

インパルス応答モデルに基づく簡易な気候変化予測手法の構築

背景

温暖化の予測計算には、複雑な大気・海洋結合大循環モデル（AOGCM）が使われる。一方、AOGCMの基本的な結果は、簡易な手法で模擬することも可能であり、気候系の基本特性の理解や、不確実性の定量化などの面では、簡易モデルがAOGCMを補完する役割を担っている。特に、多様なCO₂排出削減シナリオに対して温暖化の緩和効果を検討する際には、専ら簡易モデルが利用される。温暖化対策の本格化とともに、様々な分野で、最新の温暖化予測情報に基づく意思決定が求められている。簡易気候モデルは、温暖化予測の科学と温暖化対策の現場の橋渡しとなる便利なツールとして、今後さらに発展することが期待される。

目的

温暖化対策の前提となる基礎情報を効果的に得るためのツールとして、インパルス応答に基づく炭素循環・気候変化の理論をベースに、各種付加機能を取り入れて、簡易な気候変化予測手法を構築する。

主な成果

1. 簡易な気候変化予測手法の構築

本手法では、海洋と陸域生態系のCO₂吸収に関する炭素循環を考慮して、CO₂排出量から大気中の濃度を計算し（図1）、その濃度に対する気候変化の全球平均値を計算する。計算方法は、既存のインパルス応答理論に基づくが、次のような機能を追加して、利便性を向上させた。

- (1) 過去の観測データや標準的な関数形を用いて、検討対象のシナリオを簡単に作成する。
- (2) 与えられた濃度シナリオから、炭素循環を逆算して排出量シナリオを求める。
- (3) 気温変化について、気候感度の不確実性に依存する変動範囲を図示する。
- (4) 最新のAOGCMによる予測結果（図2）を利用して、全球平均値から空間分布を推定する。

2. 気候変化シナリオの検討への応用

本手法の炭素循環の基本特性を確認した上で、CO₂濃度安定化経路などを試算し、次のような結果を得た。なお、計算には、通常のPCがあれば十分である。

- (1) 代表的な排出シナリオに対して、本手法の炭素循環で計算される21世紀中のCO₂濃度変化は、IPCCの報告書に示されるリファレンス値とほぼ同様であった。
- (2) 気候応答の時間的遅れや気候感度の不確実性に関する科学的知見を反映した気温変化が得られ、排出削減議論でしばしば見落とされがちな気温上昇の遅れを適切に考慮することが可能になった。
- (3) 排出削減やエネルギー技術開発の検討に役立つために、目標とするCO₂濃度レベルに至る様々なCO₂排出経路が簡単に計算できるようになった（図3）。

今後の展開

炭素循環に関する最新の知見を反映し、CO₂以外の温室効果気体への対応などの機能強化を図るとともに、アプリケーションソフトとしての操作性を向上させる。

主担当者 環境科学研究所 大気・海洋環境領域 上席研究員 筒井 純一

関連報告書 「インパルス応答モデルに基づく簡易的な気候変化予測手法の構築」電力中央研究所報告：V08022（2009年3月）

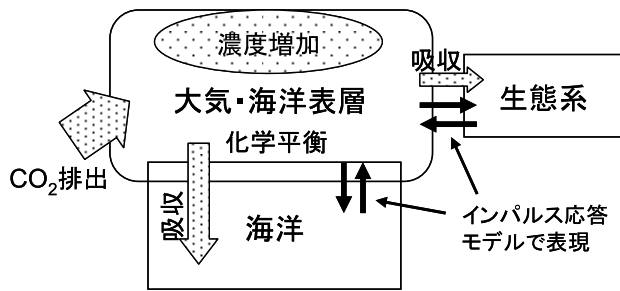


図1 簡易な炭素循環モデルの概念

NICCS (Hooss et al., 2001, Climate Dyn) と呼ばれる既存の理論をベースに本手法を構築した。人為的に排出されたCO₂は、大気・海洋間の化学平衡にしたがって大気と海洋表層に配分される。大気中CO₂濃度の増加によって陸上生態系のCO₂吸収が増加する。海洋深層に取り込まれる過程、陸上生態系から大気に還元される過程は、インパルス応答モデルで表現される。

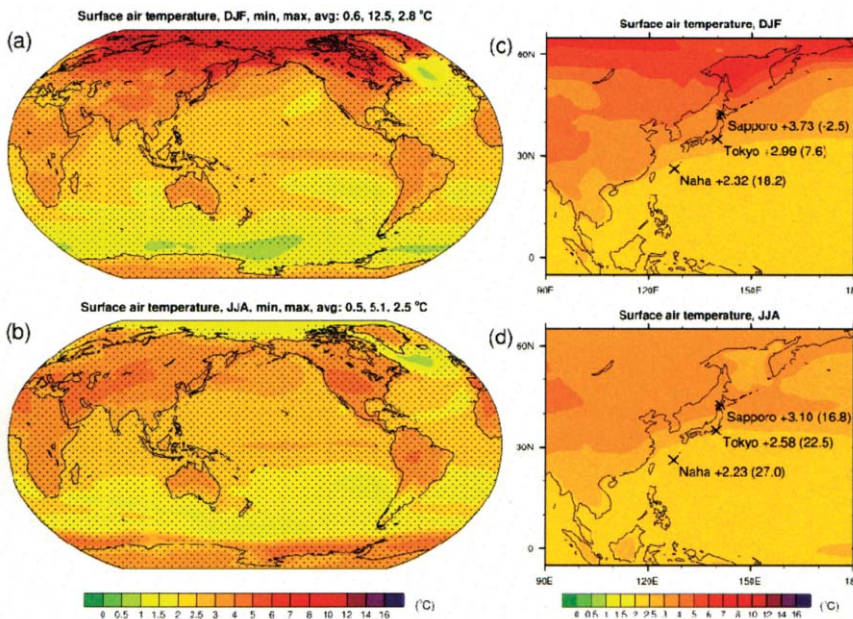


図2 全球平均値から空間分布を推定する際に利用する温暖化の空間分布の例

代表的なシナリオについて計算された1980-1999年から2080-2099年にかけての地上気温の変化(単位°C)。IPCC第4次評価報告書の基になった20種類以上の気候モデル実験の結果に基づく。(a)12-2月平均、(b)6-8月平均。点描域は、複数の気候モデル間のばらつきが比較的小さく、信頼性が高いことを表す。(c)と(d)は日本付近を拡大したもので、数値は、札幌、東京、および那覇に相当する格子点の値(括弧内の数値は1980-1999年の値)。

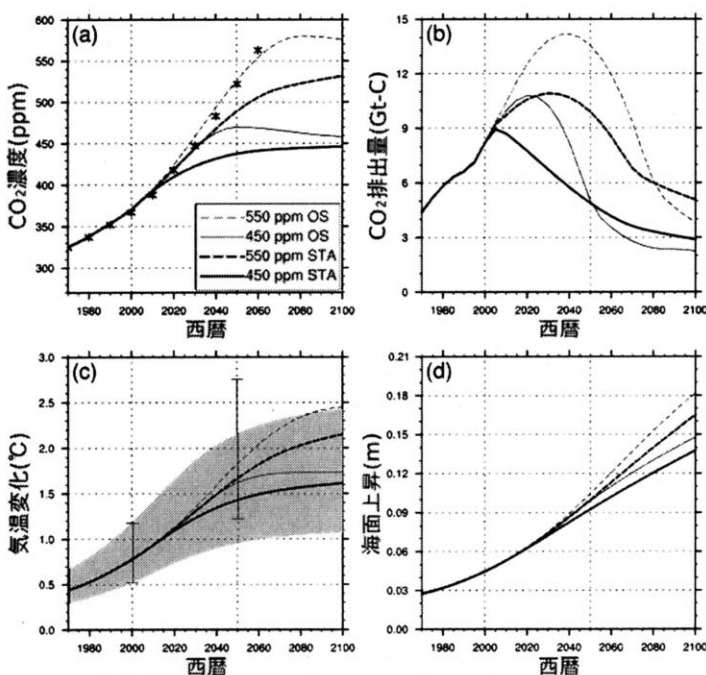


図3 CO₂濃度安定化経路の例

CO₂濃度が単調に増加し安定化する場合(STAと表記)と一時的に安定化レベルを超過する場合(OSと表記)について、450ppmと550ppmのシナリオを比較。(a)設定したCO₂濃度、(b)逆算して求めたCO₂排出量、(c)気温変化、(d)海水の熱膨張による海面上昇。(a)の星印は、IPCCのSRES A1B(グローバルな経済発展を指向するシナリオの一種)の濃度を表す。気温変化は、気候感度が3°Cの場合を線で示し、気候感度の不確実性(2.0~4.5°C)による変動幅を450ppm STA(陰影部)と550ppm OS(2000年と2050年のエラーバー)について示す。