

研究課題名：NICAM による雲降水システムの研究

課題代表者：東京大学大気海洋研究所 佐藤正樹
共同研究者：東京大学大気海洋研究所 端野典平・Woosub Roh

実施年度：平成 24 年度～平成 24 年度

1. 研究目的

温暖化問題において、エアロゾルや雲降水システムの不確実性が大きく、温暖化ガスによる放射強制力に匹敵する強制力を生み出す可能性が指摘されている。また、近年、放射雲エアロゾル観測衛星(EarthCARE 衛星：計画中)を含む様々な衛星がエアロゾルと雲システムを観測し、その不確実性を減らす努力がなされている。気候予測精度を向上させるには、エアロゾル含む雲降水システムの再現性を向上させる必要がある。また衛星データの同化の観点からも、再現性向上が必要である。本研究では、全球非静力学モデル NICAM にて再現される雲降水システムの検証を、衛星観測を包括的に用いて行うとともに、雲降水システムの物理・力学過程の理解を深めることを目的とする。

2. 研究計画

昨年に引き続き、熱帯の雲降水システム・積雲クラスターのライフサイクルの再現性の改善を図り、物理過程の解析を行う。NICAM の雲微物理量の出力から、衛星データシミュレータを用いて、衛星で観測される物理量を再現し、実際の観測値と直接比較検証する。衛星としては、降雨レーダーを搭載した TRMM、A-train に含まれる雲レーダーを搭載した CloudSAT やライダー搭載の CALIPSO などを利用する。また、熱帯域での改善が見られた場合、北極層雲の再現性の評価を、観測船みらいの観測を用いて行う。

3. 進捗状況

まず、昨年度に行った雲微物理スキームに関する感度実験の結果を使って、CloudSat と CALIPSO の観測を再現し、実際の観測と比較した。使用する雲微物理スキームは、雲水、雨、雲氷、雪、霰の 5 種類の水粒子の質量を予測する。ここでは、雪と霰のカテゴリの粒径分布の定数を double-moment scheme により同定した場合 (SDGD)、そして、霰は前者と同じで、雪のカテゴリの粒径分布は観測をもとに同定した場合 (SEGD) の結果を示す。ともに雪の密度として、最大粒径に依存する経験式を新たに設定した。

図 1 に解析領域内(100E-160E、20S-40N)での、CloudSat の雲レーダーと CALIPSO のライダーにより定義される cloud fraction を示す。雲微物理過程への依存を明らかにするため、大気の温度を鉛直軸として利用している。観測(OBS)に比べ、雲レーダー(C1)とライダー(C2)ともに、すべての再現実験において、上層($T < -40^{\circ}\text{C}$)の雲の出現頻度が過大評価されていることがわかる。雪と霰の感度実験では、このバイアスはあまり改善されないことがわかる。

図 2 に領域内での、95GHZ レーダー反射因子の頻度分布を示す。各温度レベルにおいて、頻度が正規化されている。CTR(b)では、 $-25 < T < 0^{\circ}\text{C}$ 、5dBZ 付近に高頻度が存在し、観測(a)に比べてレーダー反射因子が過大評価される傾向がある。また $T > 0^{\circ}\text{C}$ において、-20dBZ 以下の頻度が卓越している。SEGR(c)では、 $T < -15^{\circ}\text{C}$ でのレーダー反射因子の中央値が CTR よりも減少し、過小評価している。 $T > -10^{\circ}\text{C}$ でのモードは観測に比べ、過大評価している。これらは、前回得られた TRMM(熱帯降雨観測衛星)との比較結果と整合的である。また、 $T > 0^{\circ}\text{C}$ においては、CTR と変化はなく、雲粒子によるバイアスが見られる。现阶段では、SEGR が CTR よりもよいとは必ずしも言えない。

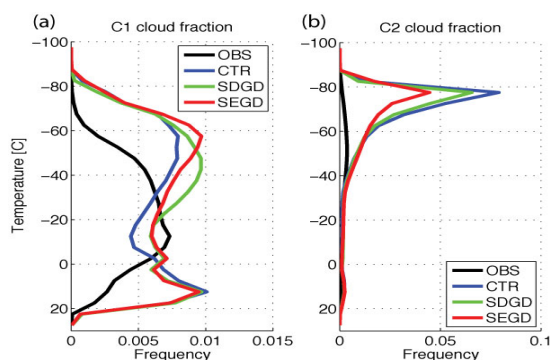


図 1 Cloud fraction の鉛直分布の比較。(a) C1(CloudSat) cloud mask.(b) C2(CALIPSO) cloud mask.

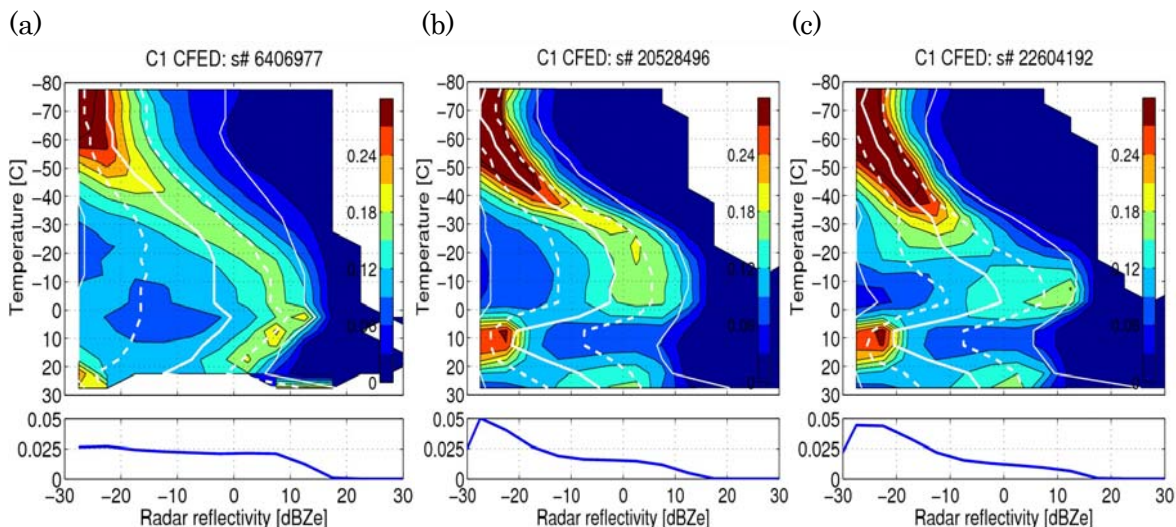


図 2 CloudSat95GHz レーダー反射因子の Contoured Frequency by tEmperature Diagram (CFED)。(a) Observation, (b) CTR, (c) SEGD. 白線は 5th, 25th, 50th, 75th, 95th percentile を示す。

4. 今後の計画

以上の結果、上層において、氷雲の過大頻度バイアスが存在することを確認した。これは、全球高解像度実験においても見られるバイアスであり、領域版 NICAM でバイアスを改善することで、全球実験でのバイアスの改善が予期される。今後は、飽和度の仮定や雲氷と雪の関係性を見直し、このバイアスを減らす方法を検討する。また、霰や雨に関して、観測に基づく改良を試みる予定である。

5. 計算機資源の利用状況 (2012 年 4 月～9 月)

実行ユーザ数: 3 CPU 時間 1 ノード未満: 0 hour,
1 ノード: 592 hours, 2 ノード: 0 hour, 計: 592 hours

6. 昨年度研究課題のまとめ

6.1. 昨年度研究課題名

NICAM による雲降水システムの研究

6.2. 昨年度研究課題の目的

今年度と同様。

6.3. 昨年度研究課題の成果概要

昨年度は、2008 年 6 月に発生した台風 Fengshen に伴う雲システムの再現性の評価と雲微物理スキームの改良に関する研究を行った。NICAM から得られる雲物理量を、衛星データシミュレータに入力し、TRMM (熱帯降雨観測衛星) の観測する放射物理量を再現し

た。可視赤外観測装置と降雨レーダーを組み合わせることで、再現された降雨システムの種類とレーダー反射因子を評価した。雲微物理スキームにおける雪と霰の粒径分布のパラメータを、飛行機観測や他のスキームより同定した。感度実験を行った結果、再現される降雨システムの頻度と反射因子の高度依存性において、改善が見られた。包括的な衛星観測と衛星データシミュレータの利用は、雲微物理スキームの評価と改良に効果的であることがわかった。

6.4. 昨年度計算機資源の利用状況

実行ユーザ数: 4 CPU 時間 1 ノード未満: 294 hours,
1 ノード: 2,049 hours, 2 ノード: 915 hours, 計: 3,257 hours