

静止気象衛星ひまわり 8/9 号の時間領域解析による積乱雲 anvil の追跡

加藤 慶¹, 高橋 暢宏²

(1:名古屋大学 環境学研究科, 2:名古屋大学 宇宙地球環境研究所)

EarthCARE 衛星や NASA の INCUS 計画に代表されるように、近年の衛星による雲降水観測の焦点は積雲や積乱雲の単一時刻の静的な状態（分布）の把握から、ドップラー速度データの利用や複数衛星による編隊観測を用いた時間差のある観測による動的な変化（ダイナミクス）の抽出へとシフトしつつある。将来の観測ミッションにおける衛星編隊観測の時間差は2分程度と想定されているが、静止気象衛星ひまわり 8/9 号による日本域での 2.5 分毎（および広域 10 分毎）の高頻度観測は、このような時間領域解析を現行の観測網で試行・評価するための極めて有効なプラットフォームとなり得る。本研究では、その実証的な解析対象として、比較的スケールの大きい積乱雲アンビルを選択した。

積乱雲の発達に伴い圏界面付近で形成されるアンビルの急拡大は、対流に伴う強い上昇流が圏界面に達し、それ以上高い高度へと発達できないために水平方向へと発散することで生じる。その際、輝度温度の時間差分 ($dTBB/dt$) を算出すると、上層における強い発散を反映した特徴的な楕円状の急冷域が顕在化する。本研究では、 $dTBB/dt$ を圏界面発散の代理変数と捉え、その物理的特徴を抽出することで、積乱雲のライフサイクルのうち、発達期および成熟期の動態把握を試みた。

算出された $dTBB/dt$ 場には、目的とする対流活動とは異なる多様な時空間スケールの変動が重畳しているため、目的とするアンビル由来の物理構造のみを抽出することは困難である。そこで、圏界面における発散が示す「楕円状の輝度温度変化場」という形状的な特徴に着目し、深層学習を用いた物体検出モデル YOLOv12 を用いて、複雑な構造をした $dTBB/dt$ 場から目的の物理構造をロバストに認識・追跡する手法を考案した。なお、解析対象には、日本域における複数の対流事例を用いた。

提案手法により、積乱雲が十分に発達した広範な雲域を形成する前の対流初期段階において、特徴的な楕円状構造を検出・追跡することができた。従来の輝度温度分布 (TBB 場) のみを用いた解析は、雲域の正確な広がり把握の上で不可欠であるが、その形状から発達の段階を特定するには限界があった。これに対し、時間差分を用いる本手法は、対流活動に伴う変化の勢いのみを強調して抽出できるため、環境風による移流と能動的な発達を分離して評価できる可能性が示唆された。

本研究により、静止気象衛星による高頻度観測データに対する時間領域解析が積乱雲のライフサイクル、特に初期発達プロセスの評価に有効であることが示された。これは、将来の衛星観測ミッションにおける編隊観測によるアルゴリズム開発に向けた現行データを用いた予察的な知見を提供すると考えられる。特に、ひまわり衛星の日本域における 2.5 分毎の観測は、将来の衛星編隊観測の時間差（約 2 分）と物理的にほぼ同等であることから、今後、本検証を進めることで、次世代観測ミッションの概念実証としての役割を果たすことが期待される。