

WRFを用いた数値予報システムの開発と精度検証

*櫻井溪太, 金川裕亮 (日本気象株式会社)

1. はじめに

計算機技術の発展により, スーパーコンピュータのような大型計算機でなくとも, 高解像度の数値予報モデルを使用することが可能となっている. 一方, 利用者のニーズに応じた様々な予報要素に対して, 独自の数値予報システムは有用なツールとなる. このため, 民間気象事業者が独自の数値予報システムを構築して高解像度気象予報を行うことが活発になってきている.

日本気象株式会社では, WRF (Weather Research and Forecasting) モデルを組み込んだ数値予報システムを新規に導入した. 本発表では, 主に, 開発中の数値予報システムの概要と WRF モデルの設定, 及び, 精度検証のために観測データとの比較を行った結果について述べる.

2. 数値予報システムの概要と WRF モデルの設定

モデルは WRF-ARW Version 3.1.1 (Skamarock et al. 2008) を用いた. 大気場の初期・境界値は気象庁全球数値予報モデル GPV (GSM-GPV) データ ($0.2^\circ \times 0.25^\circ$) より作成し, 海面水温を気象庁北西太平洋海面水温格子点資料 GPV ($0.25^\circ \times 0.25^\circ$, 前日値一定), 土壌温度・水分量などを NCEP の GFS (Global Forecast System) model ($0.5^\circ \times 0.5^\circ$) データより得ている. 表 1 に, 主な設定を示す. 日本列島を覆う領域で, 水平解像度が $5 \text{ km} \times 5 \text{ km}$ である所は気象庁メソ数値予報モデル (MSM) とほぼ同じである. 一方, 予報スケジュールは 1 日 4 回 (00, 06, 12, 18 UTC 初期), 54 時間予報を行う. ここで, 入力する GSM-GPV 及び GFS データは 6 時間予報値から 60 時間予報値を用いる. 各スキームは, 精度検証の結果と計算時間を考慮して選択した.

本システムにはブレード型サーバー (IBM 製 Blade Center HS22) を数台導入し, クラスタ・コンピューティングによって予報可能な計算速度を実現した. 入力データを取得してから予報結果を出力するまでの全ての処理は約 4 時間で完了する.

3. 精度検証

本システムで構築した WRF モデルの予報精度を調べるために, 2009 年 10 月 2 日~12 月 31 日の期間 (91 日間, 00UTC 初期予報) について, 気象庁地上気象観測 (気温, 相対湿度, 風速, 海面更正気圧, 降水量, 日射量) データと高層気象観測 (高度, 気温, 相対湿度, 風速) データを用いて, 予報誤差の統計的指標を求めた. また, モデル間の比較のため, GSM-GPV と MSM-GPV についても同様に予報精度を調べた. ここで, 降水量以外の要素のモデルデータは, 観測点の最近傍点を用いた. 降水量は周囲 20 km の平均値を用いた. その結果, 地上気温 (相対湿度) は, WRF モデルは予報後半ほど平均誤差に正 (負) のバイアスがあるが, 平方根平均二乗誤差 (RMSE) (図 1) は, WRF モデルも気象庁モデル (GSM と MSM) も $2 \sim 3 \text{ K}$ ($12 \sim 15 \%$) で同程度あった. また, 降水量のスレットスコア (閾値 3 mm/h) は, WRF モデルではスピニング問題により予報前半で小さい (0.1) が, 数時間で気象庁モデルと同程度 (0.2 程度) となった. 上層要素は, WRF モ

デルで 700 hPa 以上に高度の大きな正バイアス (10 m 以上) があるが, その他 (気温, 相対湿度, 風速) は気象庁モデルとの差は小さかった (図省略).

表 1: 本システムにおける WRF モデルの設定.

モデル	WRF-ARW 3.1.1
領域	日本域 466×521
水平解像度	$5 \text{ km} \times 5 \text{ km}$
鉛直層数, モデル上端	35 層, 10 hPa
Time step	30 s
初期時刻	00, 06, 12, 18 UTC
積分時間	54 時間
出力間隔	1 時間
Microphysics	Ferrier (new Eta) mycrophysics
radiation	GFDL scheme
surface-layer	Monin-Obukhov scheme
land-surface	Unified Noah land surface model
Boundary layer	YSU scheme
Cumulus parameterization	Kain-Fritsch (new Eta) scheme

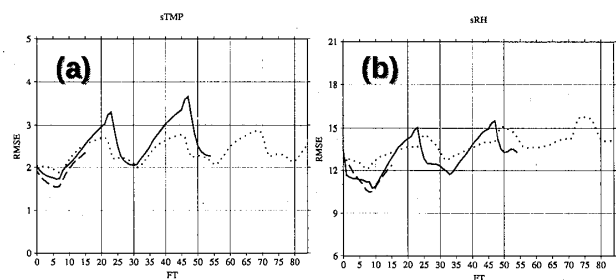


図 1: 地上気温(a)と相対湿度(b)の RMSE. 実線は WRF モデル, 点線は GSM-GPV, 破線は MSM-GPV.

4. まとめ・次期開発

全国 5 km 格子の WRF モデルを組み込んだ数値予報システムを, 比較的小規模な計算機を用いて構築した. また, その予報結果について観測データとの比較解析を行い, 精度検証を行った. WRF モデルの地上気温などは, 気象庁 GPV データとほぼ同等の予報精度で, 比較的良好な精度の予報が得られた. 一方, 降水量は, 初期値問題により予報前半で誤差が大きかったが, 今後, レーダーデータ等の同化を行えば十分な精度が得られると考えられる.

今回の精度検証は本システム運用開始にあたり実験的に行ったものである. 精度向上のためには, 統計期間を延ばして引き続き解析を行い, 各スキームの改良やデータ同化等を行う必要がある. また, ガイダンスなどの予報資料の作成のために, 統計的な調査・研究を行う.

謝辞

本システムの構築には, 京都大学大学院理学研究科の吉田龍二氏に協力頂いた.

参考文献

Skamarock 2008, NCAR Technical Note, 113pp