

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



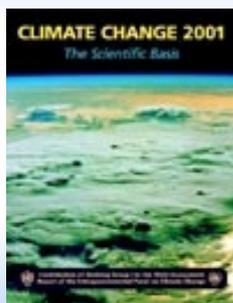
## 内容

電中研・NCAR共同研究成果の紹介

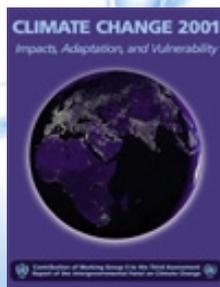
- (1)濃度安定化と温暖化防止
- (2)日本周辺の海洋環境変化
- (3)温暖化時の台風変化



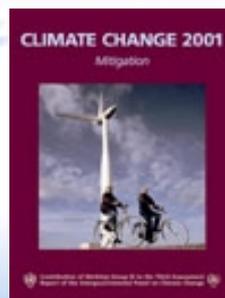
## IPCC第3次評価書（2001）の概要 ?何がわかって何が問題か？



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

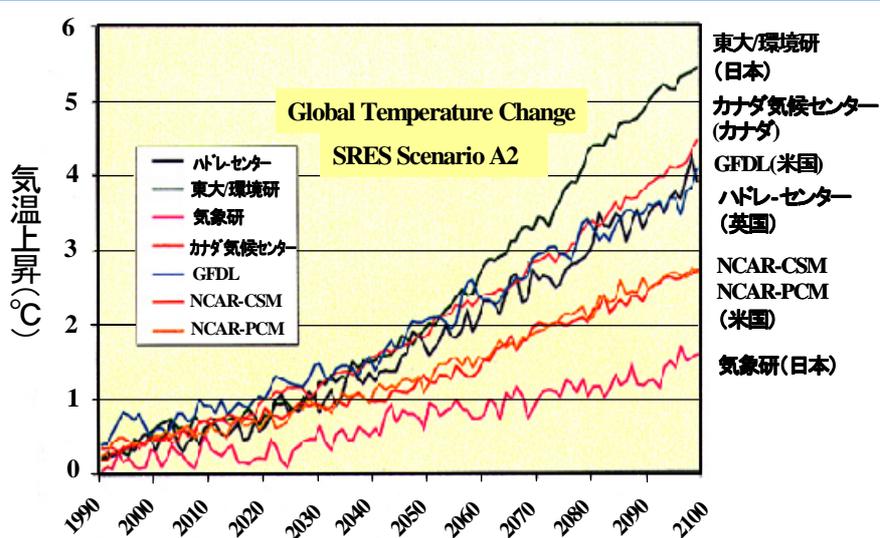
観測項目	内容
CO <sub>2</sub> 濃度	280 ± 6ppm（過去）～ 368ppm（現在） 平均増加率1.5ppm/年
全球平均気温	0.6 ± 0.2 （1861年～2000年） 最低気温上昇： 夜間 > 昼間（2倍）
降水量 （北半球）	熱帯域：0.2～0.3%（10年間）増加 亜熱帯：0.3%（10年間）減少 中～高緯度：0.5～1.0%（10年間）増加
海面上昇	10～20cm（1861年～2000年）



## 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 <sub>2</sub> 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？

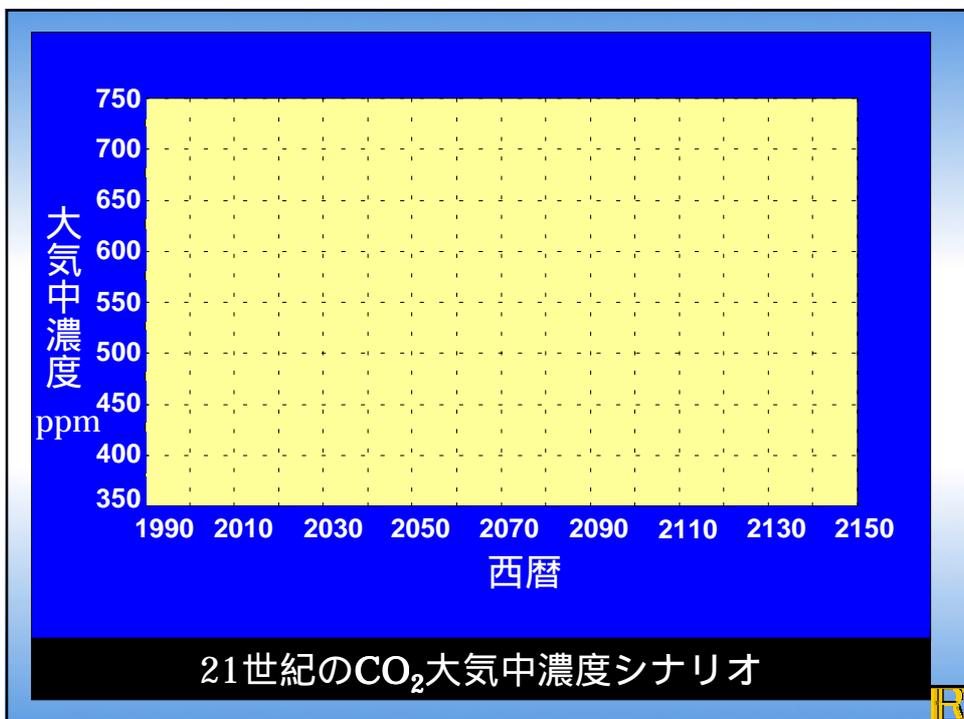


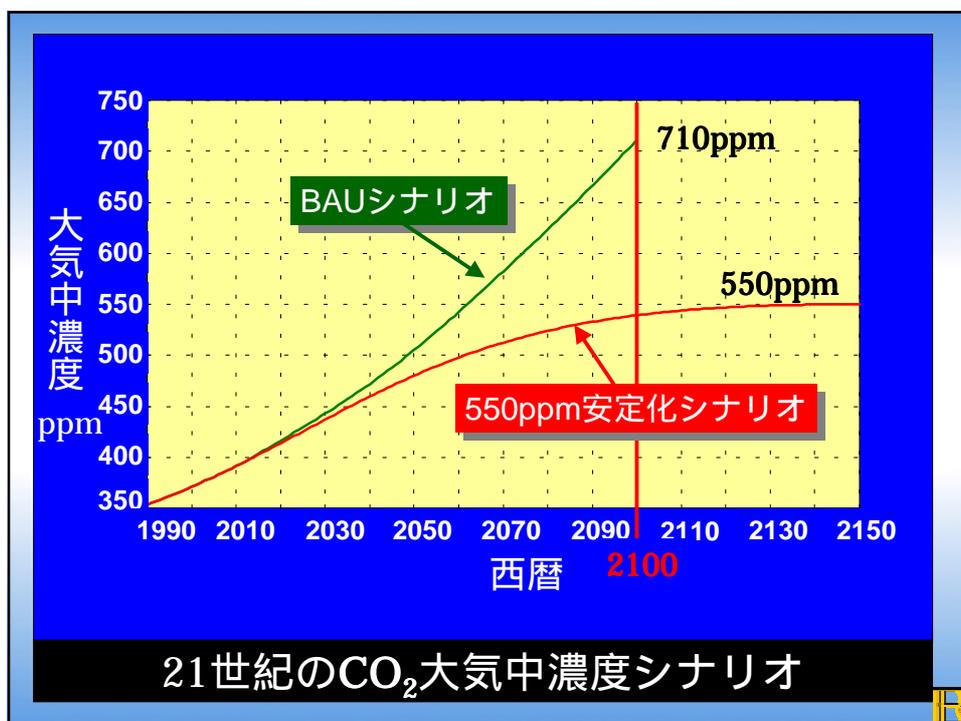
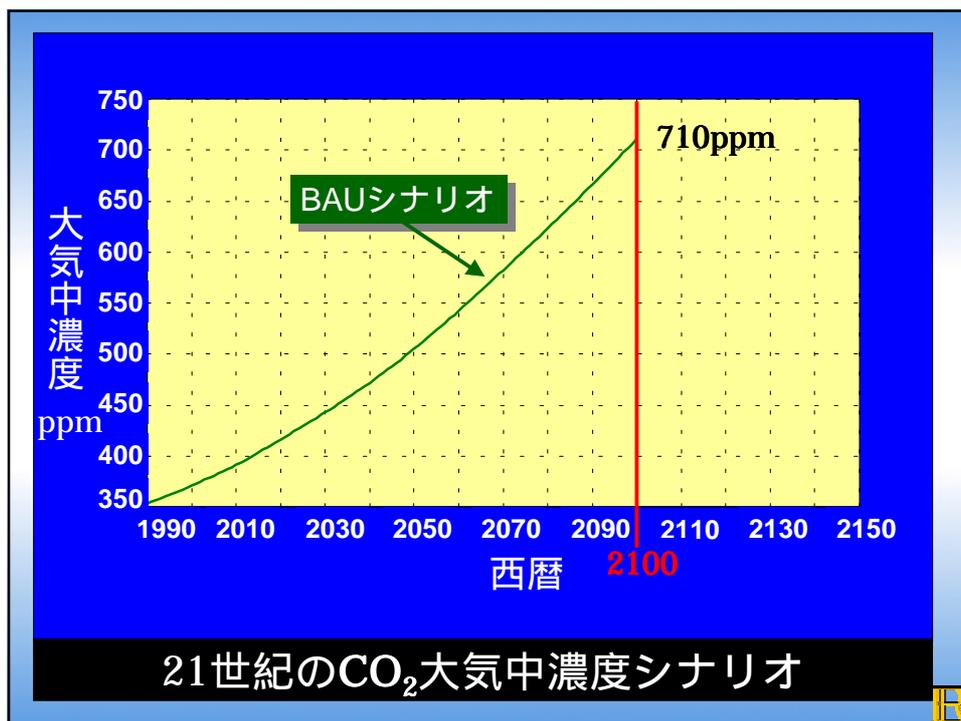
## (1)濃度安定化と温暖化防止

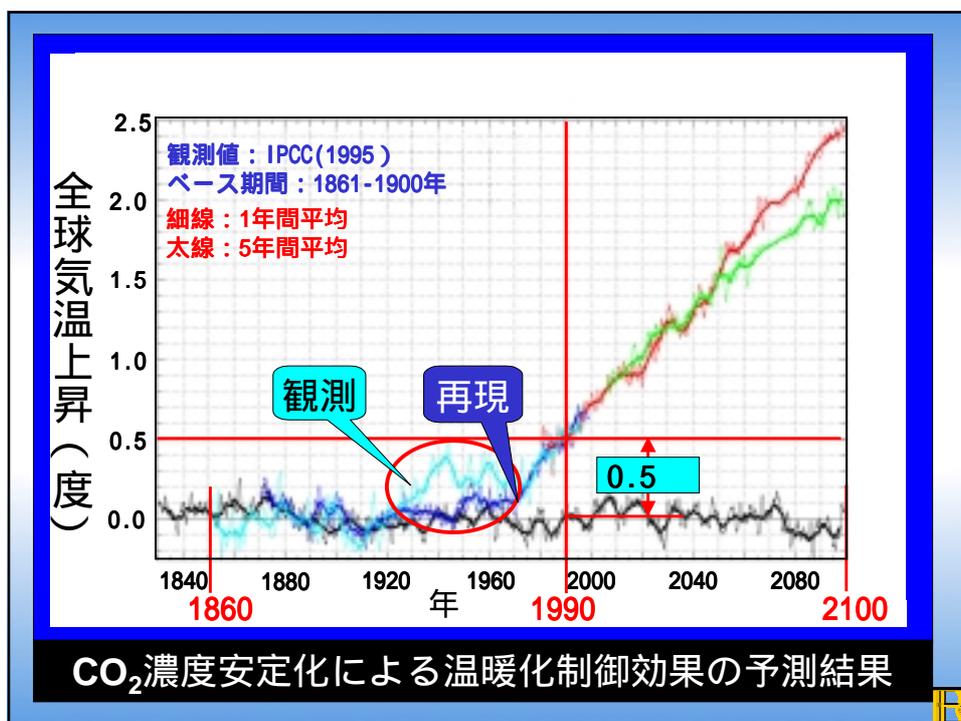
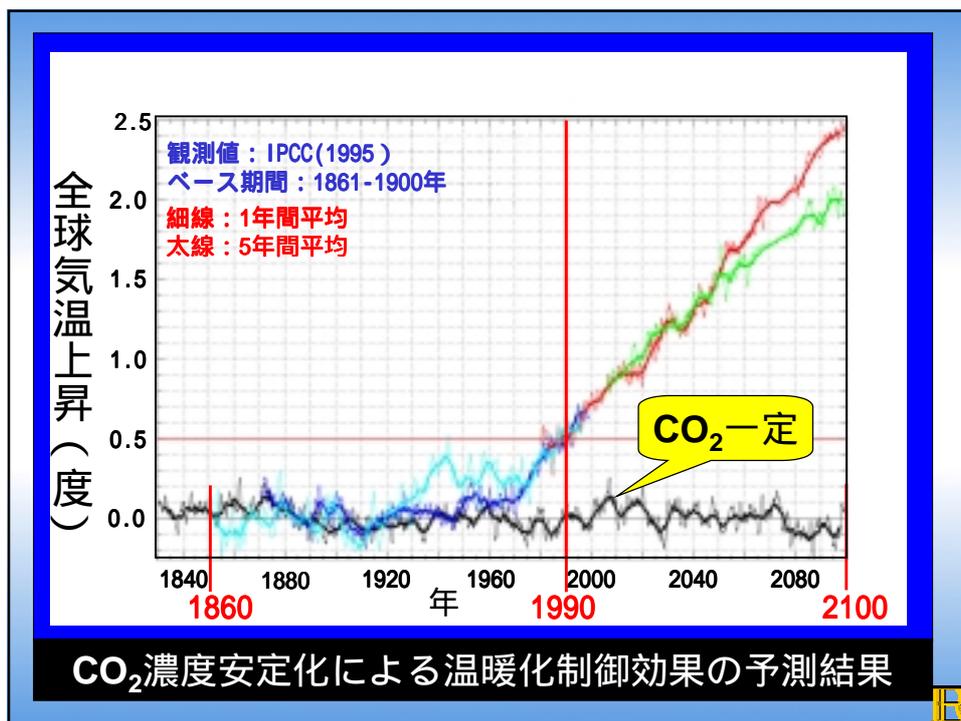
丸山他：電中研報告U99043 (1999)

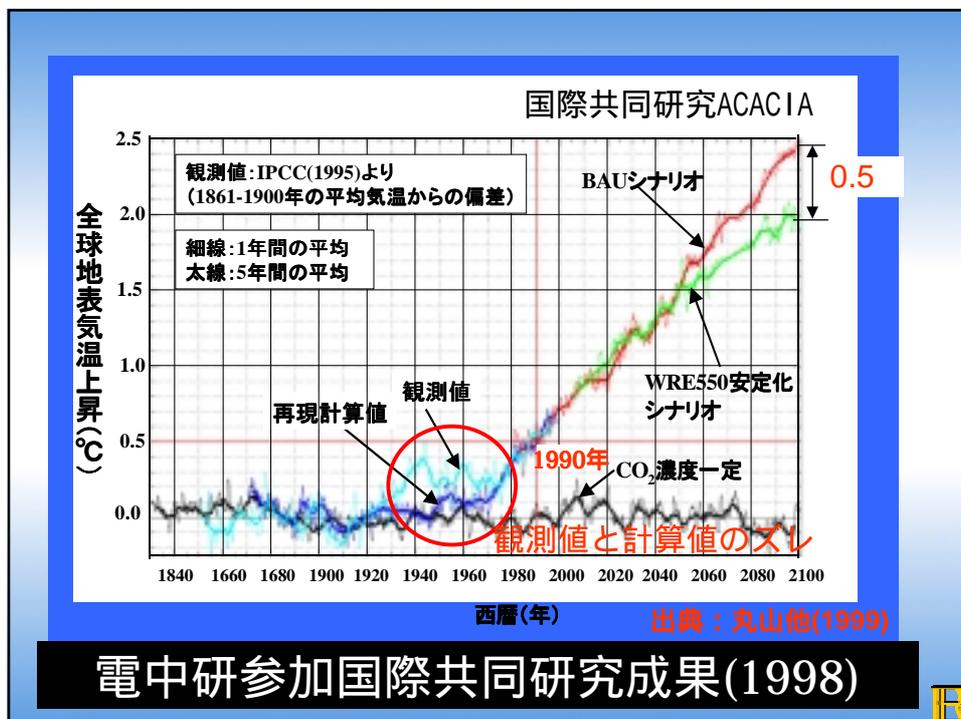
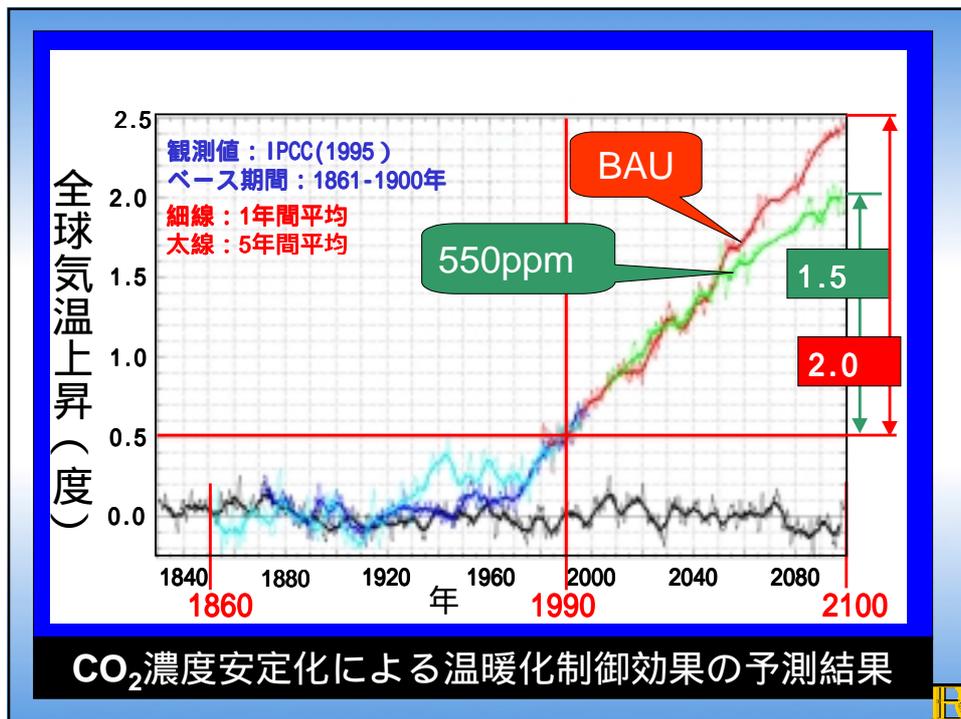
CO<sub>2</sub>排出削減による濃度安定化効果の検討

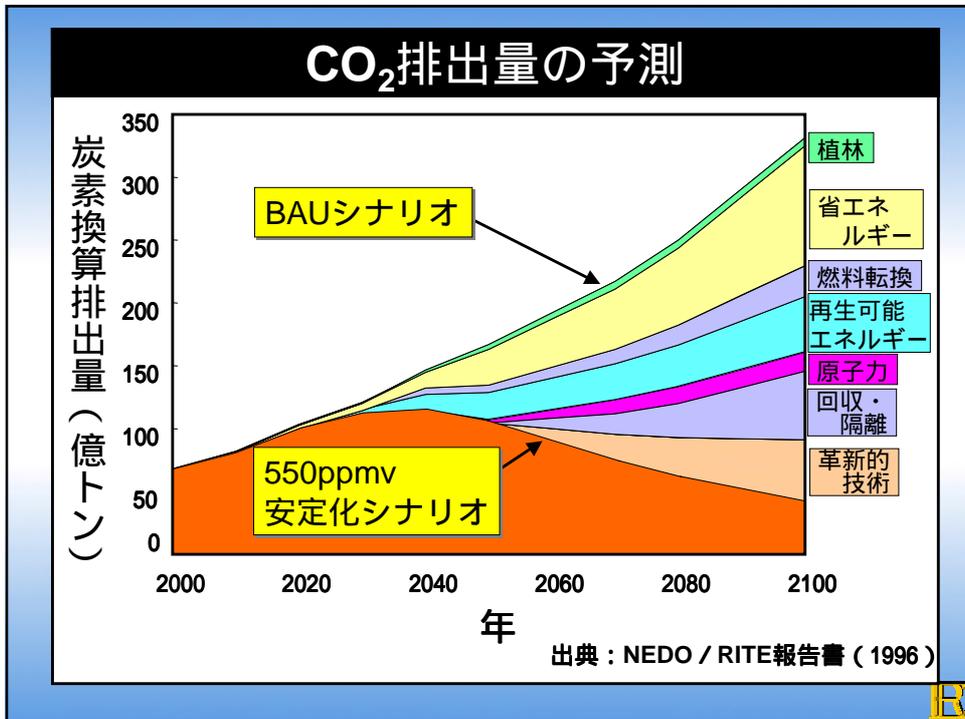
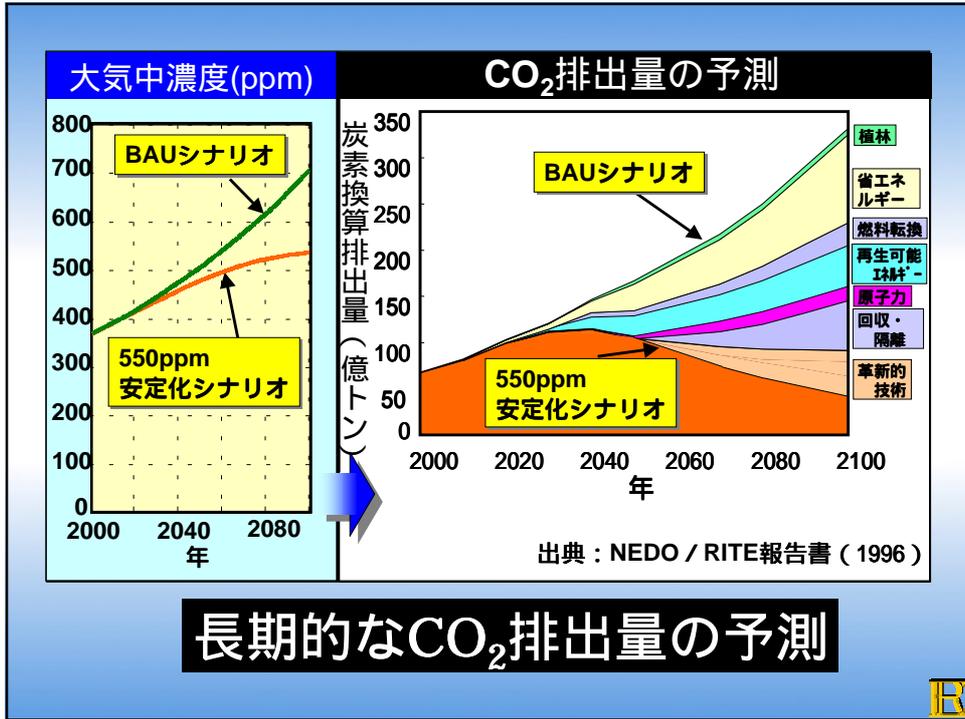


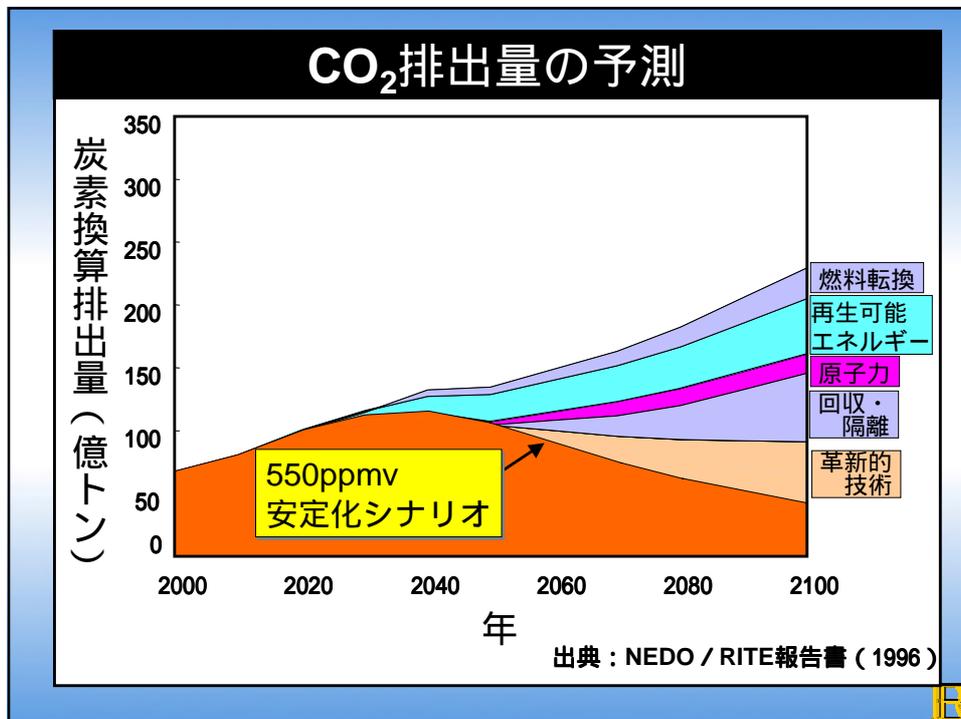
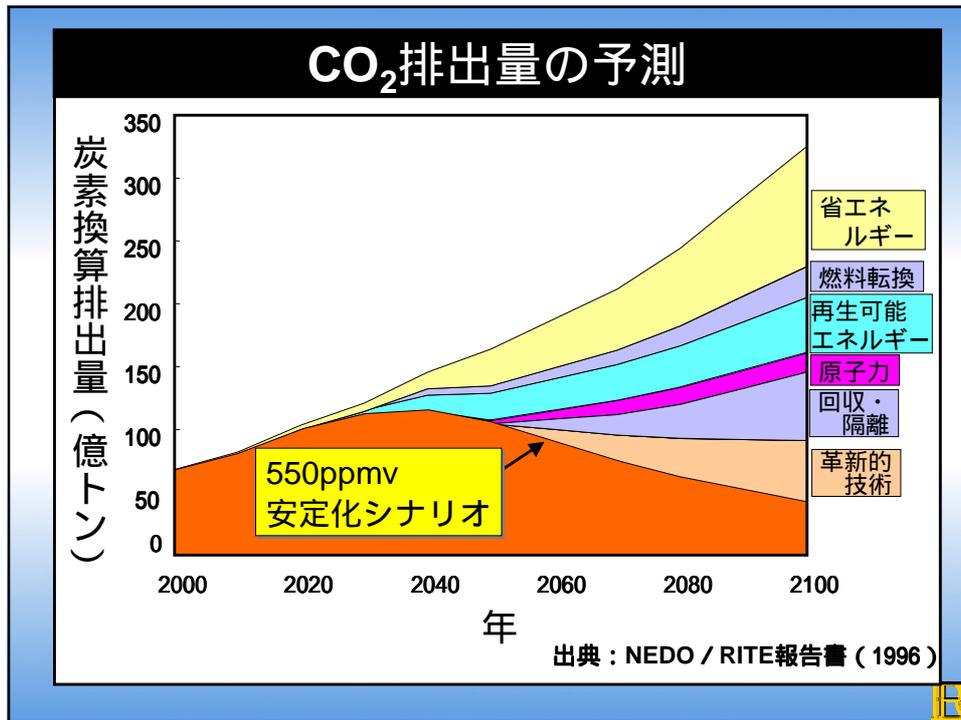


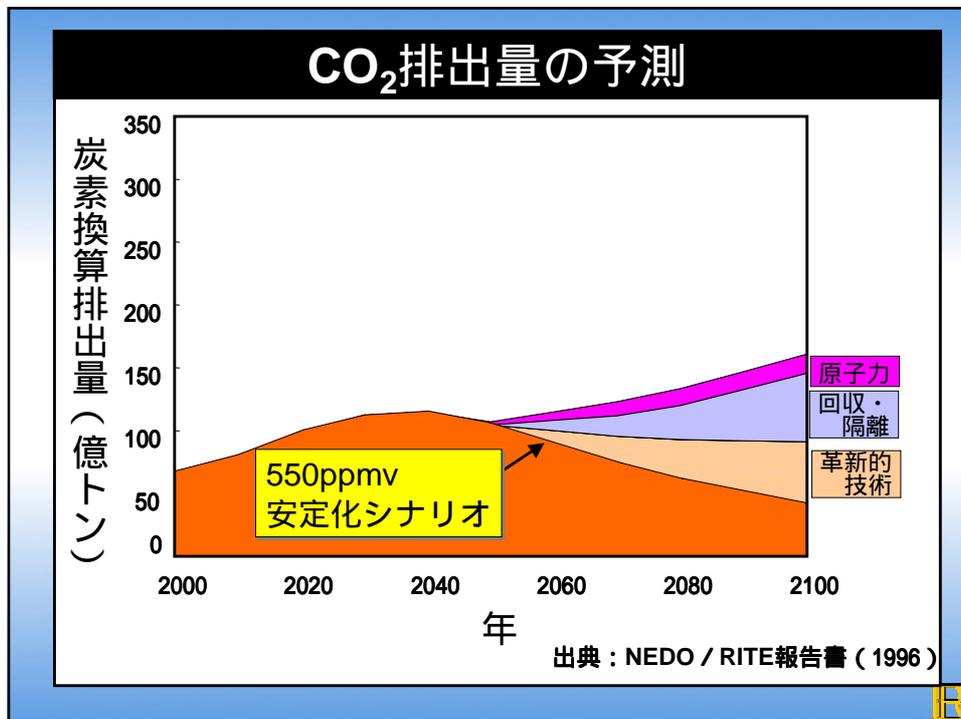
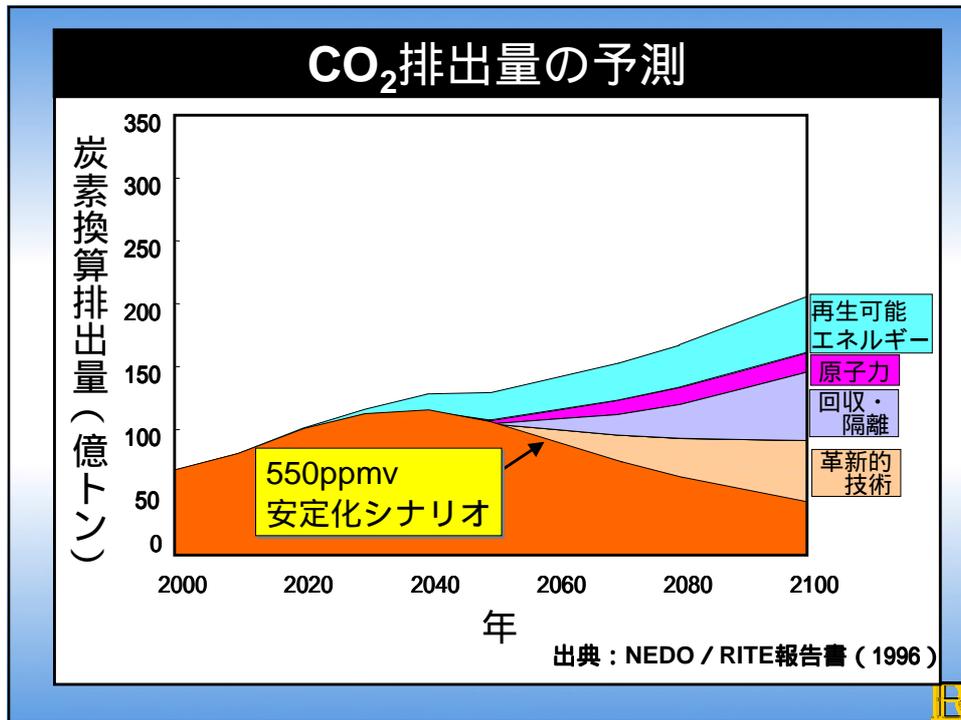


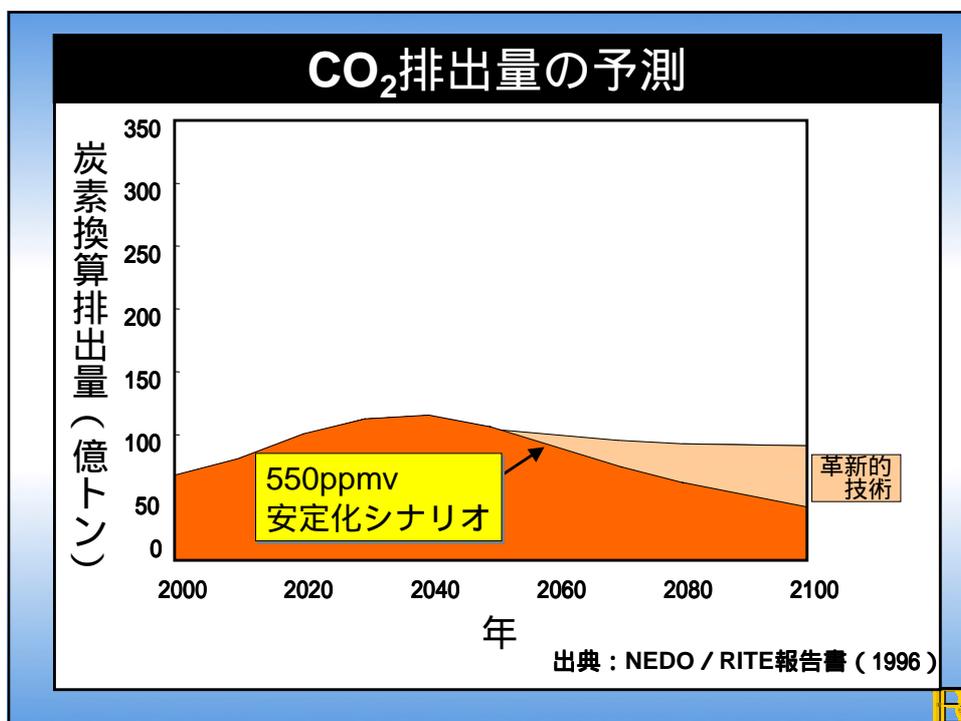
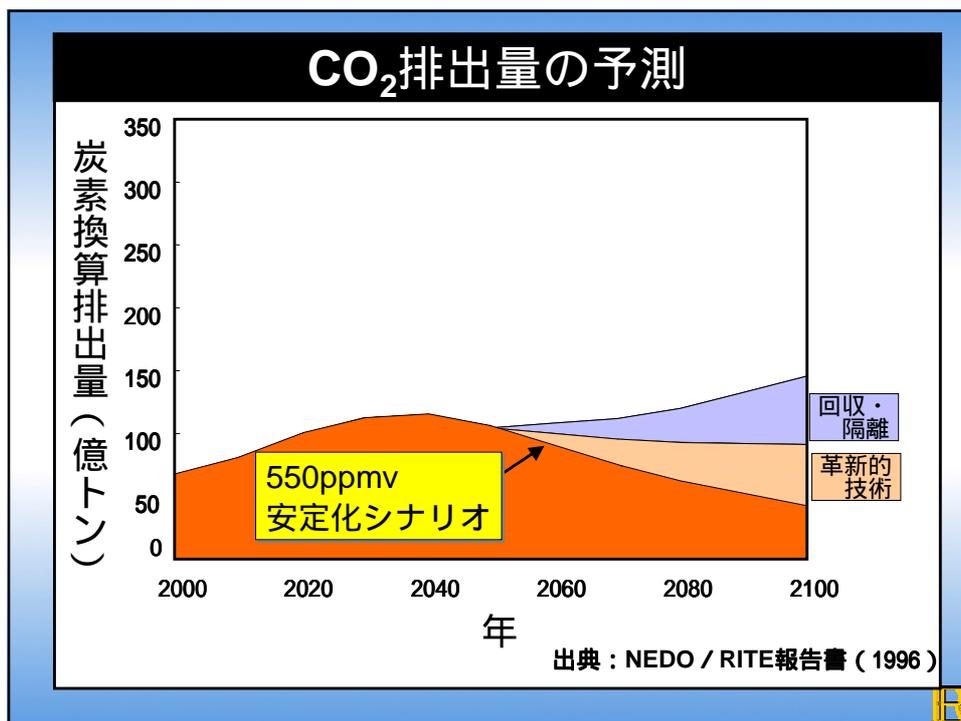


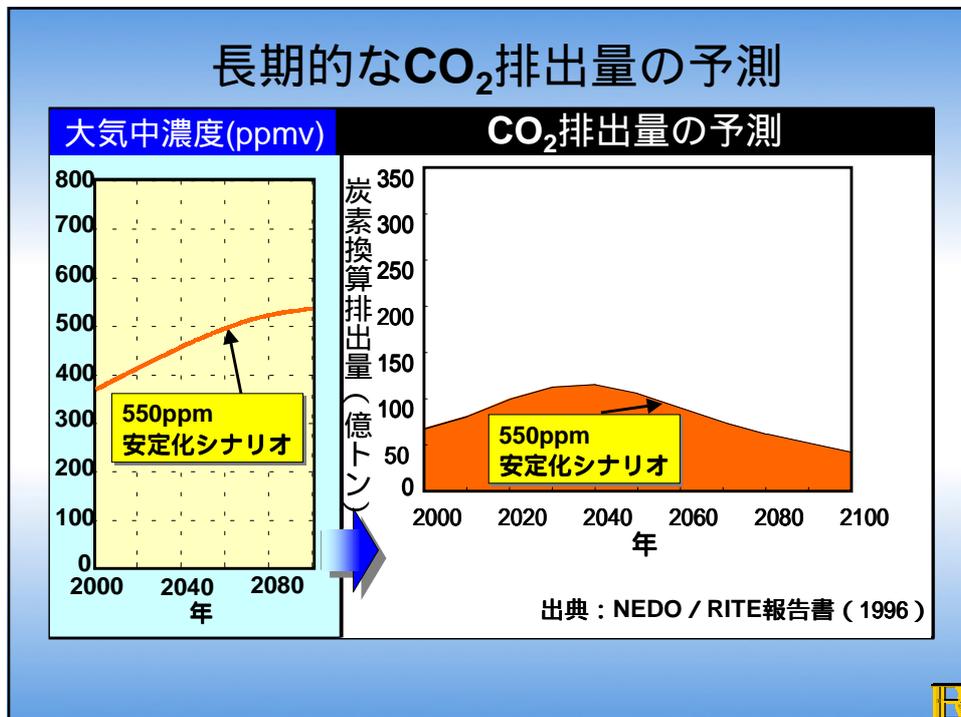
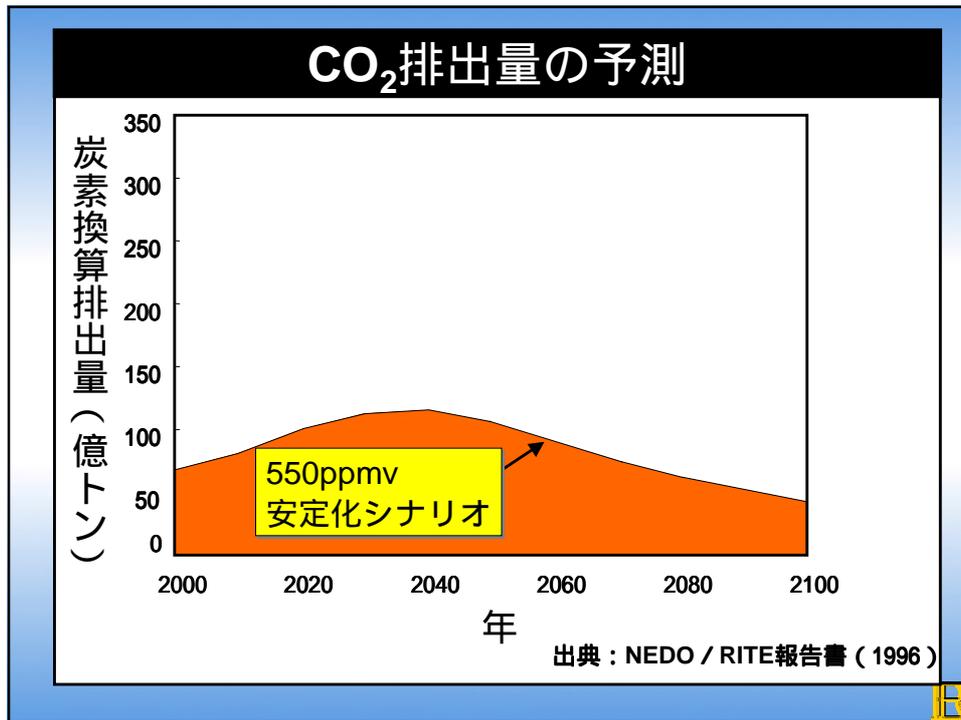






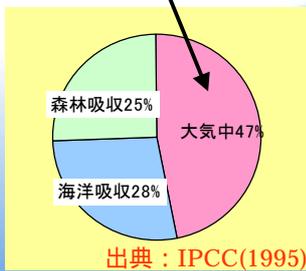






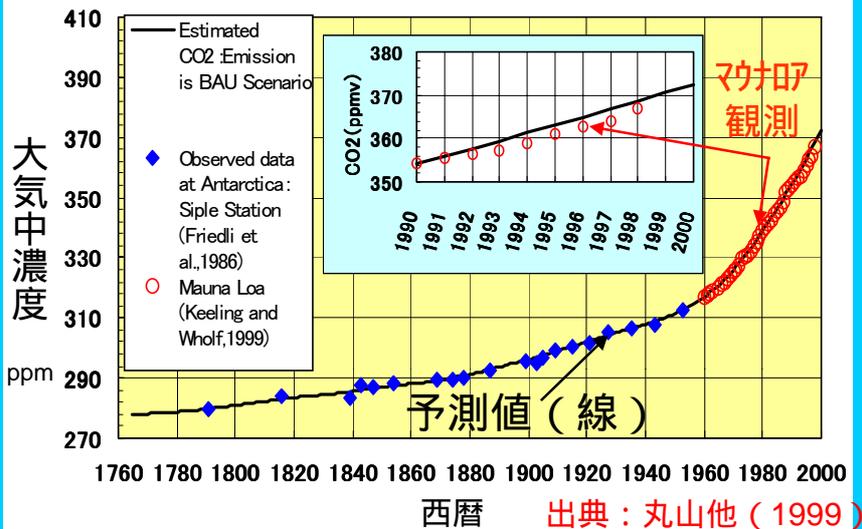
# 大気中CO<sub>2</sub>濃度推定モデルの適用性と問題点

大気中  
CO<sub>2</sub>濃度



化石燃料、森林  
破壊等の排出量

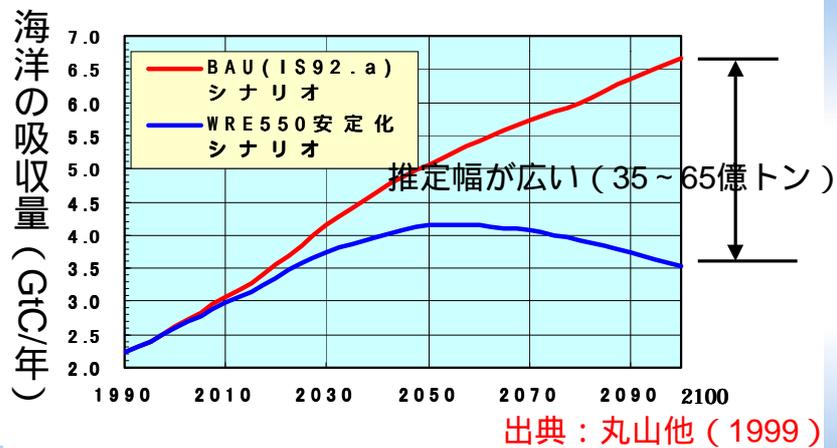
— 海洋 + 森林の吸収量



濃度推定モデル(Wigley, 1993)の検証結果

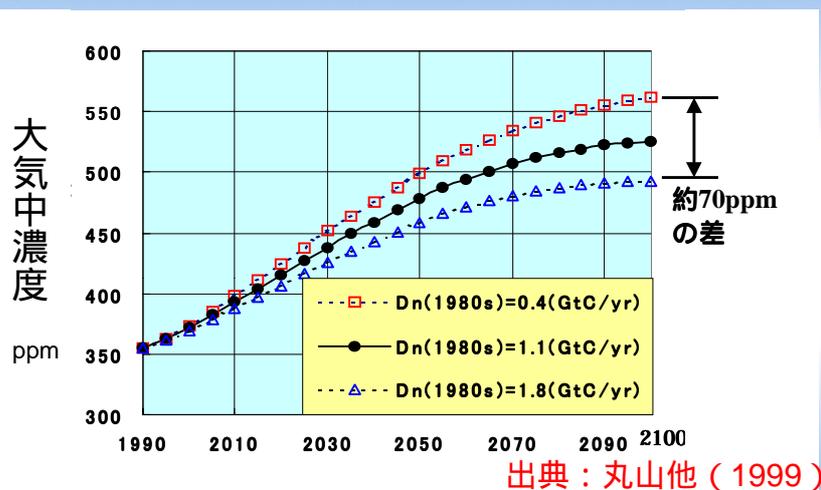


問題点：海洋の無機炭素吸収量だけを考慮



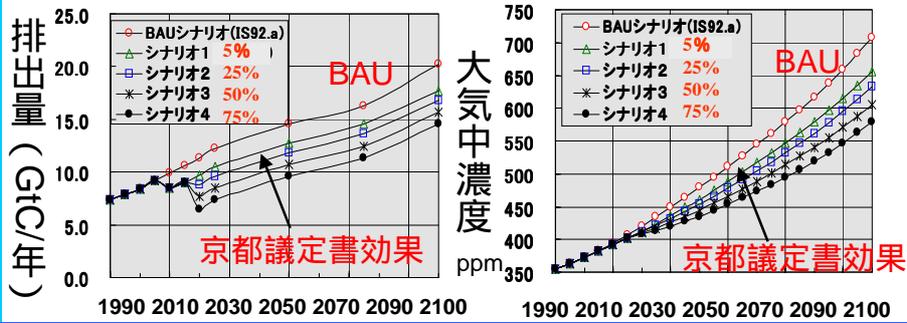
海洋のCO<sub>2</sub>吸収量推定

Dn(1980s):1980年代の森林破壊によるCO<sub>2</sub>発生量  
推定幅 = 4 ~ 18億トン



森林のCO<sub>2</sub>吸収量推定

**シナリオ 1 = 京都議定書の削減率5%**

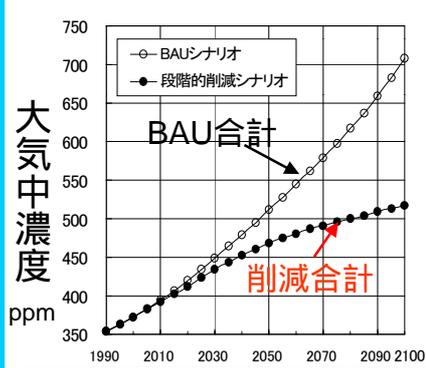
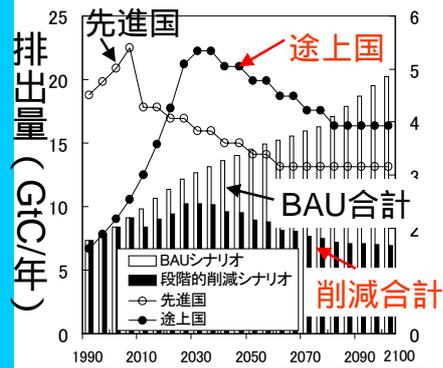


先進国だけの削減排出量

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**

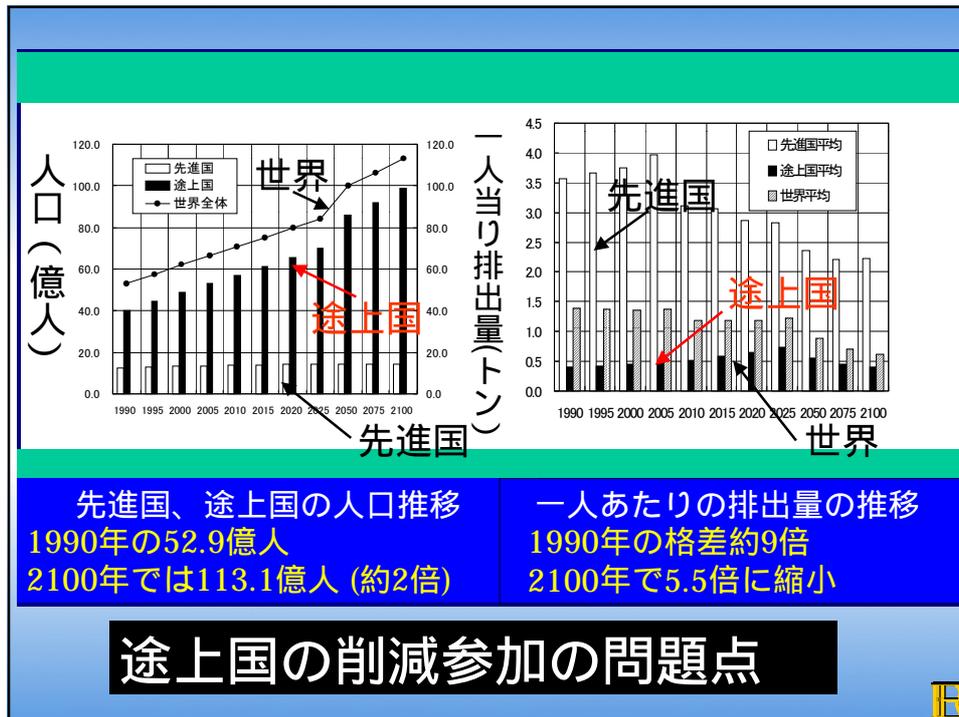


先進国、途上国排出量

大気中CO<sub>2</sub>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**

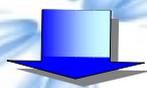
## (2)地球温暖化による 日本周辺の海洋環境変化予測

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



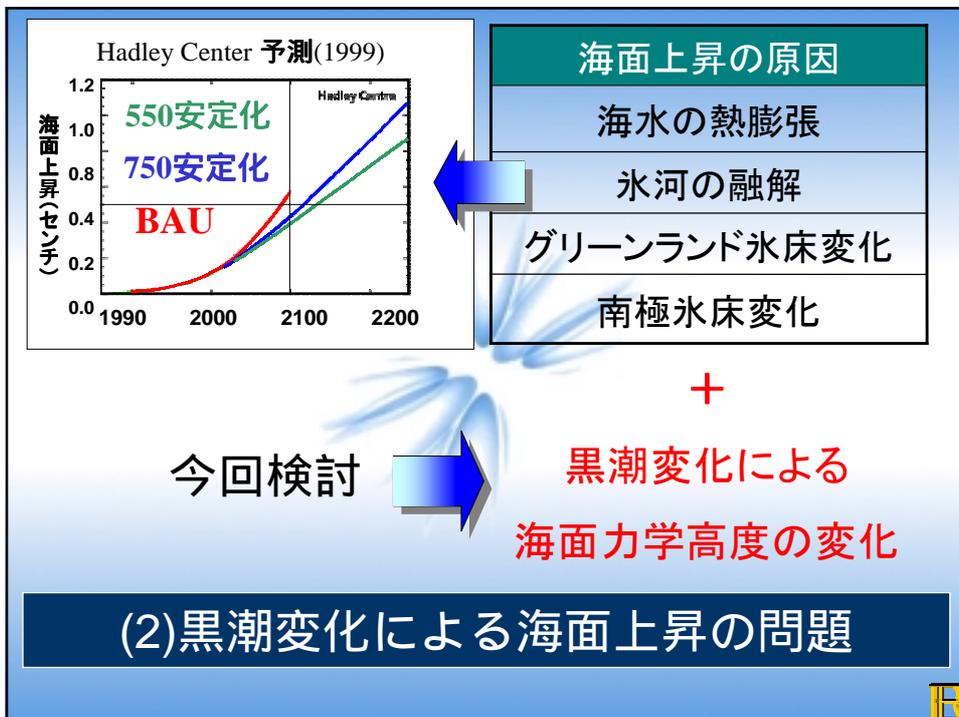
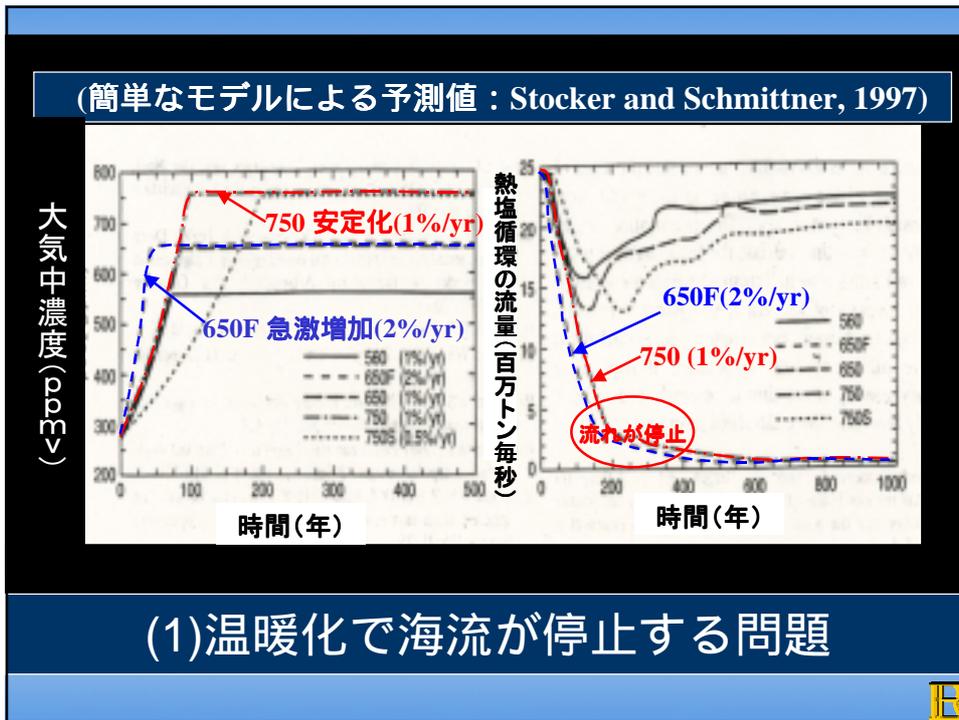
## 研究の背景

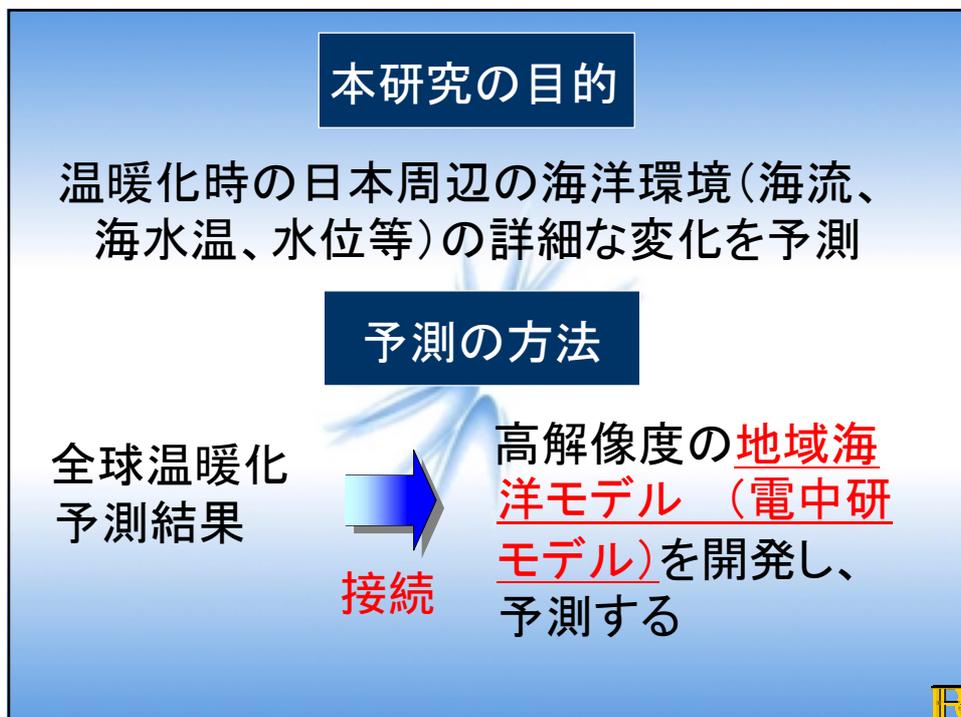
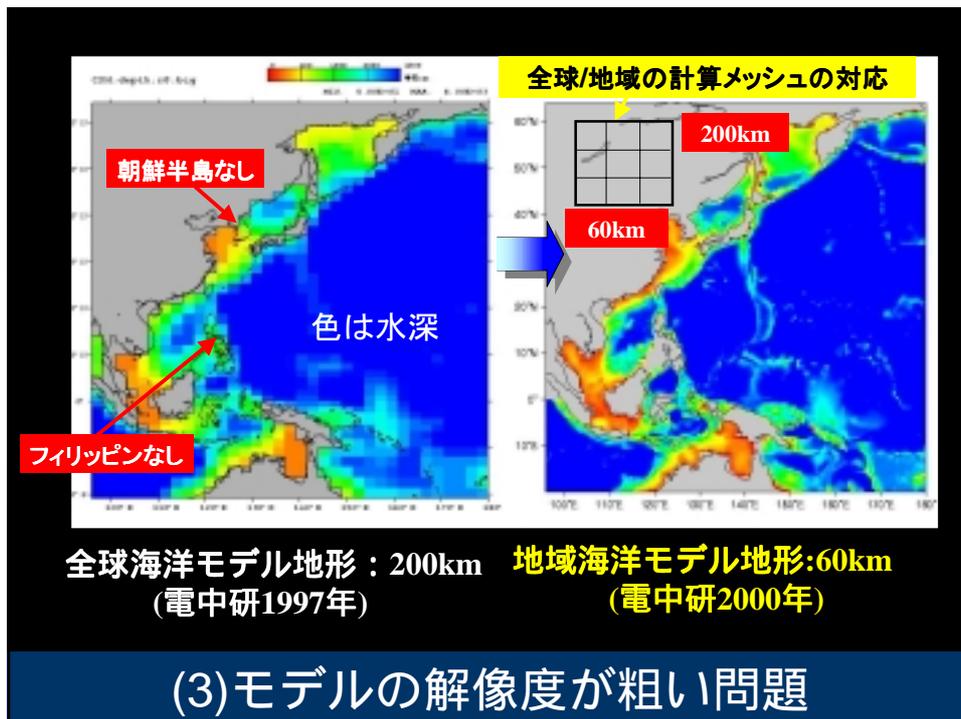
将来地球温暖化が進むと、

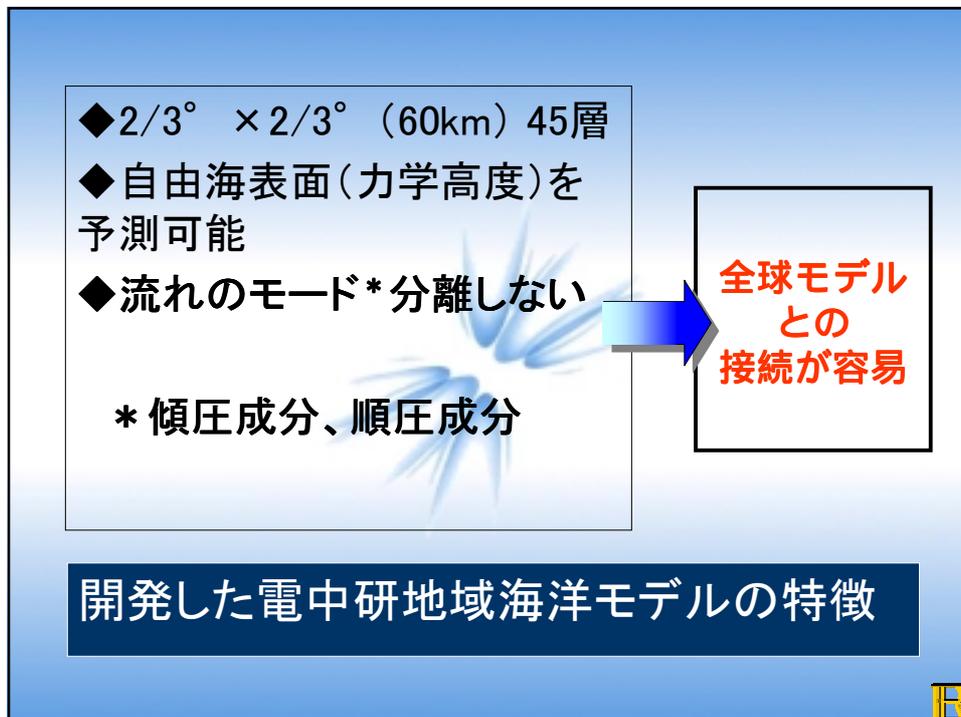
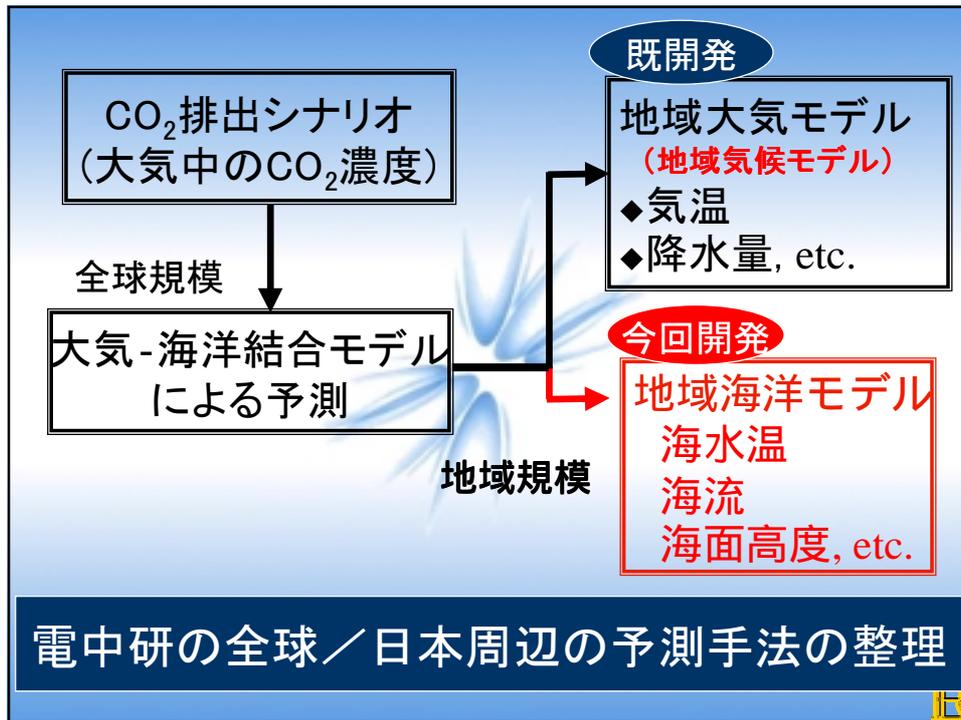


海洋環境の問題点は何か？





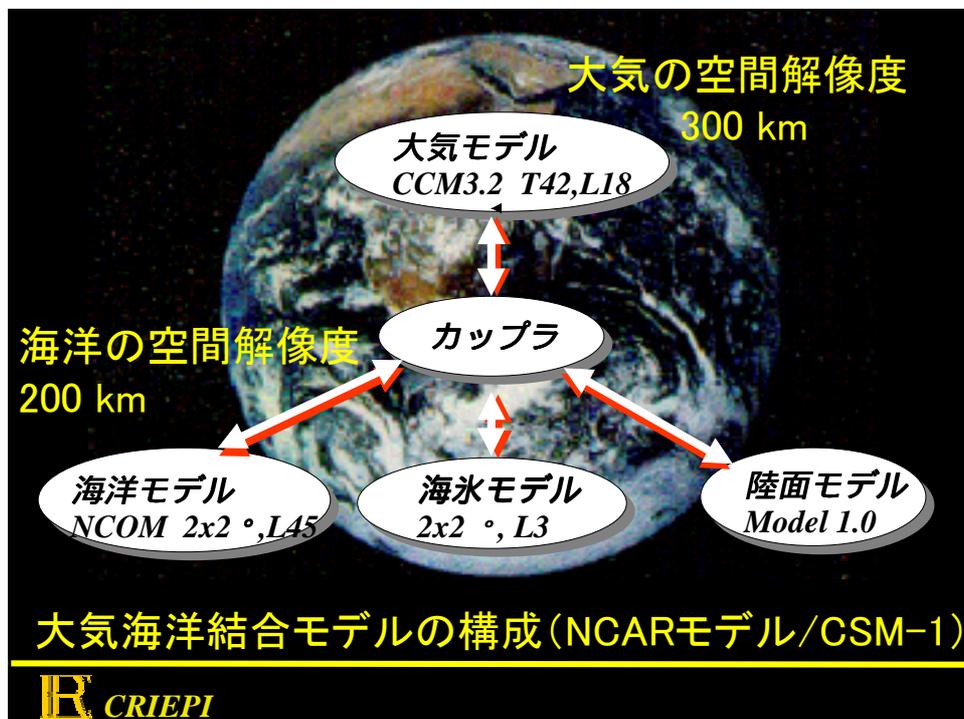


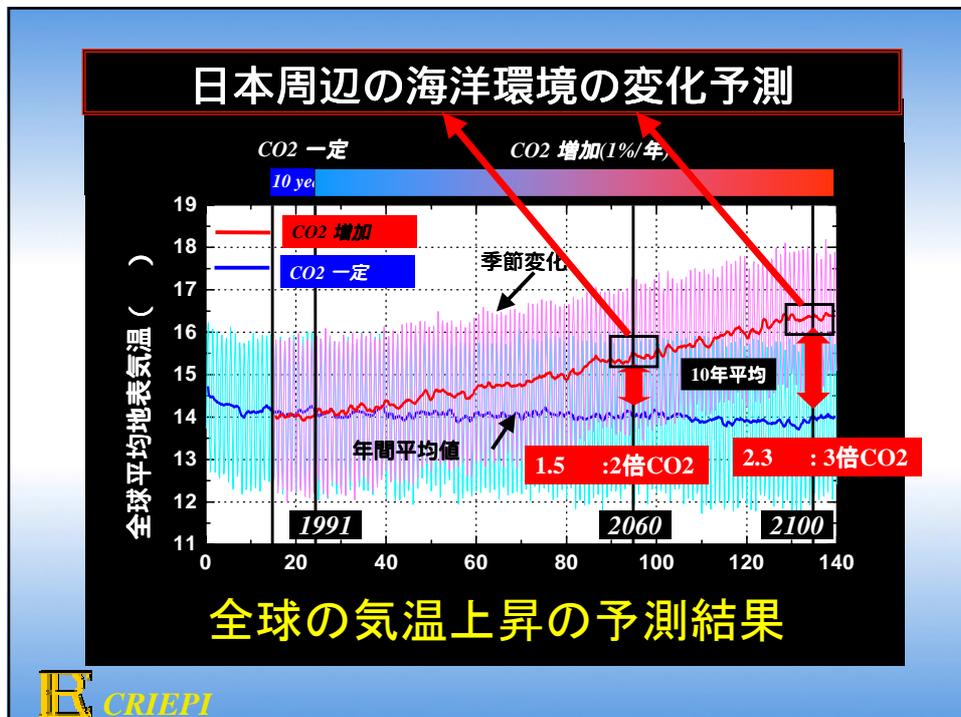
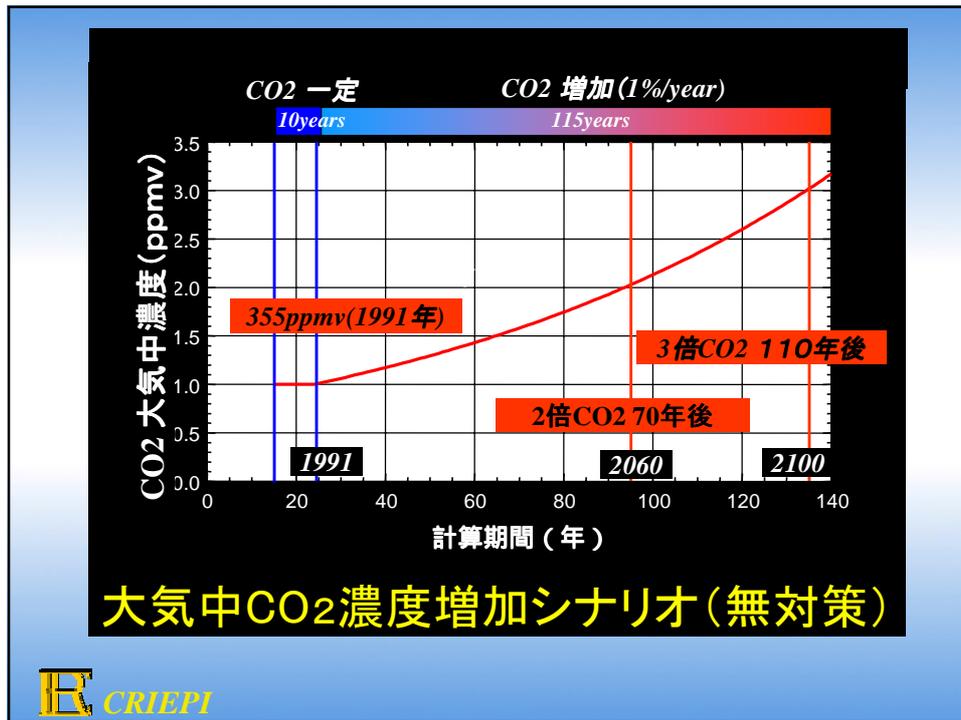


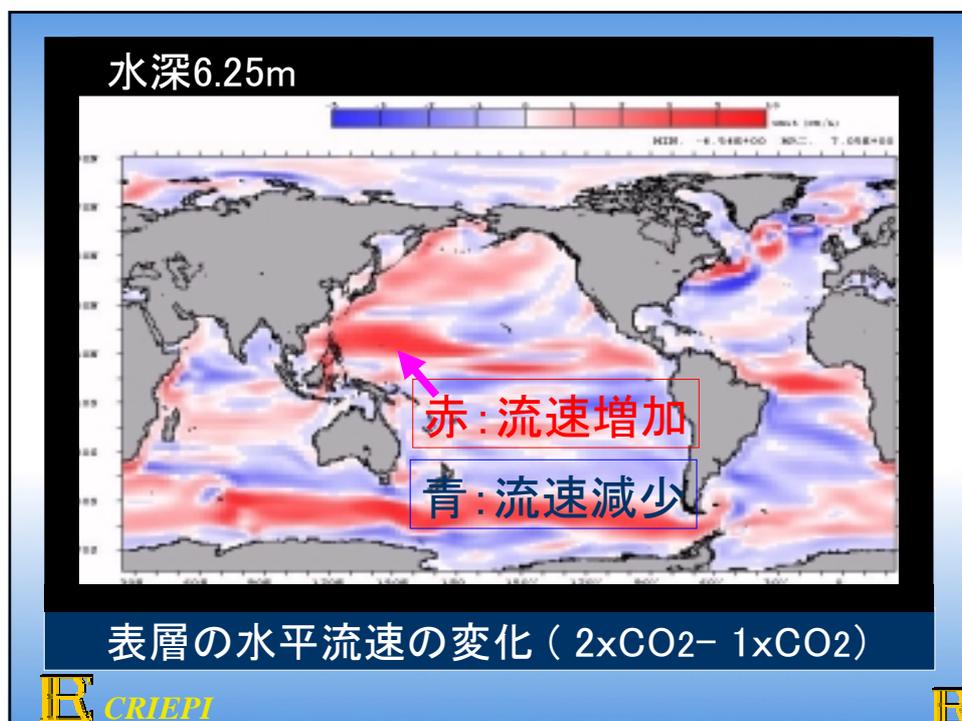
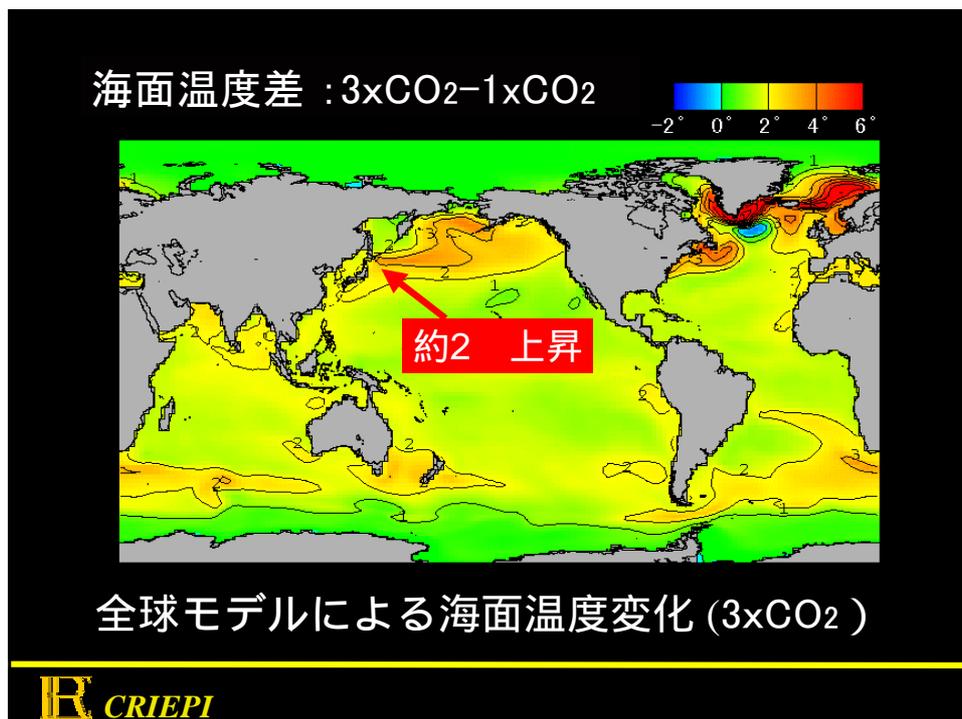
## 全球温暖化予測結果のレビュー

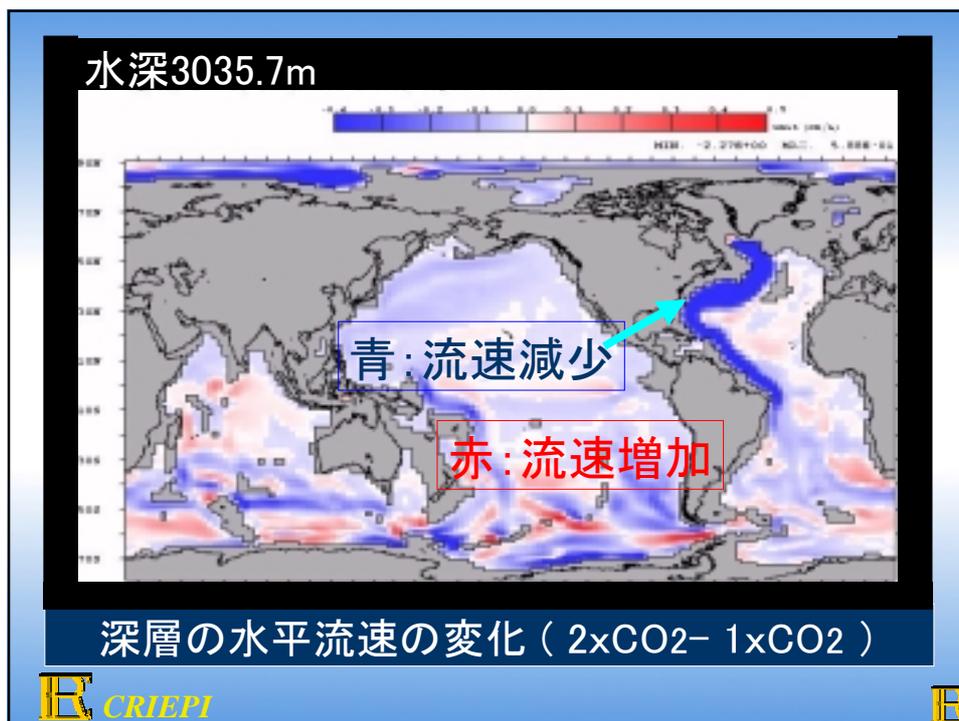
- ◆大気・海洋結合モデルの概要
- ◆CO<sub>2</sub>濃度シナリオ(無対策ケース)
- ◆主な結果

NCAR共同研究成果:  
電中研(1997)





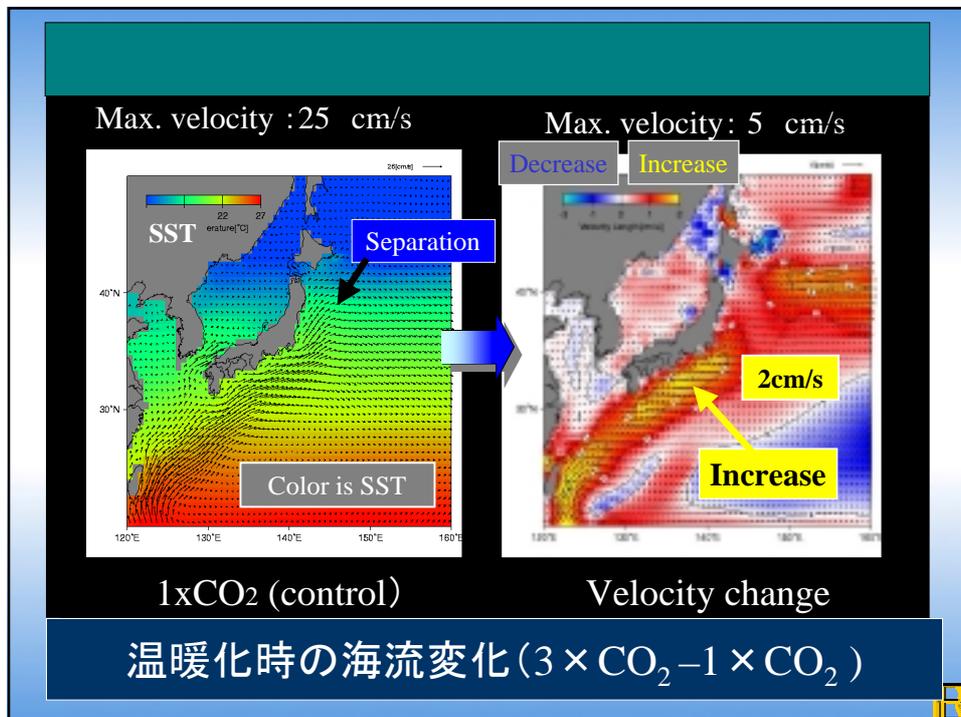
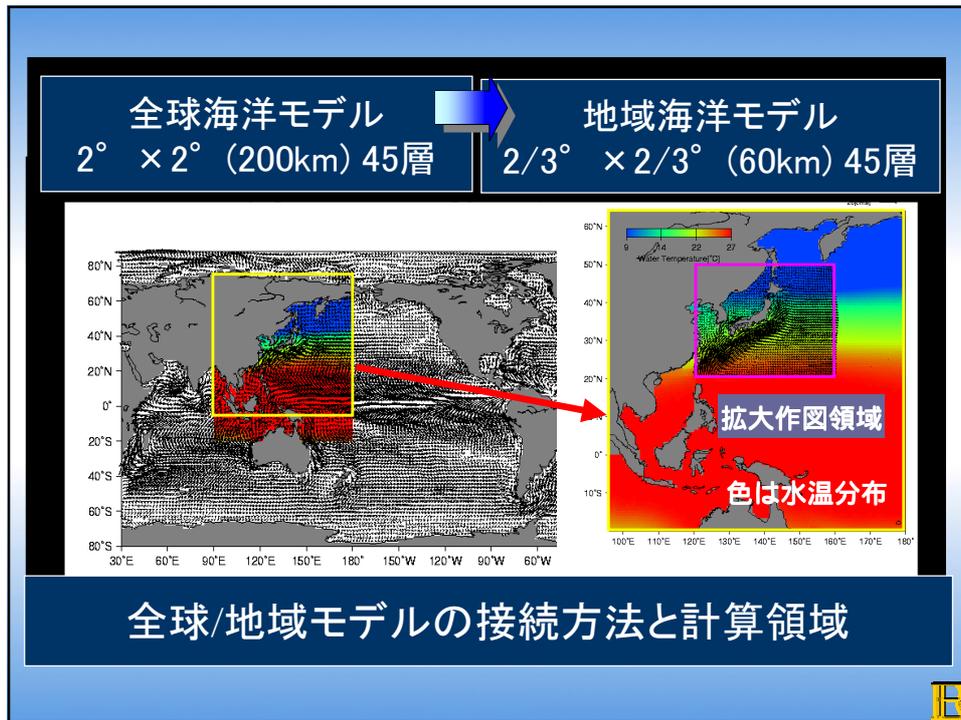


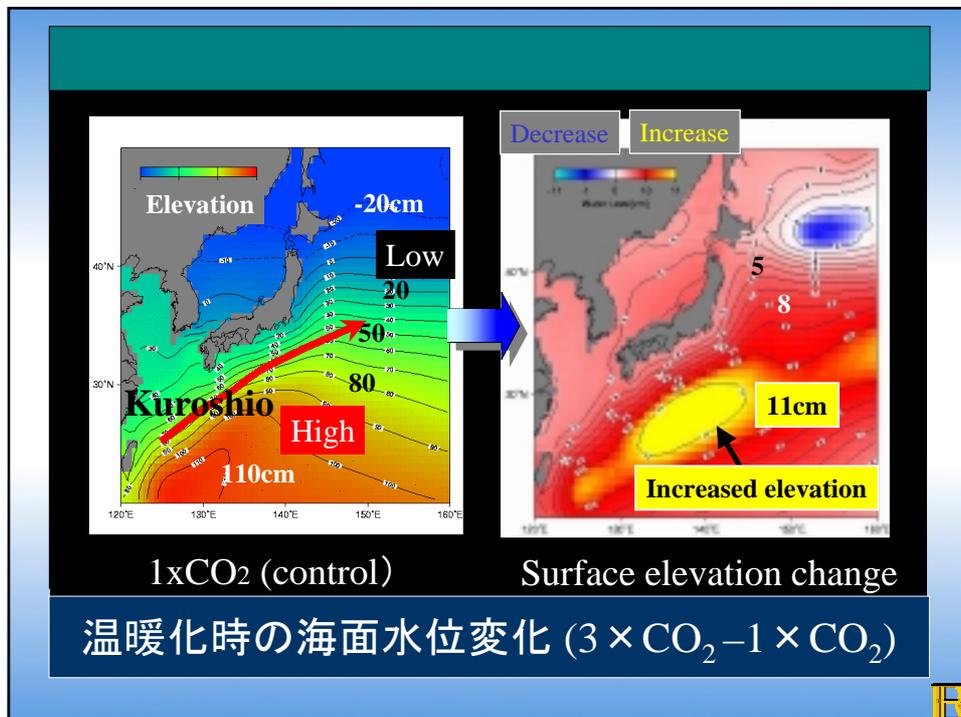
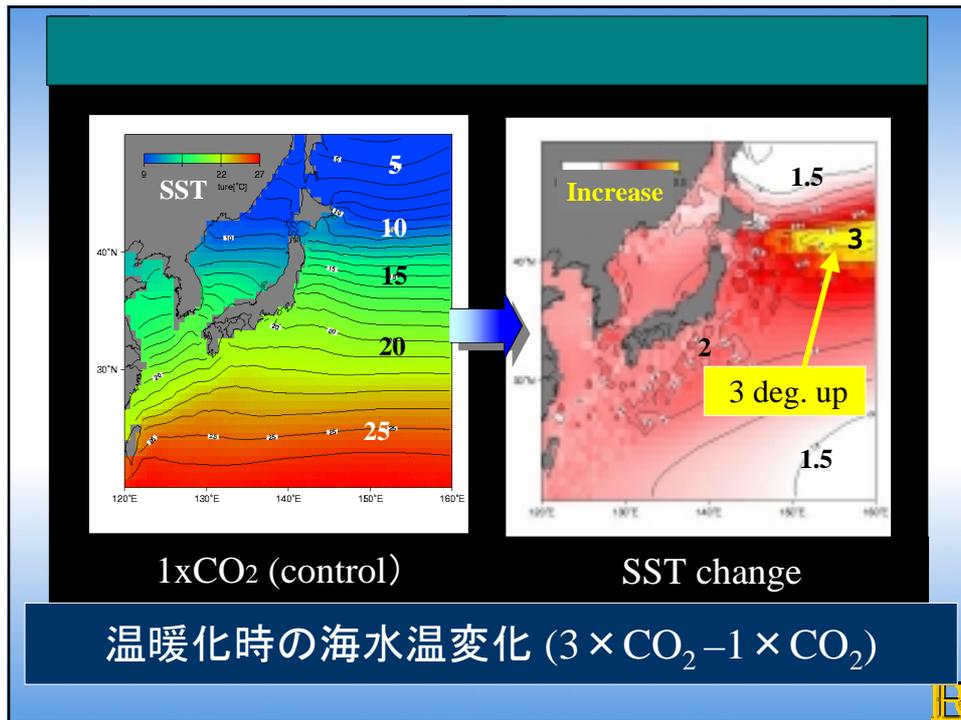


地域海洋モデルによる  
予測結果

◆ 3 × CO<sub>2</sub> の場合

RIEPI





### 3×CO<sub>2</sub>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

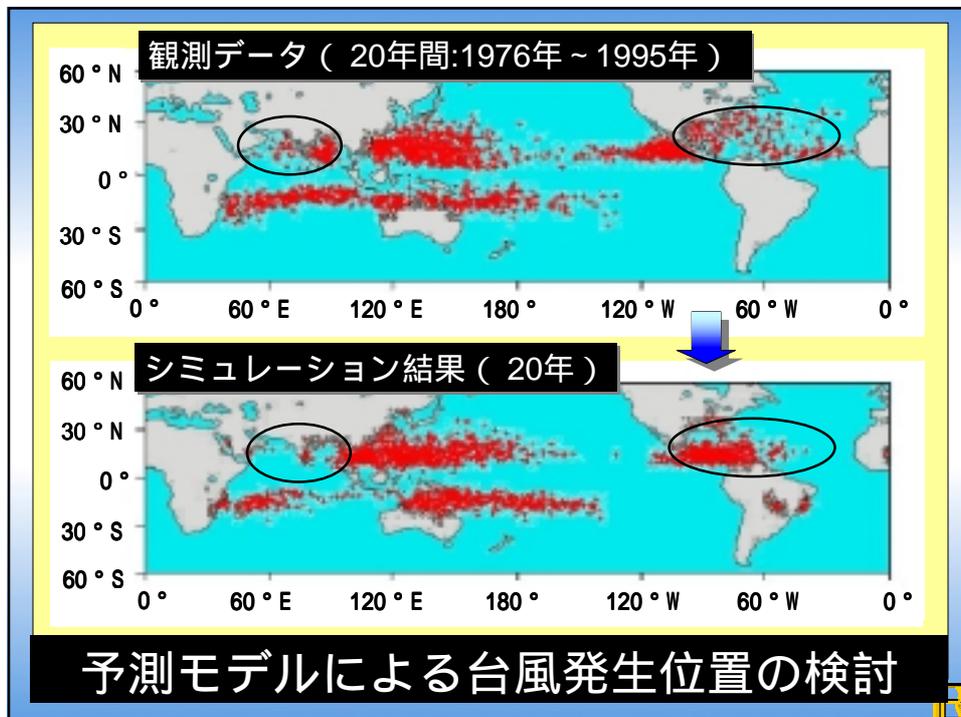
#### ◆海面力学高度(年平均)

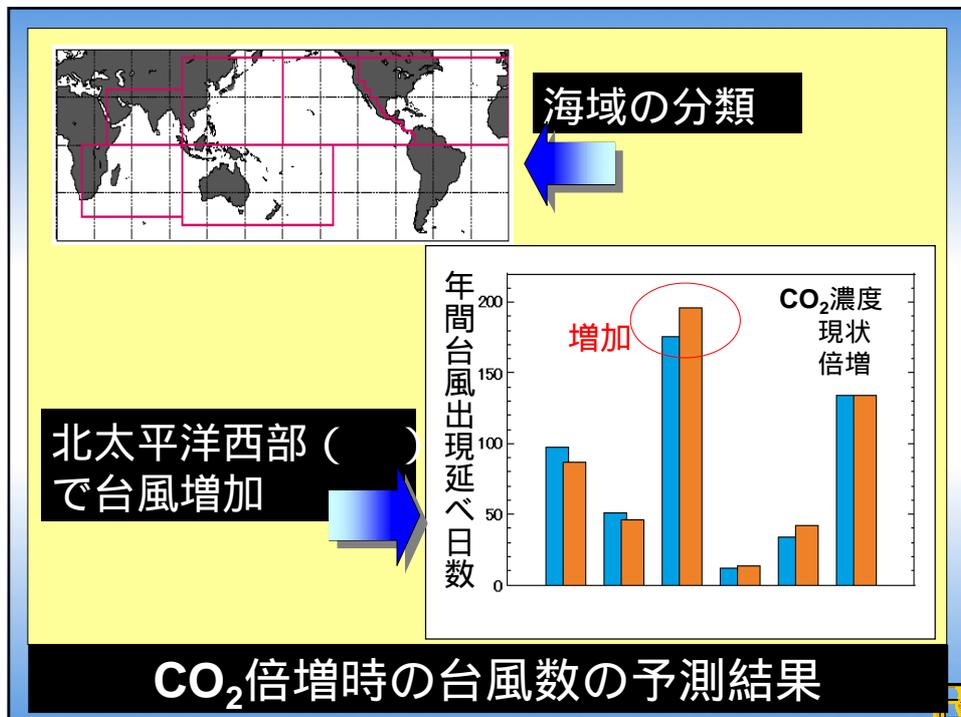
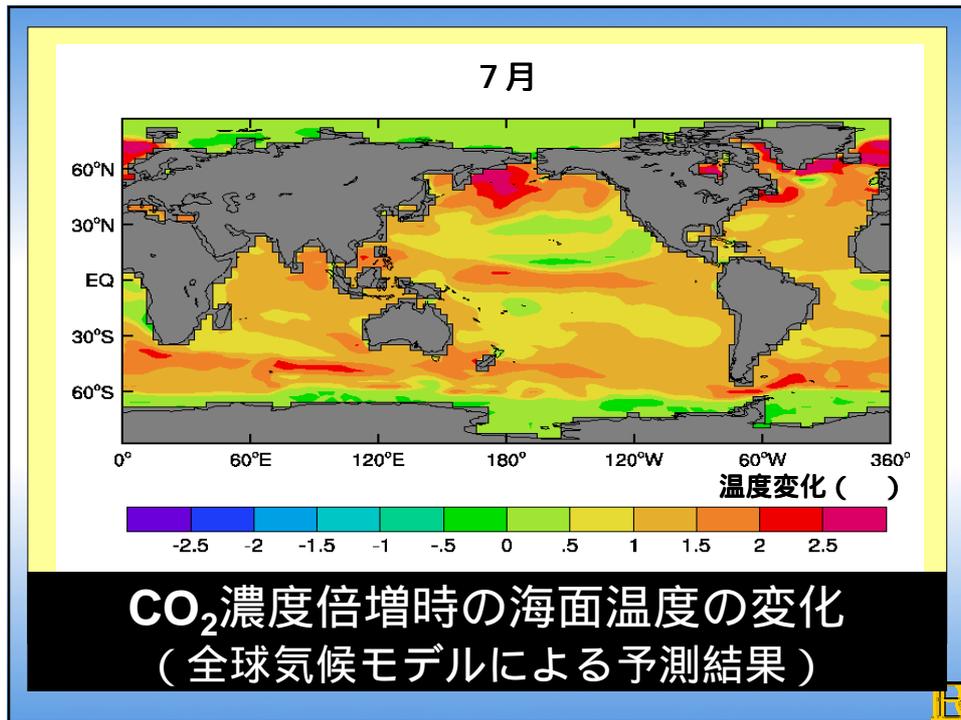
- (5) 平均で約5cm、北海道北部は小さい
- (6) 黒潮域の水位上昇が大きい

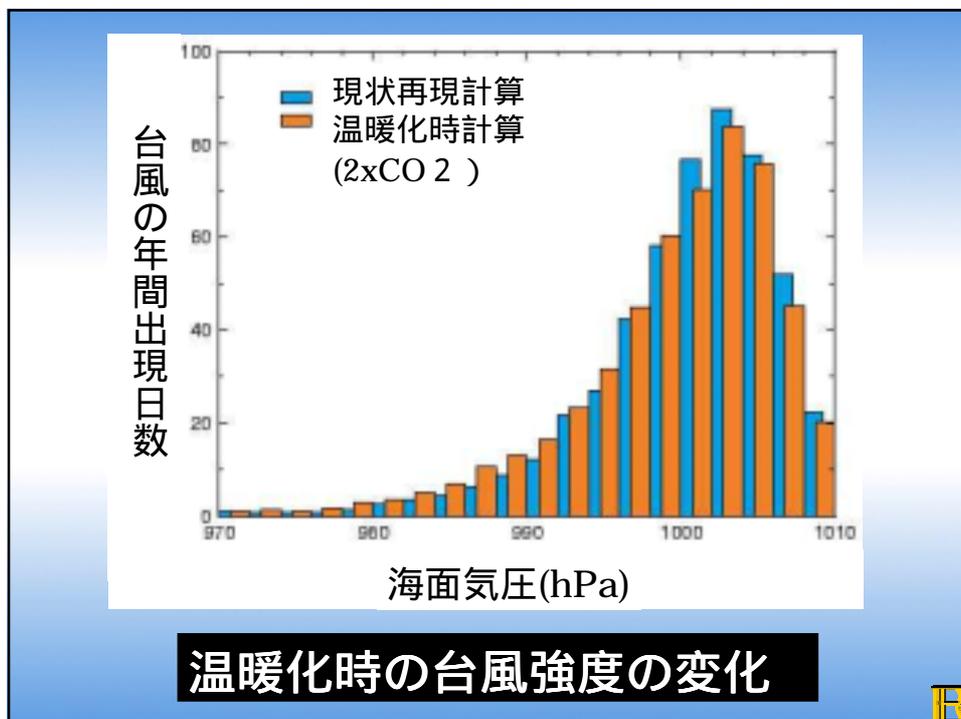
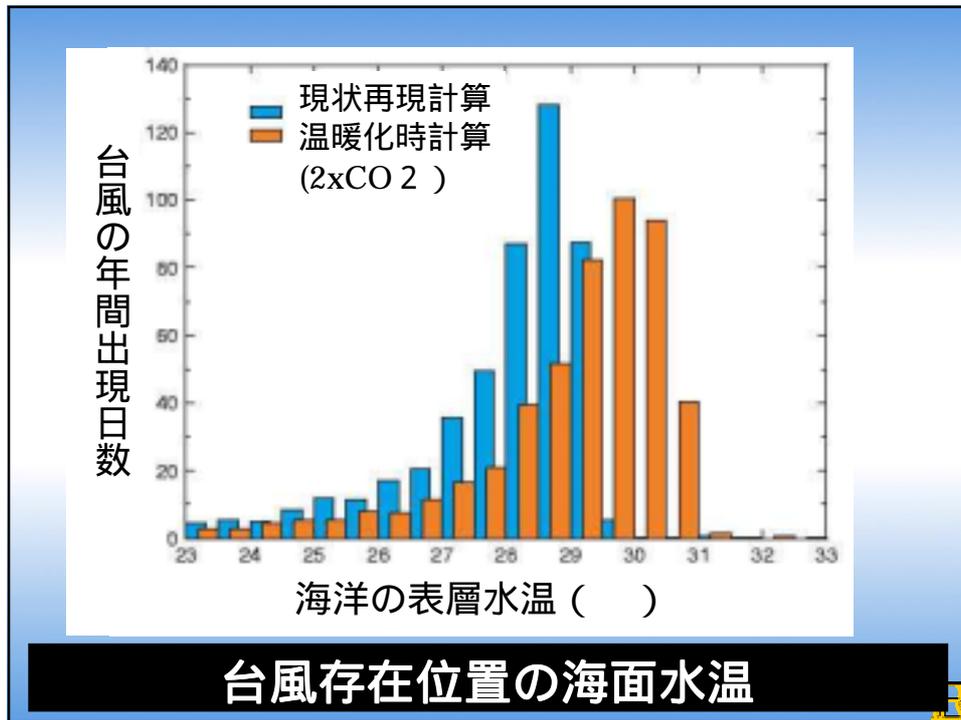


### (3)温暖化時の台風変化

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)





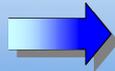


## 現状は、世界の研究機関で相反する予測結果

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

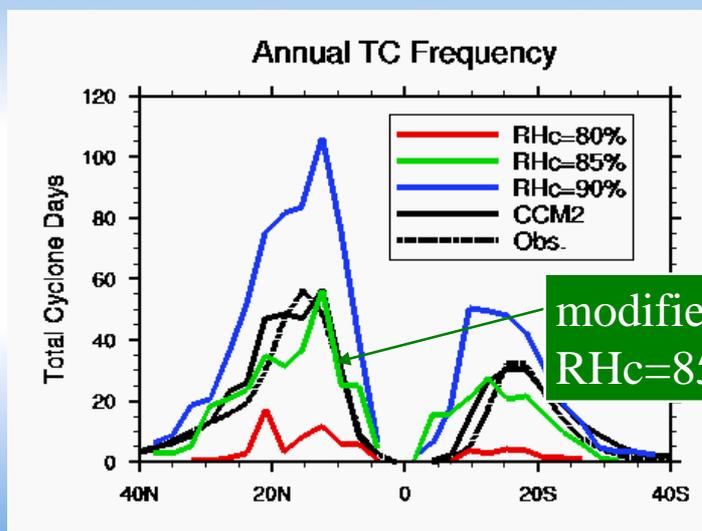


## Differences between CCM2 and CCM3

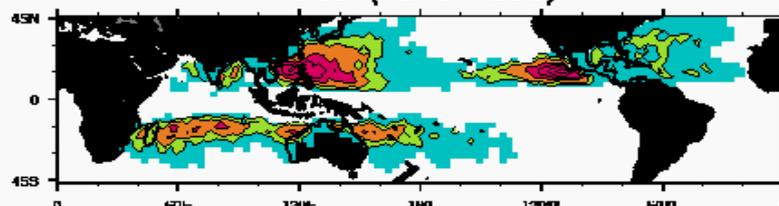
	CCM2 (旧)	CCM3 (新)
hydrologic cycle	too much precipitation	reduced
energy budget	imbalance	balance
tropical cyclone	realistic	little
MJO	good	too weak



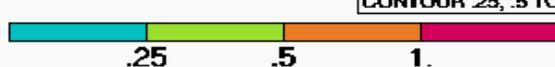
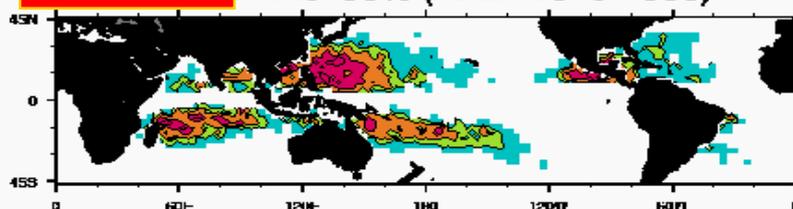
## Results of sensitivity experiments(2)



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/m<sup>2</sup>)

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.

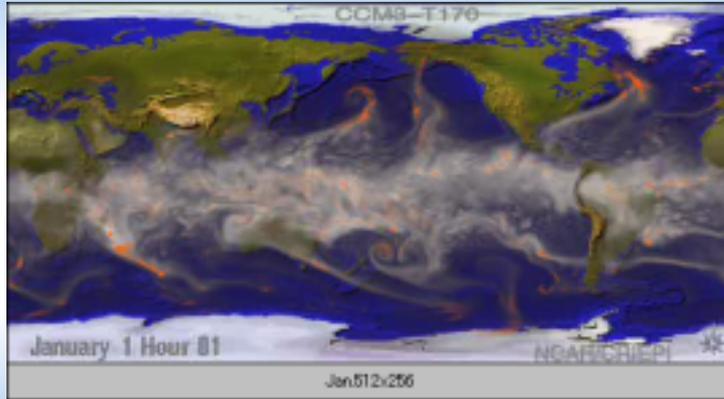
14



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  
CO<sub>2</sub>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

