

降雨の概念モデルを用いた降雨予測手法における 3次元ドップラーレーダー情報の同化

○中北英一・佐藤幸久・竹之内健介

1. はじめに

国土交通省近畿地方整備局管理の3次元観測降雨レーダーが、2000年からドップラー化された。これに伴い、同整備局で試験運用している3次元レーダーを用いた短時間降雨手法を拡張して、ドップラーレーダーならびにエコー強度の同化手法を開発した。

2. 試験運用中の降雨予測手法とその改良

本手法は、1996年に実用化された後、改良を重ねてきた手法である。基本的には、レーダーによって3次元観測される降雨分布から逆推定される水蒸気凝結量分布と気象庁のメソ数値予報の格子点出力値を用いて、定常風速場のもと、水蒸気、熱、降水粒子の3次元連続式と降雨の概念モデルを用いて降雨を予測する手法である。

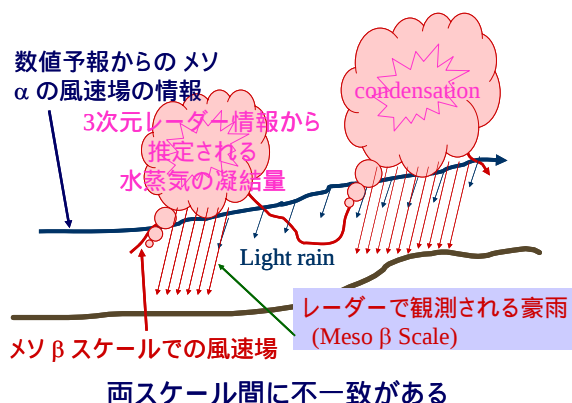


図1 概念モデルを用いた予測の基本的な考え方

図1に概念モデルを用いた予測の基本的な考え方を示した。メソ数値予報の格子点情報がメソαスケールに近い情報で、上昇・下降流の水平スケールは粗く、かつ強度が弱い（図1の青色流線）。一方、3次元レーダー情報から逆推定される水蒸気凝結量分布はメソβスケールのものであり、凝結量分布から想定される上昇・下降気流はメソ予報によるものよりスケールが細かく、かつ強度も強い（赤色流線）。この流線のギャップの波を凝結し易さのギャップの波としてとらえ、伝播させることにより降雨予測を行っている。

3. ドップラー情報の4次元変分法による同化

まず、非定常風速場を実現するために、別途既開発のビジネス近似による静力数値モデルと結合させ、非静力効果は前述の概念モデルが受け持つ形に拡張した。その上で、時々刻々と3次元的に観測される、エコー強度と動径方向のドップラー速度の同化システムを構築した。

同化の基本方針を図2に示す。基本的には動径方向のドップラー速度の4次元変分法による同化である。4次元変分法では、支配方程式という制約条件下で、4次元的に得られる予報値の誤差や観測値と予報値との差の自乗和を最小にする初期値を検索する。そのために、通常の予測計算であるフォーワードモデルと、初期に戻るバックワードモデル（アジョイント方程式群）からなる。

本研究では、ビジネス近似による静力数値モデルの物理変数のうち、運動方程式の生成・消滅項に直接現れる風速、気温（温位）、気圧（エクスナー関数）に関し、数値計算スキームに忠実にバックワードモデル（アジョイント方程式群）を作成した。

一方、フォーワードモデルにおいて、拡張カルマンフィルターを用いて、観測される3次元エコー強度分布をベースにその予報値を修正する方針をとった。この部分には、拡張として、将来、二偏波レーダー情報を次ステップで組み込むことを想定している。

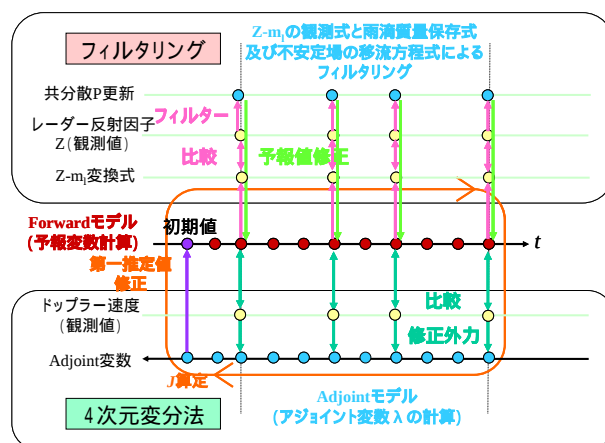


図2 レーダー情報同化の基本方針