

Outflow磁場外挿モデルを用いた太陽風速度特徴量の調査

○戸頃 響吾¹ 庄田 宗人¹ 今田 晋亮¹ (1.東京大学)

太陽風速度予測は、太陽圏内の磁気活動やプラズマ環境を予測する宇宙天気予報において重要な課題の一つである。現在の宇宙天気予報では、コロナ磁場外挿モデルから太陽風速度に関する特徴量を計算し、それに基づいて太陽風速度を半経験的に予測する手法が広く用いられている。その代表的なコロナ磁場外挿モデルが、PFSS (potential field source surface) モデルである。PFSSモデルは、比較的低い計算コストで大局的なコロナ磁場構造を再現できる一方で、コロナループやその近傍における磁束管断面積を過大評価する問題 (Zhao & Hoeksema 1995) や、オープンフラックス量とコロナループ長を同時に観測と整合させることが困難であるという問題 (Rice & Yeates 2026) が指摘されている。これらは、PFSSモデルがポテンシャル磁場を仮定し、太陽風による磁場構造への影響をソース面という人工的な境界条件によって表現していることに起因すると考えられる。また、波動加速モデルを用いた近年の理論研究により、太陽表面と惑星間空間の接続性だけでなく、磁束管形状そのものも太陽風加速に重要な役割を果たすことが示唆されている (Tokoro et al. 2026)。したがって、太陽風速度予測のさらなる高精度化には、コロナ磁場形状の再現性を向上させることが不可欠である。

そこで本研究では、太陽風の影響をより明示的に取り入れることが可能なOutflowモデル (Rice & Yeates 2021, 2026) とSolar Orbiter探査機の観測データを用いて、太陽風速度特徴量に関する統計解析を行った。その結果、足元磁場強度が弱い太陽風に対して、 f_{SS} よりも f_{SS}/B_{sun} の方が太陽風速度と強い相関を示し、さらに f_{SS}/B_{sun} よりも、磁束管膨張率 $f(r)$ を太陽表面近傍で積分した値を足元磁場強度 B_{sun} で割った特徴量 (Tokoro et al. 2026) の方が、より強い相関を示すことが分かった。また、PFSSモデルを用いた場合には、すべての特徴量についてOutflowモデルよりも相関が弱くなり、特に積分型の特徴量において相関の低下が顕著であった。これらの結果は、PFSSモデルよりも磁束管形状を現実的に再現できる新たなコロナ磁場外挿モデルを用いることで、太陽風予測精度が更に向上する可能性を示唆している。