

磁気対流と浮上磁場の磁気流体シミュレーション (yhi25b)

磯部 洋明 (京都大学大学院理学研究科附属天文台)

我々は太陽浮上磁場と対流の相互作用を 3 次元 MHD シミュレーションにより調べた。計算領域は対流層上部から光球、コロナまで含む。輻射輸送は解いていないが、光球付近の薄い層で人工的な冷却を仮定し、対流が継続して起こるようにした。初期条件として、まず磁場のない静水圧平衡の状態から、対流不安定な温度勾配を持つ対流層に摂動を与え、対流が乱流的かつ準定常状態に発達するまで計算した。その後対流層中に磁場を挿入し、磁場のある領域の温度を下げることで圧力を一定に保ち、計算を続行した。

下図に結果の 1 例を示す。計算領域は光球 ($z = 0$) のスケールハイト単位で ($0 < x < 36, 0 < y < 36, -6 < z < 40$)。挿入した磁場はの Gold-Hoyle 型の捩じれた磁束管で、半径は 2、磁束管中のプラズマベータは約 4。磁束管の初期の磁気エネルギーは対流層中のガスの運動エネルギーの約 5 倍に相当する。

下図上段は、磁場の等値面と ($z = 0$) における速度の z 成分を示す。初期に対流運動によって磁束管に摂動が与えられ、その摂動が Parker 不安定性により発達して、上昇する部分がコロナ中にループ状の構造を作っているのが分かる ($t = 50$)。下段は ($z = 0$) 平面における磁場の z 成分と水平速度場を示す。ループ構造の足下にあたる磁場の強い領域は、黒点 (ポア) に相当する。これらは観測される浮上磁場の構造をよくとらえている。しかし、対流運動が数回転する程度の時間が立つと、対流運動により光球面の磁場はばらばらに壊れてしまい、それに伴いコロナのループ構造も壊されている ($t = 100$)。このタイムスケールは観測される浮上磁場のタイムスケールよりもずっと短く、浮上した磁場が安定に存在して活動領域を形成するためには、磁場のスケールが対流のスケールより大きいこと、浮上磁場がより対流安定な深部で line-tied されてい効果が重要であることなどを示唆している。

