

R010-03

A 会場 : 9/24 PM1 (13:45-15:30)

14:15~14:30

## 深層学習による動画予測手法を用いた SDO 紫外線画像の全球時系列予測

#佐々木 明良<sup>1)</sup>, 飯田 祐輔<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> 新大

### Time-Series Prediction of SDO Ultraviolet Full-disk Images using a Video Prediction Method with Deep Learning

#Akira Sasaki<sup>1)</sup>, Yusuke iida<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Niigata University

Space weather disturbances in the vicinity of the Earth have a significant impact on the operation of aircraft and artificial satellites, and the importance of space weather forecasting is increasing year by year with the proliferation of space utilization in recent years. Solar full-disk ultraviolet images are often used in predicting solar activities that influence space weather.

In this study, we conduct prediction and generation of full-disk solar ultraviolet images for earlier space weather forecasting using a method known as video prediction.

Video Prediction is a deep learning model that takes a part of a video as input and generates and outputs frames that are predicted to follow that input. Video prediction has made remarkable progress in recent years, especially since the advent of ConvLSTM (Shi, Xingjian, et al 2015), with models such as Pred-RNN (Wang, Yunbo, et al. 2017) that model spatial features and temporal changes in a unified memory flow, and E3D-LSTM (Wang, Yunbo, et al. 2018) that introduces three-dimensional convolution. In this study, we used the Motion-Aware Unit (MAU) based on Pred-RNN proposed by Chang, Zheng, et al. (2021).

As a dataset, we used full-disk images of SDO/AIA211, where large structures such as coronal holes and active regions can be clearly seen. Data from 2010 to 2022 were sampled at 4-hour intervals. We built a model that takes 48 hours of data, or 12 full-disk images, as input and estimates the following 48 hours at 4-hour intervals.

The model we built generally reproduced large-scale structures that were visible on the disk at the time of the most recent input, along the differential rotation. We compared the UV intensity of the same pixel in the predicted image and the correct image for ten such active regions and calculated the correlation coefficient, which was 0.86 after 4 hours, 0.76 after 24 hours, and 0.63 after 48 hours. In addition, the model also roughly reproduced the distribution of UV intensity for active regions that existed on the eastern limb at the time of the latest input and appeared on the disk after time passed.

These results demonstrate the usefulness of deep learning-based video prediction technology in space weather forecasting.

地球周辺の宇宙天気攪乱は航空機や人工衛星の運用に大きな影響を持ち、近年の宇宙利用の普及から宇宙天気予報の重要性は年々増加している。宇宙天気に影響を持つ太陽活動の予測には太陽の全球画像の紫外線像がしばしば用いられる。

本研究では、より早期の宇宙天気予報のために、動画予測と呼ばれる手法により、太陽全球紫外線像の予測及び生成を行う。

動画予測 (Video Prediction) は、動画の一部を入力としてモデルに渡すと、その入力に続く予測されるフレームを生成し出力する深層学習モデルである。動画予測は ConvLSTM(Shi, Xingjian, et al 2015) の登場を機に近年目覚ましい発展を遂げており、空間的特徴と時間的変化を統一的なメモリフローでモデル化した Pred-RNN(Wang, Yunbo, et al. 2017) や、三次元畳み込みを導入した E3D-LSTM(Wang, Yunbo, et al. 2018) などが提案されている。本研究では、Chang, Zheng, et al.(2021) で提案された、Pred-RNN をベースとする Motion-Aware Unit(MAU) を用いた。

データセットとして、コロナホールや活動領域などの大規模構造が明瞭に見られる SDO/AIA211 Å 全球画像を使用した。2010 年から 2022 年のデータを 4 時間間隔でサンプリングした。48 時間分のデータ、つまり全球画像 12 枚、をインプットとし、その後の 48 時間を 4 時間毎に推定するモデルを作成した。

作成したモデルは、直前の入力の時点で球面に確認できている大規模な構造を、差動回転に沿って概ね再現した。そのような活動領域 10 個に対して予測画像と正解画像の同ピクセルの輝度強度を比較し相関係数を計算したところ、4 時間後で 0.86、24 時間後で 0.76、48 時間後で 0.63 であった。また、直前の入力の時点で東の外縁部に存在し、時間経過後に球面に現れる活動領域も輝度強度の分布をおおよそ再現した。

これらの結果は、深層学習による動画予測技術の宇宙天気予報における有用性を示している。