

## Z121a 深層学習を用いたリアルタイム太陽フレア予測

羽田裕子, 浅井歩, 柴田一成 (京大理), 根本茂 (京大宇宙ユニット), 村主崇行 (理研)

我々は、自動化された宇宙天気予報を提供するためのソフトウェアプラットフォーム UFCORIN (Universal Forecast Constructor by Optimized Regression of INputs) を開発し、それを用いて 12 分おきに将来 24 時間以内の太陽フレアのリアルタイム予報を配信している。学習アルゴリズムには、数百万次元といった膨大な特徴量を扱える点、また、次々にやってくるデータから漸近的に学習できる「オンライン学習」の能力を持つ点から、深層学習の一種である Long-Short Term Memory (LSTM) を利用している。

これまでの研究では、2011-2014 年の 4 年間の期間において、GOES データの過去データおよび SDO/HMI による太陽面視線垂直磁場画像データをもとに、X 線フラックスの将来一定期間における最大値を予測する模擬実験を行った。予測性能の評価には Bloomfield et. al(2012) の提案にしたがい TSS (True Skill Statistics) を用いた。機械学習のパラメータなどを変え、360 通りの予報戦略を試した。その中で、X, M, C クラスフレアに対する最善の予報戦略の TSS は、0.74, 0.67, 0.64 であった。これは以前の SVM を用い、2011-2012 年の 2 年間のデータを用いた模擬予測の TSS:  $0.75 \pm 0.07$ ,  $0.48 \pm 0.02$ , および  $0.56 \pm 0.04$  とくらべて向上が見られた。

ところが、この最善の予報戦略を 2015 年 8 月よりリアルタイム予報に適用したところ、M クラス、および C クラスフレア予報の TSS は 0.246, 0.301 にすぎなかった。X クラスフレアは期間内に発生しなかった。過去のデータに対する予報実験に最適化された予報が、リアルタイム予測で同様の良い成績を示すとは限らない、ということが実験事実として始めて示された。このことは、今後のフレア予測に大きな課題を与えるものである。