

R010-01

B会場：11/24 PM2 (16:05-18:05)

16:05～16:20:00

観測データ駆動 MHD シミュレーションによる太陽フレア予測可能性の検証

#金子 岳史¹⁾

(¹ 新潟大学

Feasibility Study of Solar Flare Prediction Using Observational Data-Driven MHD Simulations

#Takafumi Kaneko¹⁾

(¹Niigata University

We examined the applicability of observational data-driven MHD simulations to flare prediction. The data-driven MHD simulations adopt the time series of the observed magnetograms as the bottom boundary condition to reproduce the time evolution of the three-dimensional magnetic field. Since the data-driven method uses the magnetogram data beyond the simulation time, it has been employed to reproduce already-observed flare events in the past. However, its applicability to future flare prediction is unclear since we cannot obtain future magnetograms. In this study, we investigated whether a flare can be reproduced in the simulations even if the input of observed magnetogram was stopped before the actual flare onset time. The target event was the X1.7 class flare that occurred in the NOAA AR 13663 at 02:22 UT on 3 May 2024. We employed an electric-field-driven method, in which the electric fields (velocity fields) were derived from the time series magnetograms to use as the boundary inputs. We compared two different models: in one model (Model 0), the electric field was fixed to zero after the final observed time, and in the other model (Model 1), the electric field at the final observed time was continued to input with an exponentially decaying magnitude on the 12 min timescale. For each model, we varied the final observed time to 82 min, 70 min, 58 min, 46 min, and 34 min prior to the actual flare onset time. As a result, in Model 0, the flare was not reproduced when the final observed time was 70 min or earlier. In Model 1, the flare was reproduced in all cases; however, the released energy was smaller as the final observed time was earlier. These results suggest that Model 1 is more suitable for extending the leading time of flare prediction. Quantitative prediction of flare energy remains a topic for future studies.

本研究では、太陽フレア予測へ観測データ駆動シミュレーションを応用できるか検証した。観測データ駆動シミュレーションは、観測された光球ベクトル磁場時系列データを下部境界条件として磁気流体方程式を数値的に解き、3次元磁場構造の時間発展を再現する手法である。本手法は、シミュレーション内時刻に対して未来にあたる時刻の観測データが必要となるため、すでに観測データが存在する過去のイベントの再現に用いられてきた。一方で、観測データを取得できない将来のフレア予測に応用できるかは未知数である。本研究では、フレア発生時刻前に観測データの入力を止めても、シミュレーション内でフレアが再現されるか検証した。対象としたのは2024年5月3日02:22UTに活動領域NOAA AR 13663で発生したX1.7クラスのフレアである。用いたデータ駆動手法は、観測磁場時系列データから電場(速度場)を逆算して用いる電場駆動型である。本研究では、観測データ最終時刻の後に電場を0に固定するモデル(モデル0)と、観測データ最終時刻の電場を一定の時定数(12分)で減衰させながら継続して導入するモデル(モデル1)の2つのモデルを検証した。それぞれのモデルについて、観測データ最終時刻をフレア発生時刻の82, 70, 58, 46, 34分前の5通りに変えて比較した。結果、モデル0の場合、観測データ入力を70分以上前に停止すると全くフレアは再現されなかった。モデル1の場合、すべてのケースでフレアが再現されたが、観測データ入力停止時刻が早いほど、解放エネルギー量が減少した。本研究結果は、モデル1の方が、予測のリーディングタイムを稼ぐのに適していることを示唆する。一方、解放エネルギーの定量的予測は今後の課題となる。