

土木学会地震工学委員会の調査活動と インフラ被害

土木学会地震工学委員会
地震被害調査小委員会・委員長

小野 祐輔

(鳥取大学工学部社会システム土木系学科)

E-Mail: ysk@tottori-u.ac.jp

令和6年能登半島地震で被災された皆様に心よりお見舞い申し上げます。

報告内容

- 土木学会地震工学委員会関係者による現地調査
- インフラ（ライフライン）被害の概要
 - 道路, 鉄道, 上水道, 電気
- 石川県内灘町・かほく市の液状化被害の現地調査
 - 側方流動
- 所感

土木学会地震工学委員会関係者による現地調査

- 土木学会地震工学委員会（委員長：酒井久和・法政大学教授）内に常設されている地震被害調査小委員会（委員長：小野祐輔・鳥取大学教授）を中心に調査活動を実施している。
- 土木学会海岸工学委員会, 建築学会, 地盤工学会, 日本地震工学会と密に連携している。

土木学会地震被害調査小委員会の活動



- 地震発生から約10分後に小委員会で情報収集を開始した。
 - 国内で震度5強以上の地震が発生した際には直ちに情報収集を始めるルール
- 地震発生から約20分後から特設ウェブページの運用を開始した。
 - 地震工学委員会関係者からの調査報告を掲載。
- 地震発生から約3時間半後に1/2から現地調査を開始するチームとの打ち合わせを行った。
- 1/9に土木学会地震工学委員会主催、地盤工学会・日本地震工学会共催で速報会（オンライン）を実施した。
 - 録画は現在も視聴可能



<https://committees.jsce.or.jp/eec205/node/52>

土木学会地震工学委員会関係者による現地調査

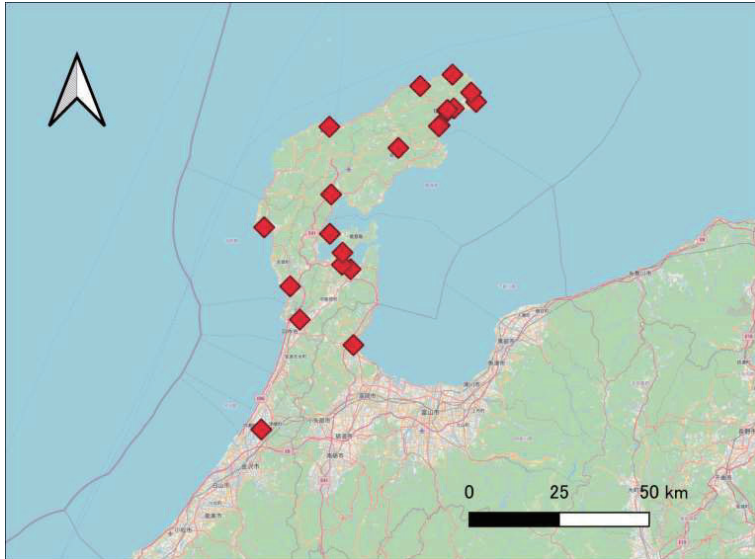
No	タイトル	報告者	調査期間	調査地域と主な調査対象
1	新潟県上越市_直江津エリア_被災調査メモ	香川@鳥大	1/2	上越市 津波、液状化、屋根瓦、墓石等
2	令和6年能登半島地震の被害調査の報告_速報	栗間@東大, 志賀@長岡技科大, 植村@京大, 井上@群馬高専	1/2~4	新潟市, 長岡市, 氷見市, 七尾市, 金沢市, 内灘町, かほく市 液状化, 橋梁, 斜面
3	Quick report of preliminary reconnaissance of the 2024 Noto-hanto Earthquake in Japan	宮島@金沢大, 吉田@福井高専, 芹川@福井高専	1/4,5	輪島市, 穴水町 木造家屋, RC建物, 火災, 液状化, 地すべり
4	2024年能登半島地震被害調査速報_七尾市のと大橋とツインブリッジの被害	党@埼玉大, 王@足利大, 水野@埼玉大	1/7,8	七尾市, 志賀町, 輪島市門前町 能登島大橋, ツインブリッジのと, 液状化
5	志賀町酒見地区道路橋幅部部落橋被害	西岡@中央大, 渡邊@東大, 山栗@中央大	1/9	志賀町酒見 橋梁
6	地盤液状化・盛土・斜面崩壊	石川@東京電機大, 安田@東京電機大	1/6~8	金沢市, 内灘町, 輪島市, 七尾市, 志賀町, 羽咋市, かほく市 斜面崩壊, 液状化, のと里山海道, 漁港
7	穴水町と七尾市の建物・地盤被害	森口@東北大, 柴山@東北大, 榎田@東北大, 呉@富山県立大	1/4,5	穴水町, 七尾市 建物, 地盤・斜面, 液状化

土木学会地震工学委員会関係者による現地調査

No	タイトル	報告者	調査期間	調査地域・調査対象
9	令和6年能登半島地震現地調査報告	小野@鳥大, 佐々木@鳥大, 谷河@鳥大, 高柳@鳥大	1/12~14	金沢市, 穴水町, 輪島市, 内灘町, かほく市 斜面崩壊, 液状化, 建物
10	令和6年能登半島地震被害調査_珠洲市内の橋梁を中心に	秋山@早稲田大	1/13,14	珠洲市, 穴水町, 能登町 橋梁
11	令和6年能登半島地震被害状況調査	後藤@京大	1/13,14	輪島市, 輪島市門前, 穴水町, 七尾市, 内灘町 土構造物・地盤, 地震観測点周辺状況
12	Quick report of preliminary reconnaissance of the 2024 Noto-hanto Earthquake in Japan - No.2-	宮島@金沢大, 橋本@国士舘大	1/12~15	七尾市, 志賀町, 輪島市門前, 金沢市, 内灘町, 新潟市 建物, 宅地, 液状化
13	令和6年能登半島地震地震被害調査_新潟県	清田@東大, 栗間@東大, 池田@長岡技科大, 志賀@長岡技科大	1/10,11	新潟市, 上越市, 糸魚川市 地盤, ブロック塀, 住宅, 液状化
14	令和6年能登半島地震地震被害調査_石川県	清田@東大, 栗間@東大, 池田@長岡技科大, 志賀@長岡技科大	1/17~21	志賀町, 輪島市, 能登町, 内灘町 斜面, 家屋, 港湾, 液状化
15	2024年1月1日能登半島地震_土木構造物現地調査	高橋@京大, 植村@京大	1/23,24	珠洲市, 橋梁

2024/01/27時点

地震工学委員会関係者により現地調査された橋梁



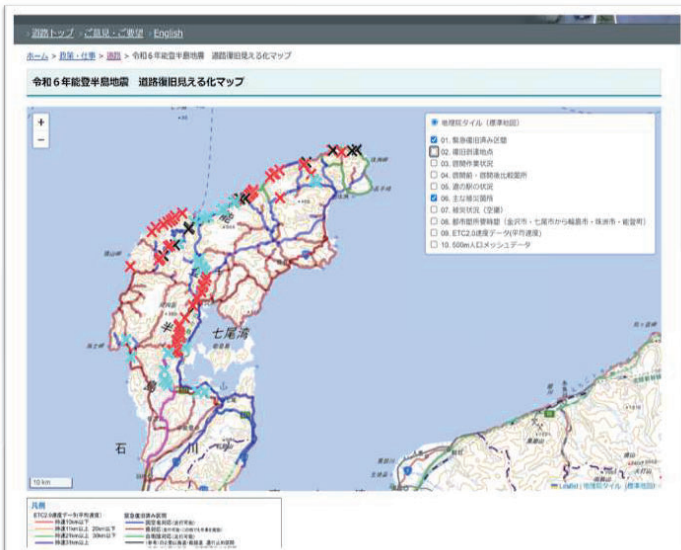
- 2024年1月27日現在、22橋を現地を調査（無被害、軽微な被害を含む）
- 橋台裏込土の沈下、桁端部の損傷、支承の損傷、橋脚の損傷（曲げクラック、被りコンクリートの剥落）、桁の橋軸直角方向へのずれ、など



インフラ(ライフライン)被害

道路の被害

国土交通省「令和6年能登半島地震 道路復旧見える化マップ」<https://www.mlit.go.jp/road/r6noto/index2.html>

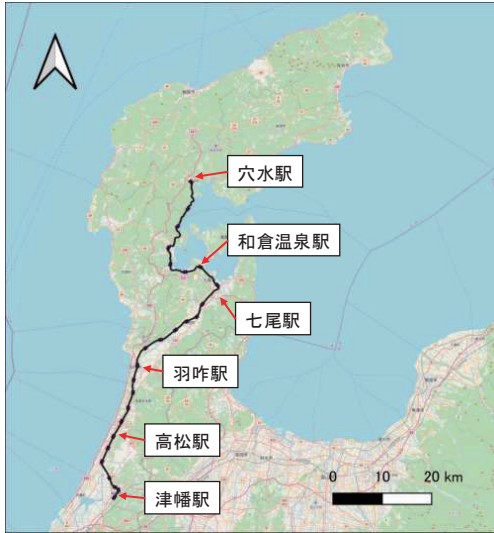


- 能登半島北側の海岸線に沿って道路被害が多数発生している。
- のと里山海道が通行不能となったため、奥能登方面への道路交通が迂回路に集中した。
- トンネルの被害も報告されている。
- 迂回路も修繕が必要な箇所が多数ある
 - ✓ 通行止めにして作業ができない。
 - ✓ 片側交互通行をせざるを得ない。
 - ✓ 橋梁へのアプローチ部の沈下が多く、積雪の影響が懸念される。

道路の被害と復旧状況については、令和6年1月25日の石川県知事の記者会見で詳細が示された。

https://www.pref.ishikawa.lg.jp/chiji/kisyar6_1_25.html

鉄道の被害



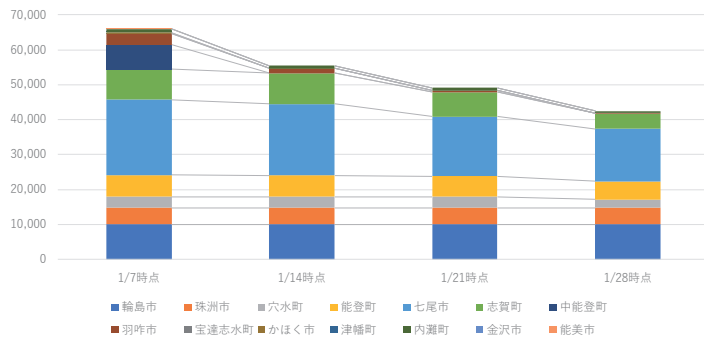
- JR七尾線（津幡駅～七尾駅）
 - ✓ 高松駅～羽咋駅 1月15日運転再開
 - ✓ 羽咋駅～七尾駅 1月22日運転再開
 - ✓ 七尾駅～和倉温泉駅で運休中
- のと鉄道七尾線（和倉温泉駅～穴水駅）
 - ✓ 全区間（和倉温泉駅～穴水駅）で運休中
 - ✓ 和倉温泉駅～能登中島駅で復旧作業中
 - ✓ 1月29日より代行バスを運転

上水道の被害(断水状況)

1月1日時点で石川県内16市町村で約11万戸で断水（令和6年1月27日石川県知事記者会見資料）

断水戸数の変化

市町村名	1/7時点	1/14時点	1/21時点	1/28時点
輪島市	10,000	10,000	10,000	10,000
珠洲市	4,800	4,800	4,800	4,800
穴水町	3,200	3,200	3,200	2,300
能登町	6,200	6,100	5,800	5,200
七尾市	21,500	20,400	17,100	15,100
志賀町	8,800	8,800	7,000	4,400
中能登町	7,000	0	0	0
羽咋市	3,100	1,350	430	60
宝達志水町	50	0	0	0
かほく市	300	8	0	0
津幡町	40	0	0	0
内灘町	1,000	860	760	630
金沢市	125	0	0	0
能美市	2	0	0	0
合計	66,117	55,518	49,090	42,490



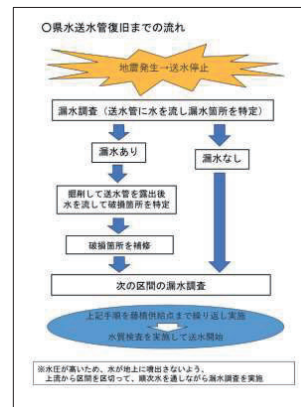
- 輪島市, 珠洲市, 穴水町, 能登町, 七尾市, 志賀町で断水が長期化している。

上の表, グラフは石川県「被害等の状況について」 (<https://www.pref.ishikawa.lg.jp/saigai/202401jishin-taisakuhonbu.html>) に基づいて作成した。

石川県の県水の被害と復旧



- 七尾市の断水は県水の送水停止の影響を受けている。



出典 : <https://www.pref.ishikawa.lg.jp/suido/documents/20240127-1.pdf>

出典 : <https://www.pref.ishikawa.lg.jp/suido/documents/20240117-3.pdf>

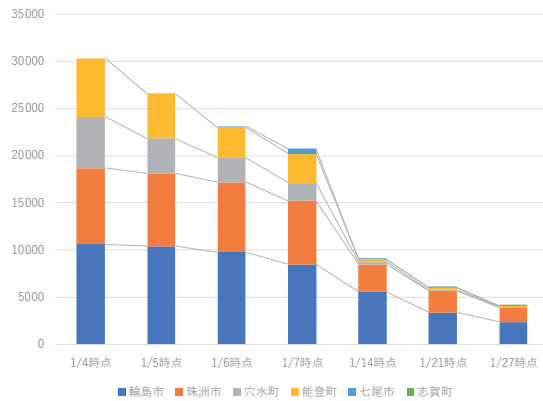
電力の被害(停電状況)

停電戸数の変化

市町村	1/4時点	1/5時点	1/6時点	1/7時点	1/14時点	1/21時点	1/27時点
輪島市	10600	10400	9800	8500	5600	3400	2400
珠洲市	8100	7700	7400	6700	2900	2300	1500
穴水町	5400	3700	2600	1900	230	80	60
能登町	6200	4800	3200	3100	310	240	120
七尾市			120	550	10	10	10
志賀町					10	10	10
合計	30300	26600	23120	20750	9050	6040	4100

- 輪島市, 珠洲市では停電が長期化している.
- 穴水町, 能登町では停電の解消が進んだ.

1月28日時点では石川県内で約3.400戸が停電中



上の表, グラフは石川県「被害等の状況について」 (<https://www.pref.ishikawa.lg.jp/saigai/202401jishin-taisakuhonbu.html>) に基づいて作成した.

石川県内灘町・かほく市の液状化被害の現地調査

- 2024年1月14日に調査を行った.
- 以下による合同調査として実施し, 土木学会地震被害調査小委員会に報告した.
 - ✓ 鳥取大学工学部附属地域安全工学センター
 - ✓ 鳥取大学工学部地盤工学研究室
 - ✓ 鳥取大学工学部地圏環境研究室
 - ✓ 鳥取大学工学部構造工学研究室

石川県内灘町・かほく市の地盤の液状化被害

側溝の浮上

マンホールの浮上

側方流動

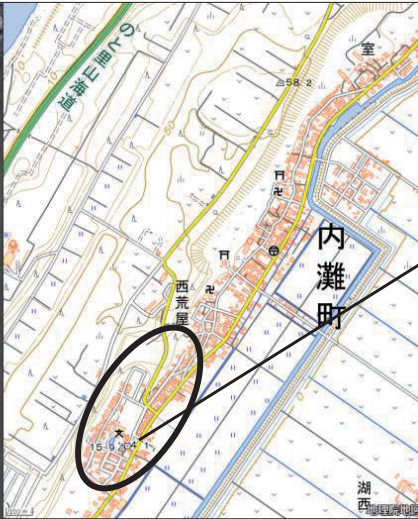
側方流動

写真左から右に向かう地盤の流動が道路で止まったため、が押されたため、道路の左側が持ち上げられ、道路が波打つように変形した。

写真右から左に向かって道路が押されたため、側溝が住宅のコンクリート製の塀の下に潜り込んだ。

背景地図：地理院地図（電子国土Web）

内灘町西荒屋地区の地形変化



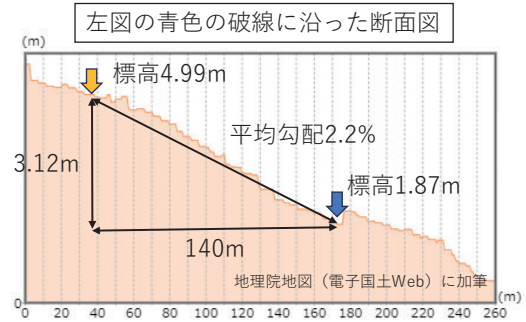
- 西荒屋小学校周辺は埋め立てられた土地である。
- 県道162号線は1960年代にはあった。

地理院地図（電子国土Web）に加筆

内灘町西荒屋地区の断面図



地理院地図（電子国土Web）に加筆



濱田他（1986）による永久変位の予測式

$$D = 0.75 \cdot \sqrt{H} \cdot \sqrt[3]{\theta} = 0.75 \cdot \sqrt{4.0} \cdot \sqrt[3]{2.22} \approx 2.0 \text{ (m)}$$

D: 地盤の永久変位 (m)

H: 液状化層の厚さ (m)

θ: 地表面勾配および液状化層下面勾配のうち最大の勾配 (%)

内灘町での永久変位の大きさは今後詳細に調査する予定

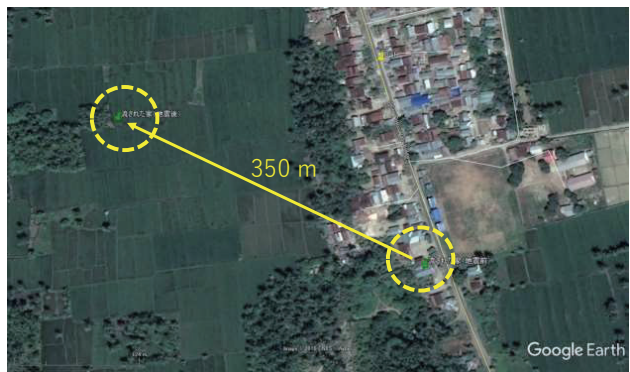
濱田政則 et al. (1986) '液状化による地盤の永久変位と地震被害に関する研究', 土木学会論文集, 1986(376), pp. 221-229. Available at: https://doi.org/10.2208/jscej.1986.376_221.

【参考】2018年スラウェシ島地震で発生した大規模地盤流動

2018年スラウェシ島地震で発生した地盤流動

地区名	最大流動距離 (km)	地震前の平均勾配 (%)
Balara	0.9	3.8
Petobo	2.5	2.1
Jono Oge	3.5	1.9
Sibalaya	1.1	3.3

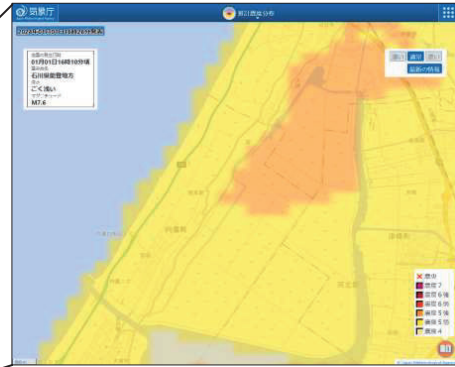
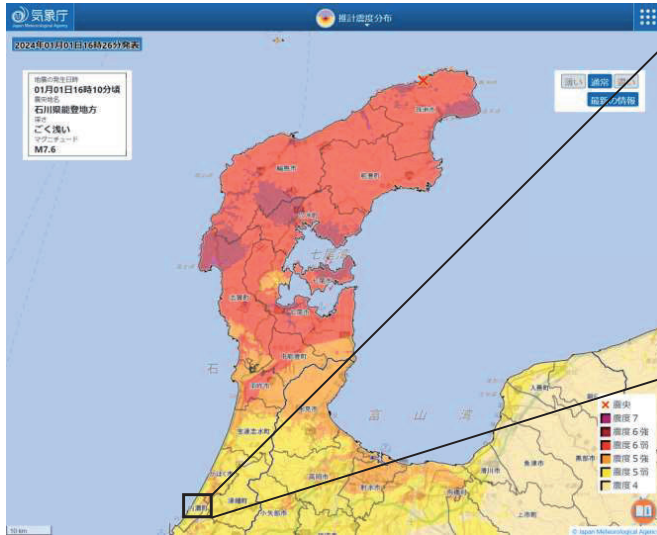
出典: 吉田他, 2018年インドネシア・スラウェシ島地震における液状化による地盤流動の要因に関する考察, 土木学会論文集A1(構造・地震工学), 2020, 76巻, 4号, p. 1647-1655



- Sibalayaでは右の写真のように家屋とその前の道路が形を保ったまま250m移動した。

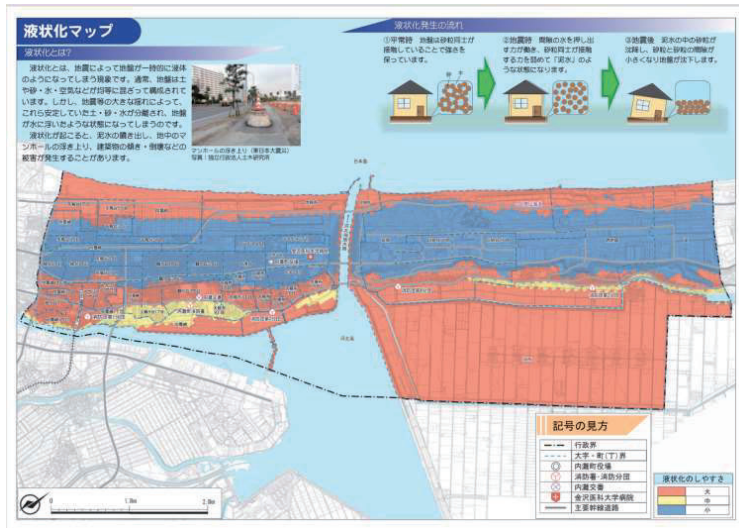


気象庁による推計震度分布



- 西荒屋、室地区は概ね震度5弱で、一部で震度5強(推計)
- 周辺の観測点でも震度5弱
 - ✓ 自治体震度計・内灘町
 - ✓ K-NET・ISK009(七塚)

内灘町液状化マップ



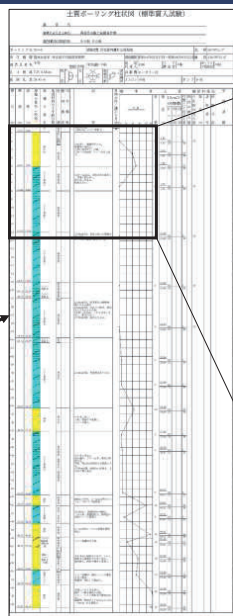
- 今後、被害が発生した箇所との対応を確認する必要がある。
- 内灘町に限らず通常は側方流動の危険性は示されていない。



側方流動の影響で圧縮され浮き上がった舗装面

出典：内灘町液状化マップ, <https://www.town.uchinada.lg.jp/soshiki/toshi/1734.html>

内灘町宮坂地区の土質ボーリング柱状図



標準	深	現	地	色	相	対	記	孔	標	貫
尺	度	場	層	相	対	対	事	内	準	貫
(m)	(m)	土	の	相	対	対		水	準	値
		質	名	度	度	度		位		
		名	目					定		
		目	目					年		
		目	目					月		
		目	目					日		
0.00	0.00	粘土	粘り強い	黄褐色	均質	硬	中砂の混入、上部0.3m、シルト質粘土。	10	10	30
0.30	0.30	粘り強い	粘り強い	黄褐色	均質	硬	粘土多量、層状性がある。硬質物多量混入。上部0.3mまで、中砂、シルト-2.0mm混入、シルト多量混入。	10	10	30
0.60	0.60	シルト質粘土	粘り強い	黄褐色	均質	硬	5.00-14.00m、中砂に粘土多量混入。層状性がある。硬質物多量混入。	10	10	30
0.90	0.90	シルト質粘土	粘り強い	黄褐色	均質	硬		10	10	30
1.20	1.20	シルト質粘土	粘り強い	黄褐色	均質	硬		10	10	30
1.50	1.50	シルト質粘土	粘り強い	黄褐色	均質	硬		10	10	30
1.80	1.80	シルト質粘土	粘り強い	黄褐色	均質	硬		10	10	30
2.10	2.10	シルト質粘土	粘り強い	黄褐色	均質	硬		10	10	30
2.40	2.40	シルト質粘土	粘り強い	黄褐色	均質	硬		10	10	30
2.70	2.70	シルト質粘土	粘り強い	黄褐色	均質	硬		10	10	30
3.00	3.00	シルト質粘土	粘り強い	黄褐色	均質	硬		10	10	30

出典：一般財団法人国土地盤情報センター、地盤情報緊急公開サイト 令和6年能登半島地震 石川県, <https://ngic.or.jp/>

内灘町の現地調査から見た今後の課題

- この地域の被災メカニズムの解明
- 液状化マップに側方流動の影響を取り込む手法の開発
- 住宅地の側方流動に対する有効な対策法の整理，開発



所感

令和6年能登半島地震の調査を通じた所感

- この地域で起こり得る地震災害としてはワーストシナリオに近いものが発生したのではないかと。
- 現地対応の拠点となるべき輪島市，珠洲市，穴水町，能登町が実質的な孤立状態になったことが救助，復旧に大きく影響しているのではないかと。七尾市の断水が長期化している影響も大きいのではないかと。
- 住宅地で広域に地盤の側方流動が発生した場合の復旧・復興の困難さに注目すべき。
- 降雪地帯で起こる地震災害ならではの難しさがある。
- 人口減少地域，小規模集落が多数存在する地域を対象とした地域防災計画のアップデートが必要ではないかと。
- 国，自治体，事業者からの情報発信は過去の地震災害と比較して充実している。

(注) 土木学会地震工学委員会または地震被害調査小委員会の公式な見解ではなく，小野個人の意見です。