

温暖化影響と 気候安定化レベル

独立行政法人 国立環境研究所
社会環境システム研究領域

肱岡靖明

国立環境研究所公開シンポジウム2008

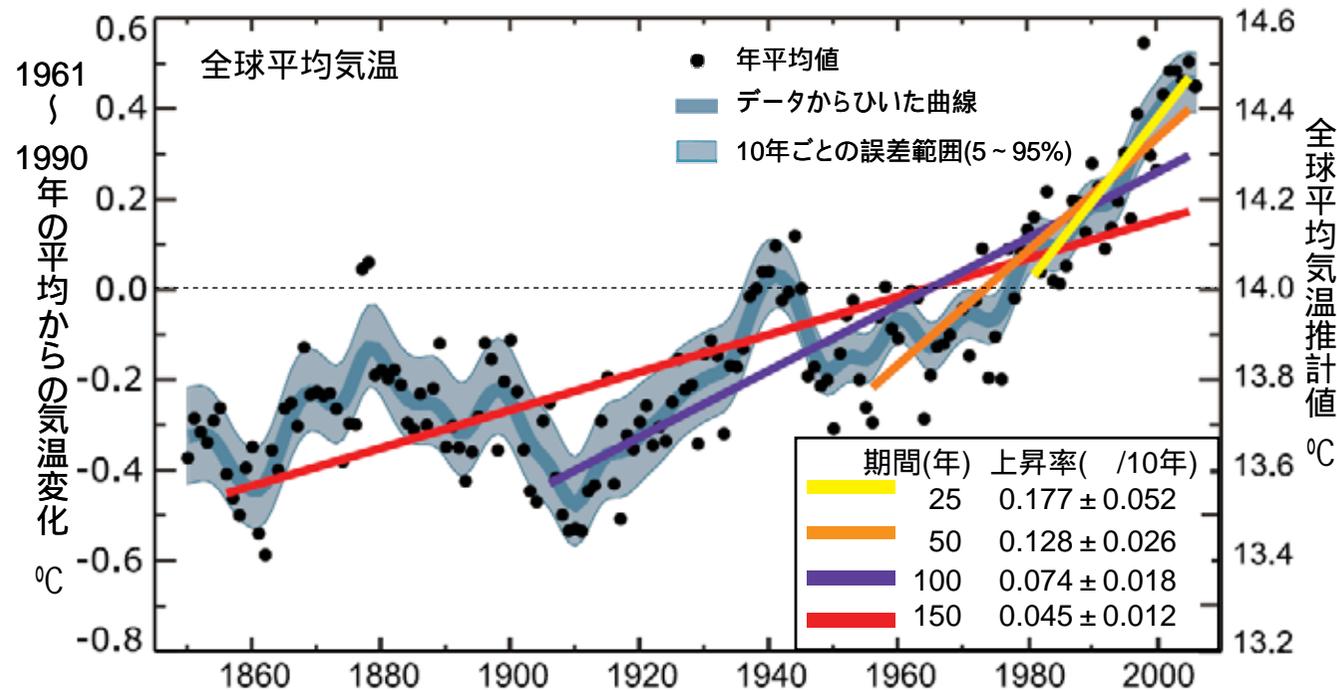
2008年6月

講演内容

1. 迫りくる温暖化
2. 気候安定化目標の現況
3. 温暖化による将来への影響
4. 気候安定化レベルを考える

迫りくる温暖化

- 100年間(1906～2005年)の気温上昇は0.74
 - 人間活動由来の温室効果ガス排出が原因の可能性がかなり高い
- 地球上の様々な場所で温暖化影響が既に現れており、今後、さらなる温暖化の進行が懸念されている

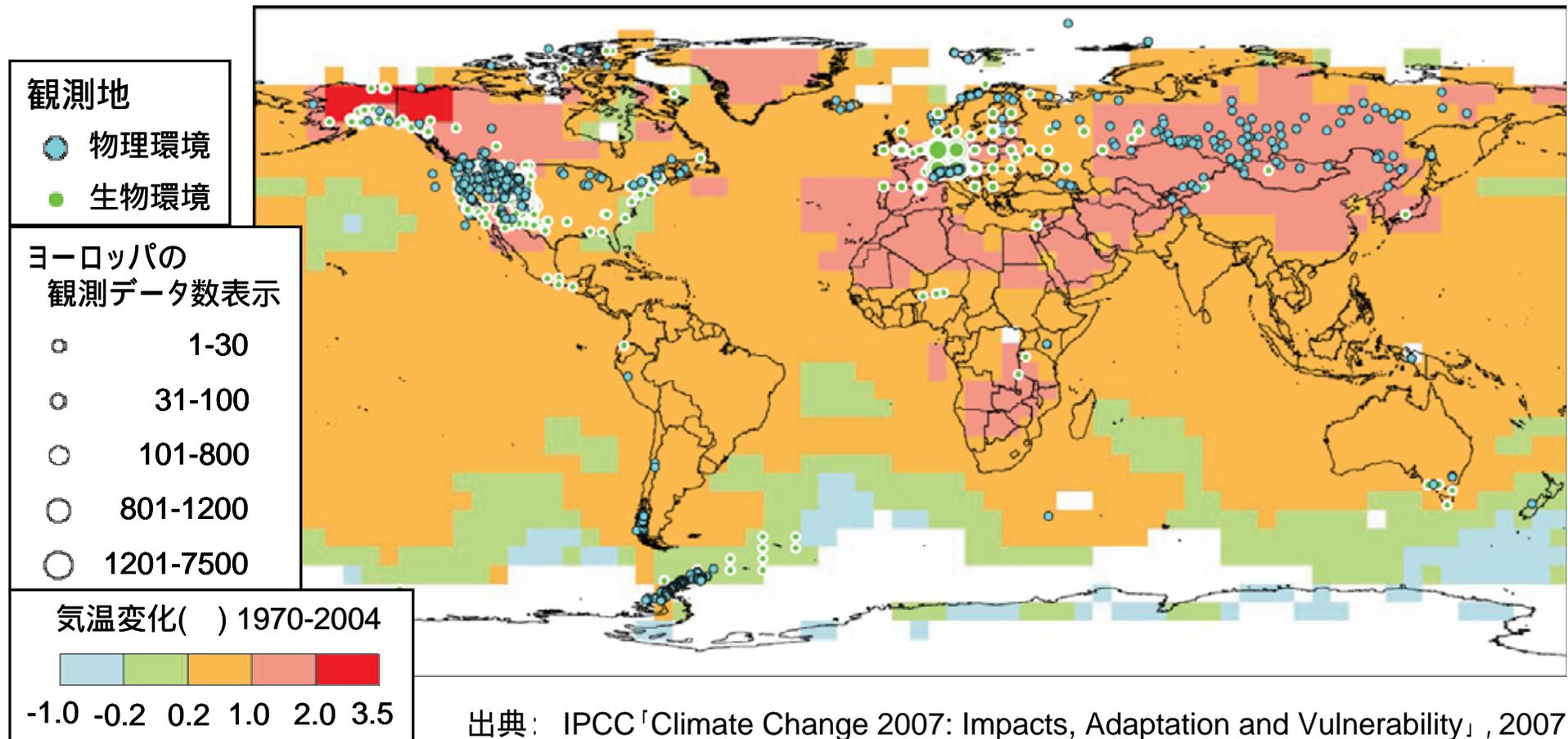


迫りくる温暖化

- 氷河融解に伴う氷河湖の増加・拡大，永久凍土地域における地盤の不安定化，山岳における氷雪・岩石雪崩の増加
- 氷河や雪解け水の流れ込む河川流量増加と春の流量ピーク時期の早まり，内部温度分布・水質への影響を伴う湖沼や河川の水温上昇，水文環境の変化
- 生物の春季現象（開花，鳥の渡り，産卵など）の早期化，動植物の生息域の高緯度・高地方向への移動等
- 水温変化に伴う高緯度海洋における藻類・プランクトン・魚類の数の変化など
- 人間社会：北半球高緯度地域における農作物の春の植え付け時期の早期化など

世界各地で観測された物理・生物環境の変化と温暖化の相関

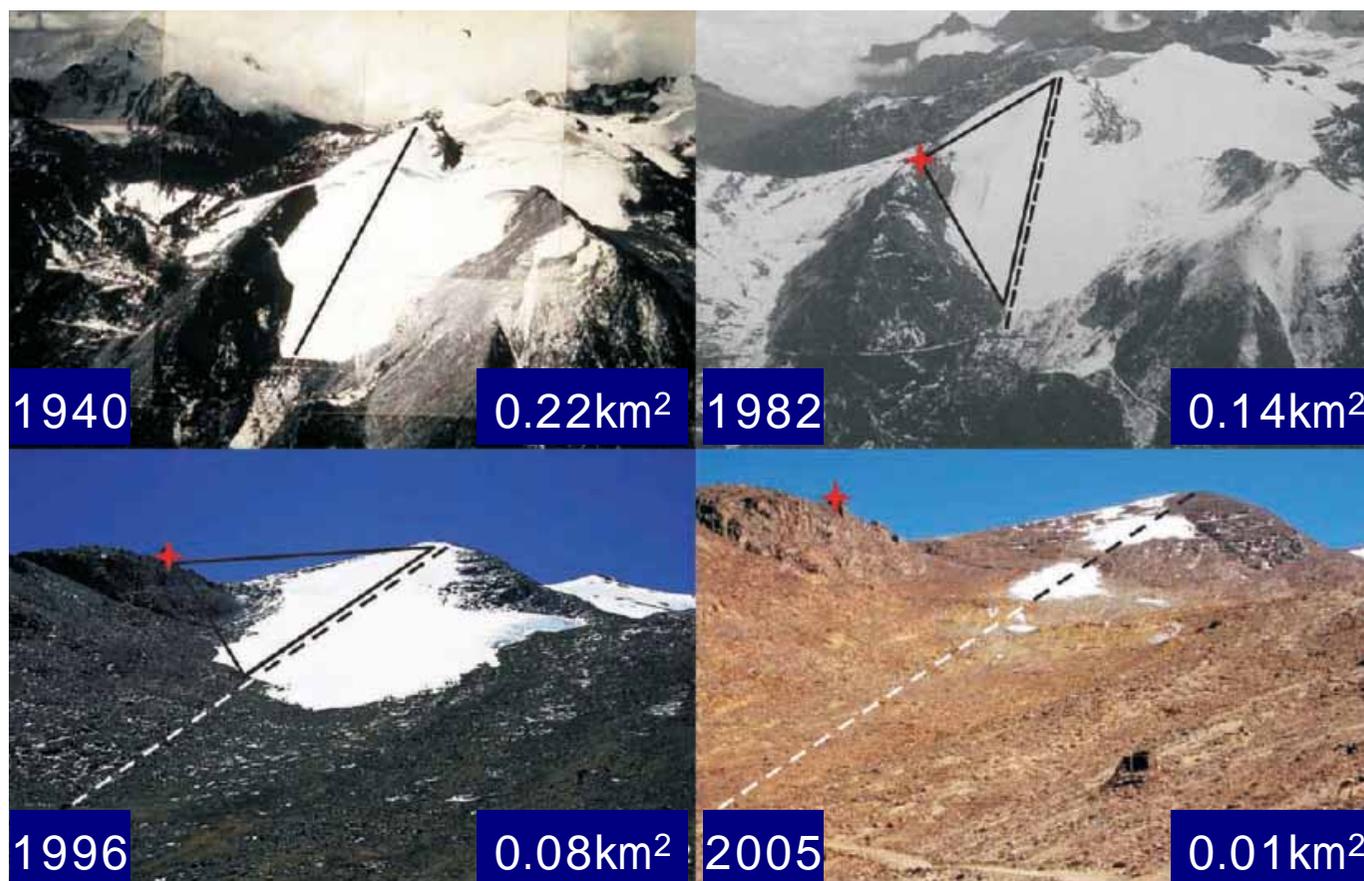
- 全ての大陸とほとんどの海洋において、多くの**自然環境**が地域的な気候の変化、特に**気温上昇**により**影響**を受けている
 - 75件の研究から得られた約**29,000件以上**の**観測データ**に基づいた報告



迫りくる温暖化

～ チャカルタヤ氷河の後退 ～

- 世界一高いスキー場(標高5,260m) **だった**
- **2010年**までに氷河が全て**無くなる**可能性

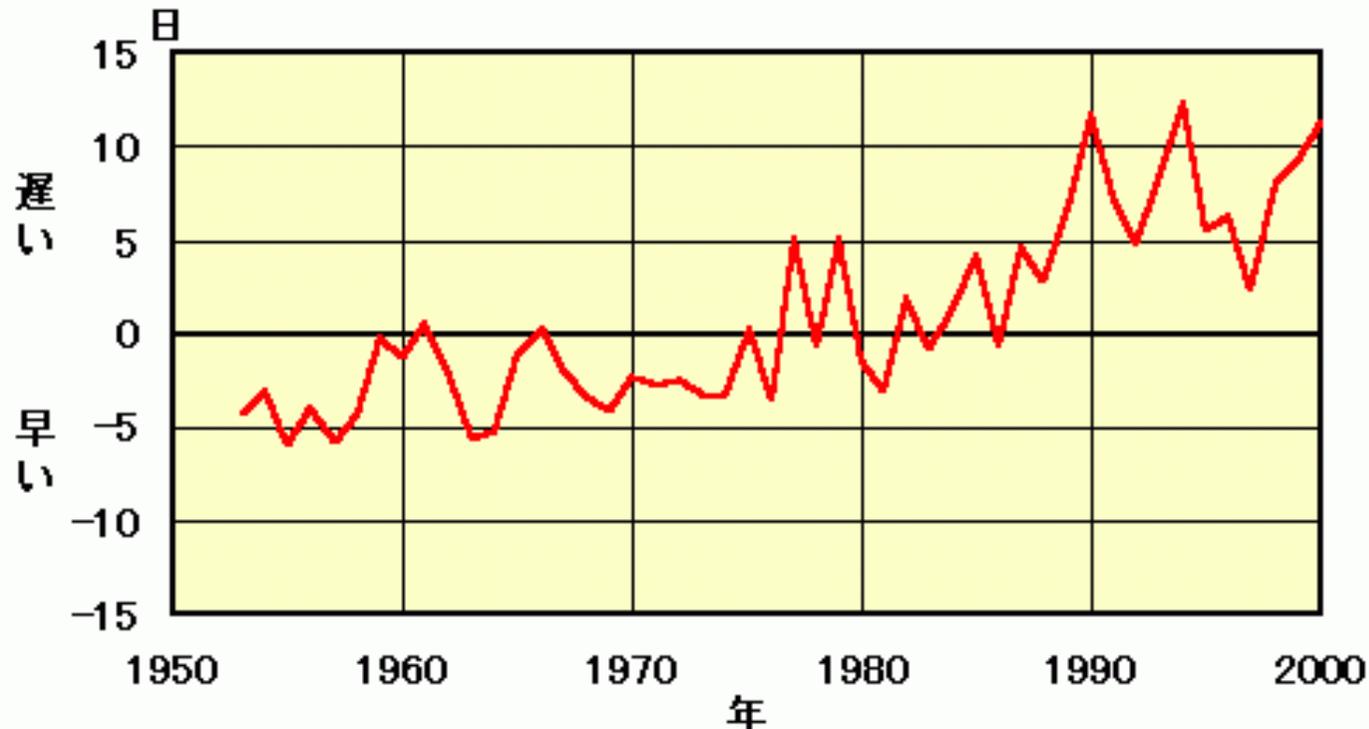


出典: IPCC「Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability」, 2007

迫りくる温暖化

～イロハカエデの紅葉に遅れ～

- 東北地方南部から九州地方の山地にみられる樹木
- 1953～2000年の間に紅葉日が**約2週間**遅くなっている



イロハカエデの紅葉日平年差

全国44地点のイロハカエデの紅葉日の平年差を平均

出典：気象庁「20世紀の日本の気候」, 2002

講演内容

1. 迫りくる温暖化
2. 気候安定化目標の現況
3. 温暖化による将来への影響
4. 気候安定化レベルを考える

気候安定化目標の現況

～ GHG濃度をどのレベルで安定化させるか～

● 気候変動枠組条約

「地球の気候系に対し危険な人為的干渉を及ぼすことにならない水準において、大気中の温室効果ガス(GHG)の濃度を安定させること」

「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」

■ 温室効果ガス濃度を何ppmに安定化？

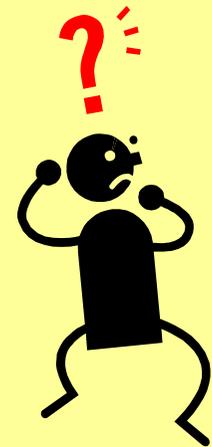
▶▶▶ 明確なこたえは示されていない



気候安定化目標の現況

～ GHG排出量を2050年に半減させる意味は？～

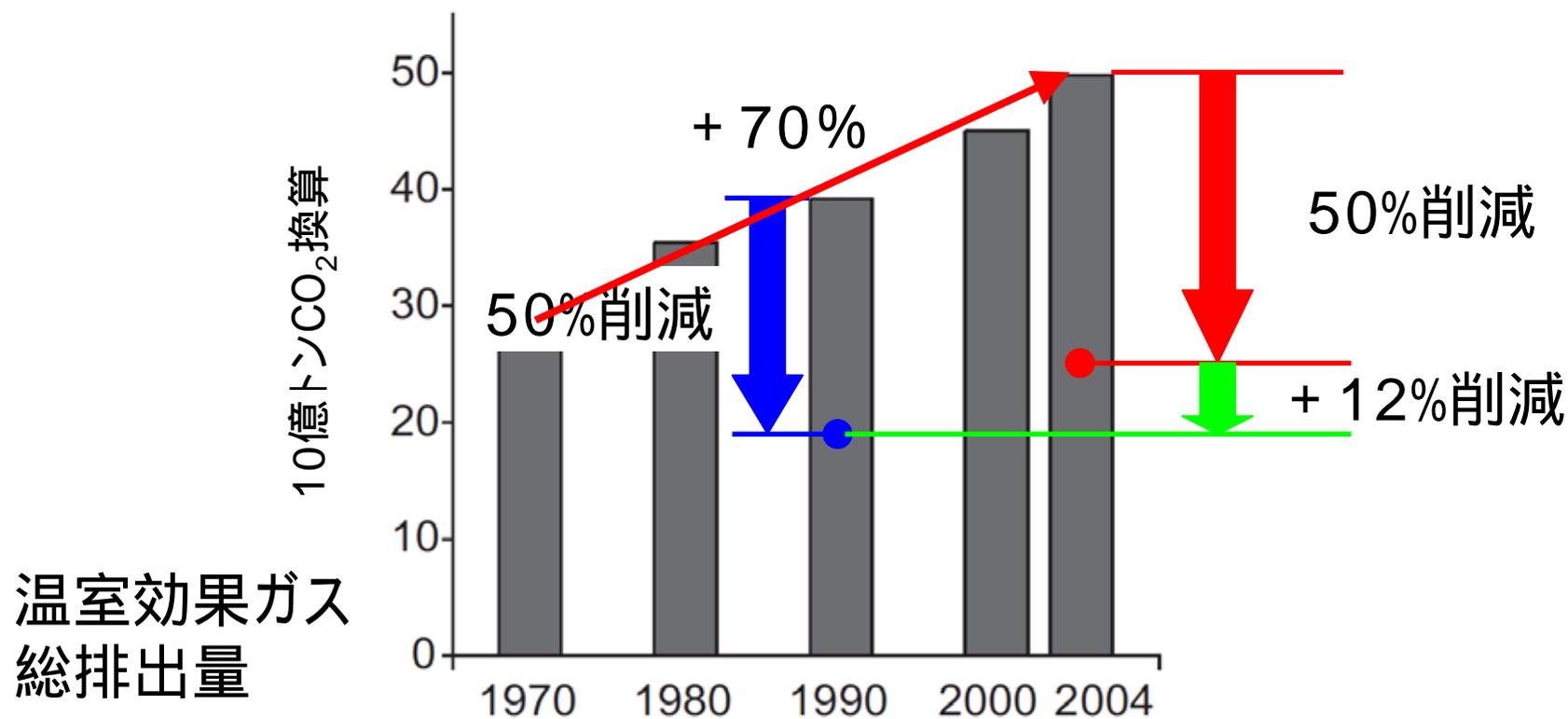
- 2050年に世界全体の温室効果ガス排出量半減
 - 2007年G8サミット(ハイリゲンドラム)
 - ▶▶▶ 検討開始 , 世界全体の目標× , 洞爺湖サミットで合意?
- 2050年半減が究極の目的ではない
 - 削減目標を達成することで, 気候はどのレベルで安定化するかが重要
 - 半減するときの**基準年**は?
 - 半減したときの気候の**安定化レベル**は?
 - 半減達成までの**経路**は? 達成後の**経路**は?



気候安定化目標の現況

～半減する時の基準年は?～

- 基準年が異なると2050年排出量は変わる
 - 温室効果ガス総排出量は増加傾向
 - 2004年：1970年比70%増加、1990年比24%増加



2050年温室効果ガス半減

～ 半減したときの気候の安定化レベルは? ～

IPCC (気候変動に関する政府間パネル) 第四次評価報告書 安定化シナリオ

カテゴリー	放射強制力	CO ₂ 濃度	GHG濃度 (CO ₂ 換算)	産業革命前比気温上昇	CO ₂ 排出ピーク年	2050年のCO ₂ 排出 (2000年比)	シナリオ数
	W/m ²	ppm	ppm		年	%	
	2.5 - 3.0	350-400	445 - 490	2.0 - 2.4	2000-2015	-85 to -50	6
	3.0 - 3.5	400 - 440	490 - 535	2.4 - 2.8	2000 - 2020	-60 to -30	18
	3.5 - 4.0	440-485	535 - 580	2.8 - 3.2	2010-2030	-30 to +5	21
	4.0 - 5.0	485-570	610 - 710	3.2 - 4.0	2020-2060	+10 to +40	118
	5.0 - 6.0	570-720	710 - 900	4.0 - 4.9	2030-2100	+40 to +100	118
合計							177

2050年半減時の
気温上昇

排出
ピーク年

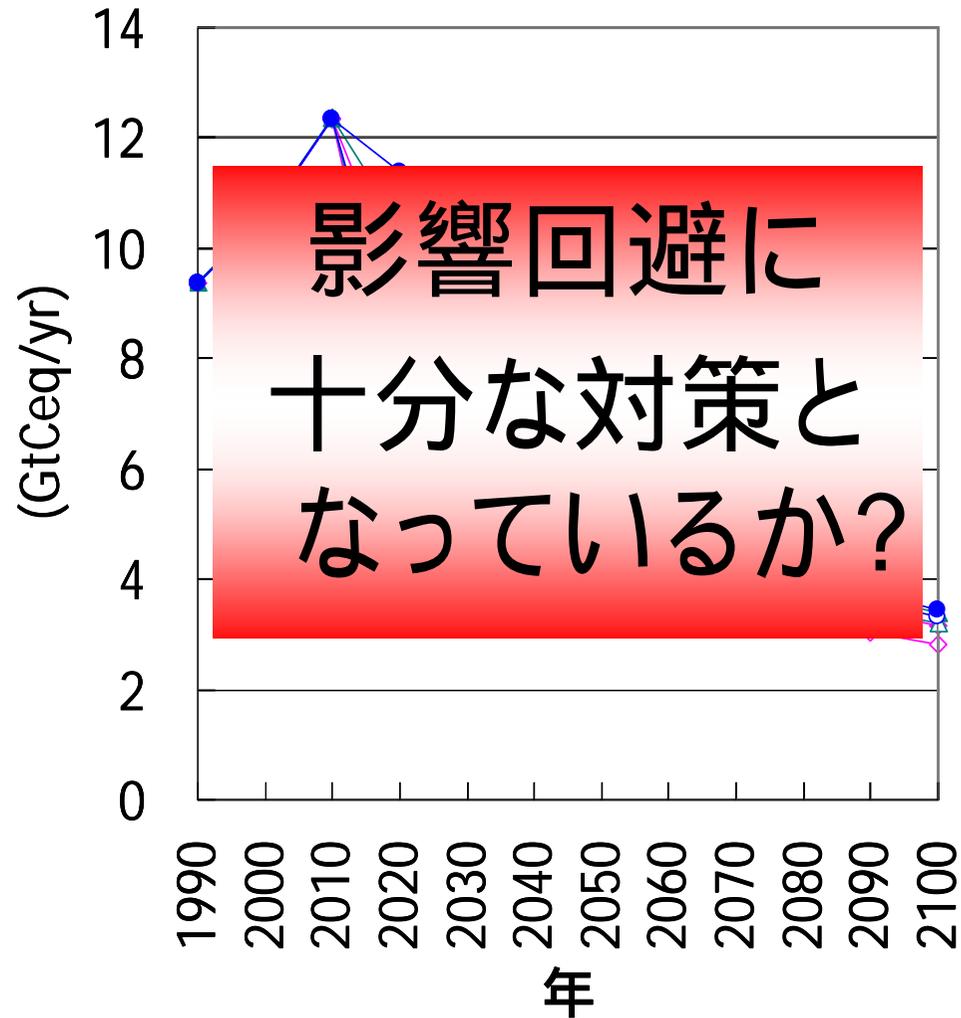
2050年
半減

気候安定化のためのGHG排出パス

～ 半減達成までの経路は? 達成後の経路は? ～

- 2050年に温室効果ガス(GHG)を半減し、気候を安定化させる排出経路
 - 複数存在
- 低い気温上昇レベルで安定化
 - 早期の削減開始
 - 削減の継続

京都議定書対象ガス排出量



出典: 蟹江ら「2050年温室効果ガス世界半減シナリオの日本へのインプリケーション」, 地球環境, Vol.12, pp.135-143, 2008, 2008

◇ 2.2 (1990年基準) ◆ 2.4 (1990年基準)
 ▲ 2.3 (2000年基準) △ 2.5 (2000年基準)
 ○ 2.4 (2004年基準) ● 2.6 (2004年基準)

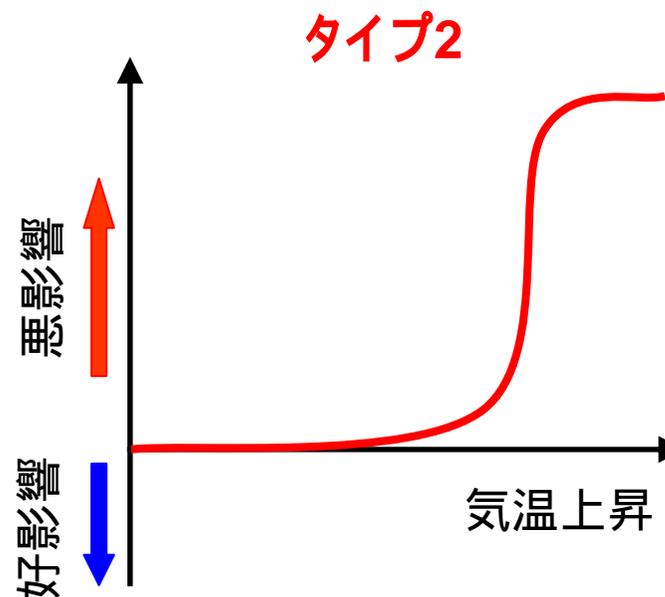
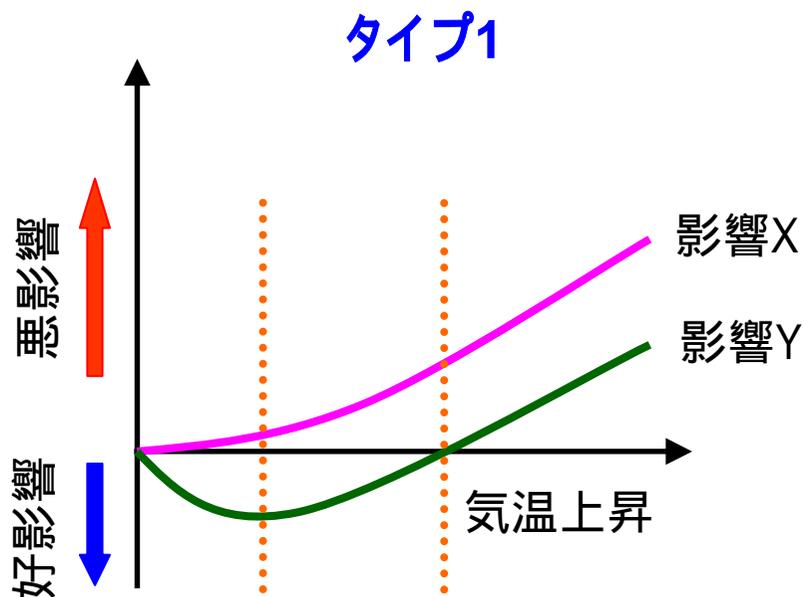
講演内容

1. 迫りくる温暖化
2. 気候安定化目標の現況
3. 温暖化による将来への影響
4. 気候安定化レベルを考える

いつ,どこで,どんな影響が どれぐらい現れるか?

- 温暖化影響の変化には2つのタイプ

- **タイプ1**: 気候変化に伴う連続的变化(水資源, 生態系, 農業, 沿岸域, 健康, など)
- **タイプ2**: 気候変化に伴う破局的・不可逆的・非連続的变化
 - 熱塩循環の停止, 西南極氷床・グリーンランド氷床の融解, 急激な温室効果ガスの放出を引き起こす永久凍土の融解など



温暖化予測の手順

世界の社会経済がどのように発展するかについて
複数のシナリオを作る

それぞれのシナリオ別に温室効果ガス(GHG)排出量を推定
排出シナリオ

GHG排出量と気候モデルから将来の気温・降水量変化を予測
気候シナリオ

将来の気候変化と影響評価モデルから将来の影響を予測
影響予測

排出シナリオ

~ Special Report on Emission Scenarios (SRES) ~

○ A1 「高成長型社会シナリオ」

- ・世界中がさらに経済成長し、教育、技術等に大きな革新が生じる。

A1FI : 化石エネルギー源を重視

A1T : 非化石エネルギー源を重視
(新エネルギーの大幅な技術革新)

A1B : 各エネルギー源のバランスを重視

○ A2 「多元化社会シナリオ」

- ・世界経済や政治がブロック化され、貿易や人・技術の移動が制限。
- ・経済成長は低く、環境への関心も相対的に低い。

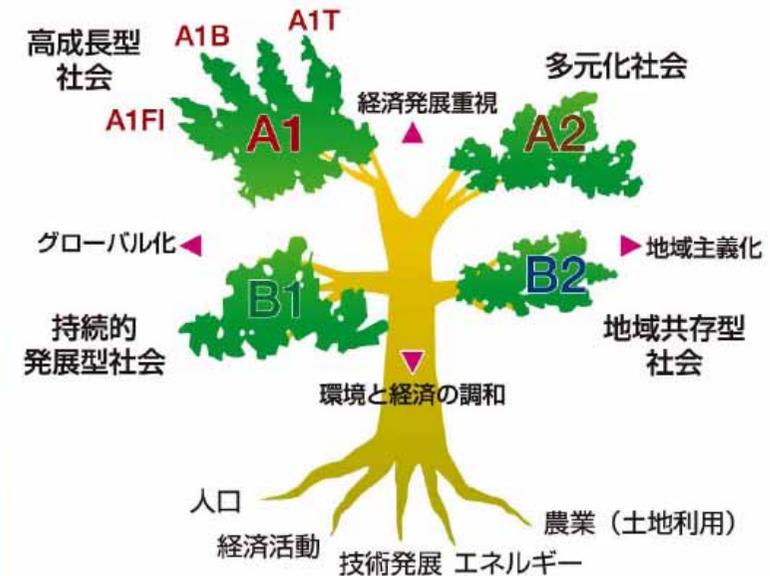
○ B1 「持続的発展型社会シナリオ」

- ・環境の保全と、経済の発展を地球規模で両立する。

○ B2 「地域共存型社会シナリオ」

- ・地域的な問題解決や世界の公平性を重視し、経済成長はやや低い。
- ・環境問題等は、各地域で解決が図られる。

◆ 排出シナリオの概念図



出所) IPCC第三次評価報告書

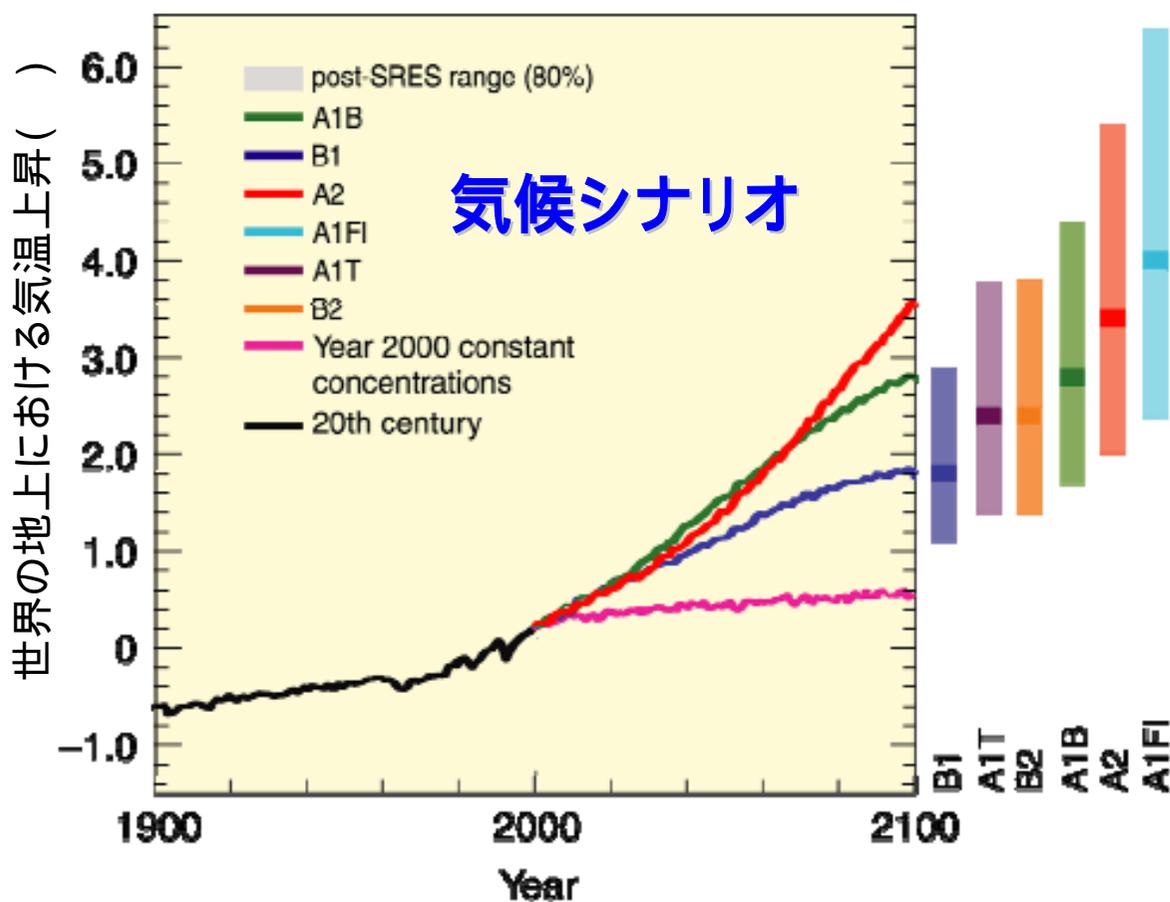
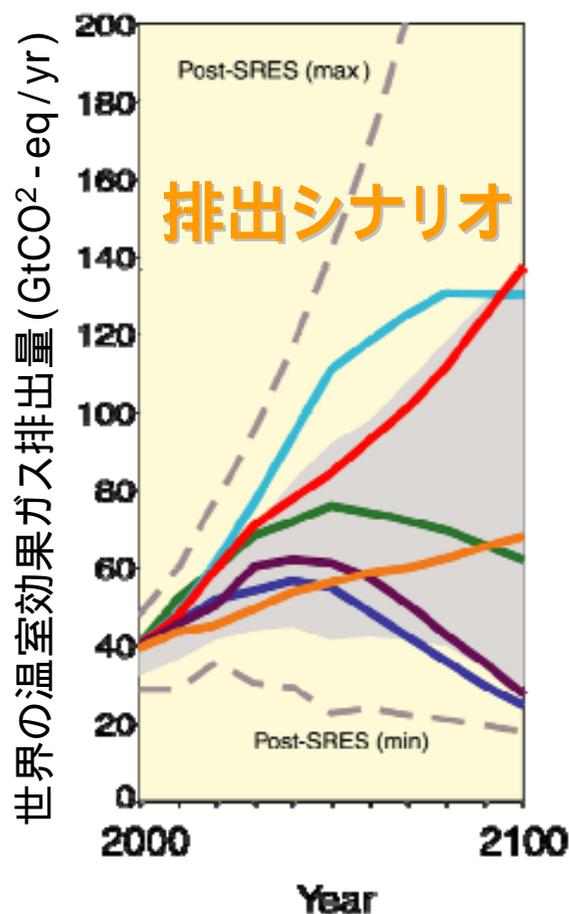
出典: 環境省「地球温暖化パネル」

※これらのシナリオは、追加的な温暖化対策は含んでいない。

世界平均地上気温の予測結果

～ 1980 - 1999年平均との比較～

- A1FI (化石エネルギーを重視&高い経済成長を実現する社会) : 4.0
- B1 (環境の保全と経済の発展を地球規模で両立する社会) : 1.8



出典: IPCC「Climate Change 2007: Synthesis Report」, 2007

国立環境研究所における 温暖化影響評価研究

- 世界を対象とした影響評価
 - 分野別影響(水資源, 農業, 生態系, 健康)
 - 複数分野を対象とした影響評価
- 日本を対象とした影響評価
 - 温暖化影響総合予測プロジェクト(環境省地球環境研究総合推進費:S-4, H17-21)
 - 分野別影響(生態系, 健康)
 - 複数分野を対象とした影響評価

温暖化による**将来への影響**

～ 農業影響評価 ～

気候モデル

各国統計データ・資料

↓ 将来気候を予測

↓

気象要素

管理要素

気温

降水

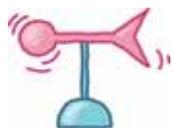
日射

風速

社会経済状況

肥料投入量

灌漑面積率

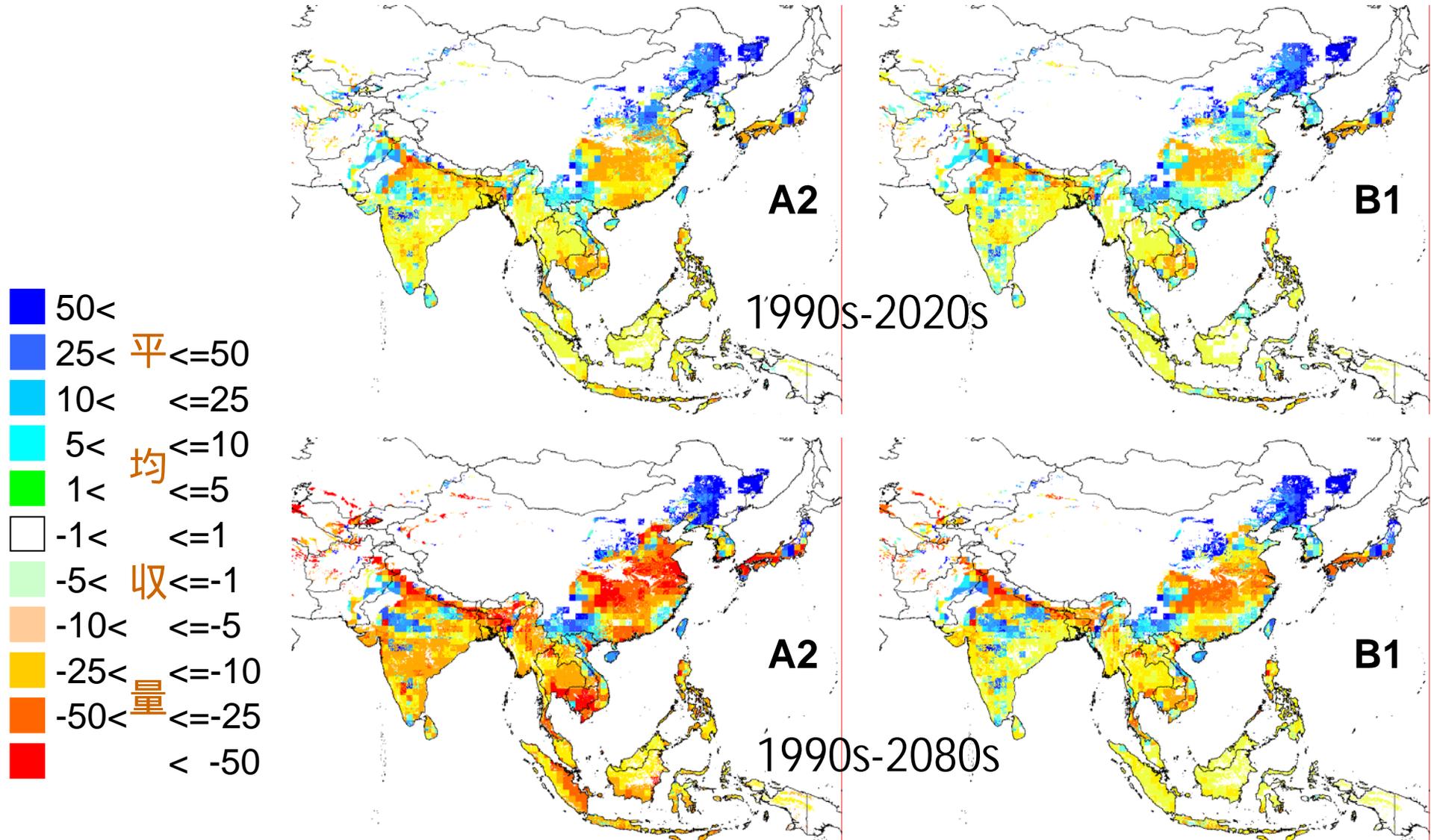


作物モデル

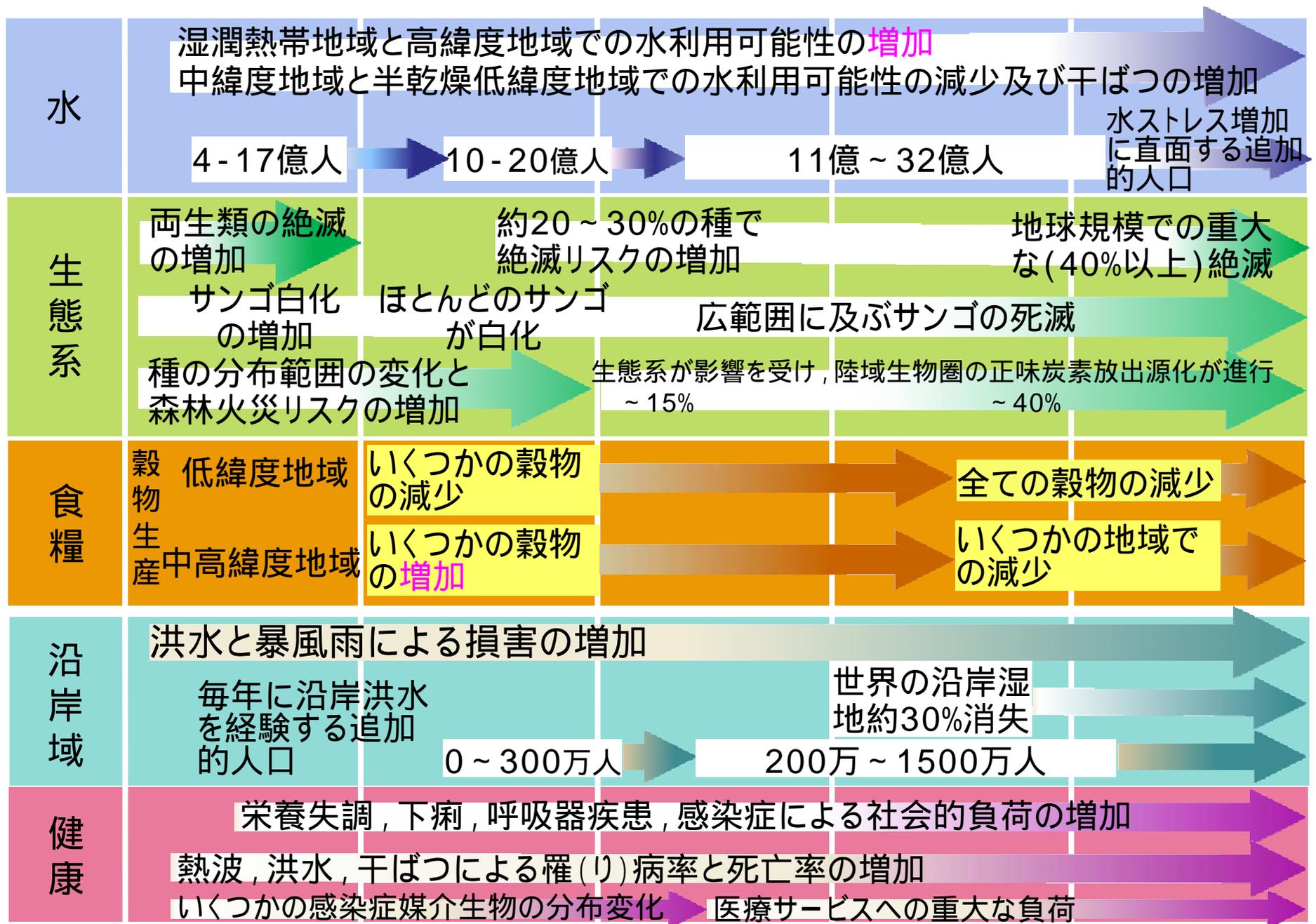
将来気候での
作物収量 [kg / ha]
を予測



温暖化による**将来への影響** ~ 農業影響評価：水稲収量への影響 ~



出典： Masutomi et al. 「Impact Assessment of Climate Change on Rice Production in Asia for SRES scenarios in Comprehensive Consideration of Uncertainties in Future Climate Projections of General Circulation Models」, 2008(submitted)



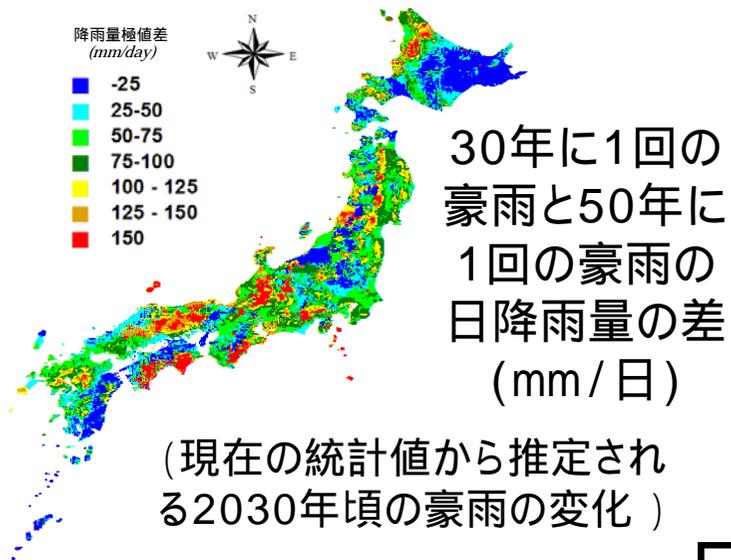
0 1 2 3 4 5
 1980-1999年に対する世界年平均気温の変化() IPCC(2007)

地球温暖化「日本への影響」 - 最新の科学的知見 -

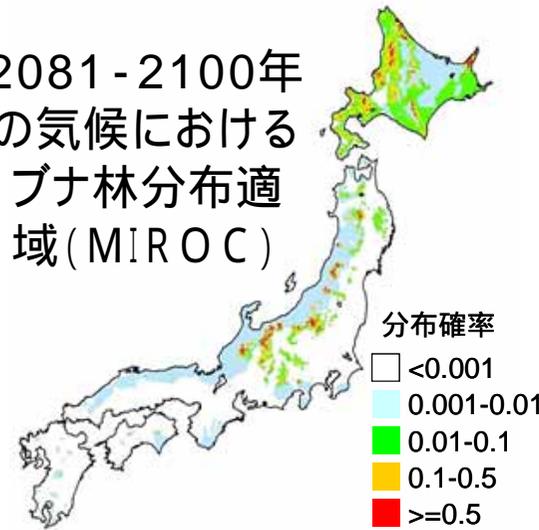
- 温暖化影響総合予測プロジェクト(環境省 地球環境研究総合推進費S 4, H17-21)の**前期三年**の成果
- 研究体制
 - 7つの課題, 14参画機関, 44名の研究参画者
- 対象分野: 水資源, 森林, 農業, 沿岸域, 健康
- 研究プロジェクトの**目的**
 - 2050年頃までに重点をおきつつ今世紀末までを対象として, **我が国及びアジア**地域の水資源, 森林, 農業, 沿岸域, 健康といった主要な分野における**温暖化影響**について**定量的な知見**を得る
 - 我が国への**影響**を**総合的に把握**し, 温暖化の程度との**関係**を示す

温暖化影響総合予測プロジェクトの研究成果

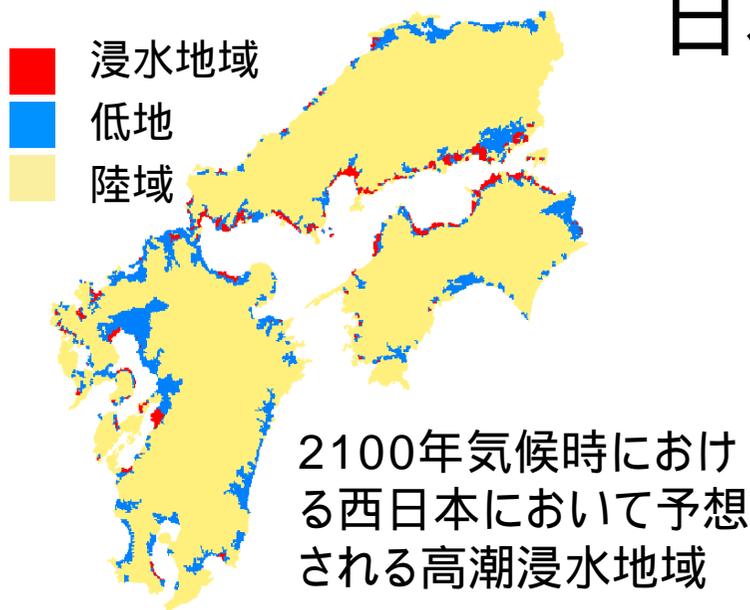
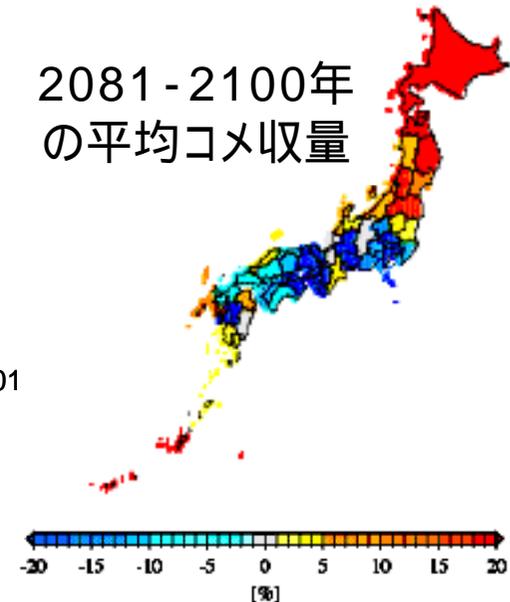
<http://www-cger.nies.go.jp/climate/rrpj-impact-s4report.html>



2081-2100年の気候におけるブナ林分布適域(MIROC)



2081-2100年の平均コメ収量

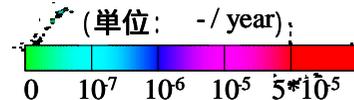


日本への影響

1981-2000

2031-2050

2081-2100



1人の人間が1年間に熱ストレスにより死亡する確率

出典: 温暖化影響総合予測プロジェクト「地球温暖化」日本への影響」-最新の科学的知見-, 2008

温暖化による**将来への影響**

- 排出削減努力を行わなかった場合、各分野に甚大な影響が生じると予想される
- 影響量と増加速度は地域ごとに異なり、分野毎に特に脆弱な地域がある
- ある程度の気温上昇までは好影響が現れる分野や地域がある

講演内容

1. 迫りくる温暖化
2. 気候安定化目標の現況
3. 温暖化による将来への影響
4. 気候安定化レベルを考える

安定化レベル決定の考え方

- 受け入れがたい深刻な影響を回避するために、気候安定化レベルの目標を決めるには？



- 温暖化影響に関する様々な科学的知見に基づいて**統合的・総合的**に検討
 - 温室効果ガス排出量・気候安定化・影響量の**統合化**
 - 目標達成により軽減できる影響量
 - 目標を達成しても残ってしまう影響量
 - 目標達成に要する排出削減量（実現可能性も考慮）
 - 異なる分野・地域における影響の**総合化**

影響から安定化レベルを考える際の 困難な点

1. 影響の**統合的・総合的評価**の難しさ

- 排出・気温変化・影響の統合評価は可能？
- 異なる分野・地域の影響の取りまとめは？

2. 将来影響の**不確実性**

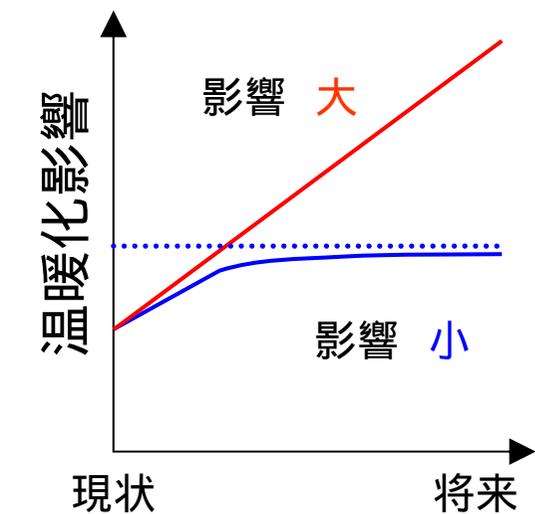
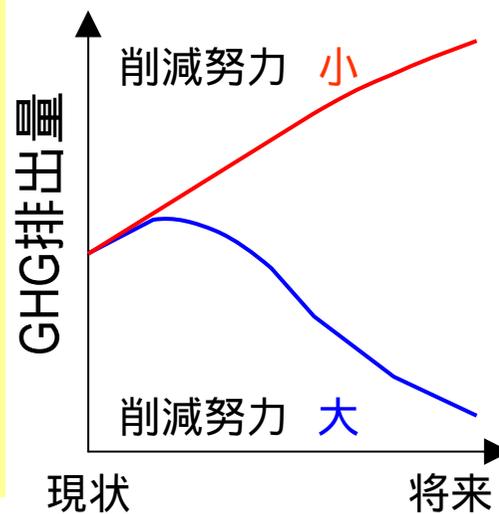
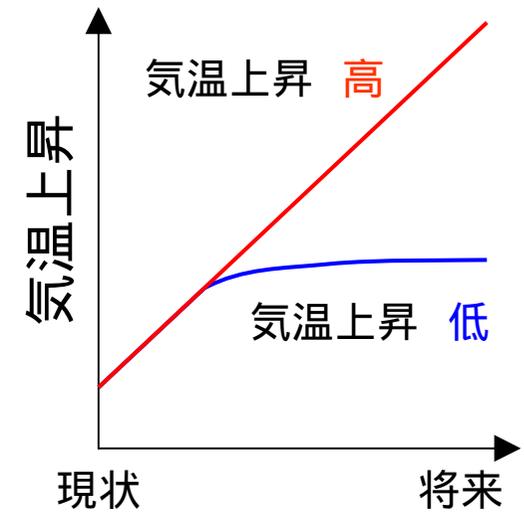
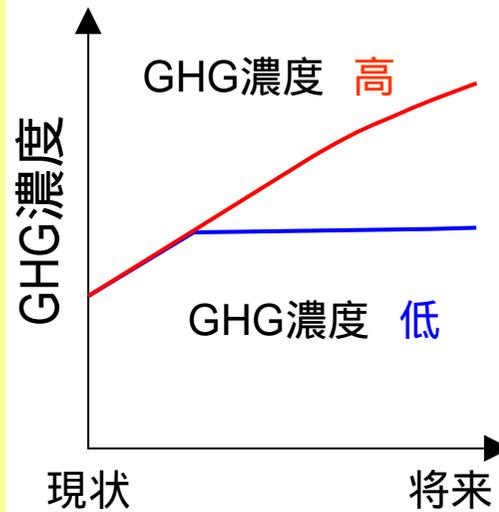
- モデルによるシミュレーションの信頼性は？
- どの程度“適応”できるか？

3. 安定化レベル決定に含まれる**価値判断**

- 様々な価値観・考え方による判断をどのように取りまとめるか？
- 地域によって異なる悪影響をどう捉えるか？

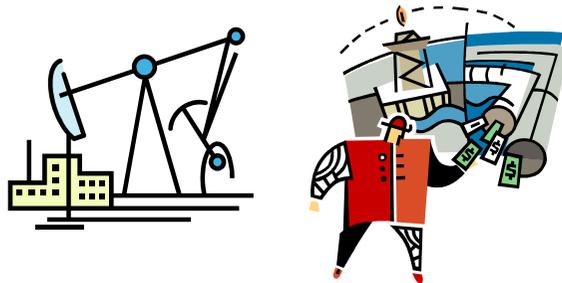
統合評価モデルの開発

- 気候安定化制約などを設定した際の
将来の温室効果ガス排出量
影響・危険性
を統合的に解析・評価するためのモデル



統合評価モデルの概要

GHG排出予測パート

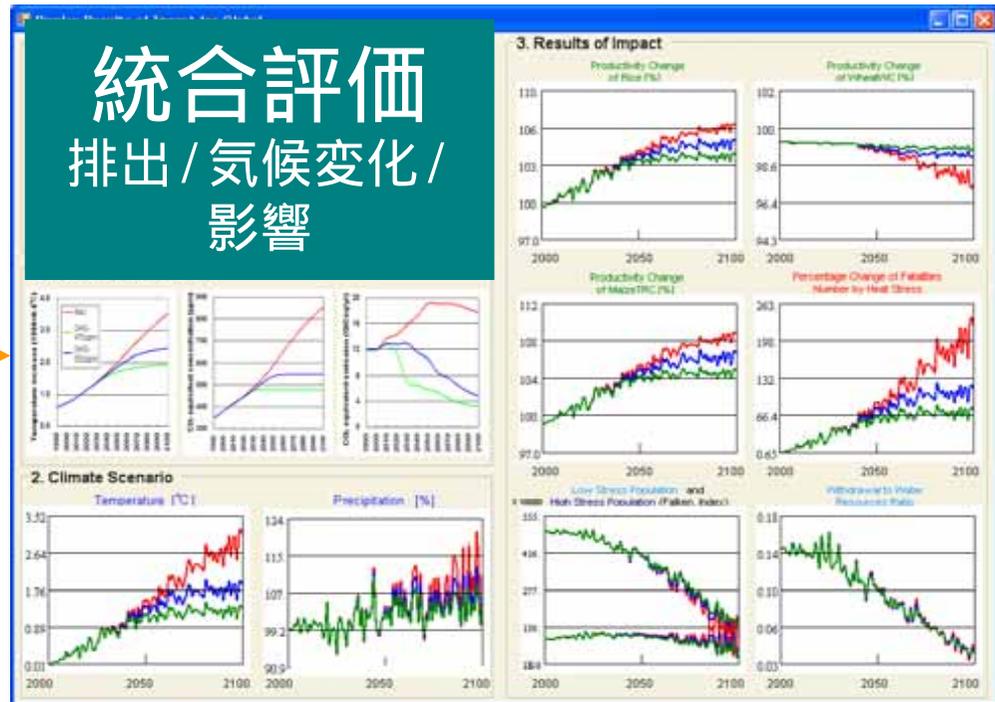


エネルギー・経済モデル

世界のGHG排出パス

簡易気候モデル

全球平均気温変化



影響・適応
評価モデル

国別・県別 / 分野別影響

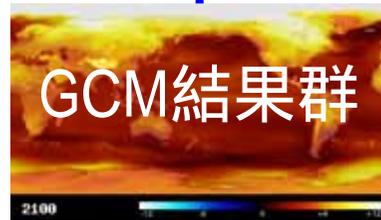
パターン
スケーリング
モジュール

国別・県
別気候
シナリオ

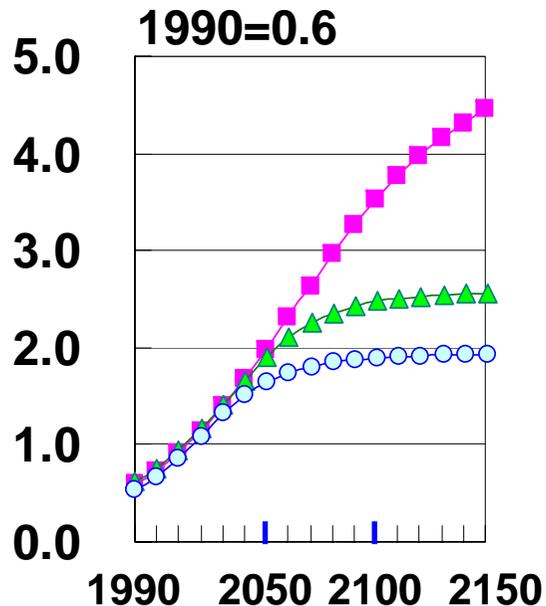
潜在影響
推計
モジュール

GCM結果群

温暖化影響関数 適応策

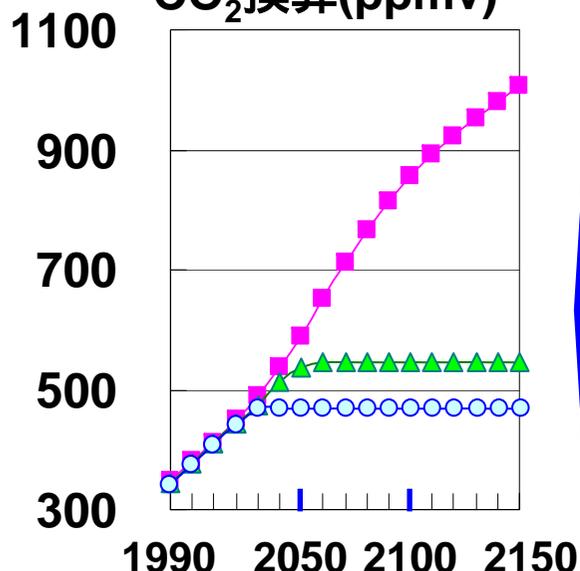


全球平均気温上昇



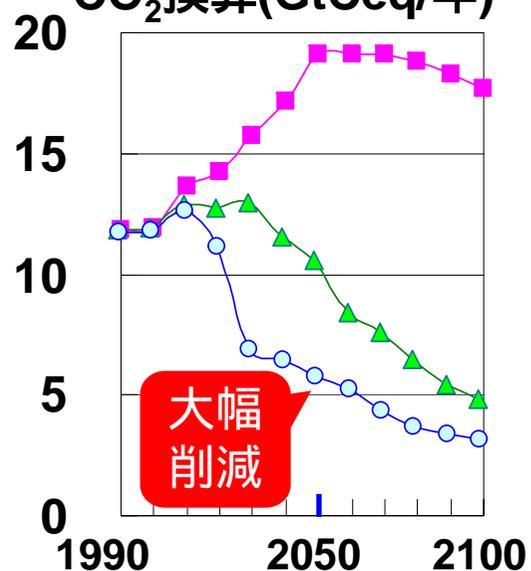
GHG濃度

CO₂換算(ppmv)



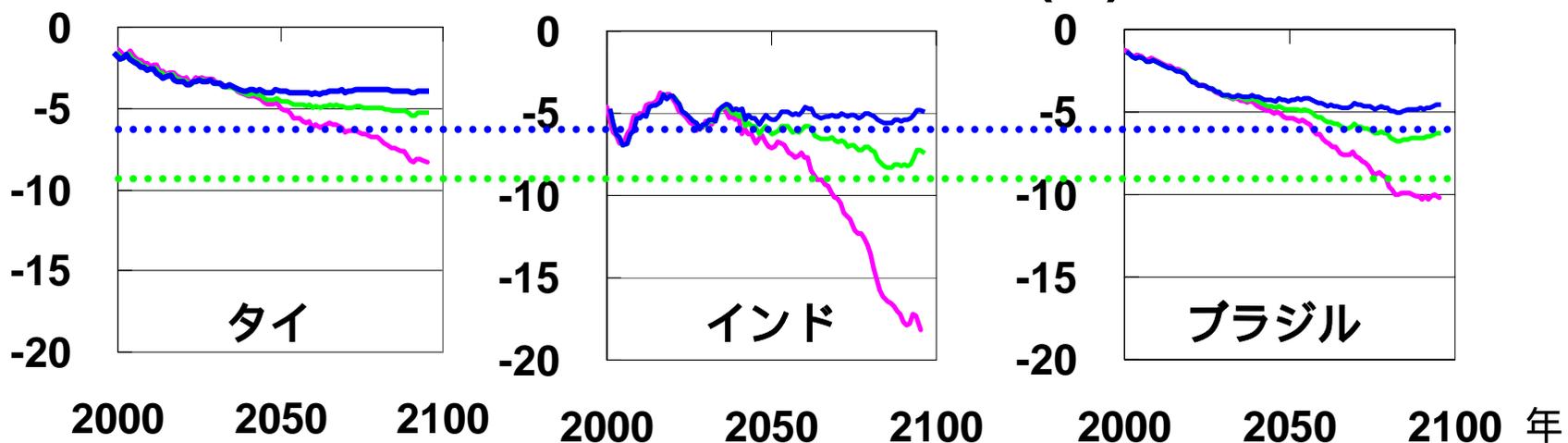
GHG排出量

CO₂換算(GtCeq/年)

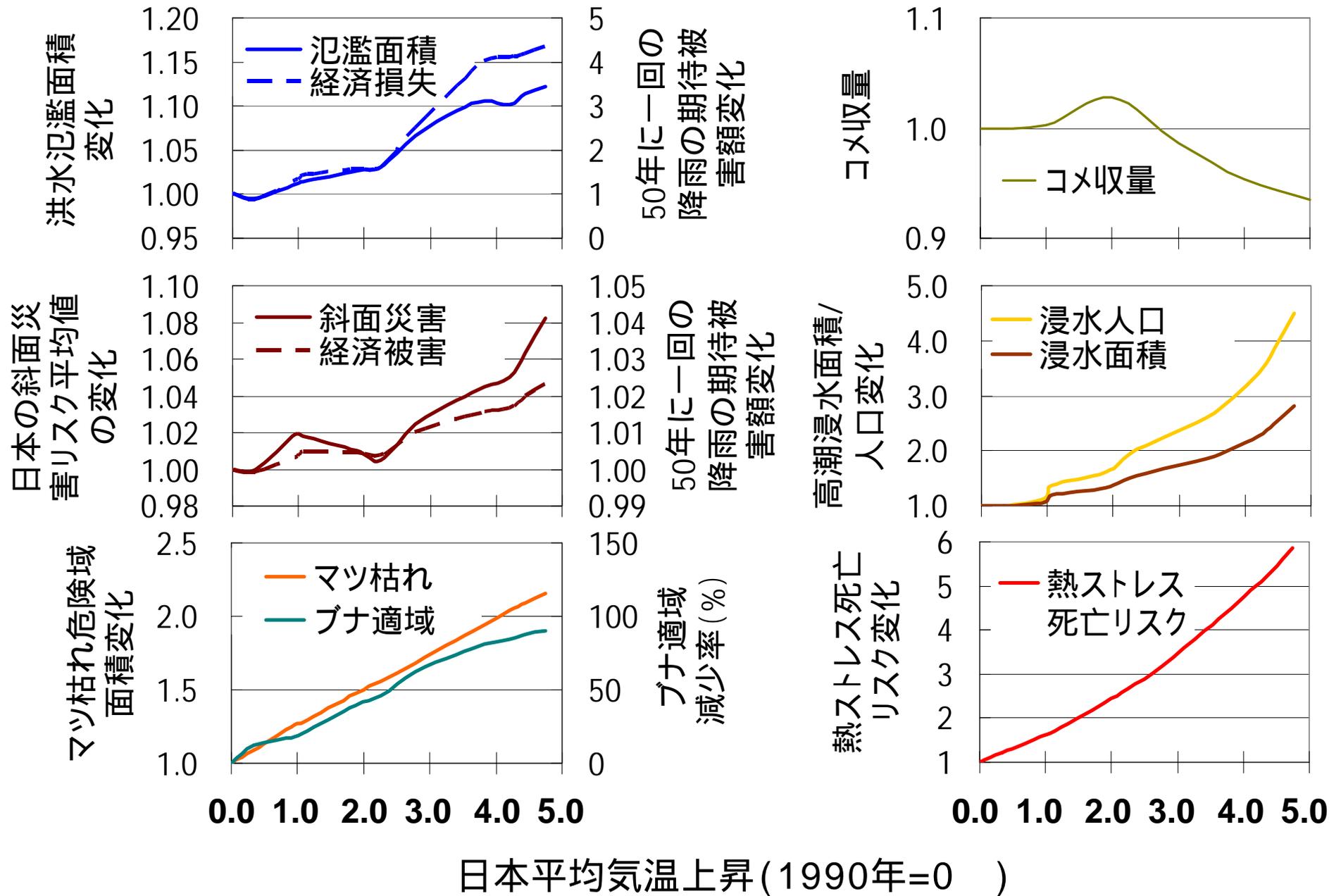


■ BaU ○ GHG-475ppm ▲ GHG-550ppm
■ BaU ○ GHG-475ppm ▲ GHG-550ppm

イネの潜在生産性変化(%)



温暖化影響の総合評価



影響から安定化レベルを考える

～わかってきたこと～

- 影響の顕在化・温暖化進行に伴う更なる影響の懸念
 - ④ 気候の安定化は**緊急**の課題
- 気候安定化により悪影響をある程度回避可能
 - 国や地域、対象分野によって影響度合いは異なる
 - 厳しい安定化レベルを達成しても、影響を避けられない場合もあり得る
- 我が国でも比較的低い気温上昇で影響が発現
 - ④ 可能な限り**低いレベル**で気候を安定化
 - ④ **大幅なGHG削減**と**適応策**の早急な実施の必要性

さいごに

～一緒に考えていただきたいこと～

- みなさんにとって回避したい影響，温暖化の悪影響から守りたいものはなんですか？
- 安定化目標を世界全体で設定するためには，温暖化影響に関してどのような科学的知見が必要でしょうか？
- ④ 国立環境研究所は，気候安定化を目指して，温暖化影響の視点から様々な科学的知見を提供していきます。

ご清聴ありがとうございました