

温暖化予測情報にかかわる基礎的研究

○楠 昌司、野田 彰、行本誠史、内山貴雄、吉村裕正(気候研究部)
前田修平(気象庁 気候・海洋気象部)

1. モデルによる予測の不確実性とは？

数値予報モデルによる不確実性には2種類ある。初期条件の違いによる大気の内変動による不確実性、およびモデルの物理過程等に含まれる不完全さによる不確実性である。前者は、複数の初期条件を用いたアンサンブル実験で評価出来る。後者は、性質の異なる複数のモデルを用いた、いわゆるマルチモデル・アンサンブルで評価出来る。本研究では、単一のモデルを用いたアンサンブル実験により、大気の内変動による不確実性のみを評価した。

2. 大気海洋結合モデル

使用したモデルは、気象研究所で開発してきた大気海洋結合モデルMRI-CGCM2.3.2である(Yukimoto et al., 2002)。大気部分はスペクトルモデルT42で水平分解能は約270km、鉛直方向は最上層が0.4hPaまでの30層である。海洋部分は格子モデルで、経度方向は2.5度間隔、緯度方向は2.0度間隔だが赤道付近は0.5度と細かくしてある。大気と海洋の結合間隔は24時間で、熱と塩分のフラックス調整を行っている。

3. 温暖化予測の不確実性の評価

3. 1. 広域平均量のメンバー間のばらつき

本研究では、MRI-CGCM2.3.2を用いた過去歴史実験と温暖化実験の結果を用いた。過去歴史実験は二酸化炭素等の温室効果気体の観測値を与えた5メンバーによるアンサンブル実験である。温暖化実験は気候変動に関する政府間パネル(IPCC)推奨のA1Bシナリオを与えており、同じく5メンバーによるアンサンブル実験である。両実験はアンサンブル・サイズが同じであるので、予測の不確実性の評価を行うのに適している。第1図は年平均地上気温の時系列である。全球、北半球、南半球ともに各メンバーがばらつきながら昇温している。北半球の方が、南半球より昇温が大きい。緑の線はメンバー間のばらつき(標準偏差)である。細かな年々変動はあるものの、20世紀末(1990年ころ)と21世紀末(2090年ころ)のばらつきの程度は同じくらいで、明確な長期トレンドや数十年スケールはない。また、北半球と南半球の違いも小さい。

3. 2. 不確実性の指標の地理分布

格子点ごとに不確実性の評価を行うために、指標を定義した。第2図(a)は温暖化時の北半球の夏の地上気温の変化量を示している。温暖化実験の21世紀末の20年間の気候値と過去歴史実験の20世紀末の20年間の気候値の差である。南極海を除き、海洋に比べ大陸での昇温が顕著である。温暖化実験の各メンバーについて21世紀末の20年間の気候値を計算し、そのばらつきの分布を示しものが第2図(b)である。一般に熱帯はばらつきが小さい。ユーラシア大陸、北米大陸、南極の周囲でばらつきが大きい。しかし、ばらつきの程度は最大でもほぼ1度以内である。第2図(c)は温暖化時の変化量を、モデルのばらつきで割った比で、予測の不確実性の一つの目安となる指標である。この比が大きいところでは温暖化時の変化量に対してモデルのノイズ(ばらつき)が相対的に小さく、予測の不確実性が小さいと考えられる。逆に、この比が小さいところでは、予測の不確実性が大きい。温暖化実験では不確実性の大きいところは、南半球の一部に限られる。

北半球の冬の場合を第3図に示した。夏に比べ北半球高緯度地方の海水の変動が大きいところで昇温が大きい。全体的に不確実性が小さい。しかし、冬は北半球の惑星波の変動が大きいので、モデルのばらつきも北半球高緯度地方で大きい。従って、アラスカの南と北大西洋で不確実性が大きい。

4. 結論

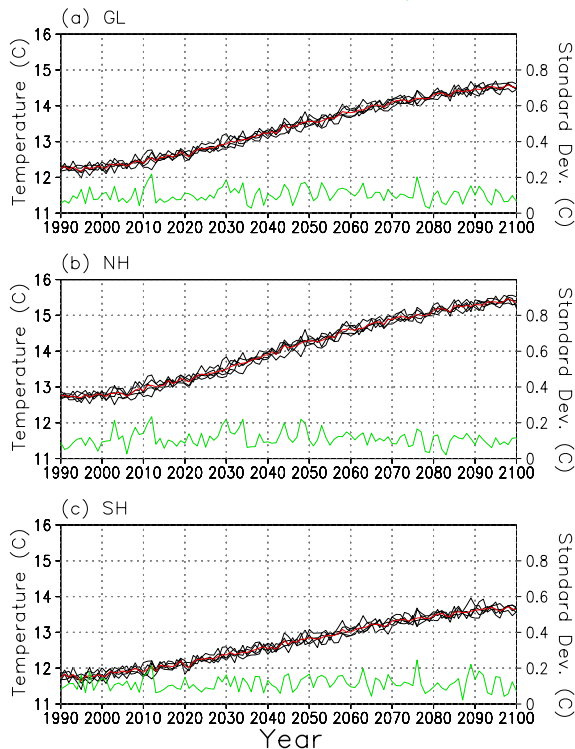
全球規模で平均した年平均地上気温のモデルによるばらつきは、温暖化しても余り変化しない。温暖化による夏と冬の地上気温変化量の不確実性を評価したところ、一般に不確実性は小さいが、モデルのばらつきが大きい所で、不確実性が大きい傾向があった。

参考文献

Yukimoto, S., and A. Noda, A., 2002: Improvements of the Meteorological Research Institute global ocean-atmosphere Coupled GCM (MRI-CGCM2) and its climate sensitivity, CGER's Super Computer Activity Report Vo. 10-2001, CGER-1054-2002, Center for Global Environmental Research / National Institute for Environmental Studies, Japan, 37-44.

※本研究は、経常研究「温暖化予測情報評価にかかわる基礎的研究(H12-16)」の一環として行われた。主任研究者:楠昌司(H16)、野田彰、研究担当者:行本誠史、内山貴雄、吉村裕正(H13-16)、前田修平(H12、H14)。

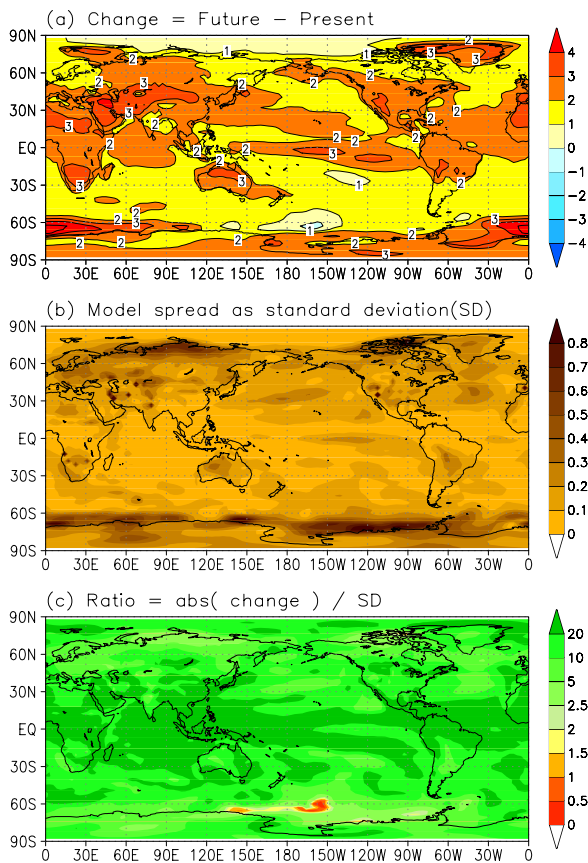
Surface Temperature (C) CGCM2.3.2 A1B Season= ann
Each 5 mem = Black Ens Ave = Red Spread = Green



第1図(左): 年平均地上気温の時系列(°C)。気候シナリオはA1B。黒い線が個々の5つのメンバー。赤い線がアンサンブル平均。時間的な平滑化は行っていない。緑の線がメンバー間の標準偏差。(a) 全球平均。(b) 北半球平均。(c) 南半球平均。

第2図(下左): (a) 夏(6~8月)平均地上気温。A1Bシナリオ実験の2080~2099年(20年)のアンサンブル平均(5メンバー)の気候値から、過去歴史実験の1979~1998年(20年)のアンサンブル平均(5メンバー)の気候値を引いた差。温暖化時の変化量(°C)。(b) A1Bシナリオ実験の各メンバーの2080~2099年(20年)平均値の標準偏差(°C)。(c) 各格子点における変化量(a)の絶対値を各メンバーの標準偏差(b)で割った比。値が大きいほど不確実性が小さい。

Surface Air Temperature (C) MRI-CGCM2.3.2 Season= sum
Present(h2):1979-1998 Future(A1B):2080-2099 5 mem



第3図(下): 第2図と同じだが、冬(12~2月)平均地上気温。

Surface Air Temperature (C) MRI-CGCM2.3.2 Season= win
Present(h2):1979-1998 Future(A1B):2080-2099 5 mem

