

**地球シミュレータ用・非静力・
大気海洋結合モデルの開発**

高橋桂子

**海洋研究開発機構
地球シミュレータセンター**

プロジェクトの目的

- ・ 全球上で、マルチスケールを扱える大気海洋結合シミュレーションコードを開発する。
- ・ 大気海洋結合シミュレーションによる予測へのインパクトを解析する。
- ・ 地球シミュレータの計算性能を最大限に活かした高速シミュレーションコードの実現。

2003年度

大気、海洋大循環シミュレーションコードのプロトタイプの完成、
結合方式の設計と実装、高速化、基礎的検証・評価

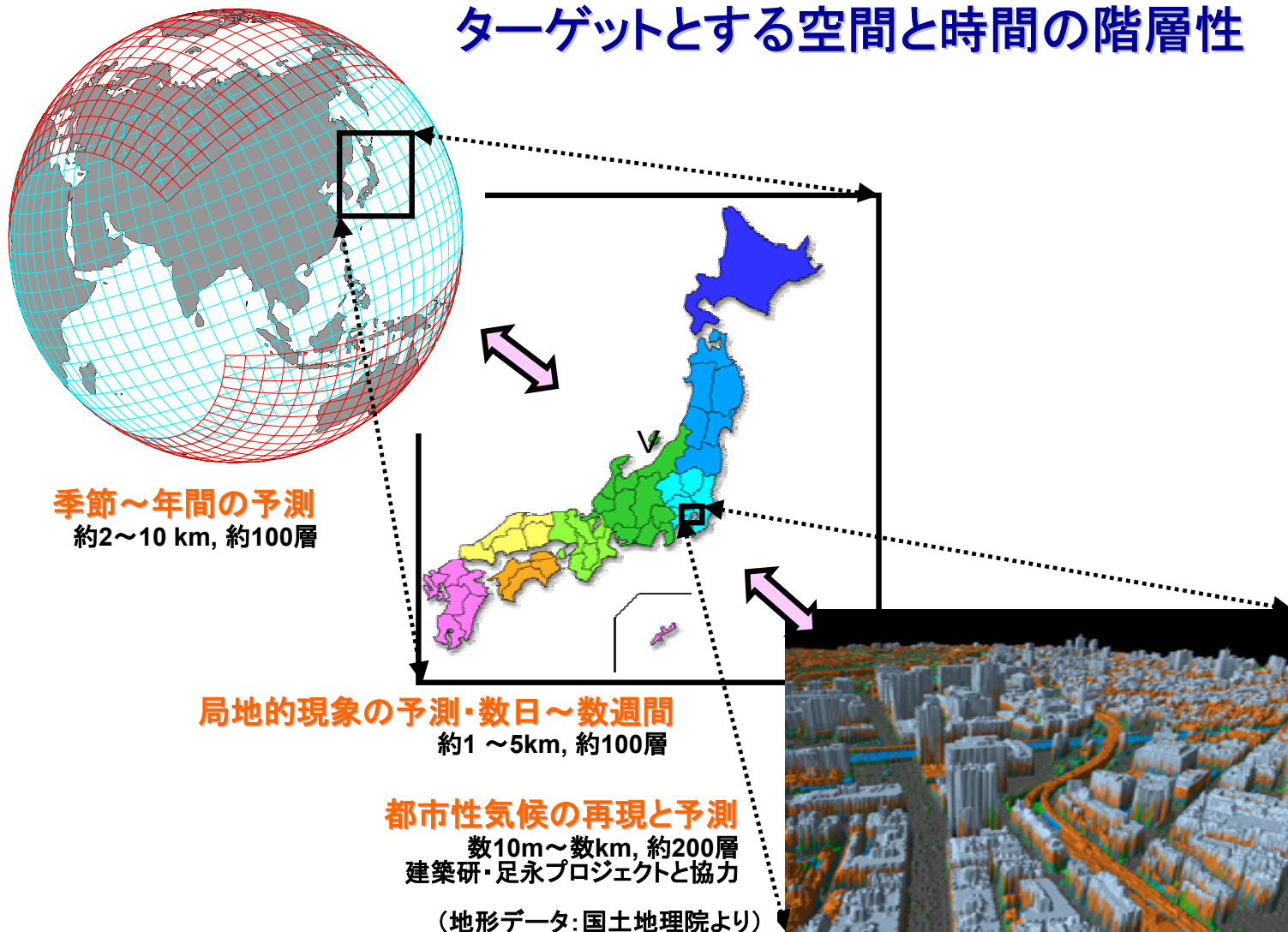
2004年度の計画

- ・ 力学コア計算スキーム、物理スキームの高度化と基礎的検証・評価
- ・ 新しいスキーム、コンポーネント(積雲対流、微物理、放射、陸面、海氷、都市モデル)の導入
- ・ 事例予測シミュレーションの試み
- ・ 計算性能最適化・高速化
- ・ 結合モデルシミュレーションの試験的実験
- ・ 動的適応格子導入の検討

2005年度

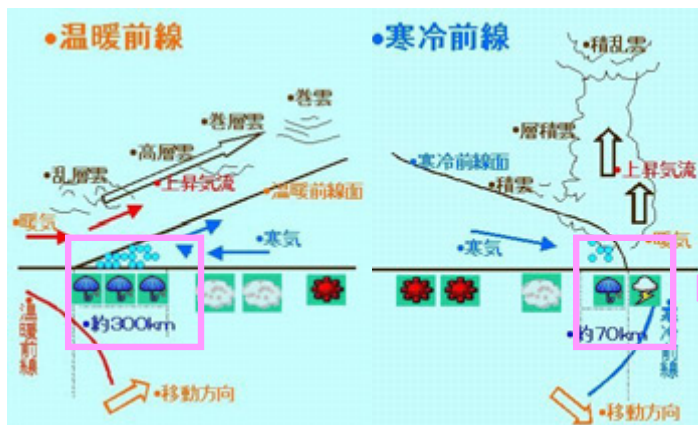
(後述)

ターゲットとする空間と時間の階層性

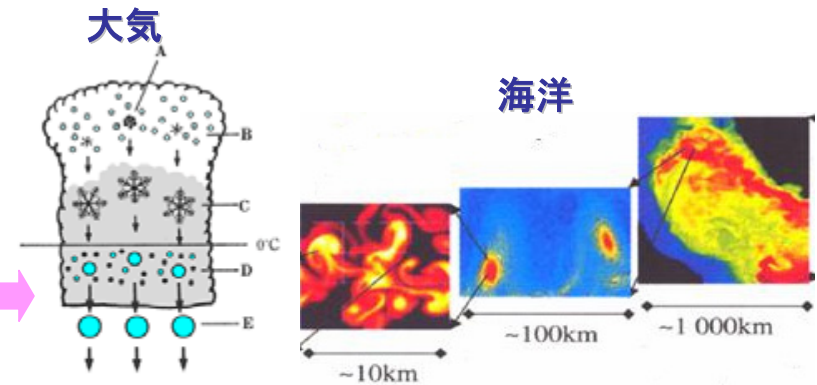


大気、海洋シミュレーションコードの仕様

		大気大循環シミュレーションコード	海洋大循環シミュレーションコード
基礎方程式		完全圧縮形方程式	非静力・非圧縮方程式
グリッド系		Yin-Yang格子	Yin-Yang格子
離散化	空間 時間	ArakawaCグリッド(水平), z*(鉛直) 2, 3, 4次ルンゲクッタ	ArakawaCグリッド(水平), z(鉛直) 4次ルンゲクッタ
移流項		5次フラックス形式, CIP-CSLR	5次フラックス形式
移流項以外		4次フラックス形式	4次フラックス形式
音波		HEVE, HEVI, HIVI	-
重力波		-	-
雲物理	予報値	水蒸気, 雲水, 雲氷, 雨, 雪, あられ 数密度: 雲氷, 雪, あられ	-
積雲対流		Kain-Fritschスキーム	-
放射		簡易放射スキーム	-
陸面		バケツモデル	-
乱流		スマゴリンスキー(静的), ダイナミックスマゴリンスキー	スマゴリンスキー(静的), ダイナミックスマゴリンスキー, PP, レベル2.5
その他		ネステイングによる領域シミュレーション対応(1way, 2way)	ネステイングによる領域シミュレーション対応(1way, 2way) 潮汐, マルチグリッド解法(ポアソン方程式)
並列化		2次元分割, ノード間: MPI, ノード内: マイクロタスク	2次元分割, ノード間: MPI, ノード内: マイクロタスク



(岐阜気象台高山測候所HPより)



数100m～数km
(気象用語解説より)

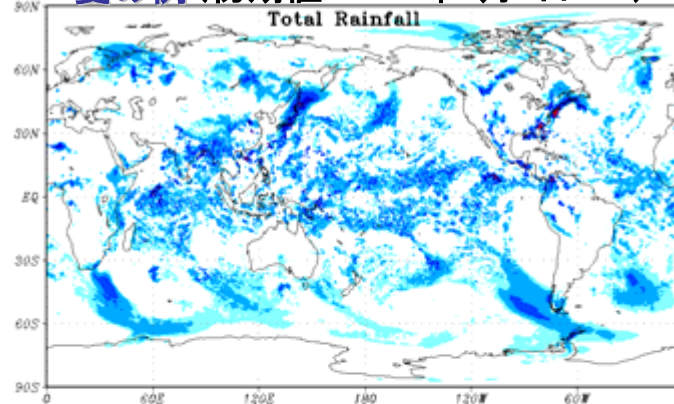
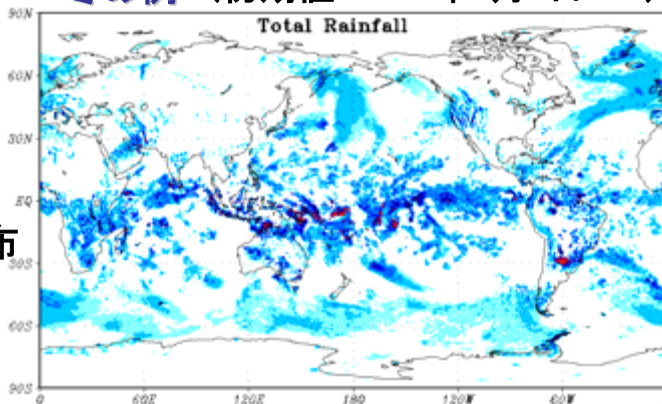
湿潤過程: CPSスキーム (KF2) - 全球シミュレーションの結果 -

Kain-Fritsch V2を採用。浅い対流効果も含む。
水平解像度0.5625、鉛直32層。
48時間積分。

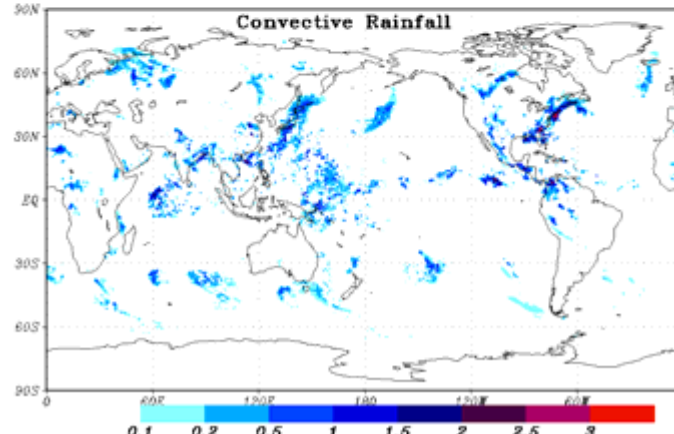
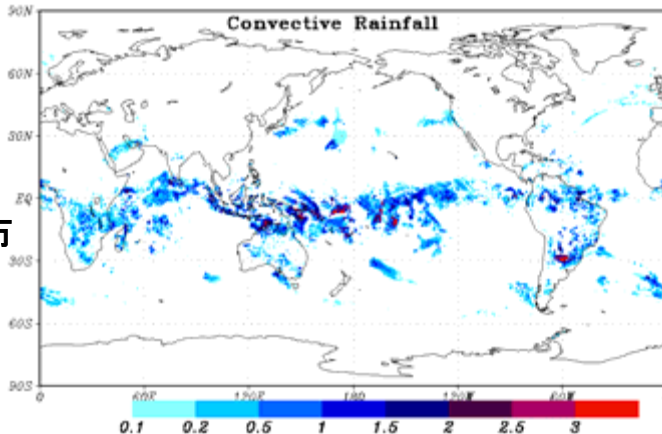
冬の例 (初期値: 1998年1月1日00Z)

夏の例 (初期値: 2003年8月8日00Z)

平均
降水分布

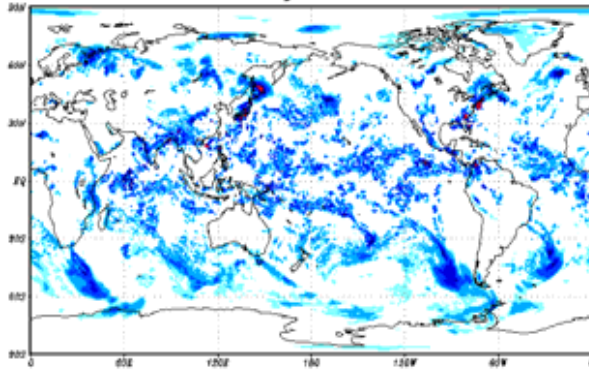


対流性
降水分布

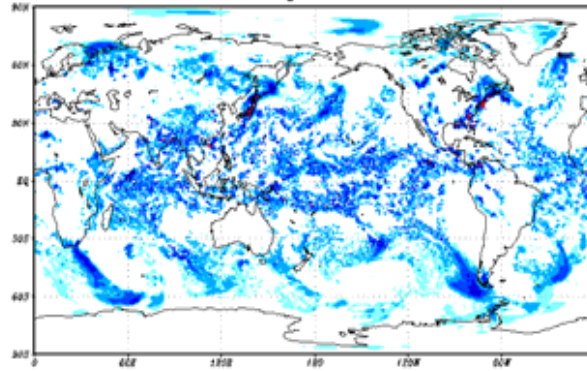


全球降水分布 スナップショット -夏の例-

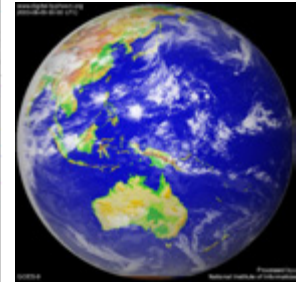
Total Rainfall at hour 12



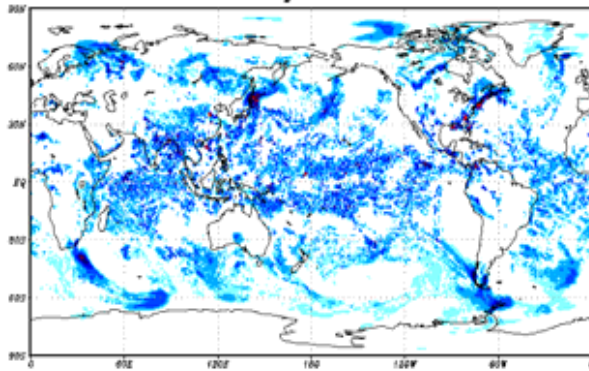
Total Rainfall at hour 24



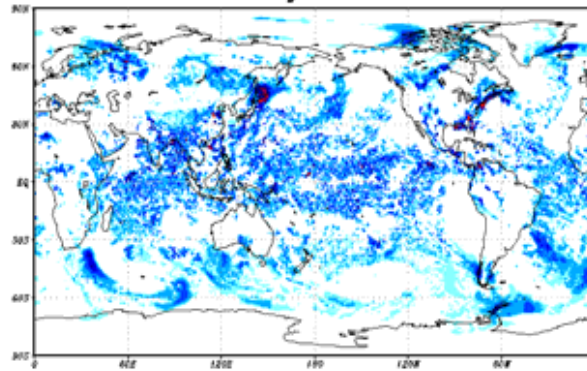
24時間後



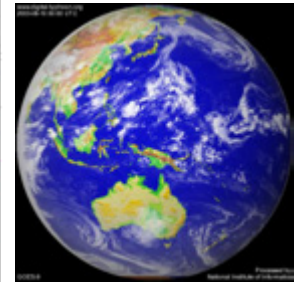
Total Rainfall at hour 36



Total Rainfall at hour 48



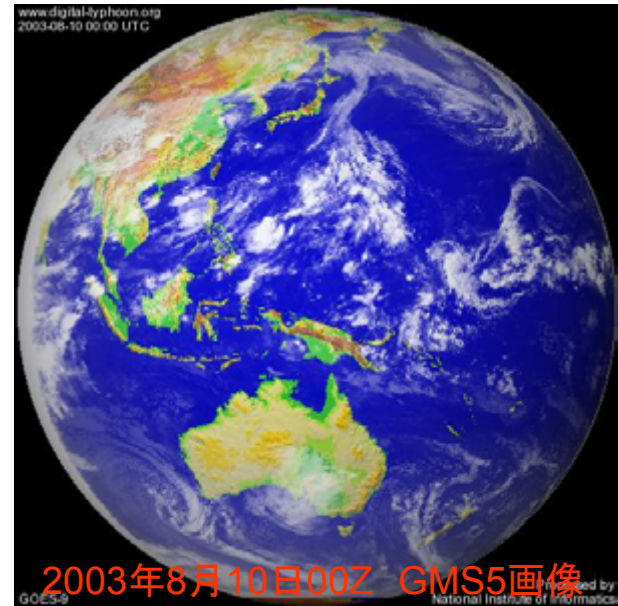
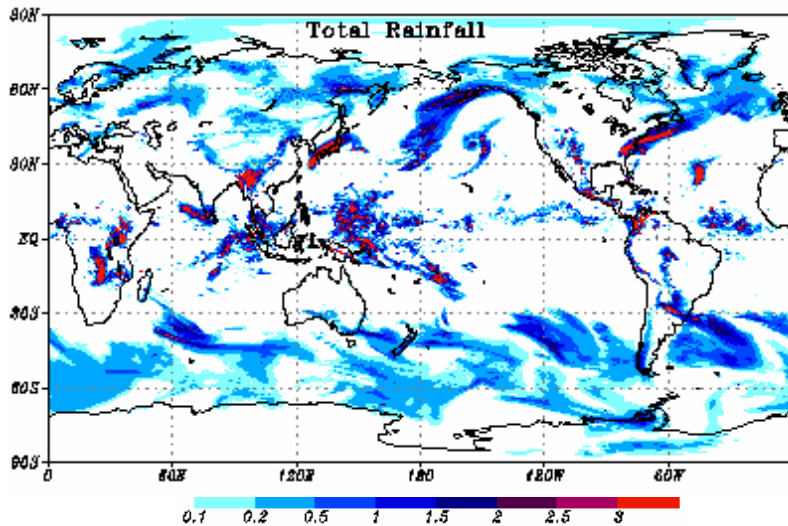
48時間後



微物理過程 (Reisner et al.1998) 事例:T0310

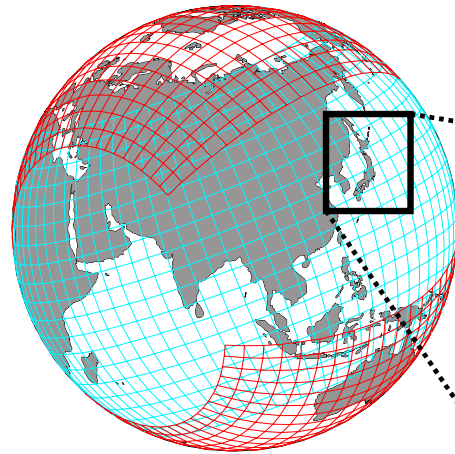
混合比:水蒸気、雲水、雲氷、雨、雪、あられ。
数濃度:雲氷、雪、あられ。
水平解像度11km, 鉛直32層。
GSM:2003年8月8日00Zを初期値として、48時間積分。

48時間平均降水分布

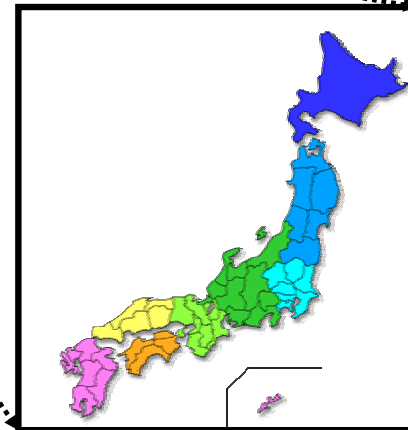


予測試行実験に用いた解像度と設定

(雲物理のみで試行)



1 way



72時間予測

水平: 11km, 5.5 km,
鉛直: 32層

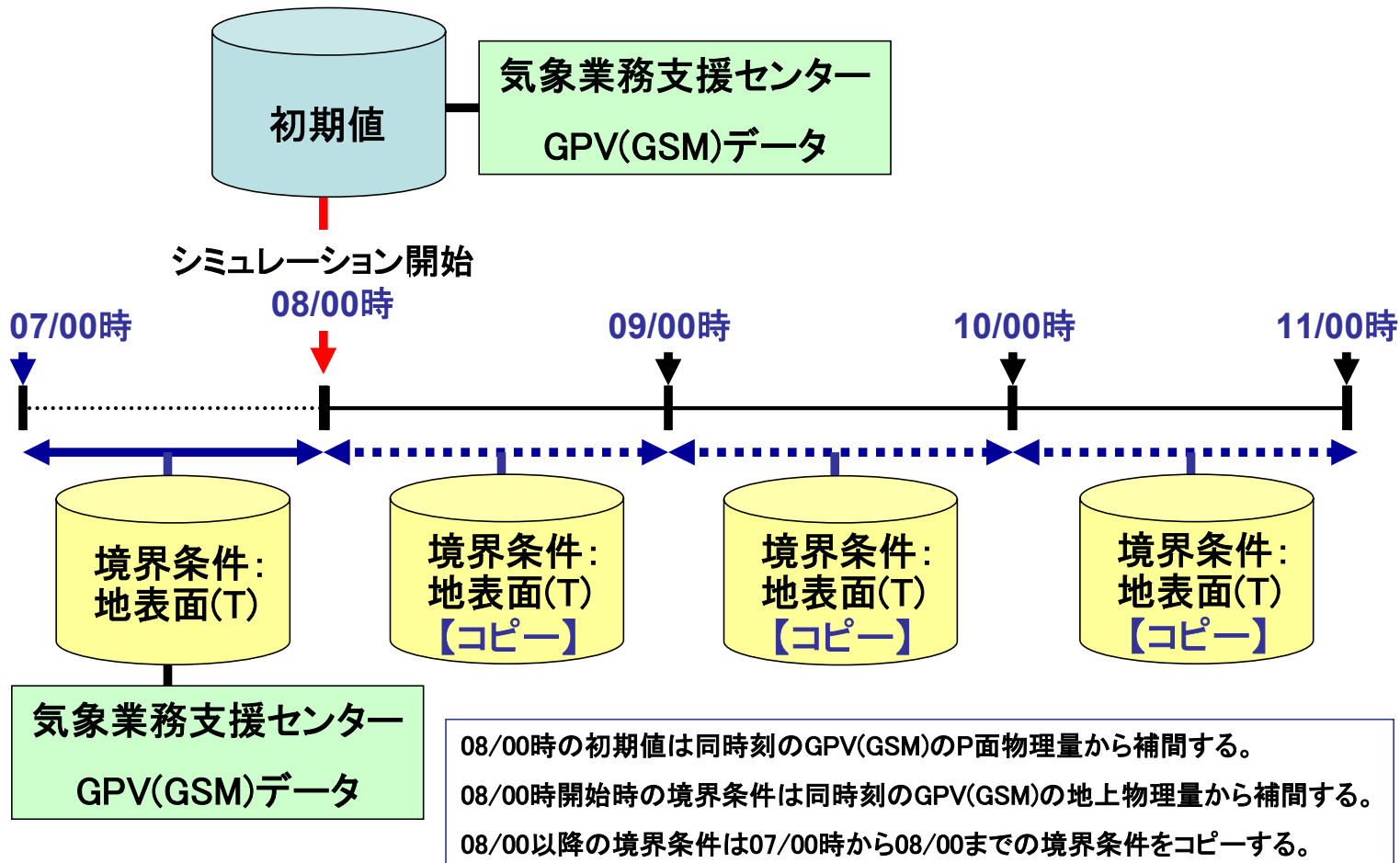
69時間予測

水平: 1.13km
鉛直: 32層

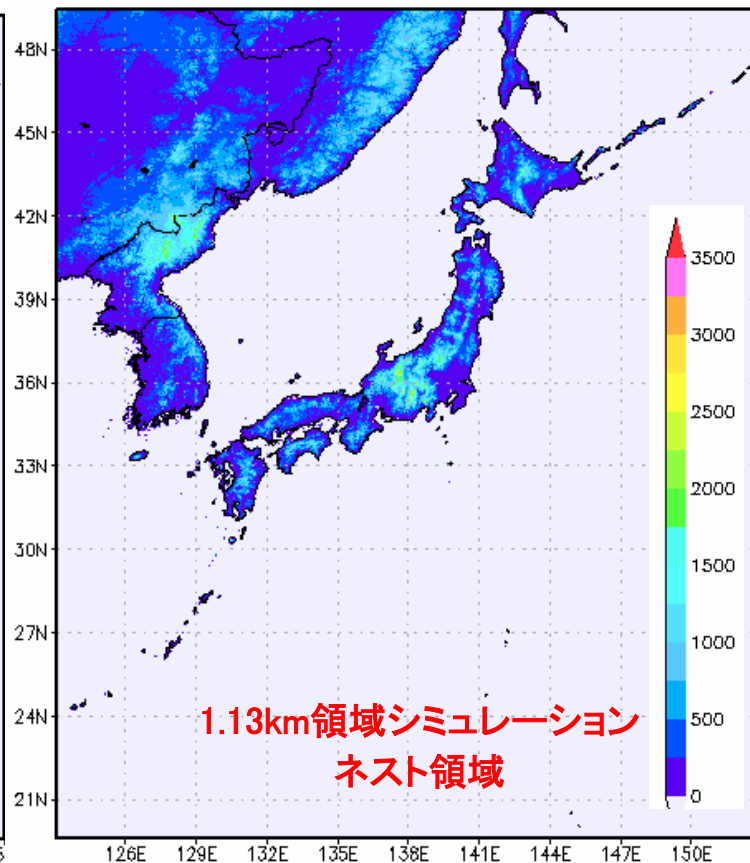
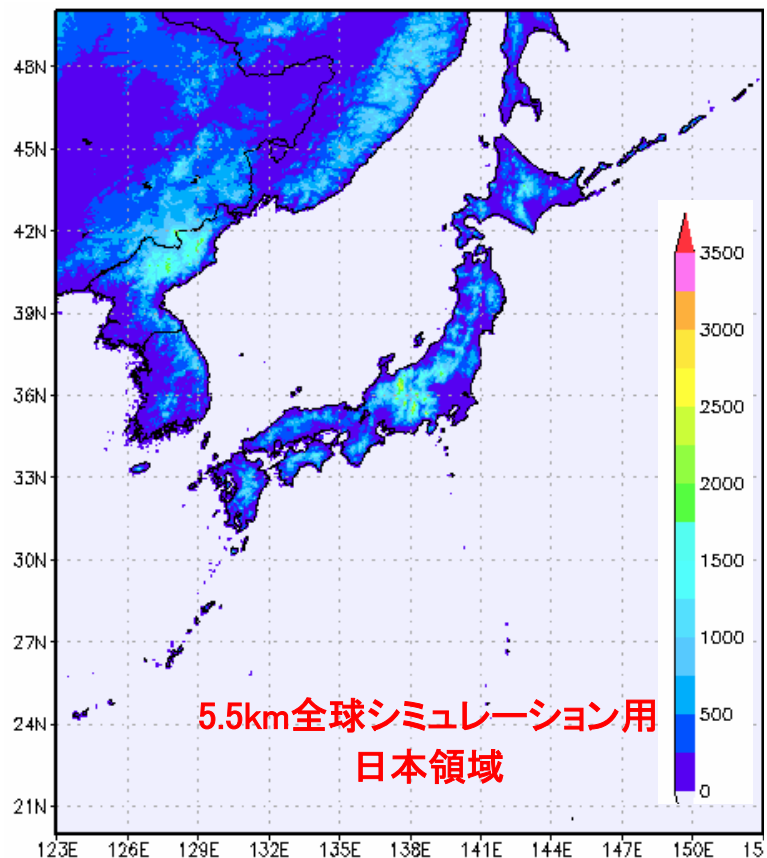
格子間隔	全球	水平	11 km, 5.5km
		鉛直	32層 (30km)
	日本領域ネスト	水平	1.13km
		鉛直	32層 (30km)
予測時間	全球	72時間	
	日本領域ネスト	69時間	
初期値	全球, 日本領域ネスト	気象庁配布による全球データ(GPV/GSM)	
地表面境界条件	全球, 日本領域ネスト	24時間前から開始時間までの気象庁配布によるデータを繰り返し使用	
上層境界	全球, 日本領域ネスト	上層3分の1をRayleighダンピング	
側面境界	日本領域ネスト	全球シミュレーション結果を補間して使用	

全球シミュレーション: 初期値と境界条件

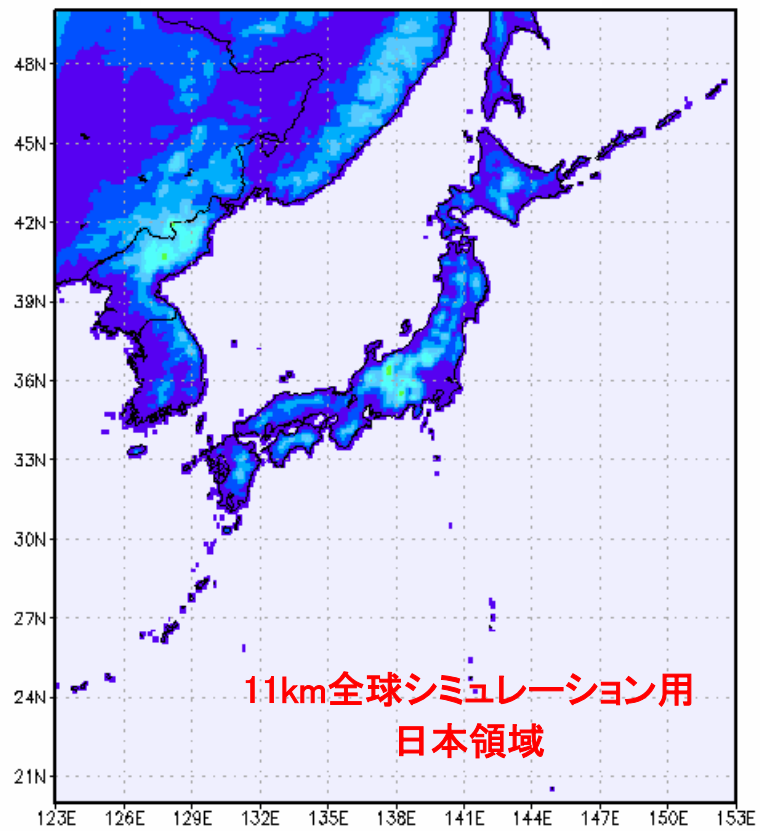
2003年8月8日00時～8月11日00時まで72時間積分する場合



予測試行実験に用いた地形



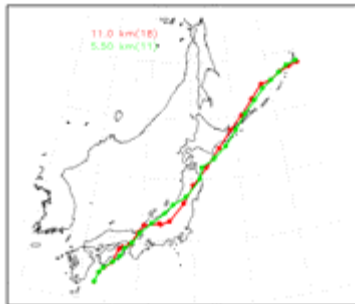
11km 全球シミュレーション用
日本領域 **スライド 11**



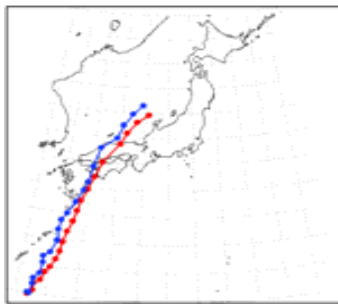
予測試行実験 —結果—

シミュレーション結果:経路

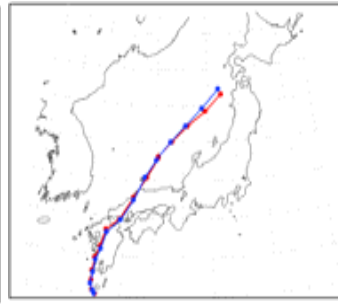
2003年10号



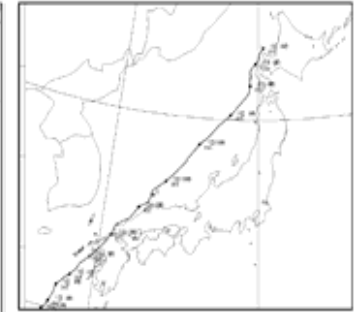
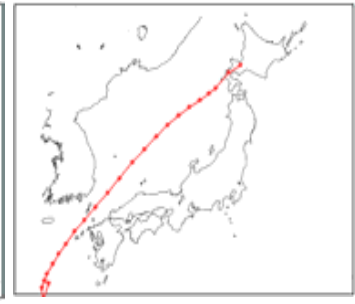
2004年6号



2004年16号



2004年18号

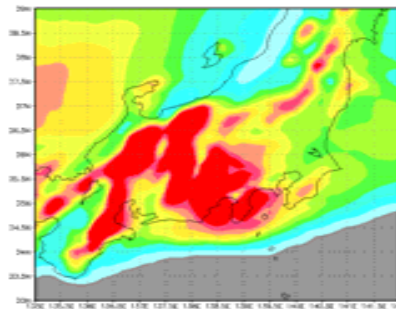
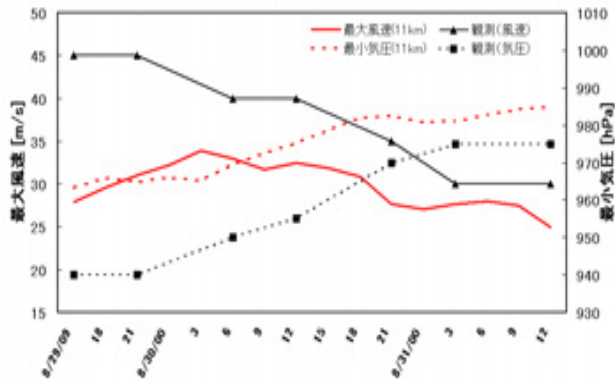


東京管区气象台資料

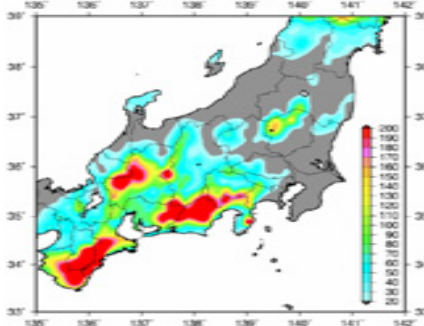
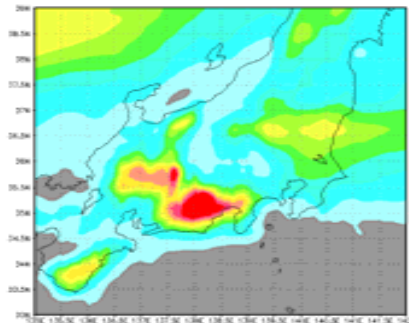
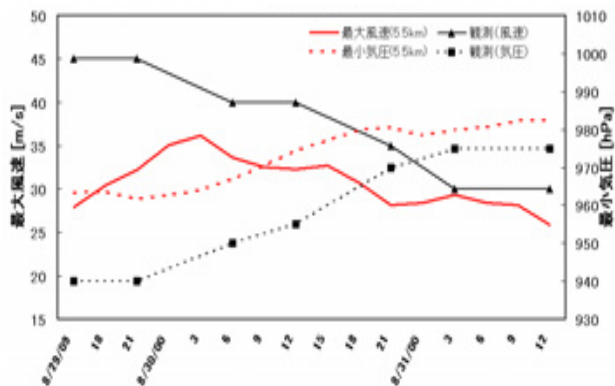
2004年16号を事例とした最小気圧、最大風速、降水量積算分布

T0416: 最大風速、最小気圧

11km



5.5km

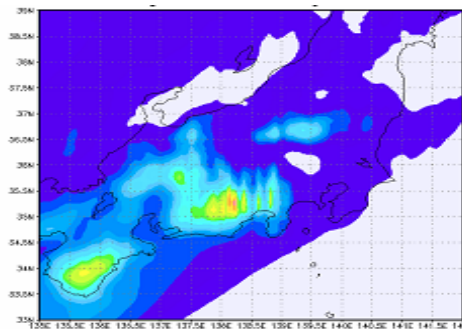
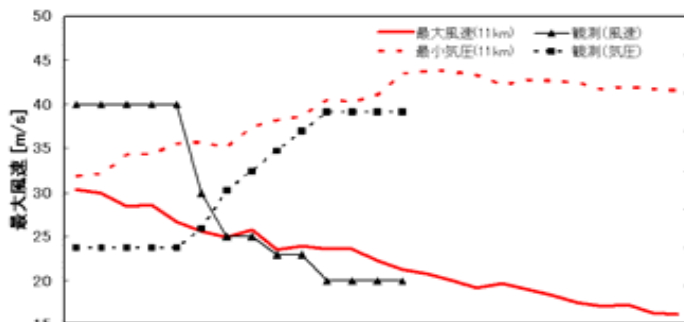


東京管区気象台より

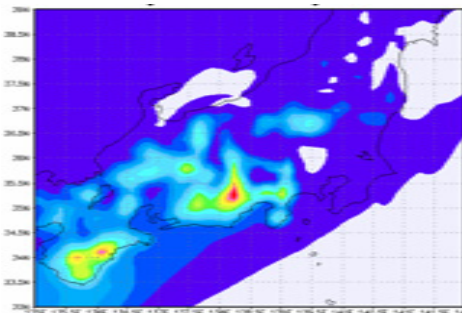
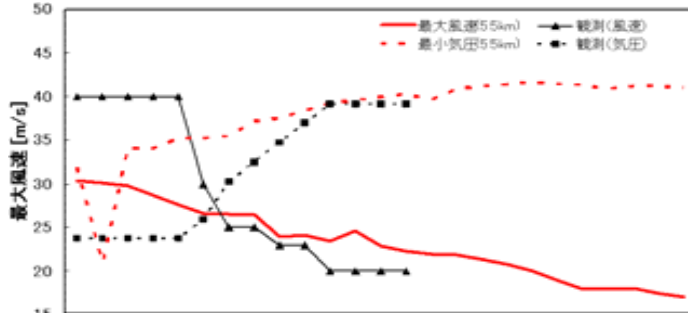
予測試行実験 — 解像度による違い —

T0310: 最大風速、最小気圧

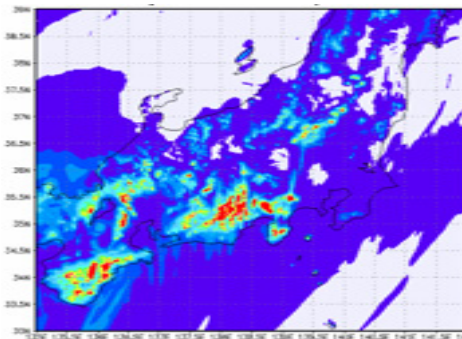
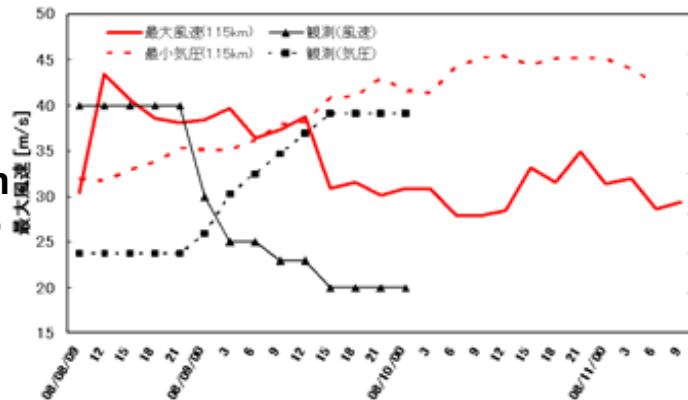
全球
11km



全球
5.5km



領域
1.13km
(ネスト)



冬季日本海における寒気の吹き出し再現実験

水平解像度: 1.3km, 鉛直: 32層。

解像度11kmの領域モデルに, 上記解像度の部分領域をネスティング。

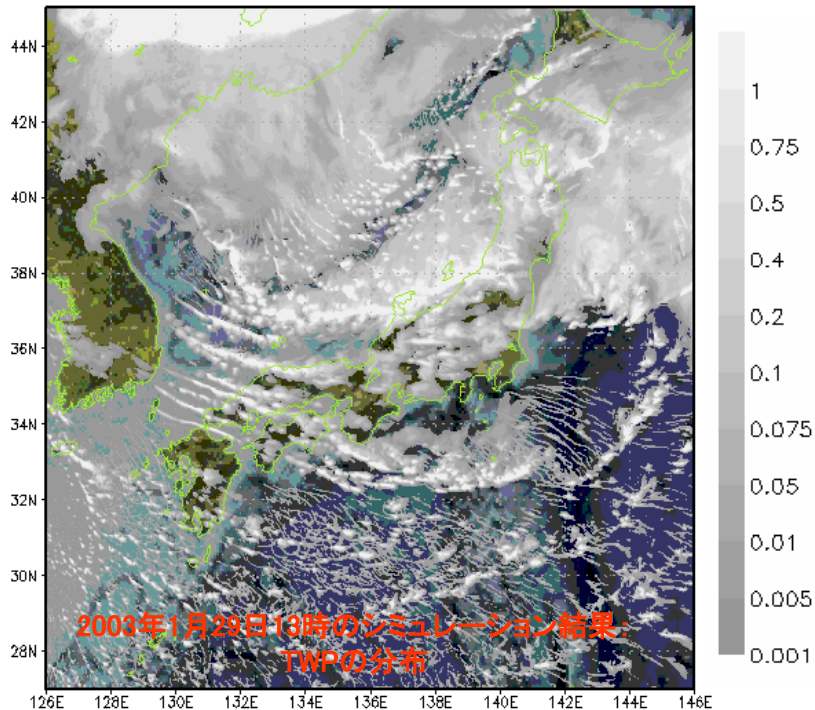
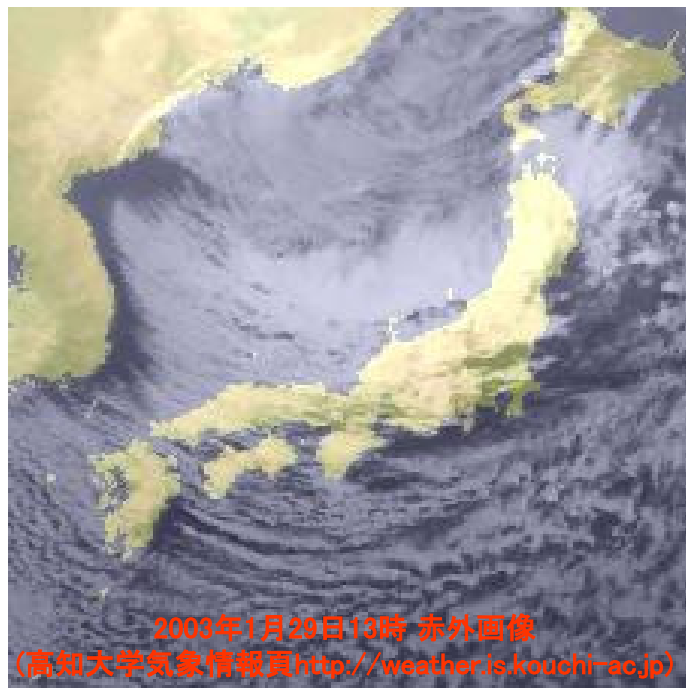
11km領域モデル: 12時間積分。(その後にネスティングを実行。)

初期値, 側面境界条件: MSM(公開されているデータ)。海表面温度: NCEP再解析値。

1.3km領域モデル: 4時間積分。

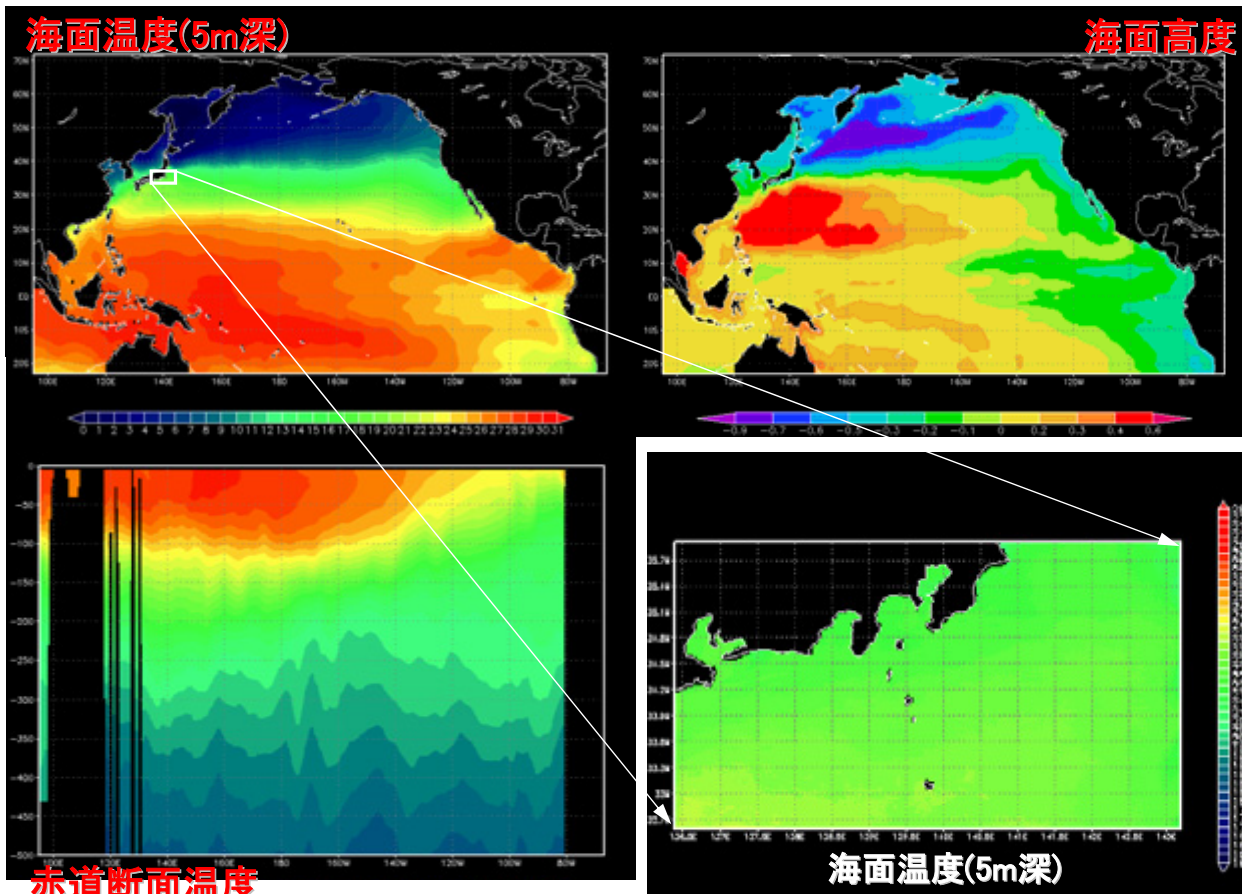
初期値, 2003年1月28日21時のMSMデータと11kmモデルの結果データ。

側面境界条件: MSM(公開されているデータ)。海表面温度: NCEP再解析値。



北太平洋域と日本近海における海洋シミュレーション

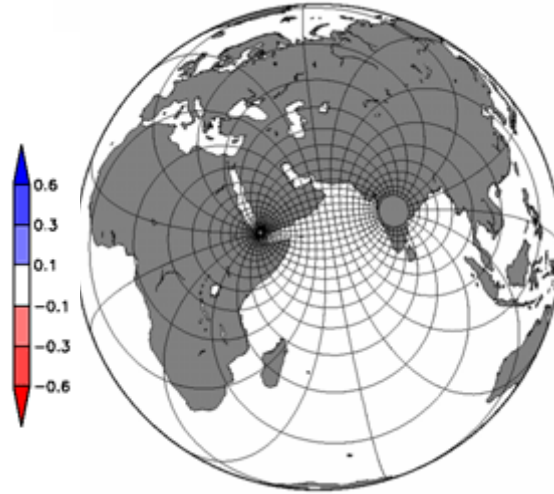
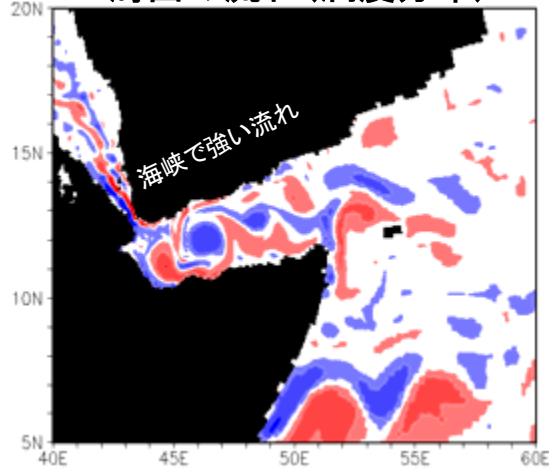
- ・ 北太平洋: 水平解像度50km, 鉛直4km40層。
1月の気候値を初期値, 表面境界条件: NCEP再解析データ, 静止状態から5年間積分。
- ・ 日本近海領域: 水平解像度2.5km, 鉛直4km40層。
北太平洋5年積分後の1月1日を初期値,
側面境界条件: 北太平洋の結果、表面境界条件: NCEP再解析データ。



全球非静圧局所高解像モデルによる海峡水交換の研究

地球環境フロンティア・相木秀則研究員

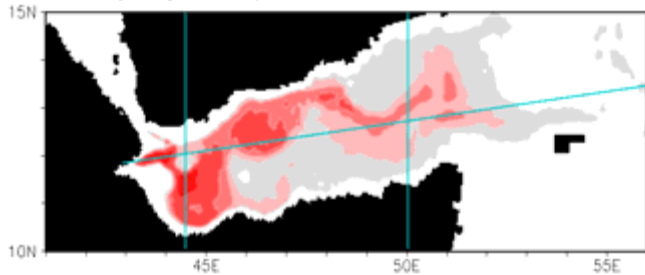
海面の流れ(渦度分布)



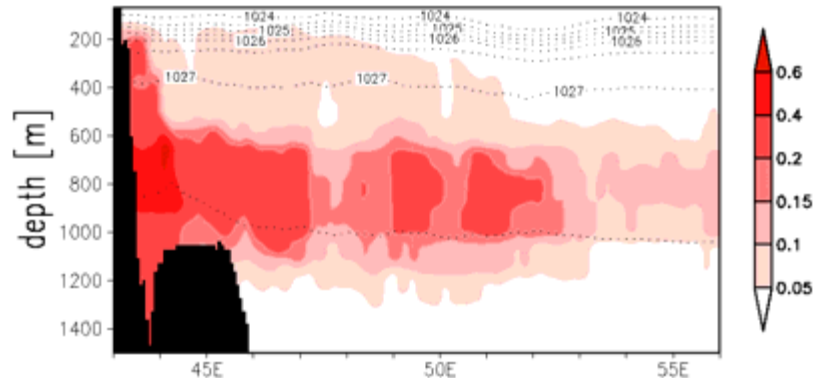
高塩分の重い水が狭い海峡を抜けてインド洋の中層に沈み込む様子を再現:スケール間相互作用

水平格子幅
1.5km ~ 200 km

紅海水の流出によるフロント形成



紅海から流れ落ちた水の鉛直断面(濃度分布)



今後の予定

[今年度の残りの3ヶ月]

- 事例検証.
- スキーム, コンポーネントの導入, 高度化、高速化.
 - 〈大気〉 都市モデルコンポーネント, 放射スキーム, CIP-CSIR
 - 〈海洋〉 海氷モデル, CIP-CSIR, 高速化.
- 結合シミュレーションの試験的な実験と検証.
- 動的適合格子の基礎実装テスト.

2005年度

- 大気, 海洋シミュレーションコードの開発:
 - より長期間の予測検証, 評価へ.
 - さらに検証事例を増やしての検証 (暖候期, 寒候期, 移行期の複数事例).
 - 計算性能の最適化.
- 検討課題:
 - 解像度と地形、乱流モデルの検討.
 - 初期値の与え方, スピンアップのしかた.
 - 対流活動の検証, 評価.
 - 大きなスケールと小さなスケールの結合のしかた.
- 大気・海洋結合シミュレーションの本格的な予測実験, 検証と評価へ.