

2024年能登半島地震の震源域の 強震観測点のサイト特性について

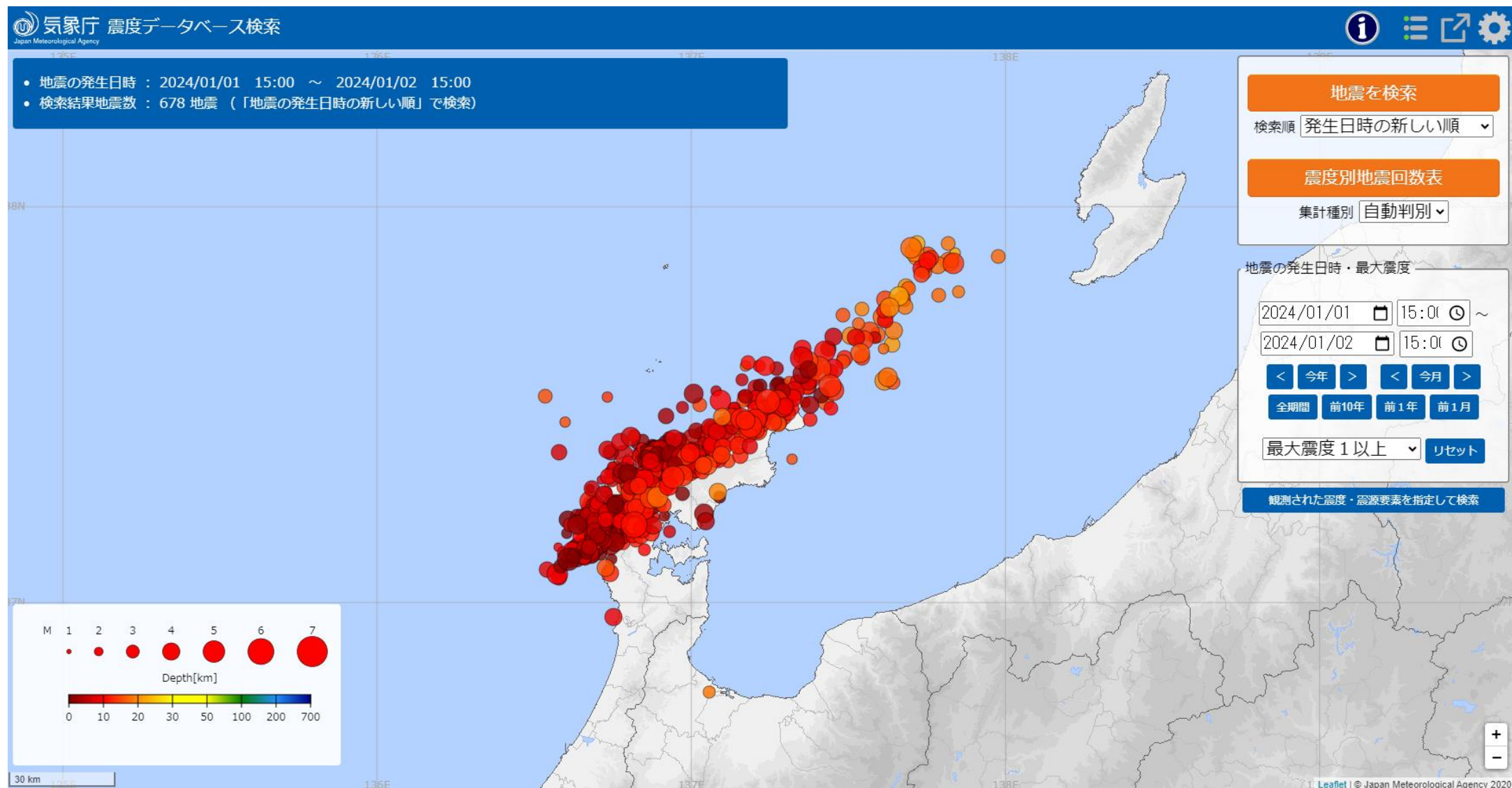
京都大学防災研究所
社会防災研究部門
地震リスク評価高度化(阪神コンサルタンツ)
研究分野

2024.1.19

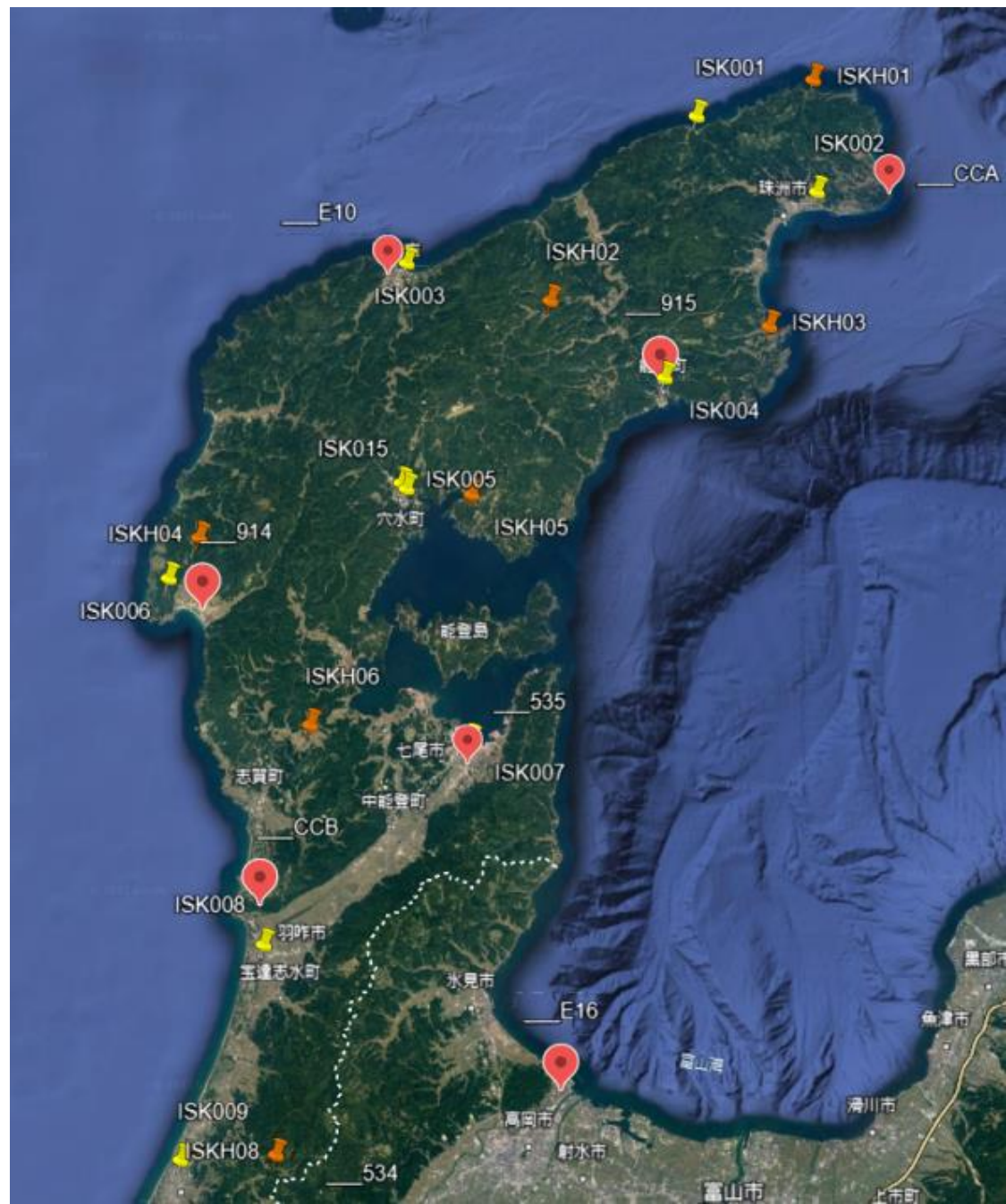
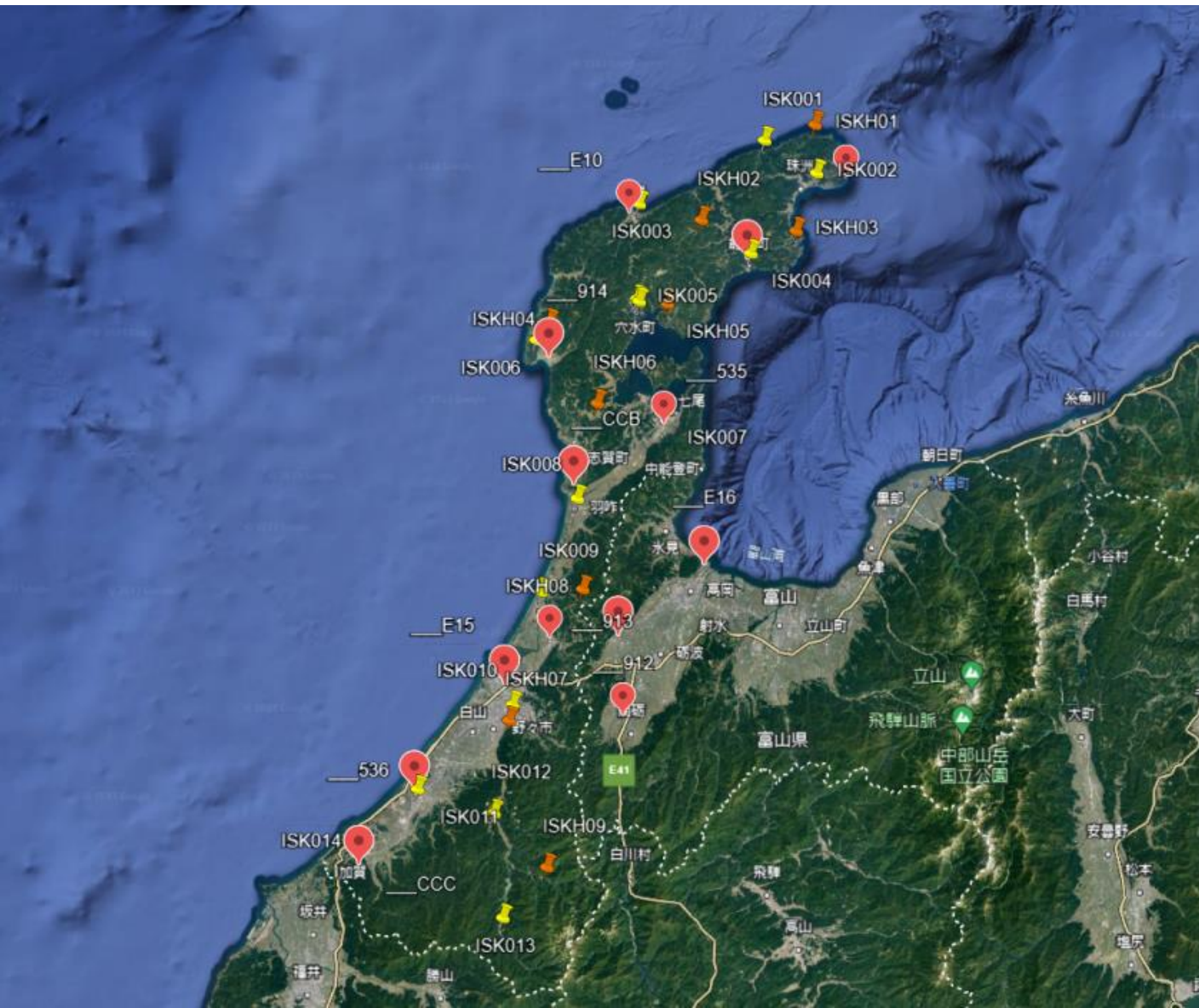
2024年1月1日 能登半島地震M7.6

- 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($45\sim 60^\circ$)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

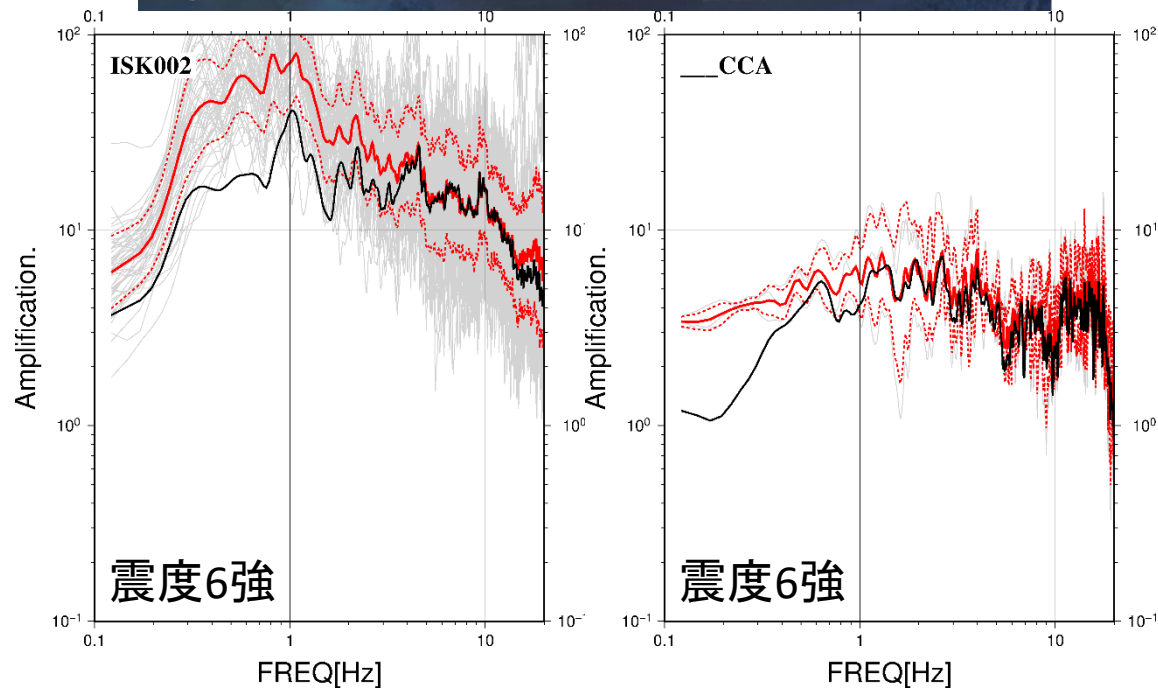
気象庁による24時間以内の余震分布



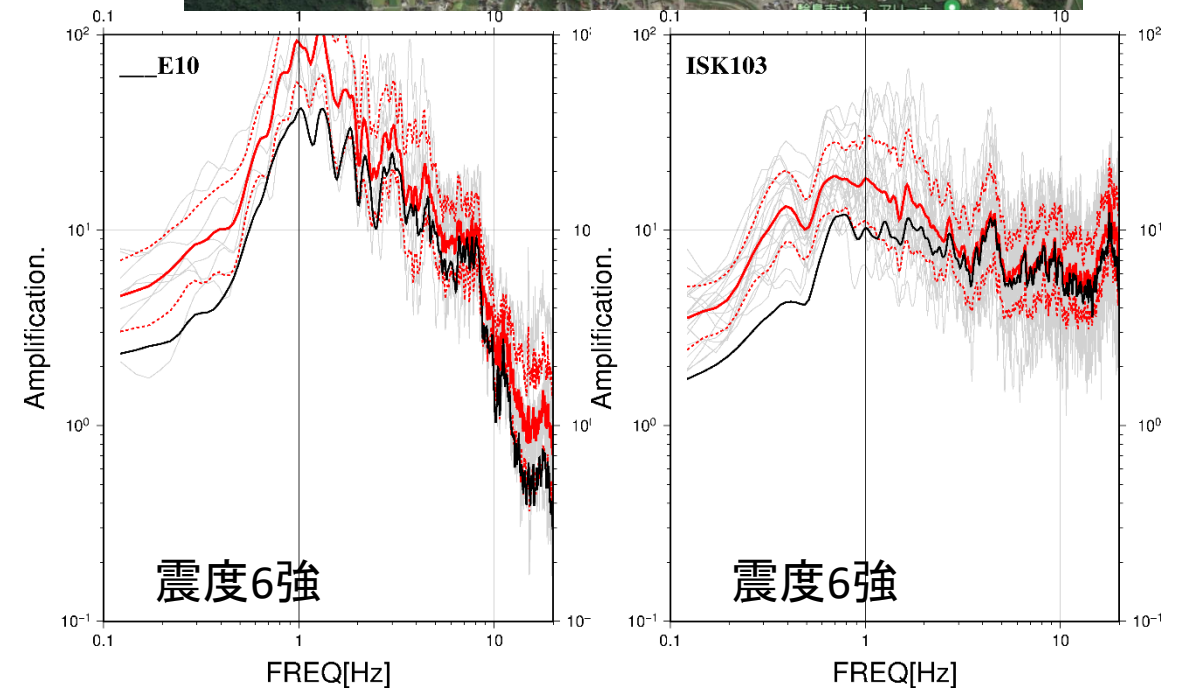
震源域の強震観測点



震源域の強震観測点のサイト増幅特性(地震基盤から)

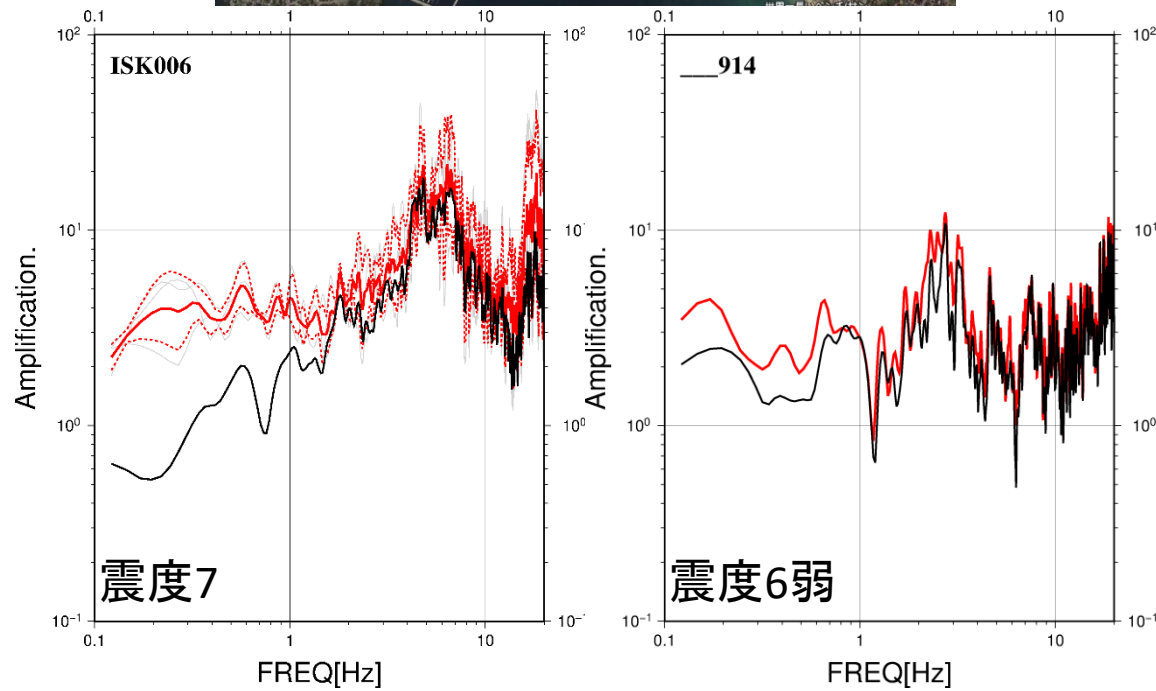


珠洲市の強震観測点のサイト増幅特性

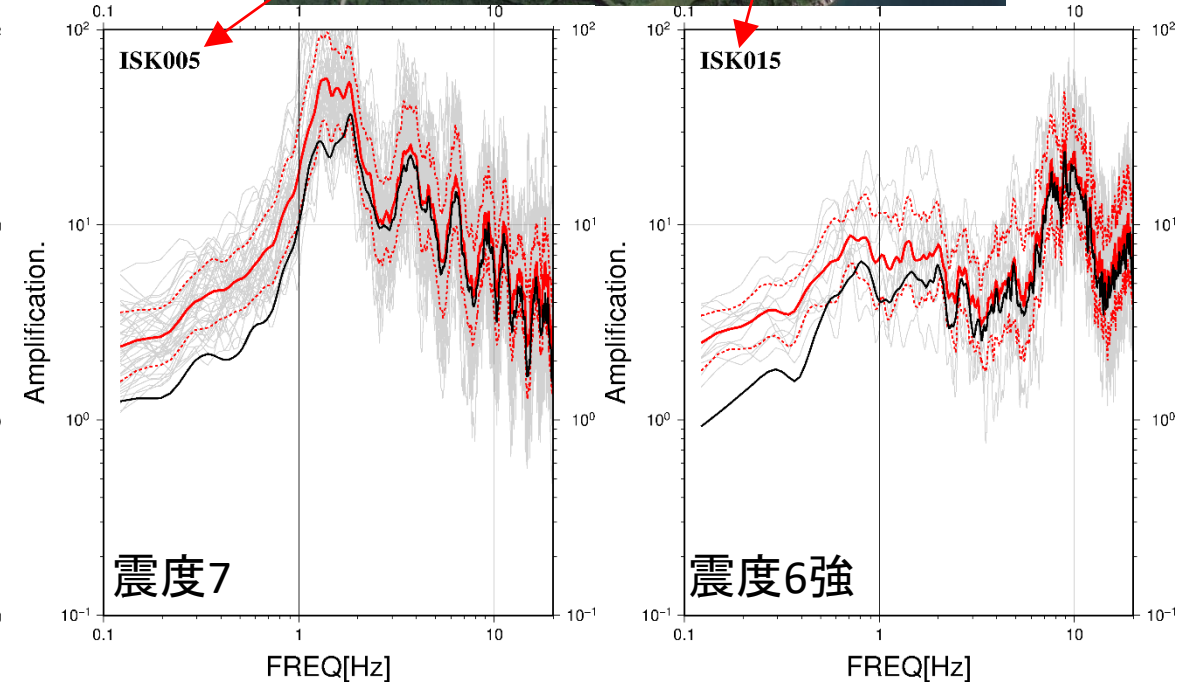


輪島市の強震観測点のサイト増幅特性

震源域の強震観測点のサイト増幅特性(地震基盤から)

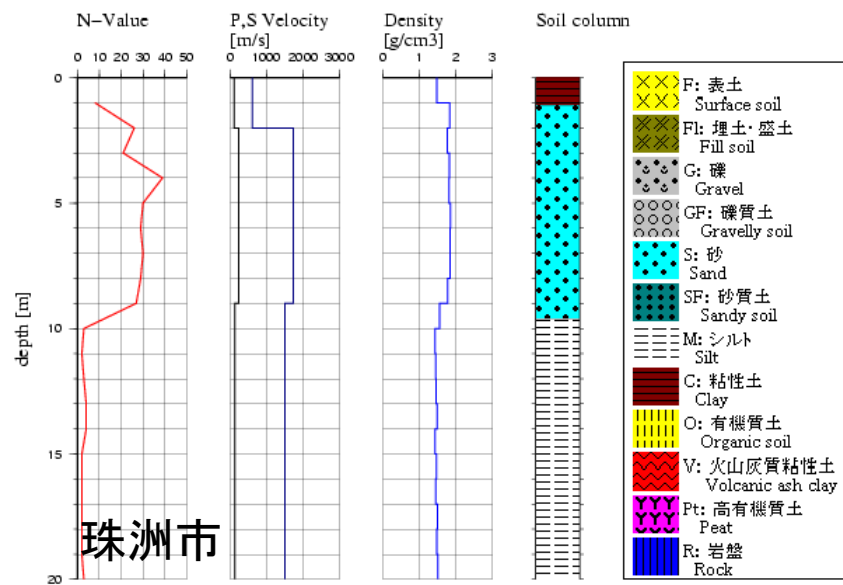


志賀町富来の強震観測点のサイト増幅特性



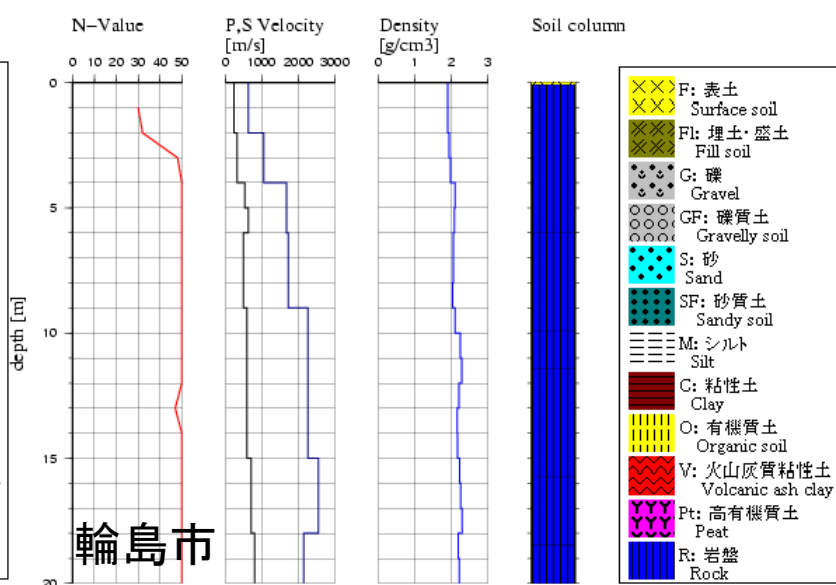
穴水町の強震観測点のサイト増幅特性

珠洲・輪島・志賀・穴水の地下構造(NIED K-NET)



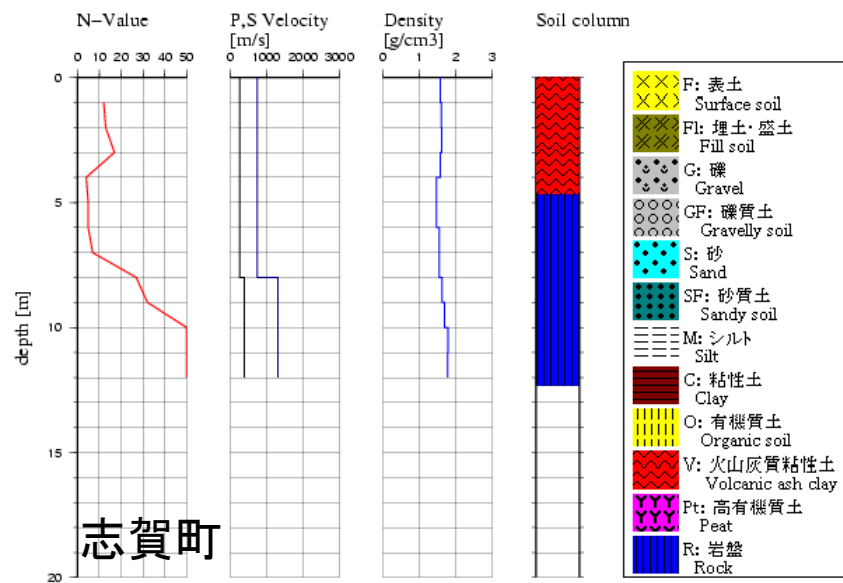
NIED 独立行政法人防災科学技術研究所

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



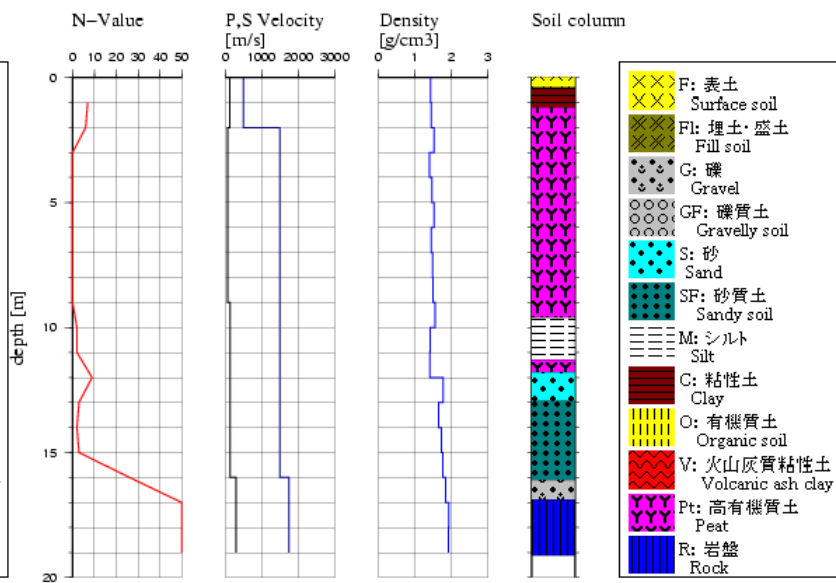
NIED 独立行政法人防災科学技術研究所

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



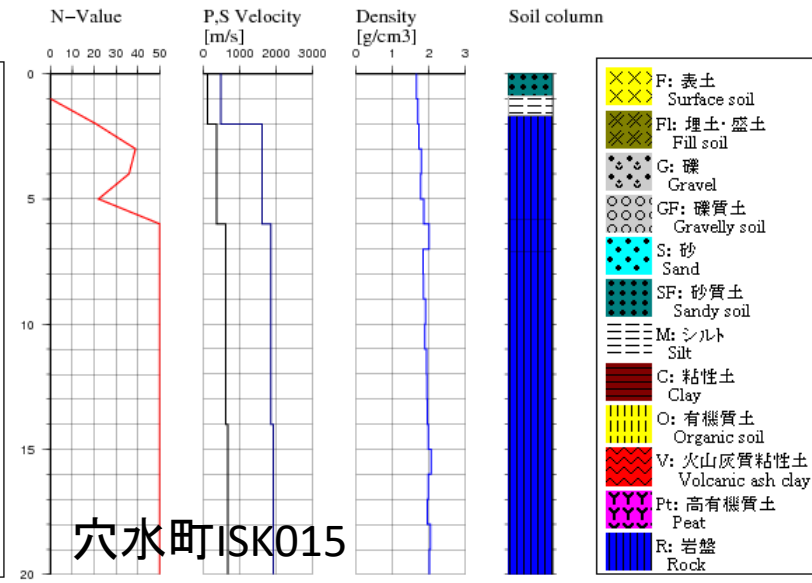
NIED 独立行政法人防災科学技術研究所

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.

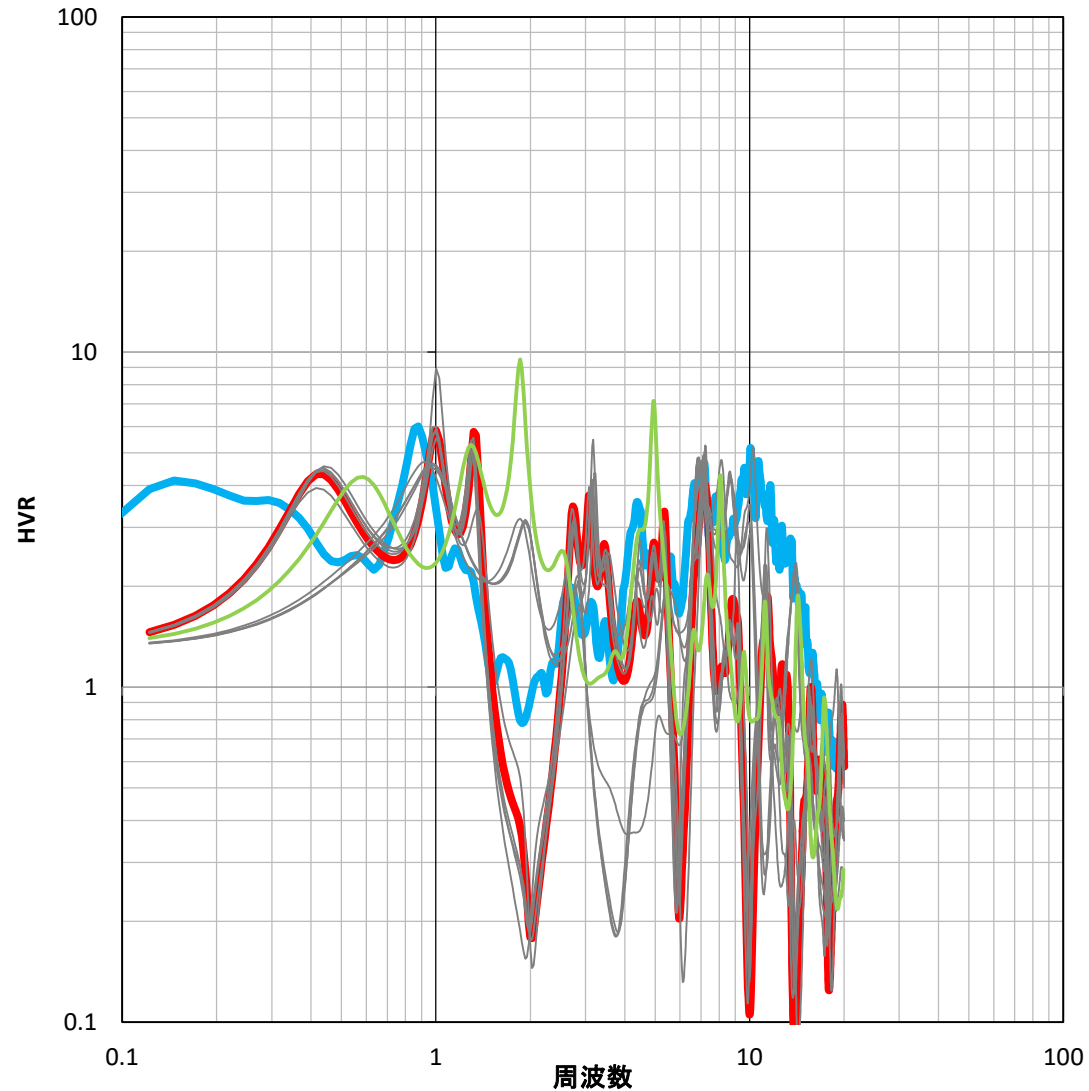


NIED 独立行政法人防災科学技術研究所

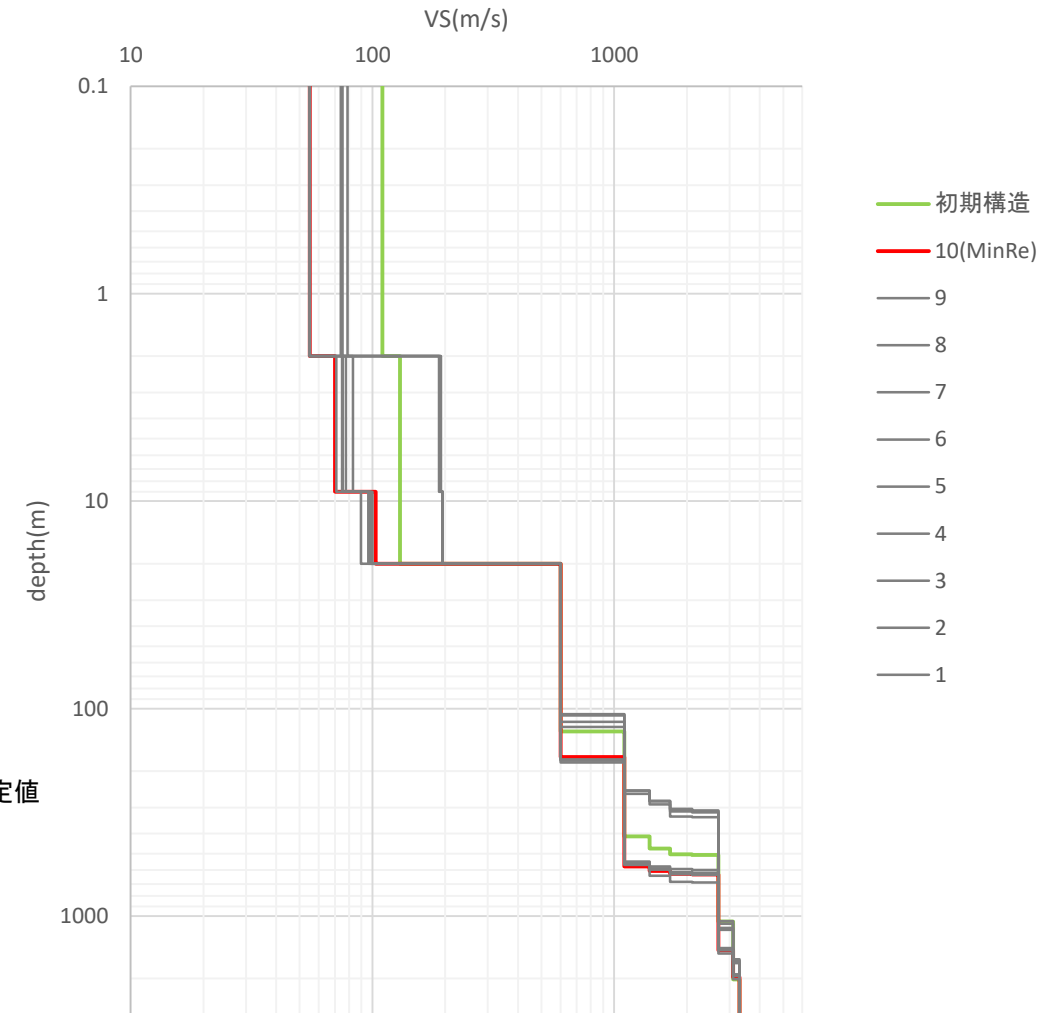
Copyright (c) National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention, All rights Reserved.

地下構造の同定結果(珠洲)ISK002

各理論値のEHVSRと観測値

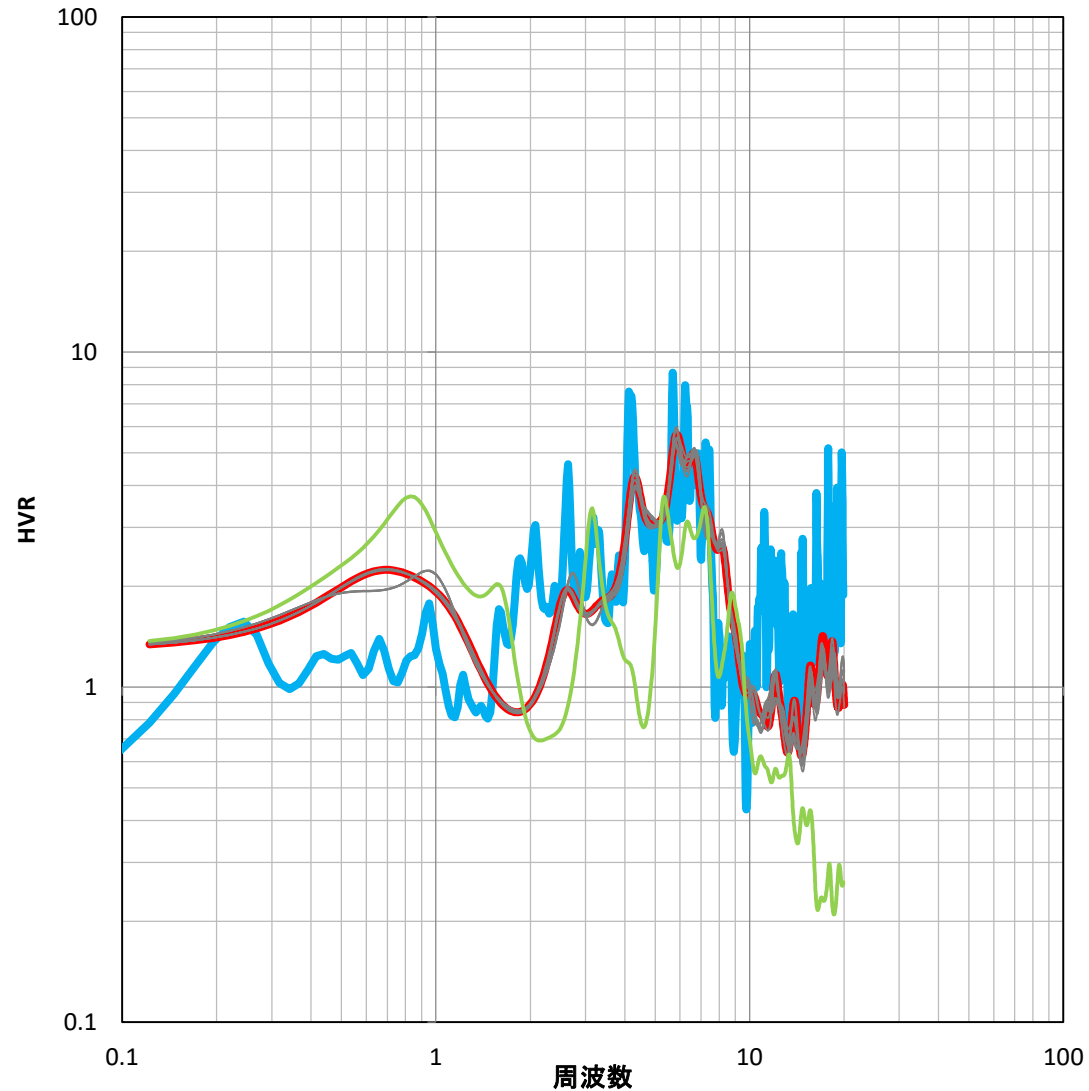


深部の速度構造Vs

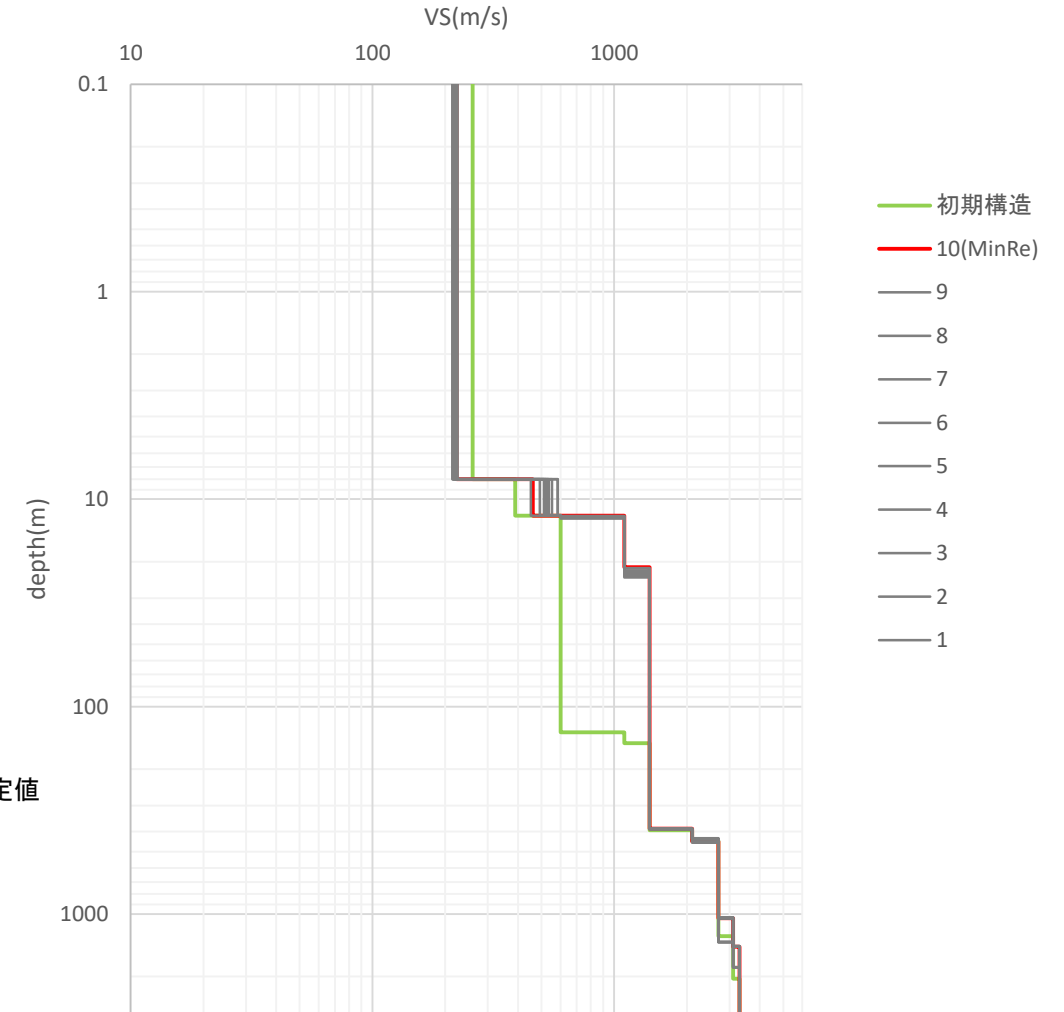


地下構造の同定結果(志賀)ISK006

各理論値のEHVSRと観測値

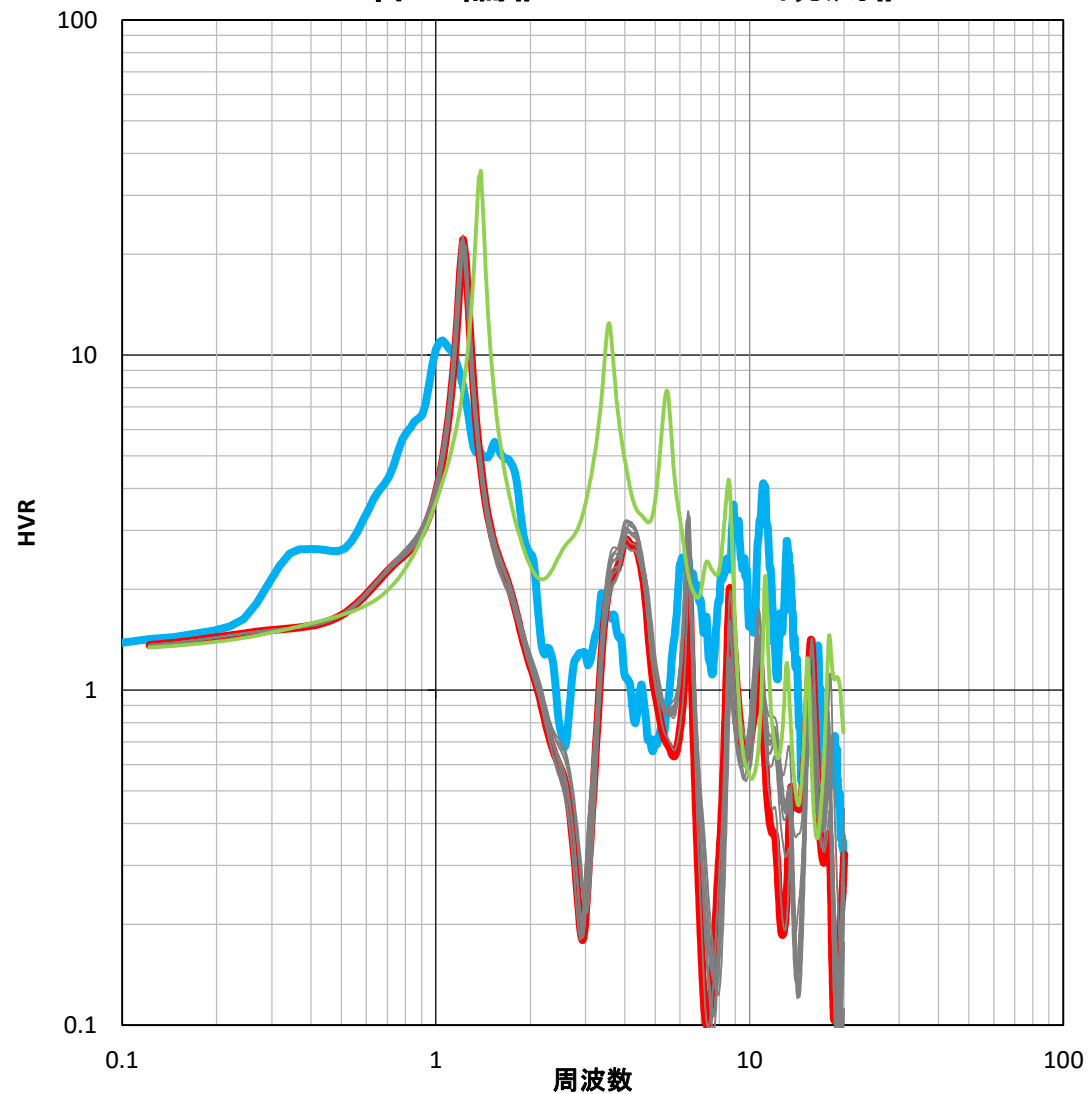


深部の速度構造Vs

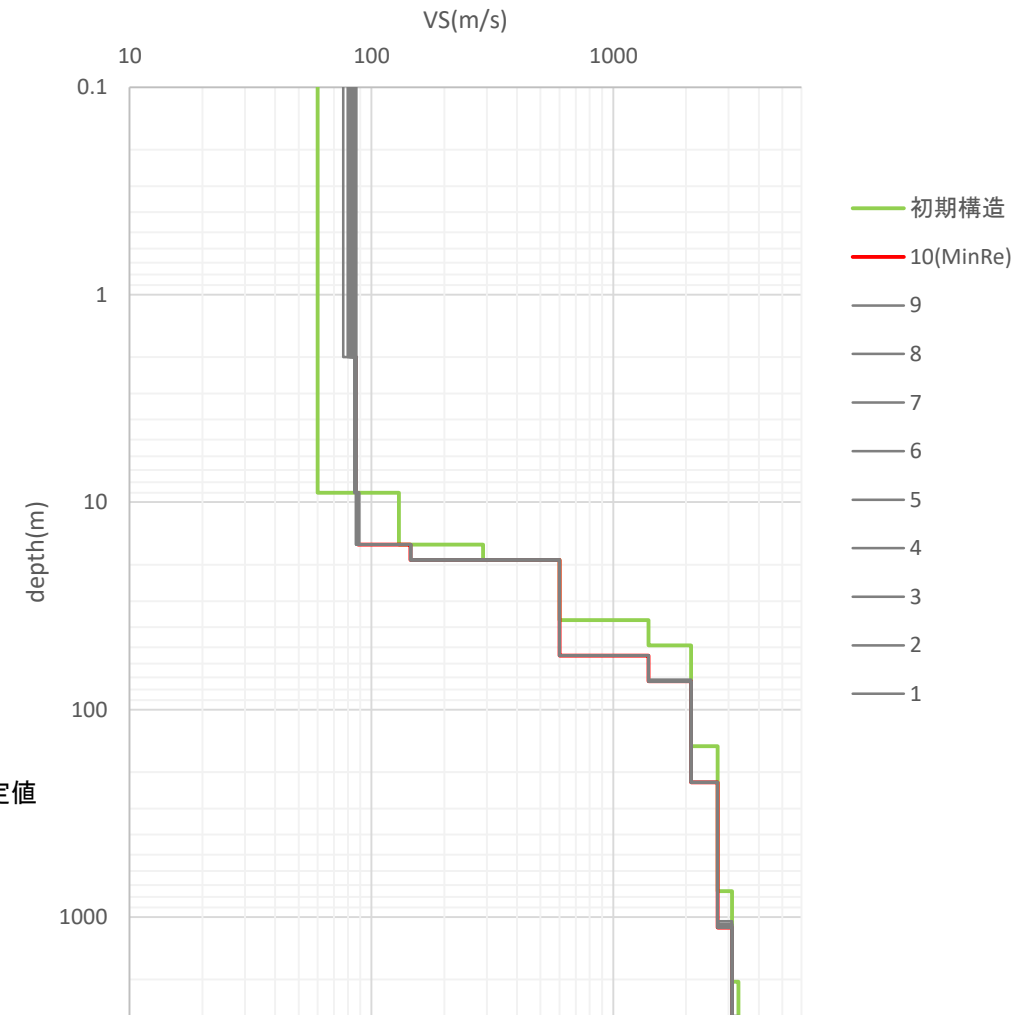


地下構造の同定結果(穴水ISK005)

各理論値のEHVSRと観測値

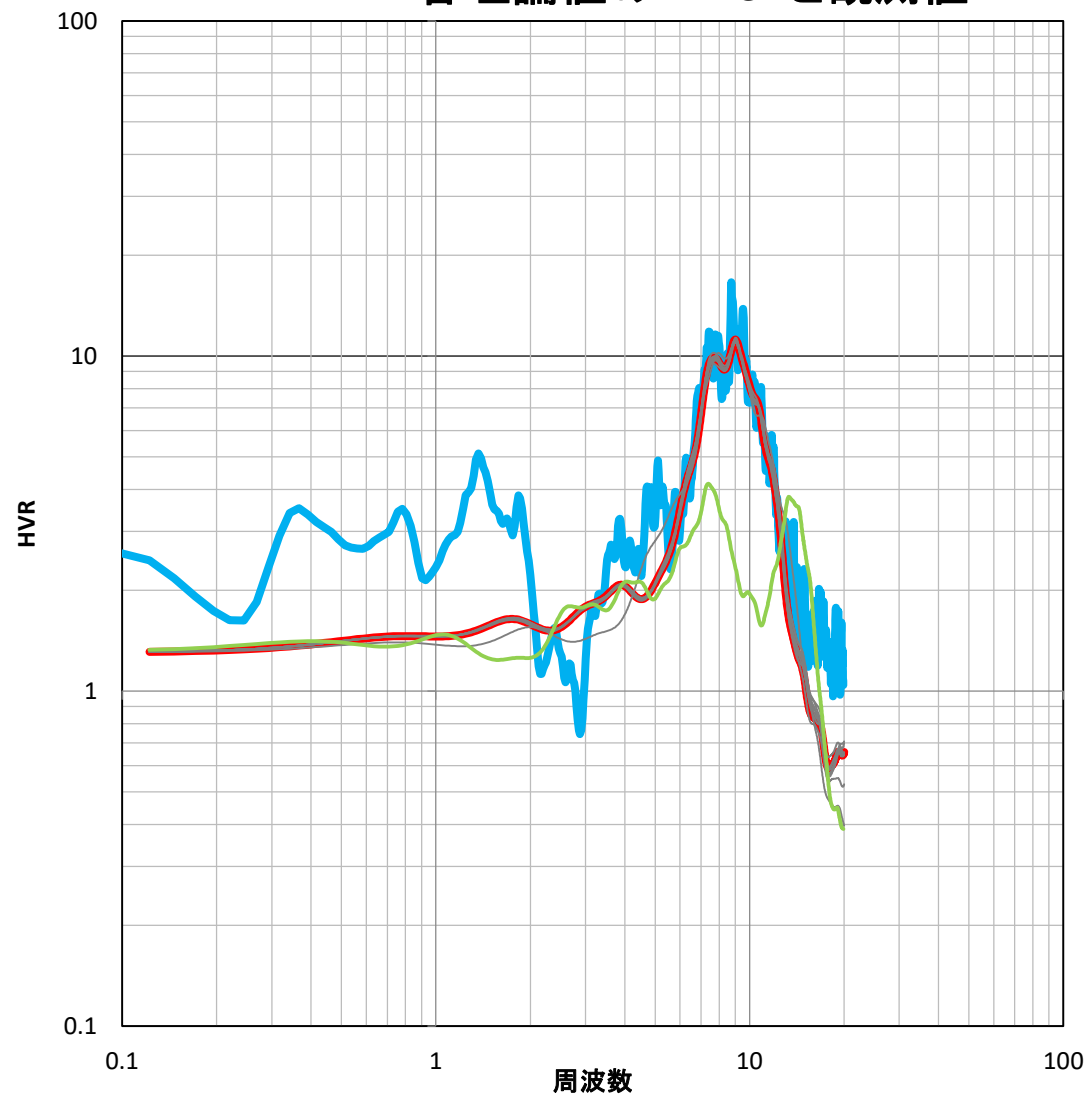


深部の速度構造Vs

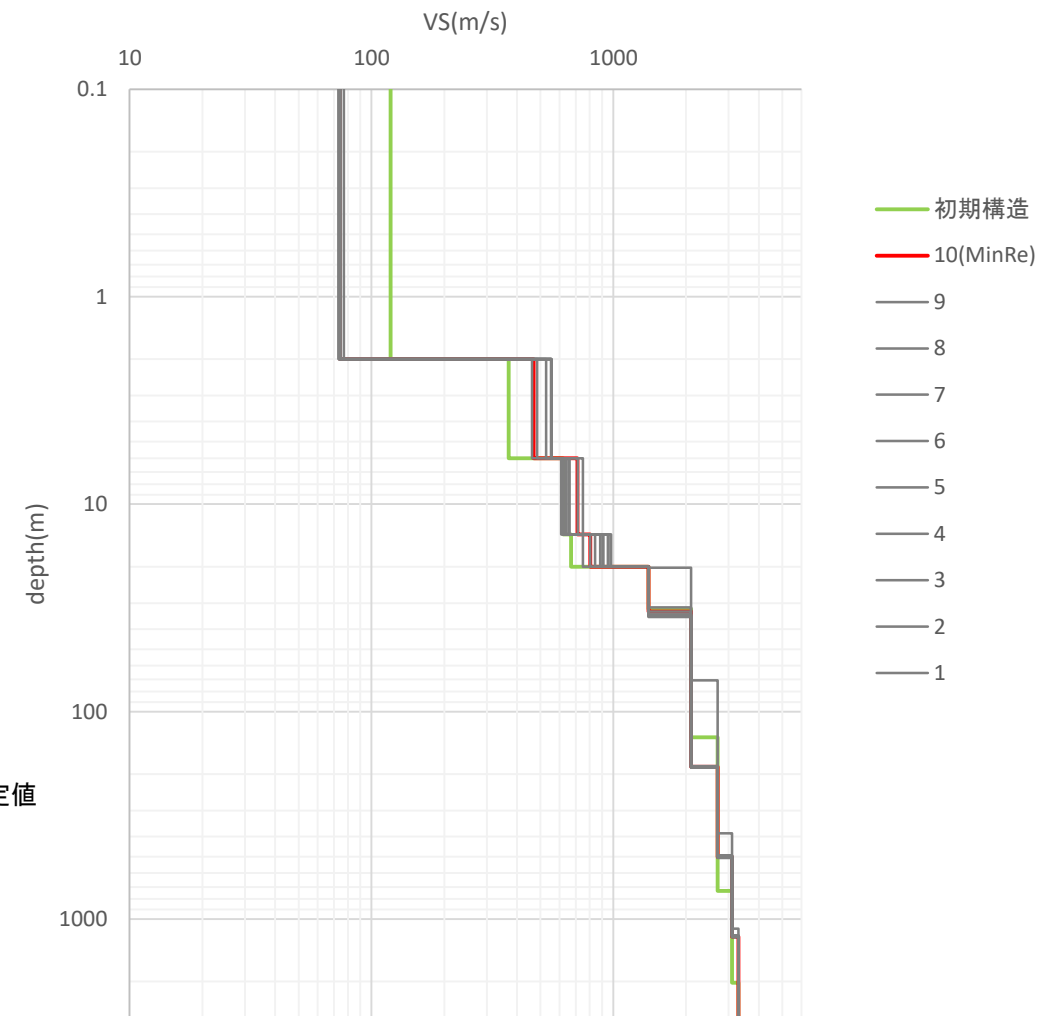


地下構造の同定結果(穴水ISK015)

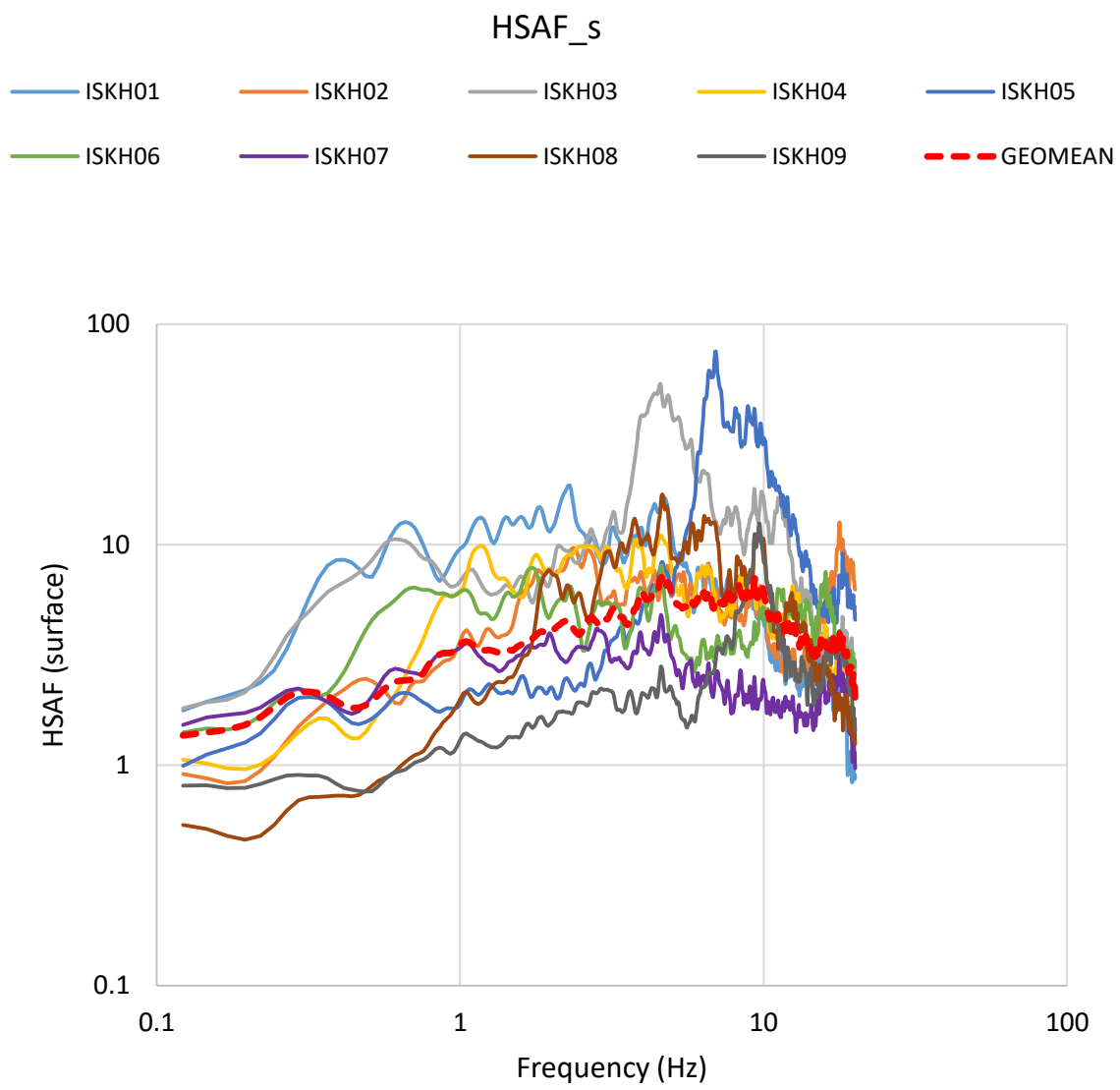
各理論値のEHVSRと観測値



深部の速度構造Vs

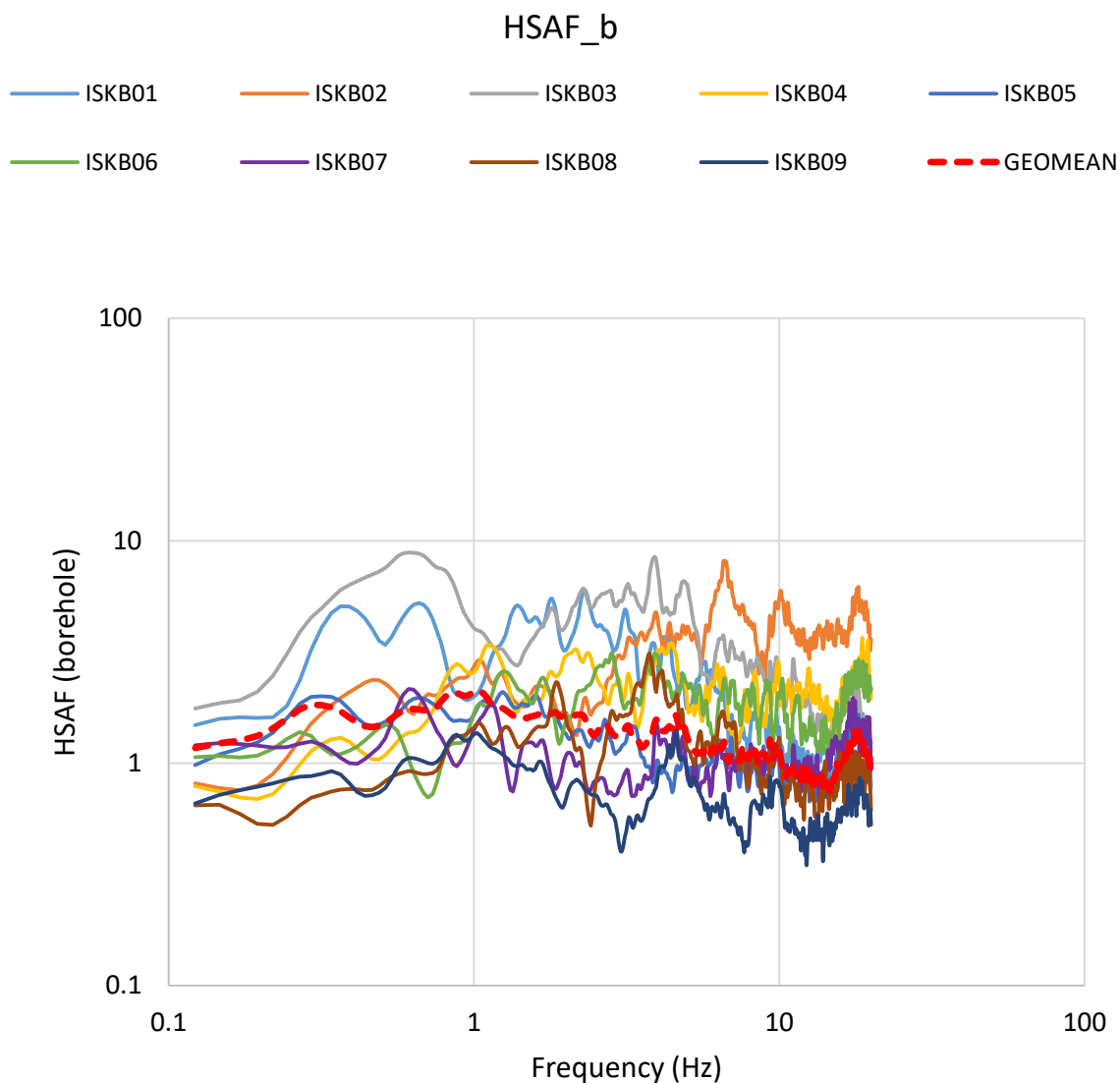


KiK-netサイトのサイト増幅特性(地表面)



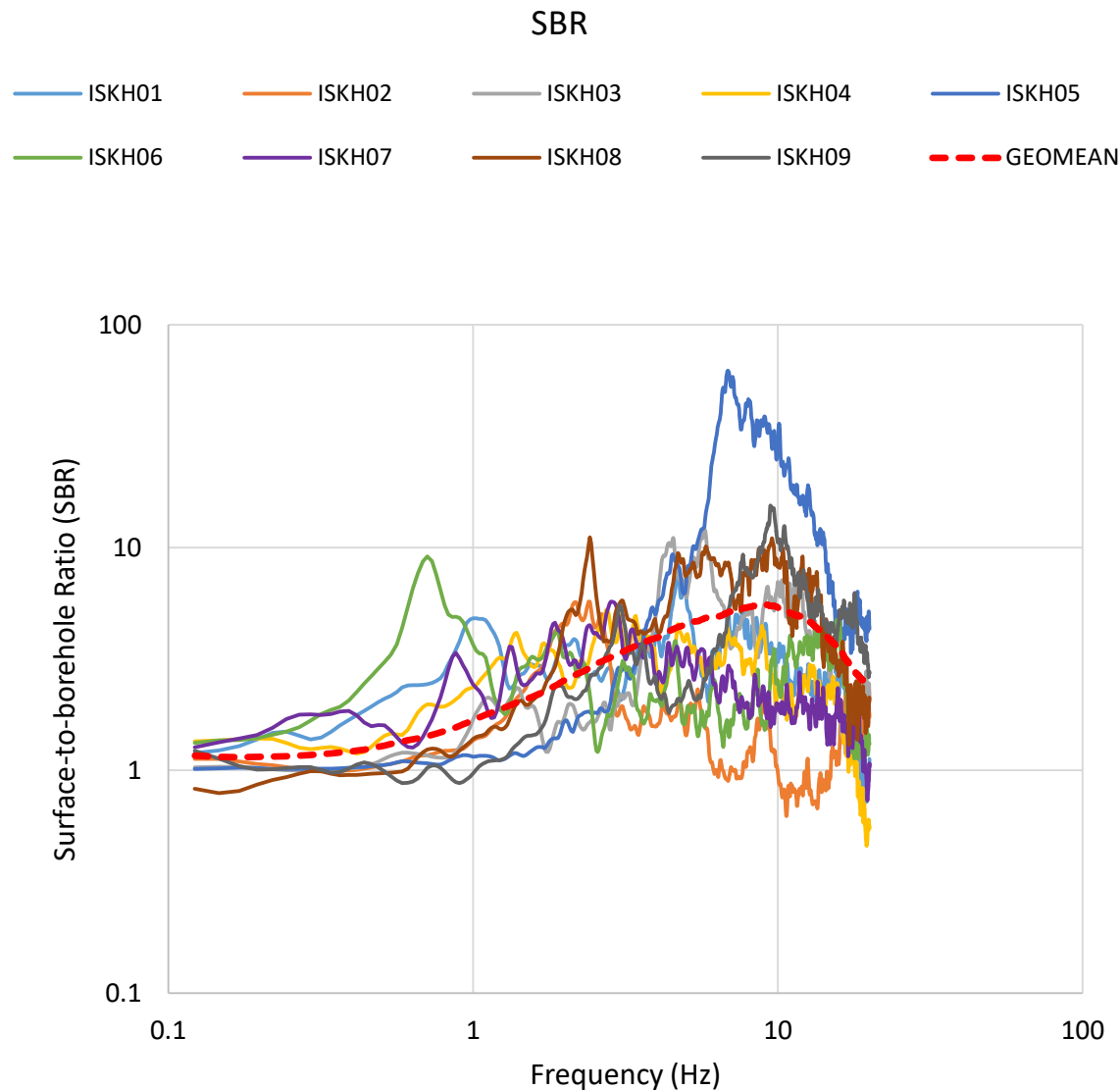
珠洲	ISKH01	200 m
柳田	ISKH02	102 m
内浦	ISKH03	207 m
富来	ISKH04	116 m
穴水	ISKH05	105 m
志賀	ISKH06	200 m
金沢	ISKH07	802 m
津幡	ISKH08	100 m
尾口	ISKH09	106 m

KiK-netサイトのサイト増幅特性(地中)



珠洲	ISKH01	200 m
柳田	ISKH02	102 m
内浦	ISKH03	207 m
富来	ISKH04	116 m
穴水	ISKH05	105 m
志賀	ISKH06	200 m
金沢	ISKH07	802 m
津幡	ISKH08	100 m
尾口	ISKH09	106 m

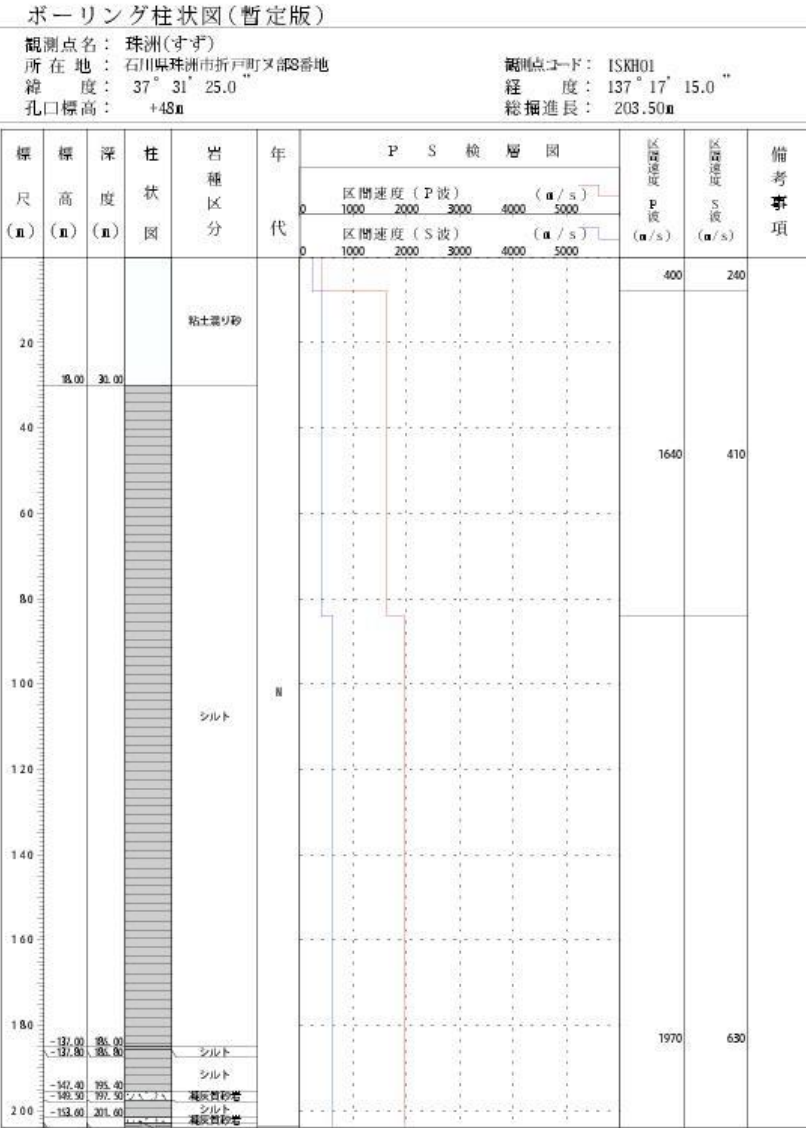
KiK-netサイトのサイト増幅特性(地表地中比)



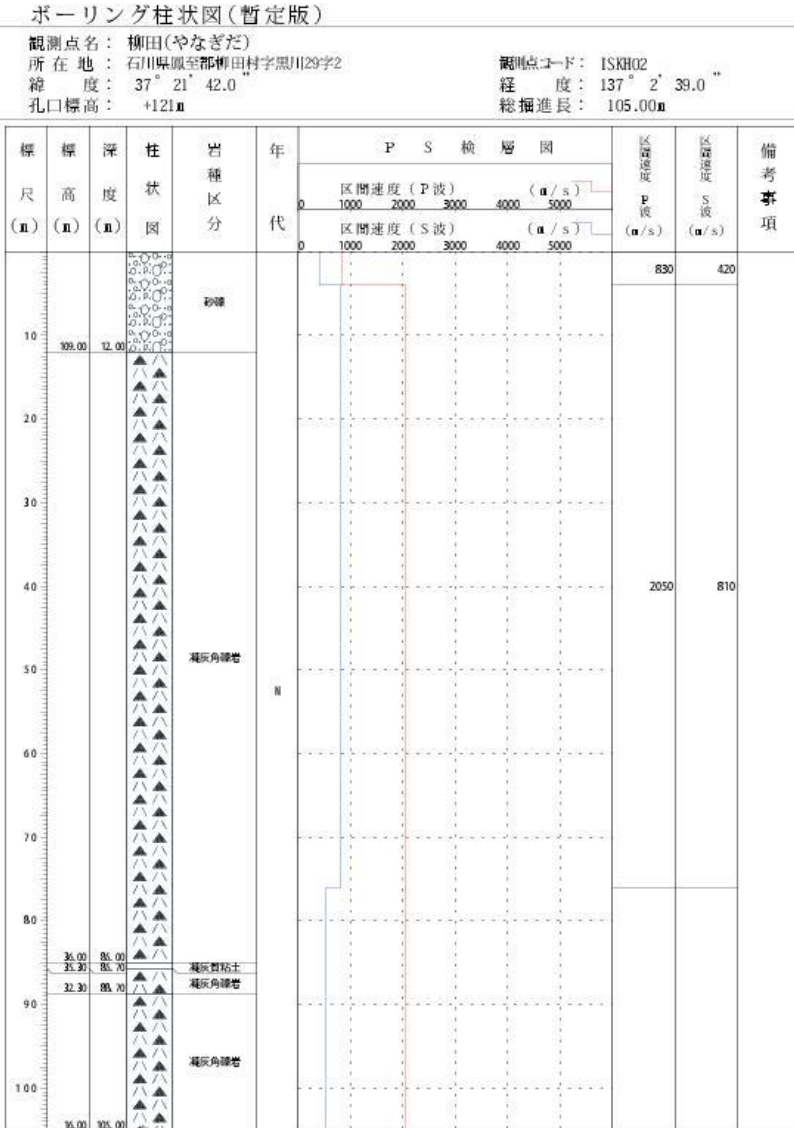
珠洲	ISKH01	200 m
柳田	ISKH02	102 m
内浦	ISKH03	207 m
富来	ISKH04	116 m
穴水	ISKH05	105 m
志賀	ISKH06	200 m
金沢	ISKH07	802 m
津幡	ISKH08	100 m
尾口	ISKH09	106 m

KiK-netサイトの地下構造

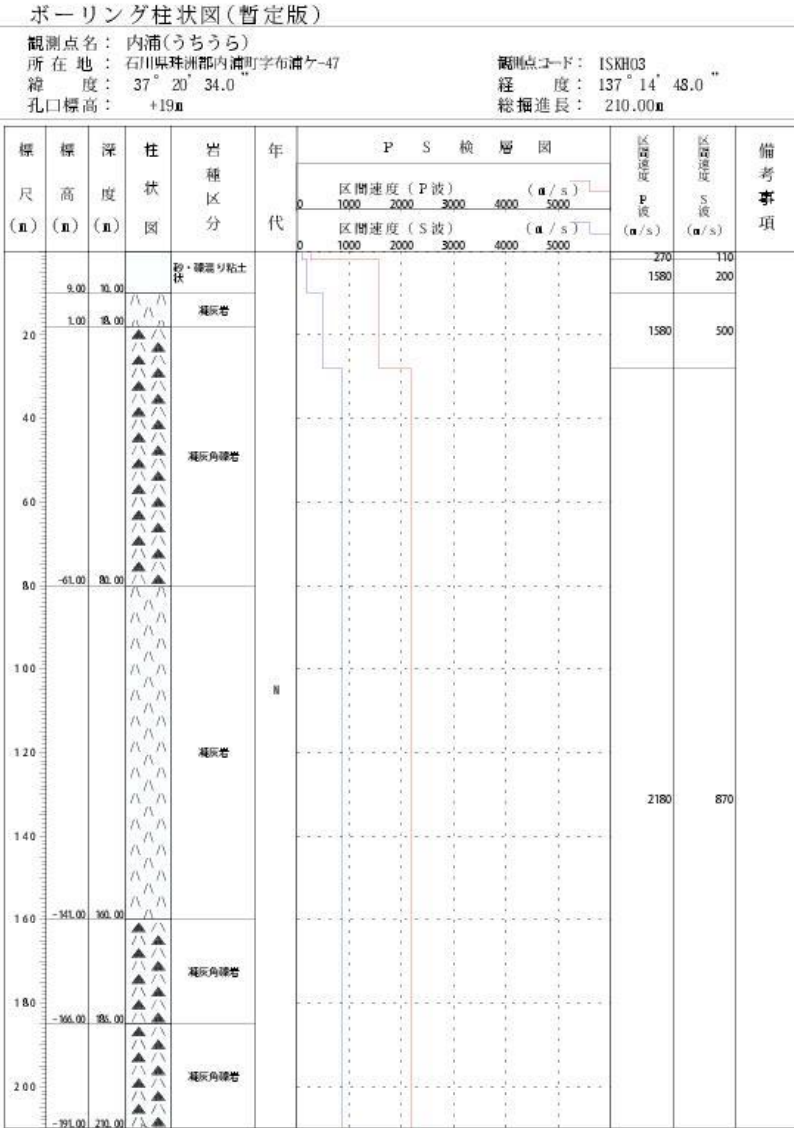
珠洲ISKH01



柳田ISKH02



内浦ISKH03



KiK-netサイトの地下構造

富来ISKH04

ボーリング柱状図(暫定版)

観測点名： 富来(とぎ)
所在地： 石川県羽咋郡富来町大福寺二の218
緯度： 37° 11' 14.0"
孔口標高： +56m

観測点コード: ISKH04
経度: 136° 43' 14.0"
総掘進長: 119.50m

[illegible]

穴水ISKH05

ボーリング柱状図(暫定版)

観測点名： 穴水(あなみず)
所在地： 石川県鳳至郡穴水町字旭ヶ丘13-97
緯度： 37° 13' 10.0"
孔口標高： +56m

観測点コード: ISKH05
経 度: 136° 58' 21.0"
総掘進長: 108.00m

[illegible]

志賀ISKH06

ボーリング柱状図(暫定版)

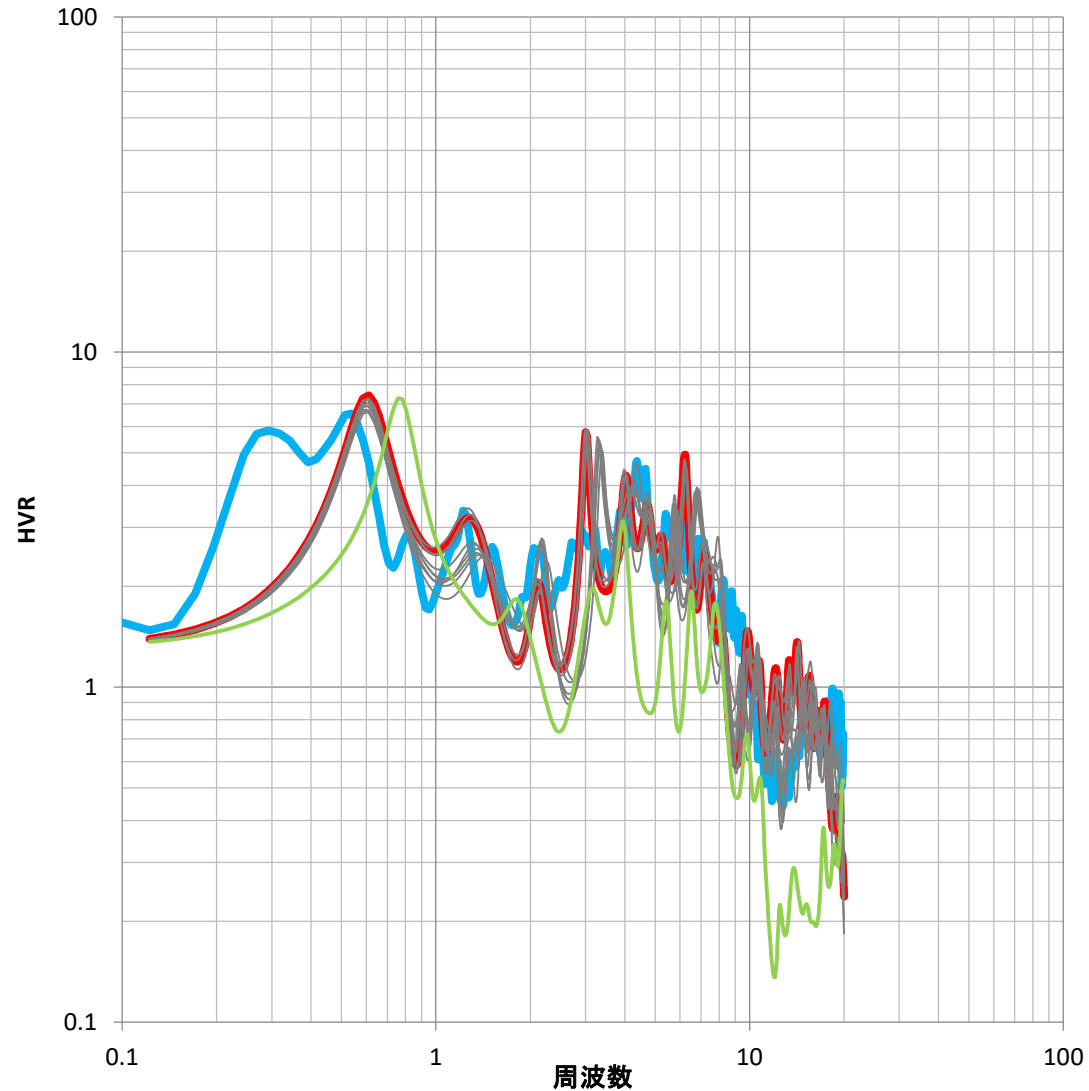
観測点名: 志賀(しか)
所在地: 石川県羽咋郡志賀町富開セ-4-1
緯度: 37° 3' 1.0"
孔口標高: +20m

観測点コード: ISKH06
経 度: 136° 49' 25.0"
総掘進長: 203.45m

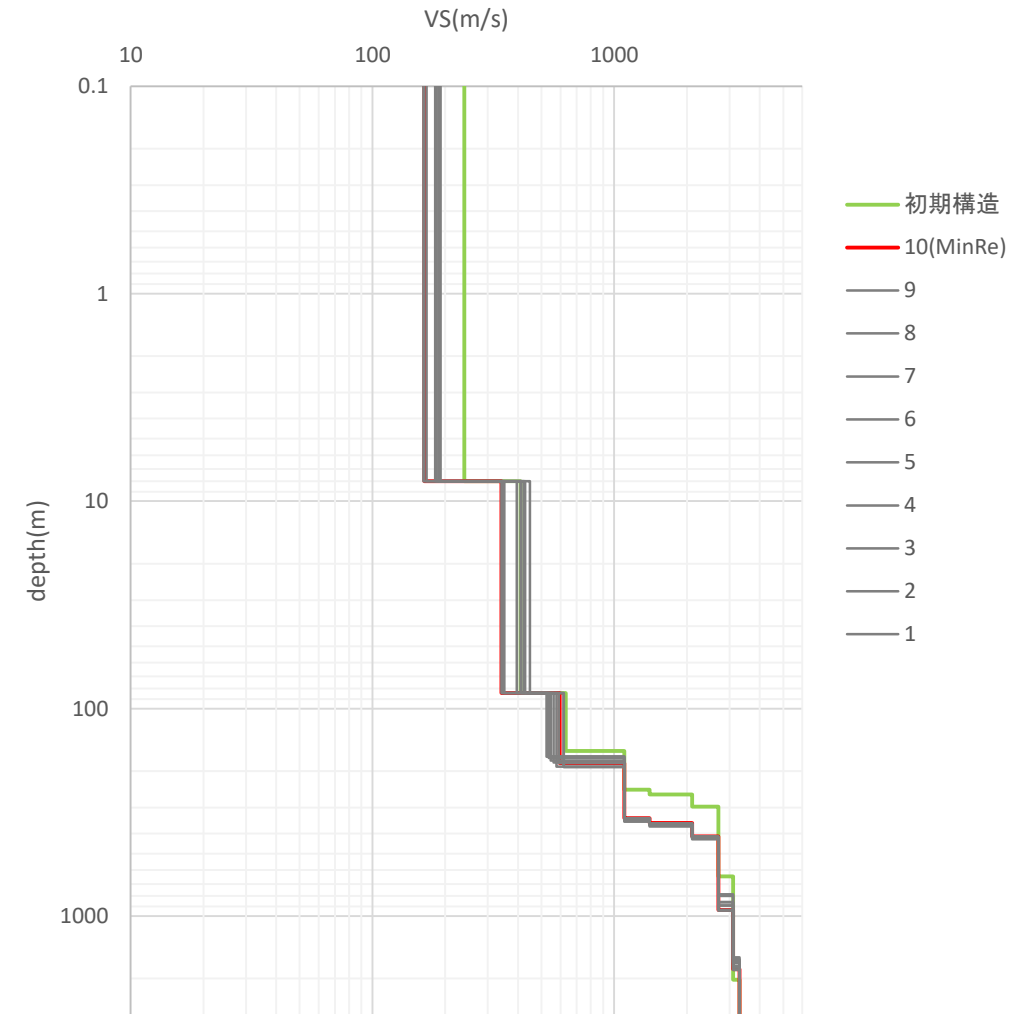
標 尺 (m)	標 高 (m)	深 度 (m)	柱 状 図	岩 種 区 分	年 代	P S 検 層 図		区間 速度 P 波 (n/s)	区間 速度 S 波 (n/s)	備 考 事 項
						区間速度 (P 波) (n/s)				
						0	1000 2000 3000 4000 5000			
10				砂					720	240
	-6.00	28.00								
20										
	-10.00	30.00		シルト					2010	600
30										
				砂岩						
40										
	-30.00	50.00								
50										
					N					
60										
70										
80										
90										
100										
110									1680	480
120										
130										
					N					
140										
150										
160										
	-156.00	176.00								
170										
	-165.65	185.65		炭質頁岩						
180										
	-171.00	191.00		砂質頁岩					1680	600
190										
	-171.00	191.00		炭質頁岩						
200										
	-176.00	196.00		砂質頁岩						
	-176.00	196.00		炭質頁岩						
	-180.20	200.20		砂質頁岩						
	-180.40	200.40		炭質頁岩						

地下構造の同定結果(珠洲)ISKH01

各理論値のEHVSRと観測値

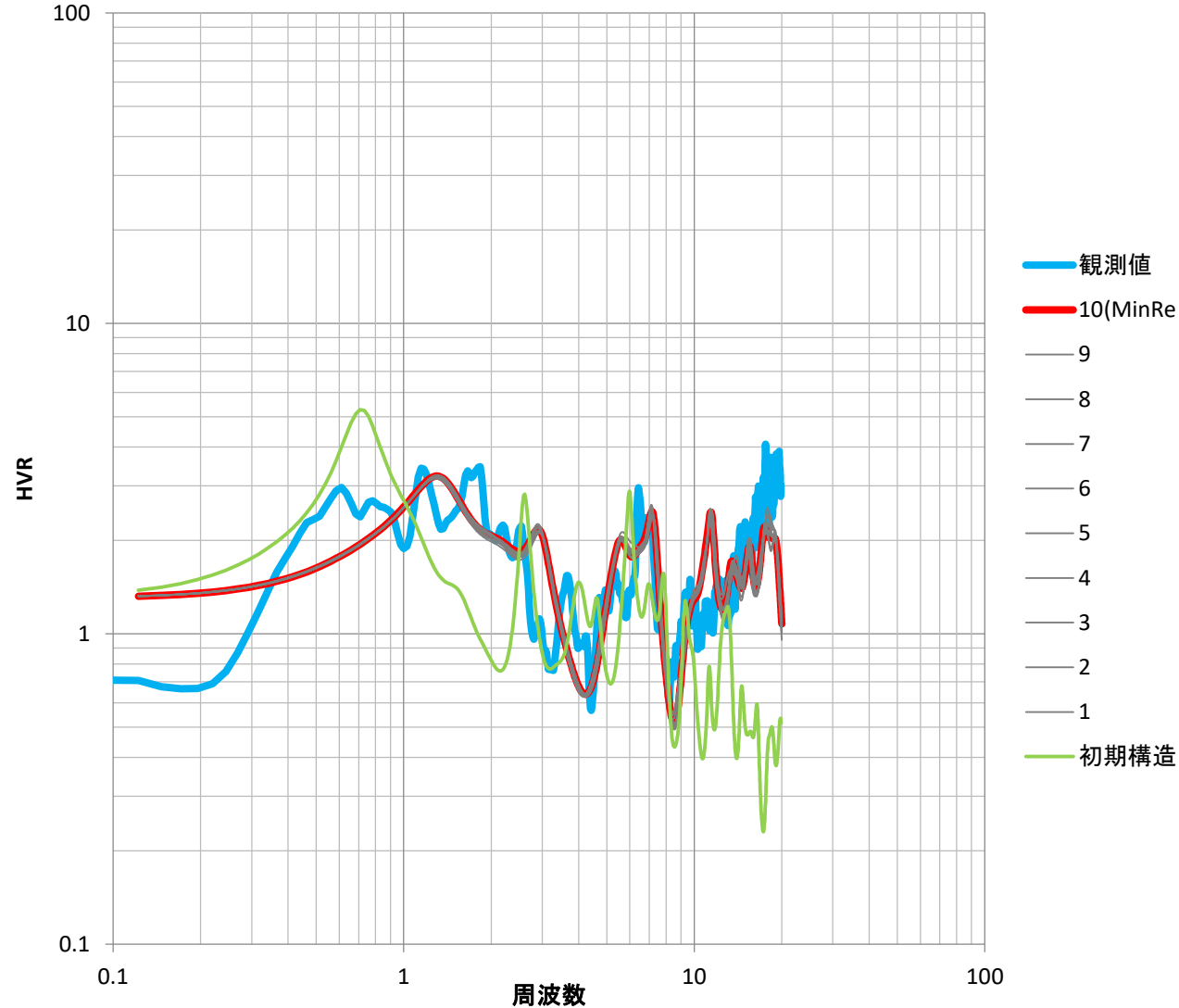


深部の速度構造Vs

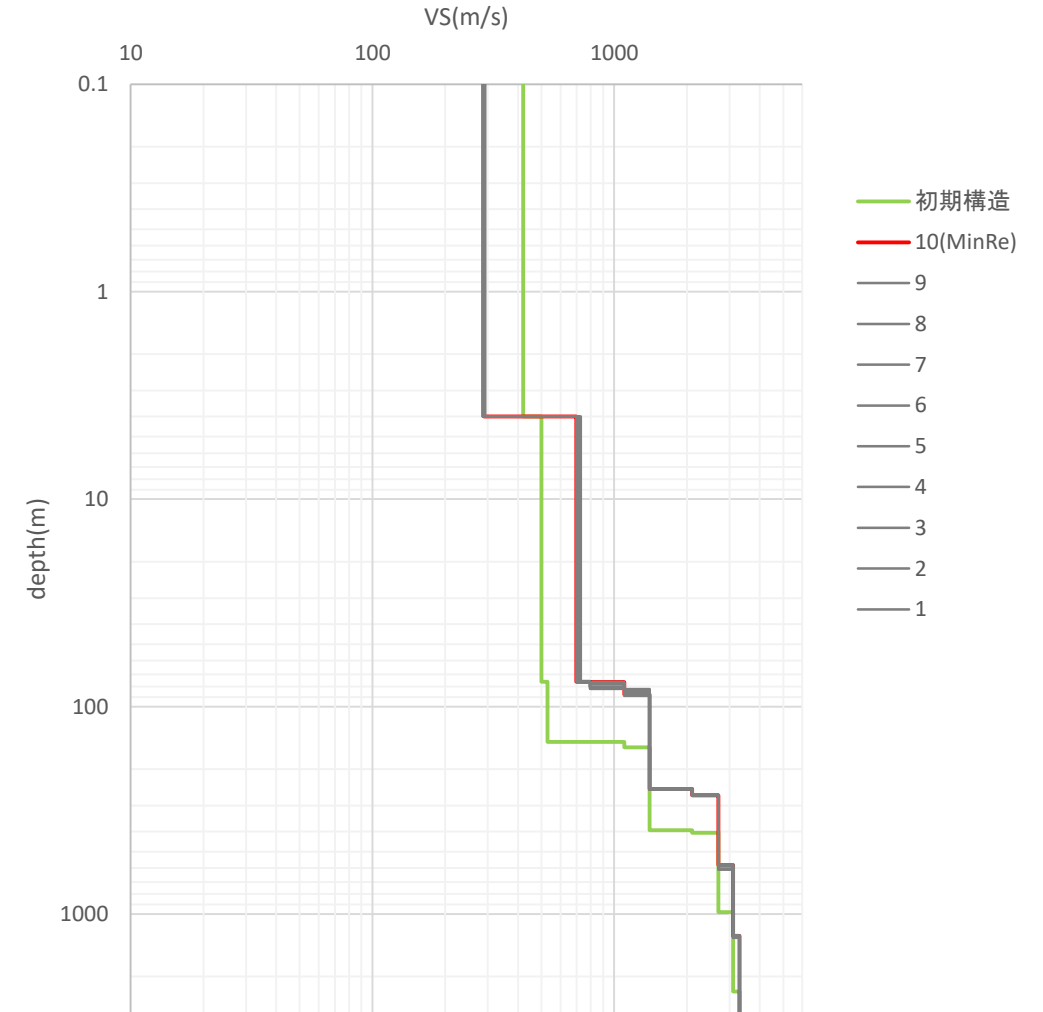


地下構造の同定結果(柳田)ISKH02

各理論値のEHVSRと観測値

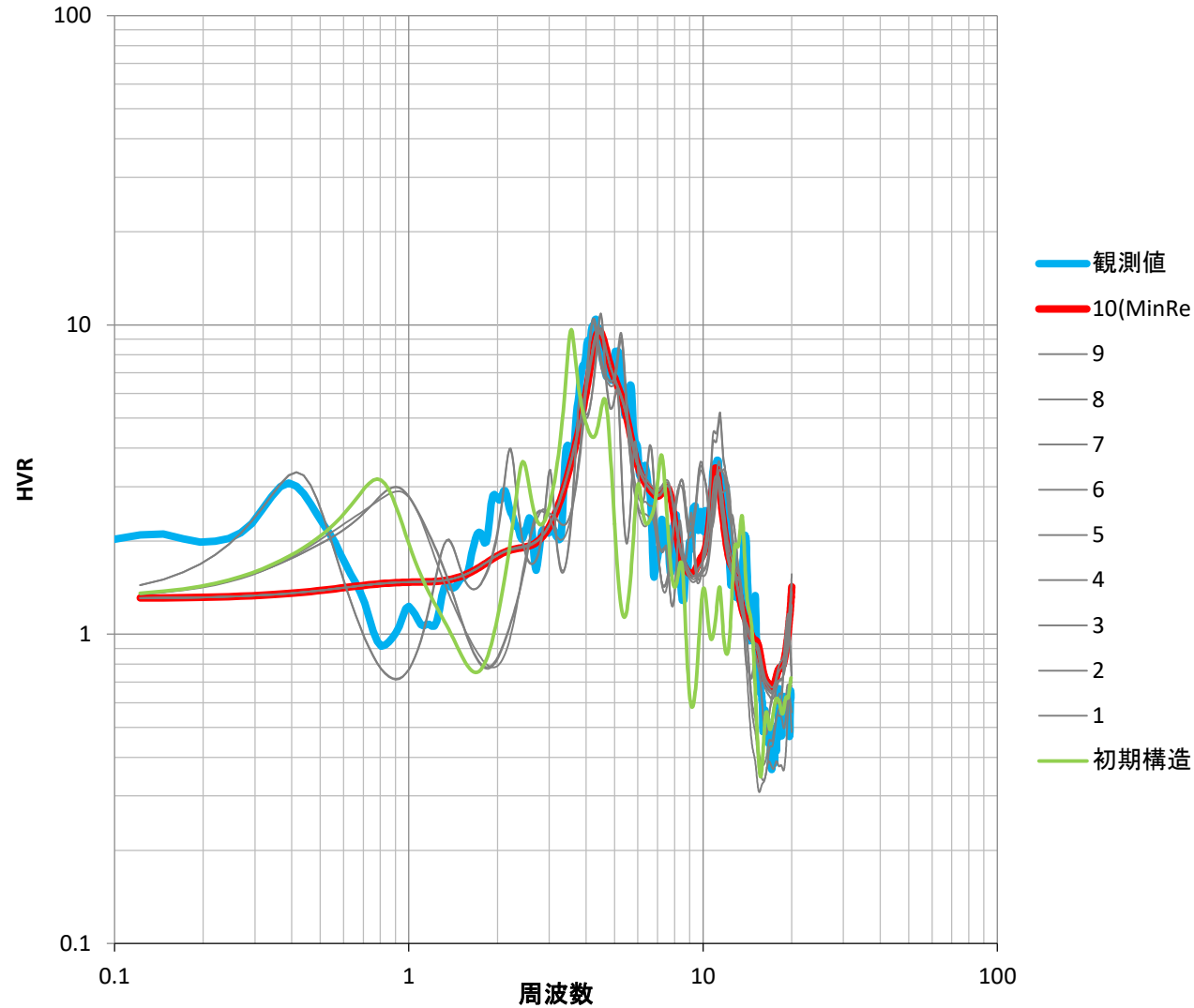


深部の速度構造Vs

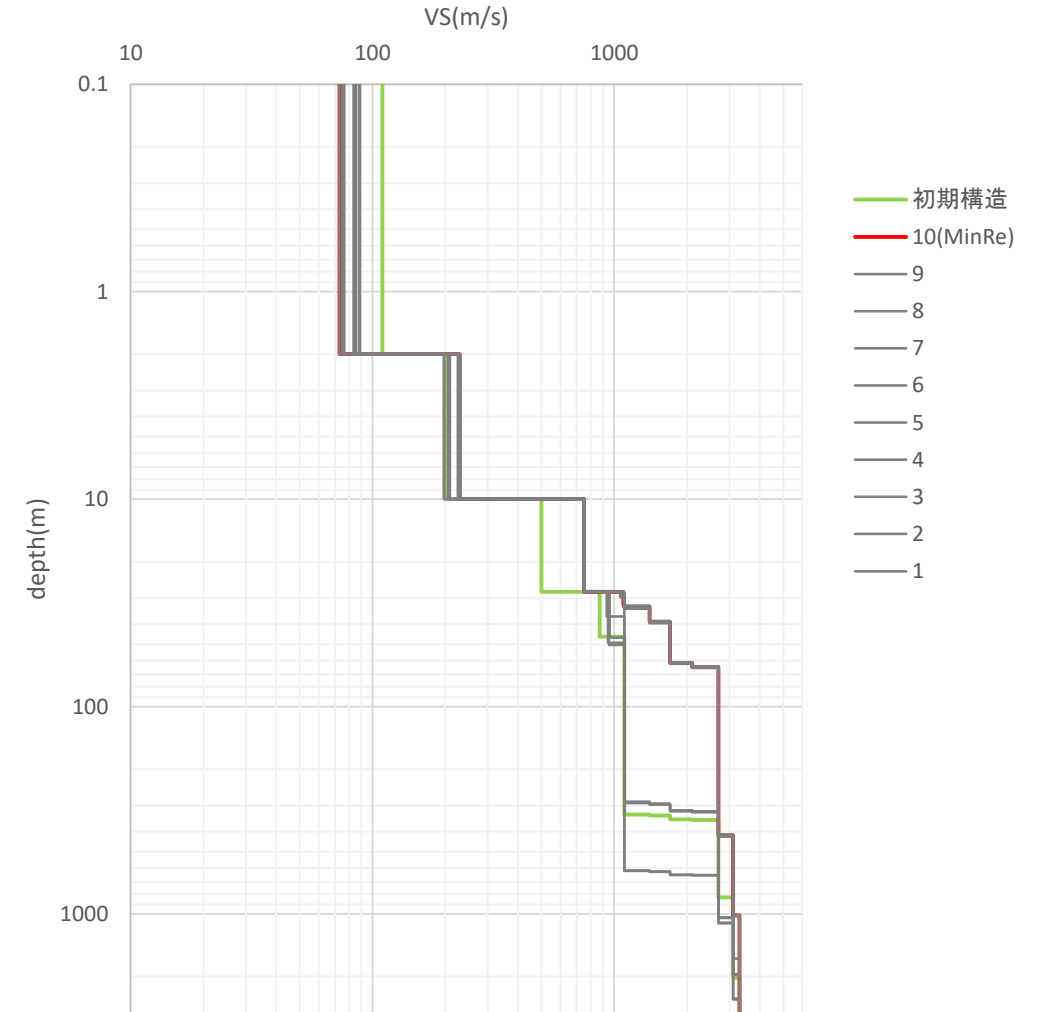


地下構造の同定結果(内浦)ISKH03

各理論値のEHVSRと観測値

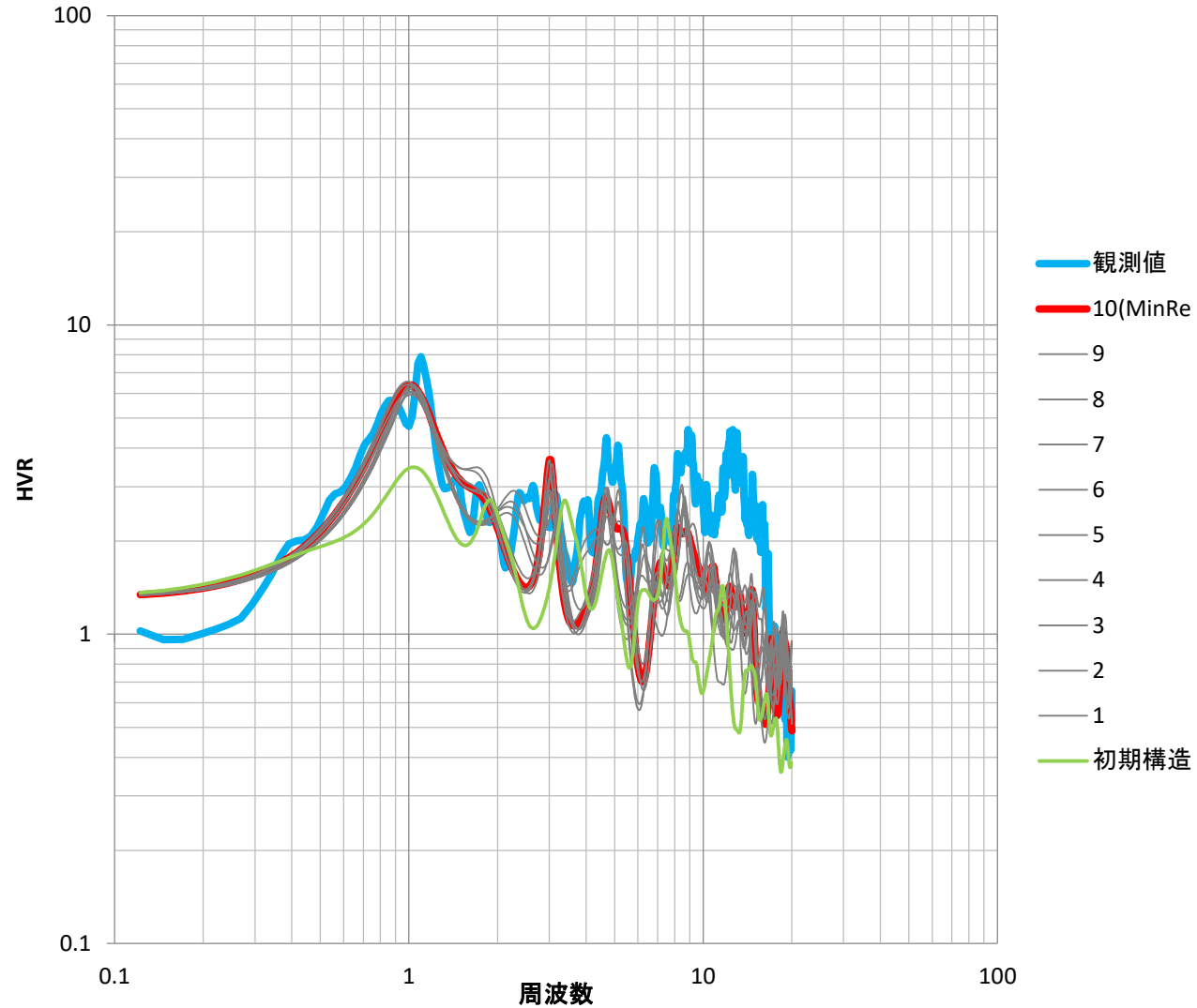


深部の速度構造Vs

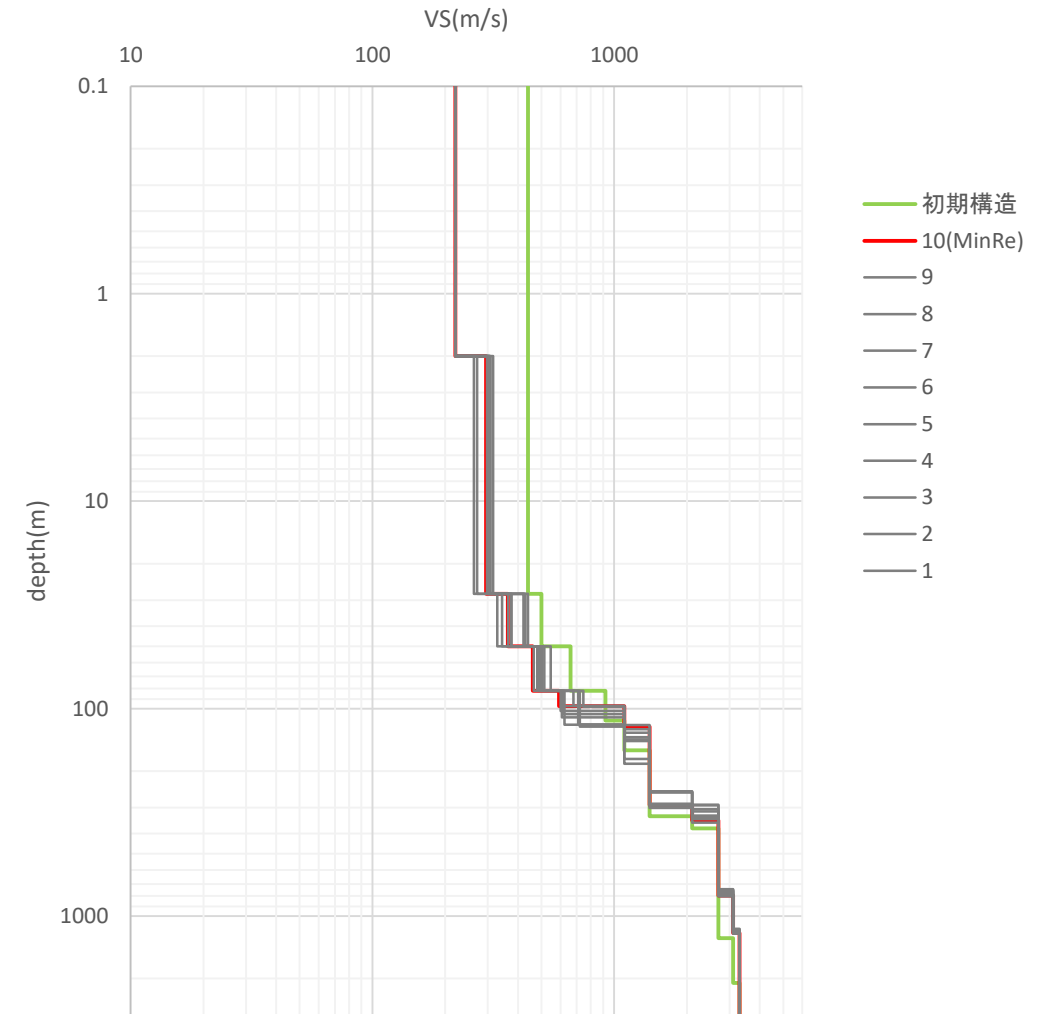


地下構造の同定結果(富来)ISKH04

各理論値のEHVSRと観測値

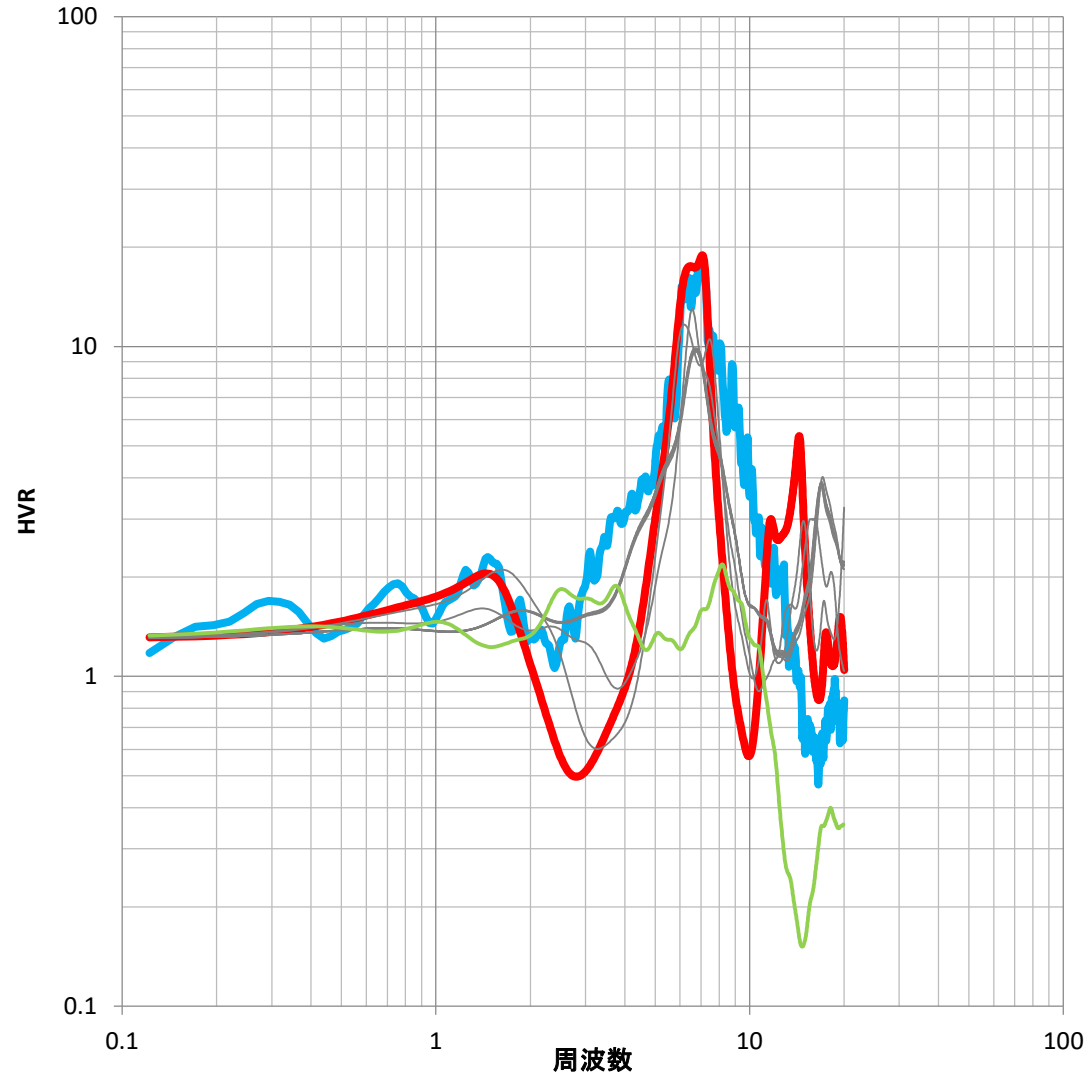


深部の速度構造Vs

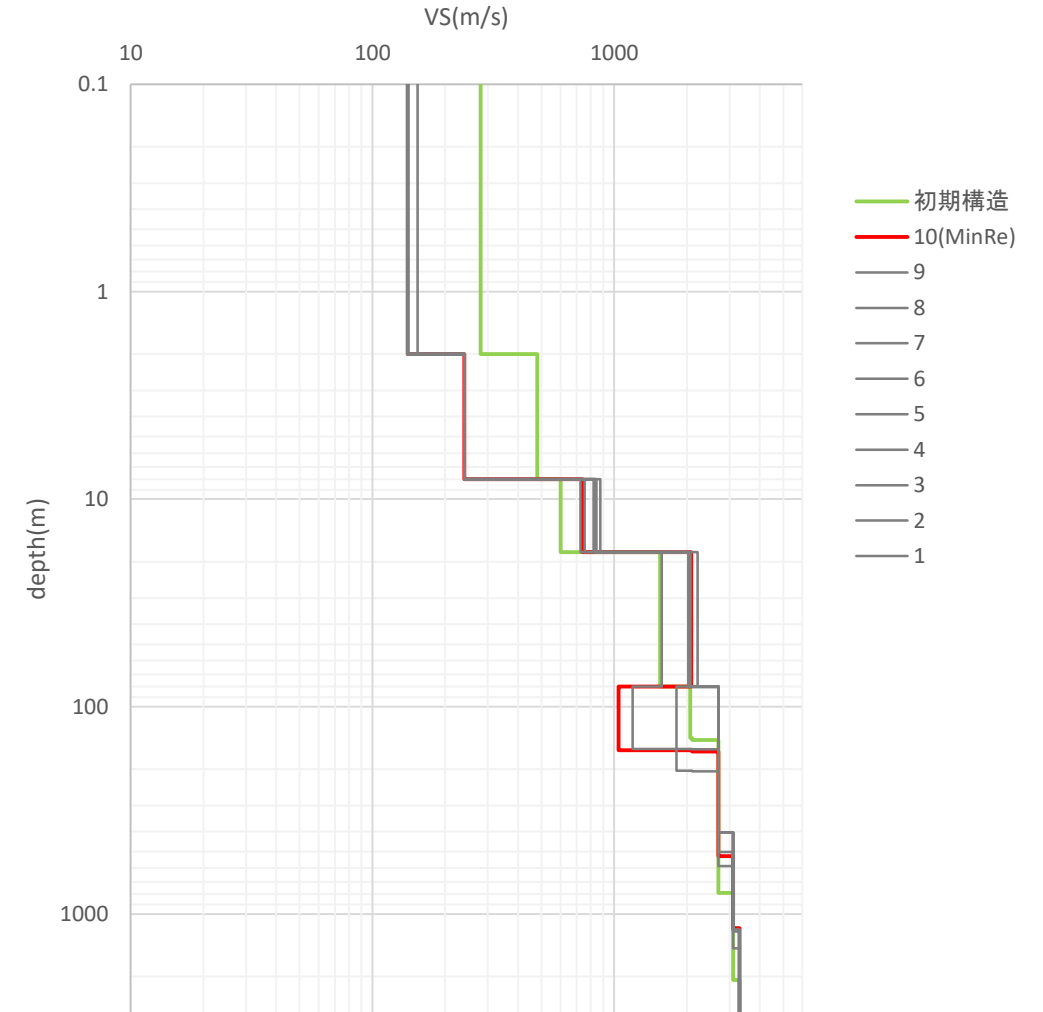


地下構造の同定結果(穴水)ISKH05

各理論値のEHVSRと観測値

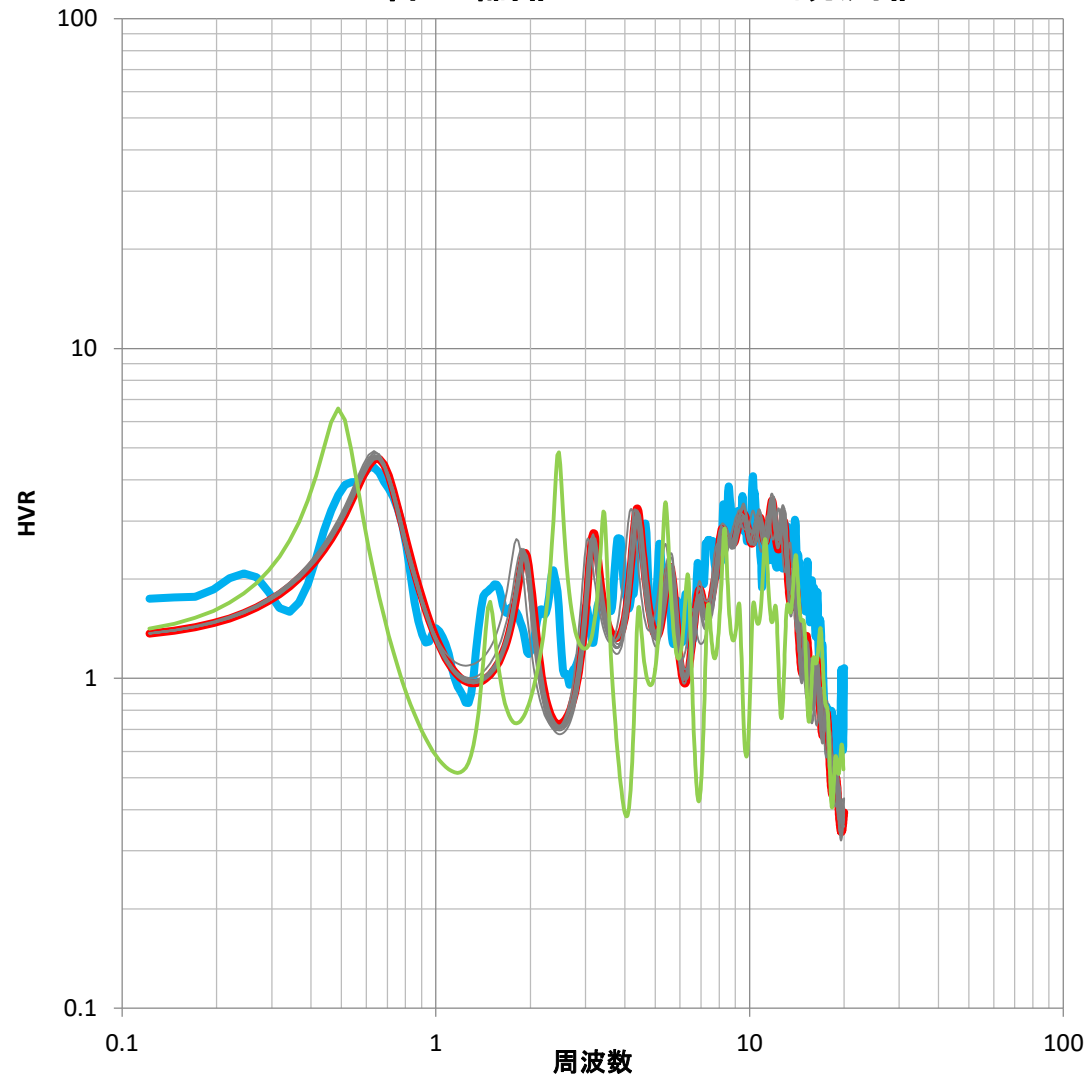


深部の速度構造Vs

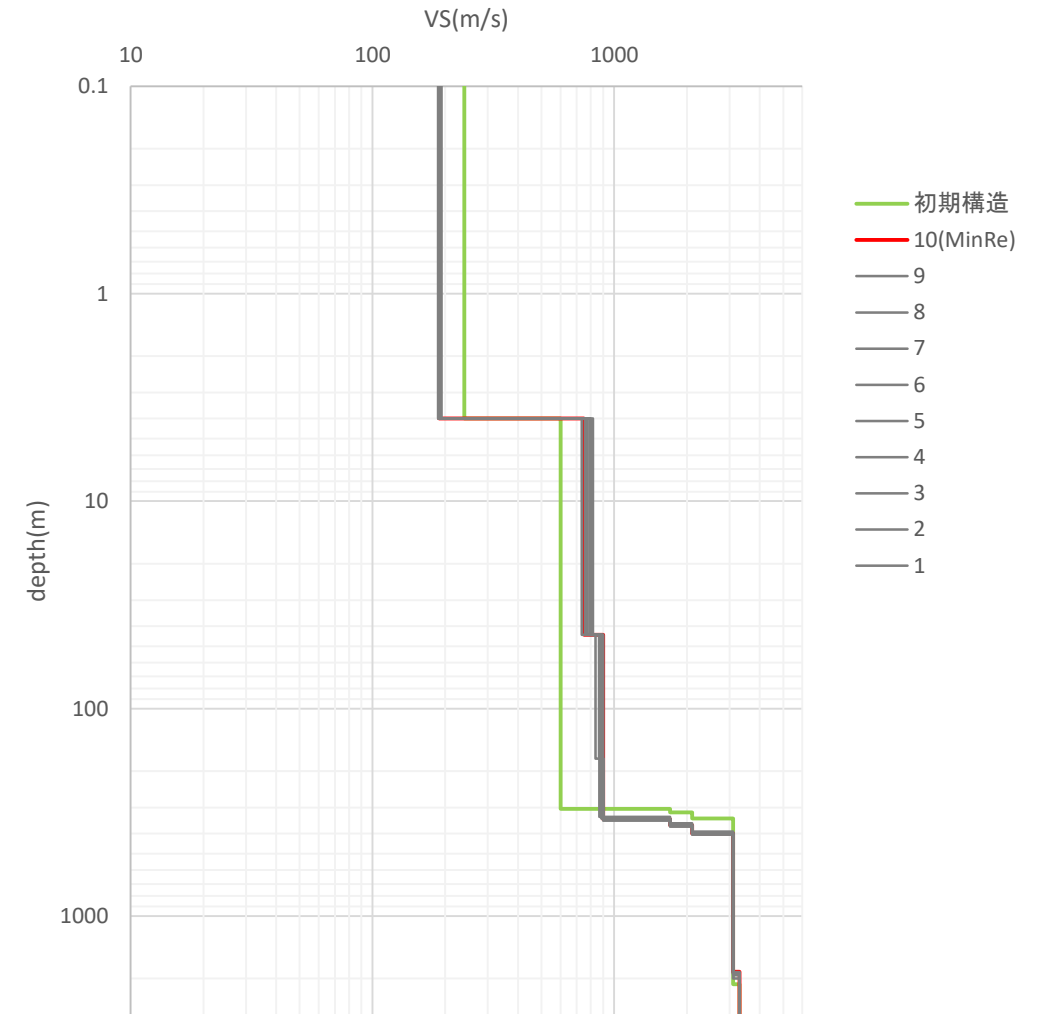


地下構造の同定結果(志賀)ISKH06

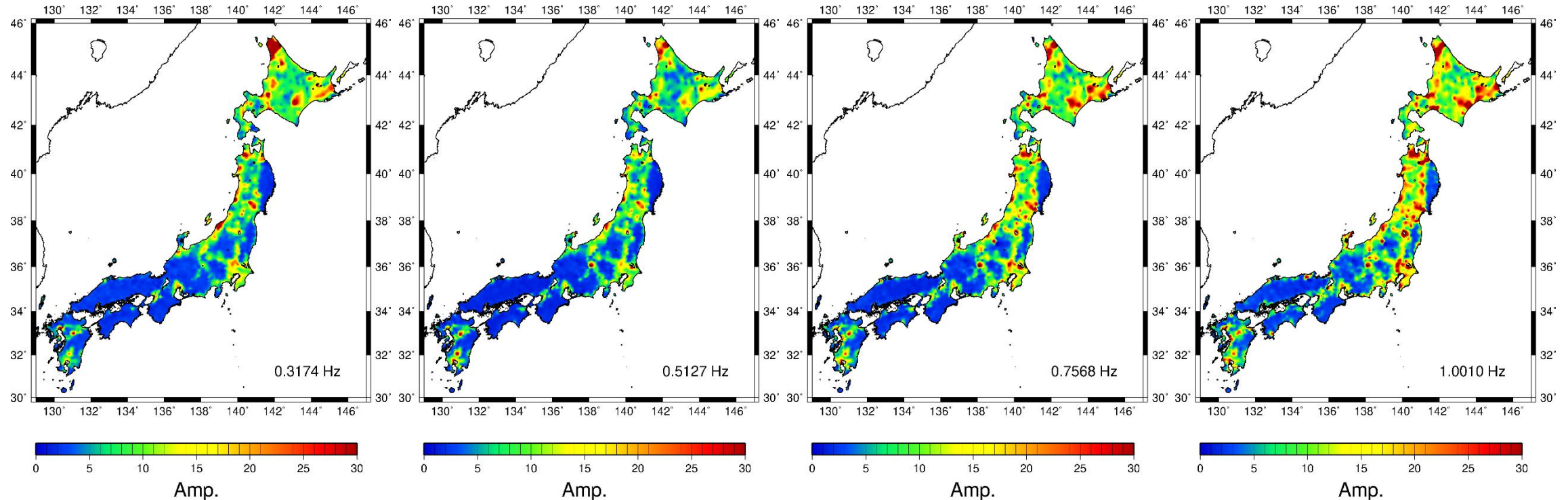
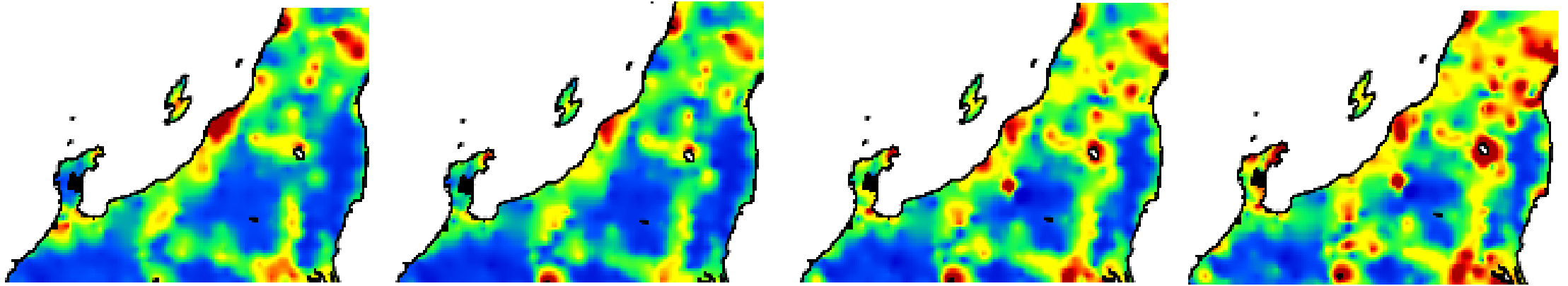
各理論値のEHVSRと観測値



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(ボーリング+J-SHIS)に忠実な同定スキームでは凡そは説明できるものの、一部を除き、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。

謝辞

- 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。