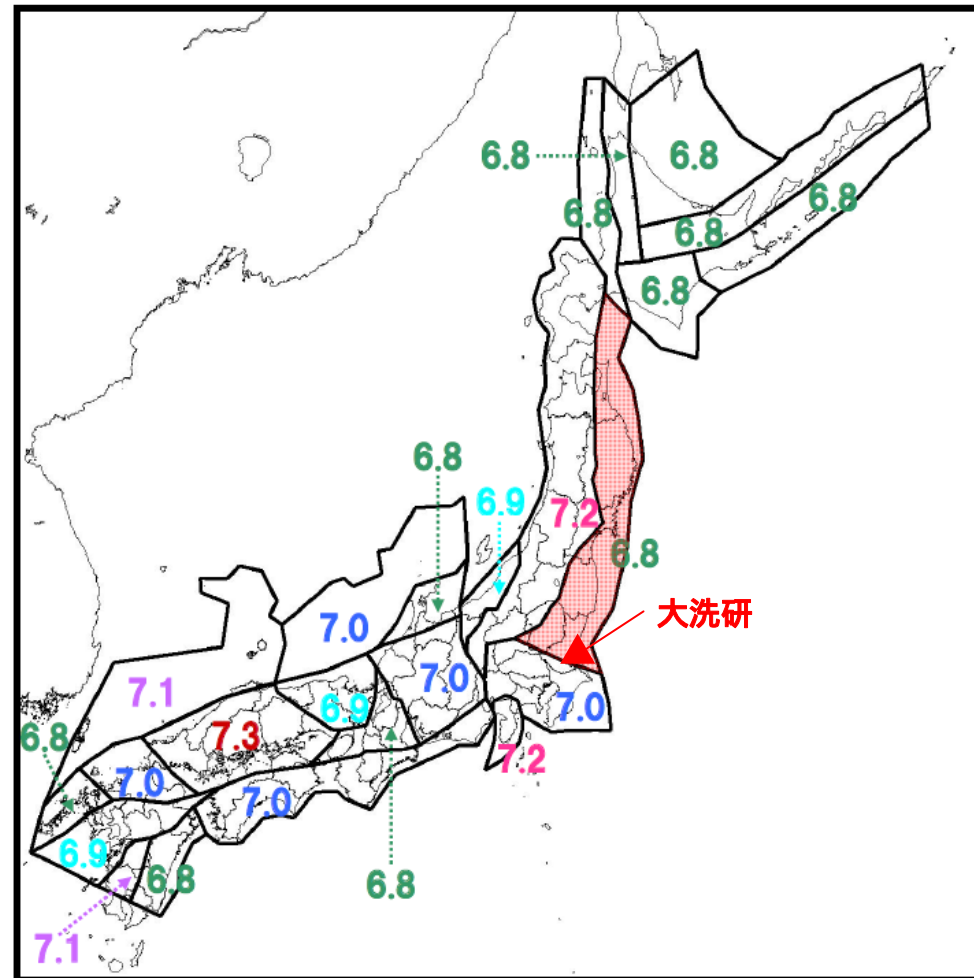


1) 震源を特定しにくい地震の地域性

地震調査委員会(2010)によると、敷地が位置する領域(図赤色着色範囲)における「震源を予め特定しにくい地震」の最大マグニチュードは **M6.8**とされている。

敷地から100km程度以内の領域で発生した震源が特定できない地震は、**M6.0 ~ M6.4**程度である。

- ・1725年日光の地震(M6.0)
- ・1888年栃木県の地震(M6.0)
- ・1949年今市地震(M6.2、M6.4)



地震調査委員会(2010)による
震源断層を予め特定しにくい地震の分類
(一部加筆)

震源を特定せず策定する地震動(2/3)

2) 震源深さ分布の地域性

(検討内容)

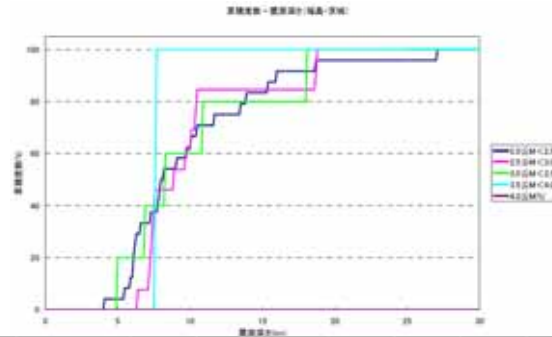
・原子力安全基盤機構[JNES](2004)によると、福島茨城地域の微小地震分布から求めたD10%は約6km、D90%は18km程度である。

・コンラッド面の深さ(Zhao et al.(1992))では約16km

・地盤のP波速度が6km/s程度で地震が発生するとの知見を踏まえ、敷地の深部地盤構造モデルに照らし合わせると、深度4~16km程度である。(地震波速度トモグラフィ解析結果)

・地震発生層については多角的に、深さ4~16km及び5~18kmに設定する。

・地震発生層を深さ4km~16kmとし、それに基づき、断層幅に等しい断層長さを持つ震源断層を仮定し、傾斜角60°で断層面積に相当する地震規模を算定するとM6.6となる。
また、深さ5km~18kmとして地震規模を算定するとM6.7となる。



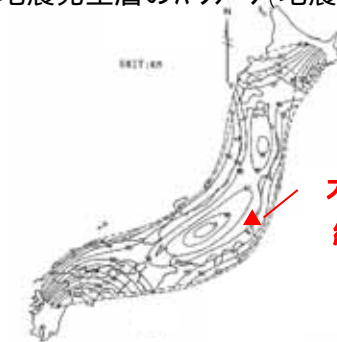
地震域	M区分	最浅(km)	D10%(km)	D50%(km)	D90%(km)	最深(km)	データ数	D90%-D10%(km)
福島 茨城	2.0 ≤ M < 2.5	4.1	5.9	8.0	16.0	27.1	24	10.1
	2.5 ≤ M < 3.0	6.3	7.2	8.9	18.7	18.7	13	11.5
	3.0 ≤ M < 3.5	4.9	6.0	8.3	18.1	18.1	5	13.1
	3.5 ≤ M < 4.0	7.6	7.6	7.7	7.7	7.6	2	0.1
	4.0 ≤ M	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0
全データ		4.1	6.1	8.0	18.1	27.1	44	12.0



原子力安全基盤機構(2004)による福島・茨城の地震発生層のパラメータ(地震域:福島・茨城)



大洗研
約14km



大洗研
約16km

大久保(1984)による
キュリー点深度分布(一部加筆)

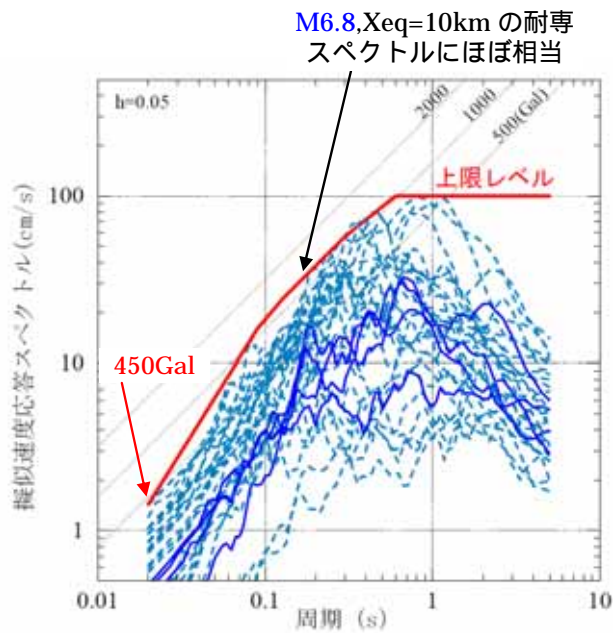
Zhao et al.(1992)による
コンラッド面深さ(一部加筆)

敷地の深部地盤構造モデル

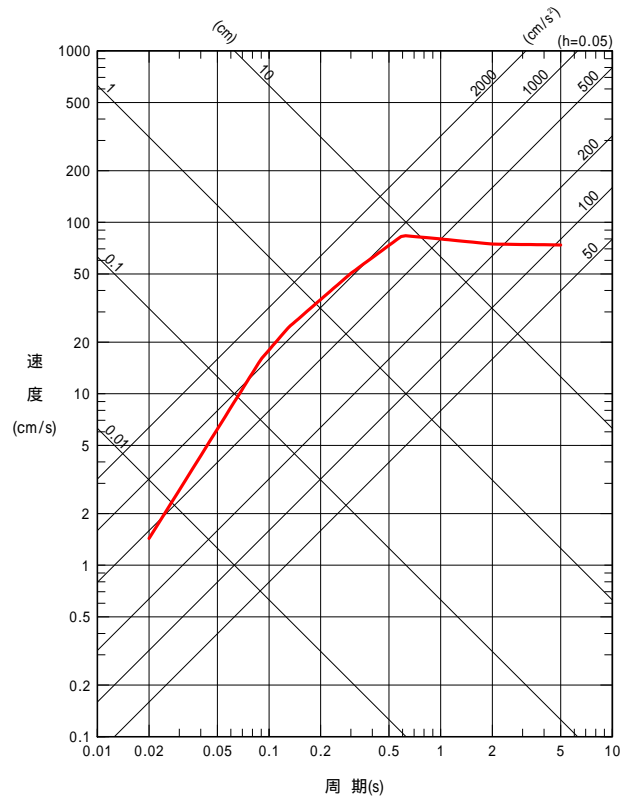
	上面深度(km)	解放基盤以深(km)	層厚(km)	Vp(km/s)	Vs(km/s)	密度(g/cm ³)	Qp	Qs	備考
地表	0.000	-	0.173	-	-	-	-	-	PS検層データ
解放基盤面	0.173	0.000	0.100	2.170	1.010	1.98	100	100	
	0.273	0.100	0.350	2.585	1.186	2.11			
	0.623	0.450	0.670	4.095	2.086	2.44			
	1.293	1.120	2.708	5.754	3.052	2.68			
地震基盤	4.000	3.828	11.900	5.960	3.600	2.70	110f ^{0.69}	110f ^{0.69}	速度トモグラフィ解析結果
	15.900	15.728	14.600	6.810	4.170	2.80			
	30.500	30.328		7.640	4.320	3.20			

震源を特定せず策定する地震動(3/3)

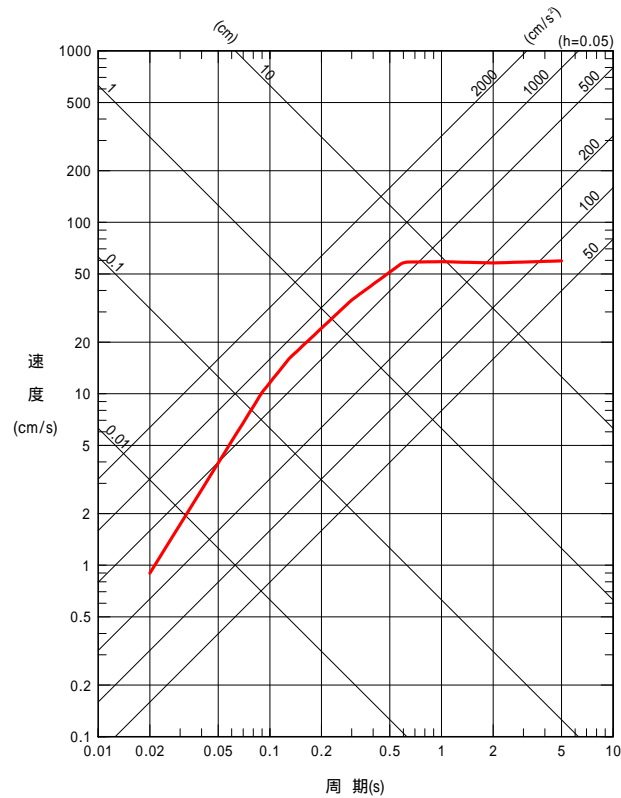
敷地周辺における震源を事前に特定できない地震の最大規模は、加藤ほか(2004)が「震源を事前に特定できない地震による水平動の地震動レベル」を提案する際にに基づいた地震規模**M6.8**と同程度と推定されるため、震源を特定せず策定する地震動のスペクトルは加藤ほか(2004)に基づいて設定する。



加藤ほか(2004)による震源を事前に特定できない地震による震源近傍の観測記録の水平動応答スペクトルとその上限



水平成分

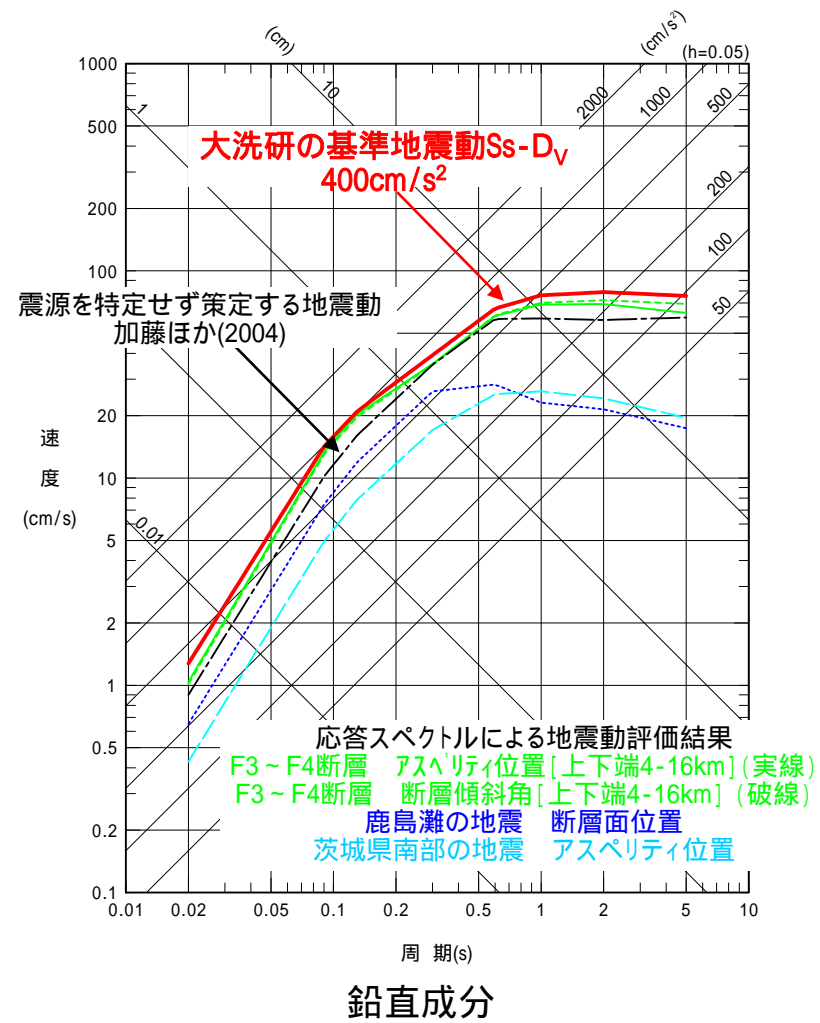
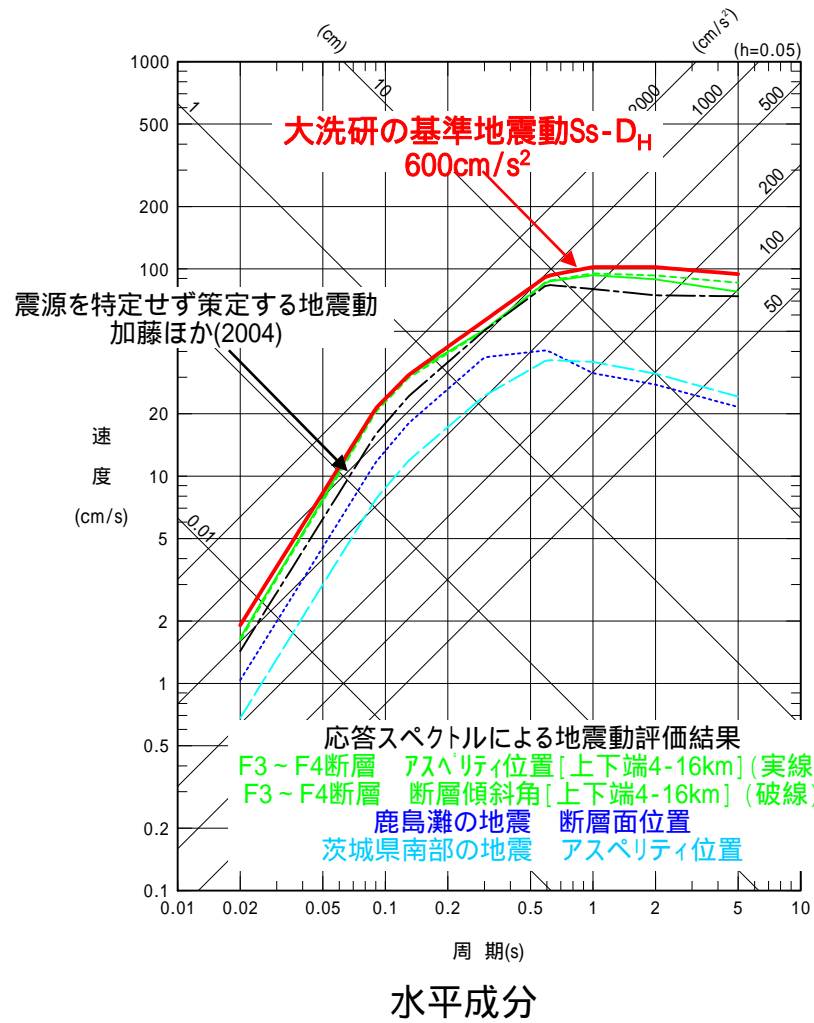


鉛直成分

震源を特定せず策定する地震動の応答スペクトル

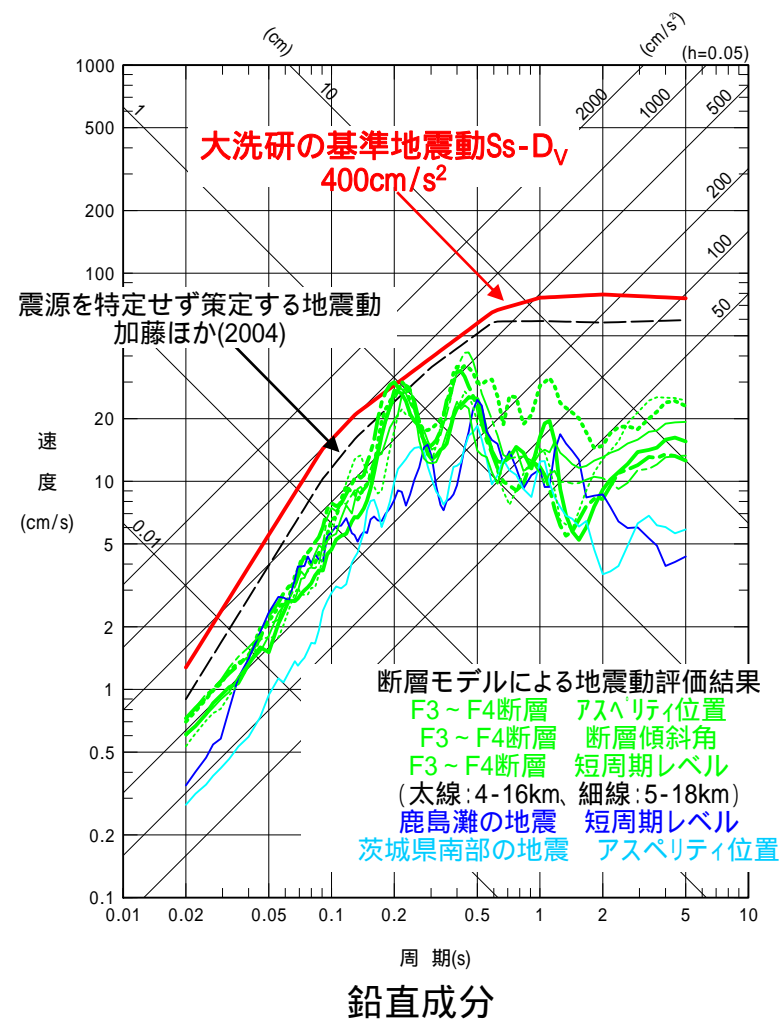
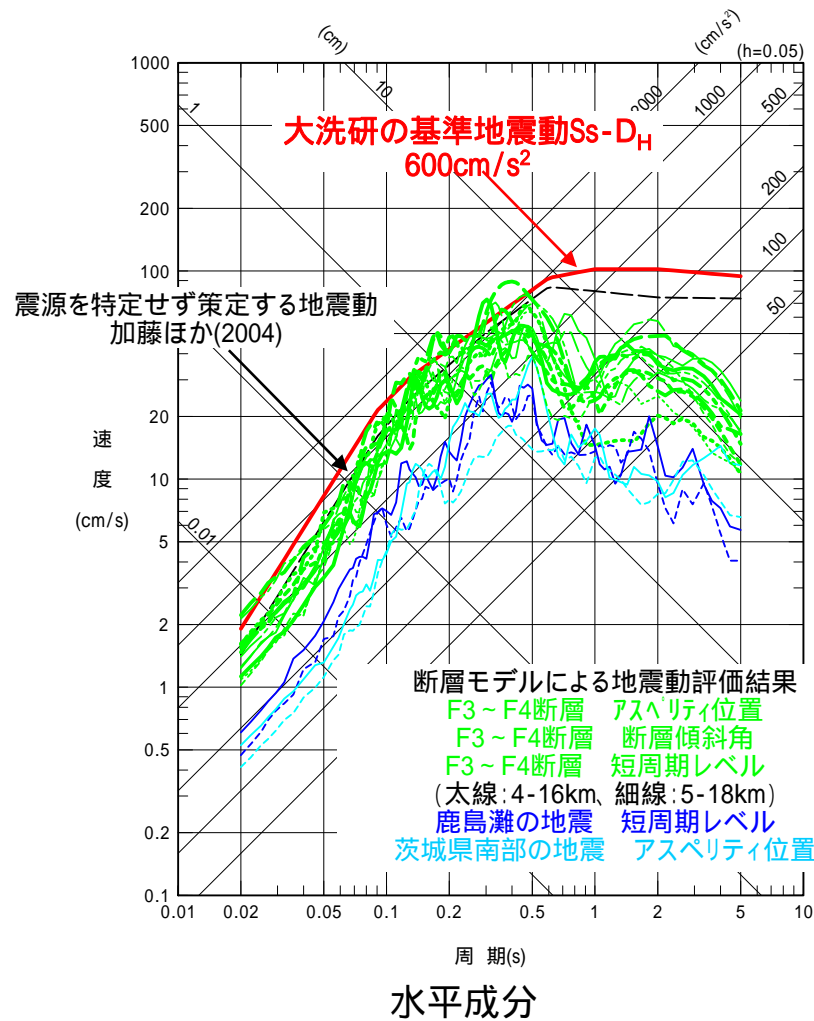
応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss

応答スペクトルに基づく手法による地震動評価と基準地震動Ss-Dの比較



断層モデルを用いた手法による基準地震動Ss

断層モデルを用いた手法による地震動評価と基準地震動Ss-Dの比較



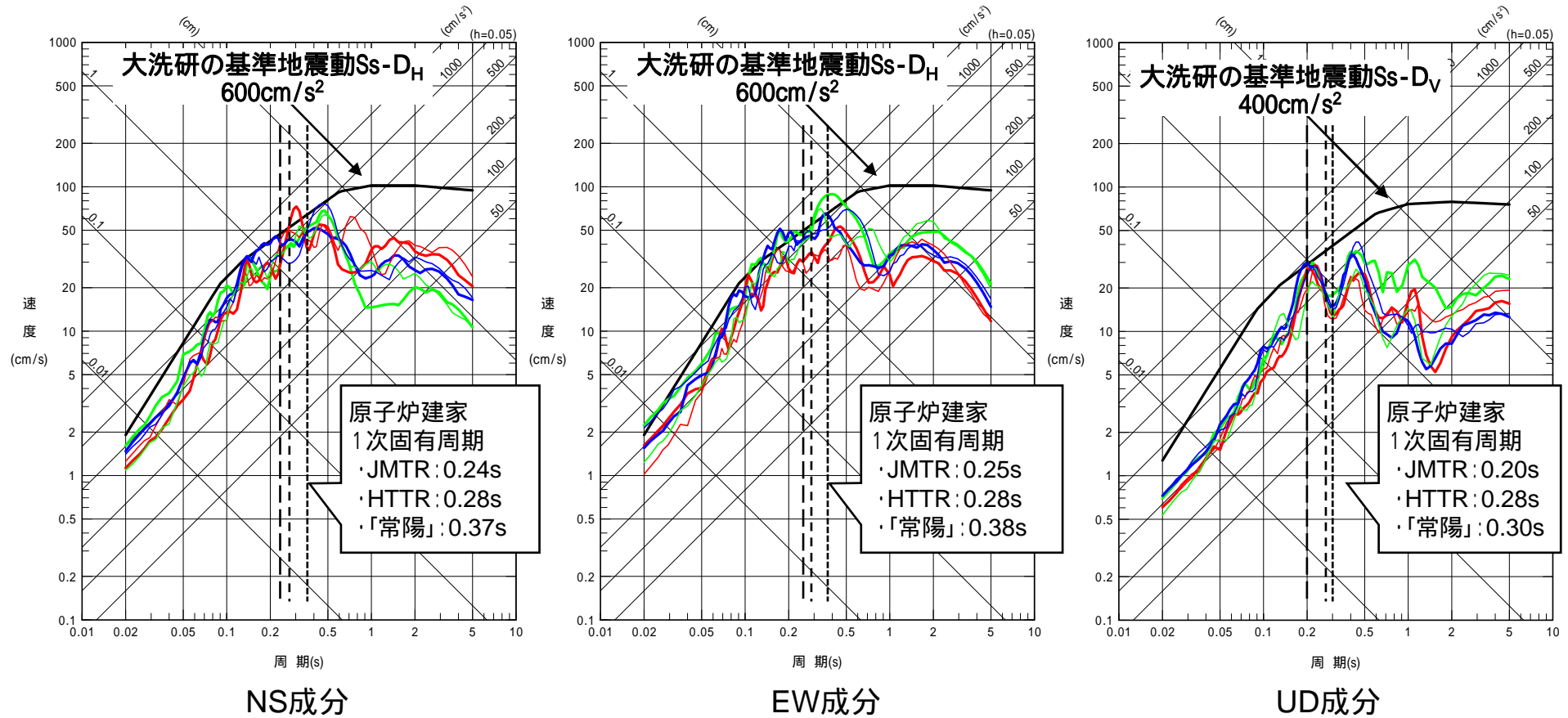
半経験的波形合成法の結果とハイブリッド合成法の結果を比較し、大きい方を選択
 [F3~F4断層 ハイブリッド合成法 / 鹿島灘の地震、茨城県南部の地震 半経験的波形合成法]

断層モデルを用いた手法による基準地震動Ss

F3～F4断層の地震動評価結果と基準地震動Ss-Dの比較

- 基準地震動Ss-D
- 断層傾斜角
- アスぺリティ位置
- 短周期レベル

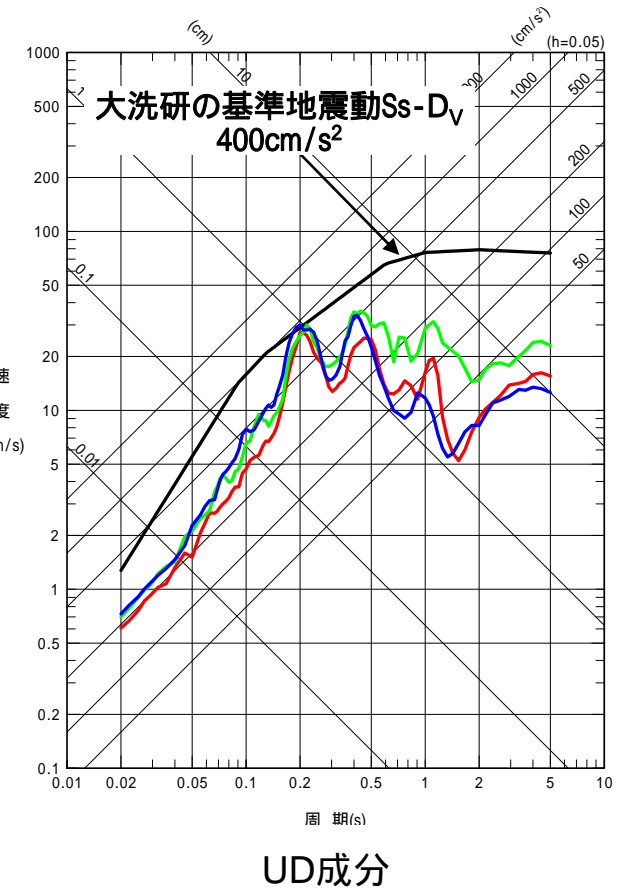
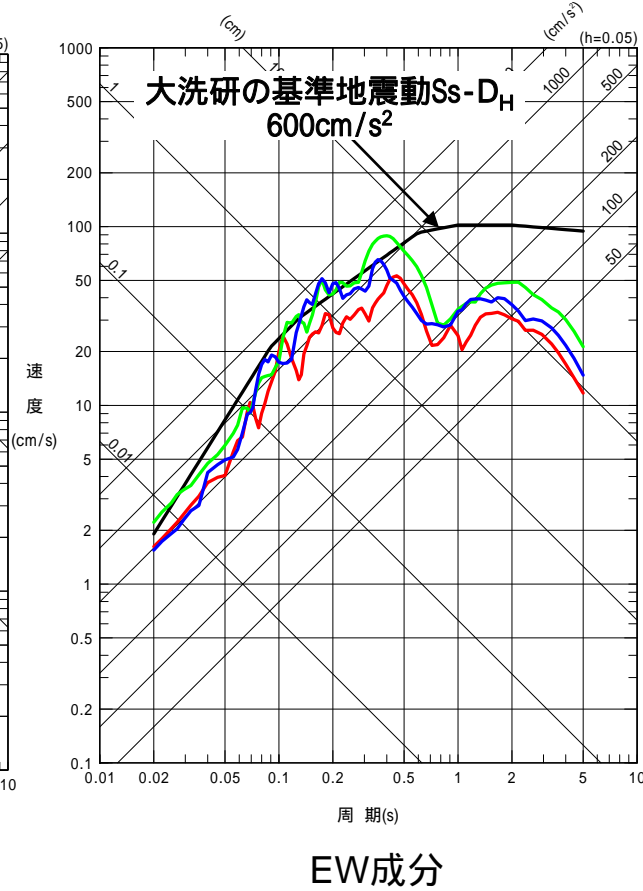
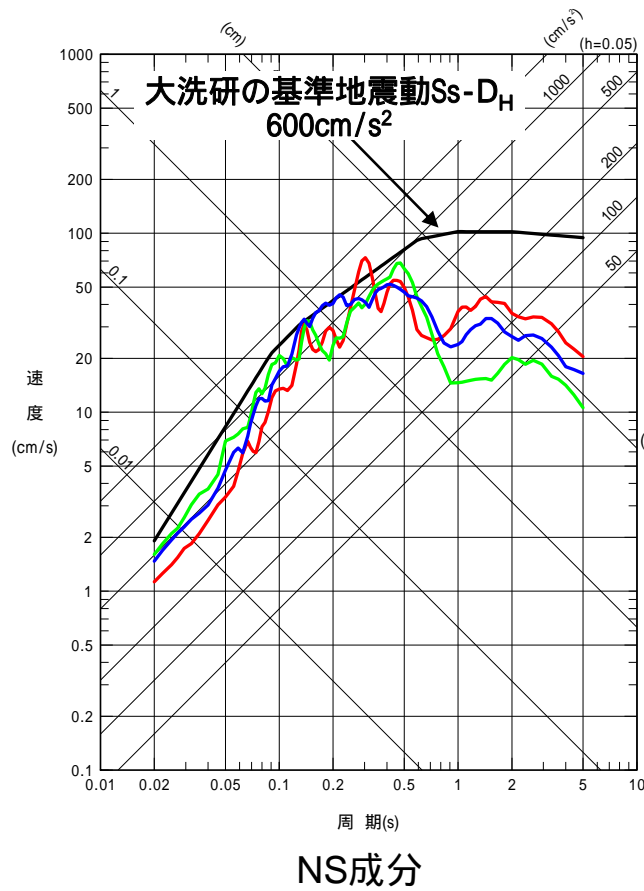
太線 : 断層上下端深さ4～16km
 細線 : " 5～18km



断層モデルを用いた手法による基準地震動Ss

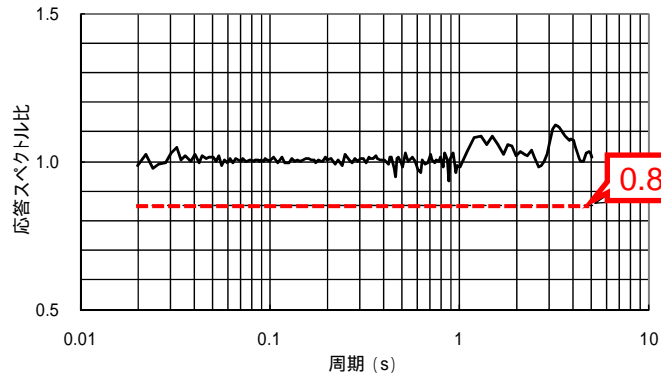
断層モデルを用いた手法に基づく地震動評価により
策定された基準地震動Ss-1 ~ Ss-3

- 基準地震動Ss-D
- 基準地震動Ss-1
- 基準地震動Ss-2
- 基準地震動Ss-3

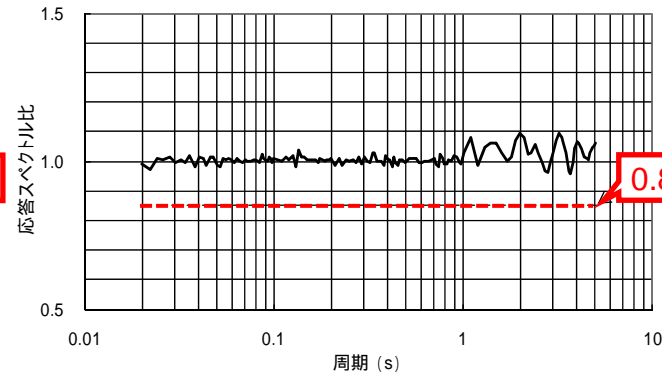


基準地震動Ss-Dの時刻歴波形(1/2)

設計用応答スペクトルに対する模擬地震波の応答スペクトル比



水平成分



鉛直成分

0.85以上を確認

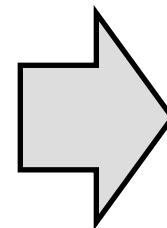
SI(応答スペクトルの強さ)比

$$SI比 = \frac{\int_{0.1}^{2.5} S_V(T) dT}{\int_{0.1}^{2.5} \bar{S}_V(T) dT}$$

$S_V(T)$: 模擬地震波の応答スペクトル (cm/s)

$\bar{S}_V(T)$: 設計用応答スペクトル (cm/s)

T : 固有周期 (s)



Ss-D_H: 1.03

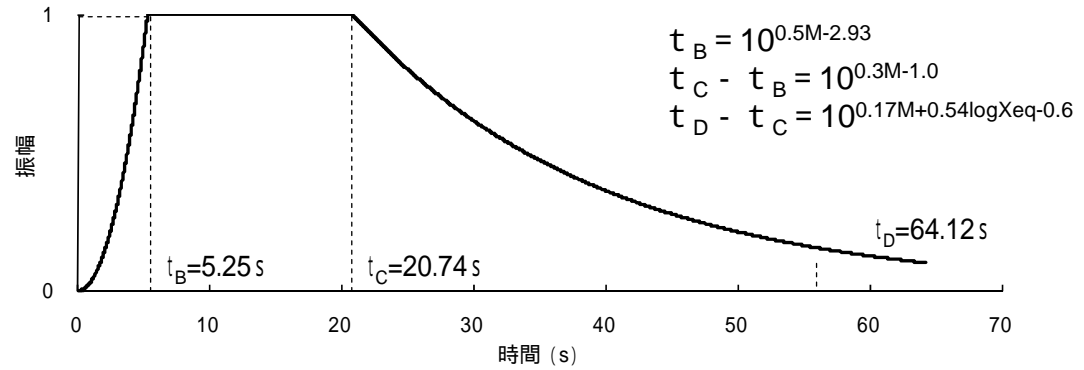
Ss-D_V: 1.03

1.0以上を確認

基準地震動Ss-Dの時刻歴波形(2/2)

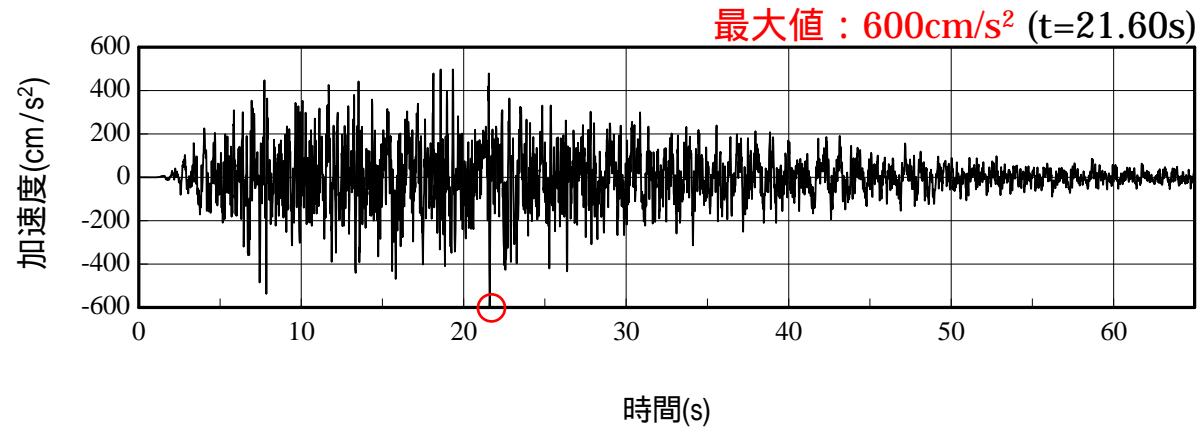
振幅包絡線の経時変化

- ・ Noda et al.(2002)に基づき設定
- ・ 設定諸元: M7.3、Xeq=70km
(1896年鹿島灘の地震)

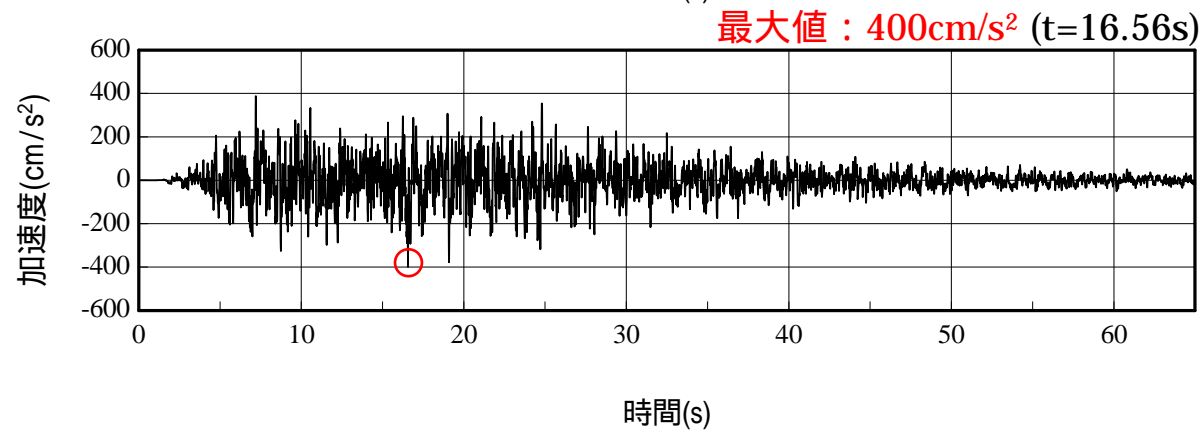


模擬地震波の加速度時刻歴

水平成分 Ss-DH



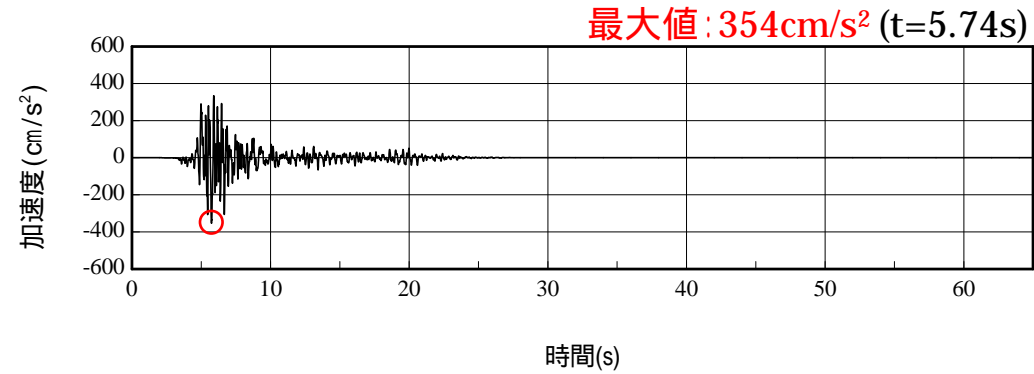
鉛直成分 Ss-Dv



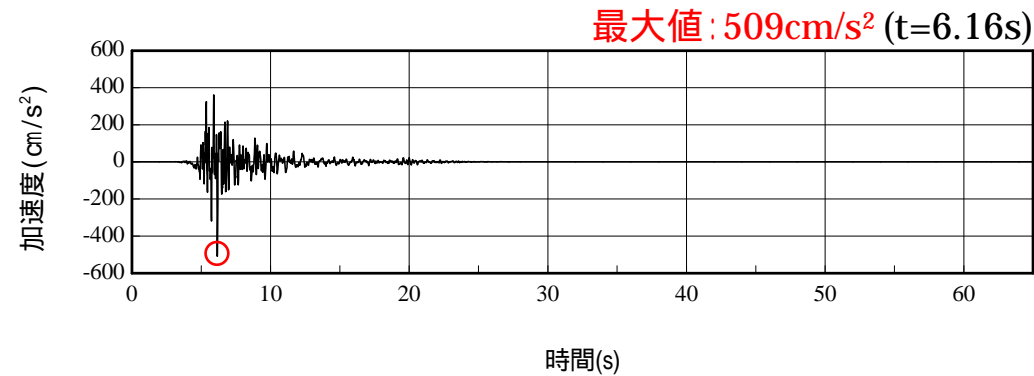
基準地震動Ss-1の時刻歴波形

基準地震動Ss-1NS、Ss-1EW及びSs-1UD

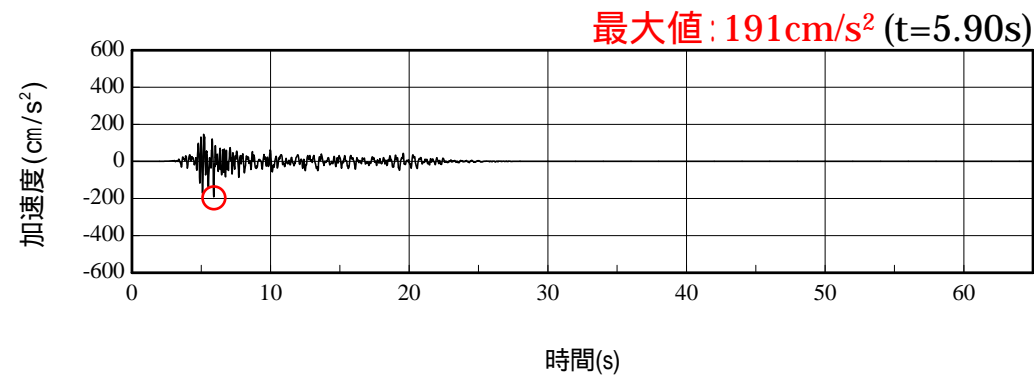
NS成分



EW成分



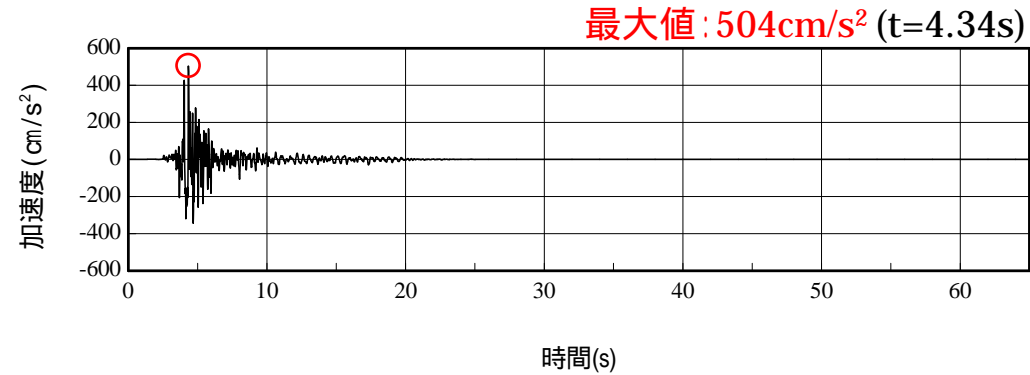
UD成分



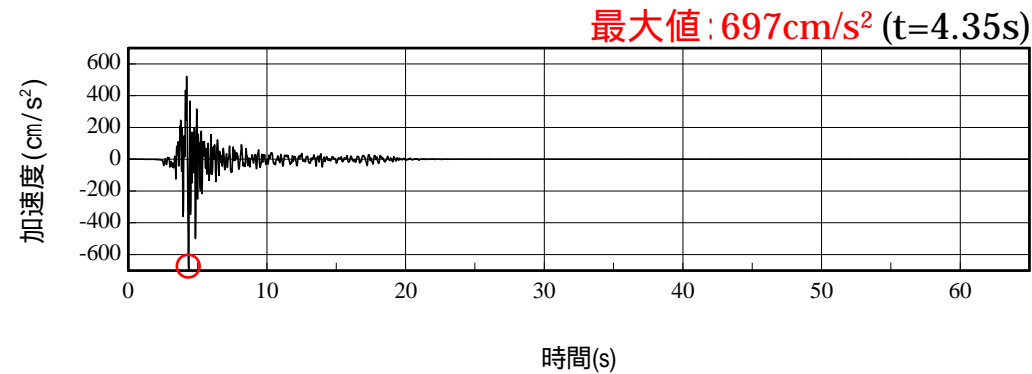
基準地震動Ss-2の時刻歴波形

基準地震動Ss-2NS、Ss-2EW及びSs-2UD

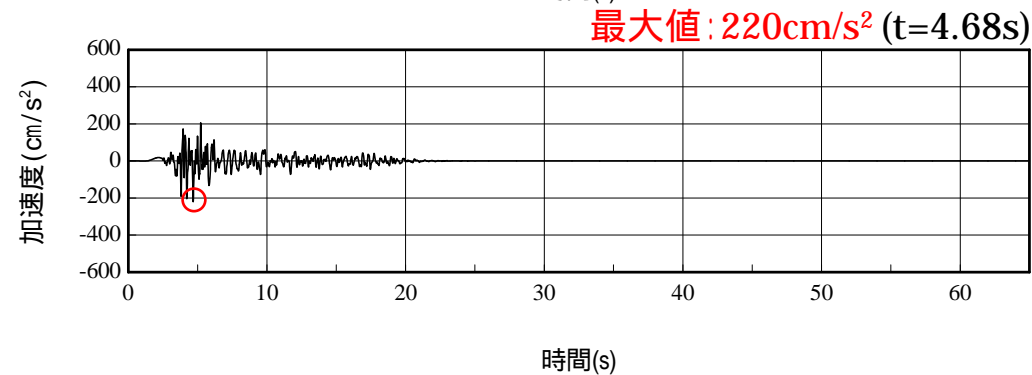
NS成分



EW成分



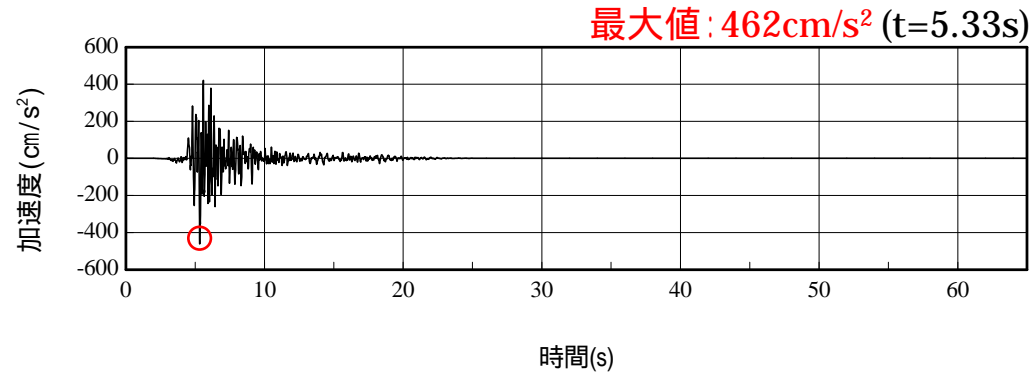
UD成分



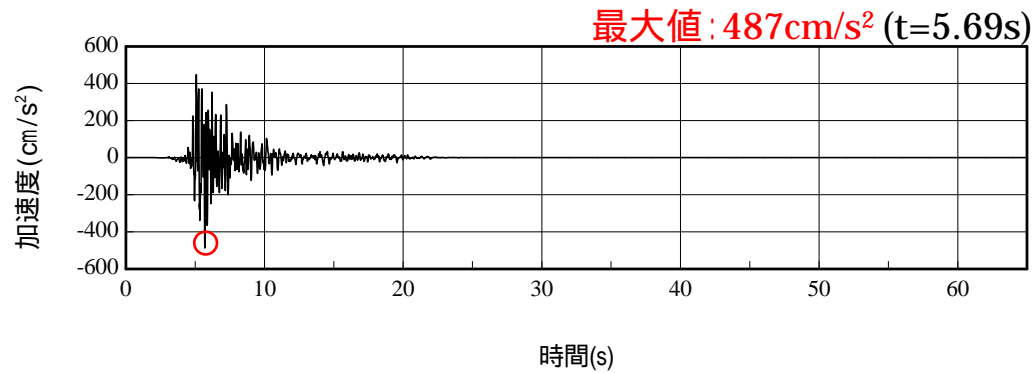
基準地震動Ss-3の時刻歴波形

基準地震動Ss-3NS、Ss-3EW及びSs-3UD

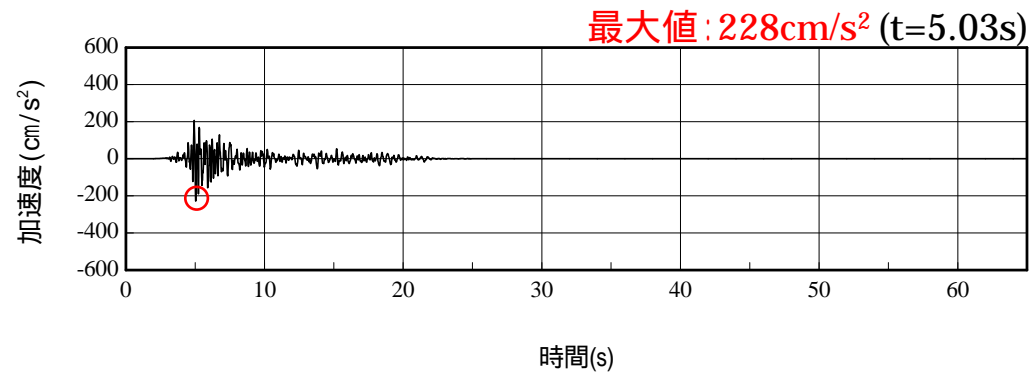
NS成分



EW成分



UD成分



参考文献

- ・ 気象庁(1951～2008):地震月報ほか、気象庁、昭和26年～平成20年
- ・ 宇佐美龍夫(2003):最新版 日本地震被害総覧[416] 2001、東京大学出版会
- ・ 宇津徳治(1982):日本付近のM6.0以上の地震および被害地震の表:1885年～1980年、東京大学地震研究書彙報、Vol.57 及び
宇津徳治(1985):日本付近のM6.0以上の地震および被害地震の表:1885年～1980年(訂正と追加)、東京大学地震研究所彙報、Vol.60
- ・ 活断層研究会編(1991):新編 日本の活断層 - 分布図と資料、東京大学出版会
- ・ 地震調査研究推進本部地震調査委員会(2004):「関谷断層の長期評価について」
- ・ 地震調査研究推進本部地震調査委員会(2005):「関東平野北西縁断層帯の長期評価について」
- ・ 村松郁栄(1969):震度分布と地震のマグニチュードとの関係、岐阜大学教育学部研究報告、自然科学、第4巻、第3号、pp.168-176
- ・ 勝又譲、徳永規一(1971):震度 の範囲と地震の規模および震度と加速度の対応、験震時報、第36巻、第3,4号、pp.1-8
- ・ 地震調査研究推進本部地震調査委員会(2004):「相模トラフ沿いの地震活動の長期評価について」
- ・ 国土地理院(2009):日本全国の地殻変動、地震予知連絡会会報、第82巻、1-3
- ・ 工業技術院地質調査所(2004):日本重力CD-ROM第2版
- ・ 大久保泰邦(1984):全国のキュリー点解析結果、地質ニュース、362号
- ・ Zhao,D., S.Horiuchi and A.Hasegawa(1992): Seismic velocity structure of the crust beneath the Japan Islands, Tectonophysics, 212, pp.289-301

参考文献

- ・ 地震調査研究推進本部地震調査委員会(2009):「三陸沖から房総沖にかけての地震活動の長期評価(一部改訂)」
- ・ 地震調査研究推進本部地震調査委員会(2010):「全国地震動予測地図」
- ・ 中央防災会議(2004):「首都直下地震対策専門調査会(第12回)」、「地震ワーキンググループ報告書」、平成16年11月17日
- ・ Noda,S., K.Yashiro, K.Takahashi, M.Takemura, S.Ohno, M.Tohdo and T.Watanabe(2002):
RESPONSE SPECTRA FOR DESIGN PURPOSE OF STIFF STRUCTURES ON ROCK SITES,
OECD-NEA Workshop on the Relations between Seismological Data and Seismic Engineering
Analysis, Oct.17-19, Istanbul
- ・ 加藤研一、宮腰勝義、武村雅之、井上大栄、上田圭一、壇一男(2004):震源を事前に特定できない内陸地殻内地震による地震動レベル 地質学的調査による地震の分類と強震動観測記録に基づく上限レベルの検討、日本地震工学会論文集、第4巻、第4号
- ・ 佐藤良輔(1989):日本の地震断層パラメーター・ハンドブック、鹿島出版会
- ・ 日本電気協会 原子力規格委員会(2008):原子力発電所耐震設計技術指針、JEAG4601-2008
- ・ 原子力安全基盤機構(2004):地震記録データベースSANDELのデータ整備と地震発生上下限層深さの評価に関する報告書(平成15年度)、JNES / SAE04-017
- ・ 日本原子力学会(2007):原子力発電所の地震を起因とした確率論的安全評価実施基準:2007、AESJ-SC-P006:2007