

太陽風予測モデル SUSANOO-SW の衛星観測との比較による定量的評価 Quantitative Evaluation of Solar Wind Prediction Model "SUSANOO-SW" by Comparison with in-situ Measurements

山野内 雄哉^{1*}; 塩田 大幸¹; 草野 完也¹
YAMANOUCHI, Yuya^{1*}; SHIOTA, Daikou¹; KUSANO, Kanya¹

¹ 名古屋大学 太陽地球環境研究所

¹ Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University

太陽風の擾乱は、宇宙天気において最も重要な要素の一つである。宇宙天気予報は、地球に到達する前にその擾乱を予測する試みである。現在、最も信頼できる予報では、地球前方に位置する ACE などの探査機の太陽風 in situ 観測が予報に利用されている。しかし、この方法のみでは ACE に到達する前の太陽風の情報は知り得ないため、ACE-地球間を太陽風が伝搬する 1 時間程度のリーディングタイムしか取ることができない。そこで、MHD シミュレーションを用いることで、さらに未来の予測を行うことができる。

近年我々のグループでは、太陽表面磁場のリアルタイム観測データのみを入力として放射線帯の高エネルギー電子の変動を予測する宇宙天気予測モデル SUSANOO (Space-weather-forecast-Usable System Anchored by Numerical Operations and Observations) を開発した。SUSANOO の太陽風モデル (SUSANOO-SW) [Shiota et al. (2014)] は、太陽表面磁場観測データに磁場モデル・経験モデルを適用し、内部太陽圏の太陽風の三次元構造を再現する MHD シミュレーションである。SUSANOO-SW で再現した太陽極小期 (2007~2009 年) の太陽風の惑星の位置での時間変動は、磁場の相関係数が 0.54~0.73、速度の相関係数が 0.40~0.58 と太陽風の in situ 観測をよく再現した [Shiota et al. (2014)]。これは、1 年単位の比較で評価を行ったため、グローバルな太陽風構造の再現性の良さが数字として現れたと理解できる。しかし、より短い時間スケールの詳細な比較を行うと、一部の再現結果が外れていることが確認される。不一致が起きる原因は、SUSANOO-SW の内側境界条件を設定するモデルにあると考えられる。実際の予報に使うためには、さらに精度を高める必要がある。そこで本研究では、SUSANOO-SW モデルと in situ 観測とを詳細に比較し、再現性が悪くなる原因を究明した。

本研究ではまず、SUSANOO-SW モデルを用いて、太陽活動極小期から極大期まで (2007~2014 年) の太陽風変動を計算した。以下の 4 つの基準で観測値との比較をし、モデルの精度を数値化した。(1) Carrington Rotation (CR) ごとの速度変動の相関係数。(2) 速度・磁場変動の一致率:(2-a) 磁場の極性、(2-b) 速度差がしきい値よりも小さいか、(2-c) dv/dt の符号。ここで、(2) は 1 時間ごとに判定を行い、一致する時間の割合を求めた。この結果、(1) については、42.5% の CR で相関係数が 0.5 以上となり、(2) については、いずれも 'YES' が 'NO' を上回るとなった。この結果から、モデルと観測の不一致が現れるタイミングと内側境界条件設定過程との関係を考察し、SUSANOO-SW の境界条件設定モデル改良案についても議論する。

キーワード: 太陽風, 宇宙天気, MHD

Keywords: solar wind, space weather, MHD