

## 太陽風速度とコロナ磁場の膨張率 IV

### Solar wind speed and expansion rate of the coronal magnetic field, IV

# 袴田 和幸[1], 小島 正宜[2], 大見 智亮[2], 徳丸 宗利[2], 横辺 篤史[3], 藤木 謙一[2]

# Kazuyuki Hakamada[1], Masayoshi Kojima[2], Tomoaki Ohmi[2], Munetoshi Tokumaru[2], Atsushi Yokobe[3], Ken'ichi Fujiki[2]

[1] 中部大・工, [2] 名大・STE研, [3] 名大・理・素粒子宇宙物理 / STE研

[1] Natural Sci. and Math., Chubu Univ., [2] STE Lab., Nagoya Univ., [3] Particle and Astrophysical Sci./STE Lab., Nagoya Univ.

袴田と小島が開発したコロナ磁場の R-F-Model を太陽活動極大期から極小期までの 8 ローテーション分の光球磁場に適用し、コロナ中の磁力線をトレースし、光球面上とソース面(2.5 太陽半径)上における磁場動径成分の比(RBR)の分布図を描いた。また、小島等が開発した CAT 法により太陽風速度(SWS)の分布図を描き RBR の分布図と比較した。すべてのデータを用いると SWS と RBR の間に負の良い相関 ( $r = -0.63$ ) のあることが分った。8 枚の散布図における分散最大の軸の傾きはほぼ同一であり、平均の分散最大の軸を表す経験式を用いれば、光球磁場から太陽風速度を推定出来ることが分った。

太陽コロナから吹き出す太陽風は、コロナ磁場を惑星間空間へと引き出し、太陽圏を形成する。太陽風が地球の周囲を吹き抜ける際、惑星間磁場と地球磁場との相互作用がおこり、太陽風を持つ磁気エネルギーが地球磁気圏内に注入され、磁気圏嵐が発生する。太陽地球間で発生する種々の現象は、コロナ磁場が惑星間空間へと引き出されることから始まるので、コロナ磁場の構造を明らかにすることが重要である。コロナ磁場は直接観測できないため、モデル化して扱う。我々はコロナ磁場のモデルとして、Hakamada and Kojima (1999) が開発した Radial-Field Model (RF-Model) を用いる。ここではキットピークで観測された太陽活動極大期(CR1830)から極小期(CR1909)までの 8 ローテーション分(CR1830, CR1844, CR1855, CR1870, CR1887, CR1898, CR1901, CR1909)の光球磁場に RF-model を適用し、コロナ磁場の三成分を計算できるようにする。その後、コロナ磁場の三成分を用いて磁力線の式を数値的に解くことにより磁力線をトレースし、コロナ磁場の三次元構造を可視化する。コロナ中の磁力線をトレースすると、光球面上と 2.5 太陽半径に置いたソース面上における磁場の動径成分の比を求めることが出来る。磁束密度の保存則を考慮すると、磁場の動径成分の比はコロナ中における磁束の膨張の程度を示す指数と考えられるので、これをコロナ磁場膨張率 (RBR) と呼ぶ。ここでは、8 ローテーション分 RBR のソース面上での分布図を描き、後述の太陽風速度 (SWS) のソース面上での分布図と比較する。

宇宙のかなたにある電波星からの電波は太陽風中の電子密度の揺らぎにより散乱され、互いに干渉しあう。この現象を惑星間シンチレーション (IPS) と呼ぶ。IPS は多くの研究者により太陽風速度の推定に用いられて来た。IPS 観測では太陽圏の南北の高緯度から赤道まで広い緯度範囲にわたって大規模な太陽風速度の分布を推定出来る。しかしながら、IPS 観測は、電波星への視線方向にその電波信号を積分してしまう効果により、低速太陽風中にある高速太陽風の速度を小さく見積もる傾向がある。Kojima et al. (1998) は精度良く太陽風速度の推定を行うことができるように、Computer-Assisted Tomography (CAT) の原理を用いる方法を開発した。ここでは CAT 法により、コロナ磁場の計算に用いた期間と同じ 8 ローテーション分の太陽風速度 (SWS) のソース面上での分布図を描き、これを前述のコロナ磁場膨張率 (RBR) の分布図と比較し、SWS に対する RBR の影響を調べる。

8 ローテーション分の SWS と RBR の約 50 万点のデータすべてを用いて 1 枚の散布図を描いたところ、SWS と RBR の間には負の良い相関 (相関係数,  $r = -0.63$ ) があることが分った。これは、コロナ磁場の膨張率の低い領域から速い太陽風が吹き出し、膨張率の大きな領域から遅い太陽風が吹き出していることを示している。コロナ磁場の膨張率の低い領域はコロナホールに対応し、膨張率の大きな領域は光球面上の活動領域近傍に対応しているので、これは従来の結果と良く合っている。このような相関解析を各ローテーション毎に行い、それぞれの散布図における分散最大の軸の傾きを調べた結果、軸の傾きはこの期間を通してほぼ一定であり、各散布図から得た SWS と RBR 平均値の位置 (8 点) も全データから求めた平均の分散最大の軸に平行に変化していることが分った。従って、全データから求めた平均の分散最大の軸を表す式を用いれば、RBR から SWS の値を推定することが出来る。

最近、宇宙空間で起こる磁気圏嵐の発生等を予報しようとする宇宙天気予報のプロジェクトが日本を始めとする幾つかの国々で進められている。太陽風速度は、宇宙天気予報に用いるモデルの「入力パラメータ」として最も重要な物理量の一つである。IPS による太陽風観測が無い時期でも、太陽光球磁場の観測値さえあれば、コロナ磁場の RF-model を用いて太陽風速度を推定することが出来るようになった。