

平成 27 年 5 月 28 日現在

機関番号：12601
研究種目：挑戦的萌芽研究
研究期間：2012～2014
課題番号：24654150
研究課題名(和文)大西洋ニーニョ現象の予測研究

研究課題名(英文) Prediction of Atlantic Nino

研究代表者

東塚 知己 (Tozuka, Tomoki)

東京大学・理学(系)研究科(研究院)・准教授

研究者番号：40376538

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,700,000円

研究成果の概要(和文)：大西洋熱帯域で発生する大西洋ニーニョ現象は、南米やアフリカに異常気象をもたらすことが知られている。この現象の発生を予測することができれば、その影響を軽減することも可能となるが、その予測は困難であった。そこで、本研究では、大西洋熱帯域における再現性が高い大気海洋結合モデル(UTCM)を用いて、アンサンブル予測実験を行い、世界初の大西洋ニーニョ現象の予測成功にチャレンジした。季節予報の研究分野では、相関係数が0.6以上ある場合に予測可能であるとするが、この基準で判断すると、最大2ヶ月先まで予測可能であることが示された。また、予測精度の向上に向けて、初期値データの精度に関する研究も行った。

研究成果の概要(英文)：Since Atlantic Nino in the tropical Atlantic is known to induce precipitation anomalies over South America and Africa, its impact may be mitigated by its successful prediction. However, its prediction remains to be a difficult task. Using a coupled ocean-atmosphere model (UTCM) that can realistically simulate the sea surface temperature (SST) over the tropical Atlantic, we have conducted ensemble prediction experiments. It is found that Atlantic Nino can be predicted two months ahead with an anomaly correlation coefficient of ATL3 index of 0.6 or higher. We have also investigated how the upper ocean temperature is initialized with an SST-nudging scheme and discussed possible reasons why the scheme has a lower skill over the tropical Atlantic than the tropical Pacific.

研究分野：海洋物理学・気候力学

キーワード：気候変動 予測可能性 大気海洋結合モデル 大西洋熱帯域

1. 研究開始当初の背景

世界各地に異常気象を引き起こす太平洋のエルニーニョ現象に関する予測研究は、国内外で盛んに行われていたが、大西洋熱帯域で発生する気候変動現象である大西洋ニニョ現象(Philander 1986)に関する研究は、観測データが少なかったこともあり、世界的に研究が遅れていた。予測については、Stockdale et al. (2006)が、大気海洋結合モデルに予測にチャレンジしたものの失敗に終わっていた。ごく最近も Stockdale et al. (2011)が、予測精度が未だにないことを報告していた。その要因の1つは、大西洋赤道域における海面水温の東西傾度(西部で海面水温が高く、東部で海面水温が低い)を大気海洋結合モデルで再現できないところにある。その中で、応募者は、2003年より大気海洋結合モデルの開発を続けてきた結果、大西洋赤道域における海面水温の東西傾度の再現に世界に先駆けて成功した(Doi et al. 2010; Tozuka et al. 2011)。

2. 研究の目的

本研究では、大西洋熱帯域における再現性が高い大気海洋結合モデル(UTCM)を用いて、アンサンブル予測実験を行い、世界初の大西洋ニニョ現象の予測成功にチャレンジする。また、モデル結果の詳細な解析を通して、発生メカニズムを明らかにすると同時に、その予測可能性を評価する。

3. 研究の方法

これまで開発を続けてきた大気海洋結合モデル(UTCM)をもとに季節予報用のモデルを構築し、アンサンブル予測実験を行う。具体的には、以下の手順で研究を進める。

(1) 初期値データの作成

海面水温を観測データ(NOAAのOISSTデータ)に強く緩和させながら、大気海洋結合モデルをスピニングアップする。このような手法により、10個の初期値データを作成する。この手法は、エルニーニョ/南方振動の予測精度で世界1位を誇る大気海洋結合モデル(SINTEX-F)で取られている手法(Luo et al. 2006, 2008)と同じであり、季節予報モデルの初期化の方法として、よく用いられている。

(2) アンサンブル予測実験

上記で作成された初期値データを用い、1982年から現在までの1、4、7、10月の各月の1日を予測開始日として、1年先までの予測実験(初期条件の異なる5個のアンサンブル実験)を行う。

(3) 予測結果の解析

大気海洋結合モデル(UTCM)の1982年から現在までのアンサンブル予測実験結果を解析し、大西洋ニニョ現象をどのくらいの先行時間をもって予測できるのかを明らかにする。また、予測精度の向上に資する研究を行う。

4. 研究成果

アンサンブル予測実験結果を解析し、大西洋ニニョ現象をどのくらいの先行時間をもって予測できるのかを調べた。具体的には、大西洋ニニョ現象の強さを表す指数としては、広く用いられているAt13指数(0° - 20° W, 4° N- 4° Sの海面水温偏差)を用い、予測されたAt13指数と観測データのAt13指数の相関係数を求め、観測データのAt13指数の自己相関係数と比較することにより、予測精度を評価した。季節予報の研究分野では、相関係数が0.6以上ある場合に予測可能であるとすると、この基準で判断すると、最大2ヶ月先まで予測可能であることが示された(図1)。

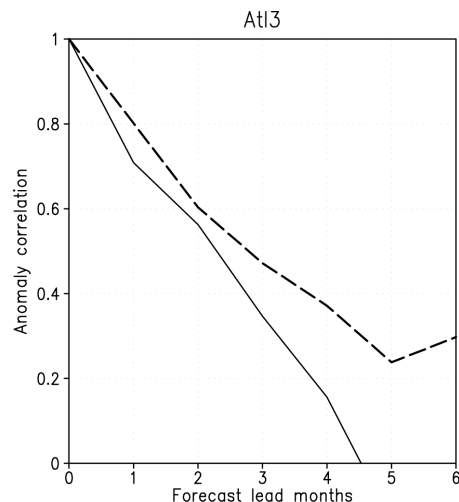


図1: 観測データのAt13指数と各年1月1日を予測開始日とした場合に予測されたAt13指数との相関係数(実線)。点線は、持続予測の相関係数を示している。

予測精度を向上させるためには、大気海洋結合モデルの改良が不可欠であると考えられるので、モデルを改善するための研究を行う。具体的には、大気海洋結合モデル(UTCM)では、3種類の積雲対流パラメタリゼーション(Kuo 1974; Tiedtke 1989; Emanuel 1991)が使用できるため、この3種類のパラメタリゼーションでそれぞれモデルを80年間積分し、混合層熱収支解析を行った。その結果、海面熱フラックスのバイアスが、東大西洋に正の海面水温バイアスに最も寄与していることが示唆された。

本研究で採用している海面水温を観測デ

一々に強く緩和させて初期化する手法は、太平洋で大きな成功を収めてきているが、大西洋で成功するかどうかはわからない。そこで、各海盆で海洋の温度構造がどの程度良く再現されているかを観測データとの比較により調べた(図2)。その結果、太平洋熱帯域では、多くの海域で相関係数が0.7を超えており、本研究で採用している手法により、上層150mの蓄熱量偏差は、よく初期化されていることがわかった。それに対し、インド洋・大西洋熱帯域では、ほとんどの海域で相関係数が0.5以下で、負の海域も存在しており、初期化にも問題があることが判明した。

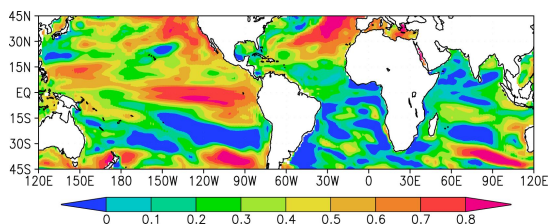


図2：同化データ(GODAS)と初期値データの上層150mの蓄熱量偏差の相関係数。

その原因を探ってみたところ、現実とは異なり、海面水温ナudging法を用いた大気海洋結合モデルでは、ほぼ一年を通して海面水温偏差と外向き長波放射(OLR)偏差の間には、負の相関が見られるためであることが明らかになった。また、その結果、現実とは逆向きの風がモデル内で引き起こされ(図3)、逆符号の赤道ケルビン波/ロスビー波が励起されるため、観測とモデルの上層150mの蓄熱量偏差は、負の相関になってしまうことも明らかになった。一方、太平洋熱帯域では、観測でもモデルでも、大部分で海面水温とOLRの相関係数が負になっており、中部太平洋赤道域におけるモデルと再解析データの東西風偏差も1年を通して約0.8の高い相関係数となっていた(図3)。つまり、大気データを同化していないにも関わらず、海面水温ナudgingを行うことによって、赤道上の東西風偏差がよく再現されていた。このため、同化データとモデルの上層150mの蓄熱量偏差も広い海域で相関係数が高くなっていたと考えられる。以上より、大西洋熱帯域の予測精度をさらに向上させるためには、風応力偏差も観測データに緩和する等、海面水温ナudging法を改善する必要性が示唆された。

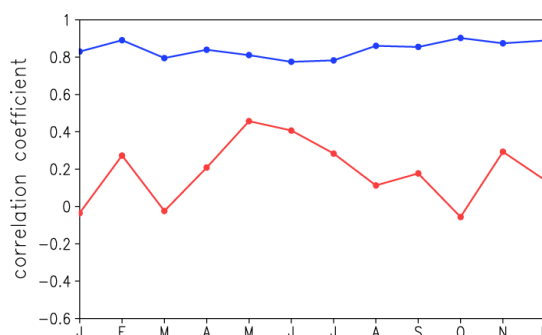


図3：中部大西洋赤道域(赤線)と中部太平洋赤道域(青線)における850hPaの東西風の月別相関係数。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 0 件)

〔学会発表〕(計 5 件)

神山 翼、東塚 知己、海面水温ナudging法によるインド洋熱帯域の海洋上層蓄熱量の初期化、2014年度日本海洋学会秋季大会、2014年9月14日、長崎大学(長崎県長崎市)

Tozuka, T., and T. Kohyama, Why is Initialization of Heat Content Anomalies in the Tropical Indian Ocean Difficult in a CGCM with SST-nudging? Asia Oceania Geosciences Society 2014, 2014年7月30日、ロイトン札幌ホテル(北海道札幌市)

神山 翼、東塚 知己、海面水温ナudging法を用いたインド洋熱帯域の蓄熱量偏差の初期化、日本地球惑星科学連合2014年大会、2014年4月28日、パシフィコ横浜(神奈川県横浜市)

Tozuka, T., B. J. Abiodun, and F. A. Engelbrecht, Impacts of ENSO on the southern African rainfall as revealed by self-organizing maps, IAHS-IAPSO-IAPSEI 2013, 2014年7月26日、ヨーテボリ(スウェーデン)

Tozuka, T., B. J. Abiodun, and F. A. Engelbrecht, Simulation of tropical-temperate troughs over southern Africa: Impacts of convection schemes, 日本地球惑星科学連合2013年大会、2014年5月24日、幕張メッセ(千葉県千葉市)

〔図書〕(計 1 件)

Richter, I., P. Chang, Z. Xu, T. Doi, T. Kataoka, M. Nagura, P. Oettli, S. de Szoek, and T. Tozuka, An overview of coupled GCM biases in the tropics. 査読有り, In "The Indo-Pacific Climate Variability and

Predictability", World Scientific
Publisher on Asia-Pacific Weather and
Climate, 2015, 印刷中.

〔産業財産権〕

出願状況（計 0 件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況（計 0 件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

東塚 知己 (TOZUKA, Tomoki)
東京大学・大学院理学系研究科・准教授
研究者番号：40376538

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし