

2007年8月31日

CO₂濃度安定化目標について

(財)地球環境産業技術研究機構 (RITE)
システム研究グループ



はじめに

- ◆ 国連気候変動枠組条約の第2条目的において、温室効果ガス濃度の安定化を謳っているが、具体的な安定化レベルには言及されていない。
- ◆ 温暖化問題の解決には長期的な取組が不可欠であり、先進的な省エネ技術や脱炭素技術を開発・普及させ、また社会システムをも大きく変革していく必要有り。
- ◆ 明確な長期目標を世界が共有することによって、どのような技術をいつ頃までに開発すれば良いかが明確になり、戦略的な技術開発・普及や社会システムの変革が可能となるので、長期目標の合意は重要。
- ◆ また、長期的な目標が決まれば、短中期的な排出削減の道筋は自ずと絞り込まれ、短中期的な行動計画の合意にも役立つ。

気候変動枠組条約第2条（目的）

この条約及び締約国会議が採択する関連する法的文書は、この条約の関連規定に従い、**気候系に対して危険な人為的干渉を及ぼすこととならない水準において大気中の温室効果ガスの濃度を安定化させることを究極的な目的とする。**

そのような水準は、**生態系が気候変動に自然に適応し、食糧の生産が脅かされず、かつ、経済開発が持続可能な態様で進行することができるような期間内に達成されるべきである。**



この「究極目標」に合致する目標はいかなるものか？
また、どのようにアプローチすべきか？

欧州 (2007年1月)

- ◆ 超長期目標 : **全球年平均気温の上昇幅が2°Cを超えない**
- ◆ 中長期目標 :
 - 2050年で少なくとも基準年比(主に1990年比) 50%温室効果ガス排出を削減。途上国との差異を考えると、先進国は60~80%削減すべき
 - EUは単独であっても2020年に20%削減。世界の協力が得られれば30%削減

日本 (2007年5月24日) : 「美しい星50」

- ◆ 長期目標 : **2050年までに世界のGHG排出量を現状から半減**
- ◆ 原則 :
 - 米中印を含む主要排出国の参加
 - 個別事情配慮、柔軟且つ多様性のある枠組み
 - 環境と経済の両立
- ◆ 目標達成国民運動
 - 目標達成計画見直し、業務部門対策強化、国民運動の展開

米国（2007年5月31日）

- ◆ 長期目標：**2008年末までに中印を含めた主要排出国15カ国程度で合意をはかる**
- ◆ 中期目標：個別事情に応じた中期目標の設定
- ◆ 行動計画：
 - セクター別にWG（クリーン技術、ベストプラクティスの共有）
 - クリーンエネルギーへの技術開発投資の促進
 - 環境技術の関税障壁の除去

G8ハイリゲンダム・サミット（2007年6月6～8日）

- ◆ 気候変動への取組はすべての国共通の責任
- ◆ エネルギー安全保障と効果的な気候保護を最適に組み合わせるアプローチの実施にコミット
- ◆ 気候系に対して危険な人為的干渉を及ぼすこととならない水準において温室効果ガスの濃度を安定化させるため、強固かつ早期の行動をとることにコミット
- ◆ すべての主要排出国を巻き込むプロセスにおいて、排出削減の地球規模での目標を定めるにあたり、2050年までに排出を少なくとも半減させることを含む、EU、カナダ及び日本による決定を真剣に検討
- ◆ 更なる行動が、共通に有しているが差異ある責任、それぞれの能力という国連気候変動枠組条約上の原則に基づくべきと強調
- ◆ 特に新興経済国に対して、炭素集約度を削減することによって、排出の増加に対応するよう呼びかける。
- ◆ 国連のプロセスが、気候変動の交渉のために適切なフォーラムであると認識。2008年末までに合意することが必須

米国主催の温暖化対策国際会議

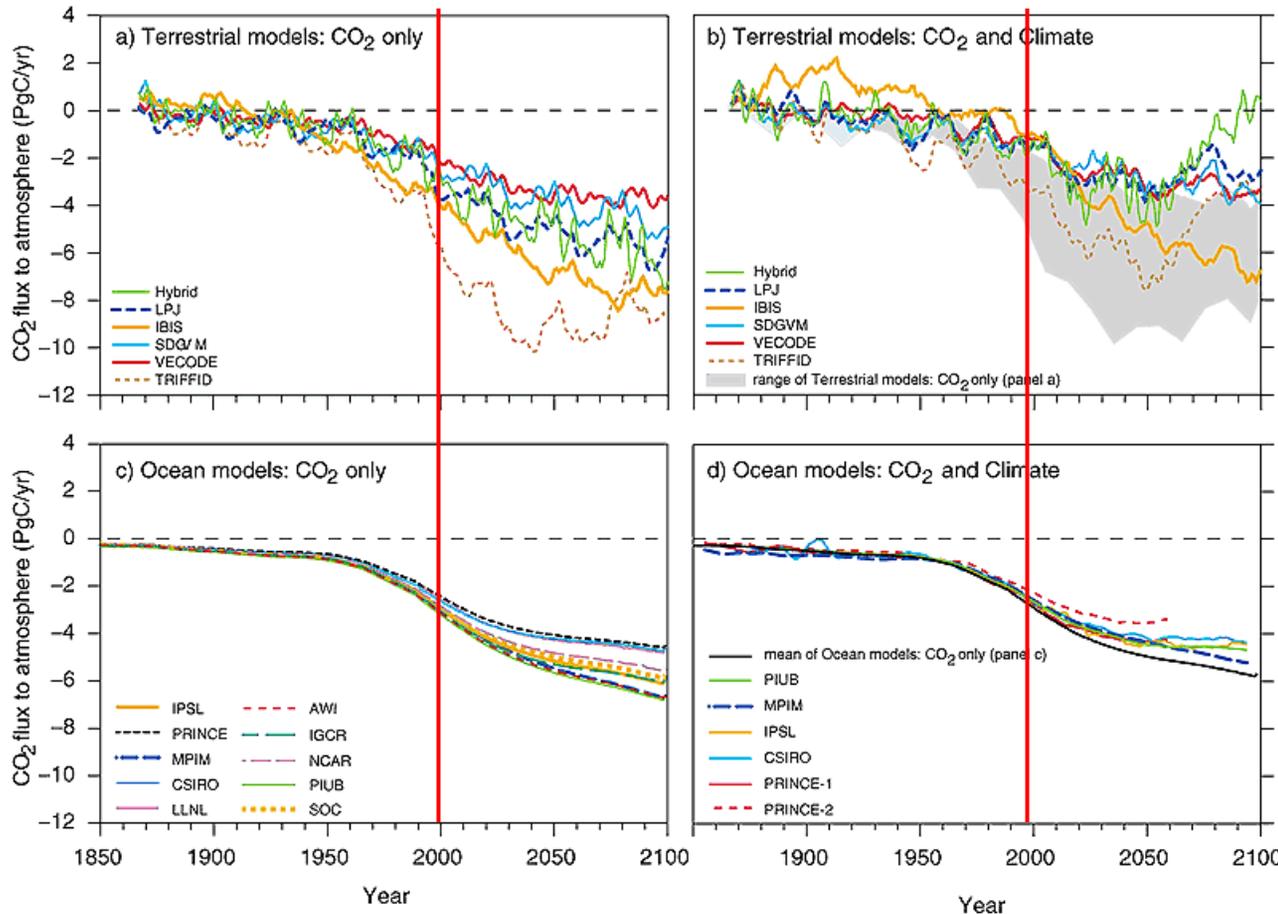
- ◆ 招待国： 欧州連合（EU）、フランス、ドイツ、イタリア、英国、日本、中国、カナダ、インド、ブラジル、韓国、メキシコ、ロシア、オーストラリア、インドネシア、南アフリカ、国連
- ◆ ポスト京都議定書の枠組みに関して、下記のようなテーマで議論予定
 - **長期の世界的な目標**
 - 国別の中期の目標と戦略
 - セクター別アプローチ
 - 技術開発と技術展開の加速
- ◆ 第1回：2007年9月27、28日

EUの2°C目標の根拠

- ◆ 1996年EU理事会：全球平均気温の上昇は産業革命以前から2°Cを超えるべきではなく、CO₂濃度で550 ppm以下の濃度とすべき
- ◆ しかし、元々、根拠がないものである。むしろ、550 ppmが産業革命以前のCO₂濃度で2倍であるため、分析におけるベンチマークとして用いられていたことから、設定されたものと推察される。
- ◆ 気候感度2.5°Cで、SO_xの冷却効果が大きいことが言われた頃だったので、SO_xの冷却効果が-0.5°Cで、550 ppm = 2°Cが成り立っていた。
- ◆ しかし、この後、Non-CO₂ GHGによる温室効果も大きいことが言われるようになる。
- ◆ これに伴い、等価CO₂濃度という概念も登場。このとき、元々、550 ppmはCO₂単独の濃度であったはずが、550 ppm = 2°Cを維持するために、550 ppmは等価CO₂濃度とするようになった（2005年環境相理事会）。
- ◆ 一方、SO_x排出の低減傾向も顕著に見られるようになったため、冷却効果は将来的には-0.5°Cよりも小さいと見込まれるようになる。
- ◆ 更には気候感度が3°Cに上方修正されたため、ここに至って2°C ≒ 350 ppm(CO₂ only)となっている。

美しい星50：現状比半減の根拠

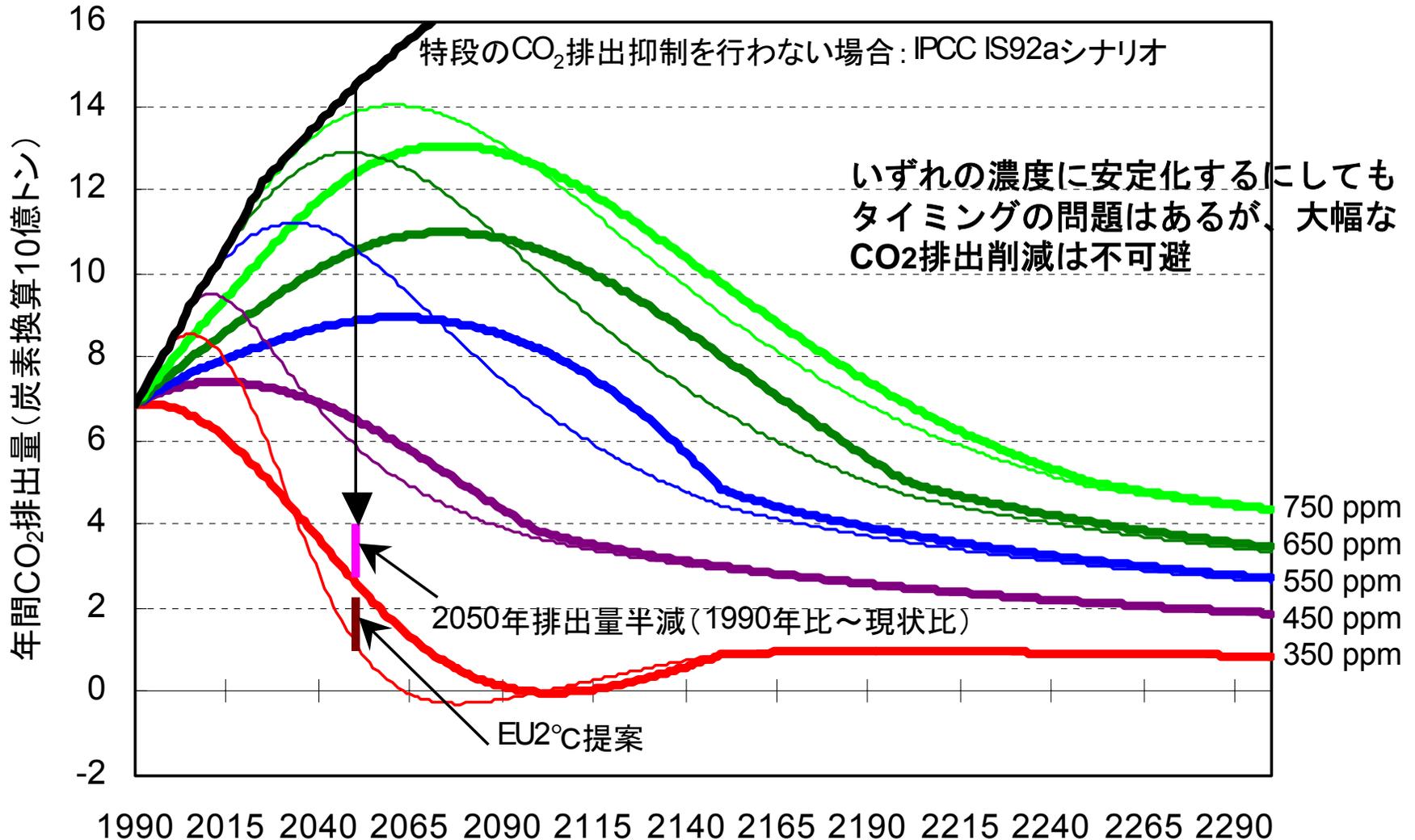
- ◆ 「美しい星50」では、「現状比半減」の必要性を、自然界の年間吸収量と等しくするため、としているが、これは科学的に正しい理解ではない。
- ◆ 自然界の吸収量はCO₂濃度によって大きく変化し、現状よりも高い濃度では多くの吸収がなされ、逆に低い濃度では少ない吸収しか起こらない。
- ◆ よって、これを基に「現状比半減」の根拠とはできない。



IPCC IS92a排出シナリオ時の
陸域、海域のCO₂吸収量変化
(負が正味吸収、正が正味排出)

左図はCO₂濃度のみによるもの
右図は気温上昇に伴う影響を
考慮した場合

大気中CO₂濃度安定化シナリオにおける EU、日本政府目標の位置づけ



注) 濃度安定化シナリオのうち、太線はIPCC WG1によるシナリオ、細線はWRE(Wigley, Richels, Edmonds)によるシナリオ

合意が容易ではない問題であるため、意欲的な目標を掲げ、議論をリードすることも重要なことではあるが、ここでは、科学的な視点から最も合理的な濃度安定化レベルはいかなるものか、また、世界的に合意できる範囲はどのレベルなのかを議論する。

科学的に合理的と考えられる
CO₂濃度安定化レベルは？

- ◆ 限りある資源を有効に使い全体的な最適性を追求するためには、基本的には、この問題を費用便益（CBA）的に考えるしかない
- ◆ しかし、温暖化問題特有の事柄に留意しなければならない
 - 温暖化影響の部門間統合の問題：CBAのためには、様々なタイプの温暖化影響をすべて金銭換算しなければならないが、事実上不可能
 - 地域間統合の問題：CBAでは、金銭換算され算出された温暖化被害額を地域間で統合することになるが、例えば、島嶼国の被害額は世界全体からは大きくないが、それを看過できないと思う人もいるだろう。
 - 時点間統合の問題：金銭換算され算出された時点毎の温暖化被害額の統合方法。割引率といった便宜的なパラメータを用いて統合されることが多いが、将来世代の負担をどのように見るかは千差万別。
 - 不確実性の大きさ
- ◆ リスクとリスク認知は、分けて考えるべき

PHOENIXでの温暖化影響と緩和策 の定量的評価の内容

- ◆ 各排出パスについて、各種温暖化影響と緩和策・費用を評価した。
- ◆ 評価した排出パス：
 - リファレンスケース（特段のCO₂排出抑制無し）
 - 大気中CO₂濃度安定化（650 ppm, 550 ppm, 450 ppm）
 - なお、人口、経済成長等はIPCC SRES B2で実施（ただしA1FIのケースも感度解析）
- ◆ 定量評価を実施した温暖化影響事象
 - 海面上昇・沿岸影響、水資源影響、農作物影響、健康影響、陸上生態系影響、海洋酸性化への影響、熱塩大循環（THC）への影響
- ◆ 温暖化緩和策・費用の評価
 - 短中期の評価：多部門モデルによる産業構造変化も含めた評価
 - 長期の評価：エネルギーを中心とした評価。非エネルギーは1部門のマクロ評価

PHOENIXにおける評価の手順

科学的な
分析・評価

A. 世界合計値_2100年時点_Ref, S550のみ

<温暖化影響の評価>

- 1)海面上昇/沿岸影響
- 2)農作物影響
- 3)健康影響
- 4)陸上生態系
- 5)THC崩壊

<緩和コストの評価>

- エネルギーシステムモデルの計算結果によるシステムコスト増分

C. 世界地域別_2050, 2100, 2150の3時点
_Ref, S650, S550, S450の各シナリオ

<温暖化影響の評価>

- 左記5項目以外の影響事象(例えば、WAIS, 異常気象, 山岳氷河, 北極海氷など)も

<緩和コストの評価>

- さらに、地域別/産業別の付加価値変化も

B. 上記Aの項目に関して、S650, S450のケースについても評価

エキスパート
ジャッジメント

E J : 第1
ステップ

質問1. 温暖化影響緩和の
相対的重要度の一対比較
(5項目のみ)

質問2. 健康影響による死亡
回避価値(金銭換算値)

総コストが最小(=総便益最大)
となる「安定化レベル」を算出

悪影響の金銭
換算値/コスト

総コスト
(=純便益の負数)

緩和コスト

温暖化による
悪影響金銭換
算値

Ref

S650

S550

S450

排出パス/
安定化レベル

E J : 第2
ステップ

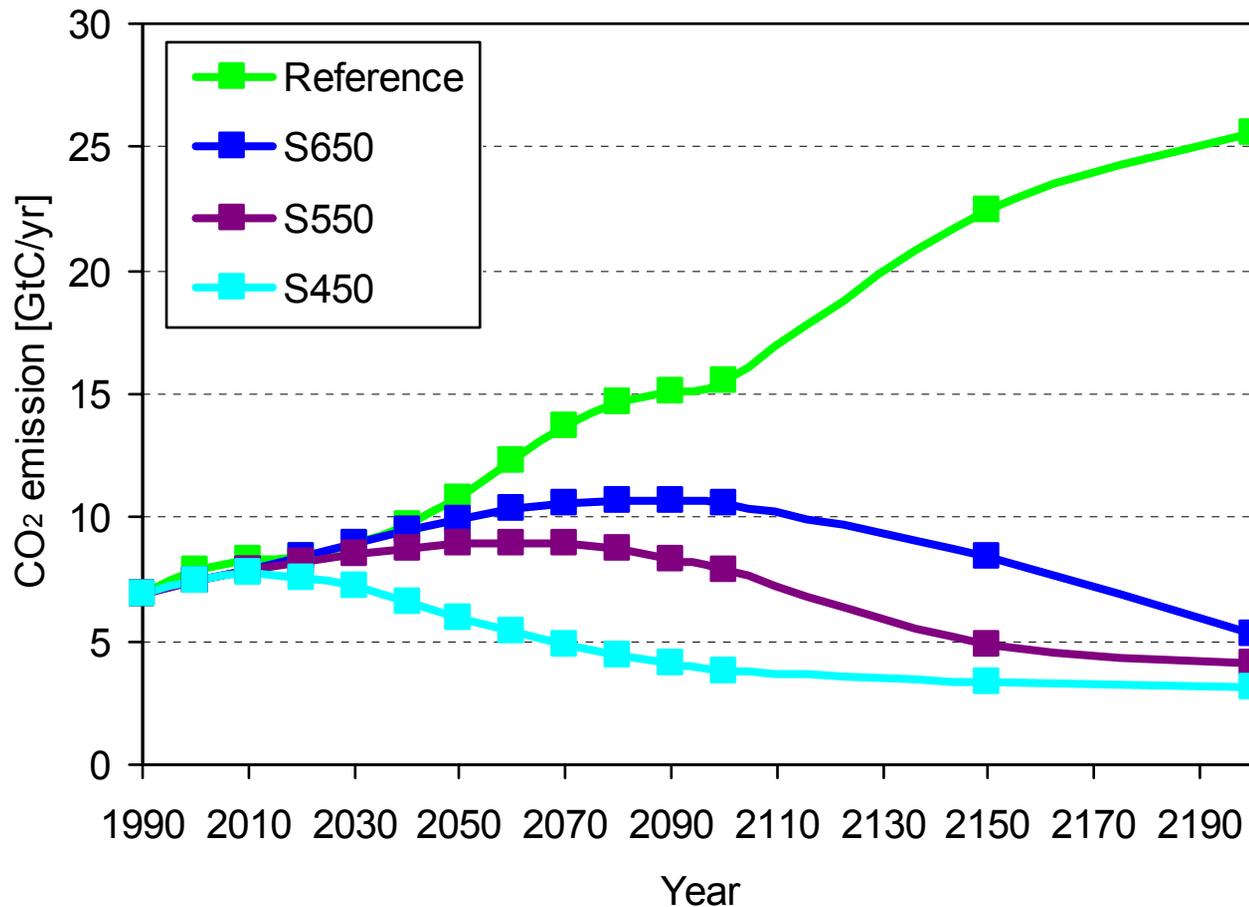
質問1. 総合的に考えた上での、最も望ましい安定化レベル

質問2. 質問1.の回答を行った理由

質問3. 質問1.の回答を行うにあたり、重要視した項目

回答の集計、
分析、まとめ

評価のためのCO₂排出パス

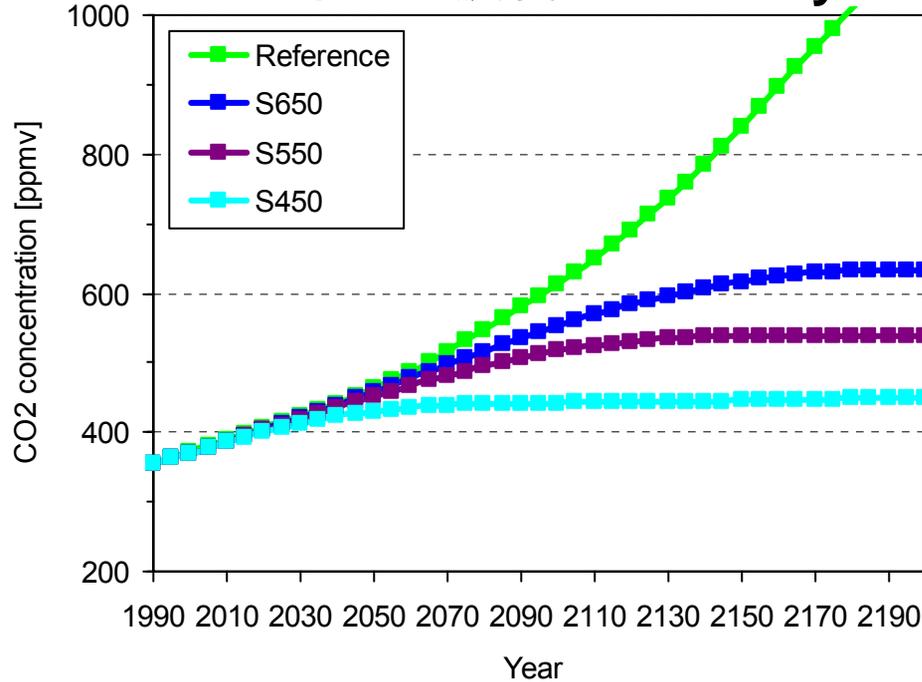


リファレンス：SRES B2ベースで、DNE21によって2200年までの資源制約を考慮しつつ導出した排出パス。
SRES B2の排出パス（～2100年）と比較的近くなるように、DNE21の技術パラメータをオリジナルのものから調整を行った。

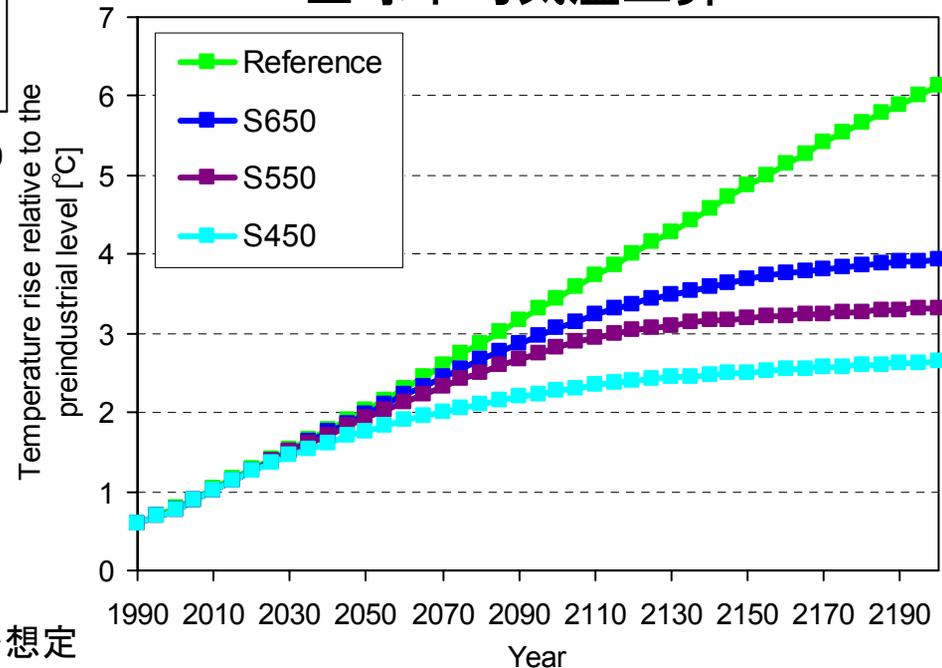
濃度安定化パス（S650, 550, 450）：IPCC WGIの濃度安定化パスを近時点の実績が整合的になるように修正した排出パス

大気中CO₂濃度と全球平均気温上昇

大気中CO₂濃度 (CO₂ only)

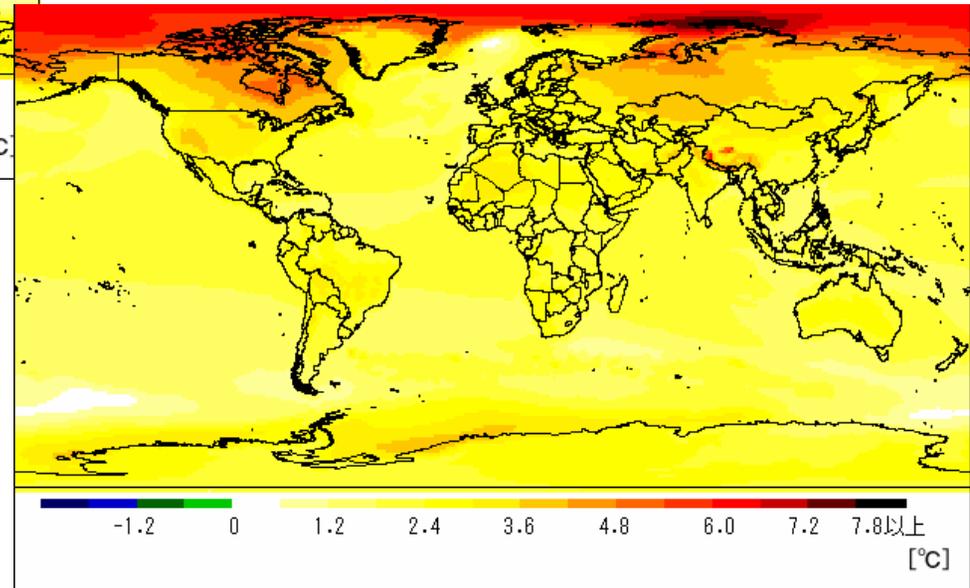
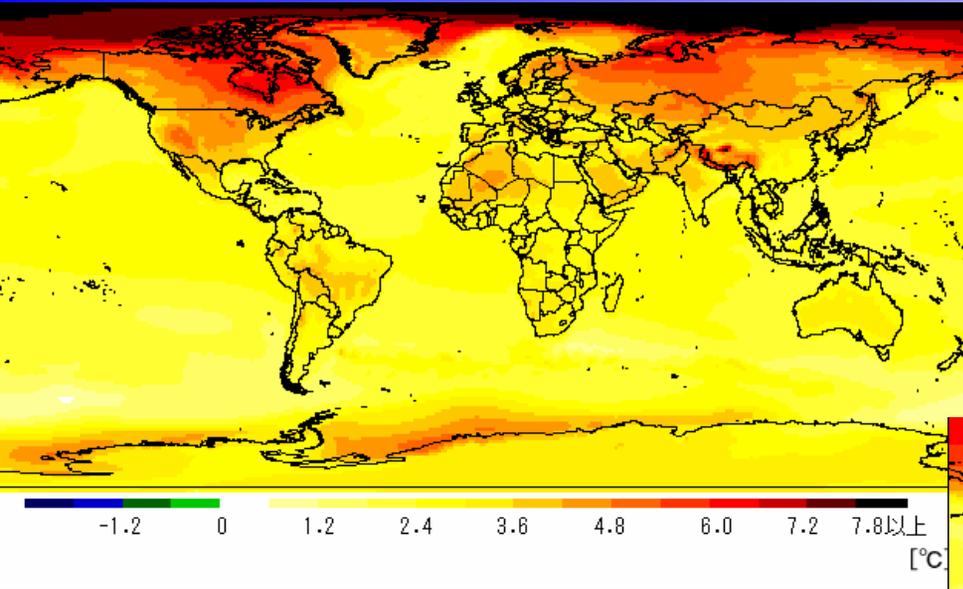


全球平均気温上昇



非CO₂ GHGs は、すべてのケースでSRES B2ベースを想定
平衡気候感度は3.0°Cと想定

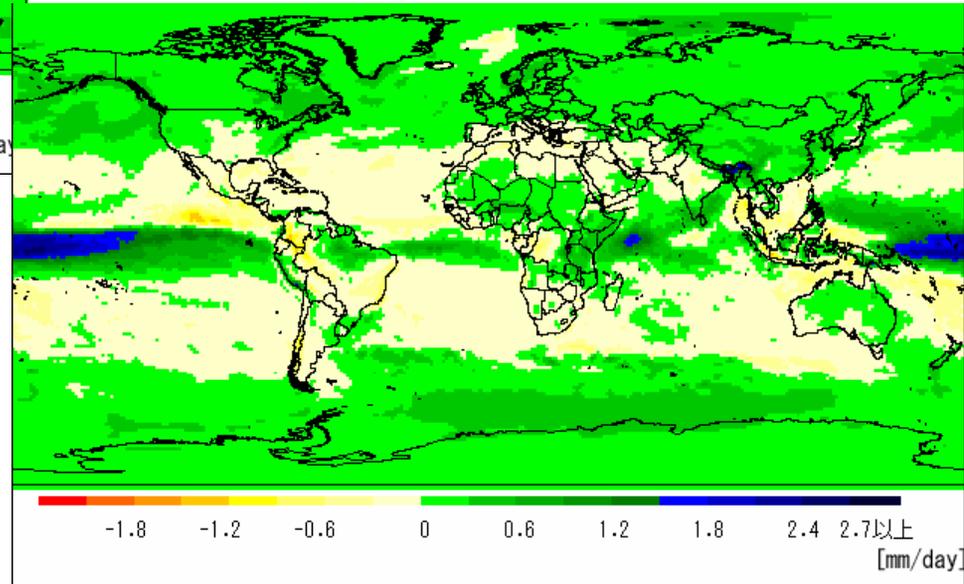
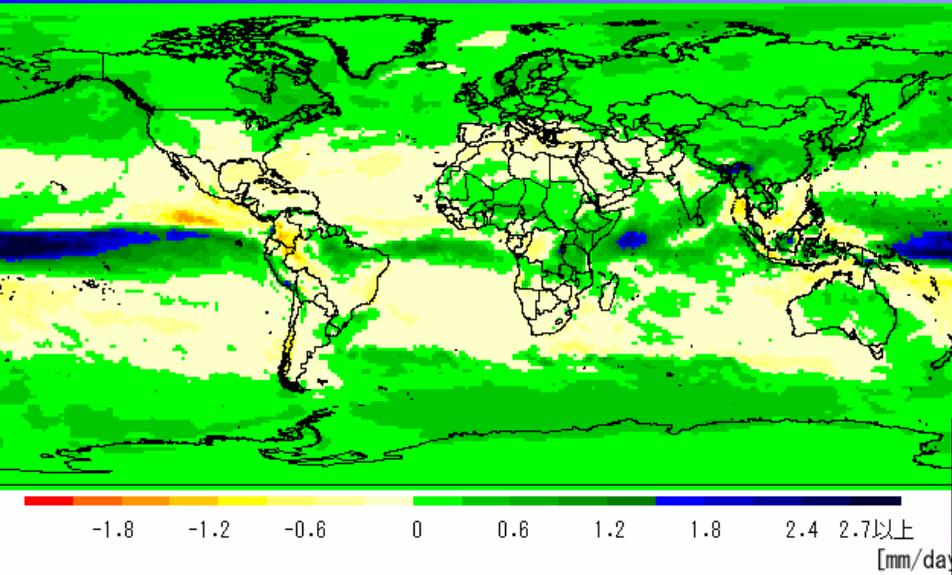
濃度安定化レベル別の温暖化影響の評価 — 気温上昇の地域分布（1990年比） —



- ◆ 北極域で大きな気温上昇が見られる。
- ◆ 550 ppmに安定化するとかなり抑制はできるものの、それでも、北極域を中心にかなりの気温上昇は避けられない。

濃度安定化レベル別の温暖化影響の評価 —降水量変化の地域分布（1990年比）—

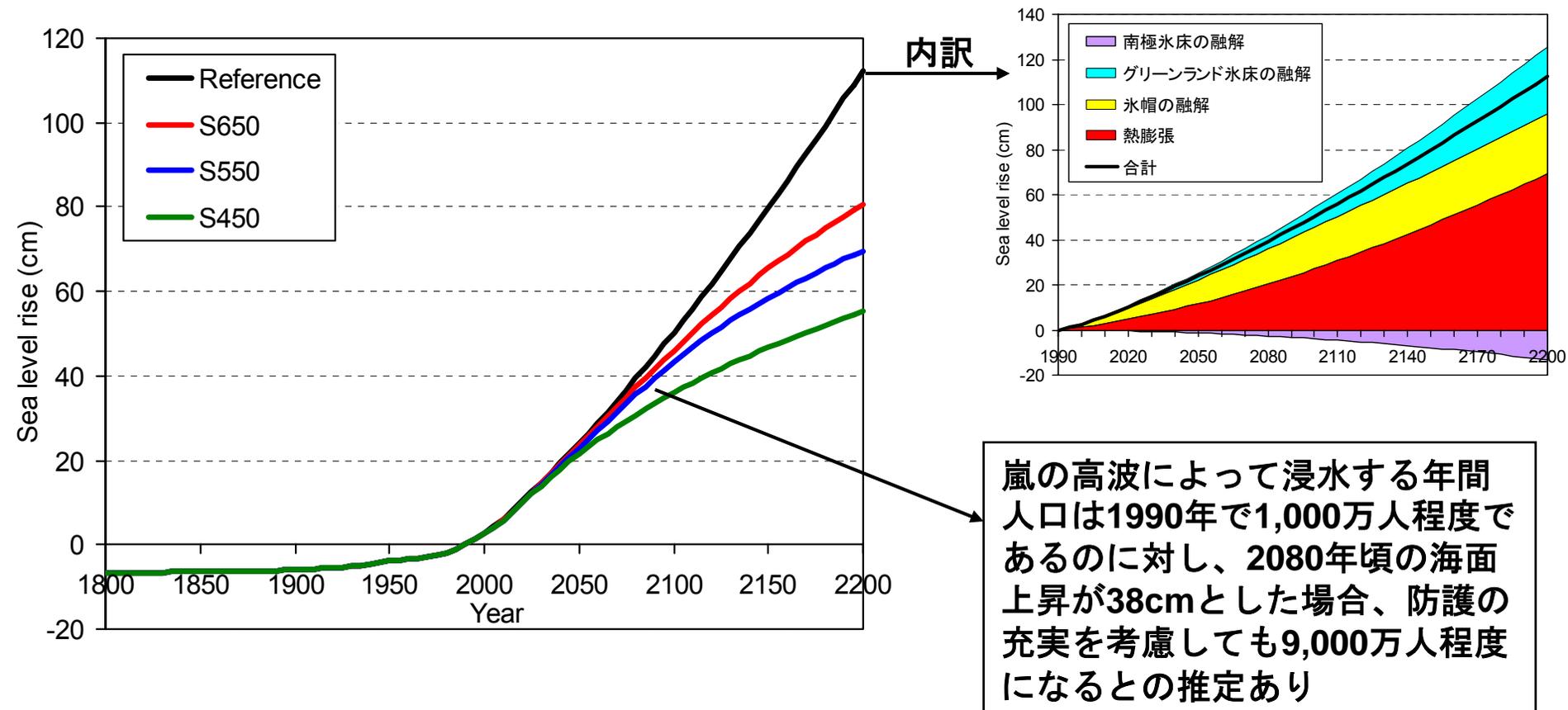
リファレンスケース；2100年



550 ppm安定化ケース；2100年

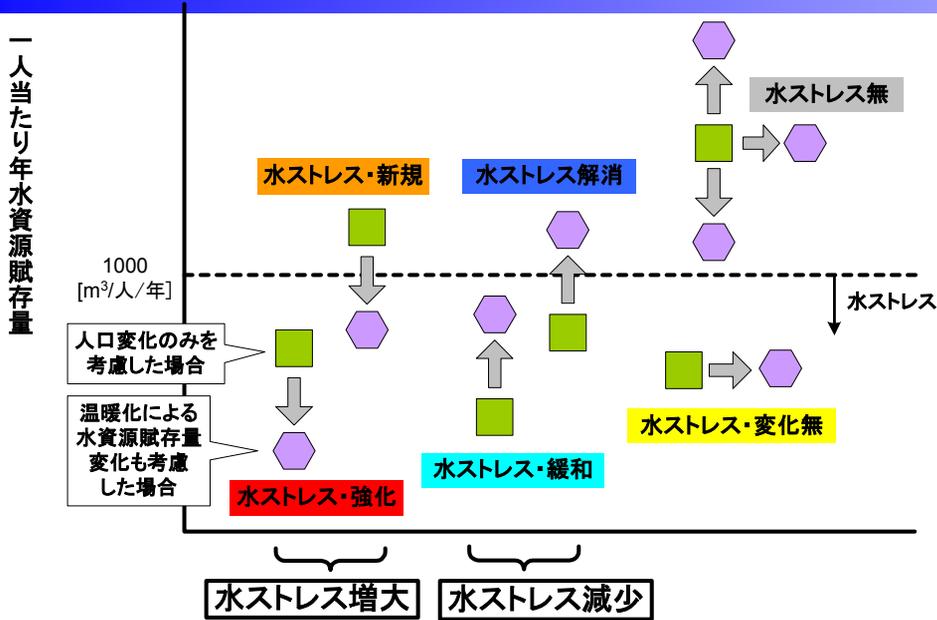
- ◆ 赤道近辺の海域で降水量の増大が大きい傾向にある。
- ◆ 排出シナリオによる降水量変化への影響はそれほど大きくないが、全体としてはリファレンスケースの方が降水量が大きくなる傾向にある。

濃度安定化レベル別の温暖化影響の評価 —海面上昇の評価—



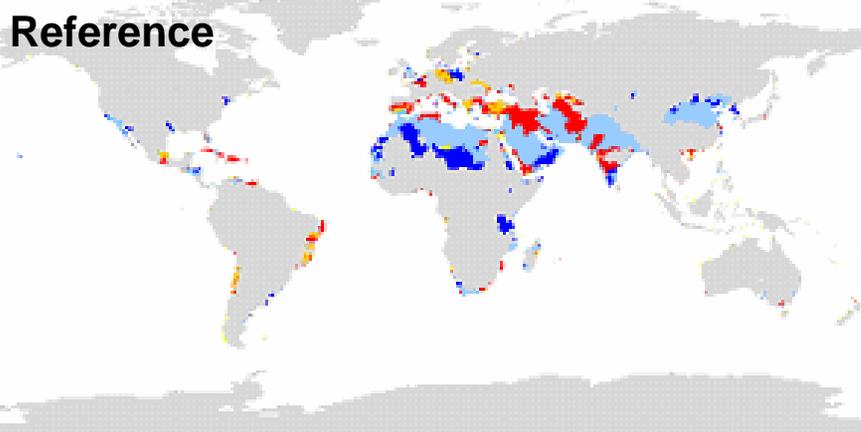
- ◆ 特段CO₂排出削減対策を行わないReferenceケースの場合、2200年には90年比で110cm程度の上昇、650ppm安定化時は80cm、450ppmでは55cm程度の上昇と推定される。
- ◆ ただし、濃度安定化しても、2200年以降も海面上昇は続く。

濃度安定化レベル別の温暖化影響の評価 —水資源への影響（1/2）—



- ◆ 水ストレスの評価においては、年間一人当たり水資源賦存量が1000 m³が一つの基準として利用されることが多いため、ここでもその基準で評価した。
- ◆ 温暖化によって、北アフリカや東アジア等の一部地域では降水量が増加するため、水ストレスが緩和される。
- ◆ ヨーロッパ、地中海沿岸～南アジア、南アメリカの一部地域では、逆に水ストレスが増加する。

Reference

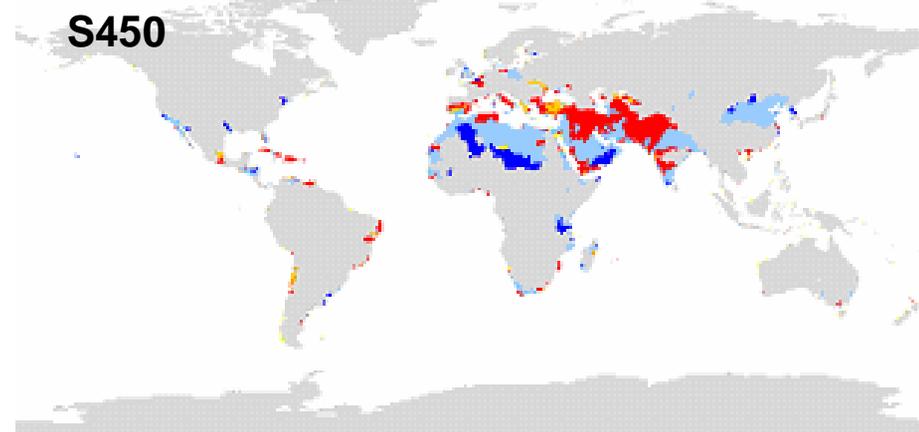


水ストレス強化 水ストレス新規 水ストレス変化無 水ストレス緩和 水ストレス解消

水ストレス増大

水ストレス減少

S450

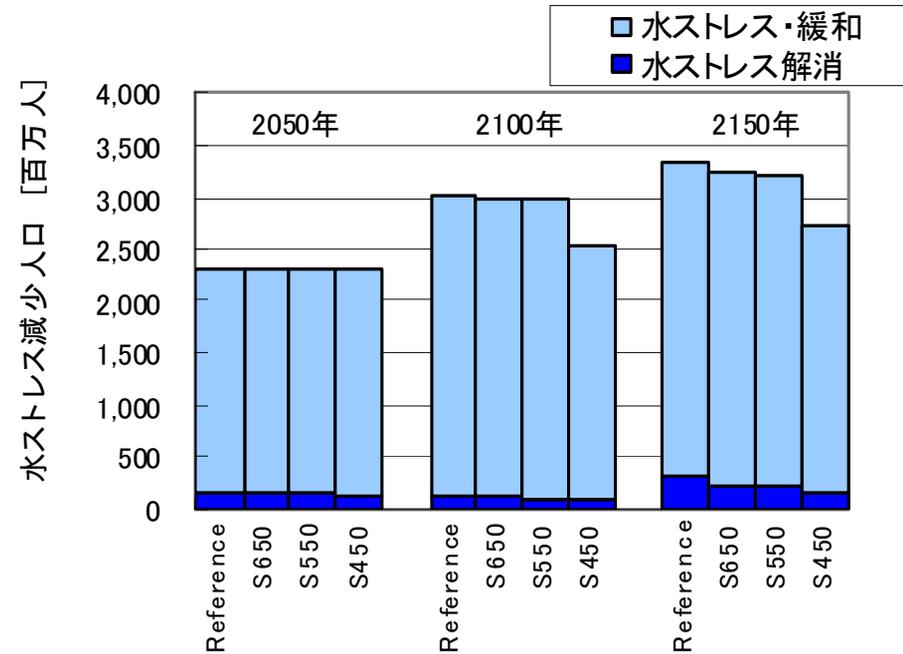
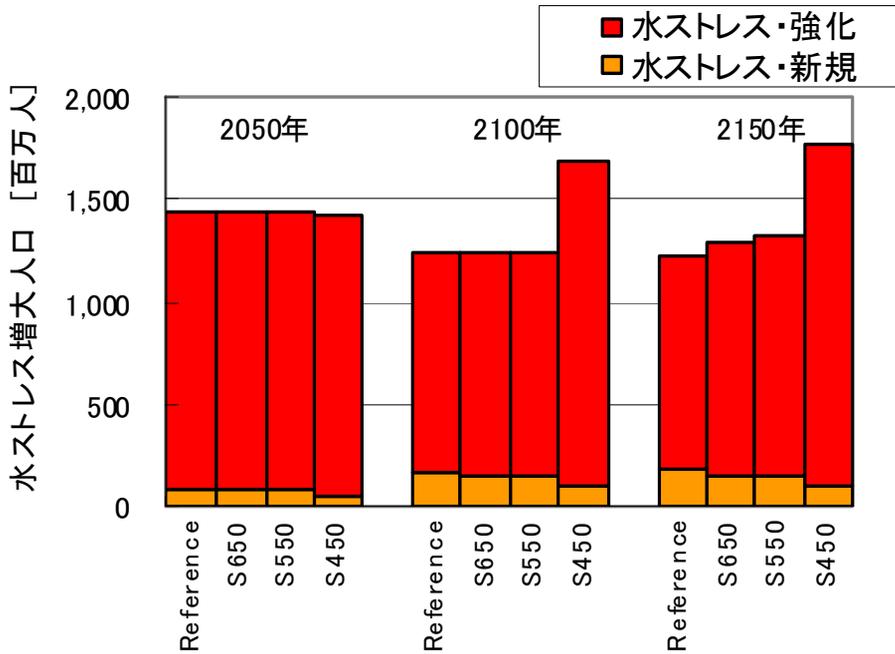


水ストレス強化 水ストレス新規 水ストレス変化無 水ストレス緩和 水ストレス解消

水ストレス増大

水ストレス減少

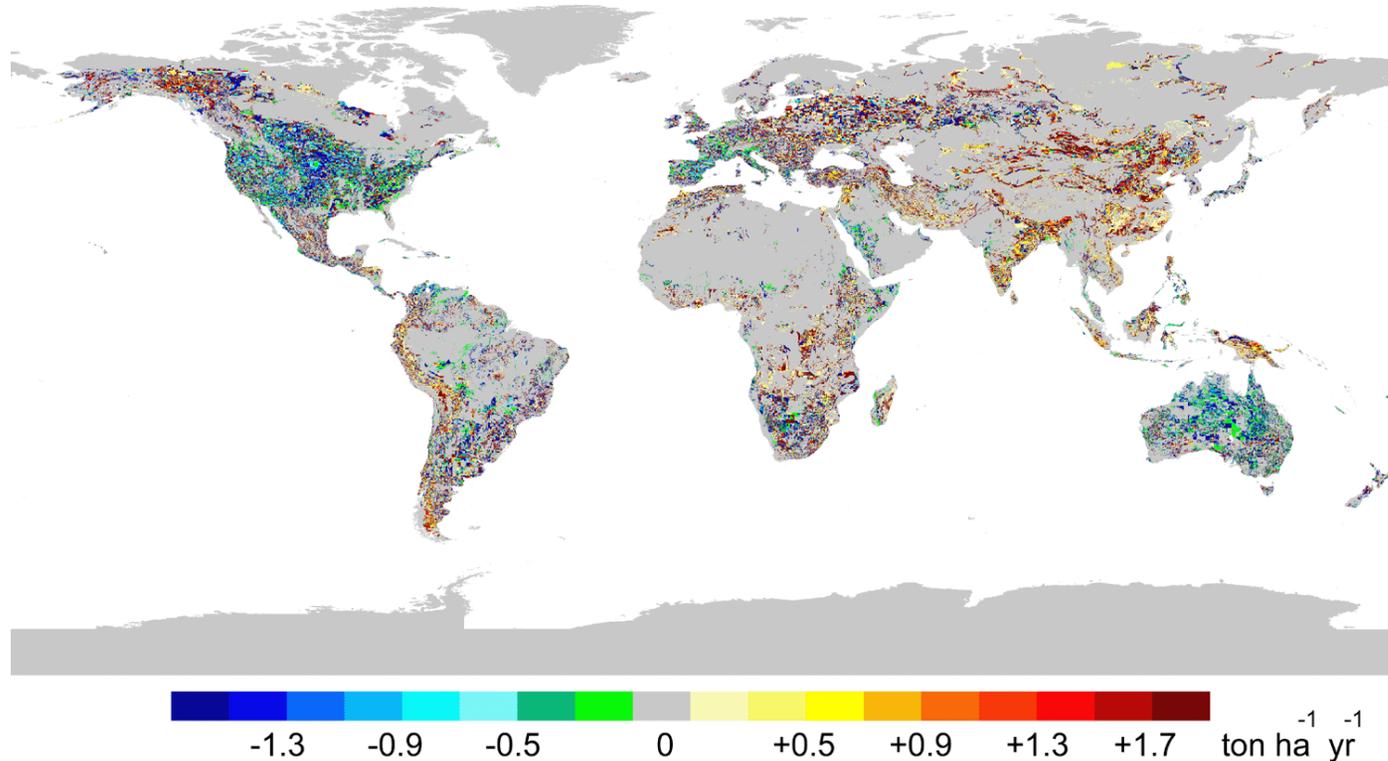
濃度安定化レベル別の温暖化影響の評価 —水資源への影響 (2/2) —



- ◆ 水資源量の面からは、温暖化した方が、降水量が増加するため、世界全体で見ると、水ストレスが緩和する傾向にはある。
- ◆ ただし、降水量が集中的に増加するなどの傾向も見られるため、一方で、水の管理を適切に実施しなければならないケースも多いものと考えられる。

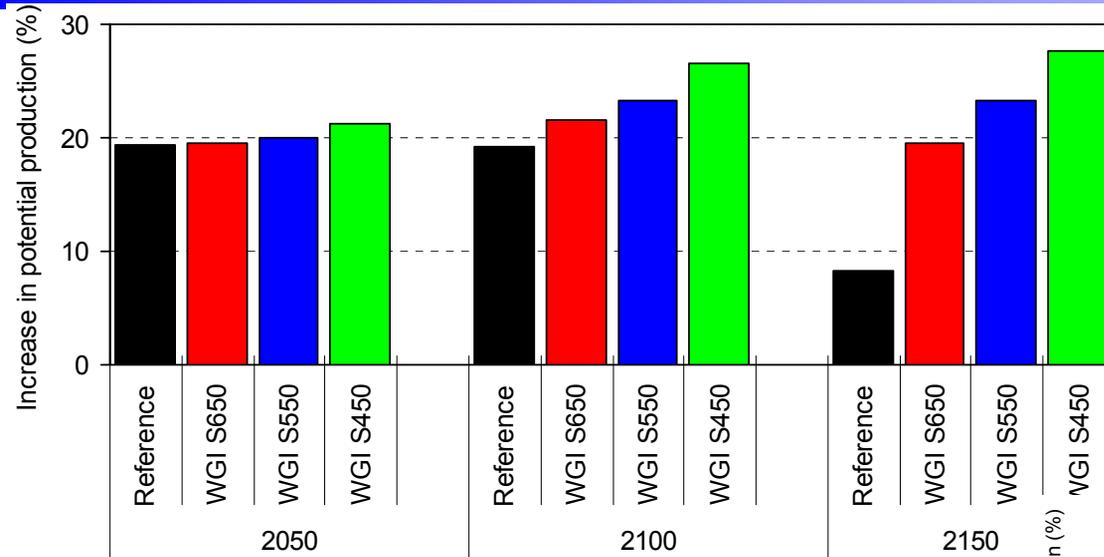
濃度安定化レベル別の温暖化影響の評価 — 農作物への影響 (1/3) —

小麦のリファレンスケースにおける 2150年の生産ポテンシャル変化 (1990年比)



- ◆ 今後、生産性の向上が期待できる途上国と、寒冷な地域で少し温暖化したことによってより小麦の生産に適する地域では増加が見込まれる。
- ◆ 米国、欧州、豪州などでは、生産ポテンシャルが減少すると見込まれる。

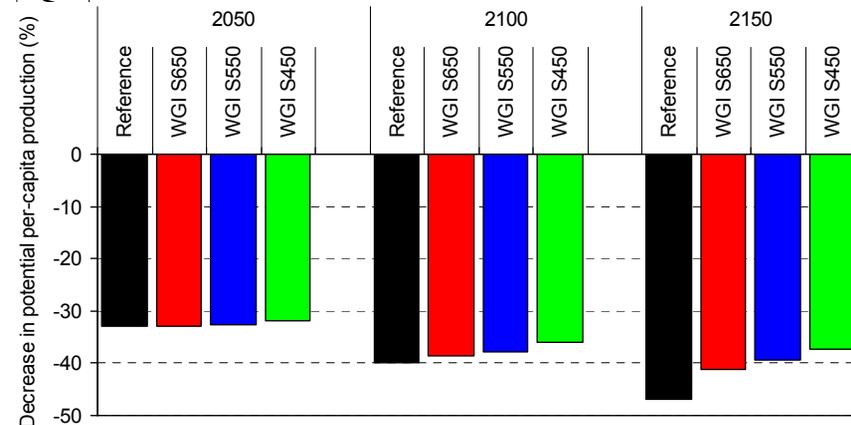
濃度安定化レベル別の温暖化影響の評価 — 農作物への影響 (2/3) —



小麦

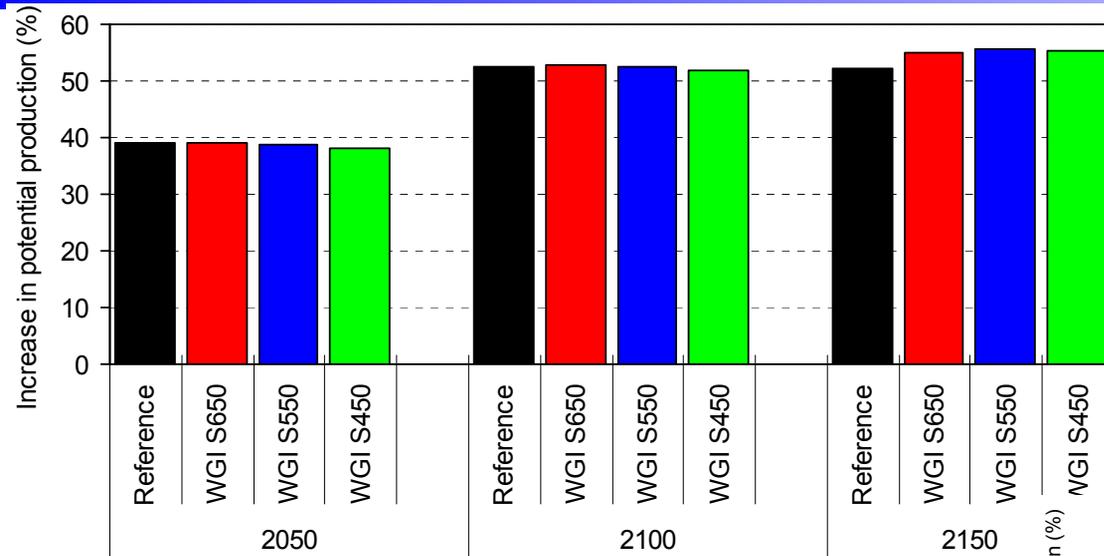
生産ポテンシャル変化 (1990年比)

一人当たり 生産ポテンシャル変化 (1990年比)



- ◆ 途上国を中心に生産性の向上は見込まれるので、どのシナリオにおいても、小麦の生産ポテンシャルの向上は見られる。ただし、リファレンスシナリオでは2150年になると、濃度安定化シナリオに比べて、大幅に生産ポテンシャルは減少する。
- ◆ 人口の増大のため、生産ポテンシャルは増加しても、いずれのシナリオでも一人当たりの生産ポテンシャルは現在よりも減少する。

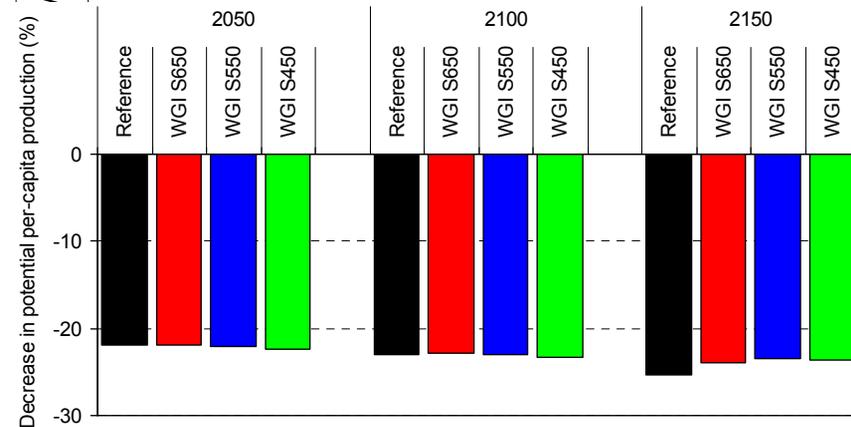
濃度安定化レベル別の温暖化影響の評価 — 農作物への影響 (3/3) —



米

生産ポテンシャル変化
(1990年比)

一人当たり
生産ポテンシャル変化
(1990年比)

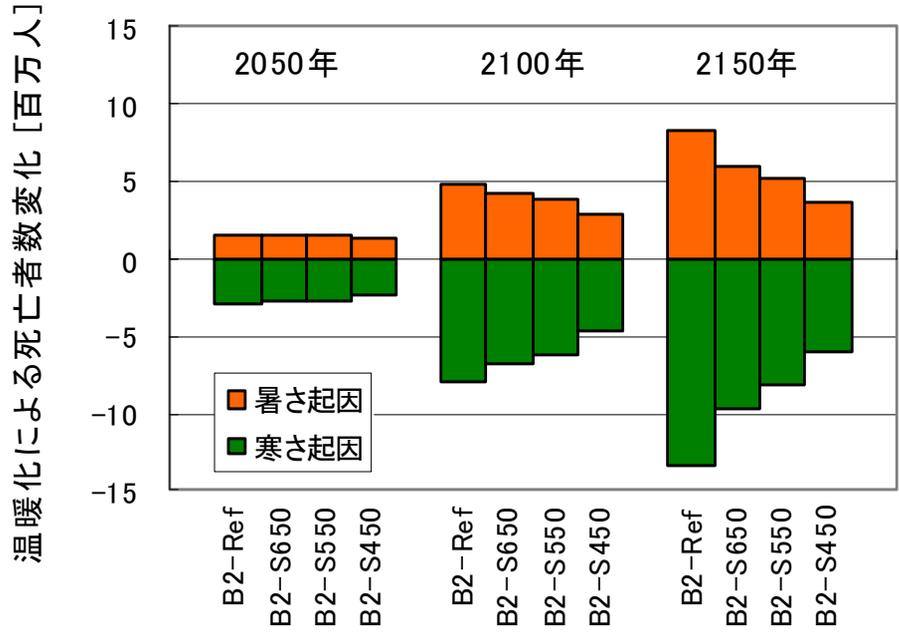


- ◆ 米は小麦よりも温暖な気候向きなため、リファレンスシナリオでも生産ポテンシャルの減少は比較的小さい。ただし、これは品種や作付時期の変更による適応を考慮しての結果であり、そのような適応策は必須である。
- ◆ 小麦同様、米においても、人口の増大のため、生産ポテンシャルは増加しても、いずれのシナリオでも一人当たりの生産ポテンシャルは現在よりも減少する。

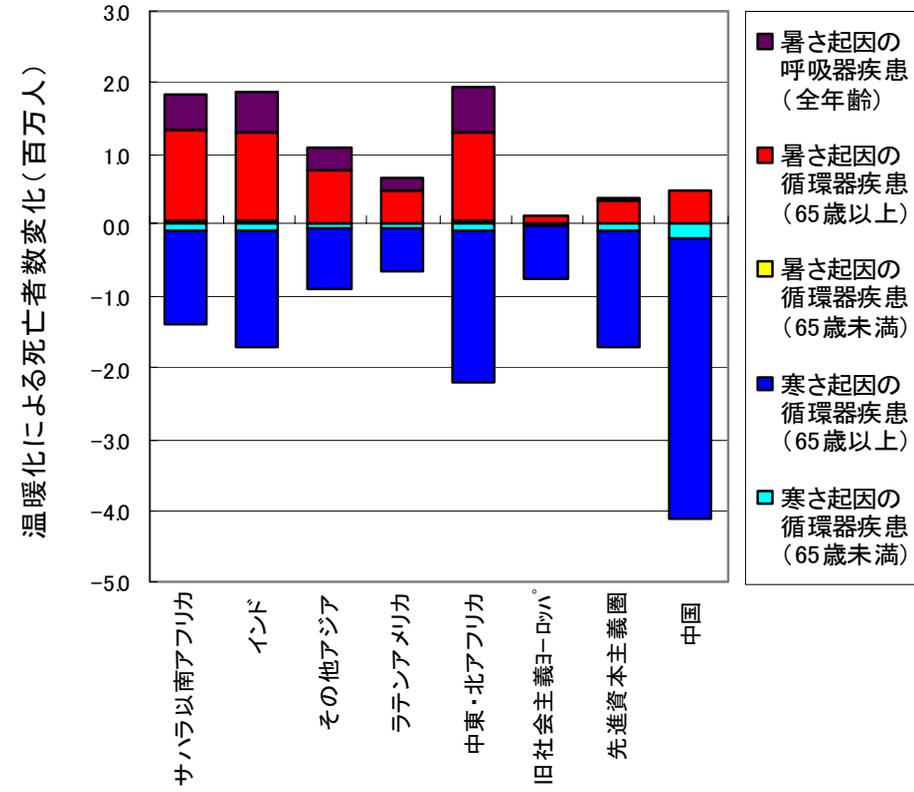
濃度安定化レベル別の温暖化影響の評価

—健康への影響（熱ストレス(循環器疾患、呼吸器疾患)）—

排出パス別（世界全体）



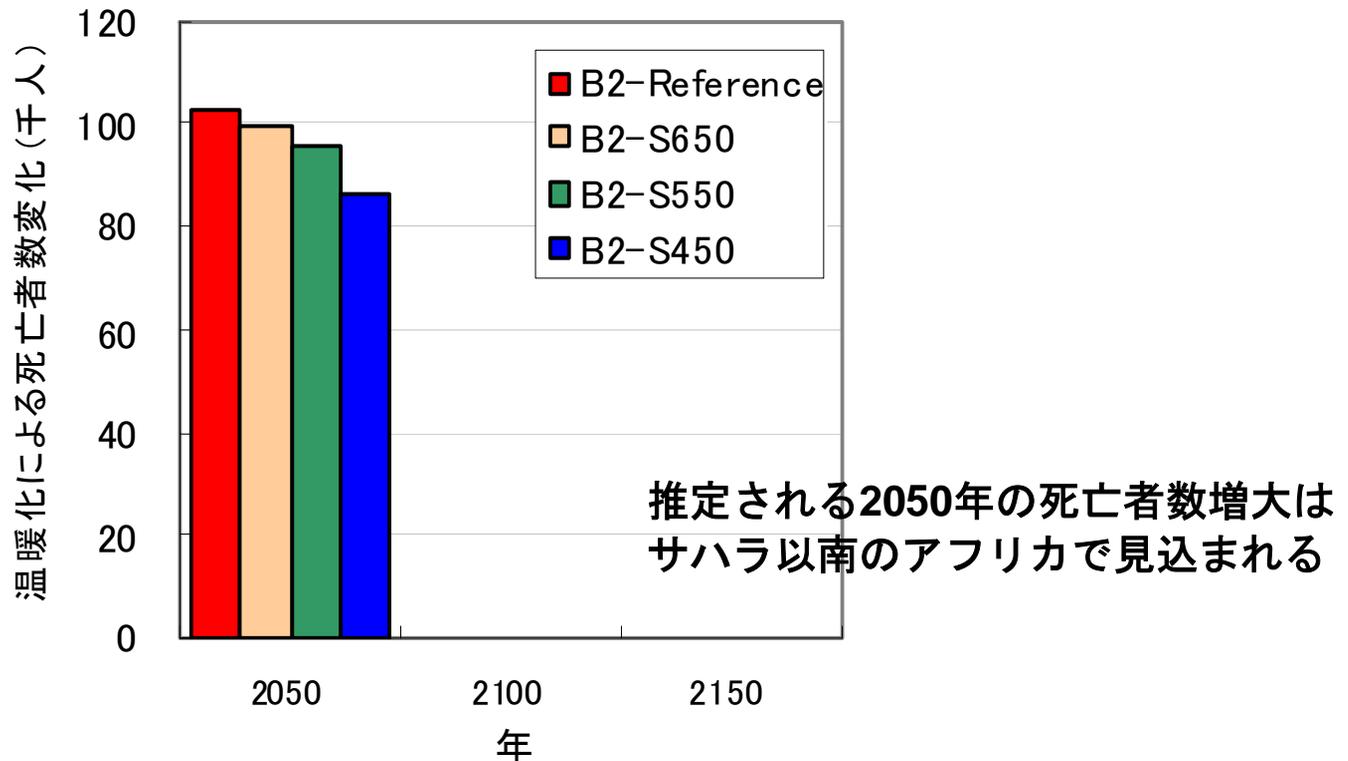
Referenceケースの2150年時点の内訳



- ◆ 暑さ起因による死亡者数増よりも、寒さ起因によって死亡者数が減少する方が大きいと見込まれる。
- ◆ リファレンスケースでは、地域別には特に中国での死亡者数の減少が見込まれる一方、サハラ以南のアフリカでは死亡者数が正味で増加すると見込まれる。

濃度安定化レベル別の温暖化影響の評価 —健康への影響（マラリア及びデング熱）—

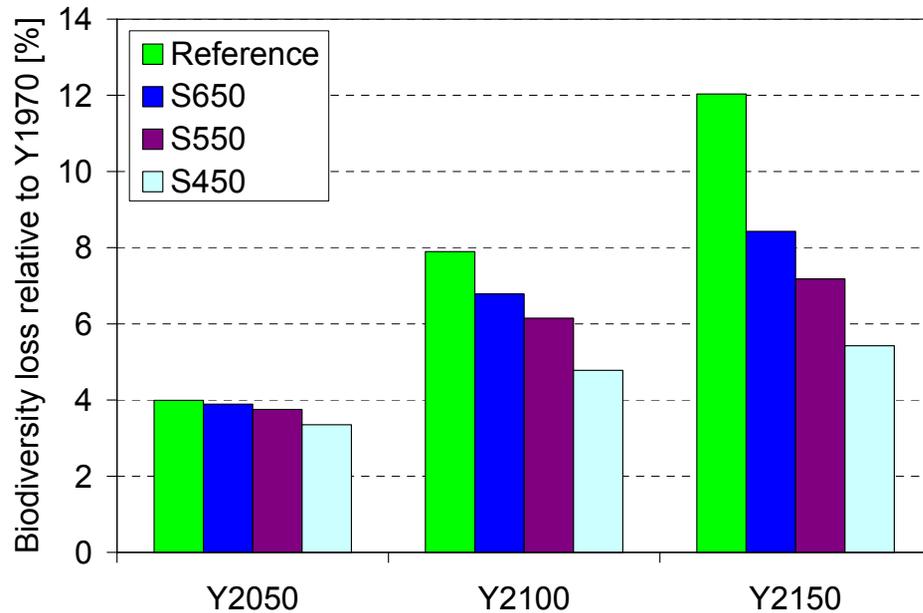
マラリアとデング熱の温暖化による死亡者数変化



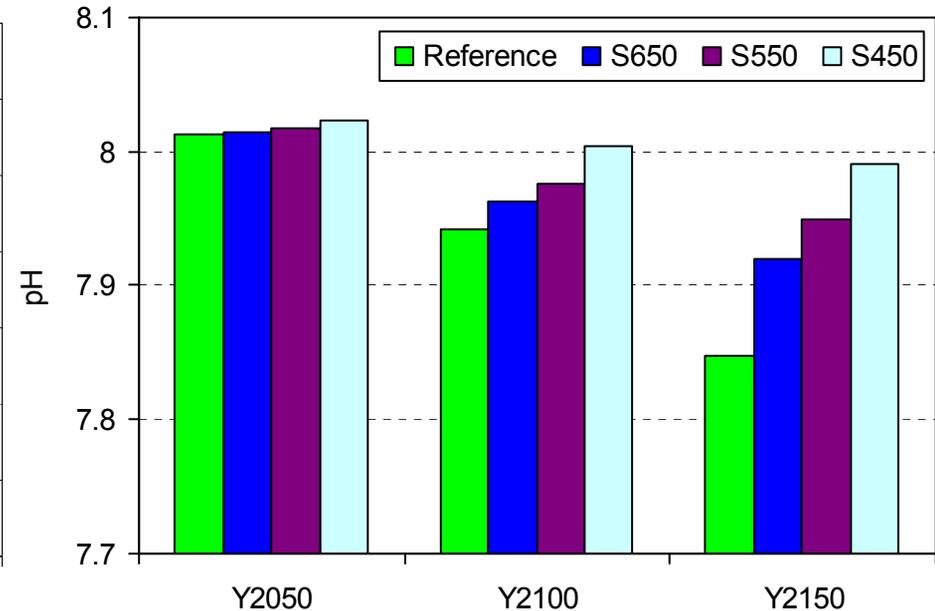
- ◆ 低い濃度レベルに安定化することによって、若干の死亡者数減少が見られる。
- ◆ しかし、温暖化以上に支配的なのは、経済成長の度合いであり、一人あたりGDPの成長に伴い、アジア地域などでは2050年以前に発生しなくなると見込まれ、また、サハラ以南のアフリカにおいても、いずれのシナリオであっても2100年頃には死亡者数の増大は見込まれない。

濃度安定化レベル別の温暖化影響の評価 —陸上生態系と海洋酸性化への影響—

陸上生態系：種の減少

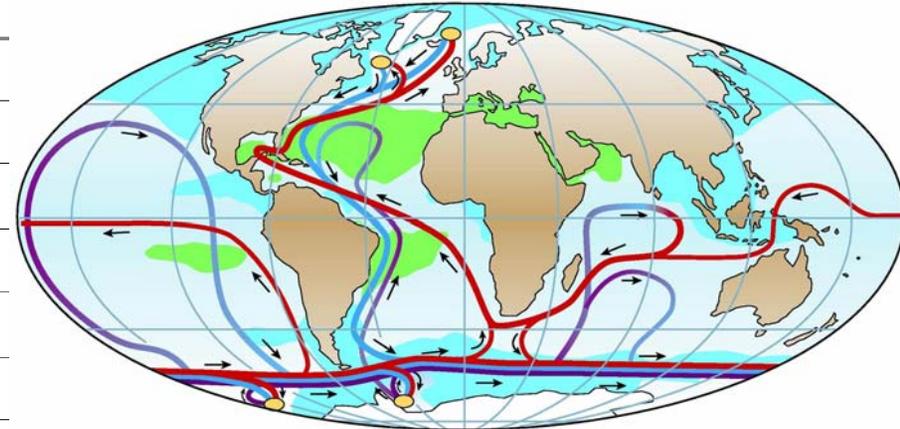
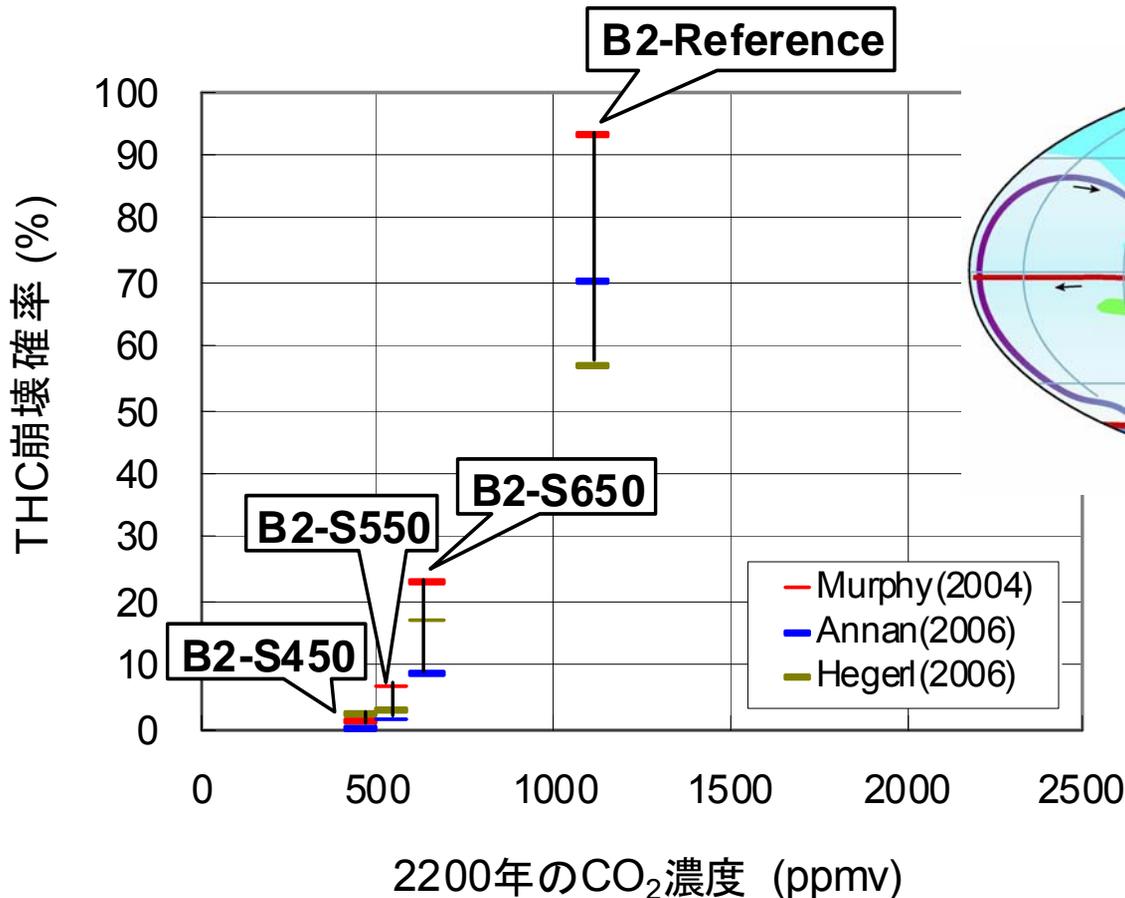


海洋酸性化



- ◆ リファレンスシナリオにおいては、2150年に温暖化起因で12%程度種が減少する恐れがある一方、450 ppmでは6%を下回ると見られる。なお、2050年における温暖化以外の要因による陸上生態系の種の減少は12%程度とされる。
- ◆ 大気中CO₂濃度が上昇すると、海洋の酸性化進む。2050年ではシナリオによってpHの変化にあまり大きな差異は見られないものの、2150年ではシナリオによってpHで0.2程度の差異が生じ得る。

濃度安定化レベル別の温暖化影響の評価 —熱塩大循環（THC）の崩壊確率の評価—



出典) S. Rahmstorf, *Nature*, 2002

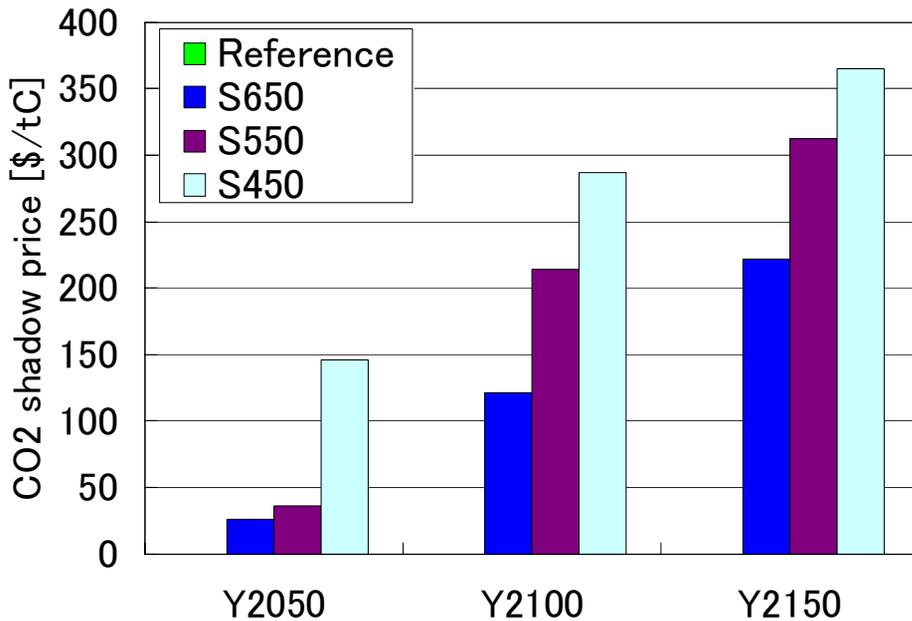
- ◆ 熱塩大循環（THC）が崩壊すると、海洋生態系などに予期できない大きな影響を与える恐れもあり
- ◆ 特段CO₂排出削減対策を行わないReferenceケースの場合、長期的（2200年以降）には60-90%程度の確率でTHCが崩壊する恐れあり。一方、650ppmに安定化すると10-20%、450ppmでは5%を下回ると推定される。

濃度安定化レベル別の温暖化影響の評価

—その他の影響—

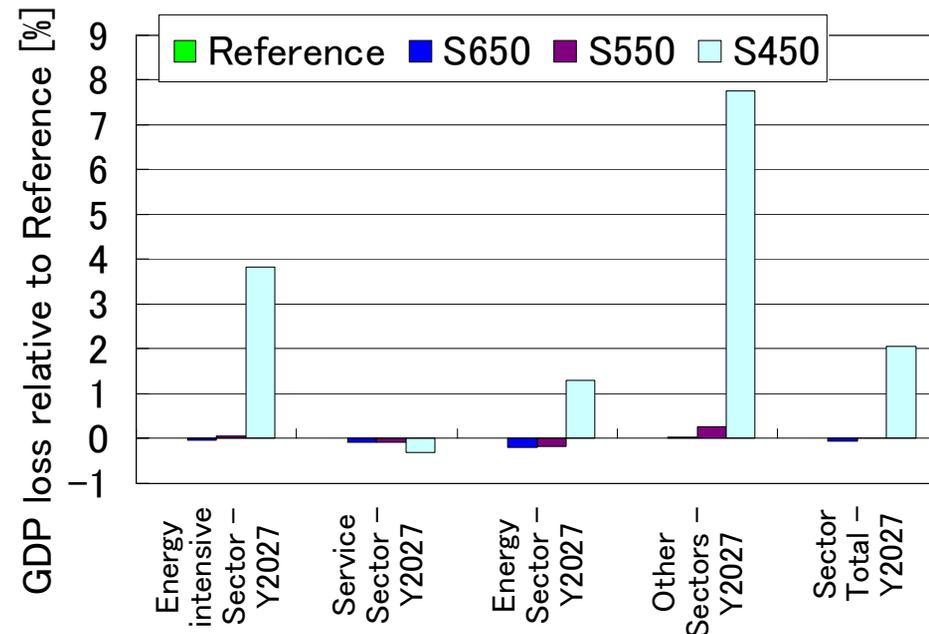
- ◆ 西部南極氷床（WAIS）の崩壊：WAISが崩壊すると、4～6 m程度の海面上昇となる恐れがあるが、少なくとも21世紀中に崩壊する可能性は小さい。
- ◆ 林業：CO₂濃度の増大、温暖化によって森林ポテンシャルは増大する可能性があるものの、森林火災、病害虫の増大によって、それを減じる可能性有り
- ◆ 漁業：プランクトン生息域が変化／減少し、漁場の大幅な変化を引き起こす可能性有り
- ◆ 熱帯低気圧：頻度は減少する可能性もあるものの、強い規模の熱帯低気圧が発生しやすくなる可能性大

濃度安定化レベル別の温暖化緩和策の評価 (1/2)



DEARSモデルによって推定された 2027年の部門別の付加価値損失

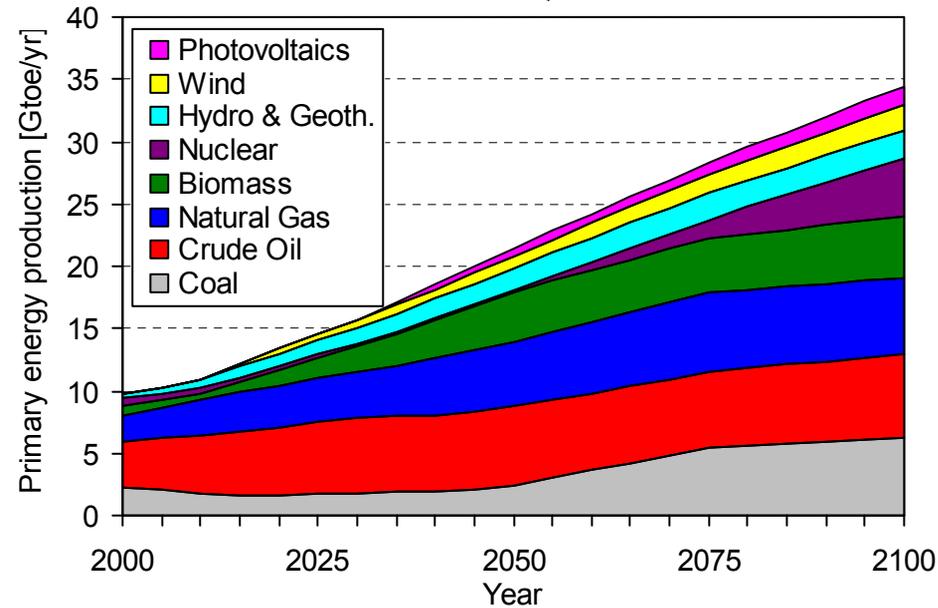
DNE21モデルによって推定された 世界のCO2排出削減限界費用 (世界の限界削減費用が均等化する理想的なケース を想定)



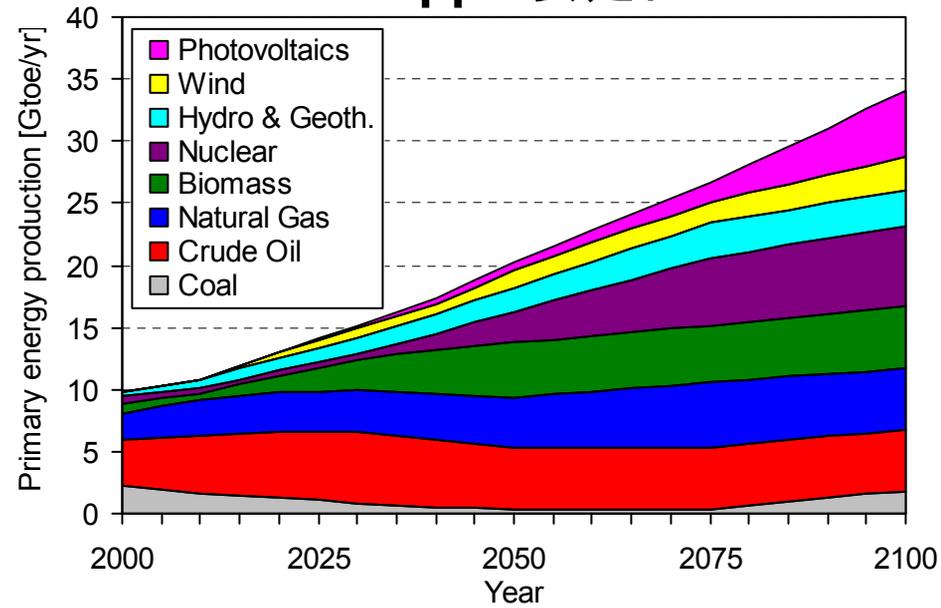
- ◆ 限界削減費用は2050年では特に450 ppm安定化ケースで他のシナリオとの差異が大きい。
- ◆ 部門を詳細に分割したDEARSモデルによる評価では、450 ppm安定化ケースで急激に付加価値損失が大きくなる傾向が見られる。

濃度安定化レベル別の温暖化緩和策の評価 (2/2)

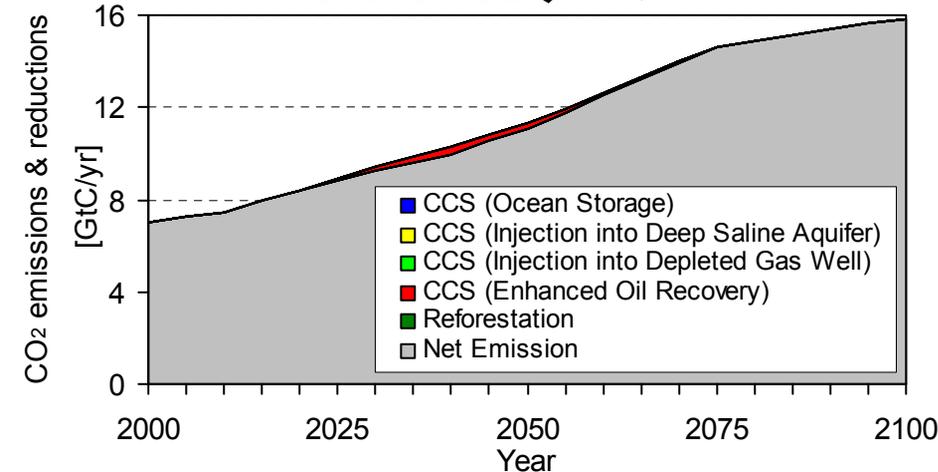
Referenceケース



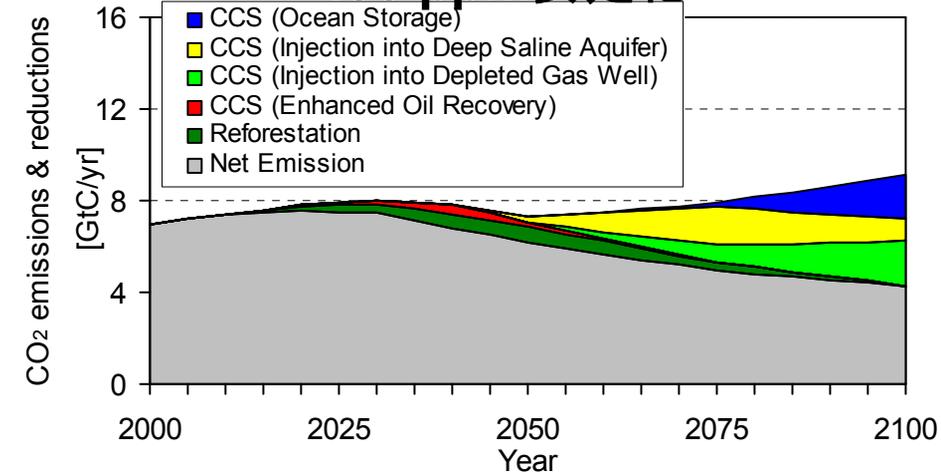
450 ppm安定化



Referenceケース



450 ppm安定化



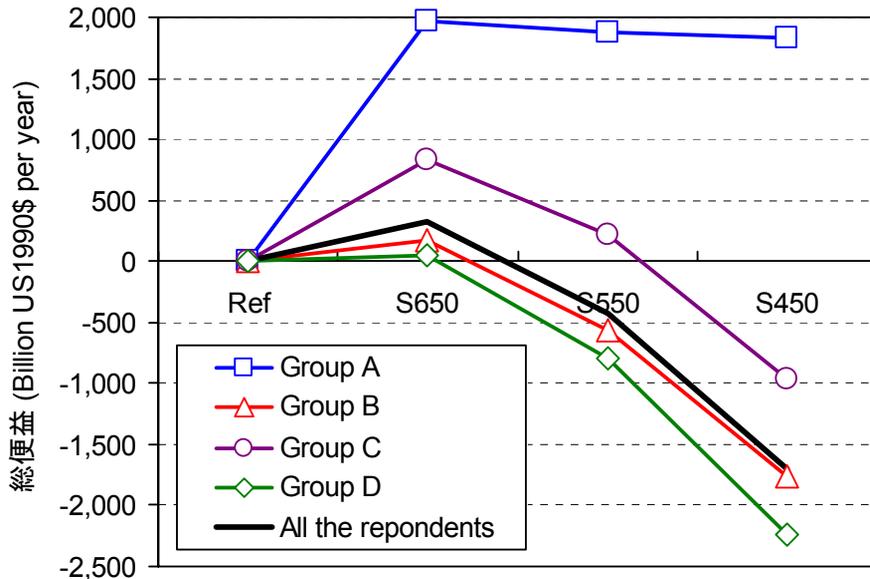
◆ 超長期（～2150年）の緩和策評価：DNE21モデル

- トップダウン型経済モジュール（非エネルギー1部門のみ）とボトムアップ型エネルギーシステムモジュールの統合モデル
- 動的非線形最適化モデル（世界全体の消費効用最大化）
- モデル対象期間：～2150年
- 世界地域分割：10地域分割

◆ 中期（～2050年）の緩和策評価：DEARSモデル

- トップダウン型経済モジュールとボトムアップ型エネルギーシステムモジュールの統合モデル
- 動的非線形最適化モデル（世界全体の消費効用最大化）
- モデル対象期間：21世紀中頃まで（最適化時点間隔：10年）
- 世界地域分割：18地域分割
- 非エネルギー産業分類：18産業分類
- エネルギー産業分類：一次エネルギー7種、二次エネルギー4種
- GTAPモデル・データベースに基づく産業連関構造を明示した経済モジュール
- DNE21モデルに基づく簡略化したエネルギーシステムモジュール

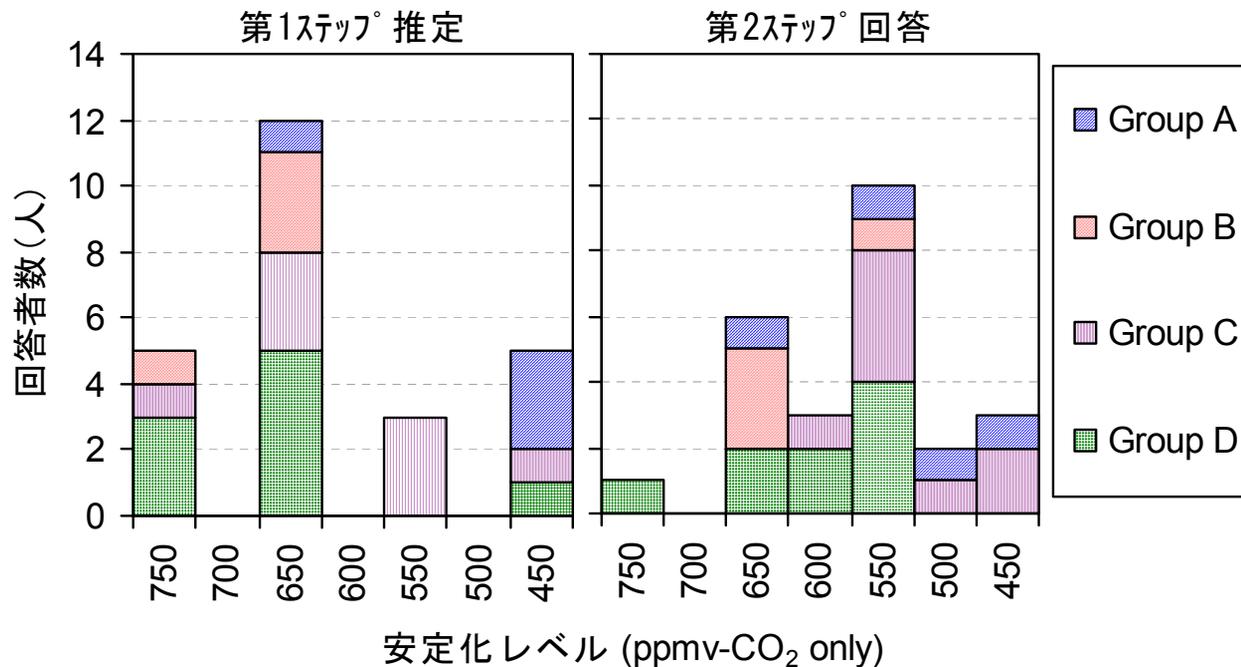
専門家による価値判断



第1段階 (CBA的簡易評価による推定結果) ほとんどの専門家グループで**650 ppmv(CO₂only)**程度を望ましい濃度安定化レベルと見なしていると推定された。

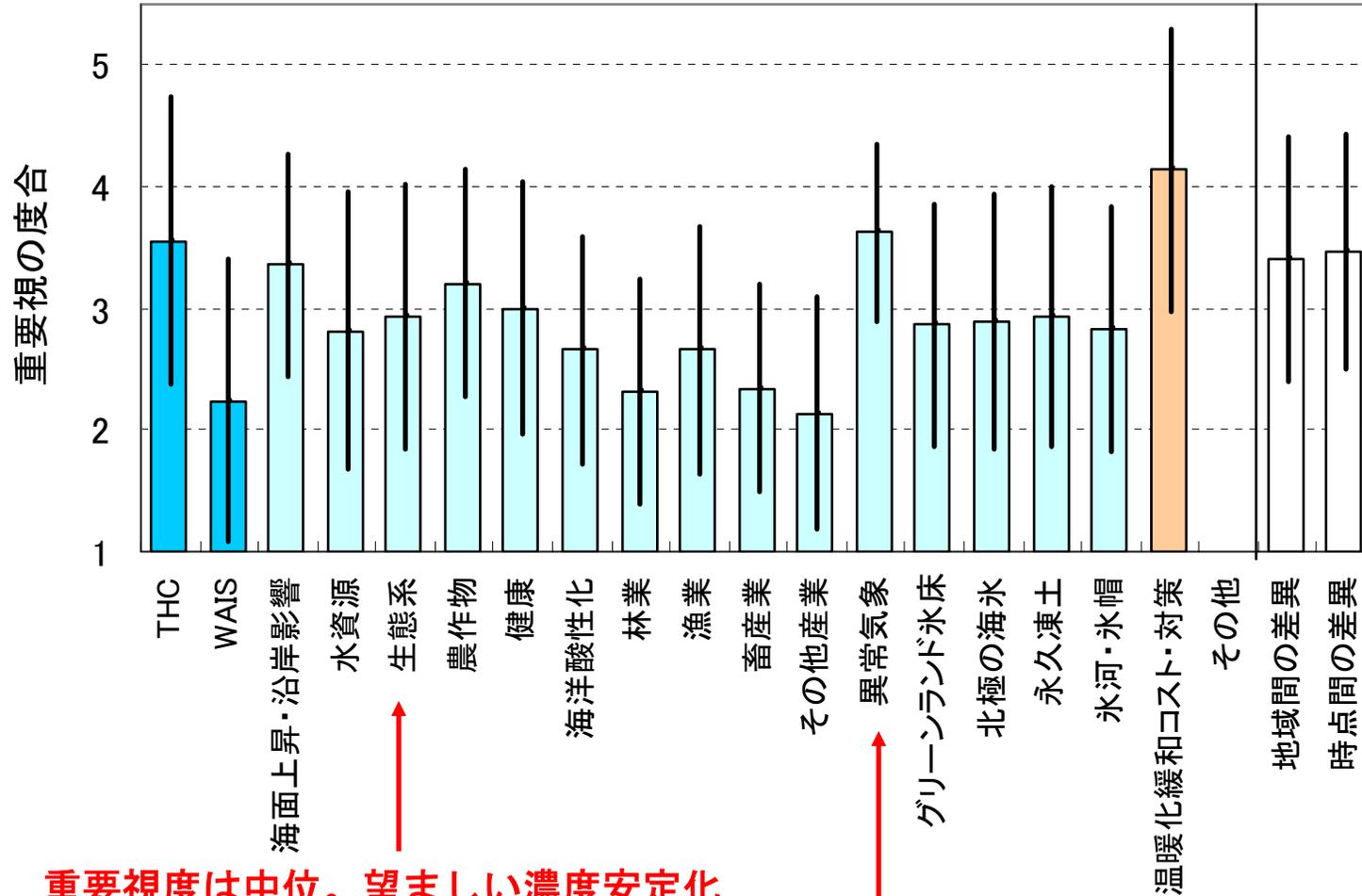
第2段階の結果

5つの影響事象以外の影響、および時点毎の影響や地域間の差異等を含めた最終的な (第2段階の) 判断では、**550 ppmv(CO₂only)**程度を望ましいと考えた回答者が多い結果となった。



専門家が重要と考えた項目と 望ましい濃度安定化レベルに寄与した項目

項目別の重要視度



重要視度は中位。望ましい濃度安定化
レベルとは有意な相関あり

多くが重要と考えたが、望ましい濃度安定化レベルとの相関は無し

最近の気候変動に関する科学的評価

Stern Review (2006年10月、英国)

今すぐに大幅な削減を！

- ◆ 対応策を講じなかった場合の費用は、GDP比5%強～20%
- ◆ 450～550 ppmvCO₂eq. では、気候変動の最悪の影響はかなり減少
- ◆ 500～550 ppmvCO₂eq.に抑えるための費用は世界の年間GDPの1%程度。何もしなかった場合のリスクに比べればずっと低い費用
- ◆ 早期に断固とした対応策をとることによるメリットは、対応しなかった場合の経済的費用をはるかに上回る

IPCC第4次評価報告書 (2007年2～4月政策決定者向け要約公表)

- ◆ 濃度上昇は人為起源
- ◆ 気温上昇は考えられてきた以上に進行しそう
- ◆ 温暖化影響は現前化
- ◆ 考えられてきた以上に様々な温暖化影響
- ◆ 部門別、費用別の削減ポテンシャルを提示
- ◆ CO₂単独濃度で350～790 ppmv (445～1130 ppmvCO₂eq.) の安定化シナリオ提示

温暖化は深刻。削減の道はある。しかし温暖化影響と対策費用からの望ましい方策は政治的な問題

Stern Review

- ◆ 英国財務相の委託によって、N. Stern 卿らが「気候変動の経済学」（通称：Stern Review）をまとめ、2006年10月に公表された。

<主要な結論>

- ◆ 対応策を講じなかった場合の費用は、GDP比5%強～20%
- ◆ 450～550 ppmvCO₂eq.のレベルに抑えられれば、気候変動がもたらす最悪の影響はかなり減少
- ◆ 500～550 ppmvCO₂eq.に抑えるための費用は世界の年間GDPの1%程度と推定され、何もしなかった場合のリスクに比べればずっと低い費用で達成が可能
- ◆ 450 ppmvCO₂eq.に抑えるのは非常に困難で費用もかかりすぎる
- ◆ 早期に断固とした対応策をとることによるメリットは、対応しなかった場合の経済的費用をはるかに上回る

明確な濃度安定化目標の記載はないものの、暗に500～550 ppmv CO₂eq.濃度安定化を推奨しているものと解釈できる。（Stern ReviewではSO_xの冷却効果は考慮されていないので、冷却効果を考慮すると、450～500 ppmvCO₂eq.前後に相当し、EU方針とほぼ整合的）

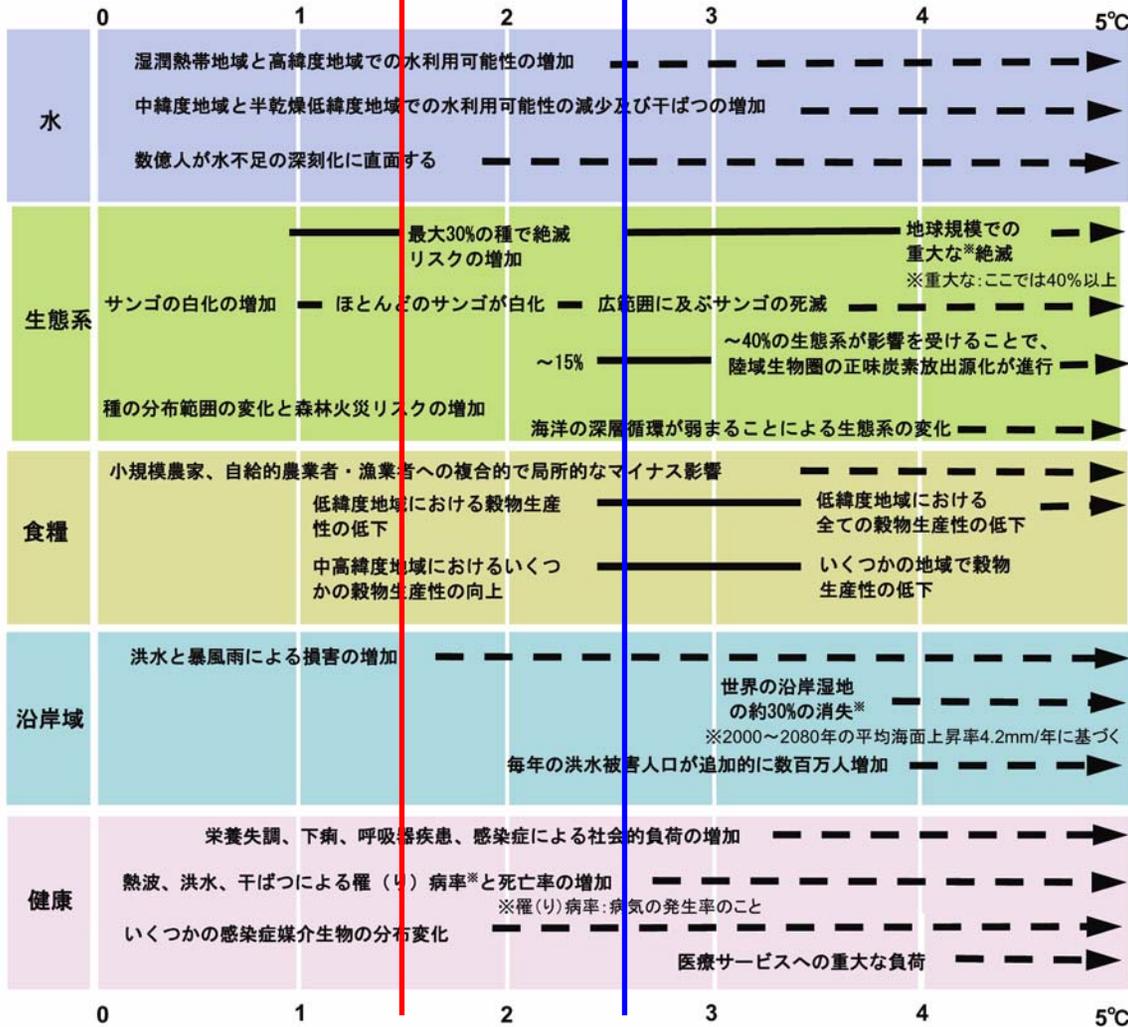
PHOENIXとStern Reviewの主要な差異

	Stern Review	PHOENIX
望ましい濃度安定化レベルを言及するためのアプローチ	温暖化緩和費用(GDP損失)と、緩和策を取らない場合の温暖化影響の被害額をそれぞれ算出。両者を比較し、望ましい濃度安定化レベルに言及。費用便益的に考えてはいるものの、実際には 費用便益分析にはなっていない 。	温暖化低減による便益とそのための費用を算出。専門家に影響項目間、緩和コストの重み付けをしてもらい、それを元に 費用便益分析 を実施。その結果を元にしつつ、現時点では定量化できない温暖化影響や世代間・地域間の衡平性なども考慮した上で、最終的に望ましいと考える濃度安定化レベルを専門家が決定。
評価において用いられたベースシナリオ	～2100年まで: IPCC SRES A2 2100–2200年:世界人口0.6% p.a.で増大(2100年:150億人、2200年:270億人) 《ただしA2は温暖化影響の評価のみに利用。 緩和コストはB2ベース 》	～2100年まで: IPCC SRES B2 (人口中位、一人当たり経済成長中位) 2100–2200年:世界人口0.06% p.a.で増大(2100年:100億人、2200年:110億人) 《 温暖化影響・緩和策評価ともに整合的に利用 》
温暖化影響の金銭換算	市場的影響として2200年GDP比5%、 非市場影響など様々な面を考慮すると20%。しかしその根拠は不透明	温暖化影響は項目毎にそれぞれの指標で算出。その上で、その情報を基に専門家が判断。その 導出プロセスは明瞭 。
温暖化緩和費用の見積もり	500–550 ppmv-CO₂eq.安定化は2050年まではGDP比1%未満 。ただし、450 ppmv-CO ₂ eq.安定化は費用がかかりすぎ、非現実的	550 ppmv(CO₂only)安定化はGDP比1%未満 。ただし、 450 ppmv (CO₂ only)はGDP比10%以上となる可能性有り 。それを回避するためには、2030年頃までに運輸部門における革新的なCO ₂ 排出削減技術の導入が不可欠

IPCC第4次評価報告書 WG2

EU 2°C目標
(90年比1.5°C)

550 ppmv CO₂ only



1980-1999年に対する世界年平均気温の変化

- ◆ 温暖化の影響は多くの観測において有意に現れている。
- ◆ 全球平均気温が90年比で約2～3°C以上の場合、すべての地域で正味の便益が減少する可能性が非常に高い。
【産業革命以前比では約2.5～3.5°C。また、対策費用は含まれないことに注意の要】
- ◆ 約1～3°Cの海面温度の上昇によって、サンゴが適応しなければ、白化や広範な死滅が頻発すると予測される。

IPCC第4次評価報告書とPHOENIX

	CO2濃度 (ppm)	等価CO2濃度(ppm CO2eq.)	産業革命以降の気温上昇幅(°C)	2050年のCO2削減率(00年比%)	2050年削減費用(対GDP比%)	温暖化影響損失(対GDP比%)	
EU提案 スターン・レビュー? 政府提案	I	350-400	2.0-2.4	-85~-50	+5.5未満	地域により損失(+)/便益(-)混在	
	II	400-440	2.4-2.8	-60~-30			
PHOENIX	III	440-485	2.8-3.2	-30~+5	1.3 (-0~4)	すべての地域で+	
	IV	485-570	3.2-4.0	+10~+60	0.5 (-1~2)		
	V	570-660	710-855	4.0-4.9	+25~+85		—
	VI	660-790	855-1130	4.9-6.1	+90~+140		—

出典) IPCC WG2 & WG3 AR4, SPMより整理

注) 費用便益的には、削減費用と影響損失の和が最小になる濃度が望ましい

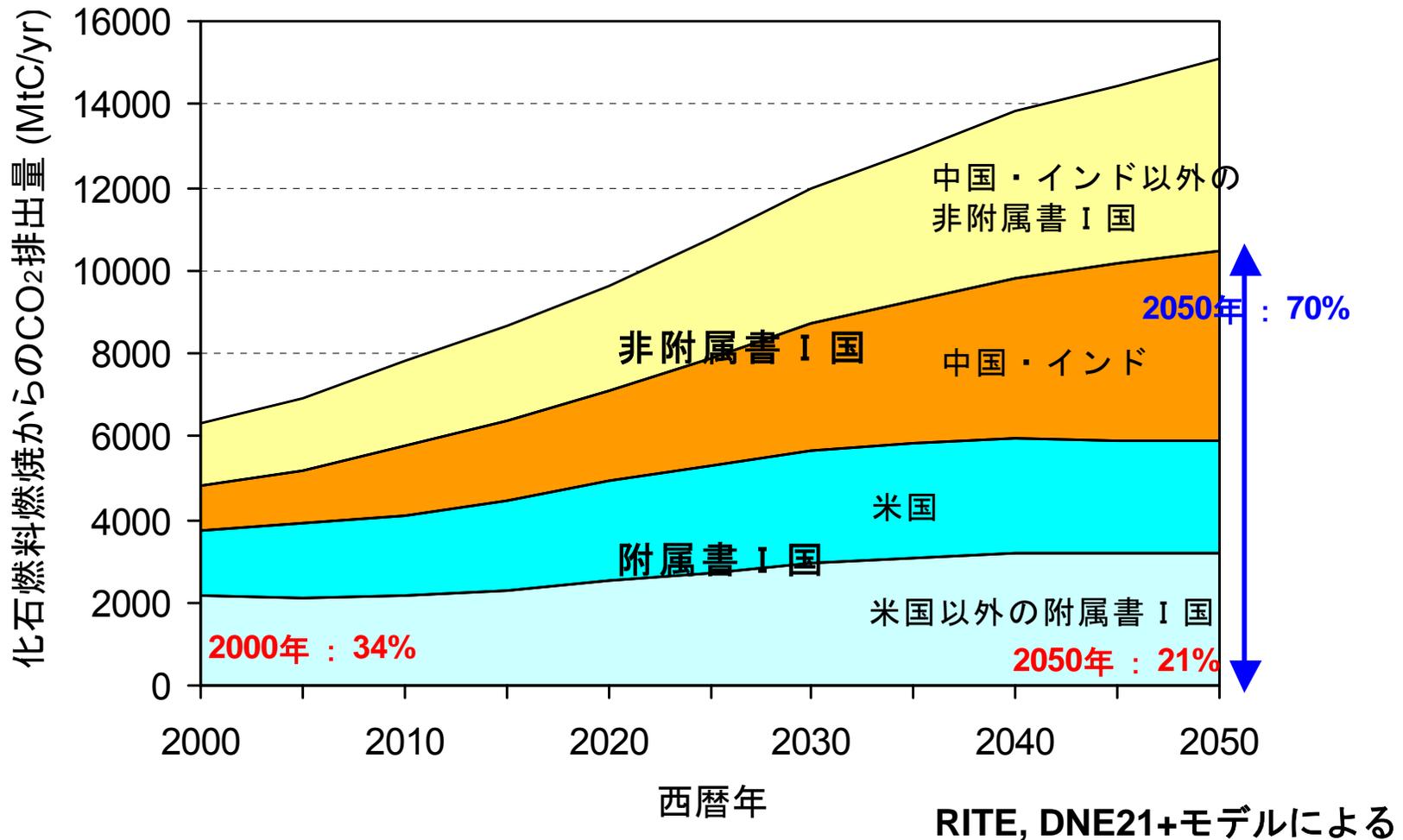
<参考: スターン 影響損失>
5~20% (8.6°C上昇時)

世界的に現実的に合意可能と考えられるCO₂濃度安定化レベルは？

先進国と途上国の削減分担

- ◆ 気候変動枠組条約の第3条原則において、「衡平の原則に基づき、かつ、それぞれ共通に有しているが差異のある責任及び各国の能力に従い、・・・」、「開発途上締約国及びこの条約によって過重または異常な負担を負うこととなる締約国（特に開発途上締約国）の個別のニーズ及び特別な事情について十分な考慮が払われるべきである。」とされている。
- ◆ 「差異のある責任」の具体的な中身は明確ではないものの、途上国への資金援助のみならず、実際の排出削減において、先進国はより厳しい削減を求められるはずである。
- ◆ そのため、先進国と途上国の削減分担という視点から、各濃度安定化レベルもしくは提案されている長期目標がどういう意味を持つのかを検討しておく必要がある。

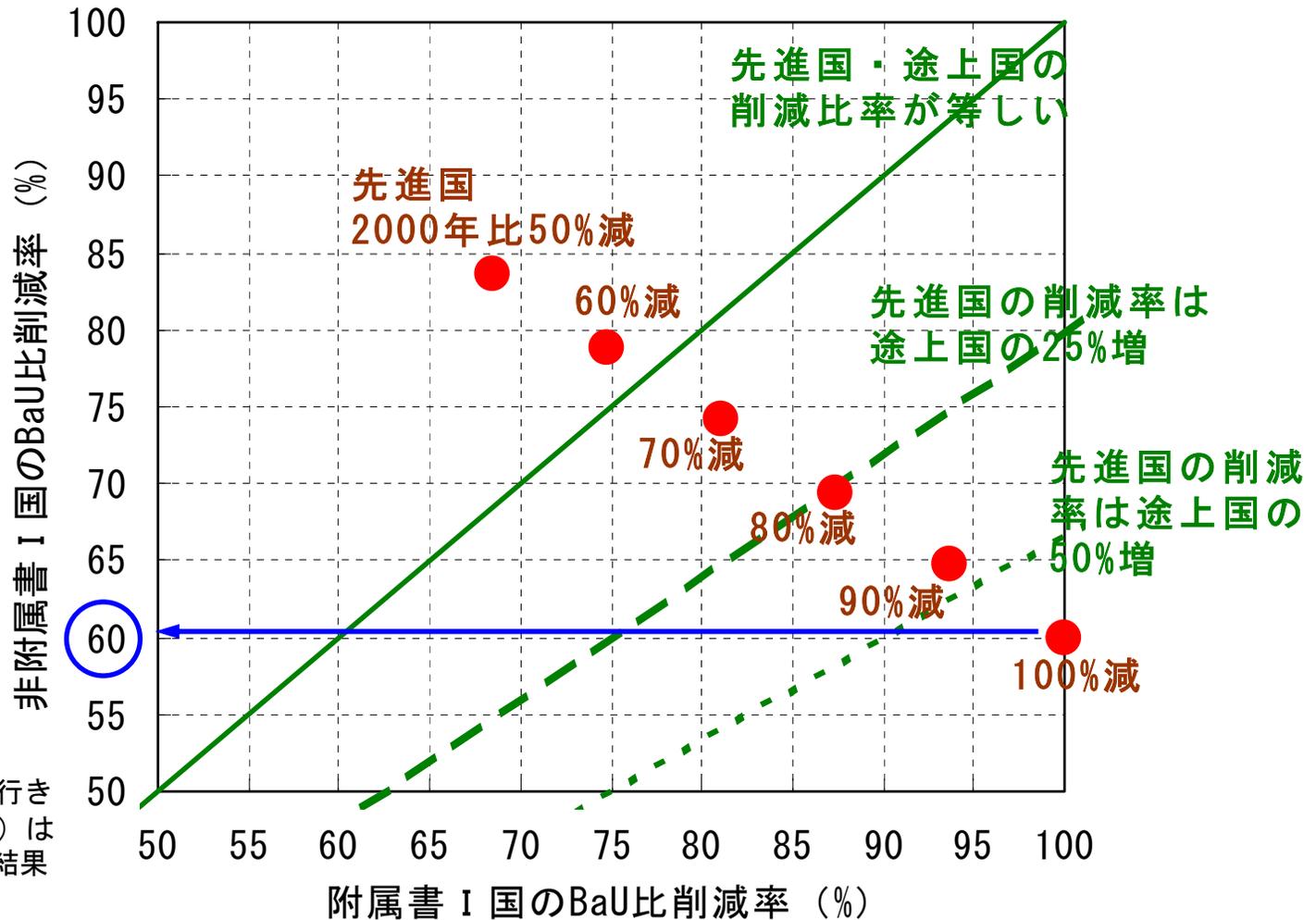
将来のCO2排出量の見通し



- 今後、特に途上国における排出量の大幅な増大が見込まれる。
- 少なくとも、米・中・印が実質的に加わった削減枠組みが必要であり、途上国の参加も促せるような目標レベルを考える必要有り

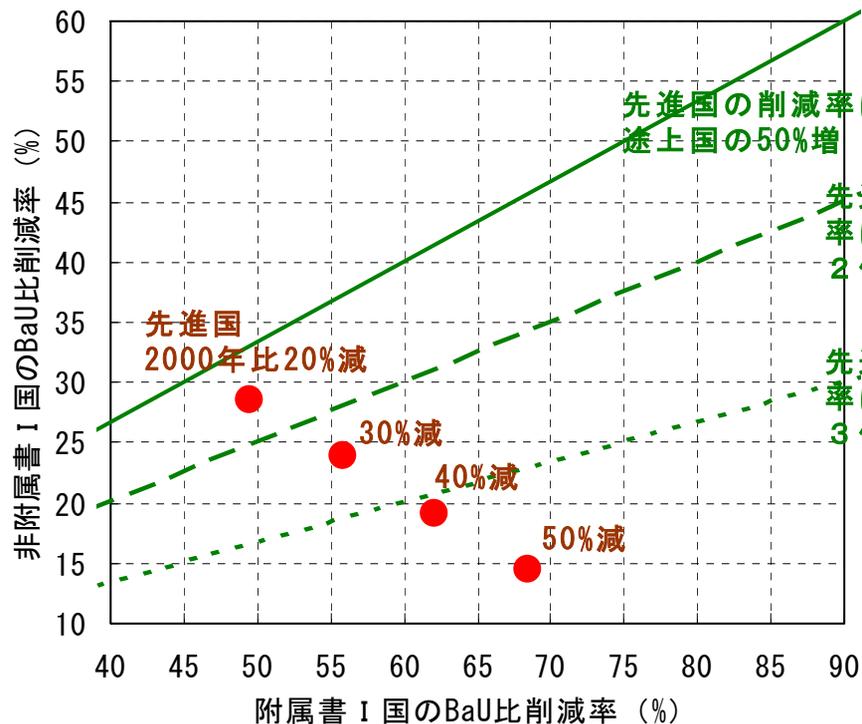
世界の排出量2050年半減の意味

エネルギー起源CO2排出量での分析

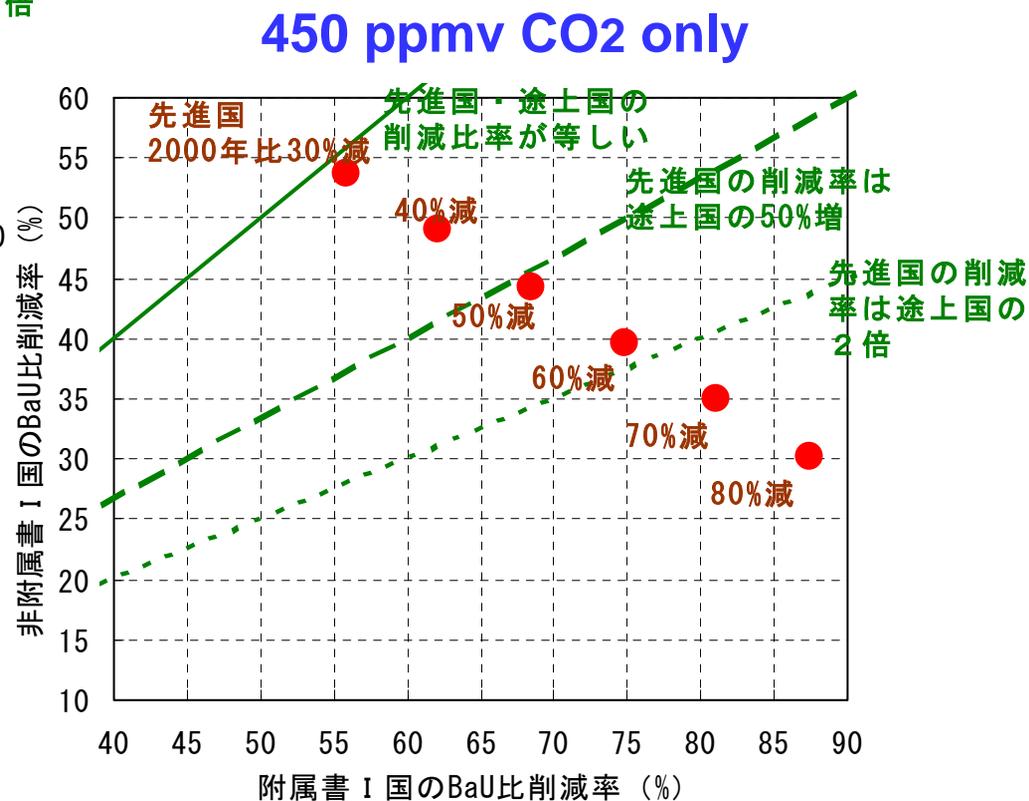


- ◆ この目標では、途上国を含めた合意がかなり難しいと見られる。

各安定化濃度レベル時の先進国・途上国の削減率



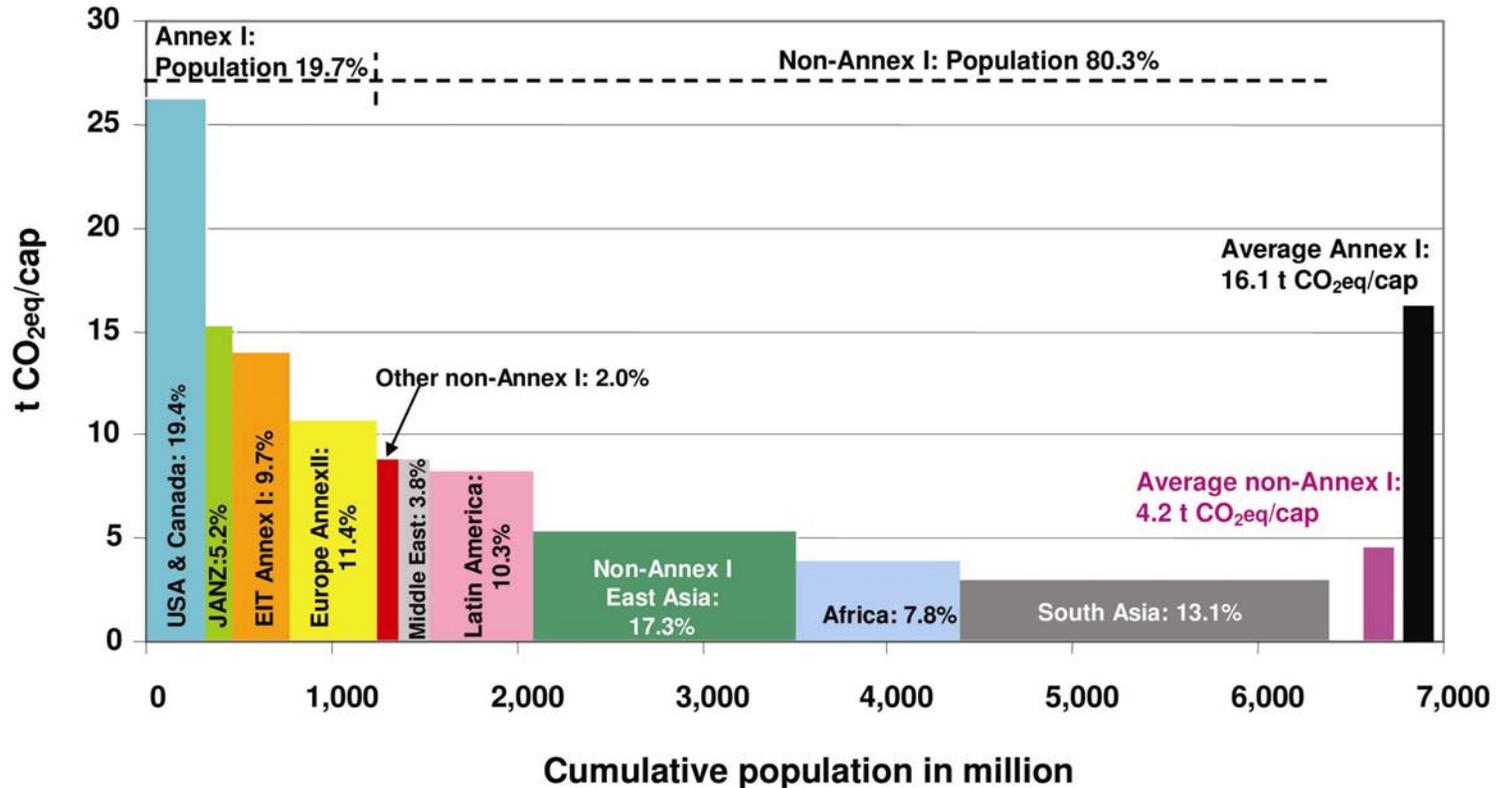
550 ppmv CO₂ only



450 ppmv CO₂ only

◆ このレベルであれば、途上国を含めた合意の可能性も見出し得る。

地域別の一人当たりGHG排出量（2004年）

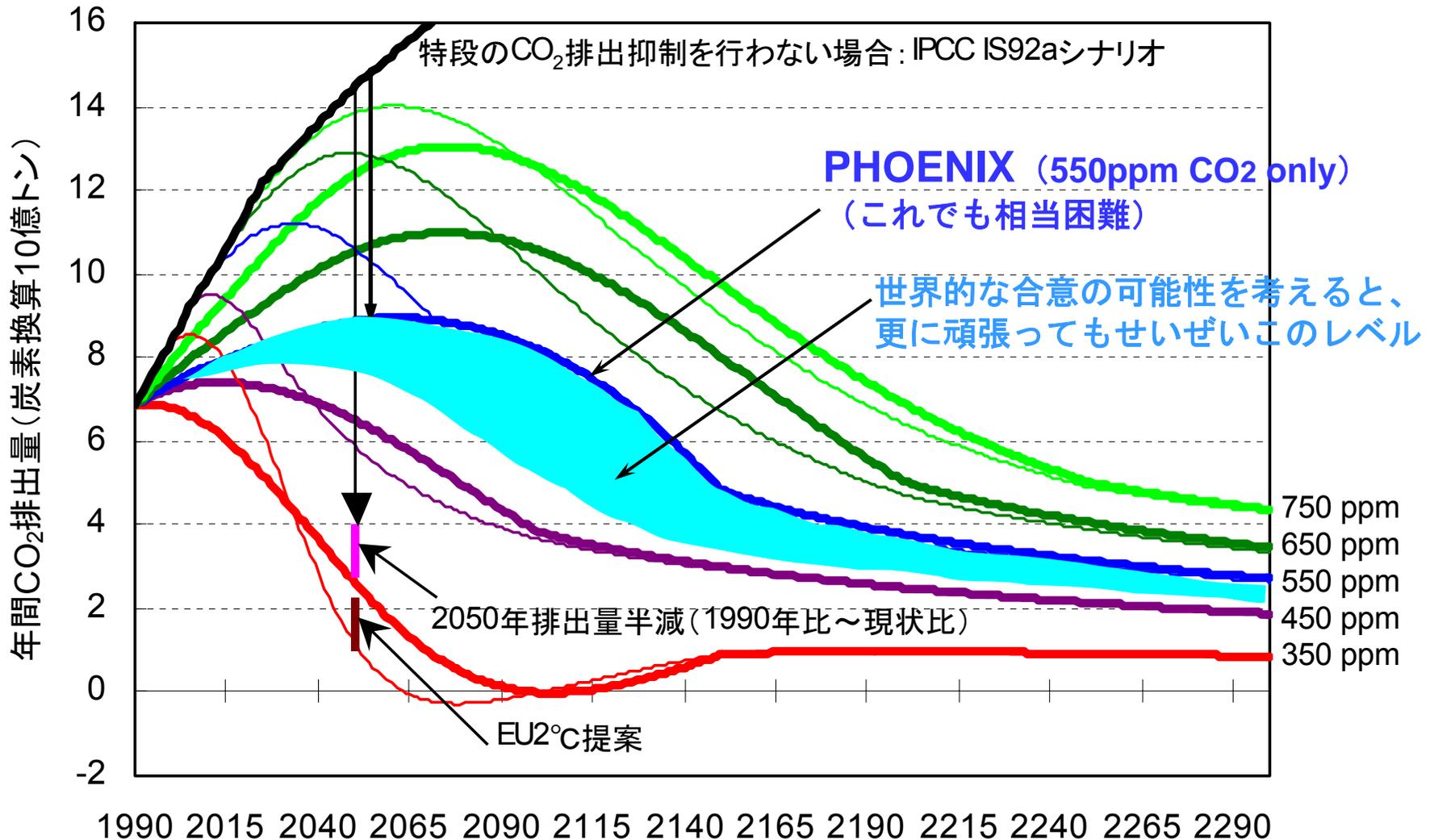


	Annex I	Non-Annex I
人口	19.7%	80.3%
GHG排出量	48%	52%
一人当たり排出量	16.1 tCO ₂ eq./cap	4.2 tCO ₂ eq./cap

AR4からの2050年半減目標の意味

- ◆ AR4報告の2004年の地域別の一人当たりGHG排出量から2050年半減目標の意味を考察して見ると・・・
- ◆ 仮にAnnex IがGHG排出量を0としても、Non-Annex Iも2004年排出量より削減が必要
(化石燃料燃焼CO₂排出量の場合は、Annex IとNon-Annex Iの比率は0.55 : 0.45)
- ◆ 2050年の人口が94億人 (IPCC SRES B2) とすると、半減目標の場合、2050年の世界平均のGHG排出量は、2.2 tCO₂eq./cap (現在のNon-Annex Iの排出レベルの半分に近いレベル、Annex Iの排出レベルからは1/8に近いレベル、現在のアフリカよりも低いレベル) が必要

妥当と見られる大気中CO₂濃度安定化目標



注) 濃度安定化シナリオのうち、太線はIPCC WG1によるシナリオ、細線はWRE(Wigley, Richels, Edmonds)によるシナリオ

まとめ

- ◆ 長期安定化目標を世界の主要国で合意することは、長期的な技術開発・社会システムの変革、そして短中期的な排出削減計画の策定のためにも重要。
- ◆ しかし、EU、日本政府の長期目標には科学的な根拠がない。
- ◆ Stern Reviewは、EU（もしくは英国政府）目標を正当化しようとした試みと見られるものの、科学的なものにはなっておらず、政治的な報告書と見るべき。
- ◆ RITEのPHOENIXプロジェクトでは、各種濃度安定化レベル別に、各種温暖化影響の大きさと緩和費用を算出し、費用便益的に評価。また、価値判断も含めた望ましい安定化レベルを導出。
- ◆ それによると、550 ppmv CO₂ only程度に安定化することが望ましい。その結果は、IPCC AR4の報告とも矛盾しない。
- ◆ 世界の排出量を2050年に半減する目標では、途上国の参加がかなり困難となる。せいぜい450 ppmv CO₂ only程度が限度。
- ◆ 550 ppmv CO₂ onlyもしくはCO₂eq.程度で世界的な合意を目指すべき