

M43a 深層学習を用いた太陽フレア予測モデルによる予報運用評価

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（慶應義塾大学）、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の解明は太陽物理の長年の課題であり、発生機構の理解を高めることでその予測可能性も高められると考えられている。その一方で、近年は統計学的手法や機械学習手法を用いてフレアの予測性能を高め、そこからフレア発生機構を解明しようとするアプローチも活発に研究が行われている。我々は太陽衛星観測データと深層学習手法を用いることで、24時間以内に発生するCクラス以上、Mクラス以上の太陽フレアを決定論的予報するモデル Deep Flare Net (DeFN) を開発し、人手を超える予測精度 (Mクラス以上フレアに対してスキルスコア $TSS=0.80$) を達成することに成功した（日本天文学会 2018 年秋季年会 M03a 西塚ら）。さらにそれを基に予報運用システムを完成させ、2019 年に予報運用を開始した。

本講演では 2019 年 1 月～2020 年 6 月の間に行った DeFN の予報運用結果について、予測精度の評価と検証を行った。予報運用では 2010～2015 年の過去データをもとに作成した予測モデルを固定して使用し、リアルタイムで取得した SDO 衛星データをもとに 6 時間毎にフレア予測を行った。約 1 年半の期間、予報システムは安定運用を継続し、その間 M クラスフレアが 1 回、C クラスフレアが 24 回発生した。運用前と同様に評価を行ったところ、C クラス以上のフレアに対して確率予報閾値 50% で $TSS=0.70$ (閾値 40% で $TSS=0.84$) を達成できていることが確認できた。さらに本講演では、機械学習を用いた予報運用モデル開発にあたり有効な、時系列分割交差検証という手法を提案する。複数の時系列分割データを用いて評価することで、汎化誤差を小さくできる。最後に予報的中した場合としなかった場合の例を示し、フレア発生の予測可能性やフレア発生機構について議論する。