

ラジオゾンデデータにおける QBO の ENSO 依存性
田口正和 (愛知教育大学地学領域)

1. はじめに

準二年周期振動 (QBO) は、熱帯中下部成層圏の低周波変動に卓越する変動である (e.g., Baldwin et al. 2001)。QBO は、東風及び西風位相が交替しながら下方に伝播することで特徴付けられる。QBO の周期は、およそ 28 ヶ月である。QBO の成因は、熱帯の活発な対流を起源とする様々な赤道波と東西風の相互作用の力学によるものと基本的には理解されている。

これまでに QBO の変動に関していくつの特徴が指摘されている。よく知られた特徴として、西風位相の伝播がより規則的であること、QBO の位相の交替時期が季節変化にある程度固定していること、位相伝播は北半球春 (以下では、北半球における季節を用いる) に速い、などがある。

ENSO (エルニーニョ・南方振動) に関連した QBO の変動にも関心が持たれ、研究されてきた。その背景には、ENSO に伴って、対流分布及び赤道波の活動が変化し、QBO も変化するという考えがある。しかし、この点に関する先行研究はあいまいな (むしろ否定的な) 結果に終始し (e.g., Angell 1986; Kane 2004; Xu 1992)、ENSO に関連した QBO の変動を示した研究はほとんどない。

本研究では、49 年に及ぶラジオゾンデ観測による赤道成層圏東西風の月平均データを用いた統計的解析により、QBO が ENSO に伴って変動するかを調査した。

2. データと解析方法

ここで主に解析するのは、赤道域の観測所においてラジオゾンデで観測された成層圏東西風の月平均データ (http://strat-www.met.fu-berlin.de/products/cdrom/data/qbo/qbo_53-01.dat) である。期間は、1953-2001 年の 49 年 (N=588 ヶ月) である。このデータにおいて、平均的な季節変化を取り除き、5 ヶ月の移動平均を施した東西風偏差 U' を以下では解析する。

ENSO 指標には、NOAA/CPC の定義 (http://www.cpc.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.ERSST.v3.shtml) を用いた。この定義によれば、各年の各月が ENSO の“冷たい”状態 (以下 LA)、“暖かい”状態 (以下 EL)、もしくはそのいずれでもない“中立”に分類されている。

3. 結果

a. 下準備

まず偏差東西風 U' に EOF 解析を行い、主要な 2 つのモードを抽出した (図 1 a)。これらの寄与率は合わせて約 96% である。これらの時係数の散布図 (図 1 b) は、反時計回りに回転する傾向のある軌跡を示す。その回転傾向は QBO の下方伝播に対応する。

この散布図上のデータにより、2 つ量を定義した。ひとつめは、QBO の振幅 $|\phi|$ 、すなわち原点からの距離である。ふたつめは、QBO の位相の進み具合 ϕ' 、すなわちデータ点の偏角の時間変化である。

さらに、軌跡に最もよく適合する楕円を求め(図1bの破線)、その楕円上の仮想点を用いて東西風偏差を復元したものが図1c、dである。これらから、50hPaでは偏角26度で東西風の逆転が起きていることが分かるので、その角度を中心に幅90度を持つ象限A(50hPaで西風への逆転が起きる位相)を定義した。以下、順に象限B、C、Dを定義した。

b. 一年変動

図2aは、4つの季節と4つの象限で定義される各カテゴリにおけるサンプルサイズ n を示す。この図は、QBOに関して既知の特徴を再現する。すなわち、50hPaで位相の逆転がおきるAとCは、春夏に多く、秋冬に少ない。

振幅のカテゴリ依存性(図2b)を見ると、特にBで振幅が小さい一方、AとDで大きいことが分かる。位相の進み具合は春に大きい(図2c)。

c. ENSO変動

同様の統計を2つのENSO条件(LA、EL)のそれぞれについて行い、EL条件マイナスLA条件の差を取った(図3)。QBOの振幅・位相の進み具合は、ほとんど全てのカテゴリに共通して、明瞭なENSO依存性を示した。すなわち、振幅の差は負(ELの時に小さい)、依存の進み具合の差は正(ELの時に大きい)。換言すれば、EL条件では、QBOのシグナルが弱くなる一方、位相が速く進むということである。このような特徴は東西風偏差の合成解析によっても確認できた(図は略)。

4. まとめ

赤道域におけるラジオゾンデ観測による成層圏東西風データ49年分を用いて、QBOのENSO依存性を調査した。QBOの様子は、主成分(時係数)で定義される位相平面内のトラジェクトリによって特徴づけられる。ENSOの位相(LA、EL)によって、トラジェクトリの属性(原点からの距離、偏角の時間変化)を比較したところ、LAに比較してELにおいて、QBOの振幅が小さく、位相伝播が速いことが明らかにされた。

謝辞

作図には、地球流体電脳ライブラリを用いた。

参考文献

Angell, J., 1986: On the Variation in Period and Amplitude of the Quasi-biennial Oscillation in the Equatorial Stratosphere, 1951--85. *Mon. Wea. Rev.*, 114, 2272-2278.

Baldwin, M. P., and co-authors, 2001: The quasi-biennial oscillation. *Rev. Geophys.*, 39(2), 179-229.

Kane, R. P., 2004: Comparison of Stratospheric Zonal Winds and El Niño-Southern Oscillation in Recent Decades. *Int. J. of Climatol.*, 24, 525-532.

Xu, J. S., 1992: On the Relationship between the Stratospheric Quasi-biennial Oscillation and the Tropospheric Southern Oscillation. *J. Atmos. Sci.*, 49, 725-734.

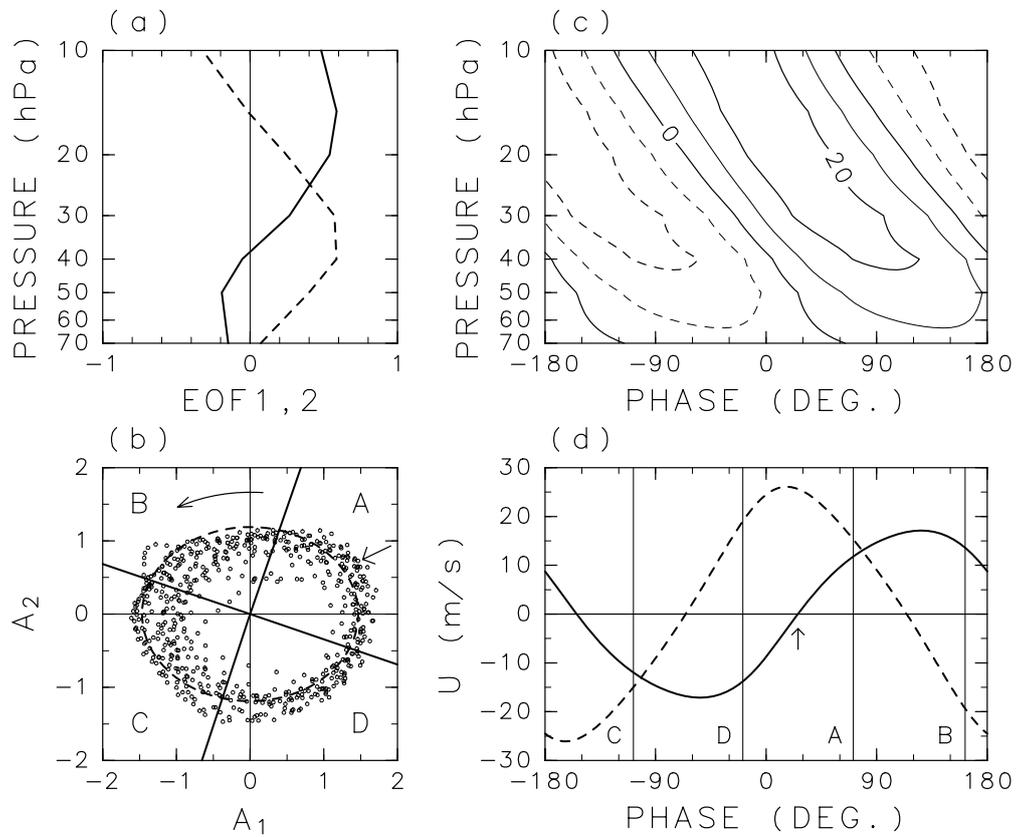


図1： (a) 東西風偏差 U' における主要な変動モード。実線が EOF1、破線が EOF2。 (b) EOF1,2 の時係数の散布図。破線は、最もよく適合する楕円。4つの象限 A-D も示されている。 (c) 楕円上の点を用いて、復元された東西風の構造。 (d) (c) のうち、20hPa (破線) と 50hPa (実線) を示す。

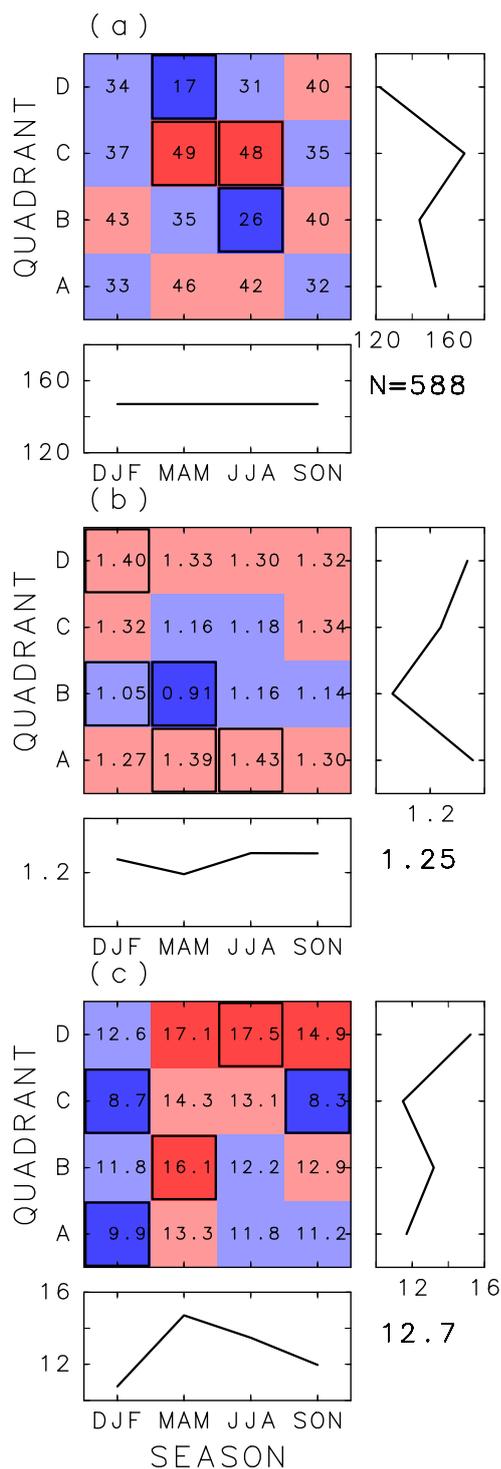


図 2 : (a) 各季節・象限で決まるカテゴリに入るサンプルサイズ n 。季節依存性（象限方向に和を取った）と象限依存性（季節方向に和を取った）もラインプロットで示されている。(b) 同じく振幅 $|\phi|$ について。ラインプロットは平均を示す。(c) 同じく位相の進行具合 ϕ' について。

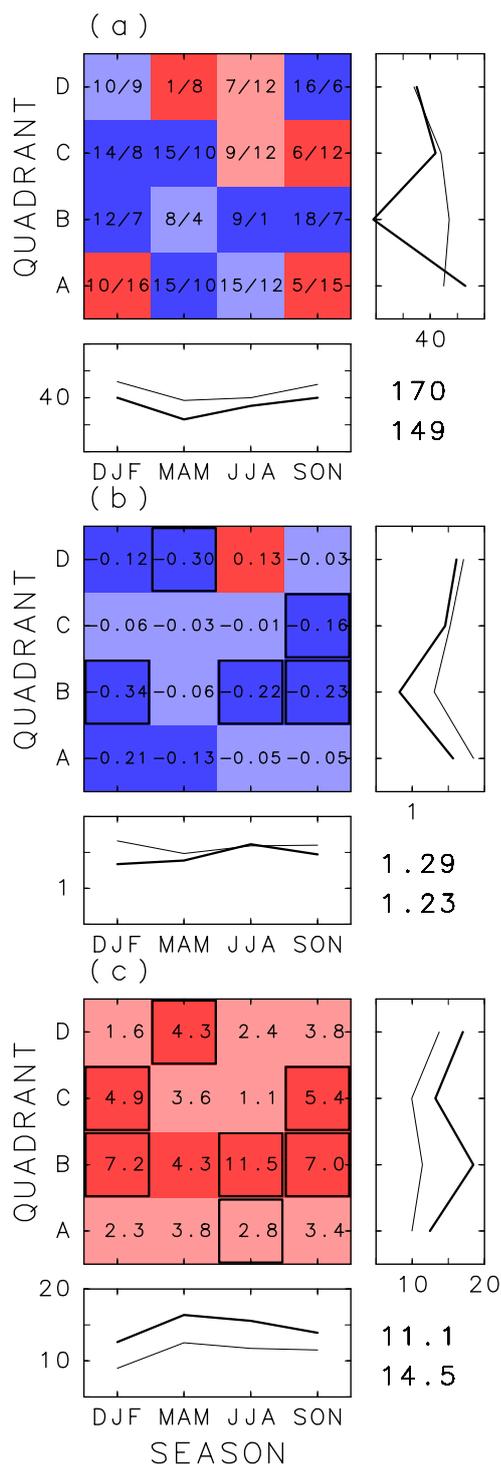


図3：図2と同じ、ただしEL条件—LA条件。ラインプロットにおいては、太線がEL条件、細線がLAである。