

気象庁の次期週間アンサンブル予報システムに向けた開発

山口 春季・檜垣 将和・経田 正幸(気象庁数値予報課)

1. はじめに

気象庁では、週間天気予報を支援するため週間アンサンブル予報システム(週間 EPS)を運用している。週間 EPS の現行の仕様を表 1 に示す。現在、週間天気予報の支援の拡充のため、予報モデルの高解像度化と、初期時刻とメンバー数の構成の変更を主とした週間 EPS の更新を計画している。表 2 に主な変更点を示す。予報モデルについては、水平解像度を現行の TL319(中緯度の水平解像度は約 55 km)から TL479(約 40km)に変更するとともに、現在全球モデル(GSM¹)において開発が取り組まれている鉛直層数増強(金浜 2012)などの改良を導入する。図 1 に TL319 と TL479 に相当する格子配置の例を示す。地形をより詳細に解像することで、予報精度の向上が期待される。また、予報資料の更新頻度を高めることを目的として、週間 EPS の運用を 1 日 1 回(初期時刻 12UTC)から 1 日 2 回(00,12UTC)に高頻度化する。1 初期時刻あたり 27 メンバー、1 日あたり 54 メンバーとし、現行の 1 日あたり 51 メンバーをほぼ維持する計画である。

週間 EPS の更新に向けて、変更点を切り分けて個々の変更の影響を確認する作業を進めている。本稿では、予報モデルの水平解像度を計画の TL479 に変更する影響を調査した予備実験の結果について述べる。

2. 予備実験の設定

現行仕様の週間 EPS による予報実験(CNTL)と、予報モデルの水平解像度のみを TL479 に

¹ GSM の水平解像度は TL959(約 20 km)、鉛直層は週間 EPS と同じである。

変更した週間 EPS による予報実験(TEST)を行った。CNTL は 51 メンバーの予報を行い、TEST は 27 メンバーのみとした。CNTL については、摂動ランの利用数を 50 から 26 に単純に間引くことで、TEST のメンバー構成とそろえた評価も行う。初期時刻は 12UTC のみとし、検証する予報対象日時を、冬期間(2012 年 1 月 3

表 1: 現行の週間 EPS の仕様

支援対象		週間天気予報
予報モデル	予報モデル	低解像度全球スペクトルモデル(GSM)
	水平解像度	TL319(~55 km)
	鉛直層	60 層、モデルトップ 0.1 hPa
	予報時間(初期時刻)	216 時間(12UTC)
	初期値	全球解析(TL959)の解析値を TL319 に解像度変換
摂動ラン	メンバー	1 コントロールランと 50 摂動ラン
	初期摂動; 特異ベクトル(SV)法	全球(北・南半球中高緯度と熱帯)
	モデルアンサンブル	確率的物理過程強制法

表 2: 計画されている週間 EPS の新しい仕様(現行からの主な変更点のみ抜粋)

水平解像度	TL479(~40 km)
鉛直層	100 層、モデルトップ 0.01 hPa
初期時刻	00, 12UTC
メンバー数	1 初期時刻あたり 27



図 1: TL319(左)と TL479(右)の地形の例。陸域の格子を示している。北海道・本州・四国・九州がより詳細に解像されている。

日 12UTC～2月3日 12UTC)の間の00,12UTC)と夏期間(2011年8月3日 12UTC～9月3日 12UTCの00,12UTC)とした。

なお、本予備実験では予報時間を現行仕様の216時間ではなく264時間としているが、これ

は、現行システムの予報時間を9日から11日に延長する計画に備えて評価したためである。本稿の主旨からはずれるため、この点の詳細は割愛する。

3. 結果

3.1 500hPa 面高度場予報

予報精度への影響を概観するために、北半球中高緯度の500hPa面高度場のアンサンブル平均予報について、解析値を真値とみなして検証した予報成績(平方根平均二乗誤差, RMSE)を図2に示す。RMSEの変化は全予報時間で数%程度にとどまってお

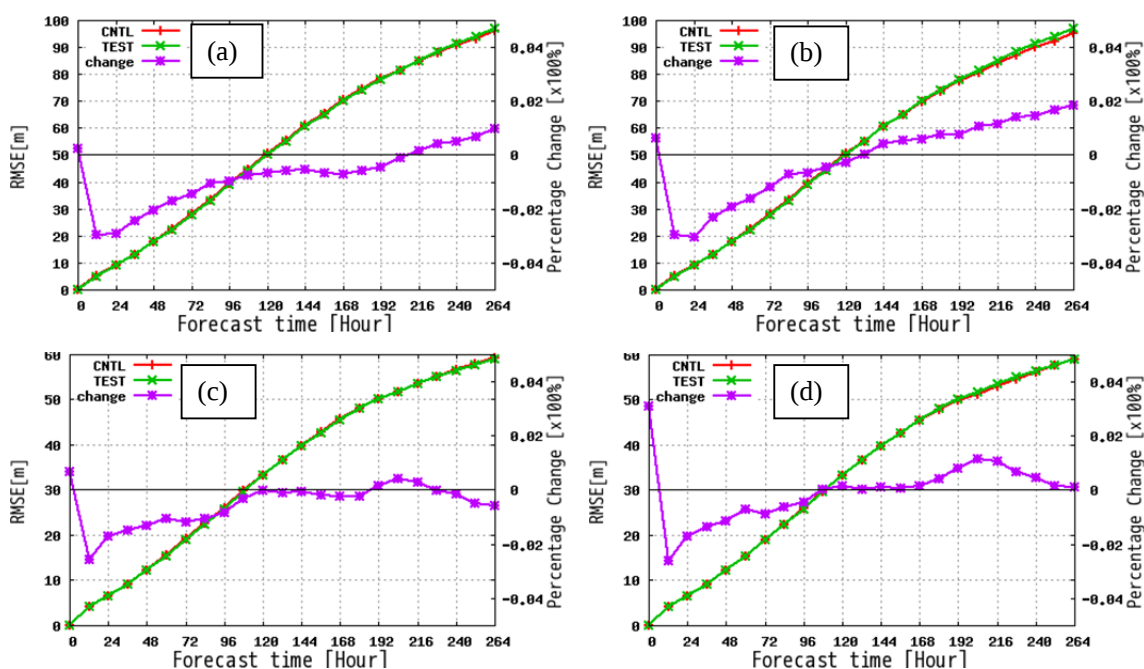


図 2: 北半球中高緯度 500hPa 面高度場のアンサンブル平均予報の RMSE。赤線は現行システムを用いた予報実験(CNTL)、緑線は水平高解像度化した予報実験(TEST)の RMSE で左縦軸が対応する。紫線は RMSE の相対的な変化率(1-TEST/CNTL)で右縦軸が対応する。横軸は予報時間。(a)と(b)は冬期間、(c)と(d)は夏期間の期間平均の成績であり、(a)と(c)の CNTL は 27 メンバーのアンサンブル平均、(b)と(d)の CNTL は 51 メンバーのアンサンブル平均。

CNTL より TEST の RMSE が小さい傾向は、予報初期に明瞭だが予報時間とともに不明瞭になる。CNTL では TEST とメンバー数をそろえた 27 メンバーのアンサンブル平均(図 2a, c)と 51 メンバーのアンサンブル平均(図 2b, d)を定義している。51 メンバーのアンサンブル平均は 27 メンバーのアンサンブル平均より RMSE が小さい傾向にあり、図 2b, d の TEST との比較では、予報後半に CNTL より TEST の RMSE がやや大きい傾向を示している。

3.2 冬期間の降水事例

次に、水平高解像度化の好影響が顕著にみられた例として、冬期間の降水域の確率的表現を取りあげる。水平高解像度化から期待された通り、TEST は CNTL と比べて降水分布がより細かに表現され GSM の表現に近づいた(図略)。冬型の気圧配置時の日本海側の陸上の降水は CNTL と TEST で概ね同様に表現されるが、降水域の風下側への広がりには TEST の方が

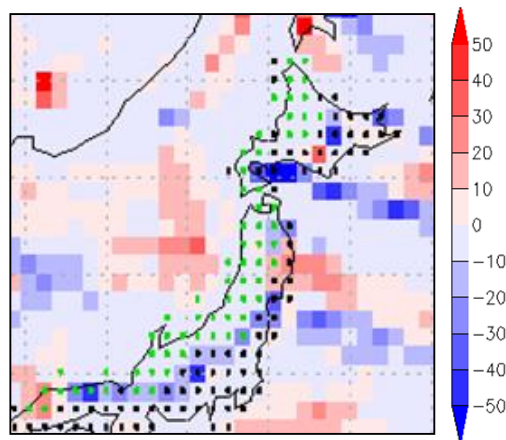


図 3: 冬型の降水事例の一例。観測がある領域に降水あり(緑点)、降水なし(黒点)を示している。カラーシェイドは CNTL と TEST の降水ありと予測したメンバー比率の差 (TEST-CNTL) [%]。2012 年 1 月 7 日 12UTC を初期時刻とした 144 時間予報。

より観測に近いことがわかった。図 3 に冬型時の典型的な降水分布がみられた事例を示す。図中の観測は、アメダス観測の観測値を等緯度経度 0.5625 度(およそ TL319 相当)の検証格子に変換したもので、緑・黒点が陸上の降水の有無を示している。ここでは、降水ありを前 24 時間降水量が 1mm 以上となる事象と定義している。観測では、北日本日本海側から北陸にかけて降水があり、太平洋側では降水がない。図中には TEST と CNTL の降水ありと予測したメンバー比率の差 (TEST-CNTL) も示している。この比率は CNTL、TEST とともに 27 メンバーのアンサンブルのうち降水ありのメンバーの割合で定義しており、降水の有無を確率的に表している。関東から中部にかけて降水域風下側の境界付近で、TEST と CNTL の間に差がみられる。この差は、降水域の風下側の広がりについて、TEST の各メンバーの予報はより観測と整合的なものであったことを示している。

この影響を統計的に確認するため、冬期間の降水確率予報の予報成績(ブライアスキルスコア, BSS)を図 4 に示す。CNTL は 27 メンバーのみを用いた確率予報値と 51 メンバーを用いた確率予報値の 2 種類を定義している。BSS は値が大きいほど良い指標である。CNTL は 27 メ

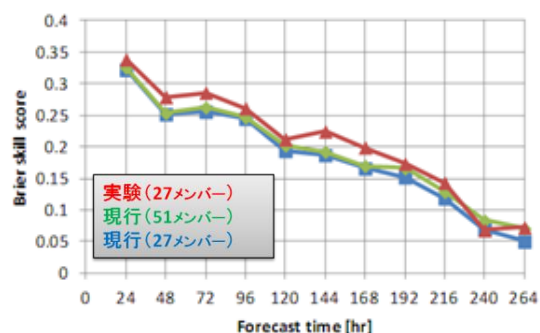


図 4: 冬期間の降水あり予測のメンバー比率の BSS。赤線は TEST、緑線は CNTL (51 メンバー)、青線は CNTL (27 メンバー)。縦軸は BSS、横軸は予報時間。

ンバーを用いた場合より 51 メンバーを用いた場合に BSS が大きい、TEST はいずれの CNTL よりも BSS が大きい傾向があり、水平高解像度化はメンバー数の違いよりも大きな影響があることがわかる。水平高解像度化の影響が現れやすい冬型の地形性降水が期間中に卓越していたことが、TEST の BSS が顕著に向上した要因と考えられる。

3.3 台風の表現

台風は、防災上の観点から数値予報において最も重視される現象の一つに挙げられる。台風の再現性を決める要因のひとつは予報モデルの水平解像度である。夏期間中にみられた台風の表現を調べたところ、TL479 で予報された台風は、TL319 で予報された台風よりも中心気圧が深く、より TL959 の GSM による台風の表現に近い傾向がみられた。図 5 に一事例として 2011 年台風第 12 号の予報結果を示す。水平解像度の違いにより台風の中心付近で顕著な差がみられ、中心気圧の深さは最も高解像度の GSM が際立っており、TL479、TL319 の順に中心示度は浅くなる。一方で、予報に対応する実況と比較すると、いずれの解像度においても予報は台風を発達させ過ぎていた。GSM の予報において台風が過発達する傾向はしばしばみられ、過発達の改善に向けた GSM の開発が

すすめられている。なお一方で、GSM の現業予報の検証結果では、平均的に台風の中心気圧を解析よりも浅く表現するバイアスがみられ、台風の予報誤差の特性は単純ではない。

4. まとめと今後の課題

気象庁では週間天気予報の支援の拡充のため、週間 EPS の更新を計画している。本稿では、予報モデルの水平解像度を現行の TL319 から TL479 へ高めた予備実験の結果を述べた。500hPa 面高度場予報では水平高解像度化の影響は小さかったものの、日本域の冬期間で評価した降水域の確率的表現には改善がみられた。台風の表現については、高解像度化により中心をより深く表現できるようになり、GSM の表現に近づくという期待通りの結果が得られた。

予備実験の結果の解析は現在も進めており、対流圏下層の予報への影響や、冬期間以外の降水予報への影響、台風の進路予報への影響なども今後調査する予定である。

参考文献

金浜 貴史他, 2012: 気象庁全球モデルの鉛直層数増強計画. 「週間及び 1 か月予報における顕著現象の予測可能性」研究集会報告書, 印刷中

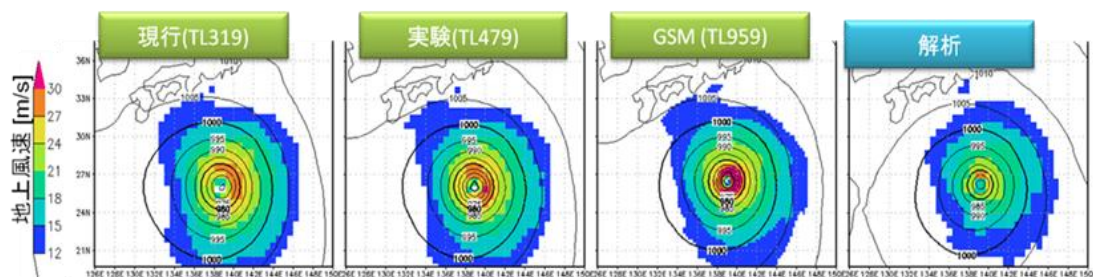


図 5: 2011 年台風第 12 号の予報結果。左から CNTL のコントロールラン、TEST のコントロールラン、GSM、解析。カラーシェイドは地上風速、等値線は海面気圧[hPa]。2011 年 8 月 27 日 12UTC 初期値の 72 時間予報。