

温暖化により将来台風や豪雨がどうなる のかが分かる、世界でも類のない大規模 データセット (d4PDF)

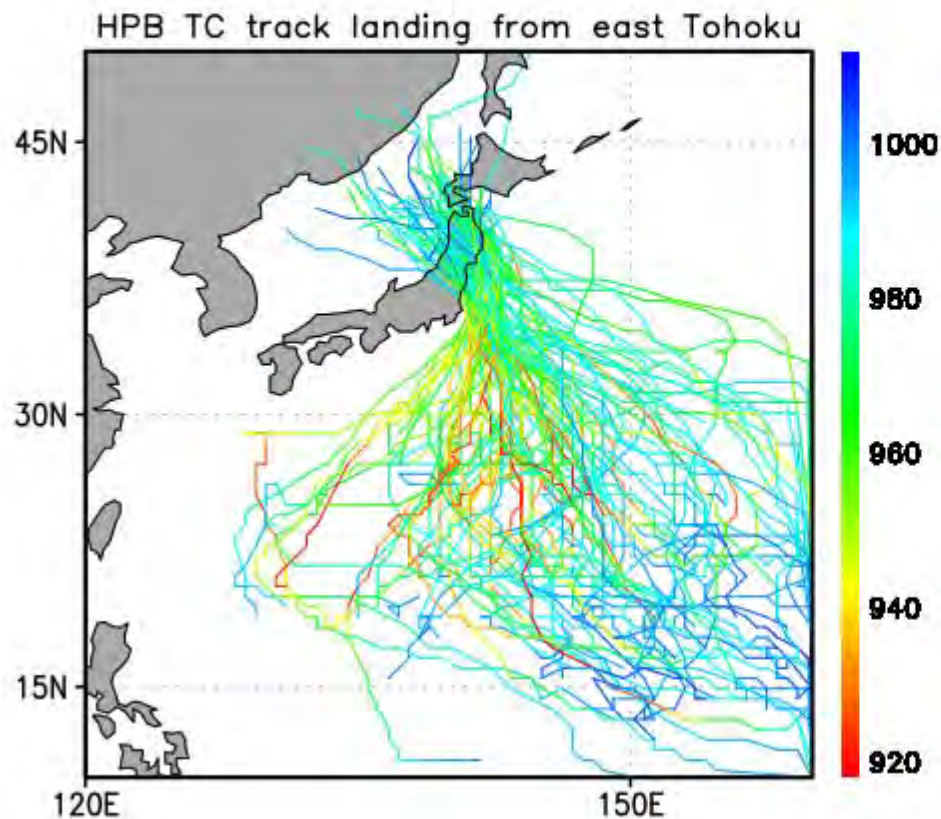
高薮 出（気象研究所）

創生一般公開シンポジウム@国立オリンピック記念青少年総合センター

2016/09/30

東北の太平洋岸に上陸する台風はどの程度あるのか？

ここで数えているのは、単に東北の太平洋岸から上陸した台風であり、決して東北地方に大雨災害をもたらした台風という数え方はしていない。降水量のチェックもなされていない。



d4PDFで見つけた、東北の太平洋岸に上陸する台風すべての経路。

過去実験60年の100アンサンブルで、
熱帯低気圧総数: 507,626
うち日本(沖縄以外の)に上陸: 8,380
(総数の1.65%、1.4回/年程度)
その中で東北太平洋側からの上陸:
102 (日本上陸台風の1.22%、59年に1
回程度)
観測平年値で規格化した東北上陸頻
度は31年に1回。

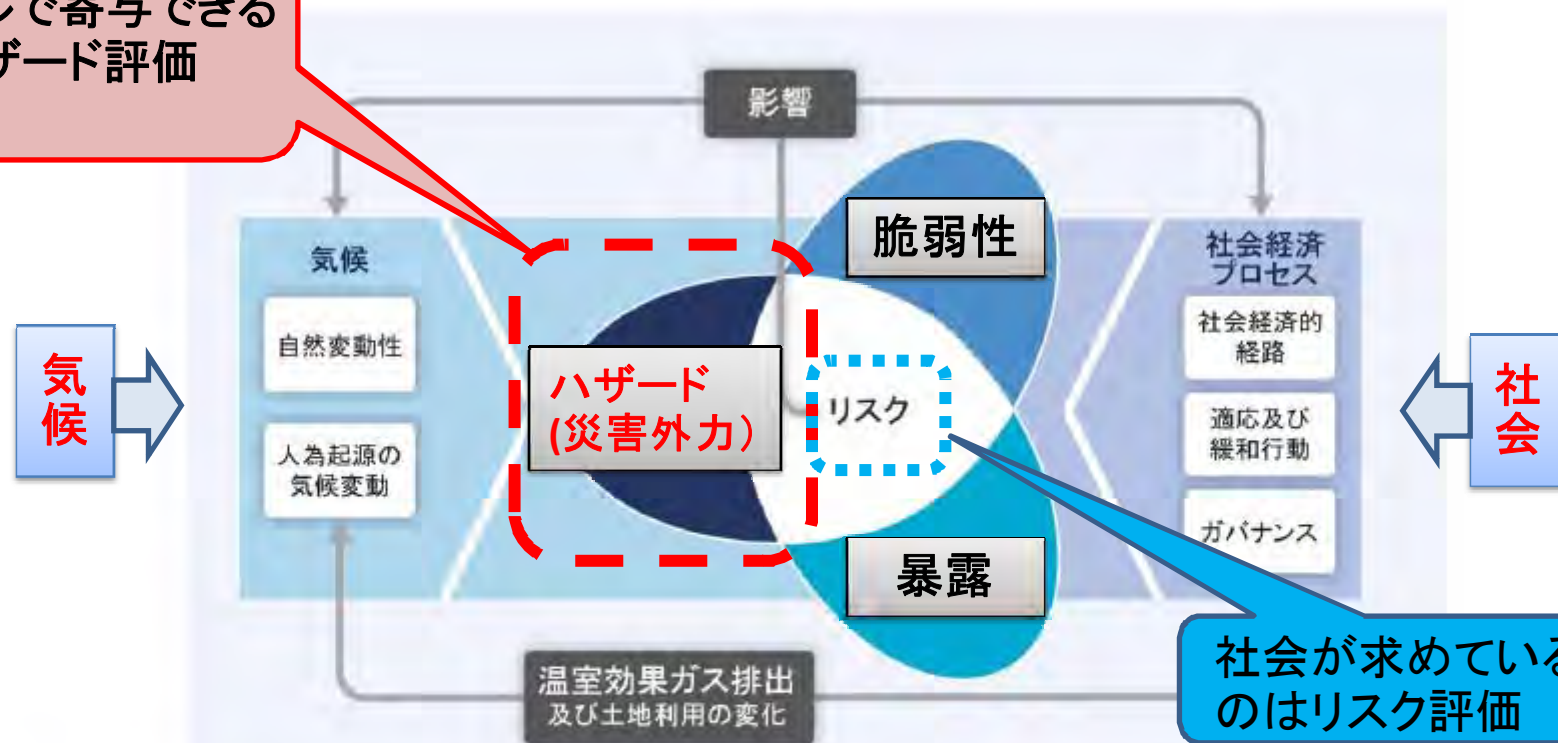
※ このような統計量を取り出すことも、d4PDFデータからなら可能である。

d4PDFのねらい

- 地球温暖化への適応策を考えるに当たって、気候変動の予測結果にどのくらいの不確実性があるのか評価すること、また、温暖化に伴う自然災害がいかなる頻度で生じるのかを知ることが必要になります。
- そのためには、従来より大幅に実験アンサンブル数を増やし、サンプルの数を確保する必要がありました。
- 今回、テーマ間連携により、世界で類例のない最大100アンサンブル実験を行い、自然災害を及ぼす豪雨・台風といった稀な気象現象の変化についての情報の提供に成功しました。

リスク評価に必要な気候ハザード評価

気候モデルで寄与できる
部分はハザード評価



気候変動2014 IPCC第5次評価報告書政策決定者向け要約 より

IPCC 第二作業部会「影響・適応および脆弱性」第5次報告において
中核となる概念図

細密度をある程度犠牲にしても例数をかせいだ実験

細密度の高い高解像度のモデルを用いて再現した気象学的特定事例

生活への影響などを見積もるのに必要な情報

② 防災

どれだけ起こるの？

アンサンブル実験から確率的に示すことになる

保険・防災対策が打てる
(資産を救う)

① 減災

一番ひどい場合は？

最悪の一例を見つけ出す
ことになる

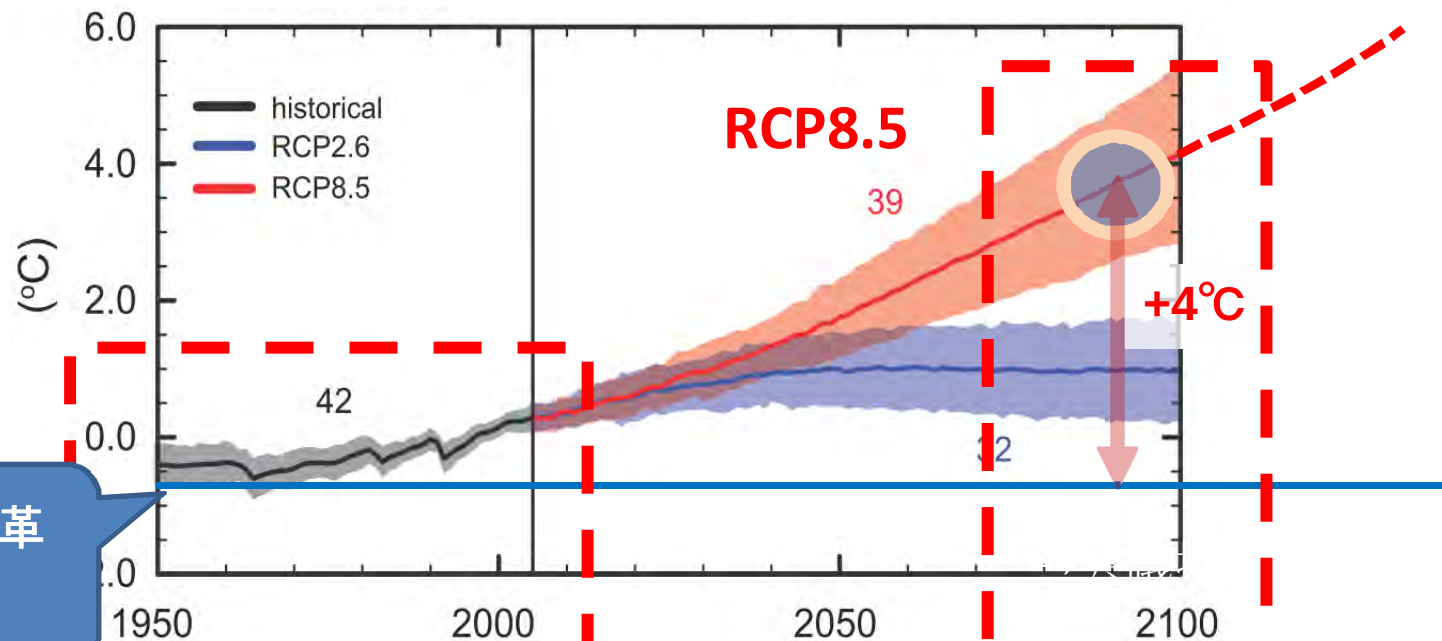
ハザードマップ・避難策が
打てる(人命を救う)



■ 実験のデザイン

実験デザイン

全球平均地上気温偏差



1850年産業革命前の気温

60km AGCM

100 メンバー

NHRCM 20km
(日本周辺のみ)

50 メンバー

1951

過去実験

2010

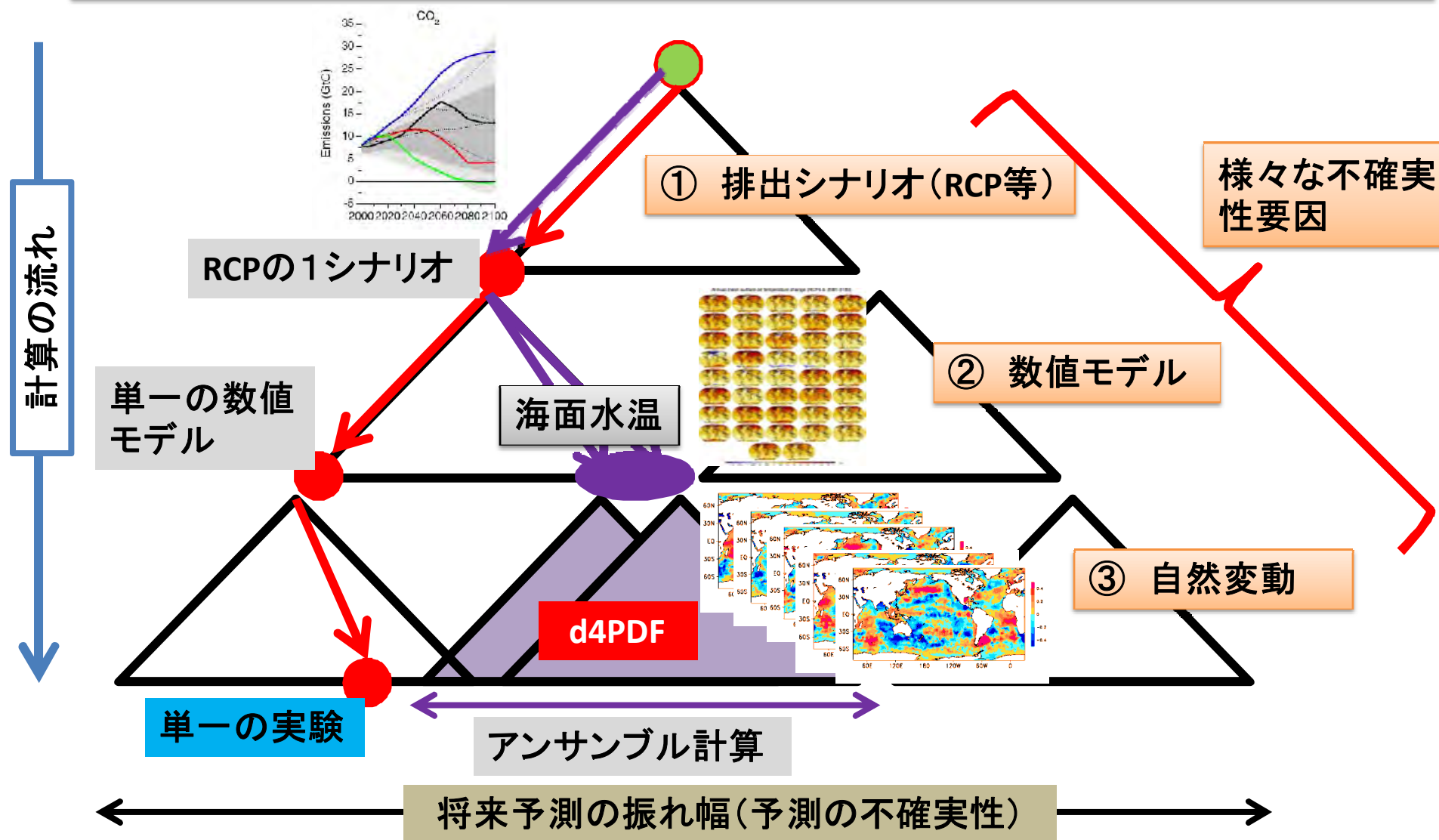
90 メンバー
($6\Delta T \times 15\delta T$)

90 メンバー

60年間

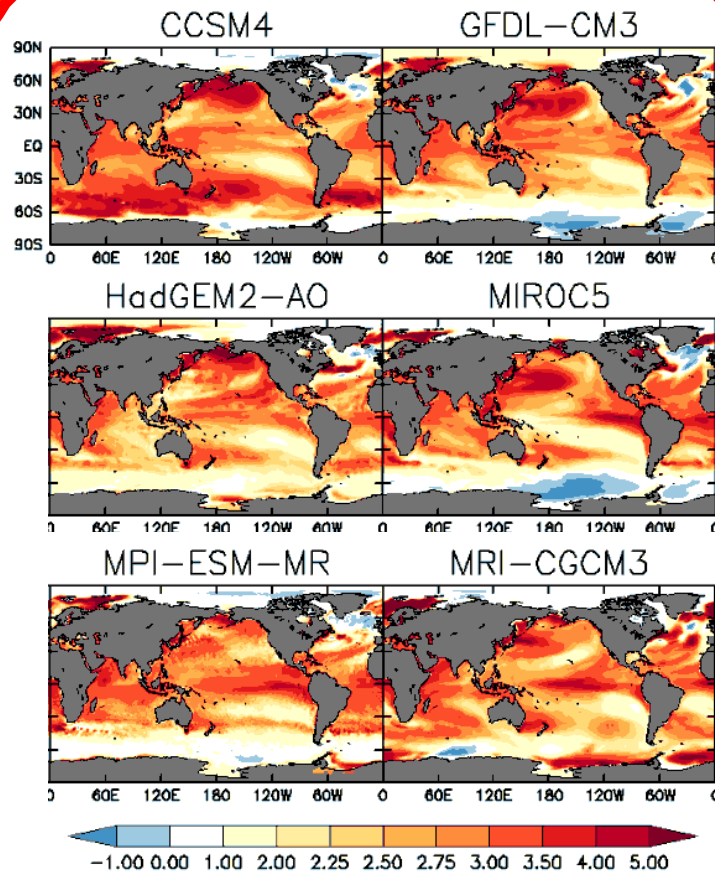
+4°C 上昇

気候モデルを用いた地球温暖化予測における様々な不確実性要因

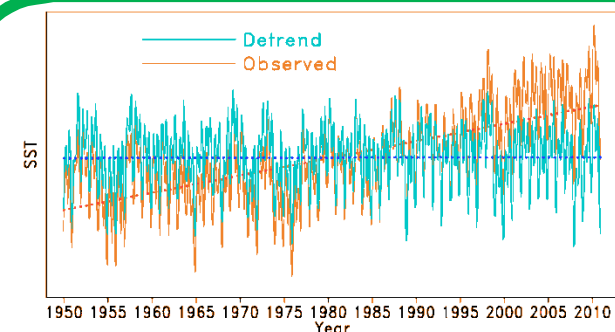
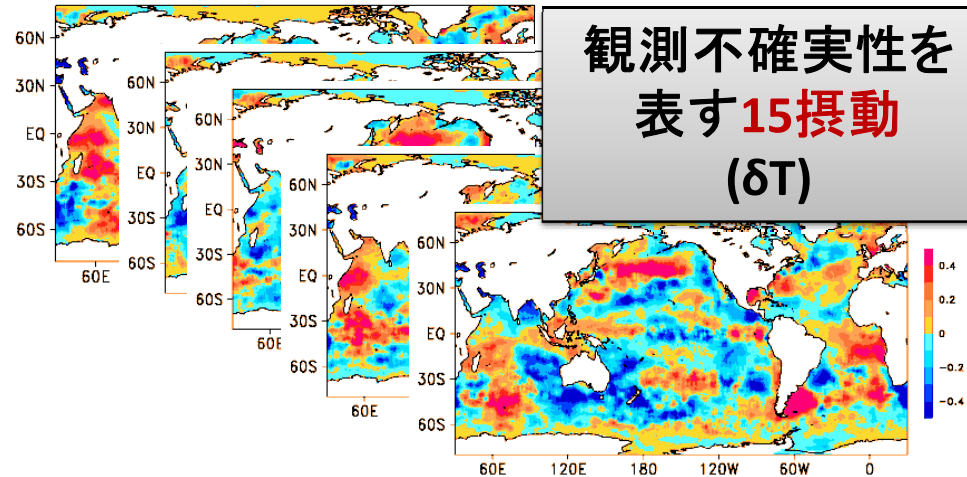


※ 自然変動を考慮しないと→発生頻度の低い異常天候や極端気象の変化の不確実性を十分に評価できていない。

- 将来実験: 産業革命前から4°C昇温した状態を延べ5400年間



6種の温暖化
パターン(CMIP5)
(ΔT)

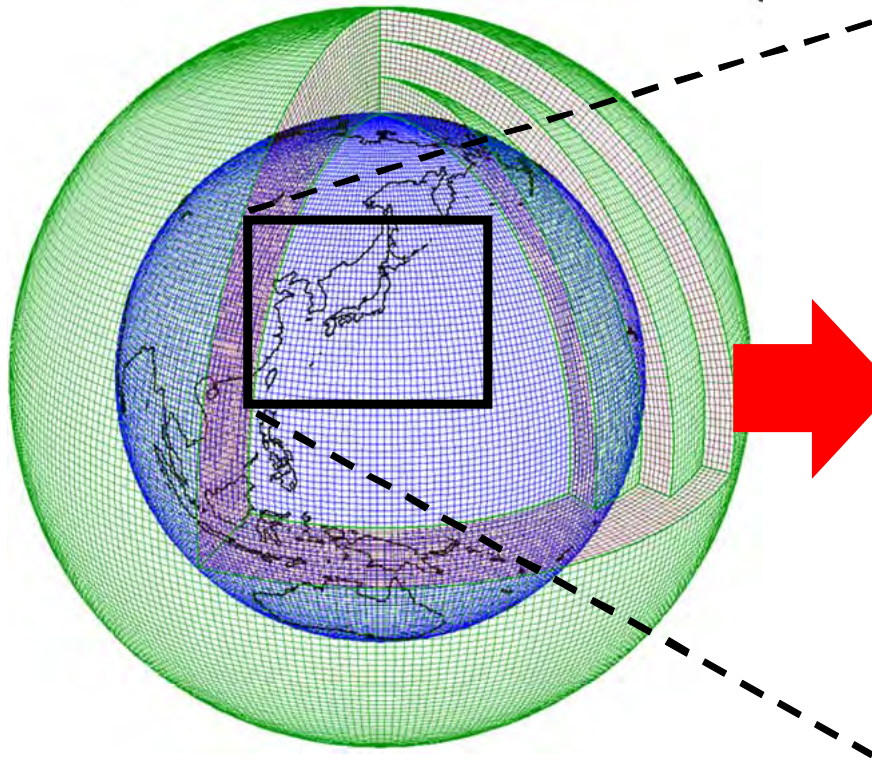


温暖化トレンドを除いた
過去60年の時間変動
(青線; COBE-SST2)

日本を対象としたダウンスケーリング

AGCM

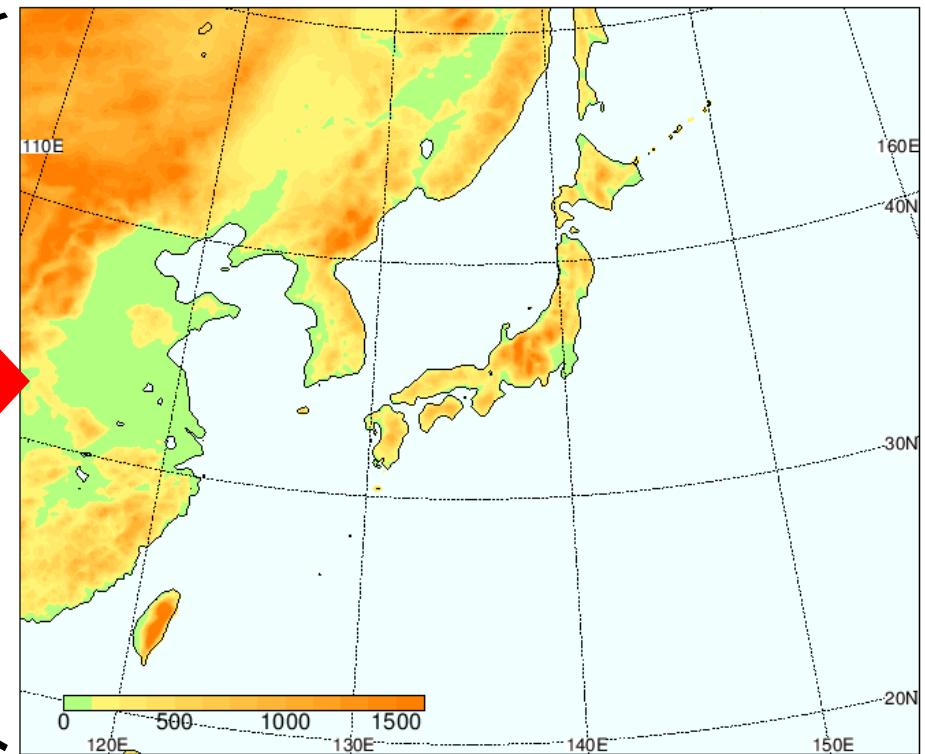
(水平解像度約60km)



(画像: 気象庁提供)

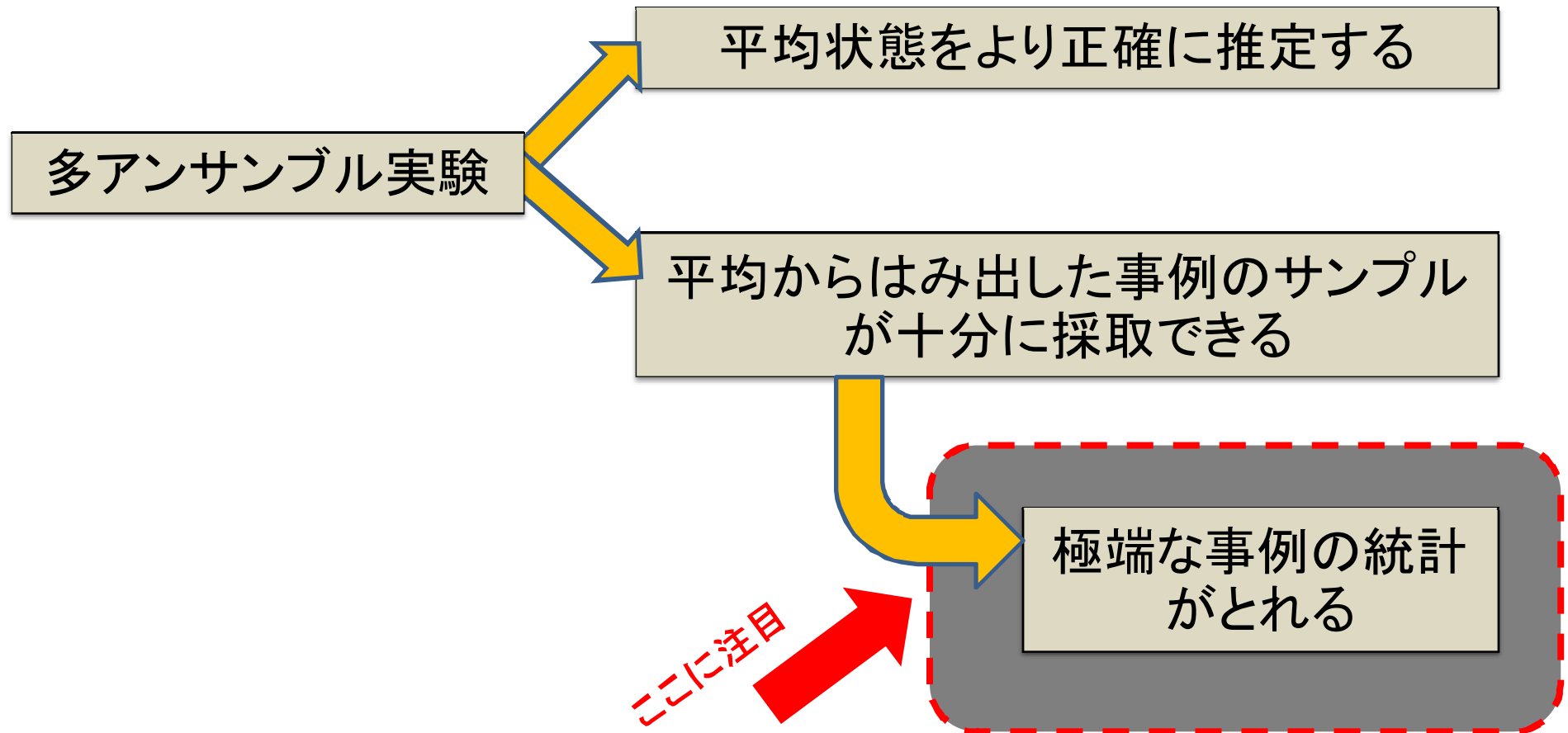
NHRCM

(水平格子間隔20km)



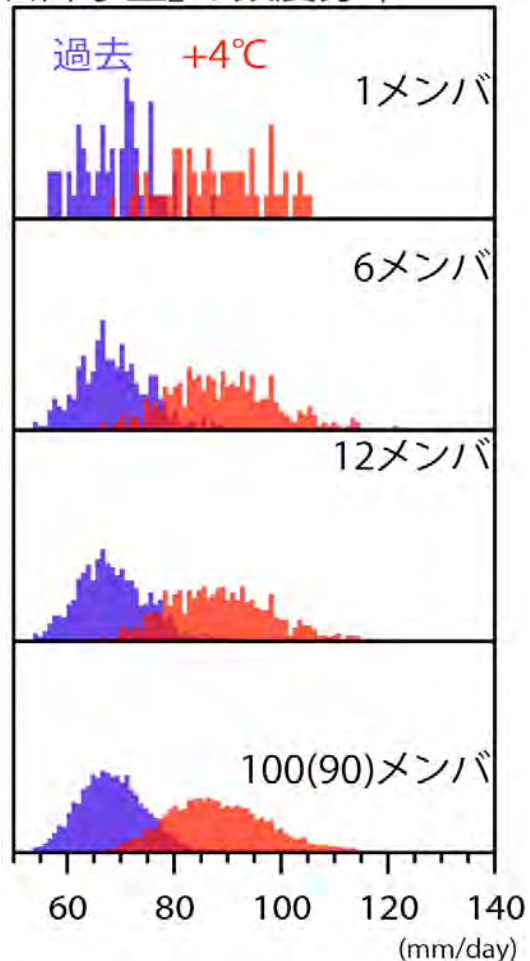
■ パフォーマンス

アンサンブル実験の御利益



中国南部で平均した年最大降水量の頻度分布

中国南部で平均した「年最大
日降水量」の頻度分布



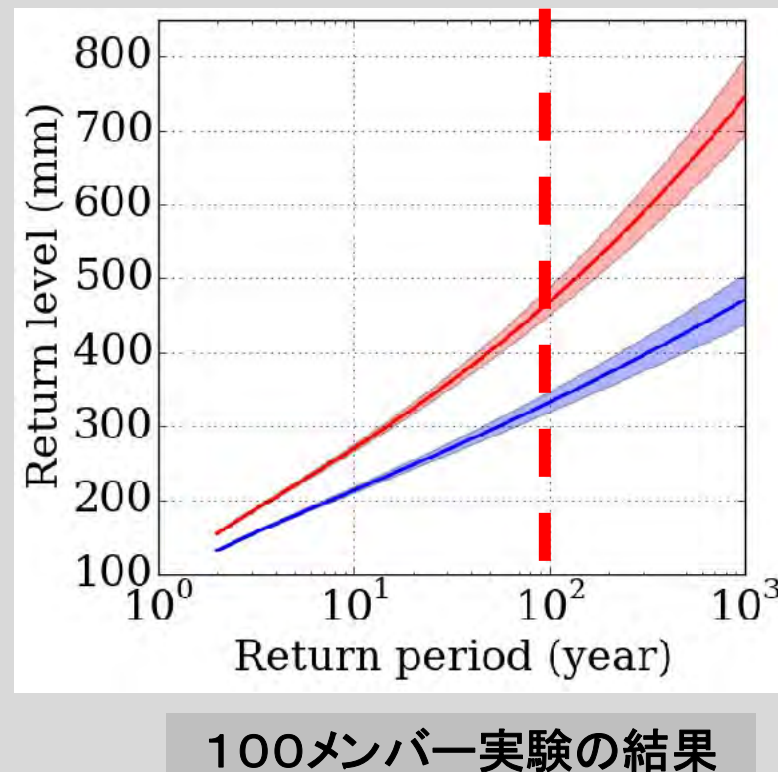
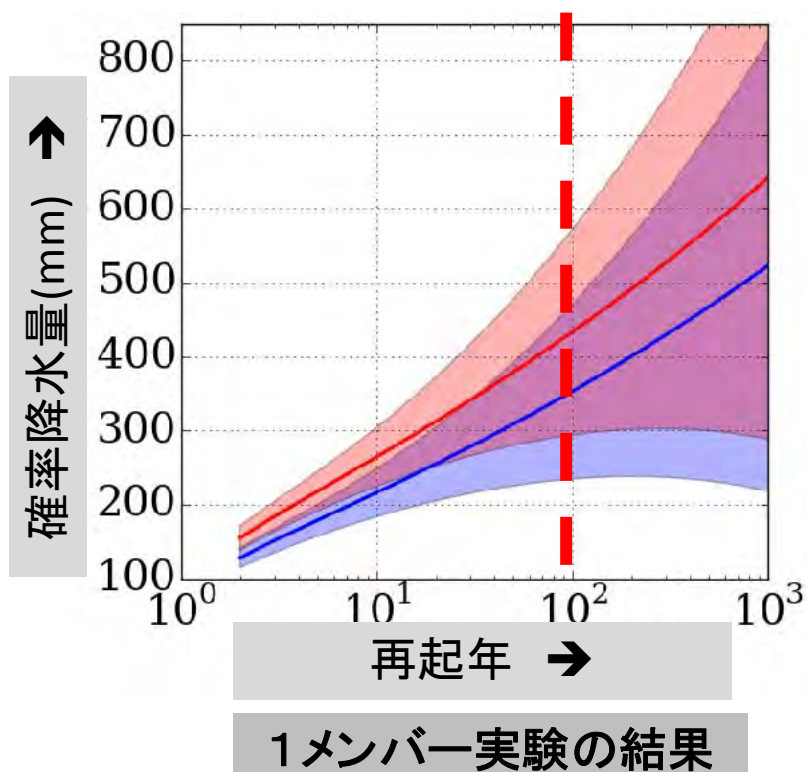
実験メンバー数が増すに従い、
頻度分布の凸凹が減っていく

変化の確からしさが増していく

東京での、再起確率降水量の将来変動

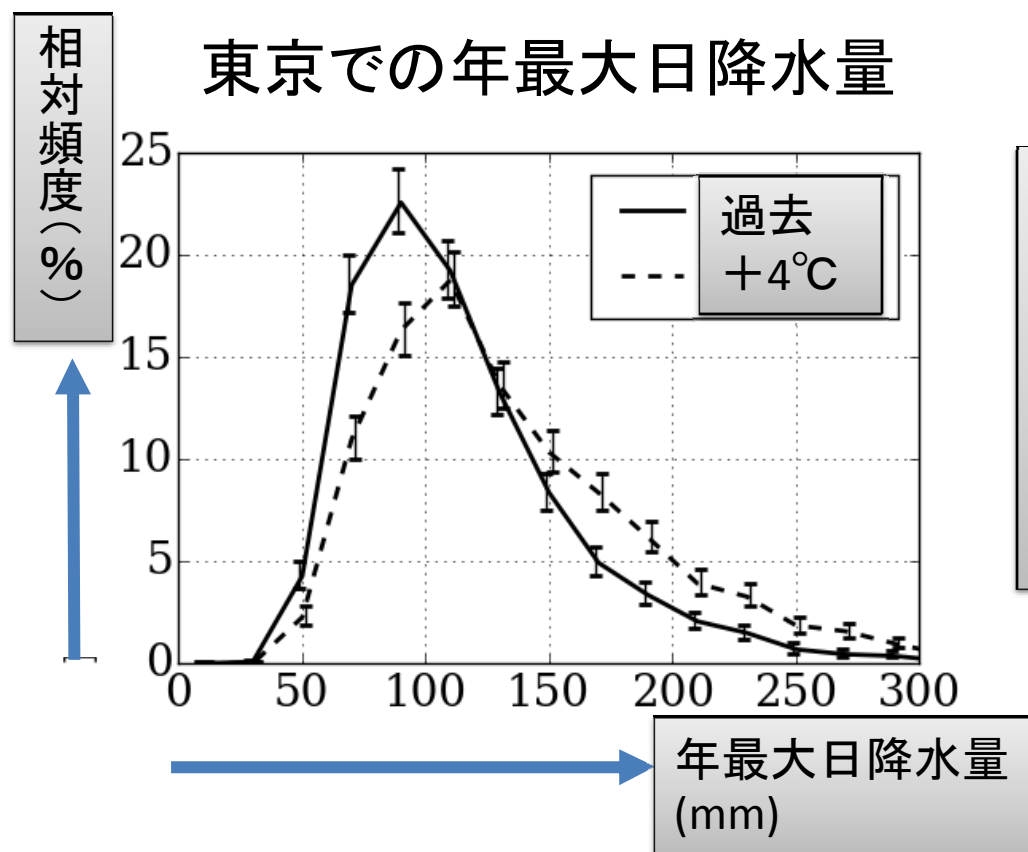
青： 現在の結果

赤： 4°C上昇の将来の結果

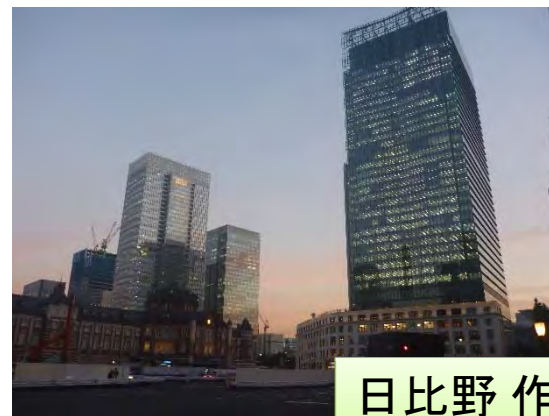


日比野 作成

東京の極端な降水の変化



- 多数メンバーによって年最大日降水量の確率分布が得られる



日比野 作成

稀に起こる短期間の大雪については、既存の気候シミュレーションでは精度の良い予測は困難。

1 日で降る大雪の例

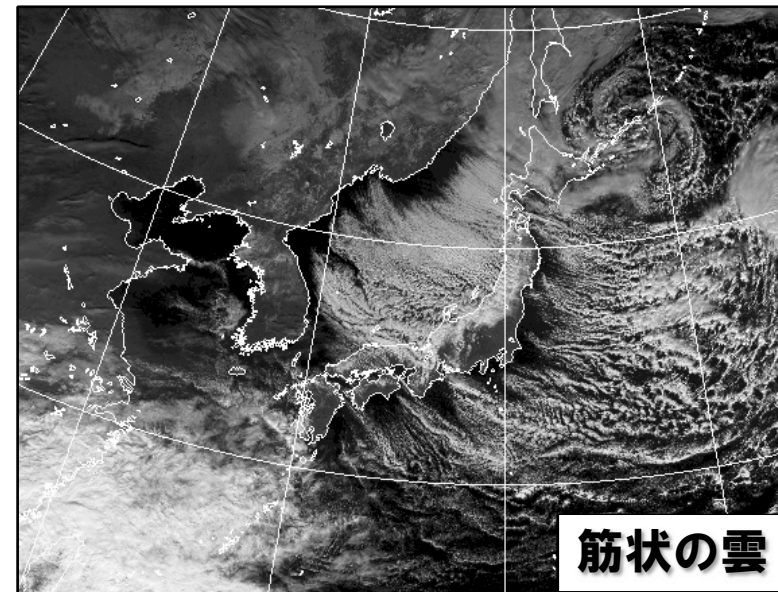
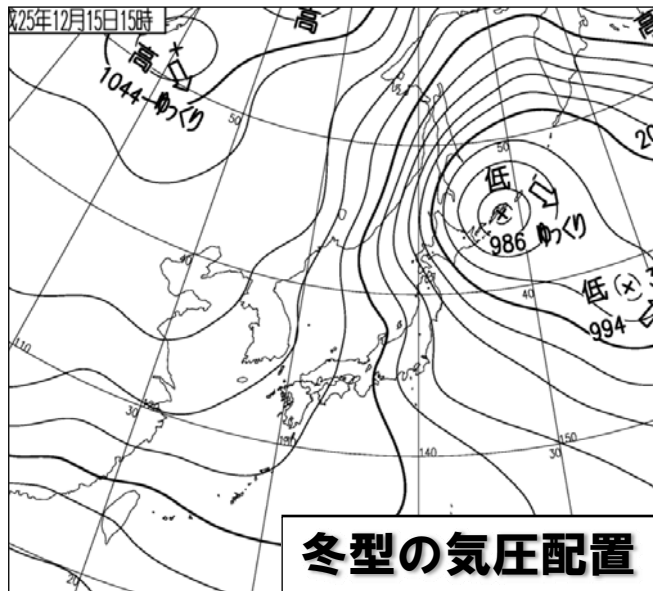
富山市で54cmの降雪(2012年2月17日)



(2012年2月19日富山市内 撮影:川瀬宏明)

- 気温上昇により減少するのか？
- 大気中の水蒸気量の増加とともに増加するのか？

日本海側で雪が多い理由



気団変質

冷たい空気

北西季節風
積雲発達

空っ風

雪雲発達

高い山

暖かい海

シベリア大陸

日本海

対馬暖流

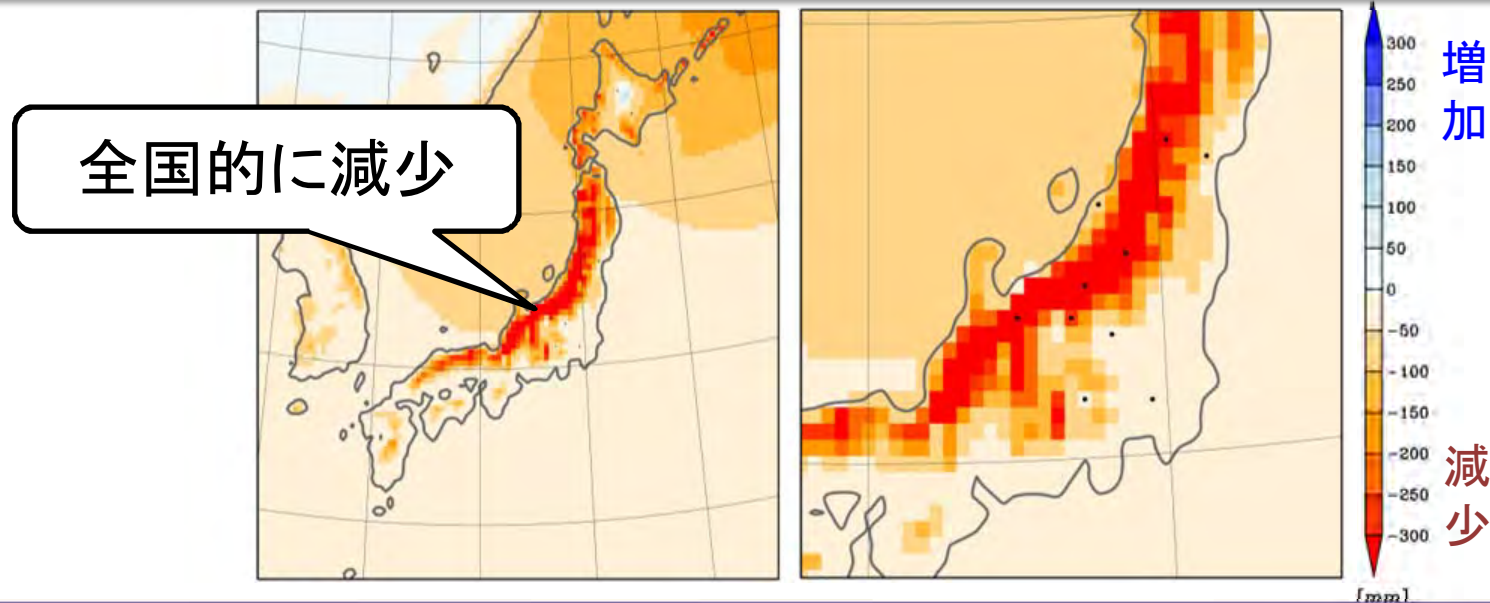
日本海側

脊梁山脈

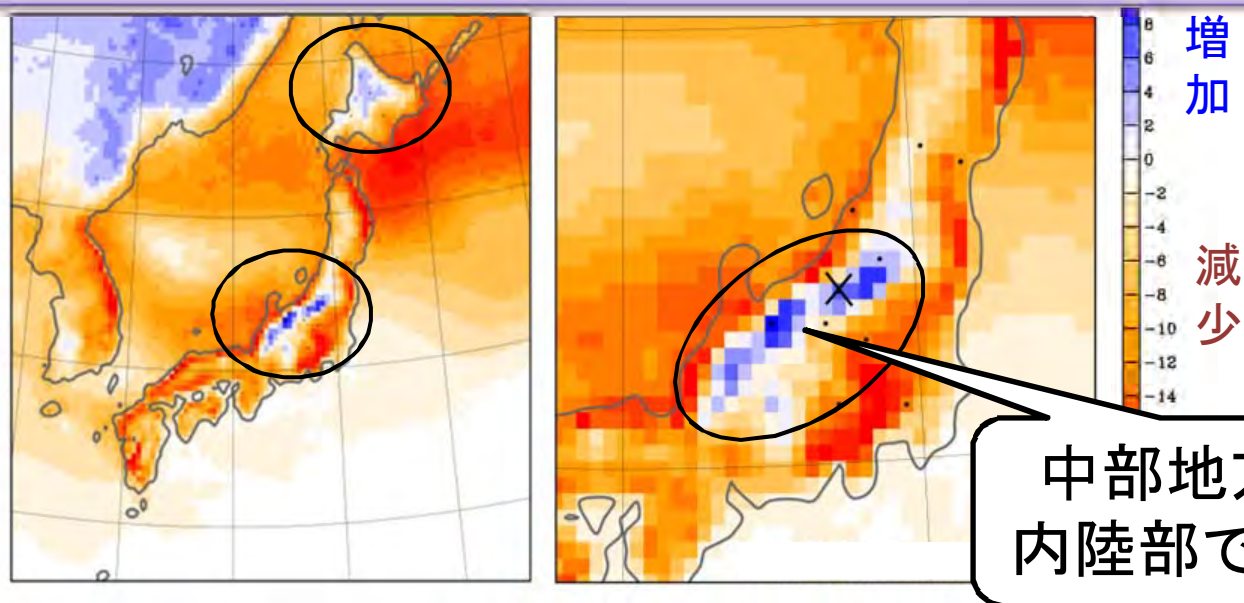
太平洋側

松江地方気象台より引用

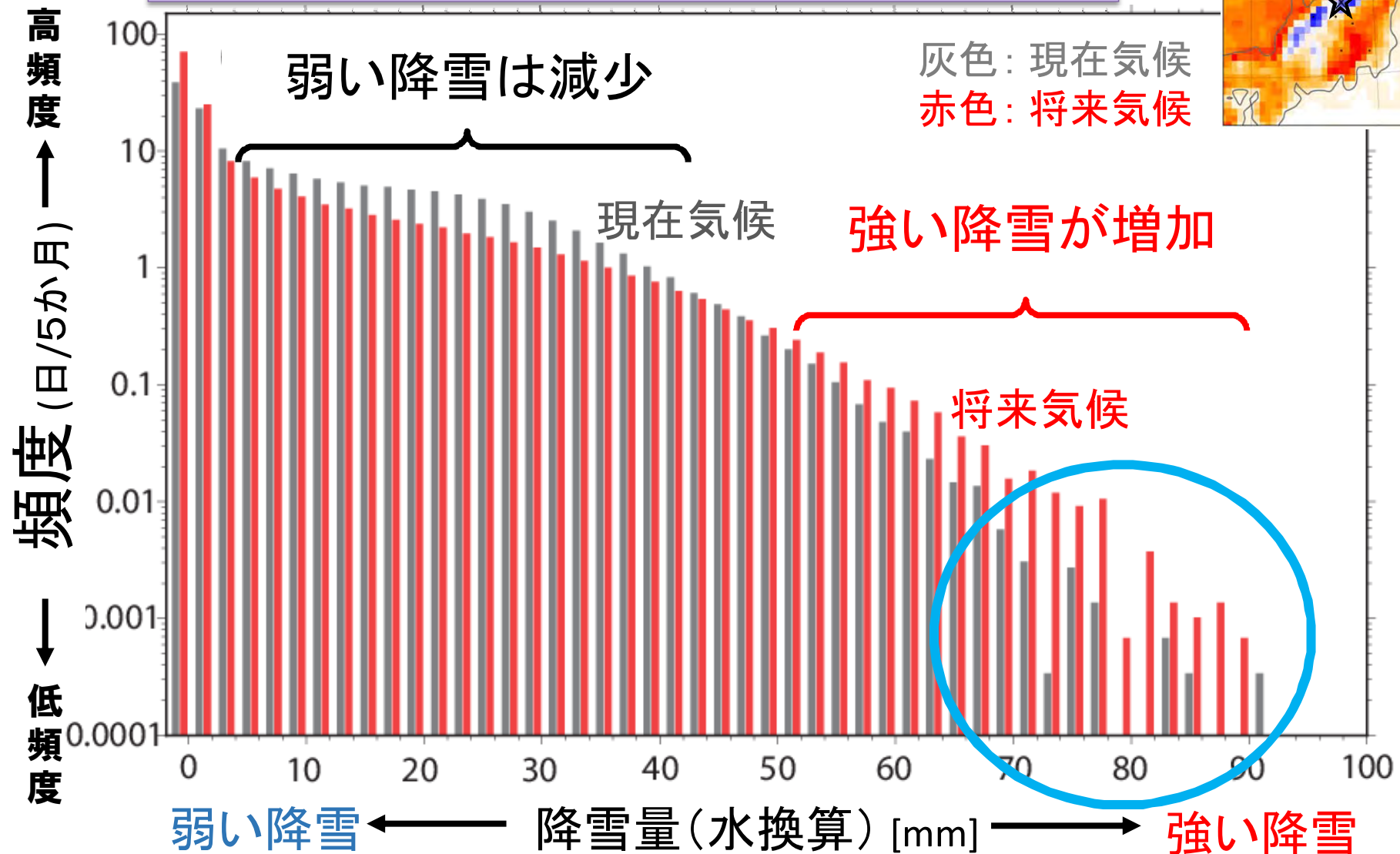
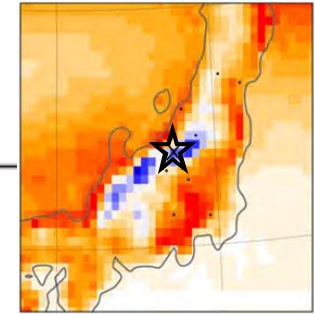
総降雪量(11月～3月)の将来変化



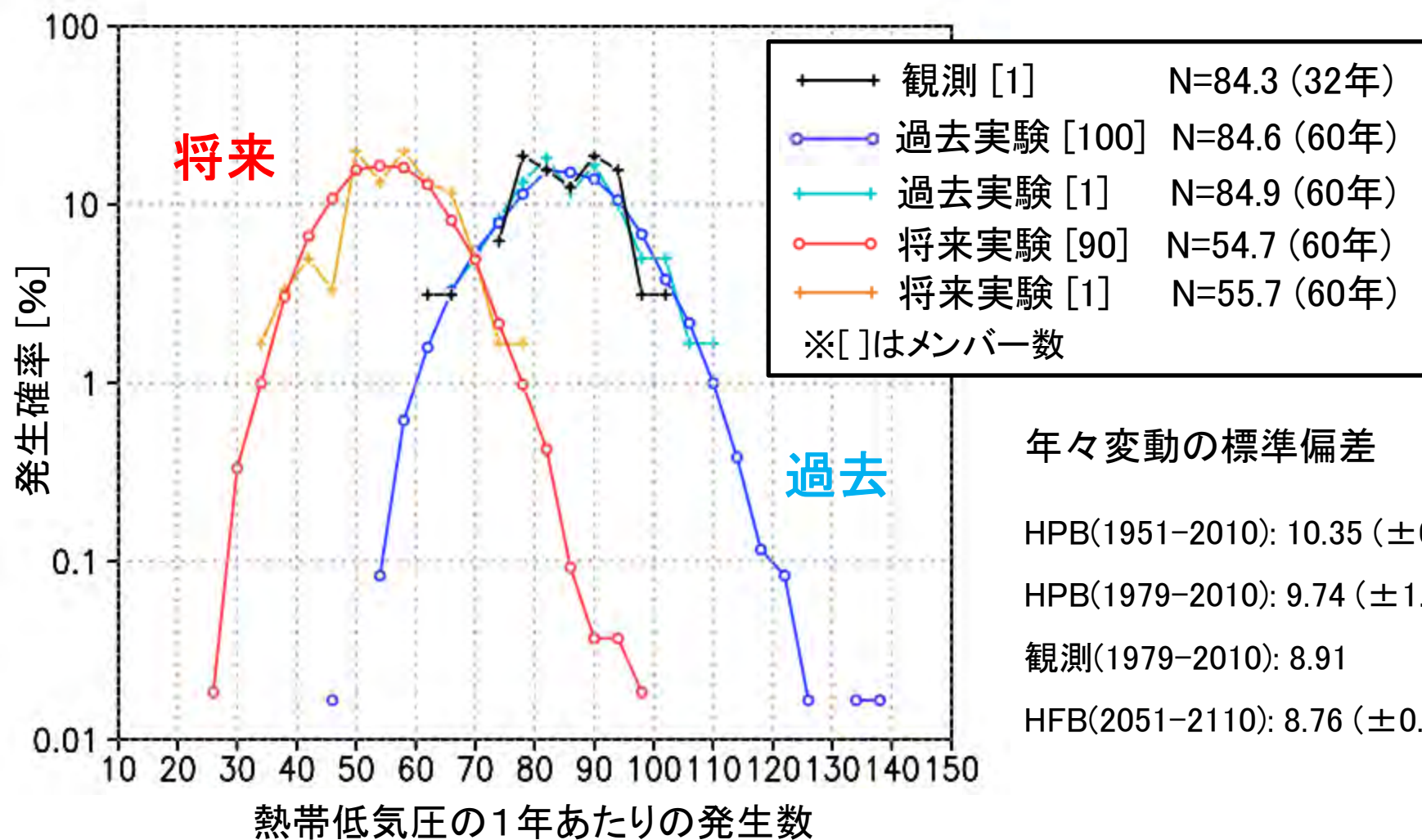
10年に一度の大雪(24時間降雪)



中部日本内陸部における 日降雪量の頻度分布

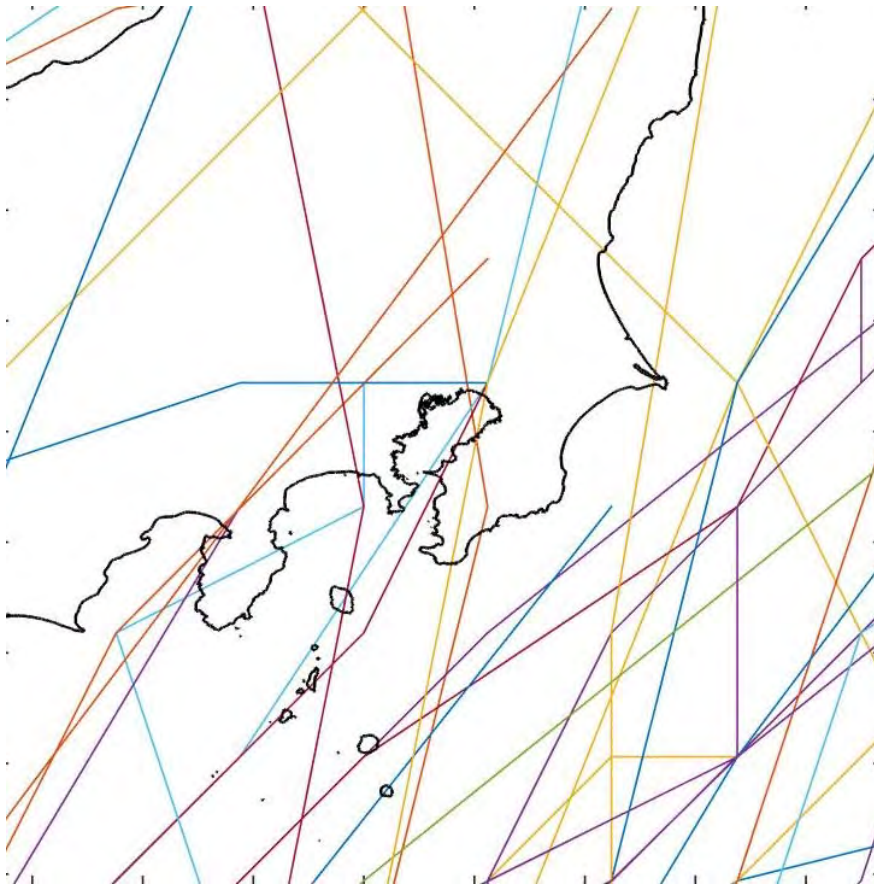


熱帯低気圧の全球年発生数の確率分布

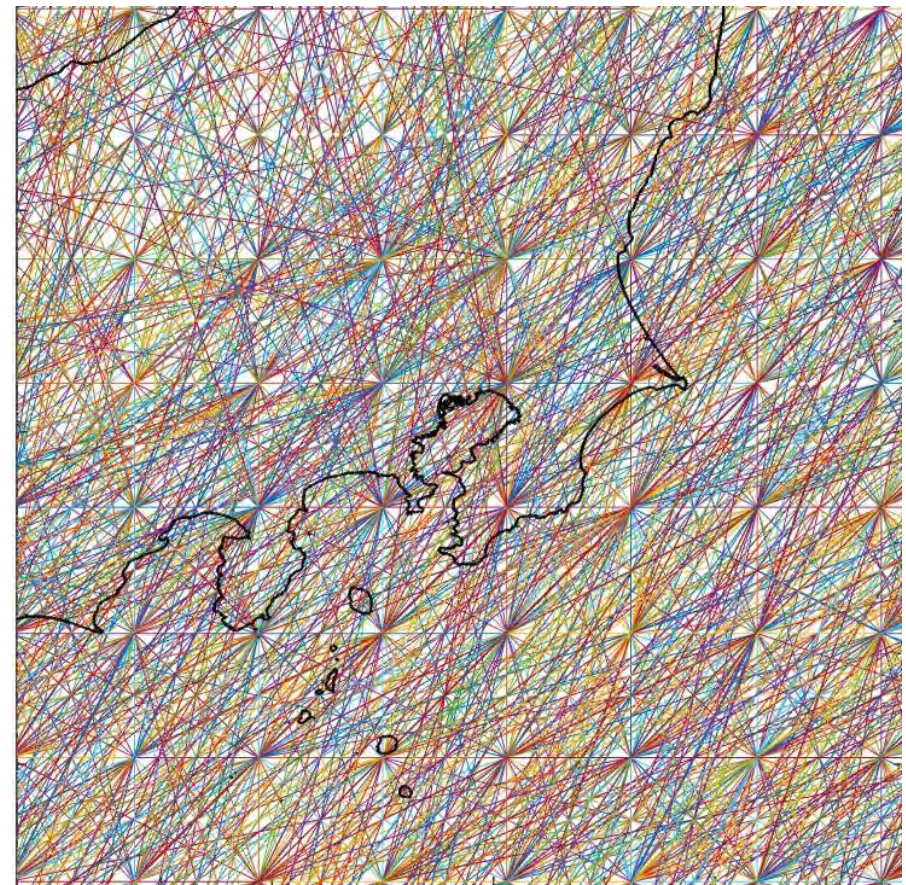


風水害評価に重要な台風の評価は難しい

日本への年平均上陸数2.7個（気象庁）



30年の気候ランによる台風経路



d4PDF現在再現計算(6,000年)

森提供

■ 適応事例



背景：水災害防御施設の考え方

河川・海岸堤防の高さの決め方

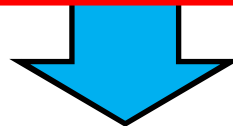
1. 重要度の決定

1. 最大で何年に1回（**再現期間**）という規模の災害を防御するのかを定める

2. **最大外力（水位）**の推定

1. 長期間の雨量（高潮・波浪）観測データからX年に1回の確率規模の日雨量（水位）を求める。
 - ・ 河川の場合：降雨の時空間分布を与え、計画高水位を求める。

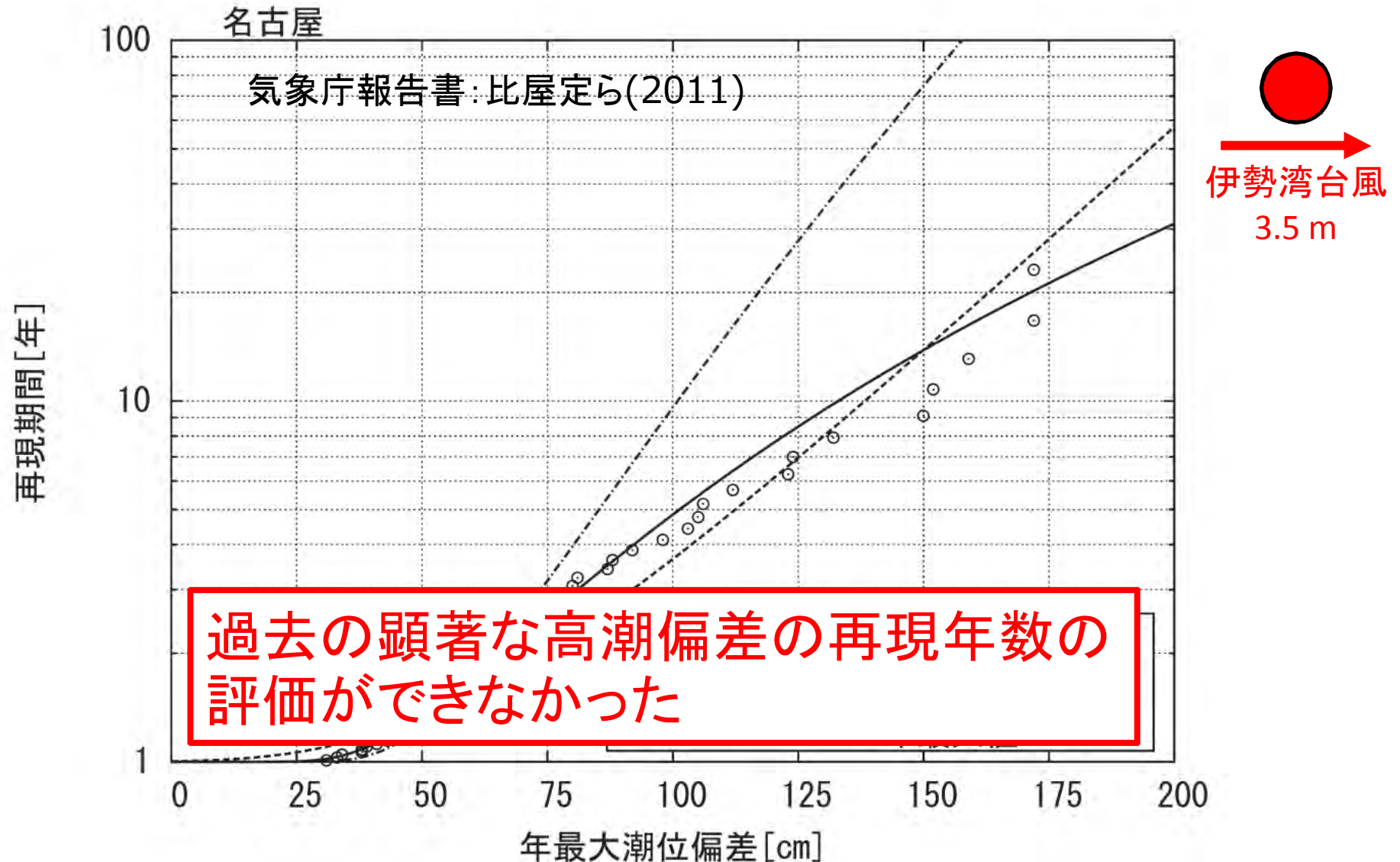
3. 外力に対応した防災施設の外力条件の決定



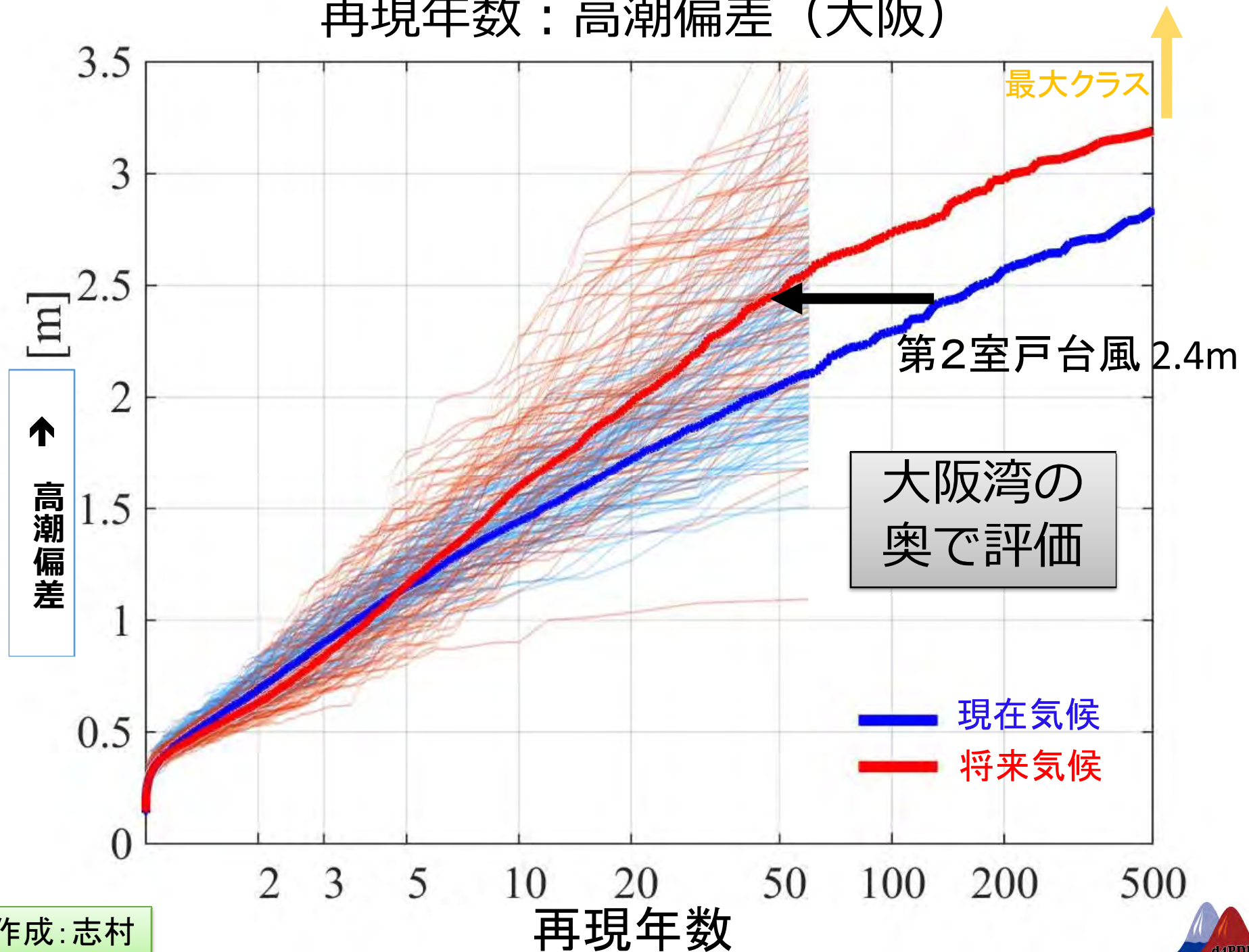
外力（水位）とその再現期間（確率値）
の推定が重要



顕著な水災害の発生頻度は極端に低く 観測データも圧倒的に不足している

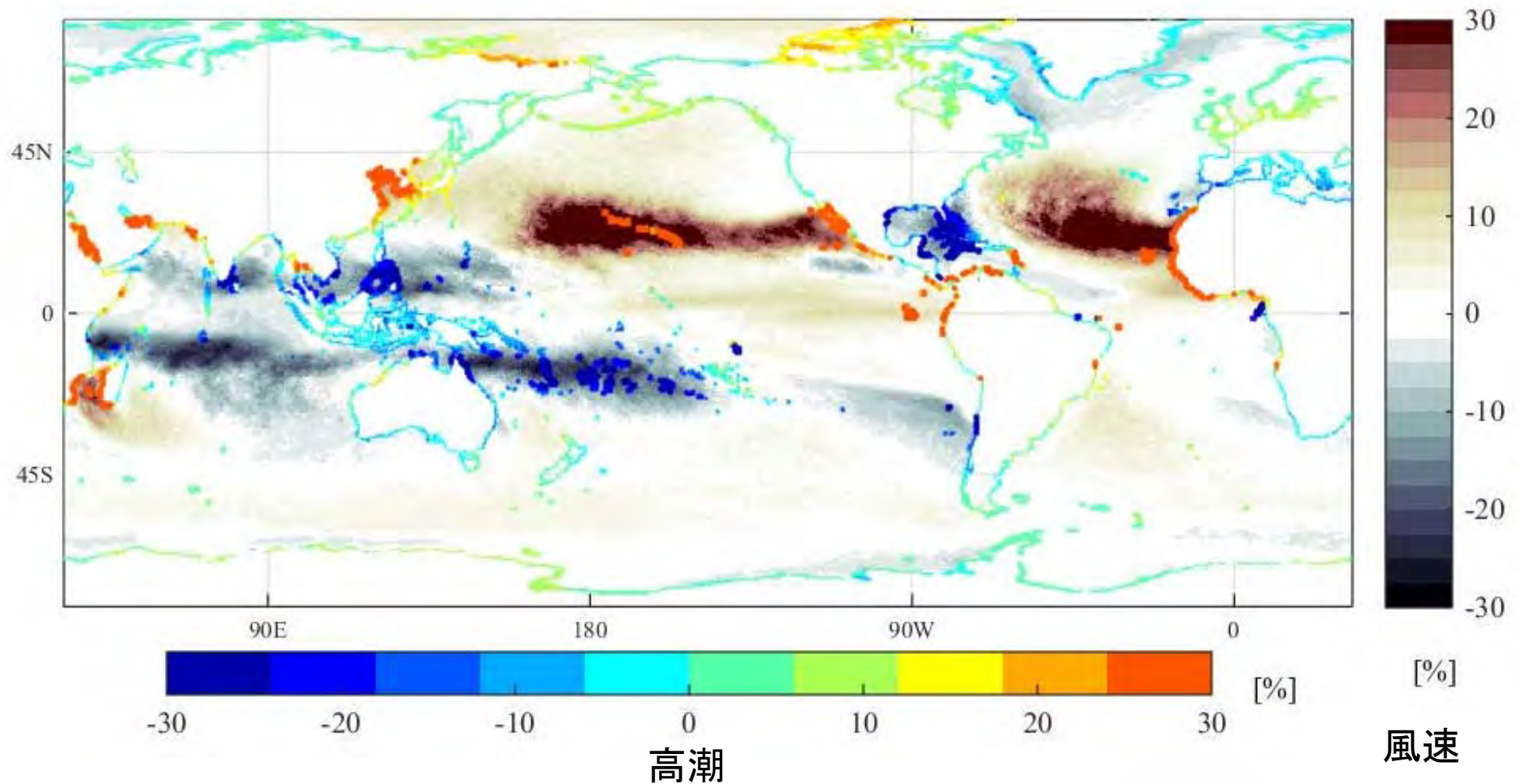


再現年数：高潮偏差（大阪）





将来変化割合：50年確率高潮／風速

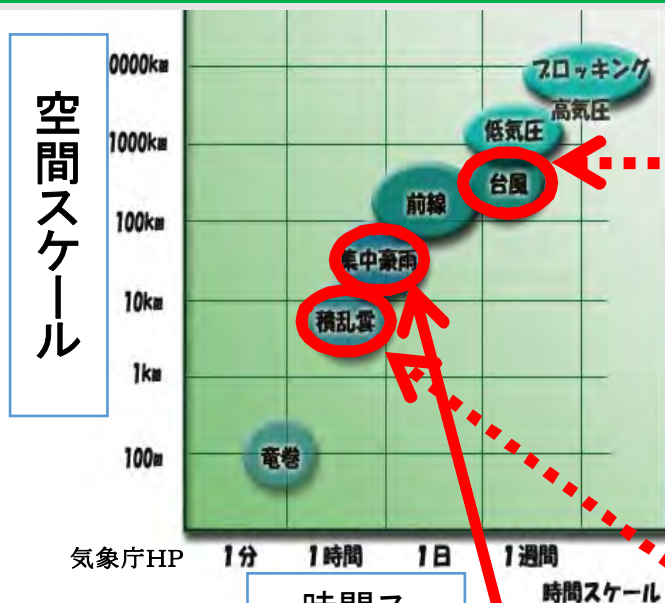


作成：志村



気候変動影響評価が可能な豪雨は?

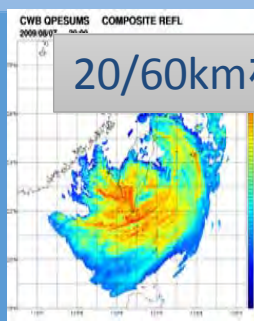
台風



範囲: 1000km

継続時間: 1日から数日

大河川での洪水、大規模水害、土砂災害
2009/08/08 in 台湾



20/60km格子モデル(AGCM20/60)



台湾中央気象局、台湾国家災害防救科技中心

集中豪雨

範囲: 100km

継続時間: 6時間から半
日程度

中・小河川での洪水、内水氾濫、土砂災害
2010/10/20 in 奄美

5km格子モデル(NHRCM05)



南日本新聞 OFFICIAL SITE

ゲリラ豪雨(局地的豪雨)

範囲: 数km

継続時間: 1時間程度

小河川や下水道内での鉄砲水、都市内水氾濫
2008/07/28 at 都賀川 2008/08/05 at 雑司ヶ谷

2km格子モデル(NHRCM02)



都賀川モニタリング映像



共同通信

創生D提
供資料に
一部改変

梅雨期集中豪雨発生の大気場の将来予測

○ 台風よりも小さいシステムで起きる集中豪雨の将来変化は？

○ この間をつなぐために天気図パターン(SLP, WVFL)を見る

○ 集中豪雨そのものを見つけるには5km格子モデルが必要である。

○ 計算コストがかかるため事例数を多くとることができない。

創生C

○ 梅雨期集中豪雨をもたらす天気図は、60km格子モデルでも検出可能。

○ 60km格子モデルの結果ならd4PDFから十分な事例数が得られる。

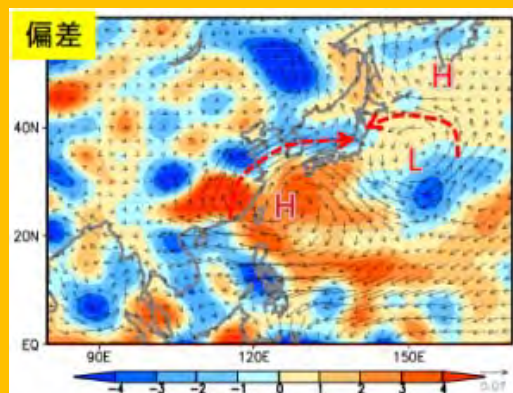
d4PDF



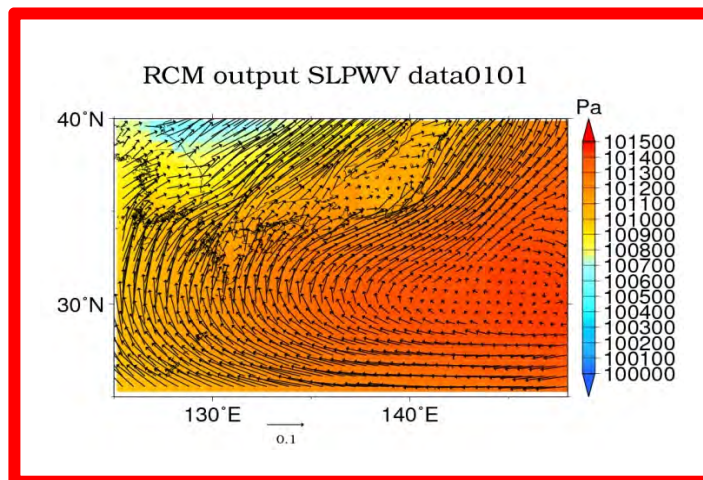
大気場と降雨量：豪雨が生じる大気場の出現頻度

2013年夏は、この大気場の影響で日本海側で集中豪雨が多発した。

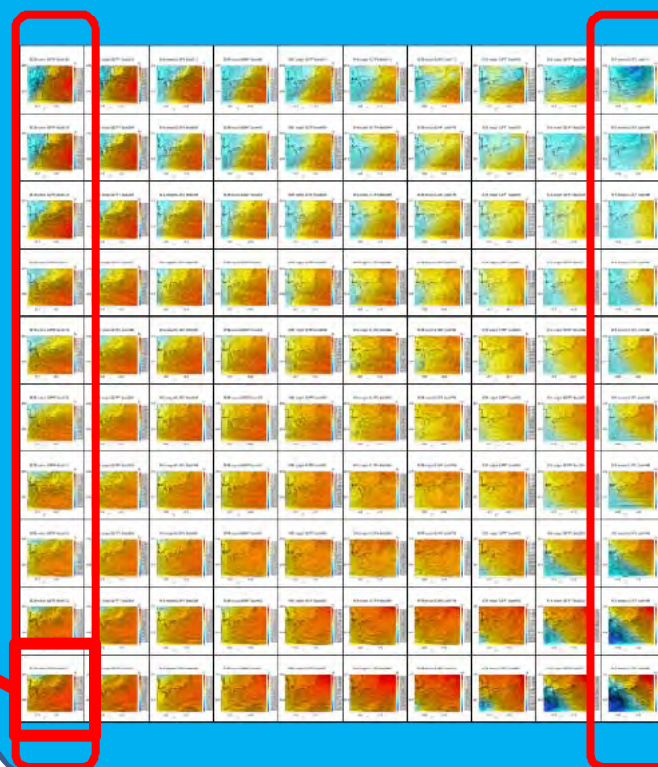
2013年7/1～
8/25で平均した
水蒸気フラックス
の平年差



類似



RCM5kmのアップスケーリング結果の地上気圧・水蒸気流のパターン図





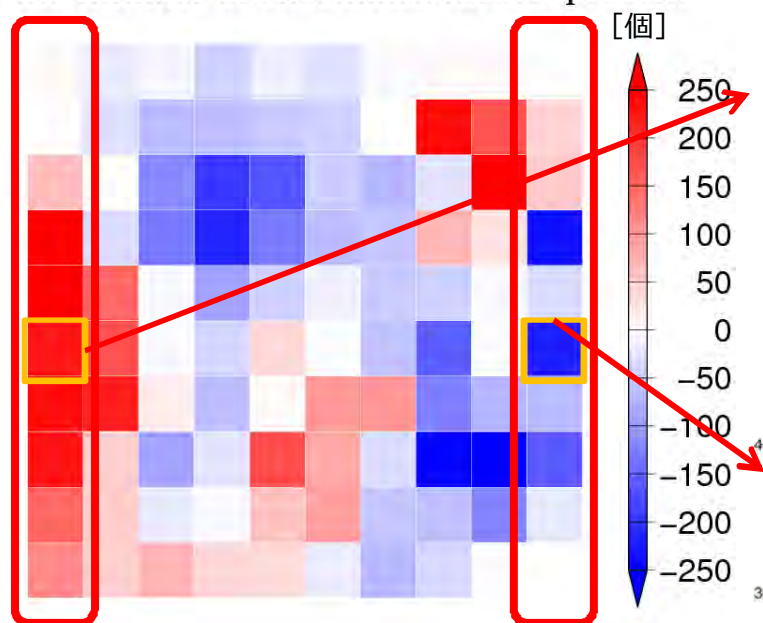
大気場と降雨量：豪雨が生じる大気場の出現頻度

SOUSEI

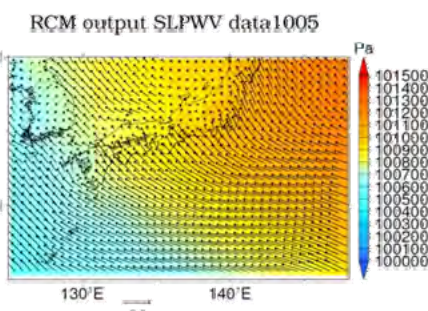
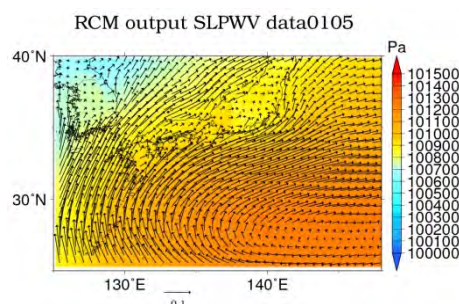
過去気候60年（1951～2010）×100摂動（6000アンサンブル）と
将来気候60年（2051～2110）×15摂動×6温暖化トレンド（5400アンサンブル）の
SLP, WVFLの6～8月平均値を10×10マップ中の最も類似したユニットにプロットした

各ユニットにプロットされたアンサンブル数の過去気候と将来気候の差。暖色のユニットは過去気候と比較して将来気候でプロットされる数が増加

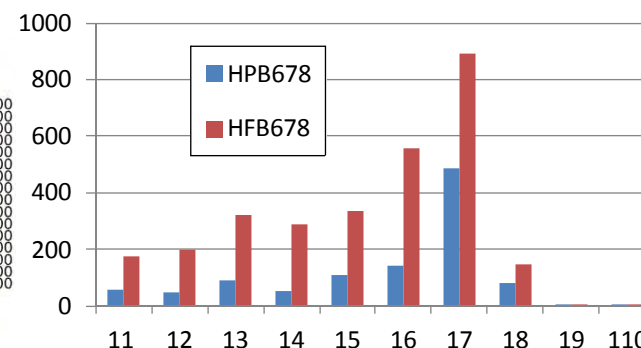
the number of ensembles future-present



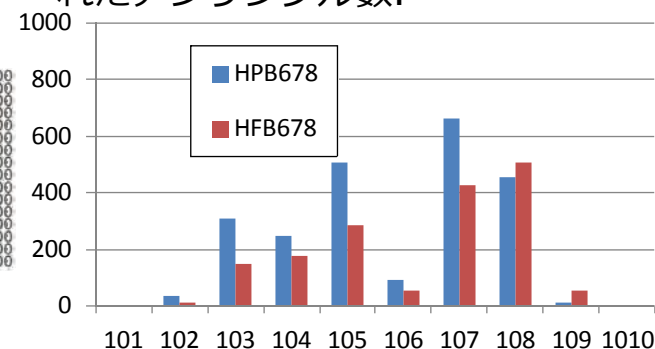
草野・中北・峠（2015）



ユニット(1,1)～(1,10)にプロットされたアンサンブル数。青棒が過去気候の数、赤棒が将来気候の数を表す



ユニット(10,1)～(10,10)にプロットされたアンサンブル数。



あるユニットにプロットされる数が将来気候で増加する
→そのユニットが示す特徴の大気場の出現頻度が増加する



■ まとめ



まとめ

- 気候ハザードをリスク評価に活用する方法は
 - ① 減災の観点→細密モデルによる現象再現
 - ② 防災の観点→適切な解像度によるアンサンブル実験がある。
 - アンサンブル実験の御利益は
 - ① 平均状態のより正確な推定
 - ② 極端事象の確率評価にある。
- 大規模アンサンブル実験としてd4PDFを実施した。



謝辞

- d4PDFの計算は、海洋研究開発機構・地球シミュレータ特別推進課題において、地球シミュレータを用いて実施しています。
 - また地球環境情報統融合プログラムの協力を得て、データ統合・解析システム DIAS上でデータを公開しています。
- ➔ 関係諸機関に感謝いたします。