

コロナホールから吹き出す太陽風の速度

Velocity of the solar wind from coronal holes

平野 将也[1], 小島 正宜[1], 徳丸 宗利[1], 藤木 謙一[1], 林 啓志[1], 大見 智亮[1], 山下 真弘[2]
Masaya Hirano[1], Masayoshi Kojima[2], Munetoshi Tokumaru[2], Ken'ichi Fujiki[2], Keiji Hayashi[3], Tomoaki Ohmi[2], Masahiro Yamashita[4]

[1] 名大・STE研, [2] 名大・理・素粒子宇宙物理学

[1] STEL, Nagoya Univ, [2] STE Lab., Nagoya Univ., [3] STELab, Nagoya Univ., [4] Particle and Astrophysical, Nagoya Univ

<http://www.stelab.nagoya-u.ac.jp/>

太陽風磁場が太陽風速度と密接な関係にあることは、様々な観測的事実から示唆されている。磁場が開いた領域であるコロナホールが高速な太陽風を吹き出す事実は、その代表的なものである。また、磁場の膨張率も太陽風を制御するパラメータとして知られている。Hakamada et al. (2001)は、光球面磁場の観測データをポテンシャルフィールドモデルを用いて解析し、その結果求められた磁場の膨張率と太陽風速度の分布の間に負の相関があることを示した。即ち、磁場の膨張率の大きな領域は低速風に対応し、膨張率が小さな領域は高速風に対応する。大規模な極域コロナホールの磁場膨張率は一般に小さいので、このことはコロナホールが高速風の源であることと一致する。ところが、Ohmi et al. (2001)は、太陽風中のコンパクトな領域を吹く低速流は小さなコロナホールを起源としていることを発見した。この小さなコロナホールは、主に活動領域の隣や太陽活動極大期の極域において見られる。極域の小さなコロナホールの磁場の膨張率が小さく、磁場膨張率と太陽風速度の負の相関と矛盾する(赤道のコロナホールに膨張率は大きい)。実際、Hakamada et al.の研究からも、極域に小さなコロナホールが出現する太陽極大期には、磁場膨張率と太陽風速度の間に相関は見られない。

Fisk et al. (1998)は、太陽内部から次々に湧き出してくる磁気ループが、光球面近くで絶えず磁気リコネクションを起こすことにより、太陽風を加速させるというモデルを提唱した。このモデルによると、太陽風の最終速度は、磁気ループの磁場強度と光球面に湧き出すタイムスケールによって一意に決まる。Fisk et al.は、SOHO衛星の観測によって得られたコロナホールにおける磁場の湧き出しのタイムスケールから、太陽風の最終速度が約700km/sになることを示した(磁気ループの強度は仮定)。Fisk et al.のモデルは低速風についても概ね説明できることから、目下、太陽風の加速理論として徐々に受け入れられつつある。しかし、先に述べたOhmi et al. (2001)の観測結果はFisk et al.のモデルでは十分説明することはできず、さらなるモデルの改良が必要であることを示唆している。即ち、Ohmi et al.が発見した低速風の起源の一つ、赤道域のコロナホールでは磁場が強く、Fisk et al.のモデルと矛盾する。ここで注目すべきは、Fisk et al.のモデルでは磁場膨張率の効果は考慮されていないことである。Hakamada et al.が示したように磁場の膨張率は太陽風速度をコントロールするパラメータの一つであり、Fisk et al.のモデルにこの効果を取り入れることが重要と思われる。

そこで我々は、磁場膨張率の効果を取り入れることでFisk et al.モデルの改良を行った。その改良されたモデルを用いた計算とコロナホールの観測データを比較することで、コロナホールにおける太陽風の加速機構について考察を行った。本研究で用いた観測データは、名古屋大学太陽地球環境研究所(名大STE研)のIPS観測から得られた太陽風速度データ、NSO/Kitt PeakのHeI(1083nm)観測データおよびFeIマグネトグラフ観測データである。まず、HeI観測データから光球面におけるコロナホールの面積を求めた。次に、FeI観測データのポテンシャルフィールドモデル解析からソースサーフェス(2.5Rs)におけるHeIコロナホール境界を求め、ソースサーフェスにおけるコロナホールの面積を求める。この2つのコロナホールの面積比が、コロナホールの磁場の膨張率を与える。ここで、モデルのパラメータである磁場膨張率と光球面の磁場強度は、互いに独立ではないと考えられる。よって、我々はモデル計算において、これらに關係する項を磁気指数として一つにまとめることにした。これにより、太陽風速度は磁気指数と磁気ループの湧き出すタイムスケールで与えられることになる。この磁気指数は、コロナホール中の磁場エネルギー密度の目安となる値と考えられ、モデル計算によると、磁気指数は近似的に光球面磁場の2乗に比例し、コロナホールの拡大率の1.6乗に反比例する。様々な磁場湧き出しタイムスケールについて、磁気指数と太陽風速度の関係をプロットし、これと名大STE研の速度データと観測データから求めた磁気指数を比較したところ、タイムスケールが0.5~3日の範囲に分布することがわかった。このことは、SOHO衛星による観測結果と矛盾しない。

参考文献

Fisk et al., JGR, 104, 19765, 1999

Ohmi et al., JGR, 106, 24923, 2001

Hakamada et al., 中部大学情報科学リサーチジャーナル, 8, 67, 2001