

地球温暖化施策決定に資する気候再現・予測実験データベース

課題責任者

木本 昌秀 東京大学 大気海洋研究所
高藪 出 気象庁気象研究所 環境・応用気象研究部
中北 英一 京都大学 防災研究所

研究分野

気候科学

1. 研究の目的と意義

IPCC 第5次報告書を受けて、各国政府は自国における防災をはじめ温暖化適応策の設計に取り組みを始めているところであるが、その際に、施策を決定する政府機関で共通のシナリオを持つことが、一貫性のある適応策の実現のためには必要不可欠である。しかも、施策を打つためにはハザードの生じる確率予測が求められており、そのためには十分な数のアンサンブル実験結果を必要とする。これまで、文科省の「気候変動リスク情報創生プログラム（以下、創生プログラム）」下で地球温暖化予測の研究を行ってきたが、計算機リソースの制約もあって、施策決定のために十分なアンサンブル数を持つ実験出力データを提供できていなかった。そこで、本研究では高解像度大気モデルを用いた、過去と将来の気候変化に不確実性の情報を加味した確度の高い影響評価が可能となる物理気候データベースの作成を行った。このデータベースは、日本における地球温暖化研究ならびに影響評価研究の標準データベースと位置付けられるもので、データを活用することで、各省庁がこれまで提供してきた地球温暖化予測情報の質の向上や、実効ある施策決定への寄与が期待できる。

本課題で作成する予定のデータベースは、影響評価研究を主体に不確実性を適切に評価した温暖化対策の実現に向けたものに活用することを主目的とする。一方で、高解像度の多アンサンブルデータにより、過去と将来の極端事象を含む気候変化についてこれまでの研究成果について再度検討を行い、統計的に確度の高い結論を導く。また、気候変動要因分析（イベントアトリビューション）や気候変動解析をリアルタイムに行うことへの環境整備も視野に入れ、気候監視業務への貢献に結びつけていく。

2. 研究内容

気象研究所の高解像度（60km 格子）全球大気モデルにより、下記①～③を、日本域地域気候モデルにより④を、多アンサンブル実験により実施する。

- ① 過去 60 年の歴史気候再現実験、
- ② 同期間の非温暖化歴史実験、
- ③ RCP8.5 シナリオの 21 世紀末に相当する全球地上気温が 4℃ 上昇時の将来気候予測実験。

①～③の結果から

④ ダウンスケール実験

以上の実験は、創生プログラム創生プログラムの課題間で協力して実施する。実験構成は創生 C（気候変動リスク情報の基盤技術開発）の研究グループが行ってきたタイムスライス実験に相当する。これまでのものに比べて格段に多いアンサンブル数の実験出力から将来の顕著現象や梅雨の特性変化について、実験①、③、④の出力を活用して再検討する。創生 D（課題対応型の精密な影響評価）の影響評価研究についても同様に、多アンサンブルモデル実験出力から不確実性を考慮して、河川の氾濫や高潮による浸水や生態系の変化など多岐にわたる温暖化リスク評価を行う。これまでに研究対象とすることができなかった、過去の多アンサンブルデータを用いたリスク評価スキームの検証についても実施する。実験①と②の結果を用いて、創生 A（直面する地球環境変動の予測と診断）の研究グループが進めてきたイベントアトリビューション研究を過去 60 年間に発生した気候変動イベントに対象を広げ調査する。

3. 研究成果

予定している全計算のおよそ 30% に相当する計算を、3～5 月期で実施することができた。初期解析の結果、全球および地域気候モデルによる過去・将来実験計算が正常に終了していること、歴史気候再現実験における台風、梅雨、極端現象等について、観測と良く対応する再現性が得られていることを確認した。本研究では、これまでに類の無い数のアンサンブル数を持つ気候変動評価データベースの作成が試みられているが、当初の目論みどおり、対象地域を絞って顕著な大気現象に注目する多様なユーザに当データベースを有効に活用していただける、という確信を得た。

本研究では更新により計算能力が高まった地球シミュレータにより、高解像度大気モデルの総積分年数 2 万年を越える大規模な計算を実施する予定であり、順調に進捗している。旧地球シミュレータでは全ノードを使った場合でも 1 年半の作業期間を要する計算であるが、新地球シミュレータでは数ヶ月で完了の予定となっている。効率的に研究を進め、優れたデータベースを短時間で構築・提供することで、ユーザによるデータベース利用の成果創生が期待できる。

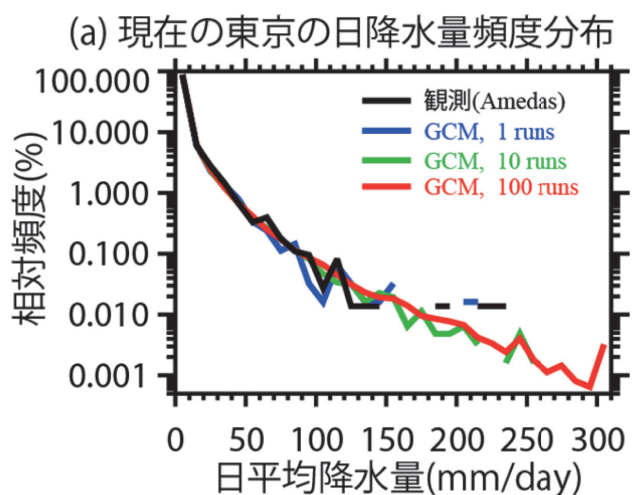


図1 高解像度全球大気モデルによる東京の日降水量頻度分布の観測（黒）との比較。観測データや少ないアンサンブル数のシミュレーション（アンサンブル数1：青；アンサンブル数10：緑）では頻度の少ない多降水日のサンプルが少なく、統計が不安定になるが、本データセットで100アンサンブルを実施することにより（赤）、日降水250mm以上の極端降水のサンプル数が増え、将来予測の信頼性も向上すると期待される。

4. 想定される波及効果

冒頭に述べたように、本課題で創出するデータベースは、防災研究を始め広く適応策策定に向けた影響評価、政策決定作業に用いられることを想定している。本データベースは、政府各機関が一貫性のある適応策を実現するために活用する共通シナリオの候補になると期待できる。多アンサンブルの実験出力データということが本データベースの最大の特徴である。したがって、実験データを用いて統計的に確度の高い論証を行うことが可能となり、施策決定のみならず、気候研究においても科学的に価値のある成果が数多く創出されるものと期待できる。

A Climate Projection Database for Decision Making

Project Representative

Masahide Kimoto

Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo

Izuru Takayabu

Meteorological Research Institute, Japan Meteorological Agency

Eiichi Nakakita

Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

Authors

Masahide Kimoto

Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo

Izuru Takayabu

Meteorological Research Institute, Japan Meteorological Agency

Eiichi Nakakita

Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

Using the abundant computer resources of the new Earth Simulator, about 100 ensembles of 60-year simulations of the present and 4-degree temperature increase scenario have been done with the AGCM-RCM system. This dataset is called d4PDF.

The large ensemble allows a statistical analysis of extreme events such as tropical depression or heavy rainfall events.

Keywords: Ensemble Experiment, extreme phenomenon, downscaling, climate change

After the release of the IPCC AR5, each country has started to make adaptation plans in response to climate change. A common scenario of climate change is needed by policymakers to prepare a consistent adaptation plan. For this purpose, the AGCM-RCM system of the SOUSEI program (Program for Risk Information on Climate Change) was used to produce a sufficient number of ensemble experiments to provide probabilistic information on the occurrence of climatic hazards.

This study used the AGCM with equivalent grid size of 60km (MRI-AGCM3.2H), wherein the model output has been subsequently downscaled dynamically using a 20km resolution regional climate model (NHRCM20) around the Japanese Archipelago. Three sets of calculation have been

done: (1) historical experiment over a 60-year integration period, (2) natural experiment over the same period, and (3) future experiment under the RCP8.5W scenario around the end of this century (i.e. 4-degree increase scenario). The ensemble run was conducted adopting different SST conditions. The perturbation is partly caused by uncertainties from the accuracy of observation data. It is clearly shown that a hundred ensembles have the potential to produce PDF of even extreme events.

During the trial period, about 30% of all planned experiments were conducted. Results confirmed that the present and the future change in climate are well represented, including typhoons and heavy precipitation events. Figure 1 clearly indicates that the statistics of the daily precipitation could be

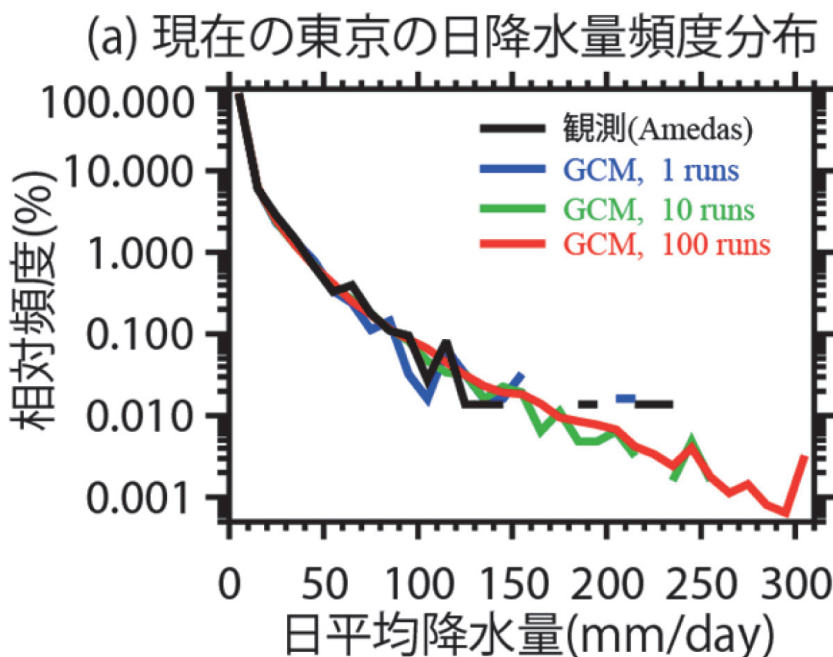


Fig. 1 Daily precipitation amount in Tokyo station from the AGCM60 model compared with the observation value (black line). As the ensemble number increases from 1 (Blue), 10 (Green), to 100 (Red), the value of extreme precipitation (over 250mm/day) becomes more accurate.

discussed as the sample number increases.

Using the datasets (d4PDF), it is now possible to estimate an extreme meteorological phenomenon and conduct a statistical analysis. Henceforth, many innovative researches would be done using d4PDF.

Acknowledgement

All the calculation in d4PDF has been done using the Earth Simulator under the “strategic project with special support” of the Center for Earth Information Science and Technology (CEIST) / JAMSTEC. Also, Data Integration and Analysis System (DIAS) helped to archive the calculated data. Fundamental support has been provided by the Program for Risk Information on Climate Change (SOUSEI), sponsored by the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology – Japan (MEXT).