

超高解像度大気モデルによる気候変動予測の不確実性の定量化と低減に関する研究

課題代表者： 楠 昌司（気象研究所）

(1)地域的な温暖化予測の不確実性の定量化と低減

(2)台風の発生数、強度、経路等の予測に関する不確実性の定量化と低減

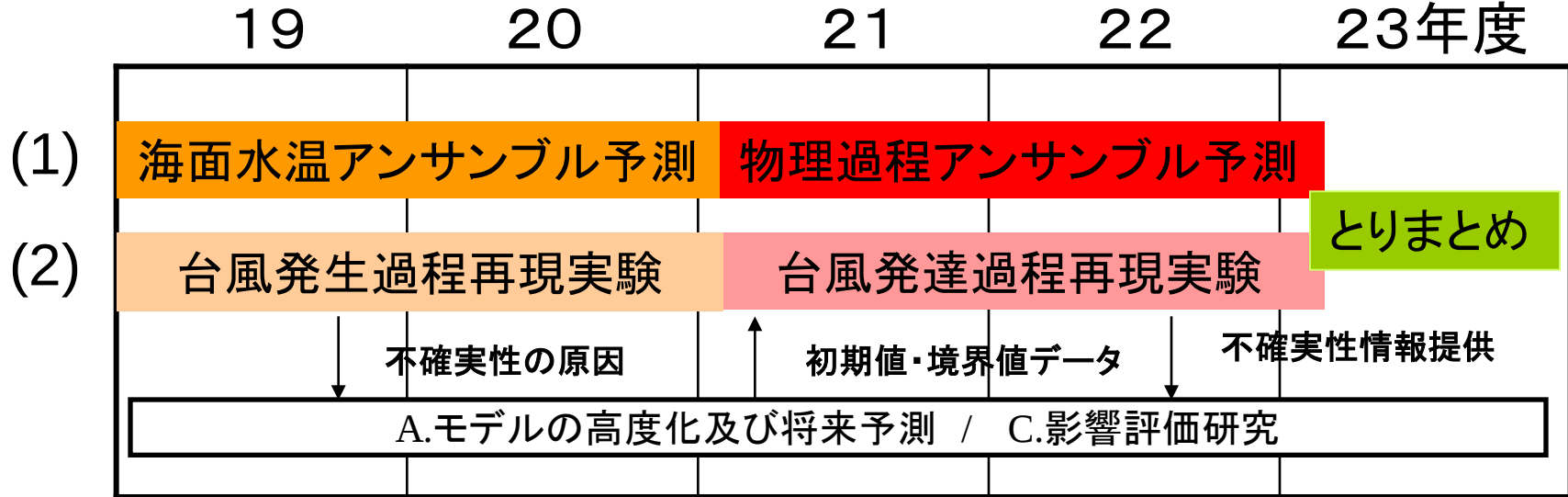
実施責任者： 楠 昌司（気象研究所）

実施責任者： 杉 正人（気象研究所）

- 全球60kmモデルによる多数のアンサンブル予測実験を実施。
- 予測海面水温やモデルの物理過程の違いに起因する不確実性の定量化
- 不確実性の原因の解明によるモデルの高度化

- 1km/5km雲解像モデルによる台風の発生・発達過程再現実験を実施。
- モデルの台風の発生・発達のメカニズムを解明。
- 台風の予測に関する不確実性を評価。

研究実施計画



・ 3年後目標

- (1) 60km全球モデル海面水温アンサンブル実験の終了
海面水温に予測による不確実性の定量化
- (2) 5km・1km雲解像モデル台風発生過程再現実験の終了
台風の発生過程の解明・発生数の予測の不確実性の定量化

・ 5年後目標

- (1) 60km全球モデル物理過程アンサンブル実験の終了
モデルの物理過程に予測による不確実性の評価
- (2) 5km・1km雲解像モデル台風発達過程再現実験の終了
台風の発達過程の解明・最大強度の予測の不確実性の評価

サブ課題1

地域的な温暖化予測の
不確実性の定量化と低減

60km格子全球大気モデル
によるアンサンブル実験

海面水温・大気初期値 アンサンブル

将来：2075～2099年、25年

海面水温 \ 初期値	初期値0	初期値1	初期値2
マルチ・モデル平均	HF0A	HF0A_m01	HF0A_m02
CSIRO	HF0A_csiro	HF0A_csiro_m01	HF0A_csiro_m02
MIROC	HF0A_miroch	HF0A_miroch_m01	HF0A_miroch_m02
MRI	HF0A_mri	HF0A_mri_m01	HF0A_mri_m02

4海面水温 X 3初期値 = 12個の実験

降水量 変化 7月

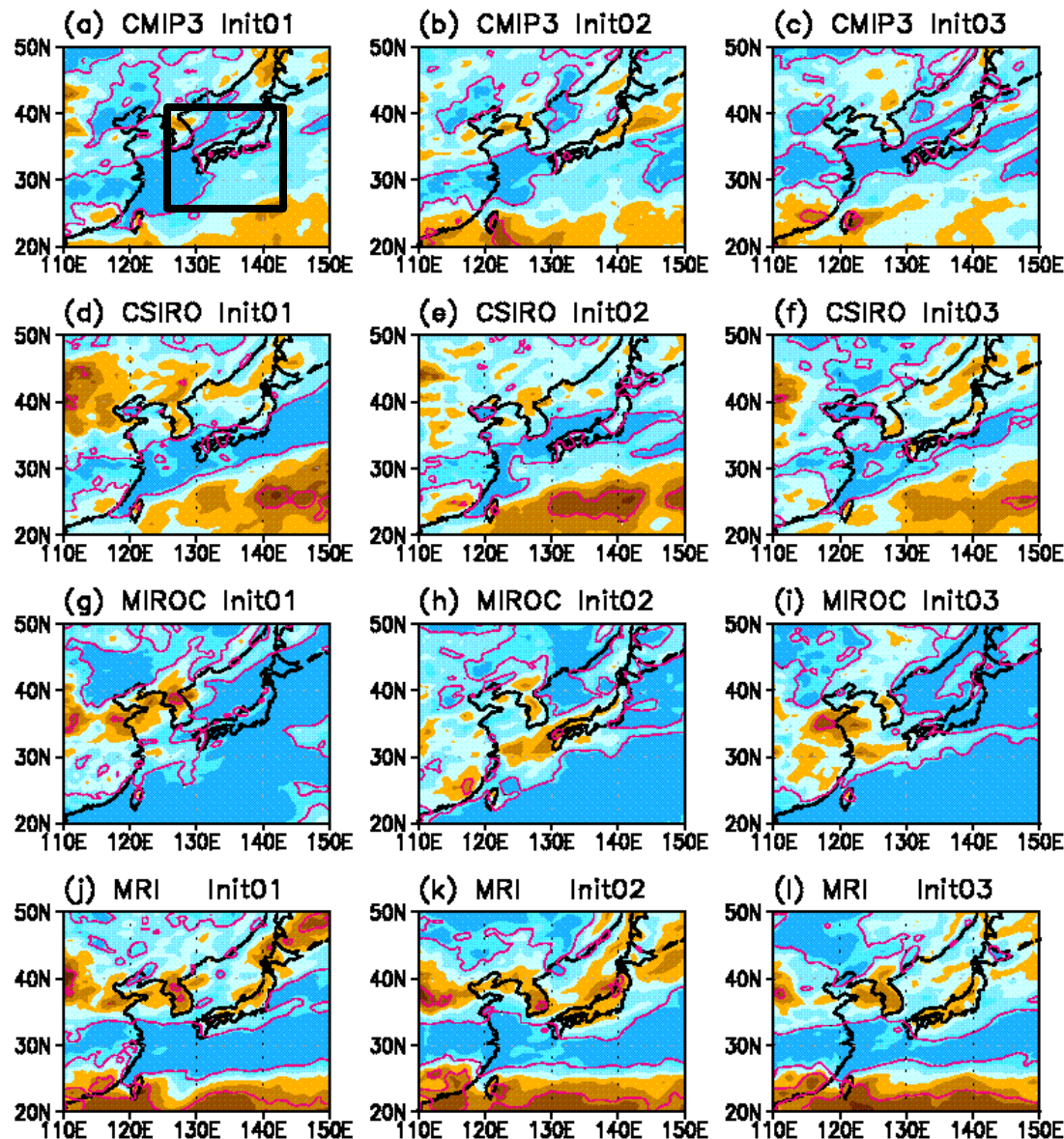
← 初期値が違う →

Precipitation (mm/day) Change=(F-P)/P (%)

60km model HP0A:1979-2003 HF0A:2075-2099

Month= 7

Contour: 95% significant



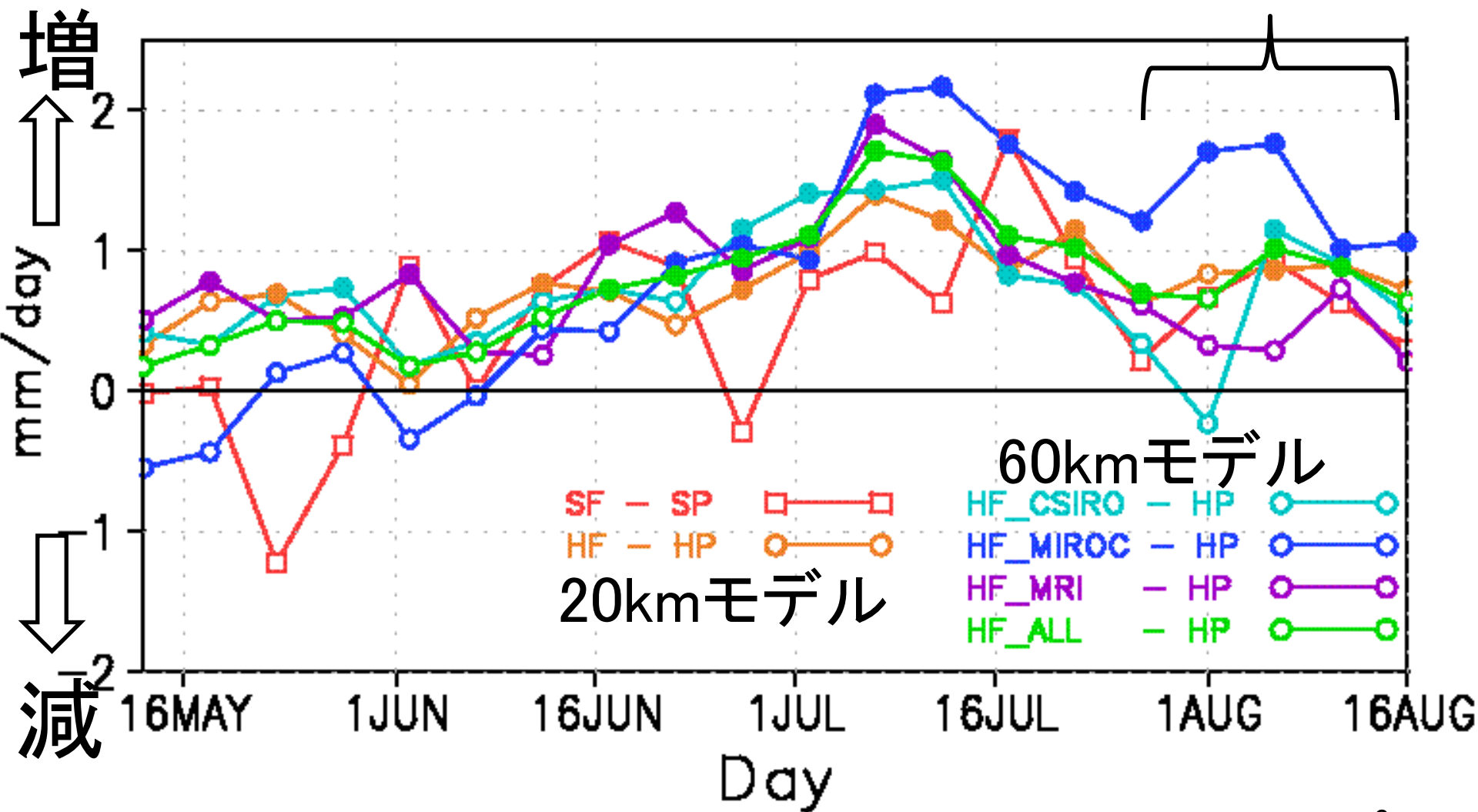
現在:1979-2003
将来:2075-2099

海面水温
が違う

降水量変化の時系列

(125-142E, 25-40N)

梅雨明けが遅れる



海面水温・モデル アンサンブル

将来：2075～2099年、25年

海面水温 \ モデル	吉村裕正： YS	荒川・シューベルト 改良版：AS	Kain&Fritsh :KF
マルチ・モデル平均	HFA_YS	HFA_AS	HF0A_KF
クラスタ1	HFA_YS _{c1}	HFA_AS _{c1}	HF0A_KF _{c1}
クラスタ2	HFA_YS _{c2}	HFA_AS _{c2}	HF0A_KF _{c2}
クラスタ3	HFA_YS _{c3}	HFA_AS _{c3}	HF0A_KF _{c3}

4海面水温 X 3モデル = 12個の実験

降水量 変化 7月

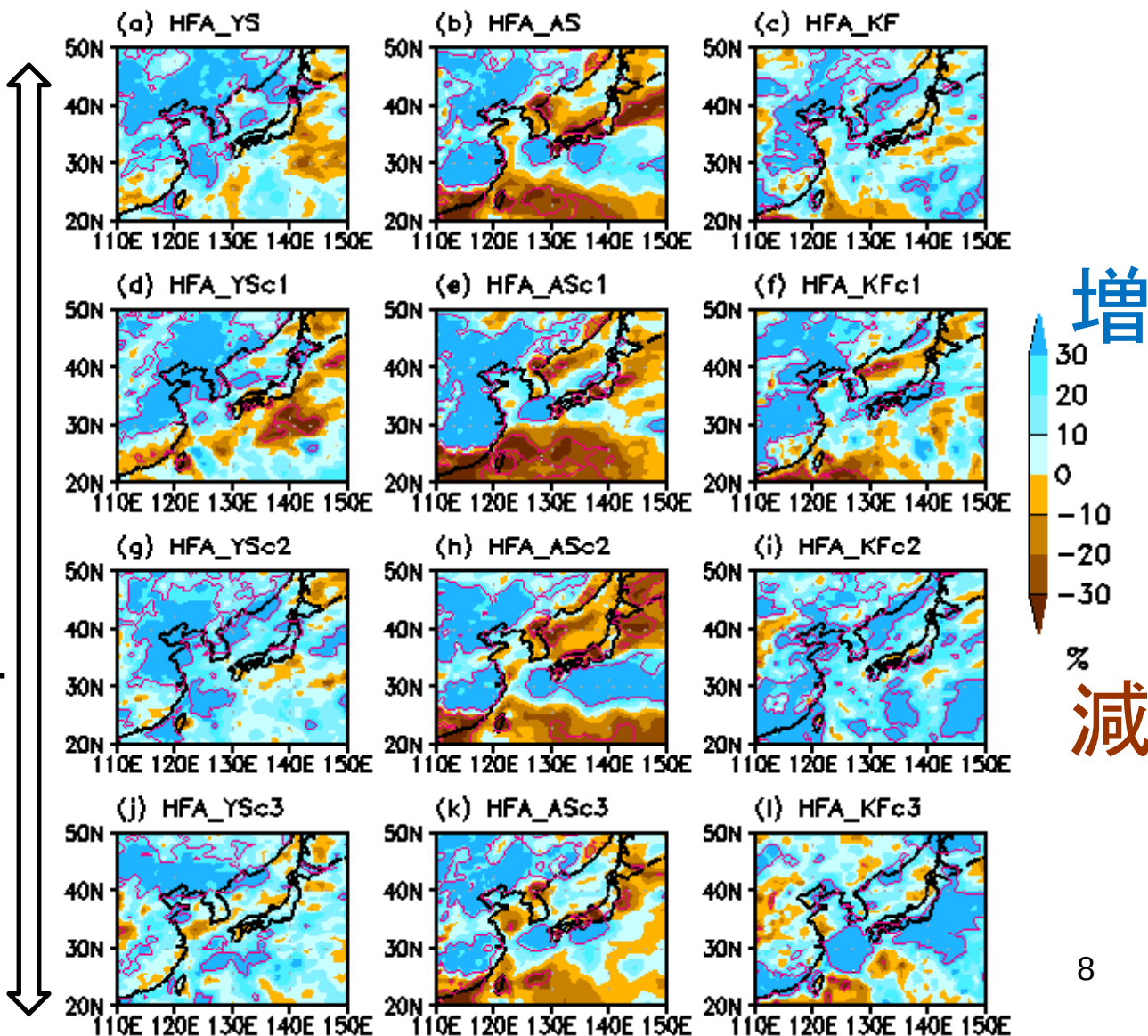
← モデルが違う →

60km model HPA*:1979-2003 Future:2075-2099

Contour: 95% significant

現在:1979-2003
将来:2075-2099

海面水温
が違ふ



梅雨期 6～7月

色:95%有意

斜線:符号一致率が高い

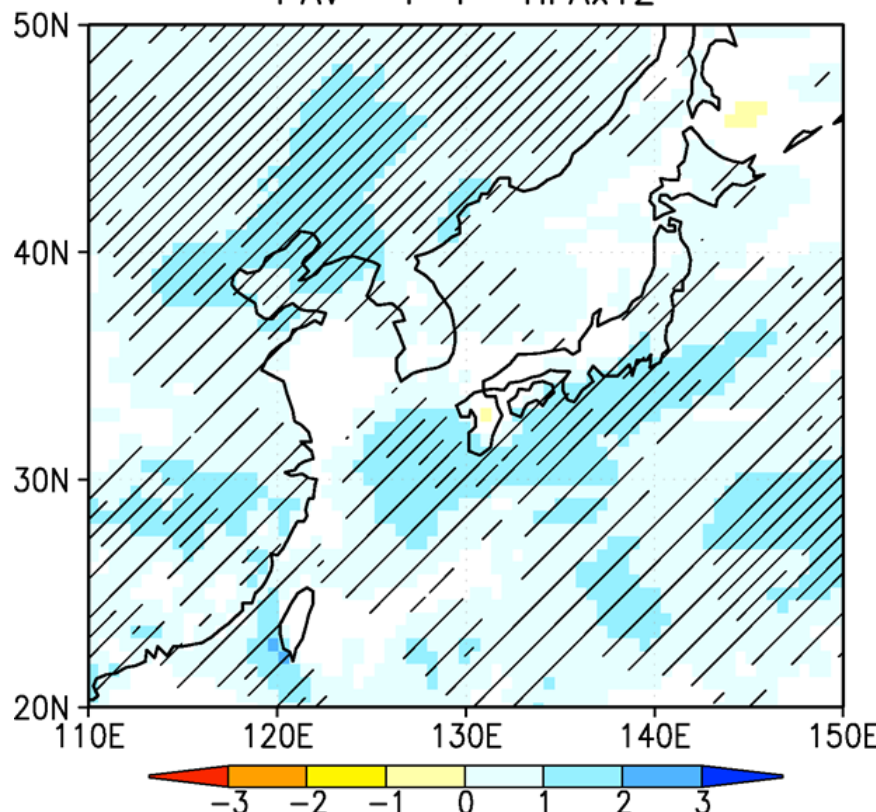
現在:1979-2003

将来:2075-2099

4海面水温 X 3モデル = 12個の実験

降水量

PAV F-P HFAx12

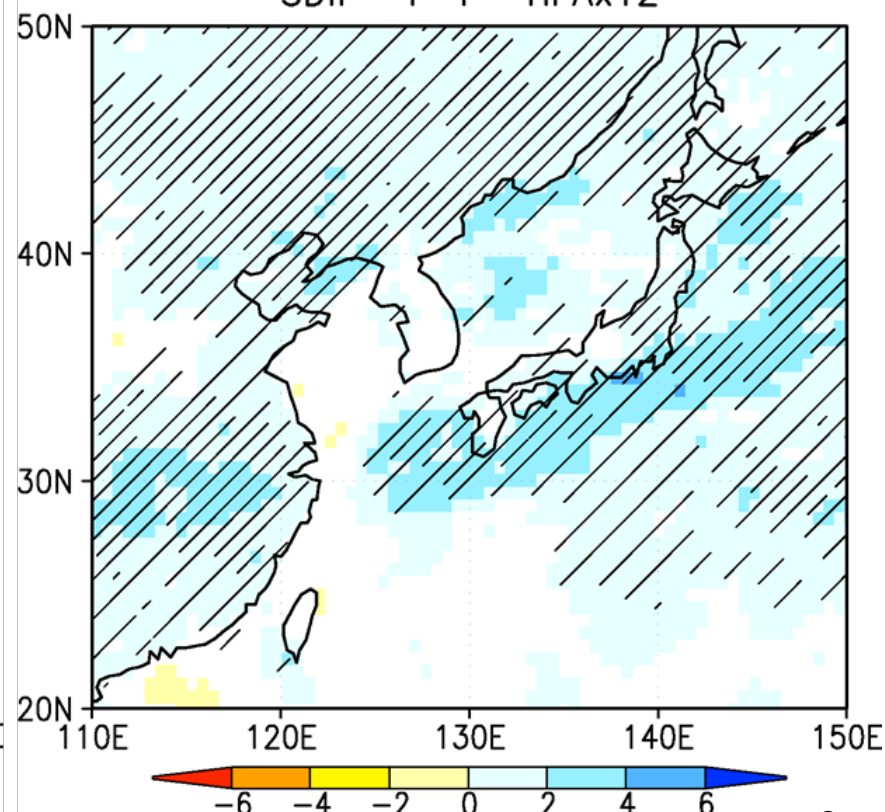


減

増

降水強度

SDII F-P HFAx12

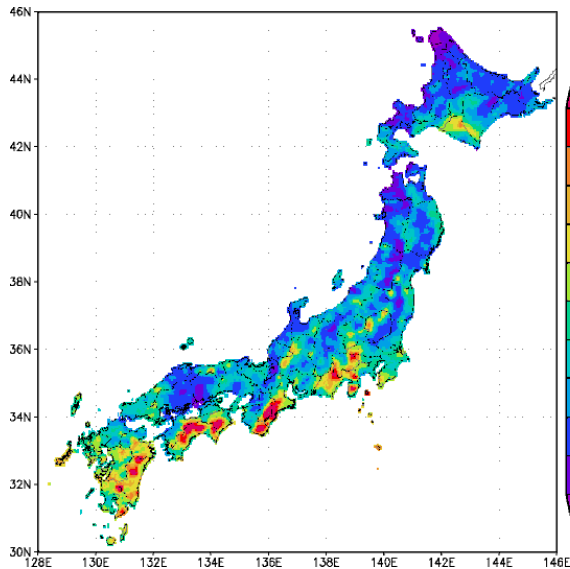


減

増

再現期間100年 確率降水量マップ

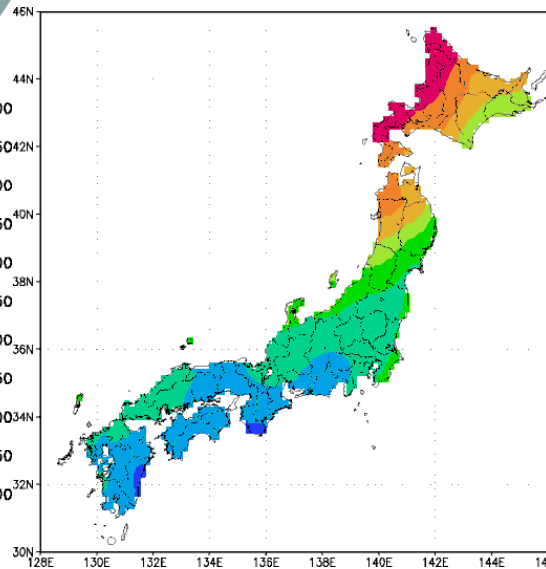
現在：観測



APHRO_JP(1980-2009)による、現在気候における100年確率降水量(mm/day)

地形効果による細かい分布

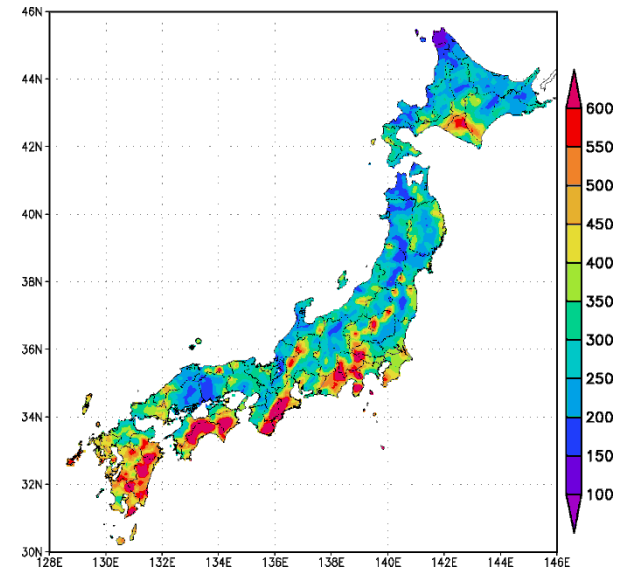
変化率



モデルアンサンブル(20kmx2本,60kmx3本)による、100年確率降水量変化率(%)

地形効果の小さい滑らかな分布

将来：2075-2099



左の2つの結果より得られた、21世紀末の100年確率降水量(mm/day)

地形効果による細かい分布

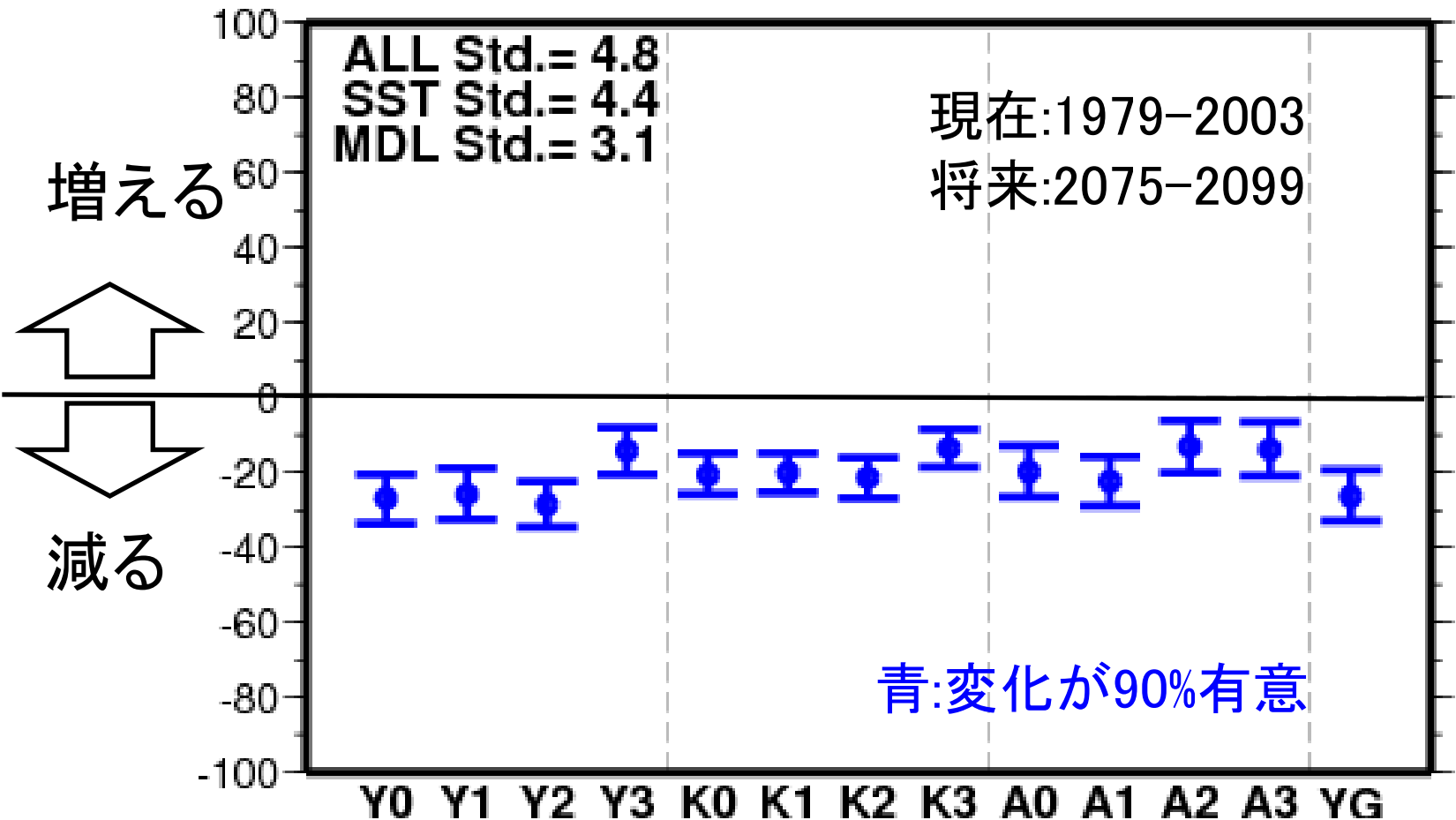
サブ課題2

台風が発生数、強度、経路等の 予測に関する不確実性の 定量化と低減

- 
- ・ 全球60kmモデルによる台風の発生数、強度、経路等の解析
 - ・ 領域雲解像モデルによる台風発達過程再現実験

熱帯低気圧 発生数変化:地球全体

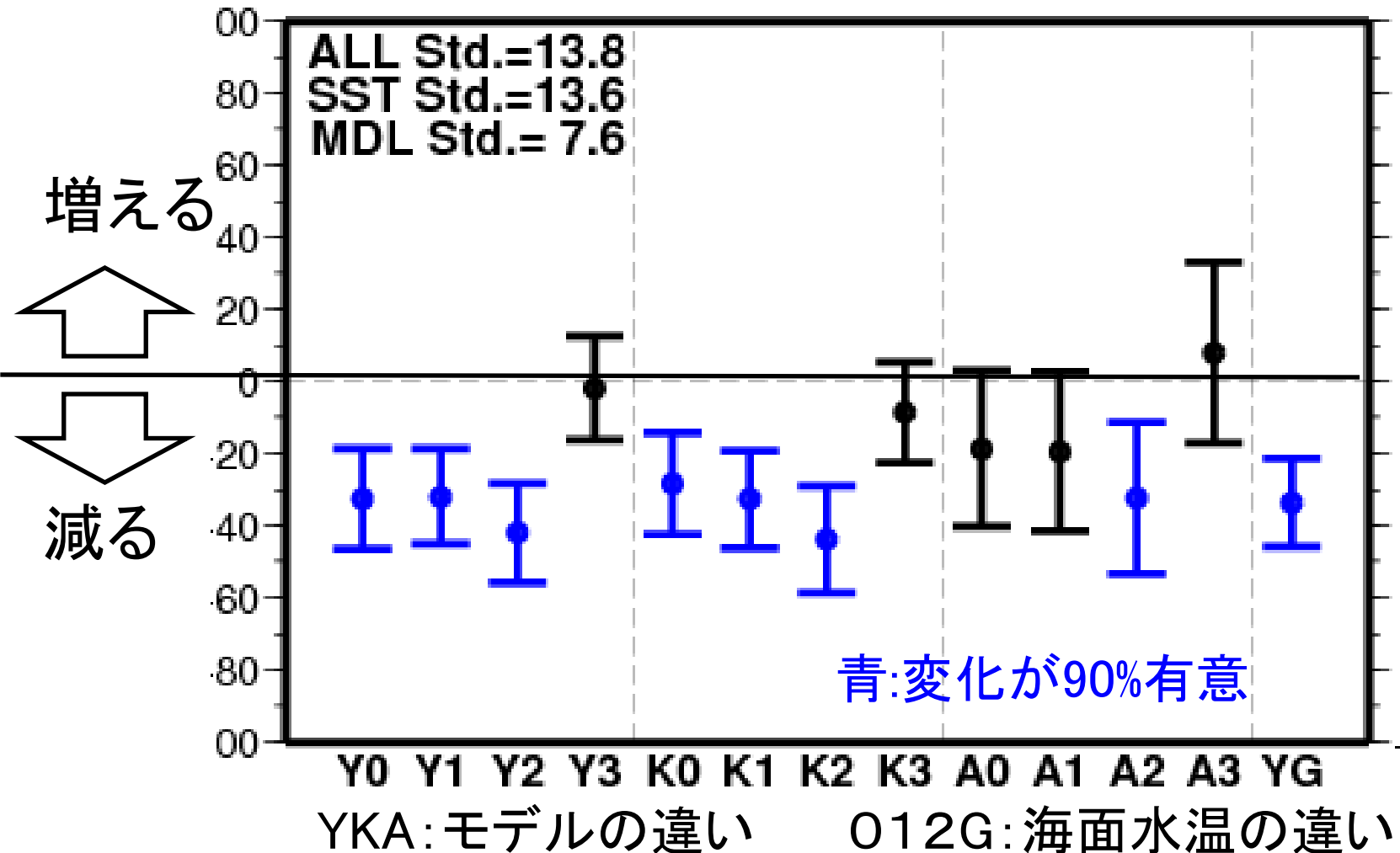
60kmモデル 海面水温・モデル アンサンブル実験
GL



YKA:モデルの違い O12G:海面水温の違い

台風 発生数変化

60kmモデル 海面水温・モデル アンサンブル実験
WNP

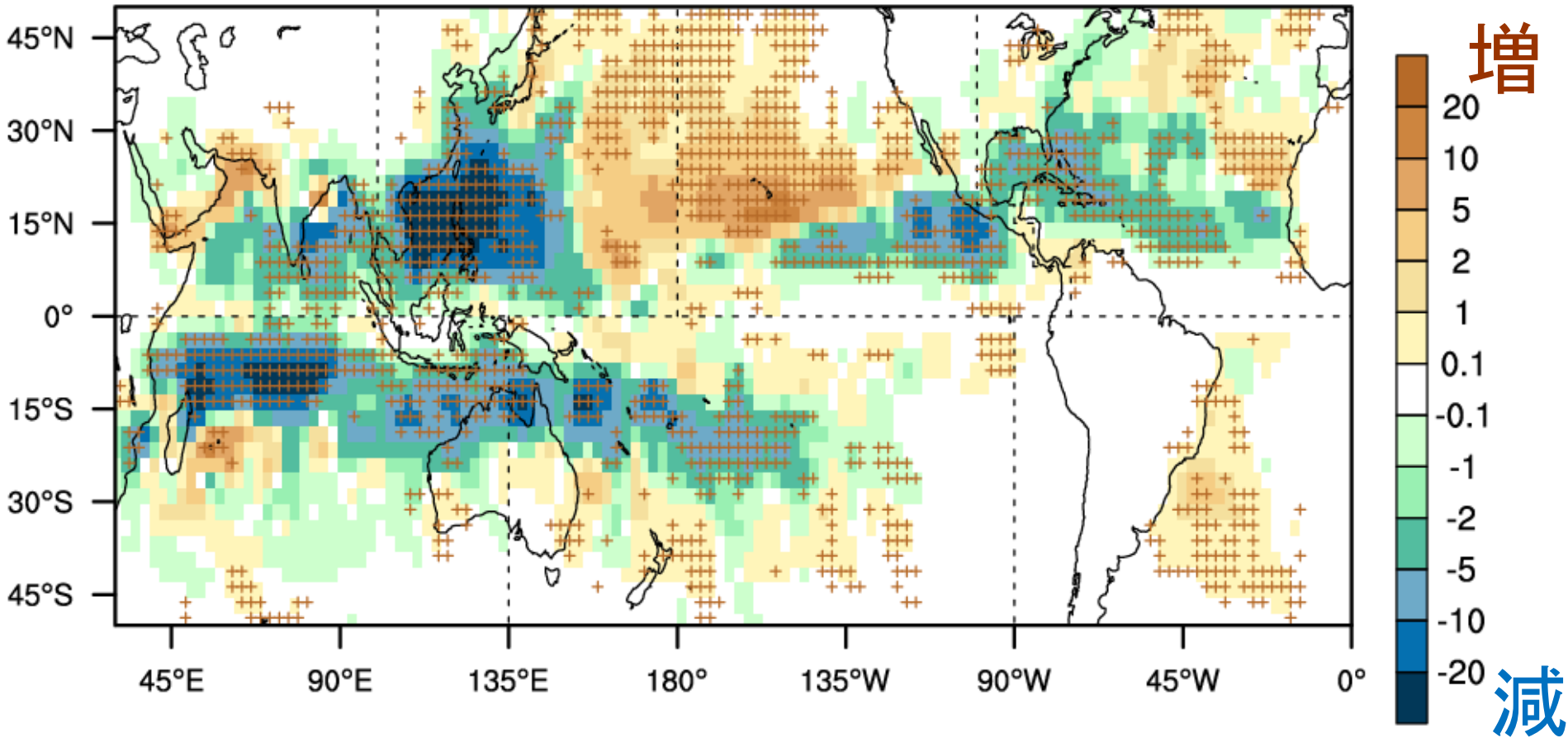


熱帯低気圧 存在頻度変化

現在:1979-2003

将来:2075-2099

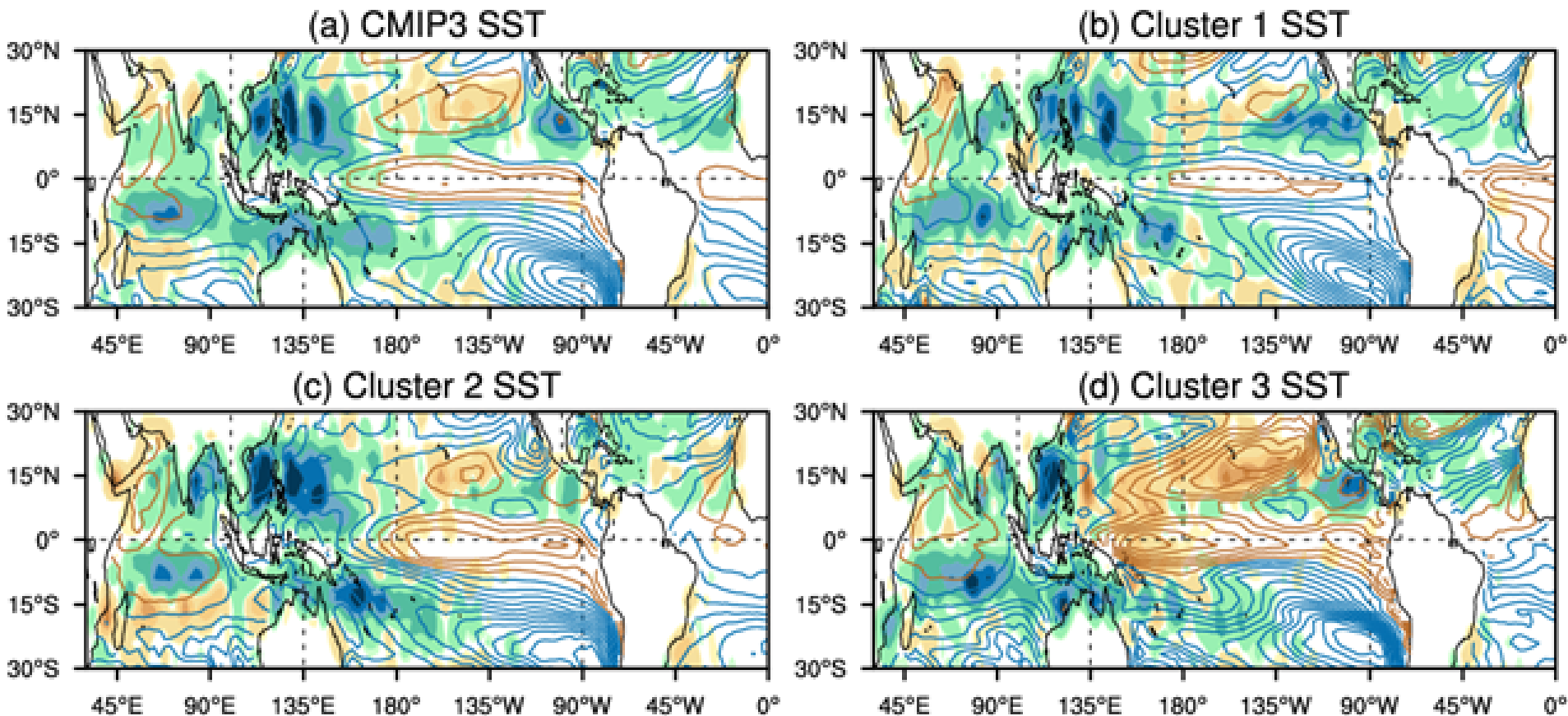
4海面水温 X 3モデル = 12個の実験



+印:符号一致率が高い

海面水温の変化が、数の変化に効く

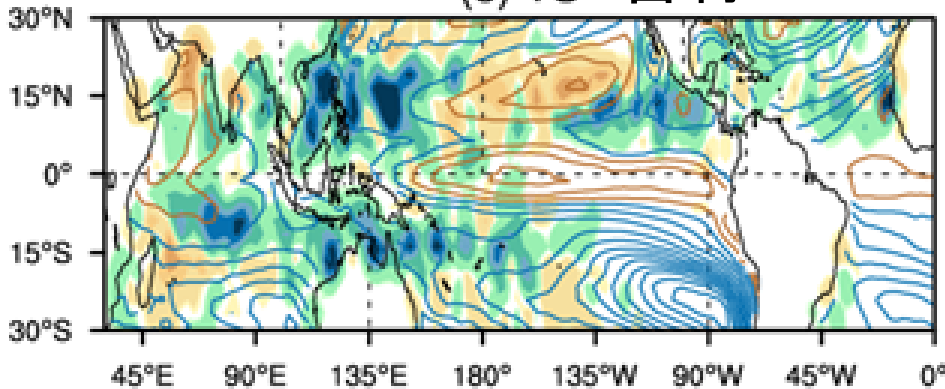
茶線: 海面水温の変化が大きい → 茶領域: 熱帯低気圧の数が増える
青線: 海面水温の変化が小さい → 青領域: 熱帯低気圧の数が減る



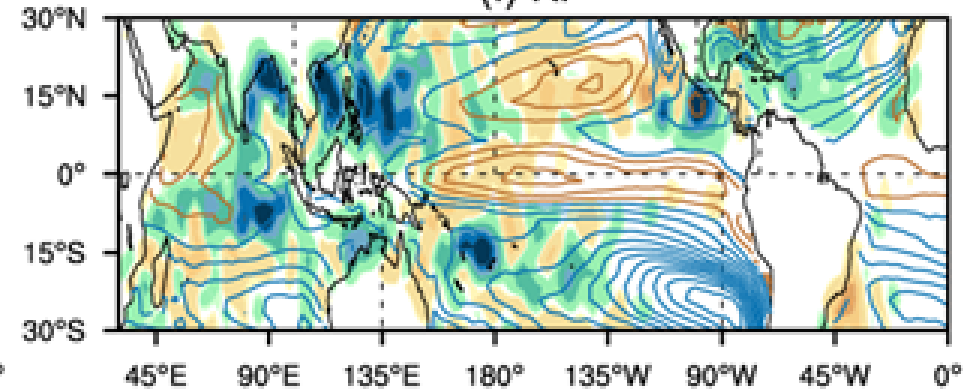
モデルの影響は小さい

海面水温(等値線)を同じにして、積雲対流を変えた。

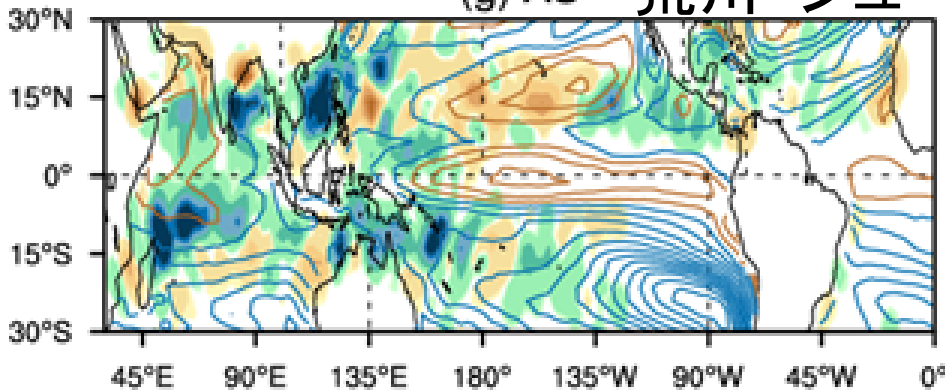
(e) YS 吉村



(f) KF Kain-Fritsch

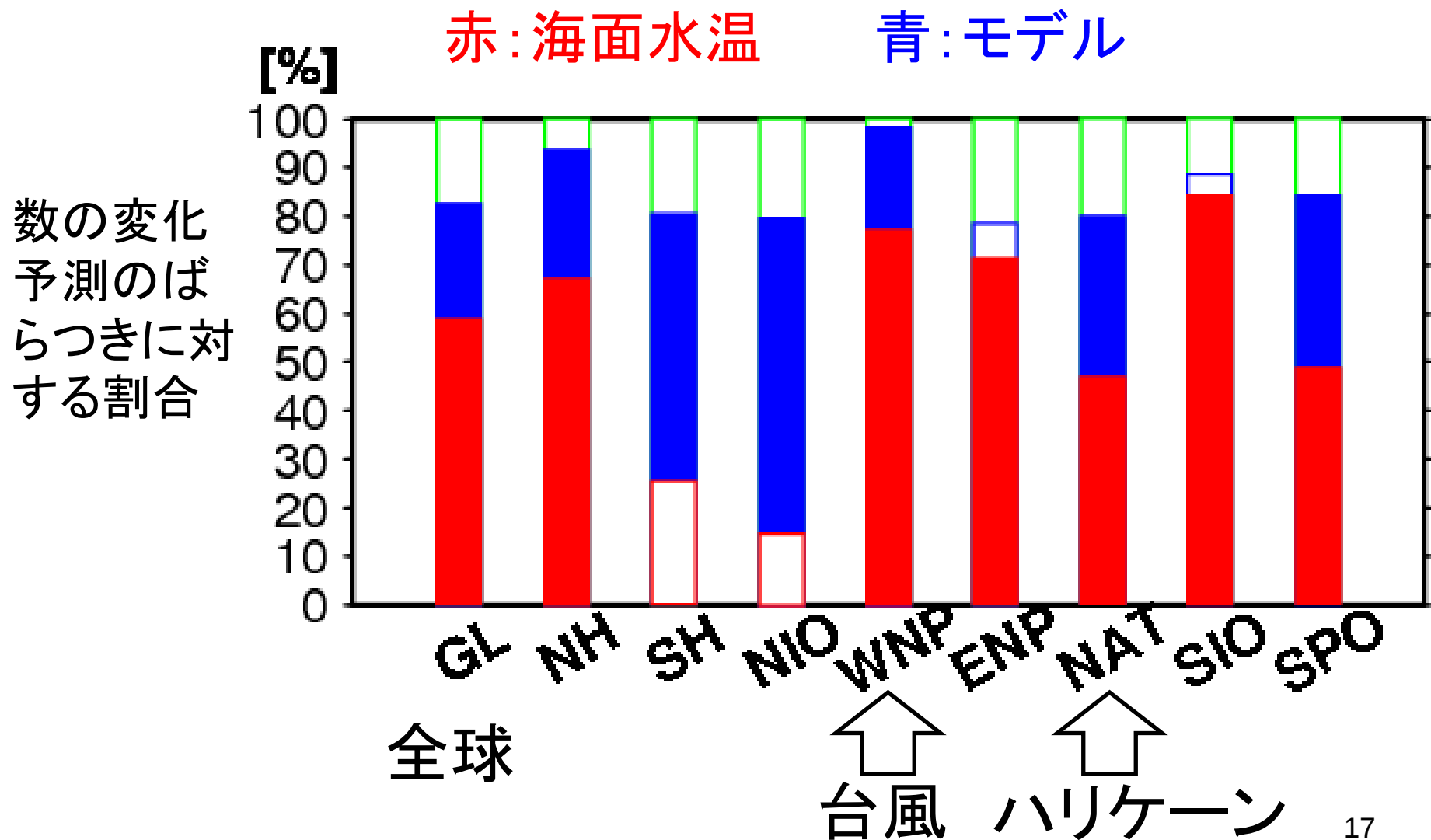


(g) AS 荒川・シューベルト



数の変化分布(青、茶領域)は似ている

海面水温のモデルどちらが効くか？



年最大強度マップ

現在:1979-2003

将来:2075-2099

観測

現在

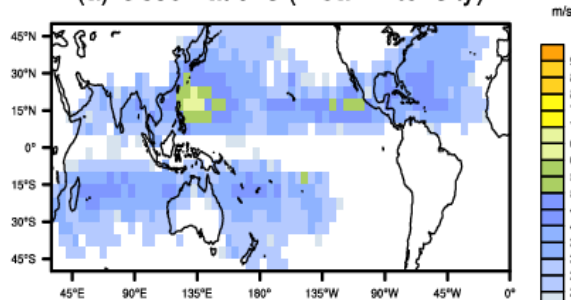
将来変化

増

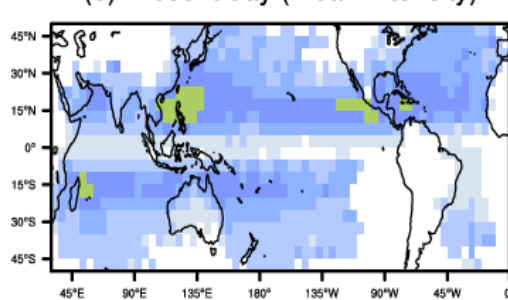
平均

10年
確率
最大
強度

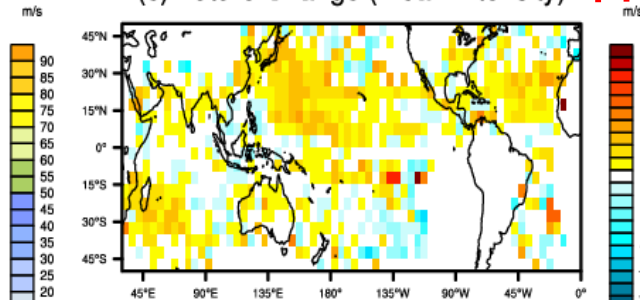
(a) Observations (Mean Intensity)



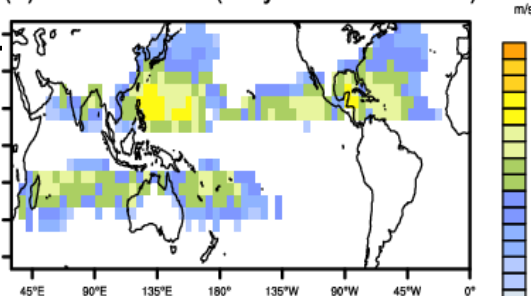
(b) Present-day (Mean Intensity)



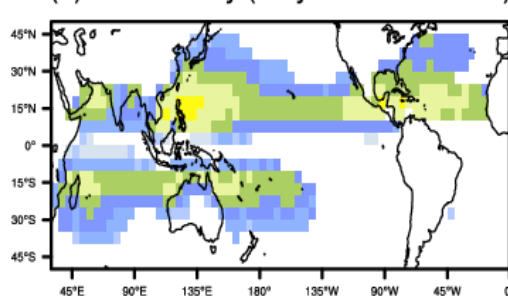
(c) Future Change (Mean Intensity)



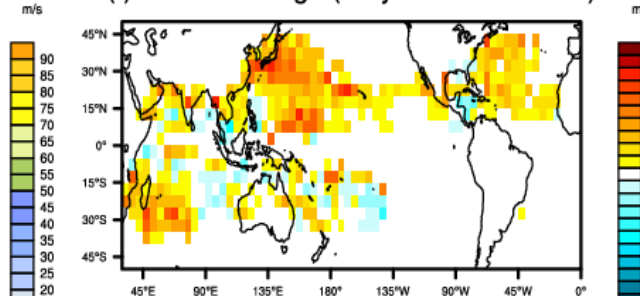
(d) Observations (10-year return value)



(e) Present-day (10-year return value)



(f) Future Change (10-year return value)



指標は、年最大風速 (m/s)

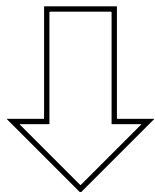
20km、60kmモデルの
全ての実験を使用

強い熱帯低気圧が増えること
については信頼性が高い
(IPCC AR4)

熱帯低気圧 の発生数

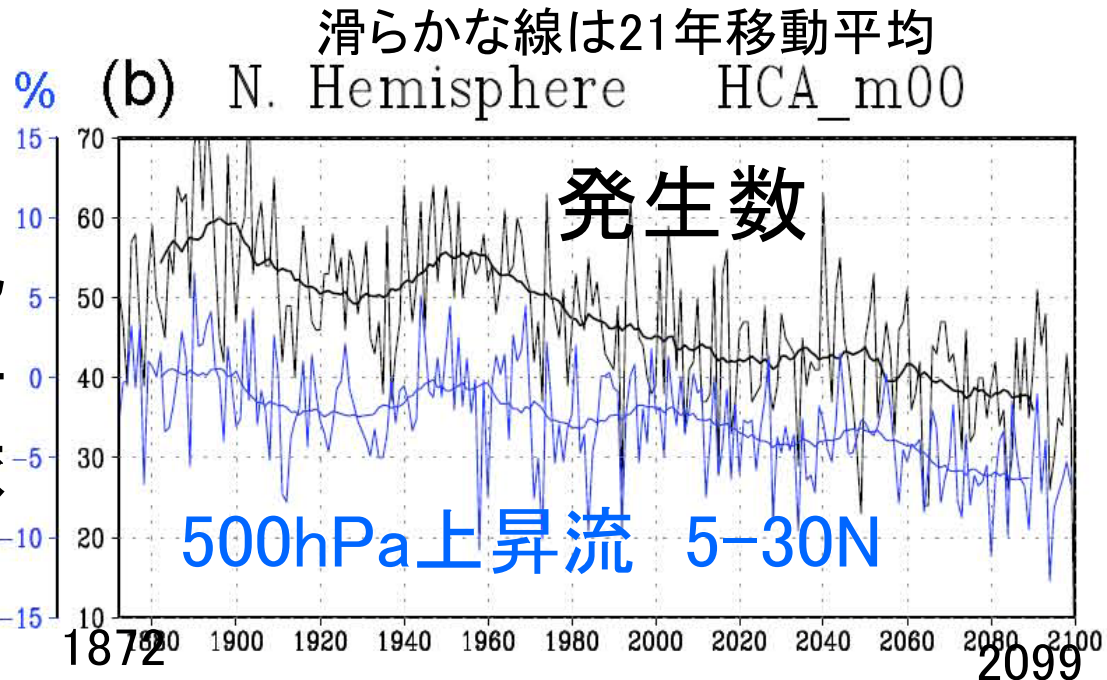
60kmモデル
1872-2099年
連続実験

熱帯の対流
活動減少

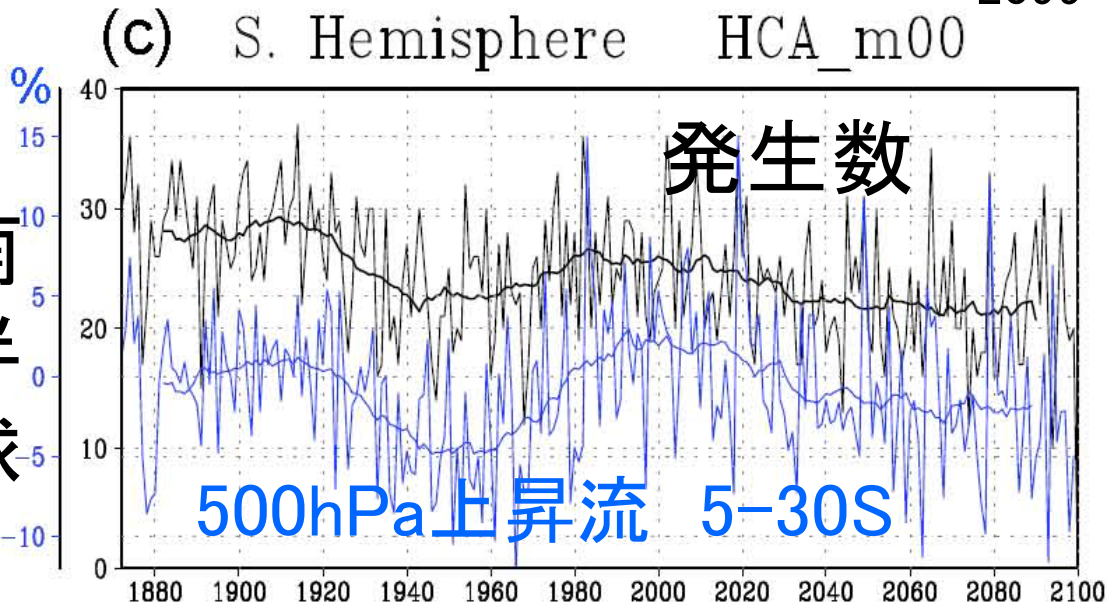


熱帯低気圧
の数が減少

北
半
球



南
半
球



1872年-1901年の平均値からの変化

なぜ数が減るのか？

60kmモデルによる
理想化実験

標準
実験

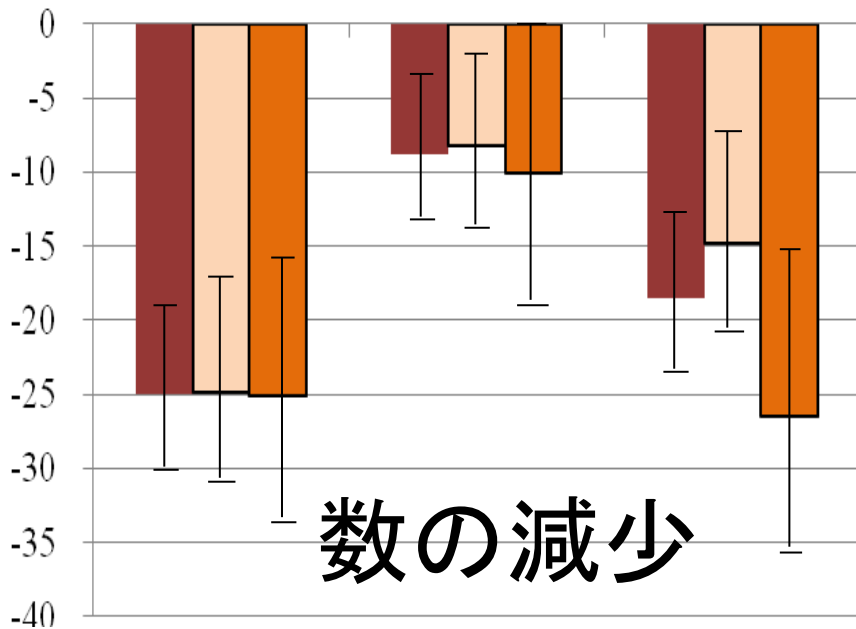
CO2
増加

海面
水温
増加

F-P

CF-P

SF-P



数の減少

標準
実験

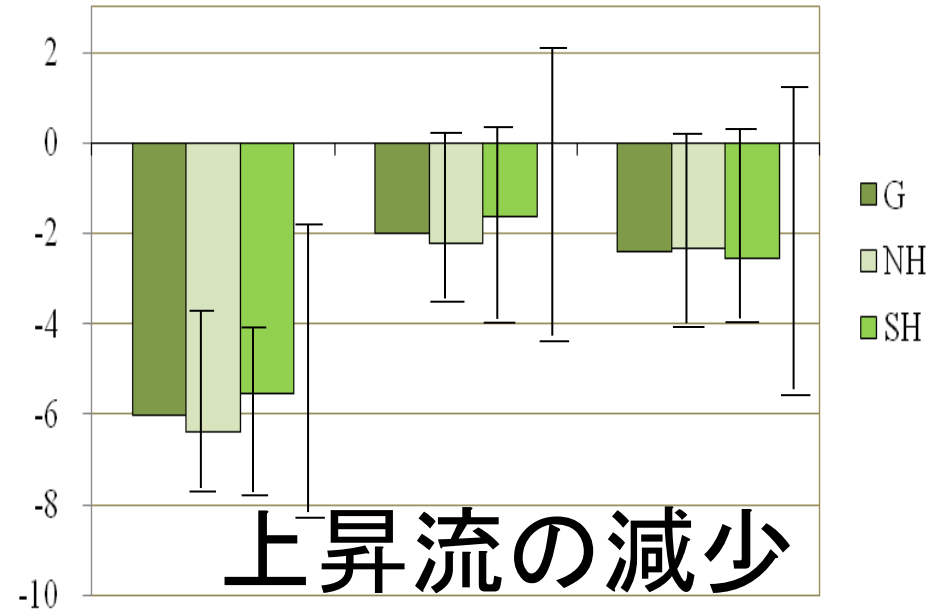
CO2
増加

海面
水温
増加

F-P

CF-P

SF-P



上昇流の減少

CO2、海面水温がともに上昇流の減少に寄与

CO2、海面水温がともに数の減少に寄与

60kmモデルによるアンサンブル実験で わかったこと

1. 梅雨期の降水量が増加し、降水強度も増加する。梅雨明けが遅れる。これらの変化は、多数の実験で一貫して予測されることから、不確実性が低く、信頼性が高い。
2. 熱帯低気圧の強度が増加すること、地球全体で数が減ることは、信頼性が高い。しかし、地域的な数の変化については、不確実性が残る。
3. 災害のリスク評価に必要な、確率分布図を作成することが可能となった。