

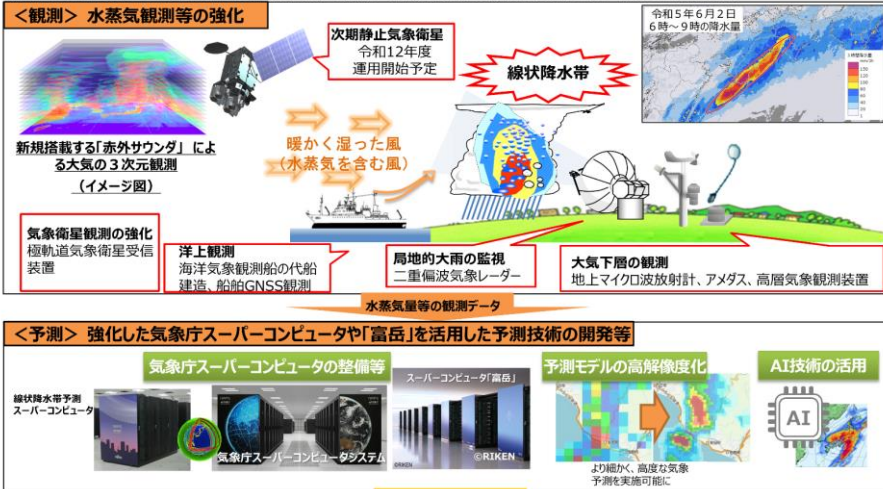


第2章 応用編

2.6 数値予報システムにおける 線状降水帯予測精度向上の取組

線状降水帯の予測精度向上に向けた取組 (観測・予測の強化)

線状降水帯の正確な予測を行うため、観測・予測技術の双方の向上を図ることが必要。






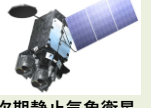




防災気象情報の高度化に反映し、住民の早期避難に資する情報を提供

(気象庁HPより)
https://www.jma.go.jp/jma/kishou/now/jma_suigai/jma_suigai.html

気象庁では、線状降水帯の予測精度向上に向けた取組の強化・加速化として、「観測の強化」、「予測の強化」、「情報の改善」に関する取組を進めている。本節では、多くの取組のうち、水蒸気観測データの数値予報への利用開発と数値予報モデルの改良について紹介する。「観測の強化」としては、「アメダスへの湿度計導入」、「気象レーダーの更新強化」、「洋上の水蒸気等の観測の強化」、「マイクロ波放射計の整備等」、「高層気象観測の強化」、「気象衛星観測の強化」に取り組んでいる。「予報の強化」としては、「スーパーコンピュータ「富岳」を活用した予測技術の開発」に取り組んでいる。

線状降水帯の予測精度向上の強化・加速化に向けた取組状況

水蒸気観測等の強化、強化した気象庁スーパーコンピュータや「富岳」を活用した予測技術の開発等を計画通り着実に進めている。これらの成果を順次、予測精度向上、段階的な防災気象情報の改善、住民の早期避難、地域の防災対応につなげる。

観測の強化	観測の整備の強化及び新規観測データを活用した監視・予測の強化 「アメダスへの湿度観測追加」 <ul style="list-style-type: none"> 令和6年度までに538地点に整備済み。 令和7年度は149地点に整備し、全地点への整備完了予定。 令和5年3月にメソ・局地解析で利用開始。 利用方法を改良しつつ（本資料集2.4節）整備の度に利用観測点を拡充 「気象レーダーの更新強化」 <ul style="list-style-type: none"> 令和6年度までに全20地点中14地点で二重偏波レーダーに更新済み。 函館は令和7年夏頃の運用開始を予定。石垣島・札幌・静岡は令和6～9年度にかけて更新中。 メソ・局地解析での反射強度及びドップラー速度データの品質改善を確認し随時利用開始 「洋上の水蒸気等の観測の強化」 <ul style="list-style-type: none"> 気象庁観測船2隻、海上保安庁測量船4隻、大型の民間船舶10隻によるGNSS水蒸気観測を継続。 令和7年度から日本海においても機動的な観測を実施した。 啓風丸の代船建造中。令和11年運用開始予定。新凌風丸は令和6年3月に竣工。 メソ解析において、令和3年8月に気象庁観測船および海上保安庁測量船によるGNSS観測データの可降水量として利用を開始し、令和4年度に民間船舶による観測データを順次利用開始。令和5年3月にメソ解析で利用法の改良、局地解析での利用を開始。 令和6年6月にメソ・局地解析で新凌風丸のGNSS観測データの利用を開始 「地上マイクロ波放射計の整備」 <ul style="list-style-type: none"> 令和4年度までに西日本太平洋南側沿岸域の17箇所に設置完了。 令和6年3月にメソ・局地解析での利用を開始 「次期静止気象衛星」 <ul style="list-style-type: none"> 令和5年3月に整備に着手。赤外サウダの十分な性能を確保する作業に時間を要する見込みとなったため、運用開始予定時期を令和11年度から12年度に変更。 	気象レーダー  海洋気象観測船「凌風丸」  地上マイクロ波放射計  次期静止気象衛星 
予測の強化	スーパーコンピュータの利用及び数値予報モデルの高度化 「スーパーコンピュータ『富岳』を活用した開発」 <ul style="list-style-type: none"> 開発中の局地アンサンブル予報システムによるリアルタイムシミュレーション実験を6～10月に実施。 数値予報モデルの精度の改善に関する大学や研究機関との連携を進める 「気象庁スーパーコンピュータシステムの利用、数値予報モデル改良による予測精度向上」 <ul style="list-style-type: none"> 令和7年度末に予定している局地モデルの高解像度化（解像度2km→1km）及び局地アンサンブル予報システムの運用開始に向け、開発を継続。 	水蒸気等の観測データ  スーパーコンピュータ「富岳」  気象庁スーパーコンピュータ  線状降水帯予測スーパーコンピュータ 

（令和7年6月20日 線状降水帯予測精度向上ワーキンググループ（第10回）資料1に加筆）



線状降水帯の予測精度向上に向けた取組状況のうち、数値予報での取組状況を赤字で示す。

令和5年3月にメソ・局地解析で利用を開始した「アメダスへの湿度計導入」について、令和6年6月には利用観測点を拡充し、令和4年度予算で整備された湿度計の利用を開始した。さらに、令和7年2月に利用方法を改良し（本資料集2.4節）、令和7年6月には、令和5年度予算で整備された湿度計の利用を開始した。

「気象レーダーの更新強化」について、更新された二重偏波レーダーに対して、メソ・局地解析で利用している反射強度及びドップラー速度のデータ品質の改善を確認し、随時利用開始している。

「洋上の水蒸気等の観測の強化」について、令和3年8月にメソ解析で気象庁観測船および海上保安庁測量船に搭載されたGNSS水蒸気観測装置から得られる可降水量データの利用を開始した。令和4年度には民間船舶にもGNSS水蒸気観測装置が搭載され、随時それから得られる可降水量データの利用を開始した。令和5年3月にメソ解析で可降水量データの利用法を改良し、同時に局地解析での利用を開始した。さらに、令和6年6月に、メソ・局地解析で新凌風丸のGNSS観測データの利用を開始した。

「地上マイクロ波放射計の整備」について、令和4年7月にメソ解析で試験環境での利用を開始し、令和6年3月に気象庁スーパーコンピュータシステムの更新とともに、メソ・局地解析で利用開始した。

「スーパーコンピュータ『富岳』を活用した開発」について、令和6年度までの高解像度局地モデル（水平格子間隔：1km）に替わって、令和7年度は局地アンサンブル予報システムのリアルタイムシミュレーション実験を6月から10月にかけて実施した。

「気象庁スーパーコンピュータシステムの利用、数値予報モデル改良による予測精度向上」としては、令和6年3月に、局地モデルの毎時実行のうち、00, 03, 06, 09, 12, 15, 18, 21UTC初期値について、予報時間を10時間から18時間に延長し、線状降水帯の半日前予測に利用可能となるように高度化した。また、令和7年5月には、大雨発生確率ガイダンス及びメソモデルの改良を行った。

令和7年5月の改良(大雨発生確率ガイダンス)

メソモデル(MSM)及びメソアンサンブル予報システム(MEPS)の大雨発生確率ガイダンスについて、ガイダンス予測式の改良等により、**捕捉率を維持しつつ適中率が増加する予測精度の改善**を確認。

大雨発生確率ガイダンス

- 線状降水帯の半日前予測情報の発表を支援するため、令和4年6月より運用
- メソモデル(MSM)、メソアンサンブル予報システム(MEPS)それぞれの予測結果から、3時間積算降水量が100mm、150mm以上となる発生確率を予測

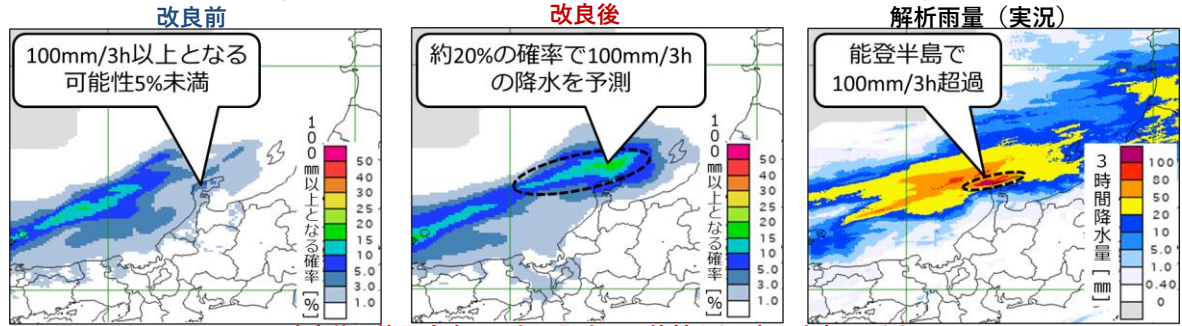
MSM及びMEPSの大雨発生確率ガイダンスの改良

- ガイダンスの学習期間を延長、モデル予測値の利用方法(平均処理の最適化等)の改良
- 改良の結果、**捕捉率を維持しつつ適中率が増加する予測精度の改善**を確認(*)
- 令和7年5月20日より改良したMSM・MEPS大雨発生確率ガイダンスの運用を開始

*ある確率値以上のガイダンス予測、および100mm/3h以上の実況を対象に検証

2024年9月21日9時を対象としたMSM大雨発生確率ガイダンスの予測

(3時間積算降水量100mm以上となる確率予測値、21時間先予測)



改良後は能登半島での大雨発生の可能性をより高い確率で予測

(令和7年6月20日 線状降水帯予測精度向上ワーキンググループ(第10回)資料1を一部編集)



気象庁 Japan Meteorological Agency

令和7年度数値予報解説資料集

352

令和7年5月20日に実施した大雨発生確率ガイダンス(MSM・MEPS)の改良について示す。

メソモデル(MSM)およびメソアンサンブル予報システム(MEPS)から作成する大雨発生確率ガイダンスは、線状降水帯の半日前予測の発表を支援するため、令和4年6月より運用している。当ガイダンスについて、ガイダンスに入力する説明変数の空間平均処理の最適化を図り、さらに係数作成のための学習期間を従来の約2倍に延長した結果、大雨発生確率の予測精度が、捕捉率を維持しつつ的中率が増加するよう向上した。

令和6年9月に能登半島で発生した線状降水帯(及び大雨特別警報発表)事例に本改良を適用した実験では、21時間先の予測(FT=21)で3時間に100mm以上の降水となる確率が改良前は5%未満であったところ約20%となり、より高い確率で予測する結果が得られ、さらに、大雨発生確率の面的分布もより適切となる結果が認められた。

本改良の詳細は、本資料集2.5.2項に解説があるので参照されたい。

令和7年5月の改良(メソモデル)

メソモデル (MSM) について、モデル地形に係る諸過程等の改良により、**地上含む大気下層の風速や気温の予測の顕著な精度向上**を確認。

改良項目

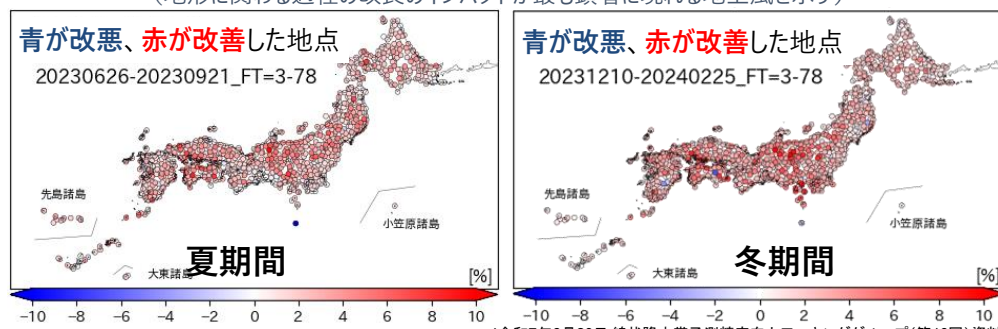
- 物理過程の改良
 - 地表面過程：地形性乱流抵抗スキーム(*1)の導入、高精度な標高データ(*2)に更新
 - 放射過程：CO₂等の微量気体濃度の更新
 - 陸面過程：水蒸気輸送のパラメータ(*3)の調整
- その他、計算安定性や高速化に関わる改善など
- 令和7年5月20日より運用開始

局地モデルに導入済みの
成果の取り込み



*1 モデル解像度以下の地形起伏の影響を考慮
*2 MERIT DEM (Yamazaki et al. 2017)
*3 気孔抵抗

改良後の風ガイダンスのアメダス地上風と比較した精度検証結果 (RMSE改善率)
(地形に関する過程の改良のインパクトが最も顕著に現れる地上風を示す)



(令和7年6月20日 線状降水帯予測精度向上ワーキンググループ(第10回)資料1を一部編集)

令和7年5月20日に実施したメソモデル(MSM)の改良について示す。

今回の改良では、物理過程に格子間隔より規模の小さい地形の起伏によって生じる地形性抵抗の効果をも新たに導入した。併せて、モデル地形の作成に、従来よりも高品質な標高データセット(MERIT DEM; Yamazaki et al. 2017)を利用した。これにより、格子間隔より規模の小さい地形の起伏に関わるパラメータを精緻に見積もることが可能となった。このほか、放射過程において、二酸化炭素等の微量気体の濃度を最近の全球気候値に更新した。また、陸面過程における、水蒸気輸送に関連する気孔抵抗に関わるパラメータを植生種別に応じて調整した。

これらの物理過程の改良により、地上や大気下層の風速や気温の予測精度が予報時間や地域によらず向上することを確認した。さらに、MSMの予測精度向上に伴い、MSMガイダンスやメソアンサンブル予報システム(MEPS)においても、同様に予測精度の向上が認められた。MSMガイダンスの精度向上として、定時風ガイダンスのアメダス観測に対する誤差の改善率を確認すると、日本全国のほとんどの地点で予測精度の改善が確認できた。

本改良の詳細は、第2.3節に解説があるので参照されたい。

スーパーコンピュータ「富岳」を活用した 数値予報技術の開発

- 文部科学省・理化学研究所の全面的な協力を得て、スーパーコンピュータ「富岳」の政策対応利用課題により、高解像度数値予報モデル（水平解像度1kmの局地モデル：富岳1kmLFM）、局地アンサンブル予報システム、全球モデル等の開発を進めている。
- 令和7年度末に予定する局地モデル高解像度（2km⇒1km）化に向けて、長期間の予報試験による予測特性の調査および計算安定性等の確認、それらを踏まえたモデル改良を実施。
- 令和7年度は、年度末に予定される局地アンサンブル予報システム（LEPS）の新規運用開始に向け、**開発中のLEPSを用いたリアルタイムシミュレーション実験（1日2回）を6月2日から10月31日にかけて実施。**

「富岳」リアルタイムシミュレーション実験のLEPS仕様
(メソアンサンブル予報システム (MEPS) は参考)

「富岳」リアルタイムシミュレーション実験の対象領域
(現業運用中の2km局地モデルと同一領域)

	局地アンサンブル 予報システム (リアルタイムシミュレーション実験)	メソアンサンブル 予報システム (MEPS, 現業運用中)
水平解像度	2 km	5 km
水平格子数	1581 × 1301	817 × 661
予報時間	21時間	39時間
メンバー数	21	21
実行頻度	2回/日 (00, 12 UTC)	4回/日 (00, 06, 12, 18 UTC)



- モデル本体は2km局地モデルと同一設定
- 初期値及び境界値は局地モデル (LFM) と同じ
- 初期摂動及び境界摂動はMEPSの摂動成分を利用

(令和7年6月20日 線状降水帯予測精度向上ワーキンググループ(第10回)資料1より)加筆



最後に、スーパーコンピュータ「富岳」を活用した数値予報技術の開発について述べる。気象庁は文部科学省・理化学研究所の全面的な協力を得て、スーパーコンピュータ「富岳」の政策対応利用課題により、「富岳」へ数値予報モデルを移植し、水平解像度1kmのLFMだけでなく、局地アンサンブル予報システム(LEPS)、高解像度の全球モデル等の開発を進めている。令和4年6月～10月に、「富岳」上で開発中の1kmLFMを用いたリアルタイムシミュレーション実験を西日本で実施し、令和5年6月～10月のリアルタイムシミュレーション実験では、領域を現業LFMと同じ全国領域で実施した。このリアルタイムシミュレーション実験の成果を活かし、令和5年3月に稼働した「富岳」の同型機となる線状降水帯予測スーパーコンピュータ上で、令和6年3月に2kmLFMの予測時間を18時間に延長した。令和6年度は前年度と同様に6月から10月にかけて、全国領域を対象としたリアルタイムシミュレーション実験を実施した。実行頻度を前年度の1日2回から1日4回に倍増し、より本運用に近い条件での実験・評価を行った。

令和7年度の「富岳」活用した開発では、LFMの高解像度化(水平格子間隔を2kmから1kmへ)に向けては、長期間の予報試験による予測特性の調査および計算安定性等の確認やそれらを踏まえたモデル改良を実施し、さらに6月2日から10月31日にかけては開発中のLEPSを用いたリアルタイムシミュレーション実験(1日2回)を実施して評価を行い、それぞれ令和7年度末の運用開始に向けた準備を推進した。

参考文献

- 気象庁, 2025: 線状降水帯予測精度向上ワーキンググループ(第10回)
https://www.jma.go.jp/jma/kishou/shingikai/kondankai/senjokousuitai_WG/part10/gaiyou.html
- 数値予報開発センター, 2022: メソ解析における船舶GNSS可降水量の利用. 令和3年度数値予報開発センター年報, 気象庁数値予報開発センター, 61-65.
- 数値予報開発センター, 2023: 水蒸気観測データの数値予報での利用に関する開発. 令和4年度数値予報開発センター年報, 気象庁数値予報開発センター, 99-102.
- 数値予報開発センター, 2024: 船舶GNSS観測データのメソ解析での利用改良および局地解析における新規利用. 令和5年度数値予報開発センター年報, 気象庁数値予報開発センター, 56-59.
- 数値予報開発センター, 2024: メソ解析および局地解析におけるアメダス湿度計データの新規利用. 令和5年度数値予報開発センター年報, 気象庁数値予報開発センター, 60-62.
- 数値予報開発センター, 2024: 観測データの新規導入と利用方法の改良. 令和5年度数値予報開発センター年報, 気象庁数値予報開発センター, 93-96.
- 数値予報開発センター, 2024: 水蒸気観測データの数値予報での利用に関する開発. 令和5年度数値予報開発センター年報, 気象庁数値予報開発センター, 97-98.
- 数値予報開発センター, 2025: 局地モデルの予報時間延長と力学・物理過程の改良. 令和6年度数値予報開発センター年報, 気象庁数値予報開発センター, 18-28.
- Nakamura, Y., K. Yoshimoto, and K. Yamamoto, 2024: Operational Use of Ground-based Microwave Radiometer Data in JMA's Regional NWP Systems. WGNE Res. Activ. in Earth System Modell., 54, 6-05.