

CMIP3 気候モデル出力を用いたグリーンランド氷床表面質量収支の 将来予測幅について

* 吉森正和, 阿部彩子 (東京大学大気海洋研究所)

1 はじめに

地球の南北両極にはそれぞれ大陸氷河(以下氷床とよぶ)が存在し, 南極氷床とグリーンランド氷床全てが融けると海水準を約 64 m あげるほどの淡水量を蓄えている. 地球温暖化によってこの一部が融けることは避けられないが, 社会的には 1 メートル程度の海面上昇でも多くの人口や沿岸の産業に影響することが懸念されている. ところが, 氷床のもつ性質や形状によって温暖化に伴った海面上昇への寄与が時間とともにどれほどなのかには, 推定幅がかなりある. 21 世紀末までの海面上昇予測には, 数十センチのものから数メートルに達するというものまである(IPCC, 2007; Hansen, 2007). それらの不確定性要因を把握して推定幅を縮めることは IPCC 第 4 次評価報告書 (IPCC-AR4) で残された大きな課題の 1 つになっている.

2 目的

極域氷床の物理プロセスは力学過程も含めると様々あるが, プロセスごとに不確実性が異なるため, 本研究ではまず, 気候モデルに起因するものについて理解, 定量化することを目的とする. これまでの研究でも氷床質量収支の変化による将来の海面水準予測は行われてきたが(Suzuki et al., 2005), 本研究では特に以下の 3 点に注目する. 1 つめは, IPCC-AR4 に向けて提出された多数の気候モデル (GCM) 出力 (CMIP3 データ) を利用することにより, できるだけ多くのモデルのシミュレーション結果を用い, マルチモデルアンサンブル予測を行う. 2 つめは, 気候モデルでは解像することの難しい狭い融解域やその地域の急峻な表面地形の影響を, 高解像度の格子点で計算することにより考慮する. 3 つめは, これまでほとんど行われてこなかったモデル間の違いの原因となる物理プロセスを特定し, そのプロセスに関連した変数について, 観測データとモデルの再現性 (バイアス) の関係を利用して将来のアンサンブル予測の解釈や評価を行う. なお, 本研究では氷床力学の効果は考えない.

3 方法

CMIP3 データを, 経験式を基にした氷床表面質量収支モデルに入力し, 海水準変化に寄与する氷床表面質量収支の予測とそのモデル依存性とを調べる. グリーンランドにおいては, 高解像度 (緯度 0.02 度 x 経度 0.05 度) の高度, 氷床分布, 気温, 氷床表面涵養量の格子点気候値データが利用できる (Calanca et al., 2000). そこで, それらの気候値に, 空間補間された GCM 出力からの偏差を足し合わせることによって各時期の気温や涵養量の絶対量を求める. 氷床表面消耗量の推定には, 夏の気温によって決まるとする Wild et al. (2003) の経験式を使用する.

4 結果

モデル間で多くのばらつきがあることが確認された (図 1). 相関解析により, 21 世紀の氷床表面質量収支変化のモデル間の違いの約 61% は, 21 世紀の全球平均気温変化の違いによって説明されることがわかった (A1B シナリオ). この影響を除去してさらにその他の要因について調べると, 21 世紀における消耗量推定のばらつきは, 20 世紀末のグリーンランド上の夏の気温バイアスと負の相関があることがわかった. これは, 気候モデルにおけるグリーンランドの気温上昇が融点近くに抑えられていることに起因する. また, 21 世紀に消耗量の大きなモデルは, 同時に海水の減少量も大きく, また 20 世紀末には海水が多く, 高緯度が寒冷傾向であることがわかった. このことは, 海水に関連したフィードバックが重要であることを示唆している. さらに, 21 世紀の消耗量の増加と 21 世紀の大西洋子午面循環の弱化に負の相関があることも示された. 最後にモデル間の 20 世紀末の気温や海水のバイアスと 21 世紀の氷床消耗量変化の相関関係を利用して, バイアスの大きさからアンサンブル予測の解釈・評価を試みた.

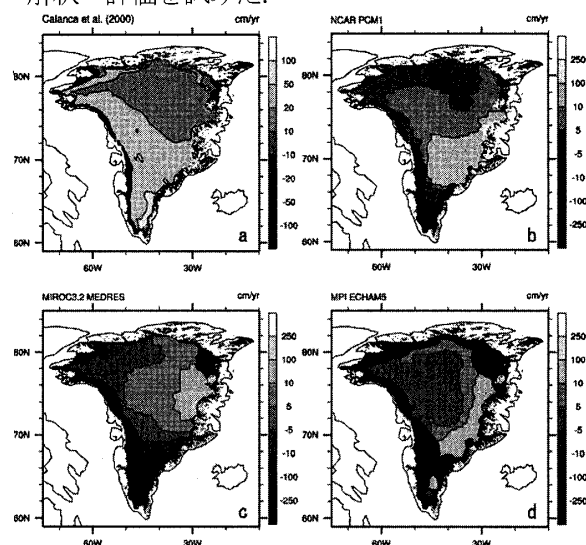


図 1: グリーンランド氷床表面質量収支とその変化 (cm/yr): a) 20 世紀中頃の観測データを基に作成された表面質量収支 (Calanca et al., 2000); b) 2300 年における海面水準変化予測値が最も小さいモデルによる 2000 年から 2300 年の表面質量収支の変化量; c) b) と同様であるが, 予測値が中くらいの大きさのモデル; d) b) と同様であるが, 予測値が最も大きいモデル.

5 参考文献

- [1] IPCC (2007) Cambridge University Press; [2] Hansen (2007) Environ. Res. Lett., 2, 024002; [3] Suzuki et al. Geophys. Res. Lett., 32, L19706, doi:10.1029/2005GL023677; [4] Calanca et al. (2000) Annals of Glaciology, 31, 118-120; [5] Wild et al. (2003) J. Geophys. Res., 108(D5), 4165, doi:10.1029/2002JD002451.