

配信資料に関する技術情報（気象編）第 393 号

～ 全球数値予報システムの改良について～

全球数値予報システムについて、平成 26 年 3 月 18 日 00UTC（日本時間 18 日午前 9 時）初期値の資料から、全球モデルの鉛直層数増強と物理過程改良、および全球解析への新規データ利用開始を行います。これにより、全球モデルの予測精度が多くの点で向上します。

なお、今回の変更に伴う配信資料のフォーマット等の変更はありません。

1. 変更の概要

全球数値予報システムについて、全球モデル（GSM）の鉛直層数を従来の 60 層（モデルトップ 0.1hPa）から 100 層（モデルトップ 0.01hPa）へと増強するとともに、積雲・重力波・放射・境界層・陸面の各物理過程において改良を実施します。さらにこの改良によるモデル特性の改善を機会に、全球解析に GNSS 掩蔽観測の高高度データ（30km より上空）やマイクロ波サウンダ AMSU-A の 14 チャンネルの利用、地上 GNSS 天頂大気遅延量データの利用を開始します。

2. 変更の効果

(1) 全球モデルの特性について

現行の全球数値予報システム（以下、CNTL）と本変更による新たなシステム（以下、TEST）を用いた実験結果を示します。対象期間は、2012 年 12 月から 2013 年 2 月（以下、冬実験）と 2013 年 7 月から 9 月（以下、夏実験）です。

図 1 は、予報時間ごとの 500hPa 高度場における対初期値の平方根平均二乗誤差（RMSE）改善率（%）を示したものです。左が冬実験、右が夏実験の結果です。横軸が予報時間、縦軸が改善率、丸印は統計的に有意であることを示しています。TEST では CNTL に比べて、多くの点で予報精度が改善する結果となりました。特に夏実験では、全球平均と南半球の予報前半や、熱帯の予報後半で有意な改善となっています。その他の要素でも、中高緯度や熱帯の予報後半を中心に、全体として改善の傾向が見られました。ただし、予報前半の熱帯や、夏実験の北半球予報 1 日目と 10 日目以降は改悪となっています。改善点と改悪点に関して、主要な要因を図 2、3 に示します。

図 2 に、2013 年 8 月の 9 日予報における前 24 時間降水量の平均値と、対応する GPCP¹による解析値を示します。CNTL では GPCP と比べて熱帯収束帯、大西洋やインド洋の熱帯で降水を過剰に予測しているのに対し、TEST では降水が減少して GPCP に近くなっています。このように、降水とそれに伴う気温や水蒸気量の変化の予測が改善したことが、熱帯における予報後半の改善と関連していると考えられます。

図 3 は、夏実験における 925hPa 気温の 48 時間予報値の対初期値平均誤差です。TEST（右）は CNTL（左）に比べて、低緯度の海上を中心に低温バイアスが大きくなっています。この対流圏下層（概ね 925hPa 以下）に見られる低温

¹人工衛星に搭載した赤外放射計とマイクロ波放射計によるデータと、雨量計による降水量データから、全球の降水量分布を求めるプロジェクト。<<http://precip.gsfc.nasa.gov/>>

バイアスが、予報前半の熱帯が改悪となった原因です。

図 4 は、冬実験と夏実験を合わせた台風進路予報誤差の平均です。概ね中立または TEST の方が改善となっています。事例別に見ると、台風が亜熱帯高気圧の東側にあった 2013 年台風第 16 号など一部の事例を除き、多くの事例で TEST の方が改善となっていました（図略）。また、北西太平洋以外の領域における熱帯低気圧の進路予報誤差も概ね中立または改善となっていました（図略）。

図 5 に、2013 年 8 月 12 日 00UTC を初期時刻とする 12 時間予報の海面更正気圧と前 6 時間降水量を示します。日本付近で、TEST の方が広い範囲で降水を予想しています。この事例のように、TEST は予報初期に対流性降水を広い範囲で予想する傾向があります。対アメダスで検証を行ったところ、夏実験の予報 12 時間程度まで、1mm/3 時間の弱い降水を過剰に予想するようになっていました。一方、冬実験ではほぼ中立の結果となりました。また、日本域の総観場の予報精度を見ると、夏実験では一部の要素に予報 48~72 時間程度までで悪化が見られるものの全体としては中立、冬実験では概ね改善となっていました（図略）。

以上のように、今回の変更により、中高緯度の予報や台風進路予報を中心に全球モデルの予報精度が改善されます。一方で低緯度対流圏下層の低温バイアスや、日本域における予報前半の一部の要素に見られる誤差の悪化、対流性降水の過剰といった問題もあり、引き続き改善に向けて開発を進めます。

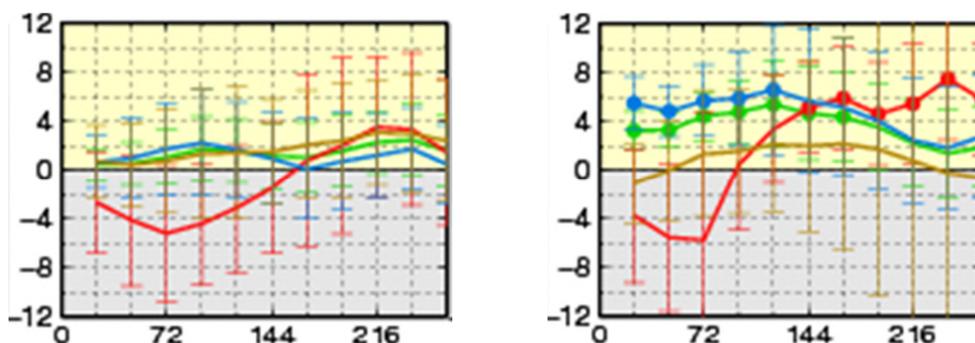


図 1 予報実験における 500hPa 高度の予報の平方根平均二乗誤差 (RMSE) の改善率 (%)。横軸が予報時間、縦軸が改善率。丸印は、改善が統計的に有意であることを示す。茶：北半球、赤：熱帯、青：南半球、緑：全球平均の結果。左：冬実験、右：夏実験。

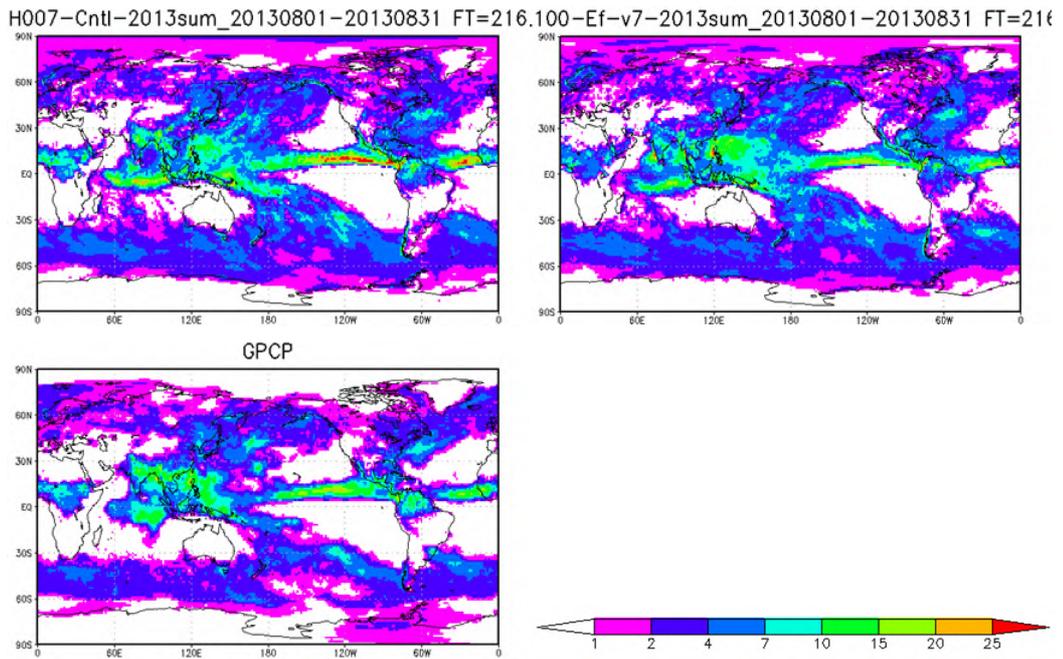


図2 2013年8月の9日予報における前24時間降水量の平均値(mm)(左上：CNTL、右上：TEST)と、対応するGCPによる解析値(mm)(左下)。

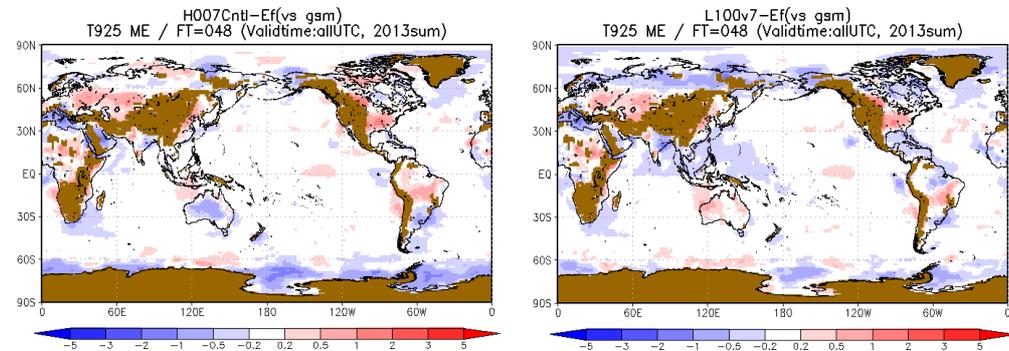


図3 夏実験における925hPa気温の48時間予報値の平均誤差(K)。茶色は地表が925hPa高度面より高いことを示す。左：CNTL、右：TEST。

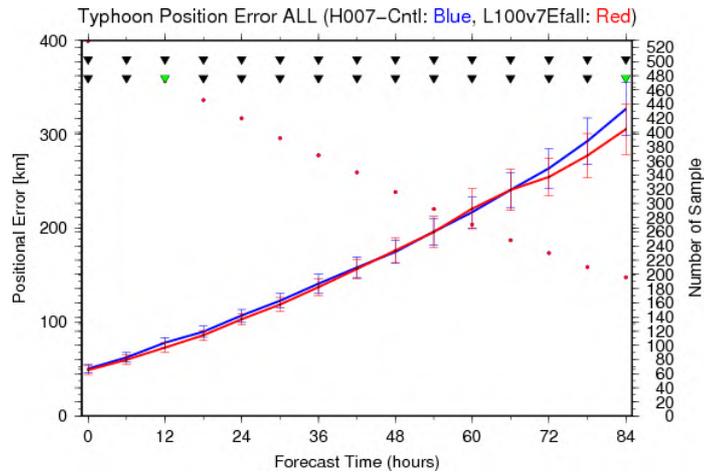


図 4 冬実験と夏実験を合わせた台風進路予報誤差の平均（左縦軸）。青線：CNTL、赤線：TEST。丸は事例数（右縦軸）、緑の三角は CNTL と TEST の差が統計的に有意であることを示す。

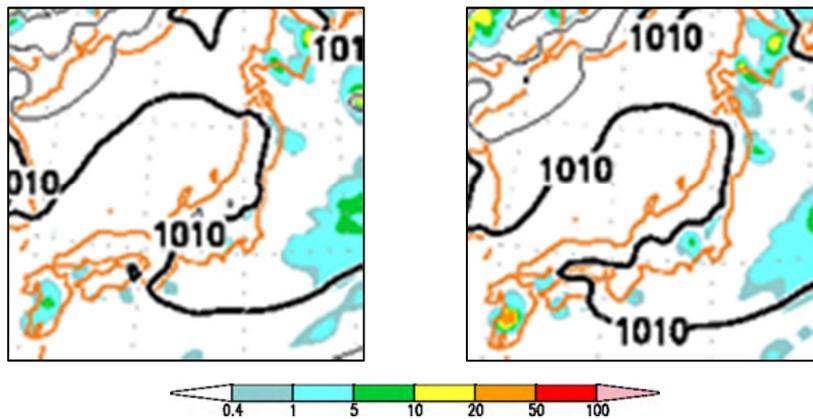


図 5 2013 年 8 月 12 日 00UTC を初期時刻とする 12 時間予報の海面更正気圧（hPa）（等値線で表示）と前 6 時間降水量（mm）（色で表示）。左：CNTL、右：TEST。

(2) メソモデル資料へ与える影響について

GSM の予報値は側面境界値を通じてメソモデルの予報値にも影響を与えます。今回の変更による影響を確認するため、2013 年 8 月 5 日～9 月 5 日(夏期間)、及び 2012 年 12 月 1 日～2013 年 1 月 1 日(冬期間)のそれぞれ 1 か月程度の期間を対象として、現行のメソ解析予報システム(CNTL)を用いた実験と、境界値を今回の変更が加えられた GSM の予報値に変更した実験(TEST)を行い、結果を比較しました。

図 6(左)に、夏期間における、降水量の閾値毎に見たエクイタブルスレットスコア(ETS:高いほど予測精度が良い)を、図 6(右)には、降水の予測頻度の指標を示すバイアススコア(BI:1に近いほど予測頻度が観測に近い)をそれぞれ示します。TESTとCNTLで若干の違いが見られますが、有意な差ではありません。また、冬期間については、両実験間のスコアに殆ど差は見られませんでした(図略)。

地上・高層気象要素(気温・風・相対湿度)については、GSMの特性変化の影響を受ける形で、TESTの方がCNTLに比べて地上を含めた下層で気温が下がり、中上層で気温が上昇する傾向が見られました(図略)。

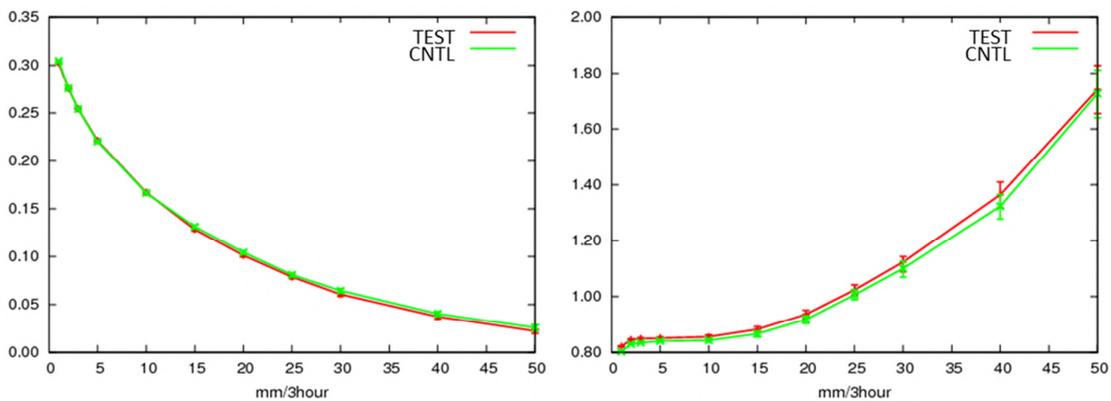


図 6 夏期間の降水の閾値別エクイタブルスレットスコア(左)とバイアススコア(右)(検証格子は 20km)。緑線: CNTL、赤線: TEST。それぞれ横軸の閾値(前 3 時間積算降水量)以上の降水に対するスコアを示す。エラーバーは 95%の信頼区間を表す。検証は解析雨量を対象として 20km 格子の領域で行い、検証格子の中の平均値を対象とした。また、解析雨量の領域のうち陸域と海岸から 40km 以内を検証に用いた。検証には、全ての初期時刻の 39 時間先までの予測結果を用いた。

(3) ガイダンス資料へ与える影響について

GSM の変更に伴うガイダンスへの影響について、予測特性への影響が比較的大きい、GSM 降水ガイダンスおよび GSM 発雷確率ガイダンスについて説明します。その他のガイダンス (MSM ガイダンスを含む) については、モデル変更の影響は大きくありませんでした。

・GSM 降水ガイダンスへの影響

冬期および夏期について、降水量ガイダンスのエクイタブルスレットスコア (ETS) およびバイアスコア (BI) を計算し、変更後のモデルを利用したガイダンス (新ガイダンス) と現行のモデルを利用したガイダンス (現ガイダンス) との比較を行いました。

冬期については、BI、ETS とともに大きな違いはなく、現ガイダンスと同等の予測精度であることがわかります。夏期について、降水ガイダンスの BI はやや小さくなり、ETS は 30mm/3 時間以上の降水域で現ガイダンスより大きくなっており、新ガイダンスの予測精度は改善傾向となっています (図 7)。

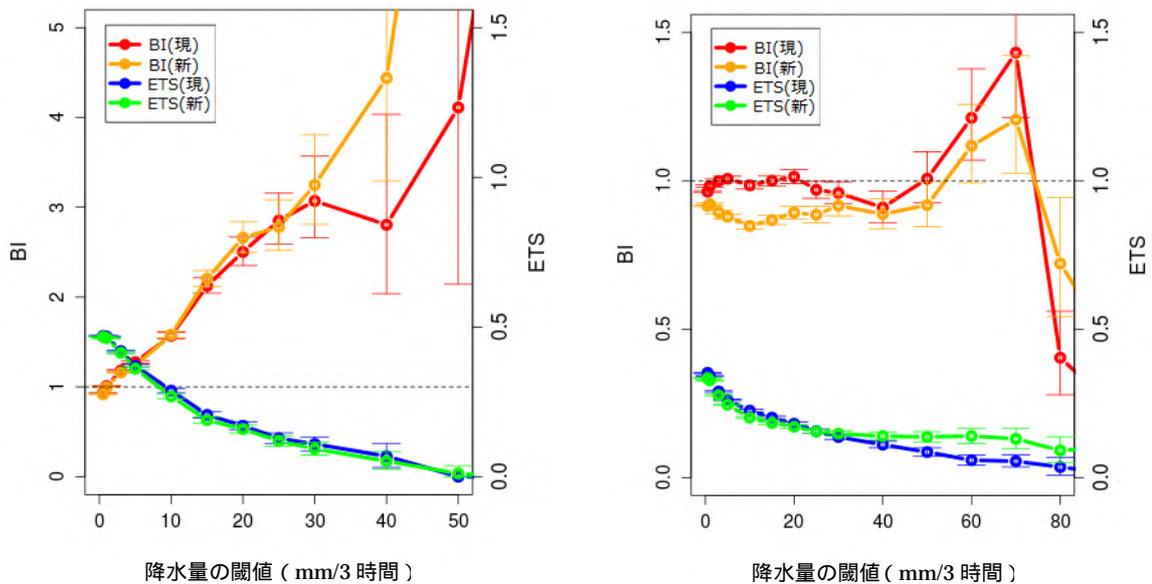


図 7 GSM 降水量ガイダンスの閾値別エクイタブルスレットスコアおよびバイアスコア。左：冬期(2012年12月20日～2013年3月11日)、右：夏期(2013年6月20日～2013年10月11日)。初期時刻12UTC、予報時間6～24時間について検証。

・ GSM 発雷確率ガイダンスへの影響

発雷確率ガイダンスは全球モデルの変更にもなう予測特性への影響が大きいため、新しいモデルにあわせて新たに回帰係数を作成しました。予測精度の検証は、検証対象日を 5 日毎にガイダンスの係数作成対象から外して検証スコアを計算するジャックナイフ法で、冬期および夏期について比較検証を実施しました。

冬期については ETS のピーク値が現ガイダンスとほぼ同等ですが、夏期についてはピーク値が現ガイダンスよりやや小さくなり予測精度の改悪傾向を示しています（図 8）。今後も予報事例を蓄積し、精度改善に向けた取り組みを図っていく予定です。

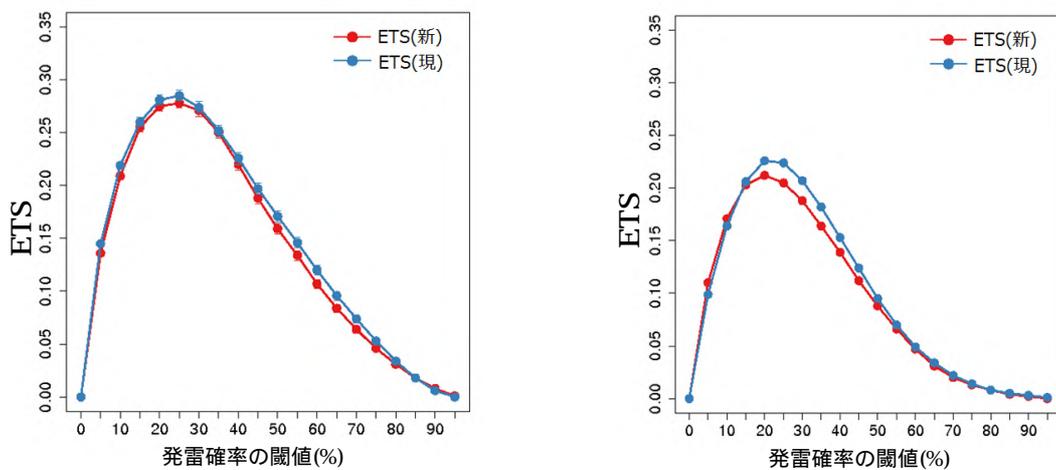


図 8 GSM 発雷確率ガイダンスの閾値別エクイタブルスレットスコア。左：冬期（2012年12月1日～2013年2月28日）、右：夏期（2013年7月1日～2013年9月30日）。初期時刻は12UTC、予報時間12～33時間について検証。