

Preface

Future global climate change has been assessed in the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC-AR4) with higher confidence than in previous reports by using state-of-the-art atmosphere–ocean coupled general circulation models (AOGCM), which have been developed at institutions worldwide and made available under Coupled Model Intercomparison Project phase 3 (CMIP3) as an activity of the World Climate Research Programme (WCRP). The performance of AOGCMs in reproducing historical and present climate has been improved, and the ensemble average of the multi-model results gives the best performance in many aspects.

It has now been recognized that global warming is inevitable unless urgent countermeasures are implemented, and the current emphasis is on the mitigation of the effects of global warming. For this purpose, more precise and detailed information (both spatial and temporal) of future climate change is needed. Such information can be obtained most effectively from atmospheric models with much higher resolution than that of the AOGCMs used for long-term projection. Bottom boundary data (sea surface temperature and sea ice distribution) for the present and future climate must be specified in such "time-slice" simulations. In time-slice simulations, it is essential for the bottom boundary data to be precise and credible with regard to not only mean climate but also temporal variability.

The mean CMIP3 multi-model result is considered the best choice for the boundary data; however, the simple ensemble mean of multi-model data presents several problems. We developed a technique that incorporates the effects of future climate change along with realistic interannual variability, which is smoothed out by the multi-model mean, while correcting for the climatic biases of each model. This report documents this technique. Processed results from the CMIP3 multi-model data are also presented.

The technique was developed as part of the KAKUSHIN Program "Projection of the Change in Future Weather Extremes Using Super-High-Resolution Atmospheric Models" of the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology, Japan, with support from the research fund "Integrated Research on Climate Change Scenarios to Increase Public Awareness and Contribute to the Policy Process, Global Environment Research Fund, Ministry of the Environment (Theme 2: Evaluation of CMIP3 multi-model performances for various phenomena)". We hope that the technique described here will be utilized not only by the program for which it was developed but also in other time-slice experiments to obtain precise and detailed information about future climate change in various regions of the world, because its use will help reduce the uncertainty in the information that stems from the use of inconsistent boundary data.

Akio Kitoh

Director

Climate Research Department

November 2008

序

気候変動に関する政府間パネル第4次評価報告書(IPCC-AR4)において、世界の研究機関で開発された最新の大気海洋結合モデル(AOGCM)を用いて、これまでの報告書よりも高い信頼性をもって将来の世界的な気候変化が評価された。それに用いられたモデルの結果は、世界気候研究計画(WCRP)の活動の一つである結合モデル比較プロジェクト・フェーズ3(CMIP3)のもとで提供されている。それら AOGCM による過去から現在に至る気候の再現性能は向上してきており、またそれら多くのモデルのアンサンブル平均は多くの観点からも最も良い性能を与えることが示されている。

今や、緊急の対策をしなければ地球温暖化は避けることができないことと認識されている。また、地球温暖化に対し、その影響の緩和策により重点が置かれるようになってきている。このような目的のためには、将来の気候変化に関して(空間的にも時間的にも)より正確かつ詳細な情報が求められる。そのような情報は、長期の予測に用いられる AOGCM よりもむしろ、高解像度の大気モデルを用いる方がより効率的に得ることができる。そのような、いわゆる「タイムスライス」シミュレーションのためには、下部境界条件(海面水温および海氷の分布)が必要とされる。タイムスライス・シミュレーションにとって、その下部境界データは、平均的な気候値だけでなく時間的な変動性についても、正確かつ信頼性の高いものであることが非常に重要な要素となる。

CMIP3 の多数のモデル(マルチモデル)の平均から得られる結果は、その境界データとして最良の選択であると考えられる。しかし、マルチモデルのデータを単純に平均するだけでは、いくつかの問題が生じてくる。そこで我々は、それぞれのモデルのバイアスを補正し、マルチモデルを平均した場合に平滑化されて消えてしまう年々変動を現実的に表現しつつ将来の気候変化の効果を取り入れる手法を開発した。この報告はその手法を記述するものである。また、CMIP3 のマルチモデル・データを用いた処理結果も示すことにする。

この技術開発は、文部科学省 21 世紀気候変動予測革新プログラム「超高解像度大気モデルによる将来の極端現象の変化予測に関する研究」の推進に資するために行ったものである。また一部は、環境省地球環境研究総合推進費「地球温暖化に係る政策支援と普及啓発のための気候変動シナリオに関する総合的研究(テーマ2:マルチ気候モデルにおける諸現象の再現性比較とその将来変化に関する研究)」の支援も得た。我々は、それにとどまらず、世界の各地域における将来の気候変化についての正確かつ詳細な情報を得るために、これらのデータが多くのタイムスライス実験に利用されることを願っている。そのように利用されることにより、ばらばらな境界条件データを用いる場合に比べ、不確実性の低減に結びつくものと考ええる。

平成 20 年 11 月

気候研究部長
鬼頭 昭雄

Abstract

We estimated future distributions of sea surface temperature, sea ice concentration, and sea ice thickness by using Coupled Model Intercomparison Project phase 3 (CMIP3) multi-model ensemble data for the lower boundary conditions of atmospheric time-slice experiments. The estimation method includes corrections for the present-day climate bias in the model relative to the observation data set and future changes in the multi-model ensemble mean, while keeping the same interannual variability as found in the observation data. These estimated sea surface temperature and sea ice data are useful for simulating, using high-resolution atmospheric models, the most likely effects of future climate change on small-scale atmospheric phenomena, under the assumptions that oceanic variability is unchanged in the mean future climate and that atmosphere–ocean interaction is negligible.

概要

結合モデル比較プロジェクト・フェーズ 3 (CMIP3) マルチモデルアンサンブル平均を利用して、将来の海面水温と海水の分布を推定し、大気モデルによるタイムスライス実験で下部境界条件として用いる方法を考案した。この方法は、観測された年々変動をそのまま使いながら、観測に対するモデルの現在気候のバイアスの補正と、マルチモデルアンサンブルで表現される将来変化の効果を含んだものとなっている。この分布は、海洋の変動が将来気候においても変化せず大気海洋相互作用が無視できるという仮定の下で高解像度の大気モデルでを使用することにより、もっとも起こりうる将来の気候変化影響をシミュレートするのに有用である。

Contents

1. Introduction	1
2. Methods	2
2.1 Sea surface temperature	2
2.2 Sea ice concentrations	4
2.3 Sea ice thickness	6
3. Verification of the estimated distributions	8
4. Discussion	10
Acknowledgements	11
References	11
Supplementary Information	13