

深層学習を用いた太陽黒点の複雑さ分類機の開発(修士論文1/2)

近年、太陽フレアの予報に機械学習の手法を取り入れる研究が多くなされている。中でも、太陽フレアの予報材料として太陽の観測画像をそのまま用いる画像認識の手法は、観測画像に隠された未知の物理量や特徴を捉えてフレアを予報することができる可能性があるため、詳細な研究が必要である。しかし、画像を用いる機械学習の手法、畳み込みニューラルネットワーク(CNN)は、一般に深層学習と呼ばれるが、その判断基準がブラックボックスとされている。特に太陽フレア予報の分野では、CNNが黒点の持つ複雑な構造を捉えていることが求められるが、CNNが太陽画像の何に着目して予報を行なっているのか、どのような構造を捉えているのかは明らかになっていない。そこで本研究では、黒点の複雑さの分類の1つ、マウントウィルソン分類に焦点を置き、人間が一定の基準で与えた黒点の複雑さ分類を、CNNが分類可能であることを確認するため、CNNを用いた太陽黒点の複雑さ分類機を開発した。開発したCNNは、 α 型、 β 型、 γ 型、 δ 型の4つのマウントウィルソン分類をそれぞれ、87.5%、59.6%、64.8%、66.4%の精度で分類した。また、この4つの分類を δ 型とそうでない黒点の2つに再分類して分類を行うことで、それぞれの分類精度が79.0%、93.9%と上昇した。さらに、CNNの判断基準を可視化する手法を用いることで、後者の2分類モデルが黒点のどの部分に着目しているかを可視化した結果、CNNモデルは、人間が定めた δ 型の判断基準を獲得している可能性が高いことが示唆された(図)。加えて、人間が誤って分類した恐れのある黒点のマウントウィルソン分類を、正しく分類し直すような結果を示した。

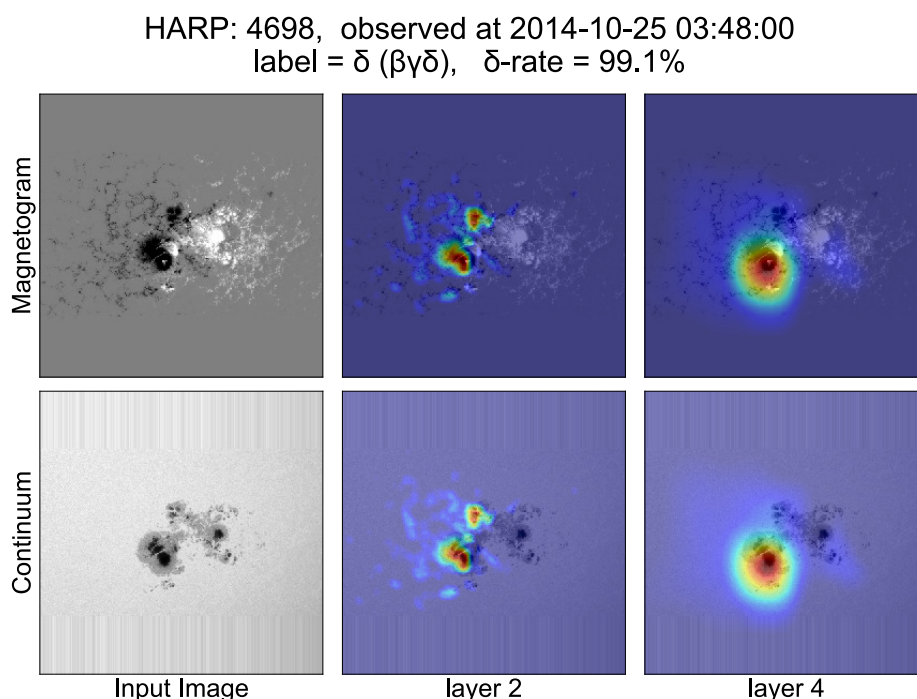


図: δ 型であると正しく認識された δ 型黒点の画像。上段がHMIの視線磁場画像(Magnetogram)、下段が連続光画像(Continuum)を背景としている。ヒートマップが赤い部分ほど、予報結果に強く影響を与えた部分である。

(木原孝輔記)