

太平洋熱帯域における海面水温分布パターンの解析

九州大学工学部 学生会員 東條 真也 九州大学大学院工学部 学生会員 井料 隆太
九州大学大学院工学部 学生会員 井芹 慶彦 九州大学大学院工学研究院 正会員 西山 浩司
九州大学大学院工学研究院 正会員 神野 健二

1. はじめに

太平洋赤道域（熱帯域）の海面水温の変動に伴い、数年間隔でエルニーニョ現象やラニーニャ現象が発生する。これらは世界各地で、豪雨・渇水・異常高温など平年と異なる気候（異常気象）をもたらす要因の一つであると考えられている。海洋と大気の間には強い相互作用があり、熱帯域における海面水温の変動は、大気場の変動を介して日本など中緯度域の気象場へ大きく影響を及ぼす。遠く離れた地点間の気候が互いに相関をもって変動することをテレコネクションというが、エルニーニョ、ラニーニャによって通常とは異なる海域で対流活動が活発化し、それに伴い北方の日本付近の気候が変化することがある。例えば日本では、1997 年春から 98 年夏にかけて発生した観測史上最大のエルニーニョの影響を受けて、記録的な冷夏・暖冬となった。このように、熱帯域からのテレコネクションを介して発生すると考えられる日本の異常気象の原因を究明するには、大気を駆動する熱源となる熱帯域の海面水温の変動の特徴を把握することが重要である。そこで本研究では、多次元データを 2 次元マップ上に射影し、特徴を視覚的に捉えることができる、自己組織化マップ（SOM : Self-Organizing Map）を用いて、太平洋熱帯域における海面水温偏差の分布の特徴のパターン化を行った。

2. 解析手法

自己組織化マップ(SOM)とは入力層と出力層（競合層）の 2 層からなる教師データを持たないニューラルネットワークである¹⁾。多次元データ群を 2 次元マップ上に可視的に分類することを可能にする。入力層には入力ベクトルが格納され、出力層には 2 次元の格子状にノードが配列されている。各ノードには入力ベクトルと同次元の参照ベクトルが割り当てられる。この参照ベクトルは入力ベクトルに近づくように繰り返し修正されていく。最終的に、多次元の入力ベクトルの特徴が 2 次元マップ上の各参照ベクトルによって表現される。互いに特徴の似たノード同士は近くに配置され、ノード間の距離が遠くなるほど特徴は異なる。

3. 使用データ

本研究では、入力ベクトル作成のための元データとして ERSST (Extended Reconstructed Sea Surface Temperature)²⁾ を用いた。データ間隔は $2^{\circ} \times 2^{\circ}$ であり、月別データとして提供されている。解析対象期間は 1979 年 1 月から 2005 年 12 月までの 324 ヶ月間とし、海面水温偏差は、対象領域内各点の月平均海面水温とその月の平年値(1971 年~2000 年の平均値)との差とする。入力ベクトル作成領域（解析対象領域）は、

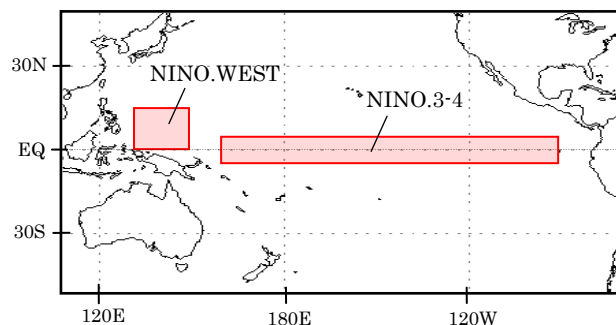


図-1 解析対象領域

太平洋赤道域の NINO.3-4 (160E~90W, 5S~5N)、フィリピン沖の NINO.WEST (130E~150E, EQ~15N) と呼ばれる海域（図-1 中に赤枠で示す）とした。入力ベクトルは計 324 ケースあり、経度毎（ 2° 間隔）に、南北方向に分布した海面水温偏差の平均値を算出し、算出値を各領域の西端から 4° 間隔で採用したものが 1 ケースである。各入力ベクトルの次元数は 34 で、その内訳は NINO. WEST 内で 6 要素、NINO.3-4 内で 28 要素となっている。

4. 分類結果

1979 年 1 月から 2005 年 12 月までの計 324 ケースの海面水温偏差の分布を SOM で分類した結果を図-2 に示す。本研究では、マップサイズを 10×10 （総ノード数 100）として分類を行った。マップ上の格子はノードを示し、各ノード内の数字は、そのノードに配属された入力ベクトル(各月における海面水温偏差の分布)の数を示す。なお、マップ最下段の左から右に向かって順にノード番号を 1,2,...,10 とし、マップ右上のノード番号を 100 とする。マッ

プの特徴を把握するため、ノード1から縦横2つおきに計16ノード(図-2中に赤い網掛けで示す)、各ノードの特徴を表す参照ベクトルを図示した(図-3)。なお、図-3中の各ノードにおいて、右下の数字はノード番号を表し、左側のグラフはNINO.WESTの、右側のグラフはNINO.3-4の海面水温偏差の分布を表す。

マップのおおよその特徴について領域別に見ていく。まず、マップ下段から上段にかけて同列内で比較すると、NINO.WEST内では海面水温偏差に大きな変動は見られないが、NINO.3-4においては偏差が負方向に向かうなど分布状況に変化が見られる。次に、マップを左右に眺めると、左端ではNINO.WESTにおいて偏差が約 $+0.5^{\circ}\text{C}$ と比較的大きく、NINO.3-4では負偏差が大きい。マップ右側に移っていくと、中央部を境に各領域で偏差の正負が逆転する傾向があり、右端ほどNINO.WESTでは負偏差が、NINO.3-4では正偏差が大きくなっている。特に、ノード10は赤道太平洋東部の偏差が約 $+3^{\circ}\text{C}$ と非常に高くなっている。以上より、マップ左上のノード91の参照ベクトルは、NINO.WESTで正の、NINO.3-4で負の偏差が強く、一方、対角線上のノード10はNINO.WESTで負、NINO.3-4で極めて強い正偏差が見られることが確認された。

ここで、海面水温偏差の分布のうち、負あるいは正の極値が大きなノード91,10周辺にどの年月のデータが分類されているか確認する。気象庁の定義では、1979年から2005年のうちラニーニャ現象は期間にしておよそ60か月発生しているが、その中でも、赤道太平洋中部から東部にかけての海面水温の負偏差が特に大きな月のデータがノード91周辺に分類されていた。それに対して、ノード10周辺には、20世紀最大規模といわれる、1982年春~83年夏及び1997年春~98年春のエルニーニョ現象³⁾のうち、最盛期の分布が分類されていた。

分類結果から海面水温偏差の分布の特徴として、エルニーニョ(ラニーニャ)の場合、太平洋赤道域東部の海面水温の変動だけでなく、東西で連動し、太平洋赤道域西部における負偏差(正偏差)と太平洋赤道域東部における正偏差(負偏差)の対比が明瞭になっている。

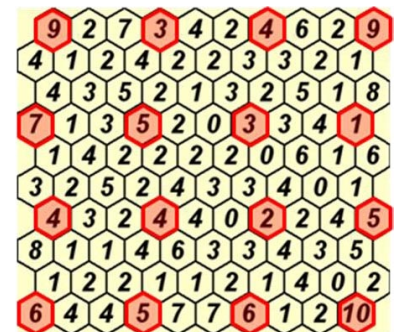


図-2 324 ケースの分類結果

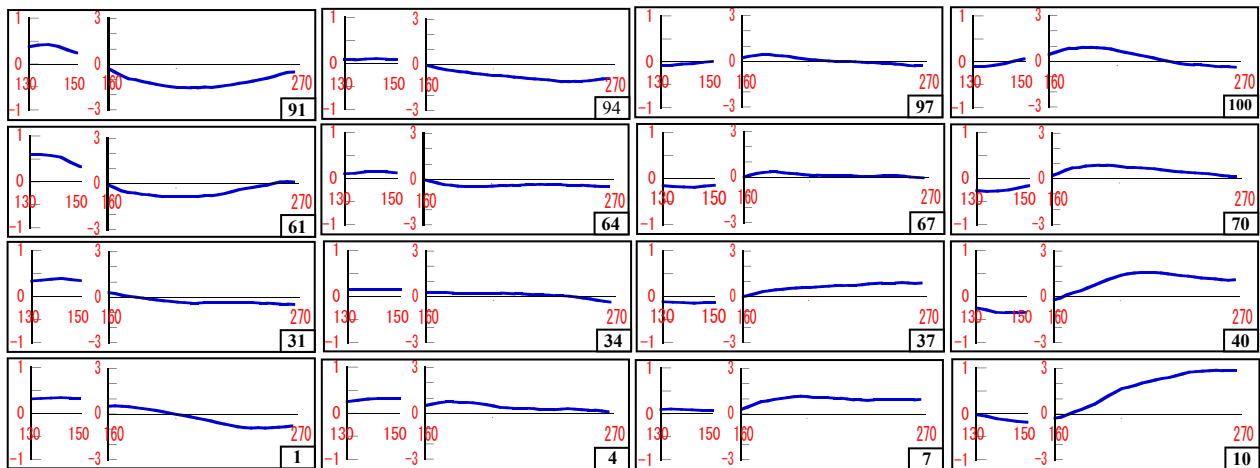


図-3 ノード別海面水温偏差の分布(縦軸は海面水温偏差($^{\circ}\text{C}$), 横軸は経度(東経)を示す)

5. まとめ

本研究では、太平洋熱帯域の海面水温偏差の分布について SOM を用いてパターン別に分類することで、極端なエルニーニョの傾向から、平常状態、ラニーニャの傾向まで、さまざまな分布の特徴を把握することができた。今後は、パターン別に日本付近の気候要素にどのような影響があるのか、特に、日本各地の降水量との関係性に着目し、エルニーニョやラニーニャの発生から日本に影響を与えるまでの期間の見極めなどを考慮しながら考察を進めていく。

[参考文献]

- 1) Kohonen, T.: The self-organizing map, *Neurocomputing*, Vol.21, pp.1-6, 1998.
- 2) Smith, T.M., and Reynolds, R.W.: Improved Extended Reconstruction of SST(1854-1997). *Journal of Climate*, Vol.17, pp.2466-2477, 2004.
- 3) 気象庁：異常気象レポート 2005, 2005.