

地球温暖化防止の長期目標の検討 —濃度レベルと“危険な影響”—

背景

国連温暖化防止枠組み条約の究極の目標は、気候系への危険な人為的干渉（ここでは、“危険な影響”と呼ぶ）を避け、生態系、食糧生産への影響が少なく、経済発展と両立するように、大気中のCO₂等の温室効果ガスがある濃度レベルで安定化（一定）させることである。EU等では、ポスト京都議定書に向け、産業革命以降の全球平均気温上昇を2℃に抑えることを主張している。しかし、適切なCO₂濃度安定化レベルに関しては、科学的知見は十分とは言えない状況にある。

目的

地球温暖化防止の長期目標の議論に科学的に貢献するため、世界最高速クラスの地球シミュレータによる超長期温暖化予測を行う。その結果を詳細に解析し、CO₂濃度安定化レベルと“危険な影響”の関係を明らかにする。

主な成果

1. 予測に用いた排出シナリオと超長期温暖化予測

IPCC特別報告書SRESの中排出世界A1Bシナリオ（再生可能エネルギーを大幅導入）、低排出世界B1シナリオ（原子力を大幅導入）をベースとして、2100年以降のCO₂など温室効果ガス濃度を一定とした濃度安定化シナリオ（それぞれ約750ppm、550ppm安定化と呼ぶ）、電中研提案のovershootシナリオ（図1）について、2450年までの超長期の温暖化予測計算を実施した。仮に、2100年以降においてゼロエミッション世界（例えば経産省報告）を実現できれば、overshootシナリオのように、大気中のCO₂濃度が低下する可能性がある。予測には、共同研究機関である米国大気研究センター（NCAR）の大気海洋結合モデル（CC-SM3；空間解像度は大気160km、海洋110km）を使用した。

2. “危険な影響”

- (1) A1Bシナリオでは、21世紀において北半球の高緯度地域における凍土が急激に融解する。東シベリアとアラスカでは、20世紀末にすでに凍土が融け始めており、観測と良く一致する（図2）。
- (2) 海洋の熱塩循環（図3のように大規模な上昇・下降流）は、太陽放射エネルギーを高緯度地域に運ぶ働きをしている。しかし、温暖化による水温上昇や海水減少の影響で海水の密度が軽くなるため、循環が弱くなる可能性がある。予測結果では、熱塩循環の一部であるグリーンランド周辺の鉛直断面循環MOCは、A1B、B1とも流量が減少するが、濃度安定化により減少に歯止めがかかる（図4）。また、MOC減少により北大西洋に気温低下が部分的に生じても、CO₂濃度増加による全球的な気温上昇が打ち消すため、氷河期のような寒冷化は生じないことがわかった。
- (3) 北極海の海水面積は季節変化をしているが、温暖化により急激に減少し、A1Bシナリオでは21世紀末の9月では無氷状態になる（図5）。海水の熱膨張による海面の上昇は濃度安定化によっても歯止めがかからず、長期間継続する可能性がある。また、Overshootシナリオの復元効果も少ない（図6）。海面上昇には熱膨張の他に、グリーンランドや南極の氷床融解の影響が大きい、その精度良い予測は今後の大きな課題である。

3. 温暖化防止の長期目標への示唆

今回の予測結果から判断すると、A1Bシナリオと750ppm濃度安定化は“危険な影響”を引き起こす可能性がある。B1シナリオと550ppm濃度安定化は長期目標の一つの候補と考えられるが、適切な濃度安定化レベルに関しては、生態系、食糧生産等への影響について、詳細な科学的検討が必要である。

本研究は文部科学省受託研究「人・自然・地球共生プロジェクト」（H14～H18年度）の成果*である。

今後の展開

温暖化による気候変化と生態系の相互フィードバック等を予測検討できる地球システムモデルを開発する。

主担当者 環境科学研究所 物理環境領域 重点課題責任者 丸山 康樹（サブテーマ担当：吉田 義勝、筒井 純一、仲敷 憲和、西澤 慶一、北端 秀行、金 東勲、朴 惠善、津旨 大輔）

関連報告書 平成17年度受託報告「大気海洋結合モデルの高解像度化」V990601（2006年5月）
平成16年度受託報告「大気海洋結合モデルの高解像度化」V990401（2005年5月）

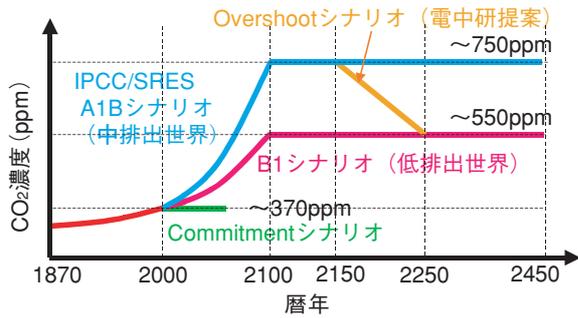


図1 温暖化予測に採用した排出シナリオ
精度向上のため、1つのシナリオに対して初期値の異なる3種類（メンバーb、f、g）について計算するアンサンブル予測手法を採用。

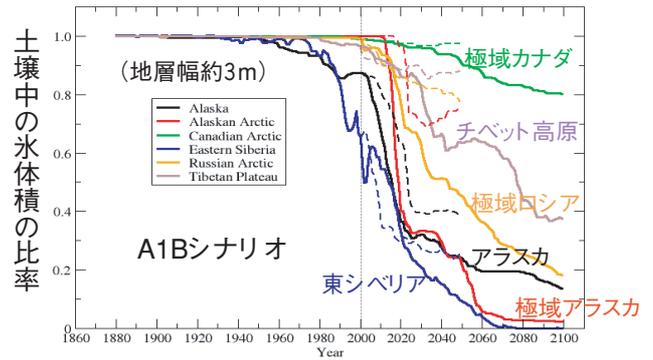


図2 高緯度地域の凍土融解（A1Bシナリオ）
東シベリアとアラスカでは、2000年以前から土壤中の水が融解する。

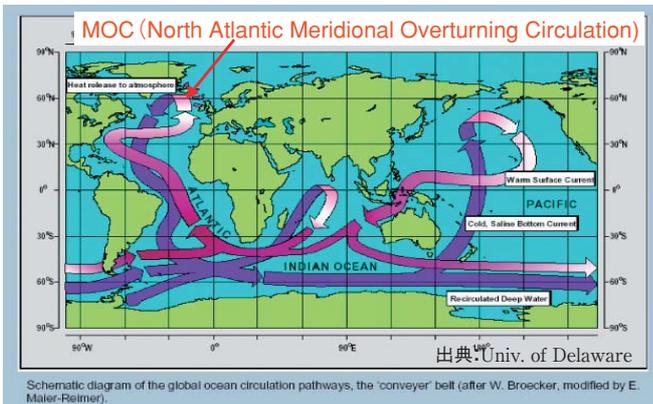


図3 熱塩循環と北大西洋の鉛直断面循環（MOC）の模式図
北米や北欧の気温低下に影響を与えるのは、MOCの流量減少である。

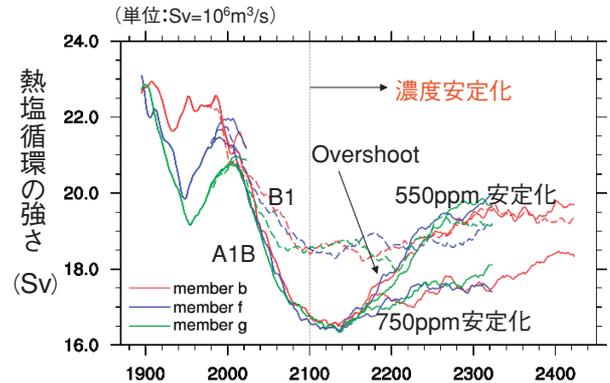


図4 MOCの流量変化
21世紀末ではA1Bで約24%、B1で約16%減少するが、濃度安定化の効果でMOCの減少に歯止めがかかる。

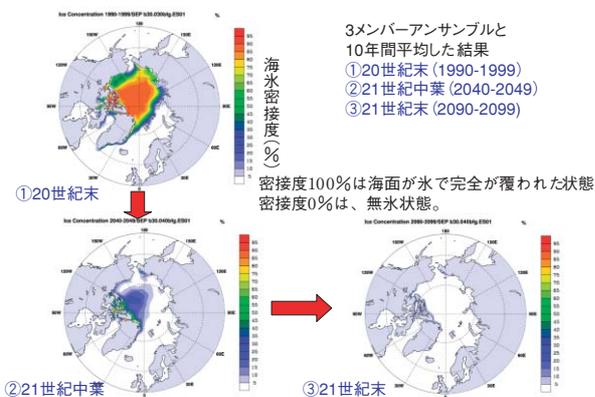


図5 北極海の海水面積（密接度）の変化（9月）
A1Bでは、21世紀末において、夏場の9月に無氷状態になる。

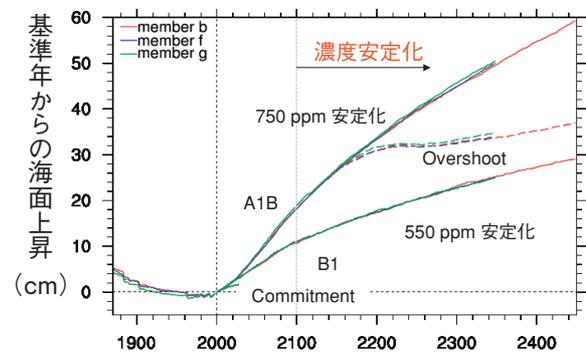


図6 熱膨張による海面上昇
2100年で、A1Bでは約18cm、B1では約11cm上昇する。濃度安定化後も長期間にわたって海面上昇が続く可能性がある。