

西太平洋域における台風発生数 のマルチモデル比較

横井 覚 (東大 CCSR)

高薮 縁 (東大 CCSR, JAMSTEC IORGC)

Johnny C. L. Chan (City U. Hong Kong)

動機と目的

研究テーマ:

「CMIP3データを用いた温暖化時の台風発生頻度の研究」

- 複数のモデル結果を総合的に解析することで、
確率的・定量的な予測を目指す。

cf.) \leftrightarrow 高解像度の研究機関独自モデルを用いた精密な予測

- 強度の変化の研究は難しいが、発生頻度は可能ではないか。

→ そのために、

- 20世紀再現実験結果を用いて、
西太平洋における台風(的擾乱)の発生頻度の再現性を検証する。
- 明らかになったバイアスの原因を、
台風発生を左右する背景場の再現性の観点から議論する。

モデルと検証用データ

- 12モデル

- PCMDIに40年分の日平均大気場データが存在。
- 大気の空間解像度がT42以上。

BCCR-BCM2.0 , CGCM3.1(T63) , CNRM-CM3 , CSIRO-Mk3.0 ,
CSIRO-Mk3.5 , ECHAM5/MPI-OM , FGOALS-g1.0 , GFDL-CM2.0 ,
GFDL-CM2.1 , INGV-SXG , MIROC3.2(hires) , MRI-CGCM2.3.2

- 用いた物理量: 日平均u,v,T, 月平均u,v,T,q,SST。

- 検証用データ

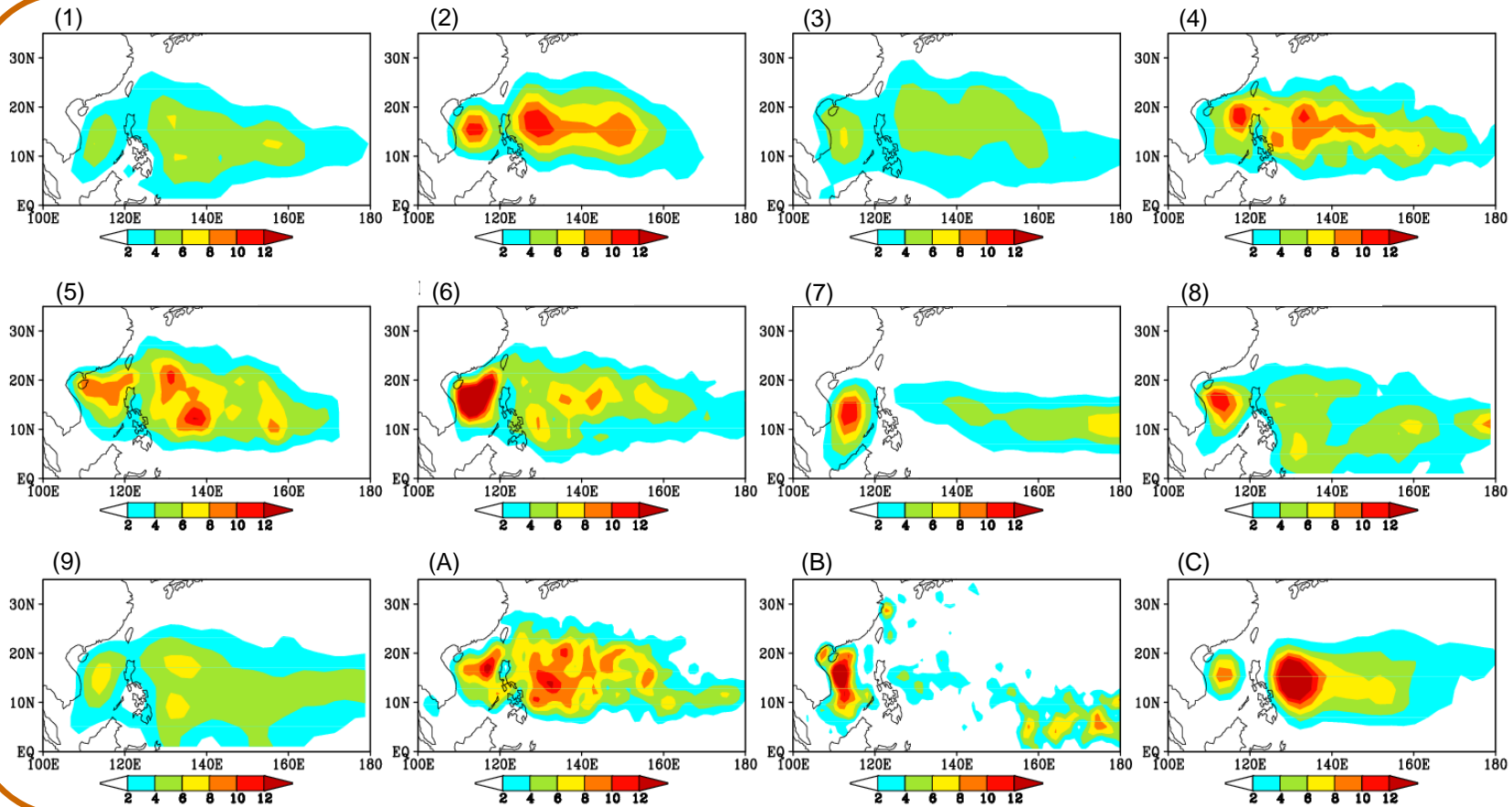
- 気象庁ベストトラックデータ (1977-2006)
- ECMWF 40-years reanalysis (1982-2001)
- NOAA OISST (1982-2001)

台風の設定

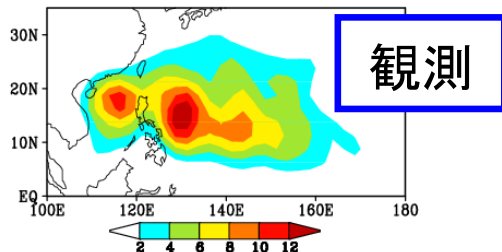
- 以下の条件を満たす渦擾乱を台風と定義。
 - (1) 850hPa面相対渦度 (ζ_{850}) 極大(=台風中心) $\geq \zeta_t$. 低気圧性の渦
 - (2) 300hPa面気温 (T_{300}) について, T_{300} (中心) $- T_{300}$ (背景場) $\geq T_t$.
 - (3) 条件1, 2を最低2ステップ(=2日)満たす。 Warm core
 - (4) 発生域が海上。
 - (5) 発生時, 擾乱付近で $\text{Max}(|\mathbf{u}|_{850}) > \text{Max}(|\mathbf{u}|_{300})$
- 閾値 (ζ_t, T_t) はモデル毎に決定する。
 - 経度平均した年間発生頻度がベストトラックと合うように調整。

台風の年間発生頻度分布

モデル

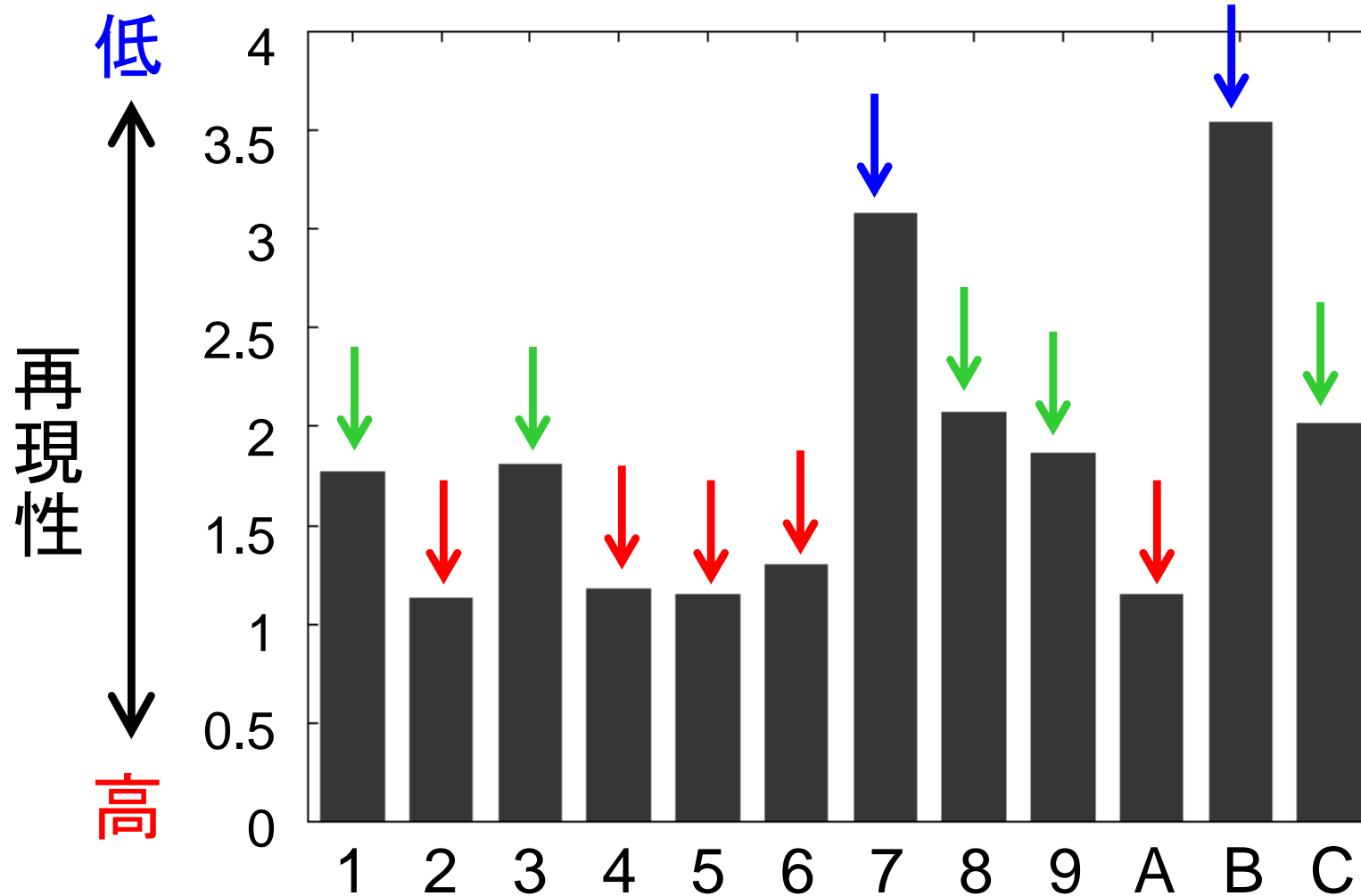


Observation



単位：10年間に5°×5°矩形内で発生した個数。

年間発生頻度経度分布のRMSE



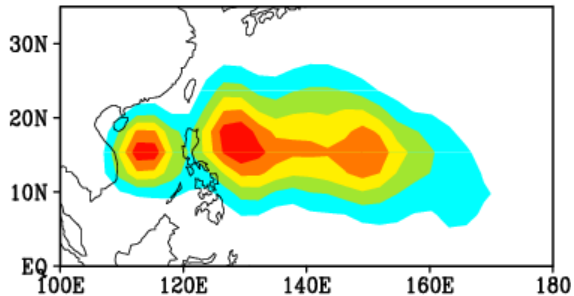
再現性が **高いモデル**: 2, 4, 5, 6, A

中間のモデル: 1, 3, 8, 9, C

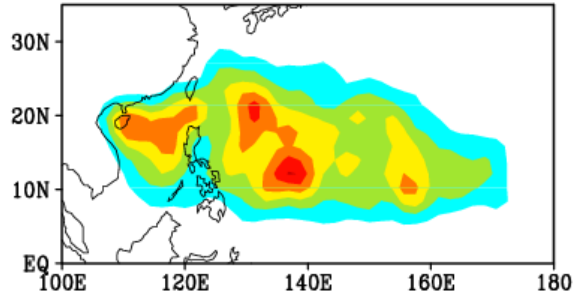
低いモデル: 7, B

台風の年間発生頻度分布(再現性が高いもの)

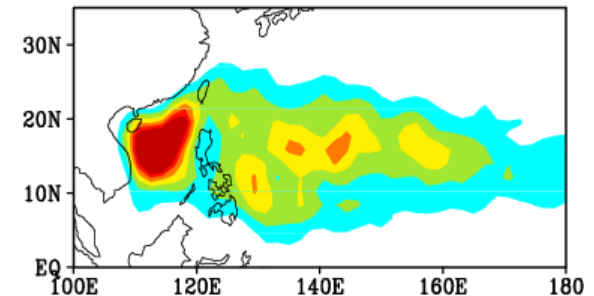
2. CGCM3.1(T63)



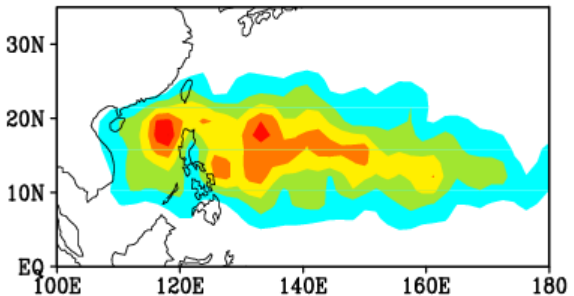
5. CSIRO_Mk3.5



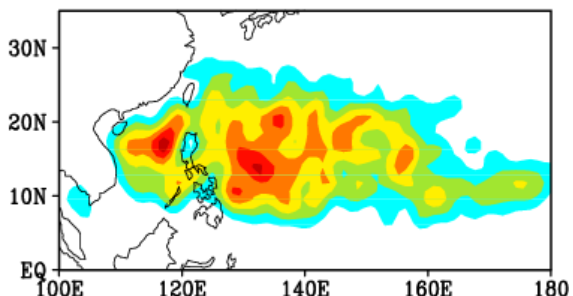
6. ECHAM5/MPI-OM



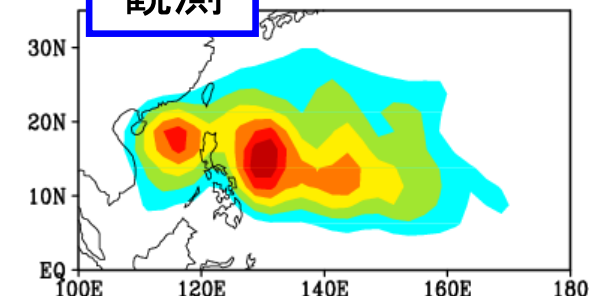
4. CSIRO_Mk3.0



A. INGV-SXG



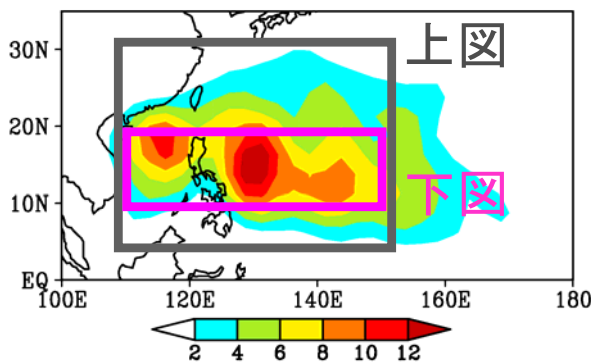
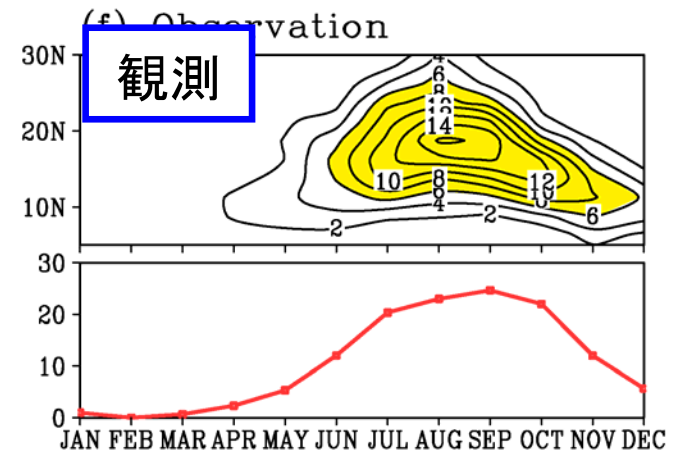
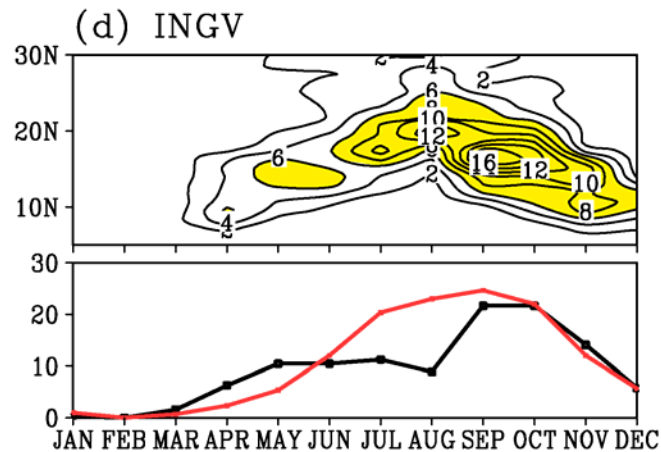
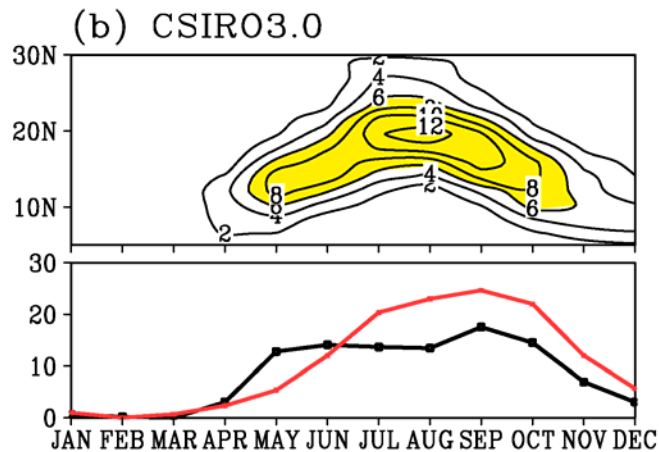
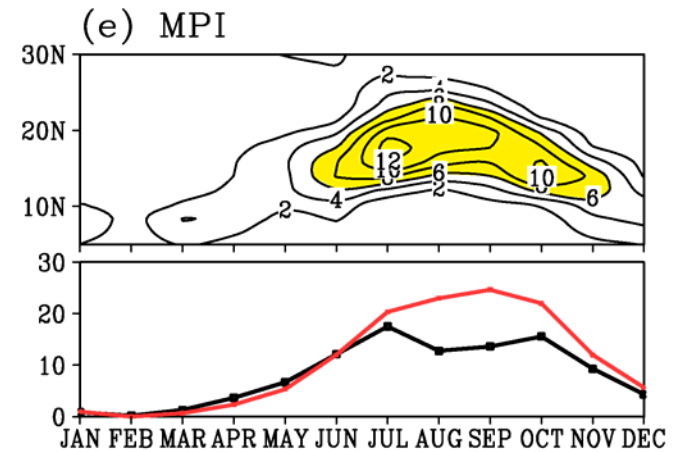
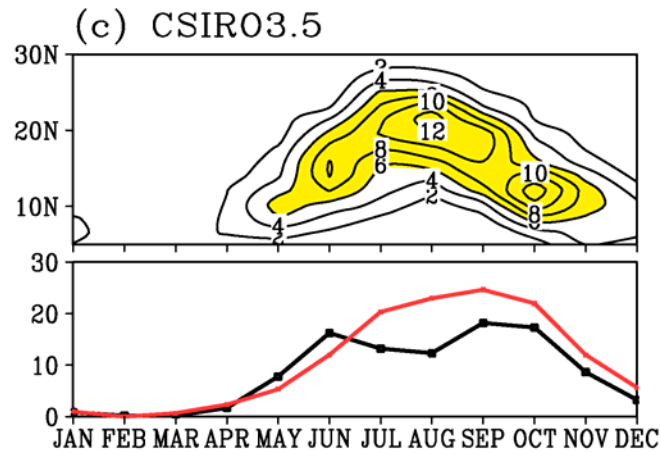
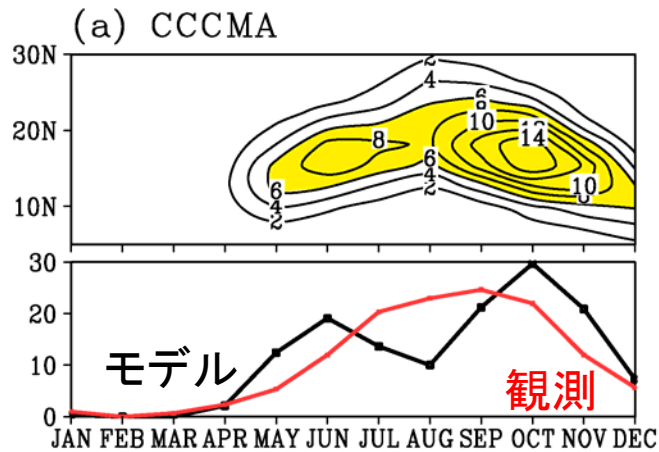
観測



$[(5^\circ \times 5^\circ)^{-1} (10\text{yrs})^{-1}]$

- 南シナ海の極大, フィリピン東方沖の極大が再現。
- 160E以東の低発生頻度の再現性も比較的良い。

発生頻度の季節変化 (110°-150°E)



- 大まかな季節変化(夏冬の違い等)は捉えられている。
- 初夏(5-6月)に過大評価し, 盛夏(7-9月)に過小評価。

発生ポテンシャル (Genesis Potential, GP)

- Emanuel and Nolan (2004)により提唱されたものを使用。
- 月平均場を用いて計算。

$$GP = \underbrace{\left| 10^5 \eta_{850} \right|^{1.5}}_{\text{渦度項}} \underbrace{\frac{1}{\left(1 + 0.1 \left| \mathbf{u}_{850} - \mathbf{u}_{200} \right| \right)^2}}_{\text{シア項}} \underbrace{\left(\frac{V_{\text{pot}}}{70} \right)^3}_{\text{PI項}} \underbrace{\left(\frac{H_{700}}{50} \right)^3}_{\text{湿度項}}$$

η_{850} : 850hPa面絶対渦度

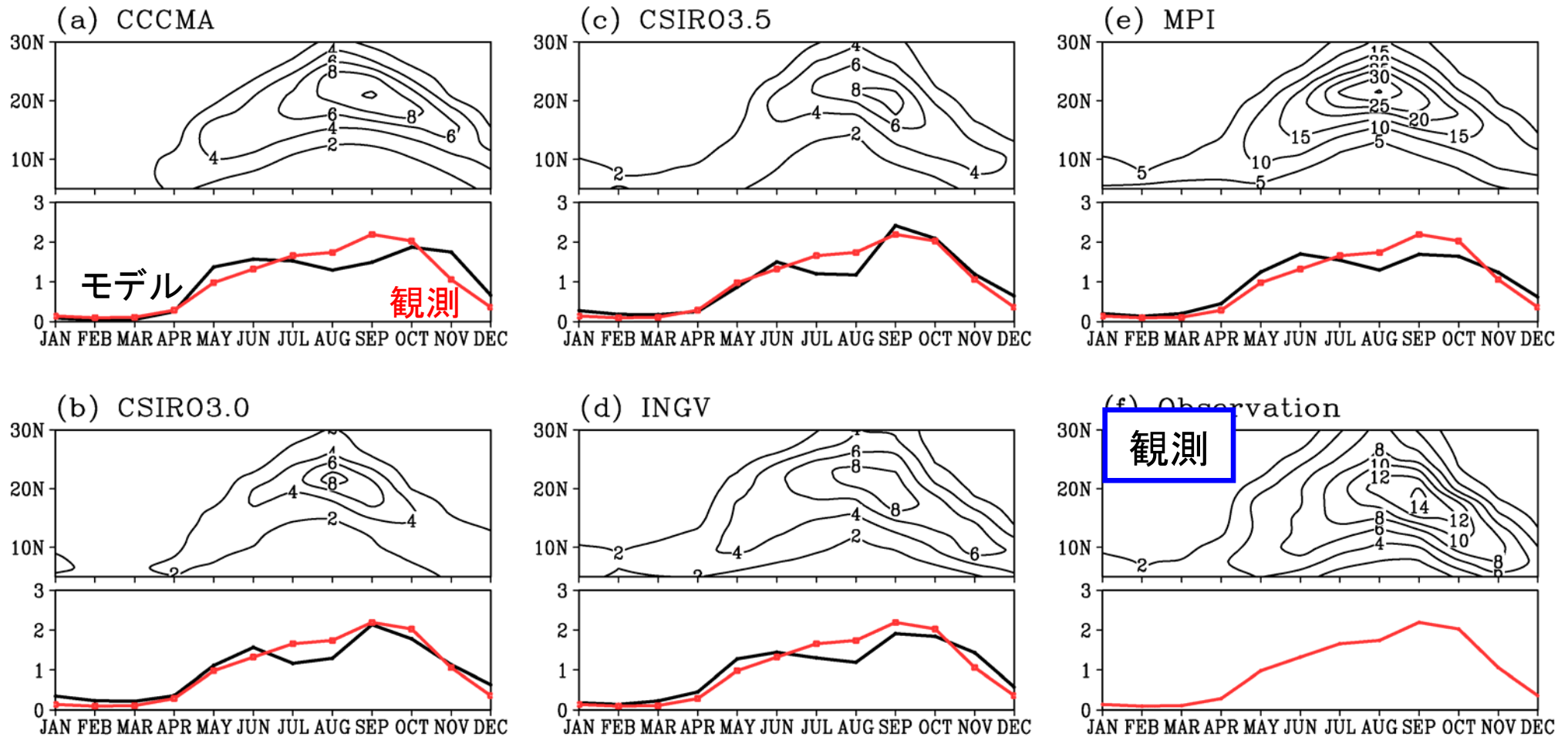
$|\mathbf{u}_{850} - \mathbf{u}_{200}|$: 850hPaと200hPaの間の水平風シア

V_{pot} : Potential Intensity (Bister & Emanuel 2002)

H_{700} : 700hPa面相対湿度

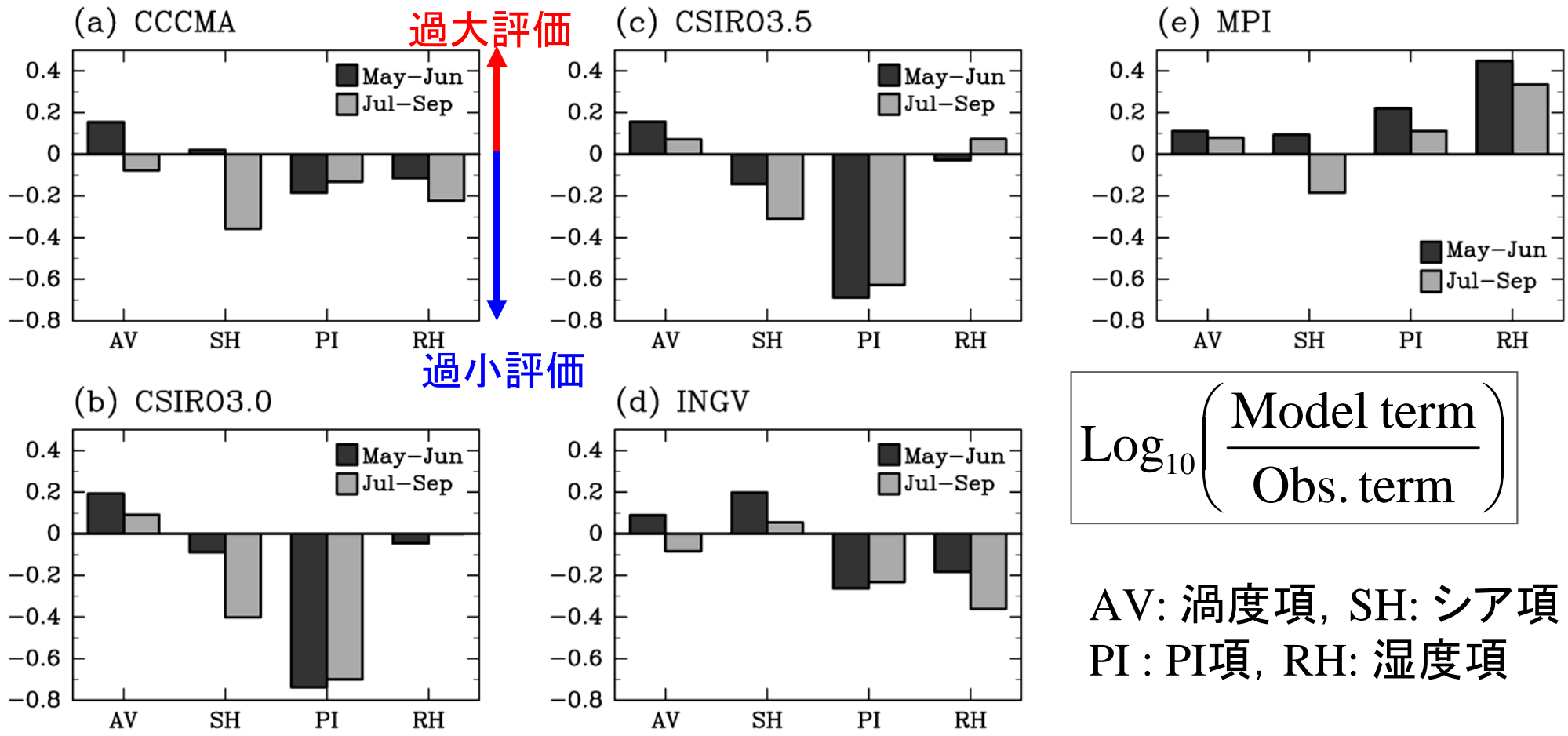
環境場によって決まる台風の到達可能強度。SSTと大気温の関係を表す。

GPの季節変化 (110°-150°E)



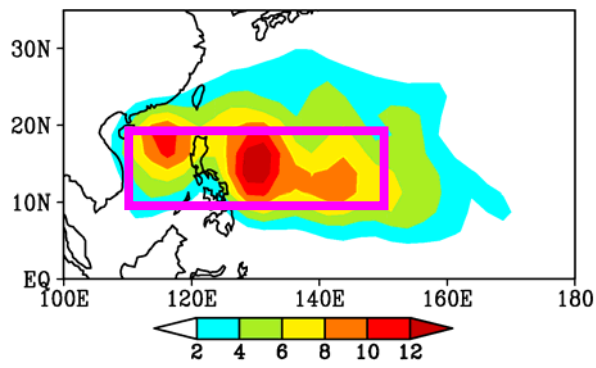
- バイアスを含め、GPは発生頻度の季節変化をよく表現。

GPを各項に分解



$$\text{Log}_{10} \left(\frac{\text{Model term}}{\text{Obs. term}} \right)$$

AV: 渦度項, SH: シア項
PI: PI項, RH: 湿度項



力学的要因(渦度項AV, シア項SH)が
GP季節変化のバイアスの一因(5モデルで共通)

循環場

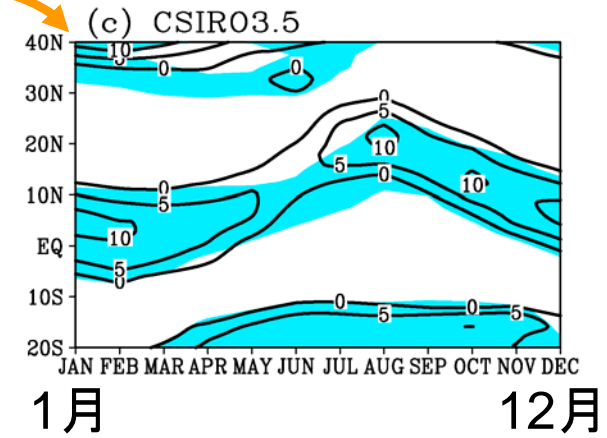
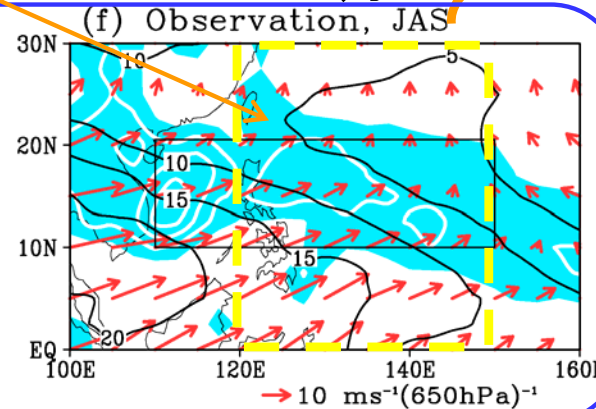
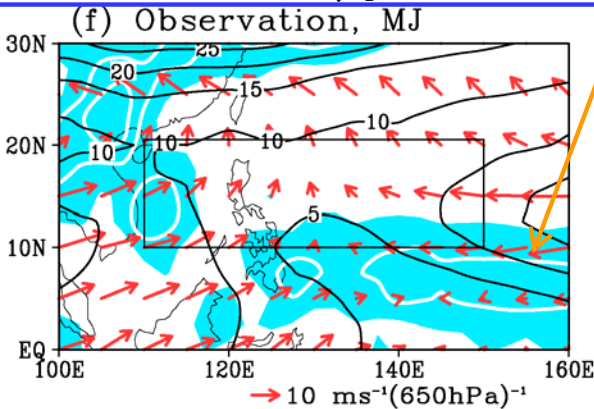
$\zeta_{850} > 0$ (トラフ)

5-6月

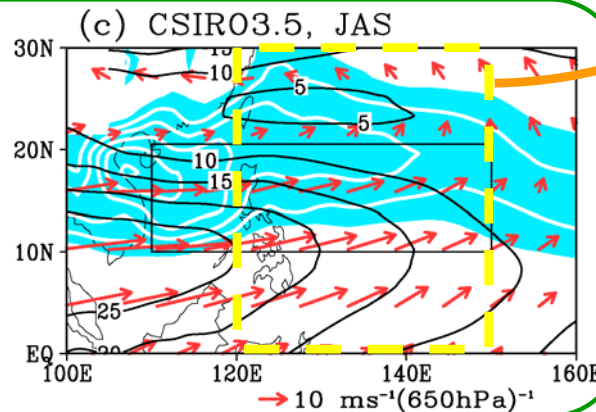
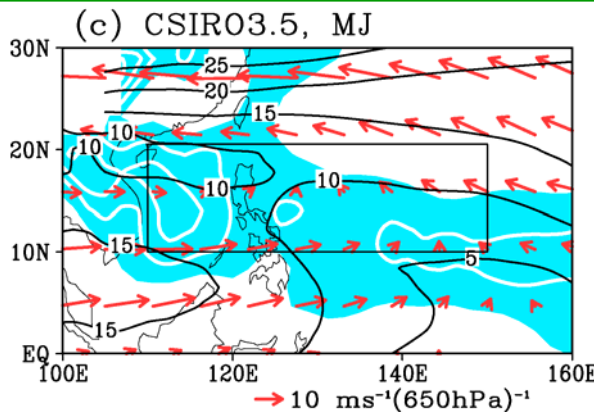
7-9月

水色: 観測

観測



モデル



等値線: モデル

水色領域: $\zeta_{850} > 0$
ベクトル: 水平風鉛直シア
等値線: シアの大きさ

- 西太平洋の台風の多く (~80%) はモンスーントラフで発生。
- (観測) 4月から北上開始, 8月に10°-20°Nに到達 → 7-9月に発生頻度最大。
- (モデル) 北上が速すぎ, 5-6月に10°-20°Nに到達 → 発生頻度過大評価。
- 盛夏にはさらに北上, 15°N以南はシアが大きい → 発生頻度過小評価。

まとめ

- CMIP3モデルの中には、台風発生頻度分布を再現しているものがいくつもある。
- 大まかな季節変化(夏冬のコントラスト)も再現している。
- ...が、初夏(5-6月)に多すぎ、盛夏(7-9月)に少ない。
- **モンスーントラフ**季節的南北移動のバイアスがその一因。

謝辞 本研究は環境省の地球環境研究総合推進費(S-5-2)の支援により実施されました。