



資料 1

# 議題その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4回）

令和元年12月17日

気象庁

# はじめに

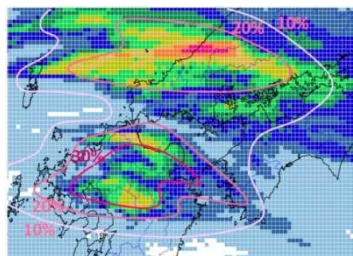
## ○気象分科会提言「2030年の科学技術を見据えた気象業務のあり方」(平成30年8月20日)

### 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

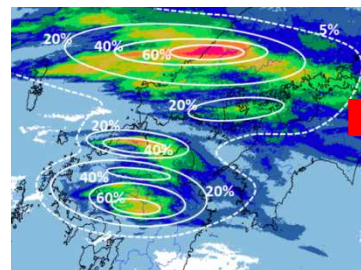
半日程度前から線状降水帯の発生・停滞等に伴う集中豪雨の発生可能性を把握



線状降水帯等に伴う集中豪雨発生の可能性 (概ね3年後のイメージ)

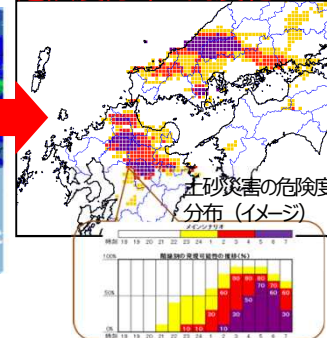
2030年

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危険度分布も提供



降水予測及び線状降水帯による大雨発生可能性 (2030年イメージ)

危険度分布を高度化



土砂災害の危険度分布 (イメージ)

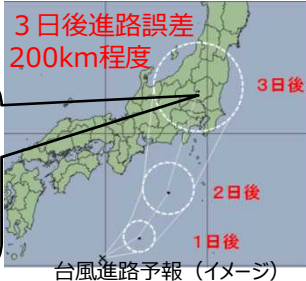
#### 数日前からの大規模災害に備えた広域避難に資する台風・集中豪雨などの予測精度向上

概ね3年後

流域総雨量予測

広域避難基準

3日後



台風進路予報 (イメージ)

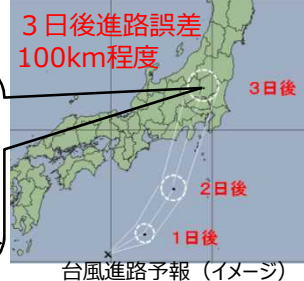
予測幅はまだ大きいものの、3日先までの流域総雨量を把握

2030年

流域総雨量予測

広域避難基準

3日後



台風進路予報 (イメージ)

# 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

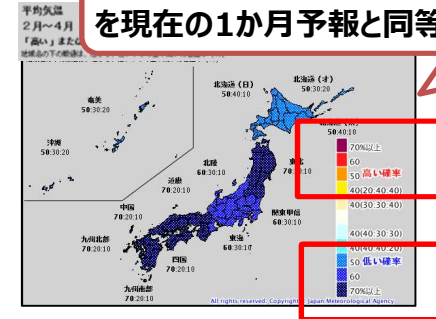
気温は日別、暴風・大雪は週の前後半程度で、1次細分区域ごとの顕著現象を精度高く予測

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]

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。

- 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。

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、

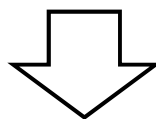
- ① きめ細かな予測
- ② 数十年先までの近未来予測
- ③ 極端現象や海洋等の予測
- ④ 将来の予測に対する統一見解を提供する。

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。

# ○2030年に向けた数値予報技術開発重点計画

第3回数値予報モデル開発懇談会（平成30年7月19日）

- ・「2030年に向けた数値予報技術開発重点計画」（以下、重点計画）について、最新の科学的な知見に基づき、重点計画の目標、ビジョン、方向性等についてご検討いただいた。
- ・重点目標が社会的ニーズを十分踏まえたものであること、ビジョンが適切であること、技術開発の方向性は妥当であり懇談会での議論がおおむね適切に反映されていること等の評価をいただいた。



- ・懇談会における検討結果を踏まえ、「2030年に向けた数値予報技術開発重点計画」を策定（平成30年10月4日）
- ・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
- ・開発を開始

○ 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

# 気象庁で運用中の数値予報モデル(1)

数値予報モデル (略称)	予報領域 水平分解能	鉛直層数 (最上層高度)	予報期間 (初期時刻または実行頻度)	データ同化 <sup>1</sup>
局地モデル(LFM)	日本周辺 2km	58層(約20km)	10時間(毎時)	3DVar
メソモデル(MSM)	日本周辺 5km	76層(約22km)	39時間(03,06,09,15,18, 21UTC、毎日)	4DVar
			51時間(00,12UTC、毎日)	
全球モデル(GSM)	全球 約20km	100層(0.01hPa)	5.5日間(00,06,18UTC、毎日)	ハイブリッド 4DVar
			11日間(12UTC、毎日)	
メソアンサンブル 予報システム(MEPS)	日本周辺 5km	76層(約22km)	39時間 21メンバー (00,06,12,18UTC、毎日)	4DVar
全球アンサンブル 予報システム(GEPS)	全球 約40km	100層(0.01hPa)	5.5日間、27メンバー (06,18UTC <sup>2</sup> 、台風予報用)	4DVar
			11日間、27メンバー (00,12UTC、毎日)	
			18日間、13メンバー (00,12UTC、毎日)	
	34日間、13メンバー (00,12UTC、火、水曜日)			
全球 約55km				
季節アンサンブル 予報システム (CPS)	全球 大気約110km 海洋約50~100km	大気60層 (0.1hPa) 海洋52層 +海底境界層	7か月間、計51メンバー (00UTC、毎月)	大気 4DVar (気候データ同化) 海洋 3DVar

<sup>1</sup> 3DVarは三次元変分法、4DVarは四次元変分法をそれぞれ示す。<sup>2</sup> 全般海上予報区(赤道~北緯60度、東経100~180度)内に台風が存在する、または同区内で24時間以内に台風になると予想される熱帯低気圧が存在する場合、または、全般海上予報区外に最大風速34ノット以上の熱帯低気圧が存在し、24時間以内に予報円または暴風警戒域が同区内に入ると予想された場合に実行される。

# 気象庁で運用中の数値予報モデル(2)

数値予報モデル (略称)	予報領域 水平分解能	鉛直層数等 (最上層高度)	予報期間 (初期時刻または実行頻度)	データ同化
全球波浪モデル	全球(除極域) 55km	25周波数 36方位	132時間(00,06,18UTC) 264時間(12UTC)	最適 内挿法
沿岸波浪モデル	日本周辺 5km	25周波数 36方位	132時間(00,06,12,18UTC)	最適 内挿法
波浪アンサンブル 予報システム	全球(除極域) 140km	25周波数 36方位	264時間(12UTC)	最適 内挿法
日本域高潮モデル	日本周辺沿岸部 1km	1層(2次元)	39時間 (00,03,06,09,12,15,18,21UTC)	— <sup>1</sup>
アジア域高潮モデル	北西太平洋 3.7km	1層(2次元)	72時間(00,06,12,18UTC)	— <sup>1</sup>
海況モデル	北西太平洋 10km	54層	35日間(1日1回)	3DVar
海氷モデル	オホーツク海南部 12.5km	—	168時間(00UTC、週4回)	— <sup>2</sup>
黄砂予測モデル	全球 40km	40(0.4hPa)	120時間(12UTC)	— <sup>3</sup>
全球化学輸送モデル	全球 110km	64(0.01hPa)	120時間(12UTC)	ナッジング <sup>3</sup>
領域大気汚染気象 予測モデル	東アジア域 20km	18(10km)	72時間(12UTC)	ナッジング
	日本域 5km	19(10km)	51時間(12UTC)	— <sup>3</sup>
地球システムモデル (温暖化)	全球 大気約110km 海洋約30~100km	大気80層 (0.1hPa) 海洋60層 +海底境界層	将来予測 20~100年	IAU (海洋のみ)
地域気候モデル (温暖化)	日本周辺 20km, 5km, 2km	40~60層 (約20km)	将来予測 20年~(60年×100メンバー)	—

<sup>1</sup>高潮モデルの初期値は大気予報によるスピニアップ(ハインドキャスト)により作成。<sup>2</sup>海氷モデルの初期値は衛星画像等の解析により作成。<sup>3</sup>黄砂・全球化学輸送・領域大気汚染気象の予測モデルの大気場はGSM・MSM等の数値予報モデルによる予報値を使用。

# 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・高頻度にご利用
- ・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

# 重点目標達成のために 必要な技術開発

# ①豪雨防災

## 必要な技術開発

### ○キロメートル以下の高解像度局地モデル

- ・局地モデルの物理過程改良と高解像度化
- ・局地解析のハイブリッド化、更に最先端同化技術活用
- ・陸面・湖面解析の高度化

### ○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

- ・局地アンサンブル予報システムの運用・改良
- ・メソモデル及びメソアンサンブルを基本にAI等の最先端技術を利用したアプリケーション開発

### ○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

- ・地上及び衛星リモートセンシングデータ利用の拡充
- ・観測誤差相関を考慮した同化技術の開発

## ②台風防災

### 必要な技術開発

- 最適な階層的モデル・システムの開発
  - ・全球・メソによる階層的システムの開発
  - ・高潮モデル・波浪モデルの高度化
- 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
  - ・全球及び全球アンサンブルの水平及び鉛直高解像度化
  - ・全球及びメソモデルの物理過程高度化
  - ・メソ及びメソアンサンブルの鉛直高解像度化
- 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
  - ・全球解析ハイブリッド化
  - ・メソ全天輝度温度同化及びメソ解析ハイブリッド化
  - ・高密度な観測ビッグデータの利用
  - ・陸面・湖面解析の高度化
  - ・全球高解像度海面水温解析の開発
- 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
  - ・AI技術を活用した新規物理過程の開発

# ③社会経済活動への貢献

## 必要な技術開発

以下の技術開発を行い、季節内～季節、海洋、大気微量物質等に関する予測システムを改良

### ○地球システム要素モデル及びデータ同化に関する改良

- ・海洋の渦を精緻に表現可能な高解像度海洋モデルの開発等、モデルの高解像度化・高度化
- ・大気微量物質の衛星等観測データの同化技術の開発等、データ同化の高度化及び観測データの利用

### ○段階的な地球システム要素の導入

- ・地球システム要素の導入による、諸現象や極端現象の再現性評価や予測可能性への影響調査
- ・予測精度向上に有効で、かつ、現実的に運用可能なコストで導入できる地球システム要素を段階的に取り込み、階層的な地球システムモデルを構築
- ・結合同化の開発等、地球システムのデータ同化の高度化



## ④温暖化の適応策

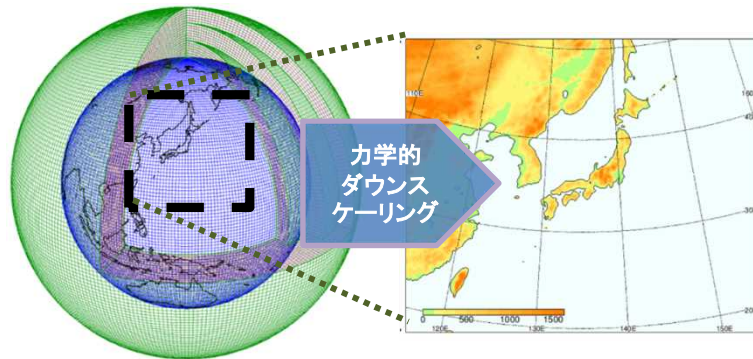
### 必要な技術開発

- 温暖化予測のための新しい地球システムモデルの開発
  - ・現業全球大気モデルを導入し、降水や雲・放射過程等を高度化して気候再現性を高め、高精度化・高機能化した陸面や化学のモデル等を導入
- 現業非静力学モデル asuca をベースとした領域気候モデルの開発
  - ・気候計算での性能評価と性能向上に向けた拡張、また、気温・降水量に加えて風、日射、湿度などの温暖化プロダクトを検討
- 新しい温暖化予測実験システムの開発
  - ・大気海洋結合過程を取り込んだ温暖化プロダクト生成と、詳細海洋モデルをネストして海洋温暖化プロダクトを検討
- 現業二酸化炭素モデルと地球システムモデルとの統合
  - ・地球システムモデルで二酸化炭素等をトレーサに加え、モデル内での化学プロセス表現を精緻化しその気候影響を評価、また二酸化炭素情報の高度化を検討

# 温暖化予測システム

高解像度モデルを用いて台風や大雨などの顕著気象現象に注目した温暖化予測情報作成する。

## 既存システム

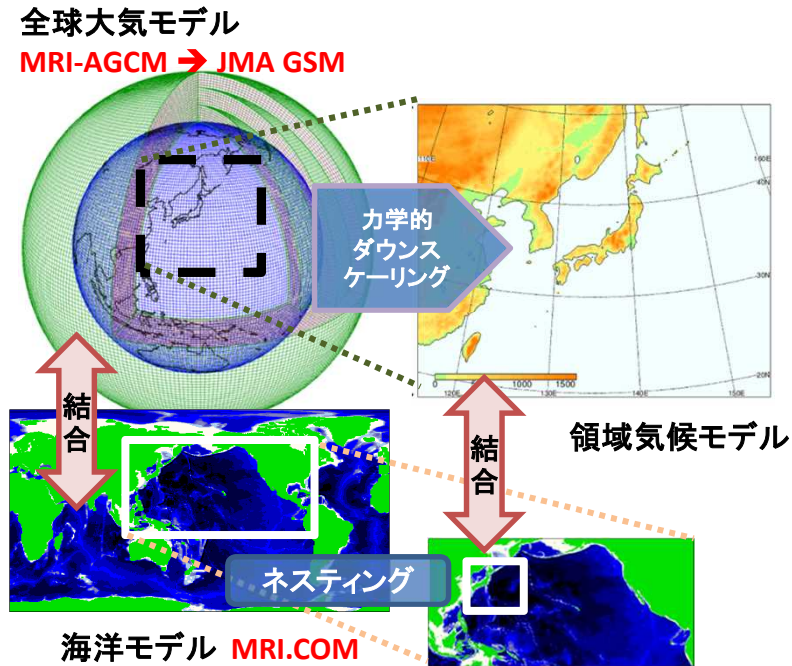


**全球大気モデル**  
MRI-AGCM3.2: 60 km/20 km

**領域気候モデル**  
NHRCM: 20 km/5 km/2 km

現在と将来の海面水温を与えて大気モデルを積分する。

## 新システム (開発中)



**全球大気モデル**  
MRI-AGCM → JMA GSM

**領域気候モデル**

**海洋モデル** MRI.COM

**地球システムモデル**  
MRI-ESM2 → MRI-ESM3

海洋モデルを現在と将来の海洋表層水温・塩分に緩和して地球システムモデルを積分する。

文部科学省「統合的気候モデル高度化プログラム」の支援を受けて開発中



地球温暖化対策に資するアンサンブル気候予測データベース  
(東大、京大、国環研、JAMSTEC、筑波大と連携)



国際結合モデル比較プロジェクト: CMIP6,7

# 開発線表・取組状況

令和元年度(2019)      令和2年度(2020)      令和3年度(2021)      令和4年度(2022)      令和5年度(2023)      ~ 令和8年度(2026)      ~ 令和12年度(2030)

## ① 豪雨防災

線状降水帯が停滞し大雨となる確率情報

12時間前から線状降水帯の発生を予測

### 雨量予報の改善

- ・メソアンサンプルの運用開始

### 降水確率予報の改善

- ・メソモデルとメソアンサンプルを基本にAI等の最先端技術を利用したアプリケーション開発

### 雨量・確率予報改善

- ・地上リモセン利用拡充

### 雨量・確率予報改善

- ・局地モデルの物理過程改良
- ・陸面・湖面解析高度化
- ・衛星データ利用拡充

### 集中豪雨予報の改善

- ・局地アンサンプルの限定運用
- ・局地モデルの物理過程高度化
- ・局地解析ハイブリッド化
- ・アプリケーション開発

### 雨量予報の改善

- ・**局地アンサンプル運用開始**
- ・局地モデル予報延長
- ・局地解析へ最先端同化技術活用
- ・高密度な観測ビッグデータ(静止衛星多波長赤外サウンダ等)の利用

### 集中豪雨予報の改善

- ・局地アンサンプル改良
- ・**局地モデル高解像度化**
- ・局地解析へ最先端同化技術活用
- ・高密度な観測ビッグデータ(静止衛星多波長赤外サウンダ等)の利用

## ② 台風防災

台風進路3日予報精度200km達成

台風進路3日予報精度100km達成

### 雨量予報の改善

- ・全球モデル物理過程改良
- ・全球解析ハイブリッド化
- ・全球全天輝度温度同化

### 台風進路予報の改善

- ・全球高解像度海面水温解析の開発
- ・全球モデル物理過程改良

### 台風進路・雨量予報の改善

- ・全球モデル・全球アンサンプルの鉛直層増強と物理過程高度化
- ・**メソモデル予報延長**
- ・アプリケーション開発

### 台風強度・雨量予報の改善

- ・**全球モデル・全球アンサンプルの水平高解像度化・メンバー数増強**
- ・メソモデル・メソアンサンプルの鉛直層増強と物理過程高度化
- ・メソ全天輝度温度同化

### 環境場の予報の改善

- ・メソ解析ハイブリッド化
- ・メソアンサンプル高度化
- ・陸面・湖面解析高度化
- ・高解像度・高頻度な観測ビッグデータの利用
- ・高潮モデル・波浪モデルの高度化

### 台風雨量予報の改善

- ・全球・メソによる階層的システムの開発
- ・全球モデル・全球アンサンプル高解像度化
- ・AI技術を活用した新規物理過程の開発
- ・高解像度・高頻度な観測ビッグデータ(静止衛星多波長赤外サウンダ等)の利用

### 顕著現象予報の改善

- ・全球・メソによる階層的システムの開発
- ・**全球モデル・全球アンサンプル高解像度化**
- ・AI技術を活用した新規物理過程の導入
- ・高解像度・高頻度な観測ビッグデータ(静止衛星多波長赤外サウンダ等)の利用

# 開発線表・取組状況

令和元年度(2019)      令和2年度(2020)      令和3年度(2021)      令和4年度(2022)      令和5年度(2023)      ~ 令和8年度(2026)      ~ 令和12年度(2030)

## ③ 社会経済活動への貢献

			3か月・暖寒候期予報の改善		3~4週目の顕著現象を予報	3か月先の顕著な高低温を予報
	・日本沿岸海況予報システムの導入	・日本沿岸海況予報システムの高度化	・階層的な地球システムモデルの開発(高解像度化、海洋・海水同化の高度化)	・エーロゾルモデル高解像度化	・階層的な地球システムモデルの開発(高解像度化、エーロゾル・波浪との結合データ同化高度化)	・階層的な地球システムモデルの開発(オゾンとの結合)、高解像度海洋モデルの開発
			再生可能エネルギー利用拡大への貢献		運輸、建設、生産活動における生産性向上	国民の豊かな暮らしに貢献
豪雨防災・台風防災に向けた全球・メソ・局地モデルやアンサンブル予報の改良						

## ④ 温暖化への適応策

適切な適応策の立案・実施による、将来の安心・安全な社会

IPCC報告書作成に資する予測計算結果の提供	我が国の気候変動に関する統一見解	政府適応計画の改訂 第6次IPCC報告書	気候変動の影響評価研究や適応策検討に資する予測データセットの提供		気候変動に関する統一見解、データの提供	第7次IPCC報告書
・新地球システムモデル開発着手 ・asucaベースの領域気候モデル開発着手 ・新温暖化予測実験システム開発着手 CMIP6 計算・提出	・モデル/システム開発継続 ・新温暖化予測実験システムでの詳細海洋モデルのネスティングに着手	・モデル/システム開発継続 ・二酸化炭素等のモデルと地球システムモデルとの統合に着手 ・新温暖化予測実験システムによる新しい温暖化プロダクト開発に着手	・モデル/システム開発継続 ・プロダクト開発継続	・モデル/システム開発継続 ・新温暖化予測実験システムによるプロダクト計算開始	IPCC報告書作成に資する予測計算結果の提供 ・新しい温暖化予測システムモデルによるデータ提供 ・CMIP7 計算 新温暖化プロダクト作成	・最新の研究成果を踏まえた地球システムモデル、領域気候モデルの高度化 CMIP7 計算・提出

# 部外連携が必要な技術開発例

## 豪雨・台風防災

- ・グレーゾーンの物理過程（対流の扱い）
- ・機械学習を活用したモデル開発
- ・線状降水帯の予測の不確実性を捉えるためのアンサンブル摂動作成手法（局地アンサンブルに最適な摂動作成）
- ・観測ビッグデータの活用
- ・豪雨事例などのメカニズム解明
- ・エクサ級スパコン向け高速化（単精度化、GPU対応、最適な格子系など）

## 社会経済活動への貢献

- ・季節内～季節予測で対象とする諸現象や極端現象の再現性評価
- ・地球システム要素の季節内～季節予測への影響調査
- ・大気海洋結合データ同化・大気陸面結合データ同化の開発
- ・化学輸送モデル・データ同化技術の高度化

## 温暖化への適応策への貢献

- ・陸面モデルの高度化
- ・地球システムモデルの物質循環、生態系、氷床モデル開発
- ・温暖化予測モデル出力の精度検証と適応策への貢献
- ・エアロゾルの発生・変質等の詳細過程のモデル化
- ・温室効果ガス観測データを用いた炭素循環解析の高度化
- ・大量のデータ管理およびデータの配信システムの整備

# 令和元年度の進捗

## ①豪雨防災 ②台風防災

○メソアンサンブル予報システム運用開始(令和元年6月)

○全球解析の改良(令和元年12月)

- ・全天マイクロ波輝度温度同化
- ・全球解析ハイブリッド化

## ③社会経済活動への貢献

○2週間気温予報の開始(令和元年6月)

## ④温暖化適応策への貢献

○CMIP6 計算を終了、関連成果の取り纏め

○現業全球モデルと気象研大気モデルの統合、新しい全球温暖化予測システム開発、現業非静力学モデル asuca をベースとした領域気候モデルの開発に着手

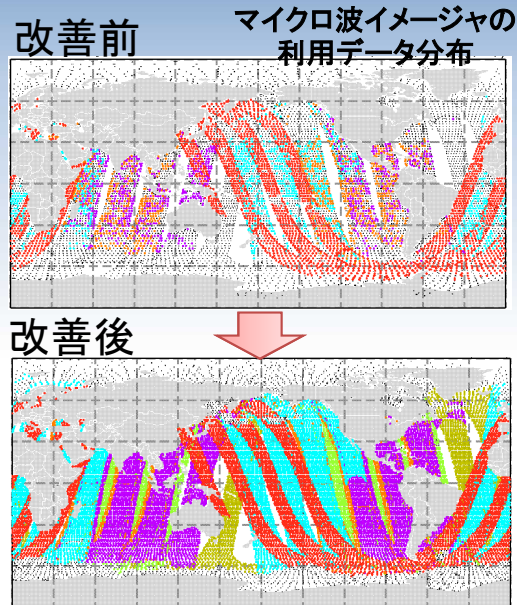
# 全球解析の高度化(令和元年12月)

## 雲・降水域のマイクロ波輝度温度のデータ同化

- 従前の晴天域に加え、雲・降水域データを利用開始
- マイクロ波イメージャ(AMSR2,GMI,SSMIS,WindSat,MWRI)  
+ マイクロ波水蒸気サウンダ(MHS,GMI 183GHz)

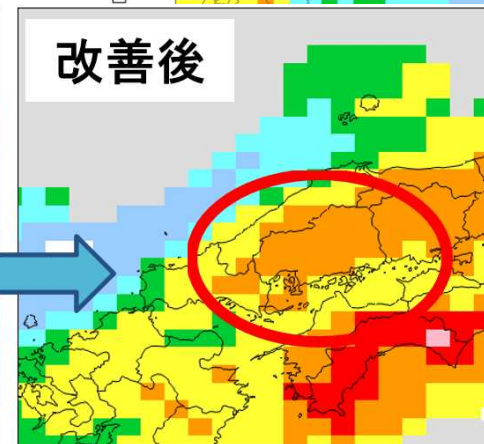
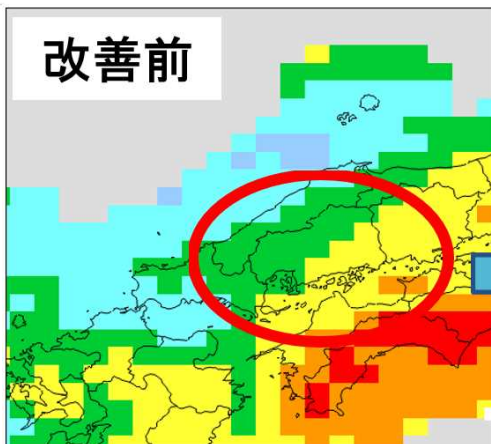
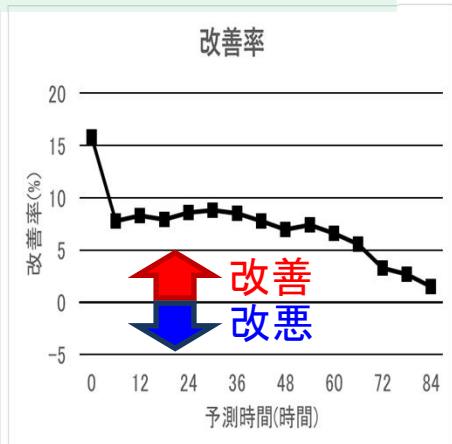
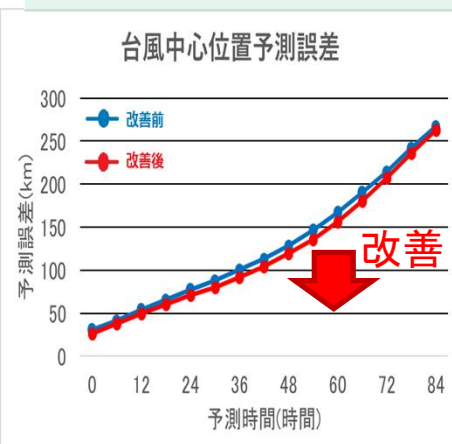
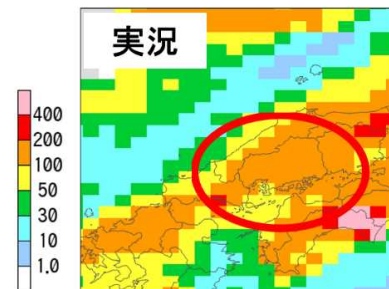
## 全球解析のハイブリッド化

- 全球アンサンブル予報システムで使用している  
気象条件に応じた予測の不確実性を考慮するデータ同化



平成29年11月～平成30年10月までの  
合計24個の台風進路予測検証  
(※検証時期により誤差には数十kmの差がある。)

平成30年7月豪雨  
GSM24時間最大降水量ガイダンスの  
雨量予測の比較



# まとめ

## ○「2030年に向けた数値予報技術開発重点計画」

- ・開発の方向性に基づく必要な技術開発
- ・開発線表の作成
- ・重点目標達成に向けて開発を開始
- ・今後、各重点項目において、年度毎の技術開発の達成状況を管理

## ○ご議論をお願いしたいポイント

- ・必要な技術開発・開発線表の妥当性と課題

○部外連携については【議題2】でご議論をお願いしたい。