

令和6年能登半島地震により 発生した液状化・側方流動被害

公益社団法人 地盤工学会
令和6年能登半島地震災害調査団
「液状化・側方流動」部門 主査
長岡技術科学大学 豊田浩史

今回の地震で被災された方々に心よりお見舞い申し上げます。

団員（順不同）「液状化・側方流動」

主査	豊田 浩史	長岡技術科学大学
幹事	金澤 伸一	新潟大学
	保坂 吉則	新潟大学
	福元 豊	長岡技術科学大学
	高田 晋	長岡技術科学大学
	兵藤 太一	富山県立大学
	重松 宏明	石川工業高等専門学校
	阪田 義隆	金沢大学
	熊 曦	金沢大学
オブザーバー	高原 利幸	金沢工業大学
	月岡 浩	(株) ジオック技研
	藤野 丈志	(株) 興和
	坂東 和郎	(株) 興和
	高橋 浩之	(株) 興和
	岡田 広大	(株) 興和
	鶴巻 駿介	(株) 興和

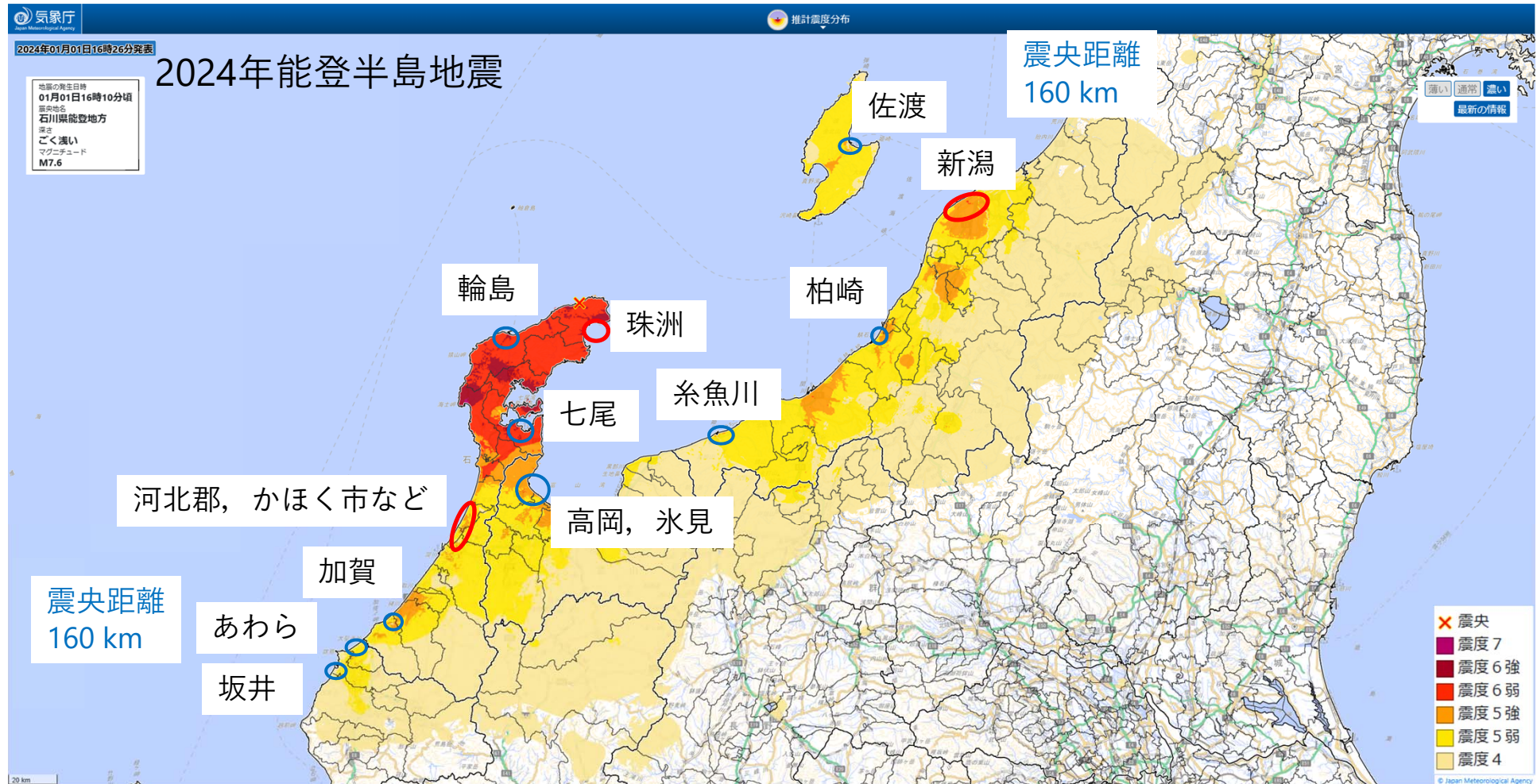
	寺崎 勉	ナチュラルコンサルタント (株)
	上田 信二	真柄建設 (株) 土木技術部
	山田 惣一郎	(株) キタック
	吉田 潤	(株) キタック
	田口 雄一	(株) 不動テトラ
	八木 真一	オムニ技研 (株)
	長谷川 史貴	オムニ技研 (株)
	規矩 大義	関東学院大学
	石川 敬祐	東京電機大学
アドバイザー	風間 基樹	東北大学
	加村 晃良	東北大学
	荒井 克彦	NPO福井地域地盤防災研究所
	小嶋 啓介	福井大学
	松山 雄紀	(株) 土木管理総合試験所
	中村 公一	鳥取大学
全体アドバイザー	安田 進	東京電機大学

内容

- 新潟市の液状化被害
- 内灘町周辺の液状化被害
- その他の再液状化
- まとめ

液状化被害エリア

比較的被害エリアの大きいもののみ掲載

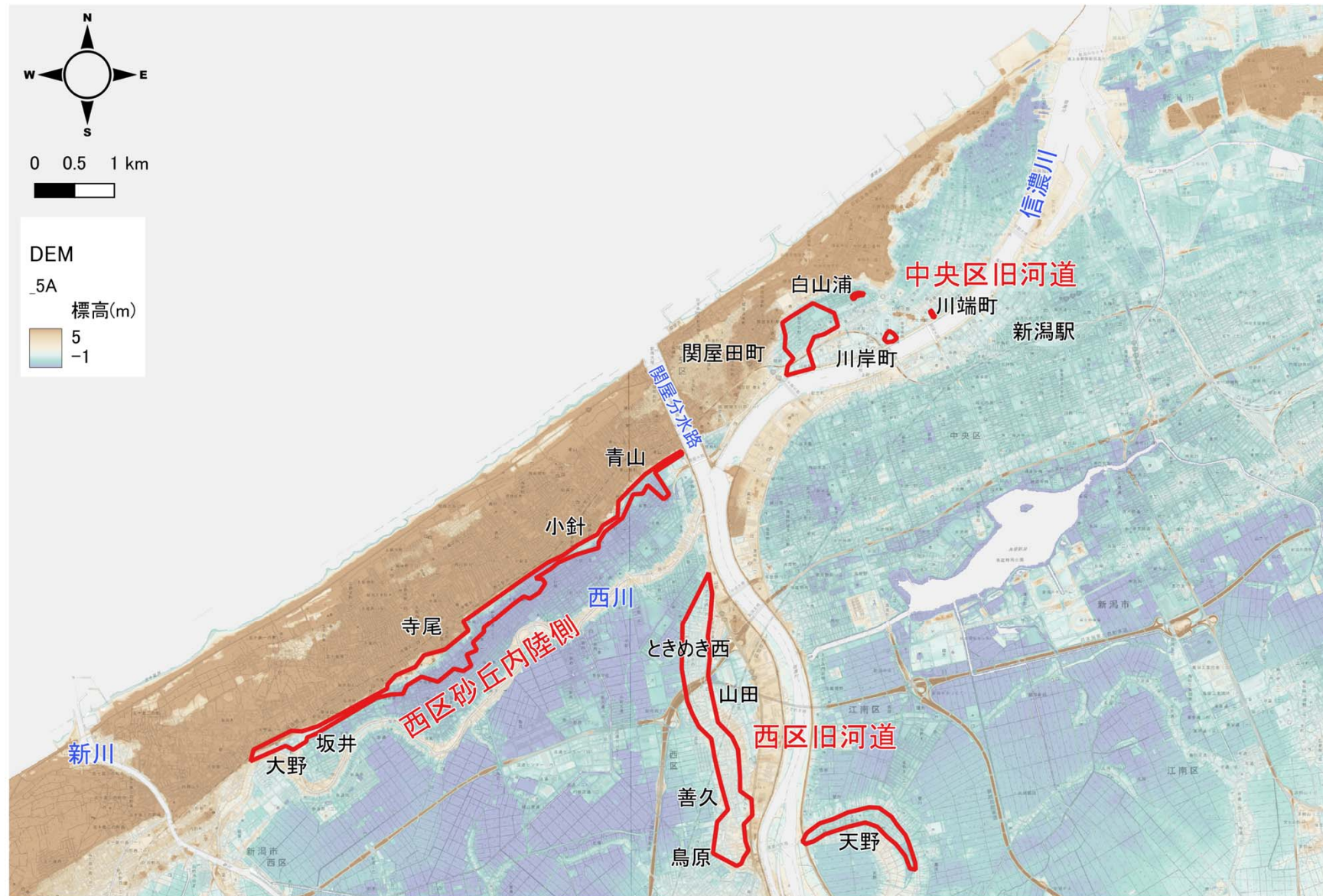


新潟市の液状化被害

- 砂丘縁辺部（西区：寺尾周辺）
- 旧河道（中央区，西区：善久，鳥原）

新潟市内の主な液状化発生範囲

(株) 興和 作成



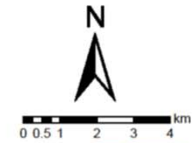
ベースマップ: 国土地理院基盤地図情報DEM5A(5mメッシュ)

注) この図は、新潟大学工学部及び興和の調査結果に、新潟大学災害・復興科学研究所の報告（同所HPを参照）を加えて作成していますが、
全ての液状化発生範囲を網羅していません。（例：女池三丁目、市営鳥屋野球場周辺）

新潟市の過去の液状化履歴

液状化しやすさマップ

《新潟地域》



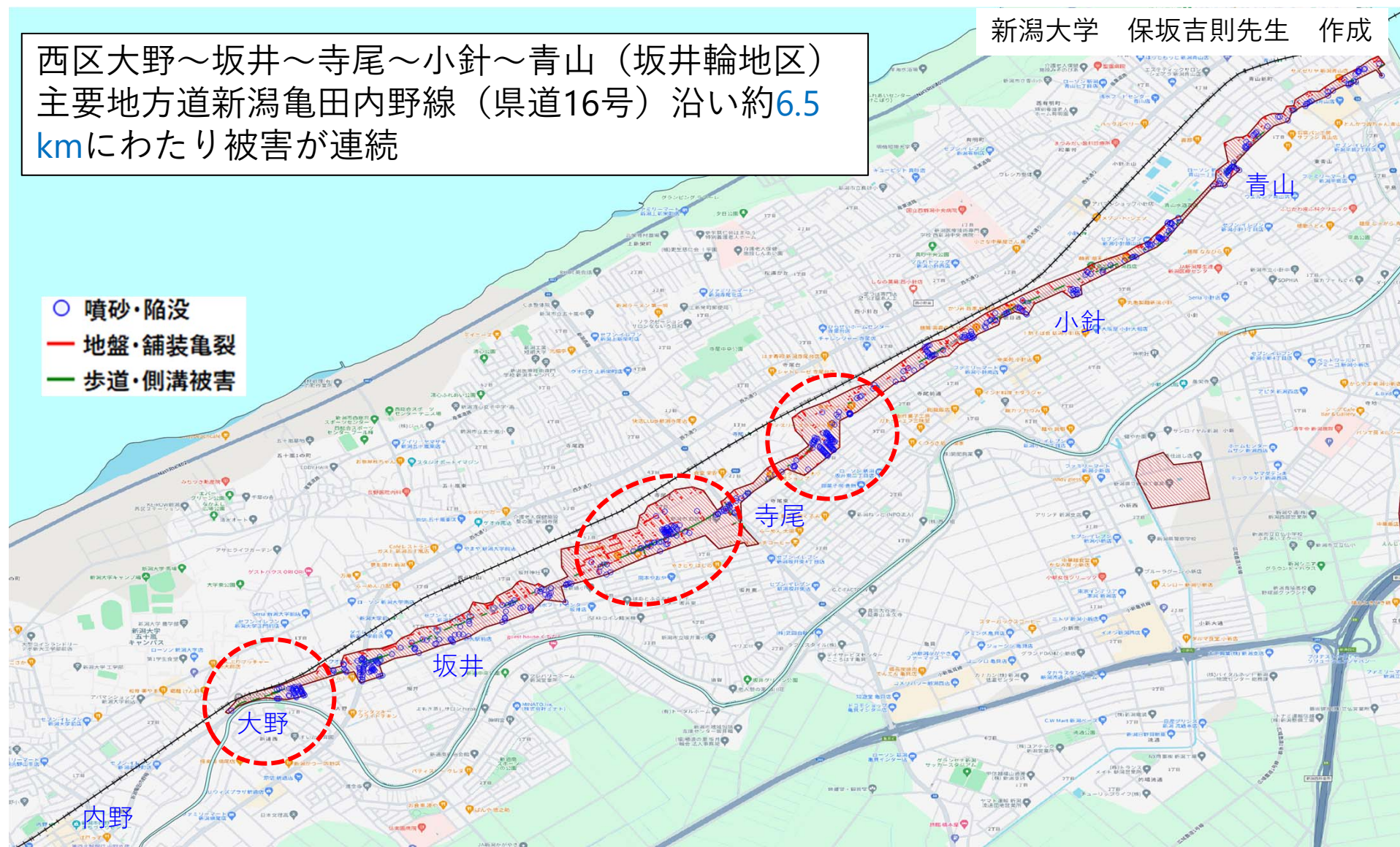
この地図の作成に当たっては、国土地理院長の承認を得て、同院発行の数値地図200000(地図画像)、数値地図25000(空間データ基盤)、数値地図25000(土地条件)を使用した。(承認番号 平23情使 第816号 第817号)
この図面は、5万分の1土地分類基本調査(地形分類図)新潟県発行(1971~1999)の一部を使用して作成した。
液状化履歴は、「若松加寿江(2011)日本の液状化履歴マップ745-2008(東京大学出版会)」による。
本マップには、過去の液状化履歴が○印でプロットされていますが、原典(若松,2011)では、地震毎にシンボルが変えられており、また液状化が発生した地点の確実度によってもシンボルの大きさが変えられています。本マップではこれらを区別せずに同じ記号でプロットしています。

砂丘周辺の液状化関連被害の概要

新潟大学 保坂吉則先生 作成

西区大野～坂井～寺尾～小針～青山（坂井輪地区）
主要地方道新潟亀田内野線（県道16号）沿い約6.5
kmにわたり被害が連続

- 噴砂・陥没
- 地盤・舗装亀裂
- 歩道・側溝被害



砂丘側は、道路舗装面の横断亀裂を確認
県道付近と低地側は、噴砂の発生を確認

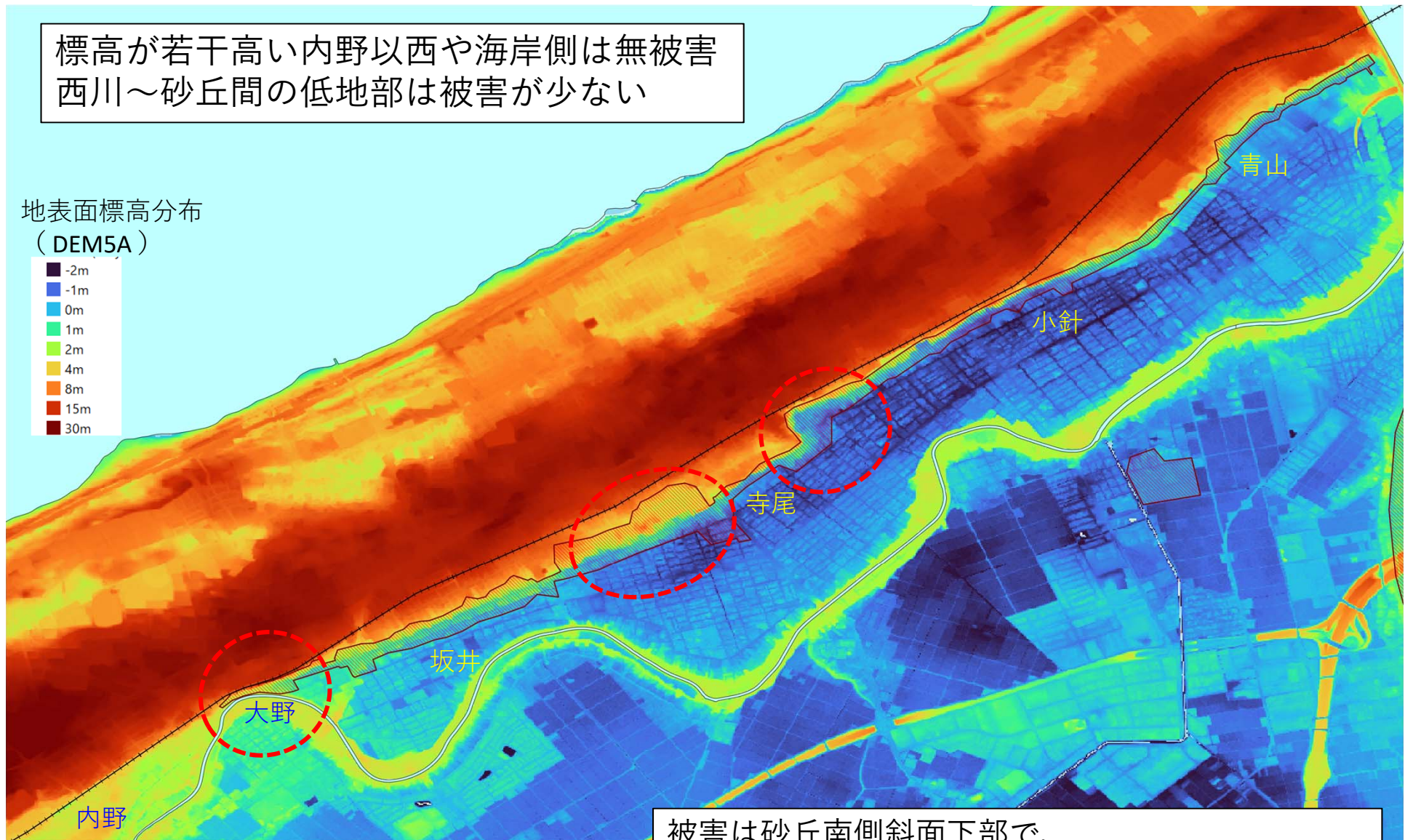
地図画像はGoogle Mapを利用

被害地周辺の地形

新潟大学 保坂吉則先生 作成

標高が若干高い内野以西や海岸側は無被害
西川～砂丘間の低地部は被害が少ない

地表面標高分布
(DEM5A)

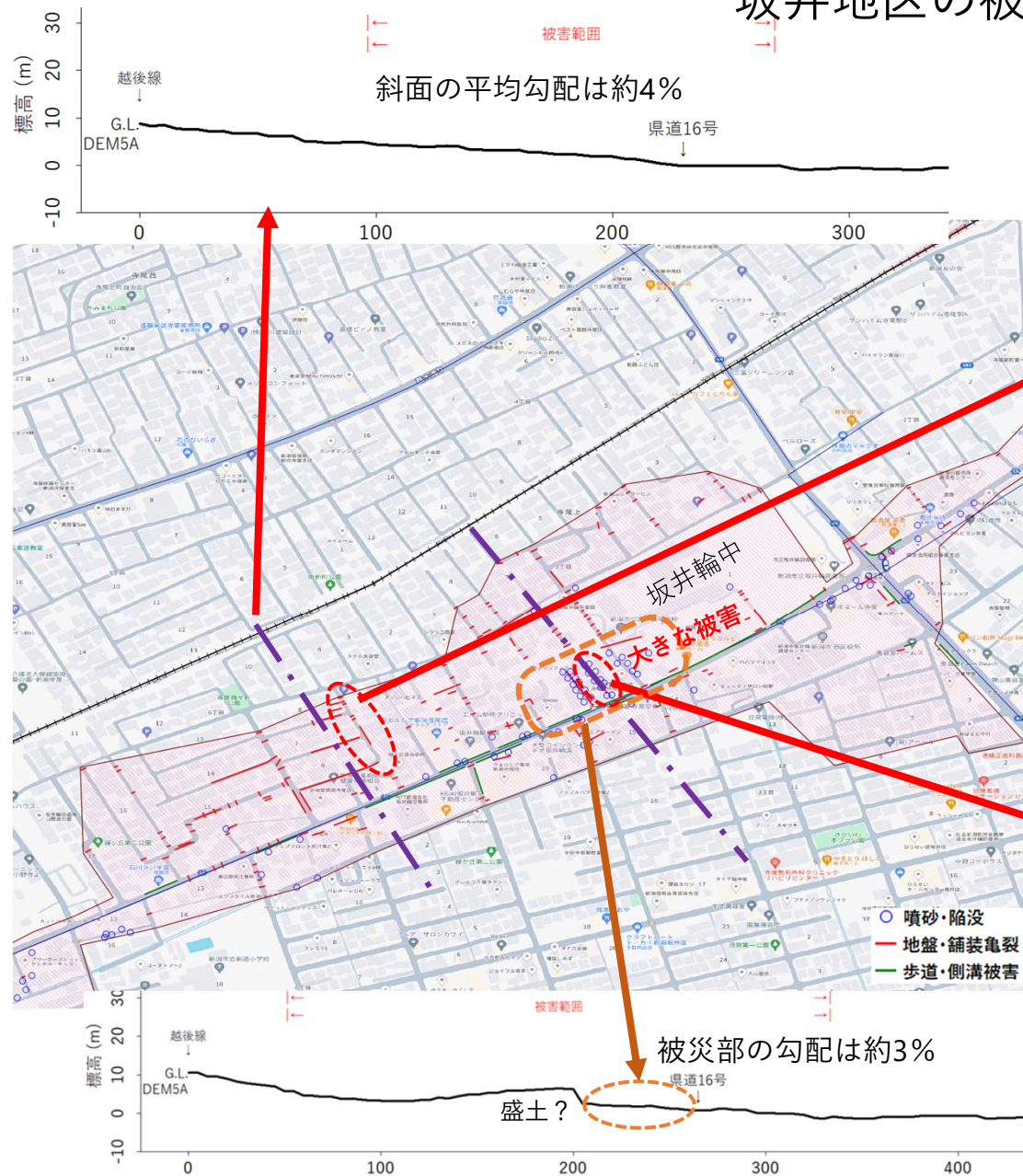


被害は砂丘南側斜面下部で、
液状化は標高0m以下の低地境界付近で発生
地下水位が高く、地表から湧水が見られる箇所も

砂丘縁辺部の地形条件と被害パターン①

坂井地区の被害

新潟大学 保坂吉則先生 作成



緩勾配砂丘斜面内の路面横断亀裂
水平変位や下部の隆起は小さい

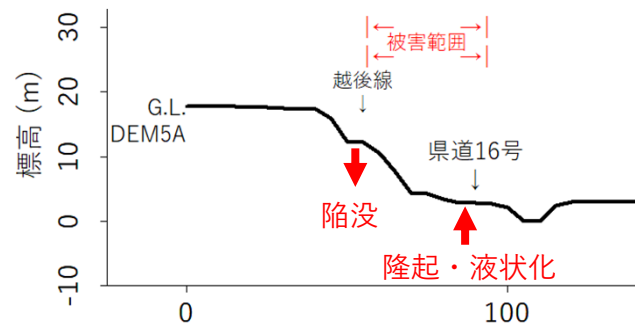


坂井輪中付近は甚大な液状化被害
県道沿いの歩道は隆起

砂丘縁辺部の地形条件と被害パターン②

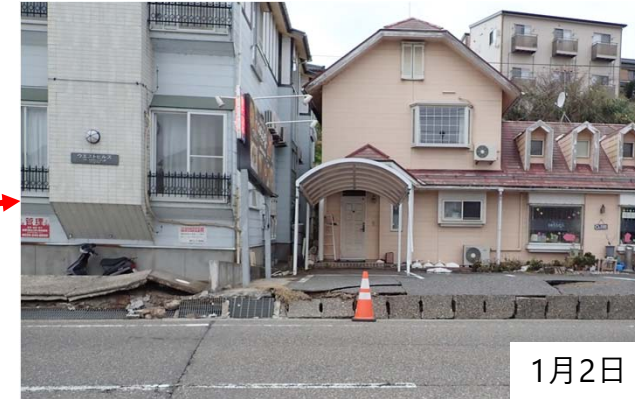
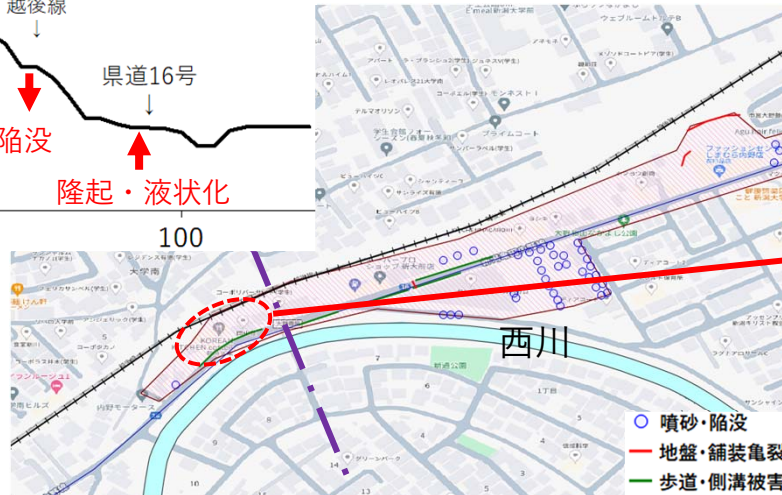
新潟大学 保坂吉則先生 作成

大野地区の被害



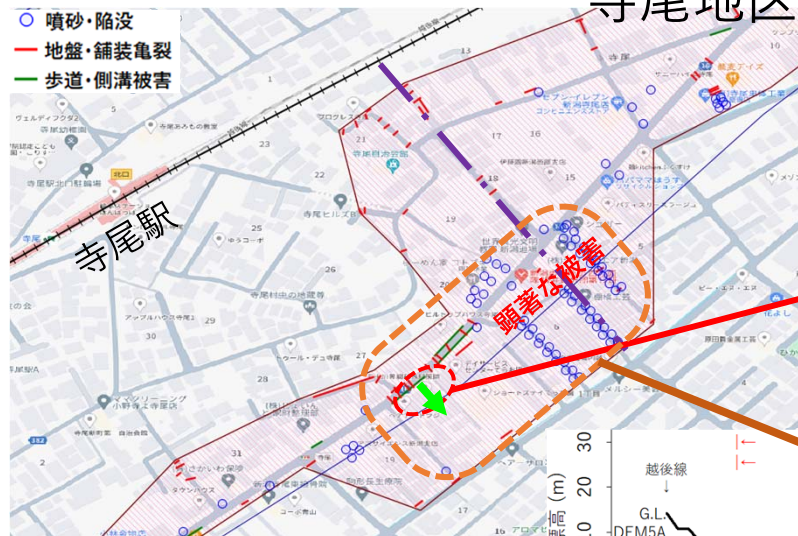
急勾配部の被害
宅地が隆起

宅地背後は
約50%の勾配



1月2日

寺尾地区の被害



寺尾駅東南側の被害

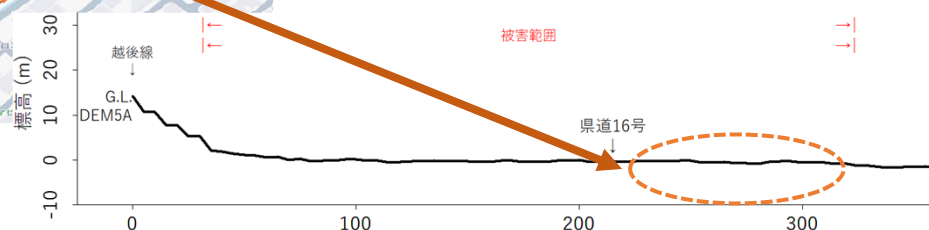


1月3日

低地側が側方流動
沈下量も大きい

県道の変位は小さい

県道脇の宅地は
盛土の可能性

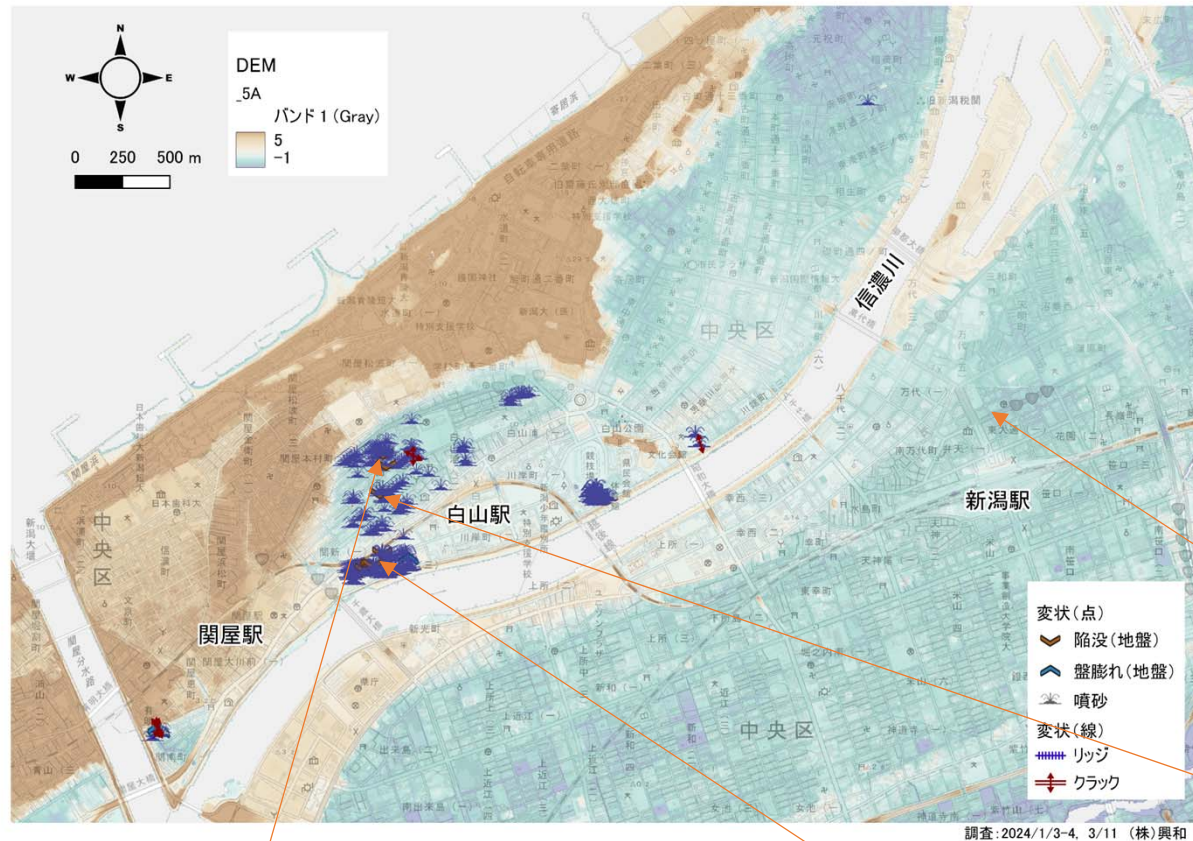


この付近は平坦部が広く
平均勾配は約0.5%

新潟市中央区（旧河道）の液状化

(株) 興和 作成

新潟地震（1964）に比べ，液状化範囲，被害規模は共に小さい。



新潟地震時（1964.6）



能登半島地震時（2024.1）
（1/2東大通一丁目）



（1/1関屋田町二丁目）



（1/4川岸町三丁目）



（1/3関屋田町二丁目）¹²

新潟市西区鳥原・善久（旧河道）の液状化

（株）興和 作成

善久地区：噴砂多く、家屋の沈み込み・傾斜・沈降が顕著。

鳥原地区：道路隆起。原因は？



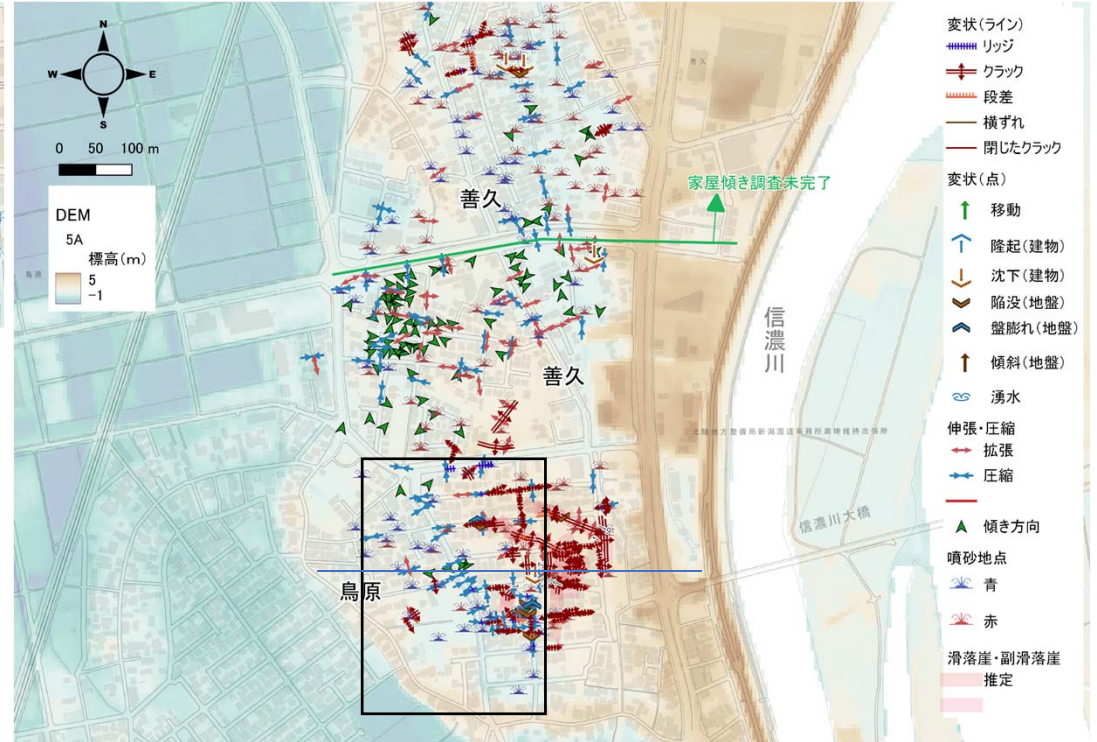
開口側：噴砂孔列の3D（1/17鳥原）



道路の膨らみ（1/3鳥原）

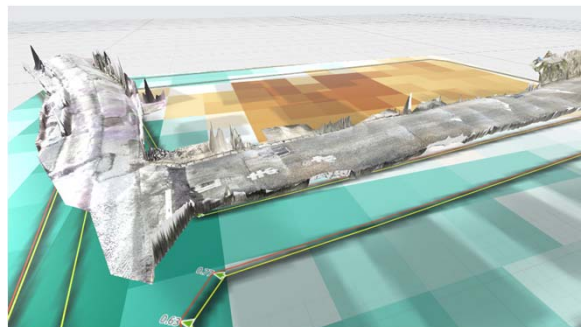


40-50 cm隆起
道路の変形



調査：（株）興和 2024/1/3～3/5

ベースマップ：国土地理院基礎地図情報DEM5A（5mメッシュ）



圧縮側：道路変形の3D（1/17鳥原）



噴砂（1/3善久）



家屋の傾動・沈下（1/3善久）

新潟市西区鳥原（旧河道）の液状化

（株）興和 作成

善久地区：噴砂多く、家屋の沈み込み・傾斜・沈降が顕著。

鳥原地区：非常に緩い勾配（1/110）でも、側方流動が発生（最大1 m以上※）。



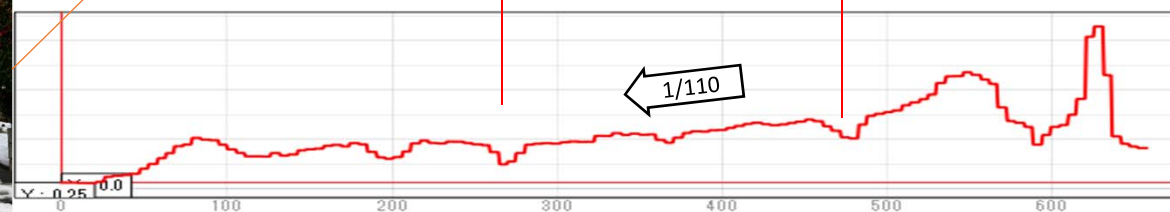
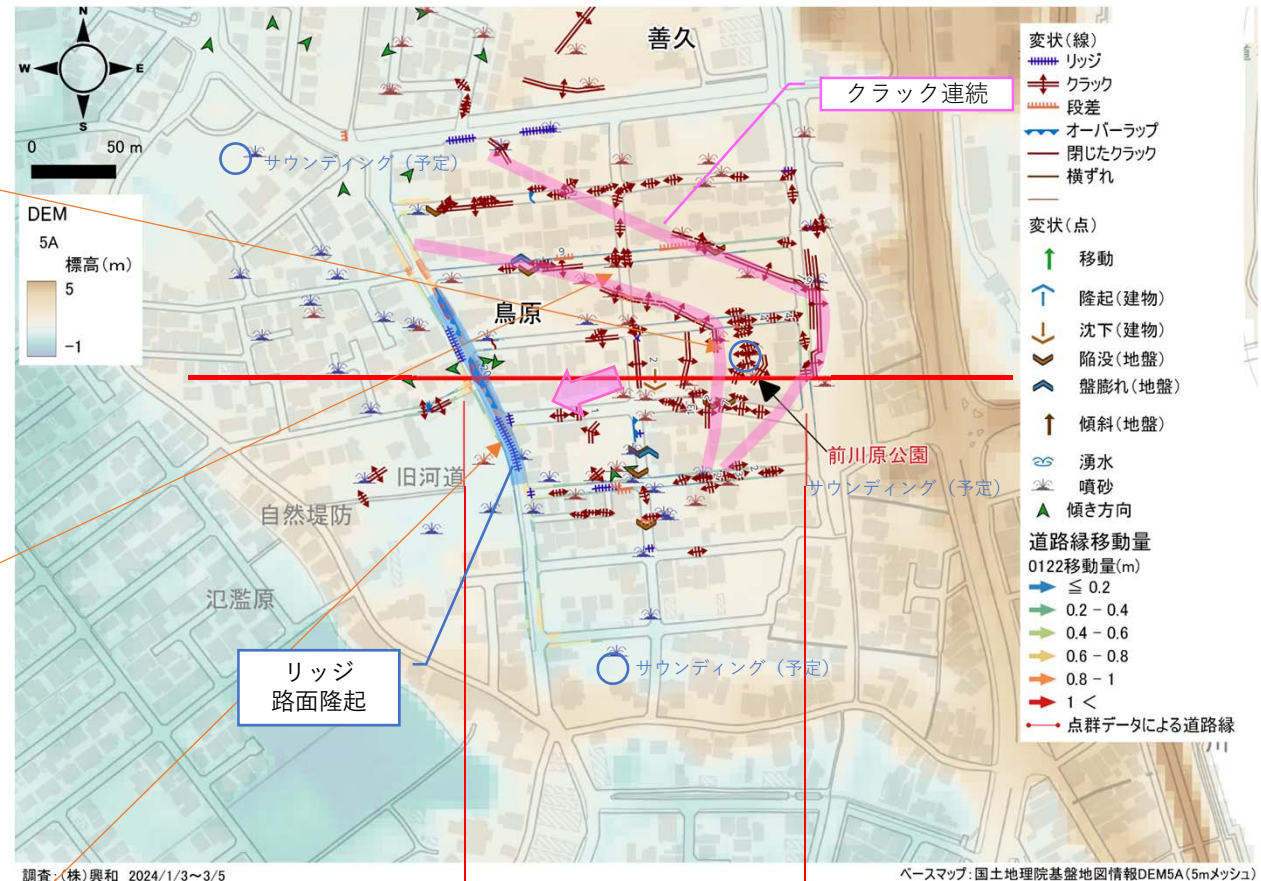
（1月4日）



（1月3日）



鳥原地内の被害状況 （1月3日）



鳥原地内の東西地形断面

14

※地理院基盤地図との比較値

内灘町周辺の液状化被害

- 砂丘縁辺部
(金沢市, 河北郡, かほく市, 羽咋市)

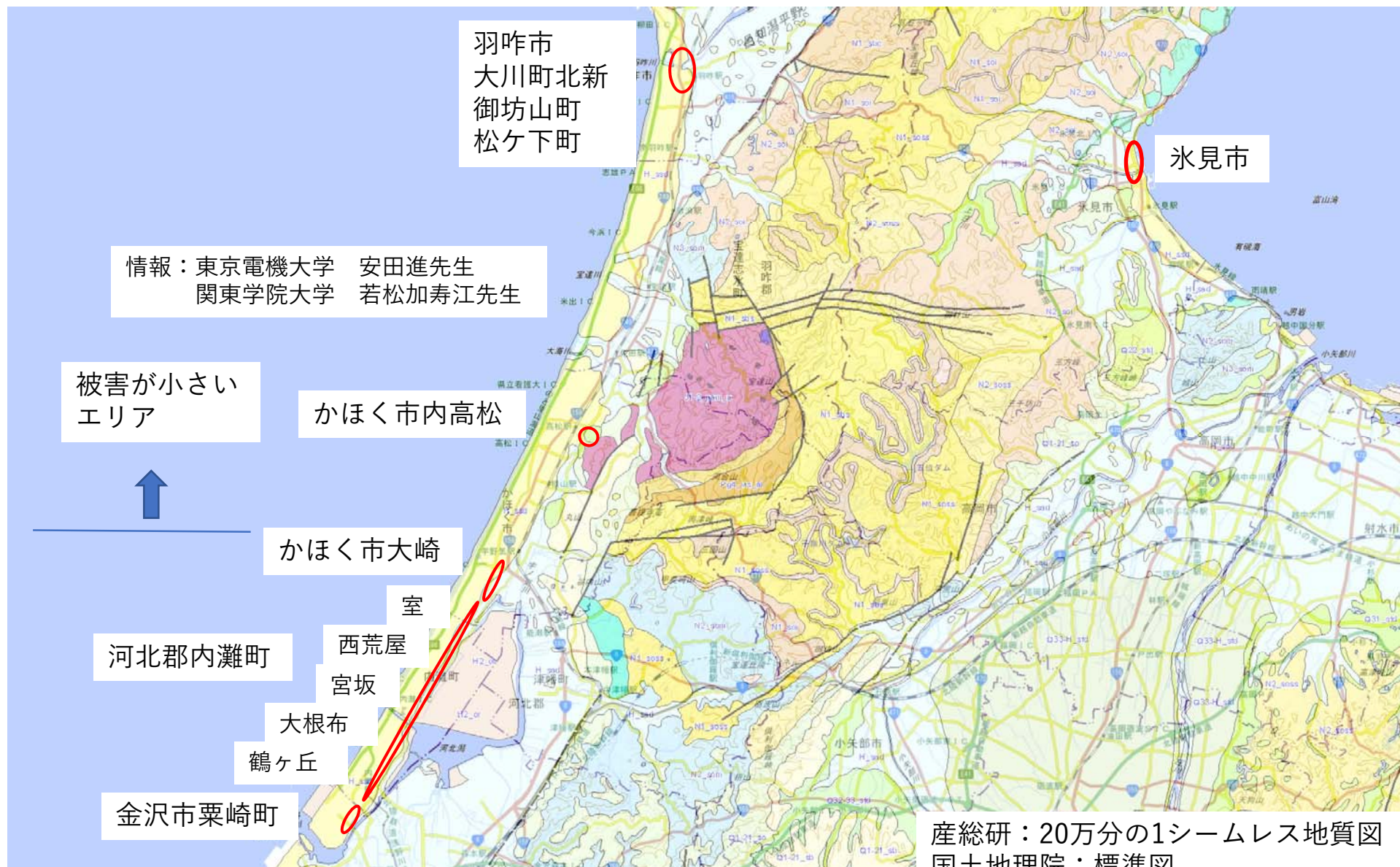
再液状化

1891年濃尾地震のときに, 大根布, 西荒屋, 高松村で地割れと噴砂の記録あり

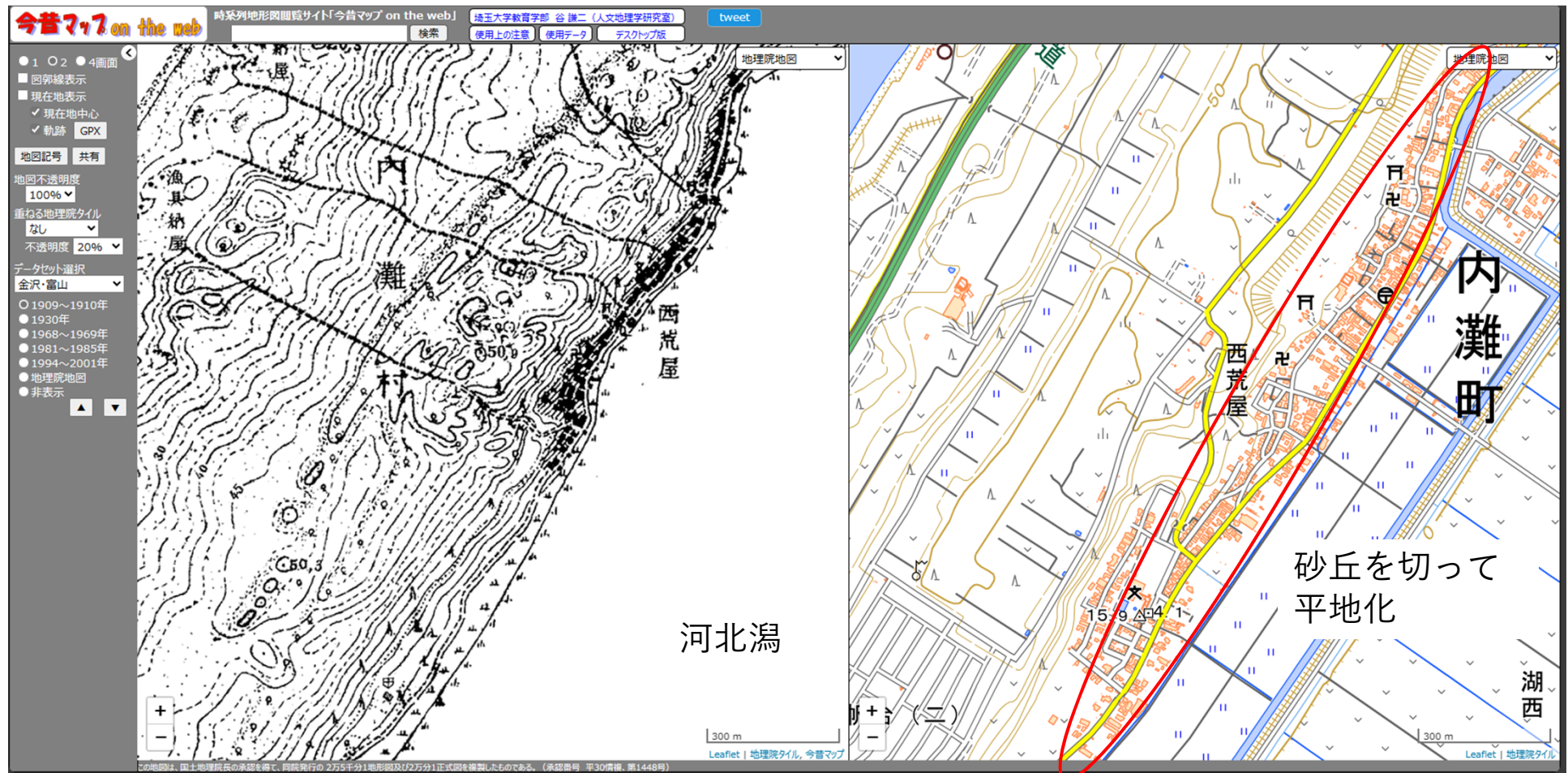
岐阜大学教育学部: 濃尾地震(明治24年)のアンケート調査報告(石川県), 岐阜大学教育学部 郷土資料(10), 142pp, 1979.

情報提供: 関東学院大学 若松加寿江先生

砂丘縁辺に広がる被害



内灘町



- もともと砂丘斜面は旧河北潟まで迫っていた。
- 干拓事業時に砂丘を切って埋め立てに利用した（大根布以北で使用と記載）。
- 砂丘を切ったところの被害が大きい傾向（宮坂～大崎）。

「内灘町史」，昭和57年発行を参考

土質ボーリング柱状図（標準貫入試験）

ボーリングデータ

調査名

事業名または工事名 北陸農政局河北潟干拓建設事業8号橋梁その他土質調査業務

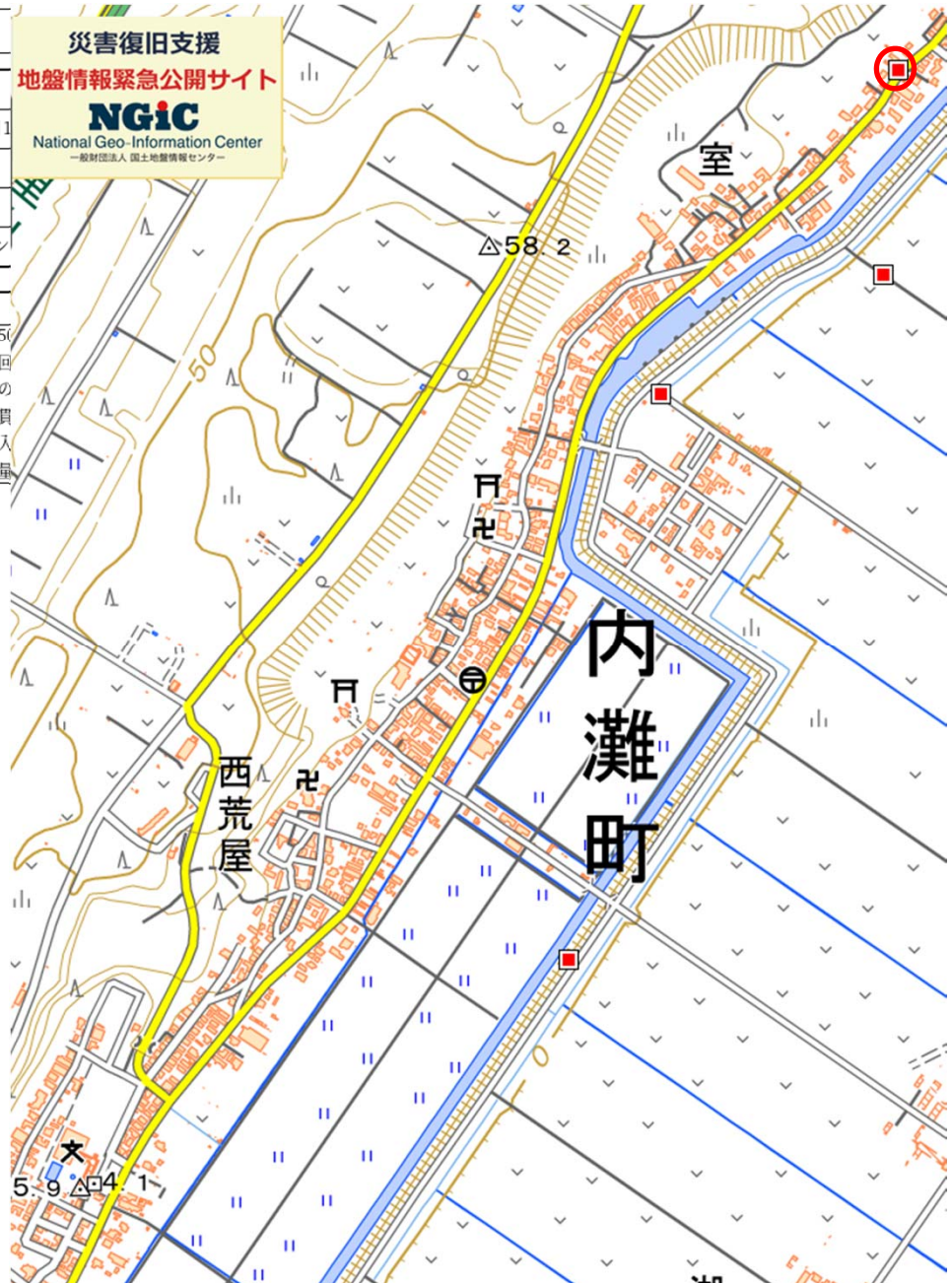
調査目的及び調査対象 その他 その他

ボーリング名	22-I-1	調査位置	河北潟干拓地内
発注機関	農林水産省 河北潟干拓建設事務所	調査期間	昭和50年10月14日～昭和50年10月15日
調査業者名	不明	主任技師	不明
現場代理人	不明	コピヤ	不明
鑑定者	不明	試験機	ロータリー式
エンジン	不明	ポン	
孔口標高	T.P. 1.49 m	角	180° 上 90° 下 0°
方位	北 0° 西 270° 東 90° 南 180°	地盤勾配	北 0° 西 270° 東 90° 南 180°
総削孔長	37.50 m	度	



標尺	高度	深度	現場土質名(模様)	現場土質名	地盤材料の工学的分類	色相対密度	相対稠度	記	孔内水位/測定年月日	標準貫入試験
(m)	(m)	(m)				調度	度	事	0 10 20 30 40 50	N値
1			細砂	暗茶褐色～黒灰色	暗茶褐色～黒灰色			普通粒径ではほぼ均質な部分が 多く微量シルト質分を含有する 上部0.50mまで根柢を混入1.50～ 3.20mまで含水極めて多い 2.30～3.20m間、黒灰色で若干の ガス湧出、粒径やや大きく中砂 も若干混入、有機物少数点在 3.20～5.65m茶褐色又は淡茶褐色 を呈し、シルト分微量含み均質 5.65～6.15m黒灰色で粒径やや大 中砂も混入	10/14 1.34 m	5 0.20 0.51 05 31
2										
3										
4										
5										
6	-4.66	6.15								27 5.20 5.50 27 30 27 30
7										
8										
9										0 8.20 8.63 00 43 0 43
10										
11										
12										0 12.00 12.29 00 29 0 29
13										
14										
15										
16	-14.56	16.05								1 16.20 16.79 01 59 1 59
17	-15.71	17.20								
18										

浅い地下水位
小さなN値の砂

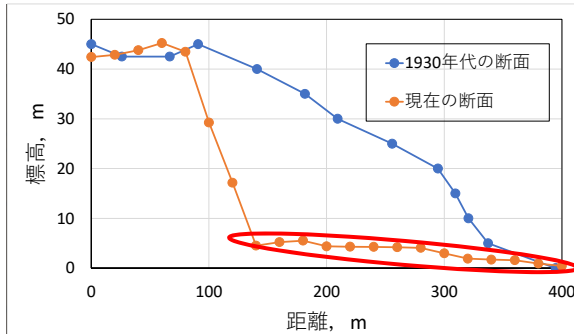


内灘町西荒屋

1月6日調査：東京電機大学 安田進先生，石川敬祐先生
2月3日調査：安田進先生，長岡技術科学大学 豊田，高田

地理院地図 (電子国土Web) 例：剣岳 / 金沢市木ノ新保町 / 35度0分0秒 135度0分0秒 / 35.00 135.00 初期表示

データ提供：東京電機大学 安田進先生

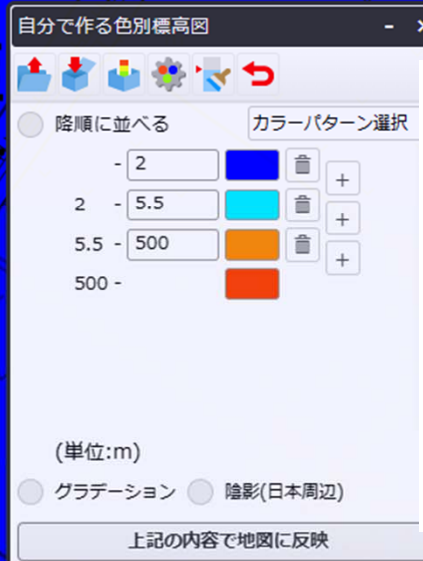
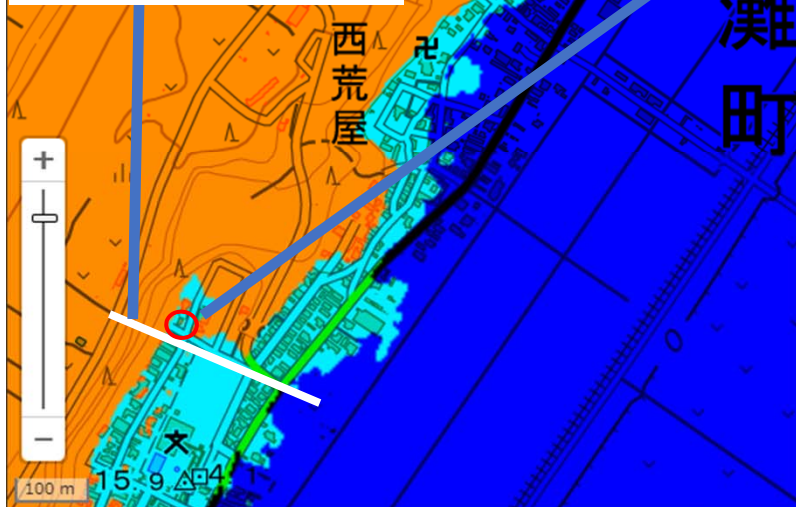


砂丘を切って平坦化，
平均勾配は2%ほど

上載圧が載荷されて
いた地盤が液状化した
のか？



2月3日



東京電機大学 安田進先生

- 側方流動区域は，水色の標高2 m～5.5 m（正確には5.3 m付近）と考えられる
- 標高2 m以下の地盤は（潟の粘土＋砂丘の砂）が堆積し液状化し難く，5.3 mあたりより高い地盤は地下水位が深く液状化しないか，液状化しても深いため流動や住宅被害を生じなかったのではなかろうか

標高: 0.7m (データソース: DEM5A)

表示値の説明

内灘町西荒屋

地理院地図 (電子国土Web) 例: 剣岳 / 金沢市木ノ新保町 / 35度0分0秒 135度0分0秒 / 35.00 135.00 / 54SUE836945 初期表示 印刷 共有 設定 ツール ヘルプ 地理院地図 Vector

標準地図 淡色地図 白地図 English 写真

地図の種類

トップ > 年代別の写真

- 時系列表示 (ZL14以上で表示)
- 全国最新写真 (シームレス)
- 撮影期間
- 年度別写真 (2007年以降)
- 1987年～1990年
- 1984年～1986年
- 1979年～1983年
- 1974年～1978年
- 1961年～1969年
- 1945年～1950年
- 1936年～1942年頃
- 1928年頃
- 電子国土基本図 (オルソ画像) (2007年～)
- 撮影期間
- 簡易空中写真 (2004年～)
- 森林 (国有林) の空中写真 (林野庁)
- 森林 (民有林) の空中写真
- 東日本大震災後正射画像
- 単写真

選択中の地図 リセット

1961年～1969年 合成 透過率

標準地図 グレースケール 透過率

javascriptvoid(0);

100 m

標高: 1.6m (データソース: DEM5A)

表示値の説明



サンドポンプで砂を採取するため掘り込んだエリア

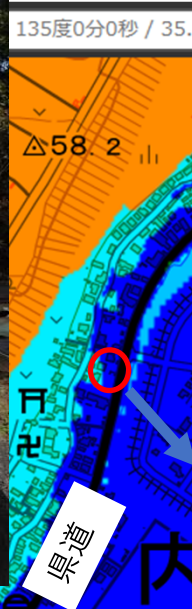
サンドポンプで砂丘砂を採取して干拓に利用。その後、掘削池は砂で埋められた。

「内灘町史」、昭和57年発行を参考

内灘町西荒屋

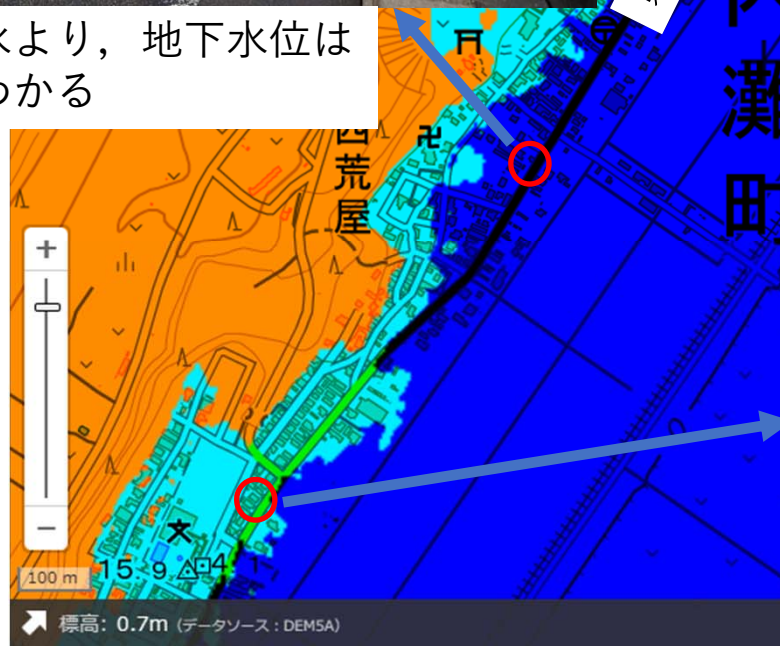
県道砂丘側の被害

2月3日調査：東京電機大学 安田進先生
長岡技術科学大学 豊田，高田



県道側に側方流動

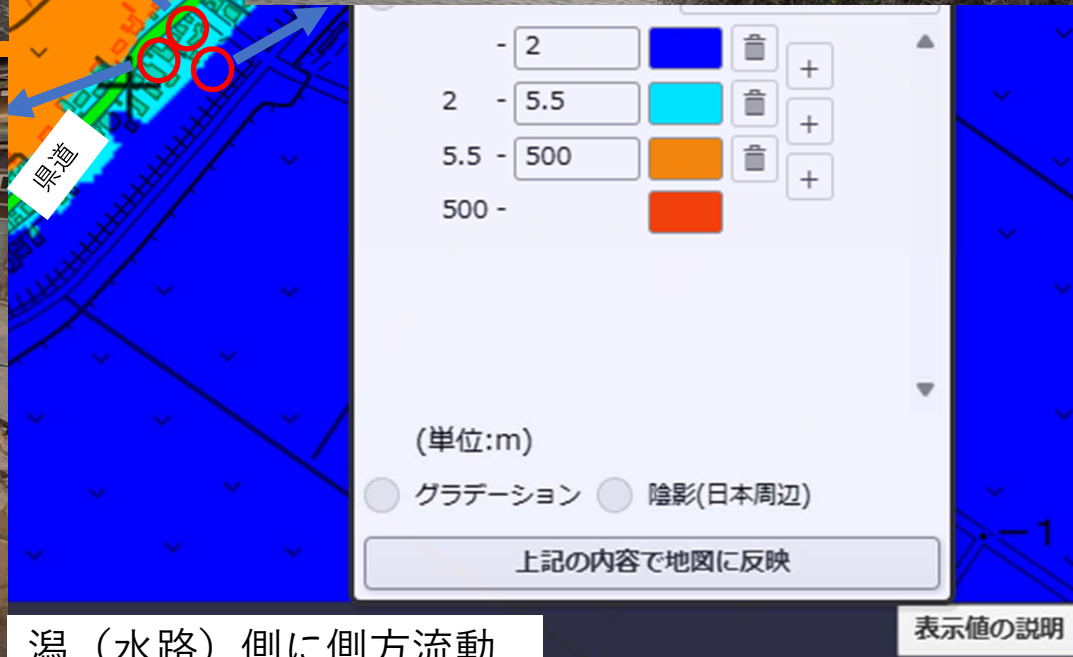
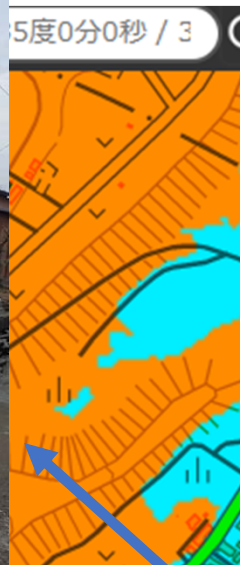
湧き出した水より，地下水位は
高いことがわかる



内灘町室

県道沿側の被害

2月3日調査：東京電機大学 安田進先生
長岡技術科学大学 豊田，高田

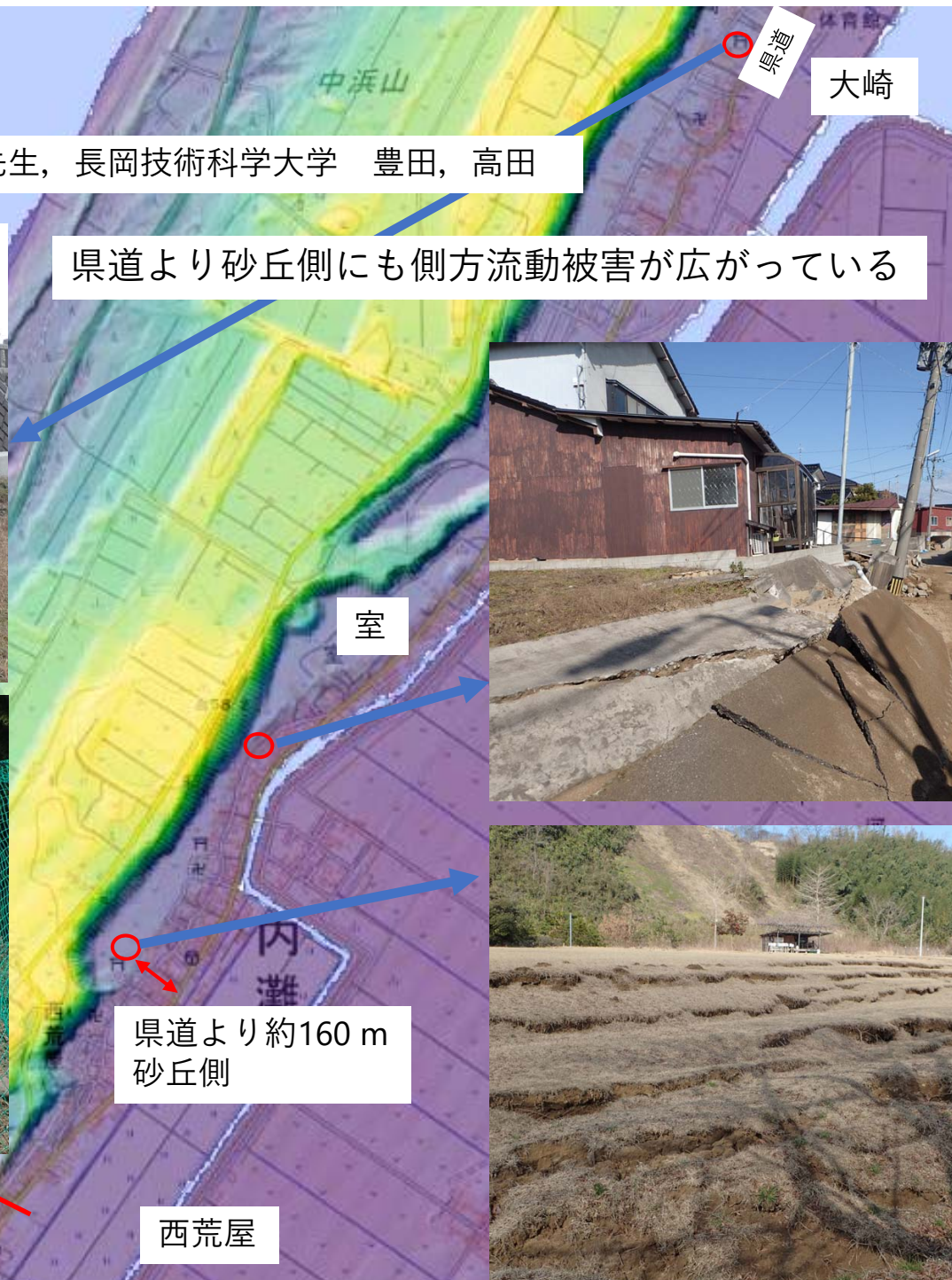


渦（水路）側に側方流動

表示値の説明

陰影起伏図

2月3日調査：東京電機大学 安田進先生，長岡技術科学大学 豊田，高田



内灘町鶴ヶ丘

県道の東側住宅地は、1960年代は農地
県道の東側でも大きな液状化被害



県道へ側方流動

潟方向に側方流動していない！

航測LP：北陸地方整備局提供

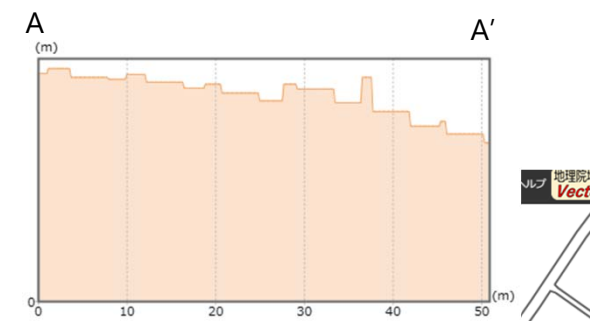


1 m等高線

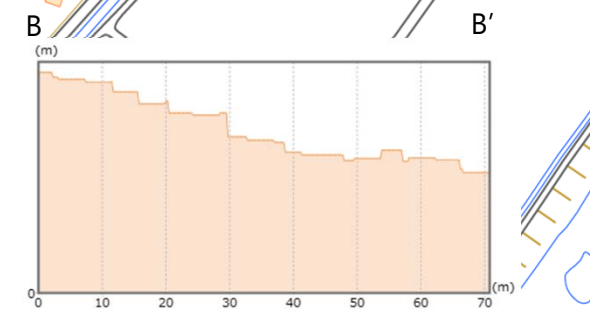
等高線が道路で落ち込んでいる



内灘町鶴ヶ丘



勾配約1.3%



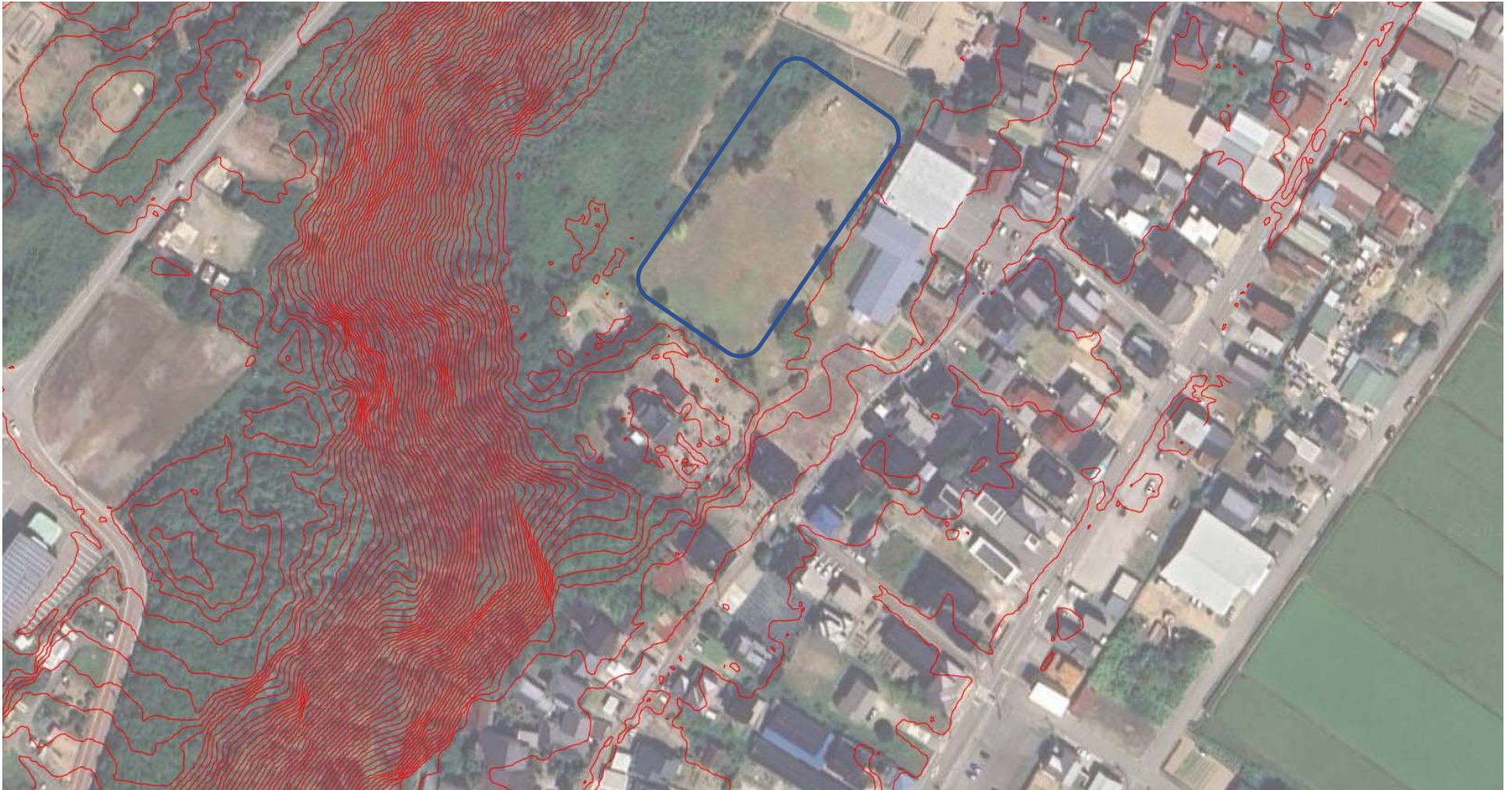
勾配約2%

国土地理院地図（電子国土Web）利用

表示値の説明

内灘町西荒屋

1 m等高線



西荒屋児童公園は、ほぼ平坦

航測LP：北陸地方整備局提供

内灘町西荒屋

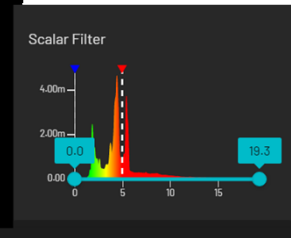
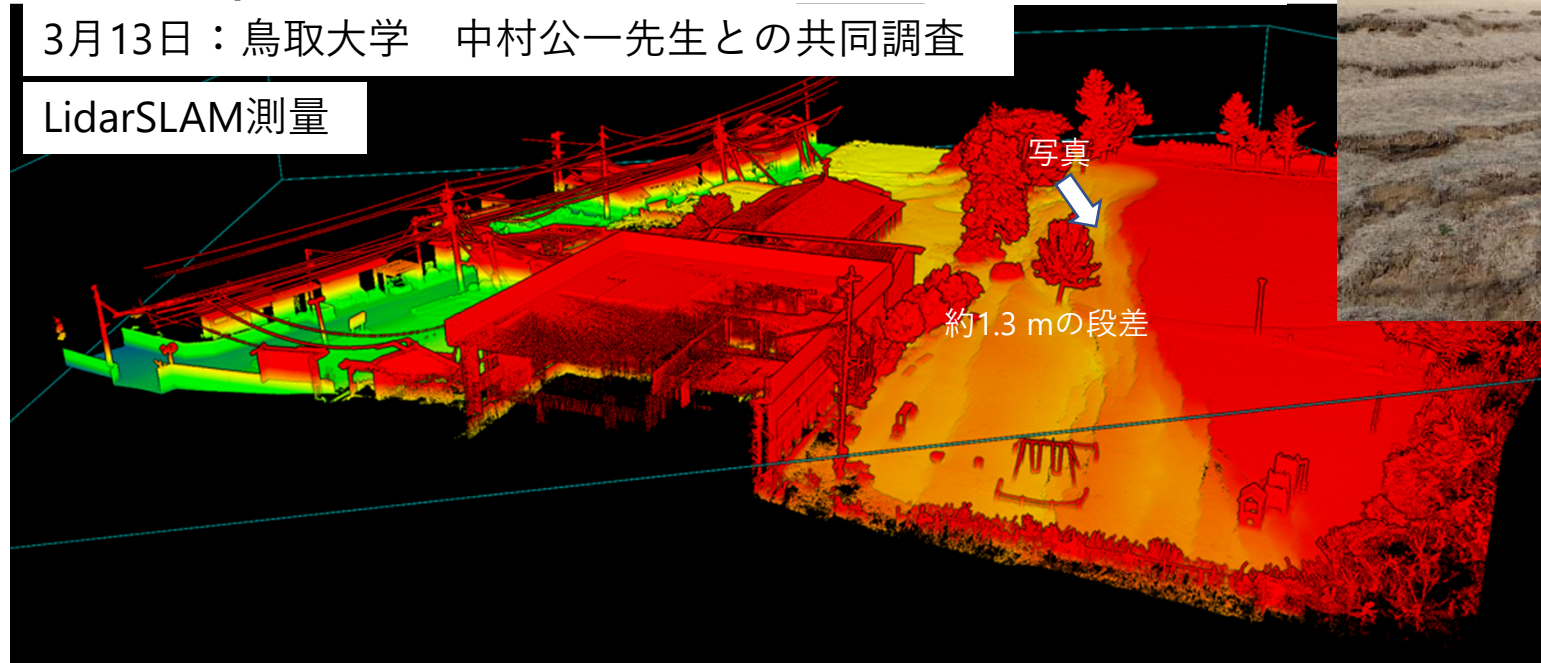
西荒屋児童公園

3月13日：鳥取大学 中村公一先生との共同調査

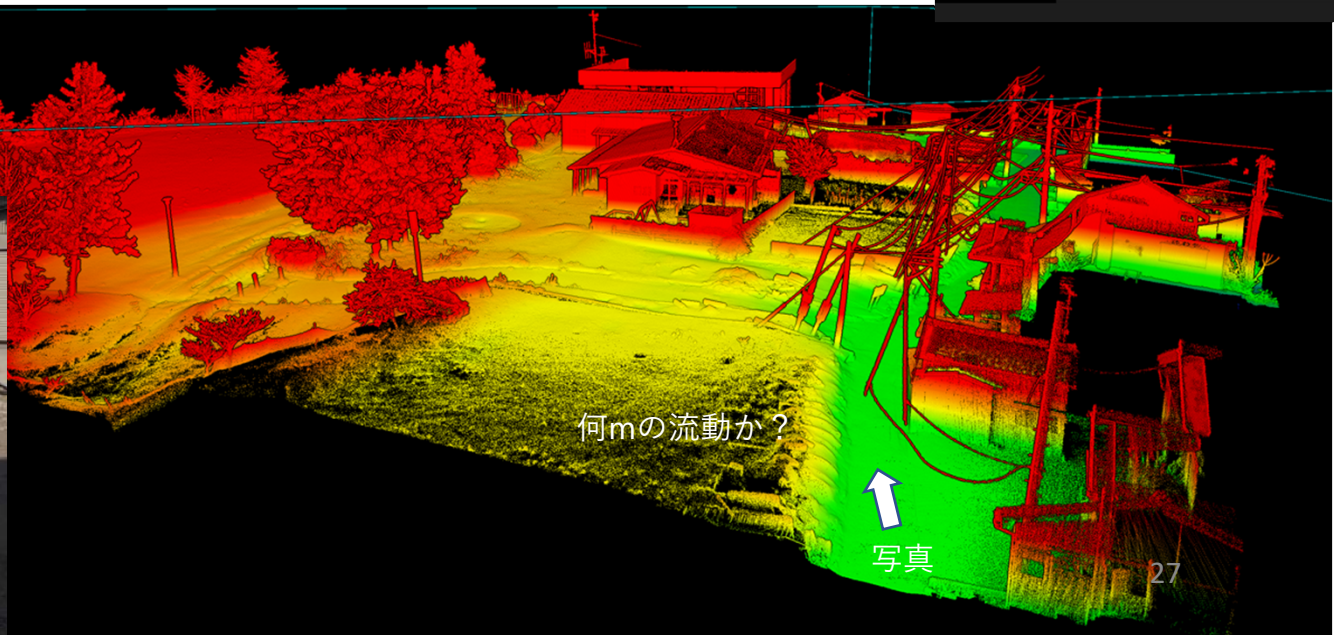
LidarSLAM測量



2月3日撮影



2月3日撮影



その他の再液状化

- 珠洲市（野々江町，鵜飼漁港，[正院町](#)）に液状化の報告あり

1993年釧路沖地震・能登半島沖地震災害調査報告書（土質工学会）

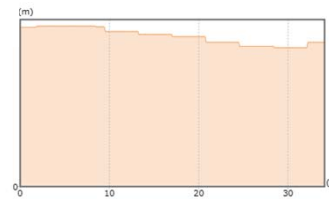
珠洲市正院町正院

傾斜は国土地理院地図（電子国土Web）利用

産総研：20万分の1シームレス地質図より、海岸・砂丘堆積物

3月14日調査

道路が動いていないとすると
陸側へ側方流動



海側

陸側

陸側へ約2%の勾配

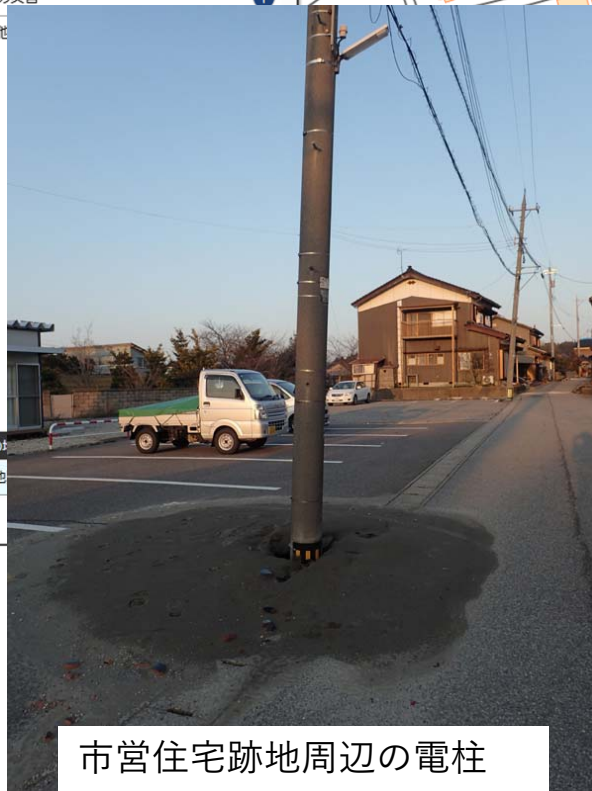
海側へ約3%の勾配



海側

陸側

海側へ傾いたマンホール
海側へ側方流動？



市営住宅跡地周辺の電柱

海側

2007年能登半島地震でも、噴砂（1箇所）報告あり

まとめ

- 広範囲で液状化（福井県から新潟県）：日本海側で強い震動＋長い震動時間
- 液状化箇所：砂丘縁辺部，旧河道，海岸（砂丘）堆積物，**埋土，潟**
土地の改変が影響
- 再液状化：1891年濃尾地震，1964年新潟地震，1993年能登半島沖地震，**2004年中越地震，2007年新潟県中越沖地震**，2007年能登半島地震など
- 側方流動：砂丘縁辺部，緩やかな傾斜（数%勾配）地盤。
傾斜方向に敏感に反応

※**青字**は今回取り扱っていない

今後

- 液状化地盤の変位（沈下と移動）計測
- 「地下水位，液状化層の位置，厚さ」と「被害程度」の関係
- 液状化対策の効果