

熱帯海洋上における 対流活動に伴う雲の放射影響に関する 気候モデル再現性

市川 裕樹 (名古屋大学環境学研究科)
増永 浩彦 (名古屋大学地球水循環研究センター)
對馬 洋子 (Met Office Hadley Centre)
神沢 博 (名古屋大学環境学研究科)

はじめに

- 雲とその放射影響は、気候モデルにおける再現が難しく、将来予測における不確実性が最も大きい要素の一つである(e.g., Bony et al. 2006)。
[例、亜熱帯海洋域の下層雲およびその放射影響の再現性に関して、気候モデル間での大きなばらつきが指摘されている (Bony and Dufresne 2005, karlsson et al. 2008)]
 - 熱帯域においては、対流活動に伴う雲・降水システムが放射収支と密接に関わっており(Ramanathan and Collins 1991, Linzen et al. 2001)、対流活動に伴う雲の放射影響についての気候モデル再現性を詳しく調べる必要がある。
- ★本研究では、**熱帯域の対流活動に伴う雲の放射影響について、その大規模大気循環場との関係性に着目し、気候モデルにおける再現性を評価する**

使用データ

- 観測データ(1985-1990年の各月平均値)
 - 放射量 [Earth Radiation Budget Experiment (ERBE)]
 - 雲量 [International Satellite Cloud Climatology Project (ISCCP)]
 - 大気循環場 [ECMWF Reanalysis (ERA-40)]
 - 海面水温 [Hadley Center's sea ice and sea surface temperature (HadISST)]

- 気候モデルデータ(1980-1995年の各月平均値)
 - Coupled Model Intercomparison Project Phase 3 (CMIP3) に提出された18モデルの20世紀再現実験データ
[Program for Climate Model Diagnosis and Intercomparison (PCMDI)]

解析手法

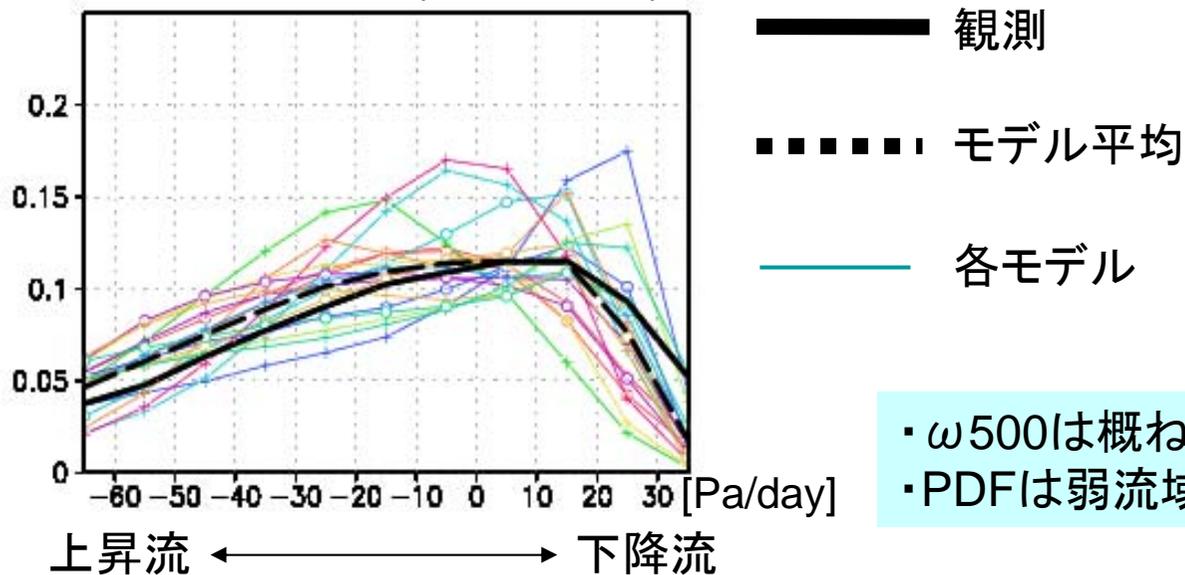
- 対流活動に伴う雲の放射影響を調べるために、海面水温(SST)が27°Cを超える地域に着目する
- 500-hPaにおける鉛直流強度(ω_{500})を大気循環場の指標とし、各循環場regimeにおけるモデル再現性を調べる

☆雲の放射影響力[Cloud radiative forcing (CRF)]☆

- 短波放射(SW)に対するCRF(SWCRF) = SW ↑ (晴天) - SW ↑ (全天)
- 長波放射(LW)に対するCRF(LWCRF) = LW ↑ (晴天) - LW ↑ (全天)
- 正味のCRF(NetCRF) = SWCRF + LWCRF
- LWCRFに対するSWCRFの割合 (N) = -SWCRF / LWCRF

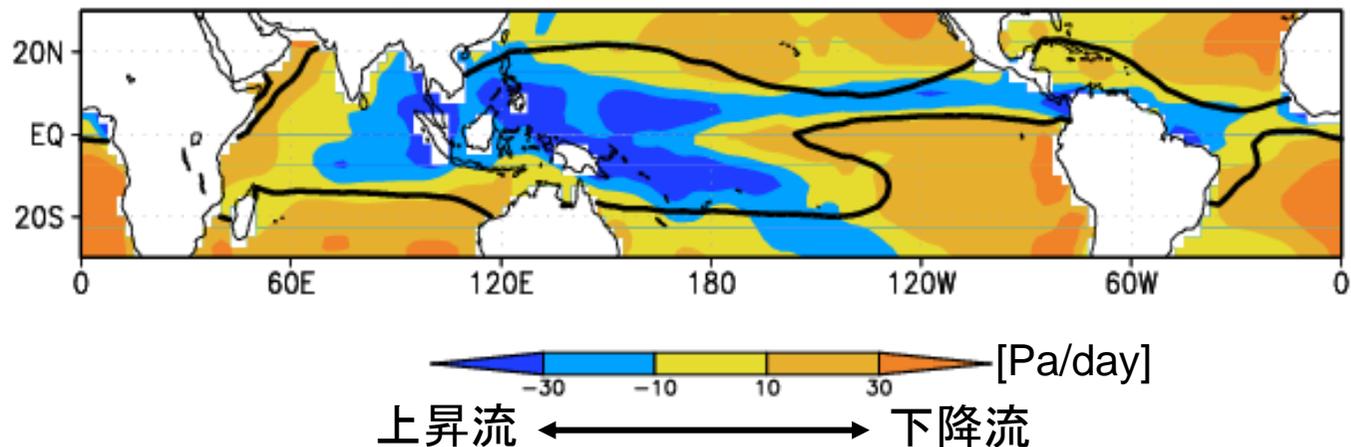
ω500のモデル再現性

ω500のPDF (SST>27°C)



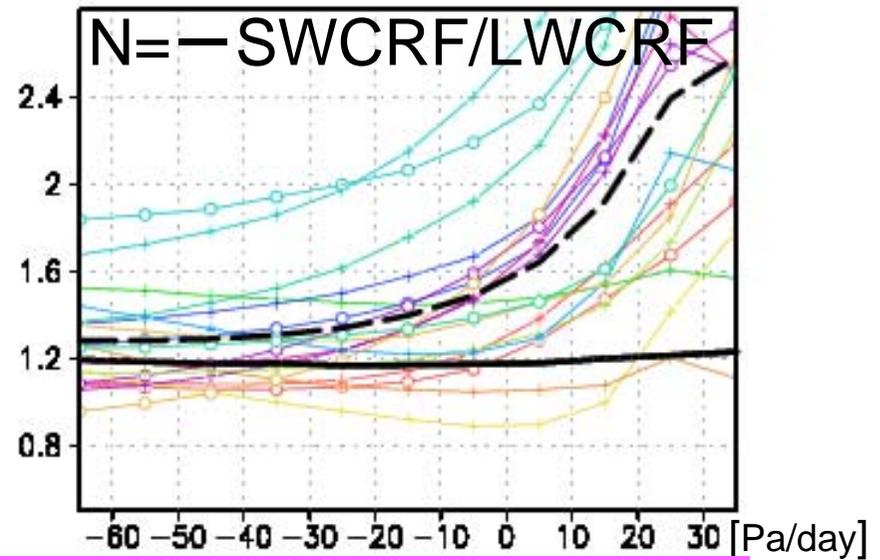
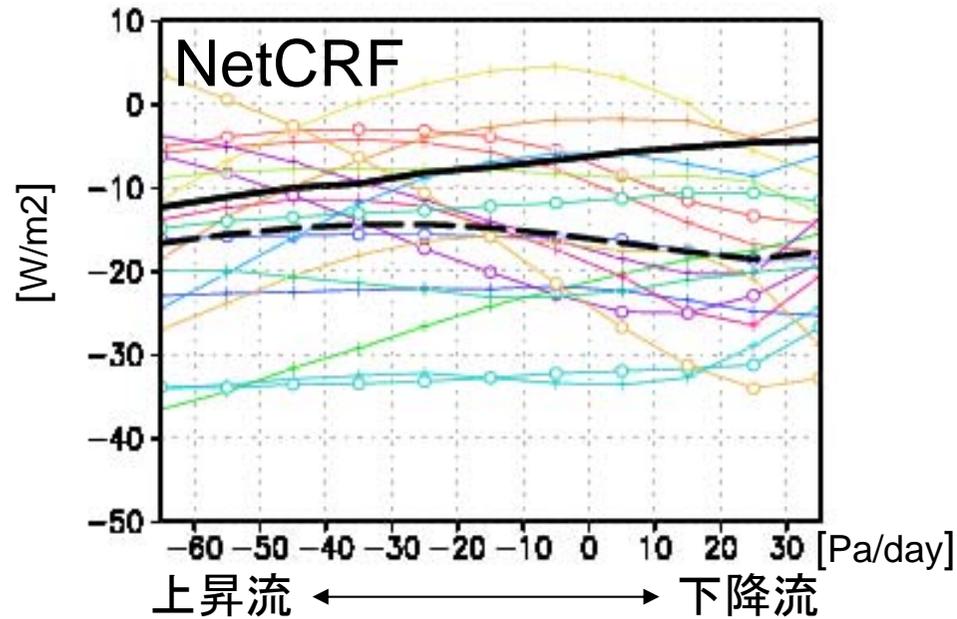
<観測データ>

ω500(色つき), SST 27°C(黒実線) [1985-1990年平均]

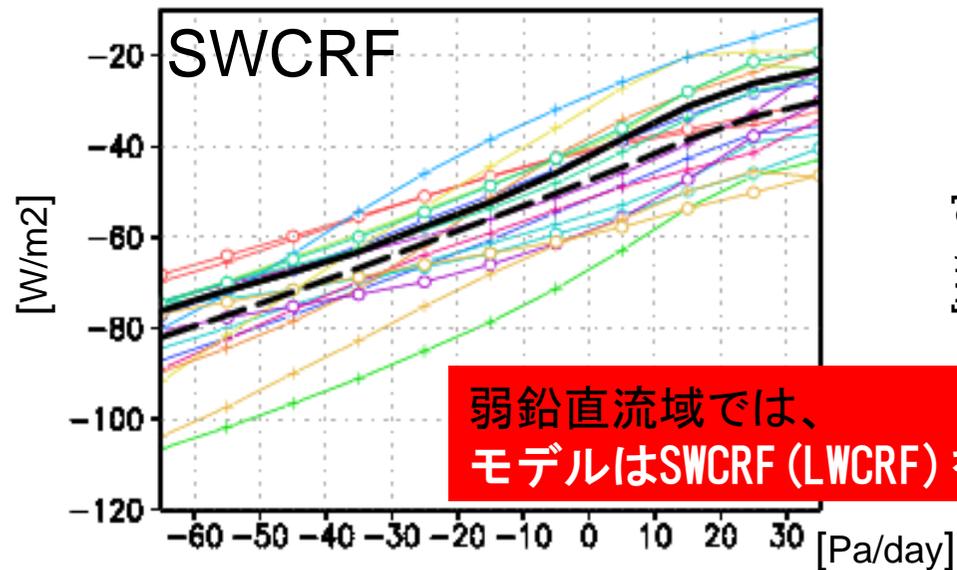


各 ω 500 regimeにおけるCRFのモデル再現性

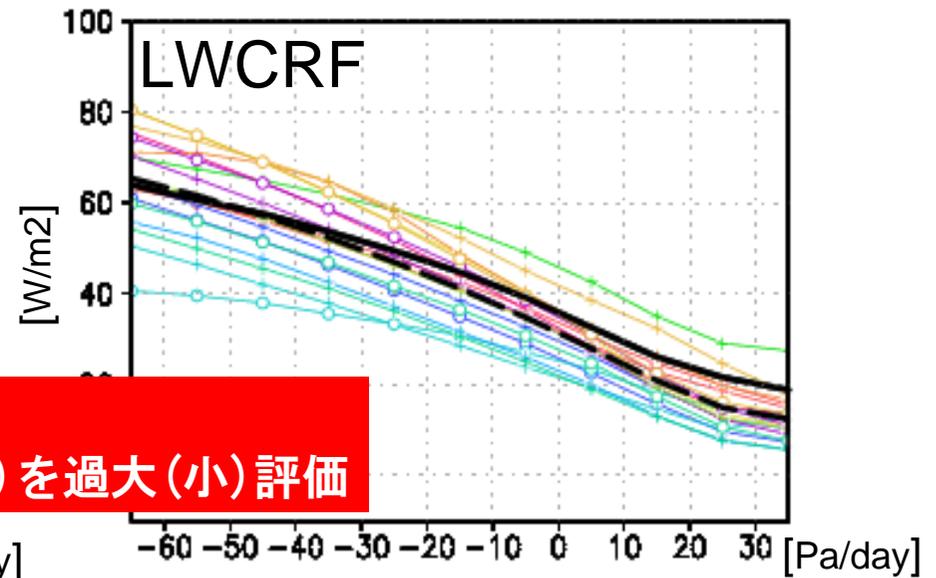
観測
 モデル平均
 各モデル



観測 ... ω 500によらず一定
 モデル ... 弱鉛直流域で値が大きい

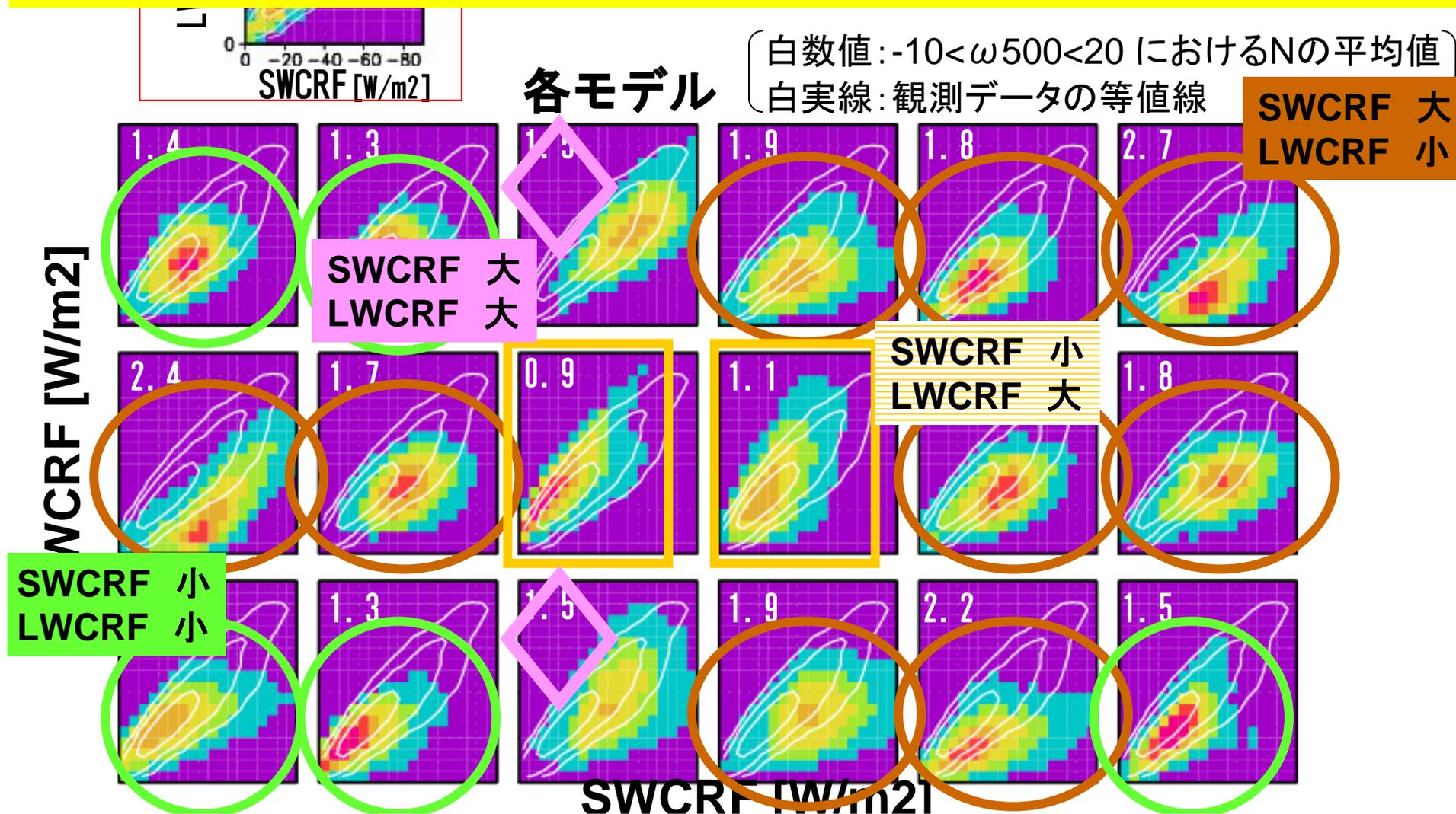


弱鉛直流域では、
モデルはSWCRF (LWCRF) を過大(小)評価



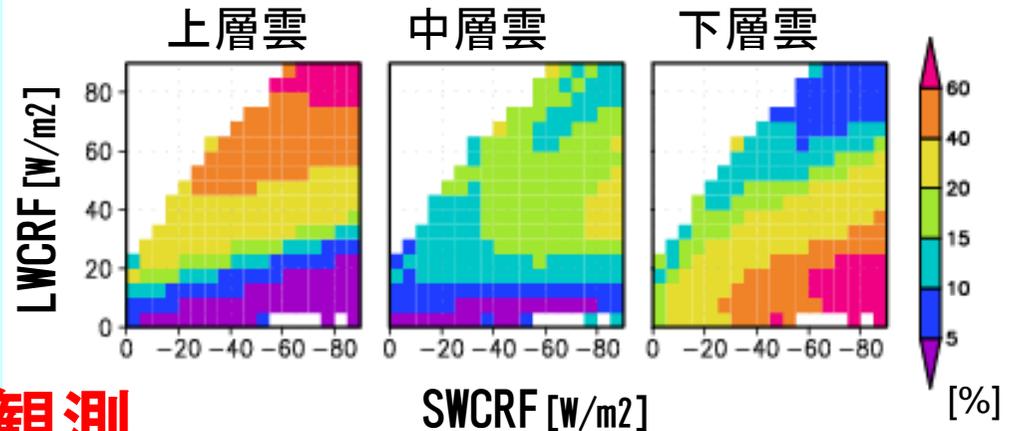
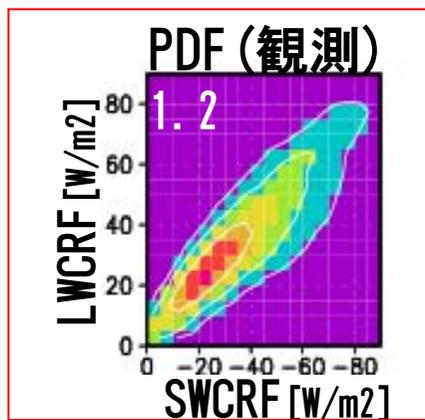
弱鉛直流域 ($-10 < \omega 500 [\text{Pa/day}] < 20$) におけるSWCRFとLWCRFの関係性

多くのモデルでは、大SW・LWCRF域における出現頻度が観測よりも少ない



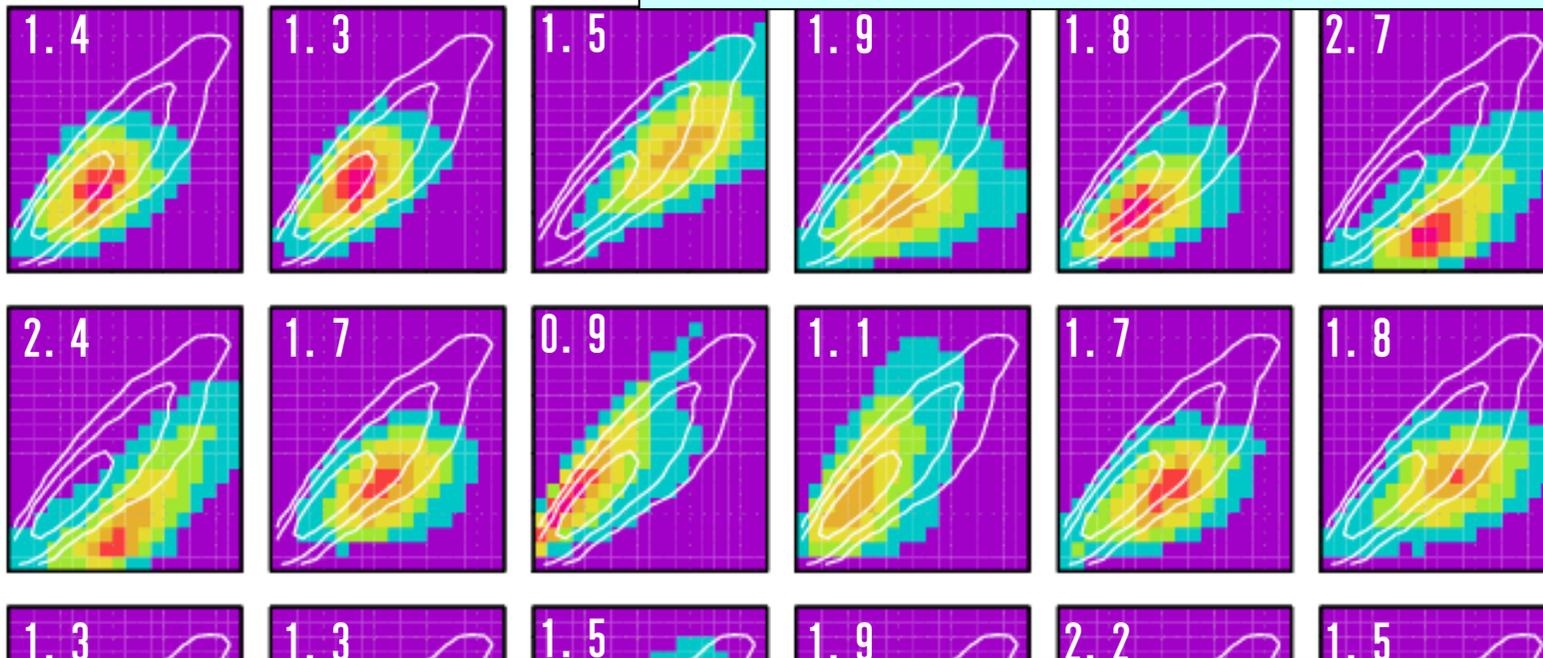
弱鉛直流域 ($-10 < \omega < 500$ [Pa/day])

各SW・LW CRFにおける平均雲量(熱帯海洋全域)



各モデル観測

LWCRF [W/m²]

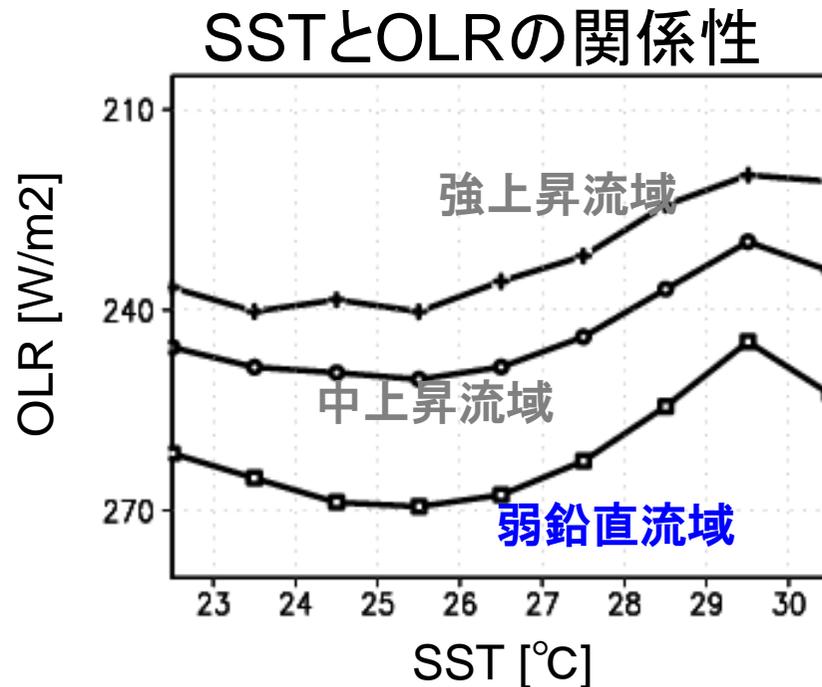


多くのモデルでは、上層雲and/or対流活動が過小評価されている可能性が示唆される

なぜ弱鉛直流域において 上層雲and/or対流活動が過小評価されるか？

- OLR(LW ↑ (全天))を用いて調べる。

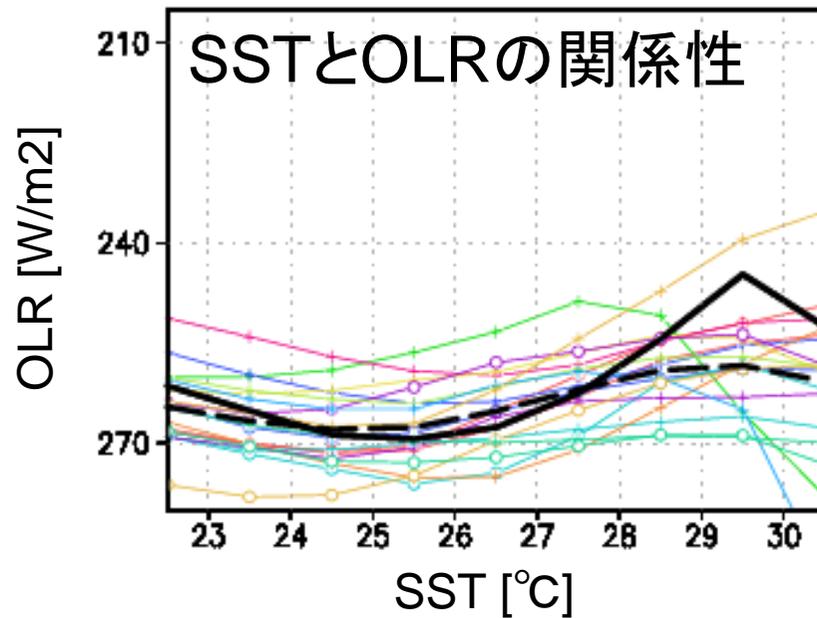
<観測データ>



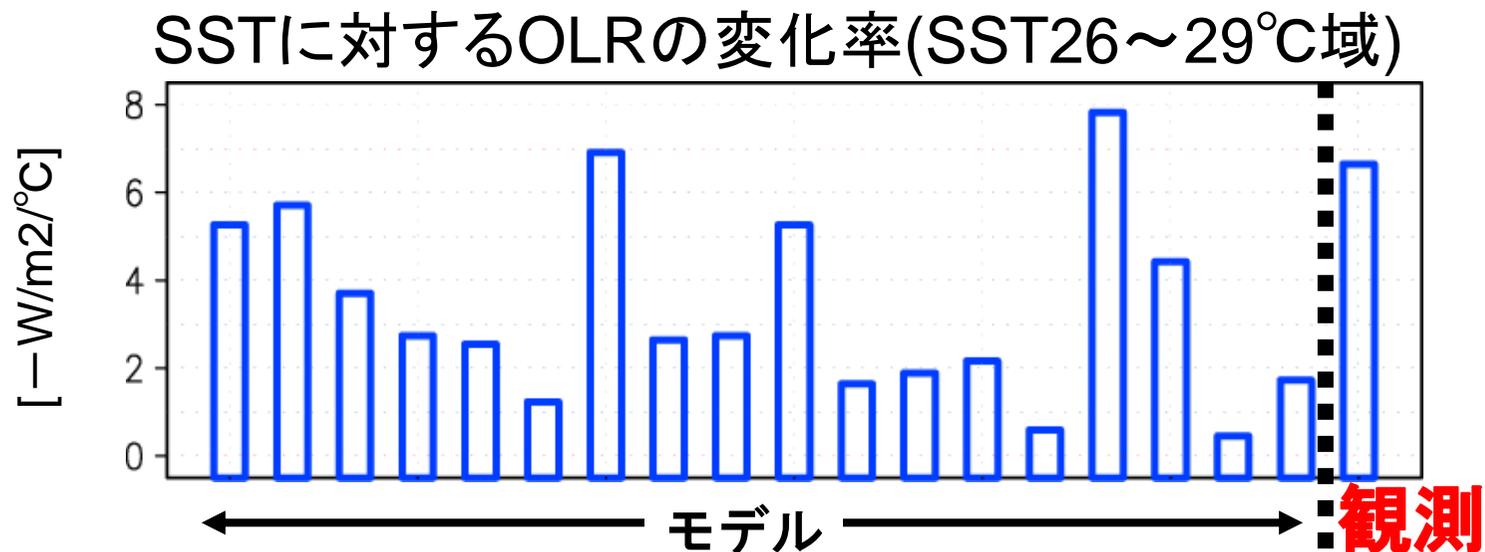
強上昇流域・・・ $-70 < \omega_{500} < -40$
中上昇流域・・・ $-40 < \omega_{500} < -10$
弱鉛直流域・・・ $-10 < \omega_{500} < 20$

弱鉛直流域では、SSTの上昇に伴うOLRの増加が最も顕著

弱鉛直流域 ($-10 < \omega_{500} [\text{Pa/day}] < 20$) における SST と OLR (全天) の関係性



SSTの上昇に伴うOLRの増加が過小評価されている



まとめ

- SST>27°C域において、N値は、観測では上昇流強度によらずほぼ一定であるが、**多くのモデルでは弱鉛直流域において増大する傾向がみられた**
- モデルにおけるN値の増大は、SWCRFの過大評価とLWCRFの過小評価によりもたらされており、**弱鉛直流域の暖かいSST上で上層雲and/or対流活動が過小評価されている可能性が示唆された**
- モデルにおける上層雲and/or対流活動の過小評価は、**弱鉛直流域におけるSSTの増加に伴う対流活動の増加率の過小評価に起因するもとと考えられる**

