

地球システム統合モデル (ESM)による 長期気候変動予測実験

研究代表: 時岡 達志

海洋研究開発機構

地球環境フロンティア研究センター

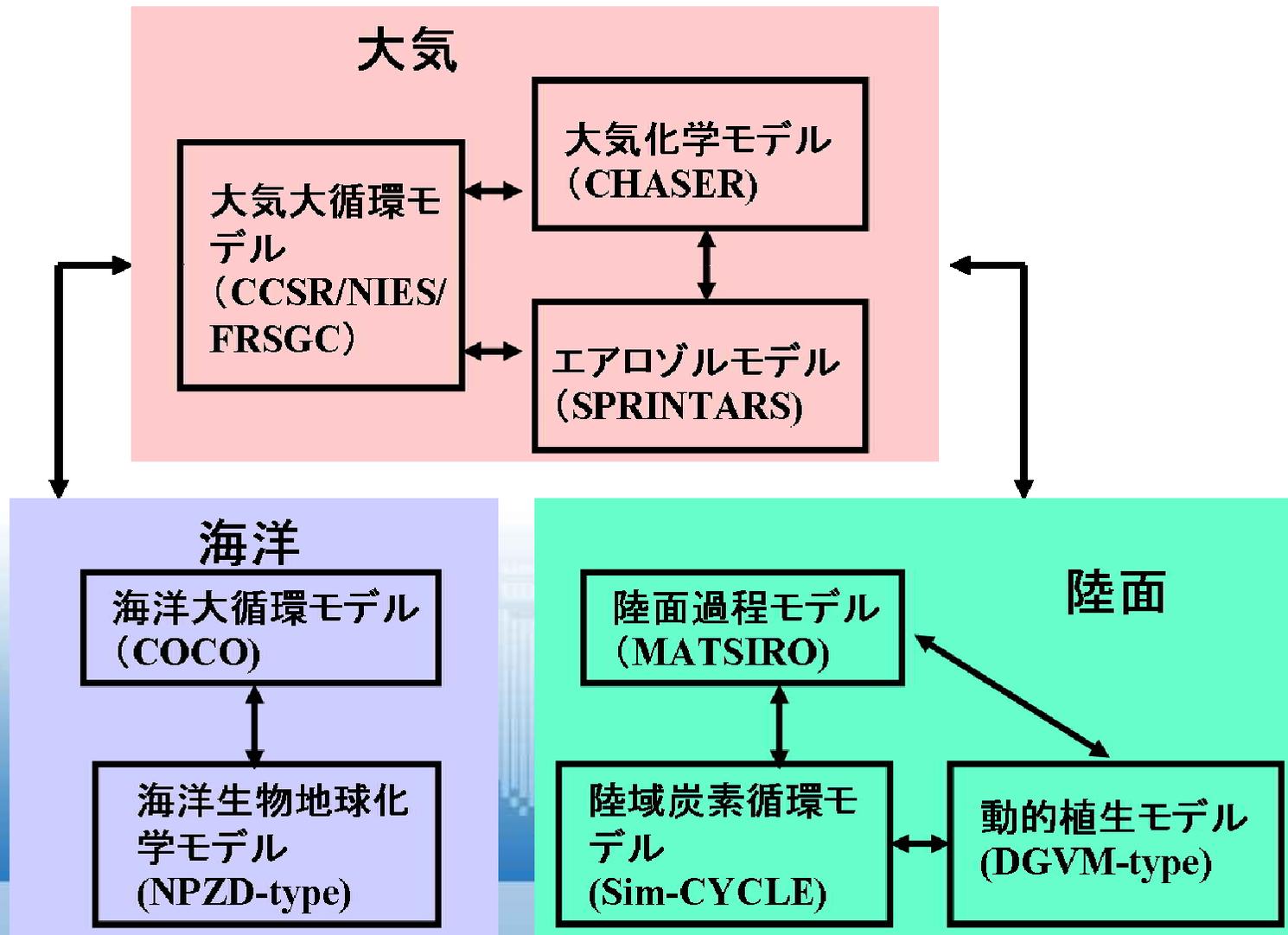


研究の目的、体制

- 最長で300年先までの地球温暖化予測実験を行い、CO₂濃度安定化シナリオの下での、**長期的な地球環境の変化**や**許容される人為起源CO₂排出量**を予測する。
- 研究体制
 - 生物地球化学過程改良
 - 物理気候過程改良
 - 気候変動再現・温暖化予測実験

FRCGC/JAMSTEC

地球システム統合モデル (ESM)



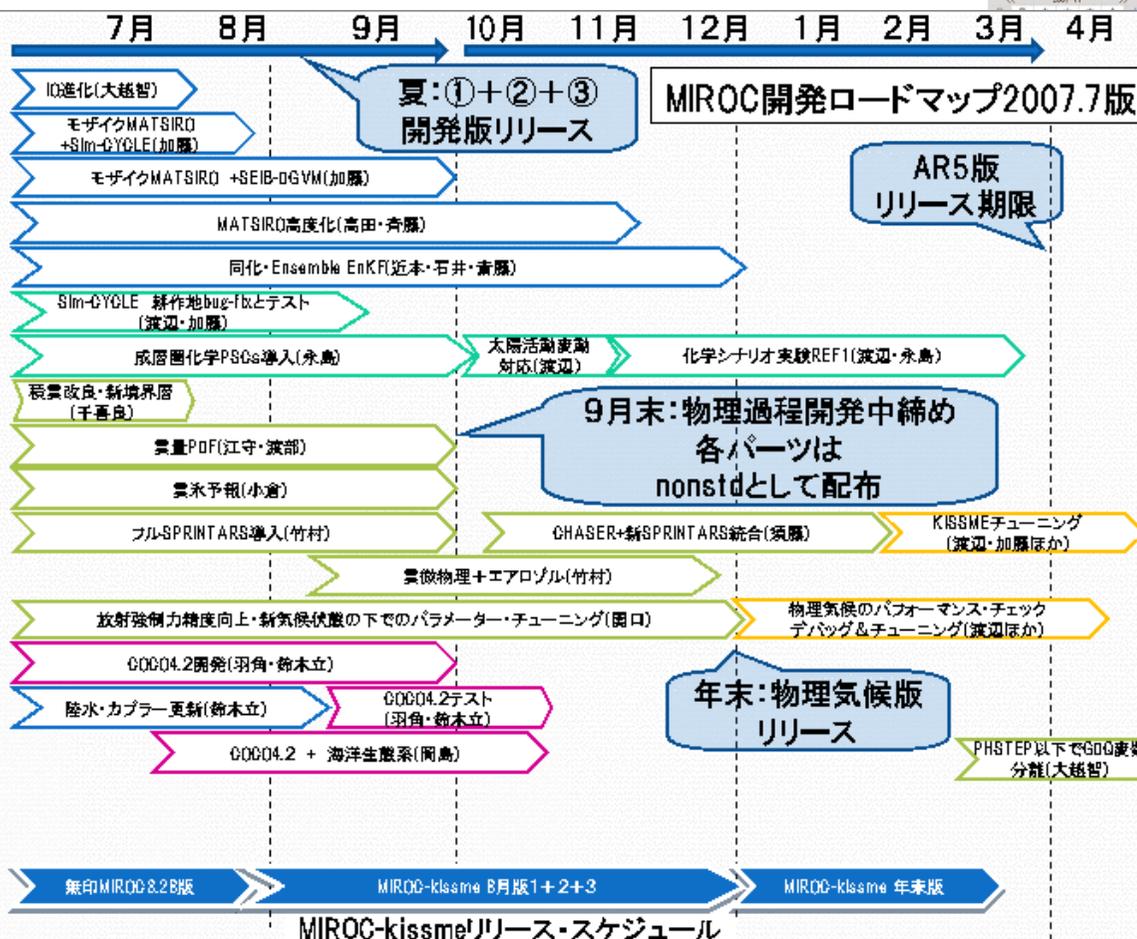
地球システム統合モデルの改良

- 気候感度の改善
 - 雲の取り扱い
 - 雲氷の予報変数化
 - 大規模凝結スキーム改良
 - 大気境界層モデルの改善
- 陸面モデルの改善
 - 蒸散過程
 - 永久凍土など
- 海洋モデルの改善
 - (海洋上に特異点のない)新座標導入
 - 海氷モデル改良
- 生物地球化学過程の改良
 - 植生動態モデル導入
 - 陸域植生と大気化学過程の相互作用導入
 - 海洋生態系モデル再移植

A2モデル開発との
共同作業

物理気候モデル改良

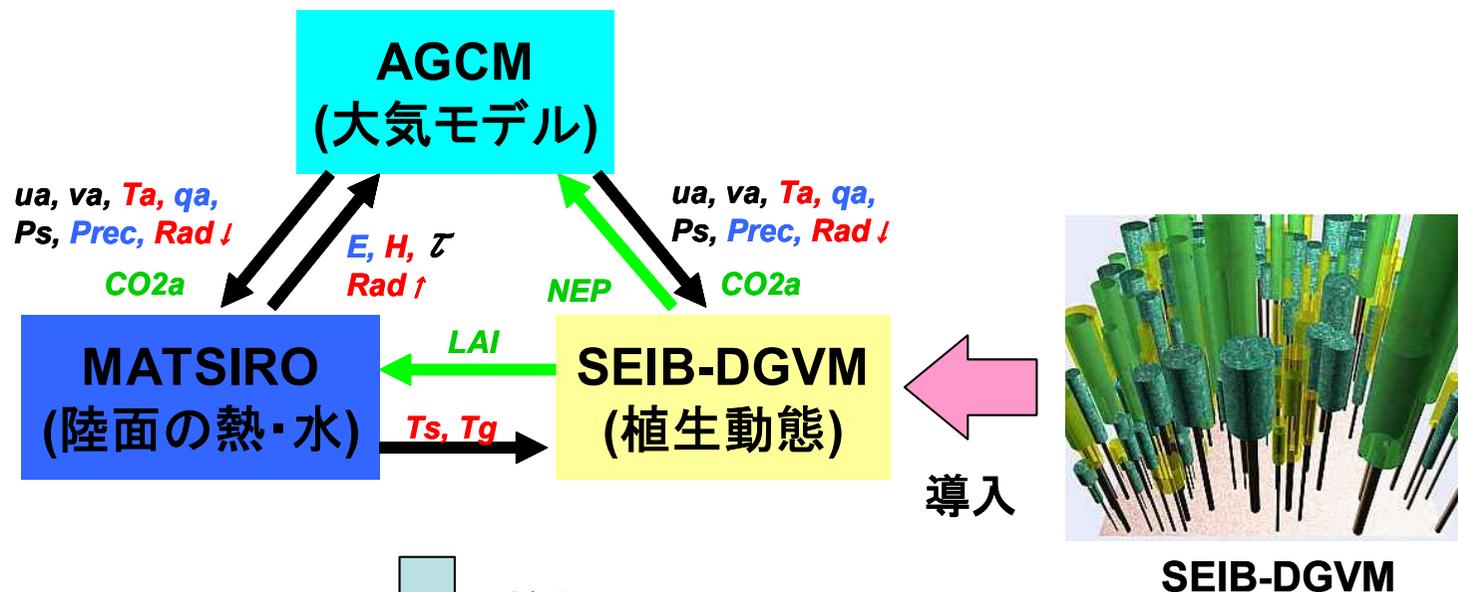
個別のモデル改良のとりまとめ



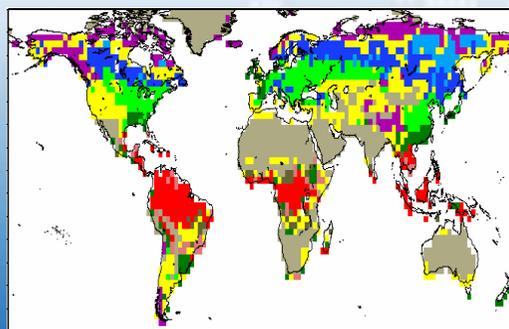
ウェブベースでの情報交換 (Wikiの開設)



地球システム統合モデルへの 植生動態モデルの導入

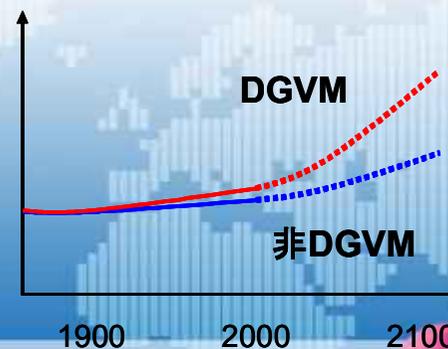
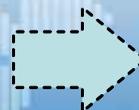


検証



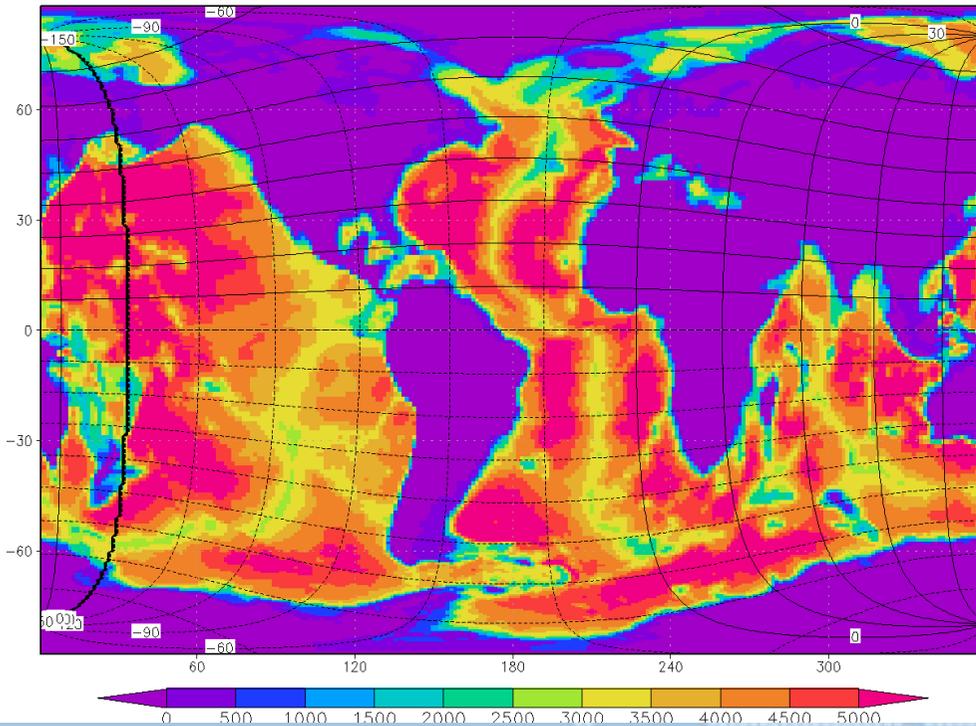
現在の植生分布の再現など

実験
(次年度)



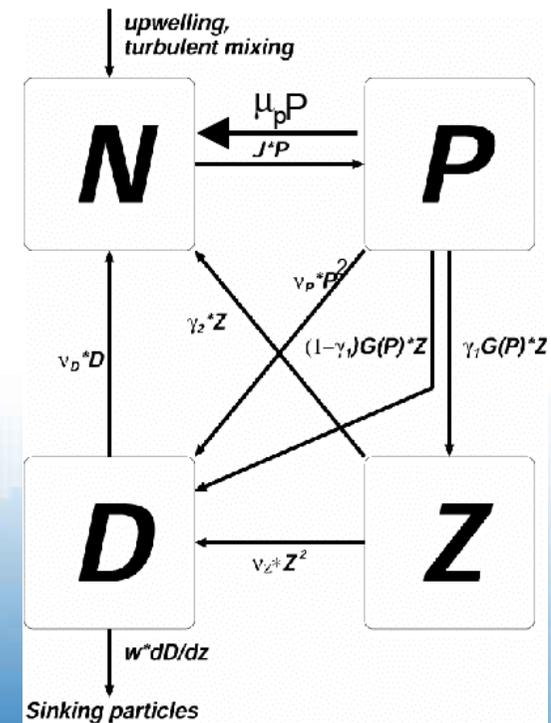
21世紀のCO₂濃度

海洋モデル新座標導入と 海洋炭素循環モデル再移植



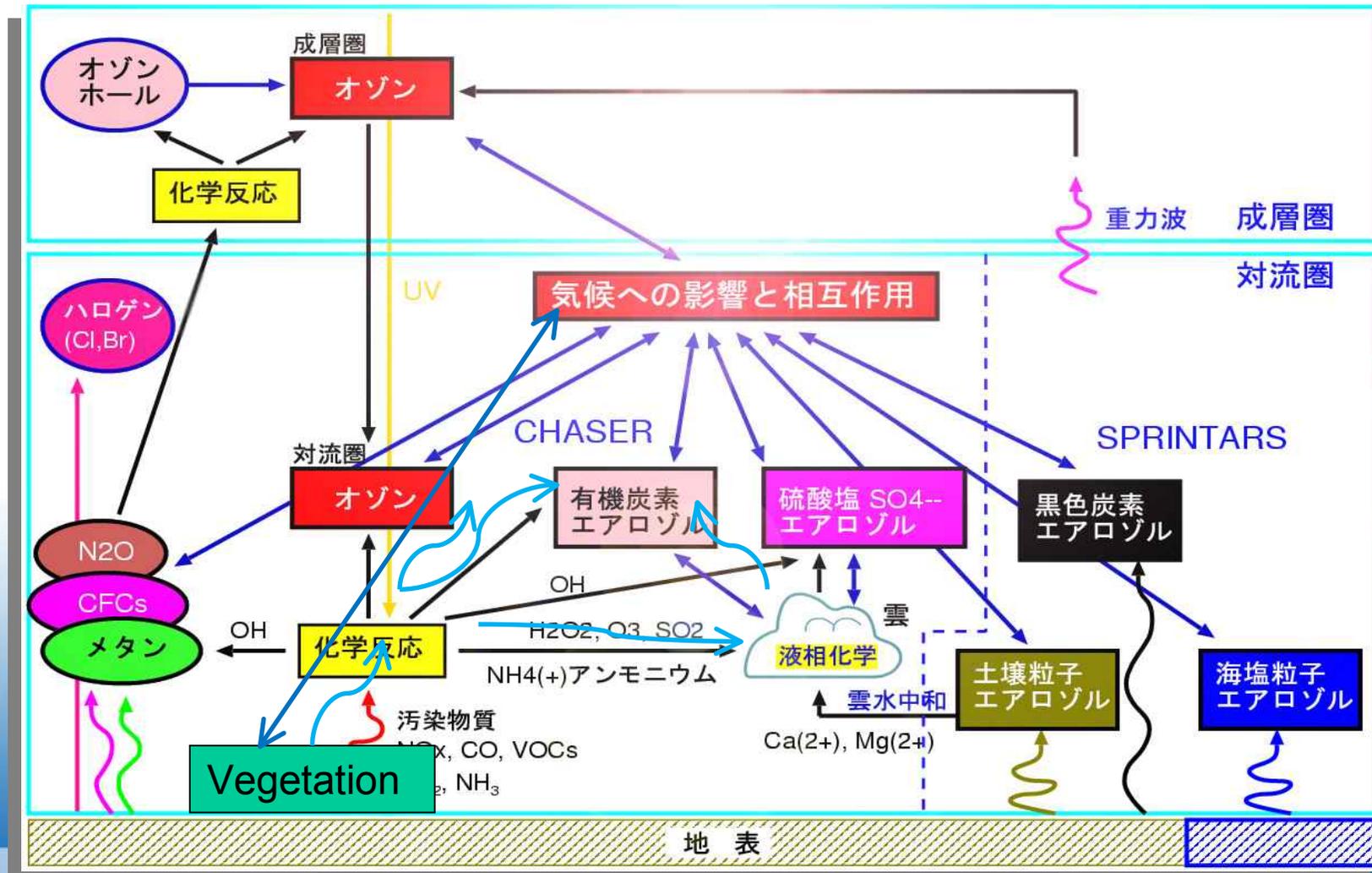
極を陸上に移動した座標系

生態系モデルの再移植



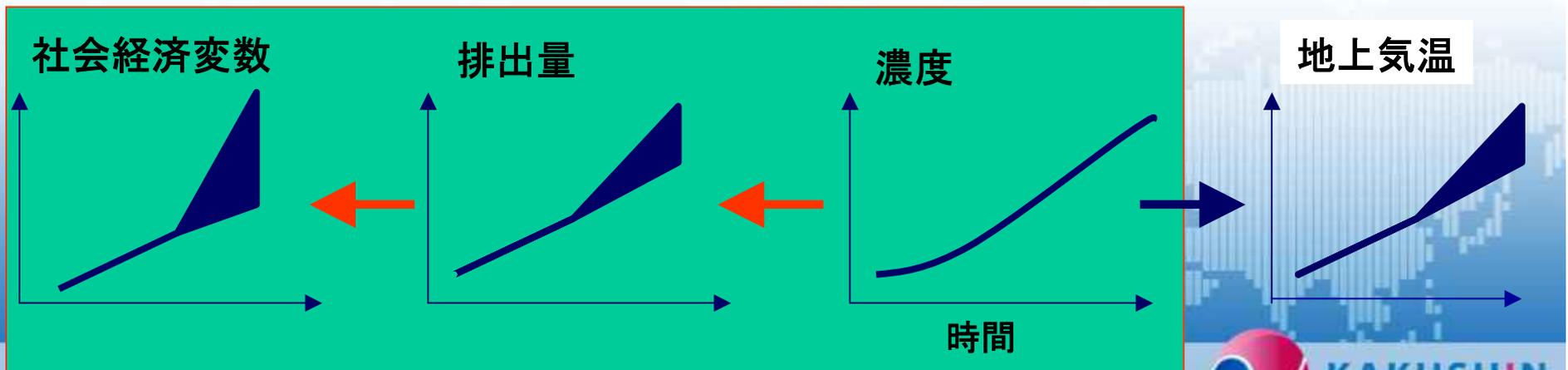
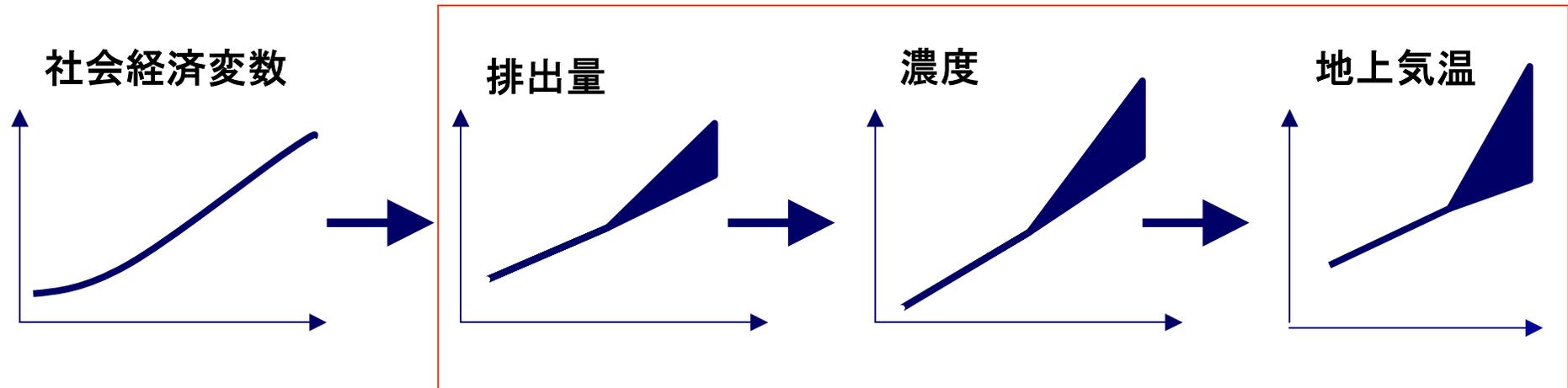
★ Marine carbon cycle model
NPZD type (Oschlies, 2001)
with the carbonate system

陸域植生と大気化学過程との相互作用導入



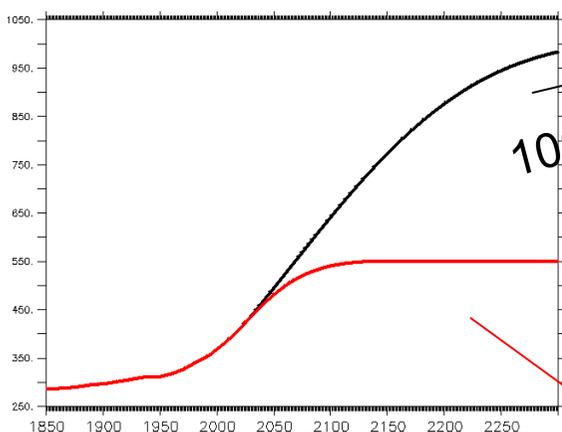
Michigan大学J. Penner氏との共同研究

ESMを用いた人為的CO₂排出量の算出



人為的CO₂排出量: 予備的実験結果

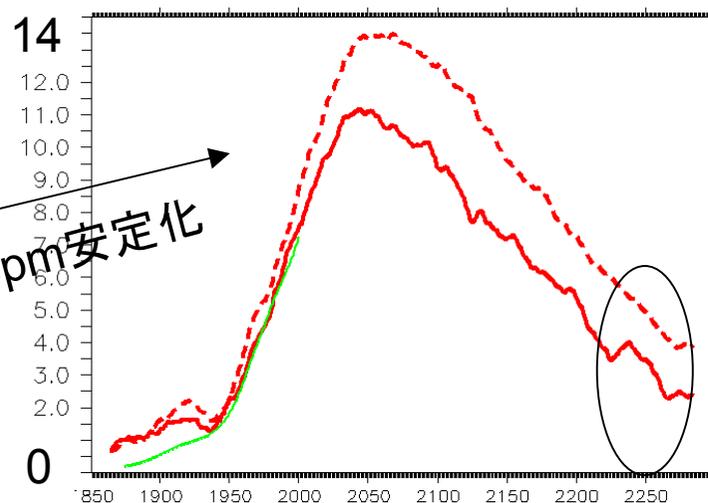
大気中CO₂濃度シナリオ



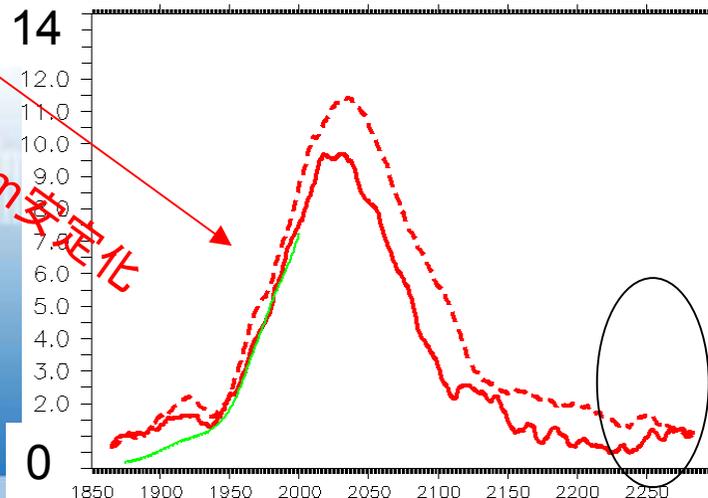
1000ppm安定化

550ppm安定化

[PgC/yr]



波線: 炭素循環フィードバックなし
実線: 炭素循環フィードバックあり



最終的に許容される排出量はフィードバックの有無により大きく影響を受ける。

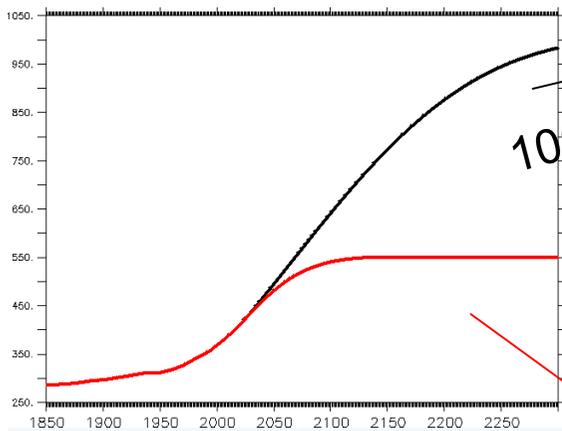
1850

2000

2250

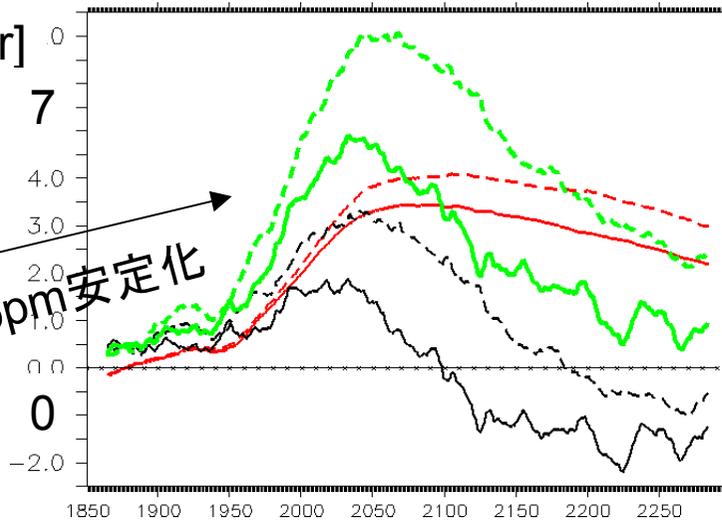
自然界によるCO₂吸収量：予備的実験結果

大気中CO₂濃度シナリオ



[PgC/yr]

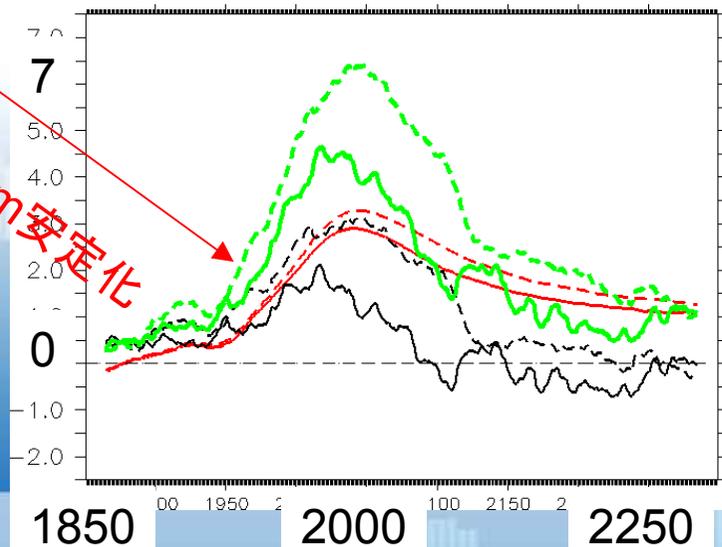
1000ppm安定化



波線：炭素循環フィードバックなし
実線：炭素循環フィードバックあり

緑：合計
赤：海洋
黒：陸域

550ppm安定化



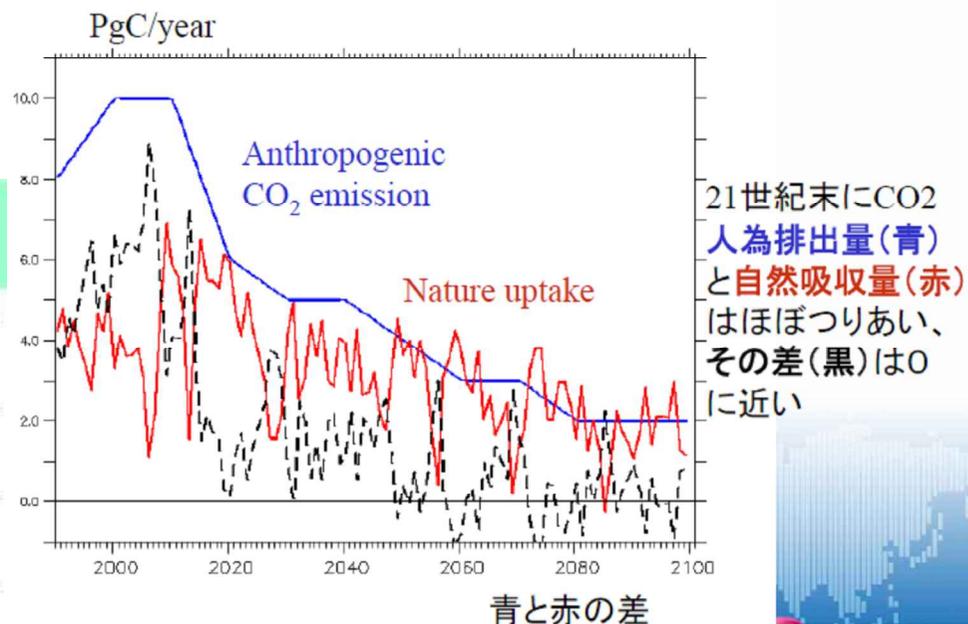
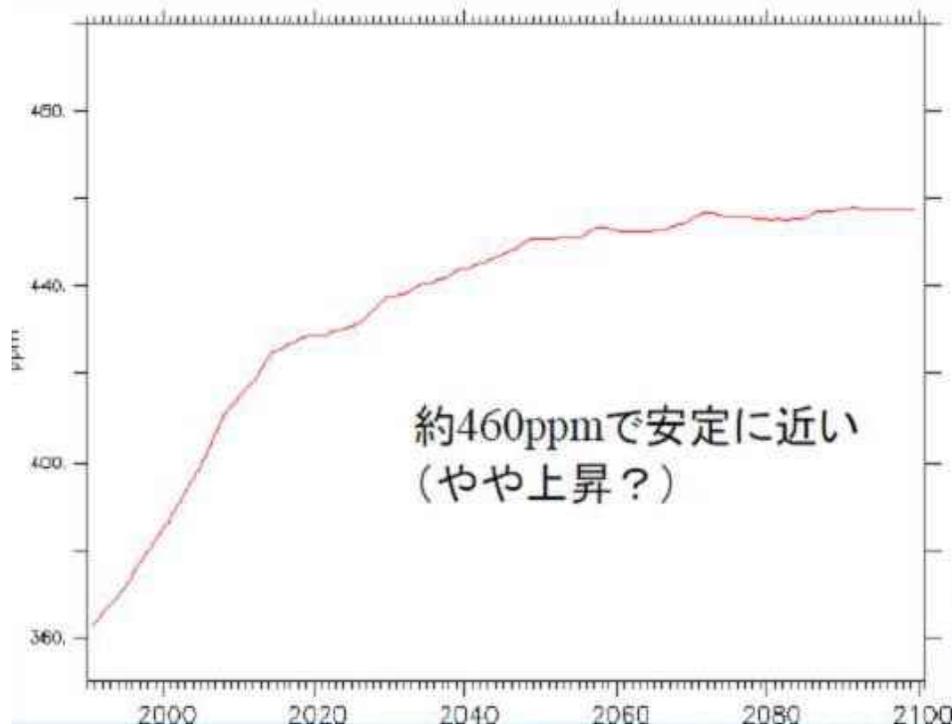
1850 2000 2250

「2050年までにCO₂排出半減シナリオ」 に基づいた実験

環境研シナリオ開発グループと協力

Emission and Uptake

CO₂濃度



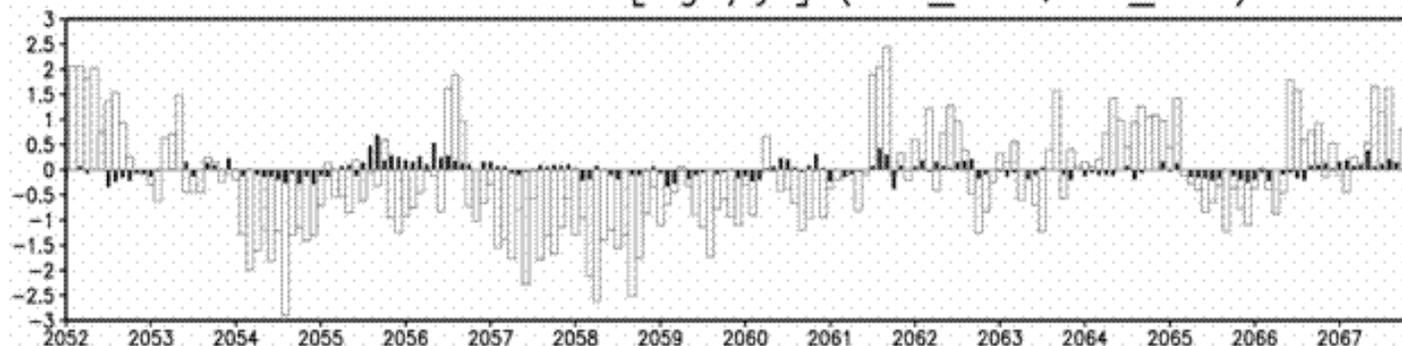
Comprehensive Program of Climate Change Projection for the 21st Century



共生プロジェクトで得られたデータの解析

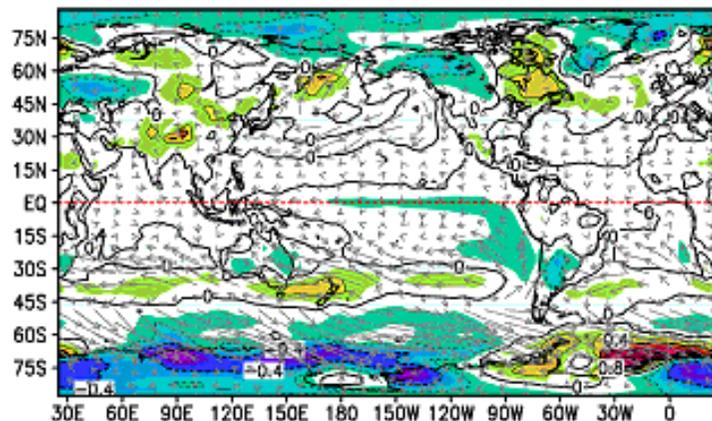
CO2フラックスのアノマリ時系列

CONST: $\delta\text{CO}_2\text{FLUX}$ [PgC/yr] (GLB_OCN;GLB_LND)



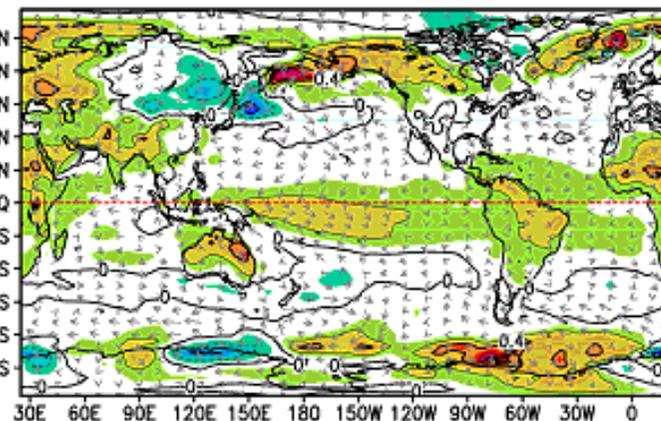
白棒: 陸域
黒棒: 海洋

$\Delta\text{SfcTemp}$ [°C] (OMODE)



海洋アノマリが正の時の
表層気温パターン

$\Delta\text{SfcTemp}$ [°C] (LMODE)



陸域アノマリが正の時の
表層気温パターン

陸域・海洋とも、
CO2フラックスの変
動はエルニーニョラ
イクな海面水温パ
ターンに伴って起き
ている。

支配的パターンに
は違いがある。

大気海洋結合モデルによる20世紀気候再現実験

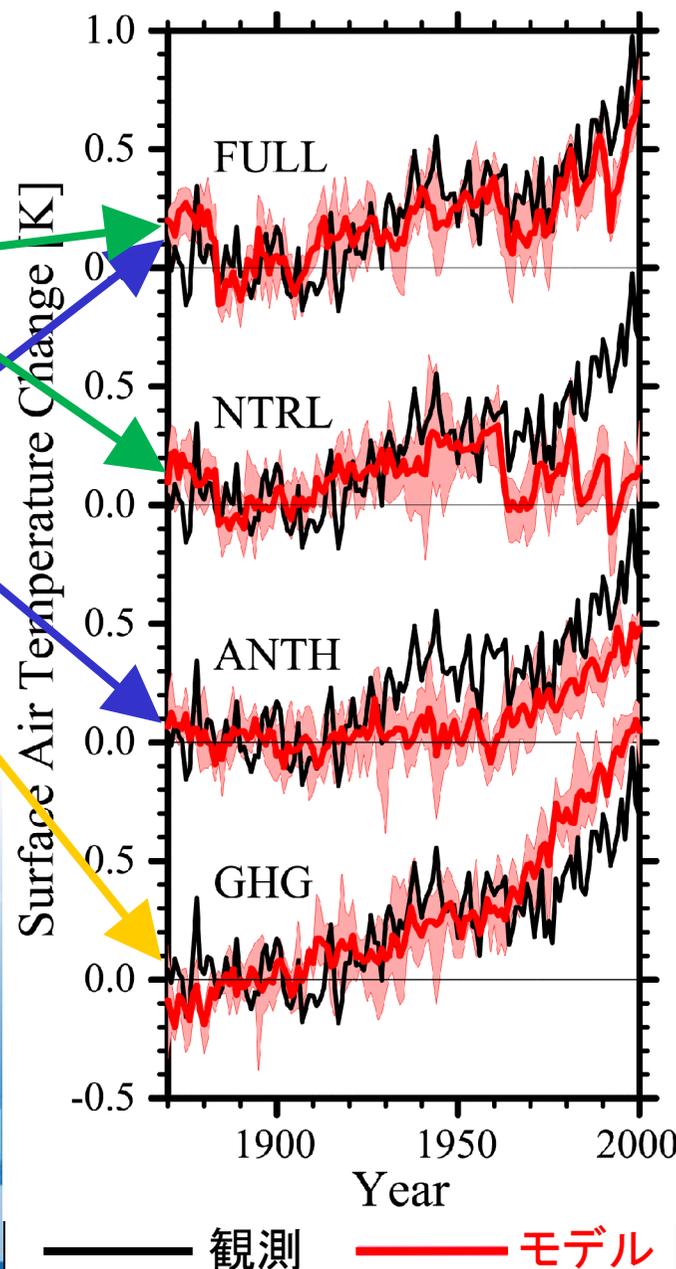
➤ 自然起源の気候変動要因

- ✓ 太陽活動度の変化
- ✓ 大規模火山噴火

➤ 人為起源の気候変動要因

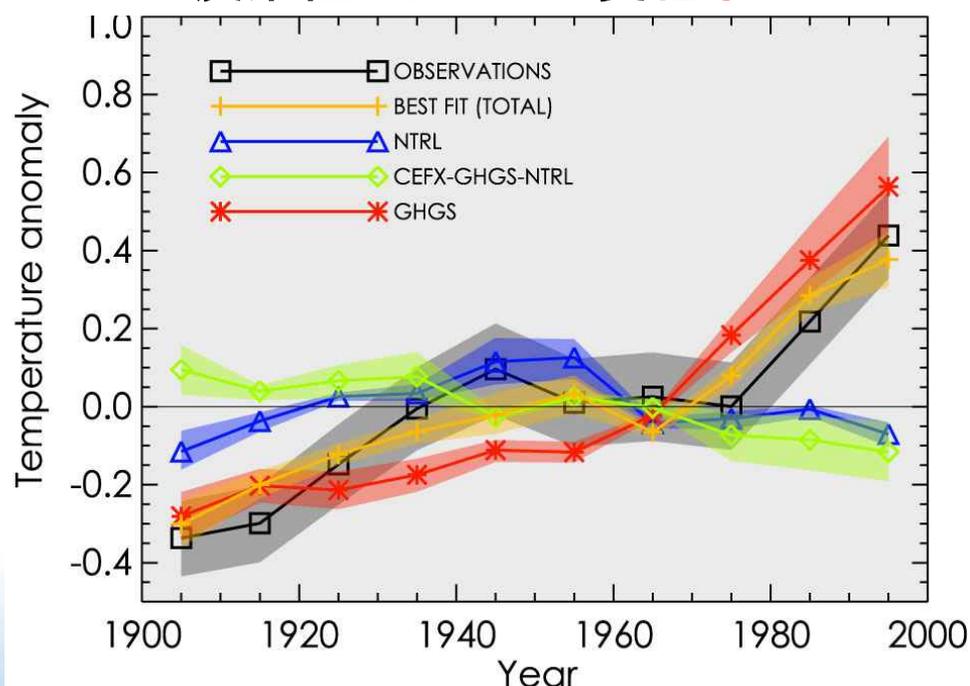
- ✓ 温室効果気体の濃度変化
- ✓ 成層圏オゾンの濃度変化
- ✓ 対流圏オゾンの濃度変化
- ✓ 二酸化硫黄の排出量変化
- ✓ 黒色炭素の排出量変化
- ✓ 土地利用変化

※ ダスト、海塩粒子の濃度変化

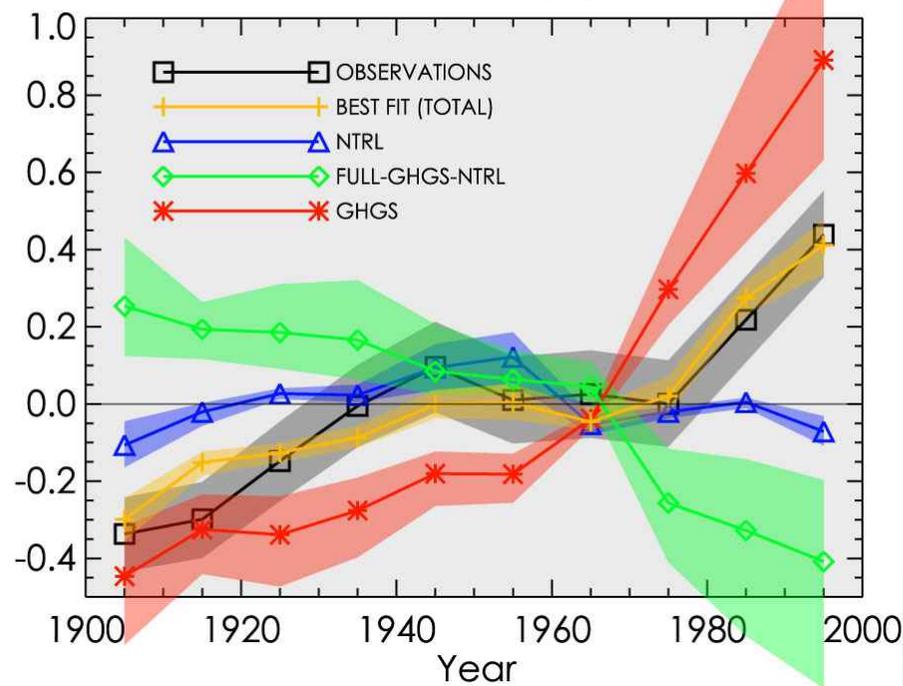


統計解析により推定された 気候変動要因別の地上気温変化

炭素性エアロゾル変化なし



炭素性エアロゾル変化あり



炭素性エアロゾルの排出量変化を考慮することにより

- 観測値の拘束条件下で推定された、GHG増加に起因する地上気温の上昇量が増加
- 人為要因に起因するシグナルの不確実性の幅が増大

まとめ

- 生物地球化学過程
 - CO₂濃度安定化のための排出パス計算
 - 炭素循環フィードバックが有意な影響
 - CO₂フラックスのモデル内での年々変動解析
 - 海陸のフラックス変動をもたらすエルニーニョライクなパターンに違い
- 20世紀気候再現実験
 - 炭素質エアロゾルの重要性指摘
- モデル開発
 - 物理気候モデルに関しては革新プロA2と協力
 - 植生動態モデル導入、海洋新座標・炭素循環モデル導入、植生－大気化学相互作用プロセス導入なども進行中

来年度計画

- 低排出シナリオにおけるエアロゾルの寄与定量化
- 揮発性有機炭素排出を通じた生物圏－大気化学相互作用の研究
- AR5向けモデルのパラメータ調整完了
- 太陽活動、火山噴火起源エアロゾルなどに関する最新データ導入
- 共生プロジェクト結果解析継続