

## 令和6年能登半島地震津波の特徴

由比政年（金沢大学・地球社会基盤学系）

土木学会・海岸工学委員会

令和6年能登半島地震津波調査グループ

R6年能登半島地震・津波の被災者の皆様に心よりお見舞い申し上げます。

## 津波痕跡・被害調査の概要

- [2024.1.1](#) 土木学会海岸工学委員会有志で、調査チーム結成の可能性について協議開始.
- [2024.1.2](#) 海岸工学委員会R6年能登半島地震津波調査グループ設置.  
先遣隊として、金沢大・北陸先端大・金沢工大・東北大の合同チームを結成.
- [2024.1.3](#) 津波研究・海岸工学コミュニティ(tsunami-japan, CECOM)で、本格調査計画の共有・調整開始.
- [2024.1.4](#) 先遣隊調査開始. 金沢一珠州市間の道路状況、被害状況把握、現地の状況および津波調査結果を報告.
- [2024.1.5～](#) 下記の大学・機関（計23機関、69名が参加）が順次調査を開始.

調査機関（海岸工学関係）

東北大学，茨城大学，群馬大学，中央大学，早稲田大学，関東学院大学，東京大学，東京都立大学，長岡技術科学大学，富山県立大学，金沢大学，金沢工業大学，北陸先端科学技術大学院大学，京都大学，関西大学，徳島大学，鳥取大学，広島工業大学，気象庁，パシフィックコンサルタンツ，清水建設，仙台測器，Geosurf

石川県内の3大学（金沢大学，金沢工業大学，北陸先端科学技術大学院大学）の研究者5名で連携して石川県内の痕跡・被害調査を実施（継続中）

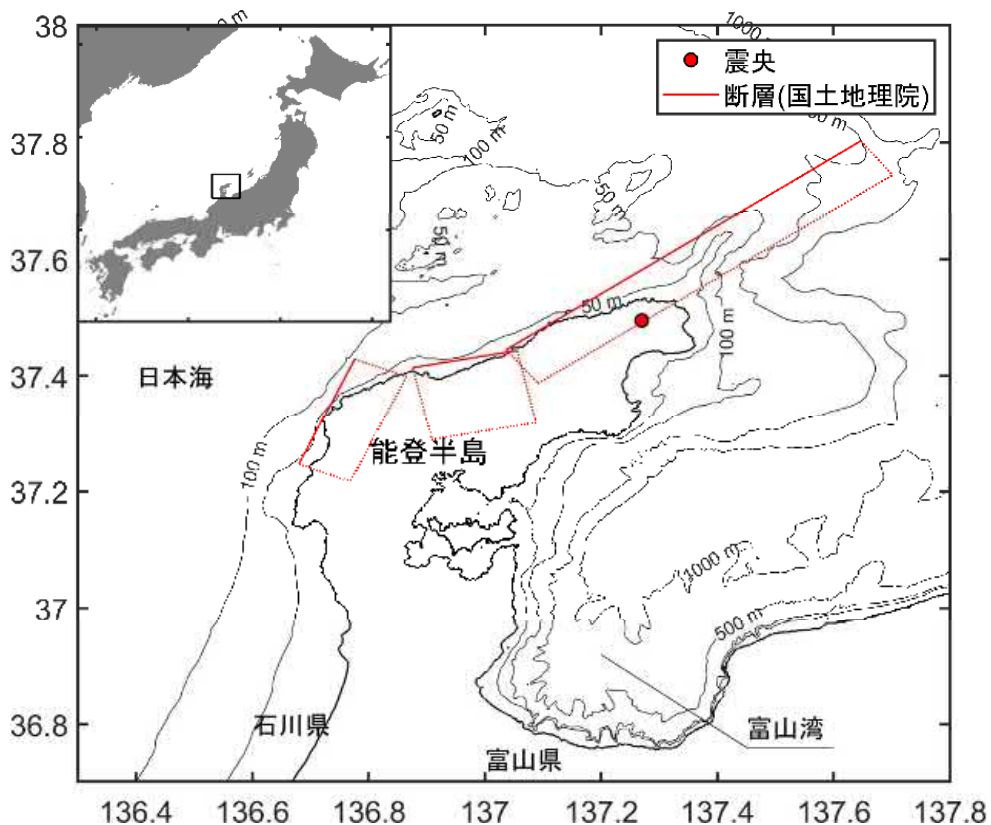
# R6能登半島地震津波の輪郭(1/5)

## 1. 「近い」津波

震源が能登半島直近に位置

- ・半島北部の海岸に「早く」津波が到達
- ・一部の地盤が大きく隆起→港湾機能損失, 津波に対しては防護的側面

陸域の直近でも津波は起こり得る

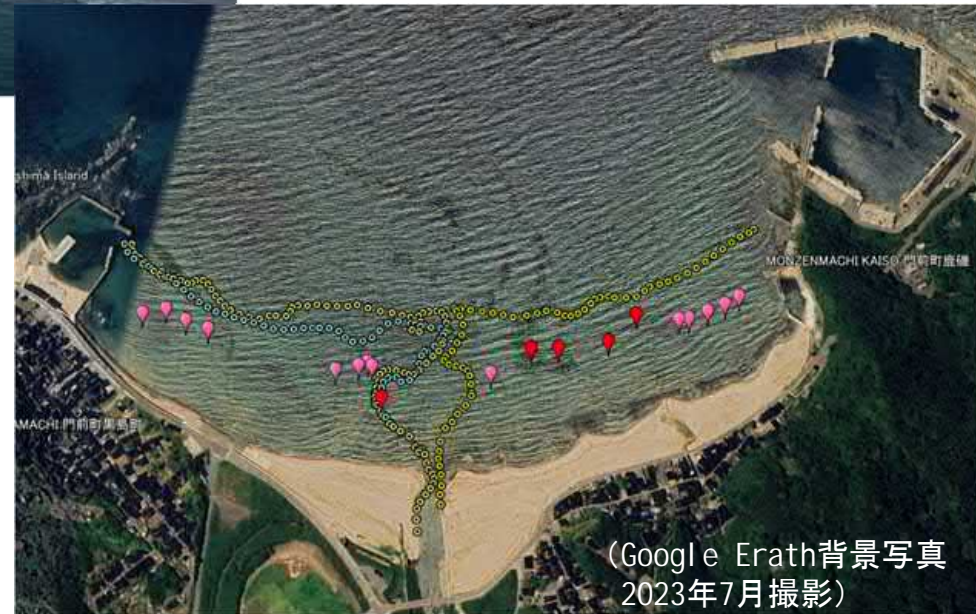


- ・ 輪島港・光浦漁港で1.5~2.0m程度の隆起：浸水無
- ・ 地盤隆起による海底露出
- ・ 地震動による港湾構造物の被害大

# 地盤隆起による海底露出・砂浜の前進



地震前後の汀線位置の変化と  
津波漂流物の堆積位置



## 海浜の拡幅

黒島漁港付近：約150m,  
八ヶ川河口付近：約250m,  
鹿磯漁港付近：約170m

砂浜面積 2023年7月：約8.8万m<sup>2</sup>  
⇒2024年3月：約34.3万m<sup>2</sup>に拡大  
(砂浜面積は25.5万m<sup>2</sup>増加, 元の面積の約3.9倍)



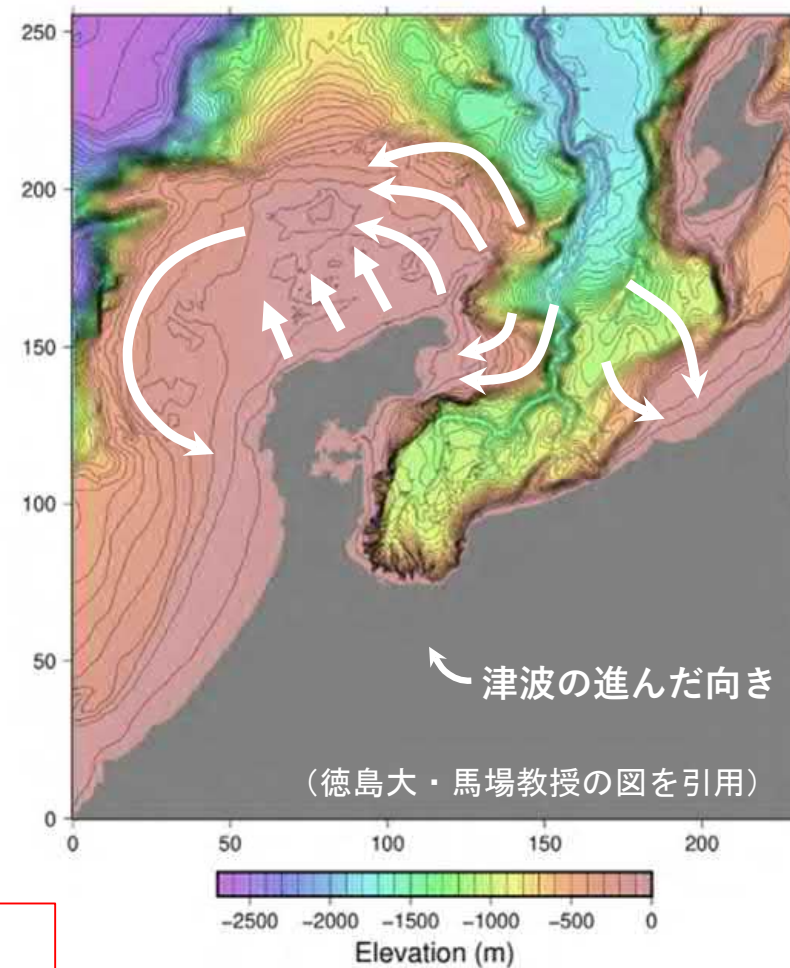
## R6能登半島地震津波の輪郭(2/5)

### 2. 「早い」津波

早いの意味合いは地域により異なる

- ・ 石川県能登半島先端部  
津波発生域に近接しており極めて短時間に第一波が到達
- ・ 新潟県：発生した津波が水深の深い海盆エリアを高速で伝わって到達  
(速い津波)
- ・ 富山県：地震により誘起された海底地すべりによる津波が先行して到達

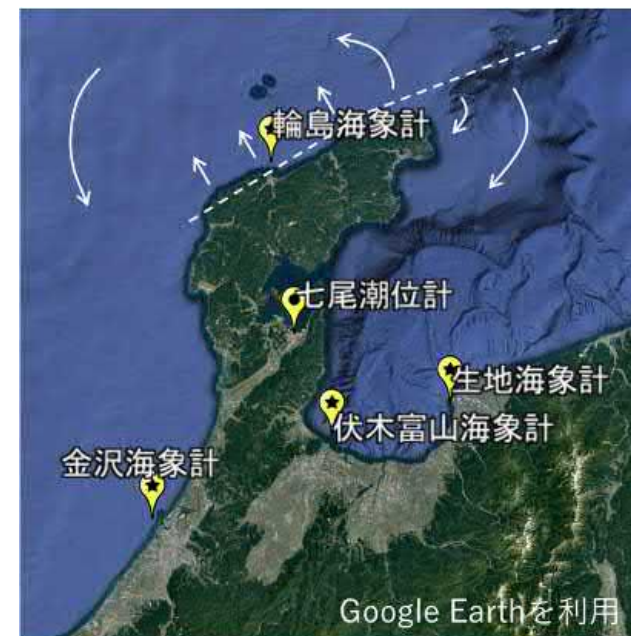
震源直近以外でも注意が必要であることを示唆



## R6能登半島地震津波の輪郭(3/5)

### 3. 「複雑な海底地形の影響を受け、地点により特性の異なる」津波 (視点により姿形の異なる津波)

- 波源近くに広がる遠浅地形（飯田海脚）で津波が屈折し珠洲市に大きな津波が来襲.
- 先行した津波の陸域からの反射波が浅瀬地形にトラップされ（沖合に抜けずに岸に向けて戻り，岸に沿う方向に伝わる），後続波と複雑に重合.
- 最大波は遅れて到達  
（例：能登半島北部の陸棚を大きく回り込んだ津波が，反対側の志賀町にも来襲し，地震から1時間半後に3mの最大波が到達）
- 島，大陸からの多重反射



能登半島，富山湾周辺の海底地形の影響が顕著→  
津波の伝達の仕方は各地域をとりまく海底地形の影響により異なる。

地域の津波伝播特性やその特徴を生み出す地形条件の理解・把握が重要

# 予備知識①津波の伝わる速度

表1 津波の伝わる速度と水深の関係

水深 (m)	10	20	50	100	200	500	1000	2000	4000
伝わる速度(km/h)	36	50	80	113	159	252	356	504	713

短距離トップアスリート(36km/h) ↑

新幹線 (E5系: 320km/h) ↑

プロレーサー ↑  
(ホンダ・ステップQ400: 667km/h)

日本気象協会ホームページより, [http://www.jwa.or.jp/static/topics/20110401/tsunami\\_chishiki110401.pdf](http://www.jwa.or.jp/static/topics/20110401/tsunami_chishiki110401.pdf)



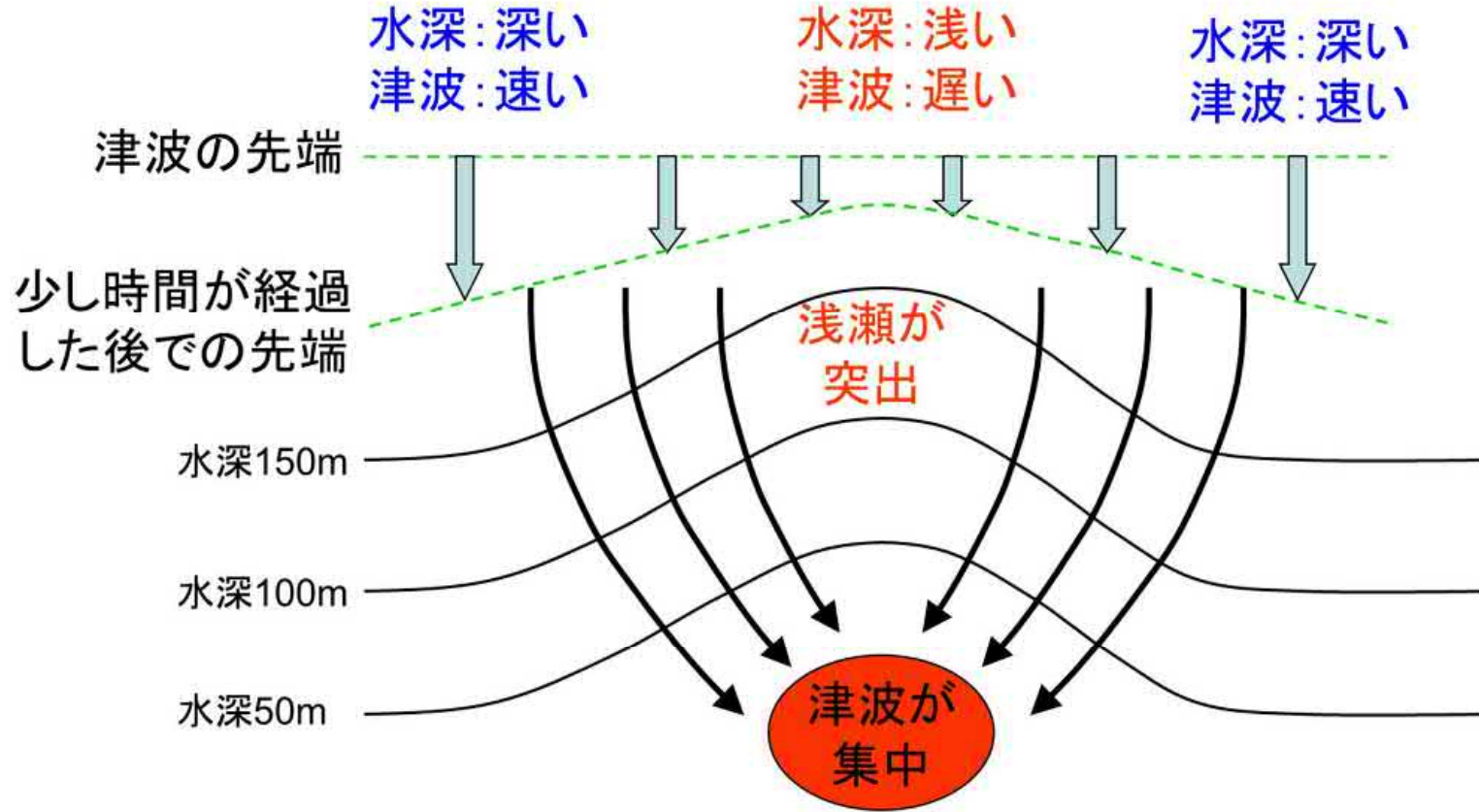
津波は水深が深いところほど早く伝わる

$C$  : 津波の伝播速度  
 $h$  : 水深  
 $g$  : 重力加速度 (9.8m/s<sup>2</sup>)

(気象庁ホームページより, <http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/know/tsunami/generation.html>)

津波の屈折：水深の異なるところに津波が入射するとどうなるか？

例：浅瀬が突出した地形に津波が来襲した場合

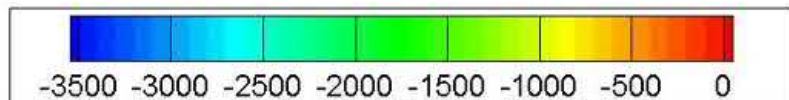


凸レンズに入射した光が集められるように  
海底の浅い部分に津波が集中して波高が高まる。

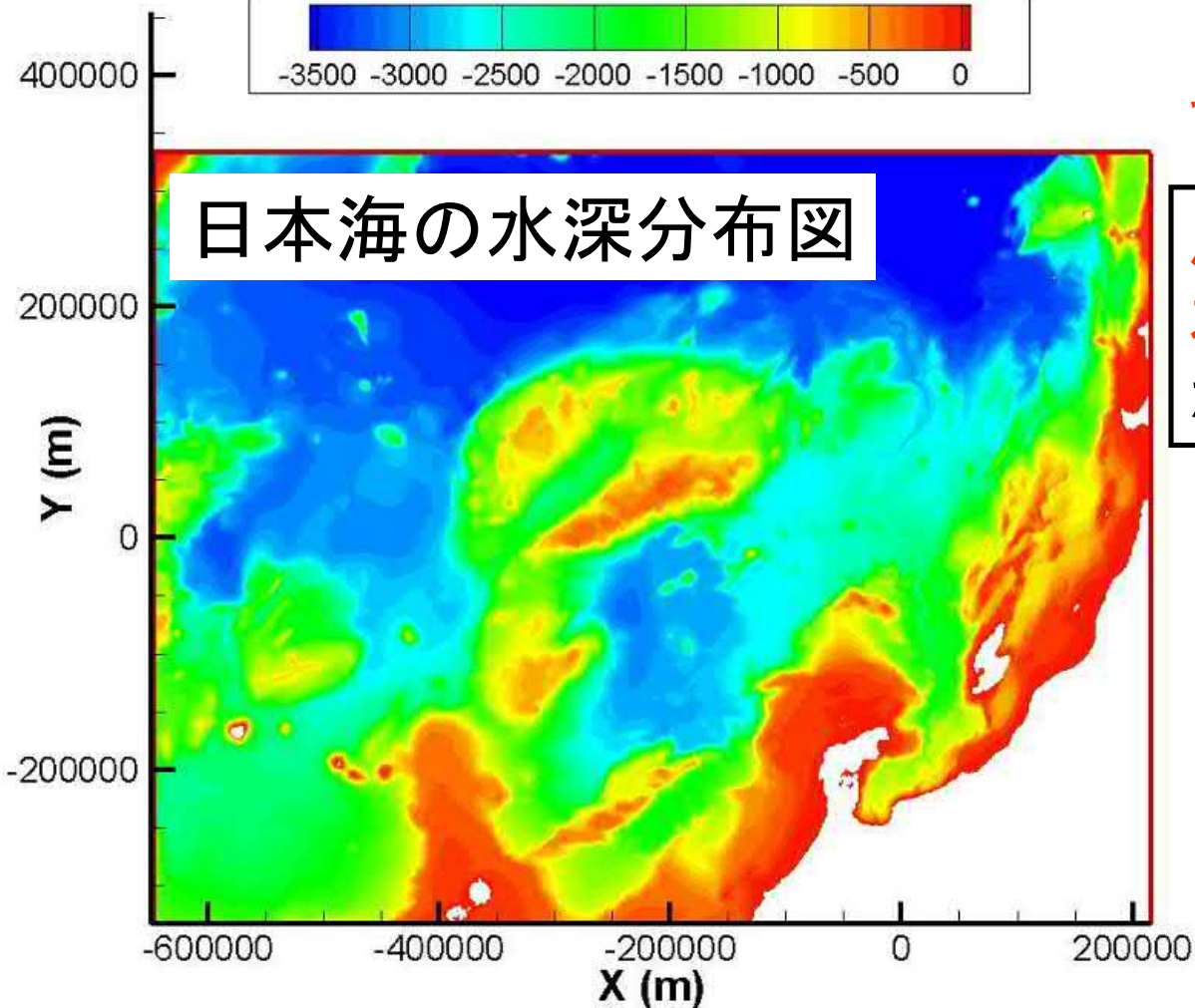


# 能登半島周辺の海底地形の特徴

深い ← 水深(m) → 浅い



日本海の水深分布図



能登半島北方

周囲と比較して水深の浅い領域が広がる

水深の浅いところほど周囲と比較して津波がゆっくり伝わる

津波の向きが曲がる

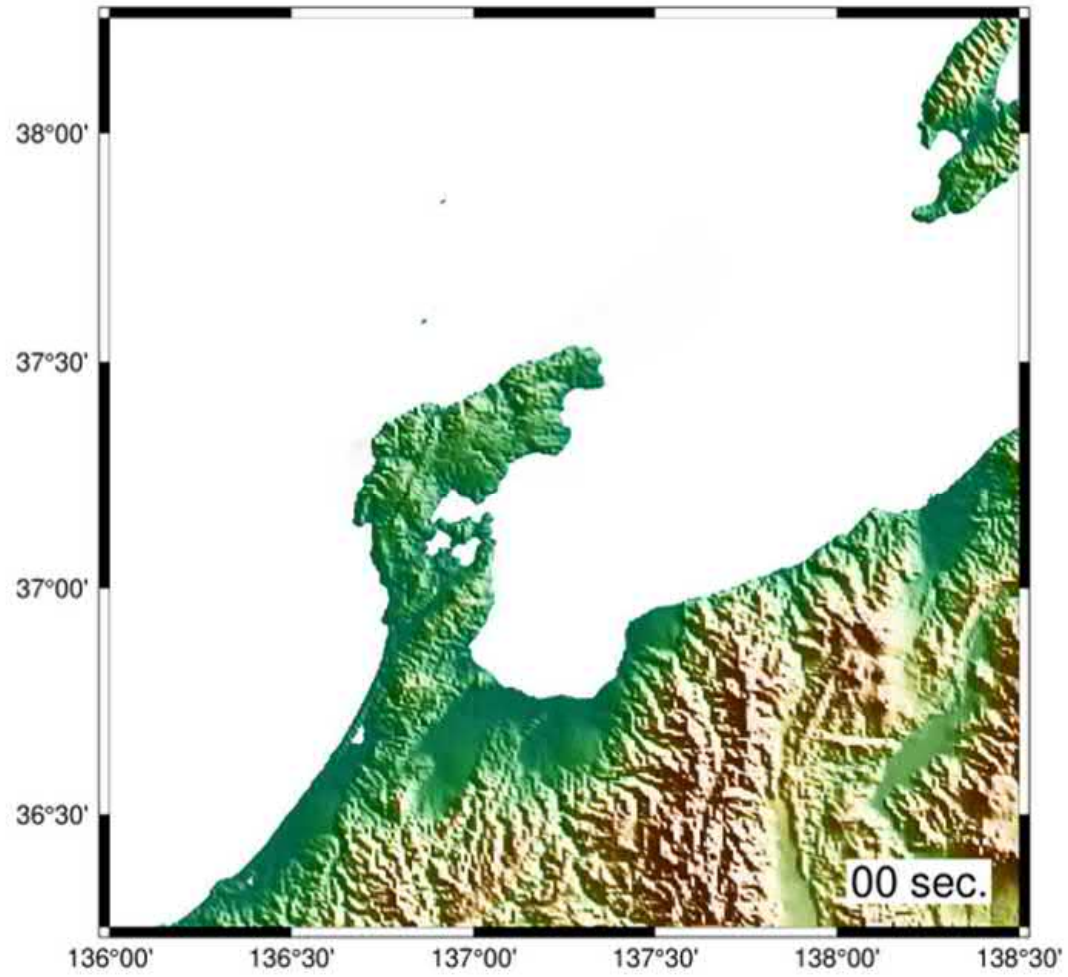
新潟方面

周囲と比較して水深の深い領域が広がる

水深の深い海盆、海谷上を津波が早く伝わる

津波が早く到達する

F43断層を仮定した津波数値計算（徳島大学・馬場教授のモデルによる）  
 （注：今回の津波に対するものではなく，事前想定計算）



（徳島大学馬場教授の数値シミュレーション）

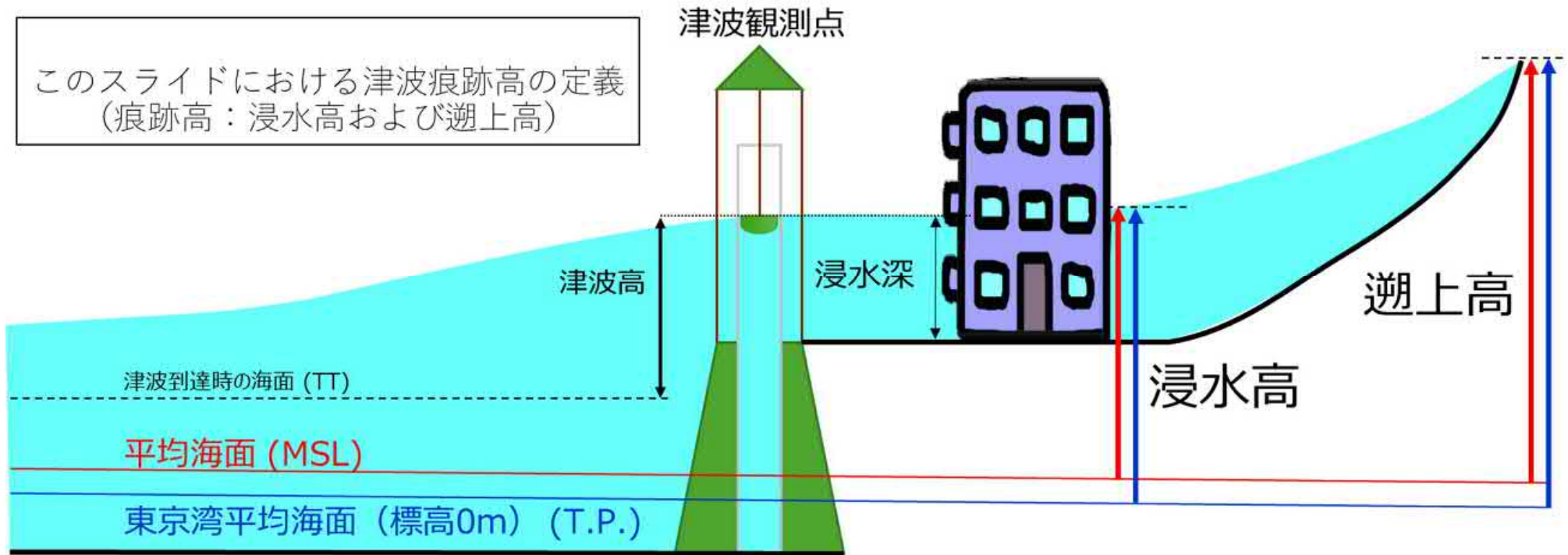
傾斜	すべり角	断層長さ	断層幅	合計断層長さ	合計断層面積	平均すべり量
(度)	(度)	(km)	(km)	(km)	(km <sup>2</sup> )	(m)
45	78	37.7	17.7	56	988	3.10
45	112	18.1	17.7			
45	113	48.3	19.7	94	1852	4.50
45	105	45.9	19.7			
45	99					
45	145					
45	103					
45	62					
60	42					
60	107					
60	215	28.2	14.1	28	397	2.14

事前想定されていた津波断層モデル  
 （国土交通省資料より）

図 2.6 断層モデル設定案（北陸～東北）

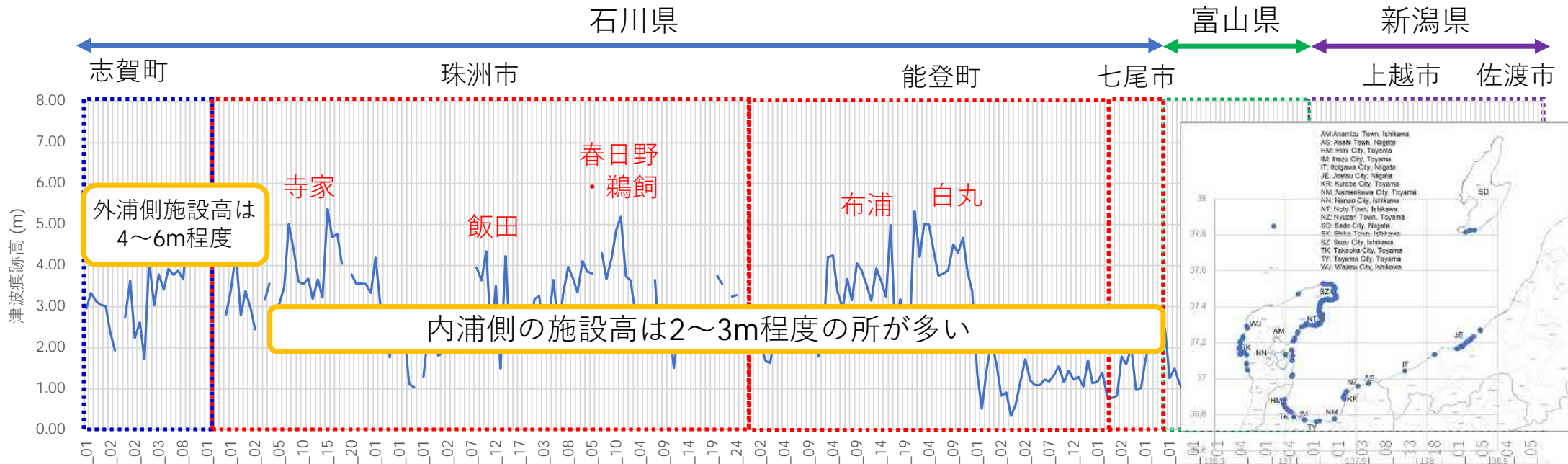
(予備知識②) 津波の痕跡高の記載に関して

トータルステーション，RTK-GNSS（GPS），航空機からの撮影観測等で，痕跡高を計測



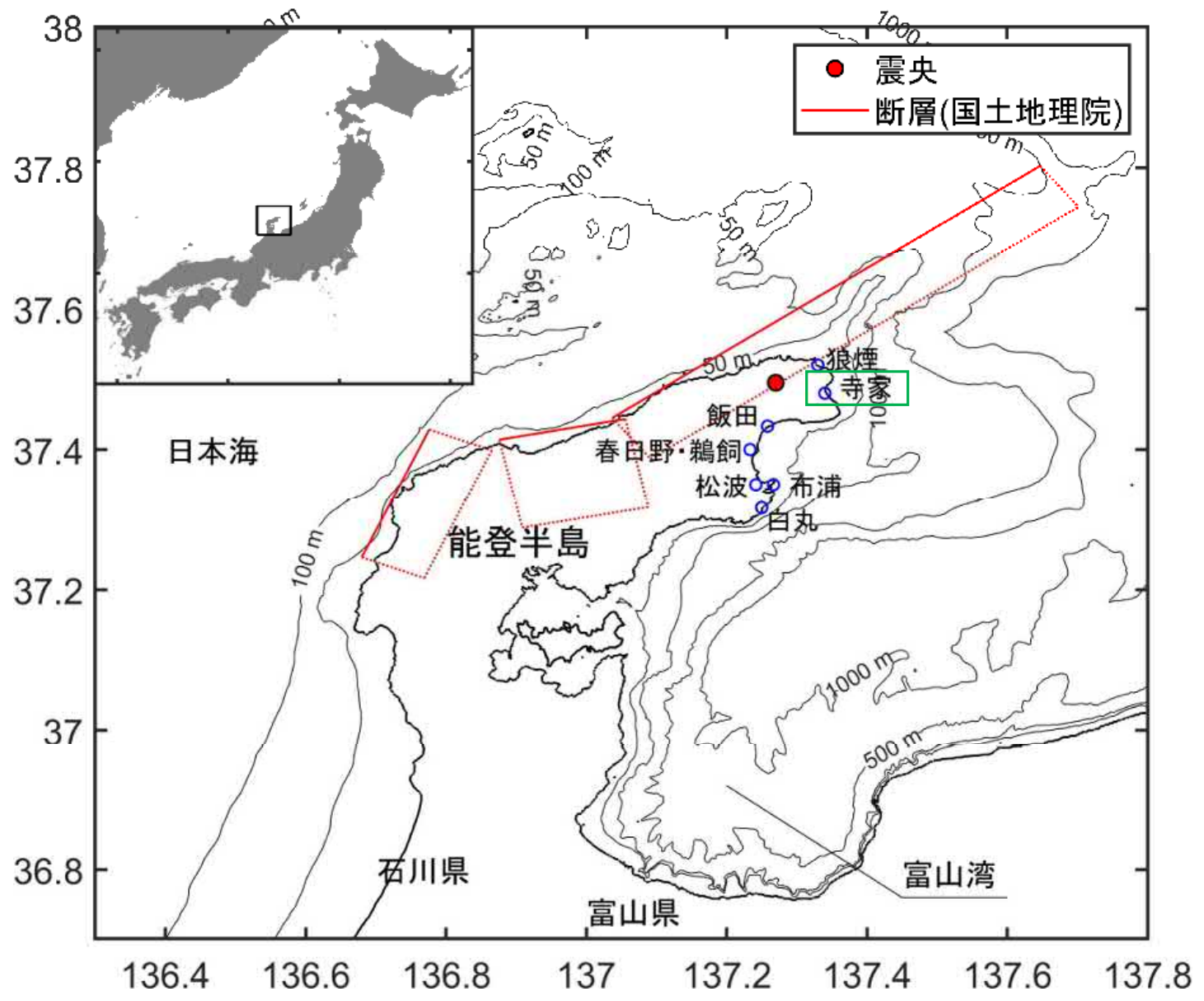
痕跡高について，津波最大波到達時の海面を基準とした場合と平均海面を基準とした場合で，0.1～0.2m程度の差が含まれうると考えられる。

# 海岸工学委員会・能登地震津波調査グループの痕跡高調査結果 (計303点, 内1/3程度が石川県内3大学グループの測定)



石川県：珠洲市寺家，飯田，春日野・鵜飼地区および能登町白丸地区に極大値が  
 点在する形で振動的に変化し，最大5.6m程度の痕跡高が観測された。  
 内湾の穴水町，七尾市では，津波痕跡高は2.5m~1.0m程度の低い値となった。

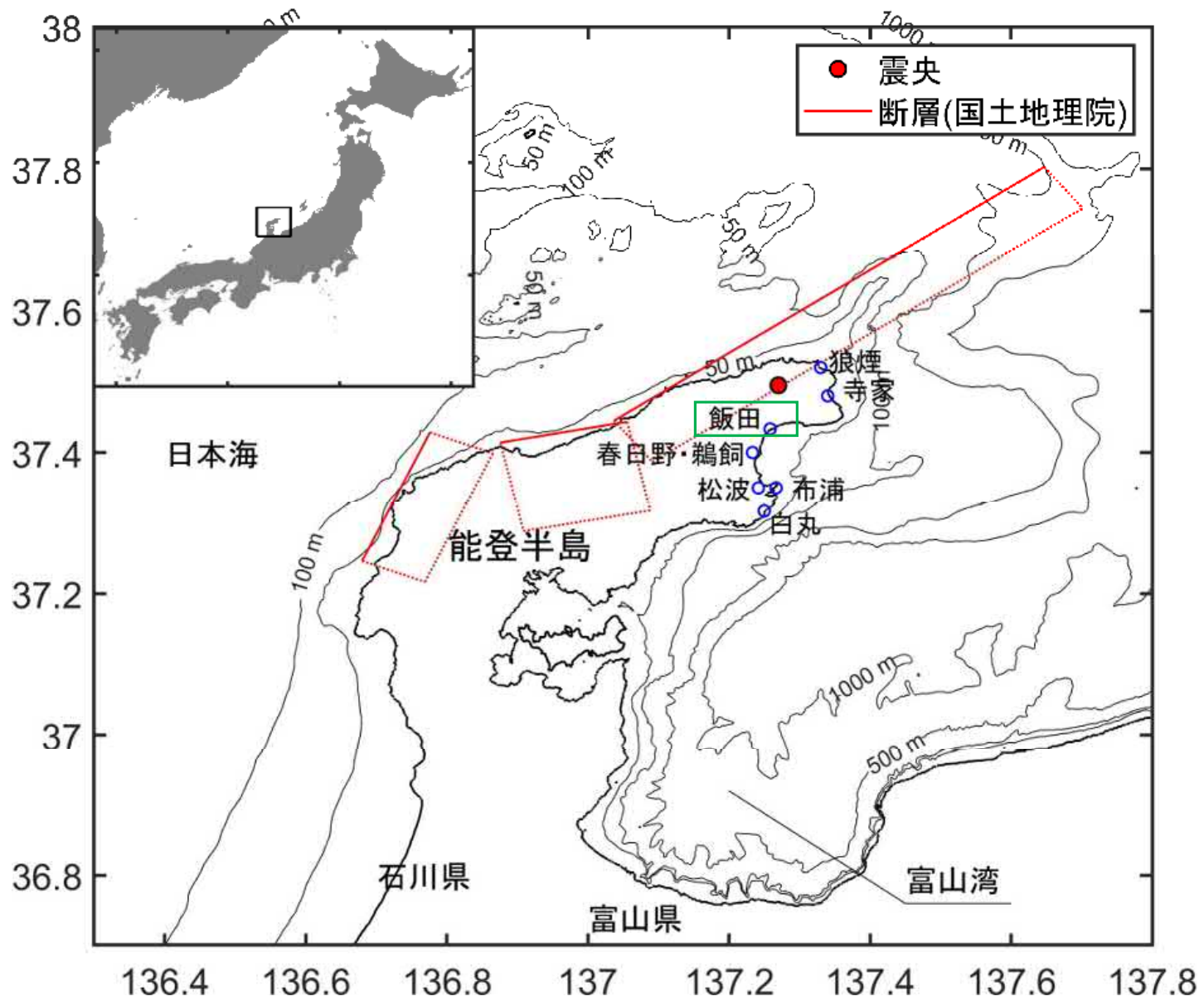




# 珠洲市：寺家







# 珠洲市：飯田



飯田港（撮影：金沢工大）

浸水高：T.P.1.6～4.6m

若山川河口左岸（蛸島漁港）側の調査8地点の痕跡高平均：2.1m

右岸（飯田港）側の10地点の平均：3.4m

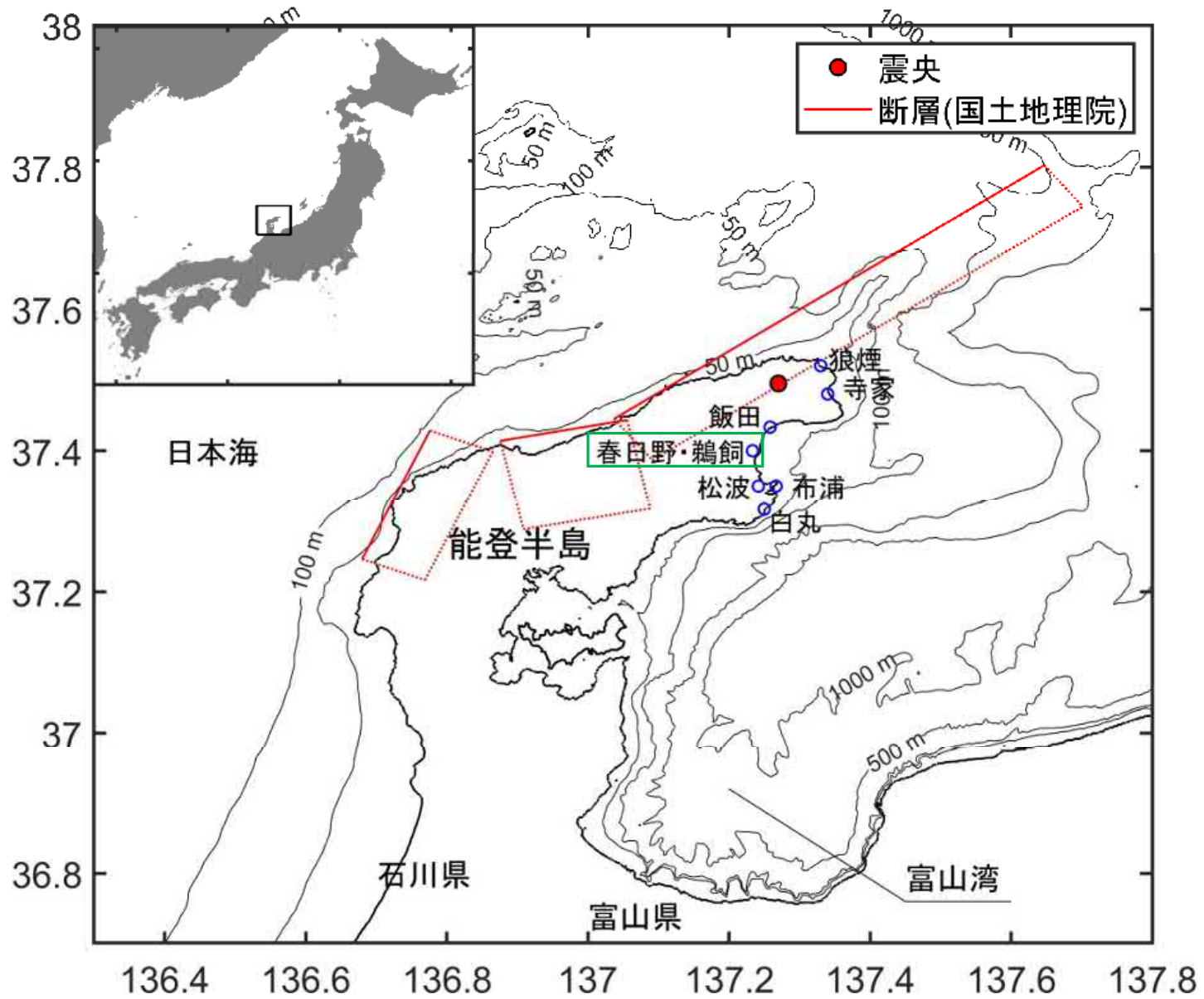
飯田港背後域の若山川付近で痕跡高が最高4.6m

若山川河口付近の状況



（金沢大・金沢工大・北陸先端大・東北大・  
パシコンチーム）



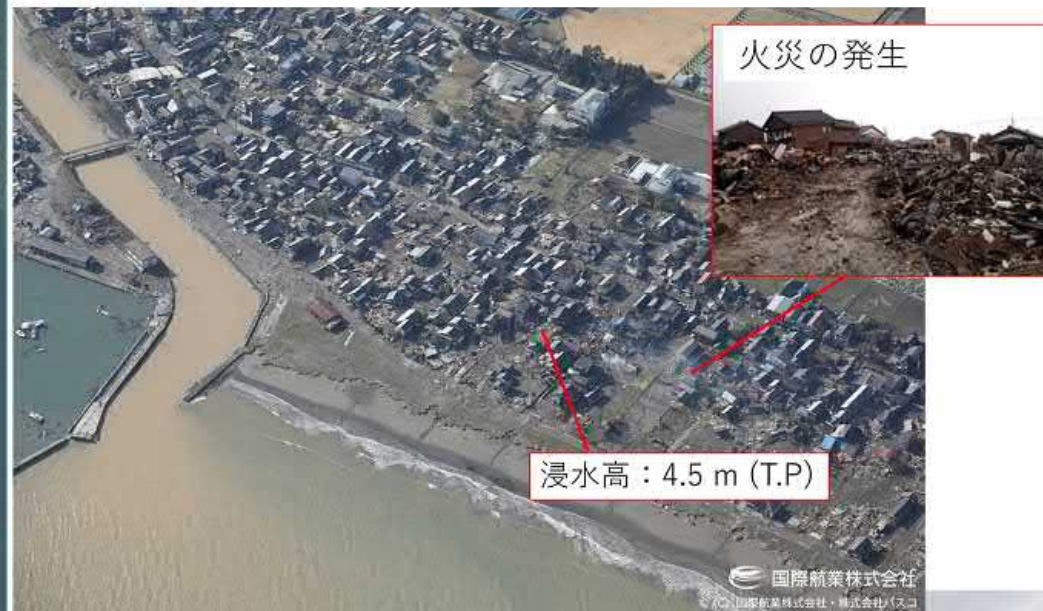


# 珠洲市：春日野・鵜飼



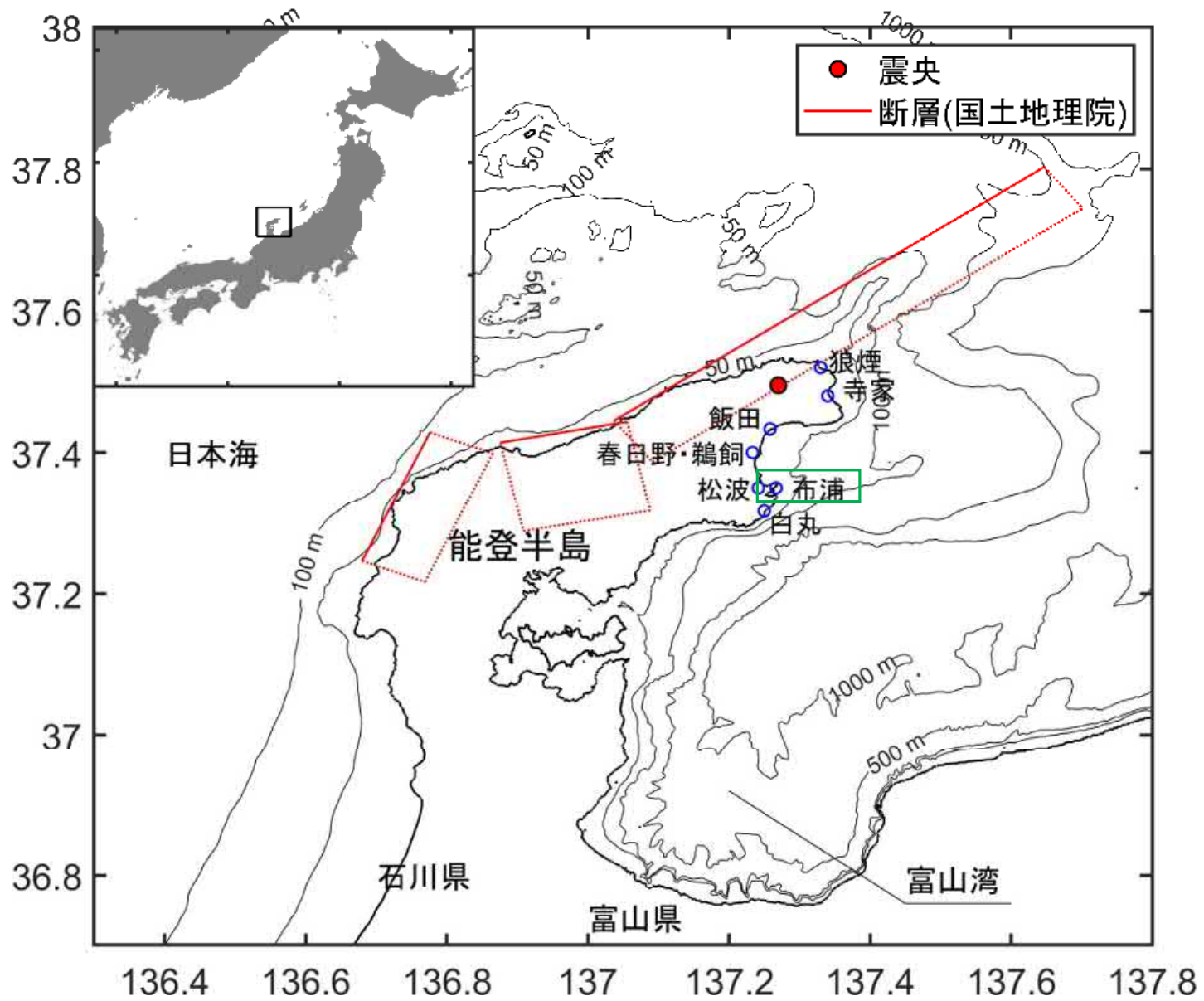
1月4日：東北大・金沢大・金沢工大・北陸先端大チーム

1月6日 - 7日：京大・関大・鳥取大チーム



土木学会調査団による調査







能登町：  
布浦

被害・浸水有

赤崎釣棧橋  
近傍域



浸水高（家屋側面）：4.4 m(T.P)



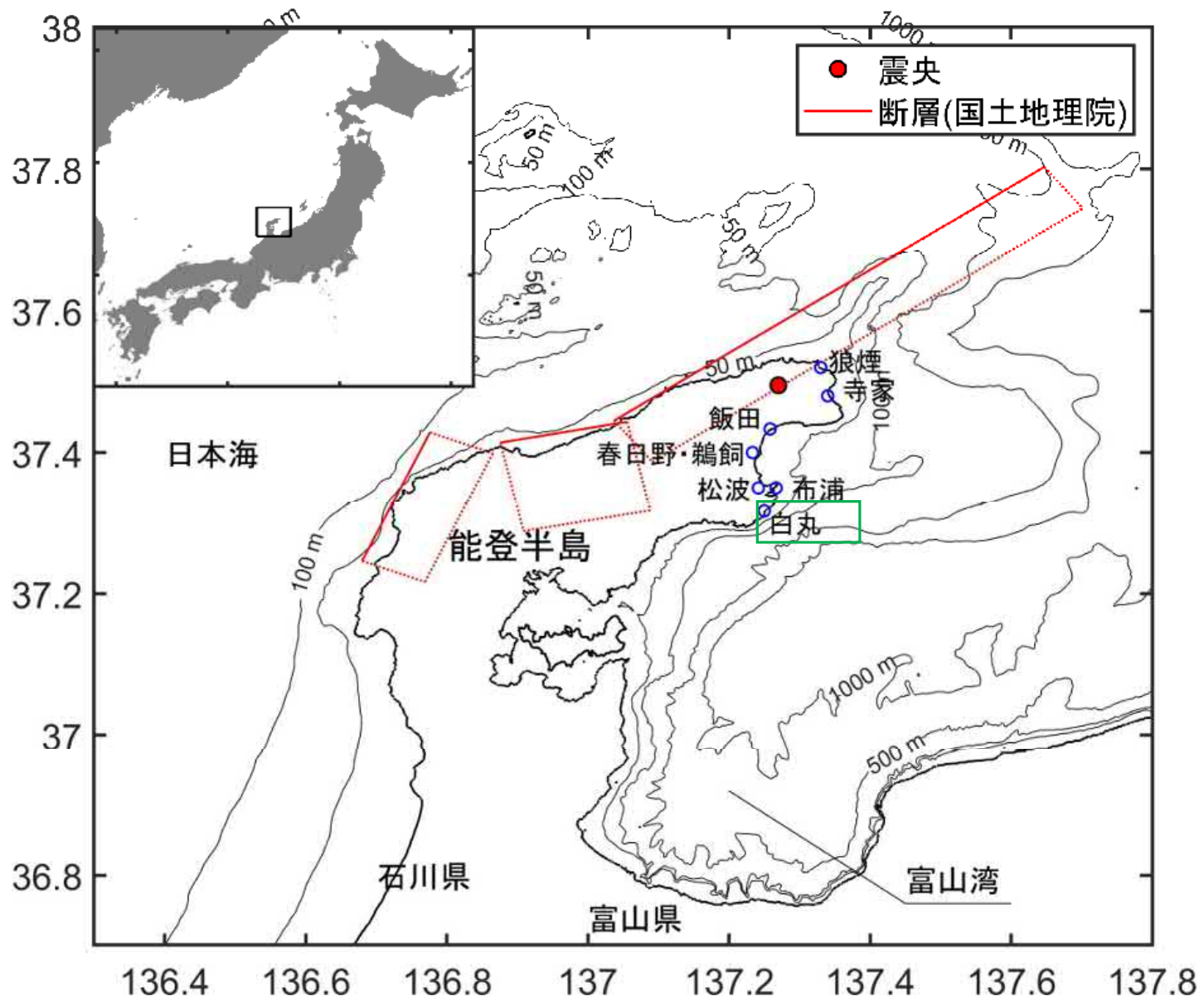
比那港背後の集落 浸水高4.5m(T.P.)

金沢工大・  
金沢大チーム



内浦総合運動公園  
浸水高：2.5 m(T.P)





# 能登町：白丸

## 被害・浸水有

- ・津波による大規模な浸水
- ・火災の発生



浸水高  
：4.8 m(T.P)

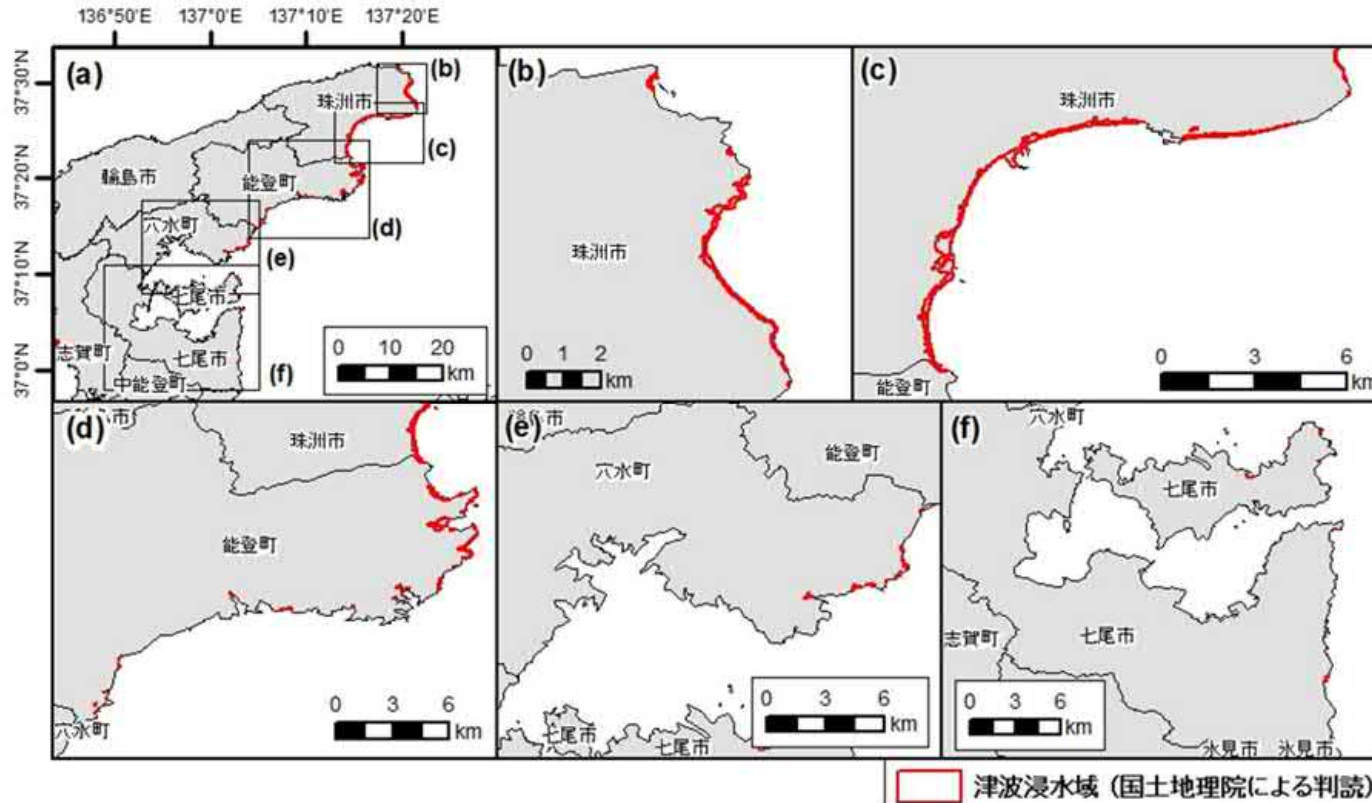


浸水高  
：5.5 m(T.P)

金沢工大・金沢大チーム



浸水域：石川県内の総浸水面積190ha（数値は国土交通省による）



国土地理院  
重ねるハザードマップを利用



地形分類図  
 水色：低地  
 橙：台地・段丘  
 茶色：山地  
 緑：丘陵・小起伏地



## R6能登半島地震津波の輪郭(4/5)

浸水域：石川県内の総浸水面積190ha（国土交通省）  
最大遡上高・痕跡高4～5m

浸水の程度は津波の高さとそれに対する防護力との相対的なバランスや背後域の利用形態で決まる

- ・津波高さ：自然条件（波源との相対位置や海底地形の影響）により空間分布が決まる。

数値シミュレーションの再現結果と観測結果はおよそ整合

- ・観測された浸水域は、事前の最大浸水想定エリアの範囲内

### 今後の検討課題

- ・日本海側は潮汐差が小さい→数メートルの津波は内湾で被害を大きくする（珠洲市，能登町）
- ・冬季高波浪特性の違い→波浪災害への抵抗力の違いの影響

能登半島の外浦（冬季高波浪），内浦（能登半島の遮蔽域で通常は静穏）

- ・断層周辺では地殻変動（隆起や沈降）が顕著→陸域への津波遡上に影響。今後の予測において従来の検討を発展させ、どう考慮するか検討の必要性有

## R6能登半島地震津波の輪郭(5/5)

### 津波被害

海岸・港湾域の被害：地震，津波の複合的な被害

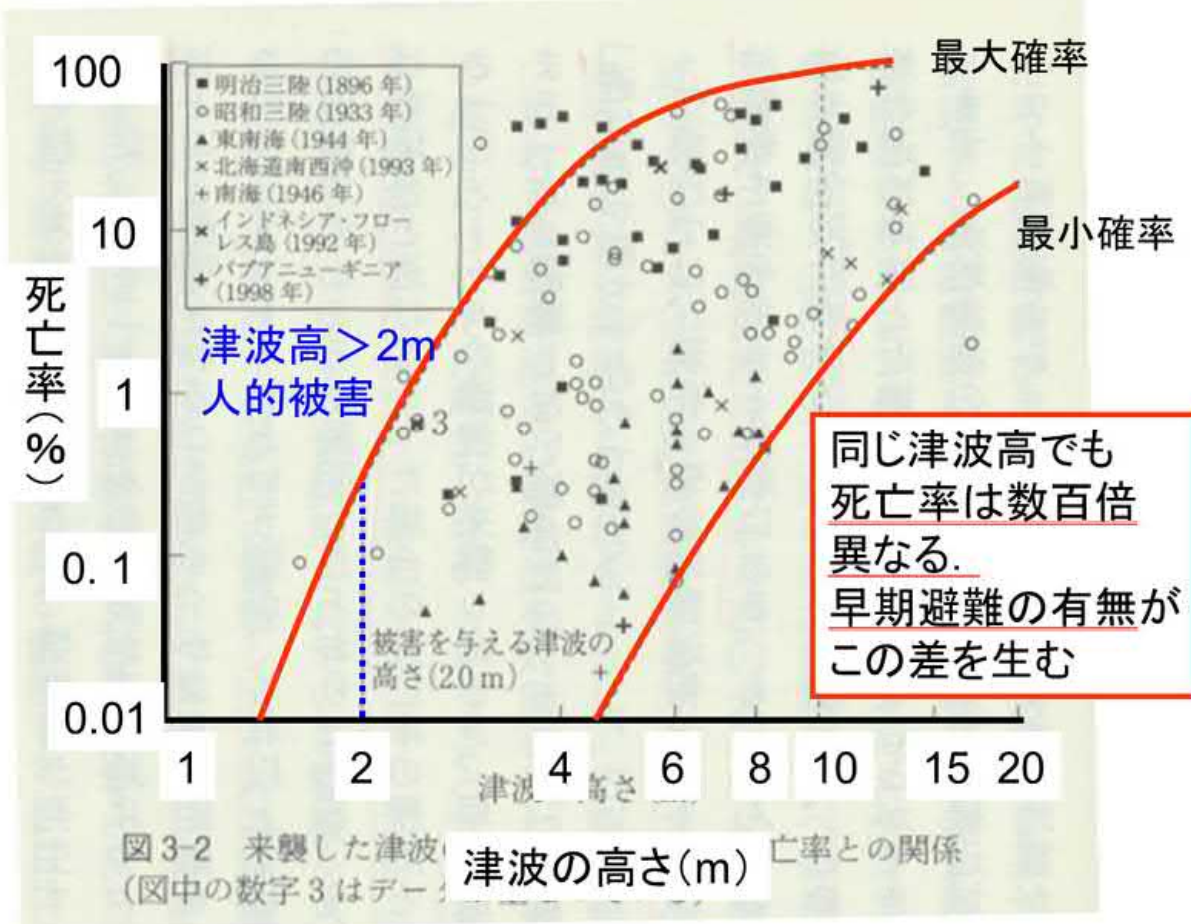
石川県能登半島を中心に富山県，新潟県にかけて  
広い範囲で被害発生

人的被害：近く，早く，多様な様相を呈した津波  
に対しても多くの人命が守られた。  
(人的被害2名)。

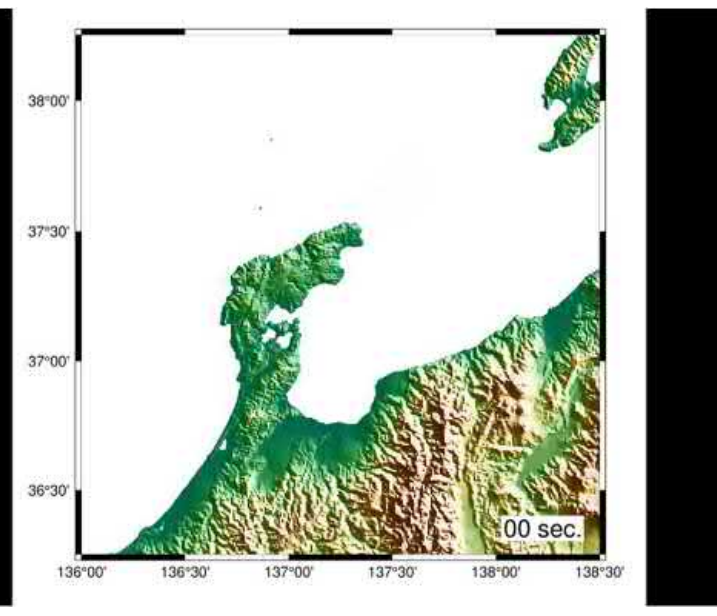
- ・自治体の浸水想定・ハザードマップに基づく  
日頃からの訓練
- ・強い揺れを感じたらすぐに海辺から離れ  
高いところに避難するという避難意識の高さ

平時より，災害に備えて準備を怠らず，継続  
することの大切さを浮かび上がらせている。

津波高さと死亡率の関係(集落単位) (河田, 2010より)



## R6能登半島地震津波による舢倉島への津波来襲・被害特性



周囲約5km、面積0.55km<sup>2</sup>

(徳島大学馬場教授の  
数値シミュレーション)

二木氏 (金沢大学大学院博士後期課程, 北陸電力勤務)  
による現地調査

- (1) 島内の津波浸水・被害状況の予備現地調査 (2月3日)
- (2) 島内全域の浸水域現地調査 (2月13日)
- (3) 島内にいらした方の聞き取り調査 (4月9日)
- (4) 島内の津波痕跡高調査 (4月15日) (金沢工大と共同)

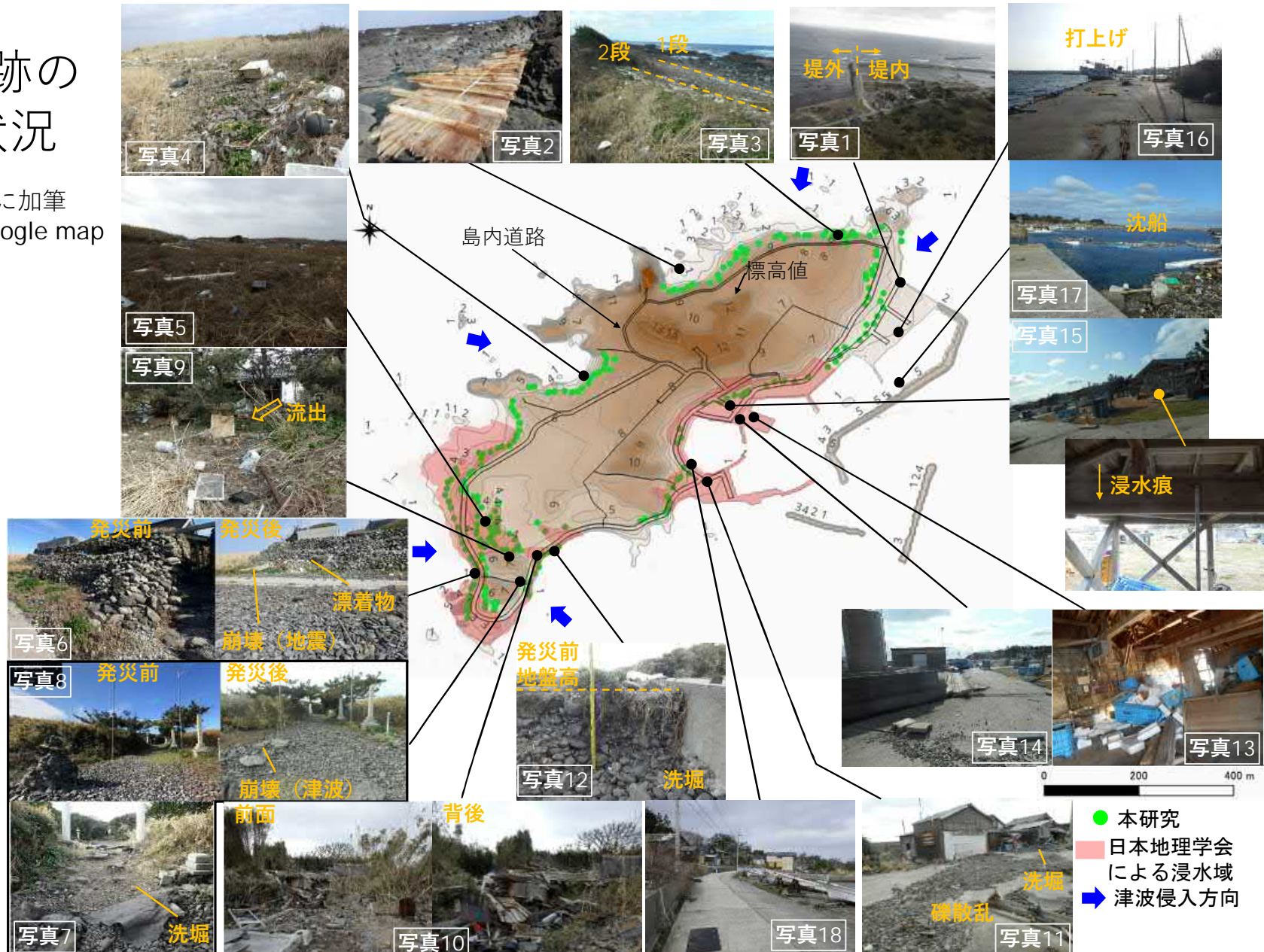
### 謝辞

調査にあたっては、北陸電力(株)および  
現地在住の坂口剛氏に多大なご協力をいただきました。  
謹んで感謝申し上げます。

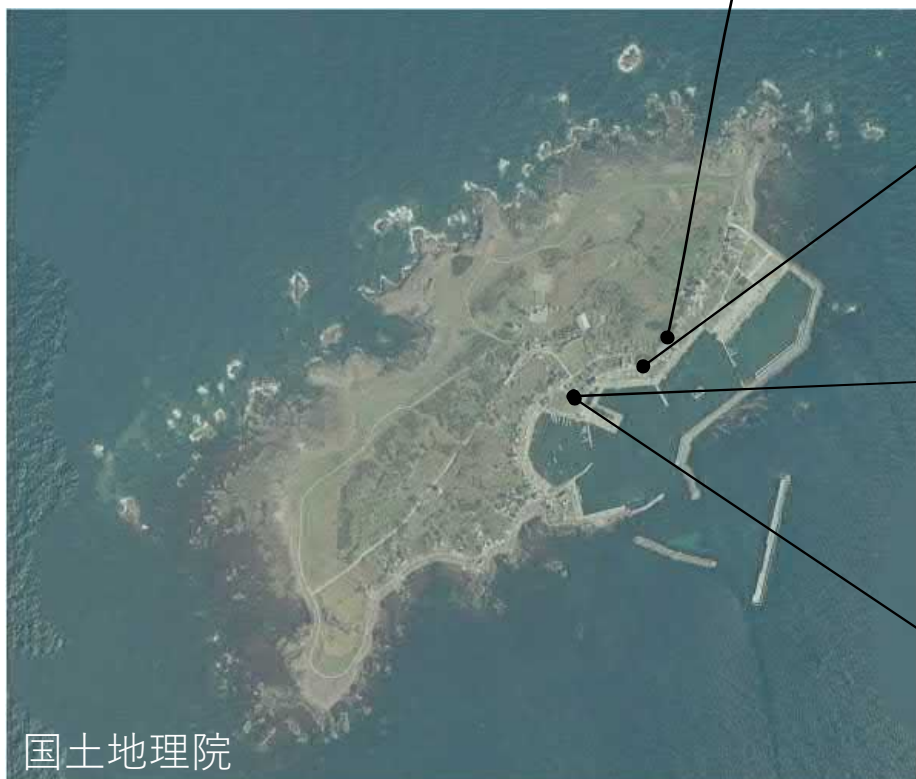


# 津波痕跡の分布状況

国土地理院地図に加筆  
 発災前状況はGoogle map  
 に加筆



津波到達直後の状況  
(写真提供：坂口剛氏)



国土地理院



日本海中部地震津波（1983）時の状況  
(津波デジタルライブラリーより)

現在、舩倉島周辺での津波伝播の  
数値シミュレーションを実施中  
(徳島大学と共同)

更なる痕跡高調査を予定



## おわりに

土木学会海岸工学委員会では、調査地域情報、調査計画等の共有、被災地の負担軽減を目的として、海岸工学委員会の有志により、令和6年能登半島地震津波調査グループを結成し、地震発生直後より検討、活動を開始して参りました。金沢大学もその主要メンバーとして活動しております。

今回得られた調査結果は、沿岸地域の被害状況の全容把握や今後の復旧に向けた基礎的資料として関係諸機関に提供されます。全データの公開や研究成果の学会・学術雑誌への発表に向けて作業を進めており、近日中に公開予定です。

---

今回の地震・津波で亡くなられた方々のご冥福をお祈り申し上げます。

被災者の皆様に心よりお見舞い申し上げます。