

地盤工学会北陸支部 商議員会・特別講演会
(2026年2月24日 石川県金沢市)



能登半島地震を経験して考えたこと

小林 俊一

金沢大学 理工研究域 地球社会基盤学系



1

2

本日の発表内容

- 令和6年能登半島地震の総括
 - 地震としての特徴：海底活断層、複数のブロックの連動
 - 事前の危機意識：地域防災計画のアップデートが間に合わなかった
- 地盤被害の特徴
 - 地盤の液状化：大規模な側方流動、ハザードマップは役立ったか？
 - 道路構造物（盛土、切土）の被害：複数の被災履歴に思うこと
 - 自然斜面の崩壊：リスクの把握は可能か？
- 個人的に考えたこと
 - 地域の技術者の重要性
 - アップデートされた調査方法
 - 何のために災害調査に出かけるのだろう
 - その他

2

令和6年能登半島地震の総括

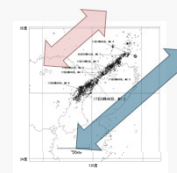
3

地震としての特徴：大規模な内陸地殻内の地震

- 発生日時：2024年1月1日16時10分
- 地震の規模：マグニチュード7.6
- 震源：37.495°N, 137.270°E, 16 km (JMA)
- 発振機構：北西－南東方向に圧力軸を持つ逆断層型
- 津波：
 - 能登町や珠洲市で4m+
 - 上越市で5m+
- 地殻変動：
 - 輪島市西部で4mの隆起、2m西側への水平変位
 - 珠洲市北部で2mの隆起、3m西側への水平変位

3

阪神・淡路大震災(1995)よりも大規模

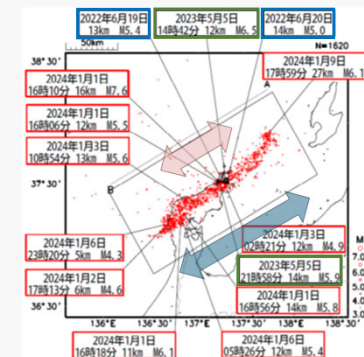


上図：兵庫県南部地震（1995）

M7.3, 余震域：長さ60km, 幅15km

右図：令和6年能登半島地震（2024）

M7.6, 余震域：長さ150km, 幅15km



地震本部 <https://www.jishin.go.jp> ほか

4

石川県・北陸地方の最近の地震

石川県側

- 1993年2月7日 能登半島沖 M6.6
負傷者30、住宅被害22
- 2007年3月25日 能登半島地震 M6.9
死者1、負傷者338、全壊686、半壊1740
- 2022年6月19日 能登地方 M5.4
負傷者7
- 2023年5月5日 能登地方 M6.5
死者1、負傷者47、全壊30、半壊169
- 2024年1月1日 能登半島地震 M7.6
死者245（石川県245）、重傷者323、全壊8587、
半壊19361（消防庁HP、4/19現在）
- 2024年11月26日 石川県西方沖 M6.6

新潟県側

- 1964年6月16日 新潟地震 M7.5
死者13、負傷者315、全壊1448、全焼290
- 2004年10月23日 中越地震 M6.8
死者68、負傷者4795、全壊3175、大規模半壊
2167、半壊11643
- 2007年7月16日 中越沖地震 M6.8
死者15、負傷者2346、全壊5709、半壊5709
- 2019年6月18日 山形県沖 M6.7
負傷者7、半壊24

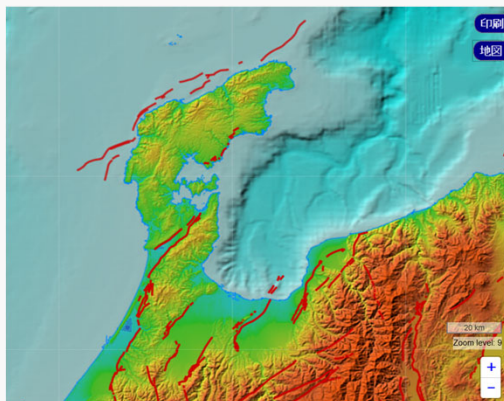
地震本部 <https://www.jishin.go.jp> 内閣府防災情報 <https://www.bousai.go.jp/index.html> ほか

令和6年能登半島地震の総括

事前の危機意識：後で振り返れば、十分とは言えなかった

- 活断層の評価：知見が事前防災に十分活用できなかった
 - 海域の活断層の存在は把握していた
 - 長期評価は地震発生時には未了であった
 - 確率論的地震動予測地図には地震ハザードの低い地域として表示
- 地域防災計画：改定が間に合わず事前準備が不足していた
 - 石川県では地域防災計画の改定前に地震が発生
 - 1997年度の想定「Mj 7.0、死者7名、全壊120棟」のまま
 - 実際に発生した地震は想定地震をはるかに上回る規模
 - 複合災害についての理解が十分ではなかった
 - ※ 2007年能登半島地震は Mj6.9、死者1名、全壊686棟
- 特に地震動の設定が決定的に重要だった

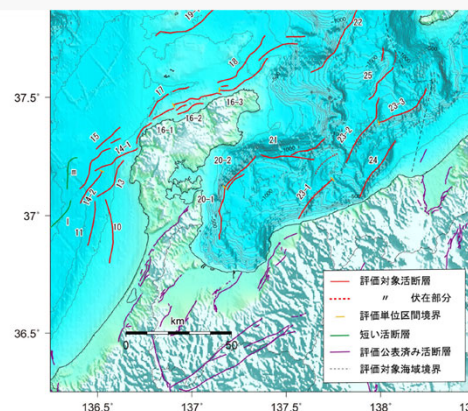
能登半島周辺の活断層分布



- ・過去に北陸地域でも被害地震は発生している。特に能登半島は最近でも被害地震が発生
- ・能登半島の沖合に活断層があることは知られていた
- ・しかし地震動のハザード評価には間に合わなかった
- ・全国どこでも起こる可能性があることと認識（すべき）（土木学会会長特別調査団所見）

AIST活断層データベース
<https://gbank.gsj.jp/activefault/>

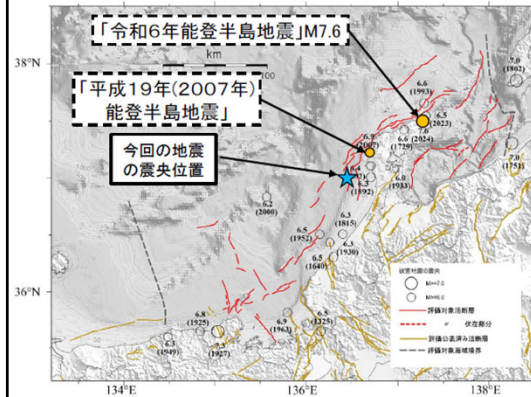
能登半島周辺の活断層分布（海域のみ）



- ・2024年8月公表：海域活断層の位置図
- ・地震動のハザード評価は未了
- ・「これまでに経験したことのない事象に直面し、地震活動がいつまで続くのかなど今後の活動を見通すことは難しい状況です。能登半島周辺には海域活断層が数多くするなど規模の大きな地震が今後も発生する可能性が依然としてある」（2025年1月15日地震調査委員長見解）

地震本部：日本海側の海域活断層の長期評価 兵庫県北方沖～新潟県上越地方沖（令和6年8月版）
https://www.jishin.go.jp/main/chousa/24aug_sea_of_japan/sea_of_japan_honbun.pdf
「令和6年能登半島地震」に関する「地震調査委員長見解」（2025年1月15日）
https://www.static.jishin.go.jp/resource/monthly/2025/2024_noto_kenkai.pdf

2024年11月26日 石川県西方沖の地震 (MJ6.6, Mw6.2)



・今回の地震の震源周辺には多数の
海域活断層が存在

・令和6年能登半島地震のように
複数のセグメントが連動して発生
する地震もある

・平成28年(2016年) 熊本地震で
はM6.5の地震の2日後に隣接する
別の活断層でより大きな規模の地
震が発生

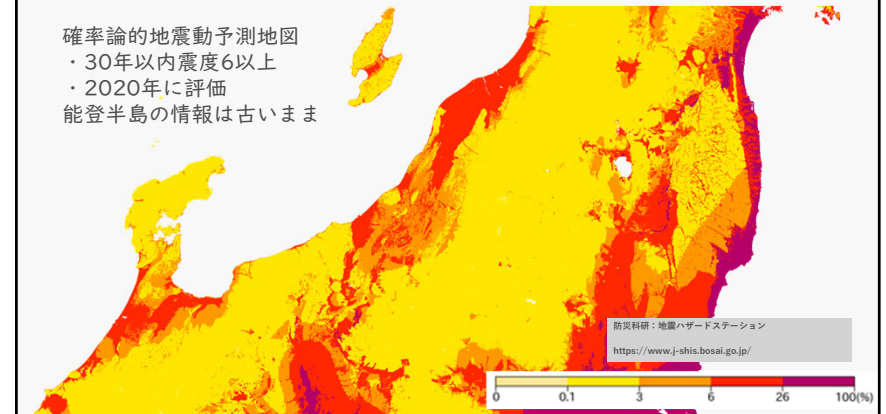
気象庁：令和6年能登半島地震について（第22報）
<https://www.jma.go.jp/jma/press/2411/27a/ka-isetsu202411270045.pdf>

9

地震ハザード評価(2020)

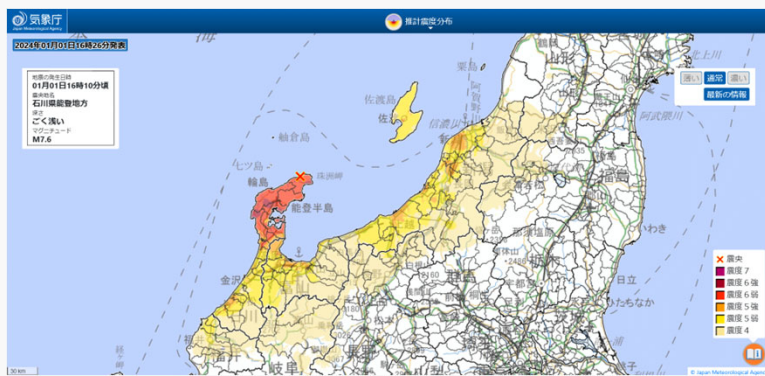
確率論的地震動予測地図

- ・30年以内震度6以上
 - ・2020年に評価
- 能登半島の情報は古いまま



10

令和6年能登半島地震の推定震度分布



気象庁HP https://www.jma.go.jp/jma/menu/20240101_noto_iishin.html 「令和6年能登半島地震等の関連情報」より「2024年01月01日16時10分石川県能登地方、M=7.6」の地震の推定震度分布図

11

石川県地域防災計画（想定地震）【※被災時点の計画】

➤平成19年の能登半島地震を引き起こしたと考えられる活断層は、陸に隣接するように存在する海域の活断層であることが確認されている。したがって、**海域の活断層にも注意が必要である**。なお、地震は活断層が明らかになっていない地域でも発生しているので、**活断層の有無によって地震発生の有無を判断してはならない**。

➤想定地震4 能登半島北方沖の地震：1993年（平成5年）能登半島沖地震及びその余震の震源は、北へ約60度の傾きを持った面上に分布する。1993年（平成5年）の地震の震央と1985年（昭和60年）の7月と10月に発生した地震の震央を結ぶ線は、能登半島北縁の海岸線とほぼ平行になる。この線は、海底地形の急峻部にも相当する。これらに基づき、地震の震央を結んだ線をもとに、**震源断層（長さ50km、幅16km、M=7.0）を設定した**。

■石川県HP 地域防災計画：https://www.pref.shikawa.lg.jp/bousai/bousai_g/bousaikaikaku/ ■地震災害対策編（令和6年修正）
https://www.pref.shikawa.lg.jp/bousai/bousai_g/bousaikaikaku/documents/01jishinsaigaitsaku.pdf

12

石川県地域防災計画 【※被災時点の計画】

災害の概況：ごく局地的な災害で、災害度は低い。

- 被災地中心域：輪島市、珠洲市
- 被災地周辺域：能登町、穴水町

地震の被害予測結果（冬の夕刻を想定調査）

人的被害（令和6年能登半島地震の実被害）

- 死者：7名（死者：483名、行方不明者：2名）
- 負傷者：210名

建物被害

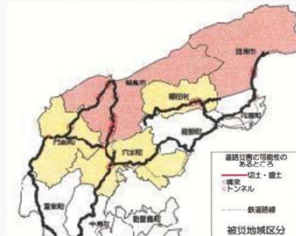
- 全壊：120棟（全壊：6077棟、半壊：18,328棟）
- 類焼棟数：0棟

上下水道

- 排水管被害箇所：2455か所（断水：110,000戸）

道路

- 穴水以北の幹線道路に被害発生の可能性あり



■石川県HP 地域防災計画： https://www.pref.ishikawa.lg.jp/bousai/bousai_g/bousaikaiku/ ■地震災害対策編（令和6年修正）
https://www.pref.ishikawa.lg.jp/bousai/bousai_g/bousaikaiku/documents/01jishinsaigaitaisaku.pdf

13

石川県地域防災計画（複合災害）【※被災時点の計画】

本章は、同時又は連続して2以上の災害が発生し、それらの影響が複合化することにより、被害が深刻化し、災害応急対応が困難になる事象（以下、「複合災害」という。）における、予防対策、応急対策、復旧対策について示すものである。

県、市町及び防災関係機関は、平素から備えを充実するとともに、石川県地域防災計画各編に記載する対策の内容を踏まえるとともに複合災害への対応に留意し、所要の措置を講じる。

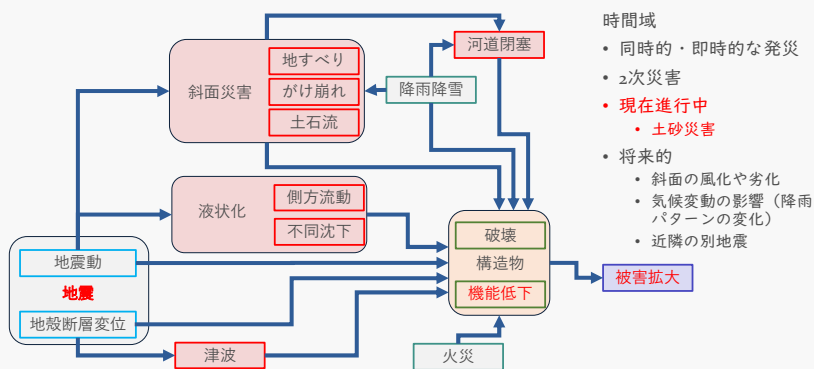
→ 複合災害の具体的な説明や例示はない

→ 影響の複合化による被害の深刻化をどう認識？

■石川県HP 地域防災計画： https://www.pref.ishikawa.lg.jp/bousai/bousai_g/bousaikaiku/ ■地震災害対策編（令和6年修正）
https://www.pref.ishikawa.lg.jp/bousai/bousai_g/bousaikaiku/documents/01jishinsaigaitaisaku.pdf

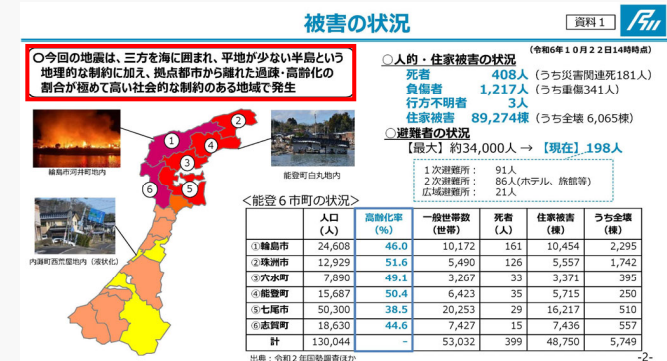
14

令和6年能登半島地震に伴う複合災害の諸相



15

石川県：事後の対策検証作業



■石川県 令和6年能登半島地震対策検証委員会： https://www.pref.ishikawa.lg.jp/bousai/bousai_g/bousaikaigi/20241028/kensho.html ■第1回検証委員会 資料1（2ページ目のスライド）： https://www.pref.ishikawa.lg.jp/bousai/bousai_g/bousaikaigi/20241028/documents/02_shiryu1_jokyo.pdf

16

地盤被害の特徴

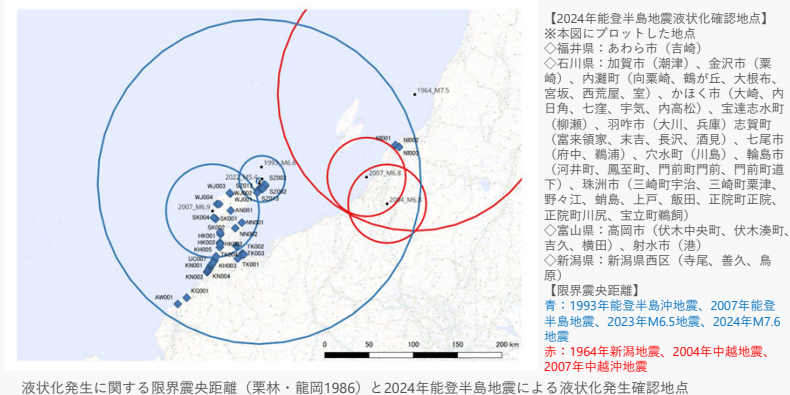
17

令和6年能登半島地震における液状化被害の特徴

- **砂丘内陸側縁辺部において顕著な液状化被害が発生**
 - 例えば、石川県金沢市・河北郡内灘町・かほく市、新潟県新潟市西区
 - 特に内灘町・かほく市では大規模な側方流動が発生
 - 人工改変地：埋込材等の目的で砂丘縁辺部の砂を採取
 - 緩い砂地盤＋高い地下水位
- **江戸時代以前の地形改変場所での液状化被害が発生**
 - 例えば、富山県高岡市伏木地区
- **過去に液状化被害が発生した箇所でも再液状化が発生**
 - 例えば、新潟県新潟市、石川県珠洲市

17

2024年能登半島地震による地盤の液状化



18

18

◆建築物の被害と地盤

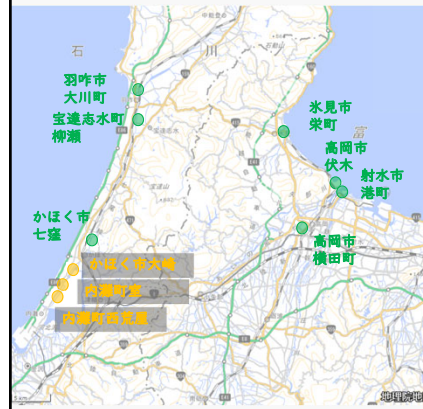


必ずしも明確に分離はできないが、大胆に整理してみた。

- **強い地震動が主因（液状化の影響も含まれる）**
 - 輪島市門前町道下（とうげ）*1、珠洲市正院（しようにいん）町*1、輪島市河井町や鳳至町の一部*1、珠洲市野々江町、珠洲市蛸島町 など
- **強い地震動が主因（非液状化）**
 - 鳳珠郡穴水町*1、輪島市門前町黒島*1 など
- **液状化による不同沈下や傾斜が主因**
 - 羽咋市大川町、氷見市栄町、高岡市伏木町、高岡市吉久、射水市港町、高岡市横田町、宝達志水町柳瀬、かほく市七窪、新潟市西区寺尾*2、新潟市西区善久*2 など
- **側方流動による不同沈下や傾斜が主因**
 - 河北郡内灘町西荒屋、河北郡内灘町室、かほく市大崎

19

◆建築物の被害と地盤



必ずしも明確に分離はできないが、大胆に整理してみた。

- **強い地震動が主因（液状化の影響も含まれる）**
 - 輪島市門前町道下（とうげ）*1、珠洲市正院（しようにいん）町*1、輪島市河井町や鳳至町の一部*1、珠洲市野々江町、珠洲市蛸島町 など
- **強い地震動が主因（非液状化）**
 - 鳳珠郡穴水町*1、輪島市門前町黒島*1 など
- **液状化による不同沈下や傾斜が主因**
 - 羽咋市大川町、氷見市栄町、高岡市伏木町、高岡市吉久、射水市港町、高岡市横田町、宝達志水町柳瀬、かほく市七窪、新潟市西区寺尾*2、新潟市西区善久*2 など
- **側方流動による不同沈下や傾斜が主因**
 - 河北郡内灘町西荒屋、河北郡内灘町室、かほく市大崎

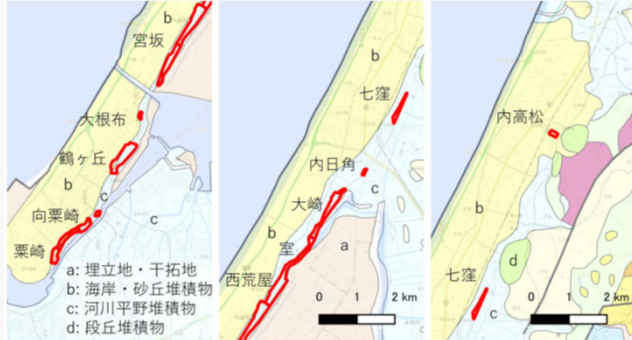
20

砂丘内陸側縁辺部における顕著な液状化被害

21

内灘砂丘（金沢市栗崎～内灘町～かほく市大崎）

- 脆弱性：地下水位が高く、緩く堆積した砂質土が広がる
- 局所的：砂丘縁辺部に被害が集中
- 人工改変：土砂採取後の平坦な地盤



2024年能登半島地震被害調査報告書（土木学会地震工学委員会）図5-2（小林執筆箇所）

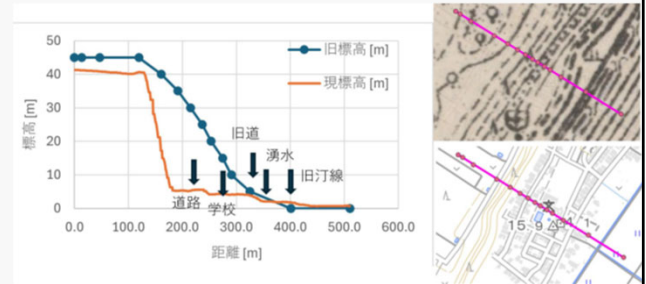
21

砂丘内陸側縁辺部における顕著な液状化被害

22

人工改変地の広がり（内灘町西荒屋地区）

- 新旧の地形図の等高線を比較
- 過去に砂の採掘（埋立資材など）
- 元砂丘は標高5m程度の平らな土地
- 地下水位が高い。道路や擁壁に地下水が染み出ている



2024年能登半島地震被害調査報告書（土木学会地震工学委員会）図5-13（小林執筆箇所）

22

砂丘内陸側縁辺部における顕著な液状化被害

23

地盤の側方流動の例（内灘町西荒屋地区）



側方流動により県道との境界にリッジが形成された例（左（36.677076, 136.667172））。被災前の様子は Google street view.

23

砂丘内陸側縁辺部における顕著な液状化被害

24

監視カメラ動画の解析による地盤振動の推定（内灘町）

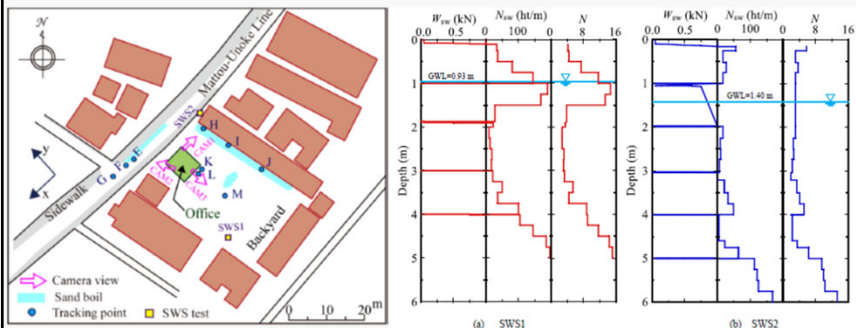
熊 職・小林 俊一・阪田 義隆・吉田 望：監視カメラの記録動画の解析による令和6年能登半島地震発生時の地盤振動の推定、地盤工学学会 災害調査論文報告集, 4 (1), 2026. https://doi.org/10.11512/jgsdr.4.1_13

24

砂丘内陸側縁辺部における顕著な液状化被害

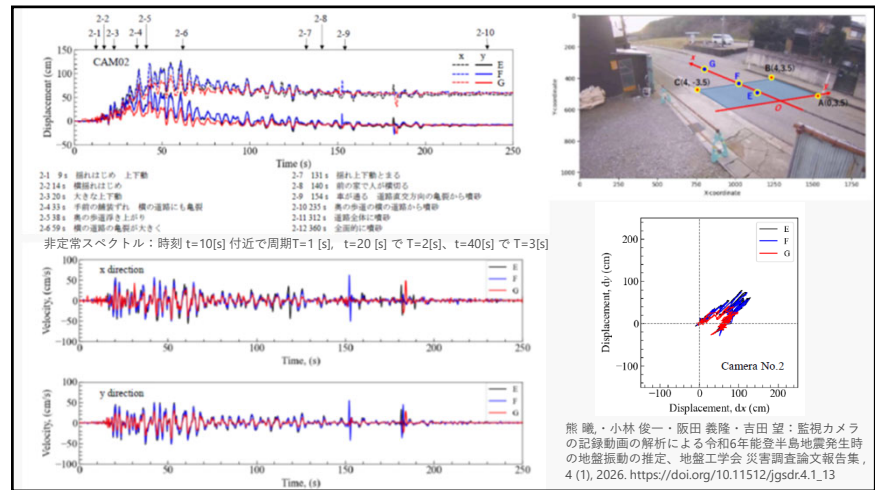
25

監視カメラ動画の解析による地盤振動の推定（内灘町）



熊 嶋・小林 俊一・阪田 義隆・吉田 望：監視カメラの記録動画の解析による令和6年能登半島地震発生時の地盤振動の推定、地盤工学会 災害調査論文報告集, 4 (1), 2026. https://doi.org/10.11512/jgsdr4.1_13

25



26



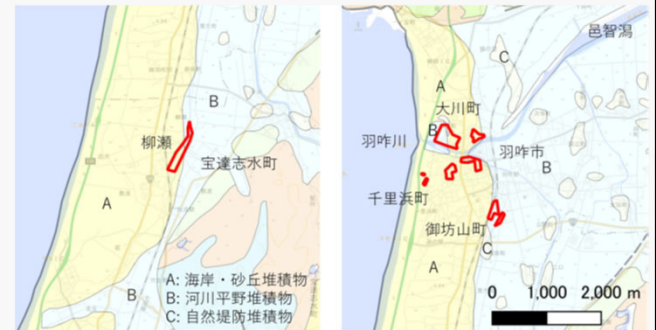
27

砂丘内陸側縁辺部における顕著な液状化被害

28

羽咋砂丘（宝達志水町～羽咋市）

- 局所的に被害発生：砂丘縁辺部や砂丘間低地
- 土地改変地：旧河道にあたる地域



2024年能登半島地震被害調査報告書（土木学会地震工学委員会）図5-24（小林執筆箇所）

28

砂丘内陸側縁辺部における顕著な液状化被害

29

内浦地区（珠洲市宝立町～蛸島町）

- 海岸・砂丘堆積物に当たる場所で液状化
- 1993年地震、2007年地震の液状化地点が再液状化した箇所も



2024年能登半島地震被害調査報告書（土木学会地震工学委員会）図5-33（小林執筆箇所）

29

地盤の再液状化

◇起こりやすい場所+起こしやすい地震

再液状化：「条件がそろえば、何でも液状化する」

・新潟市西区の液状化被災履歴

被災：1964年新潟地震、2024年能登半島地震

未被災：2004年中越地震、2007年中越沖地震

・珠洲市正院町の液状化被災履歴

被災：1993年、2007年、2024年能登半島地震

未被災：2022年、2023年

・1891年濃尾地震の液状化*1, 2：

雨降って地固まる：不飽和土の間隙がコラプスで減少⇒土が高密度化
液状化は地固まらず：飽和状態で砂粒子が再堆積⇒土は緩いま

■*1岩松加寿江：地震初動調査における液状化被害地域の予測と分析、土木学会地震工学委員会講演会資料（2024年5月30日）、http://committees.jstage.or.jp/ees/225/system/files/240530_Wakamatsu.pdf ■*2 村松・小見波（編）：濃尾地震（明治24年）当時のアンケート調査回答集、防災科学技術研究所研究資料、No. 155, 1992.

30

1891年濃尾地震の液状化地点*2 の再液状化

アンケート調査の概要

- 1891年10月28日（地震発生日）の約1か月後
- 東京帝国大学 加藤弘之総長から全国に向けて調査依頼
- 1年後に各県知事名で回答。約1400市町村の回答

回答項目（全24項目）のうち液状化と関係ありそうな項目

- (5) 地上の波浪状の震動ありしやもし有りたれば震動の高低長短および方向
- (14) 土地の隆起、陥没及び亀裂を記せし略図
- (15) 地面亀裂の長さ幅深さ及び方向
- (16) 築堤の崩壊せしものありや
- (17) 井水に異変ありしや水或は泥砂等噴出せしや又水質或は水量に変動を生じせしや
- (20) 亀裂より水、泥、砂、蒸気などその他何物かを噴出せしことありや

*2 村松・小見波（編）：濃尾地震（明治24年）当時のアンケート調査回答集、防災科学技術研究所研究資料、No. 155, 1992.

31

1891年濃尾地震の液状化地点*2 の再液状化（石川県）

地面の陥没、亀裂、また井戸水の変化に関する報告は多数。噴砂に関する報告があるものを液状化地点と考えれば...

□ 濃尾地震の液状化地点で今回は非液状化。

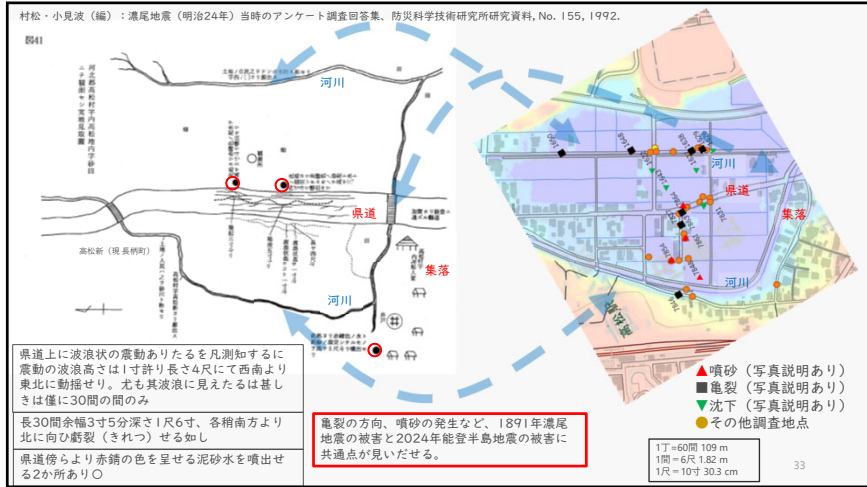
- 江沼郡動橋村(p.403)、江沼郡福田村(p.404)
- 能美郡安宅町(p.410)、能美郡釜屋村(p.448)
- 河北郡河崎村 宇大浦(p.479)

□ 濃尾地震の液状化地点で今回も液状化

- 河北郡高松村 宇内高松(p. 479)
- 河北郡内灘村 宇大根布、内灘村 宇室(p. 479)
- 河北郡高松村(p. 487, 490)

*2 村松・小見波（編）：濃尾地震（明治24年）当時のアンケート調査回答集、防災科学技術研究所研究資料、No. 155, 1992.

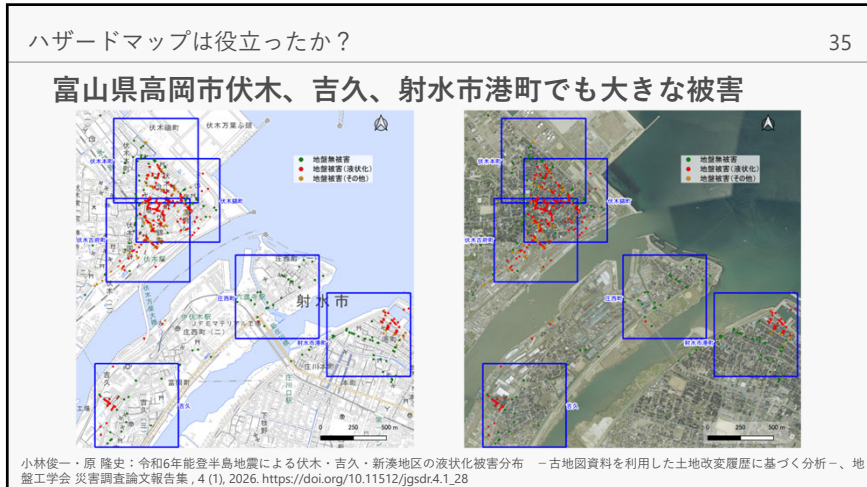
32



33



34



35

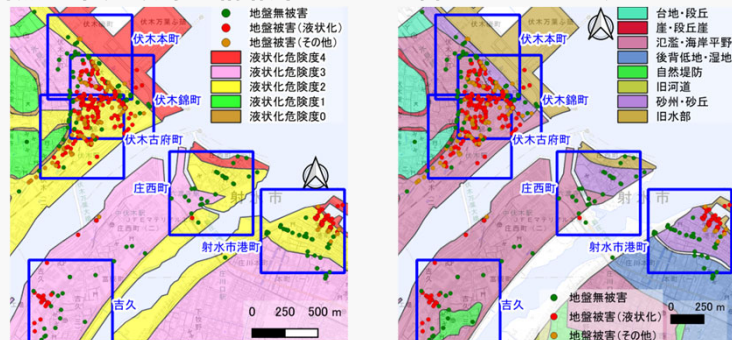


36

既存のマップは液状化発生傾向を的確に評価できていたのか？

37

自然地形分類等の情報不足により課題が残る地域もあった



小林俊一・原 隆史：令和6年能登半島地震による伏木・吉久・新湊地区の液状化被害分布 - 古地図資料を利用した土地改変履歴に基づく分析 -、地盤工学会 災害調査論文報告集, 4 (1), 2026. https://doi.org/10.11512/jgsdr4.1_28

37

古地図により明治以前の土地改変履歴を調査

38

高岡市伏木地区：1800年代初頭の地図が存在

近代測量による地図（陸域）
2万分1正式図「高岡」
陸地測量部 1910年測図、1911(明治44)年発行
✓ 陸域に関する正確な地図
✓ 明治中期～終わりに大きな土木事業を実施
✓ 小矢部川と庄川の河口部分離
✓ 伏木築港が完成

古地図（藤井家文書）
旧藤井家所蔵の地図4葉（1847～1869）
藤井家文書、高岡市伏木図書館 所蔵
✓ 測量による地図、絵地図ではない
✓ 伏木地区の海岸浸食被害と波除（海岸堤防）工事状況が確認可能
✓ 新開地（新田）が港湾および居住地化

近代測量による地図（水域）
日本本州北西岸岩瀬と伏木錨地
水路部 1893(明治26)年発行
✓ 錨地（船を停泊させる場所）に関する地図。水際線や水深に関する情報が主。
✓ 小矢部川と庄川の分離前の状況が分かる地図
✓ 陸域の土地改変履歴を把握するのは難しい

古地図（高樹文庫）
石黒信由作成の地図4葉（1803～1820）
（一財）高樹会 所蔵、射水市新湊博物館 保管
✓ 測量による地図、絵地図ではない。
✓ 江戸時代中期の人工改変地：新田開発地点（新開地）の位置や石高を明記
✓ 高岡市伏木、吉久、射水市庄西町、港町の一部をカバー

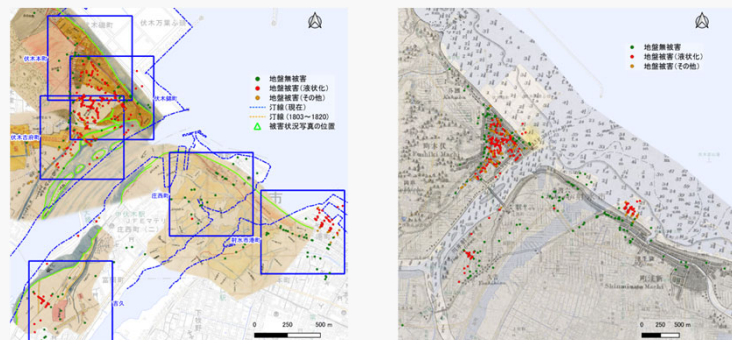
小林俊一・原 隆史：令和6年能登半島地震による伏木・吉久・新湊地区の液状化被害分布 - 古地図資料を利用した土地改変履歴に基づく分析 -、地盤工学会 災害調査論文報告集, 4 (1), 2026. https://doi.org/10.11512/jgsdr4.1_28

38

1803～1820年高樹文庫地図(左)、1893年錨地地図(右)

39

液状化被害が見られた地域をほぼカバーできる



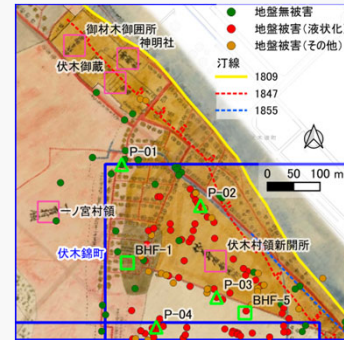
小林俊一・原 隆史：令和6年能登半島地震による伏木・吉久・新湊地区の液状化被害分布 - 古地図資料を利用した土地改変履歴に基づく分析 -、地盤工学会 災害調査論文報告集, 4 (1), 2026. https://doi.org/10.11512/jgsdr4.1_28

39

伏木本町の事例（伏木村絵図 1809年、藤井家文書地図 1847年、1855年）

40

液状化発生地点は江戸時代中期に新田として開発



- 液状化被害地点
 - 標高は 2.5 m 以下の低地
 - 江戸時代中期の新田開発地点
- 江戸時代の新田開発
 - 「伏木村領新開所」（1708年、石高40石）
 - 南側に「一ノ宮村・古府村新開所」が隣接（1708年、石高67石）
- 海岸浸食
 - 1808年神社境内、浜往来が被災
 - 境内の移転、別ルートの建設
 - 被災住民が新開所に移り住む
 - 1838年石坂新村が開村（村建て）

小林俊一・原 隆史：令和6年能登半島地震による伏木・吉久・新湊地区の液状化被害分布 - 古地図資料を利用した土地改変履歴に基づく分析 -、地盤工学会 災害調査論文報告集, 4 (1), 2026. https://doi.org/10.11512/jgsdr4.1_28

40

吉久の事例（高樹文庫地図 1805年）

41

液状化発生地点は江戸時代後期に新田として開発



- 液状化被害地点
 - 射水川右岸の低地
 - 江戸時代後期の新田開発地点
- 江戸時代の新田開発
 - 「吉久新村新開」（1804年、石高98石）
- 戦前（大正から昭和）に市街地化
 - 1918年中越鉄道吉久駅開業（1951年廃止）
- 江戸時代の居住地は無被害
 - 旧吉久御蔵（加賀藩の米蔵）
 - 高岡往来（街道）周辺は重要伝統的建造物保存地区（2020年指定）

小林俊一・原 隆史：令和6年能登半島地震による伏木・吉久・新湊地区の液状化被害分布 ― 古地図資料を利用した土地改変履歴に基づく分析 ―、地盤工学会 災害調査論文報告集、4 (1), 2026. https://doi.org/10.11512/jgsdr4.1_28

41

射水市港町の事例（高樹文庫地図 1820年）

42

液状化発生地点は江戸時代後期には水部



- 液状化被害地点
 - 漁港付近の限られたエリア
 - 江戸時代後期には水部（海）
- 明治時代
 - 現在の庄川が掘削され、小矢部川と河口が分離
- 昭和時代
 - 漁港周辺の整備（地形図の図歴から1948年から1957年の間に整備）
- 江戸時代の居住地は無被害
 - 越中浜往来（街道）周辺は無被害

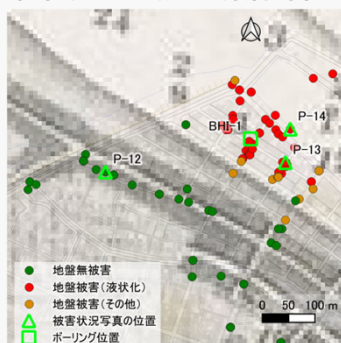
小林俊一・原 隆史：令和6年能登半島地震による伏木・吉久・新湊地区の液状化被害分布 ― 古地図資料を利用した土地改変履歴に基づく分析 ―、地盤工学会 災害調査論文報告集、4 (1), 2026. https://doi.org/10.11512/jgsdr4.1_28

42

射水市港町の事例（錨地地図 1893年）

43

液状化発生地点は明治時代中期でも水部



- 液状化被害地点
 - 漁港付近の限られたエリア
 - 明治中期には水部（海）
- 明治時代
 - 庄川と小矢部川との河口分離および伏木築港竣工（1912年）
- 昭和時代
 - 漁港周辺の整備（地形図の図歴から1948年から1957年の間に整備）
- 江戸時代の居住地は無被害
 - 越中浜往来（街道）周辺は無被害

小林俊一・原 隆史：令和6年能登半島地震による伏木・吉久・新湊地区の液状化被害分布 ― 古地図資料を利用した土地改変履歴に基づく分析 ―、地盤工学会 災害調査論文報告集、4 (1), 2026. https://doi.org/10.11512/jgsdr4.1_28

43

古地図により明治以前の土地改変履歴を調査

44

今回の液状化は何らかの形で**土地改変が関係**
明治以前の状況が分かる資料を可能な限り探すべき

- 江戸時代中期や後期に遡る新田開発の田地が後世になって市街地化した地点で液状化（高岡市伏木地区、吉久地区）
 - 近代測量による地図：100年余りの土地改変履歴
 - 伏木地区では1800年代初頭の地図が利用可能：200年間の土地改変履歴
- 水部を埋め立てた地点で液状化（射水市港町地区）
 - 漁港周辺は昭和時代（第2次世界大戦後）
- 注意点
 - より大きな地震動に見舞われると、今回の非液状化地点が液状化する可能性もある（2007年能登半島地震では伏木市街地は非液状化）
 - 埋立地が全て液状化したわけではない。

44

このプレゼン資料で使った地図・参考文献

45

- 近代地図
 - 日本本州北西岸岩瀬及伏木錨地：明治26（1893）年, 京都大学吉田南総合図書館 蔵
- 高樹文庫地図：（一財）高樹会 蔵・射水市新湊博物館 保管
 - 伏木村絵図：文化6（1809）年6月
 - 伏木古府、串岡村境界之図：享和3（1803）年5月
 - 吉久御蔵出船御米等積出堀川并土居川除之分間絵図：文化2（1805）年3月
 - 射水郡六渡寺村領絵図：文政3（1820）年10月
- デジタルマップ
 - 北陸の液状化しやすさマップ：北陸地方整備局, <https://www.hrr.mlit.go.jp/ekijoka/>
 - 地理院タイル（淡色地図、全国最新写真（シームレス））：地理院タイル一覧, <https://maps.gsi.go.jp/development/ichiran.html>
 - 国土地理院ベクトルタイル提供実験（地形分類）：国土地理院, https://github.com/gsi-cyberjapan/experimental_landformclassification
- 参考文献
 - 小林俊一・原 隆史：令和6年能登半島地震による伏木・吉久・新湊地区の液状化被害分布 ― 古地図資料を利用した土地改変履歴に基づく分析 ―、地盤工学会 災害調査論文報告集, 4（1）, 2026. https://doi.org/10.11512/jgsdr.4.1_28

45

液状化リスクマップをめぐる課題

46

マップ作製の手引きに【補足資料】が追加（R7.3）

- 「液状化危険度統合マップ」の提案
- 令和6年能登半島地震における液状化被害の特徴とその教訓
 - 砂丘内陸側縁辺部において顕著な液状化被害が発生
 - 例えば、石川県金沢市・河北郡内灘町・かほく市、新潟県新潟市西区
 - 江戸時代以前の地形改変場所での液状化被害が発生
 - 例えば、富山県高岡市伏木地区
 - 過去に液状化被害が発生した箇所でも再液状化が発生
 - 例えば、新潟県新潟市、石川県珠洲市

国交省：リスクコミュニケーションを取るための液状化ハザードマップ作製の手引き【補足資料】（R7.3更新）より
https://www.mlit.go.jp/toshi/toshi_tobou_tk_000044.html
<https://www.mlit.go.jp/toshi/content/001878556.pdf>

46

液状化危険度統合マップとは

47

地域の液状化発生傾向と宅地の液状化危険度を統合

地域の液状化発生傾向図

宅地の液状化危険度分布図

液状化危険度統合マップ

ポイント1
地域の発生傾向図
標高と非液状化層厚の関
係に着目した砂丘内陸側
縁辺部の分類

ポイント3
地域の発生傾向図
埋立材料や標高の違いに
着目した埋立地の評価区
分の検討

ポイント2
地域の発生傾向図
郷土史を活用した江戸時
代以前の人工改変地の抽
出

ポイント4
宅地の危険度分布図
精度の高い判定を行うた
め、多くの地盤情報の収
集が必要

国交省：リスクコミュニケーションを取るための液状化ハザードマップ作製の手引き【補足資料】（R7.3更新）より
https://www.mlit.go.jp/toshi/toshi_tobou_tk_000044.html
<https://www.mlit.go.jp/toshi/content/001878556.pdf>

47

地盤被害の特徴

48

道路構造物（盛土、切土）の被害

- ◆ 地震直後には複数の箇所で通行不能が発生
 - ◆ 緊急輸送道路の機能不全（能越自動車道、のと里山海道、R249）
- ◆ とにかく道路 これがないと話にならない
 - ◆ 何らかの形で道路が繋がり、交通機能を維持することが必須
 - ◆ 複数の構造物を組合わせた線状のインフラ
- ◆ 構造や施工法の異種接合部は要注意
 - ◆ 橋梁+取付盛土：段差発生⇒踏み掛け版…
 - ◆ 災害後の強化復旧箇所と隣接する未強化箇所：未強化箇所の崩壊
 - ◆ 切土+盛土：段差発生
- ◆ 計画時・設計時・施工時の苦勞した箇所と被災の関係
 - ◆ 計画時の問題：どこを通るか
 - ◆ 施工時・供用時の問題：追加対策

48

■国土交通省HP 令和6年能登半島地震 緊急復旧（道路啓開）の状況 https://www.mlit.go.jp/road/road_fr4_000151.html

のと里山海道の被害（横田IC～徳田大津IC）

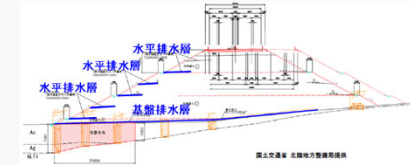


53

輪島道路 被害が軽微だった盛土



実走時に路面がほとんど無損傷の高盛土もあった



被害が軽微だった輪島道路の盛土の排水（例）*1

【基準改定案】

排水対策の強化：限定的な道路の機能損失
排水対策が強化に関する具体的な対応

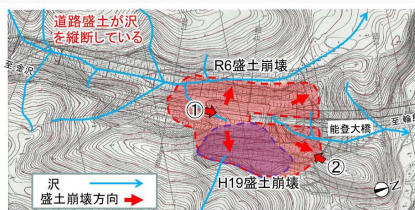
- ・表面排水施設及び地下排水施設の設置を規定

*1 国土省 社会資本整備審議会 道路分科会 道路技術小委員会（2024年12月25日）資料2-2「道路土工構造物技術基準の改定（案）について」
<https://www.mlit.go.jp/policy/shingikai/content/001854515.pdf>

54

能登大橋（橋長390m, 開通1978年）の被害

受注年度1976年 橋長390.0m、最大支間 117.0m、全幅員 10.70m *1



複数の沢が存在する等、複雑な集水地形上に構築した盛土 *2

2007年地震でも被災（縦-43）*3

- ・橋台に向かって突き出すような盛土形状。
- ・平地部に作る盛土と丘陵部に作る盛土では盛土の支持機構が異なる。

2007年地震復旧箇所のうち
2024年地震でも再度被災した箇所

■*1 カンチレバー工法協会：プレストレスト・コンクリート橋 カンチレバー工法実績集 <https://www.cantilever-method.org/wp-content/uploads/works.pdf> ■*2 国土省 社会資本整備審議会 道路分科会 道路技術小委員会（令和6年12月25日）資料2-2 <https://www.mlit.go.jp/policy/shingikai/content/001854515.pdf> を加工 ■*3 土木学会 2007年能登半島地震被害調査報告書 5.14節 <https://www.jsce.or.jp/report/42/report.shtml> を加工

55

能登大橋（橋長390m, 開通1978年）の被害

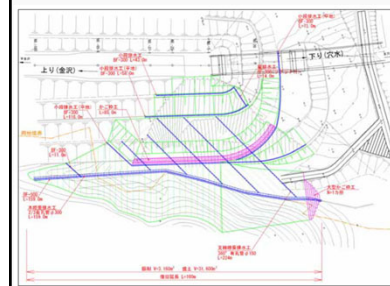


図 5.14.2-2 NO.縦-43 平面図

2007年地震復旧箇所のうち
2024年地震でも再度被災した箇所

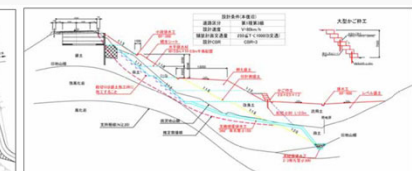


図 5.14.2-3 NO.縦-43 標準断面図

【2007年の被害】

高盛土区間で約25mにわたり上り車線側部が崩壊

【2007年被災後の復旧方針】

- ・路体盛土高を2段で施工
 - ・崩土上に高さ約6mで盛土
 - ・盛土上部は、さらに押え盛土
- ・路体盛土材は地山の改良土、押え盛土は他区間の崩土土砂
- ・盛土内部には排水材を敷設
- ・暗渠工を旧盛土法尻に敷設

■*1 土木学会 2007年能登半島地震被害調査報告書 5.14節 <https://www.jsce.or.jp/report/42/report.shtml> を加工

56

能登大橋（橋長390m, 開通1978年）の被害



発泡ウレタン盛土を施工*1



2024年地震の被災

- ・現場一帯の土は水分を含みやすく脆弱な地盤であるため、現場発泡ウレタン超軽量盛土工法を採用
- ・施工性が良い特徴。1分で30倍の体積に膨張、5分で人が載れるまで硬化。
- ・山岳道路の拡幅工事、道路の亀裂や崩れたのり面の復旧で実績あり*2

■*1 国土交通省 令和6年能登半島地震ののと里山海道 緊急復旧の状況（穴水IC～越の原IC） <https://www.mlit.go.jp/road/content/001741350.pdf> ■*2 ウレタンのシェア No.1企業、イノアック独自の技術で能登半島地震で被災した道路を復旧する難工事に貢献 <https://kyodonewsprwire.jp/release/202409256989> (2025年1月20日閲覧)

57

のと里山海道 道路盛土の被災事例
(未被災箇所と強化復旧箇所の隣接部)

2007年能登半島地震の被災箇所はジオテキスタイルによる補強盛土で復旧。今回はそれに隣接した無対策部分の盛土が崩壊

■国土交通省北陸地方整備局 令和6年能登半島地震道路復旧技術検討委員会 第1回委員会(2024年2月20日) 開催結果: <https://www.hrr.mlit.go.jp/press/2023/2/240220dourobukaigijokkka.pdf> 監-14 11.7kp 盛土崩壊 ■土木学会 2007年能登半島地震被害調査報告書 5.5節 能登半島縦貫有料道路 No.14 被害状況および復旧対策 https://www.jsce.or.jp/report/42/files/5_5-6.pdf

58

のと里山海道 道路盛土の被災事例

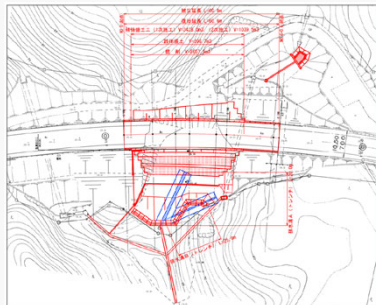


図 5.5.2-1 NO.縦-14 平面図

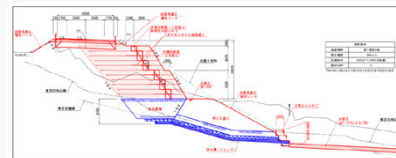


図 5.5.2-2 NO.縦-14 標準断面図

【2007年被害】

崩落土砂は約70m先まで流れ出した

【2007年被災後の復旧方針】

- ・盛土の靱性：補強盛土工（2段、ジオテキスタイル）
- ・盛土内の排水性：暗渠排水溝（文献*1による）

■*1 土木学会 2007年能登半島地震被害調査報告書 5.5節 能登半島縦貫有料道路 No.14 被害状況および復旧対策 https://www.jsce.or.jp/report/42/files/5_5-6.pdf

59

鳥川大橋（2011年開通）の被害

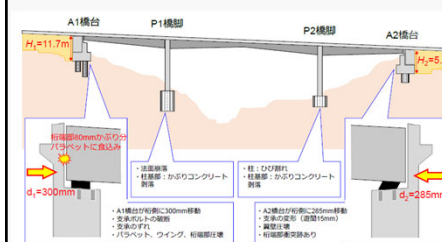
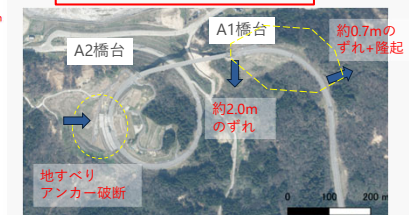


図-2.3.1.30 令和6年能登半島地震における鳥川大橋の主な被害状況

A1側は広く深い範囲で地盤の移動が生じている：橋台は前面側に移動。パラベットが桁端部に衝突。背面アプローチ部を含む地盤全体が約2m移動。橋台から後方へ約300mの地点でも地盤のずれ0.7mおよび隆起。*2

■*1 カンチレバー工法協会：プレストレスト・コンクリート橋 カンチレバー工法実務集 <https://www.cantilever-method.org/wp-content/uploads/works.pdf> ■*2 国総研資料 第1300号 橋台アプローチ部等の設計に関する共同研究（補強土壁の検証編） <https://www.nilm.go.jp/lab/bcg/syryou/ton/mn1300.htm> pp.55-66 (2024) を加工

周辺の視察のみ、現地には立ち入らず（小林）



地理院地図XYZタイル（能登地域全域の正射画像）

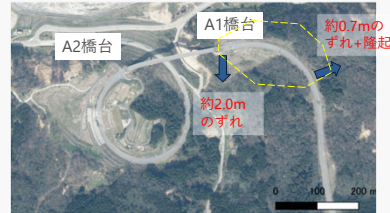
受注年度2009年 橋長210.0m、最大支間90.0m、全幅員 10.25m *1

60

烏川大橋（2011年開通）の被害



A1側の地すべり地形 *1



A1側は広く深い範囲で地盤の移動：
橋台は前面側に移動。パラベットが桁端部に衝突。
背面アプローチ部を含む地盤全体が約2m移動。
橋台から後方約300mの地点でも地盤のずれ
0.7mおよび隆起。*2

■*1 防災科学研究資料HP 地すべり地形GISデータ 5637輪島東 https://dl-opac.bosai.go.jp/publication/nied_tech_note/landslidemap/gis.html ■*2 国総研資料 第1300号 橋台背面アプローチ部の設計に関する共同研究（補強土壁の検証編） <https://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/tmn/tnn1300.htm> pp. 55-66 (2024) を加工

61

烏川大橋（2011年開通）の被害

A1橋台側の被災状況：橋台前面の排水溝に変状なし。
橋台前面の地盤に引張亀裂あり。当時の設計資料によれば流れ盤。
→地震で斜面が不安定化し斜面が移動した可能性。*1

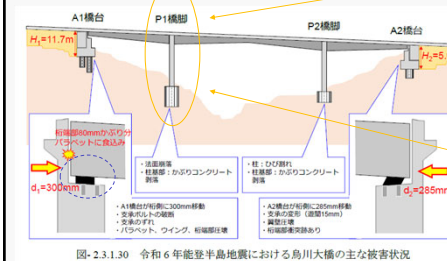


図-2.3.1.30 令和6年能登半島地震における烏川大橋の主な被害状況



■*1 国総研資料 第1300号 橋台背面アプローチ部の設計に関する共同研究（補強土壁の検証編） <https://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/tmn/tnn1300.htm> pp. 55-66 (2024) を加工

62

烏川大橋（2011年開通）の被害

橋台背面の補強土盛土の被災 *1



橋軸直角方向：約4m移動
段差：約0.8m
壁面材：延長約12mの範囲ではほぼ全てが落下
最上段の補強材：破断

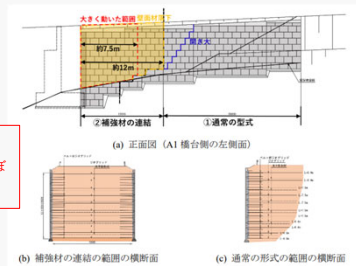
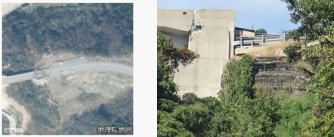


図-2.3.1.36 補強土壁の構造の概要

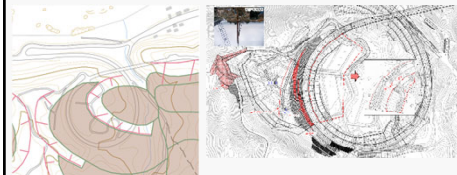
壁高：最大で約11m。壁面材：コンクリート。補強材：ジオグリッド。
両側に壁面材、ジオグリッドを連続。盛土：現場発生土、下部は泥濘化。基盤排水層：なし。

■*1 国総研資料 第1300号 橋台背面アプローチ部の設計に関する共同研究（補強土壁の検証編） <https://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/tmn/tnn1300.htm> pp. 55-66 (2024) を加工 ■*2 いしかわ風景街道 寄り道パーキング 大谷（おたに） <https://www.pref.ishikawa.jp/douken/fukeikaido/oto/point/009/index.html>

63

烏川大橋（2011年開通）の被害

- 施工～地震前
 - もともと地すべり地形：ループ状に切土
 - 施工中に地すべり発生：追加対策＋監視。



（上）出典：石川県提供資料（*1を回転加工）
（左）地理院地図XYZタイトル+地すべり地形GISデータ*2
（右）Googleストリートビュー（2014年10月）

■*1 土木研究所 令和6年能登半島地震専門調査結果（中間報告）を公表します <https://www.pwri.go.jp/jpn/about/pr/press-release/pdf/20240221-01.pdf> を加工
■*2 防災科学研究資料HP 地すべり地形GISデータ 5637輪島東 https://dl-opac.bosai.go.jp/publication/nied_tech_note/landslidemap/gis.html

64

烏川大橋（2011年開通）の被害

- 地震による被災
 - 地すべりが滑動。
 - 路面やグラウンドアンカー等が破損。



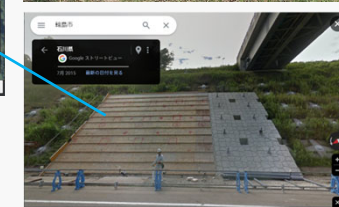
■*1 土木研究所 令和6年能登半島地震 専門調査結果（中間報告）を公表します <https://www.pwri.go.jp/jpn/about/pr/press-release/pdf/20240221-01.pdf> を加工
■*2 防災科研研究資料HP 地すべり地形GISデータ 5637輪島東 https://dl-opac.bosai.go.jp/publication/nied_tech_note/landslidemap/gis.html

65

R249 切土斜面の被災事例



背面の斜面に集水井戸設置



開通後にアンカー増し打ち

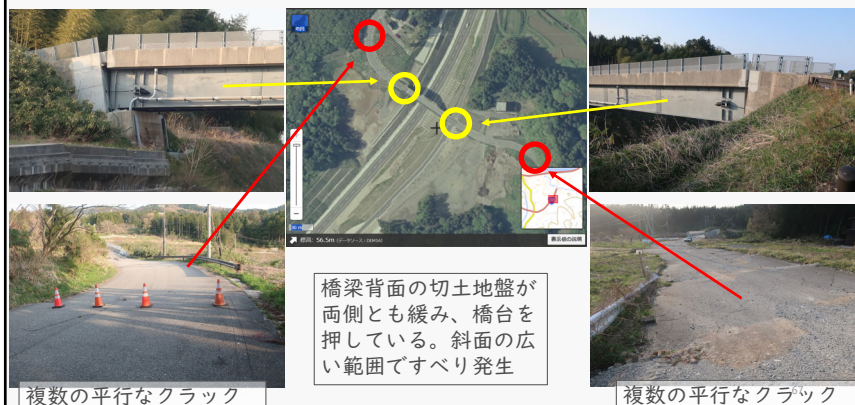
輪島市内道路切土

供用後に追加対策を実施

66

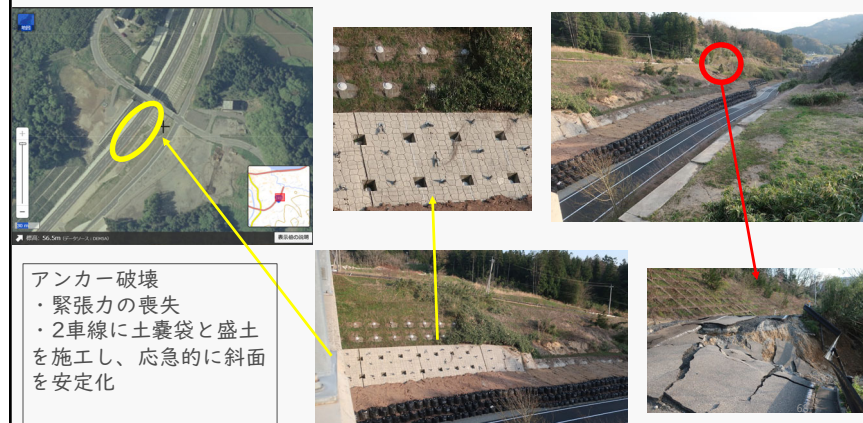
66

切土斜面の被害 開業後に追加対策した現場の被災事例



67

切土斜面の被害 開業後に追加対策した現場の被災事例



68

自然斜面の崩壊

◆ 能登半島の外浦地域で大規模な崩壊が多発

- ◆ 斜面崩壊による道路閉塞やトンネル損壊

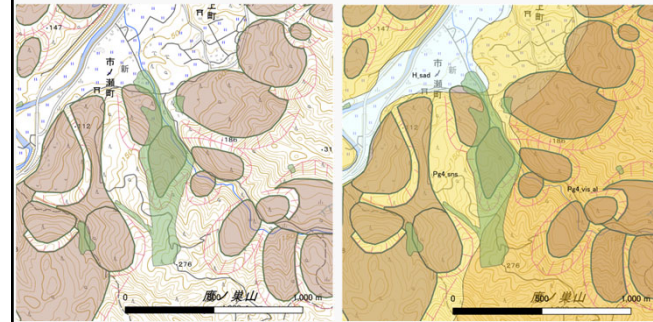
◆ 後続する豪雨災害による増破

- ◆ 複合災害の側面

◆ 斜面災害のリスク評価は難しい

- ◆ 大規模な斜面災害は止められないので、避ける・逃げるしかない
 - ◆ ⇒計画時の**路線選定がポイント**となるはず
- ◆ でも、リスクの定量的評価は難しい
 - ◆ 強度・耐力：地質分布や地すべり地形分布と斜面災害の関連性
 - ◆ 外的作用：降雨や地震動など外力の不確定性と斜面災害の関連性

自然斜面のリスク：どの程度予測できるのか？



- 【輪島市市ノ瀬町】
- 地すべり地形上部の尾根付近から、地すべり地形を含む形で大規模に崩落
 - 地質的には古第三紀安山岩 (Pg4_vis_al) と砂岩・泥岩 (Pg4_sns) にまたがる
 - 崩落土が河川支流（紅葉川）をせき止めて土砂ダム形成。
 - 斜面下方では河川支流の水の供給による流動化。

■*1 国土地理院 2024年能登半島地震に関する情報 斜面崩壊・堆積分布データ https://www.gsi.go.jp/BOUSAI/20240101_noto_earthquake.html#6-1 ■*2 国土地理院 2024年9月20日からの大雨に関する情報 斜面崩壊・土石流・堆積分布データ https://www.gsi.go.jp/BOUSAI/R6_noto_heavyrain.html#3 ■*3 防災科学研究資料HP 地すべり地形GISデータ https://dl.opac.bosai.go.jp/publication/nied_tech_note/landslidemap/gis.html ■*4 産総研地質調査総合センター 20万分の1日本シームレス地質図 <https://gbank.gsj.jp/seamless/>



輪島市市ノ瀬町付近

地理院地図(電子国土Web)
<https://maps.gsi.go.jp/>

市ノ瀬町斜面の現況（2025年11月）

斜面下部（砂防堰堤建設予定）

斜面上部（被災後のまま）



斜面災害リスクの回避：線形を含めた検討も必要

事前対策で自然斜面の崩壊を完全に防止することは困難と思われる

被災前のようす Google Street View (2023年)

■ 外浦沿いは至る場所で大規模な斜面崩落が見られる

斜面崩落・逢坂（ほうさか）トンネル

■ 逢坂T 輪島方坑口付近の斜面崩落
■ その先、珠洲市仁江町側でも大規模な斜面崩落

一方で、地形的制約により路線選定が相当困難な地点も

77

斜面災害リスクの回避：線形を含めた検討も必要

R249 本復旧方針の公表（令和 7 年 9 月 2 日 道路局 国道・技術課）

【国道 249 号沿岸部 権限代行区間約 53 km全区間の本復旧方針】

	工区	本復旧方針
①	なかや 中屋トンネル工区	(現道の中屋トンネルは活用した上で)中屋トンネル輪島側坑口以北は新たなトンネルによる別線復旧
②	せんざいけ 千枚田工区	隆起海岸を活用した別線復旧
③	おおかわはま 大川浜工区	隆起海岸を活用した別線復旧
④	ほうさか 逢坂トンネル工区	トンネルによる別線復旧
⑤	おおたに 大谷トンネル・ループ橋工区	現道位置での復旧

■国土交通省：「国道249号（輪島わじま市門前町もんぜんまち〜珠洲すず市若山町わかやままち）の権限代行区間約53km全区間についてR11年春迄に本復旧完了予定」 https://www.mlit.go.jp/report/press/road01_hh_001984.html

78

個人的に考えたこと

79

災害時における地域の技術者・建設会社の重要性

- 地域ごとの地質や地盤に精通
 - 日常の業務を通して、様々な切り口で実践的に理解
- 土地勘・地域の社会インフラ全般に関する知識
 - 特に発災直後の対応
- 地域を支えるインフラとしての役割
 - 単なる建設請負業の枠では捉えられない役割を果たす
 - 文字通り地域を支える担い手としての役割
 - 必要な資材・機材を地域に保有していることも重要

79

個人的に考えたこと

80

デジタル技術と調査方法

- 調査に関連する技術は急激に変化
 - デバイスやアプリの普及や価格低下
 - 位置情報付きの写真（スマホで標準仕様）
 - 調査経路の記録も簡単（汎用アプリでも十分）
 - ドローンによる鳥瞰撮影
 - LiDAR (Light Detection and Ranging) による空間マッピングや3Dモデリング
 - 記録の三次元化
 - 情報の共有
 - GISベースで位置情報との紐づけ
 - クラウドの活用による情報交換
 - インターネットによる情報発信
- 高いリテラシーが必要
 - 調査に関連する個人情報やプライバシーへの適切な配慮
 - AI生成物やフェイク情報への対処（ファクトチェック、多角的な視点）

80

(私は) 何のために災害調査に出かけるのだろう

- **大学に籍を置く立場**
 - 教育：防災に関する知識を学生に伝えることは大切な仕事。
 - 社会貢献：地域からの要請。即戦力であることが求められる
 - 研究：災害を専門にする研究者もいるが、私は必ずしもそうではない
- **管理者ではないし、業務として請け負ったわけでもない**
 - 技術者・研究者として個人的に気になる
 - もちろん、何かのお役に立てれば、幸いではあるが…
- **自分の目で見える大切さ**
 - 大規模な自然災害を経験する機会は限られている
 - 現場に行ってみて、初めて気が付くこと、感じることもある
 - **頭で分かることと、心で感じることは全く別次元**
 - 自分自身の理解を高める大切な機会になっていることは、間違いない。
- **経験や意見をシェアすることも大切**
 - 一人の能力や時間には限界がある
 - **他人の価値観、Viewに新たな発見**があることも少なくない

日本中どこでも、災害フリーな場所はない

- 災害はいつ起こるか分からない。他人事ではない。 **自分ごと**
- 防災・減災はいつの時代でも急務
 - 社会を取り巻く環境は常に変化
 - 構造物は必ず劣化
- 本日の聴衆の皆さんは多くの役割を期待されている
 - 専門家として
 - 良き市民として
 - 家庭人として
- **まだ分かっていないこともあるはず、という態度**



寺田 寅彦 (1878~1935)

**天災は
忘れられたる頃来る**

高知県高知市育ち
第五高等学校(熊本)を経て、
東京帝国大学卒業。
専門は実験物理学。
東京帝国大学教授を務める。
・結晶構造学
・関東大震災の調査

吉村 昭「三陸海岸大津波」(1970)



明治29年、昭和8年、そして昭和35年。青森・岩手・宮城の三県にわたる三陸沿岸は三たび大津波に襲われ、人々に悲劇をもたらした。大津波はどのようにやってきたのか、生死を分けたのは何だったのか——前兆、被害、救援の様子を体験者の貴重な証言をもとに再現した震撼の書。この歴史から学べものは多い。(解説・高山文彦)



吉村 昭「三陸海岸大津波」(1970)

明治二十九年の大津波以来、昭和八年の大津波、昭和三十五年のチリ地震津波、昭和四十三年の十勝沖地震津波等を経験した岩手県田野畑村の早野幸太郎氏（八十七歳）の言葉は、私に印象深いものとして残っている。

早野氏は、言った。

「津波は、時世が変わってもなくならない、必ず今後も襲ってくる。しかし、今の人たちは色々な方法で十分警戒しているから、死ぬ人はめったにないと思う」

この言葉は、すさまじい幾つかの津波を体験してきた人のものだけに重みがある。

- 明治三陸地震（1896年6月15日午後7時32分、M=8.2）死者21,959人
 - 昭和三陸地震（1933年3月3日午前2時30分、M=8.1）死・不明者3,064人
 - チリ地震津波（1960年5月23日、M=9.5）死・不明者142人
- 国土交通省 気象庁「過去の地震津波被害」：<https://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/higai/higai-1995.html>

85

85

吉村 昭「三陸海岸大津波」(1970)

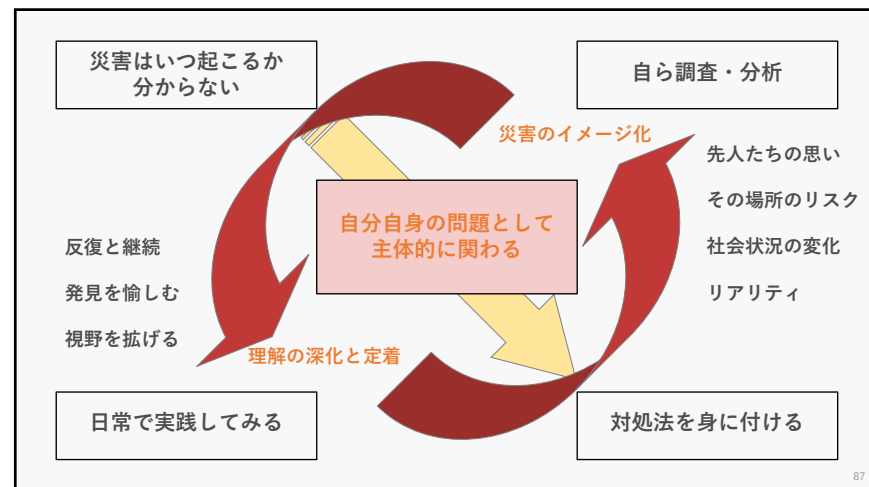
田野畑村における被害

- 1896年明治三陸大津波（死者128人、流出家屋32戸）
 - 1933年昭和三陸大津波（死者83人、流出家屋131戸）
 - 1960年チリ地震津波（人的被害なし）
 - 2011年東日本大震災の被害状況 津波最大遡上高：25.5m
死者23人、行方不明者16人（2011年9月20日時点、被災前人口は3974名）
住家被害281戸、非住家被害311棟、三陸鉄道島越駅及び高架ホーム倒壊流出等
- たのはた ジオワールド：https://www.vill.tanohata.iwate.jp/geoworld/otakara/otakara_04.html

- 明治三陸地震（1896年6月15日午後7時32分、M=8.2）死者21,959人
 - 昭和三陸地震（1933年3月3日午前2時30分、M=8.1）死・不明者3,064人
 - チリ地震津波（1960年5月23日、M=9.5）死・不明者142人
 - 東北地方太平洋沖地震（2011年3月11日14時46分、M=9.0）死・不明者22,288人
- 国土交通省 気象庁「過去の地震津波被害」：<https://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/higai/higai-1995.html>

86

86



87

87