



資料 2

# 議題その2

## 重点目標達成のための 部外連携の取組状況と課題

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

## ○重点目標達成に向けた部外連携の課題

「研究コミュニティとの開発戦略の共有と研究課題の創出」(これまでにいただいたご意見)

- ・気象庁の技術開発のビジョン・目標・開発項目等の具体的な開発戦略を研究コミュニティに共有することで、重点目標達成に資するオールジャパンでの研究の推進につながる。
- ・研究コミュニティと連携して重点目標達成に資する具体的な研究課題を設定する必要がある。それには、積極的に研究コミュニティに入り、研究プロジェクトの計画段階から連携することが重要である。
- ・気象庁数値予報システムのデータや実行環境を研究コミュニティに提供し、重点目標を達成するために有効な研究を実施していただくことが必要である。

# 従来の連携の取り組み

# 従来の連携の取り組み

1999 2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 2013 2014 2015 2016 2017 2018 2019

現業数値予報強化 ■ 気象庁モデル技術開発推進本部発足

■ 気象庁技術開発推進本部に改組

気象庁モデルフォーラム ① ② ③ ④ ⑤

● 公開気象講演会「数値予報の過去・現在・未来」  
～数値予報現業運用開始50周年記念～

気象庁数値モデル研究会 ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ ⑪ ⑫

知見の共有と  
連携施策の検討

● 連携強化フォーラム

研究集会は知見の共有に一定の成果、連携研究の創出が課題

気象学会 専門分科会 ● ● ● ● ●

↑ 気象庁が数値予報モデルの大学・研究機関向け貸与を開始

数値予報モデルの公開

数値予報研究開発プラットフォーム

↑ 気象業務支援センターが大学・研究機関向けFTPサービスを開始

数値予報データの共有・利用

気象研究コンソーシアム

人材育成と人材交流

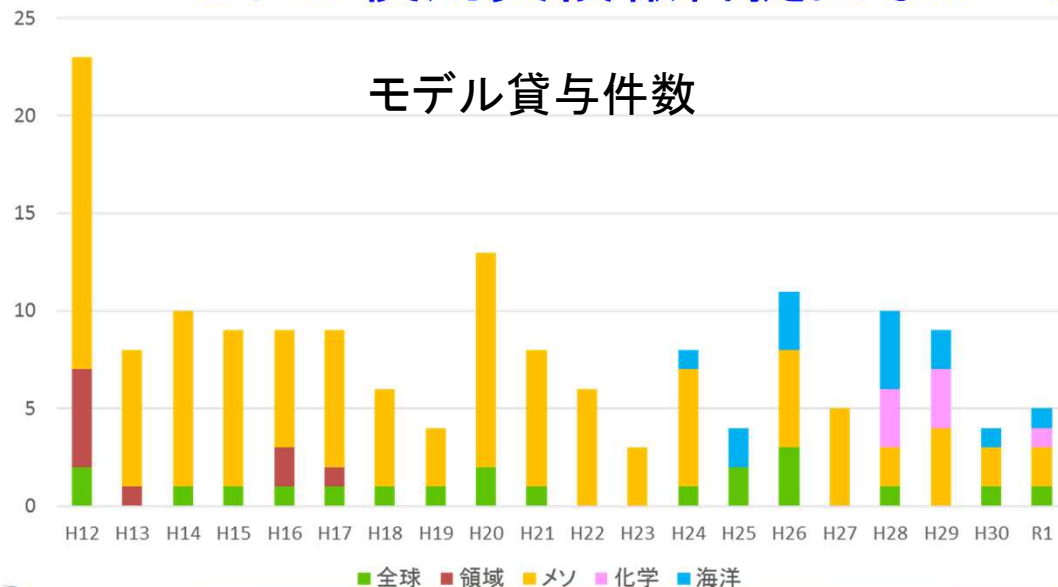
↑ 気象庁モデル開発者特別研修に大学・研究機関から聴講生を受け入れ

# 数値予報モデルの公開

## 数値予報研究開発プラットフォーム(H13～)

研究目的のためのモデル貸与のシステムとして定着

- 貸与対象モデル: 全球予報モデル、メソ非静力学モデル、海洋モデル、領域化学輸送モデル
- 当初の目的: モデル利用者との開発情報・成果の交換の実効性を高める
- モデル使用実績報告提出なし → 今年度より実績報告実施



	H13-R1	貸与中
全球モデル	20件	4件
領域モデル(RSM)	9件	---
メソモデル(MSM)	114件	11件
化学輸送モデル	7件	6件
海洋モデル	14件	8件

# 数値予報データの共有・利用

- 気象研究コンソーシアム(H19～)
  - 気象庁と(公財)日本気象学会の共同研究契約
  - 「わが国における気象研究の発展、大学等における気象研究分野の人材育成、気象庁の気象業務の予測精度の向上を目的とする」
  - 研究課題を登録して気象庁データを利用
  - 登録課題数 47課題(令和元年12月現在)
  - 運営は気象庁・気象学会からなる「気象研究コンソーシアム運営委員会」、事務局は気象研究所が担当

## 今後の課題

「数値予報研究開発プラットフォーム」及び「気象研究コンソーシアム」を重点目標を達成するための研究にも活用

# 人材育成と人材交流

## モデル開発者特別研修(H12年度～)

- 気象庁内のモデル開発初心者を対象にモデル開発の人材育成
- 6月(概論)、9月(各論)に分けて実施(H18年度～)
- 気象庁モデル開発者特別研修への大学等からの聴講生受け入れ(H29年度開始)

H29:8名、H30:6名、R1:5名

## 近年の人材交流例

- 緊密な協力関係の構築、人材育成
  - ・宇宙航空研究開発機構(JAXA):地球観測衛星の開発
  - ・英国気象局(UKMO):積雲対流スキームCoMorphの開発
  - ・欧州中期予報センター(ECMWF):大気陸面結合データ同化システムの開発、地球システム数値予報モデルの物理過程の開発
  - ・米国国立環境予測センター(NCEP):メソスケール解析の高度化
  - ・京都大学:熱帯と中緯度帯の大気変動の相互作用及びその結合過程
  - ・メリーランド大:大気海洋結合データ同化に関する研究
  - ・コロラド州立大:衛星データを用いた層積雲に関する物理量推定手法の研究

# 「温暖化への適応策」部外連携の状況

## 研究プログラムへの参加

1. 文部科学省「統合的気候モデル高度化研究プログラム」
2. 文部科学省「気候変動適応技術社会実装プログラム (SI-CAT)」
3. 第6期国際結合モデル相互比較プロジェクト (CMIP6)

## 行政機関への支援

1. 環境省: 気候変動適応情報プラットフォーム
2. 国土交通省: 治水計画

## 温暖化予測データの部外提供データ

1. 高解像度大気モデル温暖化予測実験データ (全球 60/20 km、領域 5/2km)
2. 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 (d4PDF)
3. 地球システムモデル MRI-ESM2 による CMIP6 計算出力

※上記いずれも商用利用可のデータポリシーで、DIAS 経由でデータ提供

## モデル貸与

1. 全球大気モデル (MRI-AGCM): 京都大学防災研究所 (影響評価)
2. 領域気候モデル (NHRCM): SI-CAT 参加機関 (5km 以下の解像度でのダウンスケージング)



# 重点目標達成に向けた 取り組み

# 情報発信の強化(1)

- これまで
  - 現業数値予報システムの更新情報について、「配信資料に関する技術情報」や「お知らせ」を通して事前に周知。気象庁ホームページにも掲載。
- 平成31年3月より、
  - 現業数値予報システムの更新情報や数値予報に関する気象庁刊行物発刊について電子メールで直接情報発信。
  - 新たな発信先
    - 気象研究コンソーシアムへ加入している研究者
    - 数値予報モデル開発懇談会委員
    - 数値予報課コロキウム案内メーリングリスト加入者
  - 実績: システム更新情報3回(3月、6月、12月)、刊行物発刊3回(4月、5月、12月)(令和元年12月現在)

# 情報発信の強化(2)

- 数値予報課コロキウム遠隔聴講の開始
  - これまでも、コロキウムの開催案内をメーリングリストを通じて大学等の研究コミュニティへ周知。来庁しての聴講を受け入れてきた。
  - 令和元年度から、ウェブ会議システムを整備して、コロキウムの遠隔聴講を開始した。
    - ウェブ会議システム整備(平成31年4月)
    - 遠隔聴講の試行(～令和元年8月)
      - ご協力ありがとうございました。
    - 本運用開始(令和元年8月29日)
      - 遠隔配信10回、延べ26名(部外研究者のみ)参加。(令和元年11月末現在)

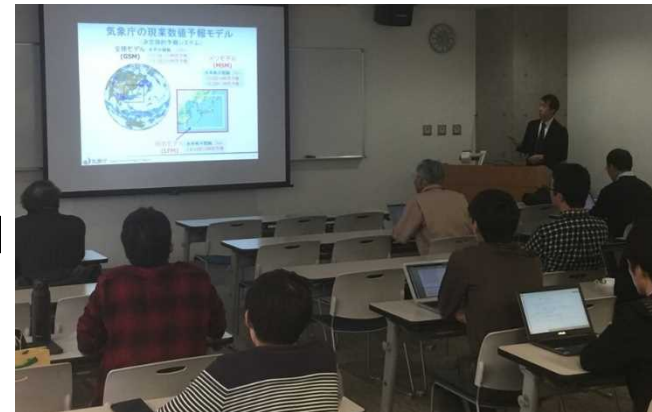
# 情報発信の強化(3)

## 気象庁の開発戦略の研究コミュニティへの共有

- 第12回気象庁数値モデル研究会(令和元年5月)  
(第51回メソ気象研究会・台風研究連絡会・第6回観測システム・予測可能性研究連絡会と合同開催)  
「線状降水帯・台風予報の精度向上に向けて取り組むべき課題」
  - 「線状降水帯予測における数値予報の課題」
  - 「台風進路予報における数値予報の課題」
- 2019年気象学会春季大会専門分科会(令和元年5月)  
「気象庁データを利用した気象研究の現状と展望」
  - 「2030年に向けた数値予報技術開発重点計画と官学連携への取り組み」

## 研究コミュニティへの積極的な参加

- 東京大学でのセミナー
  - 平成31年2月19日「気象庁における数値予報」
  - 令和元年6月5日「気象庁非静力学モデル asucaを基にした変分法データ同化」
  - 令和元年11月12日「気象庁非静力学モデル asucaの力学過程」



# (人材交流)非静力学モデルasuca利用 技術習得のための短期滞在実習

- 目的
  - 大学等研究機関との連携を強化し、最新の研究成果を現業モデルに取り入れていくために、大学研究者に気象庁数値予報モデルの利用技術を習得してもらい、研究に利用して貰うことが必要。
- 期間：令和元年8月中旬(6日間ほど)
- 研修：伊藤准教授(琉球大)、伊藤助教(東大)
- 研修内容：非静力学モデルasucaの利用技術の習得
- 今後の対応
  - asuca利用マニュアル(和文、英文)などの整備
  - 研究課題の創出

# 数値予報モニタ図の提供

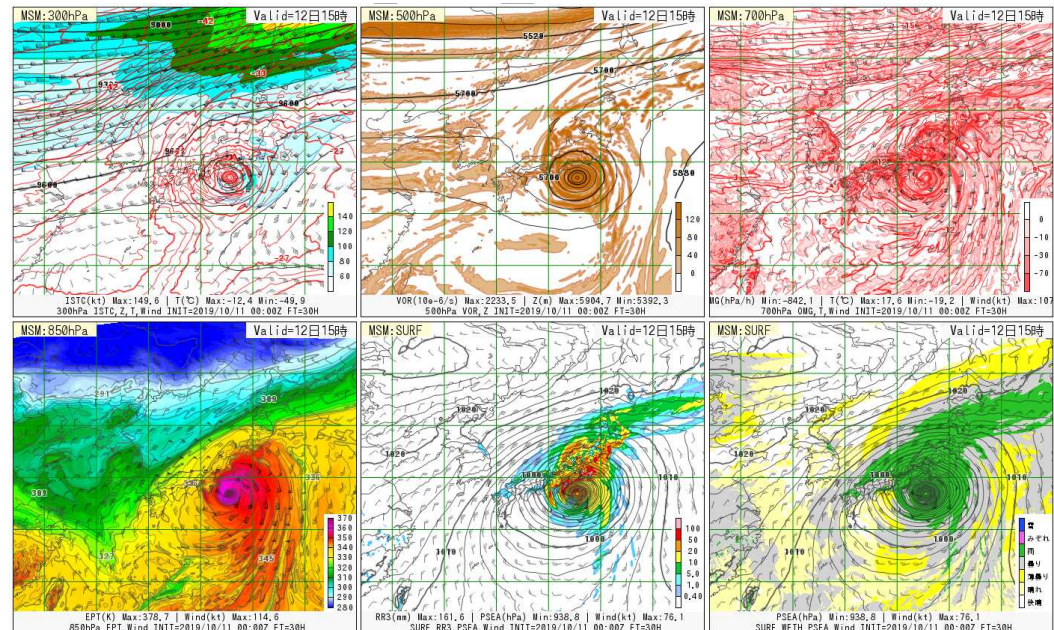
令和2年度開始予定

【目的】顕著現象等が発生した際に数値予報課と気象学研究者とで速やかに意見交換を行う

【内容】現業システムで作成する数値予報結果(図)を、準リアルタイムで提供。

【今後の取り組み】

- ・現象のメカニズムや数値予報の課題等について意見交換を行う場を設置。



# 数値予報GPVの提供

令和2年度開始予定

【目的】大学・研究機関等で数値予報データを用いた研究を推進し、気象庁の業務改善に資する成果創出を促進。特に、数値予報研究開発プラットフォームで貸与されるモデルを利用することで、数値実験を利用した研究が可能となる。

## 【内容】

- ① 共同研究の枠組みで、全球・メソ・局地モデル用の初期値・境界値を提供。特に、局地モデル用には、線状降水帯による集中豪雨事例を含む。
- ② 気象学以外の学術分野も含めた大学・研究機関等へ予報値GPV(気象研究コンソーシアム向けデータ)を提供も検討。

## 【今後の取り組み】

- 顕著現象事例に関する数値実験について意見交換を実施
- 研究成果を現業システムへ導入

# 気象観測・予測へのAI技術の活用に向けた共同研究

○2030年を目標に気象観測・予測の精度を大きく向上させることを目指し、気象の観測や予測へのAI技術の活用に向けた共同研究を、理化学研究所革新知能統合研究センターと開始（平成31年1月23日）

○気象庁が有する気象現象に関する知見と、理化学研究所革新知能統合研究センターが有するAI技術に関する知見を相互に持ち寄り、気象観測・予測技術へ先端のAI技術を導入する研究開発を実施

## 現在の研究開発テーマ

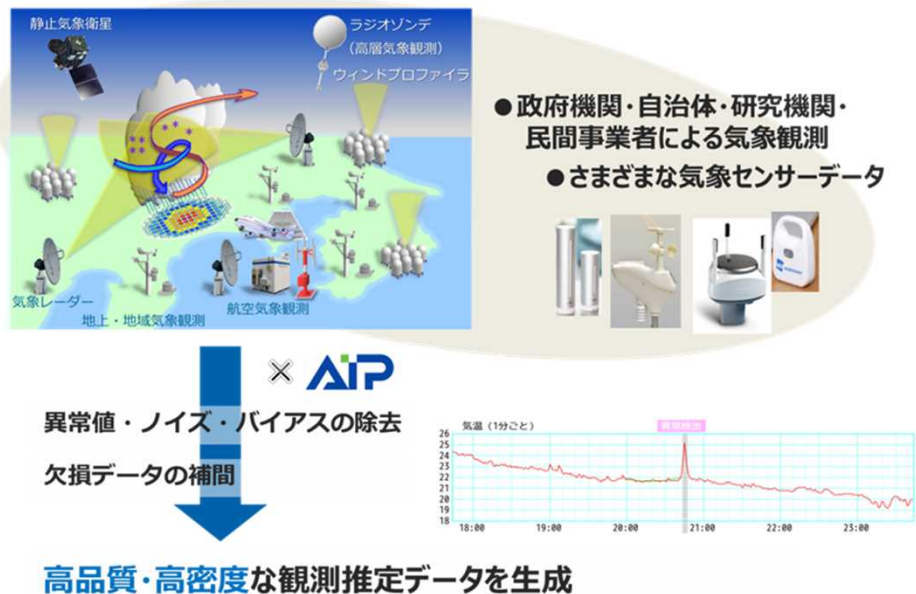
### 1. 気象観測技術に関する研究開発テーマ

- ・気象観測データの品質管理手法へのAIの活用

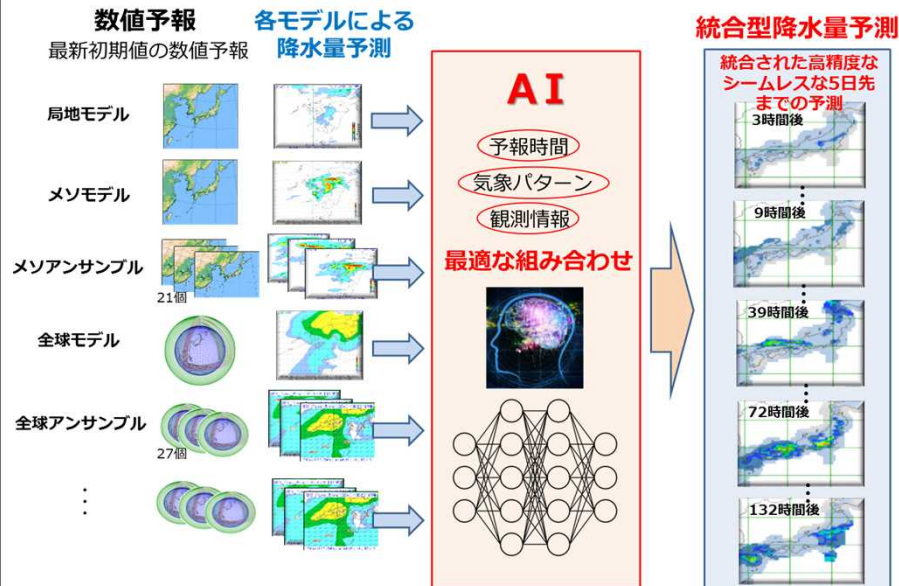
### 2. 気象予測技術に関する研究開発テーマ

- ・AIの活用による「統合型ガイダンス」の開発
- ・大気中の様々な物理過程の計算式の最適化
- ・台風の急発達メカニズムの解明・予測へのAIの活用

## 気象観測データの品質管理手法へのAIの活用



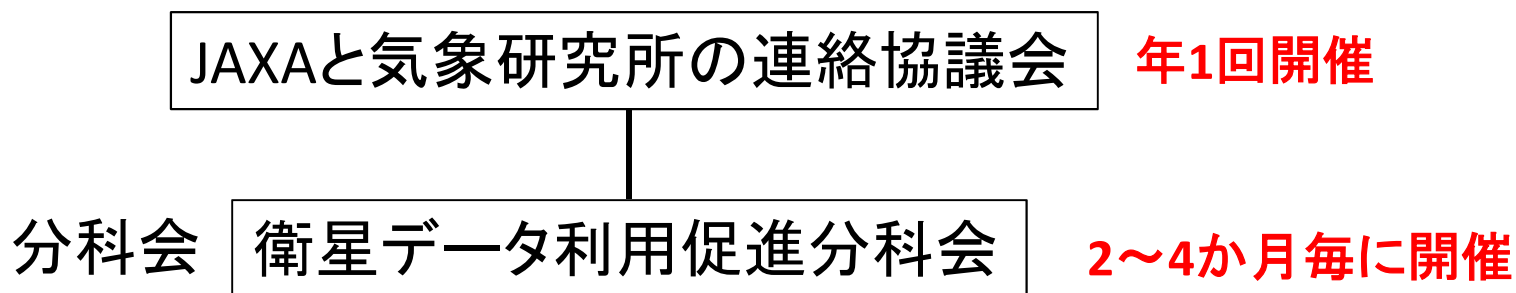
## AIの活用による「統合型ガイダンス」の開発





# JAXA-気象研究所連絡協議会

- ・JAXA-気象研の連携協力の推進に係る協議会を行う場として連絡協議会を設置（平成21年1月21日）
- ・JAXA-気象研のより組織的な協力として、JAXA-気象研連絡協議会のもと、「衛星データ利用促進分科会」の活動を開始（平成30年4月4日）



気象庁現業での利用に向けた、衛星データ同化等の衛星データの高度利用に関する開発・研究等を促進する。

- ①AMSR3の高周波チャンネルの必要性検討
- ②陸上でのマイクロ波放射計の利用検討
- ③ALOS-2海上風データの利用検討

# 東京大学大気海洋研究所と気象研究所との連携・協力に関する協定書

- ・気象研究所と東京大学大気海洋研究所との連携・協力に関する協定書を締結（平成30年11月9日）
- ・互いに連携・協力し、互いの研究資源を活用した研究交流を促進（共同研究、人材交流、研究施設・設備の相互利用、連携した共同利用体制の構築）

○共同研究課題11件（令和元年11月現在）

○直近の取り組み

- ・各課題でセミナー開催
- ・気象研NHM-LETKFシステムを東京大学のスパコンシステムに移植
- ・平成30年台風第21号やつくば竜巻の事例でシミュレーション
- ・非静力学モデルasuca利用技術習得のための短期気象庁滞在実習

○今後の課題

- ・気象庁数値予報システムの実行環境の提供と共同研究課題の創出
- ・他の研究機関との同様の連携・協力のあり方

# 気象研究所における部外連携(重点計画関連以外も含む)

大項目	小項目	内容	連携先
メソデータ同化手法の開発	ひまわり、Mode-S等の高頻度高密度観測データの同化	メソNAPEX、En4Dvar、LETKF、粒子フィルター	理研 計算科学研究機構、琉球大学、情報通信研究機構、電子航法研、東大
	非ガウス・非線形観測データの同化手法開発	En4Dvar、粒子フィルター	統計数理研究所、理化学研究所
	メソアンサンブル手法の開発とデータ管理	LETKF、アンサンブルを用いた顕著現象の要因解明、大アンサンブルデータの管理・提供	東大、東北大、JAMSTEC
データ同化	衛星データ同化の高度化	観測演算子(放射伝達計算等)の検証・高度化、新規観測利用	JAXA、NICT
	データ同化の高度化	非ガウスフィルタ開発等	理研
モデル開発	地球システムモデルの開発	モデル各コンポーネントの開発	東大、JAMSTEC他
	海洋モデルの開発共有基盤の構築	海洋モデル前処理・後処理の解析ツールの共通化等	東大、JAMSTEC、九大
気候解析、予測	季節予測システム高度化	高解像度化・地球システム要素導入の影響評価、結合同化、極端気象発現確率の予測可能性評価、予測手法の確立	東大、JAMSTEC他
地球温暖化	温暖化予測モデル出力の適応策での活用	全球・領域モデル出力の利用促進と出力データ検証	京大、環境研、北大、岡大、JAMSTEC他
	データ管理とデータ配信	大規模データの管理とユーザ提供	DIAS, JAMSTEC
大気化学	温室効果ガス(逆解析)	GOSATシリーズ等を用いた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	環境研、JAMSTEC、JAXA
	エアロゾル(同化)	各種観測(衛星、ライダー等)を用いたエアロゾルデータ同化システムの高度化を通じた監視予測精度の向上	環境省、環境研、九大、理研、JAXA他
	エアロゾル(モデル)	エアロゾルの発生・変質等の詳細過程のモデル化による再現精度向上	東大、名大、環境研、鳥取大他

# まとめ

## 重点目標達成に向けた取り組み

- 気象庁の開発戦略の研究コミュニティへの共有
  - ・気象学会数値モデル研究会、専門分科会等での情報発信
  - ・気象庁刊行物等のお知らせ
- 研究コミュニティへの積極的な参加
  - ・大学等研究機関のセミナーへの積極的参加
  - ・気象庁コロキウムへの大学等研究機関研究者による遠隔聴講
- 研究コミュニティへの気象庁数値予報システムのデータや実行環境の提供
  - ・大学等研究者の気象庁滞在による数値予報モデルの利用技術習得
- 大学等研究機関との連携の開始・強化

## 連携強化に向けて

- 具体的な共同研究課題の創出
- 既存の枠組の活用
- 大学等研究機関との連携・協力のあり方

今後の具体的な連携策についてご議論をお願いしたい。