研究課題名：NICAMによる雲降水システムの研究

課題代表者：東京大学気候システム研究センター　佐藤正樹
共同研究者：東京大学気候システム研究センター　柳瀬 亘
実施年度：平成 20 年度～平成 20 年度

1. 研究目的

全球非静力学大気モデルNICAMは、正二十面体を細かく分割する方式により全球準一様な水平格子を実現している。これにより地球シミュレータでは 14 km, 7 km, 3.5 kmの全球一様格子シミュレーションを行うことが可能となり、広領域・高解像度モデルが必要となる熱帯低気圧の分布やマッデンジュリアン振動などのマルチスケール現象のシミュレーションを行っている。一方で、NICAMはターゲットとする領域に格子点を局所的に集める使い方（ストレッチ格子）も可能であるため、広い領域で高解像度を必要としない現象のシミュレーションを低い計算コストで行うことも可能である。本研究では、このNICAMストレッチ格子を環境研SX-8R上で用いて、熱帯の雲降水システム、特に熱帯低気圧の発生過程を調べることを目的とする。

熱帯低気圧はある程度の強さの渦が最初にあると、積雲対流の凝結熱や海面からの潜熱供給との相互作用により渦が自励的に発達することができるが、そもそもの最初の渦がどのようにしてできるかというのが発生過程の問題である。台風の発生が何日も前から予報できれば防災的な観点からも有用な情報となるが、通常は 2～3 日前からでも再現が難しく、先行研究も数少ない。熱帯低気圧発生においては、発生の起源となる現象が発生に都合の良い環境場に来た時に、積雲対流活動を通じて熱帯低気圧へと構造を変化すると考えられている。発生の起源には熱帯波動や中緯度擾乱など様々な候補が挙げられているため、事前に起源となる現象を知ることは難しく、また、熱帯海洋上の粗い観測網で現象が十分にとらえられているかも自明ではない。そこで本研究では、環境研SX-8R上で数多くの実験を行うことにより、熱帯低気圧の発生を再現しやすい事例・初期場について調べていく。また、再現性の良かった実験に関しては、高解像データを解析して、積雲対流の組織化の様子を調べていく。

2. 研究計画

熱帯低気圧の発生しやすい北太平洋西部やベンガル湾などのターゲット領域で、格子間隔を 7 kmにしたNICAMストレッチ格子シミュレーションを行う。各事例に対して様々な初期時刻やデータセット（気象庁やNCEPの解析データ）を試し、再現性の良い条件について調べる。また、再現性の良い実験に関しては、発生メカニズムに関して詳細な解析を行う。

3. 進捗状況

昨年度までは全球一様格子での実験しか行えなかったため、60 kmの粗い格子で不明瞭ながら低気圧が発生するかどうかの予備実験を行うに留まり、高解像度の実験は地球シミュレータを利用する必要があった。

今年度は環境研SX-8R上でストレッチ格子の実験を行う準備が整ったため、格子間隔 7 kmで熱帯低気圧発生のシミュレーションに取り組んでいる。特に再現性の難しい事例も含めて取り組むことで、初期値問題や解像度などの問題について解析を行っている。ターゲットの一つは2008年5月にミャンマーに大きな被害をもたらしたサイクロンNargisである。Nargisはモンスーンオンセットの頃に発生したサイクロンであるため、モンスーンのような大きなスケールの環境場の変化におけるサイクロン発生を再現できるかに焦点を当てる。もう一つは、2008 年に集中観測が行われた台風 6 号（Fengshen）である。観測からはメソスケールの対流が台風へと組織化する様子がとらえられたため、高解像モデルがメソスケールの特徴も含めて再現できるかを確かめる。

4. 今後の計画

サイクロンNargisや台風Fengshenに関して、再現性の良いシミュレーションを行うため、初期値やモデルの設定を変えた実験を行なう。また、他の事例にも取り組むことで、多様な発生メカニズムの理解を深める。

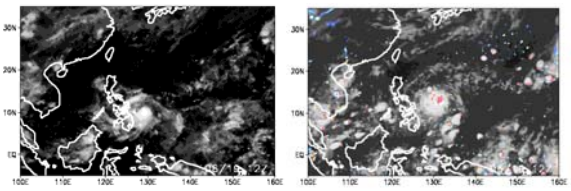

図 1　2008 年 6 月 19 日 12UTC にフィリピン付近で発生した台風 Fengshen の雲パターン。（a）衛星観測の IR 画像。（b）6 月 16 日 12UTC を初期値とした NICAM7km ストレッチ格子シミュレーションの OLR（グレー）と降水（カラー）。

5.　計算機資源の利用状況（2008 年 4 月から 10 月まで）

実行ユーザ数：2　CPU時間 1 ノード未満：27 hours,
1 ノード：9,959 hours, 2 ノード：19,063 hours,
計 29,049 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

今年度と同じ。

6.3. 昨年度研究課題の成果概要

NICAMを全球一様格子モデルとして用い、60 kmの格子間隔で熱帯低気圧の発生が再現されるかどうかを調べた。台風の構造や強度は 60 km格子では表現が難しいため、環境研SX-8Rでは再現性の良い事例の当たりをつける予備実験のみを行い、本番の実験は地球シミュレータで行った。環境研SX-8Rでは数多くの実験を行うことができるので、効率良く対象事例を探すことができた。

台風発生の再現がしやすい事例として、2006 年の台風 21 号(Durian)が 3 日以上から前でも発生を予報できることが分かった。台風Durianは 150°E付近で雲クラスターが組織化することで発生し、西進しながらフィリピンを通過する事例であったが、その様子が不明瞭ながらも再現できた（図 2）。また、この事例では発生域の東側と西側から 5000～10000 kmもの距離を伝播する熱帯波動が台風の発生・発達に重要な役割を及ぼしていることが感度実験によりわかった（図 3 上）。これらの結果は、地球シミュレータの 14 km格子実験でより定量的に確かめられた（図 3 下）ため、定性的な再現は 60 km格子でもある程度可能であることがわかった。低解像度で定性的な特徴が調べられることは、数多くの予備実験を必要とする熱帯低気圧の発生研究の戦略上重要である。また熱帯波動と台風発生との関係の理解が深まったため、波動が伝播する領域を含んでいれば、局所的に高解像度にしたシミュレーションでも妥当であることがわかり、本年度からのストレッチ格子を利用した実験の戦略を採用する上で有用な知見となった。

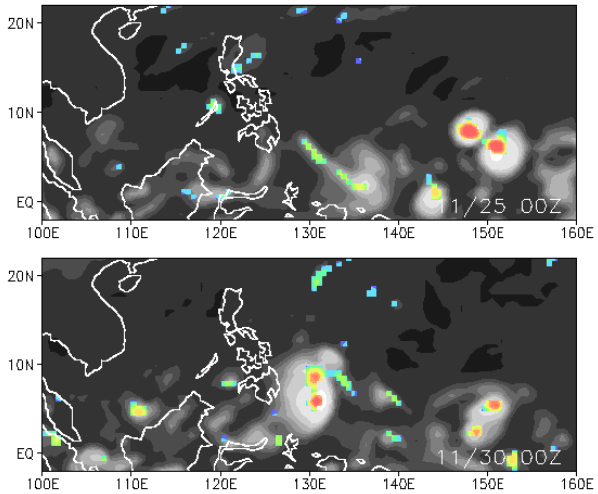

図 2　格子間隔約 60 km の NICAM で再現された台風 Durian の OLR(グレー)と降水量（カラー）。2006 年 11 月 25 日（上図）では 150E 付近に 2 つの雲クラスターが存在し、それらが西進するとともに 11 月 30 日（下図）では台風へと発達している。

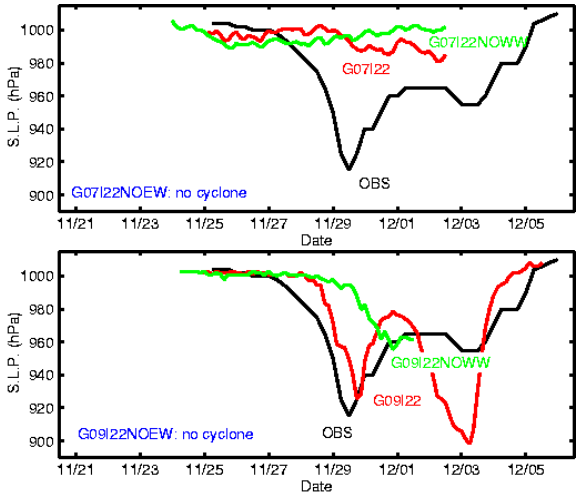

図 3　台風 Durian の中心気圧の時間発展。(a) 60 km 格子の実験。(b) 14 km 格子の実験。ベストトラックの推定値（OBS; 黒線）、標準実験(赤線)、東起源の波動を除いた実験（NOEW；青；台風が発生しなかったため線なし）、西起源の波動を除いた実験(NOWW;赤線)。60 km 格子の実験には環境研 SX-8R を、14 km 格子の実験には地球シミュレータを利用した。

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：10 hours,
1 ノード：1,939 hours, 2 ノード：4,926 hours,
計 6,876 hours