

クラスタ解析を用いた気候モデルの気候場再現性能評価の試み

*横井 覚¹・高藪 縁^{1,2}・西井 和晃³・宮坂 貴文³・小坂 優⁴・中村 尚³・アジアメトリック WG
(1: 東大 CCSR, 2: JAMSTEC RIGC, 3: 東大院理, 4: ハワイ大 IPRC)

1. はじめに

環境省の地球環境研究総合推進費 S-5 テーマ 2 では、CMIP3 (Coupled Model Intercomparison Project phase 3) に参加した複数の気候モデルが種々の大気海洋現象(擾乱, 季節進行, 経年変動など)をどの程度再現しているのか研究を進めてきた。それでは、現象の再現性能は、どこまで気候場の再現性能に帰着できるのか? その理解を深めることは、各現象の物理的理解の深化を通じて、気候モデルの改良にもつながると期待される。

モデルが気候場を再現しているか調べるためには多種にわたる物理量を対象としなくてはならない上、物理量間で再現性能に高い相関が見られる場合もある(例えば東西風と南北風など)。そこで本研究では、クラスタ解析により再現性能が高い相関を示す物理量をまとめることで、冗長性を軽減することを目的とする。

2. 手法

CMIP3 に参加した 22 気候モデルの現在気候実験出力と観測値(再解析データ・衛星データ)の北半球夏期(6-8月)気候場を比較した。対象領域は、全球、北半球中高緯度域、アジア域などいくつか設定し解析を行っているが、本稿では熱帯(20°S-20°N, 0°-360°E)気候場についての解析結果を述べる。対象とした物理量は、東西風 U (850, 500, 200hPa 面), 南北風 V (同), 気温 T (同), 高度 Z (同), 比湿 Q (850, 500, 300hPa 面), 地上気温 Ts, 海面水温 SST, 海面更正気圧 SLP, 雲量 CLD, 降水量 PRC, 潜熱 LHF, 顕熱 SHF, 大気上端での外向き長波放射量 OLR, 短波放射量 OSR の 24 種類である。これらについて、平均バイアス(の絶対値)とバイアス補正後の平均二乗誤差(RMSE)をモデル毎に計算した(ただし、潜熱・顕熱は後者のみ)。

バイアスとバイアス補正後 RMSE の二乗和は補正前 RMSE と一致することから、この 2 種類の指数を同質のものとして解析を行った。計 46 個の指数を標準化したのち、Ward 法にてクラスタ解析を行った。

3. 結果と考察

擬 F 検定および擬 χ^2 検定の結果、6-8 月熱帯気候場に関してはクラスタ数 5 が最適であると判断された。その場合のクラスタ分類を表 1 に示す。得られたクラスタは物理的考察からも妥当なものだと言える。例えば、多くのバイアス補正後 RMSE (すなわち水平分布) がひとつのクラスタ(D)にまとまり、循環場への影響が限定的な気温や高度場のバイアスは別のクラスタ(E)となった。

また、評価対象物理量から、U500, V500, T500, Z200, Z850, Q500 の 6 種(12 指数)を除いて同様なクラスタ解析を行ったところ、得られた結果はほとんど同じだった。

このクラスタを用い、西太平洋での経年変動パターンの再現性能と熱帯気候場再現性能を比較した例を図 1 に示す。PJ パターンの再現性はクラスタ B と最も相関が高く、クラスタ A, C, D とも有意な相関を持つ。一方、ENSO に関連する降水応答の再現性と有意な相関を持つクラスタは C のみである。講演では、これら 2 現象のほか、ENSO の SST 偏差や MJO, 台風発生頻度分布などの日本やアジア諸国に影響を及ぼす諸現象の再現性能と気候場クラスタ指数との関係や、再現性能の観点からの現象間の類似性についても議論したい。

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た。

表 1 熱帯気候場再現性能指数のクラスタリング結果。太字はバイアス補正後 RMSE, 斜体はバイアス絶対値。

クラスタ	メンバー						
A	Z500	Z850	Ts	SLP	SST		
B	<i>U200</i>	<i>V200</i>	<i>V850</i>	<i>Q300</i>	<i>Q500</i>		
C	Q500	<i>Z850</i>	<i>SLP</i>	<i>OLR</i>	<i>OLR</i>	<i>OSR</i>	
	<i>CLD</i>	PRC					
D	U200	<i>U500</i>	U500	<i>U850</i>	U850	V200	
	V500	V850	T200	T500	T850	<i>Q850</i>	
	Q850	Z200	CLD	LHF	<i>PRC</i>		
E	<i>V500</i>	<i>T200</i>	<i>T500</i>	<i>T850</i>	Q300	<i>Z200</i>	
	<i>Z500</i>	<i>Ts</i>	<i>OSR</i>	SHF	<i>SST</i>		

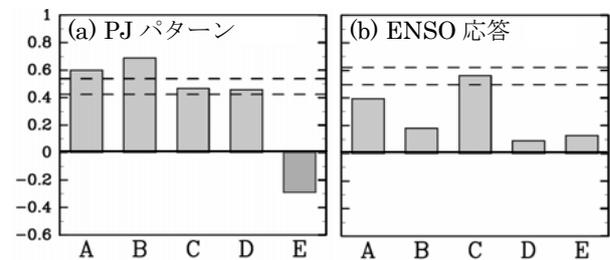


図 1 西太平洋域における経年変動パターンの再現性能とクラスタ平均指数の相関係数。(a) PJ パターンの再現性能, (b) NINO.3 SST に対する降水応答。破線は有意水準 95%, 99%を示す(有意水準が a と b で異なるのは、評価可能モデル数が異なるため)。