

## M21a 深層学習を用いた太陽フレア発生確率予報の信頼度向上

西塚直人（情報通信研究機構）、久保勇樹（情報通信研究機構）、杉浦孔明（慶応義塾大学）、田光江（情報通信研究機構）、石井守（情報通信研究機構）

太陽フレアの発生機構は未解明であり、その発生予測のために近年機械学習手法の応用研究が進んでいる。我々は深層学習を用いた太陽フレア確率予報モデル (Deep Flare Net) を開発した (日本天文学会 2018 年秋季年会 M03a 西塚ら)。本モデルは太陽観測画像をもとに、24 時間以内に発生する最大規模の太陽フレアを確率予報することができる。SDO 衛星によって 2010-2015 年に観測された 30 万枚の多波長画像から活動領域を検出し、領域毎に 79 個の特徴量を抽出、さらにフレア発生前には X, M, C クラスといったラベルを添付した。従来の太陽フレアの深層学習予測モデルでは、True Skill Statistic (TSS) という識別性能を示すスキルスコアを向上するように最適化が行われていたが、一方で信頼度が低い問題点を予報運用者側から指摘されていた。

本研究では最適化手法を調整し、新たに Brier Skill Score (BSS) を基準として学習を行った。特徴量データは運用形式で評価するために時系列に分割し、2010-2014 年を訓練用、2015 年をテスト用に用いた。その結果、C クラス以上のフレア予測に対して  $BSS=0.41$ 、M クラス以上のフレア予測に対して  $BSS=0.30$  を達成した。また Relative Operating Characteristic (ROC) 曲線をほぼ一定に保ちながら信頼度プロットを大幅に改善することに成功した。ここで従来の予報モデルでは、カテゴリ予測用に最適化され、その識別は 50% の閾値で性能最大化するように事前調整されていた。一方で、これが信頼度に影響していて、代わりに気候学的発生頻度に基づいて確率予報を最適化することで信頼度は改善することがわかった。また最終的にユーザーの目的に応じて閾値を選択することができるようになった。