

第7回天気予報研究会の報告

第7回天気予報研究会は、2010年2月5日(金)13時30分から17時30分まで、気象庁講堂で開催され、約90人が参加した。白木委員による開会の挨拶の後、特別講演および5題の講演があった。以下に講演要旨を記述する。(天気予報研究連絡会)

天気予報研究連絡会(所属は当時のもの) :

白木正規, 高野 功(気象庁予報部), 登内道彦((財)気象業務支援センター), 富沢 勝((財)日本気象協会), 古川武彦(委員長, 気象コンパス), 水野 量(気象庁観測部), 吉野勝美(全日本空輸株式会社)

【特別講演】

雲解像モデルを用いた High-impact weather systems の量的予測

一特に台風とそれに伴う豪雨について一

坪木和久(名古屋大学地球水循環研究センター)
本研究会は天気予報の研究会であるので、ここでは天気予報に関係する話題として、雲解像モデルを用いたシミュレーションについて報告をした。題名にある high-impact weather systems というのは、まだ、対応する適切な日本語がない。豪雨・豪雪や突風・暴風など人間社会に大きな影響を与える気象を指すもので、顕著現象や極端現象の一部もそれに含まれる。このような気象系(weather systems)には様々なものがあるが、そのなかでもここでは台風とそれに伴う豪雨に話題をしぼった。

1990年代後半ごろから、急速に並列計算機が普及した。それに伴い気象モデルも並列計算を行えるものが開発された。特に2002年に稼働を始めた地球シミュレータの登場は、並列計算による気象シミュレーションを飛躍的に進歩させた。この計算機の高速度と大規

模化により、静力学近似のモデルが、非静力学になり、雲を解像しつつ実際の降水システムのシミュレーションが可能となってきた。水平スケールと鉛直スケールの比が1に近くなれば、静力学近似が成り立たなくなり、非静力学モデルが必要となる。「雲解像」の指す意味はあいまいで、どの解像度になれば雲を解像するといえるのかは明確ではないが、雲解像モデルは少なくとも非静力学モデルである。そのなかでも特に積乱雲一つ一つを解像するモデルをここでは雲解像モデルと呼ぶことにする。非静力学モデルの近年の状況については、Saito *et al.* (2007) に詳細なまとめがある。また、雲解像モデルの基本的原理については、坪木(2010)に解説がある。

名古屋大学地球水循環研究センターでは、旧大気水圏科学研究所の時代、1998年から並列計算機に最適化された雲解像モデルCReSS(Cloud Resolving Storm Simulator)の開発を行ってきている(Tsuboki and Sakakibara 2001, 2002)。2003年から地球シミュレータでそれに最適化したCReSSを実行できるようになり、現在、21世紀気候変動予測革新プログラムで開発が進められている。開発当初は積乱雲とその集団程度のスケールを対象としてシミュレーションを行ってきたが、地球シミュレータでは台風をシミュレーションできるようになり、台風は雲解像モデルの主要な対象となった。特に日本に上陸し暴風や豪雨災害をもたらした実際の台風の量的シミュレーションや、地球温暖化に伴う台風の量的変化などが現在の主要な課題となっている。

雲解像モデルが台風のもたらす豪雨を量的に予測できるかどうかを示すため、2004年10月20日に日本に上陸した台風23号(以下T0423)を対象とし、特に近畿地方の豪雨に着目してシミュレーションを行った(坪木・榊原 2006)。このシミュレーションでは、台風を構成する積乱雲を解像しつつ、台風全体をシミュレーションできるように次のような設定をした。水平

格子間隔は1 km, 格子数は, x 方向に1539, y 方向に1411とした. 鉛直の格子間隔は最下層を200 mとし, 高度とともに間隔を大きくした. その平均格子間隔は約300 mで, 鉛直格子数は63である.

T0423は九州・四国から近畿・中部地方にかけての広域に多くの降水をもたらしたことで特徴づけられる. この台風による豪雨では, 死者・行方不明者は100人近くに達した. この数は2004年の10個の台風による死者・行方不明者の総数の40%にもおよび, 台風による豪雨がいかに大きな災害をもたらすかということを示している.

シミュレーションにおける T0423の移動は, 観測されたものとよく一致し, 奄美大島の南南西から九州, 四国の太平洋沖を北東進し, 四国の室戸岬付近を東北東に中心が通過している. 20日04UTCの台風が四国の南に達したとき, 近畿地方と紀伊半島東部で豪雨が始めた. シミュレーションでは台風の東側で北向き水蒸気フラックスが大きく, それが日本の地形に到達して太平洋側では豪雨が発生している. その豪雨域は台風の移動とともに九州から四国に移動した. シミュレーションされた顕著な降水域は, 九州東岸, 四国, 紀伊半島と近畿地方北部に見られる. これらの領域では, 総降水量が250 mmを越えており, 四国の南側では500 mmに達した. 四国の太平洋側や紀伊半島では山地の効果により降水が強化された. 近畿地方北部では兵庫県から京都府にかけて降水の多い地域が見られる. これが近畿地方北部の洪水をもたらした降水に対応しており, このシミュレーションは実際の降水分布をよく再現した.

台風の予測で重要な点は, 台風内での降水分布が正確に予測されることである. T0423の事例のように中緯度に近づいた台風は, 低緯度にあるときのような対称性のある降水分布から大きくずれて, 降水域が台風に対して非対称に偏って分布する. 台風の降水はその中に形成されるレインバンドに集中するが, 本事例のシミュレーションでは, 台風中心の北東側から東側に観測されたレインバンドが概ねよく再現されており, それによって降水の精度よい予測が得られている. 静力学モデルでは鉛直流は直接計算されるのではなく, 水平風の収束の結果として計算される. さらに雨は格子点スケールの凝結または対流のパラメタリゼーションにより, 水蒸気の飽和剰余として診断的に計算される. 一方, ここで用いた CReSS のような雲解像モデルでは, 雨が時間発展方程式により予報される. 特に

水の過程が正確に計算されることで, あられや雪による水の集積などが直接計算されるので, 精度のよい量的な予測が可能となる. これが雲解像モデルを用いる大きな利点の一つである.

次に計算領域の設定方法について, 新しい方法を開発したのでその概要について述べる. 多くの領域モデルは矩形領域を計算領域としている. 一般に領域モデルでは, 矩形領域を1次元または2次元分割することで並列計算が実行される. 一方で計算の対象にあわせた領域は矩形でないことが多い. 効率よい計算を行うためには, 任意形状の計算領域を用いるほうがよいことが多い. ここで開発した方法は「タイリング領域法」と呼ばれ, 並列計算を2重化する(重並列化)ことで計算が行われる. この方法により, 雲解像モデルを用いたシミュレーションを任意形状の領域で実行できるようにした. この方法を用いることで, たとえば台風の経路に沿うような矩形でない領域の並列計算が可能となる.

計算の例として2004年の台風16号と18号の実験を示す. これらの2つの台風のシミュレーションの設定は以下の通りである. 計算領域は, 東西5120 km, 南北4480 kmで, 水平解像度4000 mである. 重並列化を用いた「タイリング領域法」により, 対象とした2004年の2つの台風のベストトラックに沿って, 計算領域を設定した. 初期時刻を2004年8月25日0000UTCとし, 1209600秒(14日)の時間積分を行った. 初期値・境界値は気象庁全球客観解析から与えた.

第1図にシミュレーションの初期値を示す. 初期値は実線で囲まれた計算領域にのみ与えられ, 折れ線の実線が境界になる. 初期時刻には台風16号は137E, 20 N付近にすでに存在しているが, 18号はまだ発生していない. 台風17号が計算領域の西側境界から計算領域の外に出つつある.

計算の初期時刻2004年8月25日00UTCには, 台風16号はすでに太平洋上で発達していたが, 18号は発生前であった. 14日間の計算で, 2つの台風とも概ね気象庁ベストトラックに沿って移動し, 九州付近を通過し, 日本海を北東方向に進み温帯低気圧化した.

台風16号は鹿児島県に上陸し, 一方, 18号は長崎県に上陸した. それらの上陸地点の位置はほぼ観測と同じであった. またこれらの台風に伴う九州山地の降水が観測とよく対応している. これらのように初期値からの時間が非常に長いにもかかわらず, 日本付近における降水分布と強度がよく再現された. 水平解像度が

4 km であるので、台風に伴う降水強度や風速について量的によく再現されている点が特長である。

中心気圧は初期値・境界値を与える全球客観解析と異なり、両台風ともベストトラックの気圧に近づくように変化し、最低中心気圧は観測されたものとほぼ同じまで低下した。これは台風の強度が雲解像モデルの物理過程によって決まり、ベストトラックが示すように中心気圧の低い台風でもその強度を量的にシミュレーションできることを示している。タイリング領域法を用いて、台風16・18号のベストトラックに沿う領域を設定して実行した長期間シミュレーションで、両台風ともに台風の移動経路、中心気圧、降水強度分布などがよく再現された。

本稿では、雲解像モデルを用いた台風の高解像度シミュレーションについて、最近の成果を基にまとめた。台風のエネルギーは海面からの潜熱で、雲がエンジンとなってそのエネルギーを運動のエネルギーに変換している。そのため積乱雲一つ一つを計算しつつ、台風をシミュレーションすることは、台風の全体の構造を量的に示すために不可欠である。このような大規模な計算は近年のコンピュータの高速化・大規模化に

よって初めて達成できたことである。

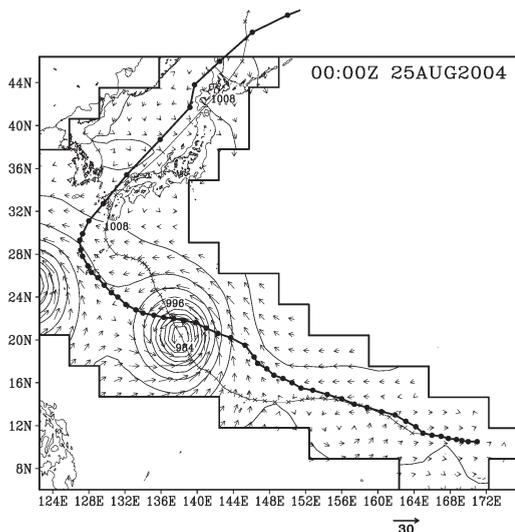
ここで示したように我々は雲そのものを計算機で作ることができるようになってきた。その応用として台風に伴う豪雨や暴風の量的予測は、十分現実的な領域に入ったと考えられる。近い将来、計算機がさらに高速化し、雲解像モデルへの入力データの精度が十分上がれば、台風の暴風雨や積乱雲に伴う様々な危険な気象を、量的により精度よく予測できることが可能になるであろう。我々はそれに向けて、雲解像モデルの高度化を推進していきたいと考えている。

謝 辞

タイリング領域法は、文部科学省の実施している21世紀気候変動予測革新プログラムの研究により開発されました。CRESSの開発には東京大学と名古屋大学の情報基盤センターのコンピュータを利用させていただきました。また、計算には海洋研究開発機構の地球シミュレータを用いました。

参 考 文 献

- Saito, K., J. Ishida, K. Aranami, T. Hara, T. Segawa, M. Narita and Y. Honda, 2007: Nonhydrostatic atmospheric models and operational development at JMA. *J. Meteor. Soc. Japan*, **85B**, 271-304.
- 坪木和久, 2010: 気象のシミュレーション. 共立出版株式会社「計算科学講座10」超多自由度系の新しい科学, 金田行雄・笹井理生 [監修], 115-180.
- Tsuboki, K. and A. Sakakibara, 2001: CReSS User's Guide 2nd Edition.
- Tsuboki, K. and A. Sakakibara, 2002: Large-scale parallel computing of Cloud Resolving Storm Simulator. H. P. Zima *et al.* Eds., *High Performance Computing*, Springer, 243-259.
- 坪木和久, 榊原篤志, 2006: 雲解像モデルを用いた台風に伴う局地豪雨の量的予測実験—2004年10月20日の台風0423号に伴う近畿地方北部の豪雨を例として—. *自然災害科学*, **25**, 351-373.



第1図 2004年台風16・18号のシミュレーションの初期値2004年8月25日00UTCの地上気圧分布 (hPa) と地上風分布。細実線が台風16号の、太実線が18号の気象庁ベストトラック。CRESS Ver.3のタイリング領域法を用いた水平解像度4 kmのシミュレーション。実線の領域が計算領域。

【講演】

1. レーダー反射波の位相情報による屈折指数分布推定

瀬古 弘, 山内 洋, 鈴木 修,
齊藤和雄 (気象研究所)

ドップラーレーダーから発射された電波は、通過す

る大気の水蒸気量等によって遅延する。送電鉄塔などの固定物から反射して戻ってきた電波の位相を測定し、電波の位相の遅延量を得ることができれば、電波の通過した経路上の水蒸気量を推定することができる。今回の天気予報研究会では、マグネトロンを用いたC-バンドドップラーレーダーで観測した位相データから、水蒸気量の情報を持つ屈折指数 (RI) の時間変化を推定する方法を説明し、その手法を海風前線に発生した雲列の事例に適用した結果を報告した。C-バンドレーダーの波長は5.7 cm と短いため、位相の折り返しがしばしば発生する。そのため、本手法では30秒ごとに位相を監視し、折り返した回数をカウントした。また、マグネトロン送信機は周波数の時間変動が大きいので、その影響を取り除く必要がある。本手法では、レーダーサイトと間の距離が既知である参照目標を選び、それらの間に位置する観測鉄塔の気象データとレーダーサイトと参照目標の間の遅延量を用いて、周波数の時間変動の影響を推定し、他の固定物から反射して戻ってきた電波の遅延量から取り除くことにより、観測範囲全体の RI の分布を求めた。関東平野の昼間に発生した海風前線に適用した場合、RIが増加していた領域は、雲列が発生していた地上風の収束帯と一致していた。RIは、非降水時に測定できる水蒸気量を含む情報であることから、局地豪雨を引き起こす夏季の雷雨等の発生予測の精度向上にむけた同化データとして利用することができる。手法や結果の詳細は、Seko et al. (2009) を参照していただければ幸いである。

参考文献

Seko, H., H. Yamauchi, O. Suzuki and K. Saito, 2009 : Estimation of temporal variation of refractive index using C-band Doppler radar equipped with magnetron transmitter. SOLA, 5, 145-148.

2. 伊勢湾台風再現実験 —気象庁メソ解析による再予報—

川畑拓矢 (気象研究所), 國井 勝 (気象研究所, 現 University of Maryland), 高野洋雄 (気象庁), 別所康太郎 (気象研究所, 現 気象庁), 釜堀弘隆 (気象研究所), 中澤哲夫 (気象研究所, 現 World Weather Research Division, WMO),

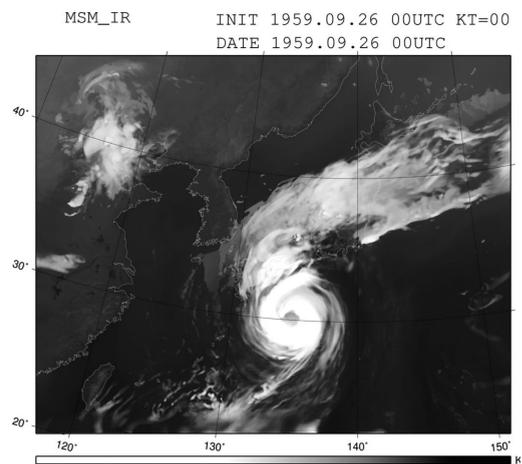
本田有機 (気象庁),

澤田 謙 (気象庁, 現 気象大学校)

伊勢湾台風は、死者・行方不明者が5000名を超える日本の気象災害史上、最大の被害をもたらした台風である。1959年9月26日18時頃、和歌山県潮岬の西に上陸し、琵琶湖付近に達したところで、伊勢湾に3.89 mにも達する高潮をもたらした。気象研究所、気象庁では、伊勢湾台風再解析プロジェクト (Re-analysis of typhoon Vera : ReVera) を実施し、伊勢湾台風の再現、予測を試みた (別所ほか 2010)。本報告では、ReVera プロジェクトのメソおよび高潮チームにおける成果を報告する。詳しくは、Kawabata *et al.* (2011) を参照願いたい。

本研究では、気象庁非静力学メソ解析システム (JNoVA; 本田・澤田 2010) によるデータ同化を行い、その後、気象庁メソモデルによる予報を行った。さらにこの結果を用いて、高潮予報を行った。同化した観測データは、地上、船舶、通常の高層観測、米軍航空機によるドロップゾンデ観測データもしくは台風ボーガスである。

この結果、中心気圧、進路とも実況をよく再現できた。第2図は予報結果より作成した擬似衛星画像である。非常にもっともらしい台風が再現されていることがわかる。初期時刻における中心気圧は、930 hPaで、ベストトラックと比べて10 hPa程度高い。位置誤差は50 km程度である。また、上陸時刻は約1時間遅れているものの、経路は非常に良くあっていた (図



第2図 予報結果より作成した擬似衛星画像 (1959年9月26日00UTC)。

略)。さらに高潮予報における高潮の潮位は、名古屋港における実測値3.89 m に対して、計算結果は3.52 m と非常に近い。また、時間変化もよく合っていた。以上から、観測と比較しうる伊勢湾台風が再現され、現業天気予報において、伊勢湾台風の予報が可能であることを示すことが出来た。

参考文献

別所康太郎, 中澤哲夫, 川畑拓矢, 釜堀弘隆, 高野洋雄, 新藤永樹, 國井 勝, 原 昌弘, 高橋清利, 海老田綾貴, 太田行哉, 古林慎哉, 守谷昌己, 本田有機, 澤田謙, 2010: 伊勢湾台風再現実験プロジェクト. 天気, 57, 247-254.
 本田有機, 澤田 謙, 2010: 非静力学メソ4次元変分法. 数値予報課報告・別冊第56号, 7-37.
 Kawabata T., M. Kunii, N. Kohno, K. Bessho, T. Nakazawa, Y. Honda and K. Sawada, 2011: Re-analysis and re-forecast of Typhoon Vera (1959). Tech. Rep. Meteor. Res. Inst. (submitted)

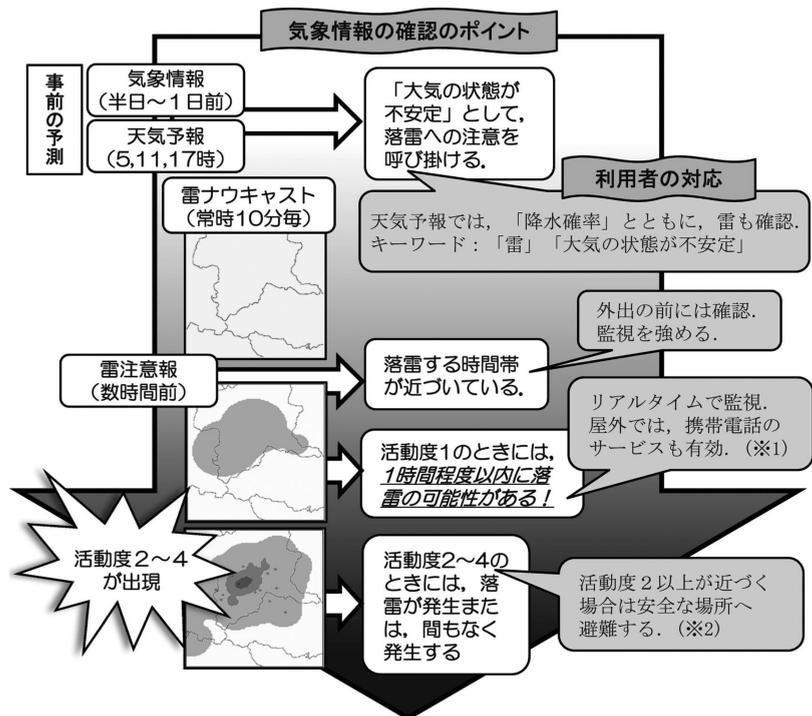
3. 雷ナウキャストの解析・予測手法

笠原真吾 (気象庁 予報部予報課)
 気象庁は従来から提供している「降水ナウキャスト」に加え、2010年5月から竜巻などの激しい突風に対して「竜巻発生確度ナウキャスト」、雷に対して「雷ナウキャスト」の提供を開始した。本研究会においては、「雷ナウキャスト」の解析・予測手法とその特徴、事例、利用方法などについて紹介した。

雷ナウキャストは10分毎1 km 格子で解析、予測(10~60分先)を行い、雷の激しさを雷の活動度として4段階で示すものである。雷ナウキャストの解析では「LIDEN 雷解析」,

「レーダー雷解析」の3つの手法を用いる。LIDEN 雷解析とは、雷監視システムで検知する雷放電を10分毎に集計し、単位面積当たりの密度を基にして雷の激しさを解析する技術である。レーダー雷解析とは、雷放電の検出がなくても、レーダーの3次元観測などから、数十分以内に落雷を発生させる雷雲を解析する技術である。雷可能性の解析とは、発雷のポテンシャル及びレーダー3次元観測などから、今後雷雲に発達する可能性のある雨雲を解析し、時間的余裕を持って雷の発生する可能性のある領域を推定するものである。LIDEN 雷解析は活動度2~4を、レーダー雷解析は活動度2を、雷可能性の解析は活動度1をそれぞれ解析する。雷ナウキャストの予測では、雨雲の移動方向に沿って、各解析手法で解析した結果を移動させる(これを移動予測という)手法に加え、放電活動の激しさの盛衰傾向を統計的手法によって予測する手法を導入した。

雷ナウキャストは、雷雲の発達に応じて解析・予測をするもので、雷雲の発達する前の段階から発表され



第3図 雷に関する気象情報と利用のイメージ。

(※1) 予報業務許可事業者等によるサービス。

(※2) 活動度が表示されていない地域でも、急に雷雲が発達して落雷が発生することがあるので、天気急変に注意。

る情報と併せて利用するのが効果的である。雷に関して段階的に発表される情報について第3図に示す。

①気象情報や天気予報

広範囲で激しい落雷が予想される場合には、半日～1日前に予告的な気象情報を発表し、「大気の状態が不安定」、「落雷に注意」といった内容で注意を呼び掛ける。また、1日3回発表している天気予報では、「雷を伴う」と表現する。

②雷注意報

雷の発生が予測される数時間前には、雷注意報を発表する。この時点で雷ナウキャストによる監視を強めるのが効果的である。

③雷ナウキャスト

実際に雨雲が発達を始めると雷ナウキャストで「活動度1」を表現する。この範囲内では、おおむね1時間以内に発雷の可能性があるため、安全確保に時間を要する場合は、活動度1の段階から行動することが被害防止につながる。実際に雷が発生したり、落雷の可能性が高い状況になった場合には、「活動度2～4」が現れる。活動度2以上では落雷の危険が迫っている状況であり、屋外にいる場合には「活動度の大小に関わらず」直ちに身の安全確保の行動をとる必要がある。特に、活動度2は雷が発生していてもまだ活発に感じない状況か、落雷が発生する直前という状況なので気を許しがちとなるが、この段階で行動をとることが被害軽減に重要と考えられる。

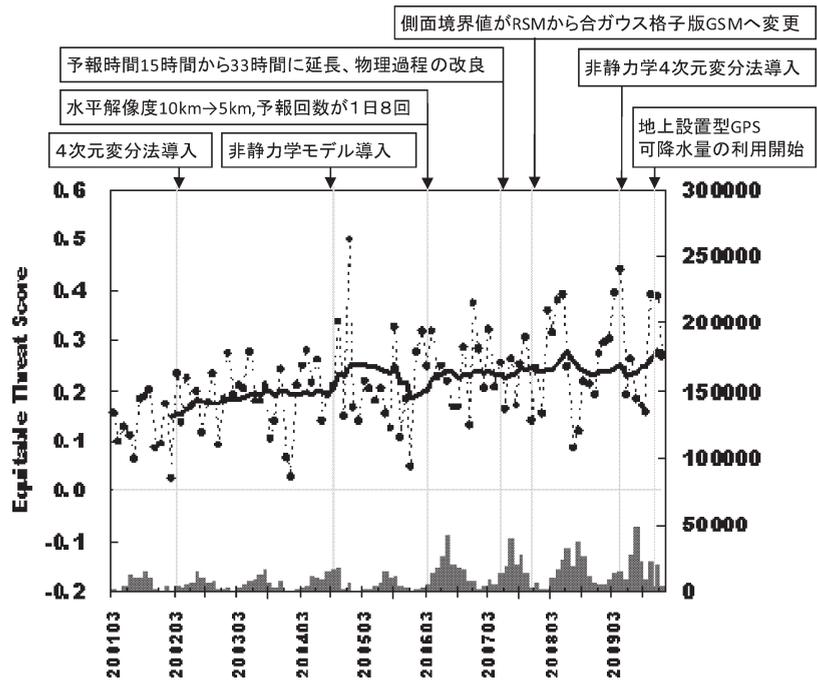
これらの情報は気象庁のホームページでも提供しており、雷ナウキャストは、レーダー観測や降水ナウキャスト、竜巻発生確度ナウキャストと同じページで、要素を切替えて表示できるため雷雨の監視に有効である。

4. メソ数値予報モデルの降水予報精度

幾田泰醇（気象庁予報部数値予報課）

気象庁は、短期予報や防災気象情報の提供支援を主な目的としてメソモデル（MSM）を現業運用している。MSMは、水平解像度が5km、1日の予報回数は8回である。そして、MSMの初期値を与える気象庁メソ解析では、データ同化手法として4次元変分法が用いられており、3時間毎の高頻度で、最新の観測データにより最適化された初期値が作成される。従って、MSMは実況に近い初期値の利用が可能となりMSMの予報は短時間予報の観点では非常に有益である。しかし2008年及び2009年において各地に大きな被害をもたらした豪雨事例の中にMSMの降水現象の再現性が低い事例が散見された。本報告では、統計検証を基にMSMの降水予報精度の特徴について述べると共に、事例の分析を通して明らかになったMSMの問題点と改善の試みについて紹介する。

MSMの降水予報精度は、2001年3月の運用開始以来着実に予報精度が向上してきている（第4図）。しかし、2008年の夏の予報精度は、MSMの運用開始か



第4図 2001年3月から2009年12月までの対解析雨量のエクイタブルスコア。点線は1ヶ月平均、太実線は12カ月移動平均、棒グラフは観測値が閾値を超える格子数を表す。検証格子サイズは20km、閾値は格子内平均降水量10mm/3h、予報時間3-15時間を検証対象とした。

ら2010年1月までの期間の夏季のエクイタブルスコアの中でも非常に低い水準となった。2008年と2009年の夏季は大気安定度の低下による対流性降水や局地的な豪雨が多く、台風などの大規模擾乱の影響が比較的少ないという天候の特徴があった。MSMは、大気安定度の低下による対流性降水現象などが卓越する天候の下では降水予報の精度は低くなる傾向がある。これは、MSMの解像度では、小さいスケールの対流雲を陽に計算することができないことと、それを補いサブグリッドスケールの対流活動を表現する役割をもつ対流パラメタリゼーションも、量的な降水予報精度への貢献としては十分ではないためであると考えられる。

さらに、豪雨事例についての予測精度低下の原因を明らかにするべく、個々の豪雨事例の分析を行った。このうち、2008年7月28日の北陸・近畿地方の豪雨事例については、高層観測や衛星搭載センサーSSMI/S及びAMSR-Eによる観測とMSMの比較を行った結果、予報初期の水蒸気分布の精度が十分ではなく、これがMSMによる降水現象の再現性が低かった原因の一つである可能性が示唆された。この事例について、メソ解析における初期値作成手法の高度化によって水蒸気及び大気の解析精度の向上を図り、この改善によるMSMの降水予報精度へのインパクトを確認した。まず、データ同化手法として従来のメソ4次元変分法から新たに非静力学モデルを基にした非静力学4次元変分法(本田・澤田2010)へと更新することにより、降水予報精度が向上した。次に、地上設置型GPS可降水量データの同化(石川2010)により、初期値における水蒸気場の精度が向上し、MSMの降水予報精度の向上が得られることも示された。なお、これらの手法は、統計的にも予報精度向上に寄与することが確認されたため、非静力学4次元変分法は2009年4月にメソ解析へ導入され、地上設置型GPS可降水量データの利用は2009年10月に開始され現業運用されている。

降水予報精度向上に向け

て、今後もレーダー反射強度などの新たな観測データの導入を進めて初期値の改善を図っていくと共に、対流パラメタリゼーションなどモデルの物理過程の改善も進めていく必要がある。

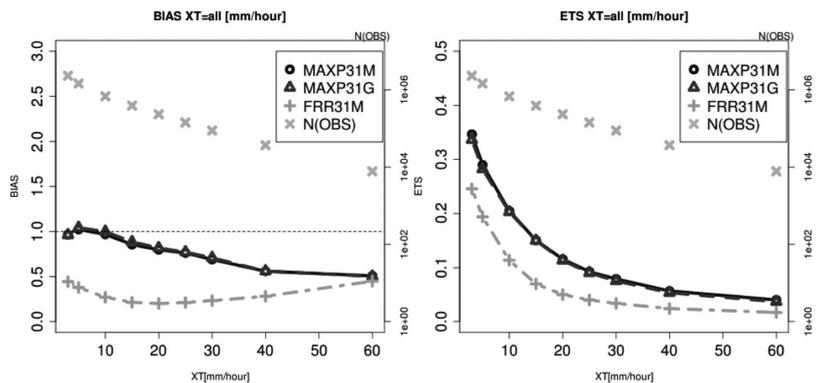
参考文献

本田有機, 澤田 謙, 2010: 非静力学メソ4次元変分法, 数値予報課報告・別冊第56号, 7-37.
 石川宜広, 2010: 非静力学メソ4次元変分法, 数値予報課報告・別冊第56号, 54-60.

5. 気象庁における降水量ガイダンスについて

蟻坂隼史 (気象庁予報部数値予報課)

降水量・地上気温などは数値予報モデルで出力される要素であるが、これらの要素はモデルの特性や解像度による系統的な誤差を含んでいる。これらの要素と予測対象との差を統計的に修正し、利用者に必要な情報へ加工するものを一般にガイダンスと呼んでいる。気象庁では降水予報にかかわるものとして、降水確率ガイダンス・平均降水量ガイダンス・最大降水量ガイダンスを運用し、予報官の基本資料の一つとしている。降水関係のガイダンスは全て格子形式で予測している。このうち、降水に関する注警報の資料として特に重要となるのが最大降水量ガイダンスである。最大降水量ガイダンスはその用途に応じ、前3時間内1時間最大降水量, 前3時間最大降水量, 前24時間最大降水量を予報対象とし、プロダクトを作成している。



第5図 最大降水量ガイダンスとMSM降水量の比較。横軸：検証閾値 [mm/h], 縦軸(左)：バイアスコア, 縦軸(右)：ETS, 検証対象は対解析雨量, 検証プロダクトは前3時間内1時間最大降水量, MAXP31M: MSM最大降水量ガイダンス, MAXP31G: GSM最大降水量ガイダンス, FRR31M: MSM降水量, N(OBS): 解析雨量サンプル数。

平均降水量ガイダンスは解析雨量から作成した平均降水量を従属変数、数値予報モデルから作成した9変数を独立変数とし、カルマンフィルタを用いてその回帰係数を逐次的に求める。回帰係数による予測値は大きな降水量を予測しないため、頻度バイアス補正により予測値を補正する。さらに1～3mm程度の精度を上げるため、降水確率ガイダンスによる補正をして最終的なプロダクトとしている。

最大降水量ガイダンスは解析雨量から作成した最大降水量と平均降水量の比率を従属変数、数値予報モデルから作成した6変数・解析雨量から作成した平均降水量（以下A）の計7変数を独立変数とし、7-sigmoid-6-linear-1で構成されるニューラルネットワーク

を統計的に求める。予測時にはAを平均降水量ガイダンスに置換し、出力を予測比率とする。予測比率と平均降水量ガイダンスの積を最終的なプロダクトとしている。

対解析雨量の検証では、前3時間内1時間最大降水量ガイダンスは数値予報モデルの降水量に比べてバイアスコアが1に近くエクイタブルスレットスコア(ETS)も高い(第5図)。数値予報モデルの結果からより利用価値のある情報を抽出できているといえる。ただし、実際の作業で要求される精度でみた場合は十分とは言えず、今後もプロダクトの改良に取り組んでいく。