

太陽風速度と光球磁場およびコロナ磁場の長周期変動

袴田 和幸 [1]; 徳丸 宗利 [2]; 藤木 謙一 [3]
[1] 中部大・工; [2] 名大・STE研; [3] 名大・STE研

Long-term variations of solar wind speed, the coronal magnetic field, and the photospheric magnetic field

Kazuyuki Hakamada[1]; Munetoshi Tokumaru[2]; Ken'ichi Fujiki[3]
[1] Chubu Univ; [2] STE Lab., Nagoya Univ.; [3] STELab., Nagoya Univ.

We visualize the three-dimensional structure of the coronal magnetic field by using the Radial-Field model for the coronal magnetic field devised by Hakamada with synoptic maps of photospheric magnetic field observed by the NSO/Kitt Peak, USA. According to our previous analysis on the Carrington rotation bases in which we used about 64000 data points in every one rotation, the solar wind speed (SWS), the coronal magnetic field (Br_{sou}), and the photospheric magnetic field (Br_{pho}) shows the different relationships between the data in the inside range of ($-1.0 \leq \log_{10}|Br_{pho}| \leq 1.5$, ($0.1 \text{ G} \leq |Br_{pho}| \leq 31.6 \text{ G}$), $-1.5 \leq \log_{10}|Br_{sou}| \leq 0.0$, ($0.0316 \text{ G} \leq |Br_{sou}| \leq 1.0 \text{ G}$)), called "inside" data, and the data in the outside range of this, called "outside" data. We obtained large multiple correlation coefficients (between 0.6 and 0.8) for the "inside" data during the solar minimum phase, assuming the regression equation like $SWS = a + b * SWS + c * \log_{10}|Br_{pho}|$, as well as the large partial correlation coefficients (between 0.5 and 0.7) for SWS and $\log_{10}|Br_{sou}|$. On the other hand, "outside" data show small values of both the multiple correlation coefficient and the partial correlation coefficients. In this study, we use the average values of SWS, $\log_{10}|Br_{sou}|$, and $\log_{10}|Br_{pho}|$ during every Carrington rotation in order to find out their long-term variations. We found that, for the "inside" data, the multiple correlation coefficient for (1) $SWS - \log_{10}|Br_{sou}| - \log_{10}|Br_{pho}|$ is extremely high (0.93), (2) the partial correlation coefficients for $SWS - \log_{10}|Br_{sou}|$ and (3) the one for $SWS - \log_{10}|Br_{pho}|$ are also high, +0.80 and -0.78, respectively. We also found that, for the "outside" data, (1) the multiple correlation coefficient is rather high (0.76), the partial correlation coefficients for (2) and the one for (3) are high, +0.74 and -0.63, respectively. These results suggest that the solar winds are accelerated by the mechanism related to the magnetic fields in the corona and in the photosphere for both the short-term and the long-term variations.

袴田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 IPS 観測による太陽風速度 (SWS) との関係について調べてきた。今までは、1 カリントンローテーション毎に、それぞれ約 64000 点のデータを用いた解析を行った。この解析で、コロナ磁場 ($|Br_{sou}|$) と光球磁場 ($|Br_{pho}|$) の値が、それぞれ、 $-1.5 \leq \log_{10}|Br_{sou}| \leq 0.0$, ($0.0316 \text{ G} \leq |Br_{sou}| \leq 1.0 \text{ G}$), $-1.0 \leq \log_{10}|Br_{pho}| \leq 1.5$, ($0.1 \text{ G} \leq |Br_{pho}| \leq 31.6 \text{ G}$)、の範囲内 ("inside" と呼ぶ) と、この範囲外 ("outside" と呼ぶ) の磁力線上のデータでは、SWS, $\log_{10}|Br_{sou}|$, $\log_{10}|Br_{pho}|$ の三者の関係が非常に異なっていることが分かってきている。SWS = $a + b * SWS + c * \log_{10}|Br_{pho}|$ の回帰式を仮定すると、"inside" データでは太陽活動極小期前後に、重相関係数が、0.6 ~ 0.8 と非常に大きく、また、SWS- $\log_{10}|Br_{sou}|$ 間の偏相関係数も、0.5 ~ 0.7 と非常に大きいことが分かった。他方、"outside" データでは、重相関係数、偏相関係数ともに非常に小さいことが分かった。本研究では、SWS, $\log_{10}|Br_{sou}|$, $\log_{10}|Br_{pho}|$ の関係の長周期変動について調べるために、三者ともに、カリントン平均値を用いて解析を行った。"inside" データでは、(1) SWS- $\log_{10}|Br_{sou}| - \log_{10}|Br_{pho}|$ 間の重相関係数が 0.93, (2) SWS- $\log_{10}|Br_{sou}|$ 間の偏相関係数が +0.80, (3) SWS- $\log_{10}|Br_{pho}|$ 間の偏相関係数が -0.78 と非常に大きく、"outside" データでもまた、(1) の重相関係数が 0.76, (2) の偏相関係数が +0.74, (3) の偏相関係数が -0.63 とかなり大きくなっていることが分かった。本解析の結果は、太陽風が、カリントン周期程度の短周期でも、また、それ以上の長周期でも、同じように、コロナ磁場と光球磁場により加速されることを示唆している。