

M03a 深層学習を用いた太陽フレア予測モデル開発: Deep Flare Net (DeFN)

西塚直人、杉浦孔明、久保勇樹、田光江、石井守 (情報通信研究機構)

太陽フレアの予測精度向上は、太陽フレア発生機構の基礎的理解と宇宙天気予報への応用と、両方にとって重要である。近年我々は、機械学習手法を太陽フレア予測問題に適用することで、予測精度が人手より向上できる可能性を示すことに成功した(日本天文学会 2016 年春季年会 M44a 西塚ら)。このモデルでは、2010-2015 年に SDO 衛星によって観測された太陽観測ベクトル磁場画像など約 30 万枚を用いて、黒点の自動検出と特徴量計算、今後 24 時間以内に発生するフレアの最大クラスの予測を可能とした。過去データを用いて評価すると、十分な予測精度の結果が得られたが、その一方で、この予測精度は学習・テストデータの作り方にも依存し、予報運用形式のリアルタイムデータを用いた場合には、まだ精度不足であることも明らかになった。

そこで我々は、予測精度をより向上するべく、Deep Flare Net と命名した太陽フレア予測モデルを開発した。改良点は 3 つある。まず用いる 30 万枚画像について、新たな波長である極端紫外線 131\AA (1 千万度以上) を追加し、特徴量としても 131\AA から得られる高温コロナ発光と、リアルタイム予測に有効な 131\AA , 軟 X 線放射の 1,2 時間前データを追加した。さらに予測アルゴリズムとして深層学習モデルを導入した。データを 2010-2014 年を学習用、2015 年をテスト用と運用形式で準備し、予測を行った結果、M クラス以上のフレア発生に対してスキルスコア $TSS=0.80$ 、C クラス以上で $TSS=0.63$ を達成することに成功した。本モデルの特徴の一つは、各活動領域に対してフレアの発生確率を算出することが初めて可能になった。さらに、一般的に深層学習モデルは特徴量がブラックボックスと言われるが、本モデルは人手によって物理量から特徴量を作成したため、予測結果の理由を説明可能な点である。本講演では我々のモデルを紹介し、太陽フレアの発生機構について議論する。