

テーマB-i-b「安定化目標値設定に向けた社会経済シナリオに関する
検討・情報収集」【単一応募課題】

社会経済シナリオを含めた気候予測 実験の統合的評価

担当機関：電力中央研究所

研究者名：筒井純一、西澤慶一、野原大輔、大庭雅道、山本博巳

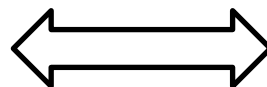
研究協力者：杉山昌広（東京大学 政策ビジョン研究センター）

気候科学

地球システムモデル(ESM)による気候予測実験

- ・ GHG変化等による気候応答
- ・ 炭素循環や気候感度の不確実性
- ・ ティッピングエレメント
- ・ 気候工学影響

両研究の橋渡しが本サブ課題の役割



社会経済シナリオ

統合評価モデル(IAM)によるシナリオ評価

- ・ 気候実験用シナリオ作成
- ・ エネルギー需給の検討
- ・ 緩和策技術評価
- ・ 温暖化対策と気候変化の経済影響

環境省S-10、経産省課題など

目的・概要（5年間）

■ 目的・概要

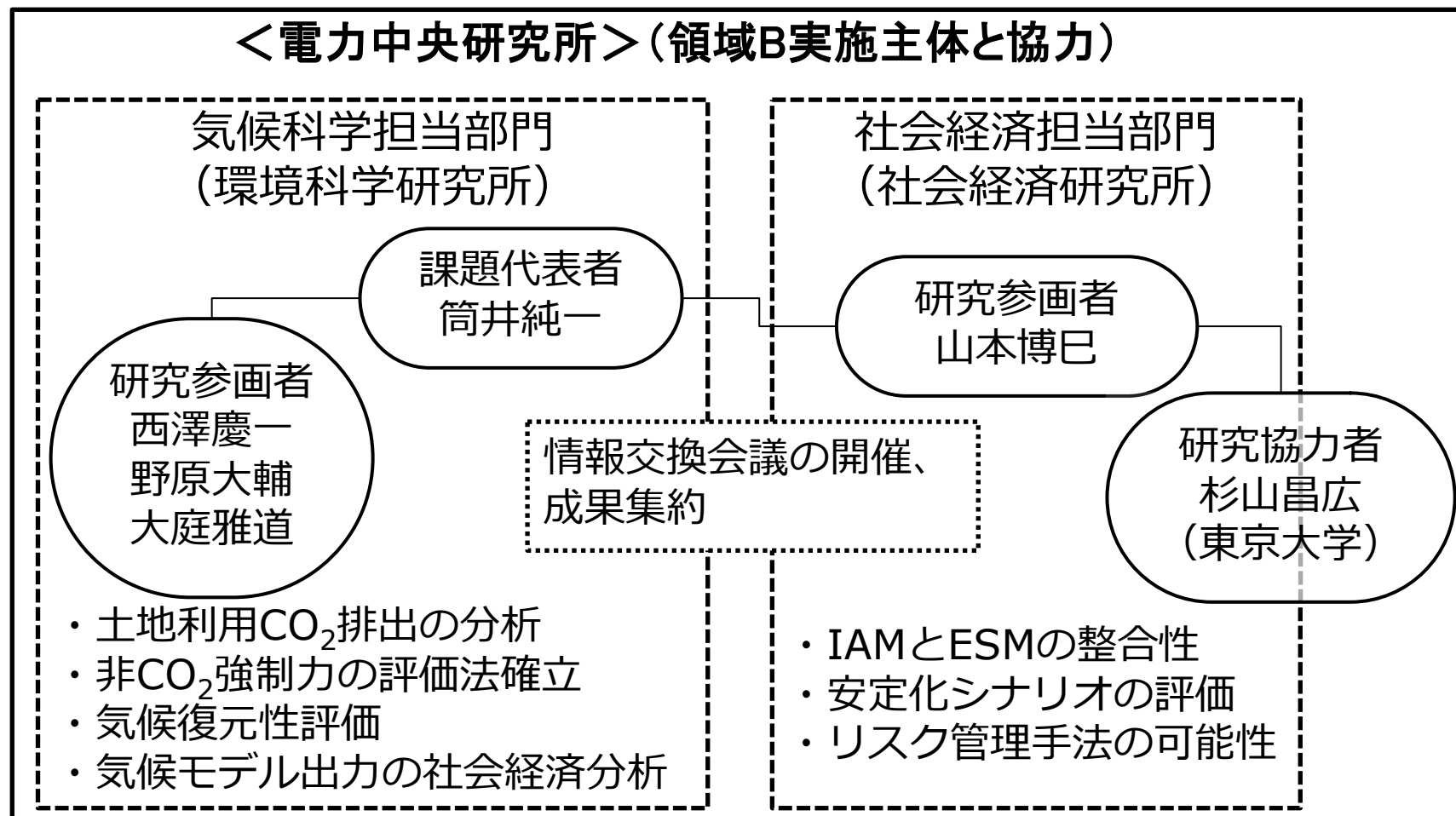
- ESM実験の前提となる社会経済シナリオについて、気候科学と地球温暖化対策の観点から統合的に評価
- 費用対効果の高い排出削減目標や、気候予測の不確実性を考慮したリスク管理の考え方を提示
- 関連する研究分野での情報交換と協力を促進

■ 位置づけ・ねらい

- 気候政策の基盤情報を作成する既往手法（MAGICCに代表される欧米の研究成果）の代替を目指す
- 温暖化問題の全体を俯瞰して、気候科学と緩和策の橋渡しをする役割（手法の簡略化と情報の統合化が基本方針）

ESは利用予定なし

実施体制



当研究所のIAM（簡易気候モデル含む）と実施主体のESMを活用するとともに、課題内の他領域、ならびに経産省研究機関や環境省S-10などと連携して実施。

計画概要

H24—H26

H27—H28

1. 統合評価計算 用の要素モデル の開発	統合評価モデル（IAM） の気候関連要素のモデリ ング・分析・調査、シナ リオ評価手法の高度化	項目1, 2を一本化 ・ CO ₂ 排出削減パスの多面的分析 （気候とエネルギー技術の不確実 要因、気候影響を考慮）
2. 気候安定化シ ナリオの統合的 評価	ゼロ排出シナリオのモデ ル間比較、CO ₂ 削減シナ リオの実現性評価に向け たIAM開発	・ バイオマスエネルギーの利用可能 性に注目（IAMのモデル間比較に 参加）
3. 分野間横断の 情報交換会議	シナリオイニシアティブ 活動、シナリオ研究者と の情報共有・意見交換	分野間連携の取り組み強化

シナリオイニシアティブ：地球温暖化研究における分野間の情報交換と協力を推進するボランティアな会議体。国環研、RITE、エネ総工研、防災科研、大学から20名程度参加。

パリ協定の長期目標

■ 温度目標（第2条）

- ✓ 2°C（工業化前基準）より十分低く抑え、1.5°C未満に向けて努力

Holding the increase in the global average temperature to well below 2 °C ...
and to pursue efforts to limit the temperature increase to 1.5 °C

■ 緩和（第4条）

- ✓ 今世紀後半に人為的な排出と吸収の均衡を達成すべく、最善の科学にしたがって急速に削減

... undertake rapid reductions thereafter in accordance with best available science, so as to achieve a balance between anthropogenic emissions by sources and removals by sinks of greenhouse gases in the second half of this century.

排出量と気温上昇を関係づける科学知見の向上が必要

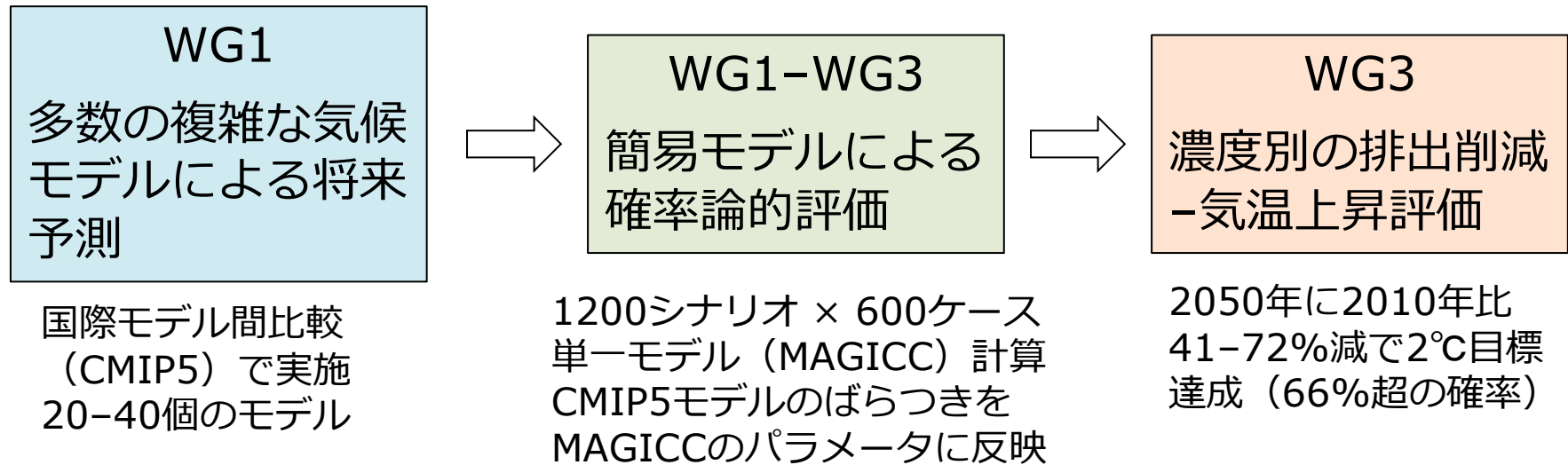
- 大気中CO₂残留率と気候感度の理解向上が課題
- 最新知見を緩和策評価に適切に反映することも重要

リスク情報の観点での注目点

- 排出-吸収均衡の解釈の違い
- 急速削減の実現可能性

排出削減目標に関するIPCC AR5情報の作成過程

第1作業部会(WG1)の情報を基に第3作業部会(WG3)で評価

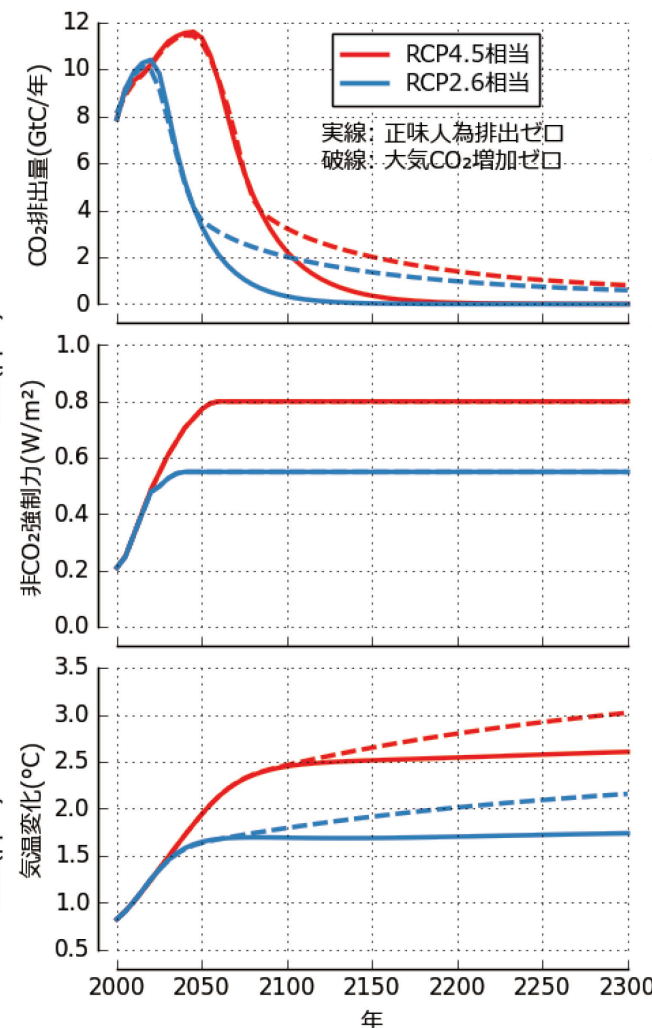
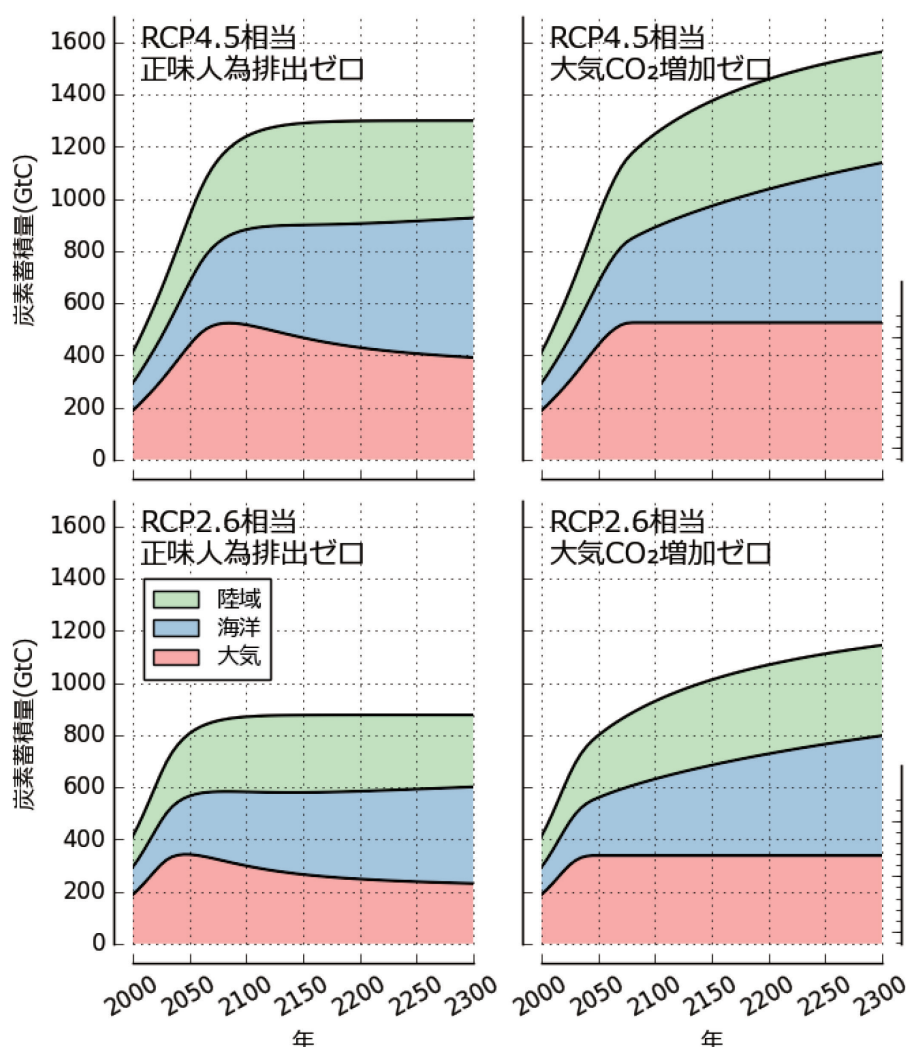


- 気候モデル(CMIP5)の気候感度（過渡気候応答）の幅は、観測情報も含む総合評価と概ね整合
- ただし、多数の気候モデルの平均が真実に近いとは限らない

当サブ課題では、MAGICCモデルの代替を目指す、透明性の高い手法を開発・改良し、各種のシナリオ分析に応用

温室効果ガスの人為的な排出と吸収の均衡（パリ協定4条1項）とは(1)

- 「均衡」の意味は必ずしも明確ではないが、当手法で定量的に評価可能
- 主要ガスのCO₂について二種類の均衡をRCP4.5/RCP2.6準拠の排出パスで比較



正味ゼロ以上の前提

今世紀に同程度の気温上昇となる正味で負の排出を含むパスと比べ、今世紀中頃の排出は低め

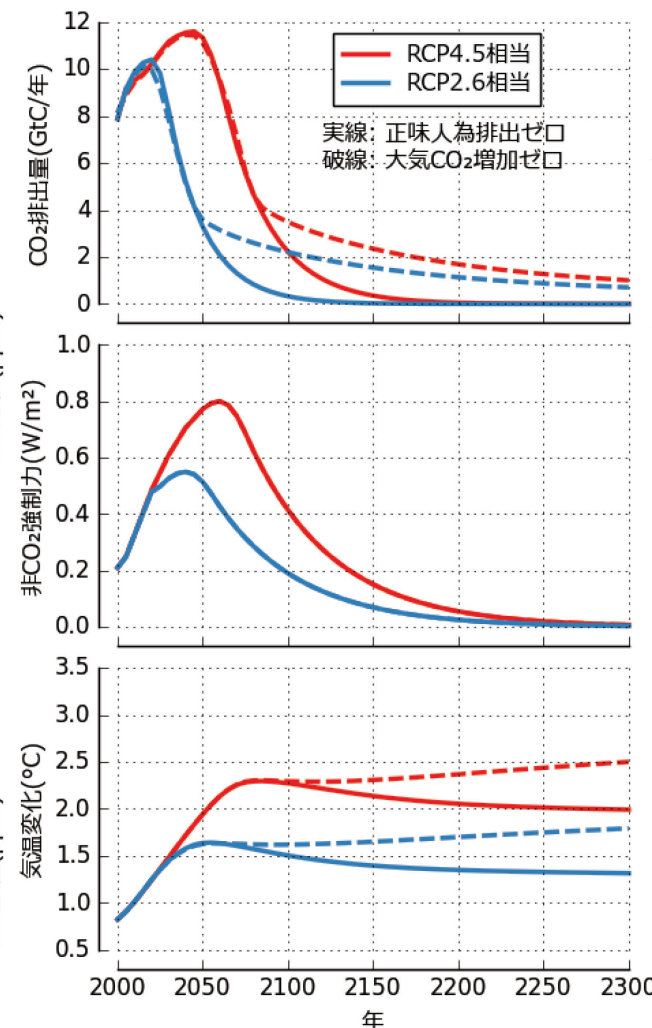
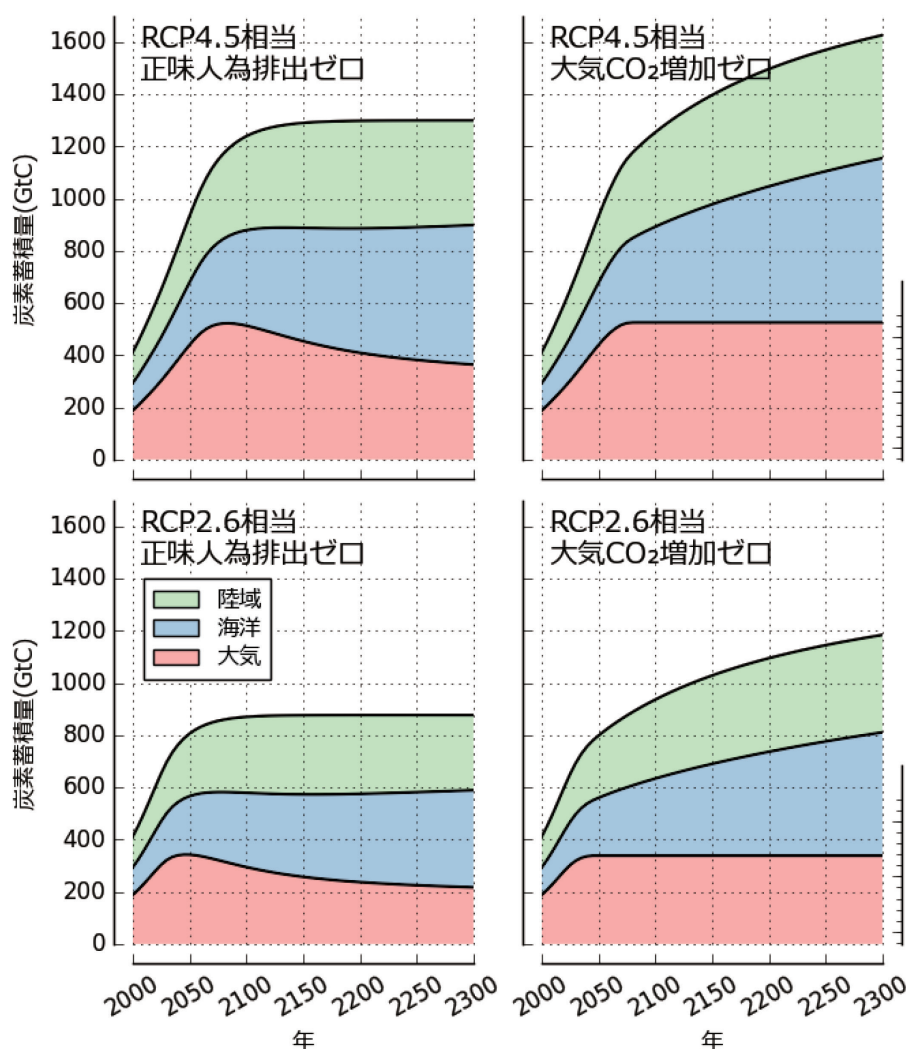
非CO₂強制力（GHG以外の人為要因含む）が増加後一定の場合

CMIP5モデルの中央値設定で計算（現行科学知見の50%確率値）

- ✓ 温度目標と整合するのはRCP2.6相当で正味排出ゼロの場合
- ✓ 濃度安定化では長期のリスクが増加

温室効果ガスの人為的な排出と吸収の均衡（パリ協定4条1項）とは(2)

- CO₂の急速削減後は、非CO₂要因の効果が相対的に大きくなる
- 気温上昇と累積CO₂排出量の近似的比例関係は、非CO₂要因の扱いで異なる



正味ゼロ以上の前提

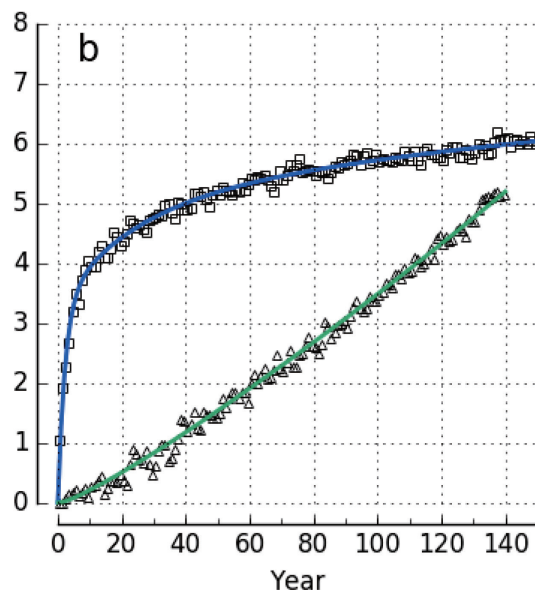
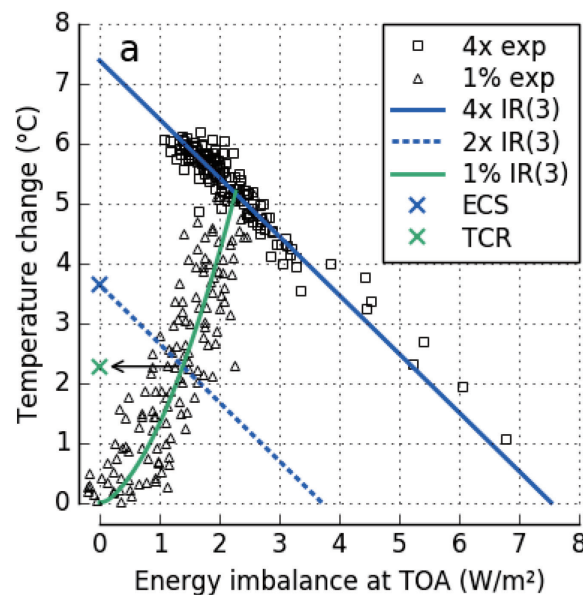
今世紀に同程度の気温上昇となる正味で負の排出を含むパスと比べ、今世紀中頃の排出は低め

非CO₂強制力（GHG以外の人為要因含む）が増加後減少する場合

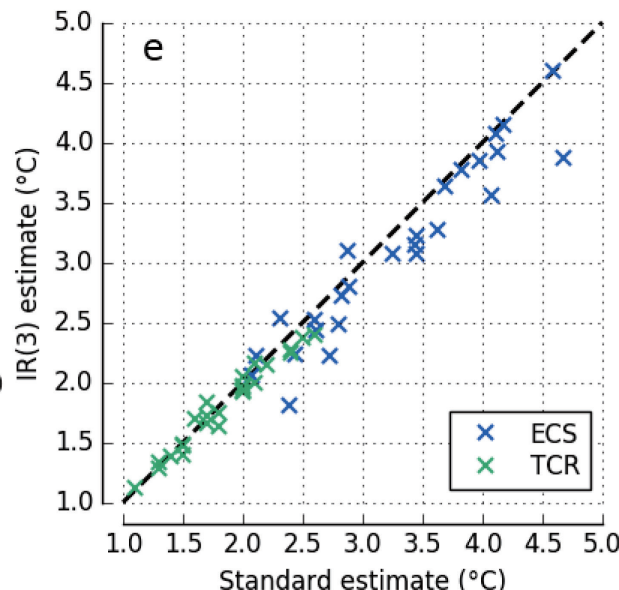
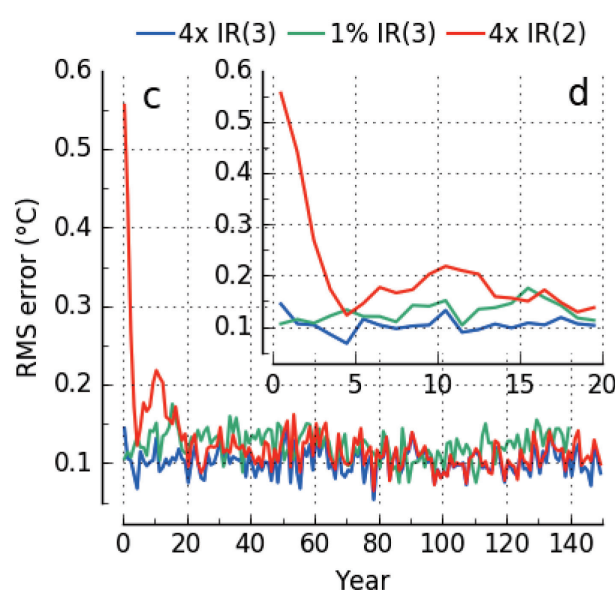
CMIP5モデルの中央値設定で計算（現行科学知見の50%確率値）

- ✓ 温度目標と整合するのはRCP2.6相当で正味排出ゼロと濃度一定の場合
- ✓ 長期の気候リスクは全体的に軽減

温度応答評価モデルは昨年度開発の手法を精緻化

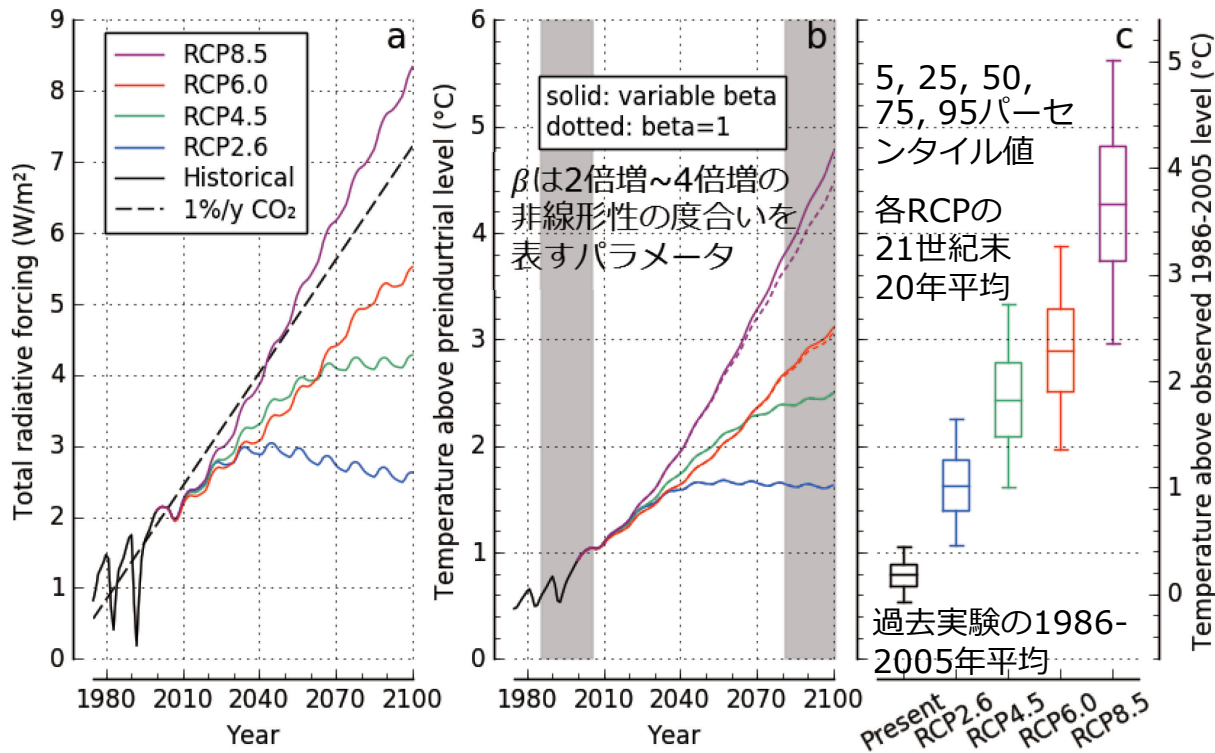


- ✓ CO₂濃度の4倍瞬増と年1%漸増の簡略モデル近似からCMIP5の26モデルの応答特性を評価 (a, b: CanESM2の例)
- ✓ 2倍増~4倍増の非線形性を考慮して強制力を補正
- ✓ 3層ボックスモデルの近似結果が良好 (c, d)
- ✓ ECS (平衡気候感度) と TCR (過渡気候応答) は応答パラメータから導出
- ✓ 従来法によるECS推定値は過大評価の可能性 (e)

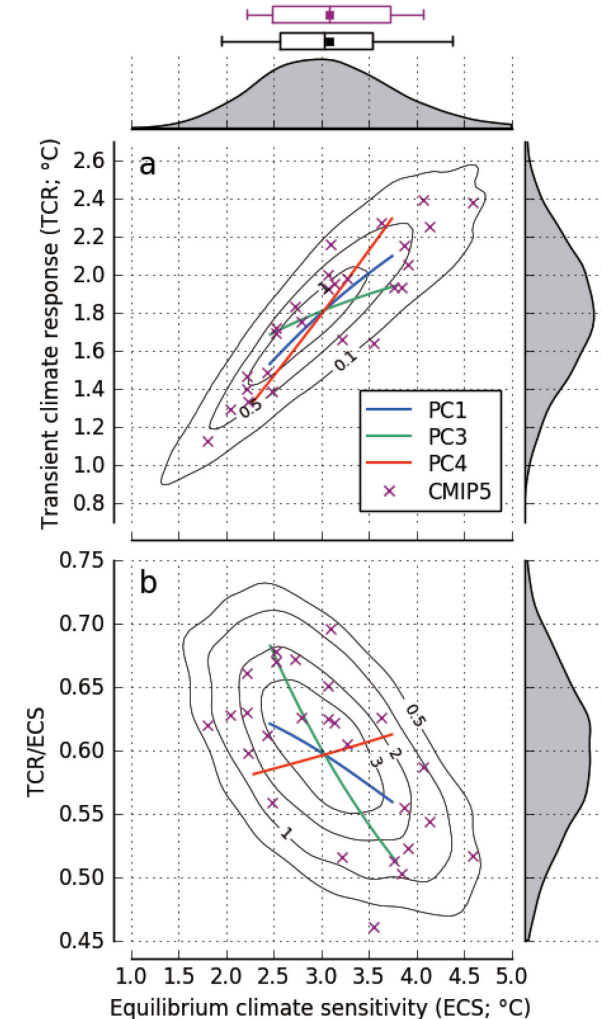


モデルは、放射不均衡(N) (≡ 海洋熱吸収)、強制力(F)、フィードバックパラメータ(λ)、気温変化(T_S)の関係: $N = F - \lambda T_S$ で、 N をボックスモデルで表現する形

応答パラメータの主成分分析から、パラメータの確率モデルを構築 主成分スコアからモデルの「くせ」（海洋熱吸収の度合いなど）も評価



- ✓ 任意の濃度シナリオ（RCPの例）に対し、基になる気候モデルアンサンブルに準拠した（右図、ここではCMIP5、過去再現は若干高め）気温評価が可能
- ✓ ECSやTCRが同じであっても、21世紀中の気温変化は必ずしも同じではない



第7回（H27年度第1回）シナリオイニシアティブ会議

日時 2015年12月24日、参加者 21名

趣旨：気候感度の問題に関する、異分野間（気候、エネルギー・システム、社会経済シナリオ）での問題認識の共有

議論の要点

- ・ 観測情報に基づく気候感度の推定値が系統的に過小評価となることは、専門家の中で合意されつつある
- ・ 気候感度が過小あるいは過大評価と言及する場合に、その評価の基準が暗黙に仮定されることに注意が必要
- ・ 観測情報による推定は現実の変化を実感できるが、それだけでは誤解する
- ・ 平衡時の気候感度だけでなく、過渡気候応答の検討にもっと注力すべき
- ・ 気候感度の不確実性を狭めることが、緩和策の検討では本質的に重要であり、1.5-2.0℃目標の検討では気候感度の不確実性が大きな課題となる
- ・ 緩和策の評価では、標準的に使われるMAGICCモデルに代わる気温評価法が望まれる

第32回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス

日時：平成28年2月2日（火）、3日（水）

会場：砂防会館（千代田区平河町）

セッション24「バイオマス・エネルギーと長期的な地球温暖化対策シナリオ」
（第8回（H27年度第2回）シナリオイニシアティブ会議の位置づけ）

24-1	シナリオ・イニシアティブと温暖化シナリオ：バイオマス・土地利用にフォーカスして ○筒井（電中研）ほか4名
24-2	地球規模の炭素循環および持続可能なネガティブエミッションシナリオ研究 ○加藤・黒沢（エネ総工研）
24-3	気候緩和策による食料安全保障への影響分析 ○藤森ほか3名（国環研）
24-4	Contribution of Biomass to Long-term Mitigation Target under Uncertain Carbon Emissions Pathway ○Diego Silva Herran, 立入（JAMSTEC）
24-5	地球システムモデルと土地利用の取扱い～社会経済モデルとの連携に向けて ○立入（JAMSTEC）ほか5名
24-6	ICA-RUSプロジェクトにおける温暖化対策へのバイオマスエネルギーの寄与 ○森（東京理科大）

オーバービュー論文の概要

■ 活動の背景とねらい

- ・ 温暖化研究の基盤となる各種シナリオの作成が研究者コミュニティに移行
- ・ 分野横断的な情報共有と研究協力を促進するボランタリーな活動
- ・ AR5で累積排出制約とBECCSに注目

■ バイオマスと土地利用関連プログラム概要（下表）

■ 解決すべき課題や期待される成果の整理

- ・ モデル間の整合性向上は期待できるが、複雑化・精緻化で理解が困難になる

創生プロ	2002年度から続くハイエンド地球規模気候予測プログラムの3期目。日本を代表するESMの開発母体。
ICA-RUS	社会的合理性の視点含む、総合的な気候リスク評価。2℃シナリオのモデル計算でBECCS大量導入。作物モデルとの整合性に課題。
Scenario MIP	CMIP6における新シナリオ（SSP-RCPマトリクス）での長期予測。土地利用起源CO ₂ 排出などのESM-IAM間の整合性問題を認識。
EMF33	1970年代から続くスタンフォード大プロジェクトの33番目で、バイオエネ・土地利用に注目。IPCC WG3長期シナリオ評価への影響大。
Global Carbon Project	地球全体の炭素収支の報告、社会科学分野も含めた炭素管理のテーマに取り組む。Future Earthのコアの一つ。負の排出技術にも注目。
AgMIP	複数の気候・作物・農業経済モデルで温暖化の農業影響を系統的に研究。作物別の詳細モデルを志向。窒素制約の有無で影響度合いに差。

まとめ（緩和策関連のリスク情報創出への貢献）

- 当サブ課題のモデル手法は、パリ協定長期目標に謳われる「最善科学」情報の解釈・評価に有用
- シナリオイニシアティブ活動が定着し、関連分野の専門家の中で、問題認識の共有と研究協力を促進

参考情報：電中研レビュー「温暖化」
第1章 国際・国内動向、研究の取り組み
第2章 科学的知見と電気事業への影響
第3章 対策技術、政策

2015年11月発刊
執筆者47名、135ページ

