

課題 1.2 地球シミュレータによる温暖化防止効果の予測 - 2450 年までの超長期アンサンブル予測 -  
(財)電力中央研究所・環境科学研究所 丸山康樹 (maru@criepi.denken.or.jp)

## 1. 背景

国連気候変動枠組条約(UNFCCC)の究極の目標は、第 2 条によると、「気候システムに対して危険な人為的干渉を及ぼさないよう、大気中の温室効果ガスの濃度を安定化(一定)すること」である。そのためには、「大気中の温室効果ガスをどの程度の濃度レベルで、また何時ころ安定化すべきか?」といった点についての科学的知見が不可欠である。

一方、気候変動に関する政府間パネル(IPCC)は、2001年に発表した第3次評価書TARに続き、2007年には第4次評価書AR4の発表を予定している。AR4(2007)では、温暖化防止に役立つ科学情報として、濃度安定化の効果予測が盛り込まれる予定である。

## 2. 研究のねらいと研究体制

電中研では、温暖化防止に役立つ科学的知見を得るため、平成14年度から5年間の予定で文科省の「人・自然・地球共生プロジェクト」に参加し、米国大気研究センター(NCAR)と米国エネルギー省のロスアラモス国立研究所(LANL)と協力し、世界最高速クラスの地球シミュレータを用いて、温暖化予測研究を実施している。本年8月末にIPCCの要請による温室効果ガス(GHG)の濃度安定化効果の予測計算を無事完了した。

## 3. 予測計算の概要と結果

予測には、米国大気研究センターNCARが開発し世界の研究者に公開しているコミュニティモデル(大気・海洋結合モデル、CCSM-3)をベースとして、地球シミュレータで最高の計算性能を発揮できるように改良したモデルコードを使用した。空間解像度は、大気モデルが約150km、海洋モデルが約100kmである。新たな試みとして、初期値を変化させた3ケースの計算を同時に行うアンサンブル予測方法を採用した。計算では、SRES/A1B、B1シナリオ(2000年~2100年)、名目750ppm、550ppm濃度(GHG)安定化シナリオ(2100年~2450年)、

overshootシナリオ(2150年~2250年にかけて750ppmから550ppmへ減少)を検討した。予測に先立って、20世紀の気候再現計算を行い、旧モデルに比べ予測モデルの精度向上を確認した。

### 3.1 気温の安定化

1870年から2450年までの予測結果から、温暖化防止効果はシナリオによって大きく異なることが分かった(図1)。A1Bシナリオでは、21世紀末(20世紀末との10年間のアンサンブル平均の差)において、全球の地上気温は約2.5℃上昇、全球降水量は約6.0%増加する。2100年に温室効果ガス濃度を安定化しても気温は徐々に増加し、気温の安定化には数百年程度が必要である。一方、B1シナリオでは、21世紀末に約1.5℃、降水量は約3.9%増加し、2100年の濃度安定化後、気温は比較的早く安定化することがわかった。

### 3.2 海氷、熱塩循環等の安定化

北極海の海氷体積はA1Bシナリオの場合、21世紀末にはアンサンブル平均で約80%も減少し、濃度安定化後でも僅かに減りつづけ、“気候システムへの危険な干渉”の一つとなる可能性がある(図2)。B1シナリオでは、海氷体積の減少は約65%であり、濃度安定化後、比較的早く安定化する。海洋の深層海流(熱塩循環)はいずれのシナリオについても弱まるが、寒冷化等の急激な気候変化は生じないと予想された(図3)。

### 3.3 Overshootシナリオ

GHG濃度を削減できれば、気温、海氷体積、熱塩循環等は550ppm安定化レベルの状態にほぼ復元する可能性が高いが(図1~3)、復元しない現象(海面上昇等)も懸念される。また、モデルでは、気候変化ストレスによる生態系影響やその相互作用は考慮されていないので、気候のヒステリシス効果については今後とも検討が必要である。

**謝辞:**本研究は文科省「人・自然・地球共生プロジェクト」の成果の一つであり、地球シミュレータセンターの協力を得た。

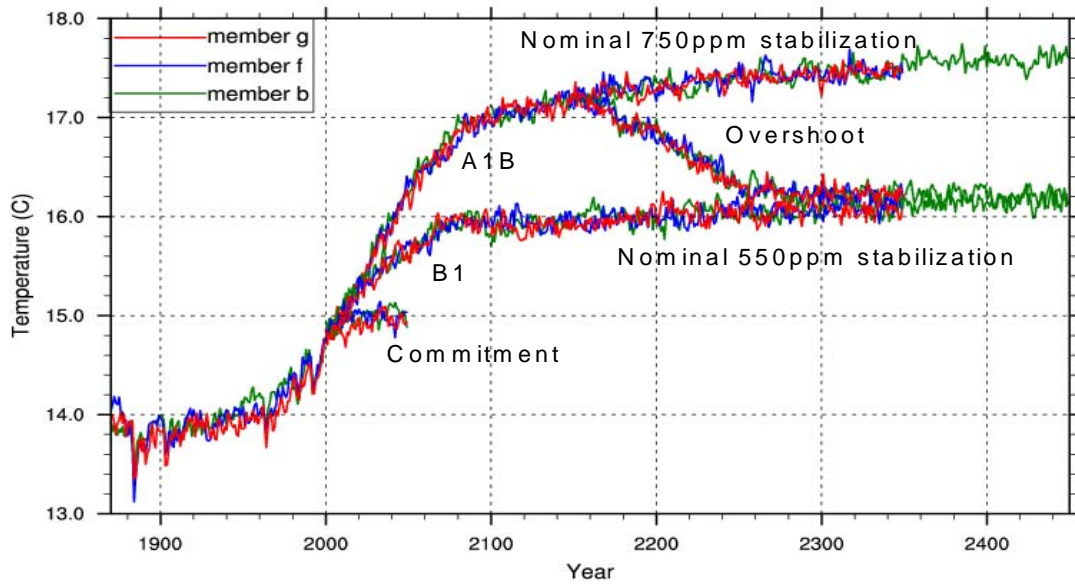


図 1: 温暖化の超長期アンサンブル予測結果。21 世紀末では A1B(気温約 2.5 上昇、降水量約 6%増加)、B1(約 1.5 、約 3.9%)。A1B では濃度安定後も気温増加

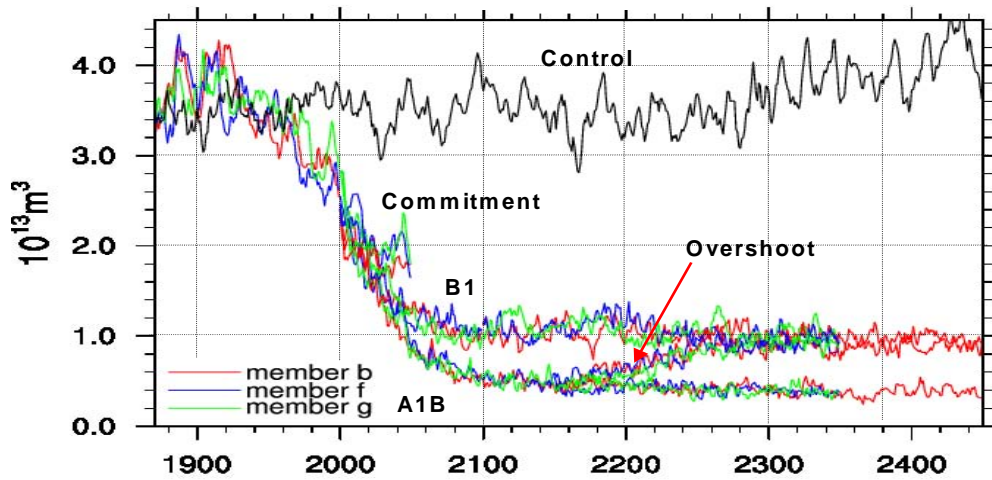


図 2: 北極海の海水体積の減少。21 世紀末では、20 世紀末に比べて A1B では約 80%減少、B1 では約 65%減少 A1B では濃度安定化後も海水体積は僅かではあるが減少続ける可能性がある。

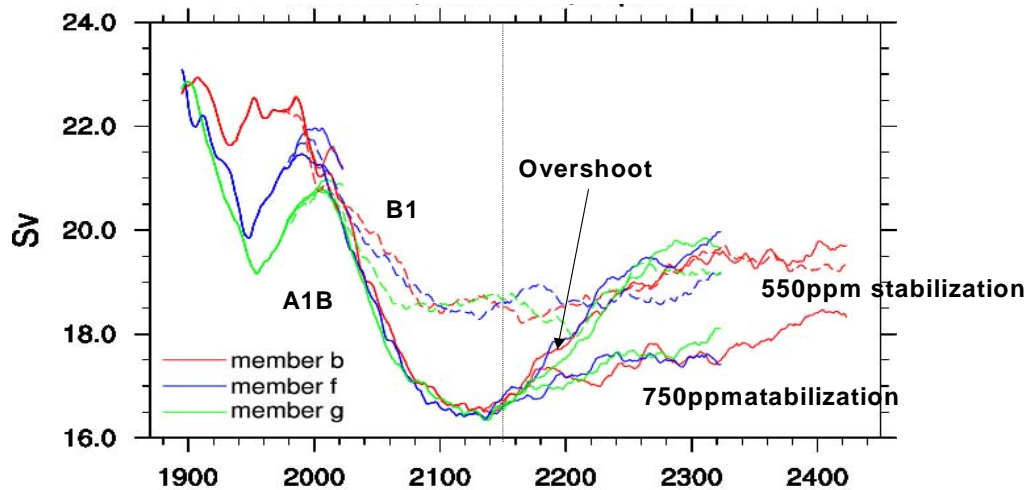


図 3: 北大西洋の深層循環 MOC(North Atlantic Meridional Overturning Circulation)の減少。21 世紀末では A1B では約 24%、B1 では約 16% 減少するが、大規模な寒冷化は生じない。