

衛星軌道観測データを用いたPhysics-Informed Neural Networksによる惑星間CMEの空間構造再構成

○追立 将良¹ 政田 洋平¹ 松本 仁¹ (1.福岡大学)

太陽風中を伝搬するコロナ質量放出（CME）は、太陽地球間環境や宇宙天気に大きな影響を及ぼす重要な現象である。しかし、人工衛星による観測は軌道上の局所的な in situ 計測に限られるため、観測データのみからCME全体の空間構造を直接把握することは困難である。

近年、限られた観測データと支配方程式を組み合わせる物理場を推定する手法として、Physics-Informed Neural Networks（PINNs）が注目されている（e.g., Bard & Dorelli 2021）。我々は、衛星軌道上で取得される in situ 観測データをPINNsの観測制約として利用することで、CMEの大域的空間構造を再構成するデータ同化手法の開発を進めている。まず、球対称点源爆発問題を対象に、模擬的な衛星軌道データを用いたPINNsによる再構成実験を行った。その結果、初期条件や外部境界条件をPINNsの制約条件として与える場合と比較して、軌道観測データを用いることで密度や速度場の空間構造を高精度に再現できることを明らかにした。

これらの結果を踏まえ、本講演では本手法を2次元CMEモデルに適用し、限られた軌道観測からCMEの空間構造を推定した結果を報告する。特に、CMEのような振幅が時間とともに減衰する現象に対する損失関数の設計や、観測軌道の配置、観測点数が再構成精度に与える影響を評価し、本手法の有効性と実観測データへの応用可能性について議論する。