研究課題名：大気海洋結合モデルの物理過程改良および気候変化予測の手法開発

研究課題代表者：国立環境研究所地球環境研究センター　小倉知夫
参加研究者：国立環境研究所地球環境研究センター　江守正多・長谷川聡・横畠徳太
東京大学気候システム研究センター　木本昌秀・今田（金丸）由紀子・
野中（荒井）美紀・近本喜光・高薮 縁・羽角博康
実施年度：平成 19 年度～平成 21 年度

1. 研究目的

地球温暖化が社会・経済に及ぼす影響を把握する上で、今後 30 年程度の近未来に注目した極端現象の予測は気候感度の不確実性低減と共に重要な課題である。しかし、上記の課題を達成するには気候モデルによる経年変動の再現性改善、初期値アンサンブル予報の手法開発などの問題を克服する必要がある。そこで本研究では、大気海洋結合 GCM "MIROC"による数値実験とその物理・力学過程の改善を通して、近未来の気候変化予測の技術的基盤を確立すること、及び気候感度推定の信頼性を向上することを目的とする。

2. 研究計画

近未来予測については、まずアンサンブル予測実験の準備として初期摂動の作成と解析に着手する。また、温暖化に伴う降水変化（極端現象を含む）のメカニズムについて理解を深めるために水惑星実験を行う。気候感度の推定については、雲フィードバックの不確実性を狭めるために雲氷のパラメタリゼーションの改良を行う。また、モデルの気候感度に観測データから制約を加えるために火山噴火応答の再現実験の準備を進める。

3. 進捗状況

今年度はアンサンブル予測実験の準備として、まず初期摂動を MIROC で作成できるようシステムの構築を行った。現在はこのシステムを用いてエルニーニョに伴う初期摂動を作成し、そのアンサンブル予測への有用性を検討している。

また、気候変動時の降水変化に関する理解を深めるために、MIROC の大気部分を用いた水惑星実験を行った。即ち、地球温暖化の影響を海面水温上昇と大気中 CO_2 濃度増加の寄与に分けて評価することを狙い、それぞれに摂動を加えた数値実験を行い、解析を開始した。

上記に並行して、気候感度推定の不確実性を狭めるために、新しい雲氷パラメタリゼーションを MIROC に試験的に導入した。このパラメタリゼーションは Wilson and Ballard (1999)に基づく微物理スキームで、雲氷量を従来の気温による経験的診断に頼らず雲微物理過程に基づいて計算することが可能である。気候感度が雲水の液相/固相の比率という不確実なパラメータに依存しない点が特長として挙げられる。導入の結果、雲水の液相/固相の比率が気温に対して一意に決定されず微物理過程によりばらつく様子が再現できるようになった（図 1）。

さらに、火山噴火応答実験の準備として、現在の気候をモデルで適切に再現できるようモデルの調整を開始した。特に海洋混合層に注目し、海洋熱吸収過程をより現実的に表現できるように検討を進めている。

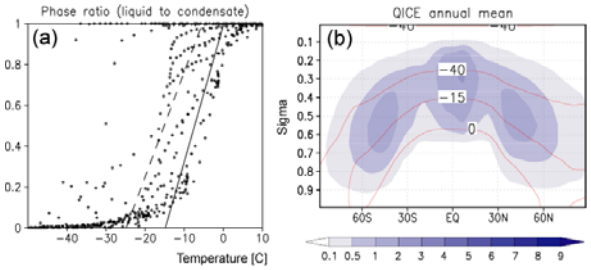

図 1　(a) 雲水（液相+固相）の中で液相の占める比率。丸印が新しい雲氷スキームの出力、直線（低感度バージョン）と破線（高感度バージョン）が従来の大規模凝結スキームの設定。**(b) 新しい雲氷スキームで求めた雲氷量の年、経度平均断面図。**単位は 1.0×10^{-5} [kg/kg]。赤線は気温[℃]。

4. 今後の計画

今年度前半に構築した初期摂動作成システムを用いて、エルニーニョのアンサンブル予測実験に着手する。また、様々な条件の水惑星実験を引き続き実行することで降水変化のメカニズムの理解を図る。雲氷予測スキームは今後、雲氷粒径のばらつきの効果を取り入れることで、その微物理過程の高度化を図る。火山噴火応答実験は、計算コストを抑えつつ現実的な結果が得られるよう、MIROC の海洋混合層過程に改良を加える。

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：6　CPU 時間：31,597 hours
ベクトル化率（平均）：90%