

# マイクロ波放射計と雲レーダの複合利用による対流雲の雲氷推定

小原慧一<sup>1,2</sup>, 増永浩彦<sup>1</sup>

(1: 名古屋大学 宇宙地球環境研究所, 2: JAXA 地球観測研究センター)

## 要旨

熱帯の対流雲は大量の雪・霰などの固体降水粒子を含み、激しい降水や雷を伴う。また、対流雲内部の上昇流によって生成された氷粒子の **Detrainment** によって、熱帯上層雲の半数近くが形成される。これらの熱帯上層雲は、その雲氷物理特性に依存して地球のエネルギー収支に強い影響を及ぼす。そのため、熱帯対流雲の雲氷・固体降水粒子特性の観測的な実態把握は水循環変動、気候変動メカニズムを理解する上で重要である。

先行研究によると、全球の衛星観測による積算雲氷量 (IWP) 推定値は大きくばらついており、雲氷・固体降水粒子特性の観測的な実態把握には大きな課題がある。その主な原因はリトリーバル時の雲微物理特性の仮定の不確実性に起因すると考えられている。粒径分布や粒子種類・形状といった雲氷微物理特性の不確実性を拘束するには、単体センサの観測から得られる情報量では不十分であり、質的に異なる情報を持つ複数センサによる観測を利用することが重要である。近年、レーダ・ライダーを複合利用した雲氷リトリーバル手法の開発が行われてきたが、特にライダーシグナルは雲内部での減衰が著しいため、対流雲における雲氷リトリーバルの不確実性は依然として大きいことが課題である。

本研究では、対流雲内部の雲氷・固体降水粒子特性を明らかにするため、雲レーダ Cloudsat/CPR とマイクロ波放射計 GPM/GMI の複合利用に着目した。GMI の高周波輝度温度は、周波数の違いにより、対流雲のような IWP・粒径の大きな氷雲に対して、CPR のレーダ反射率と異なる散乱特性を持つ。そのため、GMI と CPR を複合利用することで対流雲の雲氷リトリーバル不確実性の低減と精度向上が期待できる。本研究では、機械学習を用いて CPR と GMI の同時観測データを入力に、雲氷量(IWC)と雲氷有効粒径(Re)の鉛直分布をリトリーバルする手法の開発を目的とした。

本研究では、雲解像度モデル NICAM の出力に放射伝達モデル Joint-Satellite simulator を適用してシミュレーションされた GMI の輝度温度、CPR のレーダ反射因子データセットを用いて、リトリーバルアルゴリズム(GMI and CPR algorithm)の開発を行った。観測シミュレーションを入力とし、NICAM の雲プロファイルを参照データとして訓練された Deep Neural Network のモデルを組み合わせて、アルゴリズムは構築された GMI と CPR のシミュレーションデータを入力にした精度検証では、GMI と CPR のシグナルの複合利用により、粒径分布の仮定の不確実性が拘束され、IWC と Re が精度よくリトリーバルできることが示された。GMI と CPR の同時実観測を用いた評価では、GMI and CPR algorithm と既存の CALIPSO and CPR algorithm (2C-ICE) の比較を行った。両アルゴリズムの IWC と Re のリトリーバル値には統計的な一致が見られたが、対流雲内部のリトリーバル値には違いが見られた。両者の雲氷リトリーバル値を入力に再度前方計算を行い、観測データの再現性を確認したところ、対流雲内部の観測の再現性は 2C-ICE よりも GMI and CPR algorithm の方が高いことが示された。