



資料 2

議題2

重点目標達成のための 学官連携等の取組状況と課題

数値予報モデル開発懇談会(第6回)

令和3年12月24日

気象庁

前回懇談会で頂いたご意見

- ① 数値予報資料を共有する仕組み(数値予報モニター図の提供)は学官連携の大きな前進である。この仕組みを利用して、モデルを実際に動かすと言うだけでなく、(出力値の活用など)広い意味でモデルを活用する連携策を検討する必要がある。
- ② 研究者とのマッチングを図る分科会設置について、提案された分野で、進められる分野からでもすぐに始めるべきである。一方、研究者がより魅力を感じられるよう、提案された分野だけではなく、台風等の取り扱う気象現象を全面に出す分野も作る等、分科会の立て方は引き続き検討が必要である。
- ③ オンライン環境の活用により、研究集会によるモデル活用の意見交換の場や、モデル開発者特別研修への外部聴講といった人材育成も積極的に行って欲しい。

前回懇談会で頂いたご意見

- ④ 人材交流について、気象研究所が中心となり、連携協定がない大学等研究機関の学生等も受け入れ等できる検討を行って欲しい。また逆に、気象庁から大学等研究機関に来ることについても、一層密にしていくことが重要である。
- ⑤ JAXAと気象庁/気象研究所の間には連携の枠組みが複数あり、様々に協力している状態。気象庁での現業利用に必要な衛星観測については、その将来計画について、JAXAと気象庁でより共同で検討を行えるよう整理していくことが望ましい。
- ⑥ 数値予報モデルの精度向上にあたっては、魅力的な新しい技術の導入だけでなく、既存の古い技術の更新も必要であるが、研究成果につながりにくい。そういった改良に研究として取り組むインセンティブがあるような枠組が必要ではないか。

前回懇談会で頂いたご意見

- ⑦ 気象庁データの保存・公開について、気象研究コンソーシアムの枠組みにおいて、データの再頒布の許可または、一定条件の下での公開承認により、研究者が論文投稿時に研究に用いた気象データの公開が可能となる仕組みを検討して欲しい。
- ⑧ 交通運輸技術開発推進制度について、こういった取組の活用がもっと発展していくことを期待する。

① 数値予報資料を共有する仕組み

- 「数値予報資料共有Web」について、R3.3より運用を開始した。また議論が可能な場としてフォーラムを用意した。
- ご議論にご参加くださり、ありがとうございます。
 - 今後の議論促進のためどのような取り組みが必要か、ご意見を頂きたい。
- なお、今年度中にモニタ図機能強化を計画している。

台風の議論のように
線状降水帯の議論も進めたい

現在(12/8)までのトピック

題名	作成日	返答	最新のメッセージ
注意事項(はじめにお読みください)	2021/06/10 16:19	0	
事例検討会:14 km NEXRAアンサンブル予測実験による 令和3年豪雨の降水パターンについて (AORI)	2021/12/08 11:02	0	
事例検討会:GPM搭載レーダ観測データを用いた2021年8月に九州で大雨をもたらした降水システムの特徴の解析(東大大気海洋研究所)	2021/12/05 18:32	0	
事例検討会:2021年8月の豪雨期に見られた大気的不安定性(京都大学)	2021/12/01 00:19	0	
2021年9月台風第16号に関する数値予報システムにおける予測結果について	2021/10/11 10:06	4	気象研究所 気象庁 が約2ヶ月前に追加 RE: 2021年9月台風第16号に関する数値予報システムにおける予測結果について
2021年9月の台風第14号の数値予報システムにおける予測結果(台風の強度予測と実況との違い)	2021/09/29 17:19	3	気象研究所 気象庁 が約2ヶ月前に追加 RE: 2021年9月の台風第14号の数値予報システムにおける予測結果(台風の強度予測と実況との違い)
2021年9月の台風第14号の数値予報システムにおける予測結果(台風の進路予測と実況との違い)	2021/09/29 17:17	2	数値予報課 気象庁 が約2ヶ月前に追加 RE: 2021年9月の台風第14号の数値予報システムにおける予測結果(台風の進路予測と実況との違い)
2021年9月の台風第14号の数値予報システムにおける予測結果について	2021/09/27 16:47	5	数値予報課 気象庁 が約2ヶ月前に追加 RE: 2021年9月の台風第14号の数値予報システムにおける予測結果について
2021年9月の台風第14号の数値予報システムにおける予測結果(モデルやガイダンスの降水量予測と実況との違い)	2021/09/29 17:16	0	
2021年9月8日の徳島県の線状降水帯事例について	2021/09/27 16:56	0	
2021年8月12~14日にかけての大雨特別警報事例について	2021/09/27 16:44	0	
2021年7月10日の鹿児島・宮崎・熊本県の大雨に関する数値予報モデルの予測結果について	2021/09/02 16:39	0	
2021年5月17日の熊本の大雨について	2021/06/17 13:14	1	数値予報課 気象庁 が6ヶ月前に追加 RE: 2021年5月17日の熊本の大雨について

数値予報モニタ図の提供 「数値予報資料共有Web(仮称)」

【目的】

- 研究者側と気象庁側で可能な限り同じ図を共有して振り返り議論を行うことを通じた、顕著現象の発生要因等の迅速かつ円滑な情報交換・認識共有
- モニタ図の利活用を通じ研究者が得た知見の、気象庁の数値予報への成果還元

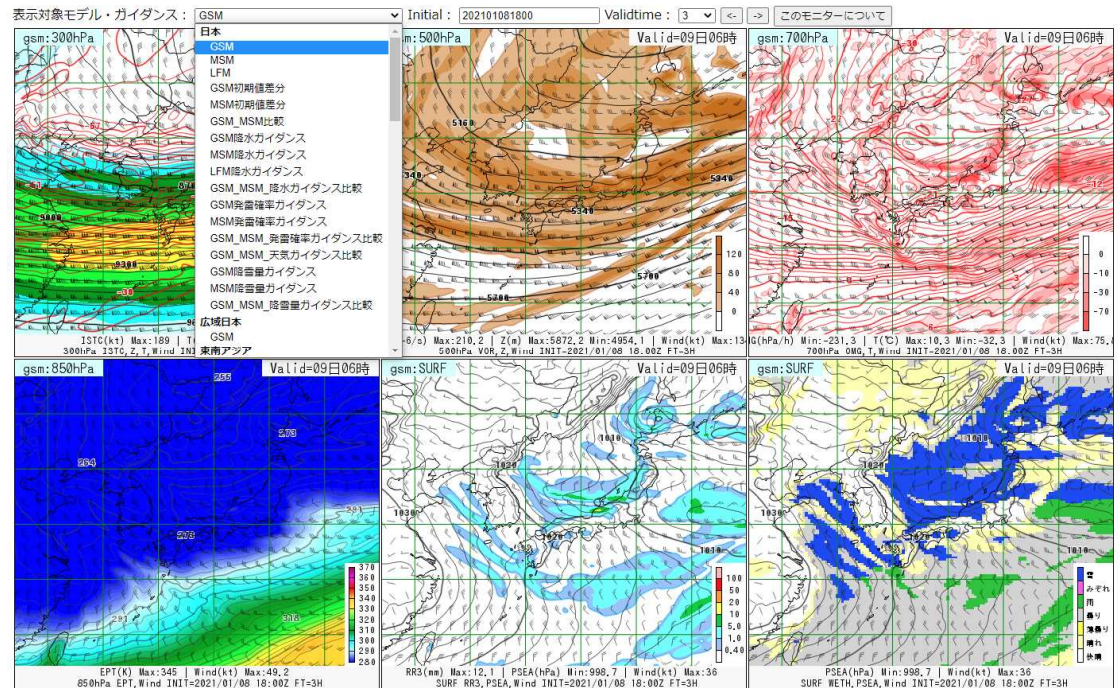
【内容】

気象庁数値予報モニタ図を、準リアルタイム(約15時間遅れ)で提供。

- 対象モデル: GSM, MSM, LFM
- 更新時期: Initialより約15時間後
- 研究利用: 条件付きで可能。
 - 成果発表の際、事前の共有をお願いする。
 - 気象庁が数値予報検証にかかる報道発表を行う場合等に、事前の助言等をお願いする。

【今後の取組】

- モニタ図の利便性改善
- 数値予報GPVの共有も準備中



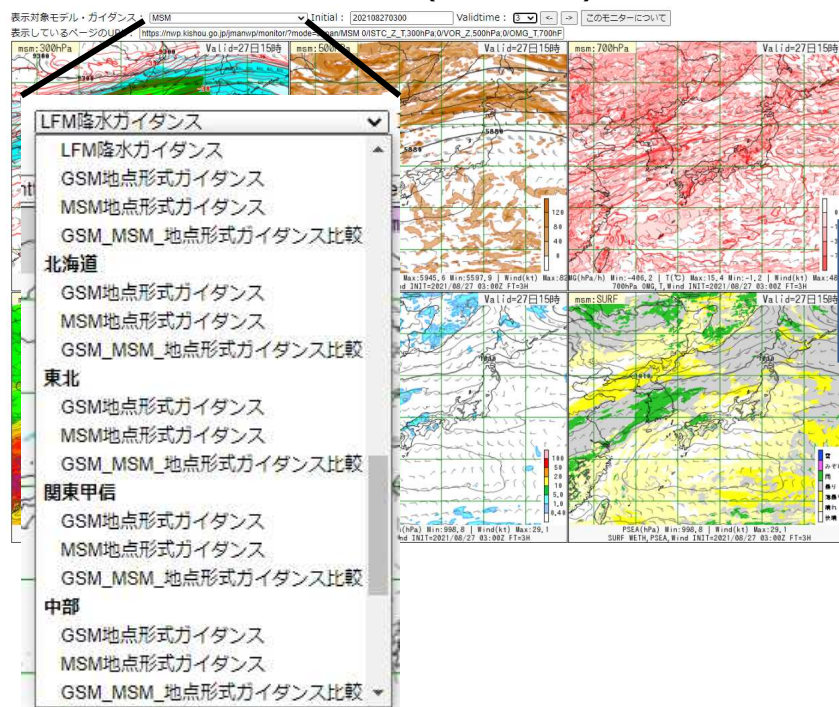
数値予報資料共有Web 利用条件の補足

- 成果発表の際、事前の共有をお願いします。
 - 図は自由に使っていただいて構いません。
 - 研究成果などを発表いただく際には、知見の共有のため、プレゼン資料や論文などの写しを共有いただければ幸いです。
- 気象庁が数値予報検証に係る報道発表を行う場合等に、事前の助言等をお願いします。
 - 登録利用者全員に、助言をお願いしますわけではありません。
 - 状況に応じてご相談させていただきます。
 - ご相談させていただくことがありうること、サーバの運用情報等のご連絡をさせていただくことがあることから、登録制としています。

数値予報資料共有Web モニタ図機能強化予定について

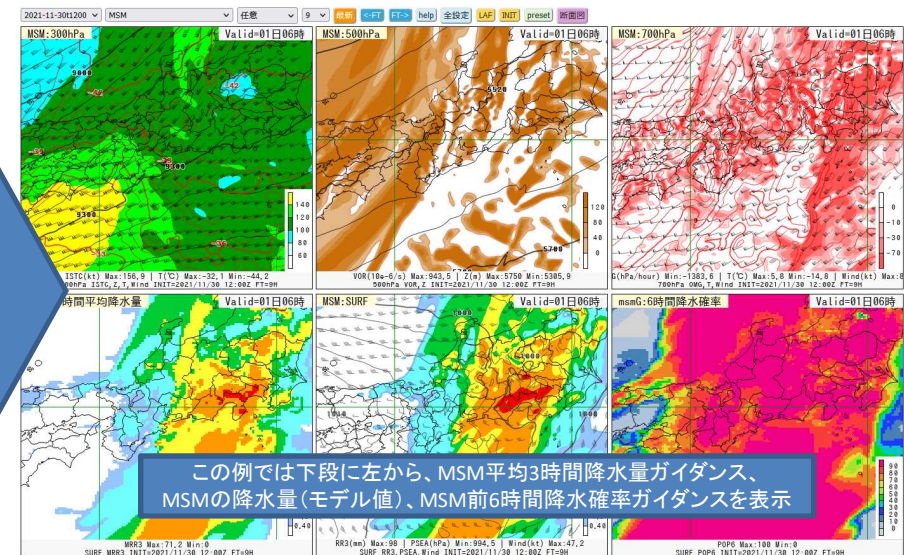
動的描画により表示領域をマウスで任意に移動/拡大/縮小できるようにするとともに表示可能要素の選択肢を拡充予定。

現在の数値予報モニタ図(静的描画)



初期設定された要素のみ表示可能。
たとえばMSMであれば、
現状 ISTC300, Z500, T700, EPT850,
PSEA+R3, PSEA+Weather の6枚で固定。
描画領域も日本や各地方のみ。

次期数値予報モニタ図(動的描画、開発中)



画面は開発中のものです

機能強化後は画面毎に描画設定可能。
たとえばMSMであれば、
複数の高度(100,200,300,...,975hPa, SURF)の
複数の要素(高度、気温、風、...等)から任意に選択できる。
描画領域もマウス操作で移動/拡大/縮小が可能となる。

②③分科会設置、オンライン集会

- 気象庁数値モデル研究会asuca分科会

佐藤委員の発案で実施

- 令和3年10月13日オンライン開催

参加された委員の皆様、いかがでしたでしょうか？

- 約80人参加、忌憚のない意見交換を行うことができた

13:05--13:10	開催挨拶	
第一部:乱流過程及び境界層過程について		
13:10--13:40	asucaの境界層過程・乱流過程について	北村祐二(気象庁情報基盤部数値予報課)
13:40--14:00	NICAMの乱流過程について	大野知紀(海洋研究開発機構)
14:00--14:20	SCALEの乱流過程について	西澤誠也(理化学研究所)
14:20--15:00	討論	
休憩(15:00--15:10)		
第二部:雲物理過程について		
15:10--15:40	MSM2003で導入された雲物理の改良	沢田雅洋(気象庁情報基盤部数値予報課)
15:40--16:00	NICAMの雲物理過程について	清木達也(海洋研究開発機構)
16:00--16:20	SCALEの雲物理過程について	佐藤陽祐(北海道大学)
16:20--17:00	討論	
次回会合について(17:00--17:10)		
閉会(17:10--17:15)		

- 物理過程等の開発課題を共有できた
- 参加者のレベルが高く、より一層専門的なプレゼンの要望があった
- 次回は力学等を議題にしてほしいとの要望もあった
- 他や次回の分科会については引き続き検討中

②マッチングの取り組み

- 昨年度の数値モデル研究会を受け、JAMSTECの方より、当庁GSMに同氏のスキームを実装して試してみたい旨の申し出があった。
 - 数値予報研究開発プラットフォームの枠組みでモデルを貸与、意見交換等を実施中
- 京都大学榎本教授と共同研究「台風防災に資する気象庁全球スペクトルモデルGSMの改良に関する研究」を締結
 - 本日榎本教授に本件に関して話題提供いただきます。

③モデル開発者特別研修

- 庁内のモデル開発初心者を対象にモデル開発人材を育成
- 6月(概論)、9月(各論)に分けて実施(実地オンライン併用)
 - 大学等からも参加可能
 - 今年度は大学等から2名参加(東北大学、東海大学)
- さらに参加者を増やして連携強化につなげていきたい
研修生アンケートは概ね好評
「モデルの基礎から詳しい内部構造まで知ることができた」
「前期後期の適切なタイミングで適切な難易度の講習を受けられた」

<シラバス>(令和3年度)

[前期:6月]

数値予報の基礎知識、数値予報技術開発重点計画、観測データ利用、全球同化・アンサンブル、メソ同化・アンサンブル、全球モデル、メソモデル、ガイダンス、AIの活用、開発プロセスと開発管理、化学輸送モデル、高潮・波浪モデル、プログラミング概説・プロジェクト管理システム活用、モデルの検証、季節予報モデル

[後期:9月]

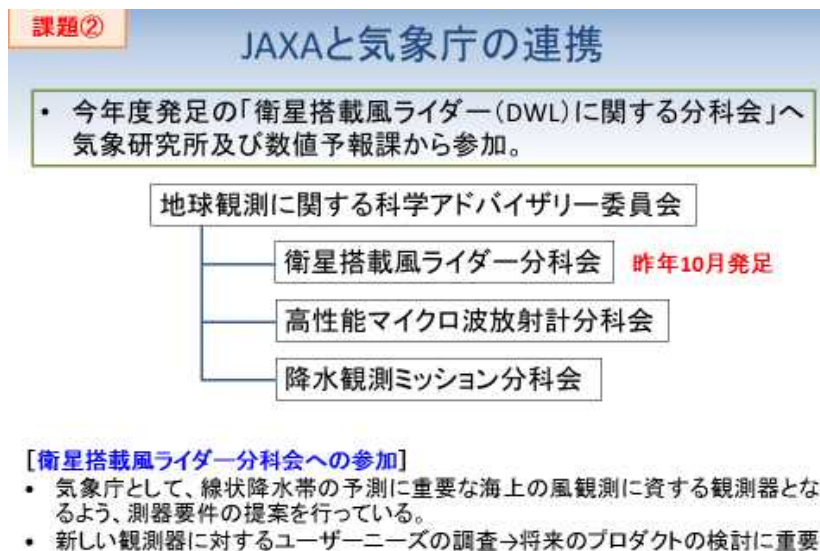
数値予報モデル開発の基礎知識、メソモデルの物理過程、全球モデルの力学過程、物理過程の基礎知識、物理過程(境界層/陸面/雲・積雲対流/雲物理/放射)、並列計算、気候モデル、データ同化の基礎理論、衛星データ同化、海洋モデル、海洋データ同化、研修生が日頃取り組む研究課題の5分~10分発表(聴講生も含む)

④大学等研究機関との人材交流

- 気象研究所では、大学等との共同研究、科学研究費補助金による研究等を実施するために、当該機関からの依頼に基づき学生を受け入れることが可能。
 - 現在も、連携協定に基づく共同研究実施のため、東大AORIからの学生を受け入れている。
 - 連携協定がない大学等であっても、共同研究契約を結ぶこと等で、学生を受け入れることが可能。
- 共同研究等の枠組みの下で、研究の内容や目的及び連携の必要性を明確にすることにより、学生等が気象研究所の研究者との議論や気象研究所の施設等を用いた研究を実施可能とすることに加え、当該研究及び連携の推進等も含められるような、可能な限り双方にとってメリットとなる形を目指したい。

⑤ JAXAと気象庁の連携

- これまでもJAXAの運営する分科会などで、当庁有識者が将来の衛星データについて実利用の観点から助言するなどの協力をしてきている。
- データ交換等の技術的な検討はJAXA-気象庁連絡会(技術調整会議)を通じて実施してきた。
- 衛星の将来計画に関するより緊密な連携のための方策をJAXAと共同で検討していきたい。



⑥モデルの改良（既存スキームの更新）

- 気象庁の数値予報システムでは古くからのスキームを利用し続けているものがあるが、適宜更新を図っているところ。
 - 例えば、1989年に開発された地形性重力波抵抗スキームをR2.3に更新した。
 - 同様に、数値予報システムの境界値作成のために長年（既存の古い技術を利用してきた全球積雪深解析の改良をR3.3に行った。
 - また現状の海面水温解析にも課題があると認識している。
 - これらのシステムでは現場データや新しい衛星観測データなどの利用が考えられ、関係する大学研究者や研究機関（衛星運用機関）等との連携を考えていきたい。
- 近年、モデルの開発・改良に特化した査読付き雑誌*1が刊行されたり、モデルのバイアス解決に関する論文が出るなど、既存スキームの改良であってもモデル改善に関する重要な示唆が得られれば研究成果として認められやすくなっている。
- このようなモデル改良研究を通じて気象庁の数値予報システムの改良に協力願いたい。
 - *1 EGU Geoscientific Model Development

⑦論文に用いた気象データについて

- 要望事項への対応含め、学术界との連携のあり方を検討するため、庁内において以下のような点を検討中。
 - 学との連携において必要なデータについて、その提供手段とポリシー等についての現状整理及び課題と対応策
 - 学术界において、論文に用いたデータの公開や、DOIの付与等の対応が求められていることを踏まえた対応策（主要な論文誌のデータポリシーの調査等）
- 頂いたご意見には、これらの検討の結果に沿って対応していくが、連携する大学等の論文投稿には支障が出ない方向で検討していく。

⑧連携に向けた多様な枠組みの活用

- 様々な機会を活用し連携に取り組む。
 - 今年度の交通運輸技術開発推進制度への応募は不採択。
- 線状降水帯の予測精度向上に資する研究について加速していくことが求められており、集中観測等による線状降水帯機構解明研究計画を気象研究所にて立案中。
- 富岳政策対応枠に気象庁から応募、富岳にシステム移植、最適化等を進めている。

「富岳」の利用

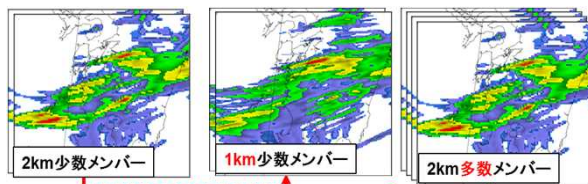
- 富岳政策対応枠により利用中
 - テーマ:「豪雨防災、台風防災に資する数値予報モデル開発」
 - 局地アンサンブル予報システムの方向性調査
 - 高解像度全球モデルの開発
 - 本課題にてasuca等の最適化開発も実施
 - また、現業数値予報に準じた解析予報実験を行える環境も構築中
 - 試験環境で現業数値予報を再現可能
 - 開発成果等を実装して実験を行うことで、現業数値予報に対するインパクトを確認可能となる(見込み)
 - 利用の枠組みは引き続き検討中

予測の強化における「富岳」の活用

現在の取組

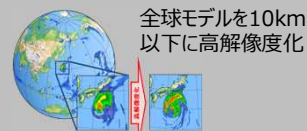
政策対応枠（2021年度～）豪雨防災、台風防災に資する数値予報モデル開発

- 線状降水帯や台風の予測精度の向上のため、2029年度末に気象庁で運用が見込まれるスパコンシステムを想定した開発を実施するもの。
- 令和3年度は、水平解像度2km、17メンバーの実験。令和4年度以降、高解像度化やメンバー増加による効果検証を実施。



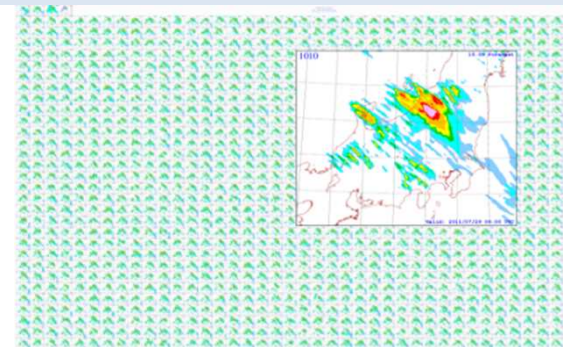
最適な組み合わせを多数事例で検討

台風防災に資する開発



成果創出加速プログラム（2020～22年度）

防災・減災に資する新時代の大アンサンブル気象・大気環境予測

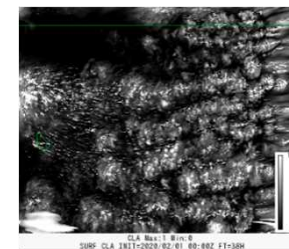


文部科学省の協力をえて、
線状降水帯に伴う豪雨予測に資する数値予報モデルの開発を加速化

- 高解像度数値予報モデル（解像度1km）の開発、高解像度アンサンブル予報システム（解像度2km、50メンバー程度を想定）の開発を加速化、**現業運用開始を4年前倒し（2025年度末）**

開発課題の例

- ラージ・エディ・シミュレーション等を活用した高解像度シミュレーションにより、線状降水帯の発生・維持メカニズムを解明するとともに、サブグリッド輸送の効果を評価して積雲対流スキームおよび乱流スキームを改良。
- 衛星シミュレータを用いて、1km-LFMの計算結果と衛星観測を比較することで雲物理過程を評価し、2モーメントバルク法の導入等雲物理過程を精緻化。
- 大アンサンブル実験を元に、線状降水帯の発生の不確実性を捉えるために最適なアンサンブル構成を推定。



高解像度シミュレーションによる雲の表現の例

「富岳」を用いた開発連携課題の候補

- 「富岳」で気象庁の数値解析予報システム (NAPEX) を用いて線状降水帯予測精度向上を目指して行う開発課題の候補
 - 赤外サウンダデータの同化手法の開発
 - 極軌道衛星赤外サウンダデータの利用開発
 - ひまわり大気追跡風データ等の高密度・高頻度データの同化手法開発
 - ひまわり大気追跡風や輝度温度データの高密度・高頻度データ同化
 - 未使用衛星データの利用開発
 - 海外の衛星観測データ等、気象庁の数値予報システムで利用できていない観測データの利用開発。EarthCARE、小型衛星、商用衛星等。
 - 2重偏波レーダーの利用開発
 - 偏波情報 (液相における粒径分布情報、液相と固相の判別情報等) を活かして雲内部の降水粒子の予測・解析精度の向上を目指した開発
 - 高解像度数値予報モデルの開発 (1km 局地モデル)
 - 1km解像度に適した物理過程の開発

議論いただきたいポイント

- 数値予報資料共有Web等を用いた連携強化の方策について
- 研究会等マッチングの仕組みを生かして具体的な共同研究に繋げるには何が必要か
- 現業システムの開発への協力について(富岳の実験システムを活用)