

平成 28 年 3 月 17 日
気 象 庁 予 報 部

配信資料に関する技術情報 第 425 号

～全球モデル改良等による予測精度向上～

全球モデル（GSM）の物理過程等の改良を行います。同時に、GSM の初期値を作成する全球解析において全球降水観測計画（GPM）主衛星の観測データの利用を開始します。これにより、GSM の予測精度が向上します。また、GSM の予測値を上部・側面境界値として与えている MSM 及び GSM を入力とするガイダンスの予測精度が改善します。

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. 変更の日時

平成 28 年 3 月 24 日 00UTC（日本時間 24 日 9 時）初期値の資料から

2. 変更の概要

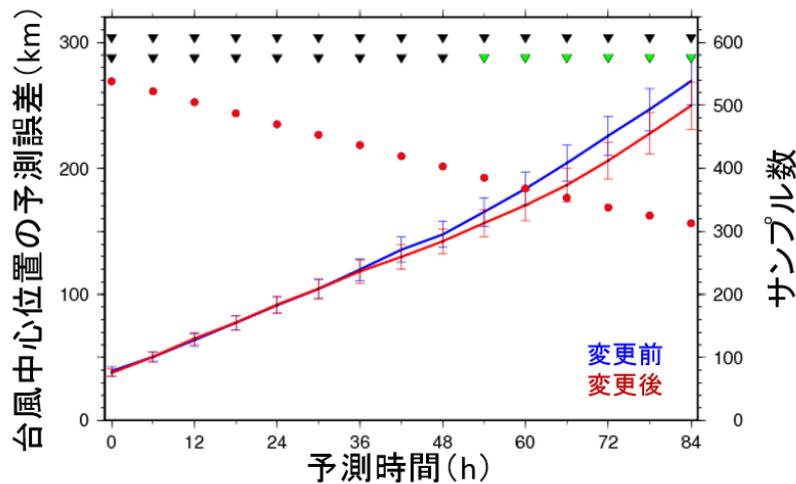
GSM において、積雲対流や雲、放射、陸面海面の各物理過程において改良を実施します。積雲対流及び雲過程については、積雲対流による大気中のエネルギー輸送や雲と降水の扱いを精緻化します。また、放射過程については、放射に対する雲の扱いの改良等を行います。陸面過程については、土壌や植生、積雪等の扱いを大幅に高度化します。さらに、海面過程に関して、海氷の扱いと海面付近の境界層の扱いを精緻化します。

また、全球解析において、海上の雲の無い領域で対流圏下層の水蒸気に関する観測データとして、GPM 主衛星搭載のマイクロ波イメージャ（GMI）で観測された晴天域の輝度温度データの利用を開始します。

3. 変更の効果

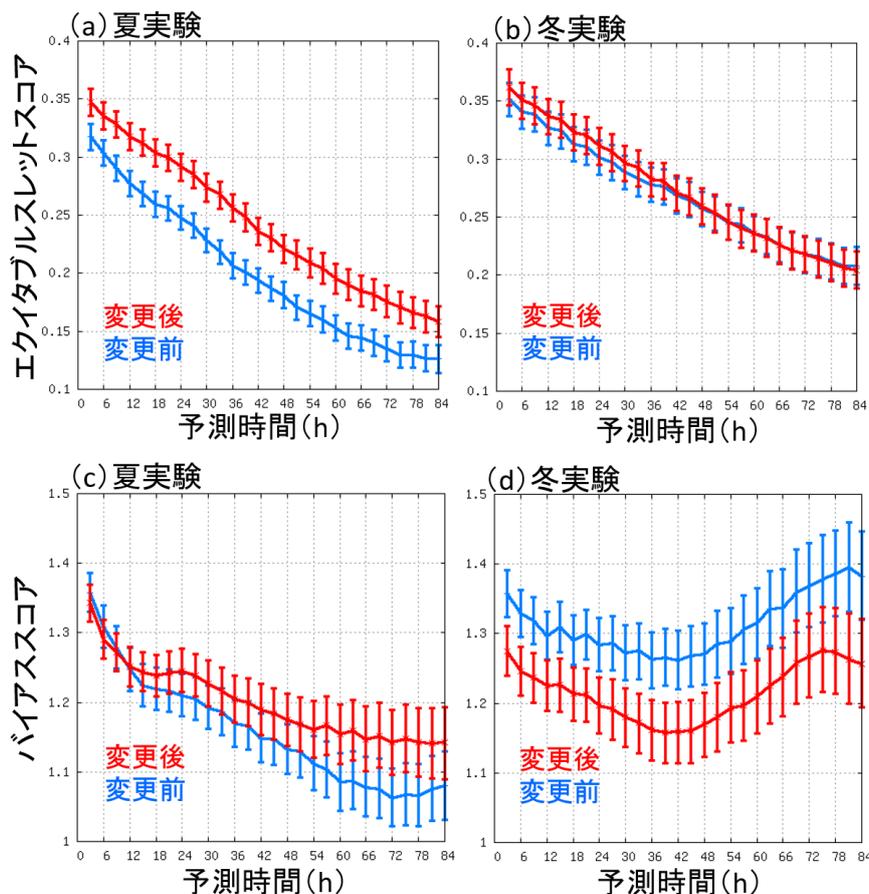
本変更の効果の例として、従来の全球数値予報システム（以下「変更前」という）と今回の改良を行った全球数値予報システム（以下「変更後」という）を用いて行った 2015 年 7 月～9 月（以下「夏実験」という）及び 2014 年 12～2015 年 2 月（以下「冬実験」という）を対象とした実験結果を示します。

全球数値予報システムの重要な役割となっている台風予報支援に関連して、夏実験中の結果から、2015 年に発生した 16 個の台風（台風第 8 号～第 23 号）に関する GSM の進路予測結果を示します（第 1 図）。今回の変更によって、対象事例の平均で予測期間の後半で台風中心位置の予測誤差が減少しています。



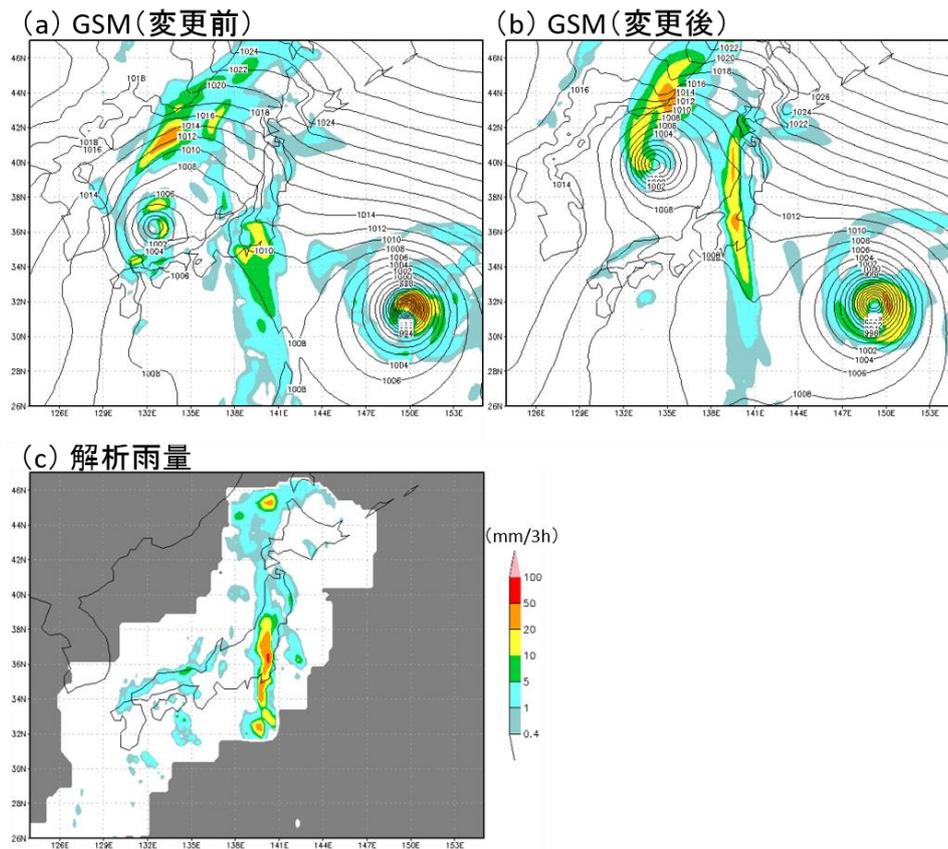
第 1 図 全球モデルによる台風中心位置予測誤差（単位は km）の比較。2015 年台風第 8 号～第 23 号の 16 個の台風に関する平均を示す。検証には気象庁のベストトラックを用いた。赤が変更後、青は変更前。横軸は予測時間（単位は時間）。赤点はサンプル数（右軸）。エラーバーは誤差の発生が正規分布に従うと仮定した場合の 95%信頼区間を表す。グラフ上方の三角形が緑色の場合は予測誤差の差が 95%の信頼度で統計的に有意であり、黒色の場合は有意ではないことを示す。なお、上段がデータ系列の相関を考慮した結果であり、下段が相関を考慮しない結果である。

また、降水予測精度について、第 2 図に日本付近の 1mm/3h 以上の降水に関するエクイタブルスレットスコア（ETS：降水予測が適中した割合を示し、最大値の 1 に近くなるほど予測精度が高いことを意味する）及びバイアススコア（BI：降水の予測頻度の指標を示し、1 のとき予測頻度が実況頻度と一致、1 より小さいとき予測頻度が実況頻度より低く、1 より大きいとき予測頻度が実況頻度より高いことを意味する）を示します。ETS を見ると、夏実験（第 2 図(a)）では予測期間を通じて変更による大幅な改善が、冬実験（第 2 図(b)）においても、予測期間前半で変更による改善が見られます。一方、BI によると、夏実験では予測頻度が過多となる傾向が、全体として強まっています（第 2 図(c)）。この予測頻度の増加は、観測されていない降水を予測する割合（誤検出率）が減少する中で観測された降水を予測する割合（捕捉率）が増えていることによるものであり、予測精度が向上していることを意味しています。



第2図 夏実験期間（2015年7月～9月）及び冬実験期間（2014年12月～2015年2月）におけるGSMの1mm/3h以上の降水量予測についての対解析雨量のエクイタブルスレットスコア（(a)夏実験、(b)冬実験）とバイアススコア（(c)夏実験、(d)冬実験）。青線は変更前、赤線は変更後の結果をそれぞれ示す。エラーバーは95%の信頼区間を表す。検証は0.25度格子の領域で行い、検証格子の中の平均値を対象とした。

第3図に本変更による降水予測の改善例として、2015年9月8日9時（日本時）初期値のGSMの事例を示します。実況（第3図(c)）をみると、関東地方から東北地方南部にかけて南北に伸びる線状の降水域があります。GSMの48時間予測では、変更前（第3図(a)）に比べ、変更後（第3図(b)）は、形状や位置、降水量等を十分に予測できています。これは、本変更により、日本列島を縦断して日本海に抜けた台風第18号の進路予測が改善することなどによって、関東地方の南海上から降水域付近への水蒸気の流入がより適切となった結果として、降水予測が改善したと考えられます。



第3図 2015年9月10日9時の前3時間降水量（カラー、単位：mm/3時間）の分布。（a）GSMの48時間予測値（変更前）、（b）GSMの48時間予測値（変更後）、（c）解析雨量。ただし、（a）と（b）には海面更正気圧（コンター、単位：hPa（間隔は2 hPa））も重ねて描画している。

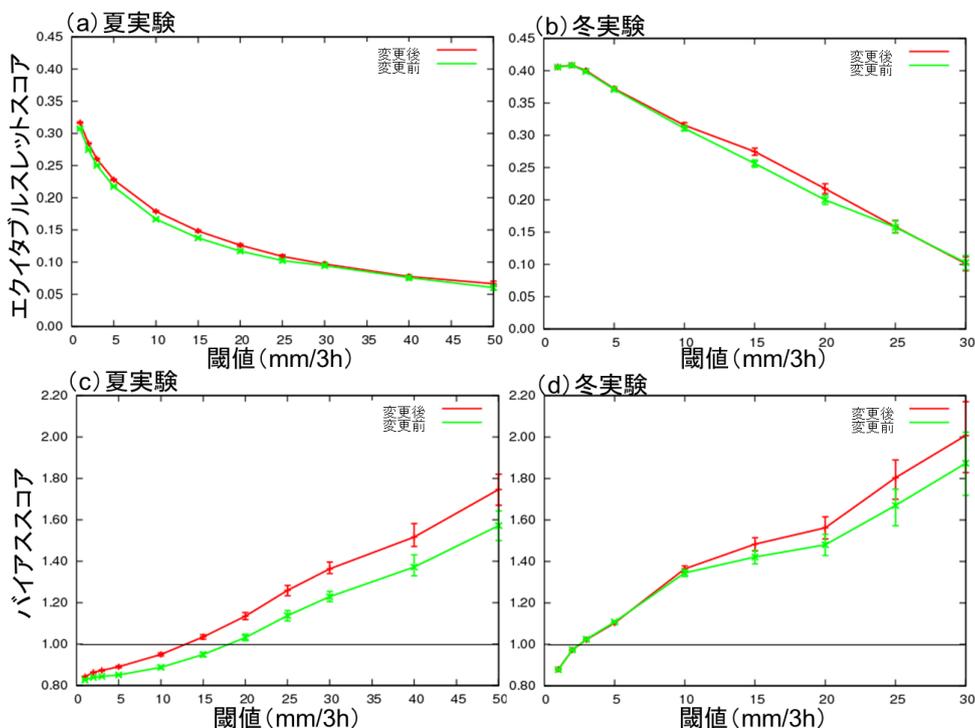
4. 変更の影響

(1) メソモデル（MSM）資料へ与える影響について

GSMの予測値は上部・側面境界値を通じてMSM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、2015年8月7日～9月11日（以下、「夏実験」という）、及び2014年12月10日～2015年1月14日（以下、「冬実験」という）のそれぞれ1か月程度の期間を対象として、従来のGSMの予測値を境界値として利用したMSM（以下、「変更前」という）と、今回の変更を適用したGSMの予測値を境界値として利用したMSM（以下、「変更後」という）の結果を比較しました。

第4図に、降水量の閾値別に見たETSを示します。夏実験（第4図(a)）ではほぼ全ての閾値を通じて変更による改善が、冬実験（第4図(b)）においても、10～20mm/3hの閾値で変更による改善が見られます。一方、BIを見ると、夏実験（第4図(c)）と冬実験（第4図(d)）ともに予測頻度が高い傾向が強まっていますが、これはGSMの結果と同様に、降水の誤検出率が減少し捕捉率が増えたことによるものです。

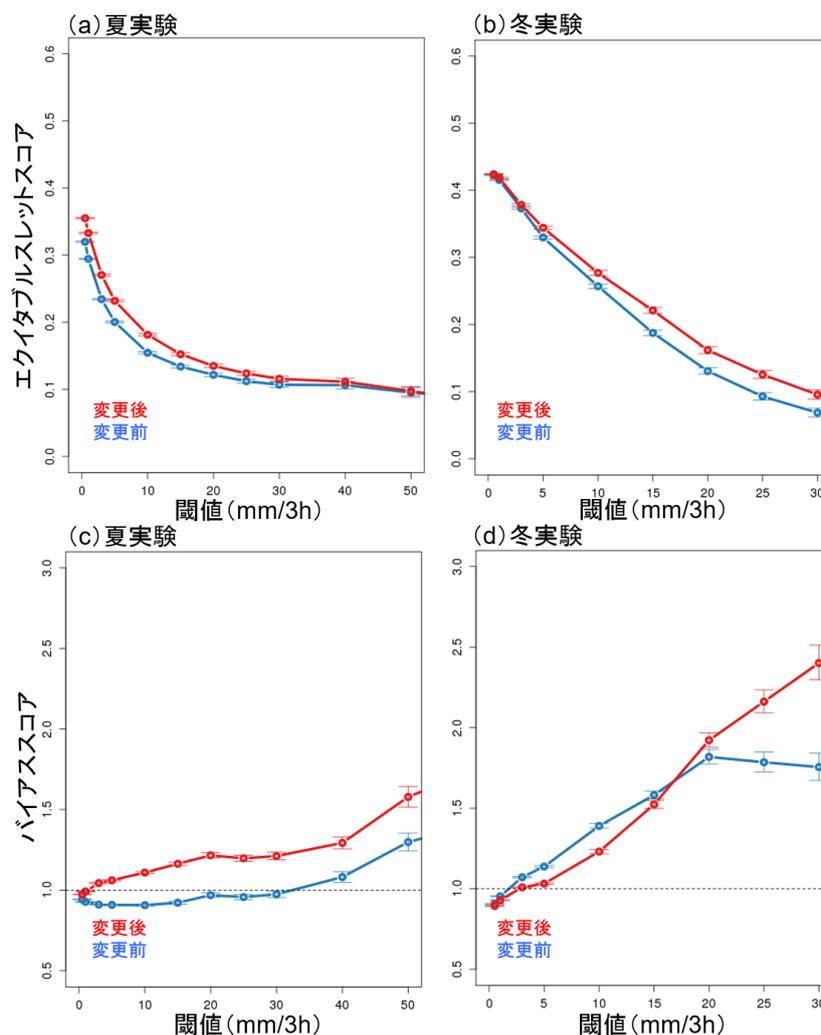
なお、気温、風、湿度などの各気象要素についても、変更によって予測精度が向上していることを確認しました（図略）。



第4図 夏実験期間（2015年8月7日～9月11日）及び冬実験期間（2015年8月7日～9月11日）におけるMSMの降水量予測についての対解析雨量のETS（(a)夏実験、(b)冬実験）とBI（(c)夏実験、(d)冬実験）。緑線は変更前を、赤線は変更後をそれぞれ示す。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。39時間までの全ての予測値を検証に用いた。検証は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。

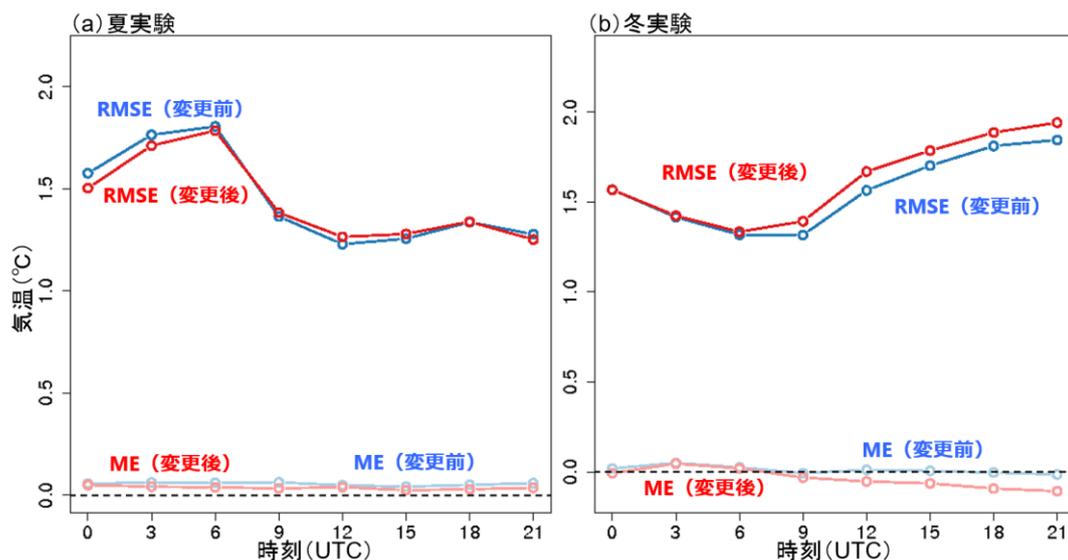
(2) ガイダンス資料へ与える影響について

GSMの変更に伴うガイダンスへの影響について、2015年7月～9月（以下「夏実験」という）及び2015年12月～2016年2月（以下「冬実験」という）で確認をしたところ、降水量や湿度、降雪量の各ガイダンスについては、変更による予測精度の改善が見られました。その例として、第5図に、3時間平均降水量ガイダンスについて、降水量の閾値別に見たETSとBIを示します。ETSを見ると、夏実験及び冬実験ともに弱い降水について変更によって予測精度が改善していることがわかります。BIについては両実験で増加しており、予測頻度過多の傾向が強くなっていますが、これもGSMの降水予測と同様に、降水の誤検出率が減少し、捕捉率が増えたことによるものです。



第5図 夏実験期間（2015年7月～9月）及び冬実験期間（2015年12月～2016年2月）におけるGSM3時間平均降水量ガイダンスの対解析雨量のETS（(a)夏実験、(b)冬実験）とBI（(c)夏実験、(d)冬実験）。青線は変更前、赤線は変更後の結果をそれぞれ示す。エラーバーは95%の信頼区間を表す。15～36時間までの予測値を検証に用いた。検証は0.25度格子の領域で行い、検証格子の中の平均値を対象とした。

一方、気温ガイダンスについては、時刻別の検証結果（第6図）によると、夏実験では変更前後で大きい違いはみられないものの、冬実験の夜間で平方根平均二乗誤差がやや大きくなるなど変更後の予測精度の若干の低下が見られます。この要因について確認したところ、予測精度の低下は主に内陸の山間部を中心に分布していることがわかりました。これは、陸面過程の変更によって、従前は十分に表現できていなかった夜間の気温低下がある程度表現可能となった反面、天気（晴れ・曇り）の外れ等によって、結果として誤差が大きくなる例がみられたためと考えられます。



第6図 (a) 夏実験期間（2015年7月～9月）及び(b) 冬実験期間（2015年12月～2016年2月）におけるGSM気温ガイダンスの対アメダス気温の平方根平均二乗誤差（RMSE；濃い色の線）及び平均誤差（ME；薄い色の線）。青線は変更前、赤線は変更後の結果をそれぞれ示す。エラーバーは95%の信頼区間を表す。15～36時間までの予測値を検証に用いた。

その他の、発雷確率や風、天気（日照率）の各ガイダンスについては、モデル変更の影響は大きくありませんでした。また、MSMガイダンスについても同様に変更前後で大きい差は見られませんでした。