

不確実性を考慮に入れた近未来予測に基づく水災害リスク変化の推定

東京大学

生産技術研究所

沖 大幹、岡崎淳史、Pat Yeh、芳村 圭

Background and Motivation

深刻な洪水被害

オーストラリア(2010/12)

被害総額100億豪ドル以上

300万人以上の被災者

パキスタン(2010/08)

1400人の犠牲者と2000万人の被災者

被害総額約95億ドル



<http://talk-to-gaizin.com/WP/2011/01/15/2184.html>



<http://topics.jp.msn.com/life/article.aspx?articleid=370326>

IPCCによると、将来さらなる洪水が発生する

洪水対策を進めるためには、定性的な評価に留まらず、さらに踏み込んだ評価が必要

目的

洪水の規模ごとにリスクの変化を推定



研究の流れとデータセット

気候予測

気候モデル

モデル

実験

期間

変数

MIROC5

20C

RCP4.5

RCP8.5

1980-1999

2030-2049

2080-2099

prcp

evap

rflow

どれほど信頼できる
モデルか検証

3アンサンブル

monthly
daily



prcp(全球) - GPCP
(Global Precipitation Climatology Project)

rflow(河川) - GRDC
(Global Runoff Data Centre)



将来の気候を概観

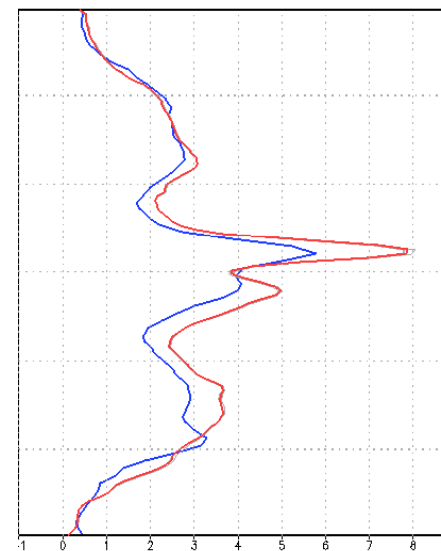
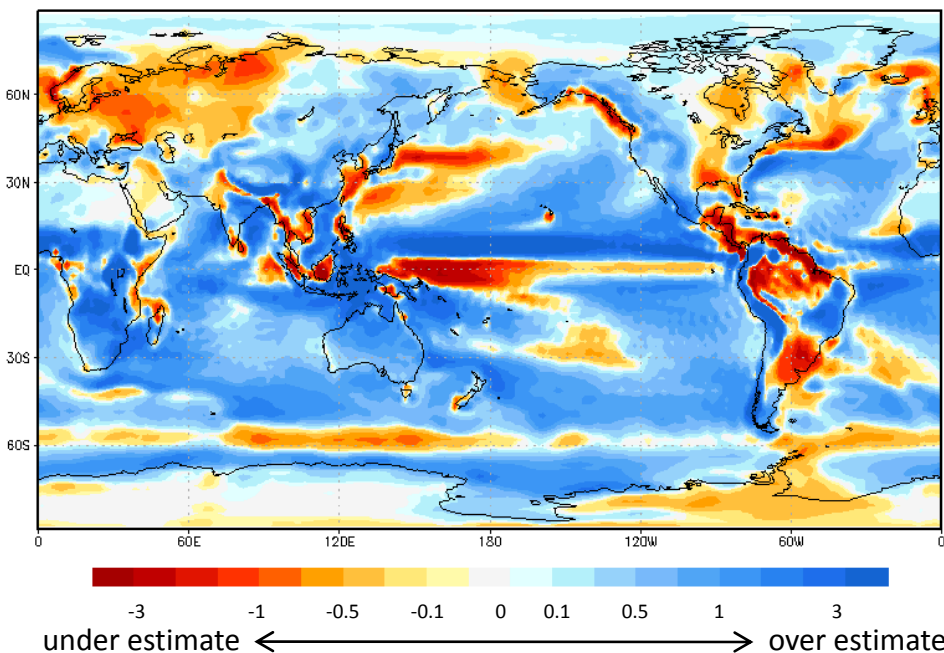
水災害リスク変化の推定



検証: 降水量

モデル出力(アンサンブル平均)と観測の差[mm/day]
(1980-1999年の平均)

Zonal Mean
[mm/day]



平均二乗誤差 = 1.00

年平均降水量

観測 = 2.67 [mm/day]

MIROC5 = 3.20 [mm/day]

CMIP3(Coupled Models Intercomparison Phase 3)

19モデルの平均二乗誤差: 1.10~1.99

reference: Nohara et al. (2006)



他モデルと比べて年平均を空間的にうまく再現できた



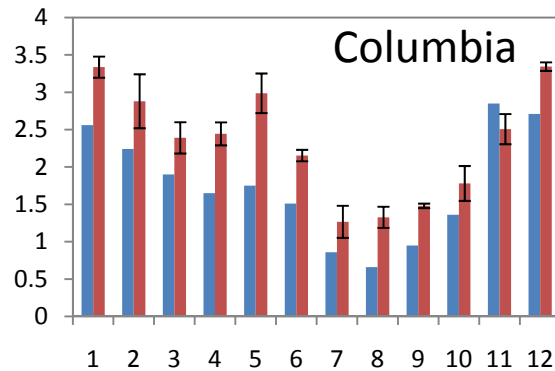
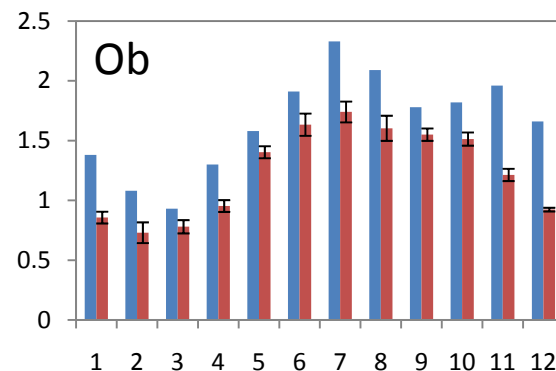
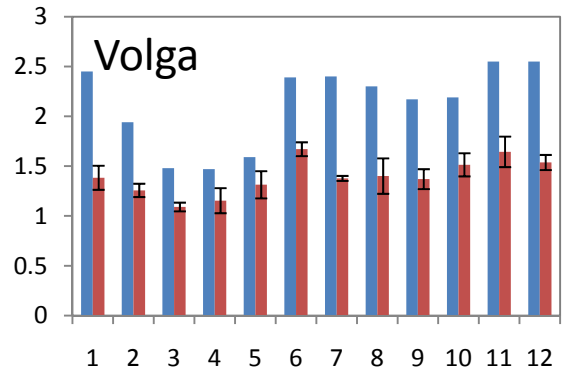
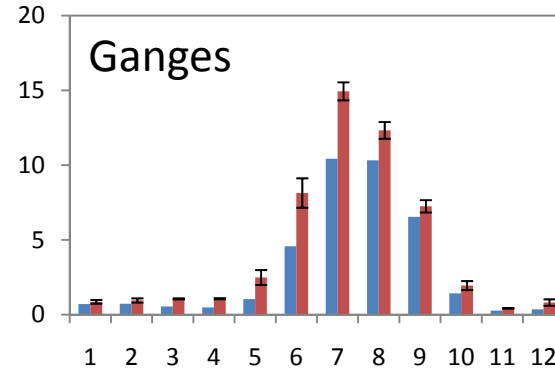
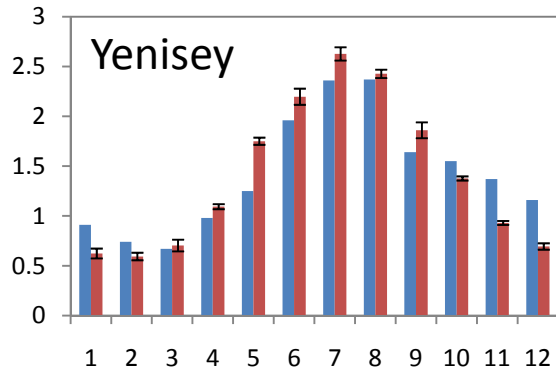
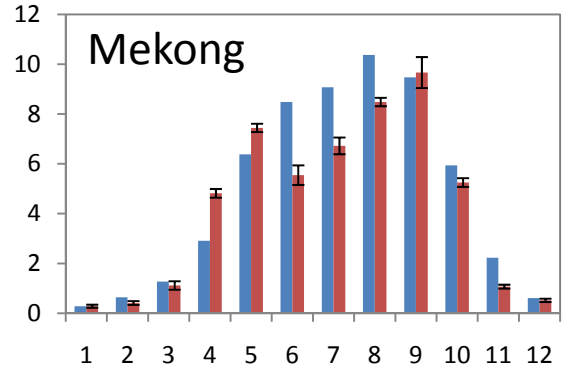
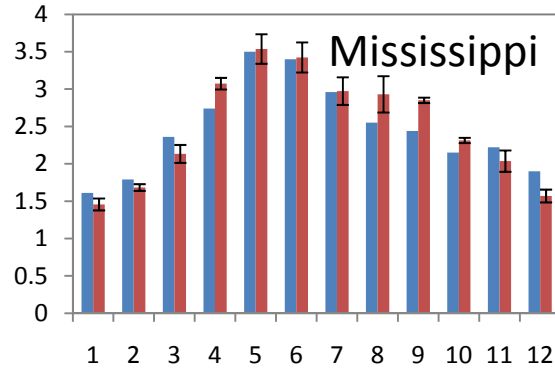
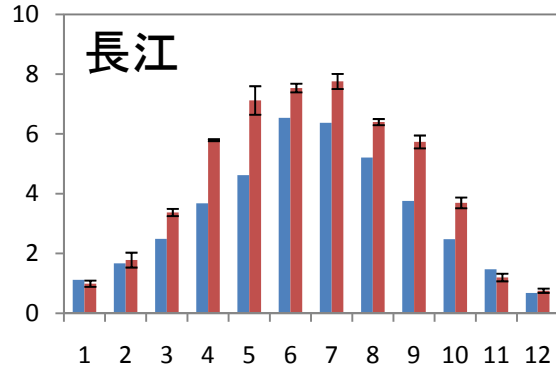
検証: 河川情報

河川	観測点	上流流域面積 ($\times 10^5 \text{ km}^2$)	
		観測	モデル
Chang-Jiang	Hankou	143.3	148.8
Columbia	Dalles	6.4	6.1
Ganges	Farraka	8.1	8.4
Mekong	Stung Treng	6.1	6.4
Mississippi	Vicksburg	28.5	29.6
Ob	Salekharad	27.9	29.5
Volga	Volgograd Power Plant	13.4	13.6
Yenisey	Igarka	25.2	24.4



流域ごとの降水量

(mm/day)



観測
MIROC5

(月)

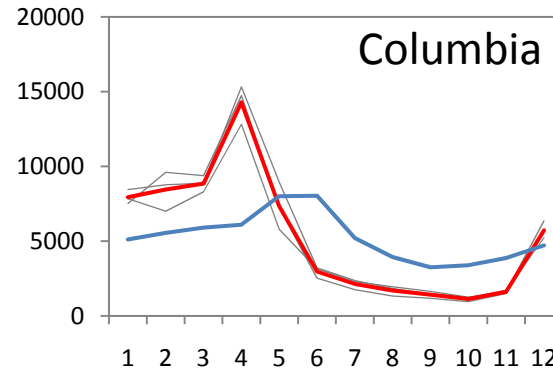
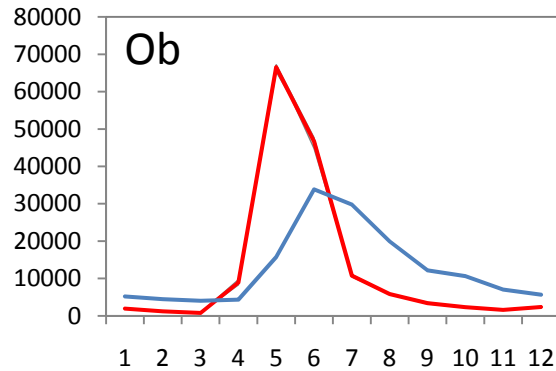
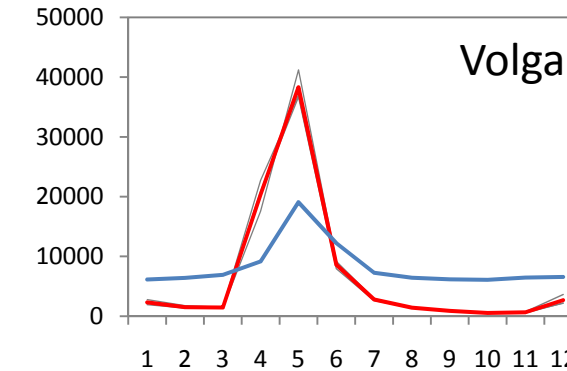
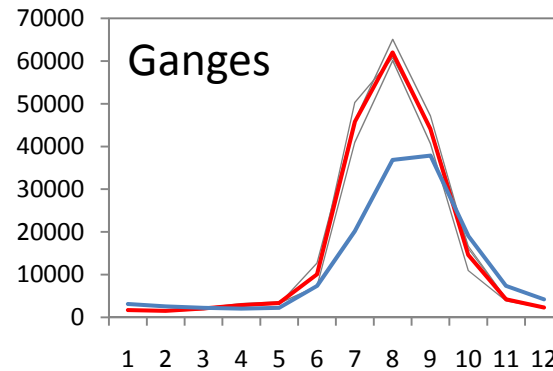
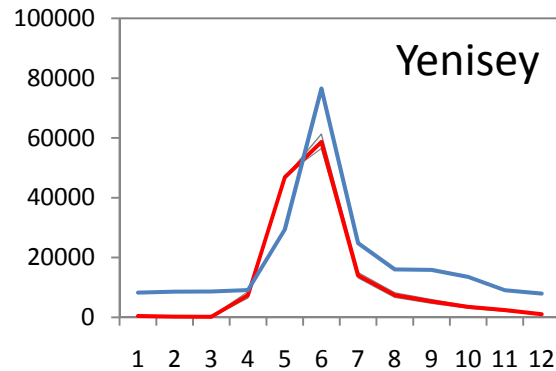
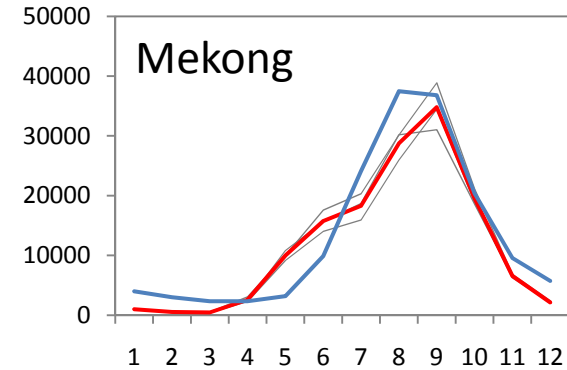
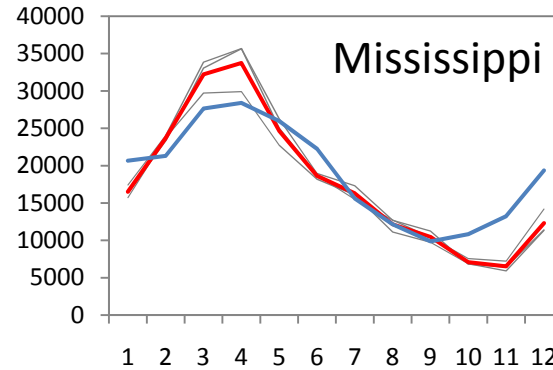
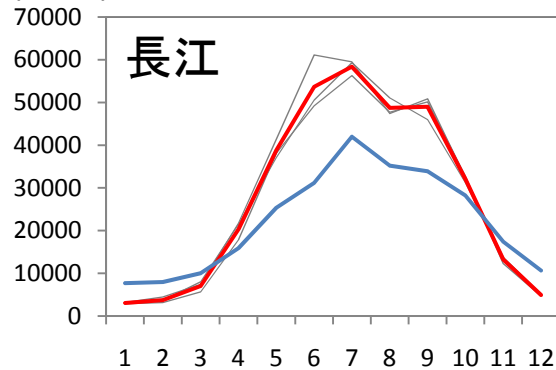


検証: 河川流量

流量ハイドログラフ [m³/s]
(1980-1999の月別平均)

— 観測 — MIROC5 (アンサンブル平均)

(m³/s)

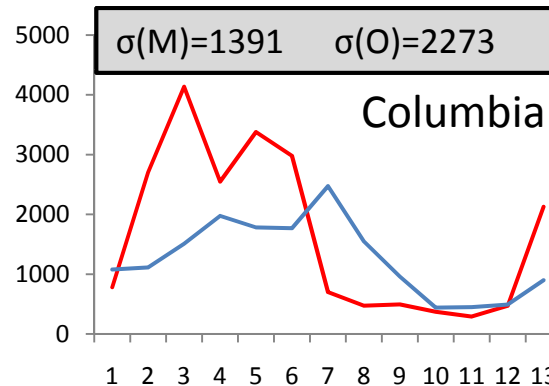
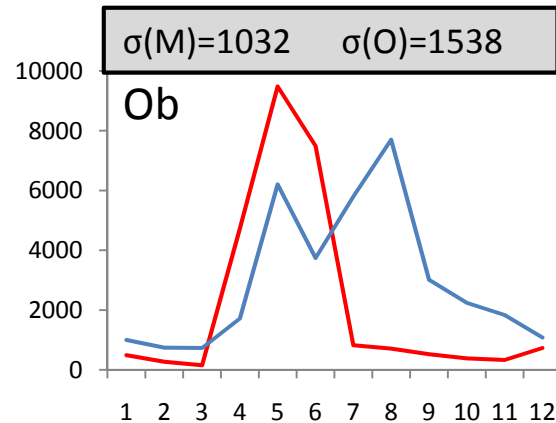
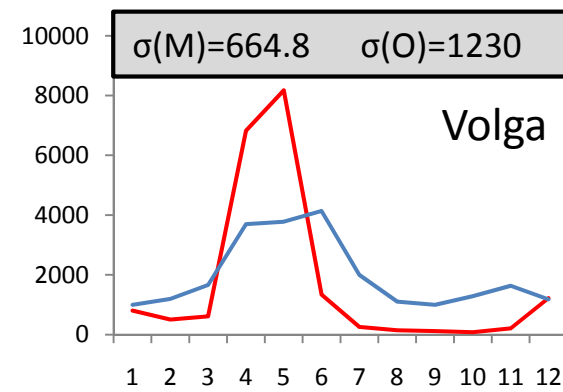
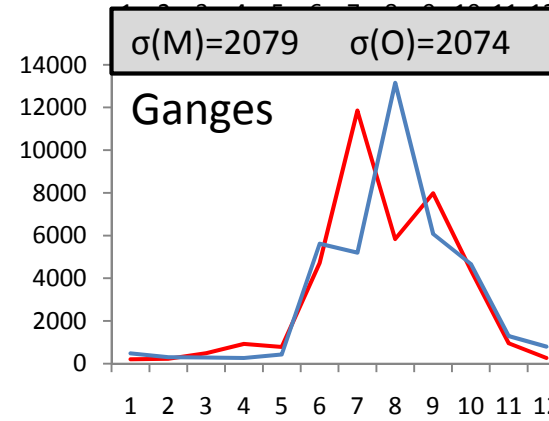
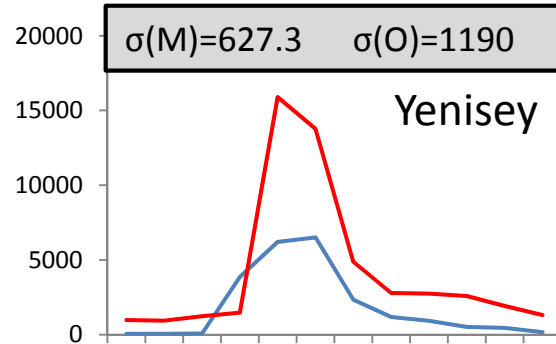
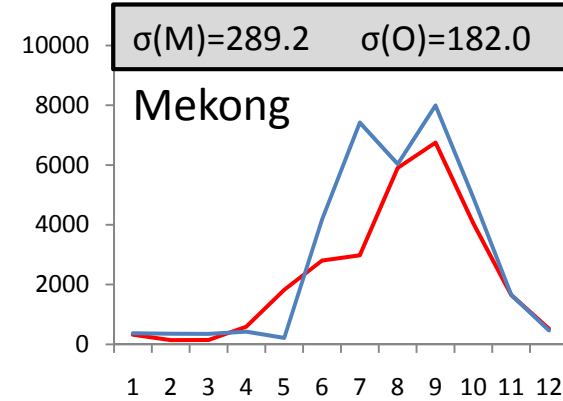
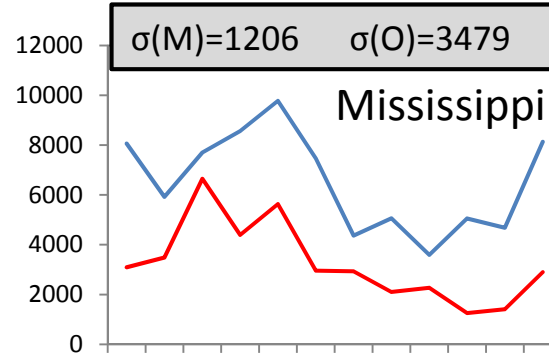
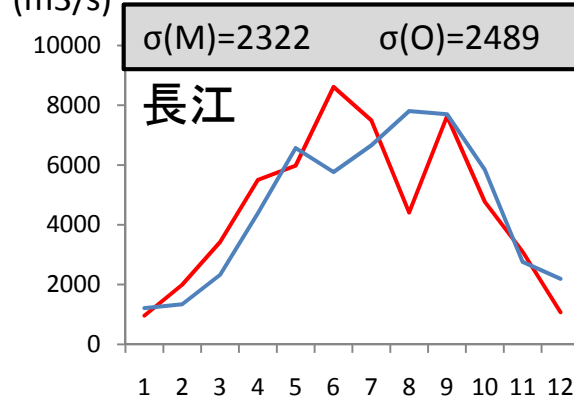


大きさ, ピークタイミングの
ずれはあるが,
平均流量のパターンは概
ね良く再現できている



検証: 標準偏差

(m³/s)



$\sigma(M)$: MIROC5の年標準偏差
 $\sigma(O)$: 観測の年標準偏差 (m³/s)

— 観測
— MIROC5



検証: 日河川流量

洪水は極端現象. 平均だけでは捉えることができない→極値の検証が必要

望ましい結果

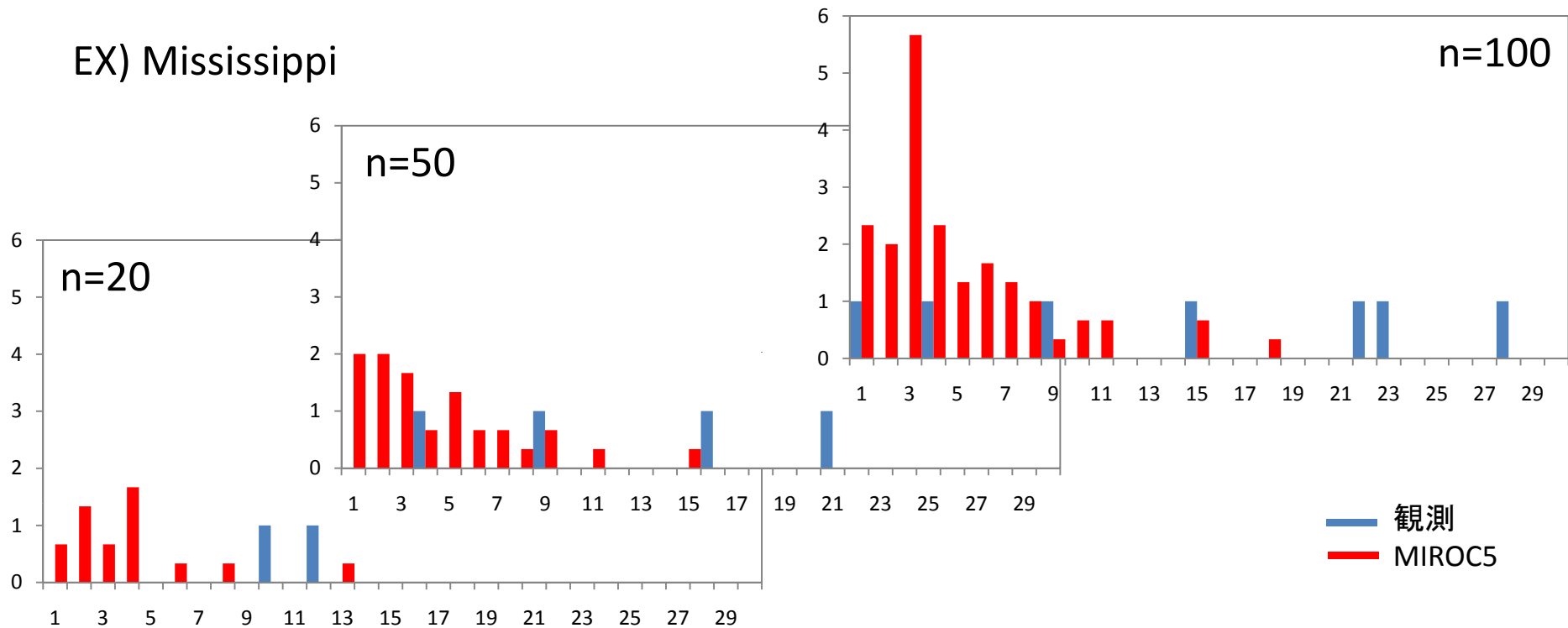
=>個々の波(流量のピーク)の順番を入れ替えると観測と相似の波形になる

理由 20C実験は日々の再現ではない

→洪水の発生タイミング, 流量の大きさは実際と異なる

1980-1999年において, 各グリッドでn番目に大きな流量をk日連続で超える回数をカウント

EX) Mississippi





検証: 日河川流量

洪水は極端現象. 平均だけでは捉えることができない→極値の検証が必要

望ましい結果

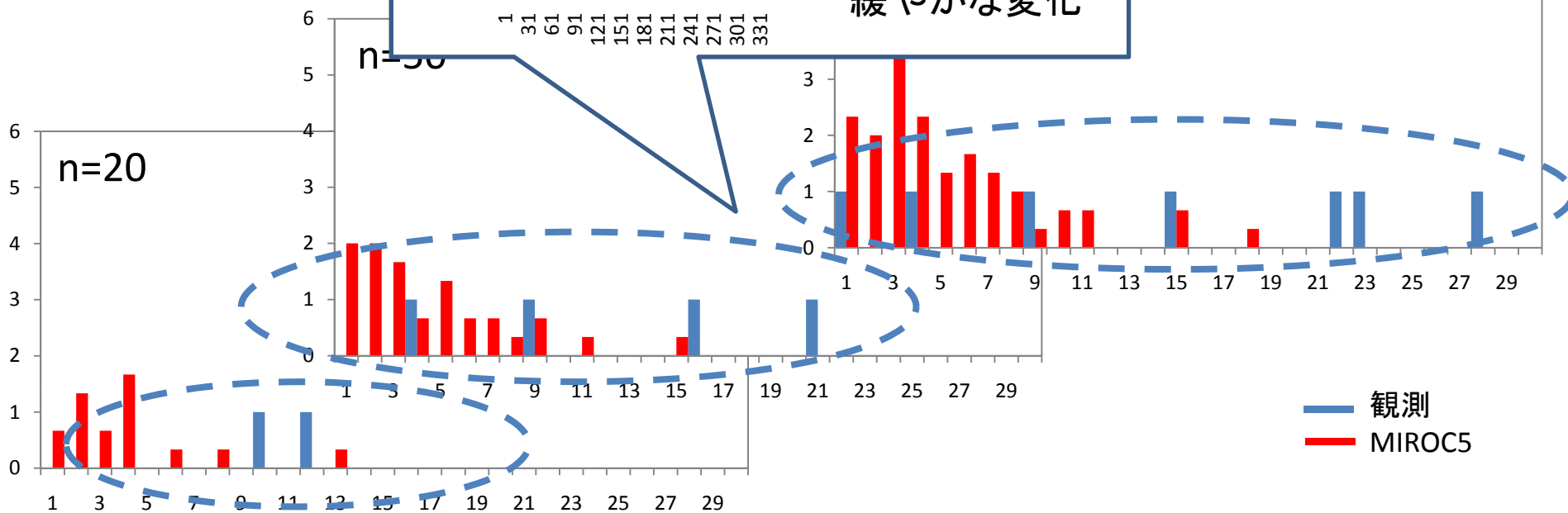
=> 個々の波(流量のピーク)の順番を入れ替えると観測と相似の波形になる

理由 20C実験は
→洪水の発生

1980-1999年において,



EX) Mississippi



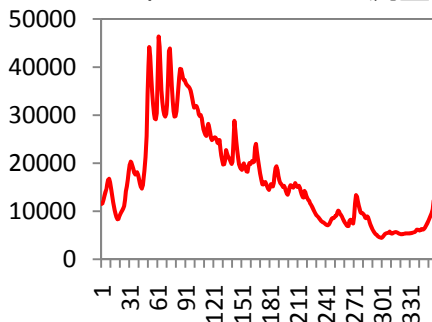


検証: 日河川流量

洪水は極端現象. 平均だけでは捉えることができない→極値の検証が必要

MIROC5の日流量

Cf. 1980年のMIROC5の日流量



連続超過日数が
短い部分に集中

||

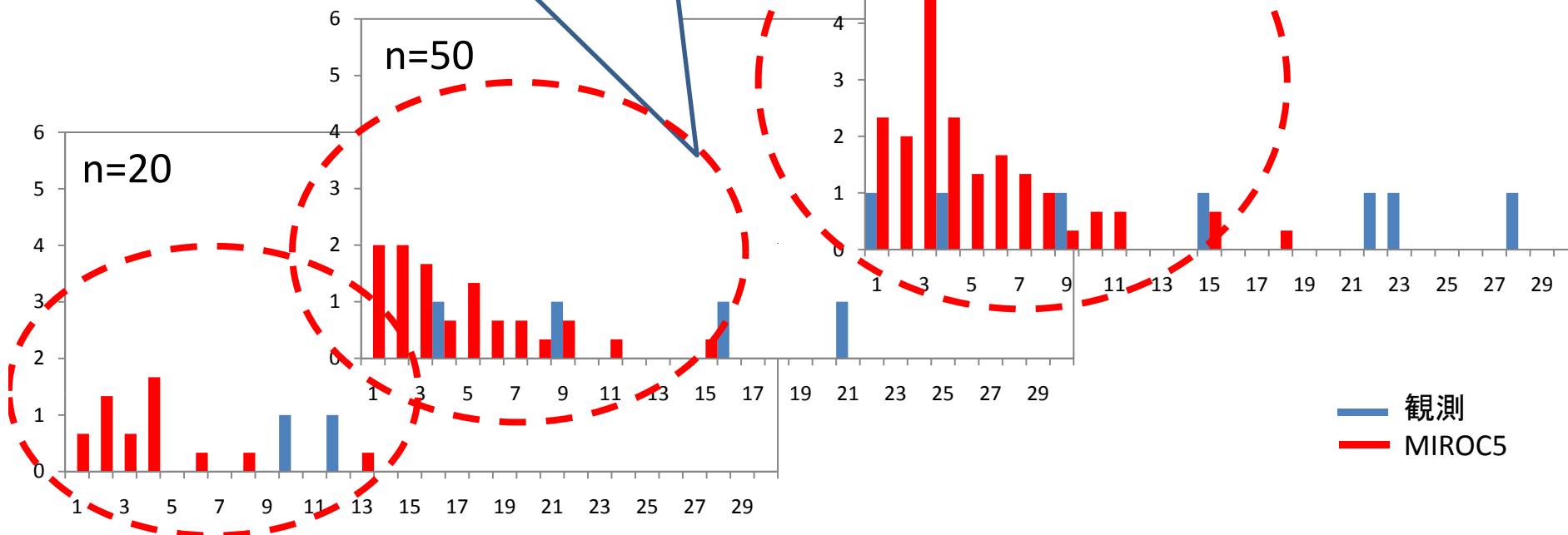
観測に比べて
急激な変化

入れ替えると観測と相似の波形になる

大きさは実際と異なる

大きな流量をk日連続で超える回数をカウント

Ex) Mississippi





検証: 日河川流量

洪水は極端現象. 平均だけでは捉えることができない→極値の検証が必要

望ましい結果

=>個々の波(流量のピーク)の順番を入れ替えると観測と相似の波形になる

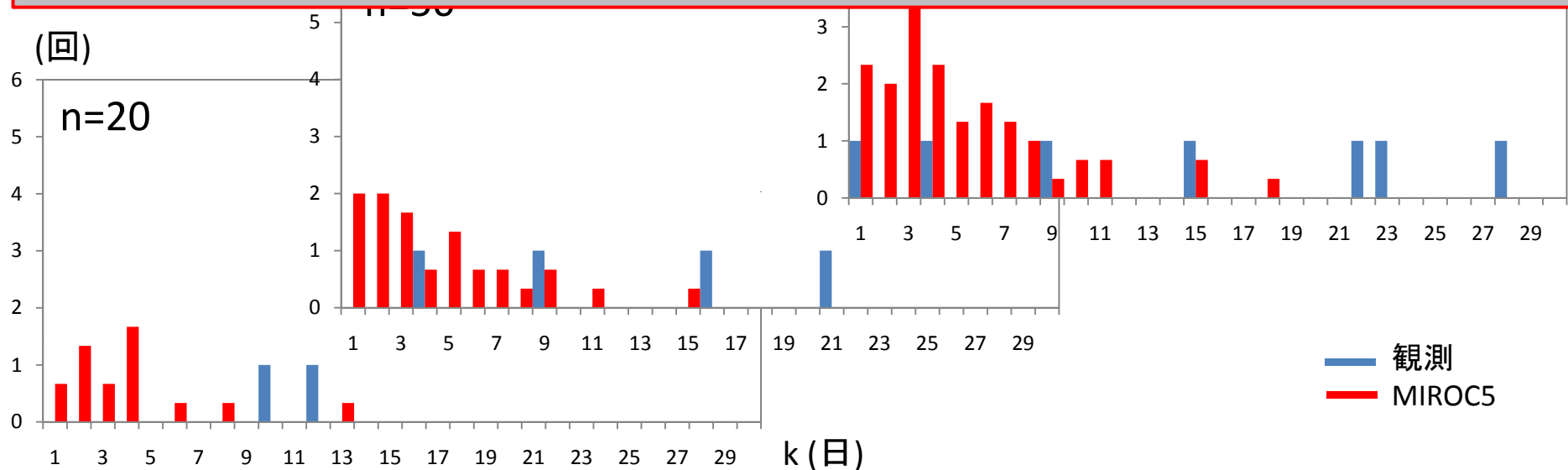
理由 20C実験は日々の再現ではない

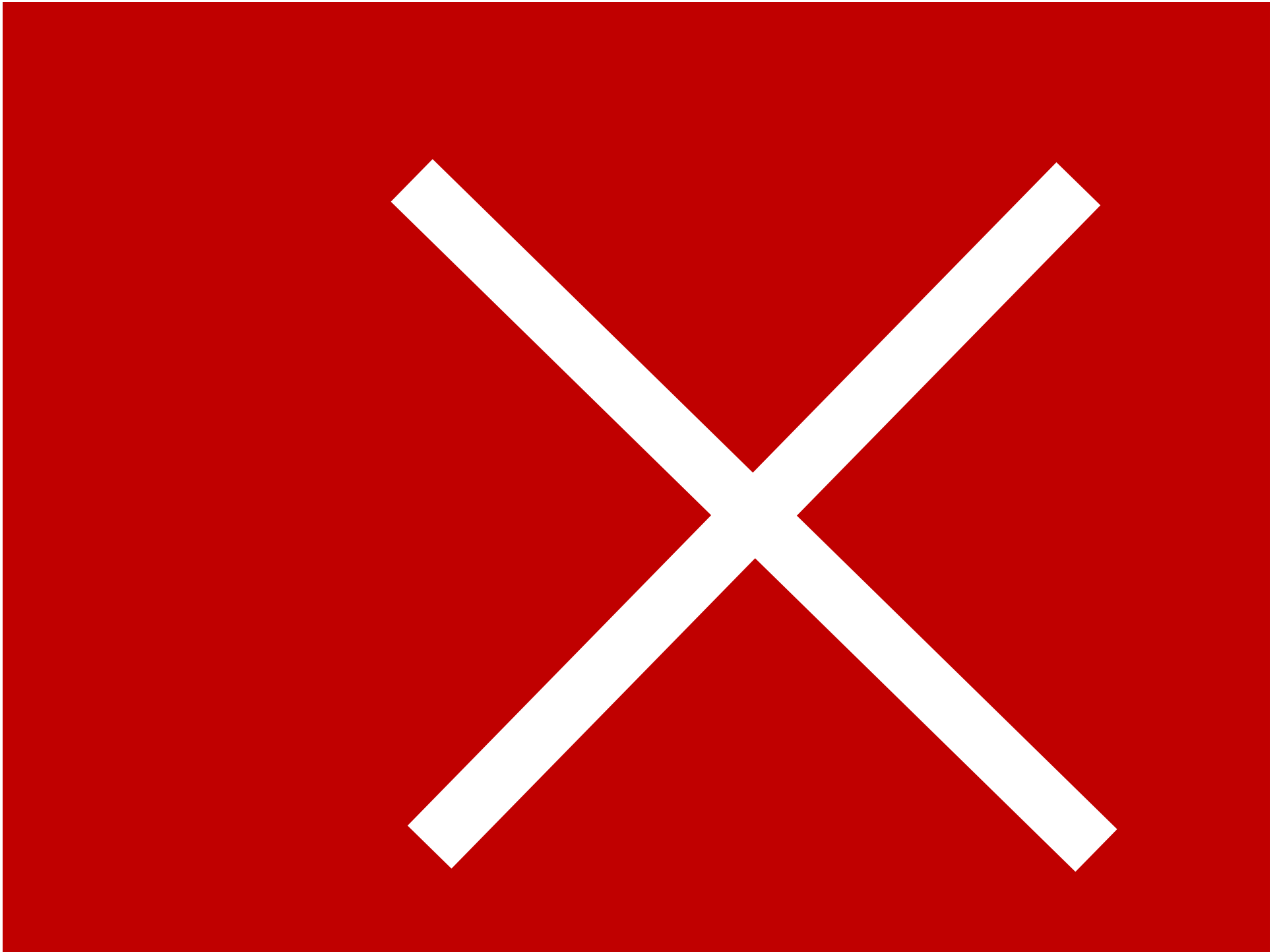
→洪水の発生タイミング, 流量の大きさは実際と異なる

1980-1999年において, 各グリッドでn番目に大きな流量をk日連続で超える回数をカウント

洪水の現れ方(日数, 回数)に違い

→モデルによる将来の洪水予測は意味をもたない?







解決策

Yoshimura et al. (2008)により提案

➤モデル内での現在と将来を比較

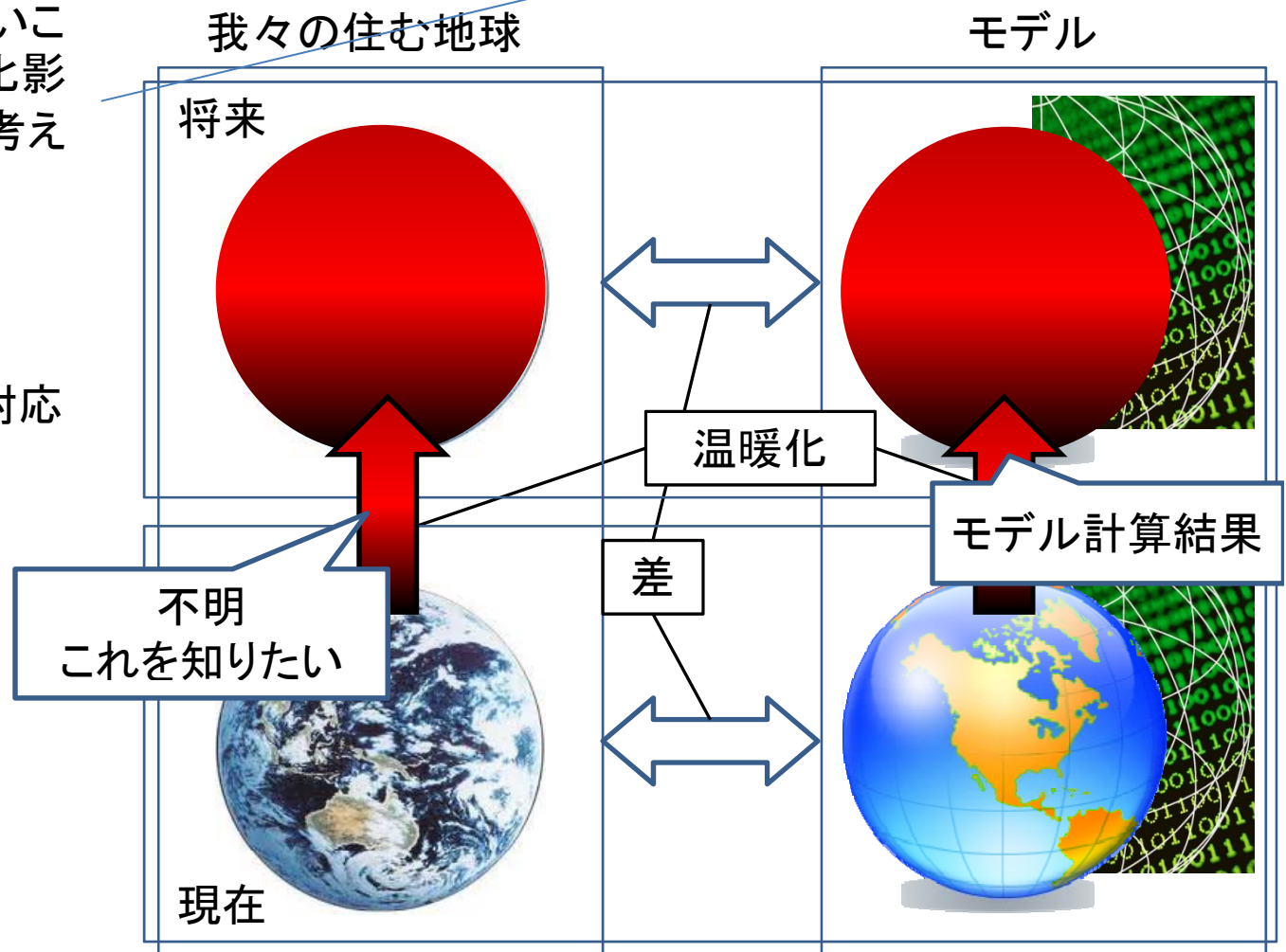
ある値を基準として、基準値を超える洪水イベントを数える
モデルの極値再現能力は問題にはならない
問題になるのは温暖化影響メカニズムの表現

長期平均の再現性が良いことから、MIROC5の温暖化影響メカニズムは正しいと考えられる

➤基準値

リターンピリオド π 年に対応する流量 $R(\pi)$

実際と対応する基準を設定することで、モデルと観測の誤差を考慮せずに済む



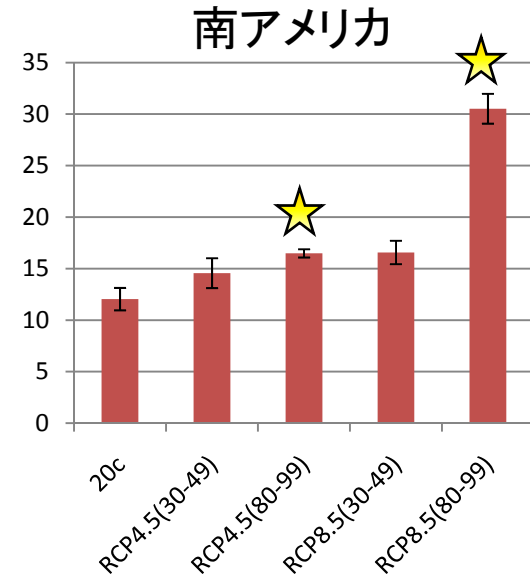
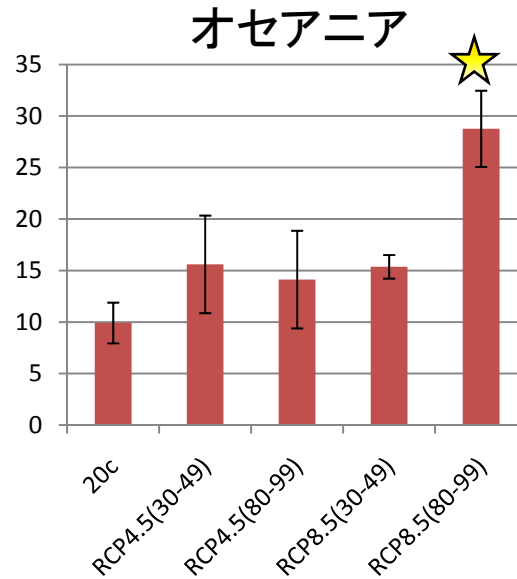
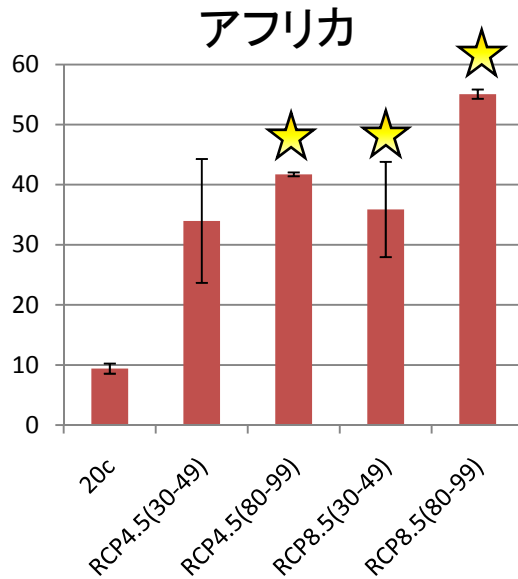
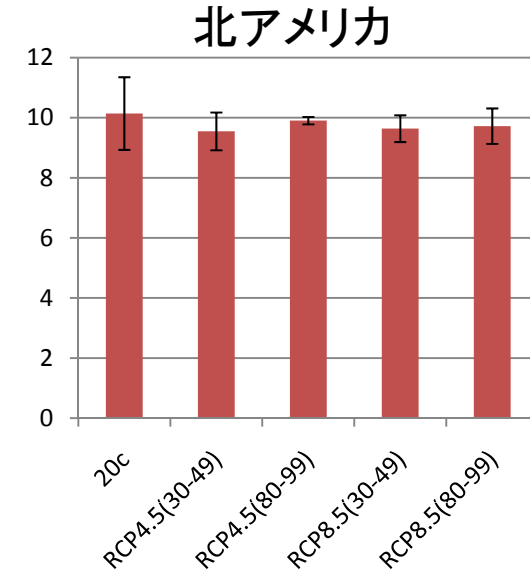
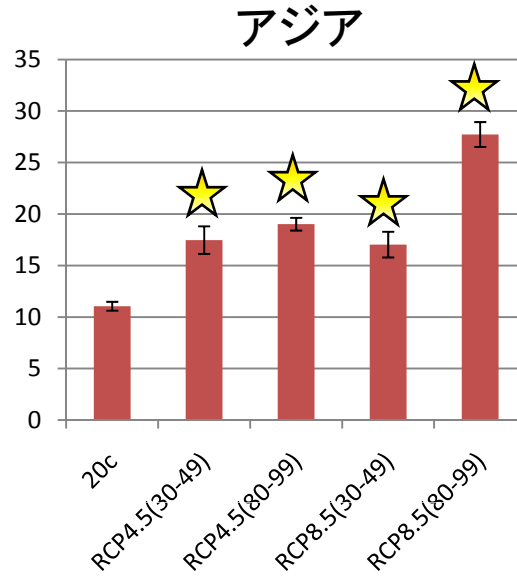
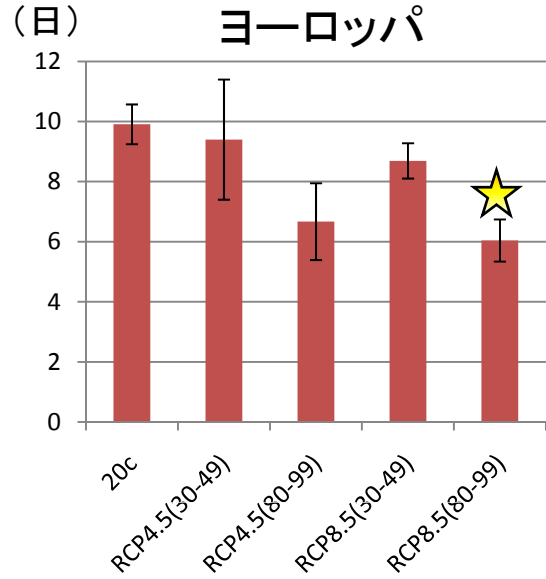
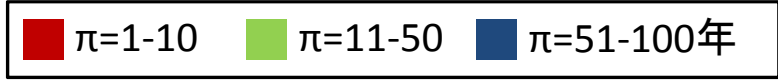
差:モデルの特性→不変



結果

R(π)を超える流量の日数をカウントし、大陸ごとにまとめた

20年間の平均洪水生起日数

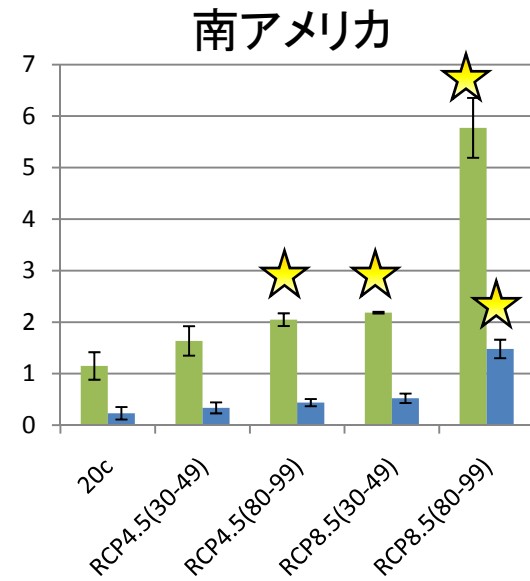
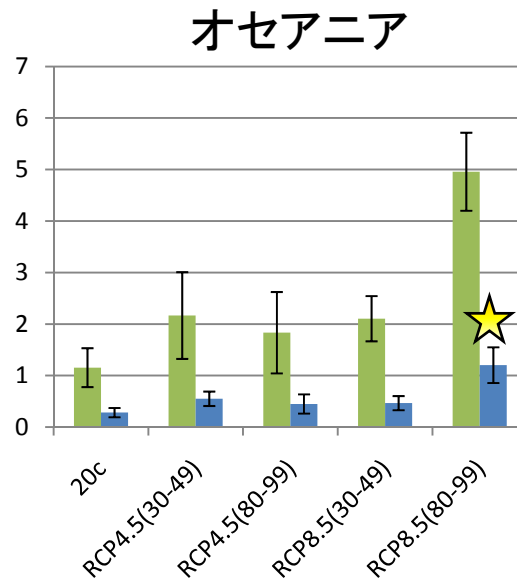
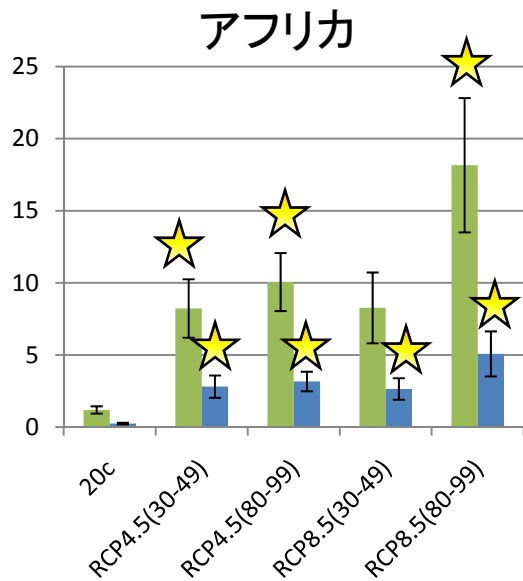
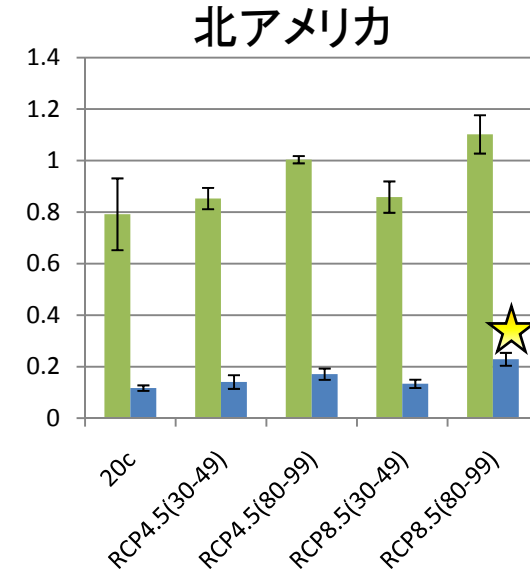
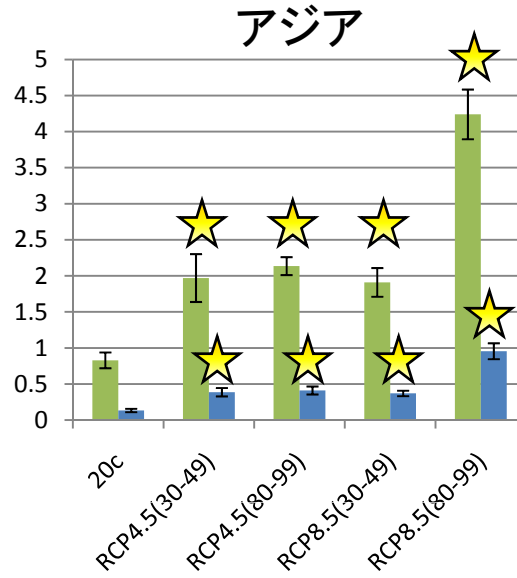
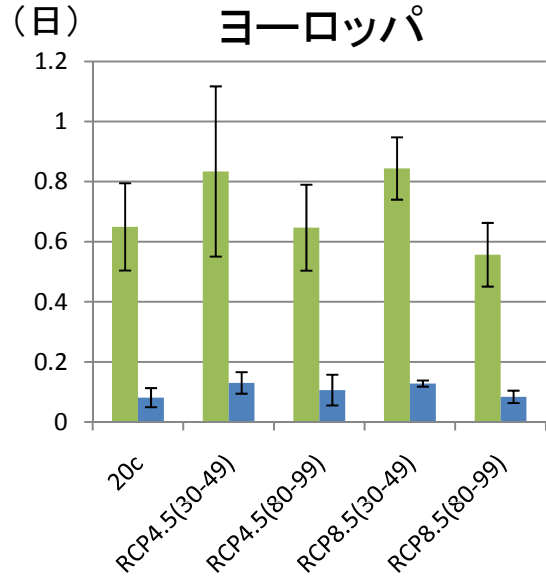
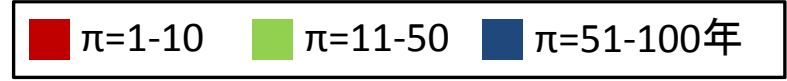




結果

R(π)を超える流量の日数をカウントし、大陸ごとにまとめた

20年間の平均洪水生起日数





まとめ

- MIROC5を用いて将来の水災害リスクの変化を推定した(本研究では洪水のみ)
- 河川流量の長期平均は概ね良い再現
- 極値(洪水)は実際に比べて短く, たくさんの回数発生(レスポンスが速い?)
- ヨーロッパ, 北アメリカを除く大陸で洪水は増加
- 特にRCP8.5シナリオにおける21世紀後半に全規模の洪水が有意に増加(オセアニアの大規模を除く)
- →災害発生確率→災害規模推計に結びつける