

富山市民大学

「立山黒部ジオパークを知る」

地震と活断層

—富山の活断層と震災—

富山県 立山カルデラ砂防博物館

丹保 俊哉

ジオパークで地震と活断層を考える

1. 地震と活断層の姿を知る
2. 身近な地形の断層や地震との関わりを知る
 - 断層地形とその利用
 - 資源(地下水・温泉・鉱山など)としても
 - 例えば金太郎温泉、法林寺温泉など
3. 過去の様々な震災で得られた教訓を学び継承する
4. 居住地の地形や地質の特徴によってどのような地震動に見舞われるのかを想定し、その震災を受容しえる対策に繋げる

1. 地震と活断層の姿

地震とは

地下の岩盤の破壊現象

およびその衝撃によって発生する振動

断層とは

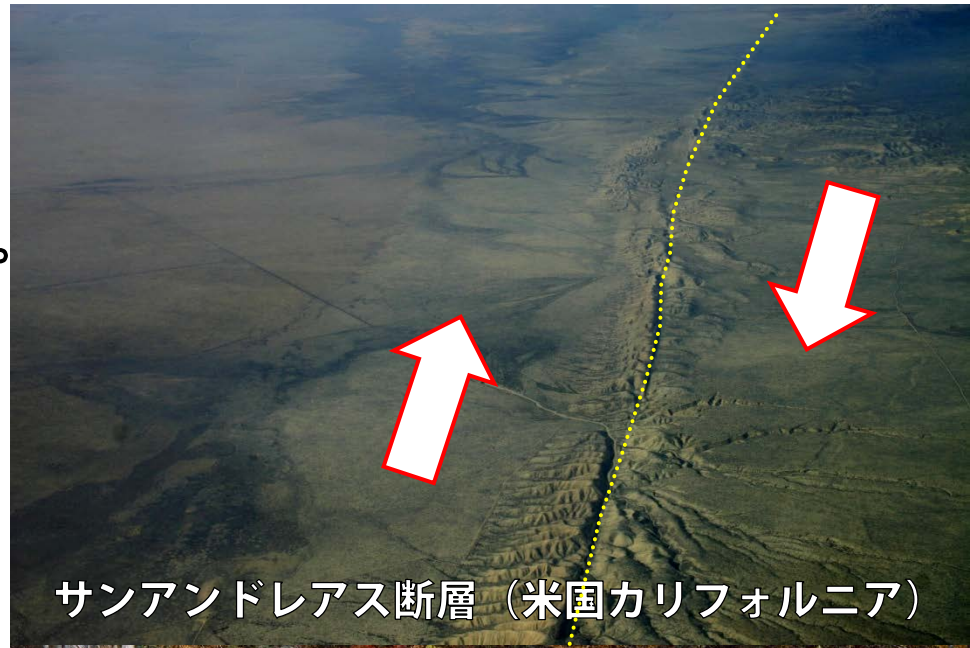
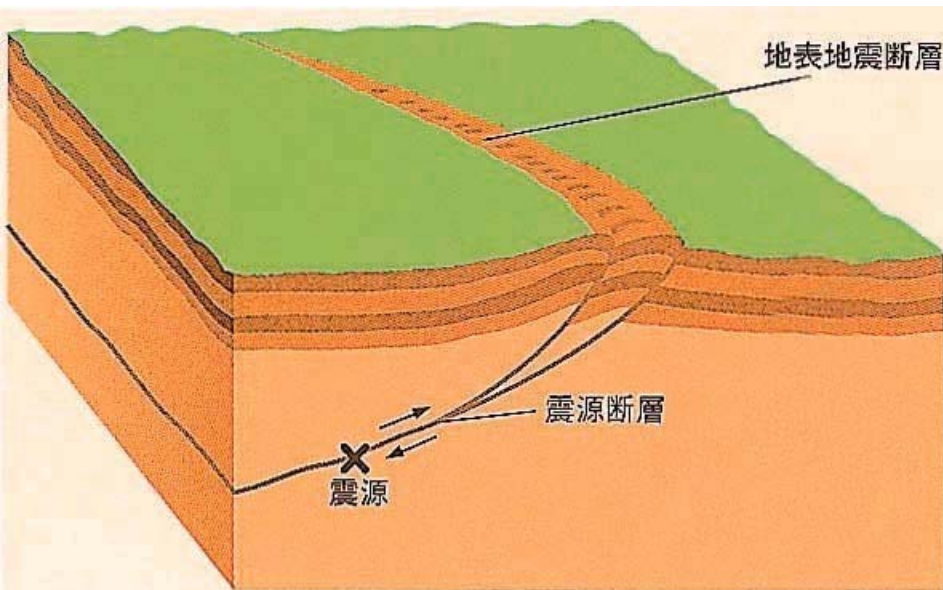
破壊された岩盤の傷痕

活断層

過去数十万年間に傷痕で繰り返し活動し、
将来も活動すると考えられる断層

断層

- 地表に露出する、破壊された岩盤の傷痕（ズレ目・食い違い）。地表地震断層。
- ズレ目は、地下深くに(平面的に)続いている(震源断層)。
- 活断層は繰り返しズレる。
- 断層を境にして大地が動く（ズレる・すべる）とき、地震が発生する。



サンアンドレアス断層（米国カリフォルニア）



跡津川断層（真川露頭）

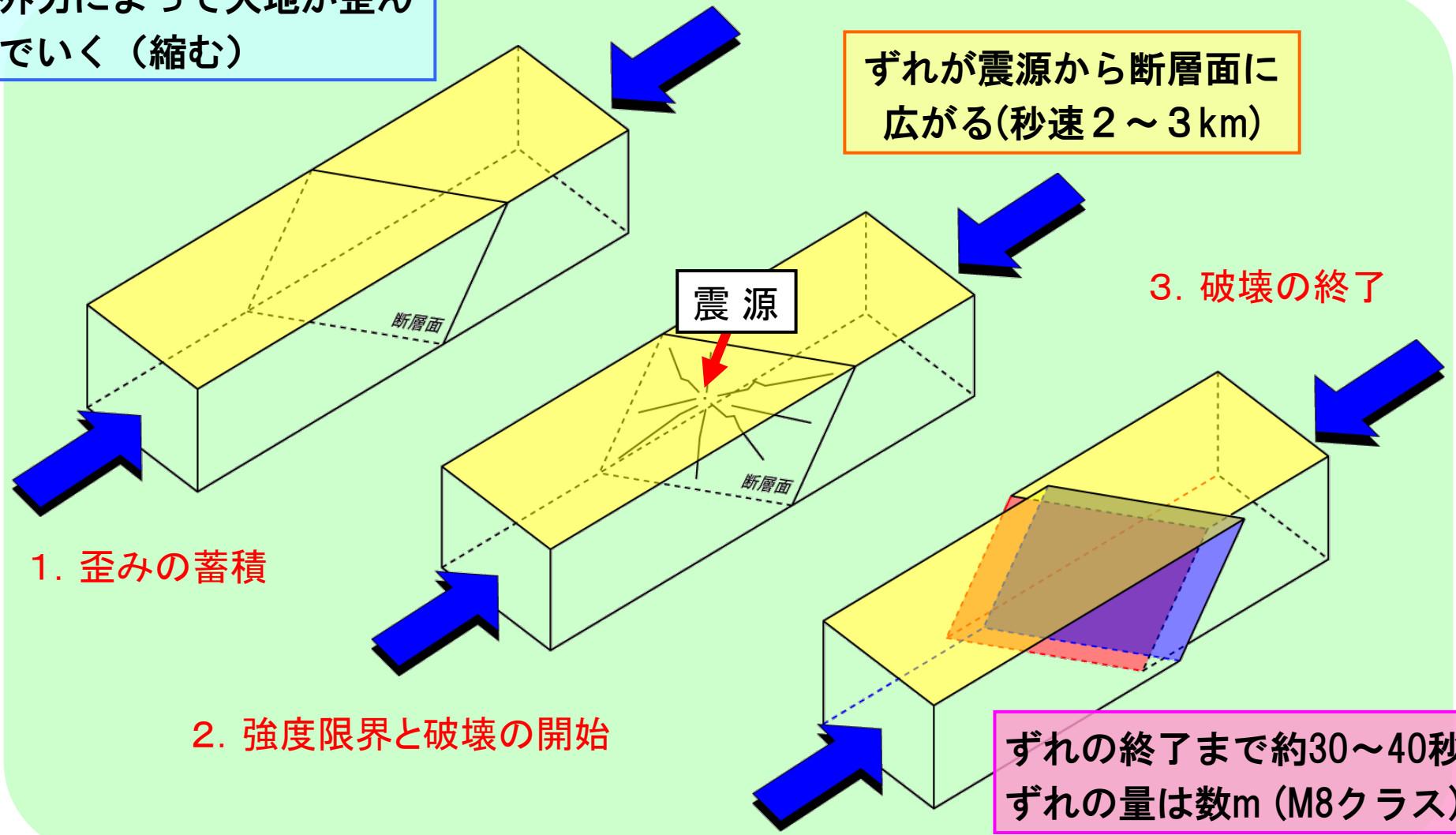
大地はなぜ平面でズれる(壊れる)？

- 外力を受けた岩盤は(ぜい性)破壊する
 - 物体が耐力の限界で一気に壊れる現象
- 地下には自由な運動空間はない
 - 外力を最小範囲の(せん断)破壊で解消しようとする
せん断破壊＝断層運動
 - 強度の弱い過去に破壊された古傷(断層)を再利用する

断層運動（せん断破壊）の過程

外力によって大地が歪んでいく（縮む）

ずれが震源から断層面に広がる(秒速2~3km)



1. 歪みの蓄積

2. 強度限界と破壊の開始

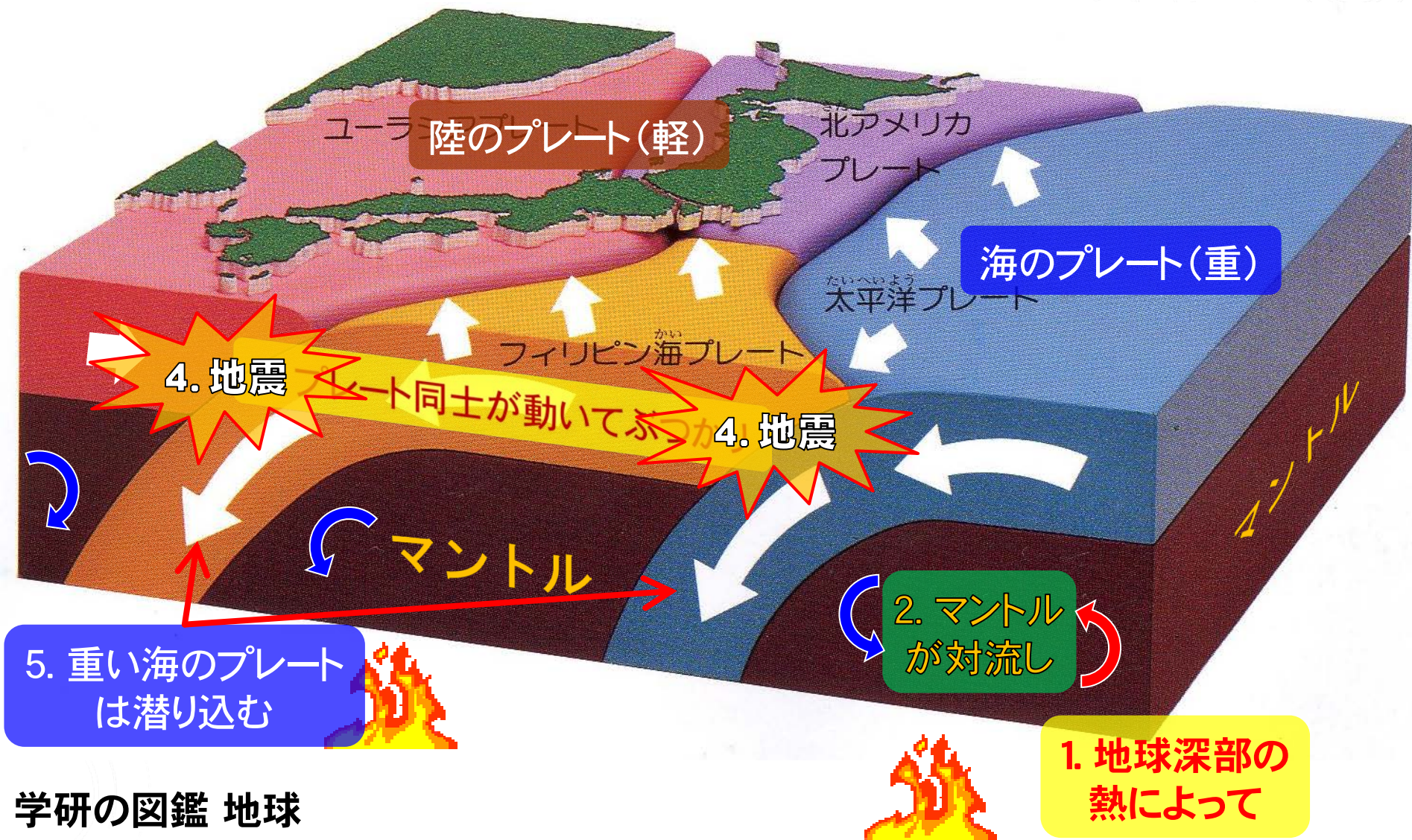
3. 破壊の終了

ずれの終了まで約30~40秒
ずれの量は数m (M8クラス)

4. 1から繰り返し

大地が動く原因

— 日本周辺のプレートの分布とその運動 —



地震が起きる場所と頻度

プレート境界の地震では解消しきれない外力 (数mm/年)

プレート境界の地震

海洋プレート (太平洋プレートやフィリピン海プレート) が、大陸プレート (北アメリカプレートやユーラシアプレート) の下にしずみこむとき。プレートどうしがふれあう面でおこる。マグニチュード8クラスの巨大地震

- 1854.12.23 安政東海地震
- 1944.12.7 昭和東南海地震
- 2011.3.11 東北地方太平洋沖地震等々

1000～数1000年周期

100～数100年周期

海洋プレートの移動

年間 ~10cm

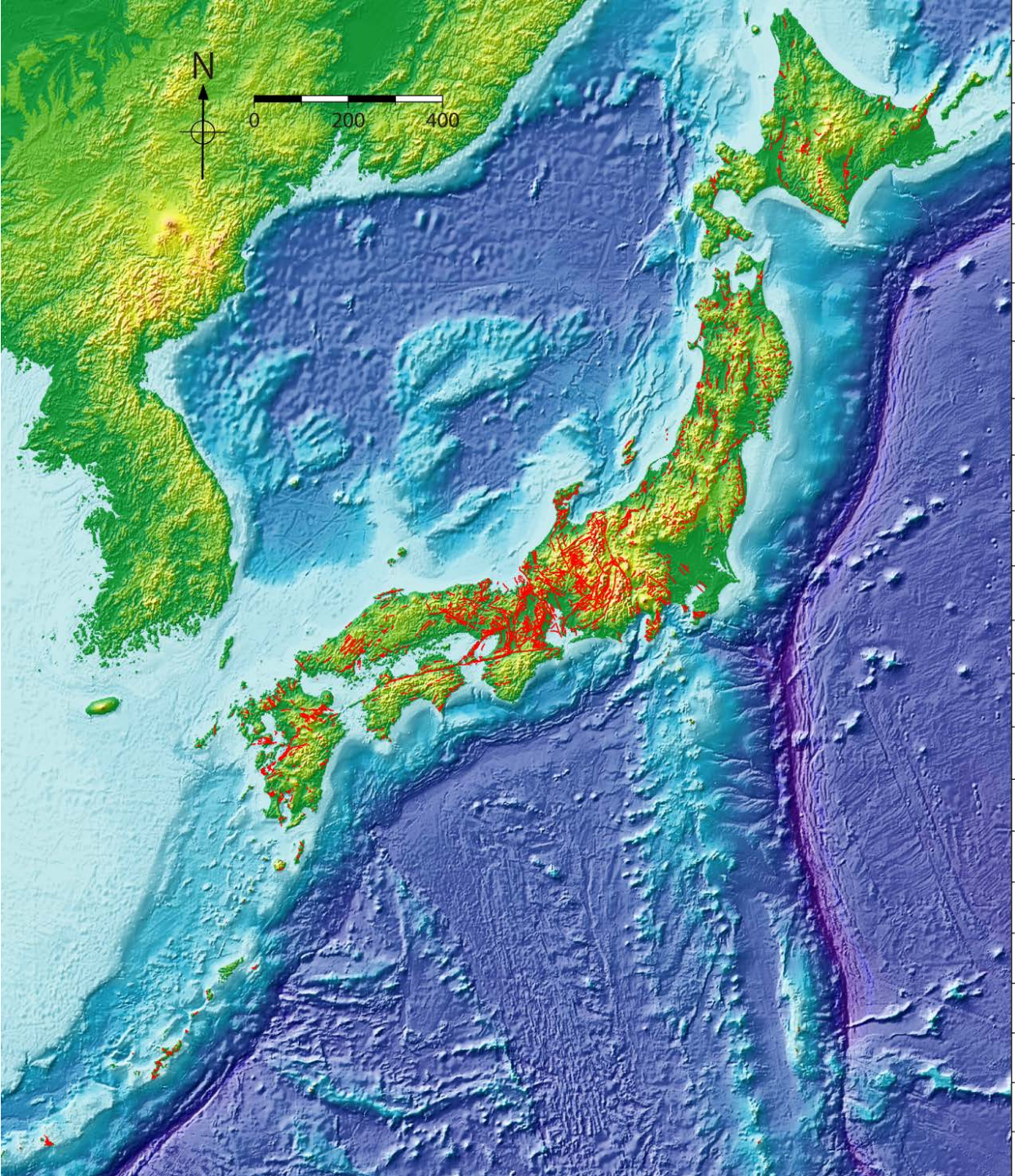
内陸の地震

海洋プレートのしずみこみなどによって、日本列島には力がかかっている。このひずみが大きくなっていくと、ときどき内陸で断層が動いて地震がおこる。

- 1858.4.9 安政飛越地震
- 2004.10.23 中越地震
- 2018.9.6 北海道胆振東部地震等々

富山県周辺で発生する地震のタイプもこちら

日本列島の活断層（活断層研究会編）



日本全国におよそ2000確認されている
（海域を除く）。

その大きさはまちまち。地表で見える長さ
にして十数〜100kmほど

地下に隠れて見えない断層もある。

断層の大きさと「地震の力」(マグニチュード)の関係

M3

3~400m
1.5cm

M4
1 ~ 1.5km
5cm

M5
3 ~ 4km
15cm

断層運動によって放出される地震のエネルギー量「マグニチュード」の数値は、断層がすべった広さと量で決まります。



断層の大きさと「地震の力」(マグニチュード)の関係

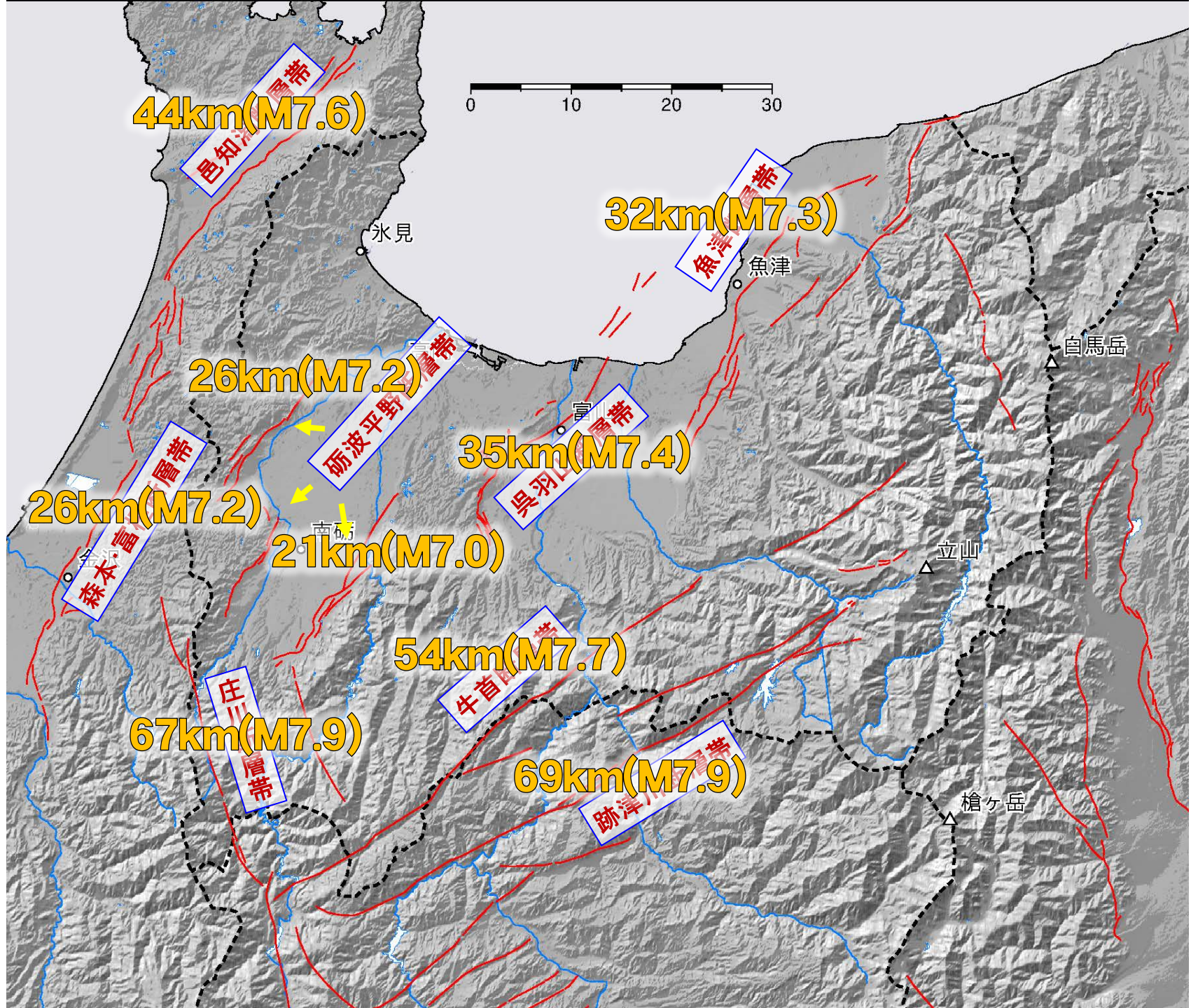
M6
10~15km
0.5m

M7
30~40km
1.5~2m

M8
100~150km
5m~



富山県内外の主要活断層帯とその大きさ



地震と活断層が造り出す地形 1

1回の地震によるずれの量 推定2m
(上下変位量にして0.7m)

大地に加わる力の向き

沈降層

呉羽山断層(逆断層)

井田川

隆起

呉羽山丘陵

断層面(西下が川)

富山大学

富山平野

(沈降した場所に川が運んだ土砂が堆積してできた沖積平野)

城山の標高は145mなので地震は200回以上の起きている？
地上の断層と呉羽山の位置が違っているため、神通川(井田川)が侵食するため

地震と活断層が造る地形2 撓曲(とうきょく)

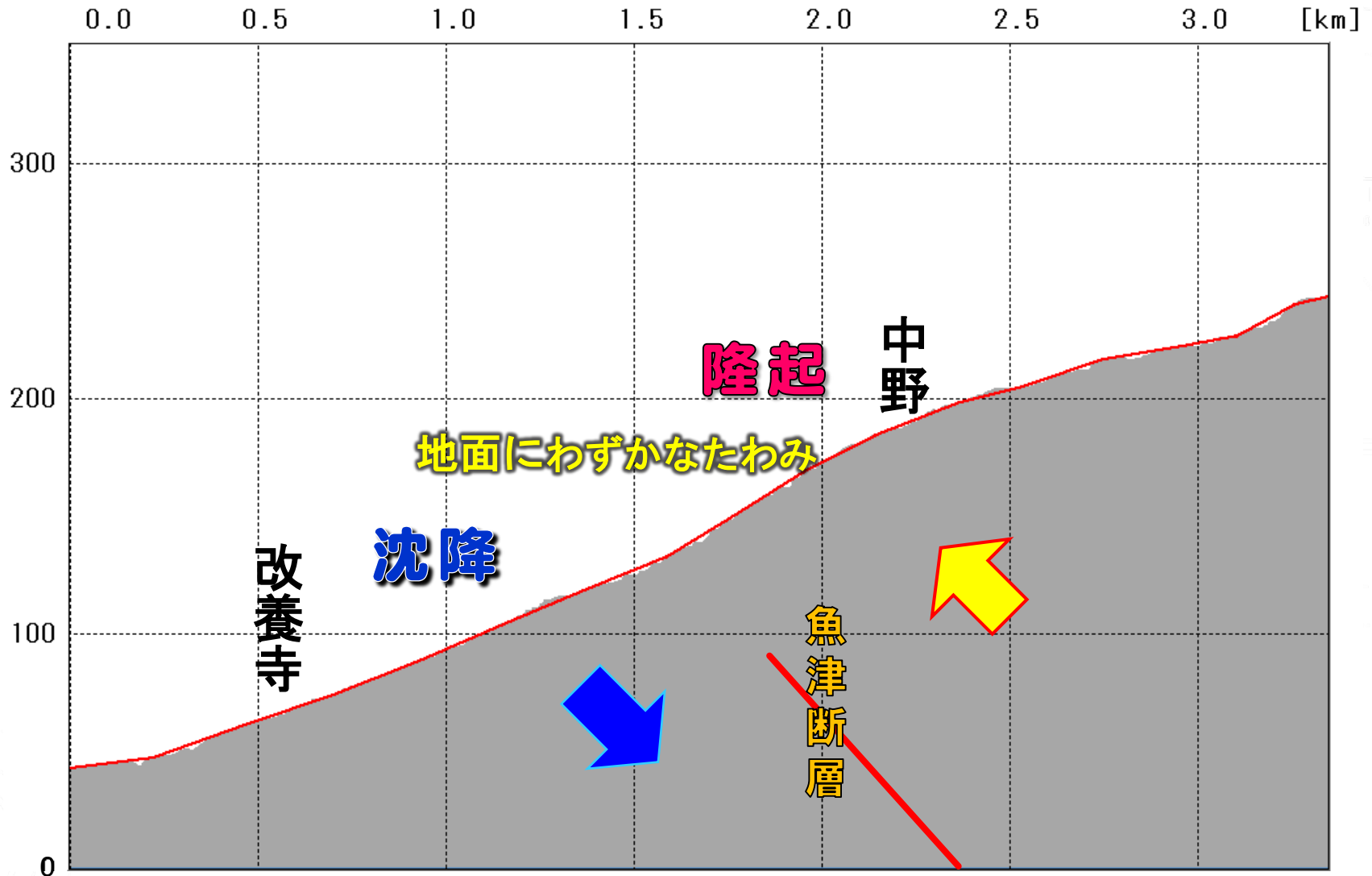


地理院地図、国土地理院基盤地図10mメッシュ標高を使用(高さ3倍強調)

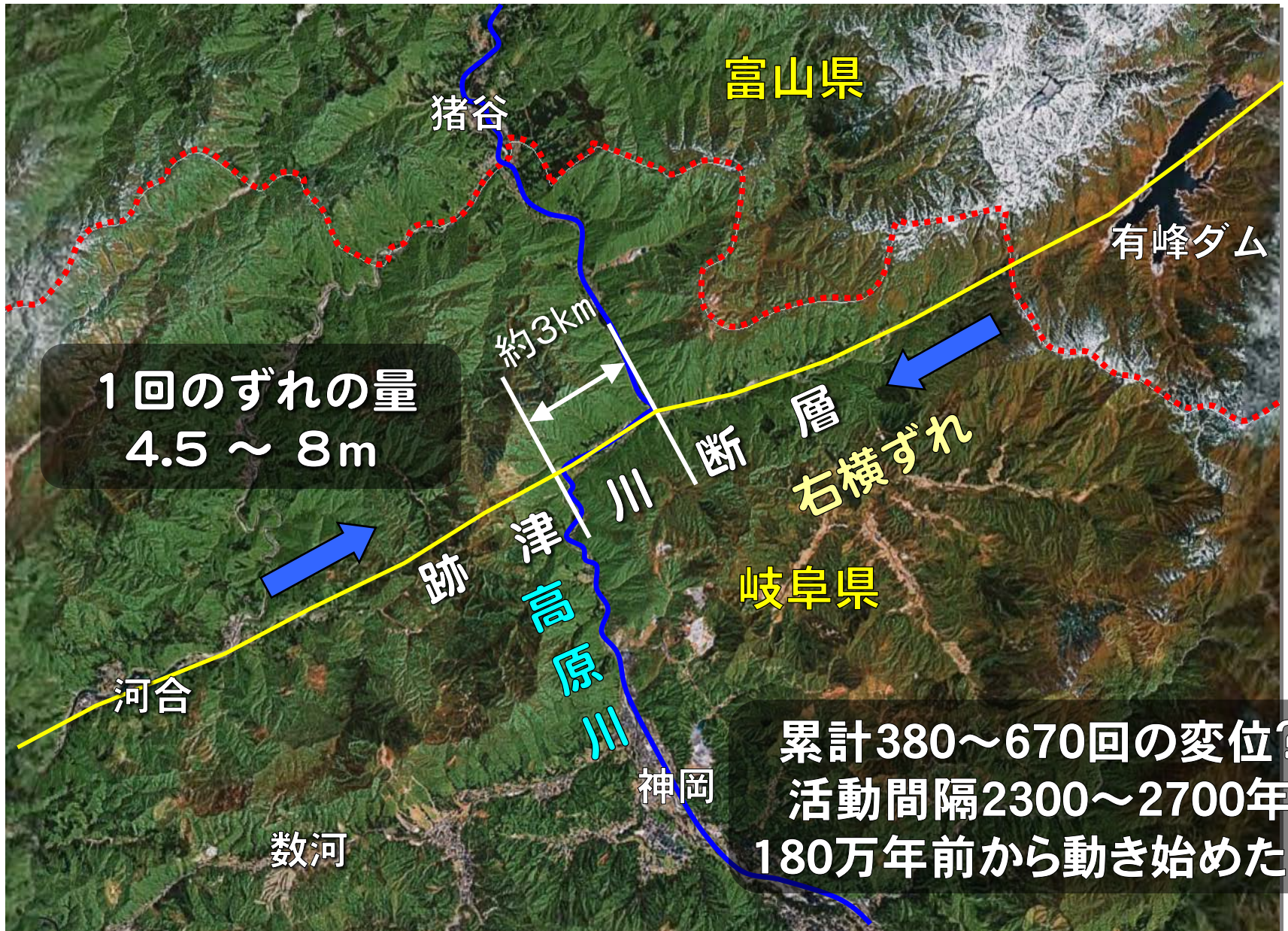
地震と活断層が造る地形2 撓曲(とうきよく)



地震と活断層が造る地形2 撓曲(とうきょく)



地震と活断層が造り出す地形 3



安政飛越地震の震度分布とその被害

史料内の表現

S 強地震
E 大地震
e 地震

推測震度分布

■ VII (7)
■ VI (6)
■ V (5)
■ IV (4)

損壊記録による

推測震度

● 7
◎ 6~7
⊙ 6
⊖ 5以上
⊕ 5~6
○ 5
⊠ 4以上
⊡ 4~5
□ 4

越中（加賀藩領）側被害

死者140人

流失、倒潰家屋2496戸

（土石流・氾濫による二次災害を含む）

1858年4月9日午前2時頃
マグニチュード7.3~7.6 (推定)

大聖寺、丸岡、勝山でも
家屋被害、崖崩れが発生

飛騨側被害

死者203人、負傷者45人

全壊家屋323戸、半壊377戸

安政東海地震（1854年12月23日）
マグニチュード8.4（推定）の誘発地震？

地震時の富山城下の様子

「地水見聞録」挿絵

(富山県立図書館蔵)

市口破裂

畧図

大震動、御逃退の図



液状化現象

土蔵破損ノ跡



大地ヨリ水ヲ噴ルノ図

飛越地震を引き起こした活断層 跡津川断層

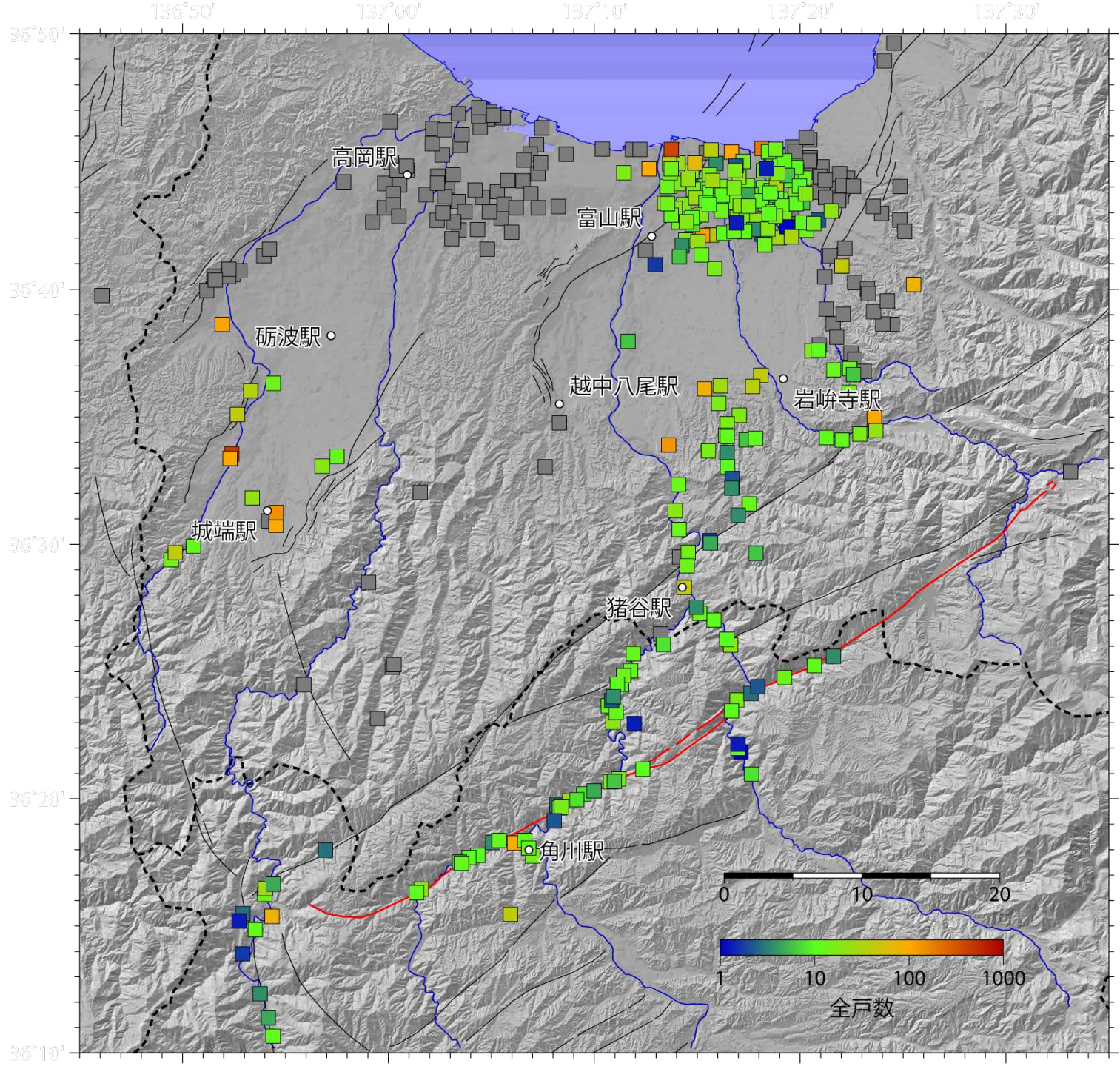


長さ 約60km
深さ 約15km

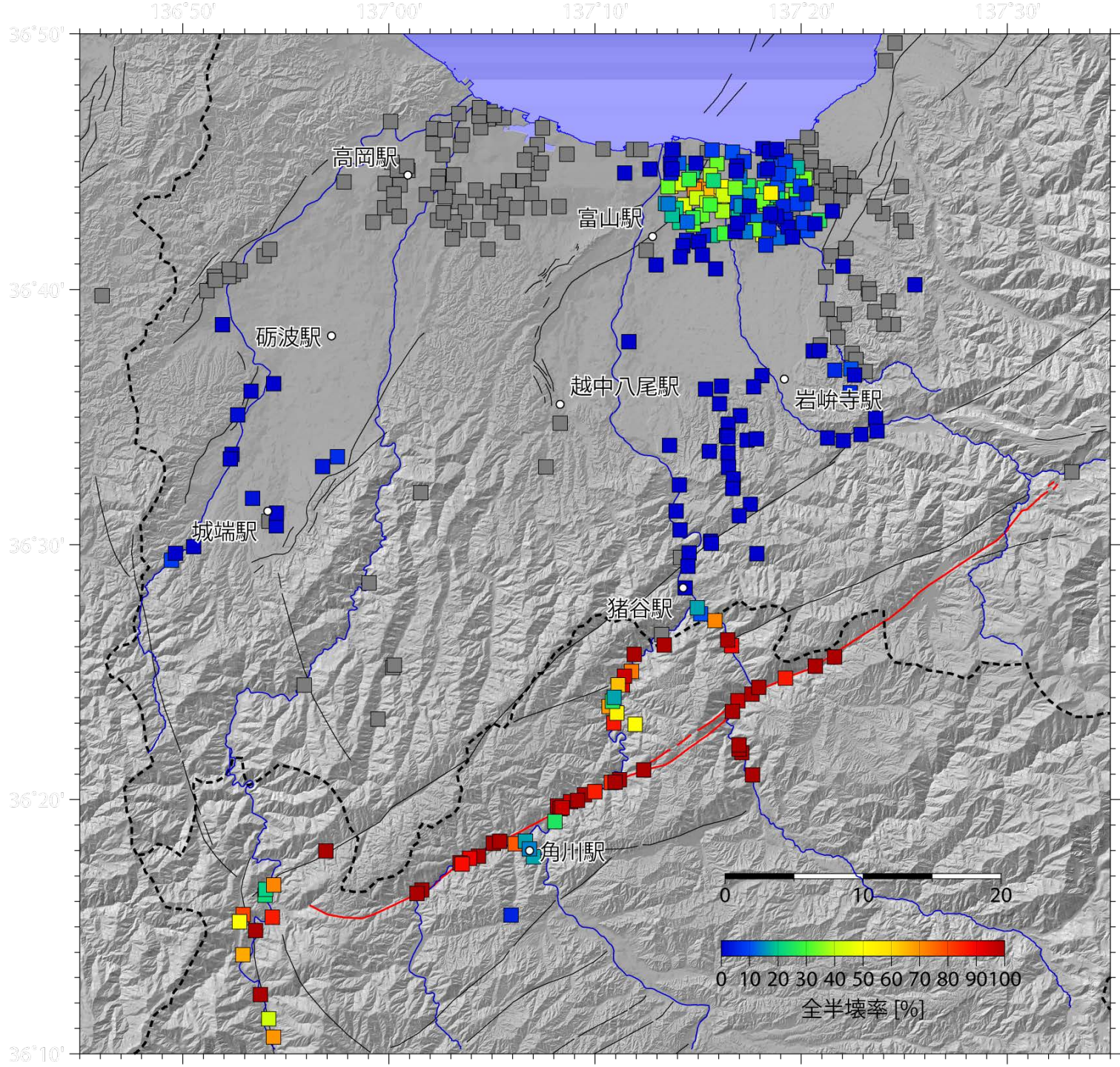
マグニチュード7.9の地震を引き起こす潜在的な能力を持っています

飛越地震の被害について

各町村の戸数



飛越地震の被害について 各町村の全半壊率

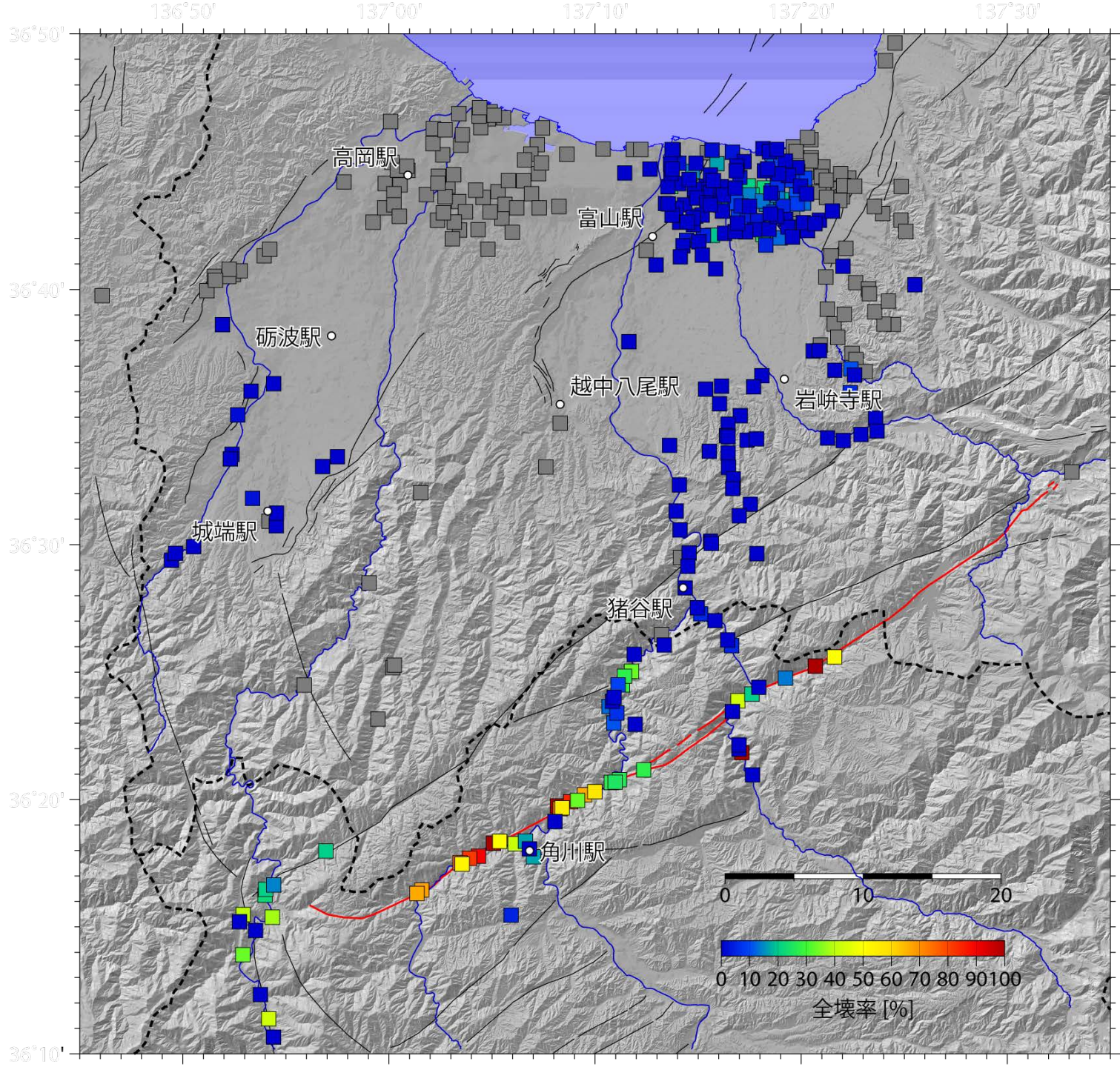


高野(2013)安政飛越地震の災害像

「地震被害データベース作成の試み」、越中史壇、169-170

飛越地震の被害について

各町村の全壊率



高野(2013)安政飛越地震の災害像

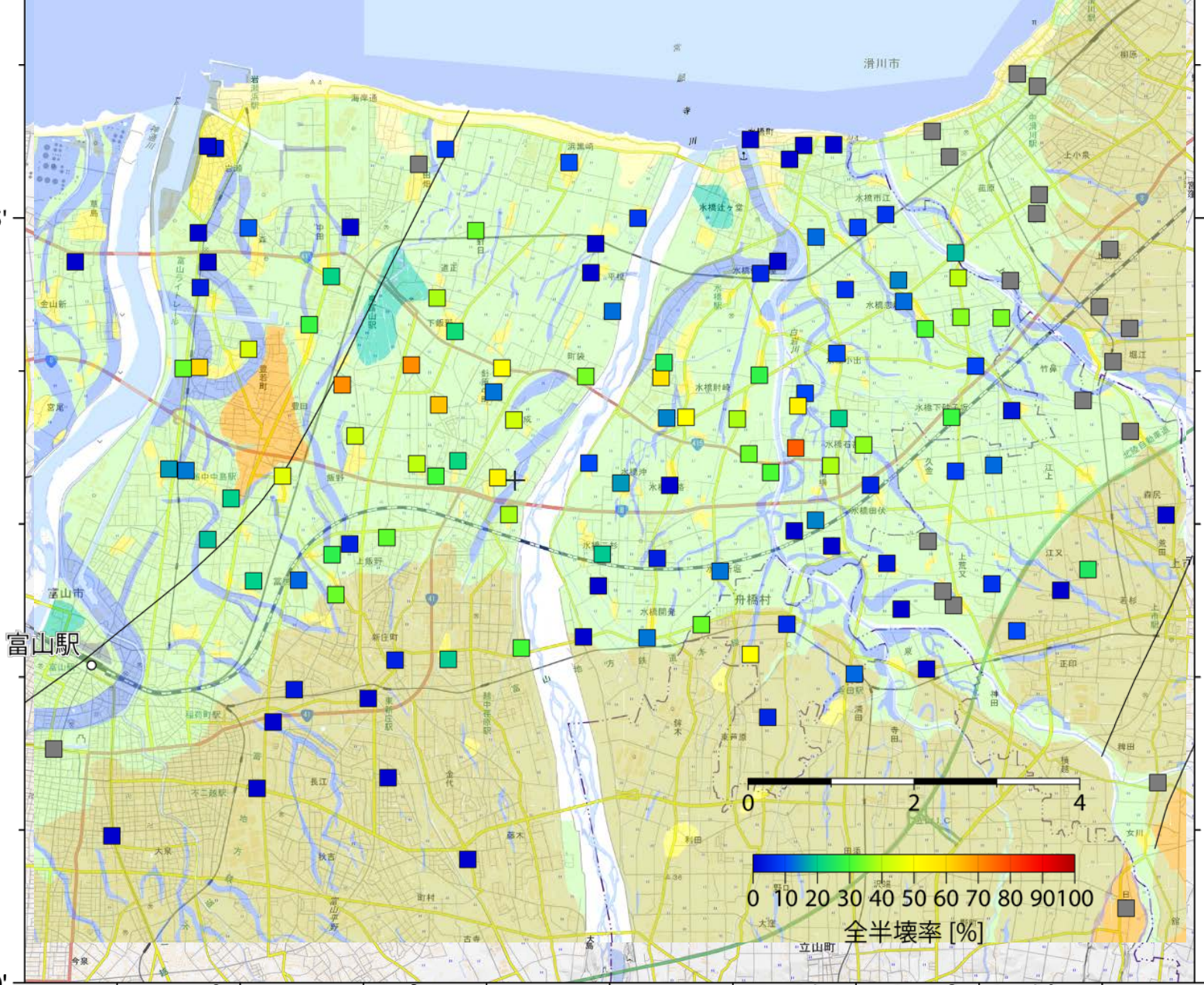
「地震被害データベース作成の試み」、越中史壇、169-170

氾濫原（低湿地）

高野（2013）

基図 国土地理院 地理院地図

電子国土Web（地形分類；自然地形）

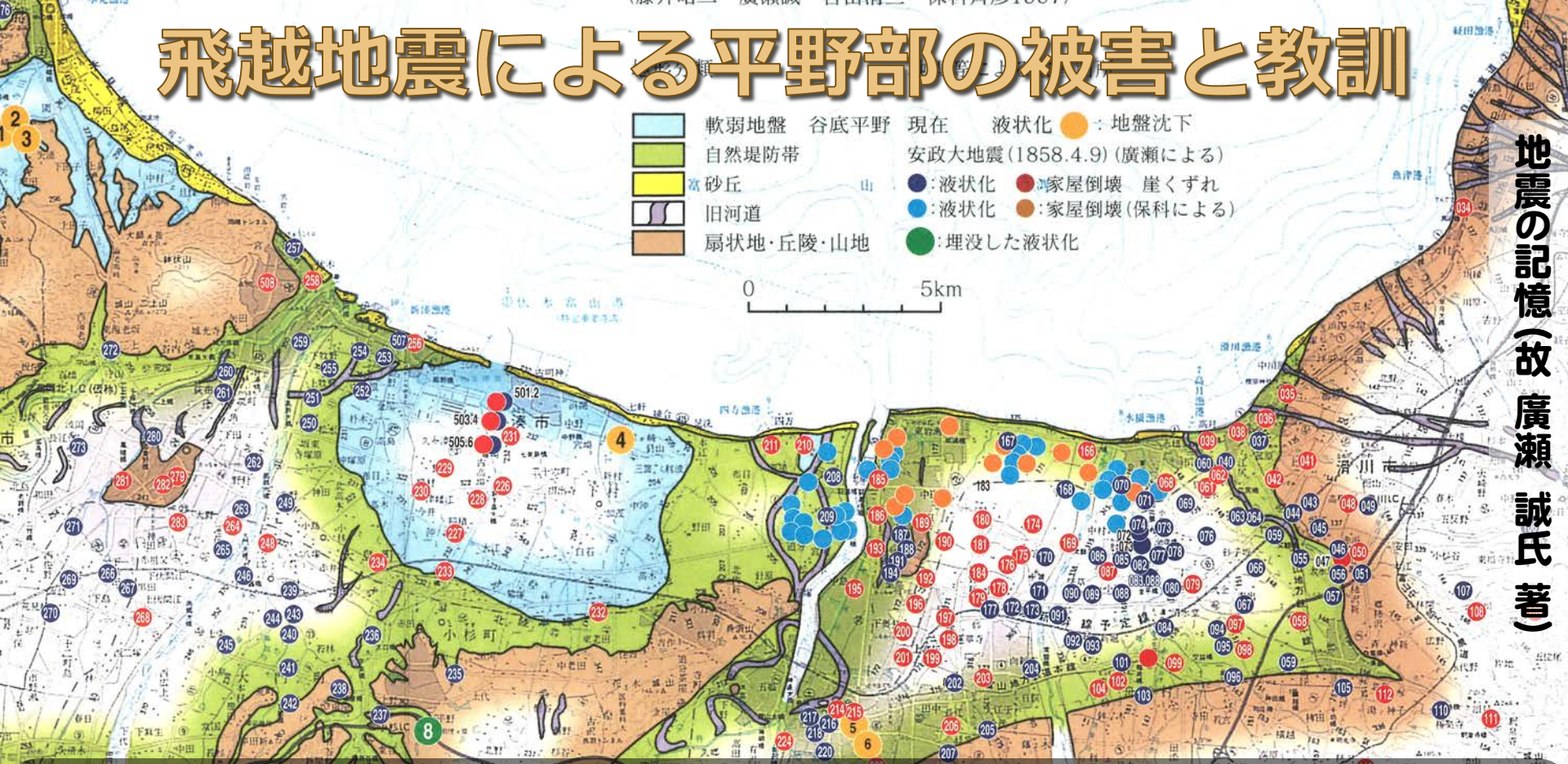


■ 軟弱な地盤
■ 揺れの増幅

■ 過剰な土壌水分量
■ 液状化現象の発生

飛越地震による平野部の被害と教訓

地震の記憶(故廣瀬 誠氏著)



● 平野部の震度分布は6弱～6強程あった

● 震源から離れた場所でも堆積層の厚く軟弱な平野部は揺れが増幅された

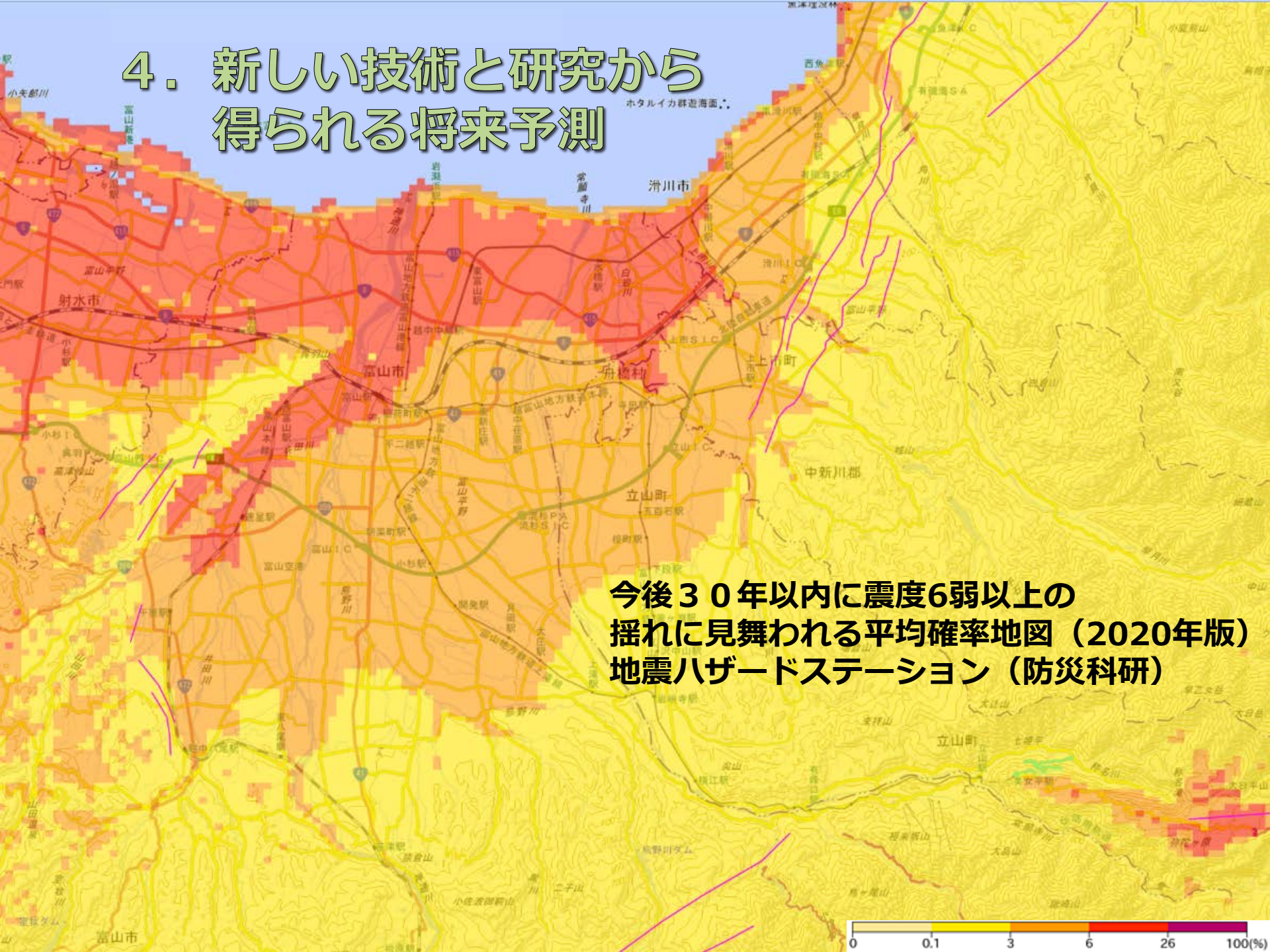
● 現行法の建築物だと倒壊を免れることが出来る可能性は高いが…

● 地盤の液状化現象が家屋倒壊に影響した可能性がある

● 揺れの大きさだけで被災の有無は決まらない？

● 建物の基礎や土壌改良の有無次第で全壊判定となる可能性も？

4. 新しい技術と研究から 得られる将来予測



大きくゆれる場所、速くゆれる場所

地盤が地震動と共振し
揺れを強く大きくする

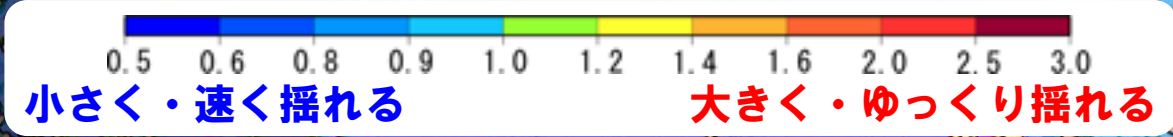
地盤増幅率地図
防災科研

軟らかい堆積物の平野

- 大きくゆっくり長くゆれる
- 液状化、家屋倒壊、長周期地震

固い岩の岩盤の山地

- 小刻みに速くゆれる
- 斜面崩壊・地すべり



引用したデータ・文献等・参考文献

広瀬 誠(2000)地震の記憶－安政五年大震大水災記、桂書房、p260.

高野靖彦(2018)安政飛越地震の史的研究－自然災害にみる越中幕末史、桂書房、p235.

地震ハザードステーション(防災科学技術研究所)

<http://www.j-shis.bosai.go.jp/>

活断層データベース(産業技術総合研究所)

https://gbank.gsj.jp/activefault/index_gmap.html

災害教訓の継承に関する専門調査会報告書 1858 飛越地震(内閣府 中央防災会議)

<http://www.bousai.go.jp/kyoiku/kyokun/kyoukunnokeishou/rep/1858-hietsuJISHIN/index.html>

主要活断層帯の長期評価(文部科学省 震調査研究推進本部)

http://www.jishin.go.jp/evaluation/long_term_evaluation/major_active_fault/

富山市地震防災マップ

<http://www.city.toyama.toyama.jp/kensetsubu/bosaitaisakuka/keihatsu/bosaikeihatsu.html>

地震とその災害を理解するミニチュア実験

共振現象実験(ユラユラ)

液状化現象実験(エッキー)

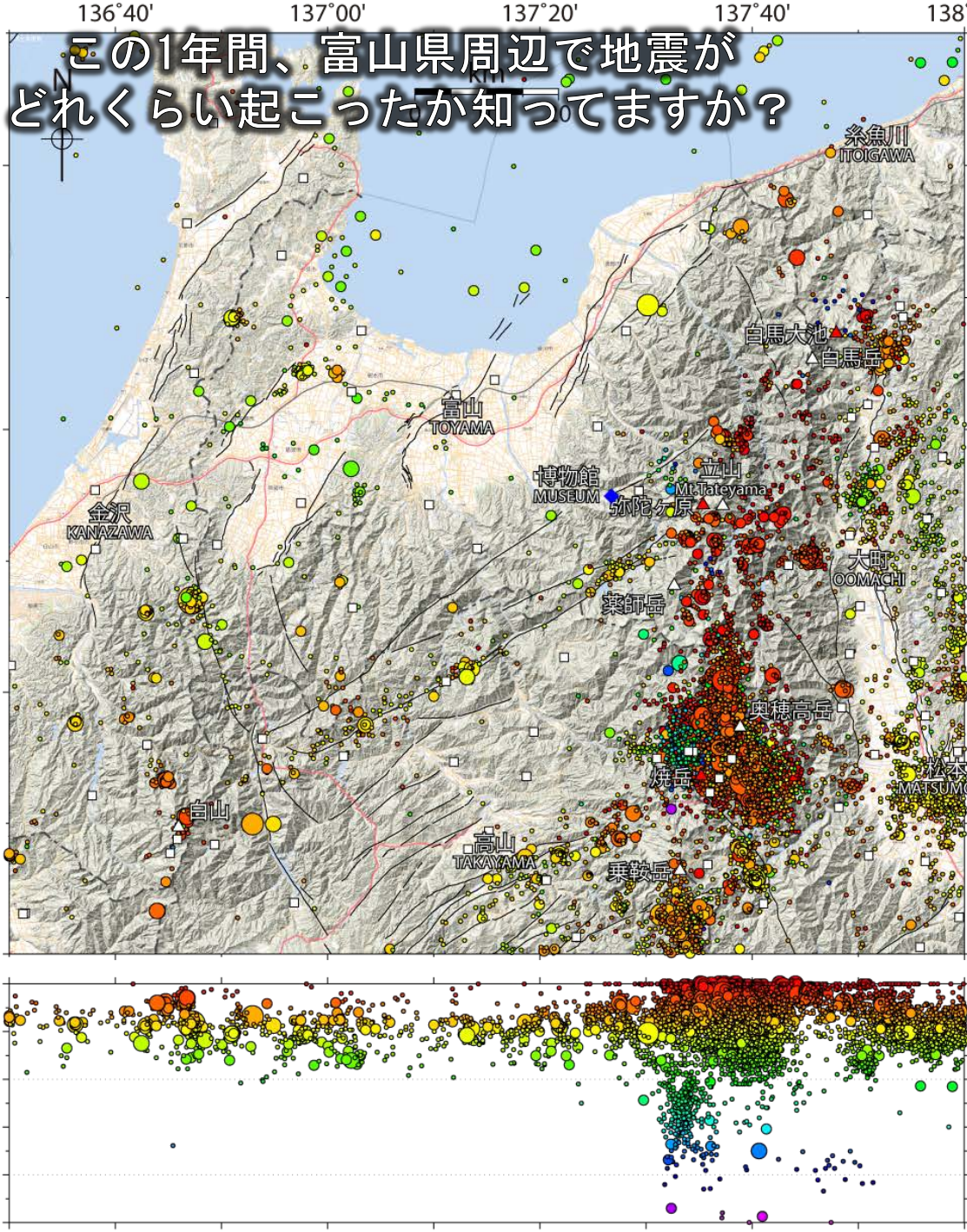
解説テキスト <https://bit.ly/3vMRWGN>

解説動画 (Youtube) <https://youtu.be/KLkwiULa9cw>

解説動画 (Youtube) <https://youtu.be/JSzZcSvaFRU>

地震計の仕組みと観測





この1年間、富山県周辺で地震が
どれくらい起こったか知っていますか？

富山県周辺の地震活動

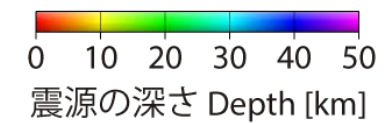
Seismic activities around Toyama Prefecture

地震の表示日数:365日間
2020年05月01日
- 2021年04月30日
Seismicity for 365 days
during 05/01/2020
to 04/30/2021

地図上の地震検出数
Total Events: 38436

マグニチュード Magnitude

- 5 ≤ M
- 4 ≤ M < 5
- 3 ≤ M < 4
- 2 ≤ M < 3
- 1 ≤ M < 2
- M < 1



南北深さ [km]

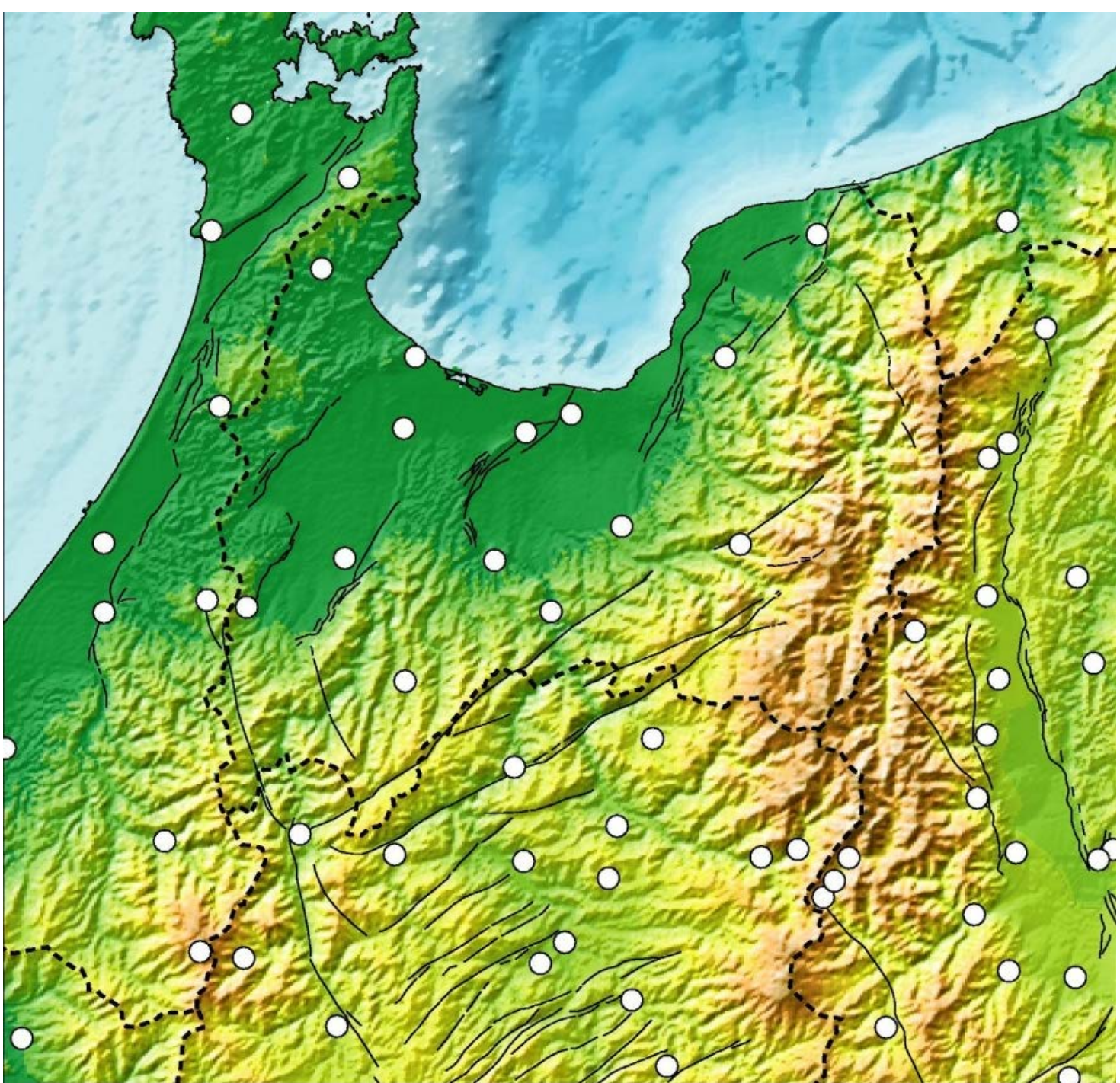
参照データ Reference Data

GM 2021 May 29 18:25:43

- 地震(震源) 気象庁一元化震源カタログ, 防災科研Hi-net
- 地図画像 オープンストリートマップ
- 地形画像 地理院タイル 陰影起伏図
- 活断層 産総研 活断層データベース
- Hypocenter JMA unified hypocenter catalog, NIED Hi-net
- MAP Image OpenStreetMap
- Topography GIS Hillshademap
- Active fault AIST Active fault database of Japan

東西深さ [km]

小さな振動の地震を捉える地震計
県内に14台(気象庁・大学・研究機関の合計)

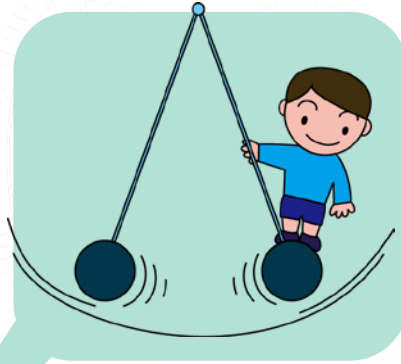


電磁式地震計の構造

上下動



水平動



吊りバネ

永久磁石

振り子

コイル
(振り子に固定)

