

## 4次元の teleconnection

青木 優佳・伊藤 久徳(九大院・理)

### 1. はじめに

地球上の遠く隔たった場所で、気象の変数が有意な相関を持つことを“teleconnection”と言い、この空間分布の形が“teleconnection pattern”である。その多くは大きな振幅を持ち、長時間持続するため、異常気象と密接な関係を持つ。ゆえに、パターンの性質を理解することは非常に重要な研究課題である。

しかしながら、これまでの研究の多くは冬季北半球 teleconnection についての議論が中心であった(van Loon and Rogers 1978; Wallace and Gutzler 1981; Horel and Wallace 1981)。夏季や南半球について議論しているものは少ない(Gambo and Kudo 1983a,b; Mo and Gill 1985; Nitta 1987; Hines and Bromwich 2002)。また、ほとんどが2次元的にしか議論しておらず、対象とする層も地表面や対流圏中層などに限定されており、成層圏などの上層との相関を見ているものは少ない。

本研究では対象とする領域を限定せず、地表から成層圏下部までの広い領域について、全月・全球での相関を調査する。さらに、lag 相関を用いて、水平、鉛直、時間の4次元的な相関についても解析する。時間軸方向を含めることで、teleconnection pattern の時間的な変動が分かり、長期予測の可能性を探ることに繋がると考える。

### 2. データと解析手法

解析期間は1979年1月から2005年12月までの27年間であり、NCEP-DOE Reanalysis の海面気圧(SLP)、500hPa高度(Z500)、50hPa高度(Z50)、東西風、南北風の月平均値を解析に用いた。元データは緯度・経度  $2.5^\circ \times 2.5^\circ$  であるが、相関係数の計算には緯度・経度  $5^\circ \times 10^\circ$  の  $37 \times 36$  個を用いた。

解析手法には一点相関を用いた。ある格子点を基点とし、その点との同時相関・lag 相関を計算した(現在は前後4ヶ月のlagまでしか計算していないが、最終的にはもっと増やすつもりである)。

また、温暖化の影響を取り除くために、平均からの偏差ではなく、トレンドからの偏差を用いた。有意性については、t-検定を行い、有意水準1%以下を有意とした。

基点をおいた月から4ヶ月間、すべての月で互いに有意な相関を持つことを第1条件として基点を選定した。また、熱帯域はエルニーニョの影響により、テレコネクションパターンを長く持続させる場合があるため、基点範囲を  $45^\circ\text{N}$  以北、 $45^\circ\text{S}$  以南とした。結果としていくつかのパターンが得られたが、本研究では、そのうちの5月のSLPの( $70^\circ\text{N}, 150^\circ\text{E}$ )を基点とした場合について述べる。

### 3. 結果

5月のSLPの( $70^\circ\text{N}, 150^\circ\text{E}$ )を基点とし、4ヵ月後の9月のZ50との一点相関を計算すると、南半球に波数1のパターンが現れる(図1参照)。このときの最大相関係数は0.76である。

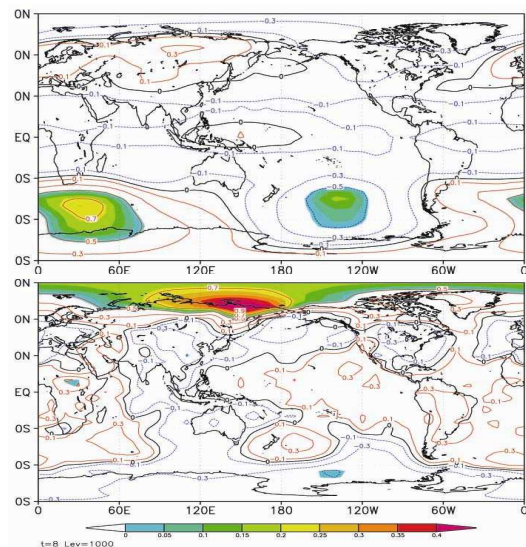


図1: 5月のSLPの( $70^\circ\text{N}, 150^\circ\text{E}$ )を基点としたときの(上)9月のZ50と、(下)5月のSLPとの一点相関図。有意な値にのみ陰影をつけている。

### 3-1. 作用中心の調査

図 2 に 5 月の SLP の(70°N,150°E)に基点をおいた場合の 5 月から 9 月までの SLP、Z500、Z50 での一点相関図を示した。5 月(lag0)と、8 月(lag3)、9 月(lag4)では上層でも有意な相関が見られるが、それ以外は SLP でしか有意な相関は見られない。

現れたパターンにおける作用中心となる点を調べた。各月での作用中心はそれぞれ、5 月の SLP(70°N,150°E)、6 月の SLP(10°N,220°E)、7 月の SLP(0°,80°E)、8 月の SLP(35°S,70°E)、9 月の Z50(50°S,50°E)であった。9 月を除き、すべて下層に存在している。この位置より、最初の 3 ヶ月間は下層でのみ繋がり、9 月において上層へと伝播しているようにみられる。

それぞれの作用中心での規格化された偏差の時系列を図 3 に示した。7 月と 8 月の作用中心は逆相関のため、マイナスをかけている。この図からも、5 点すべてで変動が一致しており、作用中心であることが確認できる。

### 3-2. 5 月における伝播

図 2 から分かるように、lag0 では上層の Z50 まで有意な相関が見られるものの、lag1 の 6 月では有意な相関はほとんど見られない。SLP の赤道太平洋に上層では有意な相関は見られない(図 2

参照)。

上層に有意な相関がなく、lag1 の SLP の赤道太平洋域に有意な相関があることから、5 月から 6 月までの 1 ヶ月の間に北極域から赤道太平洋まで波が伝播したと考えられる。5 月と 6 月での wave activity flux を示した図 4 から、北極から赤道域への波の伝播があることがわかる。

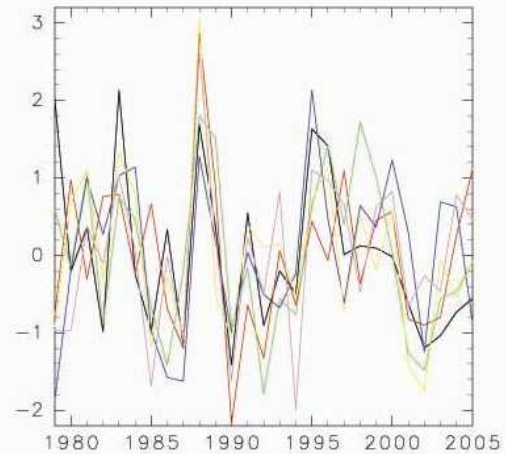


図 3: それぞれの作用中心での規格化された偏差時系列。(赤;5 月、緑;6 月、青;7 月、黄;8 月、桃;9 月)

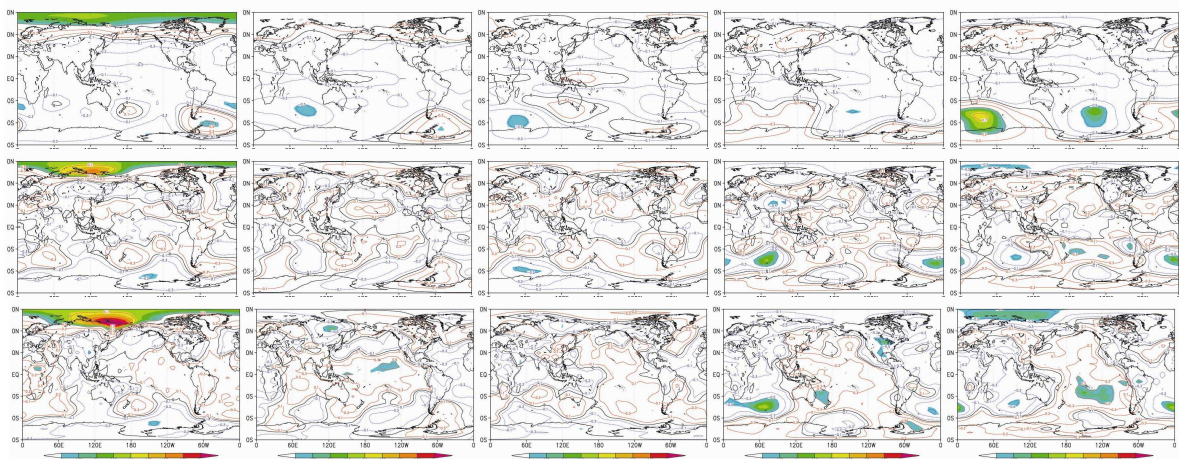


図 2: 5 月の SLP の(70°N,150°E)を基点とした場合の、5 月から 9 月までの(上)Z 50、(中)Z 500、(下)SLP での一点相関図(左から 5 月、6 月、7 月、8 月、9 月との相関)。有意な値にのみ陰影をつけている。

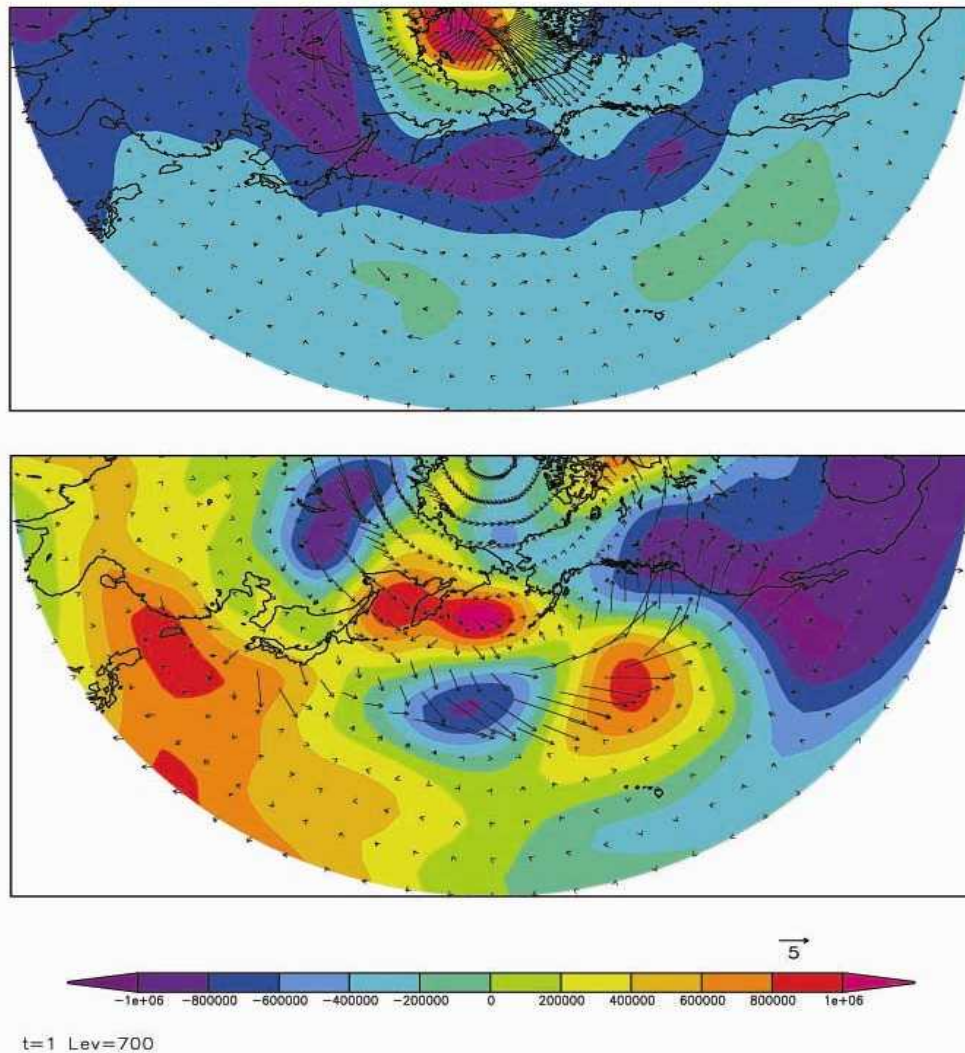


図4: Z700における(上)5月の作用中心を基点とした場合と、(下)6月の作用中心を基点とした場合の回帰から計算された流線関数(カラー)と、wave activity flux の水平成分(ベクトル,  $\text{m s}^{-2}$ )

### 3-3. 海洋との関係

6月から9月において、海洋上で有意な相関が見られる。特に、6月においては赤道太平洋に有意な相関が見られ、エルニーニョとの関係も考えられる。そこで5つの作用中心の偏差 index の和と6月のNino4のSST indexとの相関を調べた(図5参照)。計算した相関2つのindex間の相関係数は-0.43であり、Nino4のSSTはあまり関係していないようにみえる。

### 3-4. 9月における伝播

図2からもわかるように、5月のSLPの(70°N, 150°E)に基点をとると、lag4のSLP、Z500、Z50の全層において有意な相関が見られる。SLPとZ500での相関の位置はよく似ており、上層に鉛直伝播していることが分かる。一方で、Z50では太平洋側に負相関、インド洋側に正相関が見られ、下層とは相関が逆になっている。

図6は9月の作用中心を基点として、流線関数との回帰係数とwave activity fluxの鉛直方向の断面図を表した図である。上の図は5°Eでの緯



Takaya, K., and H. Nakamura, 1997: A formulation of a wave-activity flux for stationary Robby waves on a zonally varying basic flow. *Geophys. Res. Lett.*, **24**, 2985-2988.

and , 2001: A formulation of phase-independent wave-activity flux for stationary and migratory quasigeostrophic eddies on a zonally varying basic flow. *J. Atmos. Sci.*, **58**, 608-627.

Trenberth, K. E., G. W. Branstator, D. Karoly, A. Kumar, N.-C. Lau, and C. Ropelewski, 1998: Progress during TOGA in understanding and

modeling global teleconnections associated with tropical sea surface temperatures. *J. Geophys. Res.*, **103**, 14291-14324.

Van Loon, H., and J. C. Rogers, 1978: The seesaw in winter temperatures between Greenland and northern Europe. Part : General description. *Mon. Wea. Rev.*, **106**, 296-310.

Wallace, J. M., and D. S. Gutzler, 1981: Teleconnections in geopotential height field during the Northern Hemisphere winter. *Mon. Wea. Rev.*, **109**, 784-812.

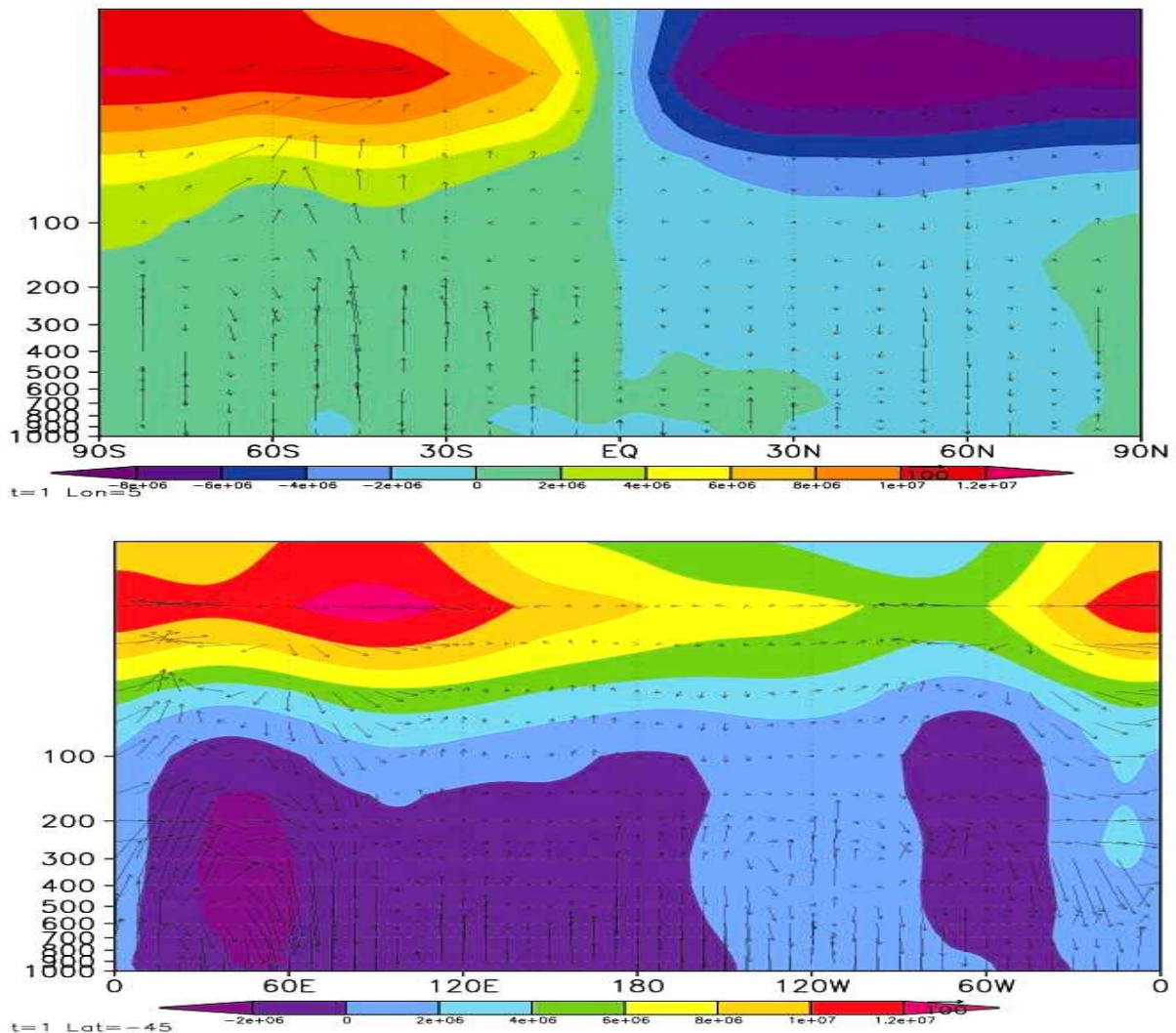


図 6: 基点を 9 月における Z50 の(50° S,50° E)に置いた回帰から計算された流線関数(カラー)と、wave activity flux(vector,  $10^{-4}$  Pa m s $^{-2}$ )。 (上)5° E での緯度-高度断面図。 (下)45° S での経度-緯度断面図。