

GPM DPR データ同化による NICAM 雲微物理パラメータ推定

小槻峻司^{1,2}, 寺崎康児¹, 佐藤正樹³, 三好建正¹

(1:理化学研究所・計算科学, 2:千葉大学・環境リモセン, 3:東京大学・大気海洋研)

要旨

本研究の目的は、GPM 衛星による降水観測データを利用し、数値天気予報に改善をもたらすことである。観測値を同化して数値天気予報を改善する一般的な方法は、モデル状態変数の推定である。Kotsuki et al. (2017, JGR) は、全球降水マップ Global Satellite Mapping of Precipitation (GSMaP) を全球大気データ同化システム NICAM-LETKF (Terasaki et al. 2015, SOLA) に同化し、衛星観測降水量を用いた数値予報精度の改善に成功した。また、Kotsuki et al. (2018, JGR) はアンサンブルデータ同化手法を応用したモデルパラメータ推定により大規模凝結スキームのパラメータを推定し、NICAM の降水予報を改善した。本研究はこれらの既往研究を発展させ、GPM 衛星搭載二周波降水レーダ DPR の反射強度観測を有効利用するデータ同化手法を開発する。

GPM DPR の直接同化のために、データ同化に用いる NICAM の解像度を Glevel-6 (水平 112km 解像度) から Glevel-8 (水平 28km 解像度) に上げると共に、大規模凝結スキームと積雲対流パラメタリゼーションの代わりに雲微物理を陽に解くモデル設定とした。雲微物理は、6 つの水物質を扱う 1 モーメント・バルクスキームを用いた (Tomita 2008, JMSJ; Roh and Satoh 2014, JAS)。GPM の 2 つの降水レーダ KuPR と KaPR に相当する第一推定値を得るために、観測演算子として Joint Simulator (Hashino et al. 2013, JGR) を NICAM-LETKF に実装した。GPM DPR 観測は水平約 5km 解像度だが、一般にモデルは格子間隔の数倍程度の現象を表現するため、NICAM の 3×3 格子毎 (84km×84km に相当) に観測データを集約し解像度を落として同化した。これは、高空間解像度観測データの superobservation と呼ばれる事前処理にあたる。GPM DPR 以外の観測として、従来型観測データ PREPBUFR の他、衛星による AMSU-A、GSMaP_NRT を用いた。

テスト計算を実施し、まず 1 時刻の GPM DPR の KuPR 及び KaPR 観測を同化したところ、レーダー反射強度の空間分布・鉛直分布共に、同化により解析値が観測値に近づく良好な結果を得た。その上で GPM DPR の同化サイクル実験を実施したが、望ましい結果は得られなかった。降水と関連性の高い水蒸気混合比に改善傾向が見られる一方で、中期天気予報に重要な気温場は改悪傾向がみられた。大きな理由の 1 つとして、GPM DPR のカバレッジが疎であることが考えられる。GPM の再帰頻度は 1-2 日に一度であり、同じ雲を連続して観測できない。

そこで、GPM DPR 観測データ同化の有効な方法として、状態推定ではなくパラメータ最適化に取り組んだ。具体的には、レーダー反射強度に関連するモデルパラメータとして、雲微物理スキームの、雪の終端速度をコントロールするパラメータ (以下、Cs) を選択した。GPM DPR および NICAM Joint Simulator から計算されるレーダー反射強度と高度のジョイントヒストグラム CFAD を用いて、データ同化により Cs を推定した。これにより、データ同化システムには下記の変化が見られた。

- ・ジョイントヒストグラム CFAD で見た、GPM DPR に対するバイアスの緩和
- ・ERA Interim 再解析に対する、東西風や南北風などの大気循環の改善。対流圏下層 (< 400hPa) の気温場・水蒸気場の改善。ただし主に熱帯の対流圏上層 (> 400hPa) の気温場は改悪傾向。
- ・CERES 放射プロダクトに対する、大気上端における上向き長波・短波放射バイアスの改善
- ・GSMaP_NRT に対する、平均二乗偏差やスレットスコアなど、降水予測スコアの改善

研究会では、これまでの成果を報告すると共に、最新の研究結果を報告する。