

磁気対流からコロナ加熱まで: MHD シミュレーションによる研究

From magnetoconvection to coronal heating: magnetohydrodynamic modeling

磯部 洋明 [1]

Hiroaki Isobe[1]

[1] 東大理・地惑

[1] Dept. Earth and Planetary Science, Univ. Tokyo

<http://www-space.eps.s.u-tokyo.ac.jp/~isobe/>

太陽コロナの準定常的な加熱と太陽風加速のエネルギー源は、太陽光球面の対流運動である。コロナ加熱と太陽風加速は密接に関係しており、そのメカニズムの解明は天文学としての太陽物理学の最重要課題の一つであると同時に、準定常的な太陽-地球環境の成因を明らかにするという点で宇宙天気研究にとって基礎となるものである。

光球の対流の運動エネルギーは磁場を介して輸送され、上空大気で散逸し、コロナを加熱、太陽風を加速加速する。また対流は磁場によって影響を受ける。例えば黒点暗部は強力な磁場により対流運動が抑制されるため可視光で見ると周囲より暗い。暗部上空のコロナはX線で見ると暗いことから、磁場が非常に強いにも関わらずコロナ加熱は弱いことが分かる。本研究の目的は、磁場と対流の相互作用と、それによる擾乱の発生、エネルギーの輸送・散逸過程を、セルフコンシステントな磁気流体シミュレーションにより調べることである。

計算領域は太陽対流層の上部から光球、彩層、コロナを含み、光球の放射冷却を近似的に扱って準定常的な対流を実現する。対流層からコロナまでセルフコンシステントに含む計算は世界で初めての試みである。簡単のため初期条件として一様な縦磁場を過程し、磁場の強さをパラメータとして変えて、対流の様子や発生する擾乱の違いを調べた。その結果、磁場が非常に弱ければポインティングフラックスも当然小さくなるが、一方磁場が非常に強いと対流運動が抑制され、その結果上空へのポインティングフラックスも小さくなることを確認した。従って、ポインティングフラックス、即ちコロナ加熱率はある磁場強度で最大値を持つことになる。最大のポインティングフラックスを与える磁場強度は、対流層のレイリー数などのパラメータに依存するため、定量的な議論にはさらなるパラメータサーベイが必要だが、少なくとも定性的には、観測が示唆する磁場強度とコロナ加熱の関係を説明することができる。

また、シミュレーション結果では、対流セル(粒状斑)に乗ってトランジエントに浮上する水平磁場、磁気リコネクションによるジェットや高周波アルフベン波の発生など、様々なダイナミックな現象が光球-彩層レベルで起きていることが分かった。下層大気における同様のダイナミクスは、ひので衛星可視光望遠鏡により詳細な観測データが得られつつある。講演ではシミュレーション結果とひのでの観測データの関連についても議論する。