研究課題名：積雲と大規模運動の相互作用の直接計算

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

1.　研究目的

大気大循環モデルの多くは 100 km程度以下のスケールを解像することができないため、1 kmスケールである積雲はパラメタライズされ、このことが気候シミュレーションの不確実性の要因の一つとなっている。最近になって積雲に近い解像度を持つモデル(NICAMなど)も現れたが、必要な計算資源は莫大であり、長期間の或いは多様なシナリオでの気候シミュレーションにおいては、積雲パラメタリゼーションの必要性は近い未来には消えない。そこで、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かかわる情報を得ることを目指す。

2.　研究計画

積雲を解像したモデルと積雲をパラメタライズしたモデルの相互比較の対象の候補として、これまで、擾乱の風速が海面からの熱・水蒸気フラックスを介してフィードバックする伝播性のものと、この様なフィードバックが存在しない条件でも生じる停滞性のものがあることを報告してきたが、後者のメカニズムは明確でなかったのでこれについて集中的に解析を行う。

これと並行して、大規模並列計算に有利な準圧縮方程式系に基づく 3 次元モデルの開発を継続する。

3.　進捗状況

非弾性方程式系に基づく水平鉛直 2 次元の積雲対流モデルを用いて行ってきた熱帯海洋上を想定した数値計算の解析、ならびに、準圧縮方程式系に基づく 3 次元の対流モデルの実装実験を行った。前者は過去に国立環境研究所地球環境研究センターのスーパーコンピュータを使用して行ってきた数値計算結果の自所有計算機上での再解析であり、後者は自所有の計算機による試行的小規模計算であったため､いずれにおいても、スーパーコンピュータを使用しなかった。

図 1 に 32,768 kmの領域内の一か所に自発的に雲活動が集中したケースでの大規模擾乱の構造を示す。これより、雲活動域への水平収束を駆動する下層の圧力分布は、大気下層ではなく対流圏上部の温度偏差によってもたらされていることがわかる。この温度構造、具体的には雲が無い領域での負の温度偏差を生成するためには、この高度での放射冷却が強くなければならないが、この実験の設定は正にその様になっている。これは、放射冷却の鉛直分布と大規模構造の成否についての、線型論とは独立な新しい解釈である。

準圧縮系の新しいモデル開発は、3 次元の乾燥対流モデルとしての一応の実装が終わり、並列化に取り掛かっている。

4.　今後の計画

本研究の目標である、雲と大規模運動の相互作用の定量的研究を、より組織立てて行うためには、積雲対流モデルの開発を大循環モデルと統合的に行う必要があり、平成 20 年度以降、地球流体電脳倶楽部の惑星大気循環モデルとのより密接な共同研究を行い、その中で地球の雲対流の構造化および積雲パラメタリゼーションについても検討を進める予定である。

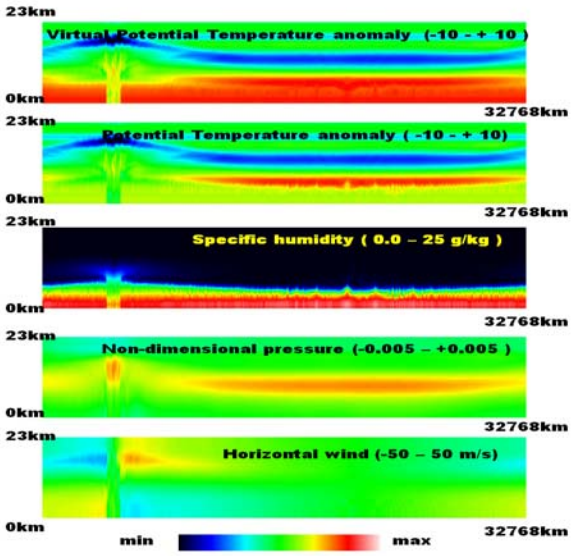

図 1　上層冷却実験で生じる停滞性擾乱の構造。上から仮温位偏差、温位偏差、水蒸気混合比、圧力偏差、水平風。いずれも全計算領域（水平・鉛直）を示す。大きい値は暖色系、小さい値は寒色系で示す。

5.　昨年度計算機資源の利用状況

実行ユーザ数：2　CPU時間 1 ノード未満：0 hour, 1 ノード：0 hour, 2 ノード：0 hour, 計 0 hour