

## 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 柳瀬 亘  
 実施年度：平成 22 年度～平成 22 年度

### 1. 研究目的

台風やスコールラインなどのように積雲対流が組織化してできる雲降水システムは、暴風や豪雨などの顕著現象を引き起こし、また、潜熱解放や放射などを通じて気候に大きな影響を与えている。このため、雲降水システムは現在や将来の地球環境を理解する上で重要な現象である。従来の全球モデルでは解像度や物理過程の扱いの点から、雲降水システムを直接に表現することはできなかった。

本研究で使用する全球モデル NICAM は、非静力学方程式系に基づいた格子モデルであり、格子間隔 10km 以下の解像度のシミュレーションを行うのに適している。さらに従来のような積雲パラメタリゼーションは用いずに、雲水・雲氷・雨・雪・あられを考慮した雲微物理を計算して雲降水システムを直接に表現することができる。また、気候モデルとして使用することも前提に開発されているため高度な放射スキームや陸面スキームも組み込まれている。このように、NICAM は雲降水システムも直接に表現できる全球気候モデルとして、地球温暖化などの評価をするのに今後ますます重要となることが期待される。これまでは地球シミュレータを用いて全球一様な 3.5, 7, 14 km の格子間隔でシミュレーションを行い、熱帯低気圧の分布やマッデン・ジュリアン振動の再現に成功している。

本課題では NICAM で雲降水システムの基礎的なプロセスを理解するため、特定の領域だけ格子間隔を細かくとるストレッチ格子というシステムを利用する。これまでに国立環境研究所の SX-8R を利用して、太平洋上の台風や雲降水システムの分布などのシミュレーションが行われた。このような局所雲解像シミュレーションで得られた基礎プロセスの知見や検証は、同じモデルを用いた全球雲解像シミュレーションの結果を理解する上でも役立つ。

### 2. 研究計画

本課題は大きくは 2 つのテーマに分けられる。1 つ目は個々の雲降水システムの再現とそのメカニズムの理解である。具体的には北西太平洋や北インド洋の熱帯低気圧（台風やサイクロンの総称）の発生過程に取り組んできた。熱帯低気圧の発生過程は雲降水システ

ムの力学が重要であると考えられる現象の一つである（詳細は「昨年度研究課題のまとめ」で述べる）。2 つ目は、雲降水システムの鉛直構造やサイズなどの統計的分布の再現性について、近年に発展した衛星観測技術を利用して検証することである。雲降水システムの統計的分布が現実的に再現できることにより、地球温暖化予測などの不確実性を減らすことが期待される。

### 3. 進捗状況

昨年度に行った台風 Fengshen の発生過程の研究（後述）を継続している。また、今年度は雲降水システムの統計的分布の研究に向けての準備を進めている。熱帯降水観測衛星 TRMM による観測データを、NICAM シミュレーションの結果と直接に比較するために Matsui et al. (2009)で提案された TRMM Triple Sensor ThreeStep Evaluation Framework (T3EF)の手法を利用する。T3EF では NICAM の雲微物理量の出力結果を用いて放射伝達方程式を解き、衛星のリモートセンシングと同じ物理量を求めることができる。例えば図 1 では、太平洋での各格子点でのレーダーエコー頂高度（横軸）と赤外輝度温度（縦軸）との関係を TRMM 観測と NICAM シミュレーションで比較したものである。このような分布を調べることで、NICAM の雲降水システムの統計的な再現性を検証することができる。

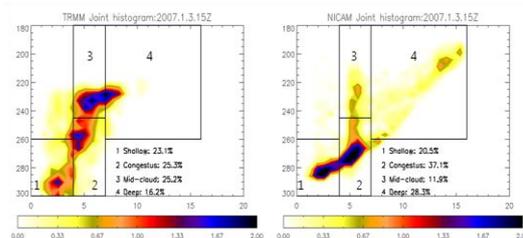


図 1 レーダーエコー頂高度（横軸）と赤外輝度温度（縦軸）の頻度分布。(a) TRMM の観測データ、(b) NICAM のシミュレーション結果。2007 年 1 月 3 日 0015UTC の 20°S-20°N, 160°E-160°W の領域で比較。

### 4. 今後の計画

現時点では衛星観測と比較する事例が十分ではないので、今後は様々な季節や領域の雲降水システムのシ

ミュレーションを行う。体系的な類似点・相違点を明らかにすることで NICAM の雲降水システムの再現性を改善していき、さらに、衛星観測だけではわからないプロセスを解明していく。また、TRMM 以外の衛星観測のデータも利用していく予定である。

## 5. 計算機資源の利用状況 (2010 年 4 月～9 月)

実行ユーザ数：2 CPU 時間 1 ノード未満：0 hr, 1 ノード：2,342 hrs, 2 ノード：3,542 hrs, 計：5,884 hrs.

## 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。主に熱帯低気圧の発生過程を調べた。

### 6.3. 昨年度研究課題の成果概要

NICAM のストレッチ格子システムを利用し、台風の発生過程について調べた。熱帯低気圧はある程度の強さの渦が最初にあると自立的に発達することが知られているが、そもそもの最初の渦がどのようにできるかという発生過程については十分に理解がなされていない。気象衛星の雲画像では積雲対流の集団が次第に台風へと組織化していく様子がわかるが、積雲対流がどのように台風の渦をつくるかは自明ではない。本研究では 2008 年に北太平洋西部に発生した台風 Fengshen の発生過程のシミュレーションを行い、そのメカニズムについて解析している。

昨年度は基本的な構造の変化について主に調べた。図 2 は台風の発生前後の動径高度分布の違いを示している。台風発生後には半径 50 km 付近の下層に接線風のピークが見られ (図 2b)、高度 1 km 以下の境界層では台風中心に風が吹き込み (図 2d)、積雲対流も台風中心に集中していた (図略)。一方で、台風発生前には接線風のピークは広く弱く存在し (図 2a)、境界層での吹き込みは見られず (図 2c)、積雲対流も散在していた。積雲対流が台風スケールの渦をどのように作るかを解析中である。

また、昨年度に行ったシミュレーションでは台風の移動経路の再現性が良くなかった。境界層スキームにより台風の降水分布が変化し、それが原因となって移動経路の変化を生じさせている可能性が考えられる。本年度は境界層スキームなどを改良して、台風のライフサイクルの再現性を改善できる可能性を調べている。

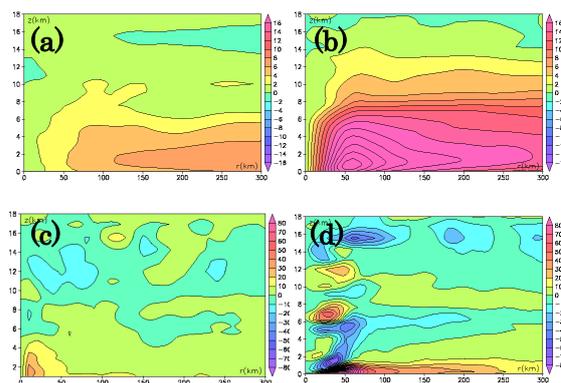


図 2 台風 Fengshen の動径高度分布。(a), (b) 接線方向の風。(c), (d) 動径方向の風。擾乱中心を原点とした円筒座標系にて、軸対称成分 (接線方向への平均) を求めた。(a) (c) は台風発生前 (16 日 00UTC)、(b) (d) は台風発生後 (19 日 00UTC)。

### 6.4. 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：2 hrs, 1 ノード：868 hrs, 2 ノード：16,008 hrs, 計：16,877 hrs.