

衛星搭載雲レーダを用いた気象庁全球気象・気候モデルの検証

岡本幸三、林昌宏、中川雅之、幾田泰醇、石田春磨、岡部いづみ、神代剛、川合秀明（気象研）、
菊池玄之介（RESTEC）、久保田拓志（JAXA）

1. 背景と目的

衛星観測データは、数値予報・気候モデルの検証やデータ同化を用いた初期値の作成において重要な役割を果たしている。パッシブな赤外・マイクロ波による雲域の衛星観測は、古くからモデルの雲・対流・放射過程の検証・改良に用いられている。またデータ同化においては、晴天域だけの輝度温度が長く使われてきたが、近年雲域での輝度温度の利用が進み、解析場の精度向上をもたらしている。パッシブな衛星赤外・マイクロ波センサからは雲頂付近の雲情報や雲鉛直積算情報をそれぞれ得ることができるのに対し、アクティブセンサは鉛直解像した詳細な情報を得ることができる。実際、雲プロセスの解明やモデル検証・改良において、CloudSat 衛星搭載雲レーダ CPR は大きく寄与している（図1）。ただしデータ同化においては、観測域が狭いことやモデル雲再現の問題により、CPR の利用は欧州中期予測センター（ECMWF）における試験的な利用にとどまっている。

2023 年度の打ち上げが予定されている EarthCARE 衛星搭載雲レーダ CPR は、CloudSat/CPR よりも高い精度を実現し、さらに鉛直ドップラー観測機能も有する。本研究は、EarthCARE/CPR や CloudSat/CPR を、気象庁全球予測システムのモデル検証・同化、気候モデルの検証に用いて、モデル・同化システムを改良し、気象・気候予測の改善することを最終的な目標とする。特にデータ同化においては、ひまわり衛星搭載パッシブ赤外センサ AHI による高頻度・広域観測と、CPR による狭領域だが高精度・鉛直解像情報を有効に同化しその相乗効果を調査する計画である。

本研究の第一段階として、CloudSat/CPR を用いて、CPR が観測するレーダ反射因子を、気象庁全球モデル（GSM）がどの程度再現できるかを評価している。

2. GSM からのレーダシミュレーション計算

反射因子を計算する衛星シミュレータとしては、RTTOV ver13.0 を用いる。RTTOV は、欧州気象衛星開発機構（EUMETSAT）が開発して

いる高速放射伝達モデルで、衛星データ同化やリトリーブ処理のため世界的に用いられている（<https://nwp-saf.eumetsat.int/site/software/rttov/>）。

RTTOV では、雨・雪・雲水・雲氷に対する光学特性テーブルをオフラインで用意し、デルタエディントン法を用いてマイクロ波の輝度温度を計算する。2020 年にリリースされた ver13 では、CPR 等のアクティブセンサの計算も可能となった。RTTOV は、前方計算を行うフルモデルに加え、接線形モデルや随伴モデル、ヤコビアンモデルも提供されているため、気象庁現業システムで用いられている変分法での利用も可能である。また全球モデルのように観測スケールよりも格子サイズが粗い場合、格子内の部分雲の鉛直重なりを統計的に表現する必要があるが、RTTOV のレーダ計算ではランダムオーバーラップ法に基づくサブグリッド処理を導入している。

予稿執筆時点では、上記のシミュレーション計算を、気象庁全球データ同化前処理システムで実行するため、コードの改修を行っている。学会当日は、CloudSat/CPR 観測と比較した結果を示す予定である。

謝辞：本研究は、JAXA「第3回地球観測研究公募共同研究」の支援を受けたものです。

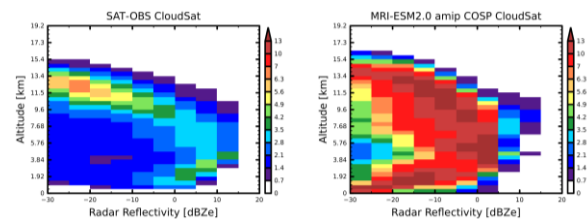


図1：2008年6月の熱帯西太平洋域（5S-20N、70-150E）におけるCloudSat/CPRのレーダ反射因子のCFAD（Contoured Frequency by Altitude Diagram）。縦軸は高度(km)、横軸はレーダ反射因子(dZe)、色は頻度を表す。観測（左図）と比べ、気象研究所地球システムモデルMRI-ESM2のCOSPシミュレータから計算した結果（右図）は、5dBZe以下の頻度が過剰であり、弱い降水が多い可能性を示唆している。