

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

線状降水帯予測精度向上ワーキンググループ（第6回会合）

令和5年6月7日

気象庁

資料1の構成

- 3～4ページ目 前回会合でのご意見と対応状況
- 5～6ページ目 取組の強化・加速化の全体像や取組状況
- 7～9ページ目 【観測の強化】
- 10～12ページ目 【予測の強化】
- 13～14ページ目 【情報の改善】

前回会合でのご意見と対応状況（1）

- 局地モデルの高解像度化によって、線状降水帯予測が改善する可能性が示されたことは非常に良い結果である。更なるモデルの開発・改良を進めていただきたい。
⇒ 線状降水帯予測精度向上WGや数値予報モデル開発懇談会における委員のご意見を踏まえつつ、引き続き数値予報モデルの技術開発に取り組み、線状降水帯の予測精度向上の加速化を図っていく。
- 現行の局地モデル等の予測には位置ずれの課題が見られるところ、今後改善を進めるにあたり研究者から気象庁へ助言をするためにも、位置ずれの誤差の大きさを統計的に明らかにしていただきたい。
⇒ 局地モデルにかかる、予報時間の10時間から18時間への延長（令和5年度末（2023年度末））、水平解像度の2 kmから1 kmへの高解像度化（令和7年度末（2025年度末））の計画の推進にあたっては、位置ずれや誤差の大きさにも着目しながら開発を進めていく。位置ずれの誤差の評価手法についても今後の課題と考えているが、専門家のご意見も伺いながら検討したい。
- 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。
⇒ 防災の観点で当庁が最も呼びかけたいことは大雨への警戒であり、情報の利用者にも、大雨に適切に備えていただけるよう、適切に説明していくこととする。
- 数値予報モデルにおいて海面水温の扱いが線状降水帯の予測に影響を与える場合もあると考えられるため、海面水温解析の改善について取り組むことも検討いただきたい。
⇒ 引き続き、新規衛星データの追加や衛星観測データの品質管理の改善などに取り組んでいく。また、より適切な海面水温場の再現に資する解析手法について、気象研究所や関係機関の研究者のご意見も伺いながら検討したい。

前回会合でのご意見と対応状況（２）

- 「線状降水帯の機構解明に関する研究会」は、気象庁と大学や研究機関で知見の共有ができており非常に有益な場となっている。令和４年の集中観測を始めとする詳細な観測により実況がよくわかり、モデルとよく比較・検証できるようになったことは新しい点である。今後、得られた知見を予測精度向上にどうつなげていくかが重要であるので、引き続き気象庁より最新の事例に関する数値予報の現状・課題などを研究者に適宜共有していただきたい。
⇒ 線状降水帯の機構解明に関する研究会や数値モデル研究会等の機会を通じて数値予報の現状・課題などを研究者に共有していく。研究者から積極的にご意見を頂戴できればありがたく、委員各位のご協力をお願いします。
- 事例調査にあたっては、メカニズムなどの特徴を踏まえつつ、重点的に調査するターゲット事例を選定し、気象庁と研究者で同じ事例を予測する比較実験を行うなど、様々な観点から知見を集約するアプローチも有効である。
⇒ ターゲット事例の選定について検討を進めるとともに、研究会等で大学や研究機関の研究者と共に議論を行う。
- 予測の検証に関して、降水の分布や強度以外に様々な観点の指標も示すと議論が更に進められる。また、どのリードタイムでどの程度の位置ずれやスコアにすべきかという目標を設定し、研究者に共有することにより、知見のフィードバックがより進むと思われる。
⇒ 予測の検証にあたっては、降水の表現だけでなく、水蒸気、風、雲の表現等、様々な観点から行っているところ。引き続き線状降水帯の機構解明に関する研究会や数値モデル研究会等の機会を通じて様々な観点の指標を含め数値予報の現状・課題などを研究者に共有していく。
- 数値予報資料共有Webに関して、研究者として有効に活用しているところであるが、研究者が主導して共有Webを参照しながら議論を行うことにより、気象庁の現場へのフィードバックが更に進むと思われる。
⇒ 引き続き数値予報資料共有Webや線状降水帯WG専用フォーラム等を運用していくので、積極的なご議論・ご助言をお願いします。

線状降水帯の予測精度向上等に向けた取組の強化・加速化

※令和3年度補正予算、令和4年度予算・補正予算の概要から抜粋・整形

線状降水帯の予測精度向上を前倒して推進し、予測精度向上を踏まえた情報の提供を早期に実現するため、水蒸気観測等の強化、気象庁スーパーコンピュータの強化や「富岳」を活用した予測技術の開発等を早急に進める。これらの技術開発の推進に必要な体制を強化。

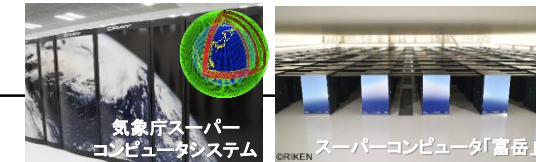
観測の強化

- ・陸上観測の強化・・・マイクロ波放射計、アメダス、高層気象観測装置
- ・気象衛星観測の強化・・・極軌道気象衛星受信装置、最新センサ活用に係る技術開発
- ・局地的大雨の監視の強化・・・二重偏波気象レーダー
- ・洋上観測の強化・・・「凌風丸」代船建造、船舶GNSS観測の拡充

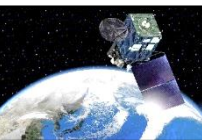


予測の強化

- ・高度化した局地アンサンブル予報等の数値予報モデルによる予測精度向上等を実現するためのスーパーコンピュータシステムの整備
- ・線状降水帯の機構解明のための、梅雨期の集中観測、関連実験設備（風洞）の強化
- ・「富岳」を活用した予測技術開発



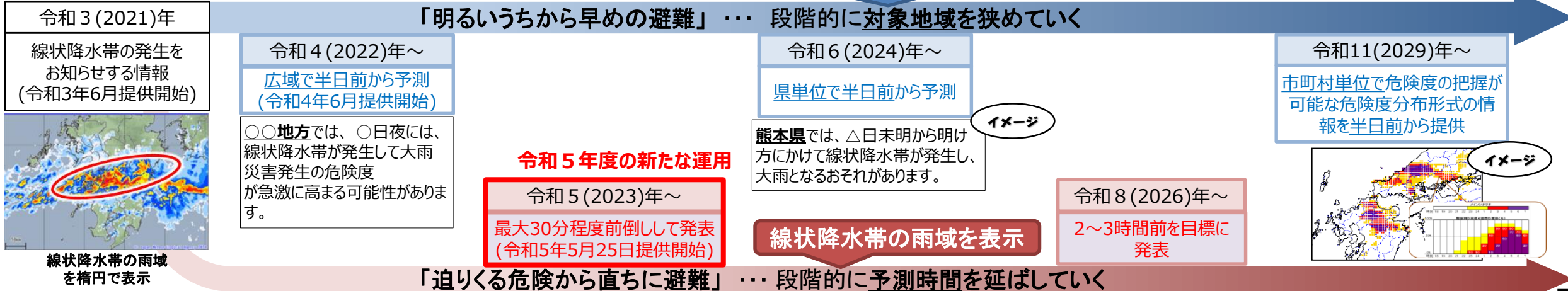
次期ひまわり
(令和11年度めどに運用開始)



情報の改善



線状降水帯による大雨の可能性をお伝え



※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

【観測・予測の強化】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

令和5年度も引き続き、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進め、線状降水帯の予測精度を向上するとともに、防災気象情報を充実し、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

「アメダスへの湿度計導入」

- 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。

「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月に更新済み）。

「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水蒸気観測装置を整備完了。
- 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年度までに西日本及び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」



次期静止気象衛星



マイクロ波放射計

水蒸気量等の観測データ

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。

「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（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。

スーパーコンピュータ「富岳」



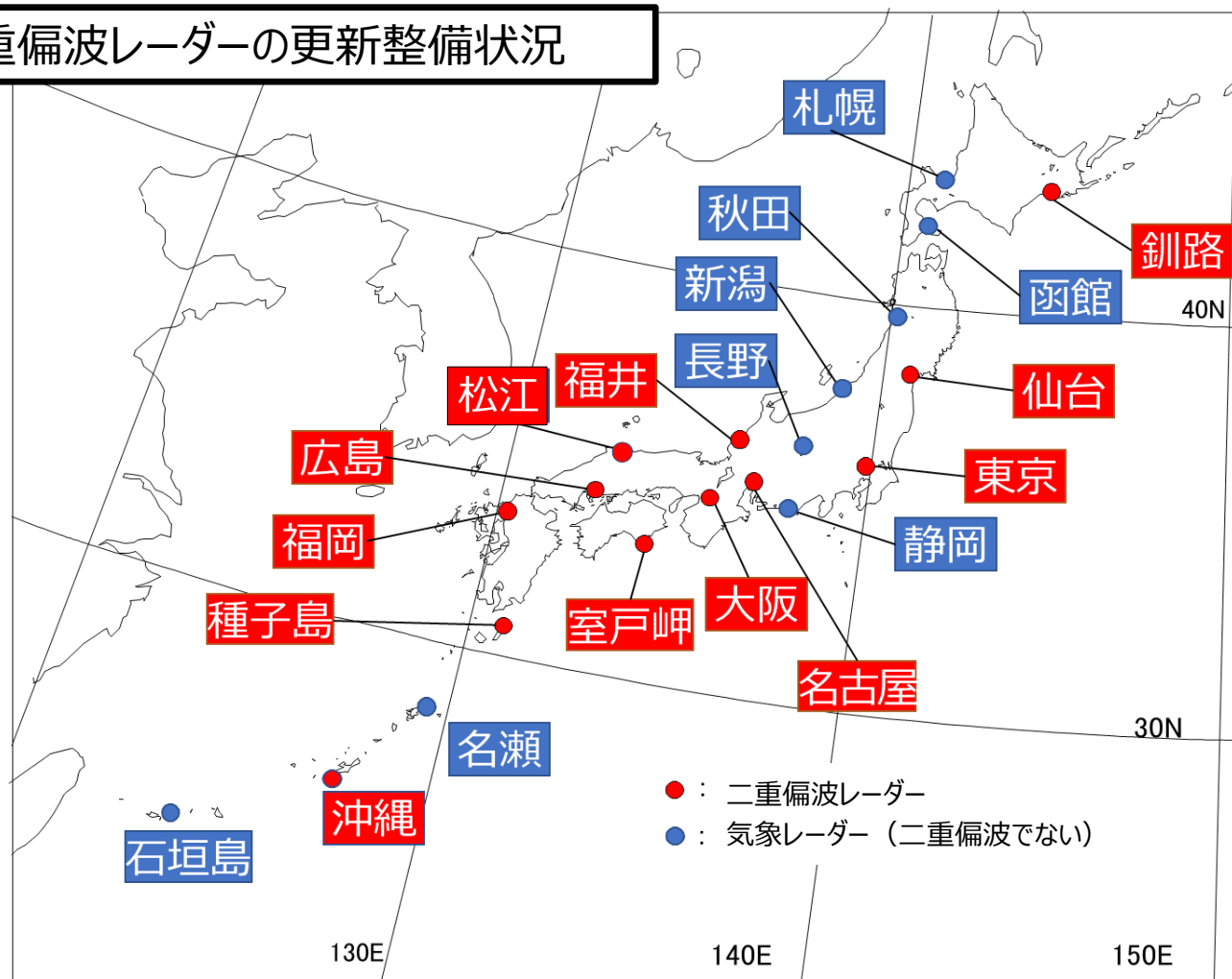
©RIKEN



【観測の強化】 気象レーダーの更新強化

- 令和4年度末までに20か所の気象レーダーのうち10か所を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月に更新済み）。
- 函館レーダーについても、令和4年度末から更新整備（製作）を開始。

二重偏波レーダーの更新整備状況



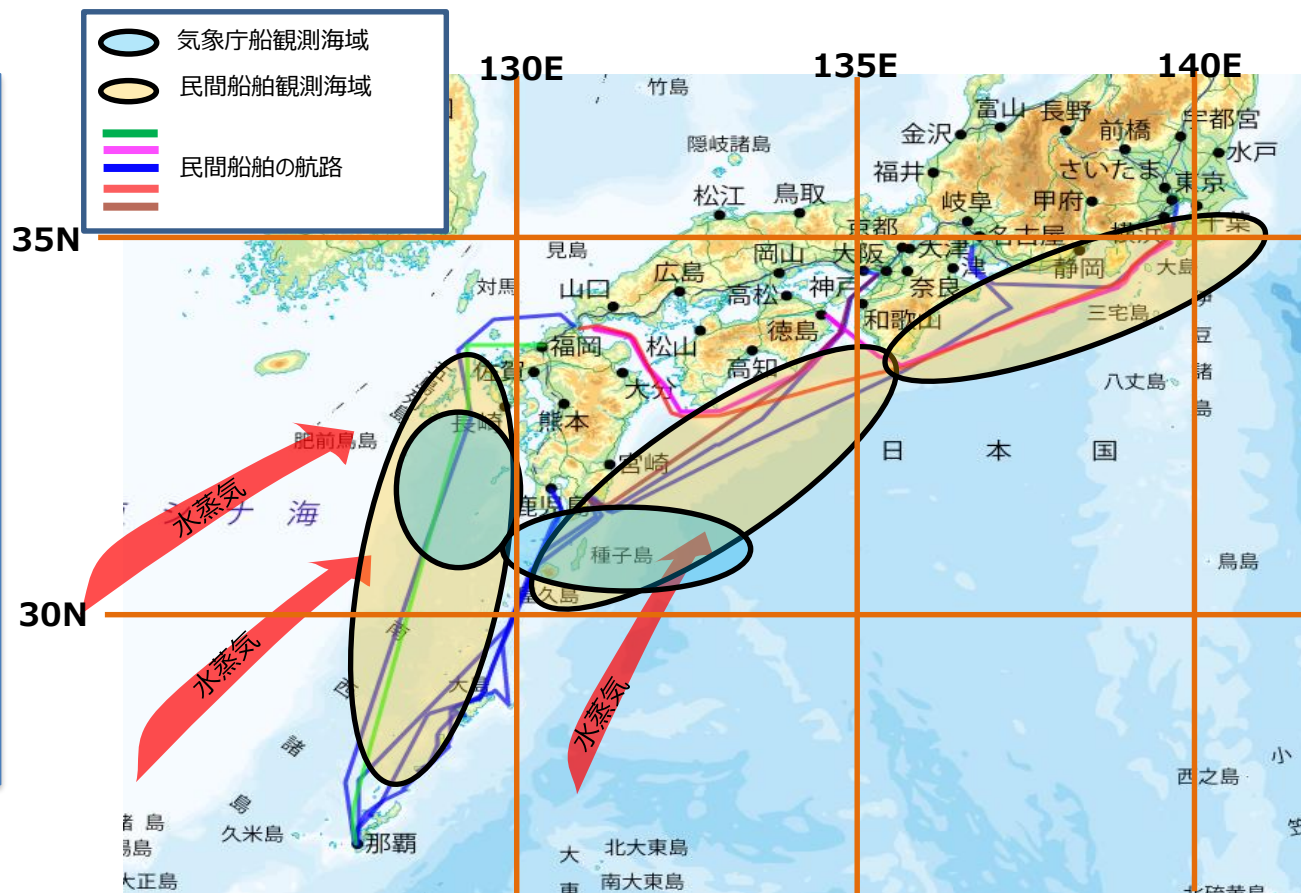
※令和5年6月現在

【観測の強化】 洋上の水蒸気等の観測の強化

- 令和3年度までに気象庁観測船（2隻）と海上保安庁測量船（4隻）に洋上の水蒸気を捉えるための全球測位衛星システム（GNSS）水蒸気観測装置を整備完了。
- 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水蒸気観測装置を整備完了。

＜令和5年度の観測体制＞

- 気象庁観測船：6月下旬～7月中旬は九州の西～南東の沖合を中心に、水蒸気の供給が多く予測される場所での機動的な観測を実施。それ以外の6月～10月の期間も、気象状況に応じて機動的な観測を実施。
- 海上保安庁測量船：測量海域内で観測を一定期間継続して実施。
- 民間船舶：東シナ海や九州・四国太平洋側海域の定期航路にて観測を実施。



船舶の航路と観測海域

【観測の強化】マイクロ波放射計の整備、利活用

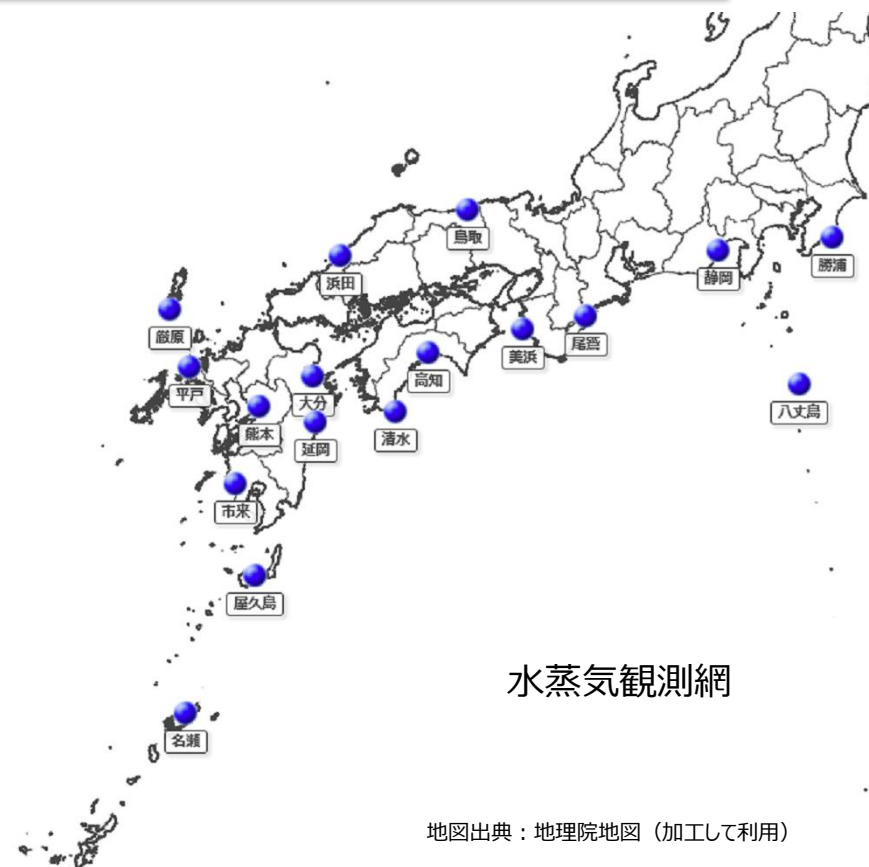
- 線状降水帯を引き起こす幅数百キロメートル規模の水蒸気の流入を捉えるため、水蒸気の高度分布を測定可能なマイクロ波放射計を令和4年度までに西日本及び太平洋南側沿岸域の17箇所に設置完了。
- 上空の風を測定しているウィンドプロファイラ観測点と併設し、水蒸気の流入を正確に捉える。
- 線状降水帯メカニズム解明に利用するとともに、実況監視にも最大限活用。



マイクロ波放射計

＜観測データの利用について＞

- 令和4年度中に計17か所設置完了。データ品質等確認次第、順次予報現業での実況監視等に利用開始。
- 数値予報での利用については、試験環境の下で可降水量のデータ同化をリアルタイムで実施し、データ同化の結果を確認した後、令和5年度末までに利用を開始する。



地図出典：地理院地図（加工して利用）

【予測の強化】令和4年度末の改良（メソモデル、局地モデル、メソアンサンブル予報システム）

※令和5年3月7日報道発表資料から抜粋

（1）観測データの利用法改良、新規利用開始

- ・アメダス湿度（メソ・局地：利用開始）
- ・船舶搭載GNSS観測装置による水蒸気観測データ（可降水量）（メソ：利用法改良、局地：利用開始）
- ・欧州の極軌道衛星に搭載されたマイクロ波散乱計による海上風データ（局地：利用開始）

降水予測の改善を達成

- 観測データの高度利用など、今後の線状降水帯予測精度向上に向けた更なる開発にもつなげる成果 -

●改良項目の例

- ・強化した水蒸気観測データの利用拡充（メソ、局地モデル）
アメダス湿度計



地上付近および洋上の水蒸気量に関する、より多くの情報を数値予報で利用

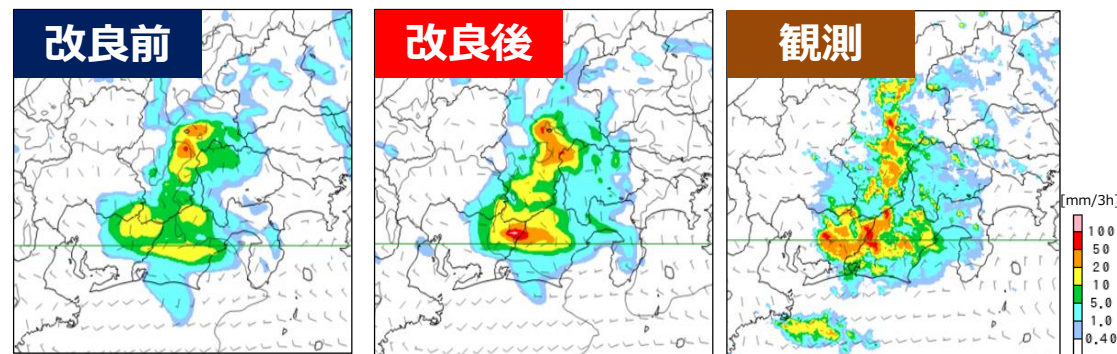
船舶GNSS



●改良の効果

- ・事例：夏季不安定降水の予測改善（メソモデル）

令和3年7月13日21時を対象とした6時間予測の3時間降水量



アメダス湿度計データ利用などの効果により
不安定降水の予測が改善

【予測の強化】令和4年度末の改良（メソモデル、局地モデル、メソアンサンブル予報システム）

※令和5年3月7日報道発表資料から抜粋

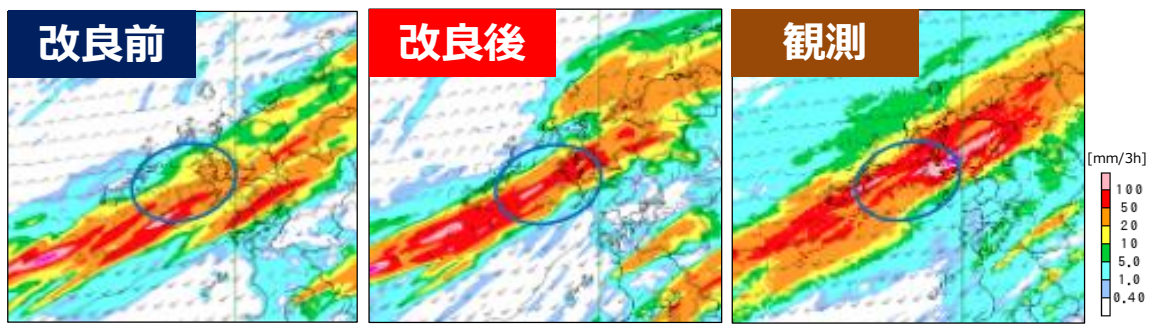
- (2) 局地モデルの改良（物理過程、モデル標高等）
- (3) メソアンサンブル予報システムにおいて、モデルの不確実性によるアンサンブルのばらつきへの考慮

前項の観測データ利用拡充の効果と併せて
線状降水帯や降水確率の予測精度向上を達成

- 数値予報モデルの高度化など、今後の線状降水帯予測精度向上に向けた更なる開発にもつなげる成果 -

●改良の効果

・事例：線状降水帯の予測改善（局地モデル）
令和3年8月14日4時を対象とした9時間予測の3時間降水量



改良によって、予測される強雨域の位置が改善

●改良の効果

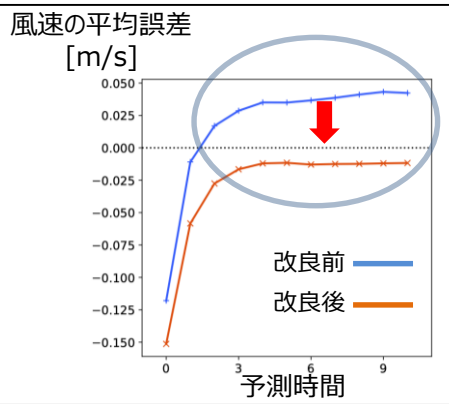
・地上風速の予測改善（局地モデル）

夏季の予測時間別検証結果

改良によって、地上風速が強すぎる誤差が減少

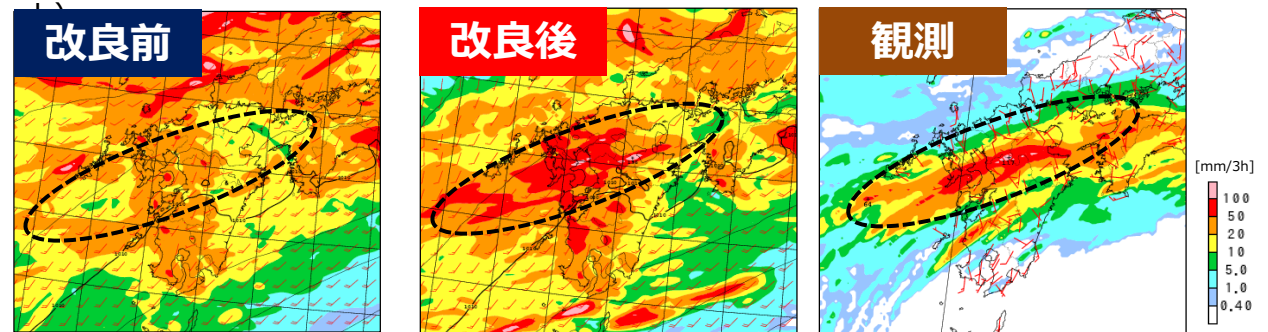


水蒸気の流れなどの予測が良くなることで
降水予測の改善にもつなげる



・事例：線状降水帯の予測改善（メソアンサンブル予報システム）

令和3年8月12日15時を対象とした36時間予測の3時間降水量（アンサンブル最



モデルの不確実性を考慮することによって
線状降水帯を表現するメンバーが増加し、実況をより捕捉するように

【予測の強化】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4年6月～10月に、開発中の富岳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、高解像度化した数値予報モデルでは線状降水帯の予測が向上する傾向が確認された。
- 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、令和5年6月8日～10月31日において、同様のリアルタイムシミュレーション実験を全国で実施予定。

＜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	1km	2km
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

・令和4年度は、先行研究にて線状降水帯の発生頻度が多い西日本をリアルタイムシミュレーション実験の対象領域としたが、令和5年度は全国を対象とする予定

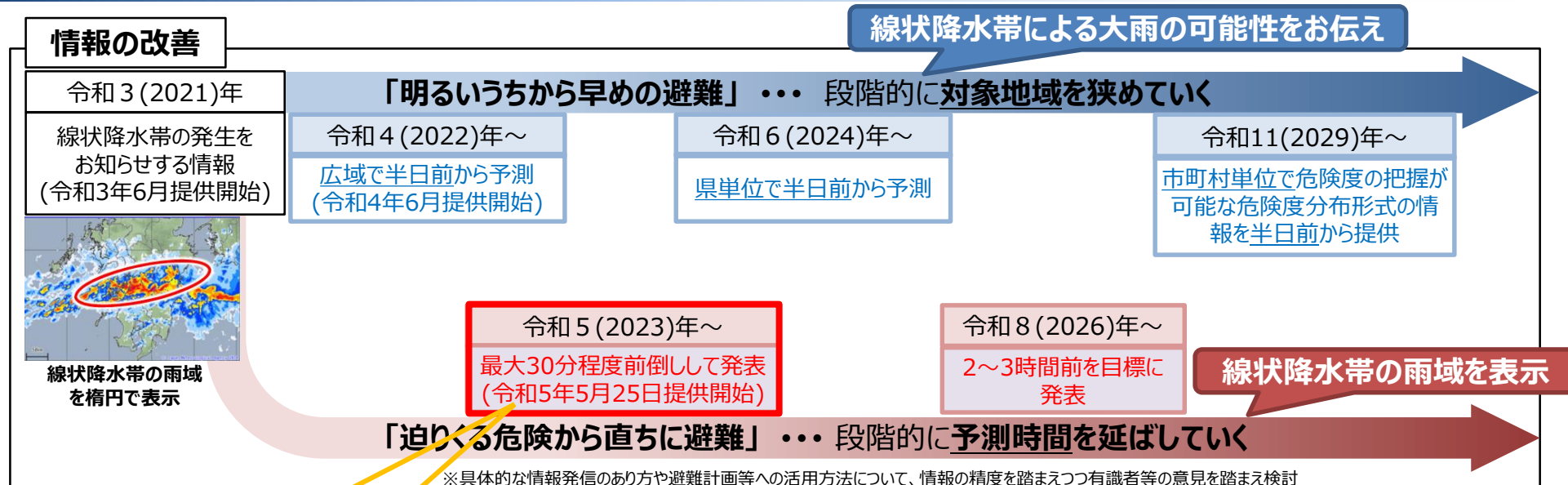
・2km局地モデルを1km高解像度化、予報時間を10時間から18時間に延長

・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」上に構築した数値解析予報実験システムを用いて、大学や研究機関と協力して、観測データの更なる利活用のための技術開発を実施（詳細は資料2を参照）。



「顕著な大雨に関する気象情報」について、現在は発表基準を実況で満たしたときに発表しているところ、予測技術を活用し、線状降水帯による大雨の危機感を少しでも早く伝えることを目指す。

加えて、以下のデータも提供

○楕円データ（線状降水帯の雨域）

⇒データ配信（事業者等向け）

○「顕著な大雨に関する気象情報」の発表基準を満たした事例（線状降水帯の事例）

⇒気象庁HPの解説ページに自動掲載

【情報の改善】「顕著な大雨に関する気象情報」の新たな運用における発表基準

※令和5年5月12日報道発表資料から抜粋・整形

- 「顕著な大雨に関する気象情報」の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。

現行の顕著な大雨に関する気象情報の発表基準

- ① 解析雨量（5kmメッシュ）において前3時間積算降水量が100mm以上の分布域の面積が500km²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において土砂災害警戒情報の基準を実況で超過（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）又は洪水キキクルにおいて警報基準を大きく超過した基準を実況で超過



新しい顕著な大雨に関する気象情報の発表基準

現在から30分先までに、以下の基準を満たす場合に発表。

- 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500km²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）又は洪水キキクルにおいて警報基準を大きく超過した基準を超過

※ 上記①～④すべての条件を同時刻に満たした場合に自動で発表

※ 上記①～④すべての条件を同時刻に満たした場合に自動で発表