

光球磁場を用いた太陽風速度の推定

Estimation of solar wind speed by the photospheric magnetic field

袴田 和幸^{1*}, 徳丸 宗利², 藤木 謙一²

Kazuyuki Hakamada^{1*}, Munetoshi Tokumaru², Ken'ichi Fujiki²

¹ 中部大学, ² 名古屋大学太陽地球環境研究所

¹Chubu University, ²Solar-Terrestrial Environment Laboratory

本研究では、私自身が開発したコロナ磁場モデル (Radial-Field Model) と光球磁場観測値を用いてコロナ中の磁力線三次元構造を可視化し、コロナから惑星間空間へと開いた磁場と、名古屋大学太陽地球環境研究所の観測による太陽風速度とを比較した。今までに行った、カリントンローテーション毎の解析によれば、光球磁場 ($\text{Log}_{10}|\text{Br}_{\text{pho}}|$) と、コロナ磁場 ($\text{Log}_{10}|\text{Br}_{\text{sou}}|$) の値が、 $-1.0 \leq \text{Log}_{10}|\text{Br}_{\text{pho}}| \leq 1.5$, ($0.1 \text{ G} \leq |\text{Br}_{\text{pho}}| \leq 31.6 \text{ G}$), $-1.5 \leq \text{Log}_{10}|\text{Br}_{\text{sou}}| \leq 0.0$, ($0.0316 \text{ G} \leq |\text{Br}_{\text{sou}}| \leq 1.0 \text{ G}$), の範囲の磁力線に限ると、SWS, $\text{Log}_{10}|\text{Br}_{\text{sou}}|$, $\text{Log}_{10}|\text{Br}_{\text{pho}}|$ の間に強い相関のあることが分かっている。今回の解析では、SWS, $\text{Log}_{10}|\text{Br}_{\text{sou}}|$, $\text{Log}_{10}|\text{Br}_{\text{pho}}|$ とともに、カリントンローテーション平均値を用いた。以前の解析と同じように、SWS, $\text{Log}_{10}|\text{Br}_{\text{sou}}|$, $\text{Log}_{10}|\text{Br}_{\text{pho}}|$ の間に、 $\text{SWS} = a + b * \text{Log}_{10}|\text{Br}_{\text{sou}}| + c * \text{Log}_{10}|\text{Br}_{\text{pho}}|$ という関係があることを仮定し、重相関係数 (r) を求めたところ、 $r=0.855$ と非常に良い相関のあることが分かった。これらの結果から、 $\text{Log}_{10}|\text{Br}_{\text{sou}}|$ (コロナ磁場), $\text{Log}_{10}|\text{Br}_{\text{pho}}|$ (光球磁場) の値から SWS(太陽風速度) の値を導く経験式 ($\text{SWS} = 1027.7 + 181.6 * \text{Log}_{10}|\text{Br}_{\text{sou}}| - 346.6 * \text{Log}_{10}|\text{Br}_{\text{pho}}|$) を得ることができた。この経験式による太陽風速度の推定値と太陽風の観測値は、太陽風の観測値のある 1800 カリントンローテーション (CR 1800) から CR 2075 の間で、非常に良い一致を示している。このことから、太陽風の実測値のない期間にさかのぼってコロナ磁場から太陽風速度の推定が可能であることが分かった。その結果、太陽風速度のカリントンローテーション平均値は、1975 年から 2012 年の間で、太陽活動周期と同じように約 11 年を周期とし、400 km/s から 700km/s の幅で変動することが分かった。この惑星間シンチレーションの観測から推定した太陽風速度のカリントンローテーション平均値は、太陽圏の北極から南極までの全緯度範囲にわたる平均値であるので、地球近傍の人工衛星の観測による太陽風速度とは異なる長周期変動を示している。この結果は、宇宙天気予報や宇宙気候の研究にとっても非常に重要である。

キーワード: 太陽風, 光球磁場, 太陽周期変動, 推定

Keywords: solar wind, photospheric magnetic field, solar cycle variation, estimation