

「マルチスケール・マルチフィジックス現象の統合シミュレーション」

平成 17 年度採択研究代表者

佐藤 正樹

(海洋研究開発機構 地球環境フロンティア研究センター サブリーダー)

「全球雲解像大気モデルの熱帯気象予測への実利用化に関する研究」

1. 研究実施の概要

地球大気における熱帯では積雲が組織化した積雲クラスターが盛衰を繰り返しており、これらの挙動は直接・間接的に日本に影響を及ぼしている。従来の粗い分解能の大気モデルでは、このような熱帯の雲降水システムを表現するためにパラメタリゼーションを導入せざるをえず、モデルの予測精度向上の障害になっていた。大気モデルによる気象予測の信頼性を高めるためには、熱帯の雲降水システムのシミュレーションを改善することが必要である。地球環境フロンティア研究センターでは、地球シミュレータを最大限活用することによって全球数 km メッシュで対流雲を直接計算する「全球雲解像モデル」による大気循環のシミュレーションに世界で初めて成功した。長い間大気モデリングの難関であった積雲対流のパラメタリゼーションを解消したこの新しいモデルを用い、従来の観測研究、モデル研究両グループの枠を超えた多くの研究者の協力のもと次世代の気象・気候予測モデルとしての実利用化を目指し、特に熱帯・アジアモンスーン域における気象予測における課題を解決することにより、世界の大気モデリング研究に新しい時代を開こうとするのが本研究の構想である。

今年度は、海陸分布、地形を与えた現実的な全球雲解像モデルによる実験を実施した。得られた結果によると、熱帯の雲降水システムについて観測とよく一致する特徴がみられた。しかし、対流の組織化が強く、降水強度が強いなどいくつか改善すべき課題も明らかになった。これらは本研究による初めての実験結果であり、今後、物理過程、数値スキームを改善し、観測・衛星データと比較しながらモデルの改良を行う。特に、熱帯の雲降水システムの重要な現象である日変化、台風の発生、季節内変動のシミュレーションの向上に努め、モデルによる予測性能の高度化をめざす。

2. 研究実施内容

本研究では、この全球雲解像モデル NICAM による熱帯気象予測の精度を向上させ、気象予測モデルとして実際に利用するための諸課題を解決することが目的である。研究開始の時点では、理想化した「水惑星」条件において、NICAM による水平メッシュ間隔 3.5km の全球

雲解像実験を行っていた。本計画では、NICAM の開発を進め、海陸分布のある現実的な条件下で実験を行い、そこでシミュレートされる雲降水システムの予測性能の向上をはかる。そのためには、現実データや、既存の大気モデルによる結果などと比較することが必要である。

当該年度は、NICAM を現実的な海陸分布のある条件で実験するための開発を行い、次の二つの実験を行った：

1. 2004 年 4 月実験： 特別観測が組まれた 2004 年 4 月に事例を定め、現実データを初期値、境界値として与えた全球雲解像実験。
2. 7 月条件実験： NICAM による気候値的な特性を調べるために、低解像度モデルで長時間スピンアップして得られた状態を初期値として与えた全球雲解像実験。

図 1 には 7km メッシュ全球雲解像モデルの雲画像と、同時刻の静止気象衛星の画像を示す。数値計算は、2004 年 4 月 1 日 00 UTC を初期値とし、6 日 00 UTC における状態を示した。赤道上に大きな雲の集団が形成され、その中から北半球に台風が現れているようすがシミュレートされている。

雲の組織化の程度が強いこと、インドネシア海大陸上での積雲があまり適切に表現されていないことなど課題が指摘できるが、初めての現実的な条件での全球雲解像実験の結果であり、熱帯の雲降水システムのシミュレーションに大きな期待を抱かせる結果である。

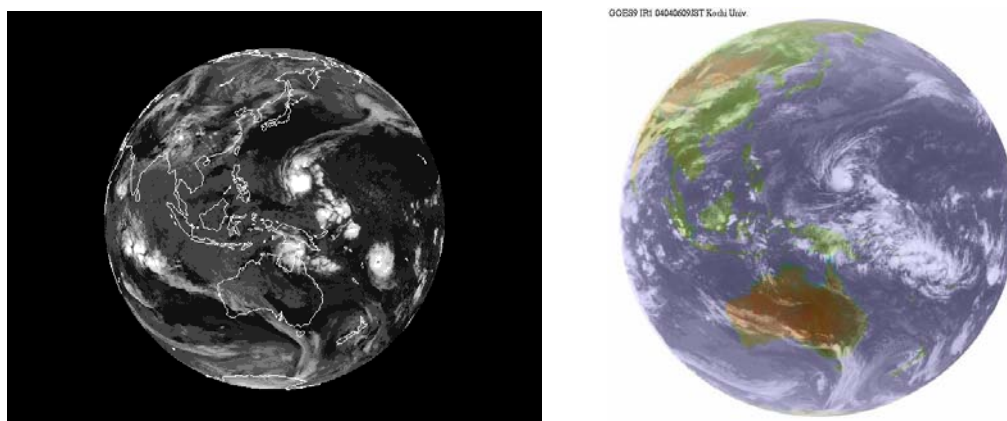


図 1. (左) 7km メッシュ全球雲解像モデルによるシミュレーション結果. 外向き赤外放射量を示し、色が白いほど雲の背が高い. (右) 静止気象衛星 GOES9 による赤外画像(高知大学提供). 2004 年 4 月 6 日 00UTC. 数値計算は 4 月 1 日 00UTC を初期条件として 5 日目の状態。

次に、7月条件実験の結果のうち14kmメッシュでの60日積分実験によって得られた降水量の分布を図2に示す。7月条件実験は長時間の積分によって平衡値を得ることが目的であるため、低解像度のモデルでスピニアップ実験を行い、14km、7kmと解像度を徐々に上げた実

験を行った。図2は14kmメッシュ実験の結果である。降水の分布は全体的に観測とよく似ているが、西太平洋上ではやや北に寄っている。また、観測に比べて降水の強い領域がパッチ状に分布している点が問題である。14kmメッシュの実験は「雲解像」というには粗すぎるが、ここで示した結果を参照状態として、今後解像度をあげた実験によりどのように改善するかを調べる予定である。

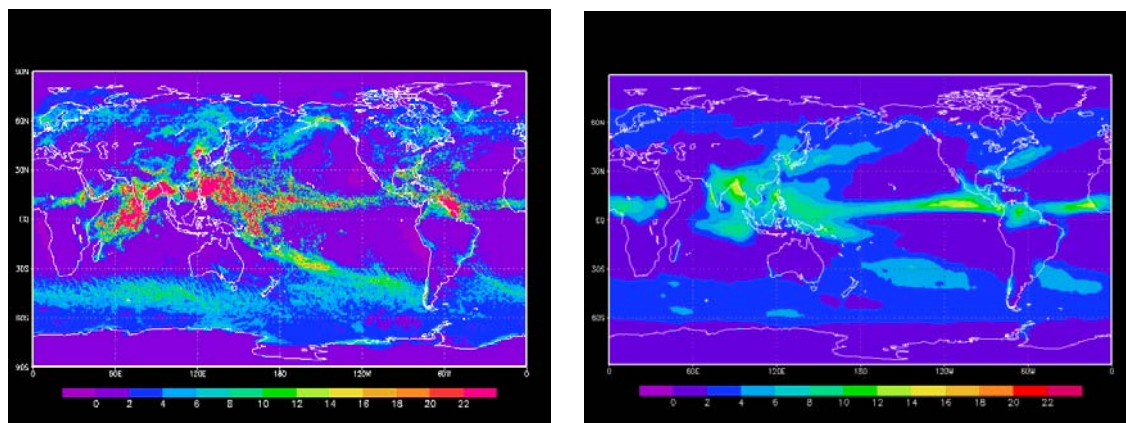


図2. (左) 14kmメッシュ全球雲解像モデルで得られた降水量の平均値. (右) 観測された降水量 (GPCP). 1979年から2005年の7月の平均値.

まとめると、平成17年度は、海陸分布を導入した初めて「全球雲解像モデル」による実験を行ったところ、熱帯の対流の現実的なふるまいをとらえることができたが、詳細にはまだ問題点が多い。特に、雲降水システムの組織化が強すぎ、それにより、降水が強すぎることは、今後のモデルの改善すべき課題である。これらが、さらに高解像度の3.5kmメッシュ実験を行った場合にどのように変化するかを調べ、改善するための物理過程（特に境界層過程）の見直しなどを、次年度以降予定している。また、他の多くの事例、特に台風の発生や熱帯の季節内変動についてのシミュレーションを行い、熱帯の気象予測の実利用化へ道筋をつけたい。

3. 研究実施体制

A 雲解像モデリング・データ解析グループ

- ① 研究分担グループ長：佐藤 正樹（独立行政法人海洋研究開発機構 地球環境フロンティア研究センター 地球環境モデリング研究プログラム、サブリーダー）
- ② 研究項目：
 - 総括
 - 全球雲解像モデリング

- 領域雲解像モデリング
- 大気大循環モデリング
- データ解析

大気大循環モデリング・データ解析グループ

- ① 研究分担グループ長：中島 映至（東京大学気候システム研究センター、センター長 教授）
- ② 研究項目：
 - 大気大循環モデリング
 - データ解析

データ解析グループ

- ① 研究分担グループ長：中澤 哲夫（気象庁気象研究所台風研究部第二研究室、室長）
- ② 研究項目：
 - データ解析