

雲微物理量解析シナジーアルゴリズム

岡本 創*, 佐藤可織, 萩原雄一郎
東北大学

1. はじめに

本講演では、雲の微物理特性を求めるため開発された、雲レーダー・ライダーアルゴリズムを中心に、複数のセンサーを組み合わせた様々な手法について紹介する。それぞれのアルゴリズムの適用範囲、精度などについて言及し、特に、地上と衛星観測の比較校正について考察する。巻雲や下層雲に対して、それぞれどのような複数のセンサーの組み合わせが有効なのかについての考察を行う。レーダーとライダーを組み合わせる手法の問題は、ライダーは光学的に厚い雲に対しては減衰が激しく、例えば、地上のシステムの場合、雲の最下層部分についてしか情報を得る事ができないことにある。一方、雲レーダーに関しては、薄い水雲のように粒子半径が小さい場合、感度不足から検出できないことがある。このように、ある雲に対して、複数のセンサーが同時に観測可能である場合以外には、それらを使用したシナジーアルゴリズム自体が適用可能ではなくなることがある。また異なる波長を持つ複数のレーダーを組み合わせる手法を考えた場合でも、上記のよう一方のセンサーで見える雲が他のセンサーでみえないためシナジーアルゴリズムが適用可能でないことがある。また複数のレーダーのシナジーでは、粒子サイズによって、独立した情報を与えないという新たな問題が起こりえる。このような2つの観点からシナジーアルゴリズムの開発と現状、比較校正の手法等についての考察を行う。

2. レーダー/ライダーアルゴリズム

レーダーとライダーを組み合わせる手法は巻雲と下層雲の双方に適用可能である。航空機観測データとのブライントテストから精度良く粒子半径等の微物理量を導出できることが確かめられている (Heymsfield et al., 2007)。水雲のような光学的厚さが比較的大きい雲の場合、雲底付近にしか使用しないので、そこでの微物理量は比較的精度良く (〜20%) 求められると考えられる。水雲に対しては、レーダーとマイクロ波放射計を組み合わせた手法も存在する (Kumagai et al., 2000)。

衛星解析では可視チャンネルと赤外チャンネルを使用した手法が広く使用されている。パッシブセンサーでは鉛直平均された有効半径と鉛直精算の雲水量や光学的厚さを導出することになる。このため、光学的に厚い雲の場合、雲の上層の情報のみを捉えてしまう場合も考えられる。また上層に巻雲が存在

し、下層に水雲が存在するいわゆる多層雲の場合には、この手法は適用することができない。水雲に対するレーダーとライダーの手法は、地上システムの場合、下層部分のみしか解析できない。逆に、雲レーダーを搭載した CloudSat とライダーを搭載した CALIPSO 衛星を組み合わせる事で、雲の上層の情報を取得できると考える事ができる。これは CloudSat/CALIPSO の組み合わせが MODIS 等のパッシブ衛星のプロダクトの比較校正に役立つ可能性があると考えられる。

3. レーダーアルゴリズム

複数の異なる波長を持つレーダーを組み合わせる手法は、非常に校正精度が高い。通常の cal レベルである 1dB の校正精度を仮定すると、95GHz、35GHz、10GHz のレーダーの information content は 200 ミクロン以上の大きい粒子の導出に限られる。レーダーとドップラー機能の組み合わせは、ライダーの助けを借りることで非常に精度よく微物理量を導出することができる。CloudSat では残念ながらドップラーの機能がないが、EarthCARE 衛星では雲レーダーにドップラー機能を搭載し、かつライダーの同時搭載も行うため、このようなアルゴリズム適用の可能性がある。

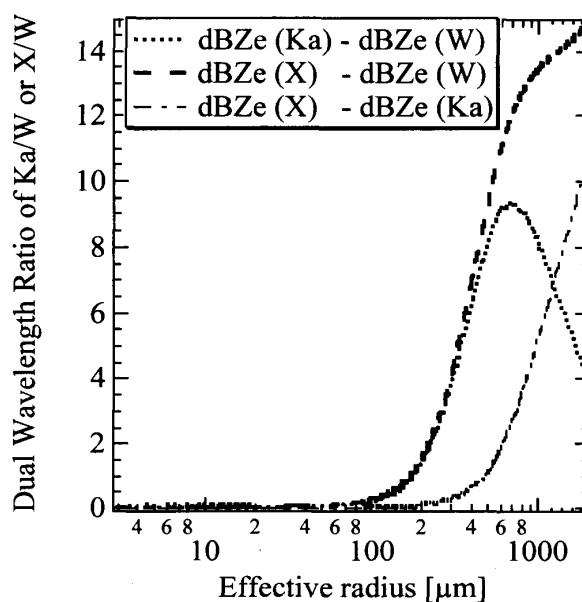


図1 2周波のレーダーを用いた場合のふたつの周波数でのレーダー反射因子の比と有効半径の関係