

平成19年(2007年)能登半島地震(Mj6.9)の強震動について

2003年03月25日09時42分頃、能登半島沖でマグニチュード6.9(気象庁発表暫定値)の地震が発生し、石川県七尾市、輪島市、穴水町で震度6強を、輪島市、志賀町、中能登町、能登町で震度6弱を観測したほか、北陸地方を中心に北海道から中国・四国地方にかけて震度5強～1を観測している^[1]。また、石川県珠洲市や金沢市で20cmの津波を観測している。この地震により、死者1名、負傷者200名以上の人的被害が出ている他、住家や道路など被害が多数発生している^[2]。気象庁では、この地震を「平成19年(2007年)能登半島地震」と命名している^[3]。

1. 震源

表1.1に、気象庁による震源の諸元^[4]を、図1.1に防災科研Hi-netによる震央位置^[5]を示す。

図1.2に、防災科研F-netによるメカニズム解^[6]を示す。

今回の地震は、西北西-東南東方向の張力軸を持っており、ユーラシアプレート内の横ずれ成分を含む逆断層型の地震であったと考えられている^[1]。

表1.1 気象庁による震源の諸元 (気象庁^[4]より)

発震日時	震央位置		震源深さ [km]	マグニ チュード
	緯度	経度		
2007/03/25 09:42	37.220	136.685	11	6.9

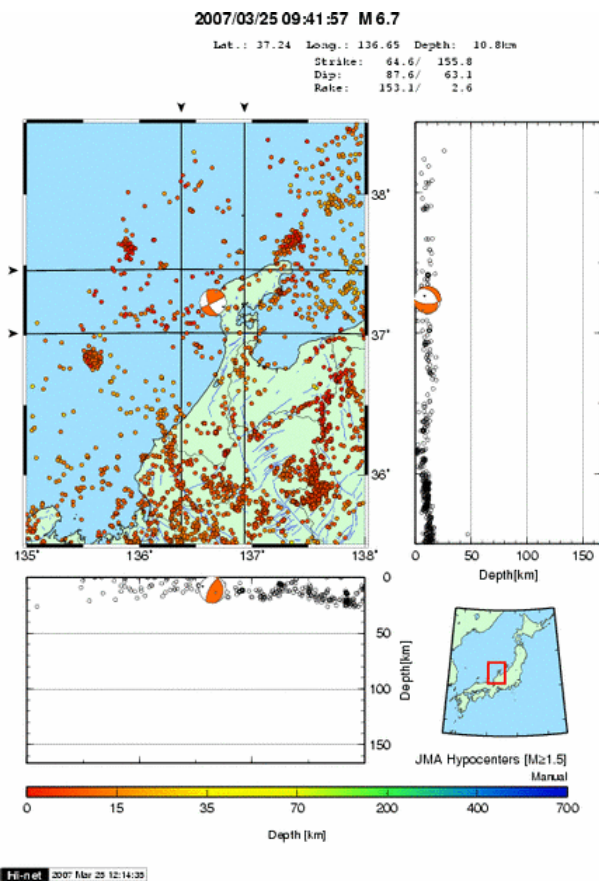


図1.1 震央位置 (防災科研Hi-net^[5]を引用)

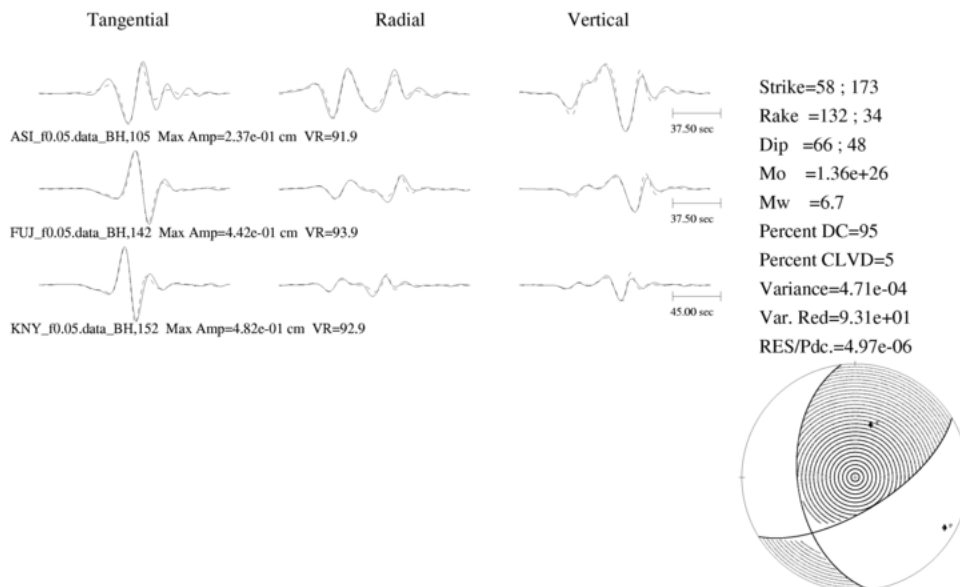


図1.2 防災科研F-netによるメカニズム解 (防災科研F-net^[6]を引用)

2. 各機関での観測値

ここでは、各機関によって観測され、現時点で公表されている情報から、観測値の分布を整理する。

震度観測点での震度階級^{[7][8]}は表2.1、図2.1の通りである。

防災科研K-NET、KiK-net、港湾地域強震観測の観測点および一部の気象庁観測点については、得られた強震波形データがウェブサイトで公開されている^{[9][10][11][12]}。また、国土交通省の観測点については、観測された最大加速度とSI値がウェブサイトで公表されている^[13]。

各機関の観測点での観測値(最大加速度、最大速度、SI値、計測震度)の分布を図2.2～2.5に示す。

表2.1 震度4以上を観測した気象庁震度発表地点(気象庁^[7]より)

震度	震度発表地点		
震度6強	七尾市田鶴浜町* 穴水町大町*	輪島市鳳至町	輪島市門前町走出*
震度6弱	輪島市河井町* 志賀町末吉千古* 能登町宇出津	志賀町富来領家町 中能登町末坂*	志賀町香能* 中能登町能登部下*
震度5強	七尾市本府中町	七尾市袖ヶ江町*	珠洲市正院町*
震度5弱	珠洲市大谷町* 宝達志水町子浦* かほく市浜北* 氷見市加納* 刈羽村割町新田*	羽咋市柳田町 中能登町井田* 滑川市寺家町* 小矢部市水牧*	羽咋市旭町* 能登町柳田* 舟橋村仏生寺* 射水市本町*
震度4	輪島市舩倉島 金沢市弥生* 加賀市直下町 津幡町加賀爪 白山市白峰* 富山市八尾町福島 富山市花崎* 魚津市本江* 立山町芦峯寺* 富山朝日町道下 高岡市広小路* 南砺市荒木* 糸魚川市一の宮 上越市大手町 上越市安塚区安塚* 上越市大潟区土底浜* 上越市中郷区藤沢* 妙高市栄町* 長岡市与板町与板* 三条市西裏館* 小千谷市土川* 新潟市程島 燕市分水桜町* 佐渡市相川三丁目 佐渡市河原田本町* 佐渡市小木町* 福井市板垣* 越前町西田中* 福井坂井市三国町中央 福井坂井市坂井町下新庄* 諏訪市湖岸通り 高山市上宝町本郷* 飛騨市古川町*	珠洲市三崎町 小松市小馬出町 加賀市大聖寺南町* 内灘町鶴ヶ丘* 白山市倉光* 富山市今泉* 富山市山田湯* 上市町稗田* 立山町米沢* 富山朝日町境* 小矢部市泉町 南砺市利賀村上百瀬* 糸魚川市大野* 上越市中ノ俣 上越市牧区柳島* 上越市頸城区百間町* 上越市板倉区針* 長岡市浦* 長岡市小島谷* 三条市新堀* 十日町市松代* 新潟市巻支所 燕市吉田日之出町* 佐渡市岩谷口* 佐渡市新穂瓜生屋* 佐渡市羽茂本郷* 福井市大手* あわら市市姫* 福井坂井市三国町錦* 信濃町柏原東裏* 高山市奥飛騨温泉郷栃尾* 白川村鳩谷* 飛騨市宮川町*	金沢市西念 小松市向本折町* 加賀市山中温泉湯の出町* 白山市別宮町* 富山市石坂 富山市上二杉* 魚津市釈迦堂 立山町吉峰 入善町入膳* 高岡市伏木 南砺市天神 射水市二口* 糸魚川市能生* 上越市五智* 上越市柿崎区柿崎* 上越市吉川区原之町* 妙高市田町* 長岡市上岩井* 長岡市山古志竹沢* 柏崎市西山町池浦* 十日町市松之山* 燕市秋葉町* 阿賀町鹿瀬中学校* 佐渡市千種* 佐渡市畑野* 福井市豊島 永平寺町栗住波* あわら市国影* 福井坂井市春江町随心寺* 飯綱町芋川* 高山市丹生川町坊方* 飛騨市河合町元田*

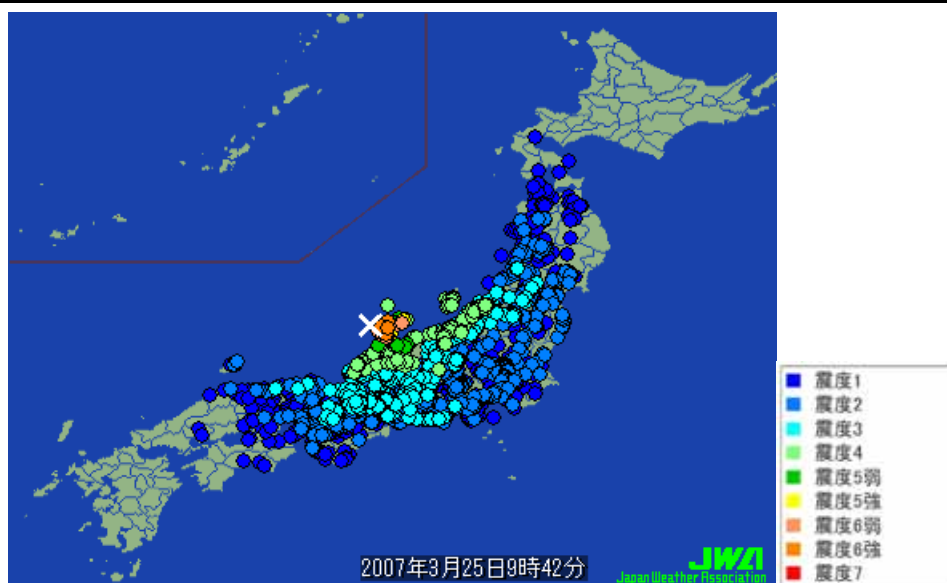


図2.1 気象庁震度発表地点での震度分布(日本気象協会^[8]を引用)

表2.2 強震波形が公開されている観測点における地震動指標(震度4以上)

No.	観測点 コード	観測点名称 [観測機関]	経度 [deg]	緯度 [deg]	PGA [gal]	PGV [kine]	SI値 [kine]	計測 震度	震度 階級
1	ISK005	穴水[K-NET]	136.9069	37.2277	896.08	103.40	127.18	6.33	6強
2	E10	輪島市鳳至町[気象庁]	136.8983	37.3900	472.16	98.59	108.46	6.14	6強
3	ISK006	富来[K-NET]	136.6927	37.1572	933.65	59.43	61.49	5.93	6弱
4	915	能登町宇出津[気象庁]	137.1533	37.3033	261.06	52.07	61.79	5.67	6弱
5	914	志賀町富来領家町[気象庁]	136.7283	37.1417	513.73	55.18	59.24	5.65	6弱
6	ISK004	能都[K-NET]	137.1500	37.3050	665.59	25.01	37.45	5.55	6弱
7	ISK003	輪島[K-NET]	136.9113	37.3889	546.34	43.90	51.15	5.53	6弱
8	ISKH02	柳田[KiK-net]	137.0442	37.3617	366.45	35.16	35.47	5.48	5強
9	535	七尾市本府中町[気象庁]	136.9717	37.0300	258.23	35.85	40.04	5.35	5強
10	ISK007	七尾[K-NET]	136.9711	37.0397	217.89	34.79	40.88	5.28	5強
11	ISK002	正院[K-NET]	137.2908	37.4413	175.06	29.51	31.47	5.14	5強
12	ISKH01	珠洲[KiK-net]	137.2875	37.5236	360.09	23.32	25.64	5.07	5強
13	ISK008	羽咋[K-NET]	136.7813	36.8888	407.46	23.93	21.79	4.94	5弱
14	TYM002	氷見[K-NET]	136.9777	36.8630	172.90	20.59	25.19	4.87	5弱
15	ISK001	大谷[K-NET]	137.1794	37.4969	179.34	15.62	16.59	4.82	5弱
16	TYM006	小矢部[K-NET]	136.9000	36.6686	227.05	11.96	12.02	4.64	5弱
17	TYM005	新湊[K-NET]	137.0833	36.7794	166.92	15.53	14.80	4.55	5弱
18	ISK009	七塚[K-NET]	136.7019	36.7288	181.28	9.35	12.26	4.54	5弱
19	CCB	羽咋市柳田町[気象庁]	136.7817	36.9250	226.44	16.40	13.88	4.53	5弱
20	TYM009	八尾[K-NET]	137.1436	36.5833	213.89	9.36	10.27	4.39	4
21	TYM011	芦井[K-NET]	137.3880	36.5750	142.85	7.24	10.20	4.38	4
22	NIG025	直江津[K-NET]	138.2266	37.1577	100.50	8.20	11.66	4.37	4
23	GIFH15	高山[KiK-net]	137.2238	36.1306	92.94	7.66	9.54	4.26	4
24	KNZW-G	金沢-G[港湾]	136.6081	36.6144	187.71	7.51	7.45	4.24	4
25	GIF007	高根[K-NET]	137.4891	36.0347	176.11	6.69	6.92	4.23	4
26	ISKH09	尾口[KiK-net]	136.7197	36.2636	214.92	6.69	6.95	4.21	4
27	ISK014	加賀[K-NET]	136.3183	36.2997	122.12	6.70	9.29	4.15	4
28	GIFH17	高鷲[KiK-net]	136.8762	35.9483	110.49	4.67	5.01	4.14	4
29	TYM003	魚津[K-NET]	137.4222	36.8133	170.40	8.30	9.18	4.13	4
30	NIG004	小木[K-NET]	138.2827	37.8175	95.73	5.93	6.29	4.11	4
31	TYMH06	八尾[KiK-net]	137.1625	36.5681	87.17	7.05	7.40	4.06	4
32	ISK011	小松[K-NET]	136.4461	36.3936	113.37	5.59	7.96	4.02	4
33	NIG019	小千谷[K-NET]	138.7930	37.3027	81.14	4.52	5.14	4.00	4
34	TYM010	福光[K-NET]	136.8902	36.5569	113.10	5.61	5.63	3.98	4
35	GIF002	河合[K-NET]	137.0283	36.2703	113.83	3.78	4.35	3.97	4
36	GIFH10	神岡[KiK-net]	137.3746	36.3749	99.73	3.91	5.08	3.95	4
37	FKI001	三国[K-NET]	136.1600	36.2130	110.64	4.23	4.45	3.92	4
38	TYM007	富山[K-NET]	137.2144	36.6655	109.95	5.45	6.30	3.92	4
39	NIG026	新井[K-NET]	138.2538	37.0197	86.96	5.55	6.25	3.90	4
40	NIG027	糸魚川[K-NET]	137.8655	37.0205	72.61	4.88	5.02	3.87	4
41	NIGH18	妙高[KiK-net]	138.2625	36.9394	52.55	4.29	5.59	3.83	4
42	TYMH05	井波[KiK-net]	136.9614	36.5706	135.64	5.20	3.93	3.82	4
43	ISK010	金沢[K-NET]	136.6461	36.5388	113.48	4.79	4.61	3.81	4
44	GIFH13	白川[KiK-net]	136.9009	36.2712	105.73	4.08	3.92	3.80	4
45	TYM008	大山[K-NET]	137.2861	36.6055	86.25	5.34	6.07	3.80	4
46	NGN015	諏訪[K-NET]	138.1147	36.0422	26.82	6.71	7.73	3.79	4
47	GIF001	白川[K-NET]	136.9008	36.2711	91.62	3.91	3.83	3.78	4
48	TYM012	利賀[K-NET]	137.0383	36.4380	86.66	3.88	3.56	3.77	4
49	TYMH07	利賀[KiK-net]	137.0422	36.4375	82.60	3.89	3.60	3.76	4
50	ISK012	鳥越[K-NET]	136.6075	36.3544	113.82	3.18	3.02	3.74	4
51	NIG003	佐和田[K-NET]	138.3258	37.9947	69.22	4.04	4.52	3.74	4
52	NIG014	三糸[K-NET]	138.9591	37.6380	30.57	4.00	5.18	3.69	4
53	ISKH07	金沢[KiK-net]	136.6386	36.5119	100.70	4.37	4.13	3.68	4
54	ISK013	白峰[K-NET]	136.6275	36.1738	79.58	3.53	3.90	3.67	4
55	TYM001	境[K-NET]	137.6288	36.9730	75.28	3.67	4.33	3.67	4
56	GIF006	莊川[K-NET]	136.9558	36.0302	51.78	3.17	3.72	3.63	4
57	GIFH05	莊川[KiK-net]	136.9508	36.0622	81.04	3.19	4.04	3.63	4
58	FKIH01	永平寺[KiK-net]	136.3644	36.0925	70.40	2.27	2.95	3.60	4
59	GIF004	栃尾[K-NET]	137.5205	36.2461	66.78	2.66	2.90	3.60	4
60	TYMH04	魚津[KiK-net]	137.4719	36.7883	50.91	3.70	5.01	3.60	4
61	GIFH14	上宝[KiK-net]	137.5204	36.2462	59.51	2.67	2.63	3.59	4
62	NIGH11	川西[KiK-net]	138.7472	37.1697	50.48	3.71	4.17	3.57	4
63	AICH17	豊根[KiK-net]	137.7298	35.1808	66.29	2.70	3.16	3.56	4
64	FKI003	福井[K-NET]	136.2308	36.0413	45.20	3.75	4.94	3.56	4
65	NGN002	信濃[K-NET]	138.2100	36.8038	30.92	3.64	4.94	3.56	4
66	NIG024	安塚[K-NET]	138.4472	37.1238	46.24	3.25	3.62	3.55	4
67	NIGH16	糸魚川[KiK-net]	137.8511	36.9347	64.72	2.81	3.21	3.55	4
68	FKIH05	敦賀[KiK-net]	136.0333	35.6361	30.76	2.67	3.63	3.51	4
69	NIG001	岩谷口[K-NET]	138.4369	38.2555	39.42	2.93	3.49	3.51	4
70	NIG002	両津[K-NET]	138.4430	38.0716	34.06	3.19	3.80	3.50	4
71	NIG012	鹿瀬[K-NET]	139.4805	37.6833	37.77	3.12	3.82	3.50	4

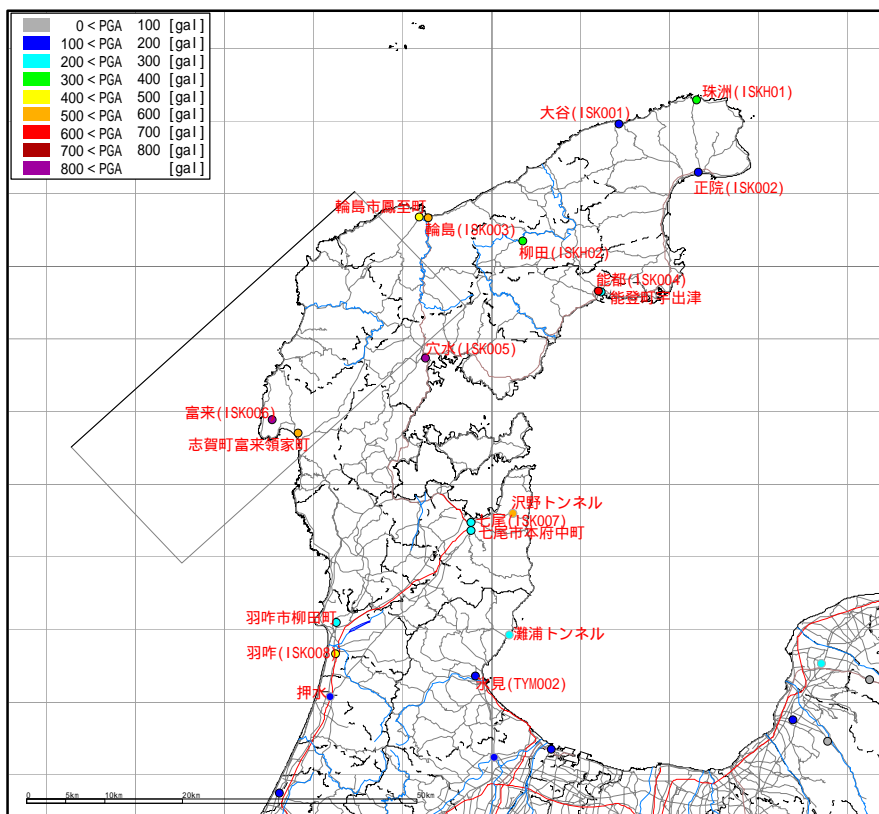


図2.2 強震観測点での最大加速度分布

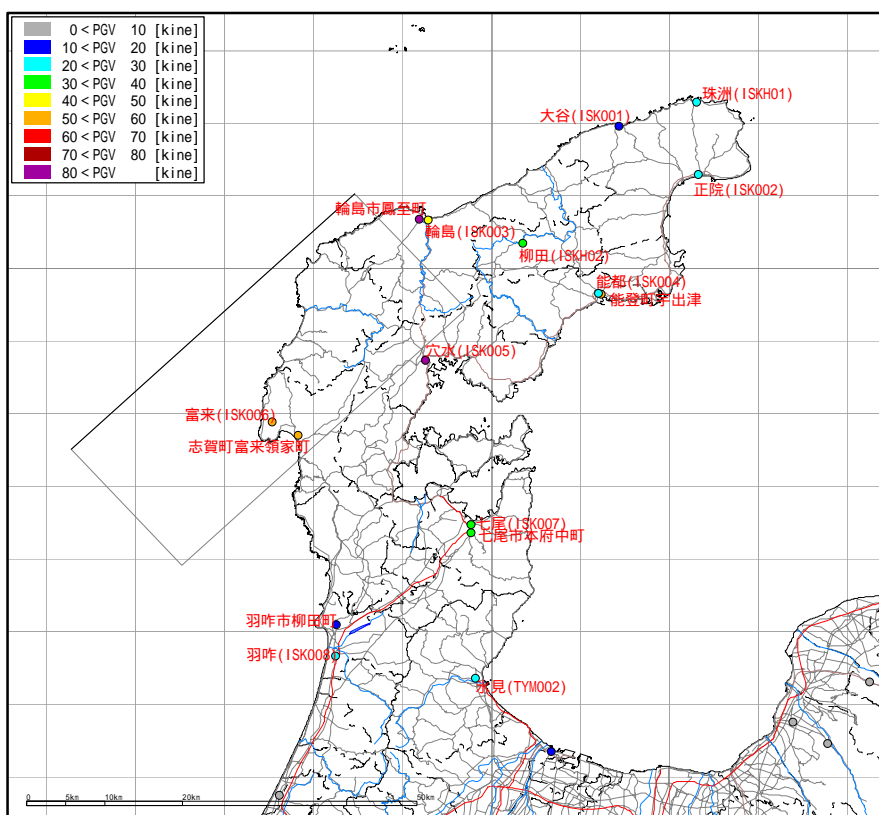


図2.3 強震観測点での最大速度分布

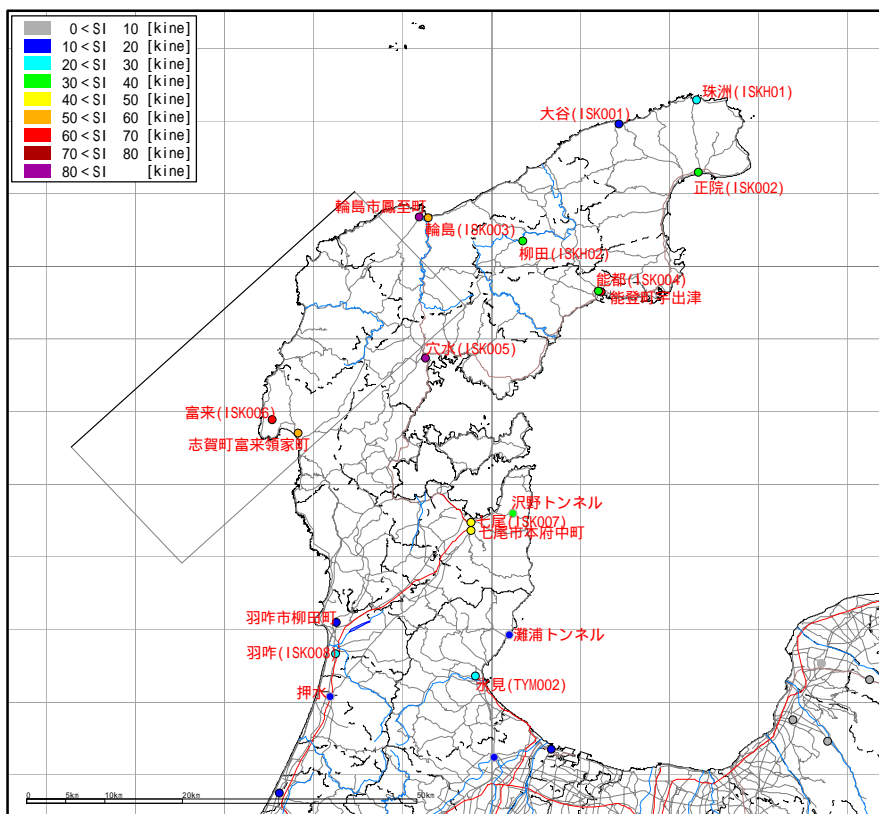


図2.4 強震観測点でのSI値分布

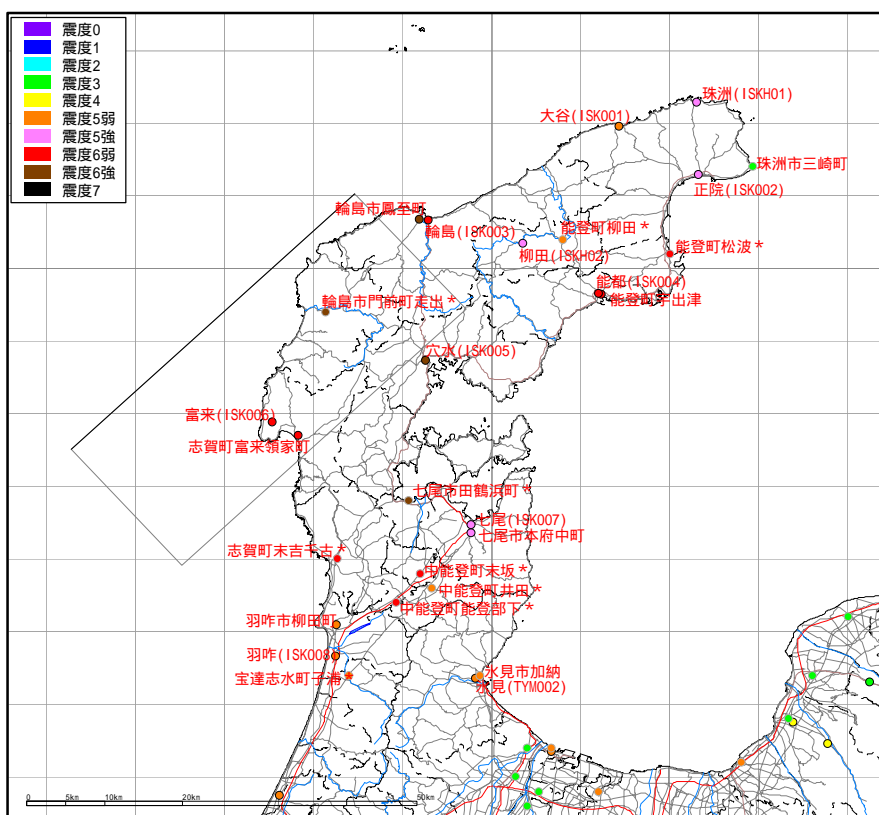


図2.5 強震観測点での震度分布

3. 震源域での強震記録

ここでは、震源域で観測された強震記録について、地区別に整理する。

3.1 輪島市

輪島市では、気象庁の輪島市鳳至町震度観測点(E10, 以降、JMA輪島と記す)とK-NET輪島(ISK003)観測点とで強震波形が得られている。JMA輪島では震度6強、K-NET輪島は震度6弱であった。観測点の位置図を図3.1に示す。また、K-NET輪島の地盤情報^[9]は図3.2の通りである。

JMA輪島とK-NET輪島における強震記録の速度波形(0.1~10Hz)と疑似速度応答スペクトル(減衰5%)を図3.3に、水平動粒子軌跡を図3.4に示す。

2地点間の距離は1km強程度であるが、JMA輪島の最大速度はK-NET輪島の2倍以上の100kine程度で長周期である。また、JMA輪島では、周期2秒弱の卓越が顕著で、EW成分の疑似速度応答値は450kineに達している。K-NET輪島は、図3.2からも地盤の良い地点であるのに対し、JMA輪島は、谷底平野に位置しており、この地盤条件の相違が増幅特性の差となってあらわれていると考えられる。

輪島市では、JMA輪島、K-NET輪島のほかに、合併前の旧門前町内に位置する、石川県が設置した震度観測点(輪島市門前町走出)で震度6強が観測されている。観測点の位置を図3.5に示すが、JMA輪島やK-NET輪島の位置する市中心部から南西方向に約15kmの地点である。強震波形が得られていないため、定量的な検討はできないが、輪島市中心部より震源断層に近く、震源インバージョン解析によって断層のすべりが大きかったとされる^{[14][15]}ところの直上であることや、観測点周辺の家屋被害などからも、JMA輪島や後述するK-NET穴水よりも強い地震動であったと考えられる。



図3.1 輪島市中心部の強震観測点

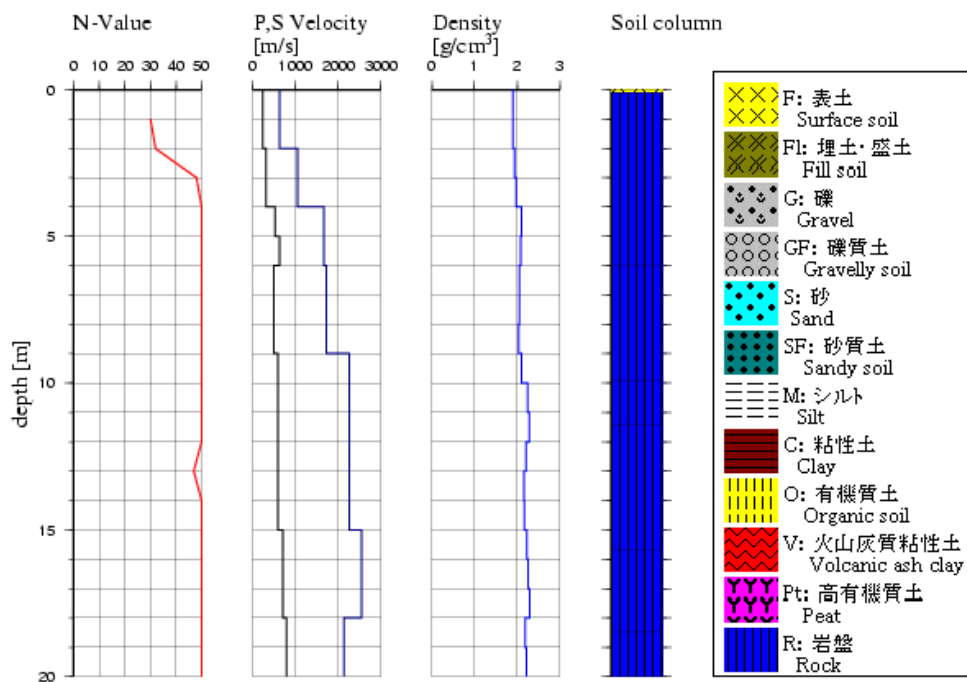
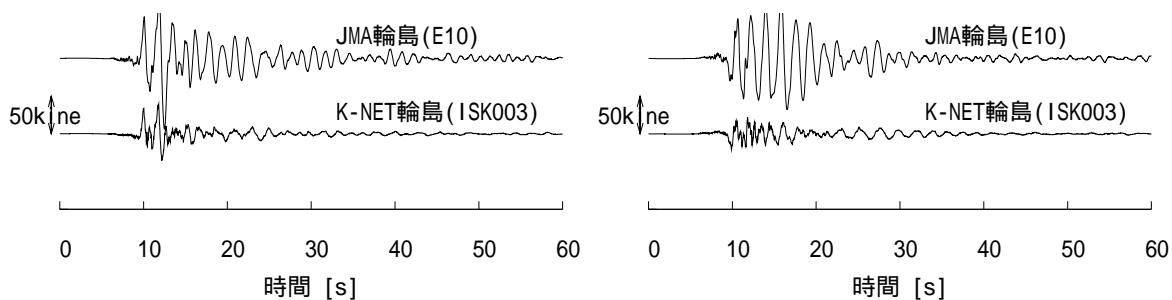
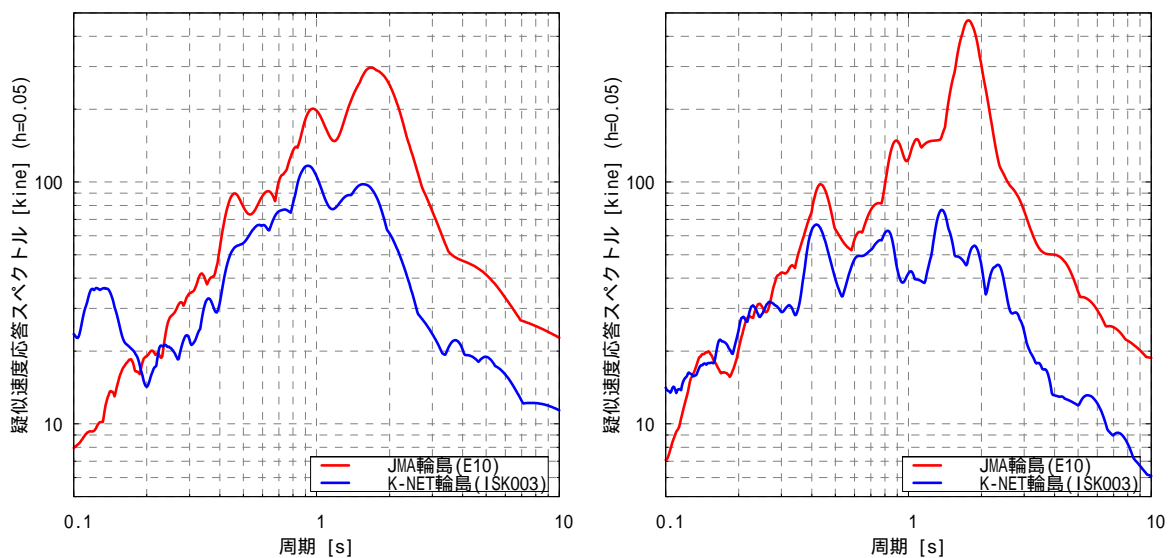


図3.2 K-NET輪島観測点のボーリング柱状図(防災科研^[9]を引用)



(1) 速度時刻歴波形(0.1 ~ 10Hz)



(2) 疑似速度応答スペクトル(減衰5%)

図3.3 輪島市中心部での強震記録

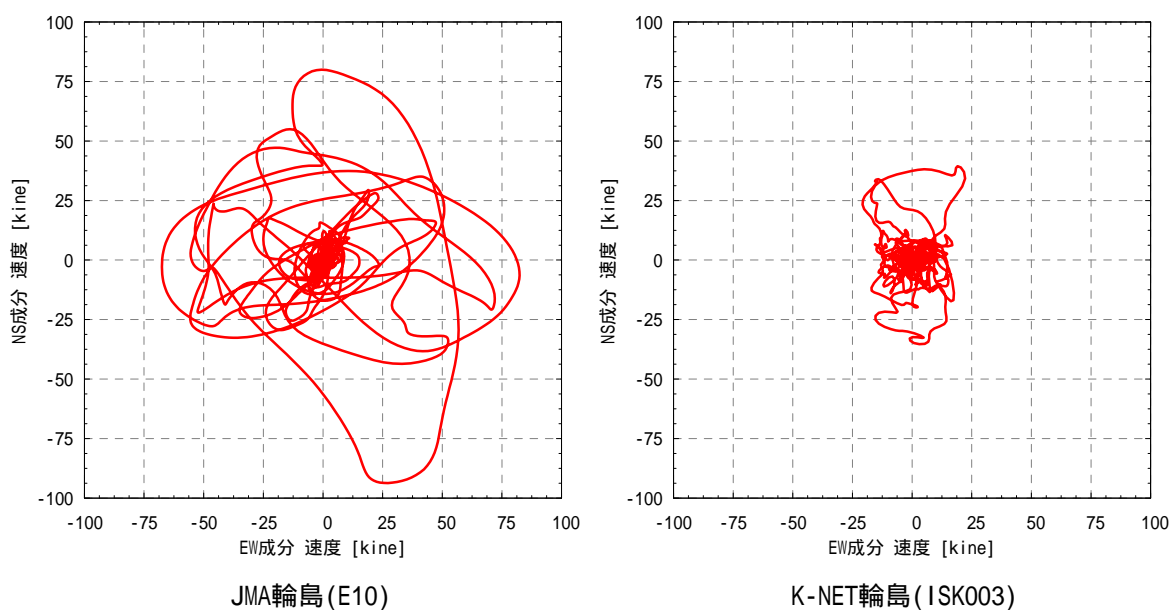


図3.4 輪島市中心部での水平動粒子軌跡

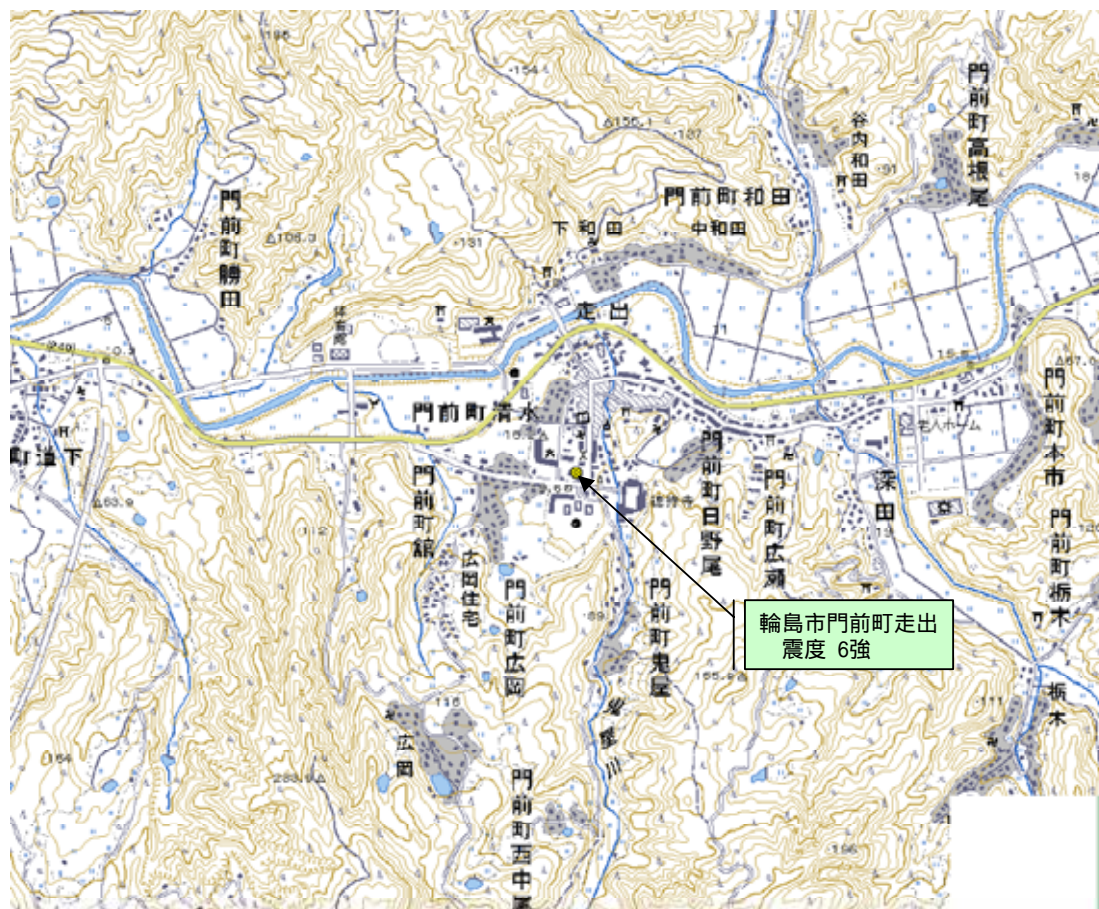


図3.5 輪島市門前町の強震観測点

3.2 穴水町

穴水町では、K-NET穴水(ISK005)観測点で強震波形が得られている。観測された震度は6強であった。観測点の位置図を図3.6に、地盤情報^[9]を図3.7に示す。

K-NET穴水における強震記録の速度波形(0.1～10Hz)と疑似速度応答スペクトル(減衰5%)を図3.8に、水平動粒子軌跡を図3.9に示す。

K-NET穴水で得られた強震記録は、最大加速度が約900gal、最大速度が約100kineとどちらの指標で見ても大きなものである。周期1秒が卓越しており、EW成分の疑似速度応答値は300kineを越えている。図3.7に地盤情報を示したように、非常に軟弱な地盤上であることが周期1秒程度の強い揺れをもたらしたと考えられる。ただし、家屋等が著しく被害を受けているのは穴水駅の北東100mほどの地区に集中しており、局所的に強い地震動に見舞われたと考えられる。ただし、観測点のごく近傍では大きな被害を受けた構造物がないことも報告されており^[16]、強震動と被害との関係については今後分析が必要であろう。

なお、K-NET穴水での水平動の粒子軌跡は反時計回りであり、観測点周辺の墓石の回転方向は時計回りであり、水平動の粒子軌跡の回転方向と墓石の回転方向は逆であるという既往の研究成果^[17]通りであったことが報告されている^[18]。

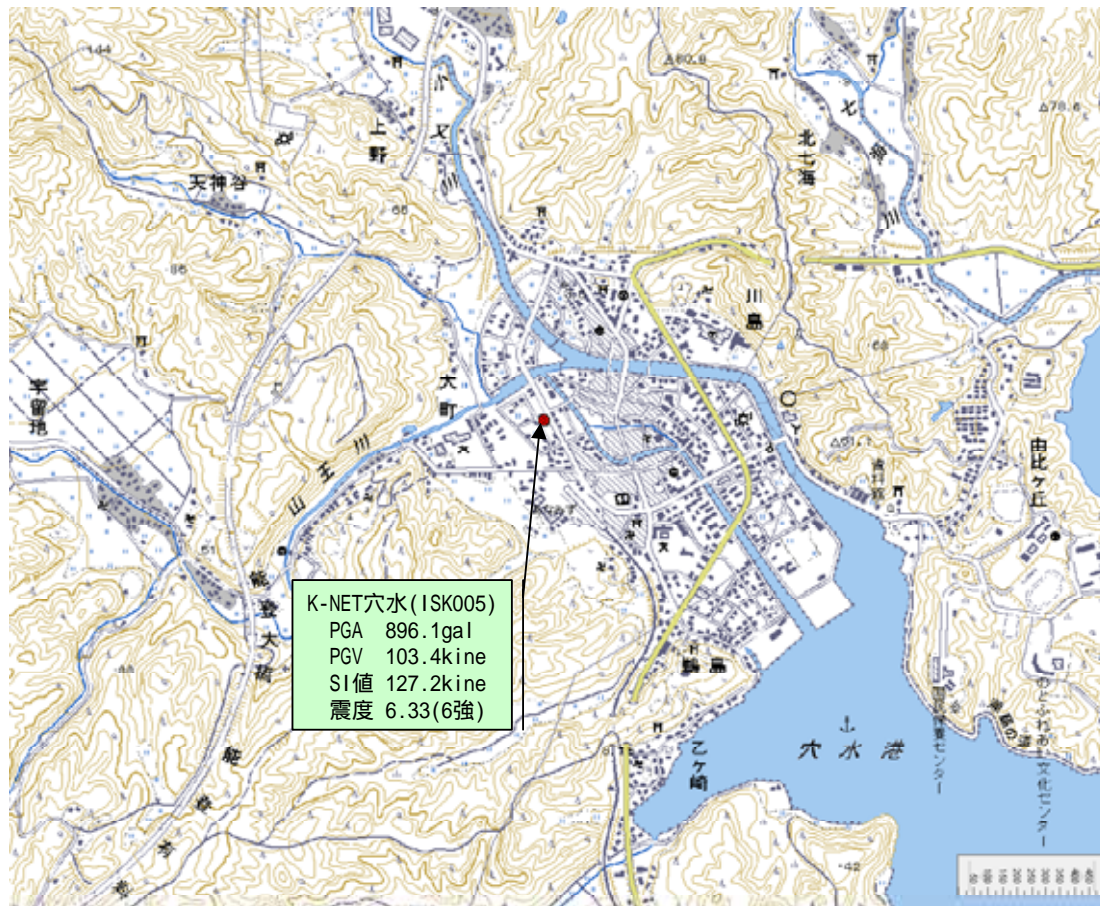


図3.6 穴水町の強震観測点

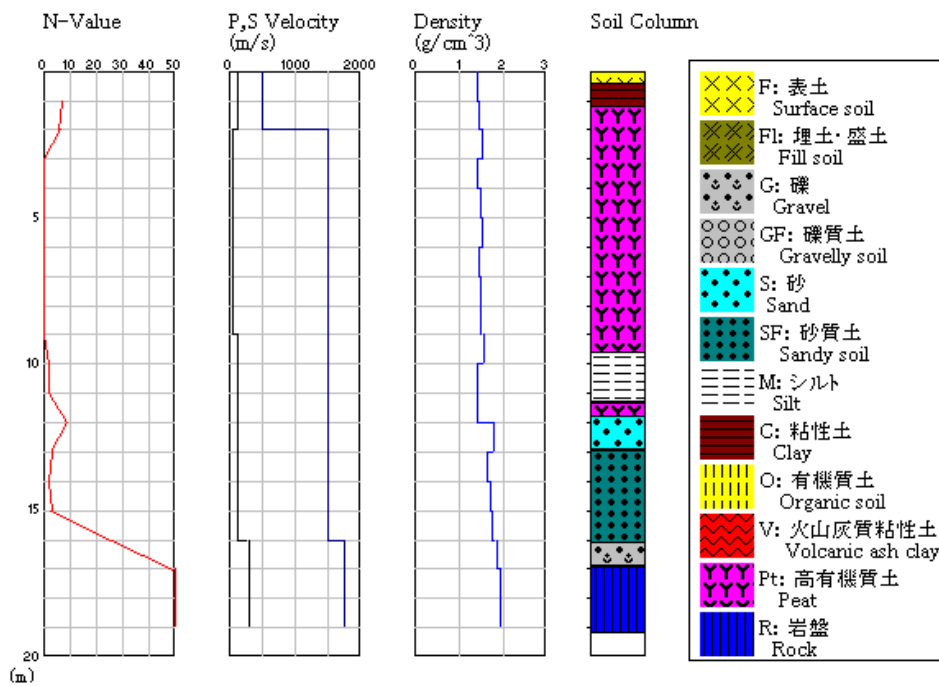
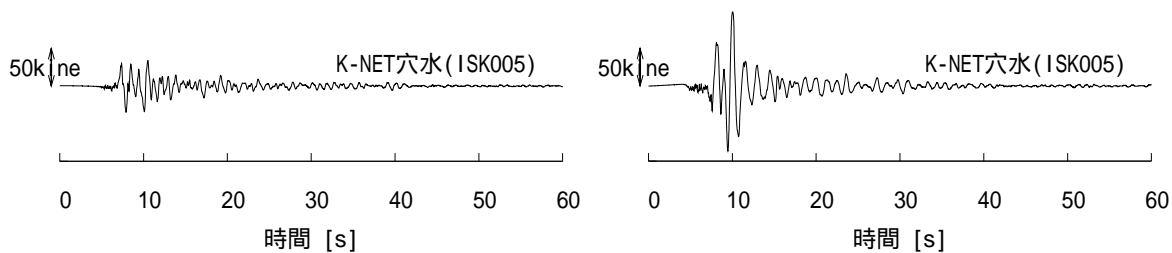
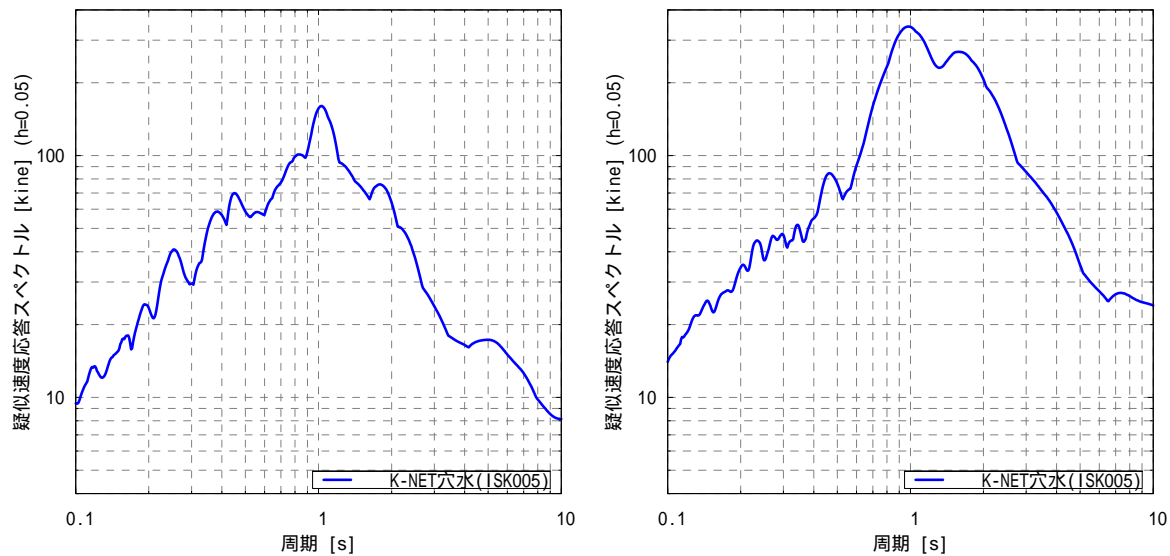


図3.7 K-NET穴水観測点のボーリング柱状図(防災科研^[9]を引用)



(1) 速度時刻歴波形(0.1 ~ 10Hz)



(2) 疑似速度応答スペクトル(減衰5%)

図3.8 穴水町での強震記録

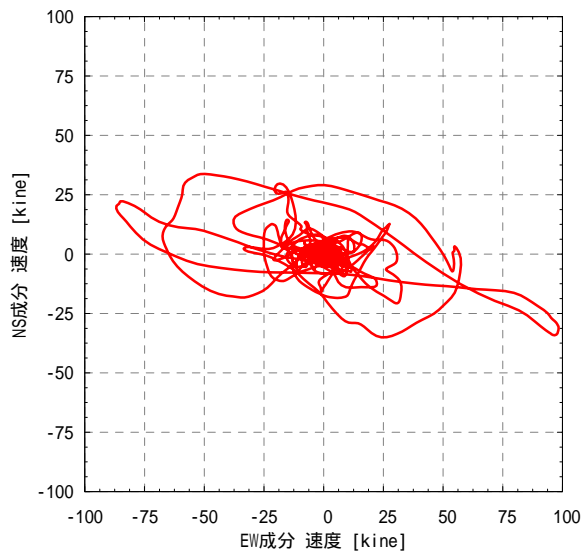


図3.9 穴水町での水平動粒子軌跡

3.3 志賀町

志賀町では、気象庁の志賀町富来領家町震度観測点(914,以降、JMA富来と記す)とK-NET富来(ISK006)観測点とで強震波形が得られている。両地点とも震度6弱であった。観測点の位置図を図3.10に示す。また、K-NET富来の地盤情報^[9]は図3.11の通りである。

JMA富来とK-NET富来における強震記録の速度波形(0.1~10Hz)と疑似速度応答スペクトル(減衰5%)を図3.12に、水平動粒子軌跡を図3.13に示す。

両地点の波形の形状は概ね似ており、地震動レベルもそれほど変わらないが、卓越周期の違いが見られる。JMA富来とK-NET富来はどちらも合併前の旧富来町内に位置しているが、両地点は4km弱離れている。JMA富来が平地であるのに対し、K-NET富来は山地であり、約70mの標高差がある。これらの地盤条件の違いが、卓越周期の違いに反映されていると考えられる。

志賀町では、JMA富来、K-NET富来のほかに、合併前の旧志賀町内に位置する、石川県が設置した震度観測点(志賀町末吉千古)で震度6弱が観測されている。観測点の位置を図3.14に示すが、JMA富来から南南東方向に約16kmの地点である。強震波形が得られておらず、強震記録の比較はできないが、JMA富来やK-NET富来よりも震源から遠く、観測点周辺の大きな被害もみられないことから、JMA富来やK-NET富来と同じ震度階級(6弱)であるものの、これら2地点よりは弱い地震動であったことが窺える。

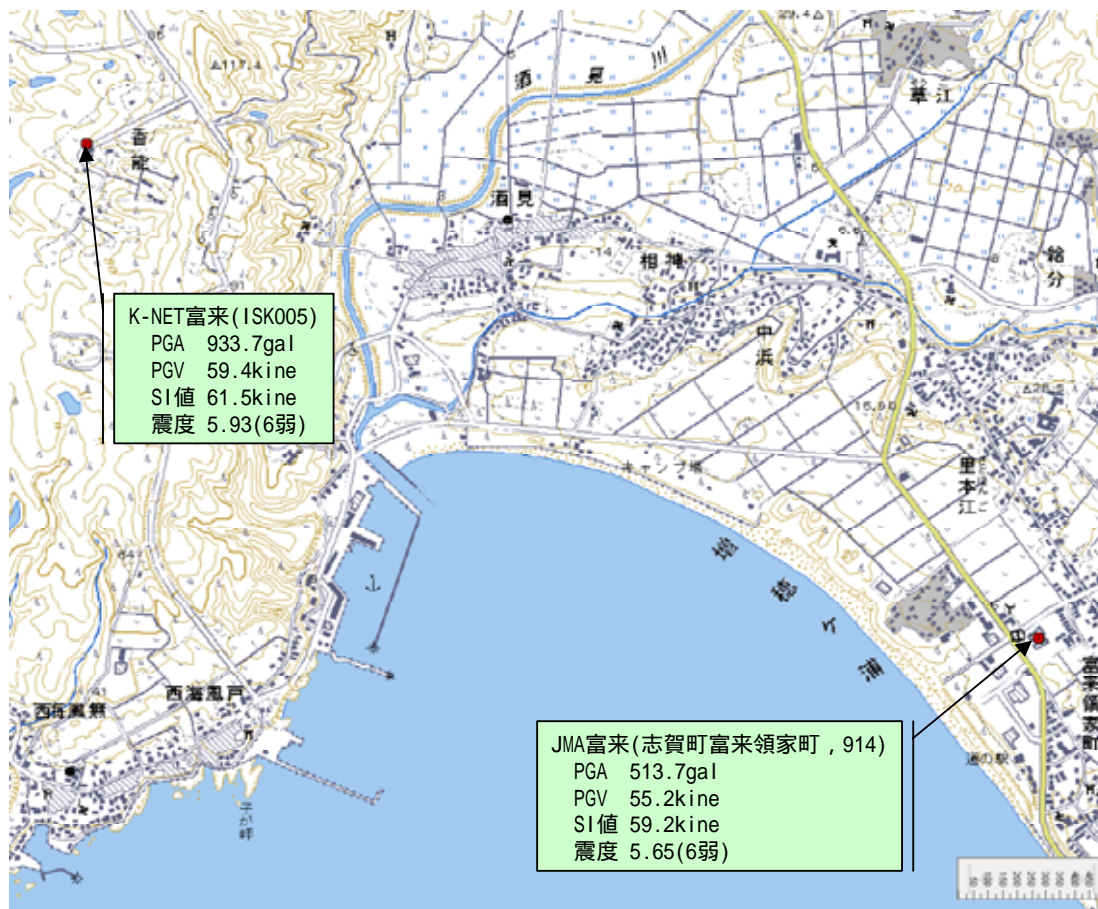


図3.10 志賀町富来地区の強震観測点

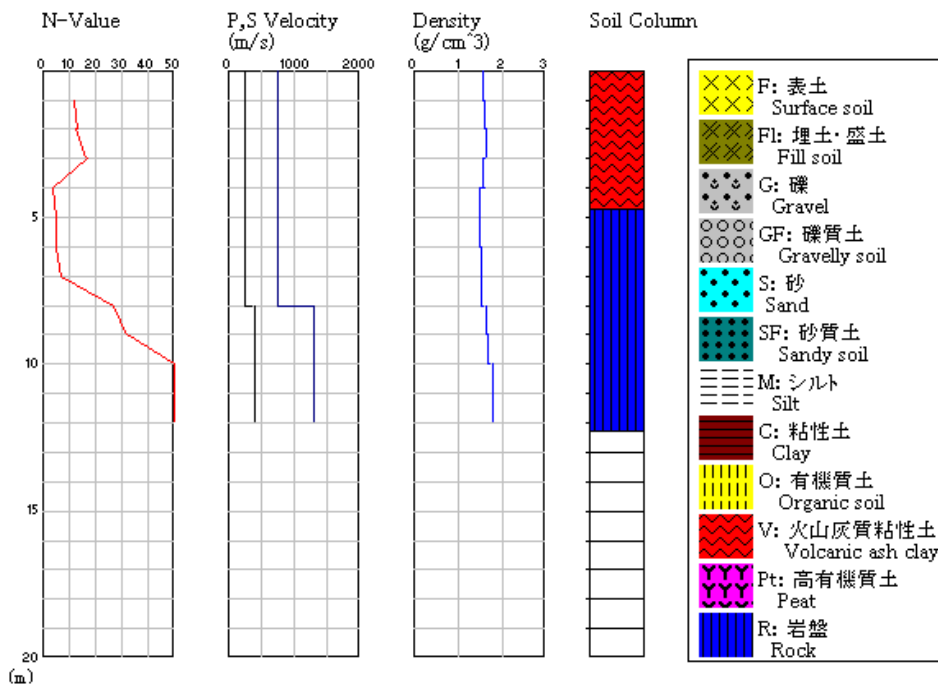
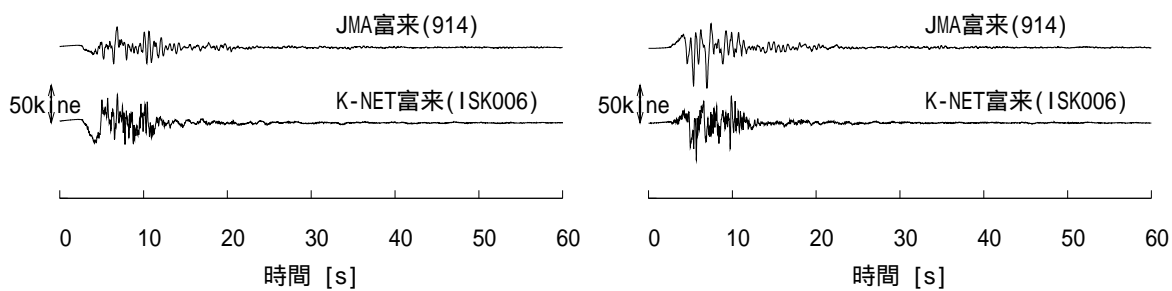
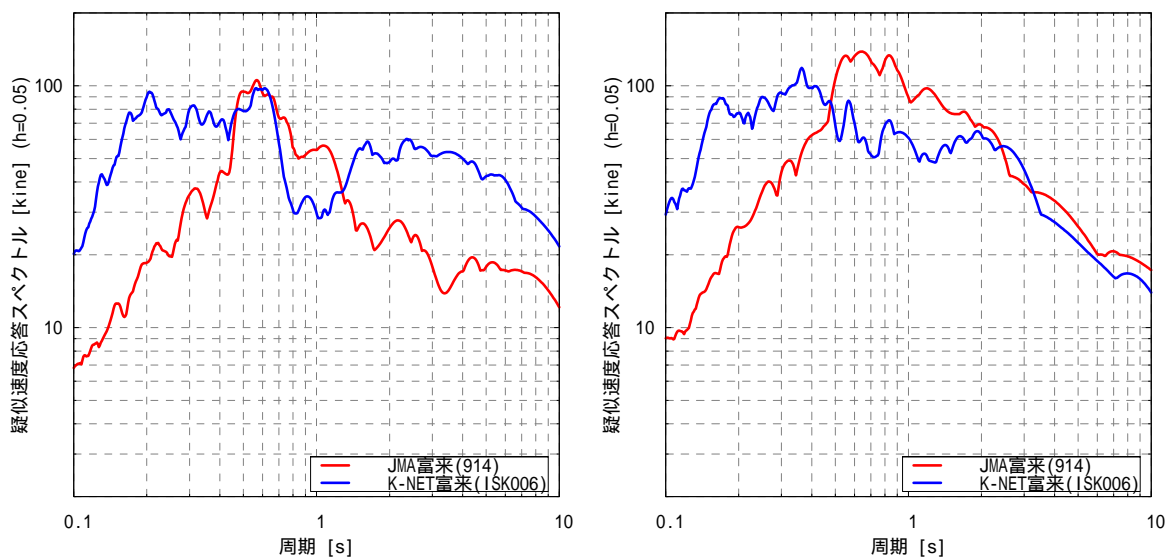


図3.11 K-NET富来観測点のボーリング柱状図(防災科研^[9]を引用)



(1) 速度時刻歴波形(0.1~10Hz)



(2) 疑似速度応答スペクトル(減衰5%)

図3.12 志賀町富来地区での強震記録

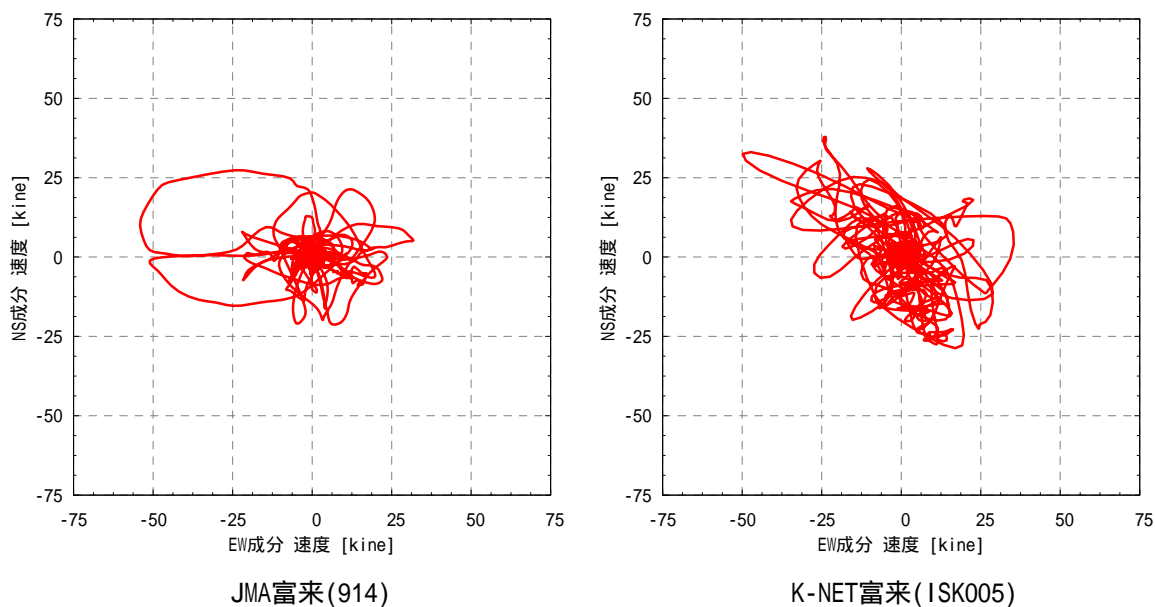


図3.13 志賀町富来地区での水平動粒子軌跡

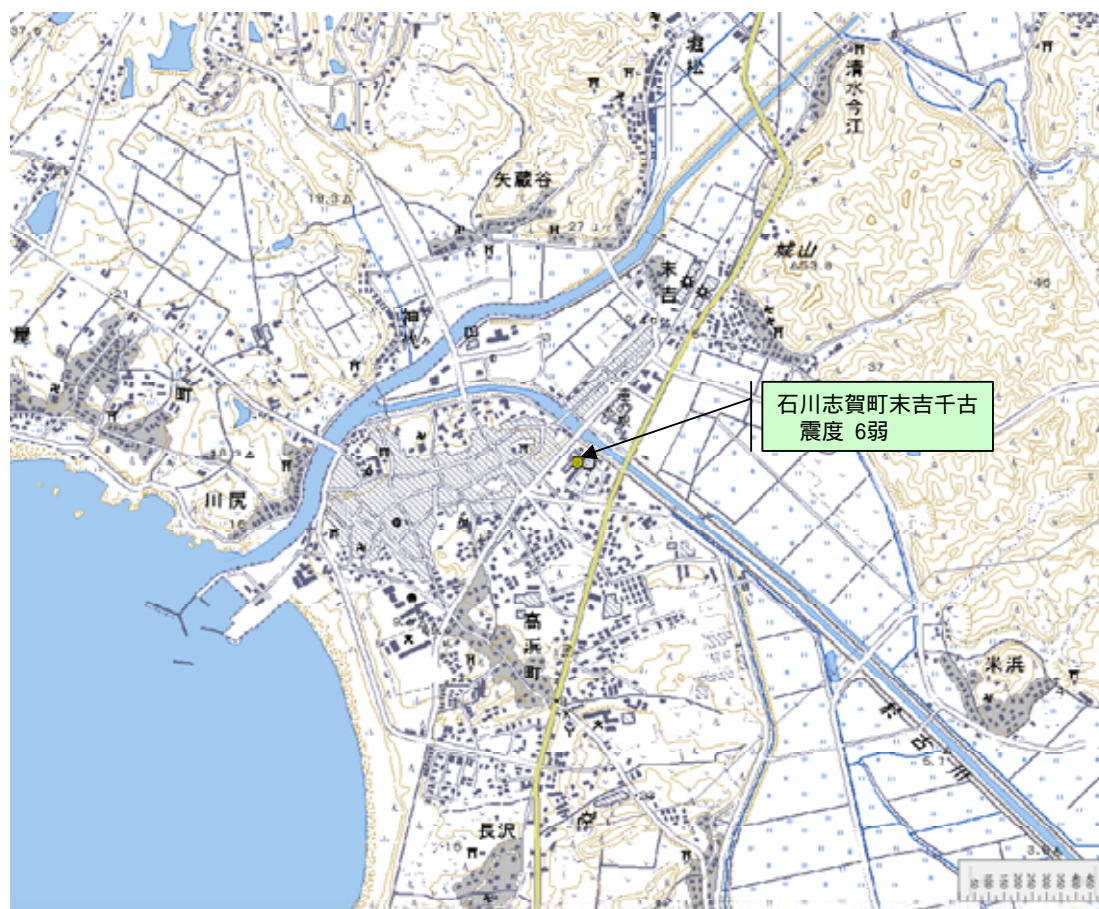


図3.14 志賀町末吉地区の強震観測点

3.4 七尾市

七尾市では、気象庁の七尾市本府中町(535,以降、JMA七尾と記す)とK-NET七尾(ISK007)観測点とで強震波形が得られている。両地点とも震度5強であった。観測点の位置図を図3.15に示す。また、K-NET七尾の地盤情報^[9]を図3.16に、JMA七尾付近の地盤情報^[19]を図3.17に示す。

JMA七尾とK-NET七尾における強震記録の速度波形(0.1~10Hz)と疑似速度応答スペクトル(減衰5%)を図3.18に、水平動粒子軌跡を図3.19に示す。

両地点は約1km程度離れているが、波形の形状や最大振幅はよく似ている。EW成分では、K-NET七尾よりJMA七尾のほうが、長周期成分に富んでいる。

七尾市では、JMA七尾、K-NET七尾のほかに、合併前の旧田鶴浜町内に位置する、石川県が設置した震度観測点(七尾市田鶴浜)で震度6強が観測されている。観測点の位置を図3.20に示すが、JMA七尾やK-NET七尾が位置する七尾市中心部より西方向に約7kmの地点である。強震波形が得られていない。観測点付近の地盤情報^[19]を図3.21に示すが、図3.16や図3.17と比較する限り、七尾市中心部よりも良好な地盤であるようであり、この比較からは、JMA七尾やK-NET七尾より震度階級が2階級大きいとは考えにくい。また、田鶴浜の震度観測点では、

液状化の痕跡が見つかり、計測装置が傾斜していることが報告されている^[20]。これらと震度6弱となったこととの因果関係を含め、より多くの地盤情報の収集、増幅特性の相違についての検討が今後の課題となろう。

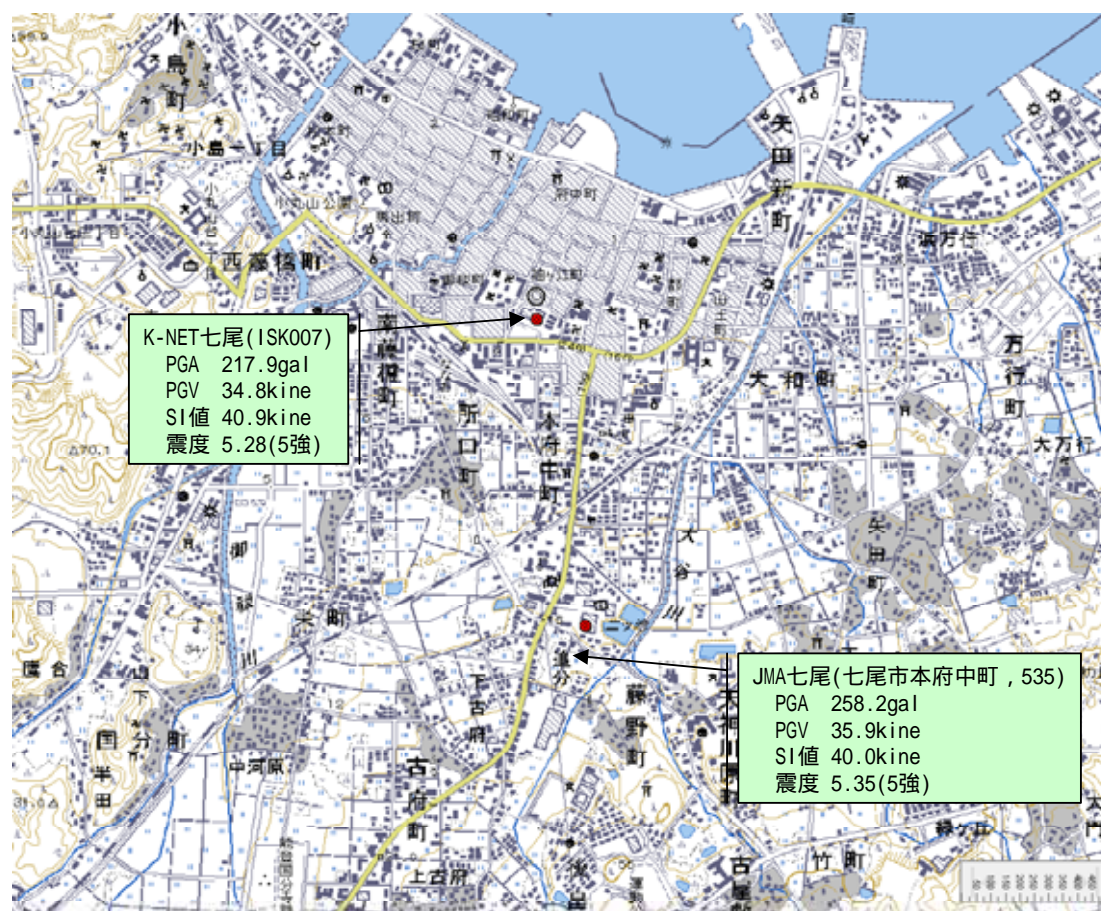


図3.15 七尾市中心部の強震観測点

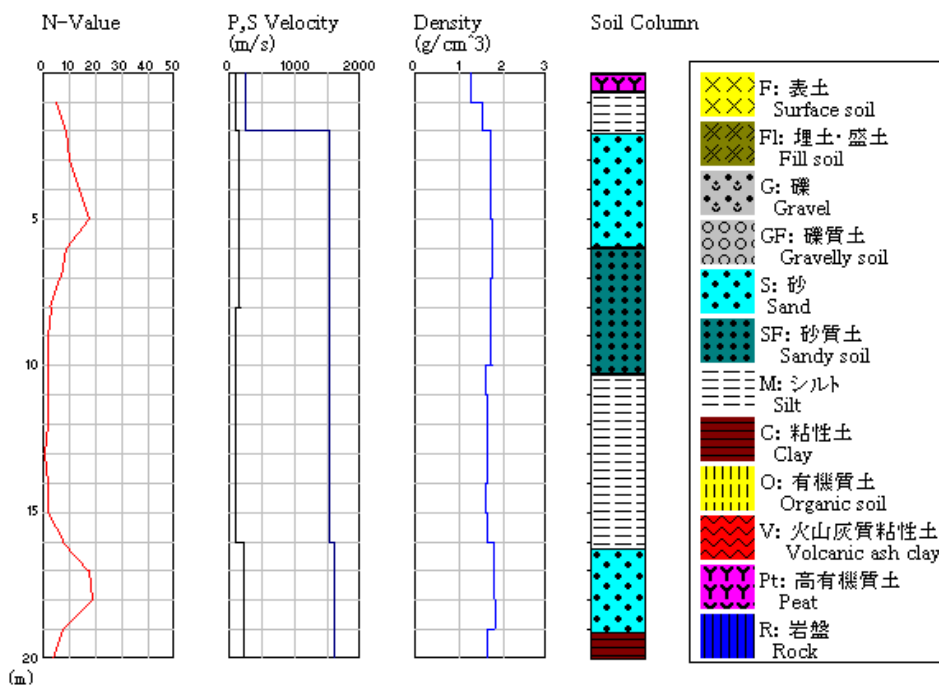


図3.16 K-NET七尾観測点のボーリング柱状図(防災科研^[9]を引用)

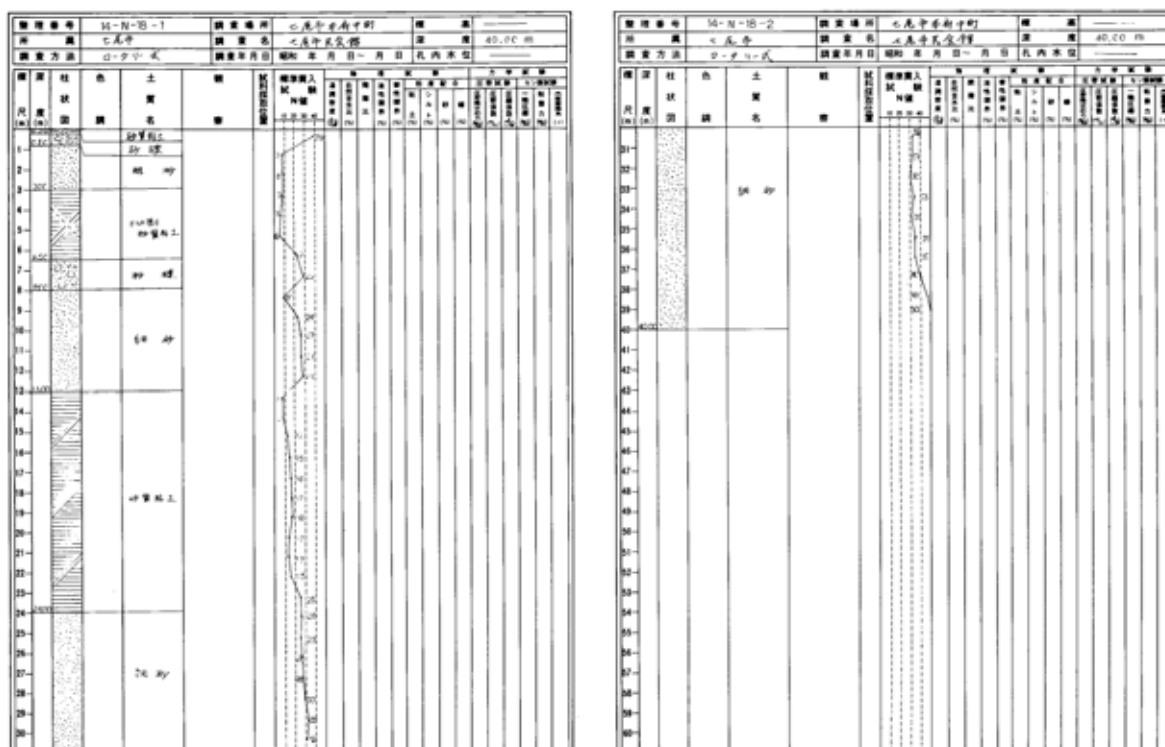
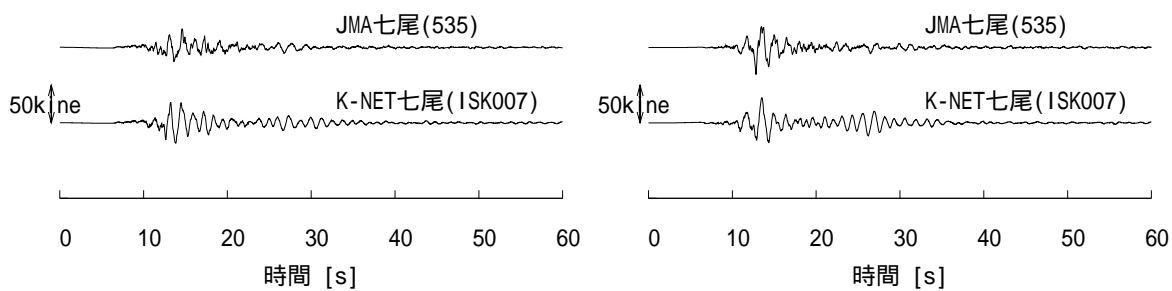
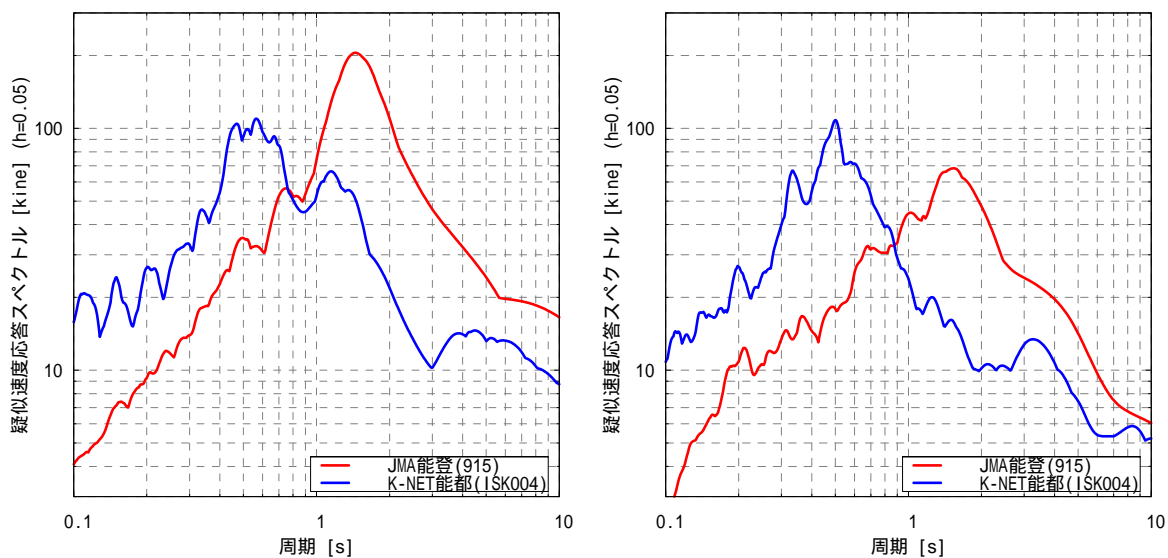


図3.17 JMA七尾観測点付近のボーリング柱状図(「石川県平野部の地盤図集」^[19]を引用)



(1) 速度時刻歴波形(0.1 ~ 10Hz)



(2) 疑似速度応答スペクトル(減衰5%)

図3.18 七尾市中心部での強震記録

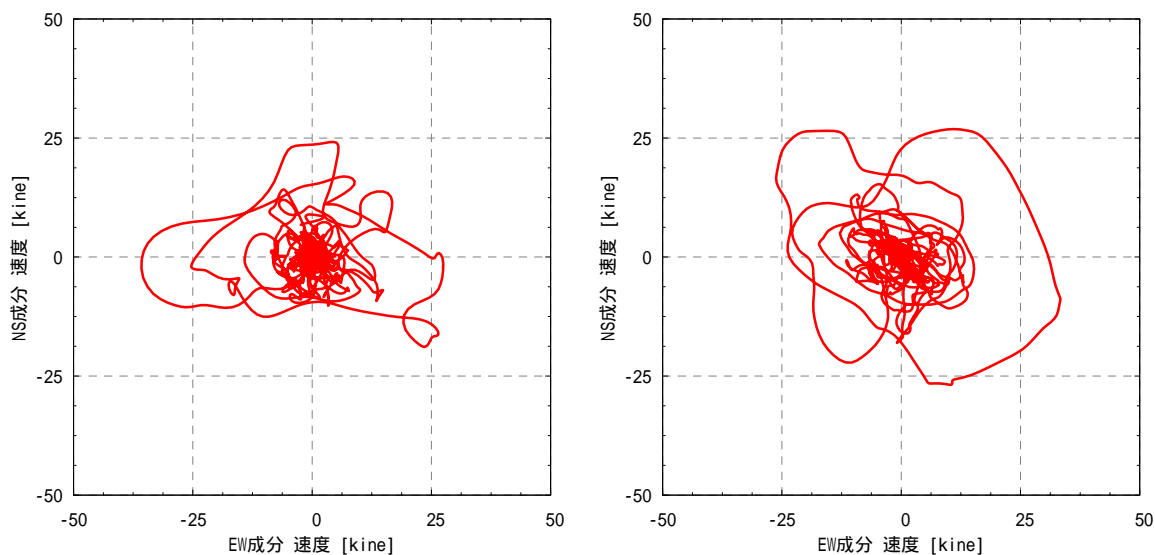


図3.19 七尾市中心部での水平動粒子軌跡



図3.20 七尾市田鶴浜地区の強震観測点

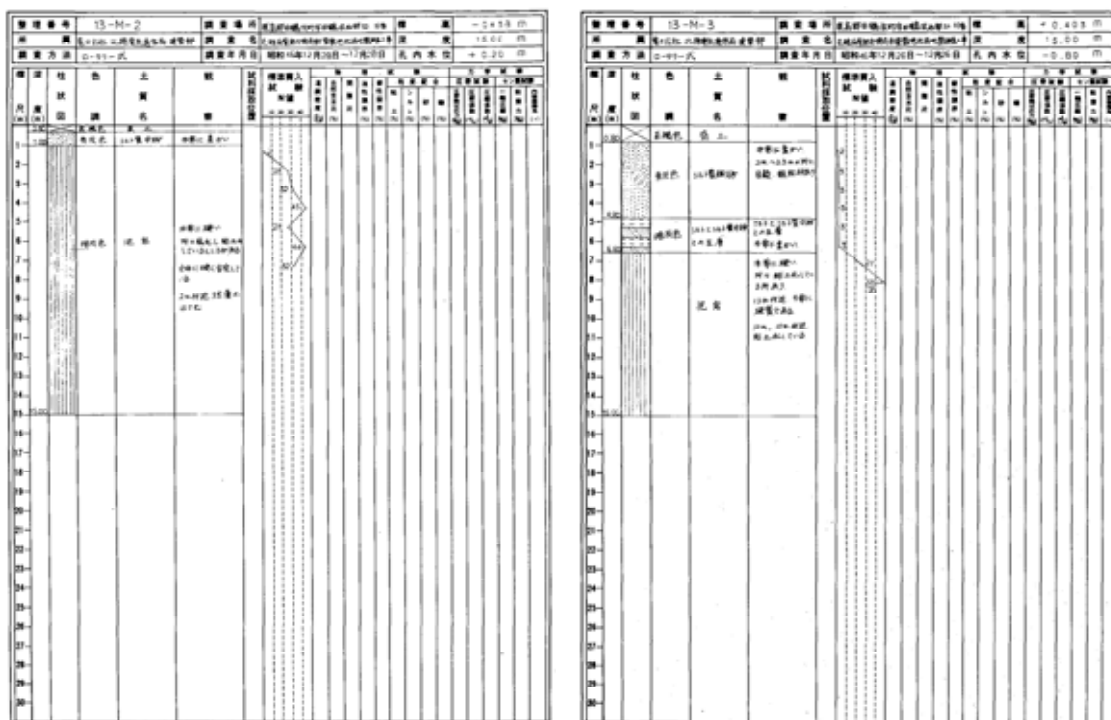


図3.21 七尾市田鶴浜震度計付近のボーリング柱状図
 (「石川県平野部の地盤図集」^[19]を引用)

3.5 能登町

能登町では、気象庁の能登町宇出津震度観測点(535,以降、JMA能登と記す)とK-NET能都(ISK004)観測点とで強震波形が得られてられている。両地点とも震度6弱であった。観測点の位置図を図3.22に示す。また、K-NET能都の地盤情報^[9]は図3.23の通りである。

JMA富来とK-NET富来における強震記録の速度波形(0.1~10Hz)と疑似速度応答スペクトル(減衰5%)を図3.24に、水平動粒子軌跡を図3.25に示す。

JMA能登とK-NET能都は、約300mしか離れていないが、強震動の特徴は全く異なったものとなっている。JMA能登は、K-NET能都と比べて最大加速度は約半分、最大速度は約2倍となっている。卓越周期はK-NET能都が約0.5秒であるのに対し、JMA能都では約1.5秒である。K-NET能都は図3.23から分かるように軟弱地盤上の観測点である。JMA能登の地盤情報が不明であるが、K-NET能都よりも海に近く、より地盤が軟らかいのかもしい。また、JMA能登は、能登町役場庁舎内に設置されていることが報告されており^[21]、入力損失により短周期成分が小さくなっている可能性もあると考えられる。

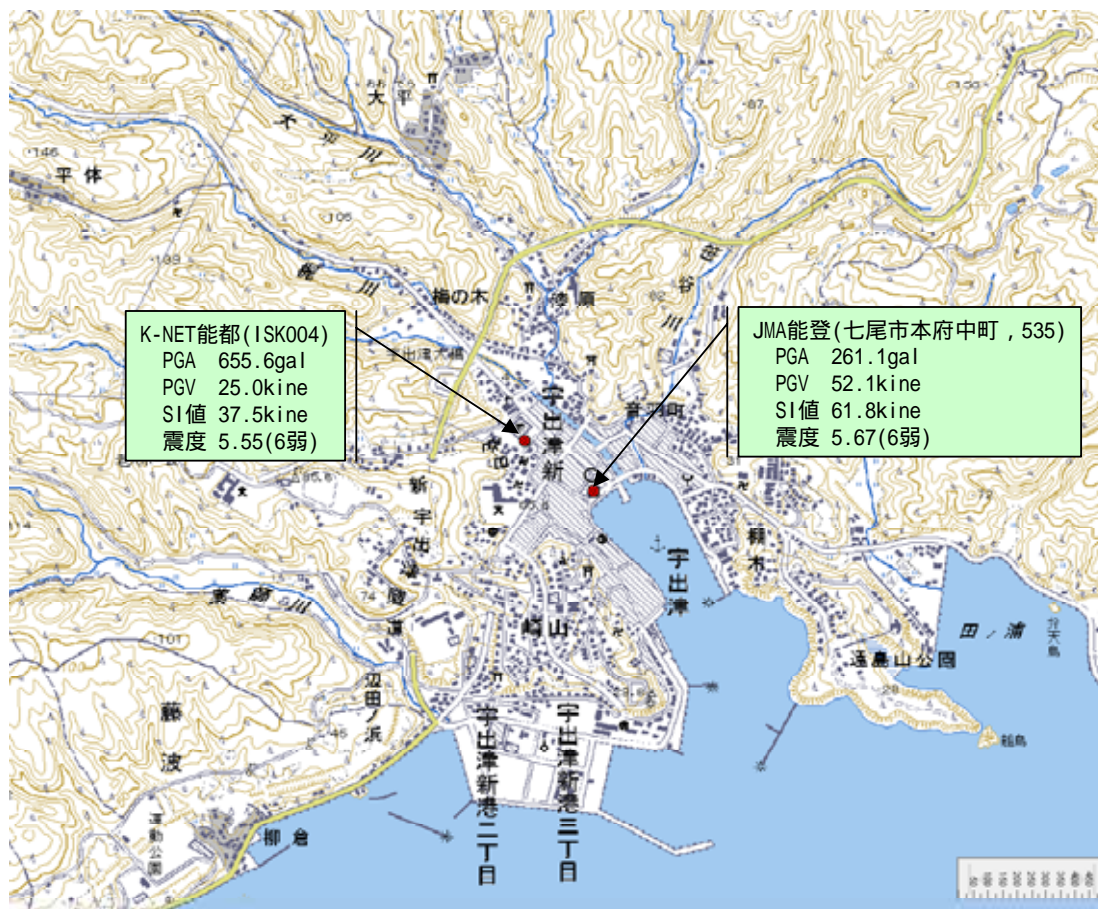


図3.22 能登町の強震観測点

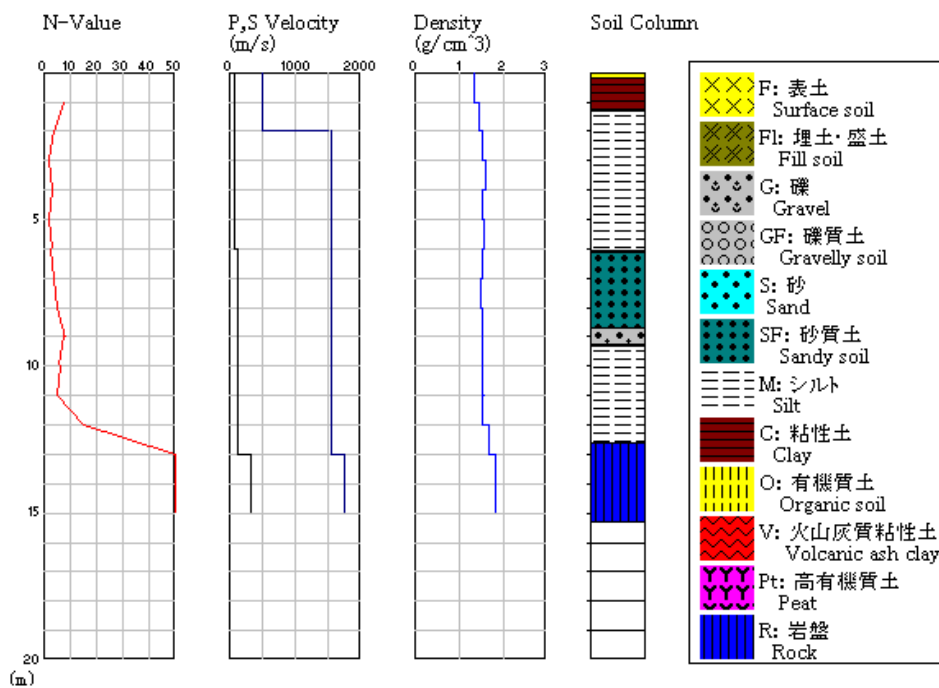
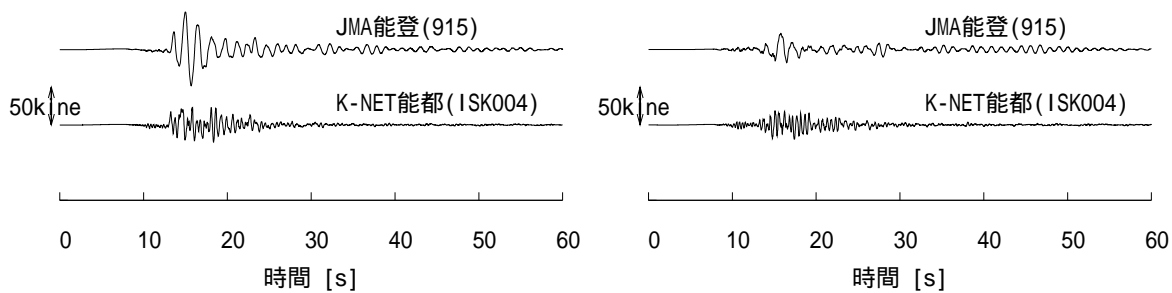
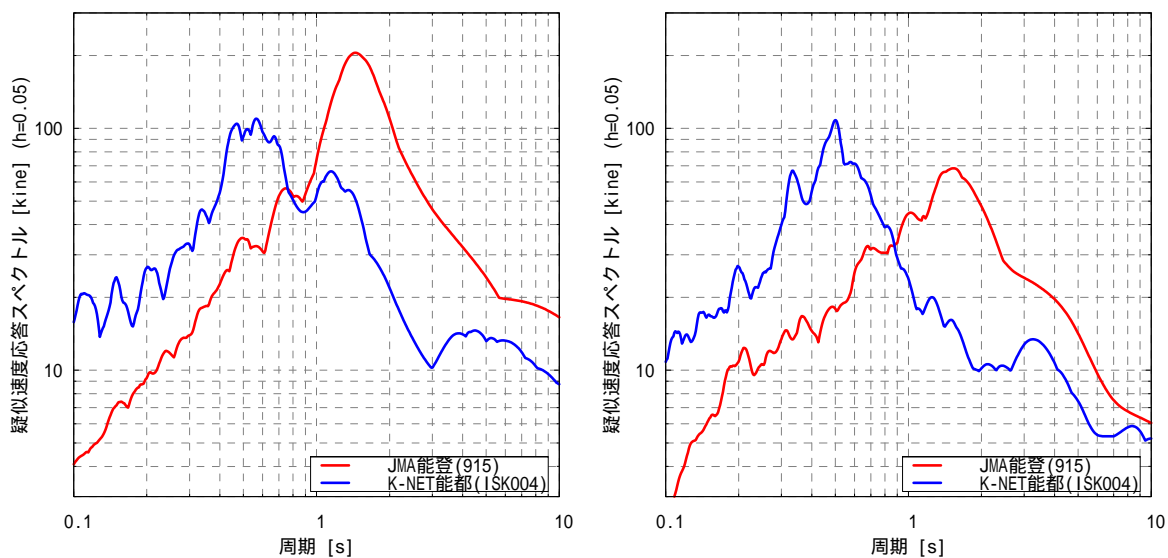


図3.23 K-NET能都観測点のボーリング柱状図(防災科研を引用)



(1) 速度時刻歴波形(0.1 ~ 10Hz)



(2) 疑似速度応答スペクトル(減衰5%)

図3.24 能登町での強震記録

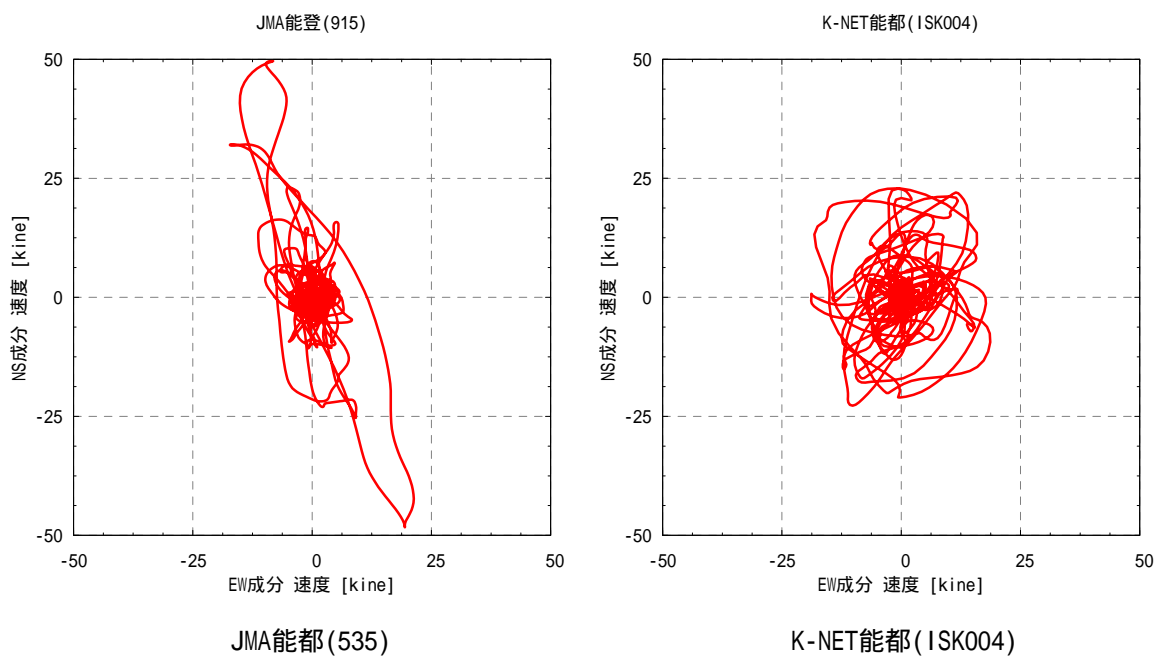


図3.25 能登町での水平動粒子軌跡

3.6 震源域の観測記録のまとめ

能登半島地震での震源域での強震記録の比較を図3.26に示す。

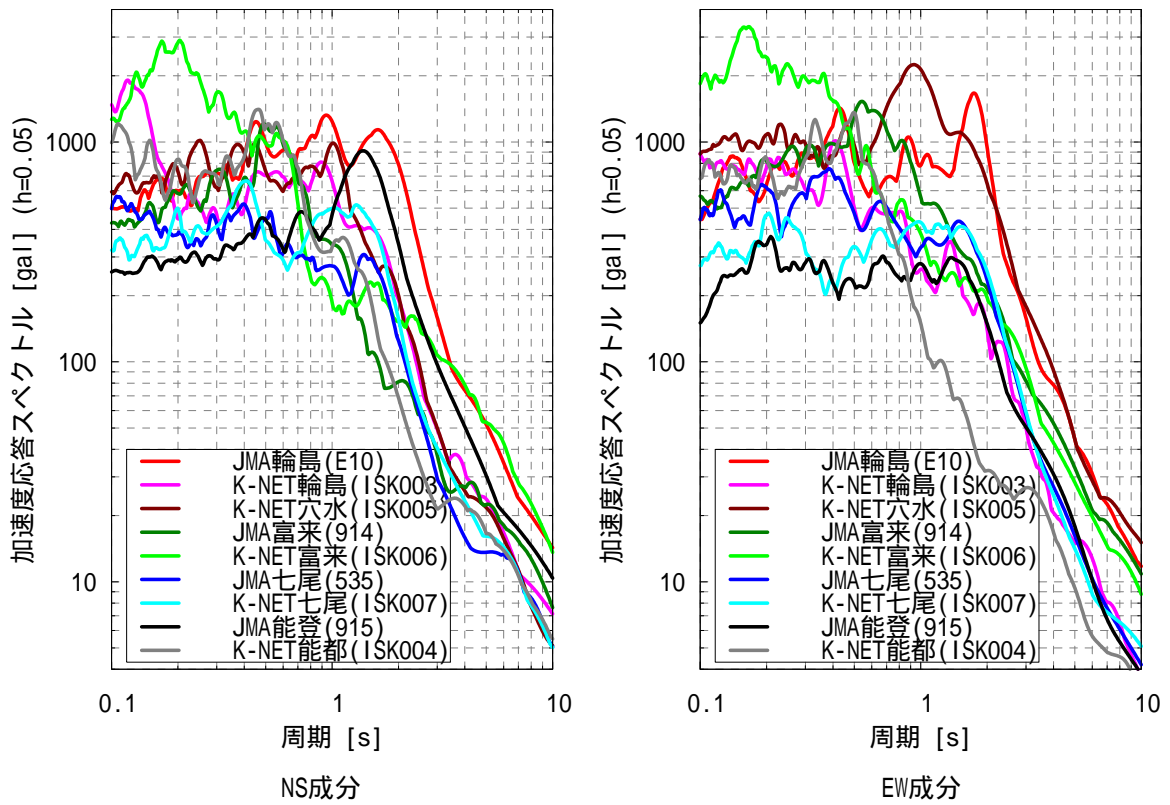
能登半島地震での代表的な強震記録と、1995年兵庫県南部地震や2004年新潟県中越地震での代表的な強震記録との比較を図3.27に示す。

K-NET穴水(ISK005)観測点での記録は、周期1秒程度が卓越しており、建物の被害を引き起こす1～2秒の周期帯では、兵庫県南部地震のJR鷹取駅や新潟県中越地震の川口町震度計での記録にはやや及ばないものの、兵庫県南部地震のJMA神戸(神戸海洋気象台)や新潟県中越地震のK-NET小千谷、JMA小千谷を上回っており、強烈な地震動であったことが窺える。

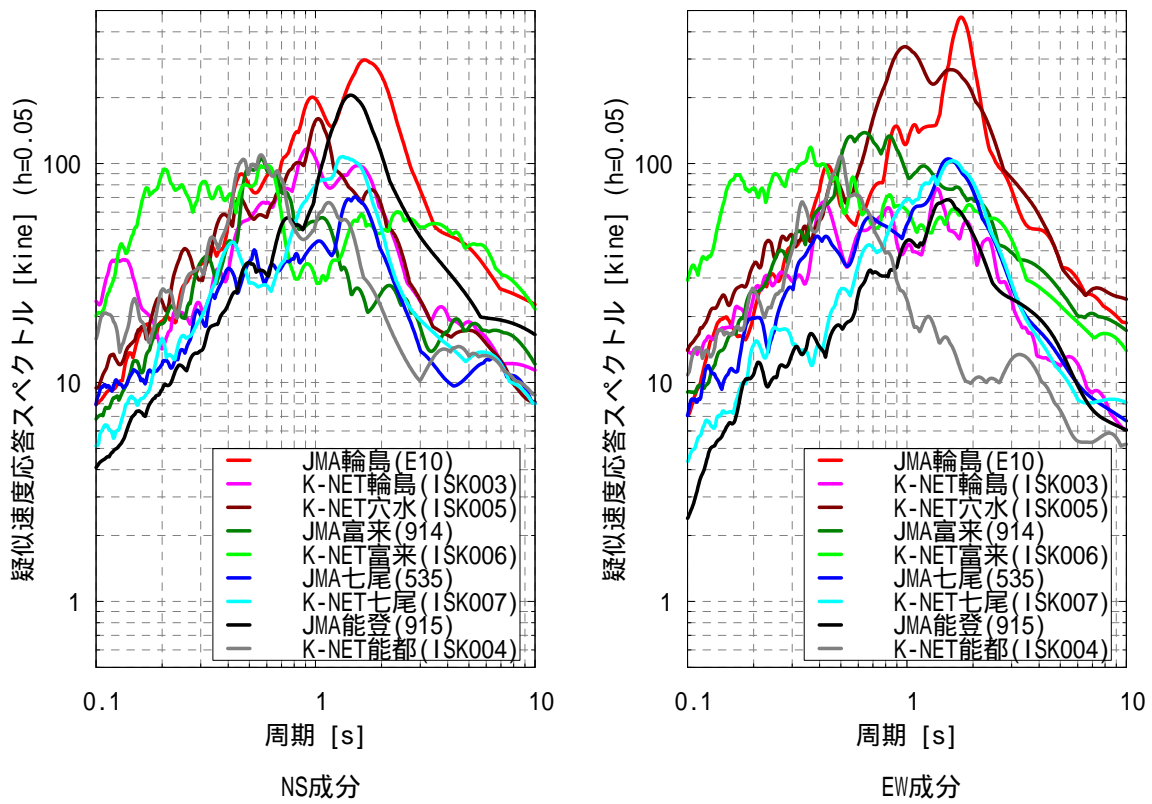
JMA輪島観測点では、2秒弱の周期が卓越しているが、1秒強の周期では新潟県中越地震のK-NET小千谷、JMA小千谷の記録を下回っており、このおかげで大きな被害を免れた建物もあったのではないかと思われる。

K-NET富来(ISK006)観測点では、兵庫県南部地震のJMA神戸を上回る最大加速度を観測しているが、短周期領域が卓越しており、周期1～2秒のパワーが、K-NET穴水やJMA輪島よりは小さく、これら2地点の周辺被害よりは小さかったものと考えられる。

K-NET穴水とJMA輪島での強震動の相違と観測点周辺の被害形態の相違との関係については、今後詳細な検討が必要であろう。

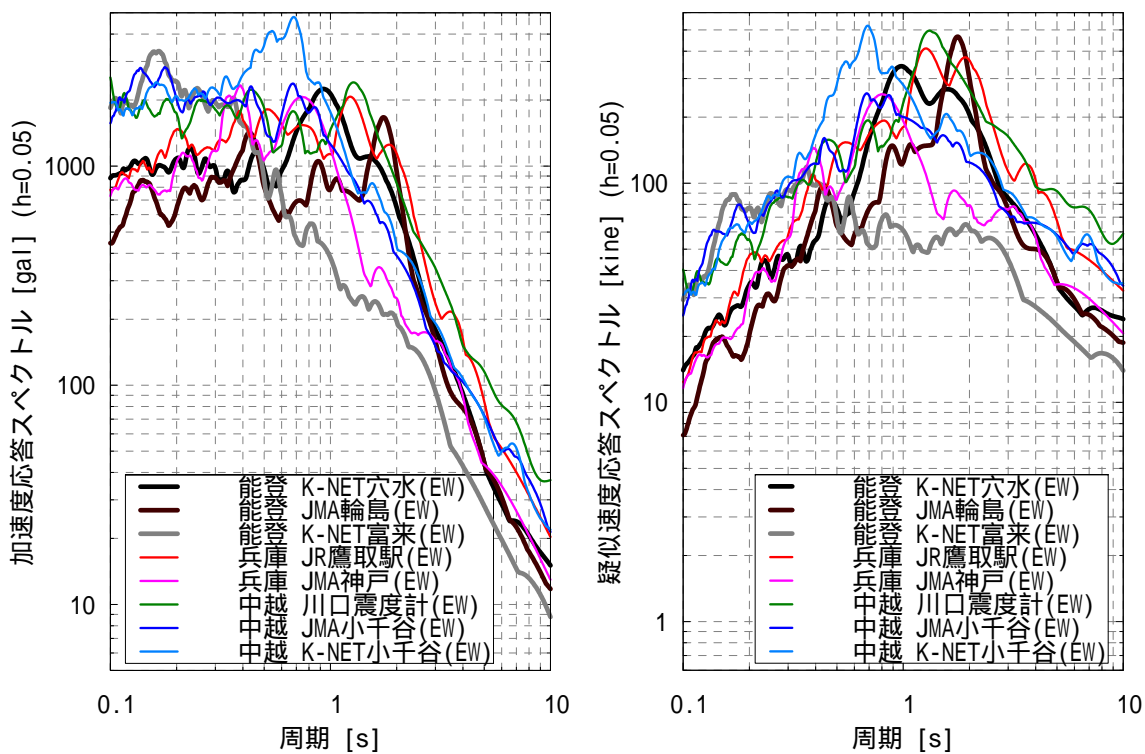


(1) 加速度応答スペクトル



(2) 疑似速度応答スペクトル

図3.26 能登半島地震震源域における強震記録の応答スペクトル(減衰5%)



(1) 加速度応答スペクトル

(2) 疑似速度応答スペクトル

図3.27 能登半島地震と兵庫県南部地震、新潟県中越地震との代表的な強震記録の比較

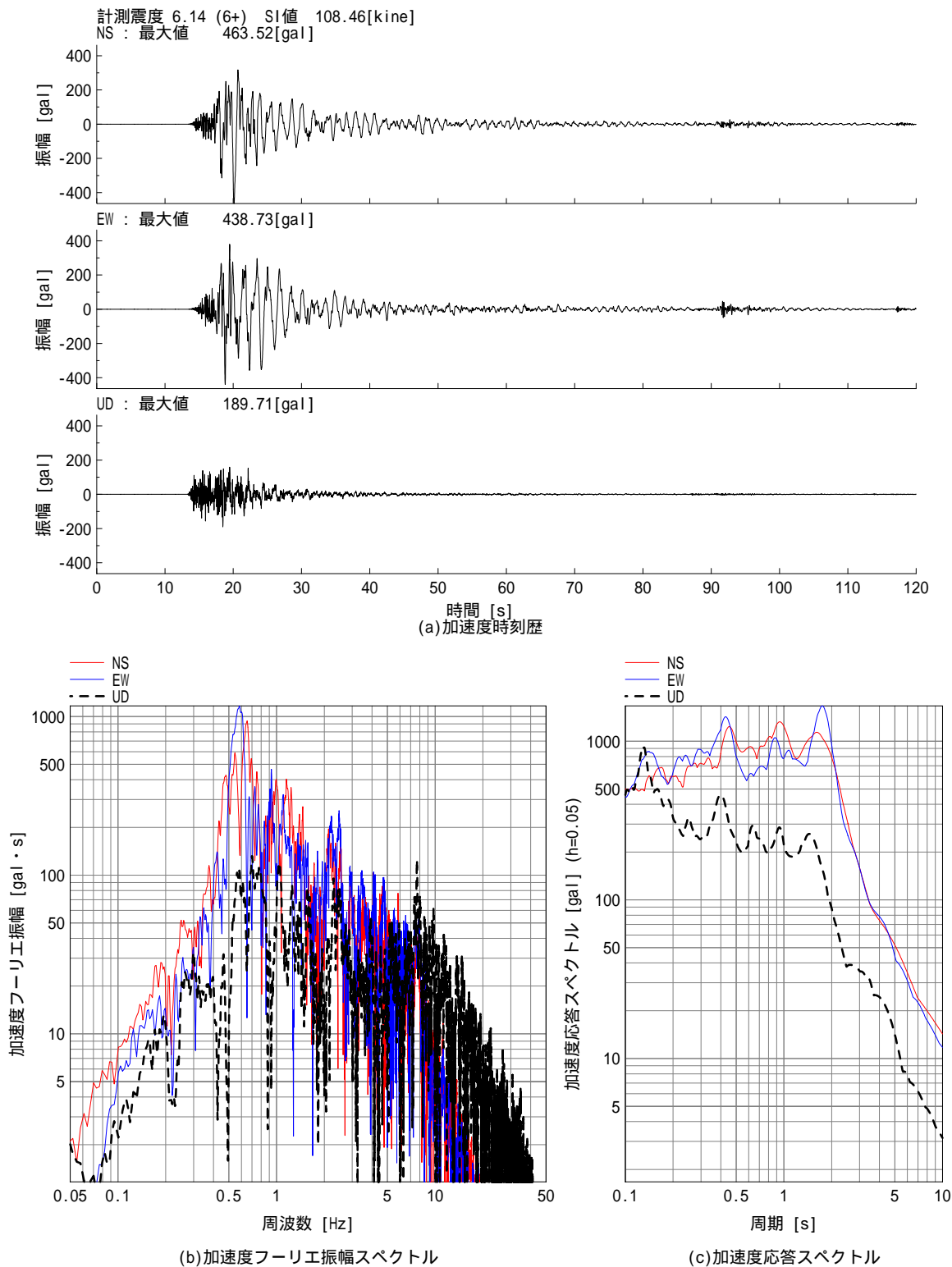
謝辞

気象庁震度計、防災科研K-NET、KiK-net、港湾地域強震観測の強震観測記録および国土交通省の観測地震動指標を使用しました。記して謝意を表します。

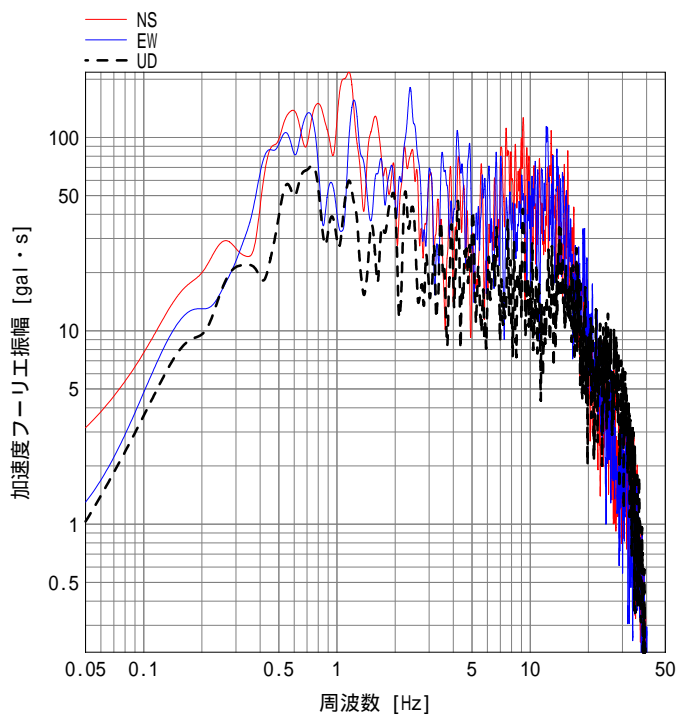
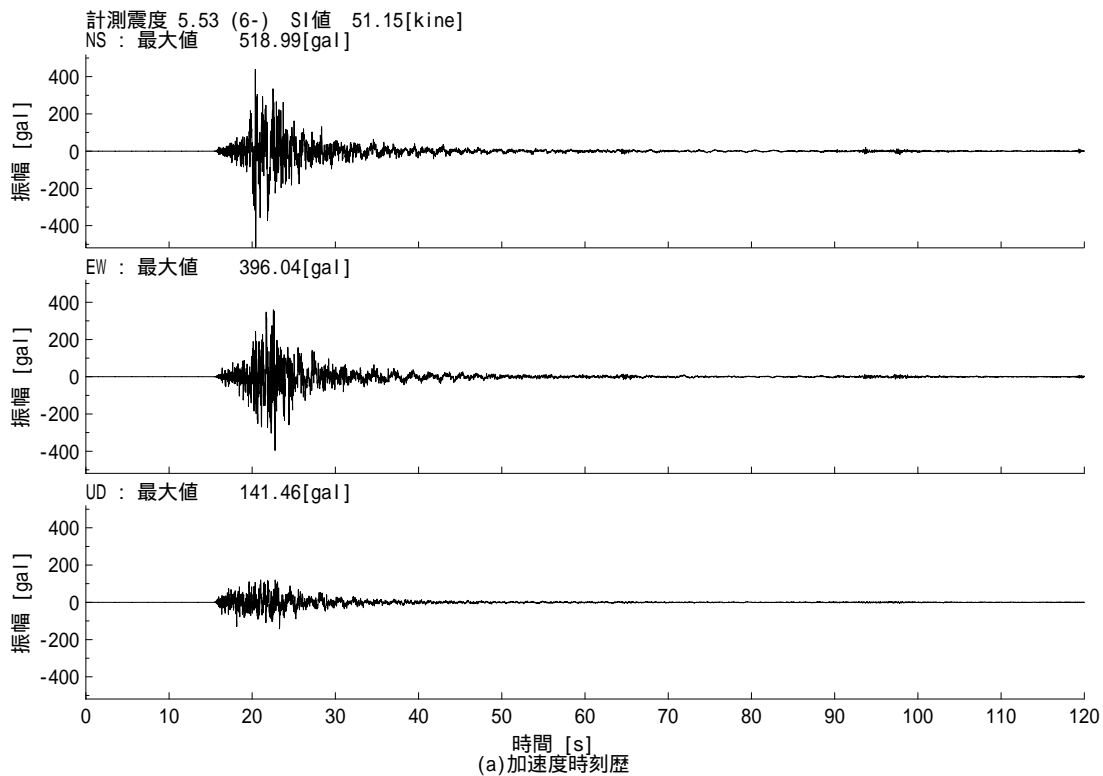
参考文献

- [1] 気象庁：2007年3月25日9時42分ころ能登半島沖で発生した地震について(第2報)，報道発表資料，<http://www.jma.go.jp/jma/press/0703/25c/kaisetsu200703251600.pdf>，2007.03.25.
- [2] 消防庁：平成19年(2007年)能登半島地震(第20報)，災害速報，<http://www.fdma.go.jp/>，2007.03.30.
- [3] 気象庁：2007年3月25日9時42分ころ能登半島沖で発生した地震について(第4報)，報道発表資料，<http://www.jma.go.jp/jma/press/0703/26a/kaisetsu200703261030.pdf>，2007.03.25.
- [4] 気象庁：2007年3月25日09時42分頃の能登半島沖で発生した地震の震源要素の更新について，報道発表資料，<http://www.jma.go.jp/jma/press/0703/25b/20070325shingen.pdf>，2007.03.25.
- [5] 防災科学技術研究所：高感度地震観測網 Hi-net，<http://www.hinet.bosai.go.jp/>
- [6] 防災科学技術研究所：広帯域観測網 F-net，<http://www.fnet.bosai.go.jp/freesia/index-j.html>
- [7] 気象庁：地震情報，<http://www.jma.go.jp/jp/quake/>
- [8] 日本気象協会：地震情報，<http://www.tenki.jp/qua/index.html>
- [9] 防災科学技術研究所：強震ネットワーク K-NET，<http://www.kyoshin.bosai.go.jp/k-net/>
- [10] 防災科学技術研究所：基盤強震観測網 KiK-net，<http://www.kik.bosai.go.jp/kik/>
- [11] 港湾空港技術研究所ほか：港湾地域強震観測システム，<http://www.eq.yokohama.go.jp/>
- [12] 気象庁：強震波形(平成19年(2007年)能登半島地震)，「平成19年(2007年)能登半島地震」の特集 地震の詳細資料，http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/2007_03_25_noto/EVENT1/noto_kyosin.html，2007.03.27.
- [13] 国土交通省：国土交通省河川・道路等施設の地震計ネットワーク情報，<http://www.nilim.go.jp/japanese/database/nwdb/index.htm>
- [14] 八木勇治：2007年3月25日能登半島沖の地震，http://www.geo.tsukuba.ac.jp/press_HP/yagi/EQ/20070325/，2007.03.26.
- [15] 青井真，関口春子：近地地震動記録による能登半島地震の震源インバージョン(暫定版)，<http://www.kyoshin.bosai.go.jp/k-net/topics/noto070325/>，2007.03.28.
- [16] 高橋良和，後藤浩之，豊岡亮洋：平成19年(2007年)能登半島地震の被害調査報告(速報)，<http://www.catfish.dpri.kyoto-u.ac.jp/~goto/eq/20070325/index.html>，2007.03.27.
- [17] Tobita T., Sawada S.: Rotation response of a rigid body under seismic excitation, *Journal of Engineering Mechanics*, ASCE, Vol. 132, No. 4, pp. 375-384., 2006.
- [18] 高橋良和，後藤浩之，豊岡亮洋：震源地域における地震動特性 - 2007年能登半島地震被害調査報告 - ，土木学会「平成19年(2007年)能登半島地震災害緊急調査団」速報会資料，<http://www.jsce.or.jp/report/42/news3.shtml>，2007.03.29.
- [19] (監修)建設省北陸地方整備局北陸技術事務所：石川県平野部の地盤図集 [4]ボーリング柱状図(2の1)，社団法人北陸建設弘済会，1982.07.
- [20] 気象庁：臨時震度観測点「七尾市田鶴浜町」の観測開始について，報道発表資料，<http://www.jma.go.jp/jma/press/0703/28d/rinjishindo200703281830.pdf>，2007.03.28.
- [21] 境有紀，熊本匠，田中佑典，野尻真介：2007年能登半島地震で発生した地震動と被害速報，<http://www.kz.tsukuba.ac.jp/~sakai/071.htm>，2007.03.

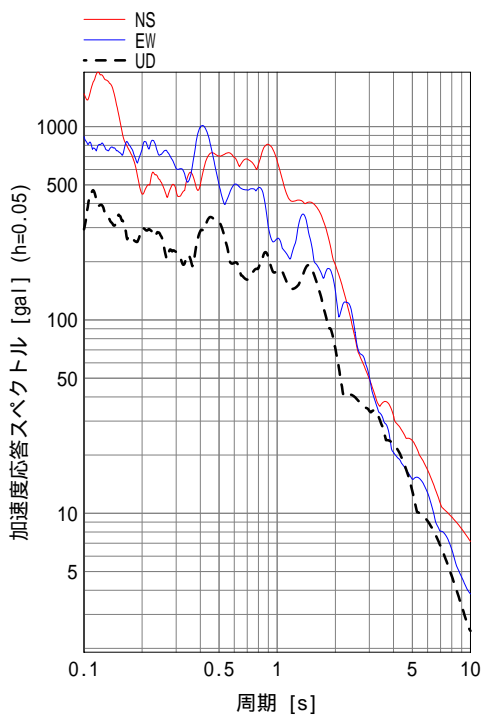
付図 能登半島地震 強震記録の加速度時刻歴波形とスペクトル



付図1 JMA輪島(E10, 輪島市鳳至町)

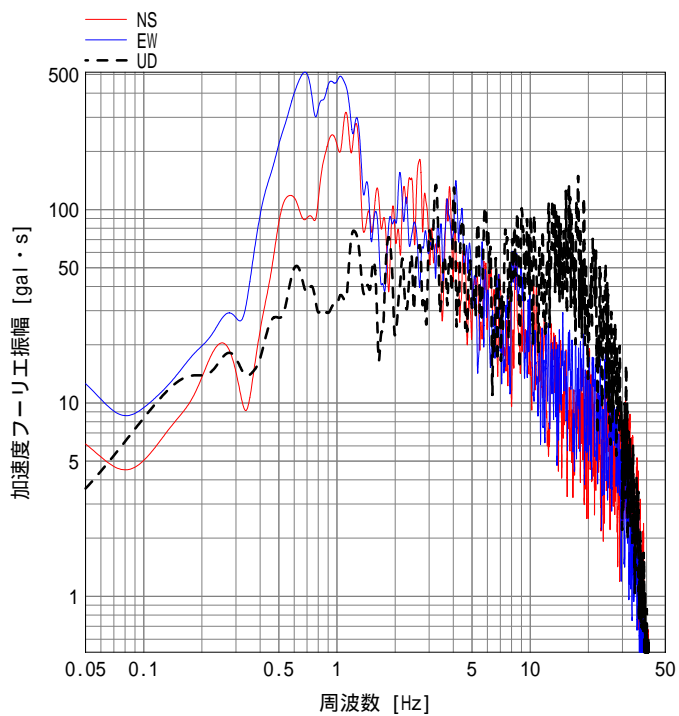
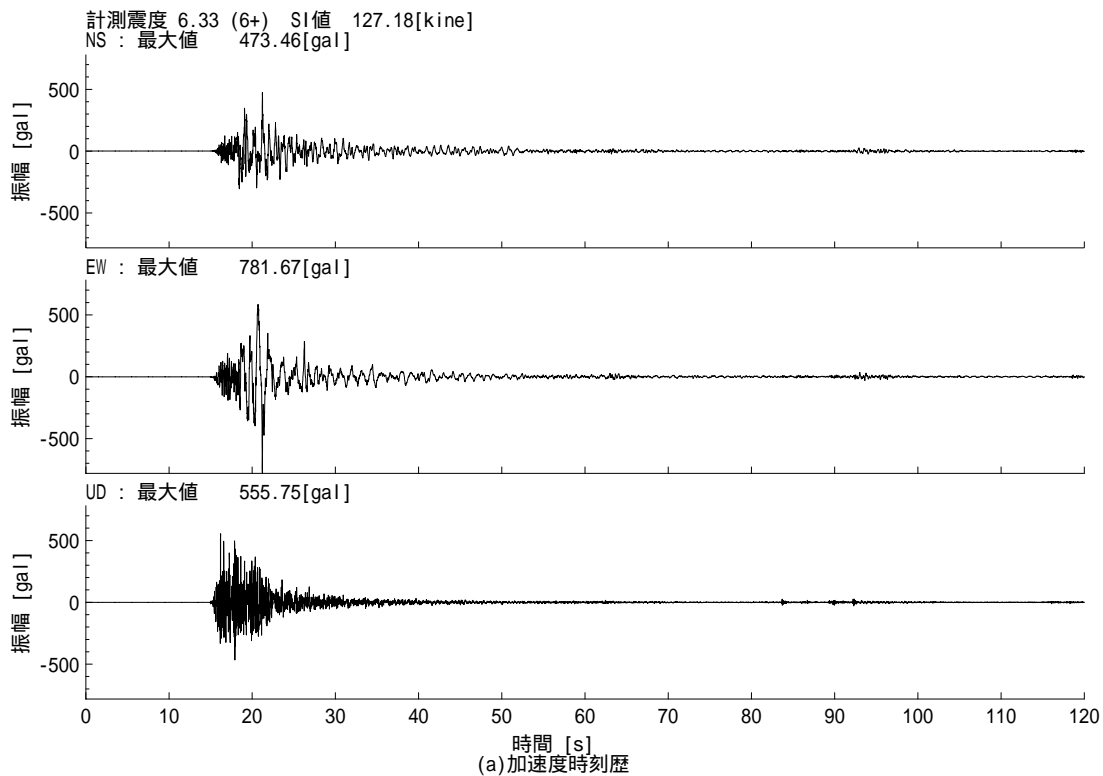


(b) 加速度フーリエ振幅スペクトル

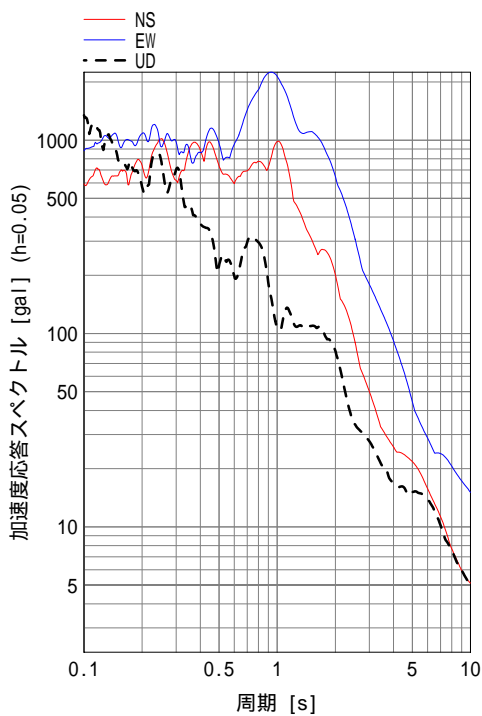


(c) 加速度応答スペクトル

付図2 K-NET輪島(ISK003)

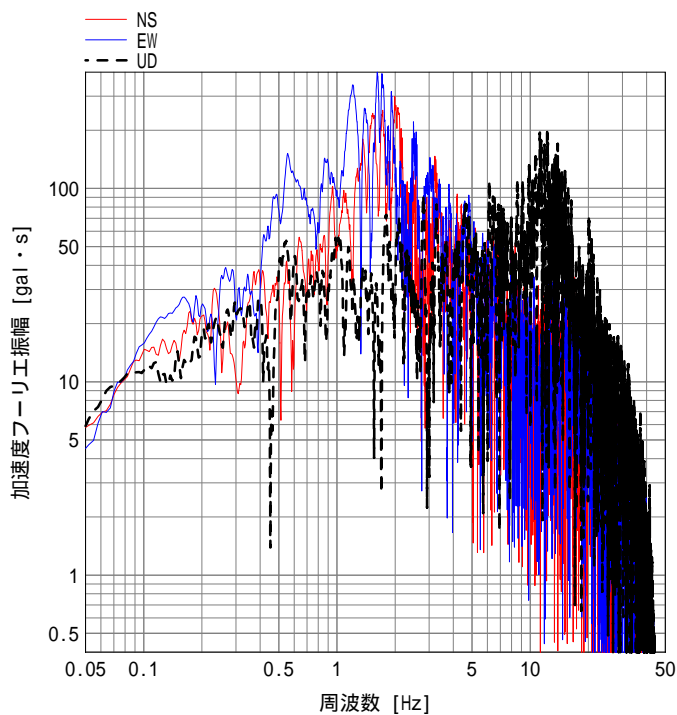
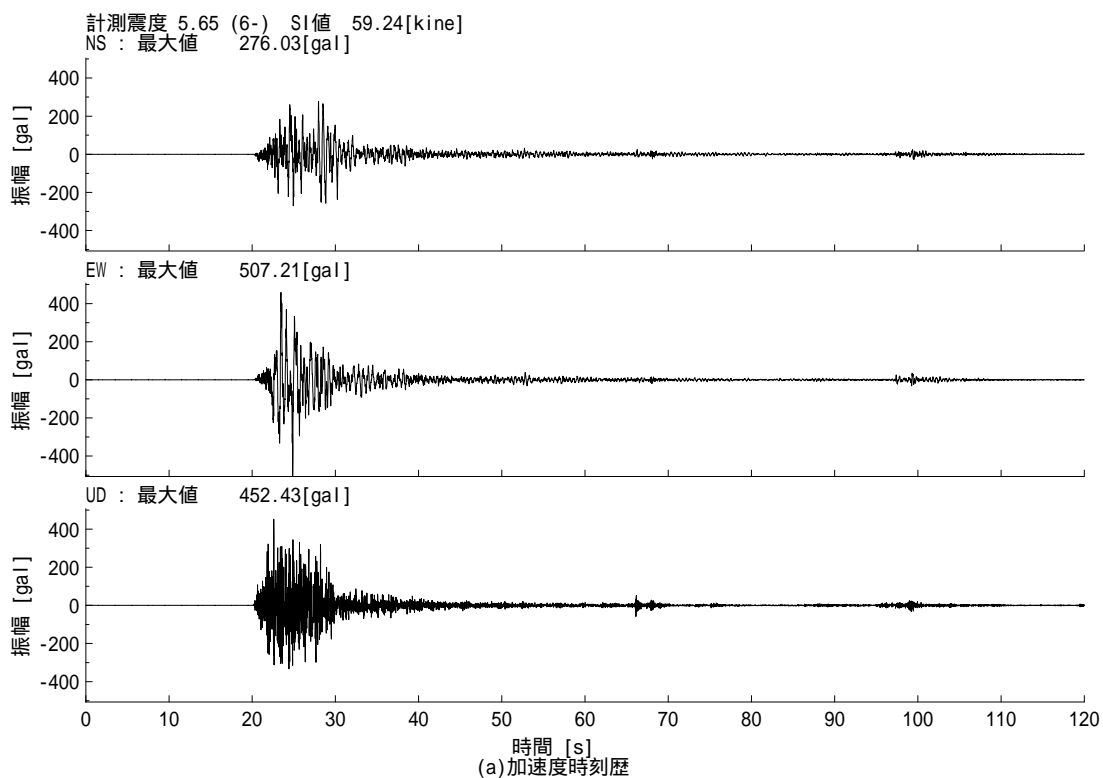


(b) 加速度フーリエ振幅スペクトル

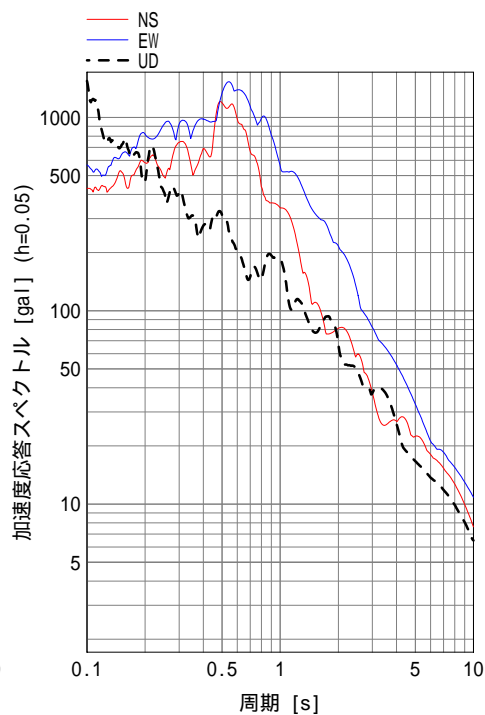


(c) 加速度応答スペクトル

付図3 K-NET穴水(ISK005)

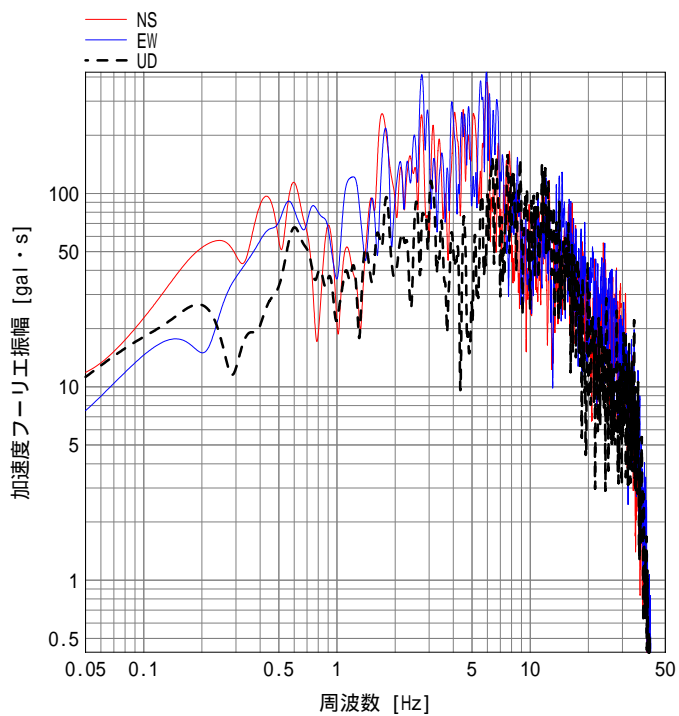
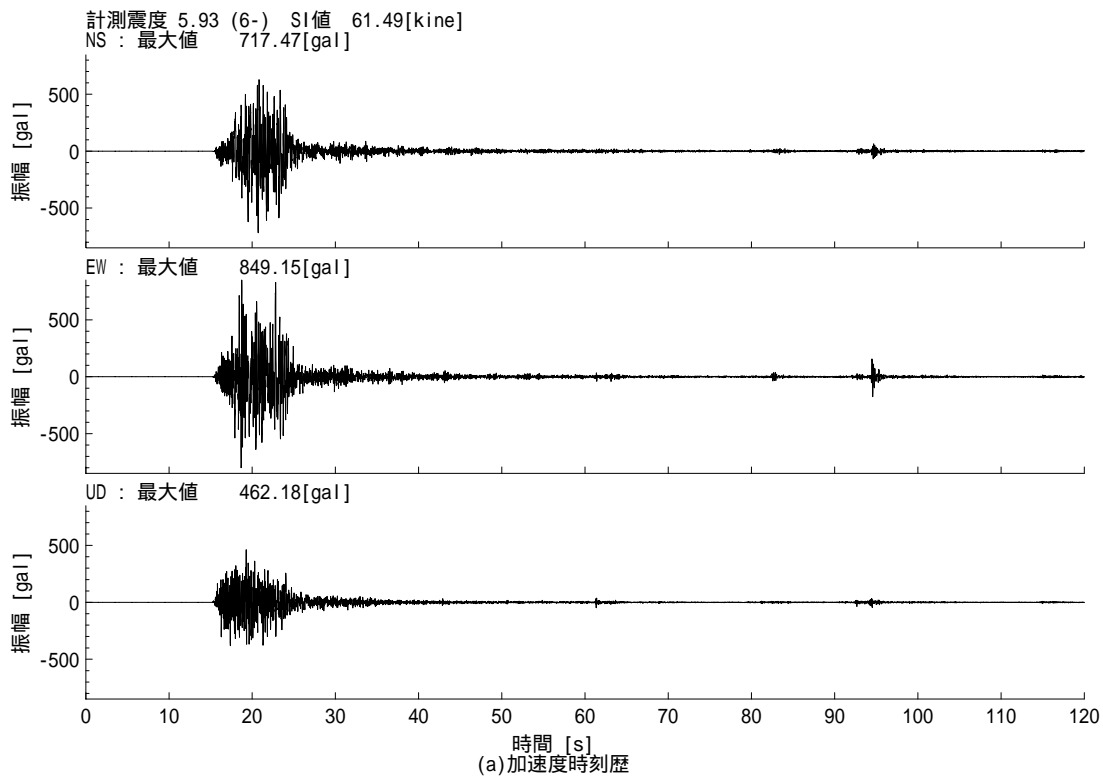


(b) 加速度フーリエ振幅スペクトル

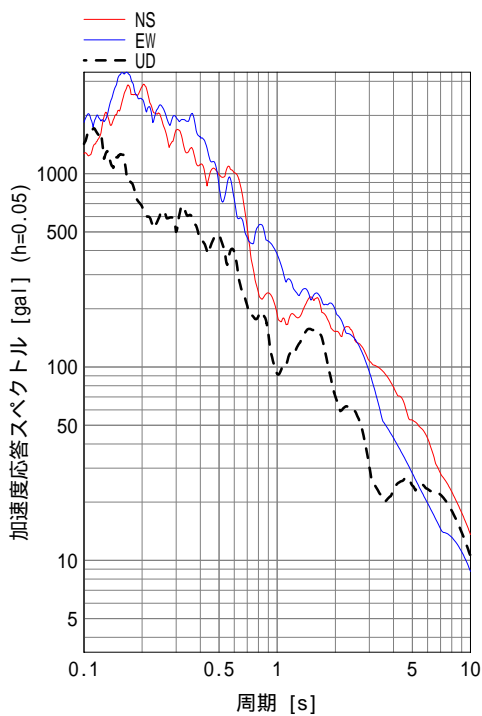


(c) 加速度応答スペクトル

付図4 JMA富来(914, 志賀町富来領家町)

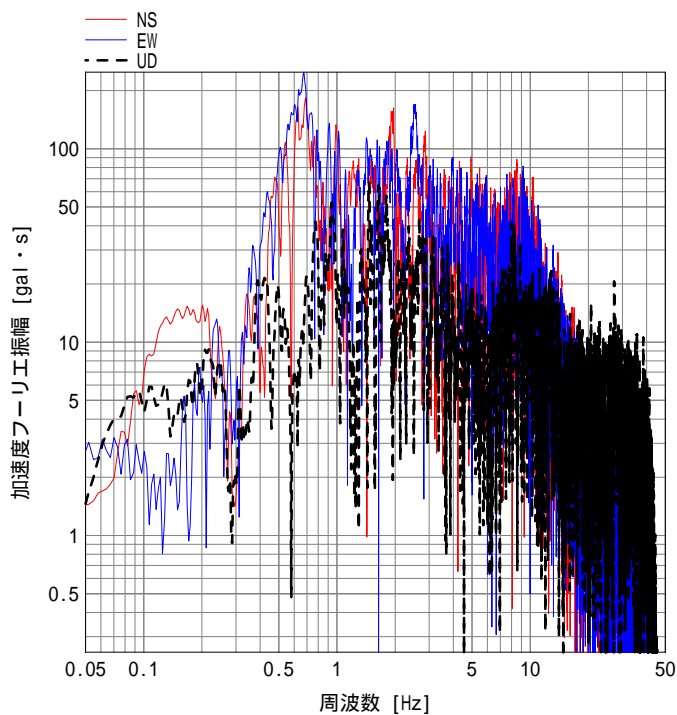
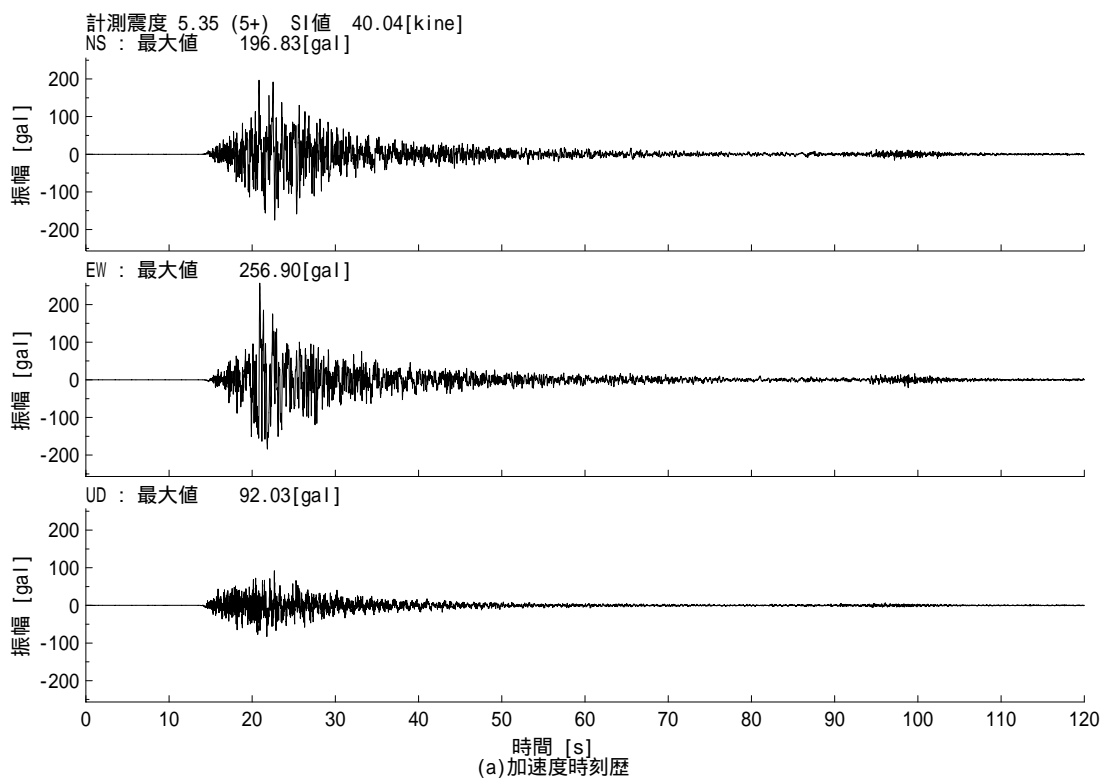


(b) 加速度フーリエ振幅スペクトル

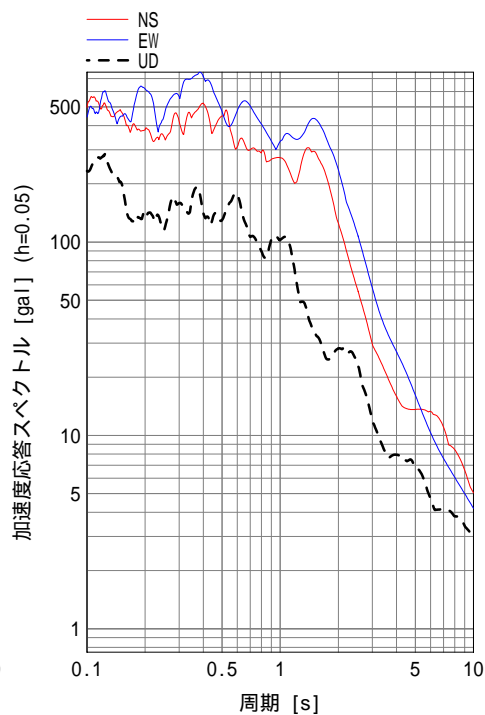


(c) 加速度応答スペクトル

付図5 K-NET富来(ISK006)

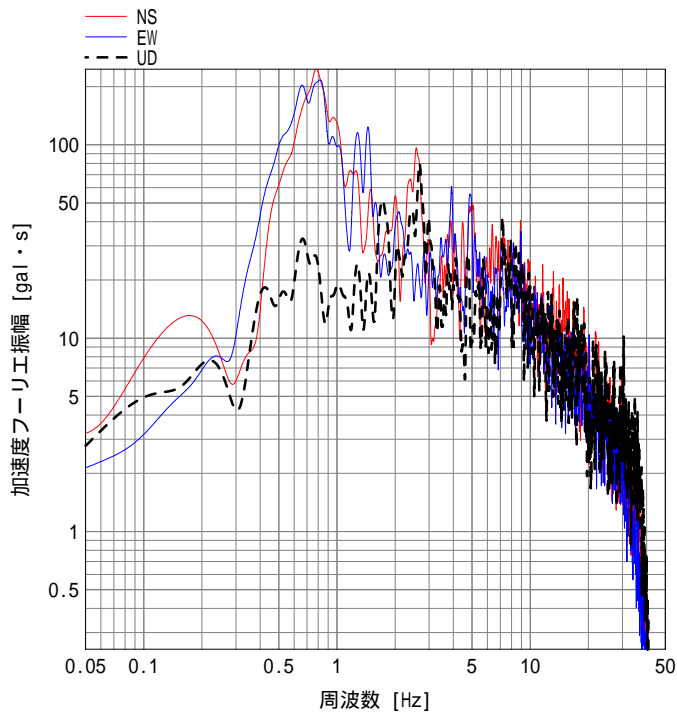
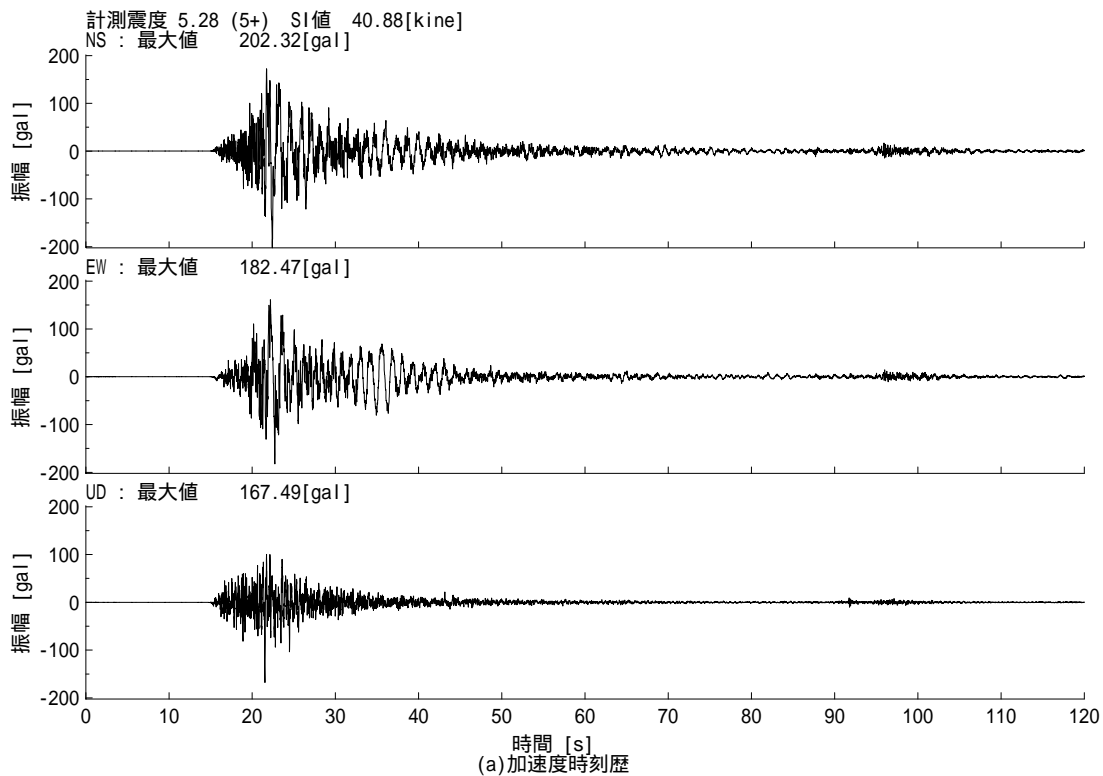


(b) 加速度フーリエ振幅スペクトル

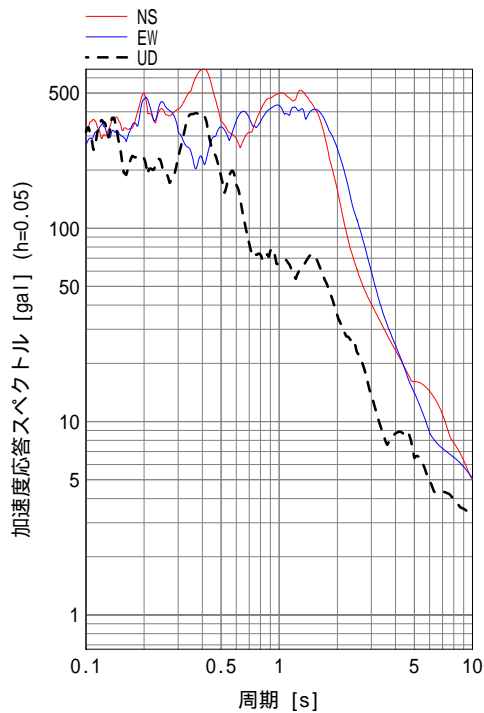


(c) 加速度応答スペクトル

付図6 JMA七尾(535, 七尾市本府中町)

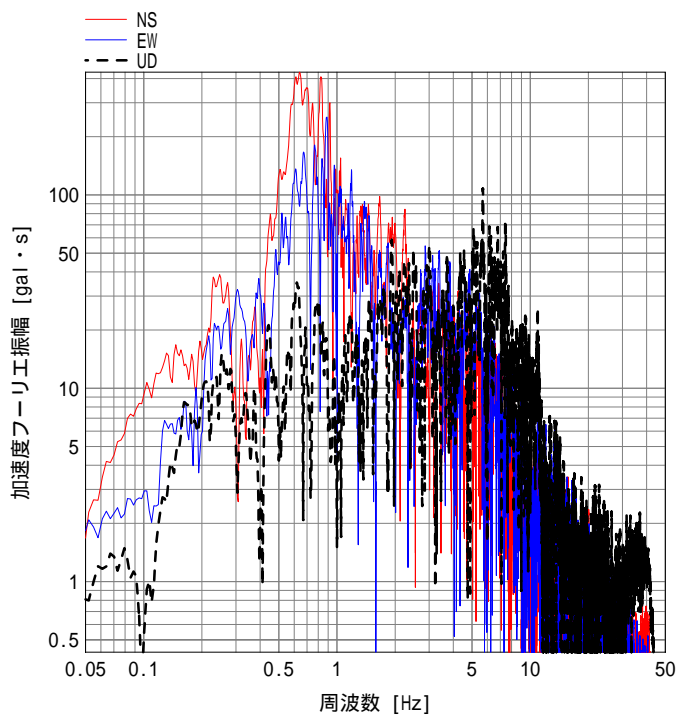
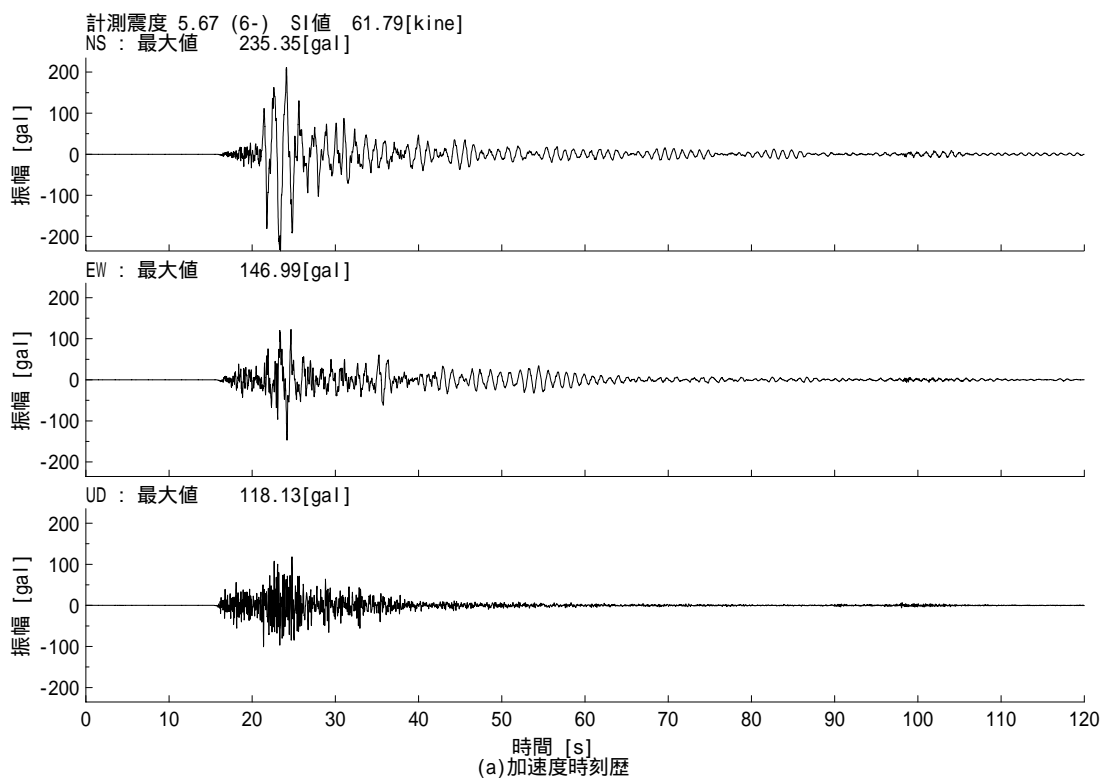


(b) 加速度フーリエ振幅スペクトル

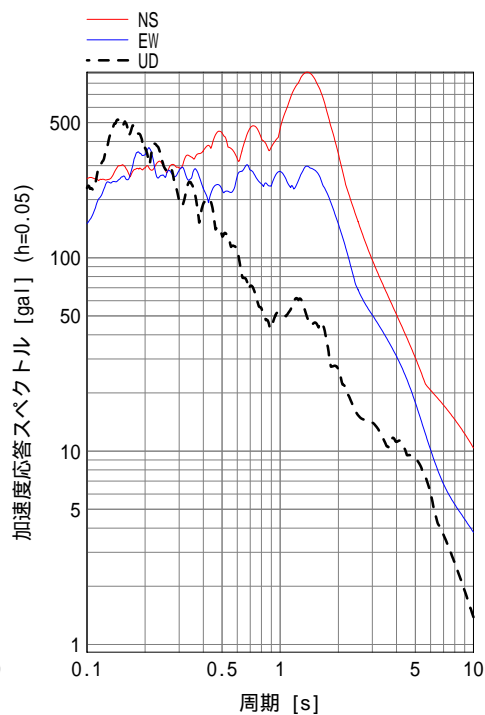


(c) 加速度応答スペクトル

付図7 K-NET七尾(ISK007)

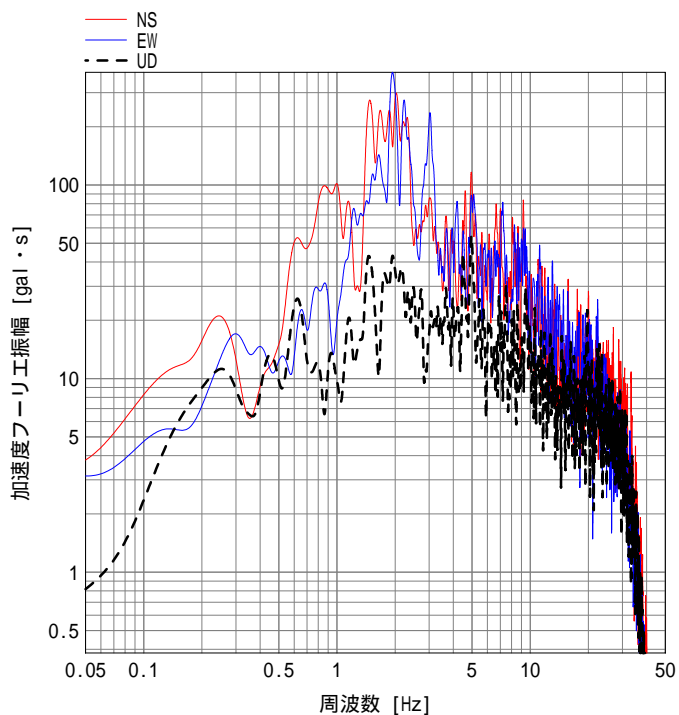
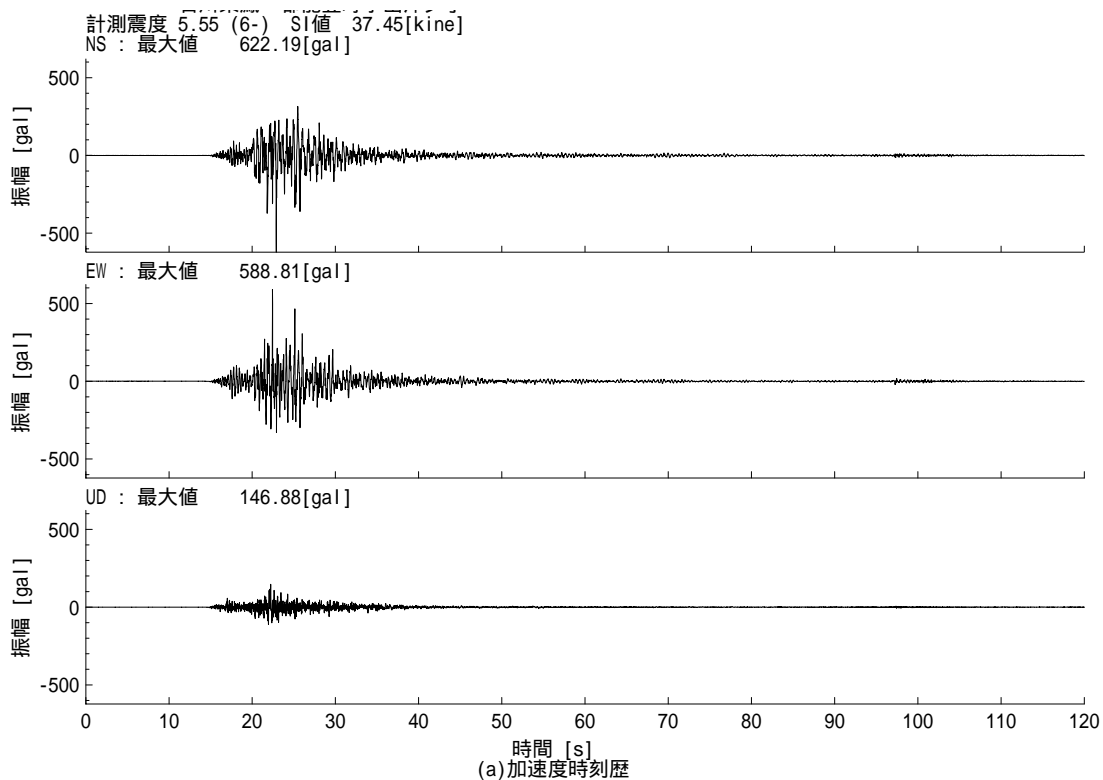


(b) 加速度フーリエ振幅スペクトル

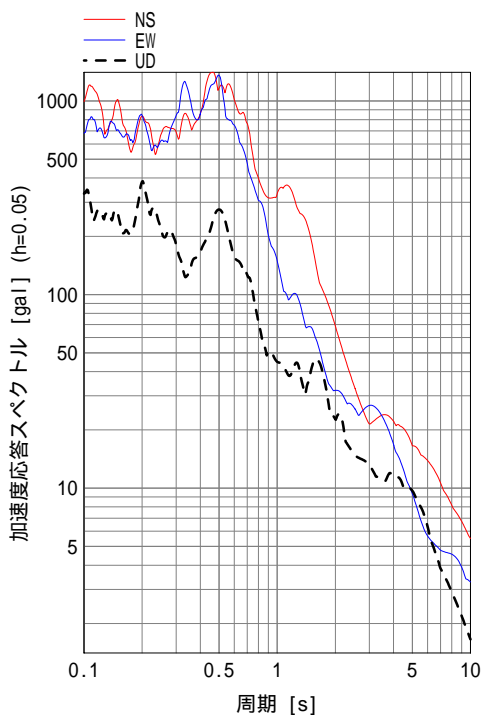


(c) 加速度応答スペクトル

付図8 JMA能登(535, 能登町宇出津)



(b) 加速度フーリエ振幅スペクトル



(c) 加速度応答スペクトル

付図9 K-NET能登(ISK004)