

共生第1課題: 大気海洋結合モデルの高解像度化

内容

1. 第4次評価書AR4('07) のIPCCランのねらい
2. 結合モデルの開発状況
3. 大気モデルの高解像度化
4. 海洋モデルの高解像度化

全球海洋モデル

領域海洋モデル(九州大学)

(財)電力中央研究所、九州大学・応用力学研究所、米国大気研究センターNCAR、エネルギー省DOEロスアラモス国立研究所LANL

全体(5ヵ年)計画の概要

大気海洋結合モデルCCSMの高解像度化を図る。第一段階として、中解像度の大気海洋結合モデルを開発し、IPCC SRESシナリオなどに基づいたアンサンブル温暖化予測実験を行う。第二段階として、超高解像度の結合モデルを開発し、気候予測実験を行う。これらにより、IPCCへ学術的に貢献する。

5カ年研究スケジュール

サブテーマ	平成14年度	平成15年度	平成16年度	平成17年度	平成18年度
最適ソフトウェアの開発	①要素モデルコードの最適化 ②性能測定試験				
高解像度単独モデル開発			③結合系の最適化		
海洋モデルの高解像度化		①全球モデルの高解像度化(空間解像度1/10度)			
		②太平洋海洋循環モデルの高精度化(空間解像度1/12~36度)			
大気モデルの高解像度化		①全球モデルの高解像度化(空間解像度150~40km)			
結合モデルによる温暖化予測		①安定化シナリオの検討			
		②中解像度モデルによる温暖化予測			
			③高解像度モデルによる温暖化予測		

ソフトウェア開発

高解像度単独モデル開発

高解像度モデル

中解像度アンサンブル実験

IPCC計算締切り(9月、2004)

1.

第4次評価書AR4('07)の

IPCCランのねらい

IPCCWG1 共同議長からのIPCCランの要請

Page 2 of 4

Dahe Qin and Susan Solomon: A close-up on the co-Chairs of WGI



At the April, 2002 IPCC Plenary Meeting in Geneva, Switzerland, Susan Solomon, USA and Dahe Qin, PRC, were elected co-chairs of Working Group I of the IPCC.

Dr. Qin Dahe, representing China, is Administrator of the China Meteorological Administration. A geographer and research professor, Qin graduated from the Department of Physical Geography of Lanzhou University, China and has long been involved in scientific research on glaciers relating to climate change in the Arctic, Antarctic and western part of China. Dr. Qin has received the Chinese Academy of Science Natural Science Award five times. He is the Permanent Representative of China for the WMO, President of the China National Climate Committee and a Member of the Board for the journals "China Sciences" and "Science Sinica".

Dr. Qin will host the International Symposium on Climate Change (ISCC) from March 31 - April 3, 2003 In Beijing, China.

More information on

2003年8月22日付: Letter#2 to Global coupled Climate Modeling Group
(2003年12月8日付: Letter#3が最終の要請文書)

- CO2濃度安定化シナリオについての温暖化計算の要請 (SRESに追加)
- 参加モデルに関する資格制限 (AMIP、CMIP2、20C3Mの実施済み等)
- 予測計算締め切りは、**2004年9月のLA会議前(速報可)**

The ultimate objective of the UNFCCC(Article 2)

“The ultimate objective of this Convention and any related regional instruments that the Conference of the Parties may adopt is to achieve, in accordance with the relevant provisions of the Convention, stabilization of greenhouse gas concentrations in the atmosphere at **a level that would prevent dangerous anthropogenic interference with climate system.**”(大気中濃度の安定化が目標)

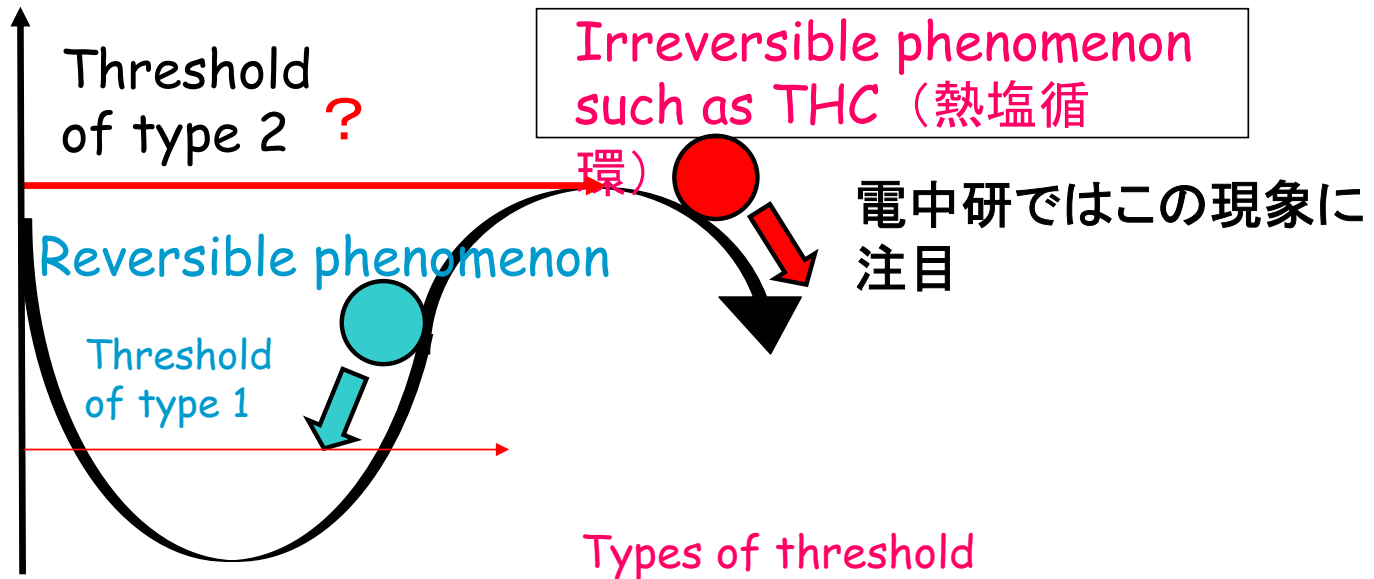
The Framework Convention on Climate Change(FCCC) further suggests that “Such a level should be achieved within a time frame sufficient,

- to allow ecosystem to adapt naturally to climate change
- to ensure that food production is not threatened and
- to enable economic development to proceed in a sustainable manner.

Irreversible phenomenon in the climate system

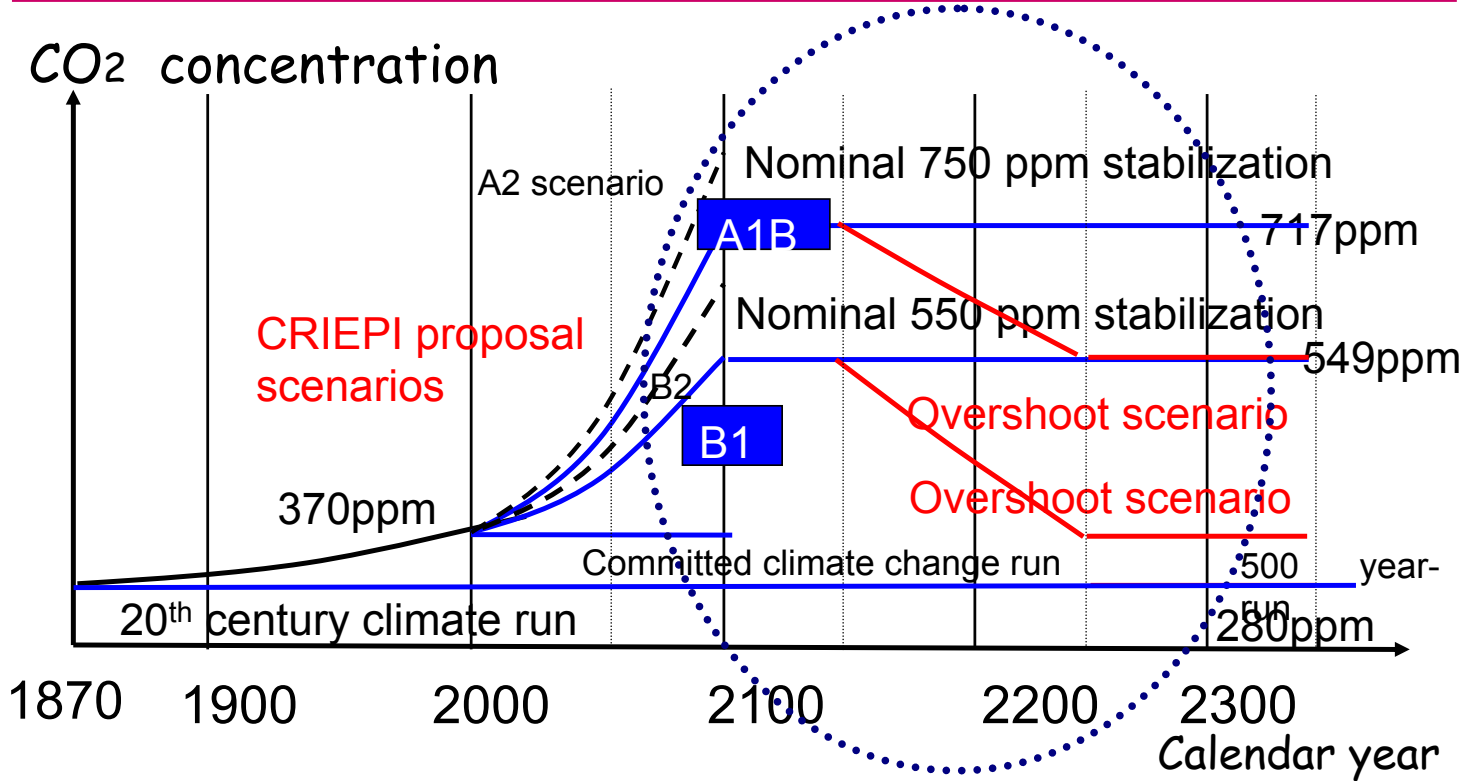
IPCC CCT : A concept paper; Patwardhan et al. (2003)

CO₂ concentration in atmosphere



- Type 1 : 線形範囲の限界値で、特定の地域や分野に限られる影響の閾値
- Type 2 : WEHAB(Water,Energy,Health,Agriculture,Biodiversity)に広範囲に悪影響を与える閾値(熱塩循環停止、西部南極氷床融解等)

New stabilization scenarios for IPCC AR4('07)



- モデルの不確実性への対応のため、**5メンバーアンサンブル**の実施
- 安定化計算は熱塩循環の長期挙動把握のため、**2,350年**まで実施
- 合計の予測期間は約**7,150年**(2004年9月までに実施予定)

2. 使用する結合モデルの開発状況

(達成度80%)

<成果>

- 要素モデルのES上で最適化がほぼ終了
- 12月3日、NCARで結合モデル開発が終了。
現在、ESにて結合テスト計算の実施中。

<本年度の予定>

- 結合系全体としての最適化
- IPCCランの約2,500年分の計算を実施予定(1月～)

NCARにおける結合モデル(CCSM3)の開発の経緯

IPCC第3次評価書TAR('01)用のモデル

CSM 1.0

June 1996

*New ocean, land, sea-ice models
New physics in atmosphere*

CCSM 2.0

May 2002 (様々なモデルバイアス存在)

New physics in all models

CCSM 3.0

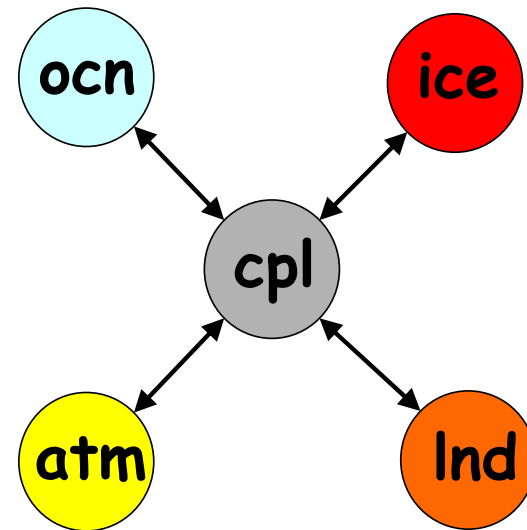
*Dec. 3, 2003
Model frozen*

IPCC第4次評価書AR4('07)用のモデル

IPCC計算用の結合モデル CCSM3の構成

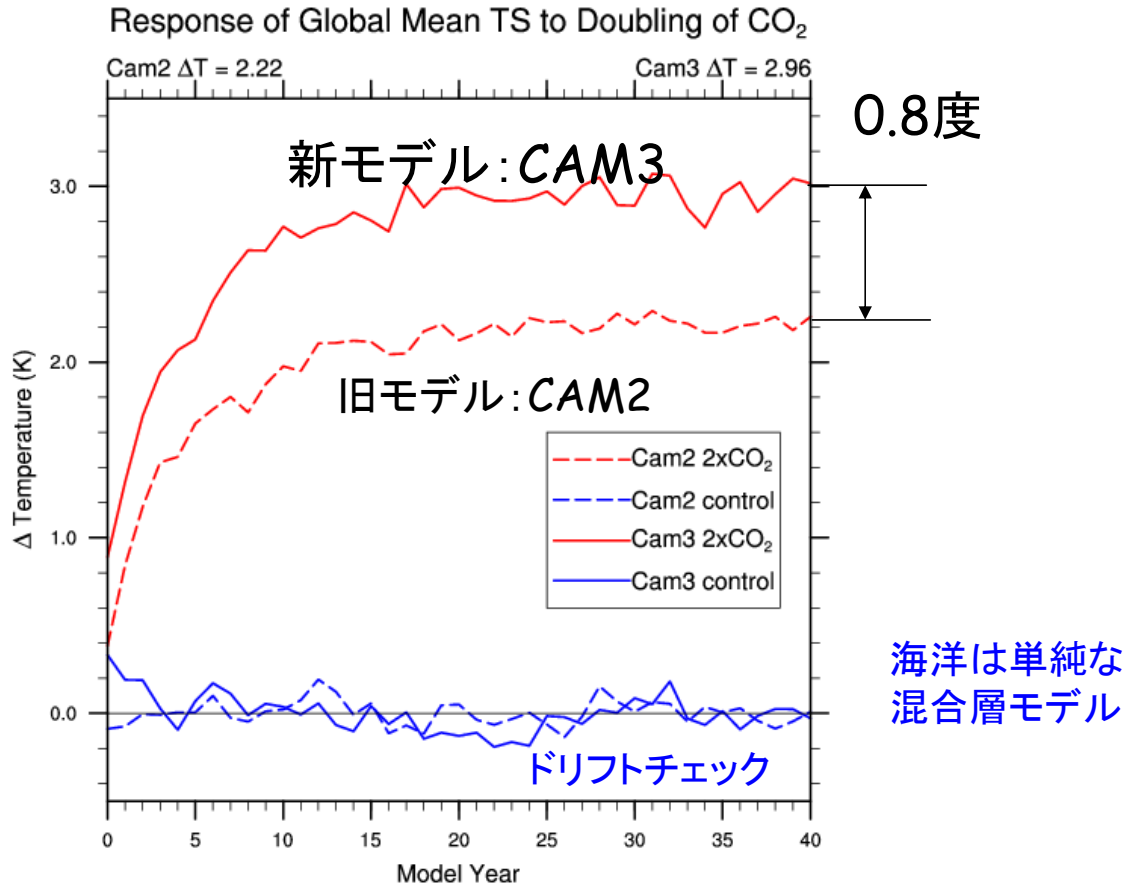
- 結合モデルの構成

- 大気要素モデル: CAM3
 - ✓ MPI/OpenMP, T85L26
- 陸面要素モデル: CLM
 - ✓ MPI/OpenMP, T85
- 海氷要素モデル: CSIM
 - ✓ MPI, 1度
- 海洋要素モデル: POP
 - ✓ MPI, 1度40層
- フラックスカプラ: CPL, MPI



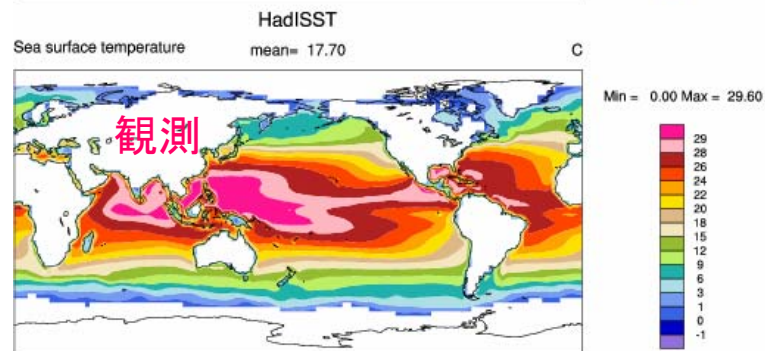
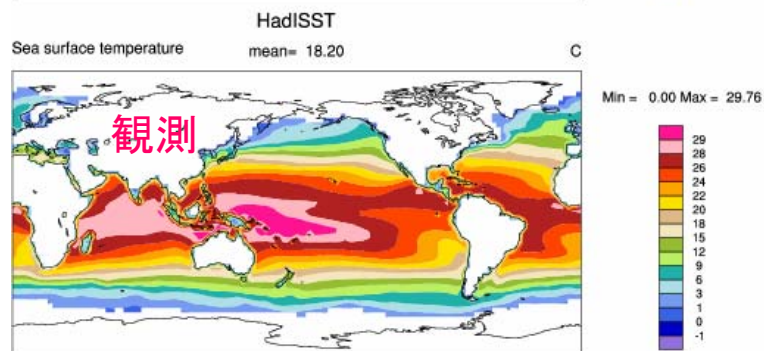
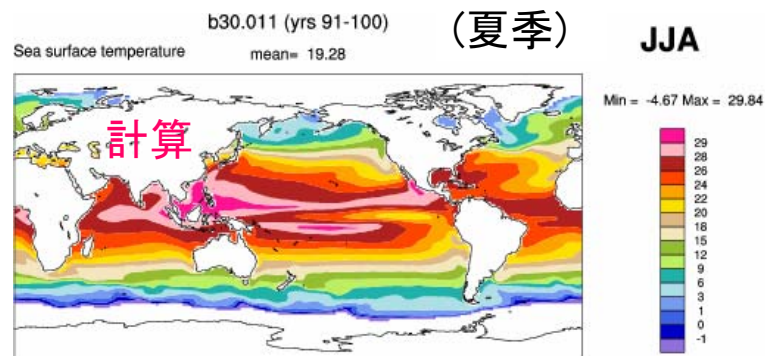
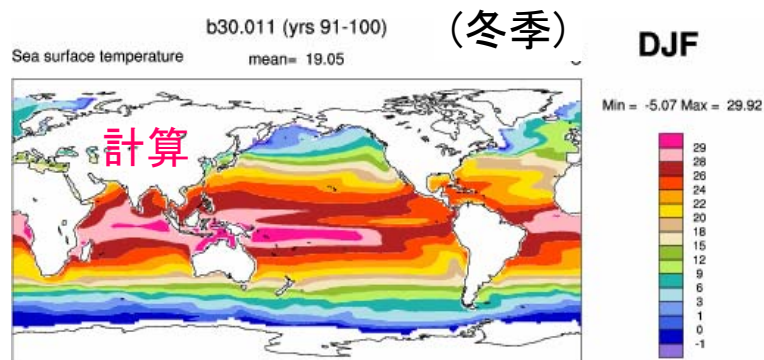
- MPMD型並列プログラム、Hub-and-spokeシステム

大気モデルCAM3の気候感度 (2XCO2時)



NCAR実施

結合計算における海洋モデルの評価(観測値比較)



NCAR実施

結合計算における海氷モデルの性能評価

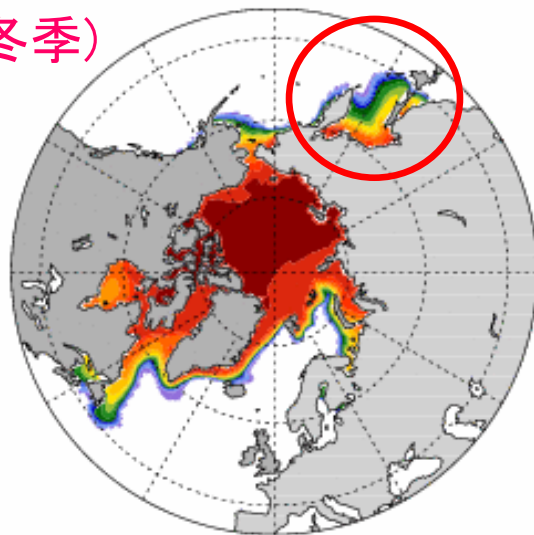
b30.009 Yrs 0125 - 0129

aggregate ice area

DJF Mean

%

(冬季)

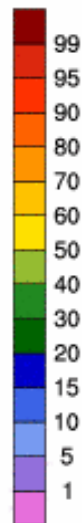
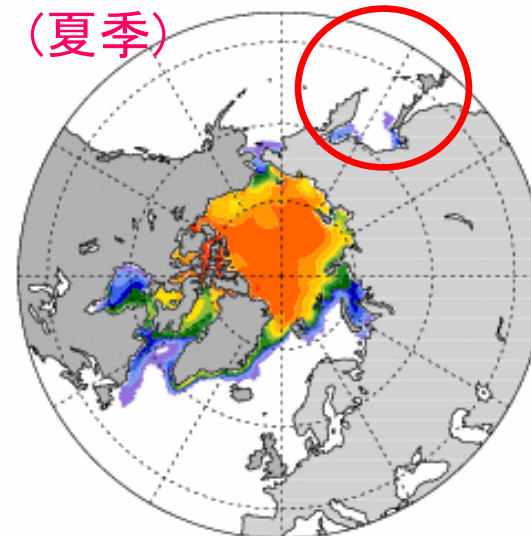


b30.009 Yrs 0125 - 0129

aggregate ice area

JJA Mean

(夏季)

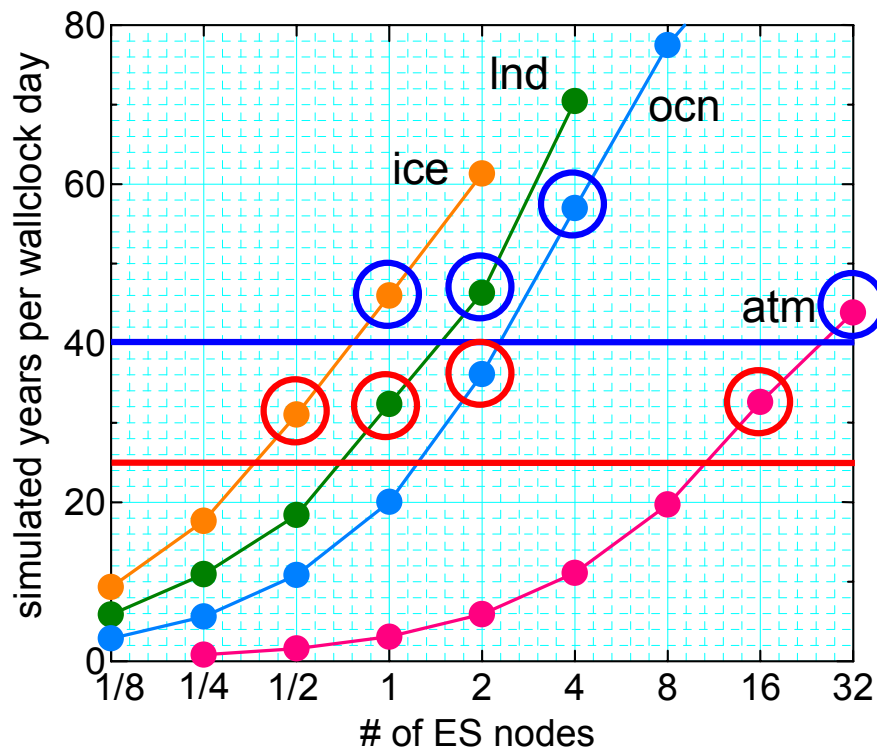


NCAR実施

海氷の季節変化の再現性が改善

CCSM3 各要素モデルの計算性能 (T85/x1)

大気T86(約150)



	option A	option B
ATM nodes	32	16
OCN nodes	4	2
LND nodes	2	1
ICE nodes	1	0.5
CPL nodes	1	0.5
TOTAL nodes	40	20
sim. yrs/ wc day	40	25
node-hrs/ sim. yr	24	19.2
sim. yrs in FY03-Q4	2083	2604

計算機リソース(6%)を考慮し、Option Bを採用：

ノード数20×5メンバーアンサンブル=100ノードを採用

アンサンブルランの日米分担案(2004年1月～9月まで)

U.S チーム(NCAR,DOE)

共生チーム(CRIEPI・NCAR・LANL)

Scenario	Period	U.S. Team		Kyosei Team		CCSM Total	
		Length	#	Length	#	#Net Years	
1870 Control		200	1	500	1	2	700
2000 Control		200	1			1	200
1% CO2		140	1			1	140
20 th Century Commitment	1870-2000	130	5	130	5	10	1300
	2000-2100	100	5	100	5	10	1000
SRES B1	2000-2100	100	5	100	5	10	1000
550 ppm Stabilization	2100-2200	100	4			4	400
550 ppm Stabilization	2100-2350	200	1	250	5	6	1450
550-370 ppm Overshoot	2150-2350			200	5	5	1000
SRES A1B	2000-2100	100	5	100	5	10	1000
750 ppm Stabilization	2100-2200	100	4			4	400
750 ppm Stabilization	2100-2350	200	1	200	5	6	1200
750-550 ppm Overshoot	2150-2350			250	5	5	1250
SRES A2	2000-2100	100	5			5	500
Net Years		4,390years		7,150years		11540	

ES: 20ノード×5メンバーアンサンブルを予定

3. 大気モデルの高解像度化

(達成度60%)

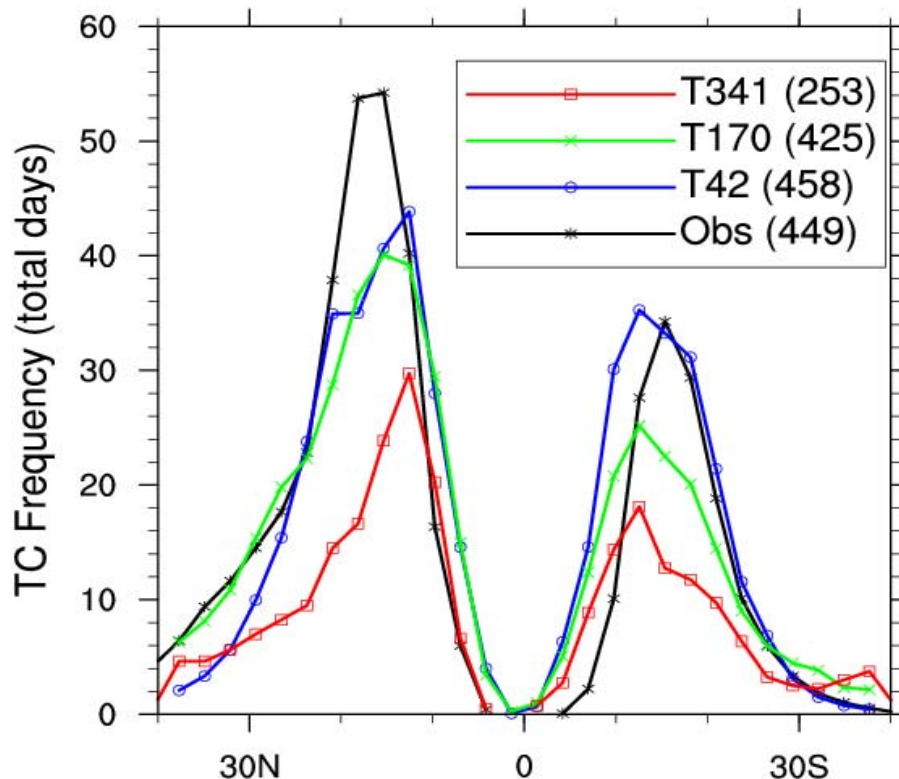
<成果>

- 解像度と台風発生頻度の関係把握
- アンサンブルランの有効性を確認

<本年度の予定>

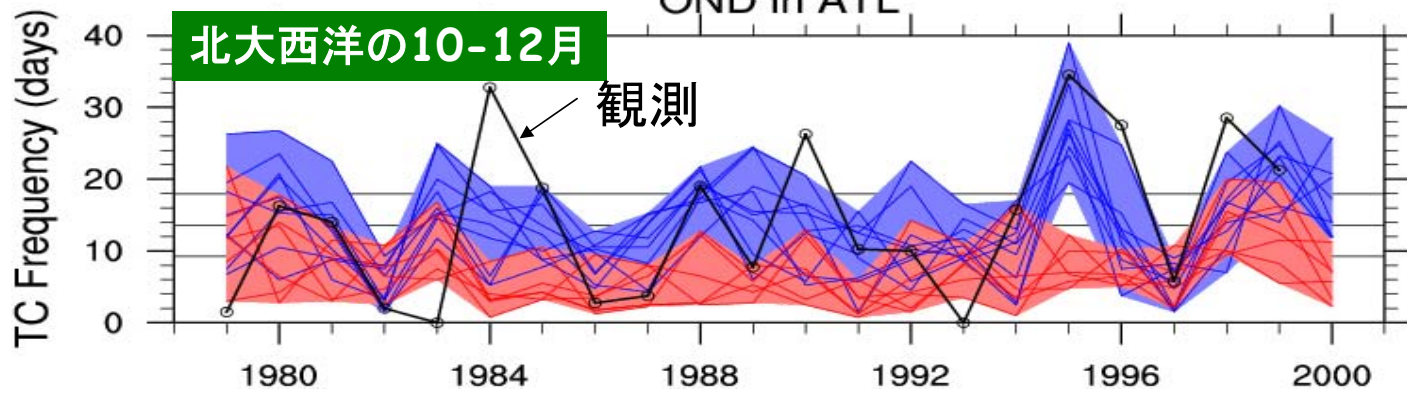
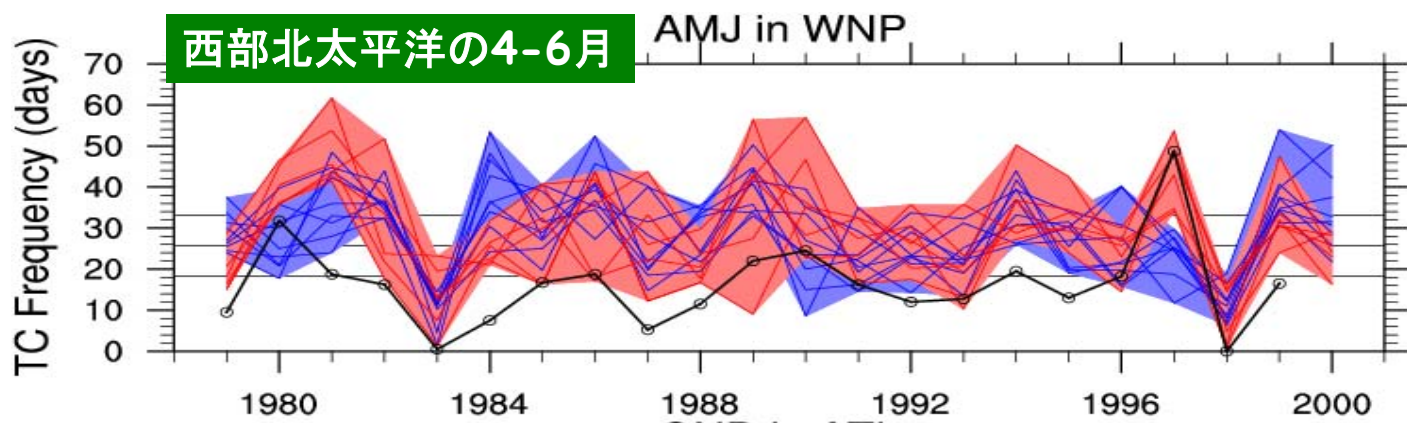
- IPCCランの解析用ツールとしてCAM3の検討

モデル解像度と熱帯低気圧(TC)出現頻度の比較



T42とT170の比較では、地域的な違いが見られるが、全体的な熱帯低気圧頻度はほぼ同等。強度は解像度の高いほど現実的。ただし、T341モデルはTC判定基準についてさらに検討が必要。

アンサンブルランによる台風出現頻度の年々変動(単位: 延べ日数)



赤: 空間解像度80km(T170)の6メンバー結果
青: 空間解像度300km(T42)の9メンバー結果

4. 海洋モデルの高解像度化

- ✓ 全球モデル (達成度70%)
- ✓ 領域モデル(九大) (達成度80%)

<成果>

- 0.1度全球モデルの現状再現性の向上(継続中)
- 黒潮、琉球海流等の比較基準データが完成

<本年度の予定>

- 0.1度全球モデルの現状再現性の継続
- 日本海の深層海流の特性把握

0.1度モデルの現状再現性向上のための検討ケース

将来の温暖化の影響 = (予測結果 - 現状)

実施した検討ケース

- ① 塩分緩和法の検討
- ② 鉛直解像度の向上(40層→106層)
- ③ 北大西洋(海氷下)の塩分の取り扱いの変更
- ④ 水平混合スキームの変更
- ⑤ 海底地形の変更

- ①
- ②
- ③
- ④
- ⑤

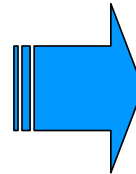
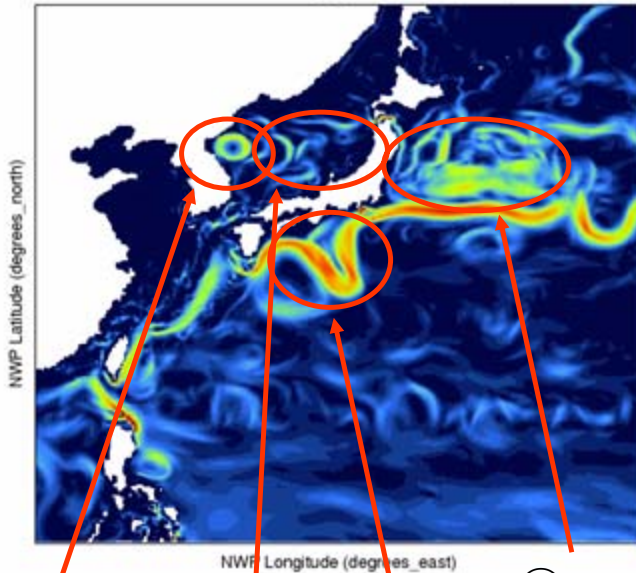
		大気境界条件.	混合スキーム		変更点	備考
			水平	鉛直		
FY 2002	01c	月毎 気候値 NCEP (1985-1988)	流速 水温、塩分	Bi-harmonic Bi-harmonic	KPP	基準ケース
	01d		流速 水温、塩分	Bi-harmonic GM scheme	KPP	水平混合スキーム
FY 2003	01g		01c と同じ	KPP	塩分の緩和 → 弱くする	黒潮蛇行の変化
	02a		01c と同じ	KPP	鉛直解像度の増加 106 層	中・深層の再現性
	03c		01c と同じ	KPP	北大西洋に緩和 領域を設定	北大西洋モデルと の比較
	03g		流速 水温、塩分	Anisotropic visc. Anisotropic GM	KPP	水平混合スキーム
	03i	01c と同じ	KPP	海底地形の変更 ETOPO2→SKKU	地形の影響	

検討結果の一例（水平混合スキームによる違い）

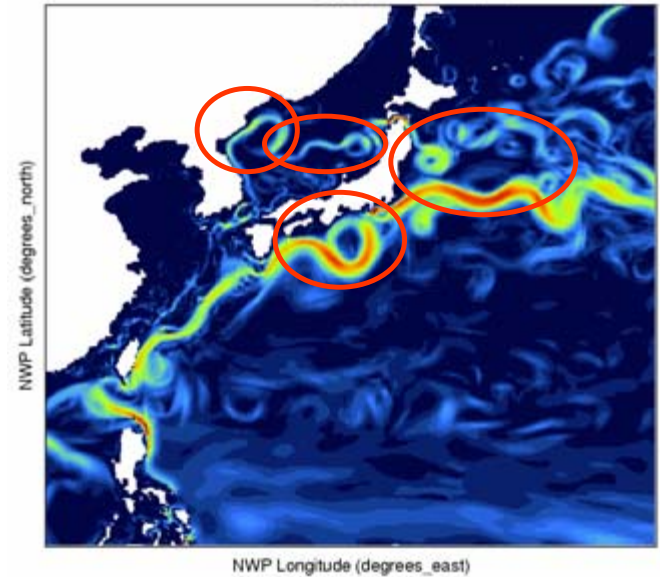
流速 : Biharmonic
水温、塩分 : Biharmonic

流速 : Anisotropic Visc.
水温、塩分 : Anisotropic GM

Horizontal Kinetic Energy ($U^{*2}+V^{*2}$)/2 (cm^2/s^2)



Horizontal Kinetic Energy ($U^{*2}+V^{*2}$)/2 (cm^2/s^2)



④定常渦

①黒潮の蛇行

③対馬暖流の分枝流

②フロント、暖水渦

モデル改良により運動エネルギーの分布が改善された。

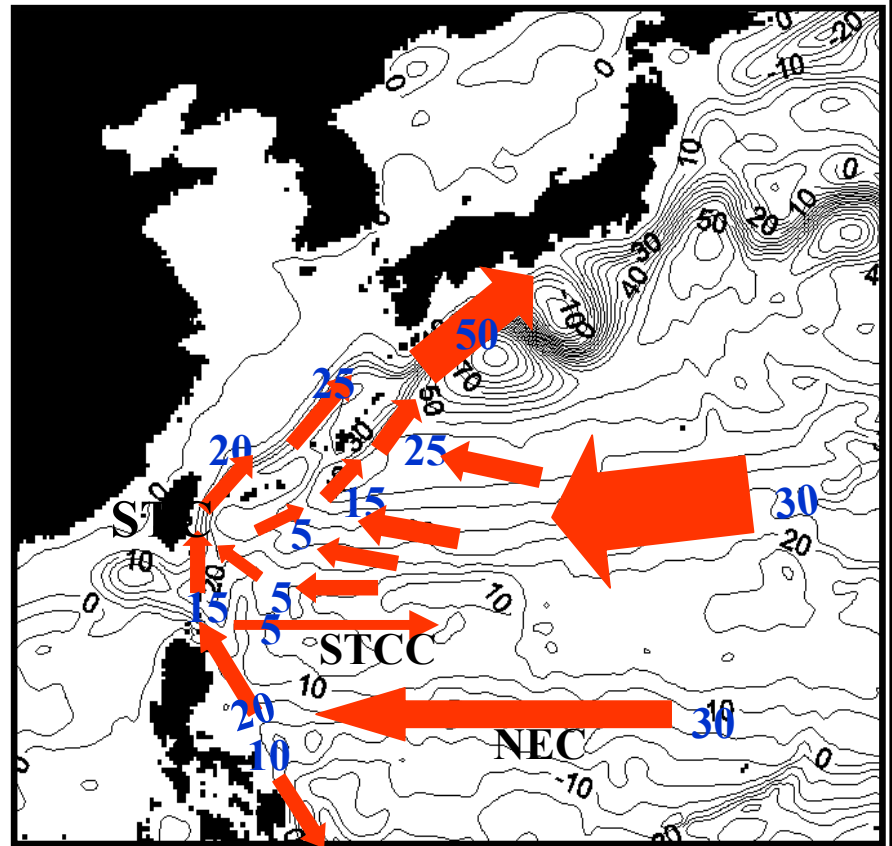
領域海洋モデル(九大)による科学的知見の検討

1. 太平洋領域モデル(1/6度-1/12度)(ほぼ終了)

- 琉球海流系:(観測と良く一致)
- 日本周辺海の海峡での流量:
台湾海峡、台湾東、トカラ対馬、
津軽海峡の流量は観測値と良く一致
- 全球モデルとの比較可能な比較
基準データがほぼ完成

2. 日本海超高精度モデル(1/36度)(予定の1/3 終了)

- 深層循環の駆動力~渦・平均流
相互作用によるエネルギー検討
- IPCCランと同様の観点から、南
北方向熱輸送の検討





おわり