

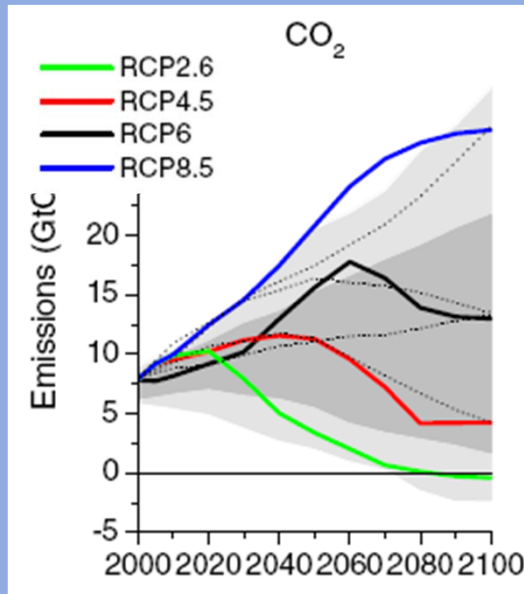
全球データセットにおける 極端気象将来変化

水田亮¹・吉田康平¹・塩竈秀夫²・荒川理³・遠藤 洋和¹・石井正好¹・
今田由紀子¹・森正人⁴
(¹気象研・²環境研・³筑波大生命環境・⁴東大大気海洋研)

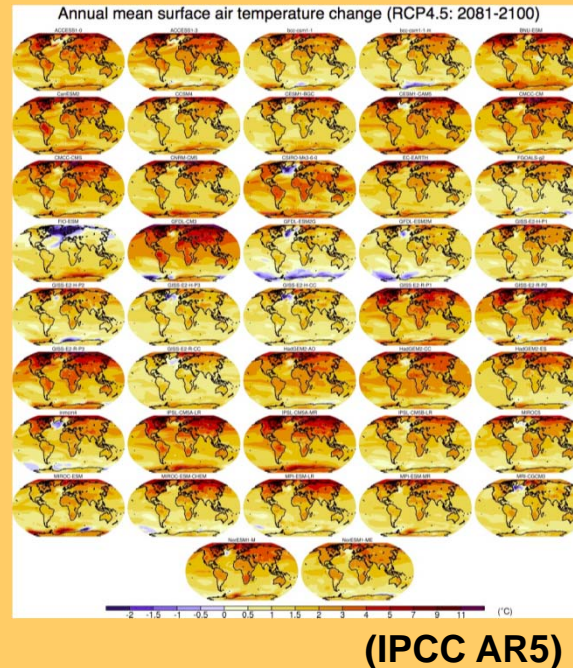


■ 気候モデルを用いた地球温暖化予測における不確実性

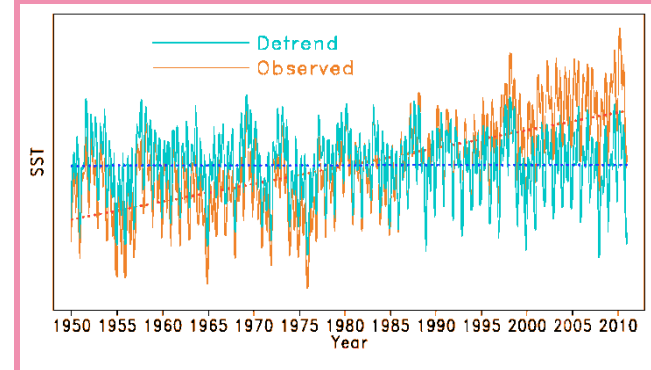
排出シナリオ



気候モデル



内部変動



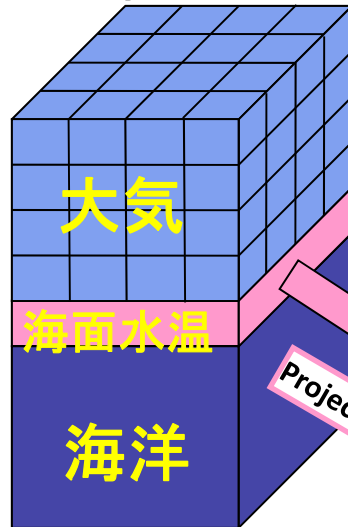
発生頻度の低い異常天候や
極端気象の変化の不確実性
を十分に評価できていない。

Global, Large-scale: CMIP5実験
Extremes, Regional-scale: 60kmモデル実験
(創生プロC実験 + 環境省・気象庁 気候変動予
測データ)でカバー。

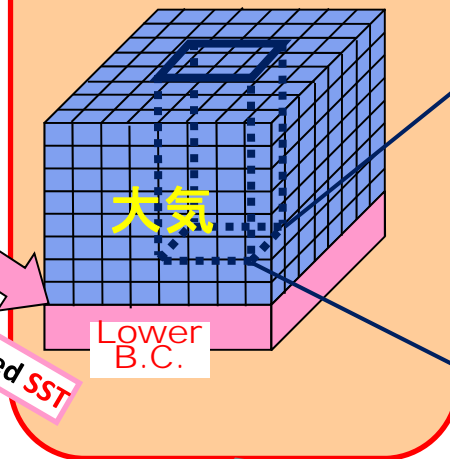
高解像度・
大量アンサンブルで
統計情報が必要
= 今回のターゲット

■ 60km全球大気モデル

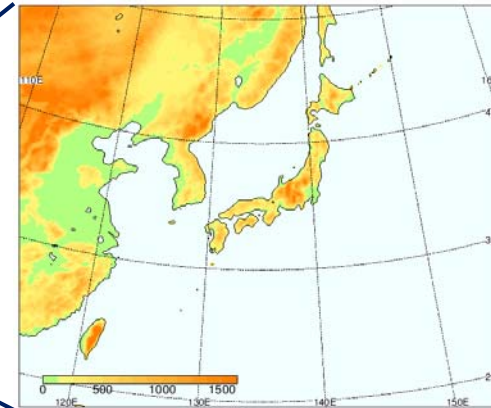
CMIP 地球システムモデル



60km 全球大気モデル



20km領域気候モデル

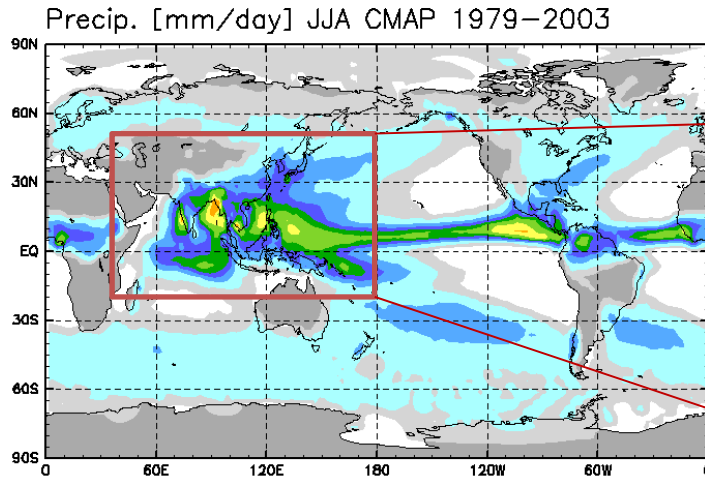


気象研究所大気大循環モデルMRI-AGCM3.2 (Mizuta et al. 2012)

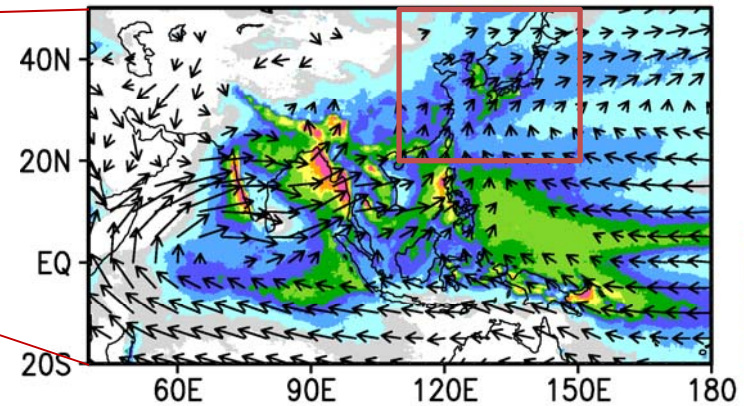
- 60kmの選択理由
 - 熱帯低気圧を現実的に再現できる高解像度
 - かつ地球シミュレータで大量アンサンブルを実行できる
- 気象研60kmモデルの過去の使用実績
 - 文部科学省「21世紀気候変動予測革新プログラム」
 - 文部科学省「気候変動リスク情報創生プログラム」
 - 環境省・気象庁「地域気候変動予測データ」

■ モデルの気候再現: 6-8月降水量

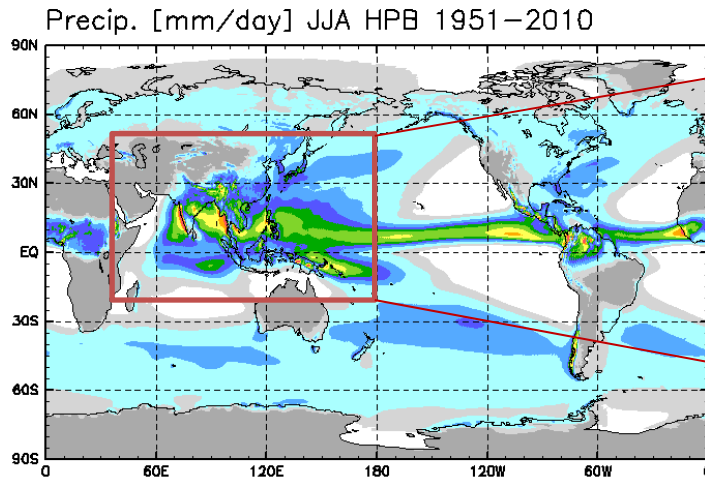
観測



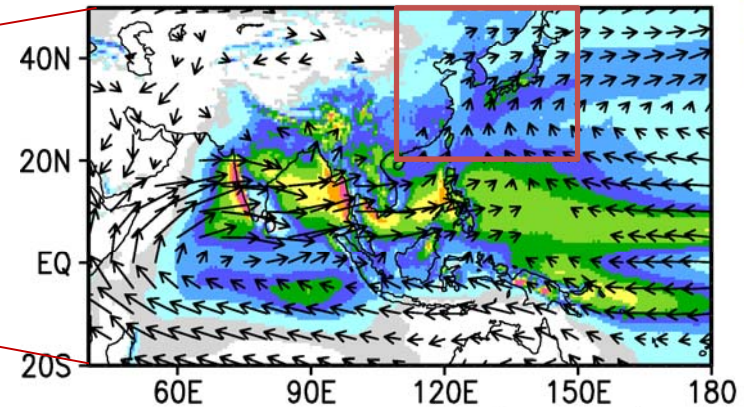
Precip+Wind850 JJA
TRMM+JRA55



60km
モデル
+
観測
海面水温



HPB

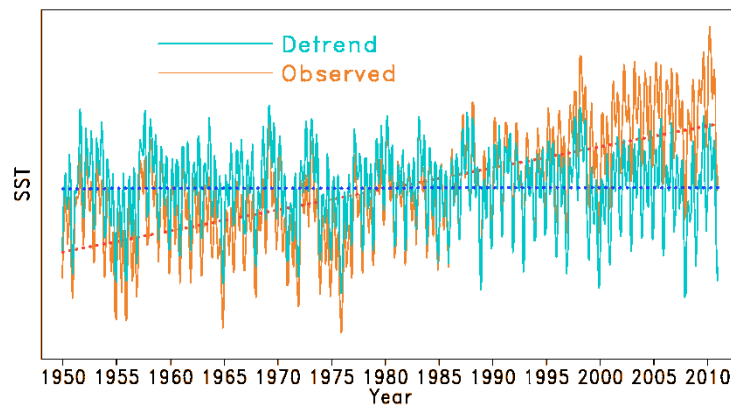


vec_min=2
15

Arrows: 850hPa wind

■ 実験設定1

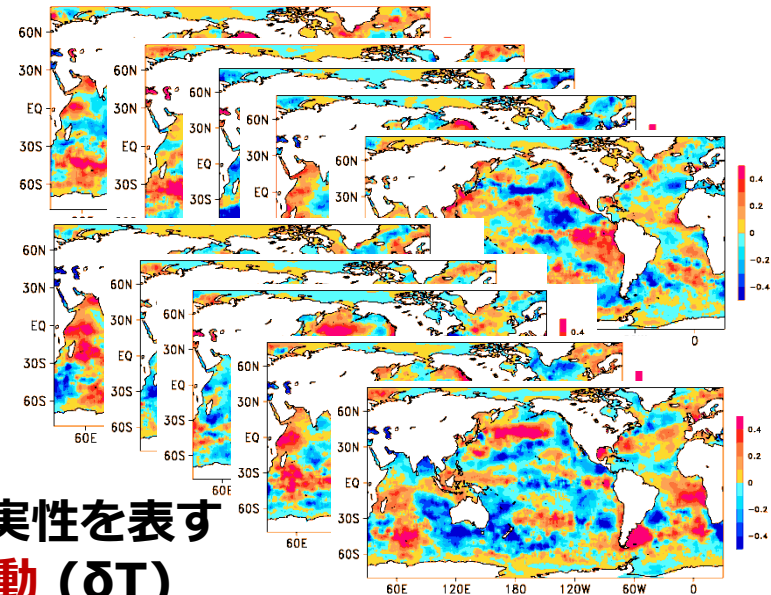
- 過去実験: 1951–2010 の**60年**、**100メンバー**
 - 海面水温は観測データ(COBE-SST2)に時空間的に連続な100種類の摂動を加算
 - 摂動は観測の不確実性 (解析誤差) の情報から生成
- 非温暖化過去実験: 1951–2010 の**60年**、**100メンバー** (計算中)
 - 過去実験において温暖化トレンドを除いたSSTを使用



温暖化トレンドを含む
過去**60年**の時間変動
(**赤線**;COBE-SST2)

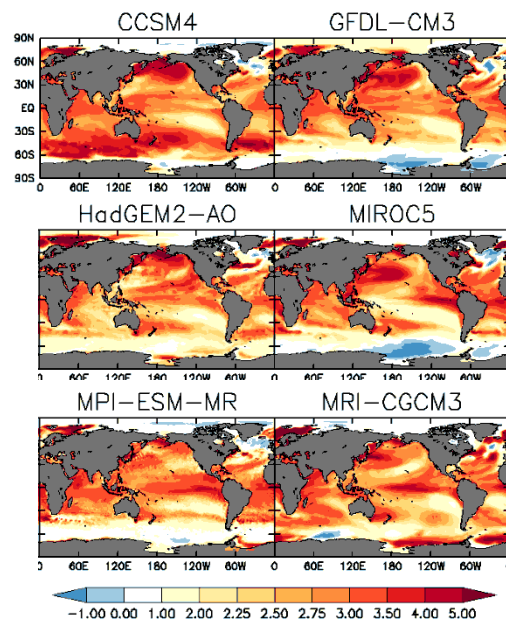


観測不確実性を表す
100摂動 (δT)



■ 実験設定2

- 将来実験: 産業革命前から**4°C**昇温した状態を**60年**、 $6 \times 15 = \mathbf{90}$ メンバー
 - 海面水温の温暖化パターンとして、CMIP5の6種類のCGCMで地上気温が4°C上昇したときの海面水温変化を算出し、温暖化トレンドを除いた過去60年の海面水温に上乘せ
 - 過去実験と同様の摂動を15種類
 - 温室効果ガス濃度はRCP8.5シナリオの2090年相当



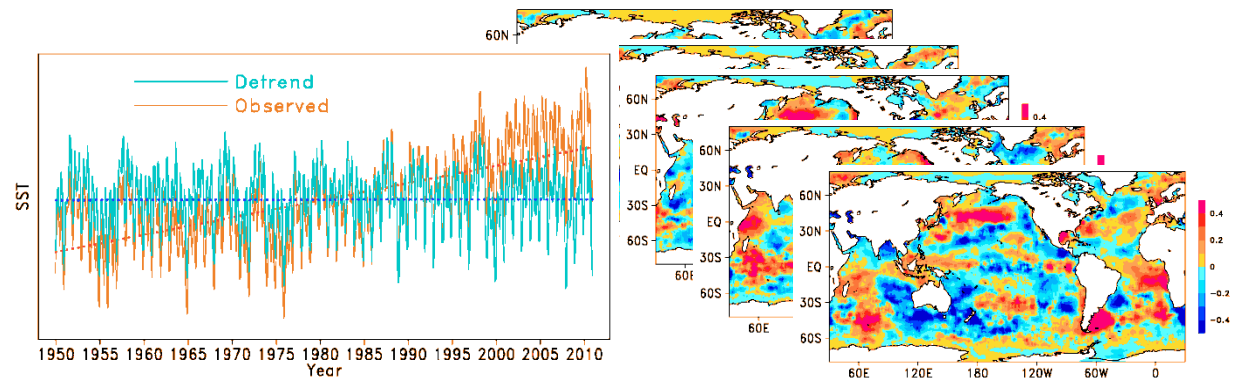
6種の温暖化
パターン(CMIP5)
(ΔT)



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

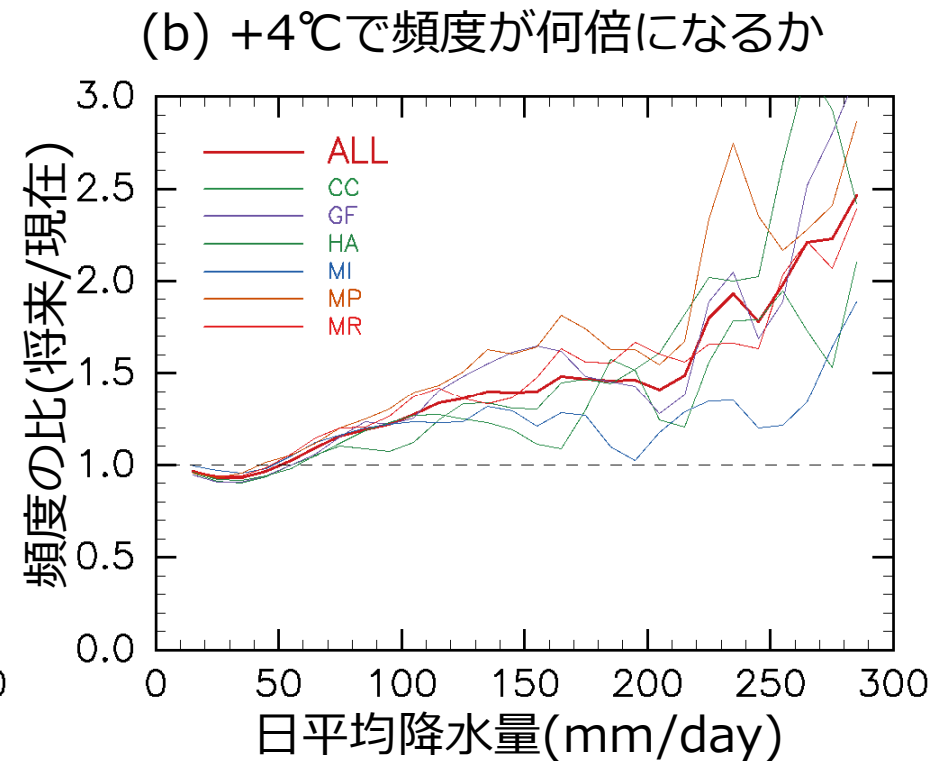
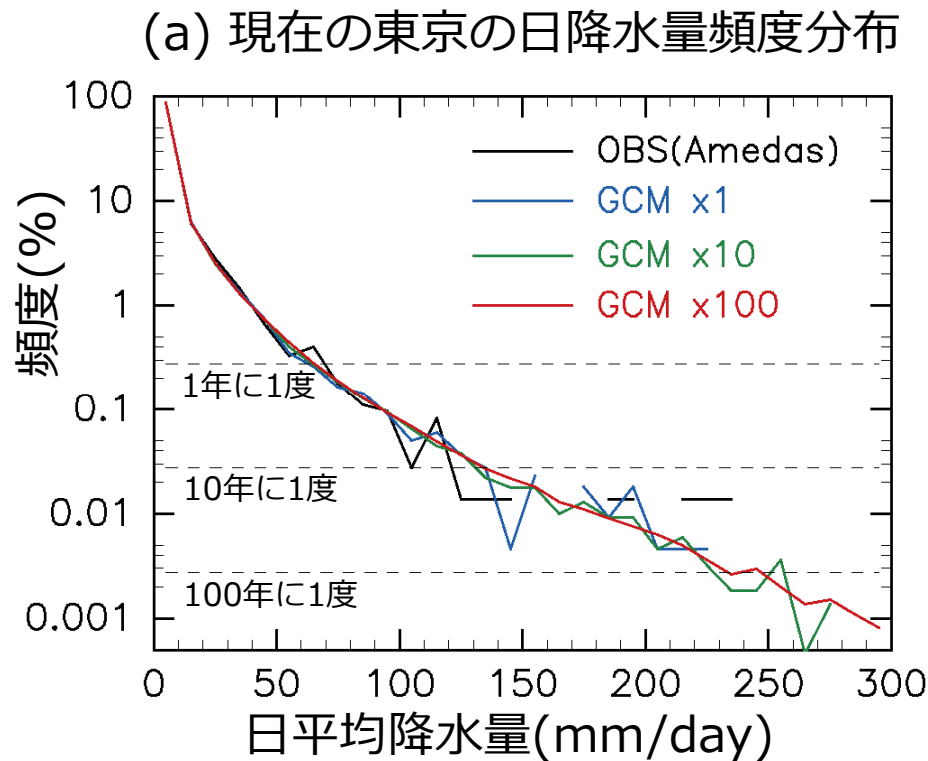


観測不確実性を
表す**15**摂動
(δT)



■ 大規模アンサンブルのメリット: 東京での日降水量頻度分布

- アメダス観測(黒線)や単独の実験(青線)では直接算出できないような「100年に一度」(0.003%)の大雨を、100アンサンブル(赤線)では直接算出可能になる。
- 将来実験では、強い降水ほどより増加している。



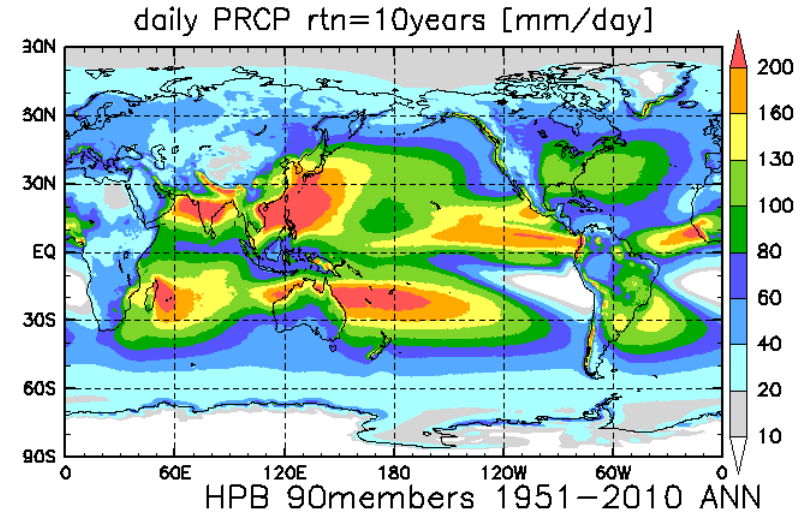
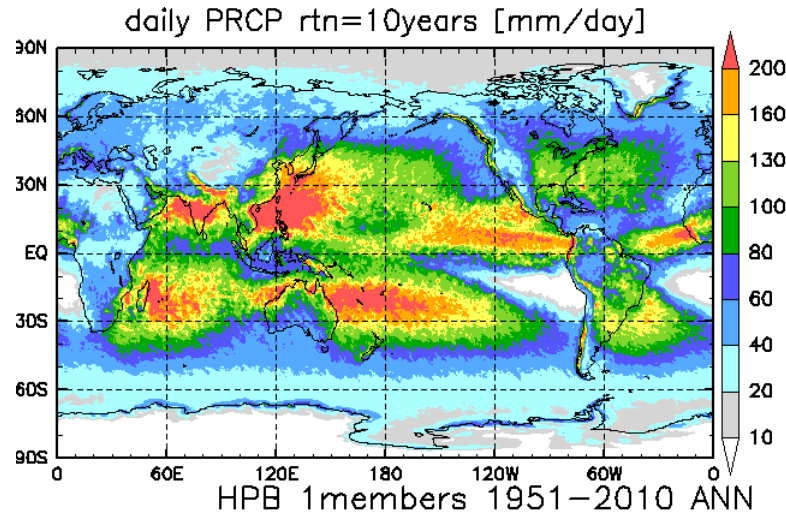
■ 10年に1度の日降水量

メンバー数を増やすことによって、よりはっきりした増減の分布が得られる。

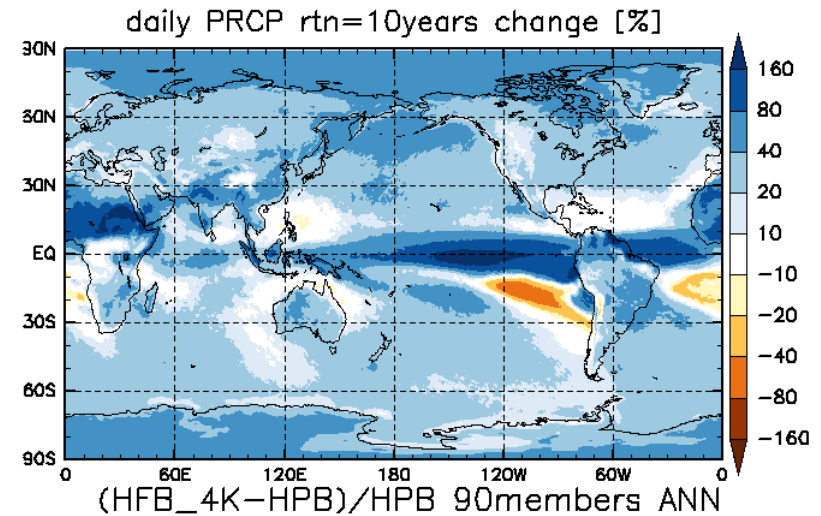
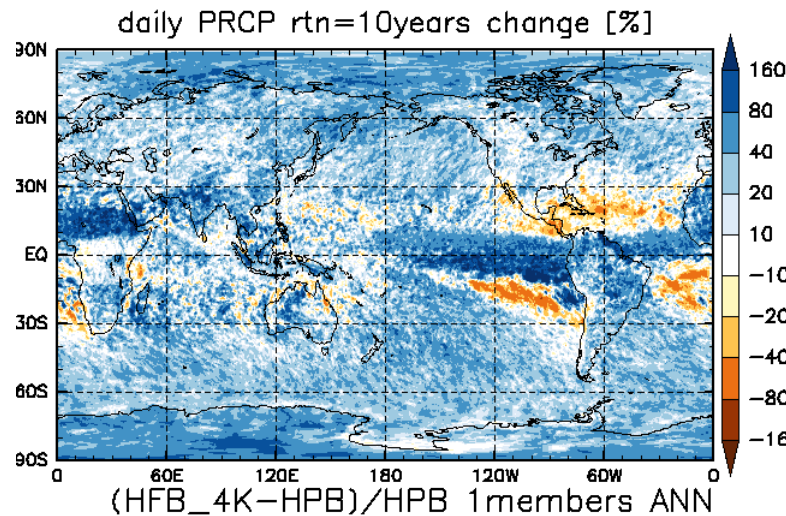
1メンバー

90メンバー

過去
実験

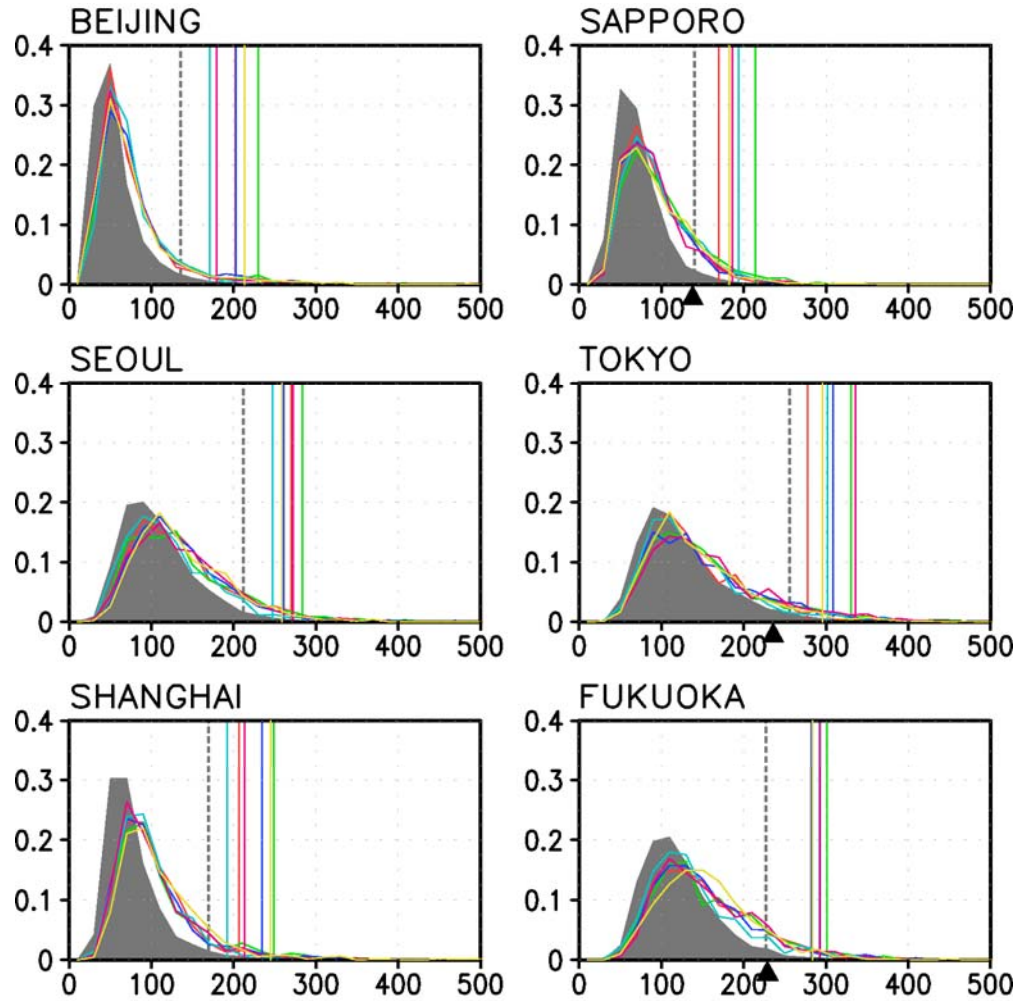


将来変
化率(%)



■ 地点別の変化

年最大日降水量の確率分布



[mm]

HPB
 HFB_4K_CC HFB_4K_MI
 HFB_4K_GF HFB_4K_MP
 HFB_4K_HA HFB_4K_MR

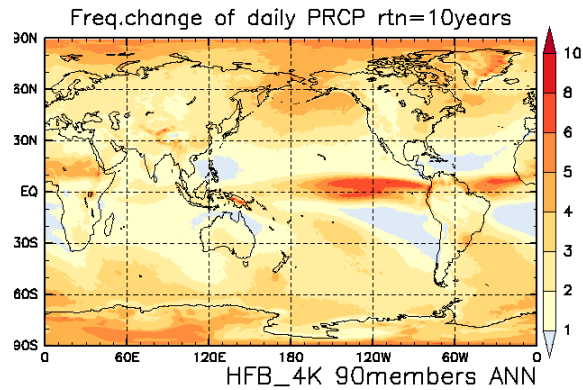
- 灰色陰影： 現在気候(100メンバー)
- カラー線： 将来気候(各15メンバー)
- 縦線： 30年確率日降水量
- ▲： 観測データ(1901~2014年)に基づく30年確率日降水量(Gumbel分布)

- いずれの Δ SSTパターンにおいても極端な降水頻度が増加。
- 30年確率日降水量の増加率は数10%前後。

■ XX年に1度の日降水量

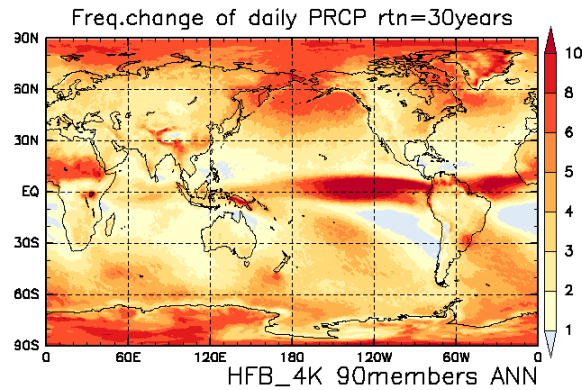
まれな現象ほど、将来実験での増加が大きい。

Once in 10 years



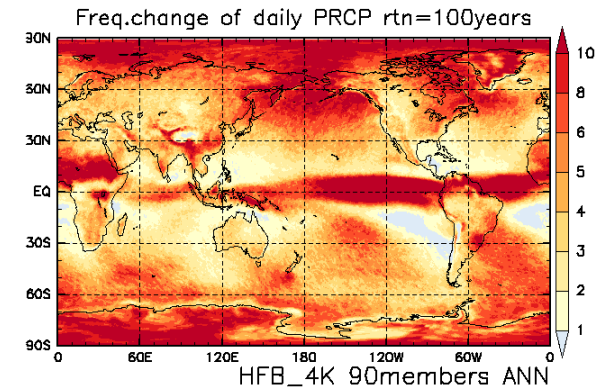
過去10年に一度の大雨が
将来10年に何度発生するか

Once in 30 years



過去30年に一度の大雨が
将来30年に何度発生するか

Once in 100 years

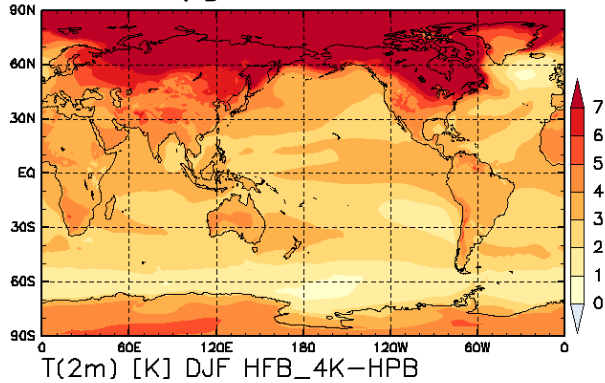


過去100年に一度の大雨が
将来100年に何度発生するか

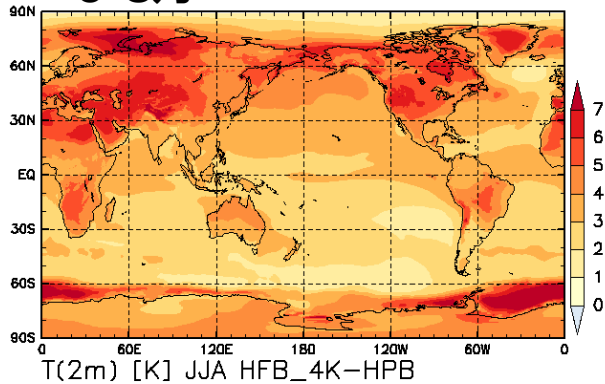
■ 気温の変化

平均気温

12-2月



6-8月



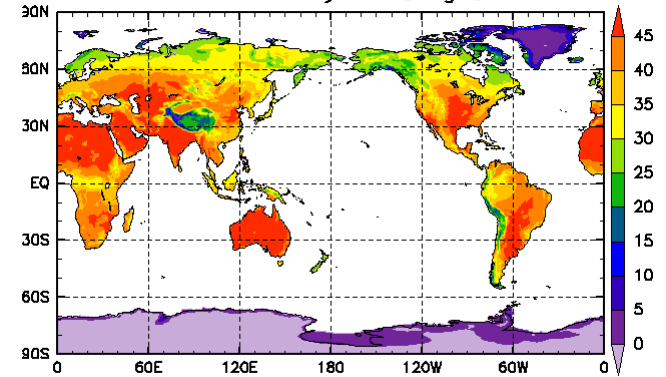
最高気温

過去実験での、
30年に1度の最高気温

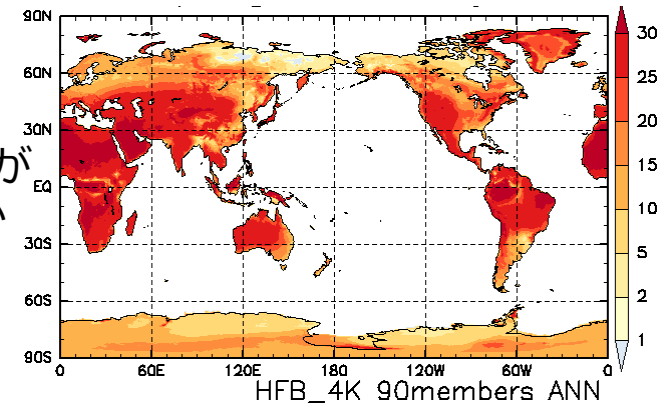
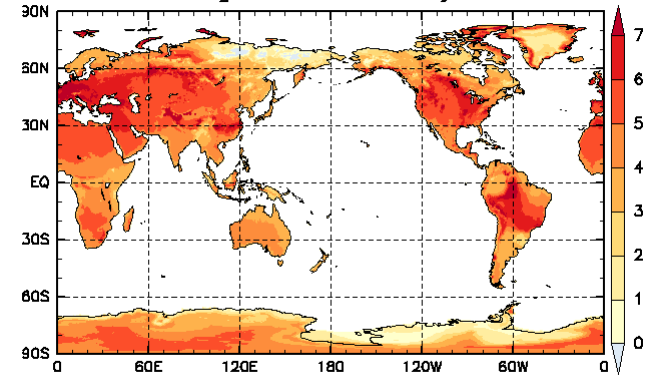
30年に1度の最高気温の
[将来実験]-[過去実験]

過去の30年に1度の高温が
将来の30年に何回あるか

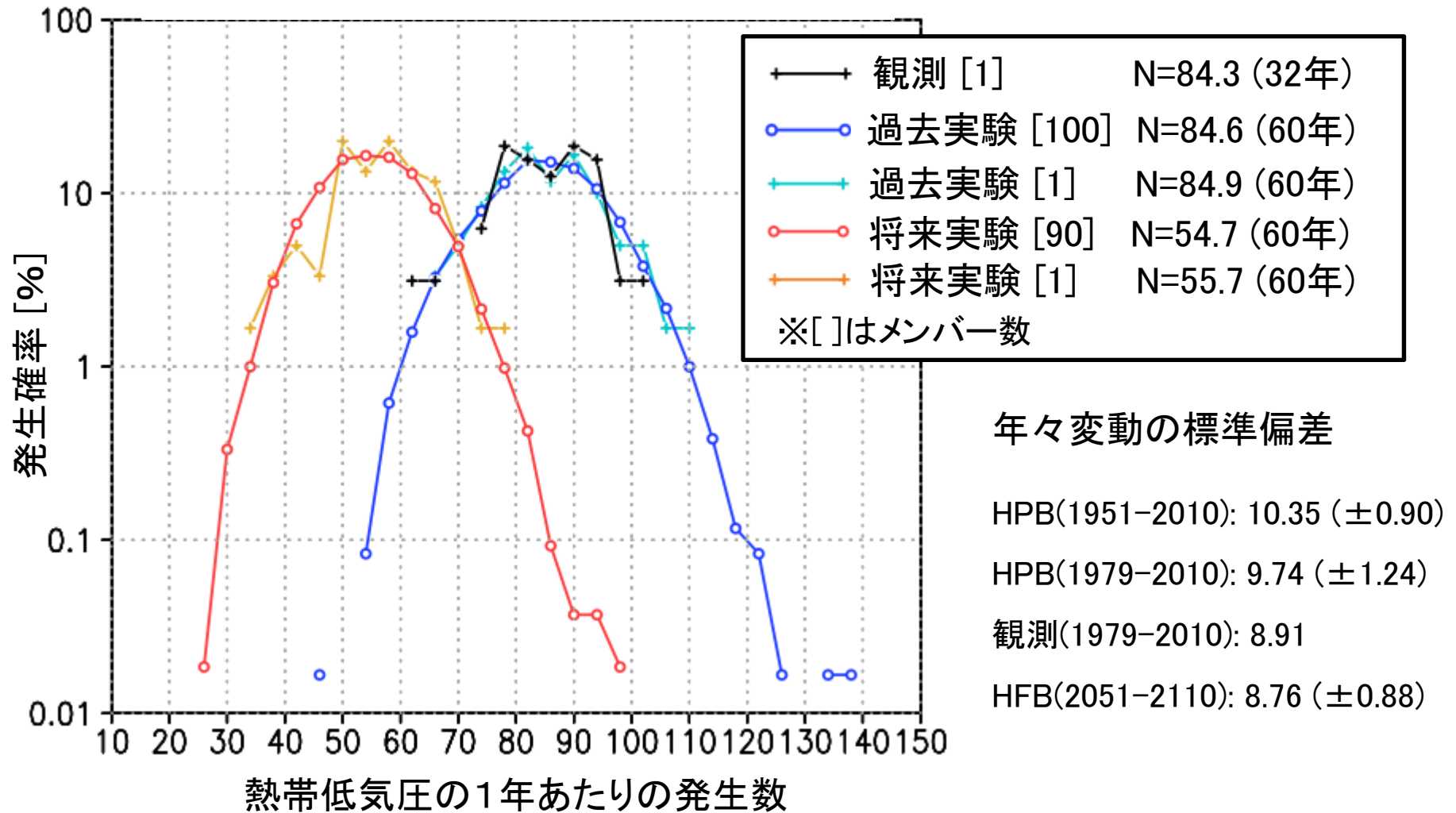
Tsfc rtn=30years [degC]



Change of Tsfc rtn=30years



■ 熱帯低気圧全球年発生数の確率分布

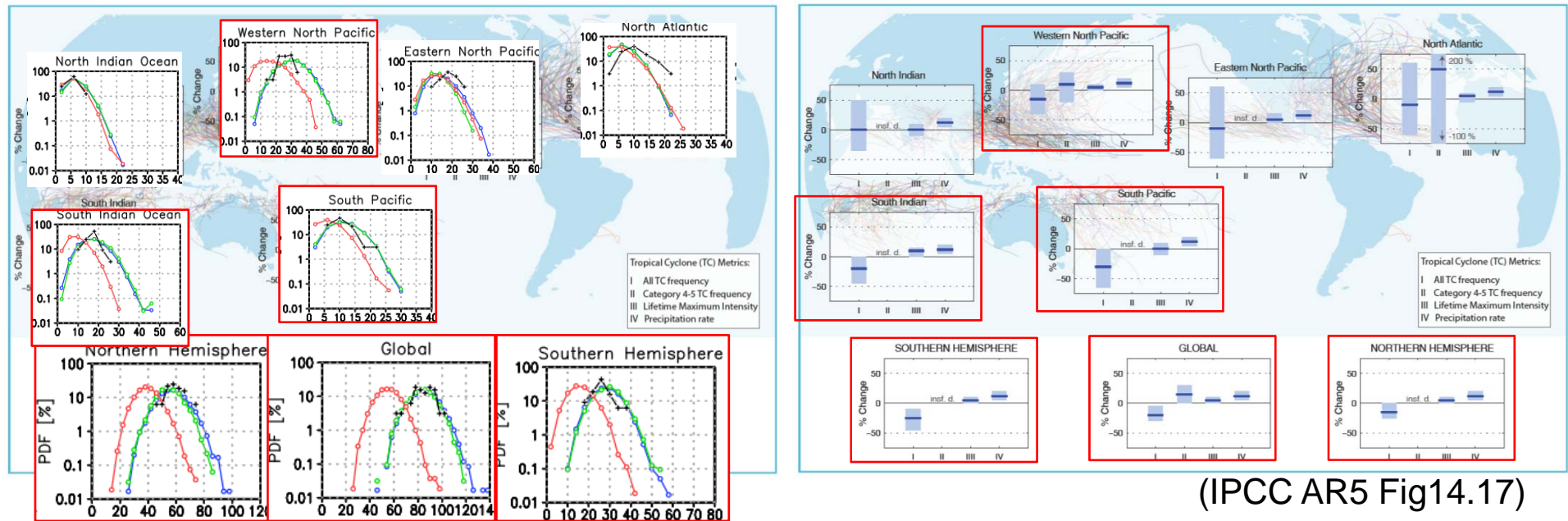


(吉田 康平)

■ 熱帯低気圧地域別発生数の確率分布

- 発生数の将来変化は西太平洋、南インド洋、南太平洋で明瞭
- IPCC評価報告書と有意性が高いところが概ね一致

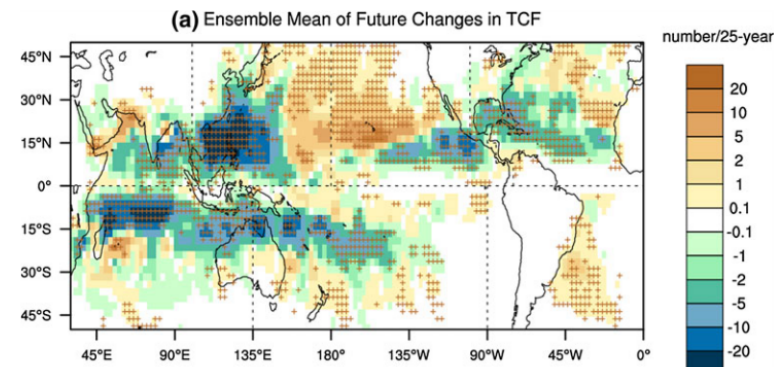
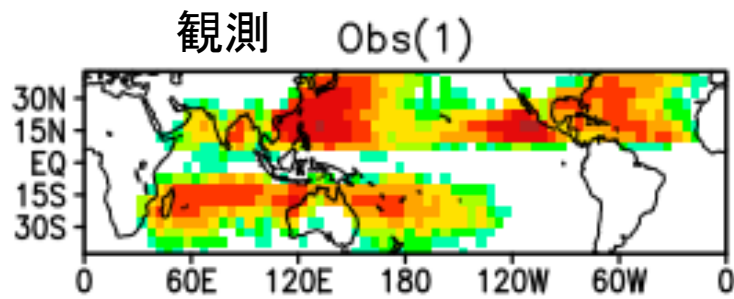
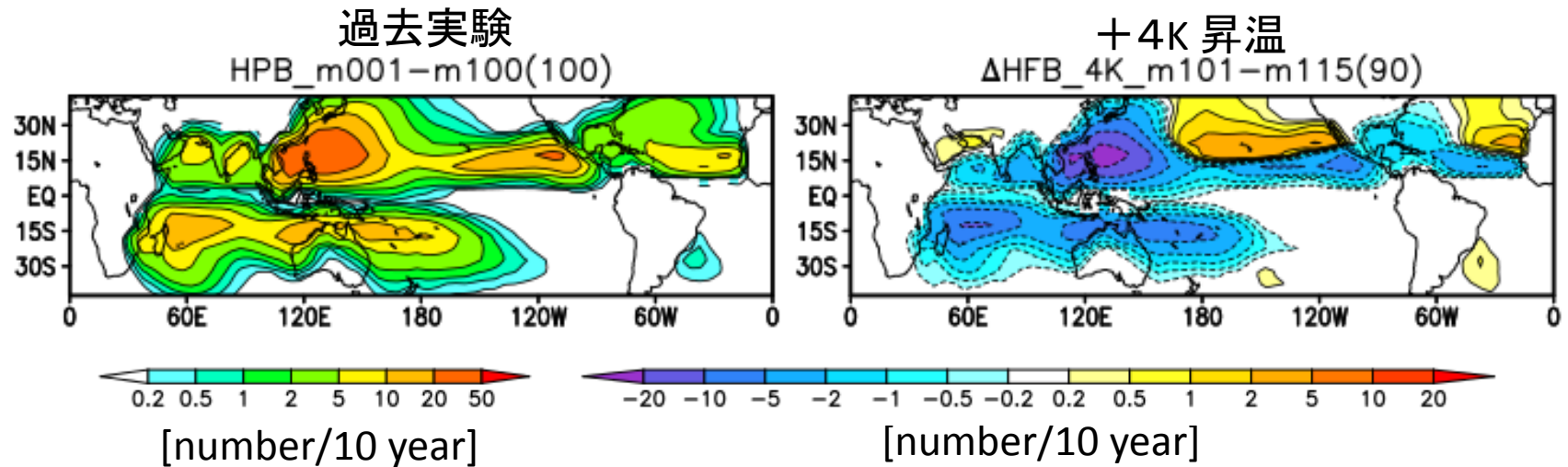
熱帯低気圧の地域別発生数



- 1951-2010 [100]
- 1979-2010 [100]
- +4K [90]
- OBS [1]

■ 熱帯低気圧の通過頻度

- 過去実験で、観測の分布をおおむねよく再現している。
- 将来実験では西太平洋を中心に減少、中央～東太平洋北部を中心に増加。
- これまでよりなめらかな分布が得られる。

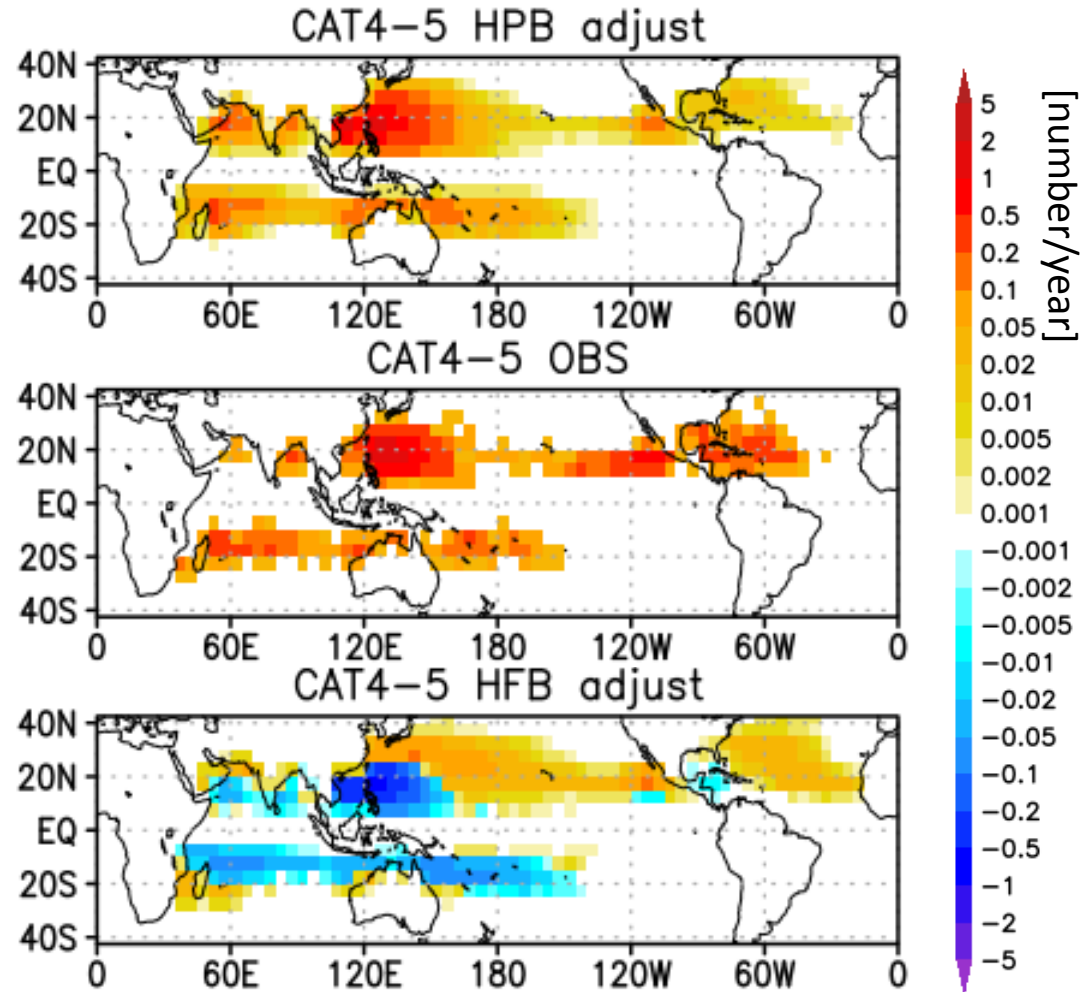
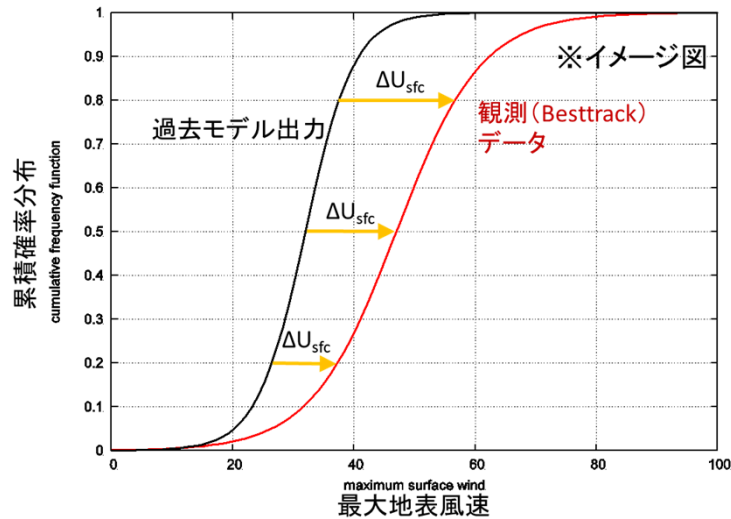


Murakami et al. (2012)

(吉田 康平)

■ 強い熱帯低気圧の変化

- 強い熱帯低気圧は60kmモデルでは十分表現できないので補正を行う。
- 北大西洋・東太平洋・西太平洋の高緯度寄りで増加傾向

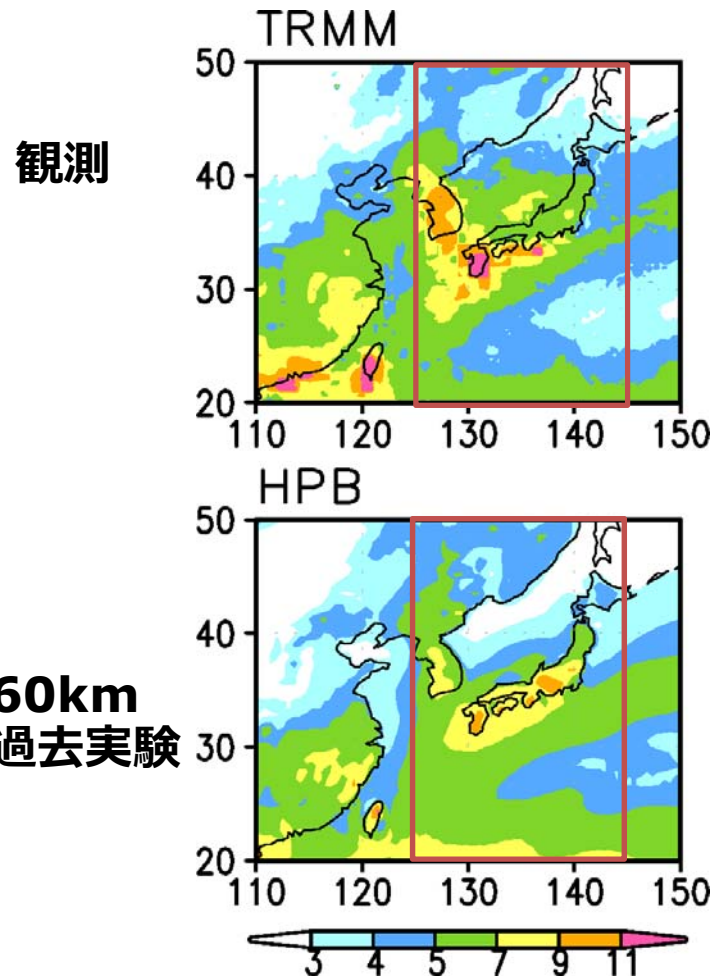


(吉田 康平)

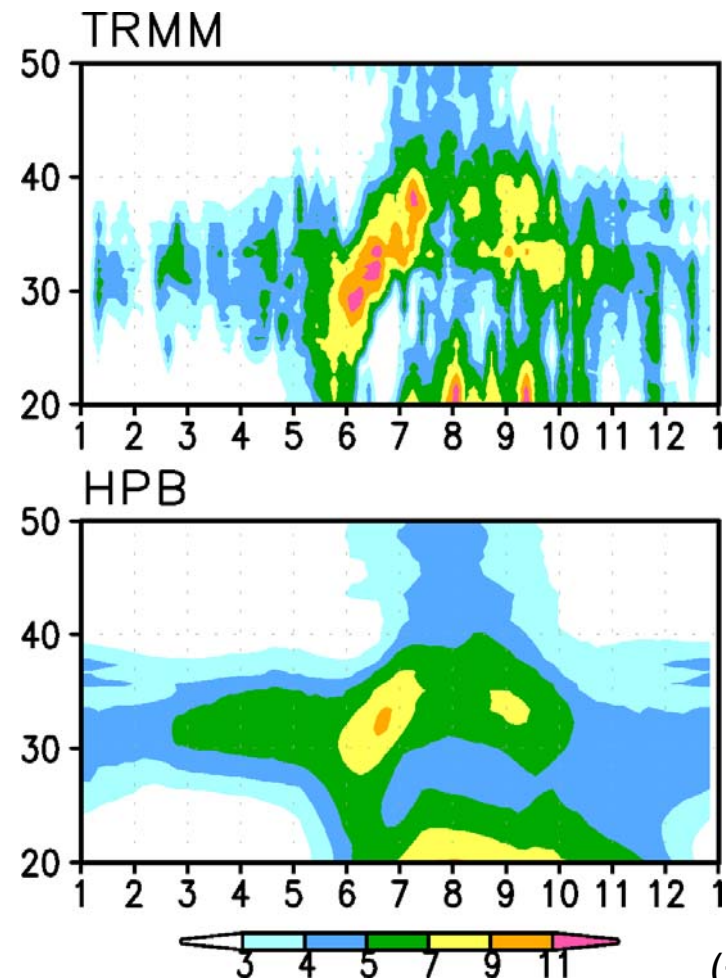
■ モデルの気候再現: 東アジア

- 梅雨と秋雨を再現するがやや少なめ。
- 冬季～春季の北緯30-35度付近では過大。

6-8月降水量



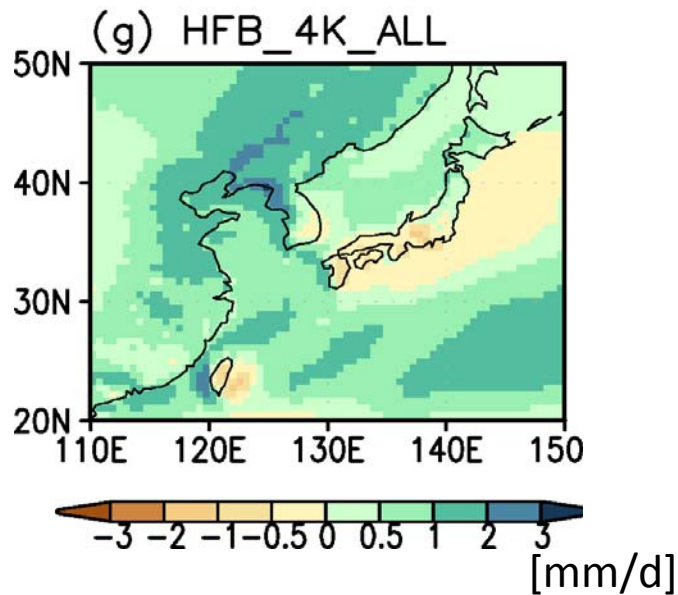
125E-145Eの季節進行



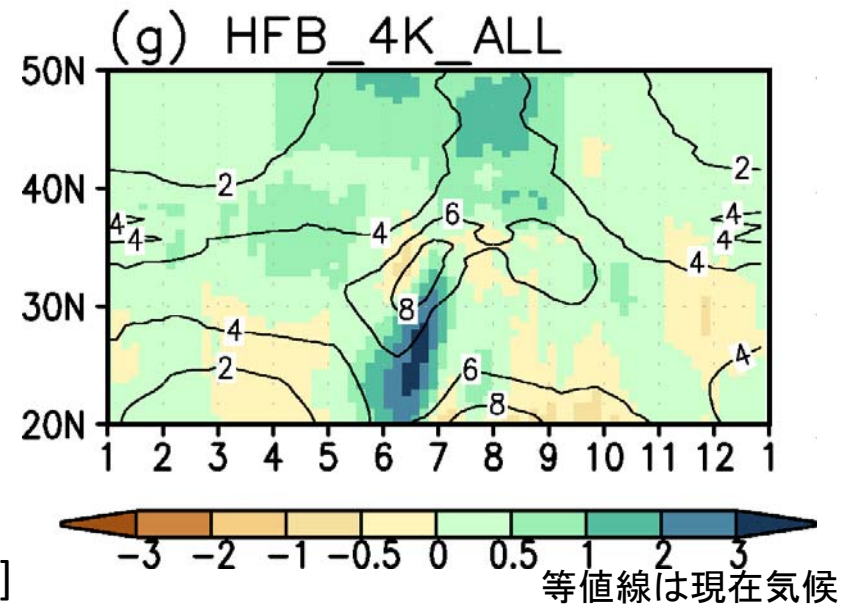
■ 梅雨の変化

- 梅雨前線は6月は南偏、7月は偏差不明瞭。
- 夏の降水量は東アジアでは概ね増加。日本の太平洋側～東海上で減少。

6-8月降水量



125E-145Eの季節進行

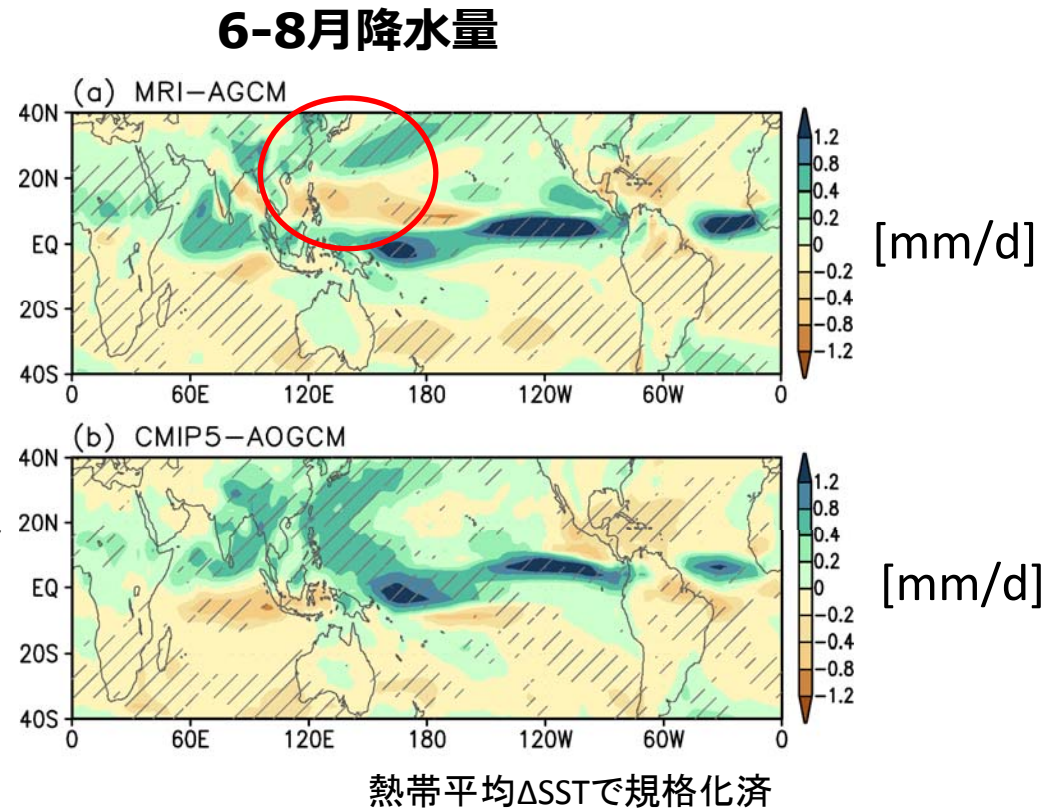


■ CMIP5モデルとの変化の違い

- 大規模な変化分布はMRI-AGCMとCMIP5-AOGCMで一致するが、北西太平洋は例外。

60kmモデル
(90メンバー)

CMIP5結合モデル
(6モデル)



(遠藤 洋和)

■ まとめ

- 熱帯低気圧などもある程度現実的に表現できる60km全球大気モデルを用い、これまでになく多数のアンサンブル実験を行った。
- 発生頻度の低い異常天候や極端気象について、将来変化の不確実性を議論できるデータベースを作成した。

- 極端降水
 - 100年に1度程度の日降水量まで直接算出可能。
 - 日降水量が大きい極端降水ほど、頻度の増加が大きい。
- 極端気温
 - 30年に1度の最高気温の上昇が平均気温上昇を上回る場所も見られる。
- 熱帯低気圧
 - 熱帯低気圧の年発生数の確率分布・通過頻度の変化分布が得られる。
 - 補正により強い熱帯低気圧が変化する場所も推定が可能になる。
- 梅雨・モンスーン
 - 夏季の降水量は東アジアでは概ね増加。
 - 日本の太平洋側での減少など、CMIP5結合モデルの結果と一致しない部分もあるので利用には留意が必要。