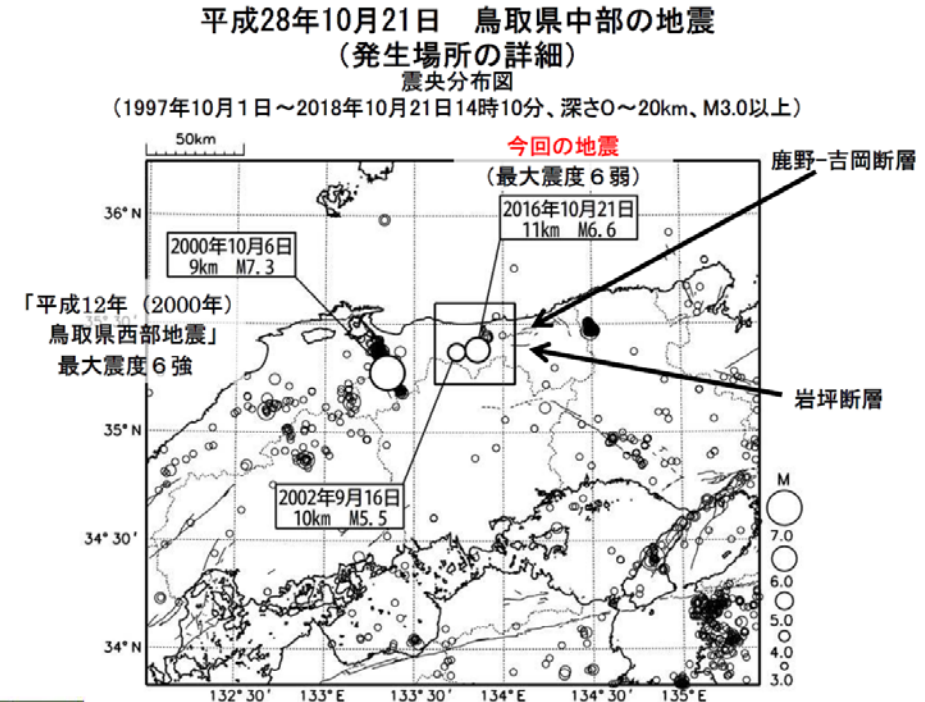
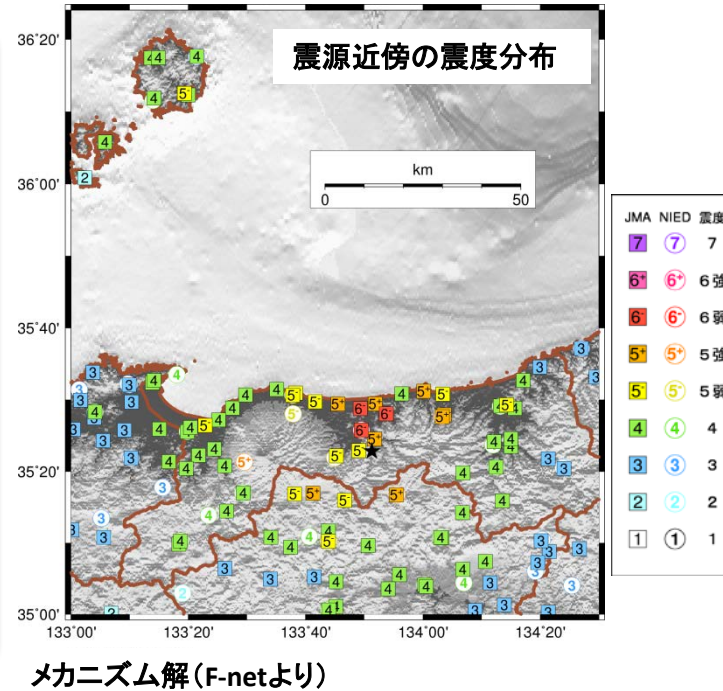


概要(暫定値)

発信時: 2016年10月21日14時07分頃 震源地: 鳥取県中部

- 北緯35.4度、東経133.9度(速報値)
- 震源の深さ: 11km(暫定値(速報値は10km))
- 気象庁マグニチュード: 6.6
- 発震機構: 西北西-東南東方向に圧力軸を持つ横ずれ断層型
- 震度6弱: 倉吉市葵町、湯梨浜町龍島、北栄町土下
- 震度5強: 鳥取市鹿野町鹿野小学校、鳥取市鹿野町鹿野、鳥取市青谷町青谷、三朝町大瀬、湯梨浜町久留、
- 震度5弱~1: 鳥取市吉方、鳥取市気高町浜村、倉吉市岩倉長峯、倉吉市関金町大鳥居、琴浦町赤崎中学校、琴浦町赤崎、琴浦町徳万、日吉津村日吉津
- 緊急地震速報: 地震検知から3.8秒後に緊急地震速報(警報)を発表
人的・物的被害[兵庫・鳥取・岡山3県の合計]
(消防庁災害対策本部 第13報2016/10/26 12:00)
- 人的被害: 重傷 4 軽傷22
- 住家被害: 全壊 2 半壊 3 一部破損745

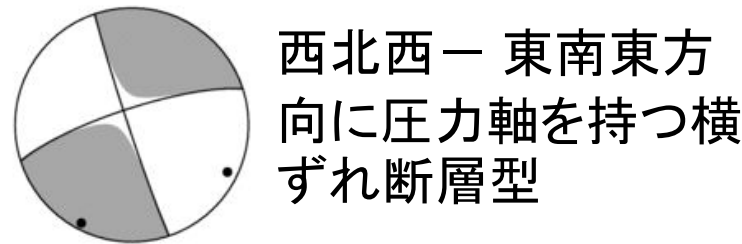
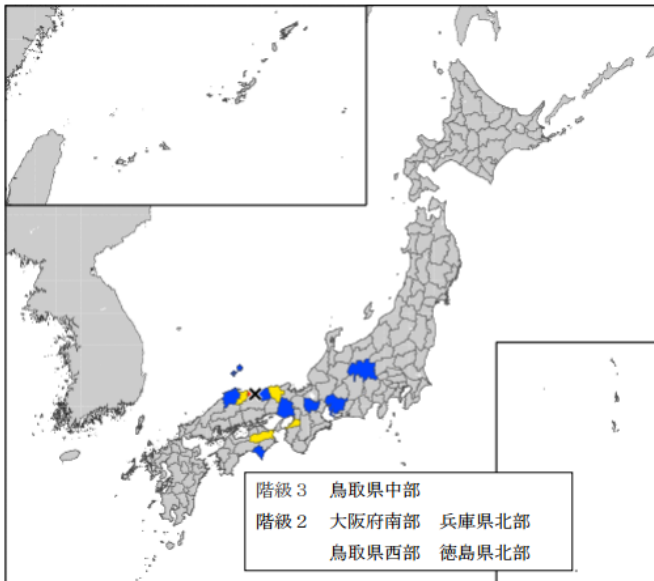


平成28年10月21日14時07分頃の鳥取県中部の地震 長周期地震動階級分布図

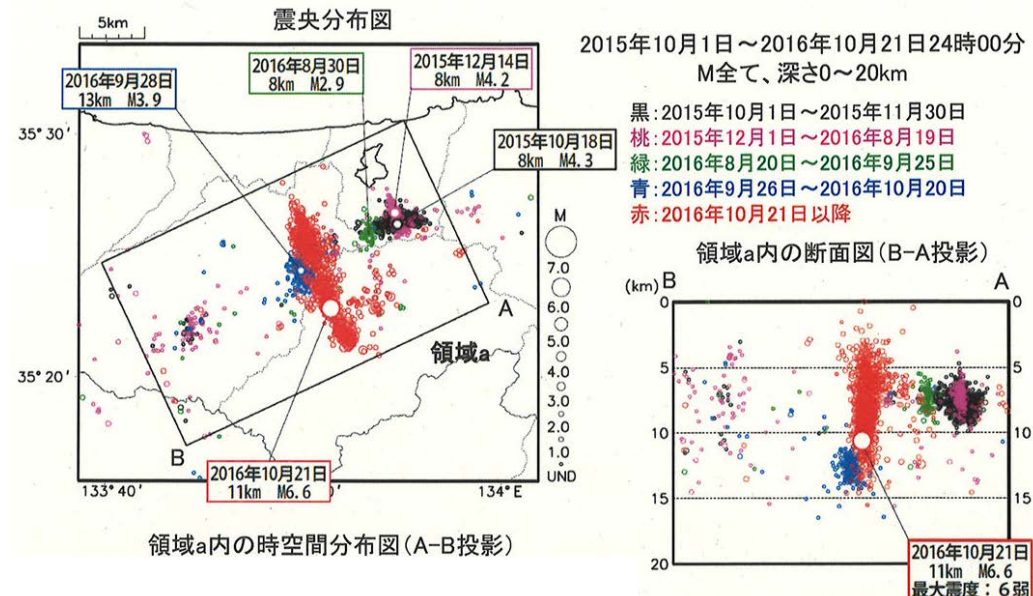
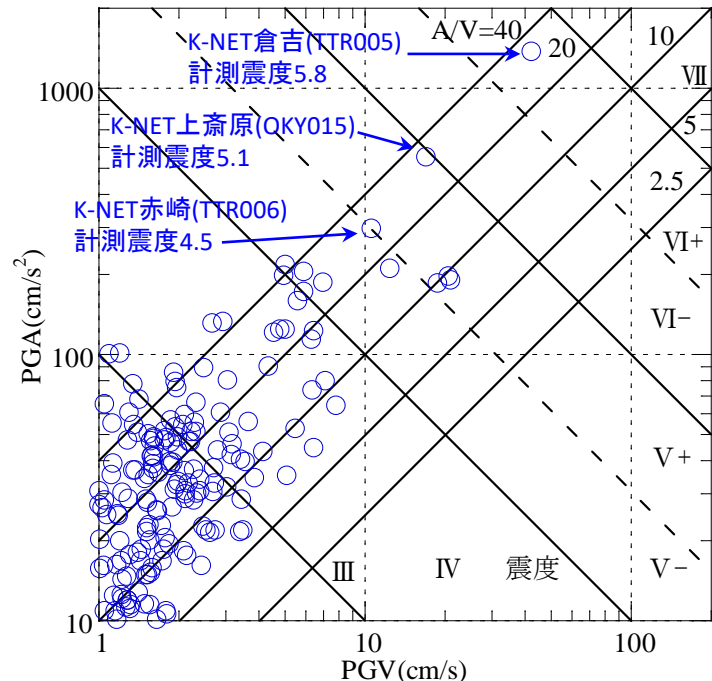
■ 手動メカニズム推定結果

緯度(°)	経度(°)	深さ(km)	走向(°)	傾斜(°)	すべり角(°)	M ₀ (Nm)	M _w	品質
35.4000	133.9000	8	252; 162	79; 88	-178; -11	2.22e+18	6.2	93.07

長周期地震動階級1以上が観測された地域



最大加速度-最大速度-震度Iの関係(K-NET, KiK-net地表)



参考文献

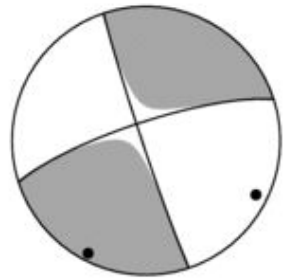
気象庁
<http://www.jma.go.jp/jma/press/1610/21a/201610211540.html>
 消防庁災害情報
<http://www.fdma.go.jp/bn/2016/detail/977.html>
 地震調査研究推進本部
http://www.static.jishin.go.jp/resource/monthly/2016/20161021_tottori.pdf

※長周期地震動に関する観測情報(試行)の階級の値等については、その後の調査により修正することがあります。

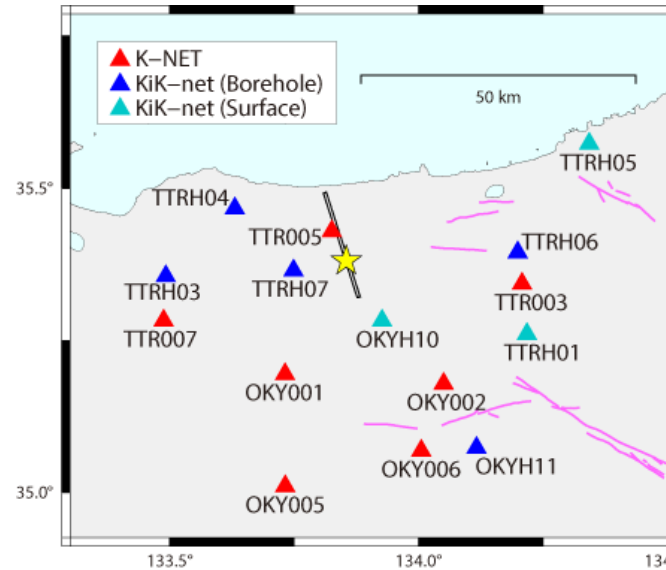
■ 手動メカニズム推定結果

緯度 (°)	経度 (°)	深さ (km)	走向 (°)	傾斜 (°)	すべり角 (°)
35.4000	133.9000	8	252 ; 162	79 ; 88	-178 ; -11

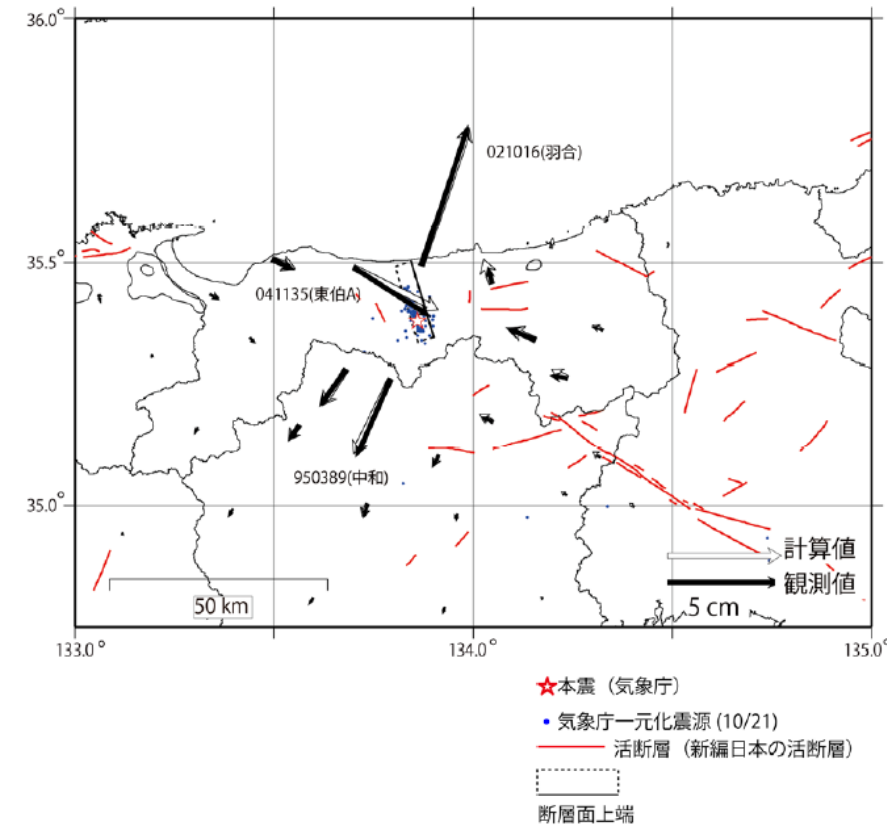
M_0 (Nm)	M_w	品質
2.22×10^{18}	6.2	93.07



メカニズム解
 F-net(防災科学技術研究所)
 $M_0 = 2.22 \times 10^{18} \text{ Nm}$, $M_w = 6.2$

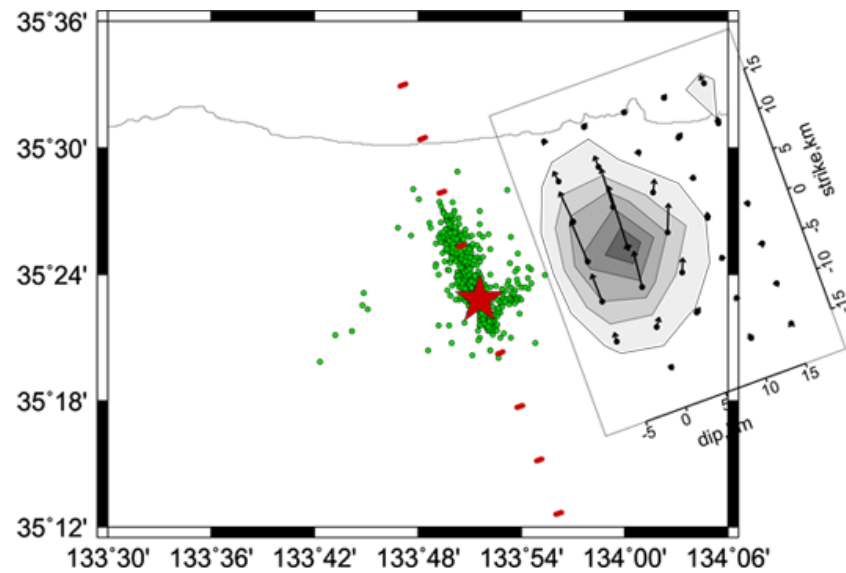


基準期間 : 2016/10/14 - 10/21 (R3 解)
 比較期間 : 2016/10/21 15:00 - 10/22/05:59 (Q3 解)
 固定局 : 三隅



緯度 (°)	経度 (°)	上端深さ (km)	長さ (km)	幅 (km)	走向 (°)	傾斜 (°)	滑り角 (°)	滑り量 (m)	M_w
133.84	35.50	0.5	17.9	12.9	163	73	-3.7	0.31	6.16

※位置は断層の左上端



★は本震の震央, ●は気象庁による余震分布.

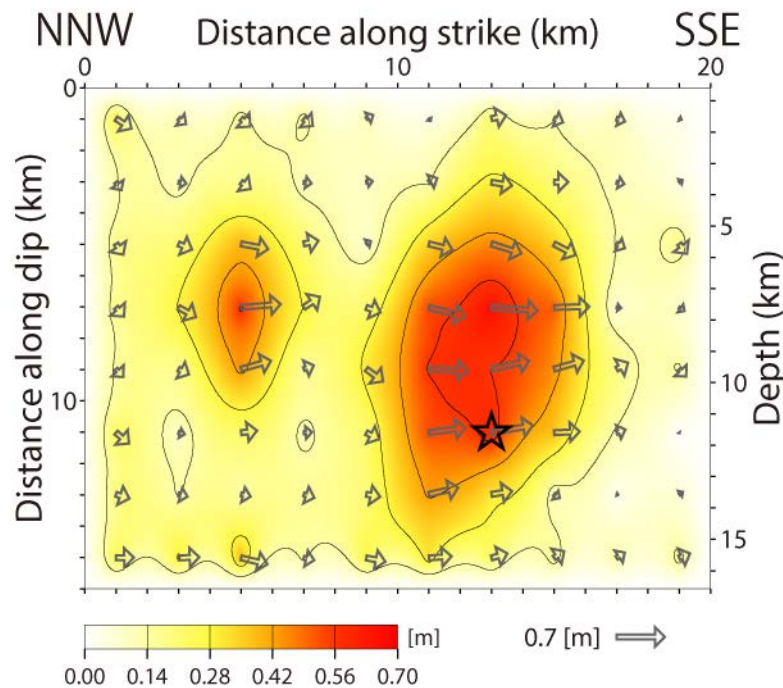
走向340度, 傾斜89度

すべり分布

山中(名古屋大)

データ: 遠地実体波P波

$M_0 = 1.8 \times 10^{18} \text{ Nm}$, $M_w = 6.1$



走向162度, 傾斜88度

すべり分布

防災科学技術研究所

データ: 強震速度波形

$M_0 = 2.3 \times 10^{18} \text{ Nm}$, $M_w = 6.2$

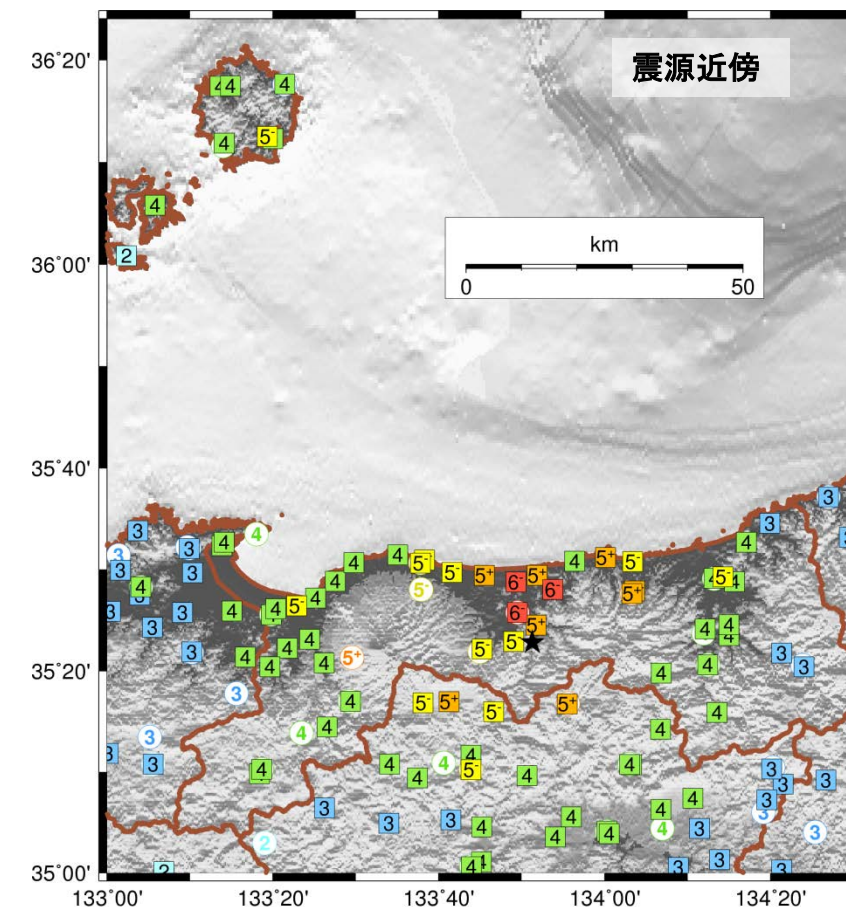
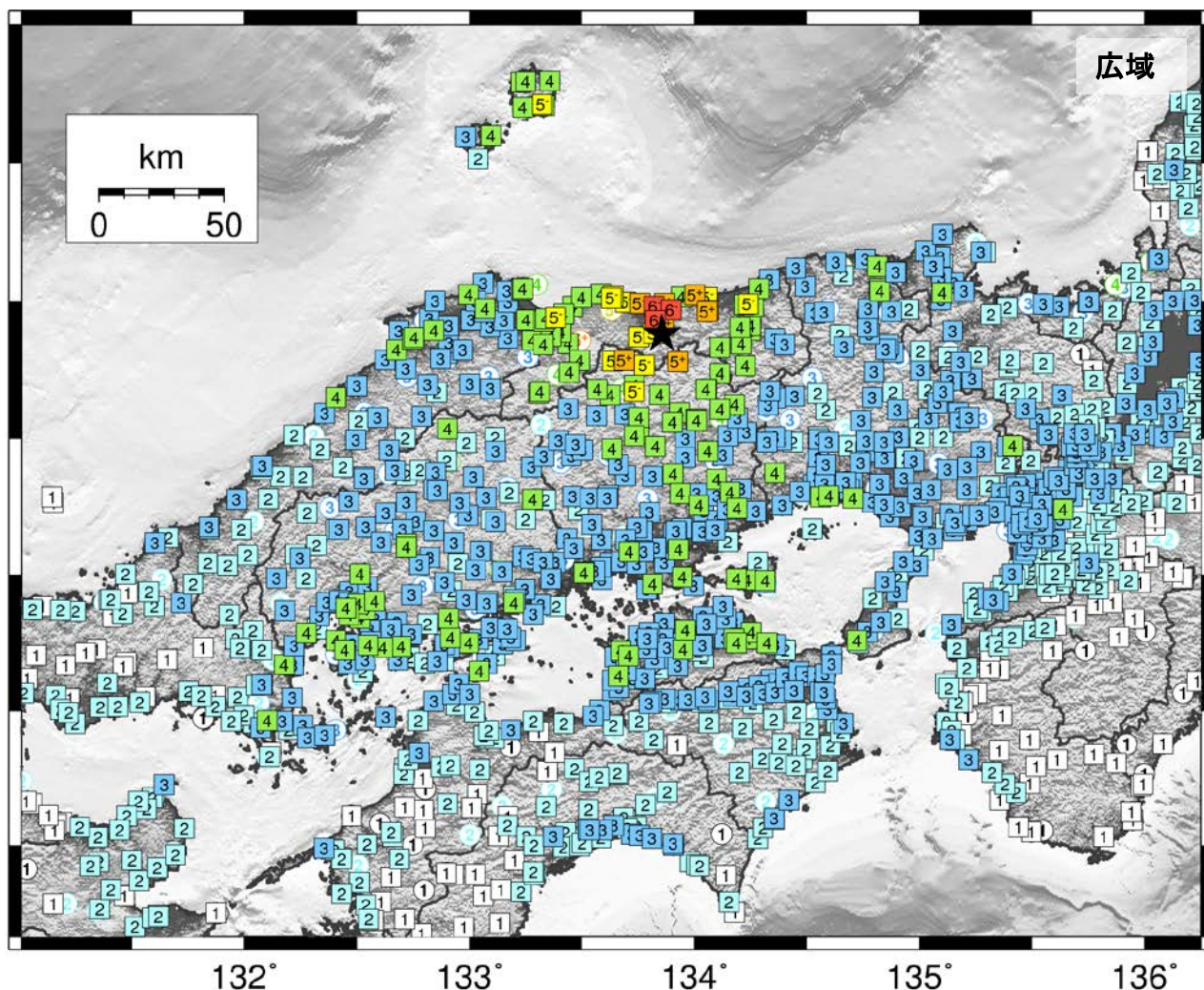
高角の左横ずれ

断層面・すべり量

国土地理院

データ: GNSS地殻変動

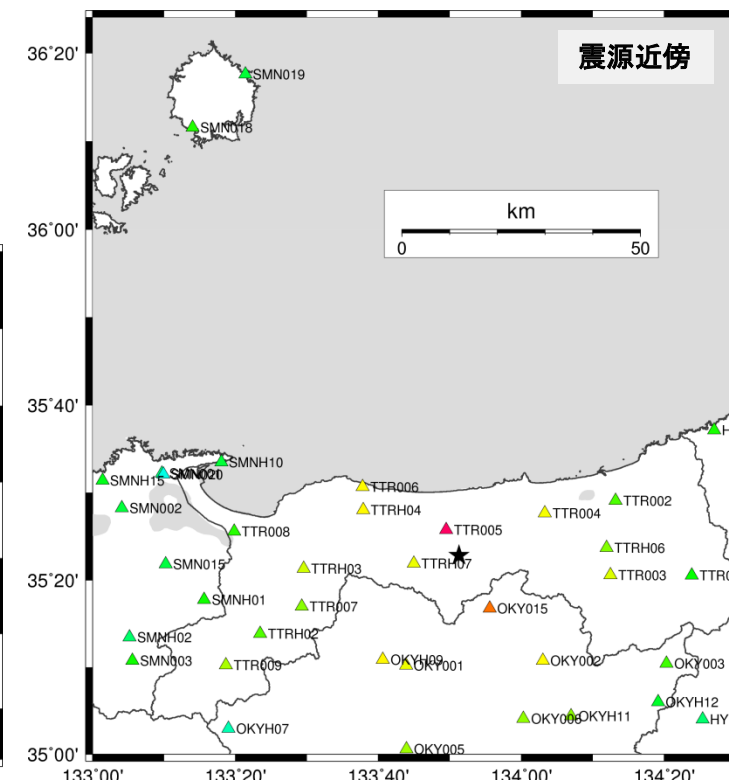
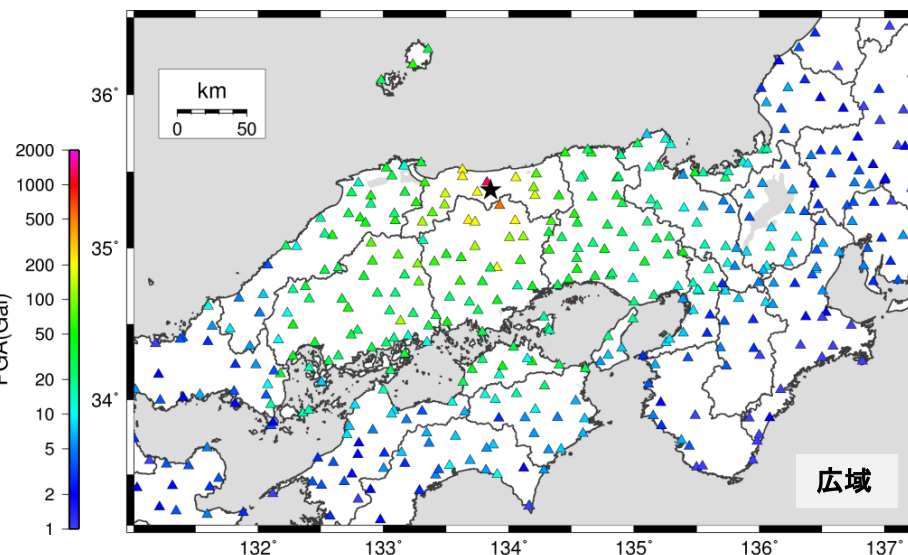
$M_w = 6.2$



気象庁
震度分布

被害状況[消防庁より]

都道府県名	人的被害				住家被害					非住家被害	
	死者	行方不明者	負傷者		全壊	半壊	一部破損	床上浸水	床下浸水	公共建物	その他
			重傷	軽傷							
人	人	人	人	棟	棟	棟	棟	棟	棟	棟	
大阪府				1							
兵庫県				3							
鳥取県			3	16	2	3	730				4
岡山県			1	2			15				1
合計			4	22	2	3	745				5



参考文献

気象庁報道発表資料 <http://www.jma.go.jp/jma/press/1411/24b/201411241800.html>
 防災科学技術研究所 強震観測網(K-NET, KiK-net) <http://www.kyoshin.bosai.go.jp/kyoshin/>
 消防庁災害情報 <http://www.fdma.go.jp/bn/2016/detail/977.html>

K-NET・KiK-net(地表)の最大加速度分布(EW)

2016/10/21 鳥取県中部の地震(M6.6) : 地震波形

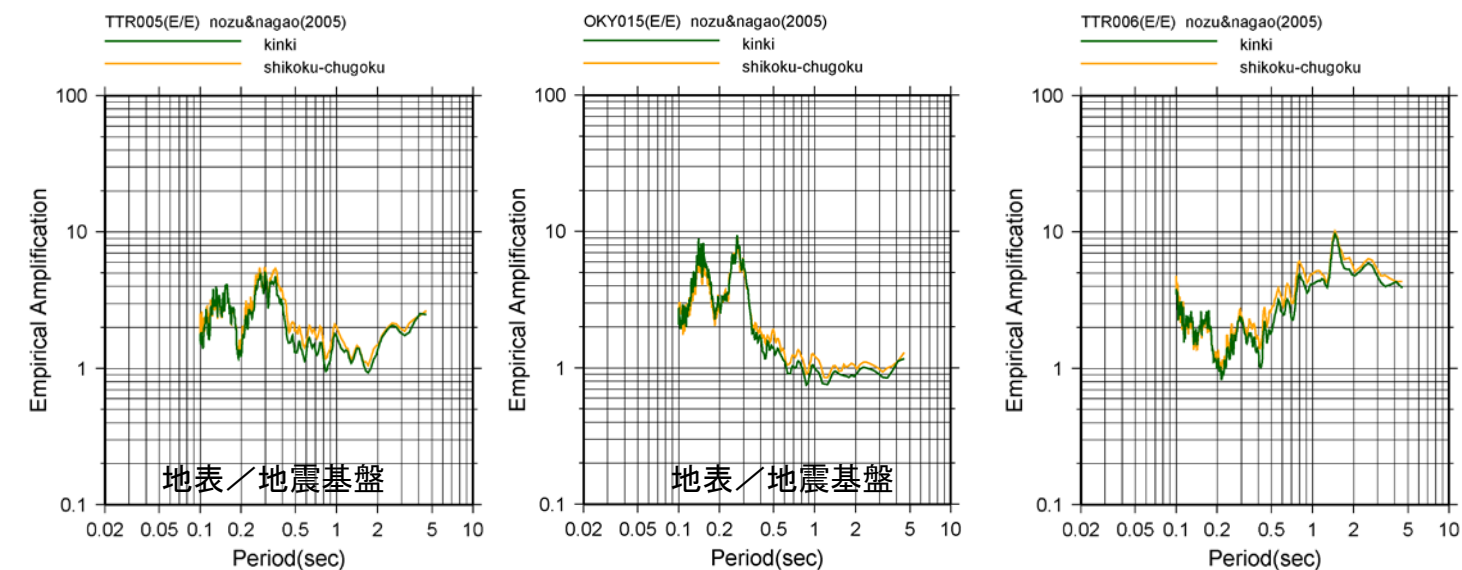
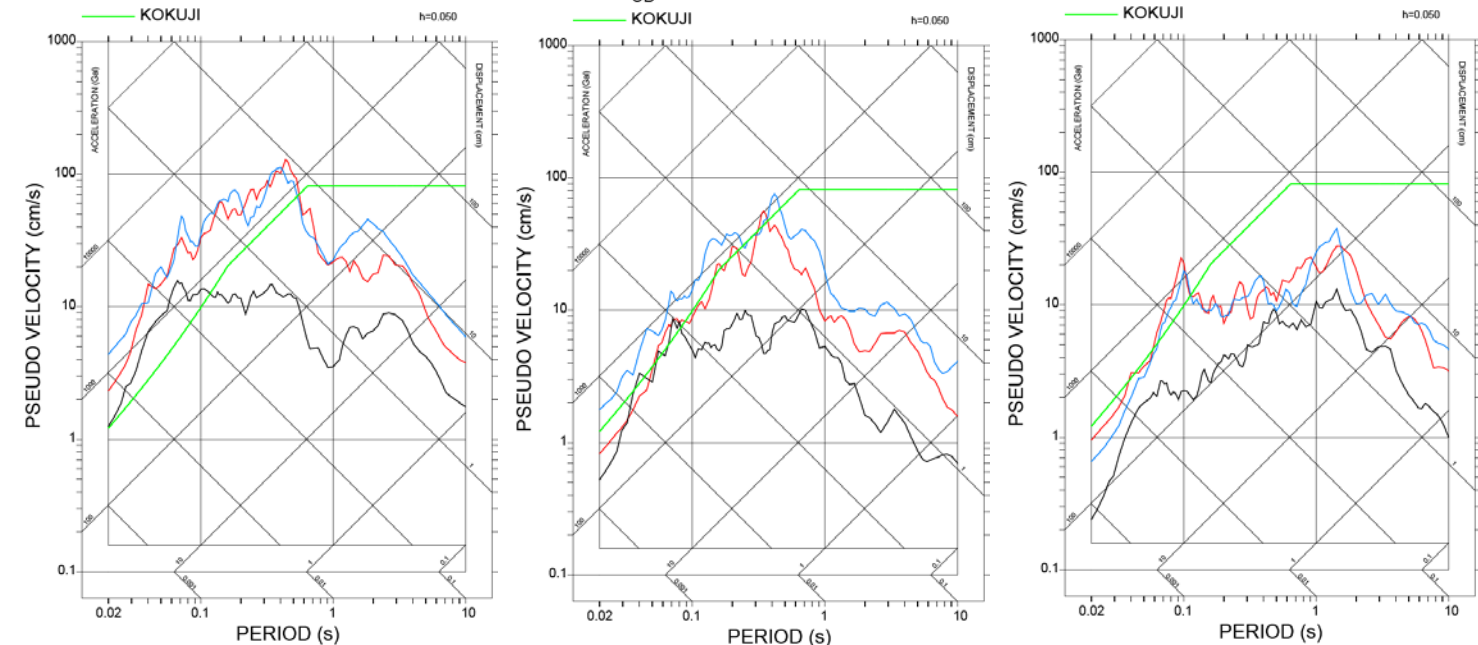
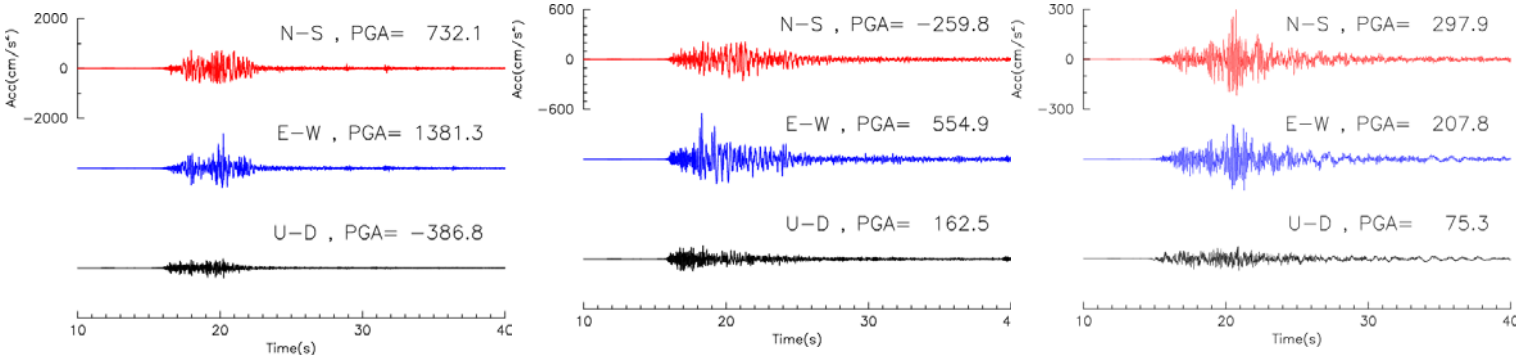
K-NET、KiK-netのPGA上位3地点の波形とpSv、地盤増幅率

(<http://www.kyoshin.bosai.go.jp/kyoshin/>)

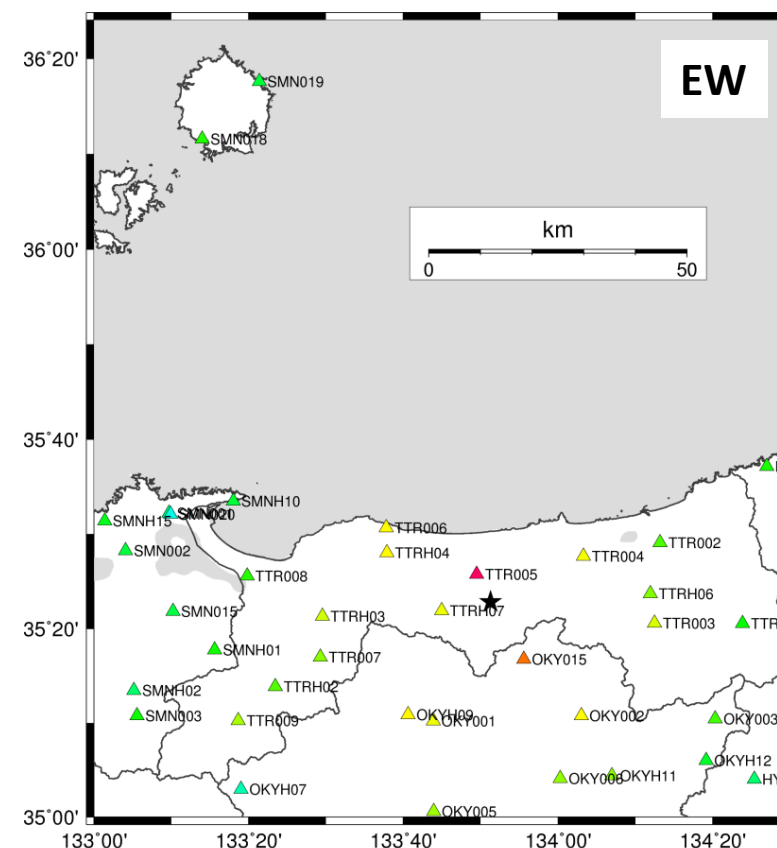
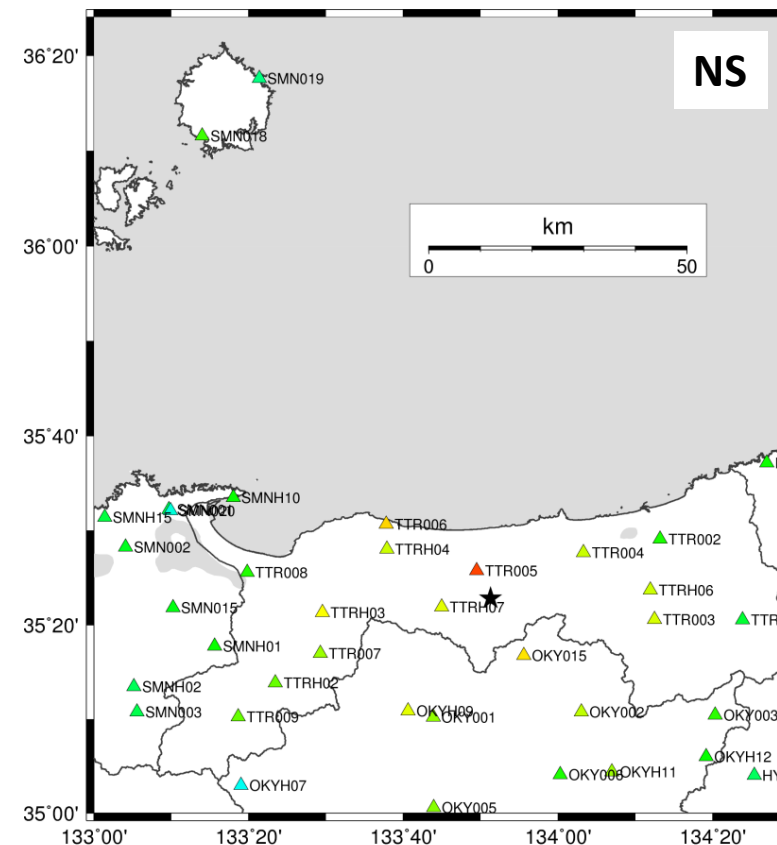
TTR005倉吉(R=8km, 地表)

OKY015上斎原(R=14km, 地表)

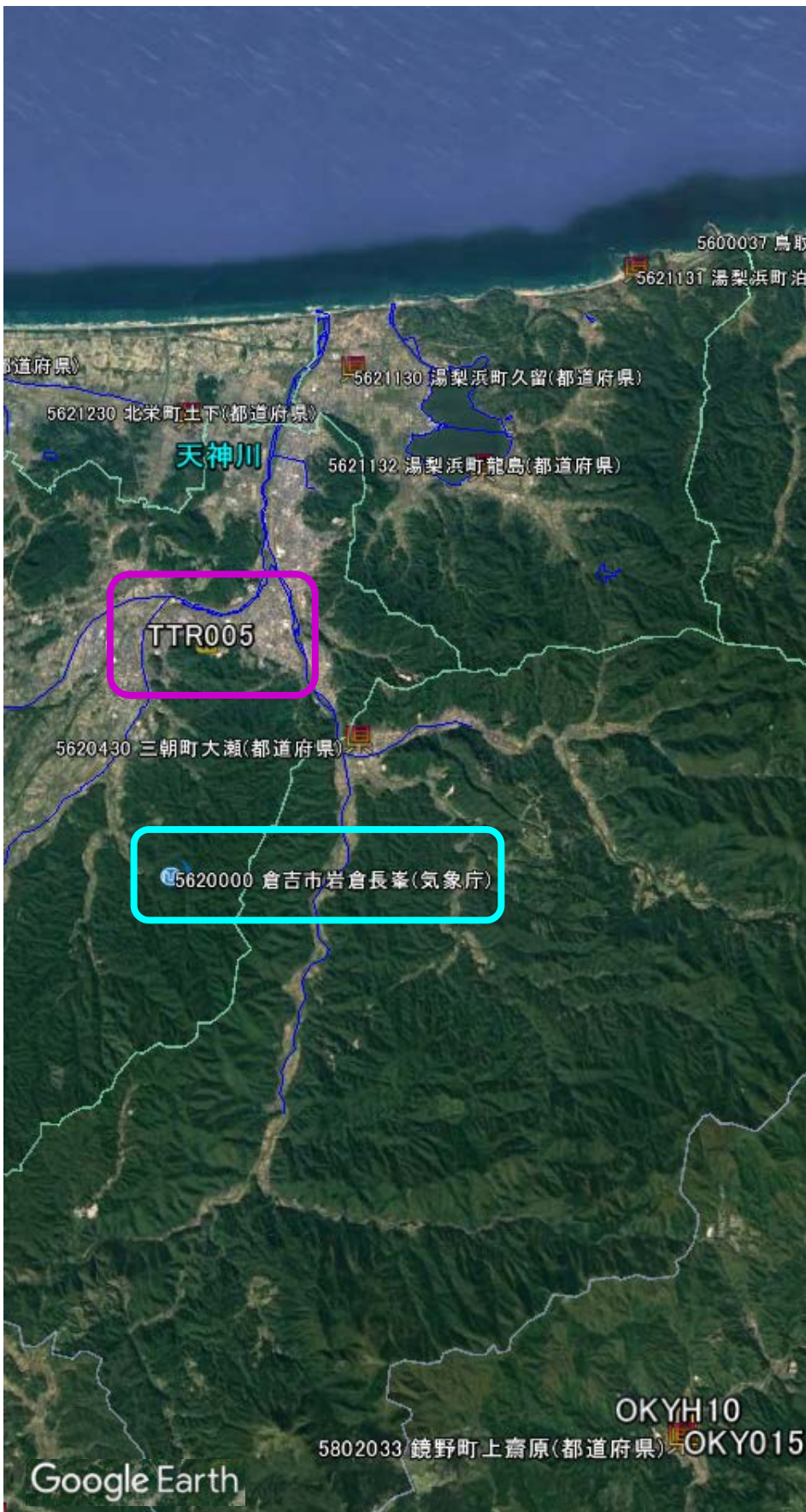
TTR006赤崎(R=27km, 地表)



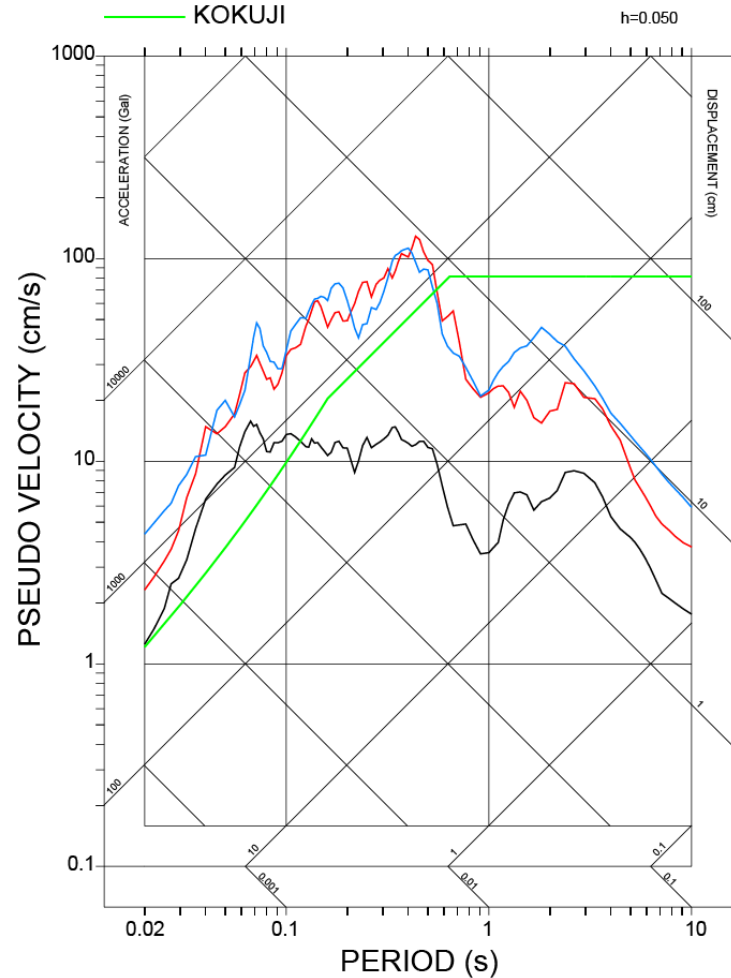
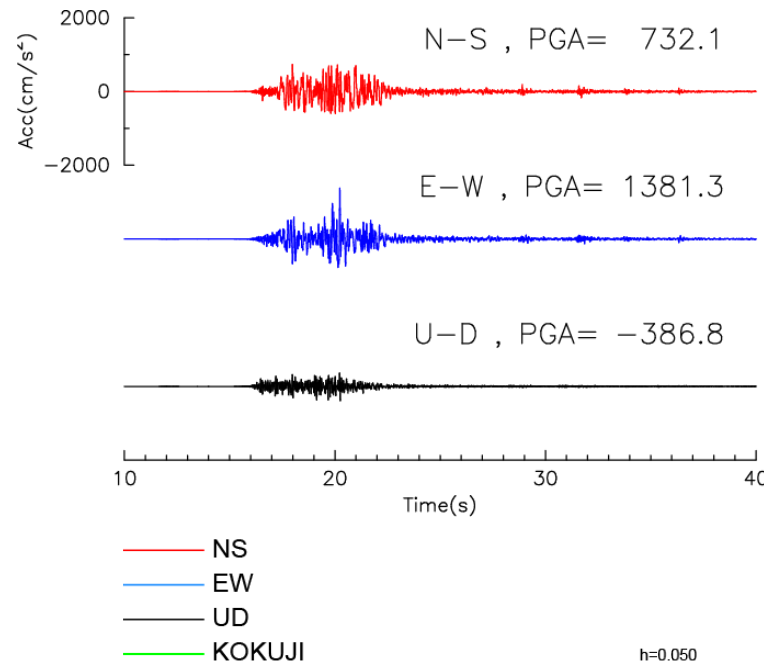
震源近傍の最大加速度分布



2016/10/21 鳥取県中部の地震(M6.6) :地震波形

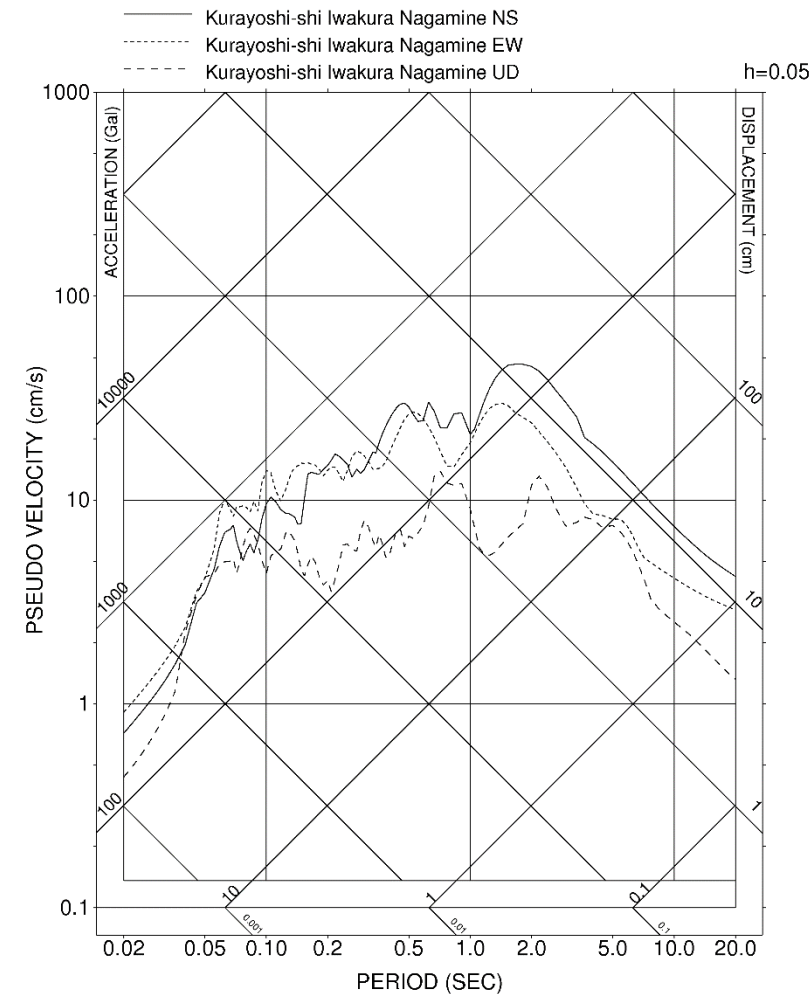
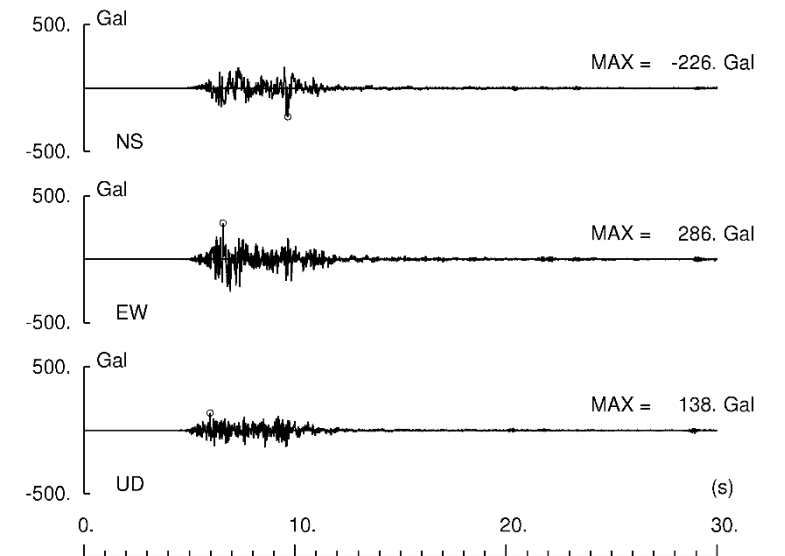


(Google Earthに加筆)



TTR005倉吉

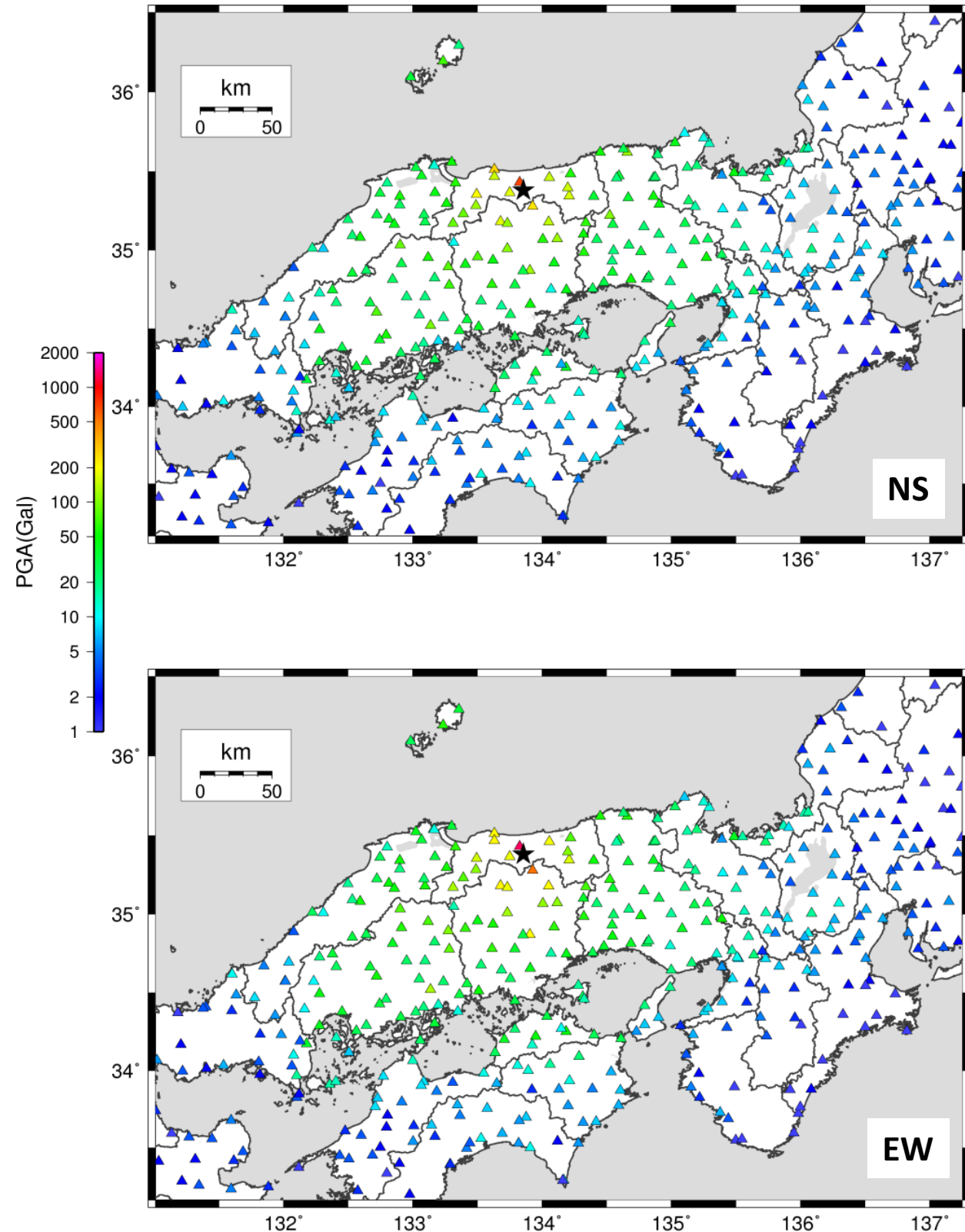
(<http://www.kyoshin.bosai.go.jp/kyoshin/>)



倉吉市岩倉長峯

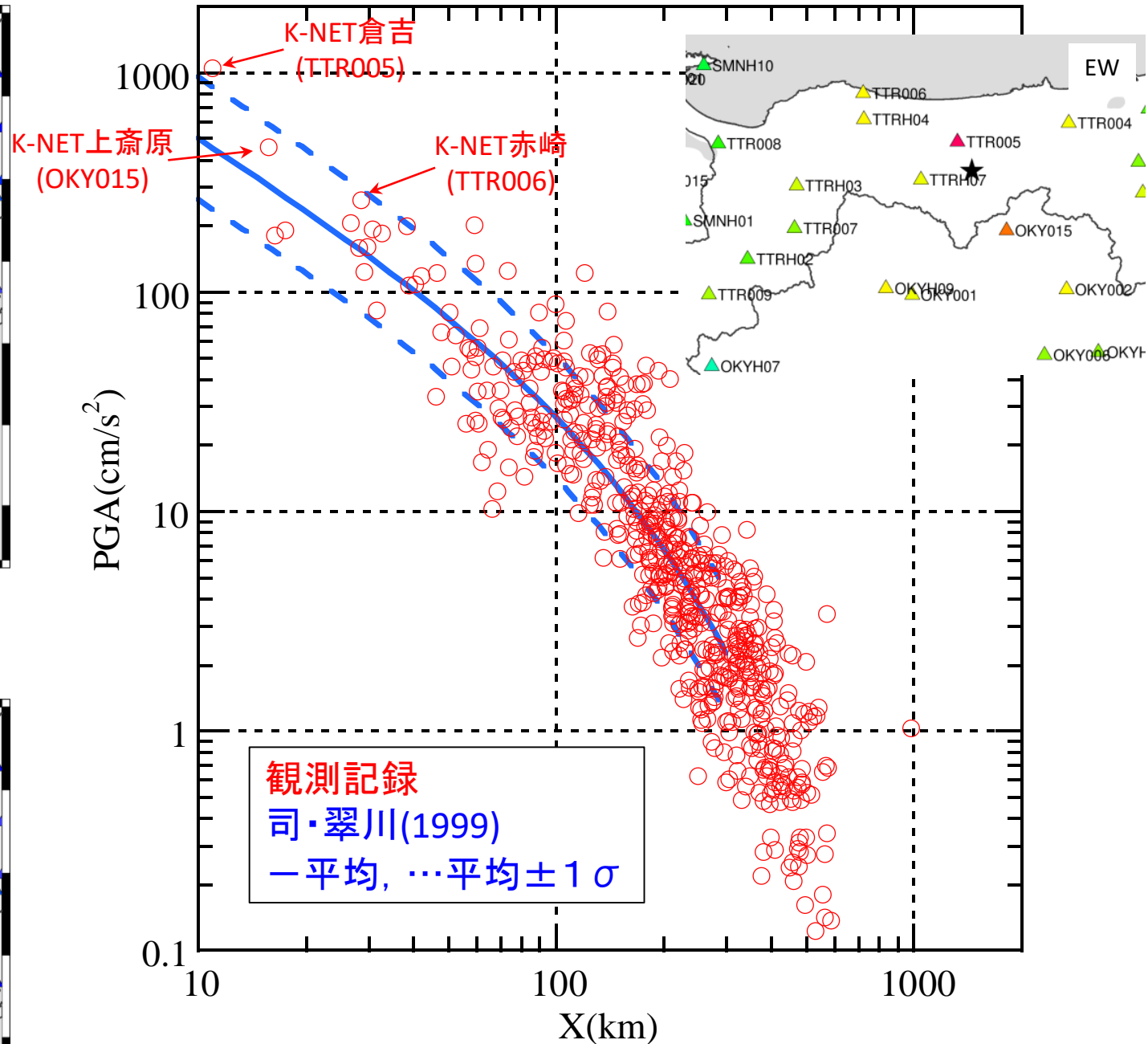
(<http://www.data.jma.go.jp/svd/eew/data/ltpgm/20161021140724/index.html>)

K-NET・KiK-net(地表)の最大加速度分布



距離減衰特性(最大加速度)

縦軸: 最大加速度PGA(Gal)
横軸: 距離X(km)



■ 観測記録

- ・司・翠川(1999)にならい記録を処理
- ・地表の記録
- ・NSとEWの大きい方のみ
- ・10Hzのローパスフィルタ処理
- ・距離は点震源(F-net)からの震源距離X

■ 距離減衰式[司・翠川(1999)]

- ・モーメントマグニチュードMw6.2
- ・震源深さ8km
- ・距離は等価震源距離 X_{eq}
(以上はF-netより)

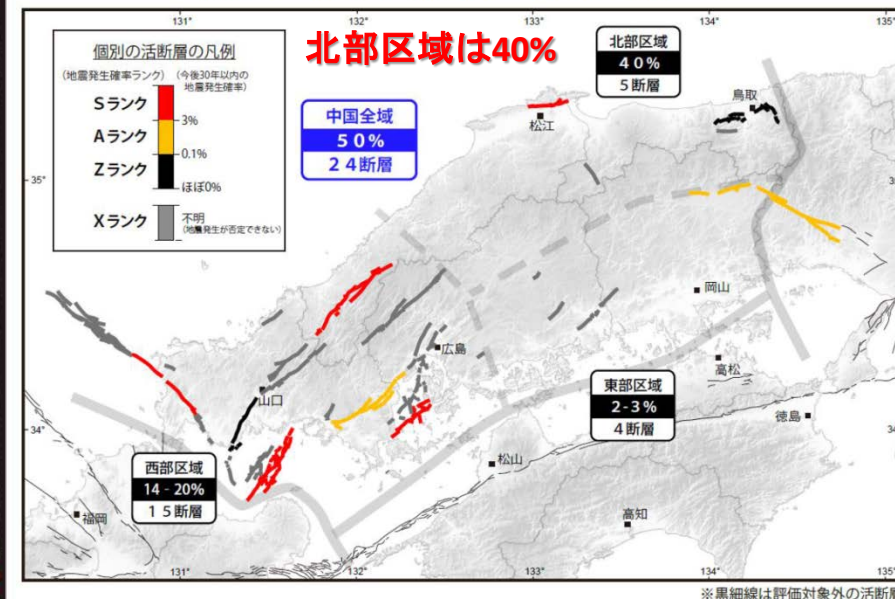
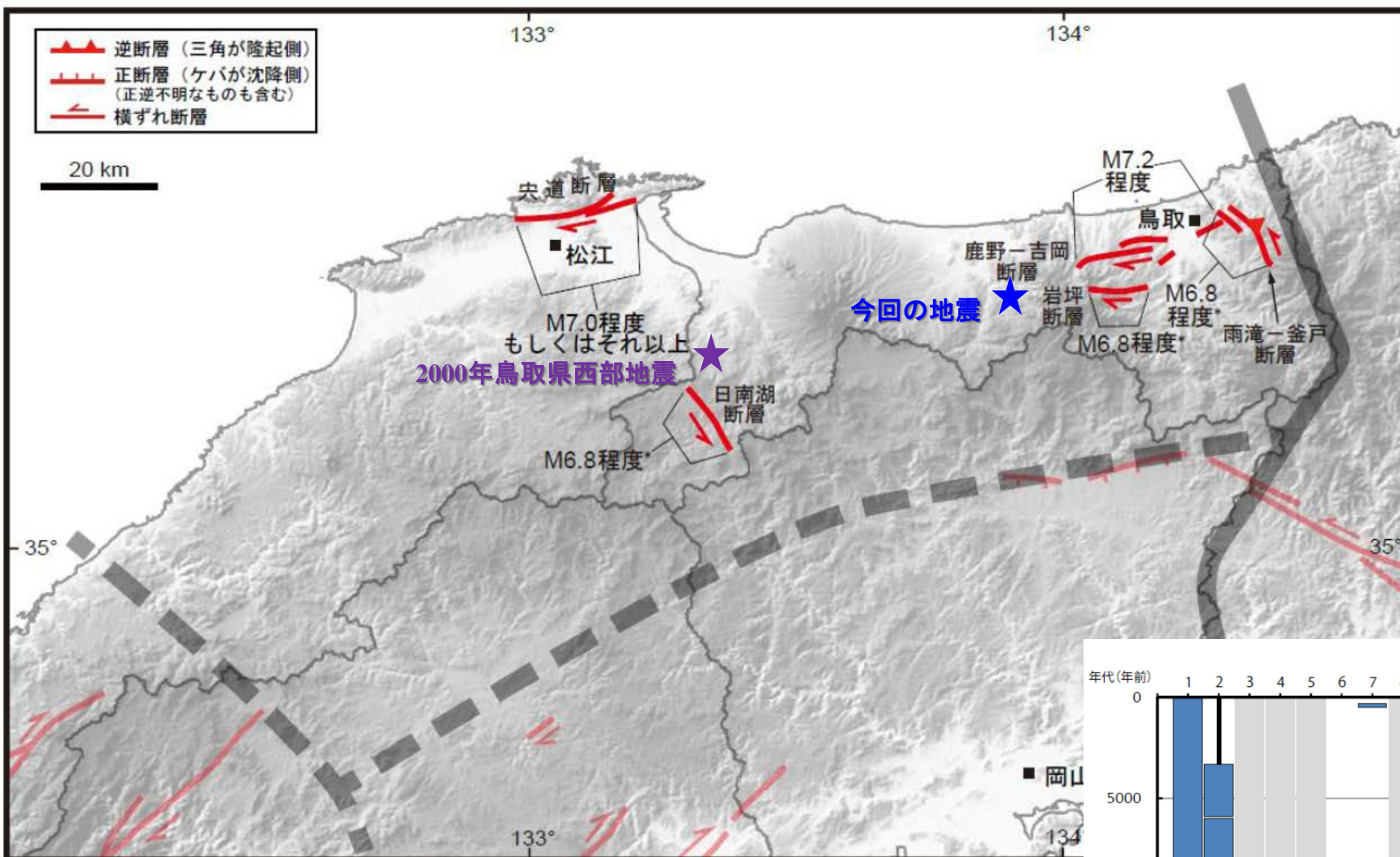
■ 中国地域(北部区域)の活断層で発生する地震の長期評価

参考[地震調査研究推進本部] https://www.jishin.go.jp/main/chousa/16jul_chi_chugoku/chu_honbun.pdf

中国地域の活断層で発生する地震の長期評価

地域内でM6.8以上の地震が30年以内が発生する確率

- 北部区域...活断層は少ないが、地震活動は比較的活発
- 東部区域...活断層も少なく、地震活動も低調
- 西部区域...活断層が相対的に多く、活動性も概して高い



北部区域は被害を起こすような地震活動が中国地域の他の区域と比べて活発

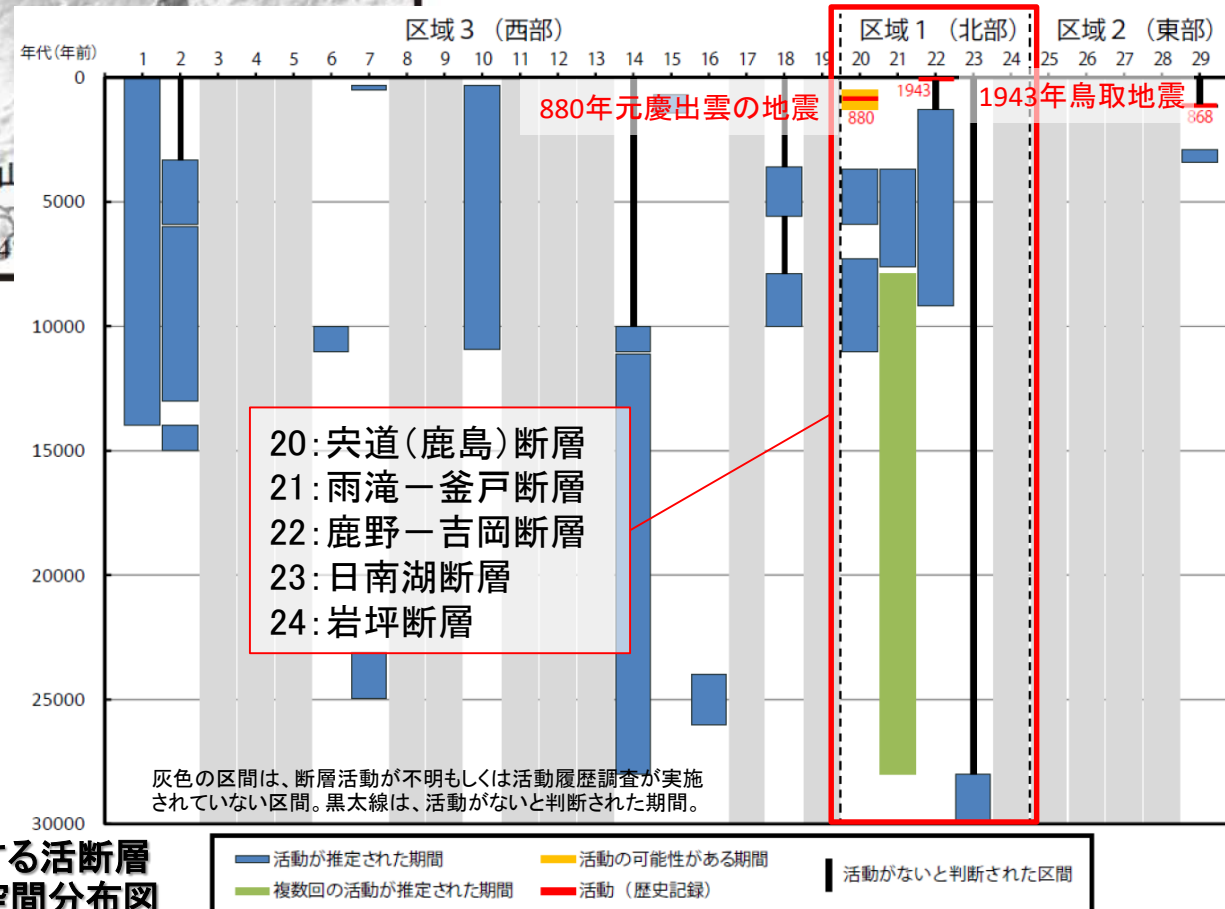
■ 各断層帯の評価(従来の評価)

◇ 鹿野-吉岡断層

- 全長26km
- 想定される地震:M7.2程度
- 右横ずれ成分を主体
- 最新活動時期:1943年鳥取地震
- 平均活動間隔:4600~9200年
- 将来の活動の可能性:30年以内ほぼ0%

◇ 岩坪断層

- 右横ずれ成分を主体
- 将来の活動の可能性:30年以内不明



中国地域に分布する活断層の断層活動の時空間分布図

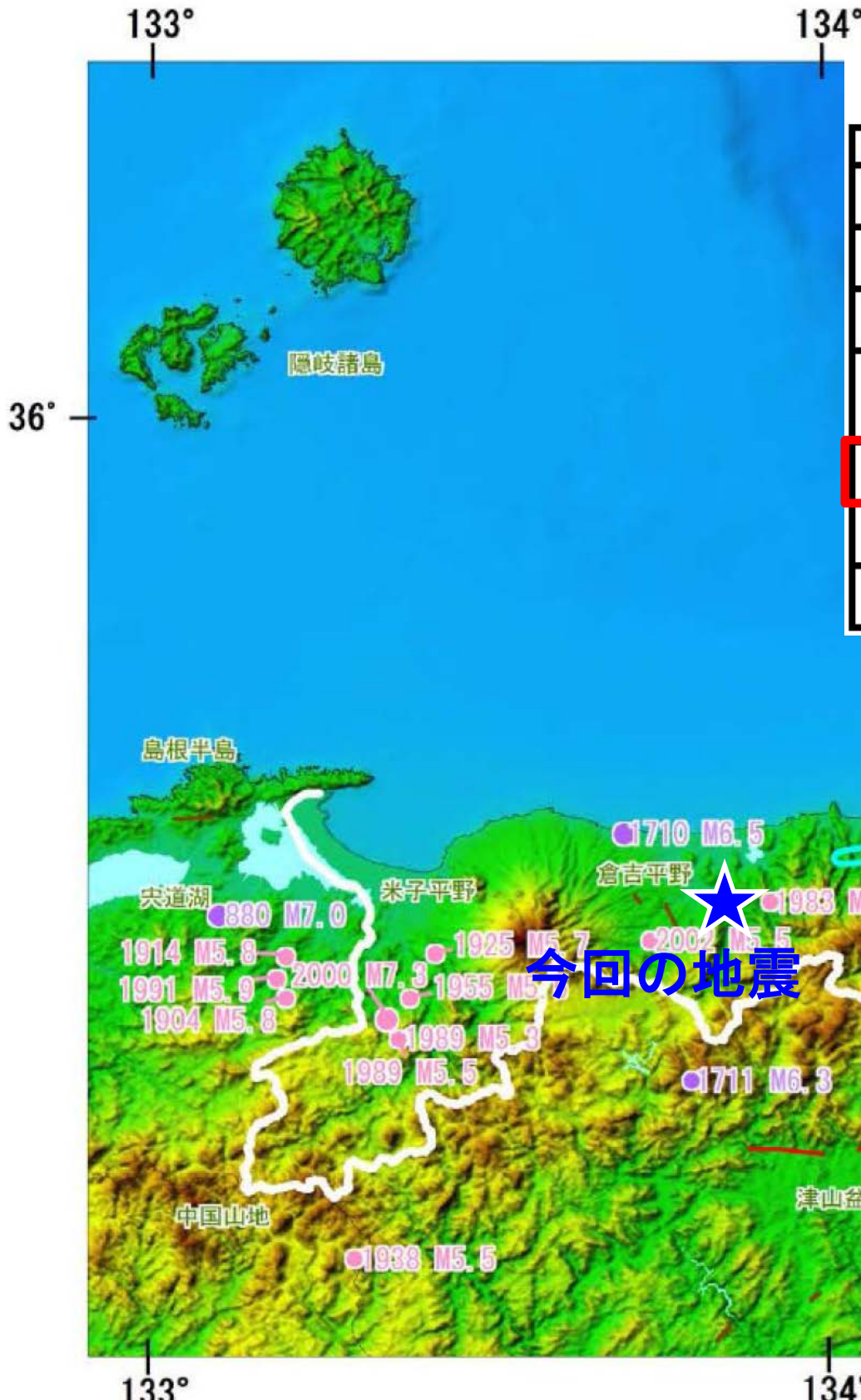
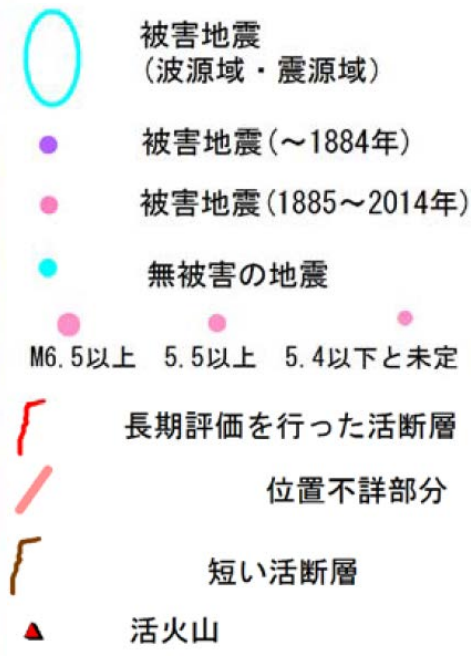


表8-1 鳥取県に被害を及ぼした主な地震

西暦(和暦)	地域(名称)	M	県内の主な被害(カッコは全国での被害)
1710.10.3 (宝永7)	伯耆・美作	6.5	河村、久米両郡(現東伯郡)で被害最大。倉吉・八橋町・大山・鳥取で被害。伯耆で死者75人、家屋倒壊1,092棟。
1711.3.19 (正徳元)	伯耆	6.3	因幡、伯耆両国で死者4人、住家倒壊380棟。
1854.12.24 (安政元)	(安政南海地震)	8.4	南海沖の巨大地震。鳥取で家屋全壊10棟。
1943.3.4 1943.3.5 (昭和18)	鳥取沖	いずれも 6.2	両方で軽傷者11人、建物(含非住家、塀など)倒壊68棟。
1943.9.10 (昭和18)	(鳥取地震)	7.2	鳥取市を中心に被害が大きく、死者1,083人、負傷者3,259人、家屋全壊7,485棟。
1946.12.21 (昭和21)	(南海地震)	8.0	死者2人、負傷者3人、住家全壊16棟。
2000.10.6 (平成12)	(平成12年(2000年) 鳥取県西部地震)	7.3	負傷者141人、住家全壊394棟。



M6クラスは
過去に頻発

最大の被害は
1943年鳥取地震

図 8-23 鳥取県とその周辺で発生した主な被害地震 (~2013年)

1943年鳥取地震(M7.2)

被害一覧(宇佐美他)

郡市別	死	全壊	半壊
鳥取市	854	5,754	3,182
岩美郡	56	694	916
八頭郡	49	3	28
気高郡	120	1,014	1,703
東伯郡	4	20	329
計	1,083	7,485	6,158

1943年鳥取地震では地表地震断層が出現している

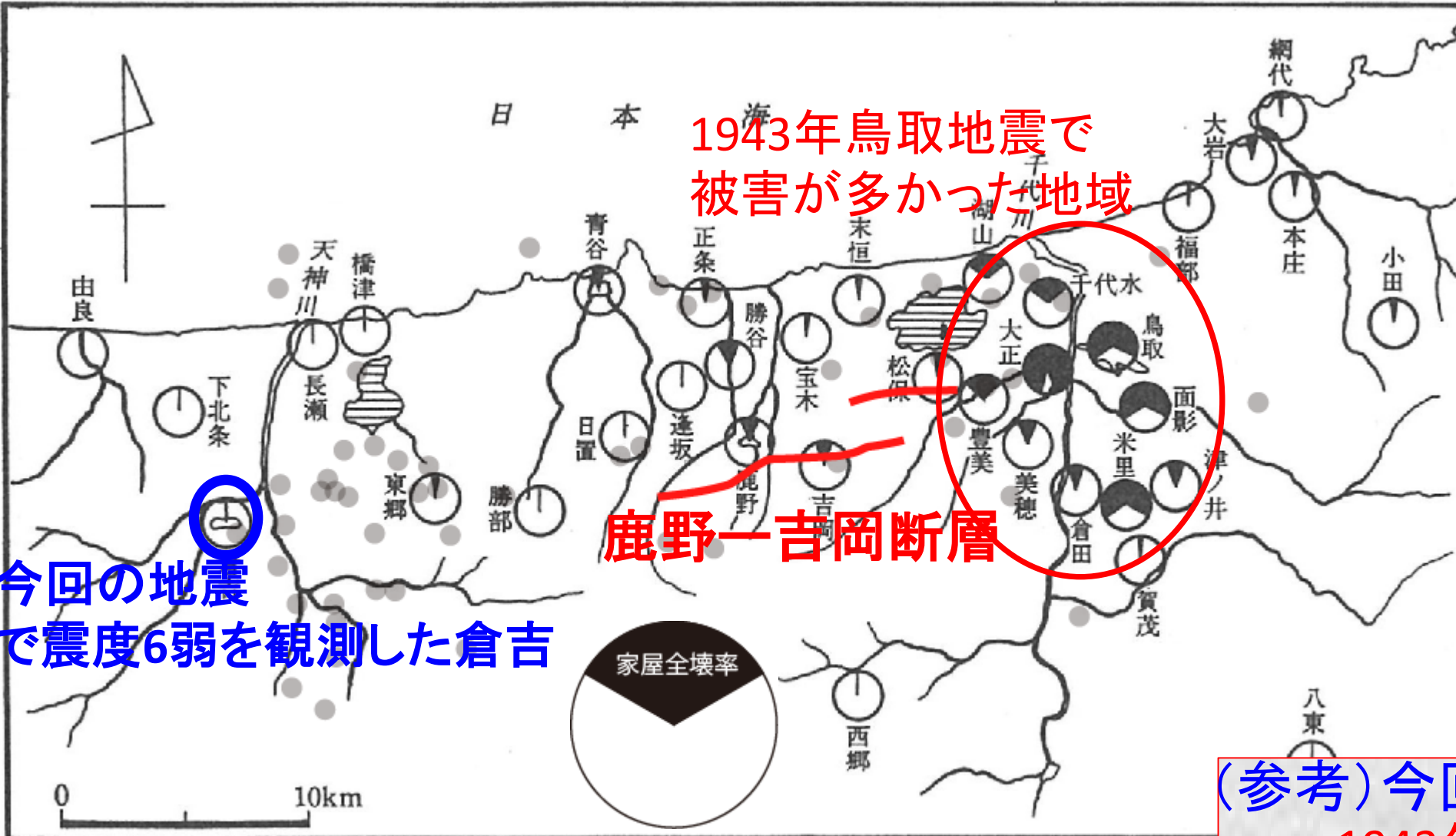
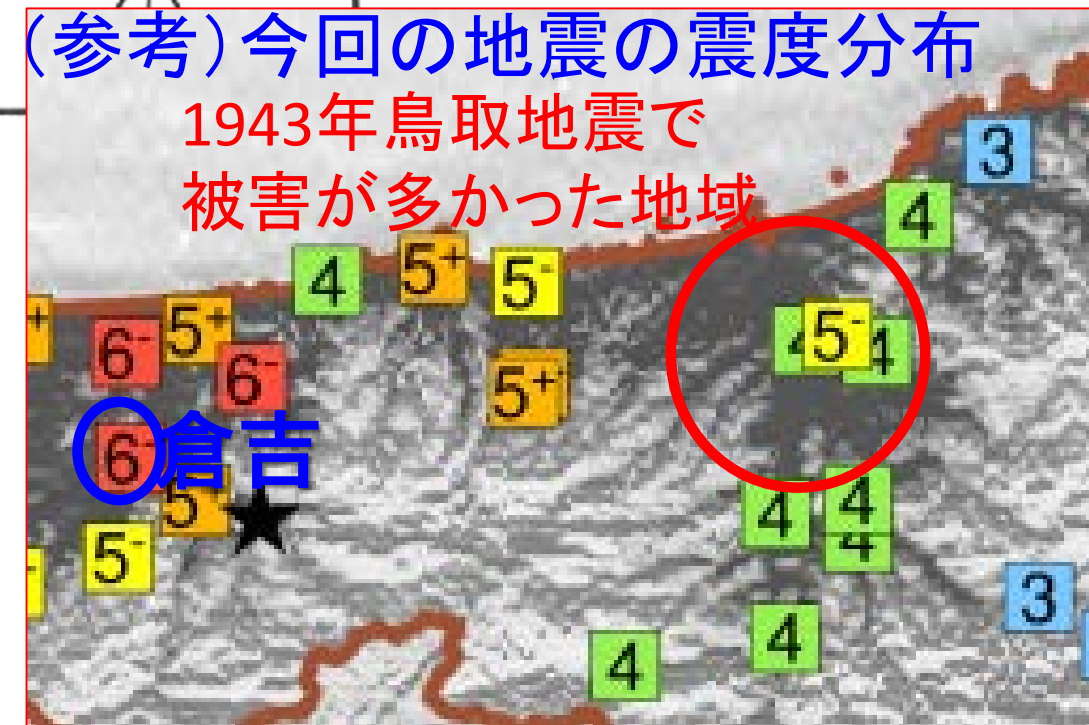


図 503-3 町村別の家屋全壊率 [岸上, 1943] ● 余震震央 — 地表地震断層

- 今回の地震は1943年鳥取地震の西端付近
- 1943年鳥取地震の被害地域と今回の地震の大震度地域は、同じではない



参考文献
 宇佐美ほか: 日本被害地震総覧 599-1995
 気象庁報道発表資料 <http://www.jma.go.jp/jma/press/1411/24b/201411241800.html>

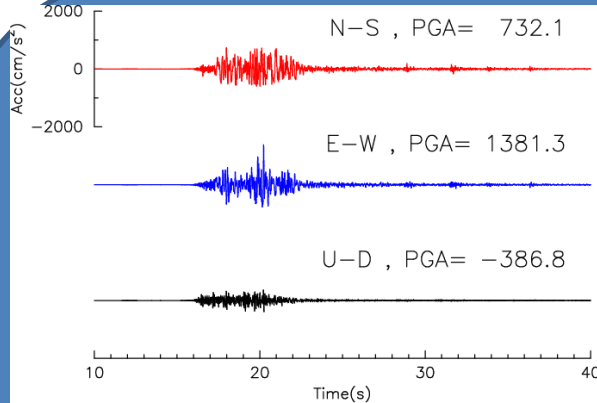
● 震源像

- ✓ 飯尾能久教授(京都大学):これまで知られていなかった断層で起きた可能性がある。[新聞解説:周囲には、鹿野-吉岡断層(1943年鳥取地震(M7.2)), 岩坪断層があるが、今回の震源からは遠い。]【2016.10.22日経朝刊】
- ✓ 梅田康弘名誉教授(京都大学):最近もM4級の地震が度々起きており、地震活動は活発な地域だ。【2016.10.22日経朝刊】
- ✓ 佐藤比呂志 東京大地震研究所教授(構造地質学):地震を起こすひずみがたまりやすくなっている。[新聞解説:南海トラフの地震が近づくと、西日本の内陸部でも地震が起きやすくなるとの見方もあるが、具体的な関連性は分からない。]【2016.10.22日経朝刊】
- ✓ 西村卓也・京都大防災研究所准教授(地震学):GPS(全地球測位システム)データの解析によると、中国地方の日本海側は瀬戸内側より年3~4ミリ東にずれ動いており、ひずみが集中しやすい地域がある。鳥取は地盤が比較的軟らかくひずみがたまりやすい。今回の震源付近はここ数百年はM7クラスの地震が起きておらず、ひずみがたまっていた。【朝日Web版(2016.10.22,01:09)】
- ✓ 遠田晋次・東北大教授(地震地質学):山陰地方は常時、地殻がひずんでいる。地震がよく起きる地域が日本海側の内陸に帯状に広がっており、今回の規模の地震は起きやすい。【朝日Web版(2016.10.22,01:09)】

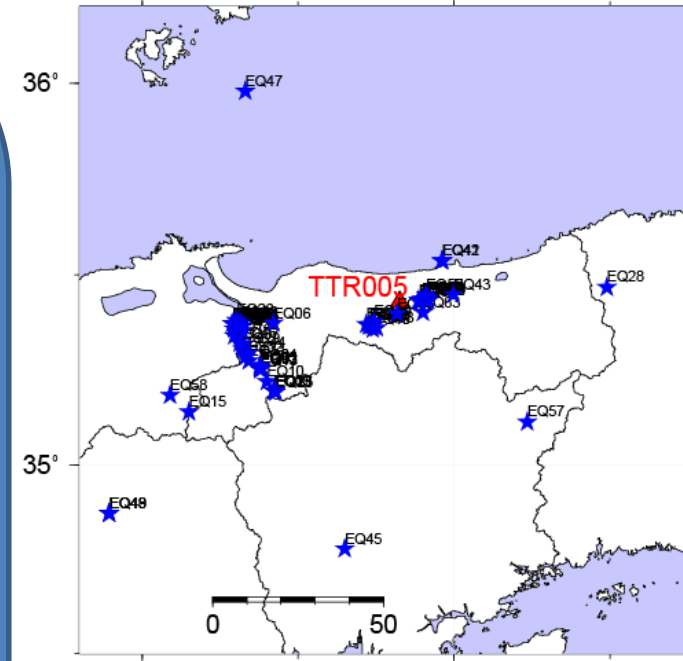
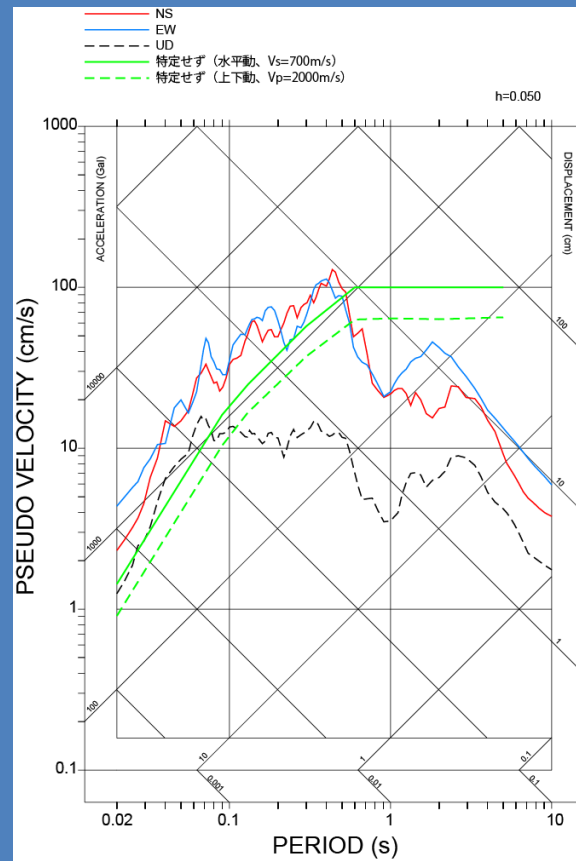
- ✓ 気象庁:(鳥取周辺は)大きな地震の発生後に規模の近い地震が続発した事例がある。【2016.10.22日経朝刊】

● その他

- ✓ 地震調査研究推進本部:今回の地震活動域を含む中国地域北部の区域では、活断層は少ないが、地震活動は比較的活発であり、M6.8以上の地震が30年以内に発生する確率は40%と評価していた。【地震本部HP(2016.10.22)】 平田直・委員長談「地表に活断層が現れていなくとも、被害を及ぼす地震が起こる可能性は全国どこでもあるが、中国地方の北部区域はその典型的な例と言える」【毎日Web版(2016.10.22, 22:40)】



TTR005(倉吉)の本震記録

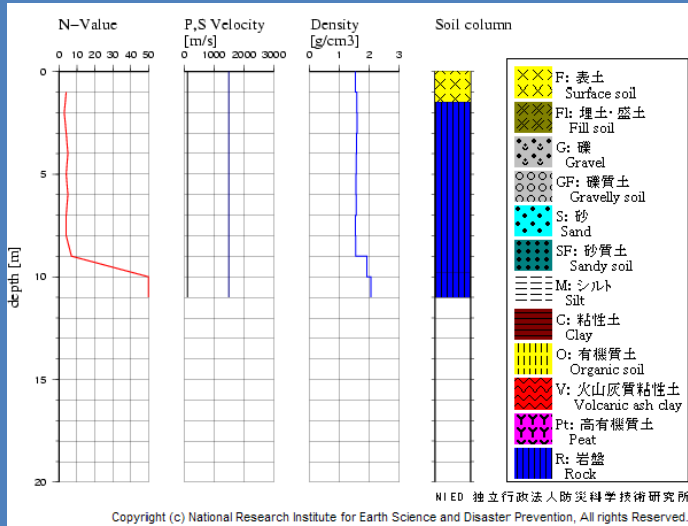


使用した63地震

設定モデル

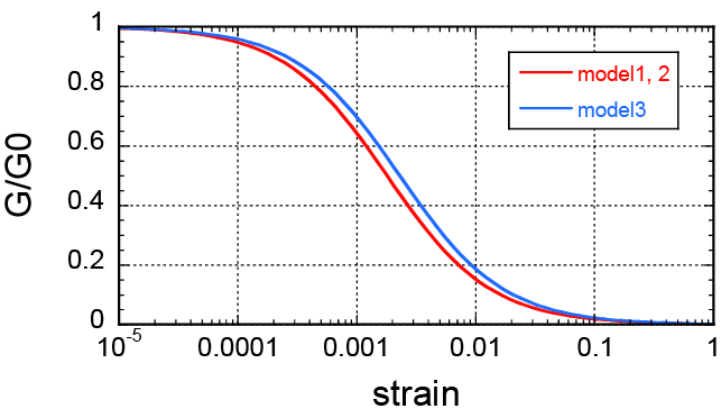
モデル	同定対象 周波数 (Hz)	非線形特性
model1	0.2~15	粘性土 全国平均
model2	0.2~30	粘性土 全国平均
model3	0.2~30	粘性土 神奈川県洪積層

非線形化しにくい特性として
神奈川県洪積層の値を採用

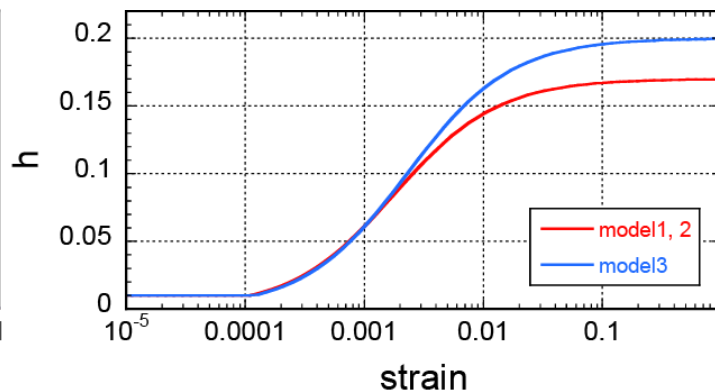


地盤の公開情報はGL-10mまで

拡散波動場理論の地震動H/Vに基づき地盤モデルを評価【速報】

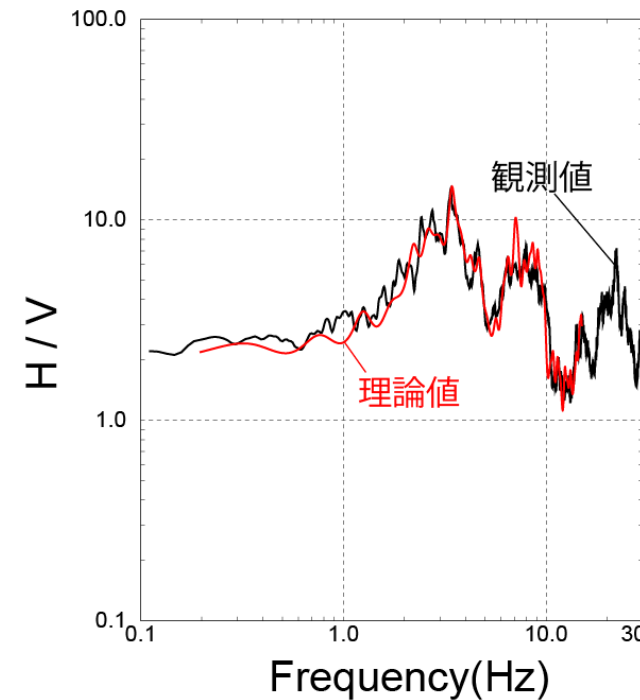


G-γ曲線

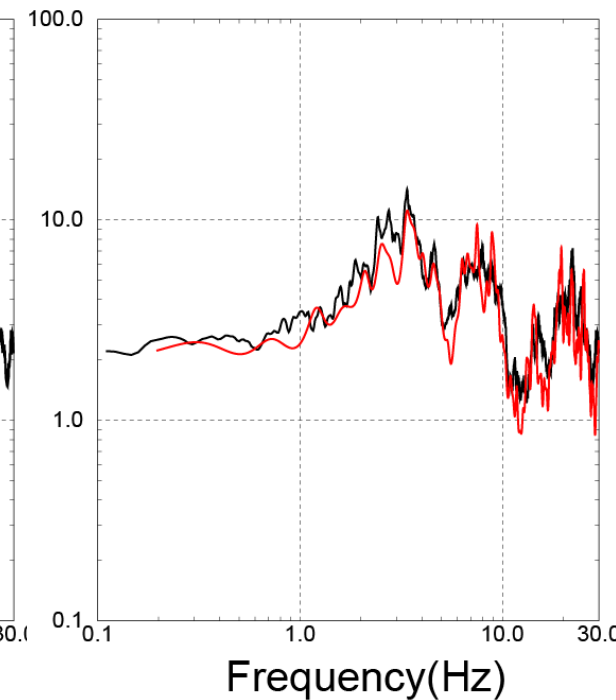


h-γ曲線

model1

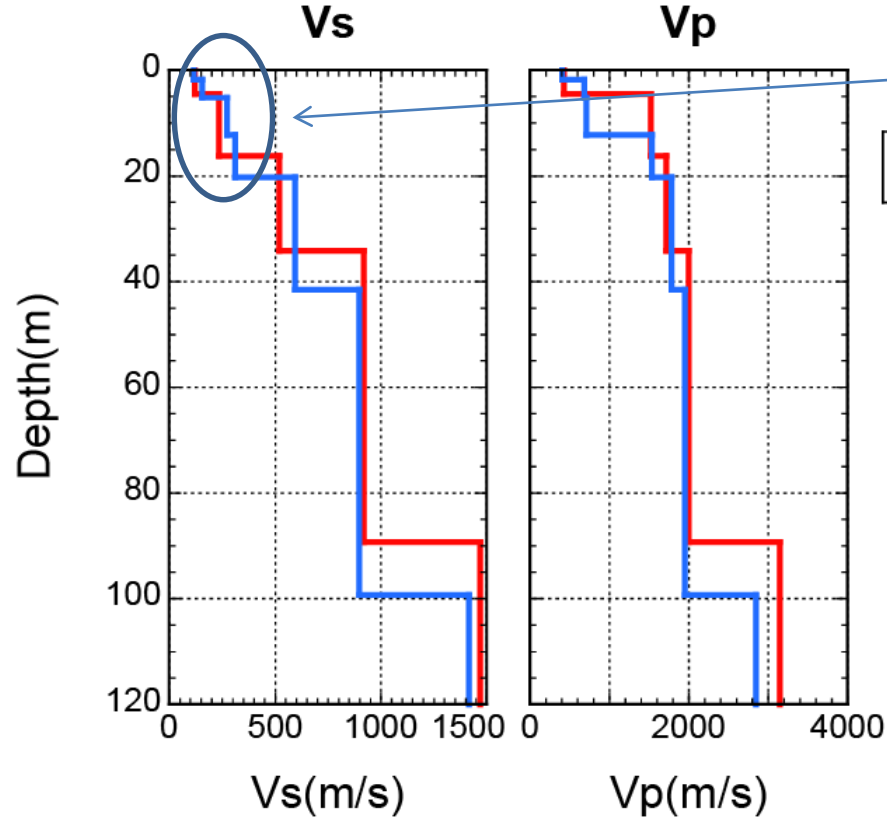


model2, 3



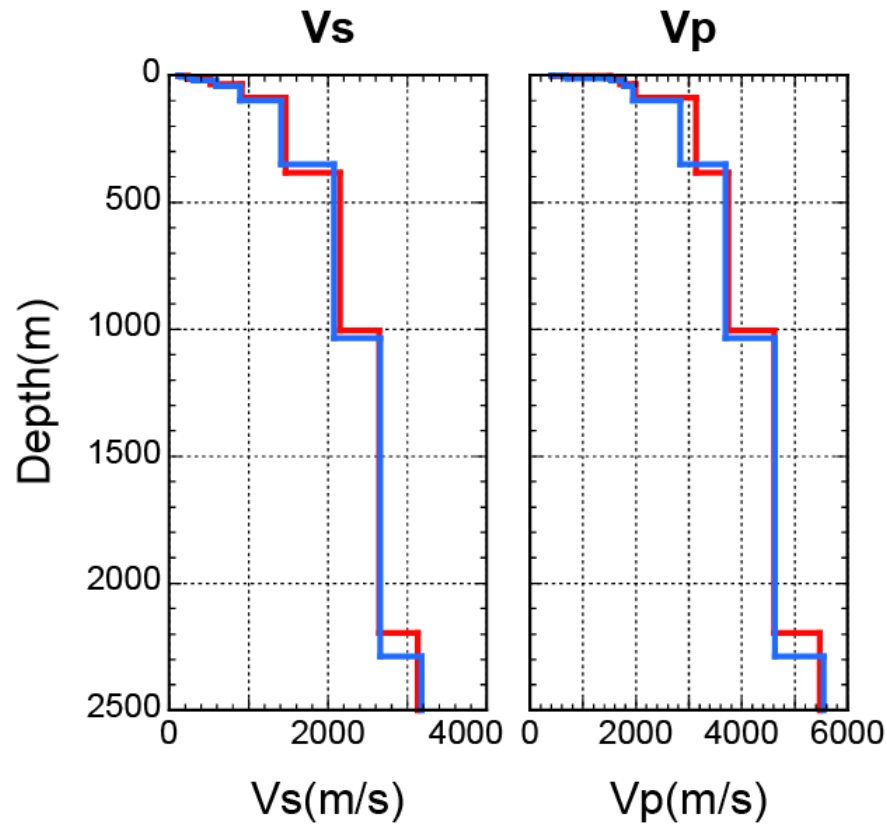
H/Vスペクトルの比較

浅部

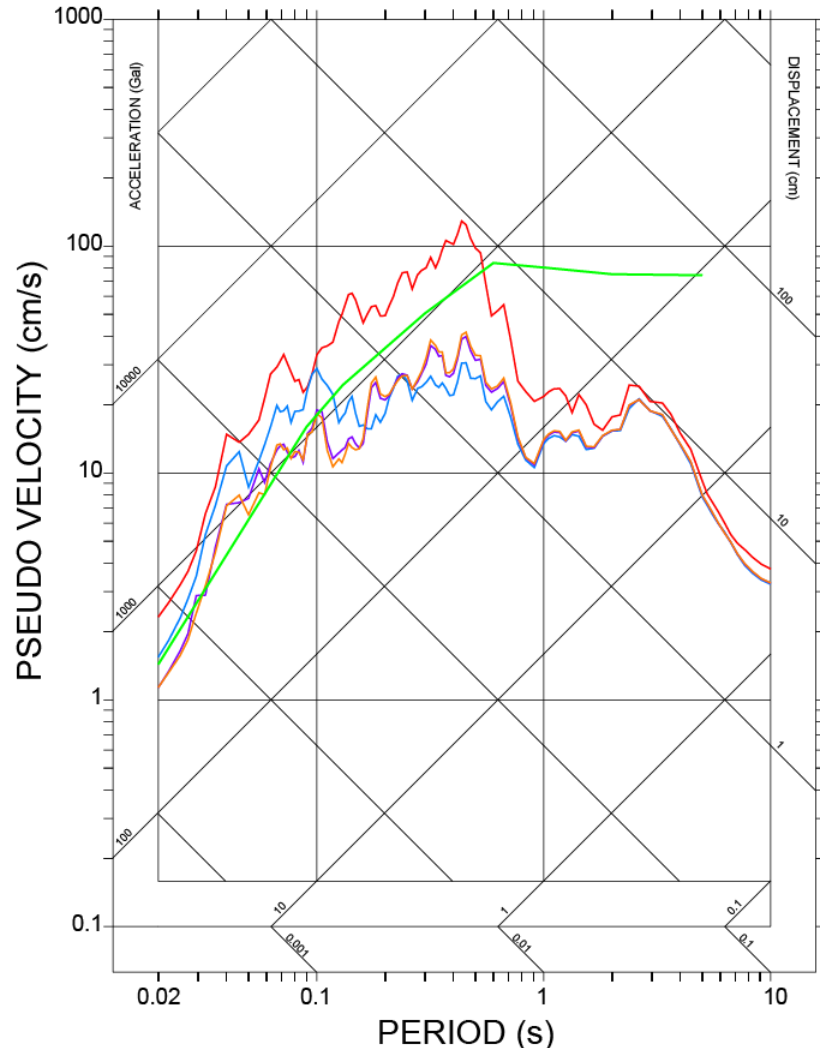
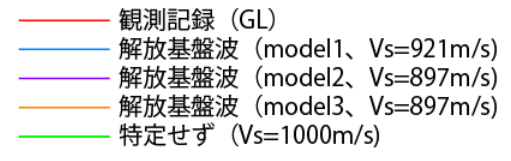


表層地盤 (<400m/s) の層が非線形化すると仮定して等価線形解析によりひずみを求める

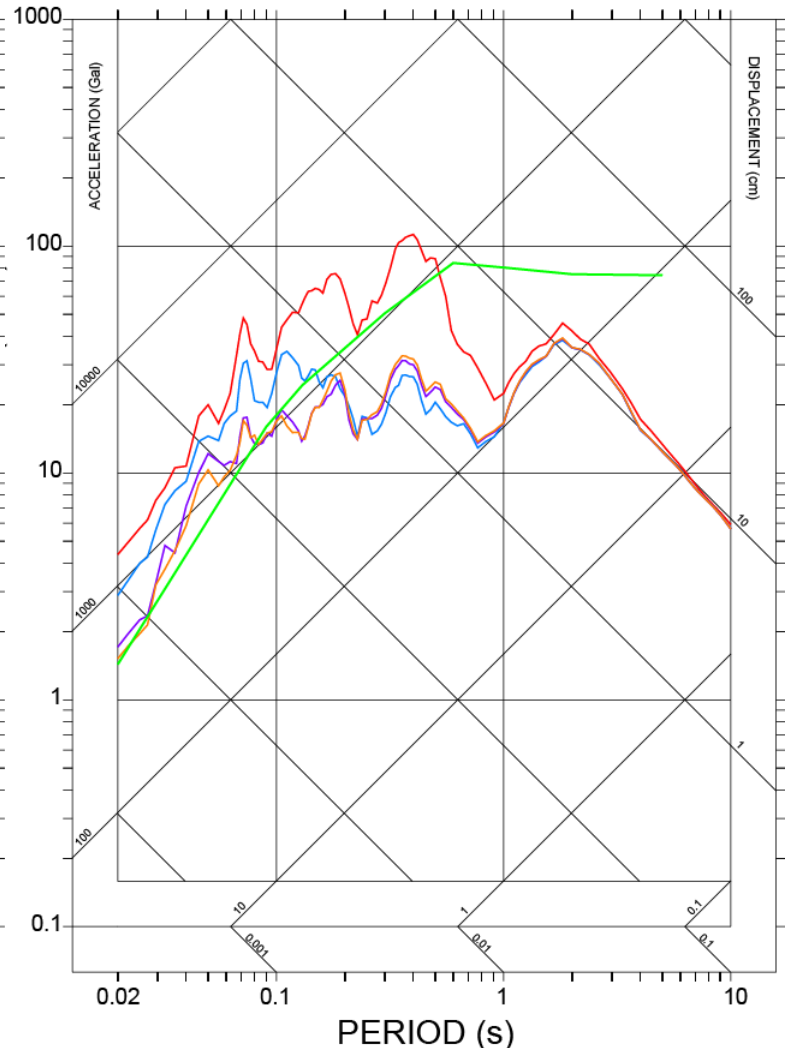
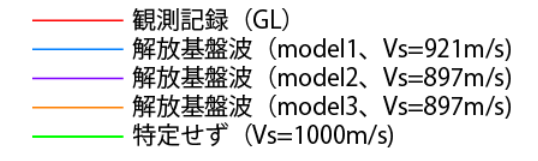
深部



同定地盤モデル



解放基盤波(NS)【暫定】



解放基盤波(EW)【暫定】

モデルによる変動大 → 表層付近のモデル精度が重要

●地震・地震動

- 鳥取県中部の内陸地殻内で発生した気象庁マグニチュード**M6.6**、深さ11kmの地震
 - これまで知られていなかった断層で発生した地震
 - 発震機構は西北西－東南東方向に圧力軸を持つ**左横ずれ断層型**
 - 国土地理院によると、断層長さ17.9km、断層幅12.9km、モーメントマグニチュード**Mw6.2**の地震
 - 震源過程の解析からも**Mw6.1**の結果が得られている。破壊開始点(震源)付近の**すべりが大きい**のが特徴
 - 余震分布から判断すると、断層破壊は**震源から日本海側に進んだ**と推測される
- 最大震度は**鳥取県中部地域で6弱**を計測：倉吉市葵町、湯梨浜町龍島、北栄町土下
 - 震源から**北側の観測点の震度が大きい**傾向が見られる。**破壊伝播**の影響か、または**表層地盤の増幅特性**の影響かを明らかにする必要あり
 - 震源から大阪地域と**広島地域**はほぼ等距離にあるが、震度は**後者が大きい**傾向にある。この点についても、**伝播経路特性等**の観点からの検討が必要
- **長周期階級**は鳥取県中部の**階級3**が最大
- **震源近傍**の地震動レベルは、K-NET倉吉(TTR005)にて**1381Gal**を観測
 - 周期1秒以下の帯域で**告示スペクトルを上回る**。距離減衰式の**+σも上回っており、大振幅の要因分析**が今後の課題
- 地震調査研究推進本部によれば、中国北部地域はM6.8以上の地震が30年以内に発生する**確率が40%**であり、西部(14-20%)・東部(2-3%)よりも地震危険度が高い地域
 - ただし、上記の数値は**活断層を対象にした値**であり、注意が必要

●構造物被害

- 消防庁災害対策本部(第8報2016/10/22 11:30)によれば、**甚大な被害は報告されていない**
 - 住家被害：全壊2、半壊3、一部破損745
 - 人的被害：重傷4 軽傷22

●この地震の位置づけと今後の課題

- **活断層以外で発生**した大規模の地震。この種の地震は全国**どこでも発生**する可能性あり。
- 表層地盤の影響を取り除いた**震源近傍の地震動**を評価し、その**レベルを確認**することが今後の課題