



第2章 応用編

2.2 メソアンサンブル予報システムの改良

変更の概要

• モデルアンサンブル手法の導入

- 数値予報モデルの不確実性を適切に捉えるため、従来からの初期値と側面境界値への摂動に加え、モデルアンサンブル手法を導入し、予報モデルの不確実性も捉えるように改良した。
- 導入したモデルアンサンブル手法
 - 確率的物理過程強制法
- アンサンブルスプレッド(各メンバー予報の「ばらつき」)にモデルアンサンブル手法による寄与が加わるため、初期値に対する摂動の大きさを従来の95%に調整した。

2023年(令和5年)3月28日に実施したメソアンサンブル予報システムの改良について概要を述べる。

数値予報モデルの不確実性は、初期値と境界値および予報モデル自体に由来する。メソアンサンブル予報システムは運用開始以来、初期値と側面境界値に摂動を加えることで不確実性を考慮してきた。

このたび、モデルアンサンブル手法のひとつである確率的物理過程強制法を導入し、不足していた予報モデルの不確実性を捉えるよう改良した。

また、アンサンブル予報システムの設計として、アンサンブル平均の予報誤差と各メンバー予報の「ばらつき」であるアンサンブルスプレッドが同程度であることが望ましいとされている。

メソアンサンブル予報システムは、これまでモデルアンサンブル手法が考慮されていなかったため、最適なアンサンブルスプレッドを得るために、初期値に対する摂動が過大に設定されていた。

このため、モデルアンサンブル手法の導入に合わせて、初期値に対する摂動の大きさを従来の95%となるように調整した。

確率的物理過程強制法

- 物理過程の時間変化率に摂動を加える手法

- Stochastically Perturbed Parametrization Tendencies scheme (SPPT法)

時間・空間方向に相関を持つガウス型の乱数に基づく摂動を物理過程による時間変化率に加える



- 摂動を加える物理過程は、計算安定性の観点から、積雲対流過程と放射過程に限った

今回導入したモデルアンサンブル手法は確率的物理過程強制法 (Stochastically Perturbed Parametrization Tendencies scheme; SPPT法) という。この手法自体は、全球アンサンブル予報システムで従来より (2010年～) 用いられてきた。

物理過程による時間変化率に、乱数に基づいた摂動を加えることで、物理過程が持つ不確実性を捉えるという手法である。

メソアンサンブル予報システムでは、計算安定性の観点から、実装されている物理過程のうち、積雲対流過程を放射過程に摂動を与えることとした。その他の物理過程への摂動の導入については今後の課題となる。

改良による予測特性の変化

- スプレッドの適正化
 - 日本付近では夏冬ともにスプレッドが過大な傾向が緩和
 - MSM領域では夏冬ともに予測前半の過大傾向、予測後半の過少傾向が緩和
- 降水確率予測の精度
 - 夏期は気候値予測よりスキルの有る閾値(～15mm/3h)でブライアスキルスコア(BSS)改善
 - 予測後半で改善傾向がより明瞭
 - 冬期は弱雨の予測初期においてスコア(BSS)改悪
 - 線状降水帯の事例において、モデル摂動の効果により降水表現にばらつきが出た結果、線状降水帯を表現するメンバーが増加し、実況の捕捉が改善する例も確認

モデルアンサンブル手法の導入による予測特性の変化を説明する。

現業化に際して、次の期間を対象とした試験を実施した。この結果から得られた予報特性をまとめる。

夏期: 2021年6月26日～7月31日

冬期: 2022年1月1日～1月31日

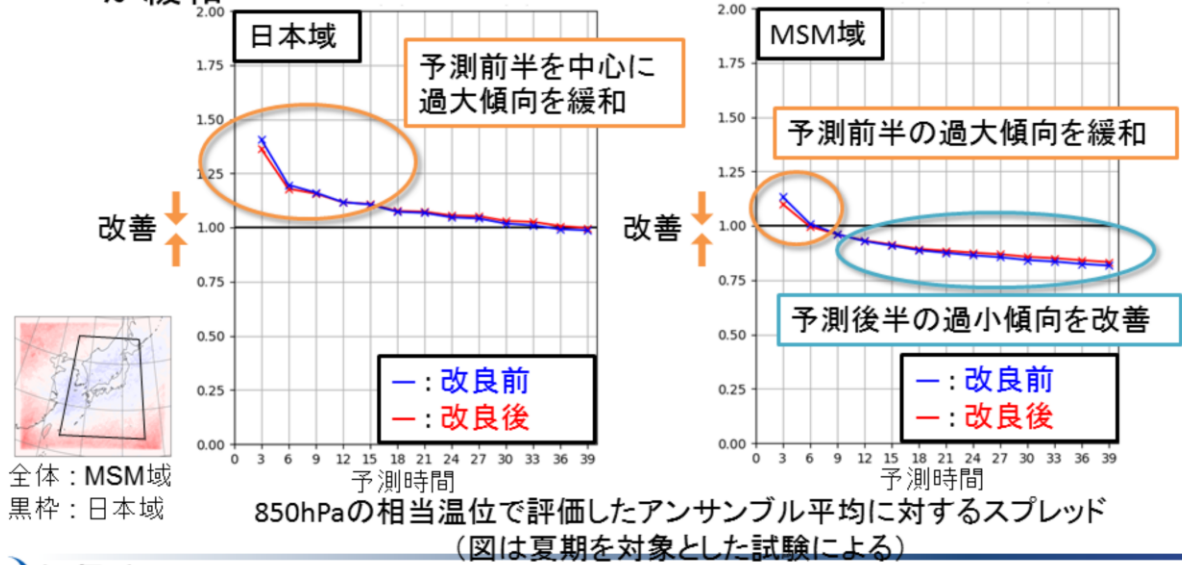
スプレッドについては、より適正になることを確認している。

降水確率予測について、夏期は特に予測後半で、15mm/3hまでの気候値予測よりスキルの有る閾値において、スコア(BSS; 第4.7節参照)改善を確認している。冬期は弱雨のスコア(BSS)の予測初期での改悪が認められた。

線状降水帯の予測事例では、降水表現によりばらつきが出た結果、線状降水帯を表現するメンバーが増加し、実況の補足が改善した事例が認められた。

スプレッドの適正化

- 日本付近ではスプレッドが過大な傾向が緩和
- MSM領域では予測前半の過大傾向、予測後半の過少傾向が緩和

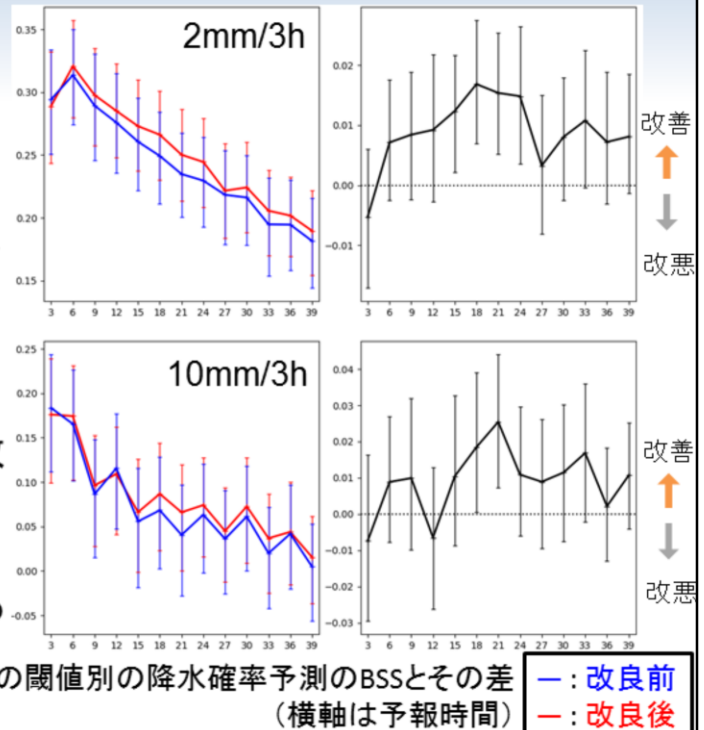


スプレッドは、日本付近ではスプレッドが過大な傾向が緩和し、MSM領域では予測前半の過大傾向、予測後半の過少傾向が緩和した。この傾向は夏期・冬期ともに同様であった。

降水確率予測の精度(夏期)

• 降水確率予測の ブライアスキルスコア (BSS)

- 気候値予測よりスキルの有る閾値(～15mm/3h)でスコア改善
- 予測初期はスコアの改善幅が小さい
 - 初期摂動を減らした影響と考えられる



降水確率予測をブライアスキルスコアで評価する。

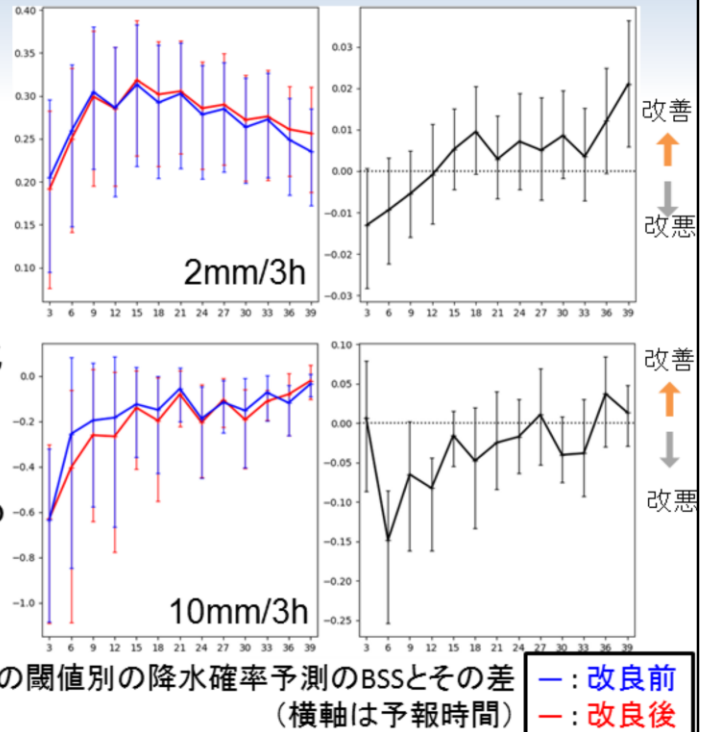
夏期を対象とした試験の結果から、15mm/3hまでの気候値予測よりスキルの有る閾値において、改善が認められた。

ただし、予報初期については、スコアの改善幅が小さかった。これは、初期摂動の振幅を抑えた影響と考えられる。

降水確率予測の精度(冬期)

• 降水確率予測の ブライアスキルスコア (BSS)

- 予測の中盤以降は中立
- 予測初期にスコア悪化した
 - 初期摂動を減らした影響と考えられる

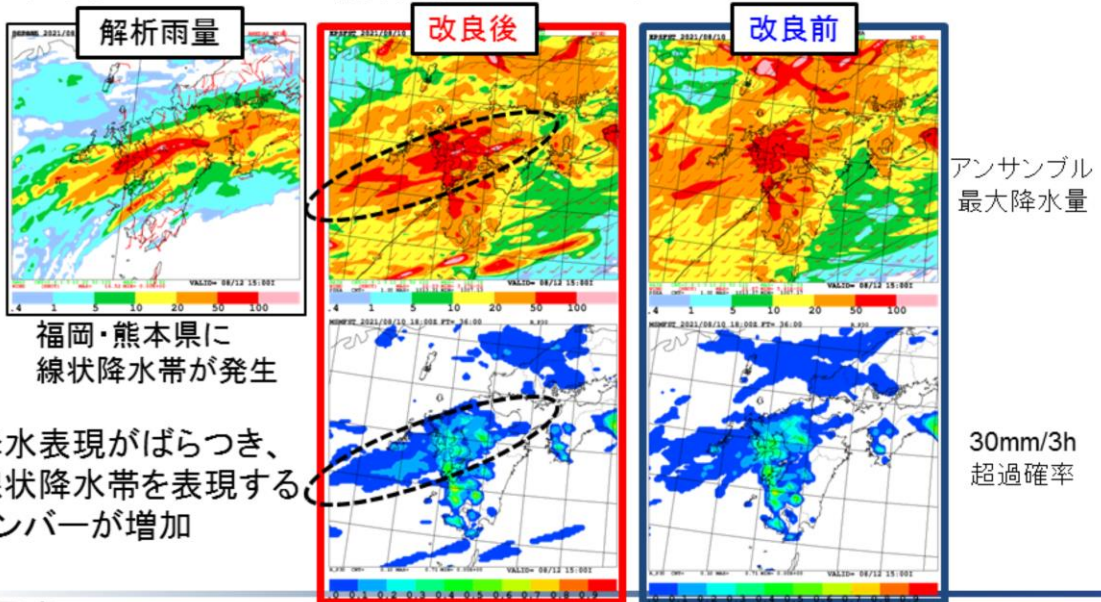


降水確率予測をブライアスキルスコアで評価する。

冬期を対象とした試験の結果から、予測の中盤以降は中立であるものの、予測の初期においてスコアの悪化が見られた。予測初期のスコア悪化は、初期摂動の振幅を抑えた影響と考えられる。

線状降水帯の事例

- 2021年(令和3年)8月12日15時の予測例
(8月10日18UTC初期値のFT=36)



線状降水帯の表現が改善した事例を紹介する。

2021年(令和3年)8月12日15時の予測例を示す。

8月10日18UTC初期値の36時間予測に相当する。

モデルアンサンブル手法の導入の効果により、改良後は改良前に比べて、降水表現の「ばらつき」が増し、それに伴って線状降水帯を表現するメンバーが増加した結果、実況の捕捉が改善した。

アンサンブル最大降水量および30mm/3h超過確率を示す図において、九州西方の海上から九州北部にかけての帯状の分布が明瞭になっている。

参考文献

- 気象庁数値予報開発センター, 2023: メソアンサンブル予報システムへの確率的物理過程強制法の導入. 数値予報開発センター年報(令和4年), 気象庁数値予報開発センター, 76-80.