

フル結合四次元データ同化システムの研究 開発と初期値化・再解析データの構築

共生プロジェクト第7課題

プロジェクト責任者名： 淡路 敏之

発表： 杉浦 望実

海洋研究開発機構・地球環境フロンティア研究センター

報告のアウトライン

- 研究目的
- 本研究の意義と特色
- 研究成果
- 今後の予定

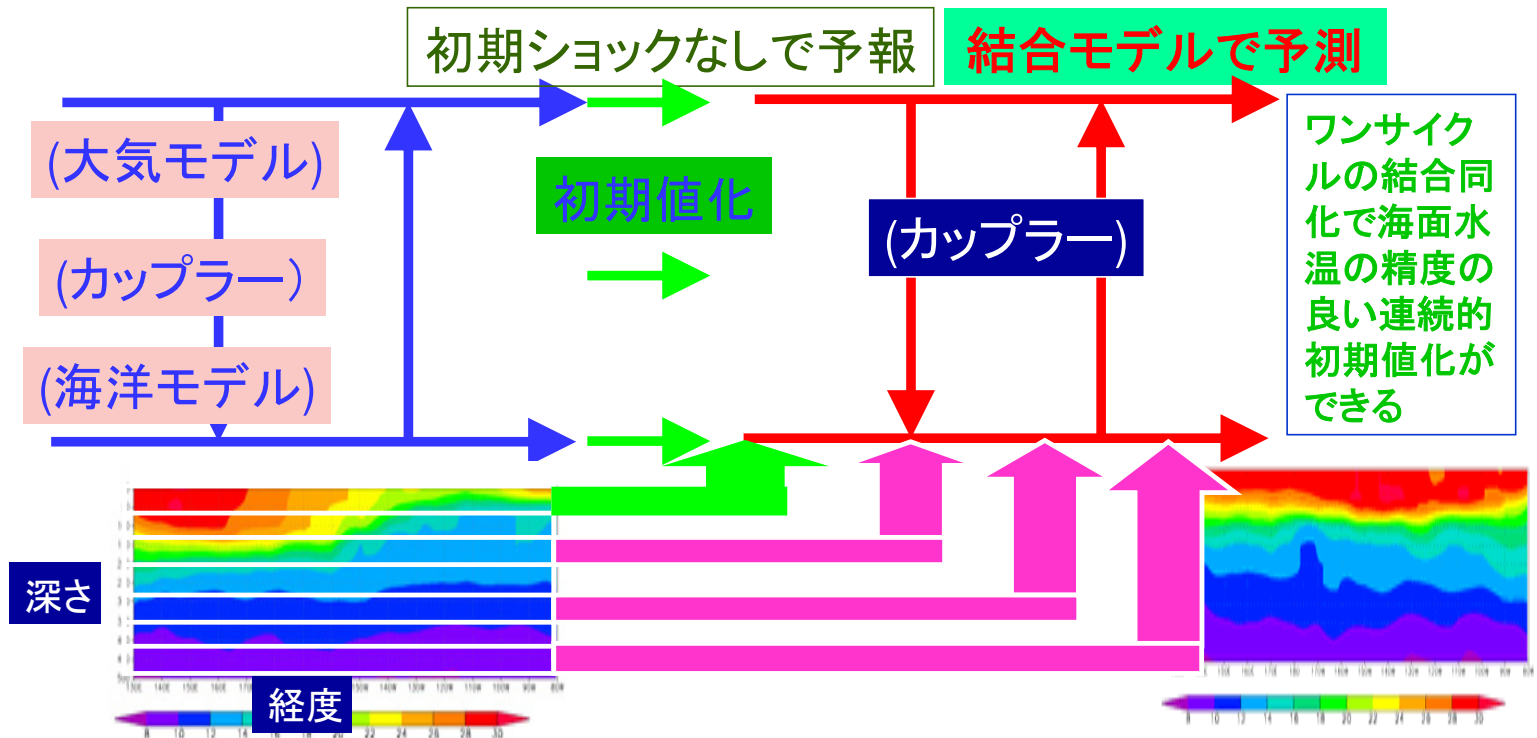
研究開発の目的

予測スキルの向上: 高精度の初期値化とパラメータの最適化が重要
最良のツール: 海・空・陸にわたり全予報変数とその時間微分を初期値化できる四次元変分法フル結合データ同化システム

比類なき計算機資源である地球シミュレータを活用せずには不可能な変分法最適化理論を用いた世界初の全球四次元大気海洋陸域結合データ同化システムを開発・高度化し、精度の良い初期値化再解析用時空間格子データセットを構築することにより、長期気候予測・解析の実用に供する

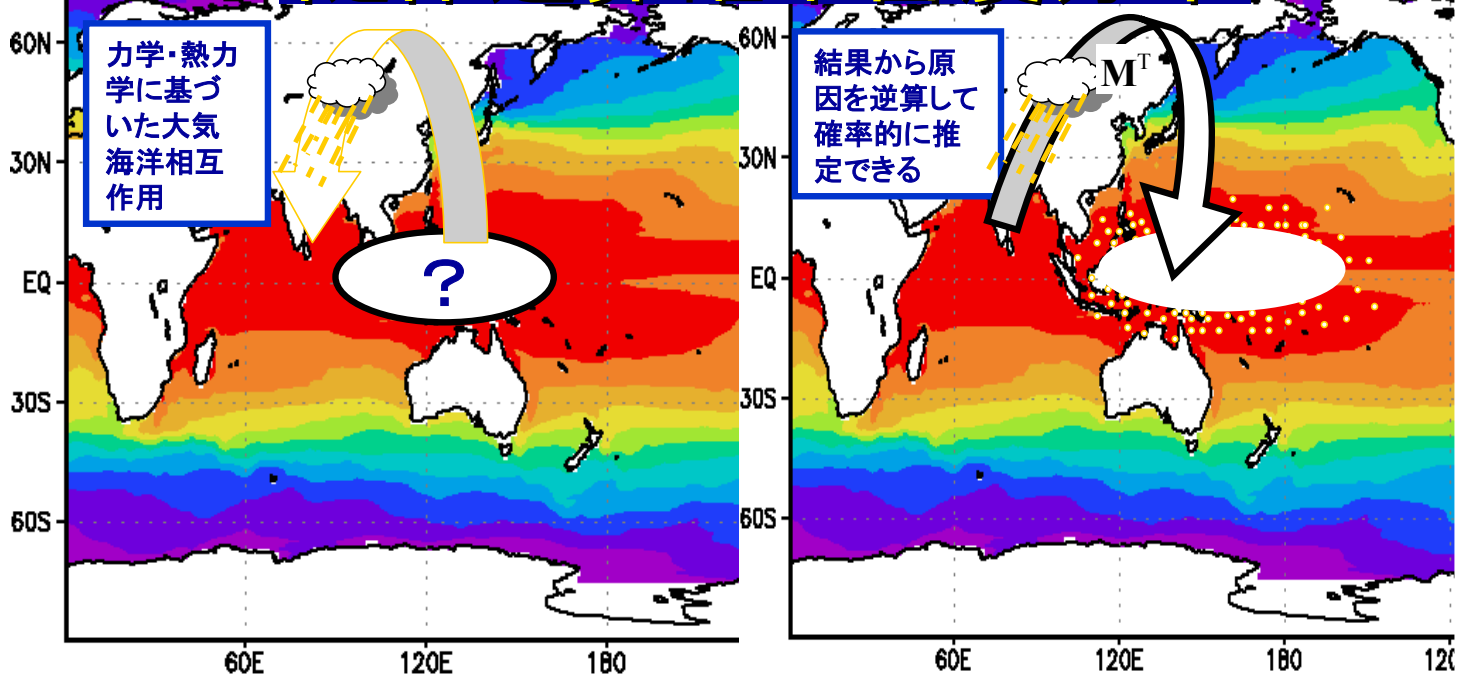
四次元フル結合データ同化システム: 季節内、季節、経年変動予測・再現実験

結合モデル及び変分法で連続同化



海洋観測データ -> モデル海洋の状態を改善 - カップラー -> モデル大気の状態を改善
大気観測データ -> モデル大気の状態を改善 - カップラー -> モデル海洋の状態を改善

随伴逆算確率密度分布



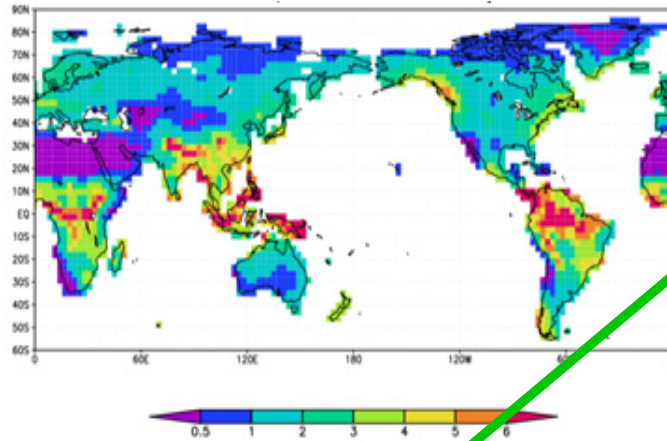
逆解析による水・熱エネルギーフロー・ルートの解明

本年度の成果

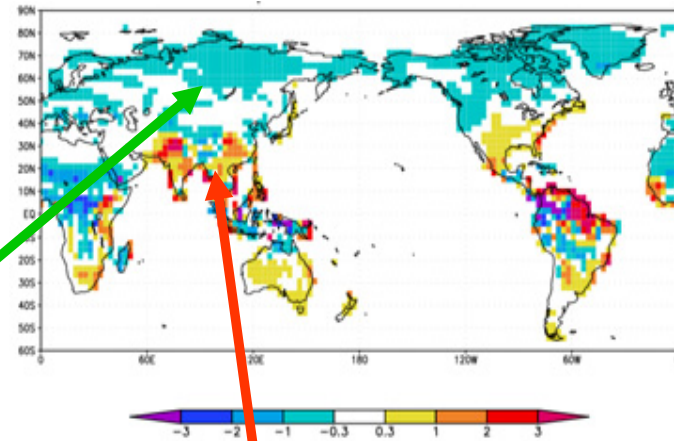
- モデル開発
 - 新層雲スキームの導入
 - 新放射コードの導入
 - 陸面モデルMATSIROの導入
- データ同化
 - 気候値結合同化による季節変化特性の改善
 - アンサンブル結合同化の準備
 - 1990年代の海洋再解析とその分析
- 感度解析
 - アジョイントコードによる水蒸気の逆追跡

陸面モデルMATSIRO導入により陸上降水量が改善

MATSIROによる降水量



バケツとMATSIROとの差



降水の抑制

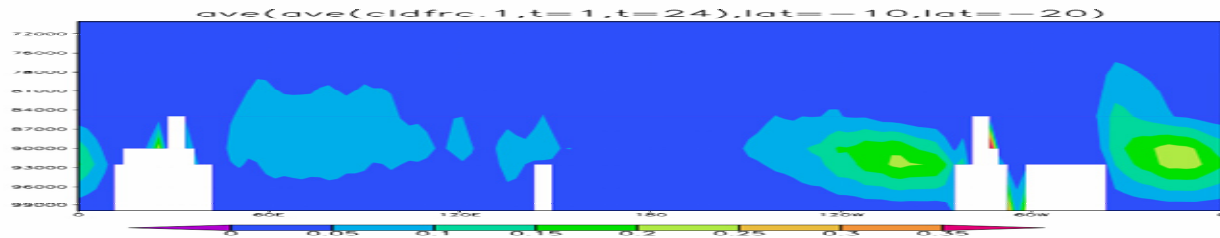
降水の増加=植物を通じた
蒸発の増加

降水の著しい向上！ = 植物活動の水循環の重要性

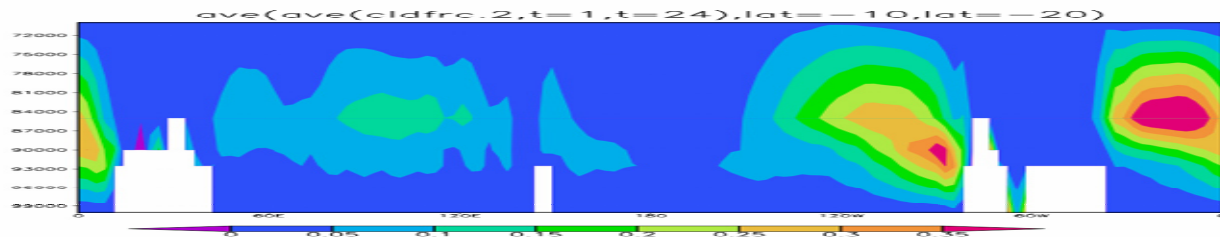
Results of CGCM simulation

Annual averaged cloud fraction (20S-10S)

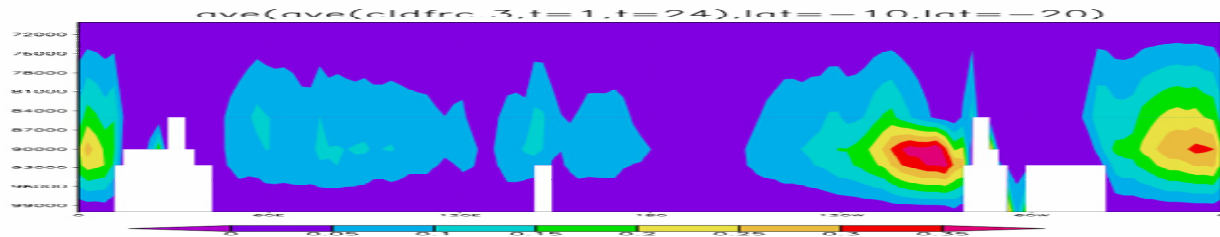
(a) No LSC scheme



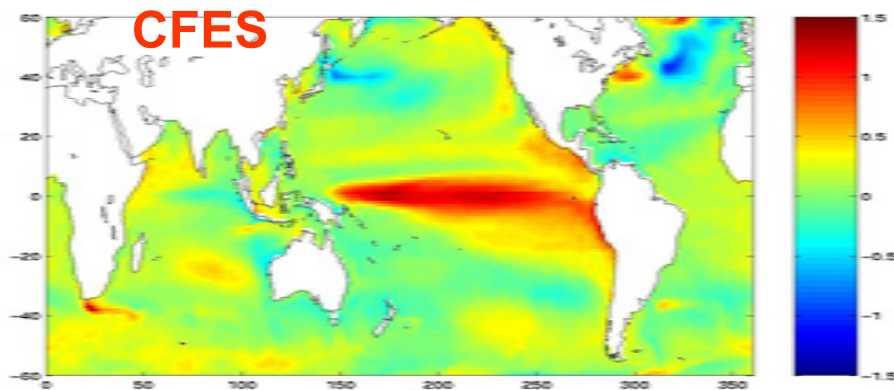
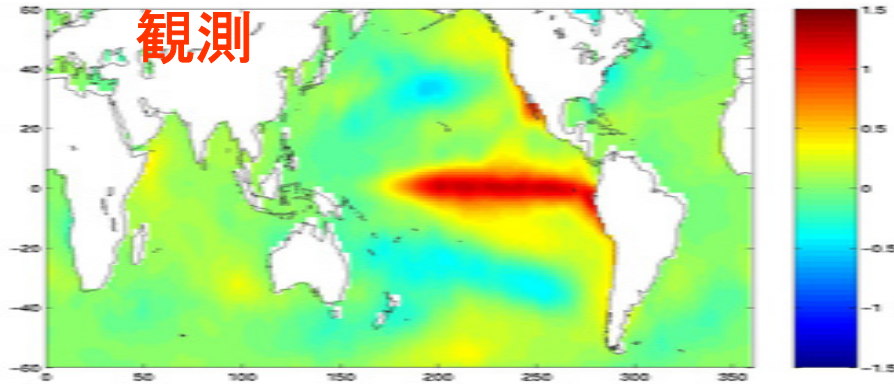
(b) Old LSC scheme



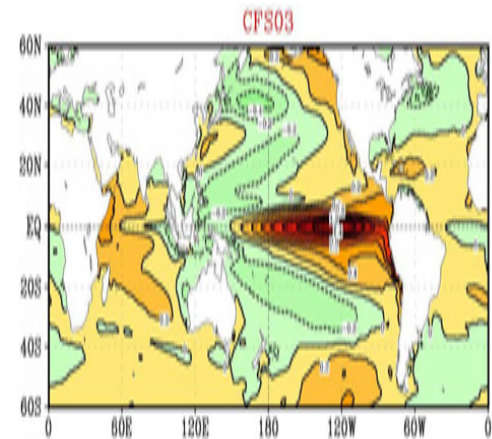
(c) New LSC scheme



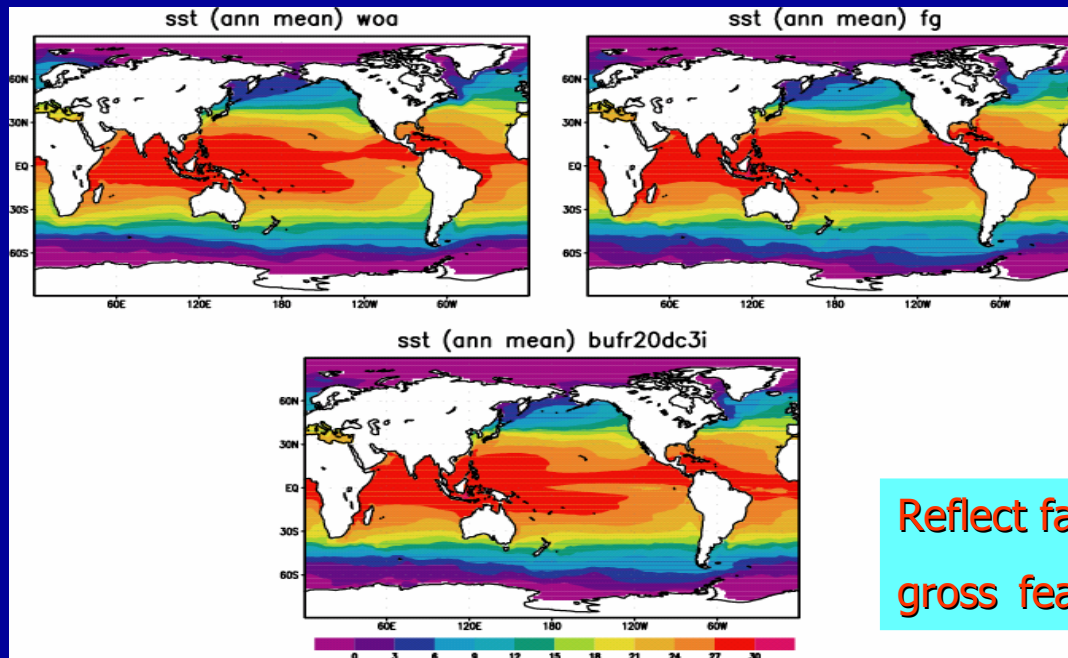
現実的なエルニーニョパターンの再現 —最高レベルのモデルと比べて遜色なし—



参照：米NCEPモデル



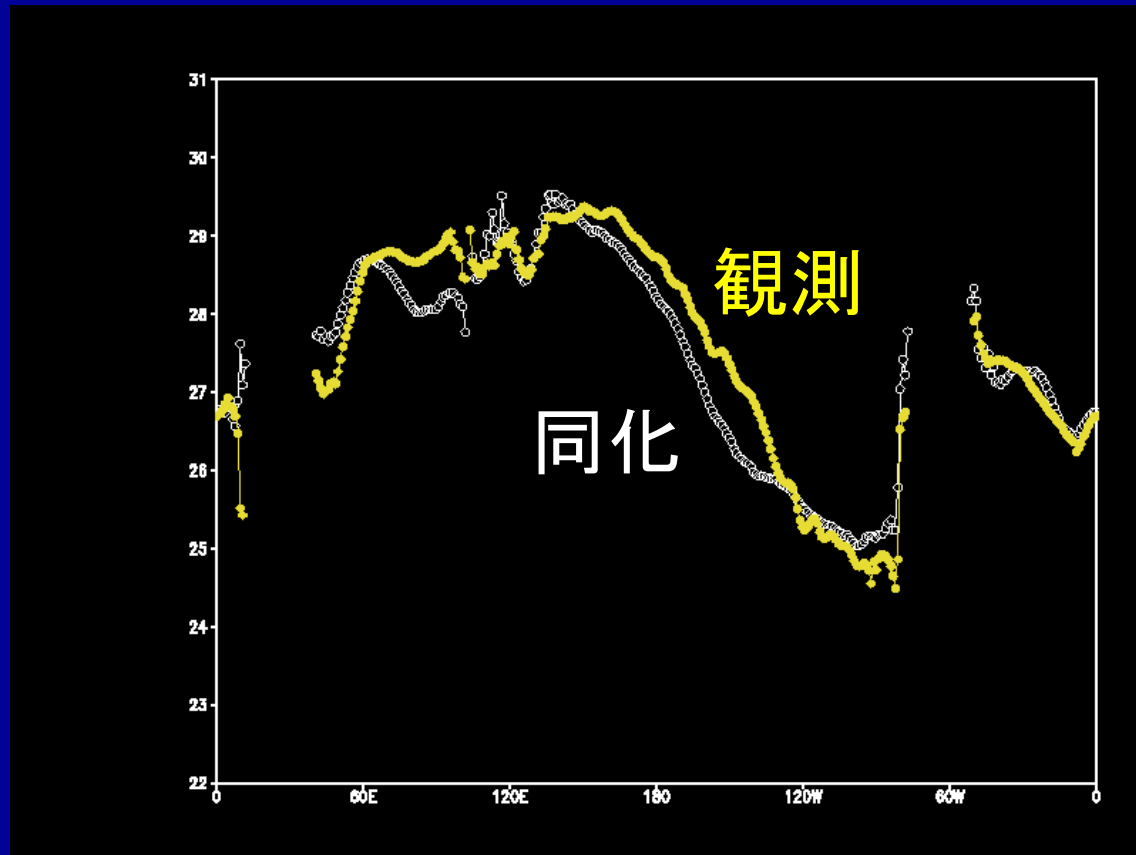
Overview of Coupled Reanalysis Dataset



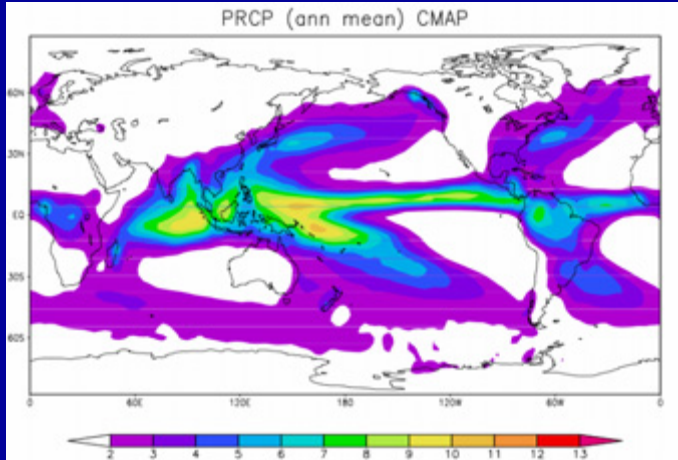
Reflect familiar
gross features

Annual mean SST distribution in the global Ocean
(a) observation, (b) simulation, (c) assimilation.

SST along Equator (5S-5N)

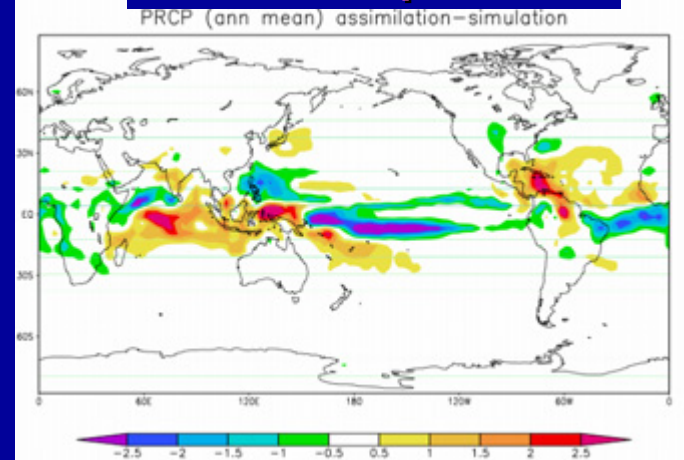


Precipitation [mm/day]

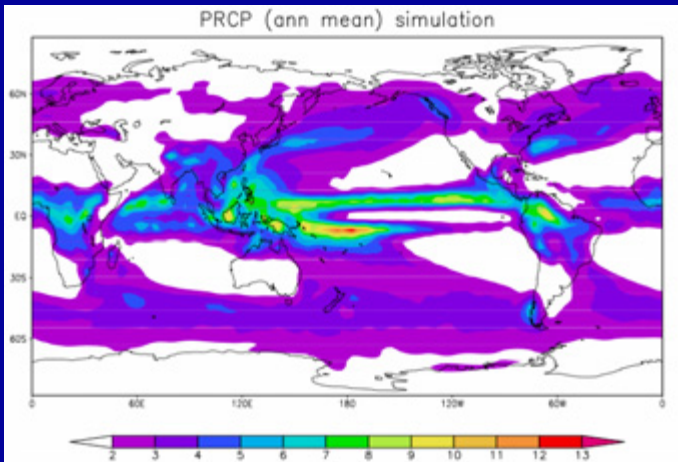


Observation (CMAP)

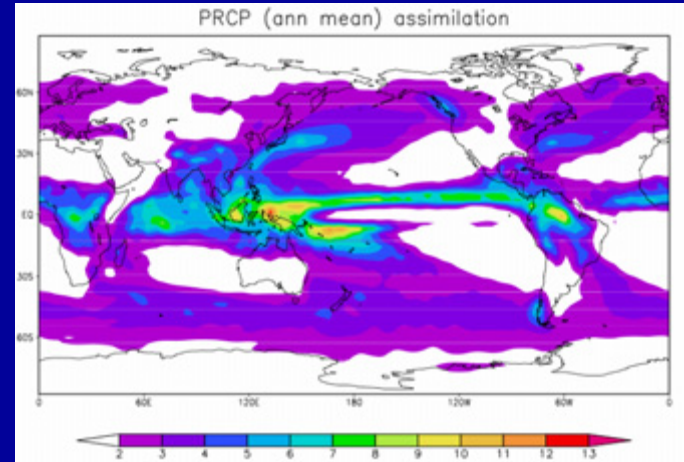
Much improved



Assimilation-Simulation

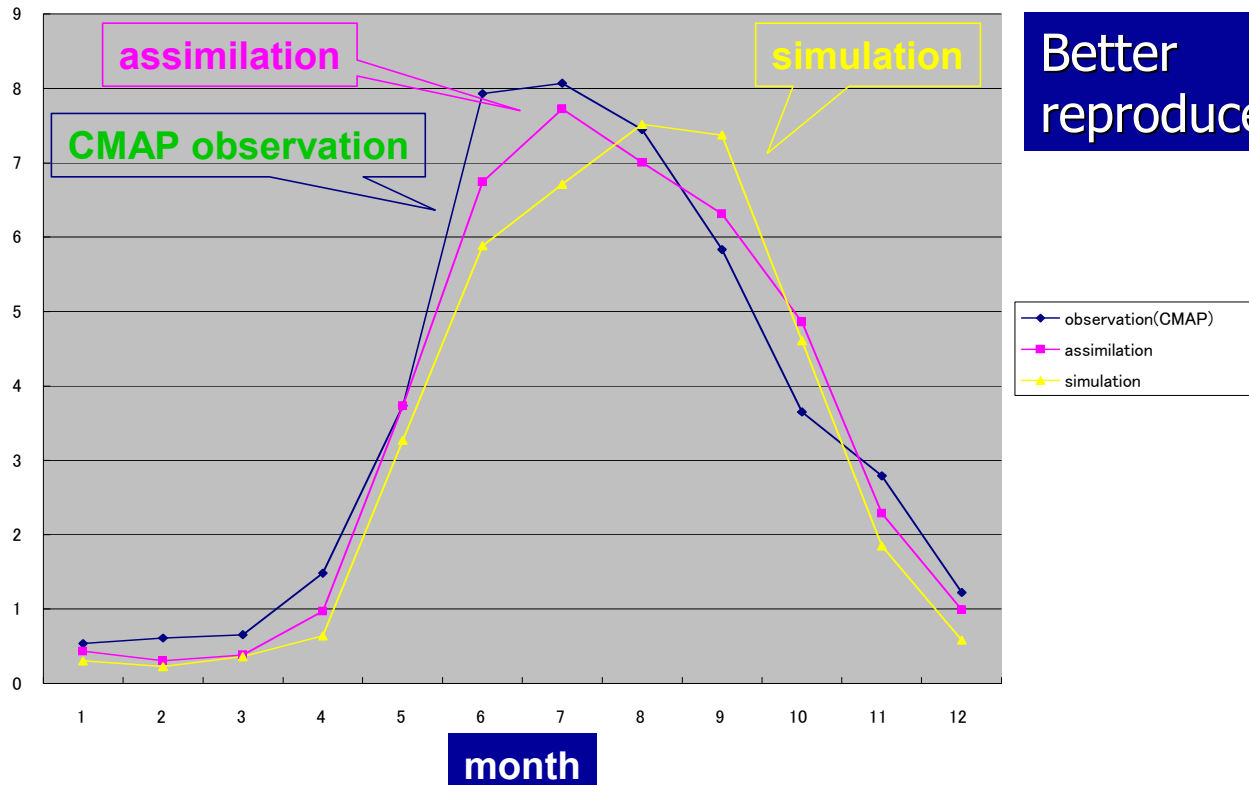


Simulation



Assimilation

Improvement of Seasonal variation in the Indian monsoon rainfall (8N-28N, 60E-105E) averaged precipitation [mm/day]



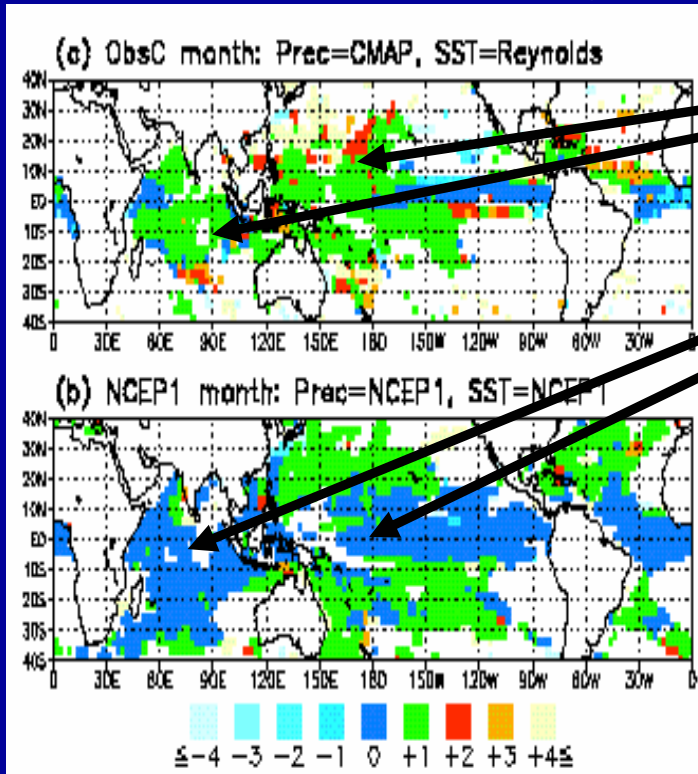
Better reproduced

Better air-sea relation

Arakawa and Kitoh, 2004

Precip.=CMAP SST=Reynolds (monthly data)

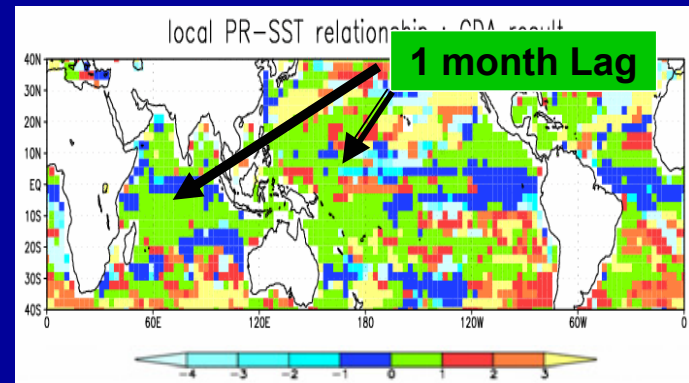
Lag correlation between SST and Precipitation



1 month Lag

0 Lag

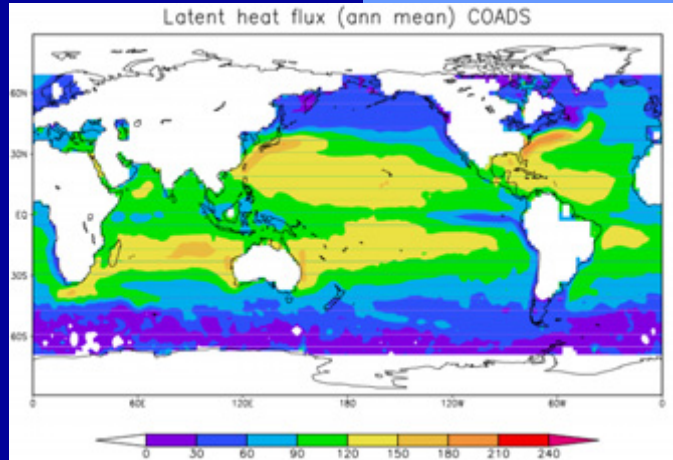
Our assimilation



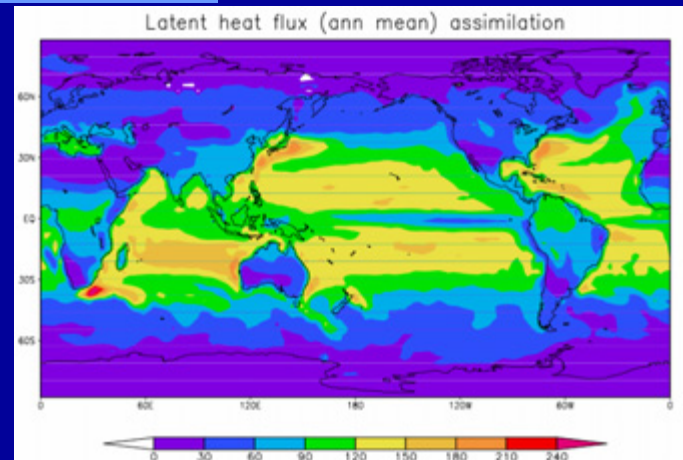
Precip.=SST=NCEP/NCAR

Latent Heat flux [W/m^2]

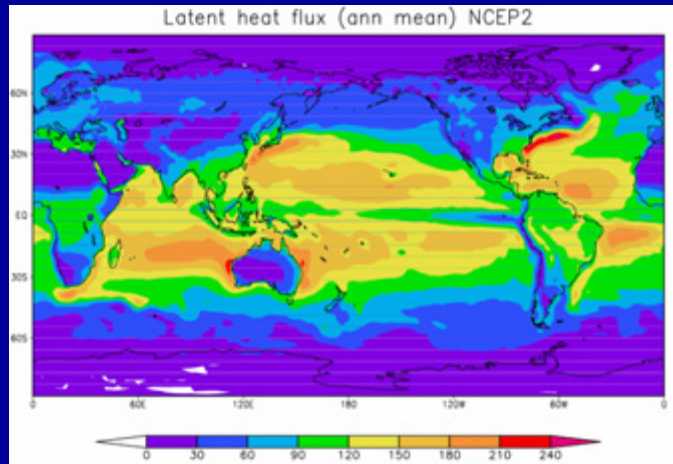
Better agreement



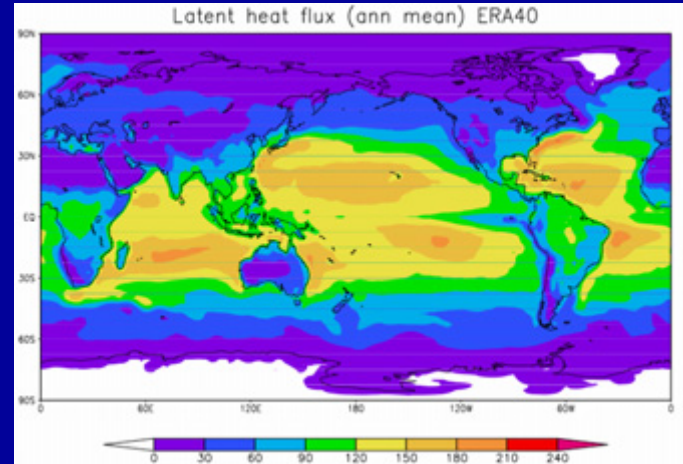
Observation (COADS)



Our Assimilation

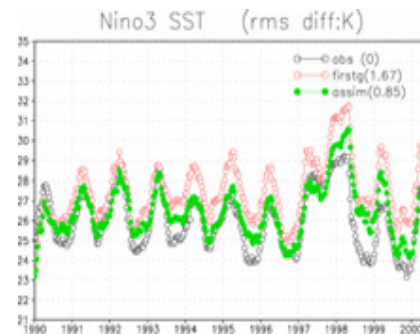
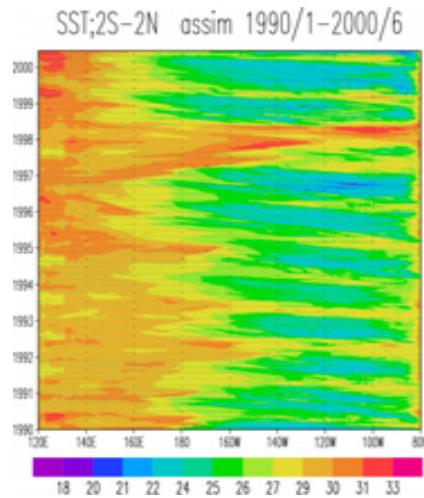


NCEP2



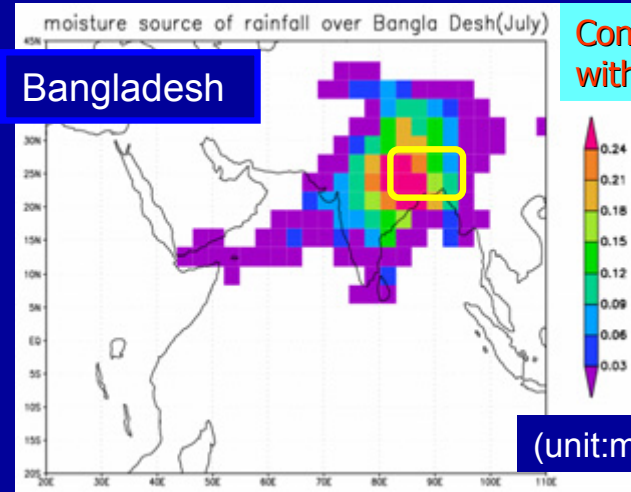
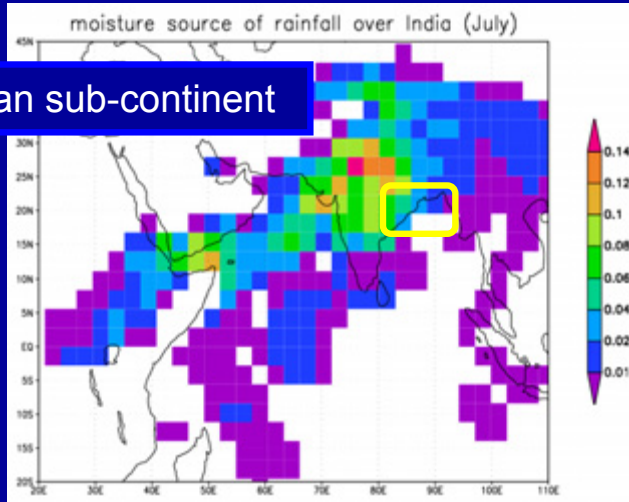
ERA40

1990年代の海洋データ同化実験で海洋環境がよく再現



赤道太平洋域の海面水温の時間変化と太平洋中東部熱帯域での平均海面水温の時間変化。1990年から2000年まで。

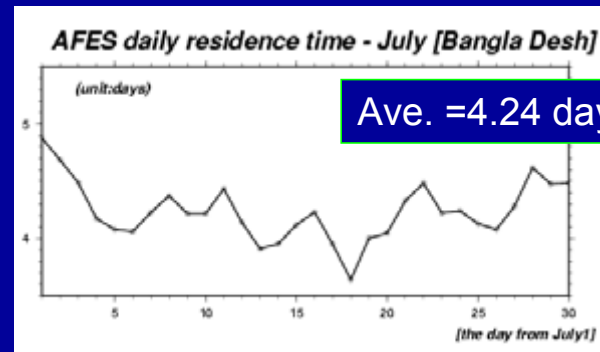
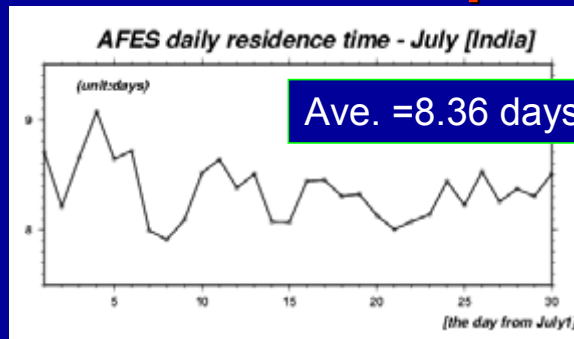
Probability density maps of moisture sources in July estimated by our adjoint model



Consistent with OBS

(unit:mm/day)

Time sequences of daily "residence time" of atmospheric moisture



<達成度>

- ・結合データ同化システム関係:90%
(残は評価実験)
- ・MPI・高速化: 100%
- ・気候値再解析実験:70%
(残はES上での長期積分の実行待ち)

総じて当初の計画案通り順調に推移している。

最終目標:

- 世界最長・最良のエルニーニョ先行予測へチャレンジ
- 気候や水循環変動の新たな世界が見える新規データセットの創生
- 初期値・再解析情報、最適パラメータ情報、モデル改良感度解析情報をデータベース化して国内外に公開

基幹技術たりえる新世代価値創生型統融合システムへ

今後の予定

- モデル開発
 - IPRC領域モデル、京都高解像度結合モデルとの連携
 - プロセス研究(ENSO、モンスーン、季節内振動 etc.)
- データ同化
 - アンサンブル気候値同化実験
 - 気候値を再現する最適パラメータ推定
 - 1990年代の結合同化実験
 - 初期値化およびパラメータ調整による特定年の結合再解析
 - 顕著年の結合Hindcast実験
 - 結合初期値化による予測スキルの向上
- 感度解析
 - 結合アジョイントコードによる水蒸気逆追跡
 - アジョイントコードによる水塊やENSOシグナルの逆追跡

アンサンブル同化

- 1年間の同化

→ アンサンブル同化

$$J = \left\| y - y_o \right\|^2$$



$$J = \left\| \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N y_n - y_o \right\|^2$$

- 複数のケースのアンサンブル平均と観測とを比較することにより、モデル気候値の再現性を向上させる。

- 計算量(1ケースあたり)

$$\begin{aligned} 8\text{nodes/ens} \times 10\text{ens} \times 6\text{hr/itr} \times 60\text{itr} &= 80\text{nodes} \times 360\text{hr} \\ &= 28800 \text{ nodexhr} \end{aligned}$$