

平成30年度 気象研究所 研究成果発表会
2018年11月10日 一橋大学一橋講堂

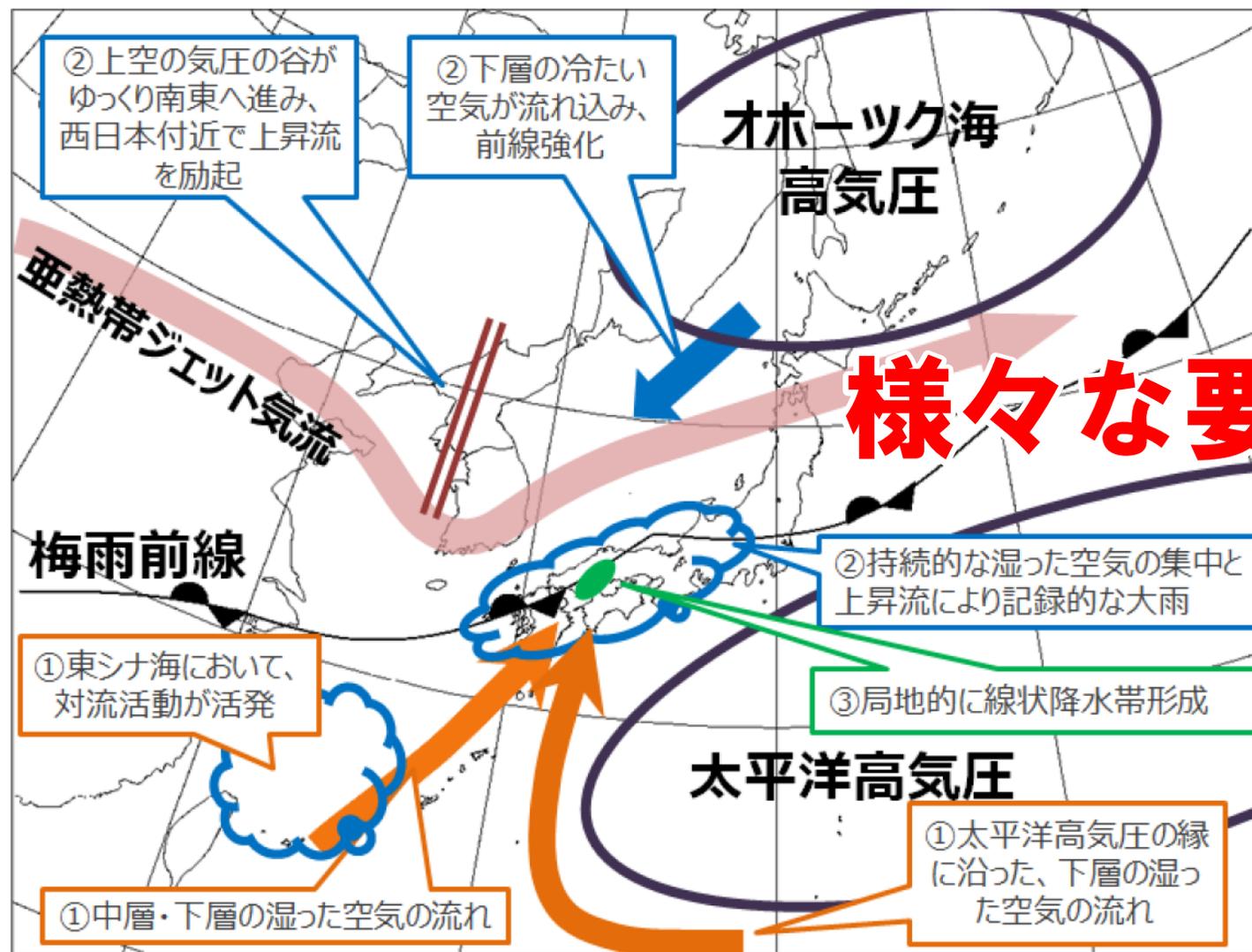
地球温暖化で変わりつつある日本の豪雨

川瀬宏明

(気象研究所 環境・応用気象研究部)



平成30年7月豪雨



様々な要因

気象庁報道発表資料



ここで気になるのは、地球温暖化の影響

- 地球温暖化が今回の豪雨の直接の要因か？
- 地球温暖化が今回の豪雨に何らかの寄与したのか？



ここで気になるのは、地球温暖化の影響

○ 地球温暖化が今回の豪雨の
直接の要因か？

○ 地球温暖化が今回の豪雨に
何らかの寄与したのか？

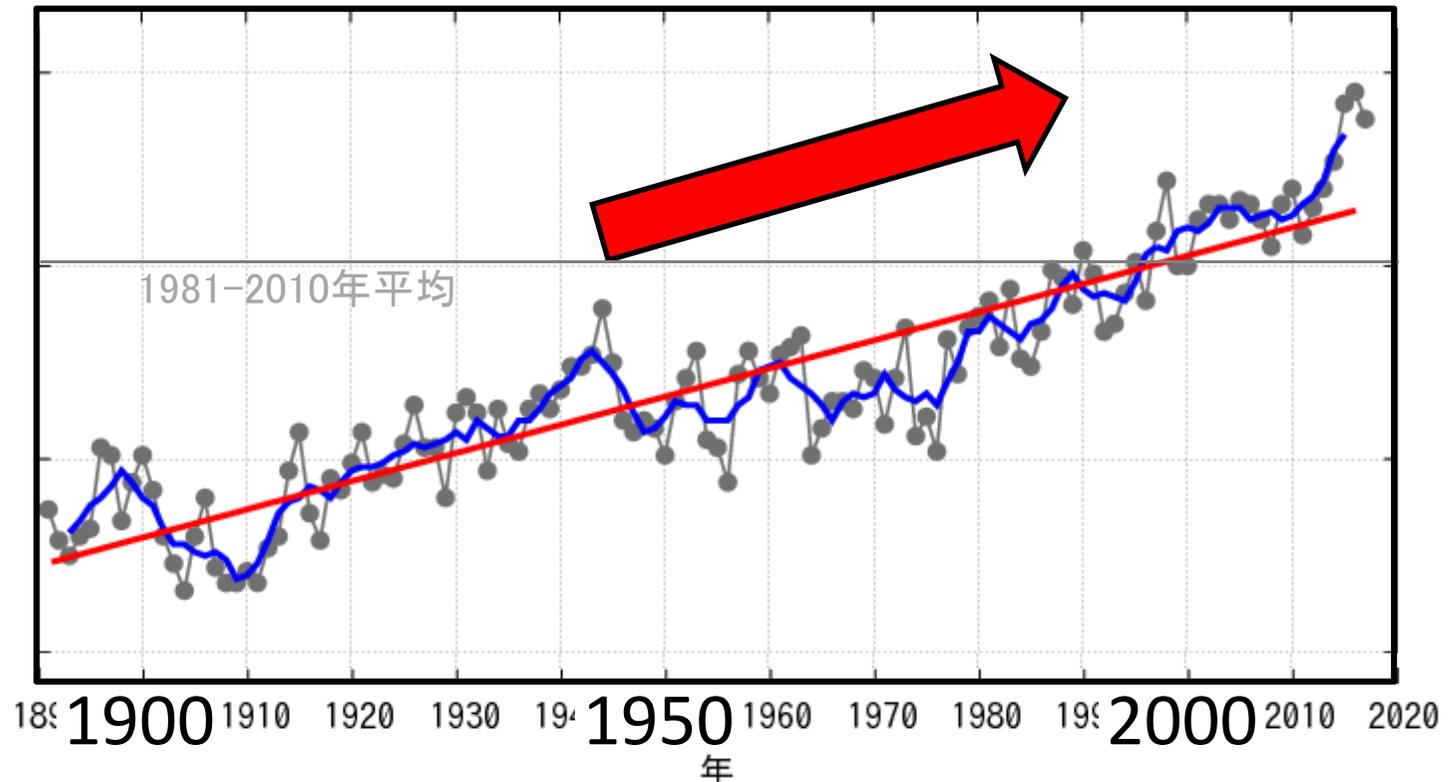


地上平均気温の変化

世界

100年で？度

1981-2010年平均からの差(度)



0度～0.5度？

0.5度～1度？

1度～1.5度？

1.5度～2度？

2度以上？



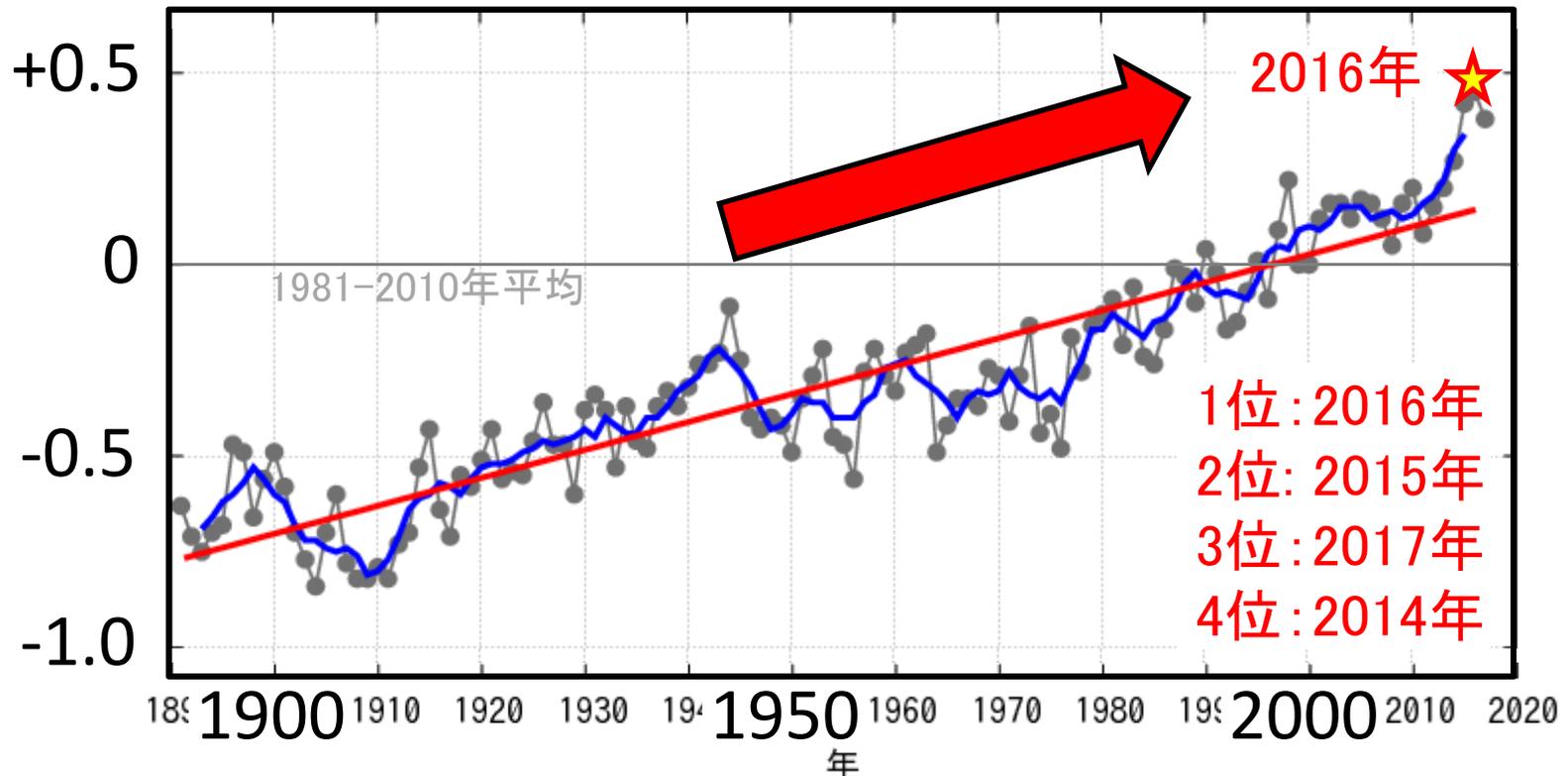
地上平均気温の変化

1981-2010年平均からの差(度)

世界

(近年に限ると+1度近く上昇)

100年で+0.73度



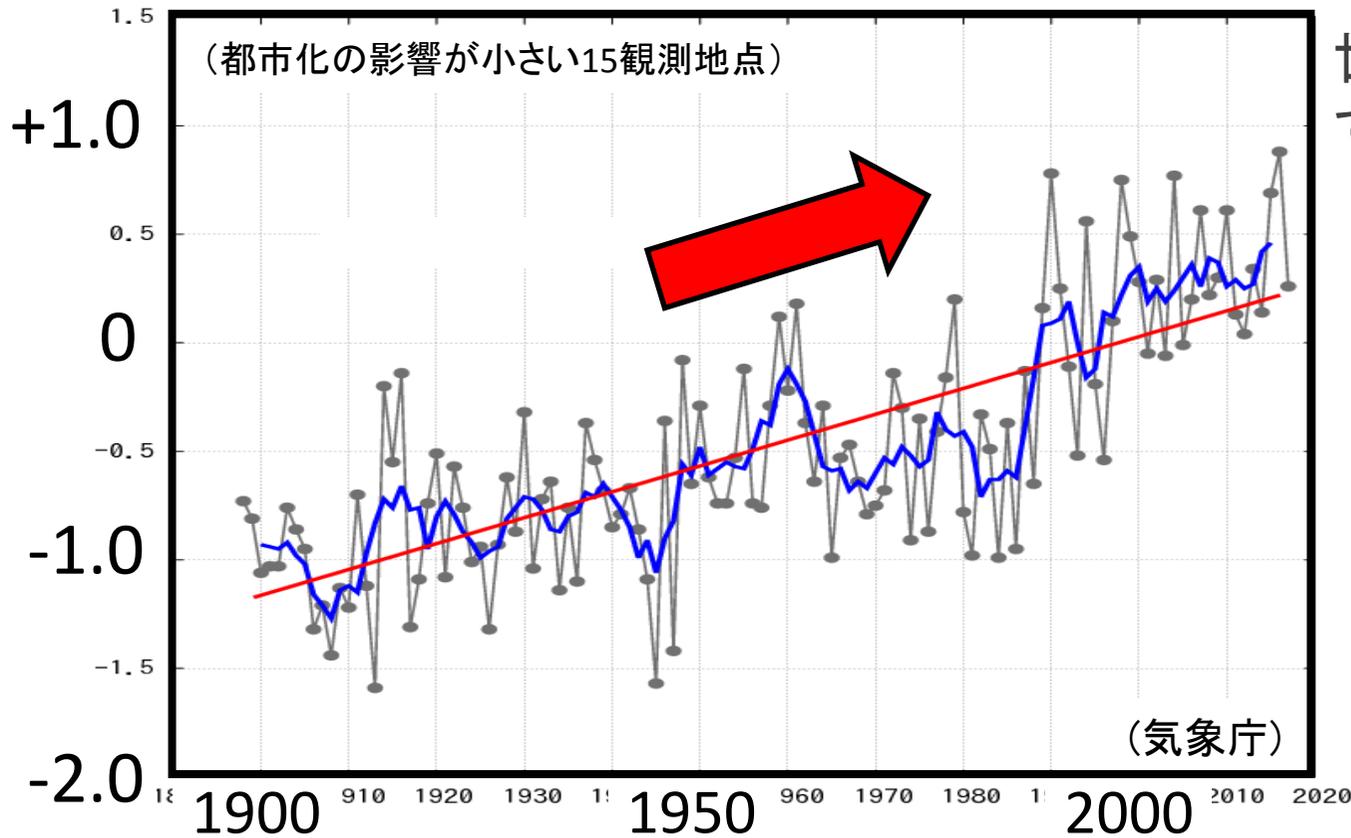
★上位4位を2014年以降が独占



地上平均気温の変化

1981-2010年平均からの差(度)
日本

100年で+1.19度



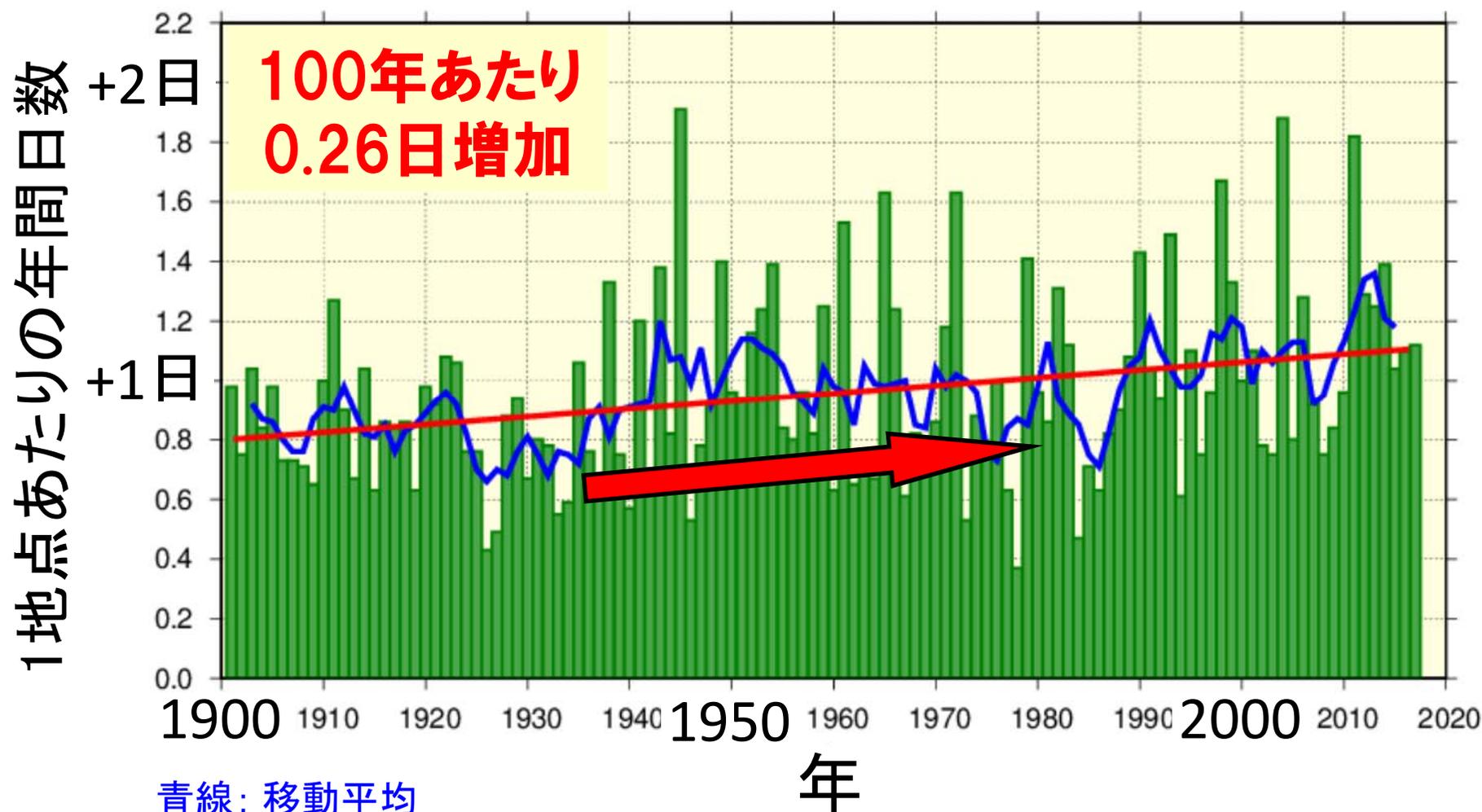
世界は100年で0.73度

都市化の影響を除くため、大都市を除外



日降水量100mm以上の年間日数

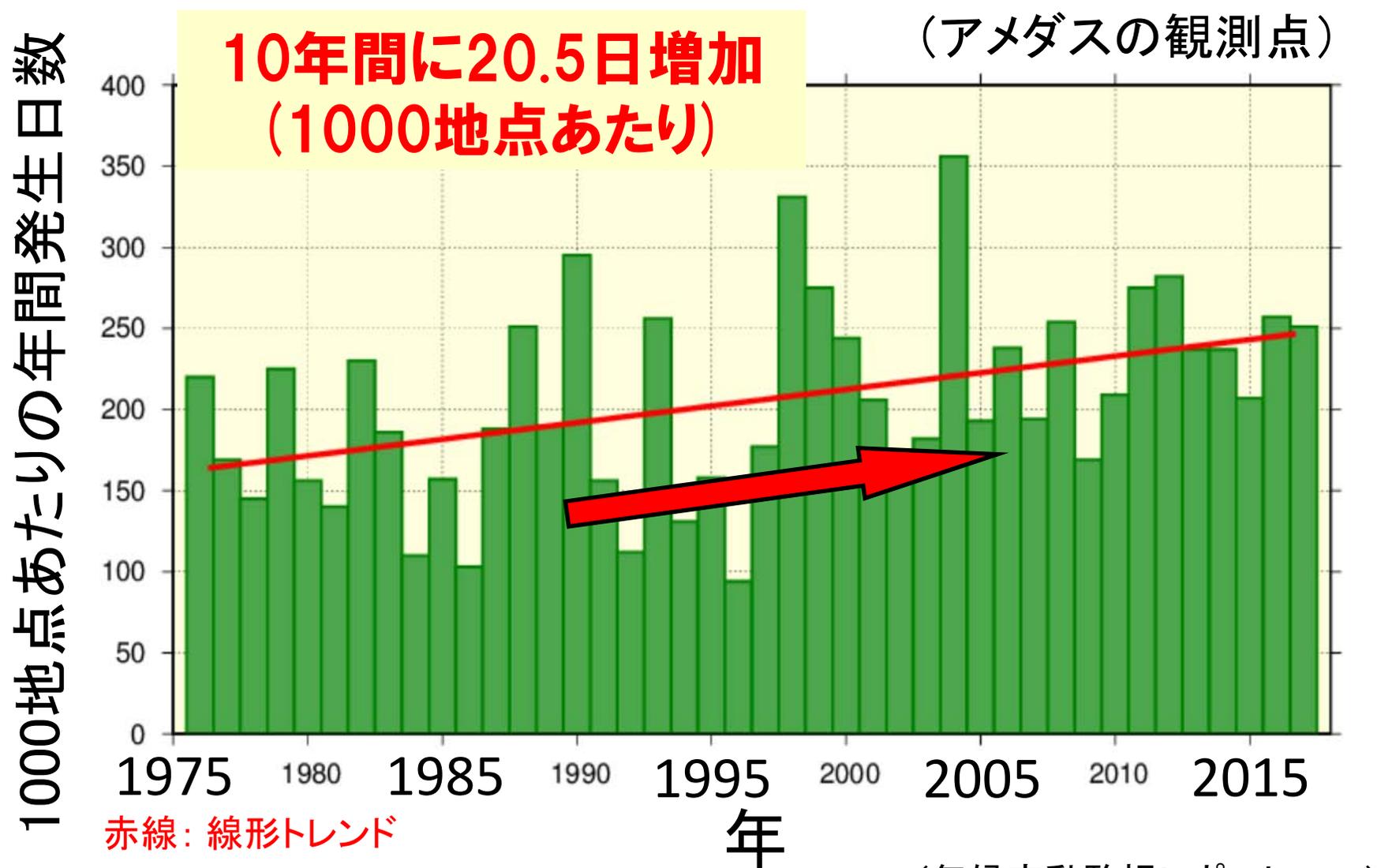
(51観測点の平均)



(気候変動監視レポート2017)



1時間降水量50mm以上の年間発生回数



(気候変動監視レポート2017)



過去の観測データから分かること

日降水量100ミリ以上の日数や、非常に激しい雨（50mm/h以上）の回数は増加傾向

ただし、

- 観測データは年々変動が大きい。
- 観測は統計的な有意性(信頼性)を示していても、過去の降水量の変化が地球温暖化の影響と直結するわけではない。

→ 数値シミュレーションの力を借りる



2つの取り組み

1. **実際に起こった豪雨** (H30年7月豪雨) に対して、地球温暖化がどの程度 影響したのか？
2. 地球温暖化が、豪雨の頻度を どの程度変化させたか？



2つの取り組み

1. **実際に起こった豪雨** (H30年7月豪雨) に対して、地球温暖化がどの程度 影響したのか？

➔ 事例ベースアプローチ
(Event based approach)

2. 地球温暖化が、豪雨の頻度を どの程度変化させたか？

➔ 頻度ベースアプローチ
(Frequency based approach)



2つの取り組み

1. **実際に起こった豪雨** (H30年7月豪雨) に対して、地球温暖化がどの程度 影響したのか？

➔ 事例ベースアプローチ
(Event based approach)

2. 地球温暖化が、豪雨の頻度を どの程度変化させたか？

➔ 頻度ベースアプローチ
(Frequency based approach)



～事例ベースアプローチ～

H30年7月豪雨に**温暖化がどの程度寄与したか？**

取り組み方

1. 高解像度の**気象モデル (5km格子)***を用いて**平成30年7月豪雨を再現する。**
2. **近年の気温上昇量を除去したうえで、気象モデルを用いて平成30年7月豪雨を再現する。**
3. 1と2を比較し、**平成30年7月豪雨に対する温暖化の影響(降水量の差)**を調べる。

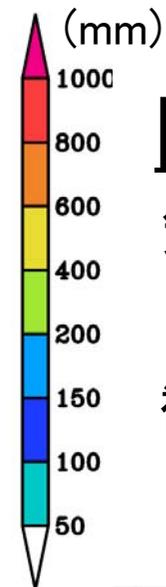
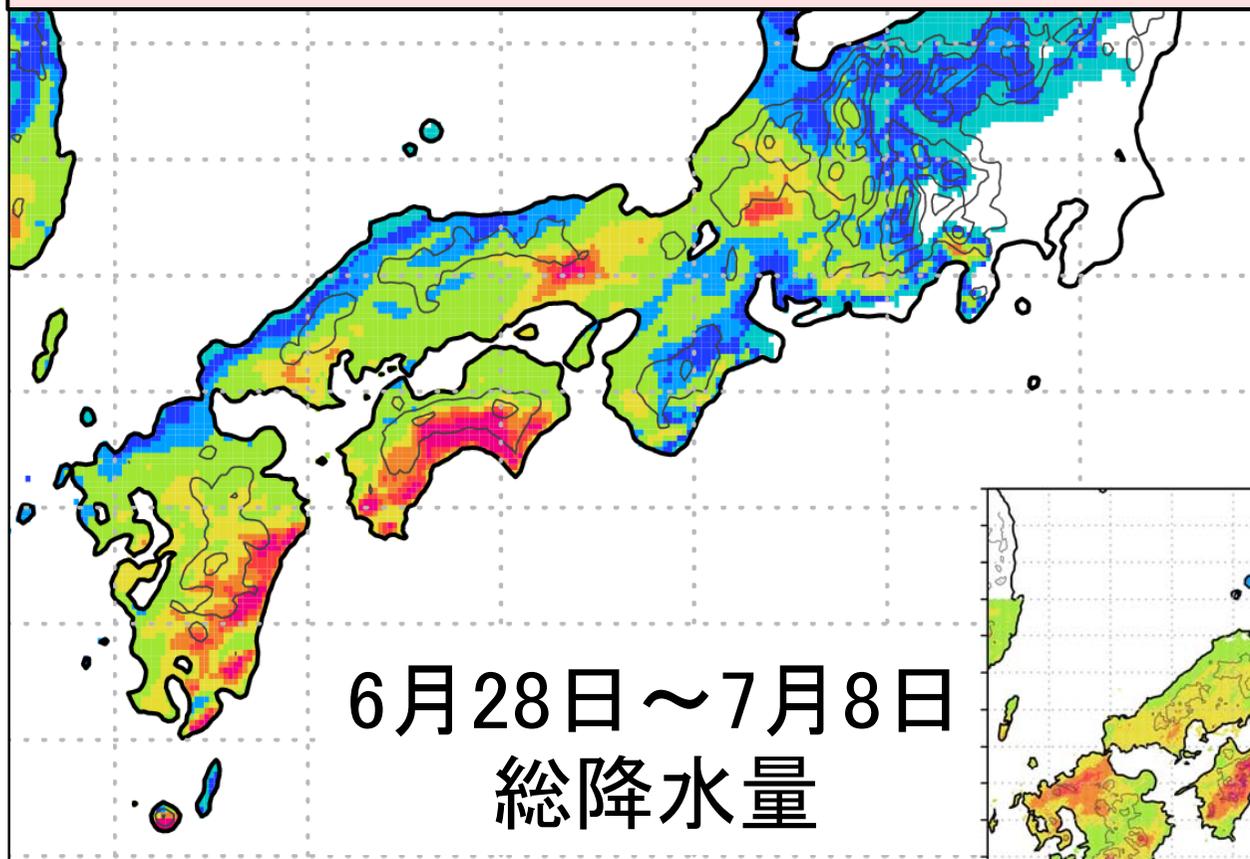
*気象モデル: 天気予報でも用いられるツール。気象研究所の地域気候モデルを使用。



～事例ベースアプローチ～

H30年7月豪雨に**温暖化がどの程度寄与したか？**

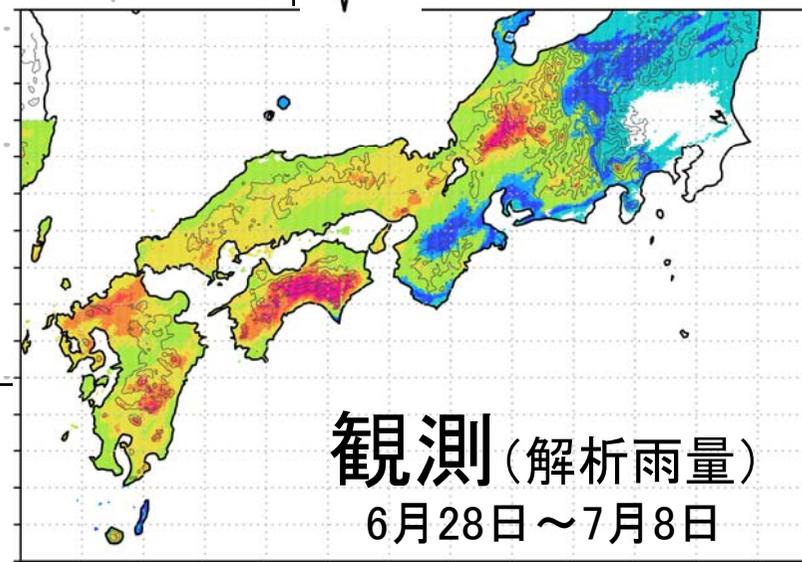
5km気象モデルによる再現実験



陸域平均

気象モデル
269.6mm

観測(解析雨量)
357.0mm



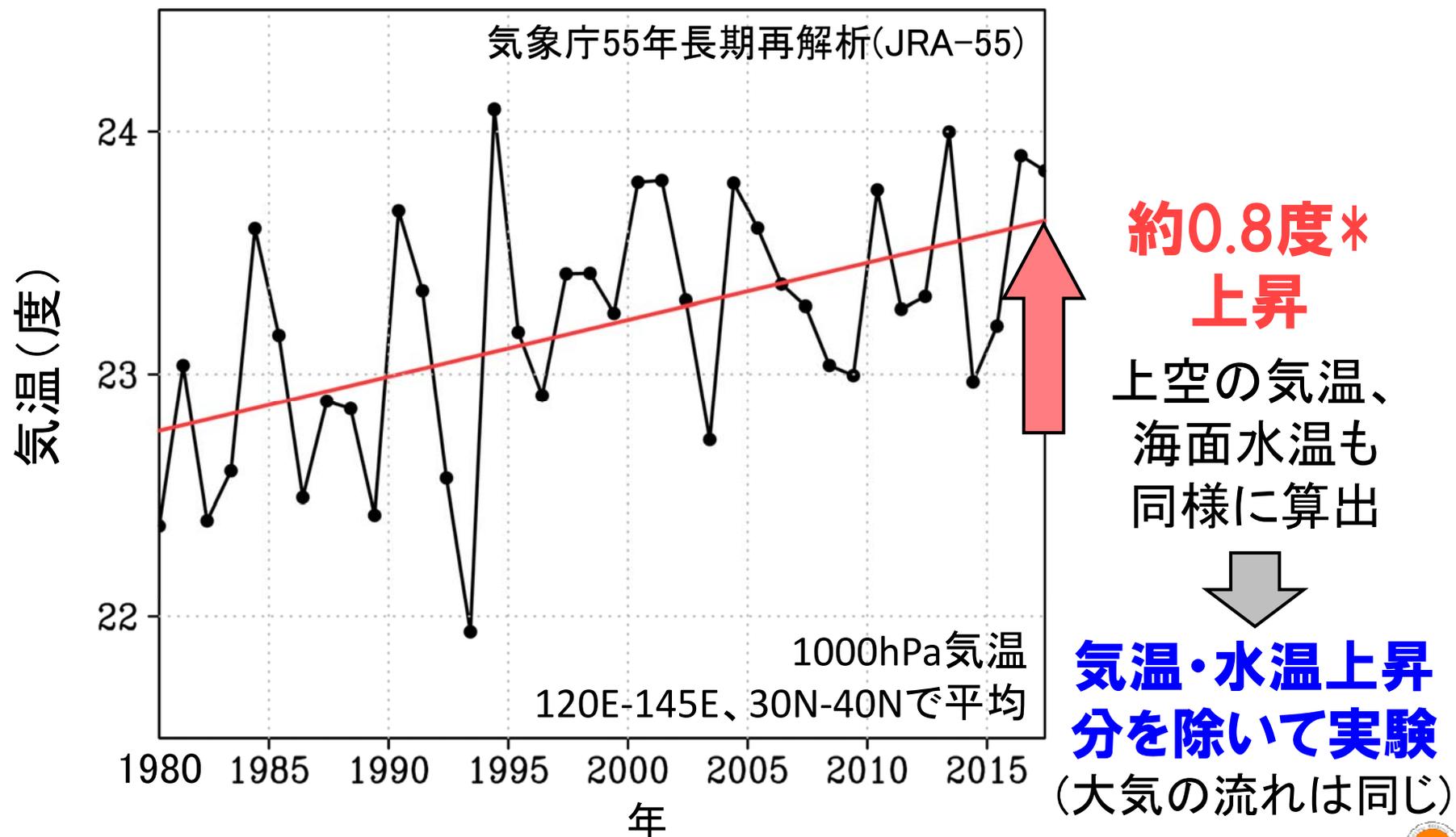
西日本や岐阜の大雨をよく再現
(九州北部や山陰で過小評価)



～事例ベースアプローチ～

H30年7月豪雨に**温暖化がどの程度寄与したか？**

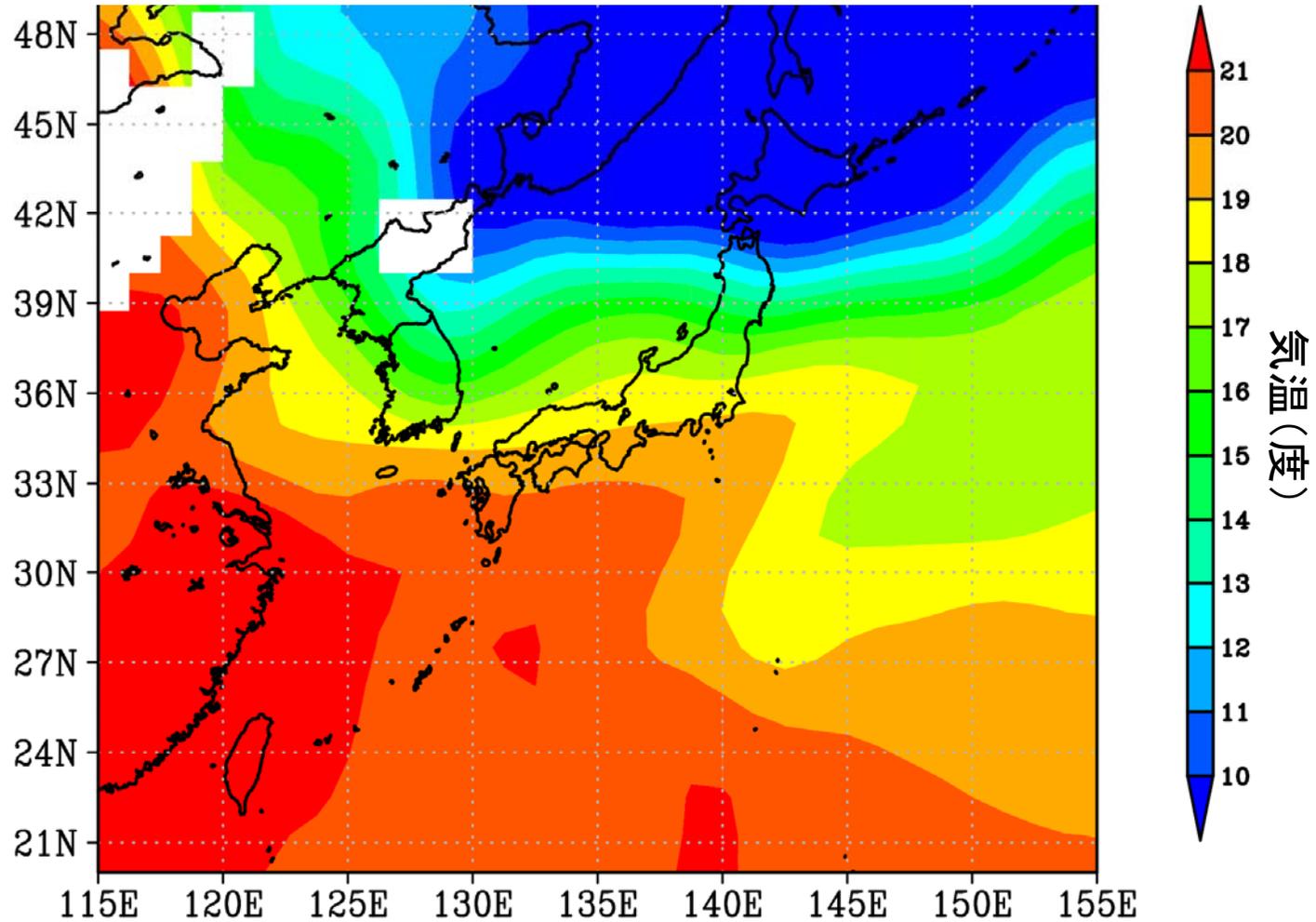
日本周辺の夏季平均気温(地上付近)の年々変動



～事例ベースアプローチ～

H30年7月豪雨に**温暖化がどの程度寄与したか？**

2018年7月6日(9時)の気温 (上空約1000m)



気象庁55年長期再解析(JRA-55) 900hPa

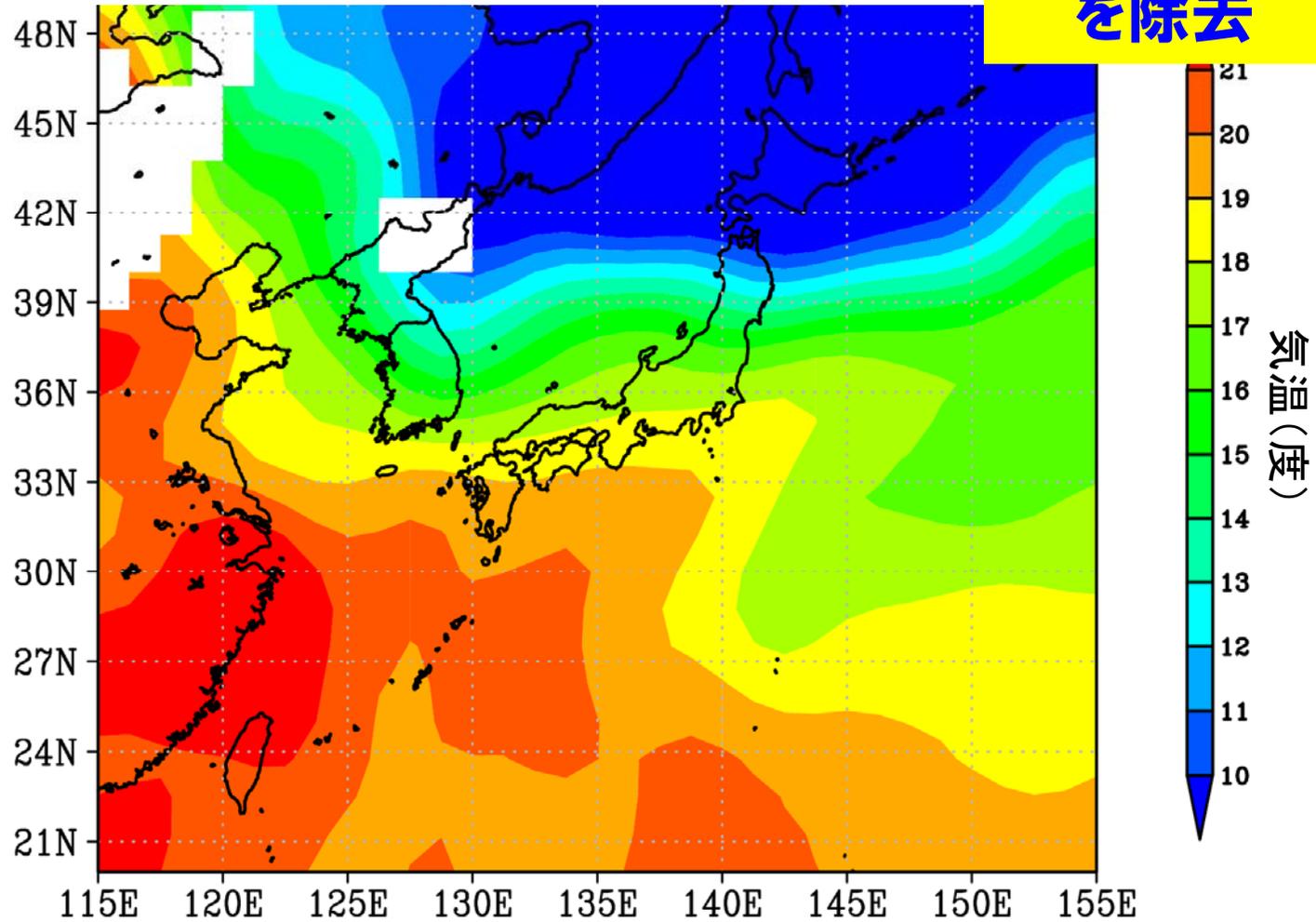


～事例ベースアプローチ～

H30年7月豪雨に**温暖化がどの程度寄与したか？**

2018年7月6日(9時)の気温

気温上昇分
を除去

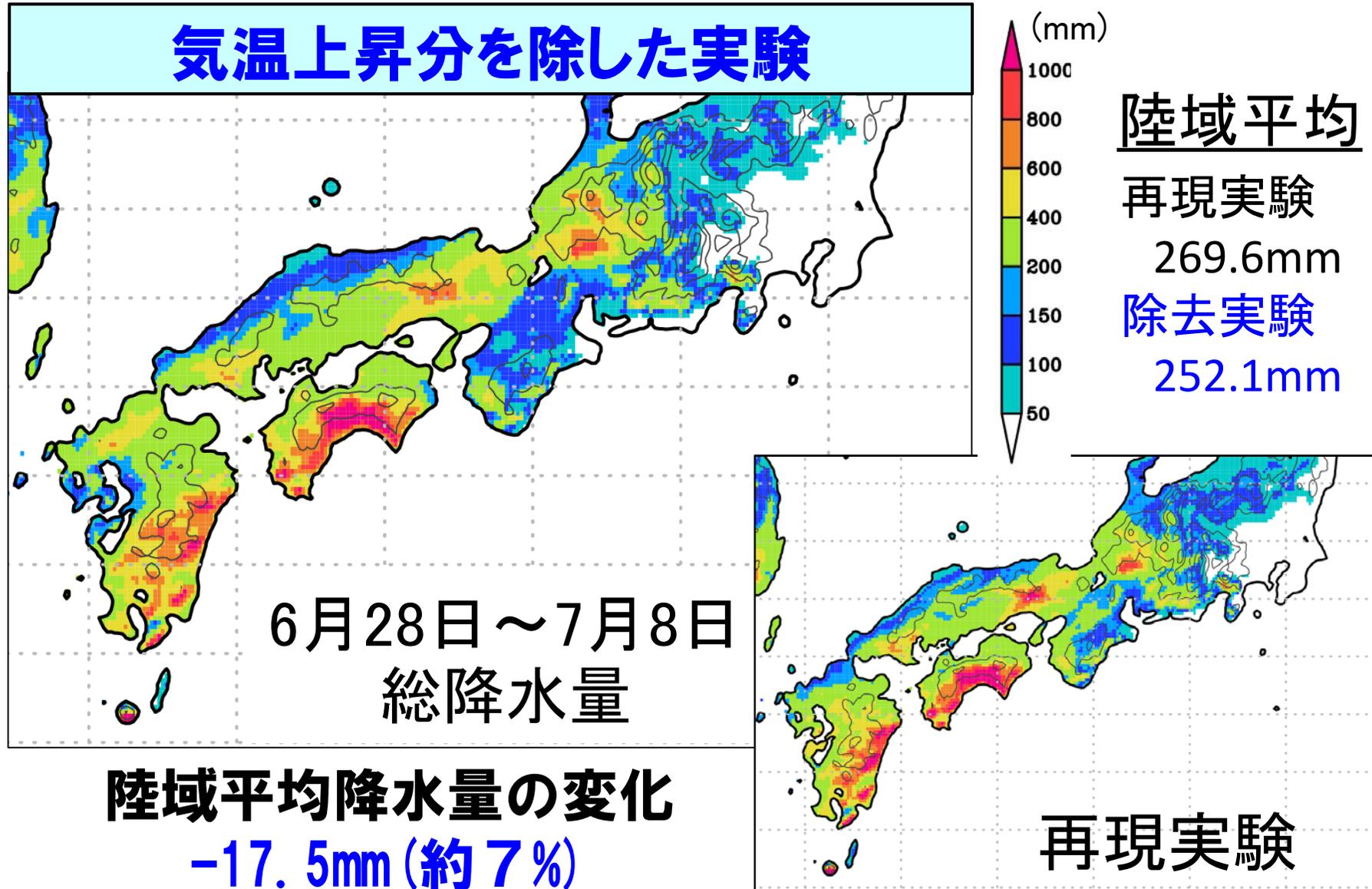


気象庁55年長期再解析(JRA-55) 900hPa



～事例ベースアプローチ～

H30年7月豪雨に**温暖化がどの程度寄与したか？**



～事例ベースアプローチ～

H30年7月豪雨に**温暖化がどの程度寄与**したか？

5kmの計算開始日をずらした5つの実験

期間積算した陸域平均降水量(6/28-7/8)

陸上
のみ

計算開始日	解析雨量(mm)	2018年7月 再現実験(mm)	気温上昇 除去実験(mm)	変化率 (除去実験比)
6/23		268.7	253.7	+5.9%
6/24		267.3	251.4	+6.3%
<u>6/25</u>	<u>357.0</u>	<u>269.6</u>	<u>252.1</u>	<u>+6.9%</u>
6/26		265.9	252.1	+5.4%
6/27		268.1	252.1	+6.3%
平均	357.0	267.9	252.3	+6.2%

近年の気温上昇が、今回の豪雨の降水量を6%程度かさ上げした可能性がある

※正の値は、再現実験で気温上昇除去実験より、降水量が多いことを示す。



2つの取り組み

1. 実際に起こった豪雨（H30年7月豪雨）
に対して、地球温暖化がどの程度
影響したのか？

➡ 事例ベースアプローチ
(Event based approach)

2. 地球温暖化が、豪雨の頻度を
どの程度変化させたか？

➡ 頻度ベースアプローチ
(Frequency based approach)



～頻度ベースアプローチ～

地球温暖化によって豪雨頻度が変化したのか？

取り組み方

1. **現在の気候状態**に基づいて、気候モデルを用いて**多量の計算**を行う。
(数千年分)

過去実験

2. 現在の気候から**20世紀の温度上昇**を除去した場において、**多量の計算**を行う。
(数千年分)

非温暖化実験

3. 1と2を比較して、過去の温暖化がもたらす**豪雨の出現頻度の変化**を調べる。

★ 数を稼ぐために解像度は粗くなる。気象モデルの解像度は20km



～頻度ベースアプローチ～

地球温暖化によって豪雨頻度が変化したのか？

7月の日降水量100mm以上の頻度(日数)

過去実験

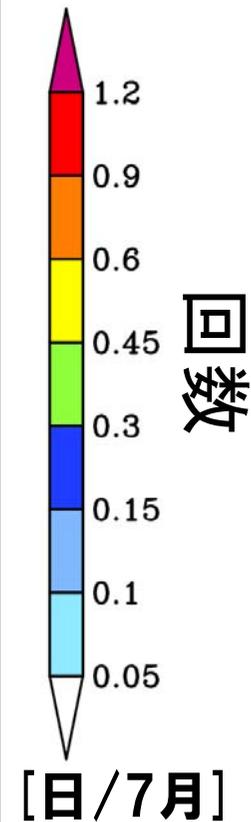
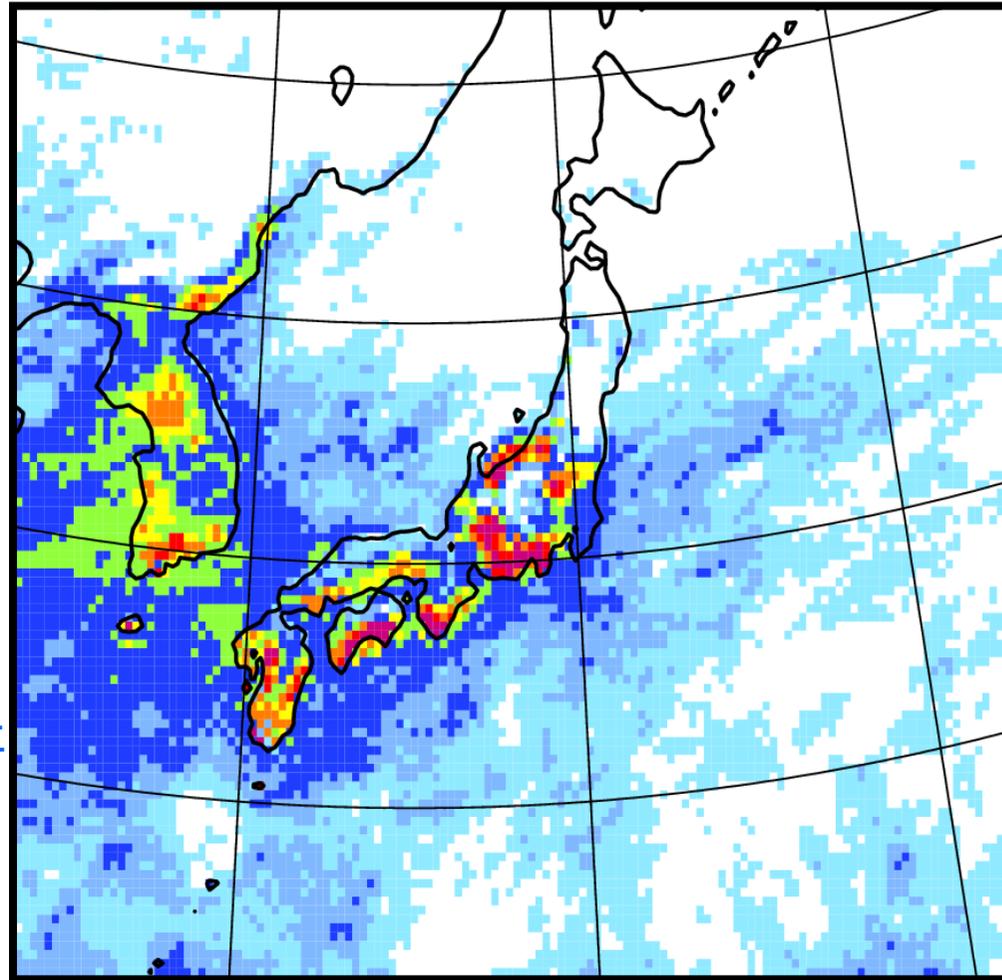
20km格子の気象モデル

○ 現在の気候で約3000年

○ 20世紀の温暖化成分を
除去した気候で約3000年

両者の頻度の比較

『地球温暖化対策に資するアン
サンプル気候予測データベース
(d4PDF)』の20km領域版を利用



～頻度ベースアプローチ～

地球温暖化によって豪雨頻度が変化したのか？

7月の日降水量100mm以上の頻度(差)

20世紀の温暖化
の効果で…

過去実験

非温暖化実験

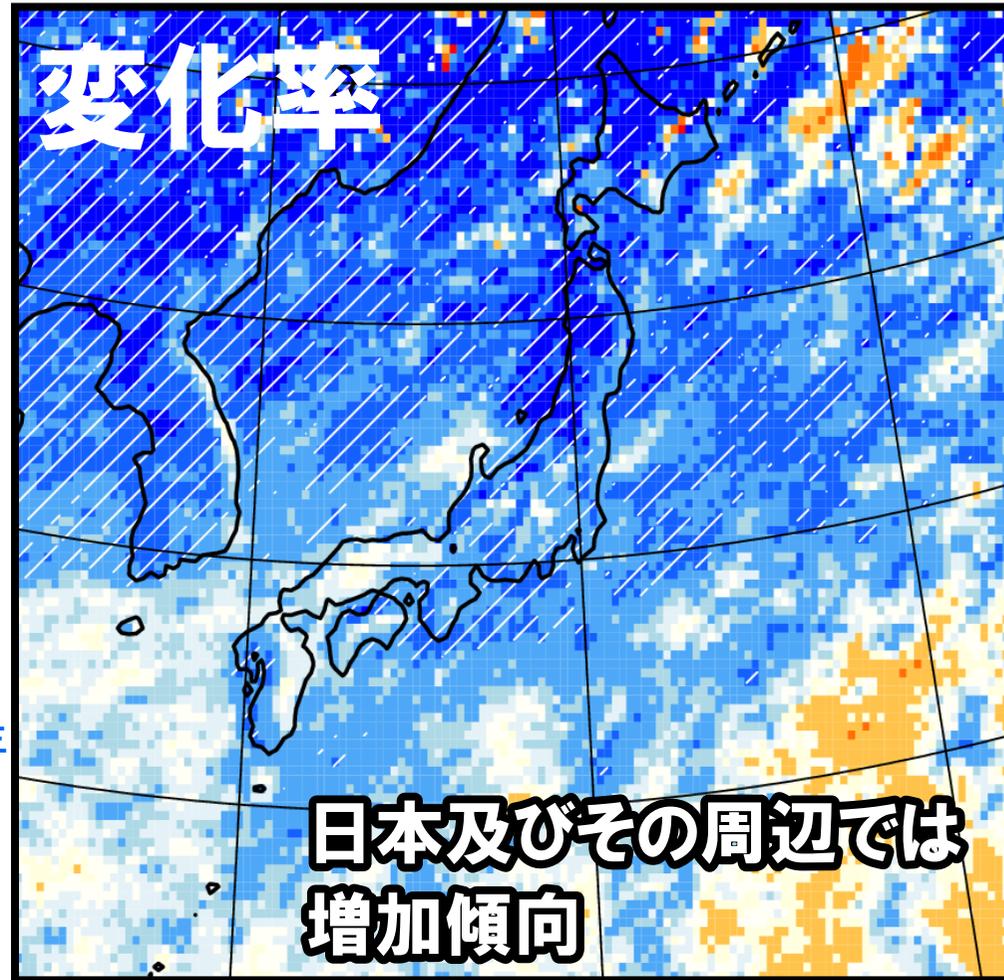
20km格子の気象モデル

○ 現在の気候で約3000年

○ 20世紀の温暖化成分を
除去した気候で約3000年

両者の頻度の比較

『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)』の20km領域版を利用



増加

変化率

減少

[%]



～頻度ベースアプローチ～

地球温暖化によって豪雨頻度が変化したのか？

7月の日降水量100mm以上の頻度(差)

20世紀の温暖化
の効果で…

過去実験

非温暖化実験

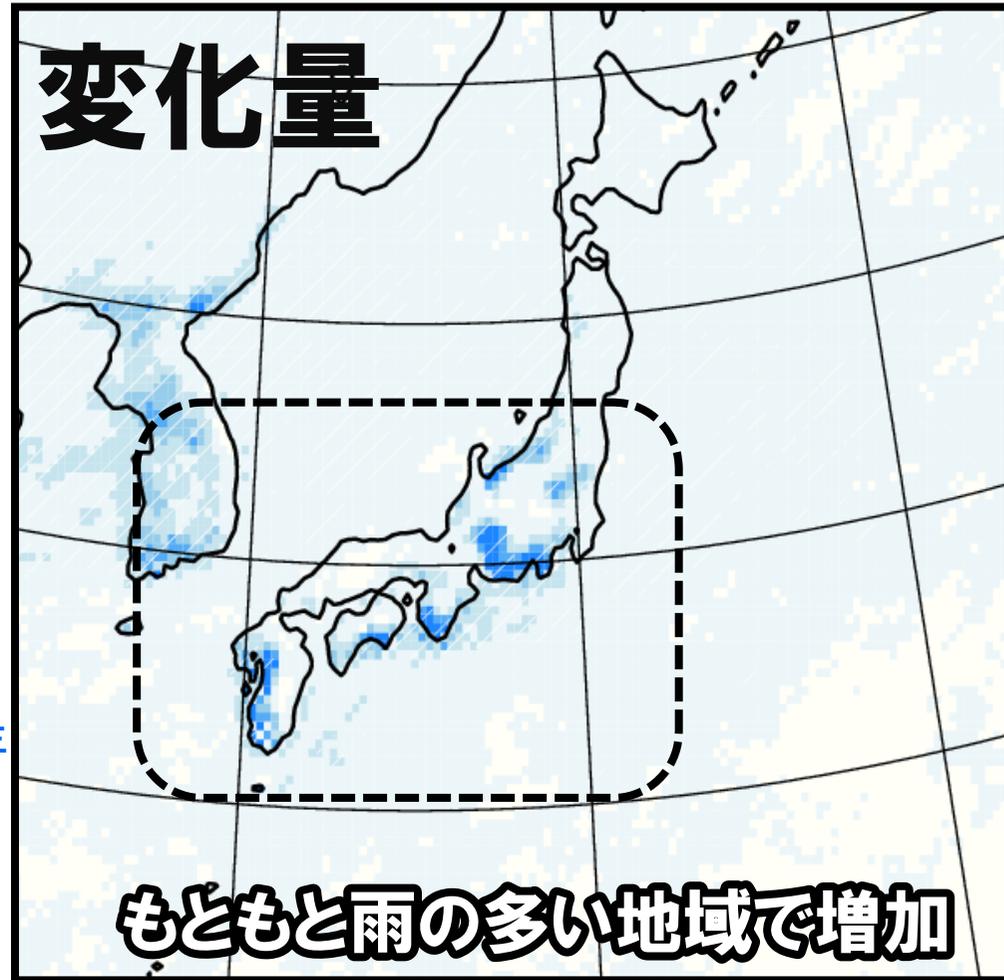
20km格子の気象モデル

○ 現在の気候で約3000年

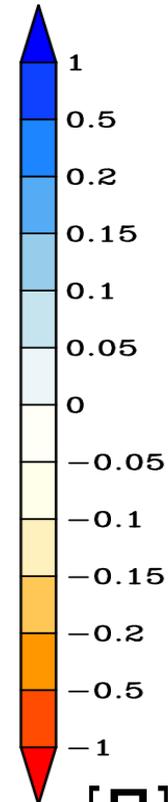
○ 20世紀の温暖化成分を
除去した気候で約3000年

両者の頻度の比較

『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)』の20km領域版を利用



増加



変化量

[日]

減少



～頻度ベースアプローチ～

地球温暖化によって豪雨頻度が変化したのか？

7月の日降水量100mm以上の頻度(差)

20世紀の温暖化
の効果で…

過去実験

非温暖化実験

20km格子の気象モデル

○ 現在の気候で約3000年

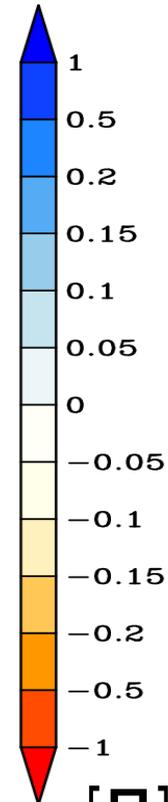
○ 20世紀の温暖化成分を
除去した気候で約3000年

両者の頻度の比較

『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)』の20km領域版を利用



増加



変化量

[日]

減少



～頻度ベースアプローチ～

地球温暖化によって豪雨頻度が変化したのか？

7月の日降水量100mm以上の頻度(日数)

過去実験

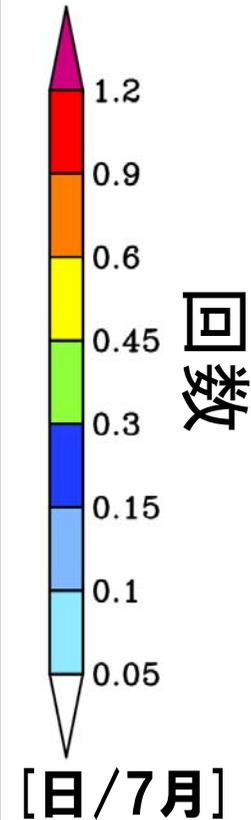
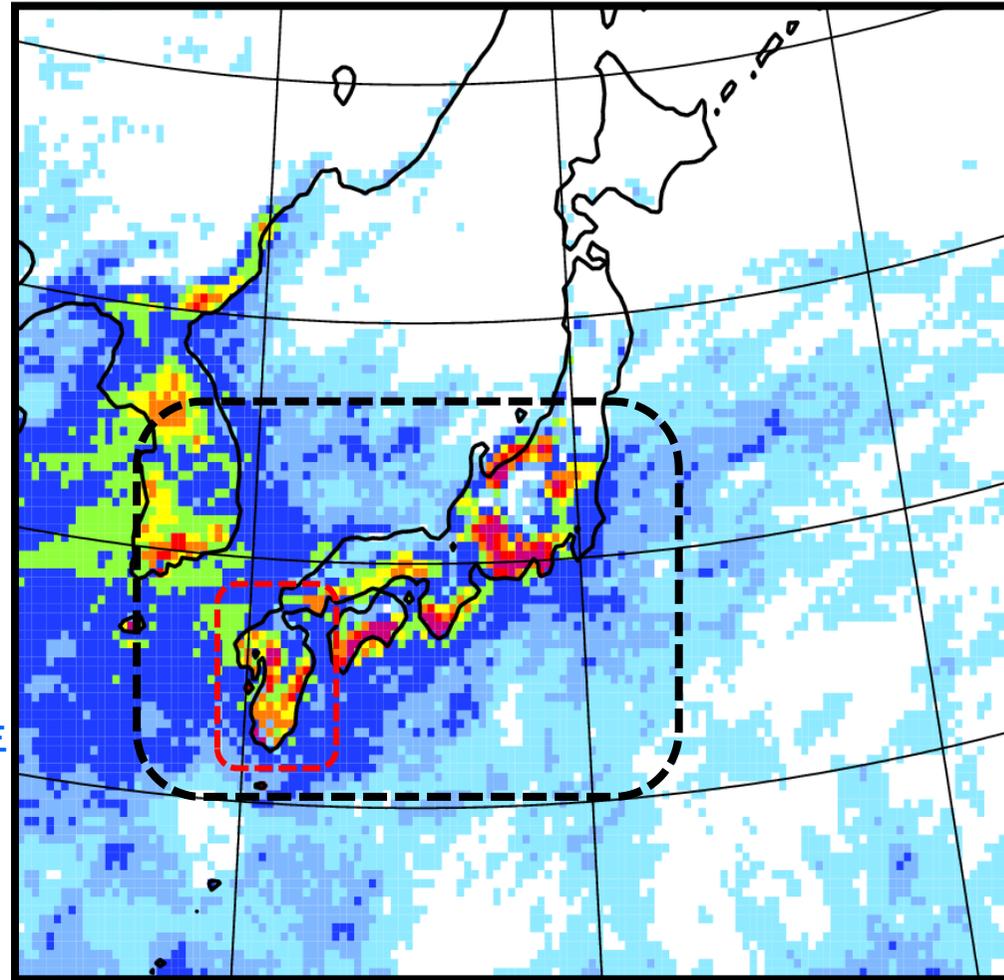
20km格子の気象モデル

○ 現在の気候で約3000年

○ 20世紀の温暖化成分を
除去した気候で約3000年

両者の頻度の比較

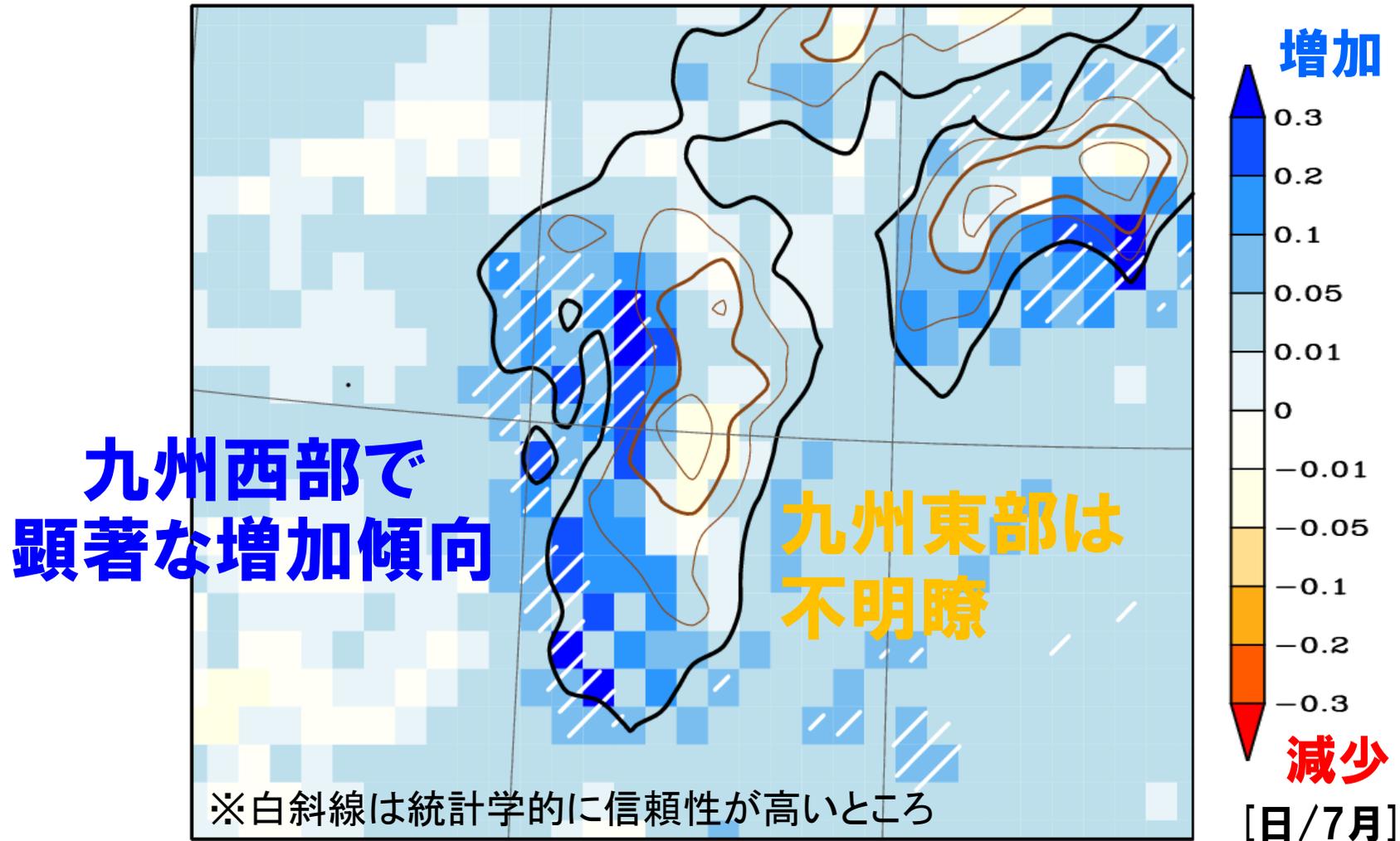
『地球温暖化対策に資するアン
サンプル気候予測データベース
(d4PDF)』の20km領域版を利用



～頻度ベースアプローチ～

地球温暖化によって豪雨頻度が変化したのか？

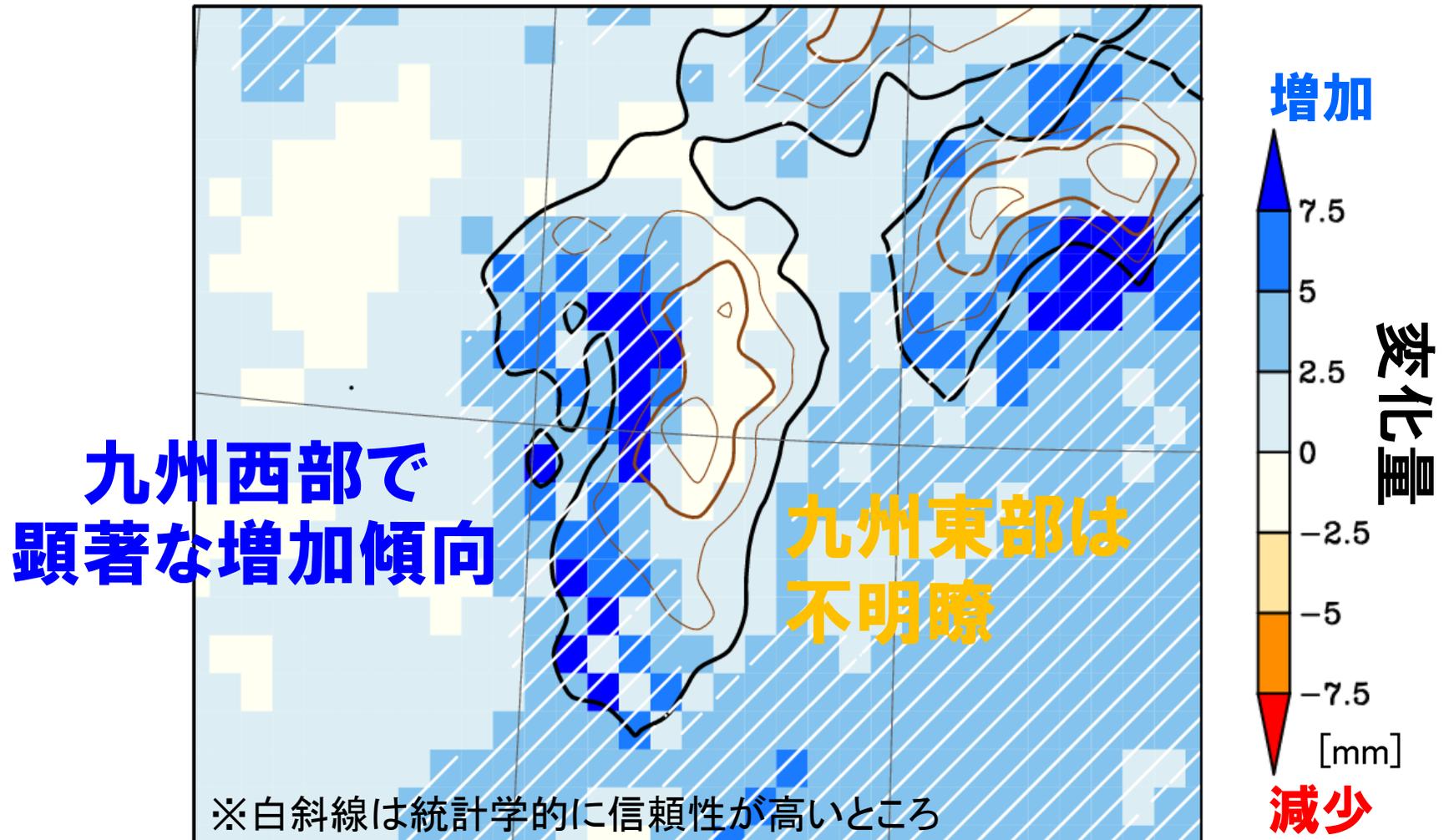
7月の日降水量100mm以上の頻度(差)



～頻度ベースアプローチ～

地球温暖化によって豪雨頻度が変化したのか？

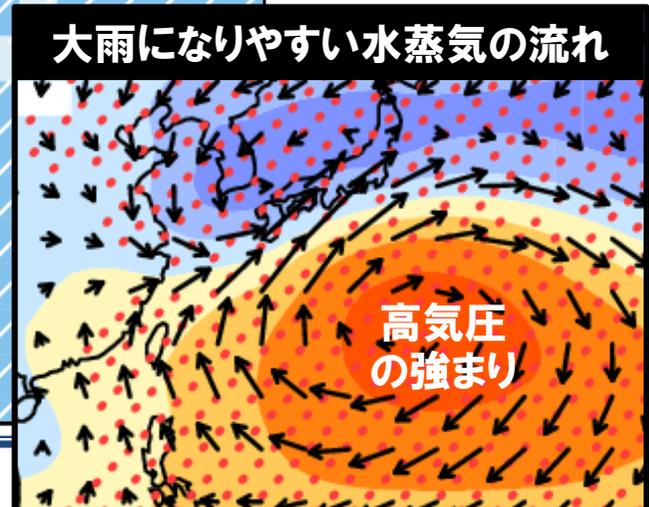
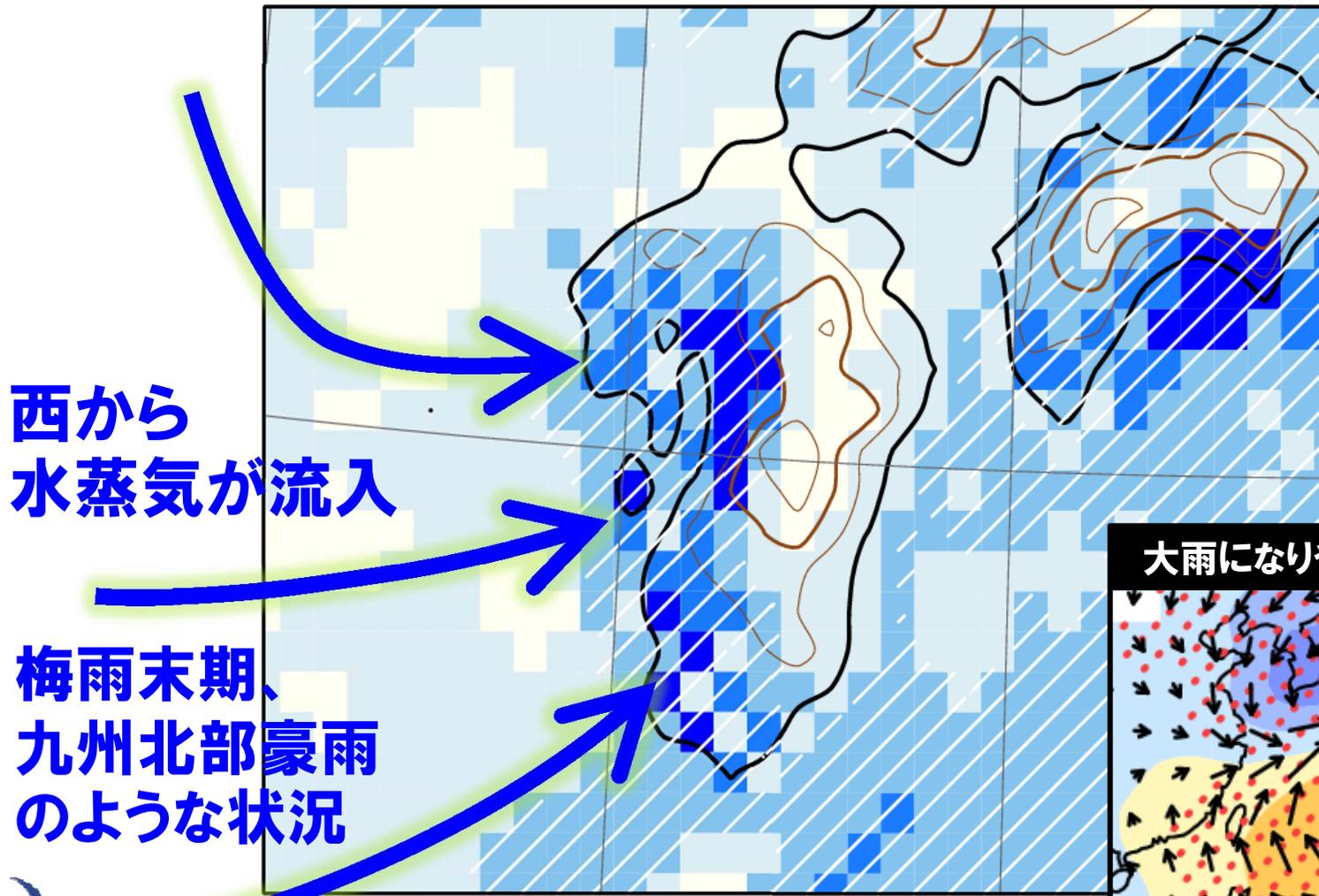
7月最大日降水量（30年平均）の変化



～頻度ベースアプローチ～

地球温暖化によって豪雨頻度が変化したのか？

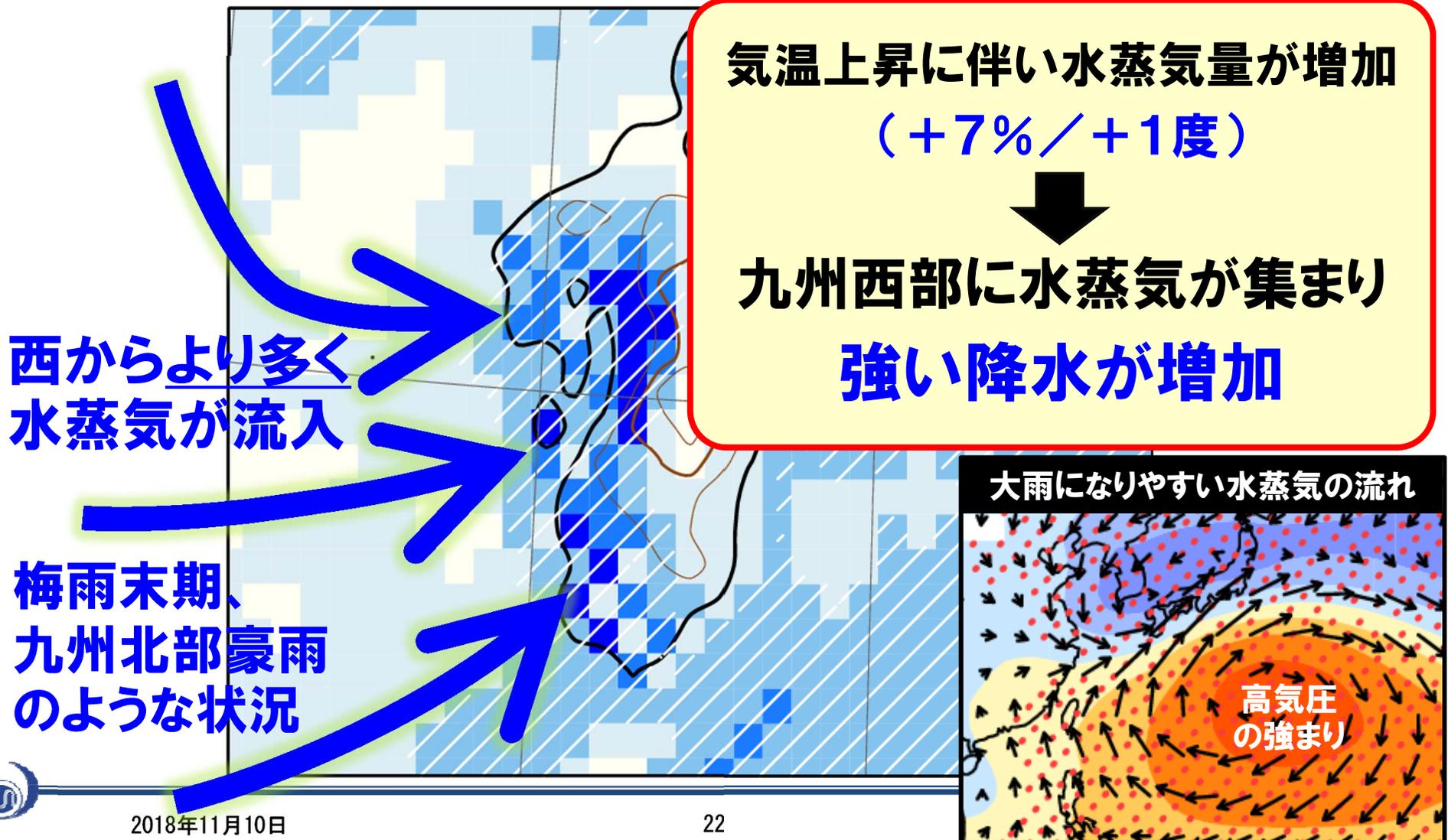
九州西部で大雨が降る時、



～頻度ベースアプローチ～

地球温暖化によって豪雨頻度が変化したのか？

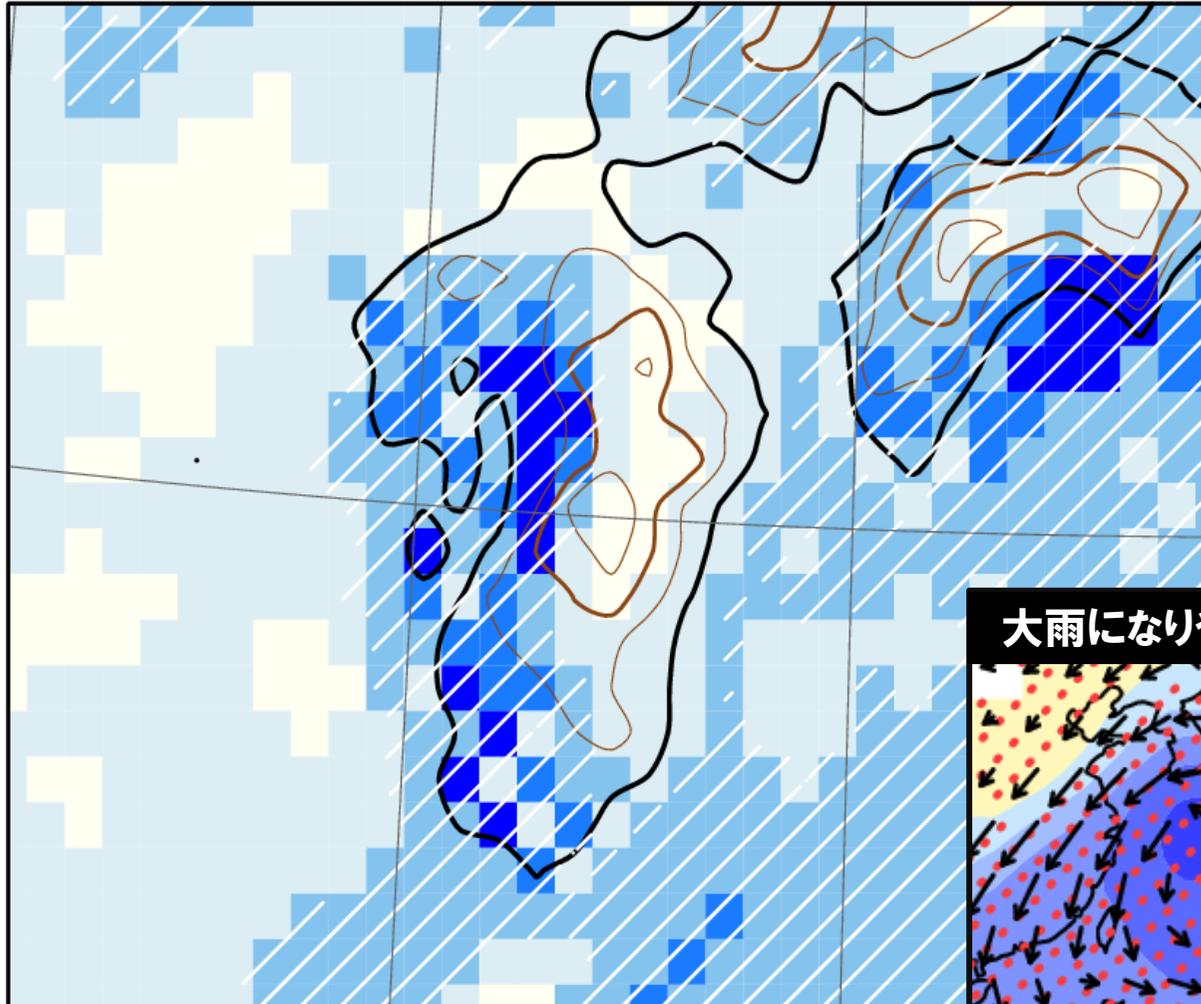
九州西部で大雨が降る時、20世紀の温暖化で・・・



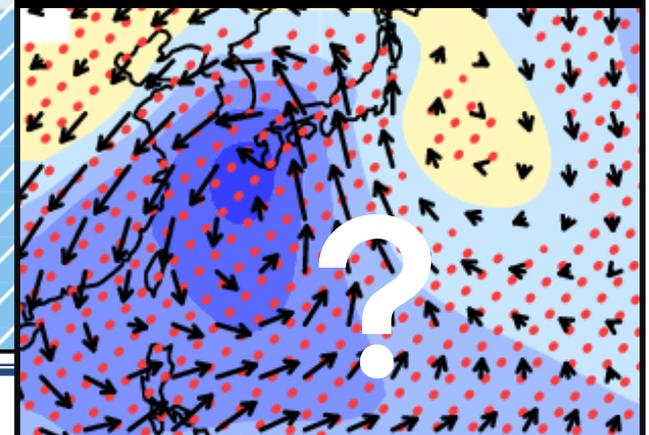
～頻度ベースアプローチ～

地球温暖化によって豪雨頻度が変化したのか？

九州東部で大雨が降る時、



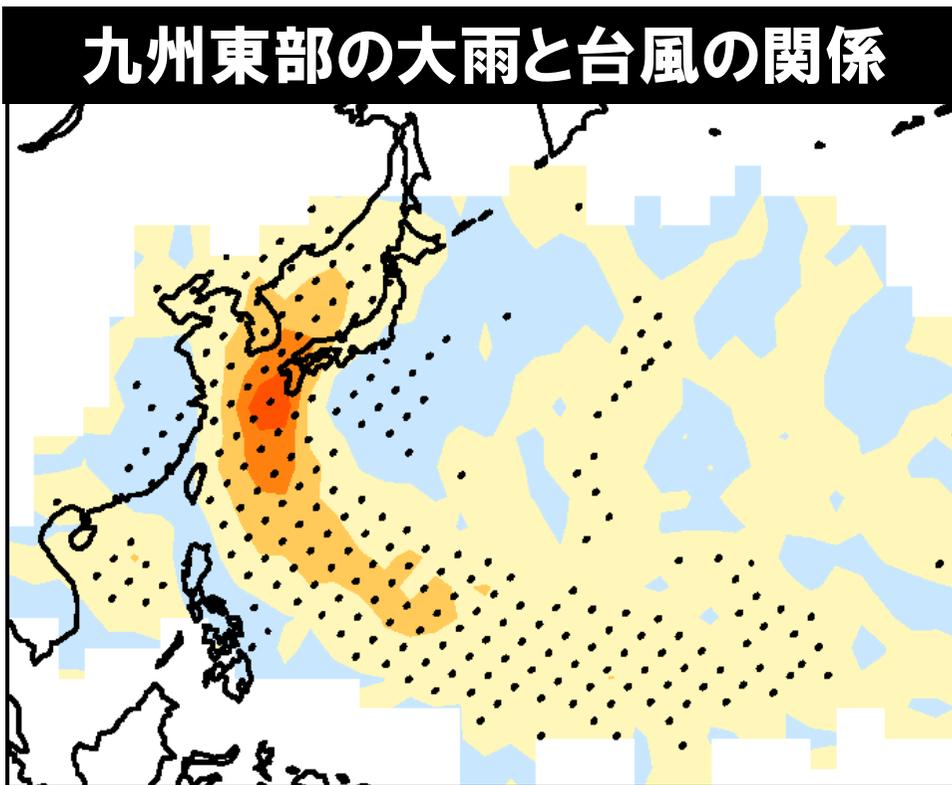
大雨になりやすい水蒸気の流れ



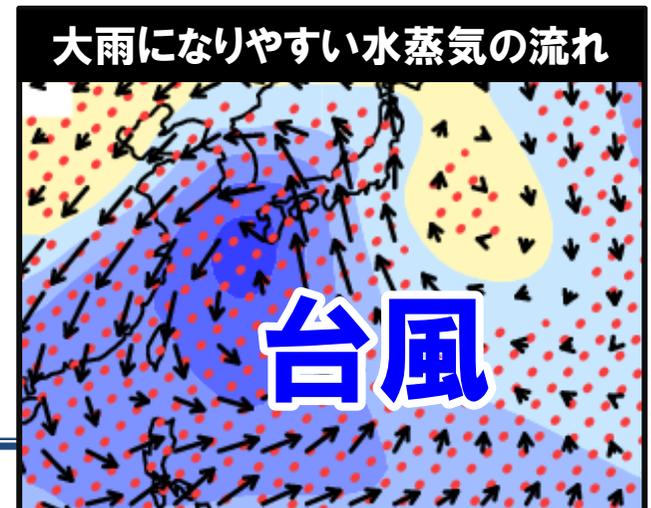
～頻度ベースアプローチ～

地球温暖化によって豪雨頻度が変化したのか？

九州東部で大雨が降る時、台風と密接に関係



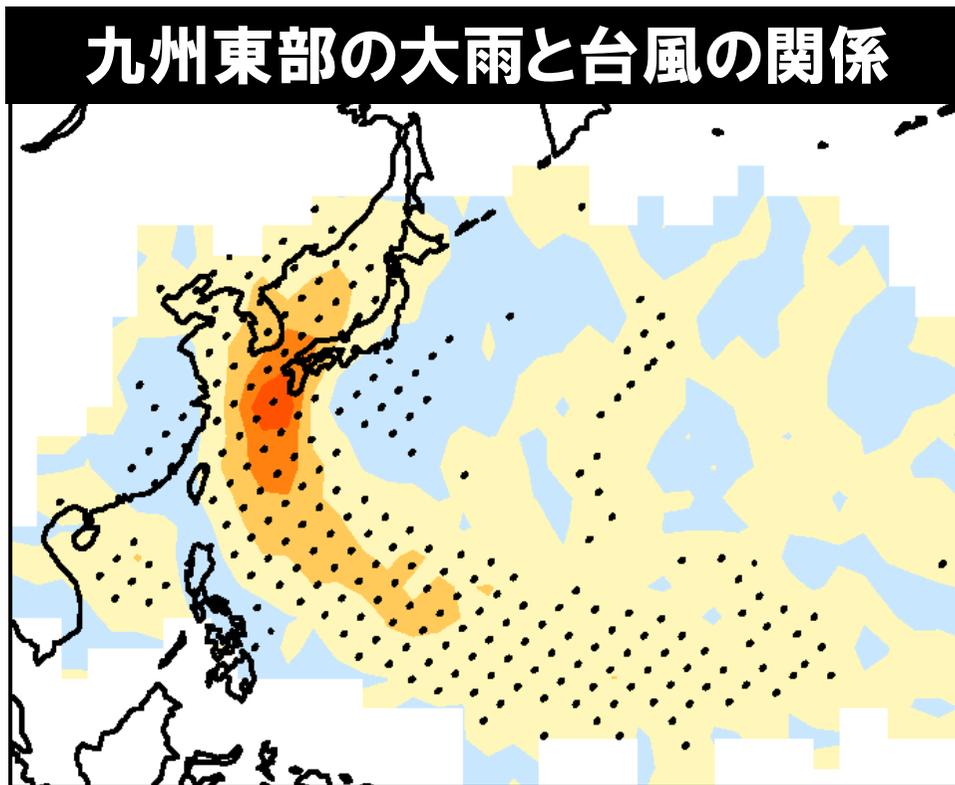
九州東部の大雨頻度は、台風が温暖化によってどのような影響を受けるかに依存して変わる。



～頻度ベースアプローチ～

地球温暖化によって豪雨頻度が変化したのか？

九州東部で大雨が降る時、台風と密接に関係

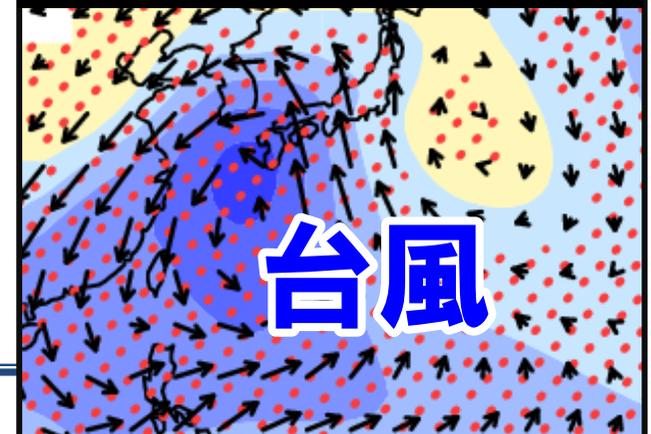


20世紀の温暖化による
台風の変化は
ほとんど見られない



大雨の変化も小さい

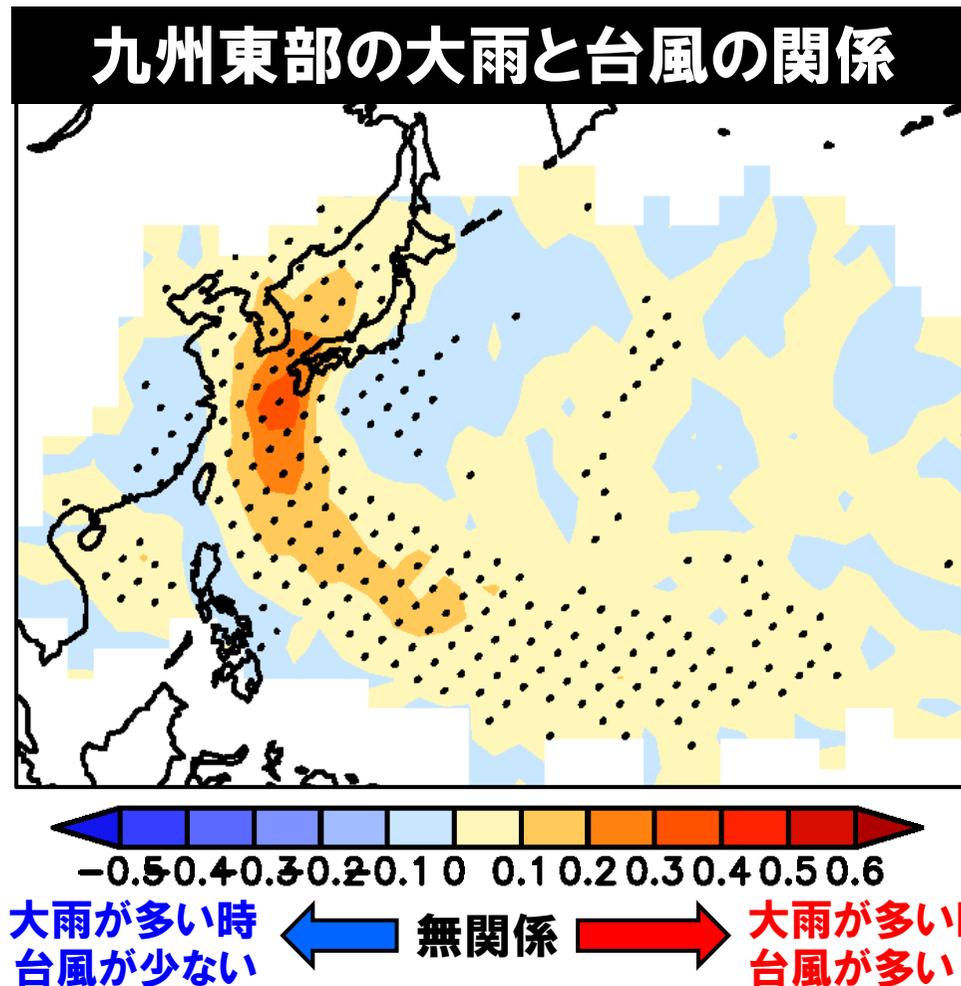
大雨になりやすい水蒸気の流れ



～頻度ベースアプローチ～

地球温暖化によって豪雨頻度が変化したのか？

九州東部で大雨が降る時、台風と密接に関係



20世紀の温暖化による
台風の変化は
ほとんど見られない



大雨の変化も小さい

将来、台風の数が減るが、
強い台風は増加するという
研究もある。

さらなる研究が待たれる



近年の温暖化と豪雨

- 過去の観測から、日降水量100mm以上の日数や非常に激しい雨は増加傾向。

■ 事例ベースアプローチ

温暖化により
雨量がかさ上げ

平成30年7月豪雨は、近年の気温上昇により、6%程度降水量が増加した可能性がある。

■ 頻度ベースアプローチ

温暖化による
豪雨頻度が変化

温暖化による豪雨頻度の増加には地域差があり、特に九州西部では影響が大きい。

A photograph of a sunset over a city skyline. The sky is filled with soft, colorful clouds in shades of orange, pink, and purple, transitioning to a deep blue at the top. A large, dark cloud is positioned in the middle of the frame, with two distinct light rays or beams of light shining through it from the sun. The sun is visible as a bright orange glow on the horizon, partially obscured by the city buildings. The city skyline is silhouetted against the bright light of the sunset. The overall mood is serene and peaceful.

ご清聴、ありがとうございました。