

上越地域で予測される

地震・津波災害

卜部厚志(新潟大学)

津波避難の新たな課題

2024能登半島地震から

耐震化の必要性

珠洲市鵜飼



旧耐震の9割が倒壊・全壊



珠洲市鵜飼



全壊被害と津波浸水深

珠洲市鵜飼



倒壊・全壊の直後に津波

珠洲市鵜飼



40cm

倒壊・全壊の直後に津波



住宅の耐震化

改めて重要性を認識

旧耐震の古い方の住宅：100%損壊

津波による死者26名

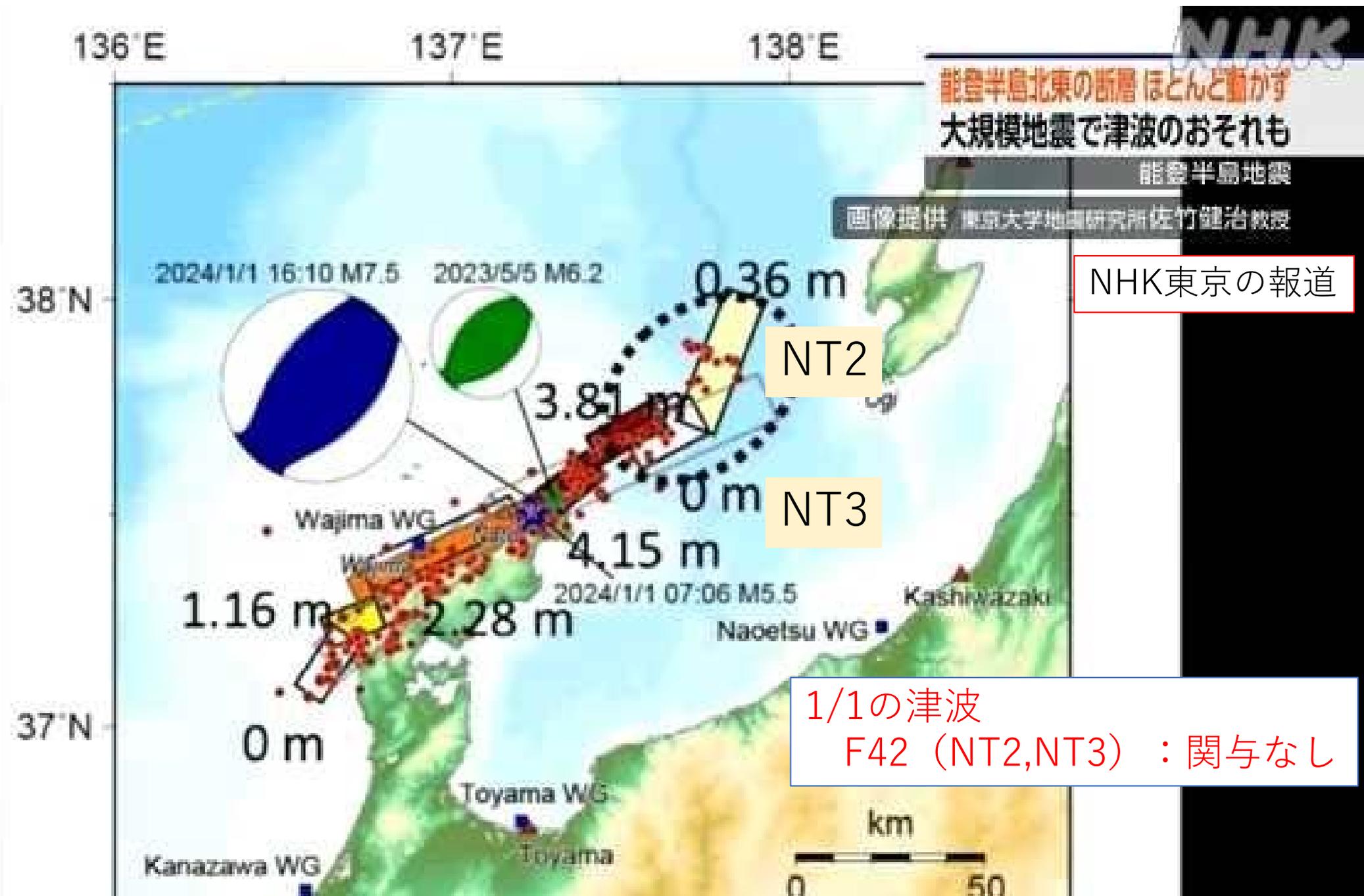
新潟につながる重要な課題

2024年能登半島地震

割れ残りってあるの？

震源が佐渡に近づいている？

2024年能登半島地震 割れ残りってあるの？



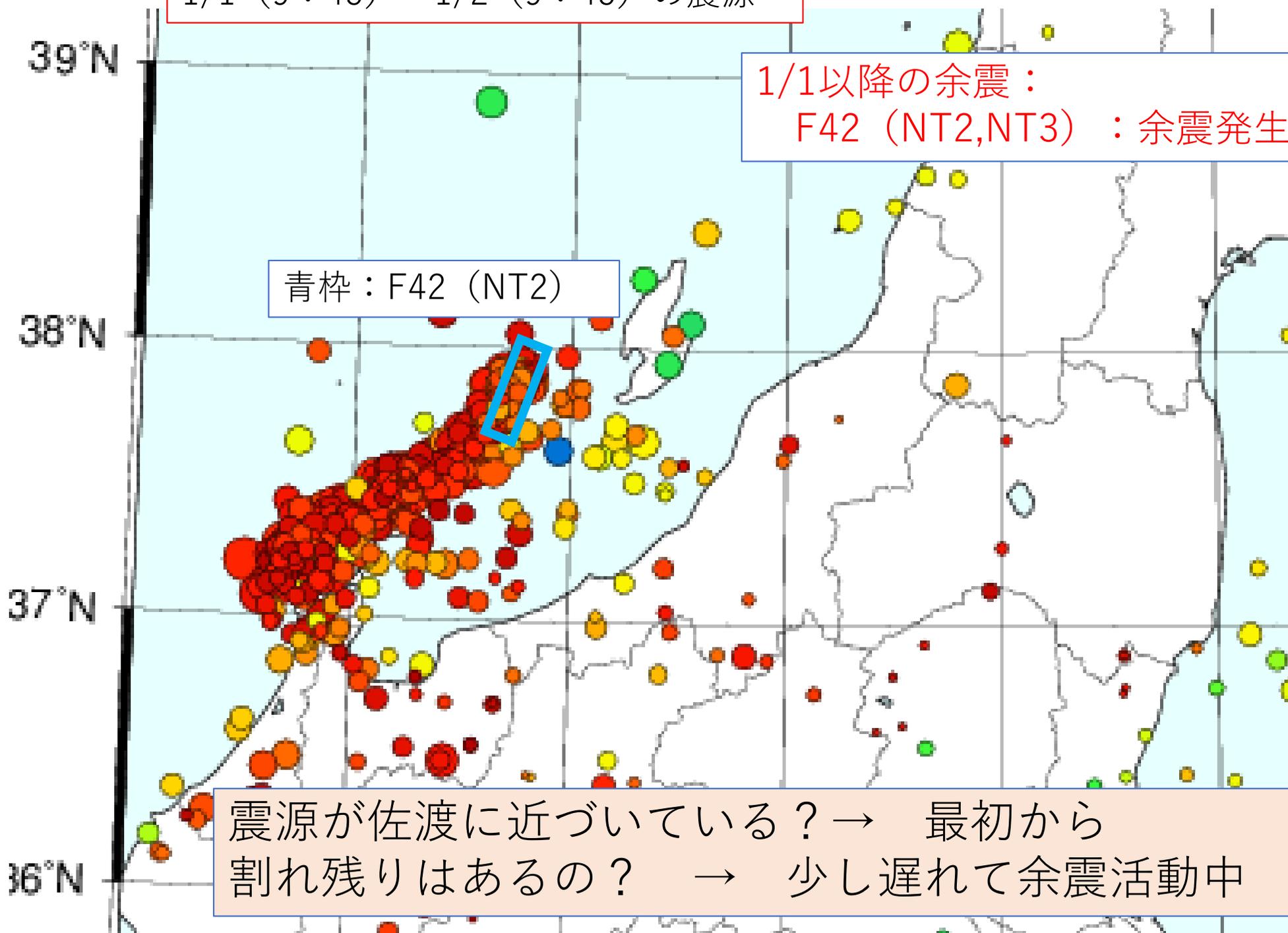
2024年能登半島地震 割れ残りってあるの？

1/1 (9:45) ~ 1/2 (9:45) の震源

1/1以降の余震：
F42 (NT2,NT3) : 余震発生

青枠：F42 (NT2)

震源が佐渡に近づいている？ → 最初から
割れ残りはあるの？ → 少し遅れて余震活動中



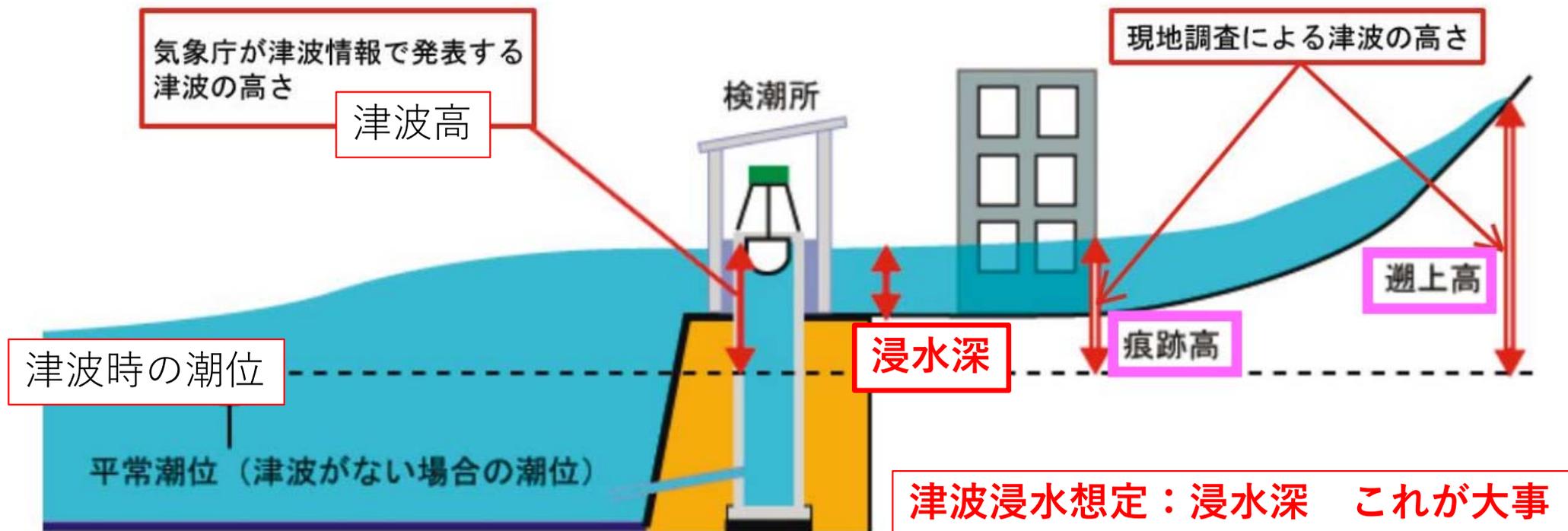
2024年能登半島地震

津波がきた

表 1 調査地点と推定した津波の高さ

都道府県	調査地点名	推定した津波の高さ	津波高の種類
新潟県	上越市柿崎漁港	2.9m	遡上高
新潟県	上越市船見公園	5.8m	遡上高
新潟県	上越市直江津海水浴場	4.5m	遡上高
新潟県	佐渡市羽茂港	3.8m	痕跡高
新潟県	佐渡市小木港	1.9m	痕跡高
富山県	朝日町宮崎漁港	1.4m	痕跡高
富山県	射水市海竜新町	1.5m	遡上高
石川県	珠洲市飯田港	4.3m	痕跡高
石川県	珠洲市鵜飼漁港	2.7m	痕跡高
石川県	珠洲市見附公園	2.9m	痕跡高
石川県	能登町恋路海岸	1.7m	遡上高
石川県	能登町松波漁港	3.1m	痕跡高
石川県	能登町内浦総合運動公園	4.0m	痕跡高
石川県	能登町白丸	4.7m	痕跡高
石川県	能登町九十九湾	2.2m	痕跡高
石川県	能登町宇出津港	1.3m	痕跡高
石川県	七尾市鵜浦漁港	1.8m	痕跡高
石川県	七尾市下佐々波漁港	2.2m	遡上高
石川県	輪島市舳倉島漁港	2.9m	痕跡高

津波高，浸水深，痕跡高，遡上高 4つの指標あり

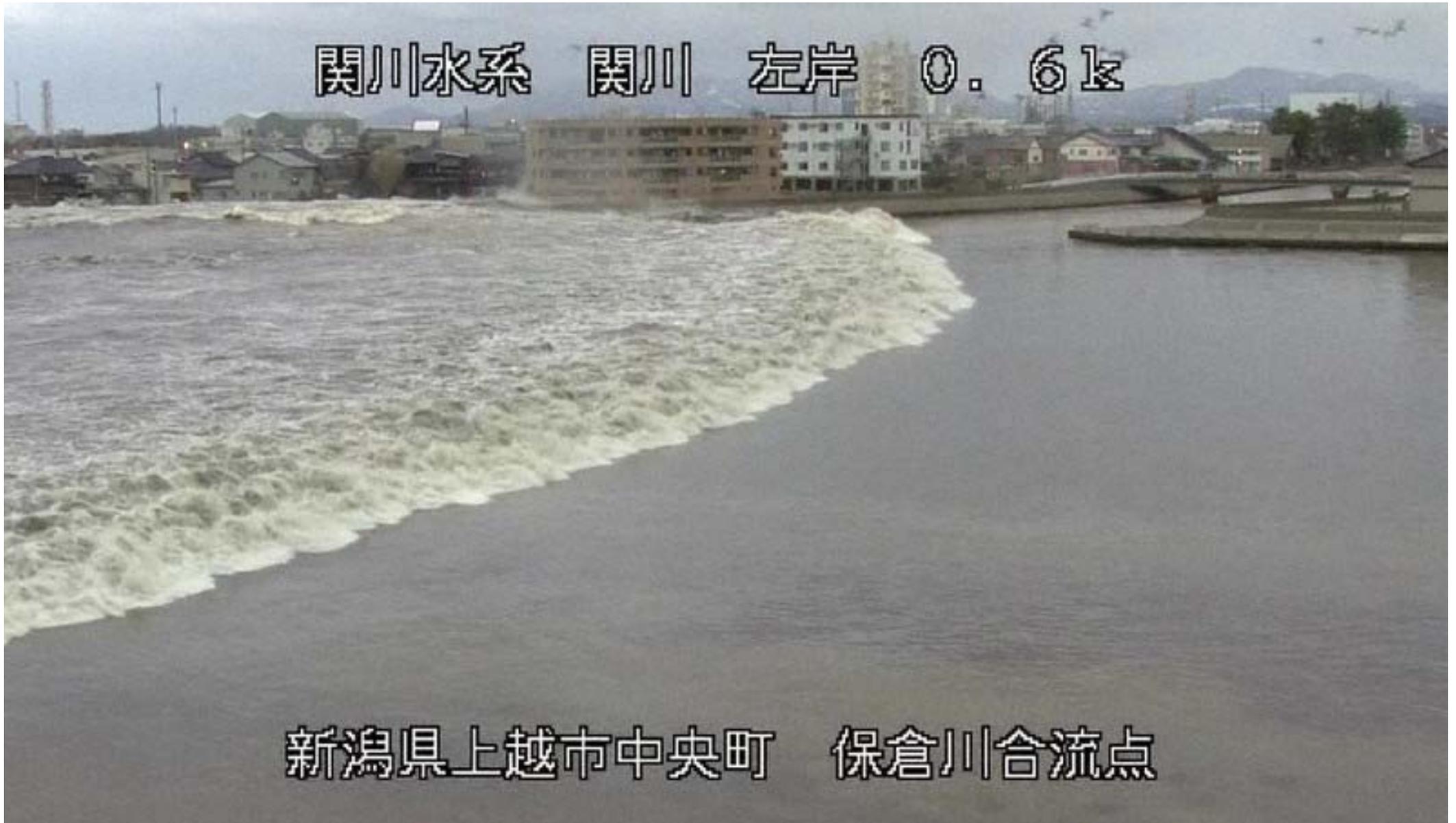


気象庁が発表する「津波の高さ」は、沿岸における平常潮位（津波がない状態の海面）からの高さを指します。

この他に、津波が内陸へ駆け上がった高さである「遡上高」や、津波が去った後に建物などに残された痕跡の高さ「痕跡高」などがあり、これらの高さは「津波の高さ」で発表した値よりも高くなることがあります。

関川水系 関川 左岸 0.6k

新潟県上越市中央町 保倉川合流点



津波高 約3.2m







上越タイムス

標高：5.1m 浸水深：20cm 遡上高：4.5m



直江津海水浴場 (かたづけ後)





標高:3.2m 浸水深60cm 痕跡高3.0m

浸水深 約60cm





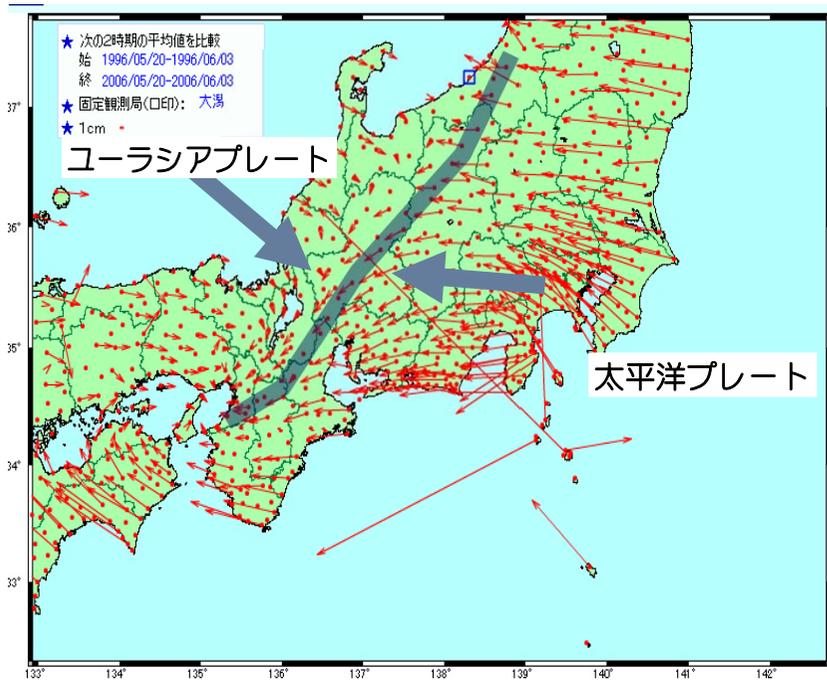
遡上した津波の水位 水面から+約3.5m

上越地域の地震環境

すごくゆれたら

どこが震源なのか？

何がおこるのか？

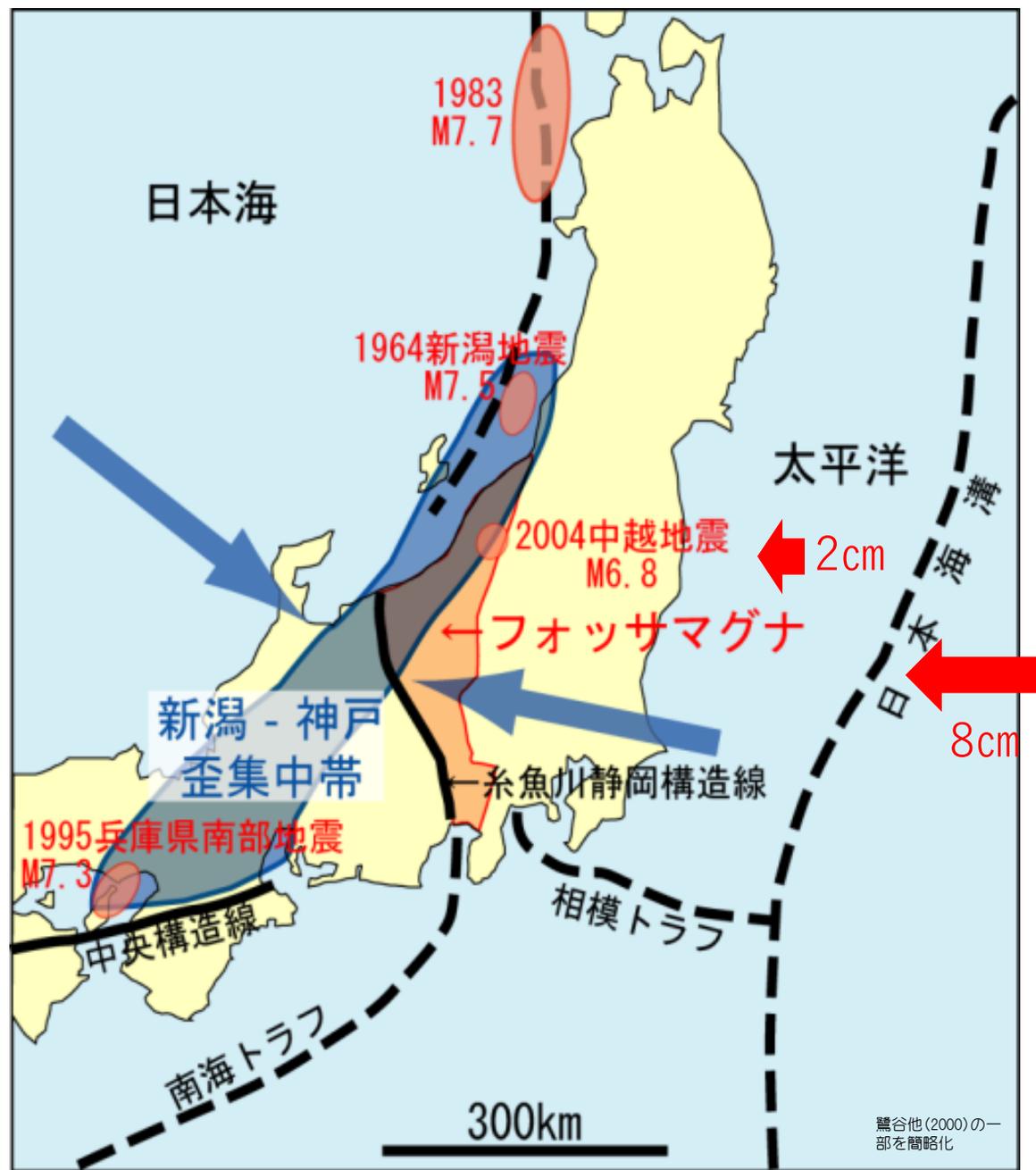


電子基準点の移動 (過去10年間) 国土地理院

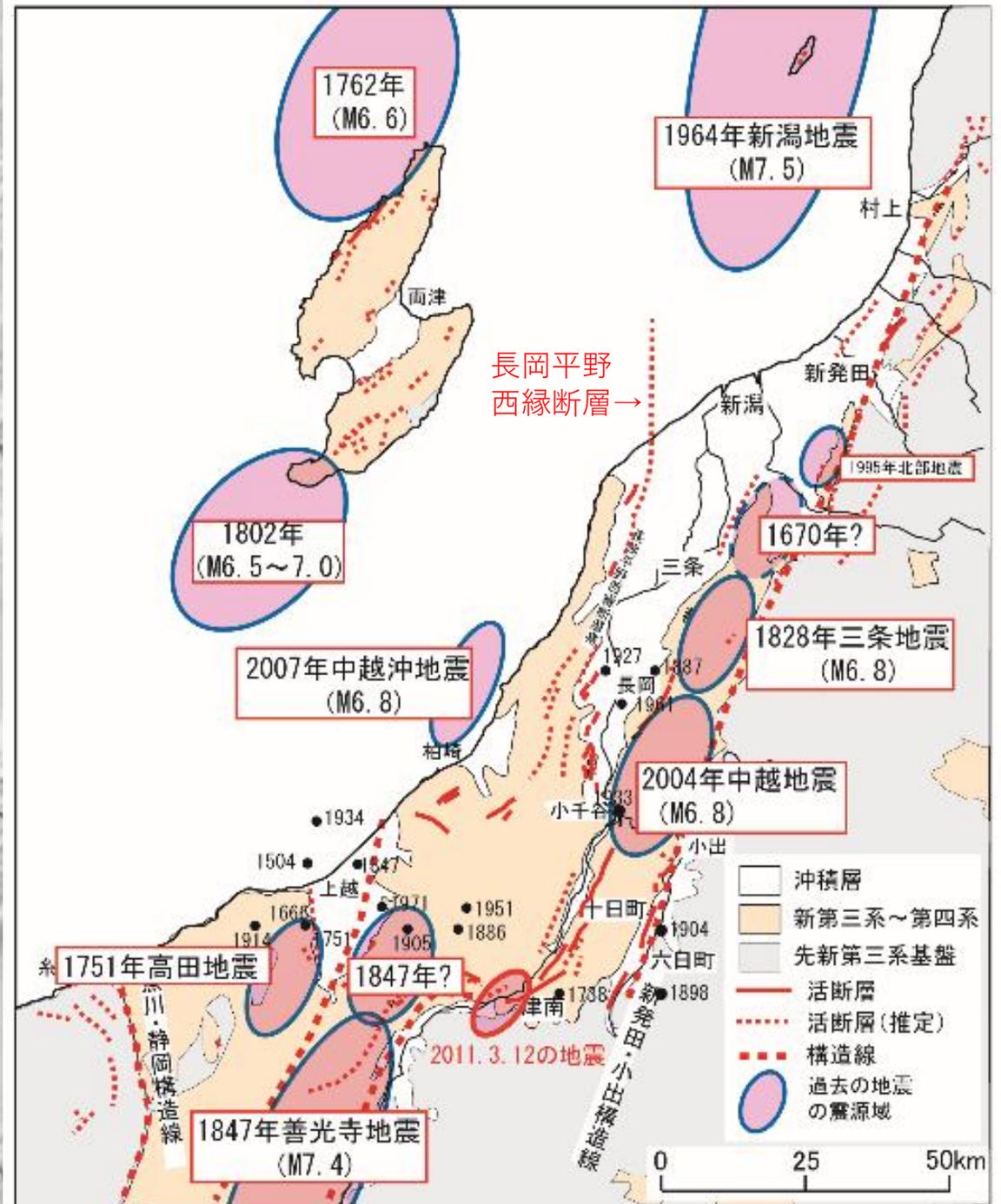
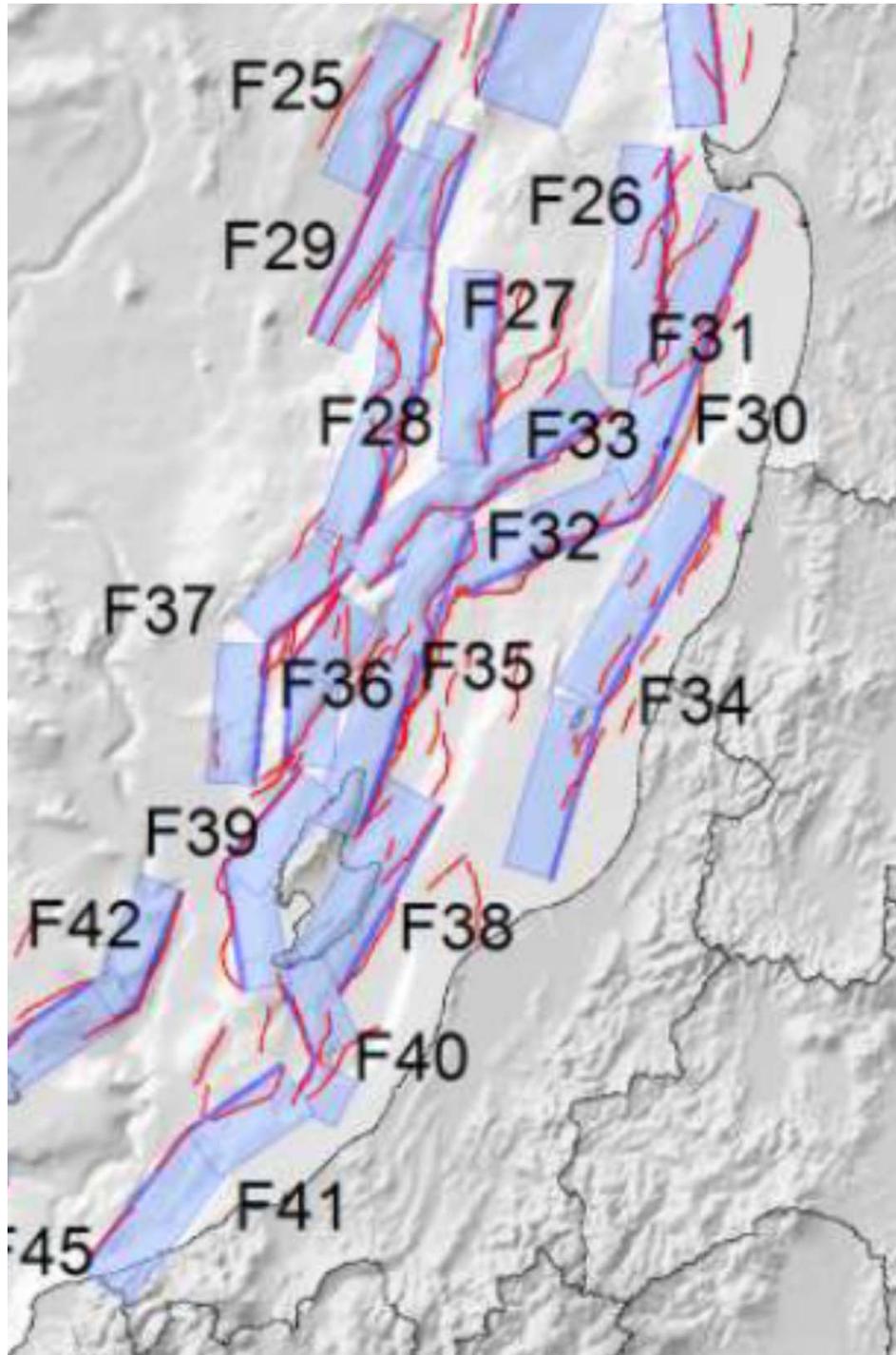
新潟県はフォッサマグナと歪集中帯が重なる部分に位置する

富山県東部も歪集中帯に重なる

**新潟県は
押されている**



フォッサマグナと新潟-神戸歪集中帯



* 同じ震源での繰り返しではない
地域のなかの異なる断層が動いた
* 地層には記録されていないかも

1361年 大地震

1502年 直江津で家屋倒壊並びに死者多数

1666年 高田城損壊. 死者1500,
住宅倒壊多数

1751年(宝暦高田地震) 高田城損壊
死者2000, 高田領の死者1128
家屋全壊及び焼失6088

1847年 善光寺地震の余震(誘発)

宝暦高田地震 (1751年5月21日 (旧暦4月26日) 午後2時頃 (M7.2))



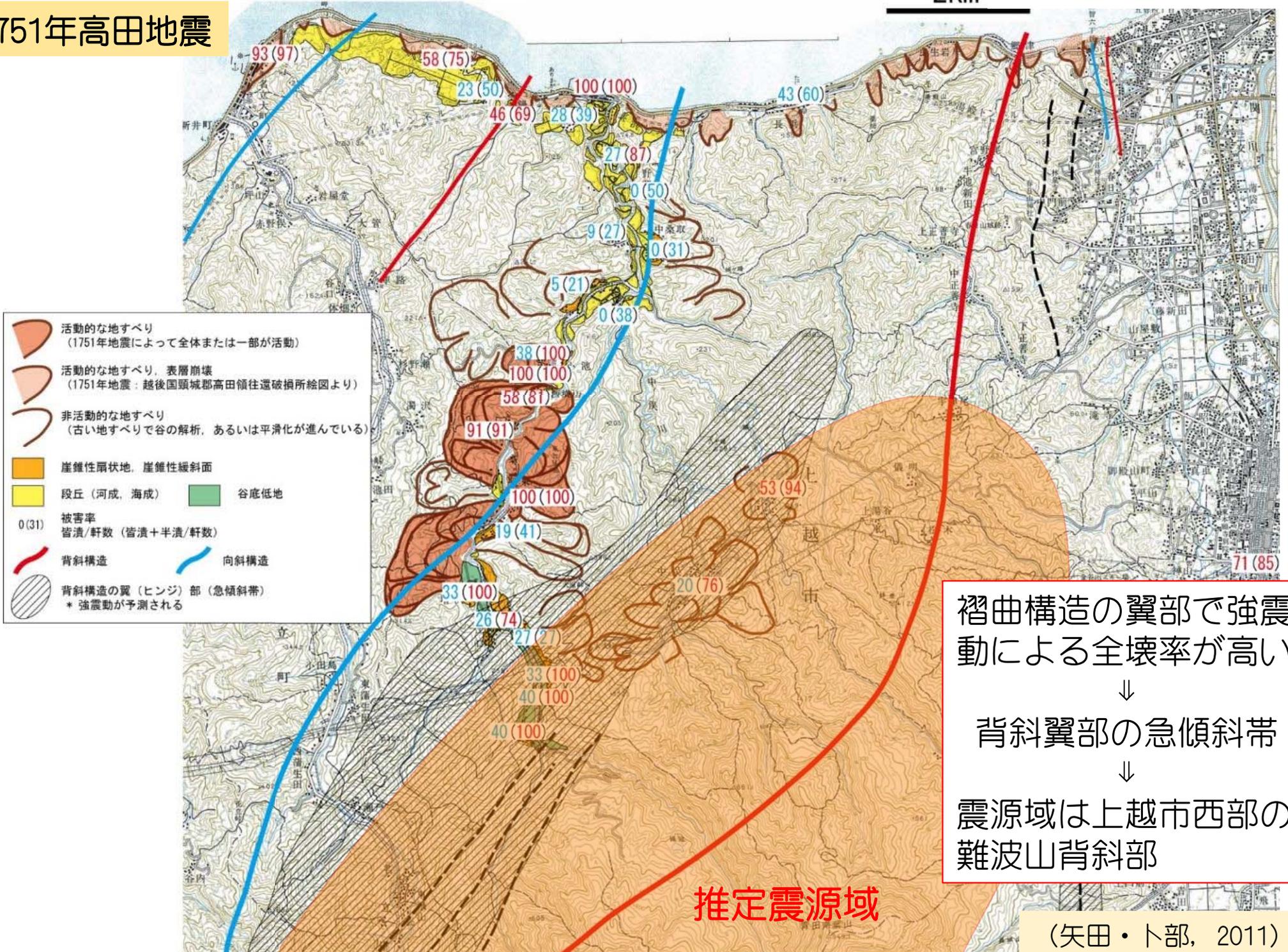
「越後国頸城郡高田領往還破損所絵図」
新潟県上越市鳥ヶ首岬付近の土砂災害



名立小泊の大規模な地すべり
住民の約8割に当たる428人死亡

建物被害率分布と地質構造から推定した震源域

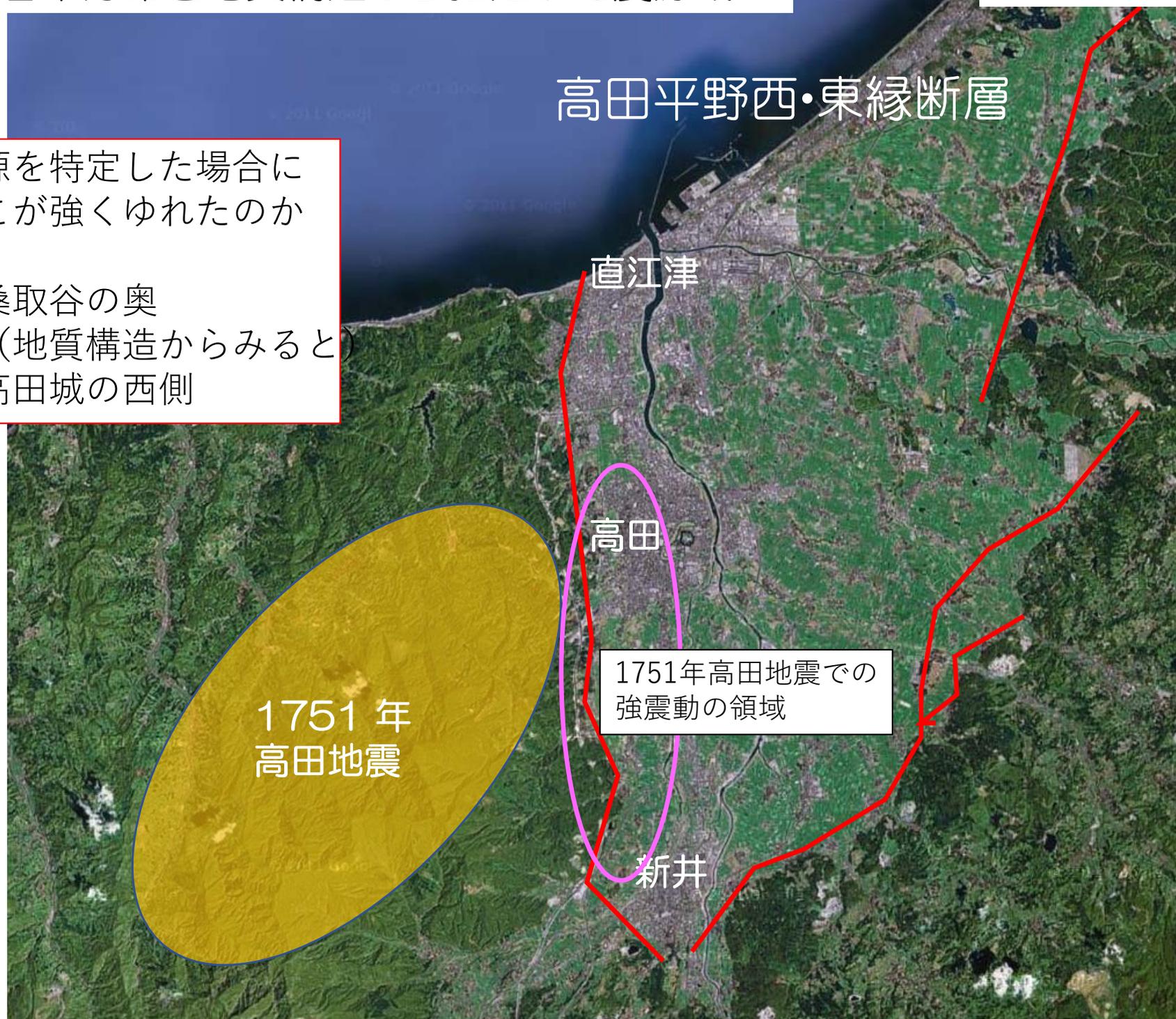
1751年高田地震



高田平野西・東縁断層

震源を特定した場合に
どこが強くゆれたのか

- * 桑取谷の奥
- * (地質構造からみると)
高田城の西側



直江津

高田

1751年高田地震での
強震動の領域

新井

1751年
高田地震

西縁断層帯

長さ：約30キロメートル

最新の活動時期：**1751年**

活動周期：約2,200年～4,800年

将来の活動

マグニチュード7.3程度

今後30年間の地震発生確率：**ほぼ0%??**

東縁断層帯

長さ：約26キロメートル

最新の活動時期：約3,500年前～**1847年**

活動周期：約2,300年程度

将来の活動

マグニチュード7.2程度

今後30年間の地震発生確率：ほぼ0%から

1%

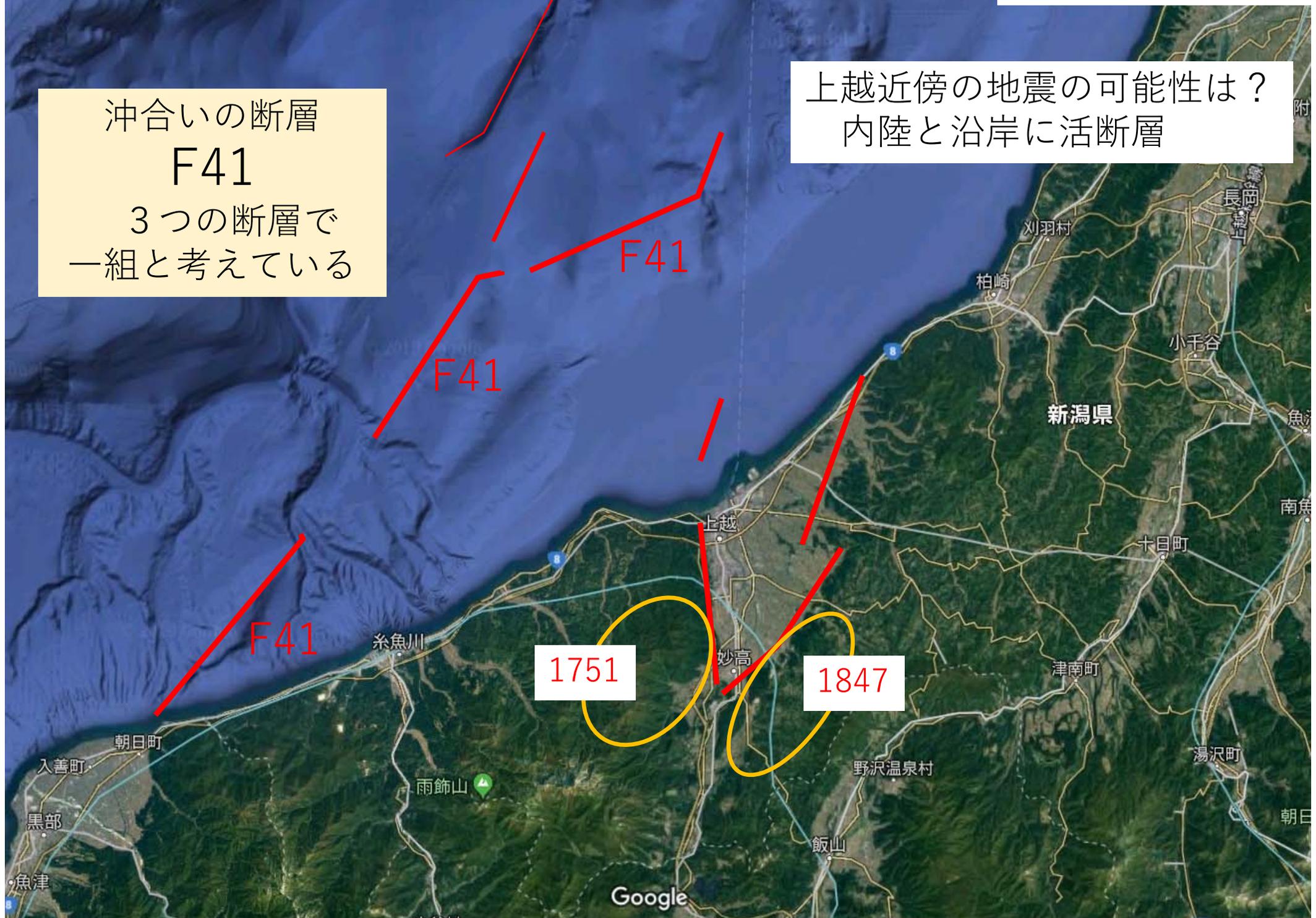
政府の調査方法⇒ 地層のずれ，撓み
(地層に記録されるぐらいの)
大きな地震のみ わかる
活動周期： 数千年単位の話



上越地域の地震環境

沖合いの断層
F41
3つの断層で
一組と考えている

上越近傍の地震の可能性は？
内陸と沿岸に活断層



活断層は“ある”

断層の活動間隔：2000～5000年程度

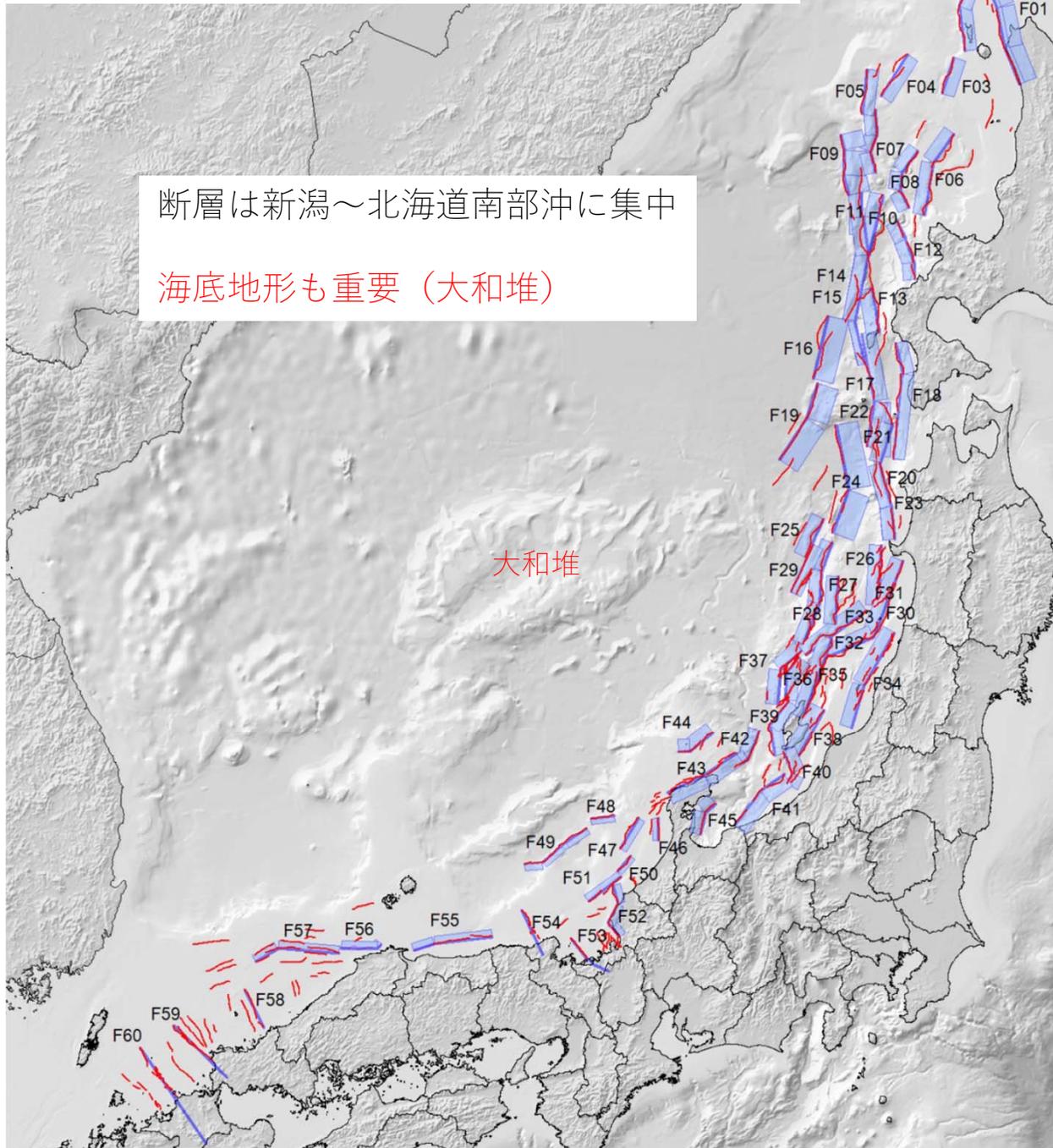
すごくゆれたら

震源は？ 東縁（柿崎） or 海域

関川沿いや直江津・古城で強震動

液状化： ◎港湾の埋立地
+ 津波

日本海における大規模地震に関する調査検討会（2014） による津波波源モデル



- ✓ 40km以上の断層
- ✓ 断層の連動を考慮
- ✓ 断層深度の上限と下限を設定
- ✓ 断層の角度：45度
- ✓ 断層平均変位量：4.5m（6.0m）
- ✓ 大すべり領域を設定
断層面積の20%
平均すべり量の2倍

断層の変位量は
モデル（仮定）です

各矩形モデルの活動履歴
不明

断層の活動履歴の推定

堆積物でやるしかない

県内の各地域ともに

◎津波は10mを大きく越えるようなものではない

◎海岸までの到達時間が早い

気象庁の津波想定をみてから
市町村からの避難指示があったら

消防団や広報車がきてから

では

間に合わない

上越地域の津波は？

規模の予測

(高さ, 広がり, 時間, 流速)

頻度の予測

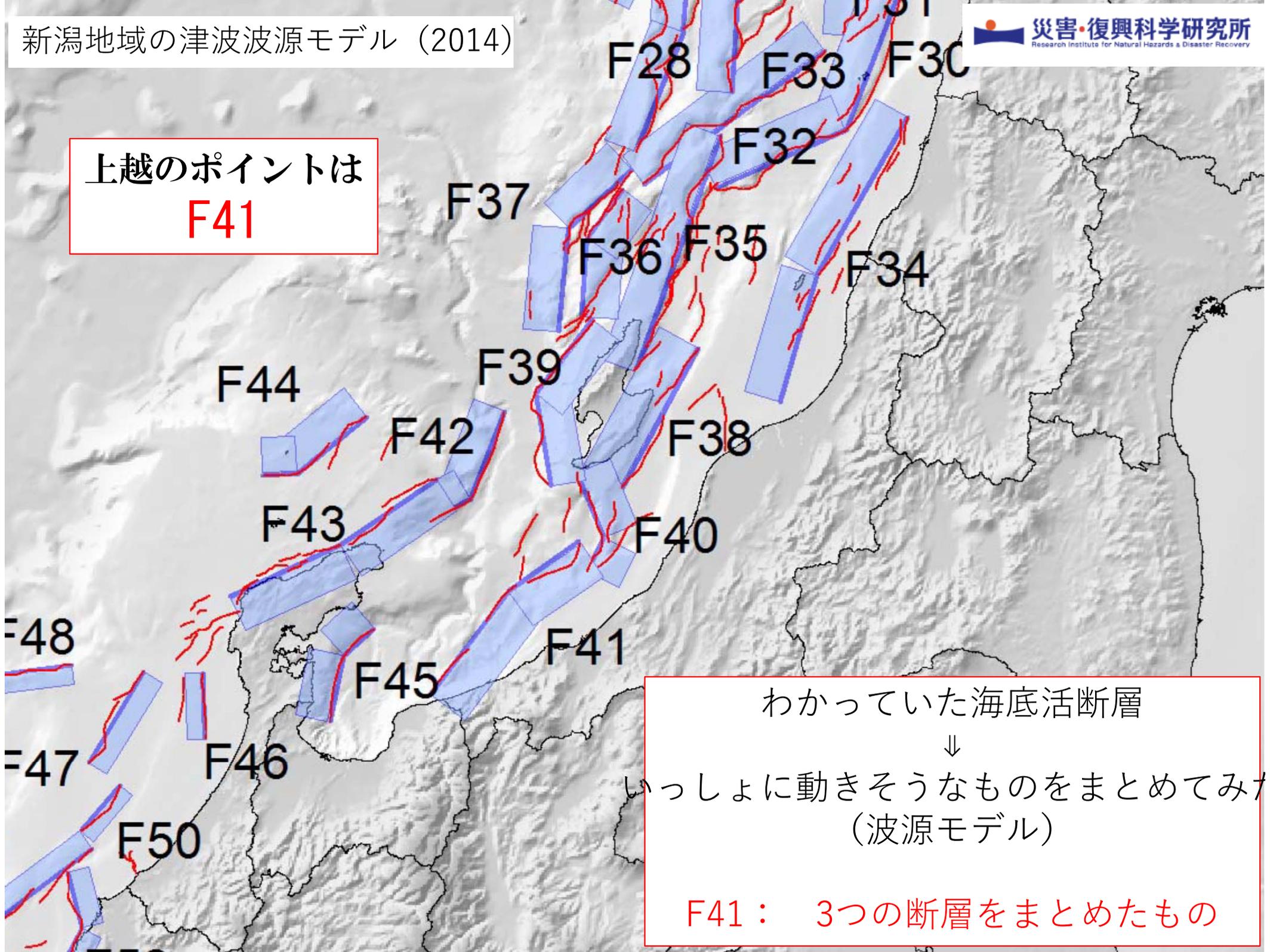
(いつ, 頻度?)

上越地域の地震環境

沖合いの断層
F41
3つの断層で
一組と考えている

上越近傍の地震の可能性は？
内陸と沿岸に活断層



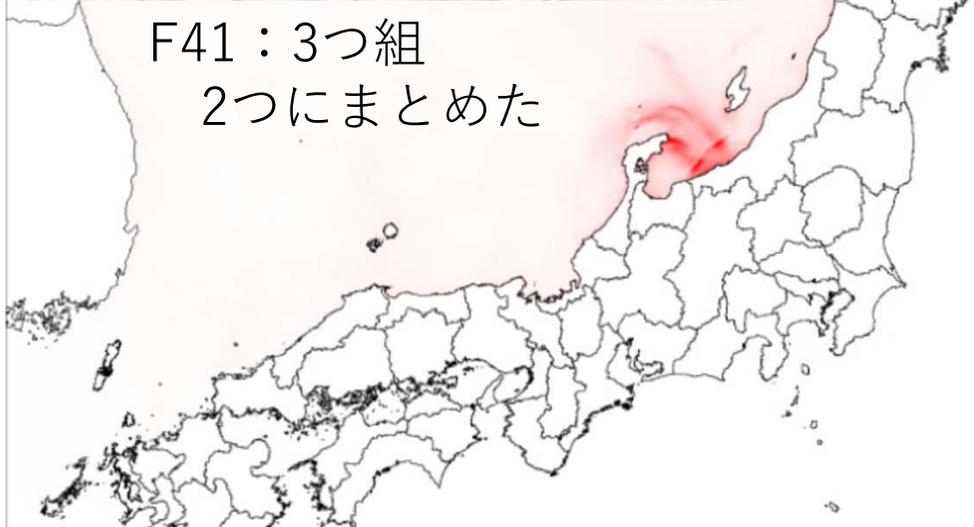
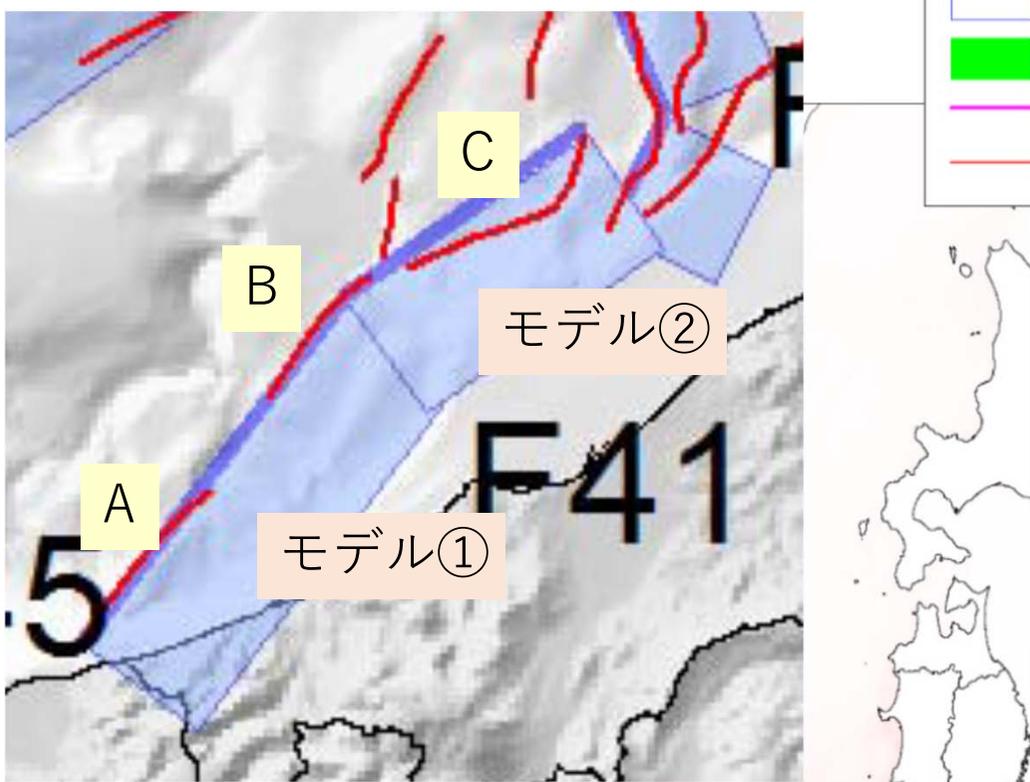


上越のポイントは
F41

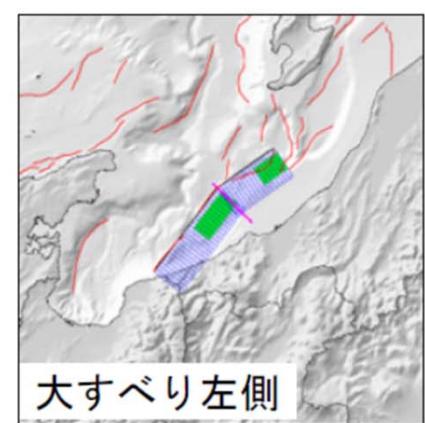
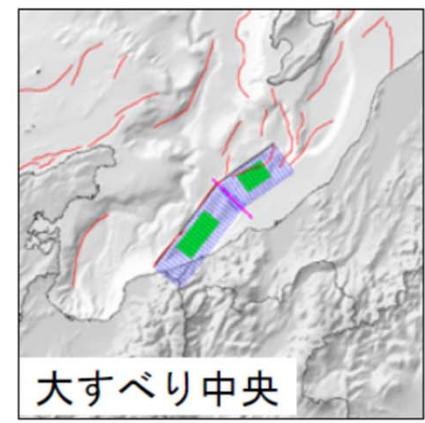
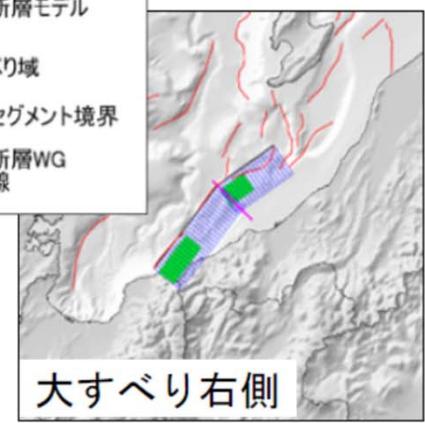
わかってきた海底活断層
↓
いっしょに動きそうなものをまとめてみた
(波源モデル)
F41: 3つの断層をまとめたもの

大すべりモデル(σ式)

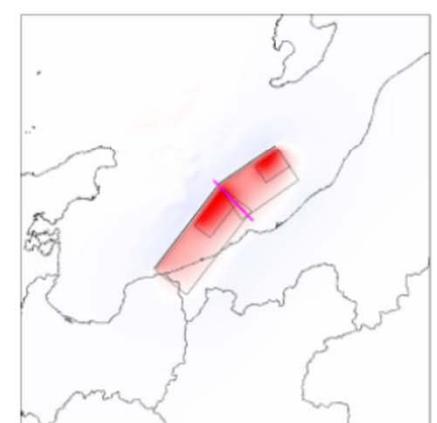
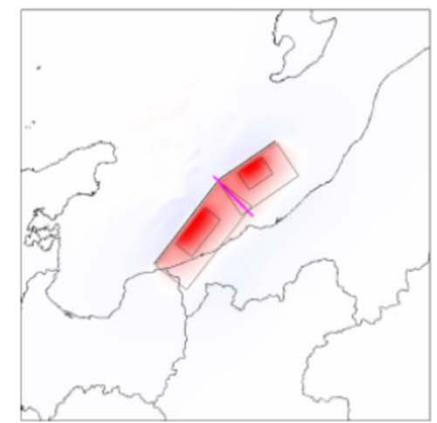
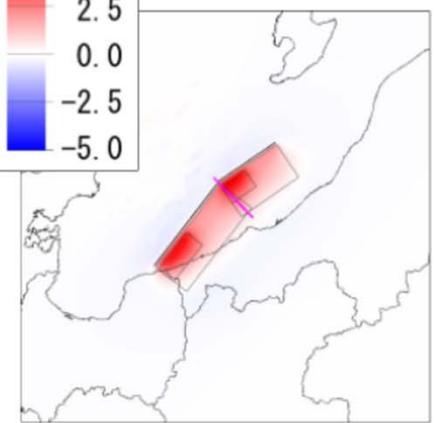
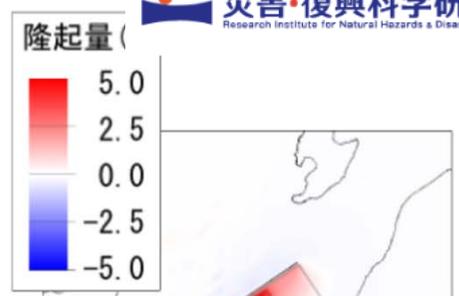
断層モデル F41 (海底断層 W03)



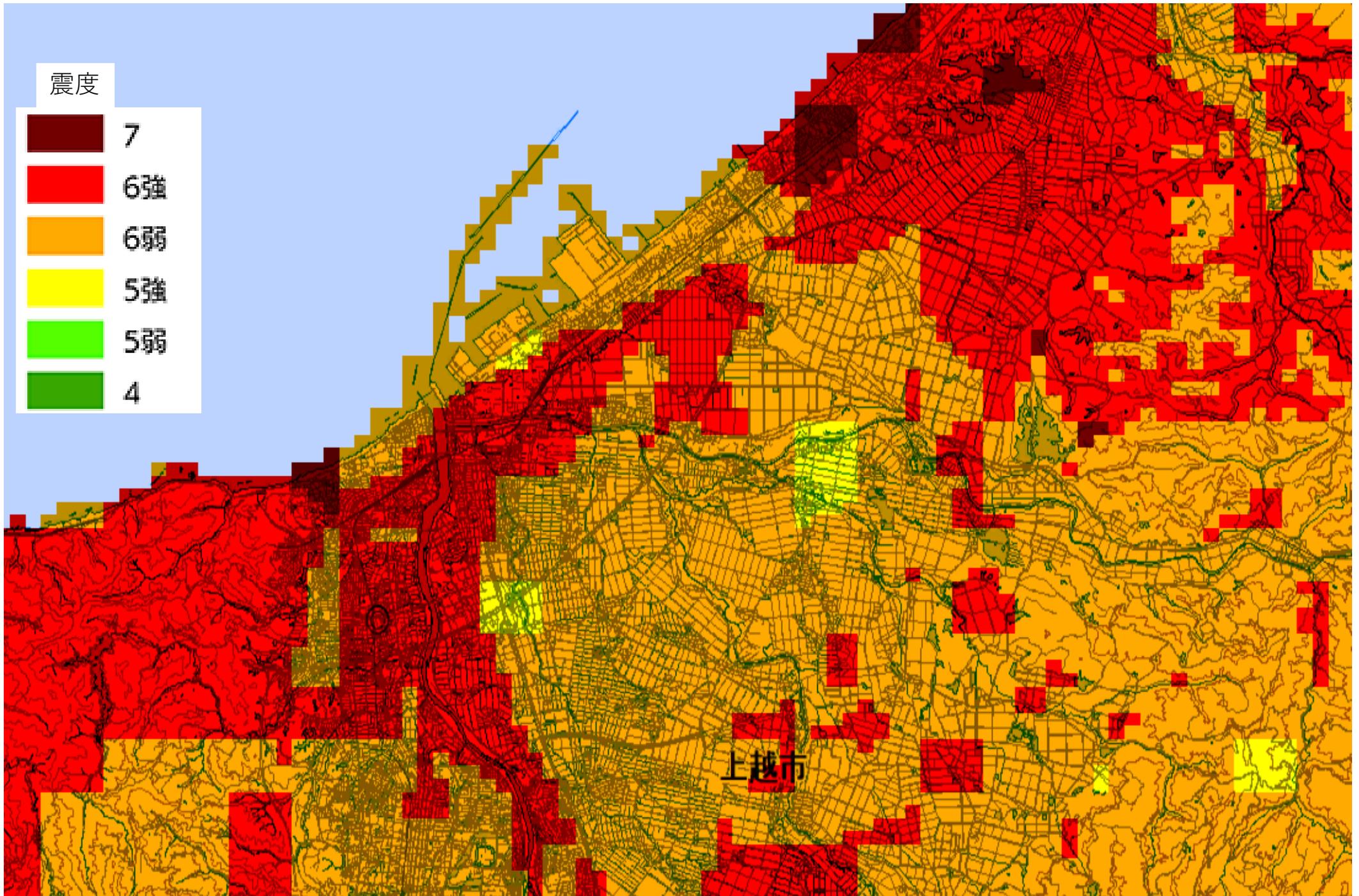
最大水位分布 (大すべり中央)



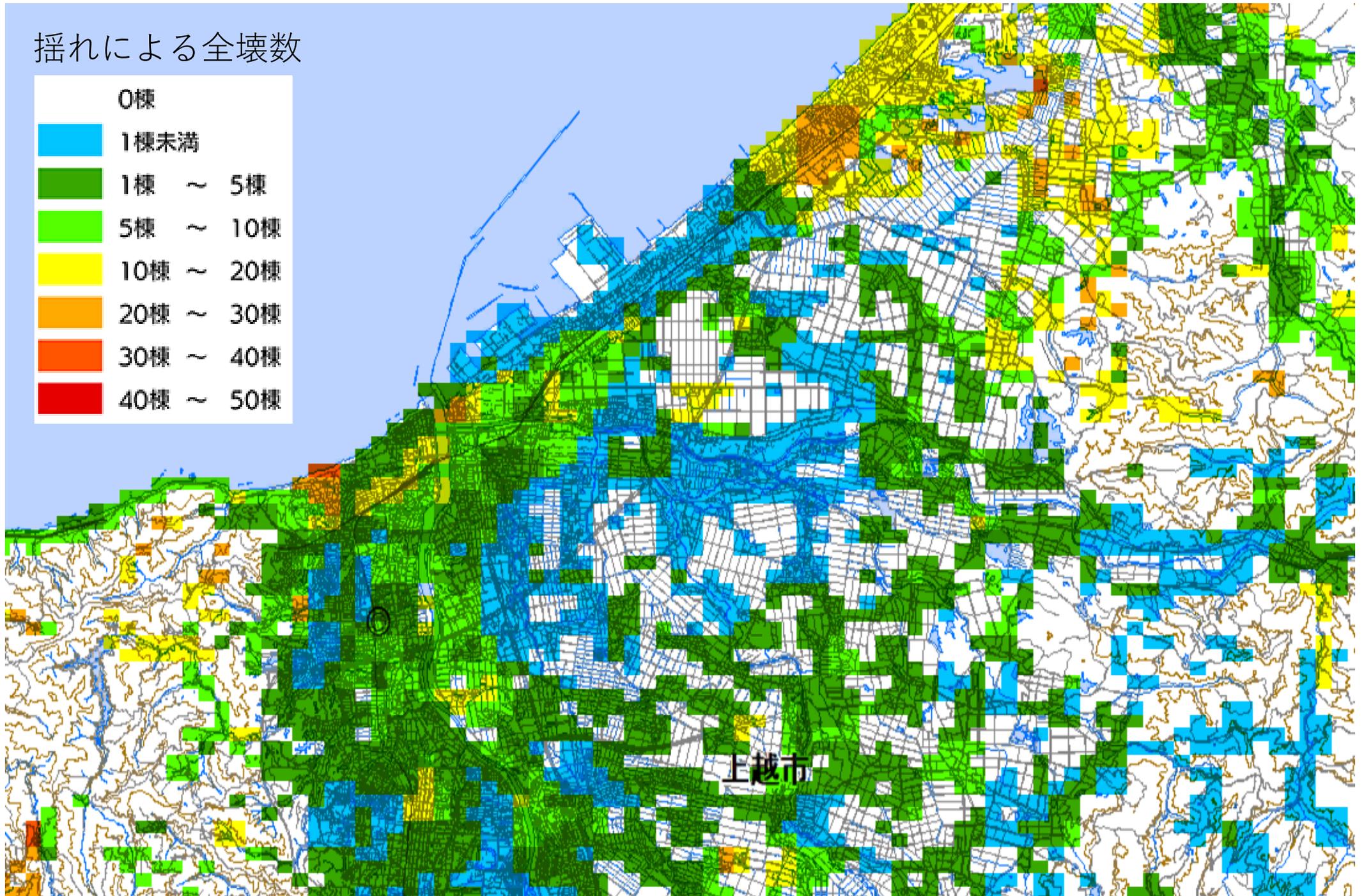
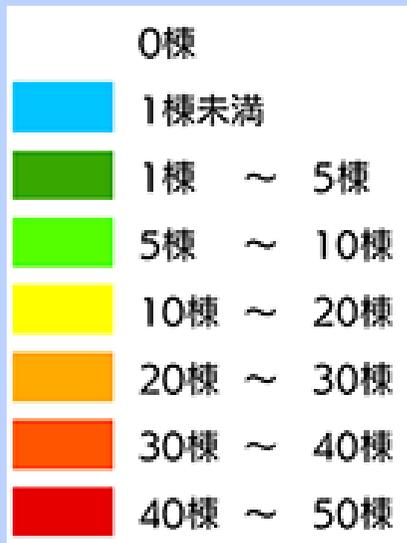
断層モデル



地殻変動量分布



揺れによる全壊数



建物被害／揺れ 全壊，半壊棟数

市区町村	木造		非木造		旧市町村	木造		非木造	
	全壊棟数(棟)	半壊棟数(棟)	全壊棟数(棟)	半壊棟数(棟)		全壊棟数(棟)	半壊棟数(棟)	全壊棟数(棟)	半壊棟数(棟)
上越市	11,602	22,979	325	896	上越市	5,111	12,568	177	534
					安塚町	37	271	*	5
					浦川原村	101	451	*	12
					大島村	18	184	*	6
					牧村	14	200	0	*
					柿崎町	2,072	2,270	53	104
					大潟町	1,749	1,390	40	76
					頸城村	438	1,059	13	40
					吉川町	851	1,438	11	30
					中郷村	17	233	*	17
					板倉町	154	999	*	20
					清里村	77	362	*	6
					三和村	231	957	6	21
					名立町	733	596	11	22

上越市：77,641世帯

人的被害／建物倒壊

市区町村	死者数	負傷者数	重傷者数	軽傷者数	旧市町村	死者数	負傷者数	重傷者数	軽傷者数
	(人)	(人)	(人)	(人)		(人)	(人)	(人)	(人)
上越市	740	6,132	1,154	4,978	上越市	283	2,744	444	2,300
					安塚町	*	59	*	55
					浦川原村	7	114	12	102
					大島村	*	41	*	39
					牧村	*	43	*	42
					柿崎町	147	871	229	641
					大潟町	110	553	169	384
					頸城村	30	291	48	244
					吉川町	74	547	113	434
					中郷村	*	58	*	55
					板倉町	11	227	17	209
					清里村	5	84	8	76
					三和村	18	259	29	230
					名立町	48	242	74	168

上越市人口：181,220人

人的被害／津波

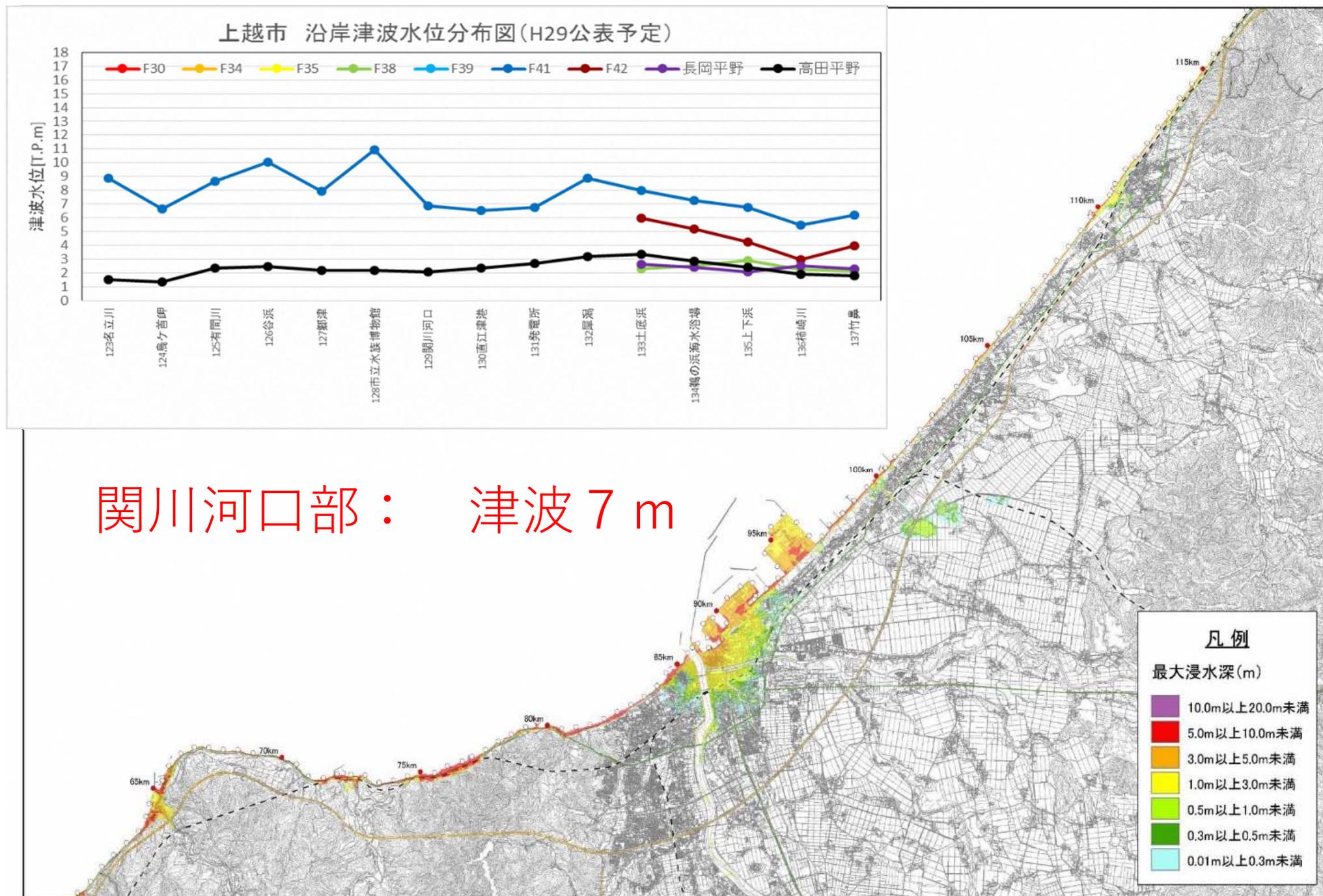
市区町村	死者数	負傷者数	重傷者数	軽傷者数	要救助者数	旧市町村	死者数	負傷者数	重傷者数	軽傷者数	要救助者数
	(人)	(人)	(人)	(人)	(人)		(人)	(人)	(人)	(人)	(人)
上越市	155	2,037	693	1,345	14	上越市	141	1,730	588	1,142	14
						安塚町	0	0	0	0	0
						浦川原村	0	0	0	0	0
						大島村	0	0	0	0	0
						牧村	0	0	0	0	0
						柿崎町	*	71	24	47	0
						大潟町	*	23	8	15	0
						頸城村	7	188	64	124	0
						吉川町	0	0	0	0	0
						中郷村	0	0	0	0	0
						板倉町	0	0	0	0	0
						清里村	0	0	0	0	0
						三和村	0	0	0	0	0
						名立町	*	26	9	17	0

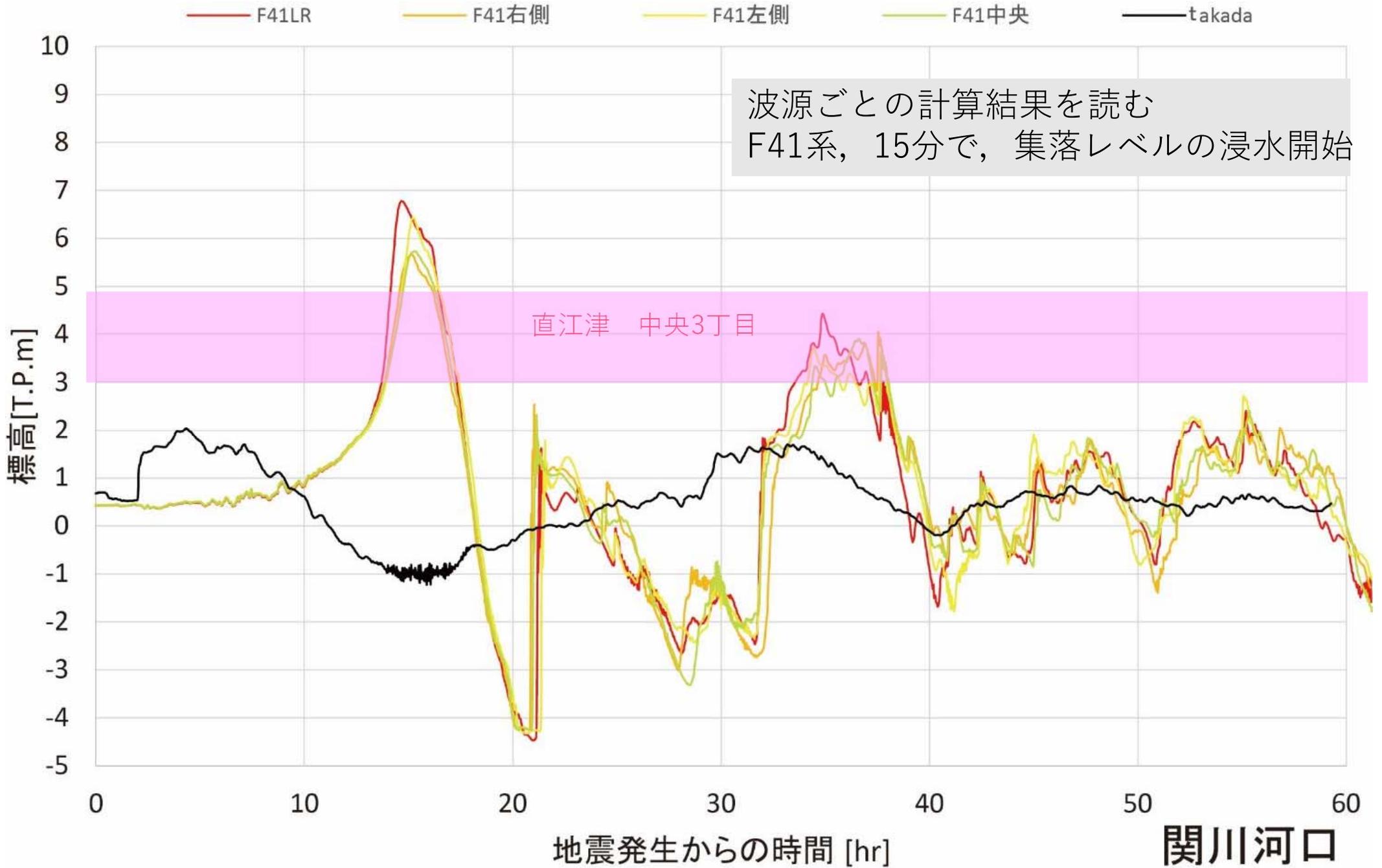
生活への支障／避難者

市区町村	全避難者数(人)			旧市町村	全避難者数(人)		
	直後	1週間後	1ヶ月後		直後	1週間後	1ヶ月後
上越市	33,574	40,852	30,884	上越市	21,472	25,495	18,927
				安塚町	132	314	132
				浦川原村	231	443	231
				大島村	78	208	78
				牧村	57	209	57
				柿崎町	3,356	3,809	3,320
				大潟町	4,028	4,330	3,997
				頸城村	923	1,295	833
				吉川町	984	1,207	984
				中郷村	73	325	73
				板倉町	384	797	384
				清里村	162	317	162
				三和村	424	713	424
				名立町	1,271	1,388	1,283

上越市人口：181,220人

上越市の津波浸水 (F41断層と高田平野沖で計算)





上越市の津波浸水

浸水深度・分布：F41断層

浸水深 (m)

- 5.0m以上10.0m未満
- 3.0m以上5.0m未満
- 1.0m以上3.0m未満
- 0.5m以上1.0m未満
- 0.3m以上0.5m未満
- 0.01m以上0.3m未満

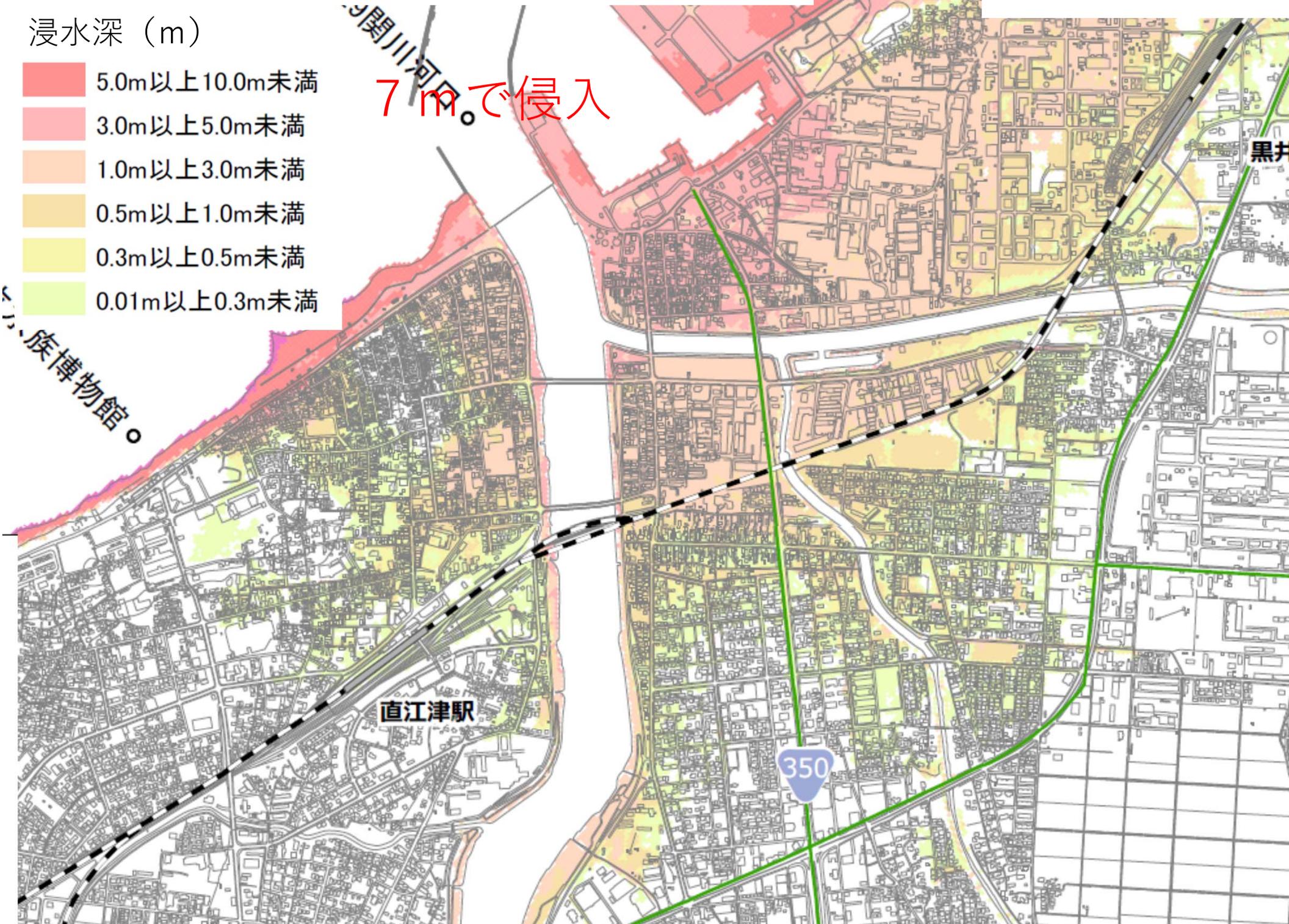
7mで侵入

上越市立博物館

直江津駅

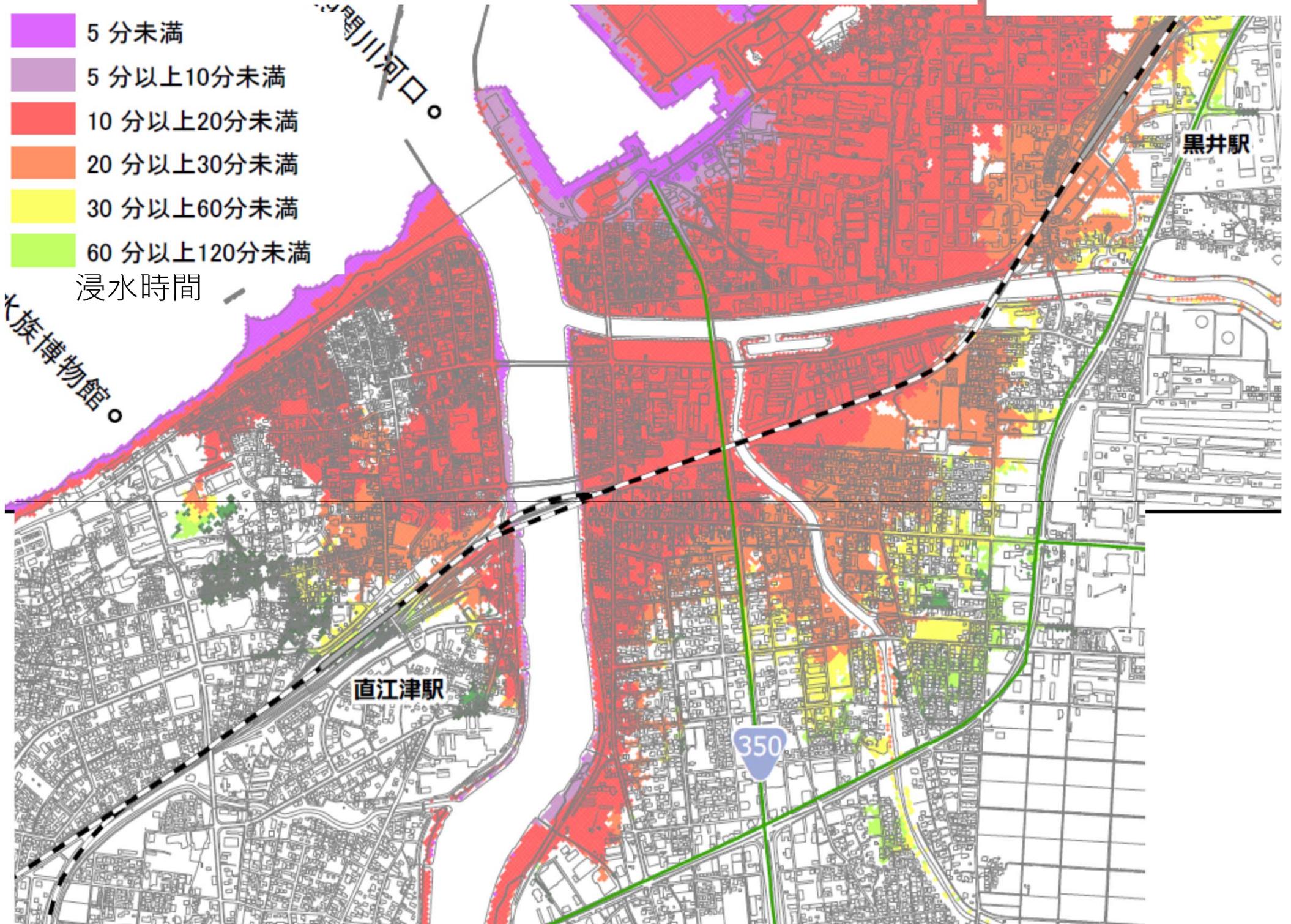
350

黒井



上越市の津波浸水

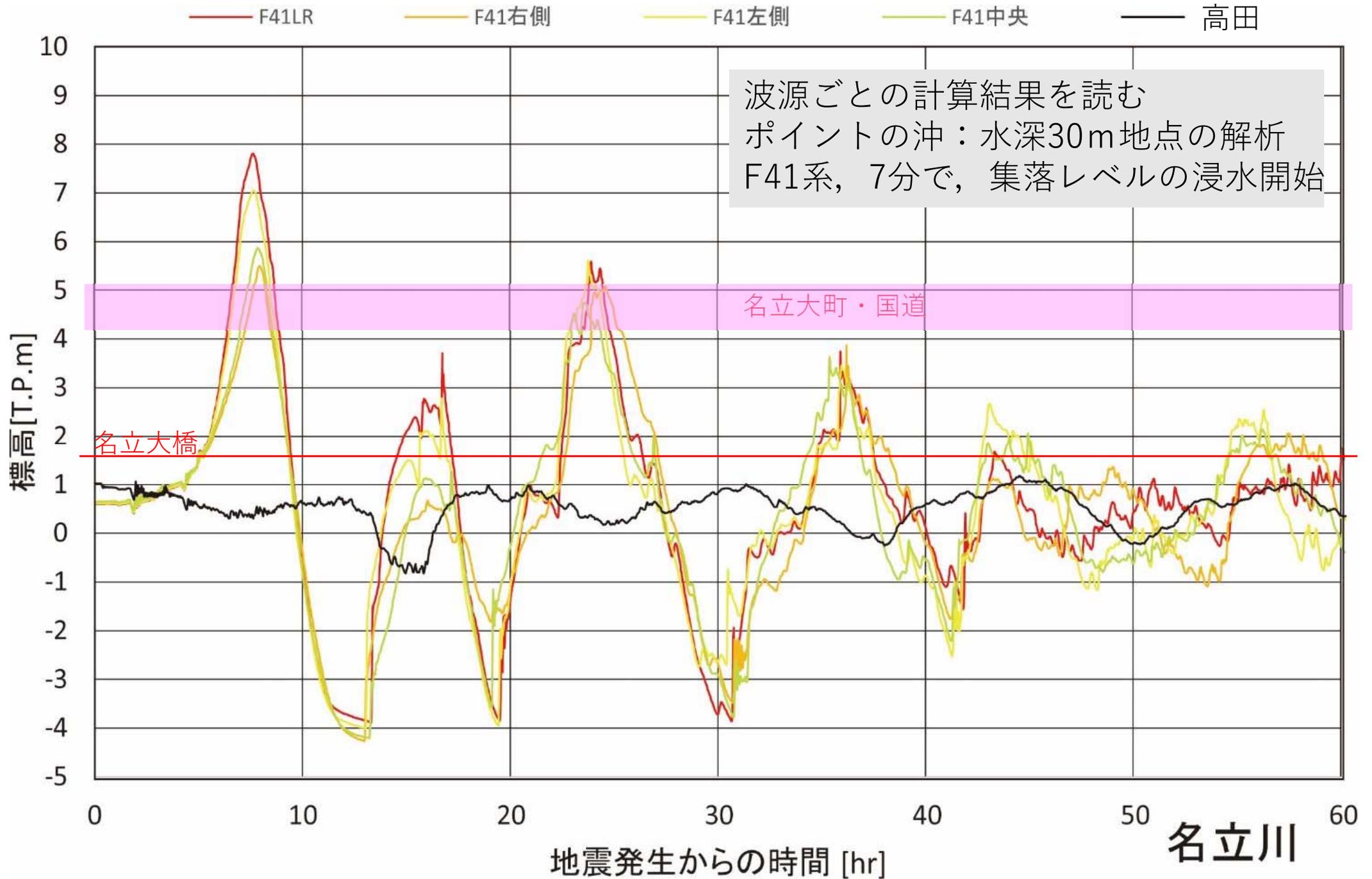
5分未満は高田平野沖, 他はF41断層



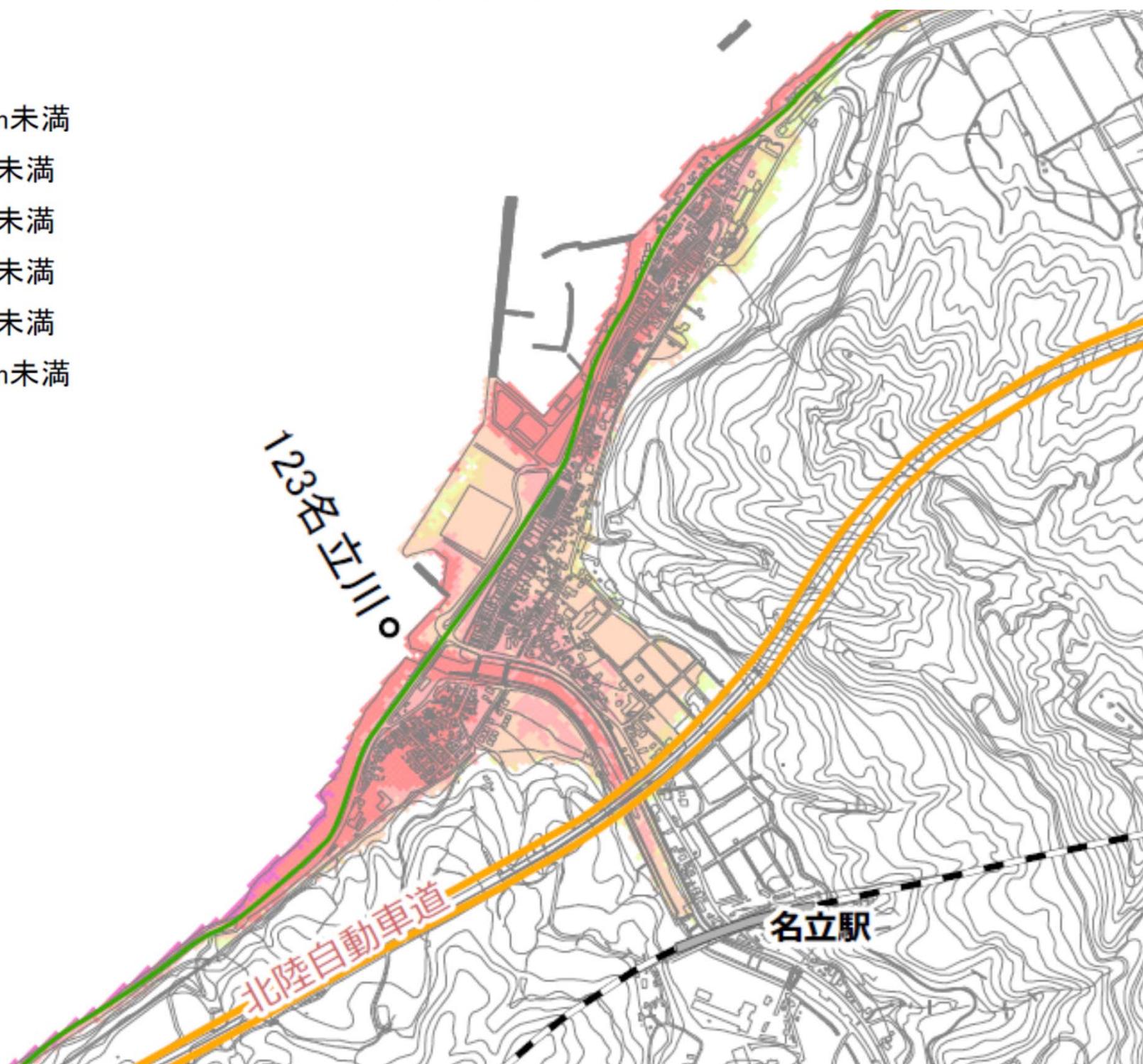
上越市の津波ハザードマップ



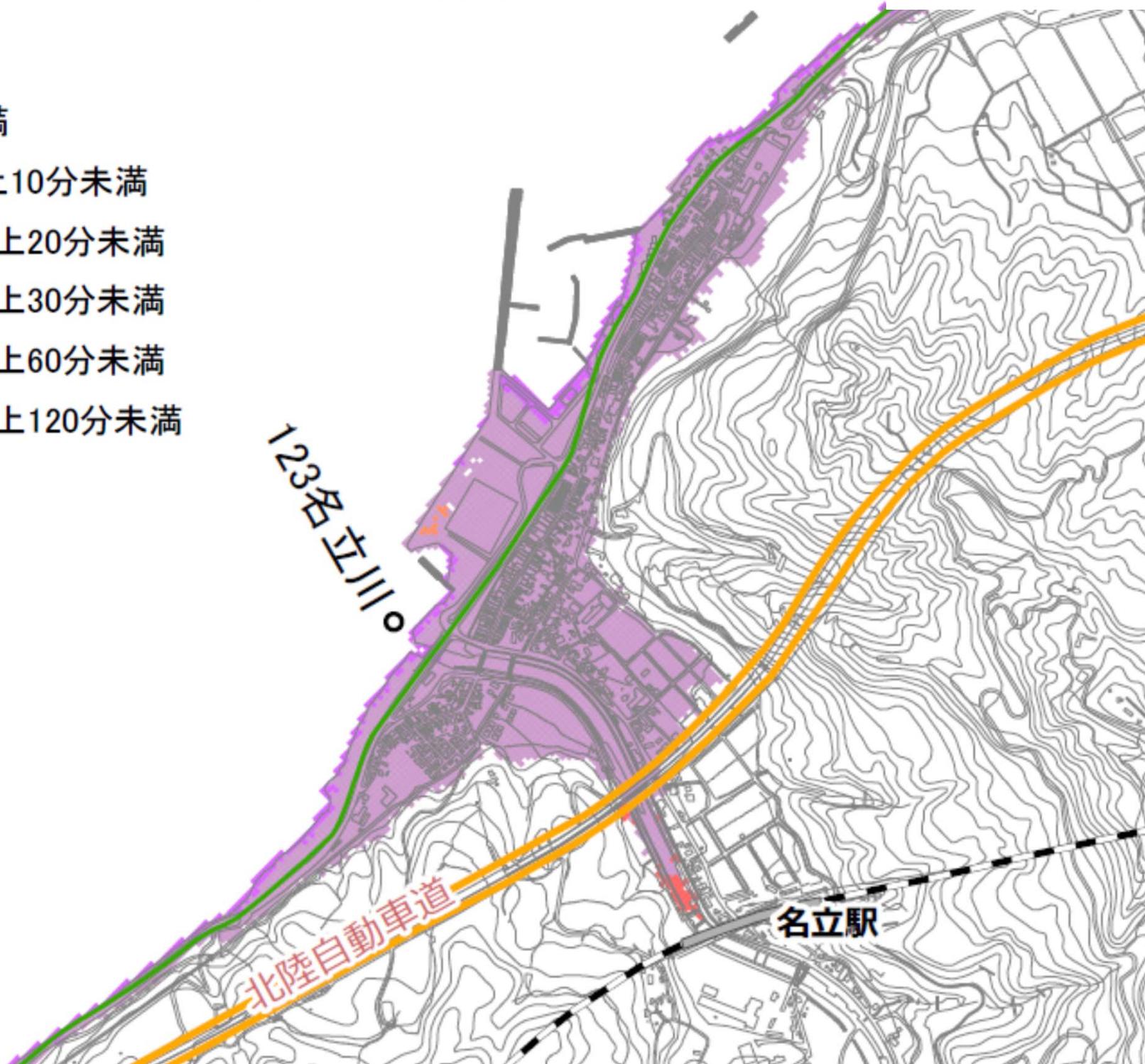
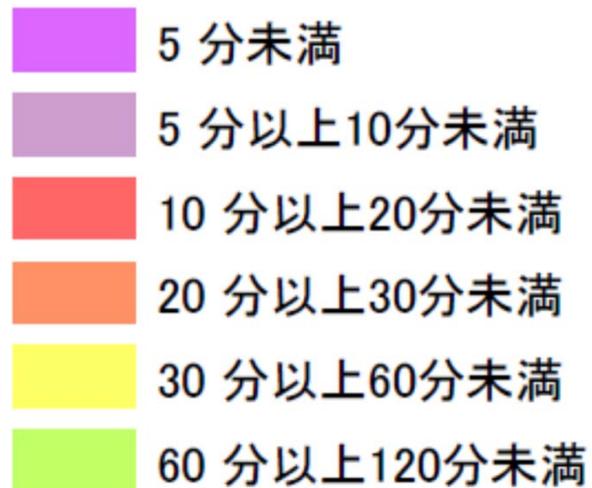
上越市名立の津波浸水想定



浸水深 (m)



浸水時間



大きく揺れたら まず津波

短時間しかないことを想定した、
自主的な避難が必要