

令和7年度「ふじのくに防災学講座」

第175回

# 震災事例から学ぶインフラ被害と課題

7月19日(土)  
10:30~12:00

静岡県地震防災センター + Zoom配信

静岡理工科大学 理工学部土木工学科  
防災教育センター長  
中澤博志

## 講演のとりまとめ

本講演では、過去の震災における地盤災害や液状化現象について概説します。特に、地震による地盤の揺れ方は地盤条件によって異なり、そこにあるインフラ被害の様相も異なります。静岡県内では、南海トラフ大地震発生時に、東西に長い沿岸部において液状化が発生し、復旧・復興の妨げや我々の日常生活に長期間、不便をもたらすことが懸念されます。過去の震災を知り、地震時や液状化後の対応など、私たちの生活環境で起こり得る課題について考えてみましょう。



何故、マンホールが突出したのか？



何故、車が砂に埋もれているのか？





津波避難がままならず



# 自己紹介

静岡理工科大学 理工学部 土木工学科 教授

防災教育センター センター長

高知大学防災推進センター 客員教授

静岡大学未来の社会インフラデザイン研究所 客員教授

一般社団法人静岡シビルサポートキャリア 代表理事

静岡県地質調査業協会 技術顧問

日本適合性認定協会 技術専門家

特定非営利活動法人橋守支援センター静岡 技術顧問



## 【専門分野】

土質力学，地盤工学，土質動力学，地盤防災工学

## 【所属学協会・団体】

地盤工学会，国際地盤工学会，土木学会，日本建築学会，日本地震工学会，物理探査学会，  
地域防災計画学会，日本防災士会，日本UAS産業振興協議会，インフラメンテナンス国民会議

## 【研究テーマ】

地盤の液状化対策，地盤調査手法，土構造物の耐震設計手法，蛇籠の利活用，地盤災害，複合災害

能登半島

日本海

# 能登半島地震被害

富山湾



# 主な被害調査

令和6年1月1日 16時10分  
石川県能登地方  
深さ約15km  
M7.6

人的被害: 死者281人  
負傷者1326人  
住宅被害: 全壊8,429棟  
半壊21,370棟,  
床上床下浸水25棟  
一部破壊97,510棟  
(2024年7月1日現在)

4/13  
石川県輪島市

1/26  
石川県志賀町  
赤崎漁港  
富来漁港

1/28, 4/14  
石川県内灘町

1/20, 1/21  
2/17, 2/18  
3/9, 3/10  
石川県金沢市  
(金沢城・兼六園)

4/13  
石川県珠洲市

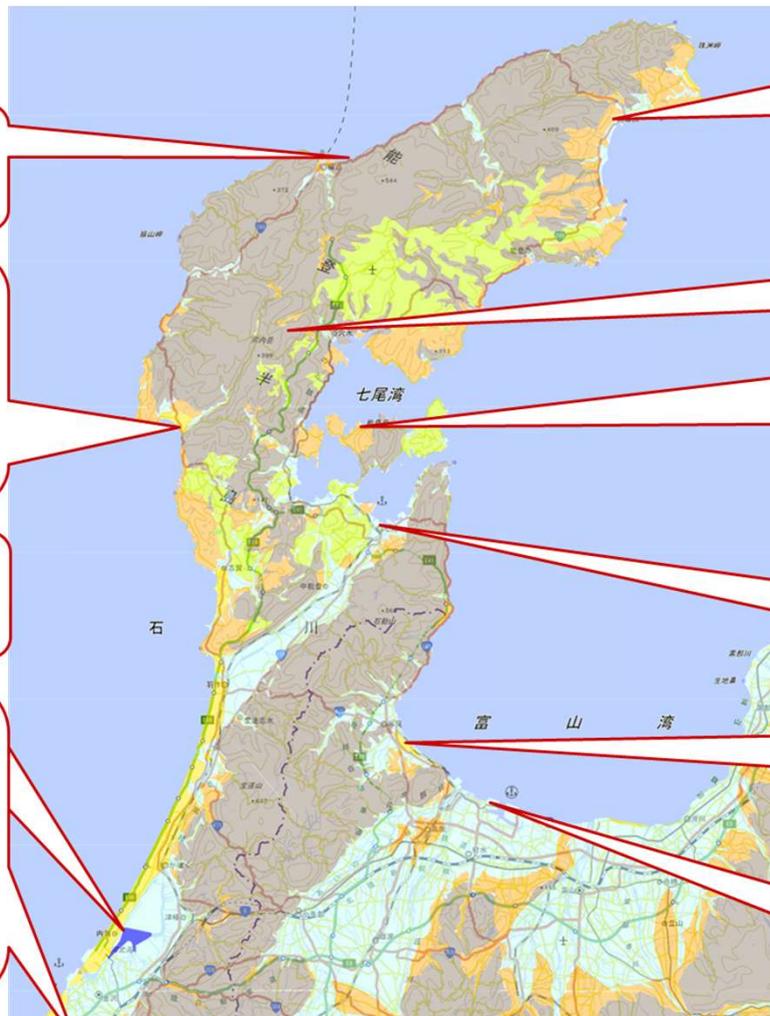
4/13  
石川県穴水町

4/14  
石川県七尾市  
能登島

1/27, 4/14  
石川県七尾市

1/27  
富山県氷見市

1/28  
富山県高岡市



## 液状化被害の特徴

- 砂丘沿いの低地, 海岸平野, 砂州, 埋立てで広範囲に発生し, 道路の損傷やマンホールを始め地下埋設物の浮上
- 液状化によって住宅の不等沈下やライフラインに大きなダメージがあり復旧遅れが生じた

# 被災状況(令和6年6月25日14:00国土交通省)

はじまりを、つくる



<https://www.mlit.go.jp/common/001751574.pdf>

- 道路 能越自動車道、北陸自動車道、国道249号(石川県管理)、国道8号等で被災通行止め  
(北陸自動車道は1/2、国道8号は1/27に通行止め解除。能越自動車道は3/15に全区間で北向き通行確保(のと三井IC~のと里山空港では対面通行可))
- 上水道 5月31日時点において、早期復旧が困難な地区を除いて、断水解消。
- 下水道 処理場33施設(石川県・新潟県・富山県)、ポンプ場14箇所(石川県)、  
管路施設(石川、新潟、富山、福井県の62市町村のうち32市町村で被害無、  
30市町村で応急対応により流下機能確保済み)
- 河川 4水系4河川16箇所施設損傷等(国管理)、66水系113河川で施設損傷等(県管理)、  
河原田川、山田川等で土砂崩れによる河道閉塞が発生
- 海岸 22海岸で堤防護岸の損傷等を確認(石川県管理の宝立正院海岸、三崎海岸等)
- 土砂災害 455件(新潟県18、富山県13、石川県424)
- 港湾 22港(石川県・富山県・新潟県・福井県)で防波堤や岸壁、ふ頭用地等に被害が発生
- 空港 能登空港(滑走路上に深さ10センチ長さ約10メートル以上のひび割れ4~5箇所)
- 鉄道 運転を見合わせている路線:なし

## 4 その他の状況

### (1) ライフラインの状況

①上水道（国土交通省情報：4月23日14:00現在）

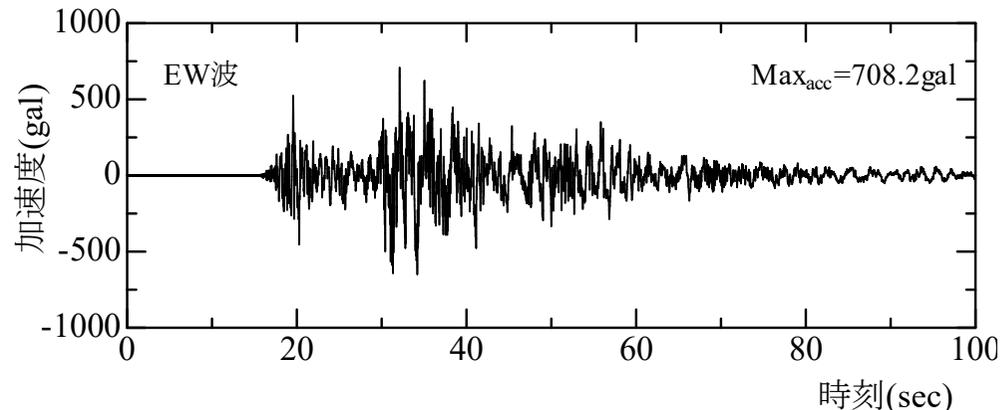
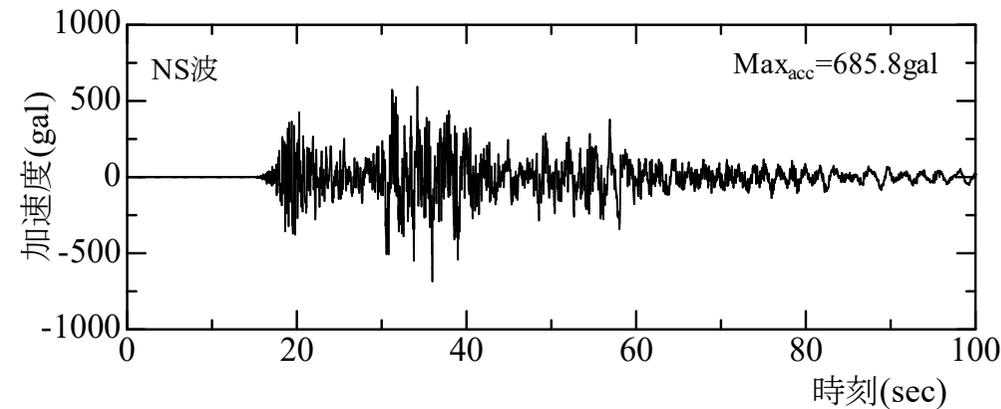
○水道の被害状況

・石川県内の3事業者において約4,570戸が断水中。一部は断水解消済。

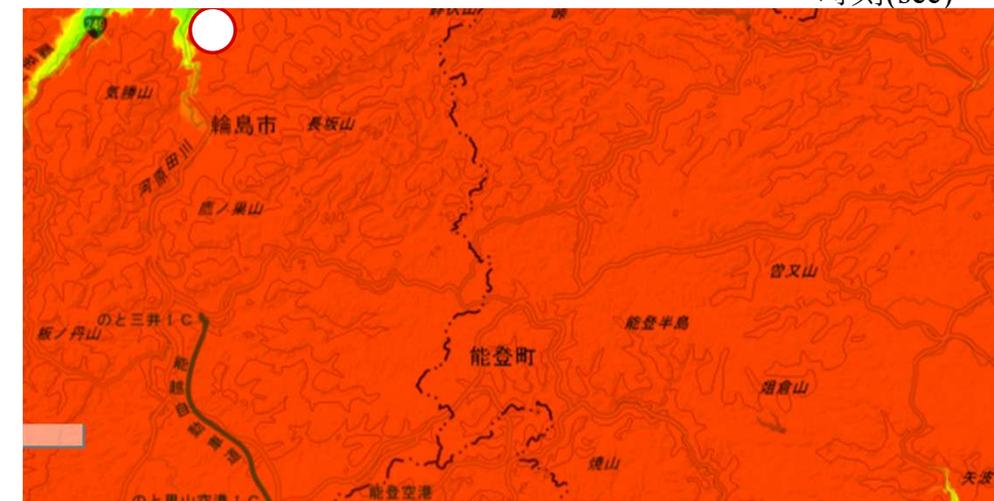
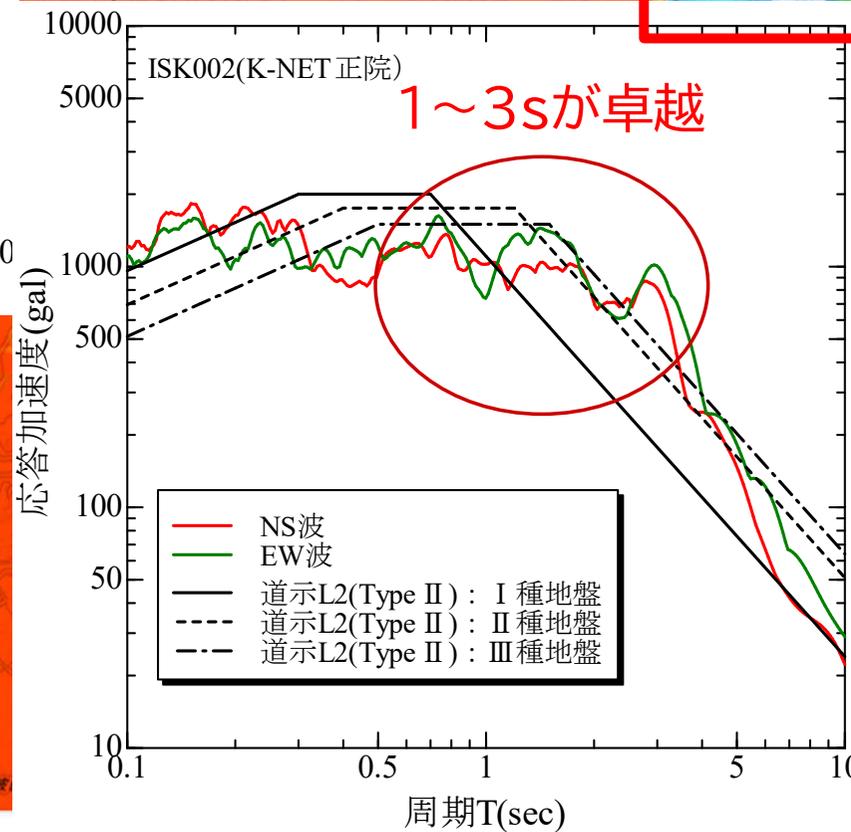
県・市町村 ・事業者名	断水戸数（戸）		断水 期間	被害等の状況
	最大	現在		
断水未解消				
【石川県】				
わじまし 輪島市	約11,400	約1,490	1/1~	・管路、配水池破損 ・応急給水
すずし 珠洲市	約4,800	約2,830	1/1~	・管路破損、停電 ・応急給水
のとちょう 能登町	約6,200	約250	1/1~	・道路崩落による管路破損 ・応急給水
合計※	約22,400	約4,570		

断水解消済み

# 防災科学技術研究所 K-NETのデータから(珠洲)



海岸平野



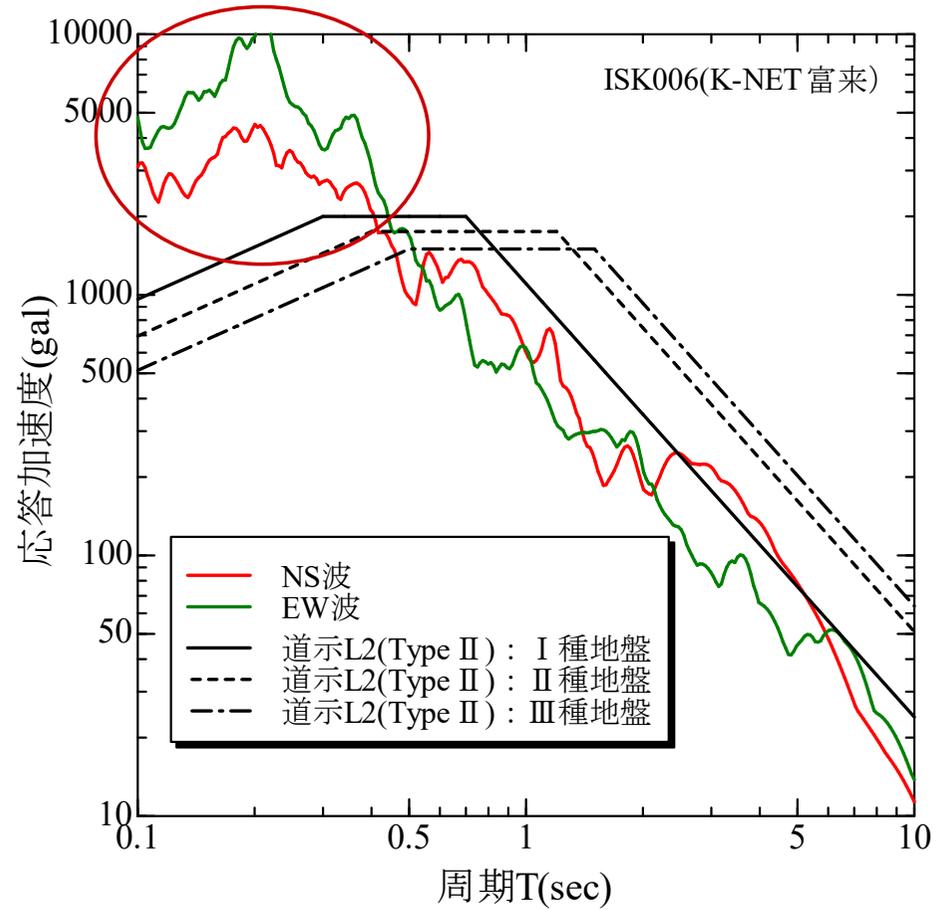
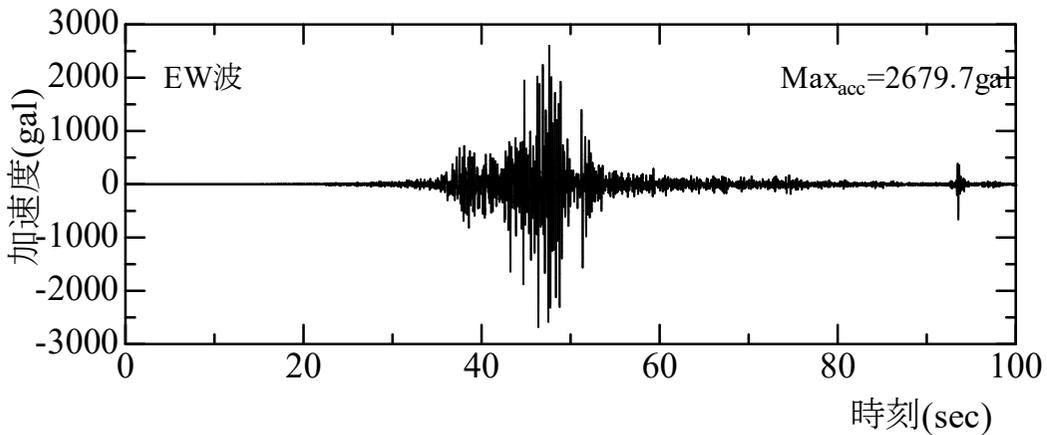
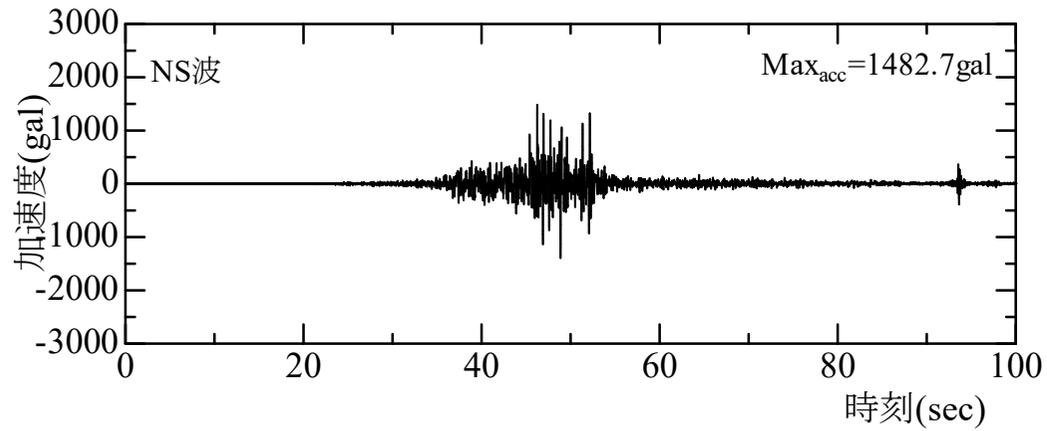
# 震度6弱 石川県珠洲市



家屋被害に影響(大) = 大振幅, 長い継続時間, 周期1, 2秒程度の地震動の卓越  
木造住宅の建物被害との相関が高い地震動指標(境(2009))の一つ↑

# 防災科学技術研究所 K-NETのデータから(志賀)

山地・丘陵地・台



ISK006(K-NET 富来),  
計測震度6.6(震度7),  
最大加速度2828.2ga

海士岬

山地・段丘

七尾

24m ~ 28m以下
28m ~ 32m以下
32m ~

# 震度7 石川県羽咋郡志賀町

はじまりを、つくる



台地・段丘





- 発災後対応・ライフラインの復旧を困難に
- 住宅の典型的な被害(不等沈下)
- ハザードマップと被害の実態. 被害拡大の原因は？  
(長時間続く地震動・多数の余震)
- 長期浸水の可能性は？
- 遠州灘では



- 発災後対応・ライフラインの復旧を困難に
- 住宅の典型的な被害(不等沈下)
- ハザードマップと被害の実態. 被害拡大の原因は？  
(長時間続く地震動・多数の余震)
- 長期浸水の可能性は？
- 遠州灘では

はじまりを、つくる

インフラ・ライフライン・

排水機能不全

# なかなか復旧が進まない... (4/13珠洲市内)

はじまりを、つくる



内灘町 西荒屋小学校付近



避難路が砂で埋もれた

# 内灘町 河北潟西部承水路(八幡神社)



生活道路が傾斜

灘町, 石川県



Google ストリートビュー

23年8月 他の日付を見る



Google

Google ストリートビュー 2023年8月

# 内灘町西荒屋小学校



校舎を耐震化したけれど...



周辺地盤の沈下と配管の破損

七尾市内



街の排水機能は？

氷見市内



# 配管の破損(排水機場) 七尾市



排水機能の低下

西荒屋小学校付近住宅

表層改良をした家屋における配管のずれ, 破損



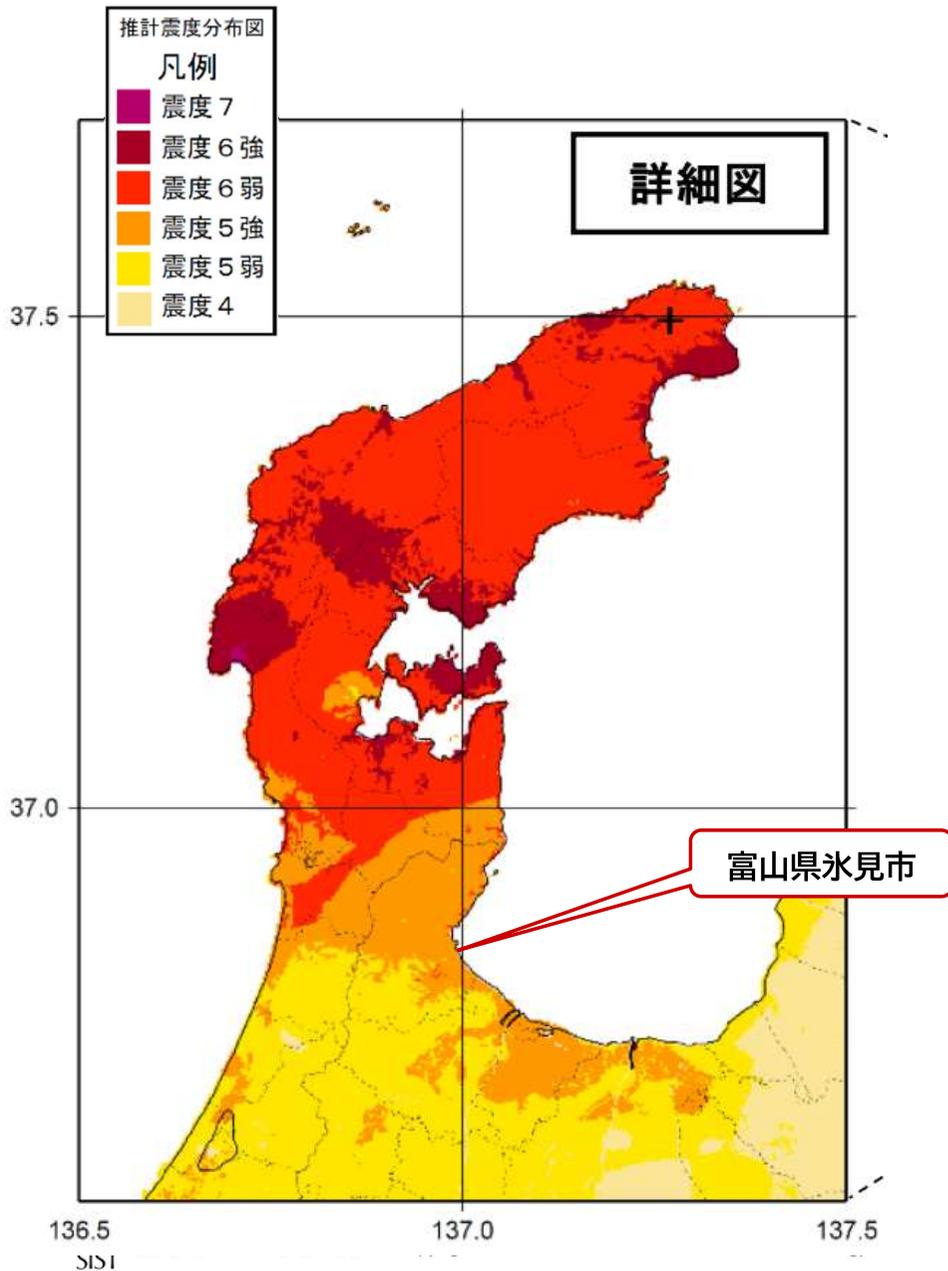


- 発災後対応・ライフラインの復旧を困難に
- **住宅の典型的な被害(不等沈下)**
- ハザードマップと被害の実態. 被害拡大の原因は？  
(長時間続く地震動・多数の余震)
- 長期浸水の可能性は？
- 遠州灘では

# 住宅の不等沈下



# 富山県氷見市における特徴



# 富山県氷見市における特徴



写真-1 家屋の傾きの様子



写真-2 マンホールの浮き上がり

# 家屋の傾きの様子



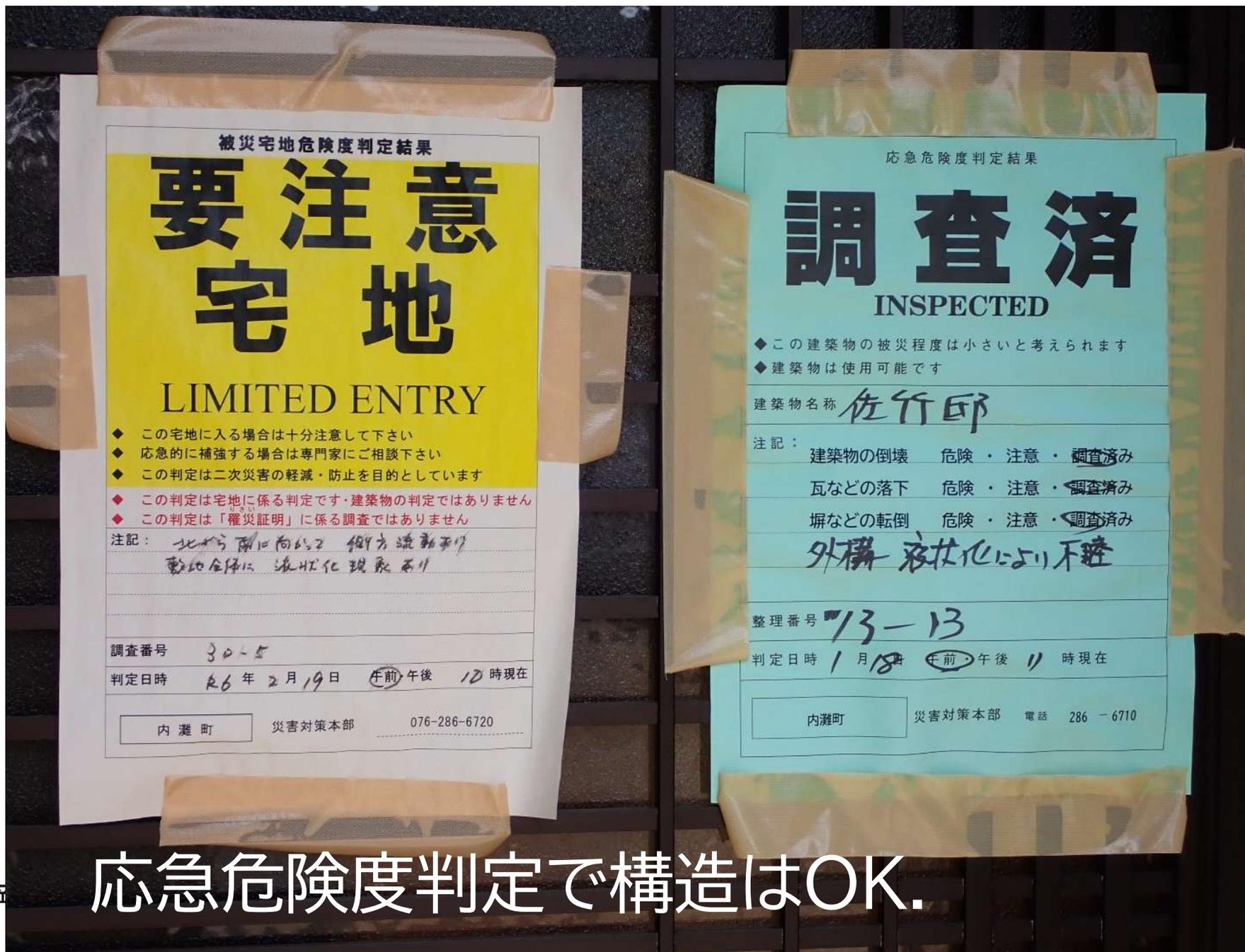
旧海岸堤防

マンホールの突出



# 住宅の不等沈下



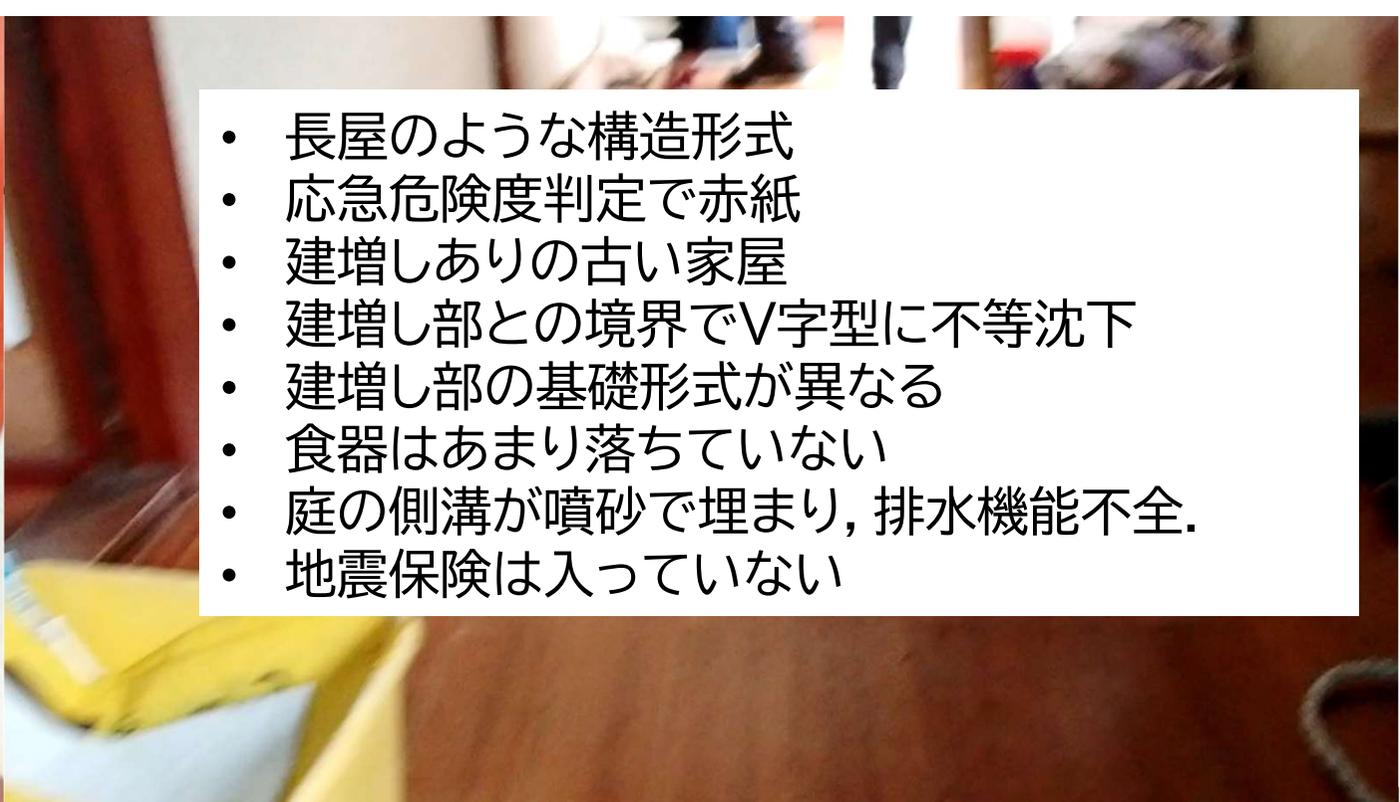


応急危険度判定で構造はOK.

# 氷見市比美乃江 Sさん宅にて



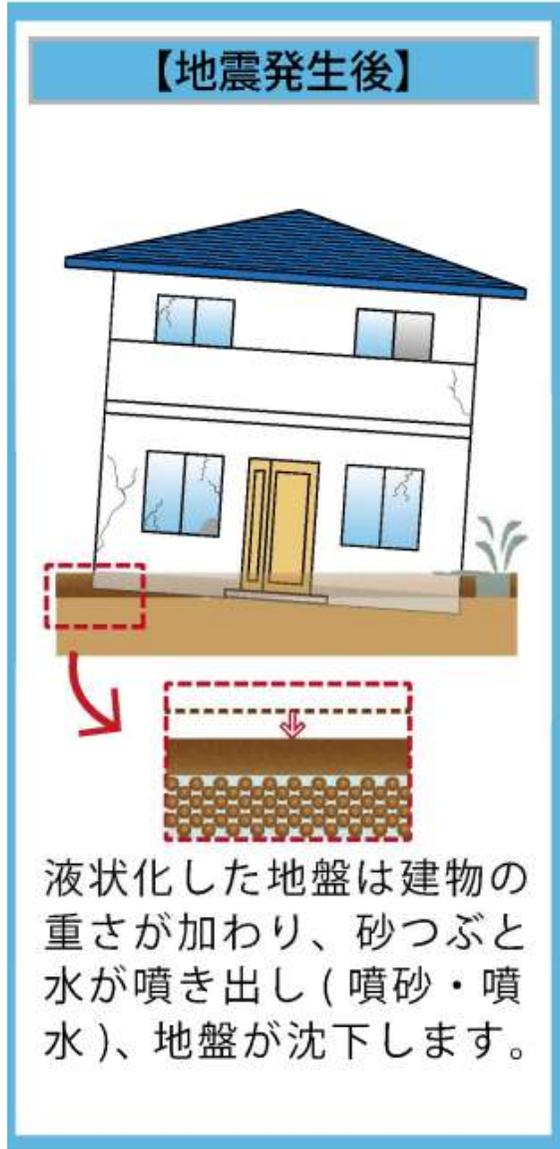
- 長屋のような構造形式
- 応急危険度判定で赤紙
- 建増しありの古い家屋
- 建増し部との境界でV字型に不等沈下
- 建増し部の基礎形式が異なる
- 食器はあまり落ちていない
- 庭の側溝が噴砂で埋まり, 排水機能不全.
- 地震保険は入っていない





# 液状化の発生条件と住宅の被害

## 傾斜角と健康被害



傾斜角		健康障害	文献
度	分数 (ラジアン)		
0.29°	5/1000 (=1/200)	傾斜を感じる。	藤井ほか(1998)
0.34°	6/1000 (=1/167)	不同沈下を意識する。	藤井ほか(1998)
0.46°	8/1000 (=1/125)	傾斜に対して強い意識、苦情の多発。	藤井ほか(1998)
0.6°程度	1/100程度	めまいや頭痛が生じて水平復元工事を行わざるを得ない。	安田・橋本(2002) 安田(2004)
~1°	~1/60	頭重感、浮動感を訴える人がある。	北原・宇野(1965)
1.3°	1/44	牽引感、ふらふら感、浮動感などの自覚症状が見られる。	宇野・遠藤(1996)
1.7°	1/34	半数の人に牽引感。	宇野・遠藤(1996)
2°~3°	1/30~1/20	めまい、頭痛、はきけ、食欲不振などの比較的重い症状。	北原・宇野(1965)
4°~6°	1/15~1/10	強い牽引感、疲労感、睡眠障害が現れ、正常な環境でもものが傾いて見えることがある。	北原・宇野(1965)
7°~9°	1/8~1/6	牽引感、めまい、吐き気、頭痛、疲労感が強くなり、半数以上で睡眠障害。	北原・宇野(1965)

健康被害

# 液状化は地震保険で補償される？



- 地震保険は、火災保険で設定した30%～50%の範囲内が上限となる
- 液状化などの損害は地震保険で補償できる
- 液状化による傾斜や沈下の具合によって、保険金が変わる

## 液状化・地盤沈下による傾斜と沈下量

被害の状況	保険適用のイメージ
傾斜1度超・沈下30cm以上	保険金額100%
傾斜0.8度超1度以下・沈下20cm超30cm以下	
傾斜0.5度超0.8度以下・沈下15cm超20cm以下	
傾斜0.2度超0.5度以下・沈下10cm超15cm以下	保険金額5%



- 発災後対応・ライフラインの復旧を困難に
- 住宅の典型的な被害(不等沈下)
- **ハザードマップと被害の実態. 被害拡大の原因は？**  
(長時間続く地震動・多数の余震)
- 長期浸水の可能性は？
- 遠州灘では



# 地震の特徴を改めて 分析する





何故，液状化被害の程度が  
ひどくなったのでしょうか？



内灘町鶴ヶ丘

# 今回の能登半島地震について どんな地震動だったか？



被災された方のことばから  
体験談A(ヒアリング):

⇒「1回目の地震で皆びっくりして家から出てきた。いつも地震があると建物がどうかする(壊れる)家の前に見に集まった。ひと話して皆、一旦家に片づけをしに戻ったら、2回目の揺れがきた。2回目の揺れで家が倒れて、人も亡くなった。。。」: 珠洲市

⇒「2回目が大きかった」: 輪島市

2回の大きな揺れに関する証言  
2回目の地震動が致命的に  
(2回目以降は記憶に残らないくらい)

# 今回の能登半島地震について どんな地震動だったか？ はじまりを、つくる



被災された方のことばから  
体験談B(ネット記事):

東洋経済  
ONLINE

ライブ ▶ 能登半島地震

「地震発生から自宅倒壊まで3秒」そのとき何が  
「絶対」はない、だから考え続けるしかない

～中略～

輪島市の自宅にいたOさんは、16時6分の地震の後、夫婦で玄関付近に移動して家の中で様子を見ていました。そして16時10分に震度7の地震が発生。そのとき大倉さんは、家がミシミシと大きく音を立てたのが聞こえたそうです。

これは「先ほどの地震とは違う」と直感した2人は「すぐ外に出よう」と決意しました。結果、わずか1秒ほどの瞬時に、玄関から飛び出したそうです。

～中略～

大きな揺れに翻弄されている間、Oさんが家の様子を見ると、家はわずか2秒で崩れたそうです。なぜ、2秒とわかったかということ、1と数える間に家が左に大きく揺れ、次の1と数える間に右側に大きく揺れたと思ったら、そこで家がつぶれたからだそうです… ～以下、略～

やはりここでも、**2回の大きな揺れ**に関する証言  
曖昧だが、倒壊までに要した時間について

# 今回の能登半島地震について 液状化は？



被災された方のことばから  
体験談C(ヒアリング):

- ⇒1回目の地震で、庭にちよろちよろと水が出ていたと思う。
- ⇒**2回目の地震で、土砂が吹き上げて、外出が困難だと思った。**
- ⇒**余震の度に車が埋まっていった気がする。**

(内灘町鶴ヶ丘)

体験談D(ヒアリング):

- ⇒津波避難しようとしたが、道路が壊れていて、マンホールも浮き上がっていた。砂や水も吹いている状態だった。
- ⇒近くの公民館に行くにも、**恐くて移動できなかった。**

(内灘町西荒屋)

**2回以降の地震で液状化による被害拡大？**

# 2回目の地震？

●1月1日16時台前半の地震と揺れ(気象庁資料より)⇒16:10の地震から頻発

- (1) **16:06:06.1 M5.5** 5強: 珠洲市, 4: 輪島市など
- (2) 16:08:25.6 M4.6  
16:10:09.5 M5.9
- (3) **16:10:22.5 M7.6** 7: 輪島市門前 志賀町, 6強: 珠洲市, 輪島市, 穴水町, 七尾市, 6弱: 能登町, 中能登町, 5強: 氷見市, かほく市など

1回目(緊急地震速報)  
2回目(緊急地震速報)

魔の4分？

津波警報

- 16:12:16.6 M5.7 6弱: 志賀町, 5弱: 珠洲市, 七尾市など
- 16:15:57.3 M4.8
- 16:16:57.9 M5.0
- 16:17:49.4 M5.1 4: 輪島市
- 16:18:33.6 M4.0 4: 輪島市
- 16:18:42.6 M6.1 6強: 穴水町, 5弱: 輪島市など
- 16:19:40.8 M4.7
- 16:20:35.4 M4.1 4: 穴水町
- 16:21:28.2 M4.2 → 16:21:51.8 M4.8

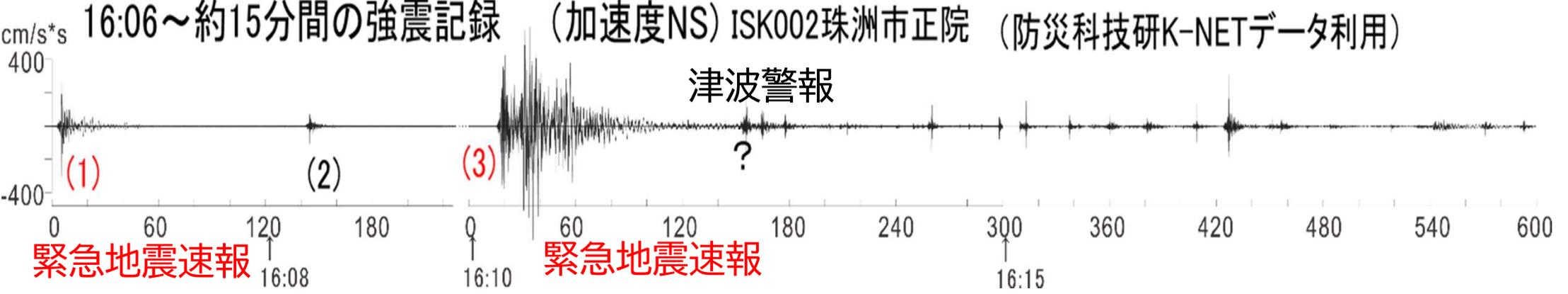
3回目(緊急地震速報)

16:10以降ずっと揺れているような状態  
※いつの地震で建物が壊れたのか正確には分からない？

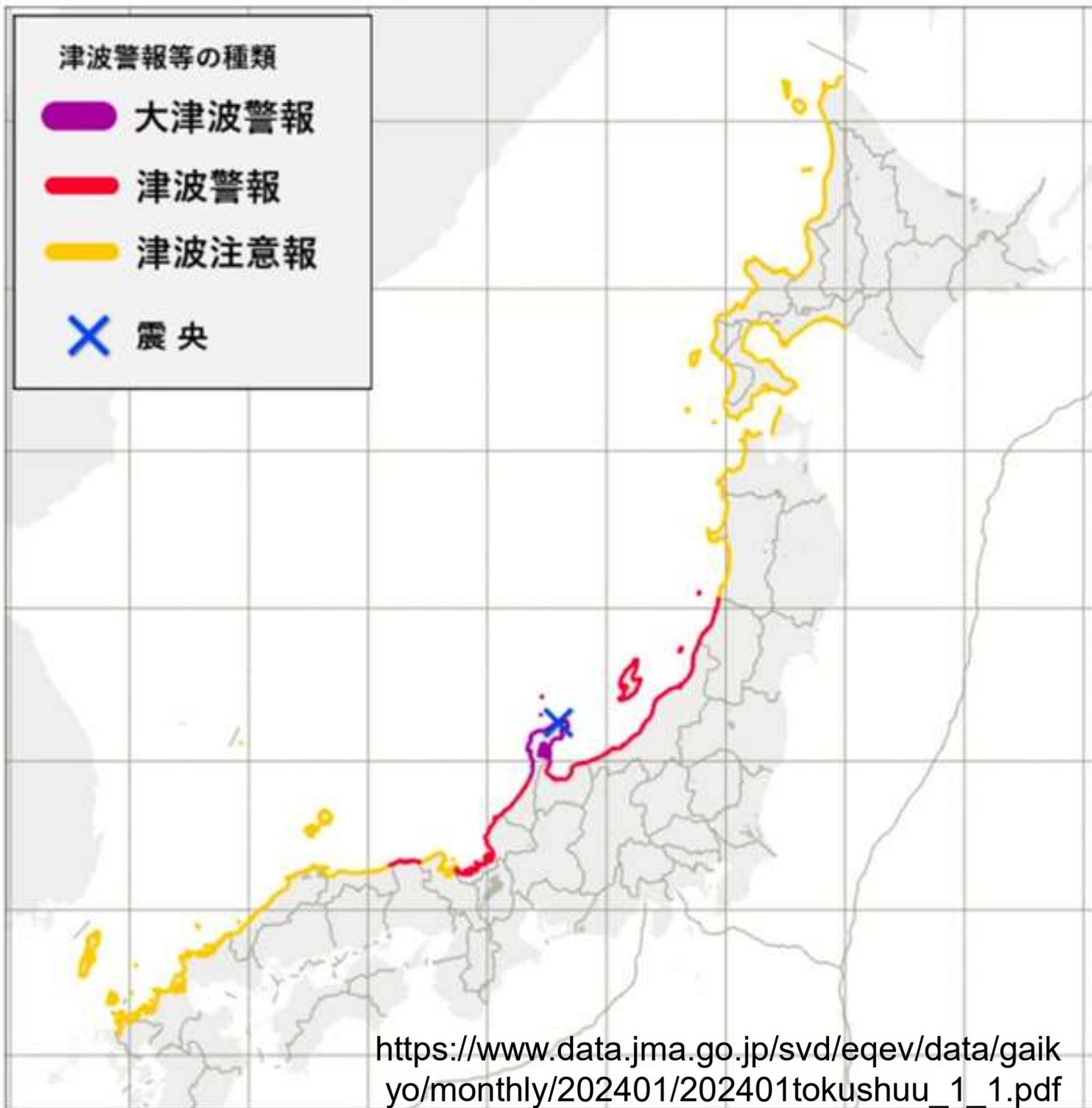
大津波警報

※液状化もすぐにおさまらない？

→16:23:46.7 M4.3 → 16:24:52.1 M3.8 → 16:25:41.8 M4.1 → 16:28:13.4 M4.5  
→16:29:02.8 M4.7 → 16:30:59.9 M3.7 → 16:31 M3.8 → 16:32 M4.1…  
(マグニチュード4程度以下の小地震はもっと多く発生している可能性)



# 2024年1月1日16時10分の石川県能登地方の地震 (M7.6) に対して発表した大津波警報、津波警報及び津波注意報

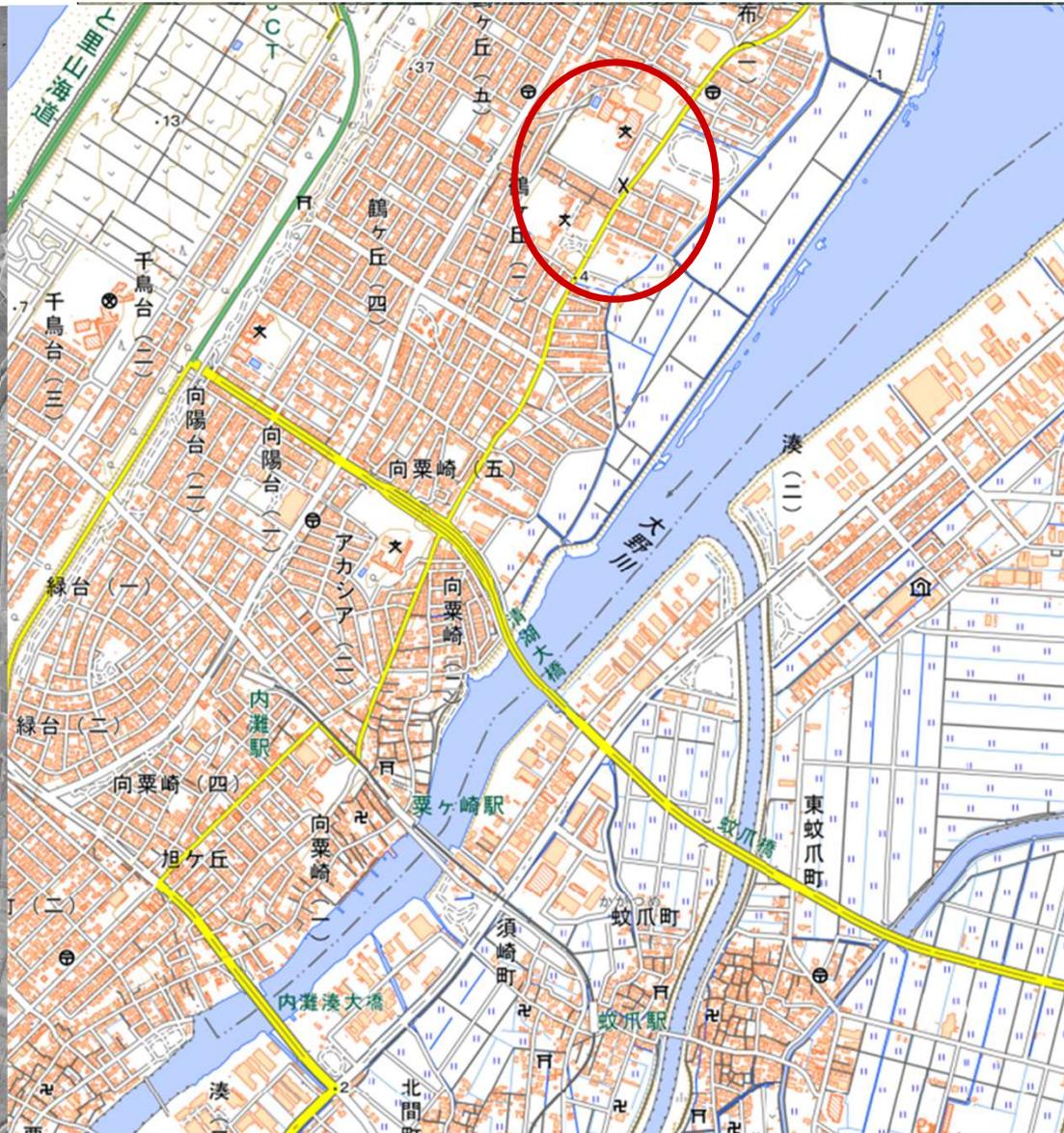


# ハザードマップと 被害の実態



# 内灘を事例に(砂丘と河北潟)

国土交通省国土地理院 空中写真閲覧サービス  
<https://mapps.gsi.go.jp/maplibSearch.do;jsessionid=C2606CA657A2BF2C9A202BEEFC271606#1>

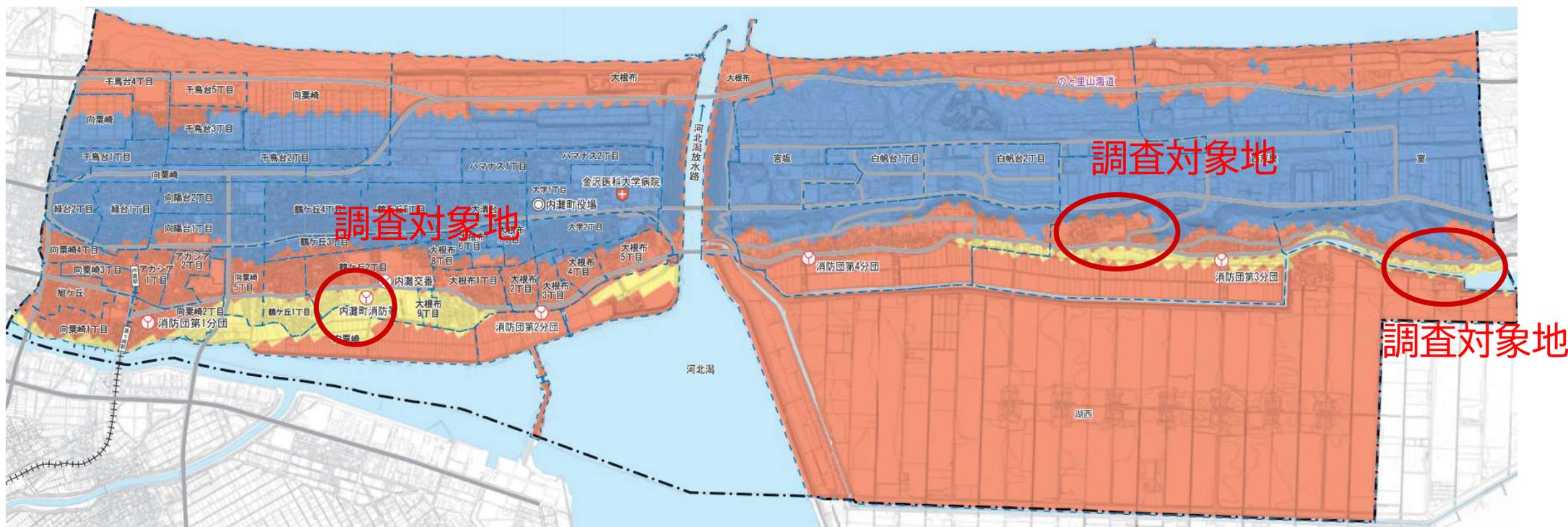




# 液状化ハザードマップ(内灘町の事例)

- 海岸沿いに内灘砂丘が分布
- 河北潟は、内灘砂丘の発達により日本海から切り離されて生じた水域(潟)が、河川による堆積物により埋積して形成され、**干拓事業**により狭くなった。

液状化のしやすさ	
	大
	中
	小



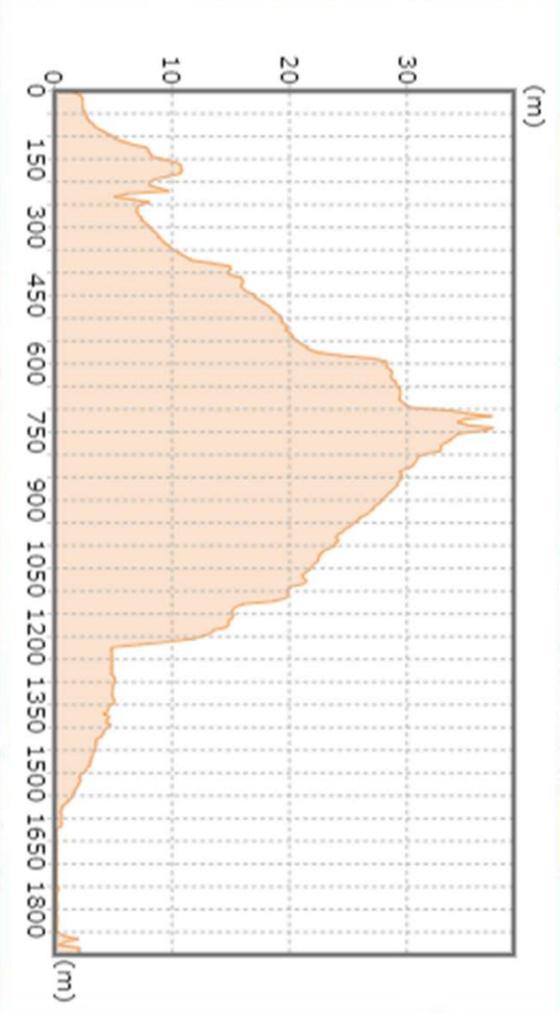
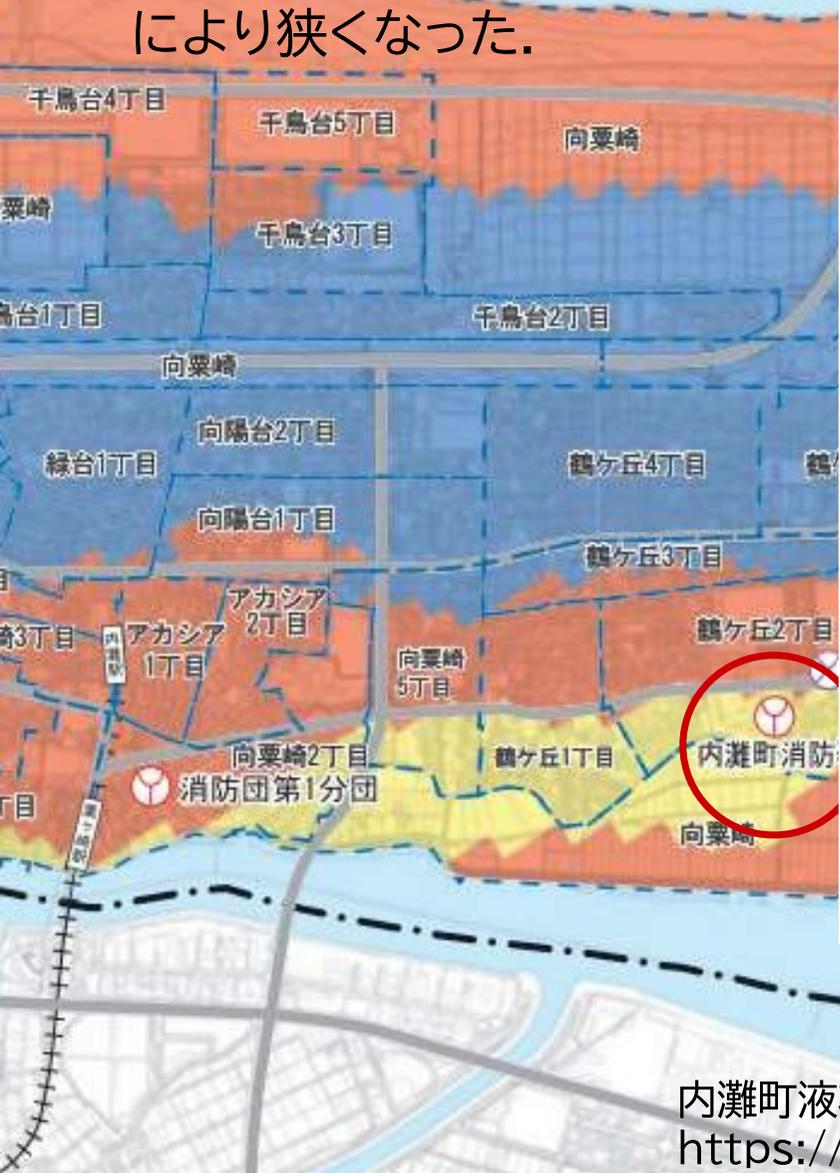
内灘町液状化マップ

[https://www.town.uchinada.lg.jp/uploaded/life/1734\\_5630\\_misc.pdf](https://www.town.uchinada.lg.jp/uploaded/life/1734_5630_misc.pdf)

# 液状化ハザードマップ(内灘町の事例)

- 海岸沿いに内灘砂丘が分布
- 河北潟は、内灘砂丘の発達により日本海から切り離されて生じた水域(潟)が、河川による堆積物により狭くなった。

液状化のしやすさ	
	大
	中
	小



**干拓事業**



内灘町液状化マップ

# 鶴ヶ丘の液状化被害(1/28)

切土  
液状化しやすさ大

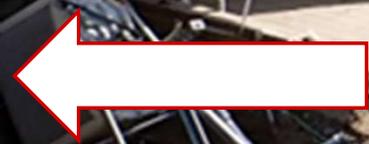
盛土・埋立  
液状化しやすさ中

国土交通省国土地理院  
地理院地図 / GSI Maps | 利用



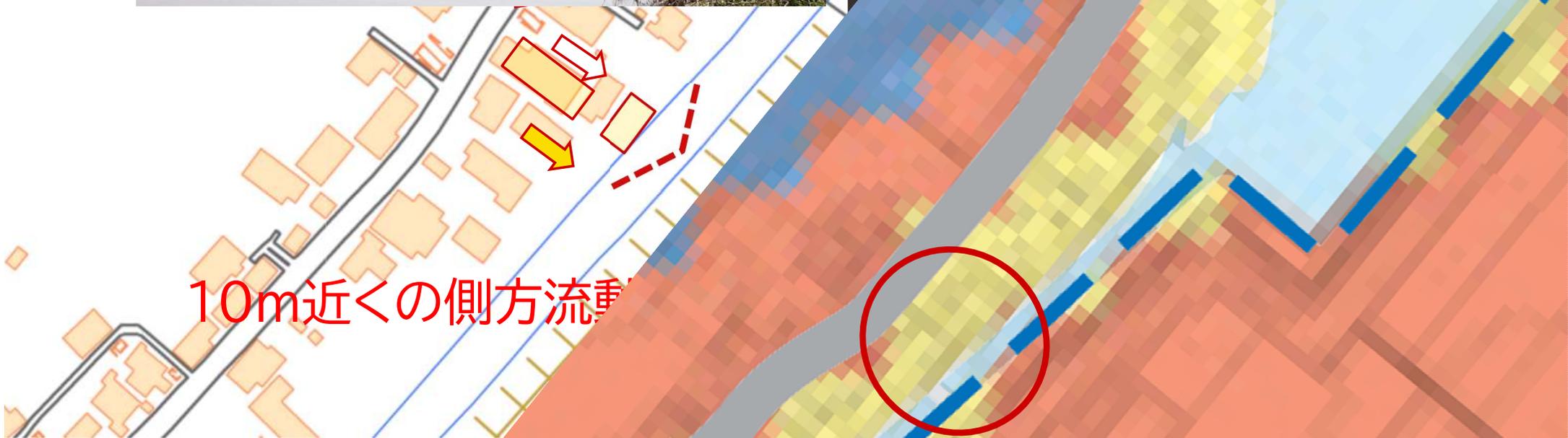
内灘町室(県道8号線)

切土  
液状化しやすさ大



盛土・埋立  
液状化しやすさ中

# 内灘町



10m近くの側方流動

# 内灘町室(県道8号線)

盛土・埋立  
液状化しやすさ中

Googleストリートビュー(2022年6月)



- 発災後対応・ライフラインの復旧を困難に
- 住宅の典型的な被害(不等沈下)
- ハザードマップと被害の実態. 被害拡大の原因は？  
(長時間続く地震動・多数の余震)
- **長期浸水の可能性は？**
- 遠州灘では



# 長期浸水の可能性は？

# 設計上の課題

- 揺れの強さ(加速度)による被害  
⇒ 慣性力
- 揺れの速さ(周波数)による被害  
⇒ 共振: 構造物と地盤の揺れが一致
- 地盤の劣化(繰返し作用)  
⇒ 液状化: 常時は堅いが, 突然液体状に
- 強制変位  
⇒ 断層近傍の地盤変位
- プレートの動きに伴う被害  
⇒ メートル単位の即時沈下 ⇒ 防潮堤高さ

# 輪島市野田町

はじまりを、つくる



Google Map



国土地理院(2024年1月2日)

海岸の隆起

# 隆起と沈降

はじまりを、つくる



石川県羽咋郡志賀町



能登島向田町



# 石川県七尾市

はじまりを、つくる



七尾マリンパーク

袖ヶ江ポンプ場

能登食祭市場

# 配管の破損(袖ヶ江ポンプ場)



排水機能の低下

2025.06.29



御祓川



袖ヶ江ポンプ場



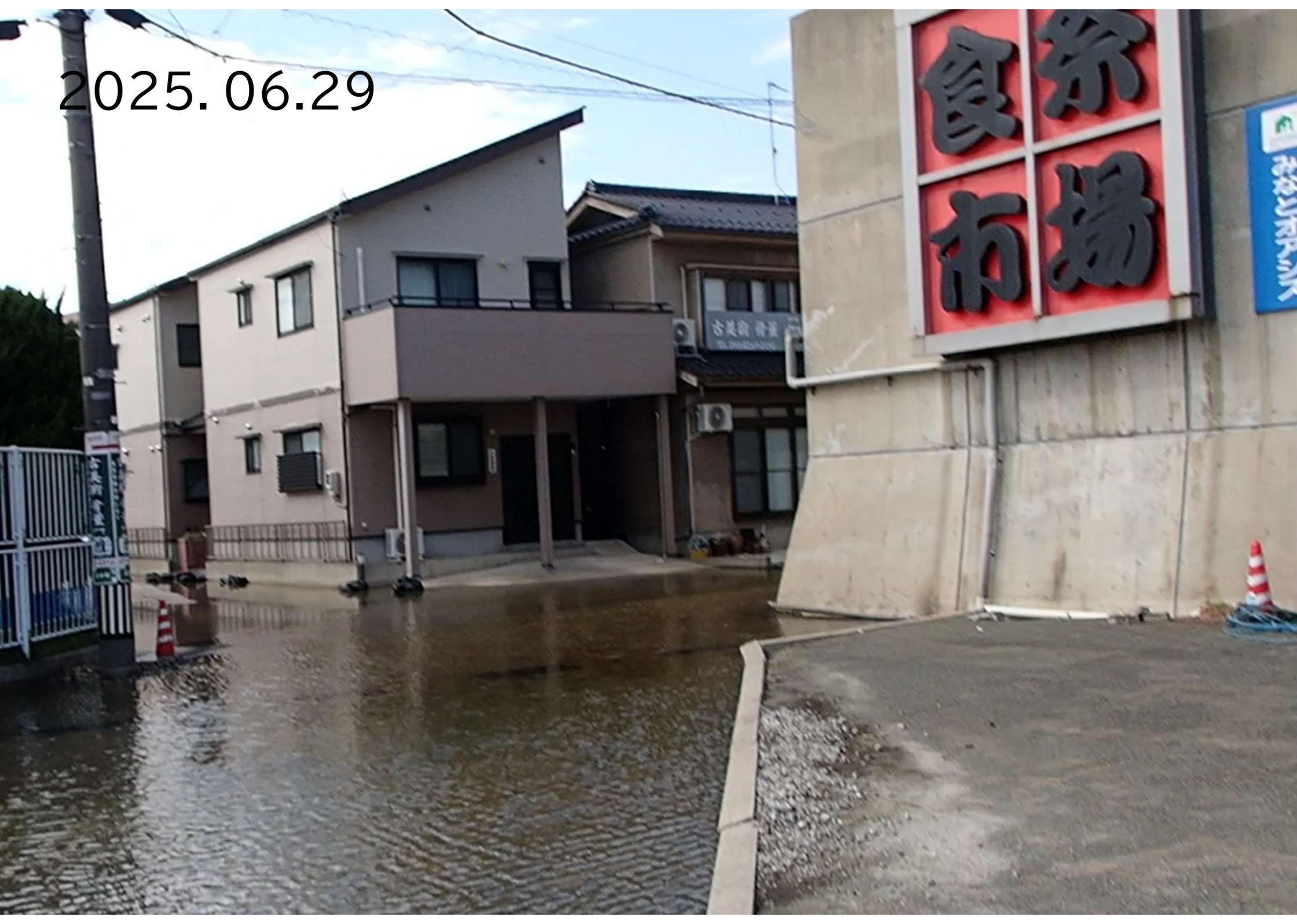
2025.06.29



2025.06.29



2025.06.29



# 輪島港



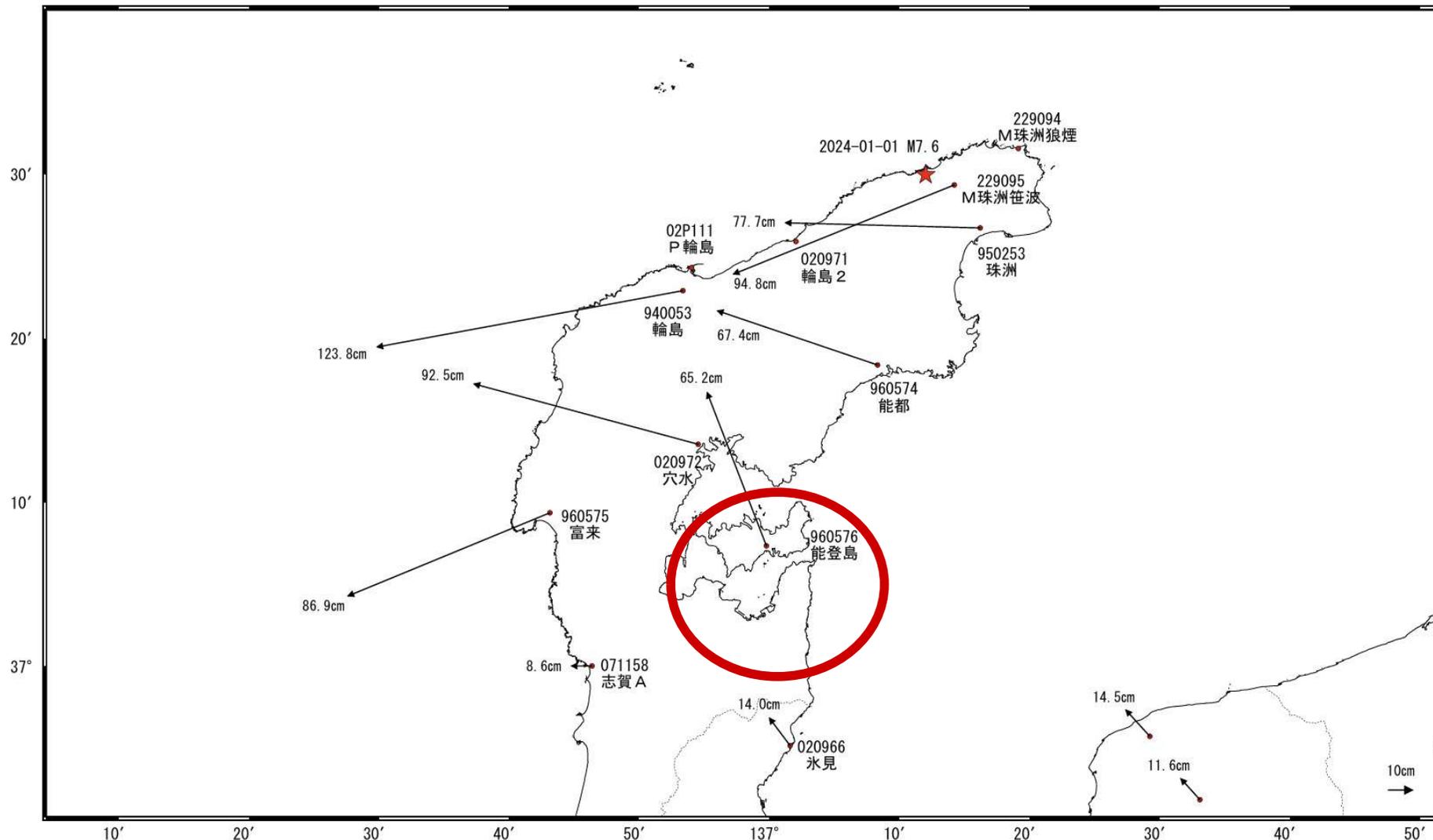
# 令和6年能登半島地震(1月1日 M7.6)前後の観測データ(暫定)

はじまりを、つくる



## 地殻変動(水平)

基準期間: 2023-12-25 09:00~2024-01-01 08:59 [R5:速報解]  
比較期間: 2024-01-01 18:00~2024-01-02 05:59 [Q5:迅速解]



☆ 固定局: 三隅 (950388) ★ 震央

Copyright © Shizuoka Institute of Science and Technology

<https://www.gsi.go.jp/common/000253944.pdf>

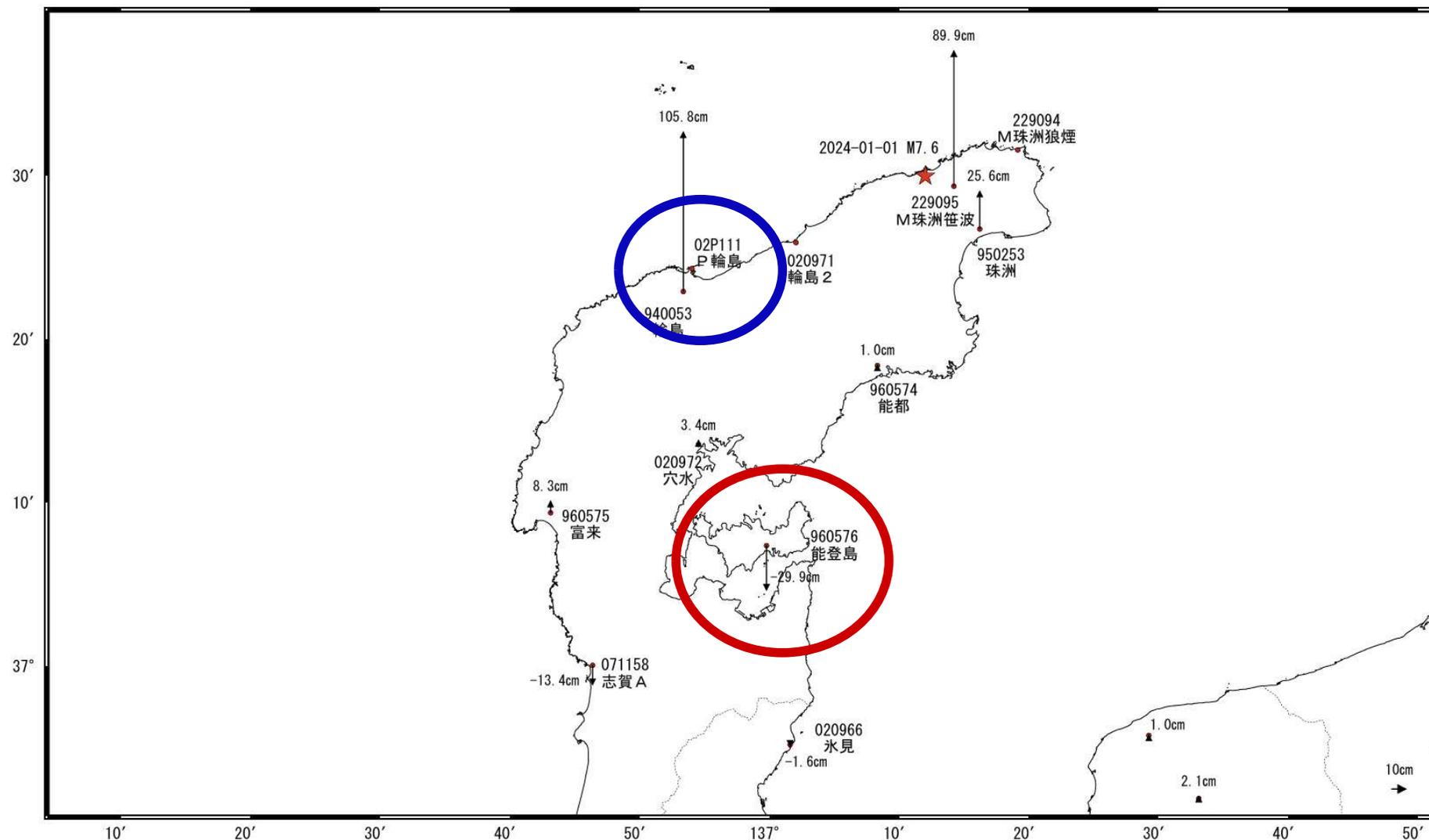
# 令和6年能登半島地震(1月1日 M7.6)前後の観測データ(暫定)

はじまりを、つくる



## 地殻変動(上下)

基準期間:2023-12-25 09:00~2024-01-01 08:59 [R5:速報解]  
比較期間:2024-01-01 18:00~2024-01-02 05:59 [Q5:迅速解]



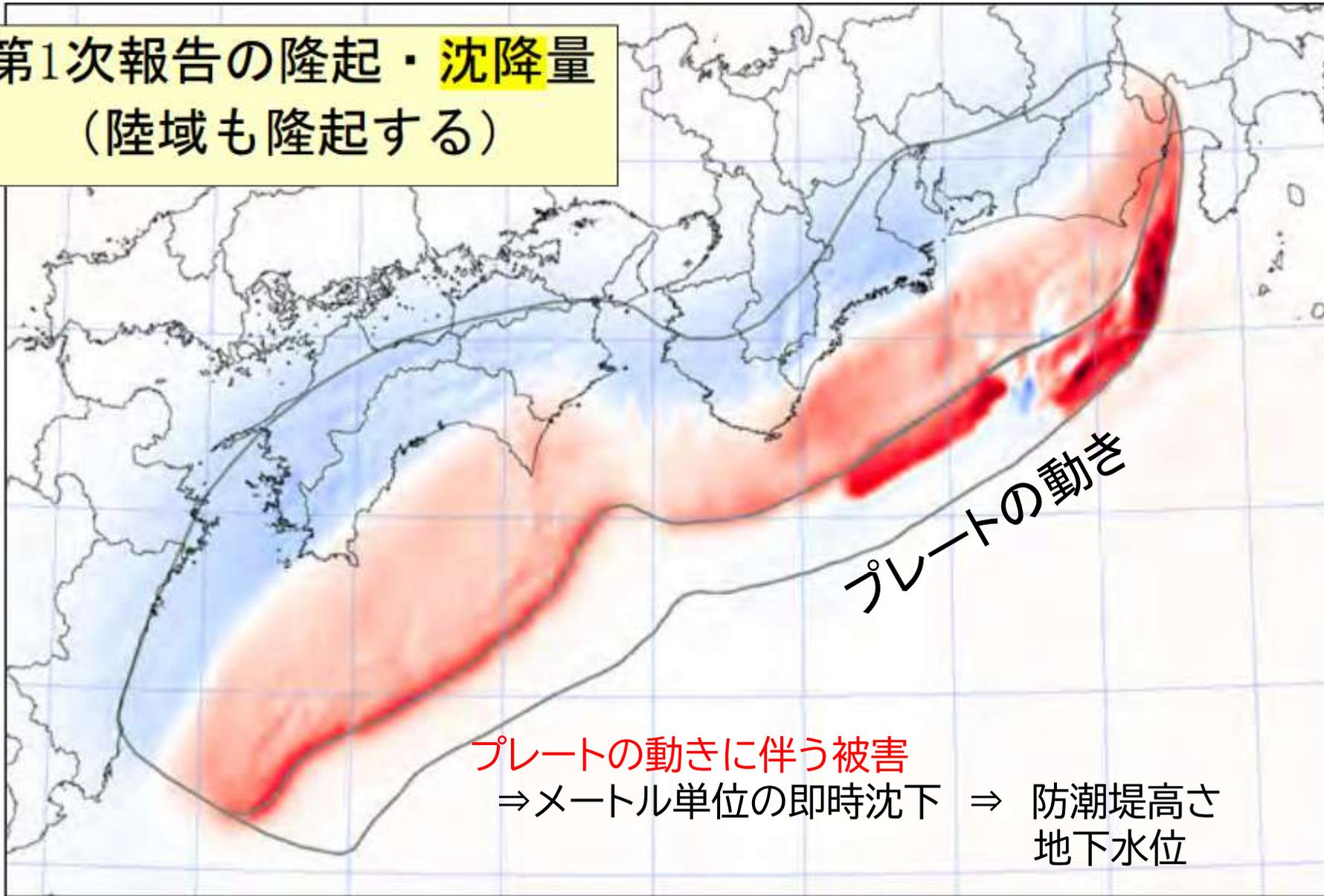
※一部の観測点は、局所的な地盤変動の影響を受けている可能性がある。

# 南海トラフの巨大地震モデル

はじまりを、つくる

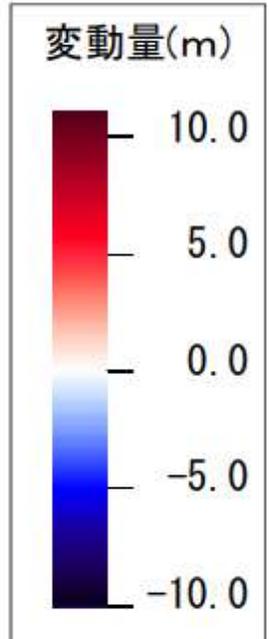


第1次報告の隆起・沈降水量  
(陸域も隆起する)



プレートの動き

プレートの動きに伴う被害  
⇒メートル単位の即時沈下 ⇒ 防潮堤高さ  
地下水位





- 発災後対応・ライフラインの復旧を困難に
- 住宅の典型的な被害(不等沈下)
- ハザードマップと被害の実態. 被害拡大の原因は？  
(長時間続く地震動・多数の余震)
- 遠州灘では

段差あり

避難行動・復旧活動



# 金沢市 才田大橋(橋長/幅員:365.8m/7.0m)



段差で橋が通れない

# 内灘町 旧消防庁舎



約30cmの段差

内灘町 県道8号



内灘町 西荒屋小学校付近

住民の証言



液状化によって、避難が  
ままならないケースが多発



石川県珠洲市鵜飼





# 道路機能障害

はじまりを、つくる



施設	調査項目	被害程度		
		小	中	大
道路	路面とマンホールとの段差	車の走行で衝撃を感じる (段差 3cm 以下)	車の走行に支障有り (3~10cm)	車の走行不能 (10cm 以上)
	路面の沈下・隆起 (なめらかな路面高の上下変動)	車の走行で衝撃を感じる	車の走行に支障有り	車の走行不能
	路面の陥没・段差	車の走行で衝撃を感じる(陥没・段差 3cm 以下)	車の走行に支障有り (3~10cm)	車の走行不能 (10cm 以上)
<u>緊急調査時の車両の走行</u>		<u>走行可</u>	<u>支障はあるが</u> <u>走行可</u>	<u>走行不能</u>

出典；「下水道の地震対策マニュアル 2006 年版」（社団法人 日本下水道協会）に加筆  
(下線部分)。

# 発災後道路機能維持に関する検討



## 車両の走行速度による段差の許容高さ(mm)

走行速度 (km/h)	軽自動車	乗用車	大型トラック
10	150	180	300
60	30	36	60
80	20	24	40

阿部雅人他:高架橋の3次元動的解析モデルを用いた桁間連結装置および車両通行性能の評価, 1土木学会論文集, No.773/I, 69-47-61, 2004.

1. 段差と車両通行性の再評価
2. 噴砂上の車両通行性能
3. 最低減の車両通行性能を確保するための液状化対策



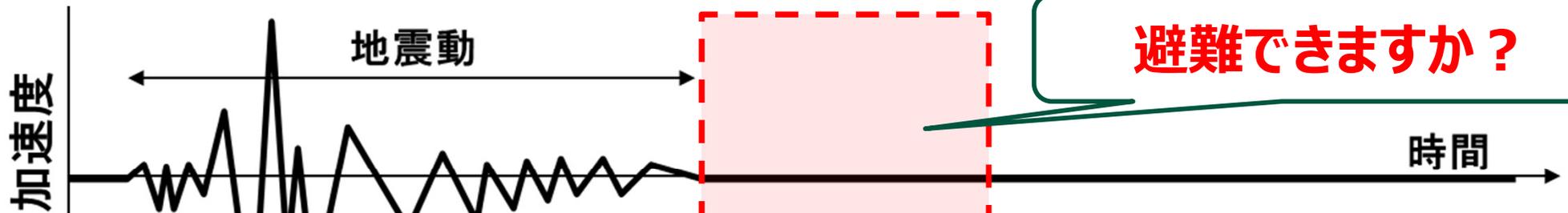
# インフラ被害における課題 津波避難は可能か？

避難行動の妨げ: 生活道路の閉塞(道路の損傷, 瓦礫による閉塞)

地下埋設物の浮き上がり・陥没

橋梁の段差

液状化の噴砂の影響



避難できますか？

建物の耐震性確保  
道路機能維持

地震発生時に液状化し、どのくらい継続するのか。津波襲来のタイミングはいつかによって、被害形態が異なっていく。

液状化発生, いつまで継続？

地震後避難

第一波到達

津波到達

第一波到達

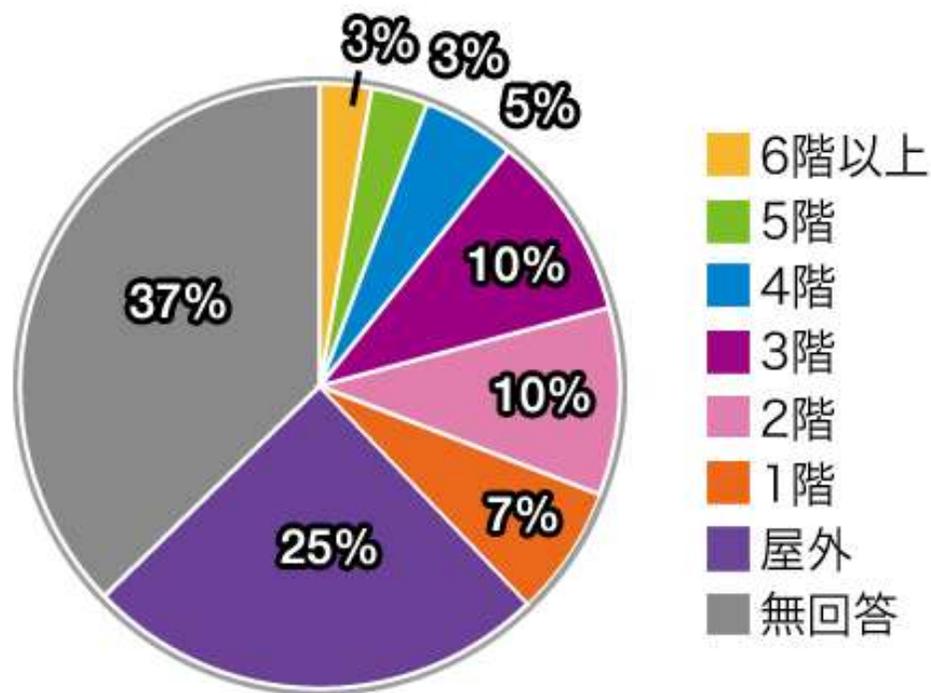


# 津波避難は可能か？

【参考】

## Q.建物の何階に避難したか？

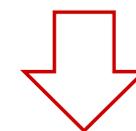
生存者



東北地方太平洋沖地震 「どこへ避難したか？  
建物の何階に逃げたか？」

屋内では、2階もしくは3階という回答が10%  
と多い傾向。 **生存者が避難した先は平均2.9階、  
亡くなった方は平均1.7階。**

なお、津波の最大遡上高：岩手県宮古市重茂  
姉吉地区の40.5mで10階建てビルの高さ相当。



**僅かな時間でより高くへ！  
足元は大丈夫??**

# 被害予測と避難施設

はじまりを、つくる



## 液状化ハザードマップ

液状化の可能性が高い

液状化の可能性がある

凡例

<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:#f08080;"></span>	液状化発生の可能性が高い
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:#f4a460;"></span>	液状化発生の可能性がある
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:#fff2cc;"></span>	液状化発生の可能性が低い
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:#add8e6;"></span>	液状化発生の可能性が極めて低い
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:#90ee90;"></span>	除外区域
<span style="display:inline-block; width:10px; height:10px; background-color:purple; border-radius:50%;"></span>	液状化履歴

## 津波ハザードマップ

2~3m

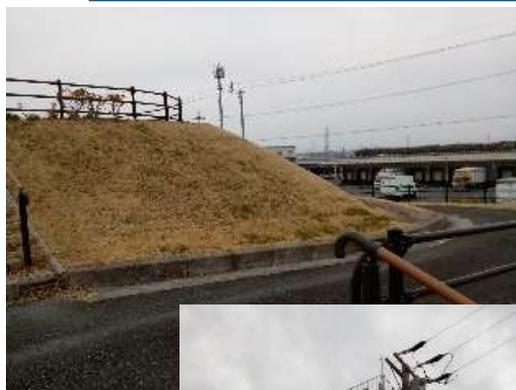
3~5m

5m以上

1~2m

凡例  
(最大浸水深)

<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:#f08080;"></span>	5m以上
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:#f4a460;"></span>	3 ~ 5 m
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:#add8e6;"></span>	2 ~ 3 m
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:#87ceeb;"></span>	1 ~ 2 m
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:#fff2cc;"></span>	0.2 ~ 1 m
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:#90ee90;"></span>	0.01 ~ 0.2m
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:#90ee90; border:1px solid black;"></span>	津波一時避難場所
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:#90ee90; border:1px solid black;"></span>	市指定避難所
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; border:1px solid blue;"></span>	津波避難対象地域
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; border:1px solid red;"></span>	幹線避難路
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; border:1px dashed black;"></span>	自治会界
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; border:1px dotted black;"></span>	行政界



命山



津波避難タワー

袋井市が独自に「地震・津波」の発生とともに海岸砂防林や河川堤防がすべて崩壊した状態」を想定



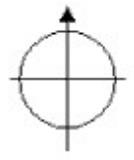
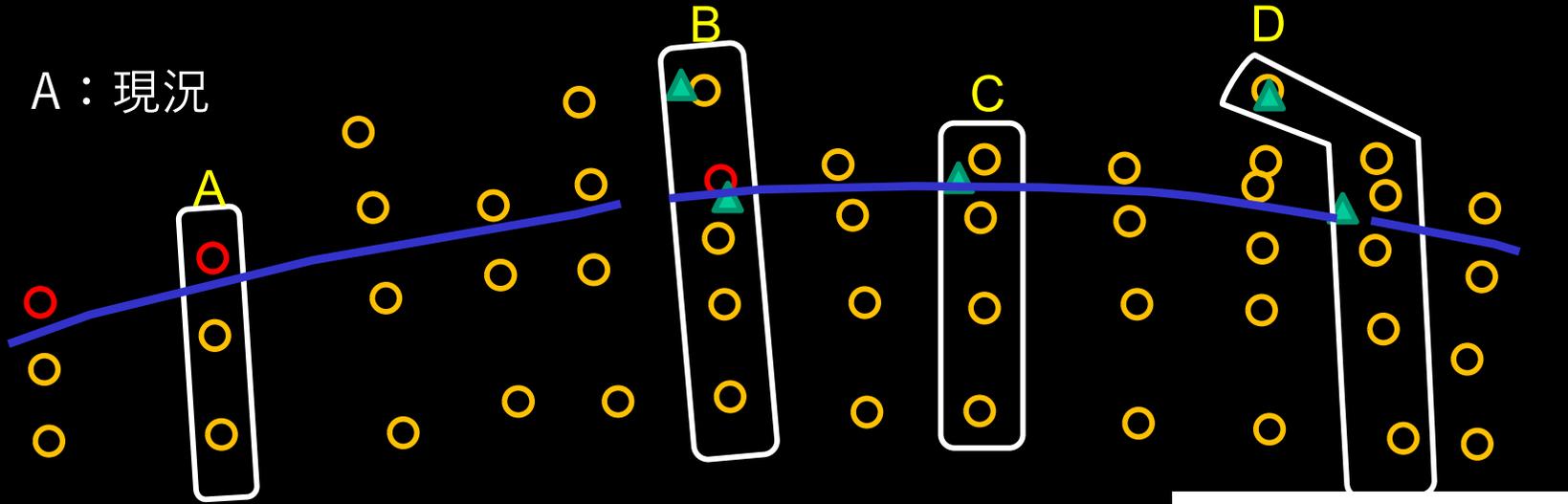
防潮堤

Institute of Science and Technology

<https://www.city.fukuroi.shizuoka.jp/material/files/group/10/hazardmap.pdf>

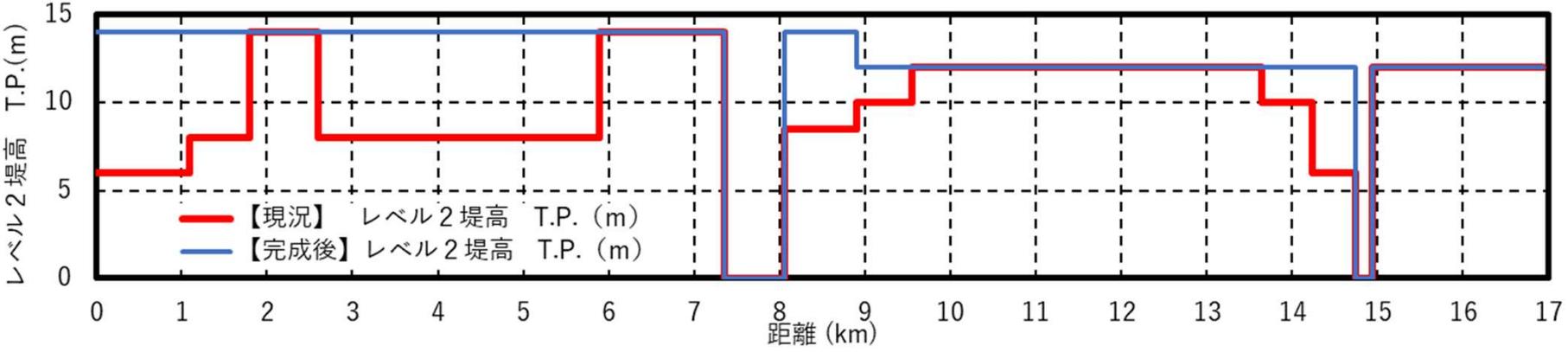
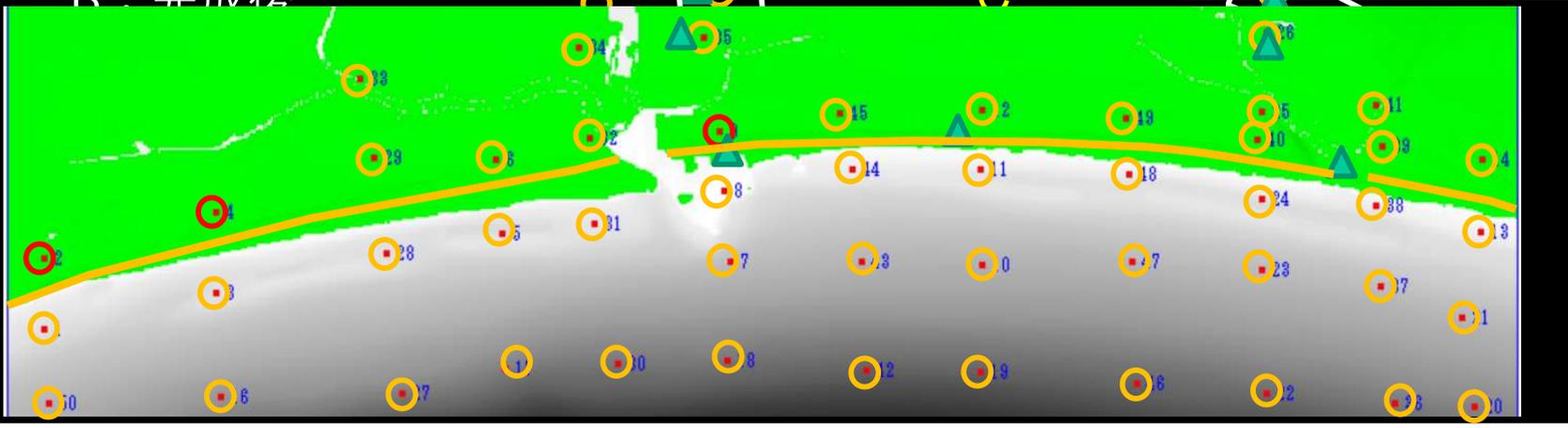
## ハザードマップ(袋井市の例)

A : 現況



▲ : ボーリングデータ  
 ○ : 時刻歴データの抽出点

B : 完成後

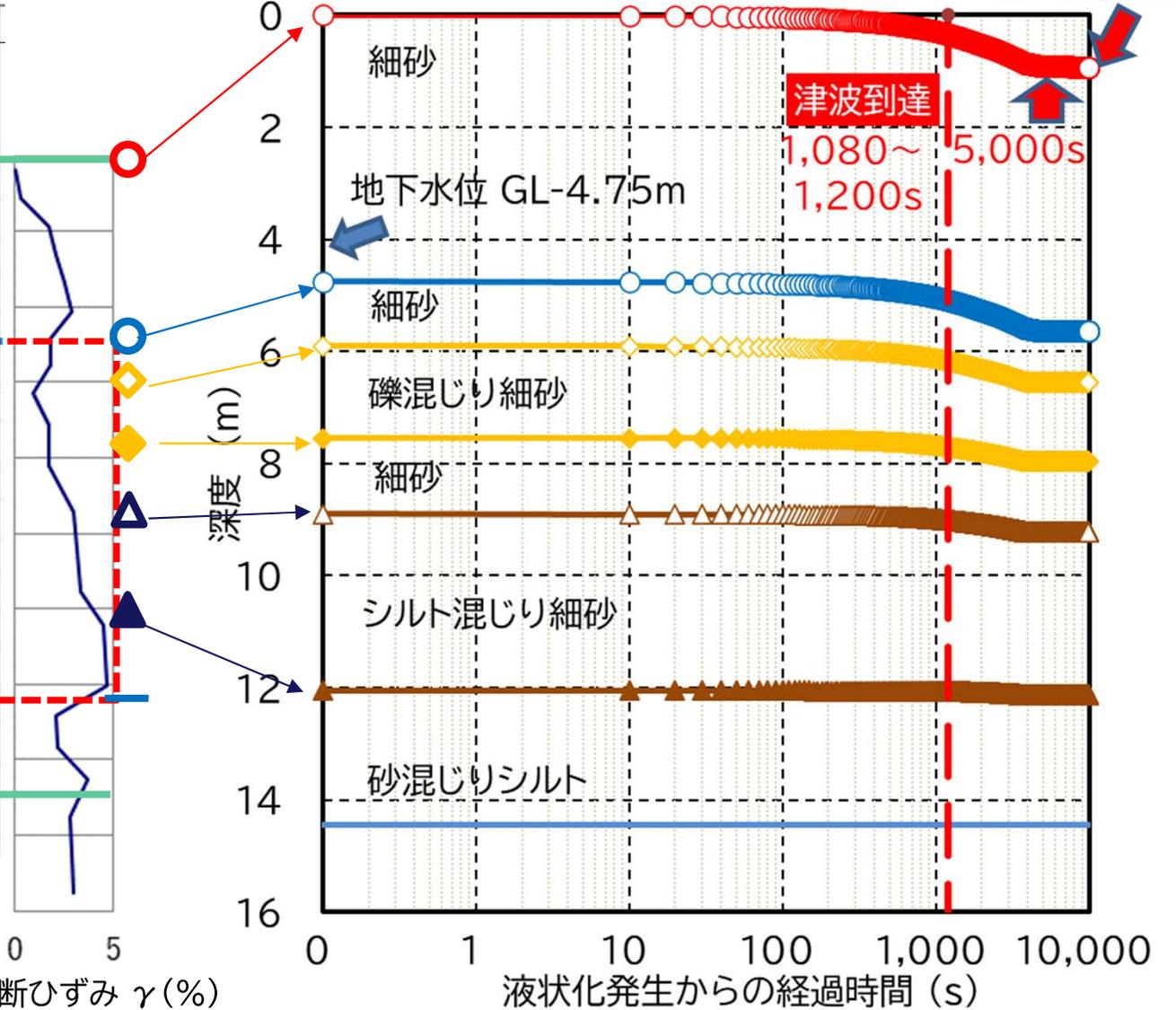
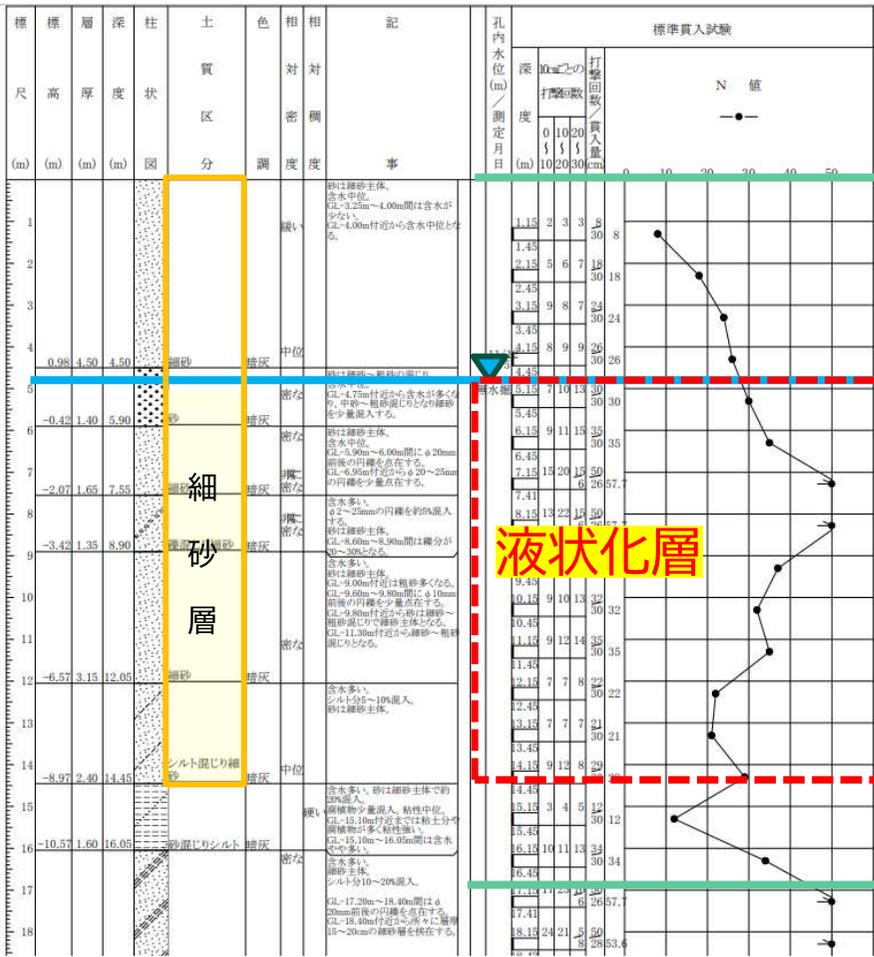


# 液状化の検討

## ■地震応答解析および液状化継続時間の算定

地理院地図 三次地域メッシュコード:5237-0702

液状化の継続時間:  
約5,000~10,000s  
約1~3hr



地盤モデルと変形量

せん断ひずみ  $\gamma$  (%)

液状化発生からの経過時間 (s)



# 津波と液状化の複合作用の評価

- シミュレーション上, 検討対象地域では, 防潮堤による津波防護が期待通り発揮される結果となった.
- 液状化は収まるまである程度の時間を要する. **地下埋設物を含む地盤変状や液状化が避難行動の障害になる得る可能性もある.**
- **避難遅れの可能性**についても考えるべき.



# 噴砂上の避難に関する検証実験

はじまりを、つくる



## 「こんな場所で…」となる前に“底なし沼”に備える



# 噴砂上の歩行実験

はじまりを、つくる



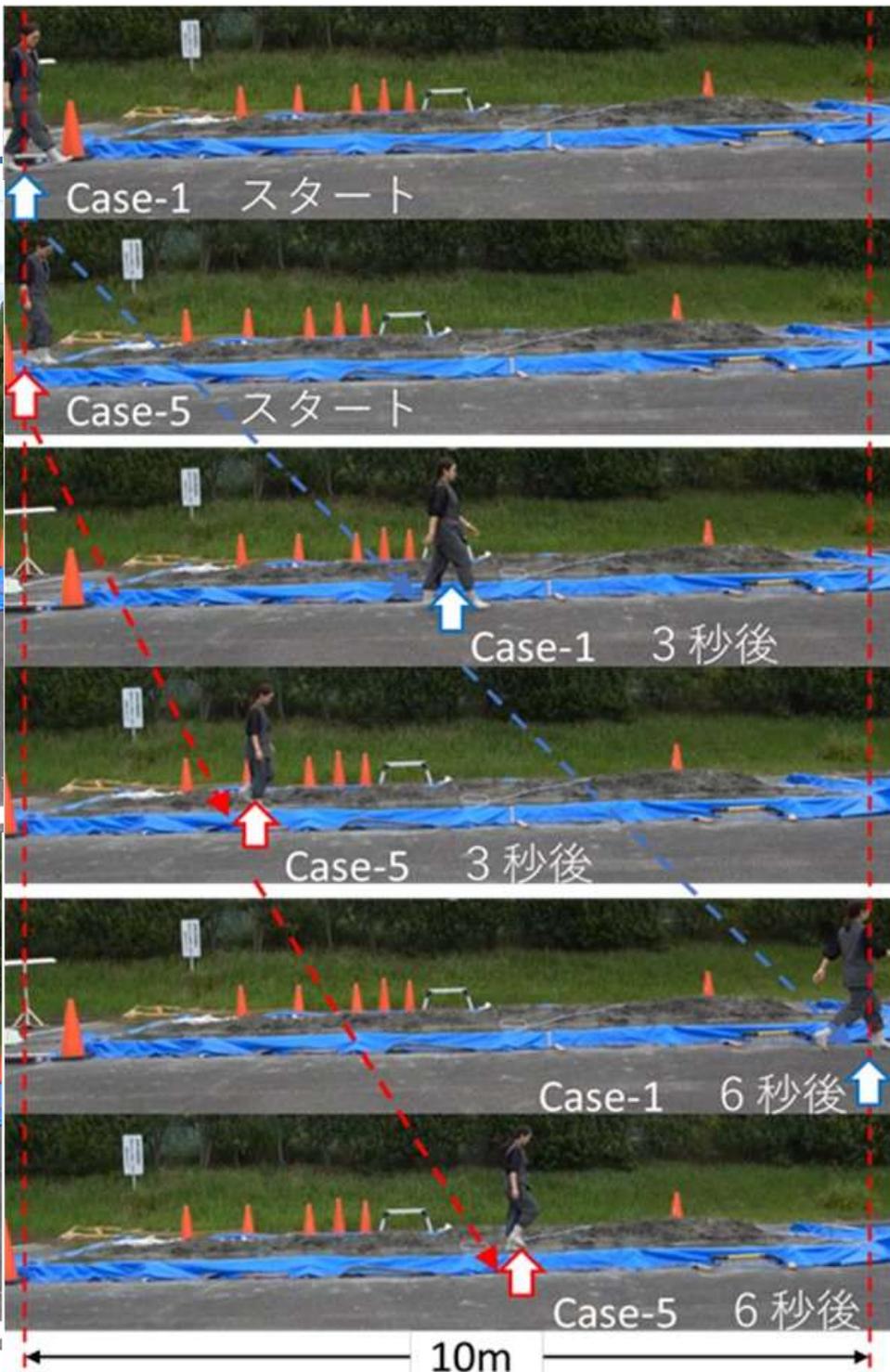
砂袋7袋程度  
(1m×1m×1m)

10m

2.5m

アスファルト舗装

# 噴砂上の避難に関する検証実験



歩行実験の様子

# 噴砂上の避難に関する検証実験

- 殆どの被験者が前進不能,
- 歩行では移動速度がおよそ0.4倍から0.7倍に低下.





# まとめ

## 復旧について

- 液状化によってインフラ・ライフラインのダメージが生じると、復旧に時間がかかり日常生活はすぐに取り戻せない。
- 広範囲にわたる液状化被害
- 重要構造物での段差、配管の破損
- 上下水道の復旧、特に下水の復旧が事業再開に最も大きな弊害
- 余震のたびに再液状化か？被害拡大の要因

## 市民生活

- 生活インフラ(水道・下水道等)の長期間の遅延と生活水準の低下
- 地盤沈降によって、沿岸部・河川沿いは浸水のリスクが高まる。加えて液状化による沈下が生じ排水能力低下
- 大量の噴砂の処分
- 道路の損壊、段差、ヒアリングから、発災後の避難行動にも影響の可能性

## 静岡県内では

- 南海トラフ大地震発生後、20分以内で津波到達。その間に避難が必要。
- 老朽インフラと各種ハザードへの対応
- 液状化の影響を受けた道路機能の維持は？
- 復旧人材と資機材の不足

最後に、

はじまりを、つくる



ご静聴，ありがとうございました。

