

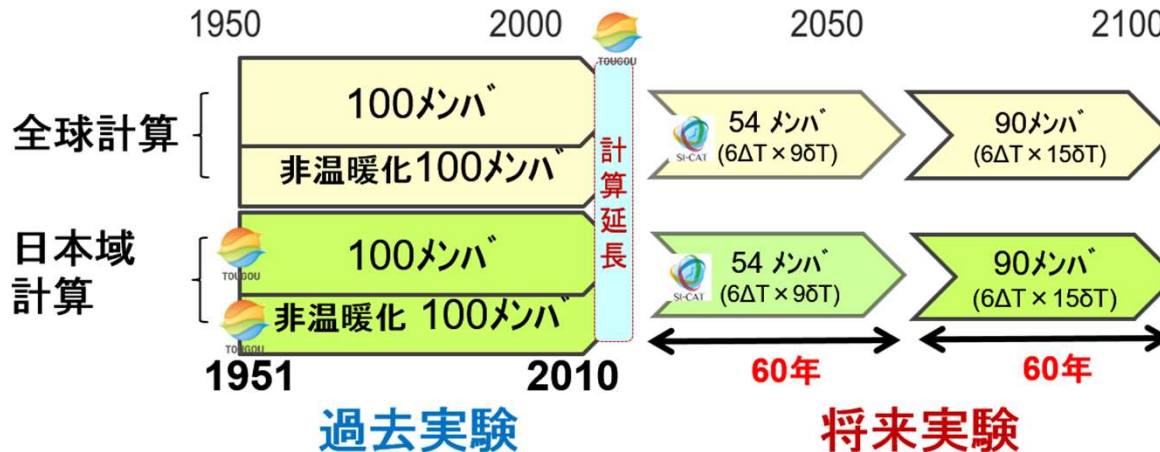
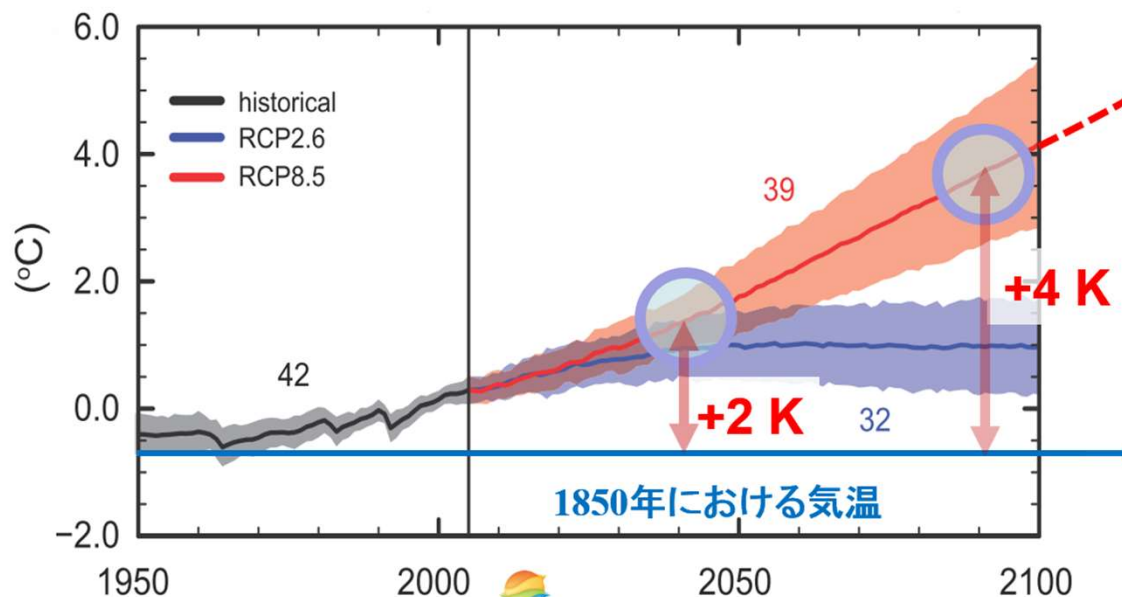


# d4PDF関連気候研究のレビュー

塩竈秀夫 (国立環境研究所)



# IPCC AR5 全球平均地上気温

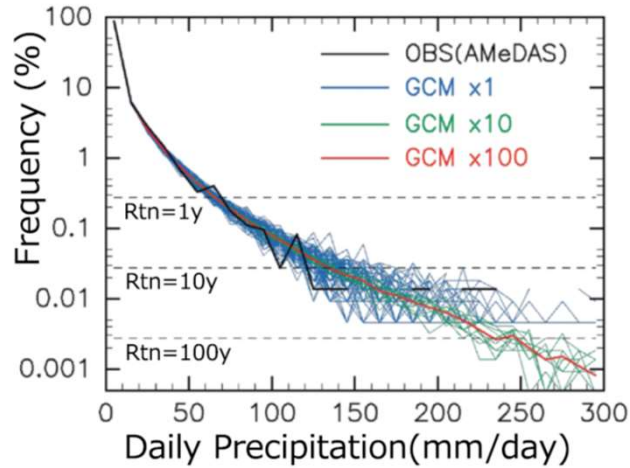


高解像度、多アンサンブル（高S/N）、非温暖化実験の存在、4 K（強い温暖化シグナル）

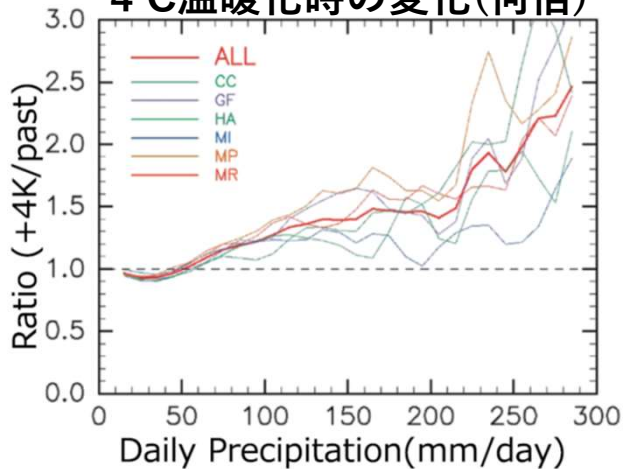
# 日降水量の変化

- 大規模アンサンブルによって、強い日降水量の変化を高いS/Nで調べることができる。

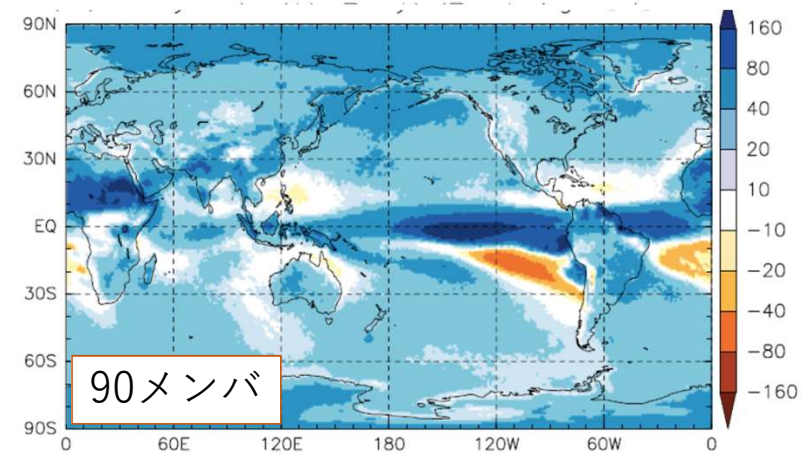
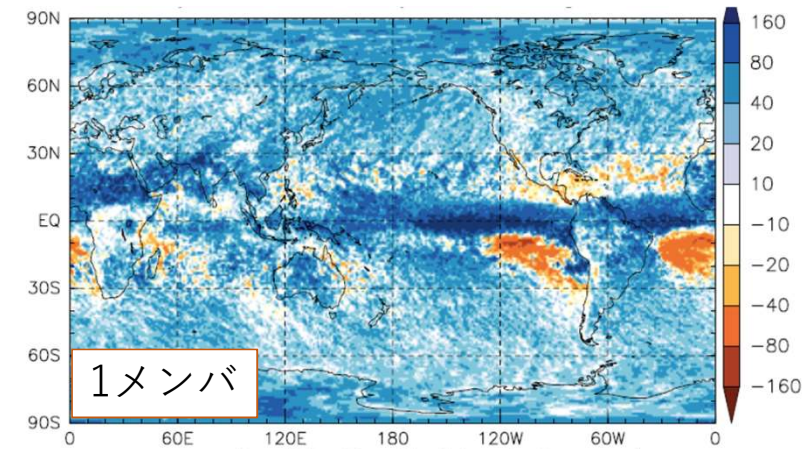
### 東京の日降水量累積確率分布



### 4°C温暖化時の変化(何倍)



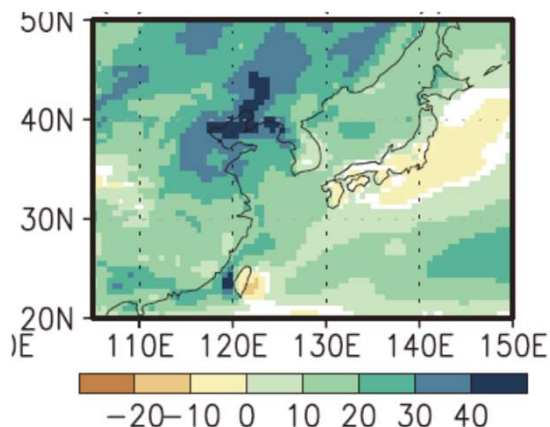
### 10年に1度の強い雨（日雨量）の変化 (%)



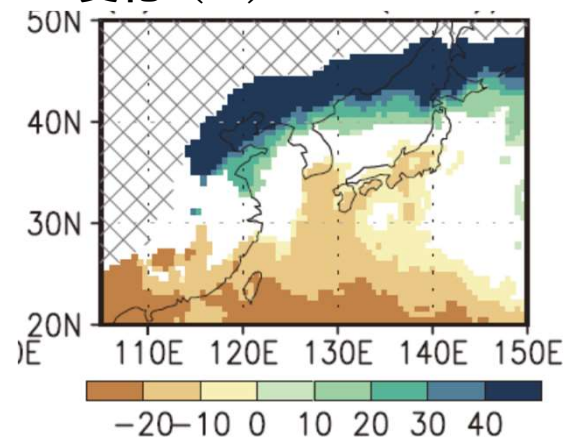
Mizuta et al. (2017, BAMS)

# 東アジアの強い降水の変化

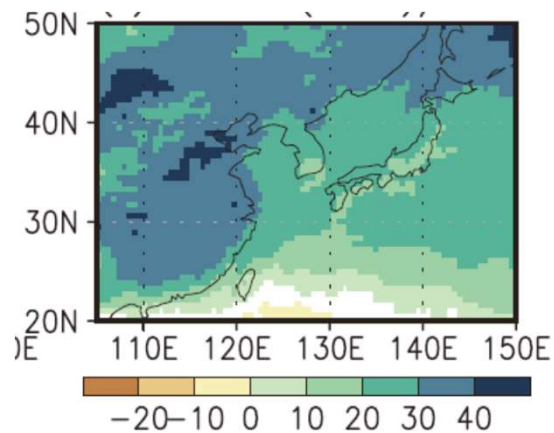
年平均降水量の4°C温暖化時の  
変化 (%)



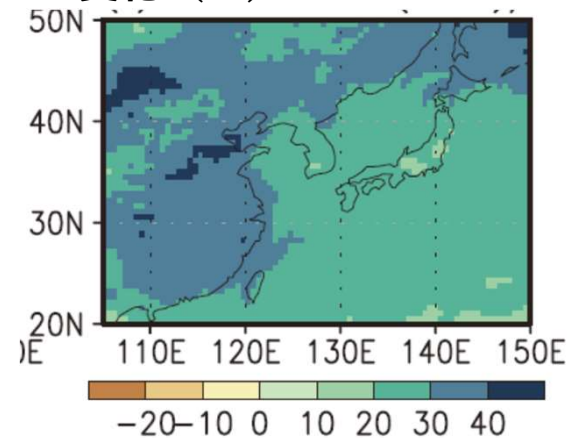
台風に関する年最大日雨量  
の変化 (%)



年最大日雨量の変化 (%)



台風に関係しない年最大日雨量  
の変化 (%)



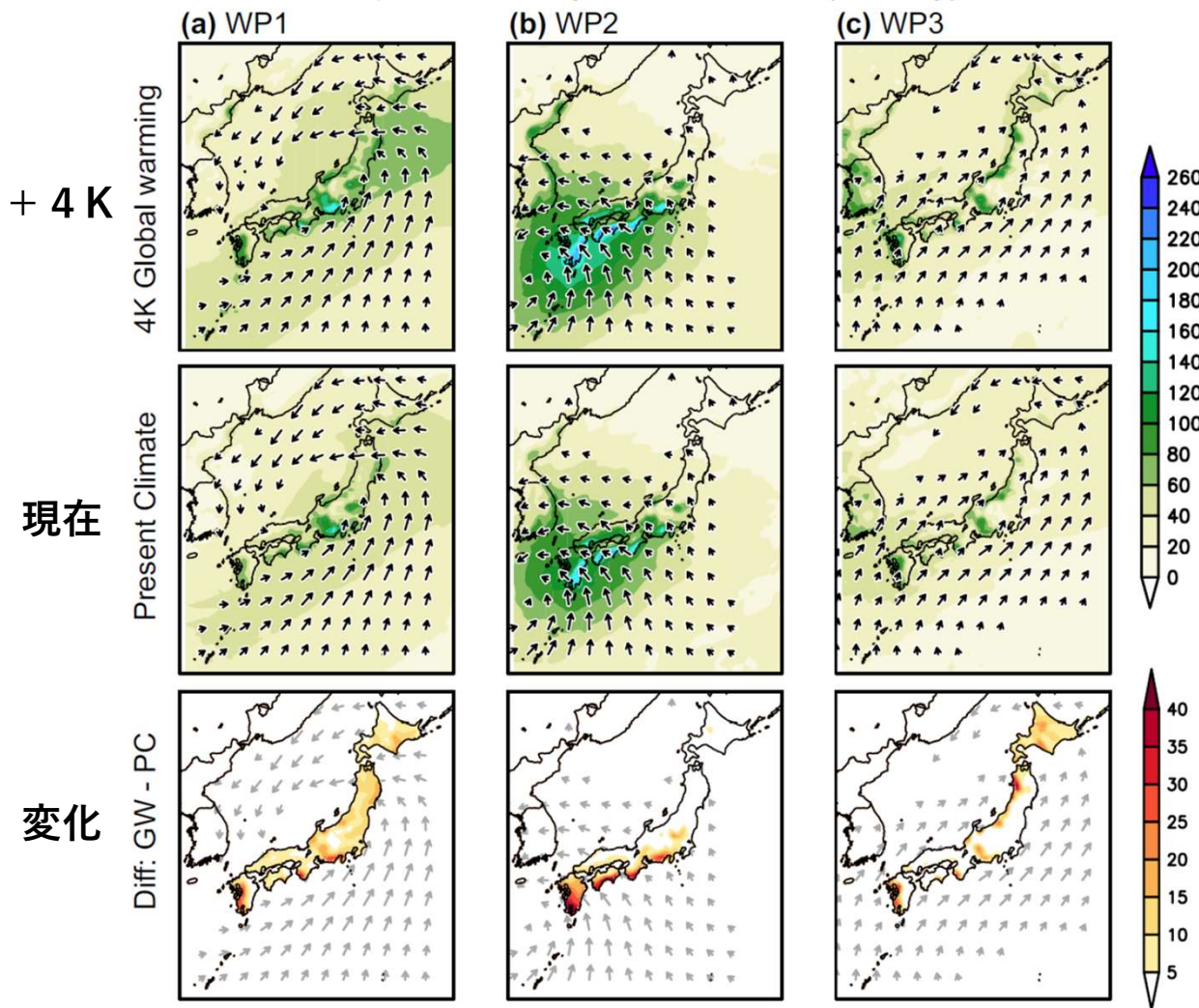


# 梅雨期の強い降水量の水蒸気量増加による変化

気象パターン1      パターン2      パターン3

95 percentile daily rainfall amount (mm/day)

自己組織化マップで  
気象パターンを抽出



降水量 (陰影)  
水蒸気フラックス (ベクトル)

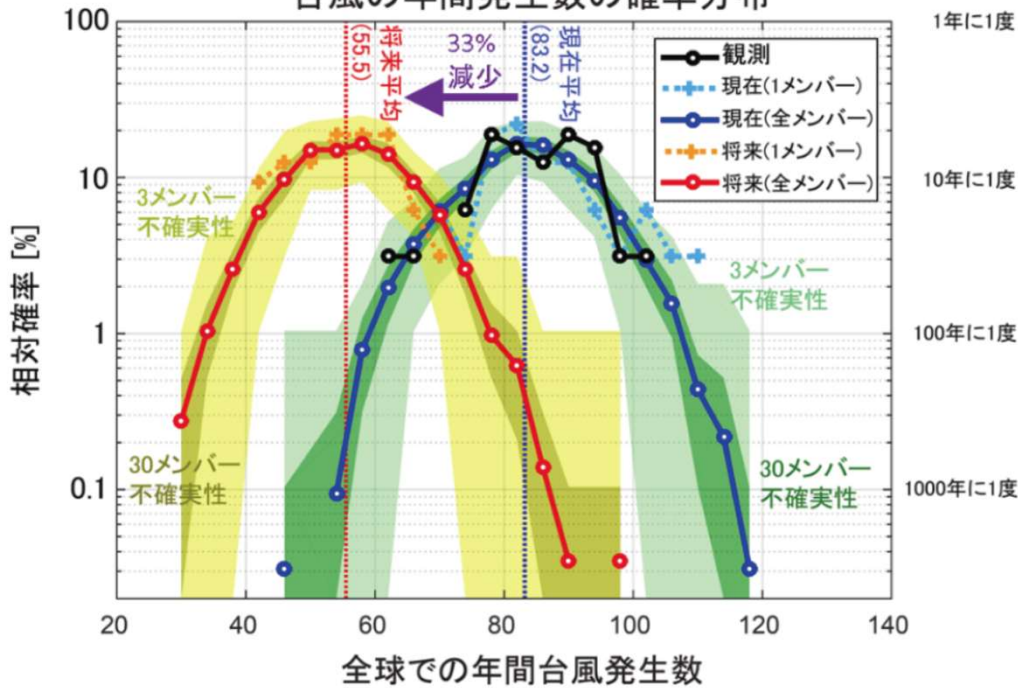
RCM出力を分析

Ohba and Sugiyama  
(2018, CD)

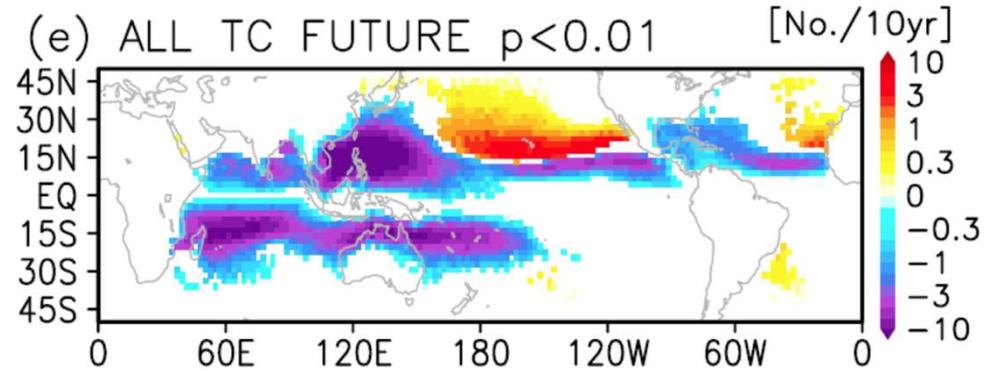
# 熱帯低気圧

- 短い観測データでは捉えきれない極端に多いor少ない年間台風発生数をシミュレートしている可能性
- 全世界での熱帯低気圧の発生総数は3割程度減少する
- 日本の南海上からハワイ付近およびメキシコの西海上にかけて猛烈な熱帯低気圧の出現頻度が増加する可能性が高い

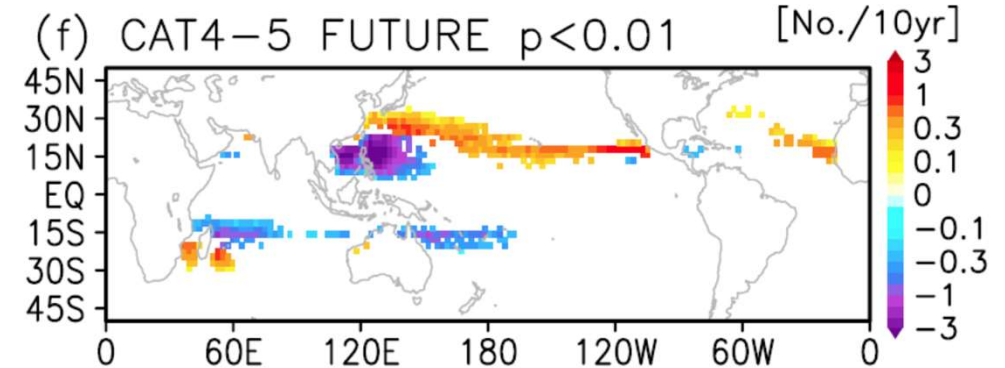
台風の年間発生数の確率分布



4°C温暖化時の台風存在頻度変化



4°C温暖化時の猛烈な台風の存在頻度変化



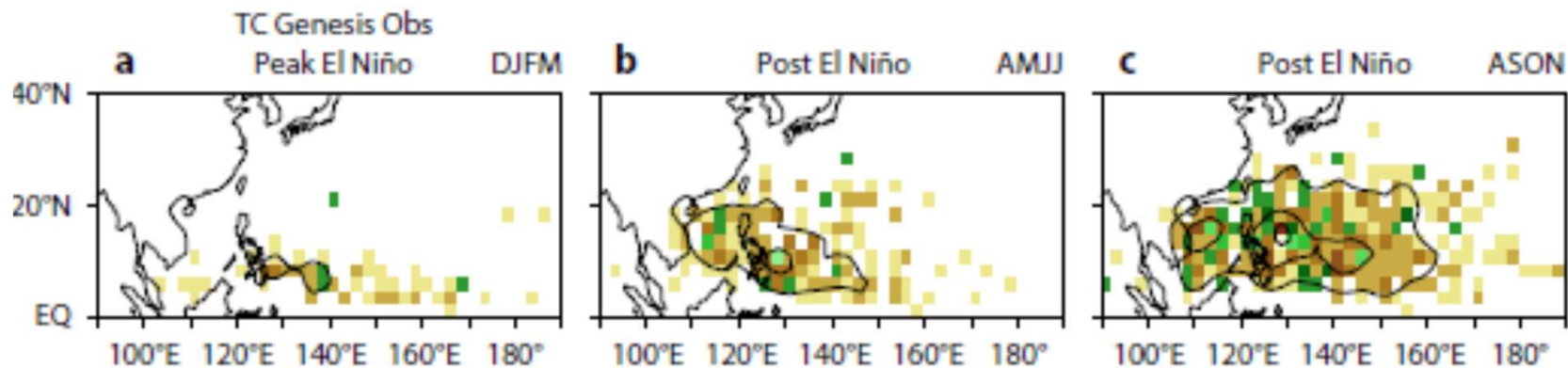
# エル・ニーニョ 衰退期の熱帯低気圧発生数偏差

ピーク(12-2月)

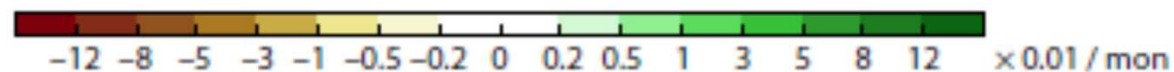
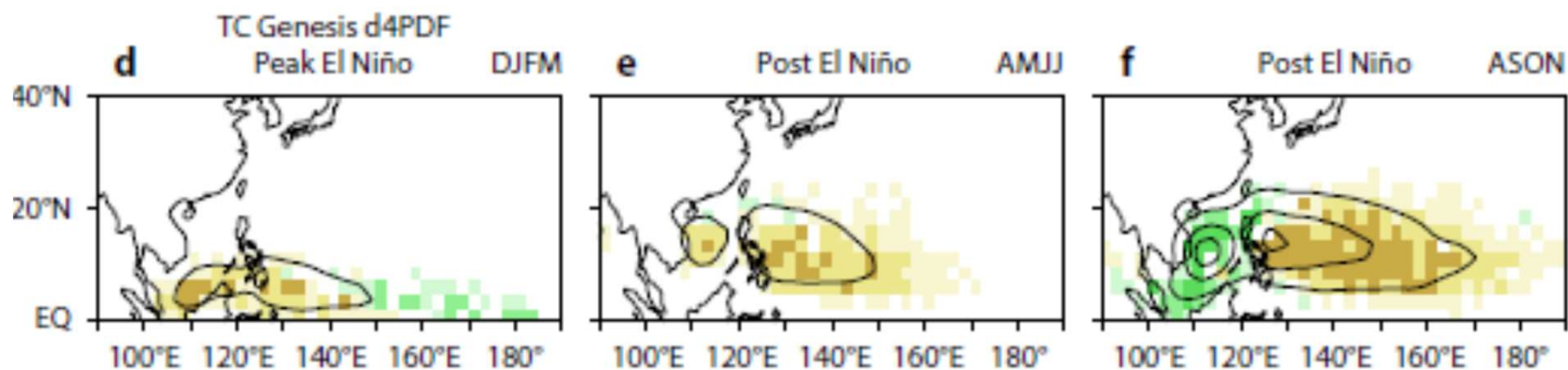
衰退期(4-7月)

衰退期(8-11月)

観測



d4PDF

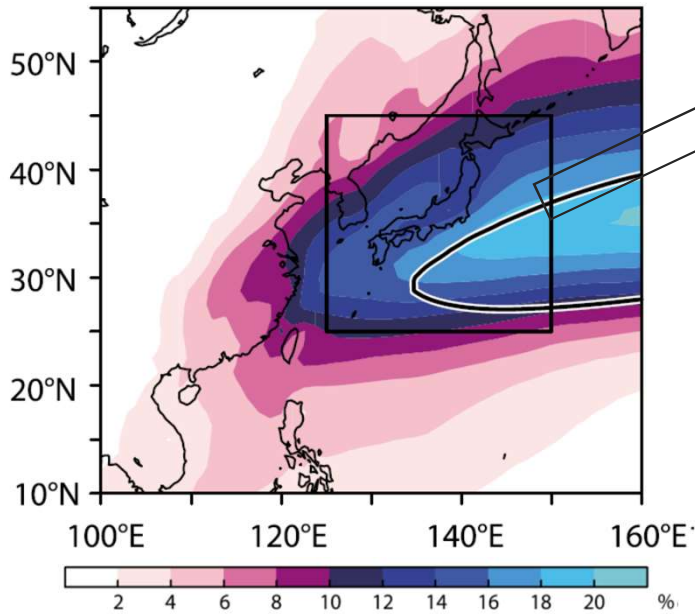




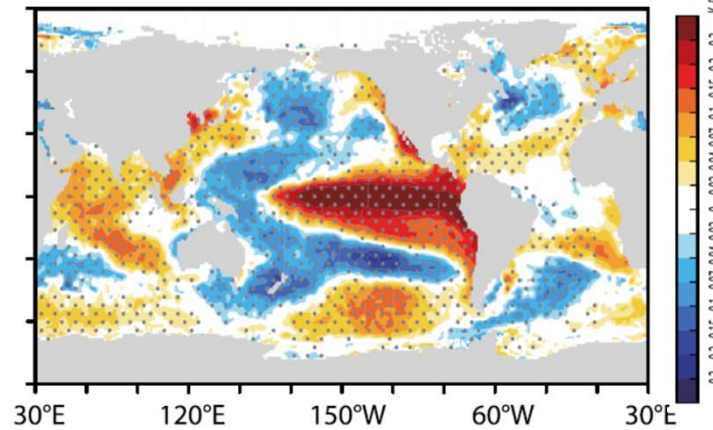
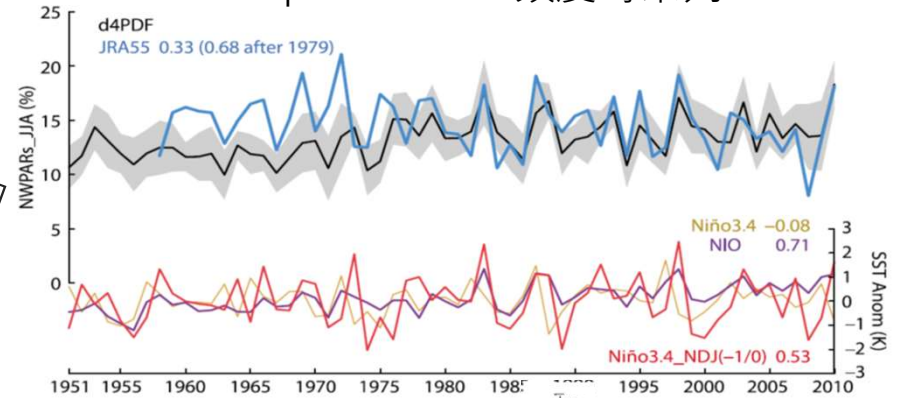
# Atmospheric river

- d4PDFのAtmospheric River頻度分布は、JRA55の分布を良く再現
- 1979年以降は年々変動も良く再現 (ARの時間変動にSSTによる強制成分があること示す)
- JJAのARは、その前の冬のエル・ニーニョと関係する (大アンサンブルの高S/Nにより示される)

d4PDFのAtmospheric River頻度(%)  
JRA55の分布を良く再現



Atmospheric River頻度時系列



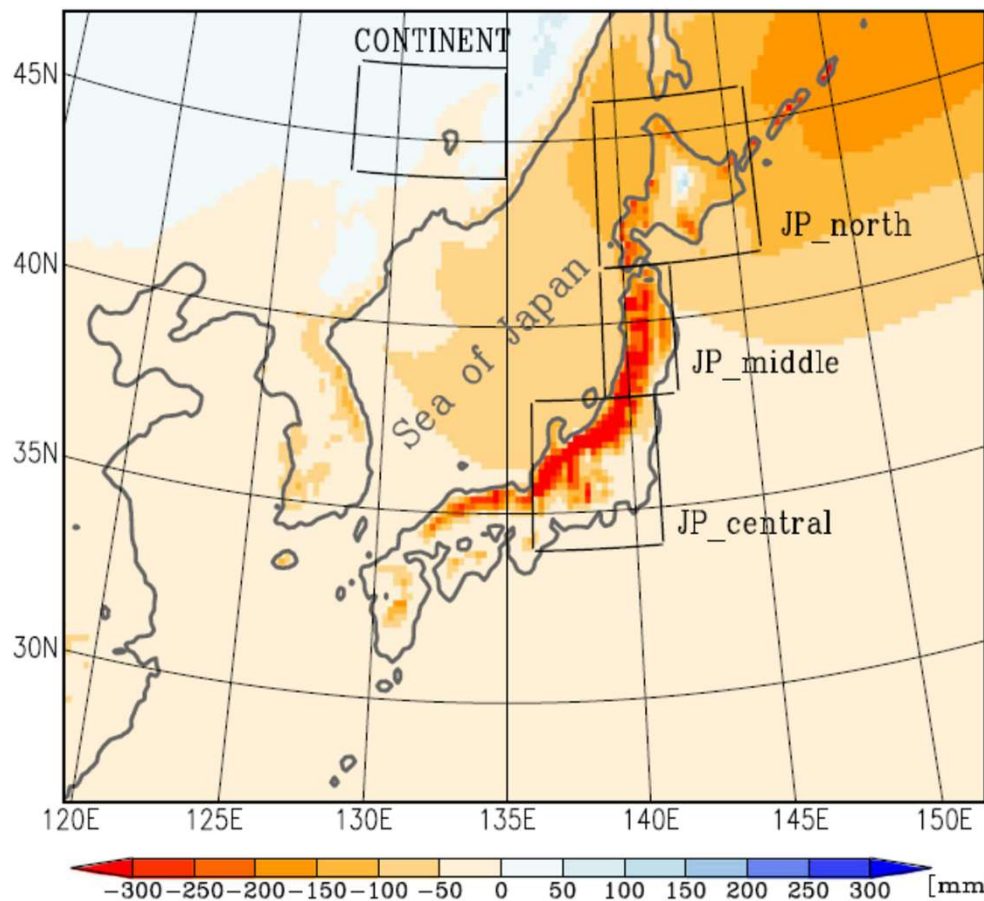
JJAのARに対する  
前年冬のSST回帰図

60km-AGCMの結果

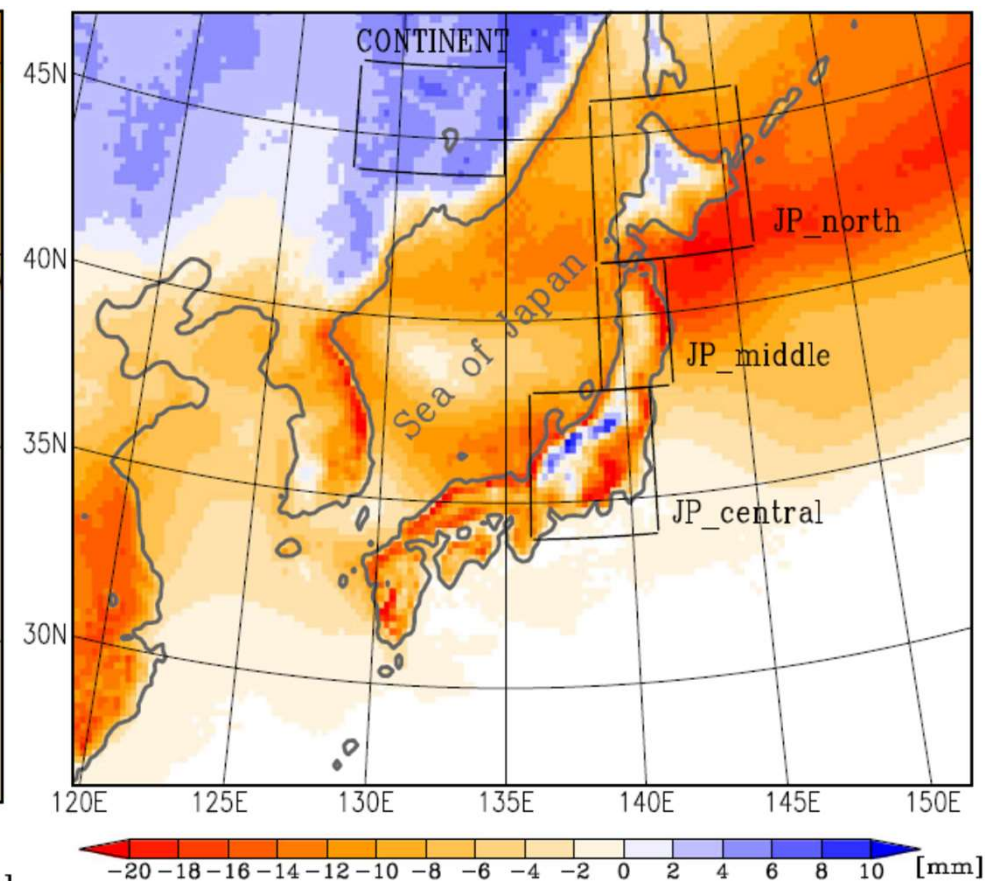


# 年積算降雪量は減るけれど、“どか雪”は強まる場所も

年積算降雪量の変化



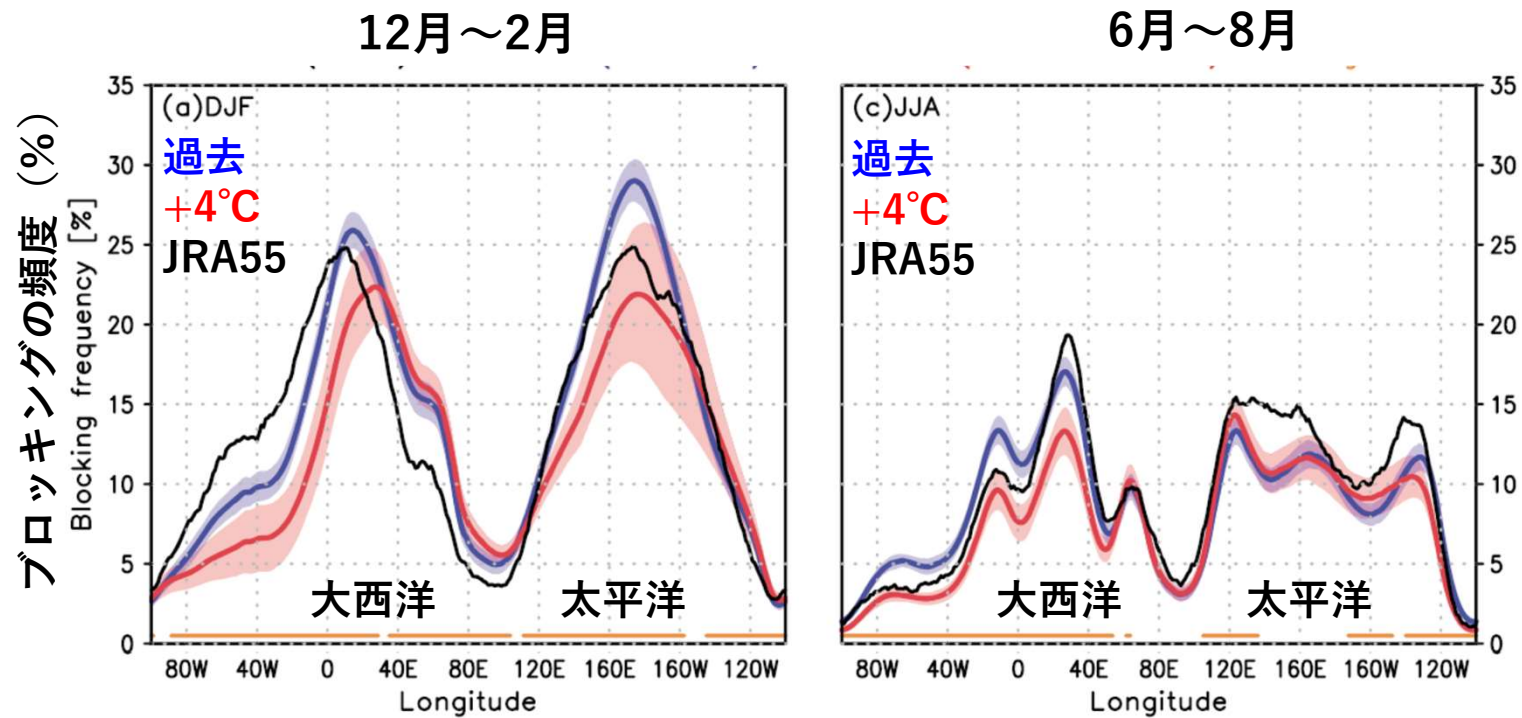
10年に一度の“どか雪”の変化



4°C温暖化

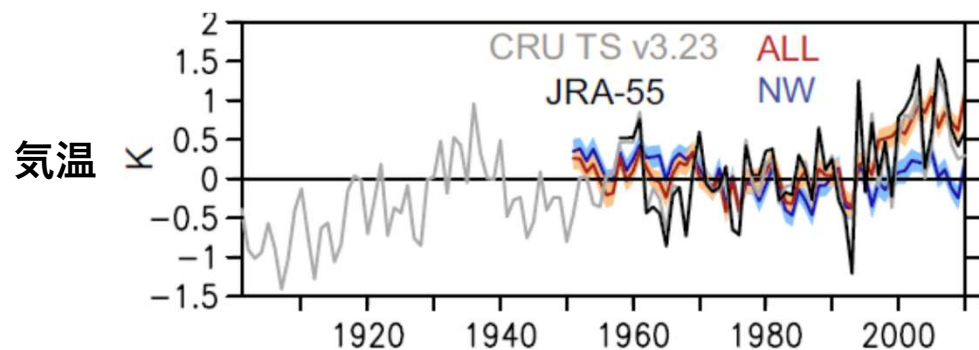
# ブロッキング高気圧の頻度変化

- 冬期の大西洋と太平洋、夏期の大西洋でブロッキング高気圧の頻度が温暖化時に減少

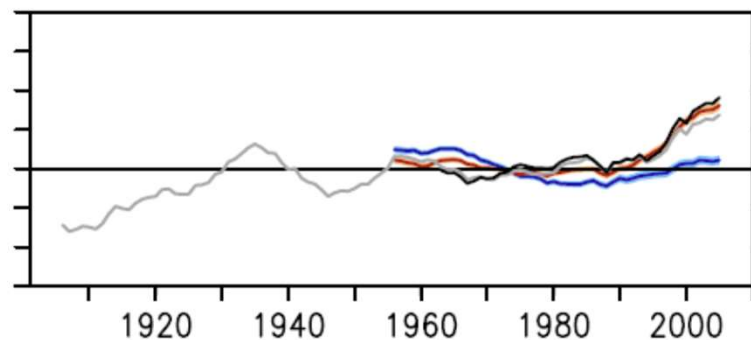


# 米国西部の夏の高温と干ばつ

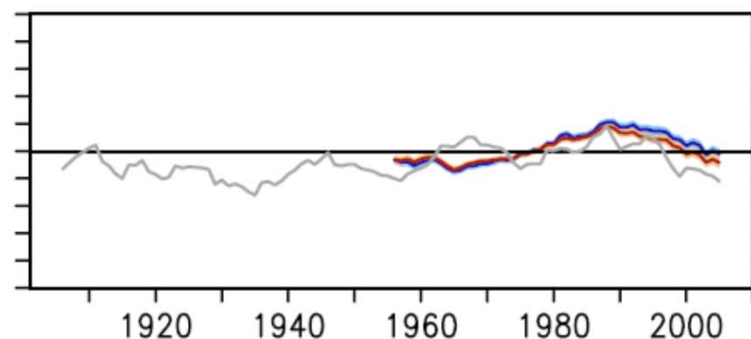
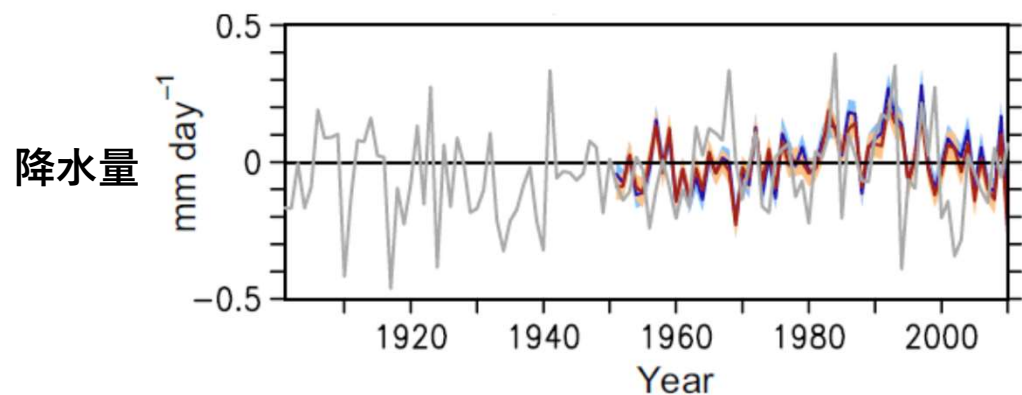
## 6-8月平均



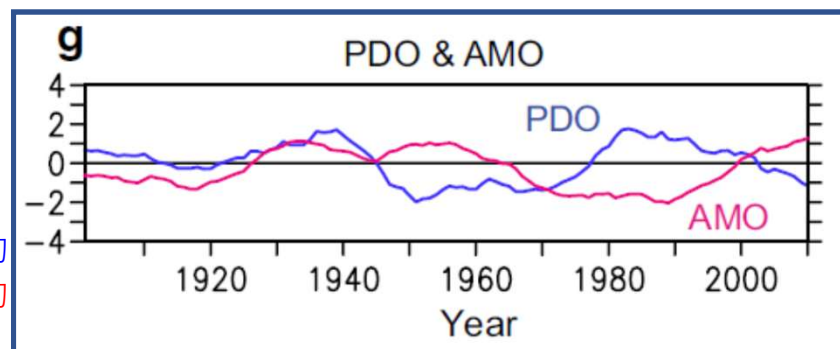
## 6-8月平均の10年移動平均



JRA-55  
CRU TS3  
過去  
非温暖化



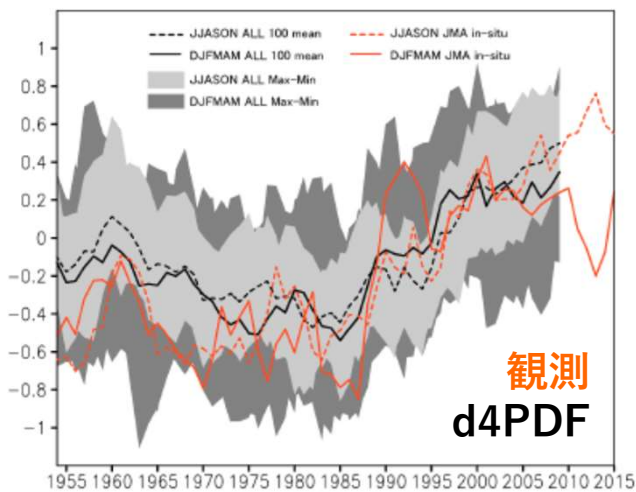
PDO:太平洋10年規模変動  
AMO:大西洋数十年規模変動





# 過去の気候変動の要因分析 (Attribution)

実線:12月-5月の日本の気温  
破線:6月-11月の日本の気温



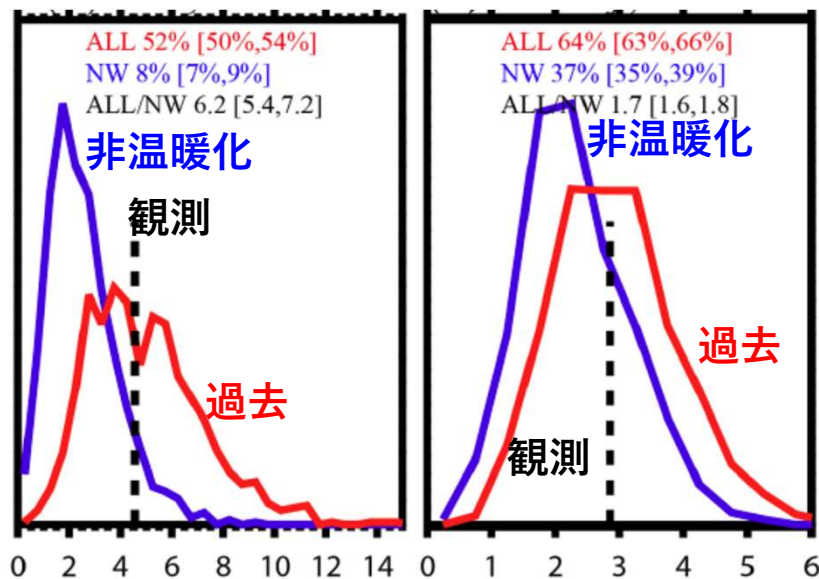
Imada et al. (2017, Atmosphere)

今田さん、川瀬さんの講演

世界で2001-2010年の間に観測記録が更新された面積割合(%)のPDF

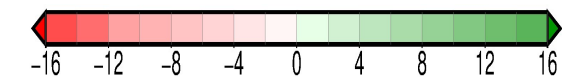
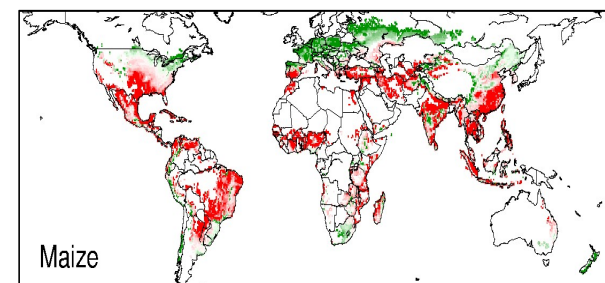
暑い日

強い雨



Shiogama et al. (2016, SOLA)

過去の温暖化による  
トウモロコシ収量への影響



温暖化によるこれまでの収量影響  
(温暖化がなかったと仮定した場合の収量に対するパーセンテージ)

Iizumi et al. (2018, IJOC)

飯泉さんの講演

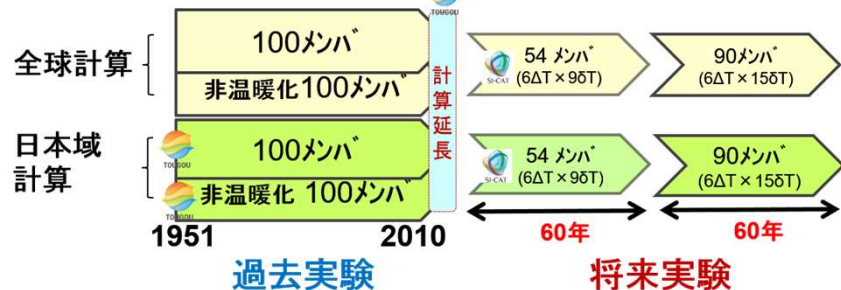
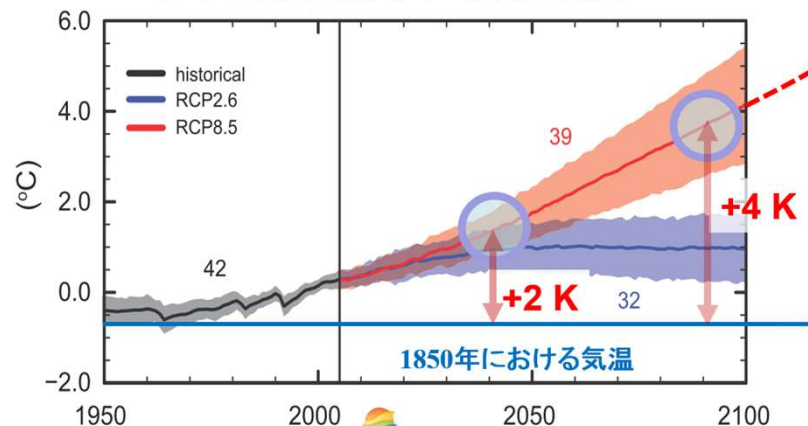
### 全球実験

- ・ 過去実験 1951年～2011年8月 × 100メンバ
- ・ 非温暖化実験 1951年～2010年 × 100メンバ
- ・ **2°C上昇実験 2031年～2091年8月 × 54メンバ**
- ・ **4°C上昇実験 2051年～2111年8月 × 90メンバ**

### 領域モデル実験 (20km)

- ・ 過去実験 1950年9月～2011年8月 × 50メンバ
- ・ **2°C上昇実験 2030年9月～2091年8月 × 54メンバ**
- ・ **4°C上昇実験 2050年9月～2111年8月 × 90メンバ**

IPCC AR5 全球平均地上気温



気候変動適応法

# 大気気候モデルを用いた大規模アンサンブル実験

## 国際的な動き



2015年12月  
パリ協定  
1.5°C、2°C目標

2012年～  
**C20C+ D&A project (EA)**  
過去 10年×100メンバ  
非温暖化 10年×100メンバ  
7 AGCMs (MIROC5含む)

2015年12月～  
**HAPPI**  
過去 10年×100メンバ  
1.5°C 10年×100メンバ  
2°C 10年×100メンバ  
6 AGCMs (MIROC5含む)

準備中  
**UnHAPPI (仮称)**  
3°C  
4°C

2014年12月～  
**d4PDF**  
過去 60年×100メンバ  
非温暖化 60年×100メンバ  
4°C 60年×90メンバ

2015年～  
**d2PDF**  
2°C 60年×54メンバ

## 国内の動き



## まとめ

- d4PDFの特徴である、高解像度、多アンサンブル（高S/N）、非温暖化実験の存在、4°C温暖化実験などを生かした気候研究が多数実施されてきた。
- パリ協定や気候変動適応法成立を受けて、2°C目標が達成できた場合（d2PDF）と達成できなかった場合（d4PDF）の気候変動予測、影響評価の比較が重要になる。
- HAPPI+UnHAPPI（1.5°C, 2°C, 3°C, 4°C）など、他のプロジェクト（他のAGCM）との相互比較も有用。
- 農環研飯泉さんとNIES塩竈で、バイアス補正した4°C実験と2°C実験の日平均地表データを作成、公開することを計画中。飯泉さんが補正した過去と非温暖化のデータはDIASで公開済み。
  - 日最高・最低・平均2m気温、降水量、下向き短波・長波放射量、2m相対湿度・比湿、10m風速、地上気圧