

# 能登半島地震と雪氷災害の複合災害について

## 令和6年能登半島地震に対する 雪氷防災研究部門の取り組み

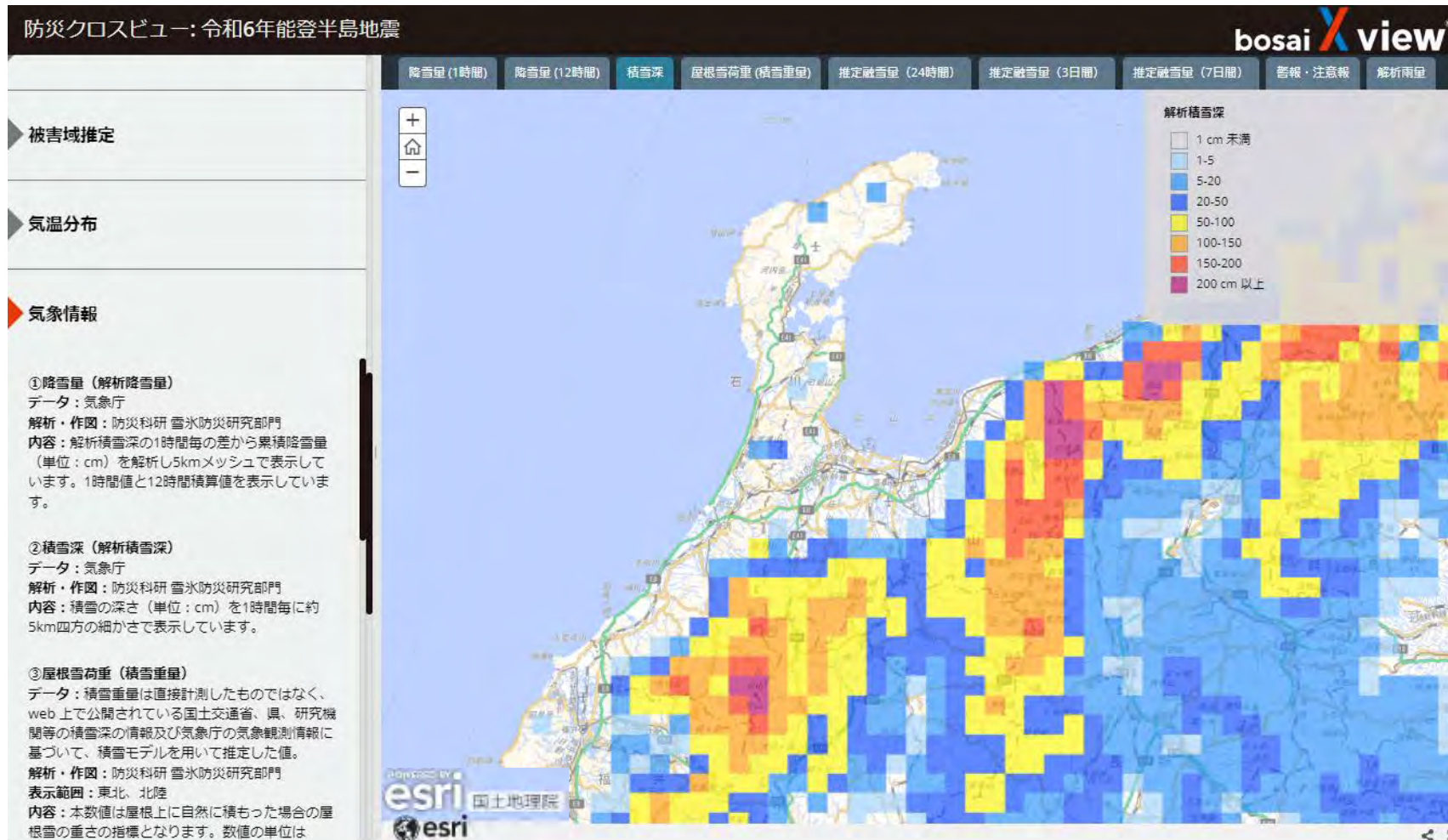
雪氷防災研究部門  
部門長 中村一樹

# 令和6年能登半島地震に対する雪氷防災研究部門の取り組み

- ◆**応急、復旧対応に関わる情報の発信（雪質シミュレーションの情報）**
- ◆**現地調査実施（スマホAI路面判定試験システムを使った調査）**
- ◆**現地調査と2004年中越地震等の知見を基にした注意喚起情報の発信**
- ◆**災害対応の課題**

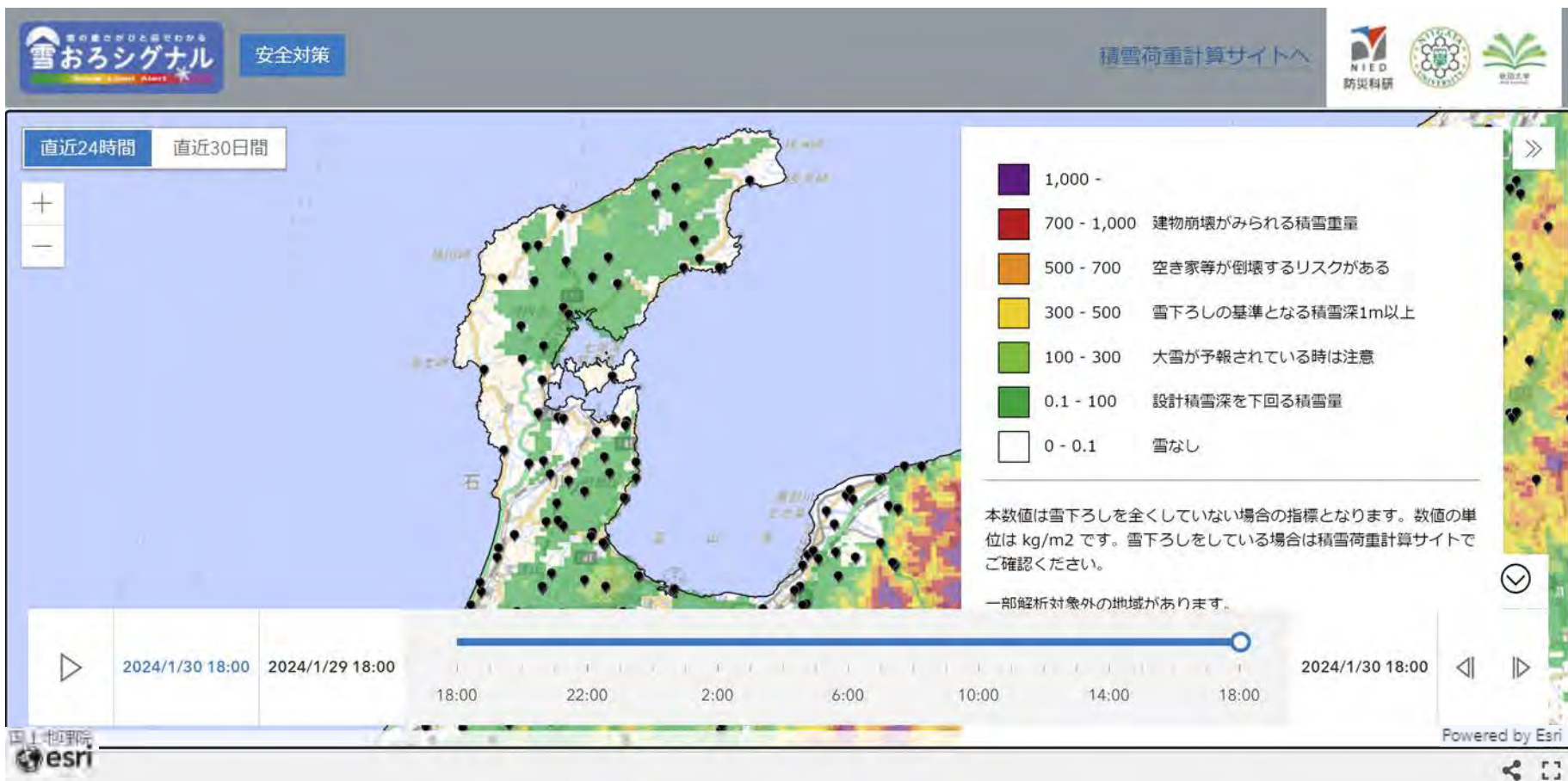
# ◆ 応急、復旧対応に関わる情報の発信

防災クロスビュー：令和6年能登半島地震に、独自の雪氷関連情報（屋根雪荷重、推定融雪量など）や降雪量、積雪深、降水量、気温等の気象・雪氷情報を提供。



# ・屋根雪荷重(kg/m<sup>2</sup>)：雪による家屋倒壊の防止に資する情報（1kmメッシュ）

「地震の揺れが大きかった地域では、しばらくの間、同程度の揺れを伴う余震が繰り返し発生する可能性があります。地震の揺れにより建物が損傷している場合は、建物の耐久性が低下することもあります。今後の降雪によって屋根雪の荷重が増加した場合、通常であれば安全だと判断される荷重でも建物が倒壊する危険性がありますので、十分に注意して下さい。」

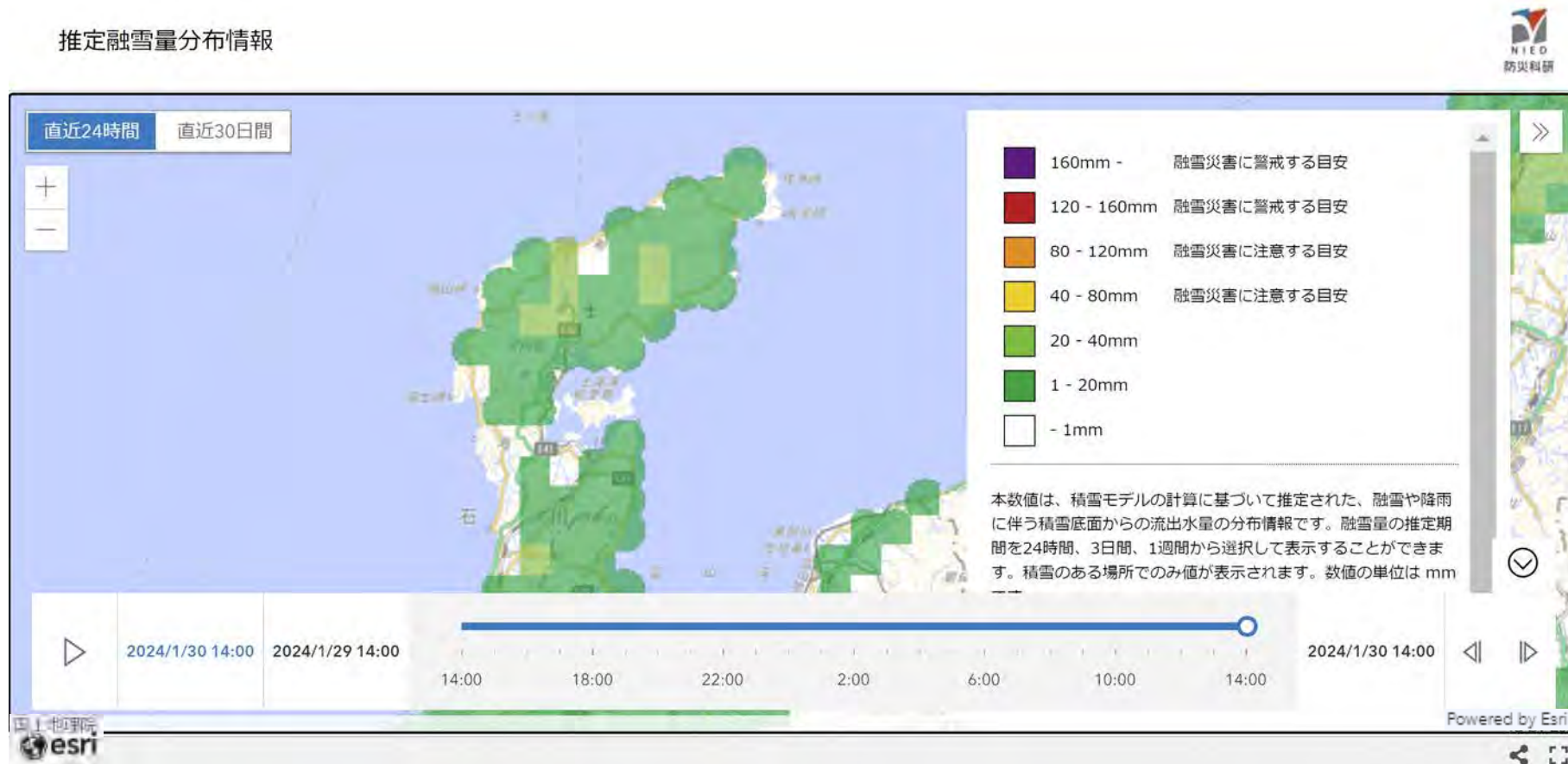




# ・推定融雪量(mm)：融雪に起因する土砂災害に関する情報（5kmメッシュ）

「地震等で地盤が弱くなった斜面では、普段以上に、雨への警戒と併せて、融雪への警戒も必要となります。また、底面流出量の増加に伴い、積雪底面と地面の境界で滑りが生じる全層雪崩の危険性が高まる場合があります。」

推定融雪量分布情報



# 【参考技術】積雪荷重情報・推定融雪量の計算

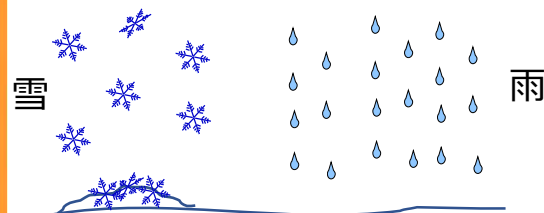
日本の湿雪に適合するように防災科研が改良した積雪変質モデル日本版SNOWPACK

## 入力データ

気温  
相対湿度  
風向風速  
短波放射量  
長波放射量  
積雪深  
地温



降水量 雪の堆積、  
雨水の浸透



圧密による密度変化



変質による雪質の変化



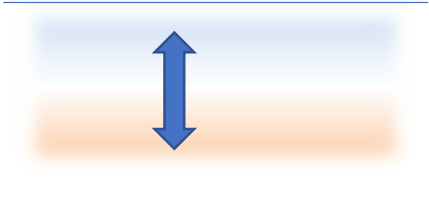
新雪

しまり雪

気温、風、放射量 雪表面温度の計算(熱収支)



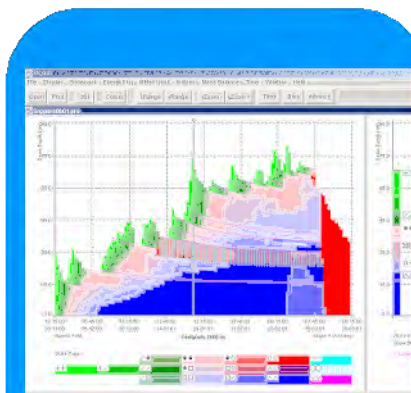
熱伝導による温度分布



水の浸透



## 出力



積雪深  
積雪層構造  
雪温  
密度  
雪質  
等



# ◆現地調査実施（2024/1/4、1/26）

## 調査1) 除雪に影響を与える液状化調査実施（2024/1/4 新潟市、糸魚川市）

- ・ 今後の大雪時の除雪対応にも関係する新潟市西区の液状化に関する災害調査を2024年1月4日に実施し、調査速報をWebで公開。
- ・ スマホAI路面判定試験システムを用いた地震被害調査を実施。

No.	時刻
82	11:45:56
83	11:46:57
84	11:47:57
85	11:48:57
86	11:49:57
87	11:50:57
88	11:51:58
89	11:52:58
90	11:53:58



- ・ 防災科研マルチハザードリスク評価研究部門の液状化調査チームに共有。
- ・ 2018年胆振東部地震で札幌市清田区の液状化対応をした札幌市の防災チームからのコメントを新潟市の関係者に共有。  
(2024年1月30日に連携協力協定を締結した札幌市との取組みの一環)

5. 災害調査 新潟県内の能登半島地震による液状化被害調査と大雪との複合災害の想定 (2024.1.4)

研究代表者	雪水:上石 勲	実施期間	令和5年度
研究参加者	雪水:山口 悟		

**【概要】**  
2024年1月1日16時28分に発生した能登半島地震では、新潟県内でも液状化による被害が発生した。調査では、液状化の影響が著しかった新潟市西区と糸魚川市の2か所について現地調査してその実態を把握するとともに、今後の降雪によって除雪が困難になることや建物等への被害による倒壊の危険性が增大することなどを想定し、その検討結果を報道等を通じて周知した。

**【目的】**  
能登半島地震によって被災の大きかった新潟市西区と糸魚川市の現地調査を行って状況を把握するとともに、今後の降雪への影響と地震と雪との複合災害について想定することにより、災害被害の低減に資することを目的とした。

**【実施内容】**  
実施日：2024年1月4日  
実施項目：新潟県内の地震による被害状況ならびに雪による影響の想定、対応方法検討

**【成果】**  
新潟市西区では、善久、山田、立込、ときめき周辺で幅約200～300mの帯状に南北に数キロの範囲で液状化による道路の陥没、隆起、噴砂が見られ、地域住民の方が砂を処理していた（写真1,2）。この地域は道路の幅が狭く、地震による液状化によってさらに除雪が困難となることが想定される。同じ新潟市西区県道16号線の青山～内野でも道路に沿って、橋長10m、長さ数kmの範囲で液状化による影響が見られた。液状化によって建物や電柱が傾いており、今後の降雪によって被害の拡大が危惧される（写真3,4）。また、ケーブルや排水管への被害により、さらに電柱が傾き、停電や通信障害などの危険性が增大するなど、今後の異なる影響が懸念される。  
糸魚川市中央区では、糸魚川駅南口近くの限られた範囲で液状化が発生し、地盤の起伏や家屋の傾きが見られた（写真5,6）。  
現地調査を踏まえ、大雪との複合災害について想定し、報道等を通じてつぎのような、注意喚起を行っている。  
・地震で弱った建物に多量の雪が積もると、雪の重みで建物の倒壊の恐れが高まる。また、重心が高くなるため、強風により揺れやすくなる可能性がある。さらに、多量降雪後に雨が降ると、積雪の中に水分が溜まって重くなり、建物被害の危険性が高くなる。  
・液状化による隆起と沈下によって、道路の段差や起伏が大きくなっており、機械除雪がスムーズに行われず、時間がかかる可能性がある。  
・降雪により、地盤の痛みや亀裂が隠れてしまい、車の通行や歩行者の移動に支障が出る。

**写真1** 液状化による隆起と陥没  
新潟市西区

**写真2** 地域住民による砂の処理  
新潟市西区

**写真3** 液状化による家屋被害  
新潟市西区



# 調査2) 寒波到来のタイミングの調査実施 (2024/1/26 氷見市、七尾市)

- 各種センサーを搭載した移動観測車を用いた富山県氷見市と石川県七尾市の現地調査の実施



- 被害の低減に資することを目的として、寒波の降雪のタイミングで雪氷との複合災害を想定した調査を実施。



消雪パイプが機能していない (接合部の破断) : 氷見市北大町

道路上への崩壊、倒壊屋根上のシート: 七尾市市街地

➡ 得られた多くのデータは、今後、被害の低減につながる新しい技術の開発に活用される予定

[https://www.bosai.go.jp/seppyo/research/nor3uc0000007oq-att/report\\_20240126\\_HimiNanao.pdf](https://www.bosai.go.jp/seppyo/research/nor3uc0000007oq-att/report_20240126_HimiNanao.pdf)



# 【参考技術】スマホAI路面判定試験システムの概要

▼スマートフォンの設置



▼アプリで1枚/2秒に画像撮影



▼リアルタイムAI路面判定



## 2022年12月20日長岡市内の調査例

- ・誰でも走るだけで路面判定可能、道路状況写真記録
- ・情報共有が容易
- 道路パトロールの自動化、遠隔での情報共有促進
- 人手不足解消に貢献、迅速な意思決定
- 道路管理の迅速化、効率化(効率的な除排雪)(道路管理、安全走行)



取得した画像を基に、15区分の解析結果を地図上に表示



2秒に1回撮影の取得画像確認可能

クラウドにてAI判定、数分遅れでWEBの地図上に表示可能

→ 走行するだけで基本的な調査が可能。路肩の雪や道路の幅のAI検知技術も開発中。被害検知検討中。

# ◆現地調査と2004年中越地震等の知見を基にした注意喚起情報の発信

## 令和6年能登半島地震雪氷災害関連情報の特設サイトを設定

特に、緊急対応、復旧対応で現地入りしている非雪国からの支援者に向けた情報

令和6年能登半島地震  
雪氷災害関連情報

<https://www.bosai.go.jp/seppyo/disaster/SnowDisasterAE.html>

### 能登半島地震と雪氷災害の複合災害として想定される注意点（1/2）

- 1 地震で弱った建物に多量の雪が積もると、雪の重みで建物の倒壊の恐れが高まる。また、屋根雪により建物の重心が高くなるため、余震により揺れやすくなる可能性がある。さらに、多量降雪後に雨が降ると、積雪の中に雨の水分が溜まって重くなり、建物被害の危険性が高くなる。
- 2 液状化による隆起や沈下により道路の段差や起伏が大きくなっており、機械除雪がスムーズに行われず、時間がかかる可能性がある。
- 3 降雪により、地盤の傷みや亀裂が隠れてしまい、車の通行や歩行者の移動に支障が出る。
- 4 0°C前後の降雪では電線への着雪が生じやすく、傾いた電柱がさらに傾き、電線の接触や切断による停電や通信障害が拡大する可能性がある。
- 5 能登地方では昨年12月に大雪による倒木で停電が多数発生したが、今後も降雪時には樹木への冠雪による倒木が原因の停電のリスクが高まる。

避難所停電の  
恐れ：1月末の  
寒波到来時に  
報道注意喚起



# 【地震前の調査】2023年12月21日から22日にかけての大雪に起因する能登地域の広域停電に関する調査速報（防災科研）より抜粋

## 調査結果

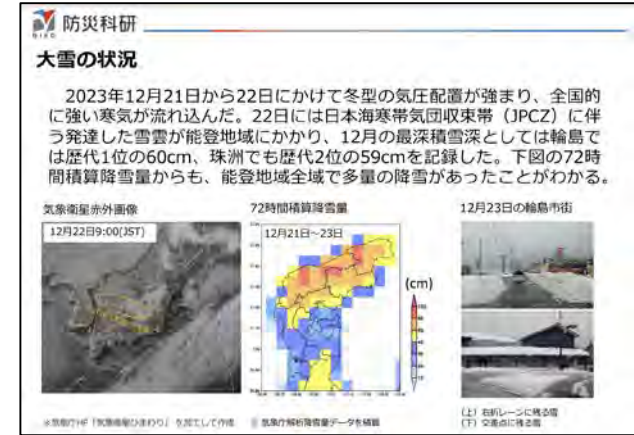
### ③国道249号・県道7号

山間地を通る路線では枝や幹が折れている樹木が散見された。特に、道路に近い樹木の場合は、撓んだり折れた枝や幹が電線への接触している箇所が複数見られた。また、国道249号中屋トンネルでは電灯が消灯していた。

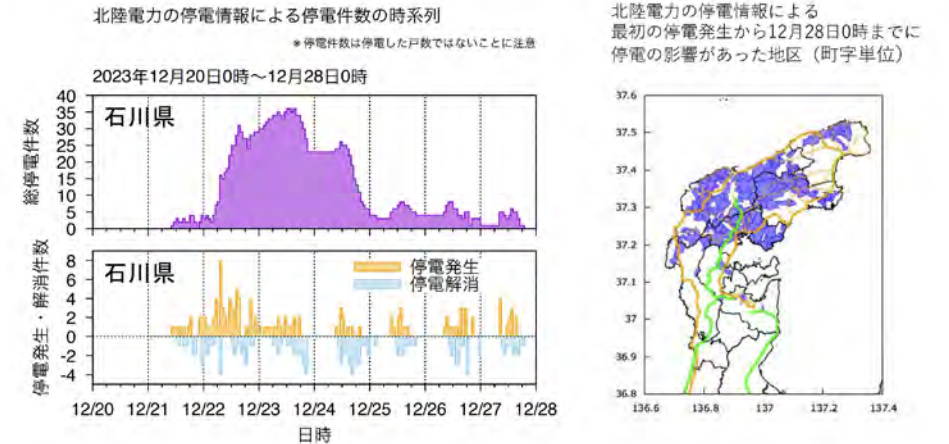


写真1：沿道の竹が冠雪でたわみ道路に迫る  
 写真2：冠雪により樹木の枝がたわみ電線に接触  
 写真3：折れた樹木の幹が落下し電線に掛かる

年末に停電が解消したところだった。



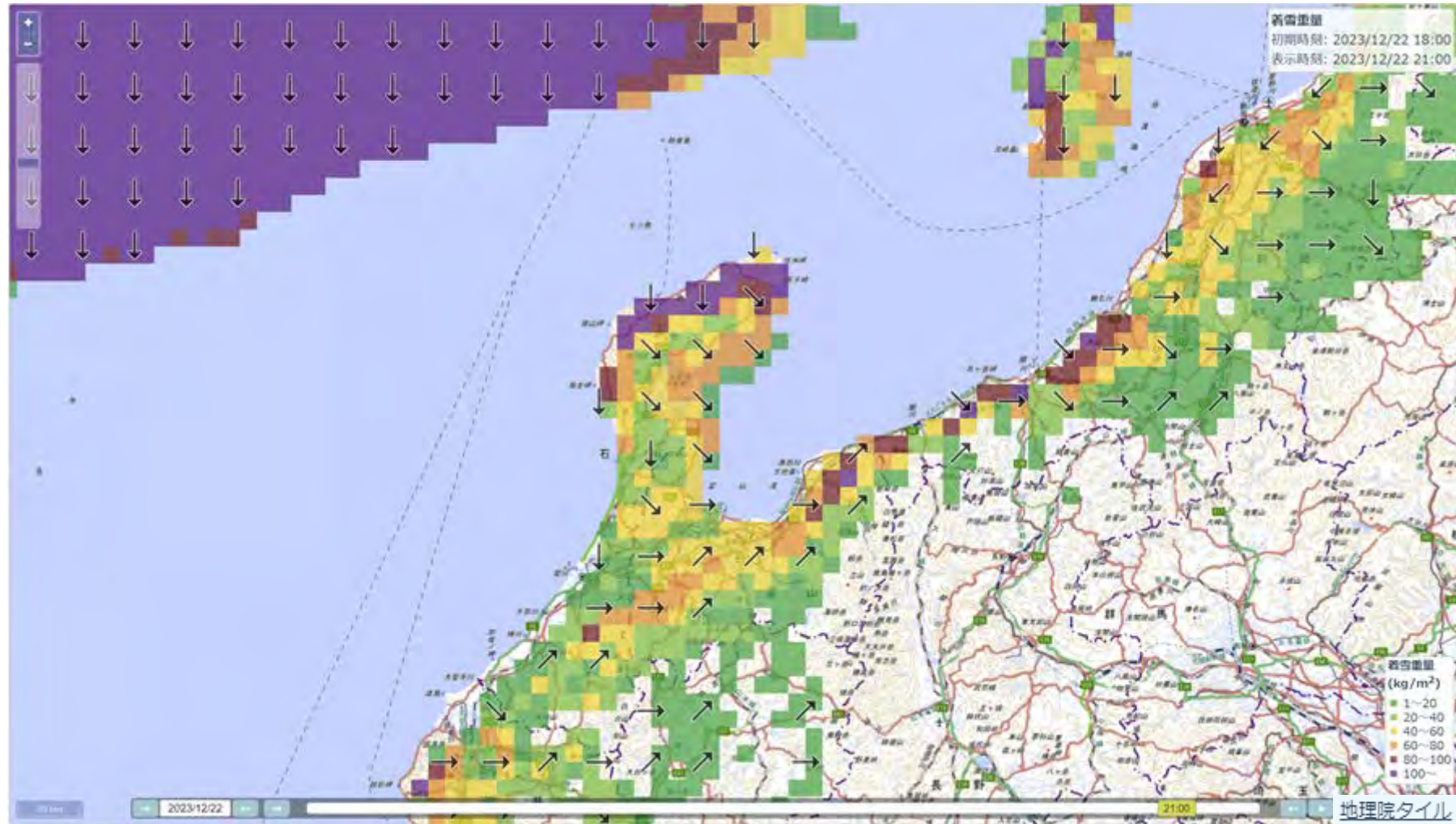
## 参考資料2：停電件数の時系列と停電の影響があった地区



※停電件数および停電地区は北陸電力送配電HP「停電情報」を参照して作図  
 (https://www.nikuden.co.jp/nw/teiden/otj010.html)  
 ※自動復旧で停電発生時刻と解消時刻が同じもの、および、停電の理由が「雷」「強風」「暴風」を除く。

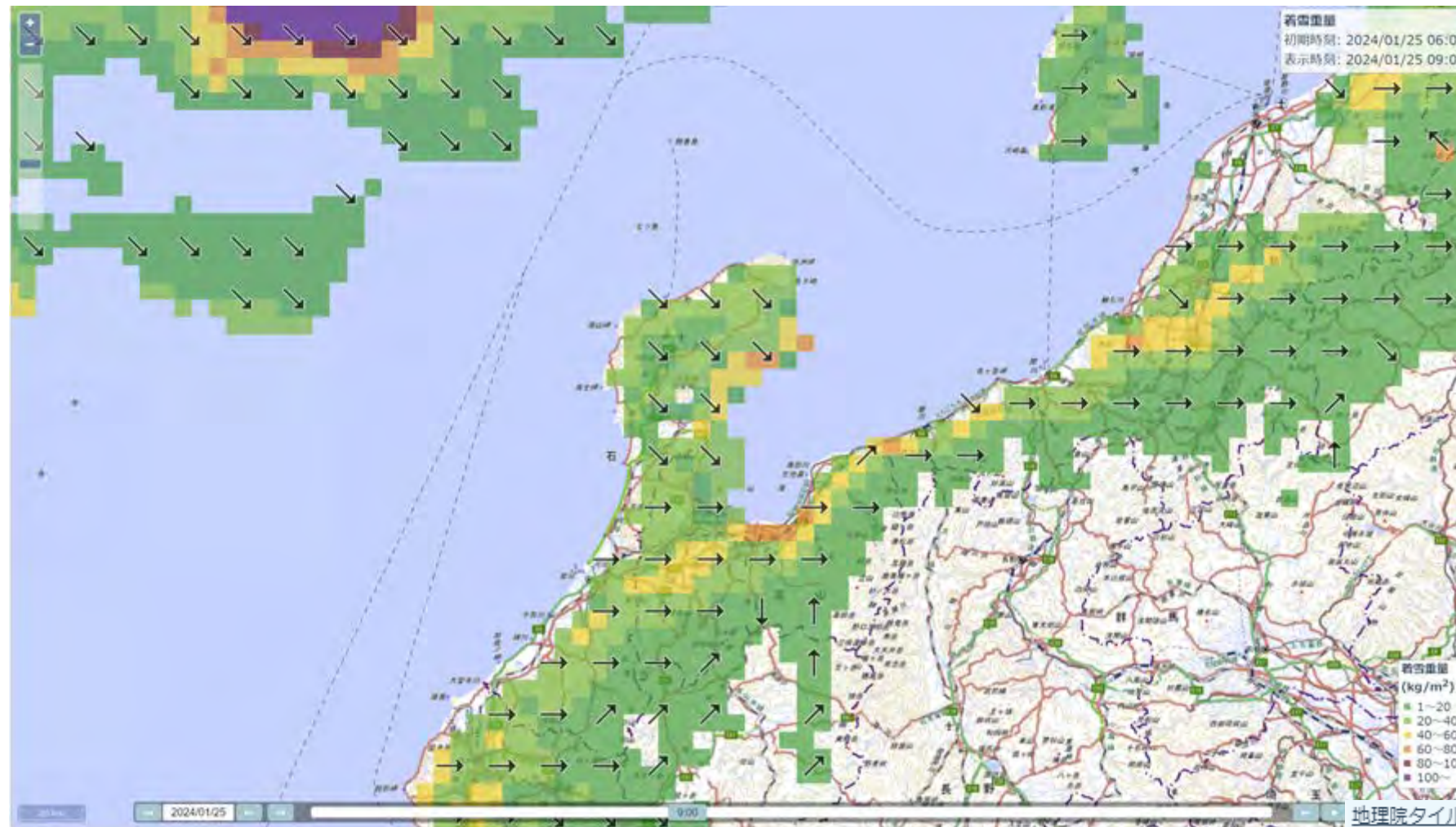


# 停電が発生していた 2023年12月22日21時の着雪重量 (kg/m<sup>2</sup>) シミュレーション結果



# 注意喚起していた1月末の状況

## 2024年1月25日9時の着雪重量 (kg/m<sup>2</sup>) シミュレーション結果





## 能登半島地震と雪氷災害の複合災害として想定される注意点（2/2）

- 6 北陸地方に多数設置されている消雪パイプが地震によって機能が発揮されないこともありうる。
- 7 道路の段差などが雪で見えなくなる。車の運転はより慎重にスピードは控えめにする。
- 8 地震被害にあった屋根の雨漏りの応急対策のためにブルーシートが用いられるが、ブルーシートの上に積もった雪は大変滑りやすく、落雪による被害が想定される。屋根の下を歩行する場合は、足元だけでなく、上方にも注意して行動することが必要である。また、落雪の可能性のある場所にはロープを張るなどの歩行者への注意喚起も必要である。
- 9 車のマフラー（排気口）が雪に埋まった状態でエンジンをかけていると、排気ガスが車体の隙間や外気導入口から車内へ流入し一酸化炭素中毒の危険性がある。車中泊をする場合には、降雪に注意し、スコップなどでマフラーの周りを除雪することが必要となる。
- 10 能登地方で多発している土砂災害発生箇所では、斜面の積雪を支えて雪崩を抑止する効果をもつ樹木が無くなっているところも多く、雪崩の危険性が増す。
- 11 土砂災害発生箇所では、土砂自体の強度が低下しているうえに、融雪による水分供給も加わり、土砂と雪が崩れる現象など土砂災害の拡大も懸念される。

被災地には救助や支援、復旧で雪に慣れていない方の出入りも多くなるため、上記の雪に対する啓発を継続してください。



## ・屋根雪に注意

震災で破損した屋根を補修するためにブルーシートを用いた場合、ブルーシートは表面がなめらかで、通常の屋根に比べると雪が落下しやすくなります。

大雪が降った後は、屋根からの落雪には一層の注意が必要です。

- ・ 屋根雪事故を防ぐための注意点
- ・ 屋根にブルーシートを敷いたときの屋根雪の滑落について（2004年中越地震時の注意喚起情報）

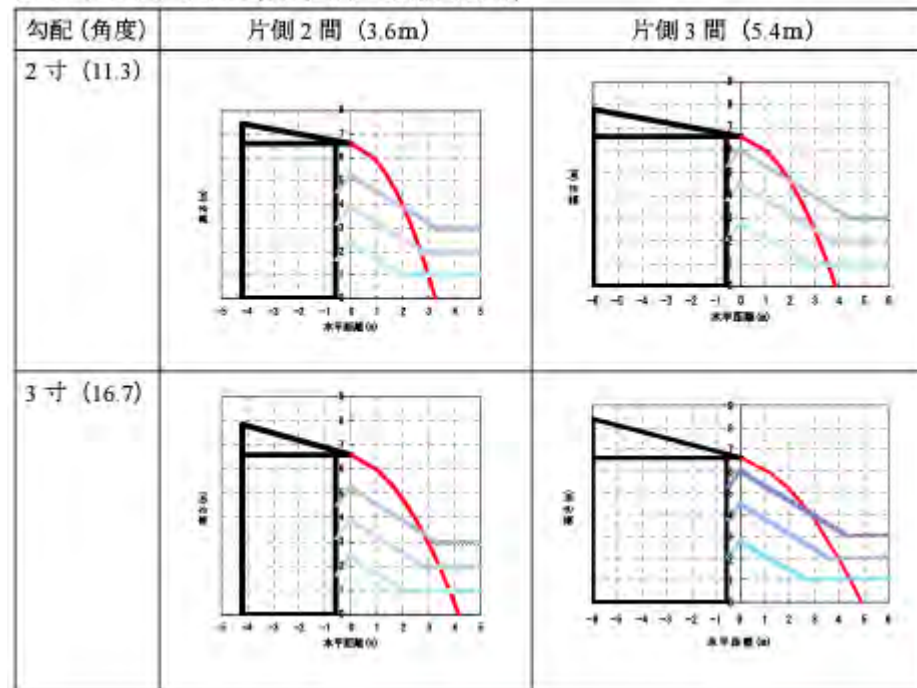
## ・さらなる土砂災害や雪崩に注意

- ・ 雪崩発生メカニズム

## ・平成16年（2004年）中越地震後の大雪で発生した関連災害の報告書

- ・ 小千谷市<sup>う</sup>ひ生における旅館倒壊関連調査報告書
- ・ 中越地震二次災害 斜面崩壊地における全層雪崩調査報告書
- ・ 十日町、国道253号線における土砂崩れ調査報告書
- ・ 新潟県中越地震 斜面崩壊地における雪崩発生危険度分布 分布図と解説

図3 2階の屋根から雪が滑落する場合（赤色は落下軌跡、青色は堆積形状で積雪深が1m、2m、3mと増加するにつれ濃くなる）



屋根にブルーシートを敷いた落雪実験に基づく注意点

## ◆災害対応の課題

- 日本の国土の50.8%は豪雪地帯に相当します。
- 今回のような積雪寒冷地における冬期の地震発生時には、雪氷災害との複合災害による被害を低減するため、積雪寒冷地の生活スタイルを踏まえた視点からの情報発信が必要になるのではないのでしょうか。
- 冬期に積雪寒冷地で大規模災害が発生した場合に提供すべき情報について、応急、復旧のステージ毎に検証し、検討することが大事になると考えています。

# まとめ（令和6年能登半島地震に対する雪氷防災研究部門の取り組み）

## ◆ 応急、復旧対応に関わる情報の発信

防災クロスビュー：積雪変質モデルを用いた独自の雪氷関連情報（屋根雪荷重、推定融雪量など）や降雪量、積雪深、降水量、気温等の気象・雪氷情報を提供。

### ・ 屋根雪荷重：雪による家屋倒壊の防止に資する情報（1kmメッシュ）

「地震の揺れが大きかった地域では、しばらくの間、同程度の揺れを伴う余震が繰り返し発生する可能性があります。地震の揺れにより建物が損傷している場合は、建物の耐久性が低下すること考えられます。今後の降雪によって屋根雪の荷重が増加した場合、通常であれば安全だと判断される荷重でも建物が倒壊する危険性がありますので、十分に注意して下さい。」

### ・ 推定融雪量：融雪に起因する土砂災害や全層雪崩に関する情報（5kmメッシュ）

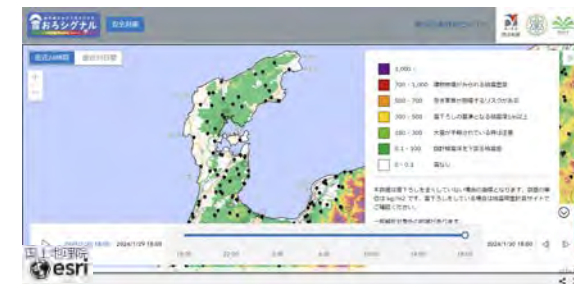
「地震等で地盤が弱くなった斜面では、普段以上に、雨への警戒と併せて、融雪への警戒も必要となります。また、底面流出量の増加に伴い、積雪底面と地面の境界で滑りが生じる全層雪崩の危険性が高まる場合があります。」

## ◆ 現地調査結果と2004年中越地震等の経験を基にした注意喚起情報の発信

- ・ 今冬大雪時の除雪作業に影響する液状化や消雪パイプ破損等に関する災害調査を実施。
- ・ 令和6年能登半島地震雪氷災害関連情報の特設ページを設け、災害調査速報のほか、2004年の中越地震の経験を踏まえた地震後の雪国において必要な情報を検討し発信。
- ・ 能登半島地震と雪氷災害の複合災害として想定される注意点
- ・ さらなる土砂災害や雪崩に注意、屋根雪に注意
- ・ 中越地震後の大雪で発生した関連災害の報告書

## ◆ 災害対応の課題

雪国で冬期に地震等の災害が発生した場合に、従来地震時に提供してきた情報に加え、冬の雪国向けに「どのような情報が追加が必要か?」、「どのような情報が役立つのか?」等について、応急、復旧等のステージ毎に検証が必要。



屋根雪荷重



推定融雪量



液状化による隆起と陥没  
新潟市西区（調査速報より）



生きる、を支える科学技術

SCIENCE FOR RESILIENCE



防災科研