

基本雲プロダクトの高度化について

半田太郎, 丸山拓海, 佐伯悠樹, 坂下卓也

(気象庁)

要旨

気象衛星センターでは、基本雲プロダクトという衛星プロダクトを作成している。基本雲プロダクトは、静止気象衛星「ひまわり」の観測値と数値予報データから雲の有無（雲マスク）や雲頂高度、雲相といった雲に関する物理量を推定するプロダクトである。現在の基本雲プロダクトの雲マスクは、特定の領域で精度が低いことが知られている。また、その推定結果が特定の雲判定テストに支配されることや、数値予報など衛星観測以外のデータの影響を受けるといった課題がある。そこで当センターでは、雲マスクの精度やデータの独立性を高めることを目的として、機械学習を利用した、ひまわり観測データのみから雲の有無の識別手法の開発を行なっている。

昨年度の「GPM および衛星シミュレータ合同研究集会」では、教師ラベルとして現行プロダクトを採用し、ランダムフォレスト (RF) やニューラルネットワーク (NN) による学習を試行した。極軌道衛星 (Aqua/MODIS) の雲マスクを用いた比較検証の結果、NN を用いて判別結果の閾値を調整することで、現行プロダクトとの一致率が高いモデルを構築できる可能性を示した。

本年度の開発では、さらなる精度向上と空間情報の活用を目的に、画像セグメンテーションに特化した AI モデルである「U-Net」を導入した。U-Net は、エンコーダによる大域的な特徴抽出とデコーダによる詳細な情報の復元に加え、スキップ接続によって圧縮過程で失われる微細な位置情報を補完できる。これにより、一ピクセルごとの判定では捉えることが難しかった雲の広がりや模様を、つながりのある「面」の情報として捉えられるようになる。本研究では、U-Net を用いた初期検証 (実験 1・2) で顕在化した、オーストラリア陸域の誤判別や赤道域での判定過多という課題に対し、MODIS の雲マスクをベースとしつつ現行手法が得意とする領域の「晴れ」情報を統合して正解データを再定義する「ハイブリッド学習 (ラベル修正)」を適用した。このアプローチにより、現行手法との高い整合性 (一致率 0.96) を維持しつつ、初期検証時点での課題の領域における判別性能の向上が確認された。定量評価においても、日中・夜間、陸上・海上の全ての条件下で MODIS と同等の高い判別性能が得られており、外部データに依存しない機械学習ベースの雲マスク算出手法の有用性が示された。