

局地気候モデルを利用した雲のパラメタリゼーションの研究

雲・放射モデル研究グループ*東北大学大学院理学研究科有志他

* 岩崎俊樹、浅野正二、岡本創、高橋義仁、斉藤和雄、長澤亮二

1. はじめに

非静力学モデルを用いて雲システム研究する。目的は以下の2点である。

- (1) 観測と比較して高解像度雲解像度モデルの精密化を図る。
- (2) 低解像度モデルのためのパラメタリゼーションを開発する。解像度の異なる数値モデルによる結果が整合するように、パラメタリゼーションの調整を図る。

2. デザイン

<局地気候モデル> 積分開始当初は、初期条件の影響が残り、再現された擾乱はモデル固有の性質とは必ずしも一致しない。モデル固有の性質を調べるために、長期間積分を行う。これはいわゆる「局地気候モデル」の考え方に通ずる。

<多重ネスト> 多重ネストにより様々な解像度を実現する。高解像度モデルでは雲物理・放射・乱流を陽に表すことを目指す。その結果を利用して低解像度モデルのためのパラメタリゼーションを考える。

<検証> 現実を良く再現できるモデルにこだわりたい。実際の天気条件下で検証するため、一番外側の側面境界に客観解析を用いる。とくに、対流性の下層雲では、セル状やロール状などの微細構造が形成されるため、幾何学的な形状の分かる高解像度の観測データが望まれる。

3. モデル

モデルにはMRI/NPD-NHMをONE-WAYで多重にネストして用いる。長期間積分を安定に実行できるように、側面境界の扱いを調整した。また、雲の放射パラメータを有効半径から決めることのできる現在のグローバルモデルの短波放射スキームを移植した。今回の実験では、簡単のため、すべての解像度で、部分雲は扱わなかった。

4. ヤマセ雲の再現実験(長澤他による)

<ヤマセ> ヤマセでは、オホーツク海方面で涵養された冷涼な気塊が、北東気流に乗って相対的に暖かい海上を南下する。成層不安定のために、浅い対流性の雲が発生する。以下の数値実験で取り上げる1993年の8月3日の事例においても、対流を示唆する不均一で細かな構造が見られる。ただし、衛星データでは、詳細は分からない。

<数値実験条件> 側面境界にはグローバル客観解析を用い、まず、40kmメッシュのモデルで長期間の積分を行った。さらに、三陸沖に典型的なヤマセ雲発生したケースに焦点を当てて、10km、2

km、0.5km、0.1kmとネストを繰り返し、ヤマセの高解像度再現実験を行った。

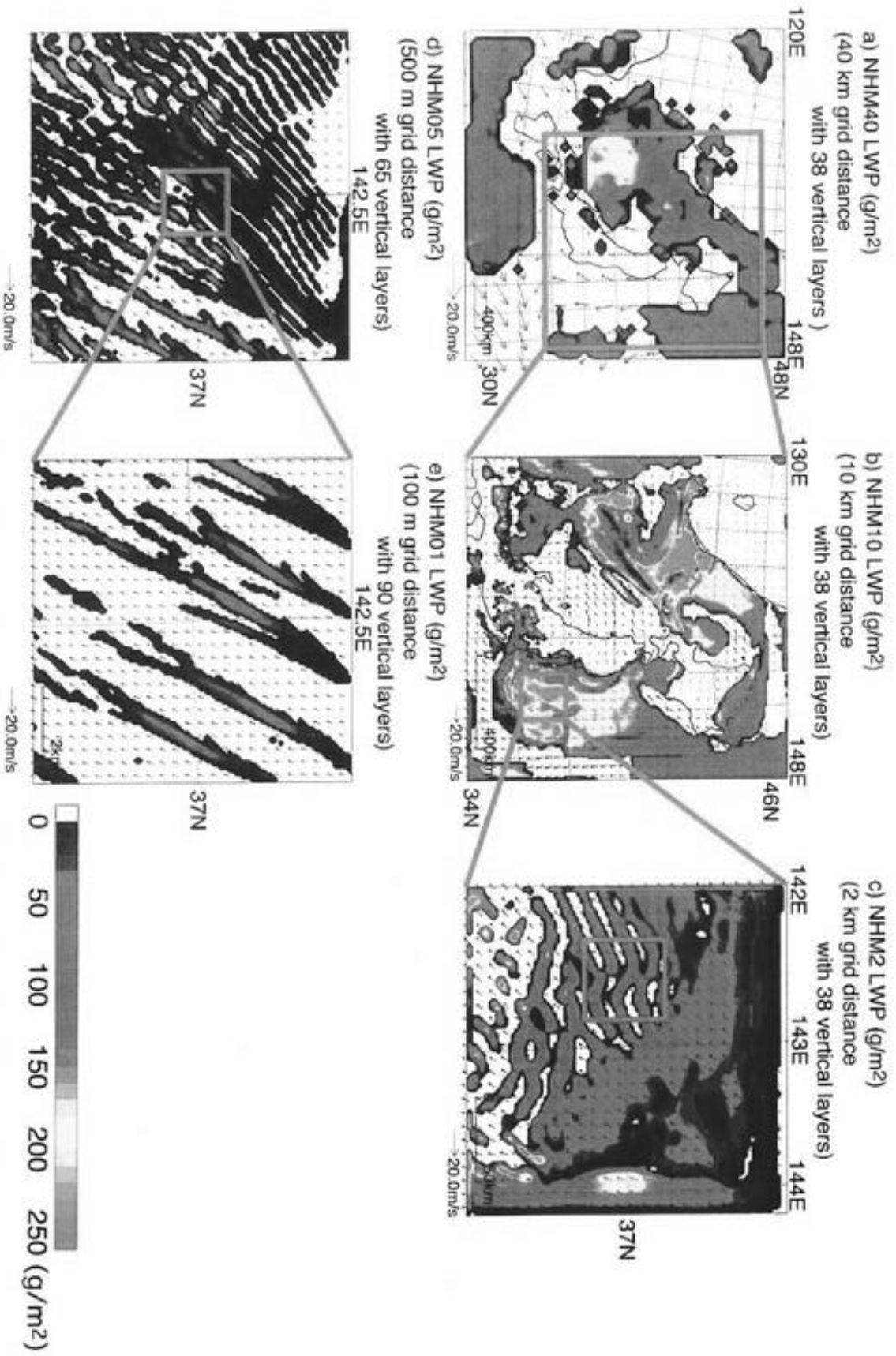
<解像度のインパクト> 40kmメッシュを除き、5つの解像度のモデルは、三陸沖に、それぞれ特徴的な雲を再現した(図参照)。まず、10kmメッシュモデルでは、雲は一様で最も雲水量が多い。2kmメッシュでは、雲水量はやや減り、不均一な構造が見える。0.5kmメッシュになると、ロール状の構造が明瞭となり、雲水量は減少する。0.1kmメッシュのモデルでは雲域は減少し、列状の雲は一層シャープになった。まとめると、モデルの解像度を増やすにしたがって、単位面積あたりの雲水量は減少し、列状の構造が明瞭となった。

<雲形成 雲放射フィードバック> 次に、雲の放射の影響を調べるために、雲量を常にゼロとして放射計算を行い、インパクトを調べた。10kmメッシュの場合は、下層の雲量はほとんどゼロとなった。つまり、10kmメッシュモデルの場合、雲頂での放射冷却が雲の形成に本質的であった。これに対して、0.1kmメッシュモデルの場合、雲形成 雲放射フィードバックは小さかった。

5. 考察

<低解像度モデルの検証> 再現された雲水量は、低解像度モデルと高解像度モデルの間に、著しい不整合があった。低解像度モデルの場合、雲の形成 雲頂での冷却 雲の形成という直接のフィードバックのほかに、雲頂での冷却 成層の不安定化 水蒸気の鉛直輸送と海面での蒸発 雲の形成という回路も重要であった。もし、高解像度モデルの結果が正しいとすれば、低解像度モデルは雲放射 雲形成フィードバックを過大評価したと言える。この過大評価は、雲量を1としたことに、第一の原因があった。過大評価を回避するためには、部分雲を考慮すべきである。特に、ヤマセのような下層の対流雲の場合は、0.5kmメッシュでも部分雲のパラメタリゼーションが必要である。

<高解像度モデルの検証> 高解像度モデルの結果は、雲物理スキームなどに依存する。そもそも高解像度モデルがどれだけ正しいのか、検証しなければならない。本実験の場合、雲量が少ないロール状構造が再現された。これらの幾何学的な構造(セルの形、間隔、雲量、高さ、雲水量など)を観測と比較したい。また、低解像度モデルのための参照データとして利用するために、単位面積あたりの雲量と雲水量の関係にも注目したい。



Liquid water path (g/m^2) simulated by multineesting a) NHM40, b) NHM10, c) NHM2, d) NHM05, e) NHM01 at 0900 JST 3 August 1993. This cases correspond to strato cumulus.