解析積雪深・解析降雪量の観測値補正手法の改良について

大気海洋部 業務課 気象技術開発室

気象庁
Japan Meteorological Agency

目次

1. 解析積雪深・解析降雪量の概要
2. 観測値補正手法の改良点
3. 解析積雪深・解析降雪量の精度評価
4. 事例紹介
5. まとめ

1. 解析積雪深・解析降雪量の概要

経緯

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
- 平成30(2018)年1月 首都圏の大雪　（東京23cm、横浜18cm、前橋29cm など）
- 平成30(2018)年2月 北陸地方の大雪（福井県で記録的な大雪）
- 令和2(2020)年12月 北陸地方の大雪（関越道で車両が多数立ち往生）
- 令和3(2021)年1月　北陸地方の大雪（福井県や富山県で車両立ち往生）

道路管理者の通行規制や除雪体制、事業者や国民が利用する交通経路の判断の支援等を目的とし、積雪の深さと降雪量の面的な分布情報を提供

✓ 令和元(2019)年11月「解析積雪深・解析降雪量」の提供開始
（気象庁予報部，2019）

✓ 令和３(2021)年11月「降雪短時間予報」の提供開始（気象庁大気海洋部，2021）
※ 気象庁ホームページでは「今後の雪」として提供

✓ 令和4(2022)年10月 精度向上のため積雪変質モデルに気象研究所で開発されたモデル（Snow Metamorphism and Albedo Process：略称SMAP）を導入
（気象庁大気海洋部，2022）

✓ 令和5(2023)年10月 精度向上のため**解析積雪深・解析降雪量の作成における観測値補正手法の改良**を実施（気象庁大気海洋部，2023）

本テキストで解説

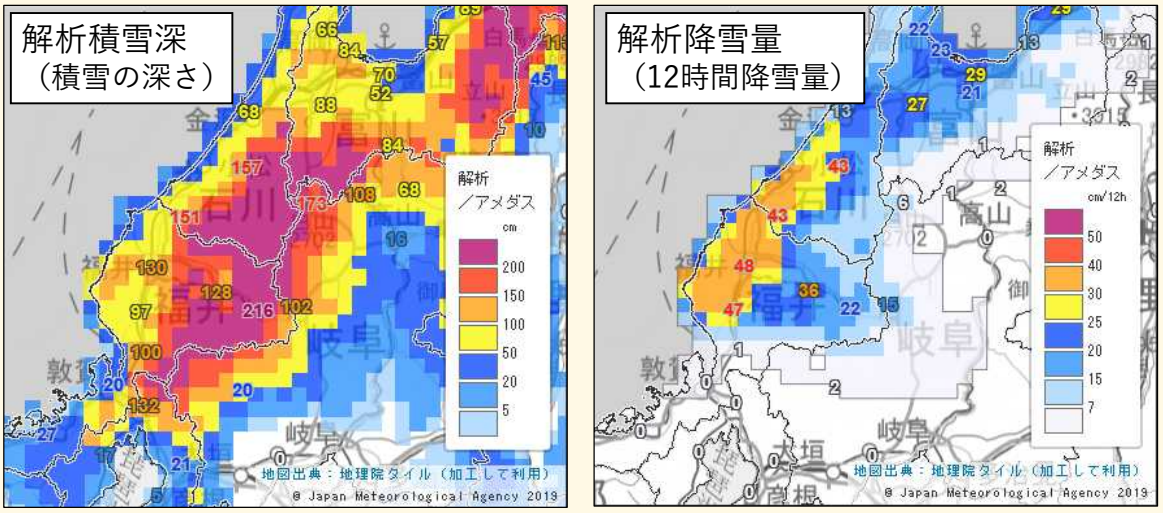
本テキストでは、令和5(2023)年10月3日に実施した解析積雪深・解析降雪量の作成における観測値補正手法の改良について、手法の概要や改良前後での精度改善の効果について説明する。

なお、本スライドに示した近年の大雪事例については、以下を参照。
●平成30(2018)年1月 首都圏の大雪
https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/report/2018/20180131/20180131.html
●平成30(2018)年2月 北陸地方の大雪
https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/report/2018/20180215/20180215.html
●令和2(2020)年12月 北陸地方の大雪
https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/report/2020/20201224/20201224.html
●令和3(2021)年1月　北陸地方の大雪
https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/report/2021/20210115/20210115.html

解析積雪深・解析降雪量、降雪短時間予報の提供開始については以下を参照。
●気象庁HP　令和元年報道発表資料 > 新しい雪の情報の提供を開始します
https://www.jma.go.jp/jma/press/1911/13a/20191113_snowanalysis.html
●気象庁HP　令和３年報道発表資料 > 積雪の深さと降雪量の６時間先までの予報を開始します　https://www.jma.go.jp/jma/press/2111/04a/211104_kousetsu.html

解析積雪深・解析降雪量の概要

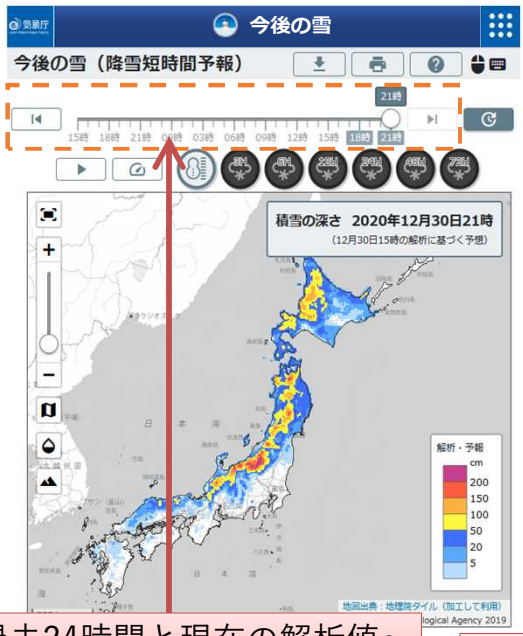
- ✓ **解析積雪深**は、積雪の深さの実況を1時間ごとに約5km格子単位で面的に推定したもの。
- ✓ **解析降雪量**は、解析積雪深が1時間ごとに増加した量を算出し、積算したもの。なお、減少した場合は0となる。



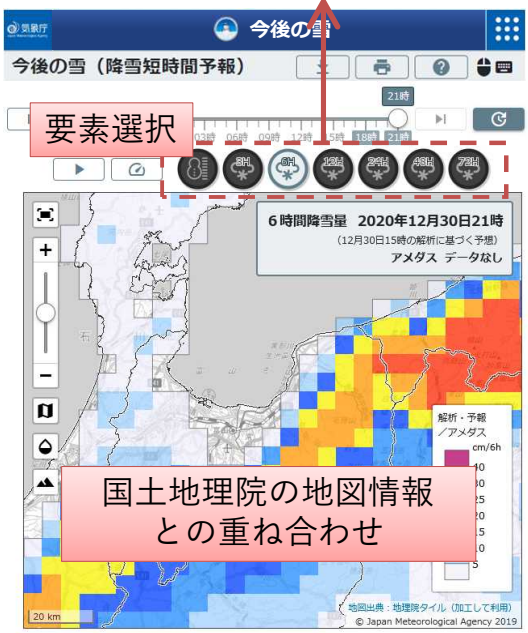
解析積雪深と解析降雪量の描画例（2018年2月6日12時。日本時間）
数字はアメダスの積雪深計の観測値。単位はセンチメートル（cm）。

気象庁ホームページ「今後の雪」

積雪の深さ　降雪量（左から3,6,12,24,48,72時間）



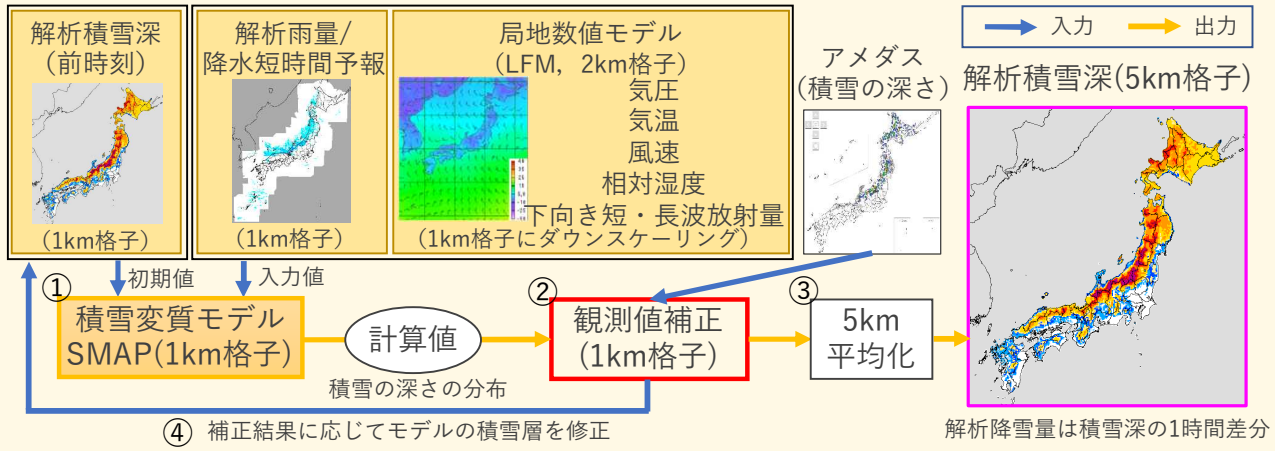
過去24時間と現在の解析値～
6時間先までの予想を選択可



URL
https://www.jma.go.jp/bosai/snow/

解析積雪深・解析降雪量の作成方法

解析積雪深のプロダクト作成の流れ



① 降水量や気温などから積雪変質モデルで1km格子の積雪の深さを推定。

② モデルで推定した積雪の深さ（以後、モデル積雪深）をアメダスの積雪の深さで補正。

③ 5km平均化により解析積雪深を算出。解析積雪深の1時間差分から解析降雪量を算出。

④ ②の補正結果に応じて①のモデル積雪層を修正し、次の時刻の初期値とする。

※ 詳細は「測候時報 第91巻（2024年度） 解析積雪深・解析降雪量及び降雪短時間予報について」を参照。

解析積雪深・解析降雪量の作成手順の概要を図に示す。なお、使用する積雪変質モデル、積雪変質モデルの初期値および入力値は以下のとおりである。

【積雪変質モデル】
2022年10月より積雪変質モデルSMAP（Snow Metamorphism and Albedo Process; Niwano et al.,2022, SOLA）を使用。SMAPモデルは、気象研究所で開発、実証研究が重ねられて信頼性が確立し、国際的に客観的な精度評価を受けている。

【初期値】
前時刻の積雪変質モデルが出力する物理量を前時刻の観測値補正の結果に応じて修正して初期値とする。

【入力データ】
降水量：解析雨量（欠測格子は降水短時間予報）
気圧・気温・風速・相対湿度・下向き短・長波放射量：LFMの2km格子の出力値を最近隣法により1km格子にダウンスケーリングし、高度補正を施したもの。
※LFM：局地数値予報モデル。気象庁が運用する数値予報モデルの一つ。水平格子間隔は2km。

積雪変質モデルを1km格子で計算しているのは、入力データの最小格子間隔が1kmであることと、海岸線付近や山岳の地形をより細かく表現するためである。
一方で、積雪変質モデルは雪が風で流される効果などが考慮されておらず、1km格子という細かさで提供するのは適当ではないため最後に5km平均化する。

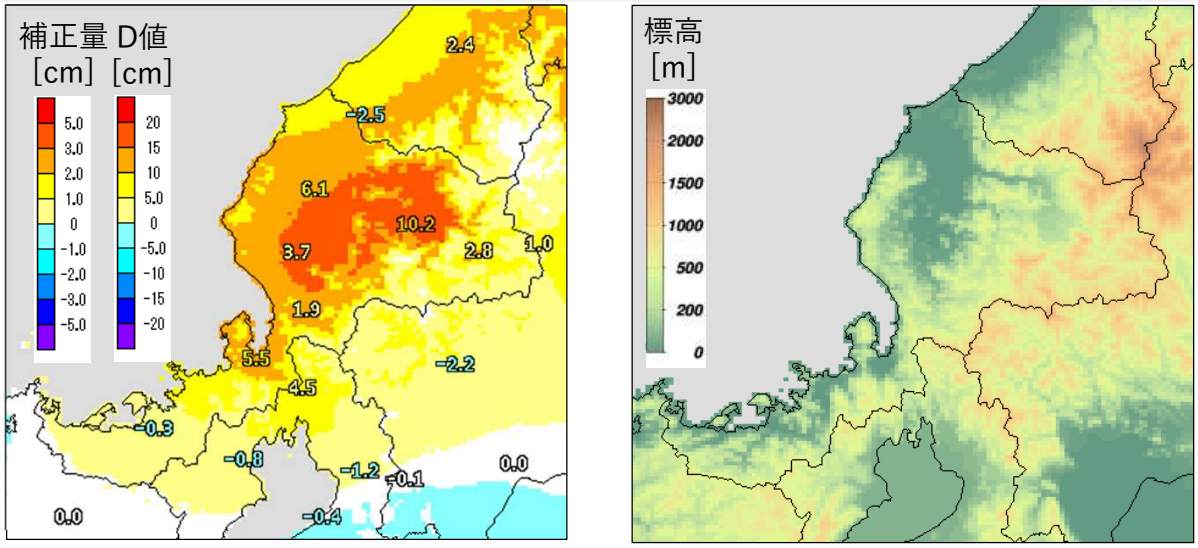
各手順の詳細は、測候時報　第91巻（2024年度）　解析積雪深・解析降雪量及び降雪短時間予報について（酢谷ほか，2024）の第3章を参照されたい。
https://www.jma.go.jp/jma/kishou/books/sokkou/91/vol91_1.pdf

観測値補正の概要

モデル積雪深の分布を実況に近づけるため、アメダスの観測値によって補正

① 各アメダス観測点において、「アメダス積雪深」と「モデル積雪深の内挿処理による推定値（モデル推定値）」の差（D値）を求める。
② 補正対象格子周辺のD値を最適内挿法により距離と標高差で重み付け平均して、補正対象格子における補正量を求める。
③ ②で求めた補正量を補正対象格子のモデル積雪深に加える。

※ 補正手法についてはメソ数値予報システムの解析手法（気象庁予報部, 2015）を参考。



［左］補正量と［右］標高分布　（2018年2月7日14時。日本時間）
数字はアメダス積雪深とモデル推定値の差（D値）。単位はcm。

積雪変質モデルにより推定した積雪の深さの分布を実況に近づけるため、アメダスの観測値によって補正を行う。

補正手法については、メソ数値予報システムの解析手法（気象庁予報部，2015）に倣ったものである。
手法の詳細については、測候時報　第91巻（2024年度）　解析積雪深・解析降雪量及び降雪短時間予報について（酢谷ほか，2024）の第3.1.2項を参照されたい。

左図に、ある時刻のD値と補正量を、右図には標高分布を示す。
周辺のD値が大きい格子では補正量が大きくなっているが、補正量を求めるために格子と観測点との距離だけでなく標高差も用いているため、観測点との標高差が大きい山地などでは周辺のD値が大きい場合でも補正がほとんどされていない。

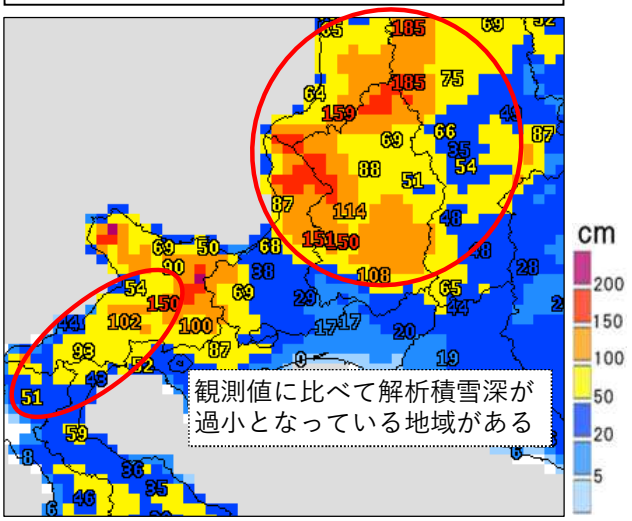
2. 観測値補正手法の改良点

従来のモデル推定値の算出手法を用いた場合に見られていた課題、
2023年10月に行った改良点について説明

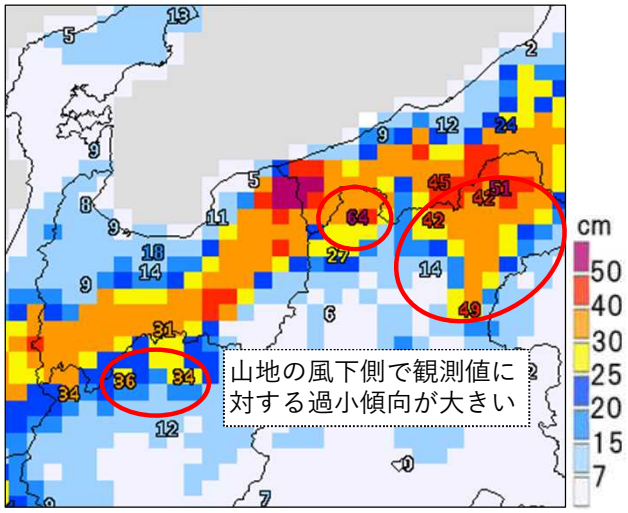
改良前の観測値補正手法における課題

アメダスによる観測値補正の効果が十分ではなく、
解析積雪深の誤差や、解析降雪量の過小傾向が大きい場合があった。

改良前の解析積雪深
※2021年1月15日09時（日本時間）
数字はアメダスの観測値



改良前の12時間解析降雪量
※2023年1月24日22時（日本時間）
数字はアメダスの観測値



本改良前において、スライド8で紹介したアメダスの観測値による観測値補正を行っているにも関わらず、解析積雪深の誤差や解析降雪量の過小傾向が大きい場合が見られていた。

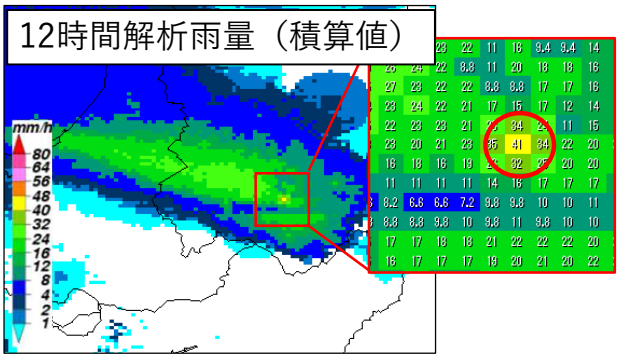
左図は、2021年1月15日09時（日本時間）における改良前の手法による解析積雪深である。赤丸付近の石狩・空知・上川・留萌地方や、後志・檜山地方において、アメダスの積雪の深さと比べて、解析積雪深が過小となっている地域がある。

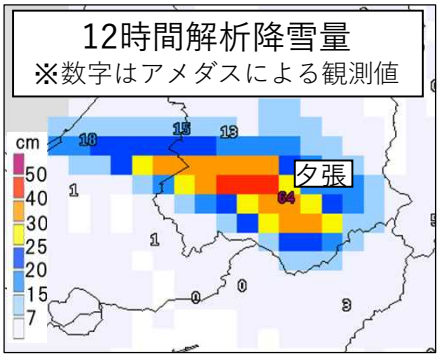
右図は、2023年1月24日22時（日本時間）における改良前の手法による12時間解析降雪量である。赤丸付近の山地の風下側の岐阜県や長野県において、アメダスの12時間降雪量と比べて、解析降雪量は過小となっている。

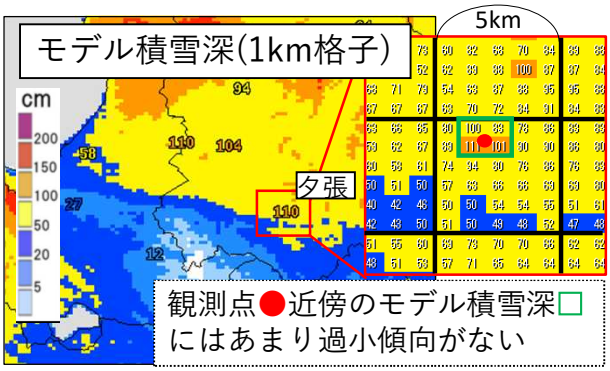
改良前の観測値補正手法における課題

事例：2023年1月3日8時（日本時間）北海道空知地方での大雪

レーダーでの観測が困難な雲頂高度が低い雪雲による降雪。雨量計格子近傍だけで降水量が多い。
アメダス積雪深計による観測値補正も十分でなく、解析降雪量の過小傾向が大きい。

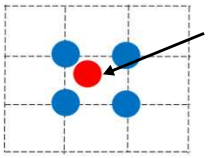






【改良前のモデル推定値の算出方法】

観測点●の近傍モデル格子●の4点線形内挿



観測点でのモデル推定値

＜観測値補正手法＞
- 推定値と観測値との差(D値) を算出
- D値の分布から最適内挿法で修正量を算出

モデル推定値に積雪分布の特性が反映されず、補正が十分でない場合があった

改良前の観測値補正手法における課題を解説するため、レーダーでの観測が困難な雲頂高度が低い雪雲により大雪となった2023年1月3日8時（日本時間）の北海道空知地方での事例を取り上げる。

右上図において、アメダス夕張の12時間降雪量は64cmであったが、その付近での12時間解析降雪量は過小であった。

左上図は、3日8時までの解析雨量の12時間積算値である。雨量計近傍である赤丸で囲った付近の降水量は30-40mm/12h程度であるのに比べて、数格子離れた格子では雨量計による補正の効果が小さくなったと考えられ、20mm/12h前後となっている。

左下図は、積雪変質モデルで計算した1km格子の積雪深である。アメダス夕張近傍のモデル積雪深は観測値110cmと比べてあまり差がなく妥当であるが、数格子離れるとモデル積雪深が20-30cm程度少なくなることから、観測点近傍以外では過小であったと考えられる。

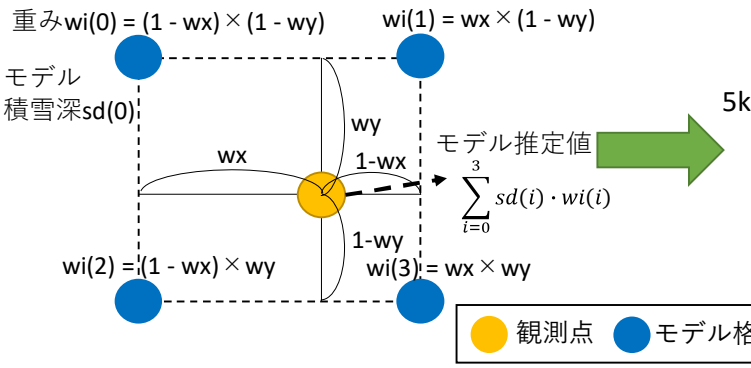
右下図に改良前の補正手法を示す。従来は観測点と比べるモデル推定値を観測点近傍のモデル格子の4点線形内挿により求めていたため、左下図における観測点から数格子離れたモデル積雪深の過小傾向は観測値補正に考慮されることがなく、大きな上方修正は行われない。右上図における解析降雪量は5km平均化されているため、過小傾向のあるモデル積雪深の影響で、実況と比べて過小傾向となっていた。

観測値補正手法の改良点

モデル積雪深をアメダス積雪深で補正する際に、観測値と比較する**「モデル積雪深の内挿処理による推定値（モデル推定値）」の算出方法を変更**

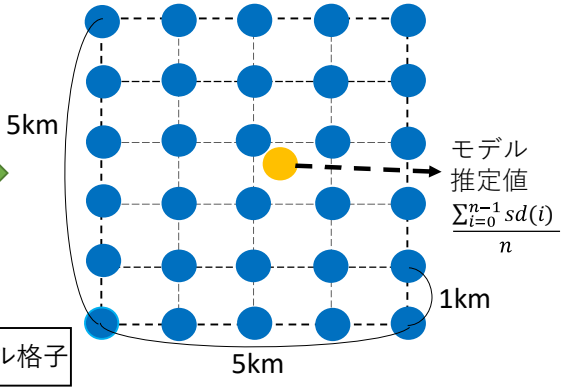
従来のモデル推定値

モデル格子から観測点への4点線形内挿



変更後のモデル推定値

観測点の周囲5km範囲(30格子)の算術平均



変更の狙い：範囲を広く取ることでモデル積雪深における特性を的確にモデル推定値に反映

[変更後の手法の補足]
- ✓ 積雪が大きく異なる傾向のある格子を除外するため、観測点との標高差が±230m未満の格子のみを使用
- ✓ 標高差により除外される格子が多い場合は精度が低下するため、従来通り4点線形内挿。

4点線形内挿を用いる観測点の例
湯沢（新潟県）、数字は標高m
● 観測点（標高340m）
□ 観測点の周囲5km範囲
□ 除外格子
（観測点との標高差≧±230m）

モデル積雪深における過小傾向をより的確に補正するため、アメダスの積雪深計の観測値と比べる「モデル積雪深の内挿処理による推定値（モデル推定値）」を、従来は積雪深計の周囲4格子のモデル積雪深の線形内挿から算出していたものを、積雪深計の周囲5km以内のモデル積雪深の算術平均から算出するように変更した。

積雪変質モデルの入力値とする解析雨量では、雪雲の雲頂高度が低い場合や地形などの遮蔽のためにレーダーによる雪雲の観測が困難な際に、雨量計格子近傍だけで降水量が多く、少し離れた格子では降水量が少なくなる傾向がある。
そのような場合、雨量計から少し離れるとモデル積雪深にも過小傾向が見られるが、モデル推定値を算出する範囲を広くとることで、モデル積雪深における過小傾向をより的確にモデル推定値に反映し、モデル積雪深が効果的に補正されることを狙いとした。

ただし、積雪が大きく異なる傾向のある格子が平均に含まれると補正量に一方向の偏りが生じるため、観測点との標高差が230m以上の格子は平均の対象から除外し、除外される格子が多い場合は従来通り4点線形内挿によりモデル推定値を求めることとした。

3. 解析積雪深・解析降雪量の精度評価

改良前後の補正手法により再計算した解析積雪深・解析降雪量の精度を評価

※ 改良前の観測値補正手法：
積雪深計の周囲 4 格子のモデル積雪深による内挿値を観測値と比較

※ 改良後の観測値補正手法：
積雪深計の周囲 5km以内のモデル積雪深の平均値を観測値と比較

観測値補正手法の改良による精度向上の効果を示すため、改良前後の手法により再計算した解析積雪深・解析降雪量における精度を比較する。

検証に用いたデータ

検証期間

2019/20年～2022/23年 の 10月～5月

検証に用いた観測値

気象庁以外の機関（庁外機関）の積雪深計の観測値

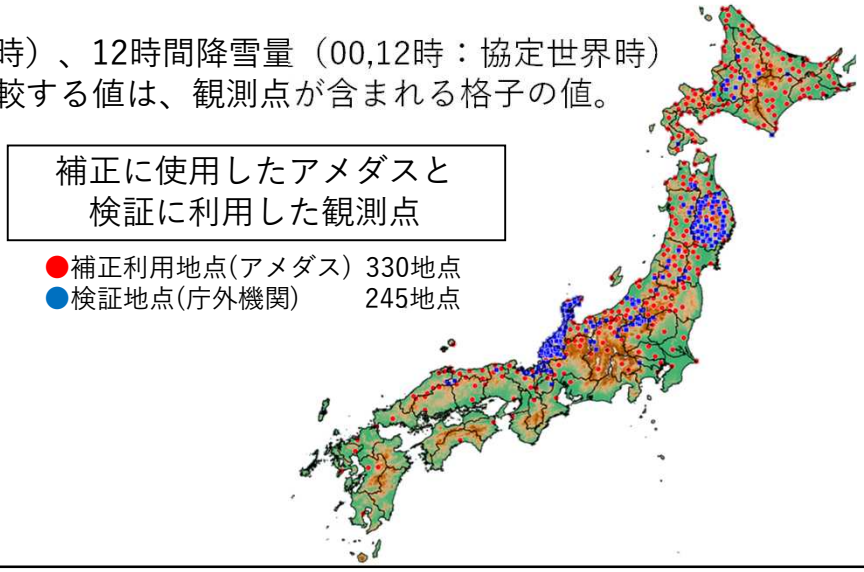
※気象庁が収集と品質管理を実施。

※毎時データのある地点を抽出。

検証要素

積雪の深さ（毎時）、12時間降雪量（00,12時：協定世界時）

※観測値と比較する値は、観測点が含まれる格子の値。



改良前後の解析積雪深・解析降雪量の検証結果を示す。

検証期間は、2019/20年～2022/23年の10月～5月である。

検証に用いたデータは、気象庁以外の機関の積雪深計の観測値である。
気象庁以外の機関の観測値は観測整備計画課が収集と品質管理を実施しており、そこから毎時データのある地点のものを抽出した。
また、品質管理で取りこぼされた異常値を除外するため、気温が閾値(6.5℃)以上で積雪0cmから積雪深が観測されたデータを除外した。

検証に用いた観測点の場所は、図に青丸で示している。参考として、補正に利用したアメダスも赤丸で示している。

検証要素は、12時間降雪量と積雪の深さである。
毎0、１2時（協定世界時）の12時間降雪量を利用した。
観測値との比較する値は、観測点が含まれる格子の値である。

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

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

- 相関係数(R)
  - 値の類似度（相関）を評価。

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

- 平均誤差（ME：Mean Error）
  二乗平均平方根誤差（RMSE：Root Mean Square Error）
  - ME　：予測値の実況値からの偏りの平均を評価。
  - RMSE：誤差の大きさ（絶対値）を評価。

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

検証に用いた指標は次のとおり。

【回帰係数】
値の量的な一致度を評価するもの。

【相関係数】
値の類似度（相関）を評価するもの。

【平均誤差】
予測値の実況値からの偏りを評価するもの。

【二乗平均平方根誤差（RMSE）】
誤差の大きさ（絶対値）を評価するもの。

検証に用いた指標

- バイアススコア(BI：Bias Score)
  - 予報の偏りを示す指標。
  - 1より大きいほど予報頻度過大、1より小さいほど予報頻度過小

$$BI \equiv \frac{FO+FX}{M} \quad (0 \leq BI)$$

		実況		計
		あり	なし	
予報	あり	FO	FX	FO+FX
	なし	XO	XX	XO+XX
計		M	X	N

分割表

- エクイタブルスレットスコア（ETS：Equitable Threat Score）
  - 出現頻度の低い現象の適中精度を評価する指標で、気候学的出現率の影響を緩和したもの。
  - 最大値1に近いほど予測の精度が高いことを示す。

$$ETS \equiv \frac{FO-S_f}{FO+FX+XO-S_f} \quad (-\frac{1}{3} \leq ETS \leq 1)$$

$$\text{ただし、} \ S_f = P_c(FO+FX), \ P_c = \frac{M}{N}$$

【バイアススコア】
予測の偏りを示す指標。1より大きいほど実況の「現象あり」に対して予測の「現象あり」の頻度が過大、1より小さいほど予測の「現象あり」の頻度が過小。

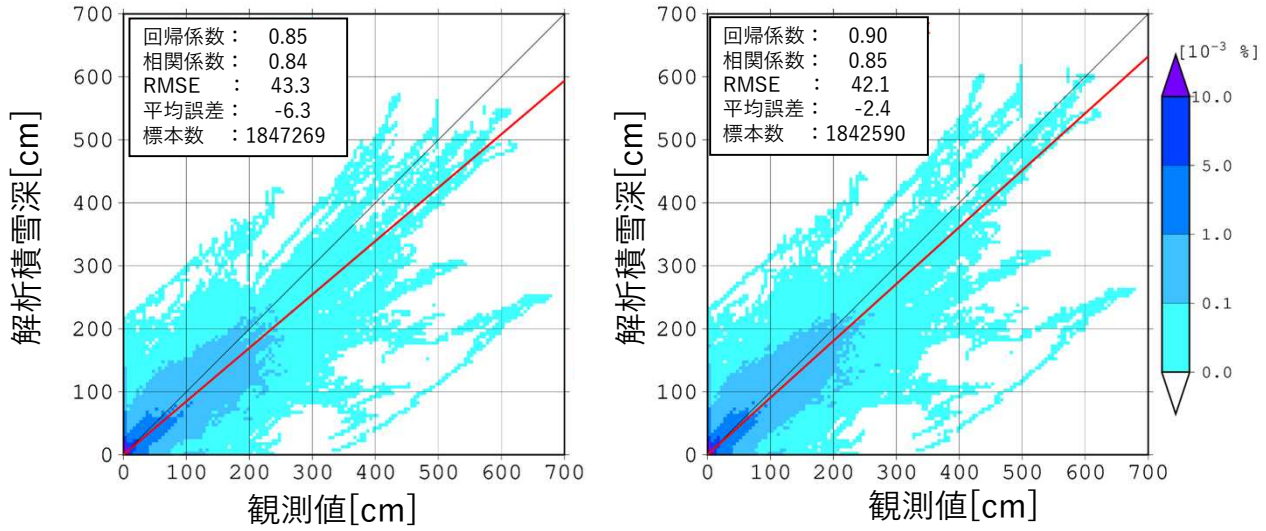
【エクイタブルスレットスコア】
全事例数に比べて実況「現象あり」の事例数が極端に少ない現象に対して、気候学的出現率の影響を緩和して適中精度を評価する指標。最大値1に近いほど予測の精度が高いことを示す。

検証結果

頻度分布図（積雪の深さ）

※観測値と解析積雪深がともに0cmの場合は除外。赤線は原点を通る回帰直線

改良前　※RMSE、平均誤差の単位はcm　改良後



✓ 改良後は回帰係数が1に近づくとともに、平均誤差が0に近づき過小傾向が改善。
✓ 改良後はRMSEが43.3cmから42.1cmに減少。

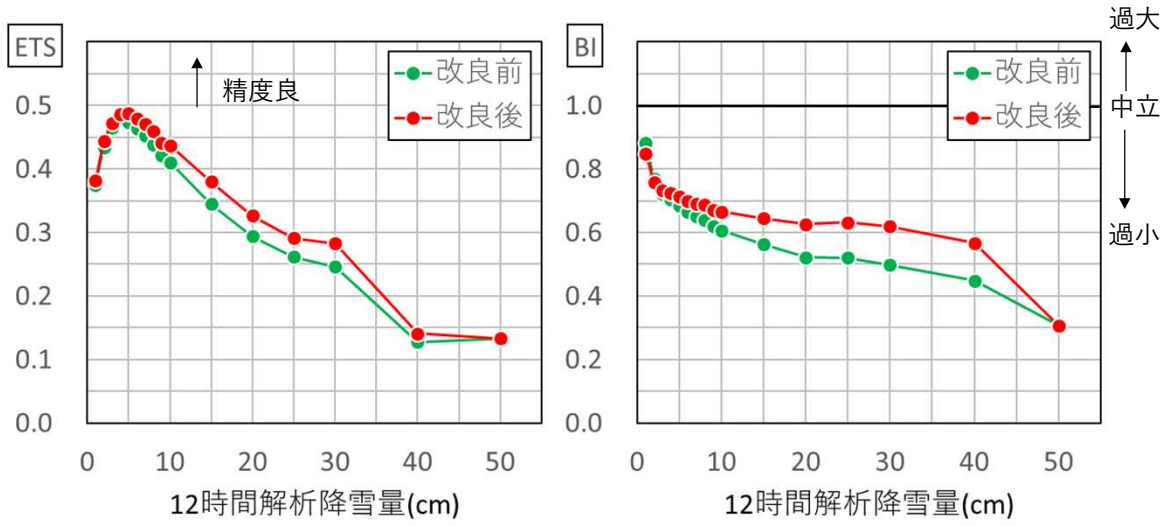
改良前と改良後の積雪の深さの頻度分布図を示す。

積雪の深さは、積もり始めからの誤差が積み重なり、改良前後とも観測値と比較して全体的にやや少なめの傾向が見られるが、回帰係数は0.85から0.90になり、平均誤差が-6.3cmから-2.4cmになったことから、過小傾向が改善している。

また、改良後はRMSEが43.3cmから42.1cmに減少していることから誤差が小さくなっている。

検証結果

12時間降雪量のETS、BI



✓ 改良後の12時間解析降雪量のETSは全体的に増加し、解析精度が向上。
✓ BIは全体的に1に近づき、過小傾向が改善。

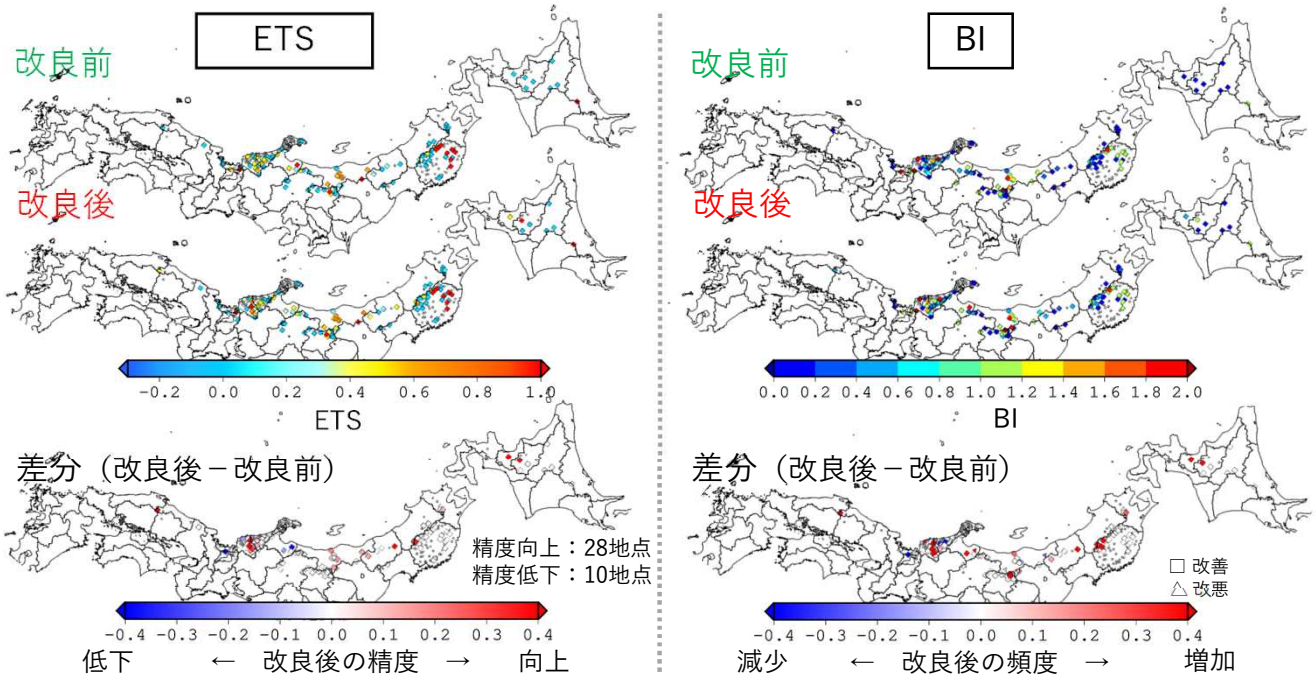
改良前と改良後の12時間降雪量のエクイタブルスレットスコア（ETS）およびバイアススコア（BI）を示す。

改良後の12時間降雪量のETSは、改良前に比べて全体的に増加していることから、解析精度が改善している。

また、改良後のBIは、改良前に比べて全体的に1に近づいていることから、過小傾向が改善していることがわかる。

検証結果

12時間降雪量30cm以上の現象に対する地点別のETS、BI ※事例数10以上の地点



- ✓ 降雪量の解析頻度の増加により過小傾向が改善し、精度が向上した地点が多い（28地点）
  - ➢ 雲頂高度の低い雪雲や地形の影響で解析雨量が過小・従来の解析降雪量に過小傾向が見られた地点で改善
- ✓ 一部の地点では精度が低下（10地点）
  - ➢ 観測点が谷間や沿岸部に位置し、解析値に従来から過大傾向が見られていた地点で過大傾向が拡大

各検証地点（庁外機関）における12時間降雪量30cm以上の現象に対する改良前と改良後のETSとBI、及びそれぞれの差分の分布図である。
なお、BIの差分における改善とは改良後のBIが改良前に比べて1に近づいたこと、改悪はBIが1から離れたことを表す。

ETSの差分（改良後－改良前）をとったところ、改良後に精度が向上した地点数は28地点、低下した地点数は10地点であった。

BIの差分から、精度が向上した地点の多くでは、12時間降雪量の解析頻度の増加により過小傾向が改善している。
これらの地点では、雲頂高度の低い雪雲による降雪や地形などの影響によるレーダーの遮蔽によって解析雨量が過小となりやすく、従来の手法では解析降雪量が過小となっていたものが、本改良により改善したものと考えられる。

一方、改良後に精度が低下した地点においては、観測点が谷間や沿岸部に位置している場合が多かった。これは、周辺格子の積雪深の変化が大きいために5km平均した解析値に従来から過大傾向があった地点において、補正手法の変更によりその傾向がさらに拡大したためと考えられる。

4. 事例紹介

改良前後の補正手法により再計算した解析積雪深・解析降雪量による解析事例

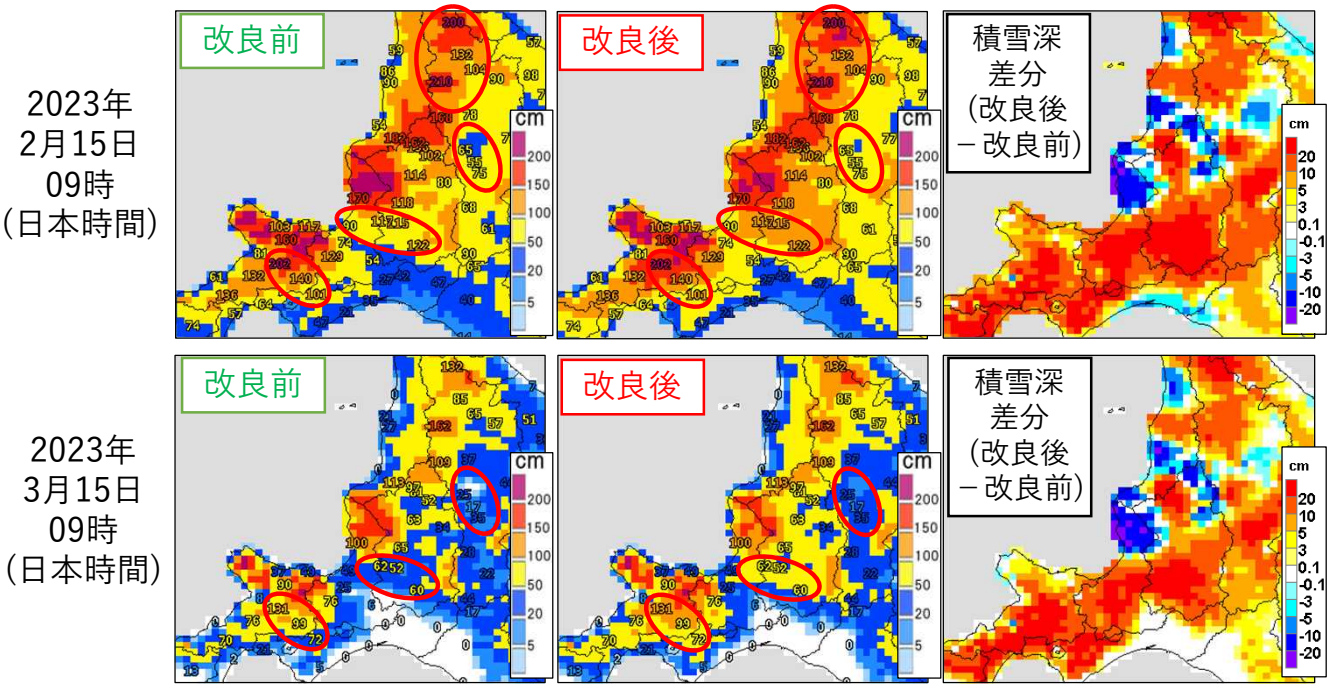
※ 改良前の観測値補正手法：
積雪深計の周囲 4 格子のモデル積雪深による内挿値を観測値と比較

※ 改良後の観測値補正手法：
積雪深計の周囲 5km以内のモデル積雪深の平均値を観測値と比較

解析積雪深・解析降雪量における改良による効果について理解を深めることを目的として、改良前後の補正手法で計算した解析積雪深・解析降雪量による解析事例を紹介する。

解析積雪深の比較

解析積雪深　※数字はアメダスの観測値



北海道を例として、改良前後の手法による解析積雪深を比較
　改良前：解析積雪深は過小傾向。
　改良後：解析積雪深が全体的に増加、観測値との対応が改善。

改良前後の手法による解析積雪深を比較するため、北海道を例として、2023年2月15日09時（日本時間）、3月15日09時の改良前（左列図）、改良後（中列図）の手法による解析積雪深を示す。
また、右列図には、改良前後の手法による解析積雪深の差分（改良後－改良前）を示す。

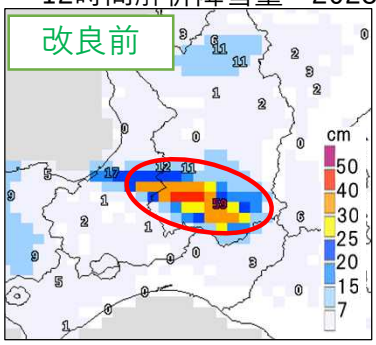
左列図の赤丸で囲んだ地域では、両時刻とも数値で示したアメダスの積雪の深さに比べて解析積雪深が過小であるが、中列図では解析積雪深が実況に近くなっていることがわかる。

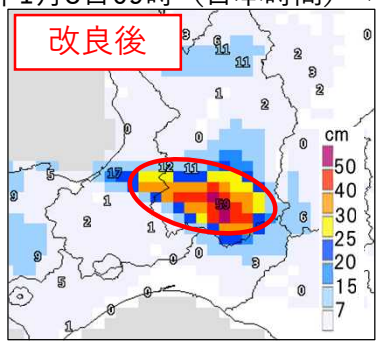
右列図に示す改良前後の差分では、両時刻とも広く暖色系の範囲となっていることから、改良後の解析積雪深は改良前に比べて全体的に増加していることがわかる。

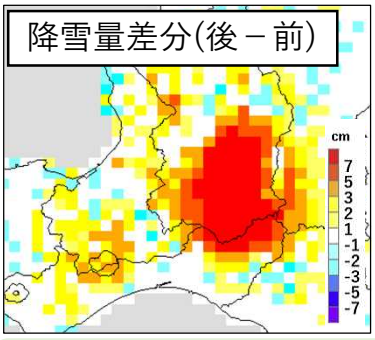
解析積雪深・解析降雪量の事例

2023年1月2日から3日にかけて冬型の気圧配置が続いた影響で、北海道南空知では局地的な大雪。夕張市鹿の谷の12時間降雪量64cmは統計開始以来１位の値。

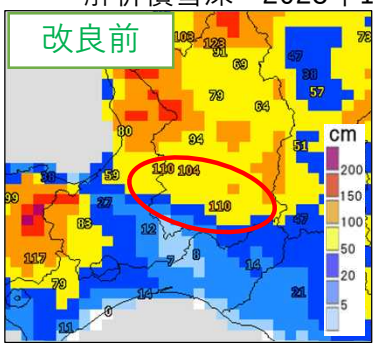
12時間解析降雪量　2023年1月3日09時（日本時間）　※数字はアメダスの観測値

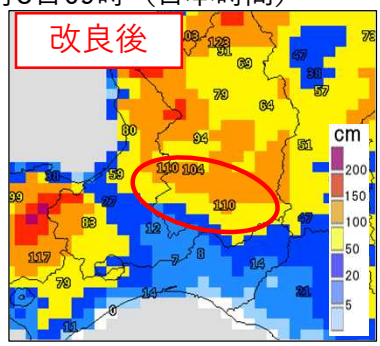






解析積雪深　2023年1月3日09時（日本時間）





改良前の解析積雪深・12時間解析降雪量は観測値に比べて過小傾向。

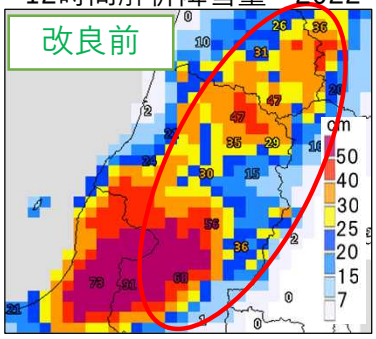
改良後の解析値は観測値の分布に近づいた。

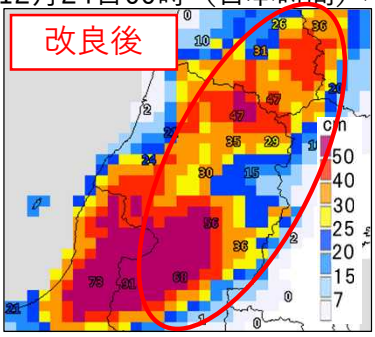
レーダーでの観測が困難な雲頂高度が低い雪雲による降雪。
モデル積雪深における過小傾向がより的確に補正されるようになった結果と考えられる。

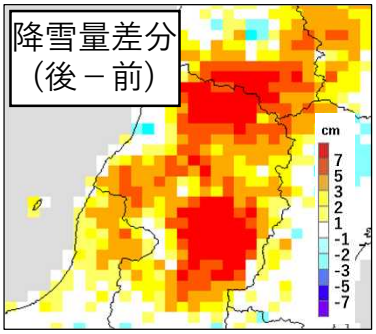
解析積雪深・解析降雪量の事例

2022年12月23日から24日にかけて、低気圧と強い冬型の気圧配置の影響で北日本、北陸地方で大雪。山形県では顕著な大雪に関する山形県気象情報を発表。

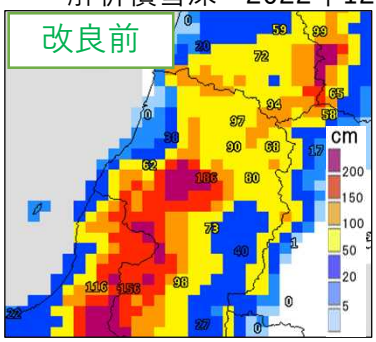
12時間解析降雪量　2022年12月24日00時（日本時間）※数字はアメダスの観測値

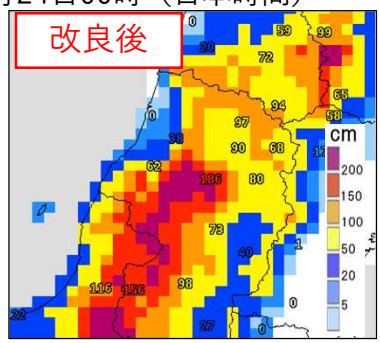






解析積雪深　2022年12月24日00時（日本時間）





改良前の12時間解析降雪量は、観測値に比べて過小な範囲がある。

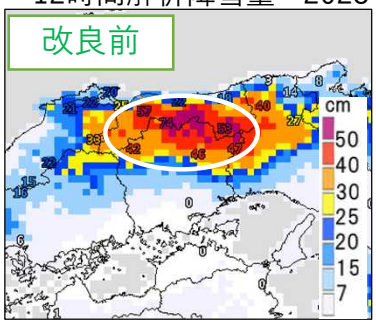
改良後の解析降雪量が増加し、観測値の分布に近づいた。

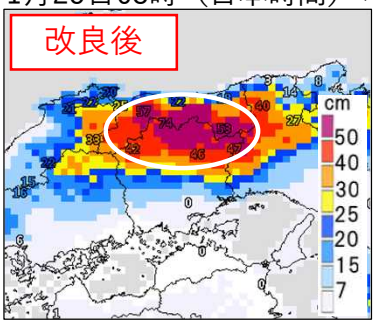
レーダーの遮蔽によるモデル積雪深における過小傾向が、より的確に補正されるようになった結果と考えられる。

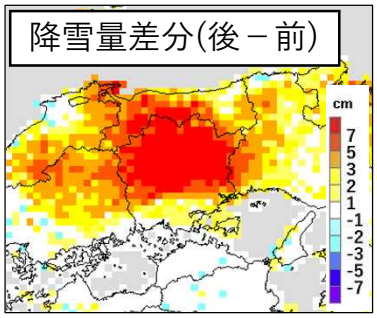
解析積雪深・解析降雪量の事例

2023年1月24日から26日にかけて、西日本の上空約5000メートルに氷点下36℃以下の寒気が流入し、強い冬型の気圧配置の影響で大雪。

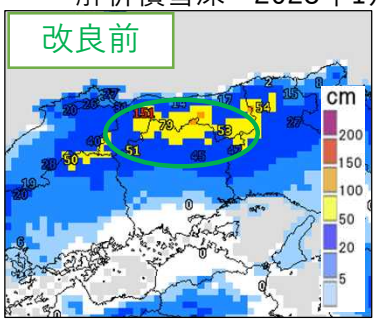
12時間解析降雪量　2023年1月25日03時（日本時間）　※数字はアメダスの観測値

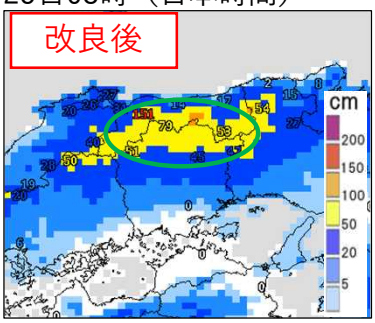






解析積雪深　2023年1月25日03時（日本時間）





改良前の解析積雪深・12時間解析降雪量は観測値に比べて過小傾向。

改良後の解析値は観測値の分布に近づいた。

山地の風下側中心に入力値の降水量が過小であったことに起因するモデル積雪深の過小傾向が、手法の改良で、より的確に補正されるようになった。

5. まとめ

まとめ

令和5(2023)年10月3日

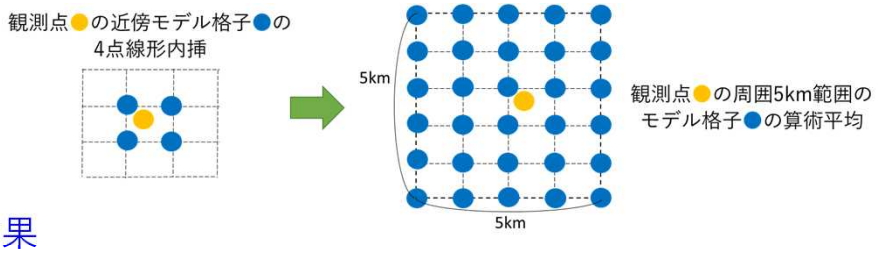
解析積雪深・解析降雪量における観測値補正手法の改良を実施

✓ 配信資料に関する技術情報第614号（気象庁大気海洋部，2023）
https://www.data.jma.go.jp/suishin/jyouhou/pdf/614.pdf

改良の内容

✓ モデル積雪深をアメダス積雪深計の観測値で補正する際に、観測値と比較するモデル推定値の算出方法を変更

従来　：観測点近傍の周囲 4 格子のモデル積雪深の線形内挿
変更後：**観測点の周囲 5km範囲のモデル積雪深の算術平均**



改良による効果

✓ モデル積雪深における過小傾向がより的確に補正されるようになり、**解析積雪深・解析降雪量の過小傾向が改善**。
✓ アメダスが含まれる5km格子での**解析値と観測値の対応が大幅に良くなった**。

利用上の留意点

- ✓ 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、積雪の深さと降雪量の分布を把握するための資料として利用する。
- ✓ 解析値は、格子内の観測値と必ずしも一致しない。
- ✓ 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」と数値を用いることは控え、「○○地方を中心に積雪が増えています」などの表現で示す。
- ✓ 以下の気象条件の場合には解析精度が低下する可能性がある。

- □ 風が強いとき。
  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℃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。
  本プロダクトで用いるのは地上気温のみ。
- □ LFMや解析雨量などの入力値の精度が低い場合。
  雲頂高度の低い雪雲による降雪（弱い冬型など）は、特にレーダーから離れた地域で観測することが困難であり、解析雨量の精度が低下することがある。

解析積雪深・解析降雪量を利用する上での留意点を示す。なお、この留意点は本改良の導入前後に共通するものである。

参考文献

気象庁大気海洋部（2021）：令和3年報道発表資料，積雪の深さと降雪量の6時間先までの予報を開始します．
https://www.jma.go.jp/jma/press/2111/04a/211104_kousetsu.html.

気象庁大気海洋部（2022）：配信資料に関する技術情報第593号 ～解析積雪深・解析降雪量及び降雪短時間予報の改良に伴う精度向上について～．
https://www.data.jma.go.jp/suishin/jyouhou/pdf/593.pdf

気象庁大気海洋部（2023）：配信資料に関する技術情報第614号 ～解析積雪深・解析降雪量及び降雪短時間予報の改良に伴う精度向上について～
https://www.data.jma.go.jp/suishin/jyouhou/pdf/614.pdf

気象庁予報部（2015）：メソ・局地数値予報システム、観測データ利用及びガイダンスの改良，平成27年度数値予報研修テキスト，44-49.

気象庁予報部（2019）：令和元年報道発表資料，新しい雪の情報の提供を開始します．
https://www.jma.go.jp/jma/press/1911/13a/20191113_snowanalysis.html

酢谷真巳・畑中謙一郎・長屋幸一・庭野匡思（2024）：解析積雪深・解析降雪量及び降雪短時間予報について，測候時報，91，1-25.
https://www.jma.go.jp/jma/kishou/books/sokkou/91/vol91_1.pdf

Niwano, M., Suya, M., Nagaya, K., Yamaguchi, S., Matoba, S., Harada, I., and Ohkawara, N. （2022）: Estimation of seasonal snow mass balance all over Japan using a high-resolution atmosphere-snow model chain. SOLA, 18, 193-198.
https://doi.org/10.2151/sola.2022-031