

令和6年9月に能登半島に記録的な大雨を もたらした線状降水帯の発生要因

末木 健太

台風・災害気象研究部

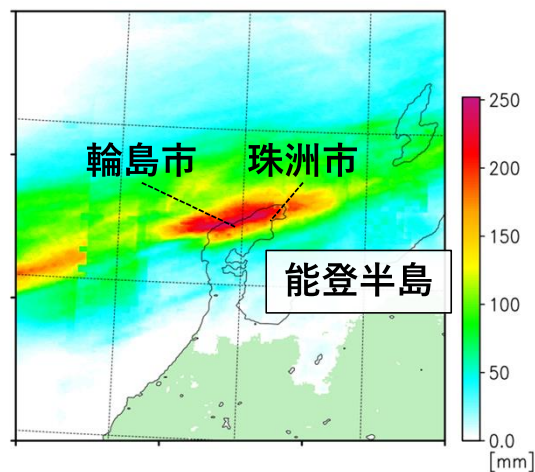
※本研究は、気象庁気象研究所における経常研究課題「台風・線状降水帯等の
顕著現象の機構解明と監視予測技術の高度化に関する研究」として実施された

本日の発表

1. はじめに：能登半島で発生した大雨について
2. 数値シミュレーションによる大雨の発生要因の解析
3. 日本海の高い海面水温の影響
4. まとめ

はじめに：能登半島で発生した大雨について

令和6年9月21日から22日にかけて発生した大雨の影響により、石川県能登半島北部を中心に土砂災害による甚大な被害が生じた



能登で

- ✓ 顕著な大雨に関する気象情報（「線状降水帯」の発生）
- ✓ 記録的短時間大雨情報



※写真は国土交通省「令和6年9月20日からの大雨による被害状況等について」から

- 土石流やがけ崩れなどによる甚大な人的被害・家屋の損壊
- 元日の能登半島地震と重なる被害域

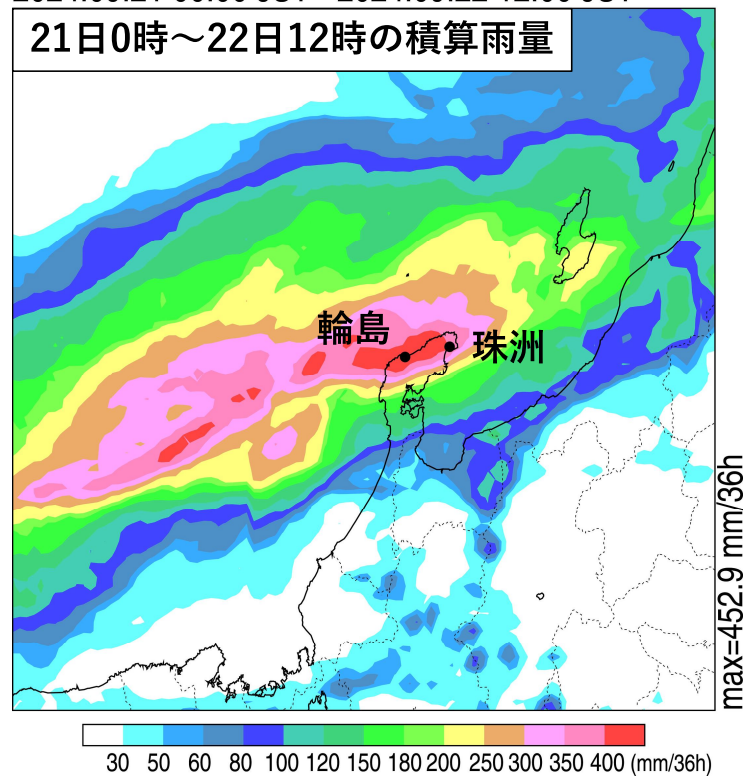
令和6年9月に能登半島に記録的な大雨をもたらした線状降水帯の発生要因

はじめに：能登半島で発生した大雨について

線状降水帯の発生と、台風第14号から変わった低気圧の接近・通過に伴う雨により、輪島や珠洲では24時間最大降水量が412mmや315mmに達する記録的な大雨となった

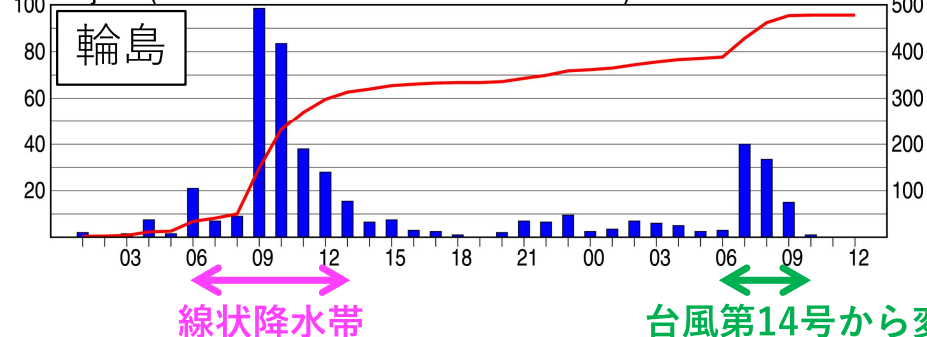
2024.09.21 00:00 JST - 2024.09.22 12:00 JST

21日0時～22日12時の積算雨量



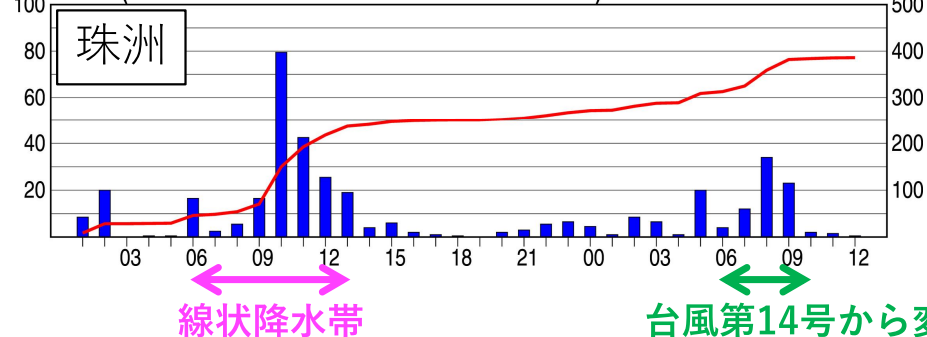
(※廣川主任研究官作成の資料に基づく)

Wajima (2024.09.21 00JST - 2024.09.22 12JST)



台風第14号から変わった
低気圧の接近・通過

Suzu (2024.09.21 00JST - 2024.09.22 12JST)



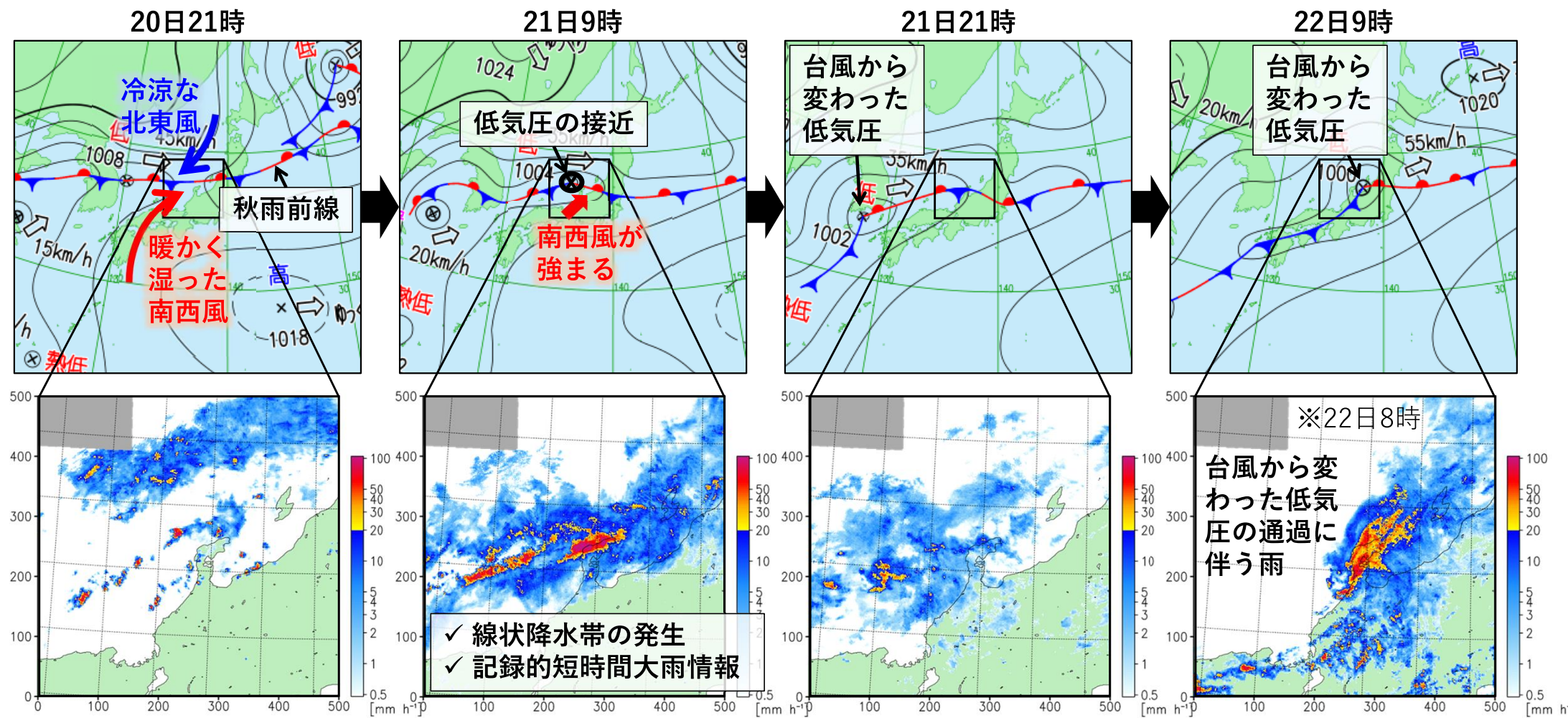
台風第14号から変わった
低気圧の接近・通過

棒グラフ：各時間の1時間雨量 赤線：21日0時からの累積雨量

令和6年9月に能登半島に記録的な大雨をもたらした線状降水帯の発生要因

はじめに：能登半島で発生した大雨について

気象概要



令和6年9月に能登半島に記録的な大雨をもたらした線状降水帯の発生要因

はじめに：能登半島で発生した大雨について

気象研究所では、**21日に発生した線状降水帯**を対象に、数値シミュレーションによる発生要因の調査を進めており、本日はその最新の研究結果について報告する

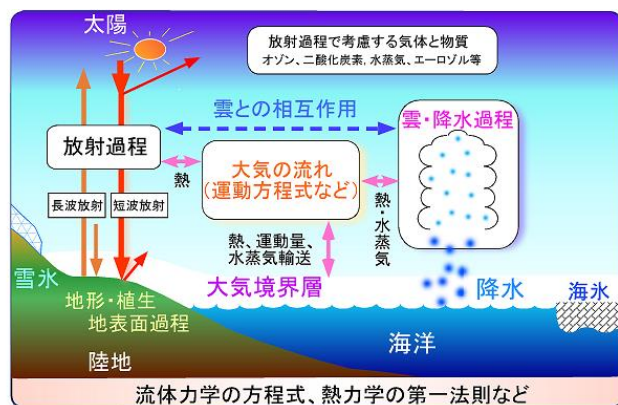
本日の発表

1. はじめに：能登半島で発生した大雨について
- 2. 数値シミュレーションによる大雨の発生要因の解析**
3. 日本海の高い海面水温の影響
4. まとめ

数値シミュレーションによる大雨の発生要因の解析

気象庁の現業予報でも使用されている数値気象モデル**asuca**を用いて
水平解像度 1 kmでの数値シミュレーションを実施した

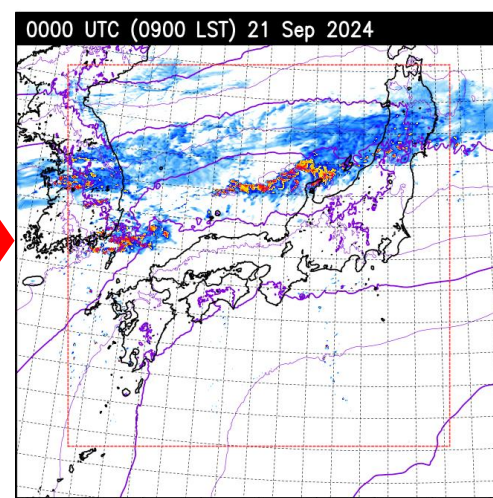
気象研究所スーパーコンピュータ



数値気象モデルで考慮されている物理過程の概念図



(FUJITSU Server PRIMERGY CX2550 M5)



シミュレーション結果

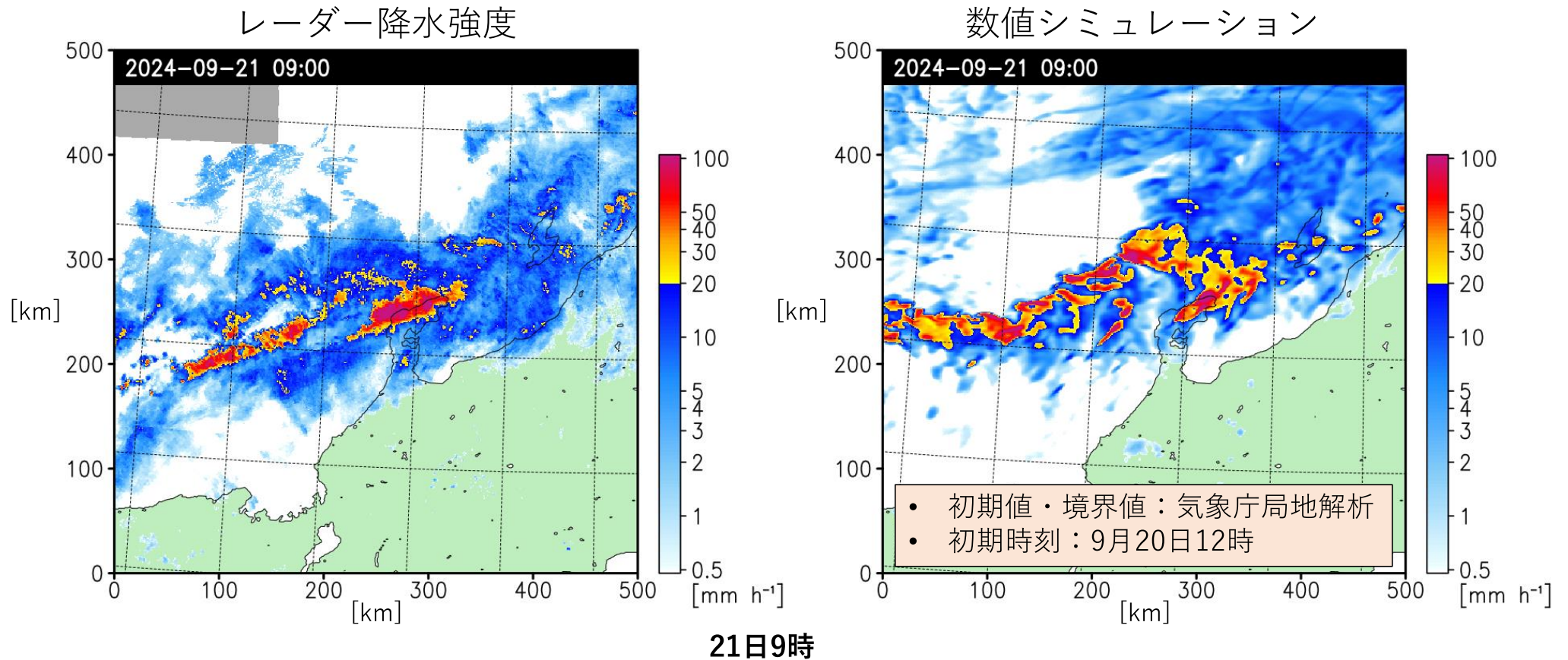
計算を行う領域の広さや
計算開始時刻などを指定

(※気象庁の現業予報とは水平解像度や計算領域などが異なる独自の設定でシミュレーションを実施)

令和6年9月に能登半島に記録的な大雨をもたらした線状降水帯の発生要因

数値シミュレーションによる大雨の発生要因の解析

気象レーダーとの比較

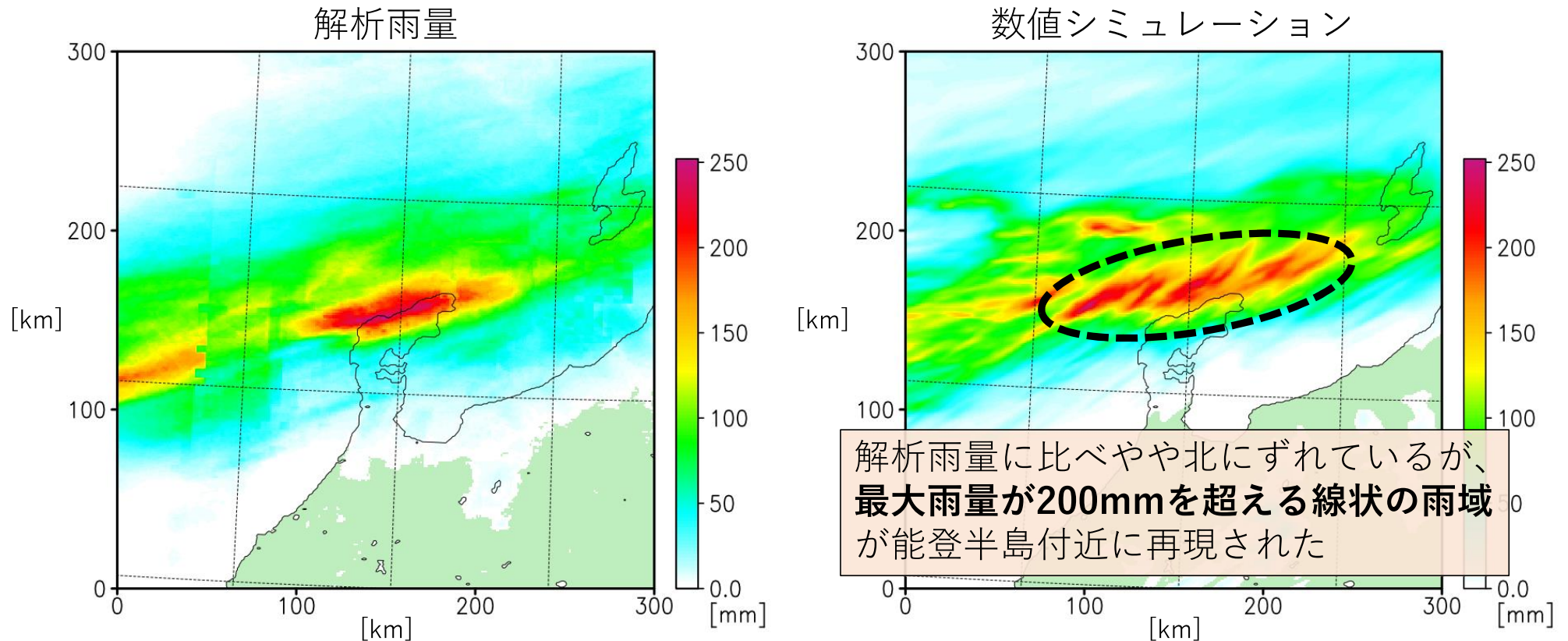


- ✓ 本シミュレーションでは計算の初期時刻から終了時刻まで、モデルの境界データに解析値を使用している。従って、本実験は「予報」ではなく「**再現実験**」であることに留意が必要

令和6年9月に能登半島に記録的な大雨をもたらした線状降水帯の発生要因

数値シミュレーションによる大雨の発生要因の解析

解析雨量との比較



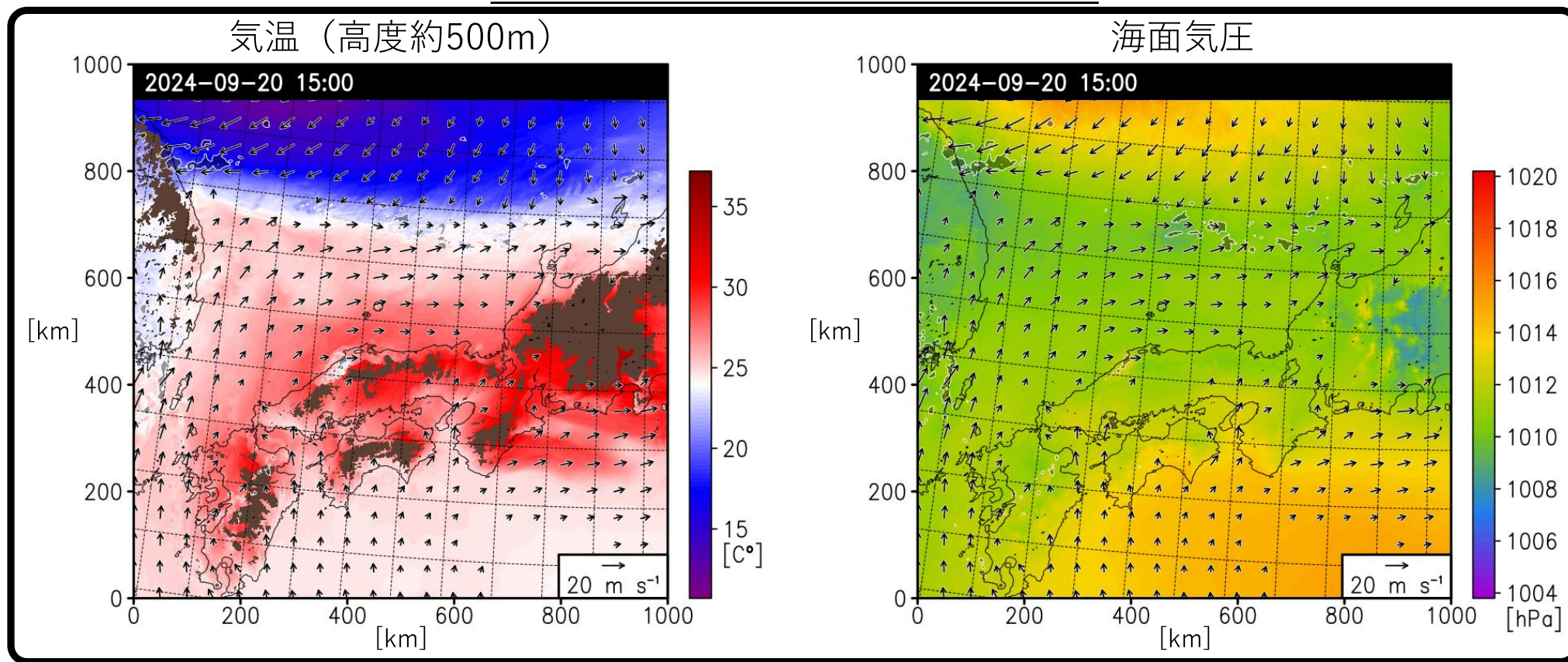
線状降水帯が発生していた21日の6時～13時の積算雨量

- ✓ 本シミュレーションでは計算の初期時刻から終了時刻まで、モデルの境界データに解析値を使用している。従って、本実験は「予報」ではなく「**再現実験**」であることに留意が必要

令和6年9月に能登半島に記録的な大雨をもたらした線状降水帯の発生要因

数値シミュレーションによる大雨の発生要因の解析

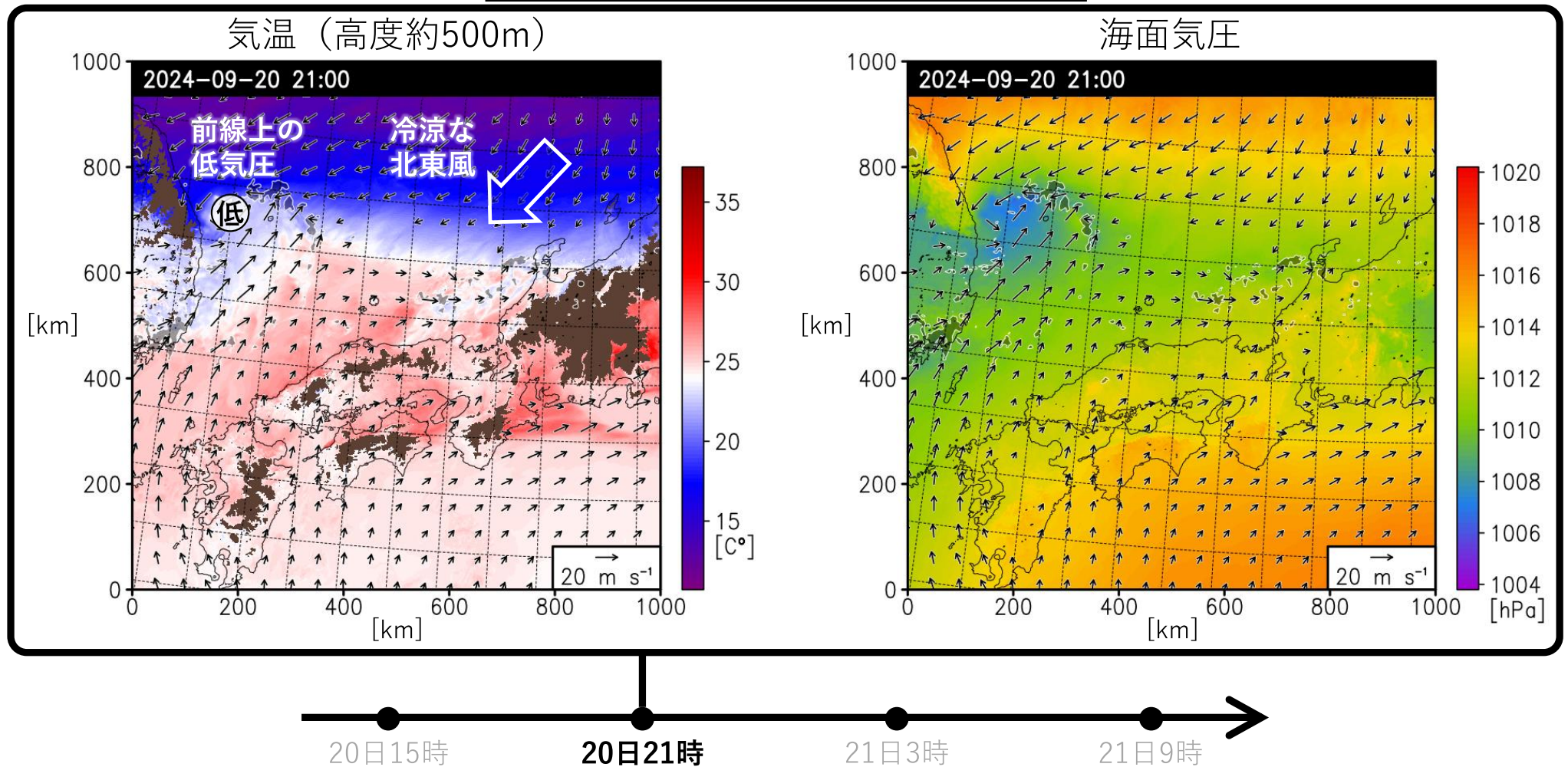
秋雨前線の南下と低気圧の接近



令和6年9月に能登半島に記録的な大雨をもたらした線状降水帯の発生要因

数値シミュレーションによる大雨の発生要因の解析

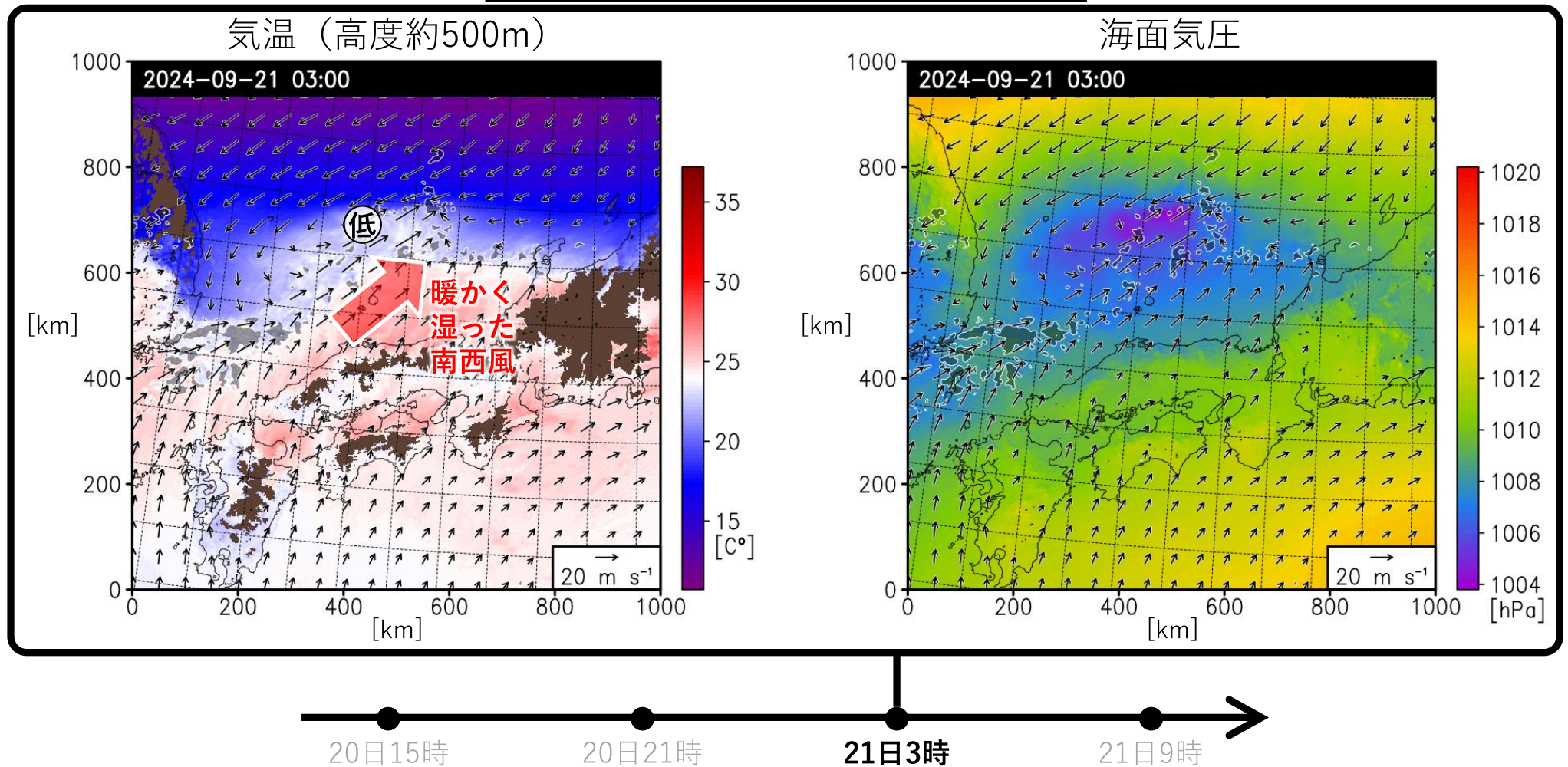
秋雨前線の南下と低気圧の接近



令和6年9月に能登半島に記録的な大雨をもたらした線状降水帯の発生要因

数値シミュレーションによる大雨の発生要因の解析

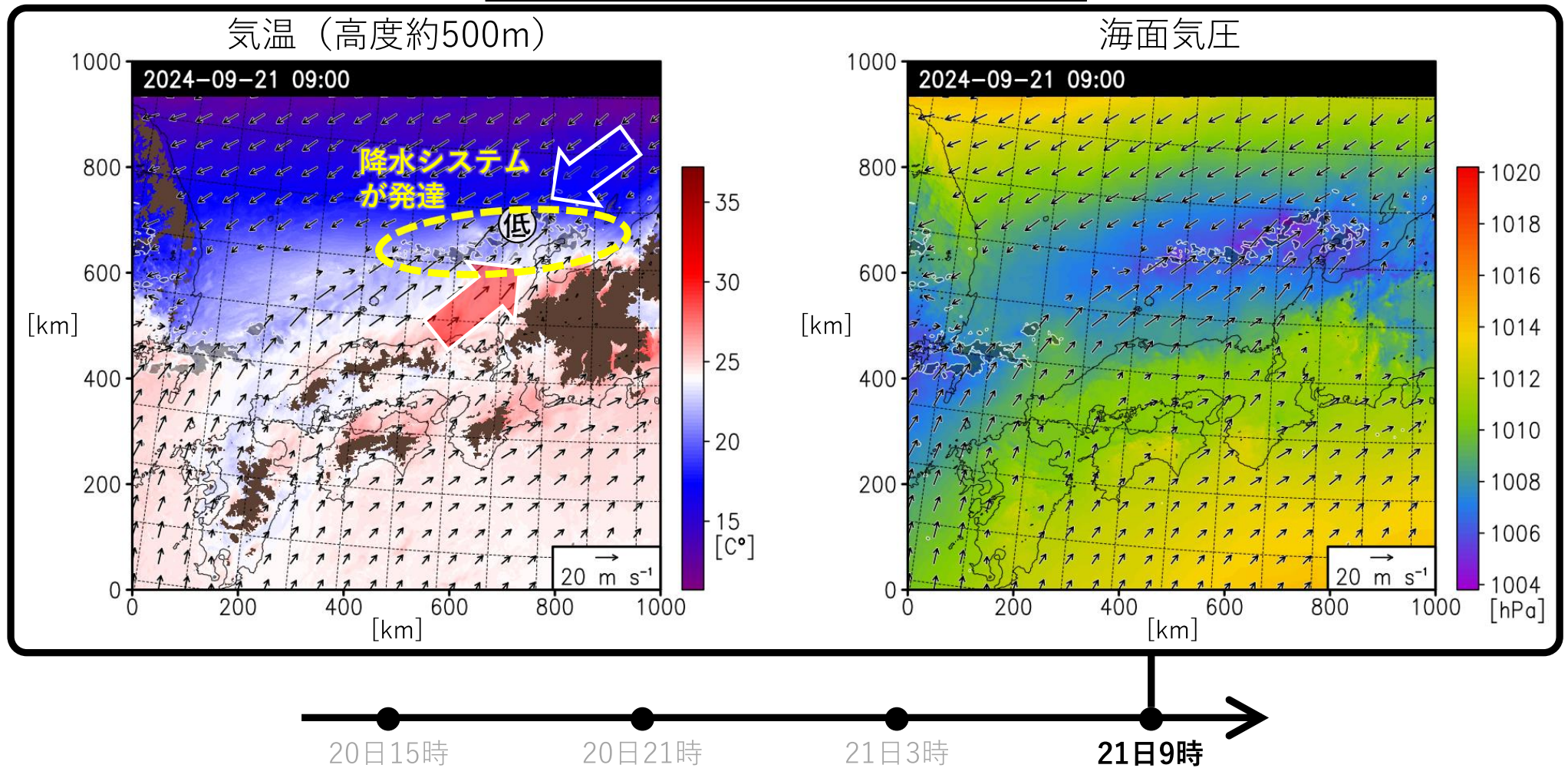
秋雨前線の南下と低気圧の接近



令和6年9月に能登半島に記録的な大雨をもたらした線状降水帯の発生要因

数値シミュレーションによる大雨の発生要因の解析

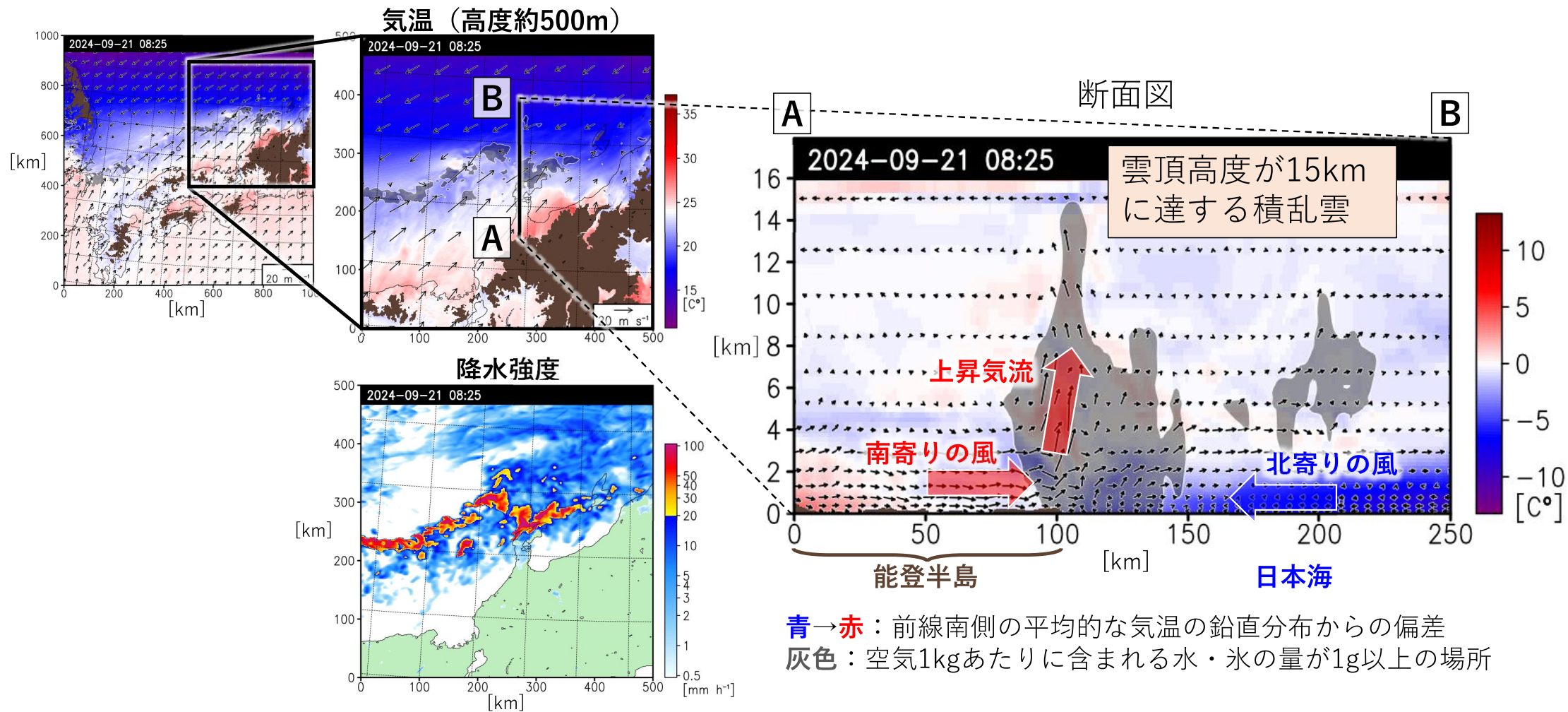
秋雨前線の南下と低気圧の接近



令和6年9月に能登半島に記録的な大雨をもたらした線状降水帯の発生要因

数値シミュレーションによる大雨の発生要因の解析

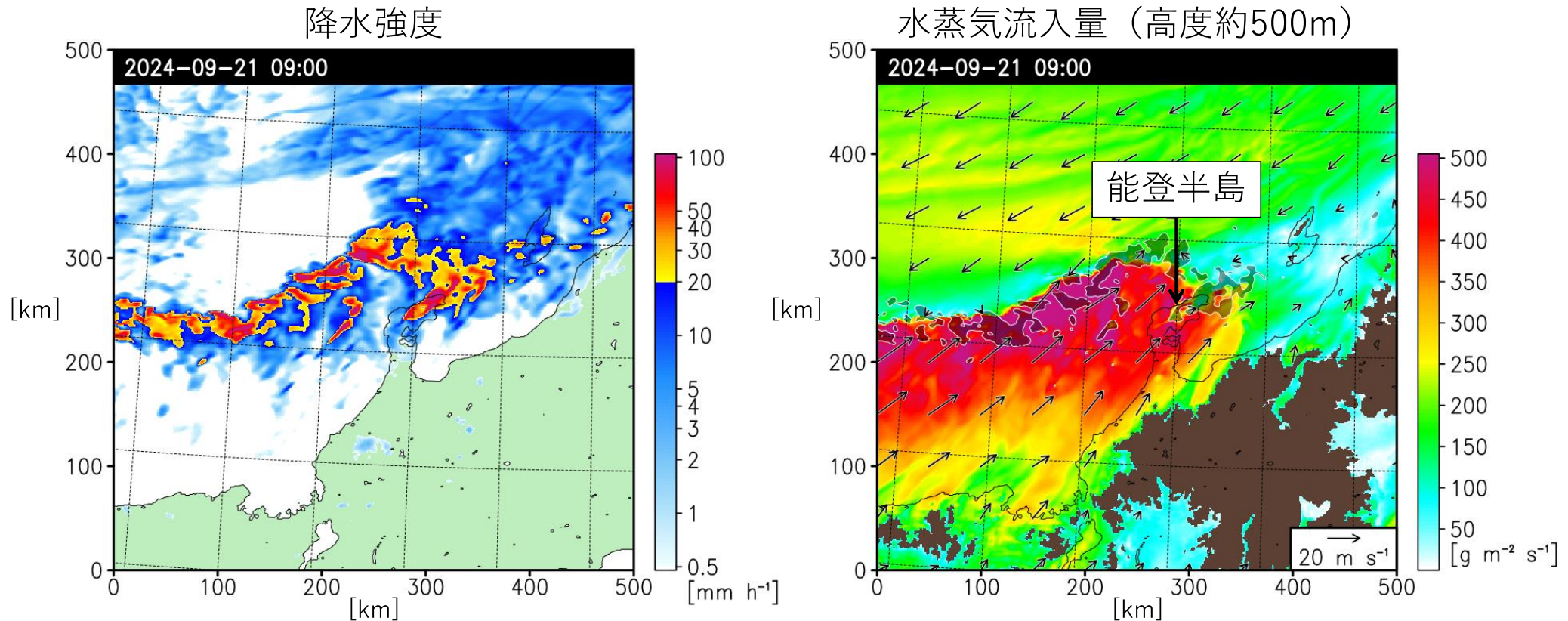
能登半島付近での積乱雲の発達



令和6年9月に能登半島に記録的な大雨をもたらした線状降水帯の発生要因

数値シミュレーションによる大雨の発生要因の解析

多量の水蒸気流入



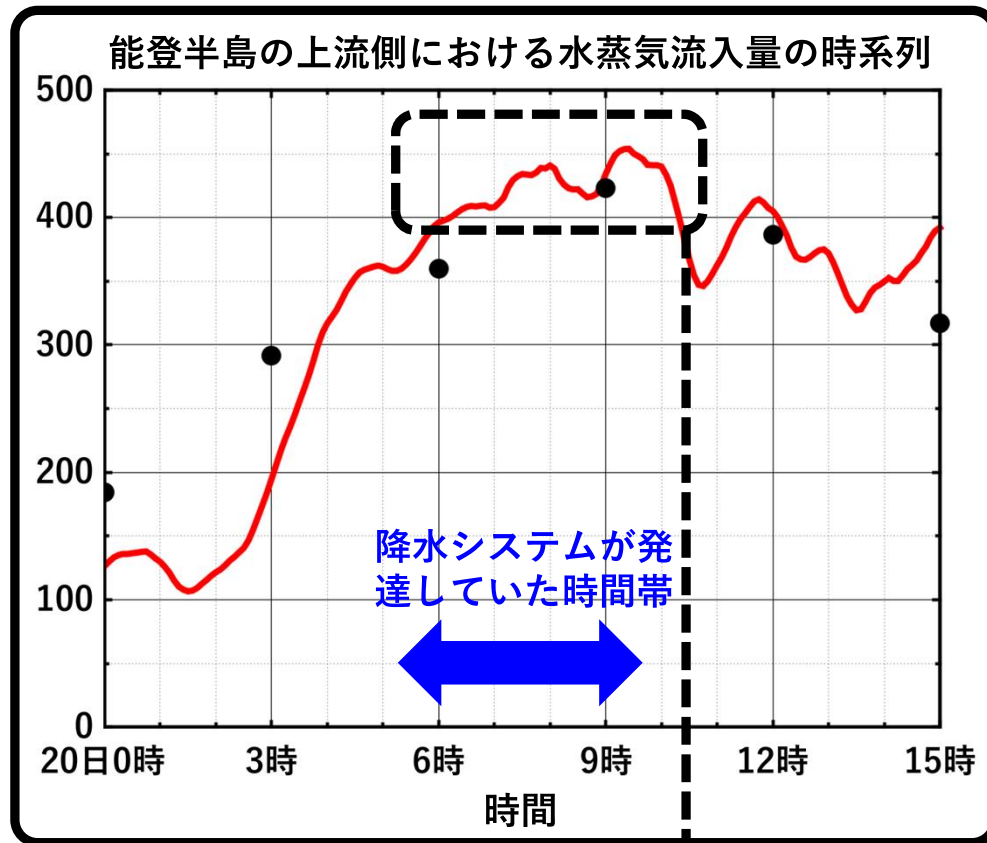
21日9時

水蒸気流入量：水蒸気量と水平風速の積によって求められる指標

令和6年9月に能登半島に記録的な大雨をもたらした線状降水帯の発生要因

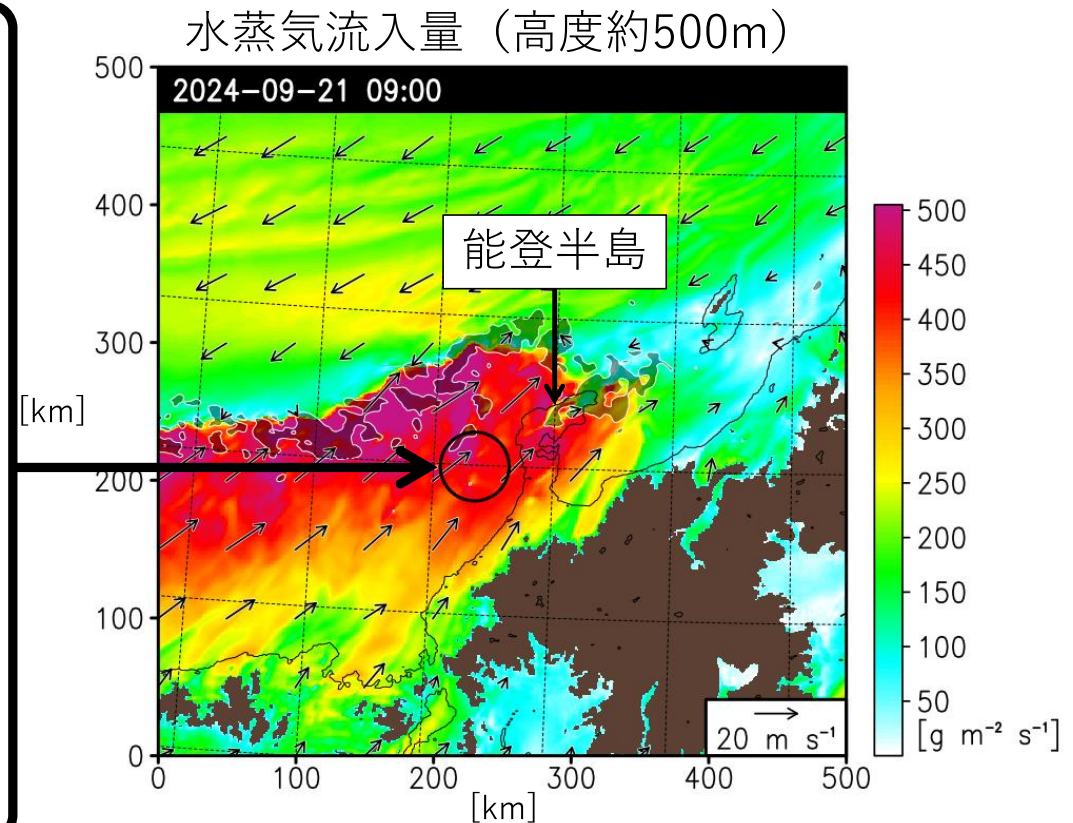
数値シミュレーションによる大雨の発生要因の解析

多量の水蒸気流入



※赤線：シミュレーション結果 黒点：気象庁メソ解析

多量の水蒸気流入
($400\text{g}/\text{m}^2/\text{s}$ 超)

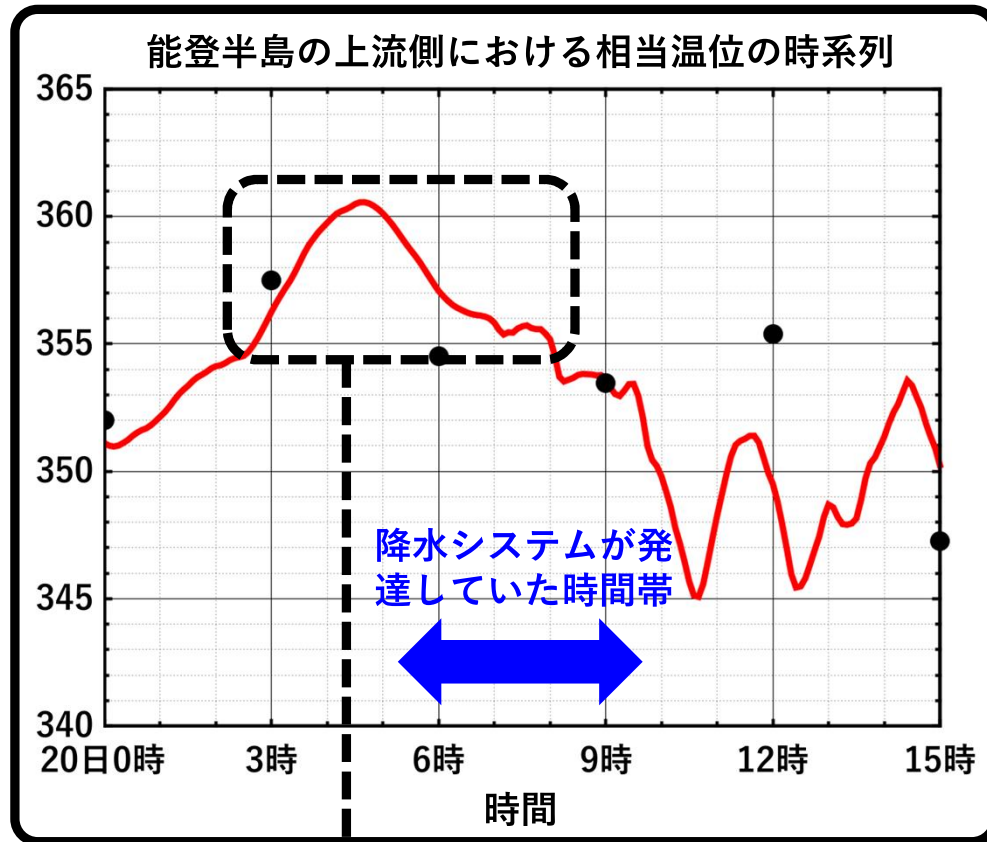


水蒸気流入量：水蒸気量と水平風速の積によって求められる指標

令和6年9月に能登半島に記録的な大雨をもたらした線状降水帯の発生要因

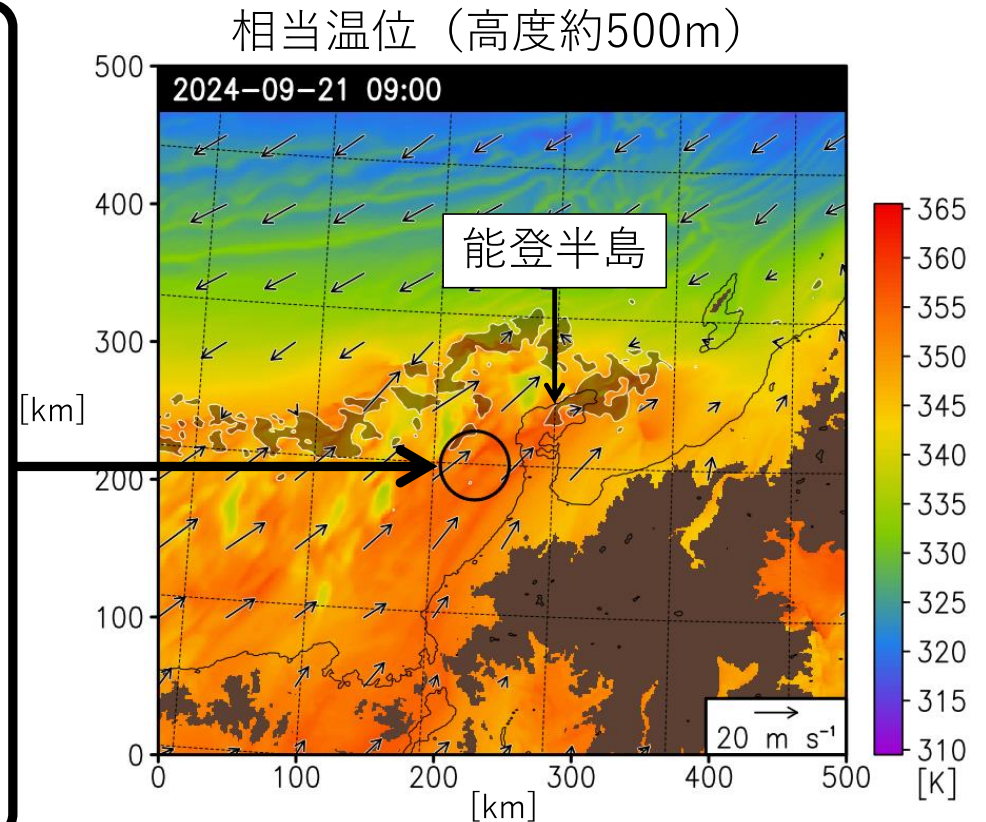
数値シミュレーションによる大雨の発生要因の解析

暖かく湿った空気の流入



※赤線：シミュレーション結果 黒点：気象庁メソ解析

暖かく湿った空気
(355K超の相当温位)



相当温位：空気がどの程度暖かく
湿っているかを示す指数

令和6年9月に能登半島に記録的な大雨をもたらした線状降水帯の発生要因

数値シミュレーションによる大雨の発生要因の解析

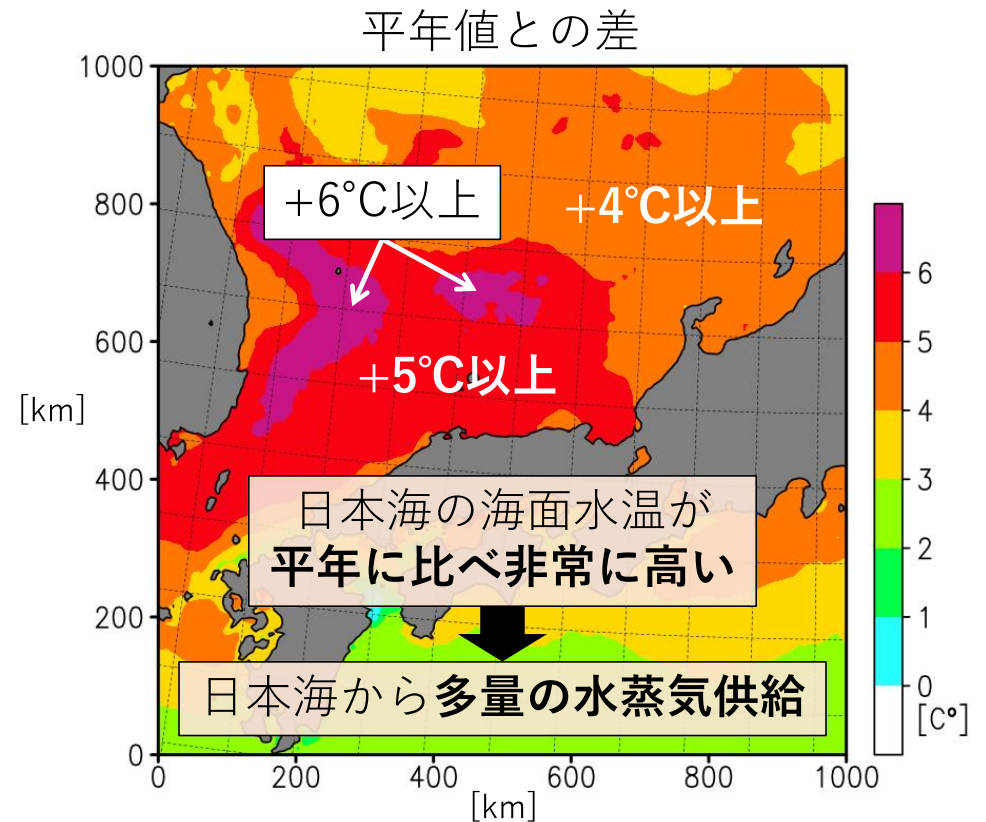
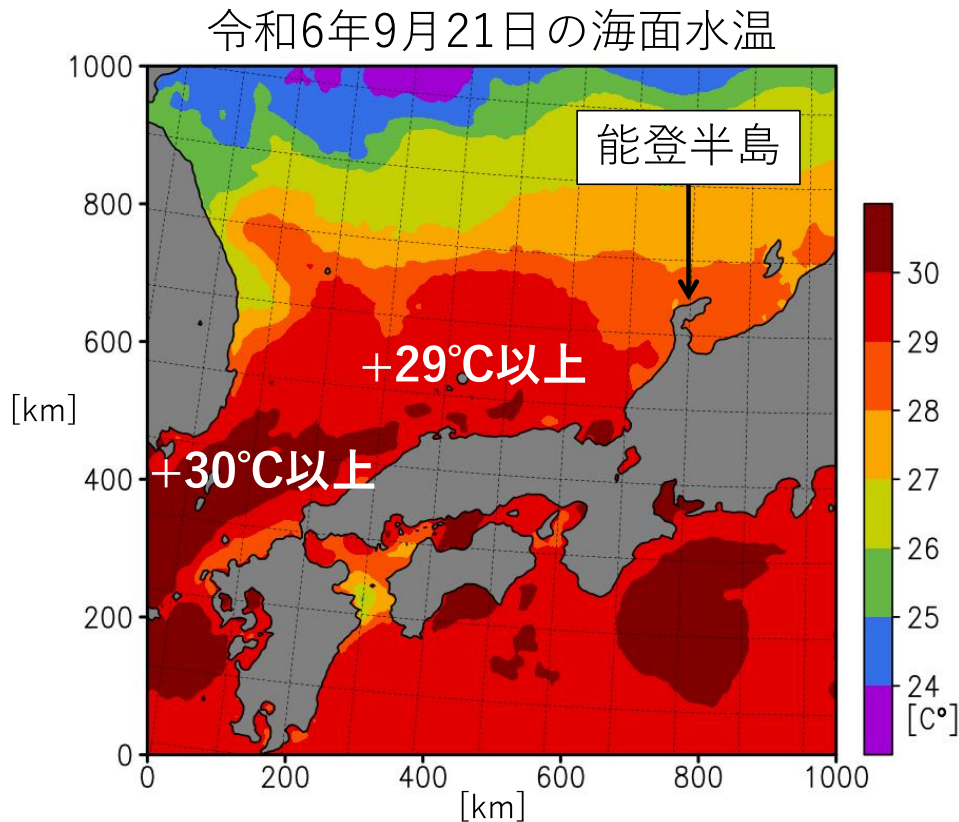
- 冷涼な北東風と暖かく湿った南西風がぶつかる前線上を東進する**低気圧が接近**し、能登半島付近で南西風が強化された
- 能登半島付近へ暖かく湿った空気が流入し、水蒸気流入量も増加した
- **大気が不安定な状態と多量の水蒸気流入**が持続し、能登半島付近で発達した積乱雲が次々と発生した

本日の発表

1. はじめに：能登半島で発生した大雨について
2. 数値シミュレーションによる大雨の発生要因の解析
- 3. 日本海の高い海面水温の影響**
4. まとめ

日本海の高い海面水温の影響

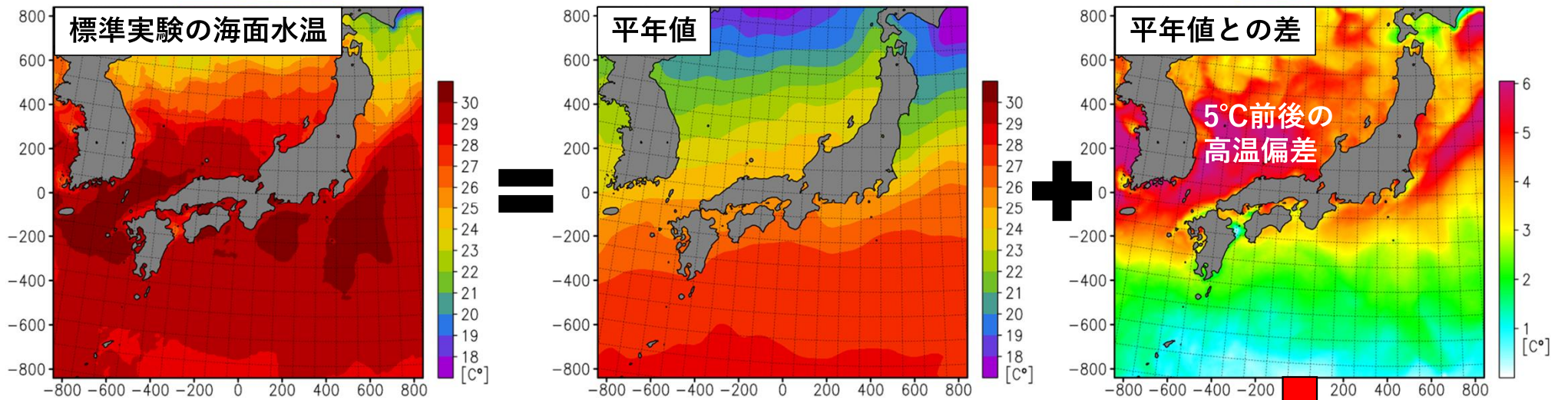
大雨発生時の海面水温



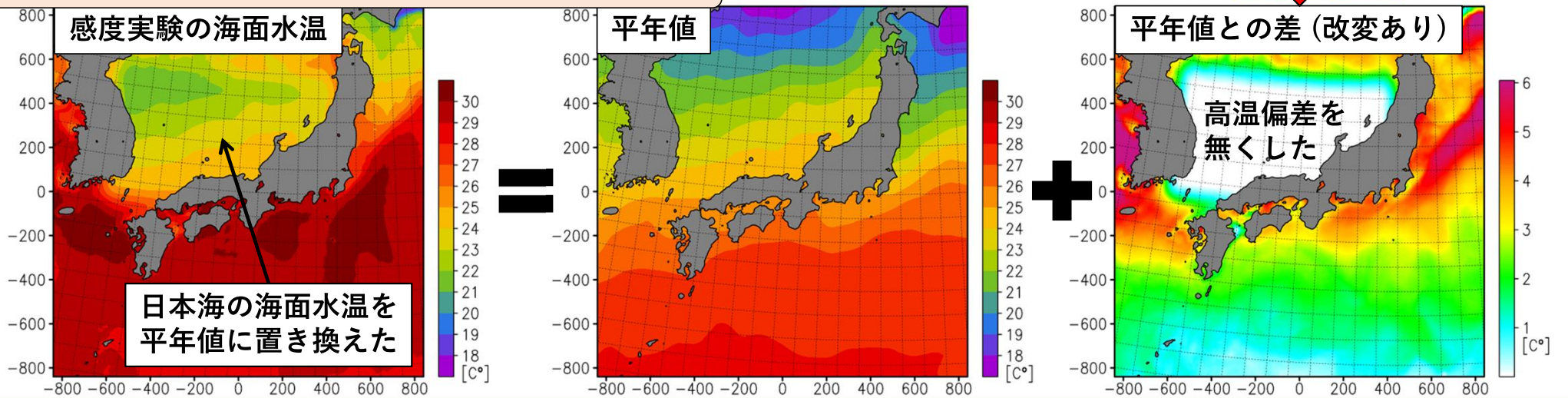
- ✓ 図は北西太平洋高解像度海面水温解析値に基づく
- ✓ 「平年値」は9月21日における30年間（1991～2020年）の平均的な海面水温

令和6年9月に能登半島に記録的な大雨をもたらした線状降水帯の発生要因

日本海の高い海面水温の影響



SST平年値実験 ※SST: Sea Surface Temperature

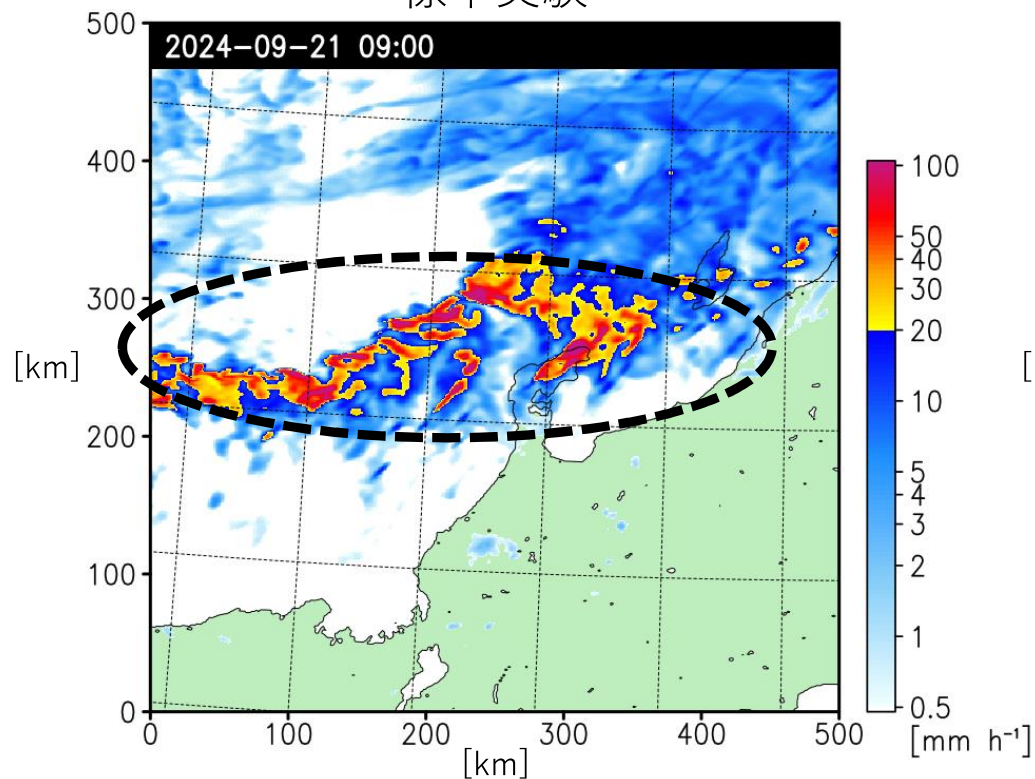


令和6年9月に能登半島に記録的な大雨をもたらした線状降水帯の発生要因

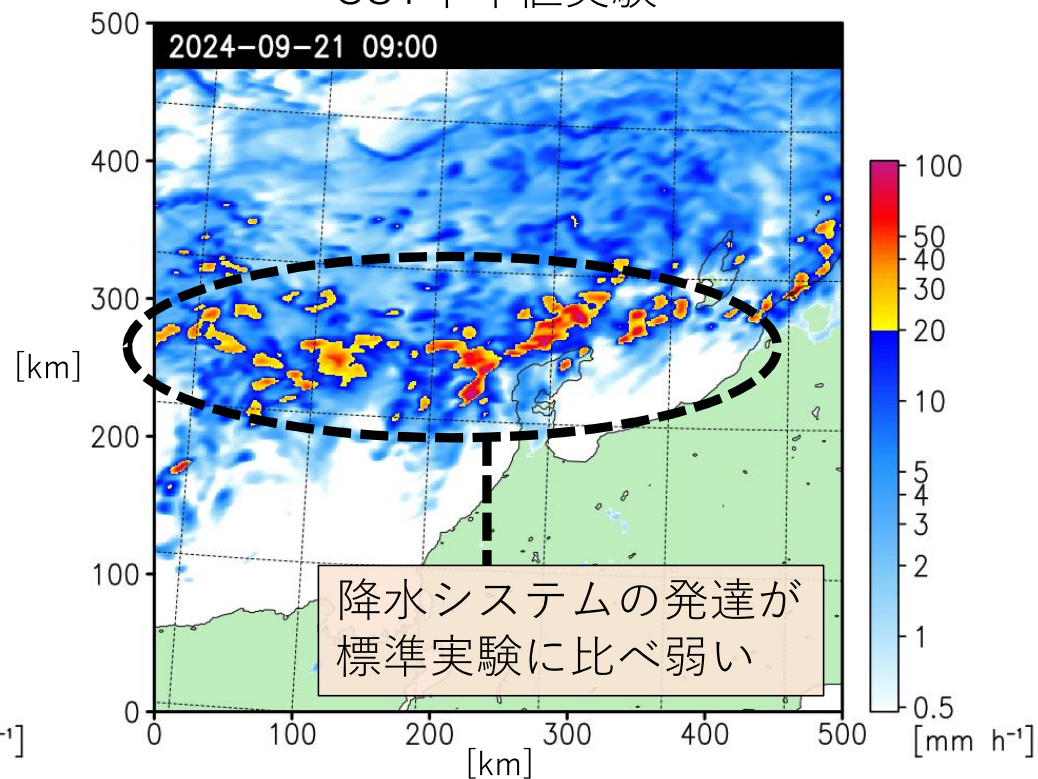
日本海の高い海面水温の影響

降水システムの比較

標準実験



SST平年値実験



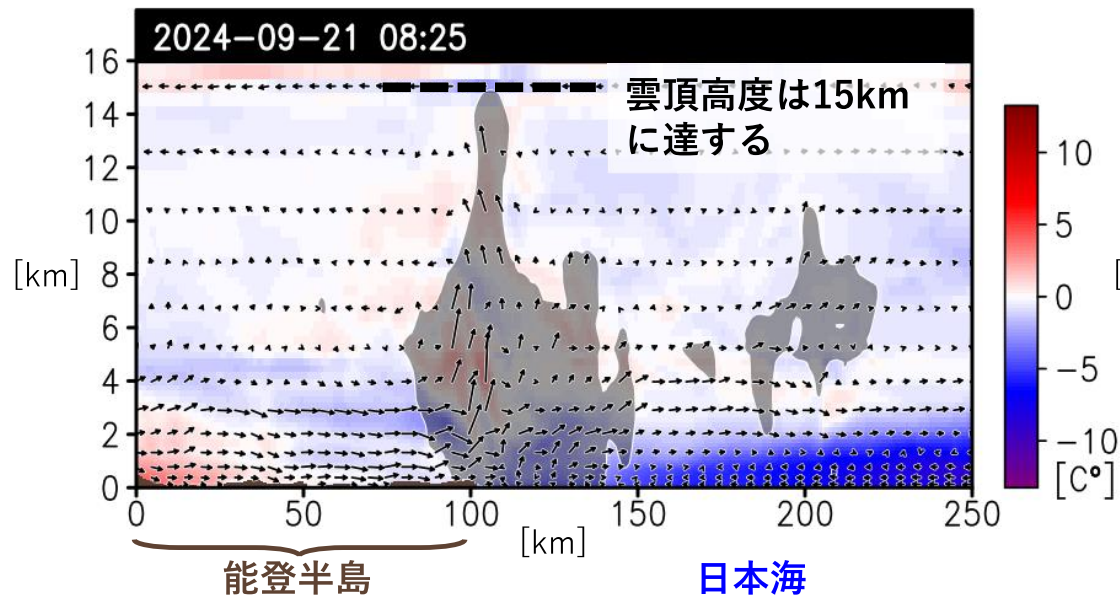
- 初期値・境界値：気象庁局地解析
- 初期時刻：9月20日12時

令和6年9月に能登半島に記録的な大雨をもたらした線状降水帯の発生要因

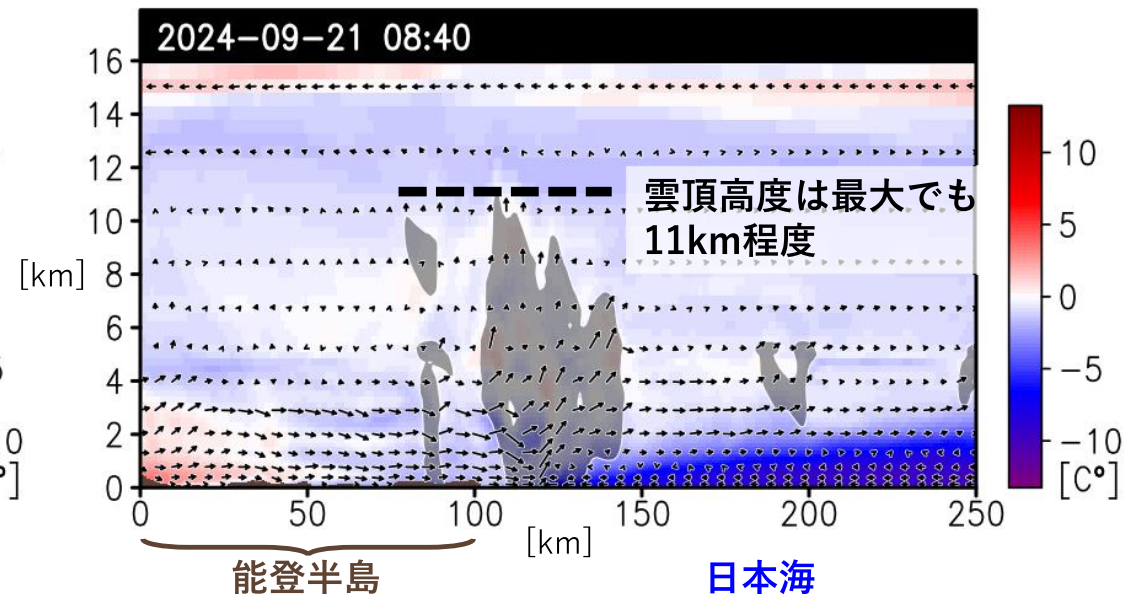
日本海の高い海面水温の影響

積乱雲の比較

標準実験



SST平年値実験

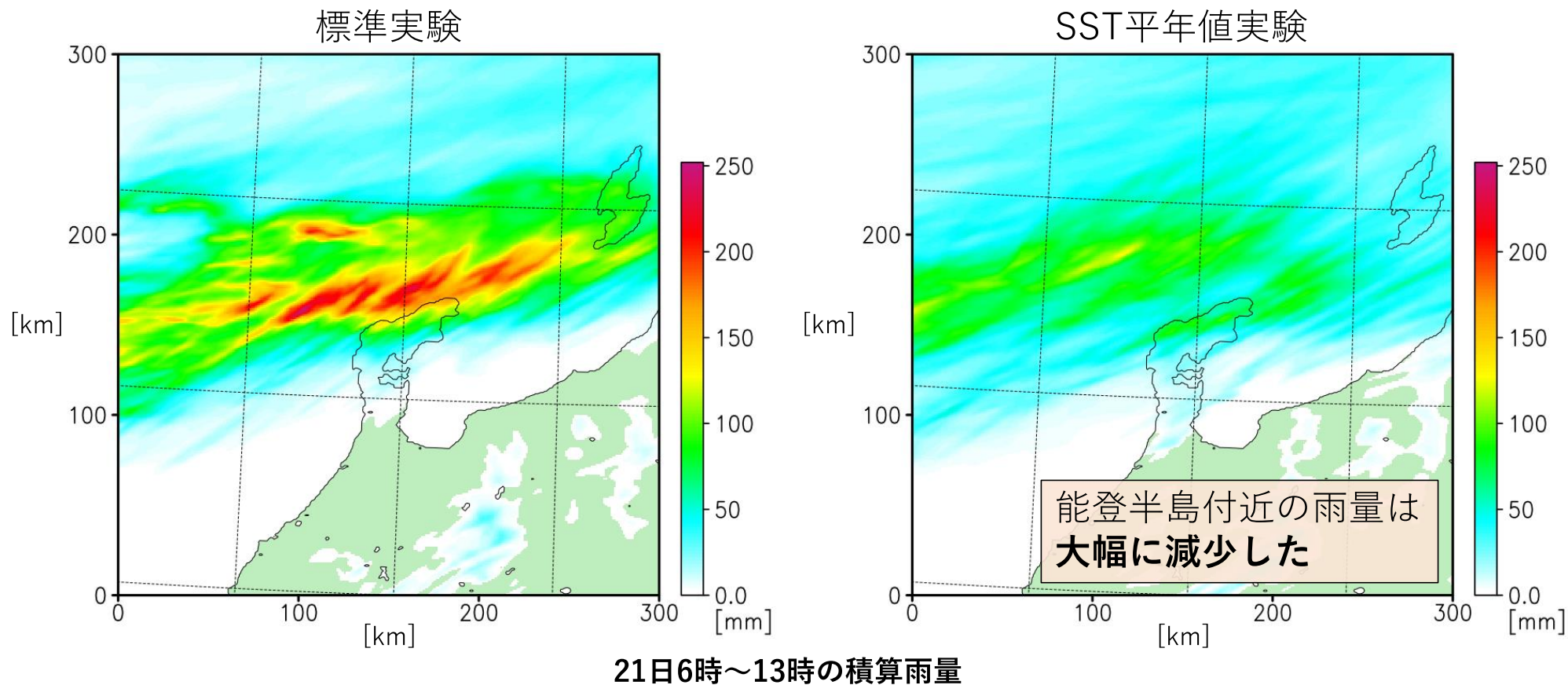


青→赤：前線南側の平均的な気温の鉛直分布からの偏差
灰色：空気1kgあたりに含まれる水・氷の量が1g以上の場所

令和6年9月に能登半島に記録的な大雨をもたらした線状降水帯の発生要因

日本海の高い海面水温の影響

積算雨量の比較

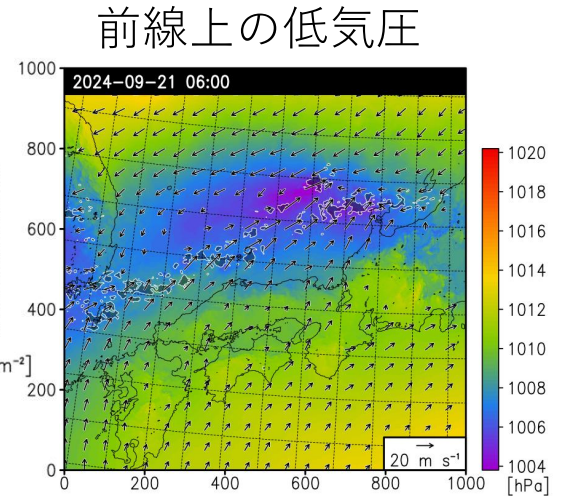
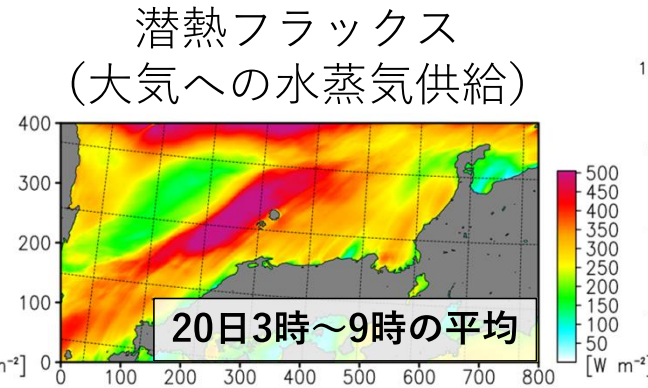
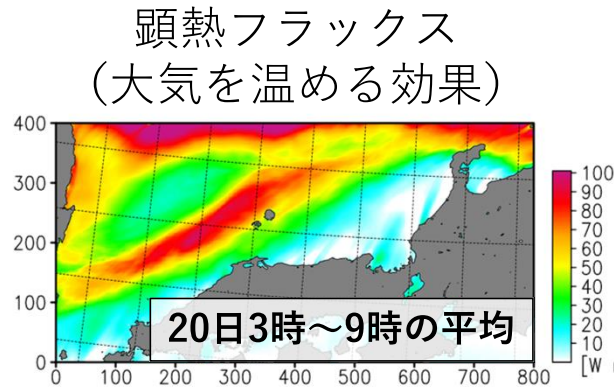


令和6年9月に能登半島に記録的な大雨をもたらした線状降水帯の発生要因

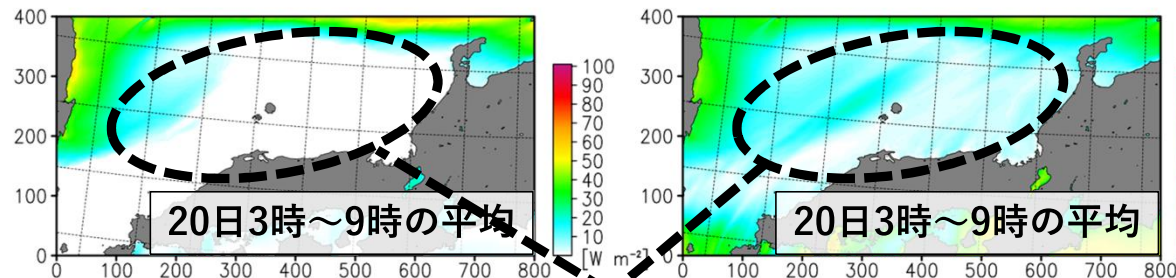
日本海の高い海面水温の影響

海面水温の違いによる影響

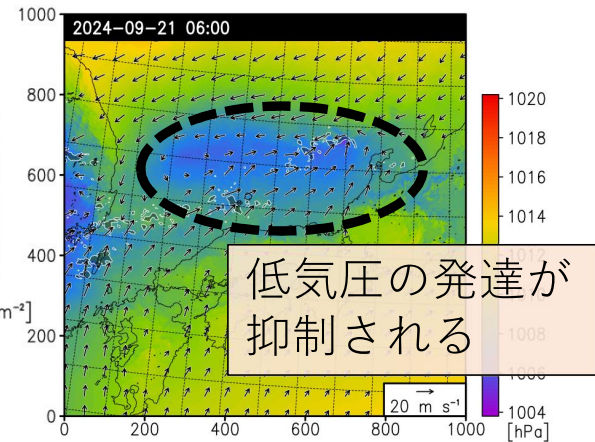
標準実験



SST平年値
実験



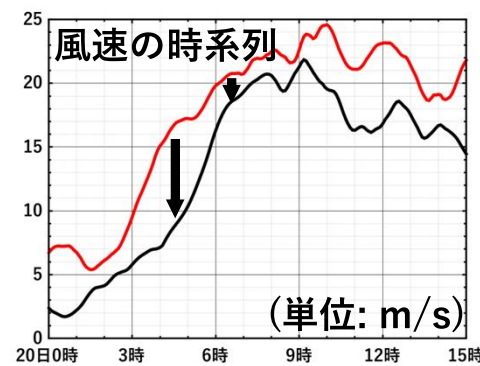
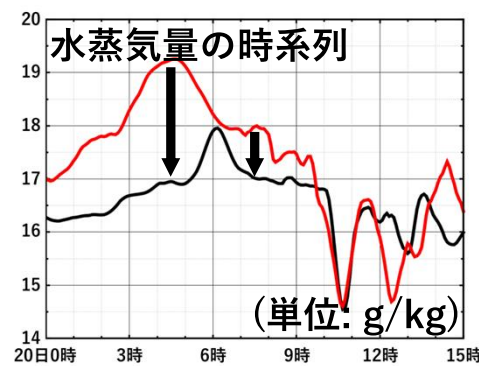
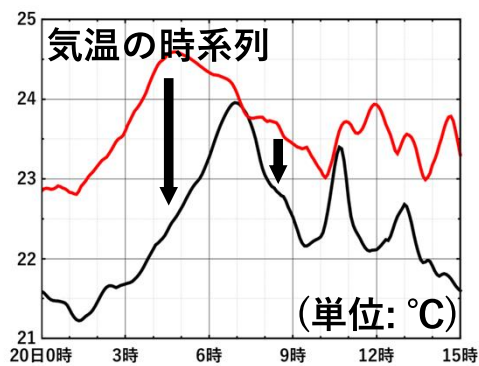
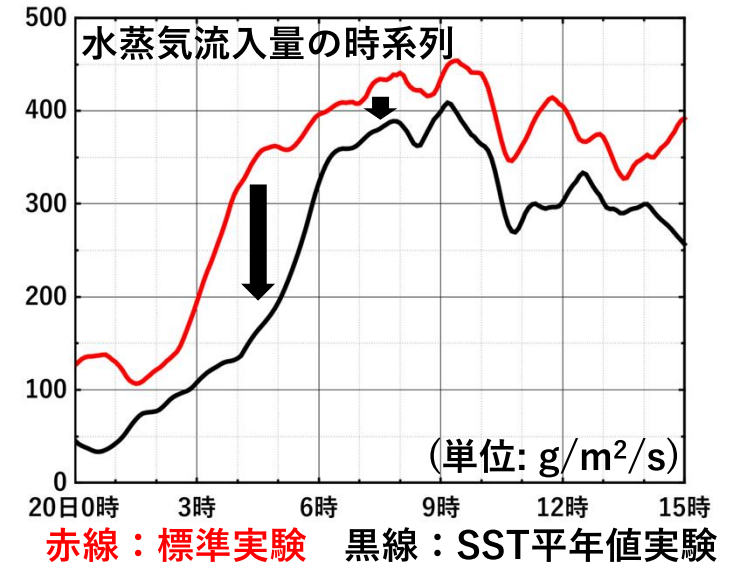
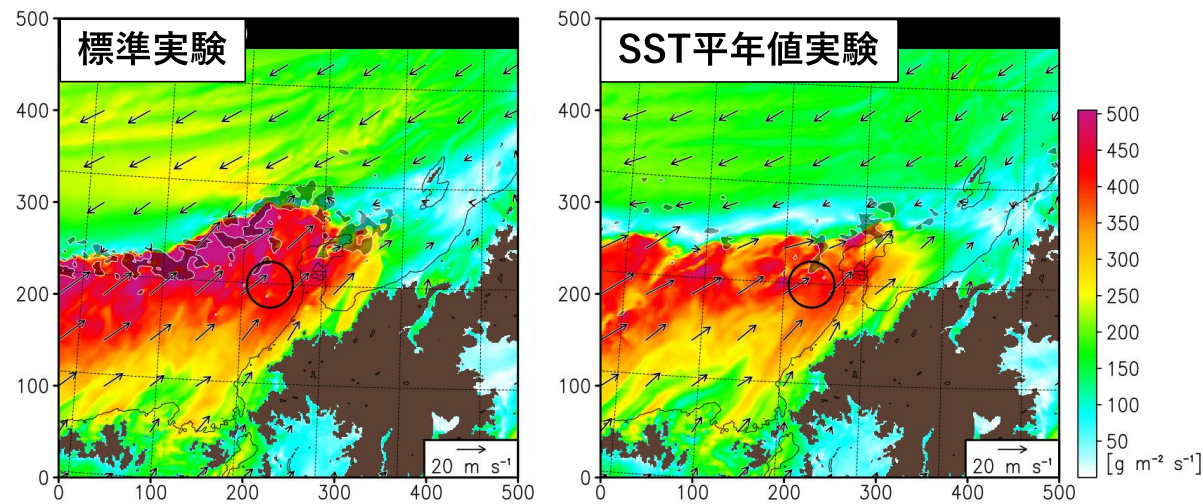
前線南側の顕熱・潜熱フラックスが大幅に減少



令和6年9月に能登半島に記録的な大雨をもたらした線状降水帯の発生要因

日本海の高い海面水温の影響

能登半島の上流側における大気状態の比較



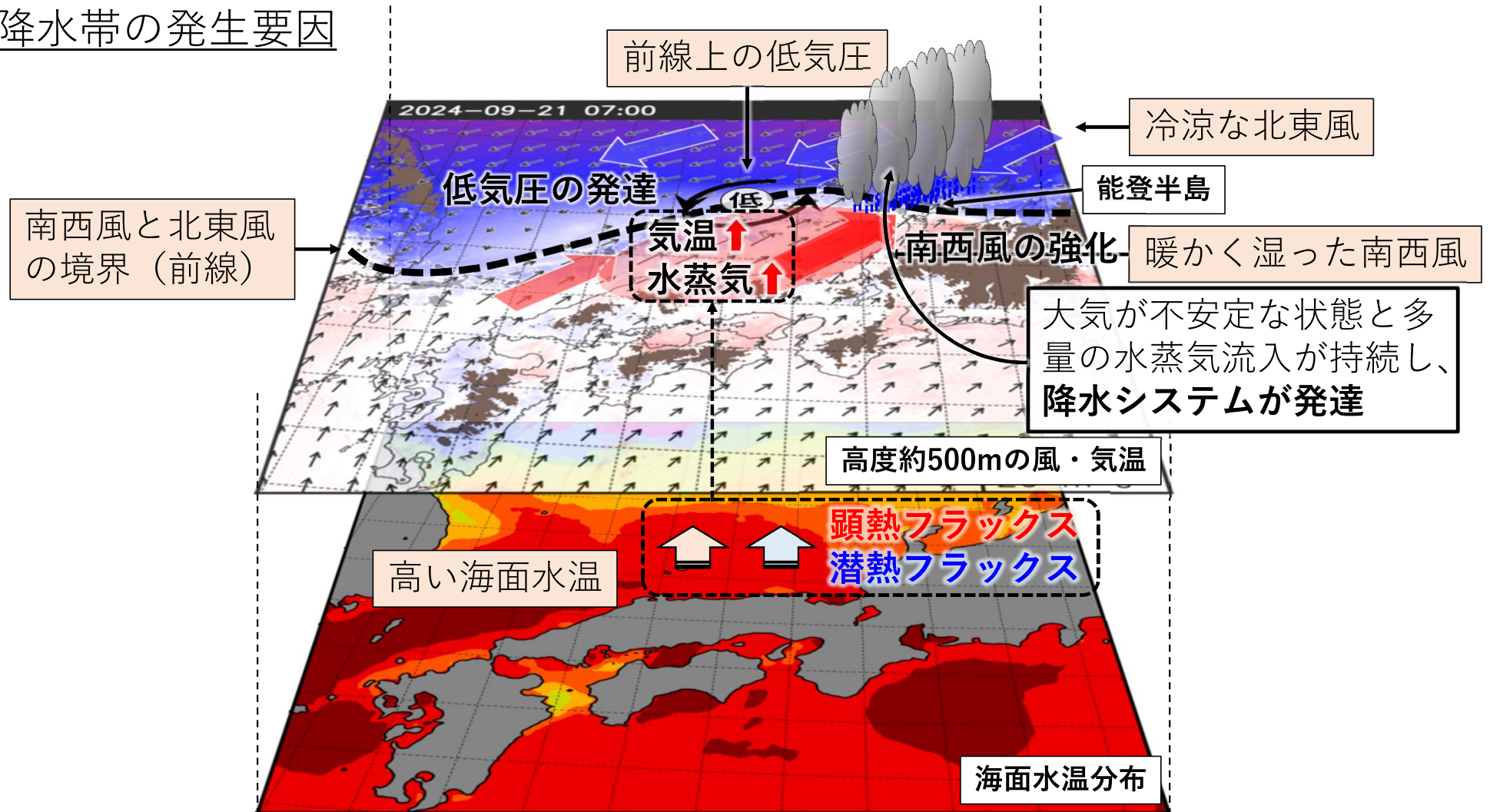
SST平年値実験

- 能登半島付近に流入する空気
 - ✓ 気温 ↓、水蒸気量 ↓
 - ✓ 吹き込む風の強さ ↓
- 大気状態の不安定の程度 ↓
- 能登半島への水蒸気流入量 ↓

令和6年9月に能登半島に記録的な大雨をもたらした線状降水帯の発生要因

まとめ

線状降水帯の発生要因



令和6年9月に能登半島に記録的な大雨をもたらした線状降水帯の発生要因

まとめ

- 令和6年9月に能登半島に記録的な大雨をもたらした**線状降水帯**を対象に数値シミュレーションを実施し、大雨の発生要因について解析を行った
- 前線上の低気圧の接近によって、**暖かく湿った南西風**が強まり、**多量の水蒸気流入**が持続したため、能登半島付近で降水システムが発達した
- **平年に比べ5°C前後も高くなっていた日本海の海面水温**を平年値に置き換える実験を実施したところ、降水システムの発達が弱まり、積算雨量も大幅に減少した
- 日本海の海面水温が高いことで大気下層の気温も高くなり、海面からの水蒸気供給量が増加したことで**大気の状態が非常に不安定**となり、また前線上の低気圧の発達が強まったことで能登半島付近へ**水蒸気流入量がさらに増加**し、線状降水帯に伴う雨量が増大したと考えられる