H19年度 国環研スーパーコンピュータ利用研究課題 進捗報告

# 大気海洋結合モデルの物理過程改良 および気候変化予測の手法開発

### 小倉知夫 国立環境研究所 地球環境研究センター



#### ・国立環境研究所 地球環境研究センター

#### 江守正多 長谷川聡 横畠徳太

#### ・東京大学 気候システム研究センター

### 木本昌秀 高薮縁 羽角博康

### 今田(金丸)由紀子 野中(荒井)美紀

### 近本喜光

背景:IPCC AR5 へ向けた気候変化予測実験

1. 近未来予測(~2030年):高解像度気候モデル(大気~60km,海洋~30km)



極端現象(豪雨、渇水など)のポテンシャル定量化

2. 長期予測 (~2100年~2300年): 地球システム統合モデル

気候変化予測、および気候安定化へ向けたCO2排出シナリオの診断

気候感度の不確実性低減

この研究課題における取組み

数年~10年規模変動の予測可能性検討

(A) 気候モデルによるエルニーニョ再現性の向上

(B) 大気海洋結合GCMを用いた実験的気候変動予測システム構築

降水予測の信頼性向上

(C) 温暖化に伴う降水変化のメカニズム理解向上

気候感度の不確実性低減

(D)ピナツボ噴火時の再現性を指標に気候感度推定

(E) 雲パラメタリゼーション改良により気候感度推定の信頼性向上

## The CCSR/NIES/FRCGC Coupled Ocean-Atmosphere GCM : *MIROC* 3.2

High-resolution version Atmos: T106 (~1.1°) L56 Ocean: 1/4° x1/6° L48

Medium-resolution versionAtmos: T42 (~2.8°)L20Ocean: 1.4° x(0.5°-1.4°)L44for many scenarios, ensemblesand climate sensitivity issues

-2 0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 [°C]

ENSO振幅の過小評価の一因と考えられる海洋表層温度場の改善を目的とし、新移流スキームを海洋モデルへ導入



・中央及び東部赤道太平洋で成層が強化。観測値へ近付いた。

結合モデルMI	ROCへの		
NINO3 INDEX RIVIS			ENSOの振幅は約20%改善
U	JQ	: 0.36	
S	SOM :	0.46	しかし、観測と比べると依然小さい。
			現在、大気海洋結合部の力学に焦点
<b>在</b>	見測:	0.81	をあて改良中。

### 中高緯度域のみの海洋表層水温・塩分同化実験



同化実験のSSTバイアス(DJF)





### 中高緯度域のみの海洋表層水温・塩分同化実験







# BGM法による初期摂動の作成方法

(Breeding of Growing Mode 成長モード育成法)



- 1. ランダムな初期摂動を与えて摂動ランを行う
- 2. ある時間後の摂動ランとコントロールランの差を求める
- 3. その差を規格化して、それを次の初期摂動として与える
- 4. これらを繰り返し、最終的に最も成長する摂動を得る

この研究課題における取組み

数年~10年規模変動の予測可能性検討

(A) 気候モデルによるエルニーニョ再現性の向上

(B) 大気海洋結合GCMを用いた実験的気候変動予測システム構築

降水予測の信頼性向上

(C) 温暖化に伴う降水変化のメカニズム理解向上

 $\Delta$ 降水量( $\Delta$ CO2+ $\Delta$ SST)~ $\Delta$ 降水量( $\Delta$ CO2)+ $\Delta$ 降水量( $\Delta$ SST)

気候感度の不確実性低減

(D)ピナツボ噴火時の再現性を指標に気候感度推定

(E) 雲パラメタリゼーション改良により気候感度推定の信頼性向上



GCMによる温暖化実験での地域による降水の増減のメカニズムの理解を深める 1. SST上昇実験(左)では、熱力学的効果が主要因で赤道域・中緯度の降水増加 2. CO2倍増実験(中)では、熱力学的効果で30°付近の降水が減少

3. SST上昇、CO2倍増実験(右)は両者のほぼ両者の和となる。またEmori & (2005)の温暖化実験における降水の緯度分布の変化傾向と類似している

今後の予定

- ✓ 与えるSSTを+2Kだけでなく、-2Kや+4Kなど他の設 定で実験する
- ✓ 与えるCO2濃度を2倍だけでなく4倍など他の設定 で実験する
- ✓ 平均降水量だけでなく、極端に強い降水に対する影響を調べる
- ✓ CO2濃度の増加とSSTの増加を別個に指定した、 地形を含めた温暖化実験を行い、CO2濃度とSST 上昇が地球温暖化に与える影響を調べる

この研究課題における取組み

数年~10年規模変動の予測可能性検討

(A) 気候モデルによるエルニーニョ再現性の向上

(B) 大気海洋結合GCMを用いた実験的気候変動予測システム構築

降水予測の信頼性向上

(C) 温暖化に伴う降水変化のメカニズム理解向上

 $\Delta$ 降水量( $\Delta$ CO2+ $\Delta$ SST)~ $\Delta$ 降水量( $\Delta$ CO2)+ $\Delta$ 降水量( $\Delta$ SST)

気候感度の不確実性低減

(D)ピナツボ噴火時の再現性を指標に気候感度推定

(E) 雲パラメタリゼーション改良により気候感度推定の信頼性向上

## Climate response to volcanic forcing



Important to give constraint on uncertainty in climate sensitivity feedback processes

# Future work: EnKF-PNTB in JUMP

- 40 versions of different CS by EnKF (James & Julia) was done by <u>ASGCM (atmosphere-slab ocean)</u>
- PNTB should be done by <u>AOGCM (atmosphere-ocean)</u>
  Ocean heat uptake (OHU) is an important factor.



 Depth of slab ocean 50m, too strong cooling occurs due to small OHU.

• By increasing depth of SO, maximum cooling decreases but recovery time increases.

• Just modifying depth of SO cannot fit ASGCM response To AOGCM response.

# Future work: EnKF- PNTB, JUMP

- Another test: Modifying the volcanic forcing
  - $\lambda \Delta T = \Delta F (forcing) \Delta H (ocean heat uptake)$ =  $\alpha \Delta F$

- Since ASGCM cannot calculate realistic  $\Delta H$ , the term  $\Delta F - \Delta H$  is represented by modifying  $\Delta F$ 



#### <u> 雲氷予報スキームの導入</u>



雲氷スキームの出力:予報型と診断型(従来の方法)の違いは?



予報型雲氷スキーム、簡略化したバージョンをMIROCへ導入。動作確認の結果は良好。 雲氷粒径分布を考慮した、本来の定式化へ移行中。

# Time line

