研究課題名：積雲と大規模運動の相互作用の直接計算

研究課題代表者：九州大学大学院理学研究院　中島健介
参加研究者：北海道大学大学院理学研究院　小高正嗣
実施年度：平成 16 年度～平成 19 年度

1. 研究目的

積雲対流と大規模運動の相互作用の直接計算を行い、その結果を、積雲をパラメタライズしたモデルを用いた数値実験の結果と比較し、積雲パラメタリゼーションの改良についての情報を得ることを目指す。

2. 研究計画

上の目的のために相互比較を行う対象となる典型的な熱帯擾乱のサーベイを行い、これと並行して可読性の高い積雲対流モデルの開発を行う。

3. 進捗状況

将来の 3 次元並列計算を念頭におき、二種類の非静力学数値モデルの開発を継続して行った。モデル開発と並行して、雲と大規模運動の相互作用の研究の予備実験の一つとして“Diabatic Acceleration and Rescaling”法のテストも行った。

(1) モデル開発

開発したモデルは、一つは準圧縮方程式系に基づき圧力方程式は鉛直陰解法・水平陽解法で解くもので、3 次元化のテストを行った。もう一つは完全圧縮系に基づき圧力方程式は鉛直・水平とも陽解法で解く。いずれも Fortran90 の新しい文法を積極的に使用し、可読性を高めバグの発見を容易する工夫を行っている。しかしその副作用として、SX 計算機上での実行性能が悪いという問題があり、今後改良が必要である。

(2) 相互作用の枠組みのサーベイ

DARE とは、放射冷却や海面フラックスなどの非断熱項を強めることにより、大規模運動のスケールを縮小し、雲と大規模運動が相互作用する系の計算を容易にする、という枠組みである。昨年度の報告（Nakajima et al., 2007）したパラメタ実験において、実際、モデル内部で自然に出現する対流活動集中域の振る舞いは DARE の枠組みが示唆するものとかなり良く似ていた。すなわち、対流活動集中域の間隔は放射冷却の強度に反比例しており、また、集中域を有意な強度で発生させるためには、放射冷却に応じて海面フラックスをコントロールする海面風速を適切に変更する必要があった。今年度は、放射冷却と海面風速の組合わせをさらに広い範囲で変えて、対流集中域出現の存否を調べた。その結果、非常に強い放射冷却と非常に強い海面風速の組み合わせにおいて、非常に狭い間隔で対流活動集中域が出現することが確認された（図 1）。これは、DARE の枠組みにより大規模運動を相当程度縮小することが確かに可能であることを示唆するものであり、そのままでは極端に大きな計算資源を要求する 3 次元計算を、国立環境研究所地球環境研究センターの計算資源でも実施する可能性を開くものである。

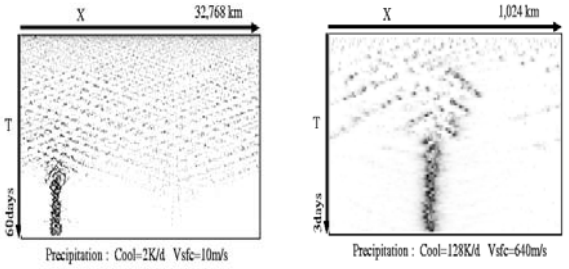

図 1　海面風速を固定した 2 次元モデルにおける降水分布の時間発展。横軸は空間方向、縦軸は下向に時間の進行を表す。左図：領域水平サイズ 32,768 km の通常実験、右図：領域水平サイズ 1,024 km の DARE 実験。

4. 今後の計画

数値モデルの開発を継続し、ある程度の計算速度が達成された段階で、積雲と大規模運動の相互作用システムの数値実験を行う予定である。また、同じモデルを、積雲のパラメタ化を導入した粗い解像度のモデルとしても使用可能な様に拡張し、雲を陽に表現した高解像度の計算との比較を行っていく予定である。これまでは雲と大規模運動の相互作用の計算はすべて 2 次元モデルで行ってきたが、今回テストした DARE 法も併用しつつ、3 次元計算も試みていく予定である。

5. 計算機資源の利用状況（2007 年 4 月から 10 月まで）

実行ユーザ数：0