

# 地球温暖化時の台風の動向の 全球的予測

—雲解像全球モデルによる気候予測への挑戦—

杉 正人(気象研究所客員研究員)

# 概要

## 1. 背景・目的

- ・温暖化時の台風の動向の予測：不確実性が大きい
- ・高精度の予測：モデルの高解像度化、積乱雲の計算の高精度化

## 2. 方法

- ・全球非静力学モデル(NICAM)による気候予測計算
- ・解像度14kmで30年、7kmで5年、3.5kmで1年

## 3. 結果

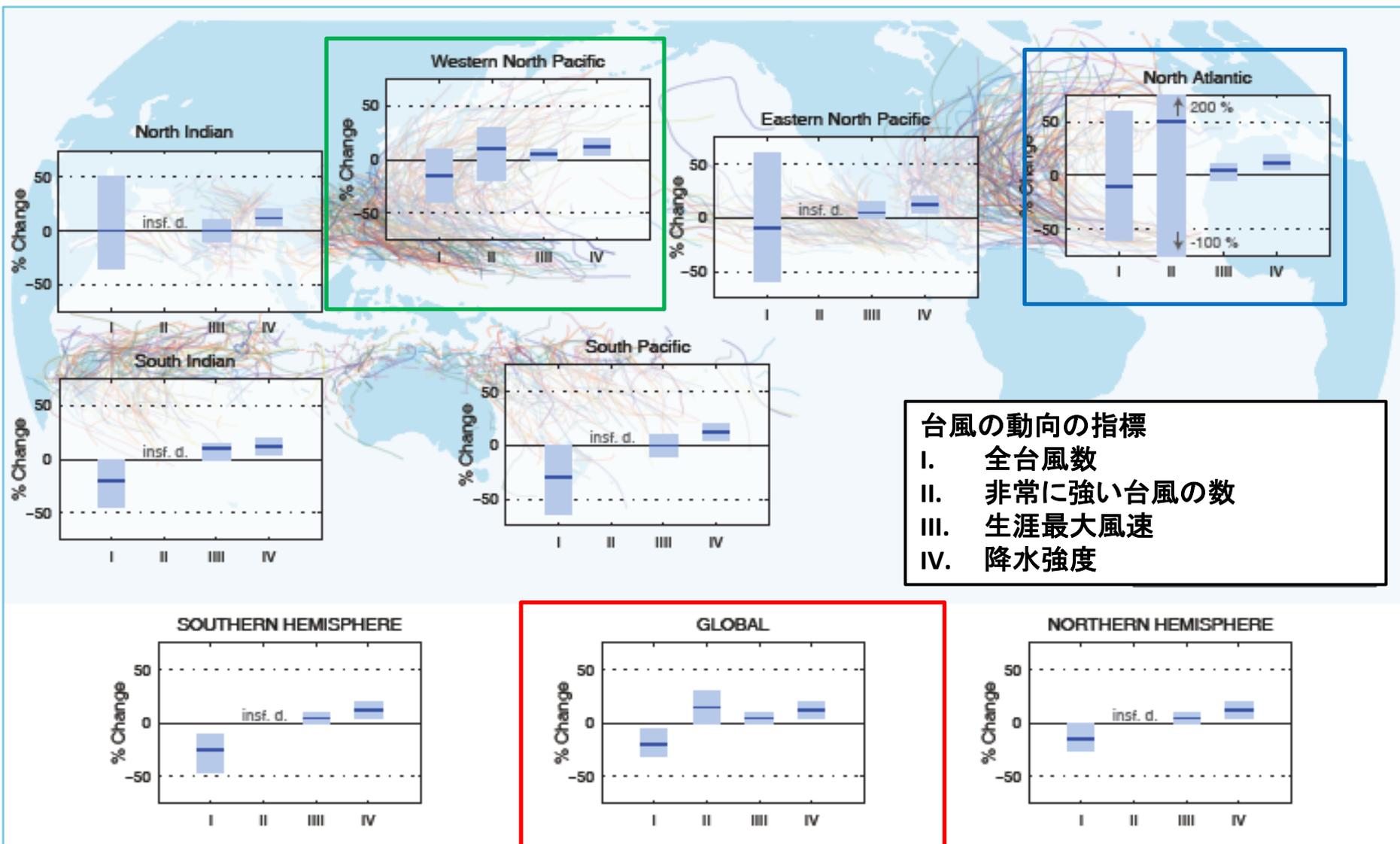
- ・解像度14kmのNICAMの現在気候実験で、観測された台風の気候特性をよく再現。
- ・全球台風の数には22%減少、非常に強い台風の数には6%増加  
台風の強さは2%増加、台風に伴う降水強度は13%増加。

## 4. 考察

- ・モデルの台風の最大風速の分布のピークは30-35m/s(観測では20-25m/s)。
- ・解像度依存性の調査が重要課題。

# 温暖化時の台風の動向の予測 – 不確実性が大きい

IPCC 2013 Fig.14.17



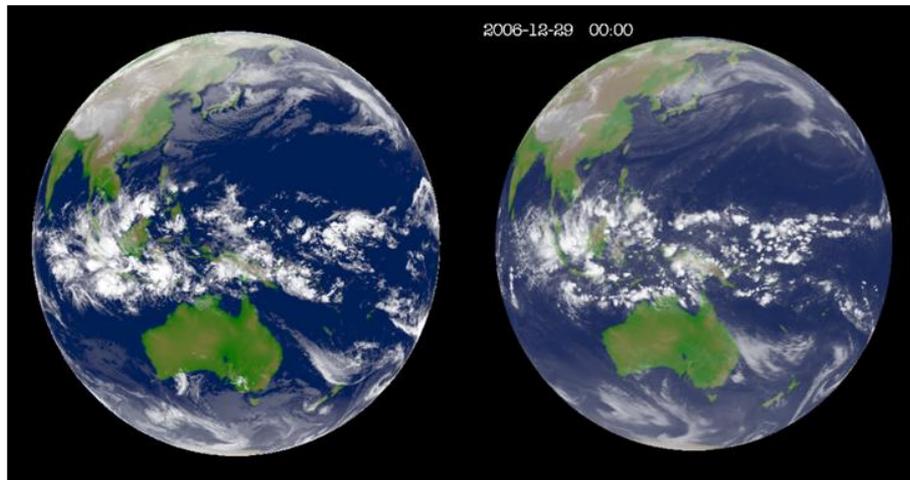
# 全球非静力学モデルNICAMによる全球雲解像シミュレーション

## モデルの高解像度化

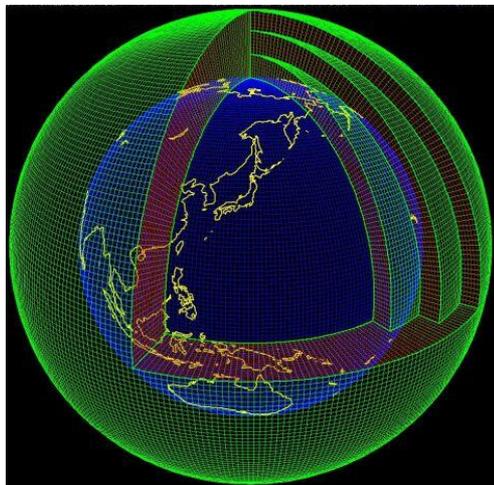
CFL条件:

$$c \Delta t \leq \Delta x$$

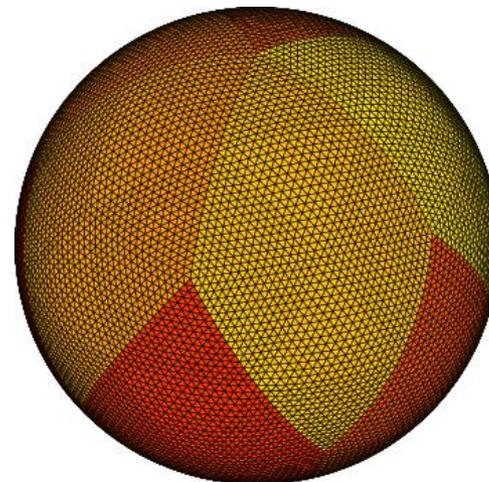
タイムステップは最小  
格子間隔で決まる



(左)静止気象衛星により観測された同時刻の雲画像  
(右)3.5kmメッシュNICAMにより計算された全球の雲分布



JMA/MRI model  
**緯度・経度格子**  
極付近で格子間隔  
小さい

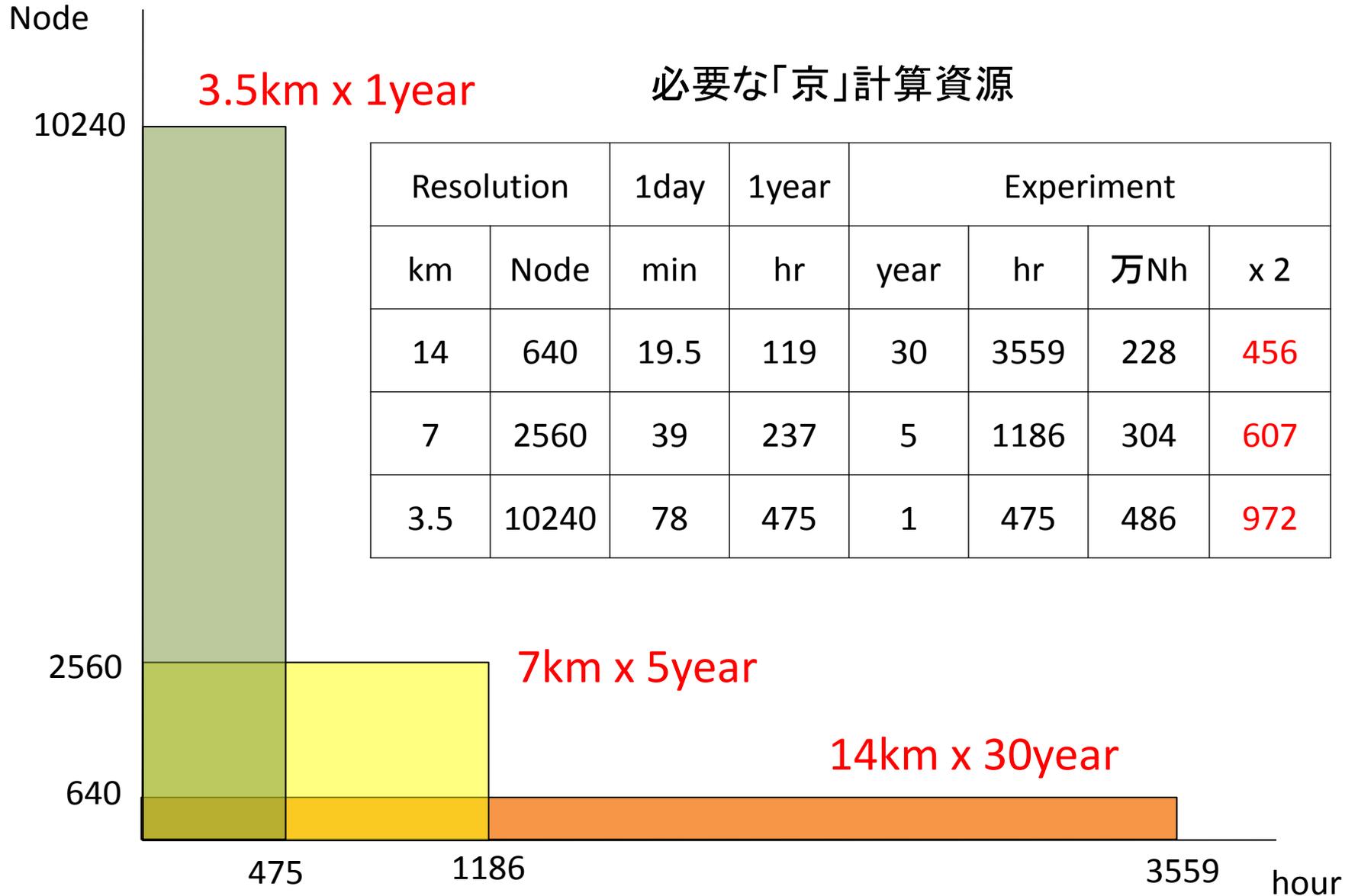


NICAM  
**正20面体格子**  
格子間隔全球で  
ほぼ一様

- ・高解像度 (60km, 20km)
- ・雲の効果を間接的に計算

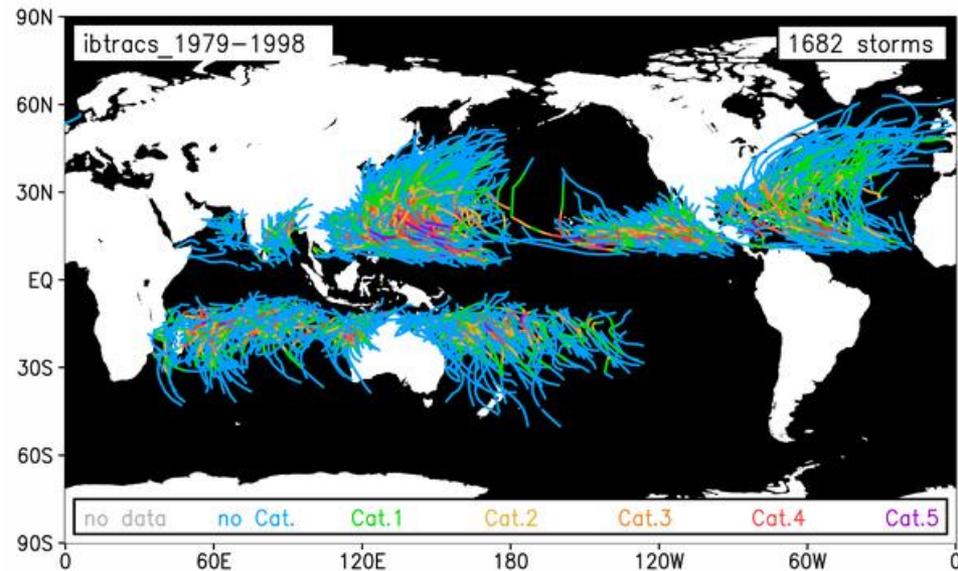
- ・雲解像度 (14km, 7km, 3.5km, 1.7km, 0.87km)
- ・雲を直接計算

# 実験設定： 現在・温暖化時（海面水温、温室効果ガス）



# 熱帯低気圧の経路

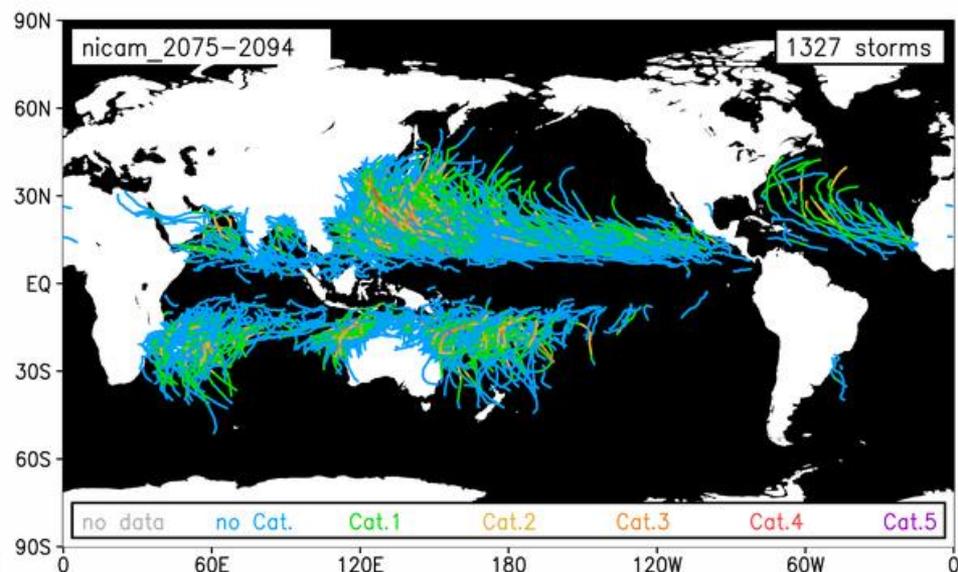
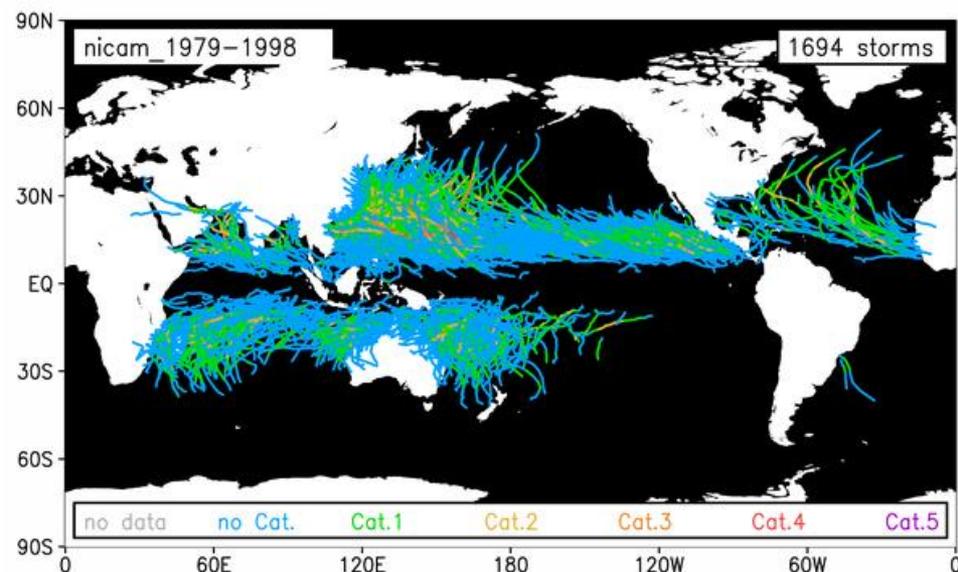
# 海域ごとの発生数



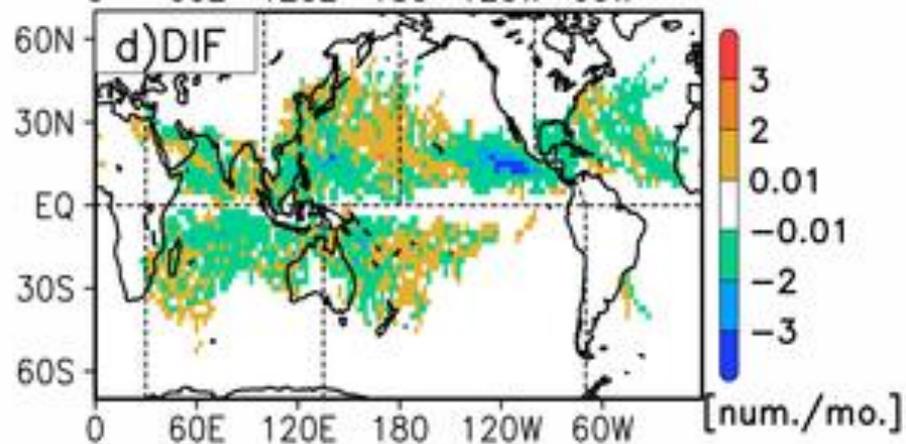
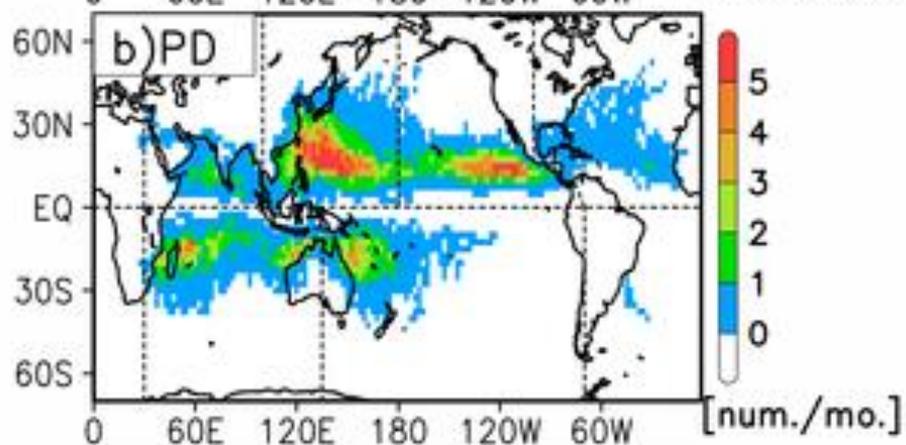
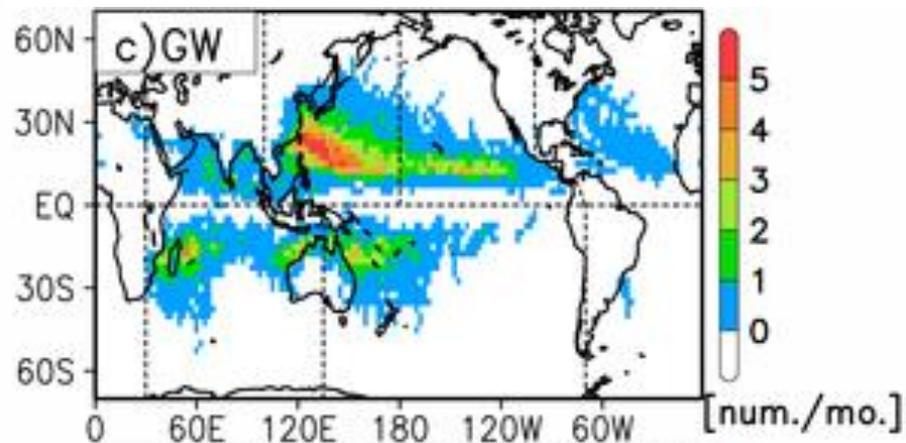
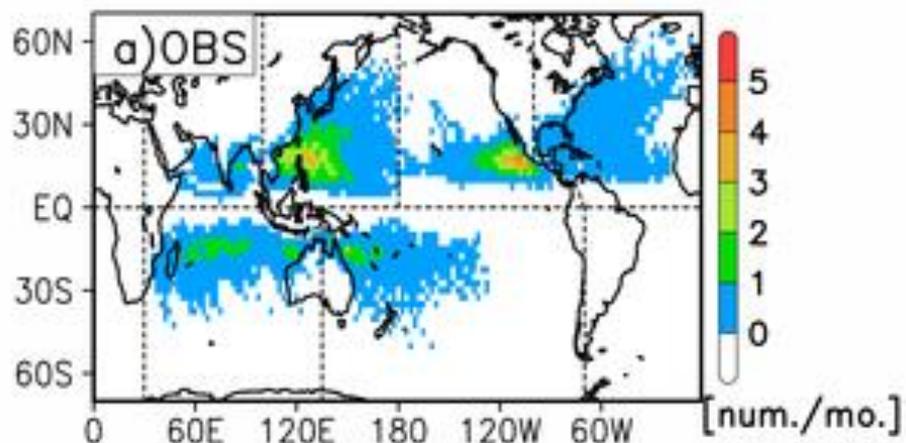
ALL TC [#]	NI	WNP	ENP	NAt
IBTrACS(ALL) JTWC+HURDAT	4.75	27.35	16.25	10.5
NICAM (pre.)	5.5	25.75	20.05	3.6
NICAM (fut.)	5.1	22.4	12.55	1.7
Diff. (%)	-7.27	-13.01	-37.41	-52.78

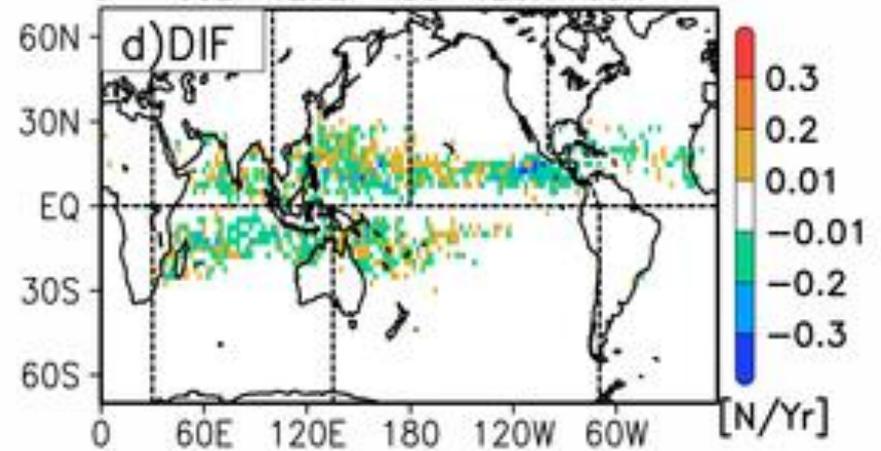
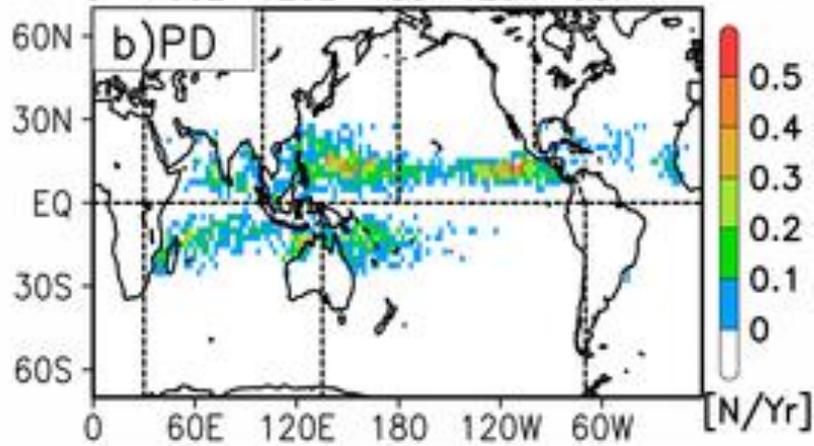
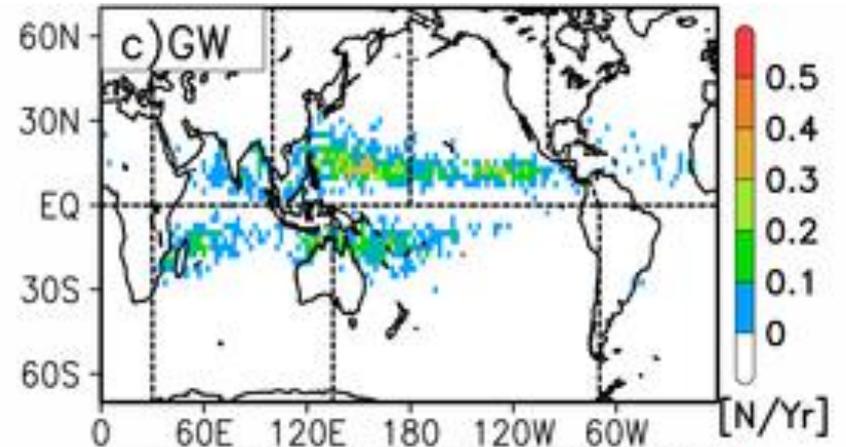
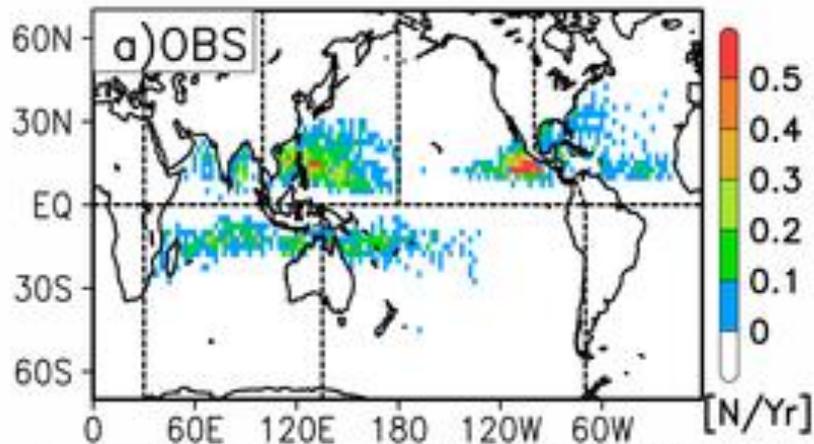
SI	SP	SAt	NH	SH	GL
15.30	10.40	0	58.40	25.70	84.10
16.85	12.85	0.1	54.9	29.8	84.7
11.55	12.9	0.15	41.75	24.6	66.35
-31.45	0.39	50	-23.95	-17.45	-21.66



# Track density



# Genesis density



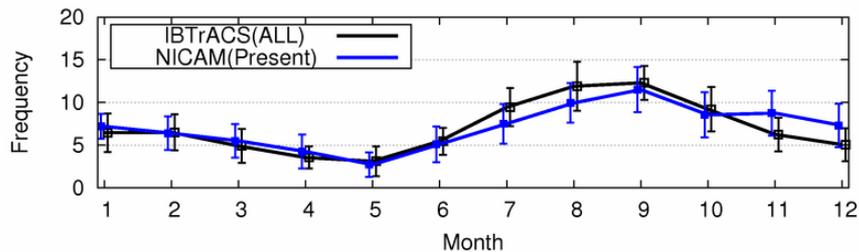
観測  
現在実験

# 台風発生数の季節変化

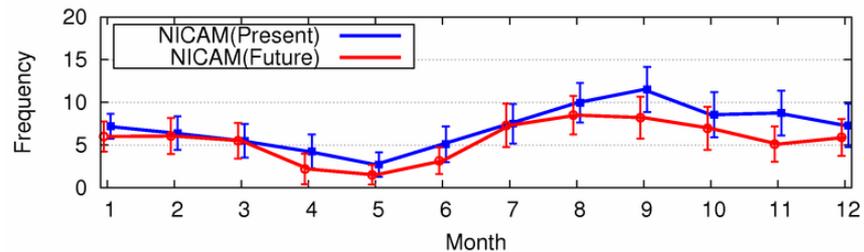
温暖化実験

全球

Globe

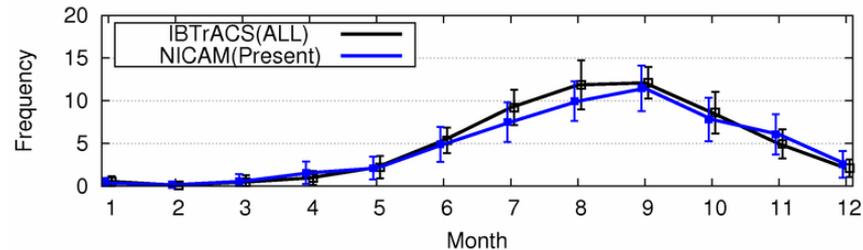


Globe

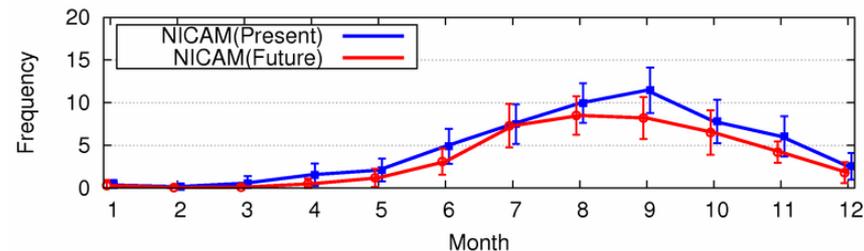


北半球

Northern Hemisphere

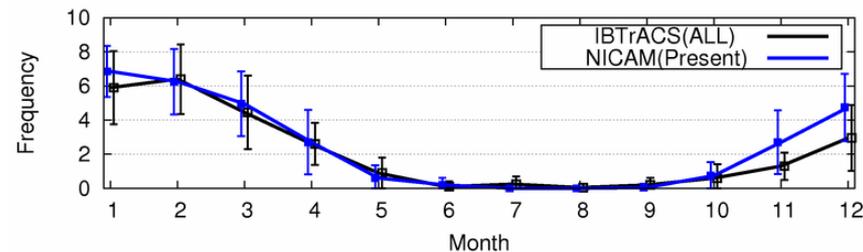


Northern Hemisphere

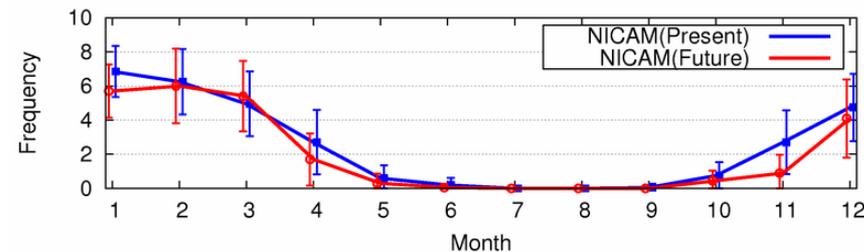


南半球

Southern Hemisphere



Southern Hemisphere



全球:概ね再現

7・8月は観測より少ない、11・12月は観測より多い

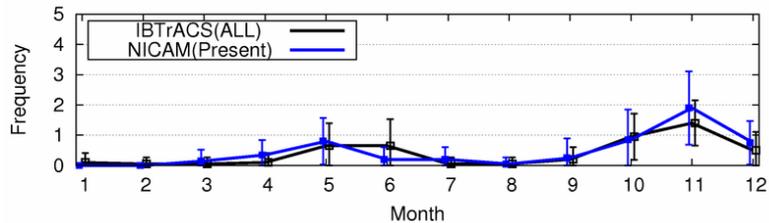
→ 7・8月は北半球起因

→ 11・12月は南半球起因

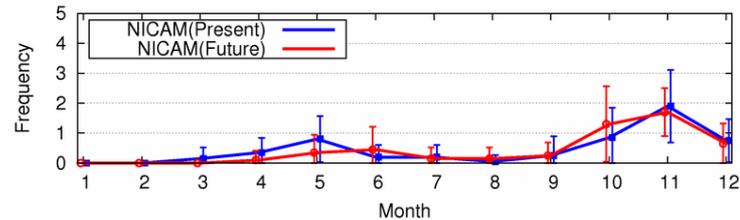
全球:全体的に減少・ピークの位置ずれる

## 北インド洋

North Indian Ocean

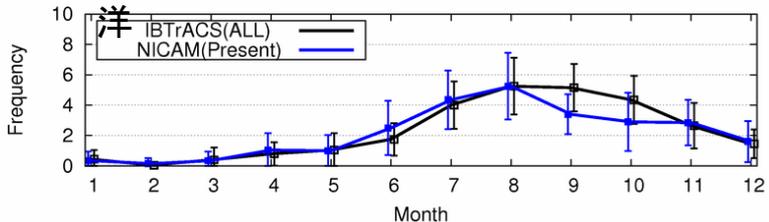


North Indian Ocean

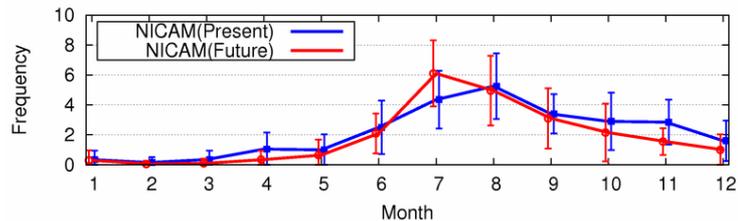


## 北西太平洋

Western North Pacific

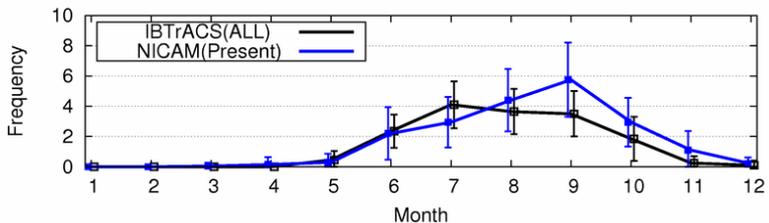


Western North Pacific

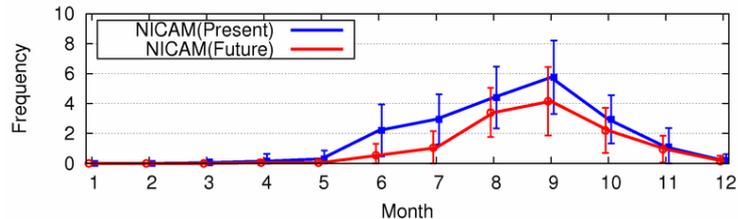


## 北東太平洋

Eastern North Pacific

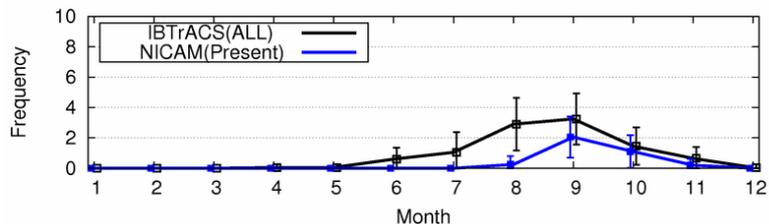


Eastern North Pacific

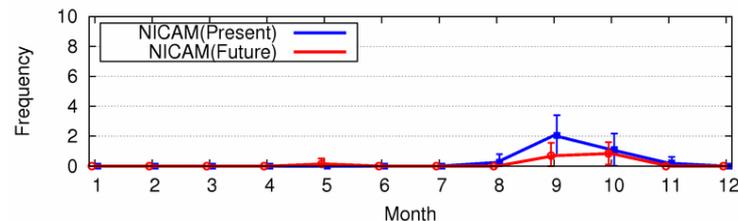


## 北大西洋

North Atlantic



North Atlantic



インド洋：6月過少・11月過大

北西太平洋：9・10月過少、季節変化良好

北東太平洋：9・10月が過大

北大西洋：7・8月が発生しない

➔ 全球発生数で7・8月が少ないのは北大西洋起因

➔ 9・10月が全球発生数が良好に見えるのは北西太平洋の過少を北東太平洋で埋め合わせた結果

インド洋：5月のピークが6月に移動

北西太平洋：発生ピークが8月から7月へ移動する

Roberts et al. 2014?は9月から10月へ移動する

McDonald et al. 2005は発生ピークが8月から7月へ移動する

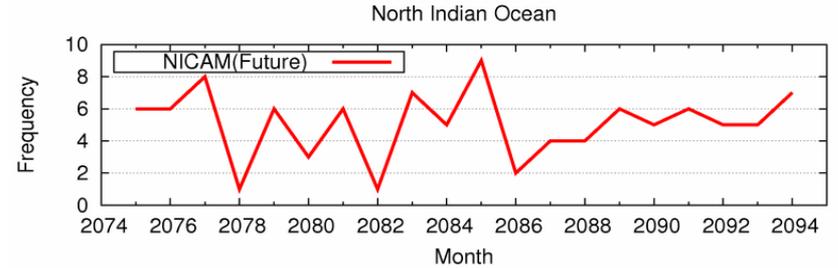
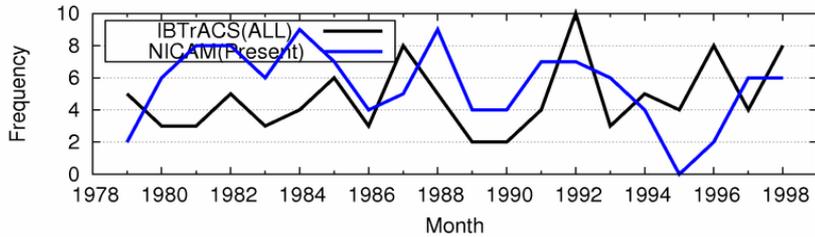
北東太平洋・北大西洋：ピークが変わるというよりは全体的に減少

— 観測  
— 現在実験

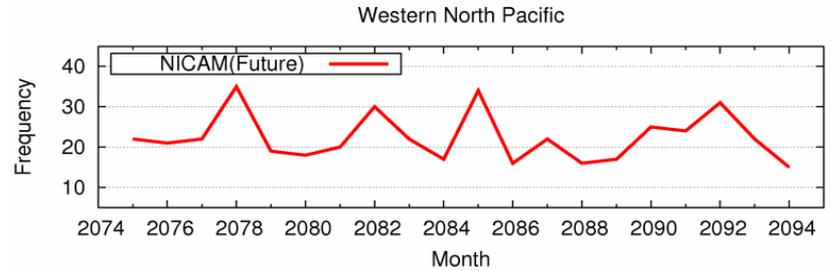
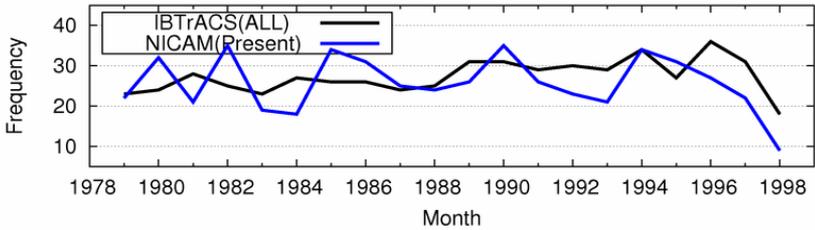
# 台風発生数の年々変動

— 温暖化実験

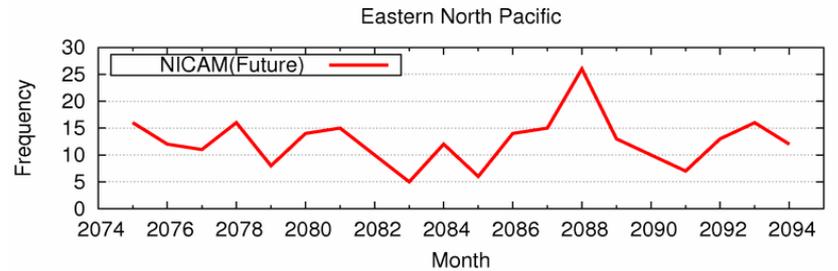
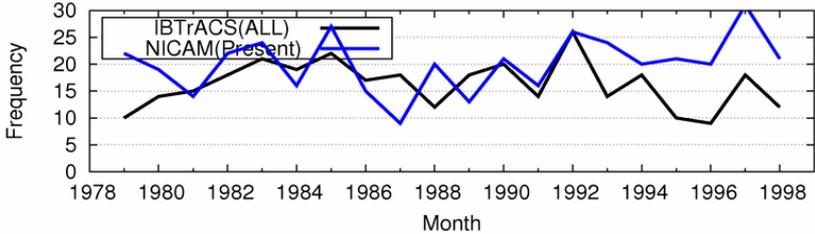
北インド洋 North Indian Ocean Corr.=0.40



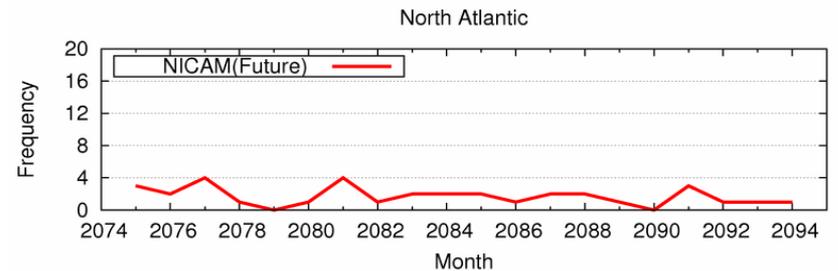
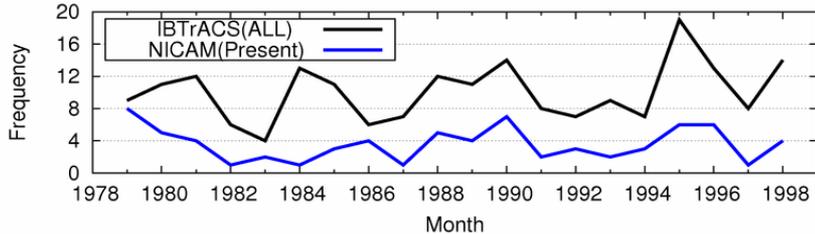
北西太平洋 Western North Pacific Corr.=0.45



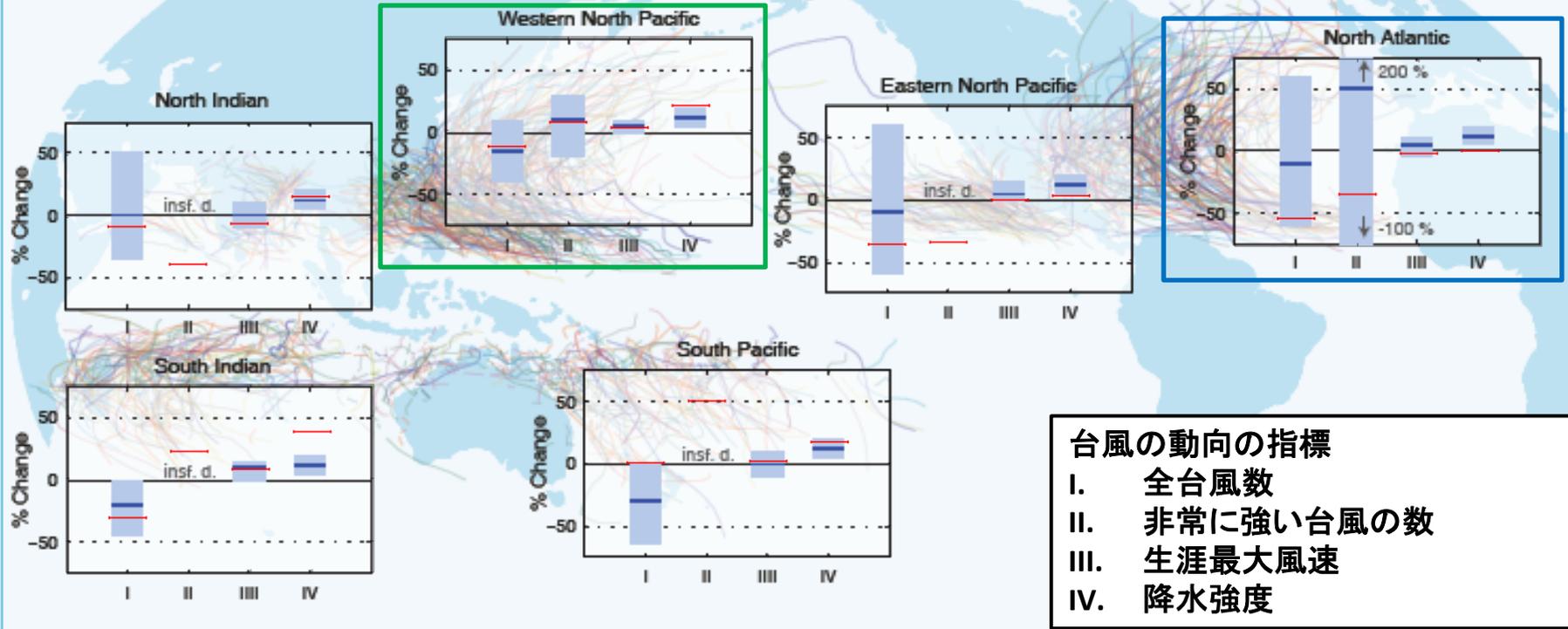
北東太平洋 Eastern North Pacific Corr.=0.19



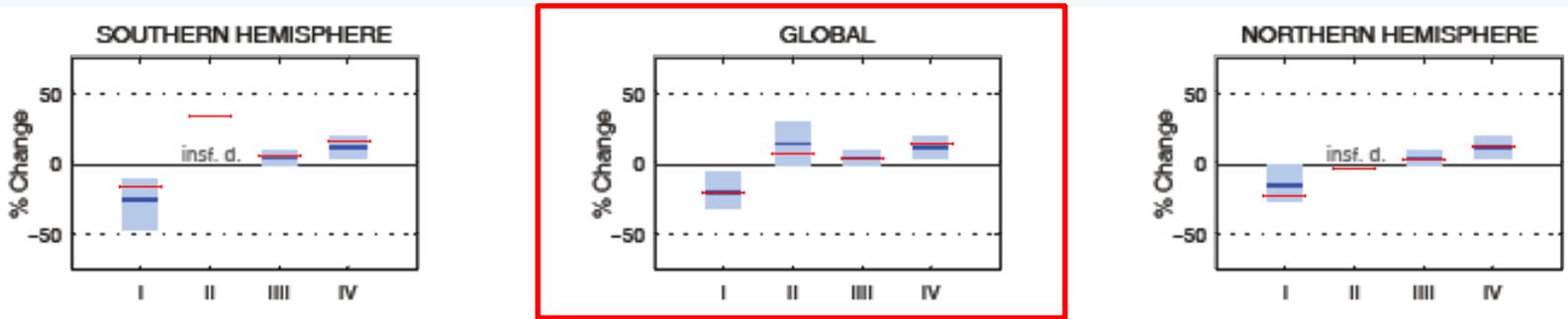
北大西洋 North Atlantic Corr.=0.53



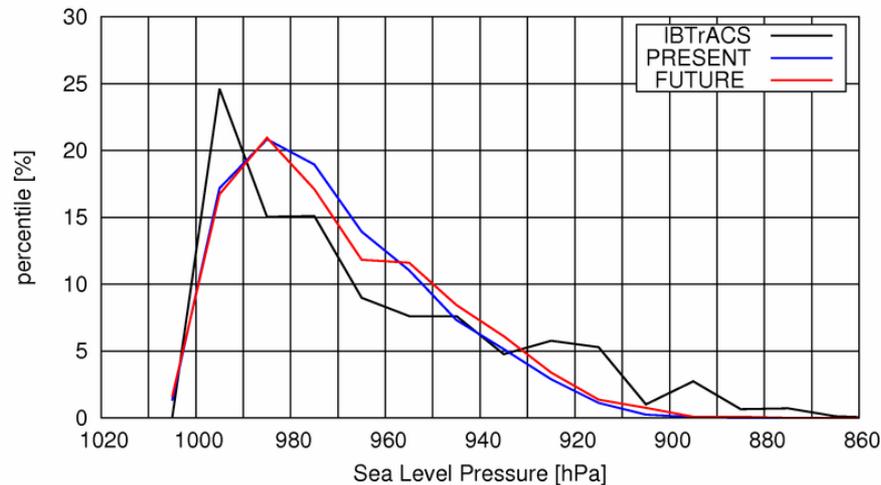
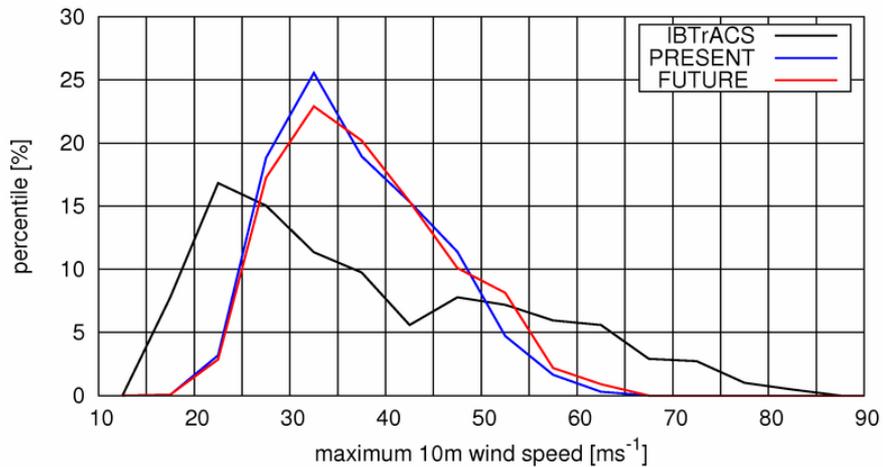
IPCC 2013 Fig.14.17 + NICAM AMIP-Like 20yrs



台風の動向の指標  
 I. 全台風数  
 II. 非常に強い台風の数  
 III. 生涯最大風速  
 IV. 降水強度

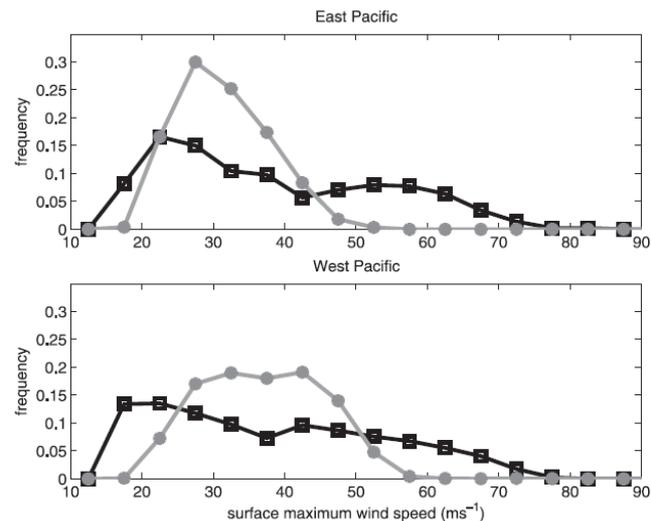
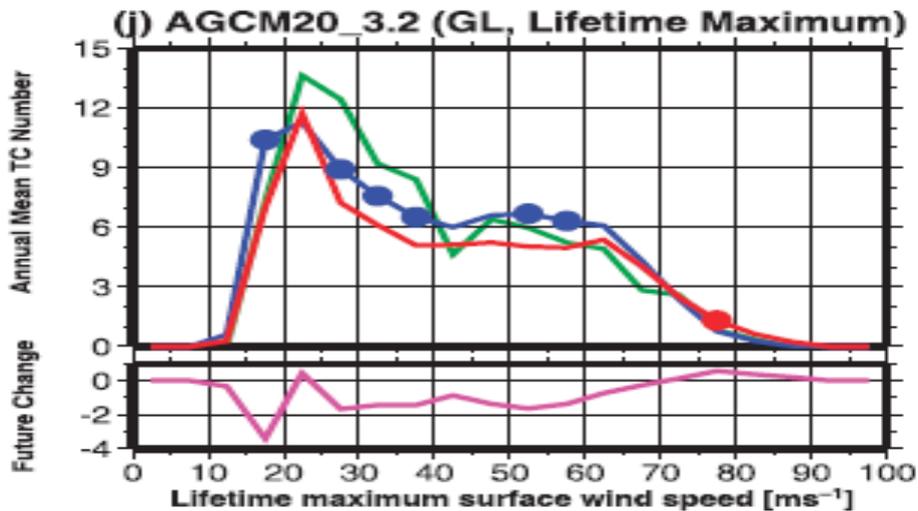


	NIO	WNP	ENP	NA	SI	SP	NH	SH	GL
I	-7.27	-13.01	-37.41	-52.78	-31.45	0.39	-23.95	-17.45	-21.66
II	-37.5	6.42	-35.71	-33.33	21.62	50	-4.73	32.2	5.8
III	-4.86	2.11	-1.79	-0.6	7.39	1.66	1.57	4.3	2.44
IV	16.83	19.81	1.56	1.61	37.36	17.13	10.77	14.53	12.79



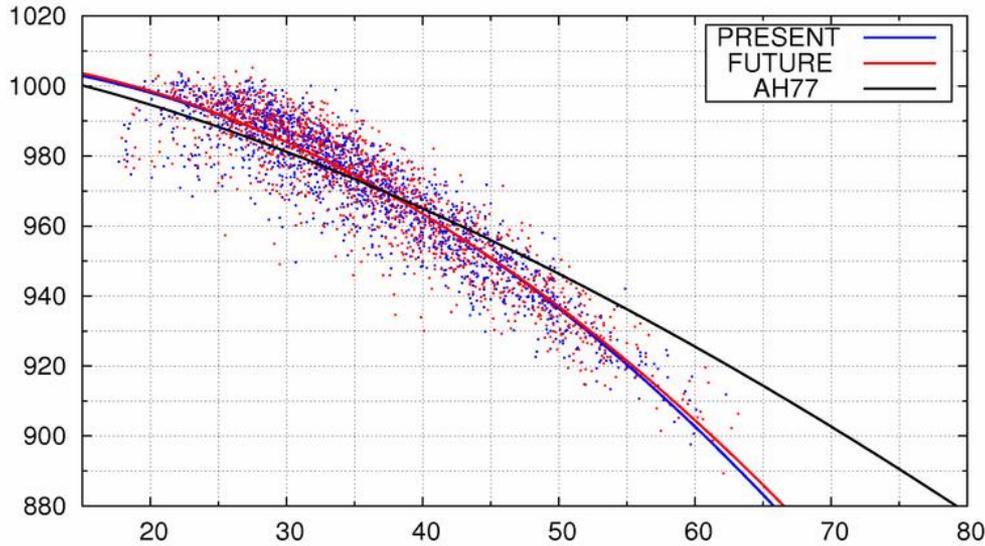
MRI AGCM3.2

GFDL HiRAM2.1

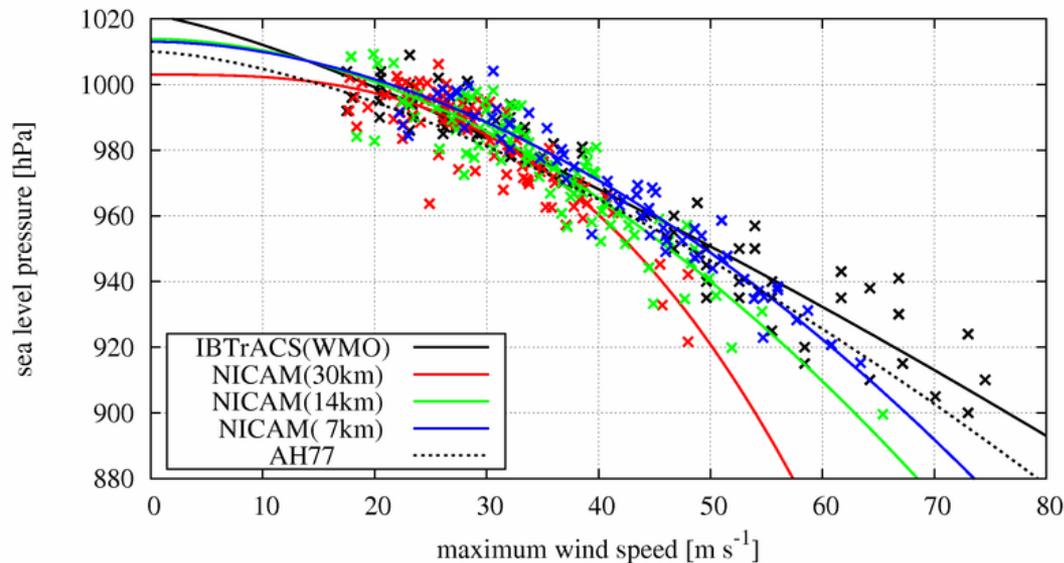
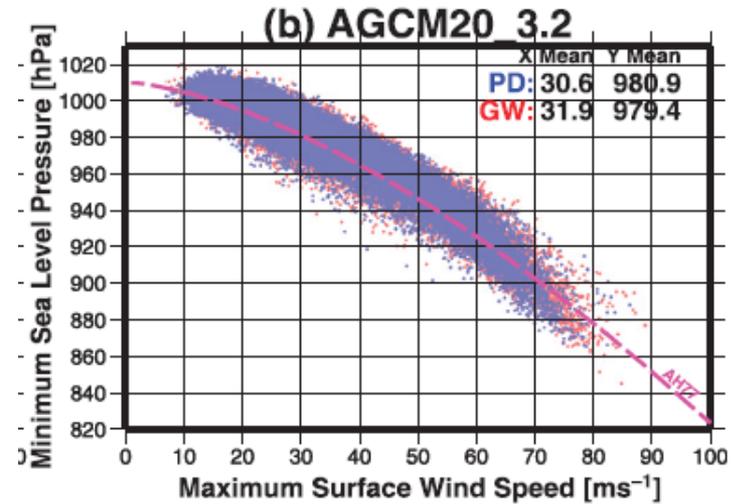


# 台風の中心気圧と最大風速の関係

NICAM 14km



MRI 20km



NICAM

30km 1年

14km 1年

7km 1年

解像度が高いほど観測に近い

# まとめ

- ◆ 全球非静力学モデル(NICAM)による気候予測計算  
解像度14kmで30年、7kmで5年、3.5kmで1年
- ◆ 解像度14kmのNICAMの現在気候実験で、観測された台風の発生場所、移動経路、強度分布、季節変化、年々変動など  
台風の気候特性をよく再現。
- ◆ 全球台風の数は22%減少、非常に強い台風の数は6%増加  
台風の強さは2%増加、台風に伴う降水強度は13%増加。  
これらの予測は既存の研究と整合的。
- ◆ モデルの台風の最大風速の分布が観測と異なる(モデルのピーク30-35m/s、観測のピーク20-25m/s)。
- ◆ 解像度依存性の調査が今後の重要課題。