

マルチパラメータレーダデータを用いたデータ同化手法の開発

- ナッジング実験結果 -

* 清水慎吾¹⁾・前坂剛¹⁾・三隅良平¹⁾・岩波越¹⁾・真木雅之¹⁾・山田 正²⁾・土屋修一²⁾・佐藤 航²⁾

(1: 防災科研 2: 中央大学・理工)

1. はじめに

防災科研では、リアルタイムで豪雨・強風の発生予測を行うために、Xバンド・マルチパラメータレーダ (MP レーダ) を用いたデータ同化システムの構築を目指している。MP レーダを用いることで、ドップラー速度や比偏波間位相差 (Kdp) から推定される雨混合比、更に降水粒子の識別情報を得ることができ、従来に比べて精度の高い予測が行われる事が期待される。これらの様々な観測変数の最も有効的かつ効率的な利用方法を開発するために、雲解像モデル CReSS(坪木・榊原,2001) を用いたナッジング法による同化システムを構築した。本発表では 2006 年 7 月 15 日に東京都北部に落雷をもたらした積乱雲について、MP レーダと中央大学のドップラーレーダのデュアルドップラーレーダ解析から求めた水平風と鉛直風および反射強度を組み合わせた 8 種類のナッジング実験を行い、降水域の維持に対する変数の感度を調べた。

2. 予測システムの概要

3 時間毎に配信される格子間隔 5 km の気象庁メソスケールモデル (MSM) を初期値・境界値とし、関東地方を含む 200 km × 240 km × 15 km を計算領域とした、格子間隔 1 km の CReSS(ver 2.2) を用いた予測シミュレーションを 2006 年 7 月からリアルタイムで行っている。図 1 に予測システムのタイムスケジュール (左) と、モデルの計算領域および観測領域 (右) を示す。観測データとして、反射強度から推定した雨混合比とドップラー速度のボリューメスキャンデータ (5 分毎の 13 PPI(仰角 0.7 - 12.9 度)) から作成される CAPPI データを使用する。ドップラー速度の折り返し補正は前坂ら、2005 年秋季大会のツールで行う。最新の MSM が入電した後 CReSS の計算に必要な初期値・境界値を作成する。MSM が入電される時刻までに作成された 30 分間の CAPPI データを同化システムに利用し、並列計算で 4 時間分の積分を行う。CReSS の計算に 1 時間から 1 時間 30 分程度かかるので、実質的な予測は 2,3 時間程度となる。

3. 観測結果

2006 年 7 月 15 日に東京都北部に落雷をもたらした積乱雲について、デュアルドップラーレーダ解析から求めた高度 3 km の気流構造を図 2 に示す。11 時 40 分頃にデュアル解析領域内で孤立した対流セルが急激に発達し、13 時 30 分にかけて 7 ms^{-1} の速度で東南東へ移動しながらフック状の強い降水域を維持した。デュアル解析を行った 12 時から 12 時 30 分にかけてフック状の中心位置に強い鉛直渦度が存在した。12 時から 12 時 30 分にかけて観測された水平風、鉛直風、および反射強度をそれぞれ組み合わせたナッジング実験を行い、強い降水がどの程度維持されるかを調べた。

4. ナッジング結果

12 時から 12 時 30 分の期間に幾つかのナッジング実験を行い、ナッジング後の降水域の継続時間を調べた。ナッジングを行う変数として、(1):高度 3 km 以下の水平風 (実験名:UV)、(2):反射強度から算出した雨混合比 (実験名:R)、(3):(1) と (2) の両方 (実験名: UVR)、(4):(3) に加えて初期場の雨域の水蒸気を飽和させる (実験名:UVR-QV0) の 4 種類を与えた。これらの 4 種類のそれぞれに鉛直風もナッジングされる実験を行い合計 8 種類の実験を行った。鉛直風を与えた実験と与えない実験の結果に大きな差がみられなかったため、図 3 に鉛直風を与えない 4 種類の実験結果のみを示す。実験 UV では、強い鉛直渦度がナッジング後 1 時間程度維持されたが、強い降水はナッジング後すぐに消滅した。実験 R では強い降水は 30 分程度維持されるが、強い鉛直渦度が再現されていない。実験 UVR では強い降水は 30 分程度維持され、強い鉛直渦度も再現されている。しかし、ナッジング後 1 時間までには完全に降水域が消滅した。対流セルの南側には新しい上昇流が形成されたが凝結には至らなかった。実験 UVR-QV0 では初期場の雨域を飽和させ、過大な降水粒子の蒸発冷却を抑制し、乾燥空気の下向き移流を小さくしたこと、ナッジング 1 時間後に対流セルの世代交代が起こり降水域を維持することができた。

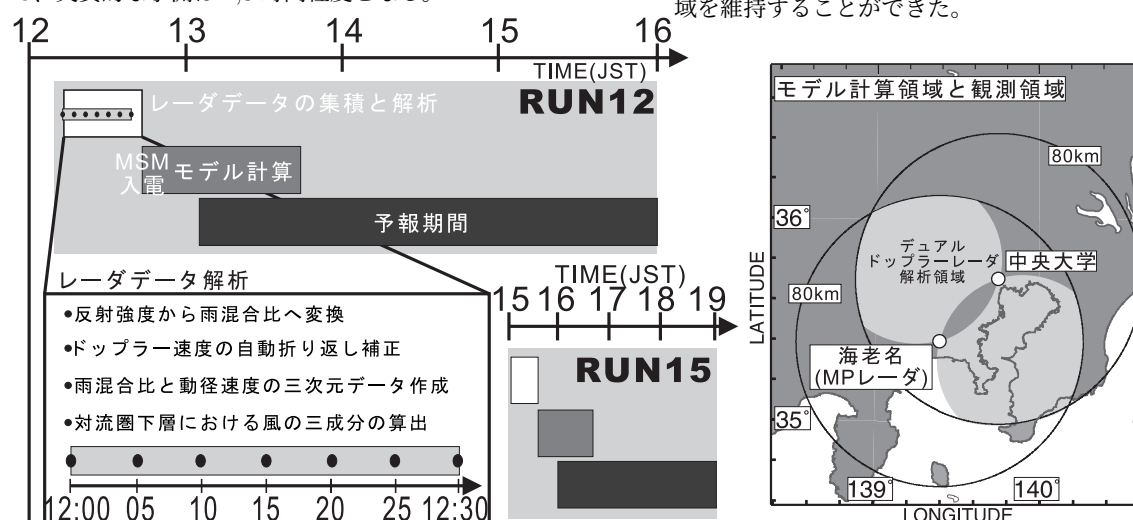


図 1: 予報システムのタイムスケジュール (左) と、モデルの計算領域および観測領域 (右)。ここでは 12 JST の予報を例とする。9 JST を初期値とする MSM が 12:30 JST 前後に入電し、CReSS の予報計算に必要な初期値・境界値の作成を行う。12 JST 付近に右図の MP レーダと中央大学のレーダが観測したデータを集積し、水平風、鉛直風および反射強度の三次元データを作成する。これらの観測データのナッジングを行い初期時刻付近の場を修正し 4 時間分の積分を行う。計算におよそ 1 時間かかり、実質的な予報は 3 時間程度になる。3 時間毎に予報を更新する。

5. まとめ

MP レーダを用いたデータ同化システムの構築の準備として、雲解像モデル CReSS によるリアルタイム予測実験を 2006 年 7 月から継続し、データを蓄積している。レーダデータの有効的かつ効率的な利用方法を開発するために、2006 年 7 月 15 日の発達した積乱雲の事例についてデュアルドップラーレーダ解析の結果を用いた様々なナッジング実験を行い、降水量の継続時間に対する観測変数の感度を調べた。高度 3 km 以下の水平風と反射強度をナッジングし、かつ初期時刻だけ雨域の水蒸気を飽和させることによって、ナッジング 1 時間後にも強い降水を維持することができた。

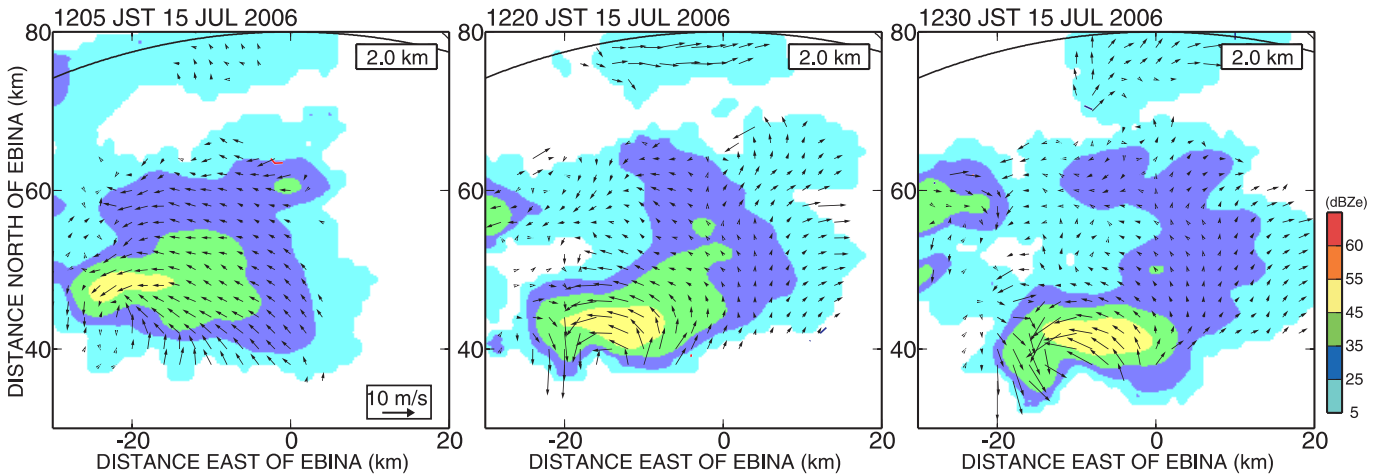


図 2: デュアルドップラーレーダ解析によって計算された高度 3 km における反射強度と水平風の分布。左から 12 時 5 分、12 時 20 分、12 時 30 分の分布を示す。弧状の実線は MP レーダの最大観測範囲 (80 km) を示す。12 時から 12 時 30 分にかけてフック状の降水エコーと強い鉛直渦度が観測された。12 時 30 分には高度 3 km の鉛直渦度が最大 $4.0 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$ に達した。

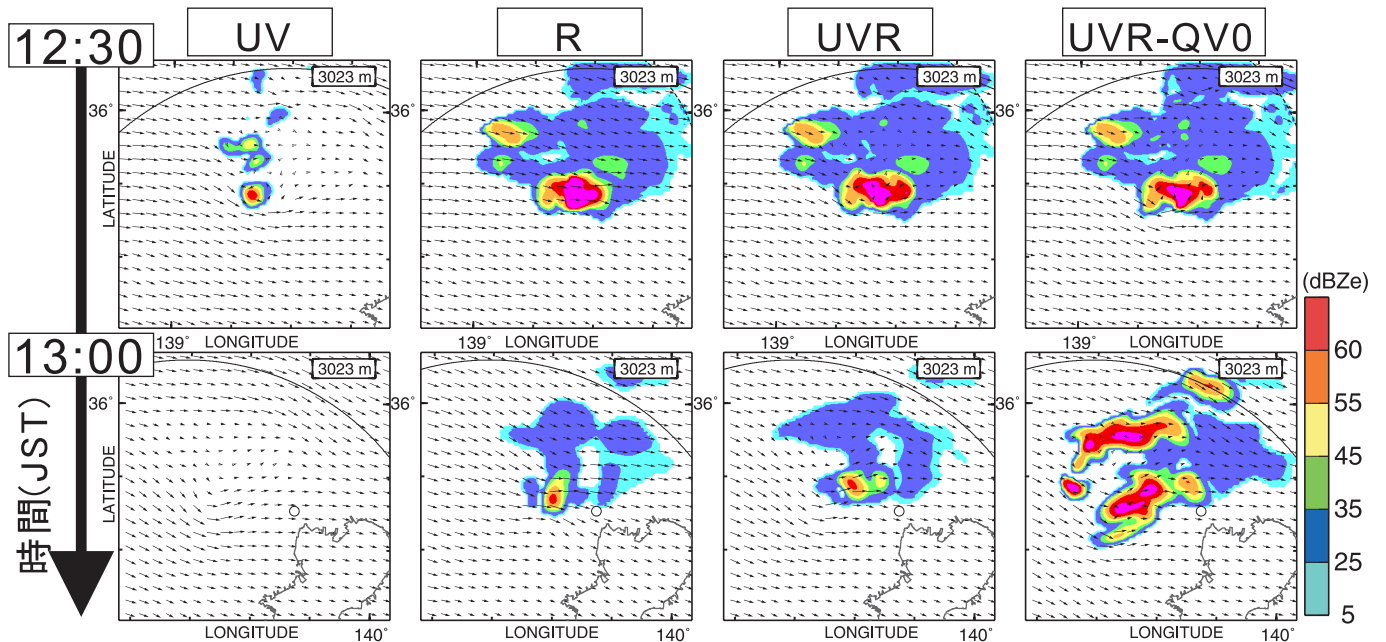


図 3: 4 種類のナッジング実験の高度 3 km における反射強度と水平風速場。左から UV, R, UVR, UVR-QV0 の実験のそれぞれに対して、ナッジングによる強制を止めた直後の 12 時 30 分とナッジング終了から 30 分後の 13 時における分布を示す。弧状の実線は MP レーダの最大観測範囲 (80 km) を示す。白い円は中央大学のレーダの位置を示す。