

2025年1月30日(木)
来たるべき北海道での複合災害
を考えるシンポジウム
北海道での複合災害等に関する
パネルディスカッション

災害対応の知見

札幌市の防災・減災の取組

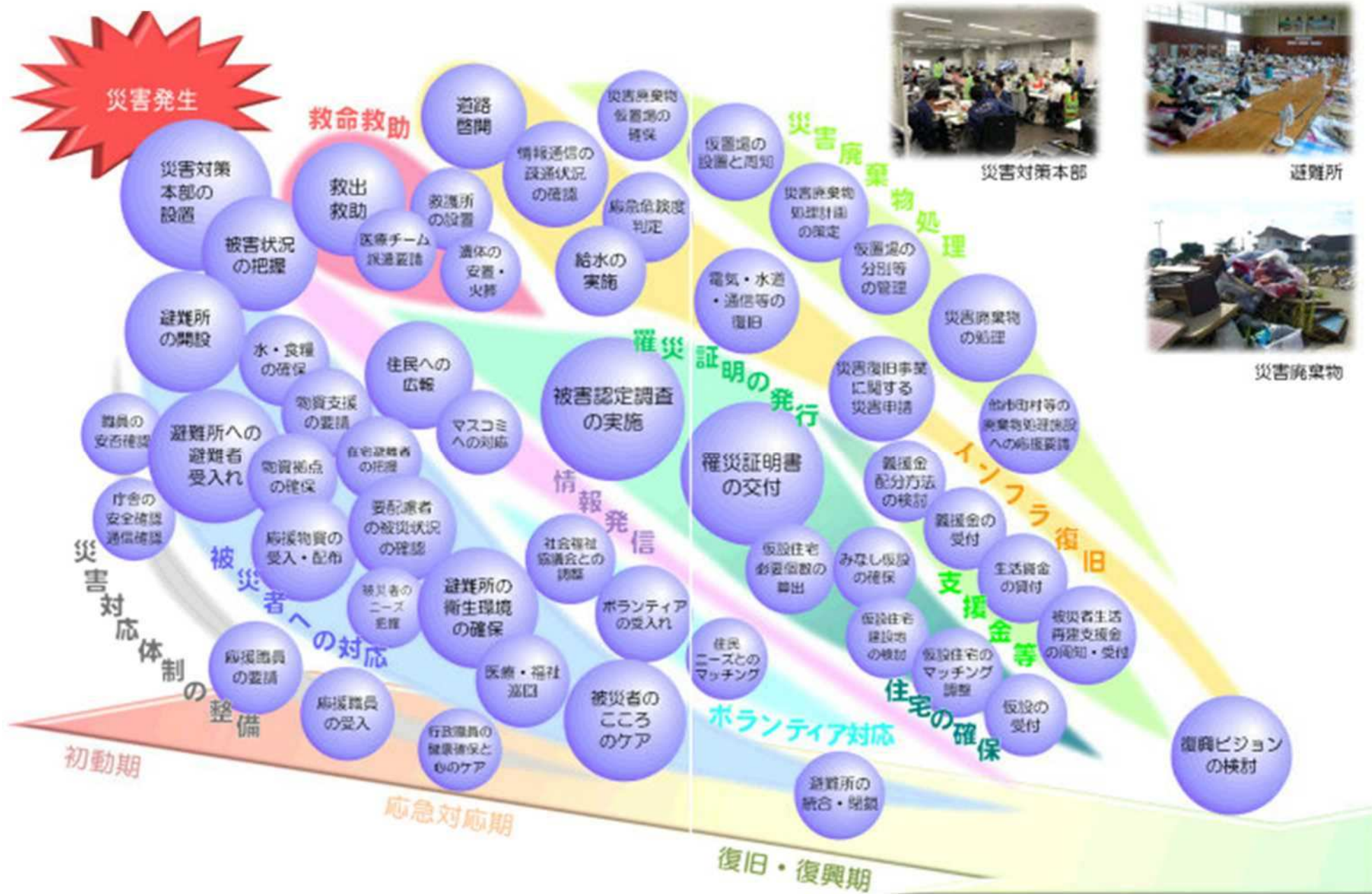


札幌市

危機管理監 櫻井 英文

1. 災害発生時に市町村が担う膨大な業務

出典：内閣府(防災)「市町村のための人的応援受入れに関する受援計画作成の手引き」



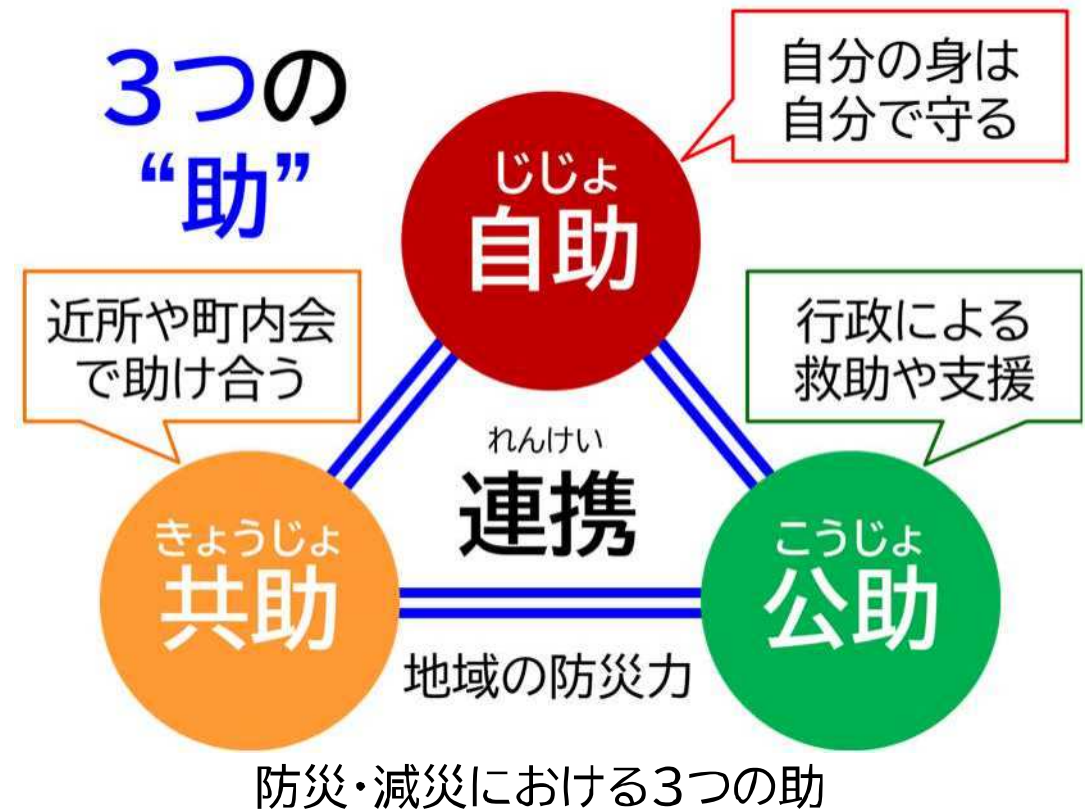
2. 今後対応すべき課題

◆ 自助・共助・公助の関係

- 人口減少や高齢化の進行により自助や共助はますます困難に
- 公助に依存する割合の増加
(ただし、地域の人口減少に伴い、行政職員数、災害対応を担う事業者、予算も減少傾向...)

◆ 被災地域における災害対応の限界

- 災害発生時に被災市町村は多量の業務を担い、被災自治体における人的・物的リソースには限界がある
- 地方ほど、自治体の規模が小さいほど職員数も事業者も予算も少ない

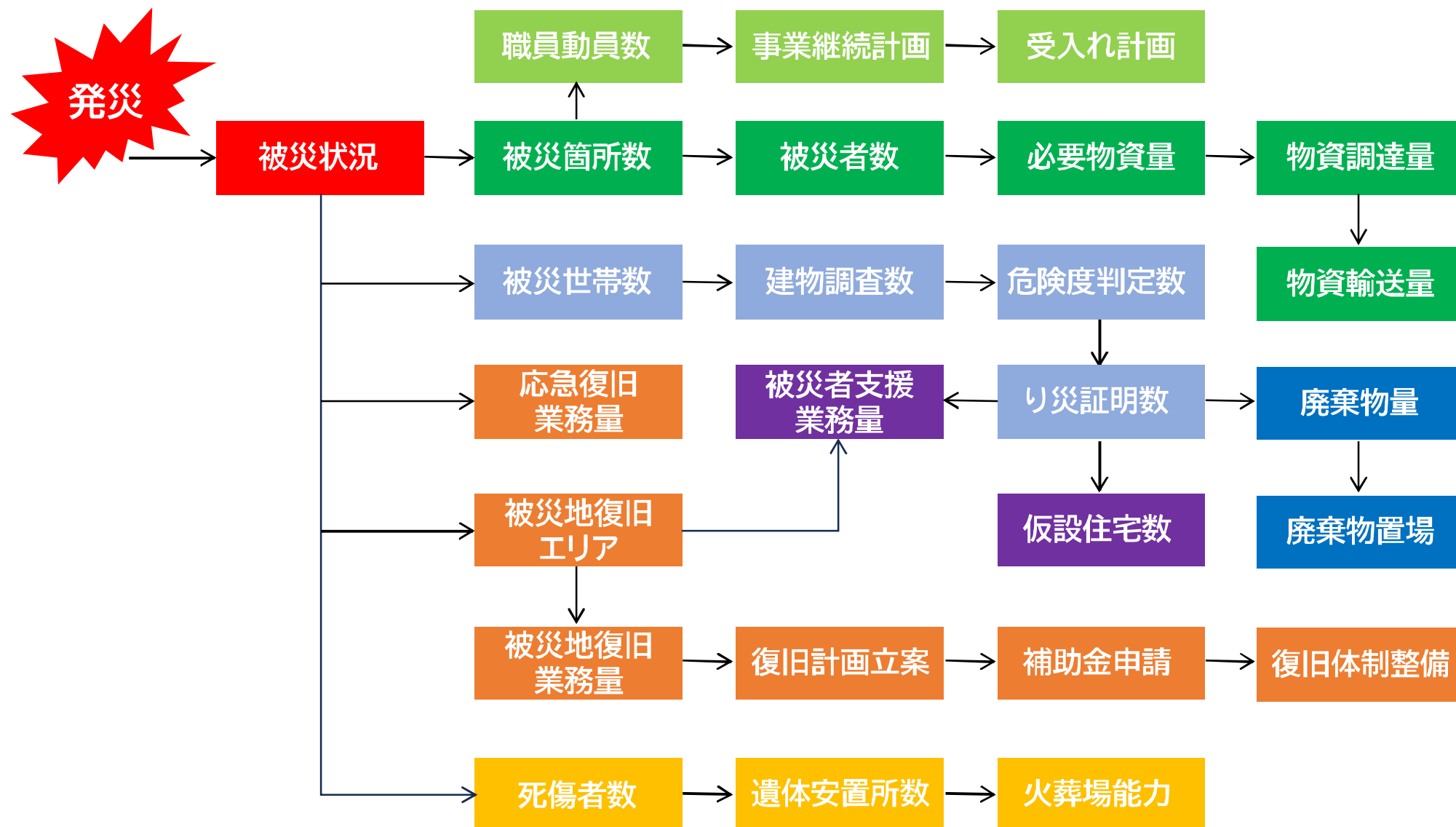


災害対応で重要なこと

➤ 被害の最小化

➤ 早期復旧

1. 発災後の各業務における必要項目や数量の関係性



- どこで、どんな、どの程度の被害が出ているか、という被災状況の迅速な把握・共有が、その後の全ての災害対応業務に影響

2. 能登半島地震を踏まえた課題

◆札幌に置き換えた際に同様に起こり得ること

- 大規模地震発生後、被災状況の把握に時間を要する
- 現場・避難所のニーズがわからない、災害対策本部側に伝わらない
- り災証明の被害認定調査や災害廃棄物関係等で、他自治体からの応援受入れ
⇒ 受入れ自治体側が業務の数量や必要人数を把握していないと応援が進まない
- 冬期低温時の地震発生⇒救出・救助の困難⇒避難生活の困難
(低体温症による災害関連死を防ぐ取組の重要性)
- 地震発生⇒大雨による風水害の発生、複合的な災害の発生
- 初動の遅れ⇒復旧・復興の遅れ
(被害の全容がわからない⇒どのくらいの人手・物資が必要かわからない
⇒復旧に向けた必要な作業の遅れに繋がる)

3. 大規模地震への札幌市の取組(ソフト対策・ハード対策)

ソフト

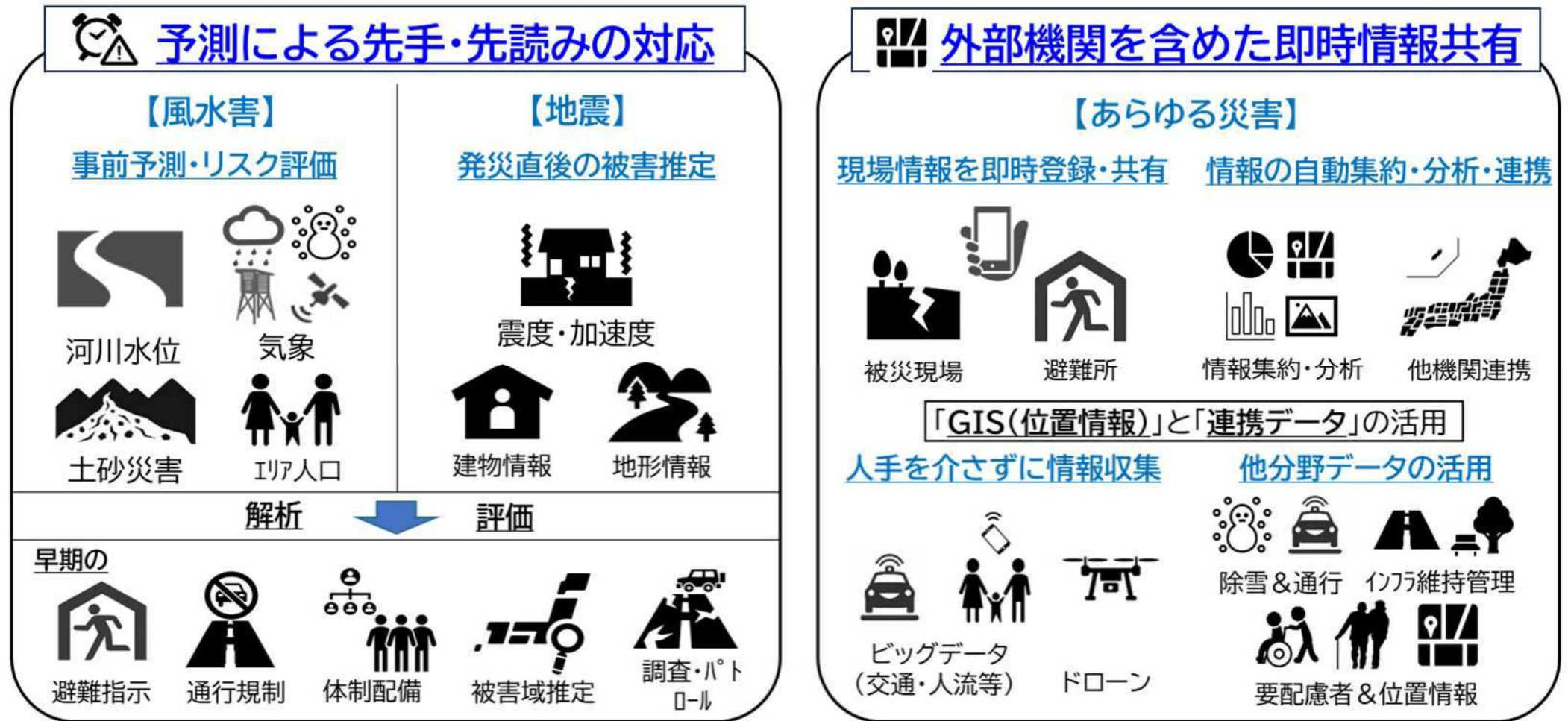
- **市民への普及啓発**
(家庭備蓄・ハザードマップなど)
- **民間建築物の耐震化助成**
(耐震診断・工事への補助など)
- **災害対応体制の強化**
(災害対応機関の連携・訓練など)

ハード

- **公共施設の耐震化**
(橋・水道・下水道・学校など)
- **避難所環境の整備**
(非常用発電・トイレ・備蓄など)
- **デジタルインフラの強化**
(通信・情報共有・伝達など)

特に、**冬**に**地震**＋**停電**が発生した場合を意識した取組を推進！

4. デジタル技術を活用した被害の最小化



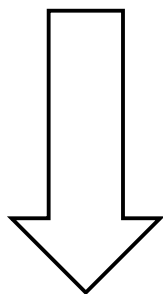
- 最新の予測技術を活用した先手の対応
- 被災状況を迅速に把握するための情報共有体制の整備

5. 胆振東部地震の被害から早期復旧・復興を達成した清田区里塚地区



地震により里塚地区では、**2.5mを超える地盤沈下**など、公共施設と宅地に甚大な被害が発生し、街区の約140の宅地・家屋のうち、106件で被害が有り、約半数の住民が避難

◎市街地復旧推進室を設置



- **スピード感を重視した対応** ⇒ 被災者に対して早急にロードマップを示す
- **被災者に寄り添った対応** ⇒ (現地事務所により)個々の生活再建をサポート
- **産官学による連携** ⇒ 調査、被災メカニズムの推定、対策工の選定を速やかに実施

- 発災から3か月で対策工を合意形成、半年で工事着手し被災者に復旧・復興の見通しを示し、2年で対策工事を完了
- その結果、被災住民のうち8割を超える方が現地再建を果たし、地域コミュニティの再生、早期の市街地復旧・復興を達成

6. 知見の共有と人材育成

- 東日本大震災・熊本地震⇒札幌市(北海道胆振東部地震)
⇒能登半島地震
- 能登半島地震の被災自治体へ経験・知見の共有
- 知見を持つ専門性を持った人材は災害対応において各分野に必要
(コンサルタント、建設会社、大学、地域、自治体)
- 被災自治体だけの対応は限界を迎えている
- 今後の大規模災害・複合災害に備え、専門性を持った人材による体制・組織の必要性も一考



国立大学法人
北見工業大学



北見工業大学
地域と歩む防災研究センター

令和7年1月30日

来るべき北海道での複合災害に備えて

パネルディスカッション 資料

地域と歩む防災研究センター (SAFER) の取り組み

北見工業大学

地域と歩む防災研究センター(SAFER)センター長

地域未来デザイン工学科 教授

高橋 清

**積雪寒冷地域での災害に対するセーフティーネットとして、
地域のみならずと一様に防災力の向上を目指す**

安全・安心な観光・食料生産拠点
としての北海道を確立

防災力向上によって社会問題を
解決できる成果を地域に還元

- 地域防災拠点大学モデルの創出、幼保・小中早期防災教育
- 外国人観光客向け避難情報発信技術
- 命を守る避難所・避難経路確保の工学的技術支援
- 地域環境・気候特性を考慮したインフラ長寿命化
- 1次産業インフラも含めた社会基盤施設の耐災性向上技術
- 地域の防災力向上に資する講習会・講演会の企画・開催

地域住民・市民・団体

行政
国・北海道・市町村

地元企業
大学・研究機関



北見工業大学
地域と歩む防災研究センター

- 地域協働防災研究部門
- インフラ耐災技術研究部門
- 突発災害調査研究部門

ニーズ

工学部の総力の集結と
周辺大学・高専との連携による
防災研究力の強化

- 機械系…………… 3名
- 土木系…………… 13名
- 雪氷・気象系… 3名
- 情報・電気系… 3名
- 研究支援部門… 3名

メンバー構成

2024年 能登半島地震・豪雨被害

- 半島地形におけるライフライン被害
- 人口減少・高齢化率の高さ
- 冬季における避難所開設・運営の困難さ



日本経済新聞社HPより



- 被災地能登地域の死者数
462名(11月22日現在)
- 内 災害関連死235名



スフィアハンドブックの指標例

- ①1人当たり，最低毛布1枚とベッド
- ②1人当たりの面積 3.5m^2
- ③共用トイレの割合は20人につき最低1つ
- ④住居と共用トイレの間の距離は最大50m
- ⑤最低必要摂取カロリー 1人1日2100kcal

これらの項目を考慮した
避難所の収容状況と運用が必要

避難所への電力確保が重要

非常時の電力確保

台風や地震により停電が多発
平成30年北海道胆振東部地震
最大約295万戸が2日間停電
災害対策の重要な要素
「非常時の電源確保」



写真1：ブラックアウトの様子
(産経新聞ニュースサイトより)



写真2：被災時給電の様子
(日産 EV総合情報サイトより)

非常用電源がない施設

**動力源が電気である電動車を
「動く電源」として活用可能**

避難所運営における電動車活用可能性

電動車による給電検証 避難所への給電における 課題



写真3：検証の様子

厳冬期災害時の避難所における 電動車活用可能性を明らかにする

北海道開発局網走開発建設部、株式会社ドーコン
協力

斜里町ウトロ地区自治会、
斜里町ウトロ支所、斜里町の皆さま、北見日産自動車(株)

電気自動車(EV)給電検証の実施概要

実施日時	令和4年1月21日（金）10：00～1月22日（土）12:00 2時間(現場設営＋準備)，21日12時にEVを起動し24時間検証
実施場所	北見工業大学 ゲストハウス白樺（42m ² ）
使用車両	日産リーフ（62kwh）1台
参加人数	9人
想定	オホーツク管内における大規模停電 全戸停電によりEV充電施設では充電不可 軽油で作動する発電機を所有する網走市役所でEVを充電後 避難所施設へ電力供給に向かった

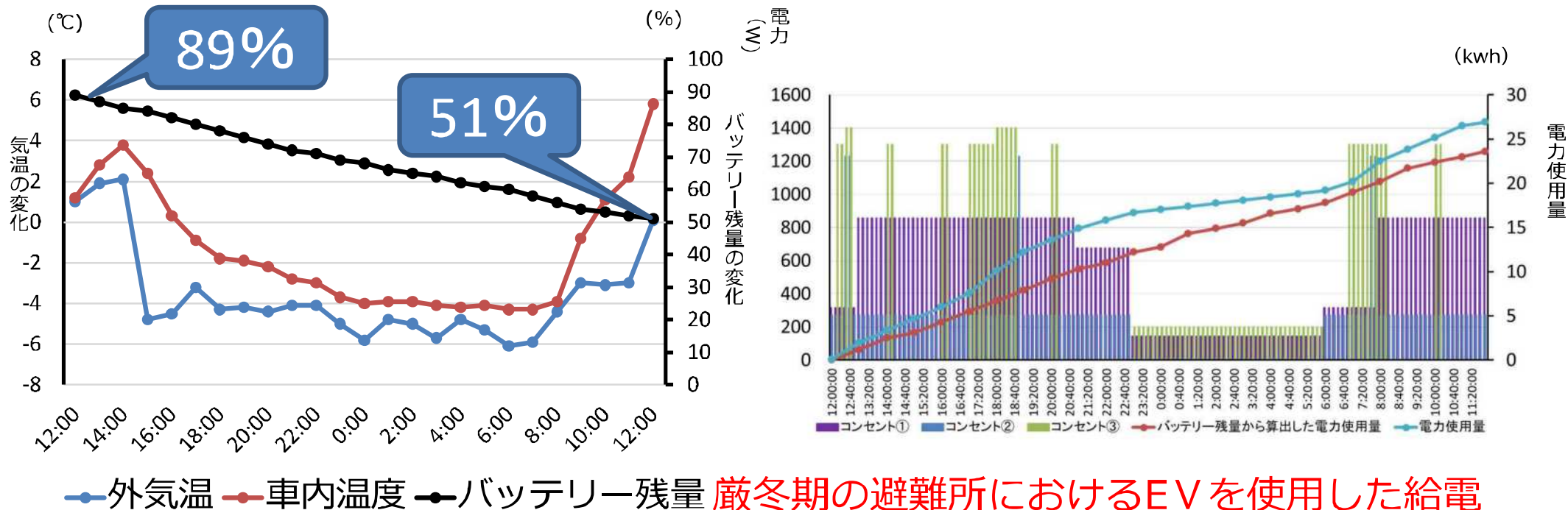


写真4：現場設営の様子



写真5：検証の様子②

バッテリー残量の変化と電力使用量の検証



バッテリー残量の変化と気温の変化

厳冬期の避難所におけるEVを使用した給電
給電可能日数や電化製品等使用ルールの明確化

電化製品使用実績に基づく電力使用量:24時間で26.9kwh
電力使用量が多い時間帯:バッテリー残量の大幅減少なし

EVのバッテリー容量:62kWh, バッテリー残量:38%減
→ $62\text{kWh} \times 0.38 = 23.6\text{kWh}$ が使用された
電化製品使用実績と約3kwhのずれ

留意点
電化製品について

温度
管理

食,住

情報収集
・発信

温度管理	石油ファンヒーター
食事, 住環境	電磁調理器, 電気ポット, 炊飯器, 電子レンジ, 防災灯
情報収集・発信	ノートPC, テレビ, Wi-Fi, スマホ充電アダプター

厳冬期の避難所⇒防寒対策を重視

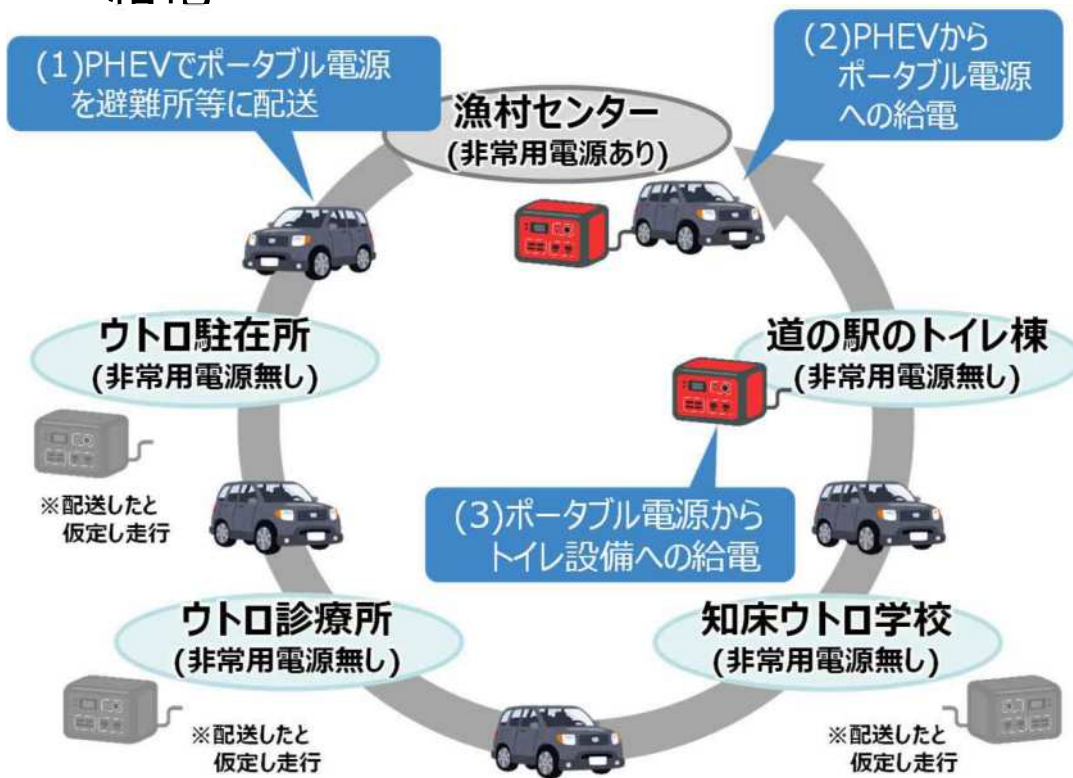
PHEVを用いた避難所での給電実験

■EVとPHEVの比較

	2022年度	2021年度
メリット (使用機器)	 PHEV →可搬式給電器が不要	 EV  可搬式給電器
デメリット (最大出力)	1,500W (2系統合計) →高出力の電化製品の使用に制限	4,500W (1,500W×3系統)

PHEV及びポータブル電源を用いた避難所への給配電実験

- PHEVでポータブル電源を施設等へ配送
- PHEVからポータブル電源への給電
- ポータブル電源で道の駅トイレ棟の設備への給電



項目	項目詳細
日程	2024年2月3日 (金) 13:00 ~ 24:00
場所	斜里町ウトロ地区
使用機材 (電源)	・ 三菱アウトランダー 1台 (バッテリー容量20kWh, ガソリン容量56L) ・ ポータブル電源1台 (1.2kWh)

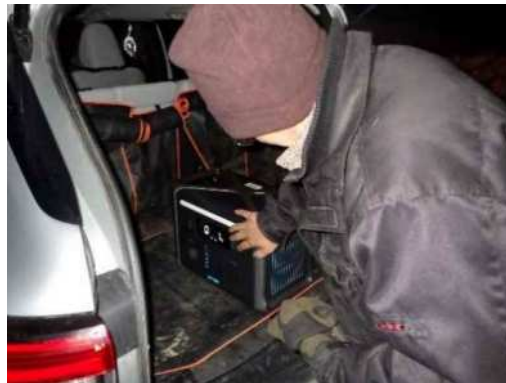


避難所への給配電実験

PHEVからポータブル電源への給電

■概要

- ・ 電動車からポータブル電源への充電を想定。
 - ・ 電動車やポータブル電源の仕様により、充電できない可能性。
- 充電において、問題が無いことを検証。



■結果

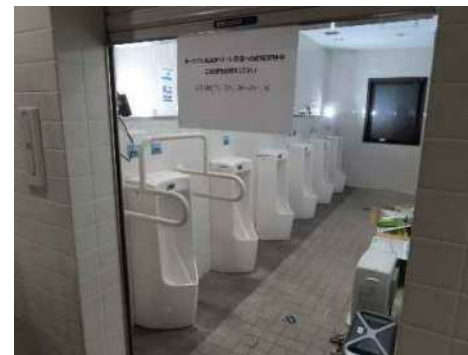
- ・ 外気温は、-7℃前後で推移。
 - ・ バッテリー残量が3%の状態から充電を開始。
 - ・ 充電開始40分で、バッテリー残量が99%まで回復。
- 充電において、問題が無いことを確認。

ポータブル電源で道の駅トイレ棟の設備への給電

■概要

- ・ 道の駅のトイレにポータブル電源の配送を想定。
- ポータブル電源で道の駅のトイレに給電を実施。
- 仮設照明やトイレ機器、暖房機器等に接続。

使用時間	トイレ機器
常時	・ 石油ファンヒーター 1台 ・ 照明 2台
5分おき	・ 大便器（便座ヒーター） 1台 ・ 手洗器 1台



■結果

- ・ 仮設照明やトイレ機器、暖房機器について2時間半を行い、ポータブル電源のバッテリー38%を消費した。

まとめ：電動車活用方法の視点

EVの活用

- 厳冬期災害時におけるEVを利用した給電
- 避難所における電化製品使用のルール化
- 消費電力を抑えることで3日間の避難生活が可能

PHEVの活用

- 優先順位の検討（要配慮者、自宅介護者）
- 機動性を活かした動く発電機としての利用
- 蓄電池等の連携による給電配送の運用

河川災害における課題

河川災害時には、早急な被害状況の早急に把握することが、被害軽減、対策検討を行う上で重要！



しかし、
人が被害状況を把握するために危険箇所に行くことは困難。
災害時に調査状況を把握するための人的なリソースを確保も難しい。

課題解決に向けて～ドローン×AIの可能性～



×

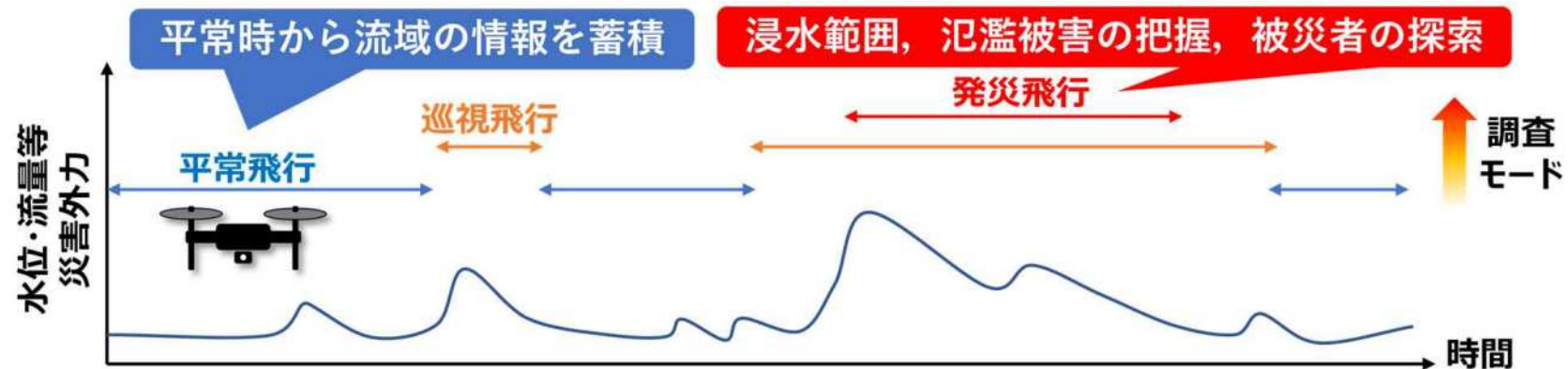


人に代わって、**自律型ドローンによる河川災害調査**を行い、ドローンから撮影された映像により、被害箇所や浸水箇所を**AIにより自動検知**することができれば．．．



人を危険な箇所に向かわせることなく、人手も使わず、早急な災害状況を網羅的に把握することが可能になる！

ドローンによる河川モニタリングシステムの構築に向けて



平常時の河川堤防診断へのドローンの活用

河川管理では現地での堤防診断が行われていますが、ドローンを活用することで堤防状況を俯瞰的に把握できるほか、AIによる画像解析を用いた自動検知技術により、診断の省力化や危険箇所の迅速な検知が期待されています。

現地での堤防診断とドローン映像による目視診断

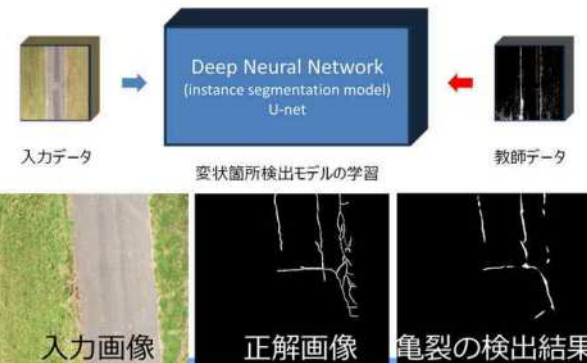
現地での
堤防診断



ドローン
映像による
目視診断



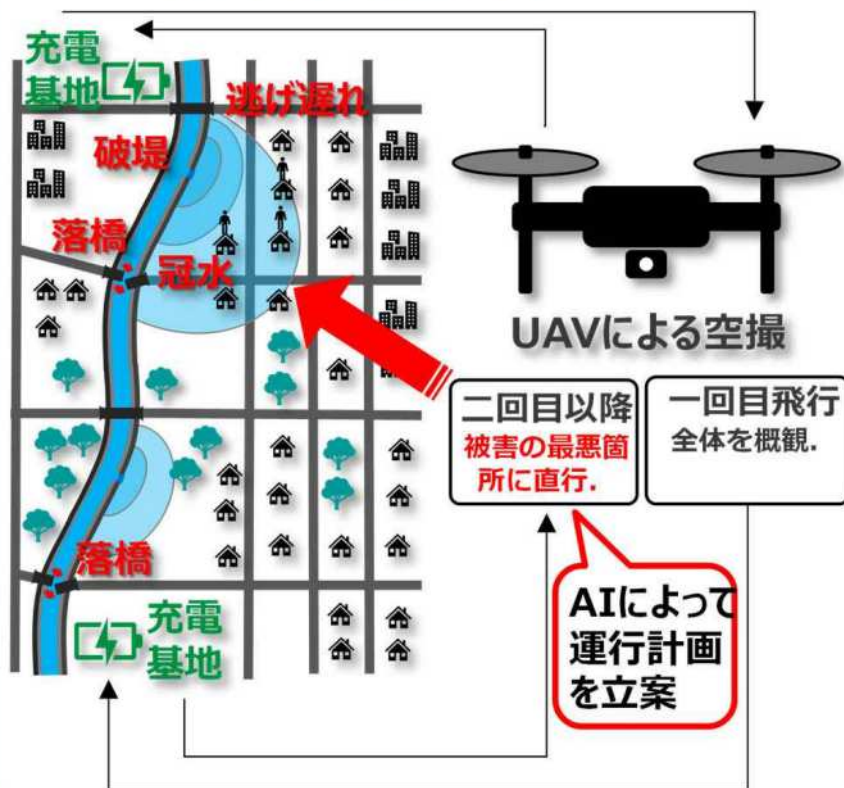
AIによる堤防変状の自動検知



災害時の増水状況把握のためのドローンの活用

充電ポート付ドローンを常設することで、平常時のモニタリングに加えて、河川が増水した際にも迅速に情報を収集し、災害時の状況把握に活用できることが期待されます。

災害時の運用イメージ



充電ポート付ドローンによる増水モニタリング



防災・減災は 気づきと振り返りの繰り返し

自助を強化する共助

・コミュニティの再生

自助

～自分の命は自分で守る～

- ◆自宅の耐震化や家具類の転倒防止対策等
- ◆災害情報の収集
- ◆食料・飲料等の備蓄

共助

～地域の皆さんで互いに助け合う～

- ◆自主防災組織
- ◆防災訓練の参加
- ◆地域に住む要配慮者への支援

みんなで取り組む
災害に強いまちづくり

公助

《行政機関の活動》

- ◆備蓄品の整備、管理
- ◆人命救助、復旧、復興
- ◆自助・共助への支援

自助を気付かせる公助

・防災教育、人材育成

共助を後押しする公助

・受援体制の強化

北見市防災いつでもノート
(2023年発行)より

来たるべき北海道での複合災害を考えるシンポジウム

～北見工業大学地域と歩む防災研究センター・札幌市建設局 連携協定 成果報告会～

道内で想定されるリスクとそれに対し備えるべきことは？

- （１） 胆振東部地震発災後の寒地土研の動き
- （２） 積雪寒冷環境における防災力向上のための研究開発事例
- （３） 災害対応における土木研究所の目標や観点

国研）土木研究所寒地土木研究所

寒地基礎技術研究グループ 寒地地盤チーム

主任研究員 橋本 聖

国土交通省・農林水産省 所管

国立研究開発法人 土木研究所



つくば中央研究所

寒地土木研究所



構造物メンテナンス研究センター (CAESAR)

先端材料資源研究センター (iMaRRC)

水災害・リスクマネジメント国際センター (ICHARM)

寒地土木研究所
北海道札幌市

雪崩・地すべり研究センター
新潟県妙高市

つくば中央研究所
茨城県つくば市

自然共生研究センター
岐阜県各務原市



土木技術に関する**研究開発，技術指導，成果の普及**等を行うことにより，土木技術の向上を図り，良質な社会資本の効率的な整備及び**北海道の開発の推進**に資することを目的とする。

土木に関する日本を代表する研究所



寒地土木研究所

胆振東部地震発災後の寒地土研の動き



平成30年9月6日03時07分

マグニチュード6.7（暫定値） 最大震度7

震源地 胆振地方中東部

（北緯42.7度 東経142.0度） 深さ37km（暫定値）

震度7 厚真町

震度6強 安平町、むかわ町

震度6弱 札幌市東区、千歳市、日高町、平取町

震度5強 札幌市清田区、札幌市白石区、札幌市手稲区、札幌市北区、
苫小牧市、江別市、三笠市、恵庭市、長沼町、新ひだか町、新冠町

震度5弱 札幌市厚別区、札幌市豊平区、札幌市西区、函館市、室蘭市、
岩見沢市、登別市、伊達市、北広島市、石狩市、新篠津村、南幌町、
由仁町、栗山町、白老町

※今回の地震発生後、10月10日24時00分まで、震度1以上を
観測した地震が301回発生

（最大震度7： 1回、震度5弱：2回、震度4： 19回、
震度3： 34回、震度2： 77回、震度1：168回）

土木研究所

- － 同日3時7分 災害対策本部を設置
- － 同日8時30分 寒地土木研究所災害対策本部会議を開催
- － 同日8時45分 寒地土木研究所とつくば中央研究所間で災害対策本部連絡会議を開催

被害状況の情報収集・共有に加えて、国土交通省等からの要請に対して、専門家派遣を行う体制を整えた。



清田区里塚地区の被害調査

9月6日の動き（本人の記憶）

■ 調査者： 林 宏親・橋本 聖（寒地地盤チーム）
佐藤 京（寒地構造チーム）

7 : 0 0 寒地土木研究所へ出勤
9 : 3 0 テレビ報道で里塚の状況を把握
1 0 : 3 0 現地到着&調査開始（自主調査）
1 5 : 0 0 帰所&状況報告



現地調査結果のコメント&事後対応

助言、報告等

- 道路の陥没や住宅の変状が発生したエリア（ピンクの範囲）の土砂が流動して、流れ出た可能性を指摘
- 被災箇所が帯状を呈しており、谷埋め範囲や旧河道・沢筋との関係を調査する必要を指摘
- クラックへの雨水などの浸透を防ぐため、応急処置として、ブルーシートの敷設を現地指導



9月13日石井国土交通大臣現地視察随行



石井国土交通大臣への説明状況



清田区里塚地区市街地復旧技術会議（計6回）

- 国土技術政策総合研究所 1名
- 土木研究所 4名（寒地土研3名）

- 現地調査の結果
- 発生メカニズム
- 対策工
- 札幌市担当者の質問に対する回答

防災力向上のための研究開発事例（１）

＝ 札幌市防災アプリ「そなえ」 (<http://www.city.Sapporo/kikikanri/apri.html>)

▼ 下記資料をクリックすると、PDFをダウンロードすることができます。

紹介動画



★河川だけでなく、津波ハザードマップも作成可能★

参考情報

- ▶ [北海道における3D浸水ハザードマップ利用方法](#)
- ▶ [3D浸水ハザードマップのマニュアルと実行ファイル](#)

技術に関する問い合わせ先

寒地水圏研究グループ

寒地河川チーム

Tel 011-841-1639

研究チームHP

メールフォームでのお問い合わせ

■ 従来のハザードマップの課題



- ✓ 土地勘がないと理解できない。
- ✓ 視覚的に浸水リスクを実感できない。
- ✓ 旅行者、外国人には理解困難。
- ✓ 作成費用がそれなりにかかる。
- ✓ 避難所情報が更新されるたびに、マップを作成し直すことが費用の面から難しい。



■ 3D浸水ハザードマップのメリット



- ✓ 知りたい場所の浸水深を、周辺の建物との比較により、直感的に把握できる！
- ✓ 旅行者、外国人にもわかりやすい！ (Google Earthを用いているため、外国語表記も可能)
- ✓ 寒地河川チームHPからダウンロードできるマニュアル・ソフトと、Google Earthを利用すれば「無料」で作成可能！
- ✓ 避難所情報の変更に伴うマップの更新作業が簡単で、現場職員の直営対応が可能！
- ✓ 学校や町内会での防災教育にも活用可能！



防災力向上のための研究開発事例（2）

北の道ナビ TOPへ よくあるご質問集(FAQ)

北の道ナビ 吹雪の視界情報

【現況と予測】 北海道版 CERI 寒地土木研究所

吹雪情報のポータルサイト

現況と予測 視界情報 サポーターからの吹雪の投稿情報 北海道気象庁のカメラ画像 現在の気象警報・注意報 現在の通行止め情報 冬の役立ち情報

.. 現況 .. 予測 (09時発表) ..

09:00 現在 1h後 10:00 2h後 11:00 3h後 12:00 4h後 13:00 5h後 14:00 6h後 15:00 9h後 18:00 12h後 21:00 18h後 03:00 24h後 09:00

2025/01/06 09:00現況 (30分毎の更新)

Visibility Information 視界情報 色を変更する場合はこちら

地図の表示

- ☒ 道路
- ☒ 主要都市
- ☒ 主な峠

ライブカメラ画像は [こちら](#) をご覧ください。(北海道開発局へ)

気象データの通信障害や配信停止などの理由で、視界情報の更新遅れあるいは、提供を中止する場合があります。本ページの情報は、運転の参考程度にお考えいただき、十分注意してご進行下さい。

視界のイメージ

良好 (1000m 以上)	やや不良 (500~1000m)	不良 (200~500m)	かなり不良 (100~200m)	著しい視程障害 (100m 未満)

画像をクリックすると拡大されます。 >> 詳しくはこちら (冬道運転ガイド)

提供：気象庁

吹雪に特化した天候の予報・予測

「北の道ナビ」と連動



道路画像

路線名：国道230号 | 名称：中山峠頂上

30分前 15分前 最新

09時20分更新

R230 45.5kp 中山峠頂上

北海道札幌市南区定山溪 下り

【ご利用に関して】
落下物や落石などの安全確保に係る異常を発見された場合は、直ちに [道路緊急ダイヤル#9910](#) に通報をお願いします。

09時10分観測	
気温	-2.6℃
平均風速	2m/s
路面状態	-
時間雨量	2mm/h
路温	-5.6℃
積雪深	181cm

- ・ 24時間後まで予測
- ・ サポーターによる投稿情報
- ・ メールによるお知らせ

土研と社会の関係性 -災害対応における土研の目標-

良質な社会資本の効率的な整備

技術的見解

災害
対応

- 目標① 啓開、応急復旧および二次災害防止などギリギリの対応を求められる部局に対し、優先順位を含めた判断に資する技術的見解を提示できるようにする
- 目標② 復旧・復興に必要な土木技術に関わる要点を、極力全体像がみえるものとしてとりまとめ、必要な部局に届くようにする
- 目標③ 復旧・復興の遅滞や被災地の混乱に繋がる不適切・不正確な見方が広がらないよう、必要なところに、適時適切な技術的見解が伝わるようにする

研究開発

人材

情報

- 目標④ 災害対応の経験や振り返りを通じて、“土研の職員”としての意識向上や組織の災害対応力の強化が図れるようにする

組織

令和6年3月29日
土研災害対応戦略懇談会

北海道開発局及び寒地土木研究所は、地方公共団体等への土木技術支援に関する連携及び協力に関する協定を締結（H22.6）

※札幌市，旭川市，釧路市などは直接，寒地土研と協定を締結

（１）土木構造物の整備及び保全に関する技術支援

（２）土木構造物の災害に関する技術支援

（３）技術情報の共有を通じた地域技術力の向上並びに技術の継承及び技術者の育成のための研修会、講習会等の実施

（４）その他必要と認める事項

● **開発局や地方自治体の実務担当者向けの講習会や実技指導**



「**北海道土木技術会の各研究委員会**」や「**各種学会**」が行う活動への積極的な参加（組織や世代を超えた人との交流）

⇒ **「人作り」を通じたオン・ザ・ジョブトレーニング！**



名称:来るべき北海道での複合災害を考えるシンポジウム
主催:北見工業大学地域と歩む防災研究センター, 札幌市
日時:2025年1月30日(木)
会場:札幌市民交流プラザ 3F クリエイティブスタジオ

～能登半島で露見した課題, 道内で想定されるリスクとそれに対し備えるべきことは?～

宅地造成地の過去の災害復旧から得られた知見と 知識・経験の伝承の重要性について

佐藤 真吾

博士(工学), 技術士(総合技術監理／建設部門), 地盤品質判定士



内 容

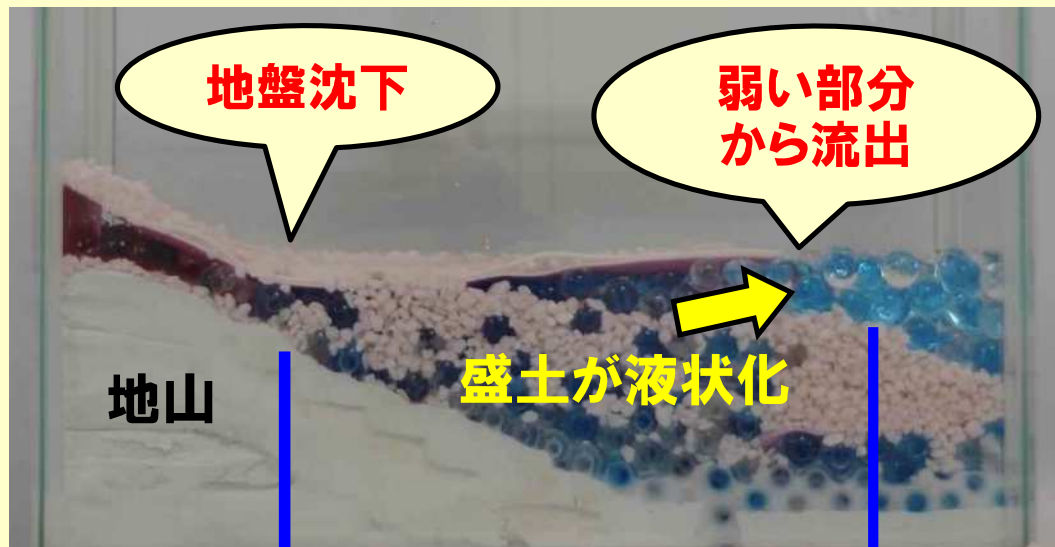
- 1. 札幌市と能登半島地震の被害と復旧の主な共通点**
- 2. 過去の大規模災害復旧から得られた新たな知見**
 - 2011年 東北地方太平洋沖地震（仙台市）
 - 2016年 熊本地震（益城町）
 - 2018年 北海道胆振東部地震（札幌市）
- 3. 過去の知識・経験の伝承の重要性**
- 4. 今後の複合災害の減災と早期復旧に向けて**

1. 札幌市と能登半島地震の被害と復旧 の主な共通点

**札幌市の経験と知見が
能登半島地震の液状化対策に活かされる！**

【共通被害】 液状化による側方流動

2018年 北海道胆振東部地震(札幌市)

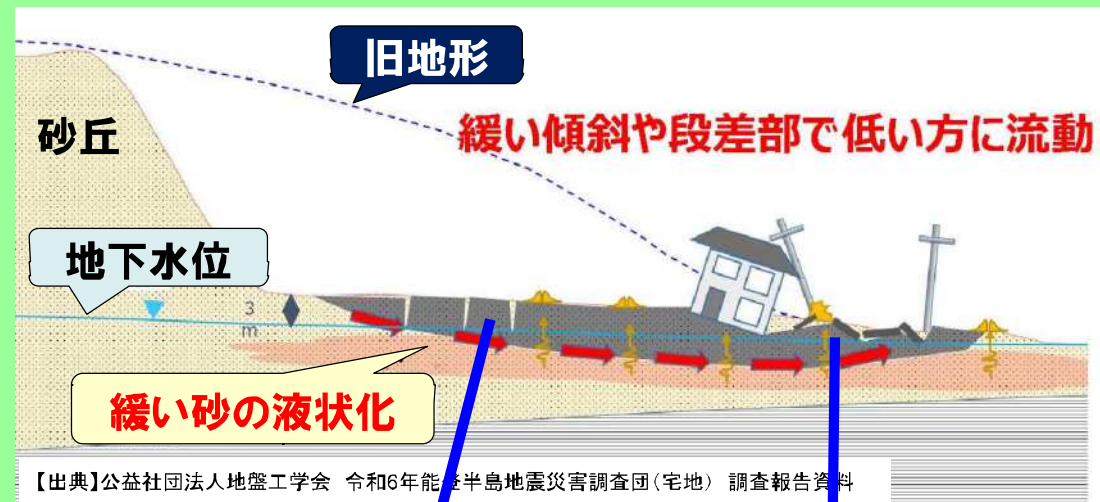


頭部の地盤沈下



末端部の隆起

2024年 能登半島地震(内灘町)



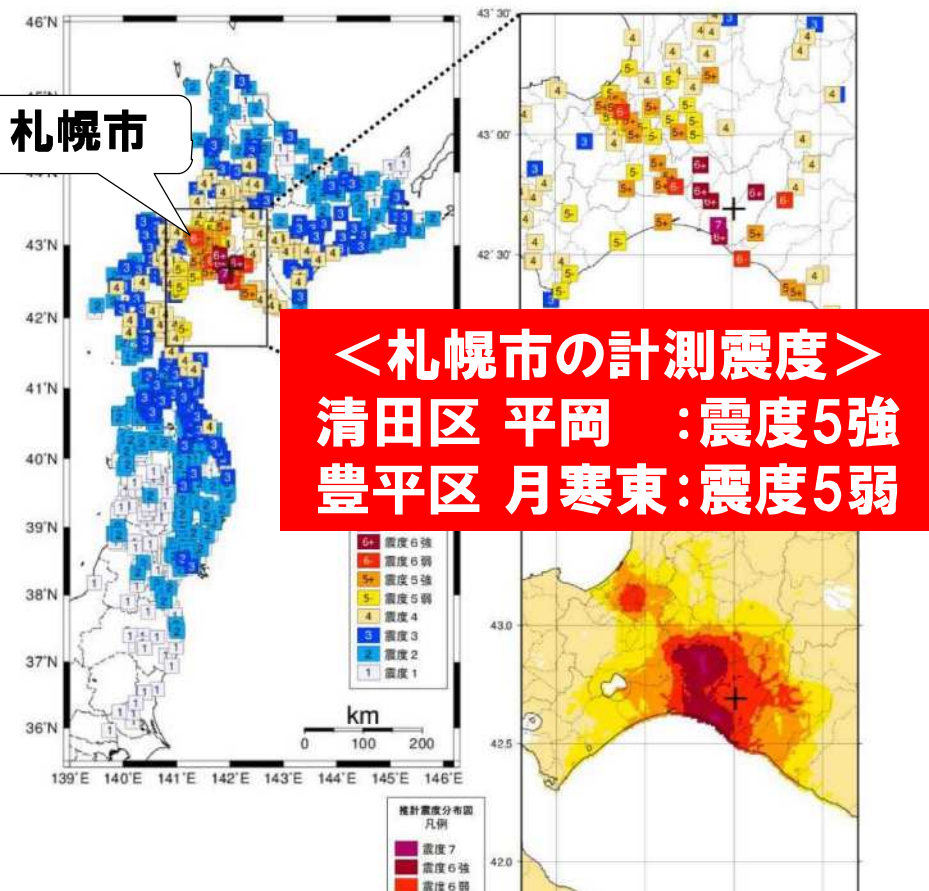
頭部の地割れ



末端部の隆起

液状化による側方流動被害地区の計測震度

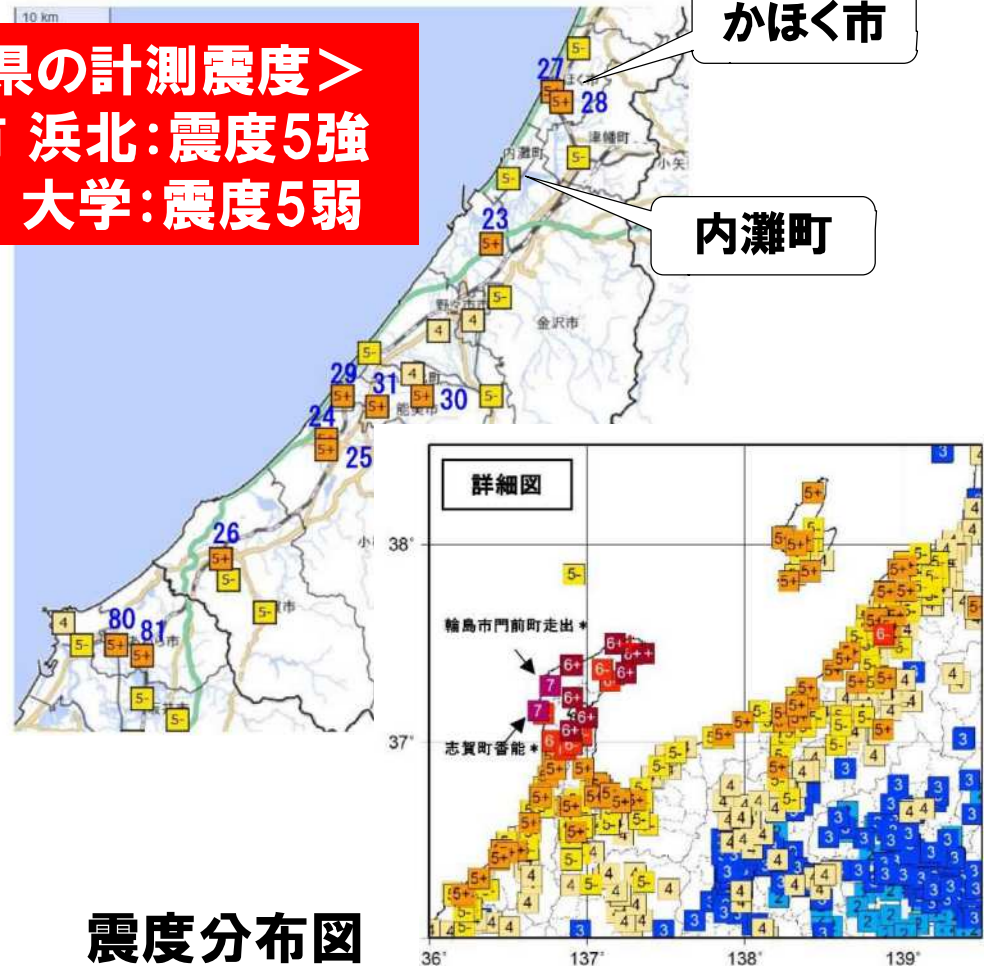
2018年北海道胆振東部地震



震度分布と推計震度分布図

2024年能登半島地震

＜石川県の計測震度＞
かほく市 浜北: 震度5強
内灘町 大学: 震度5弱



震度分布図

液状化による再度災害防止対策工

能登半島地震 ⇒ 2つの工法から対策工を検討

※札幌市の事例が最先端の先進事例

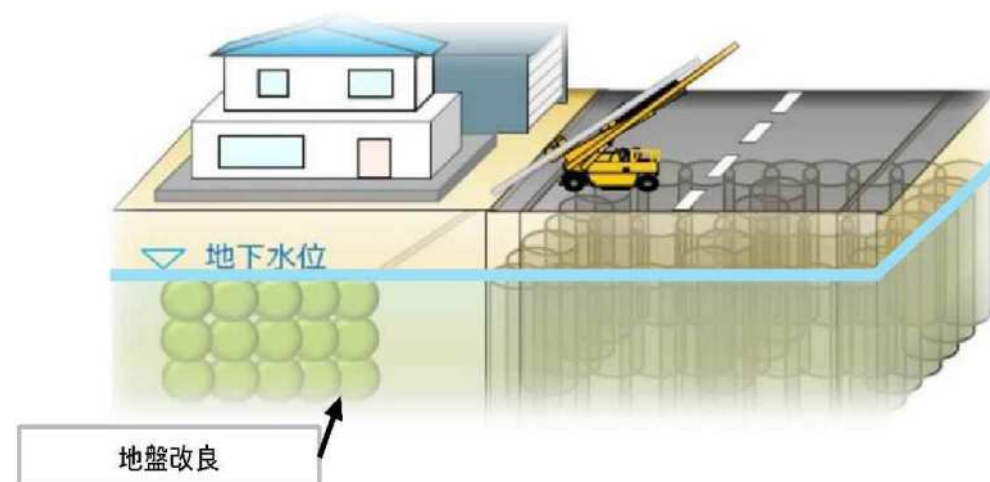
地下水位低下工法



<札幌市の実績>

清田区: 美しが丘地区, 清田中央地区
豊平区: 月寒東地区

地盤改良工法



<札幌市の実績>

清田区: 里塚地区

2. 過去の大規模災害復旧から得られた 新たな知見

- **地震被害は地域の地形や地質特性により異なる**
- **被害地震が発生するたびに新たな知見が得られる**
- **地域特有の被害メカニズムの解明により
再度災害防止と全国の宅地耐震化に活かされる**

(1) 2011年 東北地方太平洋沖地震 (仙台市)

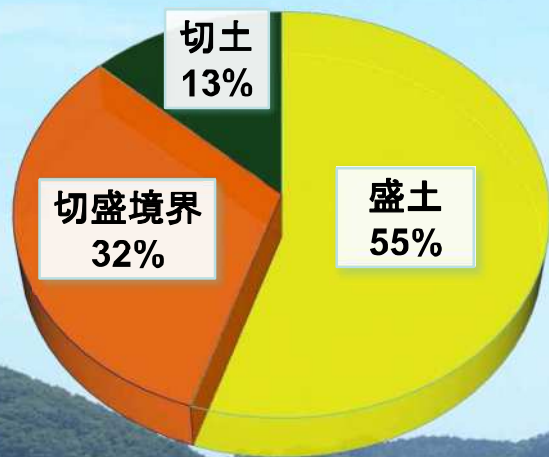
＜新たに判明した特徴的な知見＞

- 谷埋め盛土造成地では盛土区域に被害が集中して発生
- 宅地被害の約9割は盛土と切盛境界で発生し、切盛境界よりも盛土内の被害率の方が高い
- 谷埋め盛土では被害が集中しているエリアと無被害のエリアが存在する
- 谷埋め盛土造成地の地震動の増幅特性は場所によって異なり、同じ団地に住んでいても揺れ方は異なる
- 仙台市内の盛土は経年劣化により、地下水位が上昇したり、盛土材料が軟弱化したりしやすい

(1) 2011 東北地方太平洋沖地震（仙台市）

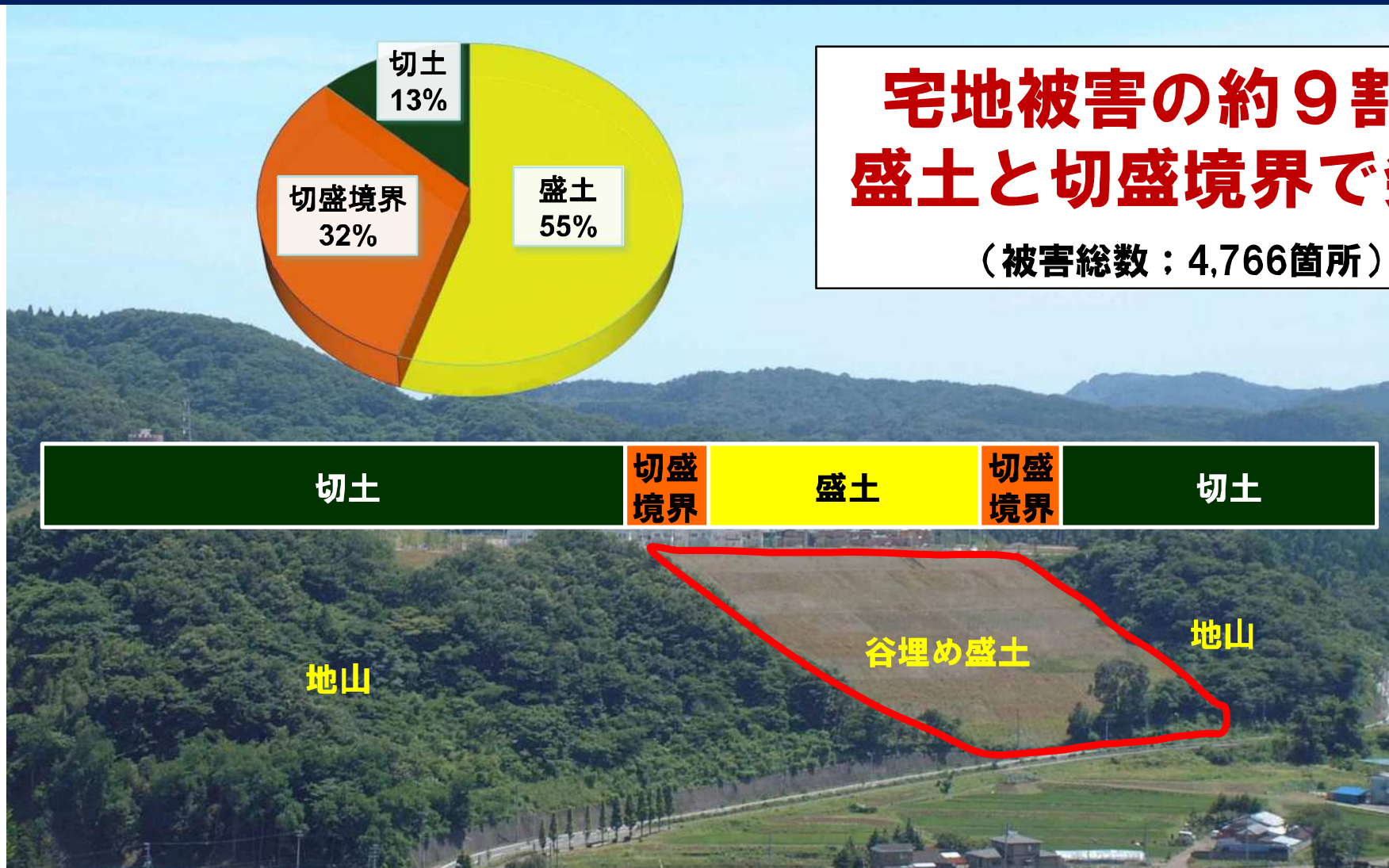
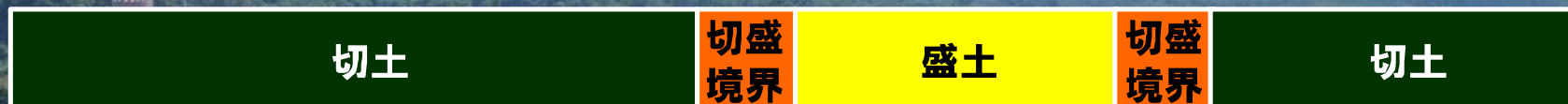


切土・盛土・切盛境界と地震被害の関係（仙台市）



**宅地被害の約9割は
盛土と切盛境界で発生**

（被害総数：4,766箇所）



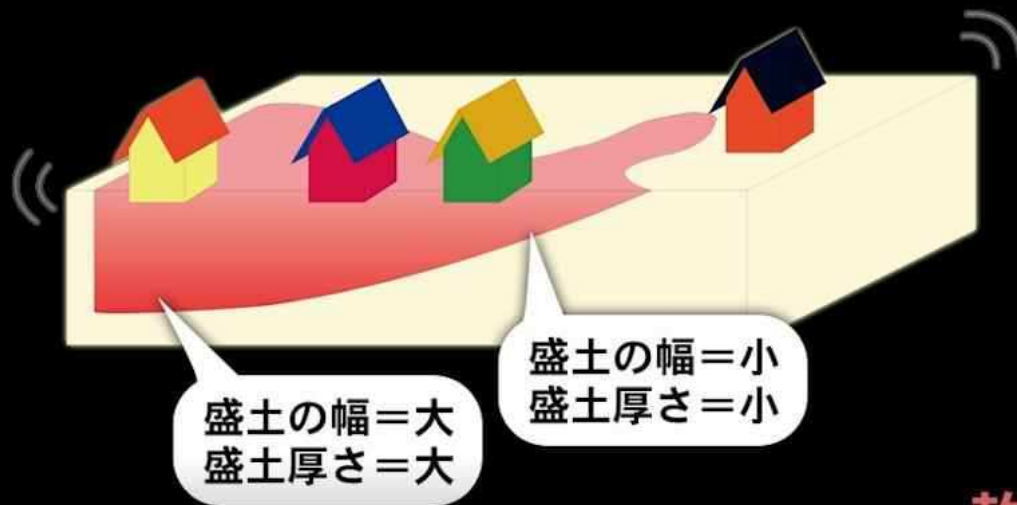
切土・盛土と地震被害の関係（仙台市）



谷埋め盛土造成地の地震動の増幅特性

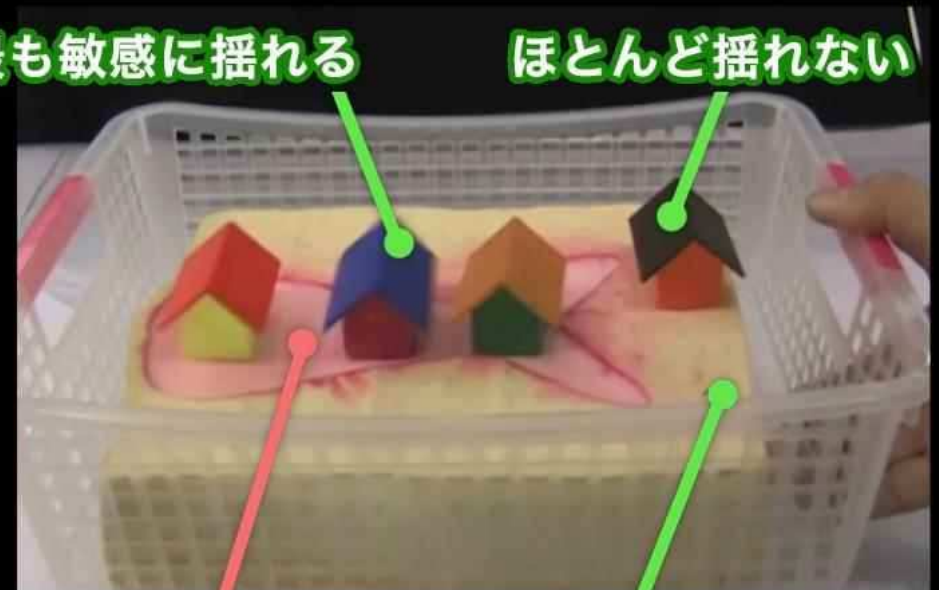
同じ団地に住んでいても揺れ方は異なる

〈側面図〉



最も敏感に揺れる

ほとんど揺れない



軟らかい地盤
(軟らかい豆腐で作成)

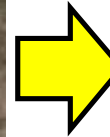
硬い地盤
(硬い豆腐で作成)

盛土の経年劣化による不安定化の進行（仙台市）

標高約100mの高台にある盛土造成地の
経年劣化状況の例



造成から46年後の経年劣化：地下水位がGL-1mまで上昇



地震で盛土が滑動

<盛土地盤の経年劣化>

- 排水不良による地下水位の上昇
- 盛土材料の劣化（スレーキング）による軟弱化

(2) 2016年 熊本地震 (益城町)

＜新たに判明した特徴的な知見＞

- 益城町の地盤は、盛土を含めて火山灰質粘性土で構成されている
- 火山灰質粘性土は静的支持力は大きい、振動で容易に軟化しやすい
- 地下水がない状態(不飽和)でも、容易に液状化する

(2) 2016年 熊本地震（益城町）



【火山灰質粘性土】振動やこね返しに弱い土(益城町)

自然状態



こね返し



地下水がない状態(不飽和)でも容易に液状化する

水分が少なく、比較的固い

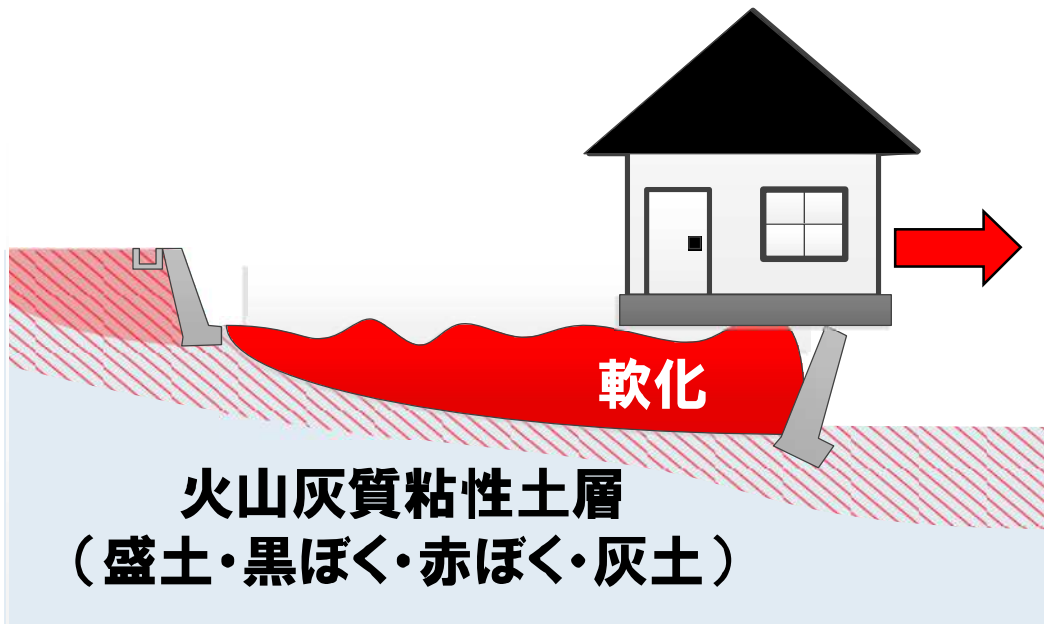
水分が滲みだし、液体状に変化

(自然含水比;平均63%, 液性限界;平均56%)

自然含水比よりも液性限界が小さいため、振動等で液体状になる

【火山灰質粘性土】 地震による地盤の軟化（益城町）

2回の震度7を含む震度5強以上の大きな地震が繰返し6回発生
宅地地盤が軟らかくなり、家も基礎ごと滑動



札幌市と毎期町の盛土材料の特徴（液状化しやすい）

被災都市名	2018年北海道胆振東部地震(札幌市)	2016年熊本地震(益城町)
盛土材料の土質名	火山灰質砂	火山灰質粘性土
地山の地質	第四紀更新世の火山灰質砂質土 (支笏火山噴出物起源)	第四紀更新世の火山灰質粘性土 (阿蘇山噴出物起源)
主な特徴	振動で液状化しやすい	振動やこね返しに弱い(強い地震動で軟化)

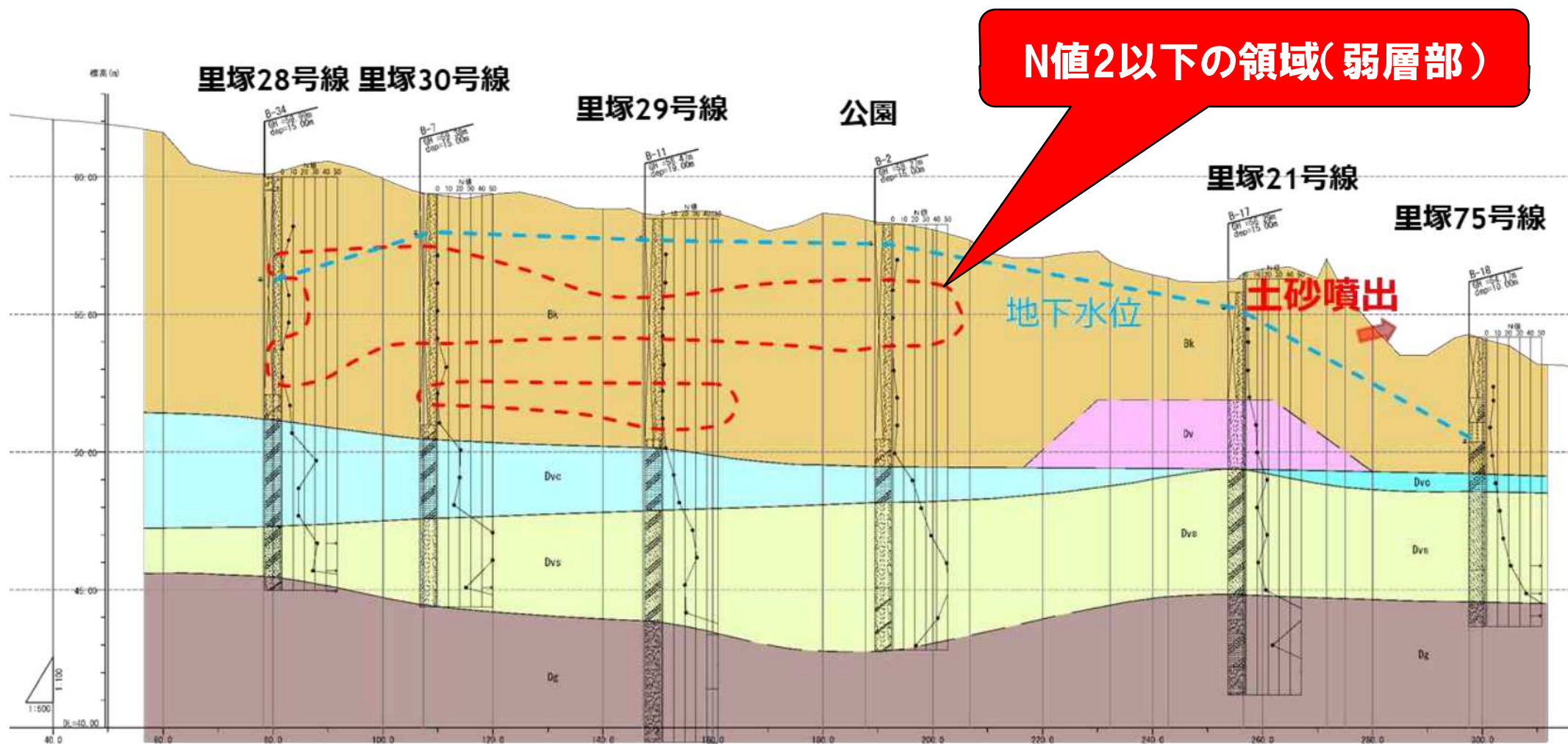


(3) 2018年 北海道胆振東部地震 (札幌市)

＜新たに判明した特徴的な知見＞

- 傾斜地上の盛土の液状化による側方流動で、大量の土砂が地上に流出して流下する被害が顕在化
- 被害が顕著な場所の盛土は、 $N値 \leq 2$ の非常に緩いエリアが存在
- 地下水中に生息する鉄バクテリアが空気に触れることで閉塞物を生成し、暗渠排水管(MPDパイプ)が閉塞しやすいため、定期的な洗浄が必要である
(合理的なメンテナンス方法については今後の研究課題)
- 暗渠排水管の点検用マンホール内は、生死に関わる酸素欠乏状態である場合があるため換気が必要
(要安全対策)

液状化による側方流動被害箇所はN値2以下の弱層部が存在(札幌市)



暗渠排水管(有孔管)の目詰まりとメンテナンス(洗浄)

閉塞状況



洗浄機材



洗浄前



暗渠排水管(MPDパイプ)



洗浄後



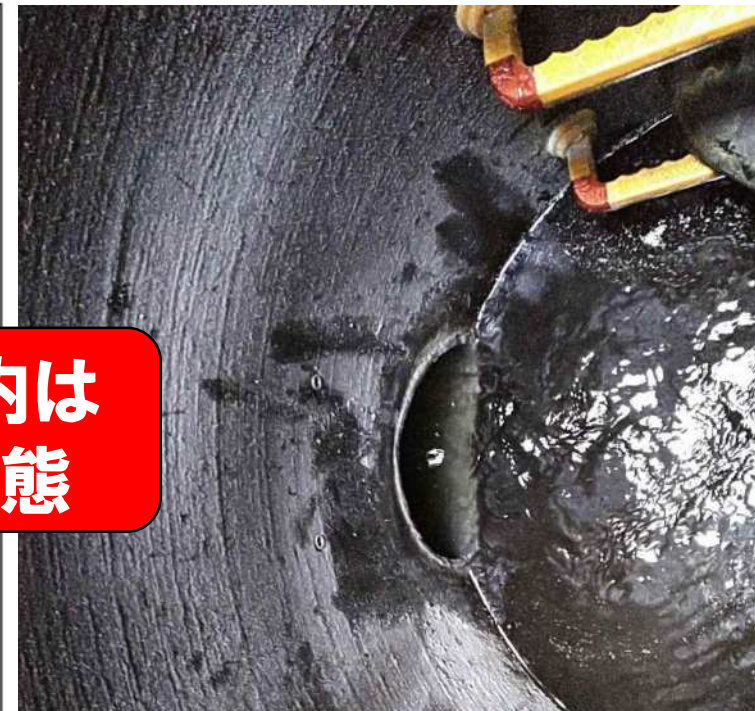
閉塞状況



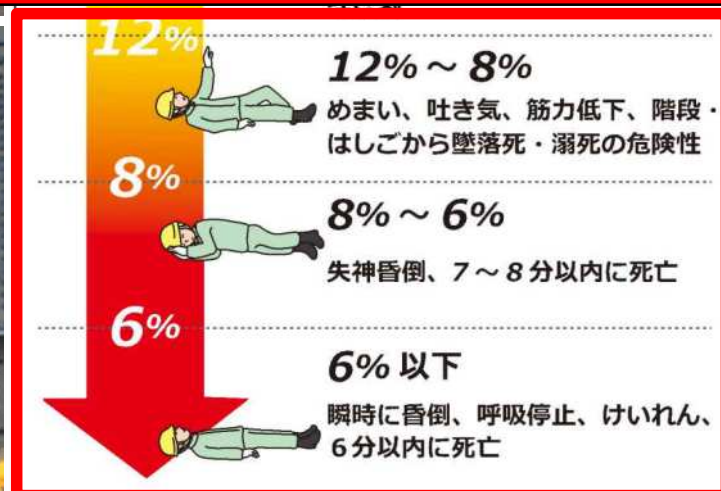
点検・維持管理時の要注意事項（安全管理）



**暗渠排水管点検マンホール内は
生死にかかわる酸素欠乏状態**



**地下水が透明で、無臭でも
酸素濃度は12%以下
（最低6%）を計測
⇒ 要換気**



【出典】厚生労働省



3. 過去の知見・経験の伝承の重要性

- 宅地は私有財産であるため公費での救済は難しいとされているが、「安全な社会ストック形成」という国の政策により国費支援が可能である。
- しかし、初めて被災した自治体はこれを知らず、復旧・復興に多大な時間を要する問題がある。
- 過去の知見を速やかに伝えることで、被災者の早期生活再建と自治体の財政負担を軽減できる。

宅地の災害復旧や予防対策に国費を投入する理由

- 宅地は個人資産であるが、土地は非減価償却資産であり、滑動崩落の危険性がある宅地の安全性を確保する投資を行っても、資産形成には該当しない。
- 個々の宅地居住者の人命・財産を保全するだけでなく、大規模盛土造成地の安全性を確保する事で、広範囲な被害発生を防止する、安全な社会ストック形成が政策目的であるから、国費による支援措置を通した減災対策は妥当である。

(国の見解より)

被災宅地の復旧事業における過去の経験の伝承の重要性

事業を機動的に活用するための工夫(事業への精通)

(国土交通省)

宅地復旧に活用できる宅地耐震化推進事業の趣旨と、機動的で柔軟な点を有する制度であるということへの理解を深めること。

① 制度趣旨の理解

被災宅地の復旧には宅地耐震化推進事業の利用が可能。

② 宅地耐震化推進事業の機動性と柔軟性への理解

円滑な復旧のため、柔軟な要件の運用を行っている。← 被災自治体は知らない

③ 国との相談

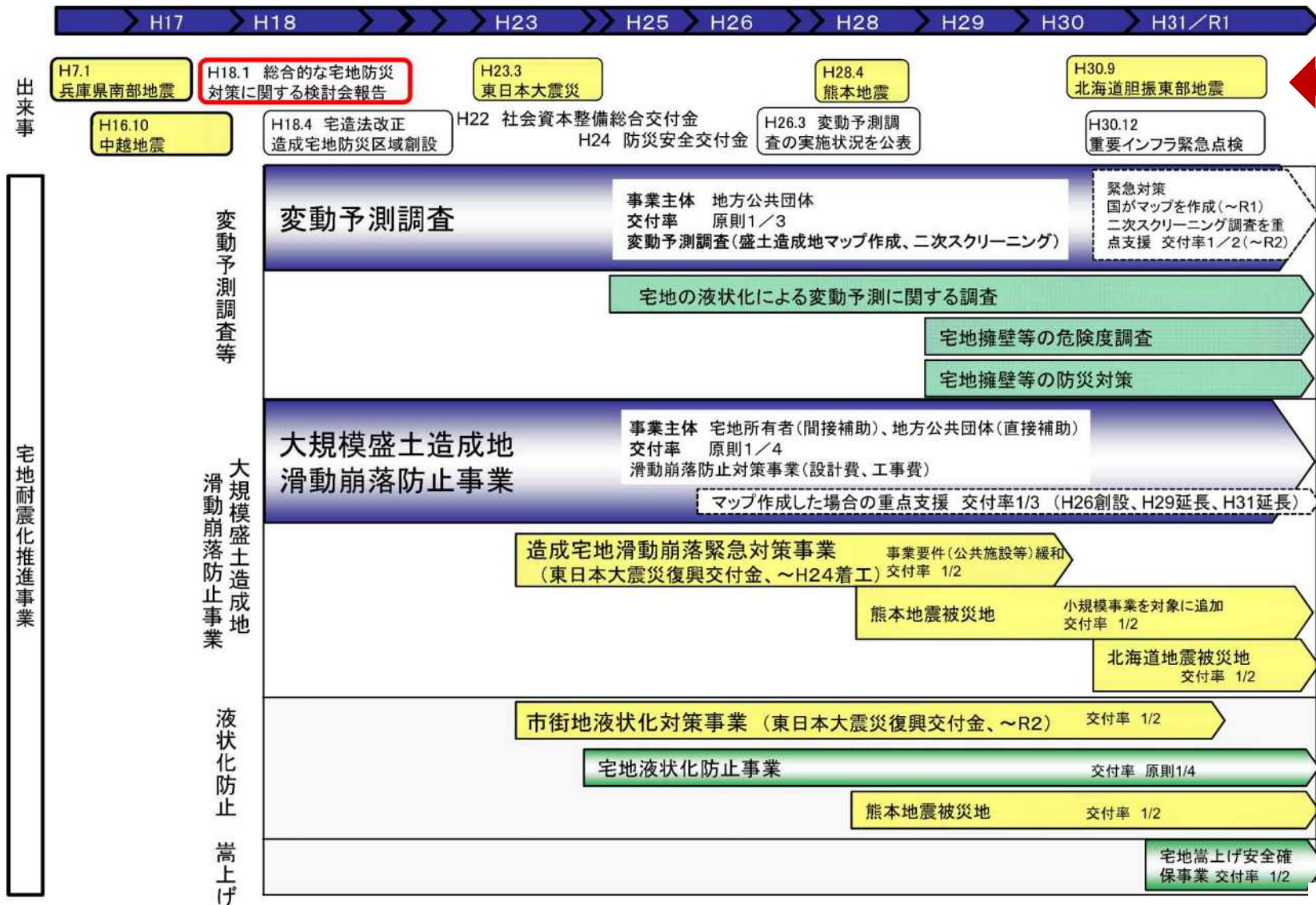
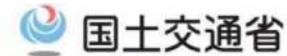
運用方法等について、国と連絡を密に取り調整することが大切

【出典】国土交通省：熊本地震の教訓を踏まえた全国宅地耐震化の推進ガイド
ライン ～全国の宅地耐震化と被災時の宅地復旧に向けて～ より抜粋。



初めて被災した自治体はこれを知らず
復旧・復興に多大な時間を要する問題がある
(被災者の早期生活再建が重要！)

宅地耐震化推進事業(交付金)に係る経緯



地震被災地の実情に合わせて改正

被災者救済と被災自治体の財政負担軽減を実現

4. 今後の複合災害の減災と早期復旧に向けて ～産官学＆住民等の連携と人材育成～

地震災害の教訓を活かし、産官学と住民が連携することが
災害に強い社会を築くために不可欠であり
人材育成がその連携を支える重要な要素である

1. 産官学の連携

産官学が協力して、最新の耐震技術や防災知識を共有し、実践に活かす

2. 住民との連携

住民の意見を反映させることで、より実効性のある対策や計画が可能

3. 人材育成の重要性

人材育成はその基盤を支える重要な要素

未来の防災リーダーを育てることが、より安全で強靱な社会の実現につながる

大規模盛土造成地と北海道胆振東部地震における被害箇所

大規模盛土造成地
経年劣化による災害対策
(市内全183箇所)

美しが丘地区

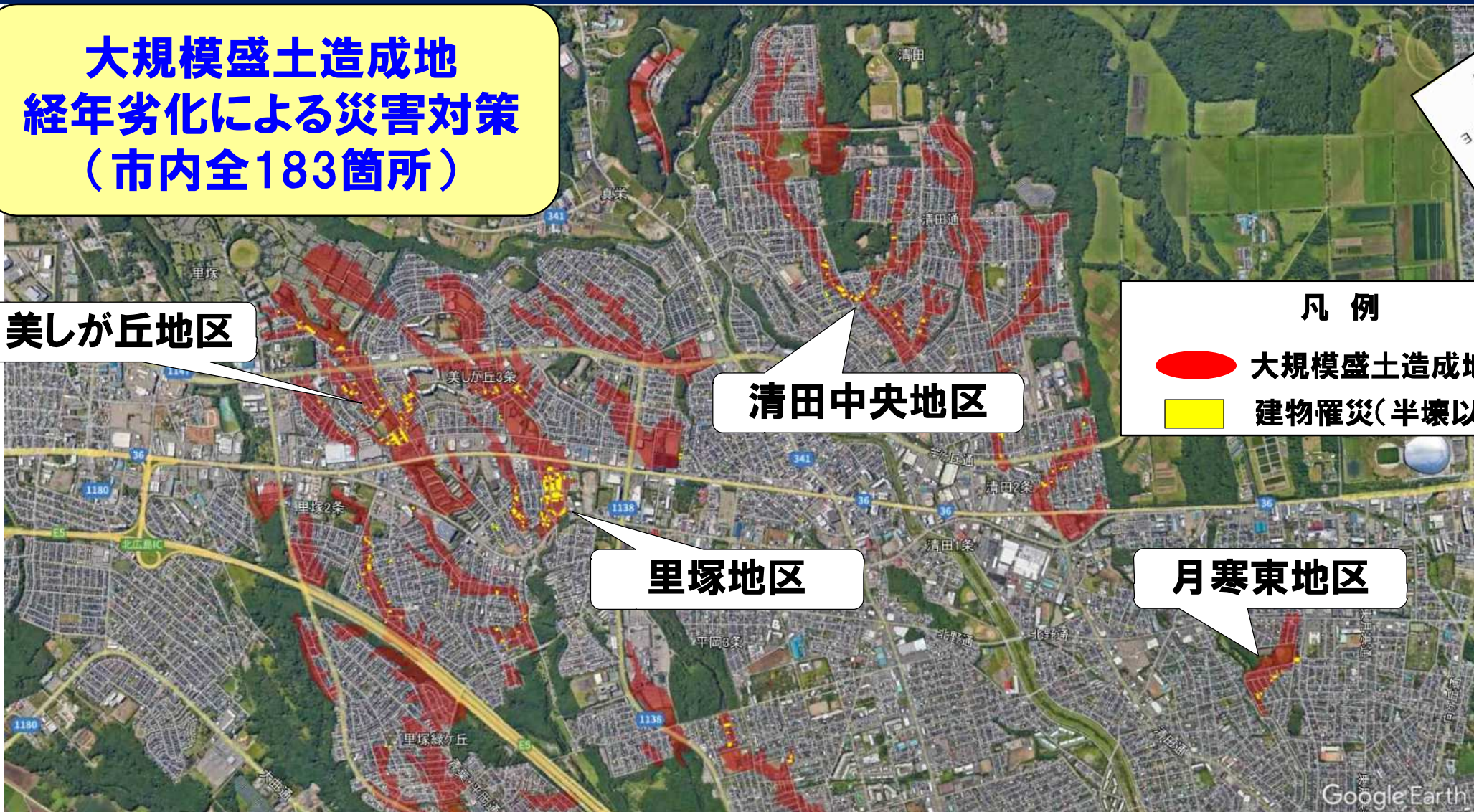
清田中央地区

里塚地区

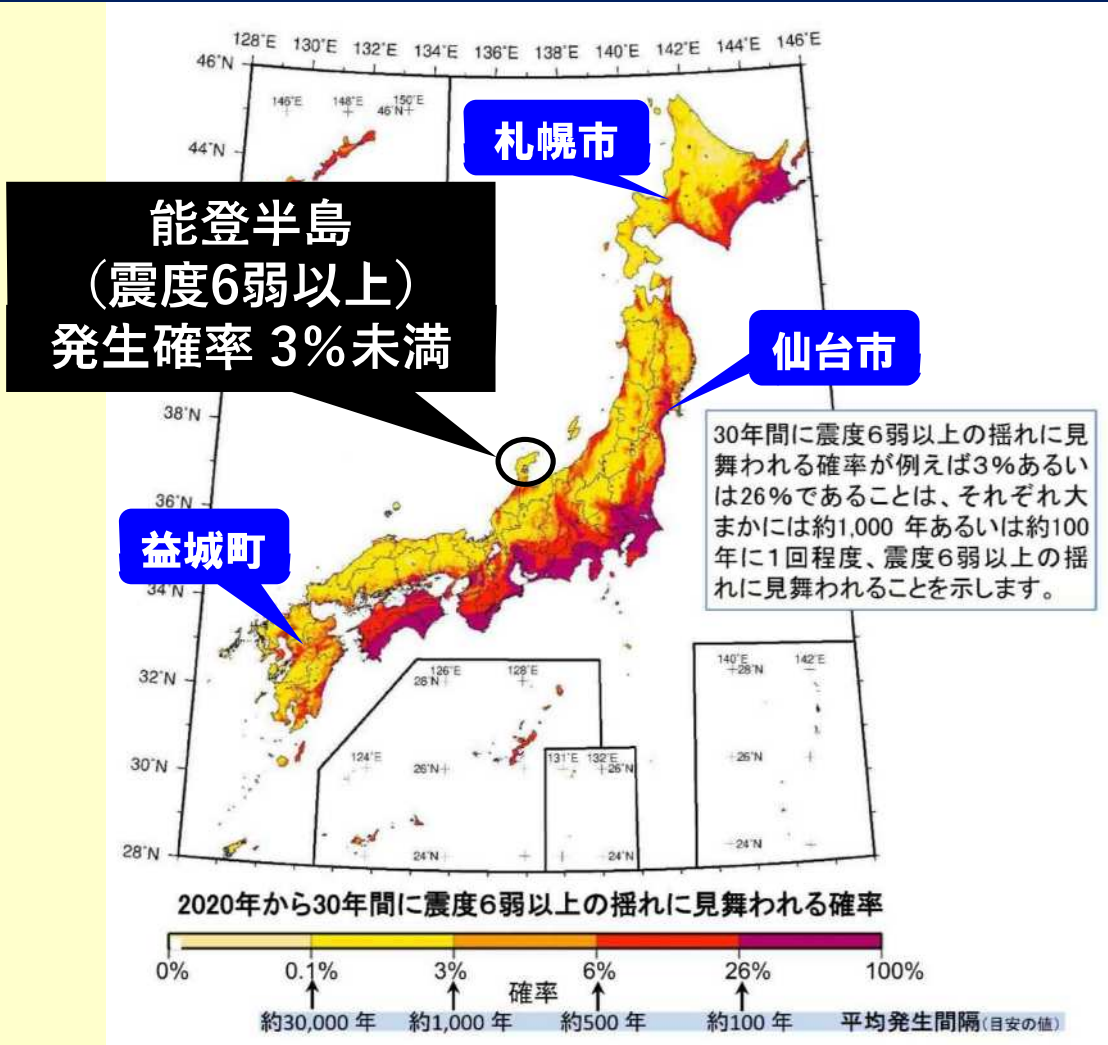
月寒東地区

凡 例

-  大規模盛土造成地
-  建物罹災(半壊以上)

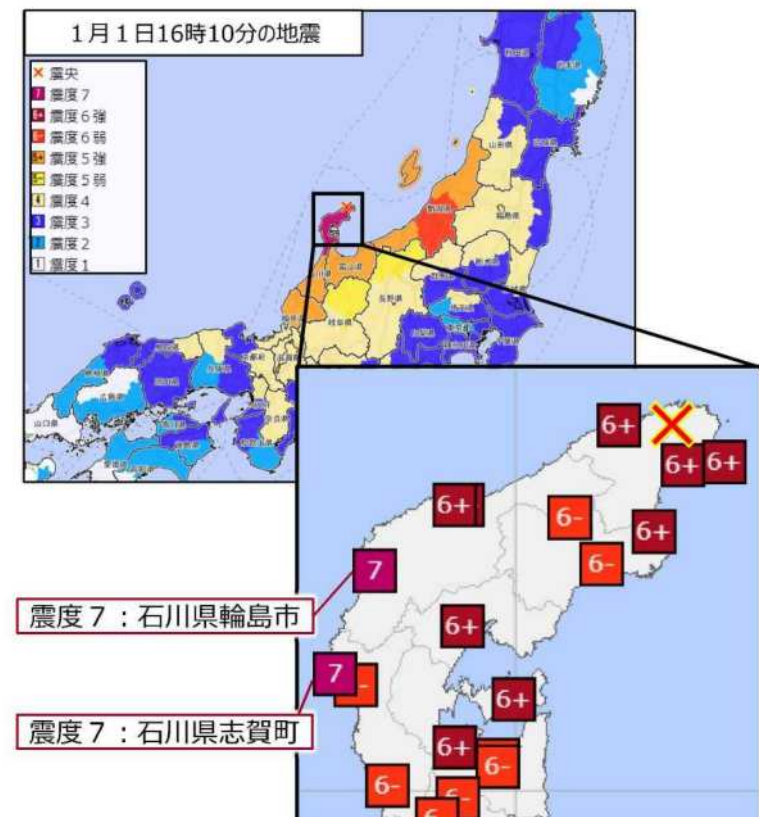


日本全国どこでも大地震への備えが必要



【出典】政府 地震調査研究推進本部, 全国地震動予測地図2020年版
https://www.jishin.go.jp/main/chousa/20_yosokuchizu/yosokuchizu2020_mm.pdf

■震度分布図



令和6年能登半島地震（最大震度7）

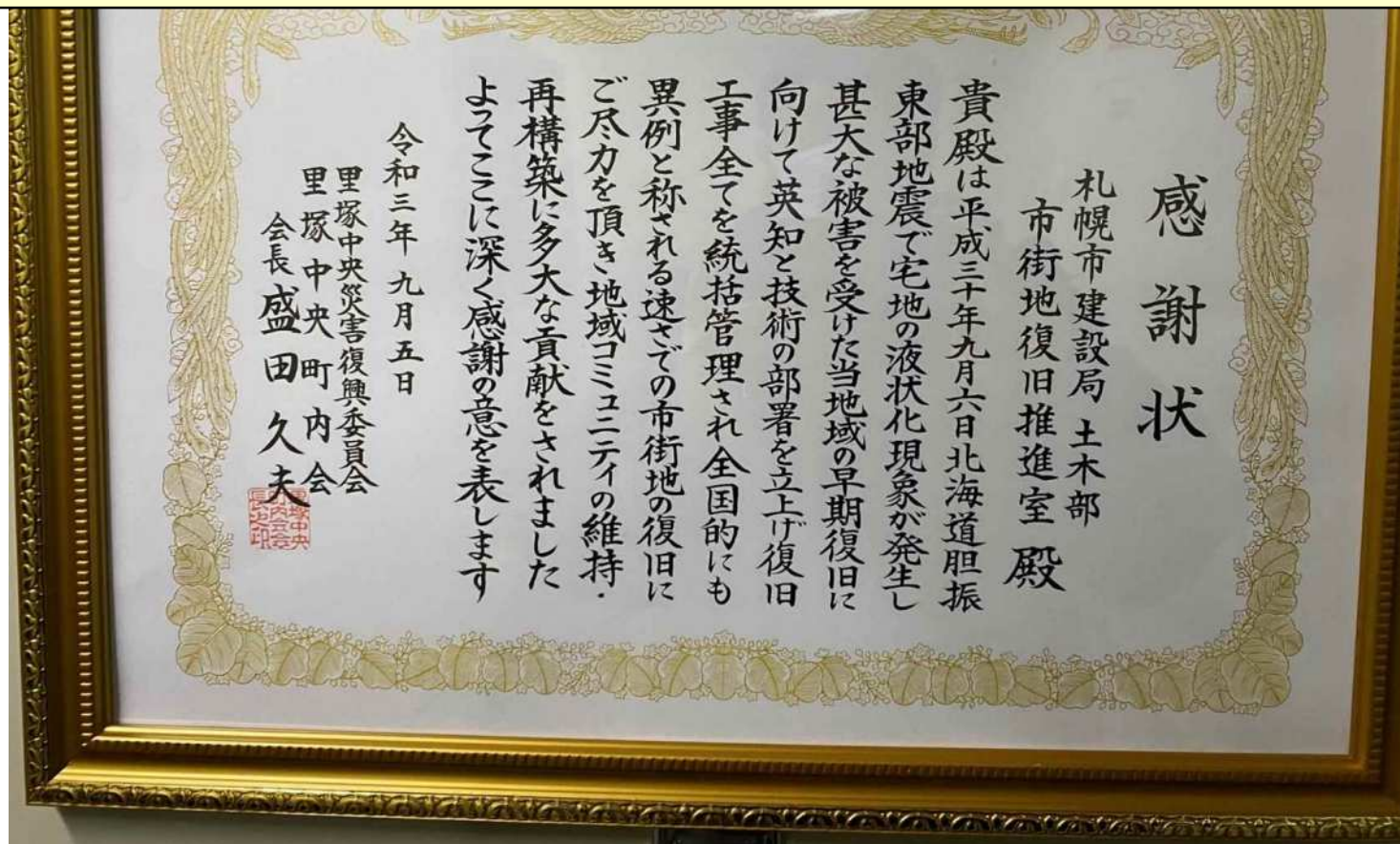
<石川県内の被害>

死者456人，行方不明者3名，全壊6,069棟，半壊18,260棟

【出典】内閣府：令和6年能登半島地震における災害の特徴，令和6年6月26日。
 内閣府：令和6年能登半島地震に係る被害状況等について，令和6年11月26日。

【札幌市】早期生活再建の実現で被災者団体から感謝状贈呈

早期生活再建の実現を評価！
歴史的にも珍しく、今後の災害復旧の模範となる



北見市の宅地耐震化事業の取り組み

～目次～

1. 北見市の概要
2. 大規模盛土造成地の崩落予測調査の概要
3. 調査についての住民の反応
4. これまでの災害例
5. おわりに

「来たるべき北海道での複合災害を考えるシンポジウム」

～北見工業大学地域と歩む防災研究センター・札幌市建設局 連携協定 成果報告会～

北見市都市建設部 都市計画課
開発調整係長 福島 正博



1. 北見市の概要



北見市フォトコンテスト応募作品：大江平次郎

※駅周辺や河川周辺以外は、坂の多い市街地となっている。

人口 約 11 万人
面積 約 1,400 km²

市街地は北見盆地内に位置

オホーツク圏最大の都市
商業の中心都市
玉ねぎの生産が盛ん

主な施設

北見工業大学・日本赤十字北海道看護大学

アドヴィックス常呂カーリングホール
アルゴグラフィックス北見カーリングホール



「焼肉のまち」



「カーリングのまち」



「ひと・まち・自然きらめくオホーツクの中核都市」北見市



2. 大規模盛土造成地の調査の概要



谷埋め型 50箇所

腹付け型 2箇所

52箇所

面積 123ha

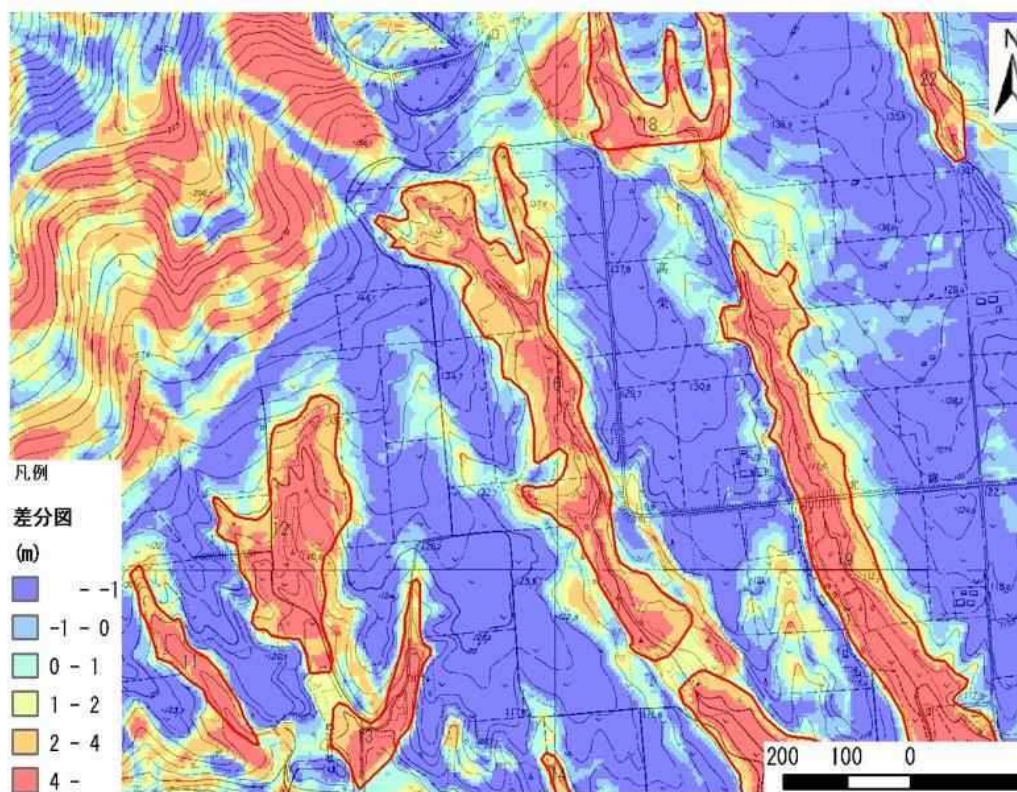
緑色・・・谷埋め型

紫色・・・腹付け型

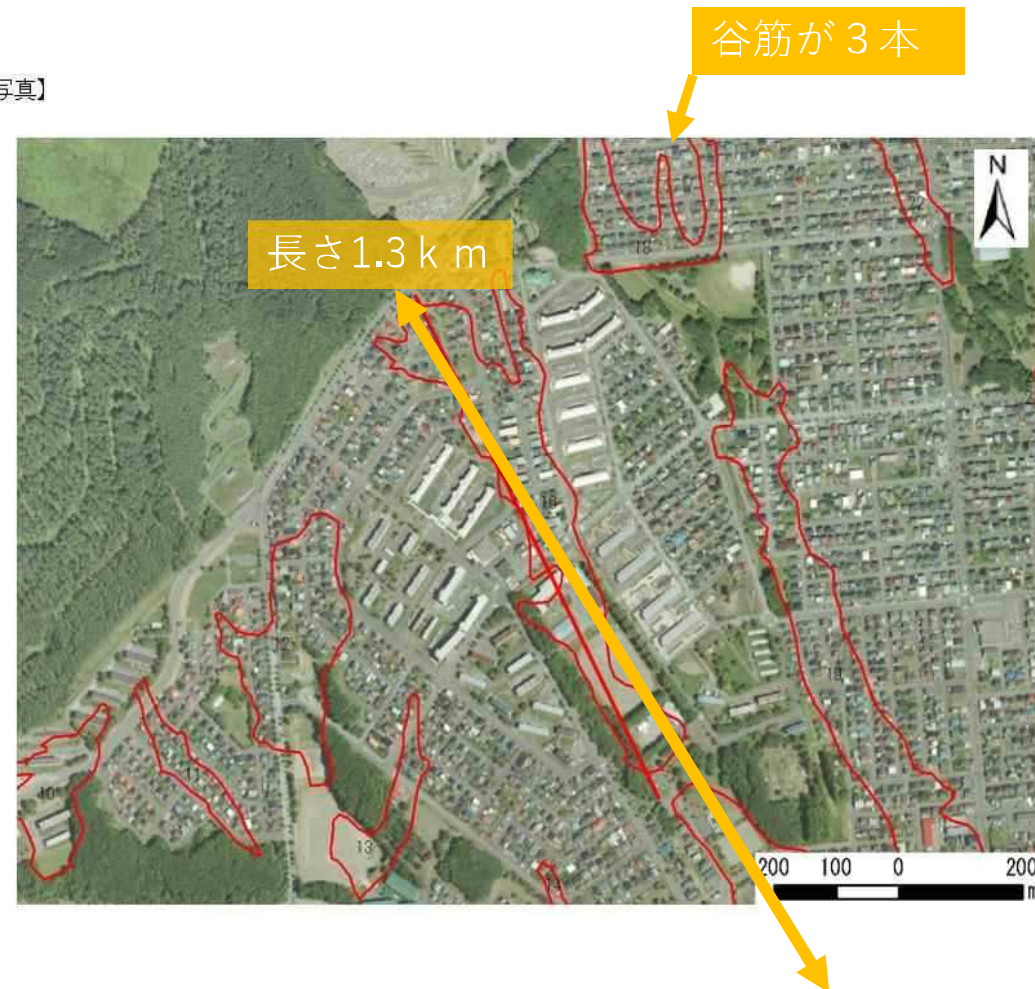


2. 大規模盛土造成地の調査の概要

【差分図(背景:旧地形図)】



【空中写真】



2. 大規模盛土造成地の調査の概要

令和3年2月3日
意見交換会

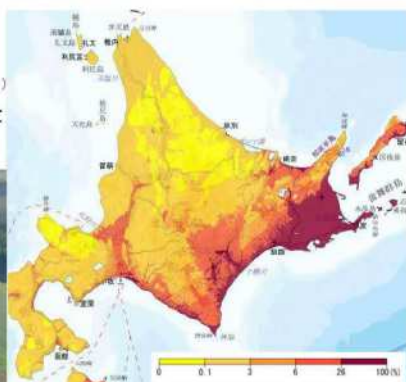
大規模盛土造成地変動予測調査事業を進めるにあたって

SAPPORO 札幌市建設局 市街地復旧推進室 & 札幌市都市局 市街地整備部宅地課

④復旧対策の知見から予防保全（変動予測調査）への適応
【（参考：余談）】北見市さんの盛土と地震

○札幌市との類似点

- ・ 同じ火山灰質砂の盛土
(液状化強度は屈斜路>支笏のようですが・・・)
- ・ 里塚の被害と同様の液状化と流動被害の履歴（端野）



2003年十勝沖地震 端野町（現北見市）火山灰質砂盛土の液状化と変形・流動（平成30年北海道胆振東部地震による地盤災害調査団最終報告書より）

確率論的地震予測地図：確率の分布（2019）
今後30年間に震度6弱以上の揺れに見舞われる確率（防災科研J-SHIS Mapより）



④復旧対策の知見から予防保全（変動予測調査）への適応
【（参考：余談）】北見市さんの盛土と地震

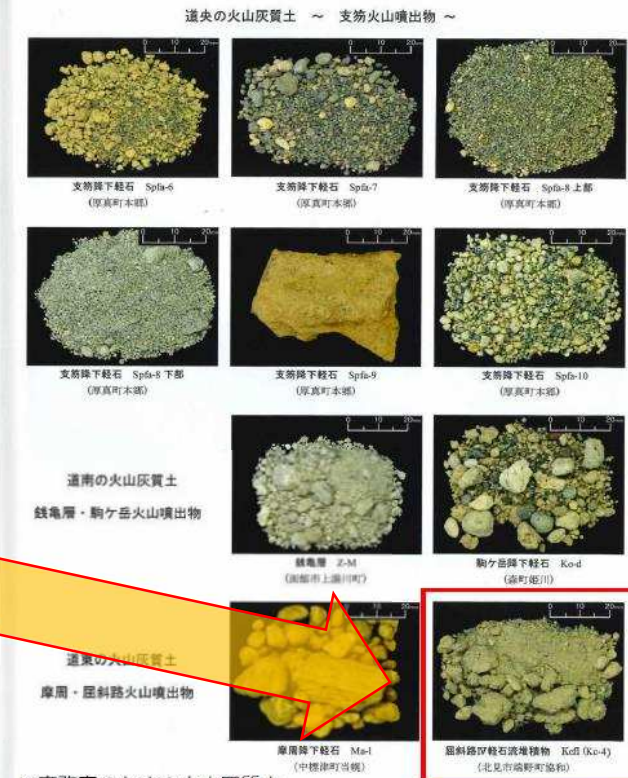
口絵写真-2 火山灰質土の構成粒子(1)

道央の火山灰質土 ～ 樽前・恵庭・支笏火山噴出物 ～



口絵写真-2 火山灰質土の構成粒子(2)

道央の火山灰質土 ～ 支笏火山噴出物 ～



※実務家のための火山灰質土（地盤工学会北海道支部）より (7)

自然きらめくオホーツクの中核都市」北見市



2. 大規模盛土造成地の調査の概要

【大学院博士後期課程 博士論文公開発表会】

令和5年8月4日

平成30年北海道胆振東部地震で被災した札幌市 清田区里塚地区の市街地復旧に関する研究

北見工業大学 大学院 工学研究科

寒冷地・環境・エネルギー工学専攻

学籍番号 2071400046

前 札幌市建設局市街地復旧推進室

現 札幌市危機管理局危機管理部

佐々木 将仁 (Sasaki Masato)



3. 調査と被災メカニズム

現地踏査結果と表面波探査測線、ボーリング調査位置



- 地盤沈下が著しいA-A'断面では、上流側のA付近に開口亀裂を、下流側のA'付近に地盤の隆起を確認
- A-A'断面を横断する測線位置で表面波探査を実施

28



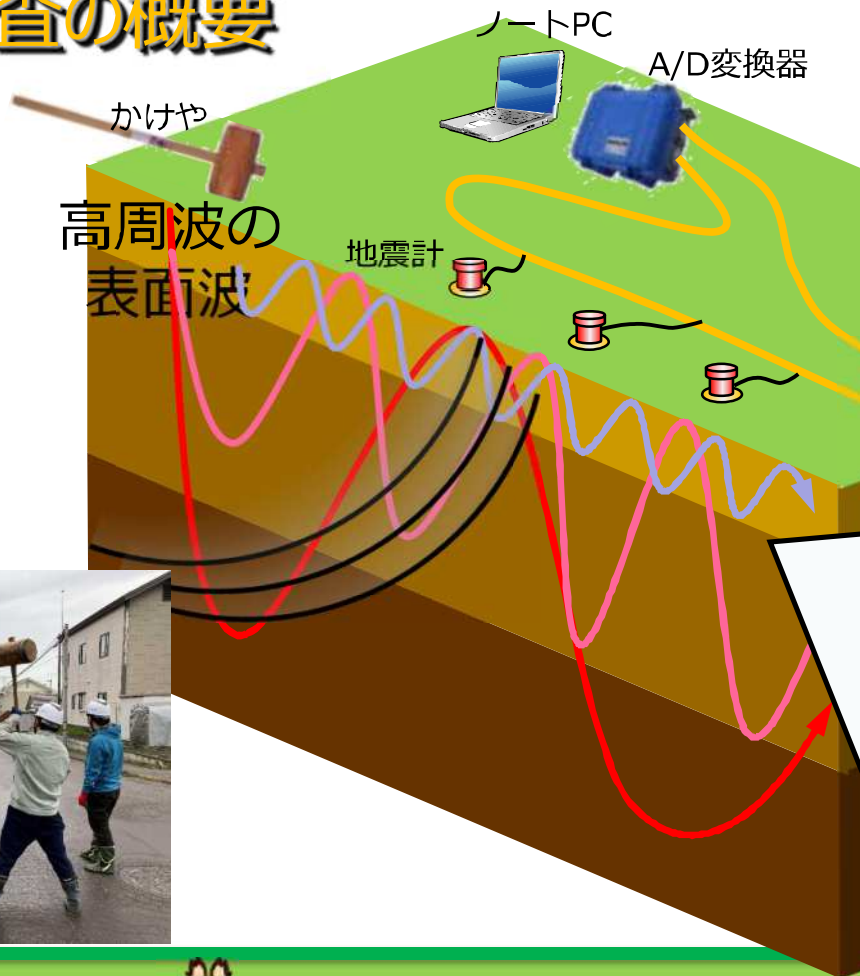
「ひと・まち・自然きらめくオホーツクの中核都市」北見市



6

2. 大規模盛土造成地の調査の概要

表面波探査の概要

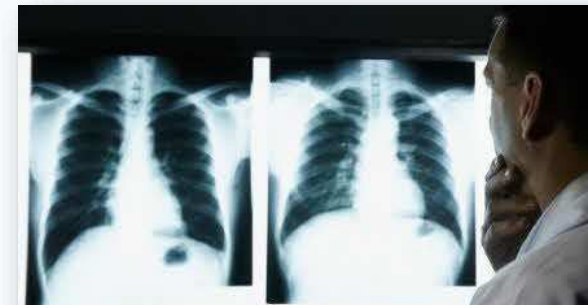


表面波の分散性を利用

高周波 → 浅い層を伝播
低周波 → 深い層を伝播

延長および深度方向の
2次元的な V_s の分布

せん断剛性 $G = \rho_t \times (V_s)^2$
(ρ_t : 湿潤密度)



レントゲンのように地盤の
剛性分布を把握できる

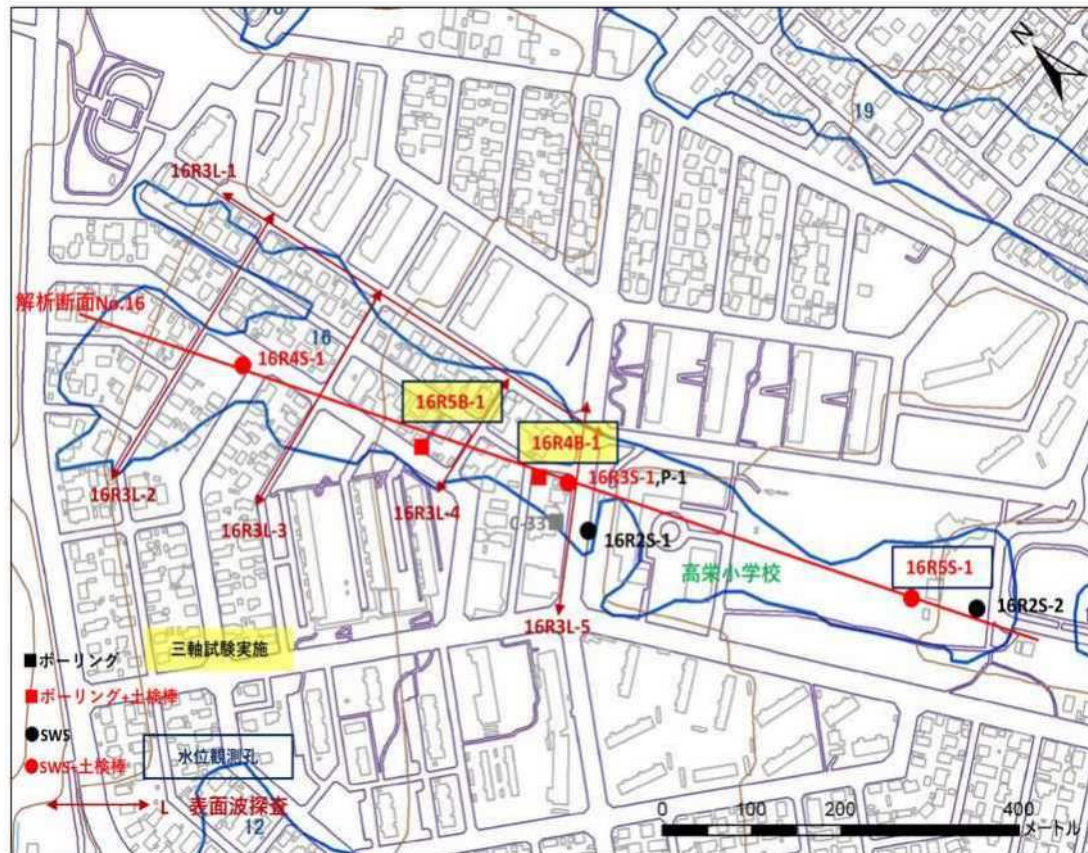


「ひと・まち・自然きらめくオホーツクの中核都市」北見市

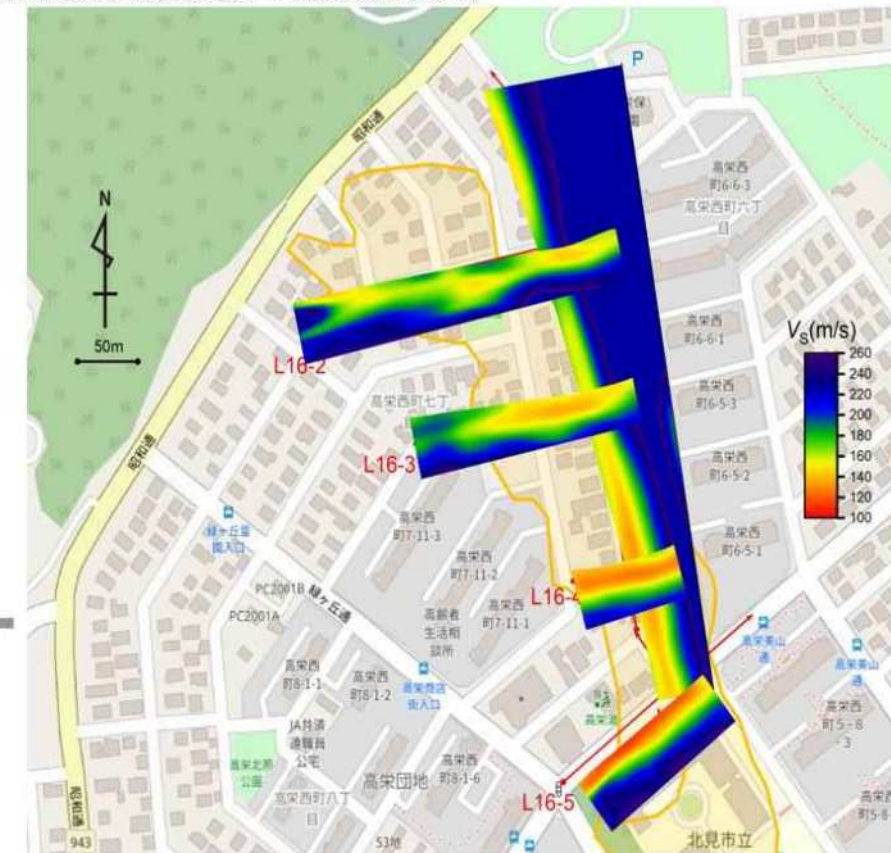


2. 大規模盛土造成地の調査の概要

【平面図】



【表面波探査結果】(提供:北見工業大学 地盤防災技術研究室)



2. 大規模盛土造成地の調査の概要

国立研究開発法人 土木研究所HPより

土層強度検査棒(土検棒)の概要



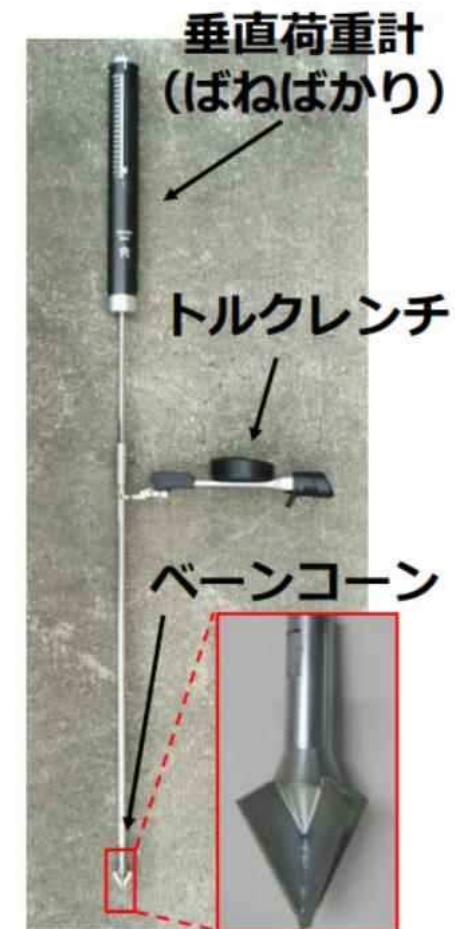
土層強度検査棒 (どけん棒) の構成



試験実施状況



上 **ベーンコーン (せん断強度測定用)**
下 : 通常コーン (土層深・貫入強度測定用)



「ひと・まち・自然きらめくオホーツクの中核都市」北見市



4枚の羽根の抵抗を測定

2. 大規模盛土造成地の調査の概要

土層強度検査棒(土検棒)の使用方法

サウンディング試験(SWS)で計測
(土層構造の調査)



削孔した深度で、土検棒の測定
(ベーンコーンせん断強度試験)を行った



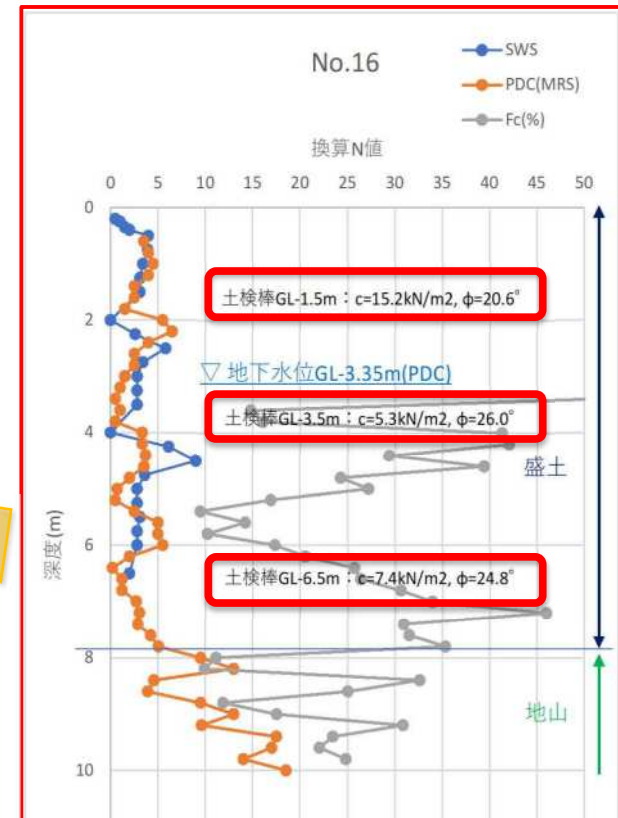
人力でベーンコーンを挿入するよりも
深い土層の滑り強度の調査ができる



2. 大規模盛土造成地の調査の概要

土層強度検査棒(土検棒)測定結果

事前に“表面波探査”で土層構造を予測して



SWS等のサウンディングで土層状況を確認し、土検棒で滑り抵抗を測定する



2. 大規模盛土造成地の調査の概要

電動SWSでサンプル採取

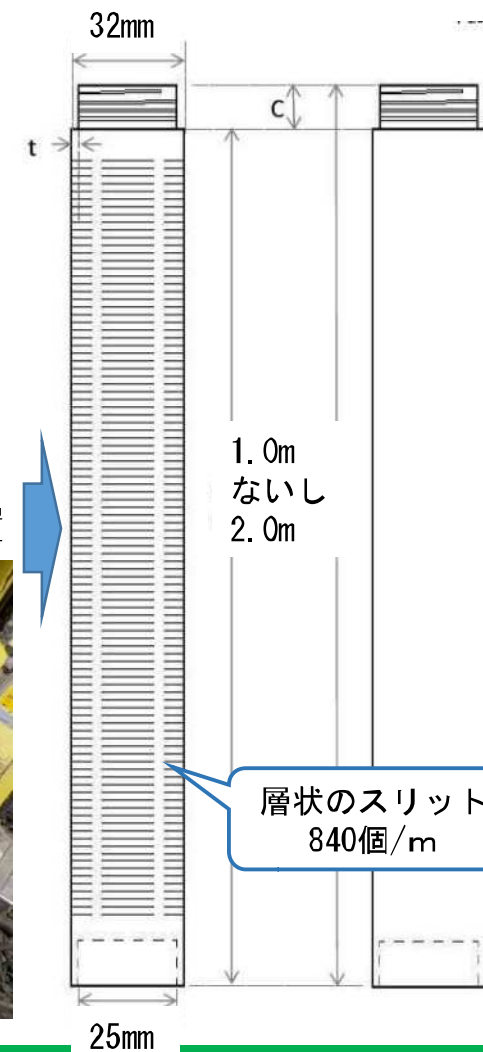
SSJサンプラー



SWS削孔に地下水位観測孔設置



井戸用PVCパイプ



3. 調査についての住民の反応

市民の合意形成・協力体制 ①

調査対象となる地域住民に説明すると



地盤調査の協力依頼



住民から土地の情報



盛土厚、地下水位、
盛土材を推定して調査

※ 盛土情報を持っている住民も多く、協力的な方々が多く調査がスムーズに進む



3. 調査についての住民の反応

市民の合意形成・協力体制 ②

北見工大の協力による表面波探査



市民も北見工大が地域の防災対策に協力していることに感謝

九州工業大学（川尻）+豊田高専（小笠原）+北見工大学生



「ひと・まち・自然きらめくオホーツクの中核都市」北見市



4 これまでの北見市の災害例



平成16年 大雪



平成19年 ガス漏事故



平成19年 大規模断水



平成28年 洪水



5. おわりに

札幌市の協力



研究機関からの協力

北見市宅地耐震化推進事業有識者会議 委員名簿

九州工業大学大学院 准教授 川尻峻三
寒地土木研究所 主任研究員 橋本 聖

北見工業大学の協力

国立大学法人 北見工業大学と北見市との包括的連携に関する協定書

国立大学法人 北見工業大学（以下、「甲」という。）と北見市（以下、「乙」という。）は、相互の発展と充実に資するため、地域社会の文化、教育、まちづくり等の振興に係る連携及び協力を推進するにあたり、次のとおり協定を締結する。

（目的）

第1条 甲と乙は、包括的な連携により、地域の課題に適切に対応し活力ある個性豊かな地域社会の形成と発展及び人材育成に寄与することを目的とする。

（連携事項）

第2条 甲と乙は、前条の目的を達成するため、次の事項について連携し協力する。

- (1) 地域づくり・まちづくりの推進に関する事
- (2) 学術振興、国際交流、教育及び人材の育成に関する事
- (3) 産業振興など地域経済の発展に関する事
- (4) 環境保全及び防災対策の推進に関する事
- (5) その他前条の目的を達するために必要な事項に関する事

道内自治体との情報共有・協力体制

意見交換・情報共有

- ・ 宅地造成許可権限移譲市町会議（道内10市町）
- ・ 道東の大規模盛土を持つ都市（網走市、紋別市、釧路市）



ご清聴、ありがとうございました。

