

線状降水帯の予測精度向上に向けた学官連携の方策について

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

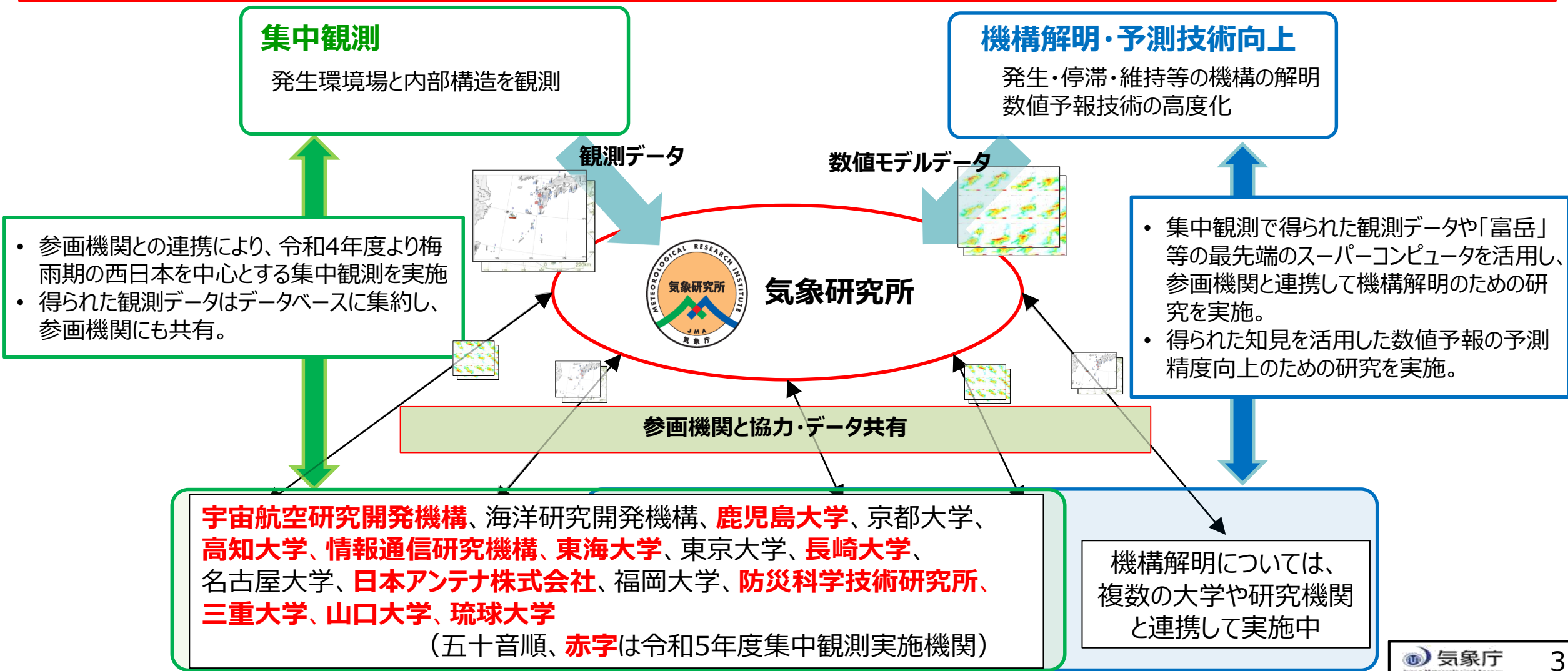
気象庁

資料2の構成

- 3～9ページ目 線状降水帯の機構解明研究
- 10ページ目 「富岳」を活用した予測の強化における連携
- 11ページ目 数値予報資料共有Web
- 12ページ目 ご議論いただきたい点

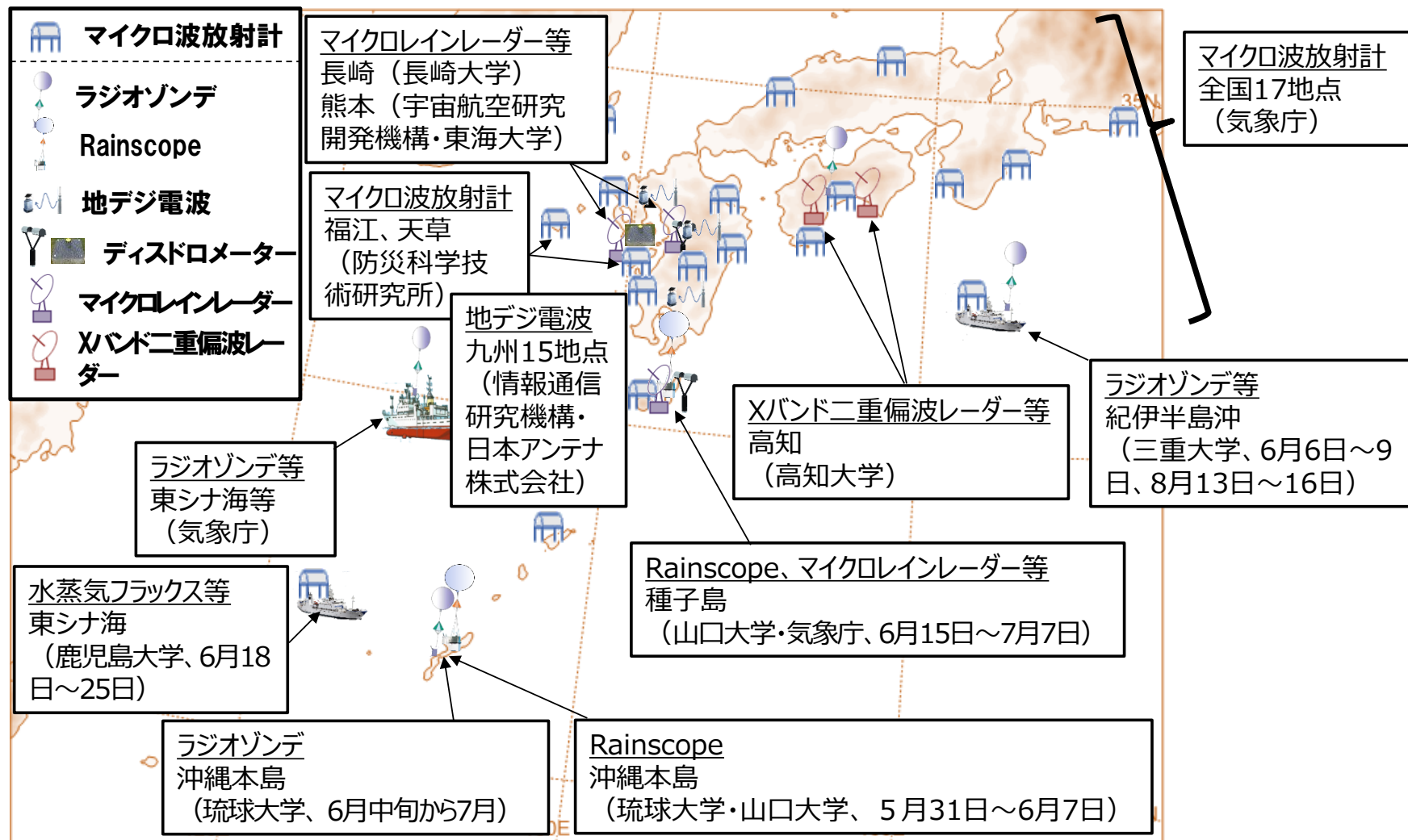
線状降水帯の機構解明研究（令和4年度開始）

- 大学や研究機関との連携のもと、集中観測等によって線状降水帯の発生・停滞・維持等の機構解明を加速するとともに、それら観測データや知見を用いて数値予報の精度向上に繋がるような研究を実施。
- 本研究を推進するため、参画機関との協力・データ共有のための協定を締結。





集中観測の概要（観測方針・項目等）

- 線状降水帯の機構解明・予測技術向上に向けた研究を推進するにあたり、線状降水帯の発生要因や維持等の機構解明のためには、より多くの事例解析が必要となる。
- このため、大学や研究機関と協力して、水蒸気をはじめとする線状降水帯の発生環境や線状降水帯を構成する積乱雲群等の内部構造に着目した観測を6月～10月の期間に実施する。



集中観測の概要（参画機関、観測実施期間等）

| 担当機関 | 観測手段 | |
|----------------------------|------------------|--------------------------------|
| 気象庁 | ラジオゾンデ（船舶） | 6月～10月 |
| | GNSS（船舶） | |
| | 海上気象観測（船舶） | |
| | マイクロ波放射計（陸上） | |
| 防災科学技術研究所 | マイクロ波放射計（陸上） | 6月～10月 |
| 情報通信研究機構 日本アンテナ株式会社 | 地デジ電波（陸上） | 6月～10月 |
| 三重大学 鹿児島大学 | ラジオゾンデ（船舶） | 6月6～9日 6月18～25日 8月13～16日 |
| | マイクロ波放射計（船舶） | |
| | GNSS（船舶） | |
| | 海上気象観測（船舶） | |
| | 水蒸気フラックス（船舶） | |
| 気象庁 琉球大学 | Rainscope（陸上） | 5月31日～6月7日 |
| | マイクロレインレーダー（陸上） | 6月15日～7月7日 |
| 山口大学 | デイスドロメーター（陸上） | 6月15日～7月7日 |
| | ラジオゾンデ（陸上） | 6月中旬～7月 |
| 宇宙航空研究開発機構 東海大学 長崎大学 | マイクロレインレーダー（陸上） | 6月～10月 |
| | デイスドロメーター（陸上） | |
| 高知大学 | Xバンド二重偏波レーダー（陸上） | 6月～10月 |
| | ラジオゾンデ（陸上） | 6月中旬～10月 |

 線状降水帯がなぜその場所で発生するのか（なぜ発生しないのか）を解明するため、発生の有無に関わらず連続して観測を実施
 線状降水帯の発生の可能性等を踏まえ、この期間の中で随時観測を実施

線状降水帯の機構解明・予測技術の向上に係る研究概要

- 線状降水帯に関する学術的な問い（線状の降水システムはどのような機構（メカニズム）で発生するのか？その位置を決定する要因は？その持続性を左右する要因は？）に対し、メカニズムを意識して解析を実施する必要がある。
 ⇒ 大学や研究機関の研究者にも参画いただき、高解像度の数値モデルや高頻度・高密度データを用いて、**内部構造**（気流や冷氣塊等の構造）と**環境場**（線状降水帯周辺の大気場）の解析を実施

| | | 研究内容 | 対応 |
|-------------------|--|---|-----------------|
| (a) 線状降水帯の機構解明 | (ア)線状降水帯の実態把握と機構解明のための事例解析的研究 | 数値モデルや観測データ等を用いた環境場や降水システムの形態の事例解析 | 内部構造と環境場 |
| | | 高解像度の数値モデルや高頻度・高密度観測データによる降水システム内の降水種別や気流構造、冷氣塊等の解析 | 内部構造 |
| | (イ)数値予報を活用した線状降水帯の診断的予測技術に関する研究 | 再解析データや客観解析等を用いた線状降水帯の発生環境場を中心とした統計解析 | 環境場 |
| (b) 数値予報技術の高度化 | (ア)集中観測データを用いた数値予報モデルの物理過程の検証と改良及びデータ同化技術の開発 | マイクロ波放射計など新しい観測データを用いた同化実験の実施、新しい雲微物理スキームの開発と検証 | 内部構造と環境場 |
| | (イ)「富岳」を利用した高解像度大アンサンブル予測システムの開発・実行と現業化を想定した少数アンサンブル等の利用方法の開発・調査 | 高解像度大アンサンブル実験の実施と結果の解析及び少数アンサンブルとの比較、アンサンブルを危険度予測に活用する応用技術の開発 | 環境場 |

✓ いつどこで**発生**するのか

降水系の発生に主な影響を及ぼす環境場の条件とトリガーとなる現象・要因の理解

✓ なぜ**停滞**するのか

降水系の停滞に主な影響を及ぼす環境場の条件と内部構造の特徴及びそれらの相互作用の理解

✓ なぜ**維持**されるのか

降水系の維持に主な影響を及ぼす環境場の条件と内部構造の特徴及びそれらの相互作用の理解

✓ いつまで続くのか（**消滅**）

降水系の停滞・維持に影響を及ぼす各種条件等が解消される要因の理解

線状降水帯の機構解明のポイント（現状・課題、今年度の取組）

| 項目 | 現状 | 課題 | 今年度の取組 |
|----|---|--|---|
| 発生 | <ul style="list-style-type: none"> ✓これまでの研究により、線状降水帯が発生しやすい環境場の各要素とその条件（線状降水帯発生6条件）が明らかになってきている。 ✓一方で、線状降水帯は様々な状況・場所で発生するため、個々の事例の状況を確認するとともに、それらを基に条件の改善・見直し等を行う必要がある。 ✓発生のトリガーとなるような各種現象に関する理解も必要。 | <ul style="list-style-type: none"> ✓環境場について、客観解析や集中観測データを用いて、主に線状降水帯の発生期間の特徴を調査してきたが、<u>発生タイミングに関わる特徴の把握（環境場の変化や発生のトリガーに関する理解）が不十分</u>。 | <ul style="list-style-type: none"> ✓令和3年度に開発した空間変換・積算手法を用いた解析雨量やアンサンブル予報の結果を用いて、より典型的な線状降水帯を客観的に抽出し、その発生分布や発生頻度等の調査を進める。これらの調査で得られた結果をもとに、再解析データを用いて発生環境場の特徴を把握し、線状降水帯発生6条件の検証を行う。 ✓近年の顕著な線状降水帯事例について、気象庁メソ解析や数値シミュレーション、メソアンサンブル等を用いて線状降水帯の発生要因の解析を行う。 |
| 停滞 | <ul style="list-style-type: none"> ✓これまでの研究により、線状降水帯の停滞・維持には、発生しやすい環境場の状況が継続することに加え、その下で、線状降水帯を構成する積乱雲群等の内部構造が影響を与えていることが示唆されている。 | <ul style="list-style-type: none"> ✓<u>内部構造について</u>、高解像度モデルで再現できた事例数、観測データを用いた高解像度の解析の事例数も少なく、<u>さらなる事例の蓄積が必要</u>。 | <ul style="list-style-type: none"> ✓近年発生した線状降水帯事例（令和4年7月5日に高知県で発生した事例、令和4年8月3日-4日にかけて山形県・新潟県で発生した豪雨、令和3年7月10日に九州南部で発生した事例など）に対して、非静力学数値モデルでの再現実験や客観解析データ、地上・高層・レーダーやマイクロ波放射計などの各種観測データを駆使することにより事例解析を行い、現象の内部構造や発達・維持機構について解析を進める。 |
| 維持 | <ul style="list-style-type: none"> ✓事例によって環境場や内部構造が異なるため、様々な事例についての調査が必要。 | | |
| 消滅 | <ul style="list-style-type: none"> ✓これまでの研究により、線状降水帯の消滅には、発生しやすい環境場の状況の終焉が影響することが示唆されている。 | <ul style="list-style-type: none"> ✓環境場について、主に線状降水帯の発生期間の特徴を調査してきたが、<u>消滅に関わる特徴の把握が不十分</u>。 | <ul style="list-style-type: none"> ✓近年の顕著な線状降水帯事例について、メソ解析値等を用いて環境場の時間変化に着目し、線状降水帯の消滅の要因を調査する。 |

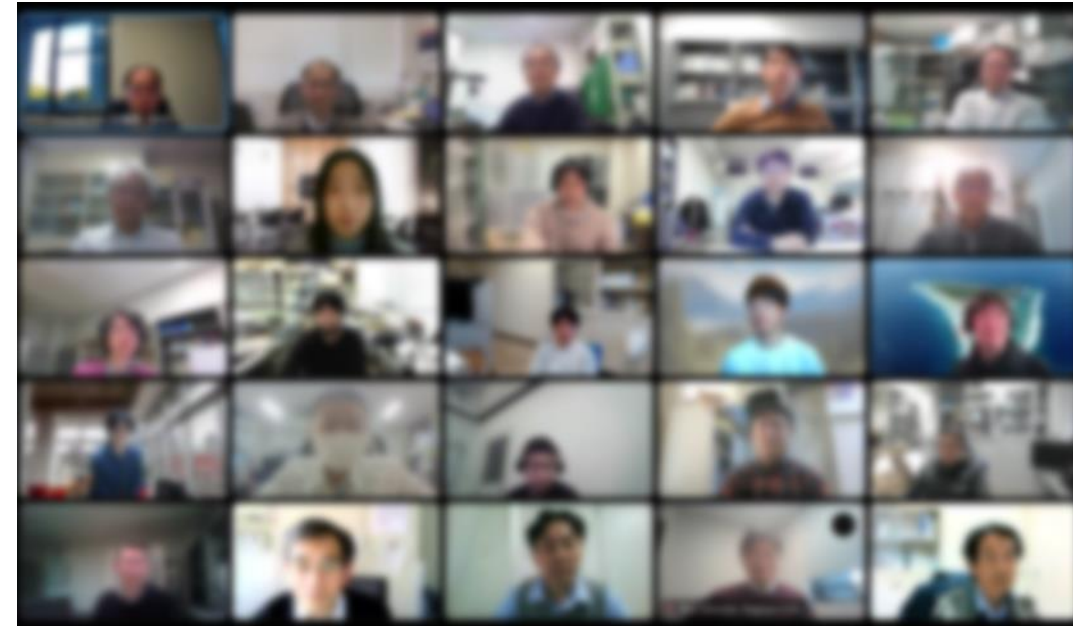
線状降水帯の機構解明に関する研究会

開催の趣旨と目的

- 第3回会合（令和3年12月24日）の議論を受け、線状降水帯の機構解明を中心として、そのために必要な研究の着目点・観測手法等について議論するための研究会を設置（座長：竹見委員、事務局：気象研究所）。
- 機構解明研究の計画や進捗等を報告し、議論・意見交換を行うことによって、その内容を研究に反映させるとともに、関連機関・研究者との連携推進や新たな連携の構築に資することを旨とする。

研究会の概要

- 令和4年2月より、1～3か月に1回程度のペースで7回の研究会（2月17日、3月22日、4月21日、6月2日、9月7日、11月30日、令和5年2月27日）をオンライン開催。
- 国内の研究者（WG委員と関係者及び機構解明研究参加の研究者、学生等も含む）、気象庁関係官ら100～150名程度が参加。
- 話題提供と議論の概要
 - ✓ 近年の顕著事例に関する研究レビューの実施、各種知見と残された課題の確認
 - ✓ 集中観測と機構解明・予測技術向上研究の計画・進捗の報告、研究成果を予測精度向上に繋げるための着目点等の提案・議論
 - ✓ 現業数値予報の課題と研究への期待及び昨年の上水期の予測状況等の共有、予測がうまくいかなかった要因等についての議論



線状降水帯の機構解明に関する研究会（第7回、令和5年2月27日）

今後の開催について

- 今年度も以下のような内容を中心に開催予定。
 - ✓ 機構解明・予測技術向上に向けた各種研究の進捗・成果の共有・議論
 - ✓ 研究成果を予測精度向上に繋げるための方策等の検討・議論

「富岳」を活用した予測の強化における連携

- 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」の政策対応枠において、令和3年度より「豪雨防災、台風防災に資する数値予報モデル開発」課題を実施し、高解像度数値予報モデル（水平解像度1kmの局地モデル）、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。

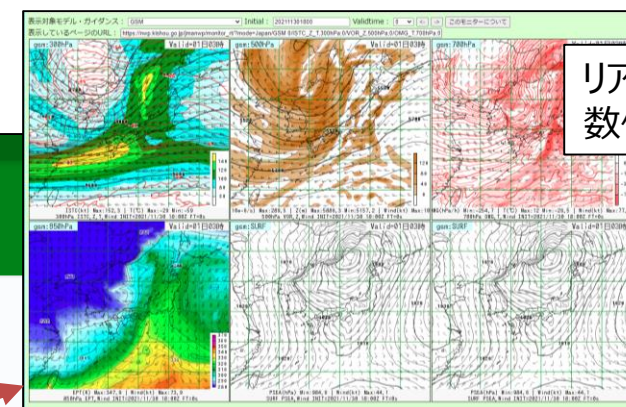
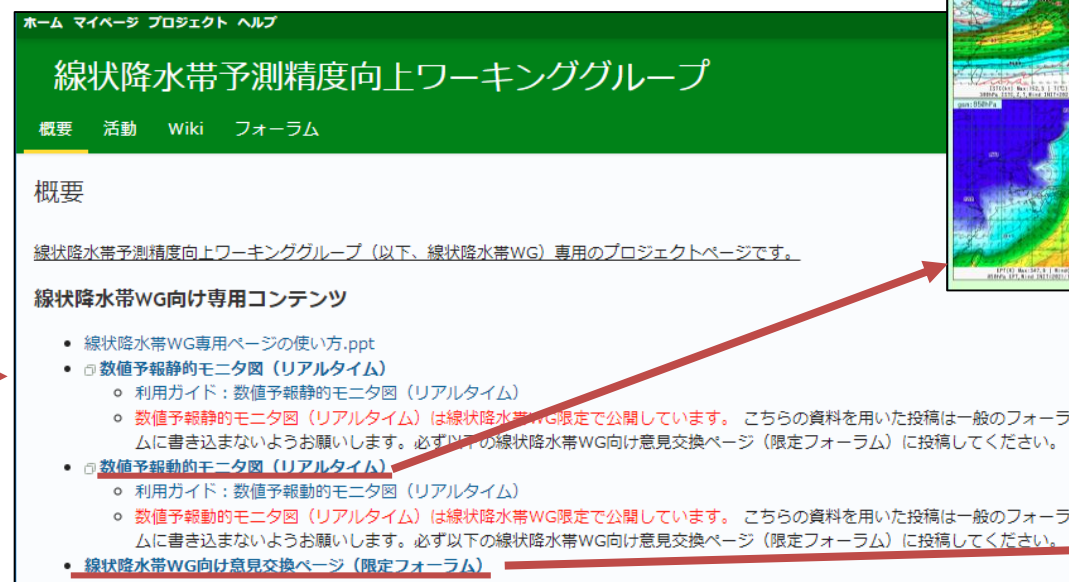
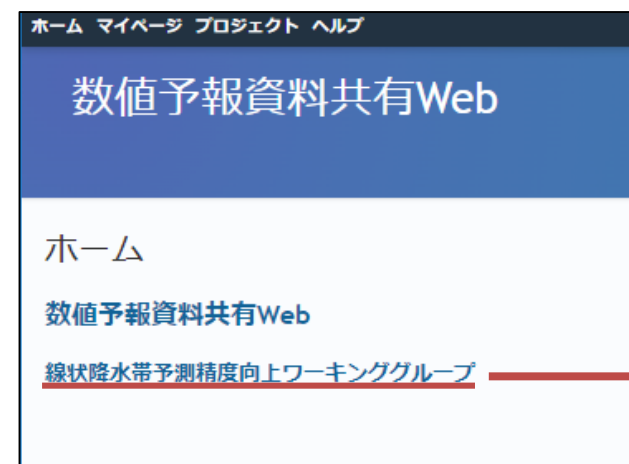
令和4年度の実施

- 開発中の水平解像度 1 kmの局地モデルを用いて九州地方を中心とした狭領域でリアルタイム実験を実施。
- メソ数値解析予報実験システム（以下、実験システム）を「富岳」上に構築し、琉球大学、東北大学、東京大学の研究者に試行として利用いただいた。
- 実験システム利用にあたり、気象庁以外の利用者が「富岳」で実験を実施する際の技術課題を指摘いただくとともに、今年度（令和5年度）利用者へ提供する実験システムへのフィードバックを得た。

令和5年度の計画

- 水平解像度 1 kmの局地モデルについて、令和5年度出水期（6月8日～10月31日）に予測領域を全国に拡張してリアルタイム実験を実施予定。
- 令和4年度に構築した実験システムを用いて、現業数値予報システムの改善に資する研究課題を設定し、公平性にも留意して、幅広く参加機関を募ることを計画。
 - ✓ 当庁にて整備した観測データを活用した予測精度向上に資するよう、ひまわり晴天輝度温度の高解像度データや二重偏波化により品質の向上したレーダーデータ等を用いた課題設定を検討中。
 - ✓ 公平性にも留意しつつ幅広く参加機関を募るための方法・手続きを検討中。

- 数値予報資料共有Web（線状降水帯WG向け専用）
 - 線状降水帯発生時等に現象や予報の状況を共有するため、リアルタイムに数値予報資料を共有するとともに、意見交換用のページを設置（R3.7.2～）
 - 過去の事例について、予報の精度や予報と実況の誤差が生じた要因について、意見交換を実施
 - 「富岳」リアルタイムシミュレーション実験の結果も共有
 - 今年度は数値予報動的モニタ図でも表示を行う



リアルタイムで
数値予報結果を共有



フォーラムにおいてスレッドを立て、
様々な情報共有や意見交換を実施

- 線状降水帯発生事例についての要因分析での連携
 - 現象の要因分析等へのご助言をいただきたい

- 線状降水帯の機構解明研究における連携
 - 集中観測に関する、更なる連携や今後の進め方に関して
 - 線状降水帯の発生・停滞・維持等の機構解明の解明や数値予報技術の高度化に向けた研究の推進に係る更なる連携に関して
- 線状降水帯の機構解明に関する研究会
 - 今後の進め方や議論の方向性に関して
- 「富岳」を活用した予測の強化における連携
 - 「富岳」に構築した気象庁の実験システムを活用した研究課題の実施に向けた連携について
(ひまわり晴天輝度温度の高解像度データや二重偏波化により品質の向上したレーダーデータ等を用いた課題を想定)
- 数値予報資料共有Web
 - リアルタイムな数値予報資料（「富岳」リアルタイムシミュレーション実験の結果も含む）の利用とフィードバック、事例の検証・分析に係る資料の共有、意見交換等に関して