

全球雲解像モデルを用いた現実気象場の再現実験

*三浦 裕亮・富田 浩文・野田 暁・那須野 智江・伊賀 晋一 (海洋機構・FRCGC)
佐藤 正樹 (海洋機構 FRCGC/東大 CCSR)

1. はじめに

地球環境フロンティア研究センター/次世代モデル開発グループでは、水平格子に正 20 面体格子を採用した全球雲解像モデル NICAM を開発してきた。基本的な力学過程・物理過程の実装・検証を終え、地表面境界条件を水惑星とした世界初の全球雲解像実験を行った。その結果、熱帯域における、階層的な雲の組織化や、大規模雲システムの東進について、定性的には現実と対応する結果が得られた。

しかしながら、降水量や大規模雲システムの東進速度が水平格子間隔に依存するなど、更なる検証が必要ながことが示唆された。そこで、全球雲解像モデルの振る舞いについて理解を深めるべく、観測データや客観解析データとの定量的な比較が可能な現実的な実験を行った。一方で、モデルの物理過程について検証・改良を行うことも課題である。

2. 実験設定

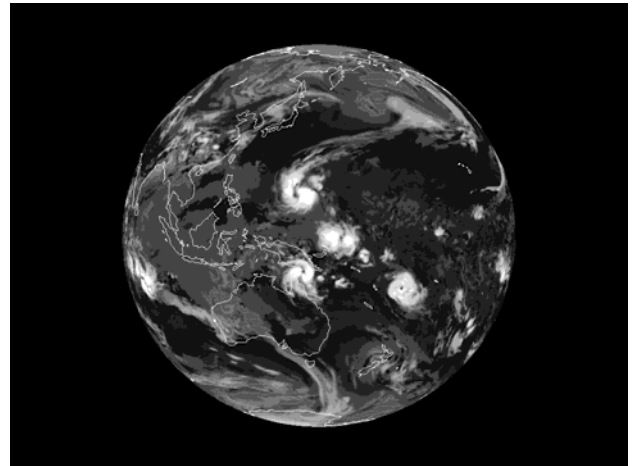
NICAM の基本的な構成は、Tomita and Satoh (2004)にまとめられている。本実験では、ETOPO-5 から作成した現実的な地形を与えた。また、海面温度・海氷割合は Reynolds SST データ、陸面境界条件は Mathews Vegetation データから与えた。水平格子間隔約 14 km (DX-14)、7 km (DX-7)、3.5 km (DX-3.5)の場合について実験を行った。2004 年 4 月 1 日 00UTC を初期値とし、それぞれ 30 日、10 日、7 日間の積分を行った。いずれの場合にも、積雲パラメタリゼーションは用いていない。大気・地表面の初期条件は水平解像度 1 度の NCEP 再解析データから内挿した。

3. 結果

DX-14、DX-7、DX-3.5 においては、中緯度の雲分布の時間変化は現実的に再現できた。また、現実に対応する台風を再現することができた。特に DX-3.5 においては、台風の進行・発達 は現実より速いものの、中心気圧については、現実と定量的に比較しうるような値が得られた。一方で、図 1a に見られるように、熱帯において雲の組織化が過大評価された。また、海洋大陸周辺で、本来存在しているべき積雲の日変化が、ほとんど再現されなかった。

本実験では、DX-14、DX-7、DX-3.5 の何れの場合にも、Mellor-Yamada level-2 スキームにおいて湿潤な場合を考慮するべく、Smith (1990)の方法に従いバルクリチャードソン数を計算した。しかしながら、雲量の判定方法に問題があり、境界層から自由大気への水蒸気輸送が過大評価されてしまった。過剰な水蒸気輸送のために、対流不安定が不自然に解消され、日周期が抑制されていたと考えられる。また、本来のメソスケール循環の寄与の欠如のために、放射による冷却との均衡を保つべく、大規模循環が強化され、雲の組織化が過大評価されたのではないかと考えられた。

(a) DX-14



(b) DX-14D

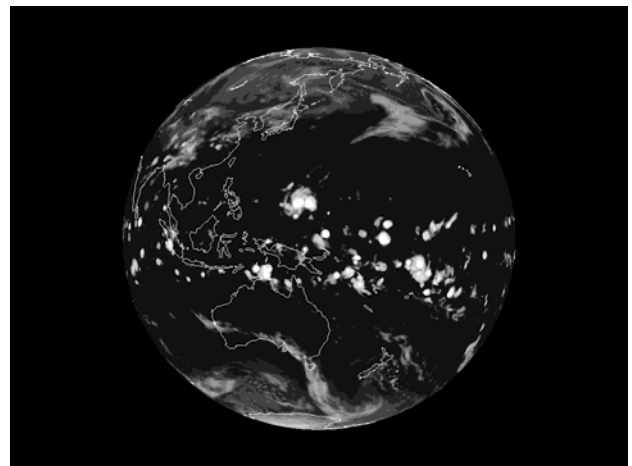


図 1: 実験 6 日後(2004-04-07 00:00-01:30 に相当)における (a) DX-14 および (b) DX-14D の外向き長波放射の 90 分平均値。

そこで、境界層と自由大気間の水蒸気混合に対する実験結果の感度を調べるため、Mellow-Yamada level-2 スキームにおいて Smith の方法を用いずに実験を行った(DX-14D)。図 1b に見られるように、局所的な積雲活動が再現されるようになったが、その一方で、雲の組織化は、本来存在すべき台風に対して不十分なものになってしまった。

比較実験は、水平格子間隔 14 km にも関わらず、積雲パラメタリゼーションを用いていないこともあり、現実場の再現性という点では不十分である。しかしながら、雲解像モデルにおいては、境界層過程が、鉛直安定度と放射冷却を介し、メソスケールの循環や大規模循環に対して影響を与えることが示唆された。