

4.6 プロダクトに関する参考情報

気象庁から気象事業者などに配信される数値予報プロダクトに関する参考情報を以下に示す。

4.6.1 数値予報プロダクトにおける格子点値の統計処理について

気象庁から気象業務支援センター経由で GRIB2 形式により配信されている数値予報 GPV に関して、GPV の値はその格子点領域の代表値を意味する。数値モデルでは、格子点の値をその格子点領域の平均状態を示すものと捉えて予測計算をしており、例えば GPV の風は観測値のような 10 分平均値などではなく、数値モデルが計算する、その瞬間の値となる。一方、積算降水量（一定期間（例：前 1 時間など）の降水量を積算した値）や日射量（一定期間（例：前 1 時間など）の平均値）など、数値モデルの出力結果に対して何らかの統計的処理が施される要素もあるため、詳細については各プロダクトに関する「配信資料に関する仕様」¹を参照されたい。なお、GPV プロダクトの作成時には、数値モデルの格子点から利用者が利用しやすい格子点へ水平内挿されたり、気圧面に鉛直内挿されることによって平滑化されていることにも留意が必要である。

4.6.2 GRIB2 形式配信資料で積算降水量の差を取ると稀に負の値を生じることについて

気象庁から気象業務支援センター経由で GRIB2 形式により配信されている数値予報 GPV において、降水量が初期時刻からの積算値として格納されている場合、任意の期間の降水量は起点終点の積算降水量の差から求まるが、この値が稀に負の値となる。その場合、負の値を無視するなどの対応が必要となる。この負の値が生じる理由について解説する。

GRIB2 形式は、多次元のデータを水平 2 次元配列データに分解して格納する。その水平 2 次元配列データは 1 格子点あたり一定のビット数の整数値の列 x_i (i は格子番号) として表現される。この整数値列 x_i から次式によってデータ Y_i が復元される。

$$Y_i = (R + x_i \cdot 2^E) \cdot 10^{-D} \quad (4.6.1)$$

ここで、 R 、 E および D はそれぞれ参照値 (reference value)、二進尺度因子 (binary scale factor) および十進尺度因子 (decimal scale factor) と呼ばれ、要素、水平面、予報時間により異なる。

気象庁が作成する数値予報 GPV (GRIB2 形式) では大抵の場合、1 格子点あたり 12 ビットを用いて x_i を表現する。つまり $0 \leq x_i \leq (2^{12} - 1) = 4095$ の範囲に収まるように、表現すべき値に応じて自動的に R および E が選択されている。 D は物理量ごとに固定値が使用され、実際の積算降水量データに含まれる GRIB2 では次のようになっている。

R : 常にゼロ

E : -7 程度の負値から予報時間と共に単調増加

D : 常にゼロ

積算降水量の配信領域内での最大値 Y_{\max} は初期時刻から予報時間が経過するにつれて単調に増加する。 E を小さい値のままにしておくと $x_i > 4095$ となってオーバーフローする (12 ビット整数で表現できなくなる) ため、 E は予報時間とともに単調増加することとなる。以下、具体例を挙げる。

$E = -5$: $Y_{\max} > 127.97$ [kg/m²] でオーバーフロー

$E = -2$: $Y_{\max} > 1023.75$ [kg/m²] でオーバーフロー

$E = -1$: $Y_{\max} > 2047.50$ [kg/m²] でオーバーフロー

2^E は Y_{\max} を表現するための降水量の刻み幅に相当する。ここで、 E が異なる 2 つの予報時間の積算降水量の値の差から降水量を求めると、負の降水量となる場合がある。たとえば $E = -2$ から $E = -1$ に変わるとき、降水量は $2^{-2} = 0.25$ [kg/m²] 刻みから、 $2^{-1} = 0.5$ [kg/m²] 刻みで表現されることに変わる。仮にある格子点の積算降水量がその両者の時刻で変わらなかったとして、GRIB2 に書かれる整数値 x_i と復元結果 Y_i は表 4.6.1 のようになる。この例では元の値が 10.20 [kg/m²] だと、降水量の差は負値 -0.25 [kg/m²] になる。

表 4.6.1 E が異なる 2 つの予報時間について積算降水量を GRIB2 格納・解読した結果

元の値 [kg/m ²]	$E = -2$		$E = -1$		降水量の差 [kg/m ²]
	x_i	Y_i [kg/m ²]	x_i	Y_i [kg/m ²]	
10.10	40	10.00	20	10.00	0.00
10.20	41	10.25	20	10.00	-0.25
10.30	41	10.25	21	10.50	0.25
10.40	42	10.50	21	10.50	0.00

また、数値モデルの GRIB2 プロダクトは、以下のような 2 つのステップによる処理により作成される。

1. 数値モデルの結果を一旦 (GRIB2 形式とは異なる) GPV として出力
2. その GPV をさらに GRIB2 形式に変換

1. の処理においても、ストレージなどの計算機資源を効率的に使用することを目的に、数値モデルの結果を小さいビット数で表現するよう圧縮しており、この時点で丸めの影響により負の降水量が生じる場合がある。この場合、GRIB2 において時間降水量を算出する際の起点終点における GRIB2 二進尺度因子 E が同じ場合でも、負の降水量となる場合がある。

このように、GRIB2 形式により配信されている数値予報 GPV において、積算降水量が予報時間の経過に伴い見かけ上減少する場合がある。GRIB2 プロダクトの積算降水量が時間を追って減少するような場合は、減少分を無視するなどの対応をお願いしたい。

¹ <https://www.data.jma.go.jp/add/suishin/shiyou/>