

R007-09

C会場 : 11/25 PM2 (15:30-18:15)

17:30~17:45

アルベーン波と交換型リコネクションを取り入れた太陽風モデリング

#庄田 宗人¹⁾

¹⁾ 東大地惑

Solar wind modeling based on Alfvén waves and interchange reconnection

#Munehito Shoda¹⁾

¹⁾Department of Earth and Planetary Science, School of Science, The University of Tokyo

Observations from Parker Solar Probe (PSP) and Solar Orbiter (SolO) have significantly deepened our understanding of the solar wind. In response to these observations, numerical models of the solar wind have steadily advanced, and recently, solar wind speed predictions based on physical models have become possible. Nearly all of these practical solar wind models, despite varying degrees of accuracy, are designed based on the scenario of solar wind acceleration by Alfvén waves. However, recent PSP observations and numerical simulations have emphasized the importance of the effects of interchange reconnection, raising questions about the validity of the Alfvén wave scenario. There is a growing need for quantitative verification of which regions of the Sun can be adequately described by Alfvén wave models and what corrections are needed to incorporate the effects of interchange reconnection.

In this study, we construct a model that adds correction terms for interchange reconnection to existing Alfvén wave models and evaluated its validity. For simplicity, the effect of interchange reconnection is incorporated as heating in the corona, adopting a formulation proposed based on observations for the heating rate. We conduct a wide-ranging parameter survey and derived scaling laws for the mass-loss rate. These scaling laws not only explained solar observations well but also aligned with stellar observations. The results of this study suggest that while the effects of interchange reconnection can be neglected in regions with relatively weak coronal magnetic fields, such as coronal holes, their inclusion is essential for outflows from active regions and stellar winds from active stars.

Parker Solar Probe (PSP) や Solar Orbiter (SolO) の観測成果により我々の太陽風への理解は格段に深まってきている。それらの成果に引っ張られるように太陽風の数値モデルは着実に進化を遂げており、近年では物理モデルを用いた太陽風速度予測も行われるようになってきている。そのような実用的太陽風モデルはほぼ全て（精度に違いこそあれ）アルベーン波による太陽風加速シナリオに基づいて設計されている。しかしながら近年の PSP 観測や大規模数値シミュレーションでは交換型リコネクションの効果が重要視されており、アルベーン波シナリオの妥当性が疑問視されている。太陽のどの領域ならアルベーン波モデルで十分記述可能なか、交換型リコネクションの効果を取り入れるにはどのような補正を加えるべきなのか、その定量的検証が求められている。

そこで本研究では既存のアルベーン波モデルに対し交換型リコネクションの補正項を加えたモデルを構築し、その妥当性を検証した。簡単のため、交換型リコネクションの効果はコロナ中での加熱という形で取り入れ、加熱率は観測から提案された定式化を採用した。幅広いレンジでパラメータサーベイを行い、質量損失率に対するスケーリング則を導出した。このスケーリング則は太陽観測をよく説明するだけでなく、恒星観測とも整合的であった。本研究結果は、コロナホールのようなコロナ磁場が比較的弱い領域では交換型リコネクションの効果は無視できるが、活動領域からの放出流や活動的な星からの恒星風では交換型リコネクションの取り入れが必要不可欠であることを示唆する。