



資料1

議題1

「2030年に向けた 数値予報技術開発重点計画」 の取組状況と課題

数値予報モデル開発懇談会(第7回)

令和5年1月19日

気象庁

「2030年に向けた 数値予報技術開発重点計画」 の取組状況と課題

- **はじめに 重点計画の確認**
- 現状と課題・開発の方向性
- 令和4年度の進捗
- 令和5年度の計画、開発線表
- 課題解決に向けて取り組むこと
- ご議論頂きたいポイント

はじめに

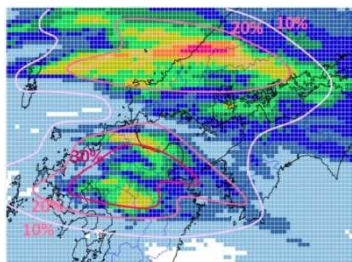
○気象分科会提言「2030年の科学技術を見据えた気象業務のあり方」(平成30年8月20日)

目標と取り組みの具体的な内容(気象分科会提言資料より抜粋)

半日前からの早め早めの防災対応等に直結する予測精度の向上

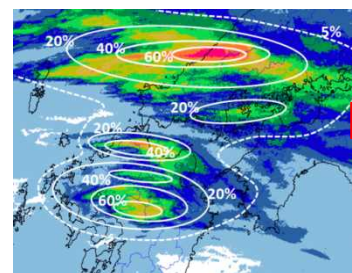
概ね3～5年後

半日程度前から線状降水帯の発生・停滞等に伴う集中豪雨の発生可能性を把握

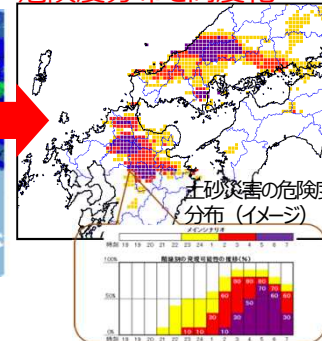


2030年

半日程度前から線状降水帯の発生・停滞等に伴う集中豪雨の可能性を確度高く把握し、これに伴う災害発生の危険度分布も提供



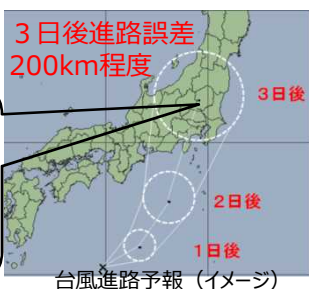
危険度分布を高度化



数日前からの大規模災害に備えた広域避難に資する台風・集中豪雨などの予測精度向上

概ね3年後

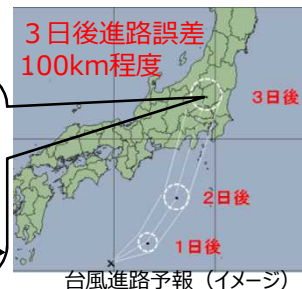
流域総雨量予測
広域避難基準



予測幅はまだ大きいものの、3日先までの流域総雨量を把握

2030年

流域総雨量予測
広域避難基準



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

線状降水帯の予測精度向上を前倒しで推進し、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。

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・・・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

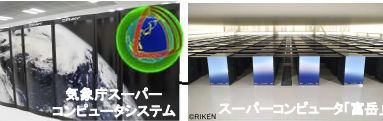


次期ひまわり (令和10年度までに打上げ)



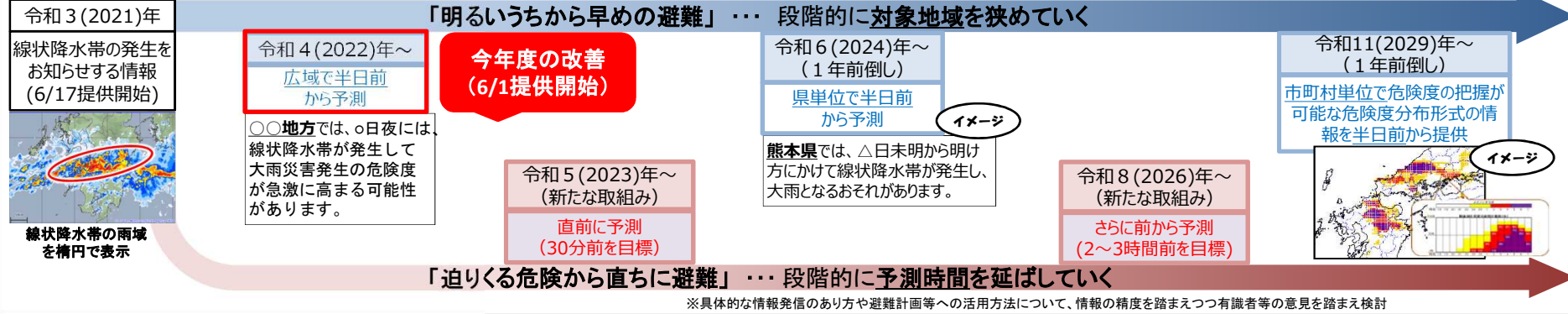
予測の強化

- ・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早期に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



順次反映

情報の改善



目標と取り組みの具体的な内容 (気象分科会提言資料より抜粋)

気候リスク低減、生産性向上に資する数ヶ月先までの予測精度向上

2030年

気温は日別、暴風・大雪は週の前後半程度で、1次細分区域ごとの顕著現象を精度高く予測

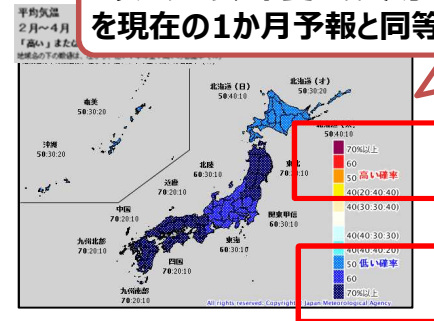
顕著現象の可能性	1日先	2日先	3日先	4日先	5日先	6日先	7日先	8~10日先	11~14日先
秋田 (気温)									
秋田県沿岸 (暴風)								[高]	[中]
秋田県沿岸 (大雪)								[中]	

熱波・寒波の可能性を週ごとに端的に表現

	1週目	2週目	3週目	4週目
関東甲信地方	低温	平年並	顕著な高温 [可能性大]	顕著な高温 [可能性中]

- 熱中症、雪害等に対する可能な限り早期の事前対策。
- 物流、農業、水産業等の各産業における気候によるリスクの軽減。

3ヶ月先の、冷夏・暖冬等の顕著な高温低温を現在の1か月予報と同等の精度で予測



生産、流通、販売等への利用を通じて広く社会経済の気候によるリスクを軽減、生産性を向上。

地球温暖化対策を支援する数十年～100年後の情報の高度化

2030年

自治体等の適応策を支援するため、

- ① きめ細かな予測
- ② 数十年先までの近未来予測
- ③ 極端現象や海洋等の予測
- ④ 将来の予測に対する統一見解を提供する。

既に顕在化し、今後ますます深刻化する地球温暖化への、自治体や民間における適応策策定へ貢献。

○ 気象災害の防止・軽減、社会経済活動における生産性向上に資するよう、交通政策審議会気象分科会提言「2030年の科学技術を見据えた気象業務のあり方」に示された方向性に基づき、防災分野を始め社会における情報サービス基盤である数値予報の技術開発を強力かつ着実に推進していくため、「2030年に向けた数値予報技術開発重点計画」を策定する。

1. 気象業務を巡る環境認識

① 自然災害の変化

- 自然災害の激甚化、気候変動で深刻化のおそれ
- 平成29年7月九州北部豪雨、平成30年7月豪雨など、線状降水帯を伴う豪雨が頻発
- 伊勢湾・カスリーン級の台風が襲来した場合、長期間の都市機能のまひなど深刻な被害が想定される

② 社会情勢の急速な変化

- IoTやAIの社会実装が進展、ICT機器が急速に普及
- 少子高齢化・人口減少社会の到来、それに伴う社会基盤の脆弱化
- 超スマート社会（Society 5.0）や生産性革命の実現に向けて、気象・気候予測へのニーズが増大

③ 科学技術の飛躍的発展

- 数値予報を支えるスーパーコンピュータとシミュレーション技術の飛躍的な発展
- 多種多様なセンサによる、地球の観測ビッグデータ時代の到来
- 数値予報研究開発の国際競争や連携が加速

2. 数値予報に関する気象庁のビジョン

国民一人一人の安全・安心を守り、活力ある社会を実現する数値予報イノベーション

気象・気候予測の根幹である数値予報は、安全・安心で豊かな生活に不可欠な社会基盤。その高度化・精度向上を強力に推し進めて、防災をはじめ社会の様々なサービスの充実・発展に直接・効果的に貢献し、国民共有の新たな財産に

3. 2030年における重点目標

自然災害や社会情勢の変化と科学技術の発展を踏まえ、ビジョンの実現に向けて重点目標を掲げる

① 豪雨防災

集中豪雨発生前に、明るいうちからの避難等、早期の警戒・避難を実現

② 台風防災

大規模災害に備えた広域避難・対応を可能にする数日先予測の高精度化

③ 社会経済活動への貢献

生産・流通計画の最適化等に役立つ高精度な気象・気候予測を実現

④ 温暖化への適応策

「わが町」の地球温暖化予測により、国や自治体等の適応策策定に貢献

4. 技術革新の推進

重点目標の達成に向け、鍵となる技術革新を重点的に推進

① 次世代技術による地球の観測ビッグデータ活用

- 線状降水帯を生み出す湿った空気や、台風を取り巻く大気や海洋について、衛星等の観測ビッグデータを活用し、“地球の現在を的確に捉え”、高精度の予測を可能に

② 日本の気象を世界最高の精度と解像度でシミュレーション

- 最新のスーパーコンピュータとシミュレーション技術により、熱波・寒波など大規模現象から台風、線状降水帯を構成する積乱雲まで、詳細かつ高精度に“日本の気象を予測”

③ 確率予測とAI技術の融合による意思決定支援

- 集中豪雨時の避難から地球温暖化の適応策まで、その予測情報に加えて予測の不確実性を利用者に分かりやすく伝えて“意思決定に貢献”

5. 開発マネジメントの強化

技術革新の実現には開発マネジメントの強化が必須

① 幅広い連携の推進

- 産学官オールジャパンの連携を実現するとともに、国際的連携も強化し、数値予報に関する研究と開発を力強く推進

② 開発者の育成と確保

- 世界最先端の科学技術に基づいた開発を実現するため、多様な人材の活躍を推進し、高度専門家や開発リーダーを育成

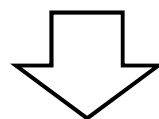
③ 研究・開発基盤の整備

- スーパーコンピュータ、AI等基盤ソフトウェアなどの研究・開発を支える最先端のハード・ソフトを重点的に強化

○2030年に向けた数値予報技術開発重点計画

第4回数値予報モデル開発懇談会（令和元年12月17日）

- 重点計画の開発線表は、同計画で示された開発の方向性を踏まえて作成されている。＜中略＞社会のニーズや最新の研究成果を踏まえつつ、開発線表を適切に見直すことが重要。



- 重点計画を踏まえ、必要な技術開発に基づき開発線表を作成、随時見直しを実施、計画に沿って開発を継続
- 線状降水帯の予測精度向上の加速化のための予測の強化
[令和5年(2023年)度末]局地モデルの予報時間延長(10時間⇒18時間)
[令和7年(2025年)度末]局地モデルの高解像度化(解像度2km⇒1km)
[令和7年(2025年)度末]局地アンサンブル予報システムの運用開始

前回懇談会ご意見と取組状況①

(ご意見)

- 令和3年度補正予算を受けた開発計画の前倒しは高く評価する。数値予報モデルの改良には多様な開発項目があるが、バランス良く開発を進めることが重要である。例えば、今後計画されている全球モデルや局地モデルの高解像度化にあたっては、その解像度に適した物理過程の開発とセットで行うべきではないか。

(取組状況)

- ご指摘の通り、物理過程も高解像度化に適したものに改良する必要があると考えている。全球モデルは、今年度末に水平解像度を20kmから13kmへ高解像度化し、局地モデルについては、令和7年度末には2kmから1kmへ高解像度化する計画である。高解像度化したモデルに適した雲、境界層、陸面、海面、放射過程などの物理過程の開発を合わせて進めている。また全球モデルの積雲対流スキームや、局地モデルの雲微物理過程の開発については、大学等研究機関の研究者と現業数値予報システムと同じモデルを用いた開発を連携して進めている。研究者側からも最新の知見を頂きつつ、引き続き進めていきたい。

前回懇談会ご意見と取組状況②

(ご意見)

- 数値予報モデルが高解像化されるとより細かな現象が表現可能となるので、これに適した同化手法の開発もあわせて行うべきではないか。その際には、次期ひまわり等、今後利用可能となる高密度・高頻度の観測データが持つ品質や特性を考慮の上で、有効に活用していくことが重要。

(取組状況)

- ご指摘の通り、高解像度化に対応するべく、衛星マイクロ波や掩蔽観測、小型衛星観測等の様々な観測データを可能な限り有効に利用して初期値解析に反映させる方向で開発を進めていく方針である。また、高解像度化に加え、赤外サウンダなどの時空間的に密な観測データを現業数値予報システムでデータ同化するためには、第一推定値の出力サイズ・出力頻度増に伴うI/O負荷や使用メモリ量の増加への対応が課題となるため、現在対応策について検討を進めている。また赤外サウンダから得られる多数の観測チャンネルの情報の有効利用についても気象研究所と協力して開発を進めている。研究者側からも最新の知見を頂きつつ、引き続き進めていきたい。

「2030年に向けた 数値予報技術開発重点計画」 の取組状況と課題

- はじめに 重点計画の確認
- **現状と課題・開発の方向性**
- 令和4年度の進捗
- 令和5年度の計画、開発線表
- 課題解決に向けて取り組むこと
- ご議論頂きたいポイント

各重点項目における 現状と課題・開発の方向性 (数値予報技術開発重点計画資料)

①豪雨防災

現状と課題

- ・局地モデルでは、線状降水帯の現実的表現がある程度可能。
しかし半日前から時間と場所を絞った予測は困難、かつ不確実性も高い
- ・積乱雲の表現には解像度不足、また高解像度に適した物理過程が必要
- ・初期状態において、水蒸気量や細かい風の精度が不十分

開発の方向性

- ・キロメートル以下の高解像度局地モデル
- ・集中豪雨の不確実性を捕捉可能なアンサンブル予報システム
- ・IoT機器含む、次世代観測による時間的、空間的、観測波長的に高密度な観測ビッグデータをAI等を活用した最先端の同化技術で活用
- ・集中豪雨のメカニズム研究等、最新の科学的知見の結集

②台風防災

現状と課題

- ・台風に伴う豪雨・高潮の3日より先の予測には、地球全体から日本周辺の詳細な予測まで幅広いスケールの現象を高精度に取り扱うことが必須
- ・全球モデルでは、特に台風進路の予測精度を飛躍的に向上することが必要
- ・台風周辺の気象場について、初期状態での精度が不十分

開発の方向性

- ・全球、領域、高潮等海関連モデル、及びアンサンブル予報等を組み合わせた、最適な階層的モデル・システムの開発
- ・台風の構造をより正確に表現可能な、高解像度全球モデル及び領域モデル、また、10km以下の解像度により適した新しい物理過程の開発
- ・衛星データ等の観測ビッグデータを、雲域を含む全ての天候において、かつ高解像度・高頻度に利用
- ・モデルパラメータ最適化やデータ品質管理等でAI技術を活用

③社会経済活動への貢献

現状と課題

- ・生産・流通計画の最適化をはじめ、社会経済活動において、半年程度先までの予測を本格的に利用するには精度が不十分
- ・予測対象とする現象に応じて、効率的・効果的に予測する技術が必要

開発の方向性

- ・熱波・寒波や海水温、日射量など、様々な気象現象・要素を高精度に予測し、かつ現業的に提供可能な、階層的な地球システムモデルを開発

※階層的な地球システムモデル:用途に応じた複数の数値予報モデルの開発において、モデル間で共有できるコンポーネント(大気、海洋、陸面、エアロゾル等)の階層的な組み合わせや、モデルの入出力のスムーズな組み合わせを可能にするモデル

- ・数か月先の予測に重要な海洋の渦を精緻に表現可能な高解像度海洋モデル
- ・陸面、海洋、海氷、エアロゾルなど地球システムのデータ同化の高度化

④温暖化への適応策

現状と課題

- ・国や自治体で必要となるきめ細やかな温暖化予測情報作成には、関係機関との連携のもと、高精度かつ詳細な予測が必要
- ・詳細な予測の基本となる地球規模の温暖化予測の不確実性は依然大きく、精度向上が必要

開発の方向性

- ・温暖化を地球規模で予測するための、大気、陸面、海洋、雪氷、エアロゾル等の相互作用を精緻に扱うことが可能な高精度な地球システムモデルを開発
- ・数10年から100年先までの地球温暖化に伴う台風・大雨などの極端現象や海水温・海面水位などの変化を予測する大気や海洋の高解像度地域気候モデルを開発
- ・国や自治体、民間による温暖化適応策の策定のための統一的かつ詳細な温暖化予測情報の提供

「2030年に向けた 数値予報技術開発重点計画」 の取組状況と課題

- はじめに 重点計画の確認
- 現状と課題・開発の方向性
- **令和4年度の進捗**
- 令和5年度の計画、開発線表
- 課題解決に向けて取り組むこと
- ご議論頂きたいポイント

令和4年度の主要な進捗

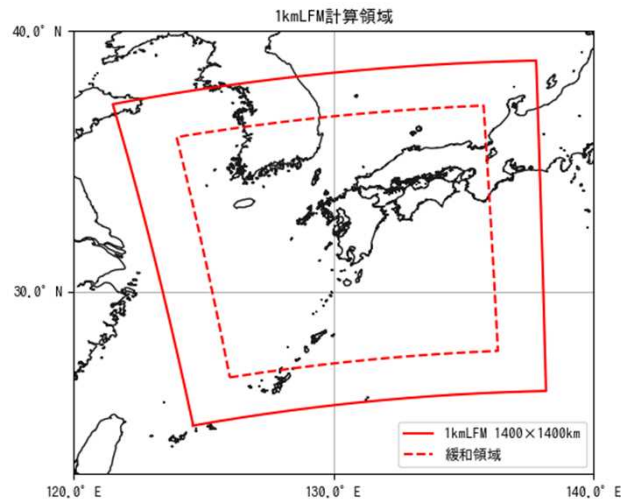
①豪雨防災②台風防災

- スーパーコンピュータ「富岳」での局地モデルのリアルタイム実行(令和4年6月～10月)
 - ・水平解像度1km、西日本狭領域、18時間予報の設定でリアルタイム実行を実施。
- 全球解析・メソ解析における観測データ利用手法の改良(令和4年6月)
 - ・極軌道衛星の観測データから算出した大気追跡風やマイクロ波センサの観測データ等の利用拡充
 - ・民間船舶GNSS可降水量利用(メソ解析)
- メソモデルの改良(令和4年6月)
 - ・MSMの予測時間を78時間に延長(00、12UTC初期値)
- 局地解析における観測データ利用手法の改良(令和4年8月)
 - ・極軌道衛星搭載のマイクロ波センサの観測データの利用拡充
- メソ解析における観測データ利用手法の改良(3月)
 - ・アメダス・SYNOP湿度データ、衛星データの利用拡充
- 局地モデルの物理過程の改良、局地解析における観測データ利用手法の改良(3月)
 - ・物理過程(地形性乱流抵抗の導入等)の改良、モデル標高オリジナルデータの更新
 - ・アメダス湿度データ・船舶GNSS可降水量データの利用開始、衛星データの利用拡充

スーパーコンピュータ「富岳」での 局地モデルリアルタイム実行

- 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」の成果創出加速プログラムや政策対応枠課題により、高解像度数値予報モデル、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)を用いたリアルタイムシミュレーション実験を実施した。
- 実験の結果、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。
- 本実験の成果も活用し、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)を目指す。

<富岳1kmLFMの仕様>



1kmLFMリアルタイムシミュレーション実験の対象領域(赤実線枠内の九州南部を中心にした領域)
※点線は側面境界値からの緩和領域

	富岳 1km LFM	2km 局地モデル (現業運用中)	メソモデル (現業運用中)
水平解像度	1km	2km	5km
領域	西日本狭領域	日本域	日本と周辺海域
水平格子数	1400 x 1400	1581 x 1301	817 x 661
予報時間	18時間	10時間	78時間(最大)
実行頻度	2回/日 (03, 15 UTC)	24回/日	8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、その後、西日本以外の領域で発生した事例についても追加実験を実施。

・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

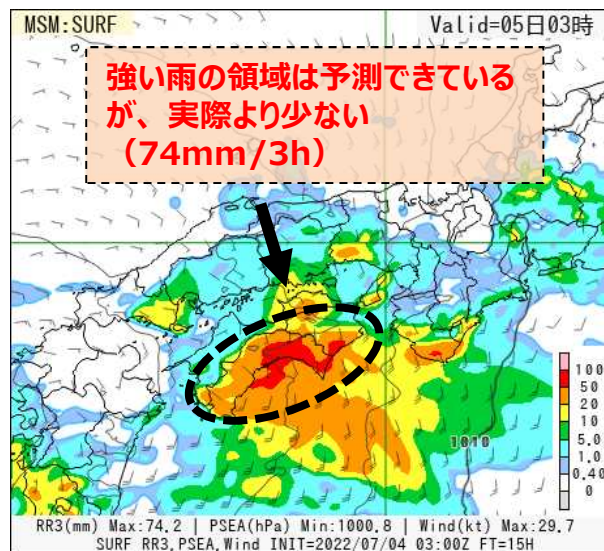
・モデル本体、初期値、境界値は2km 局地モデルと同一設定

スーパーコンピュータ「富岳」での予測事例

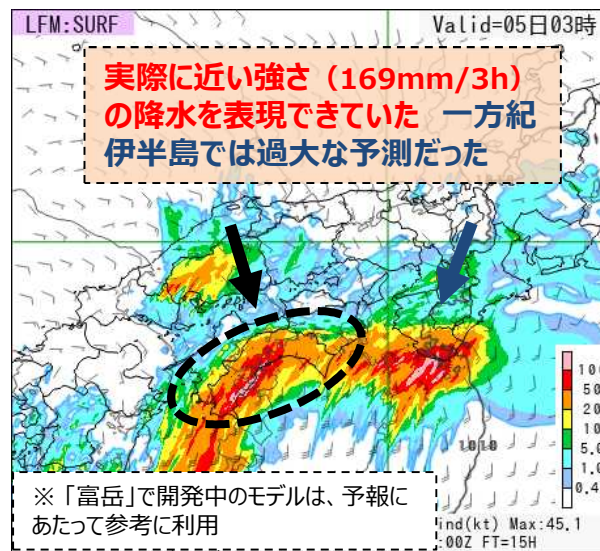
メソモデルでは予測降水量が実況と比べ過小の場合が多い一方、局地モデルでは位置ずれ等はあるものの、「富岳」1km局地モデルのように高解像度することによって強い降水を予測できる事例が増えていた。

【事例】令和4年7月5日3時頃に高知県で発生した線状降水帯

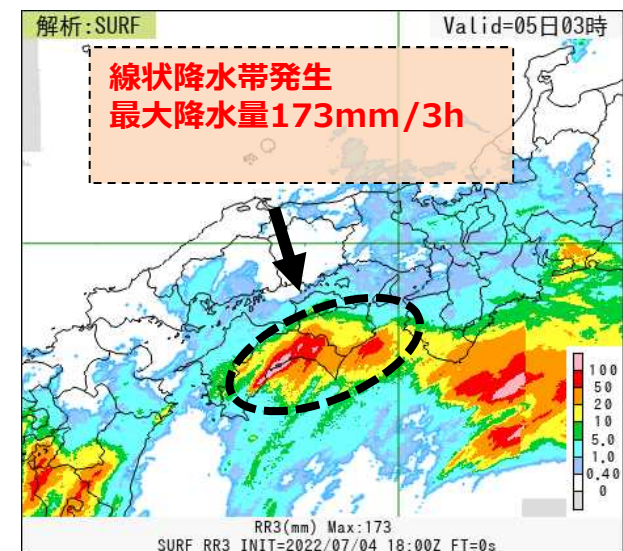
現業5kmメソモデルの予測
(15時間前からの予測)



「富岳」1km局地モデルの予測
(15時間前からの予測)



実際の降水
(観測)



15時間前からの予測において、

- 【左図】 気象庁スパコンで現業運用中の水平解像度5kmのメソモデル(MSM)による予測:
 - ・ 四国南岸で強雨が降る予測はできていたが実際の降水量に比べて過小。
- 【中図】 「富岳」で開発中の水平解像度1kmの局地モデル(LFM)の実験による予測:
 - ・ 実際に近い強さの降水を表現したが、降水域は実際に降った場所からずれていた。
 - ・ また、広島や紀伊半島などで過大な予測。

地上設置型マイクロ波放射計の 可降水量データの利用開発

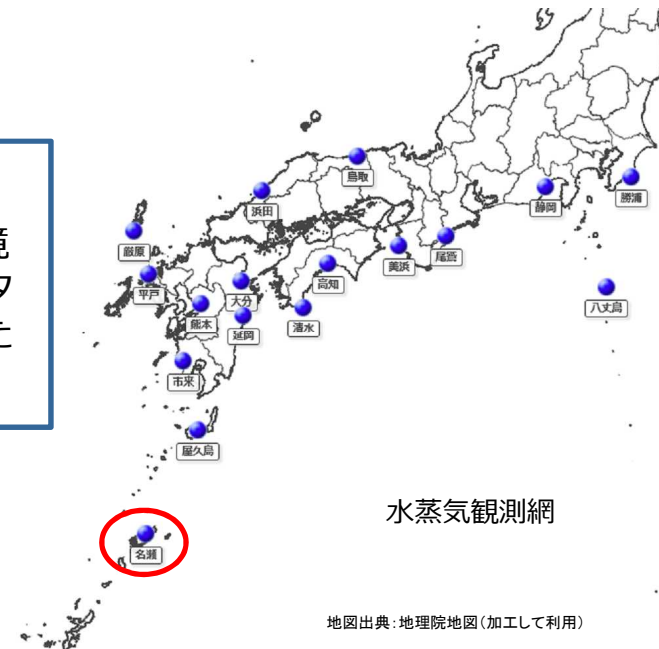
- 線状降水帯を引き起こす幅数百キロメートル規模の水蒸気の流入を捉えるため、水蒸気の高度分布を測定可能なマイクロ波放射計を西日本中心の17箇所に順次設置中。
- 上空の風を測定しているウィンドプロファイラ観測点と併設し、水蒸気の流入を正確に捉える。
- 線状降水帯メカニズム解明に利用するとともに、可能な限り早く実況監視にも最大限活用。



マイクロ波放射計

<数値予報での迅速な利用に向けて>

- ・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、データの品質を確認した後予報現業で参照する。

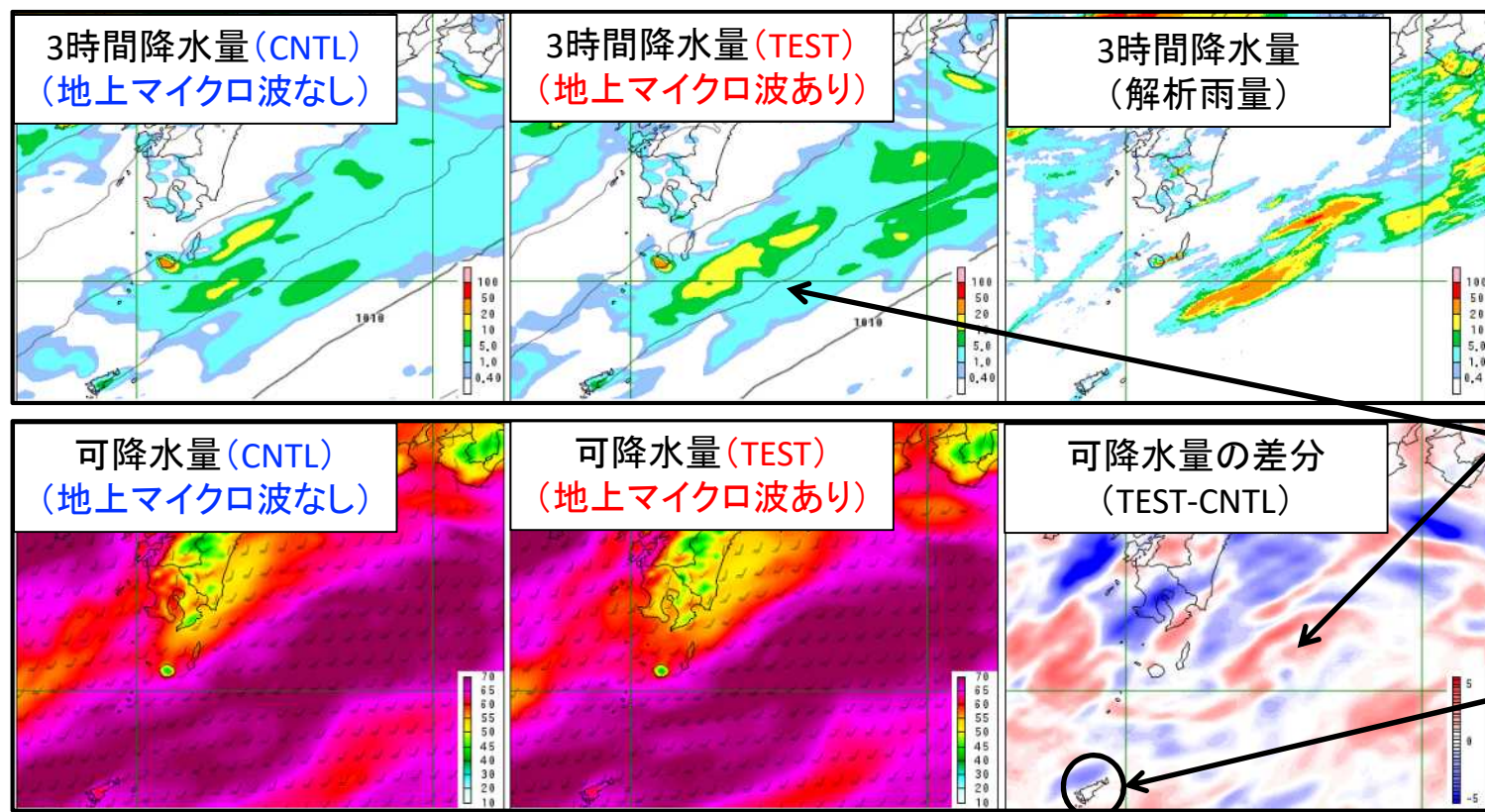


(令和4年5月31日 線状降水帯予測精度向上ワーキンググループ(第4回)資料1より一部改変)
https://www.jma.go.jp/jma/kishou/shingikai/kondankai/senjokousuitai_WG/part4/gaiyou.html

地上設置型マイクロ波放射計の 可降水量データの利用開発

メソ解析での地上設置型マイクロ波放射計可降水量データの利用例

初期時刻: 2022年7月18日03UTC (FT=6) 予測対象時刻: 7月18日18JST



降水予測位置ずれの課題はあるが、観測点「名瀬」の下流に位置する水蒸気場が変わり、海上の過少な降水予測が改善

「名瀬」

2022年度中に計17地点に観測機器を設置する予定。その後、観測網としての豪雨予測へのインパクトを評価し、メソ解析、局地解析での可降水量データ同化利用に向けた開発を進める。

令和4年度の主要な進捗

②台風防災

○高潮モデルの改良等(令和4年8月)

- ・日本域高潮モデルの予報時間延長
- ・日本域台風時高潮確率予報システムの導入
- ・新アジア域高潮アンサンブル予報システムを運用開始(解像度向上、アンサンブル数増強)

○全球モデルの水平高解像度化・物理過程の改良、 全球解析における観測データ利用手法の改良 (3月に現業化予定)

- ・高解像度化(水平解像度20kmから13kmへ)、物理過程(地形性乱流抵抗過程等)の改良
- ・モデル標高オリジナルデータの更新、衛星データの利用拡充

○全球アンサンブル予報システムの改良(3月に現業化予定)

- ・全球モデルの物理過程の改良の導入、海面水温予測値の利用の改良

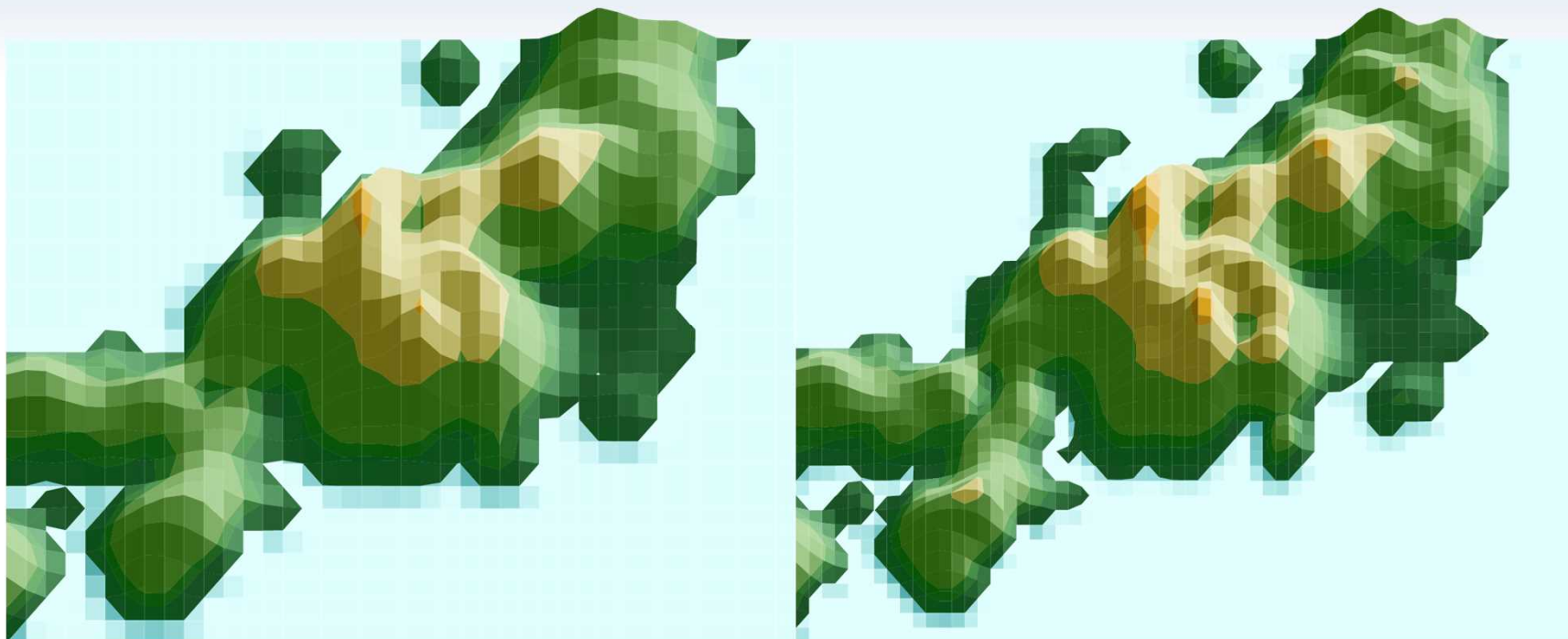
○全球波浪モデルの高解像度化(年度内に現業化予定)

- ・全球波浪モデルの水平解像度の強化、等

全球モデル 水平高解像度化 モデル標高・物理過程の改良

改良前: 約20km(TI959)

改良後: 約13km(Tq959)



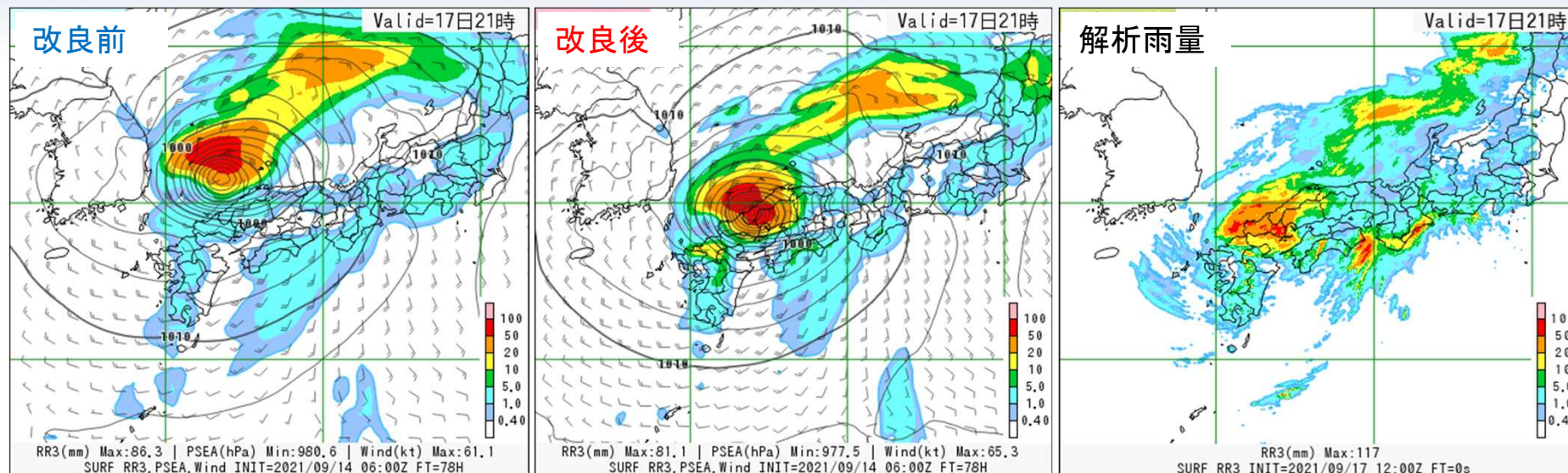
- 湾や半島など細かい地形がよりはっきり表現されるように(標高・海陸分布が改善)。
- 高解像度化に合わせて時間積分間隔は400s→300sとした。
- 標高オリジナルデータセットをGTOPO30からより高品質な MERIT DEM* + RAMP2に変更

*Yamazaki D., D. Ikeshima, R. Tawatari, T. Yamaguchi, F. O'Loughlin, J.C. Neal, C.C. Sampson, S. Kanai & P.D. Bates A high accuracy map of global terrain elevations Geophysical Research Letters, vol.44, pp.5844–5853, 2017 doi: 10.1002/2017GL072874

物理過程高度化: 地形性抵抗過程、非地形性重力波過程、雲放射過程、湖の扱いの改良等

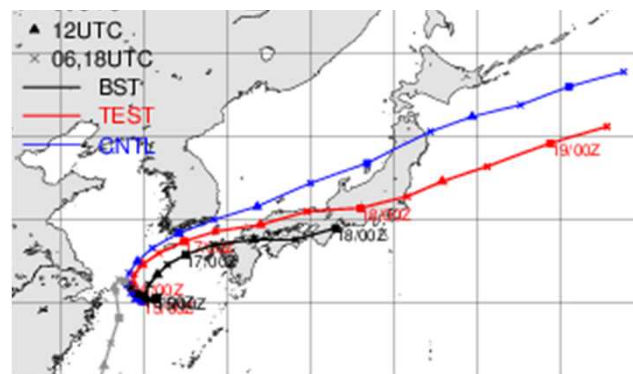
全球モデルの高解像度化 令和3年台風第14号に伴う降水予測の改善

2021年9月17日21時を対象とした78時間予測の3時間降水量(カラー)と海面更正気圧[hPa](等値線)



2021年9月14日06UTC初期値の台風進路予測

青:改良前、赤:改良後、黒:気象庁ベストトラック



- 高解像度化等に伴う上層のジェットの実態の改善(図略)が転向後の台風進路予測改善に影響
- 進路改善により台風に伴う降水も改善
- 既存の転向前の北進バイアス等の課題は残る

令和4年度の主要な進捗

③社会経済活動への貢献

緑:今年度末現業化・開発継続

- 気象庁第3次長期再解析(JRA-3Q)の実施(全期間の計算完了、一部期間からDIAS等を通じて公開)
- 日本沿岸海況監視予測システムの改善(開発継続、1月に現業化予定)
 - ・ 海洋データ同化への新規衛星データ追加、海洋モデル MRI.COM バージョン更新・計算効率向上等
- 全球アンサンブル予報システムの改良(開発継続、3月に現業化予定)
 - ・ 2段階SST法の領域拡張等

④温暖化への適応策

- GSMベースの新地球システムモデル(MRI-ESM3)の開発(開発継続中)
 - ・ GSMへの海洋・大気化学モデルの結合および陸面モデルの気候モデル化を実施し、MRI-ESM3を構築。
 - ・ 高解像度化のための物理過程や大気力学フレームの高度化について成果とりまとめを実施中。
- asucaベースの新地域気候モデルの開発(開発継続中)
 - ・ 地球シミュレータへの移植を行った。
 - ・ 都市モデル(Square Prism Urban Canopy scheme, SPUC)を導入した。
- 新温暖化予測実験システムの開発(開発継続中)
 - ・ 「日本の気候変動2025」等への活用に向けた、システム改良(高解像度版全球大気モデル(水平解像度60/20km)の調整・感度実験)の継続、及び実験仕様の検討等(連続/タイムスライスの割合、メンバ数、将来海水面温度に反映する予測モデルの選定、北太平洋海洋10kmモデルによる海洋ダウンスケーリングのテスト実験)を実施中。

「2030年に向けた 数値予報技術開発重点計画」 の取組状況と課題

- はじめに 重点計画の確認
- 現状と課題・開発の方向性
- 令和4年度の進捗
- **令和5年度の計画、開発線表**
- 課題解決に向けて取り組むこと
- ご議論頂きたいポイント

令和5年度の主な数値予報改善・開発計画

①豪雨防災②台風防災

○全球数値予報システムと全球アンサンブル予報システムの改良

- ・将来の水平高解像度化に向けた開発、物理過程の改良や高速化・省メモリ化・GPU利用開発の継続

○局地数値予報システムの改良

- ・予報時間の18時間への延長、水平高解像度化(2km→1km)に向けた物理過程の改良、スーパーコンピュータ「富岳」を用いた1kmLFMの開発、高速化・省メモリ化・GPU利用等の開発継続

○局地アンサンブル予報システムの開発

- ・スーパーコンピュータ「富岳」等を用いた2km 18時間予報の構成のシステム開発

○各数値予報システムの観測データ利用手法改良

- ・米国極軌道衛星JPSS-2観測データ、地上設置型マイクロ波放射計の可降水量データ、ハイパースペクトル赤外サウンダデータの利用開発、等

観測データの利用開発は、大学等研究機関と開発連携が考えられる

→資料2の富岳政策対応枠の連携

令和5年度の主な数値予報改善・開発計画

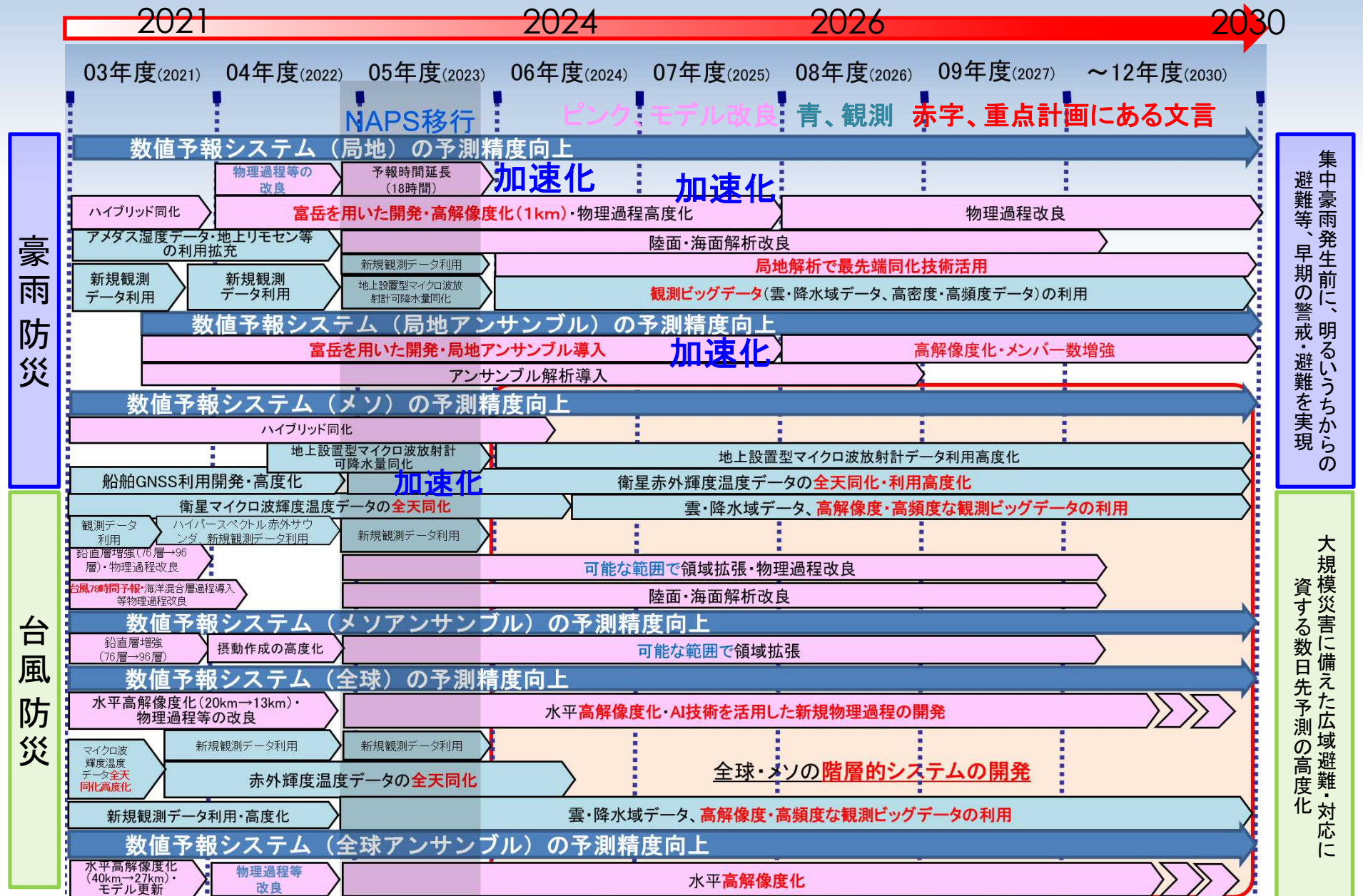
③社会経済活動への貢献

- 海況監視予測システムの改良
 - ・海洋データ同化手法の改善の検討、等
- 季節予報システムの改良
 - ・地球システム要素の取り込み・データ同化の検討、等
- 全球アンサンブル予報システムの改良
 - ・大気海洋結合化に向けた調査・検討、等
- 大気化学モデルの改良
 - ・観測データ利用高度化の検討、階層的地球システムモデル構築に向けた検討、等

④温暖化への適応策

- GSMベースの新地球システムモデル(MRI-ESM3)の開発
 - ・構築したMRI-ESM3のモデル積分の実施および調整
- asucaベースの新地域気候モデルの開発
 - ・導入された都市モデルの調整、全球大気モデルからのダウンスケーリングのテスト等
- 新温暖化予測実験システムの開発
 - ・「日本の気候変動2025」等への活用に向けた、システム改良の継続、及び実験仕様の検討の継続、プロダクト(高・中解像度全球大気モデル、地域気候モデルダウンスケーリング、海洋ダウンスケーリング)計算の開始

重点計画の目標に向けた主要な開発計画

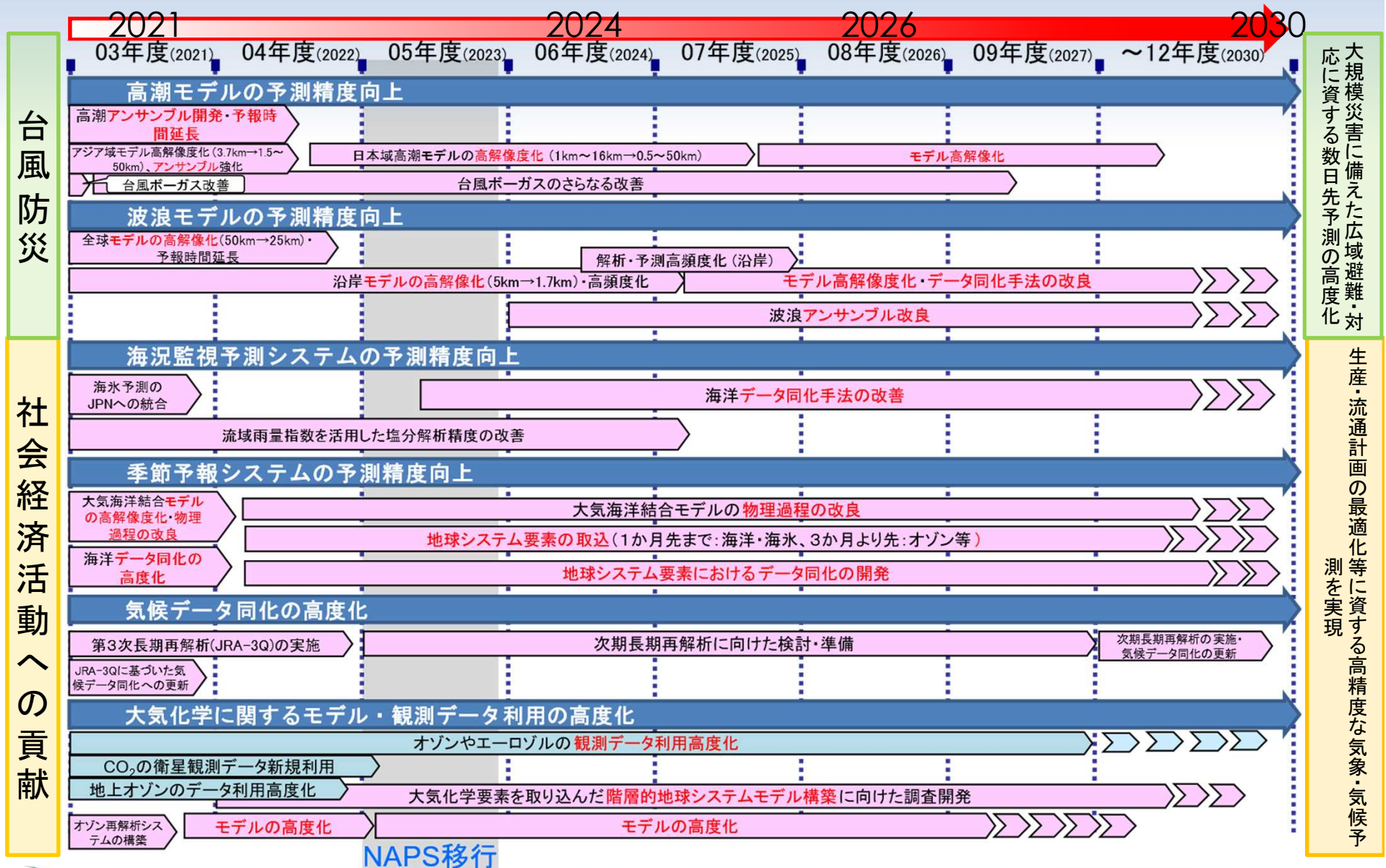


集中豪雨発生前に、明るいうちからの避難等、早期の警戒・避難を実現

大規模災害に備えた広域避難・対応に資する数日先予測の高度化

重点計画の目標に向けた主要な開発計画

ピンク、モデル改良 青、観測 赤字、重点計画にある文言



重点計画の目標に向けた主要な開発計画

ピンク、モデル改良 オレンジ、プロダクト計算・提供 白、適応策に資する事項



「2030年に向けた 数値予報技術開発重点計画」 の取組状況と課題

- はじめに 重点計画の確認
- 現状と課題・開発の方向性
- 令和4年度の進捗
- 令和5年度の計画、開発線表
- **課題解決に向けて取り組むこと**
- ご議論頂きたいポイント

数値予報モデルの高速化

課題: 線状降水帯や台風の表現を改善するために高解像度化とそれに適した物理過程が必要

- そのためには、今後の計算機トレンドに応じた高速化が必要
- GSM
 - 並列化(MPI分割)手法の改善: 気象研究所の成果を活用。初期結果ではプロセス間通信量の大幅削減による高速化を確認。
- asuca
 - より長いタイムステップを取れる時間積分法の適用による演算量削減
- 共通
 - 「富岳」へ移植等を実施し、高速化対応を実施中
 - 単精度演算を取り入れることで省メモリ化・高速化を図る。計算安定性や計算精度への影響を評価中
 - GSM, asucaのGPU(OpenACC)化対応を継続して実施中
 - GSM: 物理過程のボトルネック(積雲、雲)、スペクトル変換
 - asuca: 力学過程、物理過程をOpenACC化してプロセスごとに性能を評価

観測データ利用

課題: 初期状態において、水蒸気量や細かい風の精度が不十分

- これまで出来ていない水蒸気の流入を、新規整備の観測測器を有効活用し、数値予報の初期値作成に反映させることが必要
 - マイクロ波放射計、アメダス湿度計、二重偏波レーダー
 - 次期ひまわり衛星で赤外サウンダも搭載予定。
- 段階的な観測データ利用開始のアプローチ
 - 既存の技術を利用して早期に実用化(既存手法で)
 - 平行して高度な利用手法の技術を研究開発する

例: 二重偏波レーダー

- 二重偏波化による特性の変化を速やかに確認して現業化
 - 二重偏波情報の利用技術の開発
- 観測データ利用の課題
 - モデル改良とデータ利用の連携が必要(モデルバイアスの軽減等、観測データを生かすためのモデル開発の方向性)
 - 高度な利用手法の方向性やインパクトを考慮した開発優先度の検討(観測場所や観測条件、頻度や密度、利用する要素、同化手法等)

ご議論頂きたいポイント

- 「2030年に向けた数値予報技術開発重点計画」
 - 重点計画の目標達成に向けた現状と課題・開発の方向性
 - 令和4年度の進捗状況
 - 令和5年度の開発計画・開発線表
- 課題解決に向けて取り組むこと
 - 数値予報モデルの高速化：将来の計算機動向を見据えた高速化が必要。GPU対応、単精度化など、高速化に有効と考えられる技術についてご助言いただきたい。
 - 観測データ利用：マイクロ波放射計、アメダス湿度計など。次期ひまわりで赤外サウンダも搭載予定。これらの高度な利用技術の研究開発に向けご助言いただきたい。