

一般報告

地球温暖化問題の現状 ～何がわかって何が問題か～

(財)電力中央研究所 我孫子研究所
上席研究員 環境科学部長
丸山康樹

maru@criepi.denken.or.jp



内容

電中研・NCAR共同研究成果の紹介

- (1)濃度安定化と温暖化防止
- (2)日本周辺の海洋環境変化
- (3)温暖化時の台風変化



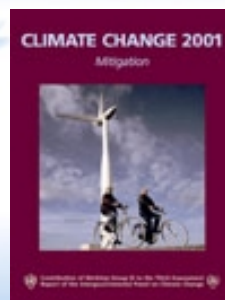
IPCC第3次評価書（2001）の概要 ?何がわかって何が問題か？



第1作業部会
温暖化の科学的根拠



第2作業部会
影響・適応・脆弱性



第3作業部会
温暖化対策



観測された地球環境の変化

出典：IPCC(2001) 第1作業部会SPM

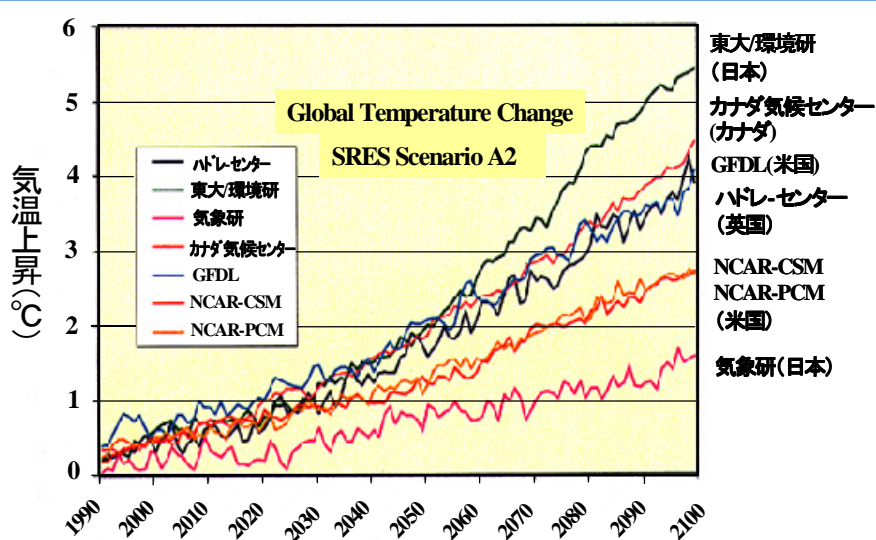
観測項目	内容
CO ₂ 濃度	280 ± 6ppm（過去）～368ppm（現在） 平均増加率1.5ppm/年
全球平均気温	0.6 ± 0.2 （1861年～2000年） 最低気温上昇： 夜間 > 昼間（2倍）
降水量 （北半球）	熱帯域：0.2～0.3%（10年間）増加 亜熱帯：0.3%（10年間）減少 中～高緯度：0.5～1.0%（10年間）増加
海面上昇	10～20cm（1861年～2000年）



2100年に予測されたこと

出典：IPCC(2001) 第1作業部会SPM

予測項目	内容	特徴
気温上昇	1.4 ~ 5.8	多数のシナリオ(A1 ~ B2) 最大A1FI(化石燃料依存) SO ₂ 排出量は下方修正 簡易モデルで計算
海面上昇	9 ~ 88cm	第2次評価書('95)より下方修正 南極の降雪量増加を考慮



出典：IPCC(2001) 第1作業部会本文

世界の研究機関の気候モデルの問題点



地球温暖化防止に関する疑問点

濃度安定化で温暖化は防止可能？

どの濃度レベルで安定化？ 550ppm？

先進国だけで濃度安定化は可能？

将来、途上国の削減参加？



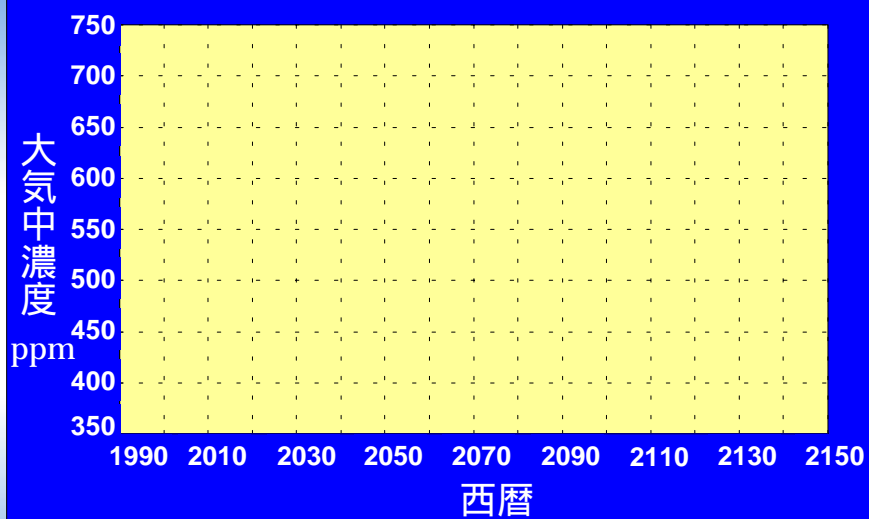
(1)濃度安定化と温暖化防止

丸山他：電中研報告U99043 (1999)

CO₂排出削減による濃度安定化効果の検討

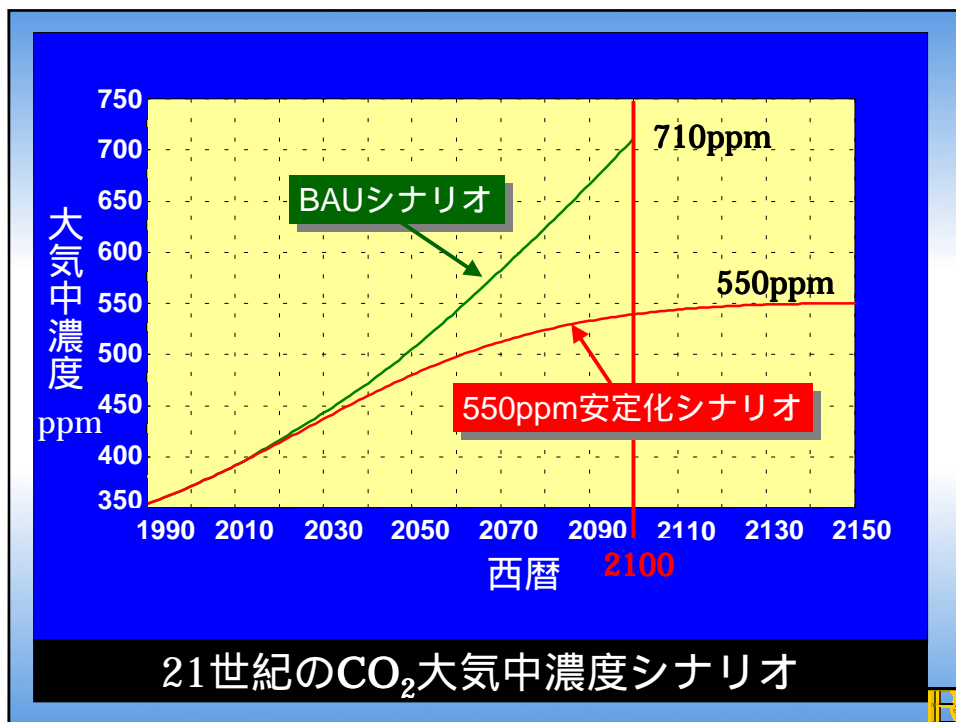
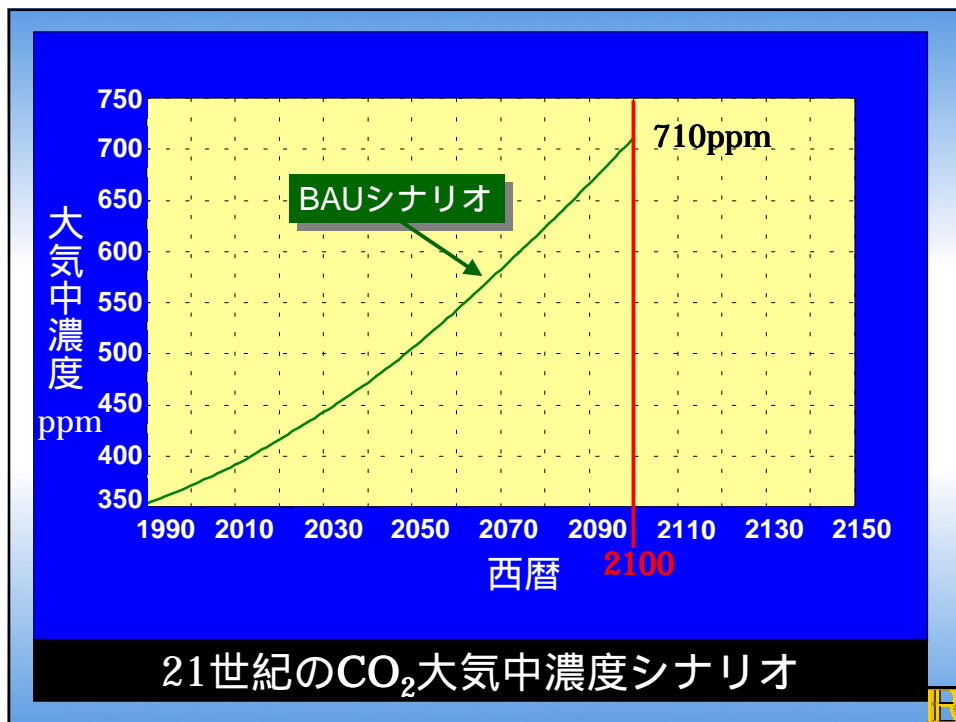


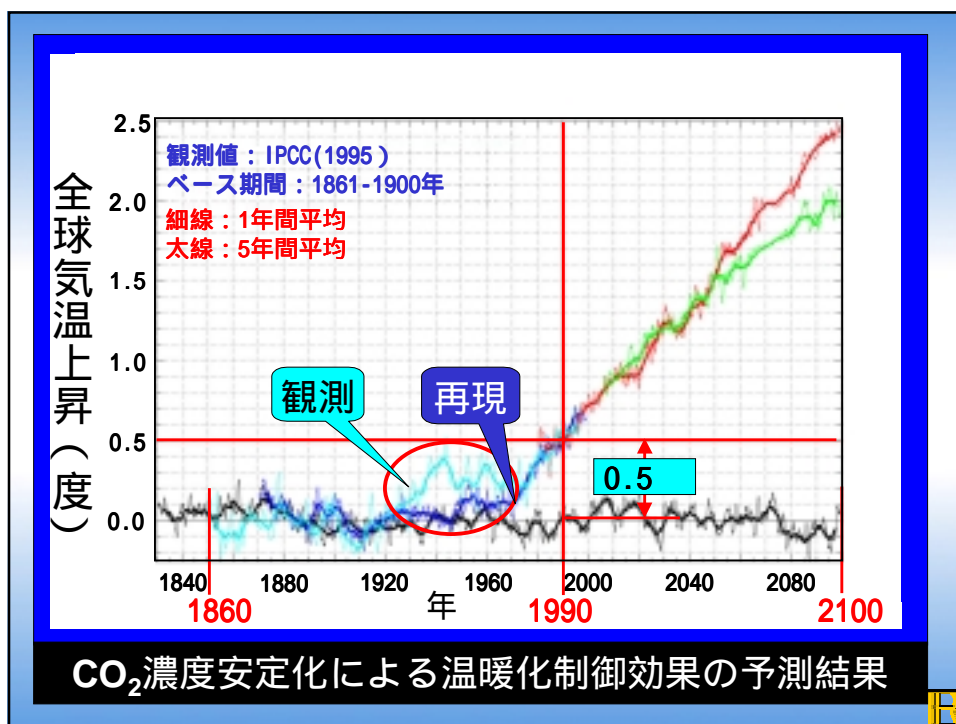
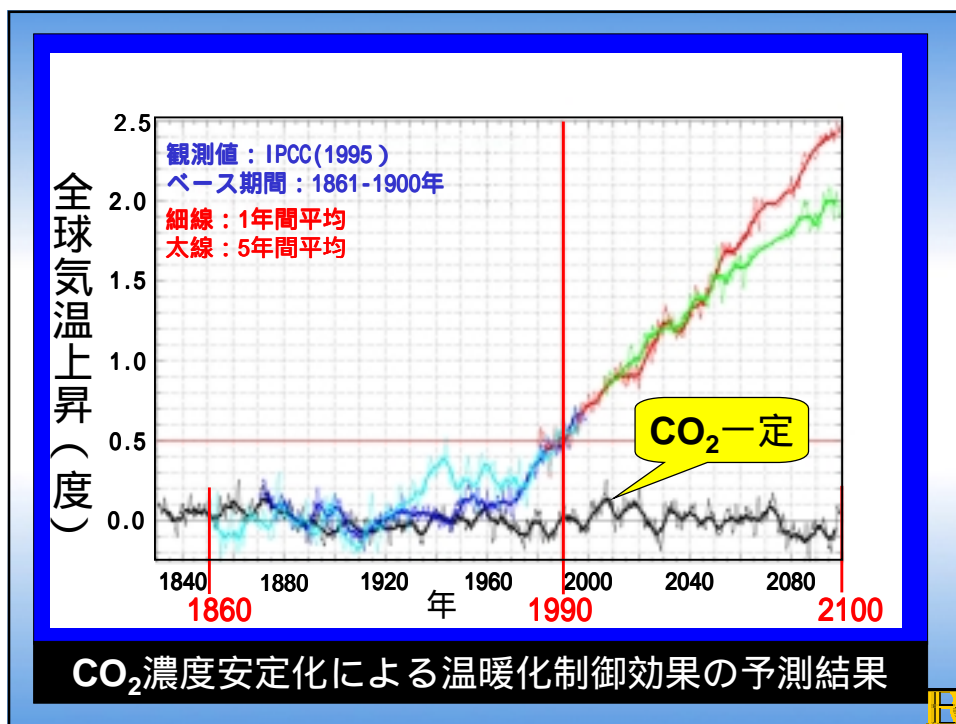
濃度安定化で温暖化は 防止可能？

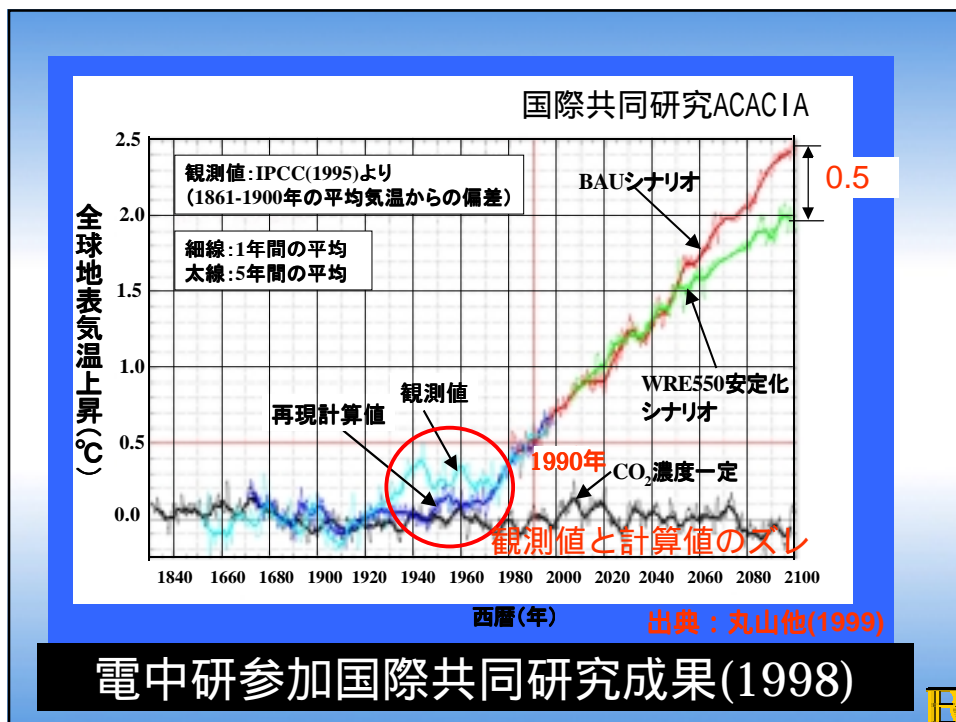
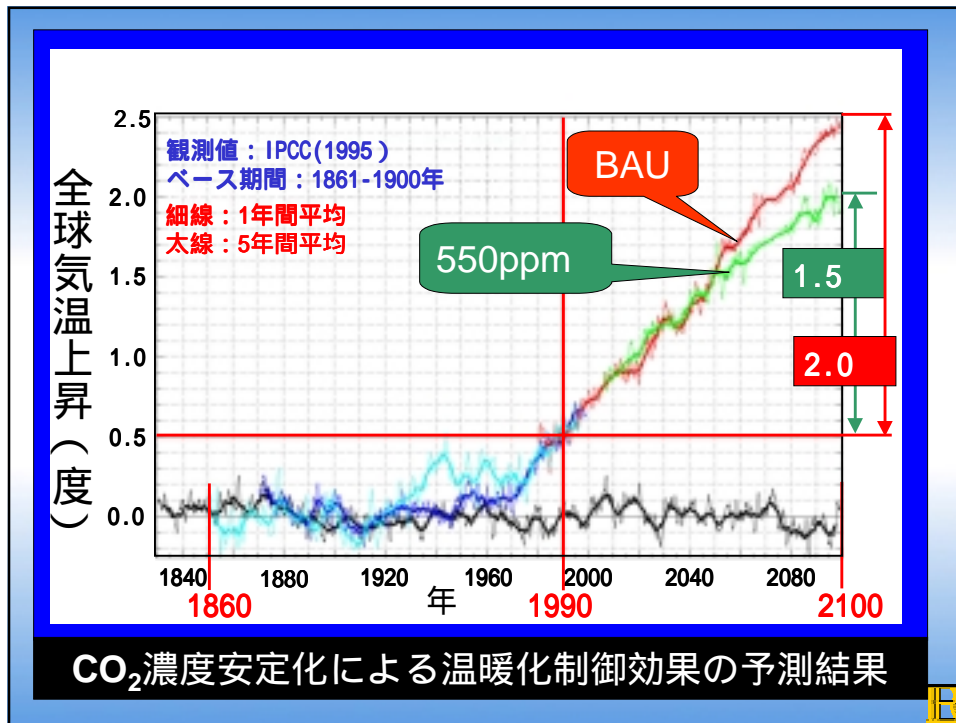


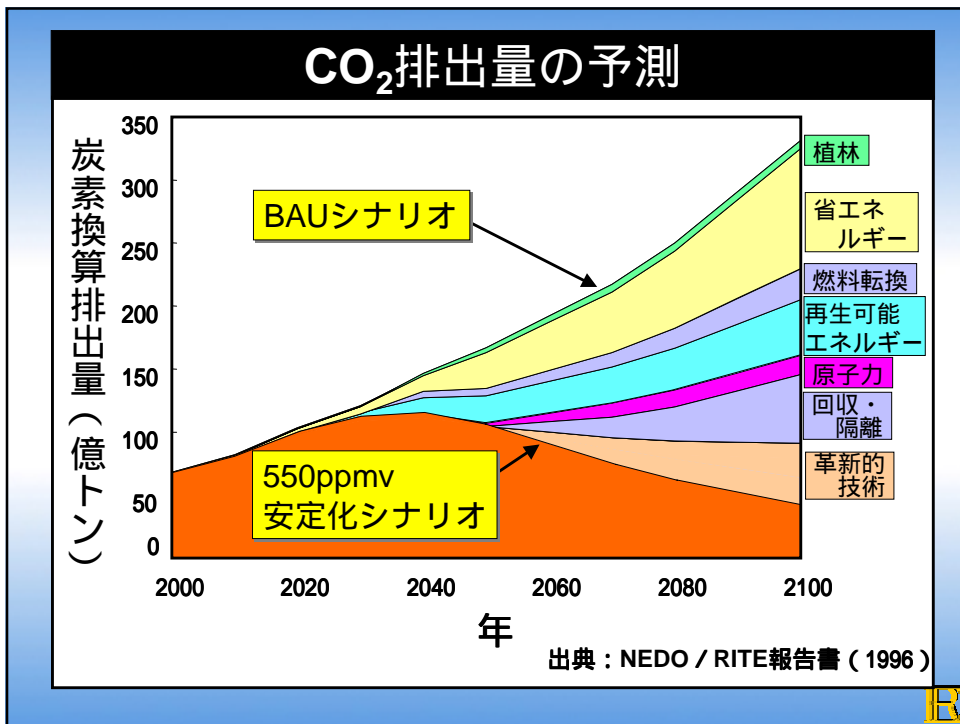
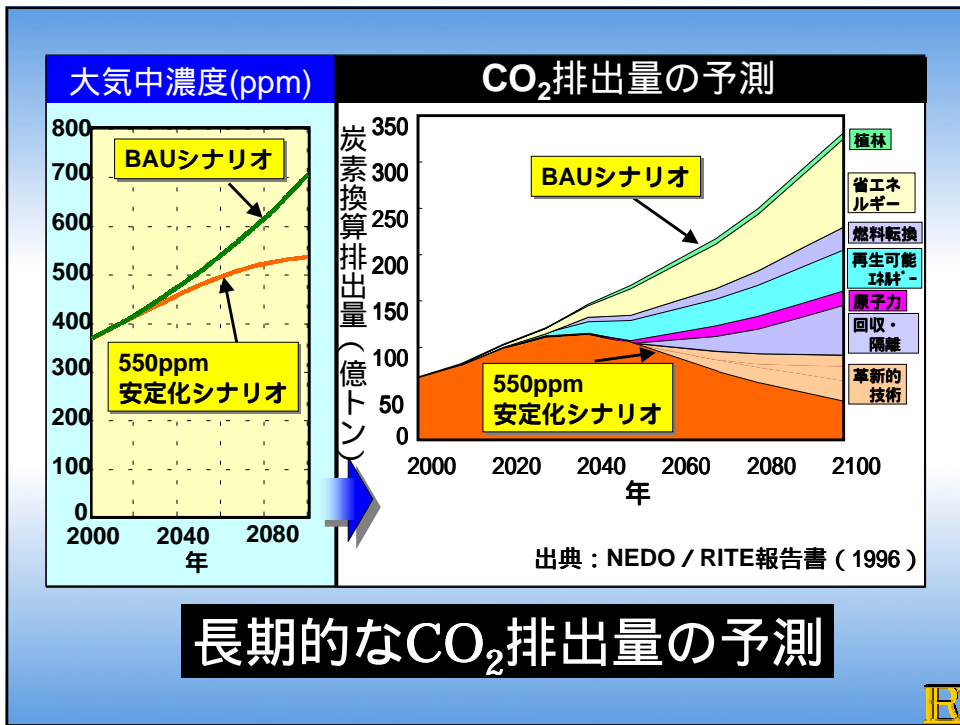
21世紀のCO₂大気中濃度シナリオ

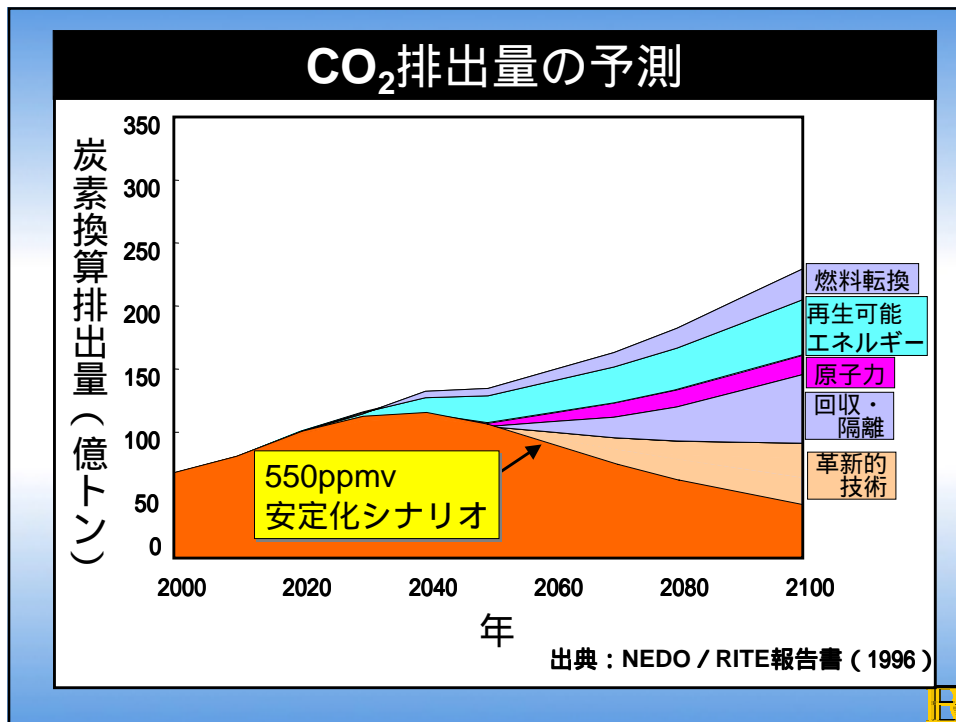
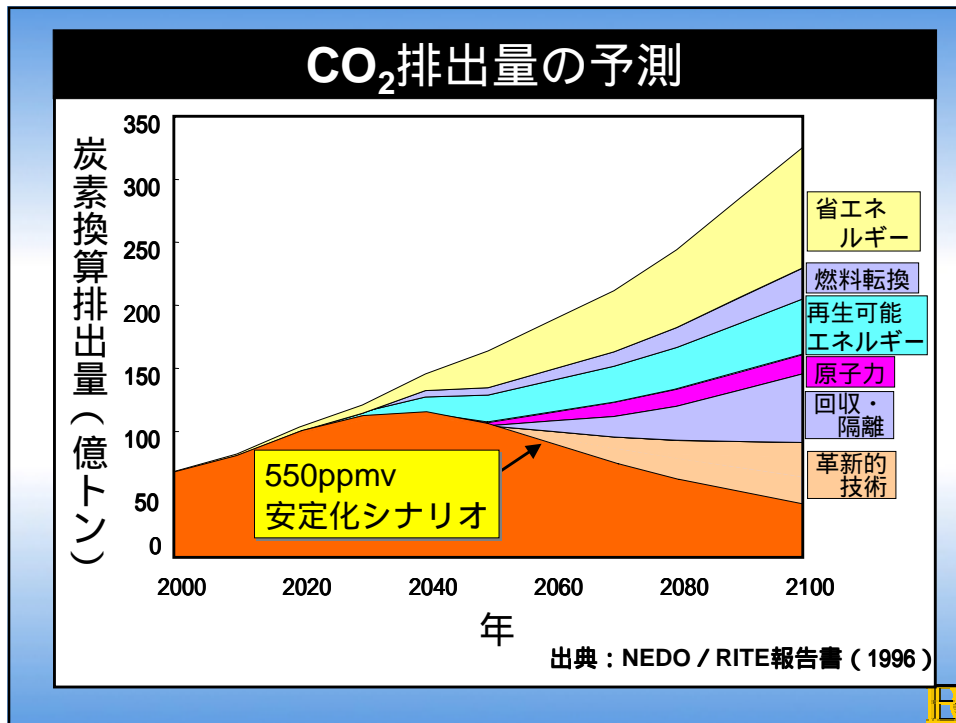


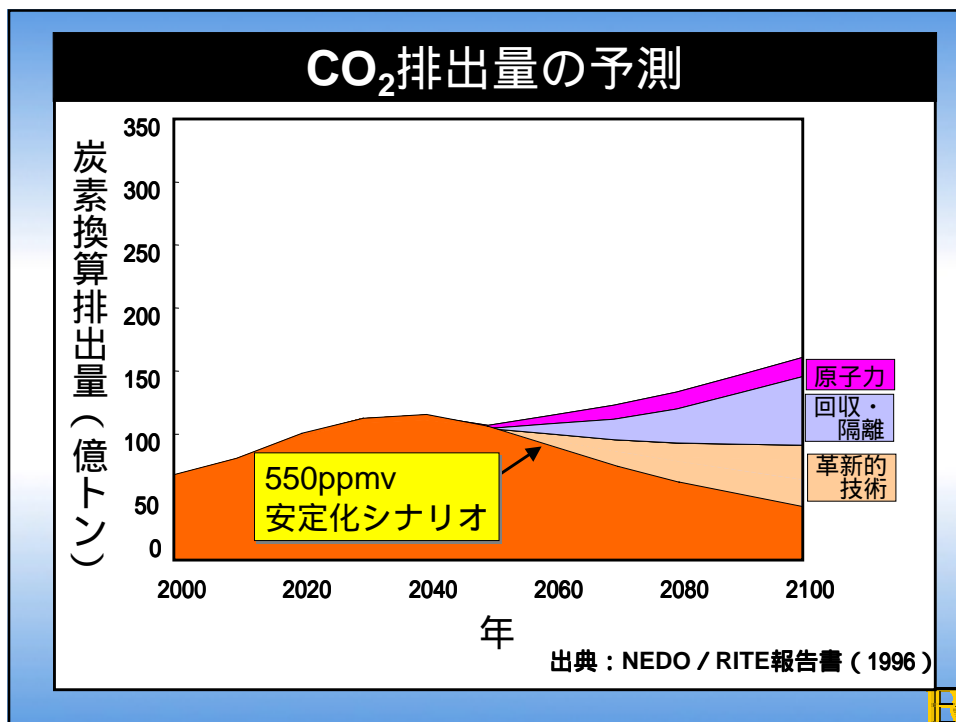
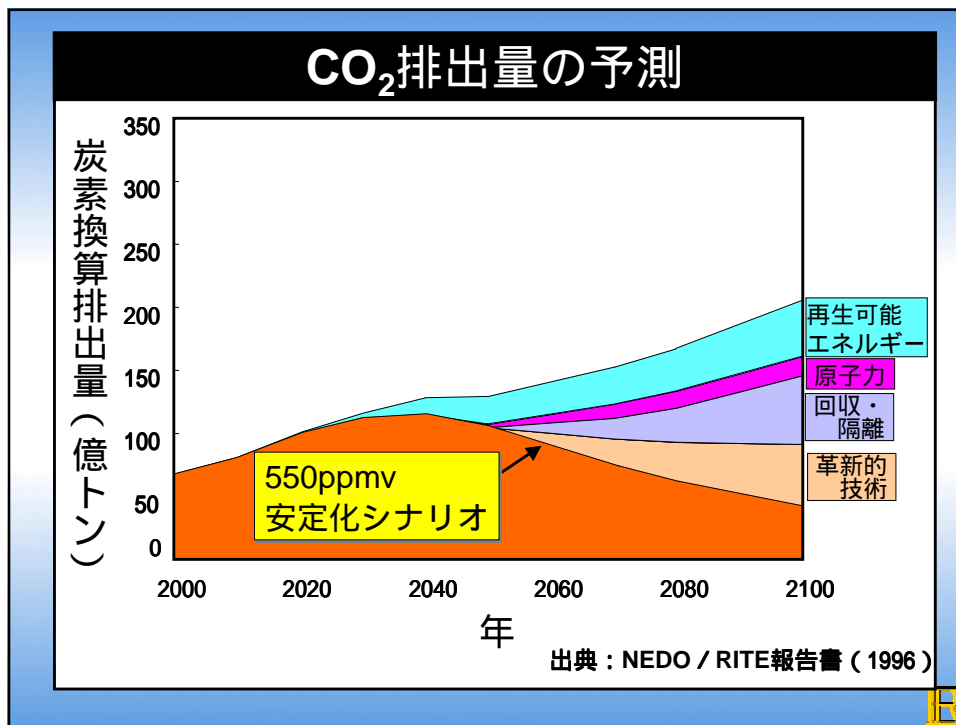


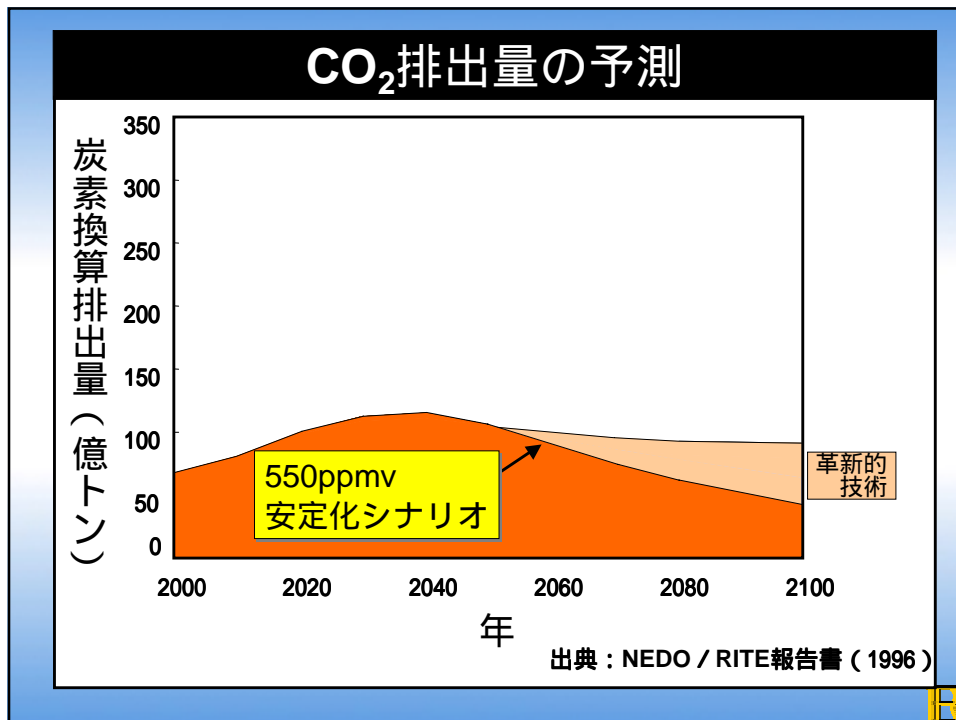
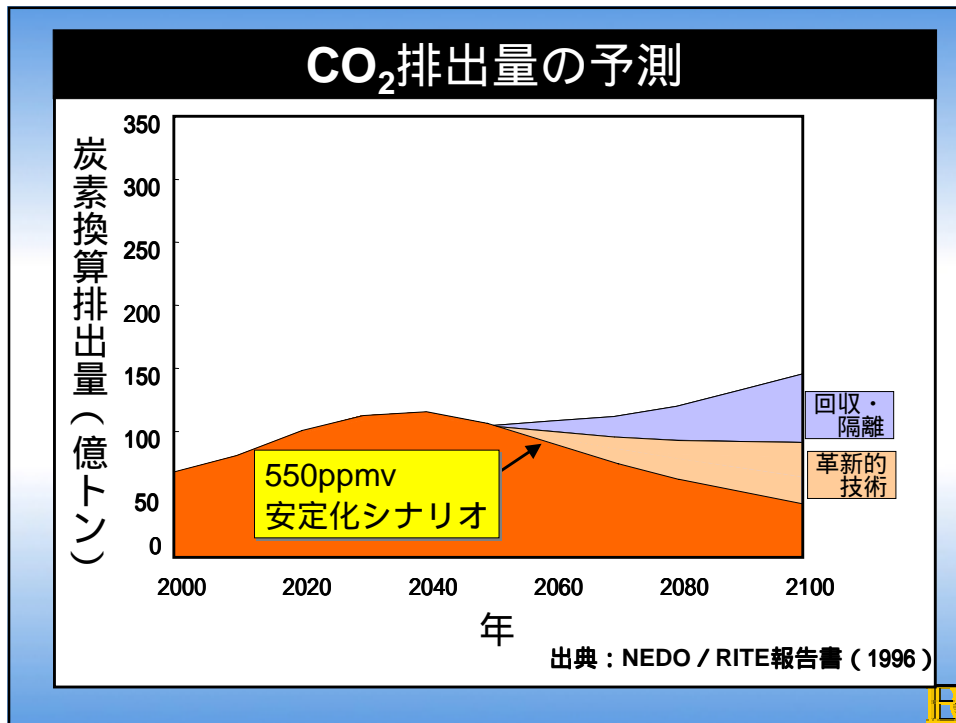


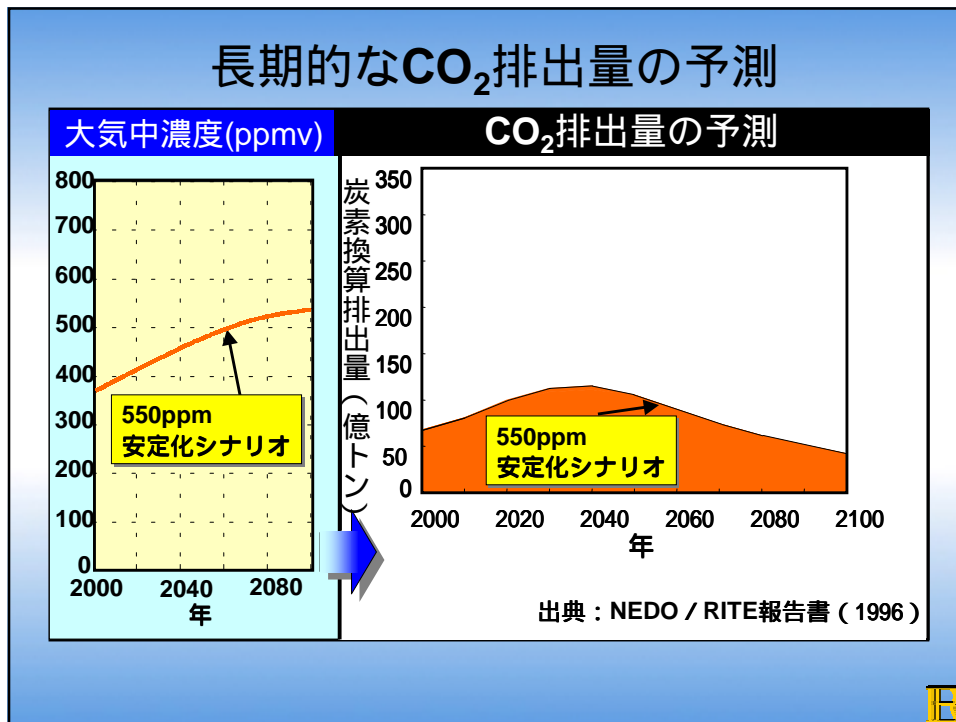
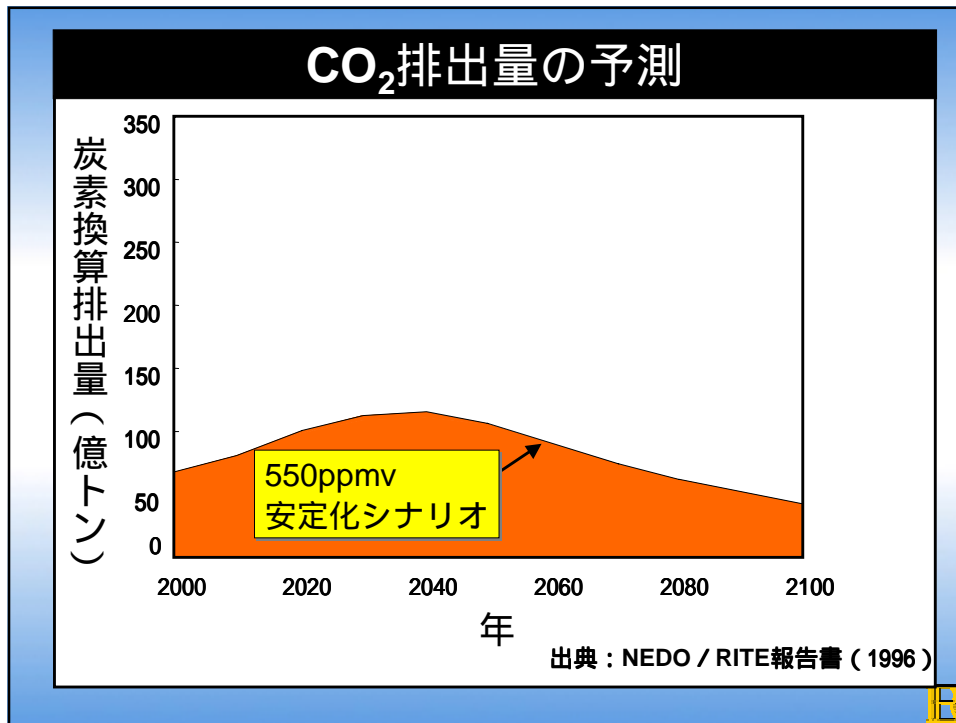






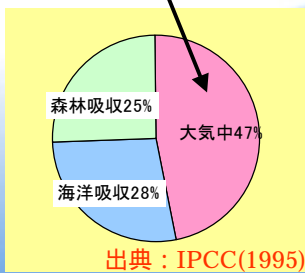






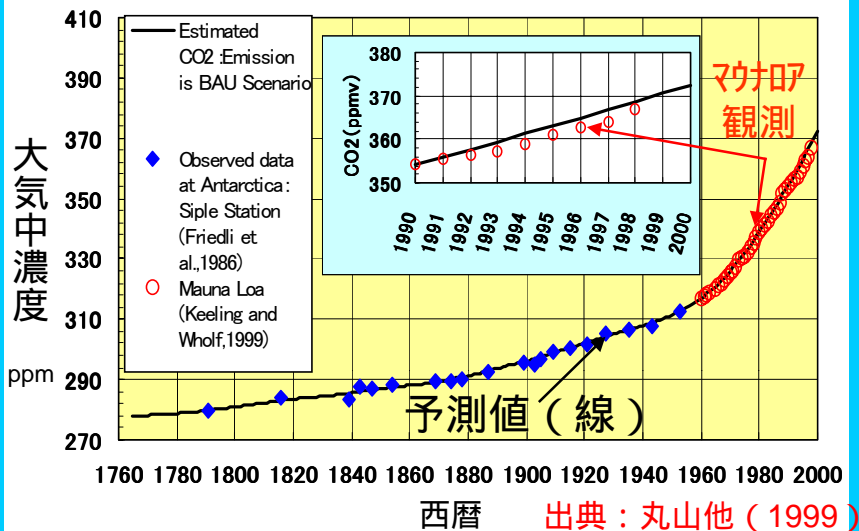
大気中CO₂濃度推定モデルの適用性と問題点

大気中
CO₂濃度



化石燃料、森林
破壊等の排出量

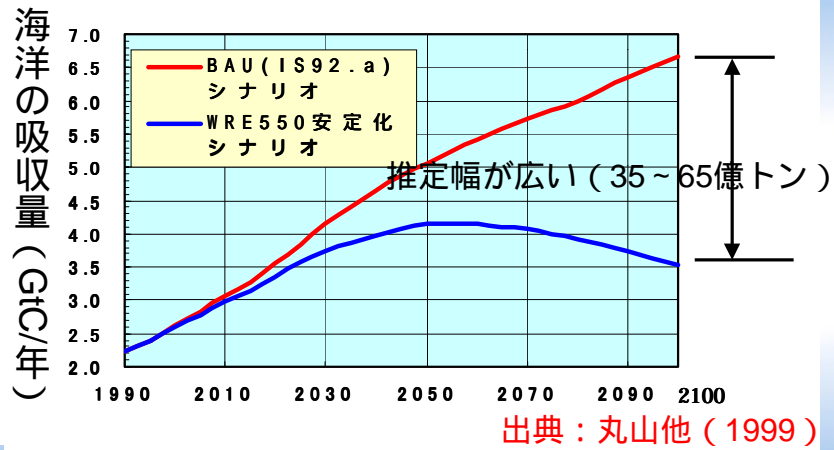
— 海洋 + 森林の吸収量



濃度推定モデル(Wigley, 1993)の検証結果



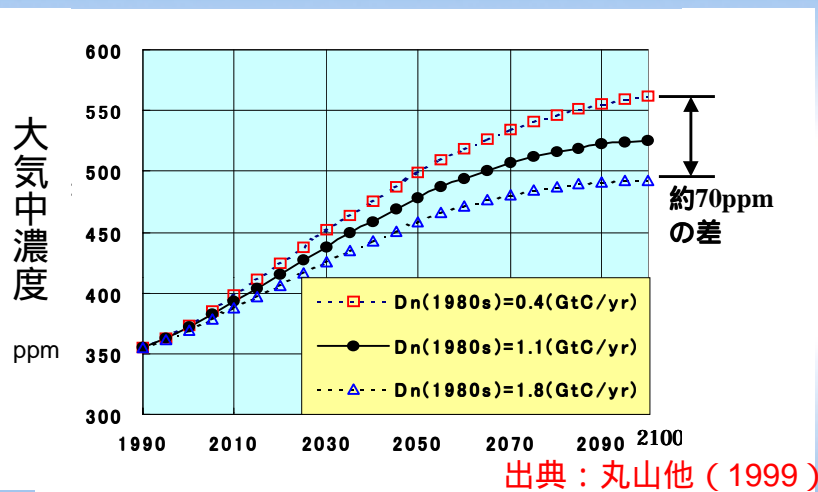
問題点：海洋の無機炭素吸収量だけを考慮



海洋のCO₂吸収量推定



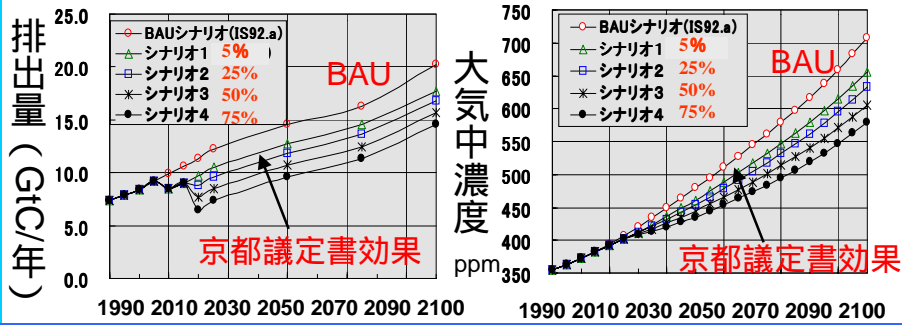
Dn(1980s): 1980年代の森林破壊によるCO₂発生量
推定幅 = 4 ~ 18億トン



森林のCO₂吸収量推定



シナリオ 1 = 京都議定書の削減率5%

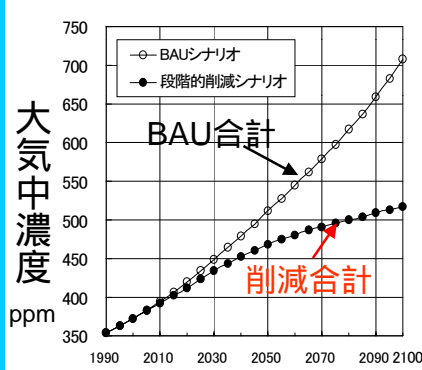
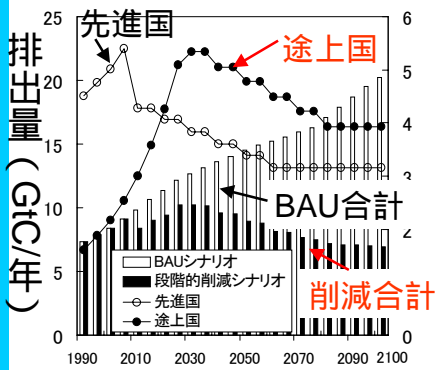


先進国だけの削減排出量

大気中濃度予測値

出典：丸山他（1999）

先進国だけの排出削減の濃度安定化効果

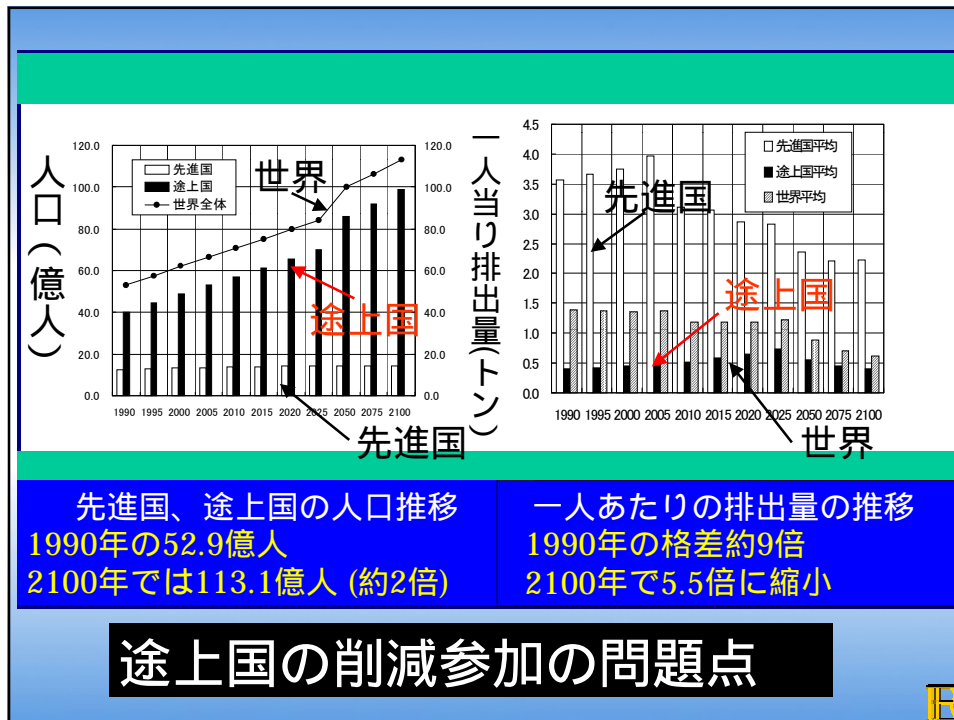


先進国、途上国排出量

大気中CO₂濃度推定値

出典：丸山他（1999）

先進国、途上国の段階的削減シナリオ



研究紹介(1) まとめ

- 気候モデルの信頼性は不十分
- 550ppm安定化の温暖化防止効果はわずか
- 先進国だけの削減では濃度安定化は困難
- 途上国削減には一人当たり排出量格差が問題
- 長期的な濃度安定化目標設定が極めて重要

➡ **高精度気候モデルにより、様々な濃度レベルの気候変化を予測・評価**

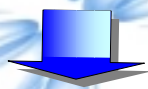
(2)地球温暖化による 日本周辺の海洋環境変化予測

丸山他：電中研報告U97034 (1997)
大気海洋結合モデル(NCAR・CSM)による全球温
暖化予測
坪野他：電中研報告U00057 (2000)
地域海洋モデルの開発と日本周辺海域への適用
仲敷他；電中研報告U00058 (2000)
温暖化による日本周辺の海洋環境変化の予測



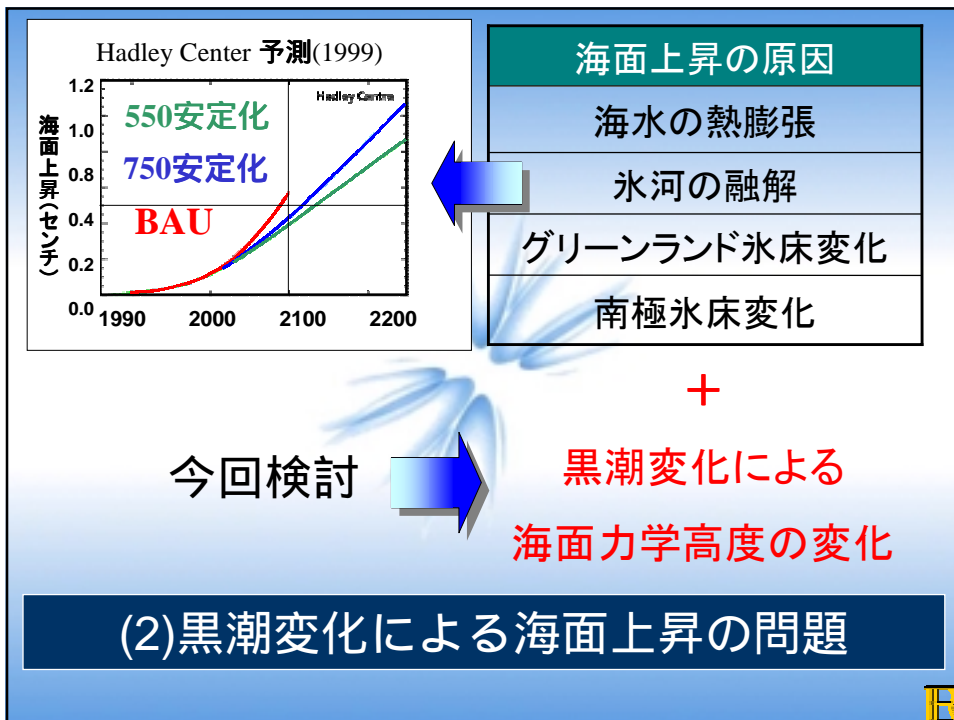
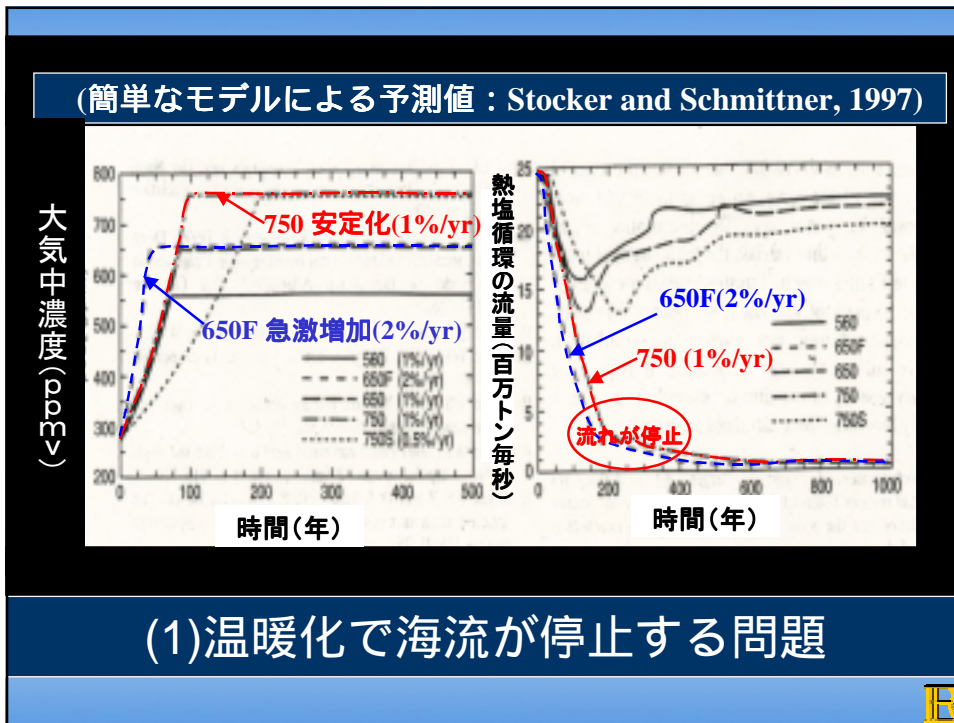
研究の背景

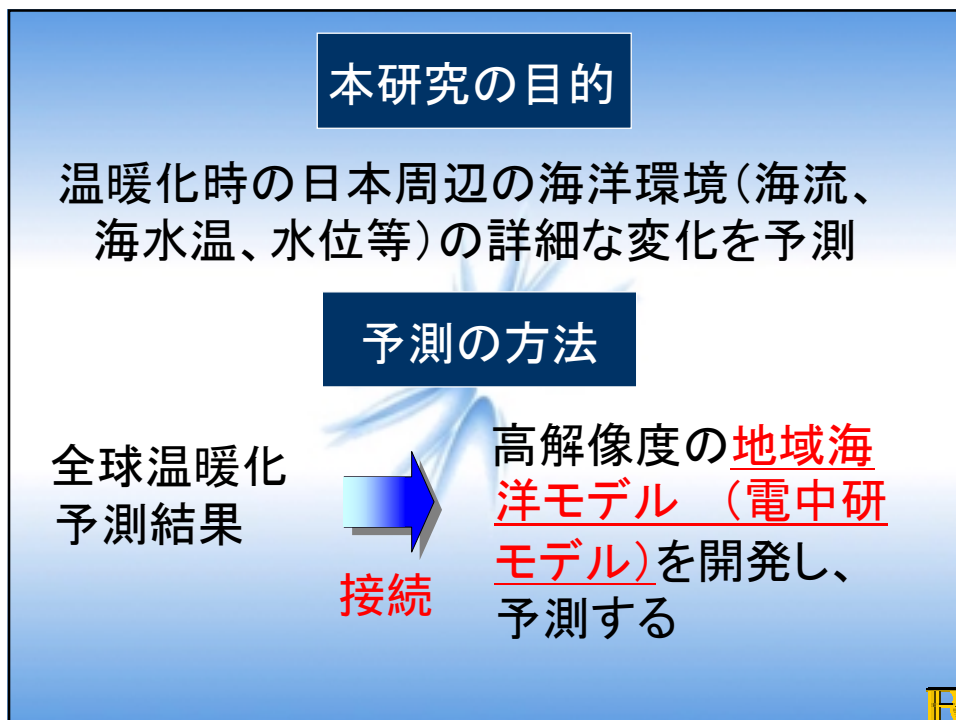
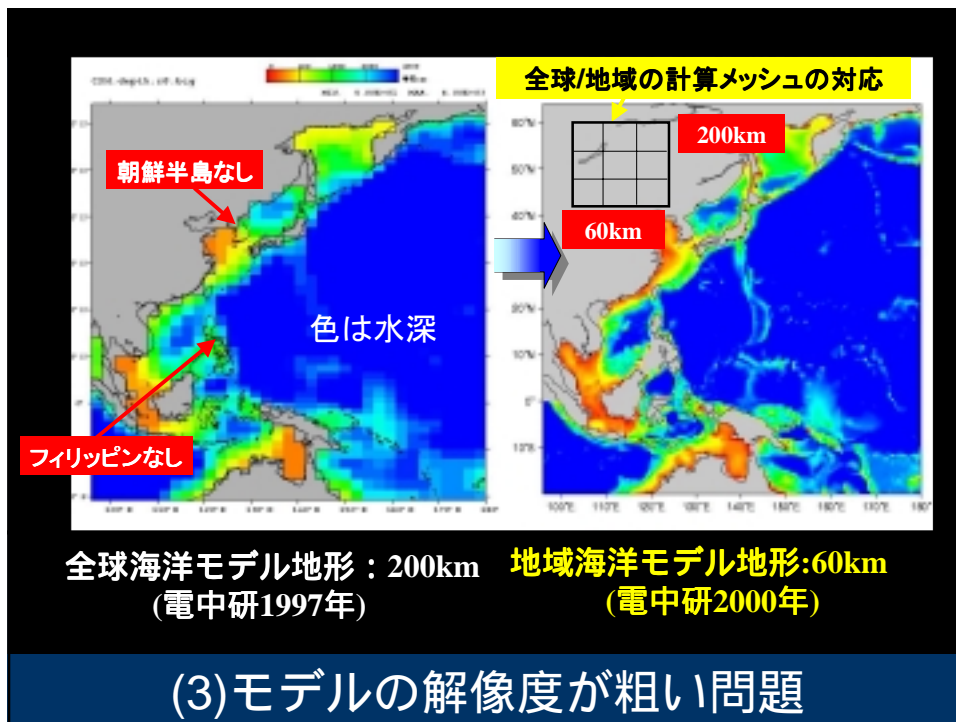
将来地球温暖化が進むと、

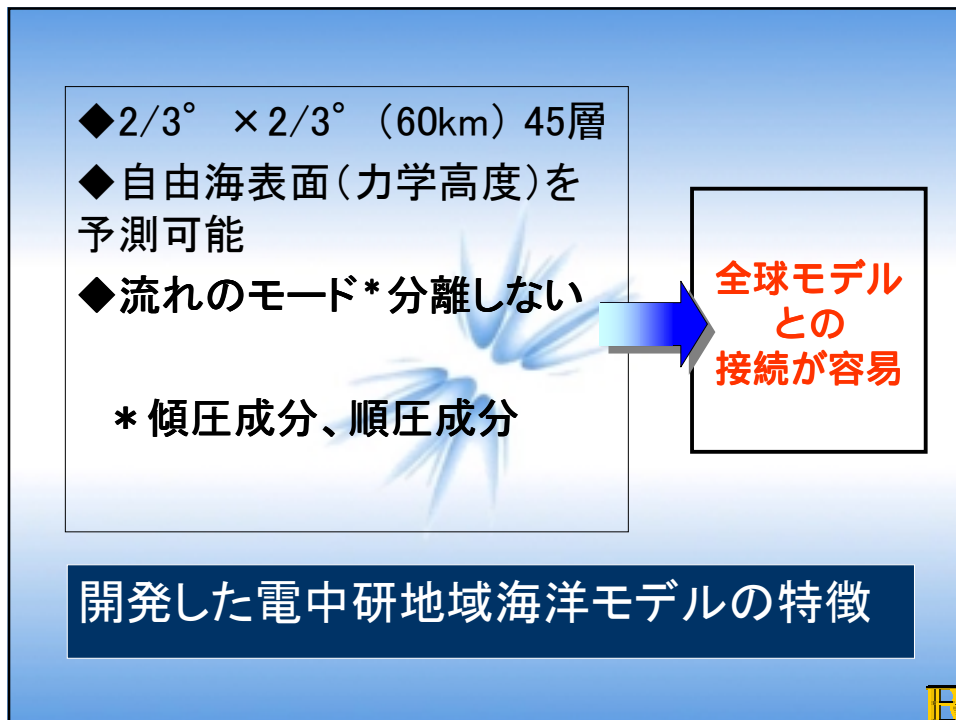
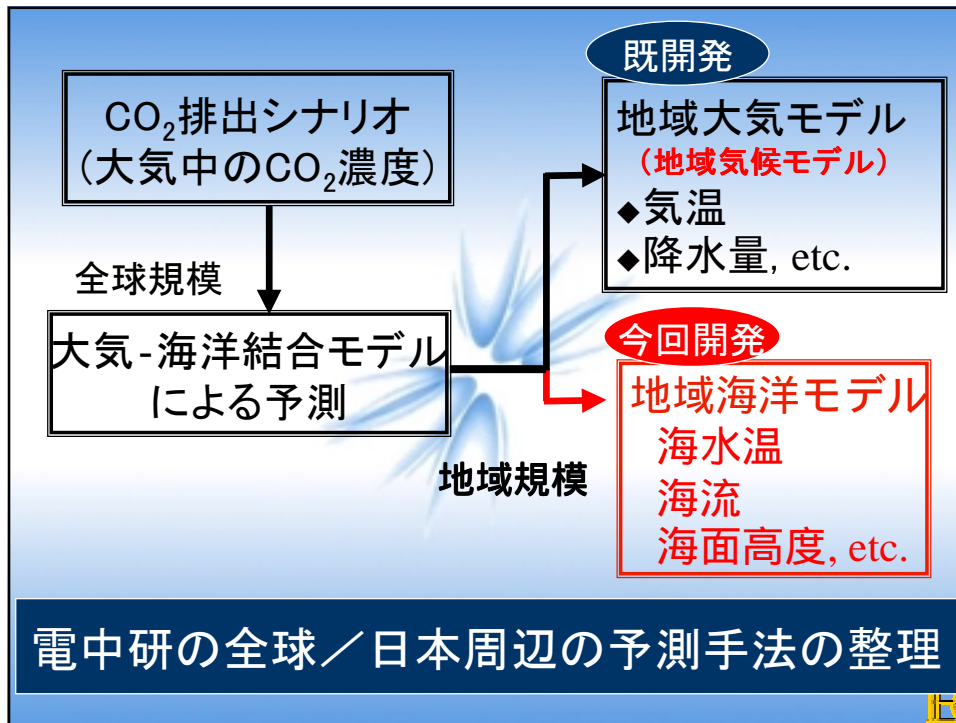


海洋環境の問題点は何か？





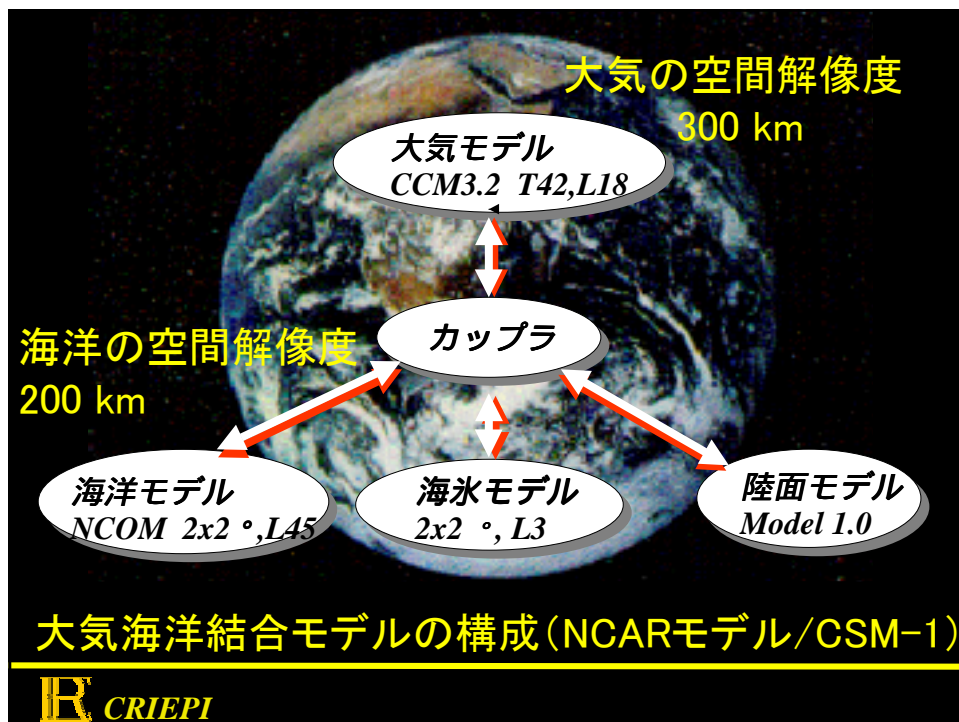


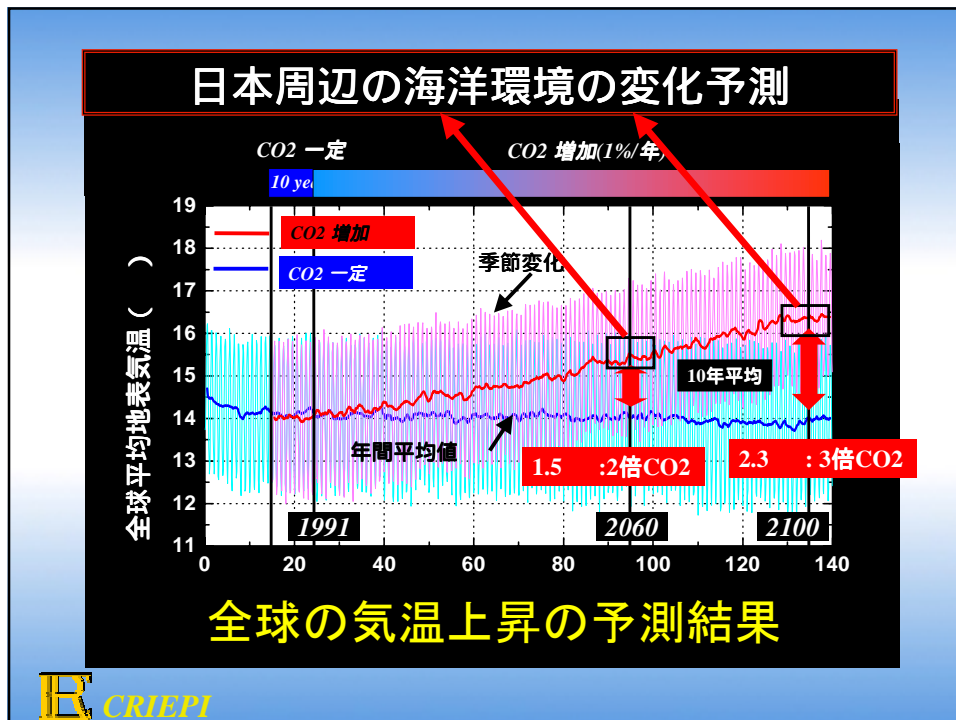
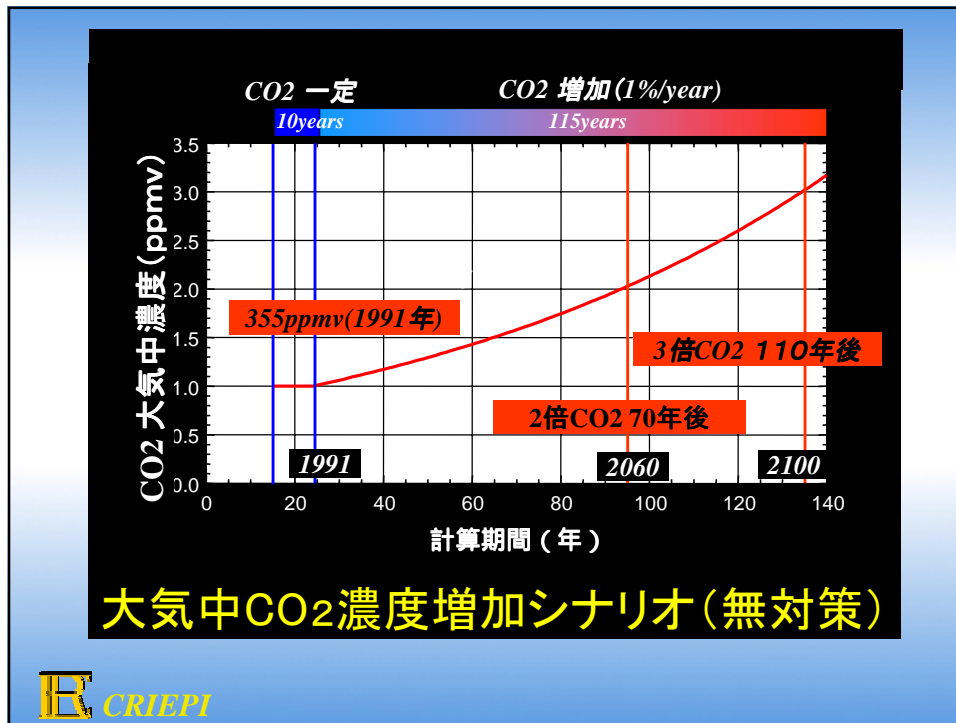


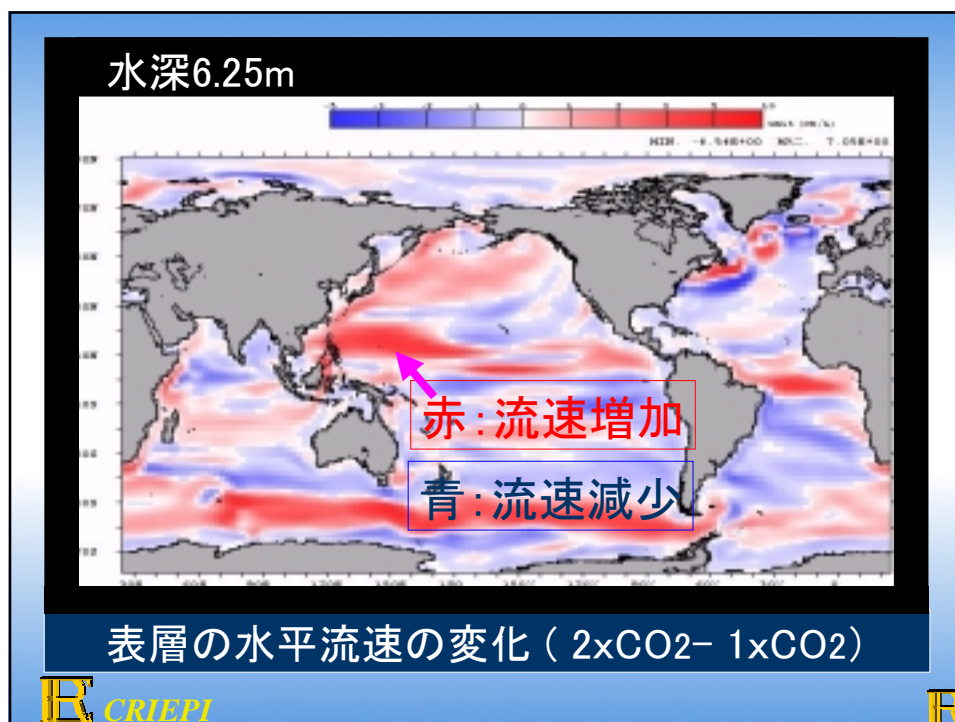
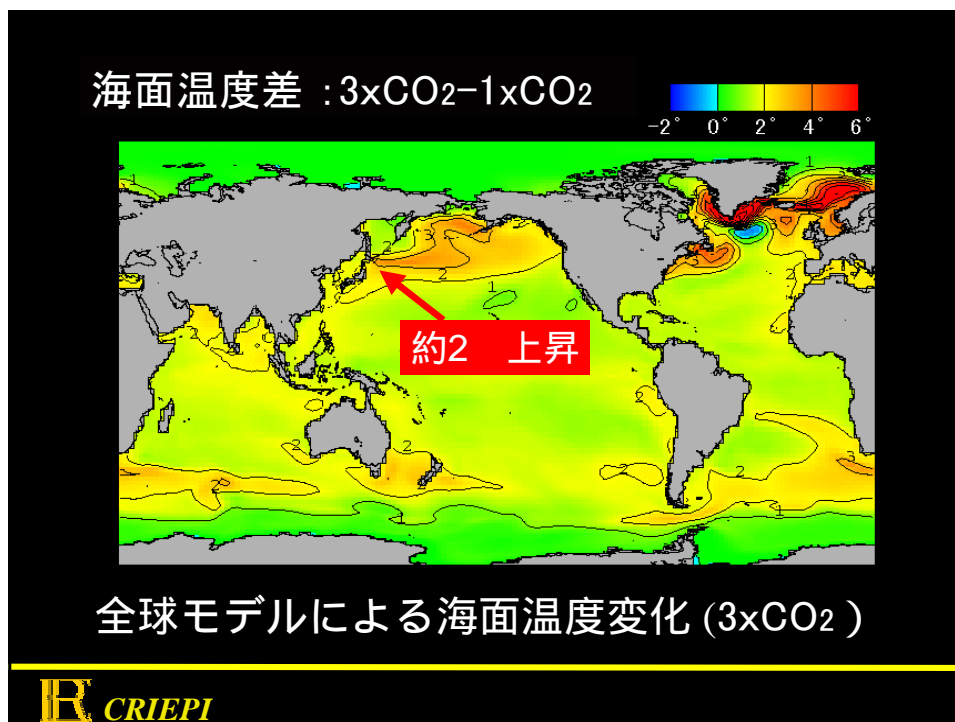
全球温暖化予測結果のレビュー

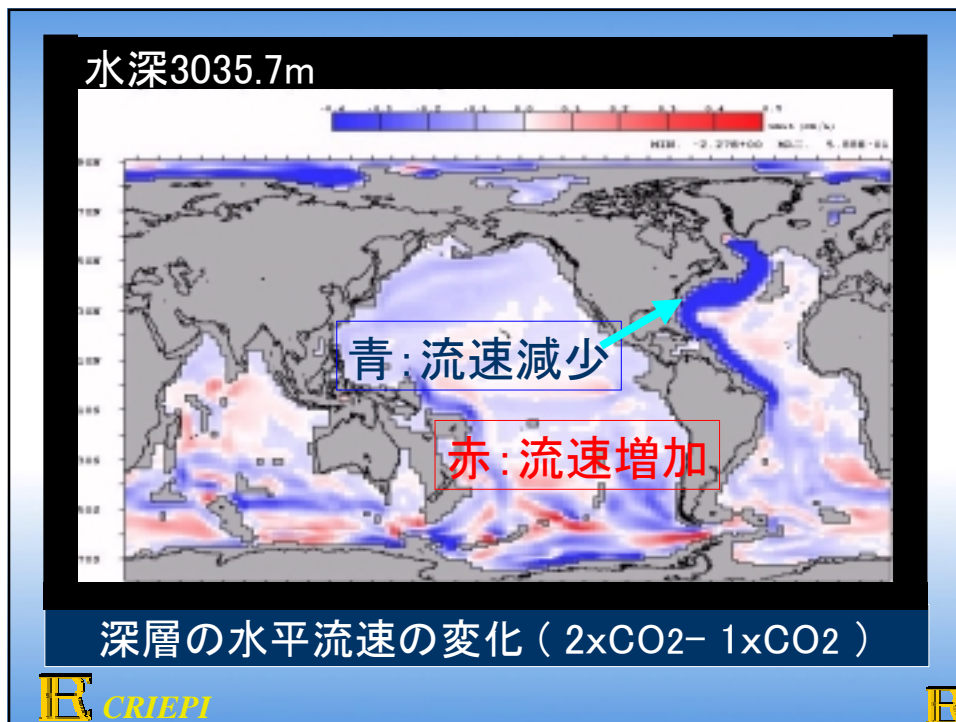
- ◆大気・海洋結合モデルの概要
- ◆CO₂濃度シナリオ(無対策ケース)
- ◆主な結果

NCAR共同研究成果:
電中研(1997)





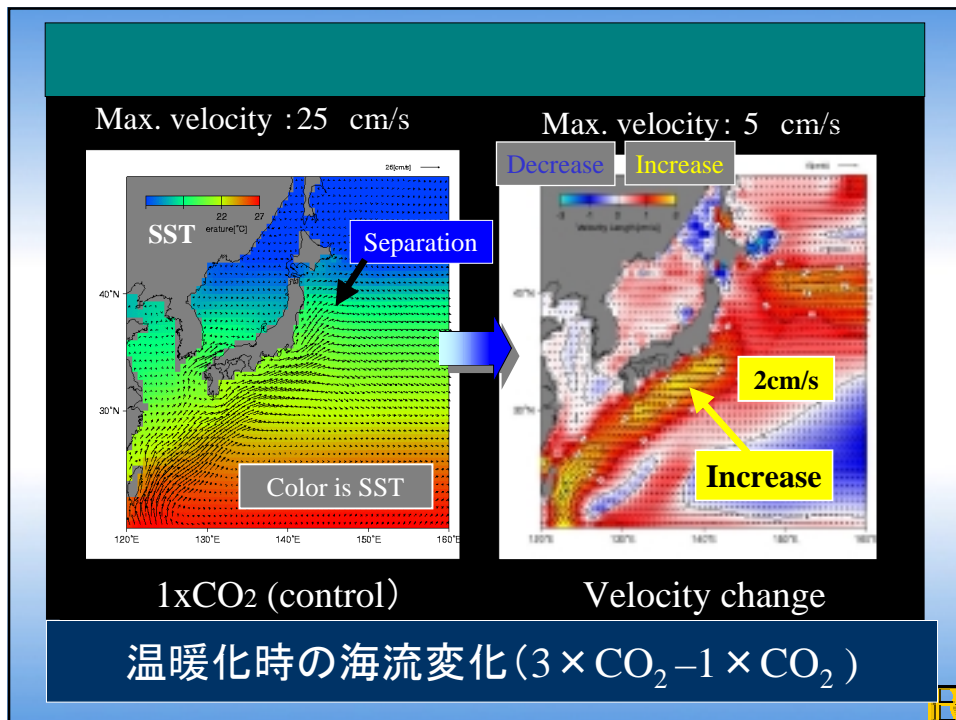
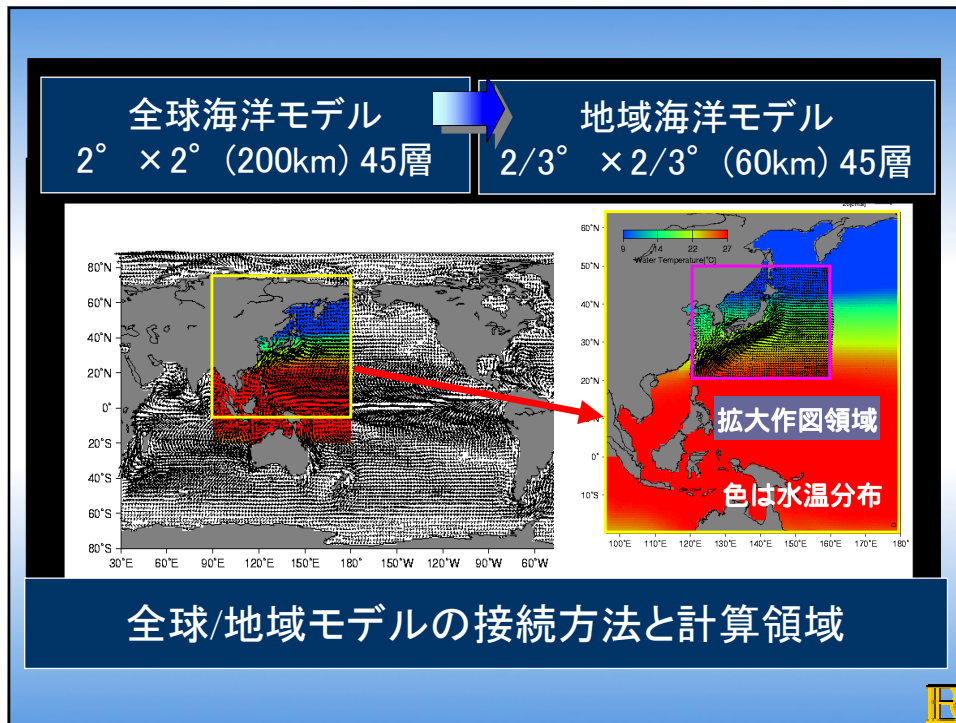


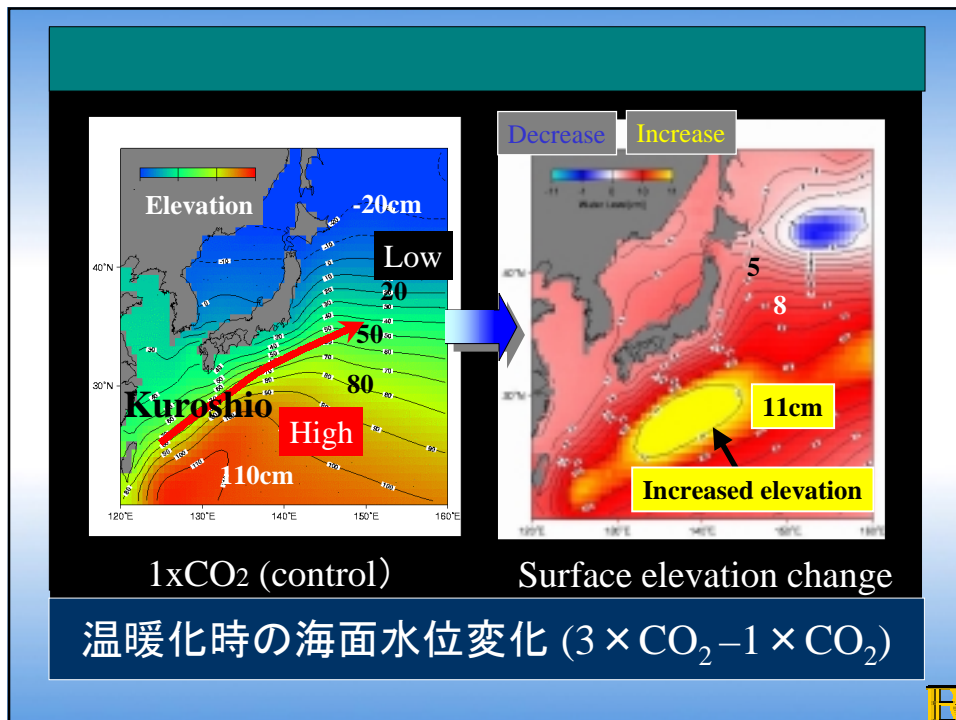
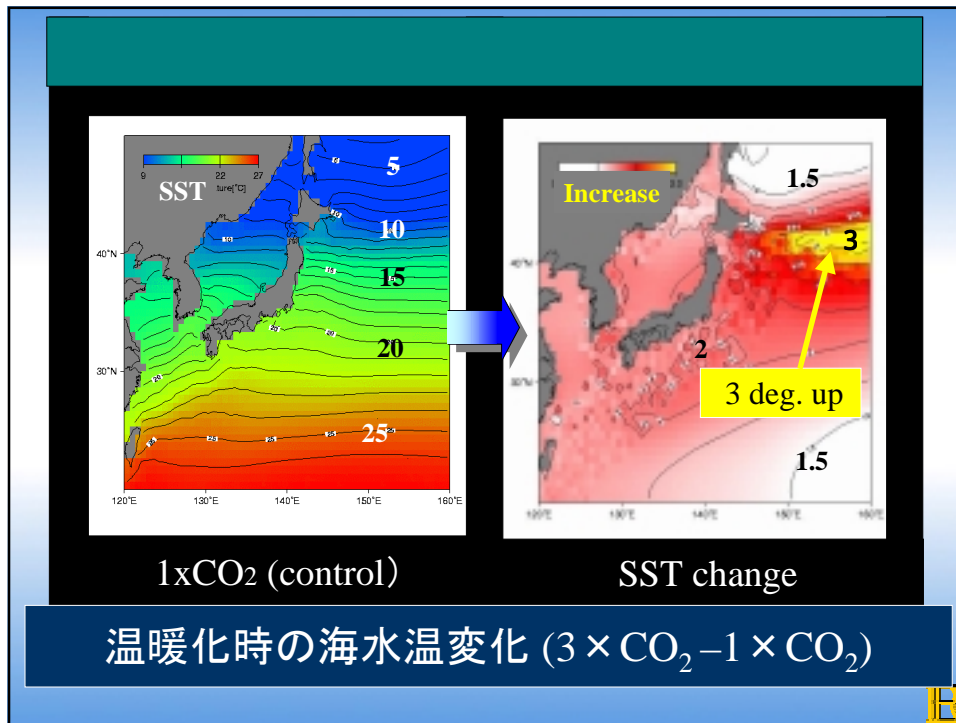


地域海洋モデルによる
予測結果

◆ 3 × CO₂ の場合

RIEPI





3×CO₂時の海洋環境変化のまとめ

◆海流(年平均)

- (1) 黒潮や親潮が強化
- (2) 黒潮続流(分枝)が北上

◆海水温(年平均)

- (3) 平均で約2°C上昇
- (4) 北海道東岸では約3°C上昇

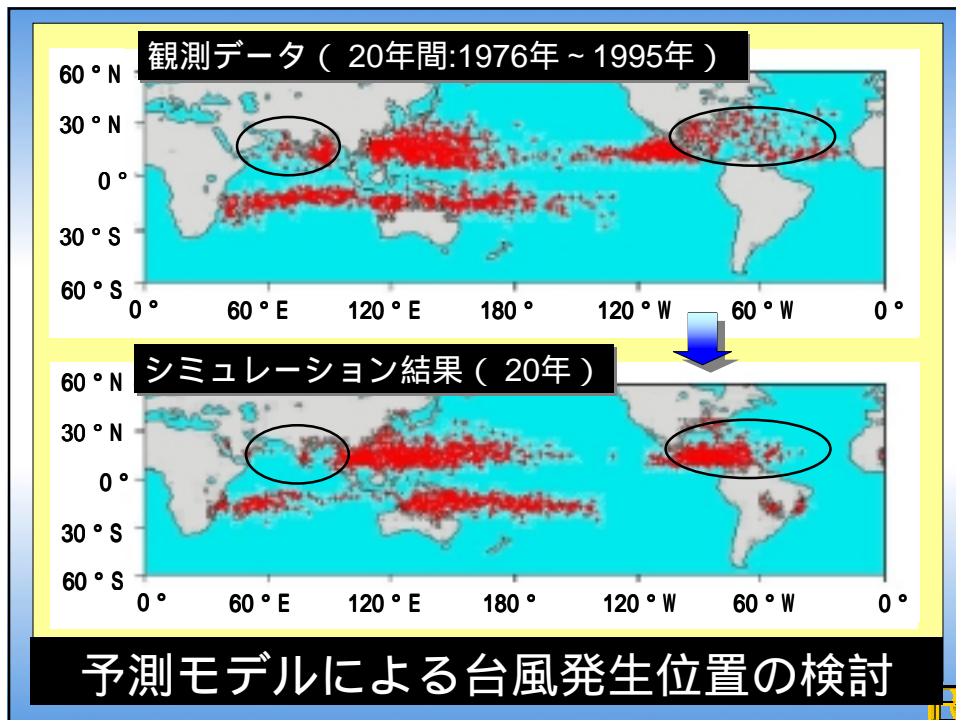
◆海面力学高度(年平均)

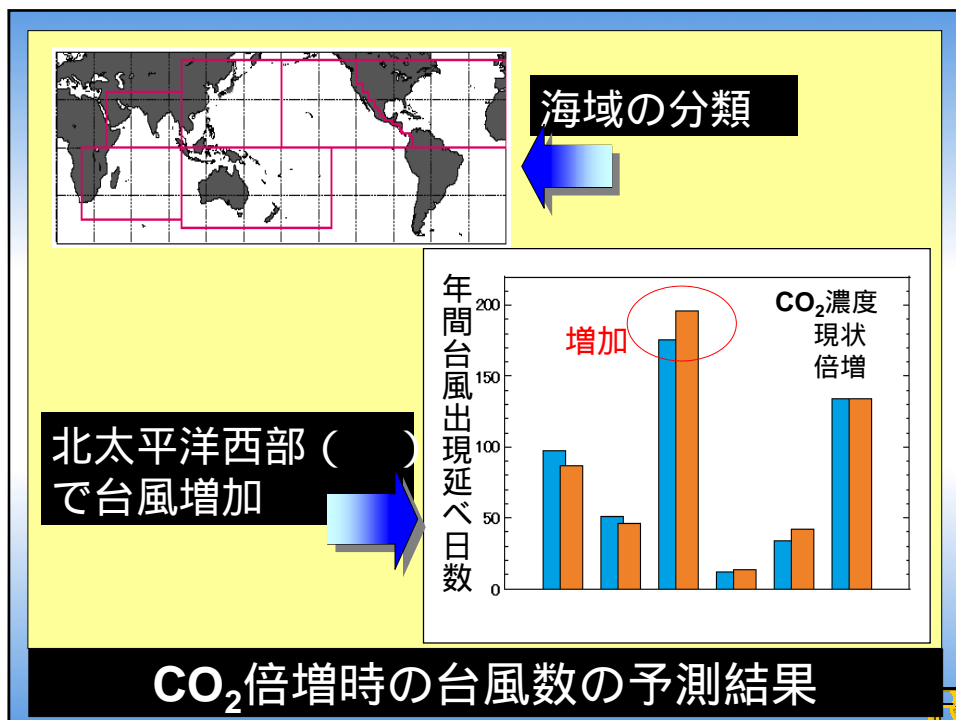
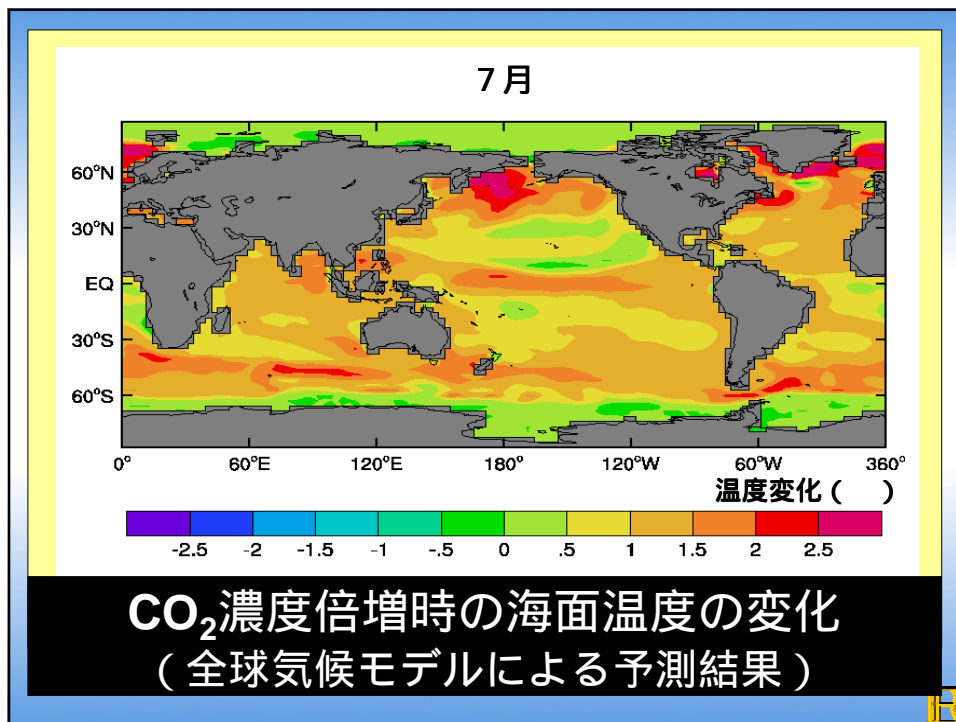
- (5) 平均で約5cm、北海道北部は小さい
- (6) 黒潮域の水位上昇が大きい

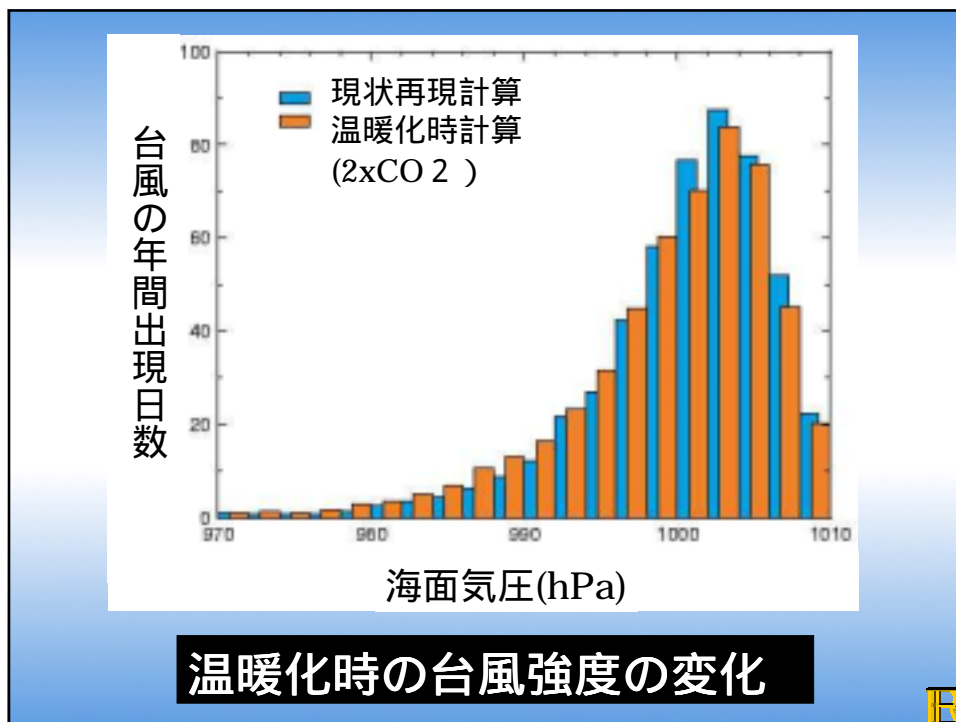
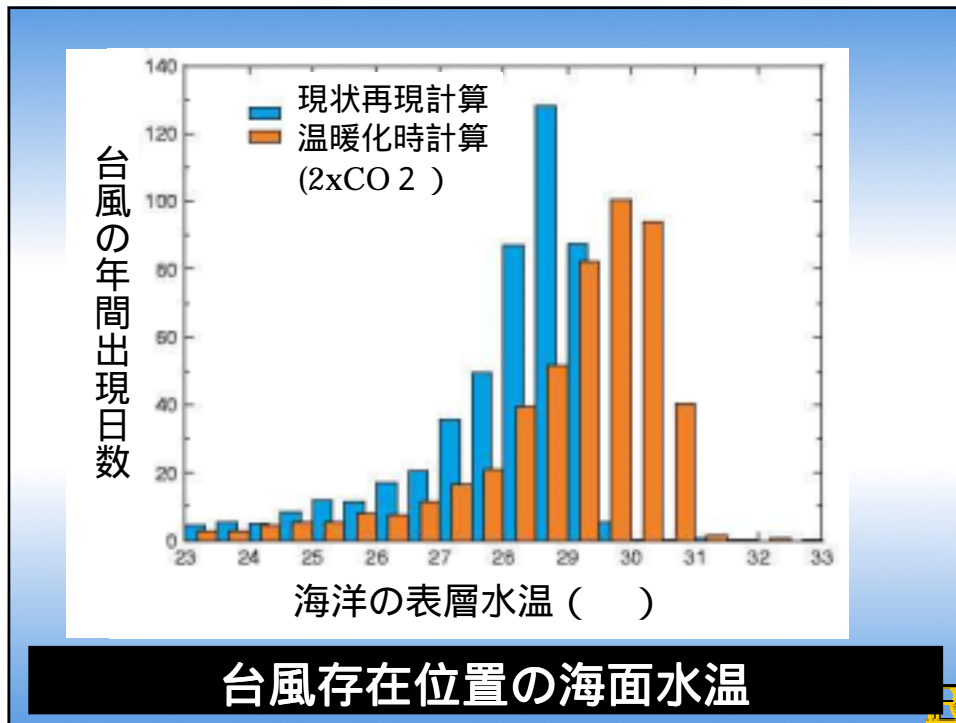


(3)温暖化時の台風変化

筒井他：電中研報告U99014 (2000)
温暖化による台風気候の変化(その1)-全球
大気モデル(T42 CCM2)による数値実験
筒井他：電中研報告U00049 (2000)
NCAR CCM3を用いた台風シミュレーション
-積雲対流過程の改良および高解像度化-
吉田他：電中研報告U00017 (2000)
全球気候モデルへの並列計算技術の高度活用(2)





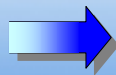


現状は、世界の研究機関で相反する予測結果

IPCC第3次評価書(2001)では以下の評価

台風の存在する位置は変化しないが、地域的な台風の頻度には何らかの変化が生じる。ただし、その変化傾向は、予測に用いられる数値モデルによって結果が異なる。

台風の最大強度は5%から10%増加し、台風に伴う降水強度は20%から30%増加する。



モデル中の雲の取り扱いの難しさ

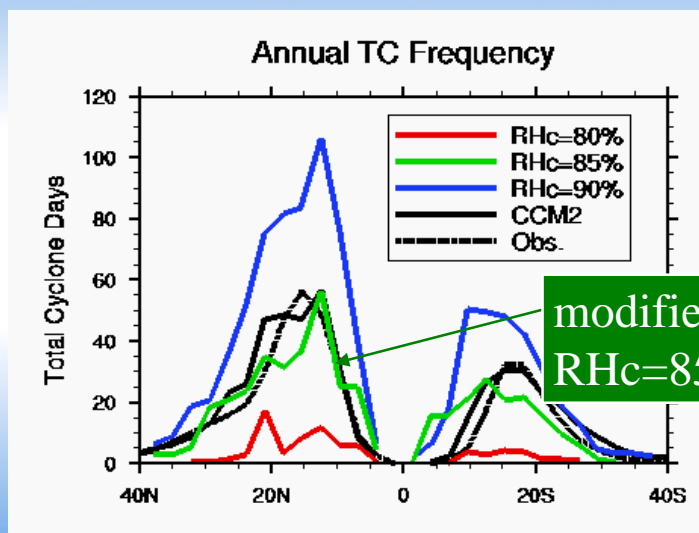


Differences between CCM2 and CCM3

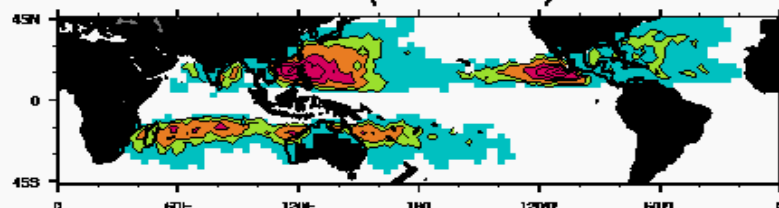
	CCM2 (旧)	CCM3 (新)
hydrologic cycle	too much precipitation	reduced
energy budget	imbalance	balance
tropical cyclone	realistic	little
MJO	good	too weak



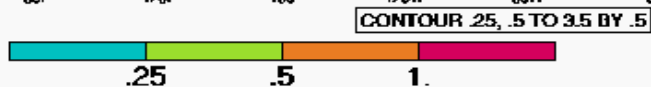
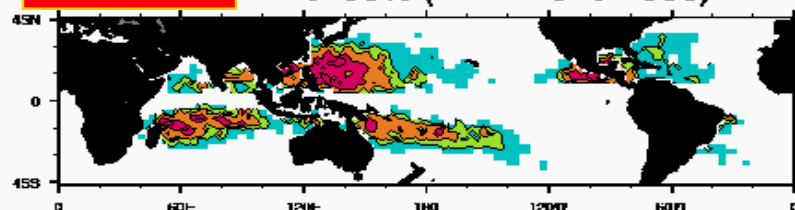
Results of sensitivity experiments(2)



Annual TC Days in T42-Grid-Area
Obs. (1976-1995)



Annual TC Days in T42-Grid-Area
Modified CCM3 RHc=85% (AMIP 1979-1988)



TOA Energy Budget of modified CCM3

	Original	80%	85%	90%	CCM2
OLR	236.08	236.65	238.19	239.65	240.59
Abs Solar	236.37	236.07	236.05	235.23	245.07
LWCF	29.35	28.12	26.55	25.41	30.88
SWCF	-49.67	-50.03	-50.02	-50.81	-49.94
Bud	0.29	-0.58	-2.14	-4.42	4.48

(units: W/m²)

OLR:outgoing long wave radiation, Abs.Solar:Absorbed solar(short wave)radiation
LWCF:long wave cloud forcing, SWCF:short wave cloud forcing

There are some imbalances in energy budget but not as worse as in CCM2. Further improvement is expected by parameter tuning.

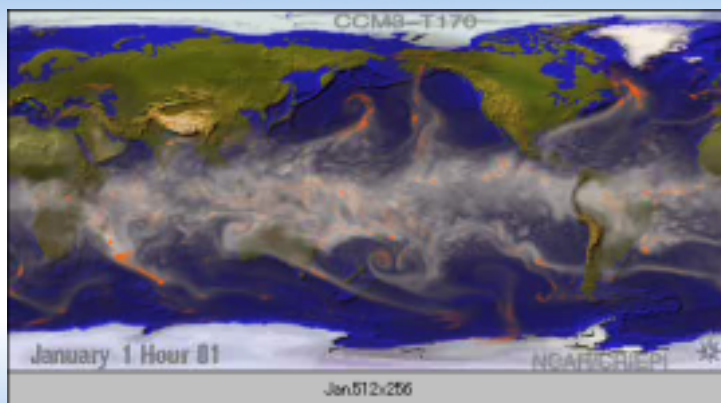
14



改良された高解像度モデル (T170)
による台風再現



空間解像度約80km、白は水蒸気、オレンジは降雨



電中研・NCAR共同研究成果 (1999)
高解像度大気モデル (80km)による現状気候



今後の展開(その1)

第2世代大気・海洋結合モデルによる
CO₂削減の温暖化防止効果予測
—現実的な削減シナリオ—

◆高度な並列計算
科学技術の開発



今後の展開(その2)

高解像度大気モデル(T341)による台風予測

- 高解像度化 (40 ~ 30km) -

高解像度海洋モデル(1/10度)による変化予測

- 高解像度化 (10km) -

地球シミュレータGS40の活用



2002年2月完成予定



おわり

