

11. 人・自然・地球共生プロジェクト
課題4. 高精度・高分解能気候モデルの開発
気象研究所 野田 彰(noda@mri-jma.go.jp)

1. 研究の目的

本研究は、文部科学省のRR2002「人・自然・地球共生プロジェクト」の課題4「高精度・高分解能気候モデルの開発」として、5年計画（平成14年度から平成18年度）で行われている。本研究は以下の点を目的としている。

(1) 高精度・高分解能気候モデルの開発を目指し、台風等を世界規模で再現できる20kmメッシュ全球気候モデル(GCM20)及び集中豪雨等を広域で再現する数kmメッシュの雲解像大気モデル(NHM)を開発する。

(2) これらの高精度・高分解能気候モデルを用いて、地球温暖化を予測する数値実験で得られた海面水温を境界条件とするタイムスライス実験を行うことにより、地球温暖化が台風や集中豪雨等に与える影響を調べる。

2. 研究の方法

20kmメッシュ全球大気モデル(GCM20)および数kmメッシュの雲解像大気モデル(NHM)を開発するとともに、地球シミュレータへの最適化により両モデルの計算の高速化を実現する。開発された全球大気モデルに、別途実行される中分解能結合モデルによる温暖化実験により得られた海面水温分布および将来のある時期の温室効果ガス濃度を与えて、地球温暖化による台風等の変化を調べる実験(タイムスライス実験)を行う。

さらにこのGCM20にNHMをネスティングさせ、梅雨に伴う集中豪雨などの大気現象が地球温暖化によって受ける変化を調べる実験を行う。

モデルの開発にあたり、観測データによるモデルの検証を進め、モデルの改良に努める。

3. 研究の成果

3.1 20kmメッシュ全球大気モデル(GCM20)

気象研究所の気候モデル(MR1-CGCM2.3)によるIPCC SRES A1Bシナリオ(今世紀末にCO₂濃度が2倍増になると想定)実験で得られた海面水温(SST)を用いて、観測されたSSTの気候値を用いた10年積分(AJラン)、AJに温暖化によるSSTの増加分を上乗せした10年積分(AKラン)、モデルで計算されたSSTをそのまま境界条件として用いた現在気候20年積分(AMラン)、温暖化時20年(2080-2099)積分(ANラン)を行った。

セミラグランジュ時間積分法の導入、物理過程の改良、パラメータの調整により、これまで領域モデルでのみ可能であった20kmの分解能で、全球

の温暖化タイムスライス実験を行うことが出来た。

梅雨期の降水量分布の変化を図1左に示す。温暖化時の西太平洋の循環場の特徴として、日本の南の亜熱帯高気圧が強化され、揚子江、東シナ海、九州で水蒸気フラックスの収束が増加する、この変化は、現在気候のエルニーニョ時の応答に類似している。これに関連して、暖化時の梅雨の特徴として、揚子江、東シナ海、九州では降水量が増加、朝鮮半島で降水量が減少すると予想される。

モデルでシミュレートされた10年分の熱帯低気圧について統計をとると、温暖化に伴い、地球全体の台風の年間発生数が、現在気候より減少するが、台風の強度は増加することがわかった(図2)。

3.2 5kmメッシュ雲解像大気モデル(NHM5)

東アジア域の梅雨期を対象に、GCM20のAJランとAKランの結果に5kmメッシュ雲解像大気モデル(NHM5)をネスティングし、それぞれ、現在気候10年分、温暖化気候10年分の40日積分(スピンアップ10日間)を6月と7月について行った。

NHM5では、水平分解能5kmの800×600(4000km×3000km)の領域、鉛直には48層で実行した。NHM5とGCM20との主な違いは雲の扱いであり、GCM20が積雲をパラメタライズするのは異なり、NHM5は雲水、雨水、雲氷、雪、あられの混合比と数密度まで予報して領域に発現する対流雲まで陽に表現するモデルである。

NHM5で計算された梅雨期の降水量分布の変化を図1右に示す。NHM5の結果はGCM20から境界値や初期値をもらっているのので、大きな場の特徴はGCM20の結果と同様であるが、より細かい水平構造や降水量の大きな極値が得られた。特に日本付近を眺めると、九州を中心とする南九州では温暖化時に7mm/dayほど降水が強まることがわかった。

また今年度も昨年度に引き続き、NHMの検証・改良を目的に、九州西方で梅雨前線の観測を、無人気象観測機、ドップラーレーダー、自動放球装置などにより実施した。今年は、九州北部で梅雨前線の活動が活発で、梅雨前線南側では晴天の日が多かったが、高温多湿な気塊が梅雨前線の形成・強化に果たしている役割を調べる上で貴重なデータを取得することができた。

4. 今後の課題

今回のタイムスライス実験は、GCM20、NHMともにプロトタイプモデルによる最初の実験であり、現在気候との比較によりモデルの再現性の検証を

行い、更なるモデルの改良を進める必要がある。特に、GCM20では、雪氷面の取扱や積雲対流のパラメタリゼーションの改良、NHMではGCMとの整合化、アジアモンスーンの再現と気候変化の予測改善を図るための広域化、積雲対流を陽に扱うための高解像度化に取り組む必要がある。

5. 成果文献

吉村裕正・松村崇行 2004 : 3.2 セミラグランジュ統一モデル, 気象庁, 数値予報課報告・別冊 50号「全球モデル開発プロジェクト(1)」, 51-60.

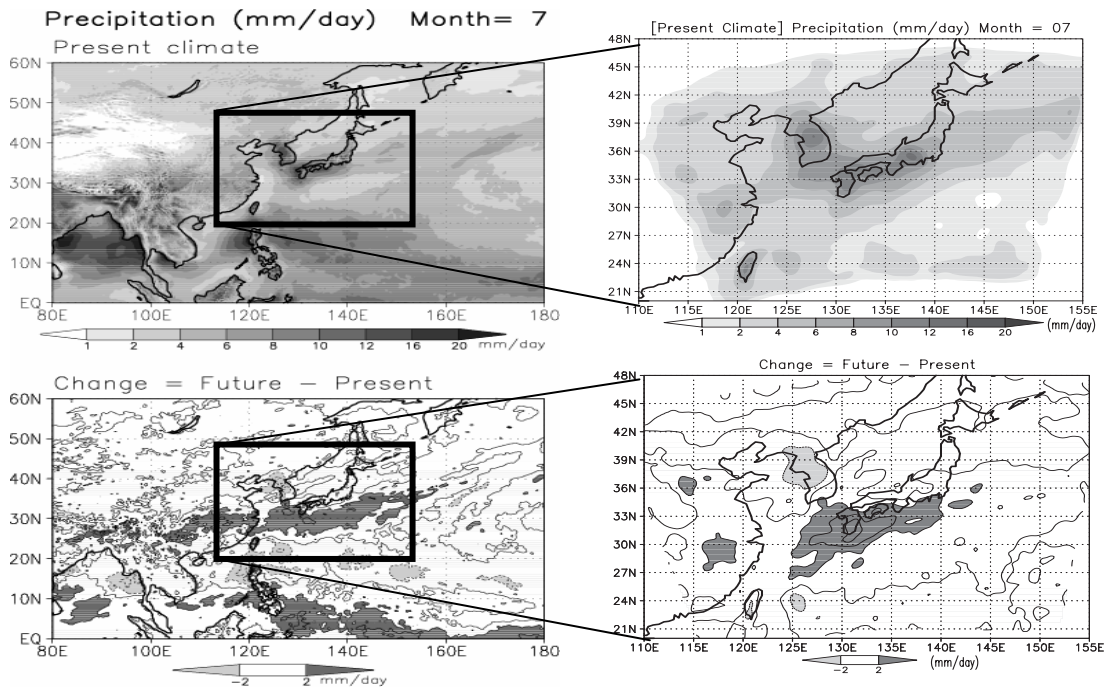


図1 (上図) 現在気候における7月の降水量の水平分布。左図はGCM20、右図はNHM5の結果を示す。(下図) 地球温暖化時の気候と現在気候との降水量の差の水平分布。左図はGCM20、右図はNHM5の結果を示す。スケールの単位は mm day^{-1} である。

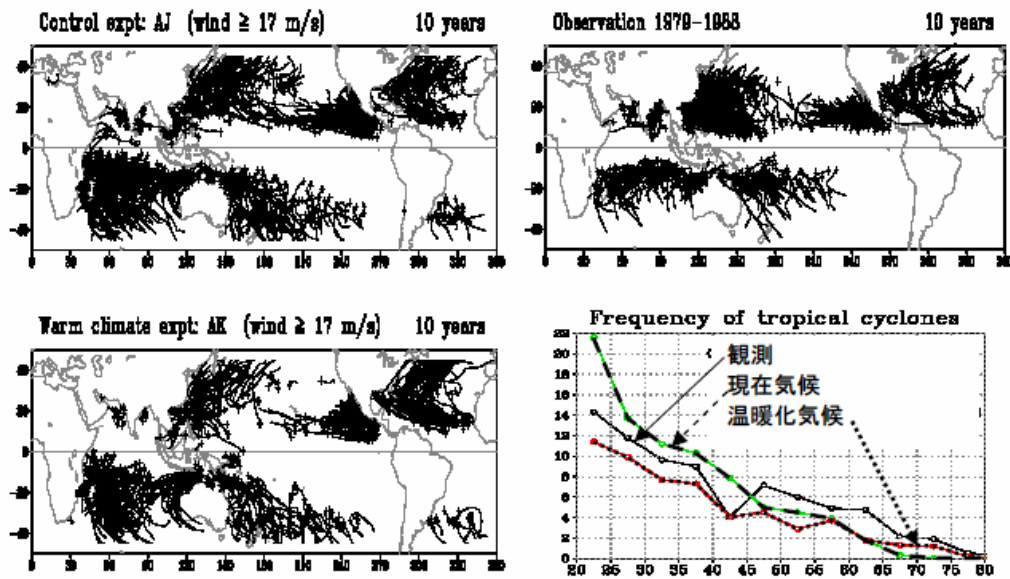


図2 地球温暖化に伴う熱帯低気圧の発生と経路の変化(右上: 観測、左上: モデルの現在気候、左下モデルの温暖化気候)と最大風速の頻度分布(右下)