

地球温暖化シナリオに基づく将来の海面水温分布パターンの解析

九州大学工学部 学生会員 小柳 賢史 九州大学大学院工学府 学生会員 井料 隆太
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

気候変動に関する政府間パネル (IPCC : Intergovernmental Panel on Climate Change) は第4次評価報告書¹⁾の中で、気候システムに温暖化が起きていると断定し、その原因が人為起源の温室効果ガスの増加である可能性が非常に高いと結論づけた。したがって、今後も温暖化が進行していくことが予想され、特に熱帯域の海面水温の変動が大きければ、テレコネクションを介して世界中の気象場に影響が及ぶ恐れがある。熱帯域の一部である太平洋赤道域においては、エルニーニョ、ラニーニャといった海面水温分布が存在し、豪雨や渇水といった異常気象をもたらすとされている。ゆえに、海面水温の変化および分布の特徴を把握できれば、起こりうる気象を推定することにつながり、それに伴う被害を推測する有効な手段となりうる。そこで本研究では、温室効果ガス排出量の将来変化シナリオ (SRES : Special Report on Emission Scenarios) に基づいて算出された海面水温の予測値を用いて、太平洋赤道域における将来の海面水温分布のパターン化を行い、シナリオごとの特徴を捉えてみた。なお、その手法としては、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可能な自己組織化マップ (SOM : Self-Organizing Map) を用いた。

2. 解析手法

自己組織化マップとは入力層と競合層の二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²⁾。入力層は入力ベクトルが格納され、競合層にはノードが2次元の格子状に配列される。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が、この参照ベクトルは入力ベクトルに近づくよう随時修正される。最終的に各参照ベクトルが入力ベクトルの特徴を示す。なお、類似性が高いほど、ノード間の距離は小さくなる。

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過去、将来それぞれ月別海面水温データを用いた。過去データにはERSST (Extended Reconstructed Sea Surface Temperature)³⁾を用いた。将来データにはSRESにおける3種のシナリオ (A1B, A2, B1) に基づいてMRI-CGCM2.3.2⁴⁾モデルによって算出された将来予測データを用いた。解析期間は、過去データは1971年1月から2007年12月まで、将来データは2008年1月から2100年11月までの計1559ヶ月間である。解析領域は、太平洋赤道域のNINO.3-4 (160E~90W, 5S~5N) と呼ばれる海域 (図1) とし、この領域の西端から各月4°間隔で海面水温値を採用したものを1ケースとしてSOMに学習させた。ただし、海面水温にほとんど差がない南北方向に関して温度は平均している。なお、SRESにおけるシナリオ (A1B, A2, B1) の概要を以下に示す。また、2100年における大気中のCO₂濃度はB1 < A1B < A2の順に大きくなるとされる。

- ・A1B : すべてのエネルギー源のバランスを重視し、高い経済成長を遂げる
- ・A2 : 経済の地域ブロック化と高い人口増加。環境への関心は相対的に低い
- ・B1 : 環境の保全と経済の発展が地球規模で両立する持続的発展型社会

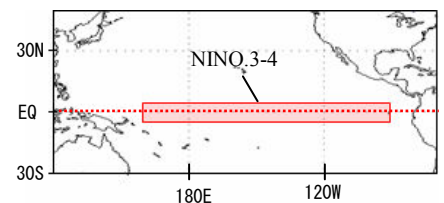


図-1 解析対象領域

4. 分類結果・考察

計1559ケースの海面水温の分布をSOMで分類した結果を図-2に示す。図中の六角格子はノードを示し、ノード内の数字はそのノードに分類された入力ベクトル (各月における海面水温の分布) の総数を示す。なお、マップ最下段の左から順にノード番号を1, 2, ..., 15とし、マップ右上のノード番号を225とする。各ノードの特徴を示す参照ベクトルのうちノード番号1, 8, ..., 218, 225 (図-2中に赤塗り以示す) について示すと図-3のようになった。

マップのおおよその特徴を把握するため、まずマップの左右方向に着目して述べる。マップの右側に位置する参照ベクトルをみてみると、いずれも太平洋東部の海面水温が西部に対して非常に低い値を示している。これはラニ

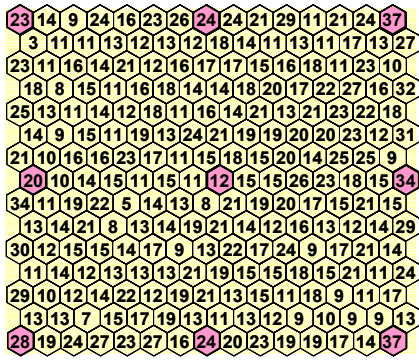


図-2 分類結果

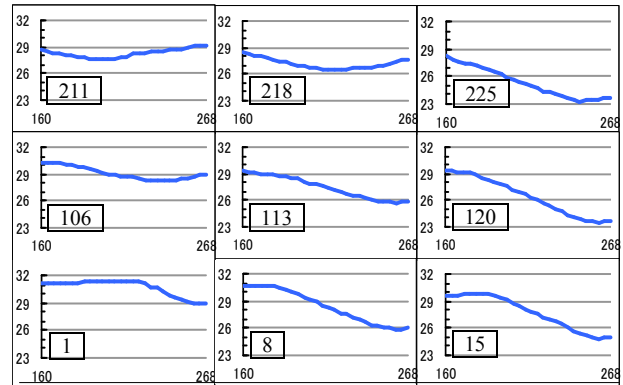


図-3 参照ベクトル (縦軸：海面水温 (°C), 横軸：経度 (東経))

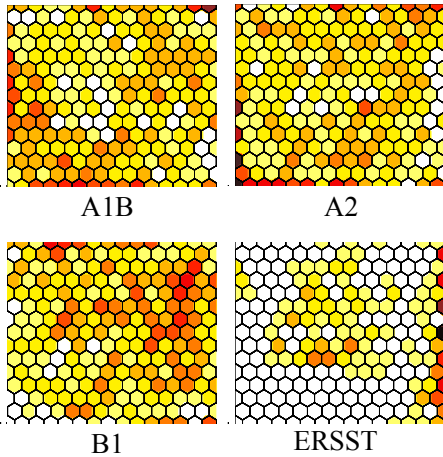


図-4 各シナリオの分類結果

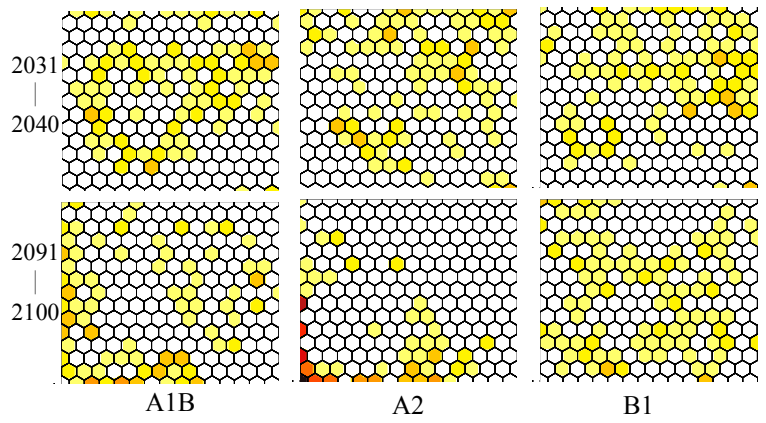


図-5 各シナリオの年代別分類結果

一ニャ時における海面水温分布と類似する。一方、マップの左側に位置する参照ベクトルは、太平洋東部の海面水温が比較的高く、エルニーニョ時における海面水温分布を示すものと考えられる。次にマップを上下方向にみると、マップ上段側から下段側に向かうにつれ、参照ベクトルの示す海面水温が全体的に上昇していくのが分かる。

つづいて、分類された 1559 ケースのうち、過去データおよび将来データ (A1B,A2,B1) がどのノードにどれだけ分類されたかを示す。図-4 がその総数を示し、図-5 上部は 2031 年から 2040 年まで、下部は 2091 年から 2100 年までの期間における各データの総分類数を示す。これより、先に述べたマップの特徴を踏まえて、将来の海面水温状態を考察する。環境への関心が低い A2 シナリオでは、経時に伴い海面水温が大きく上昇し、エルニーニョの機会が増加すると考えられる。反対に環境の保全に努める B1 シナリオでは、あまり海面水温は上昇せず、エルニーニョの発生頻度もわずかに増加する程度である。つづく、エネルギー源のバランスを重視する A1B シナリオは、A2 シナリオと酷似した変遷を遂げるが、その程度は A2 シナリオより若干弱い。シナリオの違いにより、海面水温および分布も大きく異なることが分かる。

5. まとめ

本研究により、将来にわたって海面水温が上昇していくことだけでなく、エルニーニョの発生頻度が増加傾向にあることも把握できた。今後は、過去の海面水温分布の変動と、日本の気候との関係を追究し、これを踏まえた上で、本研究で得られた将来の各海面水温分布パターンが日本の気象場に与える影響を推定していく。ただし、気候モデルは今回用いたモデル以外にも様々なものがあり、それぞれ精度、傾向が異なることに留意しなければならない。したがって、他のモデルとも比較し、それぞれの特徴を踏まえながら考察を進めていく必要がある。

[参考文献]

- 1) <http://www.ipcc.ch/ipccreports/index.htm/>
- 2) Kohonen, T.: The self-organizing map, *Neurocomputing*, Vol.21, pp.1-6, 1998.
- 3) Smith, T.M., and Reynolds, R.W.: Improved Extended Reconstruction of SST(1854-1997). *Journal of climate*, Vol.17, pp.2466-2477, 2004.
- 4) Seiji YUKIMOTO, Akira NODA, Akio KITOH, Masahiro HOSAKA, Hiromasa YOSHIMURA, Takao UCHIYAMA, Kiyotaka SHIBATA, Osamu ARAKAWA, and Shoji KUSUNOKI : *Journal of the Meteorological Society of Japan*, Vol. 84, No. 2, pp. 333--363, 2006
- 5)気象庁：地球温暖化予測情報 第7巻, 2008