

雲氷物理量推定に向けたマイクロ波放射計と雲レーダの複合利用

小原慧一^{1, 2}, 増永浩彦¹

(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

雲氷は、地球の放射収支に強く影響する巻雲や、激しい降水をもたらす深い対流雲に多く含まれるため、雲氷物理量の実態把握は気候変動や水循環変動メカニズムを理解する上で重要である。しかしながら、全球の雲氷量推定値は衛星観測や数値モデルの間で大きくばらついており、気候変動予測における不確実性の大きな要因の一つとなっている。そのため、衛星観測による雲氷物理量推定値の精度向上と不確実性の低減は喫緊の課題である。

粒径分布や粒子種類・形状といった雲氷の微物理特性やその空間分布は非常に多様である。これまで、赤外・可視イメージャ、マイクロ波放射計、レーダ、ライダーなどの衛星観測センサによる雲氷観測が行われているが、単体センサの観測から得られる情報量は限定的であり、雲氷物理量の推定には多くの仮定が必要になる。

しかし、複数センサを用いることで単体センサの持つ情報を補完することが可能である。本研究では、マイクロ波放射計と雲レーダの複合利用に着目した。雲レーダはマイクロ波放射計からは得られない IWC や雲粒粒径の鉛直分布を詳細に観測することが出来る。一方、単周波で直下観測が主流の雲レーダに対し、マイクロ波放射計は広い水平分布が観測可能であり、多数の周波数チャンネルを用いて雲氷の積算量や粒径、そして雲水・雨・水蒸気など雲氷との関りが深い物理量の推定が可能である。

本研究では、マイクロ波放射計と雲レーダを複合利用することで雲氷物理量推定の精度向上と不確実性を低減することを目的としている。本発表では、雲解像度モデル NICAM 出力に放射伝達モデル Joint-Satellite simulator を適用し算出した仮想的な GPM/GMI の輝度温度、EarthCARE/CPR のレーダ反射因子のシミュレーションデータを用いて、マイクロ波放射計と雲レーダの雲氷シナジー観測（雲氷量や雲氷有効粒径、雲氷の高度など）の実現可能性を議論する。

シンプルな大気モデルを入力にした感度実験を実施し、CPR の 94GHz のレイリー散乱シグナルと高周波（166GHz 以上）の GMI 輝度温度のミー散乱シグナルは独立の情報を持ち、散乱情報の補完性が高いことが示された。また、NICAM を入力にした Nature run での実験では、雲レーダは各高度の雲氷量（IWC）と有効粒径の情報が得られるものの、深い対流雲域では後方散乱信号が大幅に減衰することを確認した。一方、GMI 輝度温度は積算雲氷量（IWP）や鉛直方向に重みづけした平均有効粒径・平均氷雲高度の情報を持ち、深い対流雲深部の氷にもある程度の感度を持つことが分かった。

今後、これらの結果をもとに、ベイズ推定や機械学習などの統計的な手法を適用し、マイクロ波放射計と雲レーダを複合利用することで、実際に雲氷物理量推定の精度向上と不確実性の低減へとつながるかどうかが、調査を進めていく予定である。