

ASNARO-2 SARデータを用いた積雪深推定手法の開発

○大森直登・古田竜一・井鍋僚祐・棚橋廉（RESTEC）
 棚町健彦・市原賢一・牧山紘（JEOSS）

1.はじめに

- これまでSARを用いた積雪深推定に関する研究事例は多くあるが、推定結果のばらつきが大きく、**安定的に高精度で推定することは未だ実現できていないのが現状である。**
- 本研究では、**推定精度が低下する要因を考慮し補正した上で、SARの後方散乱強度を用いて積雪深を推定することにより、面的な高精度推定の可能性を示す手法を開発した。**

2.使用データと対象領域

- XバンドSAR衛星・ASNARO-2（分解能2m、HH偏波）のデータ（3フレーム・計126シーン）を使用した。
- 期間は、2020年11月～2024年2月の冬季（10月から3月）

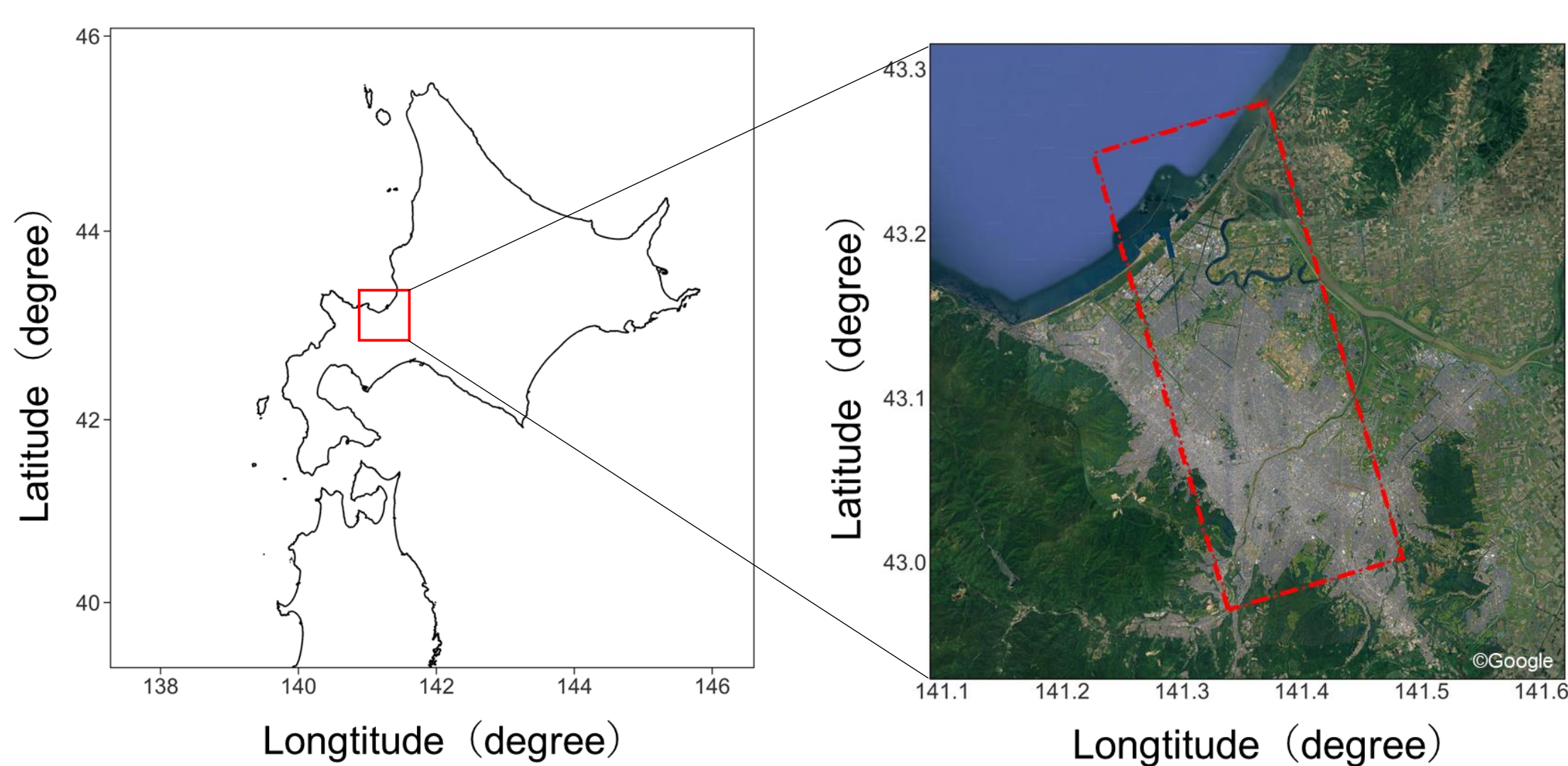


Fig1. Area of Interest. Red-dashed rectangles indicate ASNARO-2 3 scene image-covered areas (right).

3.解析手法

- 一般的に積雪深の増加に伴い、マイクロ波が積雪層内で減衰し、後方散乱強度は低下する。一方で、「①雪質」・「②過度な積雪深」の2つの要因に起因して、後方散乱強度が不規則に変化することがある。
- 誤差要因を踏まえ、**積雪深増加に伴い後方散乱強度が低下するように補正。**
- 補正後、**無雪期と積雪期の後方散乱強度画像の差分から積雪深を推定する。**

補正①雪質

- 水分を多く含む湿雪の場合、積雪粒子と水の誘電率の違いによって**後方散乱強度が著しく低下する。**
- 無雪期のデータを基準として、後方散乱強度の閾値を設定することで雪質の分類を行い、湿雪に分類されたデータについて、補正を行った。

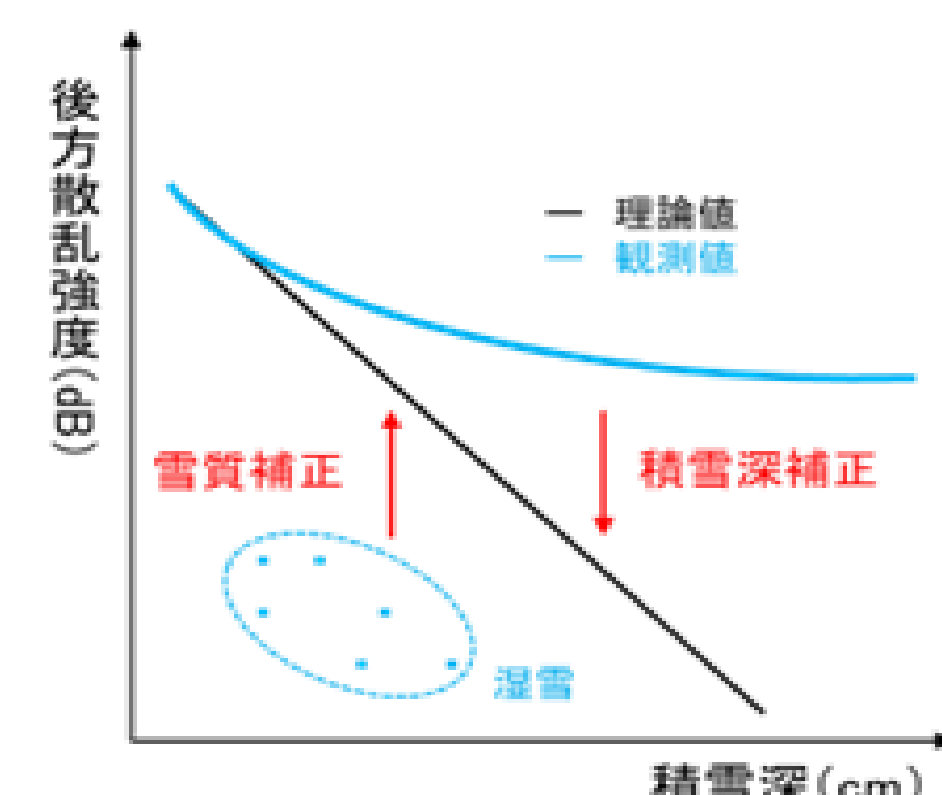


Fig2. The concept of snow depth estimation model

補正②積雪深

- 積雪深の増加は、マイクロ波の積雪層への透過性を弱め、**減衰による後方散乱強度の低下を抑制する可能性がある。**
- AMeDASの積雪深データを用いて、積雪深毎に補正係数を適用することで、積雪深の増加に伴い、後方散乱強度が低下するように補正を行った。

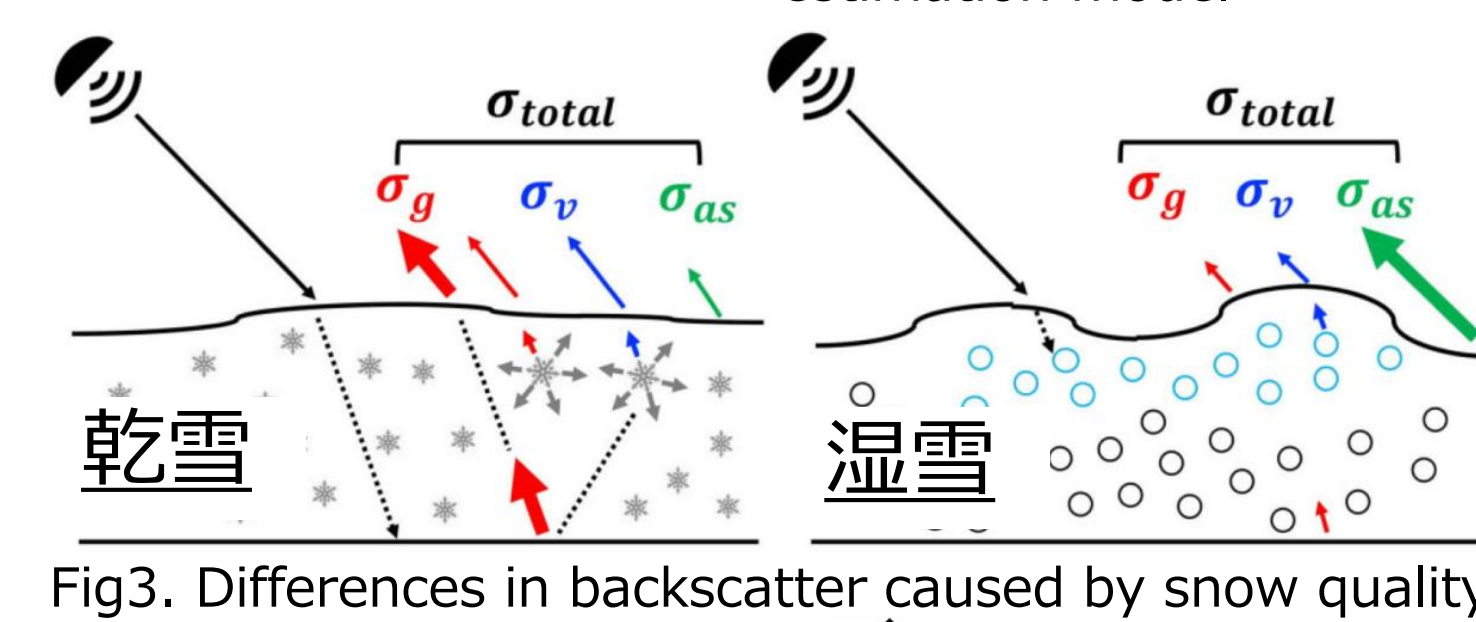


Fig3. Differences in backscatter caused by snow quality

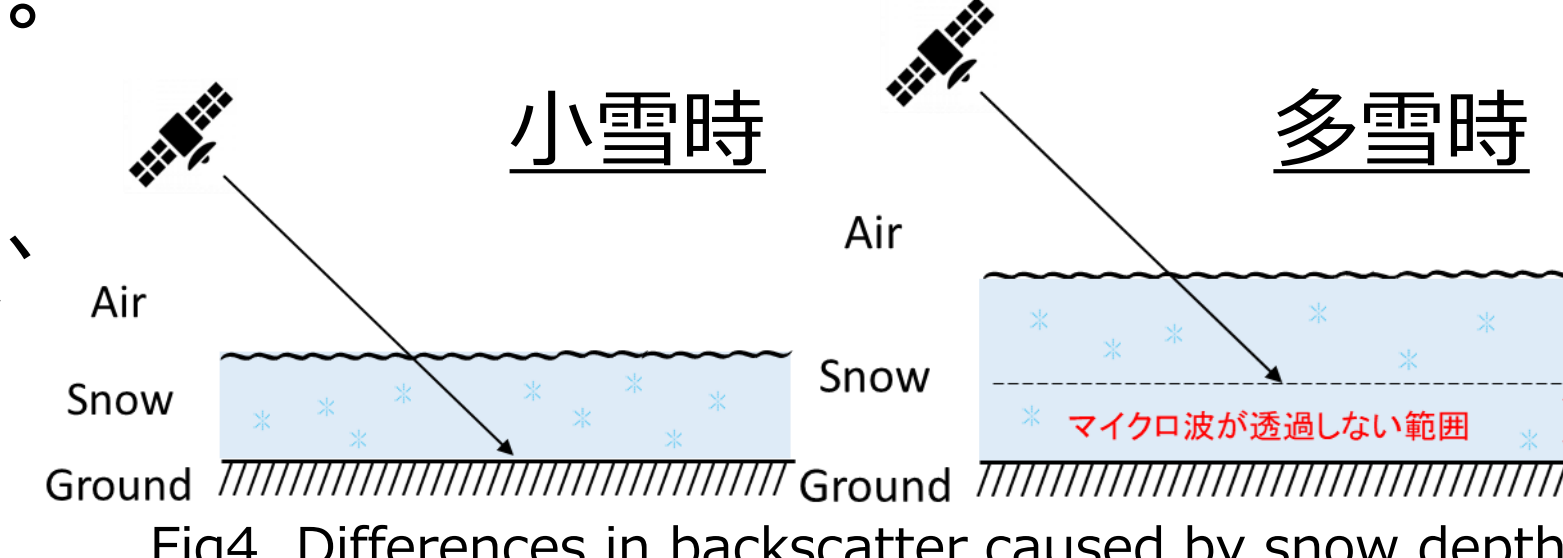


Fig4. Differences in backscatter caused by snow depth

4.解析結果と考察

積雪深推定結果の精度評価

- 推定積雪深とAMeDAS（石狩・札幌）の積雪深を比較した結果、**平均絶対誤差及び中央絶対誤差が10cm程度となり、高精度での推定が可能であることが示された。**

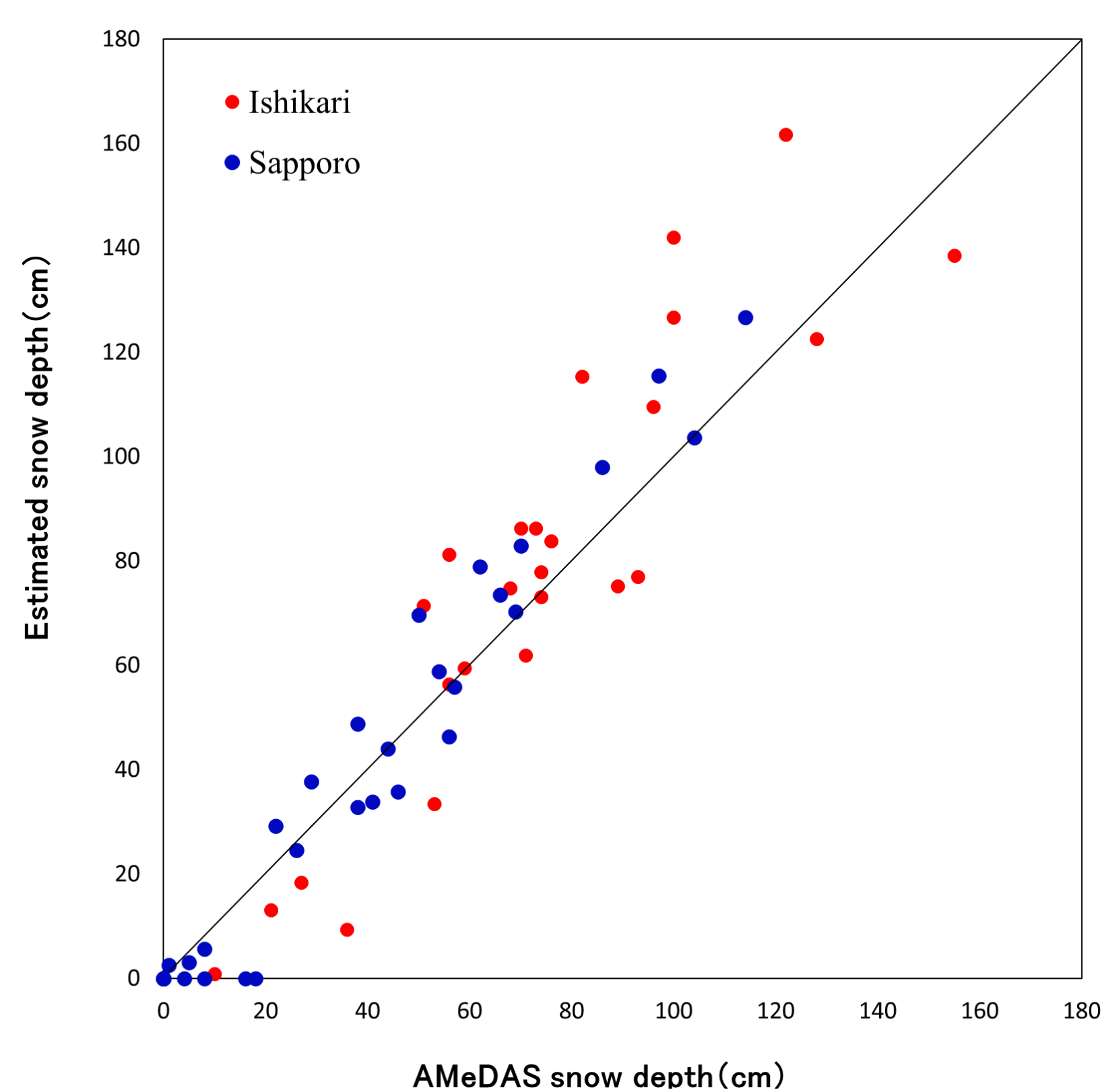


Fig.5. Results of comparison between AMeDAS snow depth and estimated snow depth.

Table.1. Accuracy evaluation of estimated snow depth and AMeDAS snow depth.

AMeDAS station	Mean Absolute Error [cm]	Median Absolute Error [cm]
Ishikari	9.55	6.10
Sapporo	5.23	1.73

SARから作成した積雪深分布図の例（2022年2月21日）

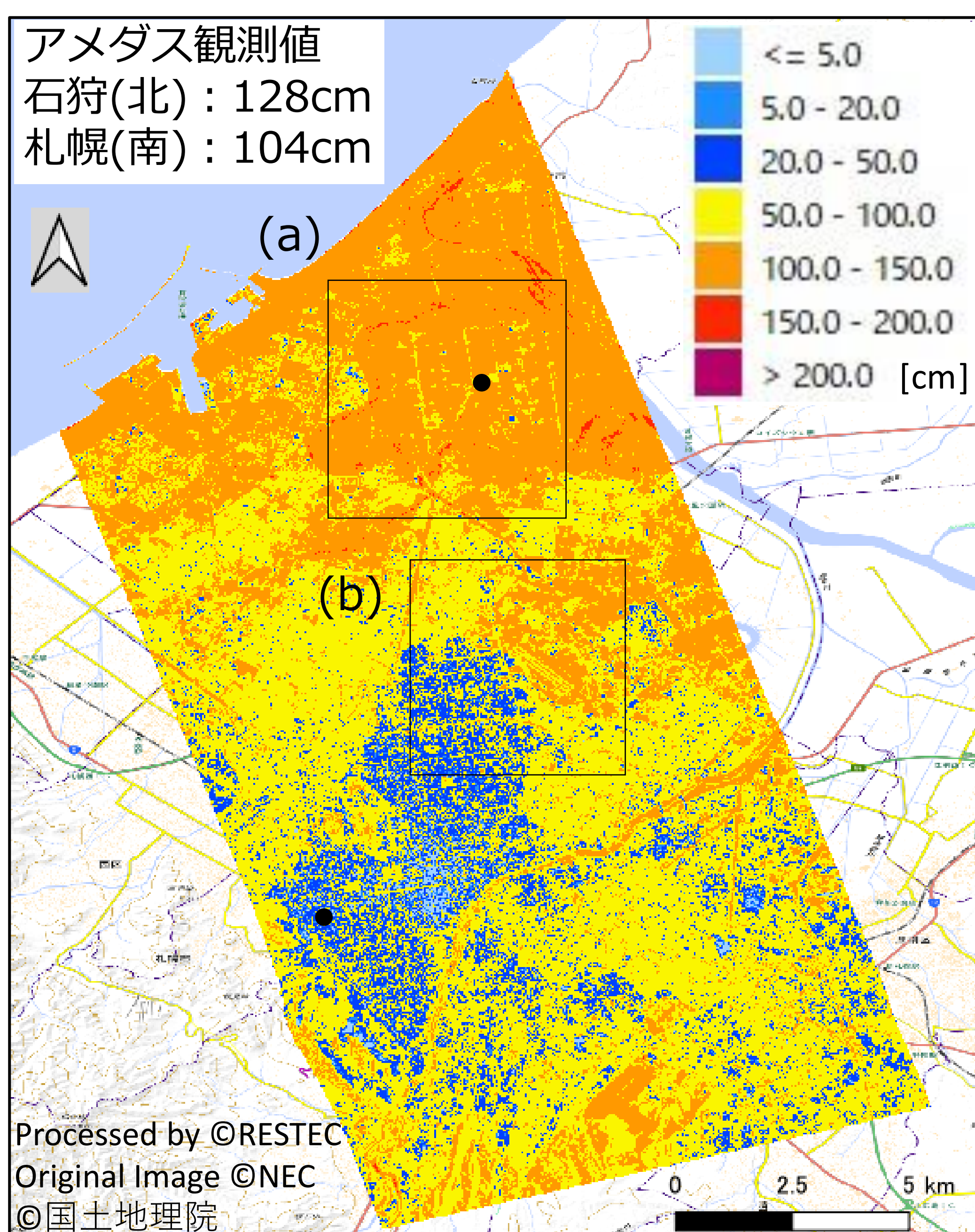


Fig.6. Example of snow depth estimation output.

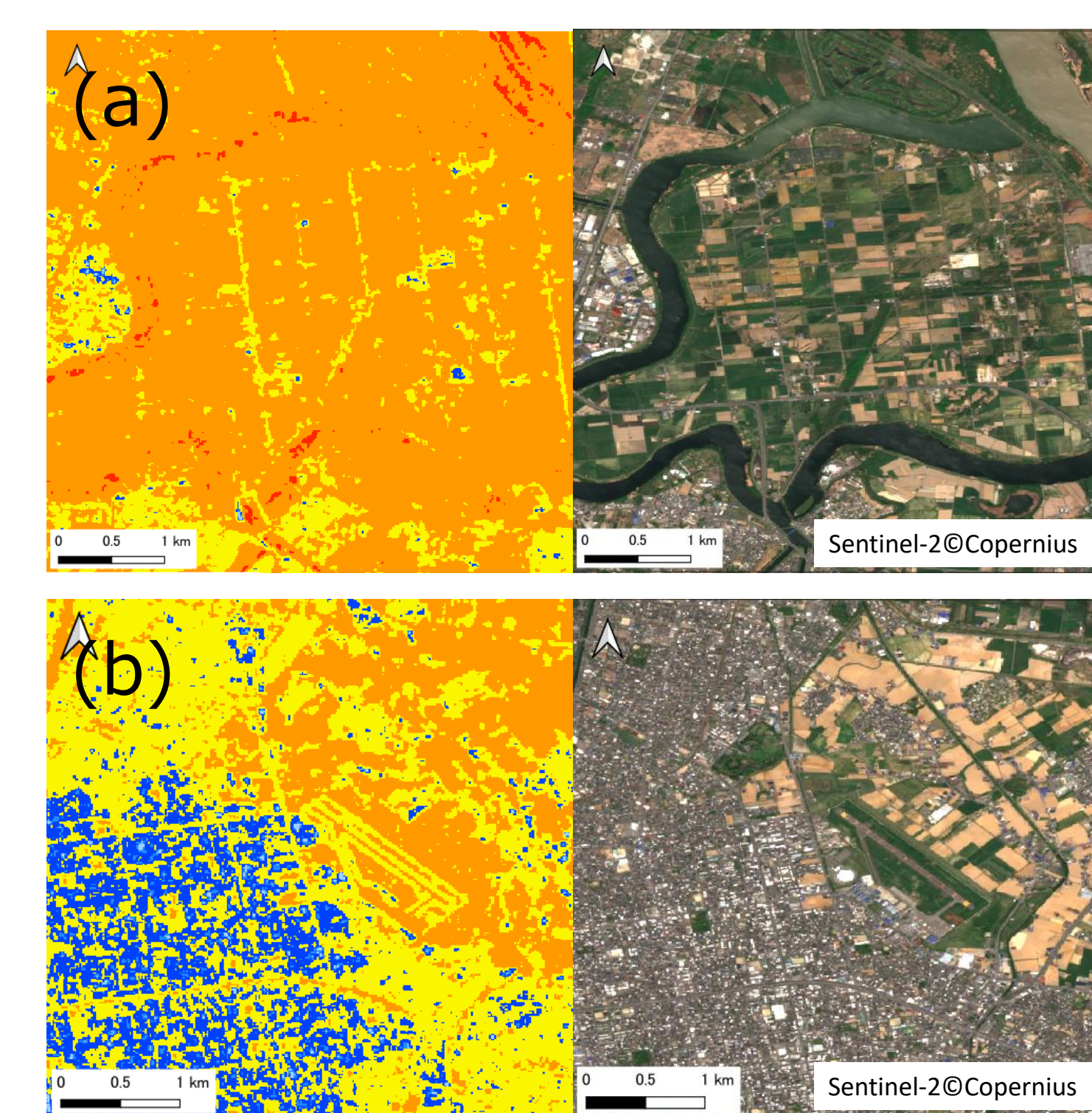


Fig7. Differences in accuracy of snow depth estimation caused by land covers.

- (a)、(b)より農耕地等では、高精度で推定ができた一方、住宅地等では精度が低下する傾向が確認された。
- 要因としては、構造物や森林では積雪面以外の散乱成分が含まれているため、推定精度が低下したと考えられる。

まとめ

- 積雪期と無雪期のASNARO-2 SARデータの後方散乱強度差分を用いて積雪深の推定を行い、アメダス積雪深と比較して精度評価を行った。
- 積雪深の推定に際し、誤差要因であるマイクロ波の透過限界を超える積雪深について、AMeDASの積雪深データを用いて補正を行った。
- 積雪深の推定に際し、誤差要因である雪質について、無雪期のSARデータを基準とした閾値を設定し、雪質分類をすることにより補正を行った。
- 推定積雪深とAMeDAS積雪深を比較した結果、**推定誤差10cm程度となり、これまで実現できなかった面的な高精度推定の可能性が示された。**

【参考文献】

- 1) Ulaby, F.T., Moore, R.K., Fung, A.K.: Microwave Remote Sensing: Active and Passive, From Theory to Applications., Artech House, 1986.
- 2) Bernier, M., Fortin, J.-P.: The potential of times series of C-Band SAR data to monitor dry and shallow snow cover., IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 36, pp226-243, 1998.
- 3) Shi, J., Dozier, J.: Inferring snow wetness using C-band data from SIR-C's polarimetric synthetic aperture radar., IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 33, pp905-914, 1995.
- 4) 外野麻子、本間真一、佐藤匠、本田健一、鈴木修、衛星SARを用いた積雪深分布推定に関する研究、日本雪氷学会雪氷研究大会、2015.
- 5) Koskinen, J., Pulliainen, J., Hallikainen, M.: The use of ERS-1 SAR data in snow melt monitoring., IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 35, pp601-610, 1997.
- 6) Nagler, T., Rott, H.: Retrieval of wet snow by means of multitemporal SAR data., IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 38, pp754-765, 2000.
- 7) Park, J., Forman, B., Lievens, H.: Prediction of Active Microwave Backscatter Over Snow-Covered Terrain Across Western Colorado Using a Land Surface Model and Support Vector Machine Regression., IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing, 14, pp2403-2417, 2021.