

短時間降雨予測における様々な観測情報のデータ同化による影響評価 ー偏波レーダーデータの同化に向けてー

京都大学 学生員 ○山口 弘誠

京都大学 正会員 中北 英一

1. 目的

降雨予測の分野において近年の研究の主流は、計算機資源の向上に伴って非静力学モデルへの移行、雲物理モデルの精緻化、高解像度化などである。それらのモデル開発と同等に重要なことは初期値の高精度化であり、気象学の分野では地上レーダーや衛星からの観測情報のデータ同化にも関心がおかれている。データ同化とは、時間的・空間的に限られたデータ（観測情報）から、モデル（理論）を満足する初期条件、境界条件、あるいはモデルに含まれる係数を求めることであり、求められた初期条件から高精度な将来予測が可能となる。一方で、最新型のレーダーである偏波レーダー観測によって、降水粒子の種類判別や降雨粒子の粒径分布に関する観測情報が得られつつあり、それらの情報を同化することでますます予測精度の向上が期待される。本研究では、将来、偏波レーダーにより氷相雲物理量が得られると仮定し、それを同化することが降雨予測にどのような影響を与えるのかを検討する。

2. 手法

Observing System Simulation Experiments (OSSEs)の枠組みで、仮想的にレーダー反射因子、ドップラー風速、水蒸気量、氷相雲物理量の観測データを作成し、それぞれの同化の効果を比較する。事例として、スーパーセルを取り上げる。

予測モデルとして、Cloud Resolving Storm Simulator (CReSS, Tsuboki and Sakakibara 2002)を用いる。非静力学圧縮モデルであり、詳細な雲物理過程が考慮されている。OSSEの枠組みであるため、モデルは完全モデルであるとする。格子数を $100 \times 100 \times 50$ （水平格子間隔 1000 m, 鉛直格子間隔 500 m）とし、湿潤なサウディングデータに暖かいバブルを与え3時間のスーパーセルのシミュレーションをし、それを現実の大気場としてガウス分布を仮定した観測誤差を与え、それぞれの観測値を作成する。

同化手法として、Local Ensemble Transform Kalman Filter (LETKF, Hunt *et al.* 2007)を用いる。LETKFは広義でアンサンブルカルマンフィルタの一種であり、アンサンブルカルマンフィルタとはアンサンブル予報が提供する予報のばらつき（標本）から予報誤差共分散（母集団）を求めて、近似的にカルマンフィルタを適用するデータ同化技術である。実用的に最も有効なデータ同化技術とされる4次元変分法とも同等の性能を持ちながら、実装が容易である（私信, 2008）。ここでは、データ同化期間を30分間とし、同化する時間間隔は5分ごととする。また、アンサンブルメンバーは30個とし、共分散膨張は7%とする。

3. 結果

氷相雲物理量を同化した場合の2時間先までの降雨強度の予測結果を図1に示す。同化終了時刻である01:00においては、同化しない場合と比べても大差がないが、01:30や02:00においては氷相雲物理量を同化した場合の方が真の場に近いくことがわかる。氷相の雲物理量を同化することの効果は時間が遅れて現れており、固体層の雲物理量が融解して地上付近の降雨となるまでにかかる時間を表していると考えられる。

図2には、同化する観測情報の種類別のEquitable スレツスコア（1.0が完全予報, 0.0がランダム予報）を示す。氷相雲物理量を同化すると、レーダー反射因子を同化した場合よりも時間的に効果が遅れて出ており、図1の結果と一致する。しかし、氷相雲物理量やレーダー反射因子のみを同化しても、降雨として地上に降ってしまうとその効果はなくなる。一方、ドップラー風速を同化すると、1時間先の予測精度が高い。これは、

キーワード 短時間降雨予測, アンサンブルカルマンフィルタ, 偏波レーダー

連絡先 〒611-0011 京都府宇治市五ヶ庄 京都大学防災研究所 水文気象災害研究分野 TEL 0774-38-4262

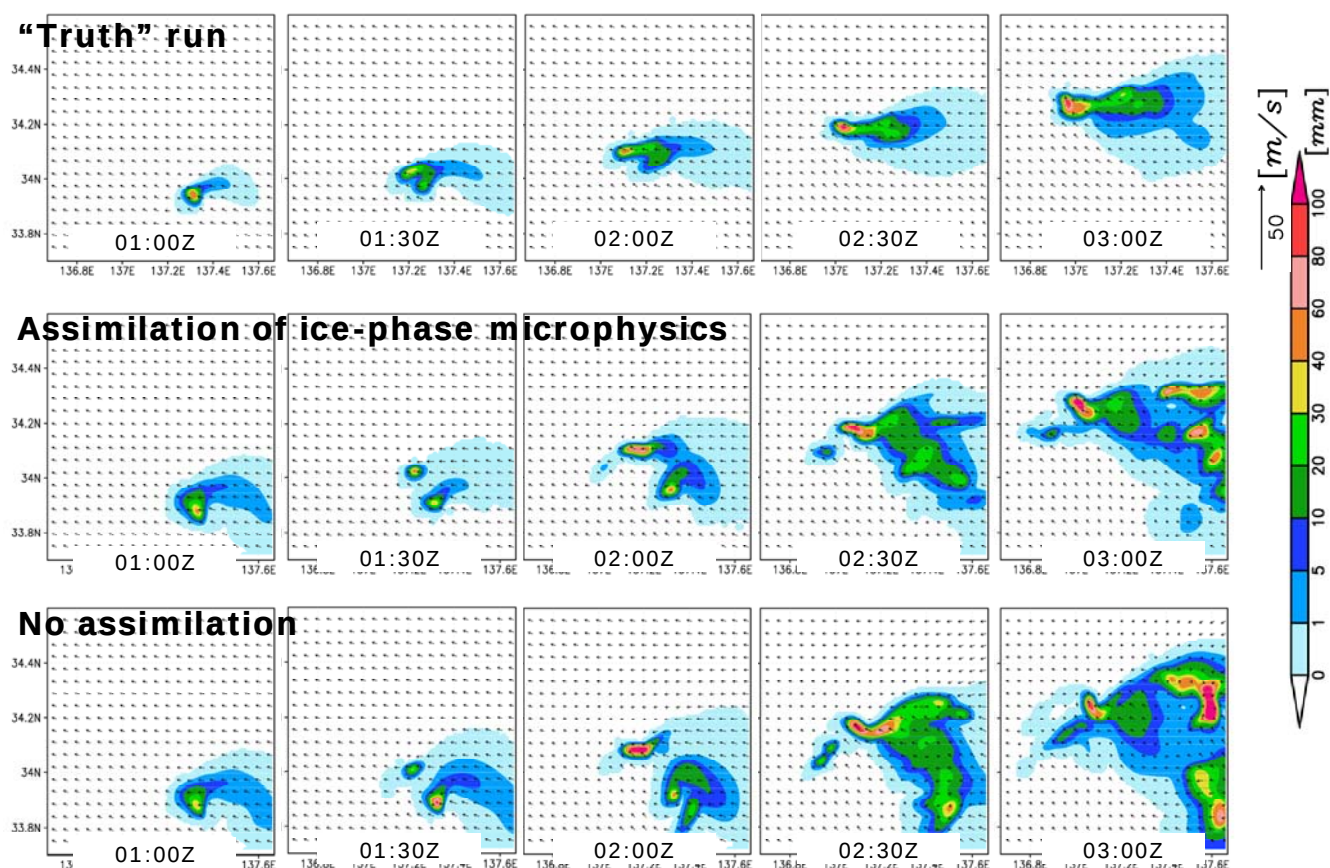


図1 降雨強度の予測結果（上段：真の場合，中段：氷相雲物理量を同化した場合，下段：同化無し）

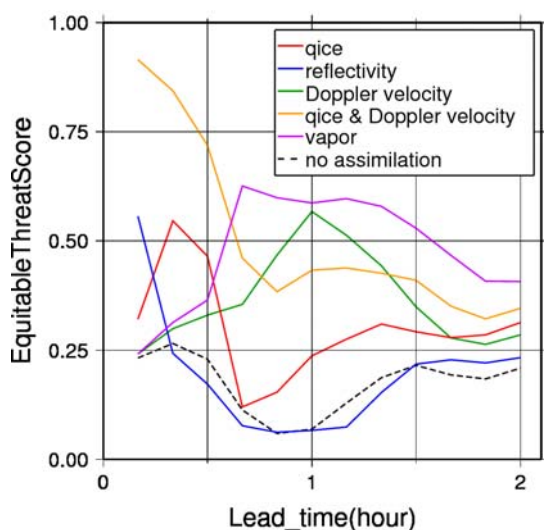


図2 観測情報種類別ごとのスレットスコア

参考文献

- Tsuboki K. and A. Sakakibara, 2002: Large-scale parallel computing of Cloud Resolving Storm Simulator. *High Performance Computing*, Springer, 243-259.
- Hunt, B. R., E. J. Kostelich, and I. Szunyogh, 2007: Efficient data assimilation for spatiotemporal chaos: A local ensemble transform Kalman filter. *Physica D*, **230**, 112-126.
- 山口弘誠, 中北英一, 2008: アンサンブルカルマンフィルタを用いたドップラーレーダー情報の4次元同化設計, 土木学会水工学論文集, **52**, CD-ROM.

風の収束場が修正されたためである。次に、氷相雲物理量とドップラー風速の両方を同化した場合は1時間先予測まで高いスコアであり、個別に同化するよりもより良い効果を示している。また、水蒸気量を同化した場合は2時間先まで高いスコアを示しており、水蒸気量の観測技術の向上が強く望まれる結果となった。ただし、ここでは水蒸気量も5分ごとに広範囲で観測値が得られるものとしているが実際には不可能である。

本稿をまとめると、偏波レーダーから得られる観測情報として期待される氷相雲物理量をドップラー風速と組み合わせて同化することで降雨予測精度の向上が大いに見込まれることがわかった。