

3. 静岡市における共同観測

3.1 記録概要

3.1.1 静岡市中心部の地震観測

本ワーキンググループ(以降、WGと称す。)による共同強震観測は、JR静岡駅を中心とする地域に展開している。また、この地域には気象庁の震度観測点、防災科学技術研究所の強震ネットワーク(以降、K-NETと称す。)¹⁾などにより地震観測が行われている。各機関の観測点配置を図3.1.1.1に示す。また、以下に各機関の観測状況を記す。

(1) WGの観測状況

JR静岡駅周辺において、従来よりMYK(清水建設、1990年7月より)、HN5(大成建設、1997年2月より)及びSHW(竹中工務店、1997年2月より)の3点が観測を行っており、その後、MBC(大林組、1997年6月より)が観測を開始した。そして、日本建築学会の「地震荷重」²⁾の中で東海地震に対して強震動評価の検討が行われている、谷津山、駿府公園、大谷、東静岡の4箇所を考慮して、駿府公園(SNP:西松建設及び東京電力、1997年11月より)、大谷には静岡大学(SZU:電力中央研究所、1998年3月より)、谷津山には南東方向の延長部である清水山公園(KYM:建築研究所、1998年4月より)、東静岡のグランシップ(HSZ:清水建設、1998年8月より)に強震計が設置された。また、岩盤観測点として浅間神社(SGS:建築研究所、1998年4月より)にも強震計設置された。なお、観測点名の()内は担当機関と開始年月である。なお、HSZは1998年8月から1999年10月までの期間、県民国際プラザ建設工事事務所に、その後の1999年11月から2000年8月までをグランシップにおいて観測を行った。表3.1.1.1に各共同強震観測点の地点情報を示す。

MYK、HN5、SHW、SNP、KYMの地震計は構造物内部に設置されており、MBC、HSZ、SGSの地震計は地表に設置されている。なお、SZUの地震計は深さ16mの立孔の中に設置されている。

(2) 他機関の観測状況

気象庁

静岡市中心部には静岡地方気象台がある。

また、地方公共団体が管理している計測震度計の観測点は3点あり、駿府公園周辺の県庁、市役所、有明町である。有明町は、静岡地方気象台の南約1kmの静岡総合庁舎にある。

K-NET

防災科学技術研究所が管理している観測点は静岡市中心部に1点あり、静岡(SZO014)である。SZO014は、安倍川に近い駒形通の静岡県地震防災センターの敷地内にある。

3.1.2 静岡地域の地質・地盤状況

(1) 地質の概要

静岡県の地形は、山梨県、長野県との県境付近の北部に赤石山脈が広がり、駿河湾に富

土川、安倍川、大井川が、遠州灘には天竜川がそそぎ込んでいる。御前崎以西では牧ノ原台地が広がっており、伊豆半島は新しい時代の火山などから形成された山地で形成されている。

この地域の地質を図 3.1.2.1 に示す。これを見ると、糸魚川 - 静岡構造線を境に、西側が西南日本外帯、東側がフォッサマグナ地域に分けられ、静岡市周辺はその境界部になっている。フォッサマグナ地域の西側は北から領家帯、三波川帯・御荷鉾帯、秩父帯、四万十帯の順に配列している。

(2) 静岡市中心部の表層地質状況

静岡市中心部における表層地質・地盤の状況、共同強震観測点の位置を図 3.1.2.2 に示す。安倍川の西側の山地は、主に古第三系または白亜系の地質から構成されている。東側では南北に細長く走る山地、賤機山、浅間山などは新第三系の火山岩類であり、これにならぶ東側の山地は新第三系のシルト岩、砂岩及び礫岩から構成され、地質が変化している。また、駿府公園の東に位置する谷津山は、新第三系の堆積岩で構成されている。静岡市南東の有度丘陵をはじめとする日本平は洪積層で、礫層の段丘堆積物と段丘泥質堆積物から構成されている。

SNP、MYK、SHW、MBC、HN5 及び SZO014 は、砂質または砂礫質地盤に位置し、SGS は新第三系の火山岩類上に、KYM は堆積岩上に、HSZ は軟弱泥質層が堆積する地域に、また、SZU は段丘堆積物からなる日本平に位置している。

駿府公園を通る、東西及び南北の地質断面を図 3.1.2.3 に示す。これを見ると、安倍川の両岸は、礫または砂礫地盤が分布しているが、東側に広がる堆積平野は主に泥質、砂泥質または泥砂礫質地盤となっている。また、駿府公園の北東部にある国道 1 号線バイパス付近(図 3.1.2.2 では清水港の西側)に 15 m 以上の軟弱泥層が存在している。

地殻構造については図 3.1.2.4 に示す。1974 年から 1977 年にかけて名古屋大学、東京大学をはじめとする複数の大学による地下構造探査が実施され、P 波の速度構造が推定されている³⁾。これを見ると、駿河湾西側の表層深さ 2 km から 3 km 程度までについては、糸魚川 - 静岡構造線(断面図中 D)と笹山構造線(断面図中 C)の間は $V_p = 3.9$ km/s、笹山構造線から中央構造線(断面図中 AB)の間は $V_p = 4.5$ km/s と推定されている。また、駿河湾の西側から $V_p = 6.0$ km/s の層の上面は、西に行くに従い深くなり、中央構造線で深さが急変し、最大で 8 km 程度の深さとなっている。

3.1.3 静岡地域の過去の被害地震

静岡県に被害を及ぼす地震は、主に南海トラフ、駿河トラフ、相模トラフ沿いで発生する海域の巨大地震と陸域の浅い地震である。過去の地震の震央分布を図 3.1.3.1 に示す。

南海トラフ、駿河トラフにおけるプレート間地震では、1707 年の宝永地震(マグニチュード 8.6)をはじめ、1854 年の安政東海地震(マグニチュード 8.4)、1944 年の東南海地震(マグニチュード 7.9)などがあり、これらの地震により、家屋の倒壊をはじめ、津波、火災、山崩れなどにより膨大な被害が生じている。一方、相模トラフにおけるプレート間地震では、1703 年の元禄地震(マグニチュード 7.9 ~ 8.2)、1923 年の関東地震(マグニチュード 7.9)などにより伊豆地方を中心として、津波、山崩れなどによる膨大な被害が生じ

ている。

また、静岡県中西部、清水付近から浜名湖付近に至る広い範囲では、深さ 20 km ~ 30 km の定常的な地震活動が点在しており、特に静岡市の中心部付近では、1589 年の駿河・近江の地震（マグニチュード 6.7）、1841 年の駿河の地震（マグニチュード $6\frac{1}{4}$ ）、1857 年の駿河の地震（マグニチュード 6.0~6.5）、1917 年の静岡県の地震（マグニチュード 6.3）、1935 年の静岡地震（マグニチュード 6.4）、1965 年の静岡付近の地震（マグニチュード 6.1）、2001 年の静岡県中部の地震（マグニチュード 5.1）などと、内陸を震源とするマグニチュード 6 クラスの被害地震が発生し、人的被害にまで及んでいる。

なお、活断層については、地震断層としては 1930 年の北伊豆地震（マグニチュード 7.3）を起こした北伊豆断層帯、1974 年の伊豆半島沖地震（マグニチュード 6.9）を起こした石廊崎断層、また、過去に繰り返し活動したと考えられる断層としては富士川河口断層帯などが存在する。断層の位置を示したものを図 3.1.3.2 に示す。地震調査研究推進本部⁴⁾によると、北伊豆断層帯は断層帯全体が 1 つの区間として活動する場合、マグニチュード 7.3 程度の地震が発生すると評価されている。また、富士川河口断層帯はマグニチュード 8 程度の地震が発生する可能性があるとして評価されている。

3.1.4 地震観測記録

(1) 地震諸元

1997 年の共同強震観測が開始以来、2005 年 3 月までの期間、各観測点で記録が得られた地震について、その地震諸元と各観測点での観測状況を表 3.1.4.1 に、震央位置の分布を図 3.1.4.1 に示す。なお、これらの地震は、共同強震観測点において観測された地震のうち、静岡地方気象台における震度 2 を目安として抽出を行っている。また、表 3.1.4.1 に示した震源距離は、静岡地方気象台までの距離である。

観測された地震の発生場所は、紀伊半島の沖合から宮城県までの範囲であり、その震源距離は約 27 km から約 522 km である。マグニチュードの範囲は 3.5 から 7.4 で、最も大きい地震は、2004 年 9 月 5 日の紀伊半島南東沖の地震である。また、震源深さの範囲は約 5 km から約 72 km であり、ほとんどは 40 km より浅い地震である。また、1999 年 5 月 7 日の静岡県中部の地震（マグニチュード 4.9）は、共同強震観測点のすべての観測点で記録が得られており、地震動の振幅も比較的大きい。

(2) 観測記録

静岡地方気象台において震度 5 弱を記録した、2001 年 4 月 3 日の静岡県中部の地震について、図 3.1.4.2 に各観測点の加速度時刻歴波形とフーリエスペクトルを記す。なお、SGS、KYM は記録が得られておらず、HSZ は観測を終了している。静岡地方気象台、SZO014 も併せて記載する。波形は零線の補正を行ったのみである。なお、フーリエスペクトルは、バンド幅 0.2 Hz の *Parzen-Window* により平滑化処理を行っている。

すべての観測点において、水平動成分のうち南北成分に比べ東西成分での最大加速度振幅値が大きくなっている。上下動成分では S 波よりも P 波での振幅値が大きい観測点もある。東西成分は約 1.5 Hz 付近に卓越振動数を持っていることが分かる。また、記録が得られている観測点は、段丘堆積物の日本平に存在している SZU を除くと、いずれも同様な表

層地質条件(砂質または砂礫地盤上)であるにも係わらず、スペクトル形状に違いが見られる。大まかに見て、SZO014、HN5、SNP と、SHW、MYK、MBC、静岡地方気象台に分類することが出来る。前者は、振動数 1.5 Hz から 6 Hz 付近にかけての振動数が平坦であるのに対し、後者では、振動数 1.5 Hz 付近を中心として山型であることが分かる。これに対し、1999 年 5 月 7 日の静岡県中部の地震を用いた小林ほか(2000)⁵⁾ の検討結果では、砂質または砂礫地盤上に設置された HN5、SHW、MBC、SNP は、水平動、上下動成分ともに振動数 4 Hz から 5 Hz 付近に卓越した振動数が見られ、2001 年の静岡県中部の地震とは傾向が違ふ。これは、2 つの地震の震源からの距離は同程度であるものの、震源の特性が異なるためと考えられる。

図 3.1.4.3 に減衰 5 % の擬似速度応答スペクトルを記す。なお、同図には、水平動 2 成分のベクトル合成を行った応答スペクトル(水平方向の 2 乗和の平方根)も併せて記載する。

同図と図 3.1.4.2 におけるフーリエスペクトルでは、それぞれの観測点ごとの卓越した振動数の位置が同じであり、同様な傾向であることが分かる。



● は共同強震観測点
▲ は気象庁、 ▼ は地方公共団体
■ は K-NET
注意) 共同強震観測点の () 内は担当機関である。

図 3.1.1.1 共同強震観測点配置

国土地理院、静岡地勢図(20万部の1)⁶⁾に加筆。

表 3.1.1.1 共同強震観測点の概要

	MYK	HN5	SHW	MBC	HSZ	SNP	SZU	SGS	KYM	
観測担当機関	清水建設	大成建設	竹中工務店	大林組	清水建設	西松建設 東京電力 (東電工業)	電力中央研究所	建築研究所	建築研究所	
観測地点	清水建設 静岡営業所	大成建設 静岡営業所	竹中工務店 静岡営業所	大林組 静岡工事事務所	グランシップ ^(*)	駿府公園 公園管理事務所	静岡大学 観測立孔	浅間神社	清水山公園 ポンプ小屋	
緯度	34°58'16"	34°58'08"	34°58'06"	34°57'47"	34°58'07" ^(*)	34°58'40"	34°57'39"	34°58'50"	34°58'34"	
経度	138°23'22"	138°22'46"	138°23'10"	138°23'30"	138°25'07" ^(*)	138°23'06"	138°26'17"	138°22'41"	138°23'58"	
地震計 設置場所	地下1階	1階床	地下1階	地表	地表	1階床	立孔内	地表	床	
	RC造7階、地下1階	RC造4階、地下1階	RC造3階、地下1階	地盤上に コンクリート基礎	RC造地上1階 ^(*)	軽量鉄骨造2階	深さ16m	露頭岩近くに コンクリート基礎	木造1階	
地震計	型式	CV-701	CV-910	CV-910	CV-701	SSA-16	SMAC-MD	SD240+Datol100	SMAC-MDU	SMAC-MD2
	種類	加速度	速度・加速度	速度・加速度	加速度	加速度	加速度	加速度	加速度	加速度
	絶対時刻	有	有	有	有	無	有	有	有	有
	時刻較正	ラジオ	GPS	ラジオ	ラジオ	- - -	ラジオ	ラジオ	ラジオ	ラジオ
観測開始	1990.07	1997.02.07	1997.02.22	1997.06.13	1997.08.05	1997.11.13	1998.03.16	1998.04.18	1998.04.18	
観測終了					2000.08.30			2005.04.27	2005.04.27	

注意 *1: HSZ は、1997年8月5日から1998年10月26日までの期間、国際プラザ建設事務所内に設置され、その後、グランシップ竣工後、館内に移設された。なお、国際プラザ建設事務所内に設置されていた際の緯度、経度は、34°58'07"、138°25'07"。

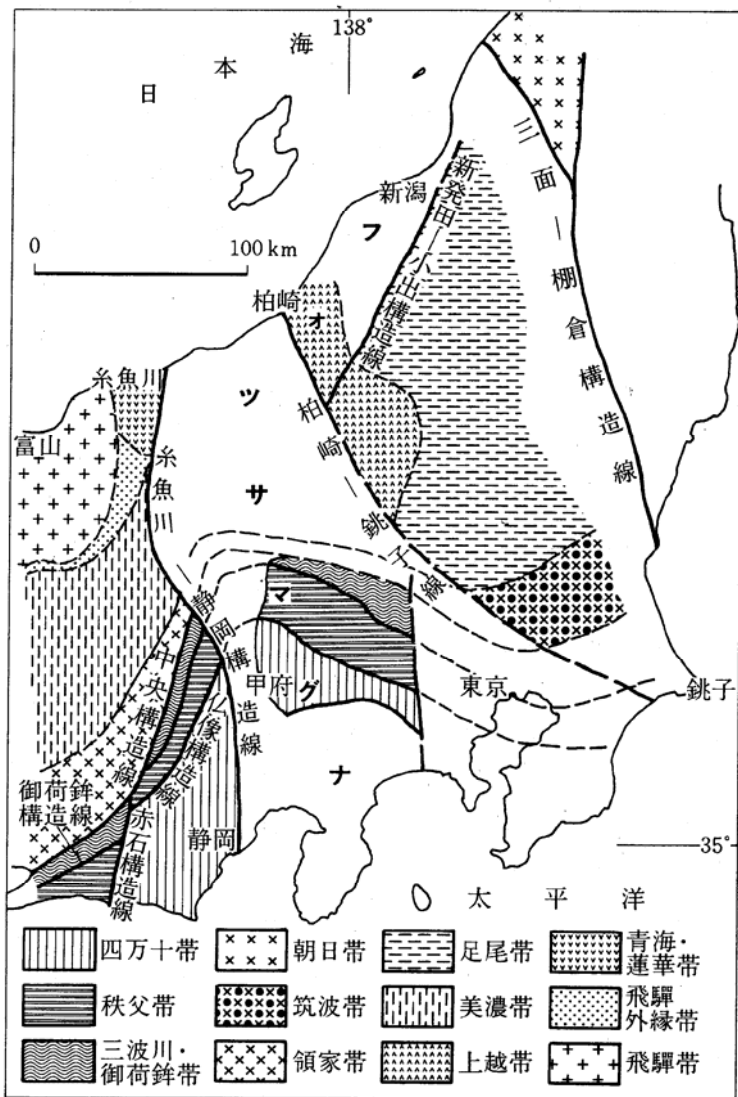
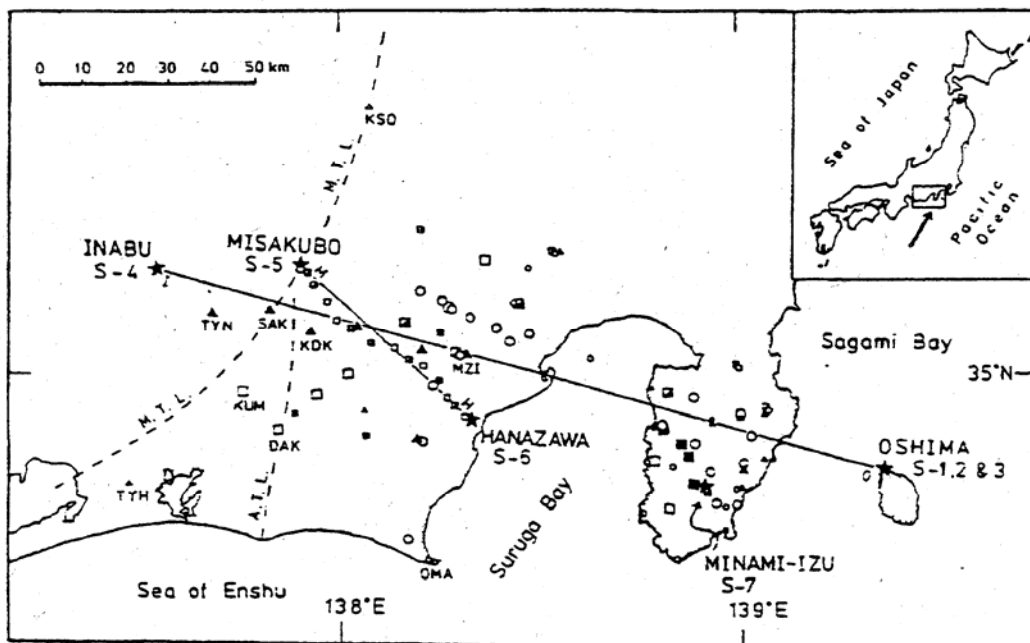
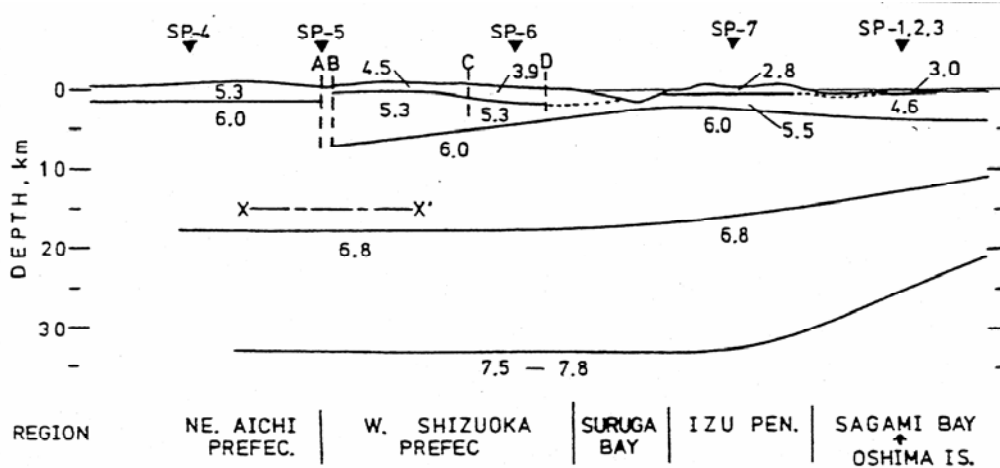


図 3.1.2.1 静岡地域の地質概要

「日本の地質 中部地方」⁷⁾より引用



(a) 発破点と観測点



(b) P波速度構造の推定結果

図中の AB は中央構造線、C は笹山構造線、D は糸魚川 - 静岡構造線。

図 3.1.2.4 静岡地域の深い地盤構造探査結果

Ikami (1978)より引用。

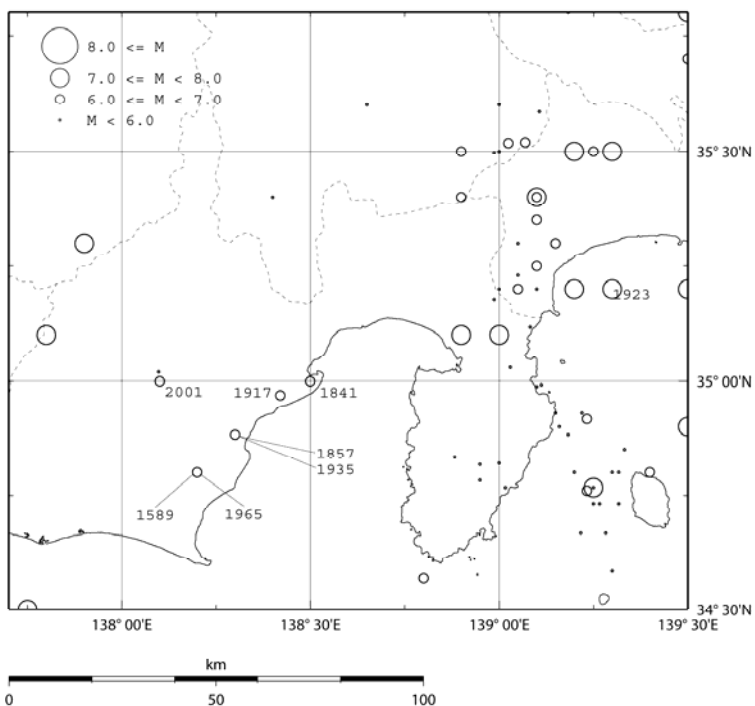
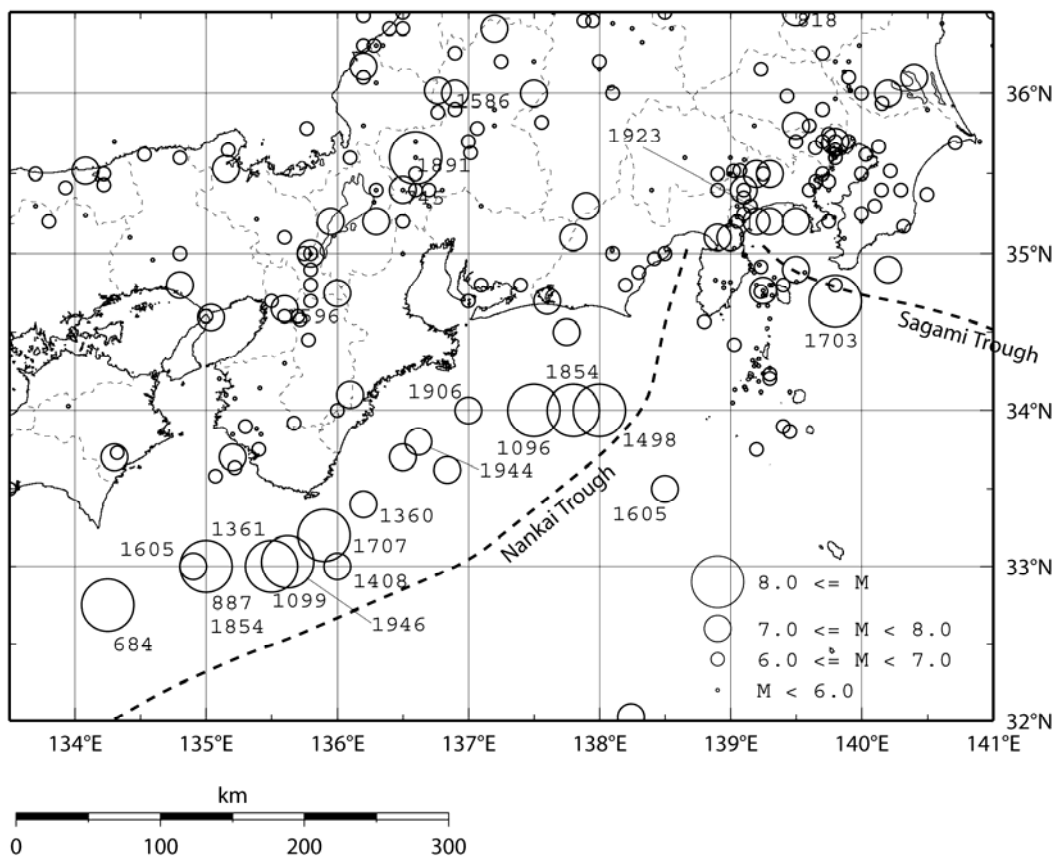


図 3.1.3.1 過去の地震の震央分布

地震の位置、マグニチュードは「最新版 日本被害地震総覧 [416] - 2001」¹⁰⁾より引用。
 図中の数字は地震発生年で、上段はマグニチュードが7.5以上の地震、下段は静岡市周辺で発生した地震。

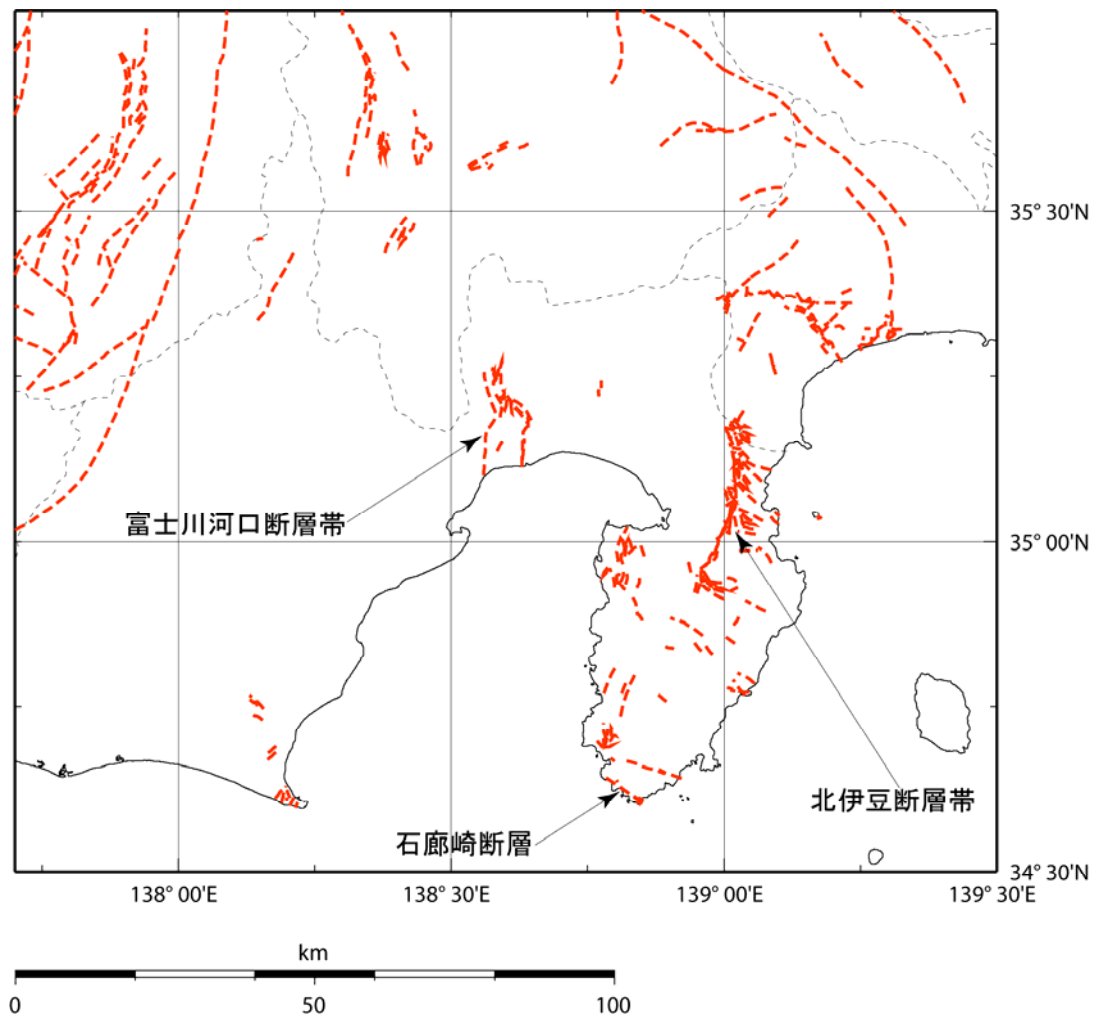


図 3.1.3.2 活断層

活断層の位置は「[新編]日本の活断層」¹¹⁾より引用。

表 3.1.4.1 地震諸元と各観測点観測状況

No.	地震諸元						震源距離 (km)	静岡震度 (曲金)	MYK	HN5	SHW	MBC	HSZ	SNP	SZU	SGS	KYM	SZO014 (K-NET)
	年月日	震央地名	北緯 (°)	東経 (°)	深さ (km)	地震規模												
1	1997. 03. 16 14: 51: 39.14	NE AICHI PREF	34° 55.49'	137° 31.69'	39.12	5.9	88.8	3										
2	1997. 07. 05 15: 27: 09.37	CENTRAL SHIZUOKA PREF	35° 00.89'	138° 18.67'	25.04	3.9	26.9	2										
3	1997. 10. 11 14: 44: 35.70	S OF SURUGA BAY	34° 25.42'	138° 16.35'	34.14	5.1	70.2	3										
4	1997. 10. 21 19: 55: 25.59	CENTRAL SHIZUOKA PREF	35° 06.98'	138° 13.83'	32.01	4.5	39.2	2										
5	1998. 05. 03 11: 09: 05.31	E OFF IZU PENINSULA	34° 57.44'	139° 10.74'	4.72	5.9	71.3	2										
6	1998. 05. 07 12: 28: 02.65	CENTRAL SHIZUOKA PREF	34° 51.99'	138° 14.85'	32.46	3.5	37	2										
7	1999. 03. 28 01: 37: 03.51	NEAR NIJIMA ISLAND	34° 05.78'	139° 00.63'	14.00	5.2	112.5	2										
8	1999. 05. 07 21: 48: 25.58	CENTRAL SHIZUOKA PREF	35° 12.58'	138° 20.52'	19.82	4.9	33.9	3										
9	1999. 05. 08 10: 35: 03.26	CENTRAL SHIZUOKA PREF	35° 13.26'	138° 20.29'	18.97	3.8	34.5	1										
10	2000. 07. 01 16: 01: 56.34	NEAR NIJIMA ISLAND	34° 11.20'	139° 11.80'	16.06	6.5	114.4	2										
11	2000. 07. 15 10: 30: 32.00	NEAR NIJIMA ISLAND	34° 25.20'	139° 14.70'	9.70	6.3	98.8	2										
12	2000. 09. 11 07: 49: 47.10	NEAR NIJIMA ISLAND	34° 30.79'	139° 13.35'	11.14	5.4	91.3	2										
13	2001. 02. 23 07: 23: 47.90	HAMANAKO LAKE REGION	34° 47.40'	137° 33.11'	32.34	5.0	86.3	2										
14	2001. 04. 03 23: 57: 12.43	CENTRAL SHIZUOKA PREF	35° 01.25'	138° 05.84'	30.34	5.3	41.5	5強										
15	2001. 06. 01 00: 41: 45.83	CENTRAL SHIZUOKA PREF	34° 59.67'	138° 06.45'	30.27	5.0	40.5	3										
16	2001. 06. 03 11: 33: 43.18	CENTRAL SHIZUOKA PREF	35° 00.11'	138° 06.19'	29.82	4.5	40.5	2										
17	2001. 06. 03 21: 01: 06.41	CENTRAL SHIZUOKA PREF	35° 00.16'	138° 06.56'	29.91	3.9	40.2	2										
18	2002. 01. 04 14: 00: 10.77	CENTRAL SHIZUOKA PREF	34° 59.42'	138° 17.69'	16.19	3.5	19	2										
19	2003. 05. 26 18: 24: 33.42	NORTHERN MIYAGI PREF	38° 49.26'	141° 39.04'	72.03	7.1	521.5	2										
20	2004. 09. 05 19: 07: 07.5	SE OFF KII PENINSULA	33° 01.9'	136° 47.8'	38	7.1	263.5	2										
21	2004. 09. 05 23: 57: 16.8	SE OFF KII PENINSULA	33° 08.2'	137° 08.4'	44	7.4	238.1	2										
計									15	21	17	17	5	10	15	6	1	21

注意 1) 地震諸元は、No.1 から No.19 までは「地震年報 (2003) CD-ROM 版」、それ以降は「地震・火山月報 (カタログ編)」による。

2) 震源距離は気象庁静岡を対象とした距離。

3) 震度は気象庁静岡での値であり、No.1 から No.19 は「地震年報 (2003) CD-ROM 版」、それ以降は「地震・火山月報 (防災編)」による。

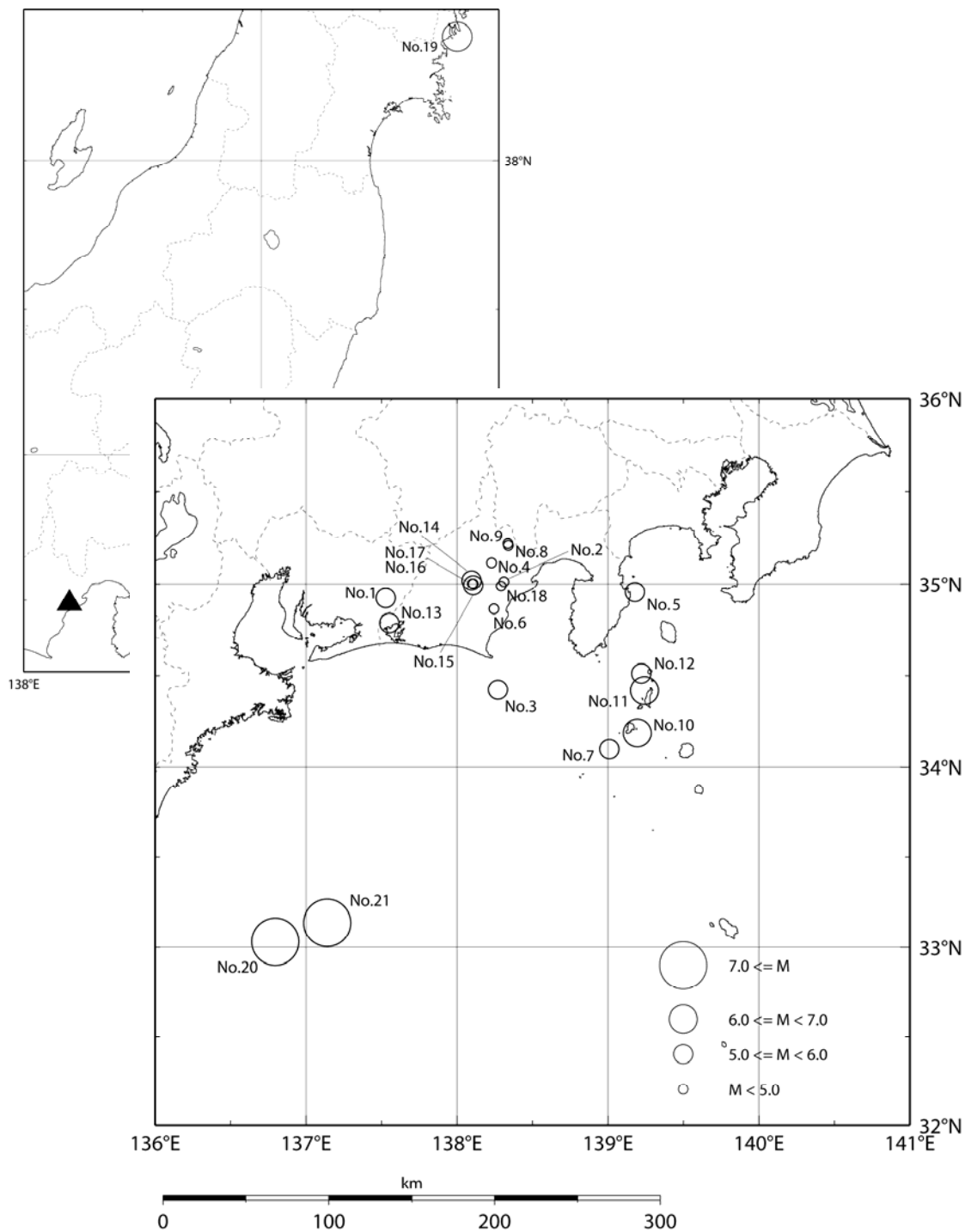


図 3.1.4.1 共同強震観測で記録が得られた地震の震央分布

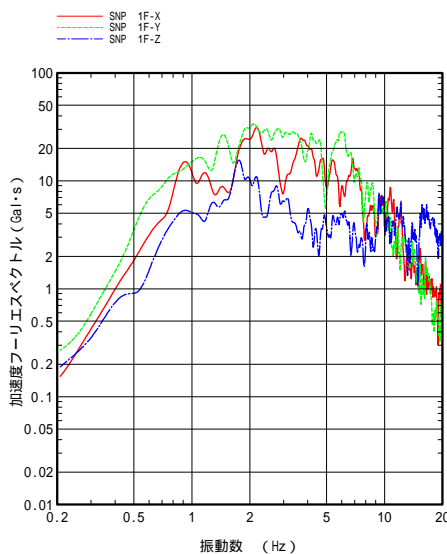
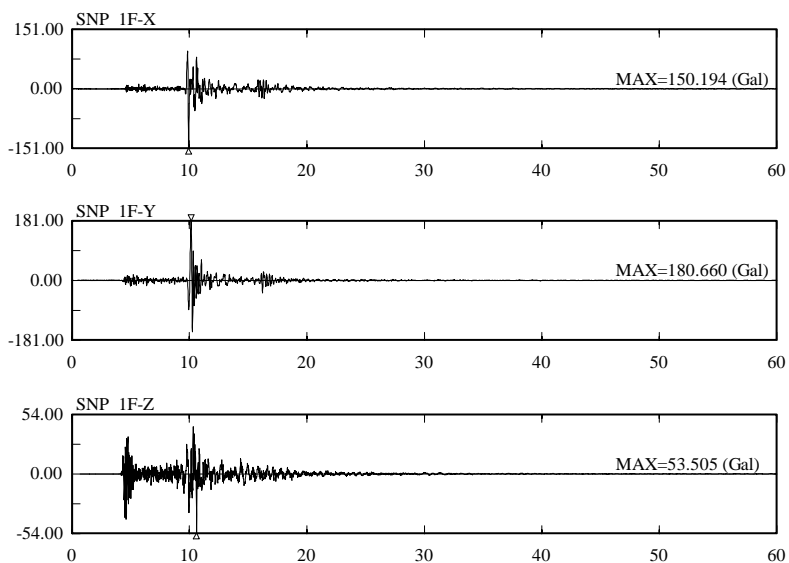
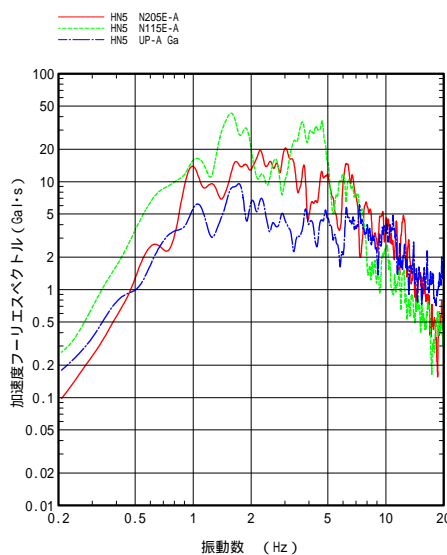
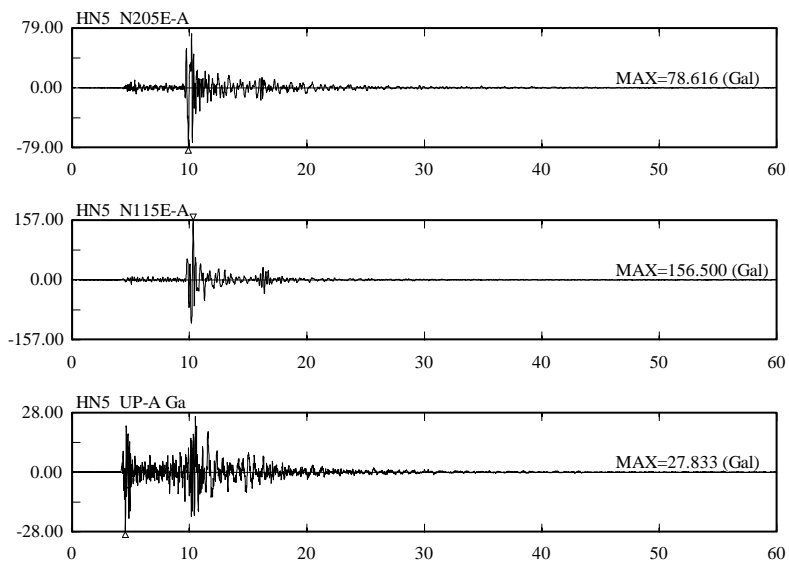
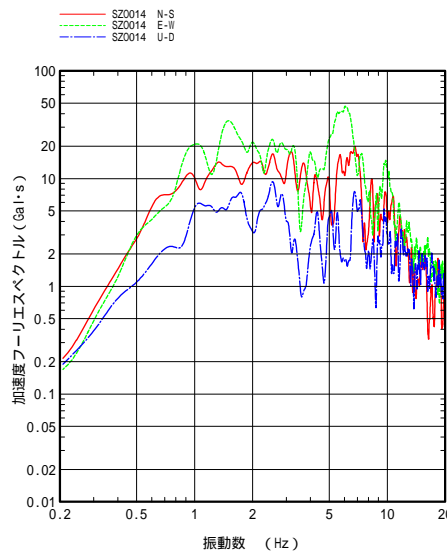
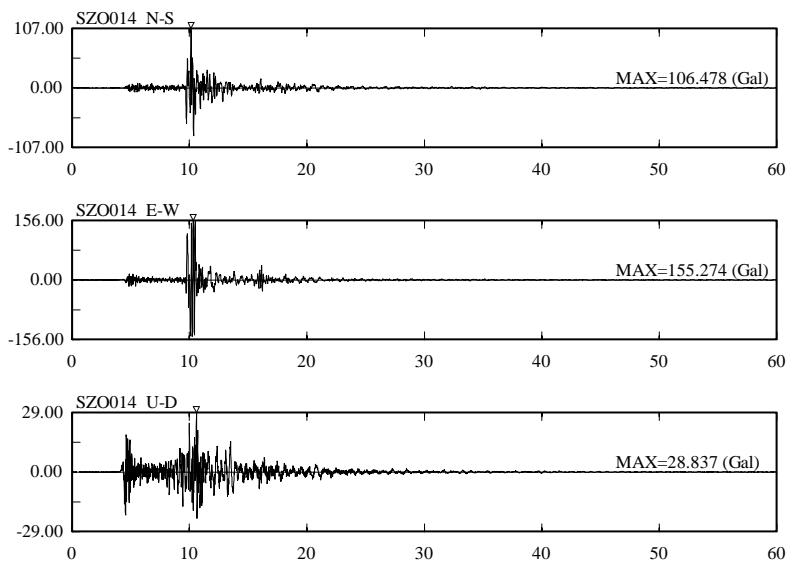


図 3.1.4.2(a) 加速度波形とフーリエスペクトル

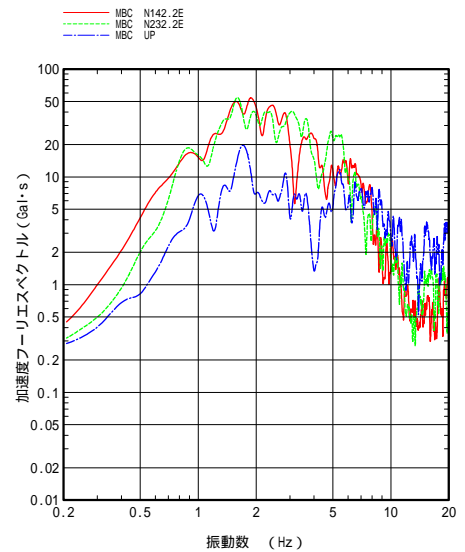
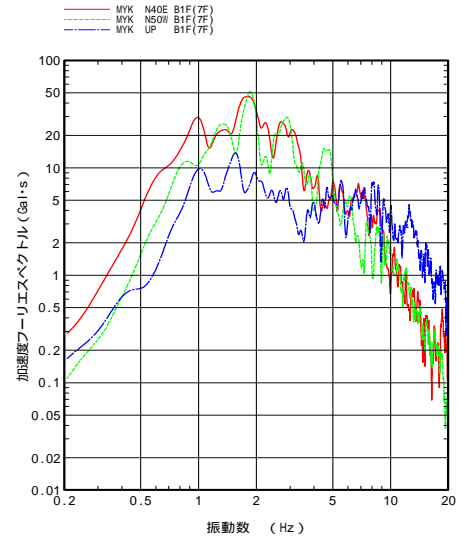
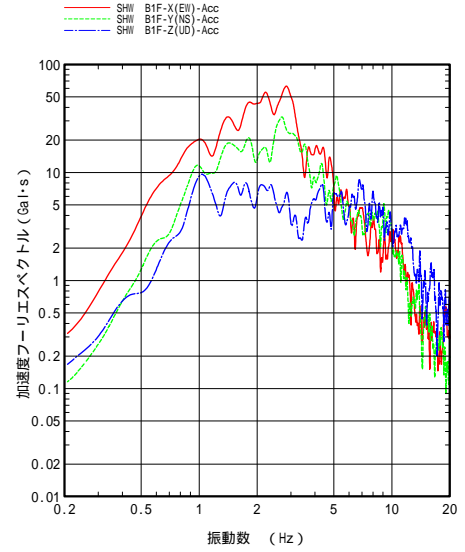
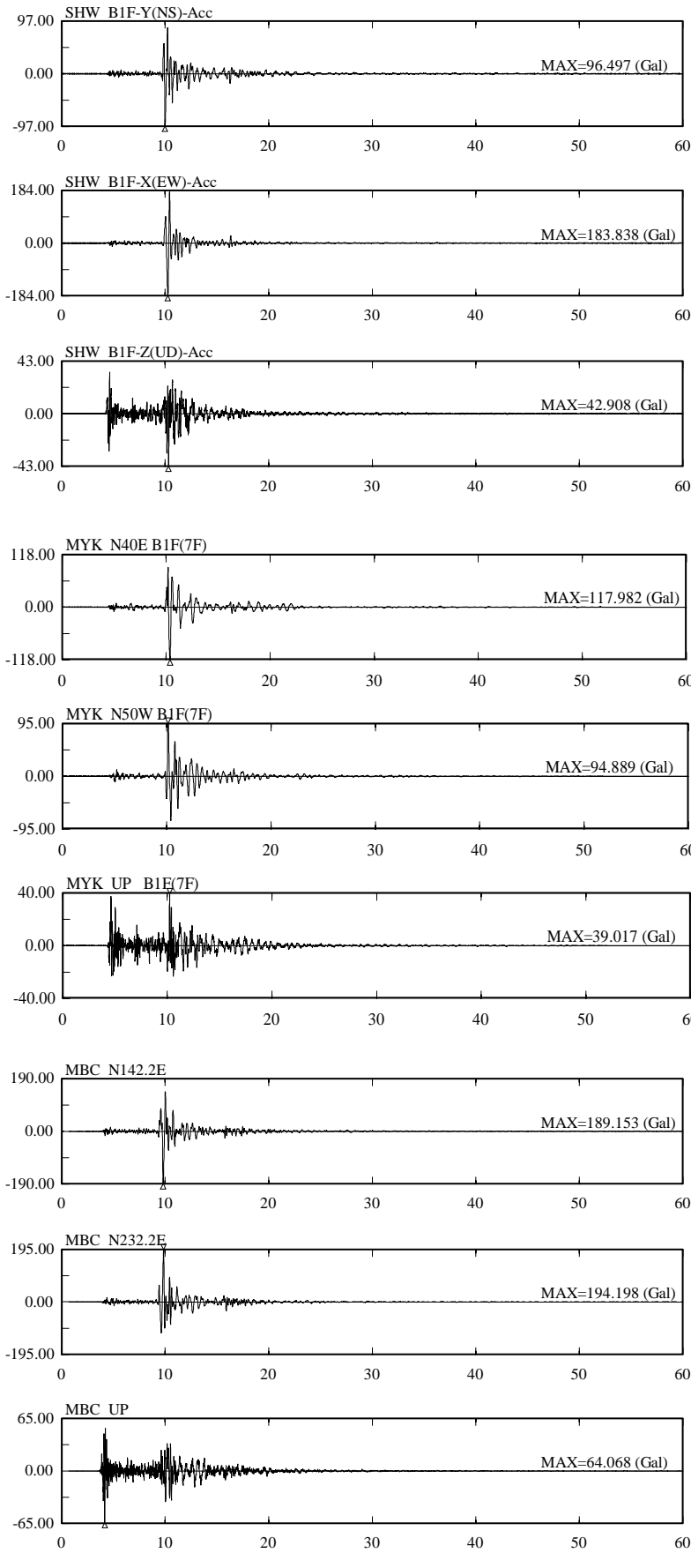


図 3.1.4.2(b) 加速度波形とフーリエスペクトル

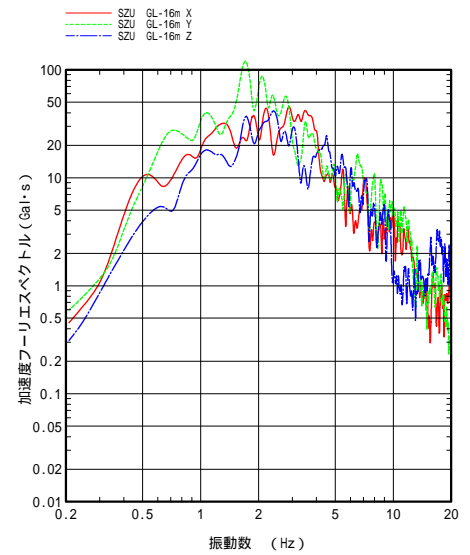
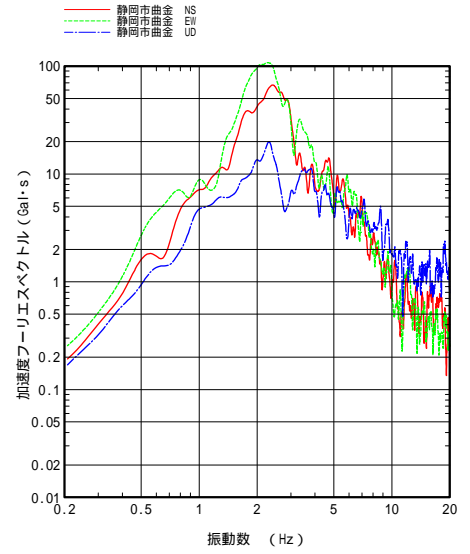
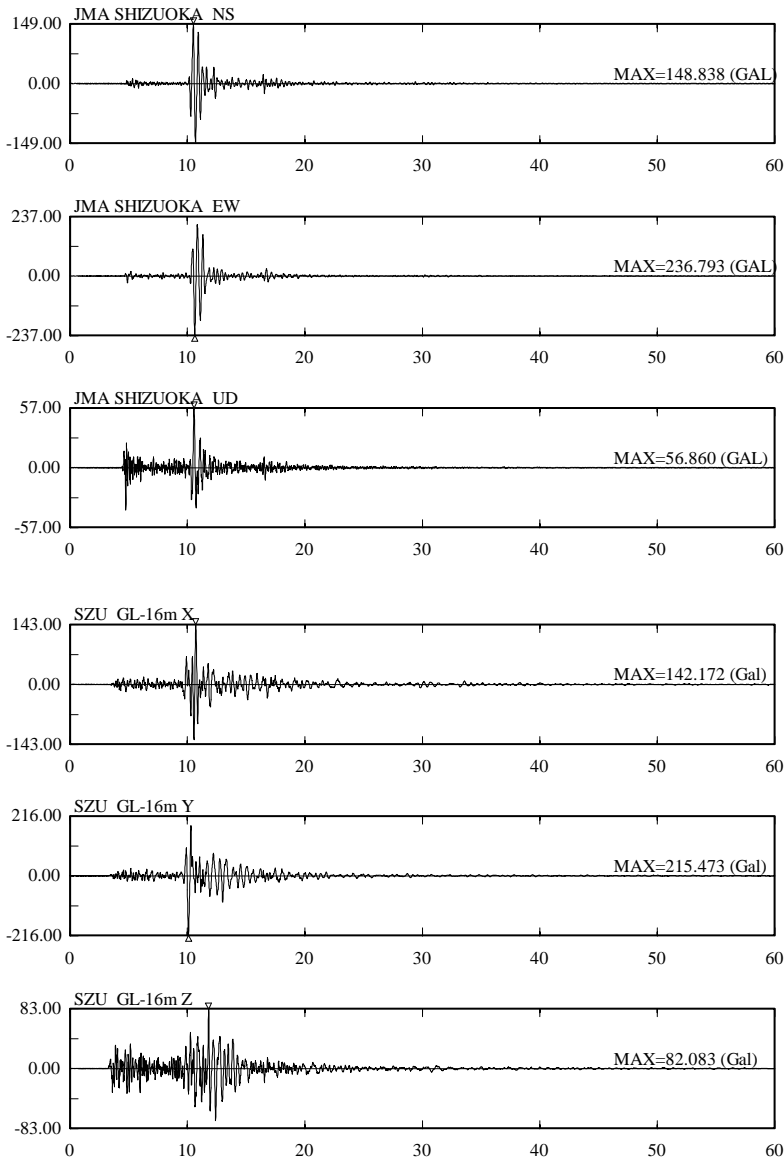
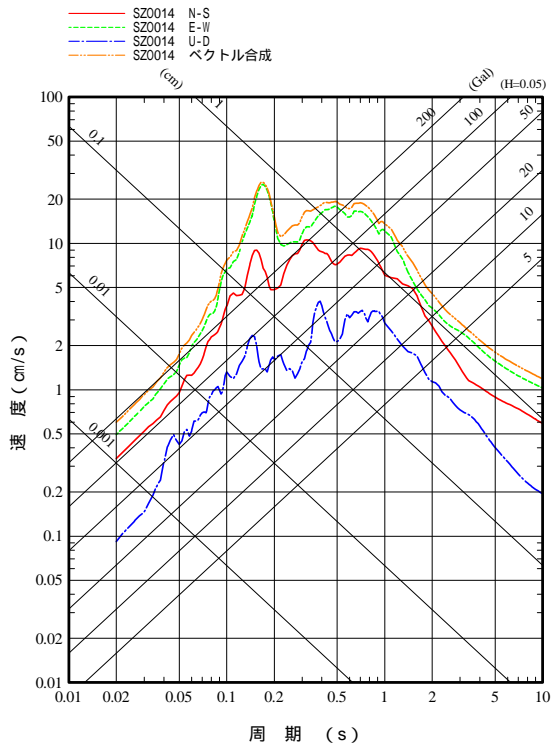
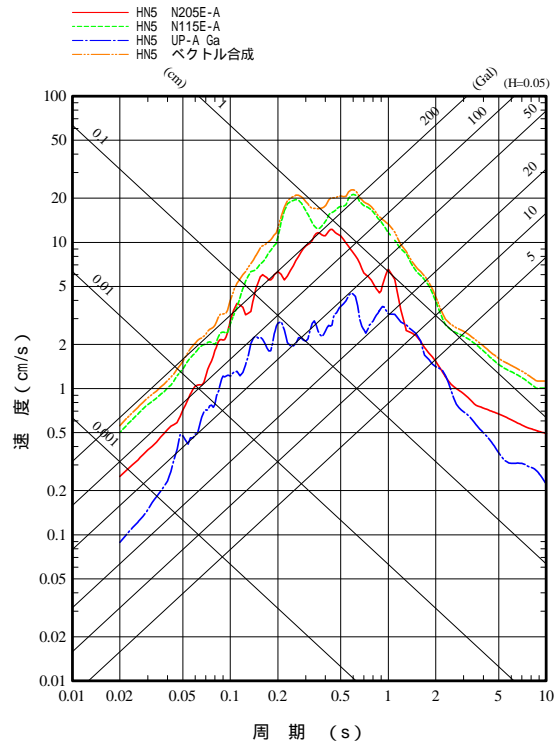


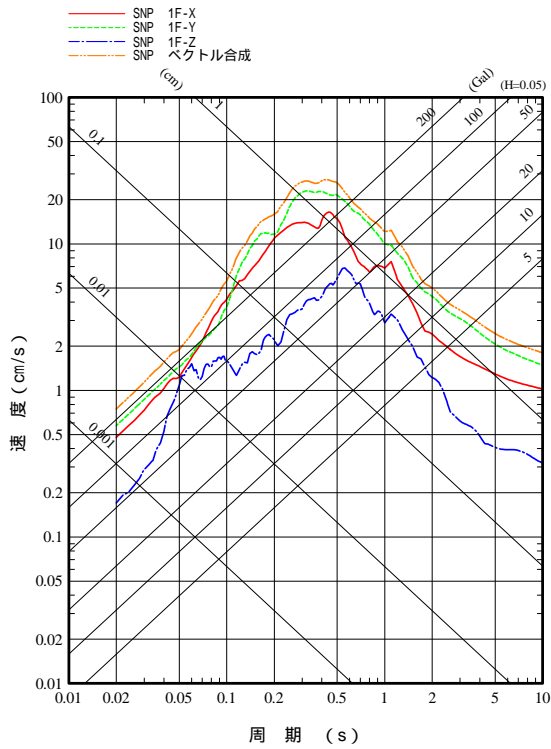
図 3.1.4.2(c) 加速度波形とフーリエスペクトル



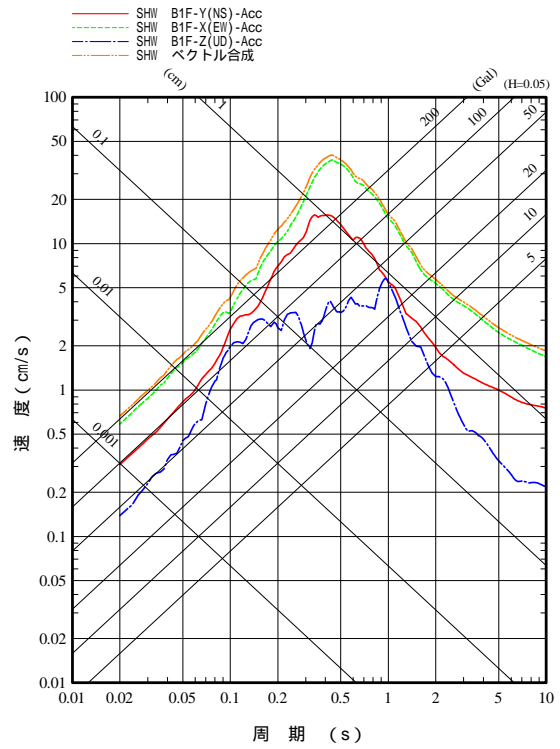
静岡(SZO014)



HN5



SNP



SHW

図 3.1.4.3(a) 減衰 5% の擬似速度応答スペクトル

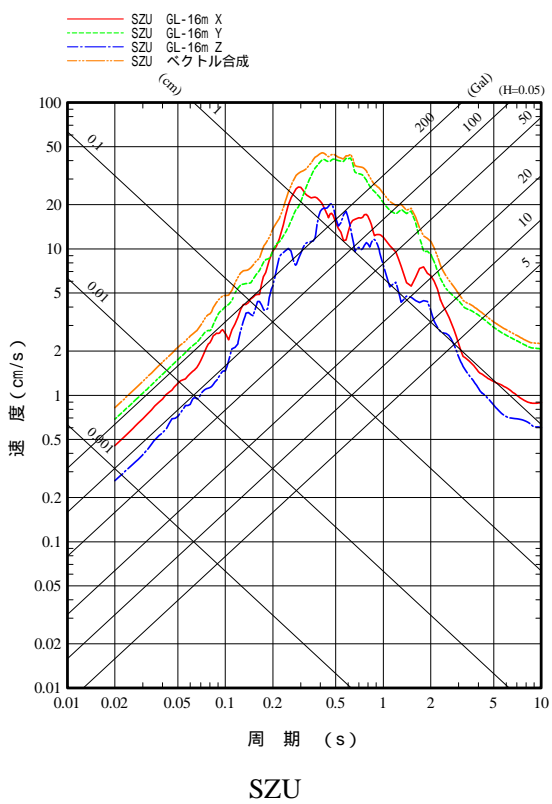
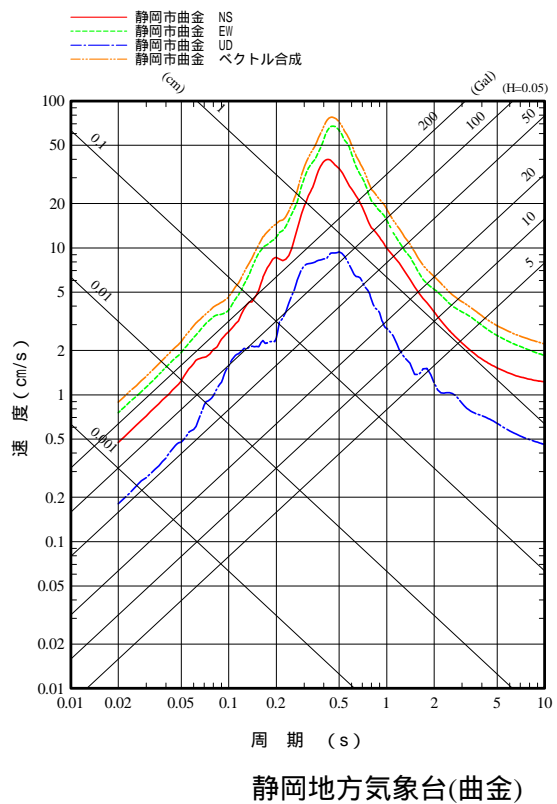
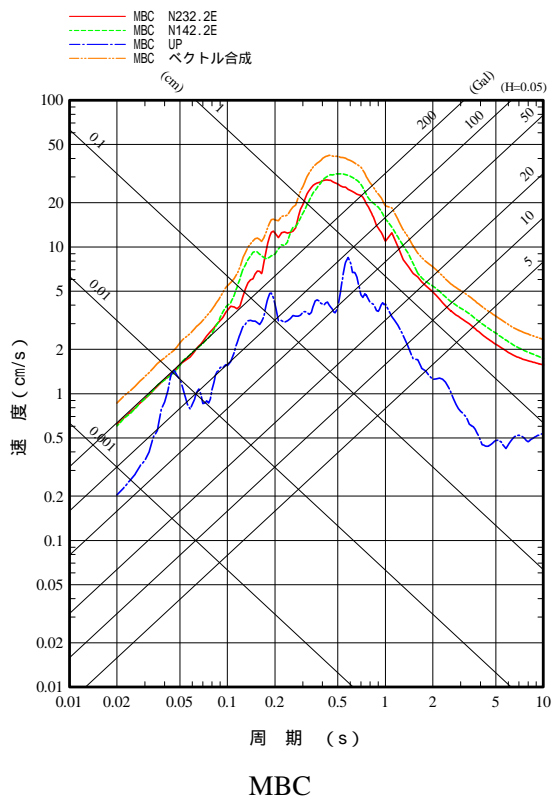
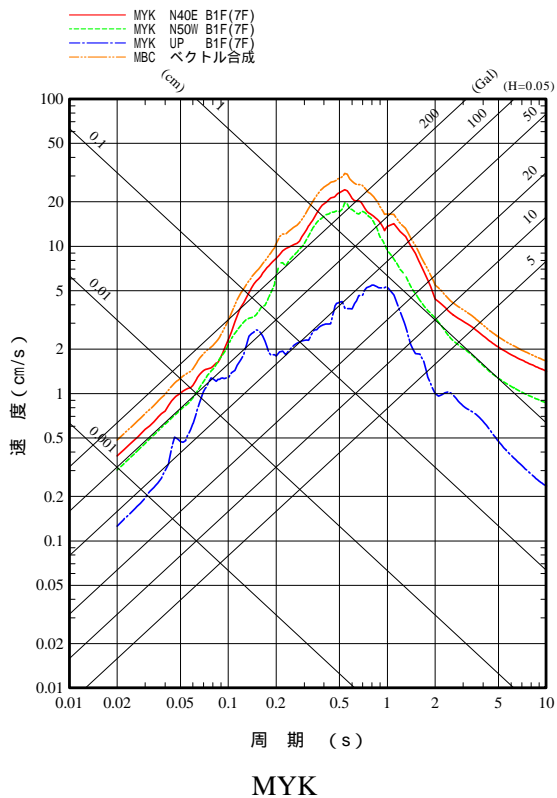


図 3.1.4.3(b) 減衰 5% の擬似速度応答スペクトル

参考文献

- 1) 木下繁夫・上原正義・斗沢敏雄・和田安司・小久江洋輔：K-NET95 型強震計の記録特性、地震 2、49、pp. 467-481、1997.
- 2) 日本建築学会：地震荷重 - 地震動の予測と建築物の応答、1992.
- 3) Ikami, A. : Crustal Structure in the Shizuoka District, Central Japan as Derived from Explosion Seismic Observation, J.P.E. 26, pp.299-331, 1978.
- 4) 地震調査研究推進本部：基盤的調査観測対象活断層の評価手法、2005.
- 5) 小林孝至・境茂樹：第 2 回強震データの活用に関するシンポジウム(2000) 建物の耐震性能設計を目指した強震観測、日本建築学会、pp.15-26、2000.
- 6) 国土地理院：静岡地勢図(20万分の1)、2002.
- 7) 植村武・山田哲雄：日本の地質4 中部地方、共立出版株式会社、1993.
- 8) 財団法人静岡県防災情報研究所：静岡県東海地震対策土地条件図録集、1993.
- 9) 静岡県地震対策課：静岡県地質断面図(静岡・清水地域)、1984.
- 10) 宇佐美龍夫：最新版 日本被害地震総覧[416] - 2001、東京大学出版会、2003.
- 11) 活断層研究会編：[新編]日本の活断層 - 分布図と資料 - 、東京大学出版会、1991.

(東電工業：湯沢 豊、東京電力：植竹富一)