf{B} \parallel \mathbf{k}$ のモード) の不安定が発生し、磁力線を曲げることにより3次元のループを形成し安定に浮上していく。

以上の計算は先の1999年度秋季年会X11b「数値計算用の並列計算機パッケージの作成」で発表したIBM-PC/AT互換機を用いたLinux Diskless Clusterで行なった結果である。