

WWRP北京2008予報実証/研究開発プロジェクト予備実験

齊藤和雄・瀬古弘*（気象研究所予報研究部）
原旅人・経田正幸・山口宗彦（気象庁数値予報課）

1. はじめに

WWRP 北京 2008 予報実証/研究開発プロジェクト（B08FDP/RDP）は、世界気象機関世界天気研究計画（WMO WWRP）の研究プロジェクトで、2008年8月の北京オリンピックに合わせて、各国気象機関が短期予報に関する国際比較実験を行い技術情報を共有しようというものである。2000年にシドニーオリンピックに合わせて行われた国際予報実証プロジェクト（Sydney2000FDP：日本は不参加）に引き続くものとして実施されている。B08FDP/RDPでは、Sydney2000で行われたナウキャストを中心とした0-6時間までの予報実証（FDP）コンポーネントに加え、メソアンサンブル予報（MEP）による6-36時間予報についての研究開発プロジェクト（RDP）コンポーネントを実施することになっている。今年は2008年の本番に向け、データ転送とアンサンブル予報システムの予備試験が行われた。

2. 予備実験の概要

RDPコンポーネントでは、北京域を対象とする水平解像度15kmのメソモデルによるアンサンブル実験（Tier1）と、雲解像モデルによるケーススタディ（Tier2）を行うが、今年はTier1予備実験に、MRI/JMA（気象研/気象庁）、NCEP（米国環境予測センター）、MSC（カナダ気象局）、CMA（中国気象局）、CAMS（中国気象科学院）の5機関が参加した。今回の各国のシステムを表1に示す。

今年の予備実験は、各国センターの基本的なシステム構築とデータ転送のテストを主目的とし、北京オリンピック開催予定期間と同じ8月8日-24日を対象に行われた。105°E-125°E、30°N-45°N内の0.15度共通格子データについて、Level-1データと呼ばれる地上気象予報要素（2m気温、相対湿度、10m風、平均海面気圧、3時間降水量）をGRIB2フォーマットにしてftp送信を行った。

MRI/JMAでは、2006年8月2日-24日の12UTCを初期値として、図1に実線で示す3300km×3000kmの矩形領域を用いて気象研究所計算機を用いてJMA-NHMによる11メンバーの36時間予報を行った。この領域は、Tier1アンサンブル実験で推奨されている領域（3500km×3000km；破線）よりもやや狭く、共通検証領域をかるうじてカバーするものの、一部が側面緩和領域に入っている。

実験設定（表2）は、水平解像度以外は2006年2月まで

の気象庁10km現業MSMとほぼ同様だが、MSWSYS(17)=7（重力波を $\Delta\tau$ でスプリット）を用いて、 Δt を60秒にとっている。アンサンブル初期値摂動としては、新潟豪雨のメソアンサンブル予報実験（齊藤ほか、2006）と同様に現業週間EPSの摂動を規格化してコントロールランに加えた。

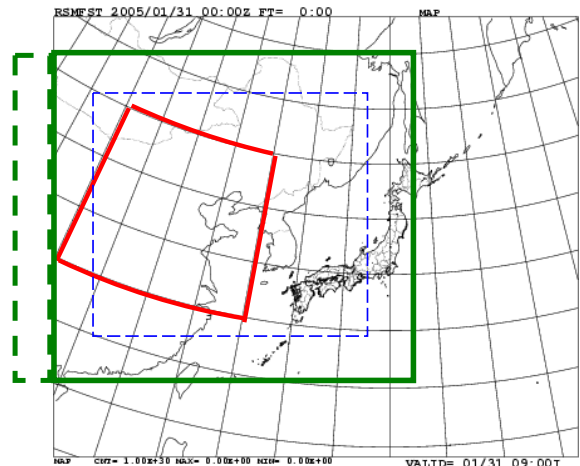


図1 MRI/JMA予備実験計算領域（3300km×3000km）。扇形は共通検証領域（105°E-125°E、30°N-45°N）。

表2 JMA-NHMによるメソアンサンブル実験設定

予報時間	36時間、12UTC初期値、11メンバー
水平格子	221×201（ $\Delta x=15\text{km}$ ）ランベルト投影
鉛直層	40層、 $\Delta z=40\text{--}1180\text{ m}$
初期値（CNTL）	気象庁RSM（＝領域解析）
初期摂動	気象庁週間EPS（要素ごとに規格化）
境界値	気象庁RSM 予報値、3時間おき
側面境界緩和	24格子（360 km）
力学過程	HE-VI、 $\Delta t=60\text{ 秒}$ 、 $\Delta\tau=17\text{ 秒}$
雲物理	バルク法 3ice
積雲対流	Kain-Fritschスキーム
乱流	診断型TKE
地面温度	4層、初期値はRSMから（摂動なし）

表1 参加各機関のTier1メソアンサンブルシステム

機関	モデル	解像度 メンバー数	解析	初期摂動	モデル摂動	境界条件
MRI/JMA	JMA-NHM	15kmL40 M11	RSM (JMA 領域解析)	全球 EPS (BGM)	なし	RSM (摂動なし)
NCEP	WRF-NMM (5) WRF-ARW (5)	15kmL60 M10	NCEP 全球解析	領域 BGM	マルチモデル	NCEP 全球 EPS
MSC	GEM	15kmL28 M16	MSC 全球解析	全球 EPS (適応 SV)	マルコフ物理過程	全球予報 (SV 摂動)
CMA	WRF-ARW	15kmL35 M15	CMA 領域解析	領域 BGM	なし	全球予報 (摂動なし)
CAMS	GRAPES	15kmL33 M11	CMA 領域解析	領域 BGM	マルチ物理過程	全球予報 (摂動なし)

3. 予備実験の結果

図2に、北京近郊でやや強い降水があった8月15日の予報例を示す(8月14日12UTC初期値の予報)。12時間予報ではM02負摂動のメンバーでは、コントロールより北京西側の雨域を広めに予想し実況に近づけている。この実験では境界条件を固定しているが、FT=36でも予報雨域にはかなりの違いが見られた。

図3は、10m風(東西風)と2m気温についての、対初期値24時間予報の誤差で、アンサンプル平均がコントロールよりほぼ全事例で良い結果になっている。南北風や相対湿度、降水量についても同じ傾向だったが、海面気圧についてはアンサンプル平均による改善ははっきりしなかった。

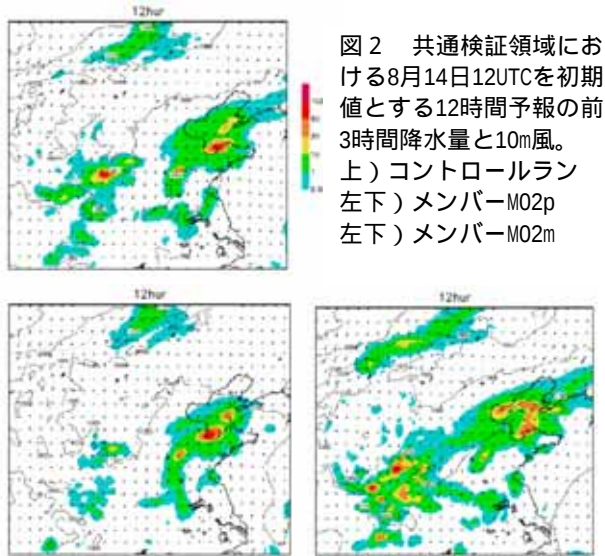


図2 共通検証領域における8月14日12UTCを初期値とする12時間予報の前3時間降水量と10m風。
上) コントロールラン
左下) メンバーM02p
右下) メンバーM02m

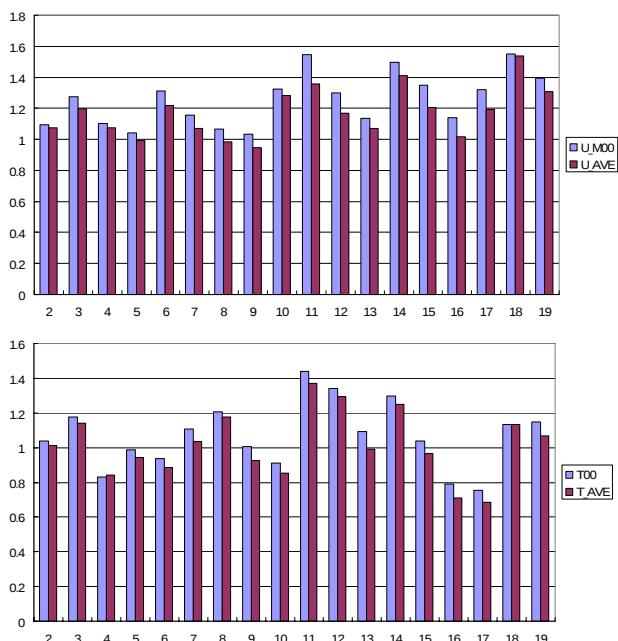


図3 共通検証領域における24時間予報の対初期値RMSE(コントロールとアンサンプル平均)。8月2日~19日。上) 10m東西風、下) 2m気温。

図4は、期間中の各変数の予報時間ごとのスプレッドの大きさを示す。UとVのスプレッドはFT=27あたりまで

でゆっくり増加し、FT=24では、0.7m/s、0.9m/s程度で、RMSEの6割程度である。気圧のスプレッドはFT=7以降やや減少し、FT=24で0.6hPa程度に留まっている。相対湿度(5%弱)、降水量(約1mm)2m気温(0.6度)は日変化が大きいものの、同様に小さめの値になっている。

2m気温と3時間雨量については約400箇所の地上観測との比較による予報成績の検証が中国気象局によって行われた。図5は中国気象局による8月8日~8月24日の機関における2m気温予想のタラグラント図である。各ピンの頻度は10%で一定になるのが望ましいが、アンサンプル予報レンジの外に多くの観測が位置しており、スプレッドが十分ではないことを示している。この傾向は、他の参加機関の予報結果についても同様だった。

アンサンプル平均に対する2m気温のRMSEや降水の有無についてのスレイトスコア、アンサンプル予報の利得を示すブライアスキルスコア、ROC曲線などについての中国気象局の検証では、今回の結果ではMRI/JMAが概ね最も良い予報結果となっていた。コントロールランの初期値にRSM初期値(=気象庁のルーチン領域4D-Var解析)を用いたことが大きいと思われる。

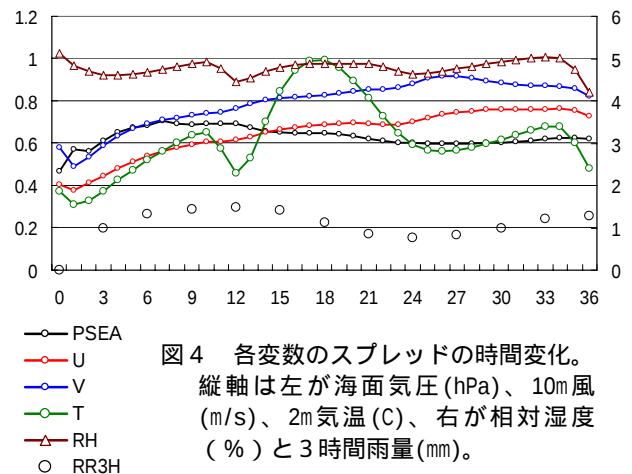


図4 各変数のスプレッドの時間変化。
縦軸は左が海面気圧(hPa)、10m風(m/s)、2m気温(C)、右が相対湿度(%)と3時間雨量(mm)。

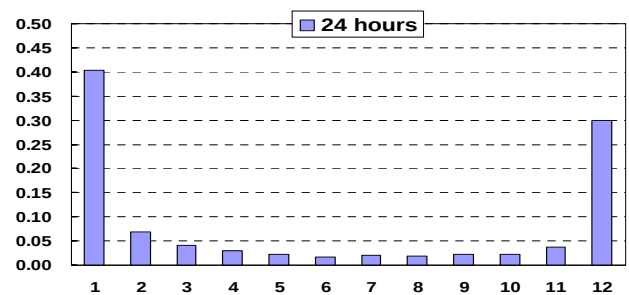


図5 2m気温24時間予報のタラグラント図。

4. 今後

スプレッドが小さかった原因として、1) 初期摂動を最初から小さめに規格化した、2) 地面温度(下部境界条件)に摂動を与えていない、3) 計算領域が狭く、かつ側面境界条件に摂動を与えていない、4) 週間EPSからの初期値摂動がメソモデルにとって必ずしも発達率の大きなものになっていない、5) モデルの不確定性(物理過程摂動)が考慮されていない、などが考えられる。

北京周辺の観測データの同化も含めて、2008年の本番に向けて、システムを改良していく必要がある。