

気象モデル WRF を用いた雲の再現性向上に関する基礎的研究

愛媛大学大学院 学生会員 ○Deepak Bikram Thapa Chhetri
 新居浜市役所 非会員 谷川温子 愛媛大学大学院 正会員 森脇亮

1. はじめに

雲は気象予測において最も不確実性をもたらす要因の一つと認識されており、気象現象の把握において欠かすことのできない存在である。しかしその一方で、観測には主に目視が採用されており誤差や不確実性を伴う。さらに、気象シミュレーションにおいても詳細な雲の様子を再現することは容易でない。

近年、気象モデル WRF のユーザー・グループ数は増加傾向にあるが、雲に関する研究は未だ数少ない。そこで、本研究では愛媛県松山市を中心とする松山平野を対象とし、気象モデル WRF を用いて雲のシミュレーションを行った。再現性向上に関する検討と再現性についての評価を研究目的とする。

2. 研究方法

本研究で使用する WRF とは、「Weather Research and Forecasting model」の略で、次世代のメソスケール気候予測数値モデルである。米国大気研究センター (NCAR)、米国環境予測センター (NCEP)、米国海洋大気庁 (NOAA/FSL)、米国空軍気象局 (AFWA) などが中心となり、実用的な天気予報とそれに関連する研究のために開発された。主な特徴として、水蒸気、雲、雨、雪、霰などの予想方程式からなる雲物理モデル、日射量、大気放射量などの放射モデル、地表面温度、土壌温度、土壌水分量、積雪量などの地表面モデルなど、多数の力学法則が取り入れられ、それらが相互に影響しあっていること。モデルに様々な観測データを同化できる手法が整備されていること。数メートルから数千キロメートルといった幅広い領域に対応できることがあげられる。これらの特徴により、対象とする区域に対して最適な予測区域と計算メッシュサイズの設定、独自データの反映が可能となる。

表-1、図-1 は、本研究において使用した解像度設定と計算領域であり、Domain4 は松山平野に相当する。シミュレーション日時は 2013 年 9 月 11 日 3:00~13 日 3:00、解析対象日は 2013 年 9 月 12 日である。松山気象台ではこの日、6:00 と 9:00 に雲量 10-の雲が観測されている。

3. 再現性向上における検討内容

本研究では、表-1、図-1 に示した前述の設定を case0 と定義した。再現性向上の検討を行うために、case1 と case2 を設定し、それぞれを case0 と比較する。case1 は、表-1 における鉛直解像度を 28 層から 56 層の 2 倍に変更した。鉛直解像度を上げることにより対流のプロセスをさらに細かく解析することができるため、緻密なスケールの乱れをみる

表-1 解像度設定(case0)

	Horizontal grid number (grid points)	Horizontal domain size (km)	Horizontal grid spacing (km)	Vertical grid number (grid points)
Domain1	75 × 70	2250 × 2100	30	28
Domain2	85 × 81	637.1 × 607.5	7.5	28
Domain3	69 × 81	129.7 × 152.3	1.875	28
Domain4	73 × 73	34.2 × 34.2	0.469	28

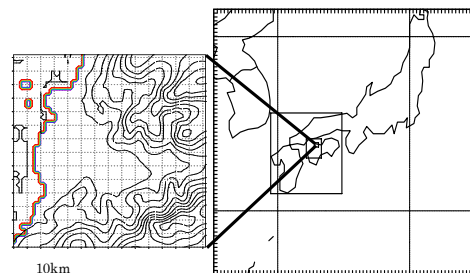


図-1 計算領域(case0,case1)

表-2 解像度設定(case2)

	Horizontal grid number (grid points)	Horizontal domain size (km)	Horizontal grid spacing (km)	Vertical grid number (grid points)
Domain1	80 × 82	600 × 615	7.5	28
Domain2	89 × 125	167.3 × 235	1.875	28
Domain3	165 × 141	77.3 × 66.1	0.469	28

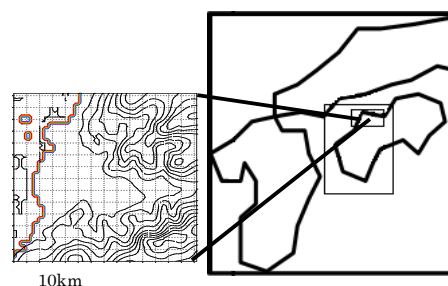


図-2 計算領域(case2)

ことができると考えられる。次に、一般的に山間部では気象変動が激しく雲が多く観測されることから、case2は解析対象領域の変更を行った。解像度設定と計算領域を表-2、図-2に示す。また、Domain3の出力データから松山平野におけるデータを取り出したものをDomain4として本研究での比較に用いる。

3. 解析結果と考察

雲水混合比のシミュレーション結果は、いずれもDomain4における06:30の様子を示す。雲水混合比とは1kgの空気塊にどれだけの雲水量が存在するかを表した比率であり、シミュレーションは鉛直方向における積算値を表している。図-3はcase0におけるシミュレーション結果である。松山平野において雲は全く再現されていない。鉛直解像度の変更を行ったcase1(図-4)では、平野部において雲が分布しており、case0と比較すると大きな変化がみられる。再現性向上における検討として、鉛直解像度の増加はシミュレーション結果の再現性を向上させる可能性があることが示唆される。しかし、計算領域を変更したcase2(図-5)においては、case0と同様、松山平野において雲の分布はほとんどみられない。計算領域の変更はそれほどシミュレーション結果に影響を与えないと考えられる。

4. 再現性の確認

再現性の確認としてWRFにより日射量を出力し、2013年に竹中らによって開発された衛星日射量データとの比較を行った¹⁾。同日10:00の比較した様子を図-6に示す。ここでWRF日射量はcase1の設定を採用している。山間部における雲分布はおおよそ再現出来ている様子がみられるが、平野部におけるシミュレーションの再現性は依然十分でない。今後も再現性向上における検討を行う必要がある。

4. 今後の課題

気象モデルWRFによる雲の再現性向上のためには、解像度の変更による再現性の検討以外にもフィードバックパラメタリゼーションや、観測データを同化できるといった気象モデルWRFならではの特徴を生かした検討を行っていく必要がある。また、雲において鉛直方向における解析は不可欠であることから、愛媛大学にてデータ収集を行っているシーロメータ観測による雲底高度を用いて、鉛直方向における再現性の評価を行うことも重要である。

参考文献

- 1) 竹中栄晶：衛星観測データに基づく太陽放射量の推定と太陽光発電出力の準リアルタイムモニタリング，計測自動制御学会部門大会

謝辞

本研究は総務省・戦略低情報通信研究開発推進制度（SCOPE）の援助を受けた。

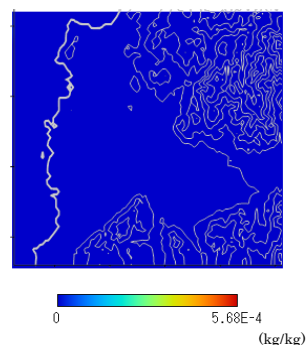


図-3 雲水混合比(case0)

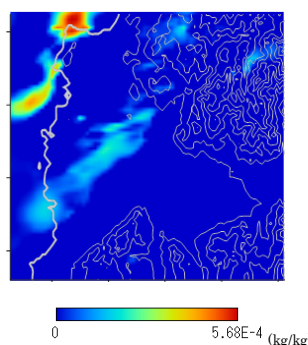


図-4 雲水混合比(case1)

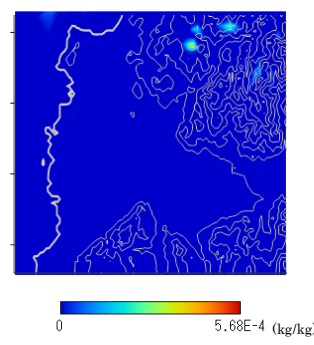


図-5 雲水混合比(case2)

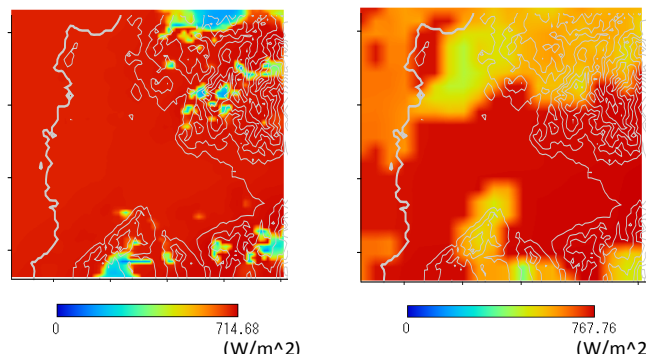


図-6 左図:WRF 日射量 右図:衛星日射量