



第2章 応用編

2.2 全球モデルの物理過程の改良

まとめ

- 2020年3月に、全球モデル(GSM)の物理過程の改良を行った。この変更により冬季の北半球500hPaのジオポテンシャル高度と国内の降水の予測精度が改善した。
- 同時に、台風進路予報、週間天気予報、2週間気温予報、早期天候情報と1か月予報に使用している全球アンサンブル予報システム(GEPS)の改良を行った。GEPSでもGSMと同じ数値予報モデルを用いることで予報精度が改善した。

目次

- 変更の概要
- 変更の効果

変更の概要

全球モデル(GSM2003)

- 地表面由来の抵抗に関連する諸過程の改良
(気圧の谷等の予測を改善)
 - 地形性重力波過程での新スキーム導入・ブロック流効果の考慮
 - 境界層過程の高度化・調整、非地形性重力波過程の調整
- 陸面過程の改良(大陸上の気温バイアスを軽減)
 - 裸地面蒸発、下草、気孔抵抗、積雪被覆率などの関連スキーム改良
- 極域の放射・雲過程の調整
(極域の放射バイアスを軽減)
 - 海氷アルベドの変更、層積雲スキームのトリガーの改良

GSMIにはバージョン名がつけられており、変更に伴い改訂されている。バージョン名の形式は、全球数値予報システムに改良を導入した西暦の下二桁と月を「GSM」の後ろにつけたもので、今回の2020年3月に導入されたGSMのバージョン名は「GSM2003」である。GSM2003の詳細については、年報を参照のこと。

変更の概要

全球アンサンブル予報システム(GEPS2003)

- 数値予報モデルの変更(予測精度改善)
 - GSMと同じ数値予報モデルGSM2003を採用
- 初期摂動の変更
 - 特異ベクトル法(SV)摂動の振幅調整(予報初期のスプレッド過剰緩和)
 - 砂漠域での過剰な初期摂動の抑制(計算安定性向上)
- 境界値・境界摂動の変更
 - 海面水温(SST)の改良

GEPS2003(2020年3月に導入した全球アンサンブル予報システムのバージョン名)に導入した予報モデルは、GSMより一世代古いGSM1603EからGSM2003への変更となる。(GSM1603Eは、2017年1月に全球アンサンブル予報システムに導入されたバージョンのモデル。GSM1603Eの詳細については平成29年数値予報研修テキスト1章4節「全球アンサンブル予報システムの導入」を参照のこと。)

GEPS2003では前節で述べた予報モデルの更新に加えて、以下の変更を行った。

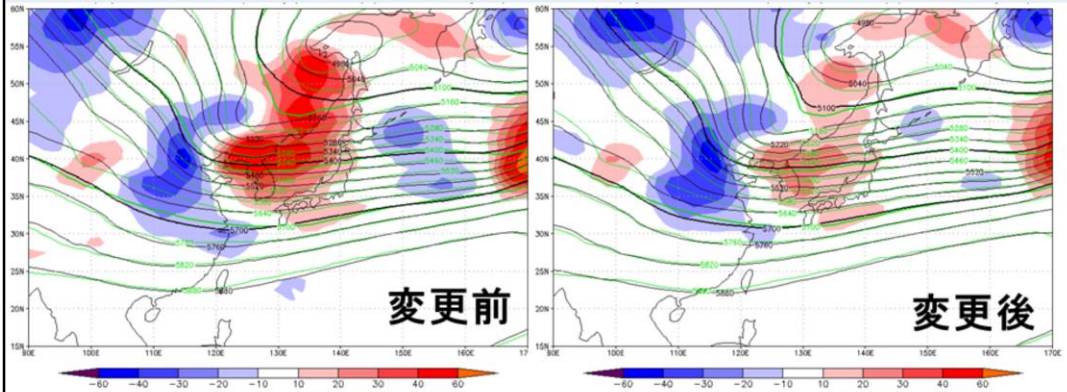
◆初期摂動

- 初期摂動の作成に用いるLETKFデータ同化サイクルを全球EPS独自のものから全球解析(ハイブリッド同化)のものに変更
- 砂漠域での過剰なSV初期摂動の抑制
- 南北中高緯度ターゲット領域のSV初期摂動の振幅減少

◆境界値・境界摂動

- 12日予報以降熱帯から亜熱帯のSSTを季節EPSの予測SSTに段階的に切り替え(2段階SST法) ※台風予測や週間予測(11日先まで)には影響しない。

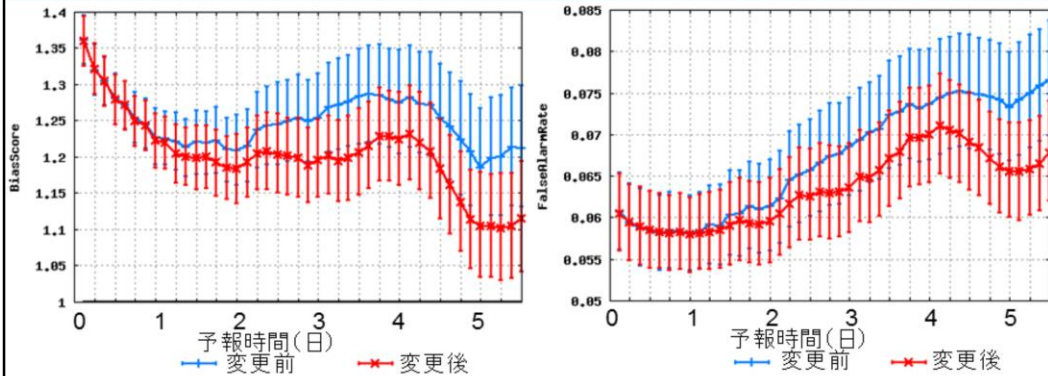
変更の効果



平成29年12月18日21時を対象とする500hPaジオポテンシャル高度の48時間の予測。黒線が予測値、緑線が解析値、色は予測誤差を示す。単位はm。左が変更前のGSM、右が変更後のGSMの予測。

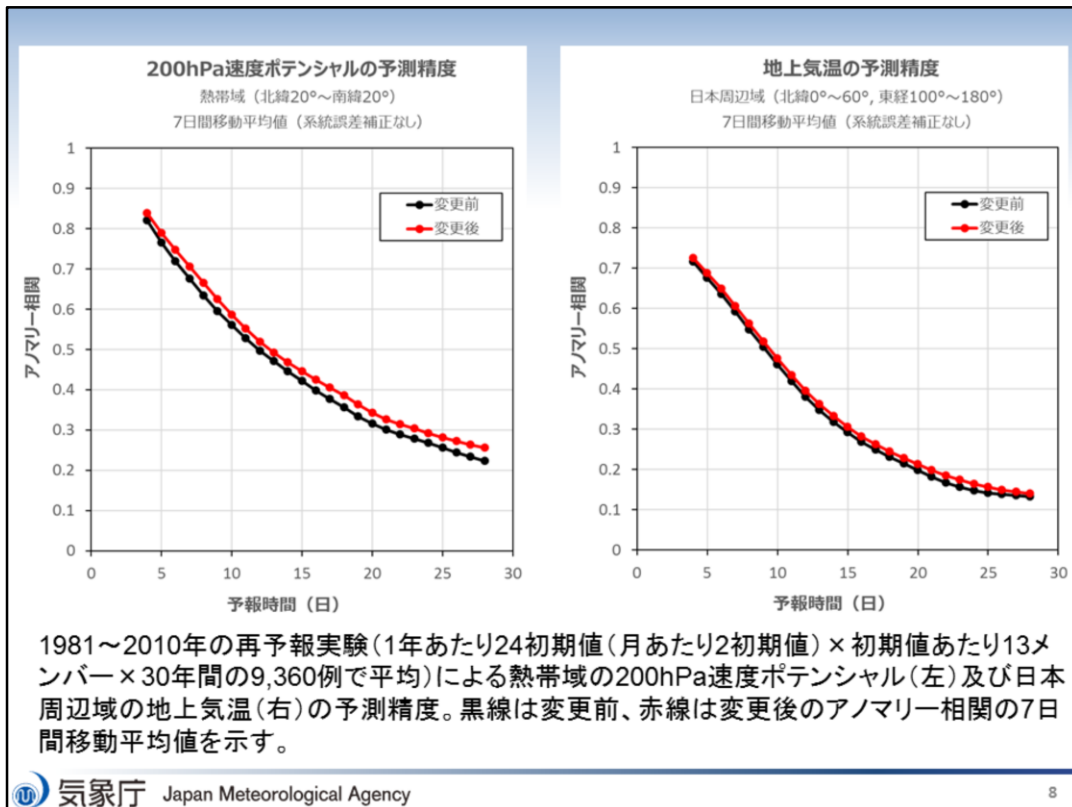
地形性抵抗などの変更によりGSMの冬季の気圧の谷の予測精度が向上した。統計的に500hPaのジオポテンシャル高度の予測誤差が減少するだけでなく、個別の事例でも、気圧の谷の位置や深さの予測精度が向上した。図に変更前後の500hPaジオポテンシャル高度の予測誤差を示す。左図に示した変更前のGSMでは沿海州から朝鮮半島付近に高度が高い誤差があり、華北から華中には高度が低い誤差がある。この誤差は、中国東北区と華北にある対流圏中層の気圧の谷が浅く、南東進するのが遅かったことを示している。右図に示す変更後のGSMの予測では沿海州から朝鮮半島付近の誤差が軽減しており、予測精度が改善されている。

変更の効果



平成29年11月20日から平成30年3月11日の期間の解析雨量に対する降水予測の検証結果。閾値は1mm/3hで、縦軸は左図がバイアスコア、右図が誤検出率。横軸は予報時間（単位は時間）。青が変更前、赤が変更後のGSMの予測のスコア。エラーバーは95%信頼区間によるもの。バイアスコアは1より大きいと予測頻度過剰（実況に対して予測回数が多い）。誤検出率は実況で降水のない場所に降水を予測する頻度が高いほど大きな値をとり、0に近いほど精度が良い。

今回の気圧の谷の予測精度改善により、地上の低気圧や前線の予測精度の向上を通じて、冬期の降水予測の精度も改善した。図2に変更前後のGSMの降水予測の検証結果を示す。左図のバイアスコアが示すようにGSMが1mm/3h以上の降水を予測する頻度は実況よりも高めである。青線で示した変更前のGSMに比べて、赤線で示した変更後のGSMの予測は予報開始から24時間を経過した辺りからバイアスコアが1に近づいている。右図の誤検出率では、赤線の変更後のGSMの方が小さく、1mm/3hの弱い雨の空振りが減っていることを示している。これらは、共にGSMの冬季の降水予測が実況に近づき、改善したことを意味する。なお、夏季の降水については、予測精度の変化は無かった。



これまで、GEPSの数値予報モデルには一世代前のGSM1603Eを使用してきたが、今回、変更後のGSMと同じ数値予報モデルGSM2003をGEPSにも同時に採用した。この結果、コントロールメンバーやアンサンブル平均の予測精度が向上するだけでなく、高解像度全球決定論予報を提供するGSMに対して、数値予報モデルの世代間の違いを考慮せずに予測の不確実性情報を提供できるようになった。同時にSVの振幅調整によって、予報開始後2日程度の期間のジオポテンシャル高度の予測にみられたスプレッドが過剰となる傾向が緩和されている（図略）。

SSTの変動の影響を受ける2週間目以降の予測では、数値予報モデルの改良に加え、予測12日目以降の熱帯から亜熱帯域のSSTを大気海洋結合モデル（季節アンサンブル予報システム）で予測されたSSTに段階的に切り替える2段階法を導入したことにより、SSTの変動に伴う、より現実に近い循環場を得られるため、マッデンジュリアン振動（MJO）等の季節内変動の予測に重要な熱帯域の200hPa速度ポテンシャルの予測精度が改善した。変更前後の熱帯域の200hPa速度ポテンシャルのアノマリー相関を比較すると、28日先まで改善した（図左）。一方、熱帯域中心のSSTの変更であるため、日本周辺域の地上気温の予測精度については大きな改善は見られなかった（図右）。

参考文献

- 山口春樹, 2018: 全球アンサンブル予報システムの導入. 平成29年度数値予報研修テキスト, 気象庁予報部, 35-41
- 気象庁, 2019: 全球モデルの改良と展望. 数値予報報告・別冊第65号, 気象庁予報部