

気候変動適応策の検討に資する近未来気候予測実験データベース

課題責任者

渡辺 真吾 海洋研究開発機構 気候変動適応技術開発プロジェクトチーム

著者

渡辺 真吾^{*1}, 藤田 実季子^{*1}, 岡田 靖子^{*1}, 杉本 志織^{*1}, 川添 祥^{*1},
石原 浩二^{*1}, 石井 正好^{*2}, 水田 亮^{*2}, 村田 昭彦^{*2}, 川瀬 宏明^{*2}

*1 海洋研究開発機構 気候変動適応技術開発プロジェクトチーム, *2 気象庁 気象研究所

文部科学省「気候変動適応技術社会実装プログラム：Social Implementation Program on Climate Change Adaptation Technology (SI-CAT)」は、地方自治体が適応策とその効果の評価・検討を行う際に必要となる、信頼度の高い近未来気候変動予測技術を開発している。本 ES プロジェクトは、文部科学省「気候変動リスク情報創生プログラム」が開発した d4PDF (database for Policy Decision making for Future climate change) の発展として、産業革命以降全球平均気温が 2℃ 上昇した想定シナリオに基づいて、近未来気候変動予測大規模アンサンブル実験データベースの作成とその評価・検証を目指すものである。

キーワード：アンサンブル実験, 極端現象, ダウンスケーリング, 気候変動

2015 年度に策定された実験仕様に基づき、60km 分解能の地球気候モデルと 20km 分解能の地域気候モデルを用いて、将来の気候予測実験に近い大規模なアンサンブルを実施した。具体的には、Mizuta et al. (2016 年 [1])、約 60km の水平分解能を持つ気象研究所の全球大気モデル MRI-AGCM 3.2 (Mizuta et al. 2012[2]) を用いて 60 年間のタイムスライス実験を実施した。RCP 8.5 シナリオにおける 2040 年の温室効果ガス濃度が用いられた。CMIP5 RCP8.5 シナリオ実験のデータベース中の 6 つの選択された地球大気 - 海洋結合モデルから得られた将来の海面温度変化 (Δ SST) の予測値の空間分布は、自然変動成分 (線形傾向除去) が観測された過去 1951 ~ 2010 年観測誤差に対応する 9 回の摂動 (δ SST) を海面温度に加算することにより、 6Δ SST \times 9 δ SST \times 60 年 = 3240 年の自然変動成分を含む 2℃ 昇温実験の結果を得た。このようにして作成されたグローバルモデルのデータセットは、気象庁気象研究所の地域気候モデル NHRCM (Sasaki et al. 2011[3]、Murata et al. 2013[4]) を使用して、水平解像度約 20km にダウンスケールした。2011 年度には、上記の実験の合計が約 70 ~ 80% 完成した。

気象庁の気象官署の日本列島の地上気温の観測データを比較した。将来の観測点あたりの最高気温の変化についての詳細を見るために、頻度分布、すなわち日最高気温の確率分布関数 (PDF) を計算した (図 1)。ここでは 8 月に東京と熊谷について紹介する。過去の実験のバイアス補正値は、観測における東京および熊谷の分布によく対応する。東京では、PDF の形状は過去 2℃ の温度上昇実験 (図 1a) と比較してそれほど変化しない。一方、4℃ 昇温実験では、PDF の形状が変化し、PDF の末尾が高温の極端に伸びる。同様に、熊谷の場合、過去の実験や 2℃ と 4℃ の温度上昇実験の両方で PDF の形状にあまり変化は

なく、平均温度は 2℃ と 4℃ 上昇する (図 1b)。d4PDF で示されるように、温度が 4℃ 上昇すると、熊谷よりも東京では非常に高い温度が現れることが予想される。これは、東京でのモデルの平均降水量の減少に関連している可能

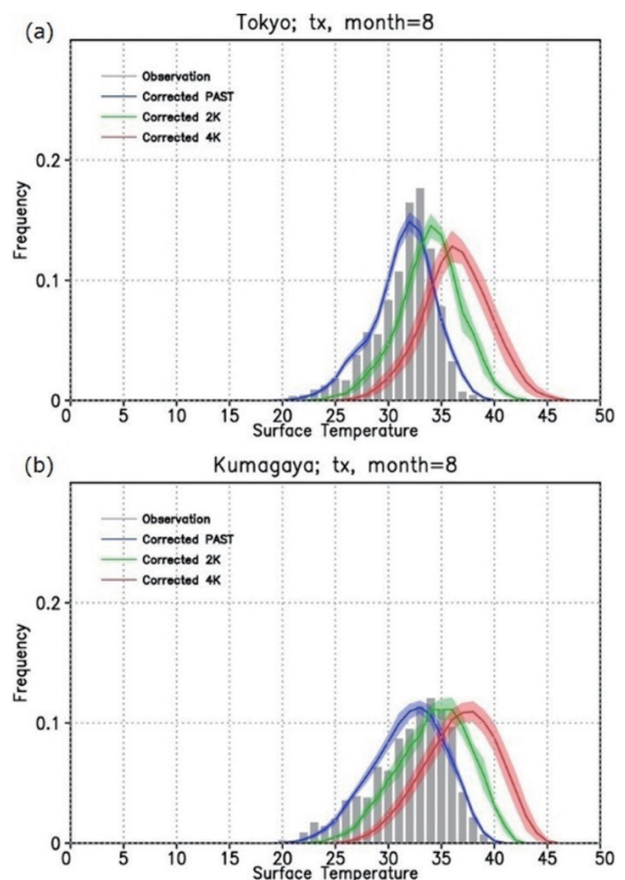


図 1 東京 (a) と熊谷 (b) の気象観測所における 8 月の日最高気温の頻度分布。観測 (灰色バー)、過去のバイアス補正済 PDF (青色)、2℃ (緑色)、4℃ (赤色) 昇温実験。陰影はアンサンブルメンバー間の標準偏差を示す。

性がある。また、過去の実験と比較して2℃、4℃の温度上昇実験では、出現頻度分布のメンバー間のばらつきが大きい。これは、実験で使用された SST 分布の違いによるものである。(観測された SST を用いた過去の実験とは異なり、将来の SST 投影値の不確実性は、2℃および4℃の温度上昇実験のオーダーで増加することが反映されている)。今回の作図に用いられた2℃の温度上昇実験のデータの年数は、過去実験および4℃昇温実験よりも少ない。2017年度に予定されている2℃昇温実験終了後にメンバー数が増加するに伴い、2℃、4℃昇温実験における低頻度事象の特性がより明確になることが期待される。

謝辞

気象庁気象研究所の遠藤洋和博士と荒川理さんに感謝の意を表します。著者らは、文部科学省の気候変動適応技術社会実装プログラム (SI-CAT) の支援を受けました。数値シミュレーションは、地球シミュレータを用いて行った。本研究では、文部科学省の気候変動リスク情報創生プログラムのもとで作成された将来の気候変動に関する政策決定のためのデータベース (d4PDF) を利用した。

文献

- [1] Mizuta, R., A. Murata, M. Ishii, H. Shiogama, K. Hibino, N. Mori, O. Arakawa, Y. Imada, K. Yoshida, T. Aoyagi, H. Kawase, M. Mori, Y. Okada, T. Shimura, T. Nagatomo, M. Ikeda, H. Endo, M. Nosaka, M. Arai, C. Takahashi, K. Tanaka, T. Takemi, Y. Tachikawa, K. Temur, Y. Kamae, M. Watanabe, H. Sasaki, A. Kitoh, I. Takayabu, E. Nakakita, and M. Kimoto, Over 5000 years of ensemble future climate simulations by 60 km global and 20 km regional atmospheric models, *Bull. American Meteorol. Soc.*, doi:10.1175/MABS-D-16-0099.1, accepted.
- [2] Mizuta, R., H. Yoshimura, H. Murakami, M. Matsueda, H. Endo, T. Ose, K. Kamiguchi, M. Hosaka, M. Sugi, S. Yukimoto, S. Kusunoki, and A. Kitoh, 2012: Climate simulations using MRI-AGCM3.2 with 20-km grid, *J. Meteor. Soc. Japan*, 90A, 233-258.
- [3] Sasaki, H., A. Murata, M. Hanafusa, M. Oh'izumi, and K. Kurihara (2011), Reproducibility of present climate in a non-hydrostatic regional climate model nested within an atmosphere general circulation model, *SOLA*, 7, 173-176, doi:10.2151/sola.2011-044.
- [4] Murata, A., H. Sasaki, M. Hanafusa, and K. Kurihara (2013), Estimation of urban heat island intensity using biases in surface air temperature simulated by a nonhydrostatic regional climate model, *Theor. Appl. Climatol.*, 112, 351-361, doi:10.1007/s00704-012-0739-2.

A Database for Policy Decision Making for Near-Future Climate Change

Project Representative

Shingo Watanabe Project Team for Climate Change Adaptation Technology, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

Authors

Shingo Watanabe^{*1}, Mikiko Fujita^{*1}, Yasuko Okada^{*1}, Shiori Sugimoto^{*1}, Sho Kawazoe^{*1}, Koji Ishihara^{*1}, Masayoshi Ishii^{*2}, Ryo Mizuta^{*2}, Akihiko Murata^{*2} and Hiroaki Kawase^{*2}

*1 Project Team for Climate Change Adaptation Technology, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, *2 Meteorological Research Institute, Japan Meteorological Agency

The Social Implementation Program on Climate Change Adaptation Technology (SI-CAT) develops reliable technologies for near-term climate change projections that apply to reviewing and formulating climate change countermeasures by local governments and assessing the effectiveness of the countermeasures against climate change impacts in Japan. This Earth Simulator project aims at developing a near-term climate change projection database based on a 2-degree temperature increase scenario as a part of d4PDF (database for Policy Decision making for Future climate change), which has been developed under the SOUSEI program.

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

Based on the experimental specification formulated in FY2015, a large-scale ensemble near future climate projection experiment was conducted using a 60 km resolution global climate model and a 20 km resolution region climate model. Specifically, in accordance with Mizuta et al. (2016[1]), the Meteorological Research Institute's global atmospheric model MRI-AGCM 3.2 (Mizuta et al. 2012[2]) with a horizontal resolution of about 60 km was used to conduct a time slice experiment for 60 years. The greenhouse gas concentrations of 2040 in the RCP 8.5 scenario were used. The spatial distribution of projected values of future sea surface temperature changes (Δ SST) derived from six selected global atmosphere-ocean coupled models in the database of the CMIP 5 RCP 8.5 scenario experiment were added with the natural fluctuation component (linear trend removed) observed in the past 1951-2010. By adding nine perturbations (δ SST) corresponding to the observation error to the sea surface temperature, it is planned to obtain the result of the 2°C temperature increase experiment including the natural fluctuation component of 6Δ SST \times 9δ SST \times 60 years = 3240 years in total. The data set of the global model created in this manner was dynamically downscaled using a regional climate model NHRCM (Sasaki et al. 2011[3], Murata et al. 2013[4]) of the Meteorological Research Institute of the Japan Meteorological Agency that covers the whole country in Japan with a horizontal resolution of about 20 km. During the FY2016, the total of the above experiments has been completed by about 70-80%.

We compared the ground temperature of the Japanese archipelago with observational data at the meteorological stations of Japan Meteorological Agency. In order to see details about the future change of daily maximum temperature per stations, frequency distribution, that is, a probability distribution function (PDF) of daily maximum temperature was calculated (Fig. 1). Here we show about Tokyo and Kumagaya in August. Bias corrected values of the past experiment well correspond to the distribution of Tokyo and Kumagaya in the observation. For Tokyo, the shape of PDF does not change much as compared with the past and the 2°C temperature increase experiment (Fig. 1a). On the other hand, in the 4°C temperature increase experiment, the shape of PDF change so that the tail of PDF extends toward the extreme side of the high temperature. Similarly, for Kumagaya, there is not much change in the shape of PDF with past experiments and both the 2 °C and 4 °C temperature increase experiments, and the average temperature increases by 2 °C and 4 °C (Fig. 1b). An extremely high temperature will be expected to appear in Tokyo than Kumagaya in the future when the temperature is raised by 4 °C as indicated by d4PDF. This may be related to the reduction of the model's average precipitation in Tokyo. In addition, in the 2 °C and 4 °C temperature increase experiments compared with the past experiment, the variation among the members of the occurrence frequency distribution is large. This is due to the difference in the SST distribution used in the experiment. (Unlike the past experiment using observed SST, it is reflected that the uncertainty of future SST projection value increases in the order

of 2 °C and 4 °C temperature increase experiments.) The data in the 2 °C temperature increase experiment used in this study are fewer than the past and 4 °C temperature increase experiment. As the number of members increases after completion of 2 °C temperature increase experiment in FY2017, it is expected that the characteristics of low frequency events in the 2 °C and 4 °C increase experiment will become clearer.

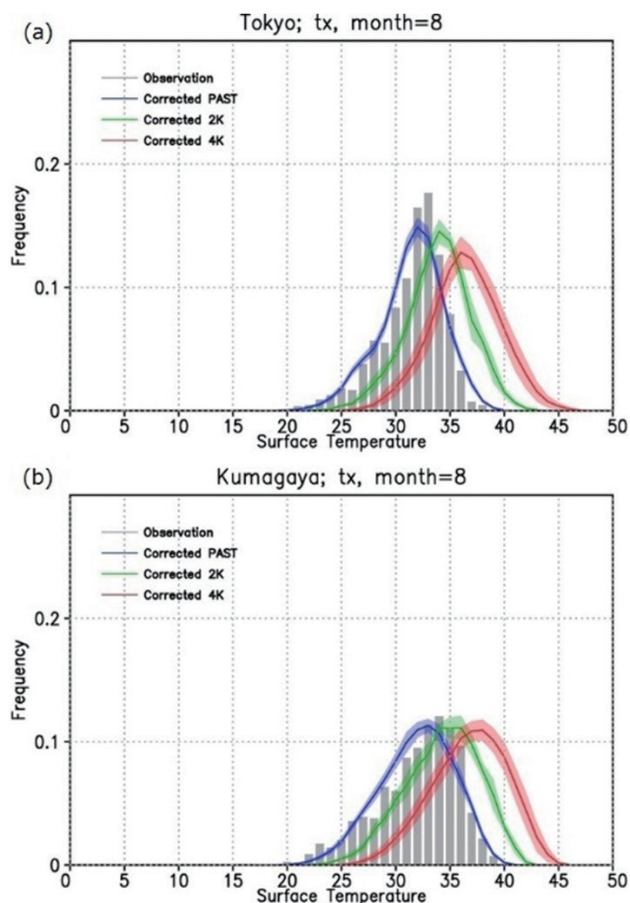


Fig. 1 The frequency distribution of daily maximum temperature in August at the Tokyo (a) and Kumagaya (b) meteorological stations. Observations (gray bar), bias corrected PDF of the past (blue), 2 °C (green), and 4°C (red) temperature increase experiments. Shading denotes the standard deviation among ensemble members.

Acknowledgement

The authors would like to thank Dr. Hirokazu Endo and Mr. Osamu Arakawa at Meteorological Research Institute, Japan Meteorological Agency for their kind assistance. The authors were supported by the Social Implementation program on Climate Adaptation Technology (SI-CAT), MEXT, Japan. The numerical simulations were performed using the Earth Simulator. This study utilized the database for Policy Decision making for Future climate change (d4PDF), which was produced under the SOUSEI program.

References

- [1] Mizuta, R., A. Murata, M. Ishii, H. Shiogama, K. Hibino, N. Mori, O. Arakawa, Y. Imada, K. Yoshida, T. Aoyagi, H. Kawase, M. Mori, Y. Okada, T. Shimura, T. Nagatomo, M. Ikeda, H. Endo, M. Nosaka, M. Arai, C. Takahashi, K. Tanaka, T. Takemi, Y. Tachikawa, K. Temur, Y. Kamae, M. Watanabe, H. Sasaki, A. Kitoh, I. Takayabu, E. Nakakita, and M. Kimoto, Over 5000 years of ensemble future climate simulations by 60 km global and 20 km regional atmospheric models, *Bull. American Meteorol. Soc.*, doi:10.1175/MABS-D-16-0099.1, accepted.
- [2] Mizuta, R., H. Yoshimura, H. Murakami, M. Matsueda, H. Endo, T. Ose, K. Kamiguchi, M. Hosaka, M. Sugi, S. Yukimoto, S. Kusunoki, and A. Kitoh, 2012: Climate simulations using MRI-AGCM3.2 with 20-km grid, *J. Meteor. Soc. Japan*, 90A, 233-258.
- [3] Sasaki, H., A. Murata, M. Hanafusa, M. Oh'izumi, and K. Kurihara (2011), Reproducibility of present climate in a non-hydrostatic regional climate model nested within an atmosphere general circulation model, *SOLA*, 7, 173-176, doi:10.2151/sola.2011-044.
- [4] Murata, A., H. Sasaki, M. Hanafusa, and K. Kurihara (2013), Estimation of urban heat island intensity using biases in surface air temperature simulated by a nonhydrostatic regional climate model, *Theor. Appl. Climatol.*, 112, 351-361, doi:10.1007/s00704-012-0739-2.