

第3章 事例解析編

3.2 令和6年6月~11月までに発生した線状降水帯事例の数値予報の結果

※以下のスライドの説明では、FTは予測時間(例:FT=6は6時間予測)、「~時」は日本時間、図中の「UTC」は協定世界時(例:00UTCは9時)を表す。また、現在、現業利用中の〇km解像度の数値予報モデル名を〇km(数値予報モデル名)と示す場合がある(例:5kmMSM、2kmLFM)。特にkmの付いていない(数値予報モデル名)だけの場合は、現業利用中のものと同等である。スライド中にMax値が示されている図があるが、特に指定されていない限りは楕円で示した対象地域内の値である。

以下のスライドの説明では、例えば、令和6年の年は省略する。なお、速報としてまとめたものであるため、今後の調査により、考えられる要因等が変わる可能性がある。

令和6年度数值予報解説資料集

341

本節では、令和6(2024)年に6月から11月までに発生した線状降水帯事例の数値予報システムにおける予測結果の概要を示した後、第3.2.1項で7月14日の長崎県で発生した線状降水帯事例、第3.2.2項で7月25日の山形県で発生した線状降水帯事例、第3.2.3項で9月21日の石川県で発生した線状降水帯事例をそれぞれ取り上げる。さらに環境場(第3.2.4項)、まとめ(第3.2.5項)について示す。

なお、本節では、全球モデル(GSM)、メソモデル(MSM)、局地モデル(LFM)、全球アンサンブル予報システム(GEPS)およびメソアンサンブル予報システム(MEPS)の予報モデルや予報システム名について、それぞれカッコ内の略号を用いる。

線状降水帯事例の 数値予報システムにおける予測結果について (概要)

令和6(2024)年に6月から11月までに発生した線状降水帯事例に関して、その概要を表形式で示す。

【留意点】

MEPS・MSM大雨発生確率ガイダンス最大値については、 MEPS・MSMの両方を加味した概略を記載した。

顕著な現象に対しての情報発表の判断に重要である降水量 の最大値に注目してまとめた。

降水予測特性などについても特筆すべきものは「備考(考察等含む)」欄に記載した。

令和6年度数值予報解説資料集

342

令和6(2024)年に6月から11月までに発生した線状降水帯事例の数値予報システムにおける予測結果の概要について、表にまとめた。本節では、この内、第3.2.1項で7月14日の長崎県で発生した線状降水帯事例、第3.2.2項で7月25日の山形県で発生した線状降水帯事例、第3.2.3項で9月21日の石川県で発生した線状降水帯事例をそれぞれ取り上げる。

6月21日と6月28日の線状降水帯事例の 数値予報システムにおける予測結果について(概要)

対象日時 (実況の最大降水 量)	場所	MEPS・MSM 大雨発生確率 ガイダンス最大値 (18~12時間前)	MSM最大値 (降水量実況比)	2kmLFM最大値 (降水量実況比)	備考 (考察等含む)
6月21日6時 (170mm/3h)	九州南部地 方	45~80%程度	40~60mm/3h程 度(過小)	90~120mm/3h 程度(過小)	水蒸気量が少なかった ことと、水蒸気量の輸 送に関わる前線帯南側 の西風(上・下層共 に)が弱いことが予測 降水量の過小の要因。 (前線南側の事例)
6月28日12時 (150mm/3h)	静岡県	15%未満	70mm/3h程度 (過小)	80mm/3h程度 (過小)	九州北部地方のシアー ライン付近で水蒸気量 が集中する予測が外れ て、本州南岸沿いを指 向し、静岡県付近に集 中する結果となり、線 状降水帯が発生した (前線付近の事例)

⑩ 気象庁 Japan Meteorological Agency

令和6年度数值予報解説資料集

7月14日と7月25日の線状降水帯事例の 数値予報システムにおける予測結果について(概要)

対象日時 (実況の最大降水 量)	場所	MEPS・MSM 大雨発生確率 ガイダンス最大値 (18~12時間前)	MSM最大値 (降水量実況比)	2kmLFM最大値 (降水量実況比)	備考 (考察等含む)
7月14日9時 (203mm/3h)	長崎県	概ね最大値50%以上	24~18時間前から の予測で対馬地方 に予測降水量が集 中し、過大 (290mm/3h程 度)。12時間前からの予測では過小 (70mm/3h程 度)	18時間前からの 予測では過小傾向(140mm/3h 程度)。12時間では実況にいて (200mm/3h程度)。6時間では 度)。6時間からの予測では過 大傾向(300mm/3h程度)	MSMの24~18時間前 からの過大な予測は、 対馬地方の局地的な低 気圧の影響(実際には 局地低気圧の発生はな し) (前線南側の事例)
7月25日0時 (98mm/3h)	沖縄県 八重山地方	10%前後	20~50mm/3h程 度(過小)	18時間前の予測 では過大 (210mm/3h程 度)。12・6時間 前の予測では実 況に近い (100mm/3h前 後)。	25日1時までの前3時間 最大降水量は172mm。 LFMは位置・時間ずれを 考慮すると台風に伴うレ インパンドの予測の再現 性誤差の範囲内で妥当と も考えられる(台風事 例)
7月25日12時 (148mm/3h)	山形県	10%未満	20~40mm/3h 程度(過小)	18・12時間前か らの予測では過 小傾向(70~ 100mm/3h程度)。 6時間前からの予 測では実況に近 い(125mm/3h程 度)	LFMの12・18時間前からの予測:東北地方の陸地へ向かって流入する水蒸気が過小となり、予測降水量が過小となったと考えられる(前線南側の事例)

⑩ 気象庁 Japan Meteorological Agency

令和6年度数值予報解説資料集

7月26日と8月26日・27日の線状降水帯事例の 数値予報システムにおける予測結果について(概要)

対象日時 (実況の最大降水 量)	場所	MEPS・MSM 大雨発生確率 ガイダンス最大値 (18~12時間前)	MSM最大値 (降水量実況比)	2kmLFM最大値 (降水量実況比)	備考 (考察等含む)
7月26日0時 (146mm/3h)	山形県	20~35%程度	50〜75mm/3h程 度(過小)。直近 ほど最大値が小さ くなる傾向	18・12時間前からの予測では実況に近い(130~ 170mm/3h程度)。6時間前からの予測では過小(90mm/3h程度)。降水域が散在する傾向	東北南部〜関東北部の 降水帯(主に大気不安 定に伴う降水)の予測 の不確実性が大きく、 線状降水帯の発生に影 響があった。 (前線南側の事例)
8月26日3時 (198mm/3h)	栃木県	数%程度	20mm/3h前後 (過小)	18時間前からの 予測では 110mm/3h程度で 少なめ。12・6時 間前からの予測 では160~ 205mm/3h程度 (実況に近い)	(太平洋高気圧の縁辺 事例)
8月27日21時 (208mm/3h)	岩手県	数%程度	10~20mm/3h 程度(過小)	60~105mm/3h程 度(過小)	前線の暖域側で発生する降水帯の予測は難し いという特徴による (前線南側の事例)

令和6年度数值予報解説資料集

8月28日・29日の線状降水帯事例の 数値予報システムにおける予測結果について(概要)

	IN P	/	אוינאי ני ש		
対象日時 (半日前予測有無と 線状降水帯の発生の 有無) (実況の最大降水 量)	場所	MEPS・MSM 大雨発生確率 ガイダンス最大値 (18~12時間前)	MSM最大値 (降水量実況比)	2kmLFM最大值 (降水量実況比)	備考 (考察等含む)
8月28日21時 (208mm/3h)	鹿児島県種 子島・屋久 島地方	50%以上	270~470mm/3h 程度(過大)	180~320mm/3h 程度(過大傾 向)	(台風事例)
8月29日6時 (169mm/3h)	宮崎県・鹿 児島県・大 分県	50%以上	180~230mm/3h 程度(過大傾 向)	190~230mm/3h 程度(過大傾 向)	(台風事例)
8月29日21時 (186mm/3h)	徳島県・香川県	40~50%以上	60~70mm/3h程 度(過小)	90~120mm/3h程 度(過小傾向)	四国地外の A Substitution

⑩ 気象庁 Japan Meteorological Agency

令和6年度数值予報解説資料集

8月31日・9月20日・21日の線状降水帯事例の 数値予報システムにおける予測結果について(概要)

対象日時 (実況の最大降水量)	場所	MEPS・MSM 大雨発生確率 ガイダンス最大値 (18~12時間前)	MSM最大値 (降水量実況比)	2kmLFM最大値 (降水量実況比)	備考 (考察等含む)
8月31日15時 (154mm/3h)	三重県	20%程度	100~ 120mm/3h程度 (過小傾向)	140〜220mm/3h 程度(過大傾 向) (周辺の降水分 布のばらつきが 大きい傾向)	(台風事例)
9月20日6時 (139mm/3h)	秋田県	4~13%程度	20~70mm/3h程 度(過小)	100mm/3h程度 (やや過小傾 向)	秋田県沖の小擾乱の東 進が実況に比べて予測 では遅く、降水のタイ ミングが遅くなったこ とが過小傾向の要因の 一つと考えられる (前線付近の事例)
9月21日9・12時 (9時:132mm/3h、 12時:165mm/3h)	石川県	9時・12時対象でも 10%程度(直近で 30%程度に確率上 昇)	(9時・12時共 通) 40~90mm/3h程 度(過小)	(9時・12時共 通) 80~160mm/3h 程度(予測降水 量の変動が大き い。予測で強い 降水が持続しに くい)	石川県の北西海上の擾 乱の表現の差によって 予測降水量の集中する 場所に違いが生じ、予 測降水量の変動が大き くなる要因となってい た (前線付近の事例)

⑩ 氨象庁 Japan Meteorological Agency

令和6年度数值予報解説資料集

10月22日・11月2日・9日の線状降水帯事例の 数値予報システムにおける予測結果について(概要)

		/ 1 (051)	וווינאי ני ש		
対象日時 (実況の最大降水量)	場所	MEPS・MSM 大雨発生確率 ガイダンス最大値 (18~12時間前)	MSM最大値 (降水量実況比)	2kmLFM最大値 (降水量実況比)	備考 (考察等含む)
10月22日15時·18 時 (15時: 140mm/3h 18時: 260mm/3h)	宮崎県	10%程度	15時: 40mm/3h程度 (過小) (6時 間前からの予測 で130mm/3h (実況に近 い)) 18時:80~ 100mm/3h程度 (過小)	15時:80~ 200mm/3h程度 (値の変動が大 きい) 18時:145~ 260mm/3h程度 (値の変動が大 きい。強い降水 が持続)	(台風東側+高気圧縁 辺からの下層暖湿気流 入事例)
11月2日3時 (150mm/3h)	長崎県	概ね50%以上	70~80mm/3h 程度(過小)	140〜 205mm/3h程度 (値の変動が大 きいが実況に近 い)	(台風第21号から変 わった温帯低気圧の接 近事例)
11月9日3時・6時 (3時:345mm/3h、 6時:176mm/3h)	鹿児島県 奄美地方 (与論 町) 沖縄県	25~50%程度	3時:300~ 430mm/3h程度 6時:330~ 380mm/3h程度 (過大)	3時:470~ 550mm/3h程度 6時:430~ 910mm/3h程度 (過大)	大雨の観点で見ると、と大雨の可能性が高いて見いことを が期に性が高いても継まして一切である。 た、とが続いてものである。 た、自時対象のものと実 た、自時対象のも、強いがよいを持続させると傾向がよるとる傾向がよる。 (台風源の高にの、 の下層暖湿気のである。

⑩ 気象庁 Japan Meteorological Agency

令和6年度数值予報解説資料集



第3章 事例解析編

3.2.1 長崎県で発生した線状降水帯事例 (7月14日)

⑩ 気象庁 Japan Meteorological Agency

令和6年度数值予報解説資料集

概要

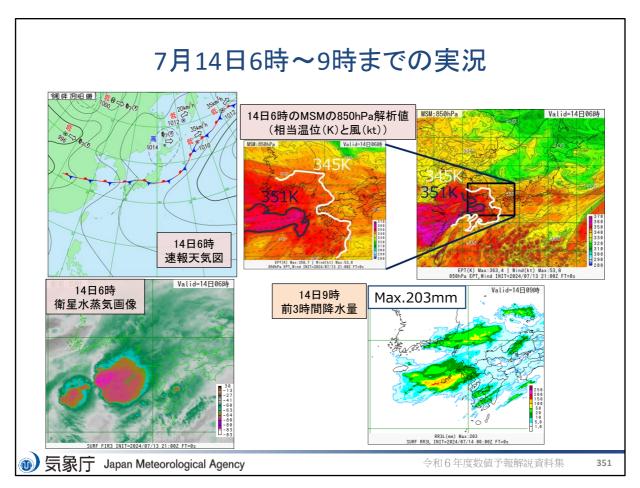
- 梅雨前線が華中から対馬海峡、山陰地方の沿岸部、関東地方の沿岸を通って、日本の東にのびている。この前線に沿って九州北部地方へ下層暖湿気(相当温位351K以上)が流入して、大気の状態が不安定となり、対流雲が発達した
 - 長崎県では線状降水帯が発生し、14日7時47分に顕著な大雨に関する気象情報が発表された。長崎県五島市上大津(カミオオヅ)、福江(フクエ)では、9時00分までの3時間にそれぞれ167mm、166mmの降水量を観測し、7月の観測の1位の値を更新した
- 線状降水帯の発生した時間帯を考慮し、14日9時を対象として、3時間 100mm以上の大雨発生確率ガイダンスの予測結果、数値予報システム (5kmMSM、2kmLFM、13kmGSMおよびMSM、MEPS、GSM降水量ガイダンス)による予測と実況の比較結果を示す

⑩ 氨象庁 Japan Meteorological Agency

令和6年度数值予報解説資料集

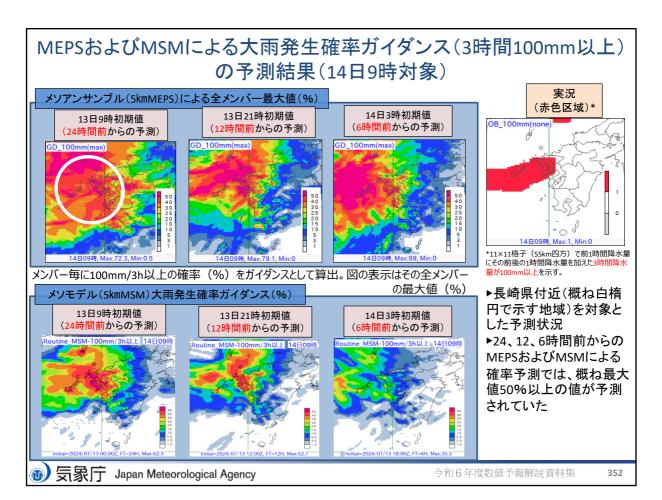
350

令和6(2024)年7月14日に長崎県で発生した線状降水帯事例の概要を示す。



図は上段左から、令和6(2024)年7月14日6時の地上天気図、MSMによる850hPa解析値(相当温位(K)と風(kt))である。下段は、14日6時の気象衛星ひまわりによる水蒸気画像、14日9時までの3時間降水量(mm)である。

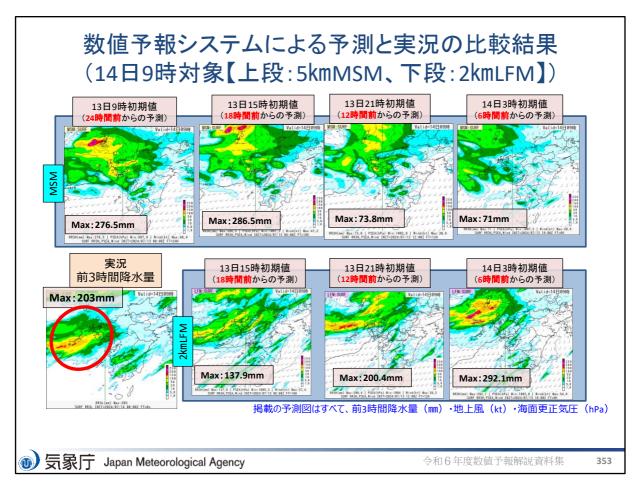
前線の南側では、相当温位351K以上の下層暖湿気が流入し、長崎県五島列島付近で次々と対流雲が発達し、線状降水帯が発生した。



令和6(2024)年7月14日9時対象の3時間100mm以上のMEPSおよびMSMによる大雨発生確率ガイダンスの予測結果を確認する。上段はメソアンサンブル予報システム(5 kmMEPS)による全メンバー最大値(単位:%)、下段はメソモデル(5kmMSM)のものを示し、左から24時間前、12時間前、6時間前からのそれぞれ予測結果を示している。右上は実況の結果を示す。

長崎県付近(概ね白楕円で示す地域)を対象とした予測状況を以下に示す。

24、12、6時間前からのMEPSおよびMSMによる確率予測では、概ね最大値50%以上の値が予測されていた。実況では、長崎県付近を中心に、100mm/3h以上が解析されていた。



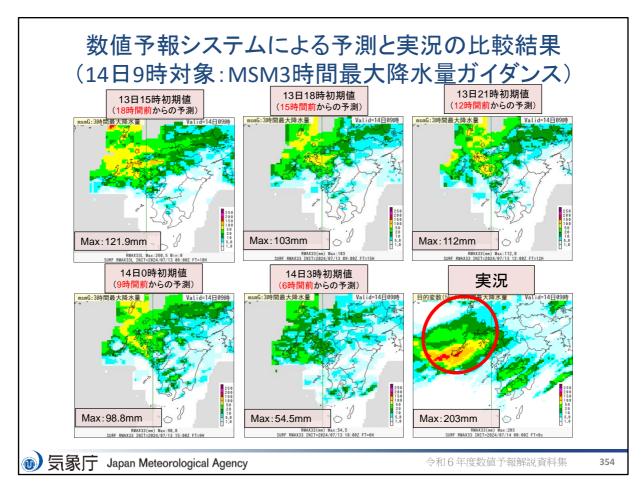
5kmMSM(上段)および2kmLFM(下段)の3時間降水量について、令和6(2024)年7月14日9時を対象とした結果を示す。

図は、前3時間降水量(mm)・地上風(kt)・海面更正気圧(hPa)で、7月13日9時初期値の24時間前からの予測(2kmLFMは13日15時初期値の18時間前からの予測)から順番に7月14日3時初期値の6時間前からの予測までの結果を示す。また、下段左に実況の解析雨量(mm)の結果を示す。

長崎県付近(概ね赤楕円で示す地域)を対象とした予測状況を以下に示す。

MSMの24~18時間前からの予測では対馬地方の局地的な低気圧の影響で対馬地方に予測降水量が集中し、過大であった。12時間前からの予測では予測降水量が過小傾向となった。なお、この局地的な低気圧は実況では解析されなかった。

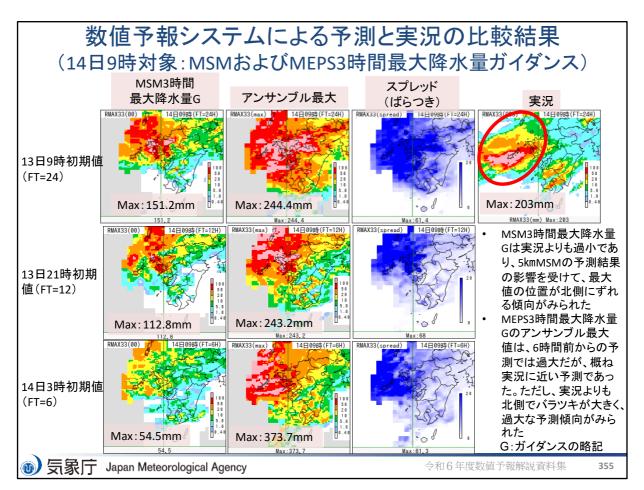
LFMの18時間前からの予測では、予測降水量の最大値は過小傾向、12時間前からの予測では実況に近く、6時間前からの予測では過大傾向であった。また、全体的に最大値の位置が実況にくらべてやや北側であった。



MSM3時間最大降水量ガイダンスの結果を示す。図の並びは、上段の令和6(2024) 年7月13日15時初期値の18時間予測から順番に7月14日3時初期値の6時間予測まで の結果を示す。また、令和6(2024)年7月14日9時対象の実況の5km格子3時間最大降 水量の結果を示す。降水量の単位はいずれもmmである。

長崎県付近(概ね赤楕円で示す地域)を対象とした予測状況を以下に示す。

5kmMSMの予測と比べると実況に近づけているが、過小な予測であった。また、5km MSMの予測結果の影響を受けて、全体的に最大値の位置が実況にくらべてやや北側であった。

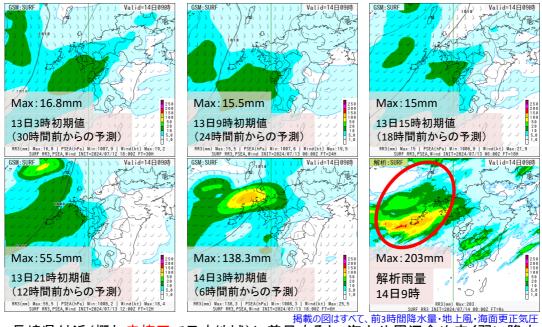


令和6(2024)年7月14日9時を対象としたMSMおよびMEPS3時間最大降水量ガイダンスの結果を示す。右上図が7月14日9時の実況の3時間最大降水量、左側から5kmMSM3時間最大降水量ガイダンス、5kmMEPS3時間最大降水量ガイダンスメンバー最大値、スプレッド(ばらつき)を示し、上段から下段に向かって、7月13日9時初期値24時間予測、21時初期値12時間予測および14日3時初期値6時間予測の結果をそれぞれ示す。降水量、スプレッドの単位はいずれもmmである。スプレッドは、青色が濃いほどスプレッドが大きいことを示す。

長崎県付近(概ね赤楕円で示す地域)に着目すると、以下の特徴が見られた。

- ・MSM3時間最大降水量Gは実況よりも過小であり、5kmMSMの予測結果の影響を受けて、最大値の位置が北側にずれる傾向がみられた
- ・MEPS3時間最大降水量Gのアンサンブル最大値は、6時間前からの予測では過大だが、概ね実況に近い予測であった。ただし、実況よりも北側でバラツキが大きく、過大な予測傾向がみられた

数値予報システムによる予測と実況の比較結果 (14日9時対象:13kmGSM)



長崎県付近(概ね<mark>赤楕円</mark>で示す地域)に着目すると、海上や周辺含め広く弱い降水が広がる傾向であり、予測降水量は過小であった。

⑩ 気象庁 Japan Meteorological Agency

令和6年度数值予報解説資料集

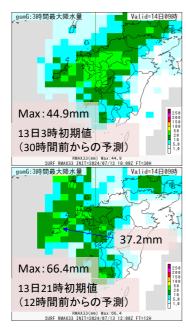
356

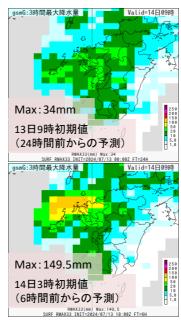
13kmGSMの3時間降水量について、令和6(2024)年7月14日9時を対象とした結果を示す。

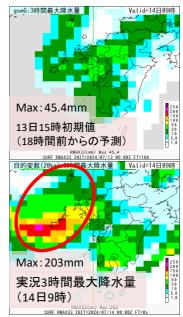
図は、上段の令和6(2024)年7月13日3時初期値の30時間予報から順番に7月14日3時初期値の6時間予報までの結果を示す。また、令和6(2024)年7月14日9時対象の実況の解析雨量の結果を示す。降水量の単位はいずれもmmである。

長崎県付近(概ね赤楕円で示す地域)に着目すると、海上や周辺含め広く弱い降水が広がる傾向であり、予測降水量は過小であった。また、直近ほど実況に近い予測であった。

数値予報システムによる予測と実況の比較結果 (14日9時対象: GSM3時間最大降水量ガイダンス)







長崎県付近(概ね赤楕円で示す地域)に着目すると、13kmGSMと比べると、陸地を中心に、また、直近ほど実況に近づけているが、予測降水量は過小であった。

⑩ 気象庁 Japan Meteorological Agency

令和6年度数值予報解説資料集

357

GSM3時間最大降水量ガイダンス(20km格子)の結果を示す。図の並びは、前スライドのGSMと同様である。また、令和6(2024)年7月14日9時対象の実況の20km格子3時間最大降水量の結果を示す。降水量の単位はいずれもmmである。

長崎県付近(概ね赤楕円で示す地域)に着目すると、13kmGSMと比べると、陸地を中心に、また、直近ほど実況に近づけているが、予測降水量は過小であった。

まとめ(その1)

- 7月14日に長崎県で発生した線状降水帯事例の数値予報システムにおける予測結果について、3時間100mm以上の大雨発生確率ガイダンスの予測結果、数値予報システム(5kmMSM、2kmLFM、13kmGSMおよびMSM、MEPS、GSM降水量ガイダンス)による予測と実況の比較結果を示した
- 大雨発生確率ガイダンスによる予測結果
 - 24時間前からのMEPSおよびMSMでは、概ね最大値50%以上の確率値が予測されていた
- 5kmMSMおよび2kmLFMによる予測結果
 - 5kmMSMの24~18時間前からの予測では予測降水量が過大、12時間前からの予測では過小であった。2kmLFMの18時間前からの予測では、予測降水量の最大値は過小傾向、12時間前からの予測では実況に近く、6時間前からの予測では過大傾向であった。また、全体的に最大値の位置が実況にくらべてやや北側であった

⑩ 氨象庁 Japan Meteorological Agency

令和6年度数值予報解説資料集

358

令和6(2024)年7月14日の長崎県で発生した線状降水帯事例の数値予報システムに おける予測結果について、このスライドを含む以下2枚のスライドにまとめた。

まとめ(その2)

- MSM3時間最大降水量ガイダンスによる予測結果
 - 5kmMSMの予測と比べると実況に近づけているが、過小な予測であった
 - 5kmMSMの予測結果の影響を受けて、全体的に最大値の位置が実況にくらべてや や北側であった。
- MEPS3時間最大降水量ガイダンスによる予測結果(アンサンブル最大値)
 - 6時間前からの予測では過大だが、概ね実況に近い予測であった。ただし、実況よりも北側でバラツキが大きく、過大な予測傾向がみられた
- 13kmGSMによる予測結果
 - 海上や周辺含め広く弱い降水が広がる傾向であり、予測降水量は過小であった。 また、直近ほど実況に近い予測であった
- GSM3時間最大降水量ガイダンスによる予測結果
 - 13kmGSMと比べると、陸地を中心に、また、直近ほど実況に近づけているが、予測 降水量は過小であった



令和6年度数值予報解説資料集



第3章 事例解析編

3.2.2 山形県で発生した線状降水帯事例 (7月25日)

⑩ 氨象庁 Japan Meteorological Agency

令和6年度数值予報解説資料集

概要

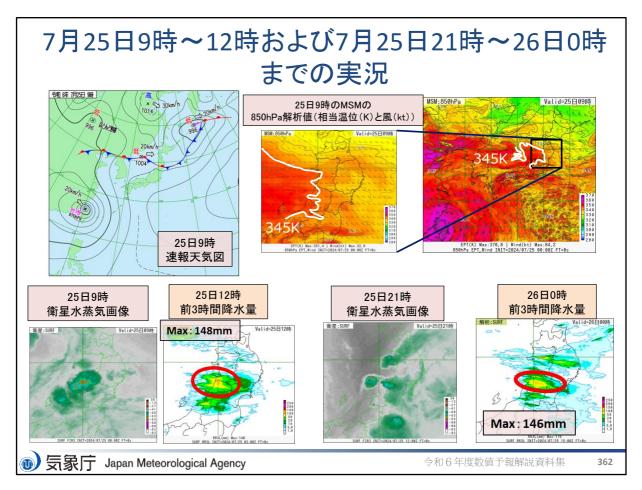
- 梅雨前線が華北から朝鮮半島北部、日本海中部、東北地方を通って、日本の東にのびていた。この前線上の日本海中部に低気圧があり、東進していた。この低気圧や前線に沿って東北地方へ下層暖湿気(相当温位345K以上)が流入して、大気の状態が不安定となり、対流雲が発達した。
 - 山形県では7月25日9時過ぎに2回記録的短時間大雨情報、13時過ぎに大雨特別警報が発表され、ほぼ同時に線状降水帯が発生した。また、同日23時前に線状降水帯が発生し、約1時間後に山形県に再度大雨特別警報が発表された。秋田県では22時くらいに3回記録的短時間大雨情報が発表された。山形県新庄(シンジョウ)では、23時20分までの3時間に156.5mm、24時までの24時間降水量は361mm、酒田(サカタ)では11時20分までの3時間に153.5mm、24時までの24時間降水量は288mmの降水量を観測し、いずれも観測史上の1位の値を更新した。
- 線状降水帯の発生した時間帯を考慮し、25日12時および26日0時を対象 として、3時間100mm以上の大雨発生確率ガイダンスの予測結果、数値 予報システム(5kmMSM、2kmLFM、13kmGSMおよびMSM、MEPS、 GSM降水量ガイダンス)による予測と実況の比較結果を示す

● 氨素庁 Japan Meteorological Agency

令和6年度数值予報解説資料集

361

令和6(2024)年7月25日に山形県で発生した線状降水帯事例の概要を示す。

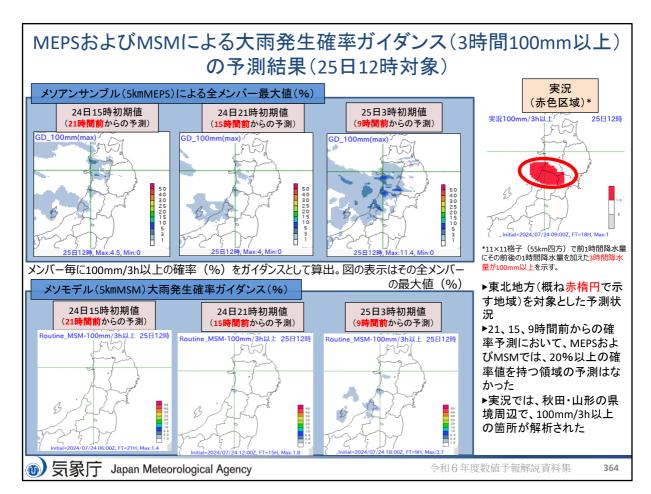


図は上段左から、令和6(2024)年7月25日9時の地上天気図、MSMによる850hPa解析値(相当温位(K)と風(kt))である。下段左図(右図)は、25日9時(25日21時)の気象衛星ひまわりによる水蒸気画像、25日12時(26日0時)までの3時間降水量(mm)である。

前線の南側では、相当温位345K以上の下層暖湿気が流入し、山形県の沿岸部で次々と対流雲が発達し、線状降水帯が発生した。



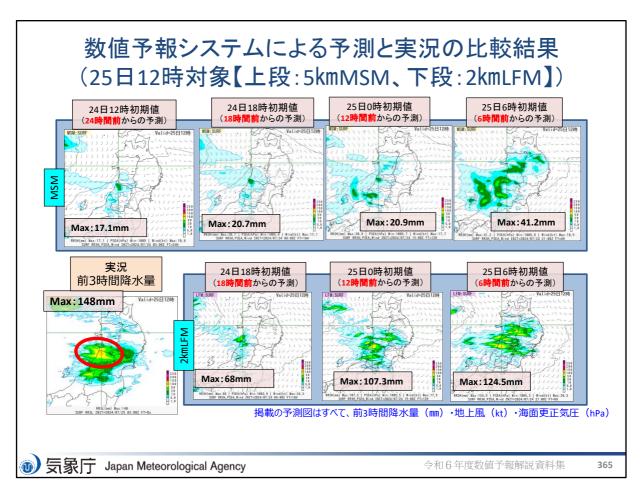
令和6(2024)年7月25日12時対象の予測結果を示す。



令和6(2024)年7月25日12時対象の3時間100mm以上のMEPSおよびMSMによる大雨発生確率ガイダンスの予測結果を確認する。上段はメソアンサンブル予報システム(5kmMEPS)による全メンバー最大値(単位:%)、下段はメソモデル(5kmMSM)のものを示し、左から21時間前、15時間前、9時間前からのそれぞれ予測結果を示している。右上は実況の結果を示す。

東北地方(概ね赤楕円で示す地域)を対象とした予測状況を以下に示す。

21、15、9時間前からの予測において、MEPSおよびMSMでは、20%以上の確率値を持つ領域の予測はなかった。実況では、秋田・山形の県境周辺で、100mm/3h以上の箇所が解析された。

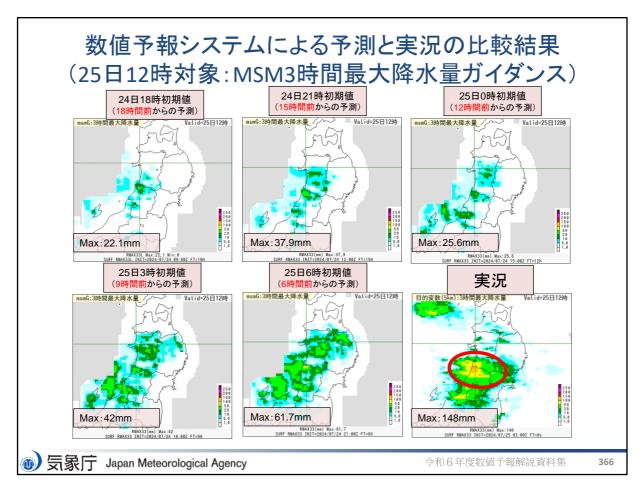


5kmMSM(上段)および2kmLFM(下段)の3時間降水量について、令和6(2024)年7月25日12時を対象とした結果を示す。

図は、前3時間降水量(mm)・地上風(kt)・海面更正気圧(hPa)で、7月25日12時初期値の24時間前からの予測(2kmLFMは24日18時初期値の18時間前からの予測)から順番に7月25日6時初期値の6時間前からの予測までの結果を示す。また、下段左に実況の解析雨量(mm)の結果を示す。

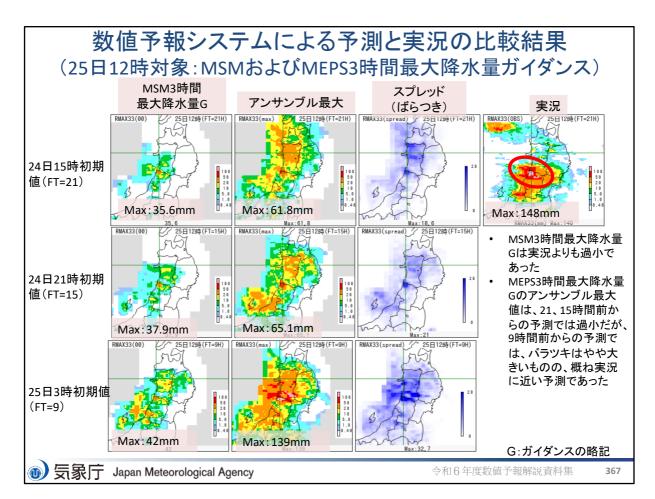
東北地方(概ね赤楕円で示す地域)を対象とした予測状況を以下に示す。

MSMの24、18、12、6時間前からの予測降水量の最大値は直近ほど実況に近づく傾向はあったが、過小であった。LFMの18時間前からの予測降水量の最大値は過小、12、6時間前からの予測では直近ほど実況に近づいた。



MSM3時間最大降水量ガイダンスの結果を示す。図の並びは、上段の令和6(2024) 年7月24日18時初期値の18時間予測から順番に7月25日6時初期値の6時間予測まで の結果を示す。また、令和6(2024)年7月25日12時対象の実況の5km格子3時間最大 降水量の結果を示す。降水量の単位はいずれもmmである。

東北地方(概ね赤楕円で示す地域)を対象とした予測状況を以下に示す。 5kmMSMの予測と比べると実況に近づけているが、過小な予測であった。

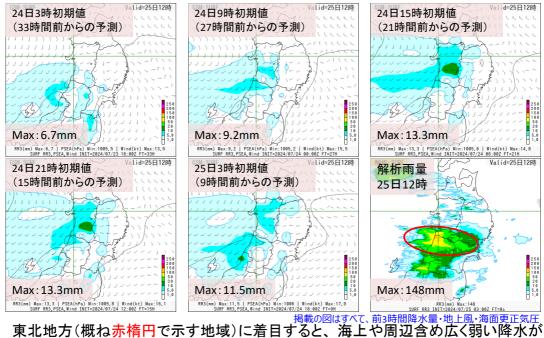


令和6(2024)年7月25日12時を対象としたMSMおよびMEPS3時間最大降水量ガイダンスの結果を示す。右上図が7月25日12時の実況の3時間最大降水量、左側から5kmMSM3時間最大降水量ガイダンス、5kmMEPS3時間最大降水量ガイダンスメンバー最大値、スプレッド(ばらつき)を示し、上段から下段に向かって、7月24日15時初期値21時間予測、21時初期値15時間予測および25日3時初期値9時間予測の結果をそれぞれ示す。降水量、スプレッドの単位はいずれもmmである。スプレッドは、青色が濃いほどスプレッドが大きいことを示す。

東北地方(概ね赤楕円で示す地域)に着目すると、以下の特徴が見られた。

- ・MSM3時間最大降水量Gは実況よりも過小であった
- ・MEPS3時間最大降水量Gのアンサンブル最大値は、21、15時間前からの予測では 過小だが、9時間前からの予測では、バラツキはやや大きいものの、概ね実況に近い 予測であった

数値予報システムによる予測と実況の比較結果 (25日12時対象:13kmGSM)



東北地方(概ね<mark>赤楕円</mark>で示す地域)に着目すると、海上や周辺含め広く弱い降水が 広がる傾向であり、予測降水量は過小であった。

⑩ 気象庁 Japan Meteorological Agency

令和6年度数值予報解説資料集

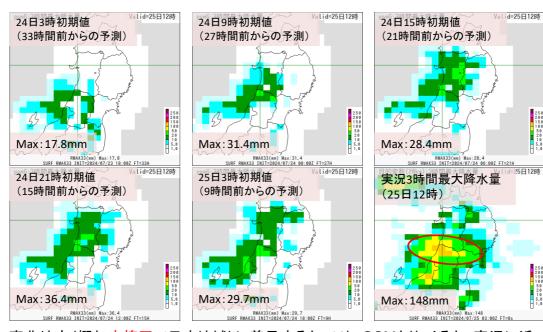
368

13kmGSMの3時間降水量について、令和6(2024)年7月25日12時を対象とした結果を示す。

図は、上段の令和6(2024)年7月24日3時初期値の33時間予報から順番に7月25日3時初期値の9時間予報までの結果を示す。また、令和6(2024)年7月25日12時対象の実況の解析雨量の結果を示す。降水量の単位はいずれもmmである。

東北地方(概ね赤楕円で示す地域)に着目すると、海上や周辺含め広く弱い降水が広がる傾向であり、予測降水量は過小であった。

数値予報システムによる予測と実況の比較結果 (25日12時対象: GSM3時間最大降水量ガイダンス)



東北地方(概ね<mark>赤楕円</mark>で示す地域)に着目すると、13kmGSMと比べると、実況に近づけているが、予測降水量は過小であった。

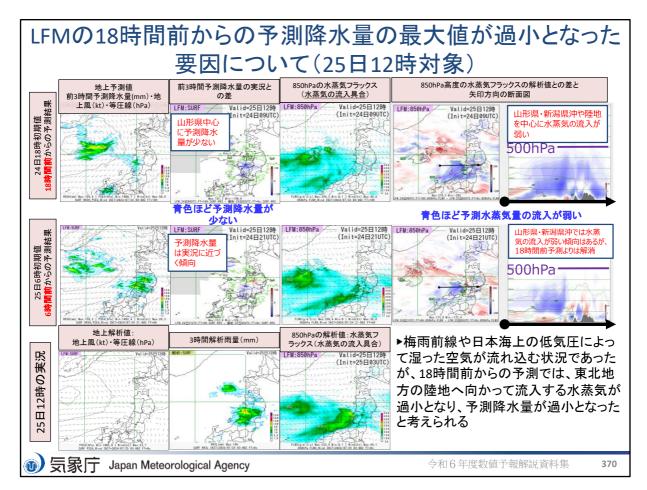
⑩ 気象庁 Japan Meteorological Agency

令和6年度数值予報解説資料集

369

GSM3時間最大降水量ガイダンス(20km格子)の結果を示す。図の並びは、前スライドのGSMと同様である。また、令和6(2024)年7月25日12時対象の実況の20km格子3時間最大降水量の結果を示す。降水量の単位はいずれもmmである。

東北地方(概ね赤楕円で示す地域)に着目すると、13kmGSMと比べると、実況に近づけているが、予測降水量は過小であった。



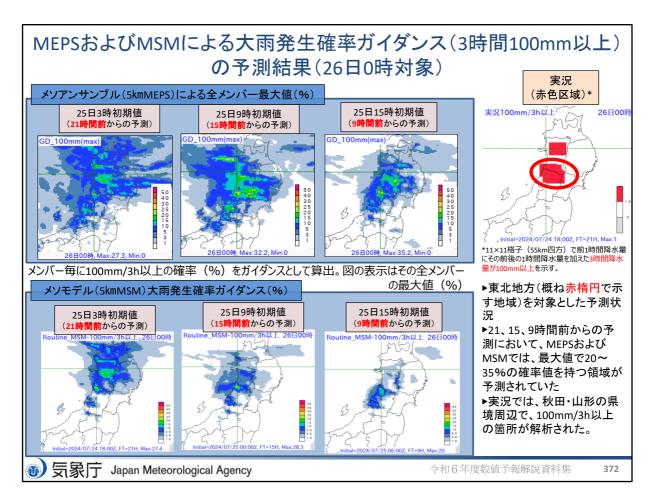
LFMの18時間前からの予測降水量の最大値が過小となった要因について、令和6(2024)年7月25日12時を対象とした予測と実況の結果を基にして説明する。

図は、上段が24日18時初期値の18時間前からの予測結果、中段が25日6時初期値6時間前からの予測結果を示し、図の配置は左から順に地上予測値(前3時間予測降水量(mm)・地上風(kt)・等圧線(hPa))、前3時間予測降水量の実況との差(青色ほど予測降水量が少ないことを示す)、850hPaの水蒸気フラックス(水蒸気の流入具合)、850hPa高度の水蒸気フラックスの解析値との差と矢印方向の断面図(青色ほど予測水蒸気量の流入が弱いことを示す)である。下段は、25日12時の実況を示し、図の配置は左から順に地上解析値(地上風(kt)・等圧線(hPa))、3時間解析雨量(mm)、850hPaの解析値:水蒸気フラックス(水蒸気の流入具合)である。

18時間前からの予測結果から山形県中心に予測降水量が少ないこと、山形県・新潟県沖や陸地を中心に水蒸気の流入が弱いことが確認できる。それが、6時間前からの予測結果では、予測降水量は実況に近づく傾向が見られ、山形県・新潟県沖では水蒸気の流入が弱い傾向はあるが、18時間前予測よりは解消した。このことから、LFMの18時間前からの予測降水量の最大値が過小となったのは、東北地方の陸地へ向かって流入する水蒸気が過小となったことが要因の一つとして考えられる。



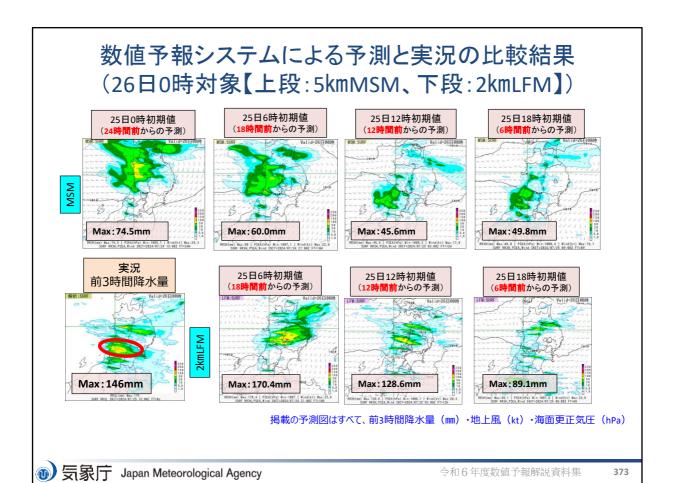
令和6(2024)年7月26日0時対象の予測結果を示す。



令和6(2024)年7月26日0時対象の3時間100mm以上のMEPSおよびMSMによる大雨発生確率ガイダンスの予測結果を確認する。上段はメソアンサンブル予報システム(5 kmMEPS)による全メンバー最大値(単位:%)、下段はメソモデル(5kmMSM)のものを示し、左から21時間前、15時間前、9時間前からのそれぞれ予測結果を示している。右上は実況の結果を示す。

東北地方(概ね赤楕円で示す地域)を対象とした予測状況を以下に示す。

21、15、9時間前からの予測において、MEPSおよびMSMでは、最大値で20~35%の確率値を持つ領域が予測されていた。実況では、秋田・山形の県境周辺で、100mm/3h以上の箇所が解析された。



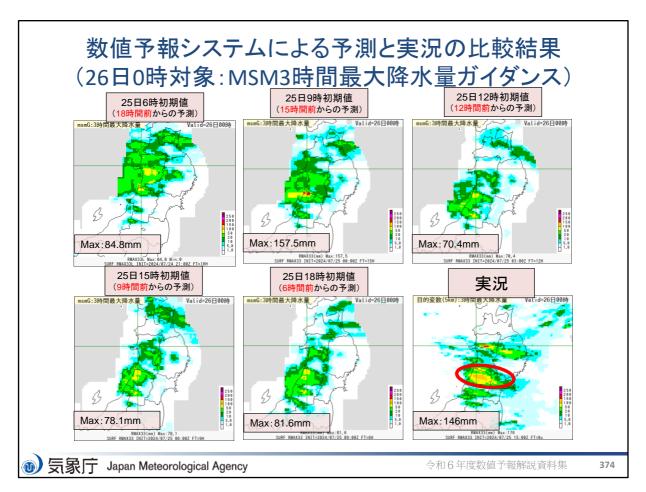
5kmMSM(上段)および2kmLFM(下段)の3時間降水量について、令和6(2024)年7月26日0時を対象とした結果を示す。

図は、前3時間降水量(mm)・地上風(kt)・海面更正気圧(hPa)で、7月25日0時初期値の24時間前からの予測(2kmLFMは25日6時初期値の18時間前からの予測)から順番に7月25日18時初期値の6時間前からの予測までの結果を示す。また、下段左に実況の解析雨量(mm)の結果を示す。

東北地方(概ね赤楕円で示す地域)を対象とした予測状況を以下に示す。

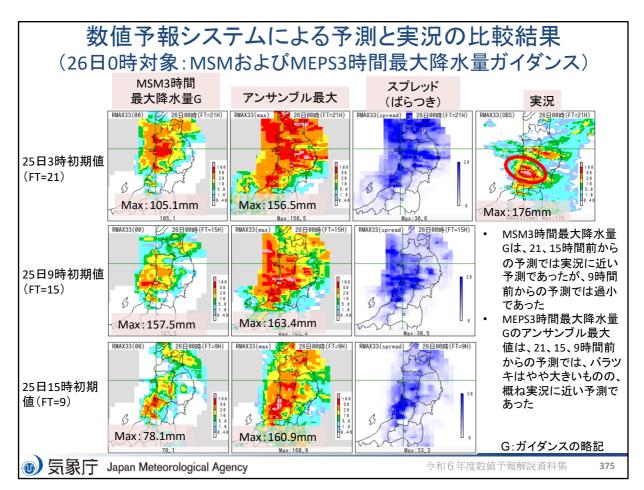
MSMでは予測降水量が全体的に過小かつ直近ほど最大値が小さくなる傾向。この事例でのMSMの予測降水量の過小な要因は、積雲発生のきっかけになるシアーラインが明瞭でないことや積乱雲を直接表現できないことが影響したことが考えられる。

LFMでは18、12時間前の予測降水量は実況に近かったが、全体的に降水域が散在する傾向で、かつ最大値が小さくなる傾向が見られ、6時間前からの予測では過小となった。



MSM3時間最大降水量ガイダンスの結果を示す。図の並びは、上段の令和6(2024) 年7月25日6時初期値の18時間予測から順番に7月25日18時初期値の6時間予測まで の結果を示す。また、令和6(2024)年7月26日0時対象の実況の5km格子3時間最大降 水量の結果を示す。降水量の単位はいずれもmmである。

東北地方(概ね赤楕円で示す地域)を対象とした予測状況を以下に示す。 5kmMSMの予測と比べると実況に近づけているが、過小な予測であった。

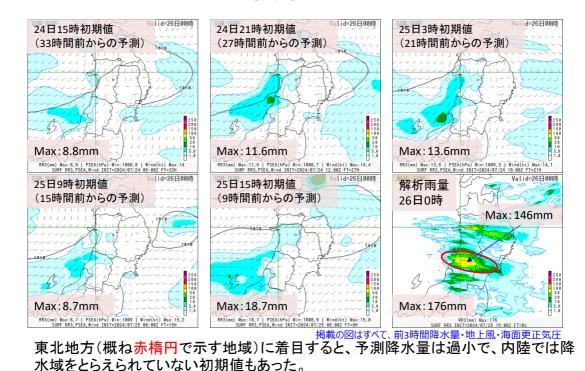


令和6(2024)年7月26日0時を対象としたMSMおよびMEPS3時間最大降水量ガイダンスの結果を示す。右上図が7月26日0時の実況の3時間最大降水量、左側から5kmMSM3時間最大降水量ガイダンス、5kmMEPS3時間最大降水量ガイダンスメンバー最大値、スプレッド(ばらつき)を示し、上段から下段に向かって、7月25日3時初期値21時間予測、9時初期値15時間予測および15時初期値9時間予測の結果をそれぞれ示す。降水量、スプレッドの単位はいずれもmmである。スプレッドは、青色が濃いほどスプレッドが大きいことを示す。

東北地方(概ね赤楕円で示す地域)に着目すると、以下の特徴が見られた。

- ・MSM3時間最大降水量Gは、21、15時間前からの予測では実況に近い予測であったが、9時間前からの予測では過小であった
- ・MEPS3時間最大降水量Gのアンサンブル最大値は、21、15、9時間前からの予測では、バラツキはやや大きいものの、概ね実況に近い予測であった

数値予報システムによる予測と実況の比較結果 (26日0時対象:13kmGSM)



令和6年度数值予報解説資料集

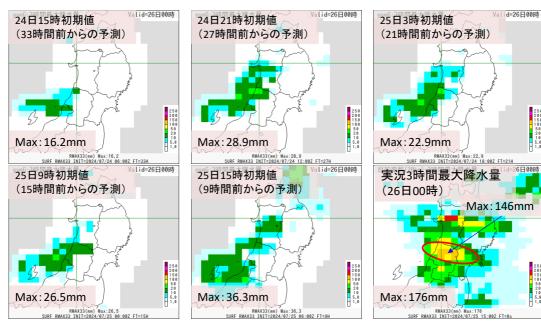
376

13kmGSMの3時間降水量について、令和6(2024)年7月26日0時を対象とした結果を示す。

図は、上段の令和6(2024)年7月24日15時初期値の33時間予報から順番に7月25日 15時初期値の9時間予報までの結果を示す。また、令和6(2024)年7月26日0時対象の実況の解析雨量の結果を示す。降水量の単位はいずれもmmである。

東北地方(概ね赤楕円で示す地域)に着目すると、予測降水量は過小で、内陸では降水域をとらえられていない初期値もあった。この事例でのGSMの予測降水量の過小な要因は、MSMと同様に、GSMの予測降水量は積雲発生のきっかけになるシアーラインが明瞭でないことや積乱雲を直接表現できないことが影響したことが考えられる。

数値予報システムによる予測と実況の比較結果 (26日0時対象: GSM3時間最大降水量ガイダンス)



東北地方(概ね<mark>赤楕円</mark>で示す地域)に着目すると、13kmGSMと比べると、実況に近づけているが、内陸を中心に予測降水量は過小であった。

⑩ 気象庁 Japan Meteorological Agency

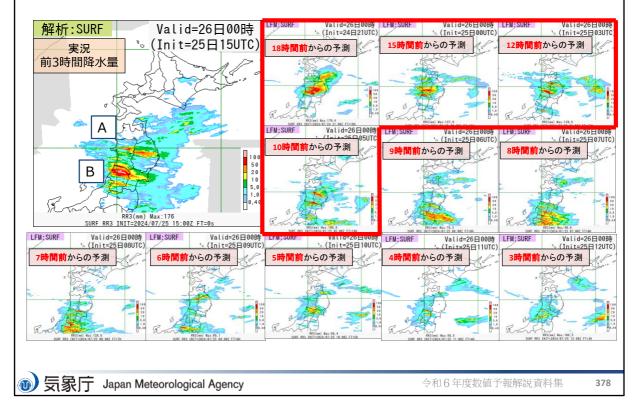
令和6年度数值予報解説資料集

377

GSM3時間最大降水量ガイダンス(20km格子)の結果を示す。図の並びは、前スライドのGSMと同様である。また、令和6(2024)年7月26日0時対象の実況の20km格子3時間最大降水量の結果を示す。降水量の単位はいずれもmmである。

東北地方(概ね赤楕円で示す地域)に着目すると、13kmGSMと比べると、実況に近づけているが、内陸を中心に予測降水量は過小であった。

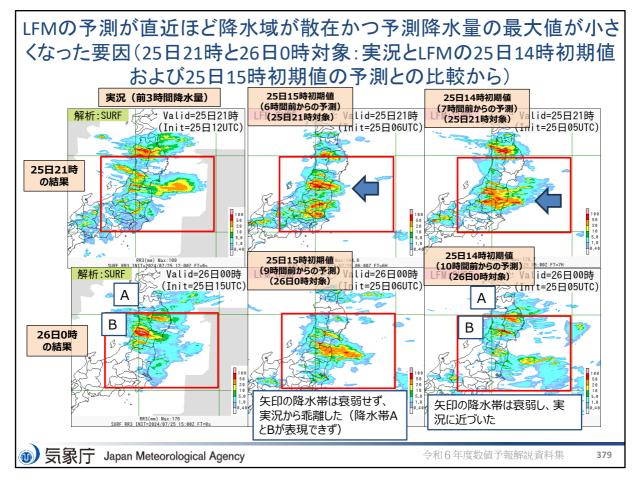
LFMの予測が直近ほど降水域が散在かつ予測降水量の最大値が小さくなった要因(26日0時対象:LFMと実況との比較より)



LFMの予測が直近ほど降水域が散在かつ予測降水量の最大値が小さくなった要因について、令和6(2024)年7月26日0時を対象とした予測と実況の結果を基に次頁にかけて説明する。

図は、上段左図が26日0時の実況(3時間解析雨量(mm))を示す。その他の図は LFMの予測降水量(mm)の結果を示し、上段から順に18時間前の予測から3時間前ま での予測結果を示す。

26日0時の実況の降水帯AとB(線状降水帯の発生となった降水帯)の2つ降水帯に着目すると、赤枠で囲った10時間前からの予測までは実況に近い形で予測できていたが、9時間前からの予測からはこの2つの降水帯が予測できなくなっていることを確認した



前頁に引き続き、LFMの予測が直近ほど降水域が散在かつ予測降水量の最大値が小さくなった要因について、実況に近い形で予測できていた25日14時初期値予測と予測できていなかった25日15時初期値予測との比較結果から説明する。

図の上段は左から順に、25日21時の実況(前3時間降水量(mm))、25日21時を対象とした25日15時初期値の6時間前および25日14時初期値の7時間前からの予測結果である。下段は左から順に、26日0時の実況(前3時間降水量(mm))、26日0時を対象とした25日15時初期値の9時間前および25日14時初期値の10時間前からの予測結果である。

各予測結果の赤枠の領域(東北南部〜関東北部の区域)に着目すると、上段の25日21時の実況の降水域や降水量は、25日14時および15時初期値予測では共に概ね表現できているものの、下段の26日0時の実況の降水域や降水量は、25日14時初期値予測では実況に近い形で予測できているのに対し、25日15時初期値予測では実況と乖離していることが確認できる。25日21時対象予測の青矢印の降水帯に着目すると、結果的に25日14時初期値予測では青矢印の降水帯は衰弱し、実況に近づいたが、25日15時初期値予測では青矢印の降水帯は衰弱せず維持されることとなり、実況の降水帯AとBが表現されず、実況から乖離した。このように、1例ではあるが、直近の初期値予測においても降水予測の違いが大きいことから、降水予測の不確実性が大きかったことで、その影響を受けて、線状降水帯に対応した降水域が散在し、予測降水量の最大値が小さくなることにつながった可能性がある。

まとめ(その1)

- 7月25日に山形県で発生した線状降水帯事例の数値予報システムにおける山 形県や秋田県の県境付近を中心とした予測結果について、3時間100mm以上 の大雨発生確率ガイダンスの予測結果、数値予報システム(5kmMSM、2km LFM、13kmGSMおよびMSM、MEPS、GSM降水量ガイダンス)による予測と実況 の比較結果を示した
- 大雨発生確率ガイダンスによる予測結果 【25日12時対象】
 - 21、15、9時間前からの確率予測において、MEPSおよびMSMでは、20%以上の確率値を持つ領域の予測はなかった

【26日0時対象】

- 21、15、9時間前からの予測において、MEPSおよびMSMでは、最大値で20~35% の確率値を持つ領域が予測されていた

● 気象庁 Japan Meteorological Agency

令和6年度数值予報解説資料集

380

令和6(2024)年7月25日に山形県で発生した線状降水帯事例の数値予報システムにおける山形県や秋田県の県境付近を中心とした予測結果について、このスライドを含む以下4枚のスライドにまとめた。

まとめ(その2)

5kmMSMおよび2kmLFMによる予測結果

【25日12時対象】

- 5kmMSMの24、18、12、6時間前からの予測降水量の最大値は直近ほど実況に近づく傾向はあったが、過小であった
- 2kmLFMの18時間前からの予測降水量の最大値は過小、12、6時間前からの予測では直近ほど実況に近づいた

【26日0時対象】

- 5kmMSMでは予測降水量が全体的に過小かつ直近ほど最大値が小さくなる傾向であった
- 2kmLFMでは18、12時間前の予測降水量は実況に近かったが、全体的に降水域が 散在する傾向で、かつ最大値が小さくなる傾向が見られ、6時間前からの予測では 過小となった
- MSM3時間最大降水量ガイダンスによる予測結果

【25日12時・26日0時対象共通】

- 5kmMSMの予測と比べると実況に近づけているが、過小な予測であった

● 気象庁 Japan Meteorological Agency

令和6年度数值予報解説資料集

まとめ(その3)

- MEPS3時間最大降水量ガイダンスによる予測結果(アンサンブル最大値) 【25日12時対象】
 - 21、15時間前からの予測では過小だが、9時間前からの予測では、バラツキはやや 大きいものの、概ね実況に近い予測であった

【26日0時対象】

- 21、15、9時間前からの予測では、バラツキはやや大きいものの、概ね実況に近い 予測であった
- 13kmGSMによる予測結果

【25日12時対象】

- 実況と比べると、海上や周辺含め広く弱い降水が広がる傾向であり、予測降水量 は過小であった

【26日0時対象】

- 実況と比べると、予測降水量は過小で、内陸では降水域をとらえられていない初期 値もあった
- GSM3時間最大降水量ガイダンスによる予測結果

【25日12時・26日0時対象共通、カッコ内は26日0時対象のみ】

- 13kmGSMと比べると、実況に近づけているが、(内陸を中心に)予測降水量は過小であった

⑩ 気象庁 Japan Meteorological Agency

令和6年度数值予報解説資料集

まとめ(その4)

- 26日0時対象のGSM・MSMの予測降水量が過小の要因について
 - 積雲発生のきっかけになるシアーラインが明瞭でないことや積乱雲を直接表現できないことが影響したことが考えられる
- LFMの18時間前からの予測降水量の最大値が過小となった要因について(25日12時対象)
 - 東北地方の陸地へ向かって流入する水蒸気が過小となったことが要因の一つとして 考えられる
- LFMの予測が直近ほど降水域が散在かつ予測降水量の最大値が小さくなった 要因について(26日0時対象)
 - 東北南部〜関東北部の降水帯(主に大気不安定に伴う降水)の予測の不確実性が 大きく、山形県で発生した線状降水帯の表現の有無を決める要素の1つになってい たことが要因の可能性がある

⑩ 気象庁 Japan Meteorological Agency

令和6年度数值予報解説資料集



第3章 事例解析編

3.2.3 石川県で発生した線状降水帯事例 (9月21日)

⑩ 氨象庁 Japan Meteorological Agency

令和6年度数值予報解説資料集

概要

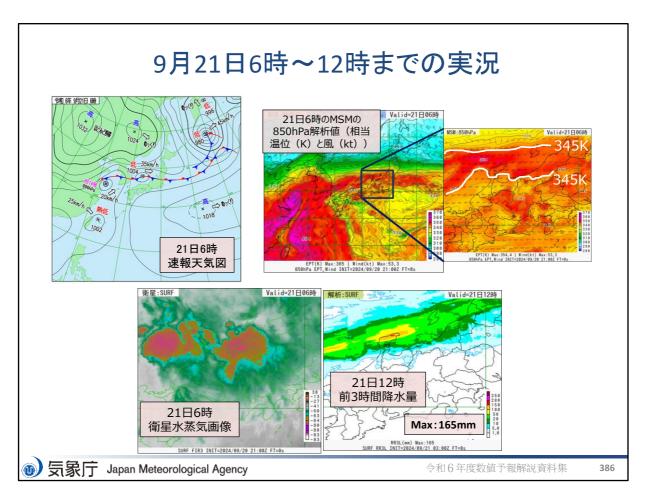
- 台風第14号が黄海にあり、北東進していた。また、停滞前線が黄海から 日本海、北陸地方を通って日本の東にのびている。この前線上の日本海 中部には低気圧があり、東進していた。この台風周辺、低気圧および停滞 前線に沿う下層暖湿気(相当温位345K以上)が北陸地方に流入して、大 気の状態が不安定となり、対流雲が発達した。
 - 21日9時過ぎに石川県能登北部で線状降水帯が発生し、また、9時~10時までの間に石川県能登北部では記録的短時間大雨情報が5回発表され、大雨となった。その後、10時50分に石川県能登北部に大雨特別警報が発表された。石川県輪島(ワジマ)では、21日11時までの3時間に220mm、22日8時10分までの24時間に412mmの降水量を観測し、共に観測史上1位の値を更新した。
- 線状降水帯の発生した時間帯を考慮し、21日9時と12時を対象として、3時間100mm以上の大雨発生確率ガイダンスの予測結果、数値予報システム(5kmMSM、2kmLFM、13kmGSMおよびMSM、MEPS、GSM降水量ガイダンス)による予測と実況の比較結果を示す

● 気象庁 Japan Meteorological Agency

令和6年度数值予報解説資料集

385

令和6(2024)年9月21日に石川県で発生した線状降水帯事例の概要を示す。

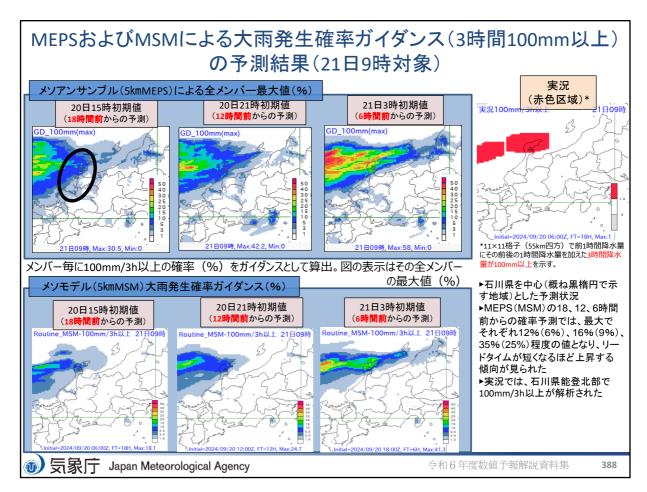


図は上段左から、令和6(2024)年9月21日6時の地上天気図、MSMによる850hPa解析値(相当温位(K)と風(kt))である。下段左図は、21日6時の気象衛星ひまわりによる水蒸気画像、21日12時までの3時間降水量(mm)である。

前線の南側では、相当温位345K以上の下層暖湿気が流入し、石川県などの北陸地方の沿岸部で次々と対流雲が発達し、線状降水帯が発生した。



令和6(2024)年9月21日9時対象の予測結果を示す。

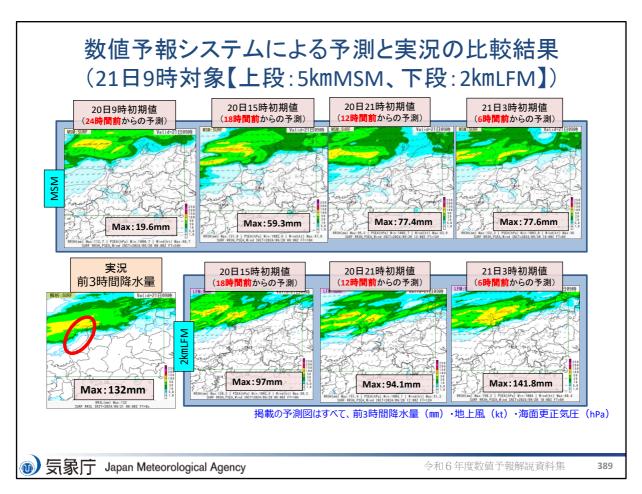


令和6(2024)年9月21日9時対象の3時間100mm以上のMEPSおよびMSMによる大雨発生確率ガイダンスの予測結果を確認する。上段はメソアンサンブル予報システム(5 kmMEPS)による全メンバー最大値(単位:%)、下段はメソモデル(5kmMSM)のものを示し、左から18時間前、12時間前、6時間前からのそれぞれ予測結果を示している。右上は実況の結果を示す。

石川県を中心(概ね黒楕円で示す地域)とした予測状況を以下に示す。

MEPS(MSM)の18、12、6時間前からの確率予測では、最大でそれぞれ12%(6%)、16%(9%)、35%(25%)程度の値となり、リードタイムが短くなるほど上昇する傾向が見られた。

実況では、石川県能登北部で100mm/3h以上が解析された。



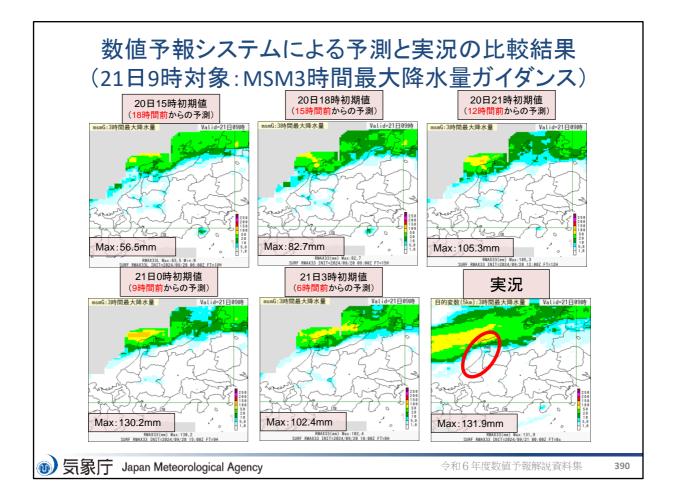
5kmMSM(上段)および2kmLFM(下段)の3時間降水量について、令和6(2024)年9月21日9時を対象とした結果を示す。

図は、前3時間降水量(mm)・地上風(kt)・海面更正気圧(hPa)で、9月20日9時初期値の24時間前からの予測(2kmLFMは20日15時初期値の18時間前からの予測)から順番に9月21日3時初期値の6時間前からの予測までの結果を示す。また、下段左に実況の解析雨量(mm)の結果を示す。

石川県を中心(概ね赤楕円で示す地域)とした予測状況を以下に示す。

MSMの予測降水量の最大値は、24、18、12、6時間前からの予測では過小であった

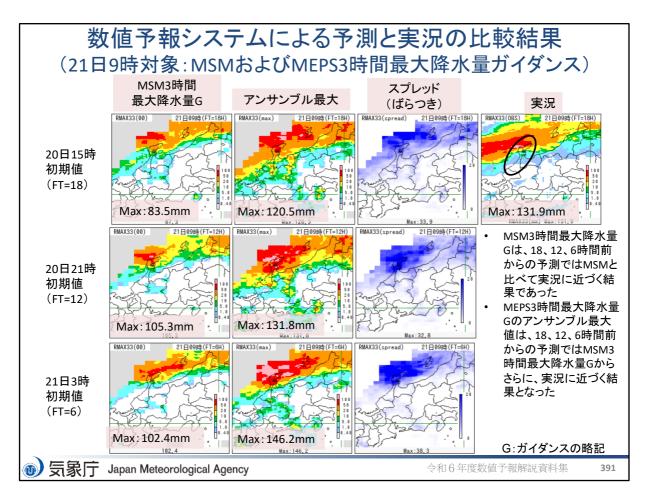
2kmLFMの予測降水量の最大値は、18、12時間前からの予測では過小傾向であったが、6時間前からの予測では実況に近づいた。



MSM3時間最大降水量ガイダンスの結果を示す。図の並びは、上段の令和6(2024) 年9月20日15時初期値の18時間予測から順番に9月21日3時初期値の6時間予測まで の結果を示す。また、令和6(2024)年9月21日9時対象の実況の5km格子3時間最大降 水量の結果を示す。降水量の単位はいずれもmmである。

石川県を中心(概ね赤楕円で示す地域)とした予測状況を以下に示す。

18、15時間前からの予測では、予測降水量の最大値は過小傾向であったが、12、9、6時間前からの予測では、直近ほど実況に近づける傾向が見られた。また、全体的に5kmMSMの予測と比べると、実況に近づけていた。

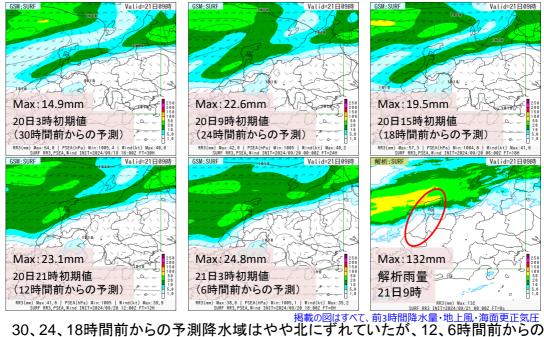


令和6(2024)年9月21日9時を対象としたMSMおよびMEPS3時間最大降水量ガイダンスの結果を示す。右上図が9月21日9時の実況の3時間最大降水量、左側から5kmMSM3時間最大降水量ガイダンス、5kmMEPS3時間最大降水量ガイダンスメンバー最大値、スプレッド(ばらつき)を示し、上段から下段に向かって、9月20日15時初期値18時間予測、21時初期値12時間予測および21日3時初期値6時間予測の結果をそれぞれ示す。降水量、スプレッドの単位はいずれもmmである。スプレッドは、青色が濃いほどスプレッドが大きいことを示す。

石川県を中心(概ね黒楕円で示す地域)に着目すると、以下の特徴が見られた。

- ・MSM3時間最大降水量Gは、18、12、6時間前からの予測ではMSMと比べて実況に 近づく結果であった
- ・MEPS3時間最大降水量Gのアンサンブル最大値は、18、12、6時間前からの予測ではMSM3時間最大降水量Gからさらに、実況に近づく結果となった

数値予報システムによる予測と実況の比較結果 (21日9時対象:13kmGSM)



30、24、18時間前からの予測降水域はやや北にずれていたが、12、6時間前からの予測では実況に近づいた。予測降水量はいずれも過小であった。

⑩ 気象庁 Japan Meteorological Agency

令和6年度数值予報解説資料集

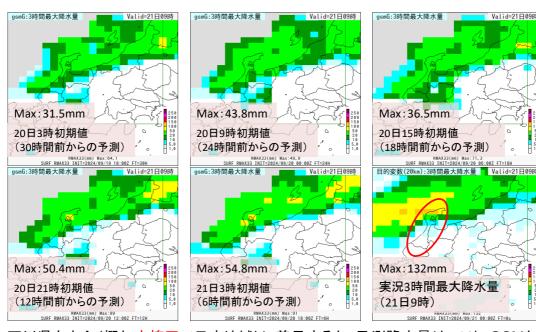
392

13kmGSMの3時間降水量について、令和6(2024)年9月21日9時を対象とした結果を示す。

図は、上段の令和6(2024)年9月20日3時初期値の30時間予報から順番に9月21日3時初期値の6時間予報までの結果を示す。また、令和6(2024)年9月21日9時対象の実況の解析雨量の結果を示す。降水量の単位はいずれもmmである。

石川県を中心(概ね赤楕円で示す地域)に着目すると、30、24、18時間前からの予測降水域はやや北にずれていたが、12、6時間前からの予測では実況に近づいた。予測降水量はいずれも過小であった。

数値予報システムによる予測と実況の比較結果 (21日9時対象: GSM3時間最大降水量ガイダンス)



石川県を中心(概ね<mark>赤楕円</mark>で示す地域)に着目すると、予測降水量は、13kmGSMと 比べると実況に近づけているが、過小であった。

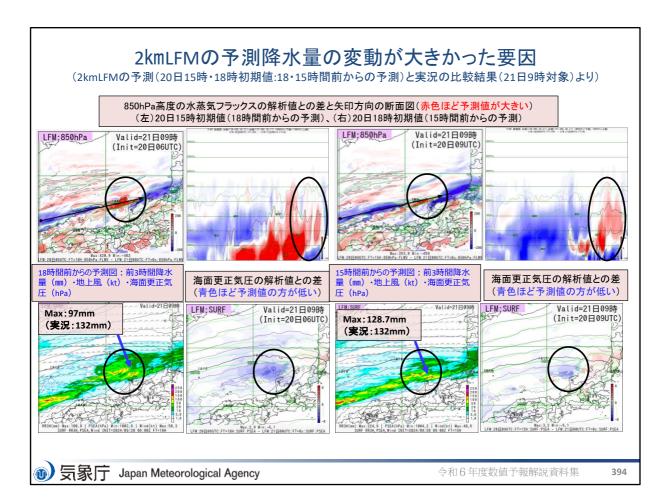
⑩ 気象庁 Japan Meteorological Agency

令和6年度数值予報解説資料集

393

GSM3時間最大降水量ガイダンス(20km格子)の結果を示す。図の並びは、前スライドのGSMと同様である。また、令和6(2024)年9月21日9時対象の実況の20km格子3時間最大降水量の結果を示す。降水量の単位はいずれもmmである。

石川県を中心(概ね赤楕円で示す地域)に着目すると、予測降水量は、13kmGSMと比べると実況に近づけているが、過小であった。



2kmLFMの予測降水量の変動が大きかった要因について、令和6(2024)年9月21日 9時を対象とした予測と実況(解析値)の比較結果から説明する。

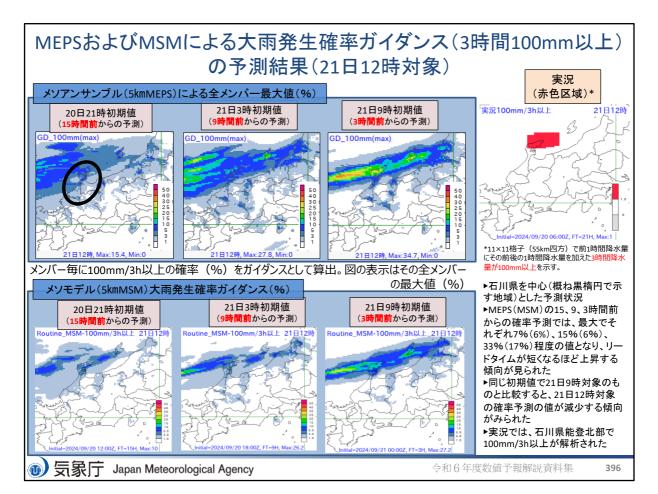
図の上段は、850hPa高度の水蒸気フラックスの解析値との差と矢印方向の断面図(赤色ほど予測値が大きい)、下段は、地上の予測図(前3時間降水量(mm)・地上風(kt)・海面更正気圧(hPa)と海面更正気圧の解析値との差(青色ほど予測値の方が低い)の図である。左側が20日15時初期値の18時間前からの予測と解析値の比較の結果、右側が20日18時初期値の15時間前からの予測と解析値の比較の結果を示す。

石川県の北西海上の擾乱の表現の差によって予測降水量の集中する場所に違いが 生じ、予測降水量の変動が大きくなる要因となっていた。

例えば、石川県の北西海上の擾乱(黒楕円で囲んだ領域)に着目すると、解析値と比べて擾乱が明瞭な場合(18時間前からの予測)は、擾乱の方に予測降水量が集中し、石川県能登北部では過小傾向となった。擾乱が不明瞭な場合(15時間前からの予測:実況に近い)は石川県能登北部で予測降水量が集中するようになり、実況に近い値となるような違いが生じていた。



令和6(2024)年9月21日12時対象の予測結果を示す。



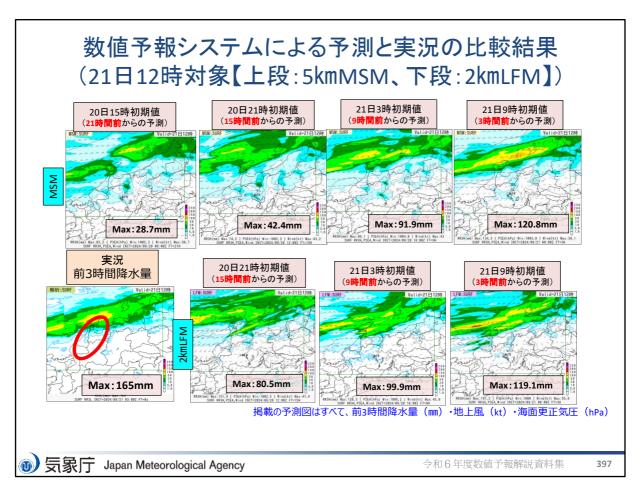
令和6(2024)年9月21日12時対象の3時間100mm以上のMEPSおよびMSMによる大雨発生確率ガイダンスの予測結果を確認する。上段はメソアンサンブル予報システム(5kmMEPS)による全メンバー最大値(単位:%)、下段はメソモデル(5kmMSM)のものを示し、左から15時間前、9時間前、3時間前からのそれぞれ予測結果を示している。右上は実況の結果を示す。

石川県を中心(概ね黒楕円で示す地域)とした予測状況を以下に示す。

MEPS(MSM)の15、9、3時間前からの確率予測では、最大でそれぞれ7%(6%)、15%(6%)、33%(17%)程度の値となり、リードタイムが短くなるほど上昇する傾向が見られた。

同じ初期値で21日9時対象のものと比較すると、21日12時対象の確率予測の値が減少する傾向がみられた。

実況では、石川県能登北部で100mm/3h以上が解析された。



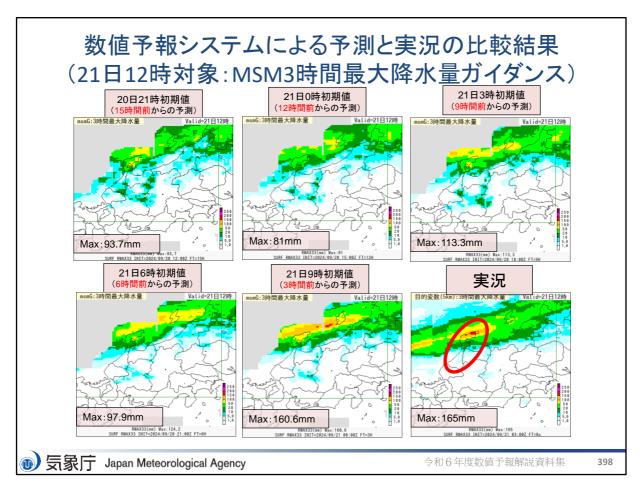
5kmMSM(上段)および2kmLFM(下段)の3時間降水量について、令和6(2024)年9月21日12時を対象とした結果を示す。

図は、前3時間降水量(mm)・地上風(kt)・海面更正気圧(hPa)で、9月20日15時初期値の21時間前からの予測(2kmLFMは20日21時初期値の15時間前からの予測)から順番に9月21日9時初期値の3時間前からの予測までの結果を示す。また、下段左に実況の解析雨量(mm)の結果を示す。

石川県を中心(概ね赤楕円で示す地域)とした予測状況を以下に示す。

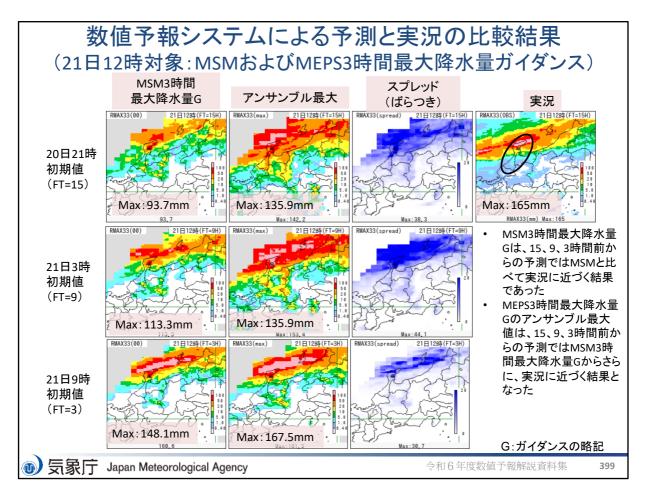
MSMの予測降水量の最大値は、21、15、9時間前からの予測では過小であったが、3時間前からの予測では実況に近づいた。

2kmLFMの予測降水量の最大値は、15、9、3時間前からの予測では過小傾向であった。



MSM3時間最大降水量ガイダンスの結果を示す。図の並びは、上段の令和6(2024)年9月20日21時初期値の15時間予測から順番に9月21日9時初期値の3時間予測までの結果を示す。また、令和6(2024)年9月21日12時対象の実況の5km格子3時間最大降水量の結果を示す。降水量の単位はいずれもmmである。

石川県を中心(概ね赤楕円で示す地域)とした予測状況を以下に示す。 5kmMSMの予測と比べると直近ほど実況に近づけていた。

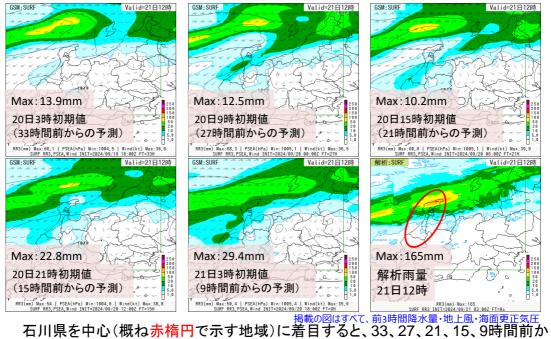


令和6(2024)年9月21日12時を対象としたMSMおよびMEPS3時間最大降水量ガイダンスの結果を示す。右上図が9月21日12時の実況の3時間最大降水量、左側から5kmMSM3時間最大降水量ガイダンス、5kmMEPS3時間最大降水量ガイダンスメンバー最大値、スプレッド(ばらつき)を示し、上段から下段に向かって、9月20日21時初期値15時間予測、21日3時初期値9時間予測および9時初期値3時間予測の結果をそれぞれ示す。降水量、スプレッドの単位はいずれもmmである。スプレッドは、青色が濃いほどスプレッドが大きいことを示す。

石川県を中心(概ね黒楕円で示す地域)に着目すると、以下の特徴が見られた。

- ・MSM3時間最大降水量Gは、15、9、3時間前からの予測ではMSMと比べて実況に 近づく結果であった
- ・MEPS3時間最大降水量Gのアンサンブル最大値は、15、9、3時間前からの予測では MSM3時間最大降水量Gからさらに、実況に近づく結果となった

数値予報システムによる予測と実況の比較結果 (21日12時対象:13kmGSM)



石川県を中心(概ね<mark>赤楕円</mark>で示す地域)に着目すると、33、27、21、15、9時間前からの予測降水域はやや北にずれていた。予測降水量はいずれも過小であった。

● 気象庁 Japan Meteorological Agency

令和6年度数值予報解説資料集

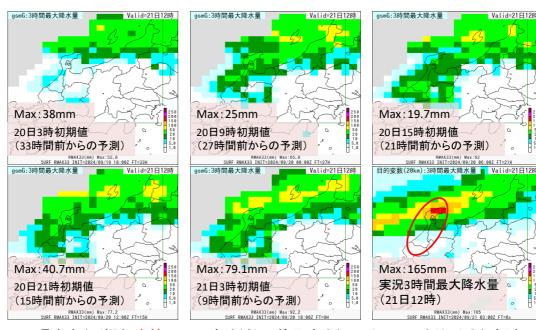
400

13kmGSMの3時間降水量について、令和6(2024)年9月21日12時を対象とした結果を示す。

図は、上段の令和6(2024)年9月20日3時初期値の33時間予報から順番に9月21日3時初期値の9時間予報までの結果を示す。また、令和6(2024)年9月21日12時対象の実況の解析雨量の結果を示す。降水量の単位はいずれもmmである。

石川県を中心(概ね赤楕円で示す地域)に着目すると、33、27、21、15、9時間前からの予測降水域はやや北にずれていた。予測降水量はいずれも過小であった。

数値予報システムによる予測と実況の比較結果 (21日12時対象: GSM3時間最大降水量ガイダンス)



石川県を中心(概ね<mark>赤楕円</mark>で示す地域)に着目すると、13kmGSMと比べると直近ほど実況に近づけているが、予測降水量は過小であった。

令和6年度数值予報解説資料集

401

GSM3時間最大降水量ガイダンス(20km格子)の結果を示す。図の並びは、前スライドのGSMと同様である。また、令和6(2024)年9月21日12時対象の実況の20km格子3時間最大降水量の結果を示す。降水量の単位はいずれもmmである。

石川県を中心(概ね赤楕円で示す地域)に着目すると、予測降水量は、13kmGSMと比べると直近ほど実況に近づけているが、過小であった。

まとめ(その1)

- 9月21日に石川県で発生した線状降水帯事例の数値予報システムにおける石川県を中心とした予測結果について、3時間100mm以上の大雨発生確率ガイダンスの予測結果、数値予報システム(5kmMSM、2kmLFM、13kmGSMおよびMSM、MEPS、GSM降水量ガイダンス)による予測と実況の比較結果を示した
- 大雨発生確率ガイダンスによる予測結果 【21日9時対象】
 - MEPS(MSM)の18、12、6時間前からの確率予測では、最大でそれぞれ12%(6%)、16%(9%)、35%(25%)程度の値となり、リードタイムが短くなるほど上昇する傾向が見られた

【21日12時対象】

MEPS(MSM)の15、9、3時間前からの確率予測では、最大でそれぞれ7%(6%)、15%(6%)、33%(17%)程度の値となり、リードタイムが短くなるほど上昇する傾向が見られた

● 気象庁 Japan Meteorological Agency

令和6年度数值予報解説資料集

402

令和6(2024)年9月21日に石川県で発生した線状降水帯事例の数値予報システムにおける石川県を中心とした予測結果について、このスライドを含む以下4枚のスライドにまとめた。

まとめ(その2)

- 大雨発生確率ガイダンスによる予測結果 【MEPS・MSM共通】
 - 同じ初期値で21日9時対象のものと比較すると、21日12時対象の確率予測の値が 減少する傾向がみられた
- 5kmMSMおよび2kmLFMによる予測結果

【21日9時対象】

- 5kmMSMの予測降水量の最大値は、24、18、12、6時間前からの予測では過小であった
- 2kmLFMの予測降水量の最大値は、18、12時間前からの予測では過小傾向であったが、6時間前からの予測では実況に近づいた(2kmLFMでは初期値により実況に近いこともあり、予測降水量の変動が大きかった)

【21日12時対象】

- 5kmMSMの予測降水量の最大値は、21、15、9時間前からの予測では過小であったが、3時間前からの予測では実況に近づいた
- 2kmLFMの予測降水量の最大値は、15、9、3時間前からの予測では過小傾向であった。
- 2kmLFMでは、同じ初期値で21日9時対象のものと比較すると、21日12時対象の予測降水量の減少する傾向がみられ、強い雨が持続しにくい傾向がみられた

⑩ 気象庁 Japan Meteorological Agency

令和6年度数值予報解説資料集

まとめ(その3)

- MSM3時間最大降水量ガイダンスによる予測結果 【21日9時】
 - 18、15時間前からの予測では、予測降水量の最大値は過小傾向であったが、12、9、 6時間前からの予測では、直近ほど実況に近づける傾向が見られた。また、全体的 に5kmMSMの予測と比べると、実況に近づけていた

【21日12時】

- 5kmMSMの予測と比べると直近ほど実況に近づけていた
- MEPS3時間最大降水量ガイダンスによる予測結果(アンサンブル最大値) 【21日9時・21日12時対象共通】
 - 18、12、6時間前(21日9時対象)、15、9、3時間前(21日12時対象)からの予測では MSM3時間最大降水量ガイダンスからさらに、実況に近づく結果となった
- 13kmGSMによる予測結果

【21日9時・21日12時対象共通】

- 30、24、18時間前(21日9時対象)、33、27、21、15、9時間前(21日12時対象)からの予測降水域はやや北にずれていたが、12、6時間前(21日9時対象)からの予測では実況に近づいた。予測降水量はいずれも過小であった

⑩ 気象庁 Japan Meteorological Agency

令和6年度数值予報解説資料集

まとめ(その4)

- GSM3時間最大降水量ガイダンスによる予測結果 【21日9時・21日12時対象共通】
 - 予測降水量は、13kmGSMと比べると実況に近づけているが、過小であった
- 21日9時対象において、2kmLFMの予測降水量の変動が大きかった要因
 - 石川県の北西海上の擾乱の表現の差によって予測降水量の集中する場所に違いが生じ、予測降水量の変動が大きくなる要因となっていた



令和6年度数值予報解説資料集



第3章 事例解析編

3.2.4 環境場

● 気象庁 Japan Meteorological Agency

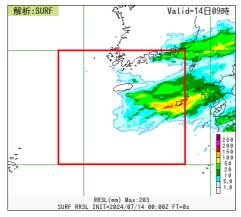
令和6年度数值予報解説資料集

406

線状降水帯事例の内、LFMが比較的予測できた7月14日に長崎県で発生した事例と LFMが予測できなかった7月25日に山形県で発生した事例において、大気の環境場を どれくらい予測できていたかについて確認する。

7月14日に長崎県で発生した 線状降水帯事例の環境場について

MSMの気温・水蒸気混合比・水平風速・水蒸気フラックスの検証領域での鉛直プロファイル(期間平均と平均場の差分)を予測時間(FT)ごとに示す。



〇平均場:1991年~2020年

• 長期再解析(JRA-3Q): 7月8日9時 – 19日3時 OMSM予測値:

7月13日18時 - 14日15時 (予測値の期間はすべて予測対象時刻)

検証領域(矩形領域:赤枠で示した領域)

124.0E-129.0E,30.0N-35.0N

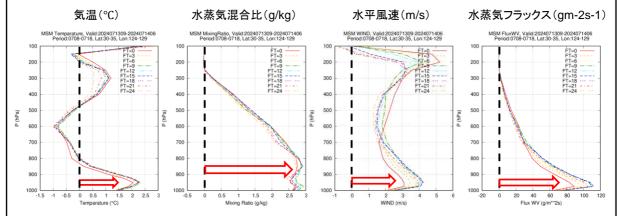
⑩ 気象庁 Japan Meteorological Agency

令和6年度数值予報解説資料集

407

令和6(2024)年7月14日に長崎県で発生した線状降水帯事例の環境場について、気温(単位:°C)・水蒸気混合比(単位:g/kg)・水平風速(単位:m/s)・水蒸気フラックス(単位:gm-2s-1)がどれくらい予測できていたかを確認するために、期間平均値の平均場からの差分について、MSMの鉛直プロファイルを示し、長期再解析(JRA-3Q)から作成した平均場(1991-2020年の各年の7月8日9時から7月19日3時)と比較する。検証領域は、線状降水帯が発生した地域の上流にあたる海上の矩形領域を設定した(赤枠で示した領域)。MSM予測値は、7月13日18時 – 14日15時の期間で、予測値の期間はすべて予測対象時刻を示す。

7月14日に長崎県で発生した 線状降水帯事例の各要素の鉛直プロファイル (MSM予測値の平均場との差分)



- ・平均場(各グラフで横軸が0:黒破線に対応)と比較して、900hPaから下層を中心に気温、水蒸気混合比、水平風速、水蒸気フラックスの値が大きい場となっていた
- ・予測値(FT=0以外)を解析値(FT=0:赤実線の折れ線)と比較すると、水平風速の予測で700hPaから下層で風速が強すぎた以外は、ほぼ解析値に近い予測ができていた

令和6年度数值予報解説資料集

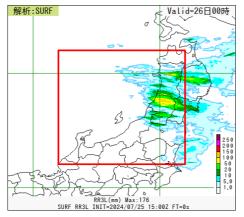
408

令和6(2024)年7月14日に長崎県で発生した線状降水帯事例の気温(単位:°C)・水蒸気混合比(単位:g/kg)・水平風速(単位:m/s)・水蒸気フラックス(単位:gm-2s-1)の鉛直プロファイルについて、MSM予測値の平均場からの差分を示す。各グラフは事例期間中の解析値(FT=0)および3時間~24時間予測値(FT=3~FT=24)を示す。以下に特徴を示す。

- ・平均場(各グラフで横軸が0:黒破線に対応)と比較して、900hPaから下層を中心に気温、水蒸気混合比、水平風速、水蒸気フラックスの値が大きい場となっていた
- ・予測値(FT=0以外)を解析値(FT=0:赤実線の折れ線)と比較すると、水平風速の予測で700hPaから下層で風速が強すぎた以外は、ほぼ解析値に近い予測ができていた

7月25日に山形県で発生した 線状降水帯事例の環境場について

MSMの気温・水蒸気混合比・水平風速・水蒸気フラックスの検証領域での鉛直プロファイル(期間平均と平均場の差分)を予測時間(FT)ごとに示す。



〇平均場:1991年~2020年

- 長期再解析(JRA-3Q): 7月20日9時 – 31日3時
- OMSM予測值:

7月25日6時 - 26日3時 (予測値の期間はすべて予測対象時刻)

検証領域(矩形領域: 赤枠で示した領域) 136.0E-141.0E,36.0N-41.0N

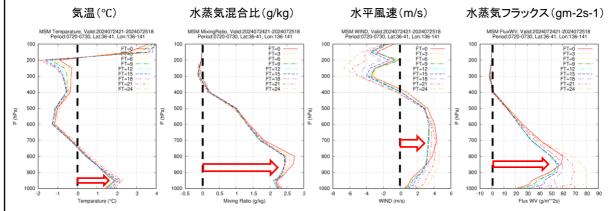
⑩ 気象庁 Japan Meteorological Agency

令和6年度数值予報解説資料集

409

令和6(2024)年7月25日に山形県で発生した線状降水帯事例の環境場について、気温(単位:°C)・水蒸気混合比(単位:g/kg)・水平風速(単位:m/s)・水蒸気フラックス(単位:gm-2s-1)がどれくらい予測できていたかを確認するために、期間平均値の平均場からの差分について、MSMの鉛直プロファイルを示し、長期再解析(JRA-3Q)から作成した平均場(1991-2020年の各年の7月20日9時から7月31日3時)と比較する。検証領域は、線状降水帯が発生した地域の上流にあたる海上の矩形領域を設定した(赤枠で示した領域)。MSM予測値は、7月25日6時 – 26日3時の期間で、予測値の期間はすべて予測対象時刻を示す。

7月25日に山形県で発生した 線状降水帯事例の各要素の鉛直プロファイル (MSM予測値の平均場との差分)



- ・平均場(各グラフで横軸が0:黒破線に対応)と比較して、800hPaから下層を中心に気温、水蒸気混合比、水平風速、水蒸気フラックスの値が大きい場となっていた
- ・700~200hPa高度の気温では、平均場と比べて、予測値・解析値共に気温が低く、それより下層では高い傾向が見られた(長崎県の事例と比べて、大気の安定度がさらに悪いことを示唆)
- ・水蒸気混合比の予測値は800~900hPa、水平風速の予測値は500~800hPaにおいて、解析値と比べて共に小さい傾向、900hPaから下層の水平風速の予測値は大きい傾向がみられた(長崎県の事例と比べて、水蒸気量の予測が不十分だったことを示している(リードタイムが長いほど大雨ポテンシャルをとらえられないことに対応)ことと500hPaから下層の予測水平風速に解析値との差があることから、山形県の事例で水蒸気輸送の予測に影響を与えている可能性がある)

⑩ 気象庁 Japan Meteorological Agency

令和6年度数值予報解説資料集

410

令和6(2024)年7月25日に山形県で発生した線状降水帯事例の気温(単位:°C)・水蒸気混合比(単位:g/kg)・水平風速(単位:m/s)・水蒸気フラックス(単位:gm-2s-1)の鉛直プロファイルについて、MSM予測値の平均場からの差分を示す。各グラフは事例期間中の解析値(FT=0)および3時間~24時間予測値(FT=3~FT=24)を示す。以下に特徴を示す。

- ・平均場(各グラフで横軸が0:黒破線に対応)と比較して、800hPaから下層を中心に気温、水蒸気混合比、水平風速、水蒸気フラックスの値が大きい場となっていた
- ・700~200hPa高度の気温では、平均場と比べて、予測値・解析値共に気温が低く、それより下層では高い傾向が見られた(長崎県の事例と比べて、大気の安定度がさらに悪いことを示唆)
- ・水蒸気混合比の予測値は800~900hPa、水平風速の予測値は500~800hPaにおいて、解析値と比べて共に小さい傾向、900hPaから下層の水平風速の予測値は大きい傾向がみられた(長崎県の事例と比べて、水蒸気量の予測が不十分だったことを示している(リードタイムが長いほど大雨ポテンシャルをとらえられないことに対応)ことと500hPaから下層の予測水平風速に解析値との差があることから、山形県の事例で水蒸気輸送の予測に影響を与えている可能性がある)

まとめ

- 線状降水帯事例の内、LFMが比較的予測できた7月14日に長崎県で発生した事例とLFMが予測できなかった7月25日に山形県で発生した事例について、気温・水蒸気混合比・水平風速・水蒸気フラックスの要素がどれくらい予測できていたかを確認した
- 2つの事例に共通して、800~900hPaから下層を中心に気温、水蒸気混合比、水平風速、水蒸気フラックスの値が大きい場となっていた
- 7月14日に長崎県で発生した線状降水帯事例について
 - 予測値を解析値と比較すると、水平風速の予測で700hPaから下層で風速が強すぎた 以外は、ほぼ解析値に近い予測ができていた
- 7月25日に山形県で発生した線状降水帯事例について
 - 700~200hPa高度の気温では、平均場と比べて、予測値・解析値共に気温が低く、それより下層では高い傾向が見られた(長崎県の事例と比べて、大気の安定度がさらに悪いことを示唆)
 - 水蒸気混合比の予測値は800~900hPa、水平風速の予測値は500~800hPaにおいて、解析値と比べて共に小さい傾向、900hPaから下層の水平風速の予測値は大きい傾向がみられた(長崎県の事例と比べて、水蒸気量の予測が不十分だったことを示している(リードタイムが長いほど大雨ポテンシャルをとらえられないことに対応)ことと500hPaから下層の予測水平風速に解析値との差があることから、山形県の事例で水蒸気輸送の予測も難しかった可能性がある)

令和6年度数值予報解説資料集

411

線状降水帯事例の内、LFMが比較的予測できた7月14日に長崎県で発生した事例と LFMが予測できなかった7月25日に山形県で発生した事例について、気温・水蒸気混 合比・水平風速・水蒸気フラックスの要素がどれくらい予測できていたかについて、まと めた。



第3章 事例解析編

3.2.5 まとめ

⑩ 気象庁 Japan Meteorological Agency

令和6年度数值予報解説資料集

412

第3.2.1項から第3.2.4項にかけて述べた、令和6(2024)年6月~11月に発生した線状降水帯事例の数値予報の結果について、以下のスライドにまとめた。

令和6(2024)年6月~11月にかけて発生した線状降水帯事例 の数値予報システムの予測結果 (まとめ(1/3))

- 線状降水帯の半日前予測の判断基準に用いるMSMおよびMEPSの大雨 発生確率ガイダンスについて
 - 線状降水帯が発生した事例の内、7月25日に山形県で発生したものは確率が低く、大雨ポテンシャルを的確に捕捉できていなかった。6月21日の鹿児島県、7月14日の長崎県で発生した事例では確率が高い予測傾向がみられた
 - 直近の予測で確率値が上昇する傾向(リードタイムが長いほど予測水蒸気量の精度が悪いことが影響:昨年と同様)
 - 台風など大気場の大きな流れに依存して発生した線状降水帯の事例に対しては、大雨ポテンシャルを的確に捕捉(昨年と同様)
- 5kmMSMの予測降水量は、台風など大気場の大きな流れに依存して発生した線状降水帯の事例に対しては、過大な予測傾向であった。台風中心付近の降水域が直接、陸地にかかったことが影響したと考えられる(昨年は実況に近い予測傾向)

⑩ 気象庁 Japan Meteorological Agency

令和6年度数值予報解説資料集

令和6(2024)年6月~11月にかけて発生した線状降水帯事例 の数値予報システムの予測結果 (まとめ(2/3))

- 2kmLFMは、5kmMSMと比べて線状降水帯を捉えている場合が多かった(昨年と同様)。リードタイムが長いほど、予測水蒸気量とその流入の精度が悪いことが影響して、予測降水量が過小となる場合が多かった
- 13kmGSMや5kmMSMの予測降水量は積雲発生のきっかけになるシアーラインが 明瞭でないことや積乱雲を直接表現できないことが影響して、実況に比べて、過 小な場合が多かった。GSM・MSM降水量ガイダンスで実況に近づけていたが過小 傾向であることから、少なくとも解像度の細かいモデル(2kmLFMなど)が有効であ ることを示唆している
- アンサンブル予測(MEPS)(アンサンブル最大値)のガイダンスでは、MSM3時間 最大降水量ガイダンスからさらに、実況に近づく結果となった
- 第3.2.1項の7月14日に長崎県で発生した線状降水帯事例のようにLFMの予測が 良かった事例がある一方で、第3.2.2項の7月25日の山形県で発生した線状降水 帯事例のように、降水自体が的確に予測できていない場合があった

⑩ 気象庁 Japan Meteorological Agency

令和6年度数值予報解説資料集

令和6(2024)年6月~11月にかけて発生した線状降水帯事例 の数値予報システムの予測結果 (まとめ(3/3))

- 2kmLFMの予測が良かった7月14日に長崎県で発生した事例と2kmLFMが 予測できなかった7月25日に山形県で発生した事例について、環境場の 比較の結果は、以下のとおりである
 - 山形県の事例は、長崎県の事例と比べて、大気の安定度が悪かった
 - 山形県の事例は、長崎県の事例と比べて、水蒸気量の予測が不十分であった(リードタイムが長いほど大雨ポテンシャルをとらえられないことに対応)
 - 山形県の事例では、500hPaから下層の予測水平風速に解析値との差があることから、 水蒸気輸送の予測が難しかった可能性がある



令和6年度数值予報解説資料集