解 説

平成2年度
年次研究発表会

数値予報モデルによる地上風の予測 Surface wind forecasts with numerical weather prediction models

瀬上 哲 秀*
Akihide SEGAMI

SUMMARY

This describes the method of prediction of surface wind fields by use of numerical models at Japan Meteorological Agency (JMA). The concept and the system of the numerical weather prediction are shown first, because the numerical weather prediction is now essential to weather and wind field predictions. Numerical models at JMA are also summarized with the emphasis of surface friction schemes.

Forecasts of surface winds by the numerical prediction model (JSM) are fairly accurate except for regions of complex terrain. To improve forecasts over such regions, one-level surface wind model is being developed. The model requires a modest computer resources. It will be operated at local forecast centers using their work-stations.

1. はじめに

花鳥諷詠を重んじる国民性のゆえか、変化に飛んだ風土のためか、はたまた、当たり障りのない話題のお陰か、人々はよく天気のことを口にする。そしてその時には、当たり外れのある天気予報のことも必ず話題にのぼる。お堅いのが常のお役所仕事にあって、天気予報ほど多くの人に親しまれているものはない様に思う。ただし、茶化されたりお叱りを頂くことはあっても、当たったといって決して褒められることのない、損な商売でもある。しかしながら、このように身近な天気予報がどの様にして作られているのか、知っている人は少ないのではないと思われる。気象庁が日々発表する天気予報の基になる資料としては、気象衛星ひ

まわりやアメダスが良く知られている。しかし実際には、「数値予報」という大型計算機を使った予測が、天気予報にとって最も重要になっており、極く短時間の予報を除き、明日、あさっての予報や週間予報の中心をなしている。ところが、この数値予報という言葉すら、知っている人がほとんどいないのが現状であろう。

ここでのテーマは風の予測であるが、風は気圧差が原因で起こるので、風の予測をしようと思えば気圧場（高気圧や低気圧）の予想をうまくしなければならぬ。気圧場の予想は天気予報の基本である。つまり、天気予報を抜きにして風の予測法だけを取り出して述べることは出来ない。そして、天気予報の話をしよ

* 気象庁数値予報課
Numerical Prediction Division, Japan Meteorological Agency
(平成2年4月7日 受理)

うとすれば、どうしても数値予報の話しを避けて通ることは出来ない。そこで、先ず数値予報とは何かというところから入っていくことにする。

2. 数値予報の原理

大気の状態（気温、風、気圧、水蒸気）とその時間変化は、物理法則に従って、幾つかの方程式で記述される。観測によってある時刻の大気の3次元的状态が分かれば、これらの方程式を初期値問題として解いて、任意の時刻の状態を決定論的に決めることが出来る。ただし、方程式は非線形偏微分方程式であるので、解析解の重ね合わせや単純外挿では解けない。大型計算機を使って、数値的に解くしかない。このようにして将来の大気の状態を予測することを数値予報と呼んでいる。

支配方程式は、

① 運動方程式 (Navie-Stokesの方程式)

風速（東西成分、南北成分）の時間変化を規定する

② 熱力学の式 (エネルギー保存の式)

気温の時間変化を規定する

③ 連続の式 (質量保存の式)

④ 水蒸気保存の式

からなっている。この中では、大気の3次元的状态だけでなく、地表面付近での摩擦効果、太陽の日射や放射冷却、あるいは雲が出来て雨が降るなどのプロセスも計算されている。

予報変数をAとすると、これらの方程式は簡単に

$$\frac{\partial u}{\partial t} = F(t) \quad (1)$$

の形に書ける。これを差分の形に直すと、初期値($t=0$)から Δt 時間後のAの値は次のように得られる。

$$u(\Delta t) = u(0) + F(0) * \Delta t \quad (2)$$

Δt 時間後の値が求まれば、同じ方法でさらに Δt 時間後...と繰返し行なうことで、原理的に任意の時刻の値が得られる。ここで、 Δt は数値予報モデルの分解能や風速に依存し、風速が早いほど、また分解能が細かいほど短い時間間隔を取る必要がある（時間積分の安定条件：CFLコンディション）。後で述べる全球モデルでは15分、日本域モデルでは3分程度である。

なお、(1)式のFには空間微分の項も含まれる。これには、差分を用いたり直交関数系で展開したりして

表現している。数値予報についてのさらに詳しい説明は、増田(1981)を参照されたい。

3. 気象庁の数値予報システム

数値予報のシステムは、Fig. 1に示すように、観測データの収集、解読、解析、予報、応用処理からなっている。

先ず、観測データの収集を行なう。（もちろん、観測をする必要があるが）。世界中で観測された気象データが、オンラインで気象庁本庁に集められる。コード化された電報形式で送られるので、それを気温などの物理量に解読する。数値予報で使われるデータには、地上観測、高層のゾンデ観測、航空機や気象衛星で観測されたデータなどがある。これらの観測データは、観測手段により精度がまちまちであり、かつ、不規則に分布している。数値予報を行なうには、規則正しい格子点上で値が分布していることが望ましい。観測データの精度を考慮しながら、格子点上の値に内挿することを客観解析と呼んでいる。この客観解析された場が、数値予報の初期値となる。予報された結果はいろいろ応用処理され、画像データ、GPV（格子点データ）として、全国の気象官署に送られる。これを使い、ひまわりやアメダス、レーダーのデータを考慮しながら、天気予報が出されるのである。

Fig. 1 数値予報のシステム
Numerical weather prediction system.

4. 数値予報モデルの種類と予報例

気象庁では、Table 1のように4つの数値予報モデルが現業的に運用されている。それぞれ、目的や予報領域、分解能が異なっている。なぜ、このようにいろんなモデルが必要なのか。たとえば、1つの数値予報モデルで全球を覆うとする。よりきめ細かい予報をするためには、モデルの空間分解能を小さくする必要がある。もし、分解能を3次元的に半分にしたとすると、格子点数は $2^3 = 8$ 倍になる。時間積分の安定条件により、 Δt も半分にする必要があるので、結局、計算時間は

16倍かかることになる。したがって、全球を覆う予報モデルに対しては分解能を粗くし、分解能を細かくし集中豪雨などを予測しようとすれば(たとえばJSM)、領域を狭くしなければならない。このため、目的に応じて予報領域や分解能が異なったモデルが必要になる。なお、なぜ全球を覆うモデルが必要化といえ、1週間先の天気予報をする場合、地球の裏側、つまりヨーロッパ付近の低気圧や高気圧が日本の天候に影響を及ぼしうからである。

Fig. 2に日本域モデル(JSM)の予報領域と地形を

Table 1 気象庁ルーチンモデルの概要

Outline of operational numerical weather prediction models in JMA

	全球モデル Global Spectral Model (GSM)	アジアモデル Asia Spectral Model (ASM)	日本域モデル Japan Spectral Model (JSM)	台風モデル Typhoon Model (TYM)
目的	週間予報 国際線の航空路予報	明日、あさっての 予報	今日、明日の予報 集中豪雨の予報、 気温、雨、風の予報	台風の進路予想
予報領域	全球	東アジア	日本付近	台風中心付近
水平分解能	110 km	北緯60°で、格子 間隔75 kmに相当 (ポーラステレオ 座標)	北緯60°で、格子 間隔40 kmに相当 (ポーラステレオ 座標)	台風中心で、格子間 隔50 kmに対応 (ランベルト座標)
鉛直レベル	21層	16層	19層	8層
予報時間と 回数	3日予報(1日1回) 8日予報(1日1回) 15日予報(月3回)	2日予報 (1日2回)	1日予報 (1日2回)	60時間予報 (必要に応じて)

Fig. 2 JSMの予報領域と地形

Forecast domain and topography of JSM.

Fig. 3 JSMによる地上気圧の24時間予報(b)とその時の実況(a). 初期値は1988年3月11日00GMT.
24-hour forecast of surface pressure by JSM (b) and its verification (a).
Initial time is 00GMT 11 March 1988.

示す。また、Fig. 3にJSMによる24時間予報の例を示す。中国大陆にあった低気圧が24時間で24mb発達し北海道の西に移動した。この低気圧の急激な発達と位置が共に、非常に良く予報されていることが分かる。関東付近に別の低気圧が発生することも予想されている。この例だけでなく、最近の数値予報では、3日先程度の気圧場はかなり良く予報されるようになっている。

5. 大気境界層内の風予測

今まで述べてきたように、数値予報モデルでは風は気温や気圧と同じように予報変数となっており、任意の時刻の3次元的状态を予測することが出来る。この結果は、通常の天気予報はもちろんのこと、国内線、国際線の航空路の予想にも広く使われている。ただし、一般の人にとって重要なのは上空の風ではなく、地上に極く近い所の風向風速である。地上付近は地面による摩擦が強くなるため、特別の取り扱いをする必要がある。流体力学では、固体壁近くの摩擦の卓越する領域を境界層と呼んでいるが、我々も地上1500m位までの層を大気境界層と呼んでいる。そして、特に地上50m位までを接地境界層という。

我々のモデルでは、大気境界層を精度良く予報するため、大気の下層にたくさんのレベルをとっている。その上、境界層付近で発生する乱流による摩擦の効果

も取入れている。以下にこの点を説明する。

一般に大気などの流体では、分子粘性だけでなく、非線形相互作用の働きで乱流(渦)によっても摩擦(渦粘性とよぶ)が生じる。そして、この渦粘性が大気境界層では重要となる。

流れの場を平均流とそこからのずれ(乱流量)に分けたとする。つまり、

$$u_i = \bar{u}_i + u_i'$$

ここで、 $(\bar{\quad})$ は平均量、 $(\quad')$ はそれからのずれ(乱流量)を意味する。数値予報モデルでは、格子点の値を平均量とし、それより小さなスケールの現象を乱流として扱っている。この時、平均場に対する方程式には、渦粘性による項が付加される。(Rotta (1975) のp45参照)。この時、たとえば(1)式は次のようになる。

$$\frac{\partial \bar{u}_i}{\partial t} = F_i - \frac{\partial \bar{u}_i' u_j'}{\partial x_j} \quad (3)$$

ここで、 $-\rho \bar{u}_i' u_j'$ はレイノルズ応力と呼ばれる2次の統計量(モーメント)である。結局、この量を求めれば良いのだが、これを求める方程式を作れば3次の統計量が現われ、さらに3次を求める方程式には4次が現れる...というように、何処までいっても方程式は閉じない。なんらかの別の仮定を用いてn+1次のモーメントをn次以下のモーメントで表わし、方程式系を閉じさせる必要がある。これを完結問題(Closure

problem) と言い、その時の仮定を n 次の完結仮定 (Closure assumption) と言う。我々の数値モデルでは、次のような極く簡単な 1 次の完結仮定を用いている。

$$-\overline{u'w'} = K_M \frac{\partial u}{\partial z} \quad (4)$$

ここで、 K_M は渦拡散係数とよばれ、高さによって変化する。そして、(3) 式は u (風の x 成分) に対して次のような方程式になる。

$$\frac{\partial \bar{u}}{\partial t} = F - \frac{\partial \overline{u'w'}}{\partial z} \quad (5)$$

なお、大気境界層では水平に比べて鉛直方向の変化が遥かに大きいので、鉛直微分のみ考慮している。

さて、大気の成層状態が中立の時 (大気の気温減率が $1^\circ\text{C}/100\text{m}$ の状態。地上付近では極く普通の状態である)、接地境界層の風速の鉛直分布は、Fig. 4 のような対数則に従うことが観測から良く知られている。この図で、風速がゼロになる所まで外挿した時の高度 z_0 を粗度と言う。粗度は地表面の凹凸度を表わすパラメーターで、この値が大きいほど摩擦が大きくなる。

対数則は、

$$u \propto \log\left(\frac{z}{z_0}\right) \quad (6)$$

Fig. 4 地表面付近での風速
Wind speed near ground surface.

あるいは、

$$\frac{\partial u}{\partial z} \propto \frac{1}{z} \quad (6')$$

という形に書ける。一方、接地層では、摩擦項は他の項に比べて非常に大きいので、(5) 式は

$$\frac{\partial \overline{u'w'}}{\partial z} = 0$$

となる。(この式は $\overline{u'w'}$ = 定数、つまり乱流による運動量の鉛直輸送が高さによらず一定であることを意味する)。これを (4)、(6') 式と比較すると、

$$K_M \propto z; \quad K_M = \kappa u_* z \quad (7)$$

として求まる。ここで、 $\kappa (=0.4)$ はカルマン定数である。また、 u_* は摩擦速度とよばれ、速度の次元をもつ。大気の成層が中立以外の時は、対数則から若干ずれて、(7) 式の渦拡散係数は

$$K_M = \kappa u_* z / \phi_M$$

となる。 ϕ_M は普遍関数と呼ばれ、大気の安定度に依存する。我々は ϕ_M として Businger (1971) が観測から求めた実験式を用いている (竹内・近藤, 1981 参照)。また、粗度としては植生から求めた適当な気候値を用いている。

以上は接地境界層の渦拡散係数であるが、その上の上部境界層では、Mellor & Yamada (1974) のレベル 2 のクロージャー・モデルを用いて渦拡散係数を求めている。

6. JSM による地上風の予測精度

地上付近の風は、細かな地形や建物の影響を強く受けている。数値モデルで予測しようとするのは、もちろんこの様な局所的な風ではない。例えば JSM の分解能は 40km (東京付近で 34km 程度) であり、せいぜい波長 200km ぐらいの波を表現できるに過ぎない。一方アメダスは、風に対しては 21km の格子に 1 個の割合で分布しているが (雨は 17km に 1 個)、付近の建物の影響などで、必ずしも空間代表性の良い地点もある。したがって、この両者を直接比較するには問題もあるが、他に観測データもないので、ここではアメダスを使って JSM の風予想の精度を検証した結果を示すことにする (萬納寺, 1989)。

JSM の格子点値を、その格子点を中心とする 40km

Fig. 5 表2で示した地域
Regions specified in Table 2.

*40kmの枠内にあるアメダス地点の観測の平均値と比較する。平均は、風速については算術平均（スカラー平均）し、風向についてはベクトル平均した風の風向を用いる。また、風向については、モデルで2 m/sec 以上の場合のみ対象とした。

調査期間は、1988年4月から89年3月までの1年間である。J SMの12時間予報結果のみを示す。24時間予報でも精度はほとんど変わらない。

6. 1 風向の予測精度

風向の予測には、地域特性がよく表れる。Fig. 5に示すような特徴的な14の地域を選び、その風向の一致率（風向の誤差が $\pm 22.5^\circ$ 以内である割合）をTable. 2に示す。これらの地域は、比較的予報精度の良い地域と、そうでない所に分けられる。予報精度の良い地域は、基本的に細かな地形の影響を受けていない所である。それをさらに、

- ① 地形の影響をほとんど受けない地域（A, B, G, N）
- ② モデルで表現できる程度の地形で卓越風向が決まる地域（E, F, I, J, M）
- ③ 卓越風向に対して障害物が無い地域（D, L）の3つに分けることが出来る。また、予報の悪い地域は
- ④ 内陸の山岳地域（C, H, K）である。

①は釧路・根室（B）や南西諸島（N）など、地形が平坦で気圧傾度による風が素直に吹く所である。参考のため、釧路・根室のFig. 6に89年1月の風向の散布図を示した。0°は北風、90°は東風、-90°は西風

Table 2 風向の誤差が $\pm 22.5^\circ$ 以内である割合
Percentage of wind direction error within 22.5° .

記号	地域名	4月	7月	10月	1月
A	宗谷・留萌北部	50	44	56	53
B	釧路・根室	50	51	56	52
C	北海道の山地	26	12	30	23
D	積丹・江差	34	36	48	48
E	津軽海峡	48	57	51	57
F	仙台・酒田・秋田	44	61	43	44
G	関東平野南部・伊豆	54	53	41	44
H	中部山地	18	18	19	22
I	能登半島	54	48	44	47
J	若狭湾・伊勢湾	50	47	44	43
K	四国の山地	19	7	21	17
L	佐賀・長崎	54	50	44	43
M	鹿児島	48	48	46	47
N	南西諸島	58	60	72	68

である。ななめの細線は、誤差が $\pm 22.5^\circ$ と $\pm 45^\circ$ を意味する。ほとんどが $\pm 45^\circ$ 以内に入り、予報がかなり良いことが分かる。

②については、地域F（仙台・酒田・秋田）を例にとって説明する。Fig. 7は、この地域の1月と7月の散布図である。冬は北西風、夏は南東風が観測で卓越するが、J SMでもそれを良く予報している。J SMモデルで表現される程度の地形（Fig. 2の地形にあるような仙台から酒田・秋田にかけての大きな谷筋）で、実際の卓越風が決まっているためであろう。

③は、ある方向の風に対して精度の良い地域である。

Fig. 6 地域Bの1989年1月の風向の散布図
横軸は観測、たて軸は12時間予報を意味する
Scattered diagram of wind direction for
January 1989 at Region B.
Abscissa indicates observation and ordinate
shows 12-hour forecasts by JSM.

Fig. 8 地域Hの89年1月の風向の散布図
Same as Fig. 6 except for Region H.

Fig. 7 地域Fの風向の散布図。左図は89年1月、右図は88年7月。
Same as Fig. 6 except for Region F. Left panel: January 1989. Right panel: July 1988.

例えば地域D(積丹、江差)では、Table.2に示すように、10月・1月に西北西の風が卓越する時にモデルの予報精度が良く、他の季節では良くない。

④の予報精度の良くない地域は、モデルの地形より小さい、複雑な地形の影響を強く受けている所である。Fig. 8に中部山岳の散布図を示すが、非常に精度は悪い。

以上の結果は、基本的にJSMの気圧場の予想が良いことを意味している。そして、障害物がない地域、あるいは、JSMで表される程度の地形に強制される地域では、風向の予報精度が良く、山間部などの複雑な地形の所では精度が悪いということである。

6. 2 風速の予想精度

風速の予想精度は、風向ほどには良くない。例えば地域B（釧路・根室）とH（中部山岳）の一月の風速の散布図をFig. 9に示す。Hが悪いのは仕方ないとして、Bも風向の分布に比べてばらつきがかなり大きくなっ

ている。そして、モデルの風は観測に比べて弱めに予想されている。これは、第3節で述べたモデルの粗度が大きすぎ、摩擦が効きすぎているためであろう。しかし明らかな相関が有るので、なんらかの補正をすることで予報として使うことが可能である。

Fig. 9 地域B（左図）と地域H（右図）の1989年1月の風速の散布図
Scattered diagram of wind speed for January 1989 at Region B (left panel) and Region H (right panel)

Fig. 10 風一層モデルの18時間予報の風の場とそれに対応する1989年9月24日15時のアメダスの実況図
18-hour forecast of wind fields by One-level surface wind model and corresponding observation by AMeDAS at 15LST on 24th Sep. 1989.

7. 将来の展望

JSMは山岳部などの複雑地形上での風の予測は良くない。これを解決する方法として、JSMをさらに高分解能化することが考えられる。実際、分解能を10kmにしたテストでは、非常に結果が改善されている。このことは、JSMにうまく複雑地形の影響を取込めば、地上の予報が大きく改善される事を示唆している。しかし、10kmのモデルで日本全国を覆うとすれば、計算機資源が100倍以上かかる事になり、当面は現業的に利用することは不可能である。そこで、地形の影響を単純化して取入れ、地上の風だけを予想する「風一層モデル」を開発しテスト中である。Mass & Dempsey (1985)のモデルを基にし、より現実的な改良(側面境界の変化、熱の取入れ方など)を行なったモデルである。計算時間があまりかからず、高分解能化が出来るのが利点である。このモデルの予報例をFig. 10に示す。海風が南から石狩平野に入り、そして石狩湾を抜けている。それが回り込んで天塩平野でまた海風となって入っていく。また、十勝平野での海風、オホーツク海沿岸での海岸線に沿う風など、モデルの予報は良く実況と一致している。

このモデルを、地方の気象官署のワークステーションで走らせることを計画中である。

参考文献

- 竹内清秀・近藤純正(1981): 地球に近い大気, 東京大学出版会。
萬納寺信崇: 地上風の検証, 数値予報解説資料(22), 気象庁, pp33-44 (1989)。
増田善信: 数値予報-その理論と実際-, 東京堂出版, 278pp (1981)。
Rotta, von J. C. : 乱流, 岩波書店, 277pp(1975)。
Mass, C. F. and D. P. Dempsey : A one-level, meso-scale model for diagnosing surface winds in mountainous and coastal regions, Mon. Wea. Rev., Vol. 113, pp1211-1227 (1985)。
Mellor, G. L. and T. Yamada : A hierarchy of turbulence closure models of planetary boundary layers, J. Atm. Sci., Vol. 31, pp1791-1806 (1974)。
Segami, A., K. Kurihara, H. Nakamura, M. Ueno, I. Takano and Y. Tatsumi: Operational mesoscale weather prediction with Japan Spectral Model, J. Met. Soc. Japan, Vol. 67, pp907-924 (1989)。

質疑応答

とりまとめ 花房 龍男*

質問 多くのモデル方程式が使われているようですが、どの程度確立されたものなのでしょうか。数値計算の方法についてはいかがですか。(田村 哲郎)

回答 数値予報で行なっている計算を、力学過程と物理過程の2つに分けて考えることができます。力学過程というのは大気の運動に関係する項で、気圧勾配によって風が吹いたり、また、風によって物理量が流されたりするのを計算する部分です。一方、物理過程では、放射(日射による地面の加熱や放射冷却、またオゾン層での紫外線の吸収など)対流(雲ができ、雨が降ること)そして乱流過程(大気境界層内での摩擦力や、地表面からの蒸発など)などを計算しています。力学過程の方程式系に関しては完全に確立されていま

す。座標系の取りかたで、表現の形式が若干異なる程度です。数値計算の手法も概ね固まっていると言って良いでしょう。(いかに速く(もちろん正確に)計算するかという点で改良の余地はありますが)。現在の気象庁のモデルでは、空間に関し、鉛直は格子点、水平はスペクトル法で場を表現しています。全球モデルではルジャンドル関数、領域モデル(ASM, JSM, TYM)では2重フーリエ関数を使っています。時間積分は、方程式系を位相速度の遅い気象学的に意味のある波と位相速度の速い重力波に分け、前者についてはリープフロッグ、後者はインプリシット化して Δt を長くとり、計算時間の短縮を計っています。

一方、物理過程に関しては、自然界で起こっている

*気象庁 観測部

現象に少しでも近づけるという大前提でモデルの精密化を計っていますが、計算資源の問題や、そもそも自然現象がどのようなメカニズムで起こっているかが解明されていないことなどが原因でまだまだ改良の余地がありそうです。特に対流現象に関しては。

質問 台風のシミュレーションについて、全球でなく部分的な領域を解いているとしたら、周辺の境界条件はどの様に設定しているのですか。(田村 哲郎)

回答 全球を覆わない領域モデル(ASM, JSM, 台風モデル)では、側面境界の値をより大きなモデルの予報からもらっています。つまり、ASMと台風モデルでは全球モデルから6時間ごとに、JSMではASMから3時間ごとに境界値をもらい、その間の時間は線形に内挿して使っています。(2重フーリエを使ってどうして境界値を取り込めるかはTatsumi(1986)気象集誌64巻を参照して下さい)。現在のところ、外のモデルと内のモデルの境界での繋ぎには問題はなく、空間分解能の粗い外のモデルで表現できる高気圧、低気圧などはモデルの側面境界を通してスムーズに出入りすることが可能です。しかし、小さな台風などは全球モデルでは表現できないので、台風モデルでは、初期にモデルの中央付近に台風を置き、境界の影響がなるべくでないように配慮しています。この場合、全球モデルは進路予報に重要な台風の周りの場を与えていると考えれば良いでしょう。

質問 風に対する地形の影響は、格子間隔を小さくすればかなりの精度で予測できると考えられるか。

(河井 宏充)

回答 数値予報の精度は、他の数値計算と同様、初期条件、境界条件、そして計算手法そのものの精度に依存しています。そして、現象によって初期条件に非常に敏感に反応する現象もあれば、地形という境界条件に強く依存する気象現象もあります。数値予報の初期値を与える最も重要な観測は、ゾンデによる高層観測ですが、これは約300kmに1個の割合しかなく、小さな気象現象を予報するには少なすぎます。その意味では格子間隔を単純に小さくすることに疑問がない訳ではありません。しかし、地上付近の風の場合、大きなス

ケールの場合を与えた時に地形(境界条件)によって風がどう変型されるか、という点が重要になってきます。そのため、大きなスケールの気圧場さえうまく予想できていれば、地形の影響を強く受けた風の予報は十分可能であるという考えもあります。私たちの経験からいえば、少なくとも地上風の予想に関しては、格子間隔を小さくするだけで(それに応じてモデルの地形も細かくするので)、予報精度は非常に良くなると言えます。現在気象庁でルーチンに使っているモデル(JSM)で、もっとも分解能の細かいものの格子間隔は40kmですが、その予報精度は複雑な地形をもつ山岳部で悪くなります。しかし、分解能を単純に10kmにしたモデル(初期値も同じ)でも、地形に応じた風系がうまく予想されるようになります。私の個人的な印象で言えば、少なくとも5kmぐらいまでは精度の向上が望めるように思います。(*気象庁 観測部)

質問 強風に限定して扱ったり、または、今後12時間内の最大値という形の予測であれば、はるかに精度も向上し、予測をより有効に使えるのではないか。

(神田 順)

回答 ご指摘の通りだと思います。今回示した精度の検証は、ある時刻に対する観測と予測を比較したのですが、一部の気象官署では独自に時間的に幅を持たせての最大風速の検証を行っており、予測精度がかなり上がることを指摘しています。

風に限りませんが、予報結果を利用する場合、有効であるかないかというのは利用する側がどのような使い方をするかによって大きく変わるかと思います。時間と空間を特定した予報を望むユーザーと、ある程度幅を持たせた時空間での情報を欲する人とは、要求する精度にも自ずと違いが生じます。気象庁では、今まで文章による天気予報しか発表してきませんでしたが、数値予報の格子点データも部外(自治体や民間天気予報会社、航空会社など)に提供していこうという動きがあります。数値予報データが自由に使えるようになれば、ユーザーが目的に応じて加工し利用することで、真に有効な利用に繋がると考えます。