

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年 5月 7日現在

機関番号：12608

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2010～2011

課題番号：22840016

研究課題名（和文） 気候モデルを用いた季節予報の予測可能性に関する研究

研究課題名（英文） Study on Predictability of Seasonal Forecast by a Climate Model

研究代表者

今田（金丸） 由紀子（Imada (Kanamaru) Yukiko）

東京工業大学・大学院情報理工学研究科・産学官連携研究員

研究者番号：50582855

研究成果の概要（和文）：近年頻発する異常気象が予測可能であるかを検証するため、本研究では全球大気海洋結合モデルを用いて、予測初期値作成から1年後までの予測を行う季節予測システムを構築した。過去30年間の事後予測実験の結果は、世界最先端の季節予測モデルと比較しても見劣りしない性能を示していた。また、予測結果を局所的な異常気象予測に応用するため、2種類のダウンスケーリング手法を考案し、その有効性を確認した。

研究成果の概要（英文）：Toward the forecast of recent extreme climate events, I constructed the seasonal prediction system with the atmosphere and ocean general circulation model MIROC including an initialization (assimilation) system. The skill of ensemble hindcast for the past 30 years was comparable to globally-advanced climate models. In addition, two kinds of downscaling methods were formulated to apply regional extreme events.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2011年度	1,169,837	351,000	1,520,837
2012年度	919,560	275,868	1,195,428
年度			
年度			
年度			
総計	2,089,397	626,818	2,716,265

研究分野：数物系科学

科研費の分科・細目：気象・海洋物理・陸水学

キーワード：季節予報・異常気象予測・ENSO・GCM（気候モデル）・予測可能性

1. 研究開始当初の背景

近年、頻発する異常気象が社会経済に甚大な被害をもたらし、数値モデルを用いた異常気象予報（季節予報）への需要が高まる中、世界各国の気候モデルがこの新しい試みに乗り出している。特に2009/10年の冬季に北半球中緯度地域を襲った寒波は、北極圏の気圧の変動と熱帯東太平洋のエルニーニョ、及び成層圏の昇温現象が相互に作用した結果であったが、シグナルが持続しやすい成層圏を巻き込んだ現象であることから、数

年先までの予測を可能にする重要な要因として注目されている。しかし、海洋から成層圏までを網羅する気候モデルを用いて季節予測を行った研究例はまだ少ない。

2. 研究の目的

本研究では、地球全体の海洋から成層圏の現象までを再現可能な高解像度の気候モデルを用いた季節予測システムを構築し、過去の異常気象に注目してメカニズムや予測可能性を明らかにするとともに、予報精度の向

上を目指す。

3. 研究の方法

(1) 実験体制

季節予測システムのベースとなる気候モデルとして、東京大学大気海洋研究所・国立環境研究所・海洋研究開発機構が共同で開発した大気海洋結合モデルMIROCを用いる。モデルの並列計算には、東京大学が運用する大型計算機SR11000及び海洋研究開発機構が運用する地球シミュレーターを利用する。

(2) 性能向上の工夫

モデル側の改善のため、エルニーニョ・南方振動(ENSO)の再現に重要とされる熱帯海洋の渦擾乱を模擬する新しいスキームを導入し、その効果を検証する。予測手法側の改善の試みとして、大気の観測データを初期値に導入する手法を検討する。

(3) 季節予測システムの構築

最低限の解像度を持つMIROCを用いて予測初期値作成から1年後までの予測を行う実験的なシステムを構築し、1980年以降の事後予測実験を行う。

(4) 異常気象予測への応用

(3)で得られた結果を基に、予測プロダクトを局所的な異常気象等に適用するための高解像度化手法を考案する。背景となる各現象のメカニズムまで遡ってモデルによる再現性を検証し、ダウンスケーリング手法と予測可能性を議論する。

4. 研究成果

(1) 季節予測に特化した気候モデルの改良

季節予測においては、エルニーニョ・南方振動(ENSO)の予測性能が重要となる。熱帯海洋の渦擾乱は、ENSOの非対称性(エルニーニョがラニーニャより大規模化する傾向)の要因として知られているが、季節予測を行う気候モデルの解像度では、この渦擾乱を再現することが難しい。そこで本研究では、この渦擾乱に伴う熱フラックスを模擬する物理スキームを気候モデル内に導入し、ENSOの再現性を向上させる取り組みを行った。その結果、観測と同等のENSOの非対称性がモデル内で再現できるようになった。図1は、海面水温の経年偏差の非対称性の度合いの指標(skewness、正の値は、エルニーニョがラニーニャより大きいことを示す)の空間分布を示している。観測では、エルニーニョが出現する熱帯東太平洋において正のピークが見られるが(図1a)、渦擾乱熱フラックススキームを導入する以前のモデルは観測値に現れるピークを再現することができなかった(図1b)、スキーム導入後は、非対称性の分

布がより観測に近くなっていることが分かる(図1c)。

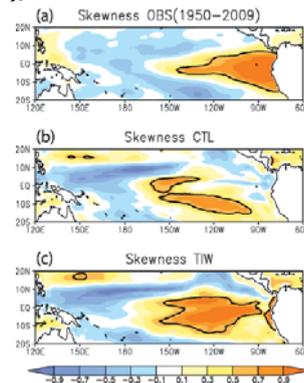


図1 海面水温偏差のskewnessの分布。(a)観測、(b)スキーム導入前、(c)導入後。

(2) 季節予測システムの予測性能

予測システム構築の過程では、まず中解像度(大気解像度、海洋解像度)の大気海洋結合モデルMIROC5iを用いて、1980年から1999年までの初期値作成実験(海洋データ同化実験)及び事後予測実験を試験的に行い、システムが有効に動作することを確認した。その後、用いるモデルの大気解像度を上げ(MIROC5、約度)、予測のアンサンブルメンバーの増加したり大気の観測値情報を初期値に導入するなどの高度化を施し、1979年~2011年までの事後予測実験を行った。構築したシステムの概要を図2に示す。この実験から得られた事後予測結果を、実際に観測された気候場と比較することで、予測可能性を検証した。

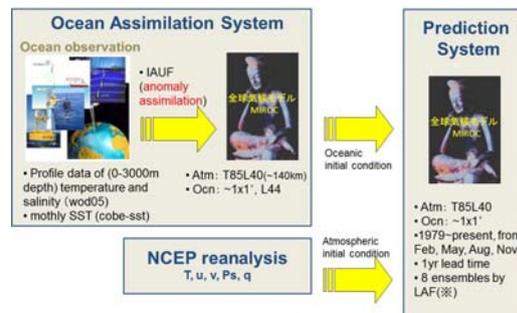


図2 構築した季節予測システムの概念図。

図3は、ENSOの発生衰退の指標(NINO3.4インデックス)について、予測経過期間毎に観測値と予測値間の相関係数を計算し、他国の気候モデルの結果と比較したものである。星印が本研究から得られた予測スキルを示す。本番実験では、世界最先端の季節予測モデルと比較しても見劣りしない予測スキルが得られていた。

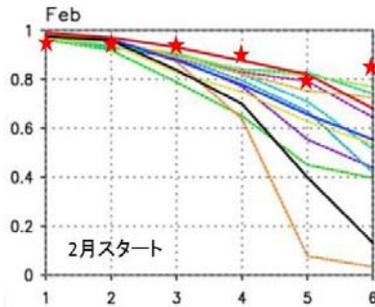


図3 MIROC5i、MIROC5によって予測されたNINO3.4インデックスの、観測とのアンノマリ相関を各国のモデルの結果と比較したものの。星印がMIROC5の結果。Jinet al. (2008)に加筆。

(3)高解像度化と異常気象予測への応用

2009/10年冬の北半球中緯度域の寒波は ENSO-成層圏突然昇温-北極振動の相互作用が関係していると言われているが、今回季節予測に用いている MIROC5 では成層圏を解像することができないため、このイベントの再現及び予測が難しい。そこで、成層圏を解像することができる MIROC の高解像度版の数十年分の標準実験を解析して、このモデルが熱帯-成層圏-極域間の相互作用を再現可能であることを確認した(図略)。

この高解像度の MIROC の大気モデルを用いて、(2)で行った事後季節予測結果を境界条件として与えることで、大気側の予測プロダクトを高解像度化する試みを行った。今回は、試験実験段階での試みであったため、2009/10年冬の例を検証するまでに至らなかったが、高解像度化を行うことで大気予測プロダクトの精度が向上することが確認できた(図4、1983年6月からスタートした2ヶ月後の降水量予測の例)。

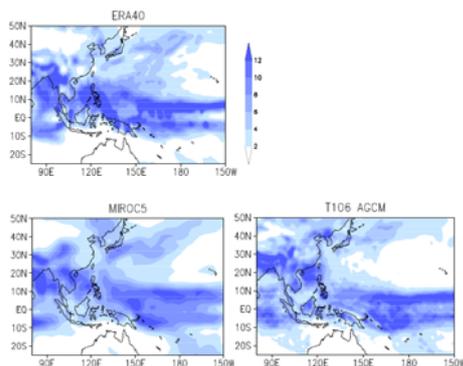


図4 1983年7月の降水量。左上：観測、左下：高解像度化を施す前の2ヶ月予測値、右下：高解像度化後。

インドシナ半島は ENSO やモンスーンの影響を受けてしばしば水災害に見舞われる地域であるため、局所降水の予測が重要となる地域である。本研究では、特異値分解解析を

用いて ENSO とインドシナ半島の降水との間の卓越するパターンを抽出し、その統計的な関係から季節予測結果をダウンスケーリングする手法を考案した。図5は、2007年8~10月のインドシナ半島の局所降水の観測と、1-3ヶ月予測値をダウンスケーリングした例である。この年の秋にはベトナムで深刻な洪水が発生しているが、その原因となった大雨の傾向が予測できていることが分かる。

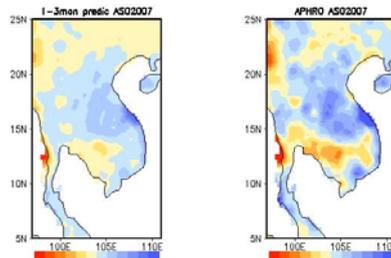


図5 2007年の局所降水量。左：1-3ヶ月予測値をダウンスケーリングした結果、右：観測。

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6件)

Yukiko Imada and Masahide Kimoto, Parameterization of tropical instability waves and examination of their impact on ENSO characteristics, Journal of Climate, 査読有, 2012, 印刷中

今田由紀子、木本昌秀、鼎次郎、特異値分解解析を用いた統計的ダウンスケーリングによる季節予測-インドシナ半島の秋季の降水の予測可能性-、土木学会論文集 B1(水工学) 査読有、Vol. 68、2012、I_1369-I_1374

Yukiko Imada, Masahide Kimoto, and Xianyan Chen, Impact of atmospheric mean state on tropical instability wave activity, Journal of Climate, 査読有, Vol. 25, 2012, 2341-2355

[学会発表](計10件)

Yukiko Imada, Seasonal climate predictability by the latest version of MIROC5: Challenge to a seamless prediction system, International Workshop on Climate Change Projection and High Performance Computing, 2012.03.15, Maui (HI)

今田由紀子、特異値分解解析を用いた統計的ダウンスケーリングによる季節予測-インドシナ半島の秋季の降水の予測可

能性-、第 56 回水工学講演会、2012.03.08、
愛媛大学（愛媛）

Yukiko Imada, Improvement to ENSO in
AOGCM by introducing a new
parameterization of Tropical
Instability Waves, CLIVAR/ENSO
workshop, 2010.11.19, IPSL(Paris)

今田由紀子、高解像度大気海洋結合モデル
によって再現された北極振動に対する
エルニーニョ及び成層圏突然昇温の関わり、
日本気象学会 2010 秋季大会、
2010.10.27、京都テルサ（京都）

6 . 研究組織

(1)研究代表者

今田（金丸） 由紀子（IMADA(KANAMARU)

YUKIKO)

東京工業大学・大学院情報理工学研究科・

産学官連携研究員

研究者番号：50582855