2016/05/09　長嶋
KMMH16 の観測 HVR および同定 v2.1

KMMH16 の観測 HVR とそれを用いた構造同定

本稿では KiK-net 益城における地下構造を拡散波動場理論(Kawase et a;. 2011,BSSA)に基づき、Nagashima et al. (2013)に記載の HHS インバージョン手法を用いて同定したのでその概要をまとめた。

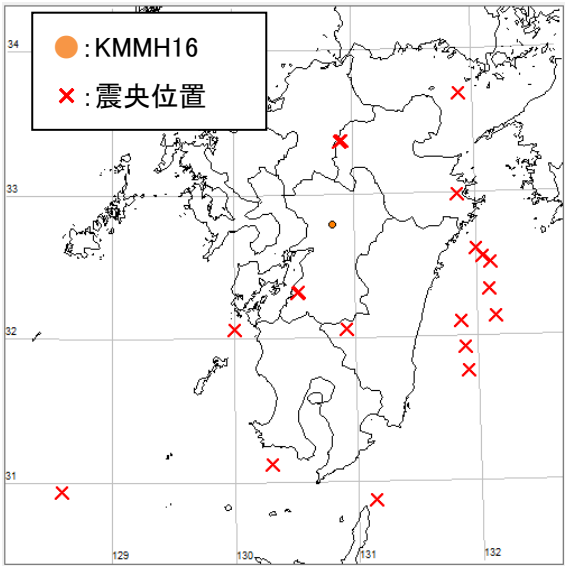
１．観測地震動 HVR の計算

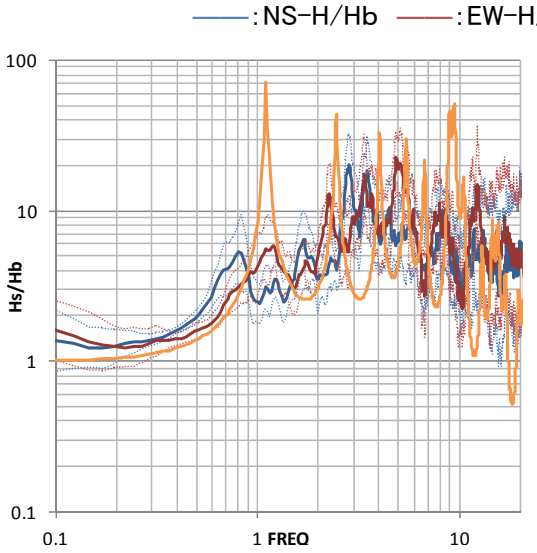
2016/04/14 本震以前の地震動 19 波の S 波以降 40.96 秒を用いて HVR を計算する。
PGA>2gal，震源距離＞50km でデータを選択。以下に用いたデータを示す。

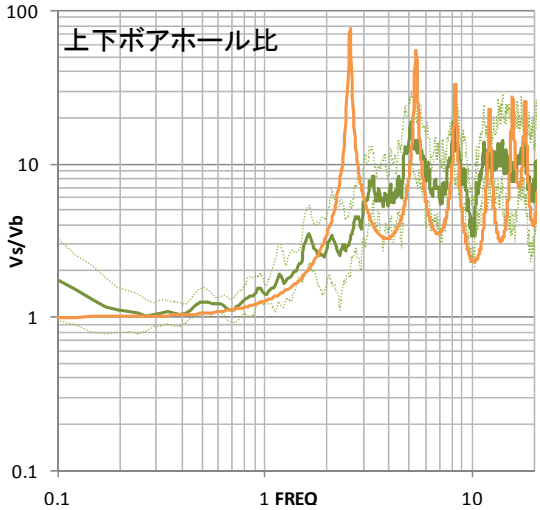
表１　用いた弱震動データの諸元

Date	Mag	Lat	Long	Dep	3 成分 PGA
08/03/10 10:44	5.1	31.763	131.918	29	2.6442
08/09/03 23:32	4	33.375	130.898	13	2.166
09/04/05 18:36	5.6	31.928	131.893	28	5.3027
09/06/25 23:04	4.7	33.368	130.892	12	5.274
09/08/03 20:18	4.7	32.317	130.53	7	18.5607
09/08/05 12:51	5	32.518	132.118	33	4.6139
09/08/06 11:22	4.3	32.322	130.533	7	7.9969
09/08/31 21:11	3.9	33.375	130.912	12	2.2095
09/09/03 22:26	6	31.125	130.3	167	3.1494
09/10/29 02:37	4.7	32.322	132.098	26	2.9013
10/01/25 16:15	5.4	30.873	131.15	49	2.182
12/01/30 03:18	4.9	32.613	132.003	39	6.8968
12/06/04 15:51	4.4	32.06	130.923	9	2.0633
12/08/17 08:46	4.9	32.063	129.998	10	4.6177
14/03/14 02:07	6.2	33.692	131.89	78	9.8725
14/04/04 00:46	4.3	32.563	132.052	35	2.9597
14/08/29 04:14	6	32.14	132.145	18	8.5157
15/07/13 02:52	5.7	32.992	131.855	58	24.7521
15/08/26 07:51	5.2	32.107	131.863	34	4.2997
15/11/14 05:51	7.1	30.942	128.59	17	4.178

2016/05/09　長嶋
KMMH16 の観測 HVR および同定 v2.1







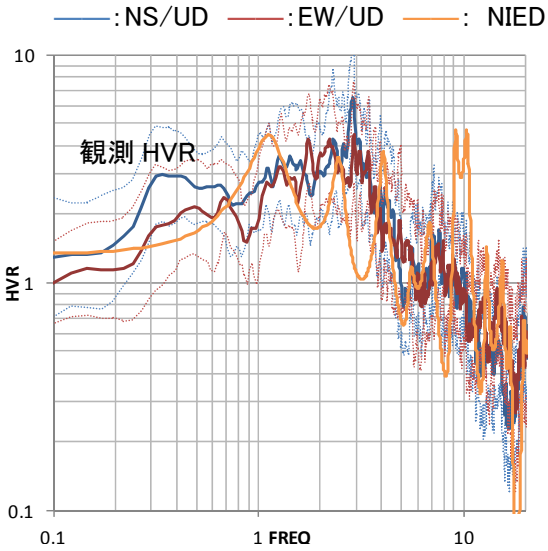
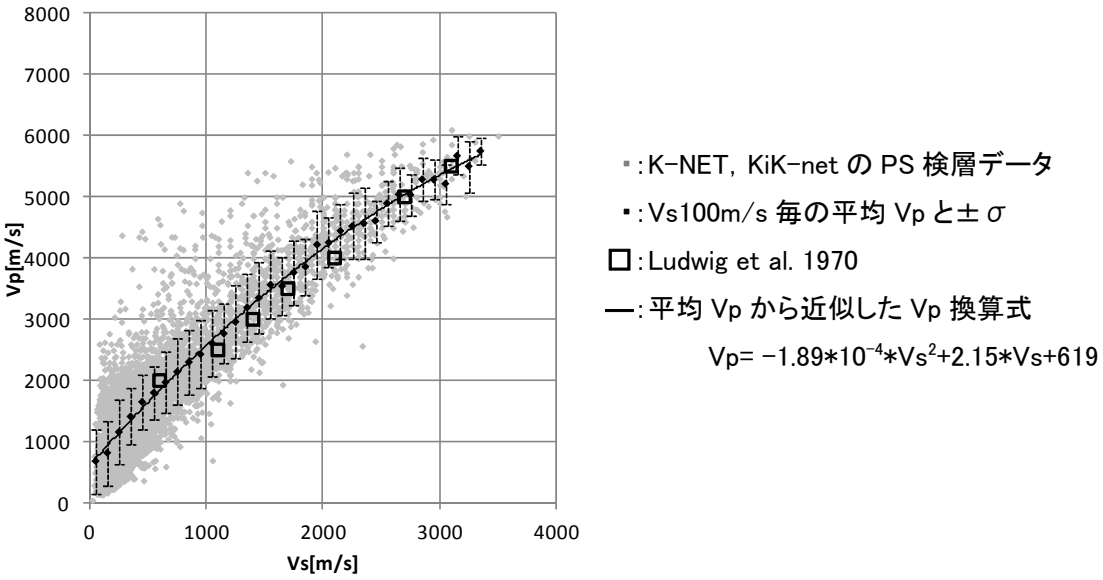


表２　ボーリングデータによる速度構造と地質(NIED)

Vs[m/s]	Vp[m/s]	H[m]	Depth[m]	SOIL
110	240	3	3	火山灰質粘土
240	380	12	15	火山灰質粘土，砂
500	1180	18	33	軽石凝灰岩
400	1180	8	41	火山灰質粘土
760	1950	28	69	砂，砂礫
820	2300	32	101	凝灰角礫岩，安山岩
1470	2800	32	133	安山岩
700	2800	10	143	凝灰角礫岩
1380	2800	26	169	熔結凝灰岩，安山岩
840	2300	32	201	凝灰岩，安山岩
1470	2300	33	234	安山岩
2700	4800	－	252	安山岩
2700	4800	18	252	地震計設置位置

２．地震動 HVR を用いた地盤構造同定

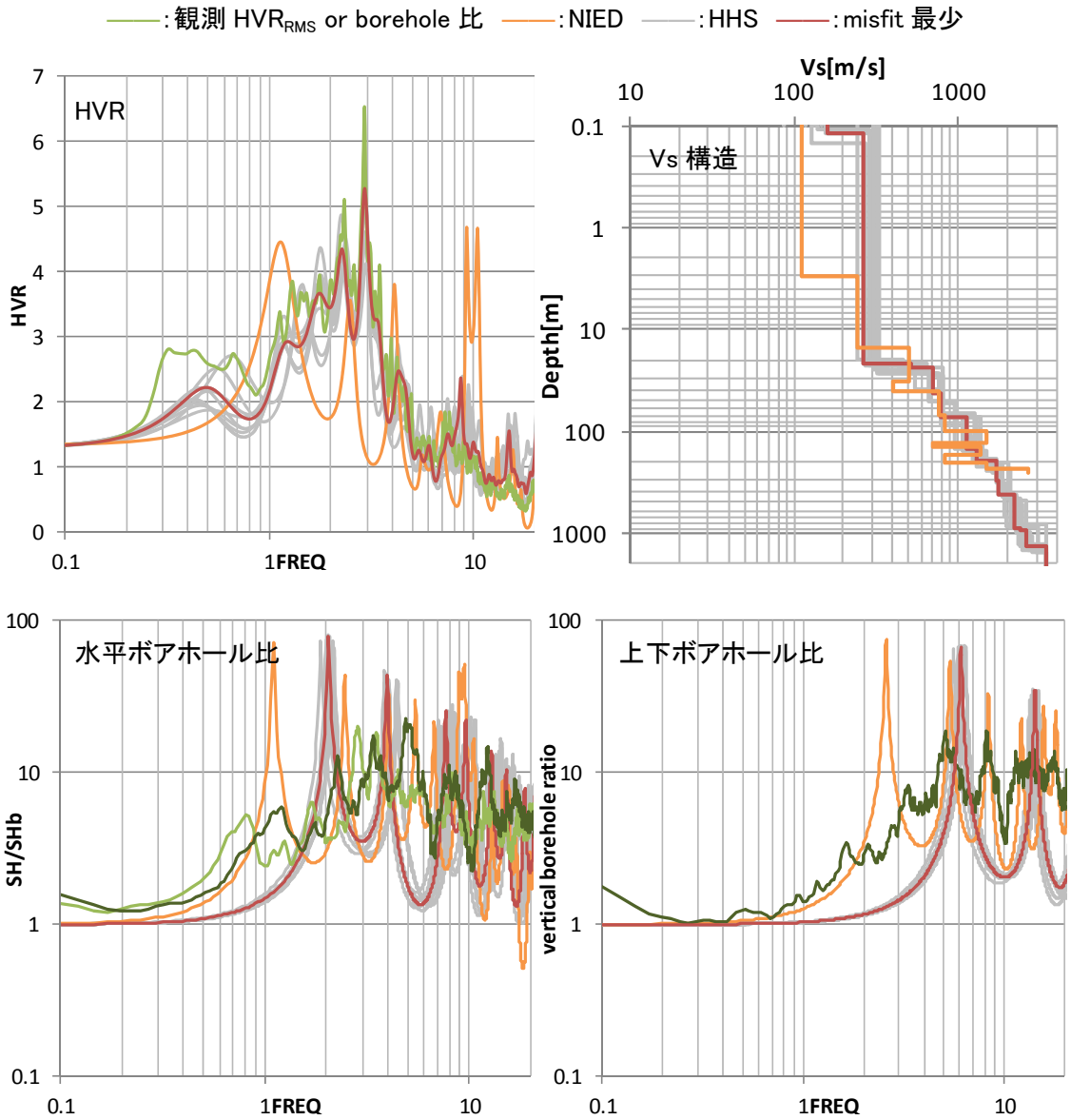
弱震平均 HVR を再現するような地盤構造を，地震動の拡散波動場理論に基づいて同定した。Vp 換算式(K-NET および KiK-net の PS 検層データから作成)を用いた Vs と層厚の同定，および換算式±標準偏差の範囲で Vp の同時同定も試みた。



K-NET および KiK-net での PS 検層結果と平均 Vp，平均 Vp 近似式

2016/05/09　長嶋
KMMH16 の観測 HVR および同定 v2.1

２．１．同定結果：Vp を近似式で換算した場合



2016/05/09　長嶋
KMMH16 の観測 HVR および同定 v2.1

２．２．同定結果：Vp を Average± σ で同定した場合

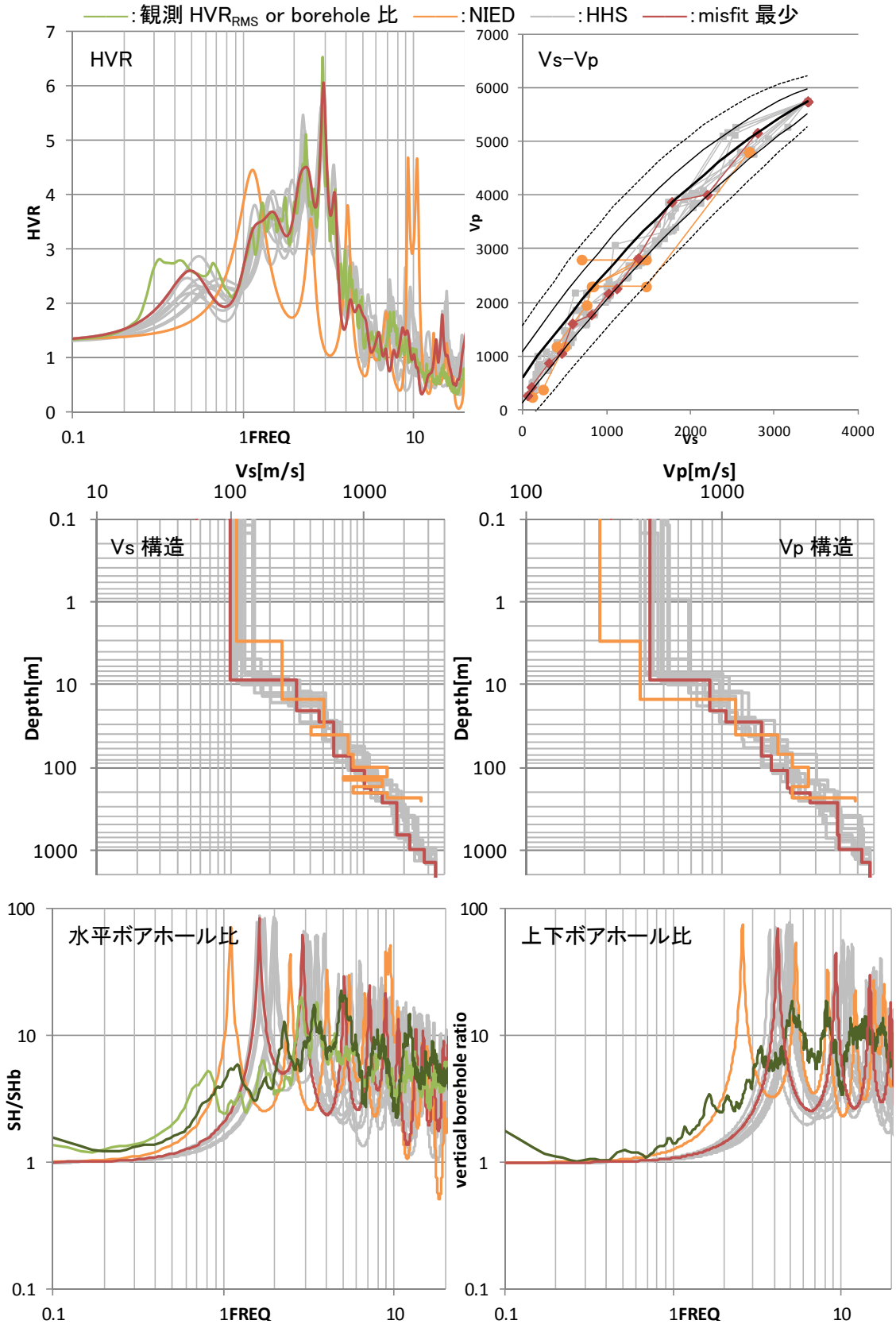


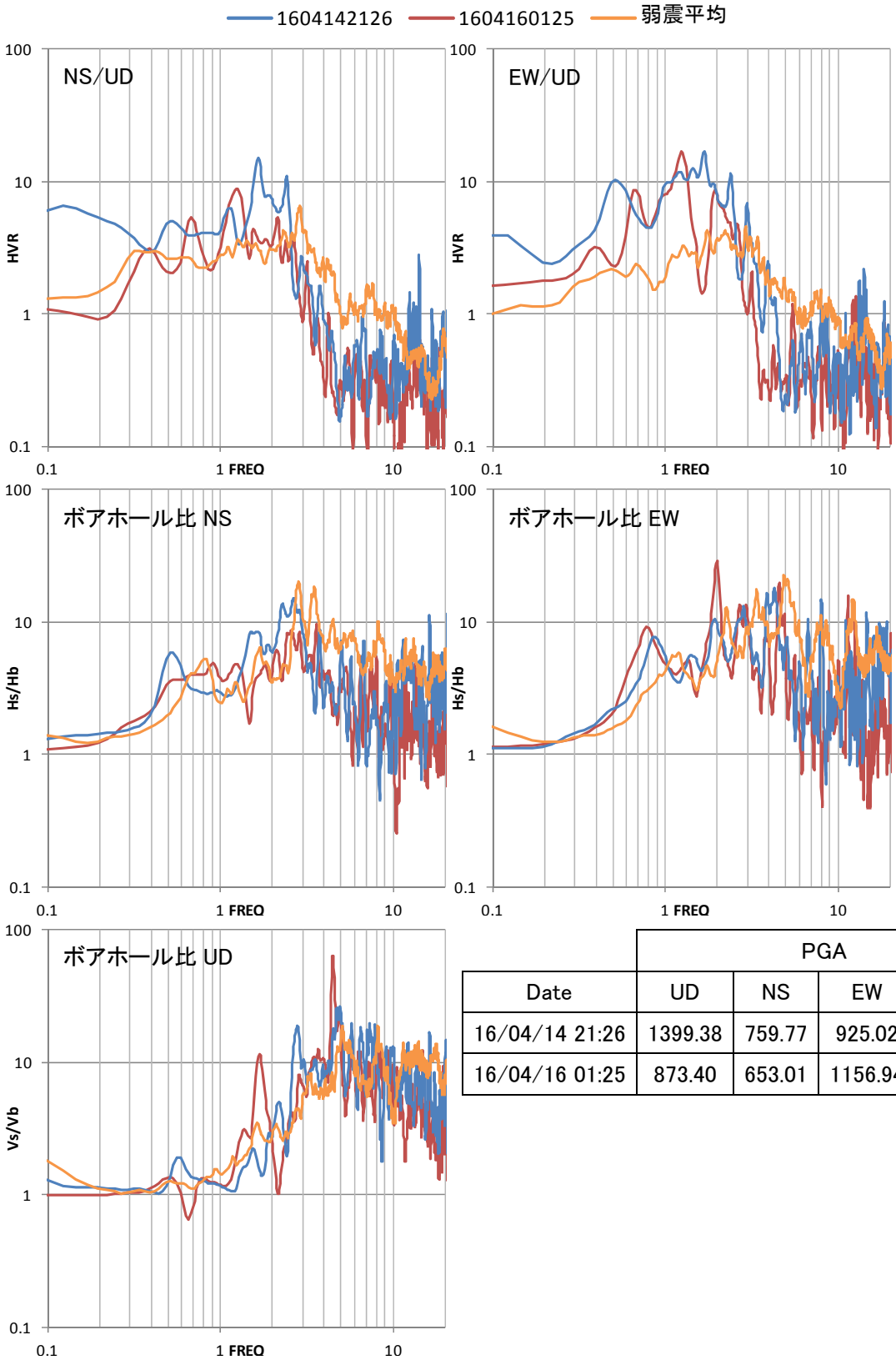
表3　同定結果のまとめ

Vp 換算のケース				Vp 同定のケース			
Vs	Vp	H	Depth	Vs	Vp	H	Depth
[m/s]	[m/s]	[m]	[m]	[m/s]	[m/s]	[m]	[m]
158.55	955.13	0.12	0.12	55.06	269.94	0.02	0.02
260.83	1166.93	21.61	21.73	100.76	428.13	8.65	8.67
515.82	1677.73	1.58	23.31	309.24	874.77	12.23	20.9
698.5	2028.56	18.37	41.68	461.04	1058.5	6.92	27.82
788.72	2197.17	30.94	72.62	589.5	1610.9	45.37	73.18
1113.3	2778.34	76.9	149.52	815.82	1775.34	36.24	109.42
1310.51	3111.99	49.83	199.35	1020.38	2168.44	71.18	180.6
1695.51	3721.03	105.65	305	1119.52	2261.46	24.34	204.95
1748.46	3800.39	117.05	422.05	1375.26	2826.69	61.08	266.02
2176.96	4403.76	483.63	905.68	1775.38	3873.5	403.49	669.52
2375.5	4659.79	29.2	934.88	2199.32	4006.73	318.07	987.59
2612.49	4945.92	419.66	1354.55	2799.18	5161.24	396.08	1383.67
3400	5744.16	－	1354.55	3400	5744.16	－	1383.67

以上をまとめると、観測水平上下比を用いた同定により、観測結果をよく説明できる構造を求めることができたが、いずれの構造も、そして初期値に用いたボーリングデータによる構造もボアホール観測点間のスペクトル比をうまく説明できなかった。ボーリングデータによる初期値と同定した２ケースの中では P 波速度を S 波速度の関数として従属変数として同定したケースが最もよくボアホール観測点間のスペクトル比を説明した。その速度構造は簡単にまとめれば、22m のある程度固い表層の下に 50m ほどの風化堆積岩層があり、その下 120m ほどで比較的低速度の花崗岩層に達するという構造である。

2016/05/09　長嶋
KMMH16 の観測 HVR および同定 v2.1

弱震平均 HVR と最大前震，本震の HVR との比較



	PGA			
Date	UD	NS	EW	3 成分
16/04/14 21:26	1399.38	759.77	925.02	1579.68
16/04/16 01:25	873.40	653.01	1156.94	1362.08

上記の観測結果から見る限り、前震・本震とも顕著な非線形性を呈していたとは考えにくい。しかしボアホール - 地表間のスペクトル比がほぼ似ているのに、水平上下比のピークレベルに違いが生じている理由がよくわからない。

以上