

# 線状降水帯の予測精度向上に向けた取組の進捗状況について (今年度の振り返りと来年度以降の計画)

線状降水帯予測精度向上ワーキンググループ (第7回会合)

令和5年12月19日

気象庁

- 3～4ページ目 前回会合でのご意見と対応状況
- 5～7ページ目 取組の全体像と今年度の取組状況
- 8～9ページ目 予測の強化
- 10～15ページ目 情報の改善

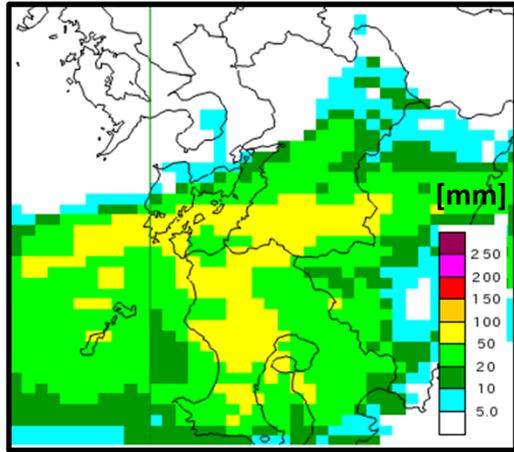
# 前回会合でのご意見と対応状況（1）

- 多くの観測データを利用することで数値予報モデルの予測精度が改善したことは評価できる。また「顕著な大雨に関する気象情報」について、雨量予測を用いて最大30分程度前倒して発表を開始したことは非常に大きなステップである。
  - ⇒ 引き続き線状降水帯に関する防災気象情報の改善を推進する。具体的には、半日前予測は令和6年を対象を地方単位から県単位に絞り込み、令和11年には市町村単位で危険度分布形式での情報提供を行い、また「顕著な大雨に関する気象情報」は令和8年に実況より2～3時間程度早く提供する計画である。
- 線状降水帯に関する情報については、今後、半日前や2～3時間前からの予測、実況を伝える情報など確実性やリードタイムの異なる情報を発表することになるが、受け手側が混乱しないよう、できるだけ分かりやすく、誤解の無いように伝えることが重要である。情報の改善の際は専門家にも相談するのが望ましい。
  - ⇒ 気象庁では、有識者検討会「防災気象情報に関する検討会」を開催し、防災気象情報全体の体系整理や個々の防災気象情報の抜本的な見直しに関する検討を進めてきている。引き続き、当該検討会の委員にも相談しつつ情報の受手に対してもしっかりと周知するように心がけるとともに、情報を作成するにあたって基盤となる技術に関しては、線状降水帯WG委員にも進捗を報告させていただきながら、取組を進めてまいりたい。
- 線状降水帯予測にあたり、海面水温摂動の導入をはじめとするアンサンブル予報の精度向上に向けた取組についても検討すると良い。半日程度前からの呼びかけに関して、線状降水帯が発生していなくとも大雨が発生している事例は多く見られたことから、情報の意義や実績を解説する際にはその点が伝わるようにすると良い。
  - ⇒ 海面水温摂動については、開発の優先順位も勘案しつつ、外部有識者の知見も得ながらその有効性等を検討してまいりたい。

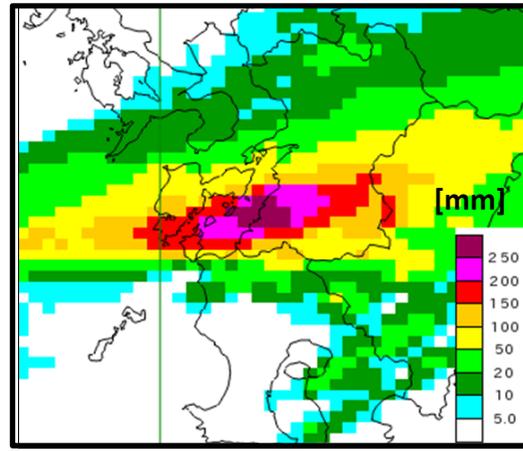
## 前回会合でのご意見と対応状況（2）

- 集中的な観測の実施や定常的な観測の整備が進んでいることは、今後の機構解明研究の進展や予測精度の向上につながることで評価できる。機構解明研究の次のフェーズとして、半日前予測等の情報改善の目標に向けて、機構解明研究の成果を数値予報技術の高度化につなげていくために、学官連携でどのような取組を進めるべきかの議論を本格化させていく必要がある。
  - ⇒ 情報の改善の次の目標として、令和6年に予定されている半日前予測の県単位での情報発表がある。目標の達成、また将来的な予測の精度向上に向け、研究会等の場で機構解明研究の成果を数値予報技術の高度化につなげるスキームを検討するとともに、実現に向けた学官連携の取組の具体について議論を進めたい。
- 線状降水帯予測に対する目標達成のため、現業数値予報モデルの予測精度の現状・課題・目標などを積極的に共有して学官で議論することが重要である。
  - ⇒ 学官連携を実効的なものとするには、現業数値予報における現状と課題を共有することが必要との認識であり、線状降水帯の機構解明に関する研究会（令和5年10月開催）で数値モデルの課題について話題提供した。今後も引き続き研究会等で課題を共有し議論を深めるとともに、位置ずれの評価手法についても検討していく。
- 様々な学官連携手段の一つであるモデル貸与については、数値予報モデルユーザーからのフィードバックは限られたものであることに留意したうえで、学官で共通の現業数値予報モデルを利用することで機構解明研究を含む研究のよりいっそうの推進につながる可能性も考慮しつつ、効果的に成果を得るための方向性を検討すべきである。
  - ⇒ 学官連携においては、双方がメリットを得られることが重要である。相互のコミュニケーションを深めつつ目的を明確化して、共同研究等を推進してまいりたい。また、機構解明研究の成果を数値予報技術の高度化につなげていくための手法等を検討し、そのために必要となる学官連携の取組に関する議論を行っていきたい。

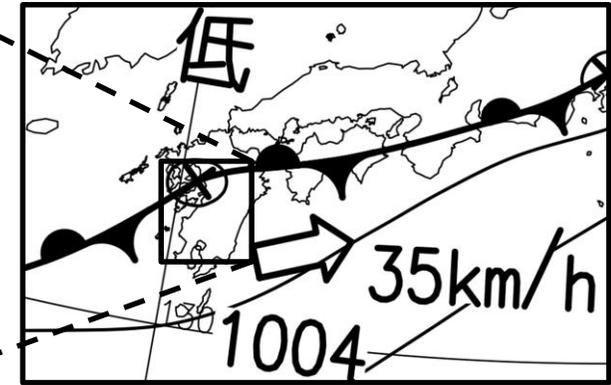
- 令和2年7月4日の熊本県球磨・芦北地方等に災害をもたらした大雨は線状降水帯によるもの。
- その線状降水帯は、半日前であっても予想することは難しかった。



15時間前の予測 (3時間降水量)



実況 (3時間降水量)



令和2年7月4日06時の地上天気図

## 線状降水帯の予測精度向上に向けた課題

### ①水蒸気の流れを正確に捉える (特に海上)

...水蒸気の鉛直構造や流入量が正確には分かっていない。

### ②予測モデルの性能を高める (線状降水帯の構造・発生・持続)

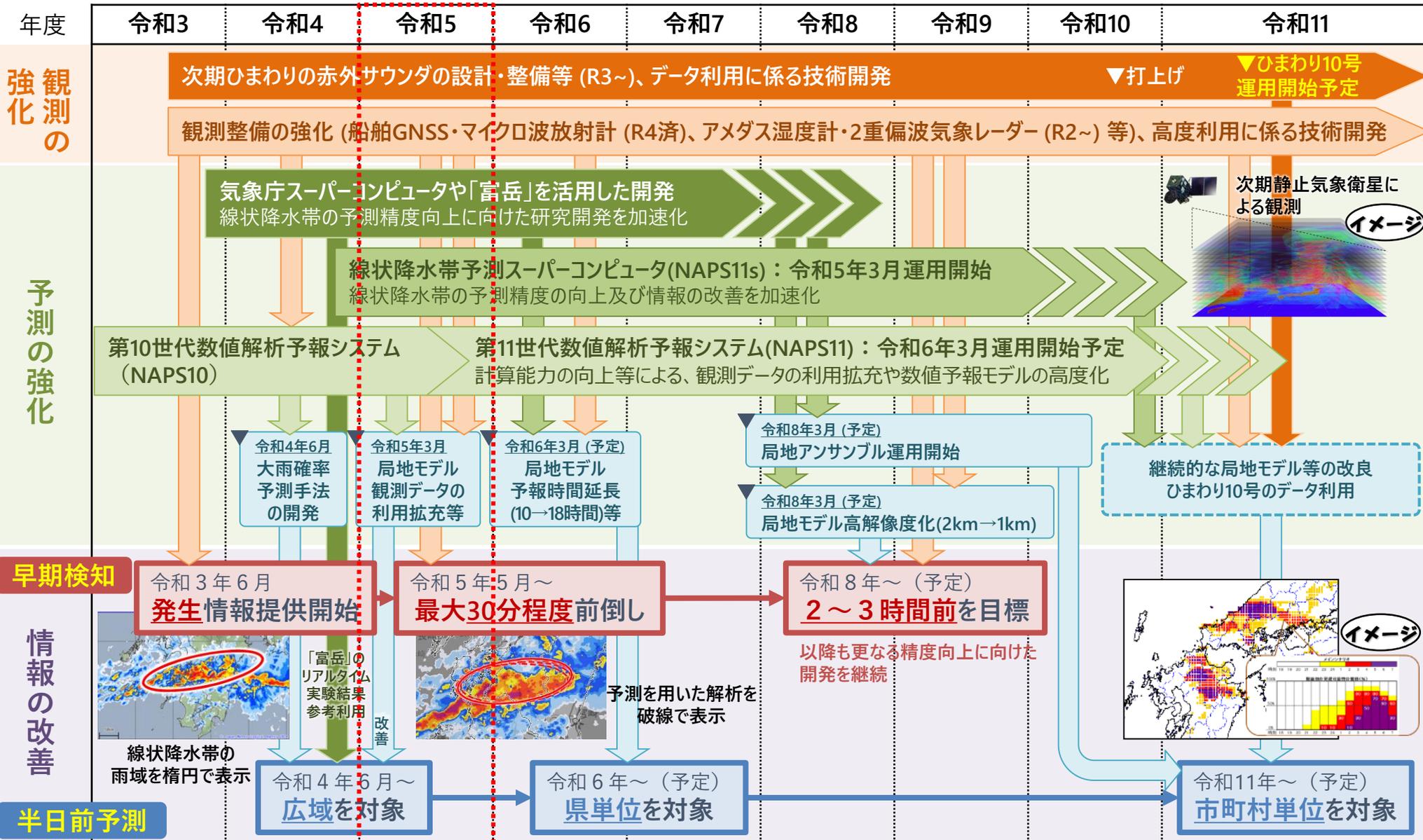
...個々の積乱雲の発生等を予測できないため、いつどこで線状降水帯による大雨が発生し、どのくらいの期間継続するのか、事前には分からない。

### ③発生確率にかかわる情報を提供する

...予測技術を踏まえた線状降水帯による大雨の危険性の呼びかけができていない。

# 線状降水帯の予測精度向上に向けたロードマップ

観測能力を大幅に強化した次期静止気象衛星等による水蒸気観測等の強化とともに、強化した気象庁スーパーコンピュータやスーパーコンピュータ「富岳」を活用した予測技術の開発等により予測を強化し、防災気象情報を段階的に改善。



# 【観測・予測の強化】令和5年度の取組状況

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」

- 令和4年度までに274地点に整備済み。
- 令和5年度は159地点に整備予定。

### 「気象レーダーの更新強化」

- 令和4年度までに全20地点中10地点で二重偏波レーダーに更新済み。
- 令和5年度は沖縄・松江・新潟・名瀬を二重偏波レーダーに更新（沖縄は4月、松江は6月、新潟は11月にそれぞれ更新済み）。

### 「洋上の水蒸気等の観測の強化」

- 令和4年度までに東シナ海～西日本太平洋側を運航する大型の民間船舶10隻にGNSS水蒸気観測を整備完了。
- 機動的な気象観測を担う海洋気象観測船「凌風丸」の竣工（令和5年度末）。

### 「マイクロ波放射計の整備」

- 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。

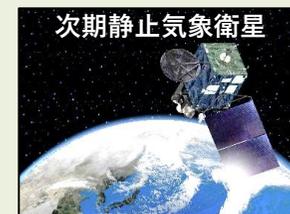
### 「次期静止気象衛星」

- 令和4年度に整備に着手、令和11年度の運用開始を目指す。

気象レーダー



海洋気象観測船「凌風丸」



マイクロ波放射計

## 水蒸気等の観測データ

## 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」

- 開発中の数値予報モデルによる日本全域を対象とした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（9月から3件の共同研究を開始）。

### 「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」

- 令和5年3月に数値予報モデルの改良。
- 令和5年3月に導入した線状降水帯予測スーパーコンピュータを利用し、水平解像度2kmの数値予報モデル（予報時間を従来の10時間から18時間に延長した局地モデル）の運用開始予定（令和5年度末）。  
⇒ 令和6年から「県単位での半日前からの予測」を開始予定。

スーパーコンピュータ「富岳」



©RIKEN



# 【予測の強化】「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」の政策対応枠課題により、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5年度は、局地モデルの予報時間延長（令和5年度末、2km10時間⇒2km18時間）や高解像度化（令和7年度末、2km18時間⇒1km18時間）に向けて、**6月8日から10月31日までの期間、開発中の水平解像度1kmのLFMを用いて日本全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。**

富岳1kmLFMの仕様

	富岳 1km LFM	2km 局地モデル (現業運用中)
水平解像度	1 km	2 km
領域	日本域	日本域
水平格子数	3161 x 2601	1581 x 1301
予報時間	18時間	10時間
実行頻度	2回/日 (03, 15 UTC)	24回/日

- 現業運用中の2km局地モデルを1km高解像度化、予報時間を10時間から18時間に延長
- モデル本体、初期値、境界値は2km局地モデルと同一設定

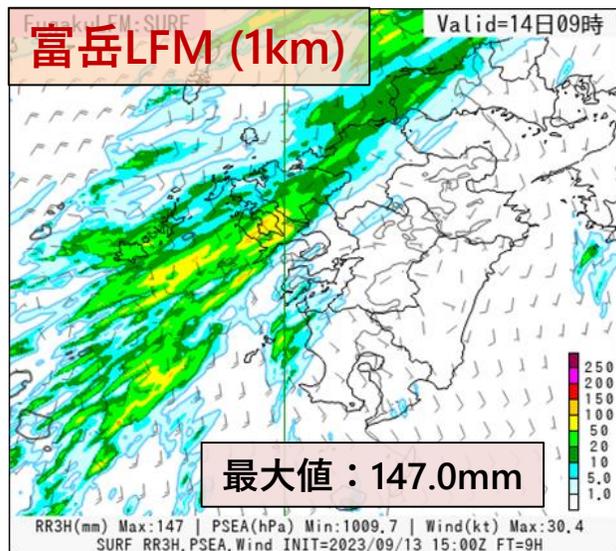
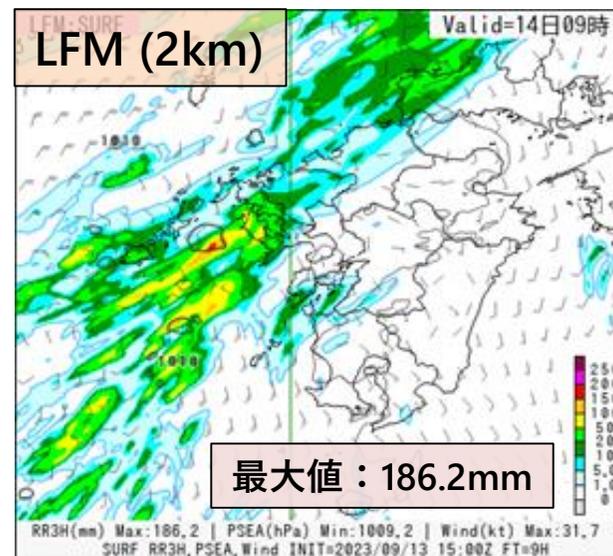
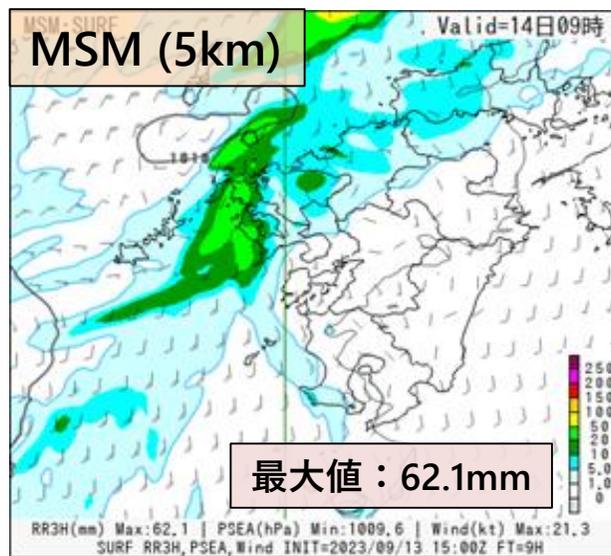
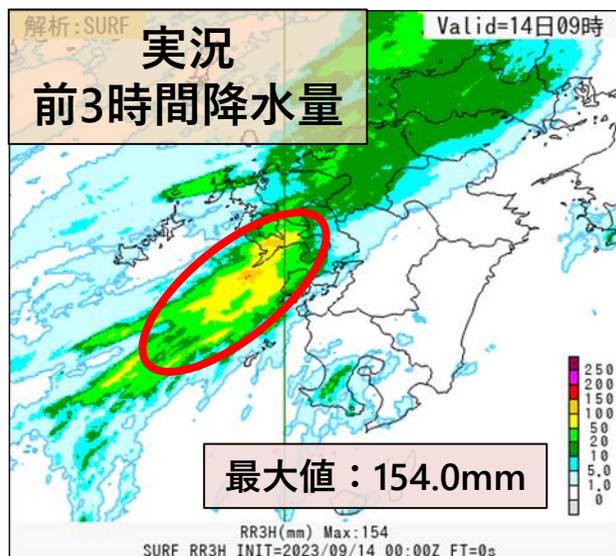
1kmLFMリアルタイムシミュレーション実験の対象領域  
(現業運用中の2km局地モデルと同一領域)



リアルタイムシミュレーション実験以外に、令和4年度に「富岳」上に構築した実験システムを活用した新たな取組として、観測データ利用をテーマとした大学や研究機関との共同研究（3件）を進めている（資料2を参照）。

# 【予測の強化】「富岳」リアルタイムシミュレーション実験

2023年9月14日9時対象：長崎県で線状降水帯が発生した事例 ※図は全て前3時間積算雨量を示す。



MSM (5km)：水平解像度 5 kmの現業メソモデル  
LFM (2km)：水平解像度 2 kmの現業局地モデル  
富岳LFM (1km)：「富岳」で開発中の水平解像度 1 kmのLFM

- 初期時刻から **9時間後の予測値**を示す。
- 長崎県の線状降水帯（**赤色円**）の降水域について、LFM及び富岳LFMの予測降水量は、MSMに比べて概ね実況に近かった。
- 3時間積算雨量に着目すると、富岳LFMでは降水域の位置、強度ともに実況に最も近い。

# 【情報の改善】令和5年度の取組状況

## 半日前予測（明るいうちから早めの避難）

- 令和4年から情報提供開始。
- 令和5年は局地モデルの利用可能性の検討など、令和6年から開始される県単位での情報提供に向け、情報の改善に向けた取組を継続。

## 顕著な大雨に関する気象情報（迫りくる危険から直ちに避難）

- 令和3年から情報提供開始。
- 令和5年から、発表基準を踏襲しつつ、「現在から30分先までに雨量や危険度の基準を満たす場合」に発表する運用に変更し、これまでより最大30分程度前倒して発表することとした。

線状降水帯による大雨の可能性をお伝え

「明るいうちから早めの避難」… 段階的に対象地域を狭めていく

令和4(2022)年～

広域で半日前から予測  
(令和4年6月提供開始)

令和6(2024)年～

県単位で半日前から予測

令和11(2029)年～

市町村単位で危険度の把握が可能な危険度分布形式の情報を半日前から提供

### 今年度の新たな運用

令和5(2023)年～

最大30分程度前倒して発表  
(令和5年5月25日提供開始)

令和8(2026)年～

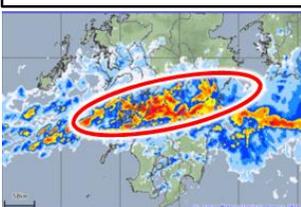
2～3時間前を目標に発表

線状降水帯の雨域を表示

「迫りくる危険から直ちに避難」… 段階的に情報の発表を早めていく

※具体的な情報発信のあり方や避難計画等への活用方法について、情報の精度を踏まえつつ有識者等の意見を踏まえ検討

令和3(2021)年  
線状降水帯の発生をお知らせする情報  
(令和3年6月提供開始)



線状降水帯の雨域を楕円で表示

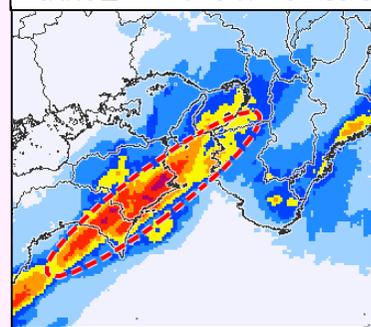
# 【情報の改善】大雨の半日程度前からの呼びかけ実績①

令和5年9月29日時点

- 気象庁では、令和4年6月より、線状降水帯による大雨の可能性が高いことが予想された場合、半日程度前から「線状降水帯」というキーワードを使ってその旨を呼びかけている。
- 線状降水帯は予測が難しい現象であることから、現状では、「〇〇地方」といった広域での呼びかけを行っている。
- 線状降水帯による大雨の半日程度前からの呼びかけを実施したとき、実際に大雨となる可能性が高いことから、**この呼びかけが行われたときには、大雨災害への心構えを一段高めていただくことが重要**である。

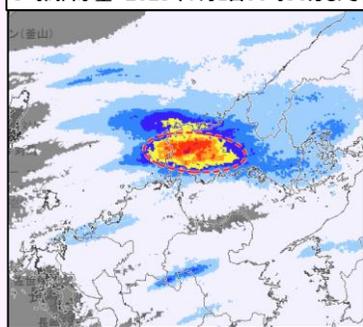
	運用開始前の想定 (令和元年～3年のデータから検証)	令和5年 (9月29日時点)
適中 線状降水帯発生への呼びかけ「あり」 のうち 線状降水帯の発生「あり」	4回に1回程度	22回中9回
見逃し 線状降水帯の発生「あり」 のうち 線状降水帯発生への呼びかけ「なし」	3回に2回程度	23回中14回

3時間降水量 2023年6月2日11時50分まで

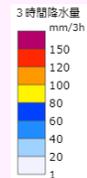


6/2近畿地方における例

3時間降水量 2023年7月1日00時50分まで



7/1九州北部地方における例



○ 大雨災害発生の危険度が急激に高まっている線状降水帯の雨域(現時刻の解析)  
○ 大雨災害発生の危険度が急激に高まっている線状降水帯の雨域(10~30分先の解析)

- 線状降水帯発生への呼びかけを行った22回中、実際に線状降水帯が発生したのは9回であるが、それ以外にも、

・ 3時間降水量が150mm以上となった事例が3回

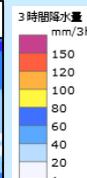
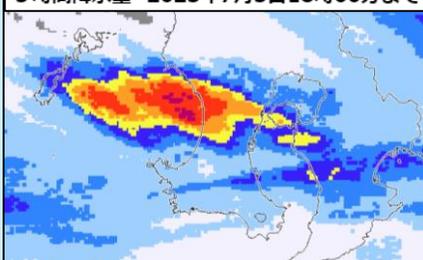
あることから、**この呼びかけが行われたときには、大雨災害への心構えを一段高めていただくことが重要**である。

線状降水帯の発生をお知らせする「顕著な大雨に関する気象情報」は、現在、10分先、20分先、30分先のいずれかにおいて、以下の基準をすべて満たす場合に発表します。(令和5年5月25日以降)

- ① 前3時間積算降水量(5kmメッシュ)が100mm以上の分布域の面積が500km<sup>2</sup>以上
- ② ①の形状が線状(長軸・短軸比2.5以上)
- ③ ①の領域内の前3時間積算降水量最大値が150mm以上
- ④ ①の領域内の土砂キキクル(大雨警報(土砂災害)の危険度分布)において土砂災害警戒情報の基準を超過(かつ大雨特別警報の土壌雨量指数基準値への到達割合8割以上)又は洪水キキクル(洪水警報の危険度分布)において警報基準を大きく超過した基準を超過

線状降水帯の発生に至らなくても大雨(3時間降水量が150mm以上)となった事例

3時間降水量 2023年7月3日18時00分まで



7/3九州南部・奄美地方における例

# 【情報の改善】大雨の半日程度前からの呼びかけ実績②

令和5年9月29日時点



地方予報区（全国を11ブロックに分けた地域）

令和5年6月2日05時51分  
大阪管区气象台発表

**近畿地方では、2日午前中から夜にかけて線状降水帯が発生して大雨災害の危険度が急激に高まる可能性があります。**また、近畿地方では、2日昼前から夜遅くにかけて、局地的に雷を伴った非常に激しい雨が降る見込みです。2日昼前から3日明け方にかけて、土砂災害や低い土地の浸水、河川の増水や氾濫に警戒してください。

半日前からの呼びかけの例

線状降水帯の発生日※1	地方予報区	線状降水帯の発生状況	呼びかけ状況	3時間降水量最大値※2
3月22日	沖縄地方	線状降水帯が発生（沖縄県）	呼びかけできず	約190ミリ
6月2日	中国地方	線状降水帯は発生せず	呼びかけを実施	約60ミリ
	四国地方	線状降水帯が発生（高知県）	呼びかけを実施	約200ミリ
	近畿地方	線状降水帯が発生（和歌山県、奈良県）	呼びかけを実施	約170ミリ
	東海地方	線状降水帯が発生（三重県、愛知県、静岡県）	呼びかけを実施	約170ミリ
6月2日～3日	関東甲信地方	線状降水帯は発生せず	呼びかけを実施	約120ミリ
6月19日	九州南部・奄美地方	線状降水帯が発生（鹿児島県）	呼びかけできず	約170ミリ
6月20日	九州南部・奄美地方	線状降水帯が発生（鹿児島県）	呼びかけできず	約250ミリ
6月30日～7月1日	九州南部・奄美地方	線状降水帯は発生せず	呼びかけを実施	約130ミリ
7月1日	九州北部地方	線状降水帯が発生（山口県）	呼びかけを実施	約160ミリ
7月2日	九州南部・奄美地方	線状降水帯が発生（鹿児島県）	呼びかけできず	約250ミリ
7月3日	九州北部地方	線状降水帯が発生（熊本県）	呼びかけできず	約200ミリ
7月3日～4日	九州南部・奄美地方	線状降水帯は発生せず	呼びかけを実施	約170ミリ
7月8日	中国地方	線状降水帯が発生（島根県）	呼びかけできず	約160ミリ
7月10日	九州北部地方	線状降水帯が発生（福岡県、佐賀県、大分県）	呼びかけできず	約190ミリ
7月12日～13日	北陸地方	線状降水帯が発生（石川県、富山県）	呼びかけできず	約200ミリ

※1 線状降水帯の発生がなかった場合は、線状降水帯による大雨の半日程度前からの呼びかけの対象日。

※2 「顕著な大雨に関する気象情報」の発表基準の1つである前3時間積算降水量最大値が150mm以上を着色。なお、10～30分先に基準を満たすとして同情報を発表した場合、実際には前3時間降水量積算値が150mmに達しないことがある。

線状降水帯による大雨の半日程度前からの呼びかけが適中した事例。

※ 気象庁HPから抜粋：<https://www.jma.go.jp/jma/kishou/now/jirei/senjokousuitai/R05jisseci.pdf>

# 【情報の改善】大雨の半日程度前からの呼びかけ実績③

令和5年9月29日時点



地方予報区（全国を11ブロックに分けた地域）

令和5年6月2日05時51分  
大阪管区气象台発表

**近畿地方では、2日午前中から夜にかけて線状降水帯が発生して大雨災害の危険度が急激に高まる可能性があります。**また、近畿地方では、2日昼前から夜遅くにかけて、局地的に雷を伴った非常に激しい雨が降る見込みです。2日昼前から3日明け方にかけて、土砂災害や低い土地の浸水、河川の増水や氾濫に警戒してください。

半日前からの呼びかけの例

線状降水帯の発生日※1	地方予報区	線状降水帯の発生状況	呼びかけ状況	3時間降水量最大値※2
8月6日	沖縄地方	線状降水帯が発生（沖縄県）	呼びかけを実施	約140ミリ
8月5日～8日	九州南部・奄美地方	線状降水帯は発生せず	呼びかけを実施	約130ミリ
8月9日～10日	九州南部・奄美地方	線状降水帯が発生（鹿児島県、宮崎県）	呼びかけを実施	約190ミリ
	九州北部地方	線状降水帯が発生（熊本県、大分県）	呼びかけを実施	約150ミリ
8月10日	四国地方	線状降水帯が発生（高知県、愛媛県）	呼びかけできず	約180ミリ
8月12日	東北地方	線状降水帯が発生（岩手県）	呼びかけできず	約150ミリ
8月15日	四国地方	線状降水帯は発生せず	呼びかけを実施	約100ミリ
	中国地方	線状降水帯が発生（鳥取県、岡山県）	呼びかけを実施	約160ミリ
	近畿地方	線状降水帯は発生せず	呼びかけを実施	約190ミリ
	東海地方	線状降水帯は発生せず	呼びかけを実施	約190ミリ
	関東甲信地方	線状降水帯は発生せず	呼びかけを実施	約90ミリ
9月6日	四国地方	線状降水帯は発生せず	呼びかけを実施	約60ミリ
	北陸地方	線状降水帯は発生せず	呼びかけを実施	約90ミリ
9月6日～7日	東海地方	線状降水帯は発生せず	呼びかけを実施	約90ミリ
	関東甲信地方	線状降水帯は発生せず	呼びかけを実施	約50ミリ
9月8日	関東甲信地方	線状降水帯が発生（東京都、千葉県、茨城県）	呼びかけを実施	約250ミリ
	東北地方	線状降水帯が発生（福島県）	呼びかけできず	約250ミリ
9月14日	九州北部地方	線状降水帯が発生（長崎県）	呼びかけできず	約170ミリ
9月15日	九州北部地方	線状降水帯が発生（長崎県）	呼びかけできず	約140ミリ
9月21日	近畿地方	線状降水帯が発生（奈良県、和歌山県）	呼びかけできず	約200ミリ

※1 線状降水帯の発生がなかった場合は、線状降水帯による大雨の半日程度前からの呼びかけの対象日。

※2 「顕著な大雨に関する気象情報」の発表基準の1つである前3時間積算降水量最大値が150mm以上を着色。なお、10～30分先に基準を満たすとして同情報を発表した場合、実際には前3時間降水量積算値が150mmに達しないことがある。

線状降水帯による大雨の半日程度前からの呼びかけが適中した事例。

- 令和5年5月25日から、それまで発表基準を実況で満たしたときに発表していた「顕著な大雨に関する気象情報」を、予測技術を活用し、最大で30分程度前倒して発表する運用を開始した。
- 本情報は、大雨による災害発生の危険度が急激に高まっている状況となっていることを伝える情報であることから、情報が発表された際に実際に大雨となっているかどうかに着目し、令和5年の事例を用いて検証した。

前倒し発表により発表事例数は増加したが、顕著な大雨に関する気象情報が発表されたときには、災害発生の危険度が急激に高まるような大雨になっていることが確認できた。

表. 運用当初想定した精度との比較（一次細分区域単位の検証）

	運用開始前の想定 (令和元年～4年の データから検証)	令和5年の実績 (9月29日時点)
前倒し発表して大雨になった割合 (実況3時間降水量 $\geq$ 150ミリ <sup>※1</sup> )	84% (143事例 / 171事例)	92% (47事例 / 51事例 <sup>※2</sup> )

※1：顕著な大雨に関する気象情報の発表基準のひとつに、「領域内の前3時間積算降水量最大値が150mm以上」がある。

※2：前倒し発表して実況が3時間150mmに達しなかった4事例でも、130mm以上の降水量が観測されていた。

## ・ <現状・課題>

- 半日前予測の精度は、事例数が少ないため、その有意性について十分な議論はできないが、概ね運用当初の想定通りか、想定よりやや精度が高い状況であった。
- MSM（メソモデル；5km）では予測降水量が実況と比べて過小の場合が多い一方、LFM（局地モデル）では位置ずれ等はあるものの、2kmLFMや富岳1kmLFMのように高解像度化することによって強い降水を予測できる事例が増えていた。

## ・ <改善に向けて>

- 数値予報モデルの改良を進める。今年度内の主な計画は以下のとおり。
  - 【令和5年度末】 LFMの予報時間延長（2km10時間⇒2km18時間）
- 令和6年から開始される県単位での半日前予測に向けて、18時間化されたLFMガイダンスを利用する。ただし、LFMガイダンスは予測降水量が過大（空振り）な事例も多く、引き続き複合的な資料を用いた総合的判断が必要。
- 以下の運用開始に向けて、これらのプロダクトおよび関係する新規ガイダンスの開発・活用方法を検討する。
  - 【令和7年度末】 LFMの高解像度化（2km18時間⇒1km18時間）
  - 【令和7年度末】 LEPS（局地アンサンブル予報システム；2km）