

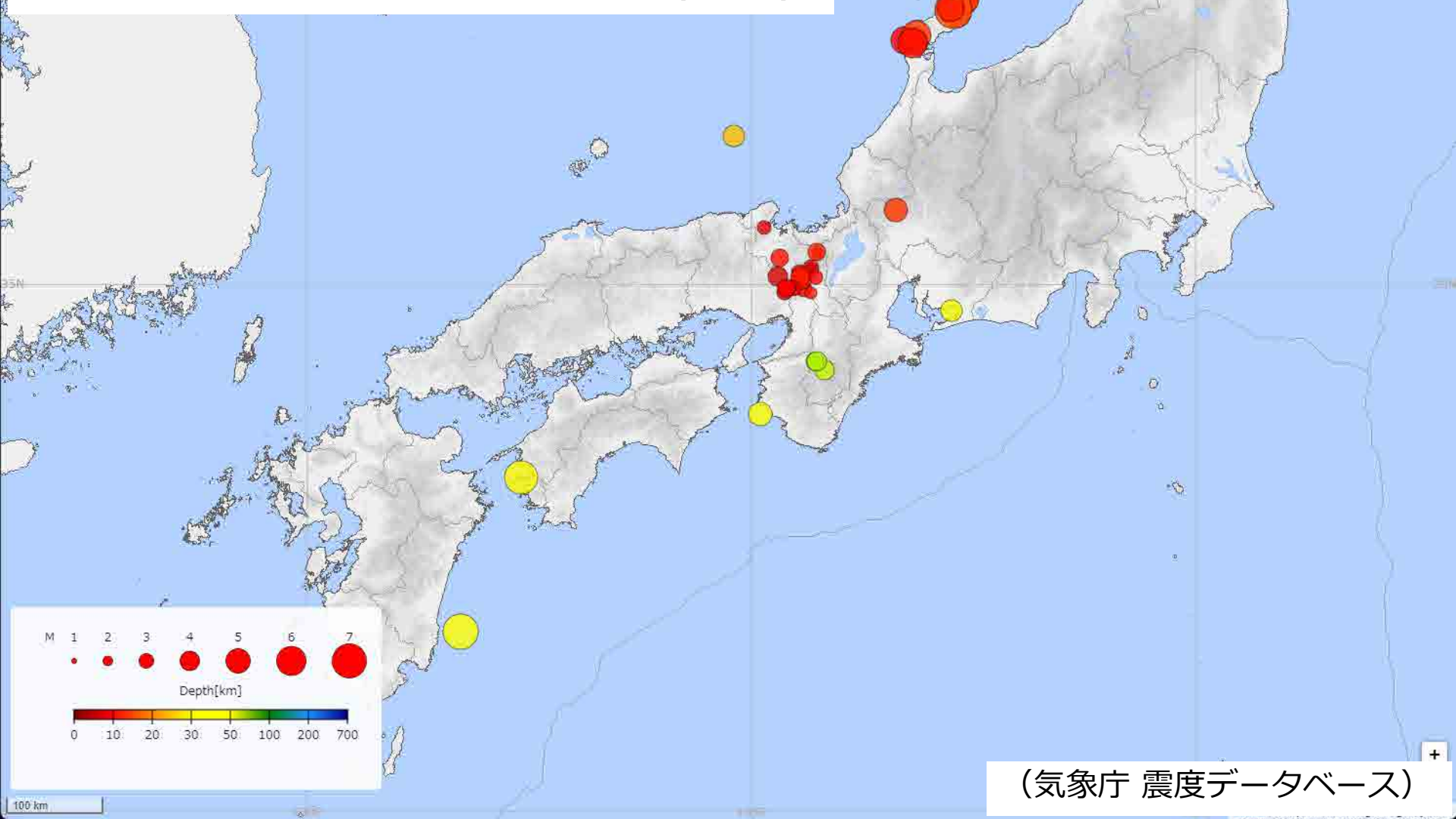
京都府南部で身近に発生する地震

地震防災研究部門
地震発生機構研究分野
宮澤 理稔

1. 京都府で有感となる地震は？
2. 京都府南部の有感地震は、どこで起きているか？
活断層との対応
3. どのようなメカニズムで起きているのか？
地震を引き起こす原動力
4. 地震を調べる
最先端技術：地震計を使わない地震の観測

- 地震の発生日時 : 2023/09/01 00:00 ~ 2024/09/02 23:59
- 観測された震度 : 京都府で震度1以上を観測
- 検索結果地震数 : 41 地震 (「地震の発生日時の新しい順」で検索)

過去1年間 (2023/09/01~2024/09/02) 京都府で震度1以上を記録した地震(41個)

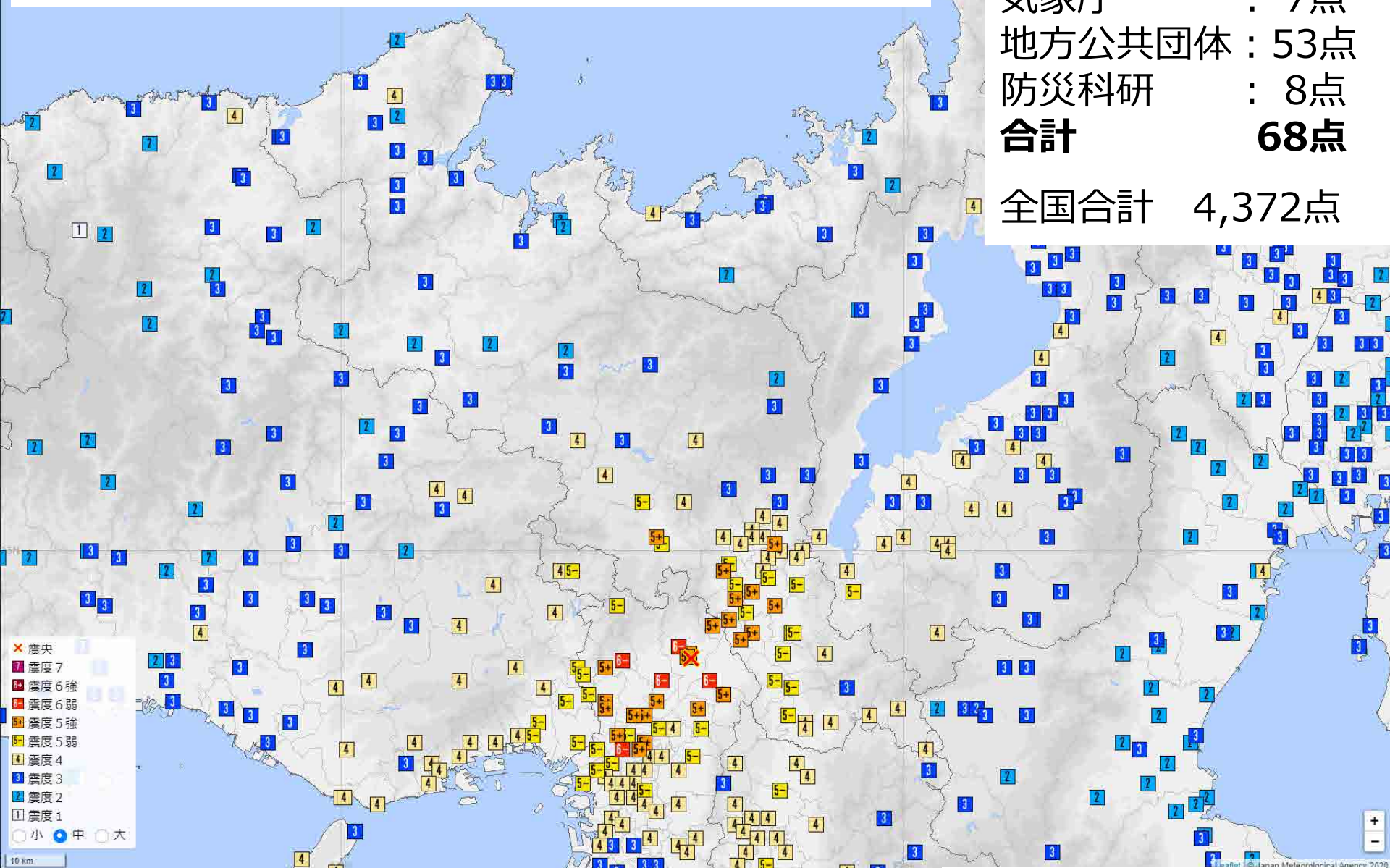


マグニチュード(M)と震度

2018年大阪府北部地震(M6.1)による震度分布図

京都府の震度観測点
気象庁 : 7点
地方公共団体 : 53点
防災科研 : 8点
合計 68点

全国合計 4,372点



(気象庁 震度データベース)

震度とゆれの状況

0



【震度0】
人は揺れを感じない。

1



【震度1】
屋内で静かにしている人の中には、揺れをわずかに感じる人がある。

2



【震度2】
屋内で静かにしている人の大半が、揺れを感じる。

3



【震度3】
屋内にいる人のほとんどが、揺れを感じる。

4



- 【震度4】**
- ほとんどの人が驚く。
 - 電灯などのつり下げ物は大きく揺れる。
 - 座りの悪い置物が、倒れることがある。

6弱



耐震性が高い 耐震性が低い

- 【震度6弱】**
- 立っていることが困難になる。
 - 固定していない家具の大半が移動し、倒れるものもある。ドアが開かなくなることがある。
 - 壁のタイルや窓ガラスが破損、落下することがある。
 - 耐震性の低い木造建物は、瓦が落下したり、建物が傾いたりすることがある。倒れるものもある。

5弱



- 【震度5弱】**
- 大半の人が、恐怖を覚え、物につかまりたいと感じる。
 - 棚にある食器類や本が落ちることがある。
 - 固定していない家具が移動することがあり、不安定なものは倒れることがある。

6強



耐震性が高い 耐震性が低い

- 【震度6強】**
- はわないと動くことができない。飛ばされることもある。
 - 固定していない家具のほとんどが移動し、倒れるものが増える。
 - 耐震性の低い木造建物は、傾くものや、倒れるものが増える。
 - 大きな地割れが生じたり、大規模な地すべりや山体の崩壊が発生することがある。

5強



- 【震度5強】**
- 物につかまらないうち歩くことが難しい。
 - 棚にある食器類や本で落ちるものが増える。
 - 固定していない家具が倒れることがある。
 - 補強されていないブロック塀が崩れることがある。

7

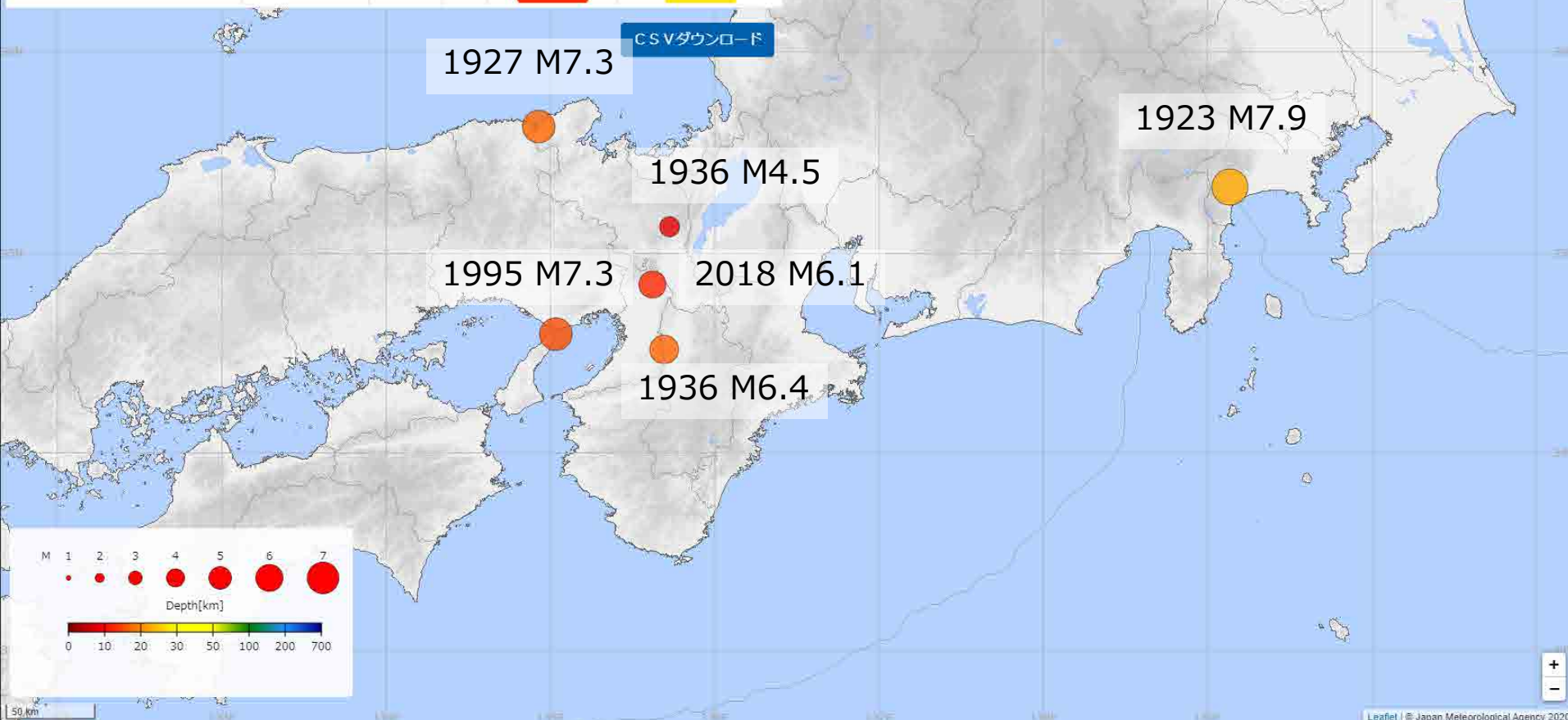


耐震性が高い 耐震性が低い

- 【震度7】**
- 耐震性の低い木造建物は、傾くものや、倒れるものが増える。
 - 耐震性の高い木造建物でも、まれに傾くことがある。
 - 耐震性の低い鉄筋コンクリート造の建物では、倒れるものが増える。

地震の発生日時	震源地名	深さ	M	最大震度	検索対象最大震度
2018/06/18 07:58:34.1	大阪府北部	13 km	6.1	震度 6 弱	震度 5 強
1995/01/17 05:46:51.8	大阪湾	16 km	7.3	震度 7	震度 5
1936/02/21 10:07:58.2	奈良県	18 km	6.4	震度 5	震度 5
1936/01/08 04:33:35.5	京都府南部	8 km	4.5	震度 5	震度 5
1927/03/07 18:27:39.2	京都府北部	18 km	7.3	震度 6	震度 6
1923/09/01 11:58:31.6	神奈川県西部	23 km	7.9	震度 6	震度 5

京都府で震度 5 以上を記録した地震(1919年~)



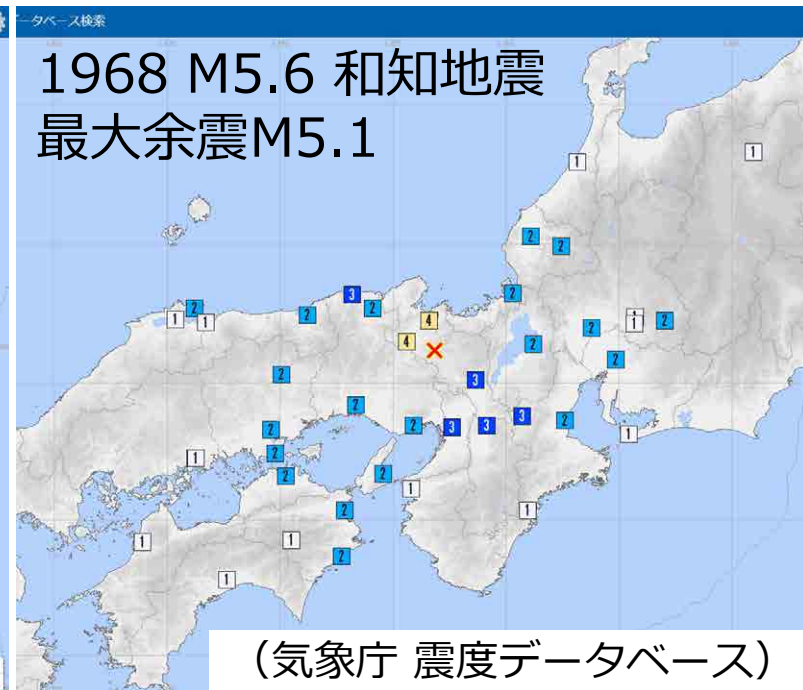
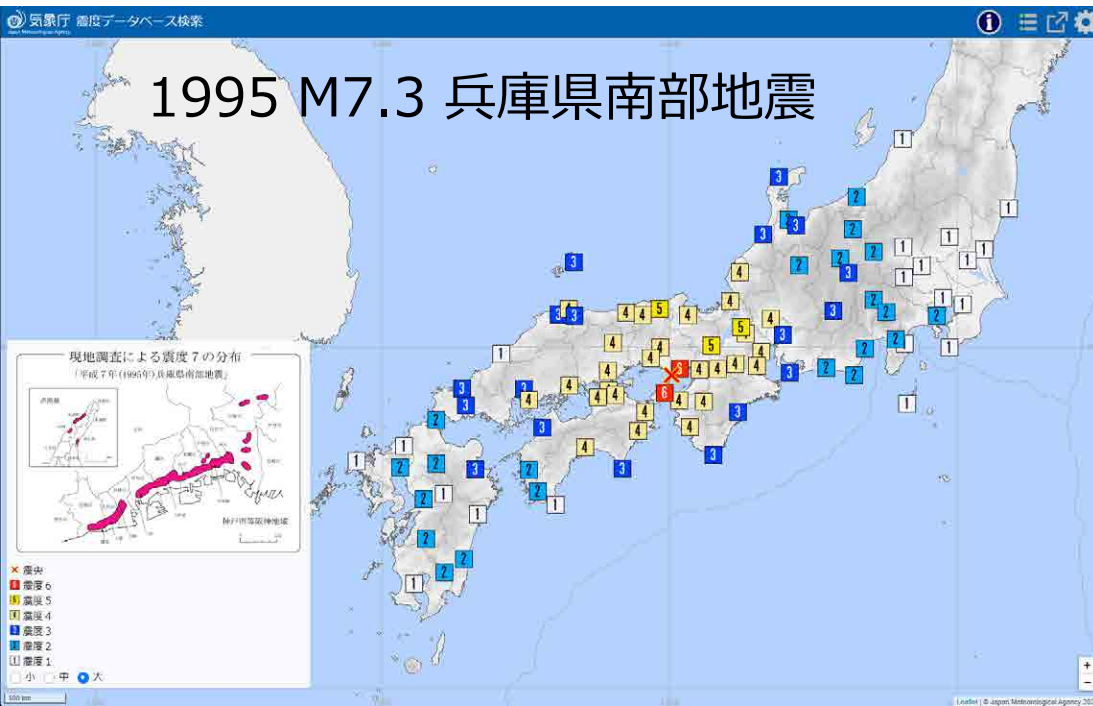
過去100年間**京都府**で大きな揺れを感じた地震 (1919年以降、京都府で震度5以上)

府内最大震度

- 1923年 関東地震 M7.9 震度 5
- 1927年 北丹後地震 M7.3 震度 6 (最大震度)
- 1936年 京都府南部 M4.5 震度 5 (最大震度)
- 1936年 奈良県 M6.4 震度 5 (最大震度タイ)
(1949年 震度階級に震度7追加)
- 1995年 兵庫県南部地震 M7.3 震度 5
(1996年 現震度階級、計測震度導入)
- 2018年 大阪府北部地震 M6.1 震度 5 強

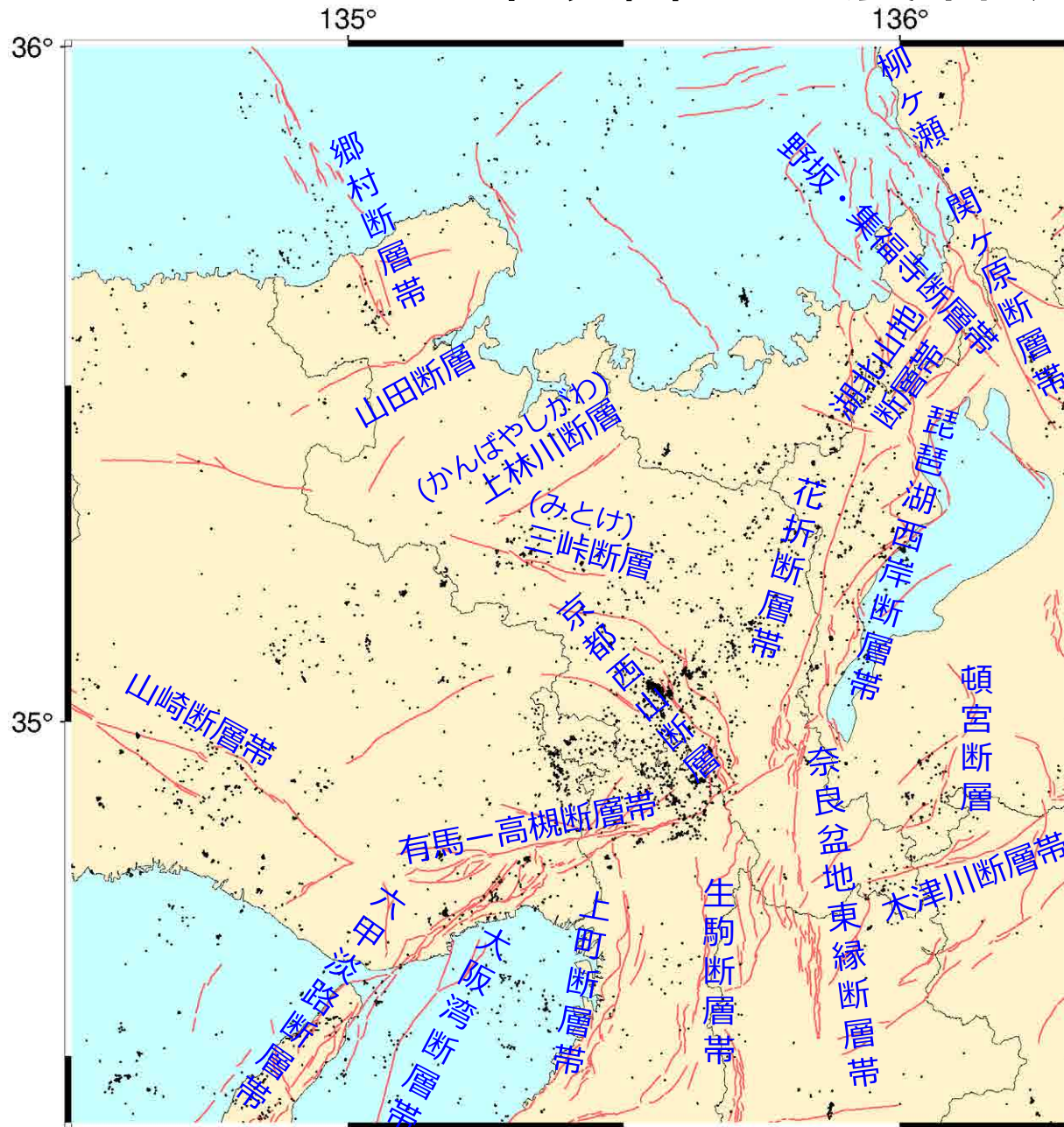
その他特筆すべき地震

- 1944年 昭和東南海地震 M7.9 震度 4
- 1946年 昭和南海地震 M8.0 震度 4
- 1968年 和知地震 M5.6 震度 4 (最大震度)
- 2024年 能登半島地震 M7.6 震度 4



(気象庁 震度データベース)

2020年以降の地震活動



2020年1月1日
～2024年8月17日

M1.0以上
深さ35km以浅

4,789個
(気象庁一元化震源)

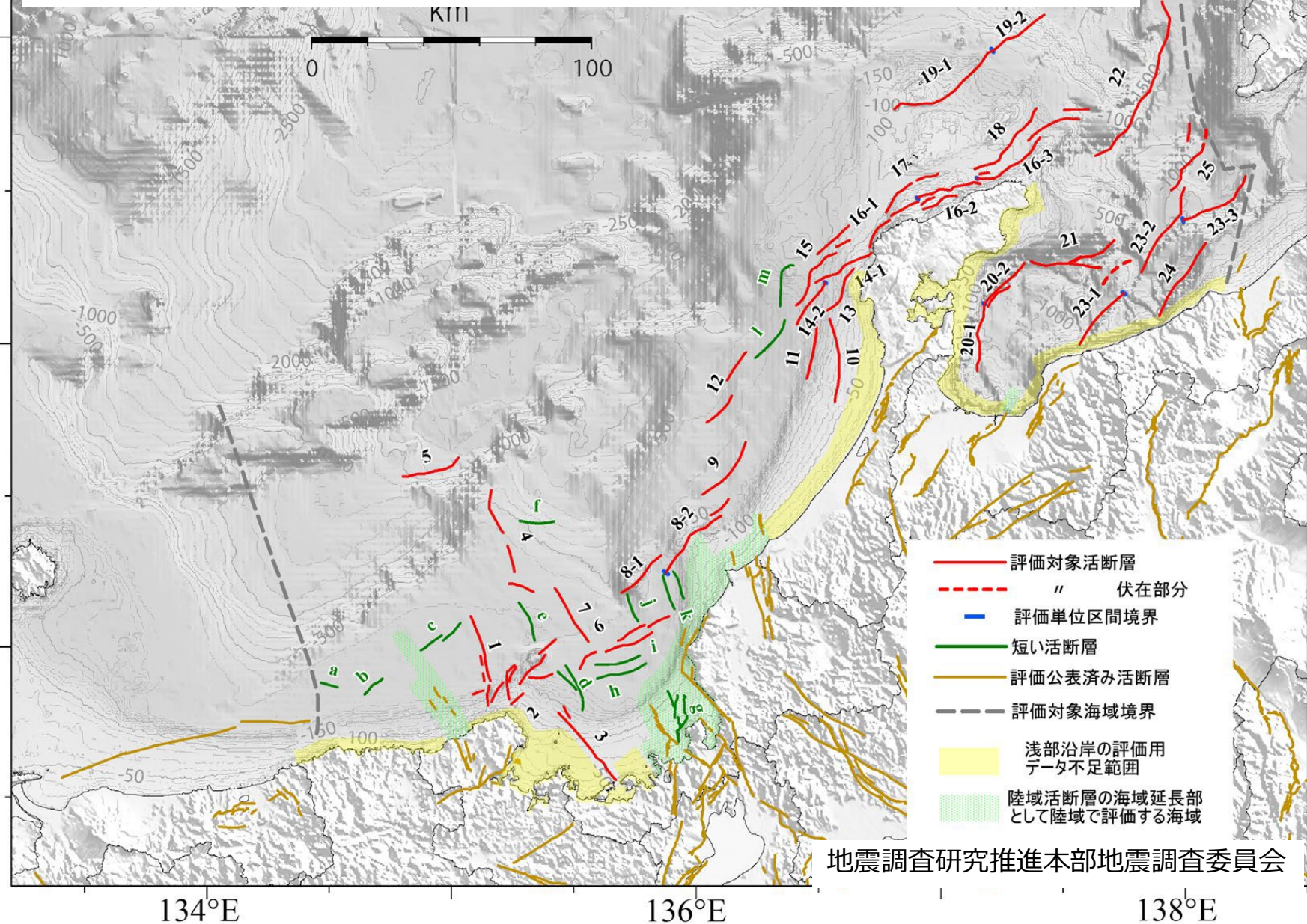
赤線：活断層
(産総研活断層DB)

青文字：地震本部が調
査対象とした主要活断
層帯

日本海側の海域活断層の長期評価 —兵庫県北方沖～新潟県上越地方沖—（令和6年8月版）

38°N

36°N

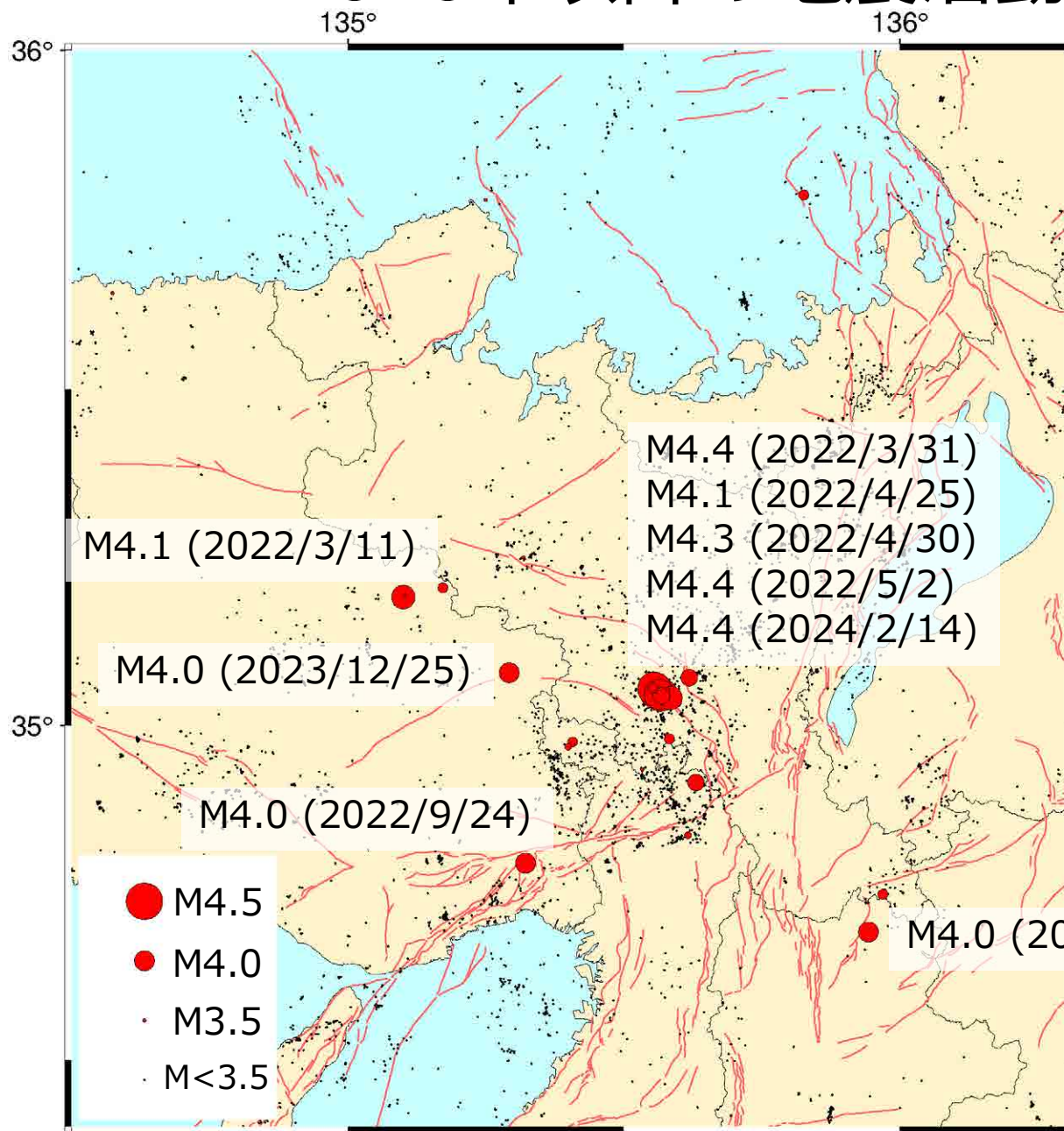


134°E

136°E

138°E

2020年以降の地震活動

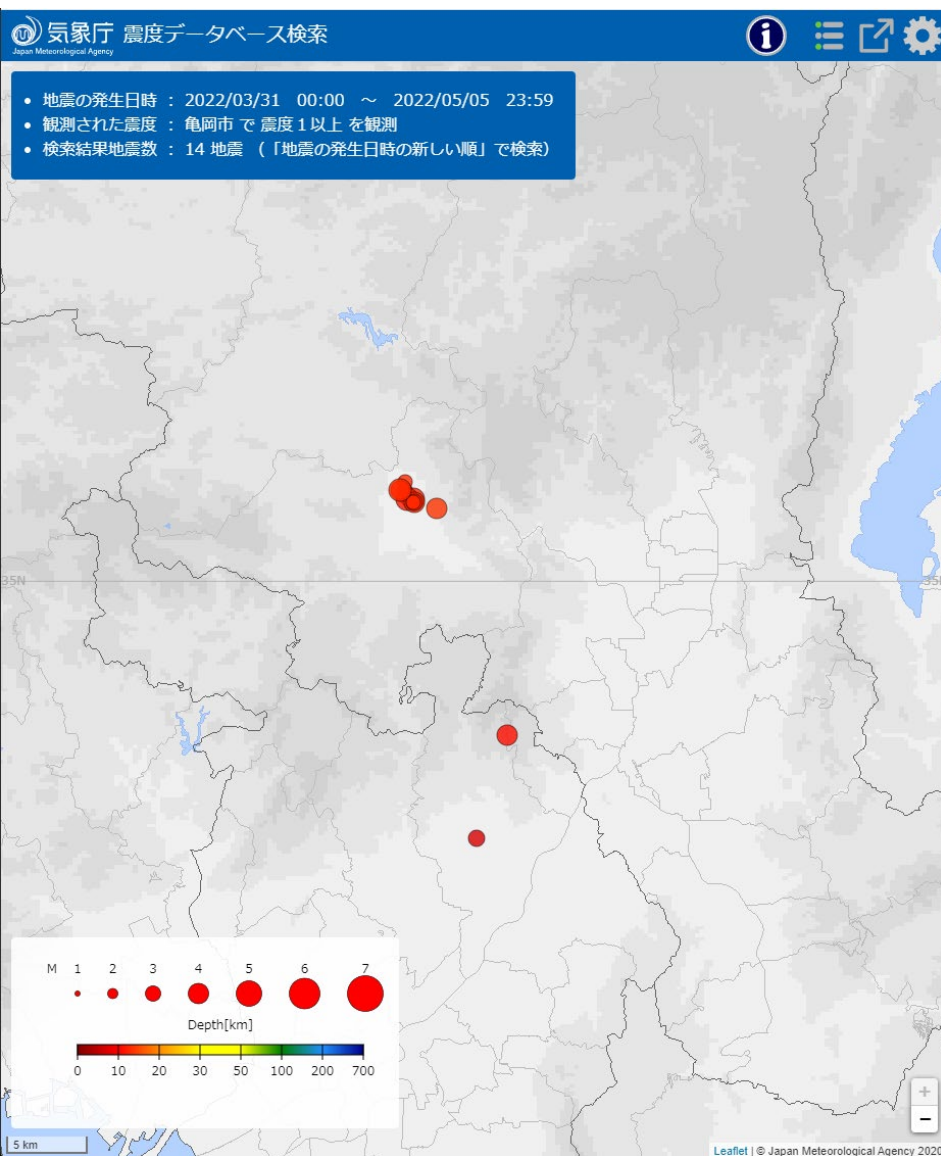


2020年1月1日
～2024年8月17日

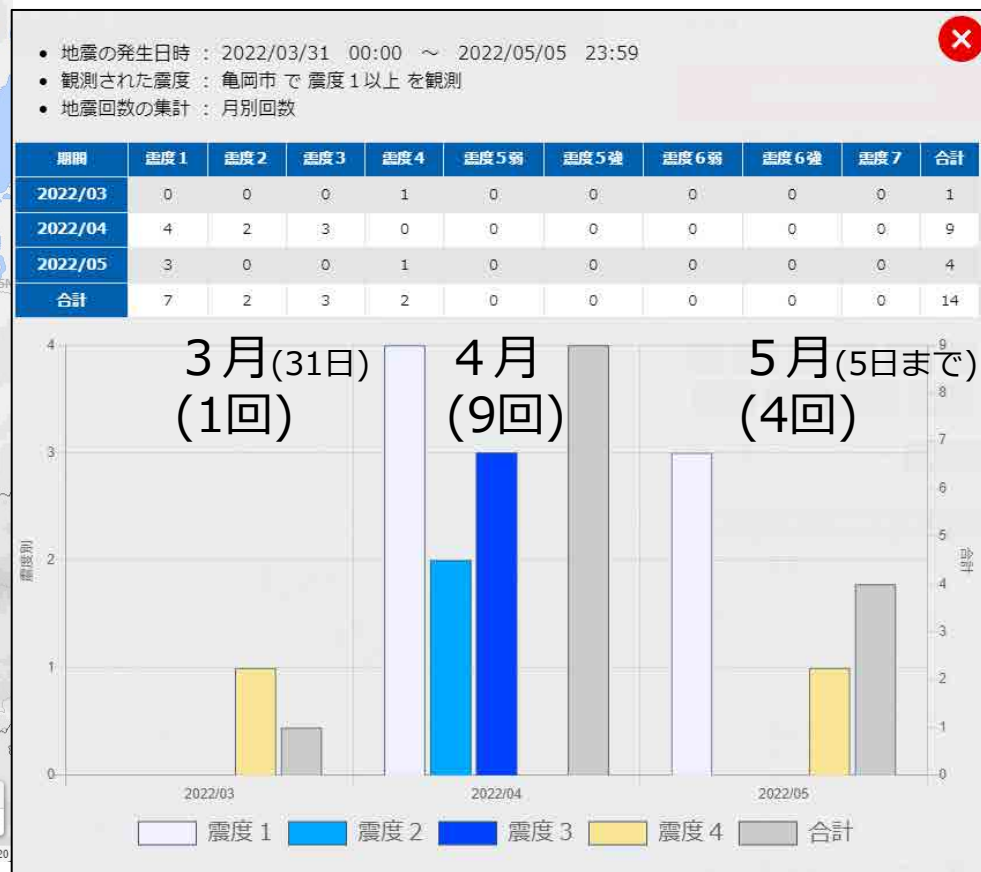
M1.0以上
深さ35km以浅

4,789個
(気象庁一元化震源)

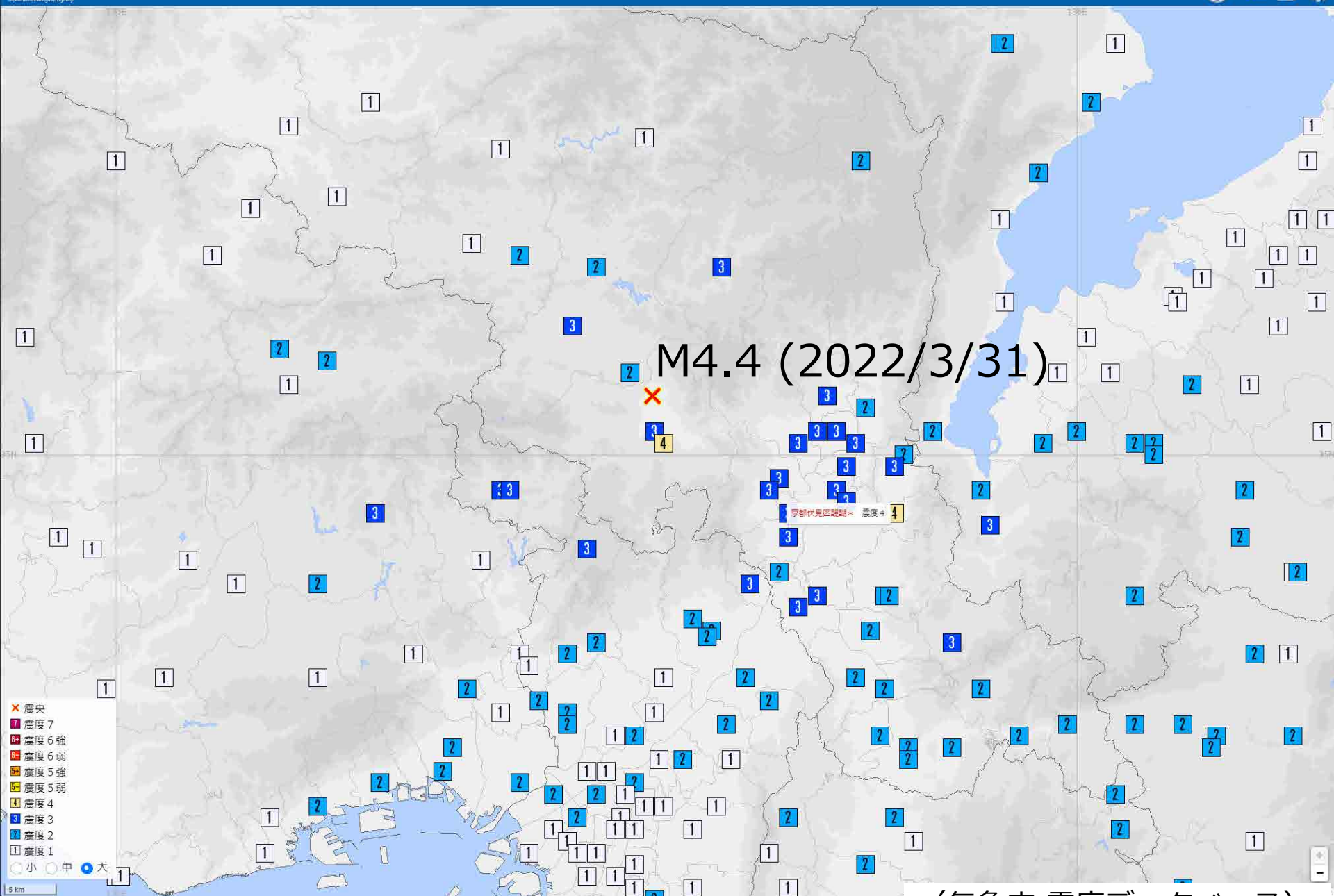
2022/3/31-5/5 亀岡市で震度 1 以上の群発的地震活動

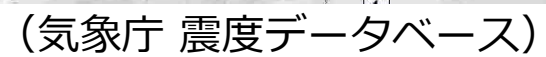


亀岡市 震度 1 : 7 回
 震度 2 : 2 回
 震度 3 : 3 回
 震度 4 : 2 回

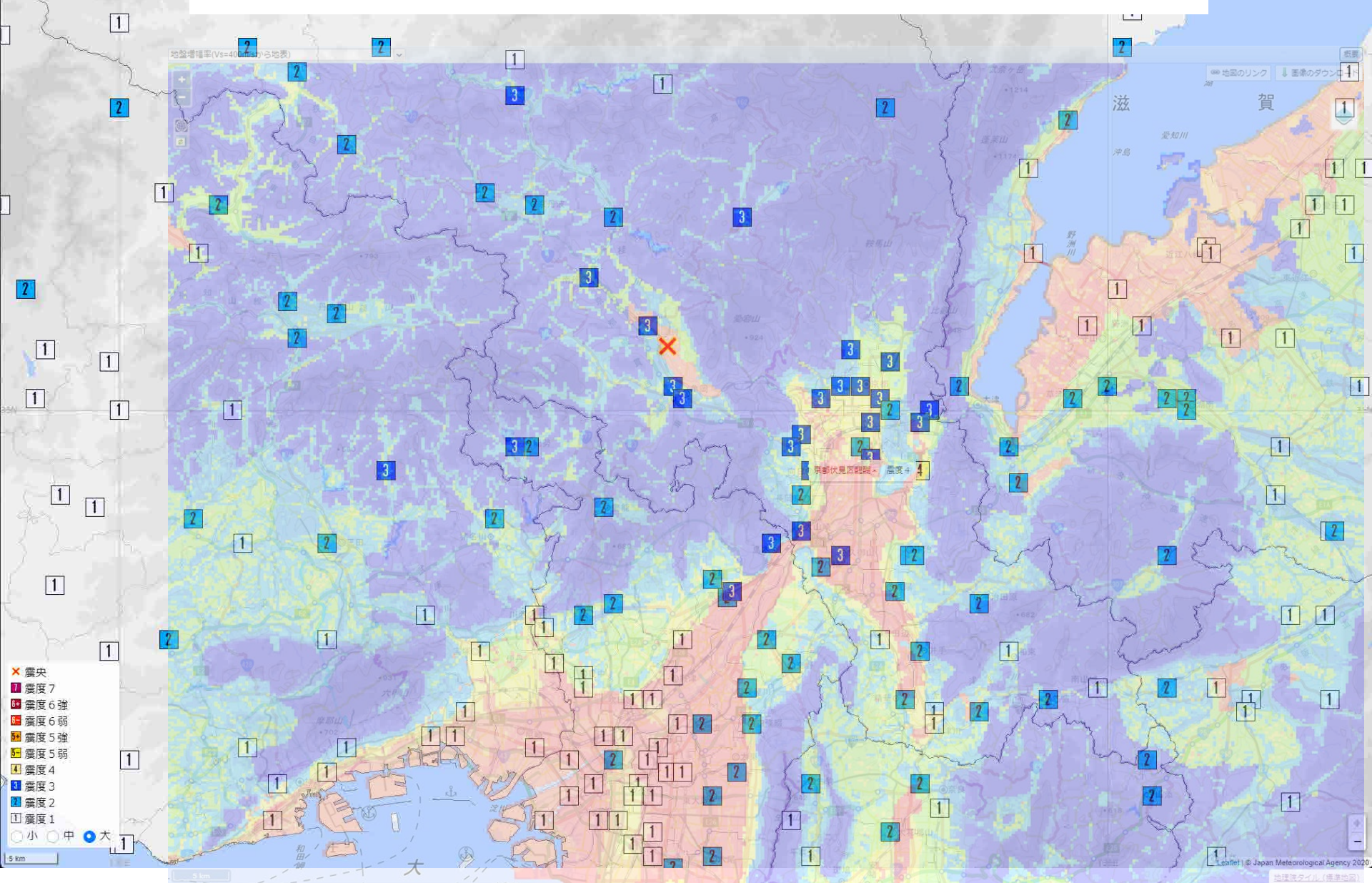


(気象庁 震度データベース)

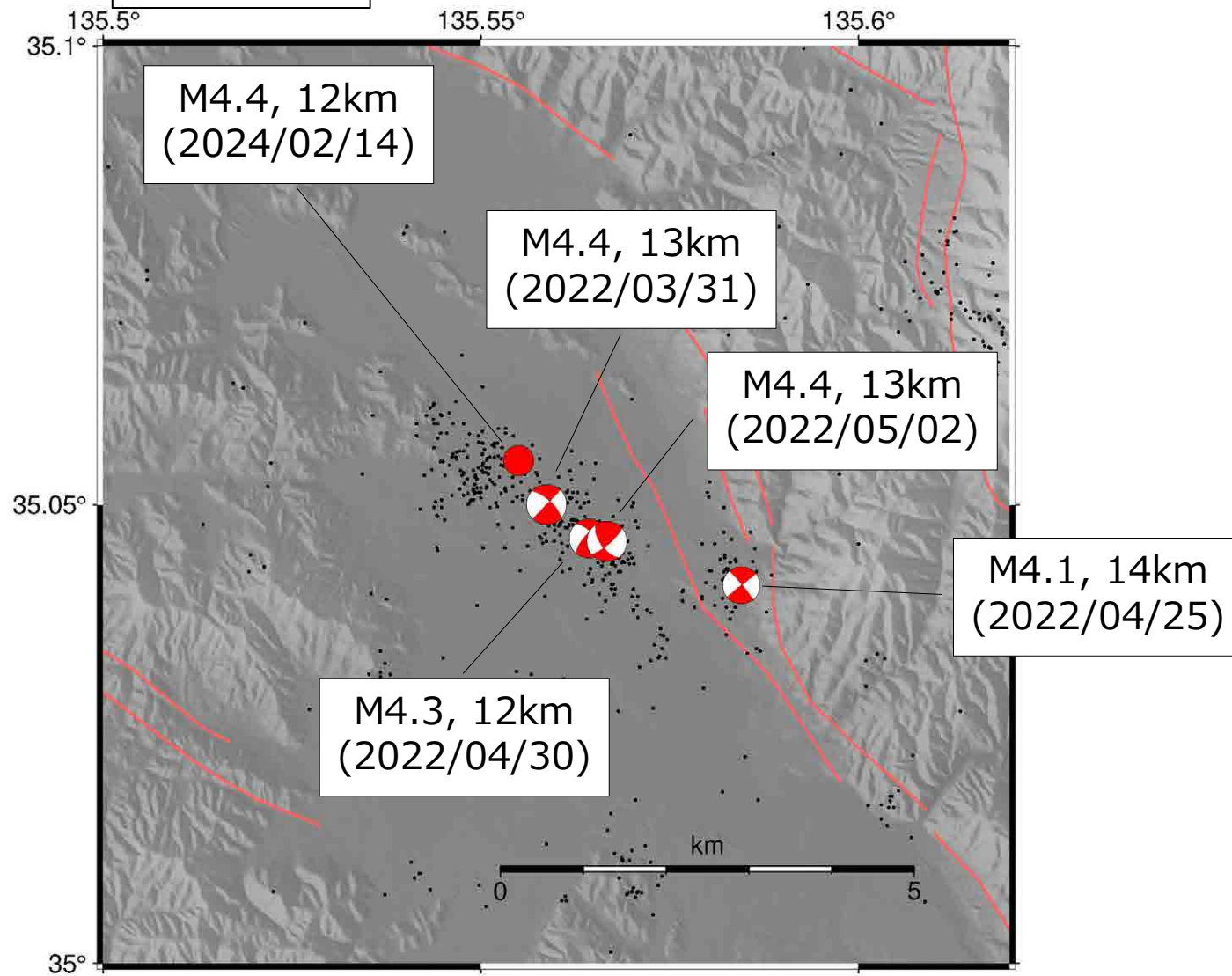




(気象庁 震度データベース + 地震ハザードステーション 地盤増幅率)



M、深さ
(発生年月日)



N=570個

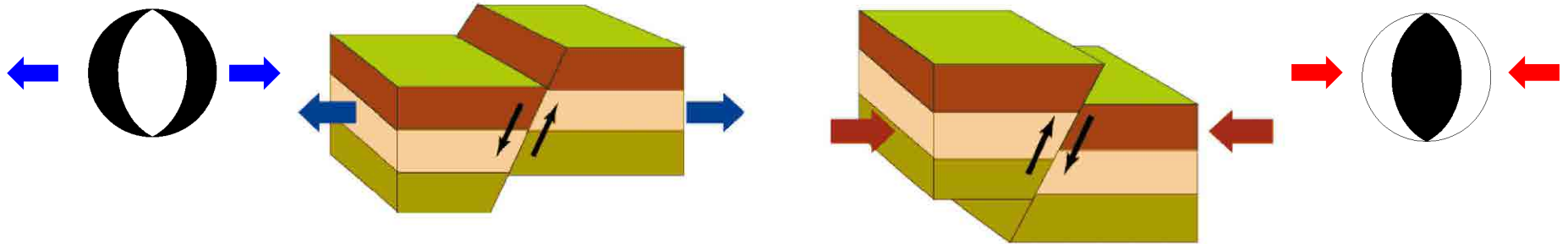
断層運動とメカニズム解

縦ずれ断層 正断層

縦ずれ断層 逆断層

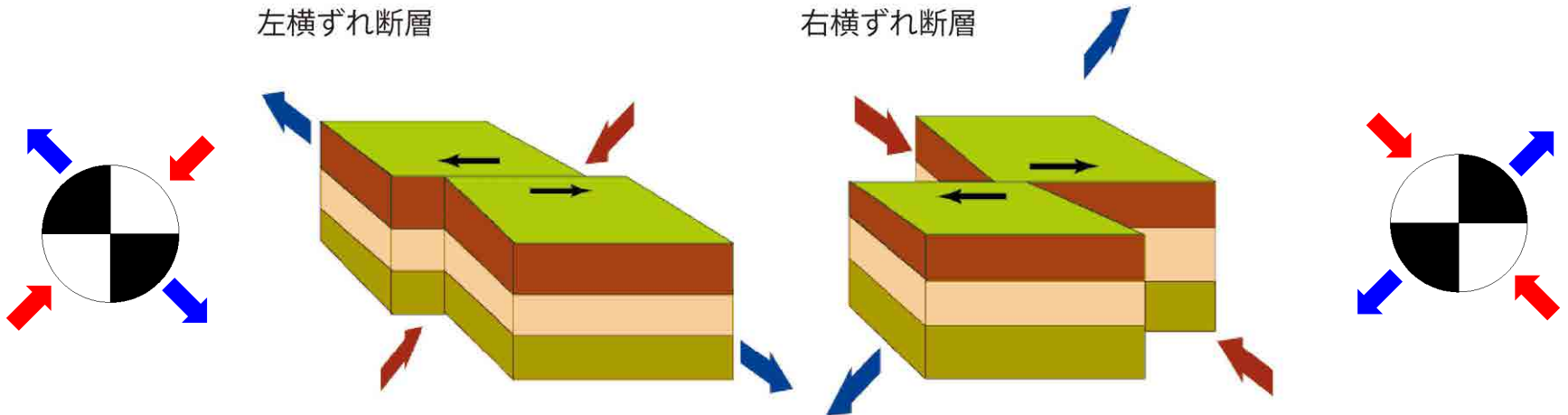
← 圧縮の力

← 伸長の力



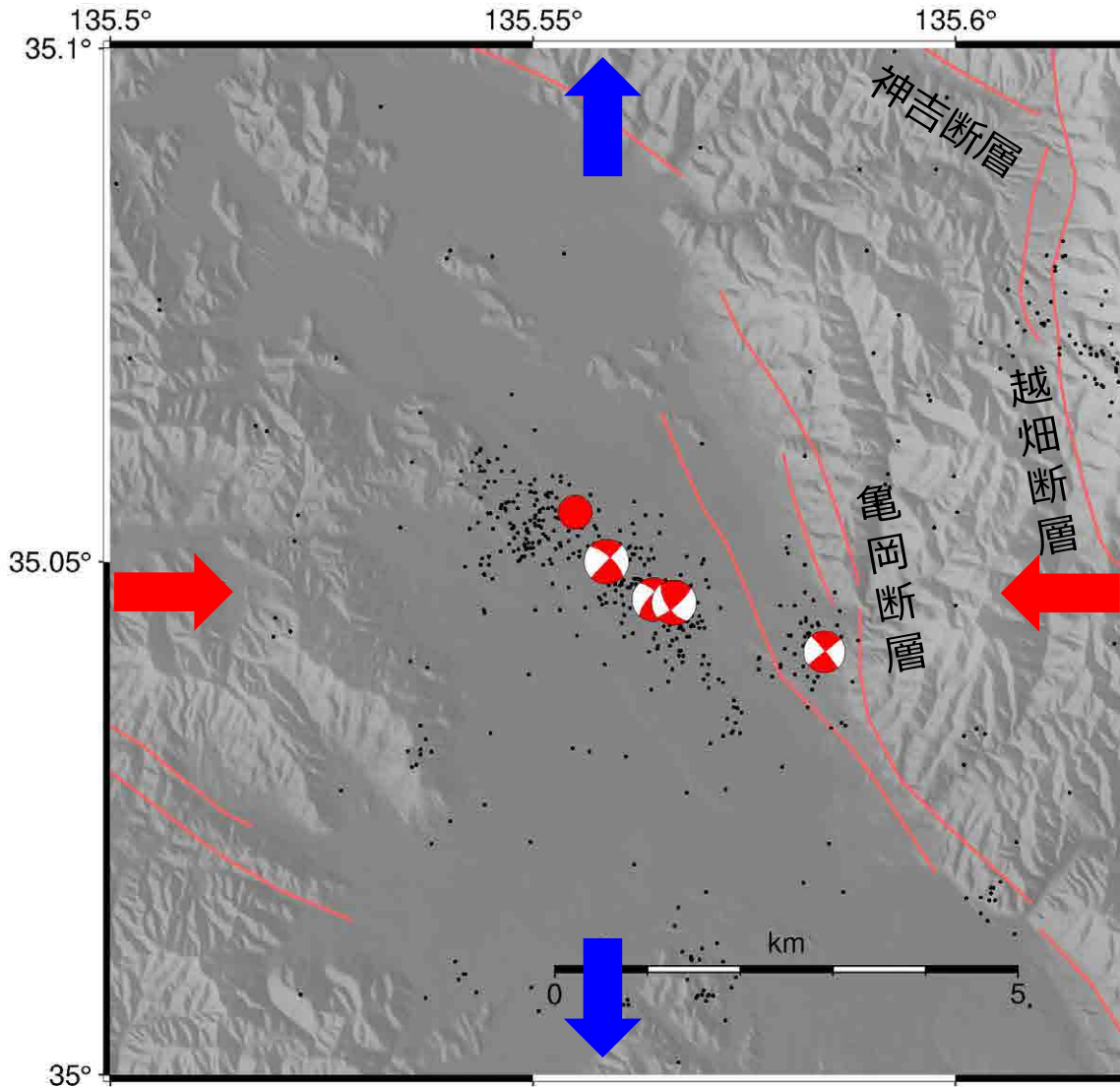
左横ずれ断層

右横ずれ断層

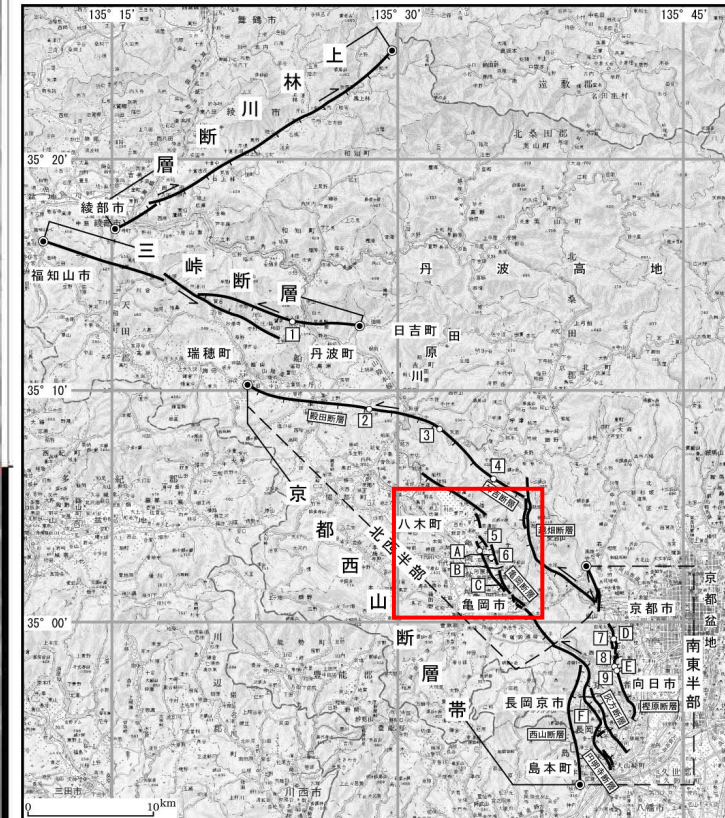


(地震調査研究推進本部資料を改変)

京都西山断層帯（北西半部）



N=570個

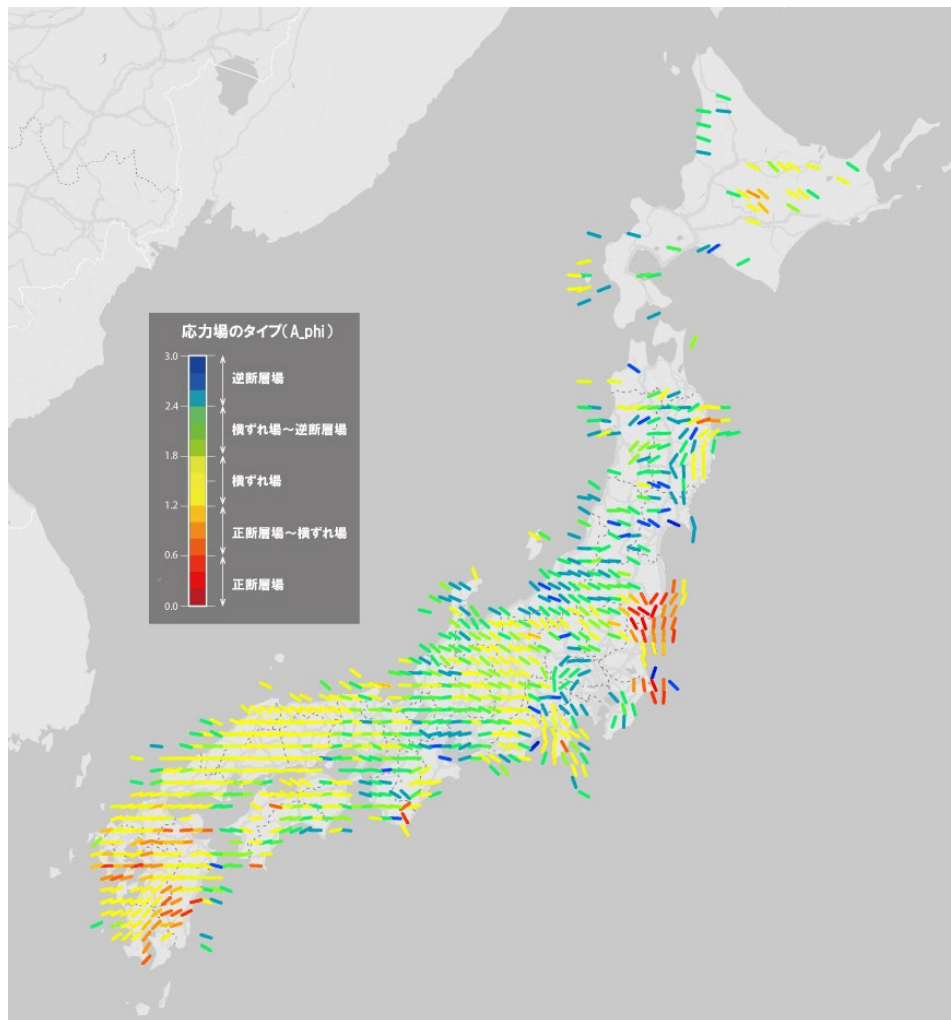


- 1: 質美地点 2: 東組地点 3: 世木林地点 4: 神吉上ノ坪地点 5: 吉備地点
 6: 江島里地点 7: 松尾地点 8: 御陵地点 9: 櫻原地点
 A-F: 反射弾性波探査測線
 A-C: 文献4 D-F: 文献5
 ●: 断層帯の両端と屈曲点
 断層の位置は文献2及び7に基づく。
 基図は国土地理院発行数値地図200000「宮津」「京都及大阪」を使用。

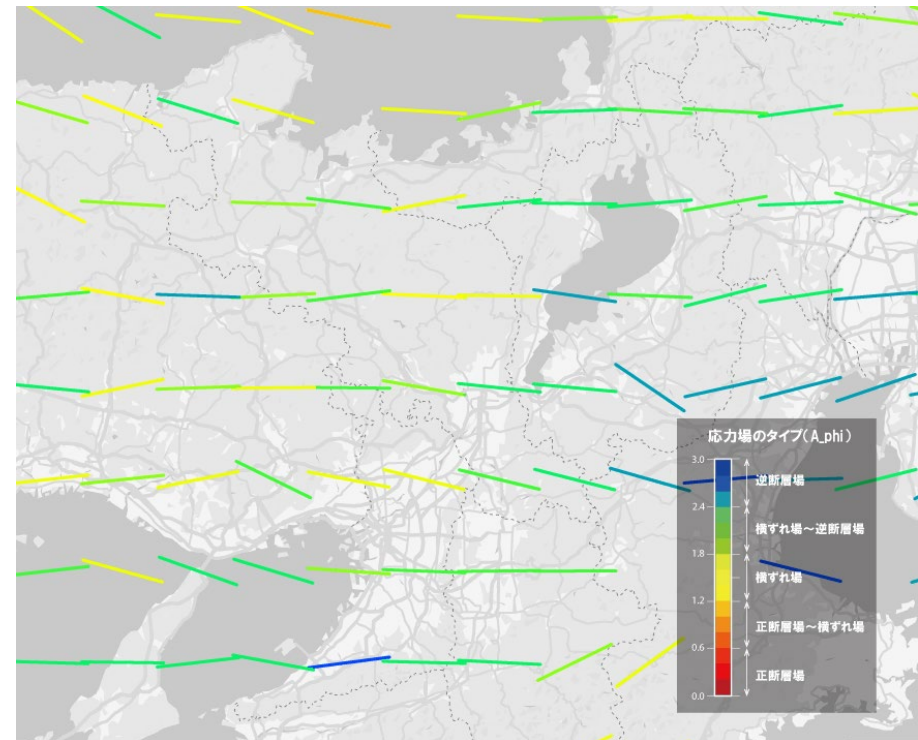
「三峠・京都西山断層帯の長期評価」
 (地震調査研究推進本部地震調査委員会)

なお、亀岡断層、越畑断層は、北東隆起の逆断層である

地震記録の解析から見た日本列島に掛かる応力

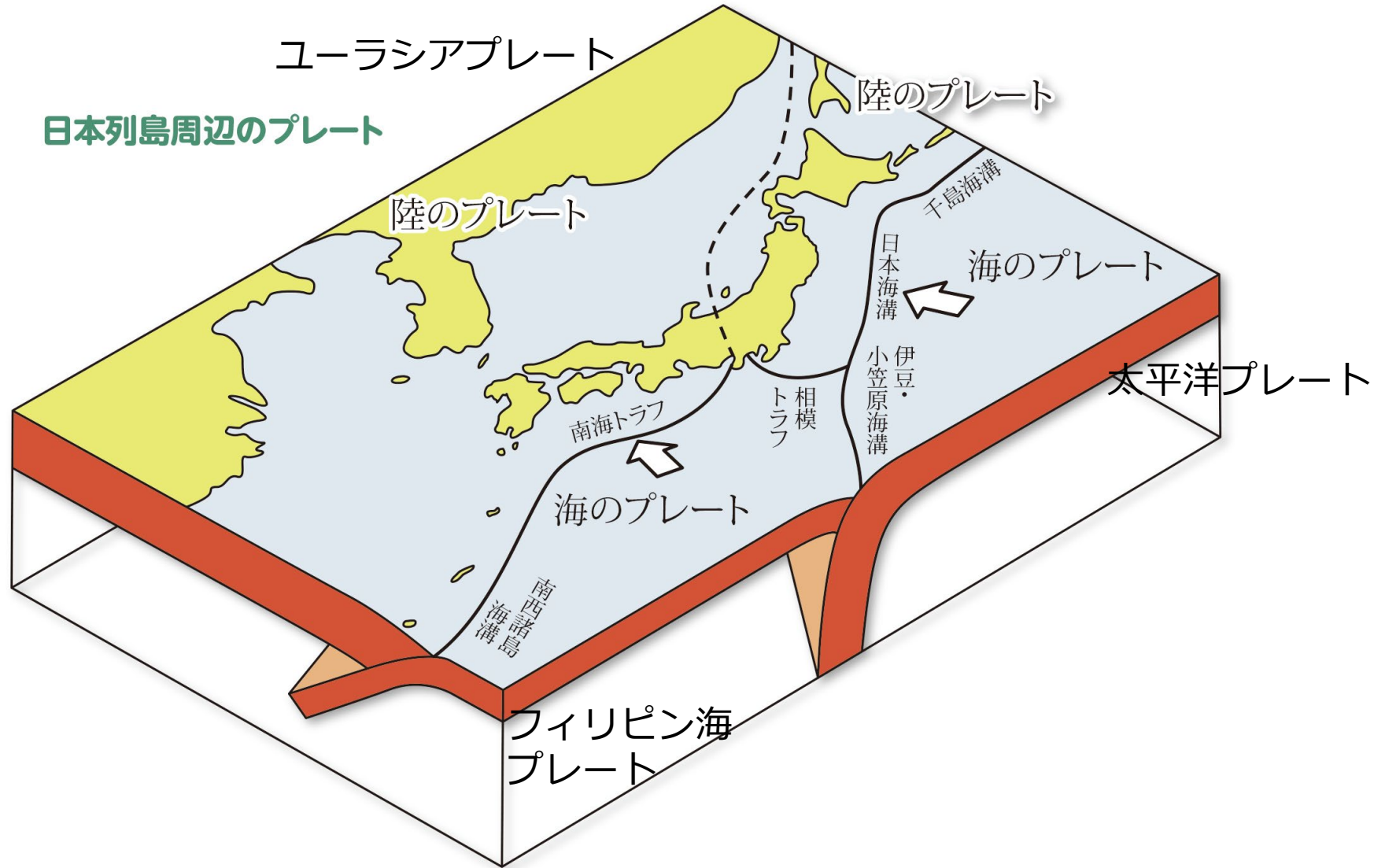


東西圧縮 2022年の地震活動と整合的



産総研「地殻応力データベース」より

東西圧縮の力はどこからきたのか？



詳細は、2023年度第34回公開講座「日本列島とプレートテクトニクス」(深畑)参照

2020年以降京都府南部の地震活動

- 2022年3月末～5月初
亀岡-南丹での群発的地震活動
(最大震度4が2回)
- 2024年2月14日 M4.4地震 (最大震度4)
- 付近には亀岡断層が存在するが対応は不明
- 既知の活断層に沿わなくても、地震活動が定常的・群発的に発生しやすい場所

地震に備える

地震ハザードマップ(地震本部)

- 確率論的地震動予測地図
様々な地震の将来の発生確率を考慮した、
超過確率地図
 - 想定地震地図
ある想定地震が発生した場合の揺れの分布
- もし、京都西山断層帯が活動したら…

京都西山断層帯でのシナリオ地震例(Mw7.0)

2020年地震活動モデル-平均ケース-

京都西山断層帯

マグニチュード	7(Mw)
確率モデル	BPT
平均発生間隔[年]	4550.0
最新活動時期[年前]	2110.0
30年発生確率[%]	0.02
50年発生確率[%]	0.03

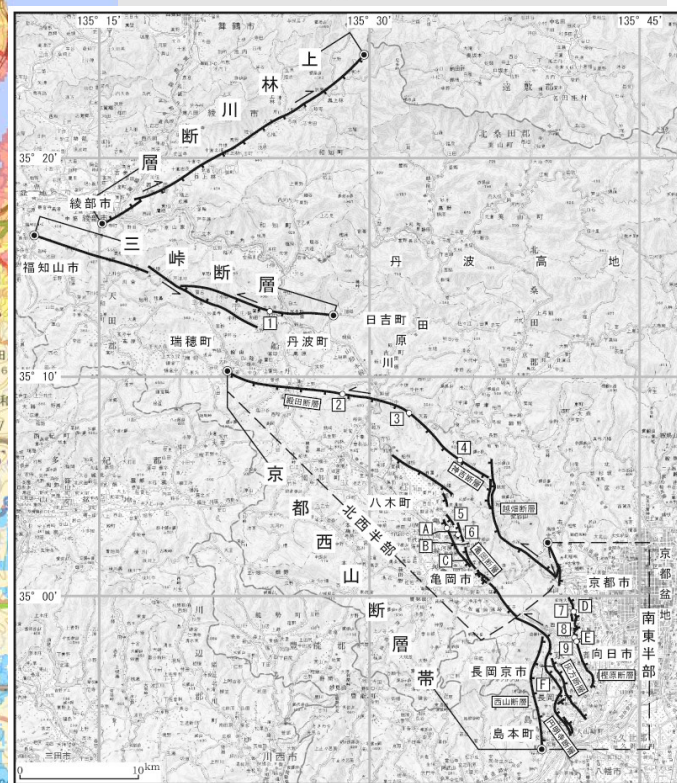
断層パラメータ 断層面3D表示

地表の証拠からは活動の痕跡を認めにくい地震

マグニチュード (Mw)	年発生頻度 (Annual Recurrence Rate)
6.8	2.5 × 10 ⁻⁵
6.9	2.0 × 10 ⁻⁵
7.0	1.5 × 10 ⁻⁵
7.1	1.2 × 10 ⁻⁵
7.2	1.0 × 10 ⁻⁵
7.3	8.0 × 10 ⁻⁶
7.4	6.0 × 10 ⁻⁶

地震ハザードステーション

Close



● 新配色 ● 旧配色

3以下 4 5弱 5強 6弱 6強 7 (震度)

最近の研究の話題

地震活動の観測

- 高感度地震計による観測網
高密度化
 - 1995年兵庫県南部地震後に陸域
 - 2011年東北地方太平洋沖地震後には海域
- 地震観測の維持・高度化に向けた、次世代の観測方法
地震計を使わない地震観測

高感度地震計
(2023年4月1日現在、地震調査研究推進本部調べ)

- 国立大学法人
- 国土地理院
- 防災科学技術研究所
- 気象庁
- 海洋研究開発機構
- 産業技術総合研究所

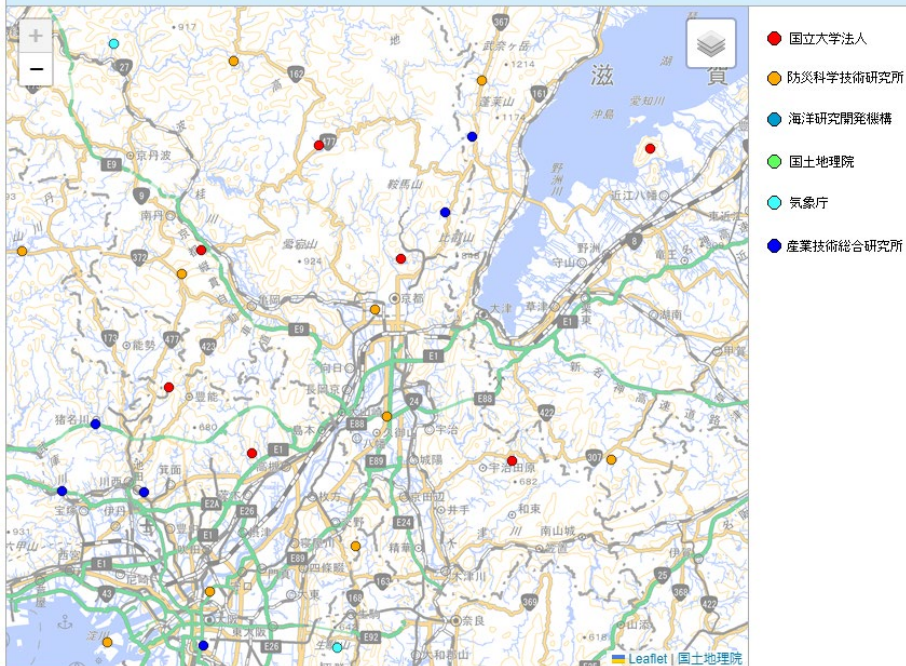
0 500
km

高感度地震計
観測点数 約1,500

(地震調査研究推進本部)

高感度地震計

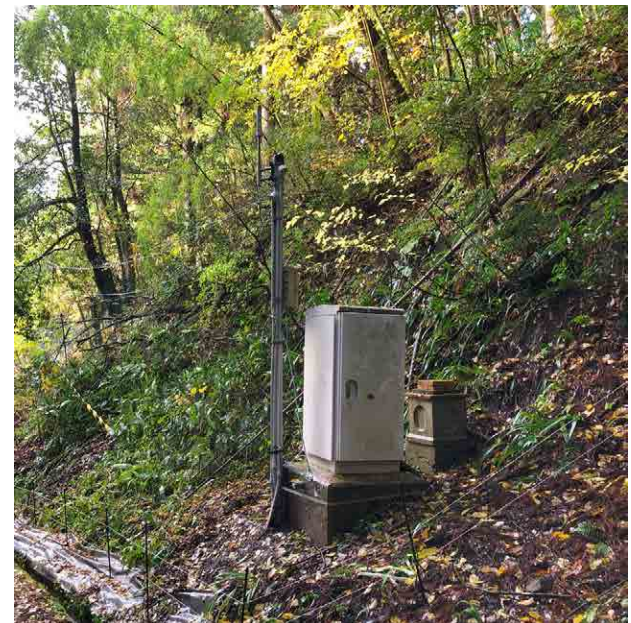
(2023年4月1日現在、地震調査推進本部調べ)



都市部での観測例



山地での観測（北陸）

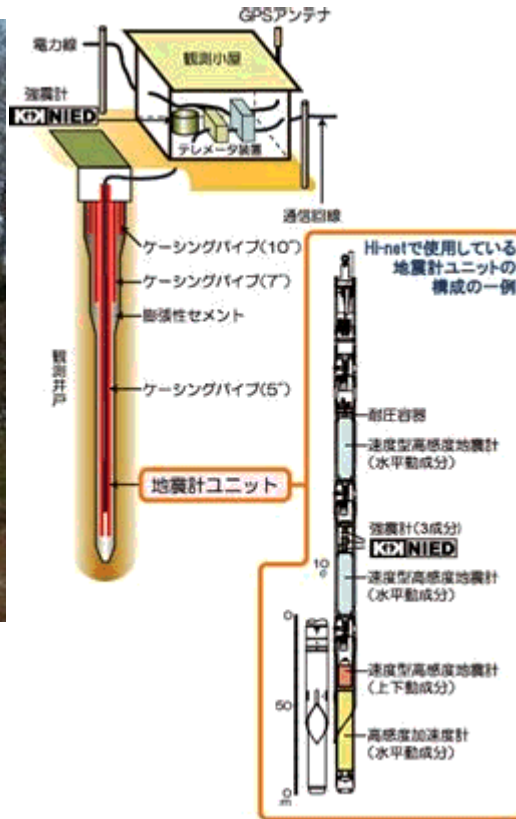


坑道内での観測（桜島）

単点地震計観測から、光ファイバーセンシングへ

1か所で**1～数個**のセンサー

1本のケーブルで**10,000個**のセンサー

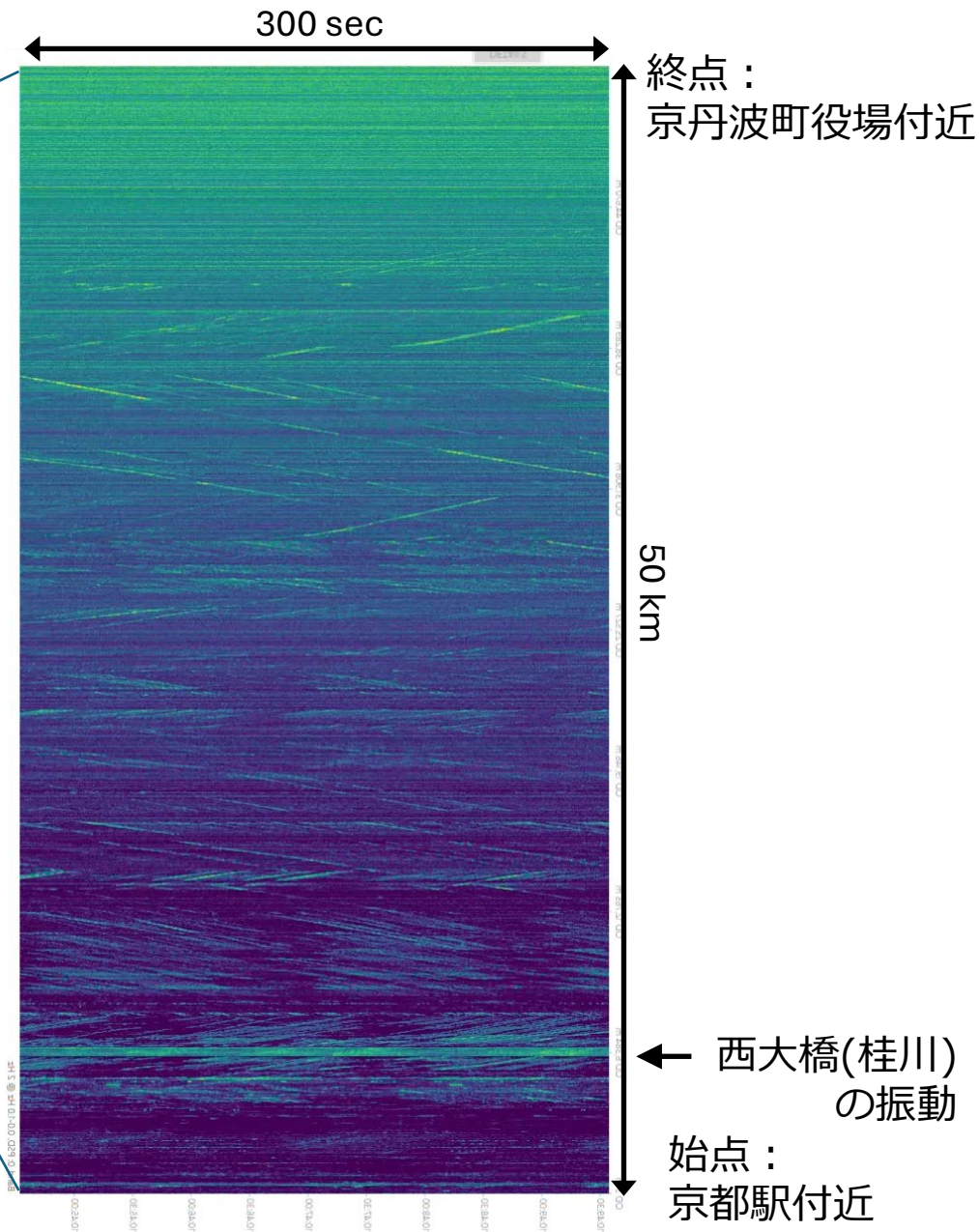
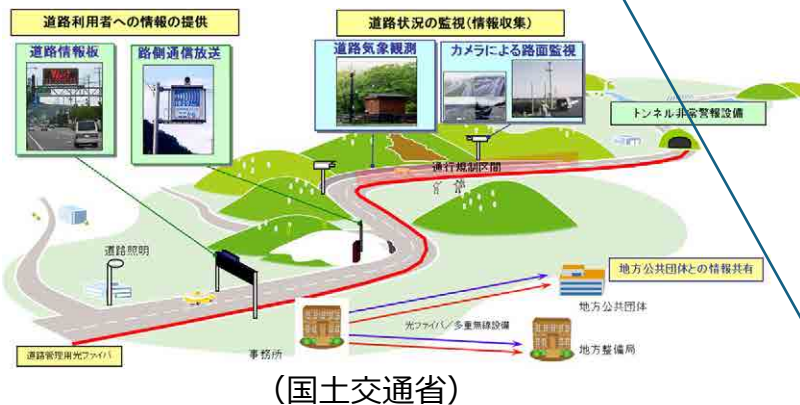


では、どうやって？

<https://www.hinet.bosai.go.jp/summary/>

道路(R9)沿いの揺れを、1本(50km)の光ケーブルで測った例

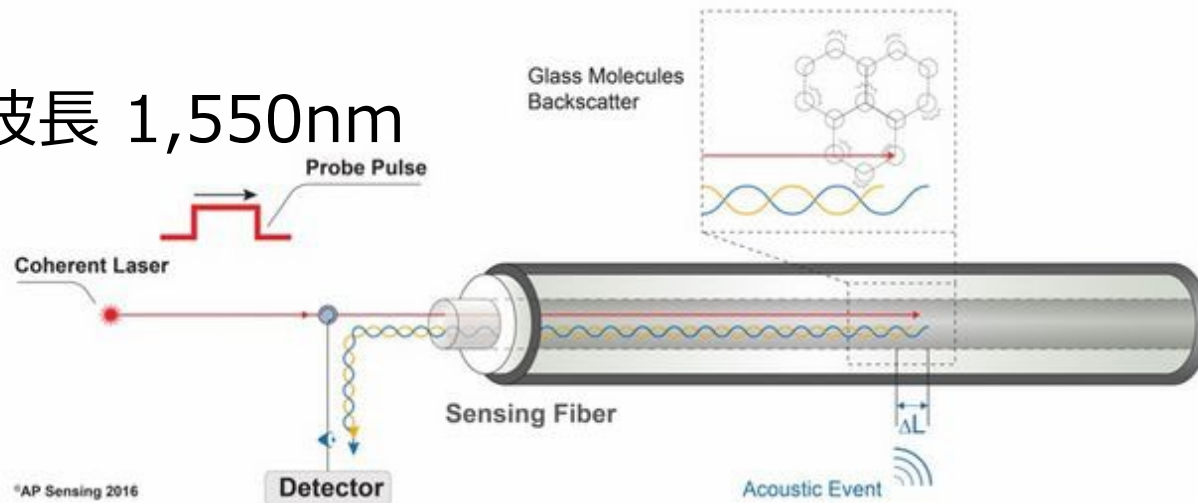
2023/1/5 10:49am~



分布型音響センシング(DAS)の仕組み



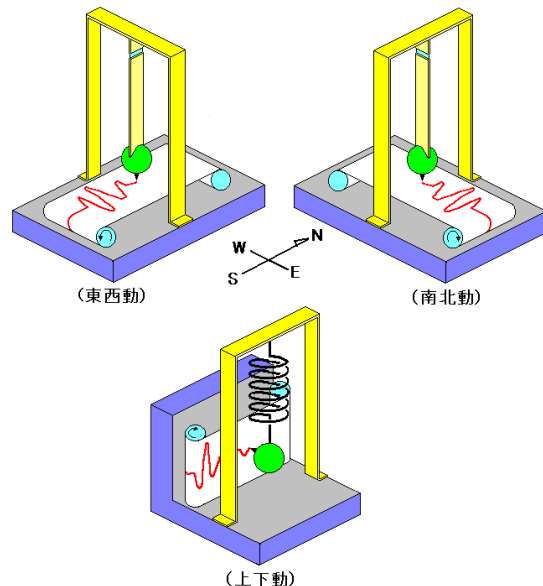
レーザー光波長 1,550nm



地震計とDASとの測定の違い

地震計

- ばね振り子を利用
- 速度、加速度 3 成分
- 設置された 1 点での動き



「地震の基礎知識とその観測」岡田(2001)

DAS

- レーザー光の干渉を利用
- ケーブルの軸歪み
- 光ケーブル沿いの任意の箇所
数1,000～10,000点
- 問題点
 - 1 方向のみ測定
 - 機器ノイズが大きい
 - 振幅が振り切れやすい
 - データ量が膨大
 - ケーブルと地面のカップリング

測定時の様子

京都国道事務所内

光成端架



測定機器



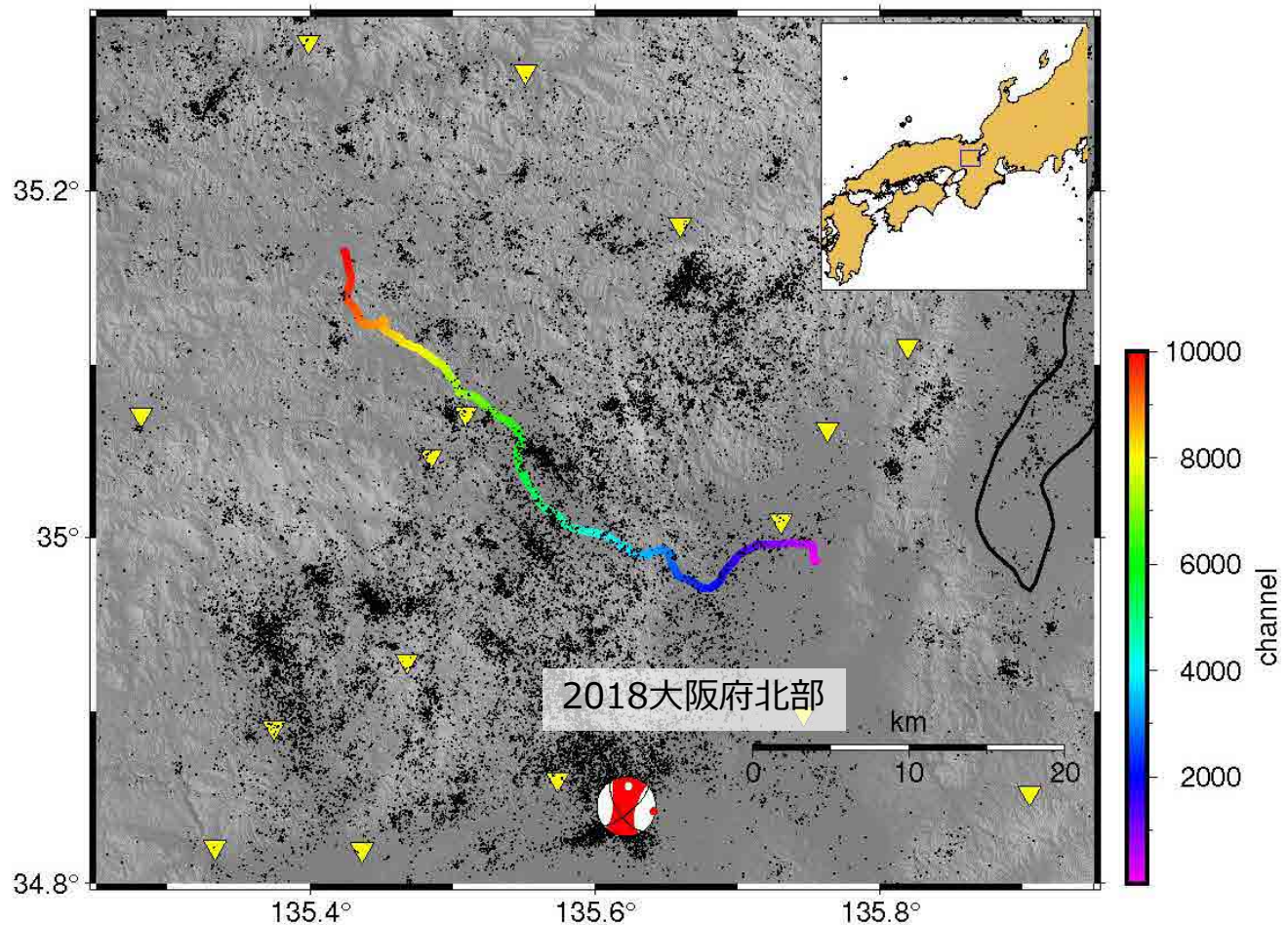
国道9号沿い

光ケーブルメンテ用のハンドホール例
(光ケーブルは全て地中)



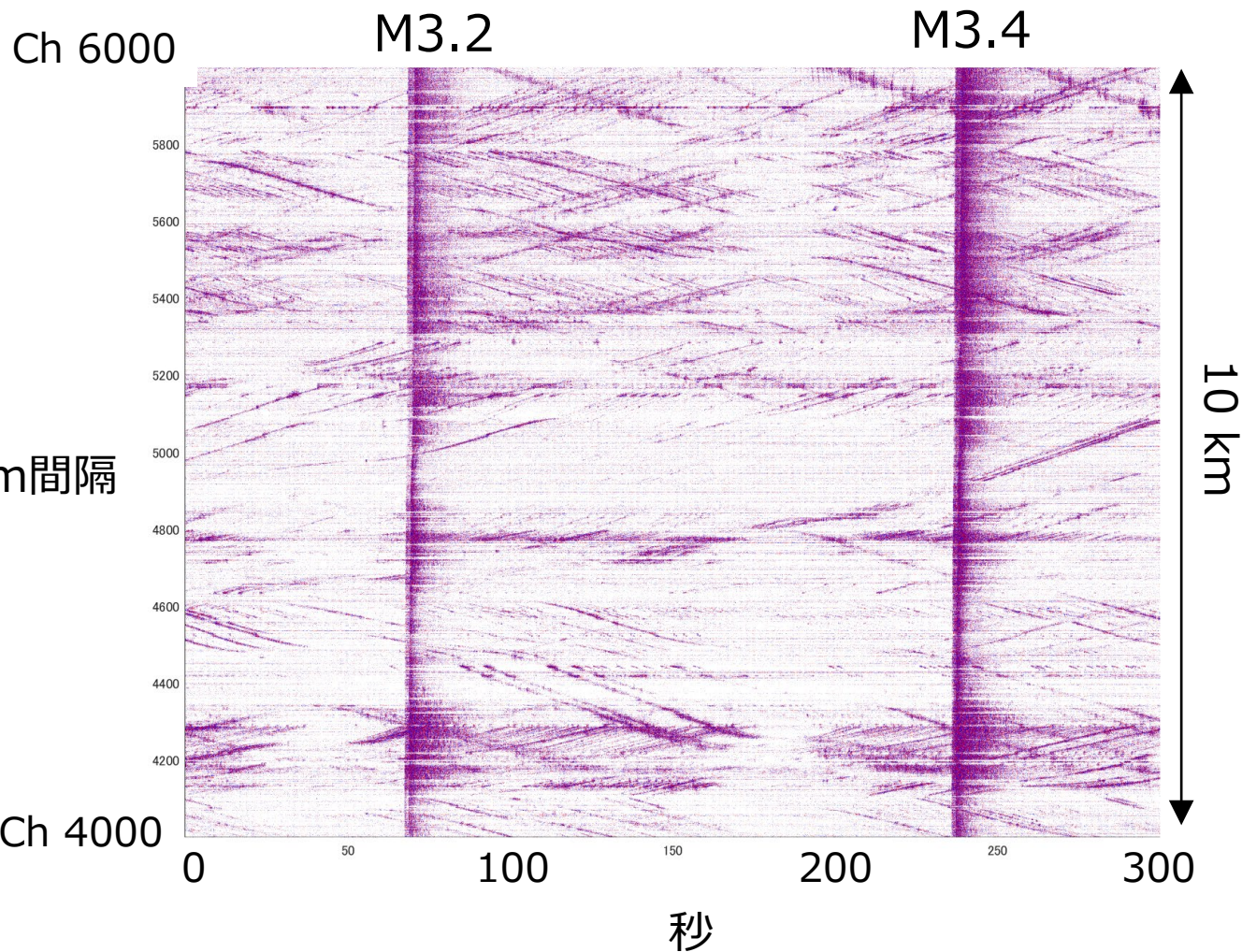
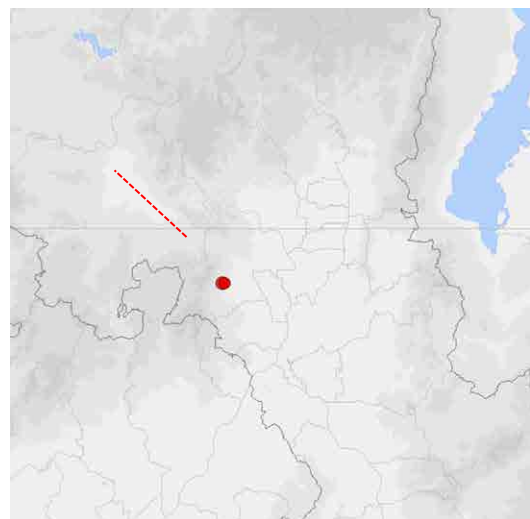
地震観測点 16

ケーブル沿観測点 10,000 (50km, 5m間隔)



JMAカタログ
1997.10-2022.6; $M \geq 0.5$

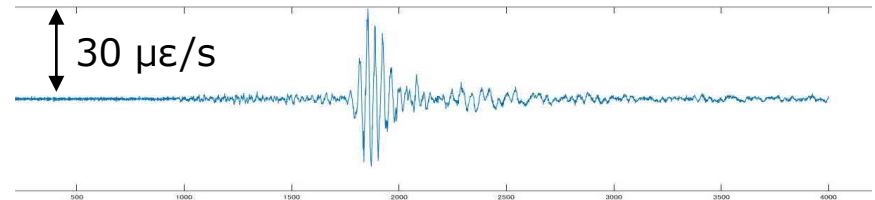
2022/10/19 11:00 M3.2 (D=7.6km) 最大震度2
11:03 M3.4 (D=8.2km) 最大震度3



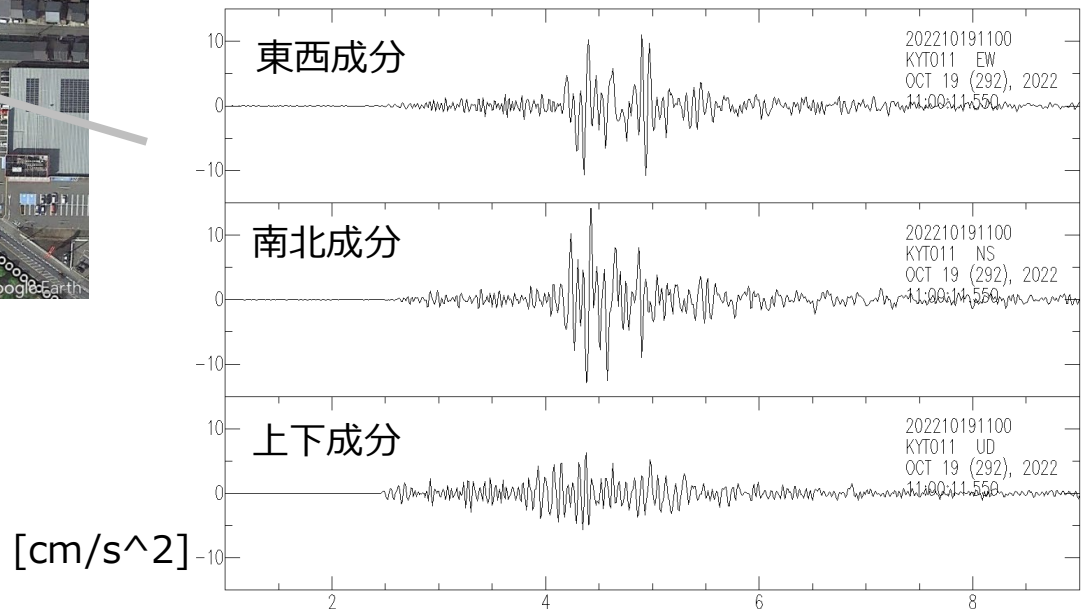
DAS記録と既存観測点記録との比較



DAS M3.2

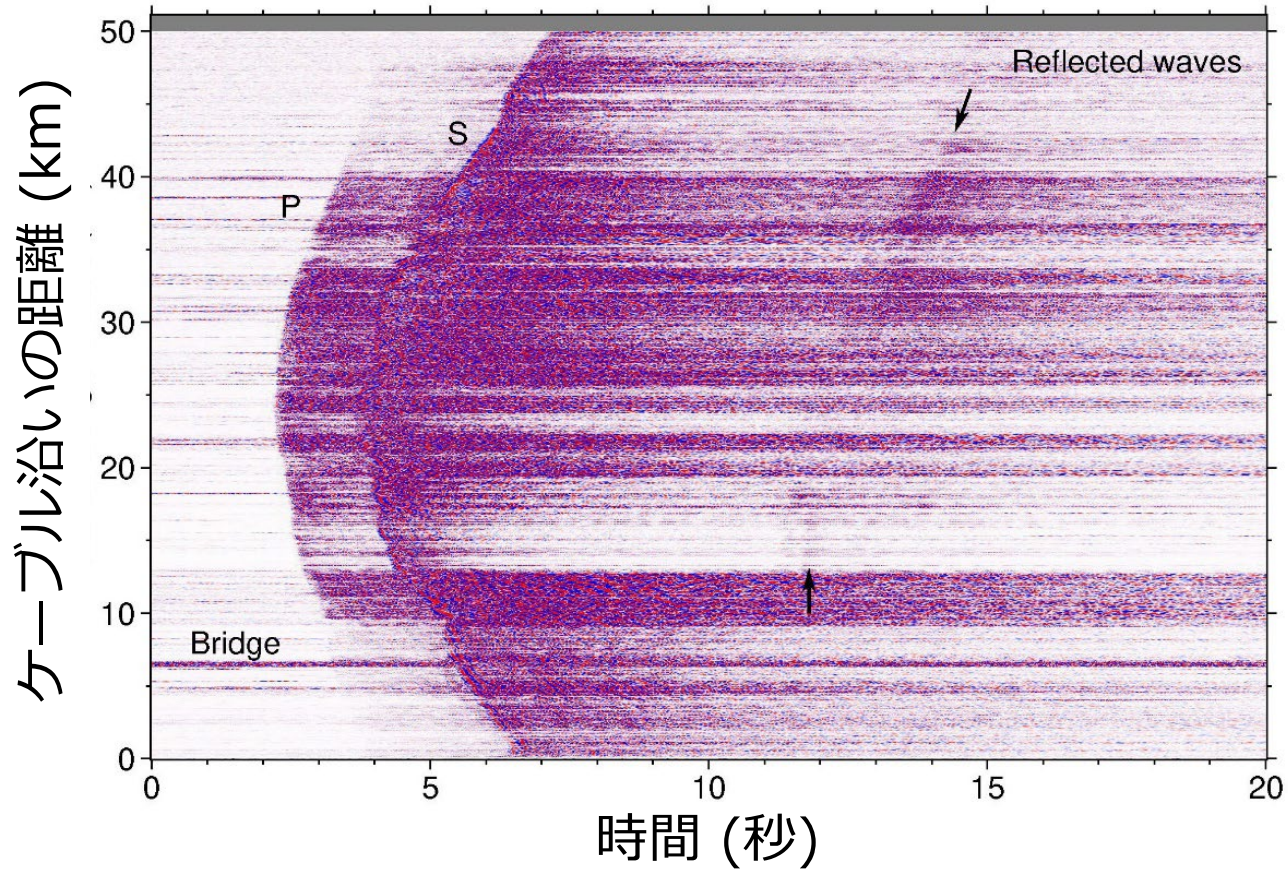


K-NET亀岡



M2.8地震をDASで観測した例

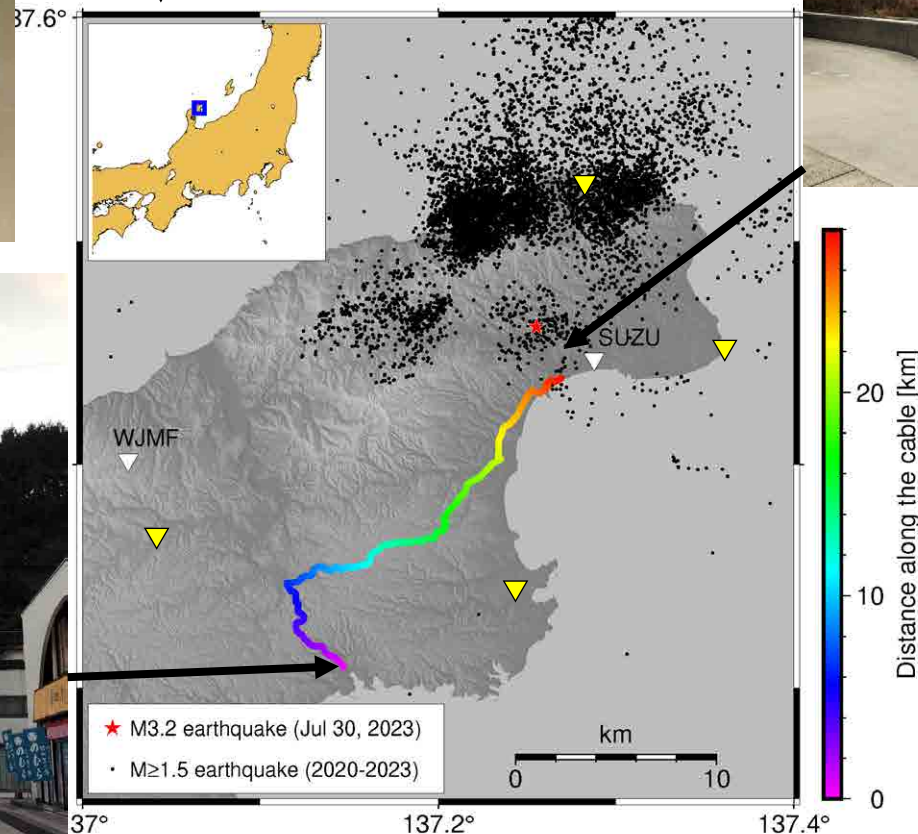
反射波検出
地下構造の調査へ



能登半島群発地震域における 約28kmの民間光ケーブルを利用した 地震測定の実施(2023)

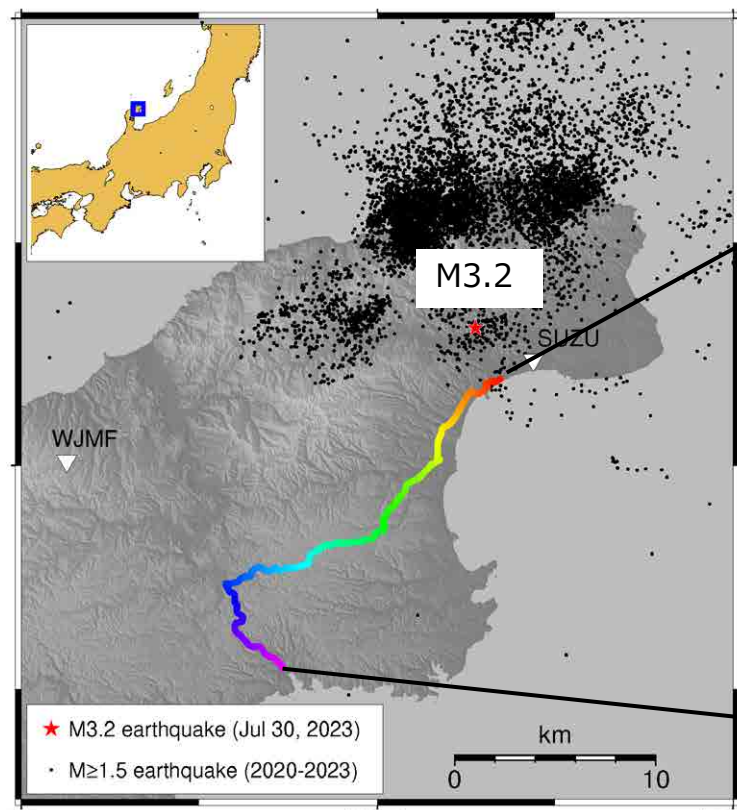


▼ 高感度地震計

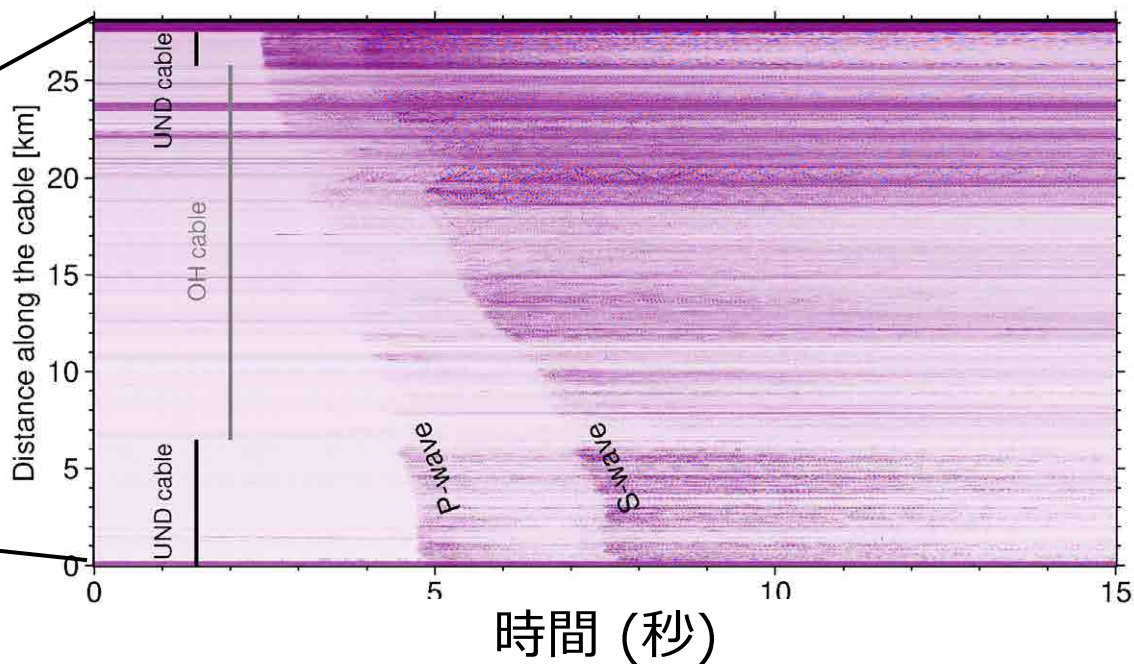


地震観測： 4点
DAS観測： 5,400点
超高密地震観測実現

群発する地震活動(当時)を捉えることに成功



M3.2の地震観測の例



地中区間・架空区間のいずれでも地震波観測

まとめ

京都府南部の地震活動

- 定常的に地震活動度が高く有感地震に見舞われることがある
- 地震活動は突然始まったり、群発的に続くことがある
- 活断層が密集し、東西圧縮の力が働いている
- 既知の活断層に対応しない地震活動も多い
- 大規模地震発生したらどうなるか

研究面

- 光ファイバーセンシング技術で地震観測
- 構造や地震の調査
- 地震観測網への応用の可能性



スライド作成に利用したサイトへのリンク

- 地震調査研究推進本部

<https://www.jishin.go.jp/>

- 気象庁震度データベース検索

<https://www.data.jma.go.jp/svd/eqdb/data/shindo/>

- 地震ハザードステーション

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

- 活断層データベース

<https://gbank.gsj.jp/activefault/>