

令和元年10月10日(木)
気象・地震等の情報を扱う事業者等
を対象とした講習会(第8回)

解析積雪深・解析降雪量 について

気象庁予報部予報課

はじめに

平成30年1月の首都圏での大雪や2月の北陸地方での大雪など、近年、集中的・記録的な降雪が発生し、大規模な車両渋滞・滞留を引き起こすなど、社会活動への影響が問題になっています。

気象庁では、積雪の深さや降雪量の状況をお知らせするためにアメダスの積雪計による観測値を提供していますが、道路管理者の通行規制の適時的確な判断などを支援するために、令和元年11月から新たに積雪の深さと降雪量の面的な分布情報である「解析積雪深・解析降雪量」を提供する予定です。

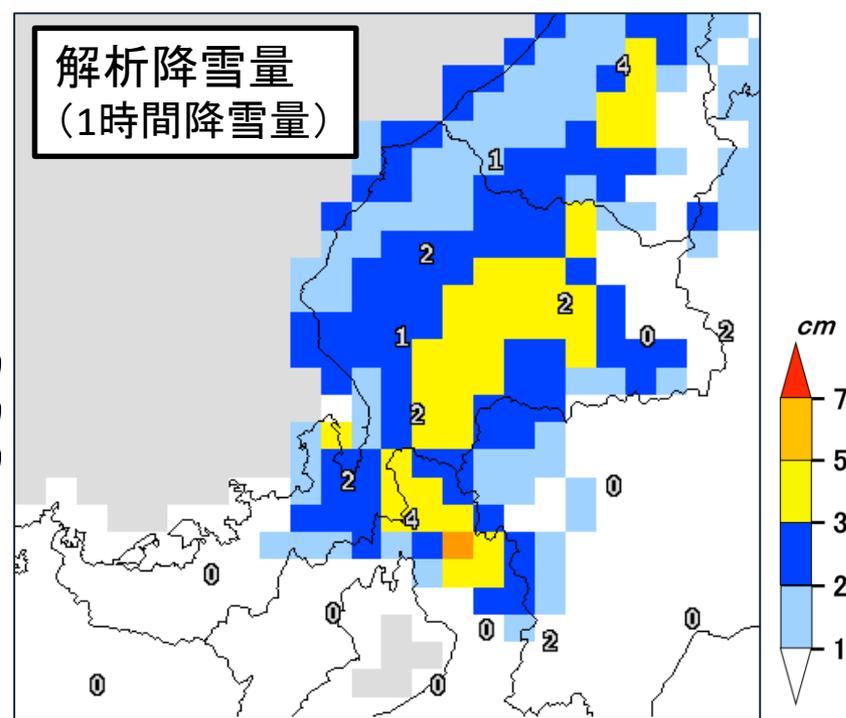
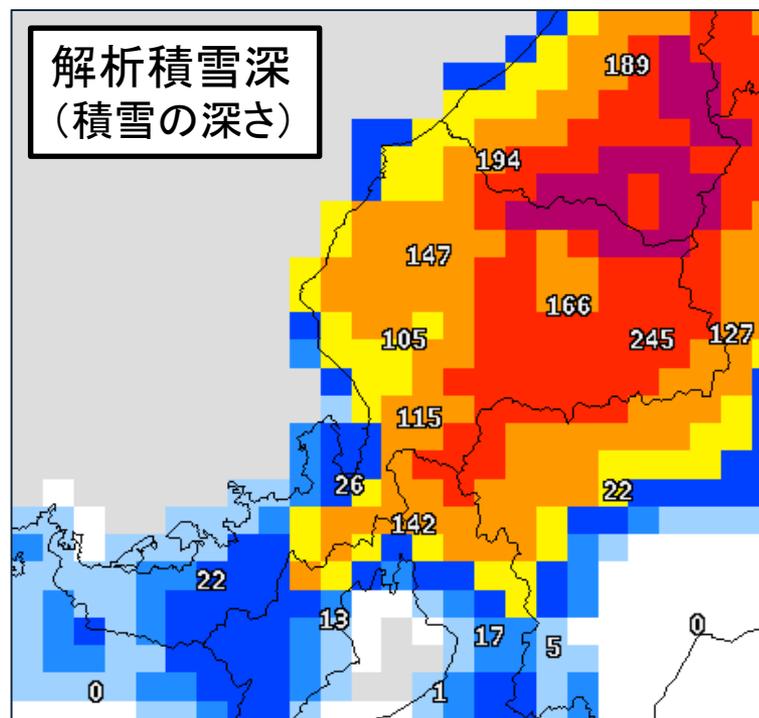
今回の講習会では、解析積雪深・解析降雪量の概要、作成方法、検証結果等について説明します。



アメダス積雪計の配置図

解析積雪深・解析降雪量の概要

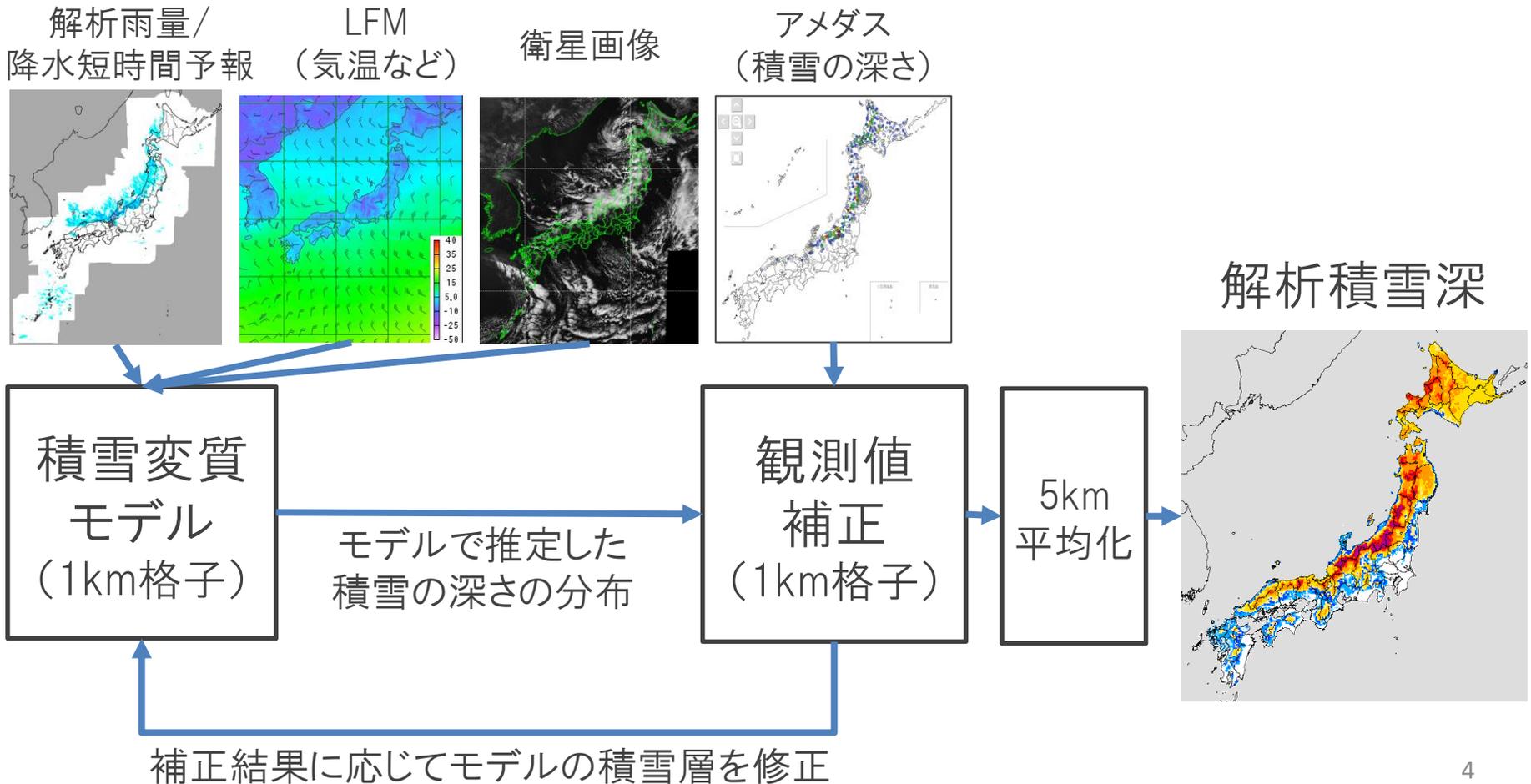
- 解析積雪深は、解析雨量や局地数値予報モデルの気温、日射量などを積雪変質モデルに与えて、積雪層内の雪質や密度などを計算し、その結果得られた積雪の深さを積雪計の観測値で補正することで、**積雪の深さの実況を1時間ごとに約5km格子単位で面的に推定したものです。**
- 解析降雪量は、**解析積雪深が1時間前から現在までに増加した量**です。なお、減少した場合は0となります。



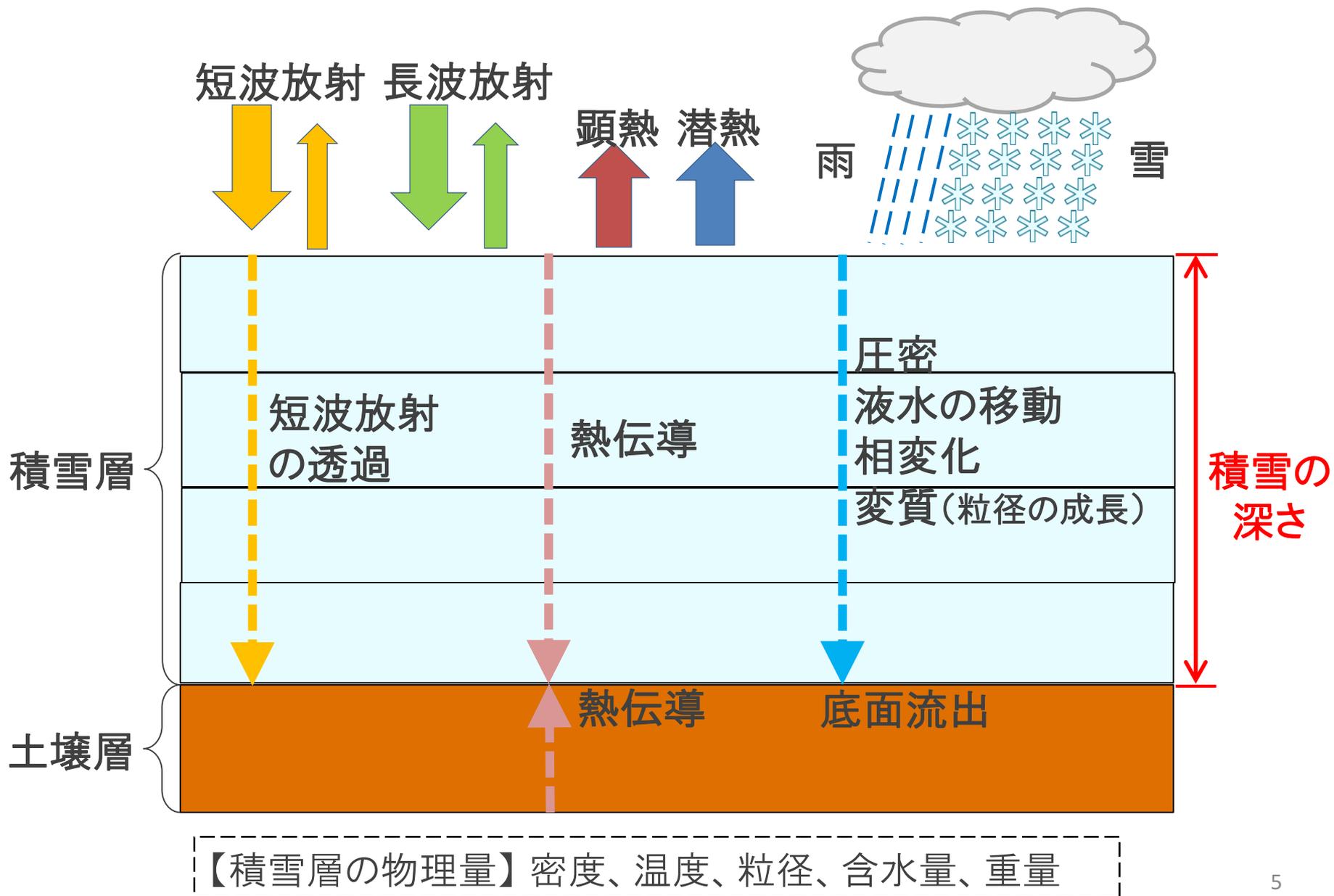
解析積雪深と解析降雪量の描画例(平成30年2月7日15時。日本時間)
数字はアメダスの積雪計の観測値。単位はセンチメートル。

解析積雪深の作成方法

1. 積雪変質モデルで降水量や気温などから面的な積雪の深さを推定。
2. モデルで推定した積雪の深さ(以後、モデル推定値)をアメダス観測値の積雪の深さで補正。
3. 1km格子を5km格子に平均化。

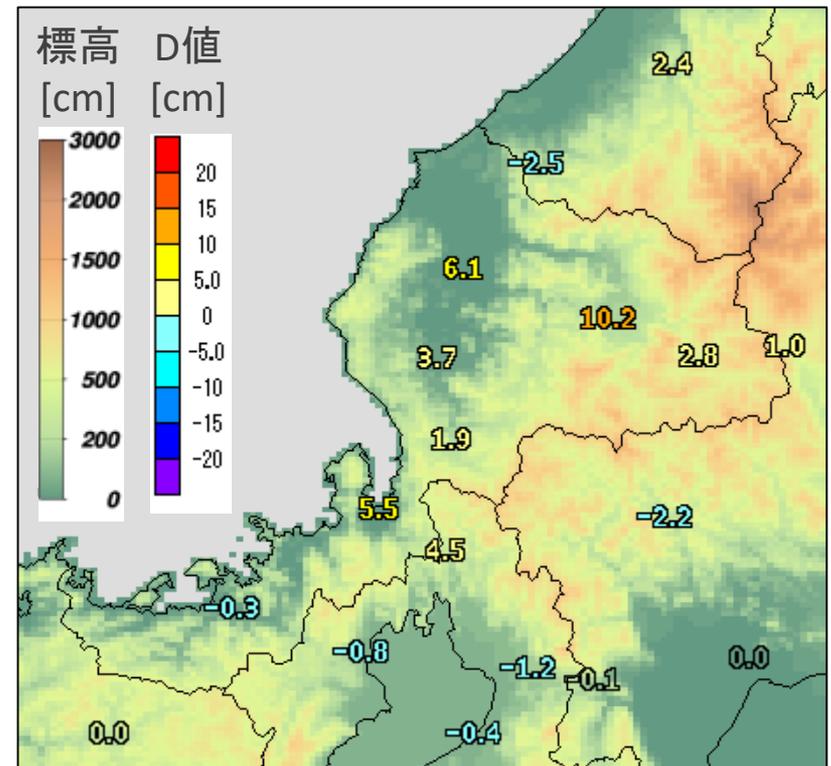
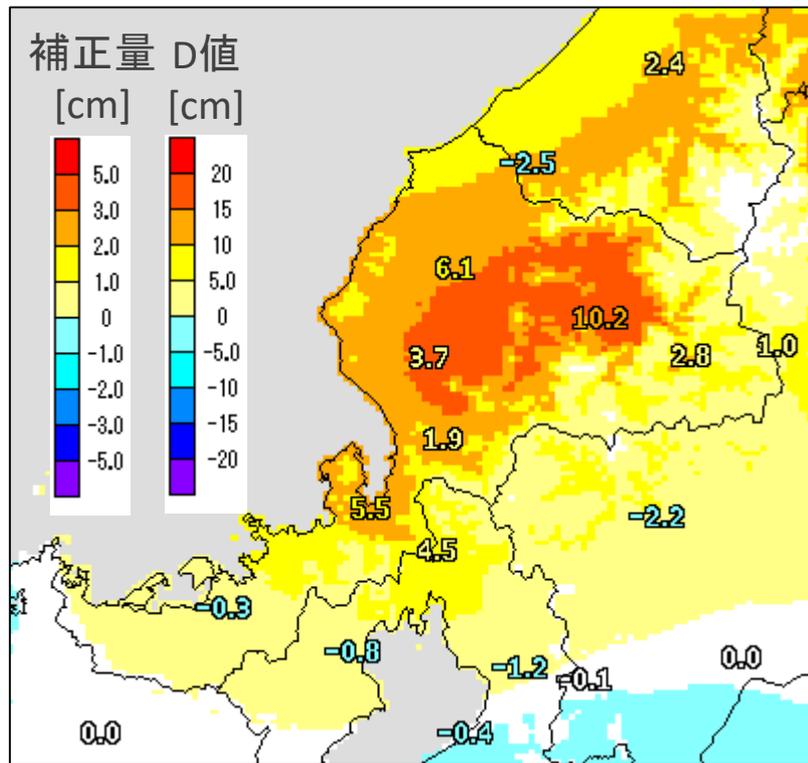


積雪変質モデルの概要



観測値補正の概要

- アメダス観測値とモデル推定値の積雪の深さを距離と標高差で重み付け平均する(最適内挿法)。
 1. アメダス観測値とモデル推定値の積雪の深さの差(D値)を求める。
 2. 補正対象格子と周囲のアメダスとの類似度を距離と標高差から求める。
 3. 1と2から補正量を求め、補正対象格子の積雪の深さに加える。



[左]補正量と[右]標高分布 (平成30年2月7日14時。日本時間)

数字はアメダス観測値とモデル推定値の積雪の深さの差(D値)。単位はセンチメートル。⁶

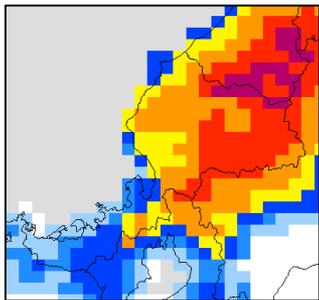
解析降雪量の作成方法

～8日9時の1時間降雪量と12時間降雪量の例～

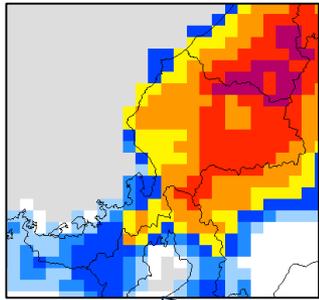
解析積雪深

(積雪の深さ)
(1時間降雪量)

7日21時



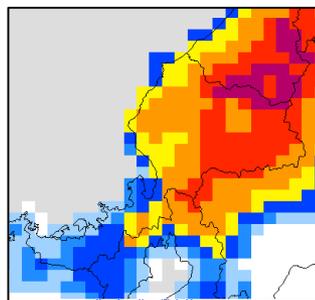
7日22時



増分

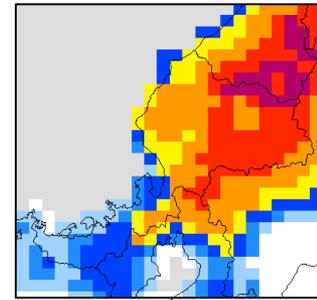
...

8日8時

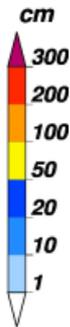


増分

8日9時

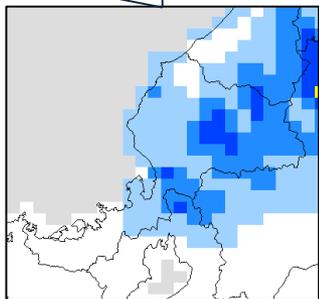


増分

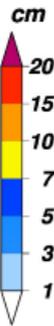
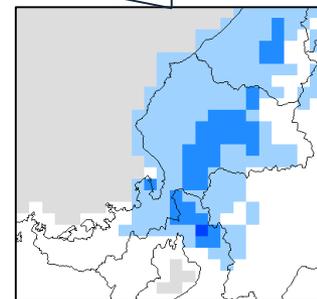
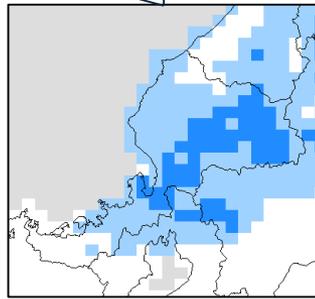


解析降雪量

(12時間降雪量)

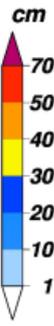
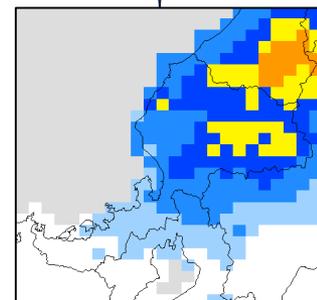


...



気象庁ホームページ

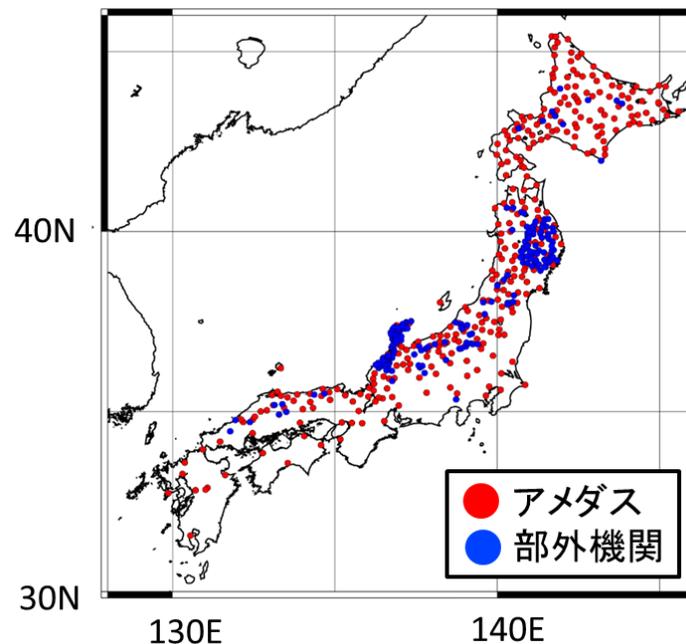
1時間降雪量12個合計



※気象庁ホームページでは、3/6/12/24/48/72時間降雪量を掲載する予定です。

検証に用いたデータ

- 部外機関の積雪計の観測値。
 - 気象庁観測部計画課情報管理室が収集と品質管理を実施。
 - 毎時データのある地点を抽出。
- 期間は、2015/16、2016/17、2017/18年の10月～5月。
- 要素は、12時間降雪量と積雪の深さ。
 - 12時間降雪量は降雪量が重複しないように、0時と12時のデータを利用。
 - 観測値との比較する値は、観測点が含まれる格子の値。
 - 観測値と解析積雪深・解析降雪量がともに0cmの場合は除外。



補正に利用したアメダスと検証に利用した部外機関の観測点

検証に用いた指標

- 回帰係数(a)

- 値の量的な一致度を評価。
- $y=ax$ の式のaで、相関回帰Ⅱ型により以下の式で算出。

x : 観測値

y : 解析積雪深・解析降雪量

$$a = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (y_i)^2}{\sum_{i=1}^N (x_i)^2}}$$

- 相関係数(R)

- 値の類似度(相関)を評価。

$$R = \frac{\sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})(x_i - \bar{x})}{\sqrt{\sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}}$$

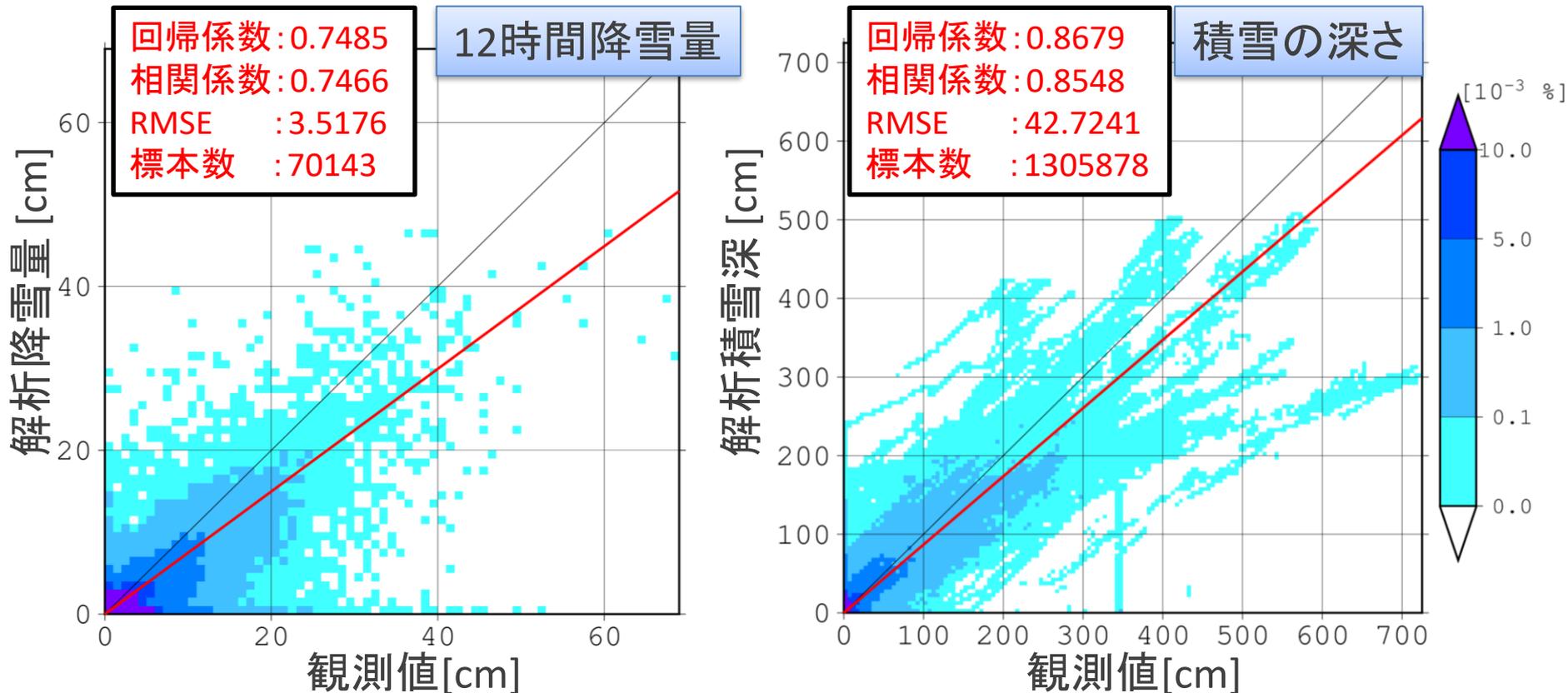
- 二乗平均平方根誤差(RMSE)

- 誤差の大きさ(絶対値)を評価。

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (y_i - x_i)^2}$$

検証結果(頻度分布図)

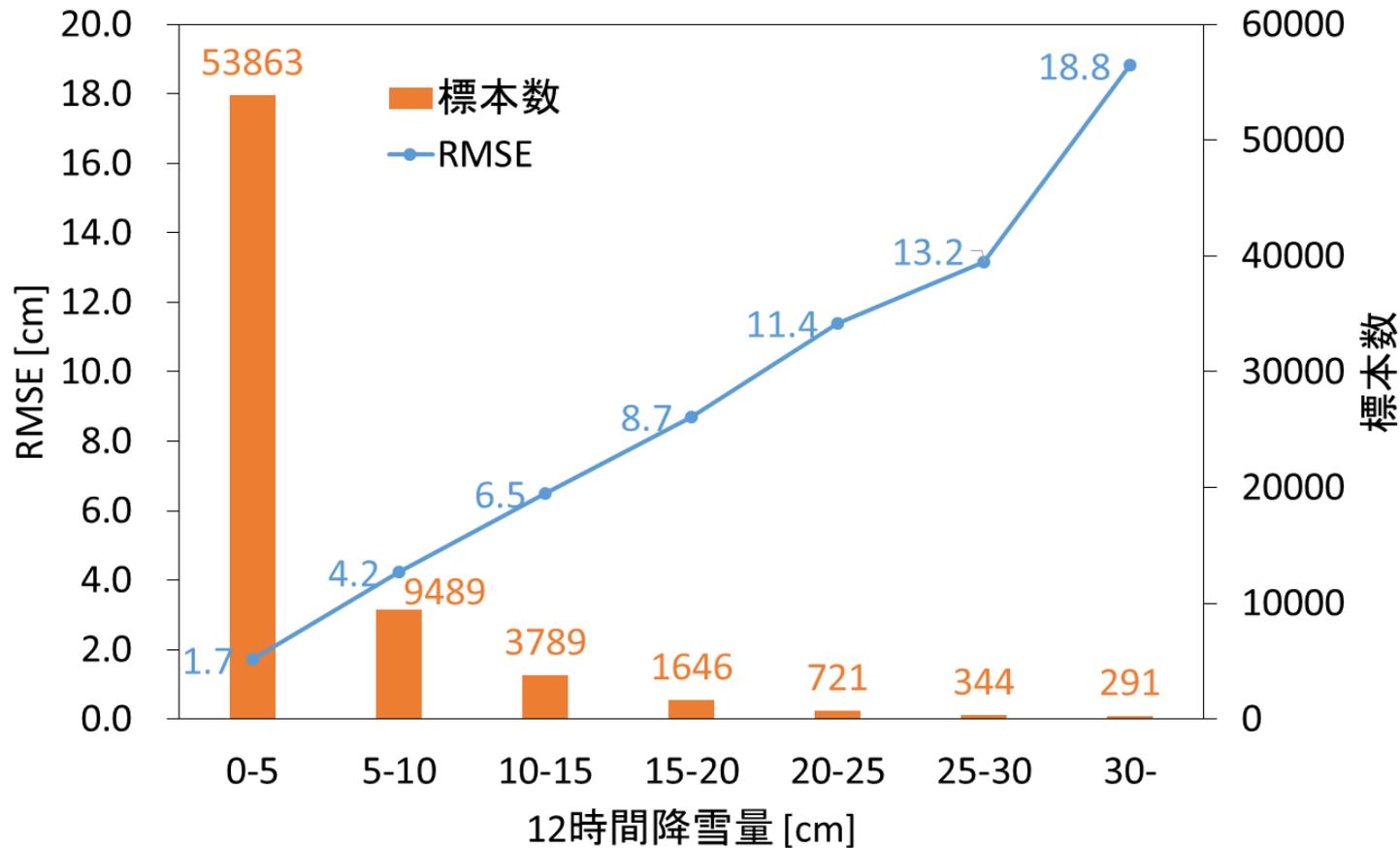
- 12時間降雪量は、全体の6～7割で観測値との差が±3.5cmの間に収まり、観測値と比較して全体的に少なめの傾向が見られます。
- 積雪の深さは、積もり始めからの誤差が積み重なり、観測値と比較して全体的にやや少なめの傾向が見られます。



解析積雪深・解析降雪量と観測値の頻度分布図
赤線は回帰係数を傾きにとり、原点を通る回帰直線。

検証結果(階級別のRMSE)

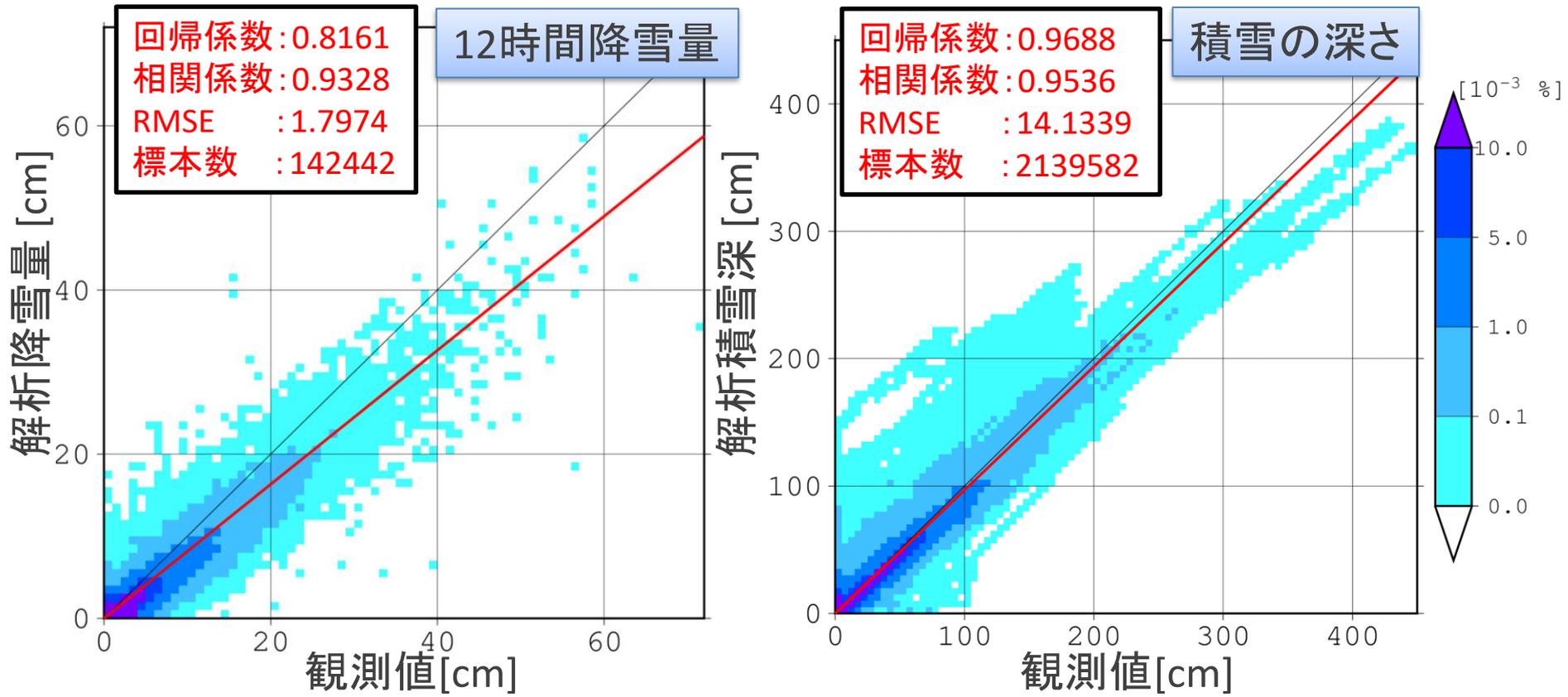
- 12時間降雪量が多くなると、RMSEも大きくなります。



12時間降雪量の階級分けしたRMSEと標本数

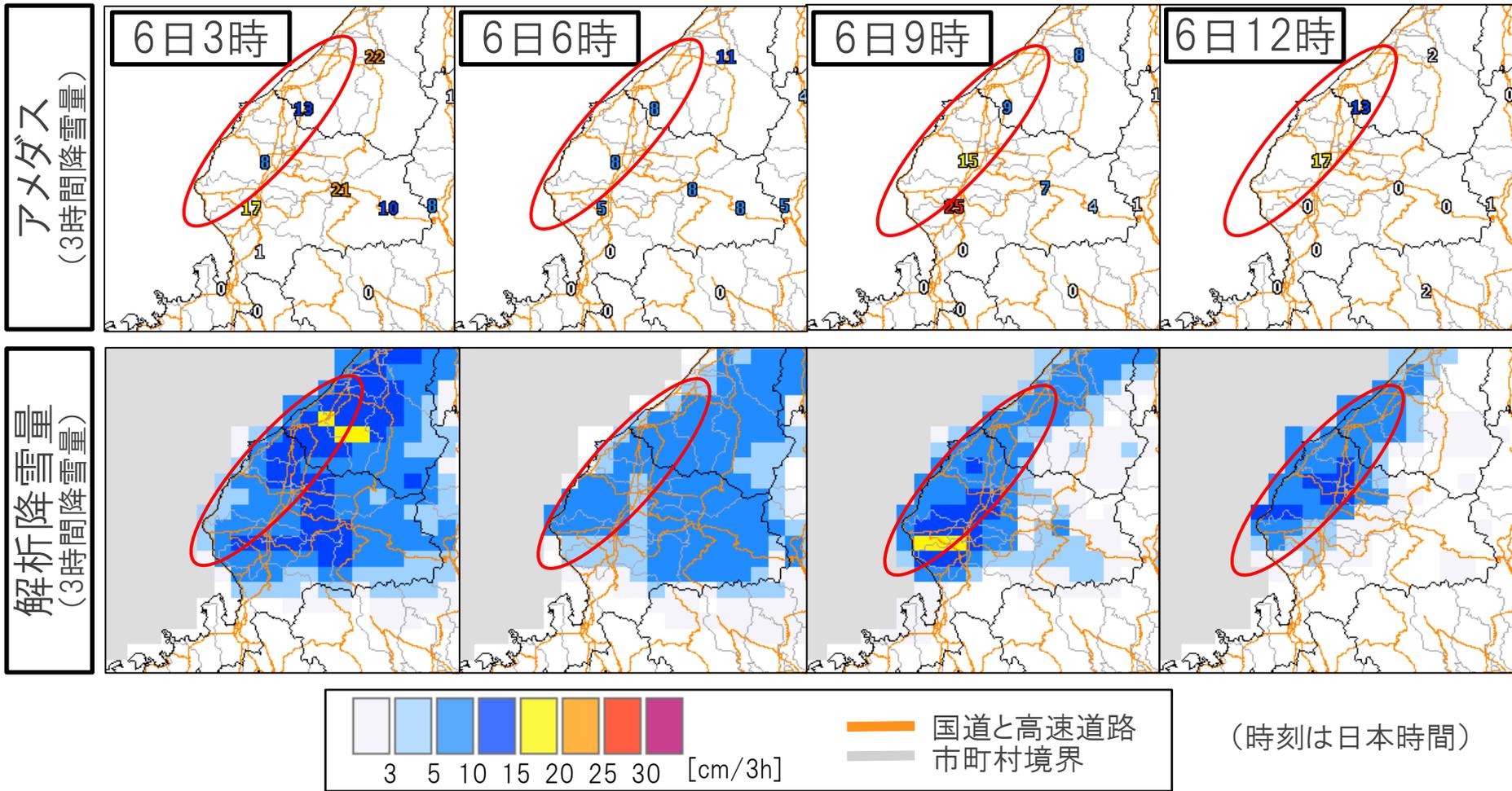
【参考】アメダスと比較（頻度分布図）

- 解析積雪深・解析降雪量は5km格子の平均値のため、補正に用いたアメダスの値と一致しないことがあります。



解析積雪深・解析降雪量と観測値の頻度分布図
赤線は回帰係数を傾きにとり、原点を通る回帰直線。

利用例 ～平成30年2月6日の北陸地方～



解析積雪深・解析降雪量によって、積雪計による観測が行われていない地域を含めた積雪・降雪の面的な状況の把握が可能となり、積雪・降雪の多い地域において道路(赤丸内のオレンジ線)の迂回路を検討することができます。

解析積雪深・解析降雪量の留意点

- 5km平均値のため、格子ひとつひとつの値を直接的に利用するのではなく、積雪の深さ・降雪量の分布を把握するための資料としてご利用ください。
- 格子内では、解析積雪深・解析降雪量の値よりも積雪の深さ・降雪量の多い、または少ない場所があります。
- 格子内の観測値と必ずしも一致しません。
- 伝える時は、具体的な場所をピンポイントで指しながら「何センチ降っています」などと数値を用いることは控え、「〇〇地方を中心に積雪が増えています」などと、積雪・降雪の分布の状況について、地域的に幅をもたせながらお示しください。

解析積雪深・解析降雪量の留意点

- 以下のとき、精度が低下する可能性があります。
 - **風が強い。**
 - 積雪変質モデルは雪が風に流される効果を考慮していない。
 - **地上付近の気温が1～3度前後。**
 - わずかな気温の差で、降水が雪になるか雨になるかが変わる。
 - **地上よりも少し高い位置(数百～千メートル程度)に暖かい空気が流入している場合。**
 - 上空の暖かい空気のわずかな違いで雪になるか雨になるかが変わる。
 - 解析積雪深・解析降雪量で用いるのは、地上気温のみ。
 - **LFMや解析雨量などの入力値が実況とずれている。**
 - 雪はレーダーや雨量計で観測しづらいため、解析雨量が過少となりやすい。

まとめ

- 令和元年11月から新たに積雪の深さと降雪量の面的な分布情報である「**解析積雪深・解析降雪量**」を提供する予定です。
- 解析積雪深は、解析雨量や局地数値予報モデルの気温、日射量などを積雪変質モデルに与えて、積雪層内の雪質や密度などを計算し、その結果得られた積雪の深さを積雪計の観測値で補正することで、**積雪の深さの実況を1時間ごとに約5km格子単位**で面的に推定したものです。
- 解析降雪量は、**解析積雪深が1時間前から現在までに増加した量**です(なお、減少した場合は0)。
- 格子ひとつひとつの値を直接的に利用するのではなく、**積雪の深さ・降雪量の分布を把握するための資料**としてご利用ください。

参考情報

- 配信資料に関する技術情報【513号/R1.5.20】

解析積雪深・解析降雪量の提供開始について

<https://www.data.jma.go.jp/add/suishin/jyouhou/pdf/513.pdf>