全球大気シミュレーションにみられた 夏季アジア・モンスーン域のメソ擾乱 ^{榎本 剛¹, 中村 尚^{1,2}, 二宮 洸三¹ ¹地球フロンティア研究システム ²東大理・地球惑星科学}



全球高解像度シミュレーションの利点と問題点の整理

- シミュレートされた擾乱の多スケール構造
- 領域モデル, 観測との共同研究の展望



1. 多スケール現象のシミュレーション

2. 積雲対流パラメタリゼーション

3. 夏季アジア・モンスーン域における擾乱の再現性

• 西太平洋上の熱帯低気圧

• 梅雨前線上のメソ低気圧

1. 多スケール現象のシミュレーション

現象の水平スケールとモデルの解像度



梅雨前線の多スケール構造



Ninomiya and Akiyama (1992)

全球高解像度シミュレーション

• 領域モデルの解像度

- 惑星規模~メソαスケール
- メソスケール以下は
 パラメタライズ
- ネストなしで
 多スケール相互作用



AFES

- CCSR/NIES 5.4.02 (Numaguti et al., 1997) が手本
- 地球シミュレータに最適化
- ・高解像度化,海洋モデルとの結合のための様々な改良
 - 積雲パラメタリゼーション
 - 鉛直拡散・地表面過程の解法
 - CIPを利用したトレーサの保存型セミ・ラグランジュ移流
 - ガウス緯度, ルジャンドル陪関数の高精度計算

2. 積雲対流パラメタリゼーション

Arakawa-Schubertスキーム

- ・粗い格子を仮定
- ・様々な発達段階の
 雲の集団
- 演繹的な定式化



Emanuelスキーム

- 雲の中の鉛直流の
 ふるまいをパラメタ化
- 水蒸気の再分布を
 詳細に計算
- ・観測に基づく定式化



Emanuelスキームの対流モデル



Emanuel (1991)

積雲スキームからの降水





- チューニングに依存
- T639L48, Emanuel
- 1-hr 平均降水量
- 24–168 h

Emanuel スキームのパラメタの例

- ・気塊の起源高度
- ・ 雲底質量流束: 浮力, 減衰の時間スケール
- 気塊と環境場の鉛直分布
- 降水が雲の中を通過する割合
 - 鉛直シア依存性をいれて試験中

3. 夏季アジア・モンスーン域に おける擾乱の再現性

実験の設定

- T1279L96 (10km 格子相当)
- T319L24 (40km 格子相当)気候値ラン
 1年目6月21日を初期値として10日間積分.
- 積雲スキーム: 簡略されたArakawa-Schubert
 (ダウンドラフトの効果を含む, Numaguti et al. 1997).
- GISST気候值 (1979-1998).
- ・高解像度地形をGTOPO30から作成.





夏季アジア・モンスーンの様々な擾乱



梅雨前線上のメソα低気圧



メソα擾乱の東進













観測された初期値からのシミュレーション

- T639L48 (水平 20 km 格子相当)
- 2002/8/8, 0 UTC~ 96 h
- Emanuelスキーム



6 UTC, 10 Aug 2002



GMS-5 IR

AFES +30hr OLR

まとめ

- 全球でメソスケールまで解像することで 多スケール間の相互作用が研究できる.
- 大規模場の影響の下,現実的な 梅雨前線上のメソα低気圧,熱帯低気圧が シミュレートされた.
- 一方,積雲対流パラメタリゼーションの問題点, スキームやパラメタの依存性が明らかになった.



- パラメタリゼーションの試験
- 雲解像 (O(1km)~O(100m)) を「正解」とした比較
- 高解像度全球シミュレーションを
 境界条件とした再現実験



さまざまなメソ擾乱の記述

• 積雲スキームのパラメタ調整の基礎データ

• 機動的観測

AFES が提供できるもの

・ソースコード

- ESC に登録すれば使える.
- Linux でもコンパイルできる.
- ・データ
 - 顕著事例の再現実験 (T639L48, ~1か月)
 - AMIP (T239L48~10年)

Asian THORPEX

- 1–14日先の社会的影響の大きい天候の 予報精度向上を目指す THORPEX の領域プログラム.
- ・台風,梅雨前線などを主な対象とする.
- 最適観測, データ同化, 観測の影響評価.

参考文献

- Ohfuchi, W., H. Nakamura, M. K. Yoshioka, T. Enomoto, K. Takaya, X. Peng, S. Yamane, T. Nishimura, Y. Kurihara, and K. Ninomiya, 2004: 10-km mesh mesoscale resolving simulations of the global atmosphere on the Earth Simulator: Preliminary outcomes of AFES (AGCM for the Earth Simulator). J. Earth Simulator, 1, 8–34.
- Ohfuchi, W., T. Enomoto, K. Takaya, and M. K. Yoshioka, 2003: 10-km mesh global atmospheric simulations. in *Realizing Teracomputing: Proceedings of the Tenth ECMWF Workshop on the Use of High Performance Computing in Meteorology*, W. Zwieflhofer and N. Kreitz (Editors), pp. 47–57, World Scientific.
- Enomoto, T., W. Ohfuchi and K. Ninonimya: Simulation of the Baiu/Meiyu frontal zone using a global 10-km mesh atmospheric model. The 2nd Workshop on Regional Climate Modeling for Monsoon System, Yokohama (Japan), March 2003, GAME Publication No. 39, 141-146.