

2024年能登半島地震について

京都大学防災研究所

社会防災研究部門

地震リスク評価高度化(阪神コンサルタンツ)

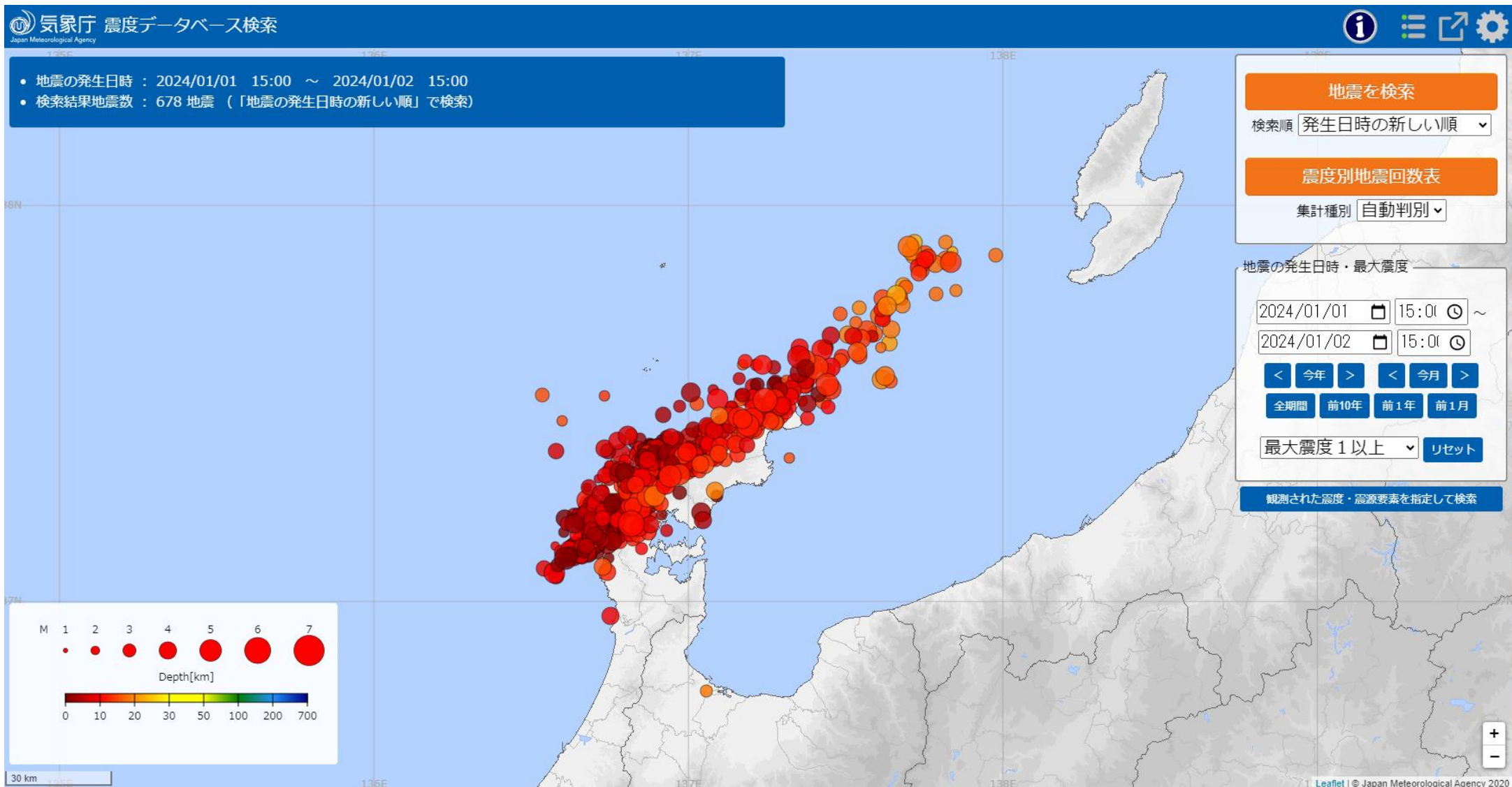
研究分野

2024.1.13

2024年1月1日 能登半島地震M7.6

- 能登半島の先端を発震点とする内陸地殻内地震
- 全長150kmに渡って破壊が両方向に進展(バイラテラル破壊)
- 発震点の東北東側の海域と西南西側の半島直近の既知の活断層で発生(地表面表出位置は全部が海域)
- 断層の破壊モードは高角(45~60°)の逆断層で海側が沈降
- 最大で5m程度の変位が断層面で生じた
- 最大で5m程度の津波が沿岸部を襲った
- 能登半島の西側で約4m地盤が隆起し、海岸線が最大250m後退した
- 死者210人、行方不明者50人(1月11日の報道)
- 被災の中心は輪島と珠洲

気象庁による24時間以内の余震分布



強震観測点とその周辺での微動(余震)観測

- 目的

震源域における三次元地下構造を明らかにし、地盤構造が強震動特性に与えた影響を把握し、震源のより詳細な破壊過程を解明する。

- 行程

5日 7:00 防災研出発

12:00 羽昨町 ISK008とJMA_CCBで微動観測

16:00 穴水町 ISK005とISK015、およびその中間地点と港地区の4点で微動観測

17:00 穴水町より帰投開始、20:30 高岡市に帰投

6日 7:30 高岡市出発

11:30 志賀町富来 ISK006とJMA_914で微動観測

13:30 輪島市に南から入った後、門前町(道下サンセットパーク)で微動観測

16:30 輪島市内 ISK003とJMA_E10、およびその東西外側2点で微動観測

17:30 輪島市より帰投開始、22:00 高岡市に帰投

7日 8:30 高岡市出発

12:00 能登町 ISK004とJMA_915で微動観測

16:00 七尾市 ISK007とJMA_535で微動観測

17:30 七尾市より帰投開始、23:00に防災研着

11日 7:00 金沢市出発 七尾市、志賀町、穴水市経由で珠洲を目指す

15:00 珠洲市 ISK002とJMA_CCAで微動観測

17:20 珠洲市より帰投開始、20:40に金沢駅着、23:00に電車にて防災研着

輪島市門前町と穴水の被害



輪島市の倒壊したRC7階建の建物



輪島市内の被害状況事例



輪島市内の被害状況事例



珠洲市内の被害事例

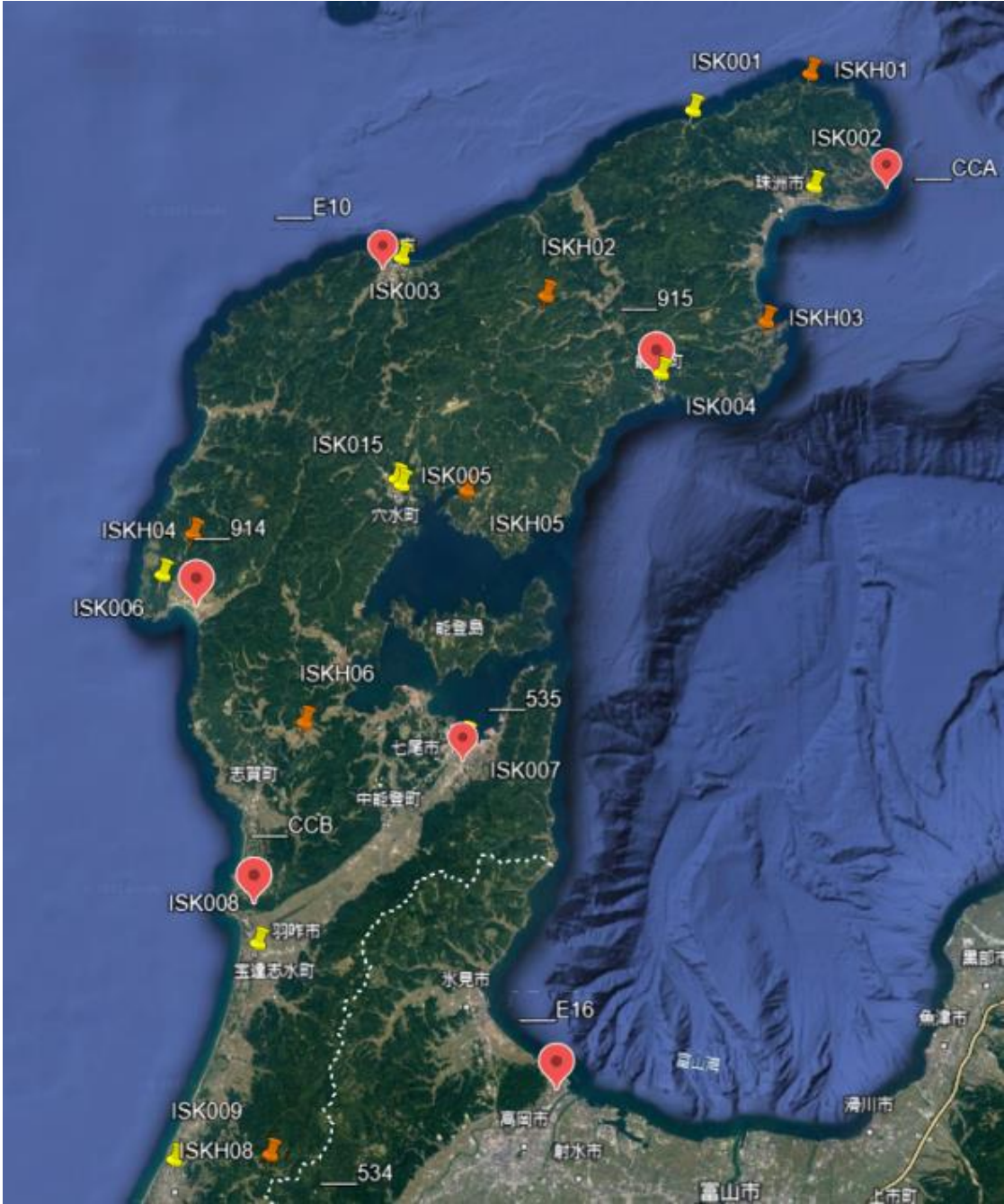
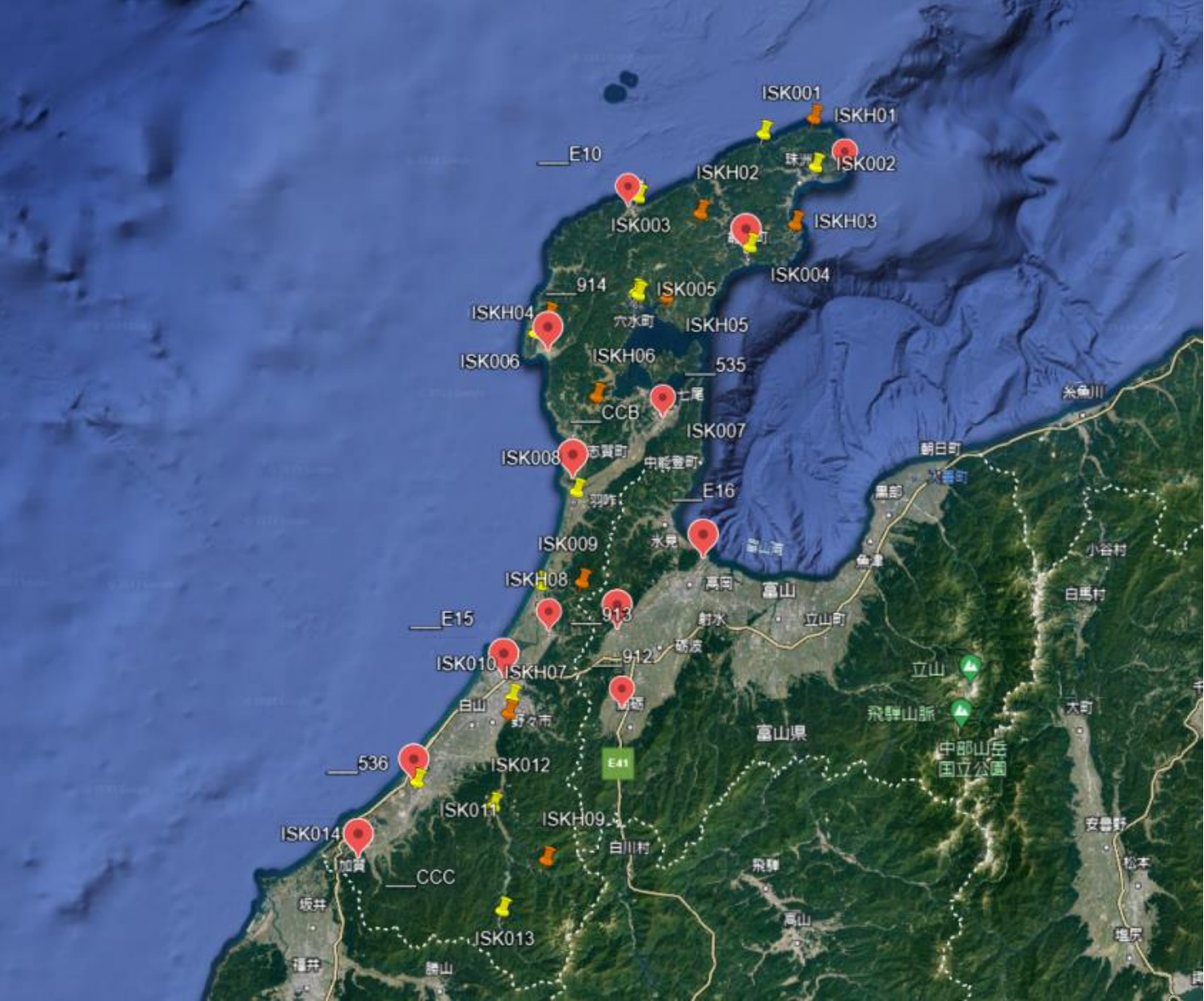


2024/01/11 14:18:14

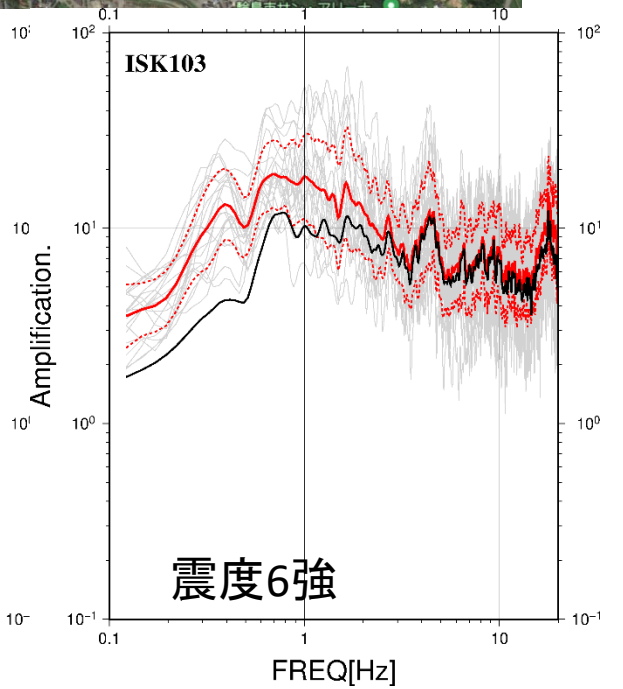
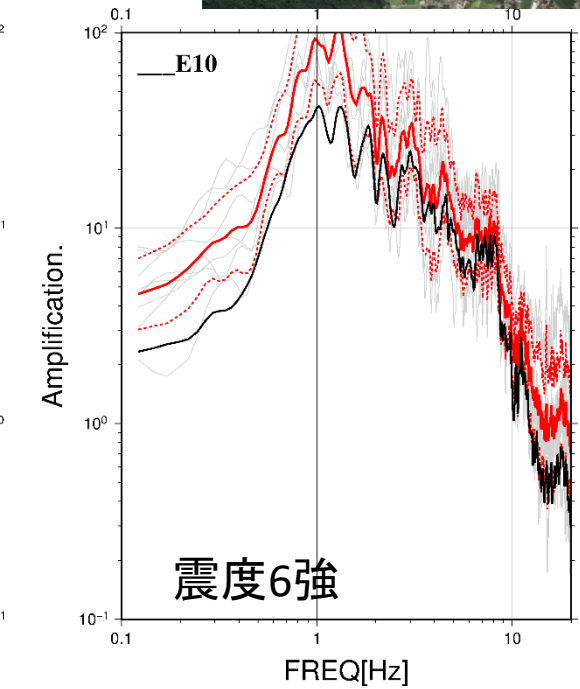
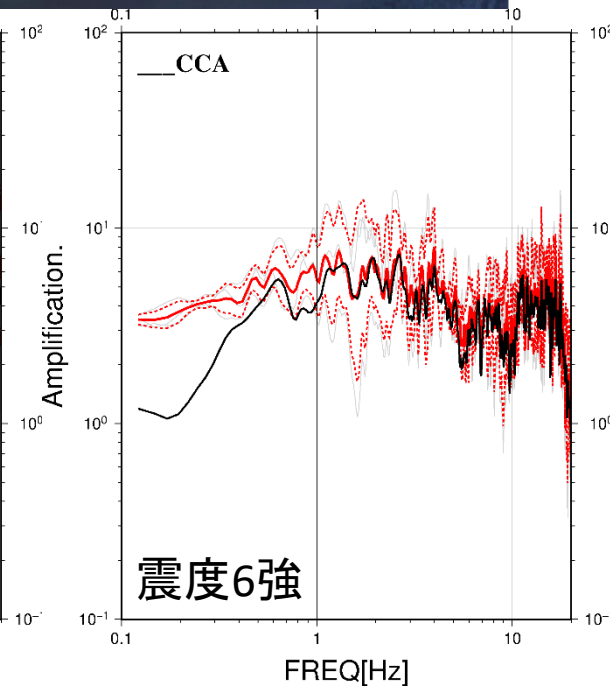
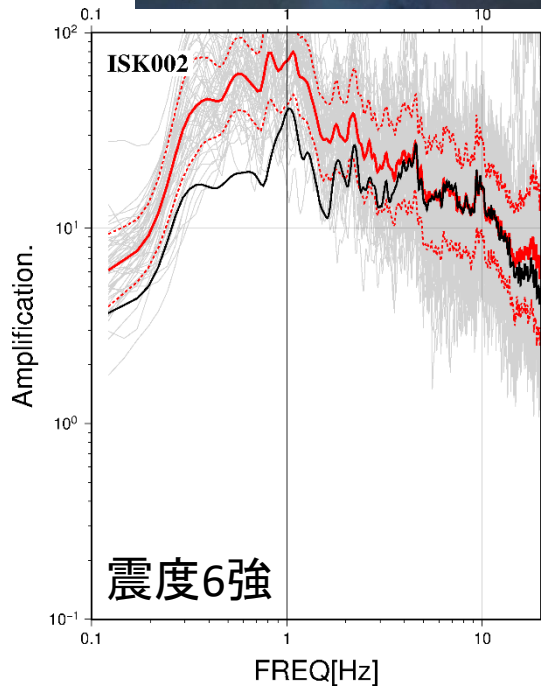
被害激甚地域（珠洲・輪島・穴水）の特徴

- 被害率が高いのは珠洲（50％）、次いで輪島（20～40％）、穴水（10～30％）は輪島より少ない。
- 珠洲のK-NETより東の地区は支援・道路復旧が行き届いていない。
- 見た限り古い木造家屋の被害率は新しいものに比べて有意に高く、これまでと同じ傾向。
- 店舗併用住宅で被害率が高いのもこれまでと同じ。
- 倒壊はしていても全部が瓦礫化した家屋は少ない。
- 倒壊・大破の酷い地域は電信柱の傾斜が頻発している地域である。
- いずれも沿岸部は液状化、もしくはサイクリック・モビリティ状態で、建物被害の軽減に寄与した可能性あり。
- 珠洲の沿岸域では津波による被害家屋もあったはずだが、全体の被害建物に比してその寄与は大きくない印象。

震源域の強震観測点



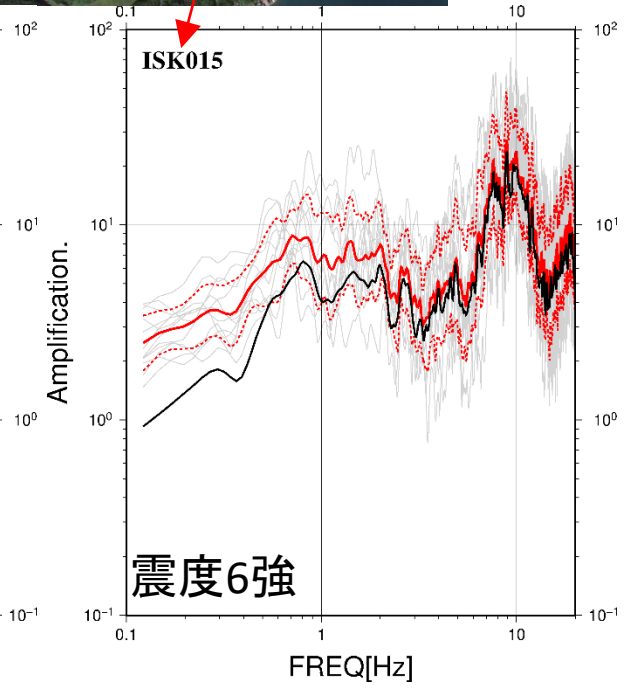
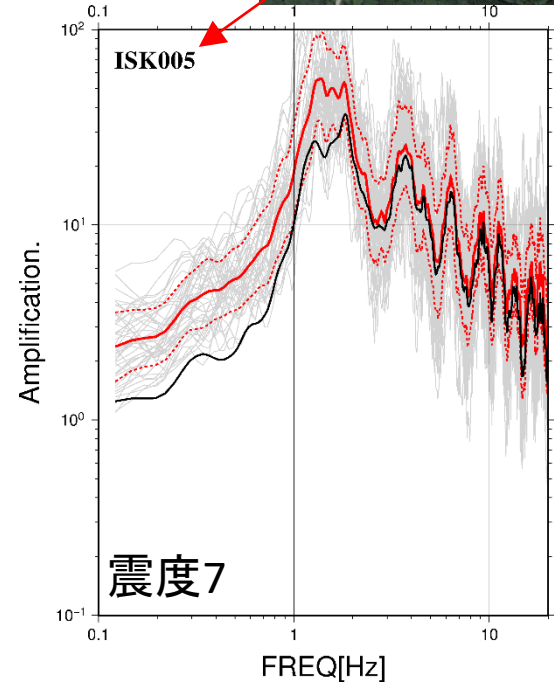
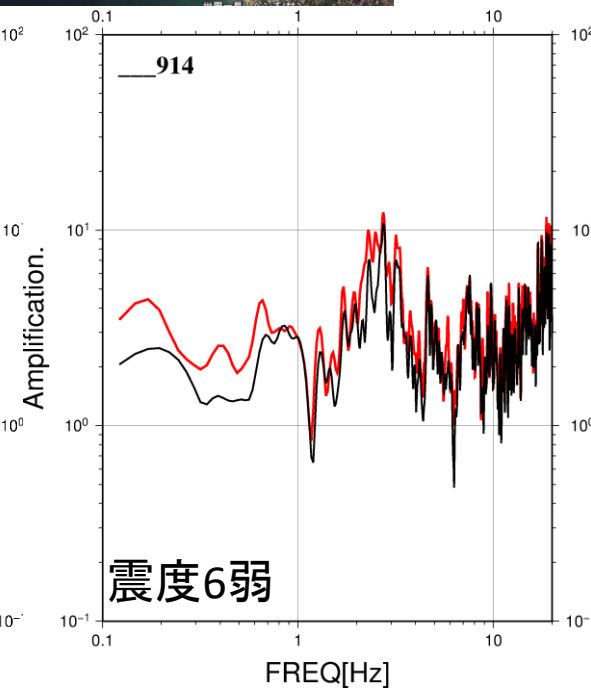
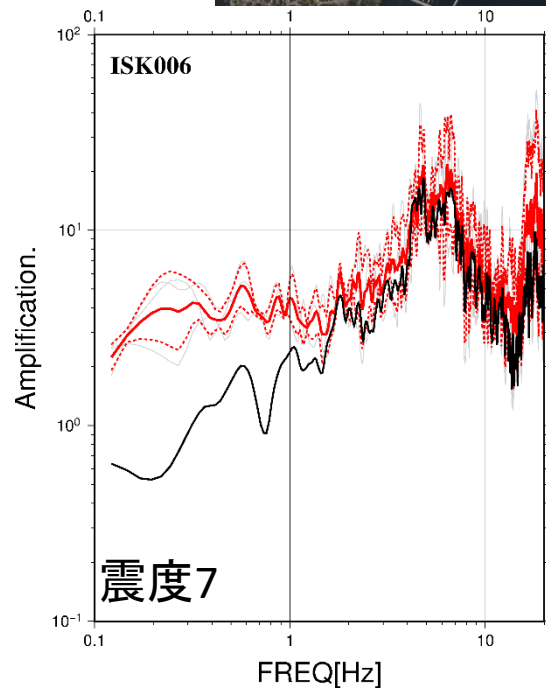
震源域の強震観測点のサイト増幅特性



珠洲市の強震観測点のサイト増幅特性

輪島市の強震観測点のサイト増幅特性

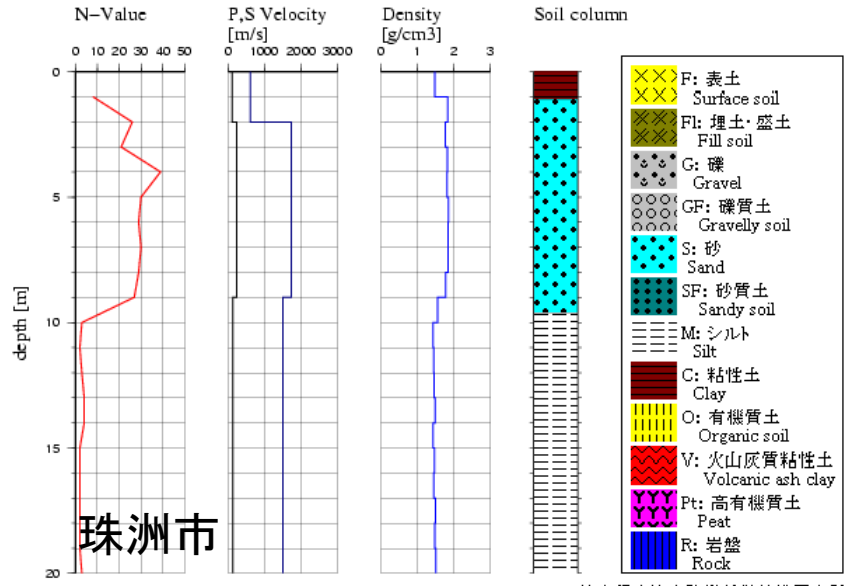
震源域の強震観測点のサイト増幅特性



志賀町富来の強震観測点のサイト増幅特性

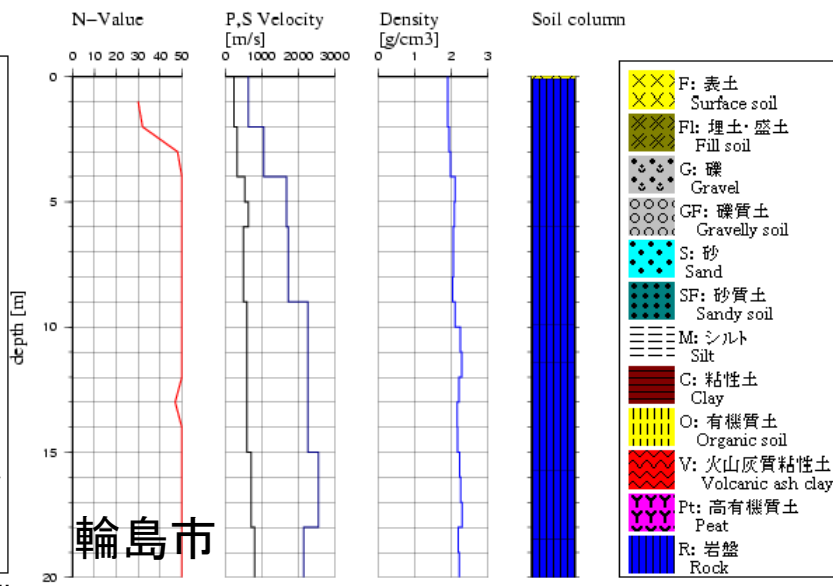
穴水町の強震観測点のサイト増幅特性

珠洲・輪島・志賀・穴水の速度構造(NIED)



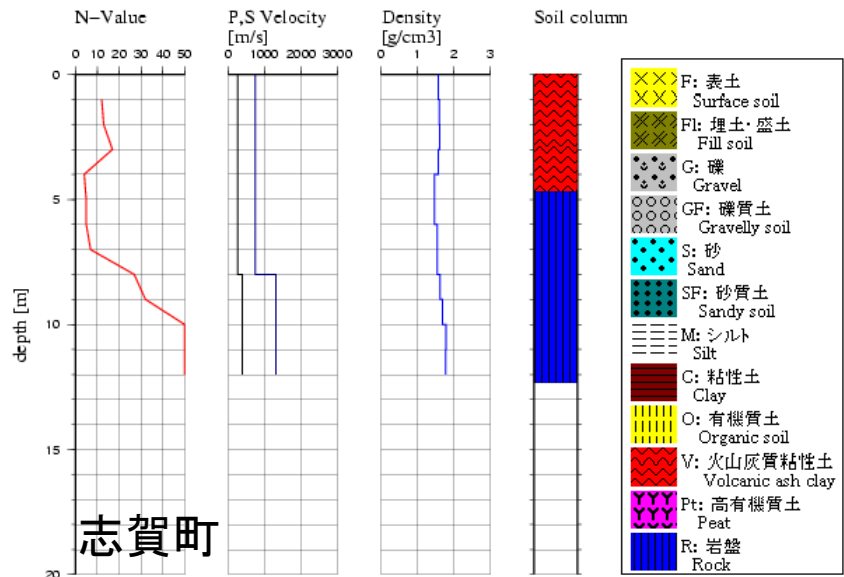
NIED 独立行政法人防災科学技術研究所

Copyright (c) National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention, All rights Reserved.



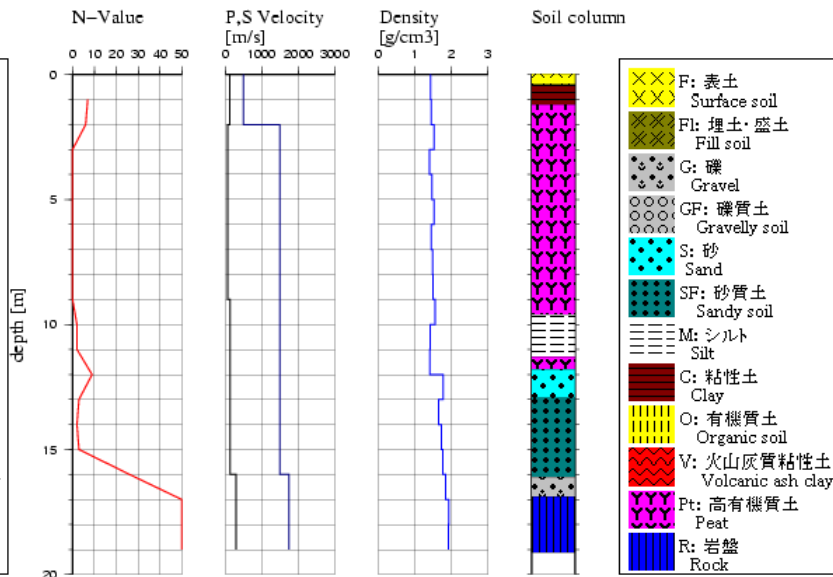
NIED 独立行政法人防災科学技術研究所

Copyright (c) National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention, All rights Reserved.



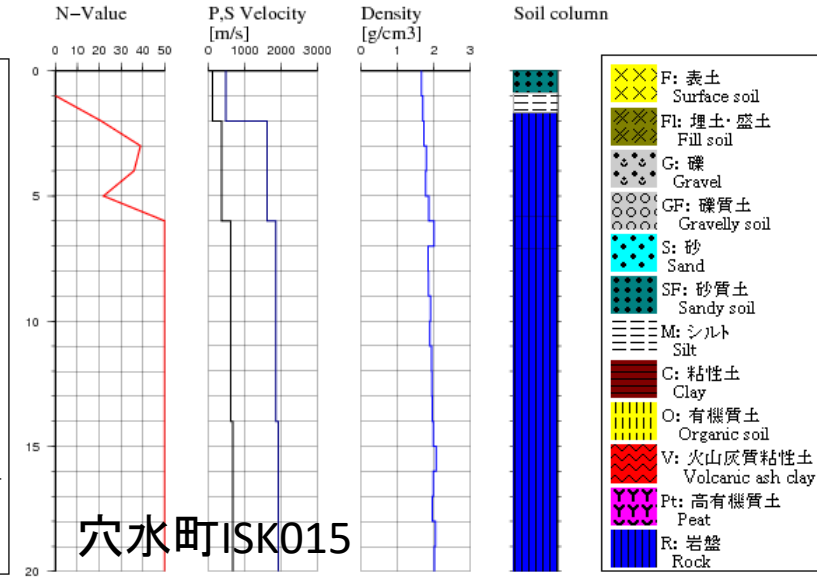
NIED 独立行政法人防災科学技術研究所

Copyright (c) National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention, All rights Reserved.



NIED 独立行政法人防災科学技術研究所

Copyright (c) National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention, All rights Reserved.

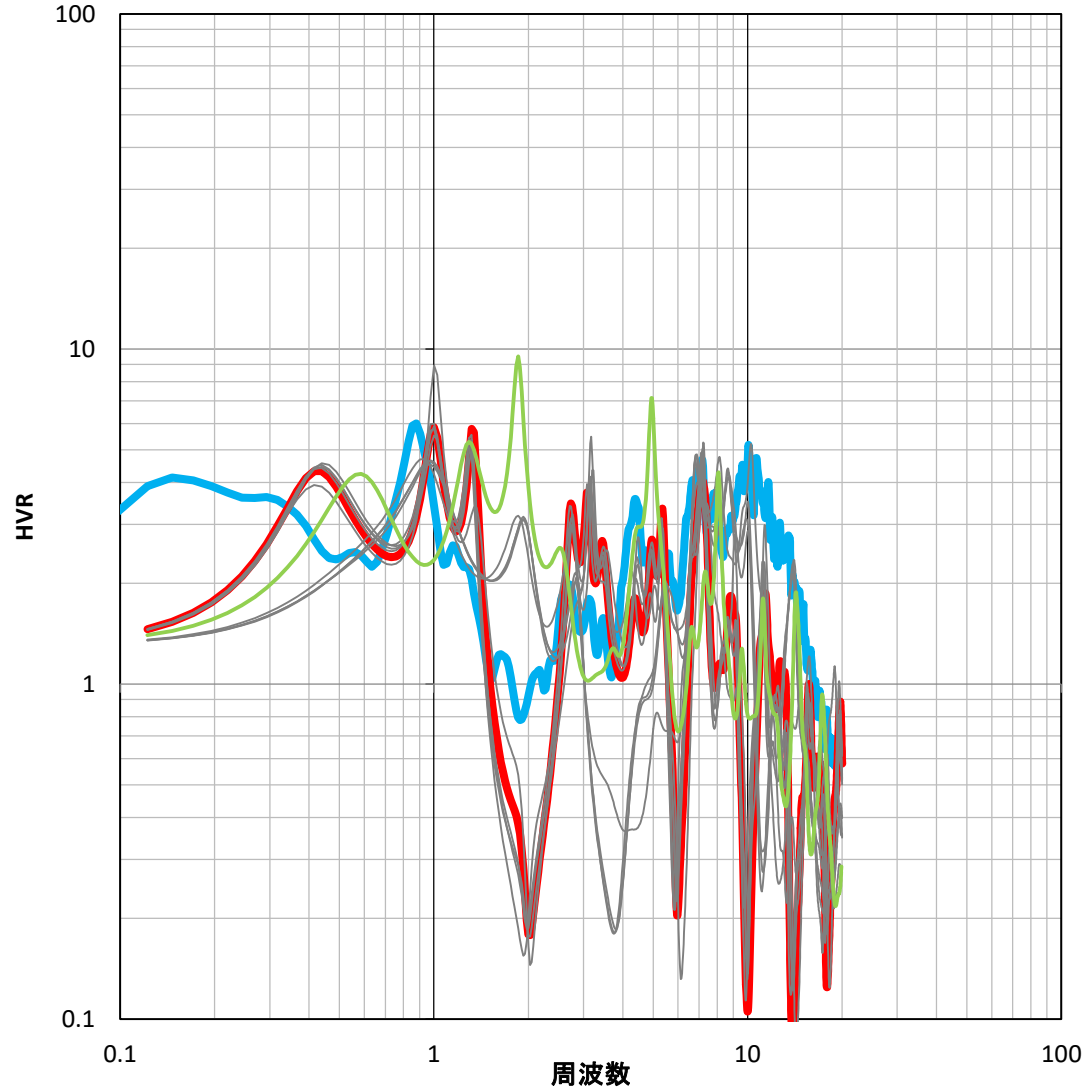


NIED 独立行政法人防災科学技術研究所

Copyright (c) National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention, All rights Reserved.

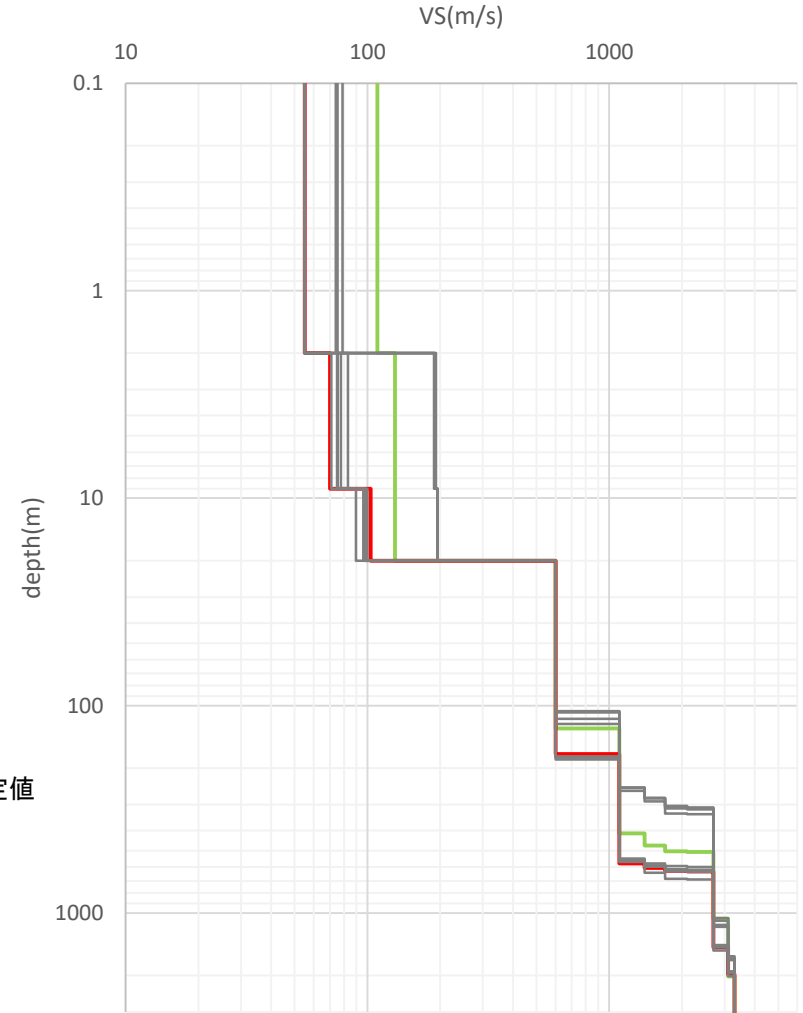
地下構造の同定結果(珠洲)ISK002

各理論値のEHVSRと観測値



- 観測値
- 10(MinRe)
- 9
- 8
- 7
- 6
- 5
- 4
- 3
- 2
- 1
- 初期構造同定値

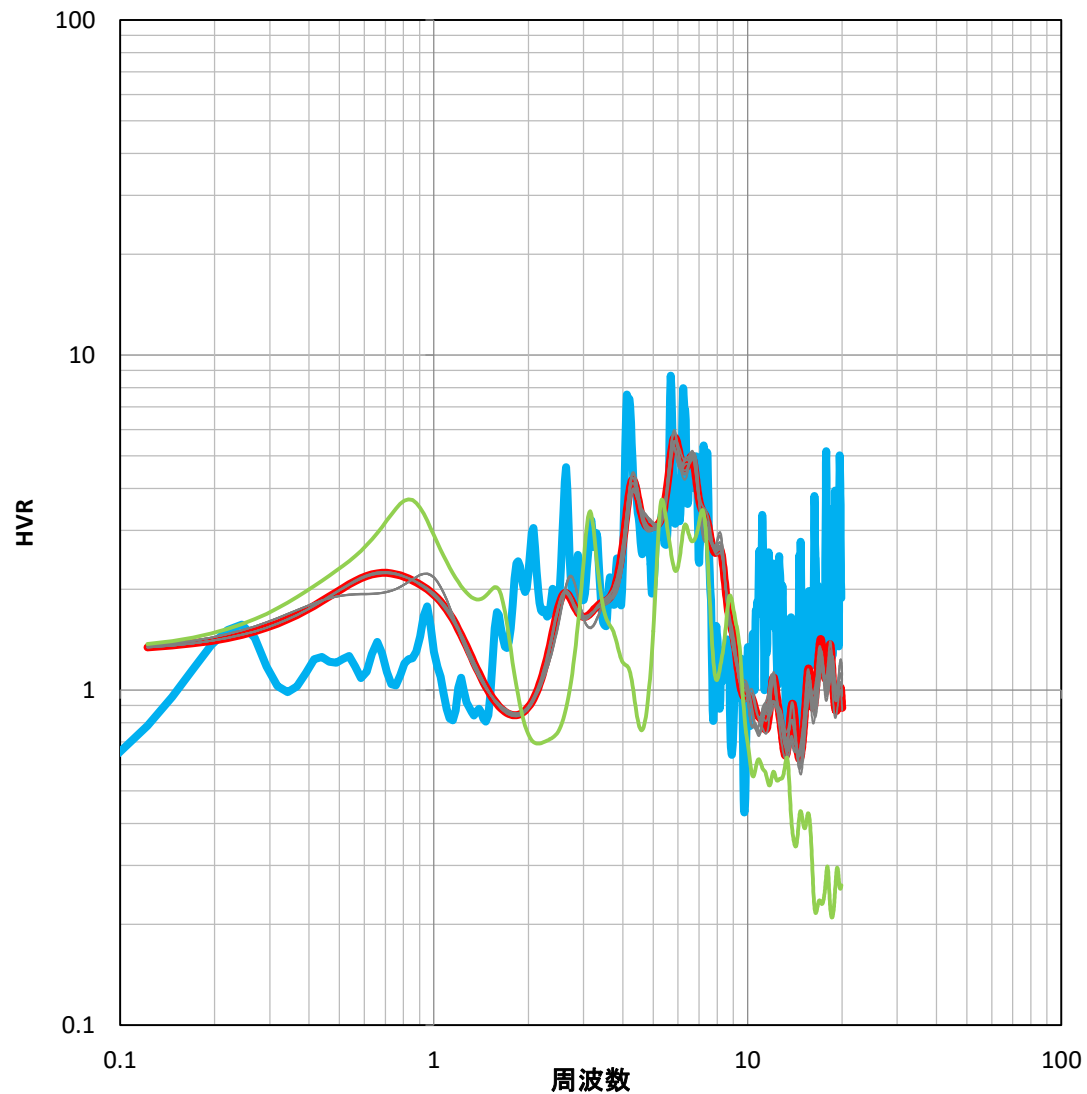
深部の速度構造Vs



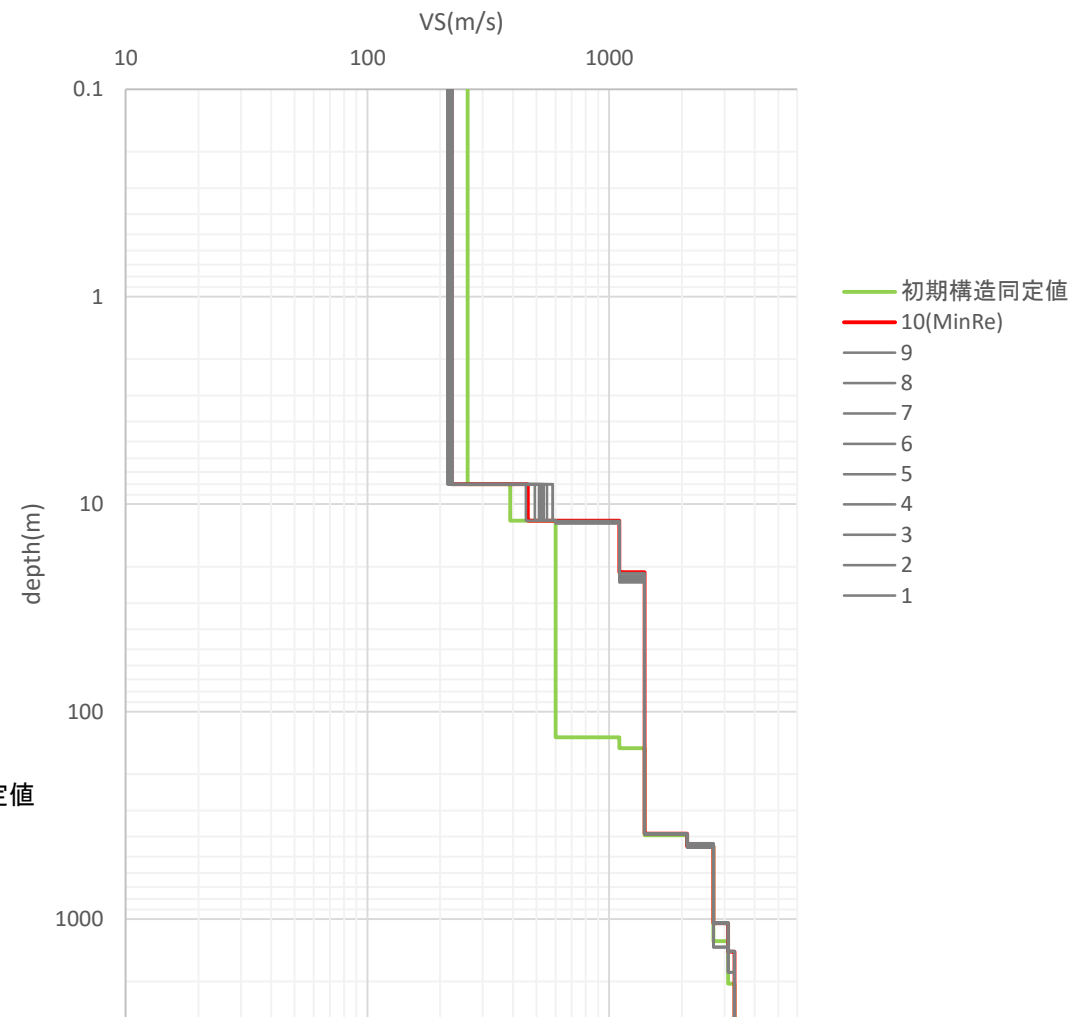
- 初期構造同定値
- 10(MinRe)
- 9
- 8
- 7
- 6
- 5
- 4
- 3
- 2
- 1

地下構造の同定結果(志賀)ISK006

各理論値のEHVSRと観測値

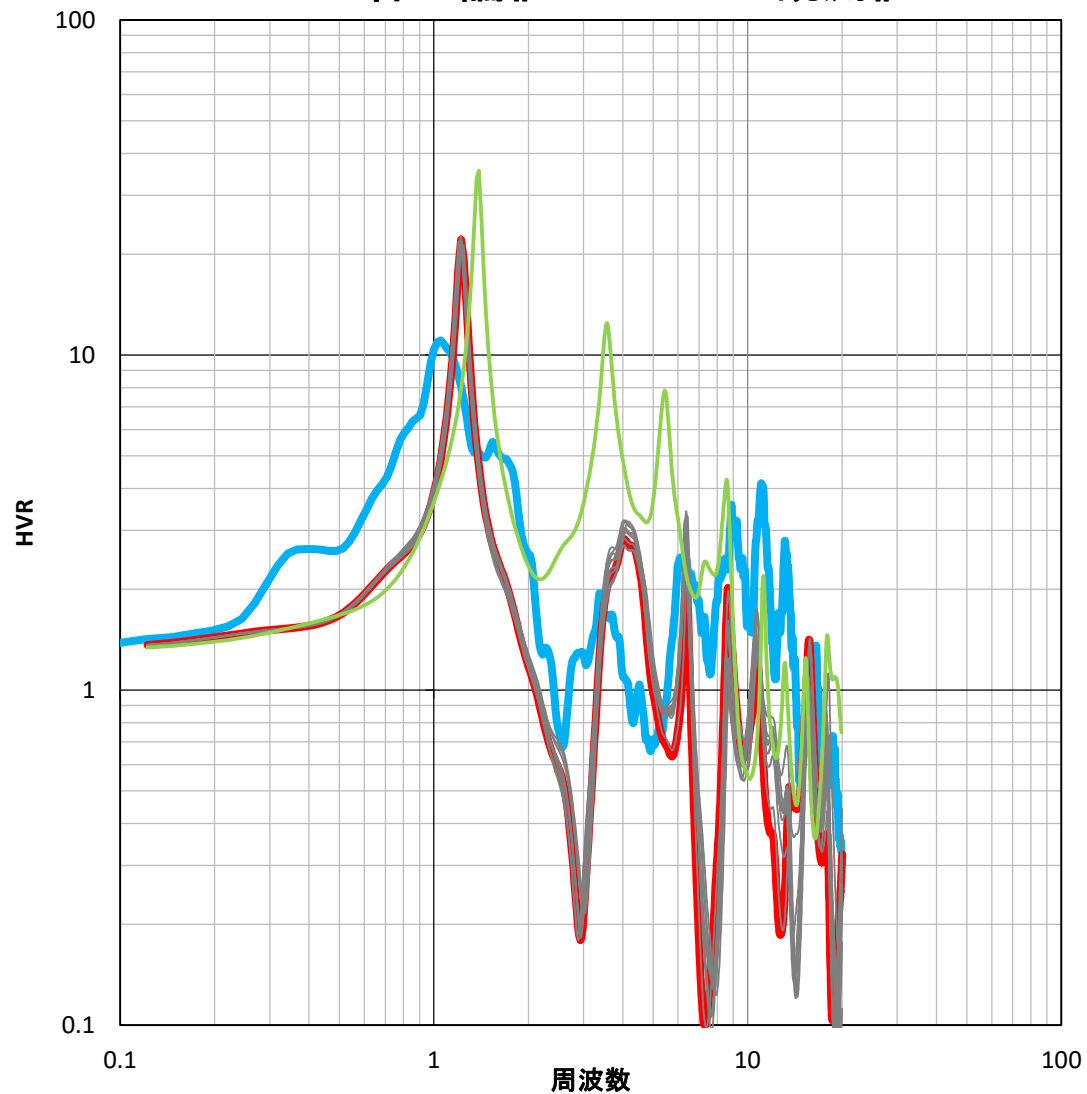


深部の速度構造Vs



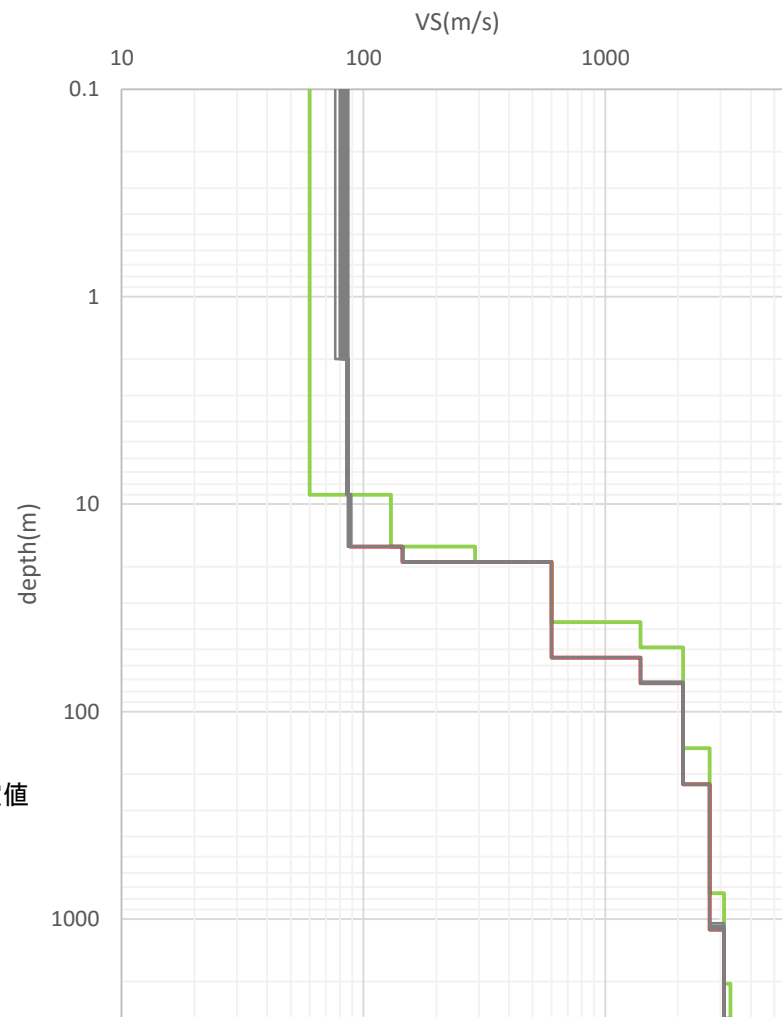
地下構造の同定結果(穴水ISK005)

各理論値のEHVSRと観測値



- 観測値
- 10(MinRe)
- 9
- 8
- 7
- 6
- 5
- 4
- 3
- 2
- 1
- 初期構造同定値

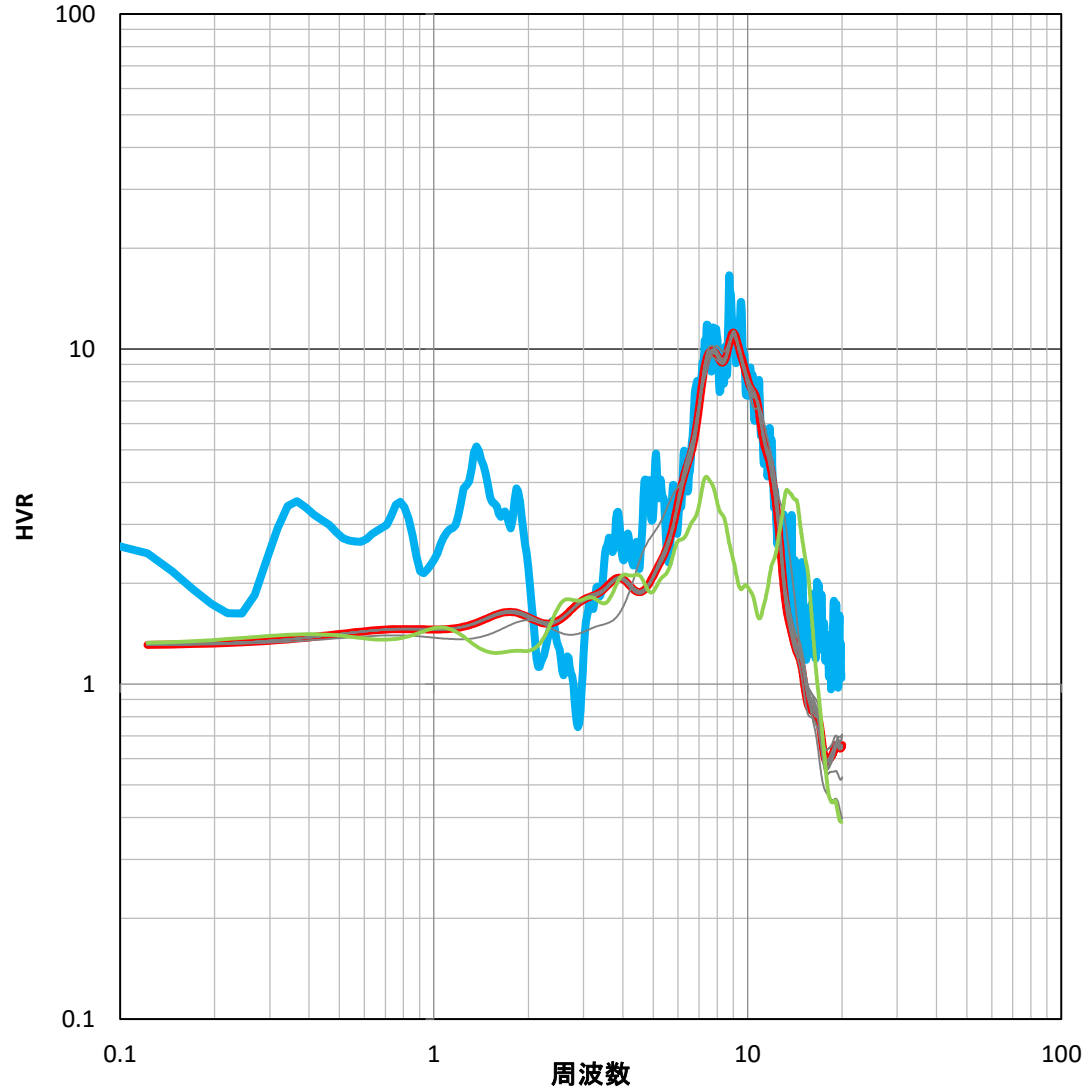
深部の速度構造Vs



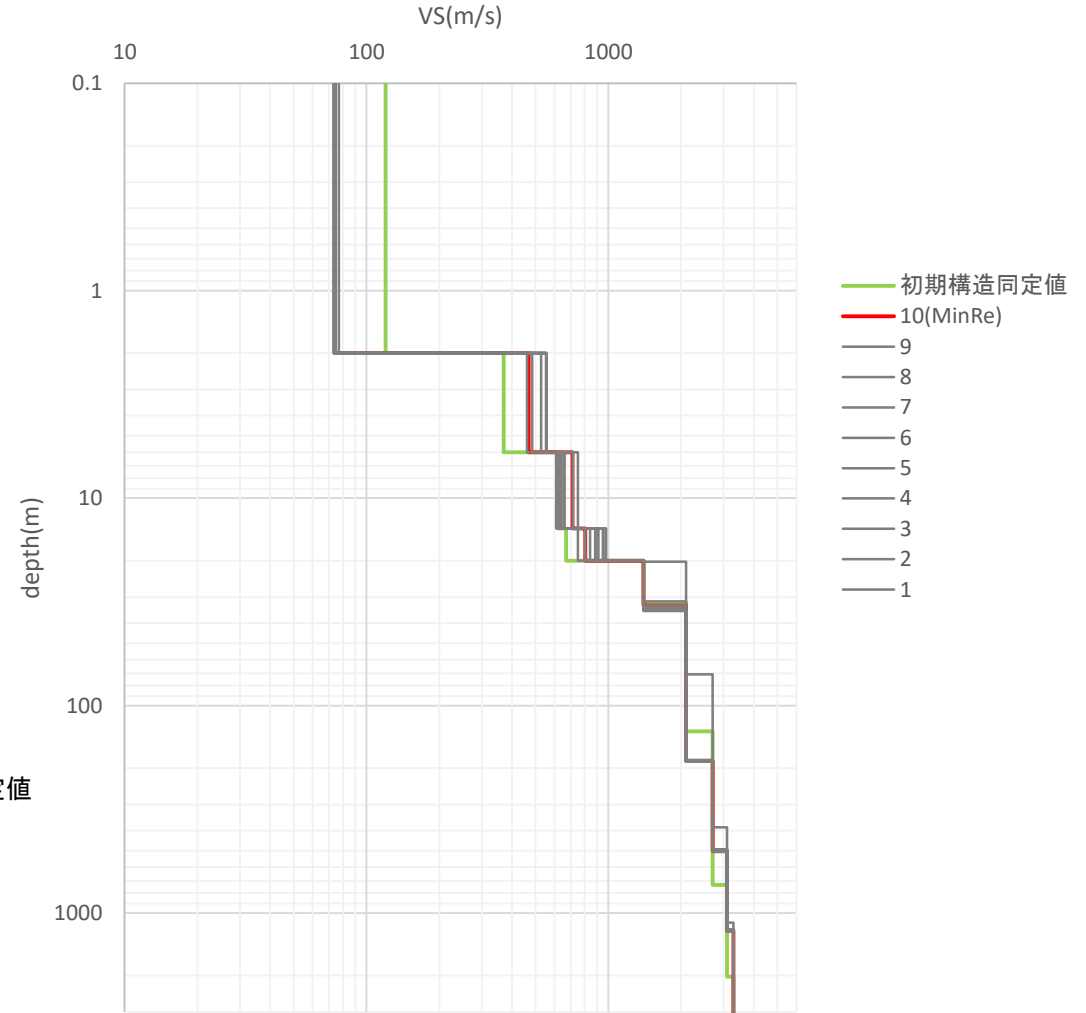
- 初期構造同定値
- 10(MinRe)
- 9
- 8
- 7
- 6
- 5
- 4
- 3
- 2
- 1

地下構造の同定結果(穴水ISK015)

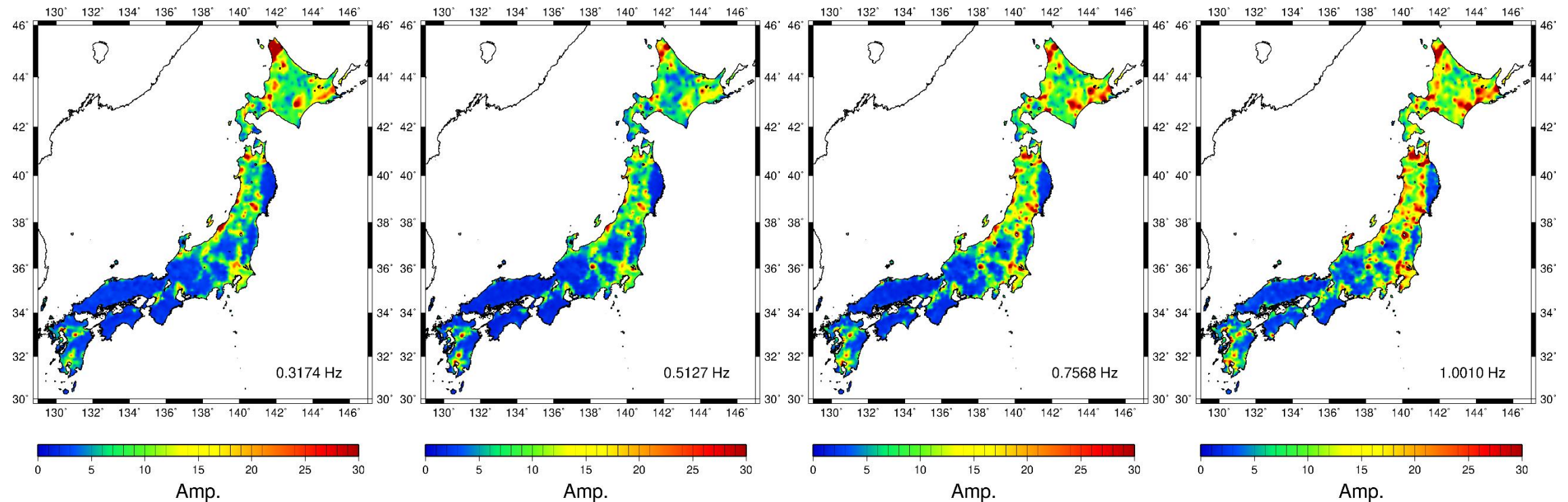
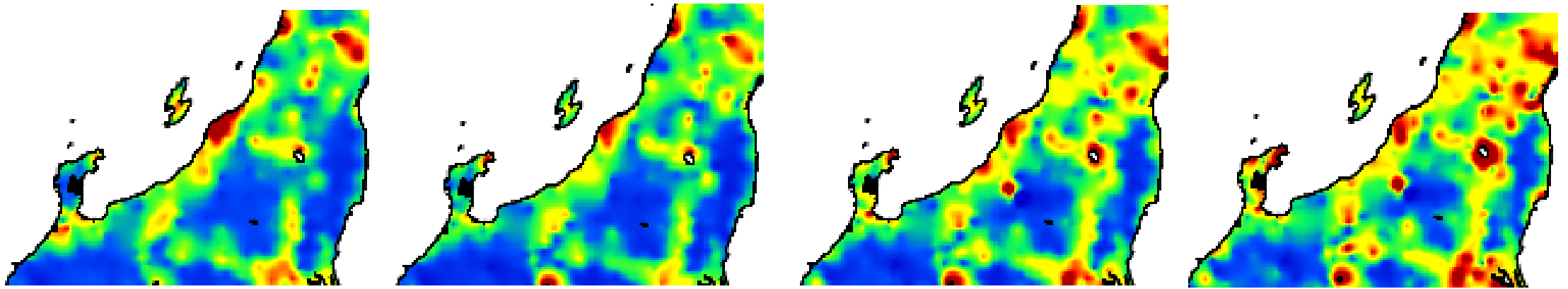
各理論値のEHVSRと観測値



深部の速度構造Vs



全波サイト増幅特性の周波数別空間分布



サイト増幅特性と地盤構造に関する現状の知見

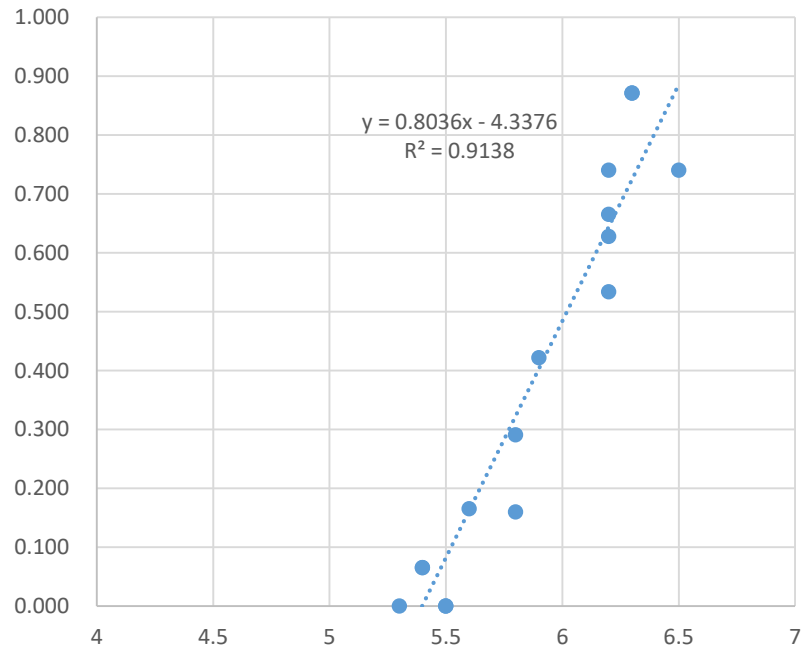
- 珠洲のK-NET地点、輪島のJMA地点、穴水のISK005地点ではこの地域の表層地質の観点からは考えられないほどの大きなサイト増幅特性が見られる。ちなみにJ-SHISでは深部地盤は500m/sが最上層。
- その構造は恐らくEHVRで同定できると思われるが、参照構造に忠実な同定スキームではおおよそは説明できるものの、あまりよい一致は得られていない。
- 同じ市域でも場所によって大きな差がある。
- 志賀のK-NET富来のサイトは5Hz～7Hzに大きなピークがあり、それは表層構造で説明できるだろう。それが富来での震度7の原因であり、建物被害には結びつかない。
- いずれにしても基盤深さは比較的浅く、数100mから1km以内と推察され、その基盤までの構造が1Hz付近の増幅を決めていると考えられる。

長戸・川瀬モデルによる木造建物計算被害率

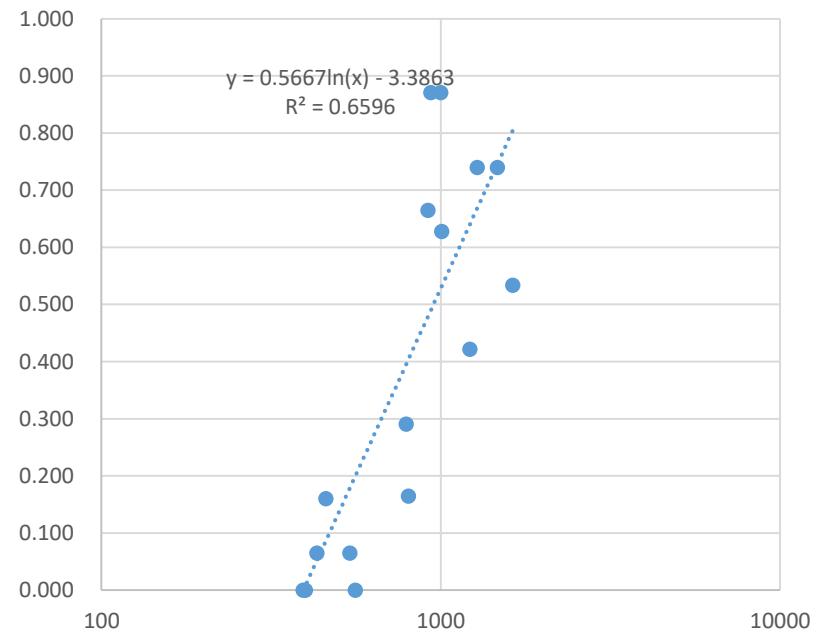
コード	観測点名	緯度	軽度	最大加速度(ガル)			三成分合成値(ガル)	計測震度	DAMEG
				N-S	E-W	U-D			
ISK006	富来	37.160	136.690	1479	2678	1142	2828	6.6	0.709
ISK003	輪島	37.392	136.908	1496	1120	1110	1632	6.2	0.534
ISK001	大谷	37.500	137.177	904	1429	674	1469	6.2	0.740
ISK005	穴水	37.231	136.904	1023	1146	1044	1280	6.5	0.740
ISKH04	富来	37.190	136.718	618	484	1202	1220	5.9	0.422
ISKH01	珠洲	37.527	137.284	595	748	1006	1007	6.2	0.628
ISK015	大町	37.227	136.909	979	926	747	1001	6.3	0.871
ISKH03	内浦	37.346	137.244	714	772	759	936	6.3	0.871
ISK002	正院	37.447	137.288	686	707	775	917	6.2	0.665
ISKH06	志賀	37.053	136.821	573	797	320	804	5.6	0.165
ISKH02	柳田	37.364	137.041	470	617	690	791	5.8	0.291
NIG004	小木	37.820	138.279	533	475	213	560	5.5	0.000
ISK008	羽咋	36.894	136.778	374	483	354	540	5.4	0.065
ISK007	七尾	37.043	136.968	374	359	283	459	5.8	0.160

計算被害率と地震動強度指標との関係

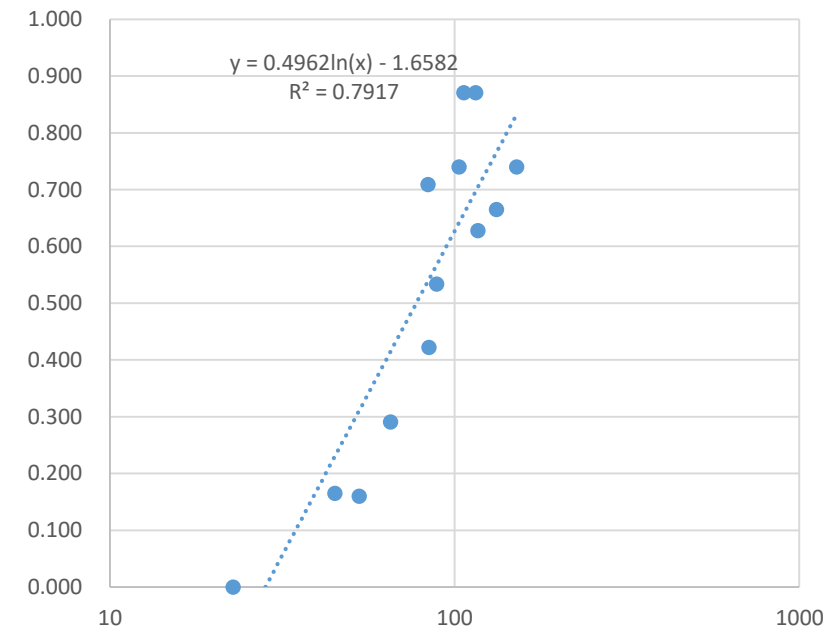
計測震度と計算被害率



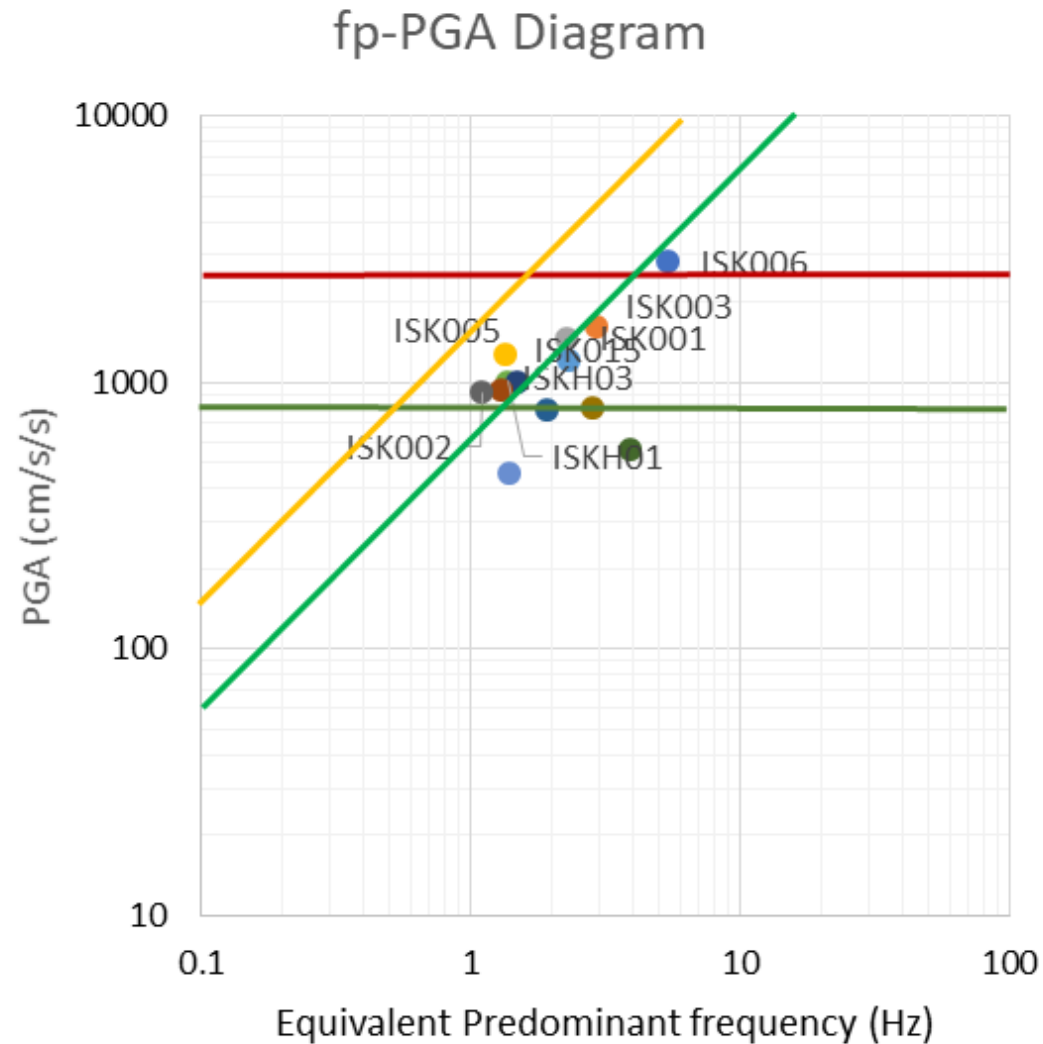
PGAと計算被害率



PGVと計算被害率



等価卓越振動数—PGAダイアグラム： 今回もやや短周期域は危険と言えるか？ Yes!



強震動強度指標と木造被害率に関する現状の知見

- 珠洲のK-NET地点・KiK-net地点、輪島のK-NET地点、穴水のK-NETの2地点では大きな計算被害率が得られた。
- 短周期が卓越しているISK006富来でも大きな計算被害率となっているがこれは高振動数をフィルターしていないため。
- 計測震度と計算被害率、PGAと計算被害率、PGVと計算被害率はよい相関がみられた。震度との相関が最も高かった。
- 等価卓越周期—PGAダイアグラムを書き、兵庫県南部地震の際の震度7の領域の境界線の $PGA \geq 800 \text{ Gal}$ 、 $PGV \geq 100 \text{ cm/s}$ の大被害発生ラインより上に位置する観測波が計算被害率50%以上の地点となっており、今回も被害が大きかった地点は「やや短周期域」での地震動が卓越した地点であった。
- 観測被害率が呈示された時点で適切なフィルターを定める必要がある。

謝辞

- 観測にご協力いただいた京大防災研地震災害研究センター松島教授に感謝します。
- 観測にご協力いただいた現地自治体・被災者の方々に感謝します。
- 情報を参照させていただいた産総研の吉見雅行博士・京都大学防災研の後藤浩之教授に感謝します。
- 強震観測データを活用させていただいた防災科学技術研究所・気象庁に感謝します。