

雲レーダと高周波マイクロ波放射計を用いた

対流システムにおける雲氷・固体降水粒子の複合リトリバル

小原慧一^{1,2}, 増永浩彦²

(1: JAXA/EORC, 2: 名古屋大)

要旨

深い対流システム内で生成される雲氷・雪・霰などの凍結粒子は気候変動や降水システムと関わり深い重要な物理量である。対流雲中で成長する雪・霰粒子は地表の激しい降水の主な生成源となる。また、対流システム内部の上昇流によって生成される凍結粒子が周辺に広がることで、全体のおよそ半分弱の熱帯上層雲が生み出されている。これらの熱帯上層の氷雲は、短波と長波それぞれに顕著な放射強制力を持ち、その効果のバランスは雲物理特性に依存する。そのため、深い対流雲の降水システムや熱帯上層雲の形成過程の解明には、対流雲内部で形成される凍結粒子の雲微物理特性の理解が重要である。

凍結粒子の多様な微物理特性を推定するには、異なる衛星センサを複合利用することが有効な手段である。衛星センサの観測シグナルは、雲氷量(IWC)、数密度(Nt)、粒径(Dm)、粒子形状など、多様な雲微物理量に大きく依存する。そのため、これらの雲微物理量を同時に推定するには、単体センサの観測情報のみでは不十分で、質的に異なる複数センサによる観測情報が必要になる。先行研究では、雲レーダとライダの複合アルゴリズムが開発されてきたが、ライダ観測は雲内の減衰の影響が著しいため、対流雲のような厚い雲内部の凍結粒子の観測においては、雲レーダとライダという組み合わせは最適とは言えない。そのため、対流雲内部で生成される凍結粒子の微物理特性の観測的理解は依然として課題である。

本研究では対流雲内部の凍結粒子に感度のある複数センサ CloudSat Cloud Profiling Radar (CPR) と Global Precipitation Measurement (GPM) Microwave Imager (GMI)、二周波降水レーダ (DPR) の複合利用に着目した。Deep Neural Network (DNN) と Optimal Estimation Method (OEM) を組み合わせて、IWC, Nt, Dm の鉛直プロファイルと粒子形状を推定するアルゴリズムの開発を行った。

本アルゴリズムによって推定された雲氷プロファイルは放射伝達計算により、CPR, DPR のレーダ反射率、GMI の高周波輝度温度を適切に再現できており、アルゴリズムが適切に逆問題を解いていることが確認された。さらに、テストに用いた粒子形状の中で、デンドライト雪片と低密度球の粒子モデルを仮定した時に、最も衛星観測と整合する雲氷プロファイルを推定できることが分かった。また、CPR 単体よりも GMI を加えた複合推定により、推定エラー (不確実性) が軽減していることが確認された。このように、本研究では、能動・受動のマイクロ波センサを複合利用することで、雲氷の多様な微物理特性の不確実性を低減できることが示された。この成果は新しい雲レーダ EarthCARE/CPR・マイクロ波放射計 GOSAT-GW/AMSR3 に今後拡張していく予定である。