

目次

- 1 地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価
 - 1.1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）……………p.3~
 - 1.2 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）……………p.90~
 - 1.3 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）……………p.172~

- 2 地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価
 - 2.1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）
 - 2.1.1 応答スペクトルに基づく地震動評価……………p.280~
 - 2.1.2 断層モデルを用いた手法による地震動評価……………p.308~
 - 2.1.3 応答スペクトルに基づく地震動評価結果と断層モデルを用いた手法による地震動評価結果との比較……………p.331~
 - 2.1.4 地震動評価結果のまとめ……………p.338~
 - 2.2 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）……………p.342~
 - 2.3 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）……………p.398~

Noda et al.(2002)の方法の適用性検討

(概要)

適用性検討の考え方は地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価と同じ

- 応答スペクトルに基づく地震動評価で用いるNoda et al.(2002)の方法は、国内で観測された地震観測記録に基づき、下表のとおり、極近距離、近距離、中距離、遠距離毎に地震規模 M_j と等価震源距離 X_{eq} に応じてコントロールポイントを定めている。

<Noda et al.(2002)の回帰式の作成に用いた地震諸元（左図■）> <Noda et al.(2002)の回帰式の適用性確認に用いた地震諸元（左図□）>

- ・地震規模 M_j : $5.5 \leq M_j \leq 7.0$
- ・等価震源距離 X_{eq} : $28\text{km} \leq X_{eq} \leq 202\text{km}$
- ・地震規模 M_j : $5.4 \leq M_j \leq 8.1$
- ・等価震源距離 X_{eq} : $14\text{km} \leq X_{eq} \leq 216\text{km}$

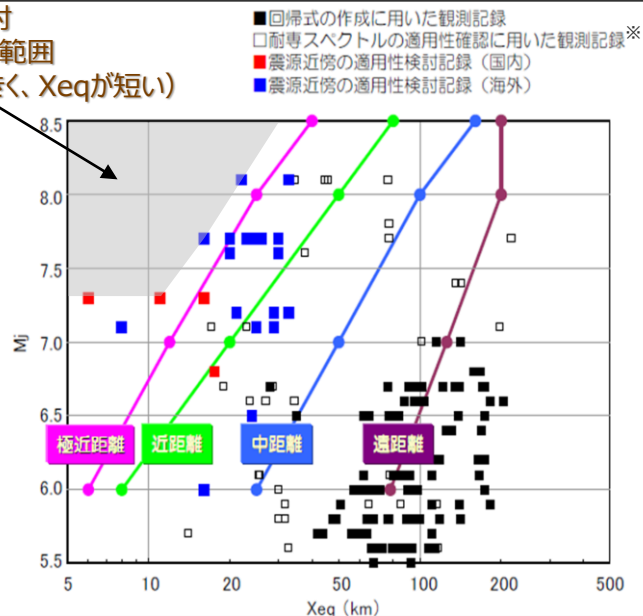
- また、極近距離よりさらに近い地震についても検討が行われているが（左図■ ■）、旧原子力安全委員会の「応答スペクトルに基づく地震動評価」に関する専門家との意見交換会において、東京電力(2009b)では、「極近距離よりさらに近い地震に関しては観測データも少なく、また、コントロールポイントも設けられていない。これらより、今後スペクトルの適用性や改良に関する検討等が必要と考えられる。」としている。

- Noda et al.(2002)の方法の適用性検討に用いられた記録の分布によると、地震規模 M_j が大きく、等価震源距離 X_{eq} が短い（震源が敷地に近い）記録は分布していない（左図灰色の範囲）。

⇒ Noda et al.(2002)の方法の適用性の検討にあたっては、検討用地震毎の諸元（地震規模 M_j 及び等価震源距離 X_{eq} ）と極近距離を比較し、極近距離との乖離が大きい場合は、適用範囲外とする。

適用性検討 記録がない範囲

(M_j が大きく、 X_{eq} が短い)



<Noda et al.(2002)の方法のコントロールポイント（東京電力(2009a)による）>

	M	Xeq (km)	コントロールポイントの座標 pS_v (cm/s)							
			A	B	C	D	E	F	G	H
			T_A (s)	T_B (s)	T_C (s)	T_D (s)	T_E (s)	T_F (s)	T_G (s)	T_H (s)
極近距離	8.5	40	1.62	18.44	27.32	47.87	68.05	64.66	53.52	40.06
	8	25	1.69	20.05	28.96	48.22	67.80	65.25	52.51	38.35
	7	12	1.40	17.20	24.84	33.86	43.42	36.42	25.15	17.85
	6	6	1.04	12.82	18.51	21.84	23.17	17.41	9.64	3.88
近距離	8.5	80	0.73	7.36	11.43	22.92	34.79	32.58	27.60	21.96
	8	50	0.67	7.45	11.17	20.05	28.65	27.06	22.70	17.19
	7	20	0.78	9.44	13.64	19.10	24.83	20.69	14.46	10.37
中距離	8.5	160	0.26	2.22	3.67	9.45	15.17	14.83	13.64	12.26
	8	100	0.32	3.08	4.86	10.27	16.04	14.96	12.73	10.37
	7	50	0.23	2.65	4.01	6.02	7.64	6.68	4.87	3.64
遠距離	8.5	200	0.18	1.44	2.43	6.87	11.17	11.17	10.67	10.04
	8	200	0.10	0.80	1.35	3.82	6.21	6.21	5.93	5.58
	7	125	0.046	0.43	0.70	1.34	1.81	1.59	1.26	1.05
	6	78	0.041	0.45	0.65	0.95	1.03	0.80	0.49	0.22

※耐専スペクトルとNoda et al.(2002)の方法は同じ距離減衰式である。

<Noda et al.(2002)の方法の適用性>
(東京電力(2009b)に適用性検討記録がない範囲を重ね描き)

Noda et al.(2002)の方法の適用性検討

（御前崎海脚西部の断層帯による地震）

【御前崎海脚西部の断層帯による地震の各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）における適用性検討】

<震源断層面積から地震モーメントを介して 武村(1990)で地震規模Mjを設定した場合（右図▲）>

- ①基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）及び③アスペリティの数の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）は、極近距離から離れているものの、適用性検討記録がある範囲であることから、適用範囲内であると判断した。一方、②断層傾斜角の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）は、極近距離からの乖離が大きく、適用性検討記録がない範囲であることから、適用範囲外と判断した。

<活断層長さから松田(1975)で地震規模Mjを設定した場合（右図■）>

- すべての震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（①～③）で、極近距離からの乖離が大きく、適用性検討記録がない範囲であることから、適用範囲外と判断した。

⇒ Noda et al.(2002)の方法の適用範囲内と判断した震源モデルは、Noda et al.(2002)の方法による地震動評価を行い、Noda et al.(2002)の方法の適用範囲外と判断した震源モデルは、Noda et al.(2002)以外のNGA等の距離減衰式の適用性検討（次々ページ以降参照）を踏まえて、地震動評価を行う。

<各検討用地震の震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の諸元>

No.	震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）	Mj 武村 (1990) ^{※1}	Mj 松田 (1975) ^{※2}	等価震源距離 (km)
御前崎海脚西部の断層帯による地震				
①	基本震源モデル	7.4	7.6	12.8
②	断層傾斜角の不確かさを考慮した震源モデル	7.6	7.6	12.9
③	アスペリティの数の不確かさを考慮した震源モデル	7.4	7.6	12.7

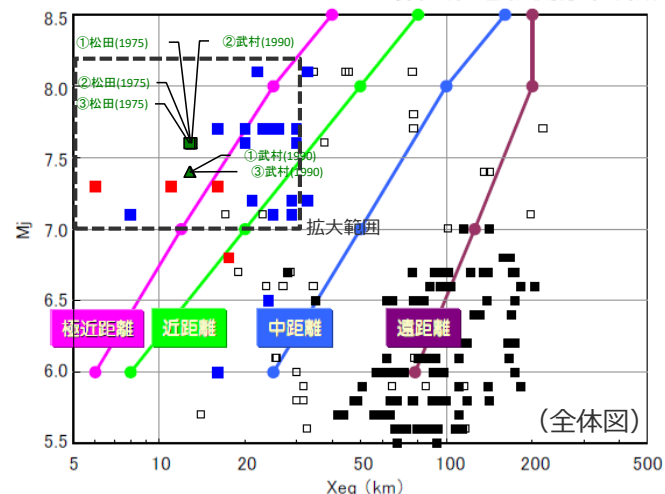
※1 武村(1990)：震源断層面積から地震モーメントを介して武村(1990)でMjを設定。

※2 松田(1975)：活断層長さから松田(1975)でMjを設定。

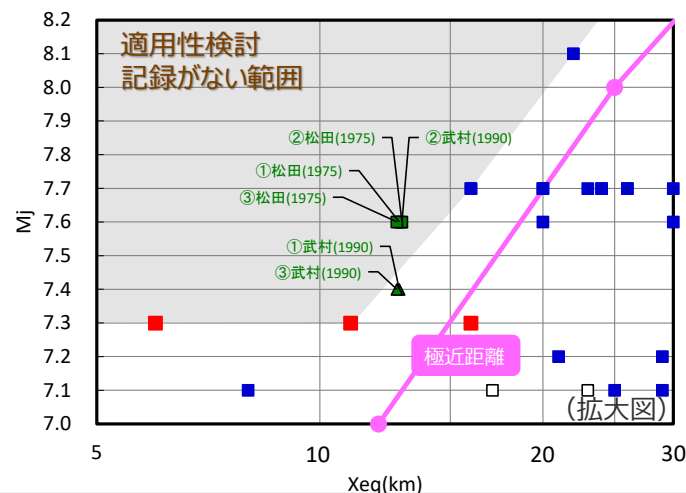
※3 耐専スペクトルとNoda et al.(2002)の方法は同じ距離減衰式である。

・御前崎海脚西部の断層帯による地震について、アスペリティの応力降下量の不確かさ及び破壊伝播速度の不確かさの影響確認は、断層モデルを用いた手法による地震動評価で代表させるため、適用性検討は行わない。

▲ 御前崎海脚西部の断層帯による地震：武村(1990) ■ 耐専スペクトルの作成に用いた観測記録 ※3
■ 御前崎海脚西部の断層帯による地震：松田(1975) □ 耐専スペクトルの適用性確認に用いた観測記録
■ 震源近傍の適用性検討記録（国内） ■ 震源近傍の適用性検討記録（海外）



▲ 御前崎海脚西部の断層帯による地震：武村(1990) □ 耐専スペクトルの適用性確認に用いた観測記録 ※3
■ 御前崎海脚西部の断層帯による地震：松田(1975) ■ 震源近傍の適用性検討記録（国内） ■ 震源近傍の適用性検討記録（海外）



<Noda et al.(2002)の方法の適用性>

（上図：東京電力(2009b)に各震源モデルの諸元を重ね描き）

Noda et al.(2002)の方法の適用性検討

（まとめ）

○Noda et al.(2002)の方法の適用範囲内と判断した震源モデル（下表の○）は、Noda et al.(2002)の方法による地震動評価を行い、Noda et al.(2002)の方法の適用範囲外と判断した震源モデル（下表の×）は、Noda et al.(2002)以外のNGA等の距離減衰式の適用性検討（次ページ以降参照）を踏まえて、地震動評価を行う。

＜検討用地震の震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）における
Noda et al.(2002)の方法の適用性検討（まとめ）＞

地震	御前崎海脚西部の断層帯による地震					
	基本震源モデル （地震動の顕著な増幅を考慮）		断層傾斜角の不確かさを考慮した震源モデル （地震動の顕著な増幅を考慮）		アスペリティの数の不確かさを考慮した震源モデル （地震動の顕著な増幅を考慮）	
Mjの算出	武村 (1990) ^{※1}	松田 (1975) ^{※2}	武村 (1990) ^{※1}	松田 (1975) ^{※2}	武村 (1990) ^{※1}	松田 (1975) ^{※2}
Mj	7.4	7.6	7.6	7.6	7.4	7.6
等価震源距離 Xeq (km)	12.8	12.8	12.9	12.9	12.7	12.7
Noda et al.(2002)の方法 の適用性検討	○	×	×	×	○	×

○：適用範囲内 ×：適用範囲外

※1 武村(1990)：震源断層面積から地震モーメントを介して武村(1990)でMjを設定。

※2 松田(1975)：活断層長さから松田(1975)でMjを設定。

Noda et al.(2002)以外の距離減衰式の適用性検討

(概要)

適用性検討の考え方は地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価と同じ

○ Noda et al.(2002)の方法の適用範囲外と判断した震源モデル（御前崎海脚西部の断層帯による地震の基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）、断層傾斜角の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）及びアスペリティの数の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））については、下表に示すNoda et al.(2002)以外のNGA等の距離減衰式の適用性検討を行い、適用範囲内と判断した距離減衰式を用いて、応答スペクトルに基づく地震動評価を行う。

<Noda et al.(2002)以外の各種距離減衰式の概要>

距離減衰式	データベース諸元					
	対象地震	地震種別	Mwの範囲	断層最短距離の範囲	地盤条件・種別	地盤補正
Kanno et al.(2006)	主に国内	内陸地殻内 プレート間 海洋プレート内	5.5~8.2	500km以内	$100 \leq Vs30^{*2} \leq 1400\text{m/s}$	$Vs30^{*2}$ による
Zhao et al.(2006)	主に国内		5.0~8.3	300km以内	Hard Rock($Vs30^{*2} > 1100\text{m/s}$) ~Soft Soil($Vs30^{*2} = 200\text{m/s}$)	地盤種別による
内山・翠川(2006)	日本周辺		5.5~8.3	300km以内	$150 \leq Vs30^{*2} \leq 750\text{m/s}$ $Vs30^{*2} = 500\text{m/s}$ 程度の工学的基盤	-
片岡・他(2006)	日本周辺		4.9~8.2	250km以内	I種、II種、III種地盤及び 工学的基盤 ($Vs30^{*2} = 720\text{m/s}$ (平均値))	地盤種別による
Abrahamson et al.(2014)	国内外	内陸地殻内	3.0~8.5	300km以内	$180 \leq Vs30^{*2} \leq 1500\text{m/s}^{*3}$	$Vs30^{*2}$ による
Boore et al.(2014)			3.0~8.5 (横ずれ断層) 3.0~8.5 (逆断層) 3.3~7.0 (正断層)	400km以内 ^{*1}	$150 \leq Vs30^{*2} \leq 1500\text{m/s}^{*3}$	$Vs30^{*2}$ による
Campbell and Bozorgnia(2014)			3.3~8.5 (横ずれ断層) 3.3~8.0 (逆断層) 3.3~7.0 (正断層)	300km以内	$150 \leq Vs30^{*2} \leq 1500\text{m/s}^{*3}$	$Vs30^{*2}$ による
Chiou and Youngs(2014)			3.5~8.5 (横ずれ断層) 3.5~8.0 (逆断層) 3.5~8.0 (正断層)	300km以内	$180 \leq Vs30^{*2} \leq 1500\text{m/s}^{*3}$	$Vs30^{*2}$ による
Idriss(2014)			5.0~8.0	150km以内	$450 \leq Vs30^{*2} \leq 2000\text{m/s}^{*3}$	$Vs30^{*2}$ による

※1 断層の地表投影面からの最短距離の範囲を記載。※2 Vs30：表層30mのS波速度の平均値（浜岡原子力発電所はVs30=759m/s）

※3 Gregor et al.(2014)による。

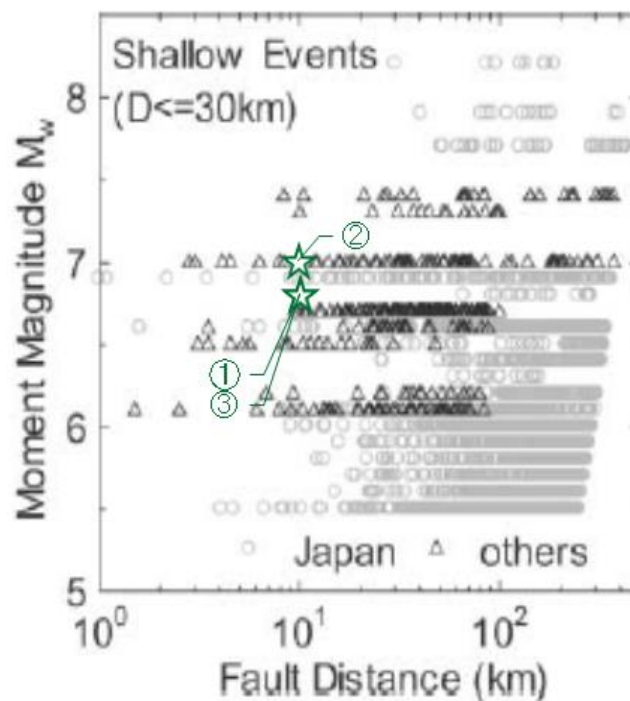
Noda et al.(2002)以外の距離減衰式の適用性検討

(Kanno et al.(2006)の方法の場合)

○Noda et al.(2002)の方法が適用範囲外である御前崎海脚西部の断層帯による地震の各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）について、Kanno et al.(2006)の方法の適用範囲内であると判断した。

<各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の諸元>

No.	震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）	Mw	断層最短距離Xsh(km)
御前崎海脚西部の断層帯による地震			
①	基本震源モデル	6.8	10.0
②	断層傾斜角の不確かさを考慮した震源モデル	7.0	9.8
③	アスペリティの数の不確かさを考慮した震源モデル	6.8	10.0



☆ 御前崎海脚西部の断層帯による地震
(地震動の顕著な増幅を考慮)

<Kanno et al.(2006)の方法の適用性検討>
(Kanno et al.(2006)に各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の諸元を重ね描き)

Noda et al.(2002)以外の距離減衰式の適用性検討

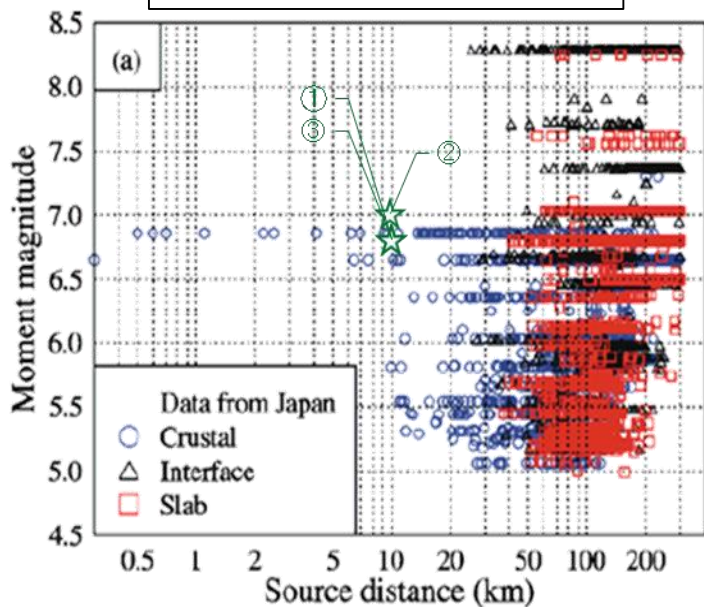
(Zhao et al.(2006)の方法の場合)

○Noda et al.(2002)の方法が適用範囲外である御前崎海脚西部の断層帯による地震の各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）について、Zhao et al.(2006)の方法の適用範囲内であると判断した。

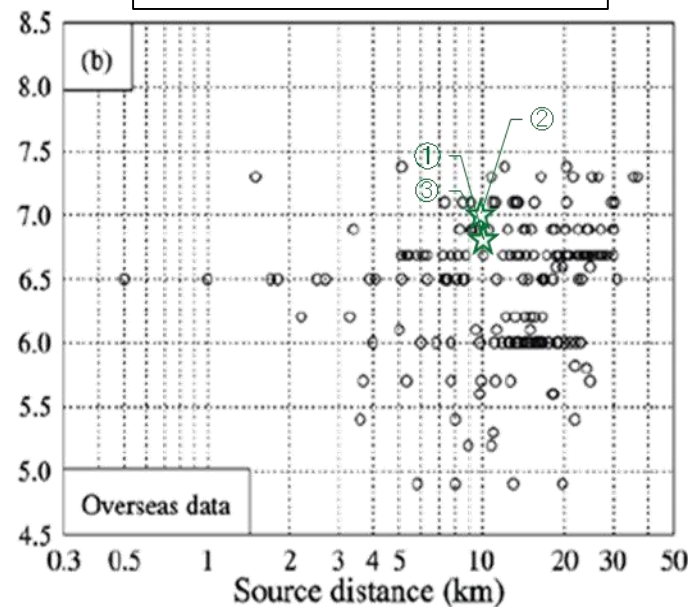
<各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の諸元>

No.	震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）	Mw	断層最短距離Xsh(km)
御前崎海脚西部の断層帯による地震			
①	基本震源モデル	6.8	10.0
②	断層傾斜角の不確かさを考慮した震源モデル	7.0	9.8
③	アスペリティの数の不確かさを考慮した震源モデル	6.8	10.0

☆御前崎海脚西部の断層帯による地震
(地震動の顕著な増幅を考慮)



☆御前崎海脚西部の断層帯による地震
(地震動の顕著な増幅を考慮)



<Zhao et al.(2006)の方法の適用性検討>

(Zhao et al.(2006)に各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の諸元を重ね描き)

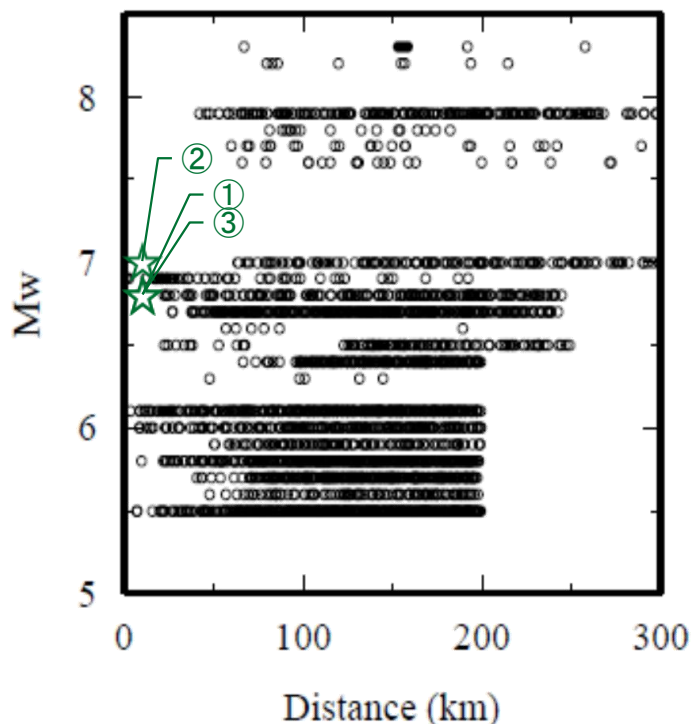
Noda et al.(2002)以外の距離減衰式の適用性検討

(内山・翠川(2006)の方法の場合)

○Noda et al.(2002)の方法が適用範囲外である御前崎海脚西部の断層帯による地震の各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）について、内山・翠川(2006)の方法の適用範囲内であると判断した。

<各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の諸元>

No.	震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）	Mw	断層最短距離Xsh(km)
御前崎海脚西部の断層帯による地震			
①	基本震源モデル	6.8	10.0
②	断層傾斜角の不確かさを考慮した震源モデル	7.0	9.8
③	アスペリティの数の不確かさを考慮した震源モデル	6.8	10.0



☆ 御前崎海脚西部の断層帯による地震
(地震動の顕著な増幅を考慮)

<内山・翠川(2006)の方法の適用性検討>

(内山・翠川(2006)に各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の諸元を重ね描き)

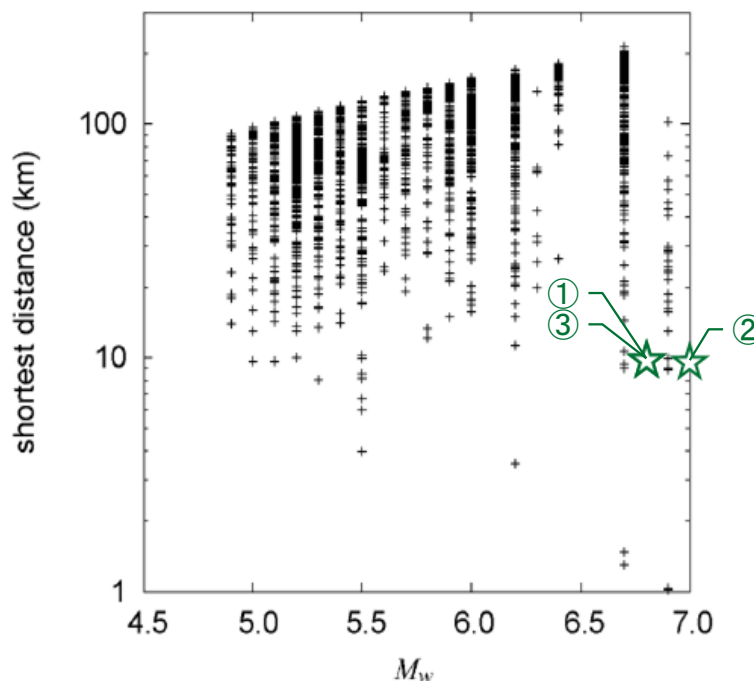
Noda et al.(2002)以外の距離減衰式の適用性検討

(片岡・他(2006)の方法の場合)

○Noda et al.(2002)の方法が適用範囲外である御前崎海脚西部の断層帯による地震の各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）について、片岡・他(2006)の方法の適用範囲内であると判断した。

<各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の諸元>

No.	震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）	Mw	断層最短距離Xsh(km)
御前崎海脚西部の断層帯による地震			
①	基本震源モデル	6.8	10.0
②	断層傾斜角の不確かさを考慮した震源モデル	7.0	9.8
③	アスペリティの数の不確かさを考慮した震源モデル	6.8	10.0



☆ 御前崎海脚西部の断層帯による地震
(地震動の顕著な増幅を考慮)

<片岡・他(2006)の方法の適用性検討>
(片岡・他(2006)に各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の諸元を重ね描き)

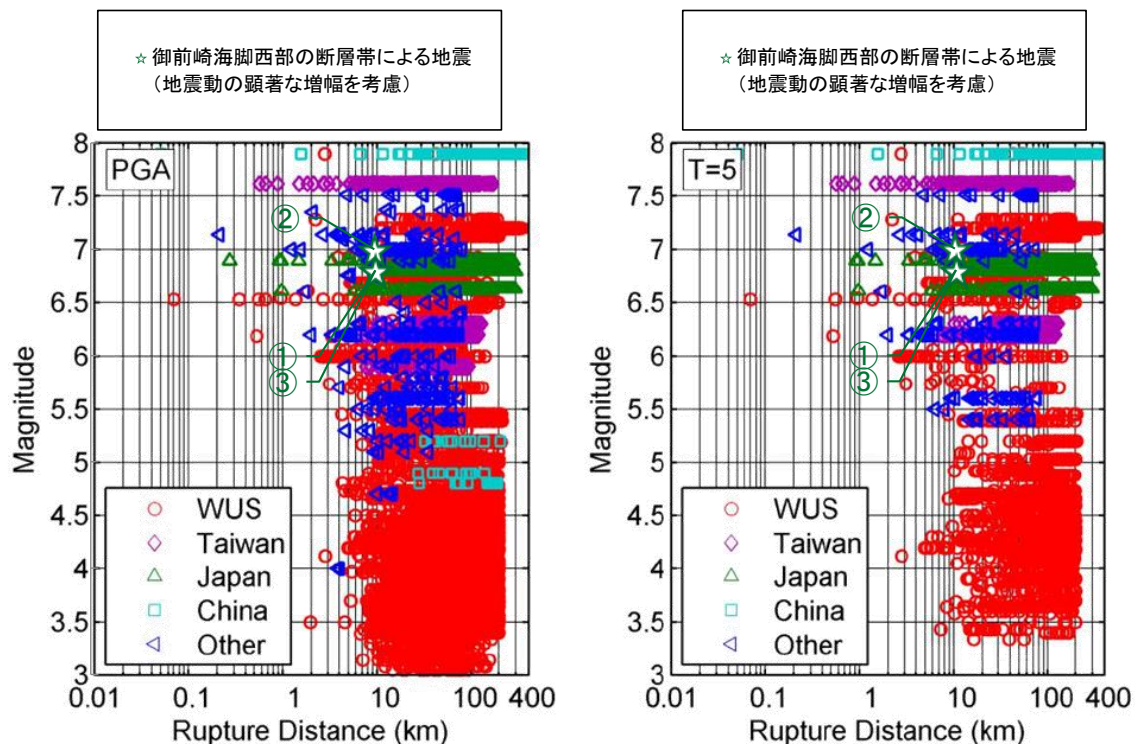
Noda et al.(2002)以外の距離減衰式の適用性検討

(Abrahamson et al.(2014)の方法の場合)

○Noda et al.(2002)の方法が適用範囲外である御前崎海脚西部の断層帯による地震の各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）について、Abrahamson et al.(2014)の方法の適用範囲内であると判断した。

<各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の諸元>

No.	震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）	Mw	断層最短距離Xsh(km)
御前崎海脚西部の断層帯による地震			
①	基本震源モデル	6.8	10.0
②	断層傾斜角の不確かさを考慮した震源モデル	7.0	9.8
③	アスペリティの数の不確かさを考慮した震源モデル	6.8	10.0



<Abrahamson et al.(2014)の方法の適用性検討>

(Abrahamson et al.(2014)に各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の諸元を重ね描き)

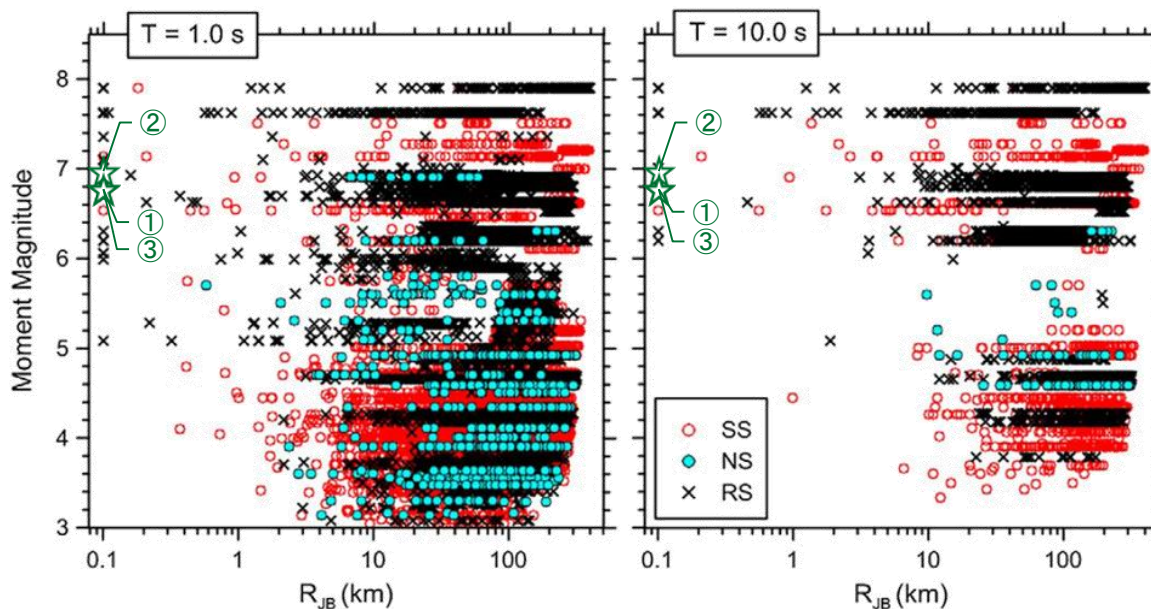
Noda et al.(2002)以外の距離減衰式の適用性検討

(Boore et al.(2014)の方法の場合)

○Noda et al.(2002)の方法が適用範囲外である御前崎海脚西部の断層帯による地震の各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）について、Boore et al.(2014)の方法の適用範囲内であると判断した。

<各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の諸元>

No.	震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）	Mw	地表投影面からの最短距離 R_{JB} (km) [*]
御前崎海脚西部の断層帯による地震			
①	基本震源モデル	6.8	0.0
②	断層傾斜角の不確かさを考慮した震源モデル	7.0	0.0
③	アスペリティの数の不確かさを考慮した震源モデル	6.8	0.0



☆ 御前崎海脚西部の断層帯による地震
(地震動の顕著な増幅を考慮)

<Boore et al.(2014)の方法の適用性検討>

(Boore et al.(2014)に各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の諸元を重ね描き)

※御前崎海脚西部の断層帯による地震の各震源モデルの地表投影面からの最短距離 R_{JB} は0kmであるが、Boore et al.(2008)、Boore et al.(2013)及びBoore et al.(2014)において、 R_{JB} が0.1km未満の場合は0.1kmとしてプロットされていることから、これに倣い、0.1kmとしてプロットしている。

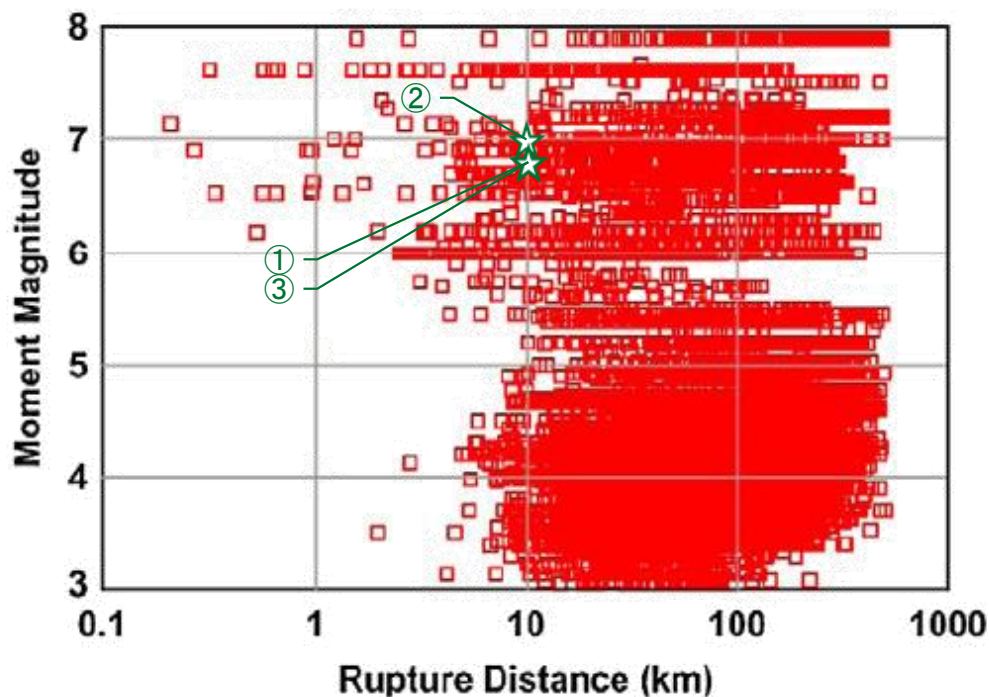
Noda et al.(2002)以外の距離減衰式の適用性検討

(Campbell and Bozorgnia(2014)の方法の場合)

○Noda et al.(2002)の方法が適用範囲外である御前崎海脚西部の断層帯による地震の各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）について、Campbell and Bozorgnia(2014)の方法の適用範囲内であると判断した。

<各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の諸元>

No.	震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）	Mw	断層最短距離Xsh(km)
御前崎海脚西部の断層帯による地震			
①	基本震源モデル	6.8	10.0
②	断層傾斜角の不確かさを考慮した震源モデル	7.0	9.8
③	アスペリティの数の不確かさを考慮した震源モデル	6.8	10.0



☆ 御前崎海脚西部の断層帯による地震
(地震動の顕著な増幅を考慮)

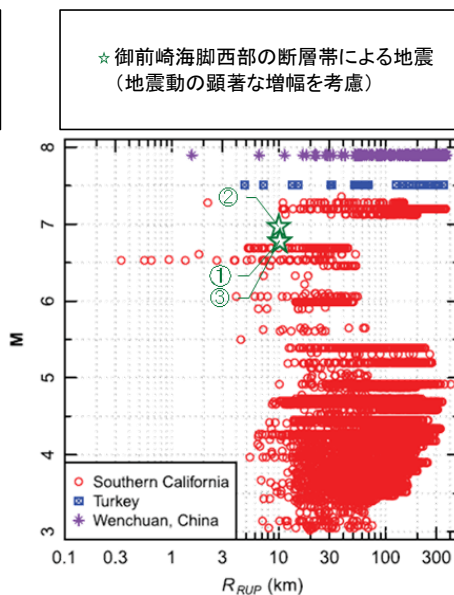
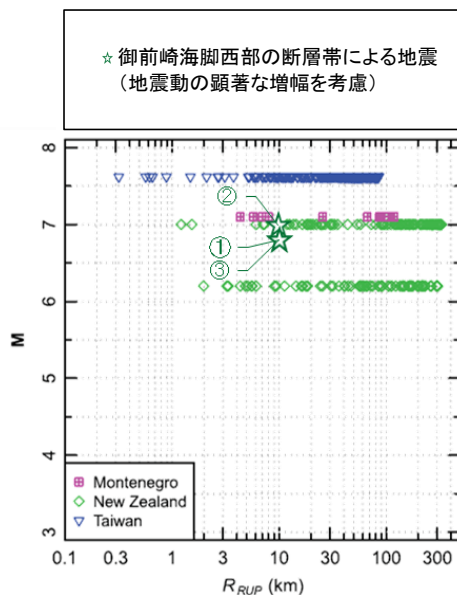
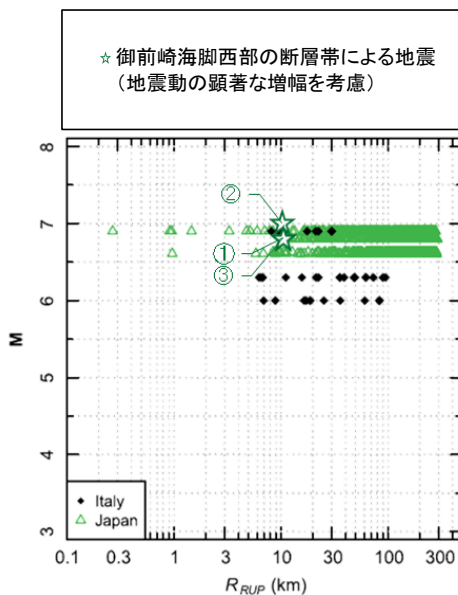
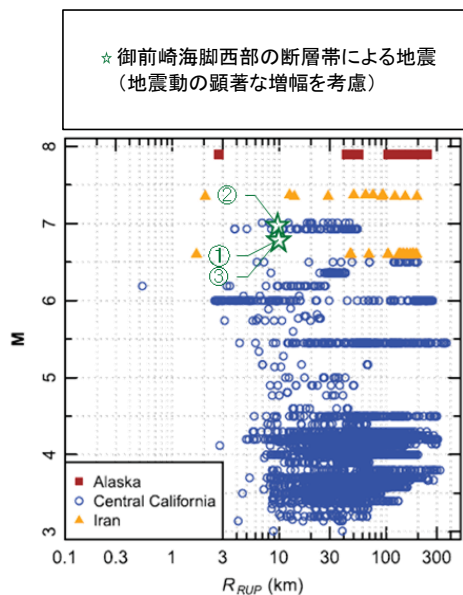
<Campbell and Bozorgnia(2014)の方法の適用性検討>
(Campbell and Bozorgnia(2014)に各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の諸元を重ね描き)

Noda et al.(2002)以外の距離減衰式の適用性検討 (Chiou and Youngs(2014)の方法の場合)

○Noda et al.(2002)の方法が適用範囲外である御前崎海脚西部の断層帯による地震の各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）について、Chiou and Youngs(2014)の方法の適用範囲内であると判断した。

<各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の諸元>

No.	震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）	Mw	断層最短距離Xsh(km)
御前崎海脚西部の断層帯による地震			
①	基本震源モデル	6.8	10.0
②	断層傾斜角の不確かさを考慮した震源モデル	7.0	9.8
③	アスペリティの数の不確かさを考慮した震源モデル	6.8	10.0



<Chiou and Youngs(2014)の方法の適用性検討>

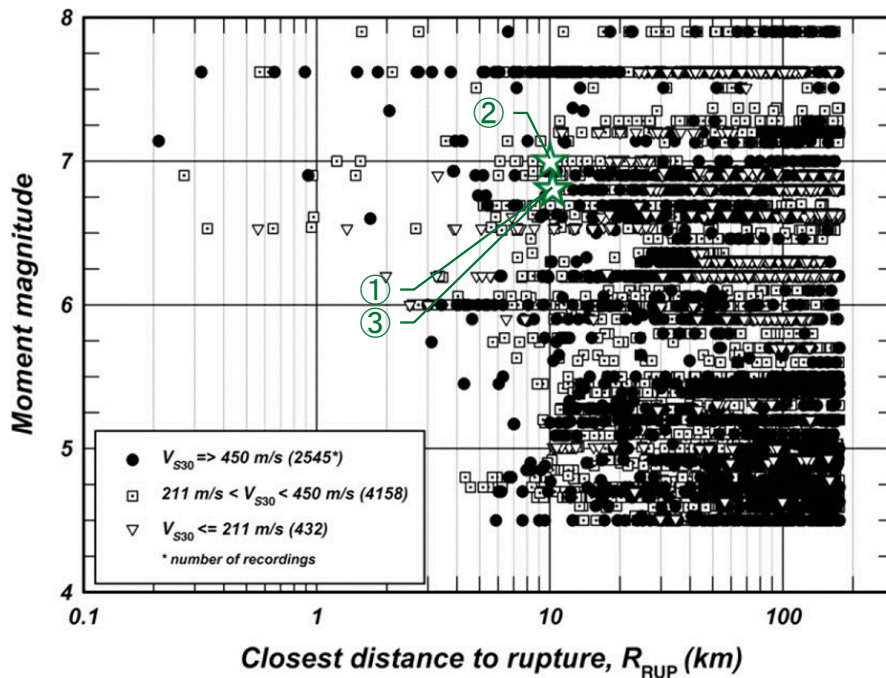
(Chiou and Youngs(2014)に各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の諸元を重ね描き)

Noda et al.(2002)以外の距離減衰式の適用性検討 (Idriss(2014)の方法の場合)

○Noda et al.(2002)の方法が適用範囲外である御前崎海脚西部の断層帯による地震の各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）について、Idriss(2014)の方法の適用範囲内であると判断した。

<各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の諸元>

No.	震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）	Mw	断層最短距離Xsh(km)
御前崎海脚西部の断層帯による地震			
①	基本震源モデル	6.8	10.0
②	断層傾斜角の不確かさを考慮した震源モデル	7.0	9.8
③	アスペリティの数の不確かさを考慮した震源モデル	6.8	10.0



☆ 御前崎海脚西部の断層帯による地震
(地震動の顕著な増幅を考慮)

<Idriss(2014)の方法の適用性検討>
(Idriss(2014)に各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の諸元を重ね描き)

Noda et al.(2002)以外の距離減衰式の適用性検討 (まとめ)

○Noda et al.(2002)の方法の適用範囲外と判断した御前崎海脚西部の断層帯による地震の各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）について、Noda et al.(2002)以外のNGA等の距離減衰式の適用性を検討した結果、いずれも適用範囲内であることから、これらの距離減衰式を用いて、応答スペクトルに基づく地震動評価を行う。

<検討用地震の震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）におけるNoda et al.(2002)以外の距離減衰式の適用性検討（まとめ）>

地震		御前崎海脚西部の断層帯による地震		
震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮)		基本震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮)	断層傾斜角の不確かさを考慮した震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮)	アスペリティの数の不確かさを考慮した震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮)
Mw		6.8	7.0	6.8
断層最短距離Xsh (km)		10.0	9.8	10.0
距離減衰式	Kanno et al.(2006)	○	○	○
	Zhao et al.(2006)	○	○	○
	内山・翠川(2006)	○	○	○
	片岡・他(2006)	○	○	○
	Abrahamson et al.(2014)	○	○	○
	Boore et al.(2014)	○	○	○
	Campbell and Bozorgnia(2014)	○	○	○
	Chiou and Youngs(2014)	○	○	○
	Idriss(2014)	○	○	○

○：適用範囲内 ×適用範囲外

・内山・翠川(2006)については、工学的基盤のVs30と浜岡原子力発電所のVs30との違いを考慮し地盤補正を実施。

各距離減衰式の適用性検討

(まとめ)

<検討用地震の震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）におけるNoda et al.(2002)の方法の適用性検討（まとめ）>

地震	御前崎海脚西部の断層帯による地震					
	基本震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮)		断層傾斜角の不確かさを 考慮した震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮)		アスペリティの数の不確かさを考慮 した震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮)	
Mjの算出	武村 (1990) ^{※1}	松田 (1975) ^{※2}	武村 (1990) ^{※1}	松田 (1975) ^{※2}	武村 (1990) ^{※1}	松田 (1975) ^{※2}
Mj	7.4	7.6	7.6	7.6	7.4	7.6
等価震源距離 Xeq (km)	12.8	12.8	12.9	12.9	12.7	12.7
Noda et al.(2002) の方法の適用性	○	×	×	×	○	×

○ : 適用範囲内
× : 適用範囲外

<検討用地震の震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）におけるNoda et al.(2002)以外の距離減衰式^{※4}の適用性検討（まとめ）>

地震	御前崎海脚西部の断層帯による地震		
	基本震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮)	断層傾斜角の不確かさを 考慮した震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮)	アスペリティの数の不確かさを考慮 した震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮)
Mw ^{※3}	6.8	7.0	6.8
断層最短距離Xsh (km)	10.0	9.8	10.0
Noda et al.(2002)以外の 距離減衰式 ^{※4} の適用性	○	○	○

○ : 適用範囲内
× : 適用範囲外

※1 武村(1990) : 震源断層面積から地震モーメントを介して武村(1990)でMjを設定。

※2 松田(1975) : 活断層長さから松田(1975)でMjを設定。

※3 MwはKanamori(1977)で設定。

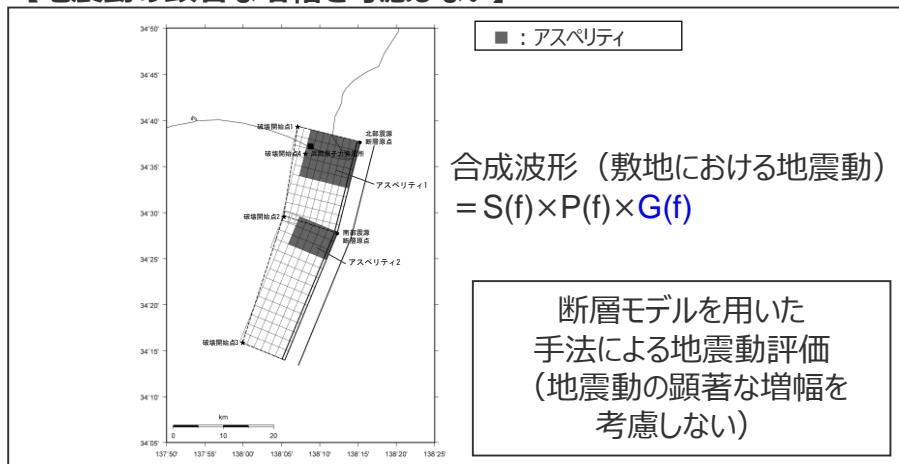
※4 Noda et al.(2002)以外の距離減衰式とは、Kanno et al.(2006)、Zhao et al.(2006)、内山・翠川(2006)、片岡・他(2006)、Abrahamson et al.(2014)、Boore et al.(2014)、Campbell and Bozorgnia(2014)、Chiou and Youngs(2014)及びIdriss(2014)をいう。Kanno et al.(2006)及びZhao et al.(2006)が評価対象としている周期は0.05秒～、片岡・他(2006)が評価対象としている周期は0.1秒～。

<2.1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮） 2.1.1 応答スペクトルに基づく地震動評価>

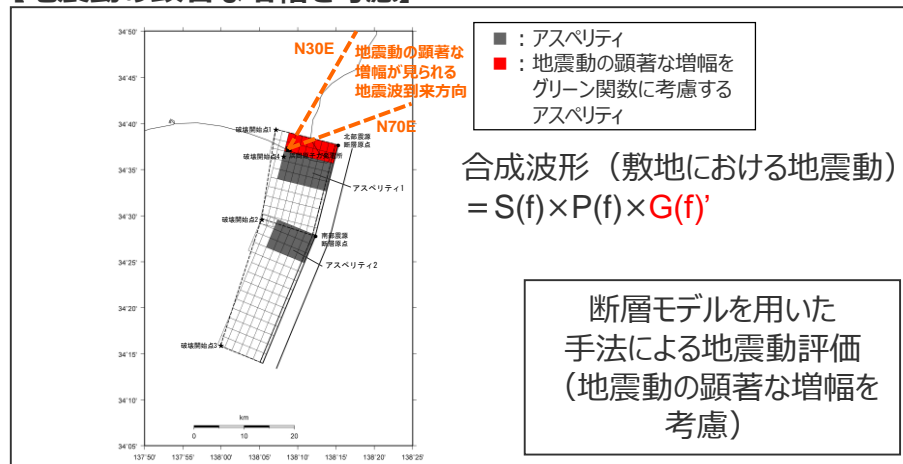
応答スペクトルに基づく地震動評価への地震動の顕著な増幅の反映

- 応答スペクトルに基づく地震動評価は、検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）の震源モデル毎に、地震動の顕著な増幅を考慮する場合と考慮しない場合について、断層モデルを用いた手法による地震動評価を行い、これらの結果による増幅係数（応答スペクトル比：「地震動の顕著な増幅を考慮する場合の平均応答スペクトル（各破壊開始点の平均）」/「地震動の顕著な増幅を考慮しない場合の平均応答スペクトル（各破壊開始点の平均）」※）を水平動・鉛直動それぞれで算出し、応答スペクトルに基づく地震動評価結果（地震動の顕著な増幅を考慮しない）に乗じる。

【地震動の顕著な増幅を考慮しない】



【地震動の顕著な増幅を考慮】



増幅係数（応答スペクトル比）を算出

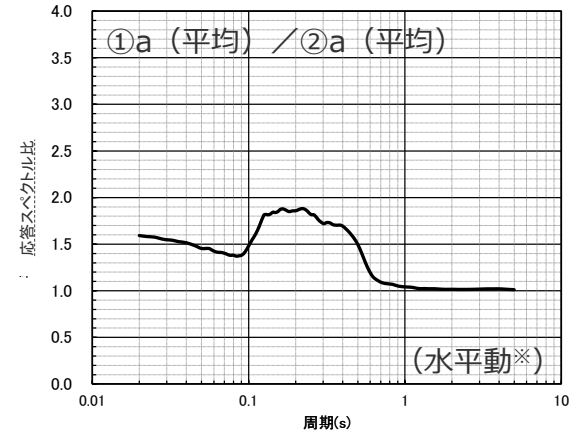
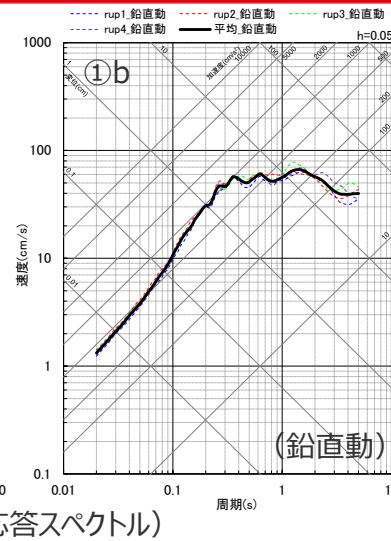
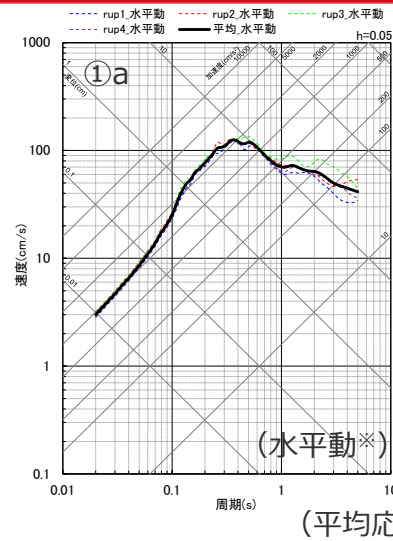
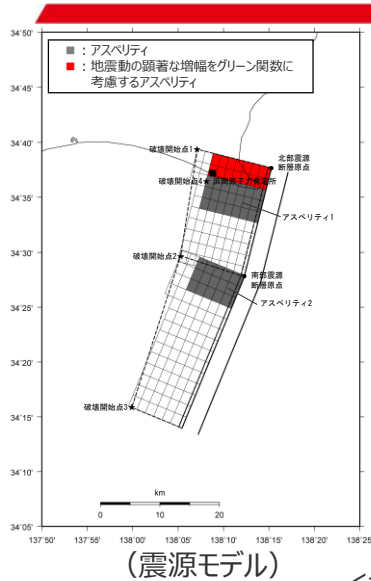
$$\frac{\text{地震動の顕著な増幅を考慮する場合の平均応答スペクトル（各破壊開始点の平均）}^*}{\text{地震動の顕著な増幅を考慮しない場合の平均応答スペクトル（各破壊開始点の平均）}^*}$$

応答スペクトルに基づく地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）

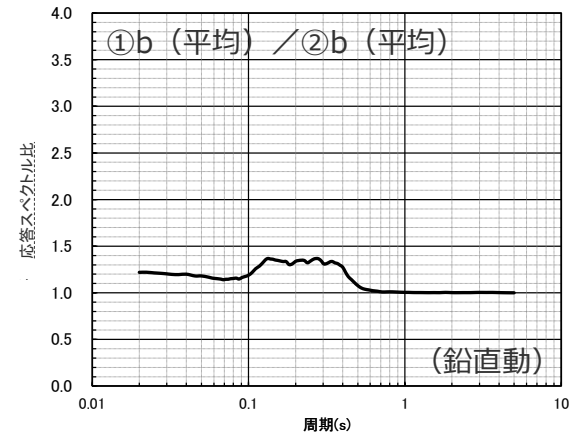
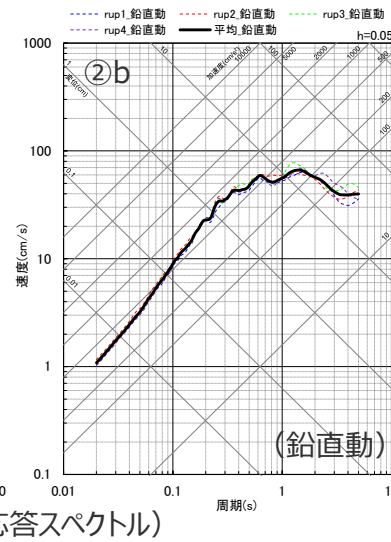
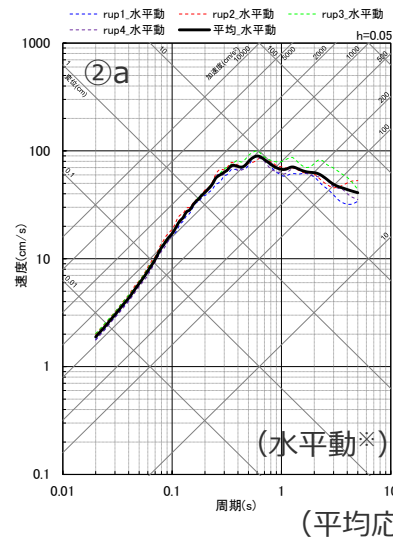
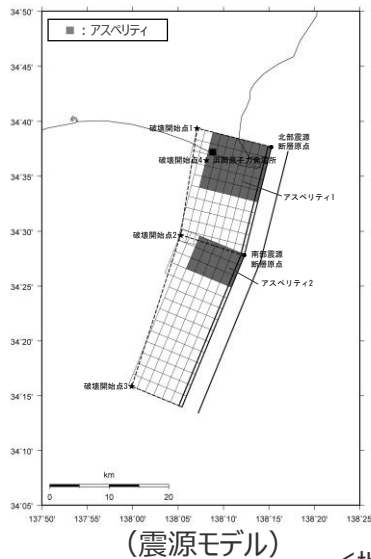
= 応答スペクトルに基づく地震動評価結果（地震動の顕著な増幅を考慮しない） × 増幅係数（応答スペクトル比）

※ 増幅係数（応答スペクトル比）の算出に当たって、「本反映方法により地震動の顕著な増幅を反映した断層モデルを用いた手法による地震動評価結果の応答スペクトル比（地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価結果/地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価結果）」はNS方向とEW方向で同程度となること（後述参照）、応答スペクトルに基づく手法は震源断層全体の地震動を評価する手法であり、Noda et al.(2002)の方法等を含めて一般に距離減衰式を作成する際には水平動はNS方向の観測記録とEW方向の観測記録とを区別せずに回帰分析が行われていることから、断層モデルを用いた手法による地震動評価結果を用いて求める増幅係数（応答スペクトル比）は各破壊開始点の平均、水平動についてはNS方向とEW方向の平均を用いる。

＜2.1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮） 2.1.1 応答スペクトルに基づく地震動評価＞ 応答スペクトルに基づく地震動評価への地震動の顕著な増幅の反映 （基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））



＜地震動の顕著な増幅を考慮する場合＞

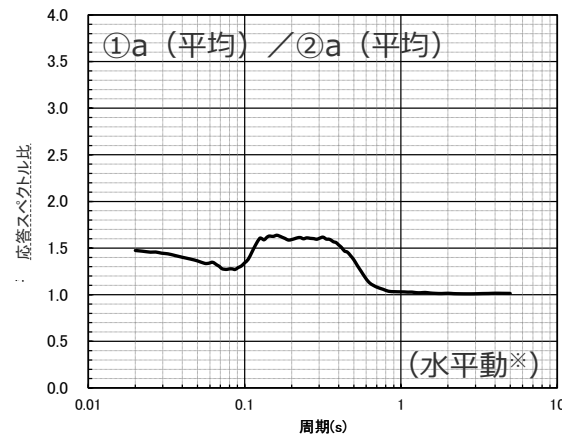
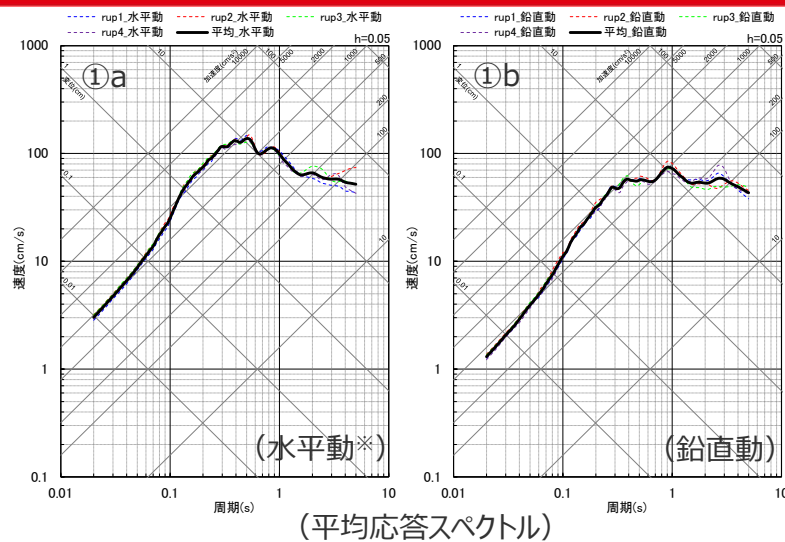
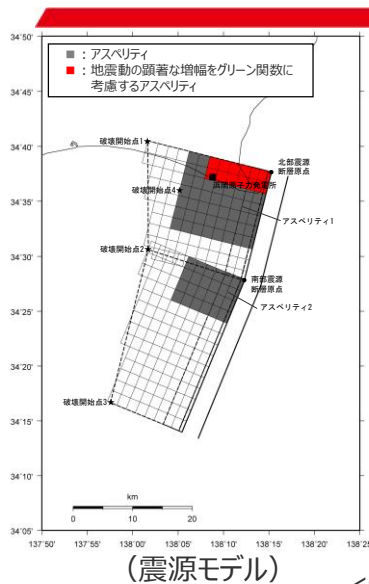


＜増幅係数（応答スペクトル比）＞

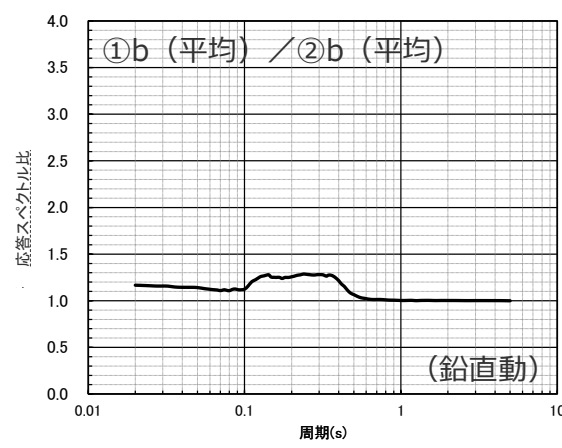
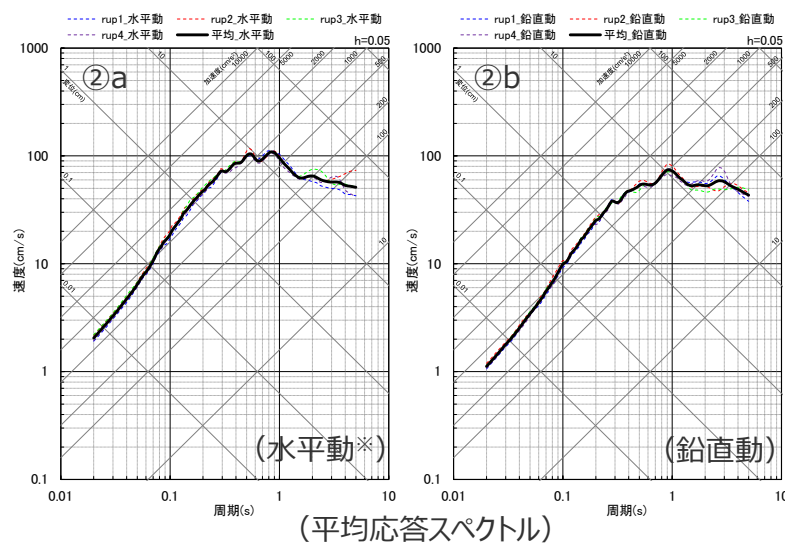
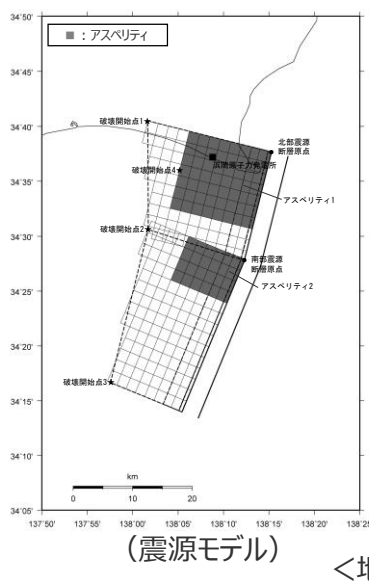
＜地震動の顕著な増幅を考慮しない場合＞

※ 水平動はNS方向とEW方向の平均。

<2.1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮） 2.1.1 応答スペクトルに基づく地震動評価>
応答スペクトルに基づく地震動評価への地震動の顕著な増幅の反映
 （断層傾斜角の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））



<地震動の顕著な増幅を考慮する場合>

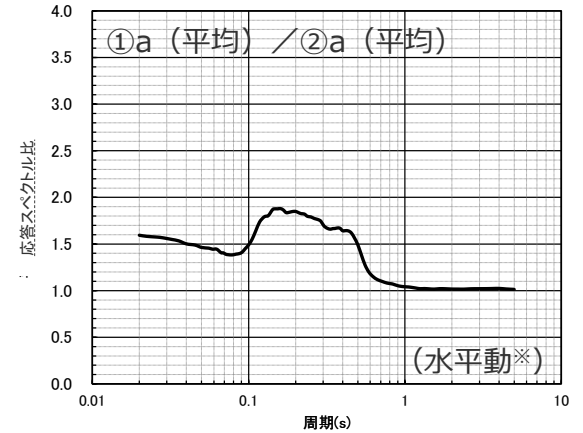
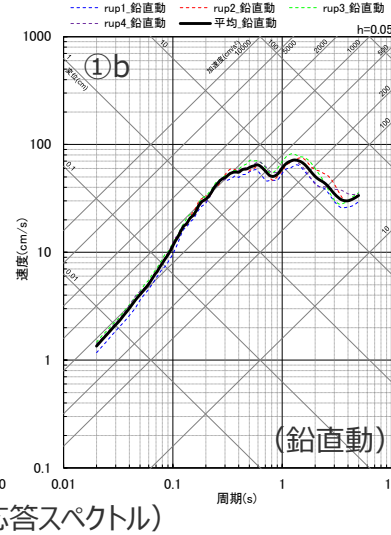
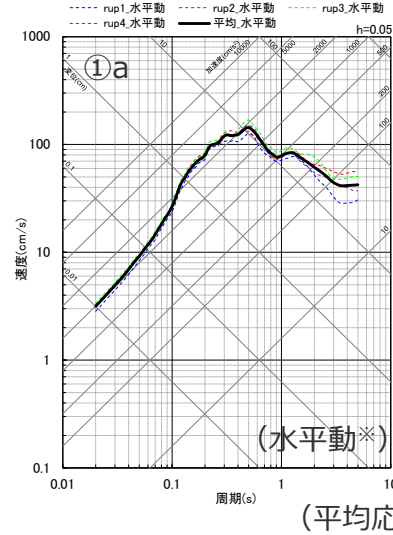
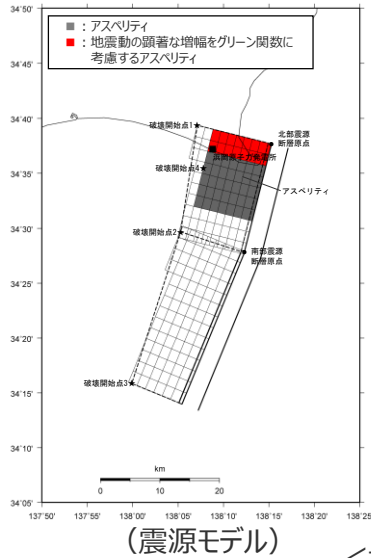


<増幅係数（応答スペクトル比）>

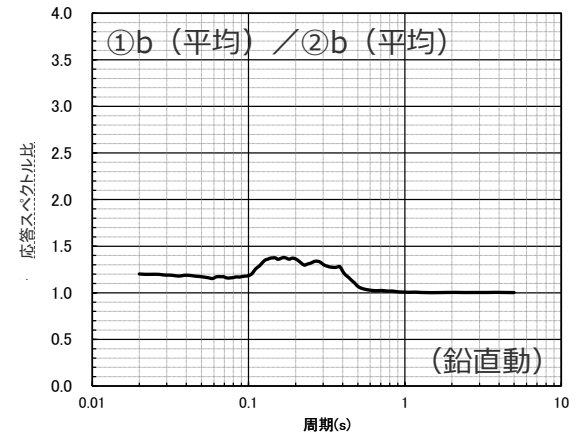
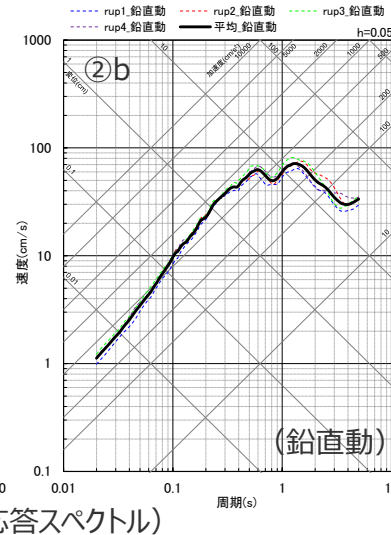
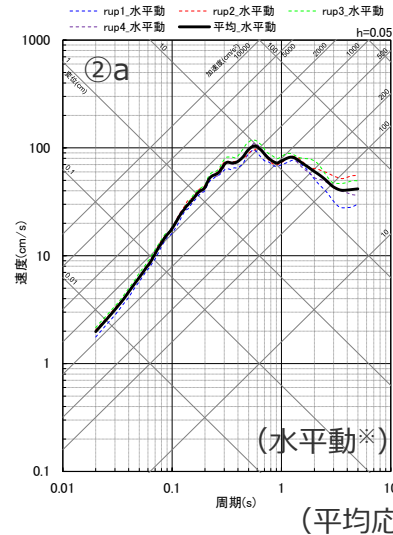
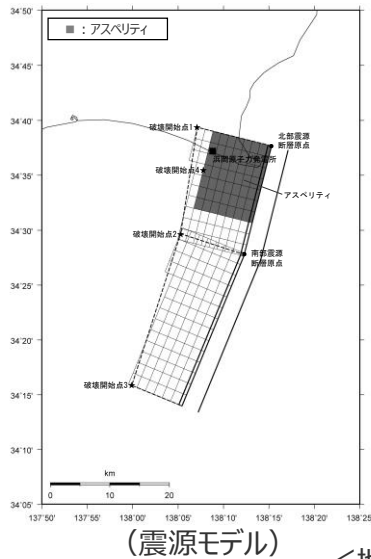
<地震動の顕著な増幅を考慮しない場合>

※ 水平動はNS方向とEW方向の平均。

<2.1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮） 2.1.1 応答スペクトルに基づく地震動評価>
応答スペクトルに基づく地震動評価への地震動の顕著な増幅の反映
 （アスペリティの数の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））



<地震動の顕著な増幅を考慮する場合>



<増幅係数（応答スペクトル比）>

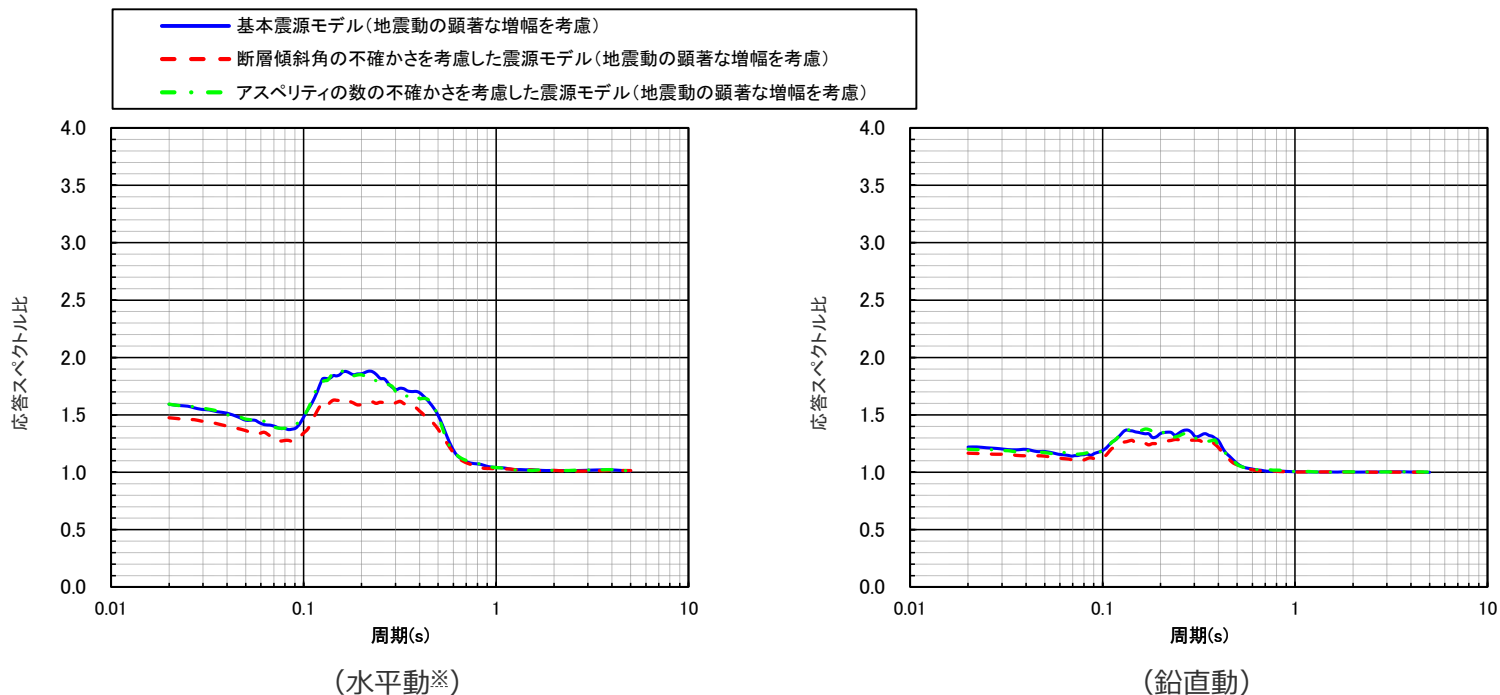
<地震動の顕著な増幅を考慮しない場合>

※ 水平動はNS方向とEW方向の平均。

＜2.1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮） 2.1.1 応答スペクトルに基づく地震動評価＞ 応答スペクトルに基づく地震動評価への地震動の顕著な増幅の反映 （増幅係数（応答スペクトル比））

増幅係数（応答スペクトル比）を算出

$$\frac{\text{地震動の顕著な増幅を考慮する場合の平均応答スペクトル（各破壊開始点の平均）}^{\ast}}{\text{地震動の顕著な増幅を考慮しない場合の平均応答スペクトル（各破壊開始点の平均）}^{\ast}}$$



＜地震動の顕著な増幅の反映のために用いる増幅係数（応答スペクトル比）＞

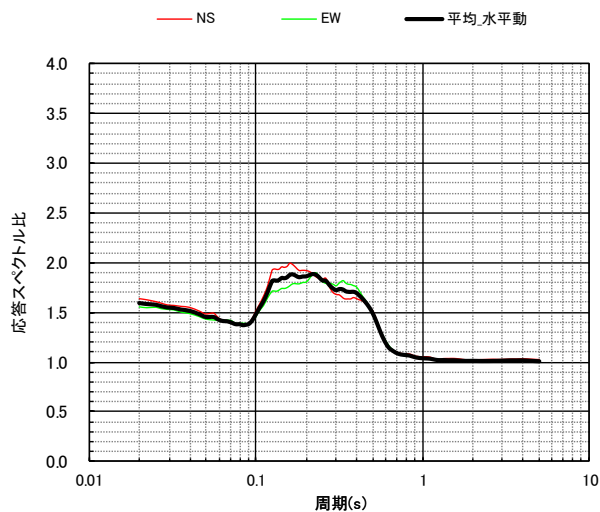
※ 水平動はNS方向とEW方向の平均。

<2.1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮） 2.1.1 応答スペクトルに基づく地震動評価>

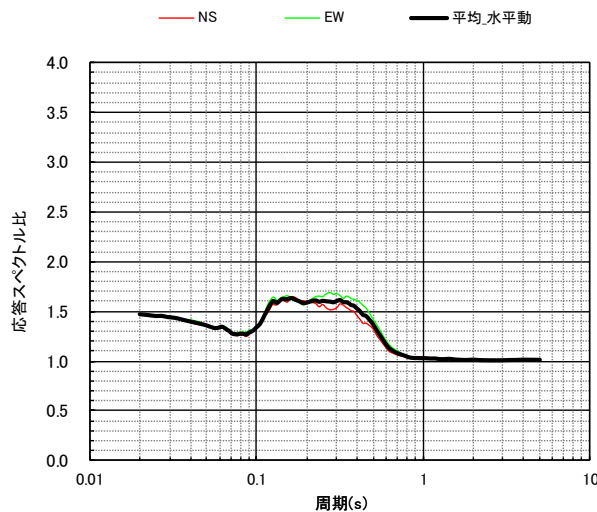
応答スペクトルに基づく地震動評価への地震動の顕著な増幅の反映

（NS方向、EW方向と水平方向（平均）の増幅係数（応答スペクトル比）の比較）

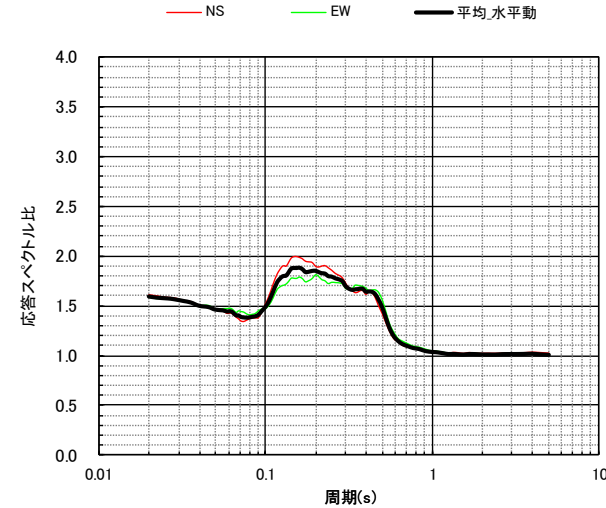
○内陸地殻内地震の基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）、断層傾斜角の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）、アスペリティの数の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）について、NS方向とEW方向の増幅係数（応答スペクトル比）は同程度となっている。



（基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））



（断層傾斜角の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））



（アスペリティの数の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））

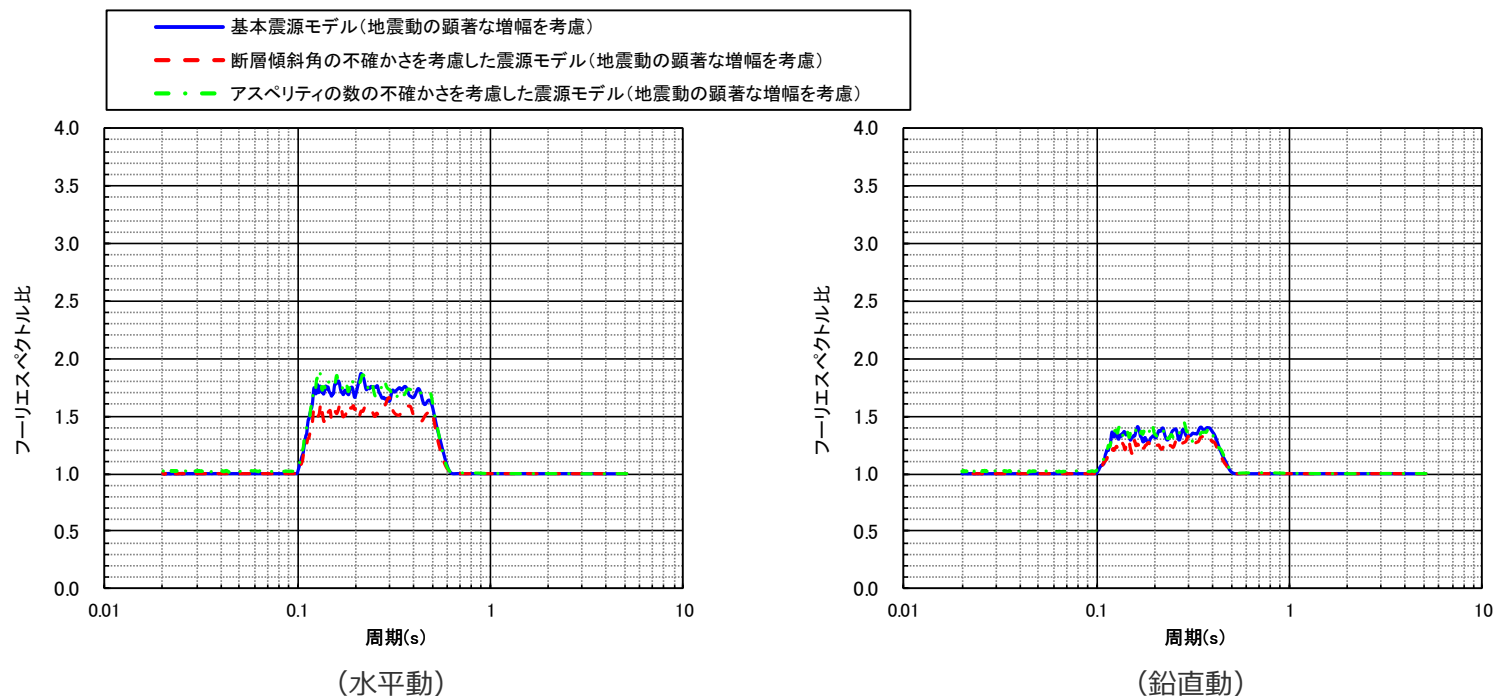
<NS方向、EW方向と水平方向（平均）※の増幅係数（応答スペクトル比）の比較>

※ 水平方向（平均）はNS方向とEW方向の平均。

応答スペクトルに基づく地震動評価への地震動の顕著な増幅の反映 （（参考）フーリエスペクトル比）

フーリエスペクトル比を算出

地震動の顕著な増幅を考慮する場合の平均フーリエスペクトル（各破壊開始点の平均）※
地震動の顕著な増幅を考慮しない場合の平均フーリエスペクトル（各破壊開始点の平均）※



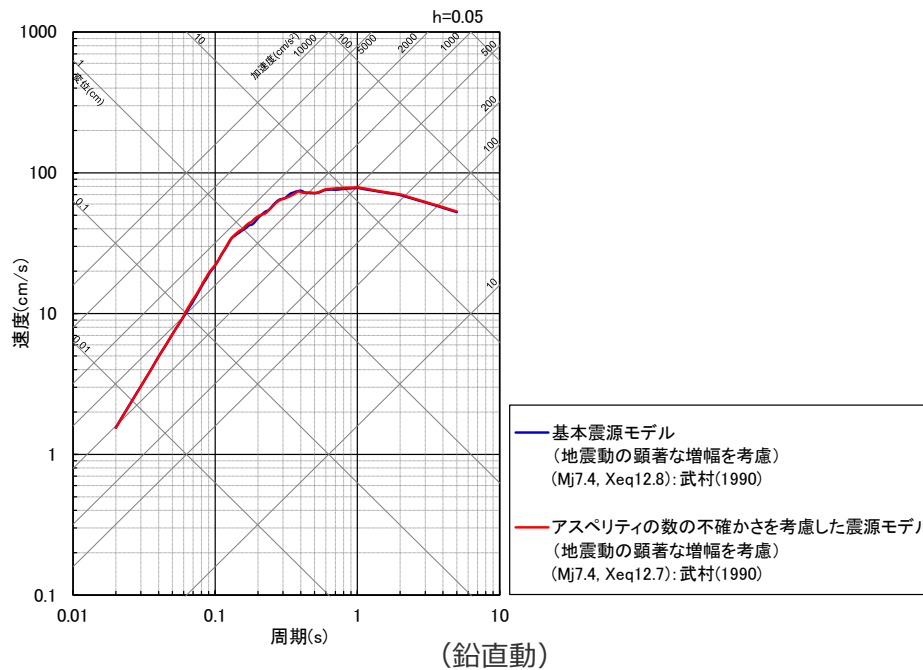
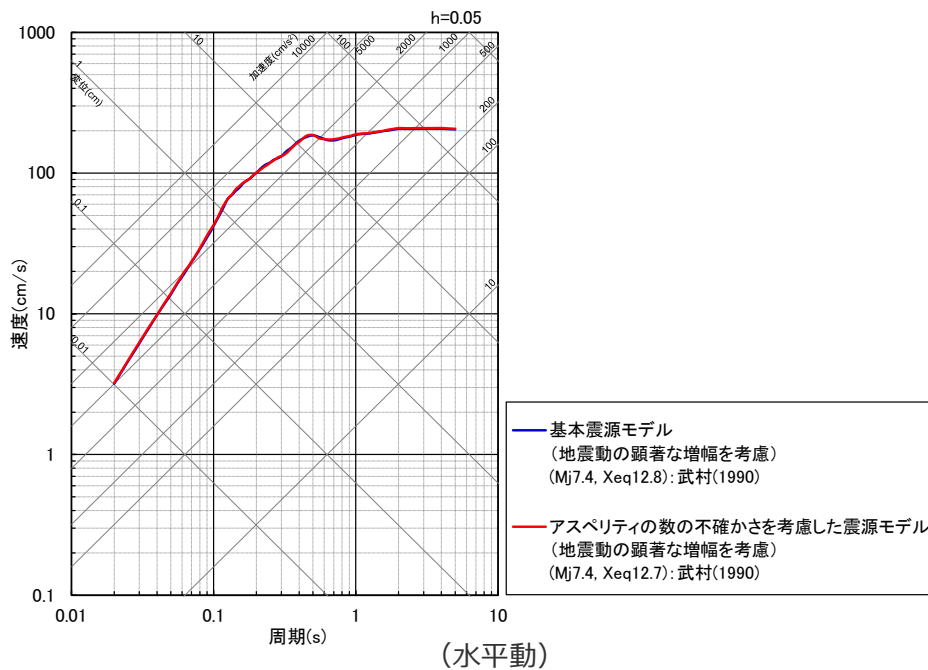
<（参考）フーリエスペクトル比>

※ 増幅係数（応答スペクトル比）の算出における平均応答スペクトルの作成に用いた波形と同じ20組の波形を用いて平均フーリエスペクトルを算出。水平動はNS方向とEW方向の平均。

<2.1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮） 2.1.1 応答スペクトルに基づく地震動評価>

応答スペクトルに基づく地震動評価結果

（基本震源モデル、アスペリティの数の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））



・アスペリティの応力降下量の不確かさ、破壊伝播速度の不確かさによる影響の確認については、断層モデルを用いた手法による地震動評価で代表させる。

<応答スペクトルに基づく地震動評価結果（Noda et al.(2002)の方法による）>

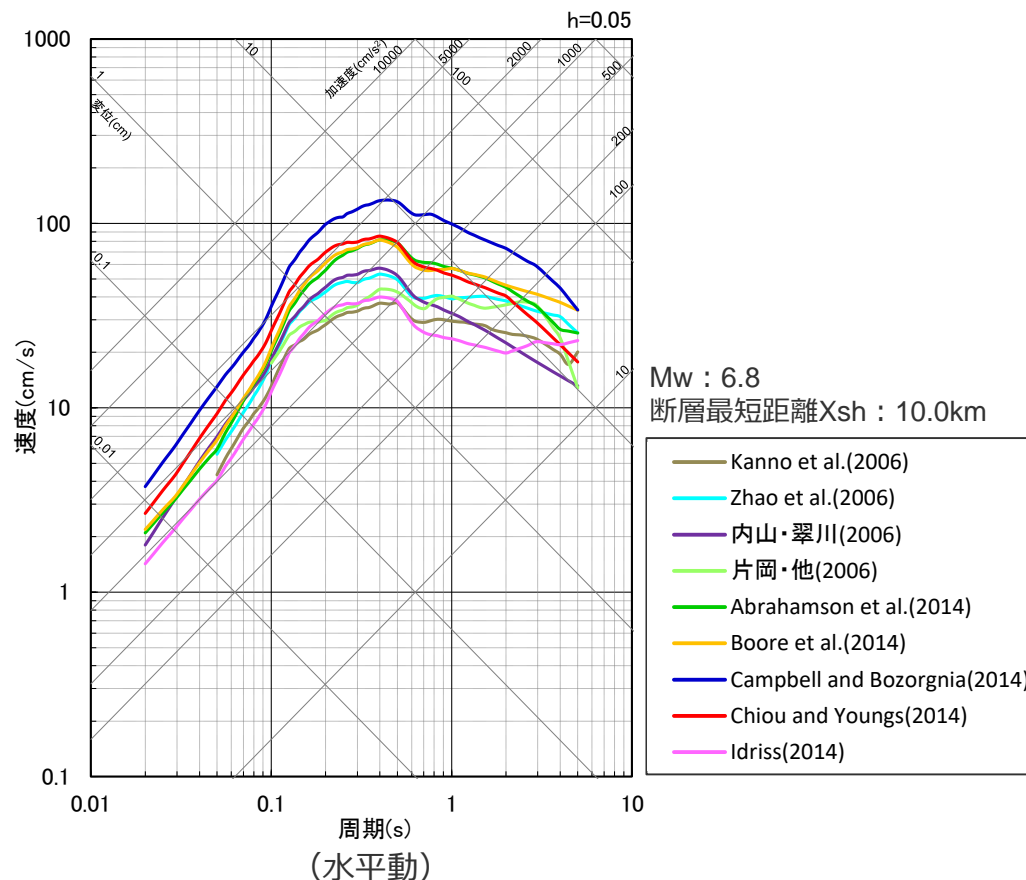
（基本震源モデル、アスペリティの数の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（御前崎海脚西部の断層帯による地震））

- ・Xeqは、等価震源距離（km）を表す。
- ・武村(1990)：震源断層面積から地震モーメントを介し武村(1990)でMjを設定。
- ・NFRD効果を考慮。

<2.1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮） 2.1.1 応答スペクトルに基づく地震動評価>

応答スペクトルに基づく地震動評価結果

（基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））



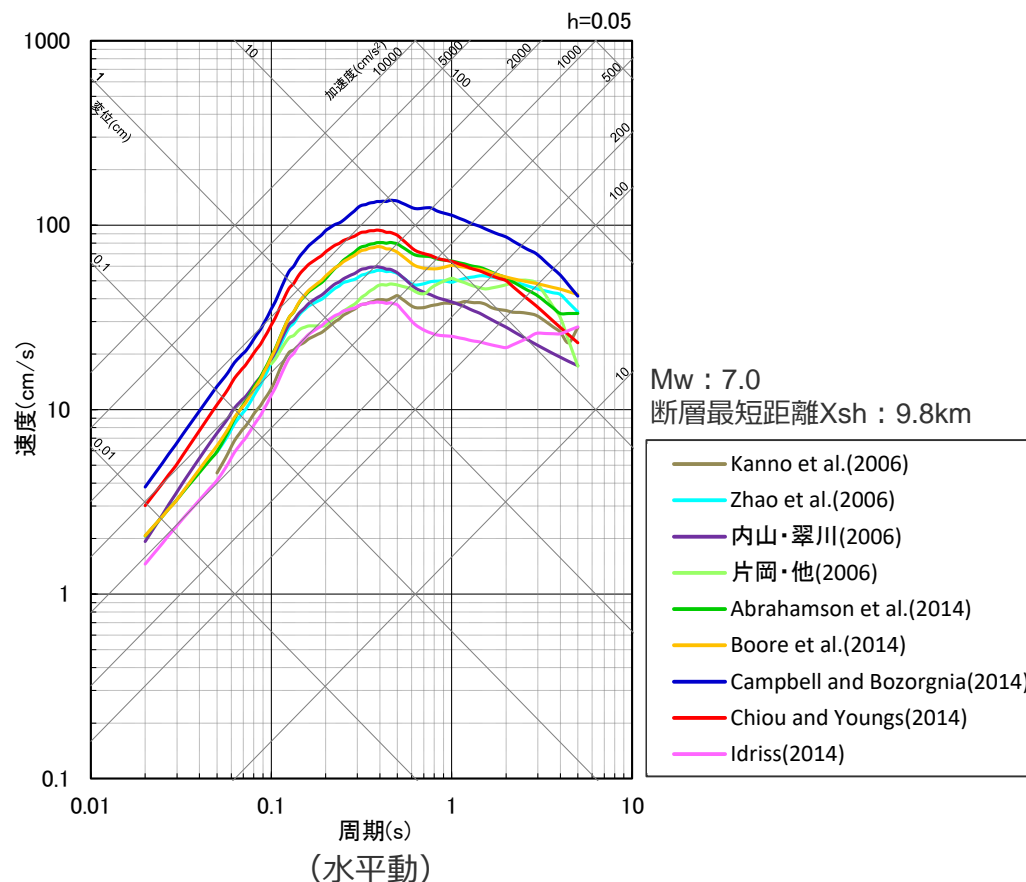
<応答スペクトルに基づく地震動評価結果（Noda et al.(2002)以外の距離減衰式による）>
（基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（御前崎海脚西部の断層帯による地震））

- ・ Kanno et al.(2006)及びZhao et al.(2006)が評価対象としている周期は0.05秒～、片岡・他(2006)が評価対象としている周期は0.1秒～。
- ・ 内山・翠川(2006)については、工学的基盤のVs30と浜岡原子力発電所のVs30との違いを考慮し地盤補正を実施。

<2.1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮） 2.1.1 応答スペクトルに基づく地震動評価>

応答スペクトルに基づく地震動評価結果

（断層傾斜角の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））



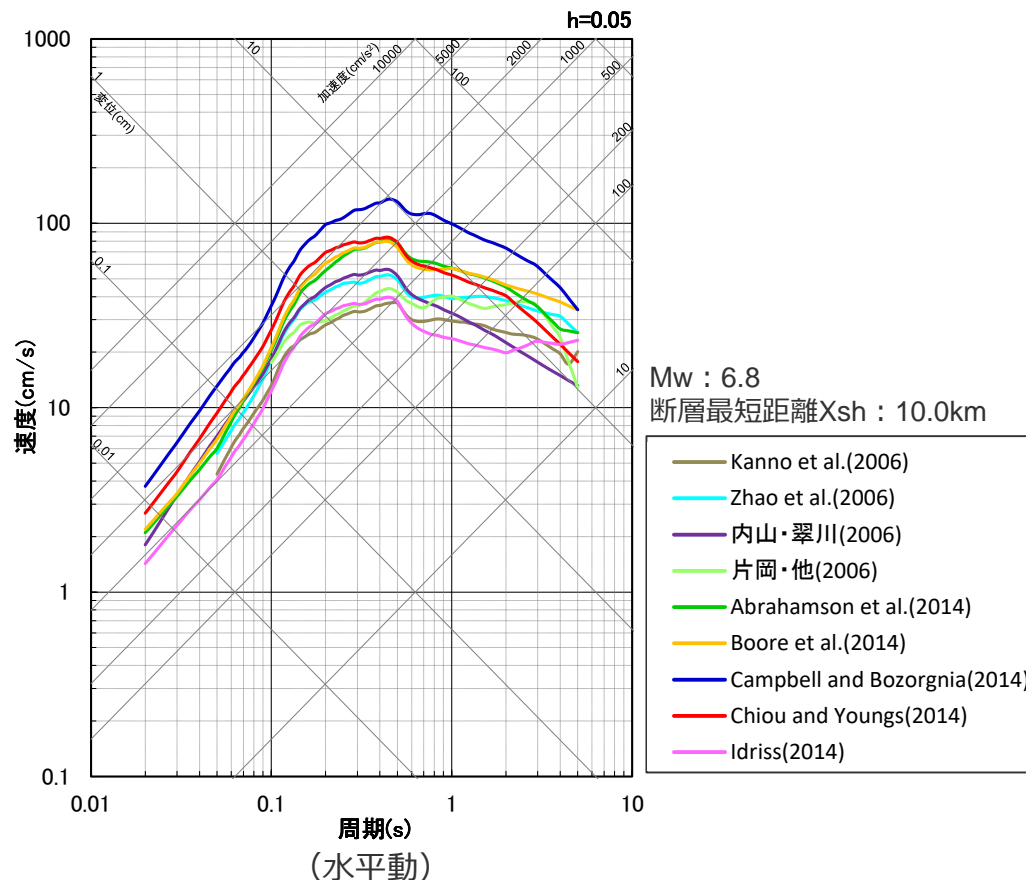
<応答スペクトルに基づく地震動評価結果（Noda et al.(2002)以外の距離減衰式による）>
（断層傾斜角の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（御前崎海脚西部の断層帯による地震））

- ・ Kanno et al.(2006)及びZhao et al.(2006)が評価対象としている周期は0.05秒～、片岡・他(2006)が評価対象としている周期は0.1秒～。
- ・ 内山・翠川(2006)については、工学的基盤のVs30と浜岡原子力発電所のVs30との違いを考慮し地盤補正を実施。

<2.1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮） 2.1.1 応答スペクトルに基づく地震動評価>

応答スペクトルに基づく地震動評価結果

（アスペリティの数の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））



<応答スペクトルに基づく地震動評価結果（Noda et al.(2002)以外の距離減衰式による）>
（アスペリティの数の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（御前崎海脚西部の断層帯による地震））

- ・ Kanno et al.(2006)及びZhao et al.(2006)が評価対象としている周期は0.05秒～、片岡・他(2006)が評価対象としている周期は0.1秒～。
- ・ 内山・翠川(2006)については、工学的基盤のVs30と浜岡原子力発電所のVs30との違いを考慮し地盤補正を実施。

余白

目次

1	地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価	
1.1	内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）	.....p.3~
1.2	プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）	.....p.90~
1.3	海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）	.....p.172~
2	地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価	
2.1	内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）	
2.1.1	応答スペクトルに基づく地震動評価	.....p.280~
2.1.2	断層モデルを用いた手法による地震動評価	.....p.308~
2.1.3	応答スペクトルに基づく地震動評価結果と断層モデルを用いた手法による地震動評価結果との比較	.....p.331~
2.1.4	地震動評価結果のまとめ	.....p.338~
2.2	プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）	.....p.342~
2.3	海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）	.....p.398~

断層モデルを用いた手法

断層モデルを用いた手法は地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価と同じ

- 断層モデルを用いた手法による地震動評価は、一次元地下構造モデルの妥当性を確認した統計的グリーン関数法（短周期領域）と波数積分法（長周期領域）によるハイブリッド合成法を用いる。
- 統計的グリーン関数法は、Boore(1983)による要素地震及び入倉・他(1997)による波形合成※1に基づく。放射特性係数は、Kamae and Irikura(1992)により、0.5Hz以下をAki and Richards(1980)による理論値、5Hz以上をBoore and Boatwright(1984)による等方的な値（0.445）とし、その間是对数軸上で線形補間した値とする。
- 波数積分法は、Hisada(1994)に基づく。すべり速度時間関数は、強震動予測レシピ(2020)に基づき中村・宮武(2000)を用いる。

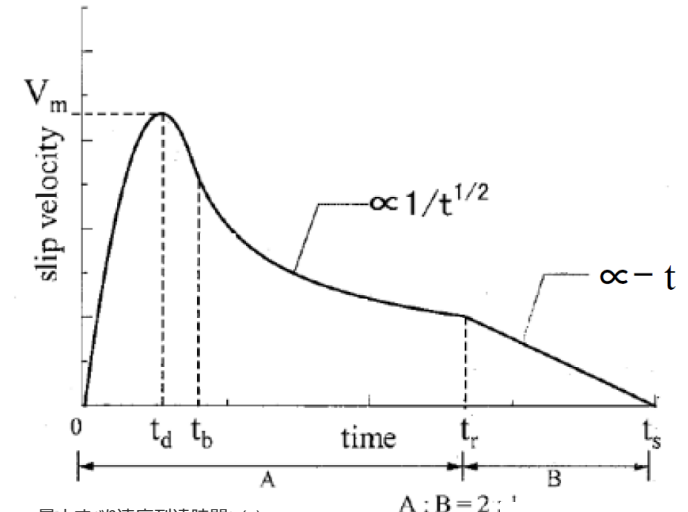
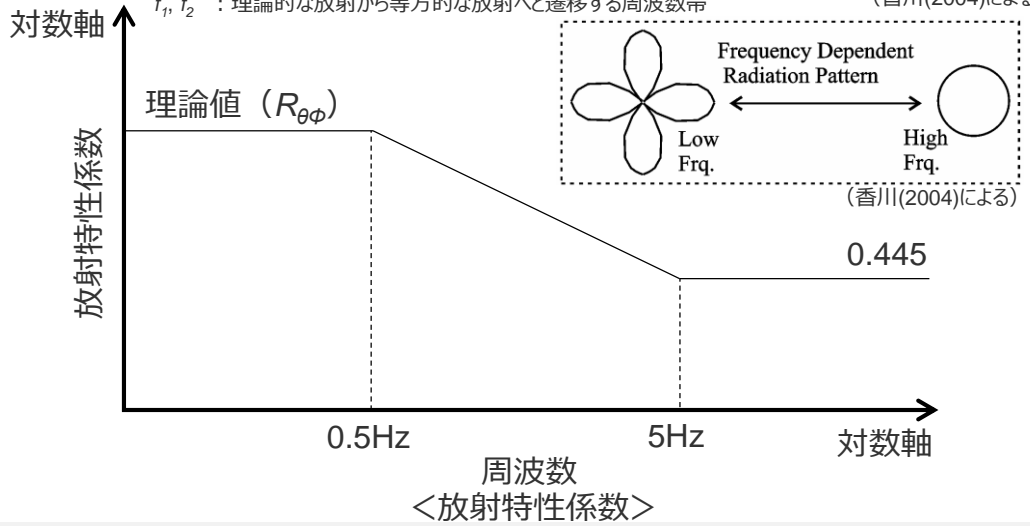
※1 入倉・他(1997)による波形合成では、強震動予測レシピ(2020)によるライズタイム※2を用いる。ただし、新規制基準適合性審査以前より検討用地震としている御前崎海脚西部の断層帯による地震は、当時と同様のBrune(1970)のライズタイム※3を用いる（御前崎海脚西部の断層帯による地震について、Brune(1970)のライズタイムは、強震動予測レシピ(2020)のライズタイムより短いことを確認している）。

※2 強震動予測レシピ(2020)によるライズタイム $tr=0.5 \cdot W/Vr$ （ $W=W_a$ （アスペリティの幅）、 $W=W_b$ （背景領域の幅）、 Vr ：破壊伝播速度）。 $W_a=S_a^{0.5}$ 、 S_a ：アスペリティの面積、 $W_b=S/L$ 、 S 及び L ：震源断層の面積及び長さ。内閣府(2013)首都直下地震モデル検討会で用いられているライズタイムも $tr=0.5 \cdot W/Vr$ で設定されている。

※3 Brune(1970)によるライズタイム $tr=\mu D/(2\beta\Delta\sigma)$ （ μ ：剛性率、 $D=D_a$ （アスペリティのすべり量）、 $D=D_b$ （背景領域のすべり量）、 β ：S波速度、 $\Delta\sigma=\Delta\sigma_a$ （アスペリティの応力降下量）、 $\Delta\sigma=\sigma_b$ （背景領域の実効応力））

$$R_{\theta\phi}(f) = \frac{(\log(f_2) - \log(f))R_{\theta\phi 0} + (\log(f) - \log(f_1))R_{\theta\phi m}}{\log(f_2) - \log(f_1)} \quad (\text{香川(2004)による})$$

$R_{\theta\phi 0}$ ：震源とサイトの位置関係及びすべり方向から理論的に評価されるラディエーション係数
 $R_{\theta\phi m}$ ：高周波数で等方放射として平均化されたラディエーション係数
 f_1, f_2 ：理論的な放射から等方的な放射へと遷移する周波数帯
 (香川(2004)による)



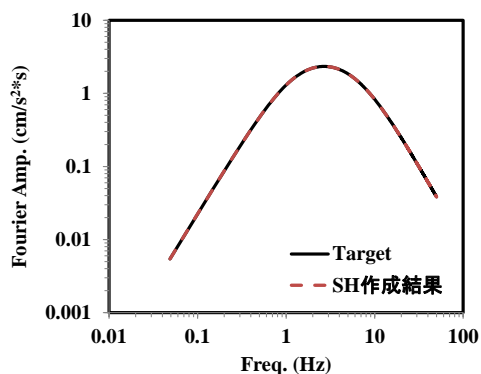
- ・ 最大すべり速度到達時間 t_d (s)
 - ・ すべり速度振幅が $1/t^{0.5}$ に比例するKostrov型関数に移行する時間 t_b (s)
 - ・ ライズタイム $tr=0.5 \cdot W/Vr$ （ $W=W_a$ （アスペリティの幅）、 $W=W_b$ （背景領域の幅）、 Vr ：破壊伝播速度）。 $W_a=S_a^{0.5}$ 、 S_a ：各アスペリティの面積、 $W_b=S/L$ 、 S 及び L ：各セグメントの震源断層の面積及び長さ。
 - ・ 最大すべり速度振幅 V_m (m/s)
- <中村・宮武(2000)によるすべり速度時間関数>
 (強震動予測レシピ(2020)に凡例及びライズタイム算出式を加筆)

要素地震

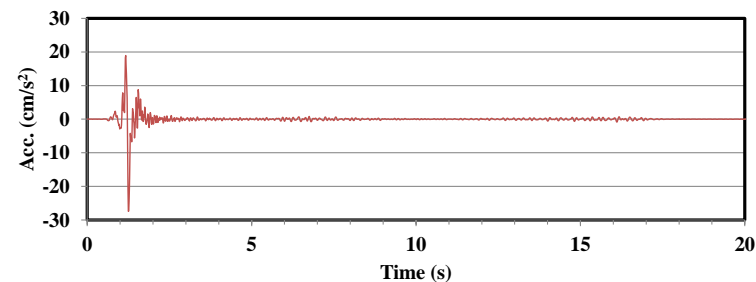
○要素地震の振幅特性及び経時特性はBoore(1983)の手法を用いる。下図に示す要素地震は、震源断層全体の平均的なものであり、波形合成の際は、アスペリティと背景領域毎に応力降下量及びすべり量で補正を行う。

作成条件

パラメータ	設定値
地震モーメント	$7.96 \times 10^{15} \text{Nm}$
平均応力降下量	3.42MPa
fmax	6.0Hz
要素断層面積	3.2km^2
震源距離	20km



フーリエスペクトル



時刻歴波形

<要素地震（震源断層全体平均）の作成例>

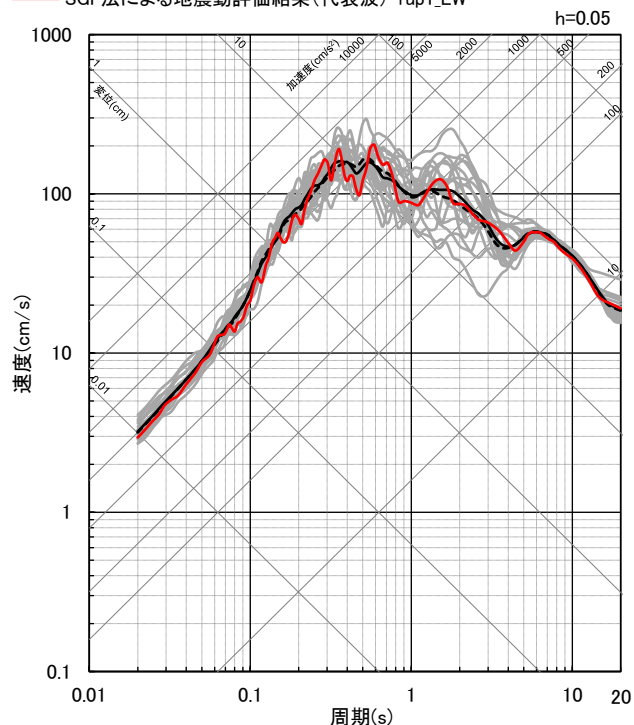
（基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（御前崎海脚西部の断層帯による地震）北部、深さ6km以深の震源断層面 SH波）

統計的グリーン関数法による地震動評価における代表波の選定

- 統計的グリーン関数法による地震動評価では、破壊の揺らぎ等を考慮するため、乱数を変えた20組※の波形合成を行い、減衰定数5%の擬似速度応答スペクトル20組の平均値との残差（NS、EW、UDの合計）が最小となるものを代表波として選定する。
- 例として、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の選定について下図に示す。

※ 乱数を20組とした場合と50組とした場合で、平均応答スペクトルが同程度であることを確認。

- SGF法による地震動評価結果(20波)-rup1_EW
- SGF法による地震動評価結果(平均応答スペクトル(20波))-rup1_EW
- - - SGF法による地震動評価結果(平均応答スペクトル(50波))-rup1_EW
- SGF法による地震動評価結果(代表波)-rup1_EW

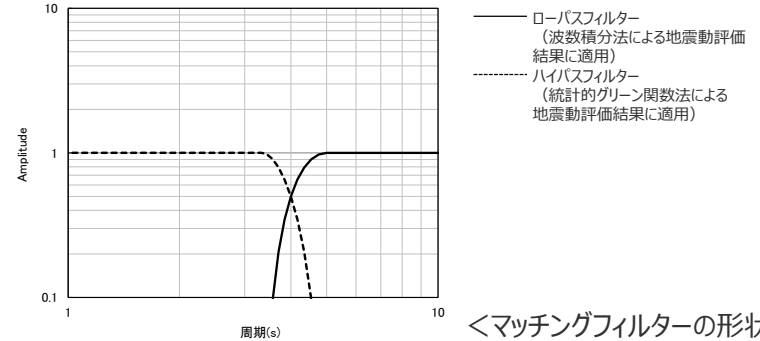


<統計的グリーン関数法による地震動評価の代表波の選定の例>
(基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）...（御前崎海脚西部の断層帯による地震）...）

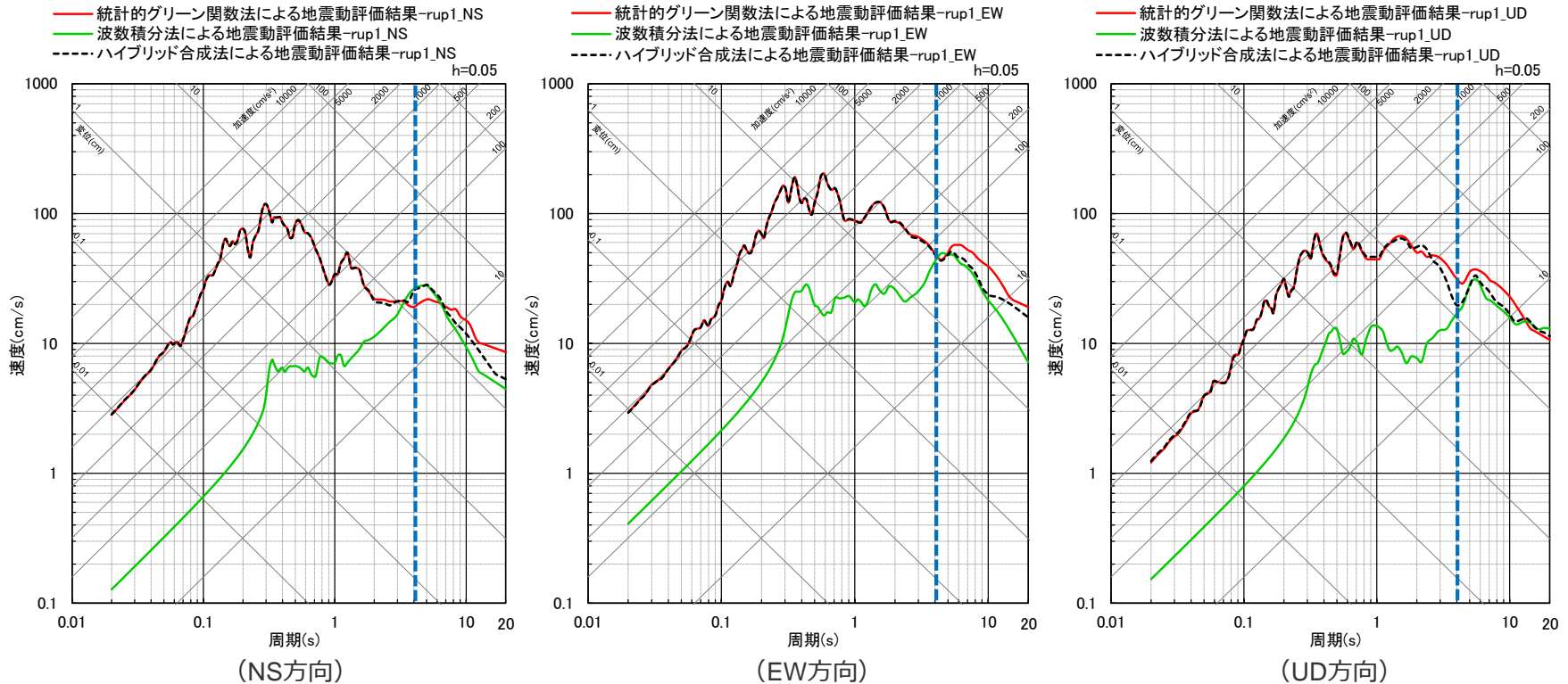
マッチングフィルター及び接続周期

- 統計的グリーン関数法による地震動評価結果と波数積分法による地震動評価結果には、遷移周期帯で相補的に低減するマッチングフィルターを施した。
- 統計的グリーン関数法による地震動評価結果と波数積分法による地震動評価結果から、接続周期を4秒（遷移周期帯：3.3～5.0秒※）とした。

※中心周波数 f_c （= 接続周期の逆数）に対し、低周波数側 $f_1=0.8f_c$ 、高周波数側 $f_2=1.2f_c$ として設定。



<マッチングフィルターの形状>

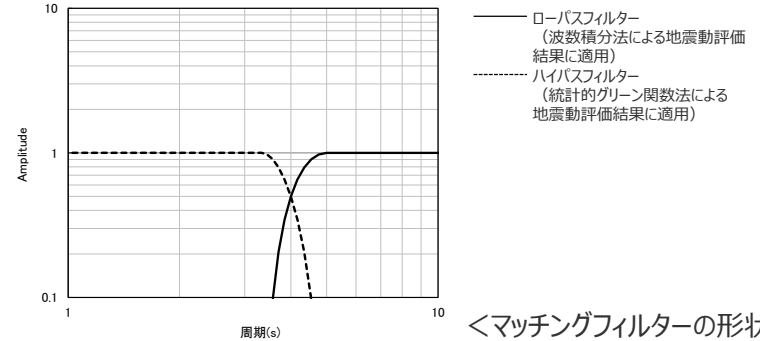


<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（応答スペクトル）>
 （基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（御前崎海脚西部の断層帯による地震）（破壊開始点1））

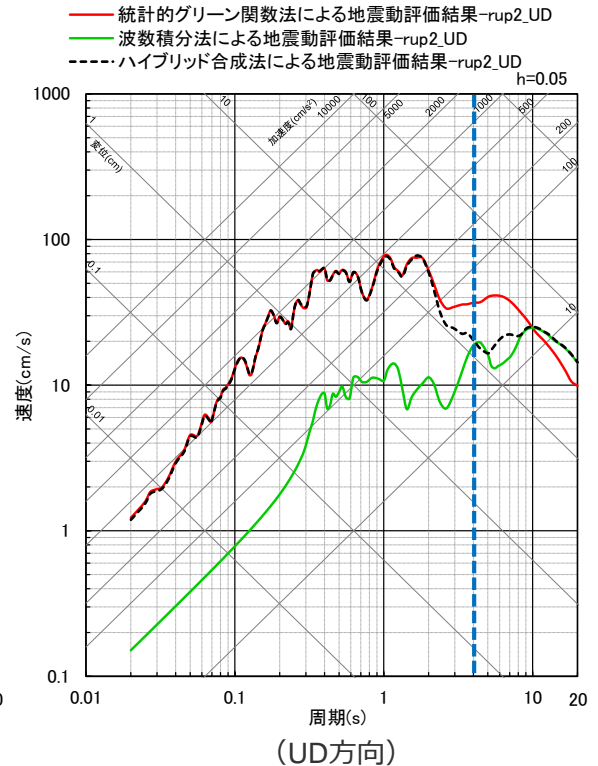
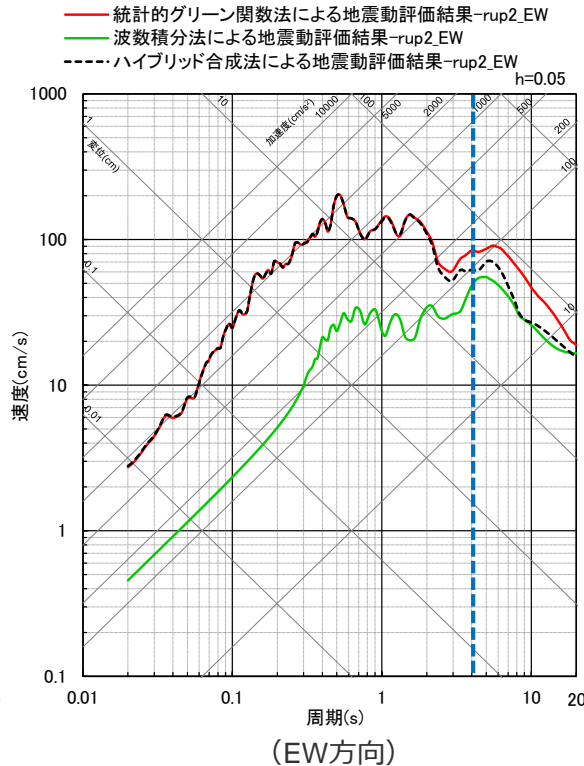
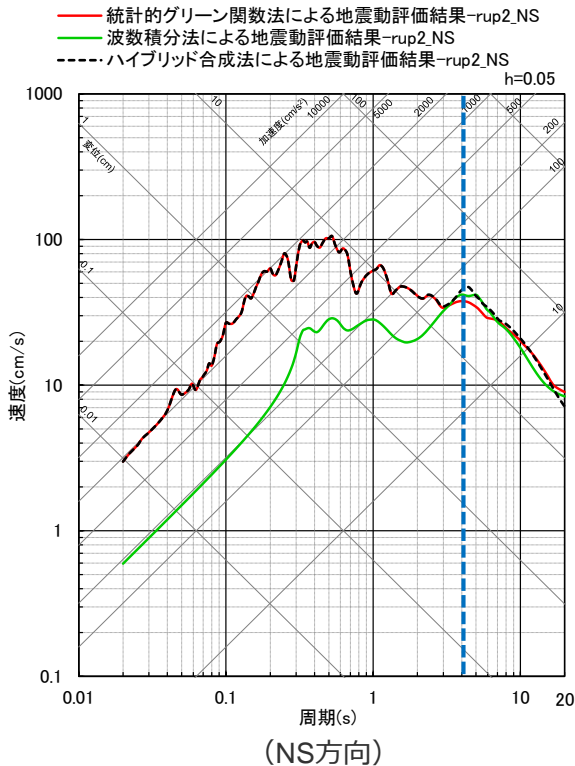
マッチングフィルター及び接続周期

- 統計的グリーン関数法による地震動評価結果と波数積分法による地震動評価結果には、遷移周期帯で相補的に低減するマッチングフィルターを施した。
- 統計的グリーン関数法による地震動評価結果と波数積分法による地震動評価結果から、接続周期を4秒（遷移周期帯：3.3～5.0秒※）とした。

※中心周波数 f_c （= 接続周期の逆数）に対し、低周波数側 $f_1=0.8f_c$ 、高周波数側 $f_2=1.2f_c$ として設定。



<マッチングフィルターの形状>

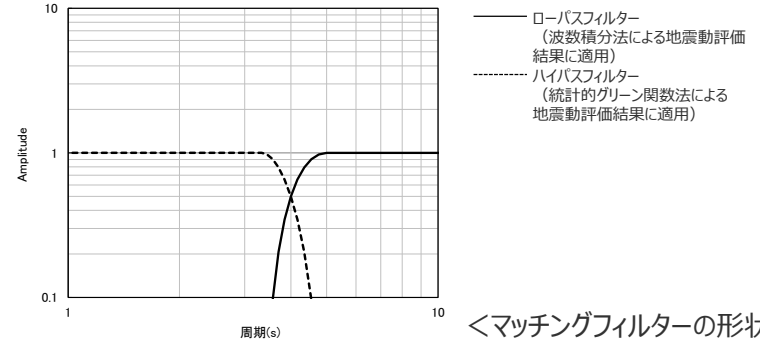


<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（応答スペクトル）>
 （基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（御前崎海脚西部の断層帯による地震）（破壊開始点2））

マッチングフィルター及び接続周期

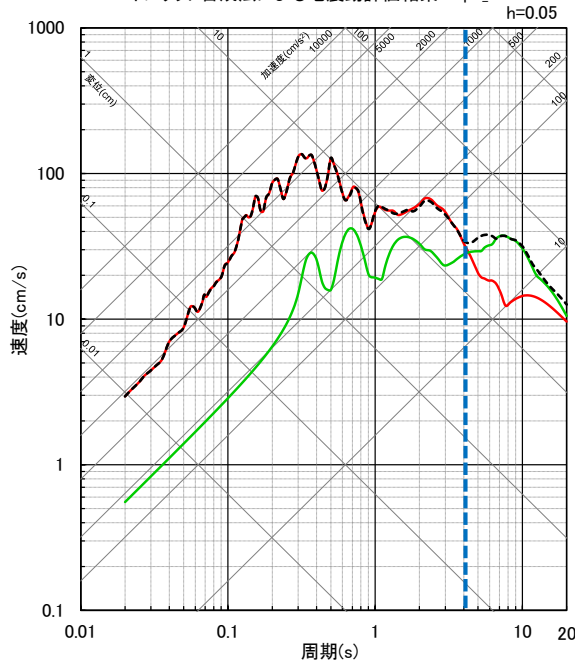
- 統計的グリーン関数法による地震動評価結果と波数積分法による地震動評価結果には、遷移周期帯で相補的に低減するマッチングフィルターを施した。
- 統計的グリーン関数法による地震動評価結果と波数積分法による地震動評価結果から、接続周期を4秒（遷移周期帯：3.3～5.0秒※）とした。

※中心周波数 f_c （= 接続周期の逆数）に対し、低周波数側 $f_1=0.8f_c$ 、高周波数側 $f_2=1.2f_c$ として設定。



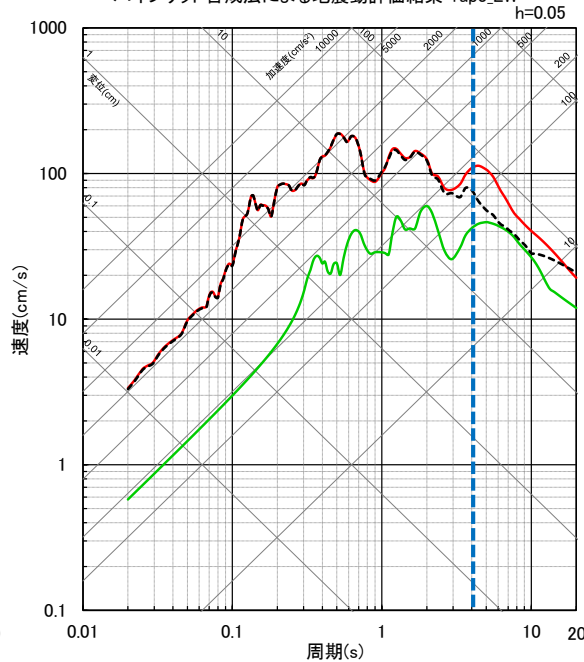
<マッチングフィルターの形状>

— 統計的グリーン関数法による地震動評価結果-rup3_NS
 — 波数積分法による地震動評価結果-rup3_NS
 - - - ハイブリッド合成法による地震動評価結果-rup3_NS



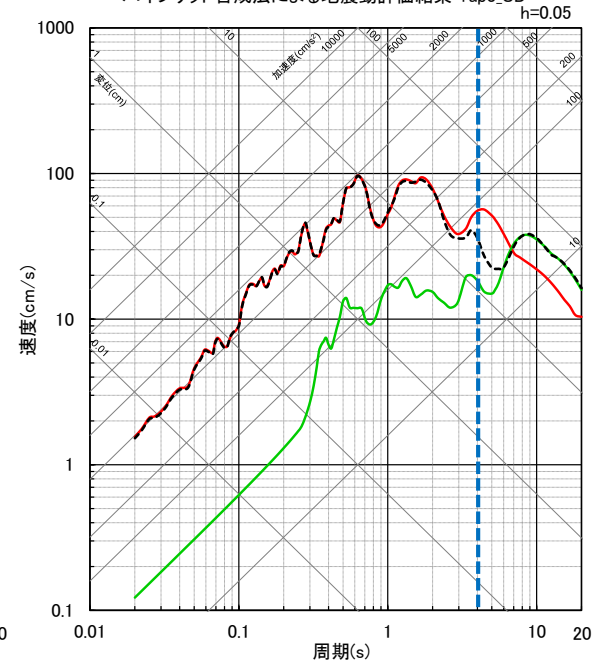
(NS方向)

— 統計的グリーン関数法による地震動評価結果-rup3_EW
 — 波数積分法による地震動評価結果-rup3_EW
 - - - ハイブリッド合成法による地震動評価結果-rup3_EW



(EW方向)

— 統計的グリーン関数法による地震動評価結果-rup3_UD
 — 波数積分法による地震動評価結果-rup3_UD
 - - - ハイブリッド合成法による地震動評価結果-rup3_UD



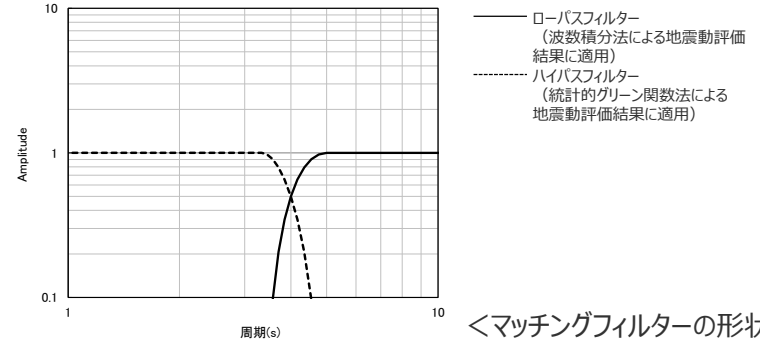
(UD方向)

<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（応答スペクトル）>
 （基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（御前崎海脚西部の断層帯による地震）（破壊開始点3））

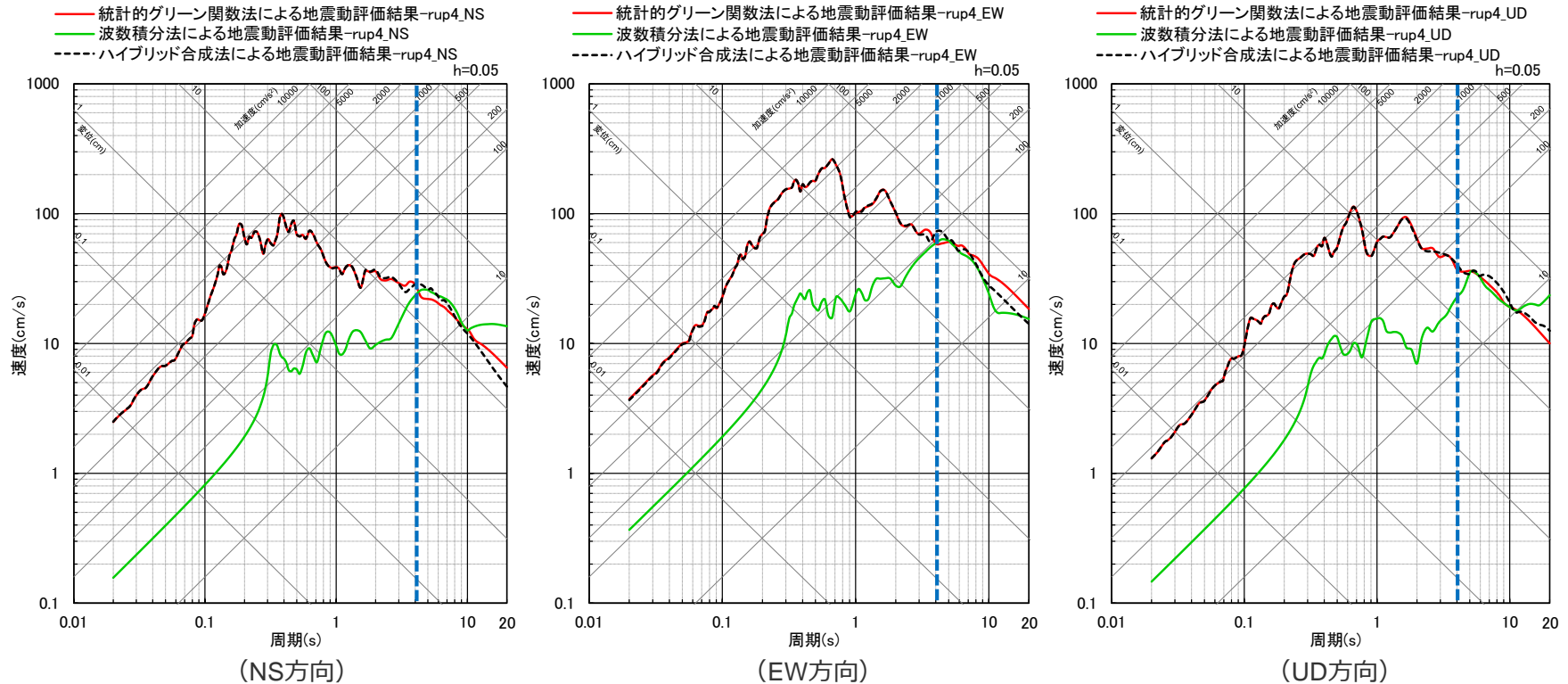
マッチングフィルター及び接続周期

- 統計的グリーン関数法による地震動評価結果と波数積分法による地震動評価結果には、遷移周期帯で相補的に低減するマッチングフィルターを施した。
- 統計的グリーン関数法による地震動評価結果と波数積分法による地震動評価結果から、接続周期を4秒（遷移周期帯：3.3～5.0秒※）とした。

※中心周波数 f_c （= 接続周期の逆数）に対し、低周波数側 $f_1=0.8f_c$ 、高周波数側 $f_2=1.2f_c$ として設定。



<マッチングフィルターの形状>

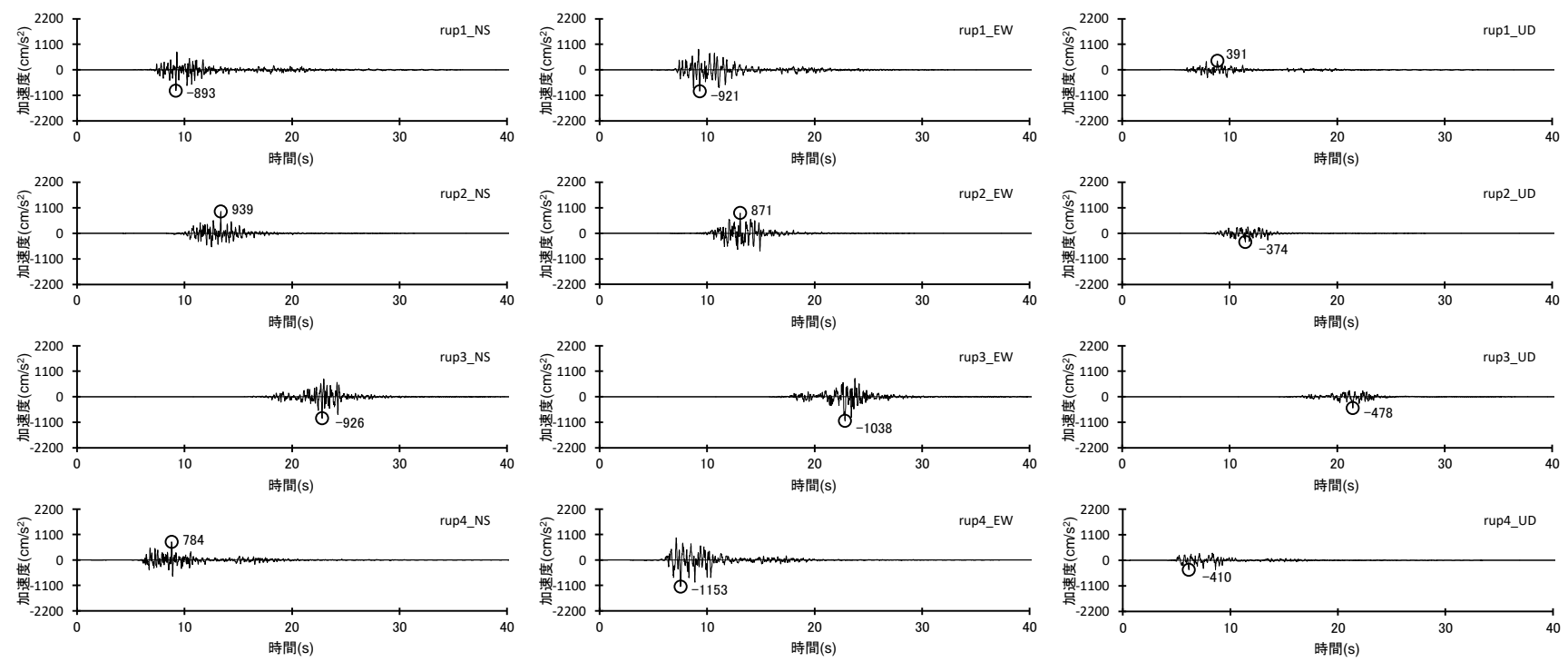


<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（応答スペクトル）>
 （基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（御前崎海脚西部の断層帯による地震）（破壊開始点4））

<2.1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮） 2.1.2 断層モデルを用いた手法による地震動評価>

断層モデルを用いた手法による地震動評価結果

（基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（御前崎海脚西部の断層帯による地震））

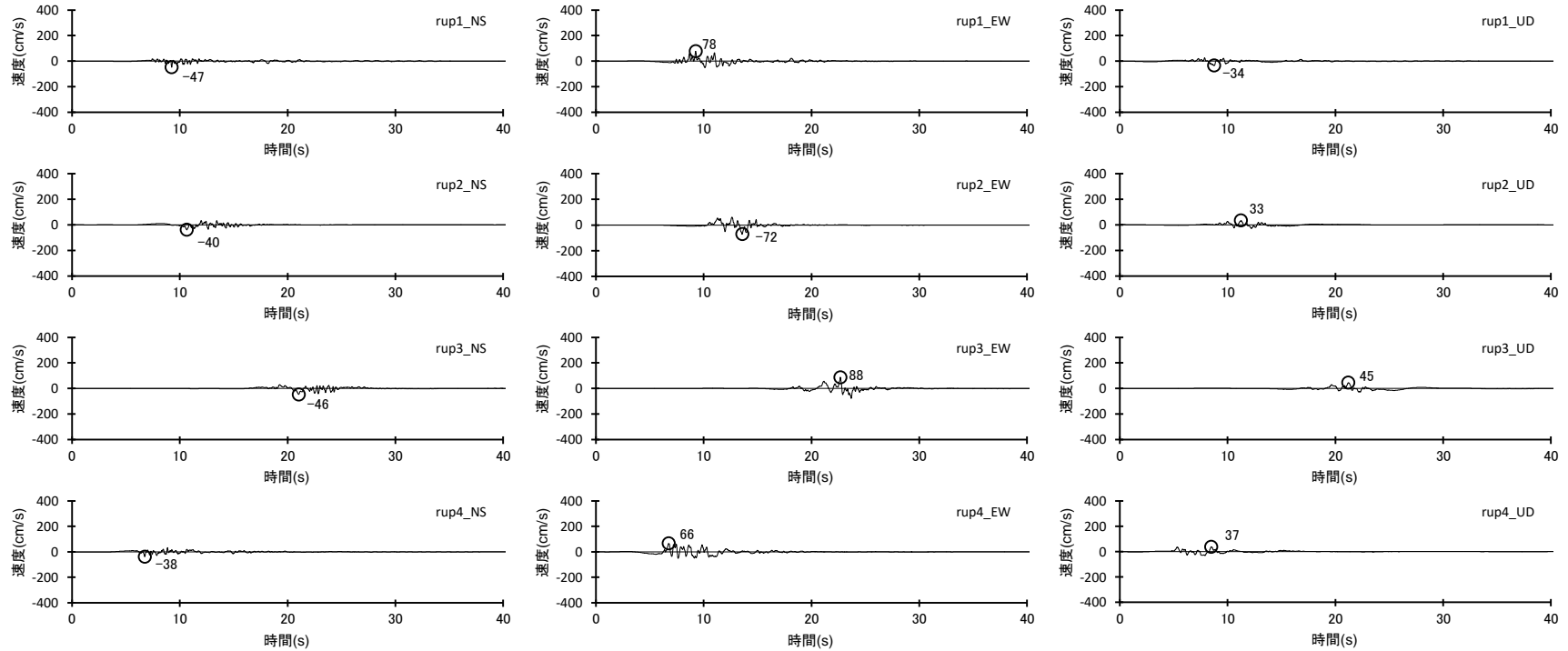


<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（加速度時刻歴波形）>
（基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（御前崎海脚西部の断層帯による地震））

<2.1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮） 2.1.2 断層モデルを用いた手法による地震動評価>

断層モデルを用いた手法による地震動評価結果

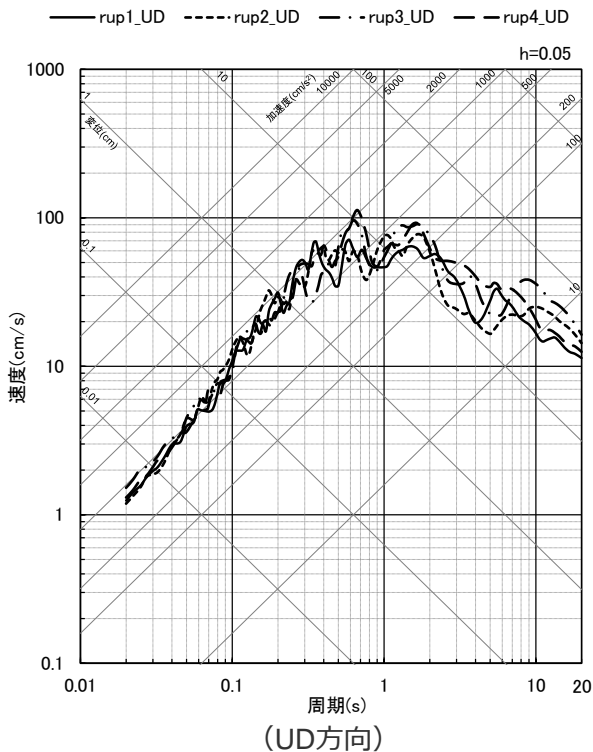
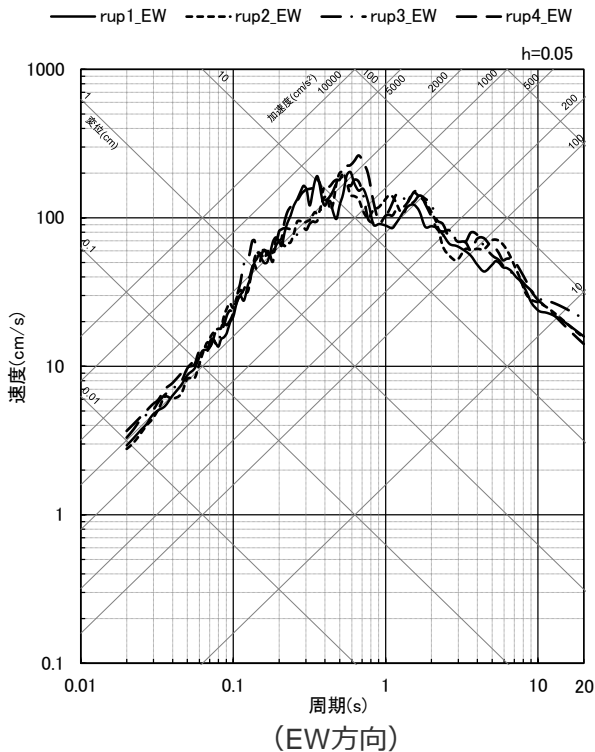
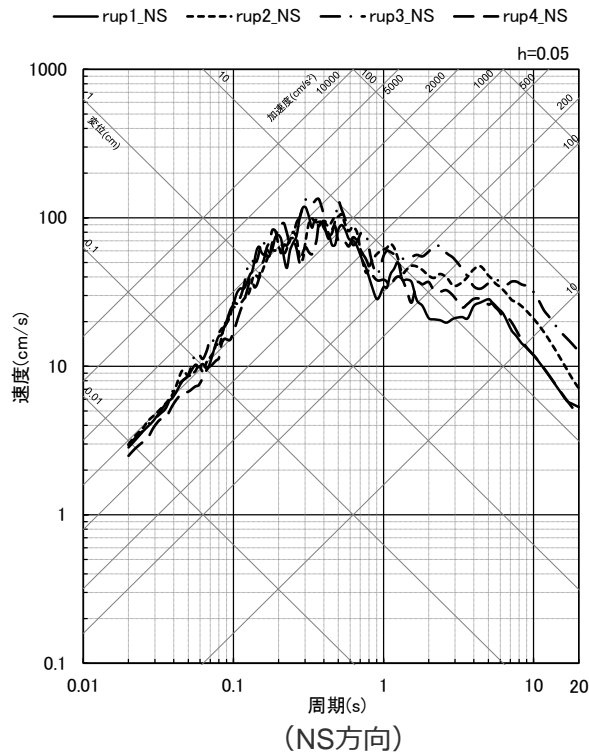
（基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（御前崎海脚西部の断層帯による地震））



<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（速度時刻歴波形）>
（基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（御前崎海脚西部の断層帯による地震））

断層モデルを用いた手法による地震動評価結果

（基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（御前崎海脚西部の断層帯による地震））

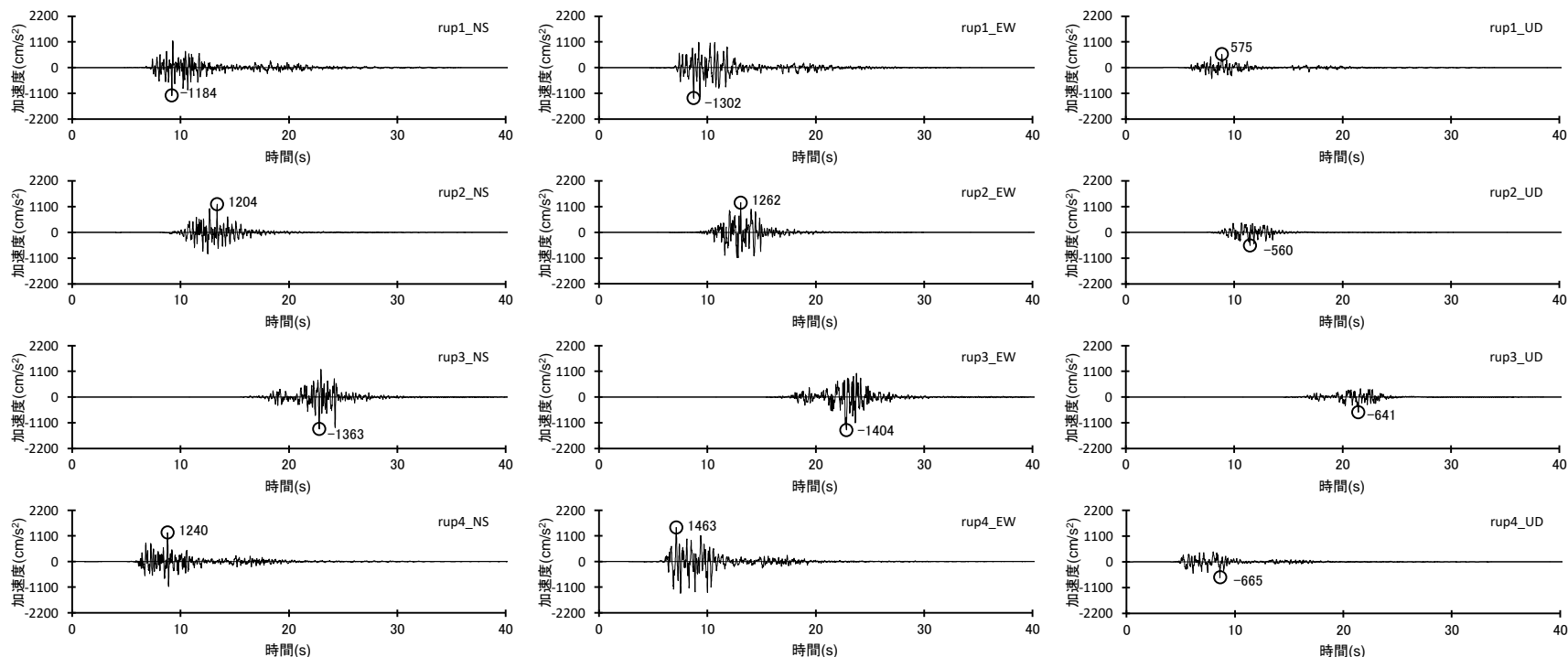


<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（応答スペクトル）>
（基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（御前崎海脚西部の断層帯による地震））

<2.1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮） 2.1.2 断層モデルを用いた手法による地震動評価>

断層モデルを用いた手法による地震動評価結果

（アスペリティの応力降下量の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（御前崎海脚西部の断層帯による地震））



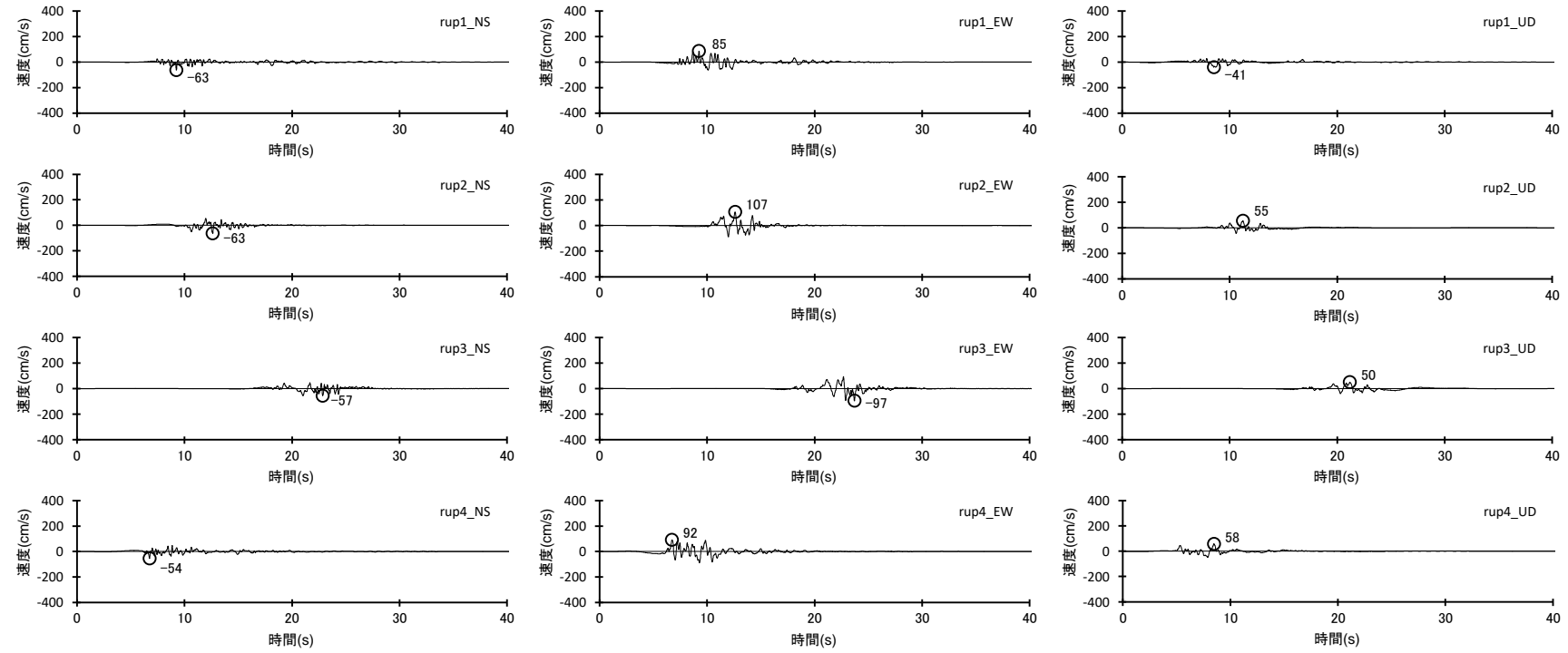
<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（加速度時刻歴波形）>

（アスペリティの応力降下量の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（御前崎海脚西部の断層帯による地震））

<2.1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮） 2.1.2 断層モデルを用いた手法による地震動評価>

断層モデルを用いた手法による地震動評価結果

（アスペリティの応力降下量の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（御前崎海脚西部の断層帯による地震））



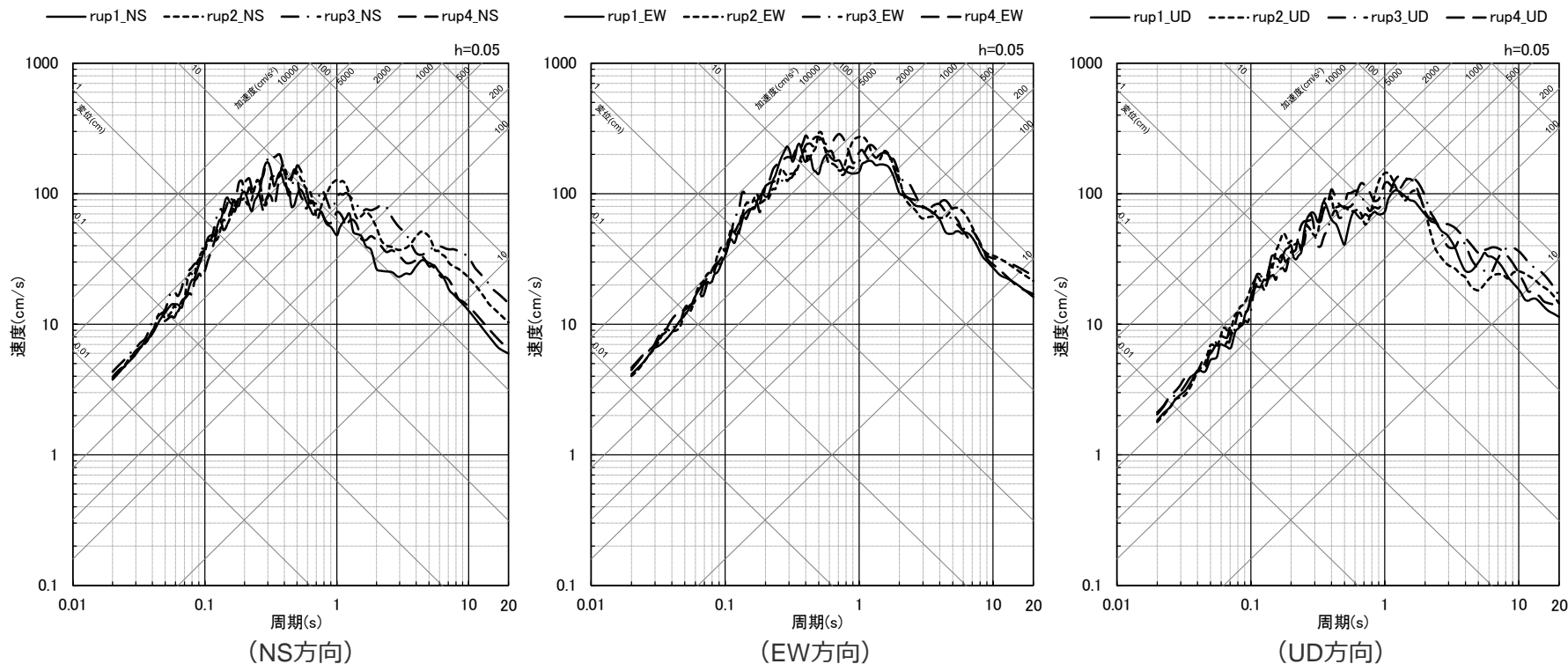
<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（速度時刻歴波形）>

（アスペリティの応力降下量の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（御前崎海脚西部の断層帯による地震））

<2.1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮） 2.1.2 断層モデルを用いた手法による地震動評価>

断層モデルを用いた手法による地震動評価結果

（アスペリティの応力降下量の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（御前崎海脚西部の断層帯による地震））



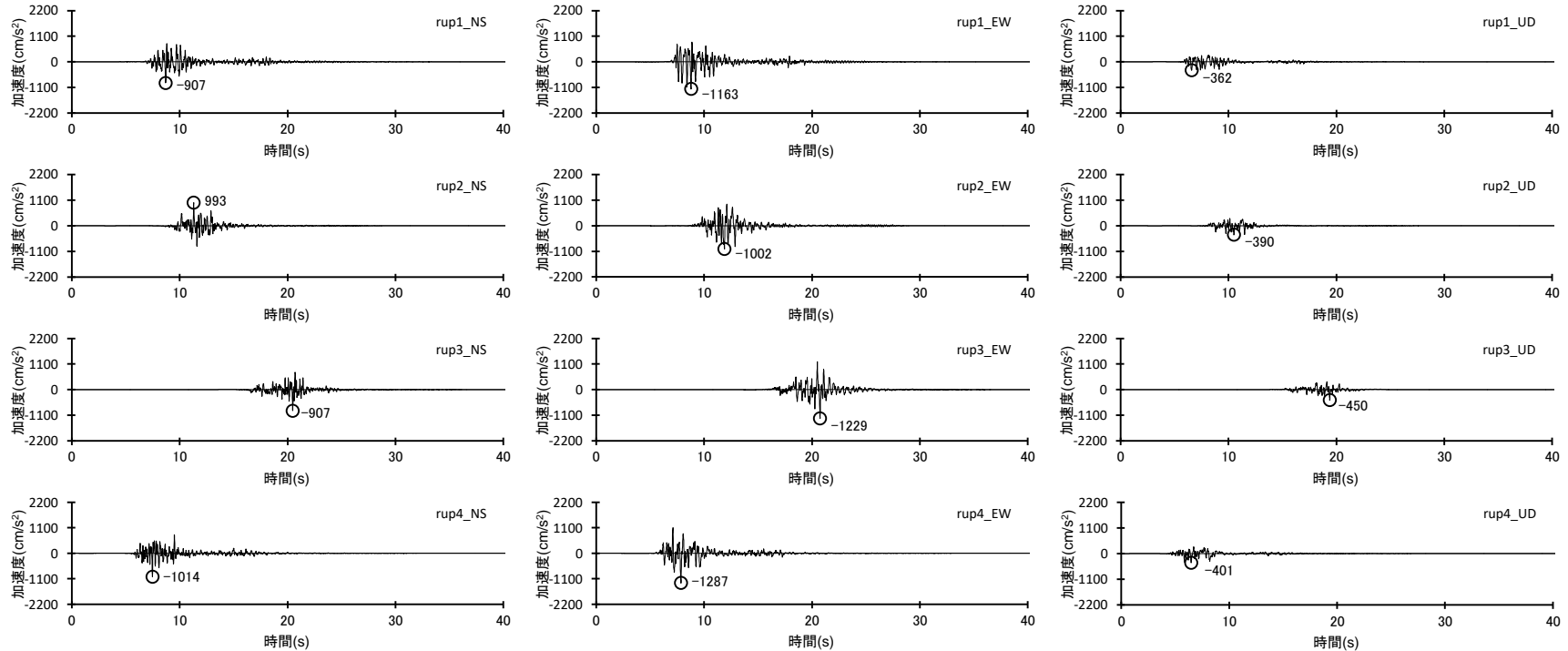
<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（応答スペクトル）>

（アスペリティの応力降下量の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（御前崎海脚西部の断層帯による地震））

<2.1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮） 2.1.2 断層モデルを用いた手法による地震動評価>

断層モデルを用いた手法による地震動評価結果

（破壊伝播速度の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（御前崎海脚西部の断層帯による地震））



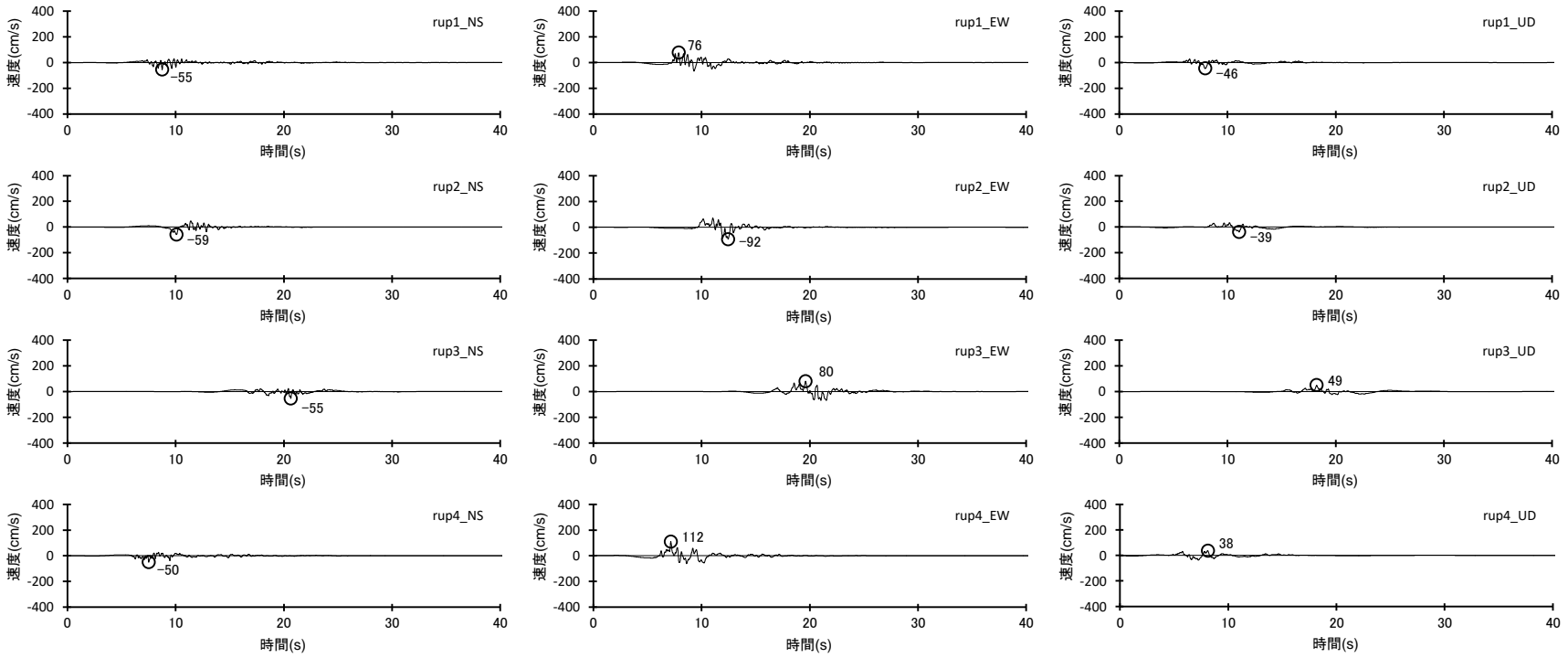
<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（加速度時刻歴波形）>

（破壊伝播速度の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（御前崎海脚西部の断層帯による地震））

<2.1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮） 2.1.2 断層モデルを用いた手法による地震動評価>

断層モデルを用いた手法による地震動評価結果

（破壊伝播速度の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（御前崎海脚西部の断層帯による地震））



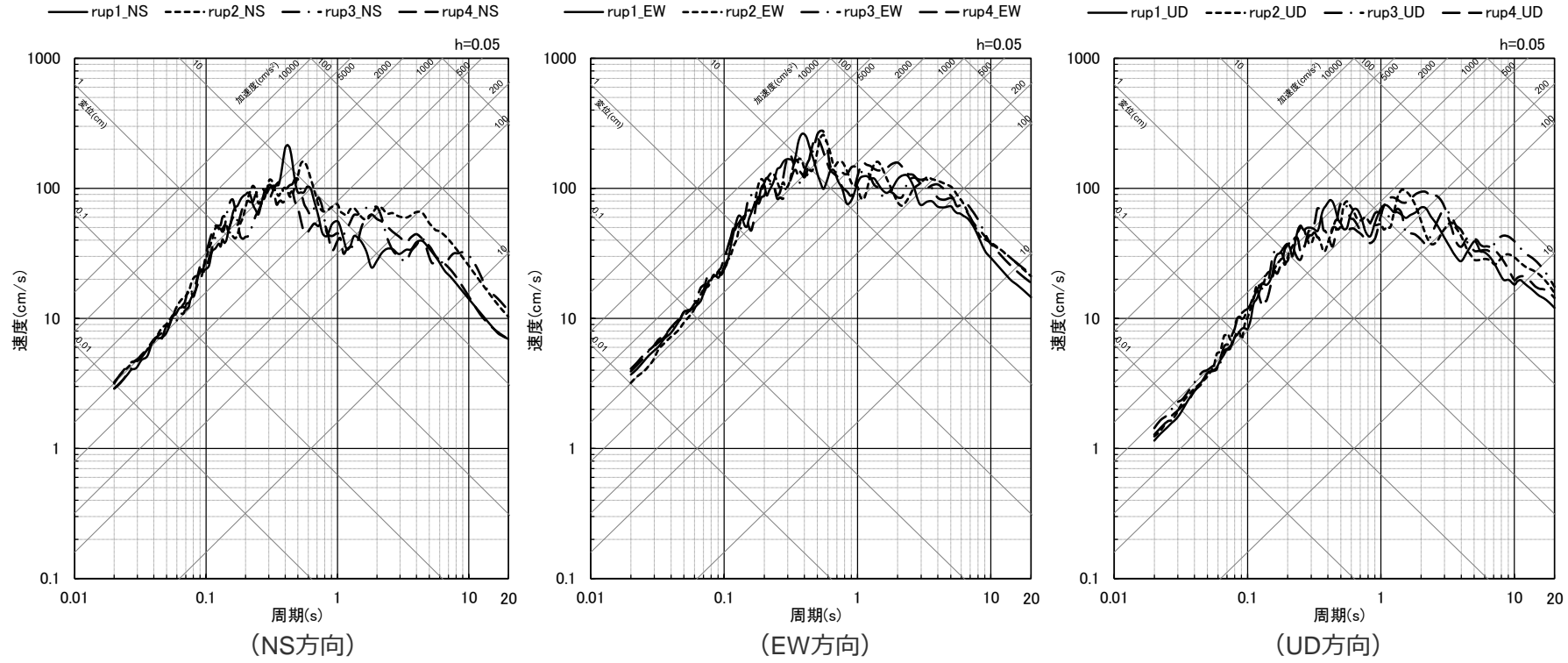
<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（速度時刻歴波形）>

（破壊伝播速度の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（御前崎海脚西部の断層帯による地震））

<2.1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮） 2.1.2 断層モデルを用いた手法による地震動評価>

断層モデルを用いた手法による地震動評価結果

（破壊伝播速度の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（御前崎海脚西部の断層帯による地震））



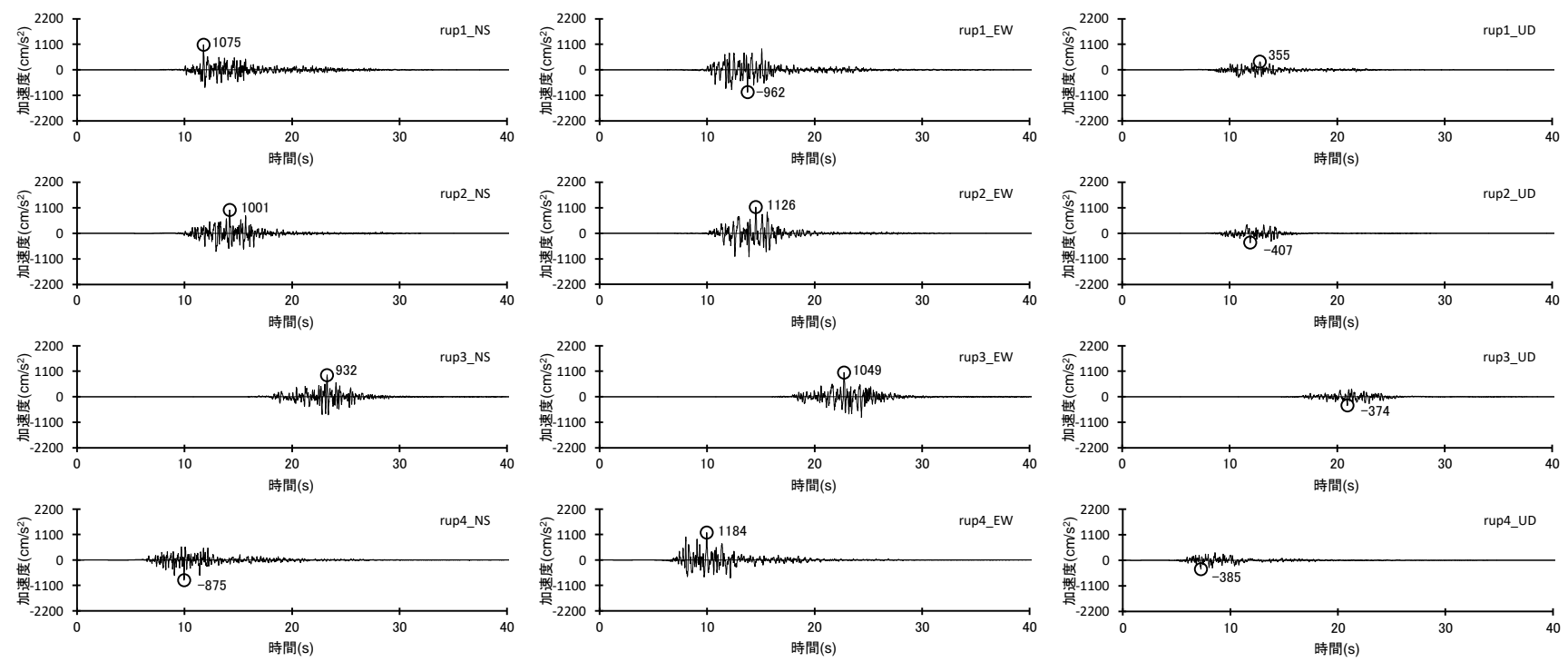
<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（応答スペクトル）>

（破壊伝播速度の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（御前崎海脚西部の断層帯による地震））

<2.1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮） 2.1.2 断層モデルを用いた手法による地震動評価>

断層モデルを用いた手法による地震動評価結果

（断層傾斜角の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（御前崎海脚西部の断層帯による地震））



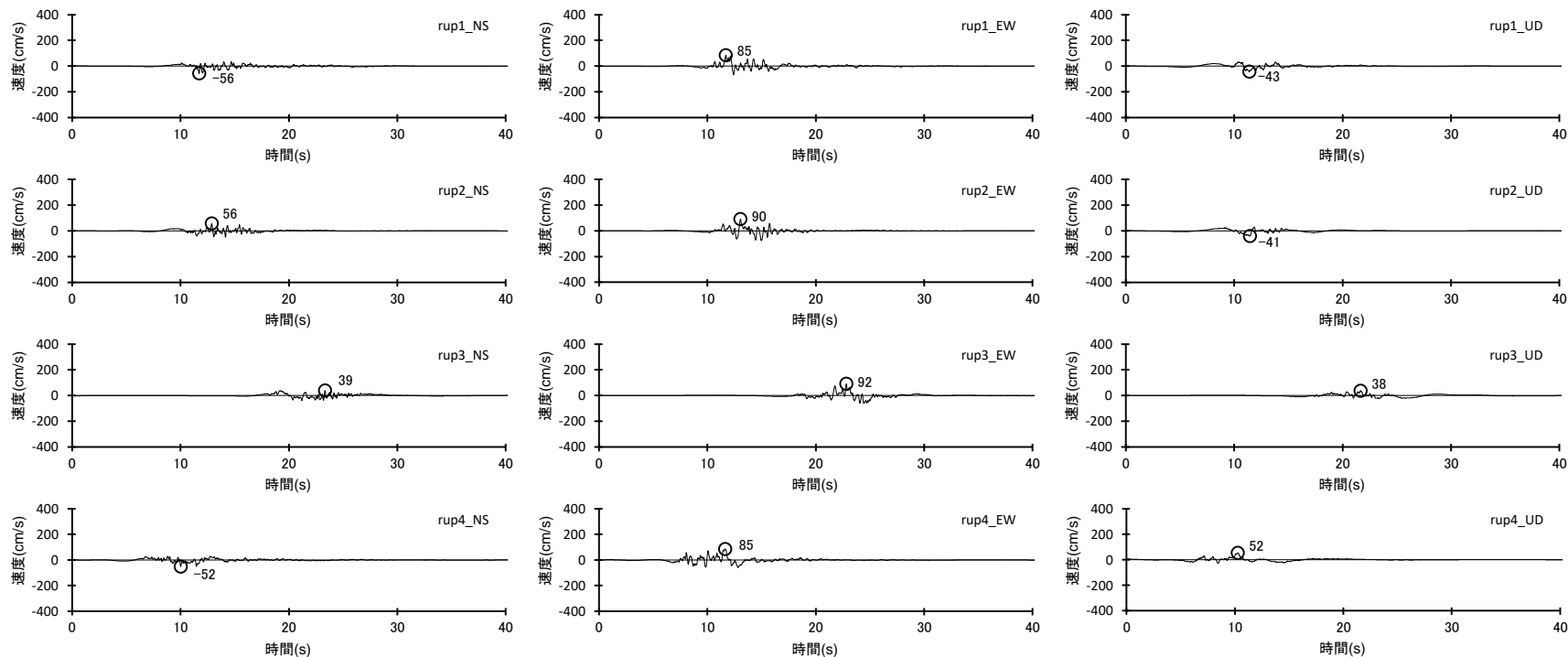
<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（加速度時刻歴波形）>

（断層傾斜角の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（御前崎海脚西部の断層帯による地震））

<2.1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮） 2.1.2 断層モデルを用いた手法による地震動評価>

断層モデルを用いた手法による地震動評価結果

（断層傾斜角の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（御前崎海脚西部の断層帯による地震））



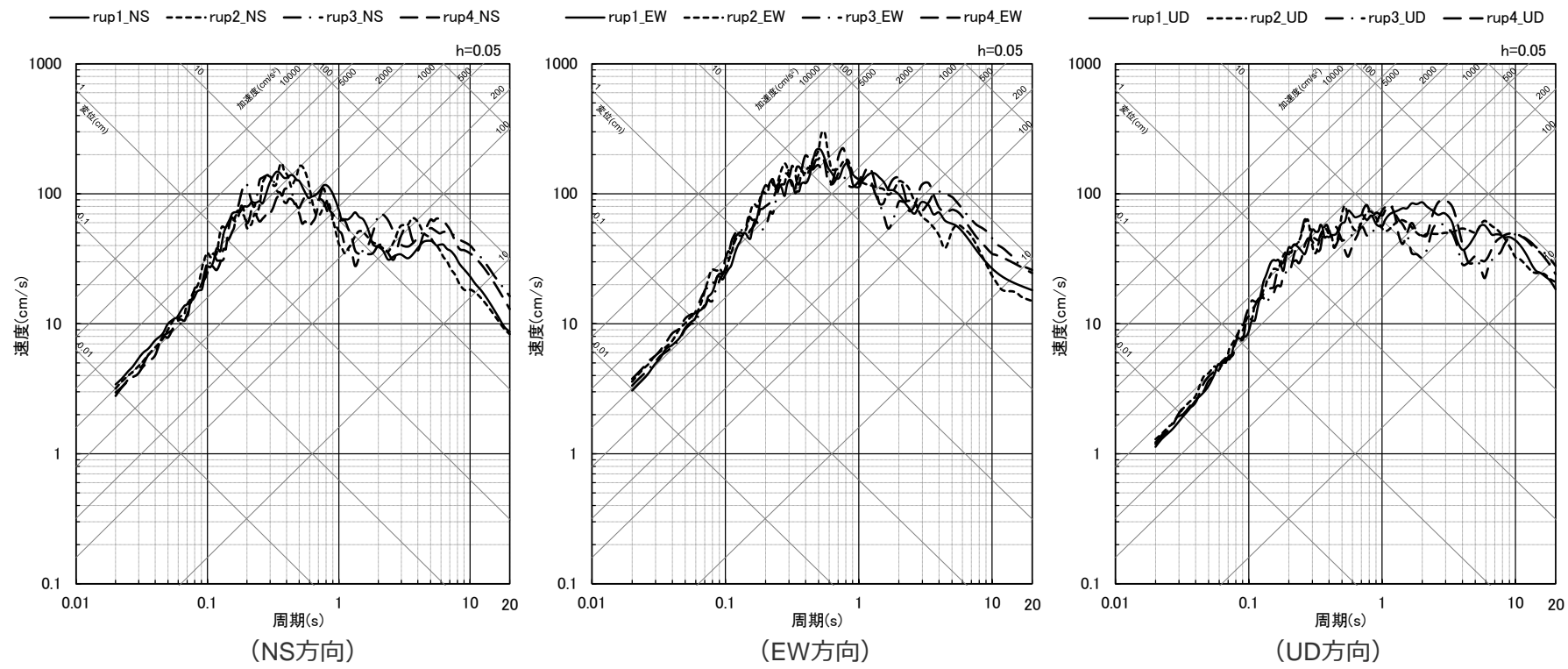
<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（速度時刻歴波形）>

（断層傾斜角の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（御前崎海脚西部の断層帯による地震））

<2.1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮） 2.1.2 断層モデルを用いた手法による地震動評価>

断層モデルを用いた手法による地震動評価結果

（断層傾斜角の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（御前崎海脚西部の断層帯による地震））



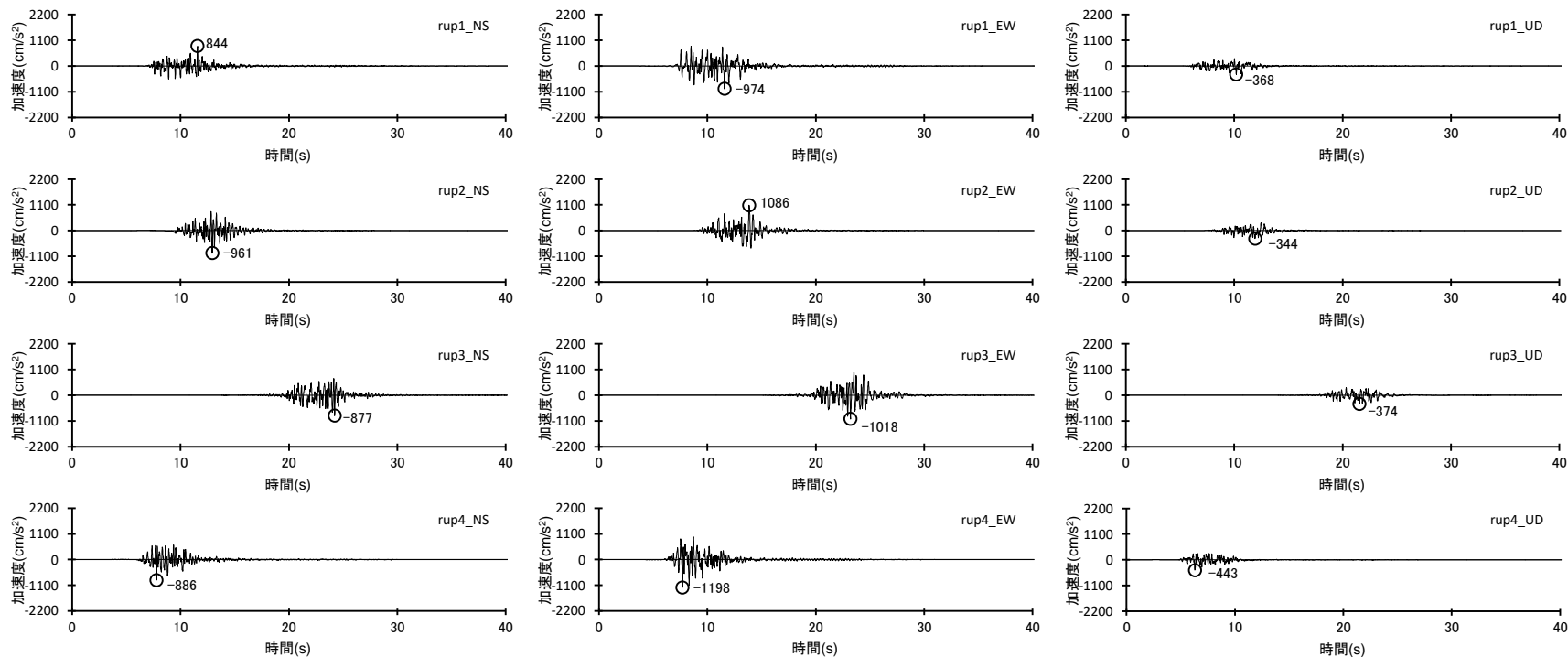
<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（応答スペクトル）>

（断層傾斜角の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（御前崎海脚西部の断層帯による地震））

<2.1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮） 2.1.2 断層モデルを用いた手法による地震動評価>

断層モデルを用いた手法による地震動評価結果

（アスペリティの数の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（御前崎海脚西部の断層帯による地震））



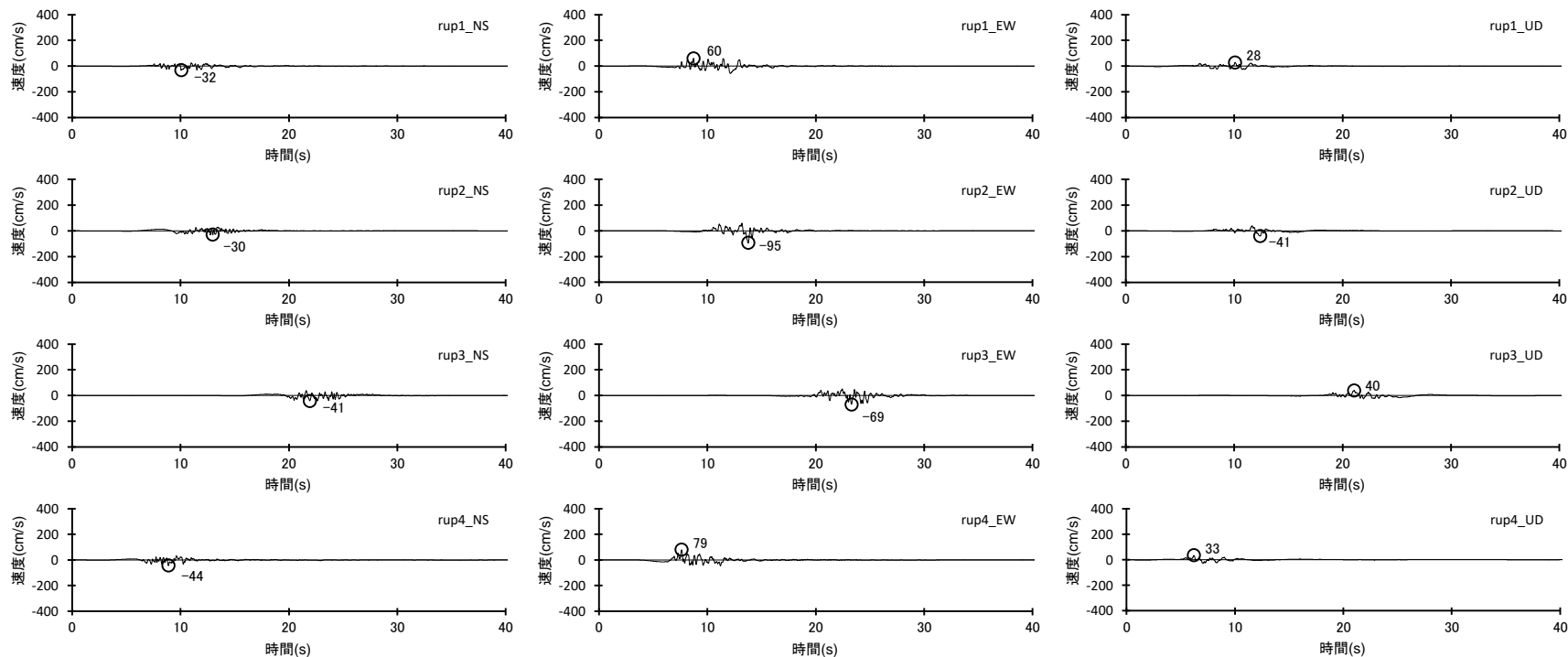
<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（加速度時刻歴波形）>

（アスペリティの数の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（御前崎海脚西部の断層帯による地震））

<2.1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮） 2.1.2 断層モデルを用いた手法による地震動評価>

断層モデルを用いた手法による地震動評価結果

（アスペリティの数の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（御前崎海脚西部の断層帯による地震））



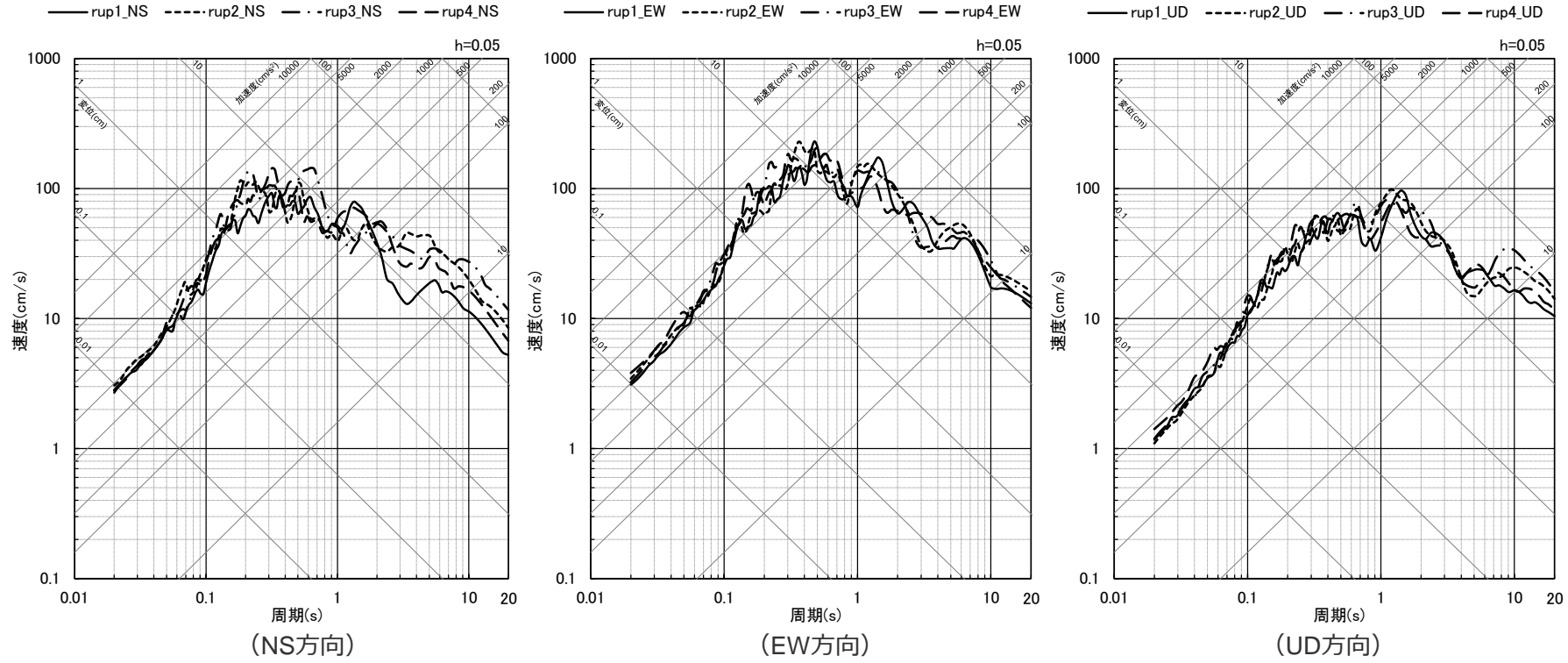
<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（速度時刻歴波形）>

（アスペリティの数の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（御前崎海脚西部の断層帯による地震））

<2.1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮） 2.1.2 断層モデルを用いた手法による地震動評価>

断層モデルを用いた手法による地震動評価結果

（アスペリティの数の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（御前崎海脚西部の断層帯による地震））



<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（応答スペクトル）>

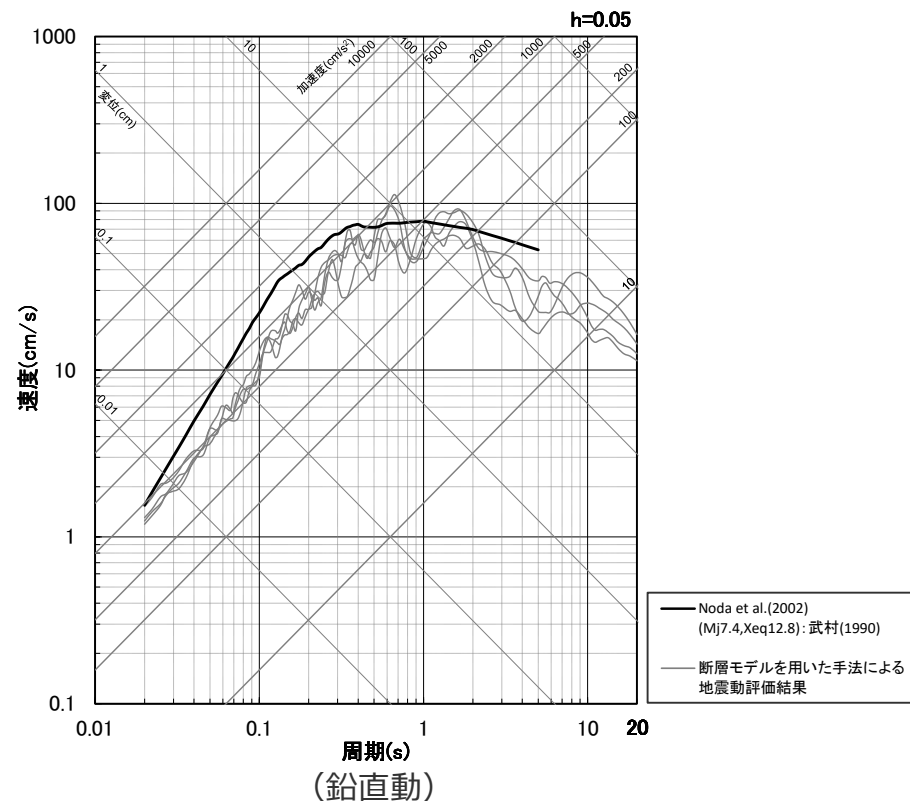
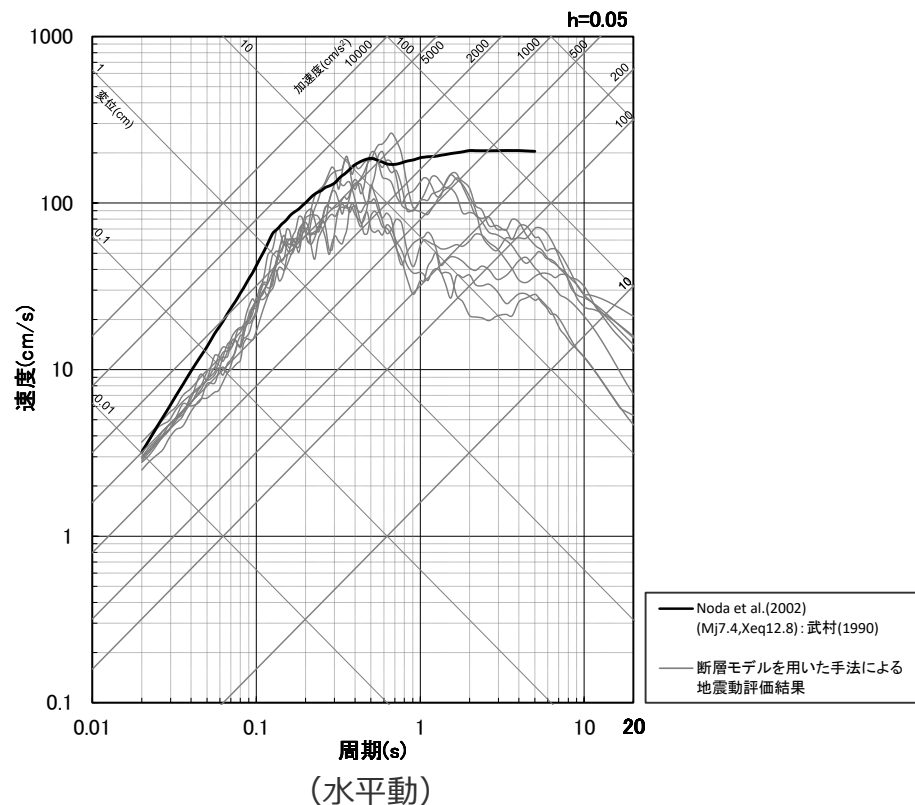
（アスペリティの数の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（御前崎海脚西部の断層帯による地震））

目次

1	地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価	
1.1	内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）	……p.3~
1.2	プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）	……p.90~
1.3	海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）	……p.172~
2	地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価	
2.1	内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）	
2.1.1	応答スペクトルに基づく地震動評価	……p.280~
2.1.2	断層モデルを用いた手法による地震動評価	……p.308~
2.1.3	応答スペクトルに基づく地震動評価結果と断層モデルを用いた手法による地震動評価結果との比較	……p.331~
2.1.4	地震動評価結果のまとめ	……p.338~
2.2	プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）	……p.342~
2.3	海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）	……p.398~

<2.1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮） 2.1.3 応答スペクトルに基づく地震動評価結果と断層モデルを用いた手法による地震動評価結果との比較>

基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（御前崎海脚西部の断層帯による地震）

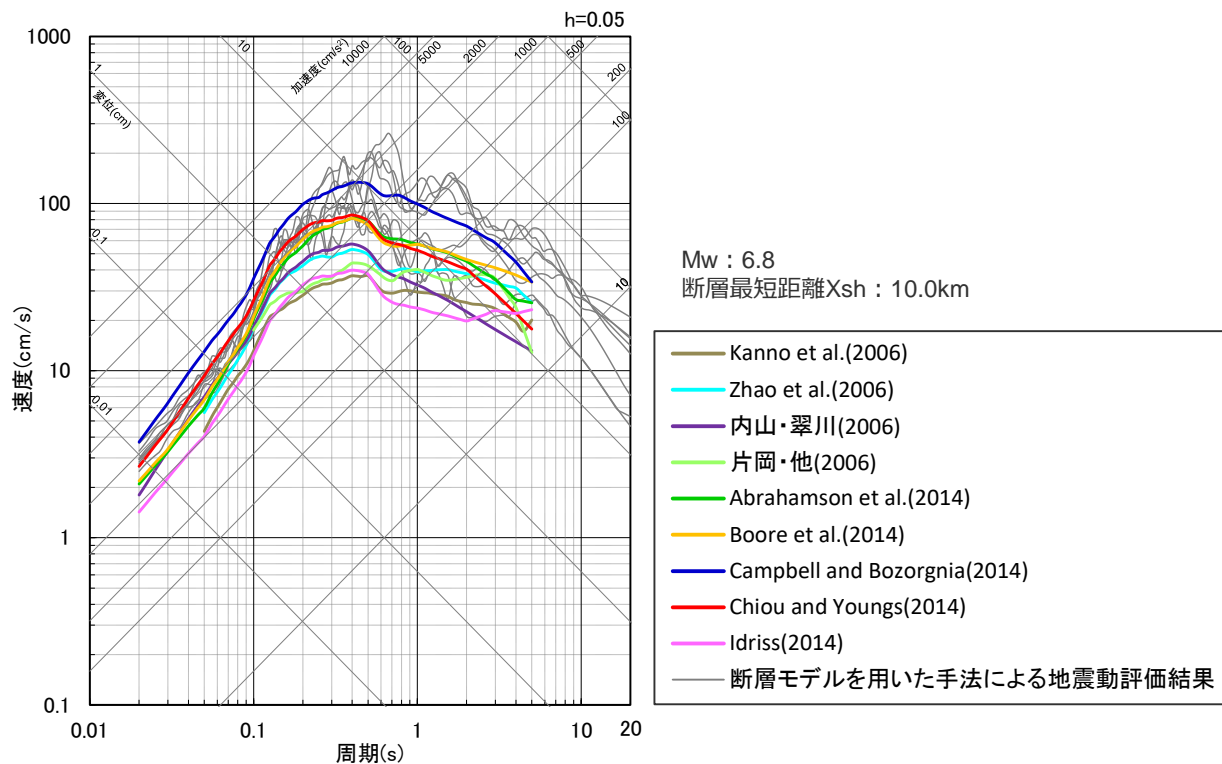


<応答スペクトルに基づく地震動評価結果（Noda et al.(2002)の方法による）と断層モデルを用いた手法による地震動評価結果との比較（応答スペクトル）>
（基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（御前崎海脚西部の断層帯による地震）：武村(1990)）

- ・Xeqは、等価震源距離（km）を表す。
- ・武村(1990)：震源断層面積から地震モーメントを介して武村(1990)でMjを設定。
- ・応答スペクトルに基づく地震動評価（Noda et al.(2002)の方法による）では、NFRD効果を考慮。

<2.1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮） 2.1.3 応答スペクトルに基づく地震動評価結果と断層モデルを用いた手法による地震動評価結果との比較>

基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（御前崎海脚西部の断層帯による地震）

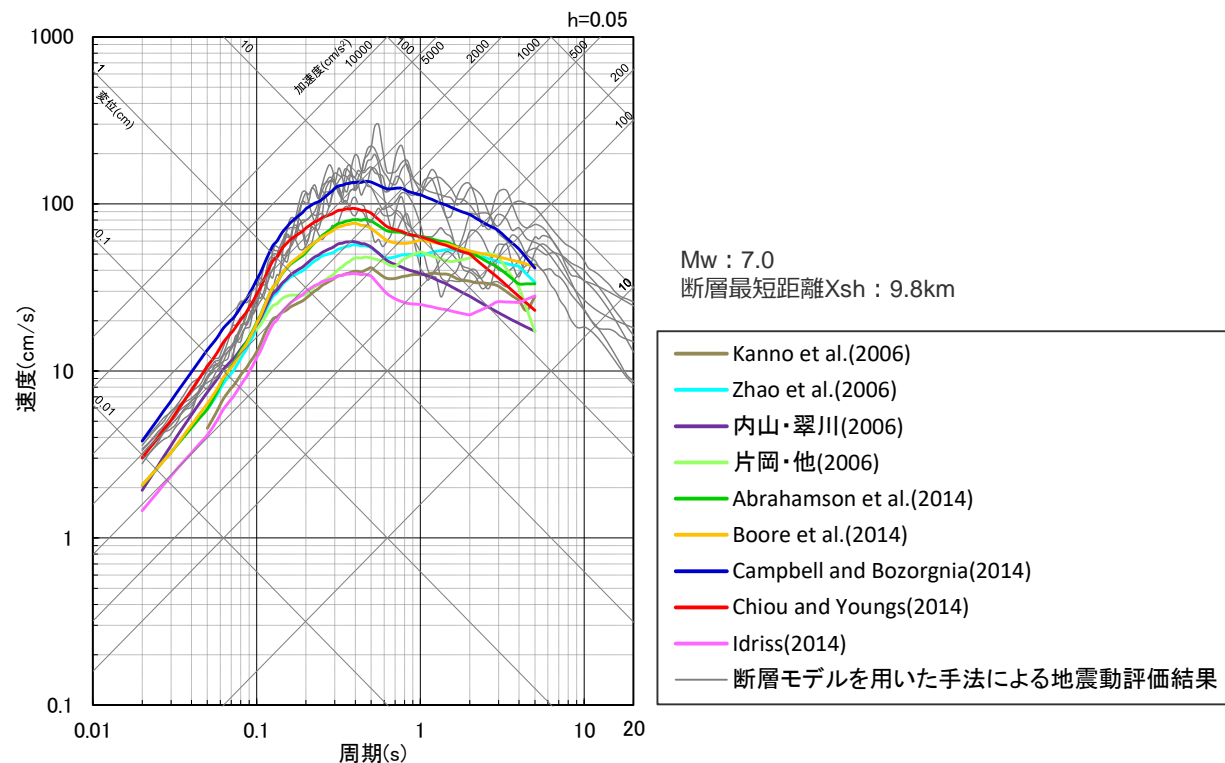


(水平動)

<応答スペクトルに基づく地震動評価結果（Noda et al.(2002)以外の距離減衰式による）と断層モデルを用いた手法による地震動評価結果との比較（応答スペクトル）>
(基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（御前崎海脚西部の断層帯による地震）)

- ・ Kanno et al.(2006)及びZhao et al.(2006)が評価対象としている周期は0.05秒～、片岡・他(2006)が評価対象としている周期は0.1秒～。
- ・ 内山・翠川(2006)については、工学的基盤のVs30と浜岡原子力発電所のVs30との違いを考慮し地盤補正を実施。

断層傾斜角の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮） （御前崎海脚西部の断層帯による地震）

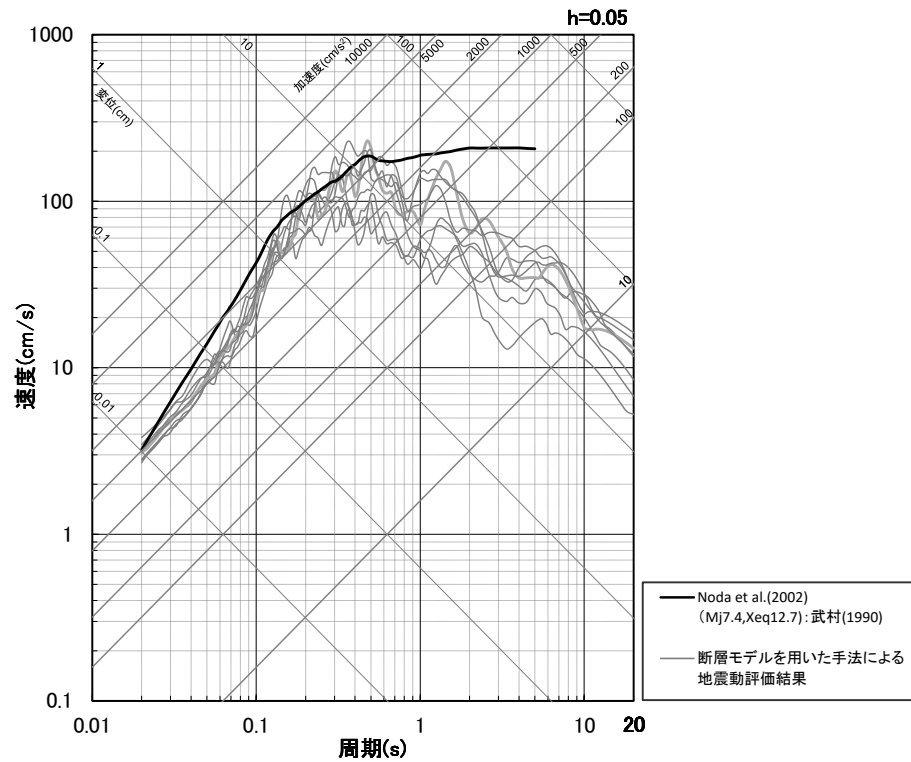


（水平動）

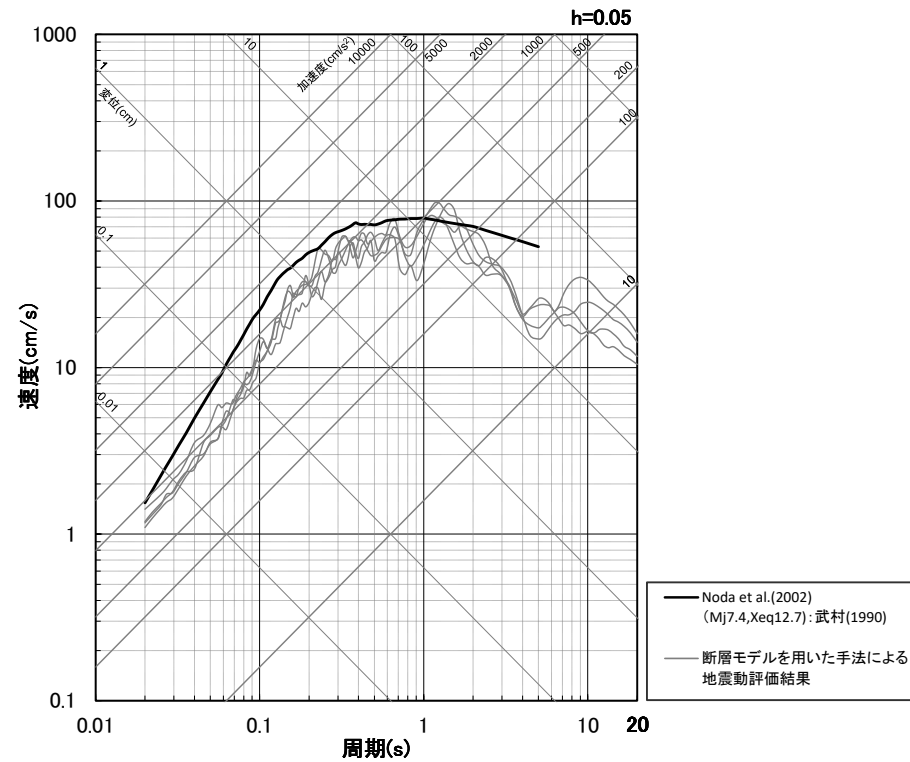
<応答スペクトルに基づく地震動評価結果（Noda et al.(2002)以外の距離減衰式による）と断層モデルを用いた手法による地震動評価結果との比較（応答スペクトル）>
（断層傾斜角の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（御前崎海脚西部の断層帯による地震））

- ・ Kanno et al.(2006)及びZhao et al.(2006)が評価対象としている周期は0.05秒～、片岡・他(2006)が評価対象としている周期は0.1秒～。
- ・ 内山・翠川(2006)については、工学的基盤のVs30と浜岡原子力発電所のVs30との違いを考慮し地盤補正を実施。

アスペリティの数の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮） （御前崎海脚西部の断層帯による地震）



（水平動）

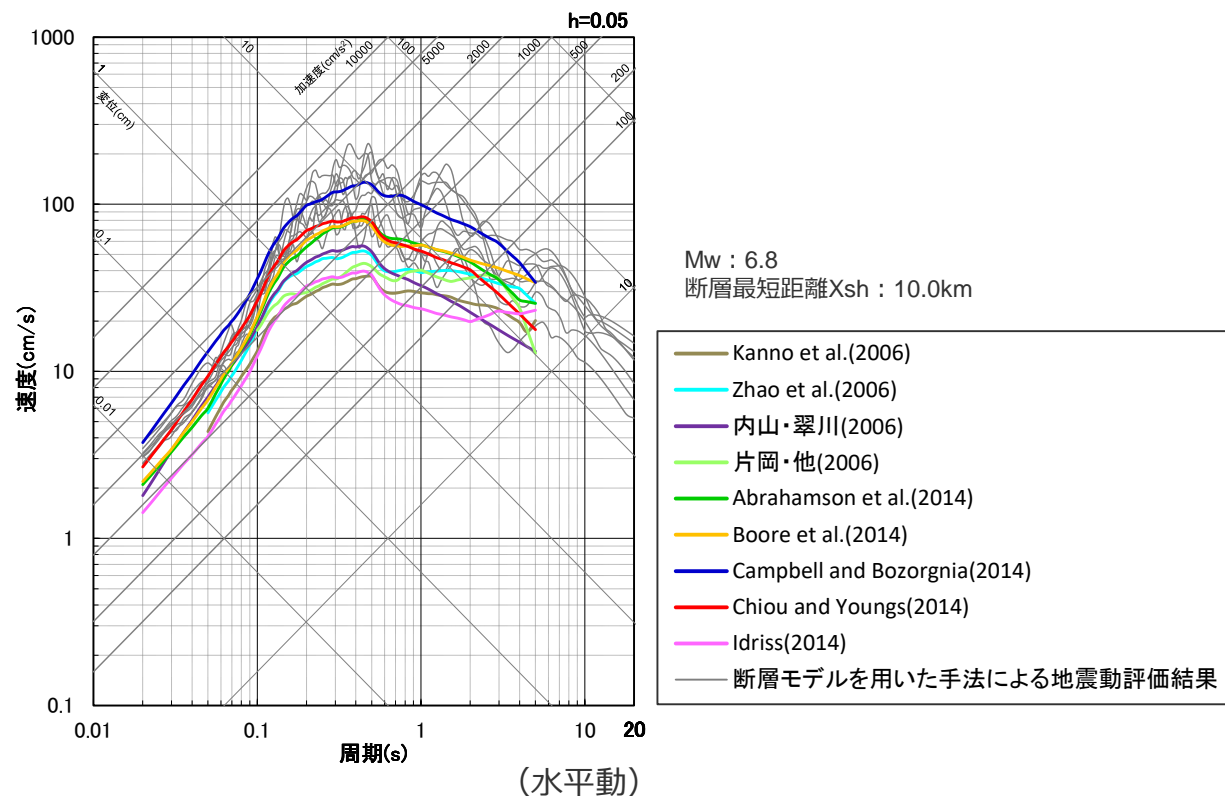


（鉛直動）

<応答スペクトルに基づく地震動評価結果（Noda et al.(2002)の方法による）と断層モデルを用いた手法による地震動評価結果との比較（応答スペクトル）>
（アスペリティの数の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（御前崎海脚西部の断層帯による地震）：武村(1990)）

- Xeqは、等価震源距離（km）を表す。
- 武村(1990)：震源断層面積から地震モーメントを介して武村(1990)でMjを設定。
- 応答スペクトルに基づく地震動評価（Noda et al.(2002)の方法による）では、NFRD効果を考慮。

アスペリティの数の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮） （御前崎海脚西部の断層帯による地震）



<応答スペクトルに基づく地震動評価結果（Noda et al.(2002)以外の距離減衰式による）と断層モデルを用いた手法による地震動評価結果との比較（応答スペクトル）>
（アスペリティの数の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（御前崎海脚西部の断層帯による地震））

- ・ Kanno et al.(2006)及びZhao et al.(2006)が評価対象としている周期は0.05秒～、片岡・他(2006)が評価対象としている周期は0.1秒～。
- ・ 内山・翠川(2006)については、工学的基盤のVs30と浜岡原子力発電所のVs30との違いを考慮し地盤補正を実施。

余白

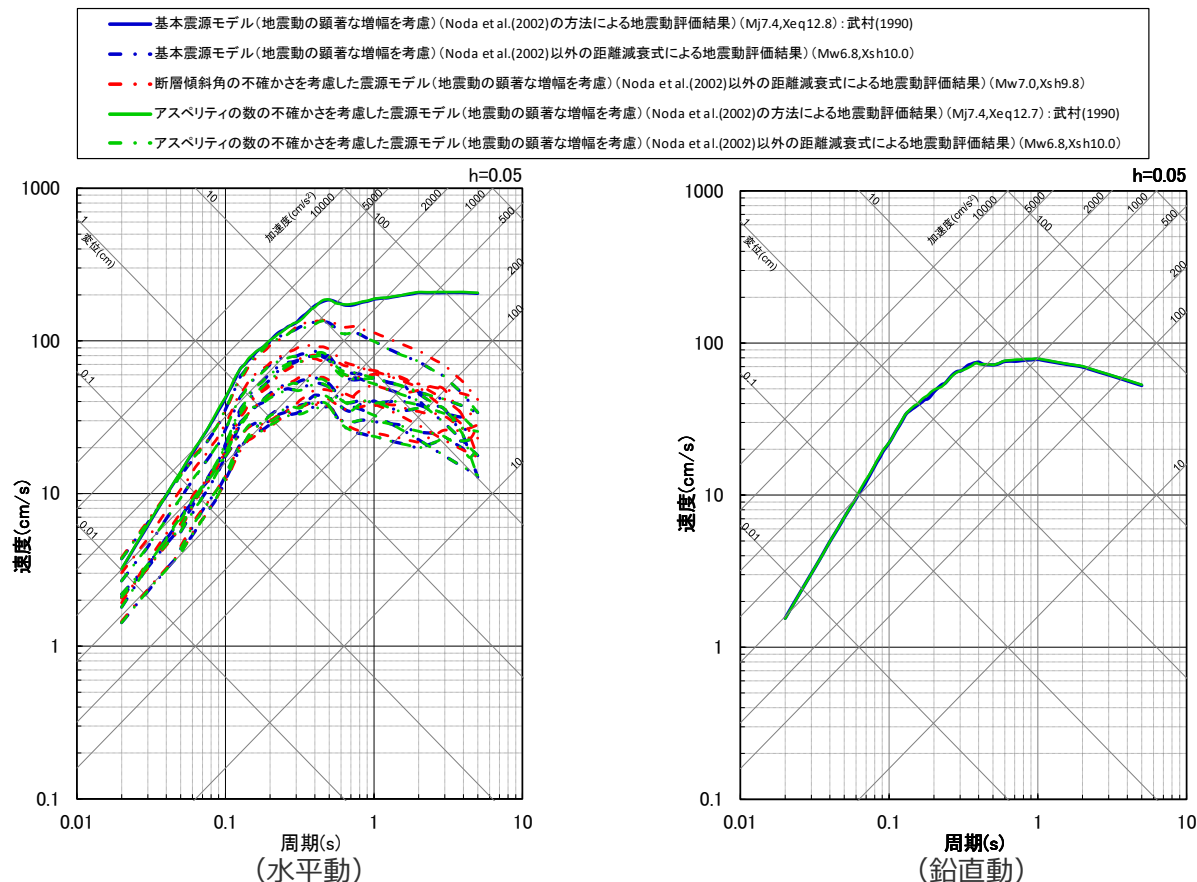
目次

1	地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価	
1.1	内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）	……p.3~
1.2	プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）	……p.90~
1.3	海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）	……p.172~
2	地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価	
2.1	内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）	
2.1.1	応答スペクトルに基づく地震動評価	……p.280~
2.1.2	断層モデルを用いた手法による地震動評価	……p.308~
2.1.3	応答スペクトルに基づく地震動評価結果と断層モデルを用いた手法による地震動評価結果との比較	……p.331~
2.1.4	地震動評価結果のまとめ	……p.338~
2.2	プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）	……p.342~
2.3	海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）	……p.398~

<2.1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮） 2.1.4 地震動評価結果のまとめ>

応答スペクトルに基づく地震動評価結果

（全ての震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（御前崎海脚西部の断層帯による地震））



- ・ アスペリティの応力降下量の不確かさ、破壊伝播速度の不確かさによる影響の確認については、断層モデルを用いた手法による地震動評価で代表させる。
- ・ Noda et al.(2002)の方法による場合は、NFRD効果を考慮。
- ・ Noda et al.(2002)以外の距離減衰式とは、Kanno et al.(2006)、Zhao et al.(2006)、内山・翠川(2006)、片岡・他(2006)、Abrahamson et al.(2014)、Boore et al.(2014)、Campbell and Bozorgnia(2014)、Chiu and Youngs(2014)及びIdriss(2014)をいう。Kanno et al.(2006)及びZhao et al.(2006)が評価対象としている周期は0.05秒～、片岡・他(2006)が評価対象としている周期は0.1秒～。
- ・ 武村(1990)：震源断層面積から地震モーメントを介し武村(1990)でMjを設定。
- ・ Xeqは、等価震源距離 (km) を、Xshは、断層最短距離 (km) を表す。

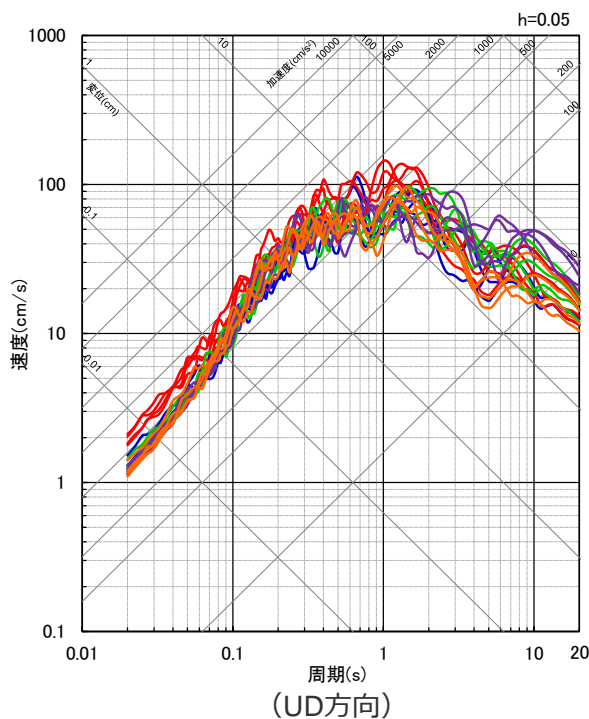
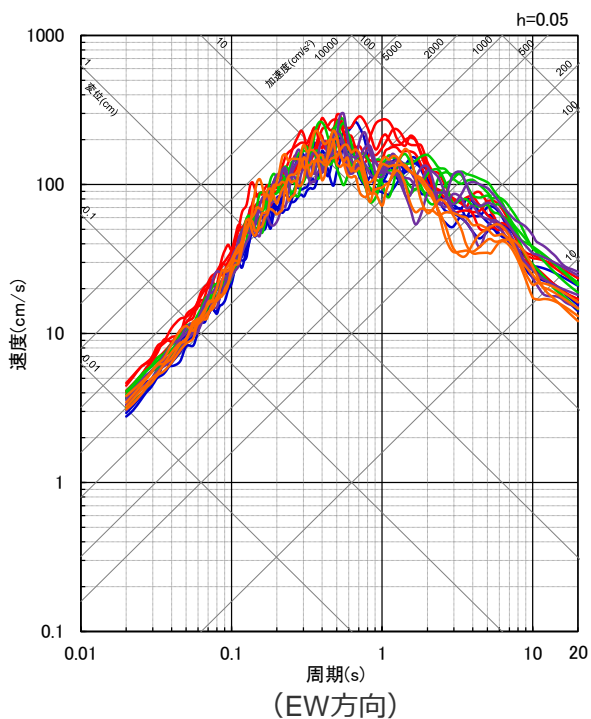
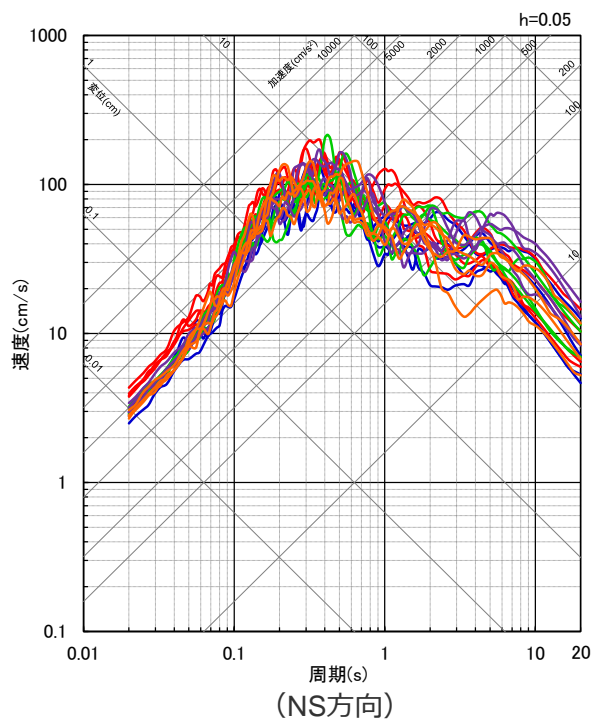
<応答スペクトルに基づく地震動評価結果>

（全ての震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（御前崎海脚西部の断層帯による地震））

断層モデルを用いた手法による地震動評価結果

（全ての震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（御前崎海脚西部の断層帯による地震））

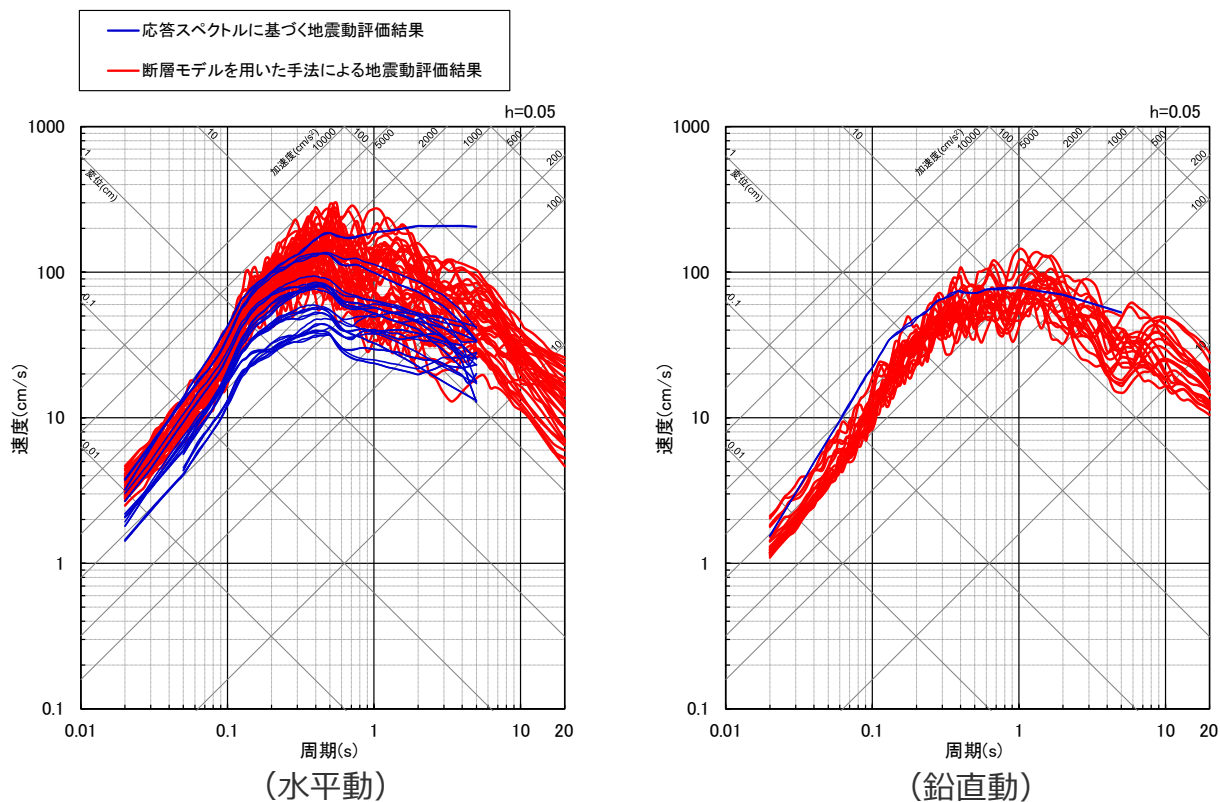
- 基本震源モデル(地震動の顕著な増幅を考慮)
- アスベリティの応力降下量の不確かさを考慮した震源モデル(地震動の顕著な増幅を考慮)
- 破壊伝播速度の不確かさを考慮した震源モデル(地震動の顕著な増幅を考慮)
- 断層傾斜角の不確かさを考慮した震源モデル(地震動の顕著な増幅を考慮)
- アスベリティの数の不確かさを考慮した震源モデル(地震動の顕著な増幅を考慮)



<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（応答スペクトル）>
（全ての震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（御前崎海脚西部の断層帯による地震））

<2.1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮） 2.1.4 地震動評価結果のまとめ>

応答スペクトルに基づく地震動評価結果と断層モデルを用いた手法による地震動評価結果との比較
（全ての震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（御前崎海脚西部の断層帯による地震））



<応答スペクトルに基づく地震動評価結果と断層モデルを用いた手法による地震動評価結果との比較（応答スペクトル）>
（全ての震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（御前崎海脚西部の断層帯による地震））

・応答スペクトルに基づく地震動評価で用いているKanno et al.(2006)及びZhao et al.(2006)が評価対象としている周期は0.05秒～、片岡・他(2006)が評価対象としている周期は0.1秒～。

目次

1	地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価	
1.1	内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）	.....p.3~
1.2	プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）	.....p.90~
1.3	海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）	.....p.172~
2	地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価	
2.1	内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）	.....p.280~
2.2	プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）	
2.2.1	応答スペクトルに基づく地震動評価	.....p.342~
2.2.2	断層モデルを用いた手法による地震動評価	.....p.364~
2.2.3	応答スペクトルに基づく地震動評価結果と断層モデルを用いた手法による地震動評価結果との比較	.....p.389~
2.2.4	地震動評価結果のまとめ	.....p.394~
2.3	海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）	.....p.398~

評価方針

- ・基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）
- ・強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）
- ・強震動生成域の位置と地震規模の不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）

【応答スペクトルに基づく地震動評価の評価方針】

- 基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）、強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）及び強震動生成域の位置と地震規模の不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）は、岩盤における観測記録に基づいて提案された距離減衰式で、解放基盤表面における水平方向及び鉛直方向の地震動の応答スペクトルを評価することができるNoda et al.(2002)の方法を用いて応答スペクトルに基づく地震動評価を行う。
- 上記の検討用地震の各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）は、駿河湾域、東海域、南海域及び日向灘域で設定されている。そこで、①駿河湾域＋東海域＋南海域＋日向灘域に加え、②駿河湾域＋東海域＋南海域、③駿河湾域＋東海域、④東海域、⑤駿河湾域の各ケースについても、地震規模と等価震源距離を算出し、Noda et al.(2002)の方法の適用性検討を行った上で、地震動評価を行い、それらのうち、敷地への影響が最も大きい評価結果を、その震源モデルの応答スペクトルに基づく地震動評価結果として採用する。
- 強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）は、東海域に位置する東海SMGA①を、保守的な評価となるよう、敷地近傍を含めて駿河湾域の地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）に集約して設定しており、強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）では2つの領域（③駿河湾域＋東海域）を最小の評価対象領域とする。

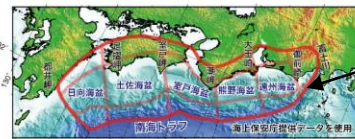
評価方針

- ・強震動生成域の位置と分岐断層の強震動励起特性に係る不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）
- ・強震動生成域の位置と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層への破壊伝播に係る不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）

【応答スペクトルに基づく地震動評価の評価方針】

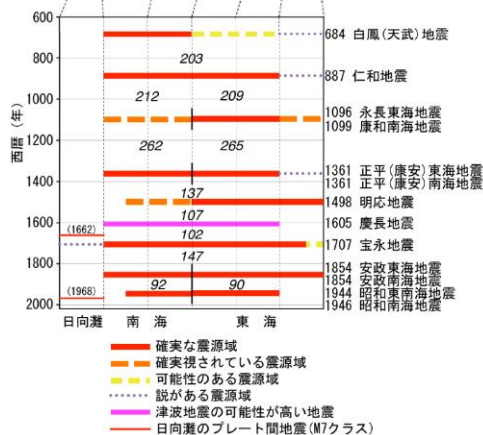
- 強震動生成域の位置と分岐断層の強震動励起特性に係る不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）は、プレート境界面の破壊に伴い、受動的に分岐断層が破壊しても、強震動励起に及ぼす影響が小さいと考えられるものの、分岐断層が強震動を励起すると想定している（本編p.241及び補足説明資料③-13参照）。
- また、強震動生成域の位置と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層への破壊伝播に係る不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）は、プレート境界面の破壊が外縁隆起帯のトラフ側斜面の付加体内に分布する分岐断層に伝播する活動の繰り返しにより、外縁隆起帯等の顕著な地形的高まりが形成されており、陸側のより古い付加体内に分布し、顕著な地形的高まりとの関連が認められない内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層にプレート境界面の破壊が伝播する可能性は低いと考えられるが、プレート間地震の震源断層の破壊が内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層に伝播すると想定している（本編p.246及び補足説明資料③-14参照）。
- Noda et al.(2002)等の距離減衰式の作成・検証に用いられた地震のデータベースには、上記の破壊過程で生じた地震は含まれないと考えられ、これらの震源モデルについては、応答スペクトルに基づく地震動評価ではなく、この破壊過程がより適切に反映できると考えられる断層モデルを用いた手法による地震動評価を行う。

評価方針

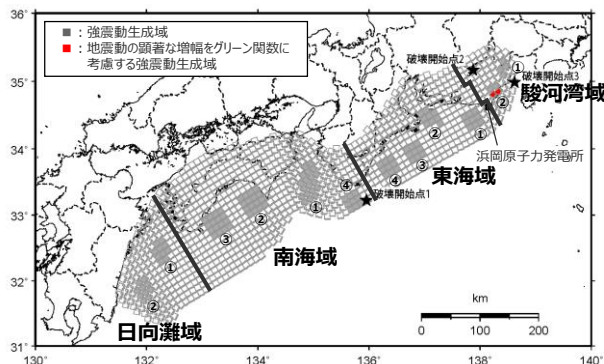


「最大クラスの地震」の震源域

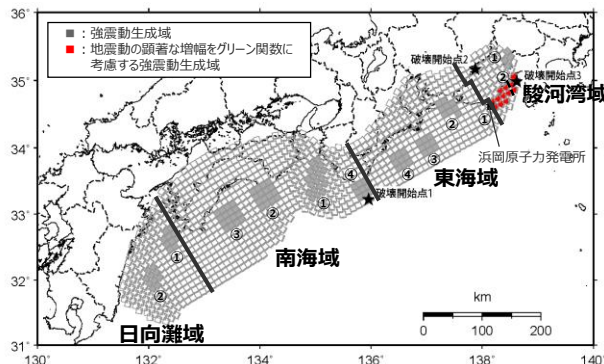
- 検討用地震の各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）は、以下のとおり。
- 駿河湾域、東海域、南海域、日向灘域といった領域区分は、過去地震等との関係を踏まえ設定された地震調査委員会(2013b)と整合的である。



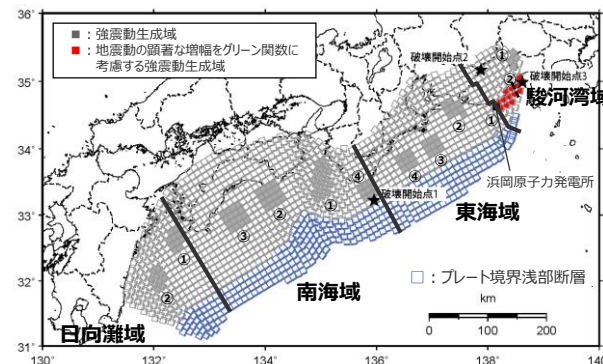
<過去地震や想定地震と領域区分との関係> (地震調査委員会(2013b)に図の説明(「最大クラスの地震」の震源域)を加筆)



<基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の領域区分>



<強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の領域区分>



<強震動生成域の位置と地震規模の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の領域区分>

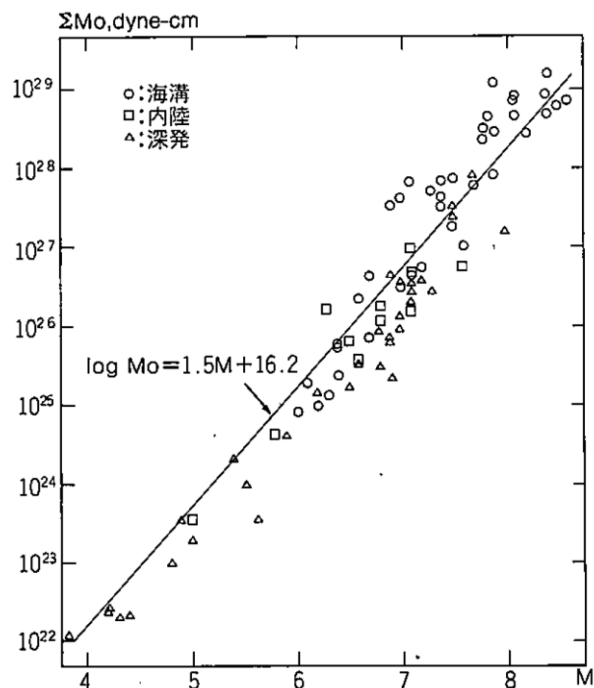
・黒字の丸数字はプレート間地震の強震動生成域のNo.を表す。
 ・各震源モデルの拡大図は、本編p.472,502,505参照。
 ・-----: 東海SMGA①と駿河湾SMGA②の境界を表す。

評価方針

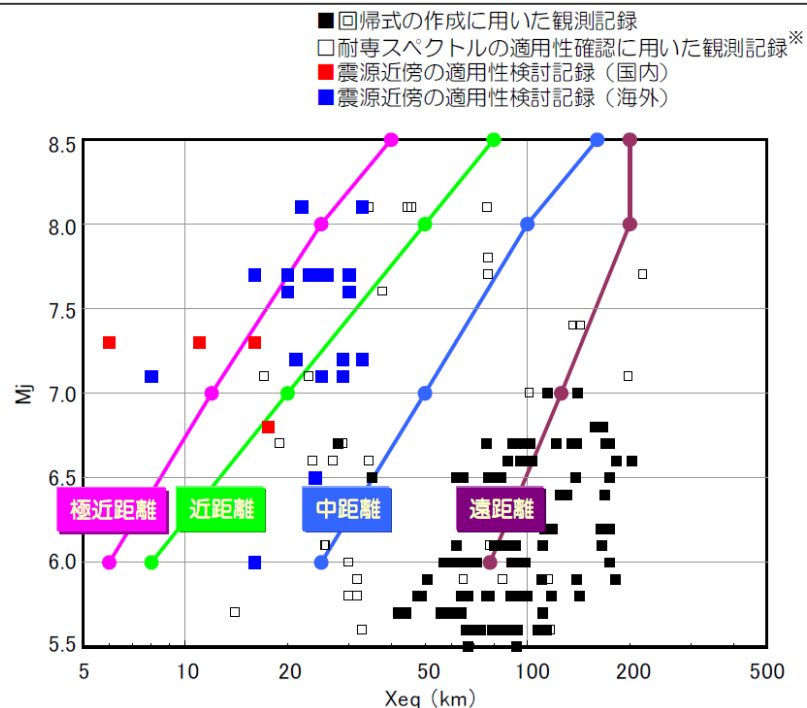
（地震規模の算出方法）

評価方針（地震規模の算出方法）は地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価と同じ

- 地震規模 M_j については、武村(1990)において「気象庁マグニチュードないしはそれとほぼ同等のマグニチュードと考えられる」とされている佐藤(1989)の地震規模 M と地震モーメント M_0 との関係式 ($M=(\log(M_0 \times 10^7)-16.2)/1.5$ 、各領域区分の地震モーメント M_0 は、震源断層パラメータに示された領域毎の地震モーメント M_0 を足し合せて算出) に基づいて算出する。
- ただし、2011年東北地方太平洋沖地震の強震観測記録において距離減衰式から求められる M_w は8.2~8.3程度であり、全体の断層運動により求められる地震の規模 M_w 9.0に比べて小さいとされていること、Noda et al.(2002)の方法の適用範囲の地震の最大規模が M_j 8.5であることを踏まえ、佐藤(1989)に基づき算出した地震規模が M_j 8.5を超える震源モデルは、 M_j 8.5としてNoda et al.(2002)の方法による地震動評価を行う。



<地震規模 M と地震モーメント M_0 の関係>
(佐藤(1989)による)



<Noda et al.(2002)の方法の地震規模 M_j と等価震源距離 X_{eq} の関係>
(東京電力(2009b)による)

※ 耐専スペクトルとNoda et al.(2002)の方法は同じ距離減衰式である。

Noda et al.(2002)の方法の適用性検討

（基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））

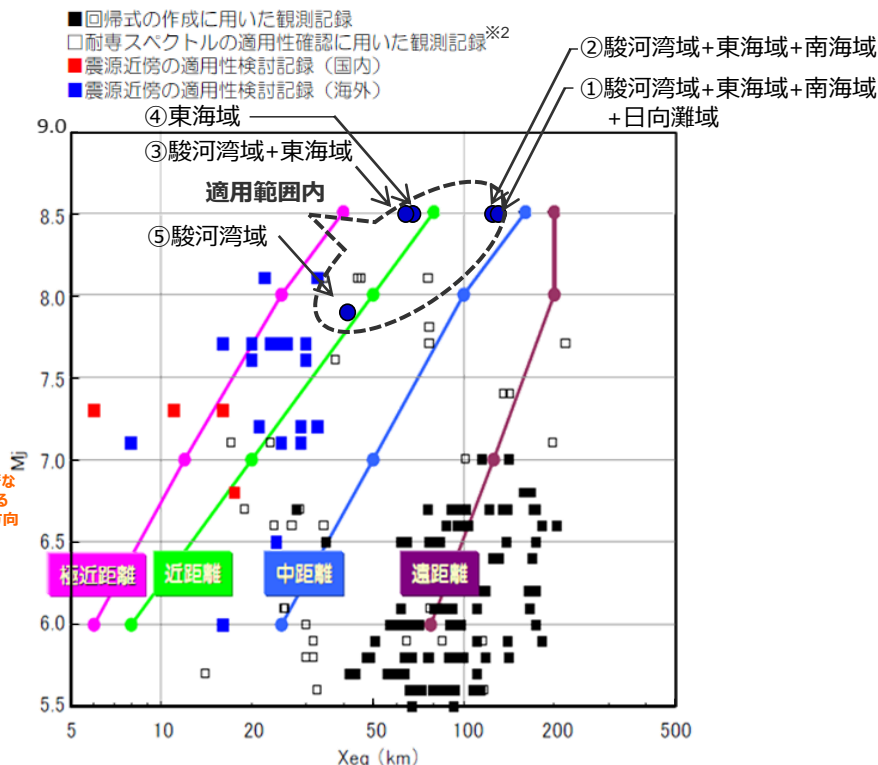
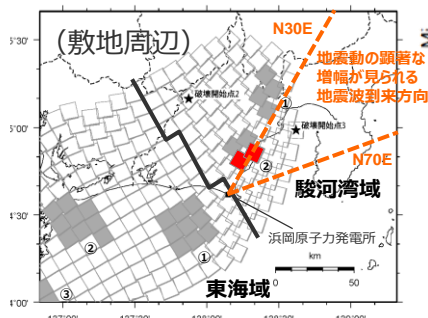
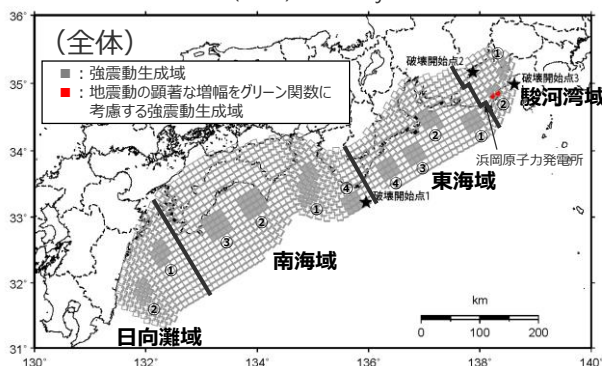
【Noda et al.(2002)の方法の適用性検討（基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））】

○基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）は、いずれの領域区分（「①駿河湾域+東海域+南海域+日向灘域」、「②駿河湾域+東海域+南海域」、「③駿河湾域+東海域」、「④東海域」及び「⑤駿河湾域」）もNoda et al.(2002)の方法の適用範囲内となっている。

<Noda et al.(2002)の方法による地震動評価に用いるパラメータ>
（基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））

領域区分	パラメータ	
	Mj※1	等価震源距離 Xeq(km)
①駿河湾域+東海域+南海域+日向灘域	8.5(8.9)	130.1
②駿河湾域+東海域+南海域	8.5(8.9)	124.6
③駿河湾域+東海域	8.5	64.2
④東海域	8.5	67.7
⑤駿河湾域	7.9	41.2

※1 佐藤(1989)に基づき、Mj8.5を超える場合はMj8.5とする。括弧内の数字は、佐藤(1989)に基づくMj8.5を超える場合の地震規模を表す。



<基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の領域区分>

<Noda et al.(2002)の方法の適用性検討>
（東京電力(2009b)に各領域区分のパラメータを加筆）

※2 耐専スペクトルとNoda et al.(2002)の方法は同じ距離減衰式である。
・震源モデル図における黒字の丸数字はプレート間地震の強震動生成域のNo.を表す。

Noda et al.(2002)の方法の適用性検討

（強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））

【Noda et al.(2002)の方法の適用性検討（強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））】

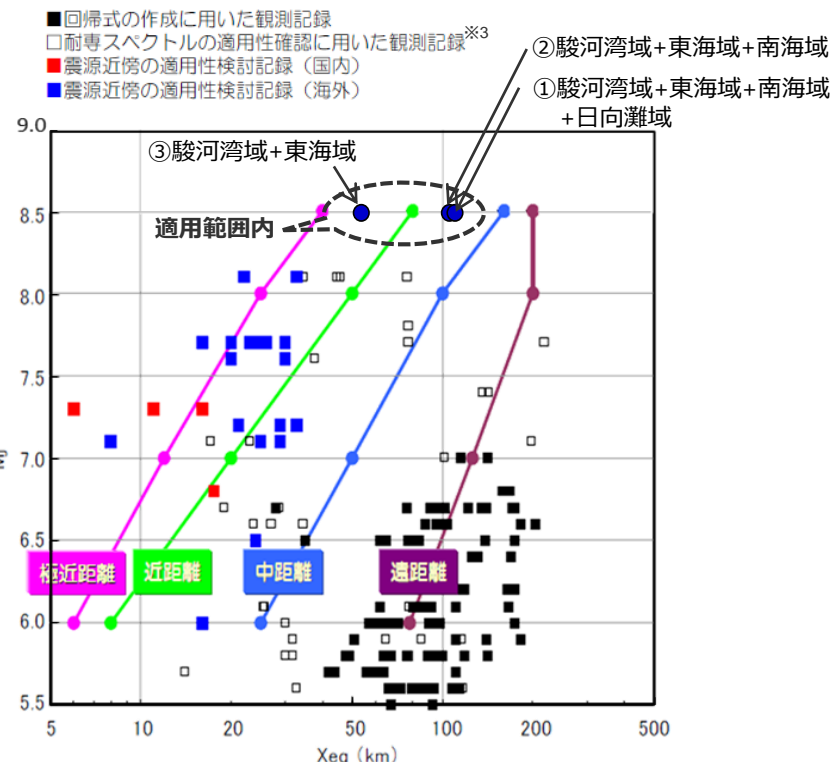
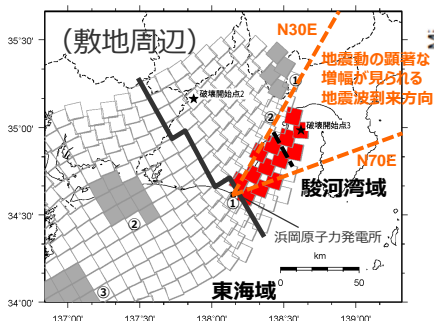
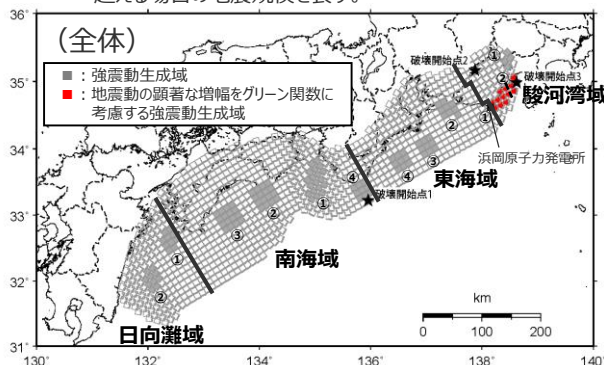
○強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）は、いずれの領域区分※1（「①駿河湾域+東海域+南海域+日向灘域」、「②駿河湾域+東海域+南海域」及び「③駿河湾域+東海域」）もNoda et al.(2002)の方法の適用範囲内となっている。

<Noda et al.(2002)の方法による地震動評価に用いるパラメータ>
（強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））

領域区分※1	パラメータ	
	Mj※2	等価震源距離 Xeq(km)
①駿河湾域+東海域+南海域+日向灘域	8.5(8.9)	109.1
②駿河湾域+東海域+南海域	8.5(8.9)	104.4
③駿河湾域+東海域	8.5	53.4

※1「④東海域」及び「⑤駿河湾域」は、東海域に位置する東海SMGA①を、保守的な評価となるよう、駿河湾域の敷地下方から地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E~N70E）にかけて移動して設定しているため、「③駿河湾域+東海域」を最小単位として応答スペクトルに基づく評価を行う。

※2 佐藤(1989)に基づき、Mj8.5を超える場合はMj8.5とする。括弧内の数字は、佐藤(1989)に基づくMj8.5を超える場合の地震規模を表す。



<強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の領域区分>

<Noda et al.(2002)の方法の適用性検討>
（東京電力(2009b)に各領域区分のパラメータを加筆）

※3 耐専スペクトルとNoda et al.(2002)の方法は同じ距離減衰式である。
・震源モデル図における黒字の丸数字はプレート間地震の強震動生成域のNo.を表す。
・-----: 東海SMGA①と駿河湾SMGA②の境界を表す。

Noda et al.(2002)の方法の適用性検討

（強震動生成域の位置と地震規模の不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））

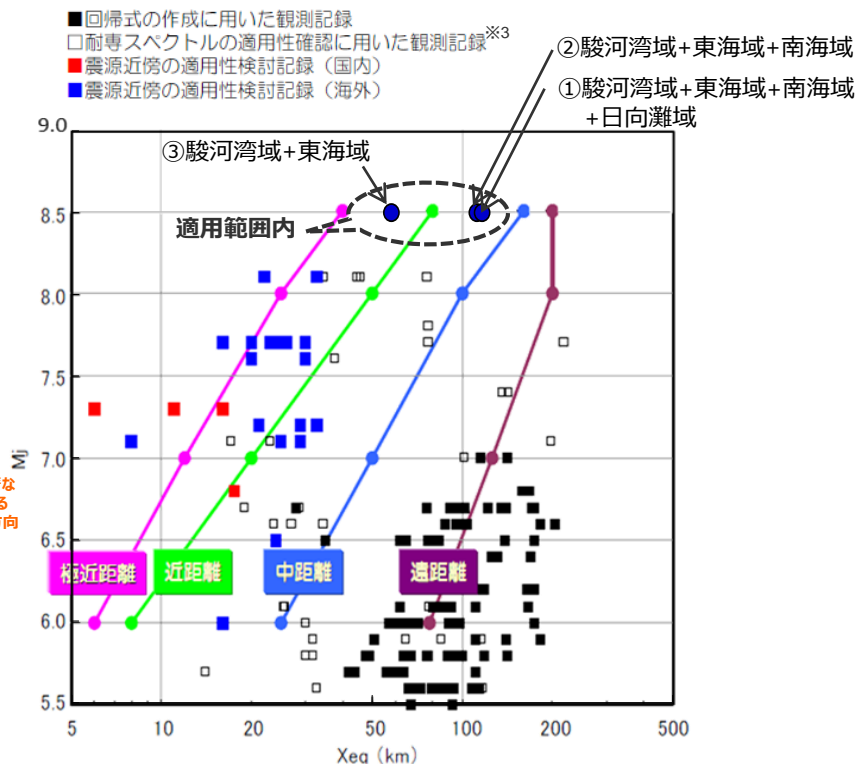
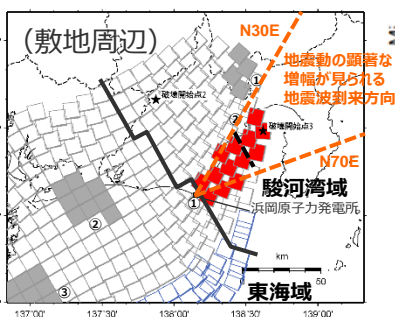
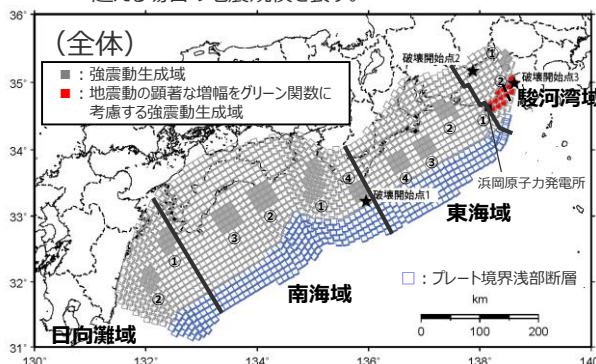
【Noda et al.(2002)の方法の適用性検討（強震動生成域の位置と地震規模の不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））】

○強震動生成域の位置と地震規模の不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）は、いずれの領域区分※1（「①駿河湾域+東海域+南海域+日向灘域」、「②駿河湾域+東海域+南海域」及び「③駿河湾域+東海域」）もNoda et al.(2002)の方法の適用範囲内となっている。

<Noda et al.(2002)の方法による地震動評価に用いるパラメータ>
（強震動生成域の位置と地震規模の不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））

領域区分※1	パラメータ	
	Mj※2	等価震源距離 Xeq(km)
①駿河湾域+東海域+南海域+日向灘域	8.5(9.0)	115.9
②駿河湾域+東海域+南海域	8.5(9.0)	111.3
③駿河湾域+東海域	8.5(8.7)	57.9

※1「④東海域」及び「⑤駿河湾域」は、東海域に位置する東海SMGA①を、保守的な評価となるよう、駿河湾域の敷地下方から地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E~N70E）にかけて移動して設定しているため、「③駿河湾域+東海域」を最小単位として応答スペクトルに基づく評価を行う。
※2 佐藤(1989)に基づき、Mj8.5を超える場合はMj8.5とする。括弧内の数字は、佐藤(1989)に基づくMj8.5を超える場合の地震規模を表す。



<強震動生成域の位置と地震規模の不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の領域区分>

<Noda et al.(2002)の方法の適用性検討>
（東京電力(2009b)に各領域区分のパラメータを加筆）

※3 耐専スペクトルとNoda et al.(2002)の方法は同じ距離減衰式である。
・震源モデル図における黒字の丸数字はプレート間地震の強震動生成域のNo.を表す。
・-----: 東海SMGA①と駿河湾SMGA②の境界を表す。

Noda et al.(2002)の方法の適用性検討 (まとめ)

＜検討用地震の震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）における
Noda et al.(2002)の方法の適用性検討（まとめ）＞

震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）	領域区分	地震規模 Mj	等価震源距離 Xeq(km)	Noda et al.(2002)の 方法の適用性
基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）	①駿河湾域+東海域+南海域+日向灘域	8.5	130.1	○
	②駿河湾域+東海域+南海域	8.5	124.6	○
	③駿河湾域+東海域	8.5	64.2	○
	④東海域	8.5	67.7	○
	⑤駿河湾域	7.9	41.2	○
強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）※	①駿河湾域+東海域+南海域+日向灘域	8.5	109.1	○
	②駿河湾域+東海域+南海域	8.5	104.4	○
	③駿河湾域+東海域	8.5	53.4	○
強震動生成域の位置と地震規模の不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）※	①駿河湾域+東海域+南海域+日向灘域	8.5	115.9	○
	②駿河湾域+東海域+南海域	8.5	111.3	○
	③駿河湾域+東海域	8.5	57.9	○

※東海域に位置する東海SMGA①を、保守的な評価となるよう、敷地近傍を含めて駿河湾域の地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）に集約して設定しており、2つの領域（③駿河湾域+東海域）を最小の領域区分とした震源モデル

各領域区分の比較の結果、地震動レベルが最も大きいもの。

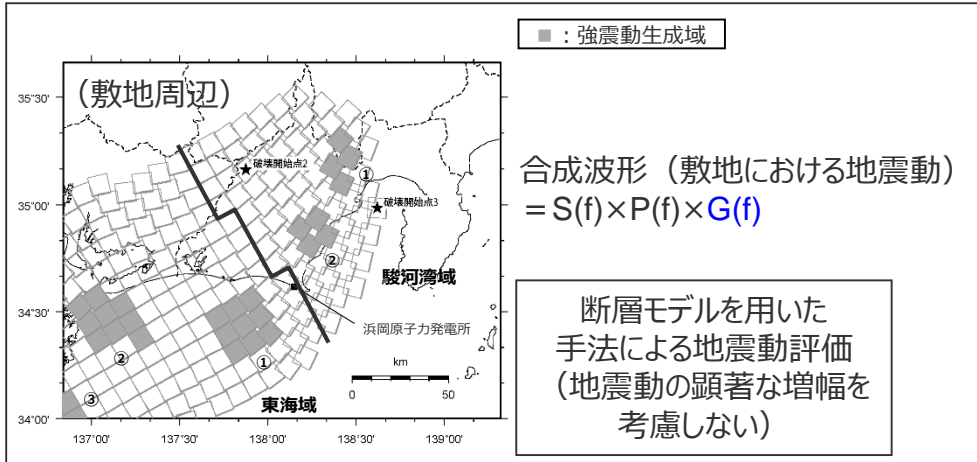
○：適用範囲内 ×：適用範囲外

余白

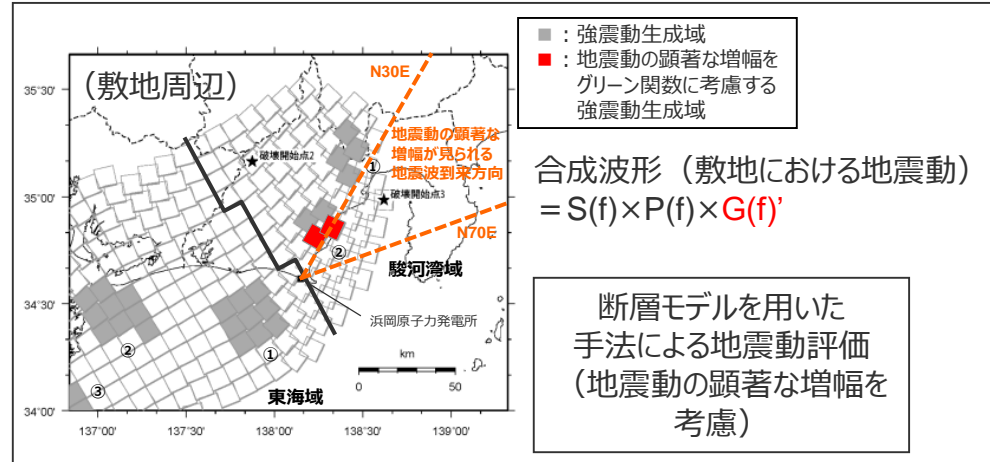
応答スペクトルに基づく地震動評価への地震動の顕著な増幅の反映

- 応答スペクトルに基づく地震動評価は、検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）の震源モデル毎に、地震動の顕著な増幅を考慮する場合と考慮しない場合について、断層モデルを用いた手法による地震動評価を行い、これらの結果による増幅係数（応答スペクトル比：「地震動の顕著な増幅を考慮する場合の平均応答スペクトル（各破壊開始点の平均）」／「地震動の顕著な増幅を考慮しない場合の平均応答スペクトル（各破壊開始点の平均）」※）を水平動・鉛直動それぞれで算出し、応答スペクトルに基づく地震動評価結果（地震動の顕著な増幅を考慮しない）に乘じる。

【地震動の顕著な増幅を考慮しない】



【地震動の顕著な増幅を考慮】



・ 震源モデル図における黒字の丸数字はプレート間地震の強震動生成域のNo.を表す。

増幅係数（応答スペクトル比）を算出

$$\left[\frac{\text{地震動の顕著な増幅を考慮する場合の平均応答スペクトル（各破壊開始点の平均）}^*}{\text{地震動の顕著な増幅を考慮しない場合の平均応答スペクトル（各破壊開始点の平均）}^*} \right]$$

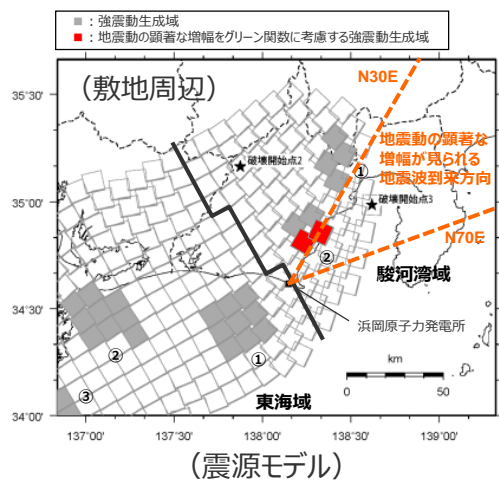
応答スペクトルに基づく地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）

= 応答スペクトルに基づく地震動評価結果（地震動の顕著な増幅を考慮しない） × 増幅係数（応答スペクトル比）

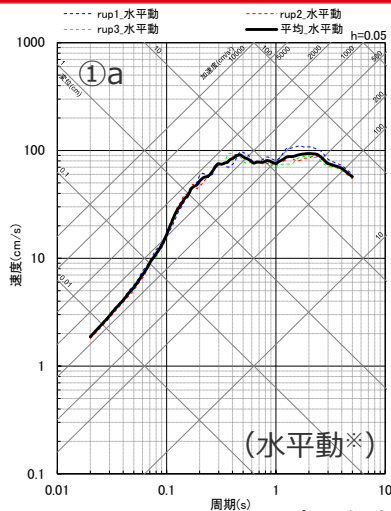
※ 増幅係数（応答スペクトル比）の算出に当たって、「本反映方法により地震動の顕著な増幅を反映した断層モデルを用いた手法による地震動評価結果の応答スペクトル比（地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価結果／地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価結果）」はNS方向とEW方向で同程度となること（後述参照）、応答スペクトルに基づく手法は震源断層全体の地震動を評価する手法であり、Noda et al.(2002)の方法等を含めて一般に距離減衰式を作成する際には水平動はNS方向の観測記録とEW方向の観測記録とを区別せずに回帰分析が行われていることから、断層モデルを用いた手法による地震動評価結果を用いて求める増幅係数（応答スペクトル比）は各破壊開始点の平均、水平動についてはNS方向とEW方向の平均を用いる。

応答スペクトルに基づく地震動評価への地震動の顕著な増幅の反映

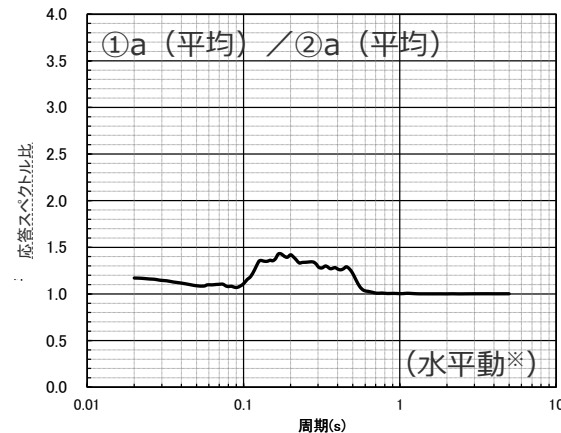
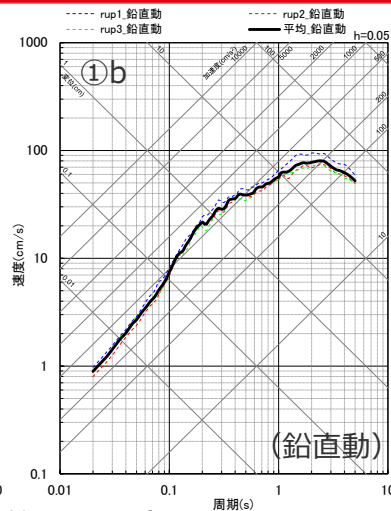
（基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））



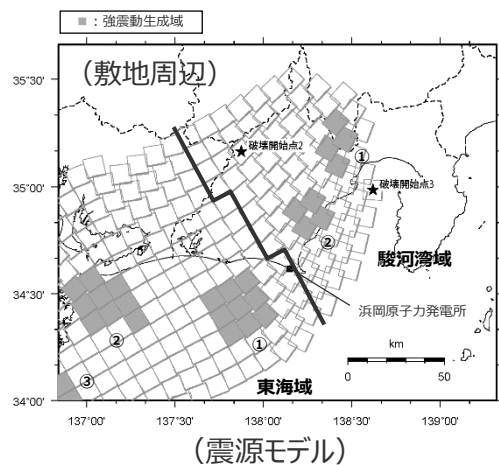
(震源モデル)



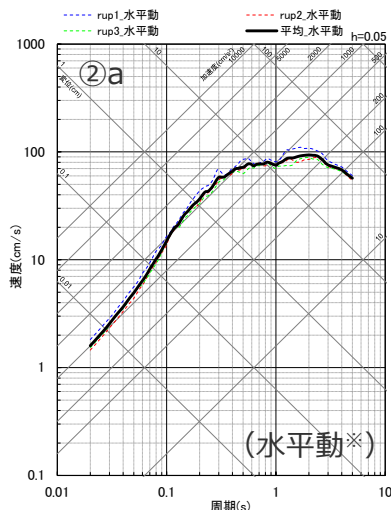
(平均応答スペクトル)



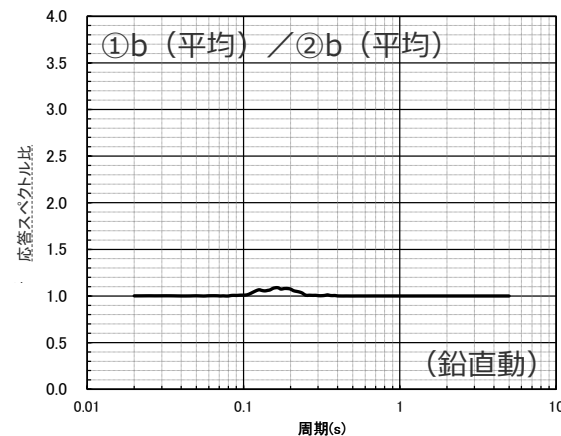
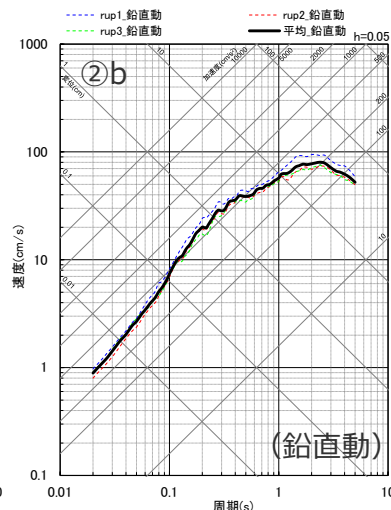
<地震動の顕著な増幅を考慮する場合>



(震源モデル)



(平均応答スペクトル)



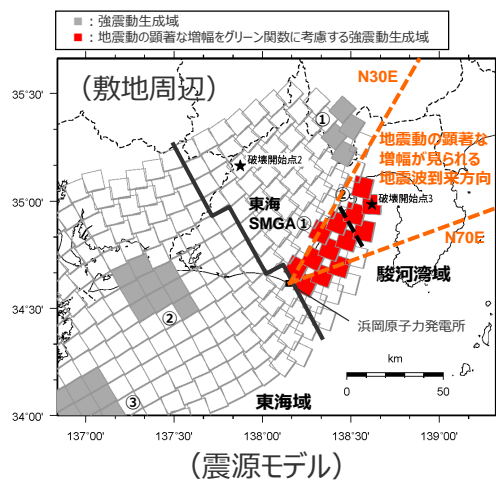
<増幅係数 (応答スペクトル比) >

<地震動の顕著な増幅を考慮しない場合>

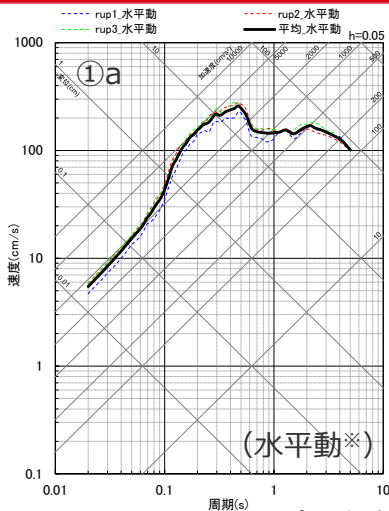
※ 水平動はNS方向とEW方向の平均。

応答スペクトルに基づく地震動評価への地震動の顕著な増幅の反映

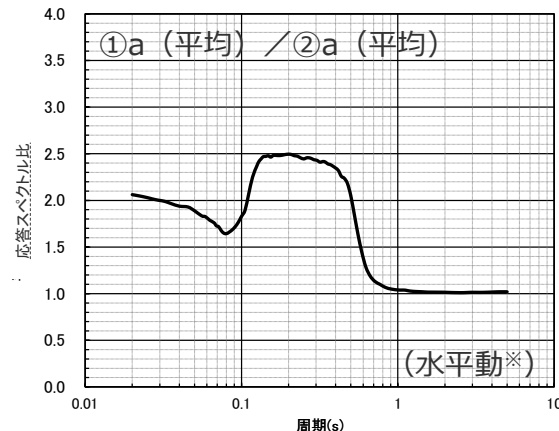
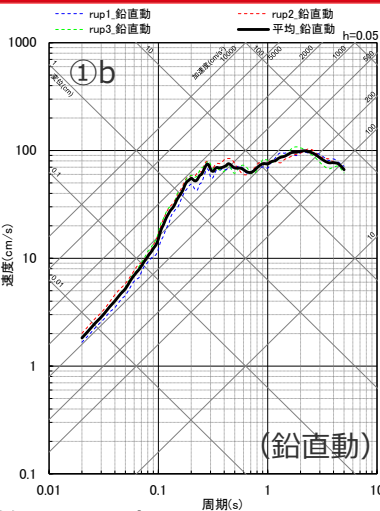
（強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）、強震動生成域の位置と地震規模の不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））



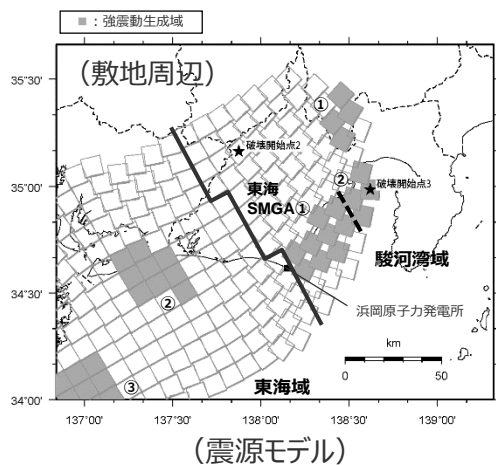
(震源モデル)



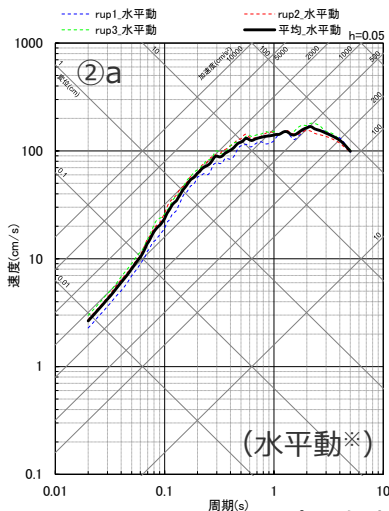
(平均応答スペクトル)



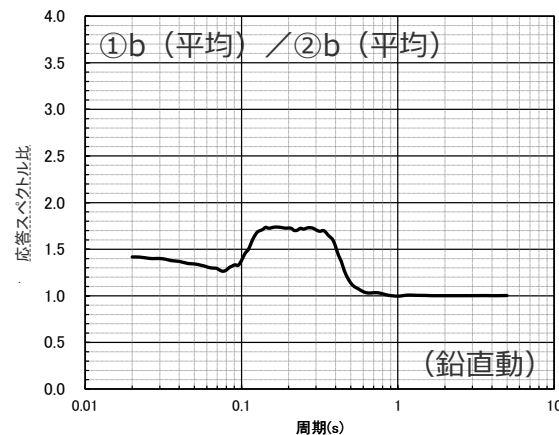
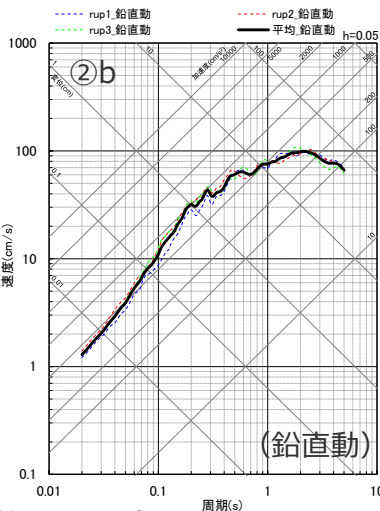
<地震動の顕著な増幅を考慮する場合>



(震源モデル)



(平均応答スペクトル)



<増幅係数 (応答スペクトル比) >

<地震動の顕著な増幅を考慮しない場合>

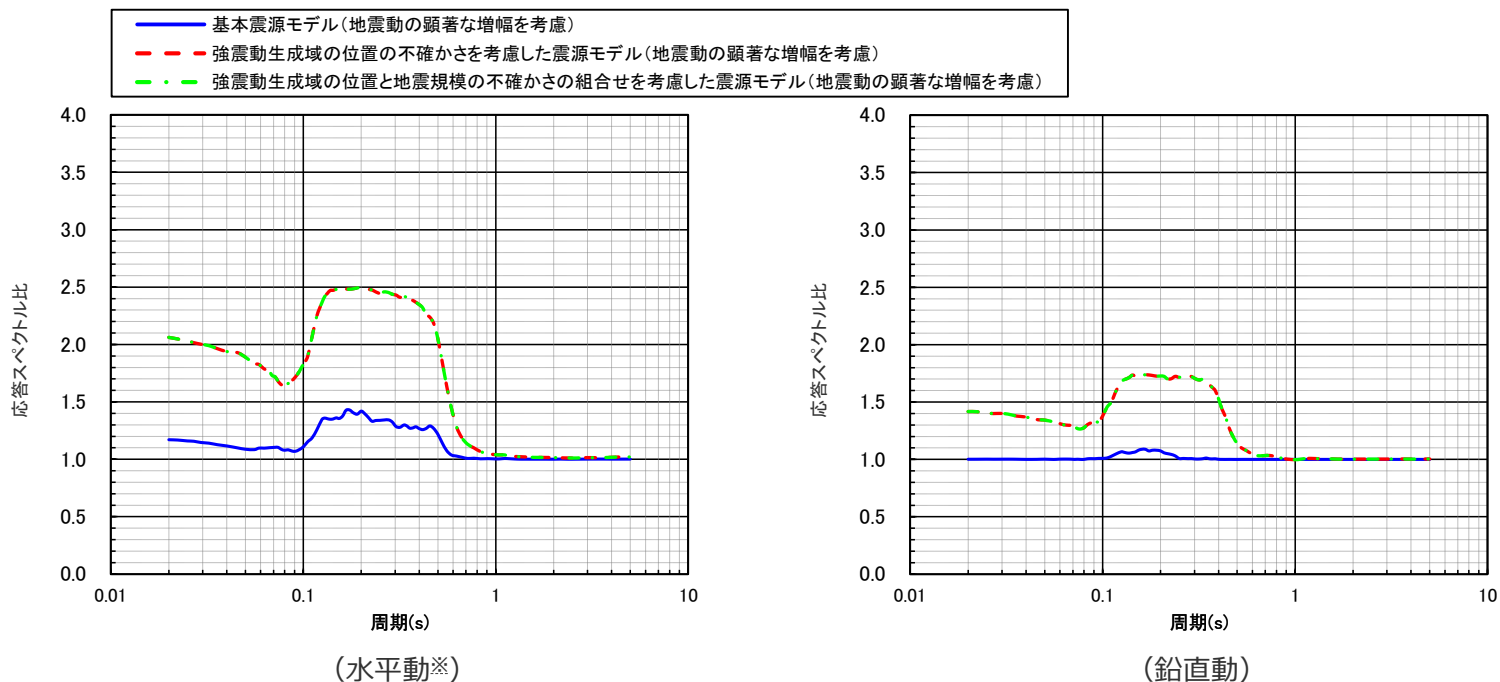
※ 水平動はNS方向とEW方向の平均。

応答スペクトルに基づく地震動評価への地震動の顕著な増幅の反映

(増幅係数 (応答スペクトル比))

増幅係数 (応答スペクトル比) を算出

$$\frac{\text{地震動の顕著な増幅を考慮する場合の平均応答スペクトル (各破壊開始点の平均) ※}}{\text{地震動の顕著な増幅を考慮しない場合の平均応答スペクトル (各破壊開始点の平均) ※}}$$



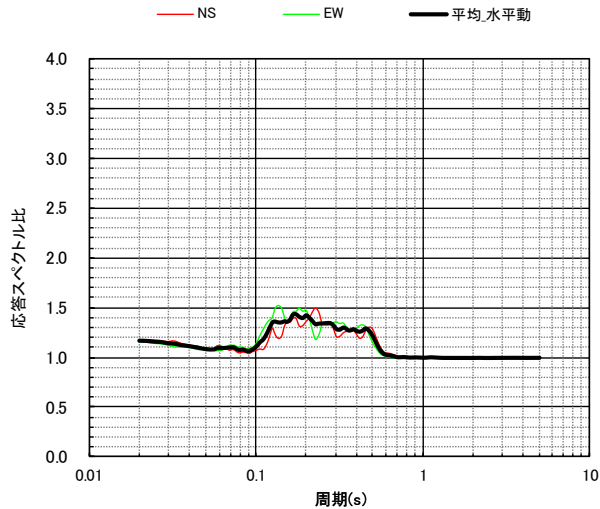
<地震動の顕著な増幅の反映のために用いる増幅係数 (応答スペクトル比) >

※ 水平動はNS方向とEW方向の平均。

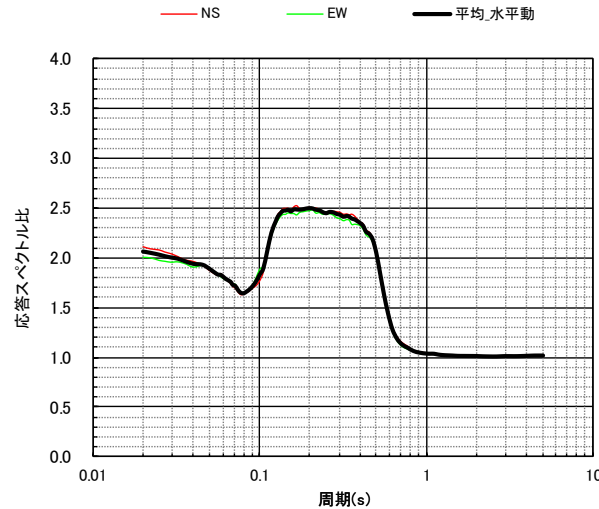
<2.2 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮） 2.2.1 応答スペクトルに基づく地震動評価>

応答スペクトルに基づく地震動評価への地震動の顕著な増幅の反映 （NS方向、EW方向と水平方向（平均）の増幅係数（応答スペクトル比）の比較）

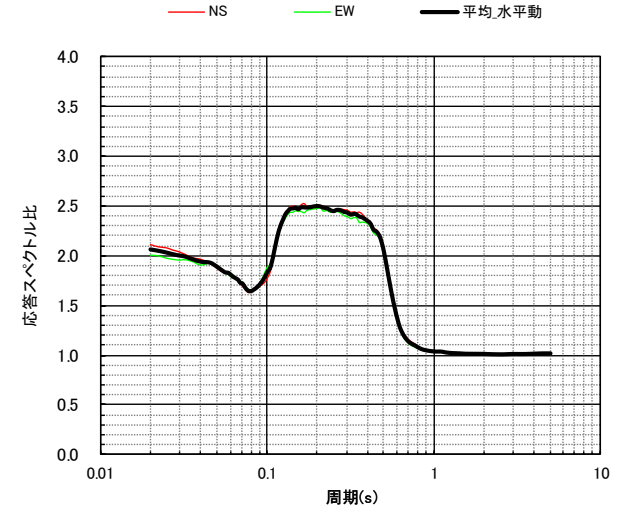
○プレート間地震の基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）、強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）、強震動生成域の位置と地震規模の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）について、NS方向とEW方向の増幅係数（応答スペクトル比）は同程度となっている。



（基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））



（強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））



（強震動生成域の位置と地震規模の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））

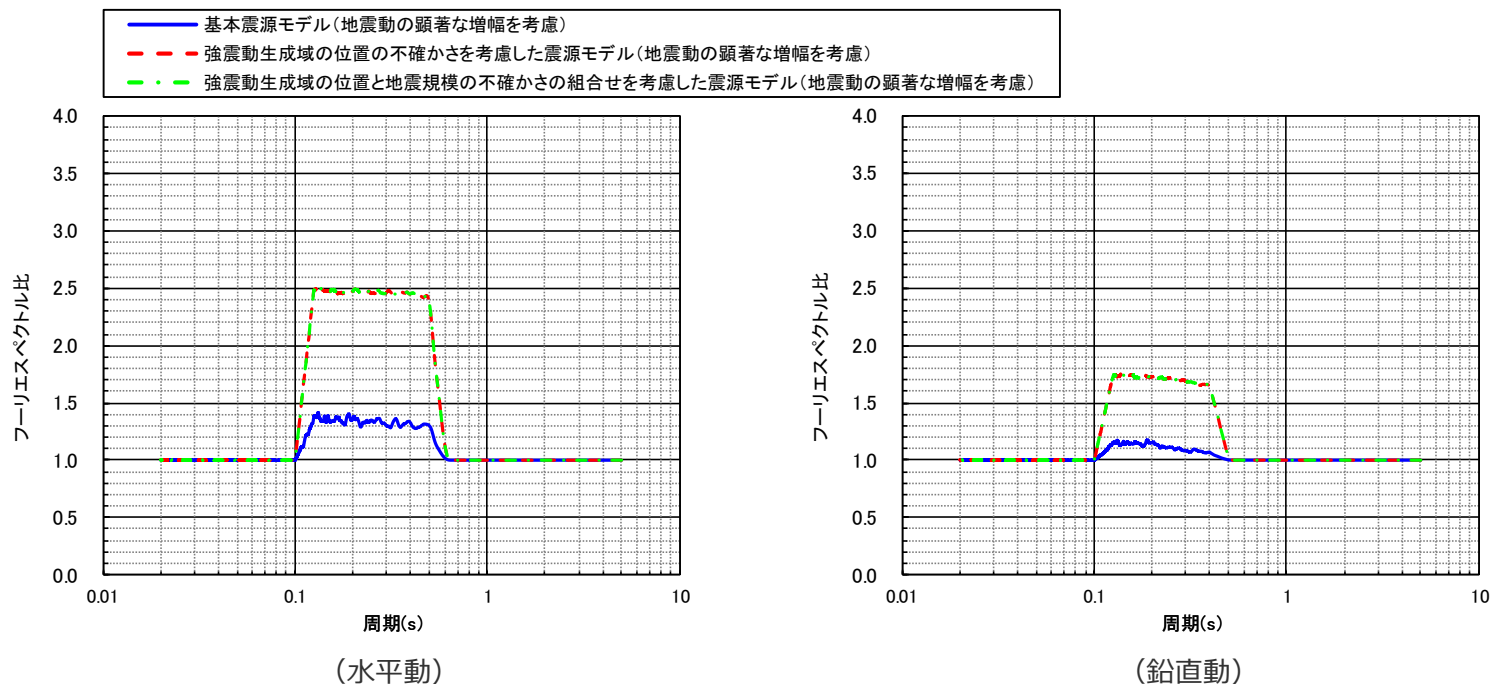
<NS方向、EW方向と水平方向（平均）※の増幅係数（応答スペクトル比）の比較>

※ 水平方向（平均）はNS方向とEW方向の平均。

応答スペクトルに基づく地震動評価への地震動の顕著な増幅の反映 （（参考）フーリエスペクトル比）

フーリエスペクトル比を算出

地震動の顕著な増幅を考慮する場合の平均フーリエスペクトル（各破壊開始点の平均）※
地震動の顕著な増幅を考慮しない場合の平均フーリエスペクトル（各破壊開始点の平均）※



<（参考）フーリエスペクトル比>

※ 増幅係数（応答スペクトル比）の算出における平均応答スペクトルの作成に用いた波形と同じ20組の波形を用いて平均フーリエスペクトルを算出。水平動はNS方向とEW方向の平均。

応答スペクトルに基づく地震動評価結果

（基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））

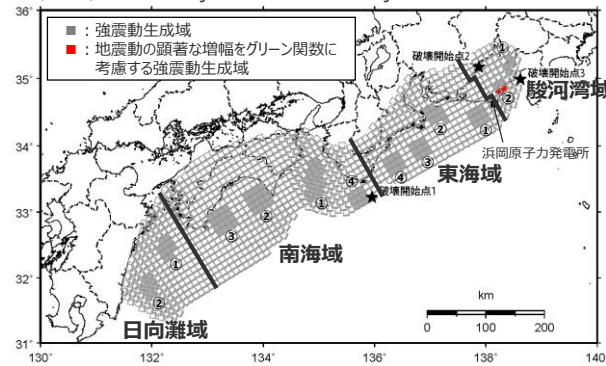
【Noda et al.(2002)の方法による地震動評価（基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））】

○基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の領域区分①～⑤のうち「③駿河湾域+東海域」の地震動レベルが最も大きくなっており、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の応答スペクトルに基づく地震動評価結果として「③駿河湾域+東海域」を採用する。

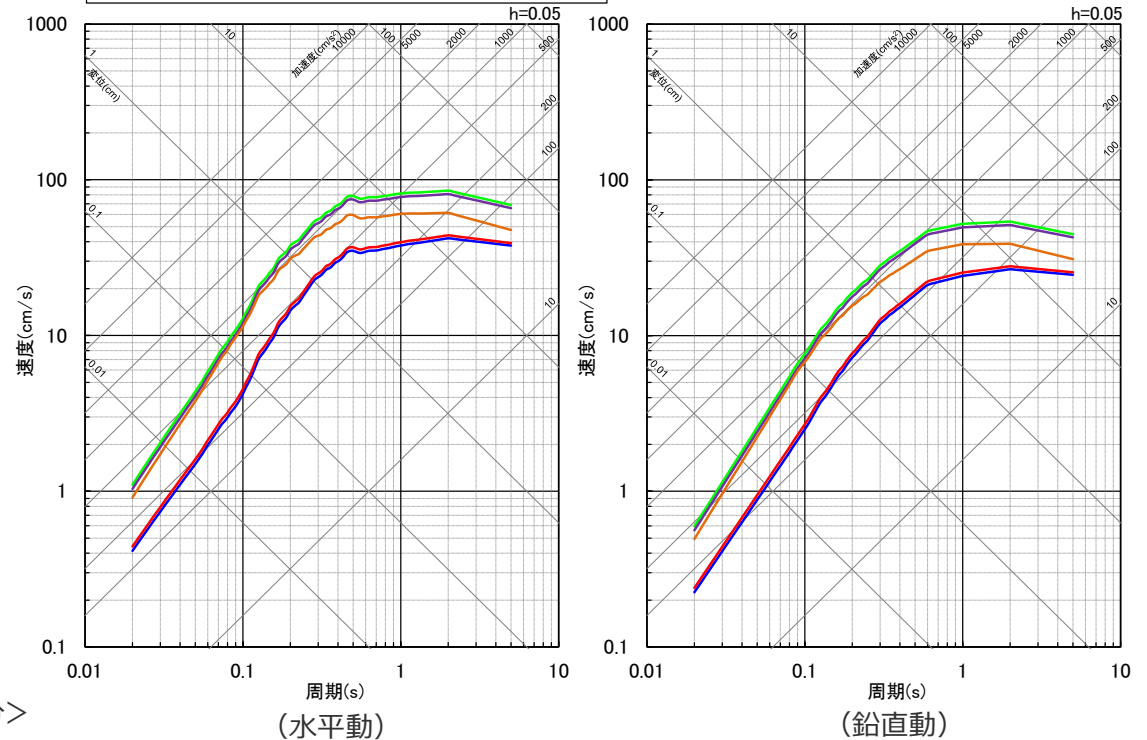
<Noda et al.(2002)の方法による地震動評価に用いるパラメータ（基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））>

領域区分	パラメータ	
	Mj※1	等価震源距離 Xeq(km)
①駿河湾域+東海域+南海域+日向灘域	8.5	130.1
②駿河湾域+東海域+南海域	8.5	124.6
③駿河湾域+東海域	8.5	64.2
④東海域	8.5	67.7
⑤駿河湾域	7.9	41.2

※1 佐藤(1989)に基づき、Mj8.5を超える場合はMj8.5とする。



- ①駿河湾域+東海域+南海域+日向灘域(Mj8.5, Xeq130.1)
- ②駿河湾域+東海域+南海域(Mj8.5, Xeq124.6)
- ③駿河湾域+東海域(Mj8.5, Xeq64.2)
- ④東海域(Mj8.5, Xeq67.7)
- ⑤駿河湾域(Mj7.9, Xeq41.2)



<基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の領域区分>

<応答スペクトルに基づく地震動評価結果（Noda et al.(2002)の方法による）>

・ Xeqは、等価震源距離 (km) を表す。

・ 震源モデル図における黒字の丸数字はプレート間地震の強震動生成域のNo.を表す。

応答スペクトルに基づく地震動評価結果

（強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））

【Noda et al.(2002)の方法による地震動評価（強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））】

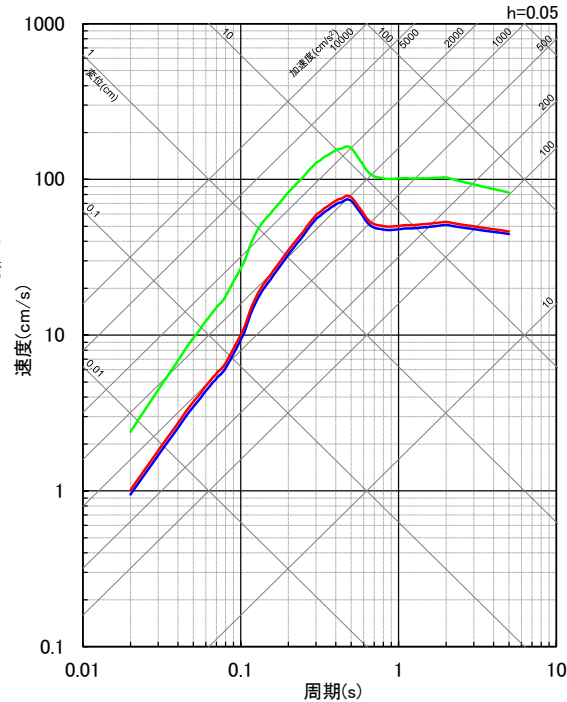
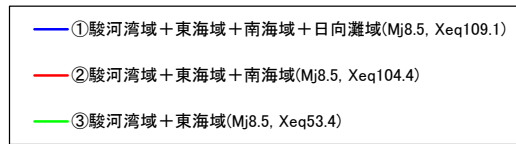
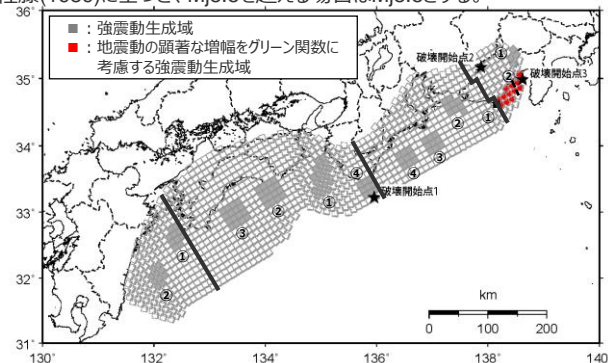
○ 強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の領域区分①～③のうち「③駿河湾域+東海域」の地震動レベルが最も大きくなっており、「③駿河湾域+東海域」で強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の応答スペクトルに基づく地震動評価結果として「③駿河湾域+東海域」を採用する。

<Noda et al.(2002)の方法による地震動評価に用いるパラメータ>
（強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル
（地震動の顕著な増幅を考慮））

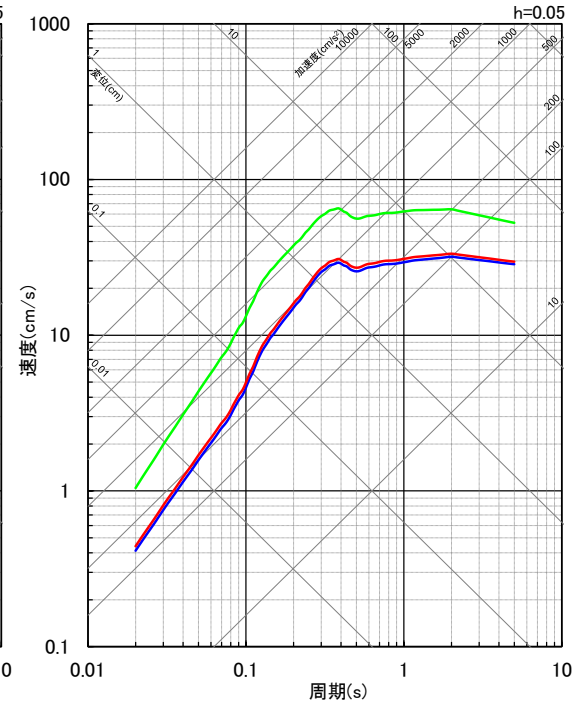
領域区分※1	パラメータ	
	Mj※2	等価震源距離 Xeq(km)
①駿河湾域+東海域+南海域+日向灘域	8.5	109.1
②駿河湾域+東海域+南海域	8.5	104.4
③駿河湾域+東海域	8.5	53.4

※1 「④東海域」及び「⑤駿河湾域」は、東海域に位置する東海SMGA①を、保守的な評価となるよう、駿河湾域の敷地下方から地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）にかけて移動して設定しているため、「③駿河湾域+東海域」を最小単位として応答スペクトルに基づく評価を行う。

※2 佐藤(1989)に基づき、Mj8.5を超える場合はMj8.5とする。



（水平動）



（鉛直動）

<強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル
（地震動の顕著な増幅を考慮）の領域区分>

<応答スペクトルに基づく地震動評価結果（Noda et al.(2002)の方法による）>

・ Xeqは、等価震源距離（km）を表す。
 ・ 震源モデル図における黒字の丸数字はプレート間地震の強震動生成域のNoを表す。
 ・ - - - : 東海SMGA①と駿河湾SMGA②の境界を表す。

応答スペクトルに基づく地震動評価結果

（強震動生成域の位置と地震規模の不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））

【Noda et al.(2002)の方法による地震動評価（強震動生成域の位置と地震規模の不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））】

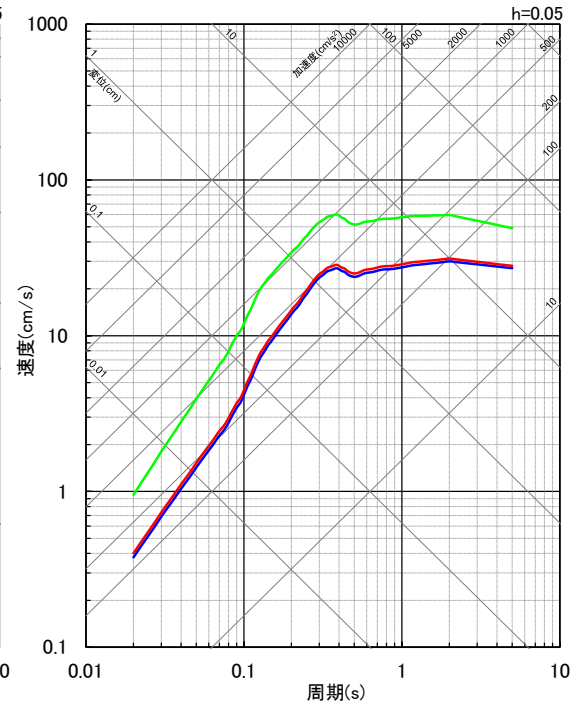
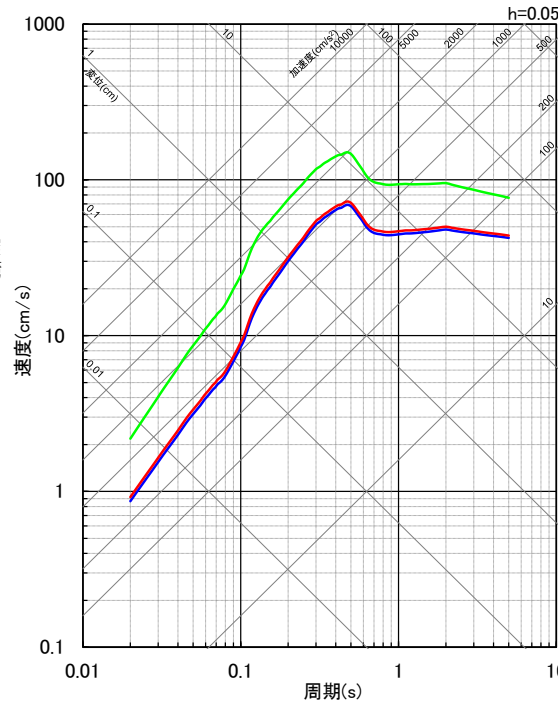
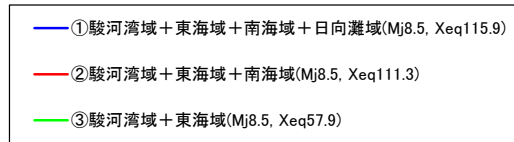
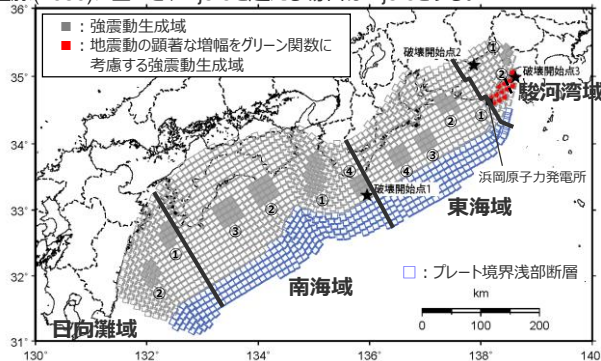
- 強震動生成域の位置と地震規模の不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の領域区分①～③のうち「③駿河湾域+東海域」の地震動レベルが最も大きくなっており、強震動生成域の位置と地震規模の不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の応答スペクトルに基づく地震動評価結果として「③駿河湾域+東海域」を採用する。

<Noda et al.(2002)の方法による地震動評価に用いるパラメータ（強震動生成域の位置と地震規模の不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））>

領域区分※1	パラメータ	
	Mj※2	等価震源距離 Xeq(km)
①駿河湾域+東海域+南海域+日向灘域	8.5	115.9
②駿河湾域+東海域+南海域	8.5	111.3
③駿河湾域+東海域	8.5	57.9

※1 「④東海域」及び「⑤駿河湾域」は、東海域に位置する東海SMGA①を、保守的な評価となるよう、駿河湾域の敷地下方から地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）にかけて移動して設定しているため、「③駿河湾域+東海域」を最小単位として応答スペクトルに基づく評価を行う。

※2 佐藤(1989)に基づき、Mj8.5を超える場合はMj8.5とする。



<強震動生成域の位置と地震規模の不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の領域区分>

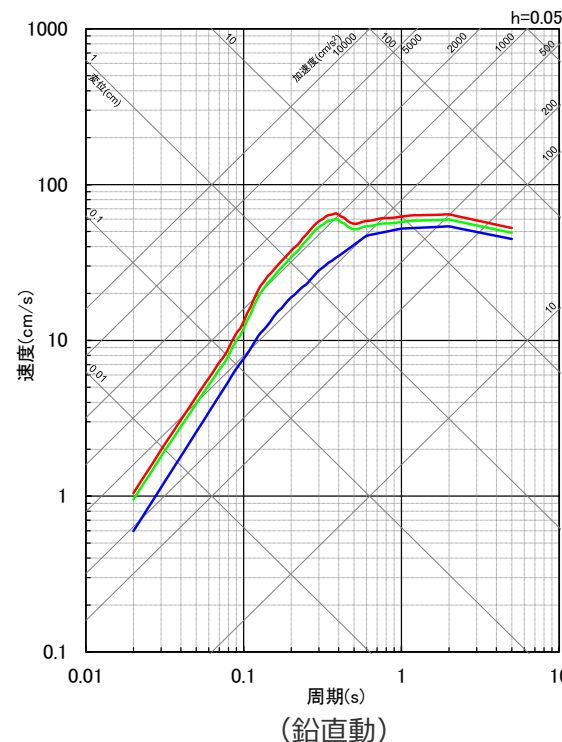
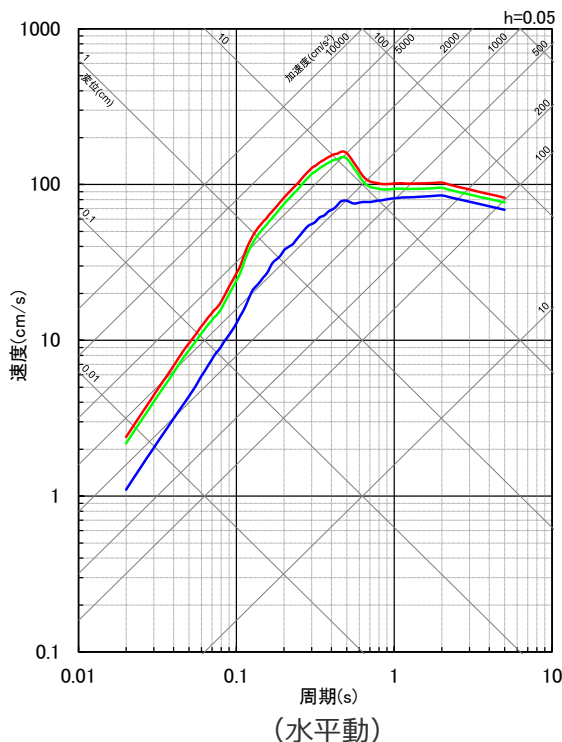
<応答スペクトルに基づく地震動評価結果（Noda et al.(2002)の方法による）>

・ Xeqは、等価震源距離（km）を表す。
 ・ 震源モデル図における黒字の丸数字はプレート間地震の強震動生成域のNoを表す。
 ・ - - - : 東海SMGA①と駿河湾SMGA②の境界を表す。

応答スペクトルに基づく地震動評価結果

（まとめ（地震動の顕著な増幅を考慮））

— 基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）(③駿河湾域+東海域)(Mj8.5, Xeq64.2)
— 強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）(③駿河湾域+東海域)(Mj8.5, Xeq53.4)
— 強震動生成域の位置と地震規模の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）(③駿河湾域+東海域)(Mj8.5, Xeq57.9)



・各震源モデルの地震動評価結果として採用した（地震動レベルが最も大きい）領域区分「③駿河湾域+東海域」。

- ・破壊開始点の不確かさ、強震動生成域の位置と分岐断層の強震動励起特性に係る不確かさの組合せ、強震動生成域の位置と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層への破壊伝播に係る不確かさの組合せは、断層モデルを用いた手法による地震動評価で代表させる。
- ・Xeqは、等価震源距離（km）を表す。

<応答スペクトルに基づく地震動評価結果（Noda et al.(2002)の方法による）>

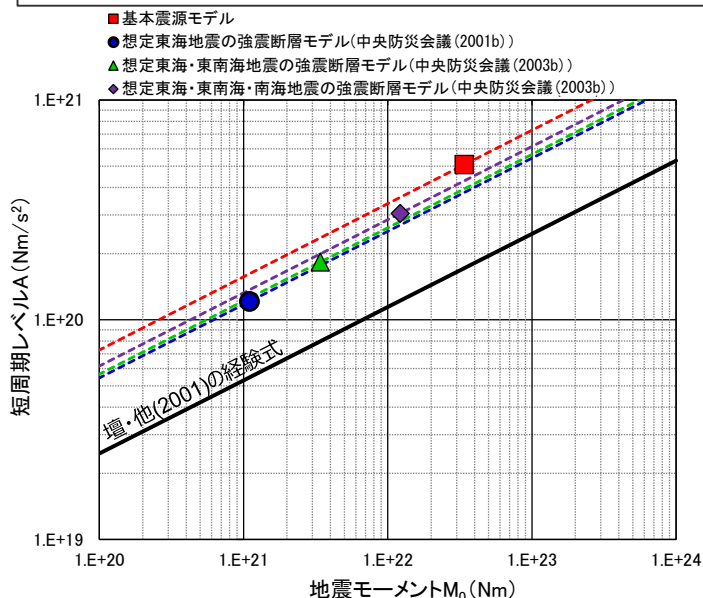
応答スペクトルに基づく地震動評価

（強震動生成域の応力降下量の不確かさの影響を反映）

- 基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）は、地震規模及び破壊開始点の他、強震動生成域の応力降下量の不確かさを予め考慮しており、この影響の確認は、断層モデルを用いた手法による地震動評価を重視することとしているが、応答スペクトルに基づく地震動評価においても、以下に示す方法で、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）に予め考慮した強震動生成域の応力降下量の不確かさの影響を反映する。
- Noda et al.(2002)の方法による地震動評価結果は、中央防災会議モデル（既往地震）の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果と概ね同程度となっている。そこで、地震モーメント M_0 と短周期レベル A のスケーリング則（ $A \propto M_0^{1/3}$ ）に着目し、Noda et al.(2002)の方法による地震動評価結果に対して、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）に相当する M_0 - A 関係と中央防災会議モデル（既往地震）に相当する M_0 - A 関係との比率を乗じることで、強震動生成域の応力降下量の不確かさの影響を反映する。なお、中央防災会議モデル（既往地震）については、想定東海地震、想定東海・東南海地震、想定東海・東南海・南海地震の強震断層モデルを対象とし、最も大きい比率を考慮する。

$$\text{Noda et al.(2002)の方法による地震動評価結果} \times \frac{\text{基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の}M_0\text{-}A\text{関係}}{\text{中央防災会議モデル（既往地震）の}M_0\text{-}A\text{関係}} = \text{Noda et al.(2002)の方法による地震動評価結果（強震動生成域の応力降下量の不確かさの影響を反映）}$$

中央防災会議モデル（既往地震）の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果と同程度



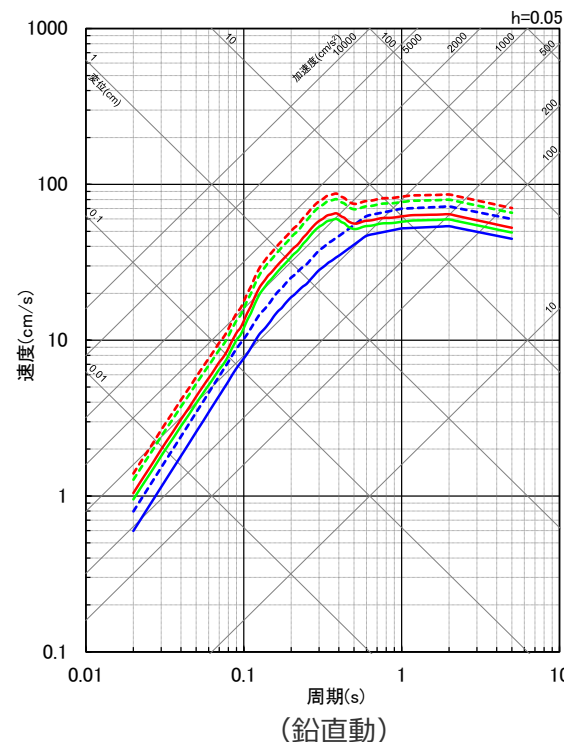
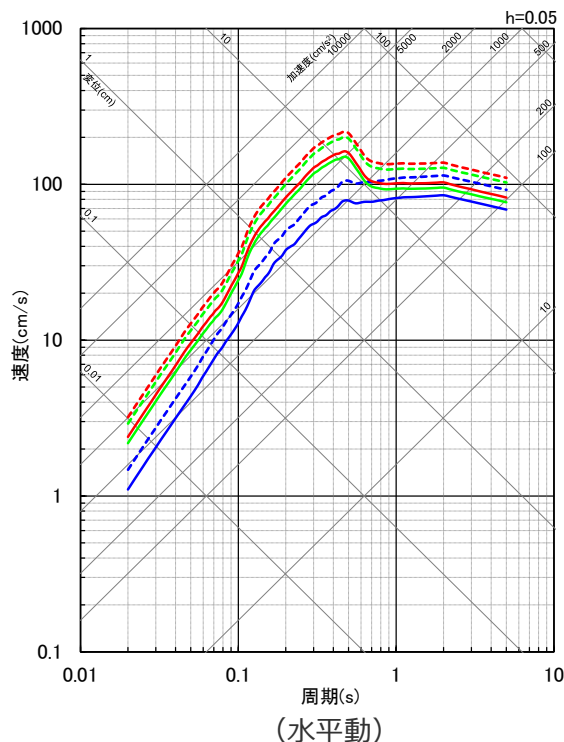
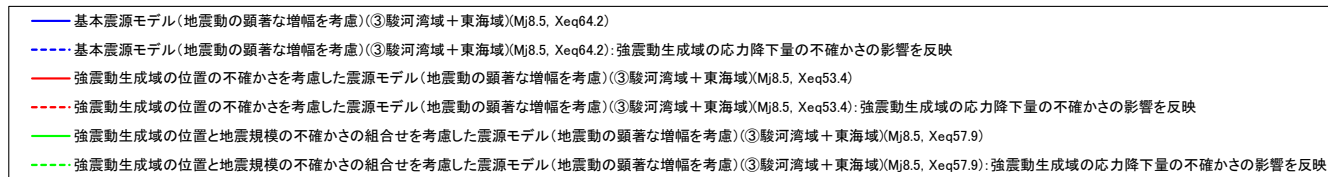
<強震断層モデルの M_0 - A 関係>

<強震断層モデルの M_0 - A 関係>

震源モデル	M_0 - A 関係 (A : Nm/s^2 , M_0 : Nm)	基本震源モデルの比率
① 基本震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮)	$A=7.28 \times 10^{10} \times (M_0 \times 10^7)^{1/3}$	-
② 想定東海地震の強震断層モデル (中央防災会議(2001b))	$A=5.44 \times 10^{10} \times (M_0 \times 10^7)^{1/3}$	1.34 (①/②)
③ 想定東海・東南海地震の強震断層モデル (中央防災会議(2003b))	$A=5.65 \times 10^{10} \times (M_0 \times 10^7)^{1/3}$	1.29 (①/③)
④ 想定東海・東南海・南海地震の強震断層モデル (中央防災会議(2003b))	$A=6.15 \times 10^{10} \times (M_0 \times 10^7)^{1/3}$	1.18 (①/④)

応答スペクトルに基づく地震動評価結果

（まとめ（強震動生成域の応力降下量の不確かさの影響を反映）（地震動の顕著な増幅を考慮））



・各震源モデルの地震動評価結果として採用した（地震動レベルが最も大きい）領域区分「③駿河湾域+東海域」。

- ・破壊開始点の不確かさ、強震動生成域の位置と分岐断層の強震動励起特性に係る不確かさの組合せ、強震動生成域の位置と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層への破壊伝播に係る不確かさの組合せは、断層モデルを用いた手法による地震動評価で代表させる。
- ・Xeqは、等価震源距離 (km) を表す。

<応答スペクトルに基づく地震動評価結果（Noda et al.(2002)の方法による）>

目次

1	地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価	
1.1	内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）	……p.3~
1.2	プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）	……p.90~
1.3	海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）	……p.172~
2	地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価	
2.1	内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）	……p.280~
2.2	プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）	
2.2.1	応答スペクトルに基づく地震動評価	……p.342~
2.2.2	断層モデルを用いた手法による地震動評価	……p.364~
2.2.3	応答スペクトルに基づく地震動評価結果と断層モデルを用いた手法による地震動評価結果との比較	……p.389~
2.2.4	地震動評価結果のまとめ	……p.394~
2.3	海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）	……p.398~

断層モデルを用いた手法

断層モデルを用いた手法は地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価と同じ

- 断層モデルを用いた手法による地震動評価は、一次元地下構造モデルの妥当性を確認した統計的グリーン関数法（短周期領域）と波数積分法（長周期領域）によるハイブリッド合成法を用いる。
- 統計的グリーン関数法は、Boore(1983)による要素地震及び入倉・他(1997)による波形合成※1に基づく。放射特性係数は、Kamae and Irikura(1992)により、0.5Hz以下をAki and Richards(1980)による理論値、5Hz以上をBoore and Boatwright(1984)による等方的な値（0.445）とし、その間是对数軸上で線形補間した値とする。
- 波数積分法は、Hisada(1994)に基づく。すべり速度時間関数は、一般的に用いられる三角形関数※3（震源断層パラメータに基づく）を用いる。

※1 入倉・他(1997)による波形合成では、強震動予測レシビ(2020)によるライズタイム※2を用いる。

※2 強震動予測レシビ(2020)によるライズタイム $tr=0.5 \cdot W/Vr$ ($W=W_a$ (強震動生成域及びアスペリティの幅)、 $W=W_b$ (背景領域の幅)、 Vr : 破壊伝播速度)。プレート間地震について、 $W_a=S_a^{0.5}$ 、 S_a : 各強震動生成域の面積、 $W_b=S_b^{0.5}$ 、 S_b : 各領域の背景領域の面積。分岐断層について、 $W_a=S_a^{0.5}$ 、 S_a : 各アスペリティの面積、 $W_b=S/L$ 、 S 及び L : 各セグメントの震源断層の面積及び長さ。内閣府(2012)南海トラフの巨大地震モデル検討会で用いられているライズタイムも $tr=0.5 \cdot W/Vr$ で設定されている。

・プレート間地震の小断層の分割について、統計的グリーン関数法では10km四方（分割なし）とし、波数積分法では3×3分割としている。

プレート間地震の小断層の分割の妥当性確認については、補足説明資料③-17参照。

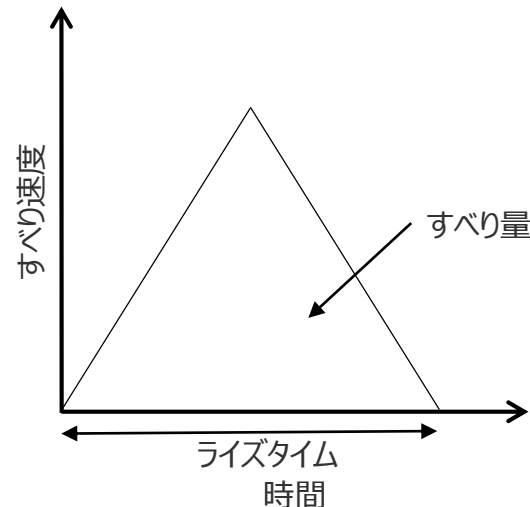
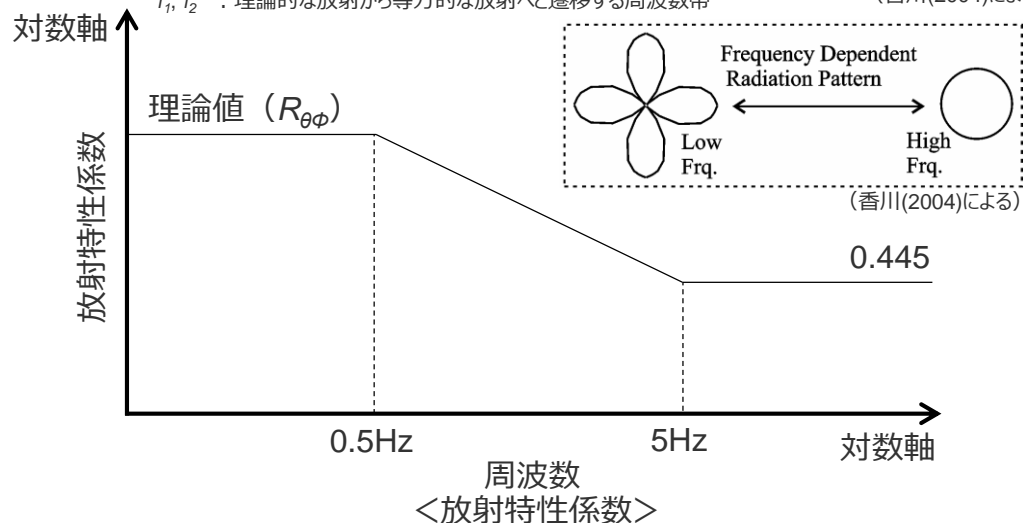
・内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層について、断層モデルを用いた手法はp.309参照。

$$R_{\theta\phi}(f) = \frac{(\log(f_2) - \log(f))R_{\theta\phi 0} + (\log(f) - \log(f_1))R_{\theta\phi m}}{\log(f_2) - \log(f_1)} \quad (\text{香川(2004)による})$$

$R_{\theta\phi 0}$: 震源とサイトの位置関係及びすべり方向から理論的に評価されるラディエーション係数

$R_{\theta\phi m}$: 高周波数で等方放射として平均化されたラディエーション係数

f_1, f_2 : 理論的な放射から等方的な放射へと遷移する周波数帯 (香川(2004)による)



ライズタイム $tr=0.5 \cdot W/Vr$ ($W=W_a$ (強震動生成域及びアスペリティの幅)、 $W=W_b$ (背景領域の幅)、 Vr : 破壊伝播速度)。プレート間地震について、 $W_a=S_a^{0.5}$ 、 S_a : 各強震動生成域の面積、 $W_b=S_b^{0.5}$ 、 S_b : 各領域の背景領域の面積。分岐断層について、 $W_a=S_a^{0.5}$ 、 S_a : 各アスペリティの面積、 $W_b=S/L$ 、 S 及び L : 各セグメントの震源断層の面積及び長さ。

<すべり速度時間関数>

※3 久田(2002)、倉橋・入倉(2017)等による。敷地において長周期が卓越した地震動が得られた2004年紀伊半島南東沖の地震（本震）のシミュレーションにより妥当性の確認をしている（補足説明資料③-24-参照）。

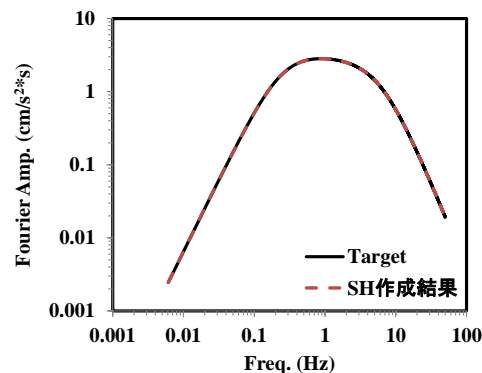
要素地震

○プレート境界及び分岐断層に設定する要素地震の振幅特性及び経時特性はBoore(1983)の手法を用いる。下図に示す要素地震は、震源断層全体の平均的なものであり、波形合成の際は、強震動生成域又はアスペリティと背景領域毎に応力降下量及びすべり量で補正を行う。

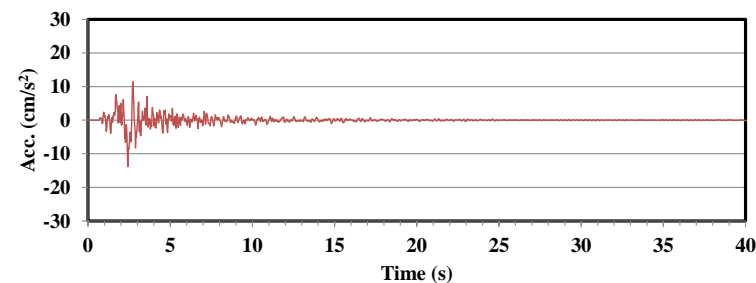
・内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層について、要素地震の振幅特性及び経時特性はp.310参照。

作成条件

パラメータ	設定値
地震モーメント	$9.77 \times 10^{17} \text{ Nm}$
平均応力降下量	2.3MPa
fmax	6.0Hz
要素断層面積	102.3km ²
震源距離	68km



フーリエスペクトル



時刻歴波形

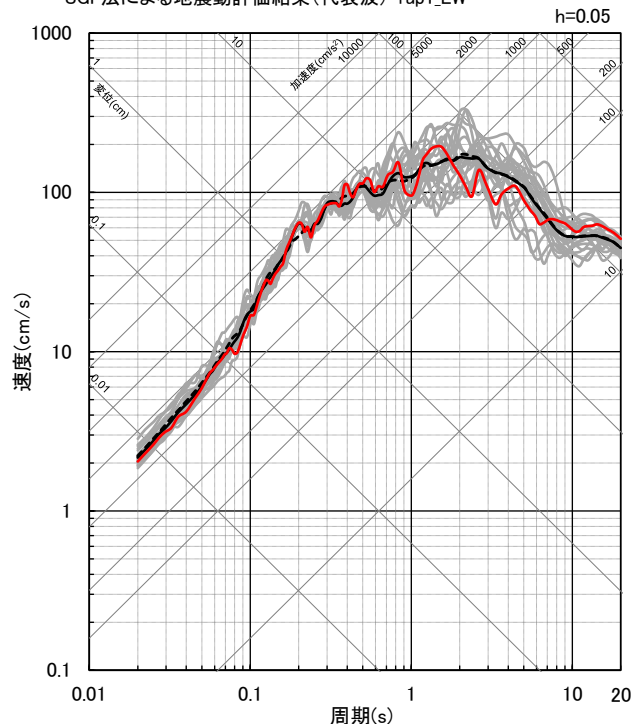
<要素地震（震源断層全体平均）の作成例>
(基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮） SH波)

統計的グリーン関数法による地震動評価における代表波の選定

- 統計的グリーン関数法による地震動評価では、破壊の揺らぎ等を考慮するため、乱数を変えた20組※の波形合成を行い、減衰定数5%の擬似速度応答スペクトル20組の平均値との残差（NS、EW、UDの合計）が最小となるものを代表波として選定する。
- 例として、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の選定について下図に示す。

※ 乱数を20組とした場合と50組とした場合で、平均応答スペクトルが同程度であることを確認。
 ・後述（p.371）する一体計算についても、上記と同様の方法で代表波を選定する。

- SGF法による地震動評価結果（20波）-rup1_EW
- SGF法による地震動評価結果（平均応答スペクトル（20波））-rup1_EW
- - - SGF法による地震動評価結果（平均応答スペクトル（50波））-rup1_EW
- SGF法による地震動評価結果（代表波）-rup1_EW

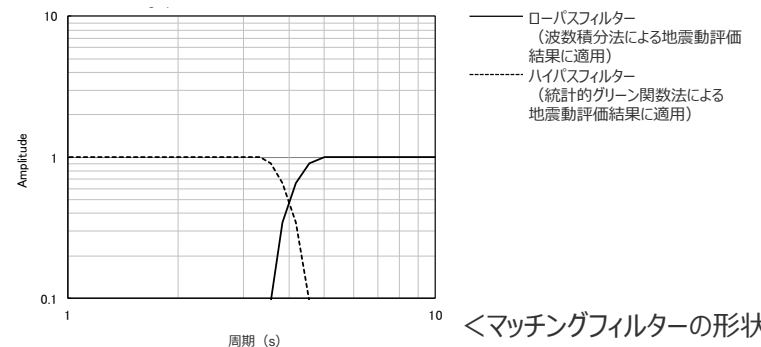


<統計的グリーン関数法による地震動評価の代表波の選定例>
 （基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））

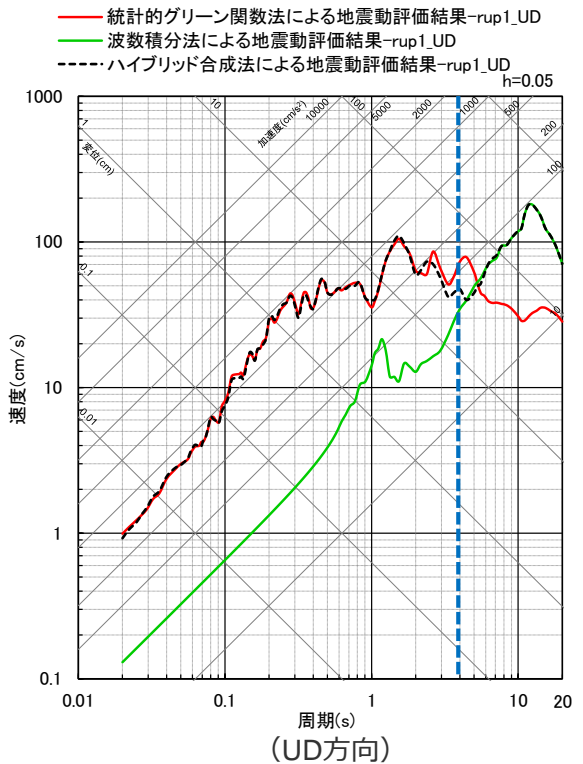
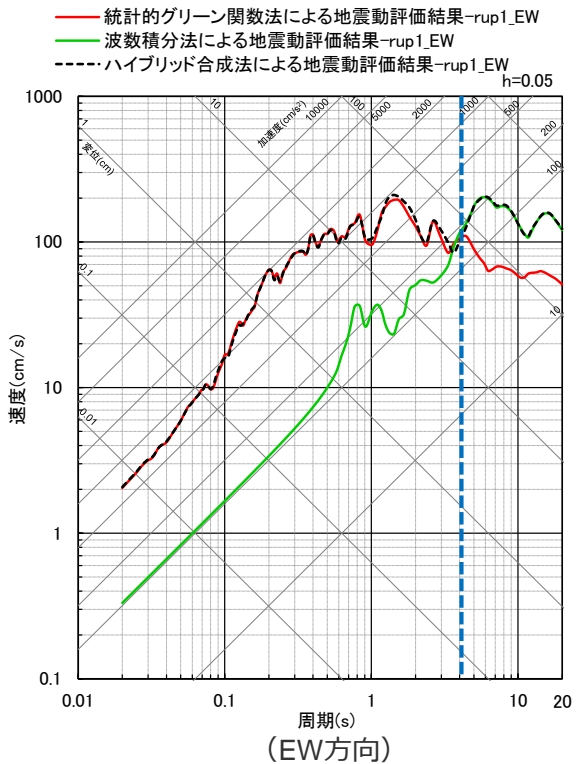
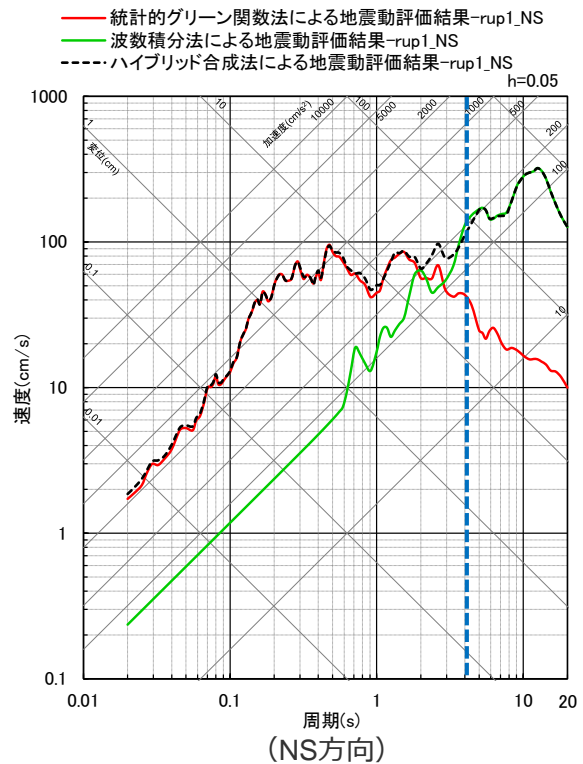
マッチングフィルター及び接続周期

- 統計的グリーン関数法による地震動評価結果と波数積分法による地震動評価結果には、遷移周期帯で相補的に低減するマッチングフィルターを施した。
- 統計的グリーン関数法による地震動評価結果と波数積分法による地震動評価結果から、接続周期を4秒（遷移周期帯：3.3～5.0秒※）とした。

※中心周波数 f_c （= 接続周期の逆数）に対し、低周波数側 $f_1=0.8f_c$ 、高周波数側 $f_2=1.2f_c$ として設定。



<マッチングフィルターの形状>

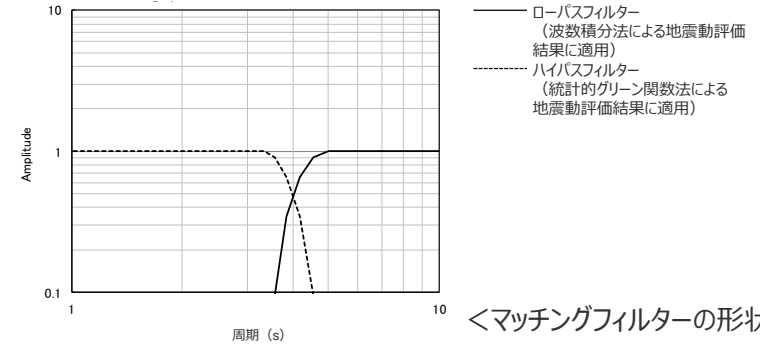


<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（応答スペクトル）>（基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（破壊開始点1））

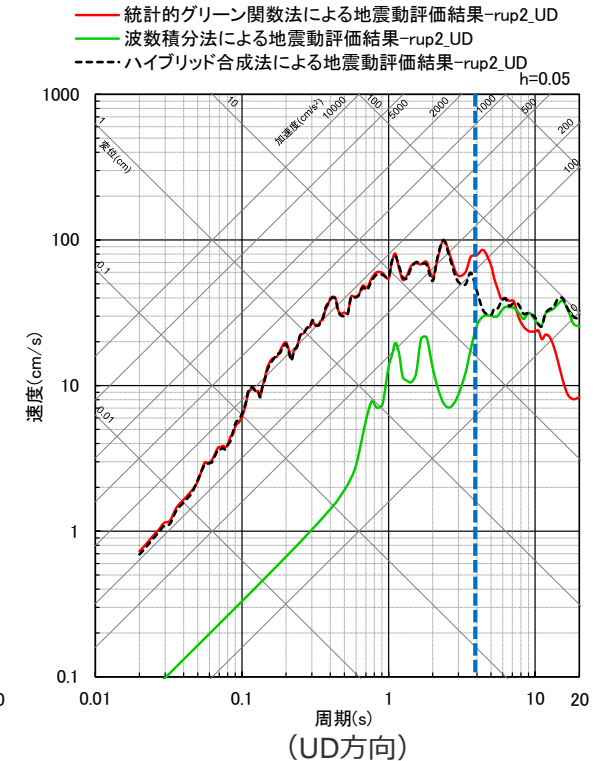
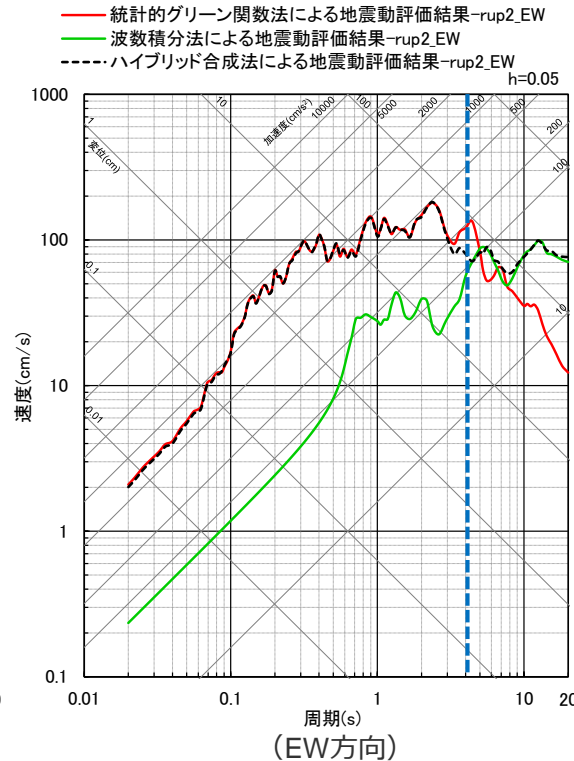
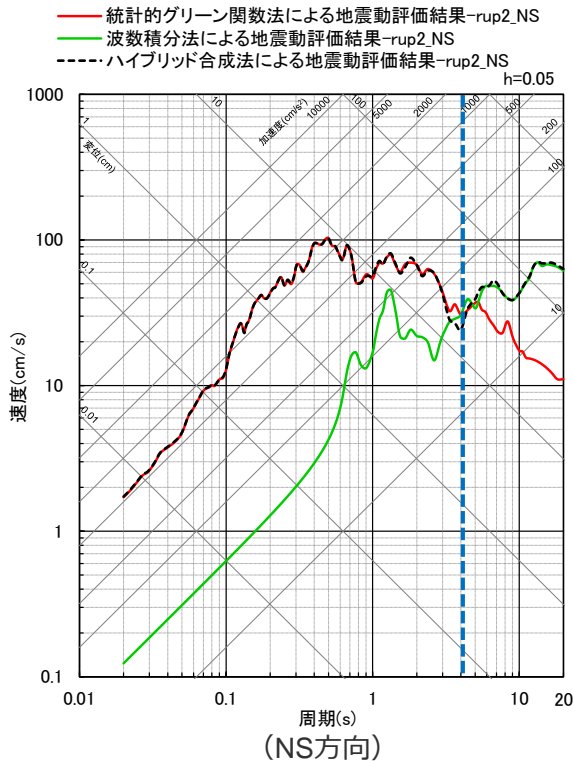
マッチングフィルター及び接続周期

- 統計的グリーン関数法による地震動評価結果と波数積分法による地震動評価結果には、遷移周期帯で相補的に低減するマッチングフィルターを施した。
- 統計的グリーン関数法による地震動評価結果と波数積分法による地震動評価結果から、接続周期を4秒（遷移周期帯：3.3～5.0秒※）とした。

※中心周波数 f_c （= 接続周期の逆数）に対し、低周波数側 $f_1=0.8f_c$ 、高周波数側 $f_2=1.2f_c$ として設定。



<マッチングフィルターの形状>

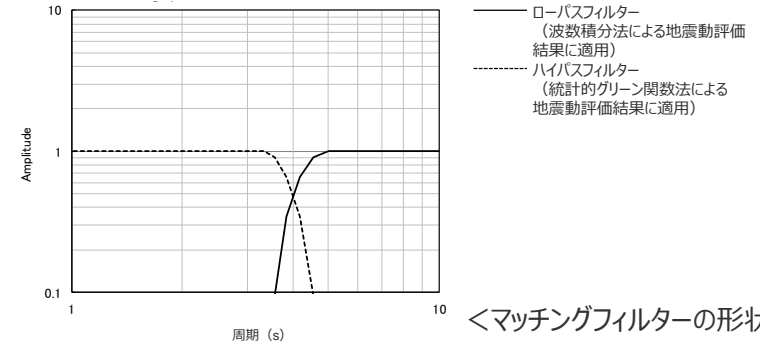


<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（応答スペクトル）>（基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（破壊開始点2））

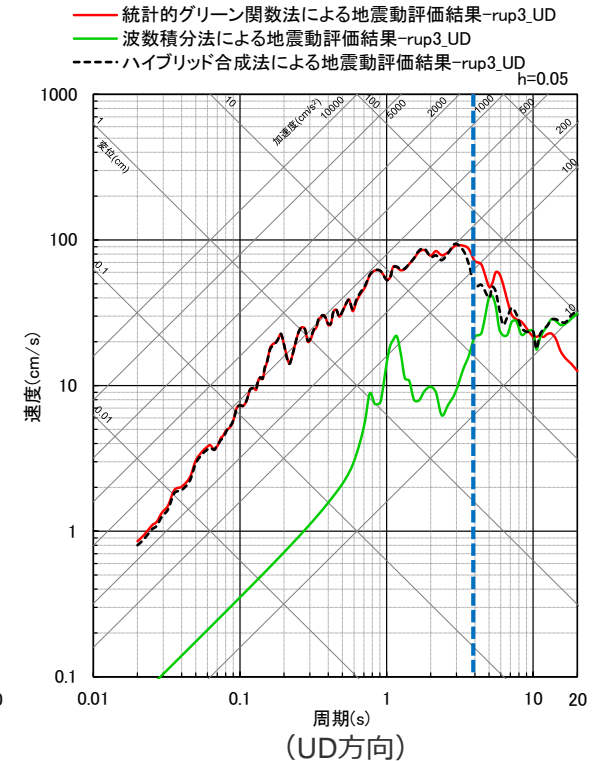
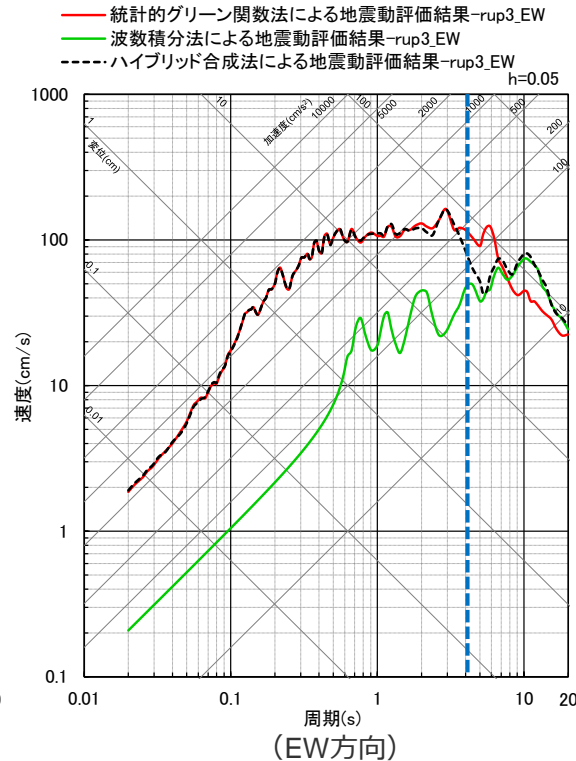
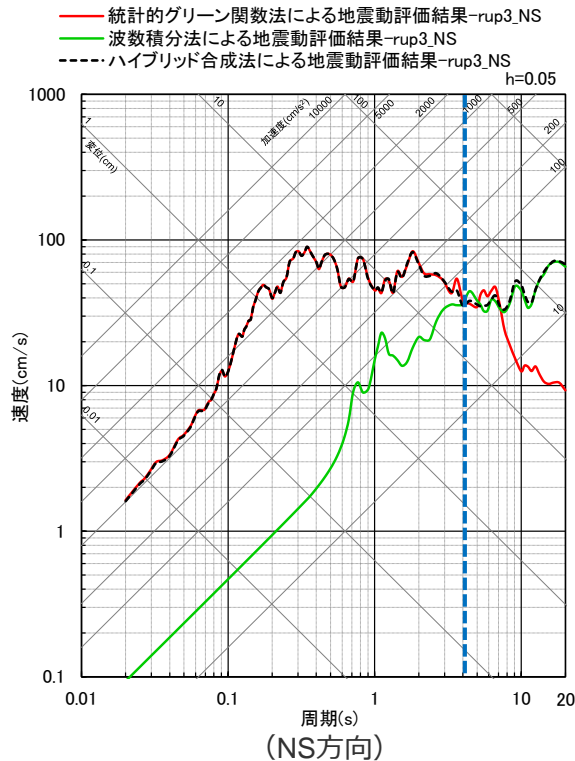
マッチングフィルター及び接続周期

- 統計的グリーン関数法による地震動評価結果と波数積分法による地震動評価結果には、遷移周期帯で相補的に低減するマッチングフィルターを施した。
- 統計的グリーン関数法による地震動評価結果と波数積分法による地震動評価結果から、接続周期を4秒（遷移周期帯：3.3～5.0秒※）とした。

※中心周波数 f_c （=接続周期の逆数）に対し、低周波数側 $f_1=0.8f_c$ 、高周波数側 $f_2=1.2f_c$ として設定。



<マッチングフィルターの形状>

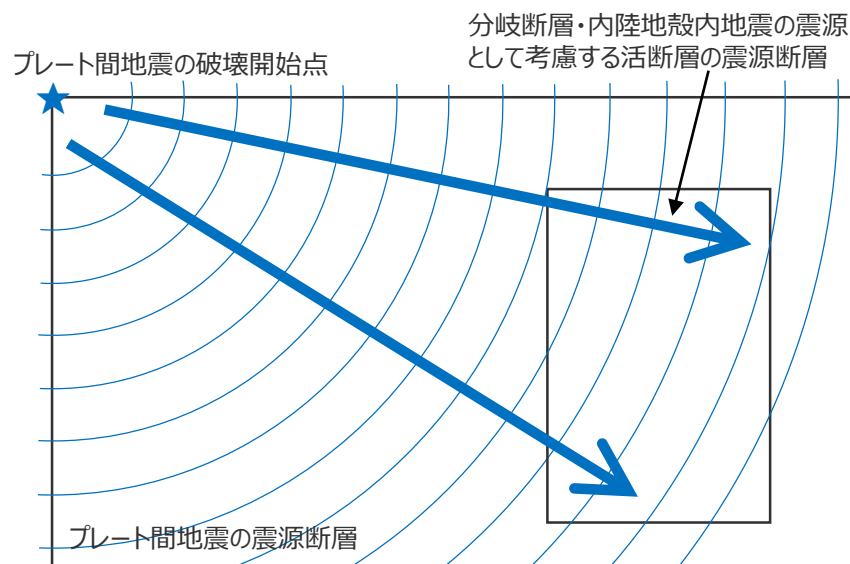


<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（応答スペクトル）>（基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（破壊開始点3））

分岐断層及び内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層との連動ケースの地震動評価手法

連動ケースの地震動評価手法は地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価と同じ

- 強震動生成域の位置と分岐断層の強震動励起特性に係る不確かさの組合せの考慮において、プレート間地震の震源断層の破壊が分岐断層へ伝播することを想定しており、この破壊過程がより適切に反映されるように、一体計算で地震動評価を行う。
- 具体的には、分岐断層を含むプレート間地震の震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）を一体として設定し、プレート間地震の震源断層の破壊を分岐断層に連続的に伝播させて破壊時刻を算出し、各要素のグリーン関数を合成する方法とする（通常の統計的グリーン関数法と波数積分法によるハイブリッド合成法と同じ）（一体計算）。
- また、強震動生成域の位置と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層への破壊伝播に係る不確かさの組合せの考慮についても、上記と同様、プレート間地震の震源断層の破壊が内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層へ伝播することを想定しており、一体計算の方法で断層モデルを用いた手法による地震動評価を行う。

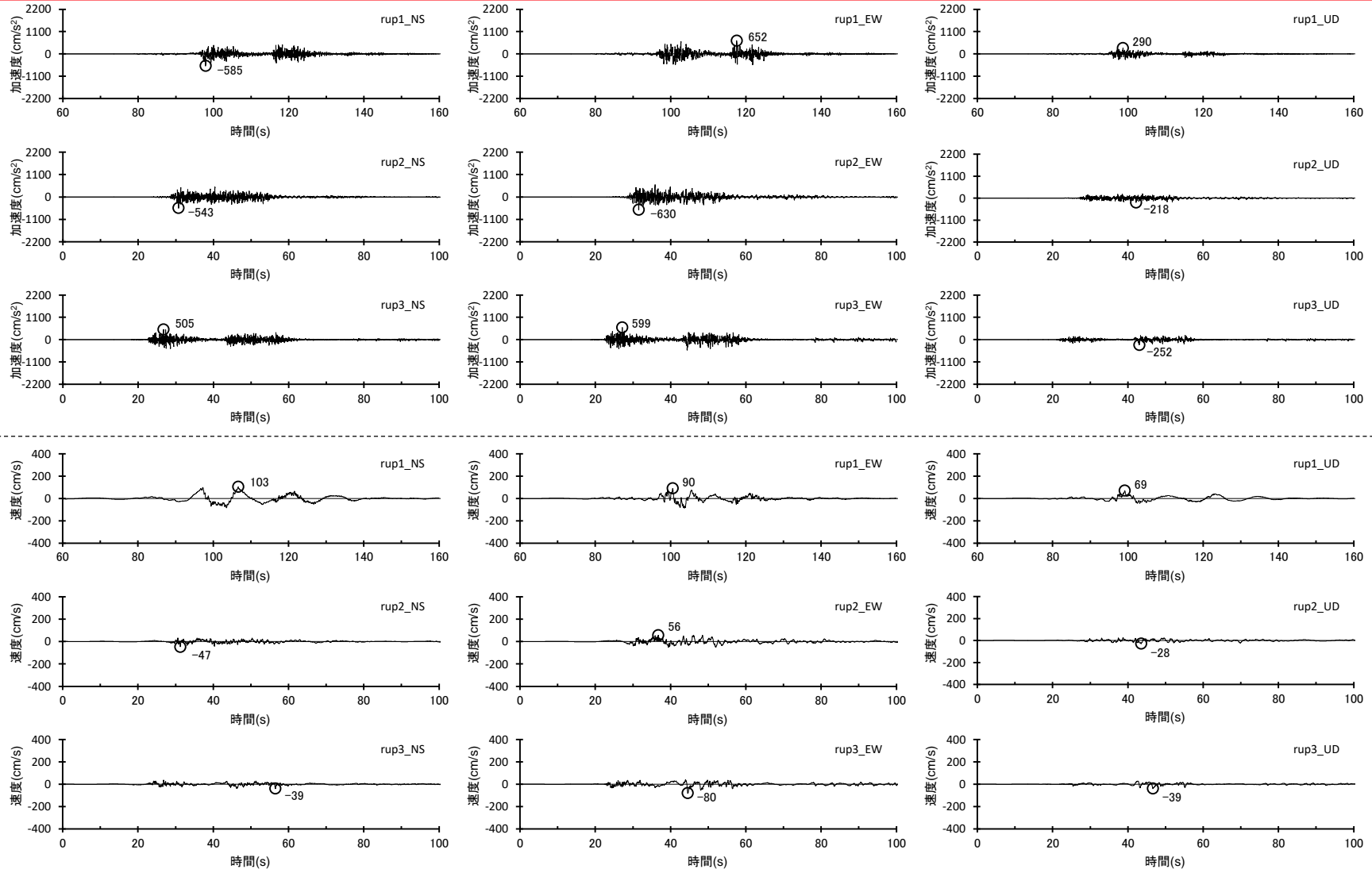


<一体計算での破壊過程（イメージ図）>

余白

断層モデルを用いた手法による地震動評価結果

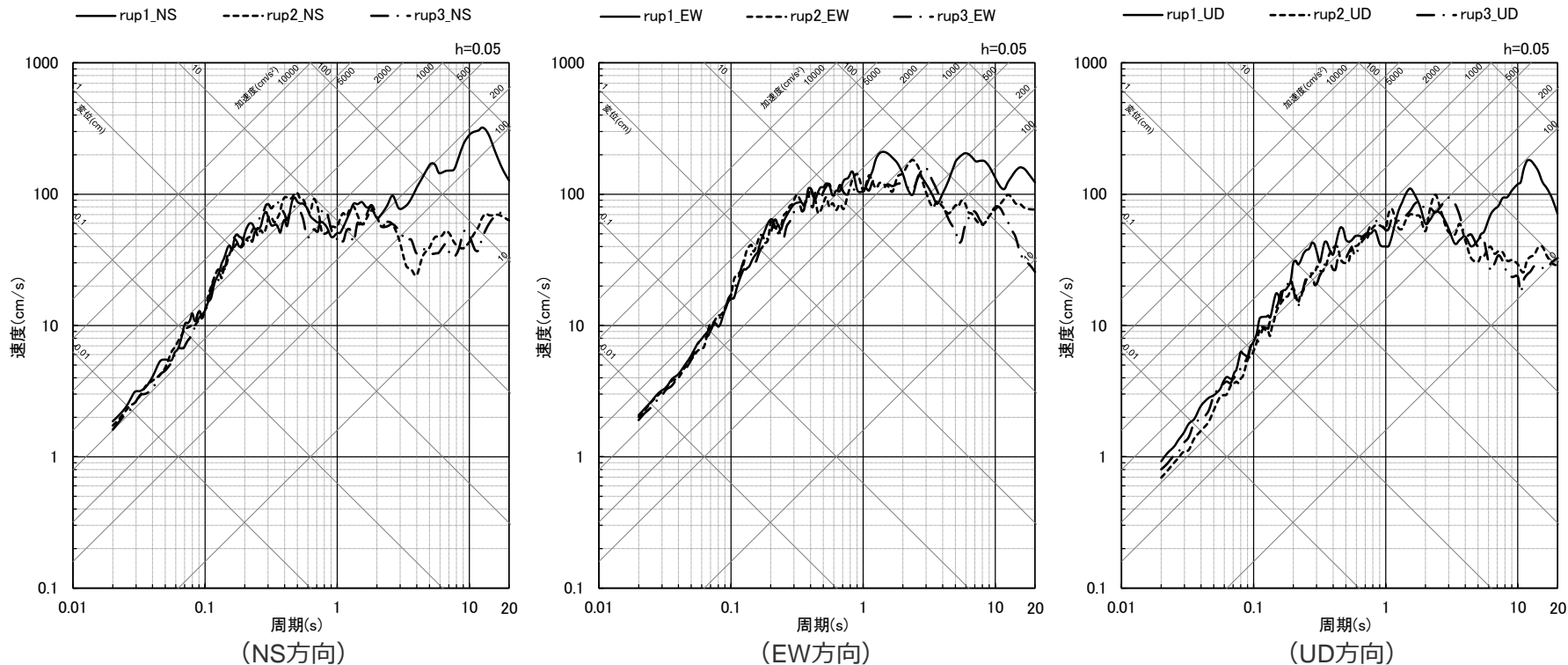
（基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））



<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（上図：加速度時刻歴波形、下図：速度時刻歴波形）>
 （基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））

断層モデルを用いた手法による地震動評価結果

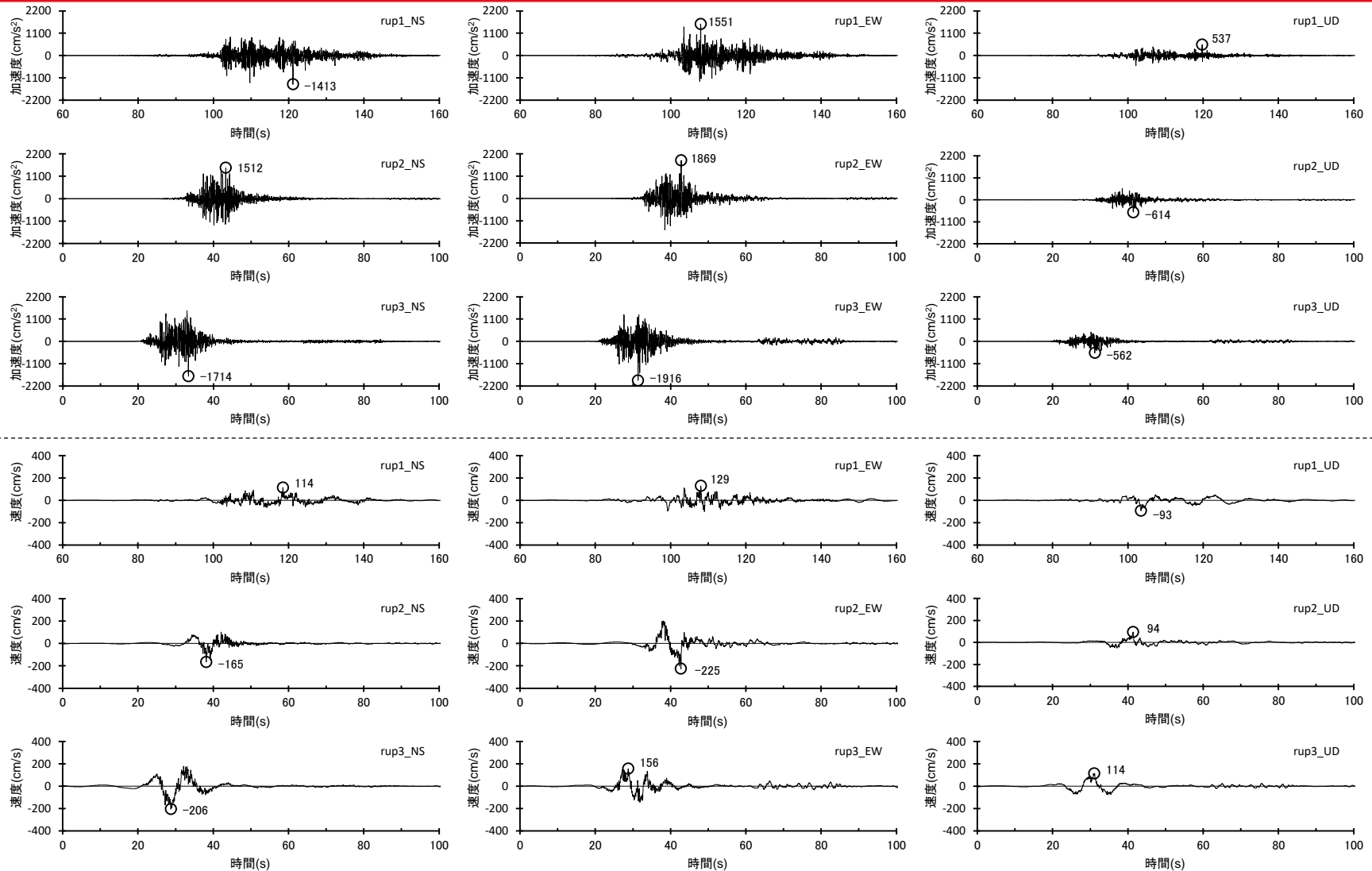
（基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））



<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（応答スペクトル）>
（基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））

断層モデルを用いた手法による地震動評価結果

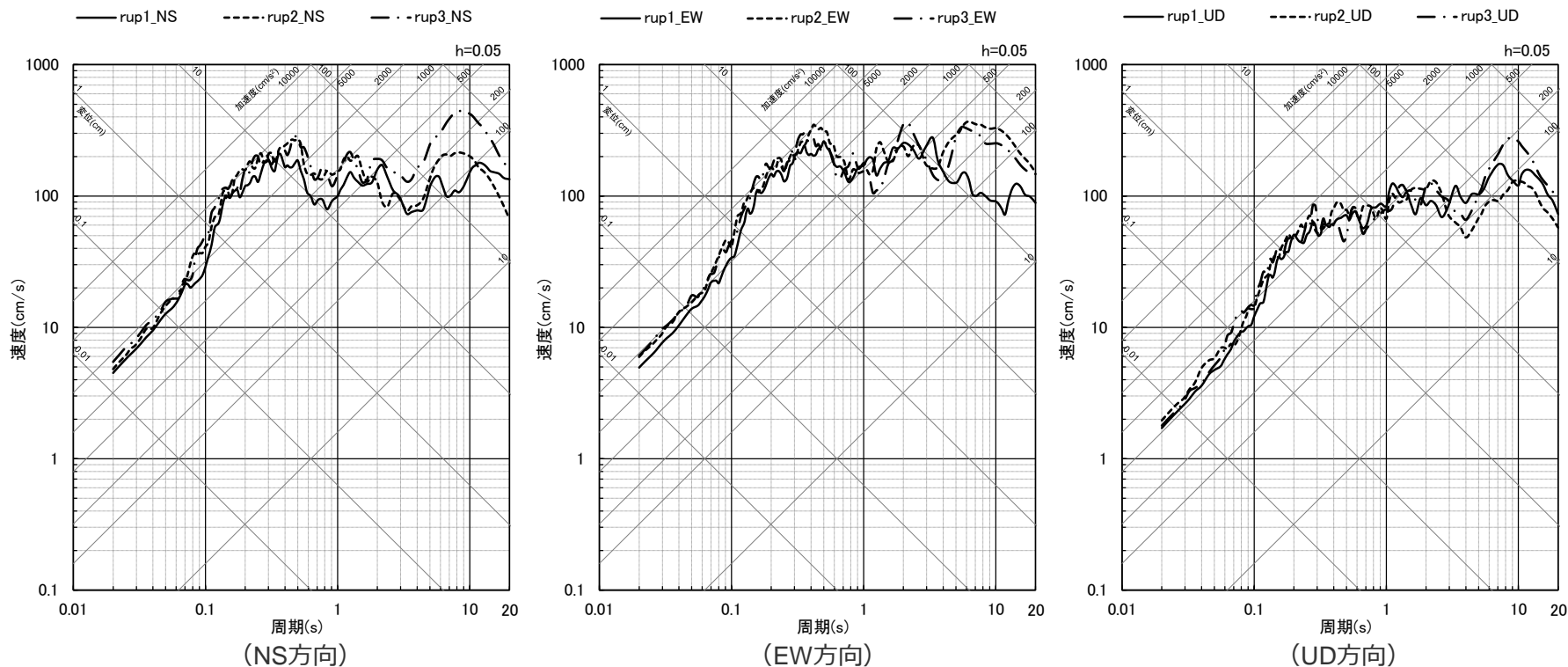
（強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））



<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（上図：加速度時刻歴波形、下図：速度時刻歴波形）>
 （強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））

断層モデルを用いた手法による地震動評価結果

（強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））

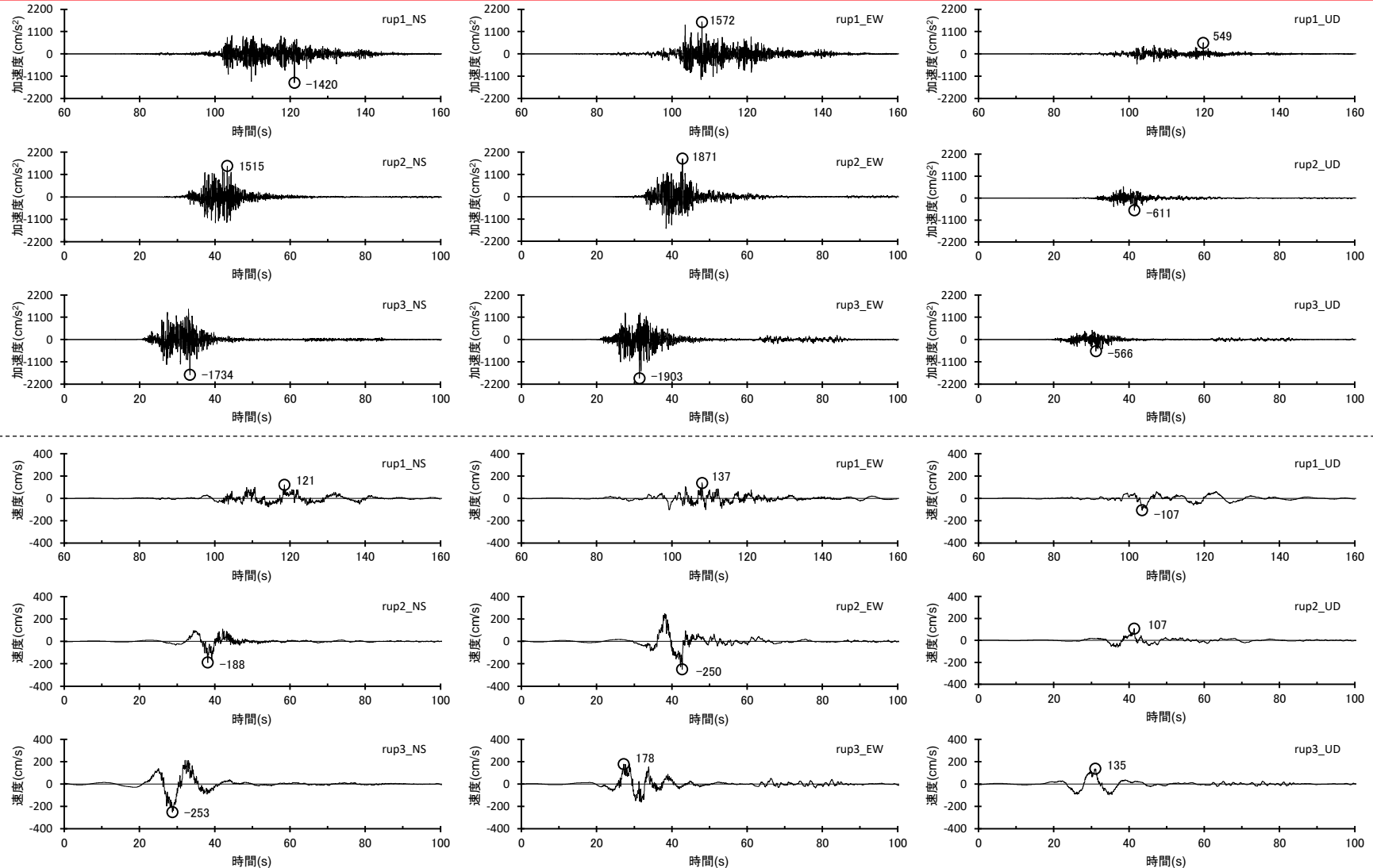


<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（応答スペクトル）>
（強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））

<2.2 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮） 2.2.2 断層モデルを用いた手法による地震動評価>

断層モデルを用いた手法による地震動評価結果

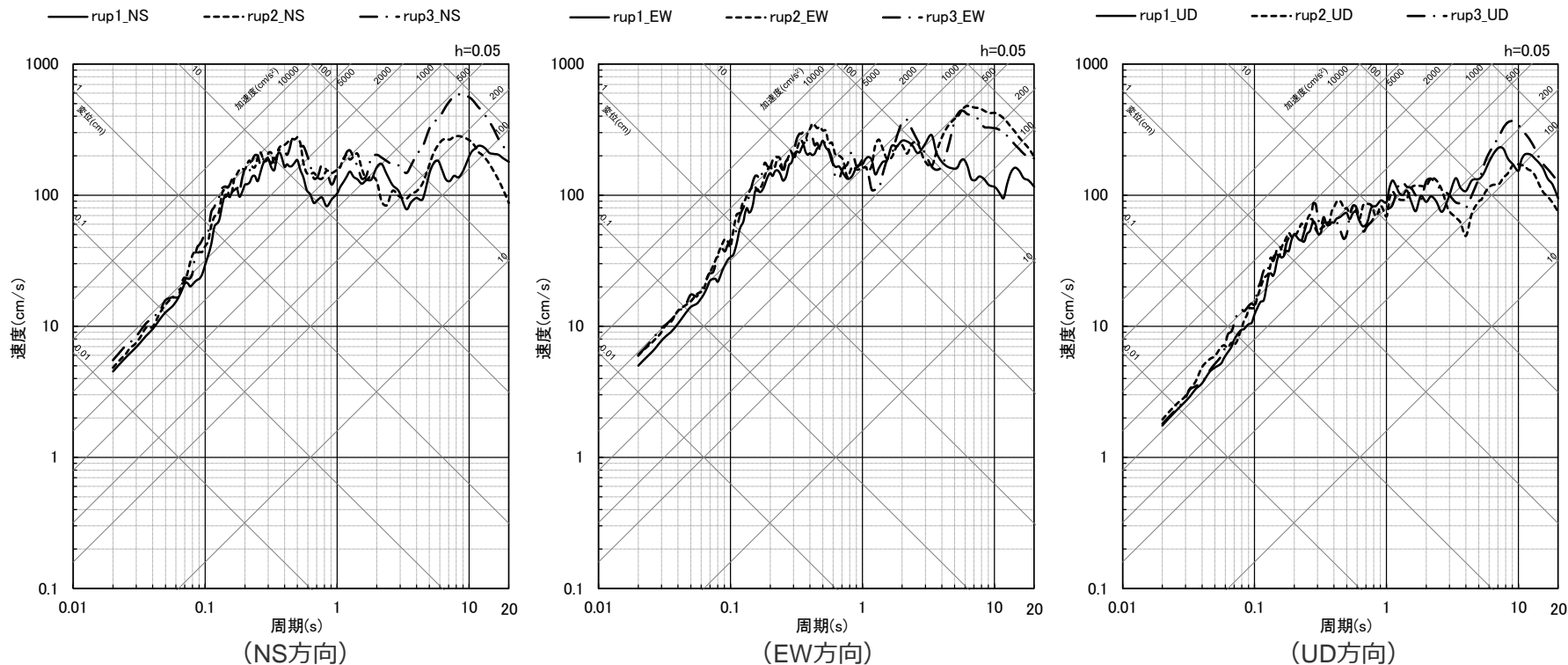
（強震動生成域の位置と地震規模の不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））



<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（上図：加速度時刻歴波形、下図：速度時刻歴波形）>
 （強震動生成域の位置と地震規模の不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））

断層モデルを用いた手法による地震動評価結果

（強震動生成域の位置と地震規模の不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））

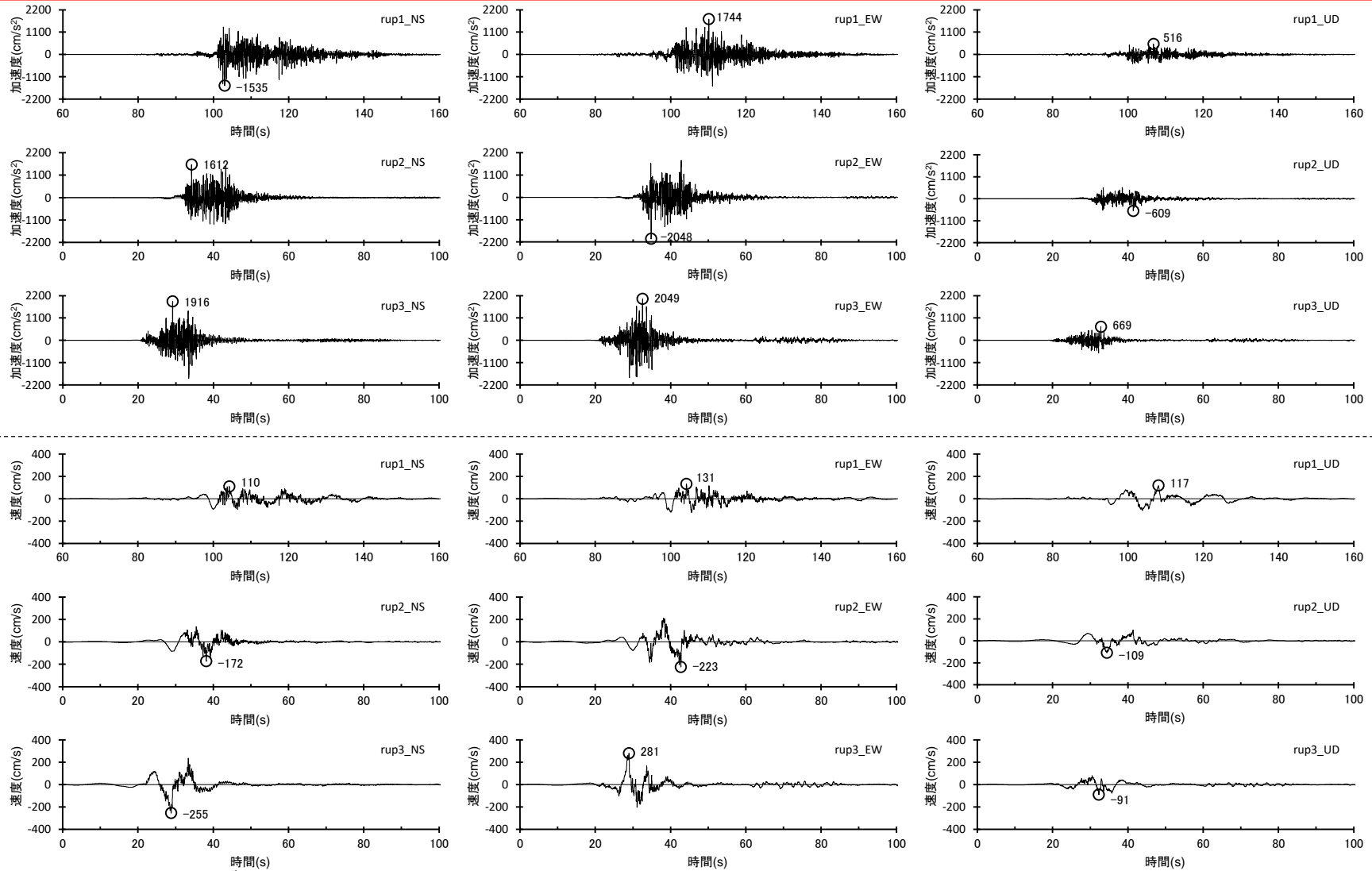


<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（応答スペクトル）>
（強震動生成域の位置と地震規模の不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））

<2.2 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮） 2.2.2 断層モデルを用いた手法による地震動評価>

断層モデルを用いた手法による地震動評価結果

（強震動生成域の位置と分岐断層の強震動励起特性に係る不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））

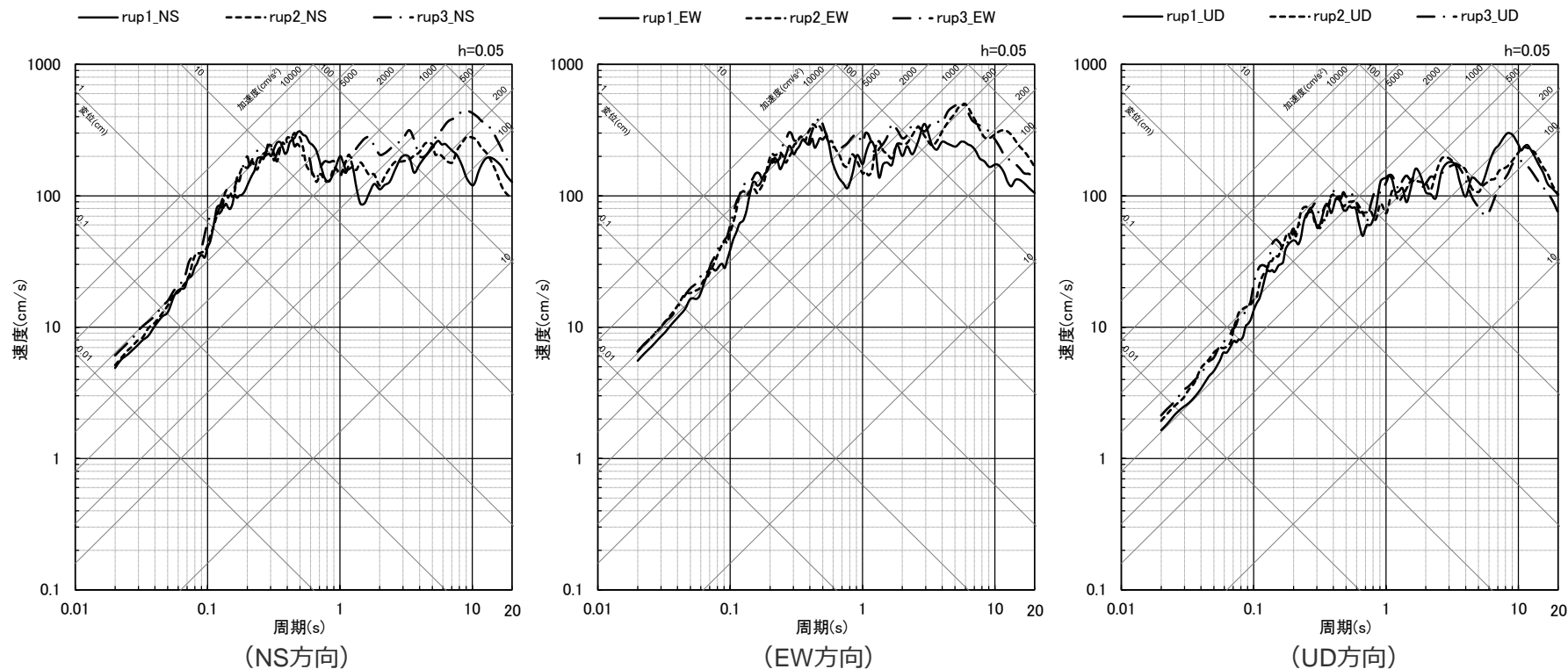


<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（上図：加速度時刻歴波形、下図：速度時刻歴波形）>

（強震動生成域の位置と分岐断層の強震動励起特性に係る不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））

断層モデルを用いた手法による地震動評価結果

（強震動生成域の位置と分岐断層の強震動励起特性に係る不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））

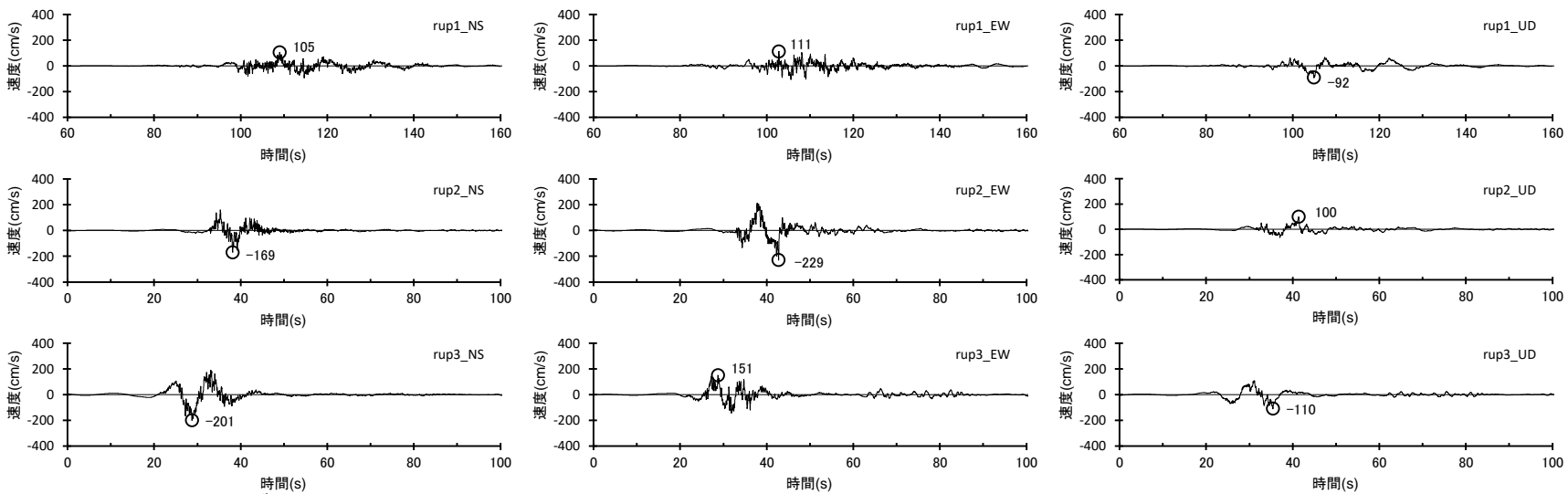
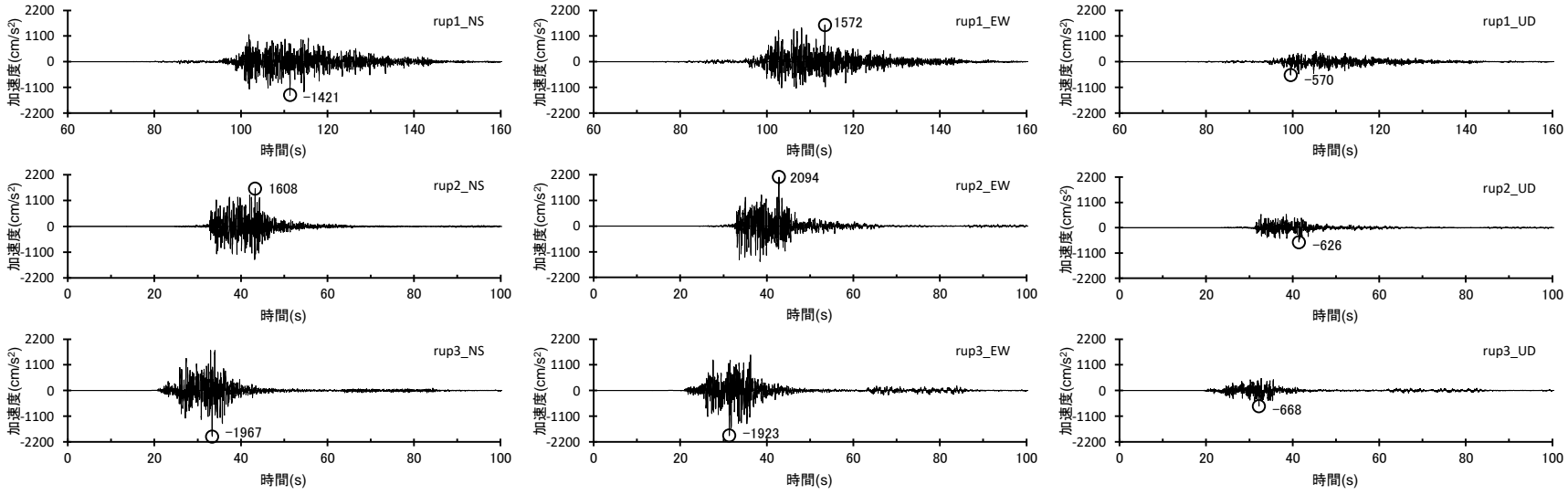


<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（応答スペクトル）>

（強震動生成域の位置と分岐断層の強震動励起特性に係る不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））

断層モデルを用いた手法による地震動評価結果

（強震動生成域の位置と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層（御前崎海脚西部の断層帯（アスペリティの応力降下量の不確かさを考慮した震源モデル））への破壊伝播に係る不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））

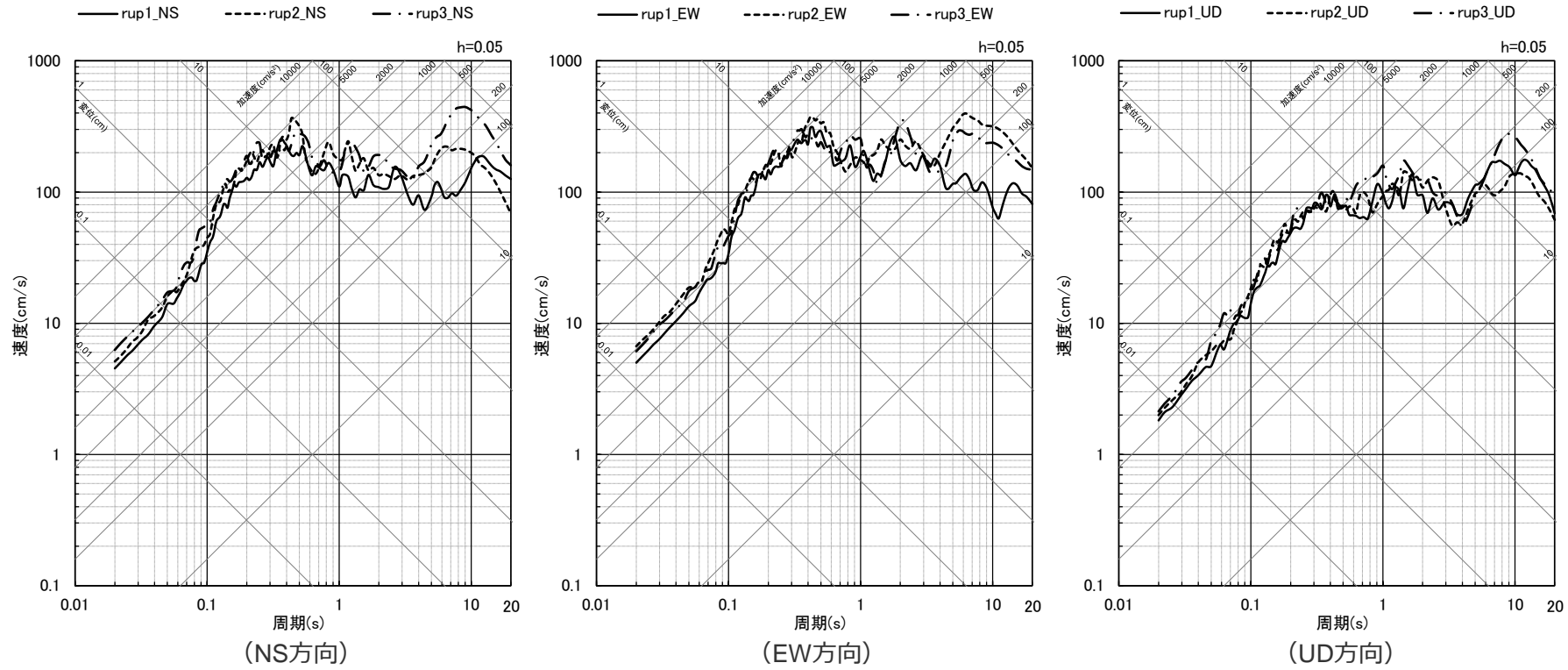


<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（上図：加速度時刻歴波形、下図：速度時刻歴波形）>

（強震動生成域の位置と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層（御前崎海脚西部の断層帯（アスペリティの応力降下量の不確かさを考慮した震源モデル））への破壊伝播に係る不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））

断層モデルを用いた手法による地震動評価結果

（強震動生成域の位置と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層（御前崎海脚西部の断層帯（アスペリティの応力降下量の不確かさを考慮した震源モデル））への破壊伝播に係る不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））

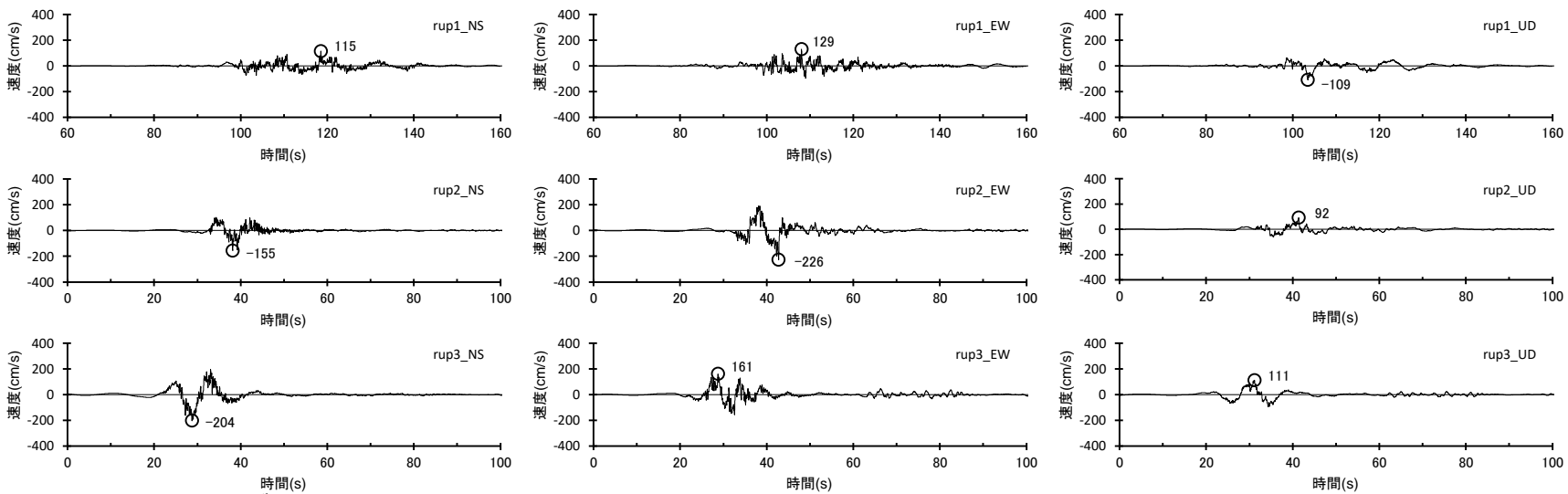
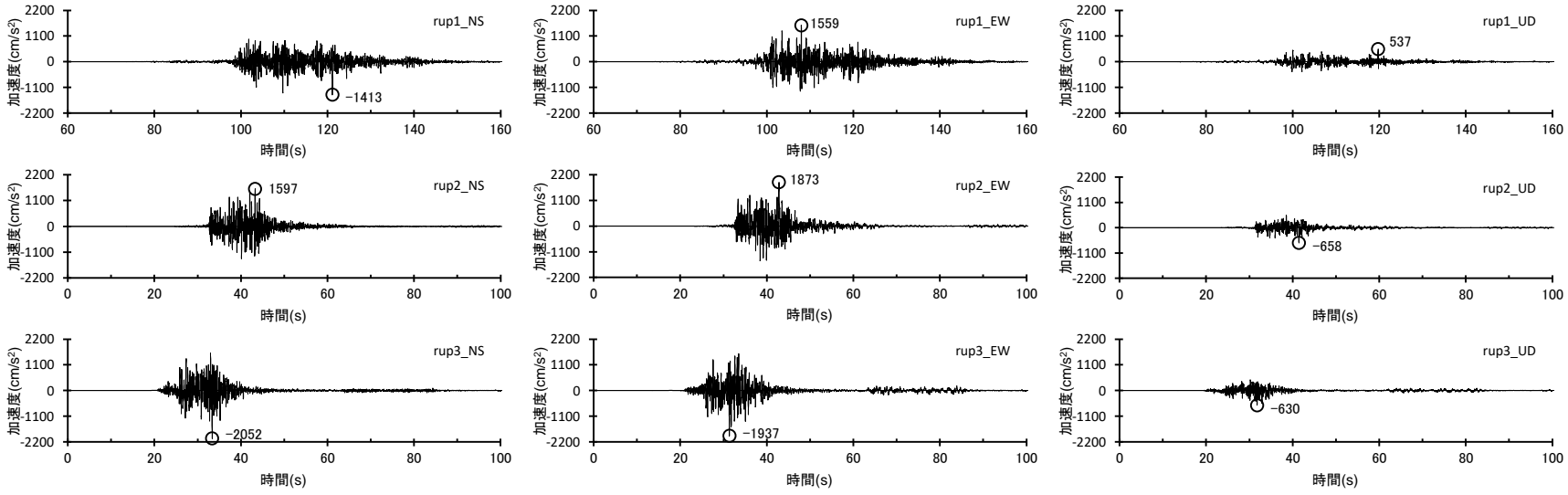


<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（応答スペクトル）>

（強震動生成域の位置と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層（御前崎海脚西部の断層帯（アスペリティの応力降下量の不確かさを考慮した震源モデル））への破壊伝播に係る不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））

断層モデルを用いた手法による地震動評価結果

（強震動生成域の位置と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層（御前崎海脚西部の断層帯（破壊伝播速度の不確かさを考慮した震源モデル））への破壊伝播に係る不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））

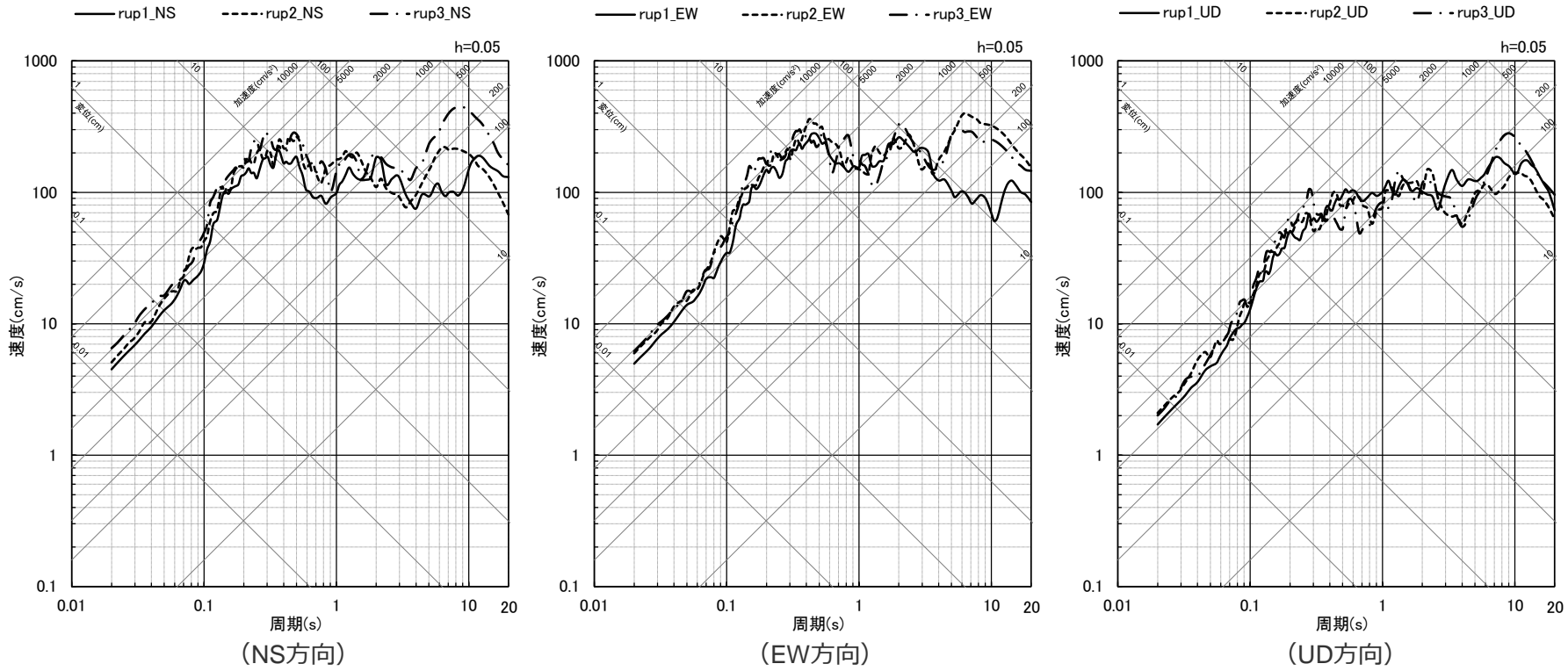


<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（上図：加速度時刻歴波形、下図：速度時刻歴波形）>

（強震動生成域の位置と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層（御前崎海脚西部の断層帯（破壊伝播速度の不確かさを考慮した震源モデル））への破壊伝播に係る不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））

断層モデルを用いた手法による地震動評価結果

（強震動生成域の位置と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層（御前崎海脚西部の断層帯（破壊伝播速度の不確かさを考慮した震源モデル））への破壊伝播に係る不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））

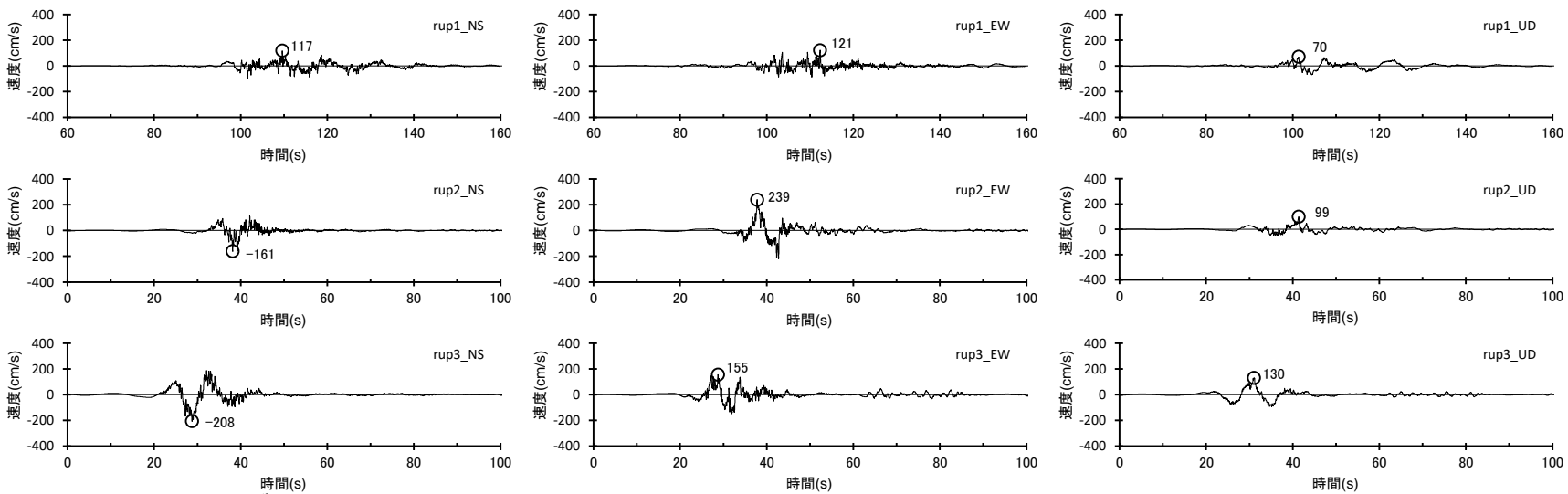
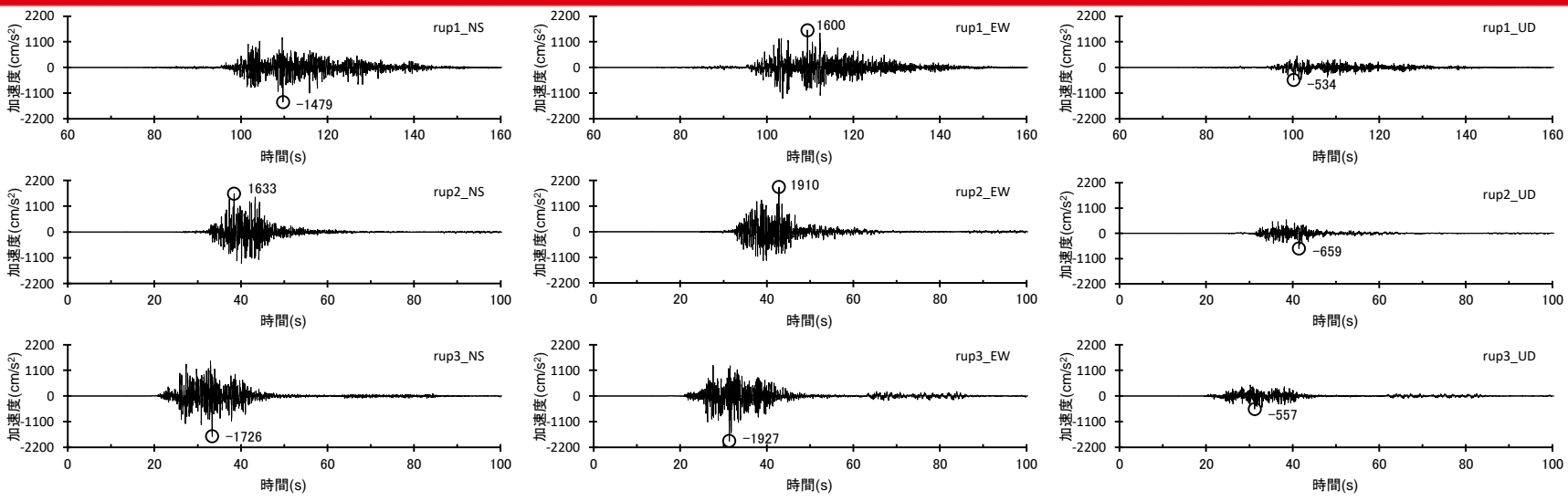


<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（応答スペクトル）>

（強震動生成域の位置と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層（御前崎海脚西部の断層帯（破壊伝播速度の不確かさを考慮した震源モデル））への破壊伝播に係る不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））

断層モデルを用いた手法による地震動評価結果

（強震動生成域の位置と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層（御前崎海脚西部の断層帯（断層傾斜角の不確かさを考慮した震源モデル））への破壊伝播に係る不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））

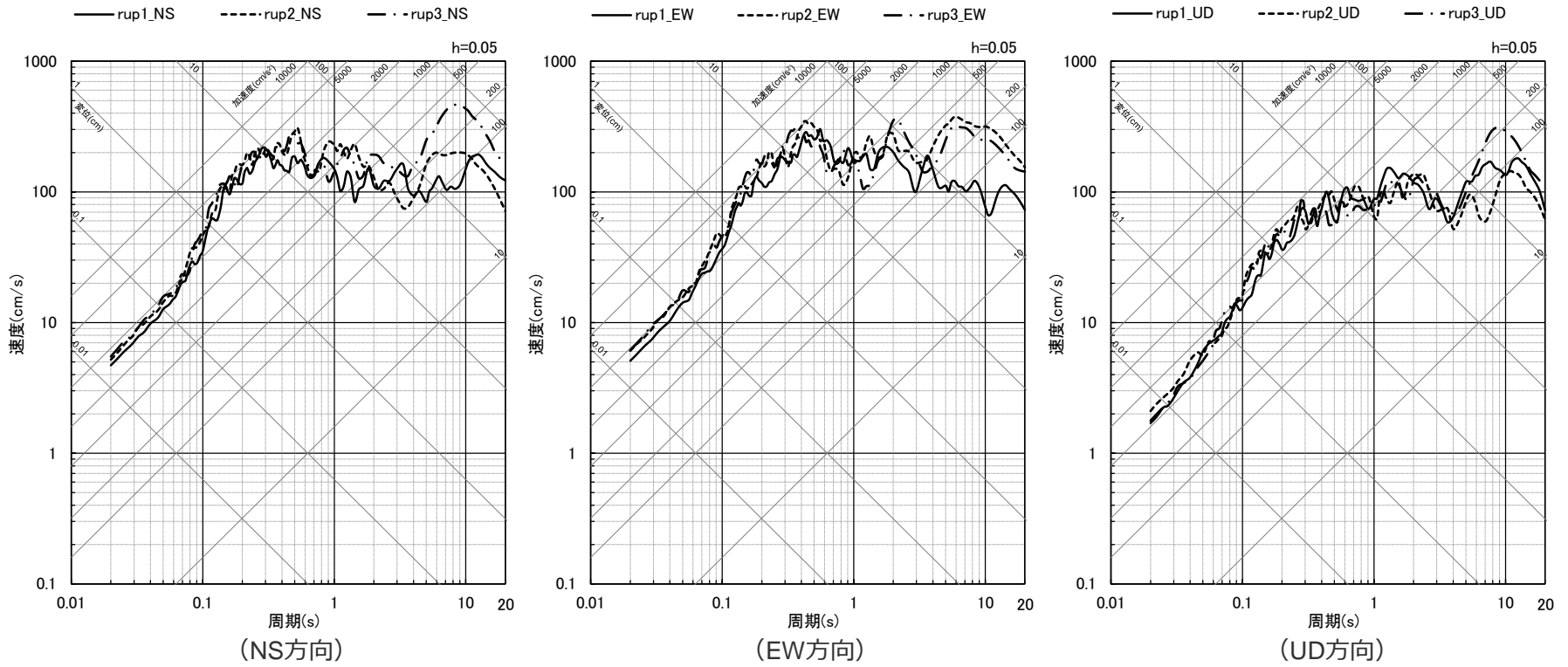


<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（上図：加速度時刻歴波形、下図：速度時刻歴波形）>

（強震動生成域の位置と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層（御前崎海脚西部の断層帯（断層傾斜角の不確かさを考慮した震源モデル））への破壊伝播に係る不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））

断層モデルを用いた手法による地震動評価結果

（強震動生成域の位置と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層（御前崎海脚西部の断層帯（断層傾斜角の不確かさを考慮した震源モデル））への破壊伝播に係る不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））

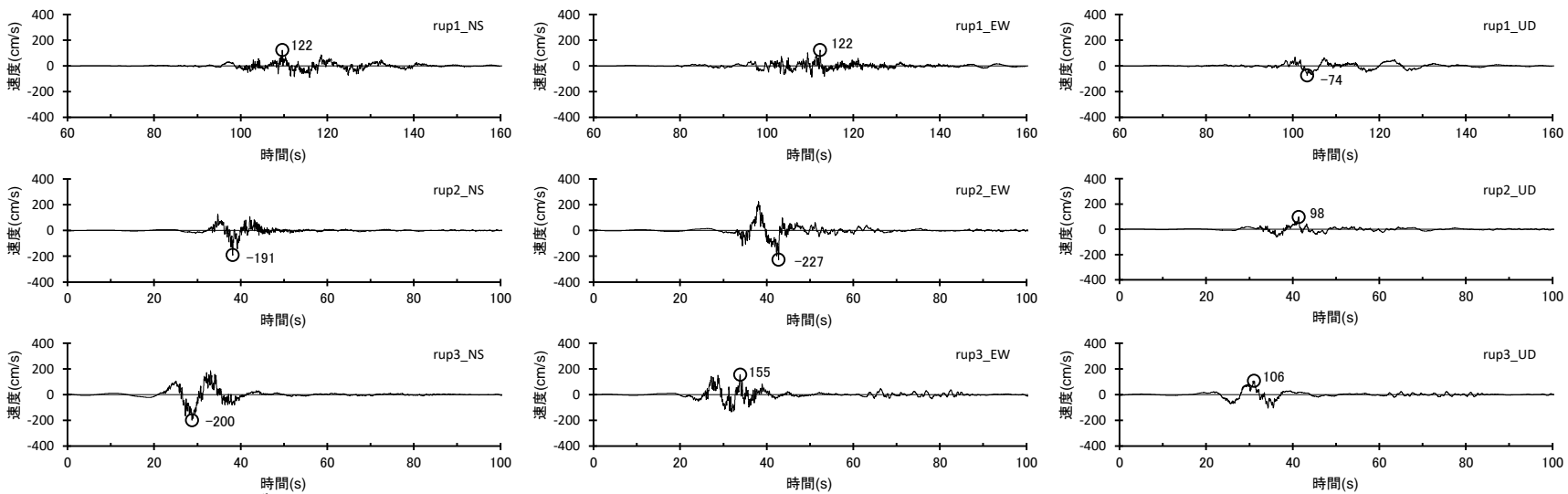
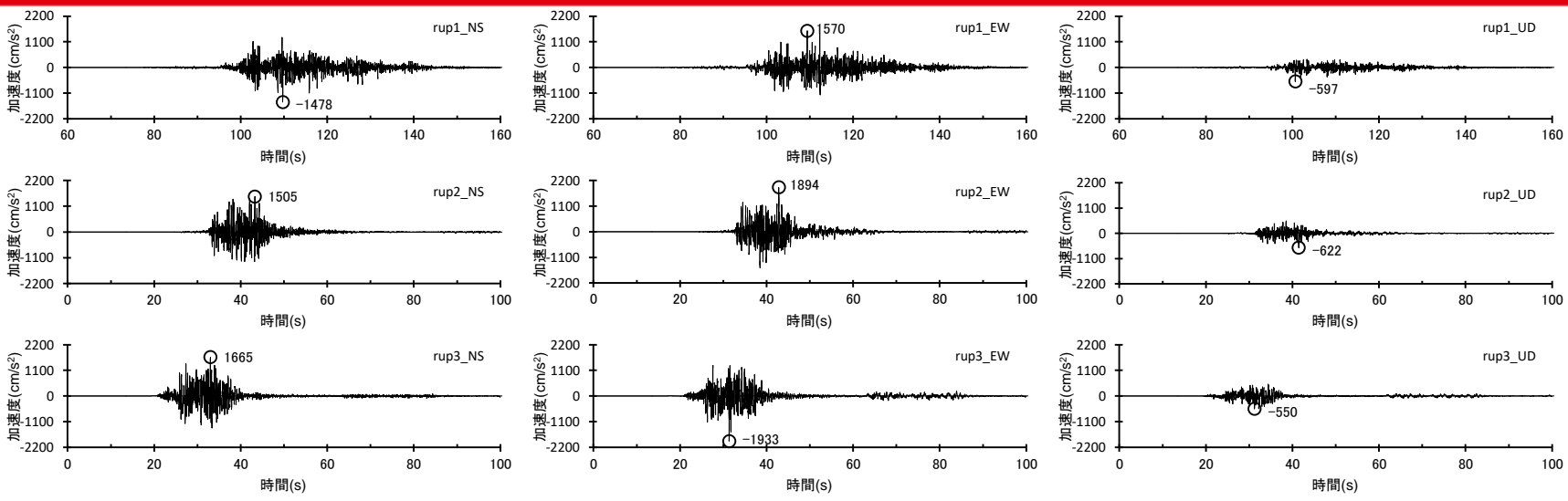


<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（応答スペクトル）>

（強震動生成域の位置と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層（御前崎海脚西部の断層帯（断層傾斜角の不確かさを考慮した震源モデル））への破壊伝播に係る不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））

断層モデルを用いた手法による地震動評価結果

（強震動生成域の位置と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層（御前崎海脚西部の断層帯（アスペリティの数の不確かさを考慮した震源モデル））への破壊伝播に係る不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））

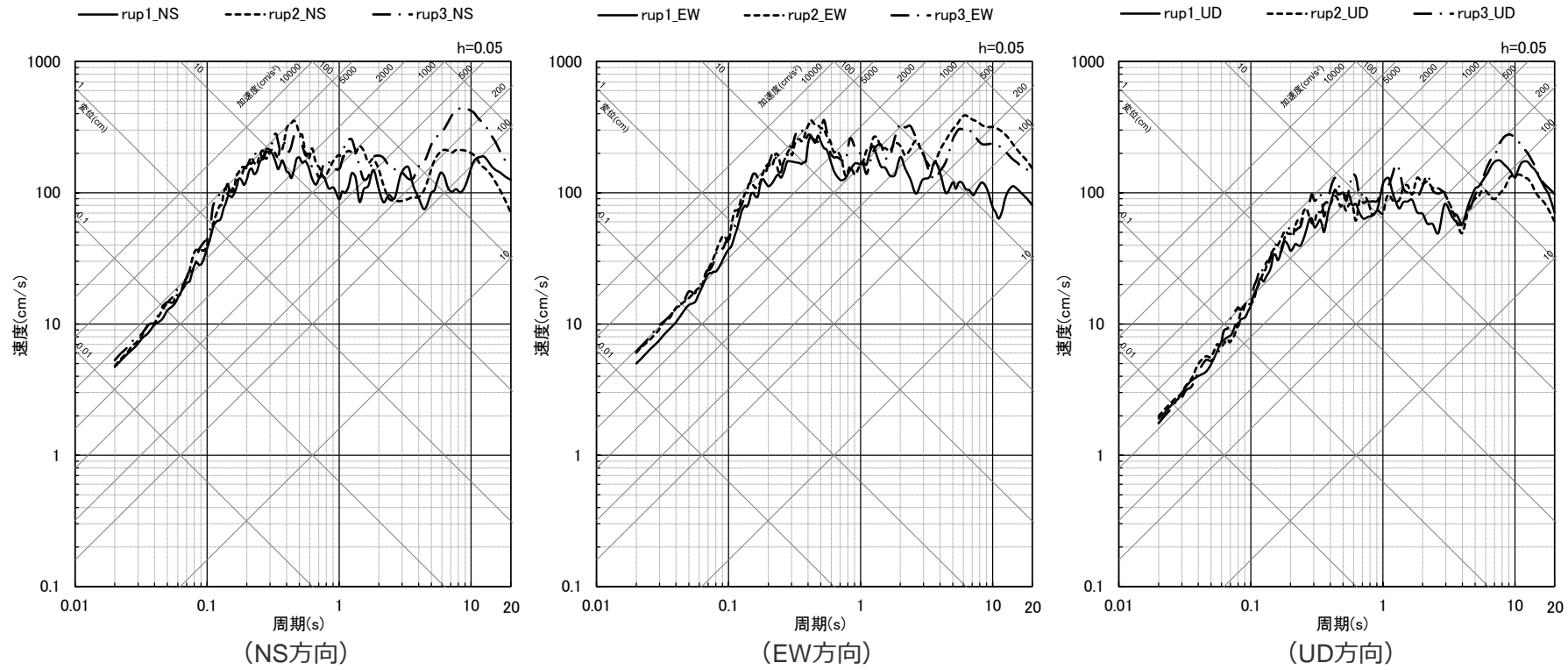


<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（上図：加速度時刻歴波形、下図：速度時刻歴波形）>

（強震動生成域の位置と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層（御前崎海脚西部の断層帯（アスペリティの数の不確かさを考慮した震源モデル））への破壊伝播に係る不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））

断層モデルを用いた手法による地震動評価結果

（強震動生成域の位置と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層（御前崎海脚西部の断層帯（アスペリティの数の不確かさを考慮した震源モデル））への破壊伝播に係る不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））



<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（応答スペクトル）>

（強震動生成域の位置と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層（御前崎海脚西部の断層帯（アスペリティの数の不確かさを考慮した震源モデル））への破壊伝播に係る不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））

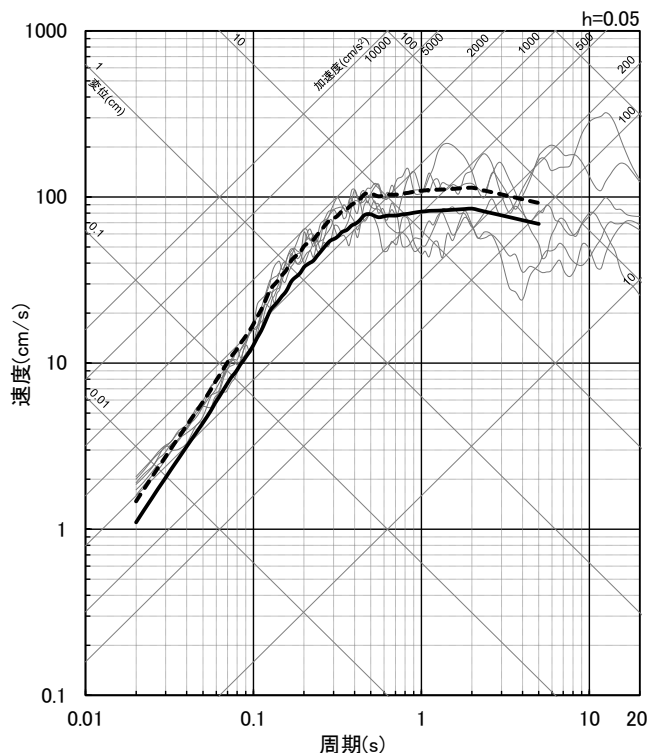
目次

1	地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価	
1.1	内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）	……p.3~
1.2	プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）	……p.90~
1.3	海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）	……p.172~
2	地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価	
2.1	内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）	……p.280~
2.2	プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）	
2.2.1	応答スペクトルに基づく地震動評価	……p.342~
2.2.2	断層モデルを用いた手法による地震動評価	……p.364~
2.2.3	応答スペクトルに基づく地震動評価結果と断層モデルを用いた手法による地震動評価結果との比較	……p.389~
2.2.4	地震動評価結果のまとめ	……p.394~
2.3	海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）	……p.398~

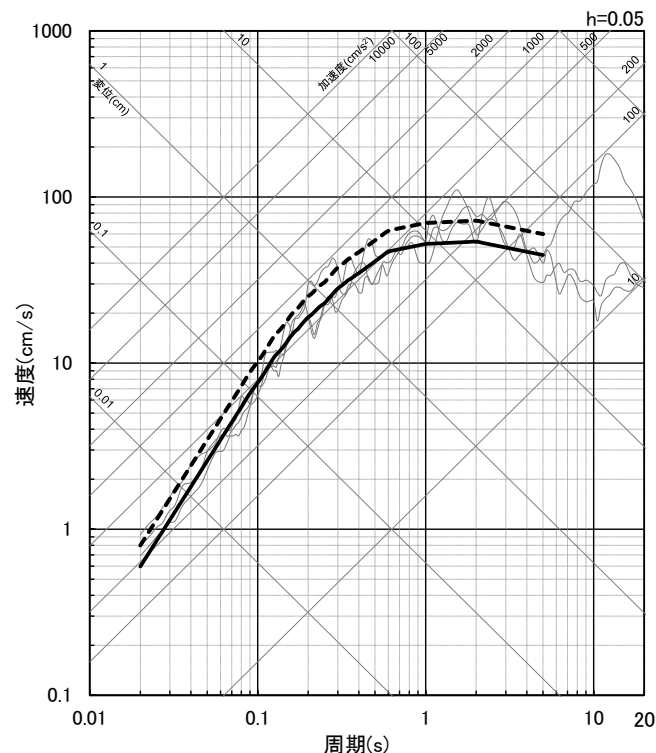
<2.2 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮） 2.2.3 応答スペクトルに基づく地震動評価結果と断層モデルを用いた手法による地震動評価結果との比較>

基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）

— 応答スペクトルに基づく地震動評価結果（Noda et al.(2002)の方法による）（③駿河湾域+東海域）（Mj8.5, Xeq64.2）
 - - 応答スペクトルに基づく地震動評価結果（Noda et al.(2002)の方法による）（③駿河湾域+東海域）（Mj8.5, Xeq64.2）：強震動生成域の応力降下量の不確かさの影響を反映
 — 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果



（水平動）



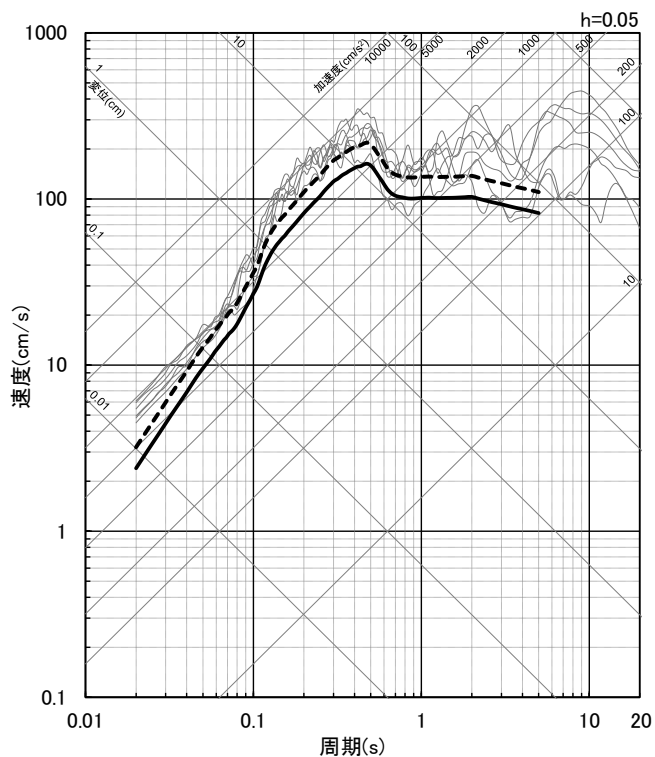
（鉛直動）

<応答スペクトルに基づく地震動評価結果（Noda et al.(2002)の方法による）と断層モデルを用いた手法による地震動評価結果との比較（応答スペクトル）>
（基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））

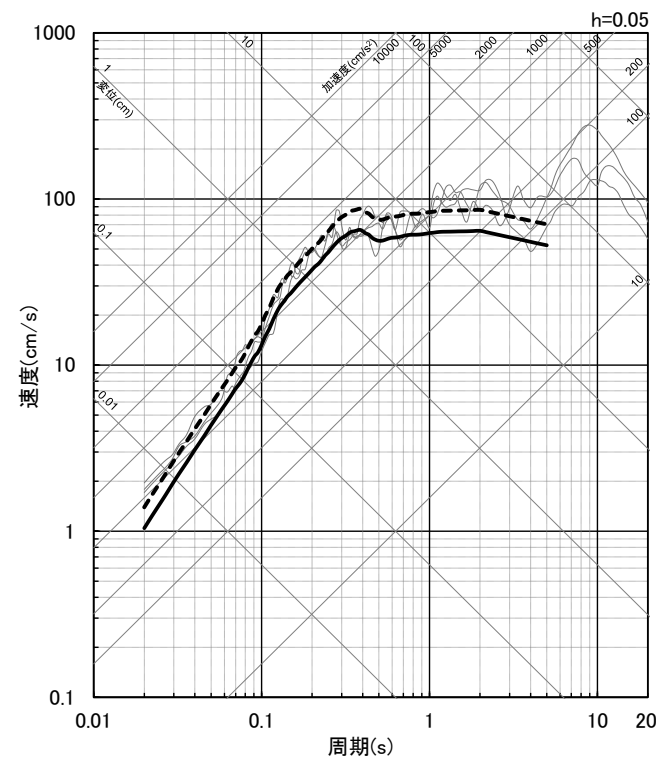
・Xeqは、等価震源距離（km）を表す。

強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮)

——— 応答スペクトルに基づく地震動評価結果 (Noda et al.(2002)の方法による) (③駿河湾域+東海域) (Mj8.5, Xeq53.4)
 - - - 応答スペクトルに基づく地震動評価結果 (Noda et al.(2002)の方法による) (③駿河湾域+東海域) (Mj8.5, Xeq53.4) : 強震動生成域の応力降下量の不確かさの影響を反映
 ——— 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果



(水平動)



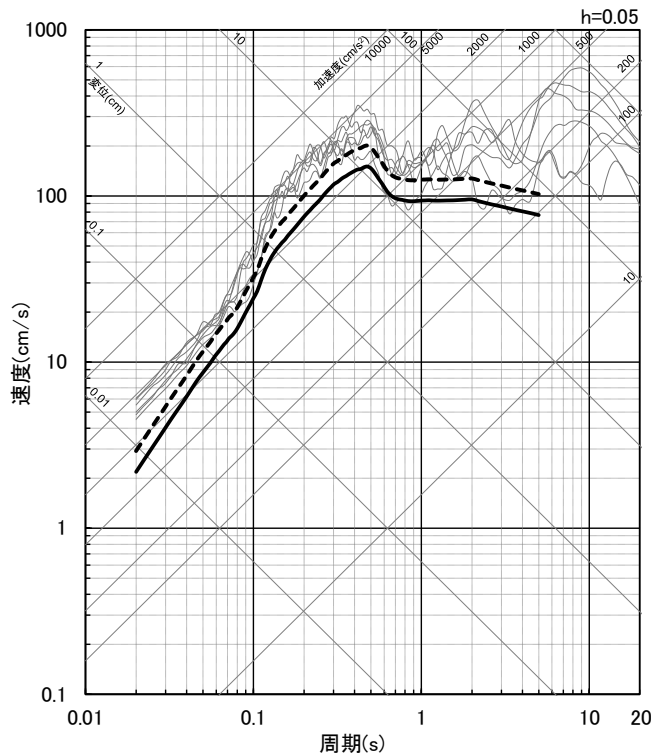
(鉛直動)

<応答スペクトルに基づく地震動評価結果 (Noda et al.(2002)の方法による) と断層モデルを用いた手法による地震動評価結果との比較 (応答スペクトル) >
(強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮))

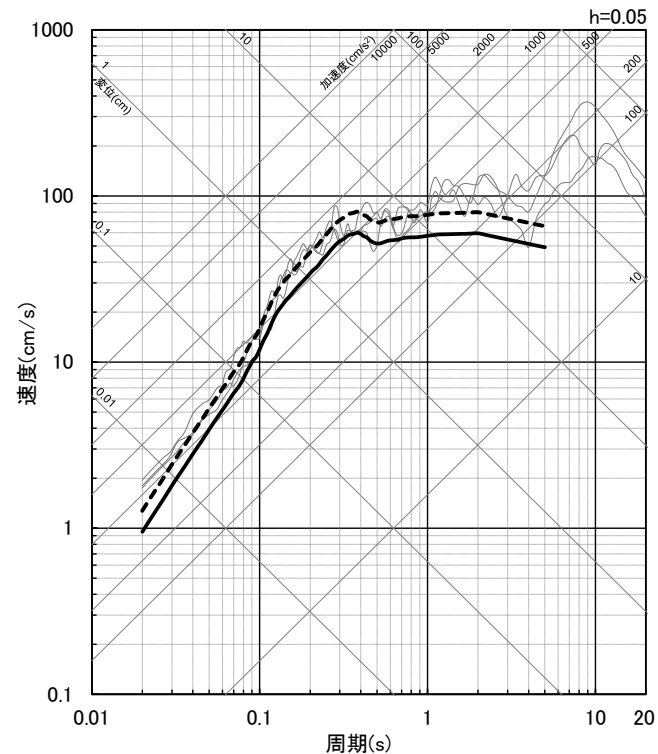
•Xeqは、等価震源距離 (km) を表す。

強震動生成域の位置と地震規模の不確かさを考慮した震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮)

——— 応答スペクトルに基づく地震動評価結果（Noda et al.(2002)の方法による）（③駿河湾域+東海域）（Mj8.5, Xeq57.9）
 - - - 応答スペクトルに基づく地震動評価結果（Noda et al.(2002)の方法による）（③駿河湾域+東海域）（Mj8.5, Xeq57.9）：強震動生成域の応力降下量の不確かさの影響を反映
 ——— 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果



(水平動)



(鉛直動)

<応答スペクトルに基づく地震動評価結果（Noda et al.(2002)の方法による）と断層モデルを用いた手法による地震動評価結果との比較（応答スペクトル）>
(強震動生成域の位置と地震規模の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）)

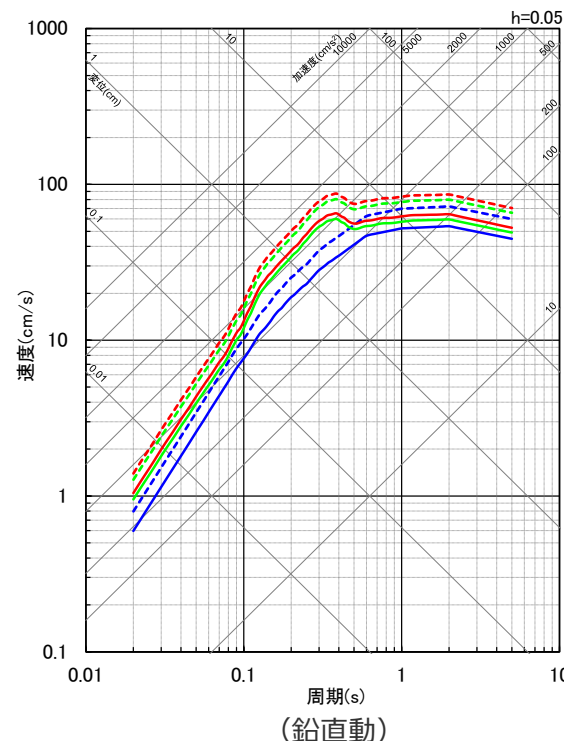
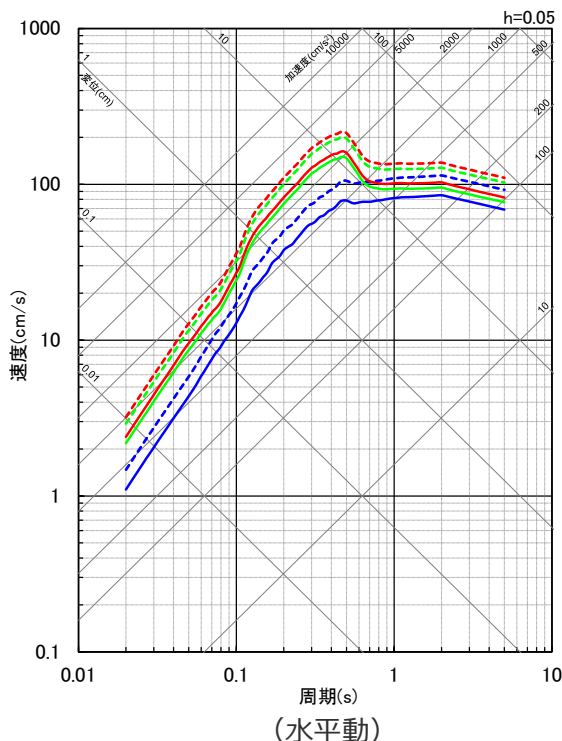
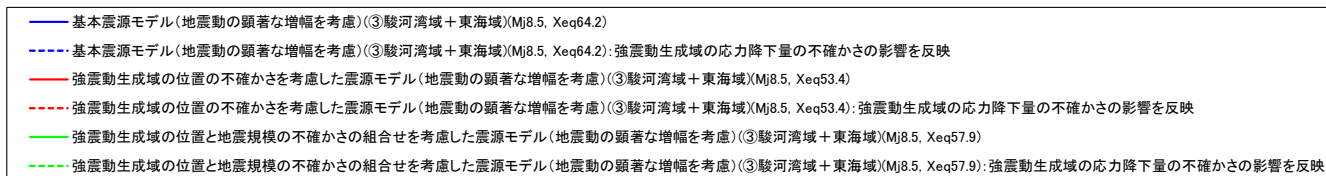
・Xeqは、等価震源距離（km）を表す。

余白

目次

1	地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価	
1.1	内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）	……p.3~
1.2	プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）	……p.90~
1.3	海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）	……p.172~
2	地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価	
2.1	内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）	……p.280~
2.2	プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）	
2.2.1	応答スペクトルに基づく地震動評価	……p.342~
2.2.2	断層モデルを用いた手法による地震動評価	……p.364~
2.2.3	応答スペクトルに基づく地震動評価結果と断層モデルを用いた手法による地震動評価結果との比較	……p.389~
2.2.4	地震動評価結果のまとめ	……p.394~
2.3	海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）	……p.398~

応答スペクトルに基づく地震動評価結果 (全ての震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）)



・各震源モデルの地震動評価結果として採用した（地震動レベルが最も大きい）領域区分「③駿河湾域+東海域」。

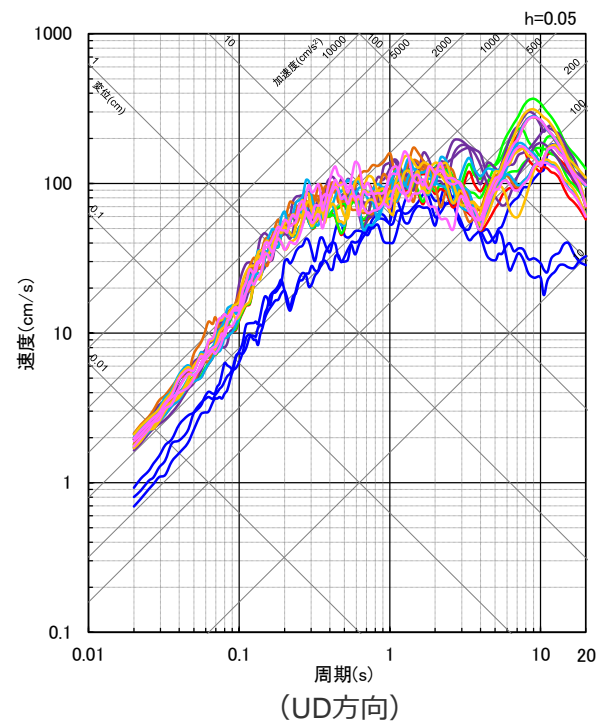
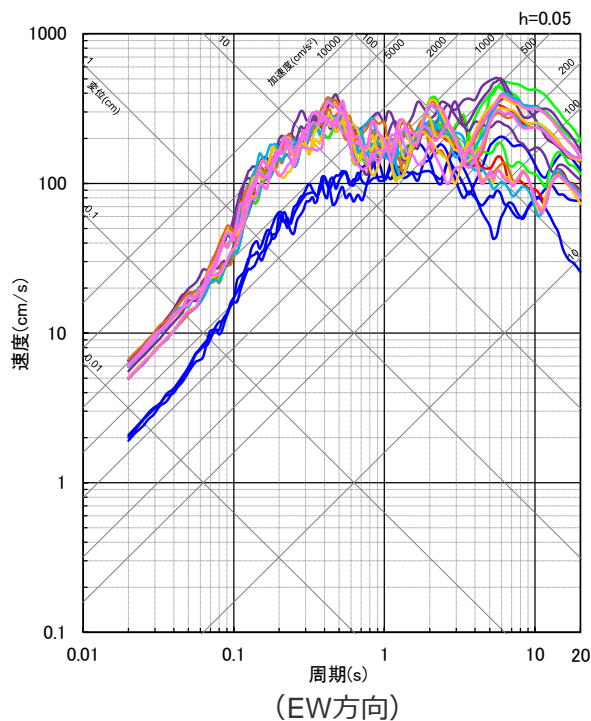
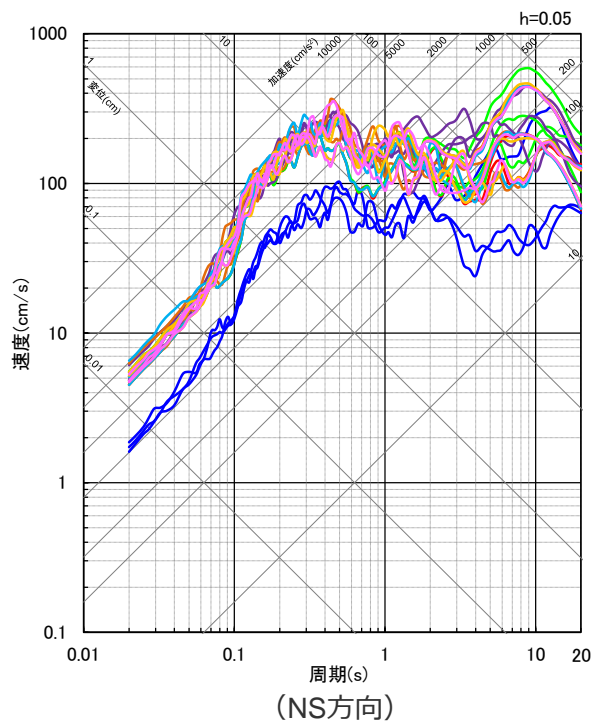
- ・破壊開始点の不確かさ、強震動生成域の位置と分岐断層の強震動励起特性に係る不確かさの組合せ、強震動生成域の位置と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層への破壊伝播に係る不確かさの組合せは、断層モデルを用いた手法による地震動評価で代表させる。
- ・Xeqは、等価震源距離 (km) を表す。

<応答スペクトルに基づく地震動評価結果（Noda et al.(2002)の方法による）>

断層モデルを用いた手法による地震動評価結果

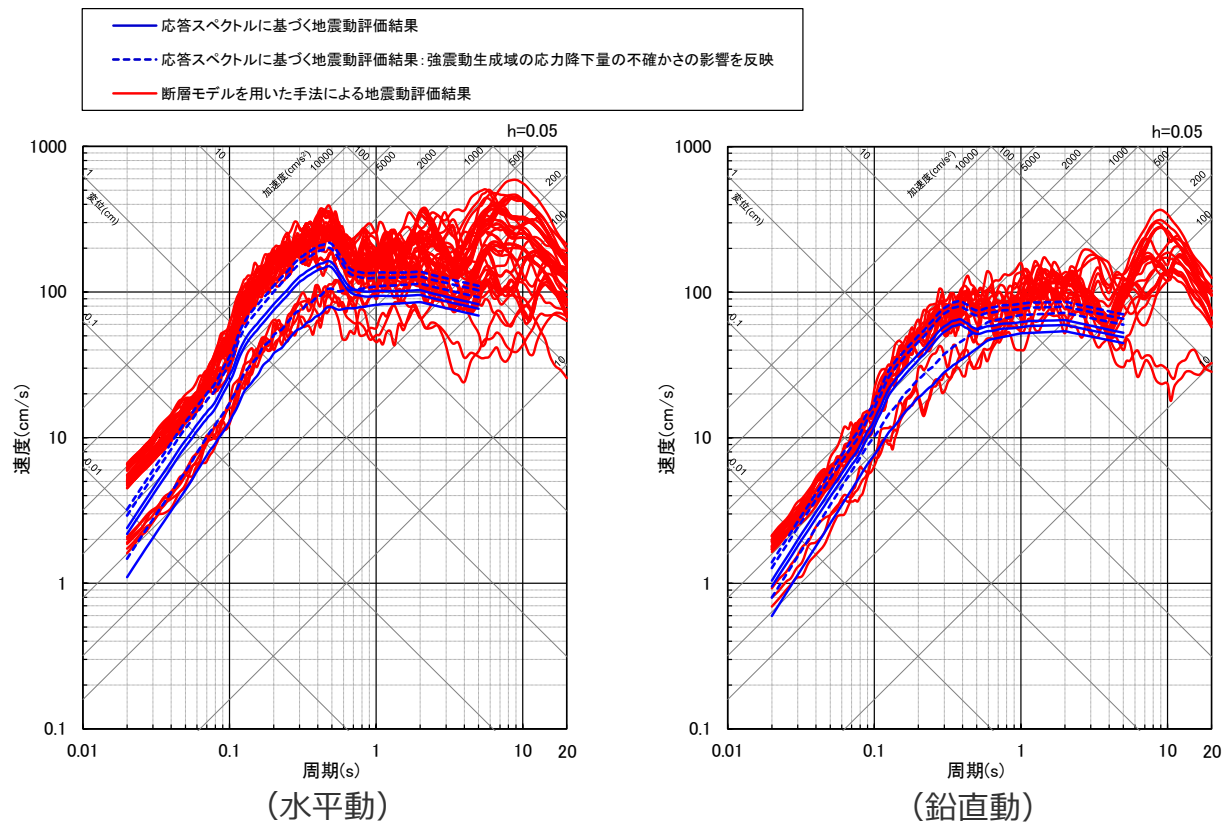
（全ての震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））

- 基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）
- 強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）
- 強震動生成域の位置と地震規模の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）
- 強震動生成域の位置と分岐断層の強震動励起特性に係るの不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）
- 強震動生成域の位置と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層（御前崎海脚西部の断層帯（アスペリティの応力降下量の不確かさを考慮した震源モデル）への破壊伝播に係るの不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）
- 強震動生成域の位置と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層（御前崎海脚西部の断層帯（破壊伝播速度の不確かさを考慮した震源モデル）への破壊伝播に係るの不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）
- 強震動生成域の位置と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層（御前崎海脚西部の断層帯（断層傾斜角の不確かさを考慮した震源モデル）への破壊伝播に係るの不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）
- 強震動生成域の位置と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層（御前崎海脚西部の断層帯（アスペリティの数の不確かさを考慮した震源モデル）への破壊伝播に係るの不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）



<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（応答スペクトル）>
（全ての震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））

<2.2 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮） 2.2.4 地震動評価結果のまとめ>
 応答スペクトルに基づく地震動評価結果と断層モデルを用いた手法による地震動評価結果との比較
 （全ての震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））



<応答スペクトルに基づく地震動評価結果と断層モデルを用いた手法による地震動評価結果との比較（応答スペクトル）>
 （全ての震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））

目次

1	地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価	
1.1	内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）	……p.3~
1.2	プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）	……p.90~
1.3	海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）	……p.172~
2	地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価	
2.1	内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）	……p.280~
2.2	プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）	……p.342~
2.3	海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）	
2.3.1	応答スペクトルに基づく地震動評価	……p.398~
2.3.2	断層モデルを用いた手法による地震動評価	……p.422~
2.3.3	応答スペクトルに基づく地震動評価結果と断層モデルを用いた手法による地震動評価結果との比較	……p.459~
2.3.4	地震動評価結果のまとめ	……p.468~

Noda et al.(2002)の方法の適用性検討

(概要)

適用性検討の考え方は地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価と同じ

- 応答スペクトルに基づく地震動評価で用いるNoda et al.(2002)の方法は、国内で観測された地震観測記録に基づき、下表のとおり、極近距離、近距離、中距離、遠距離毎に地震規模 M_j と等価震源距離 X_{eq} に応じてコントロールポイントを定めている。

<Noda et al.(2002)の回帰式の作成に用いた地震諸元（左図■）> <Noda et al.(2002)の回帰式の適用性確認に用いた地震諸元（左図□）>

- ・地震規模 M_j : $5.5 \leq M_j \leq 7.0$
- ・等価震源距離 X_{eq} : $28\text{km} \leq X_{eq} \leq 202\text{km}$
- ・地震規模 M_j : $5.4 \leq M_j \leq 8.1$
- ・等価震源距離 X_{eq} : $14\text{km} \leq X_{eq} \leq 216\text{km}$

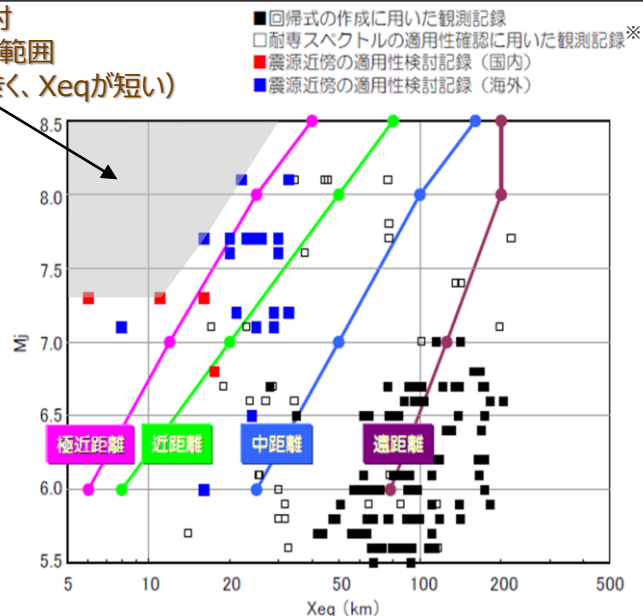
- また、極近距離よりさらに近い地震についても検討が行われているが（左図■ ■）、旧原子力安全委員会の「応答スペクトルに基づく地震動評価」に関する専門家との意見交換会において、東京電力(2009b)では、「極近距離よりさらに近い地震に関しては観測データも少なく、また、コントロールポイントも設けられていない。これらより、今後スペクトルの適用性や改良に関する検討等が必要と考えられる。」としている。

- Noda et al.(2002)の方法の適用性検討に用いられた記録の分布によると、地震規模 M_j が大きく、等価震源距離 X_{eq} が短い（震源が敷地に近い）記録は分布していない（左図灰色の範囲）。

⇒ Noda et al.(2002)の方法の適用性の検討にあたっては、検討用地震毎の諸元（地震規模 M_j 及び等価震源距離 X_{eq} ）と極近距離を比較し、極近距離との乖離が大きい場合は、適用範囲外とする。

適用性検討 記録がない範囲

(M_j が大きく、 X_{eq} が短い)



<Noda et al.(2002)の方法のコントロールポイント（東京電力(2009a)による）>

	M	Xeq (km)	コントロールポイントの座標 pS_v (cm/s)															
			A		B		C		D		E		F		G		H	
			T_A (s)	T_B (s)	T_C (s)	T_D (s)	T_E (s)	T_F (s)	T_G (s)	T_H (s)								
極近距離	8.5	40	1.62	18.44	27.32	47.87	68.05	64.66	53.52	40.06								
	8	25	1.69	20.05	28.96	48.22	67.80	65.25	52.51	38.35								
	7	12	1.40	17.20	24.84	33.86	43.42	36.42	25.15	17.85								
	6	6	1.04	12.82	18.51	21.84	23.17	17.41	9.64	3.88								
近距離	8.5	80	0.73	7.36	11.43	22.92	34.79	32.58	27.60	21.96								
	8	50	0.67	7.45	11.17	20.05	28.65	27.06	22.70	17.19								
	7	20	0.78	9.44	13.64	19.10	24.83	20.69	14.46	10.37								
中距離	8.5	160	0.26	2.22	3.67	9.45	15.17	14.83	13.64	12.26								
	8	100	0.32	3.08	4.86	10.27	16.04	14.96	12.73	10.37								
	7	50	0.23	2.65	4.01	6.02	7.64	6.68	4.87	3.64								
遠距離	8.5	200	0.18	1.44	2.43	6.87	11.17	11.17	10.67	10.04								
	8	200	0.10	0.80	1.35	3.82	6.21	6.21	5.93	5.58								
	7	125	0.046	0.43	0.70	1.34	1.81	1.59	1.26	1.05								
	6	78	0.041	0.45	0.65	0.95	1.03	0.80	0.49	0.22								

※耐専スペクトルとNoda et al.(2002)の方法は同じ距離減衰式である。

<Noda et al.(2002)の方法の適用性>
(東京電力(2009b)に適用性検討記録がない範囲を重ね描き)

Noda et al.(2002)の方法の適用性検討

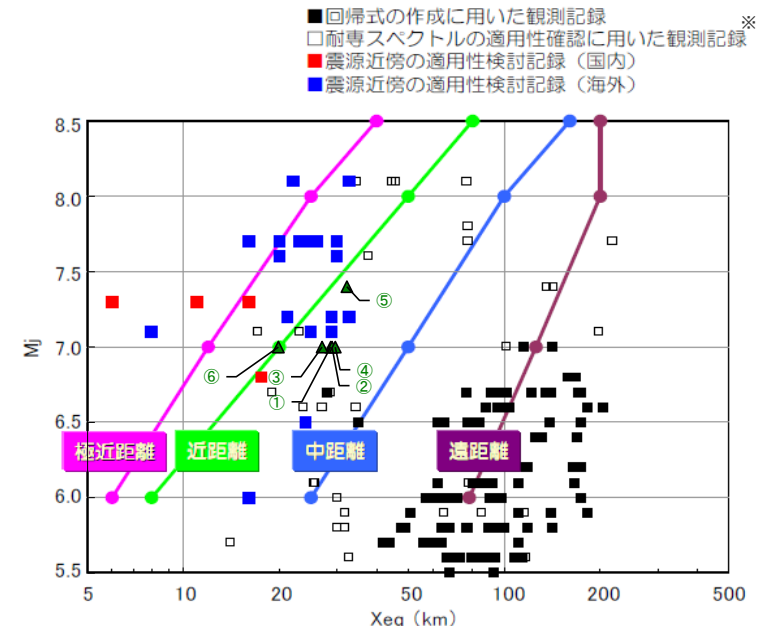
（2009年駿河湾の地震（本震）の震源特性を反映した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））

【Noda et al.(2002)の方法の適用性検討（地震動の顕著な増幅を考慮）】

○敷地下方の想定スラブ内地震の2009年駿河湾の地震（本震）の震源特性を反映した各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）は、Noda et al.(2002)の方法の適用範囲内と判断できることから、Noda et al.(2002)の方法による地震動評価を行う。

<Noda et al.(2002)の方法による地震動評価に用いるパラメータ（2009年駿河湾の地震（本震）の震源特性を反映した各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（敷地下方の想定スラブ内地震））>

	震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）	パラメータ	
		Mj	等価震源距離 Xeq(km)
①	基本震源モデル （地震動の顕著な増幅を考慮）	7.0	28.7
②	強震動生成域の数の不確かさを考慮した震源モデル （地震動の顕著な増幅を考慮）	7.0	29.0
③	断層傾斜角の不確かさ（20°）を考慮した震源モデル （地震動の顕著な増幅を考慮）	7.0	27.0
④	断層傾斜角の不確かさ（90°）を考慮した震源モデル （地震動の顕著な増幅を考慮）	7.0	29.7
⑤	地震規模の不確かさを考慮した震源モデル （地震動の顕著な増幅を考慮）	7.4	32.3
⑥	震源深さの不確かさを考慮した震源モデル （地震動の顕著な増幅を考慮）	7.0	19.7



<Noda et al.(2002)の方法の適用性検討（東京電力(2009b)に各震源モデルの諸元を重ね描き）>

※耐専スペクトルとNoda et al.(2002)の方法は同じ距離減衰式である。

Noda et al.(2002)以外の距離減衰式の適用性検討

(概要)

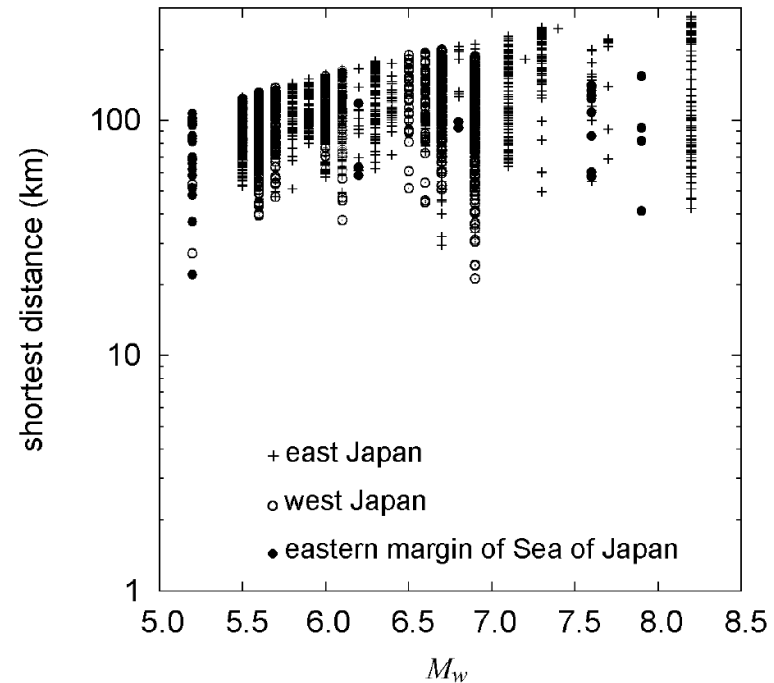
適用性検討の考え方は地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価と同じ

- 敷地下方の想定スラブ内地震の短周期レベルの不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）については、沈み込んだ深い海洋プレート内地震の震源特性を反映しており、この震源特性を反映するための観測記録（補正係数）は得られていないため、断層モデルを用いた手法による地震動評価を重視することとするが、短周期レベルを入力値とする片岡・他(2006)の方法を用いる。
- 片岡・他(2006)の方法の適用性の検討にあたっては、短周期レベルの不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の諸元（ M_w 及び断層最短距離 X_{sh} ）と片岡・他(2006)の距離減衰式の作成に用いられた地震の諸元を比較し、乖離が大きい場合は、適用範囲外とする。

<片岡・他(2006)の方法の概要>

対象地震	日本周辺
地震種別	内陸地殻内 プレート間 海洋プレート内
M_w の範囲	4.9~8.2
断層最短距離の範囲	250km以内
地盤条件・種別	I種、II種、III種地盤及び 工学的基盤（ $V_{s30}^* = 720\text{m/s}$ （平均値））
地盤補正	地盤種別による

※ V_{s30} ：表層30mのS波速度の平均値（浜岡原子力発電所は $V_{s30} = 759\text{m/s}$ ）



<片岡・他(2006)の距離減衰式の作成に用いられた地震の諸元>
(片岡・他(2006)による)

Noda et al.(2002)以外の距離減衰式の適用性検討

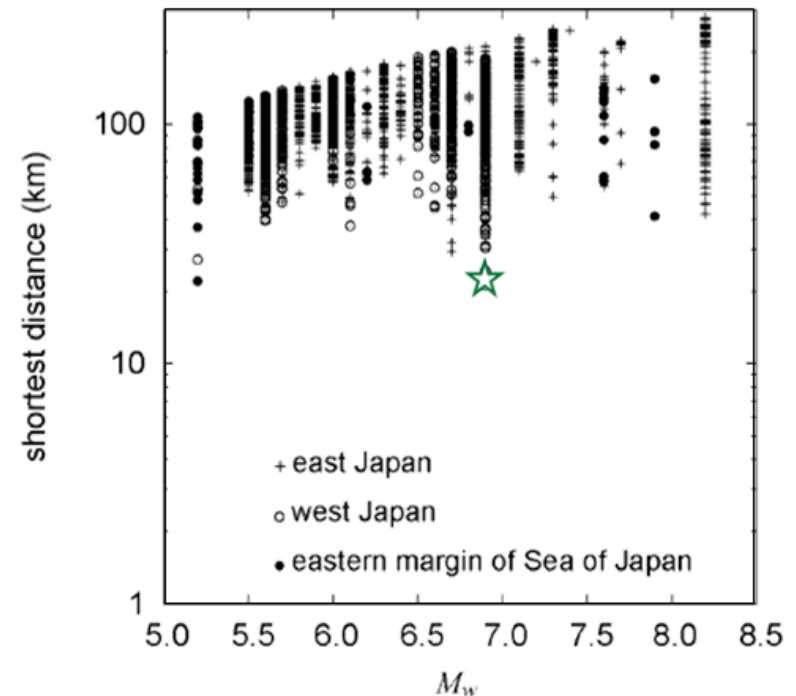
（短周期レベルの不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））

【Noda et al.(2002)以外の距離減衰式の適用性検討（地震動の顕著な増幅を考慮）】

- 敷地下方の想定スラブ内地震の短周期レベルの不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の応答スペクトルに基づく地震動評価については、Noda et al.(2002)以外の距離減衰式のうち、片岡・他(2006)で短周期レベルを入力値とする方法の適用性を検討する。
- 敷地下方の想定スラブ内地震の短周期レベルの不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）は、片岡・他(2006)の適用範囲内と判断できることから、片岡・他(2006)の方法による地震動評価を行う。

<片岡・他(2006)の方法による地震動評価に用いるパラメータ>
(地震動の顕著な増幅を考慮)

震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）	パラメータ	
	Mw	断層最短距離 Xsh(km)
☆ 短周期レベルの不確かさを考慮した震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮)	6.9	23.0

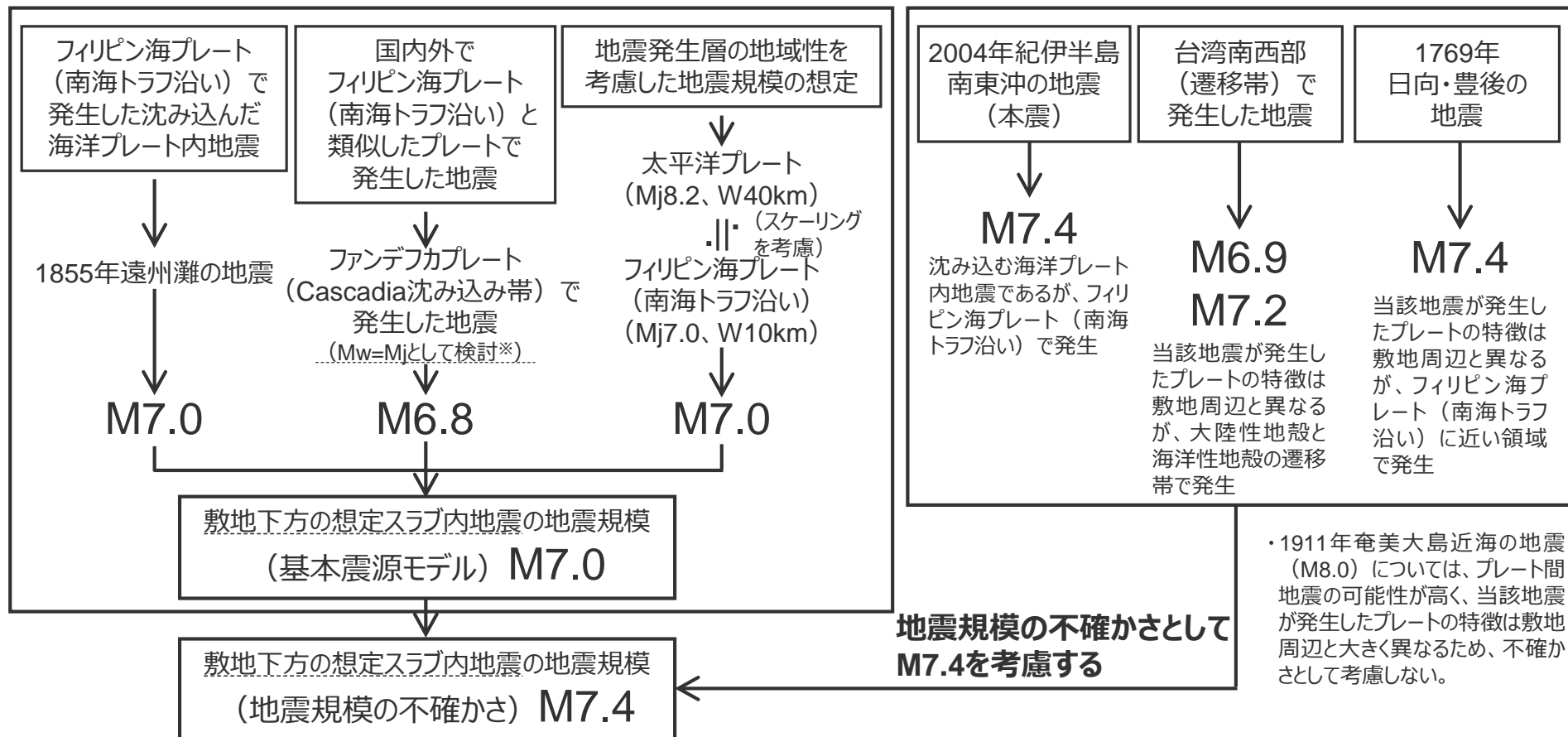


<片岡・他(2006)の方法の適用性検討>
(片岡・他(2006)に短周期レベルの不確かさを考慮した震源モデル
(地震動の顕著な増幅を考慮) の諸元を重ね描き)

地震規模の設定

地震規模の設定は地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価と同じ

- フィリピン海プレート（南海トラフ沿い）で発生した沈み込んだ海洋プレート内地震の最大規模、当該プレートと特徴が類似した海洋プレートで発生した地震の最大規模、地震発生層の地域性を考慮した地震規模の想定を踏まえて、敷地下方の想定スラブ内地震の基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の地震規模M7.0を考慮する。地震規模の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）以外の震源モデルも、同様にM7.0とする。
- 上記以外で発生した地震及びプレートの特徴を検討した結果、2004年紀伊半島南東沖の地震（本震M7.4）を踏まえるとともに、台湾南西部（遷移帯）で発生した地震（M6.9,M7.2）、1769年日向・豊後の地震（M7.4）等を確認し、地震規模の不確かさとして、M7.4を考慮する。



※中央防災会議(2004)に基づく。

各距離減衰式の適用性検討

(まとめ)

<検討用地震の震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）におけるNoda et al.(2002)の方法の適用性検討（まとめ）>

震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮)	基本震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮)	強震動生成域の数の不確かさを考慮した震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮)	断層傾斜角の不確かさ(20°)を考慮した震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮)	断層傾斜角の不確かさ(90°)を考慮した震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮)	地震規模の不確かさを考慮した震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮)	震源深さの不確かさを考慮した震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮)
Mj	7.0	7.0	7.0	7.0	7.4	7.0
等価震源距離Xeq (km)	28.7	29.0	27.0	29.7	32.3	19.7
Noda et al.(2002)の方法の適用性	○	○	○	○	○	○

<短周期レベルの不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）における片岡・他(2006)の方法の適用性検討（まとめ）>

○：適用範囲内 ×：適用範囲外

震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮)	短周期レベルの不確かさを考慮した震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮)
Mw	6.9
断層最短距離Xsh (km)	23.0
片岡・他(2006)の方法の適用性	○

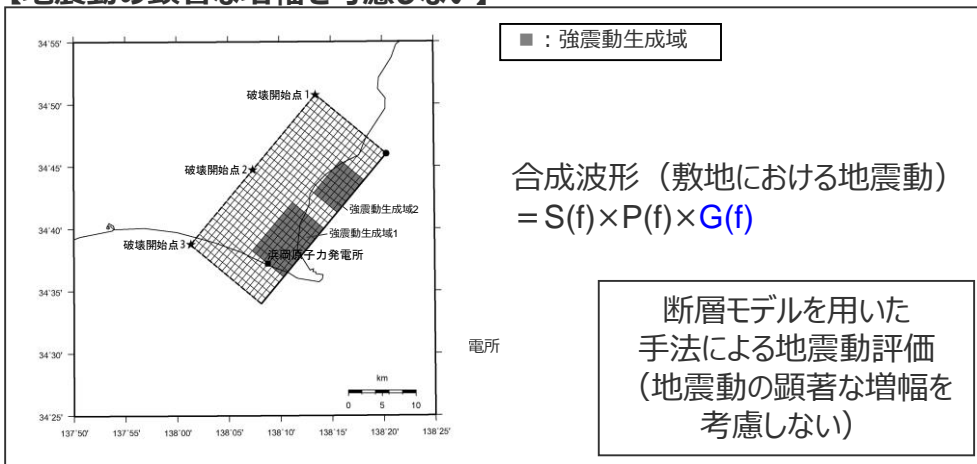
○：適用範囲内 ×：適用範囲外

余白

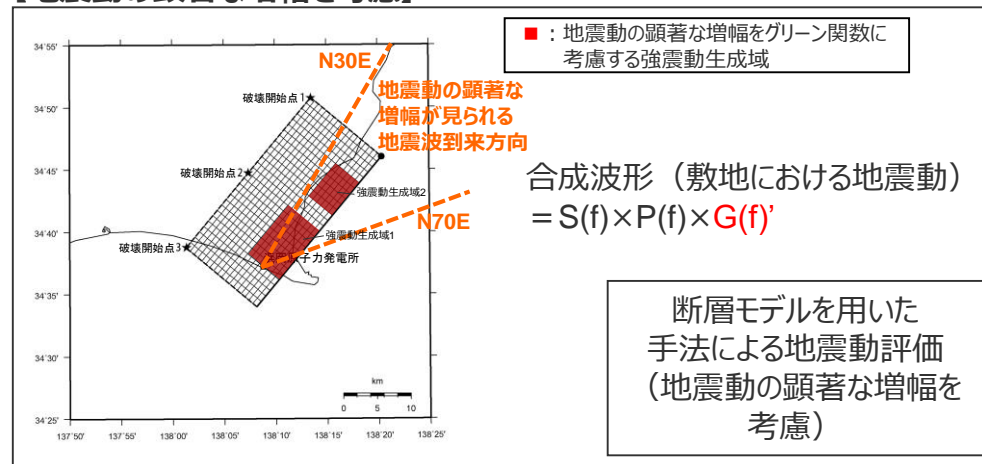
応答スペクトルに基づく地震動評価への地震動の顕著な増幅の反映

○ 応答スペクトルに基づく地震動評価は、検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）の震源モデル毎に、地震動の顕著な増幅を考慮する場合と考慮しない場合について、断層モデルを用いた手法による地震動評価を行い、これらの結果による増幅係数（応答スペクトル比：「地震動の顕著な増幅を考慮する場合の平均応答スペクトル（各破壊開始点の平均）」／「地震動の顕著な増幅を考慮しない場合の平均応答スペクトル（各破壊開始点の平均）」※）を水平動・鉛直動それぞれで算出し、応答スペクトルに基づく地震動評価結果（地震動の顕著な増幅を考慮しない）に乘じる。

【地震動の顕著な増幅を考慮しない】



【地震動の顕著な増幅を考慮】



増幅係数（応答スペクトル比）を算出

$$\frac{\text{地震動の顕著な増幅を考慮する場合の平均応答スペクトル（各破壊開始点の平均）}^*}{\text{地震動の顕著な増幅を考慮しない場合の平均応答スペクトル（各破壊開始点の平均）}^*}$$

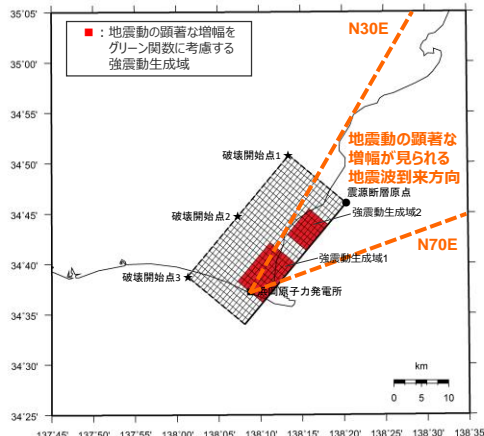
応答スペクトルに基づく地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）

= 応答スペクトルに基づく地震動評価結果（地震動の顕著な増幅を考慮しない） × 増幅係数（応答スペクトル比）

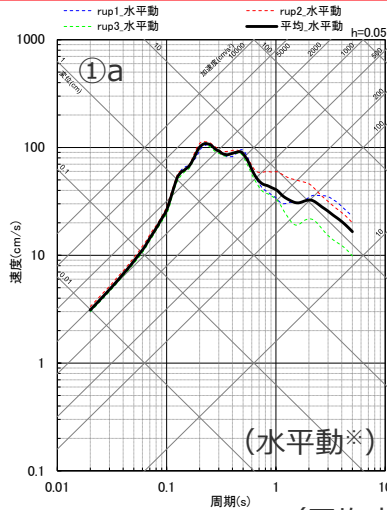
※ 増幅係数（応答スペクトル比）の算出に当たって、「本反映方法により地震動の顕著な増幅を反映した断層モデルを用いた手法による地震動評価結果の応答スペクトル比（地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価結果／地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価結果）」はNS方向とEW方向で同程度となること（後述参照）、応答スペクトルに基づく手法は震源断層全体の地震動を評価する手法であり、Noda et al.(2002)の方法等を含めて一般に距離減衰式を作成する際には水平動はNS方向の観測記録とEW方向の観測記録とを区別せずに回帰分析が行われていることから、断層モデルを用いた手法による地震動評価結果を用いて求める増幅係数（応答スペクトル比）は各破壊開始点の平均、水平動についてはNS方向とEW方向の平均を用いる。

応答スペクトルに基づく地震動評価への地震動の顕著な増幅の反映

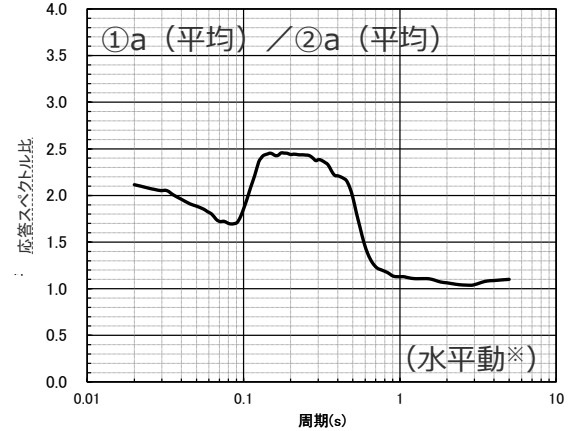
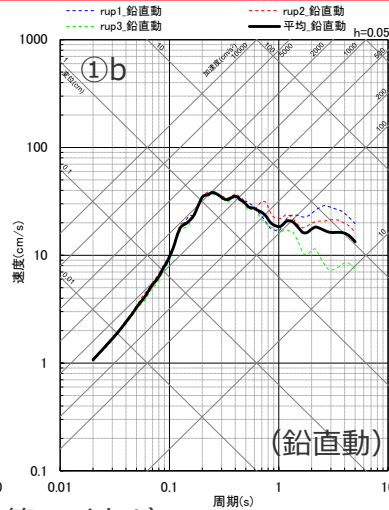
（基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））



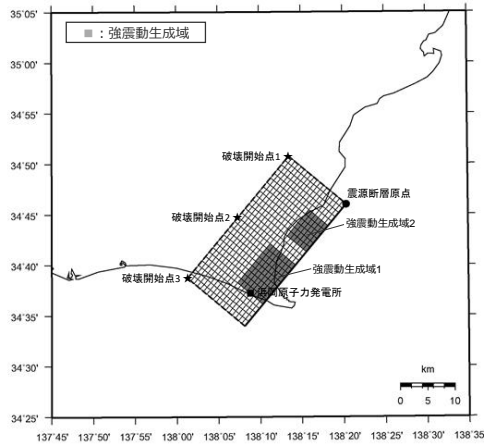
(震源モデル)



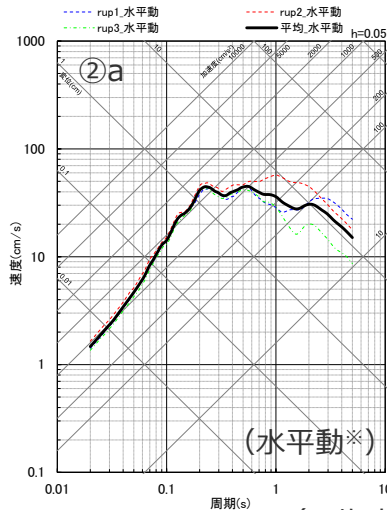
(平均応答スペクトル)



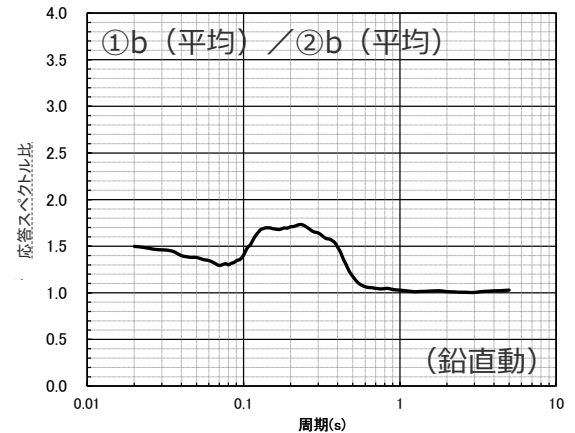
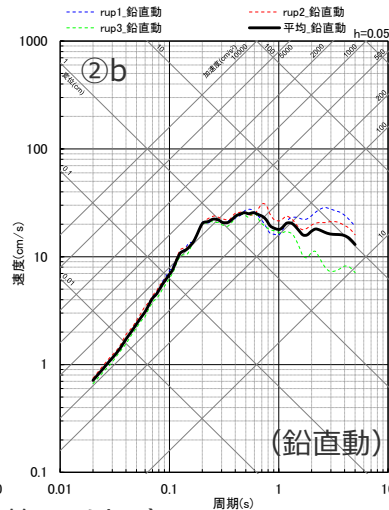
<地震動の顕著な増幅を考慮する場合>



(震源モデル)



(平均応答スペクトル)



<増幅係数（応答スペクトル比）>

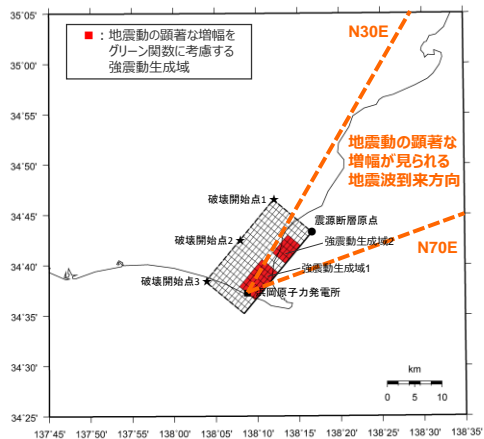
<地震動の顕著な増幅を考慮しない場合>

※ 水平動はNS方向とEW方向の平均。

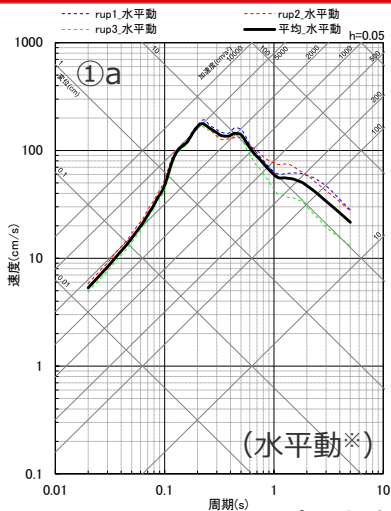
<2.3 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮） 2.3.1 応答スペクトルに基づく地震動評価>

応答スペクトルに基づく地震動評価への地震動の顕著な増幅の反映

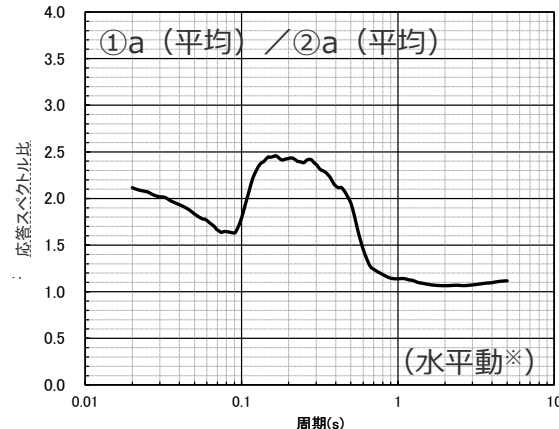
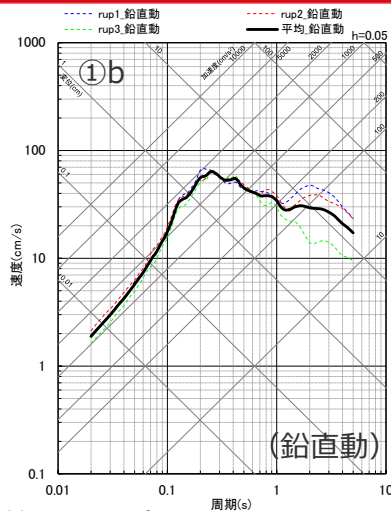
（短周期レベルの不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））



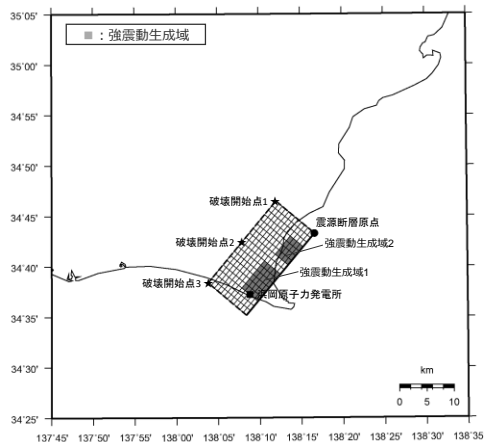
(震源モデル)



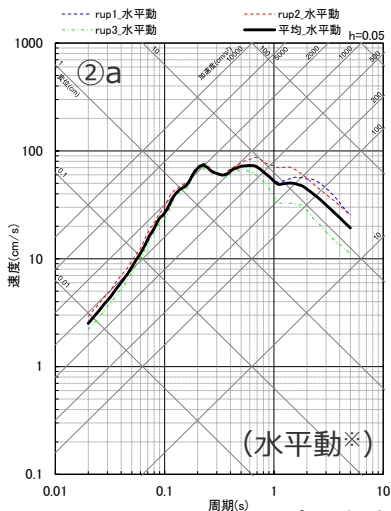
(平均応答スペクトル)



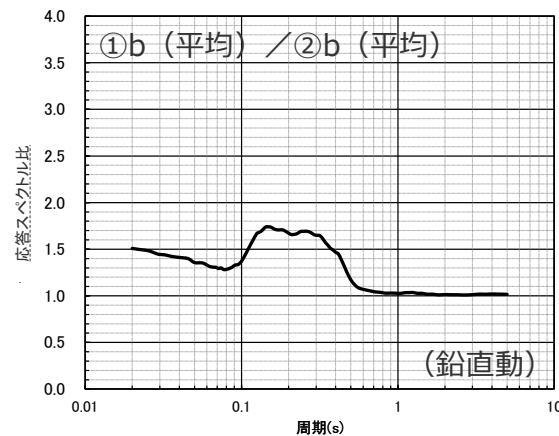
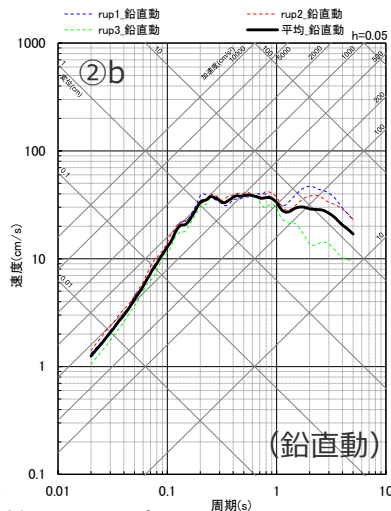
<地震動の顕著な増幅を考慮する場合>



(震源モデル)



(平均応答スペクトル)

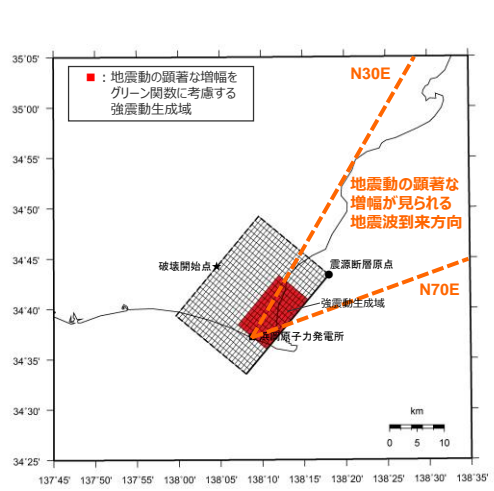


<増幅係数（応答スペクトル比）>

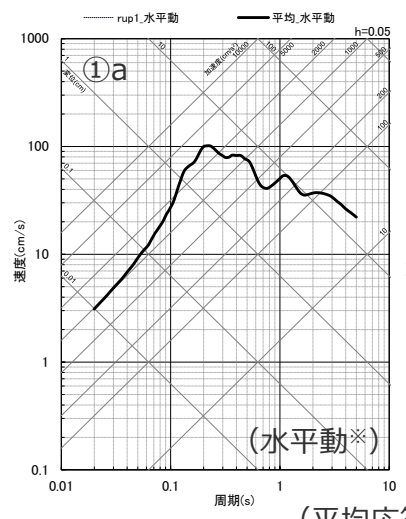
<地震動の顕著な増幅を考慮しない場合>

※ 水平動はNS方向とEW方向の平均。

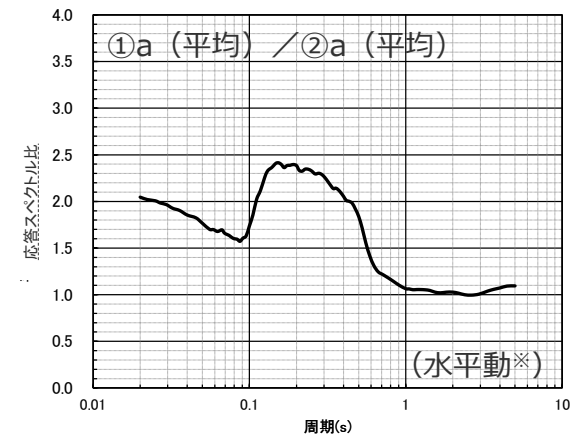
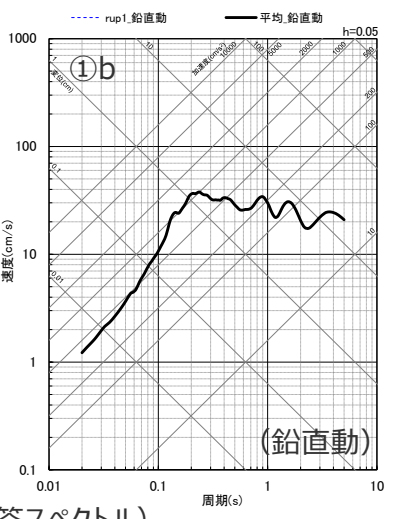
<2.3 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮） 2.3.1 応答スペクトルに基づく地震動評価>
応答スペクトルに基づく地震動評価への地震動の顕著な増幅の反映
 （強震動生成域の数の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））



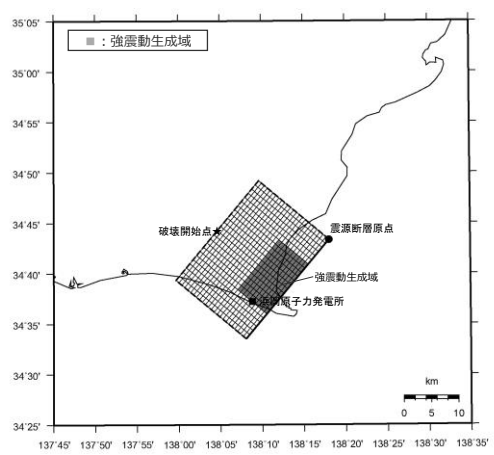
(震源モデル)



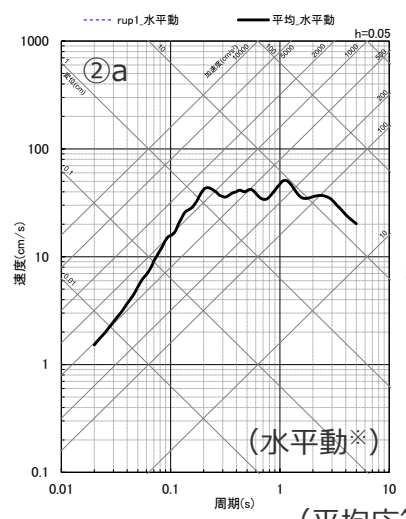
(平均応答スペクトル)



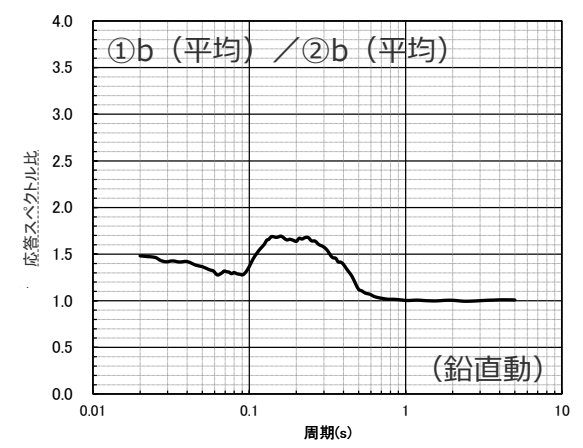
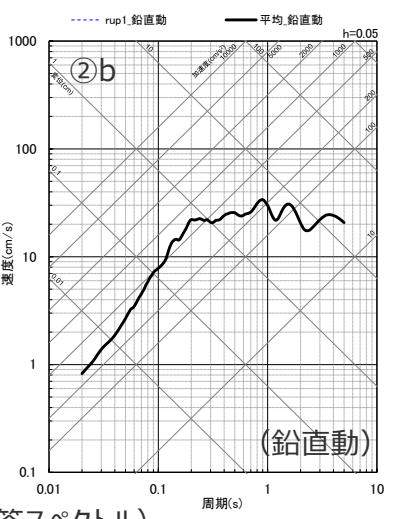
<地震動の顕著な増幅を考慮する場合>



(震源モデル)



(平均応答スペクトル)



<増幅係数（応答スペクトル比）>

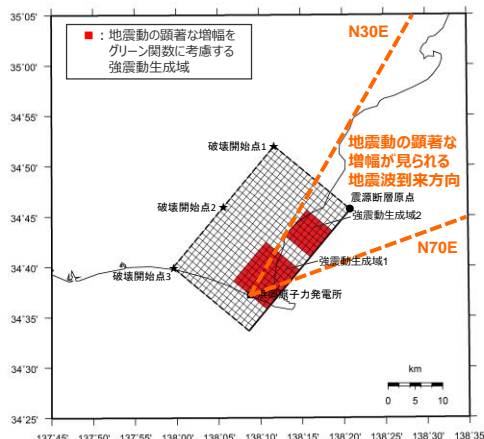
<地震動の顕著な増幅を考慮しない場合>

※ 水平動はNS方向とEW方向の平均。

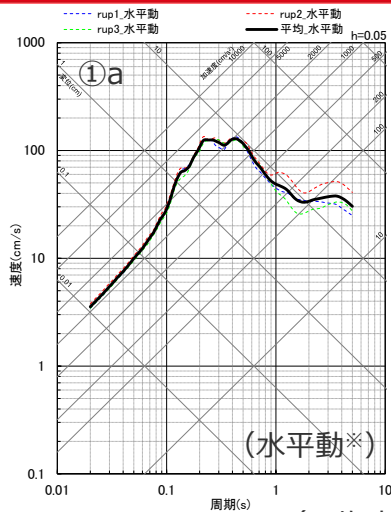
<2.3 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮） 2.3.1 応答スペクトルに基づく地震動評価>

応答スペクトルに基づく地震動評価への地震動の顕著な増幅の反映

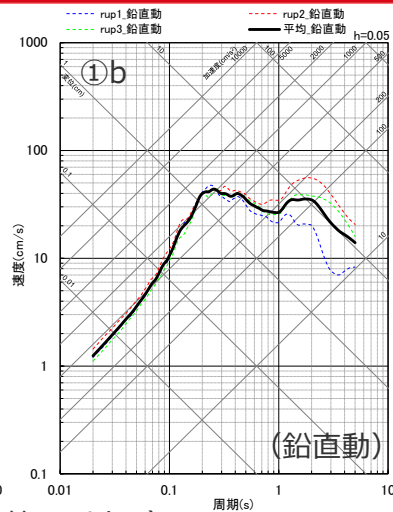
（断層傾斜角の不確かさ（20°）を考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））



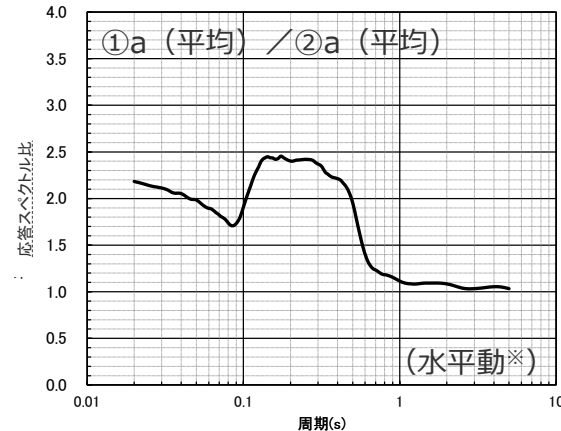
(震源モデル)



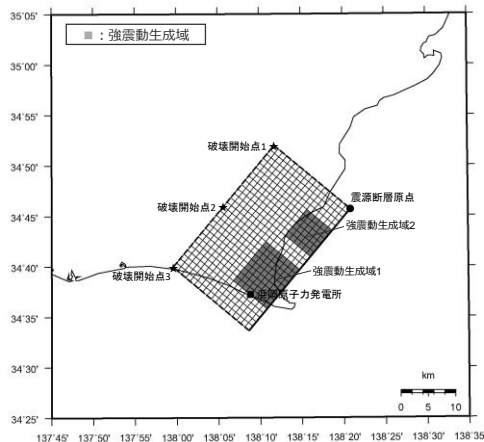
(平均応答スペクトル)



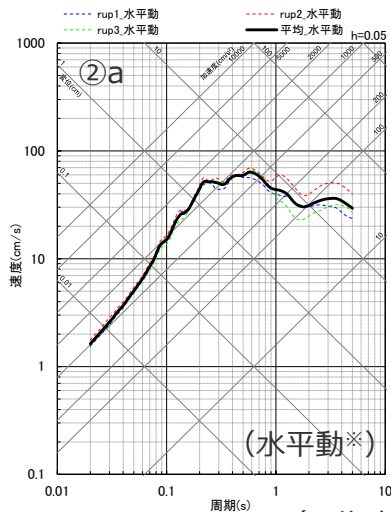
(鉛直動)



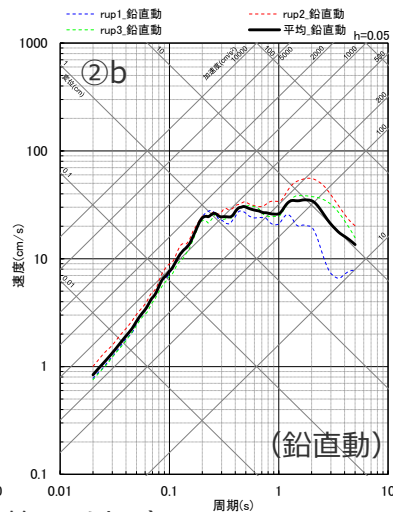
<地震動の顕著な増幅を考慮する場合>



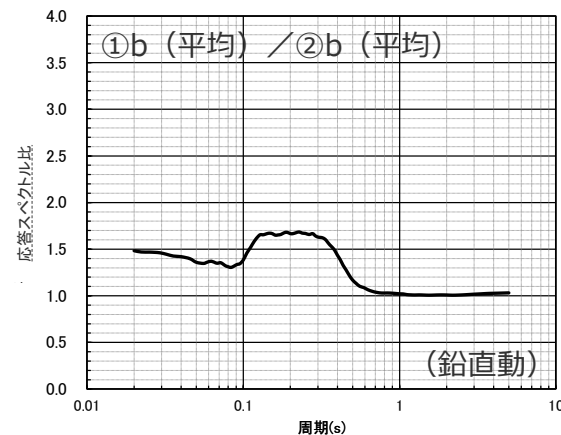
(震源モデル)



(平均応答スペクトル)



(鉛直動)



<増幅係数（応答スペクトル比）>

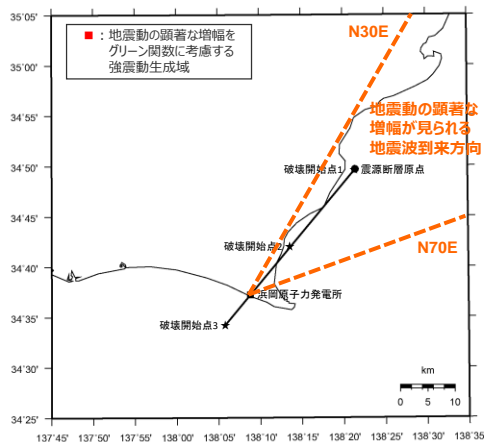
<地震動の顕著な増幅を考慮しない場合>

※ 水平動はNS方向とEW方向の平均。

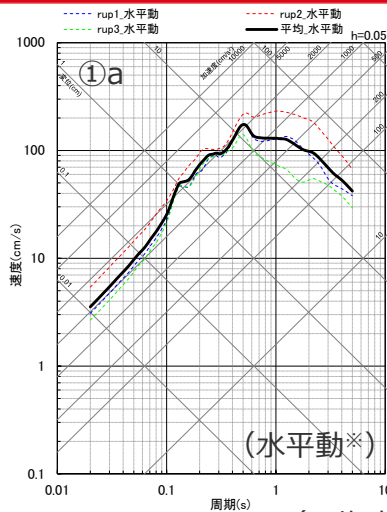
<2.3 海洋プレート内地震の地震動評価 (地震動の顕著な増幅を考慮) 2.3.1 応答スペクトルに基づく地震動評価>

応答スペクトルに基づく地震動評価への地震動の顕著な増幅の反映

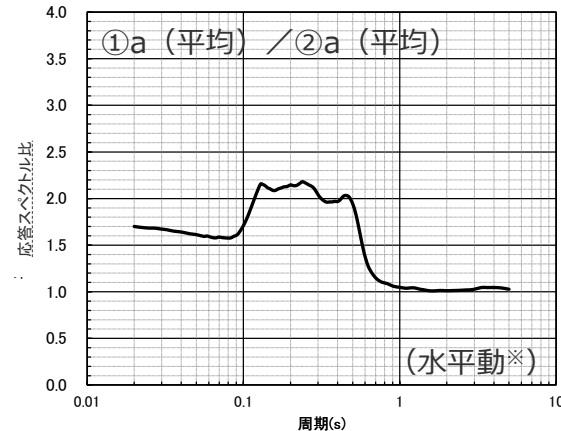
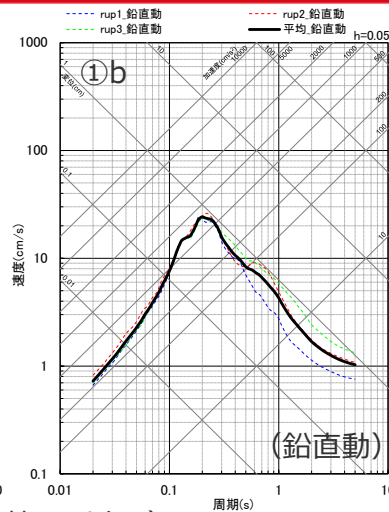
(断層傾斜角の不確かさ (90°) を考慮した震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮))



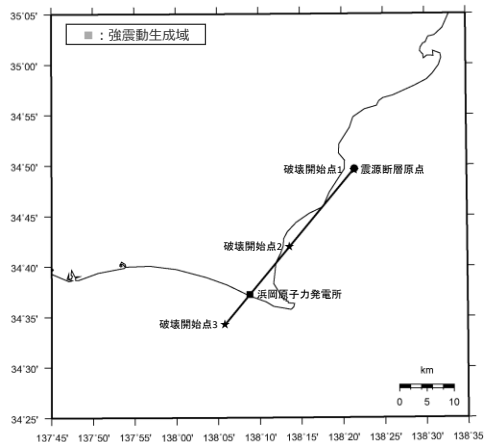
(震源モデル)



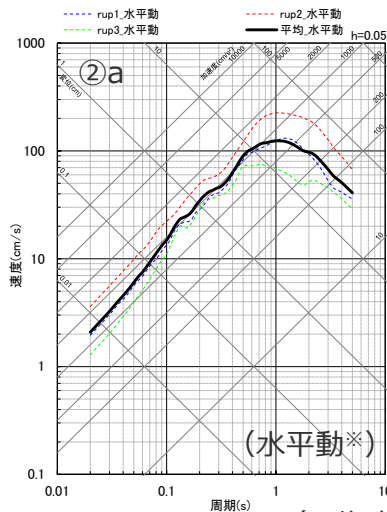
(平均応答スペクトル)



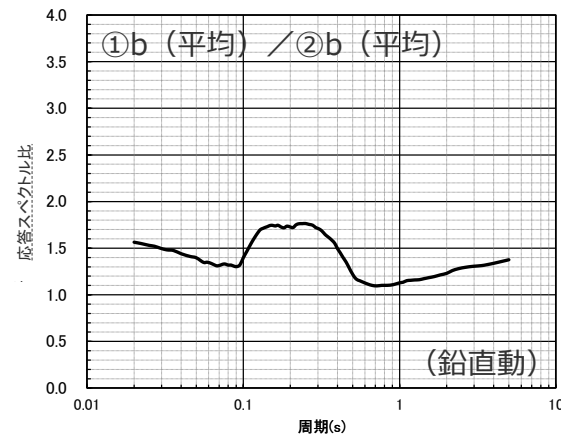
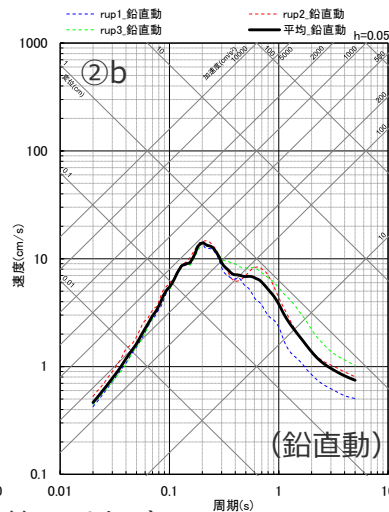
<地震動の顕著な増幅を考慮する場合>



(震源モデル)



(平均応答スペクトル)



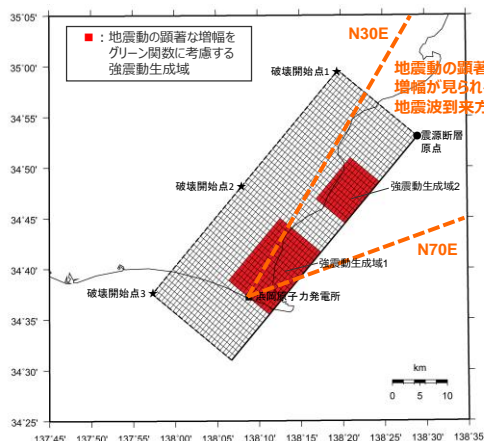
<増幅係数 (応答スペクトル比) >

<地震動の顕著な増幅を考慮しない場合>

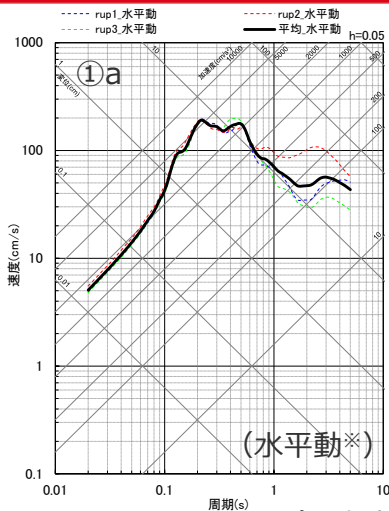
※ 水平動はNS方向とEW方向の平均。

応答スペクトルに基づく地震動評価への地震動の顕著な増幅の反映

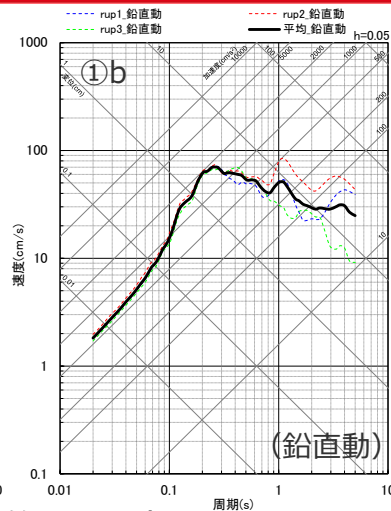
（地震規模の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））



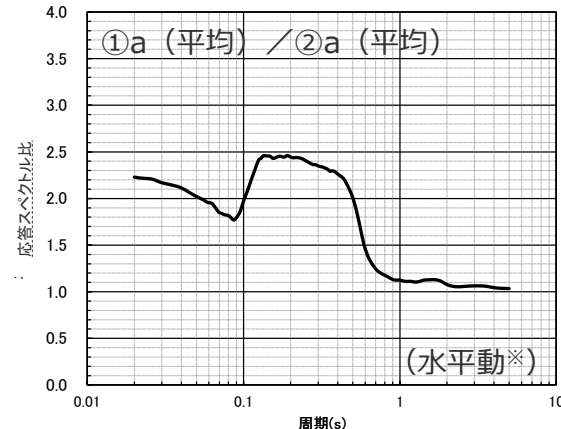
(震源モデル)



(平均応答スペクトル)

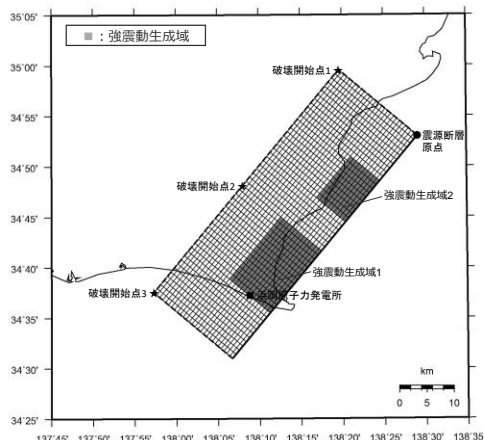


(鉛直動)

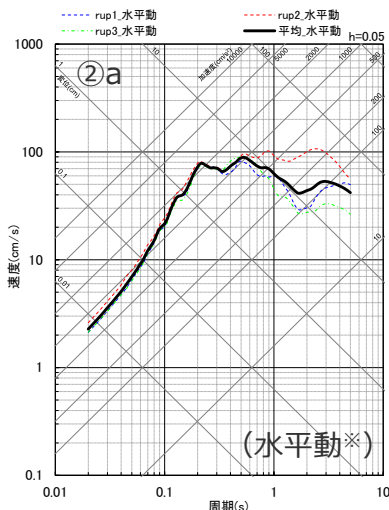


(水平動※)

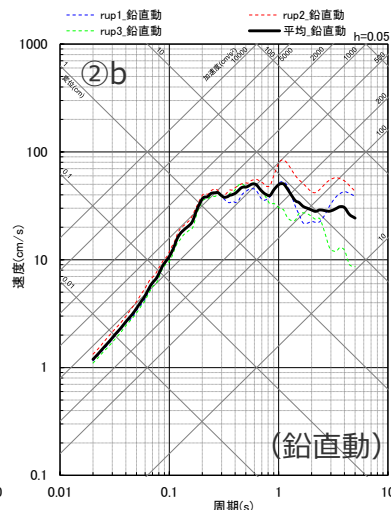
<地震動の顕著な増幅を考慮する場合>



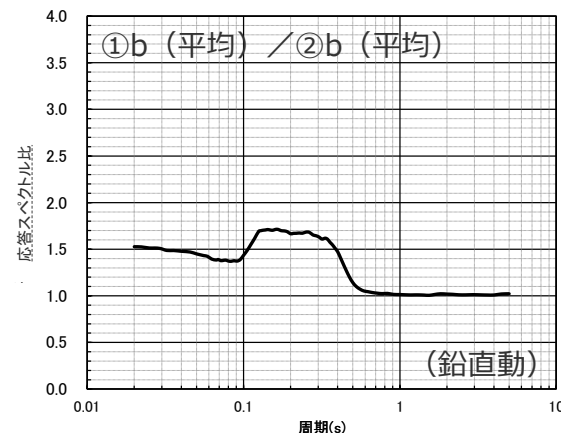
(震源モデル)



(平均応答スペクトル)



(鉛直動)



(鉛直動)

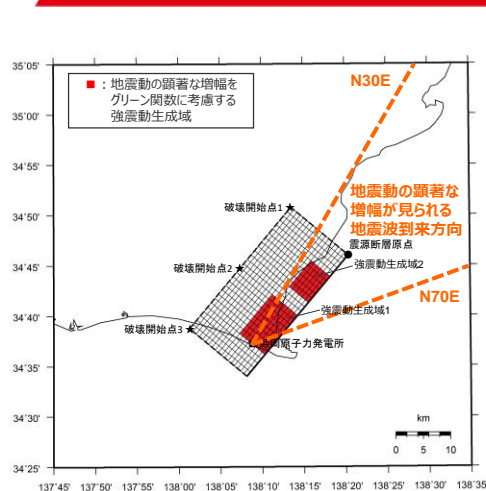
<増幅係数（応答スペクトル比）>

<地震動の顕著な増幅を考慮しない場合>

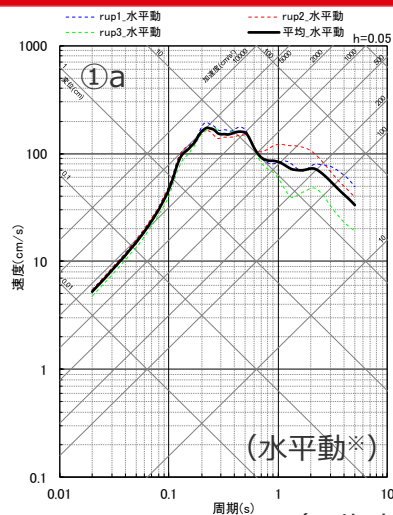
※ 水平動はNS方向とEW方向の平均。

応答スペクトルに基づく地震動評価への地震動の顕著な増幅の反映

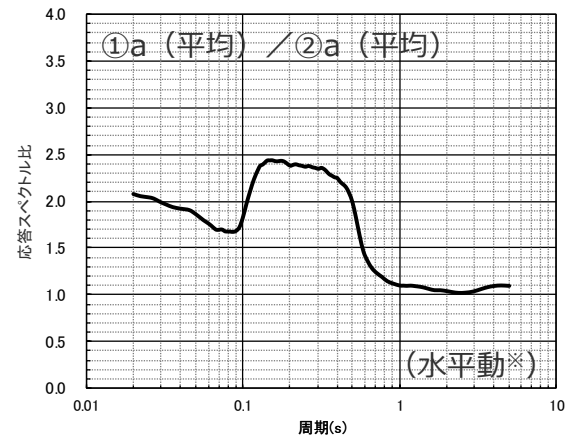
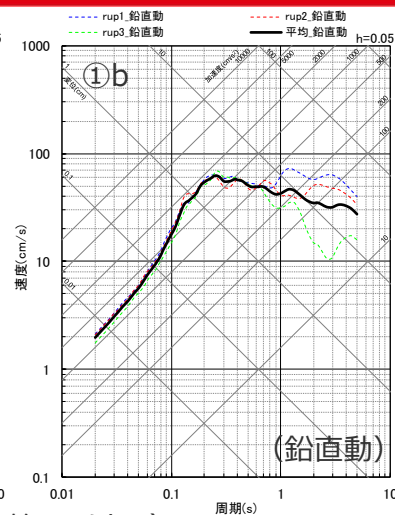
（震源深さの不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））



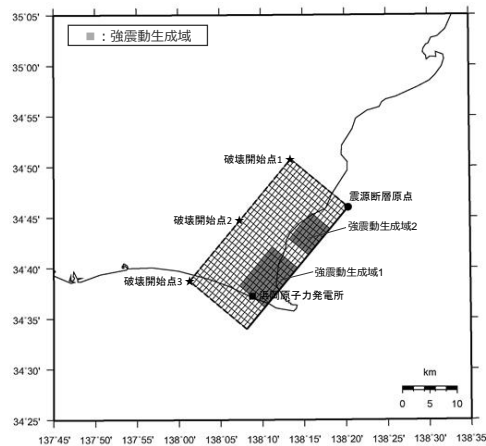
(震源モデル)



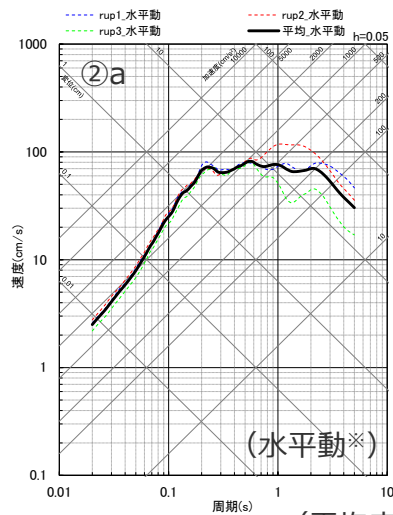
(平均応答スペクトル)



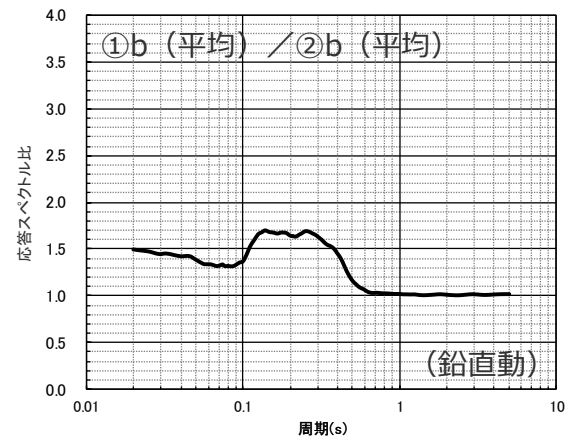
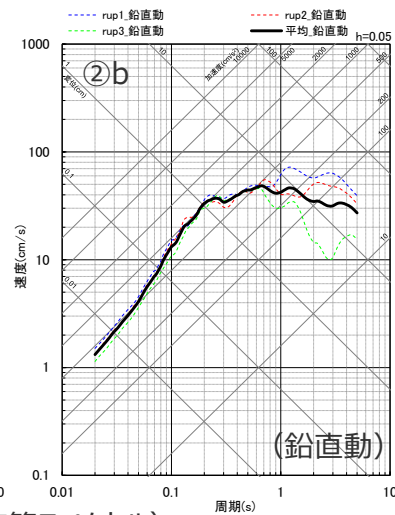
<地震動の顕著な増幅を考慮する場合>



(震源モデル)



(平均応答スペクトル)



<増幅係数（応答スペクトル比）>

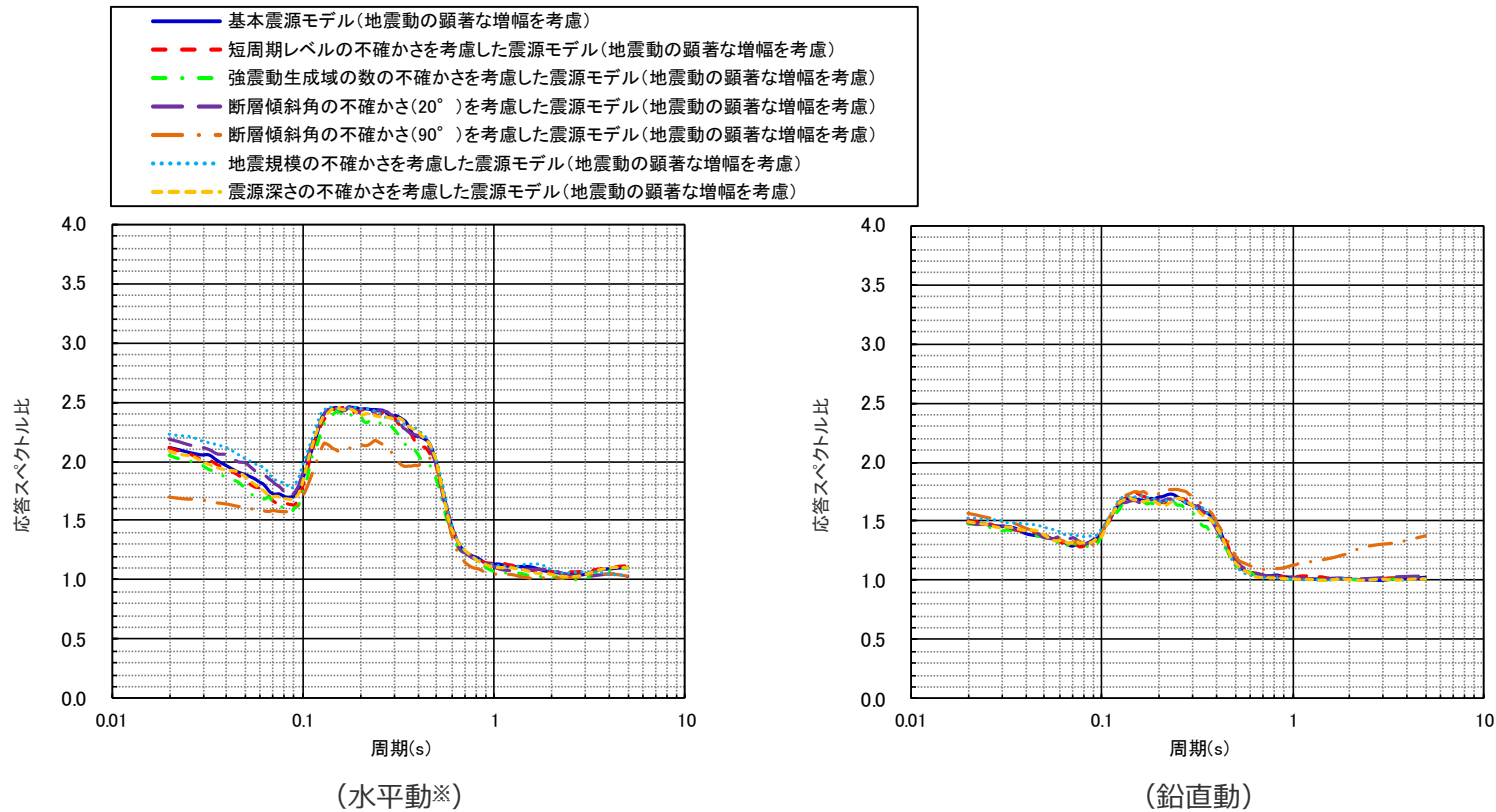
<地震動の顕著な増幅を考慮しない場合>

※ 水平動はNS方向とEW方向の平均。

応答スペクトルに基づく地震動評価への地震動の顕著な増幅の反映 (増幅係数 (応答スペクトル比))

増幅係数 (応答スペクトル比) を算出

地震動の顕著な増幅を考慮する場合の平均応答スペクトル (各破壊開始点の平均) ※
地震動の顕著な増幅を考慮しない場合の平均応答スペクトル (各破壊開始点の平均) ※

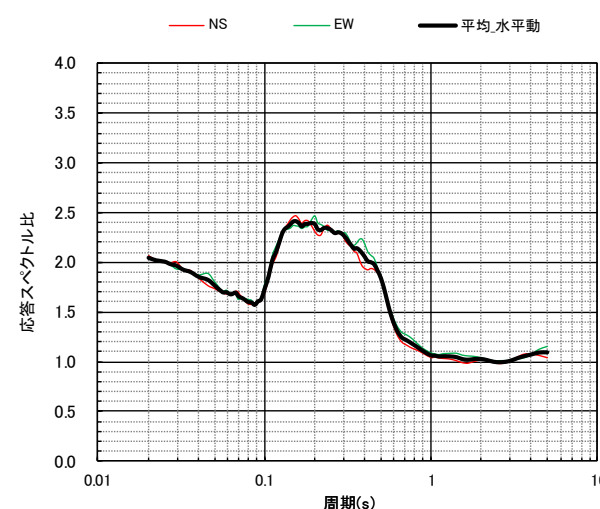
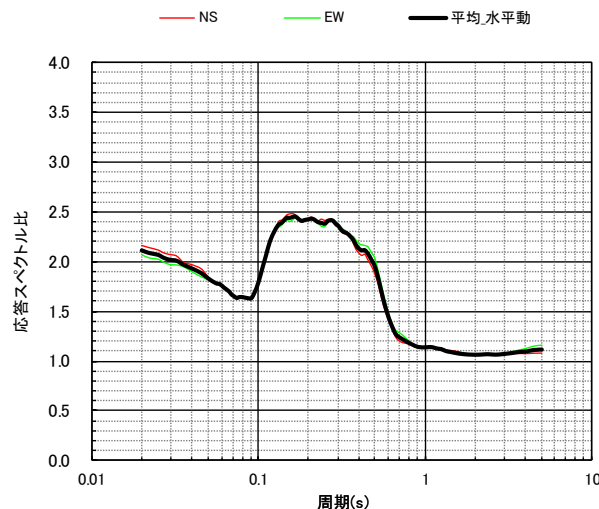
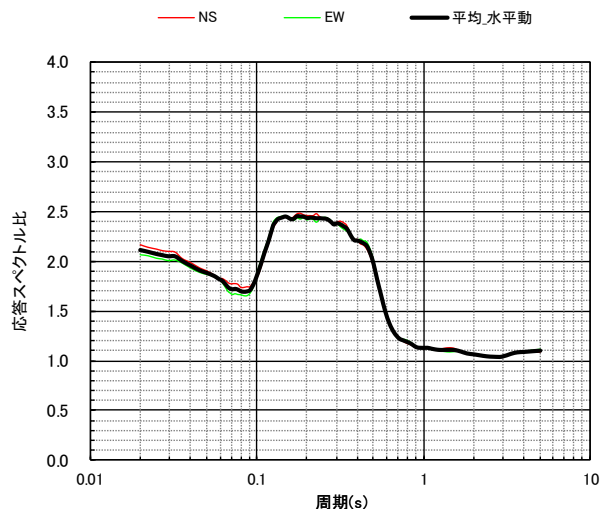


<地震動の顕著な増幅の反映のために用いる増幅係数 (応答スペクトル比) >

※ 水平動はNS方向とEW方向の平均。

応答スペクトルに基づく地震動評価への地震動の顕著な増幅の反映 (NS方向、EW方向と水平方向（平均）の増幅係数（応答スペクトル比）の比較)

○敷地下方の想定スラブ内地震の基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）、短周期レベルの不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）、強震動生成域の数の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）について、NS方向とEW方向の増幅係数（応答スペクトル比）は同程度となっている。



(基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）)

(短周期レベルの不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）)

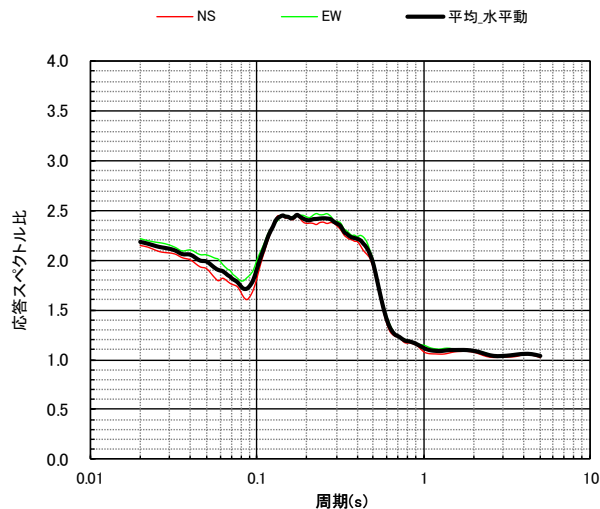
(強震動生成域の数の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）)

<NS方向、EW方向と水平方向（平均）の増幅係数（応答スペクトル比）の比較>

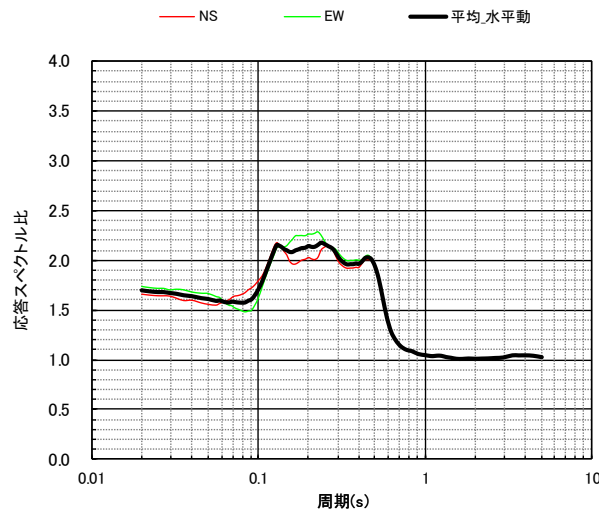
※ 水平方向（平均）はNS方向とEW方向の平均。

応答スペクトルに基づく地震動評価への地震動の顕著な増幅の反映 (NS方向、EW方向と水平方向（平均）の増幅係数（応答スペクトル比）の比較)

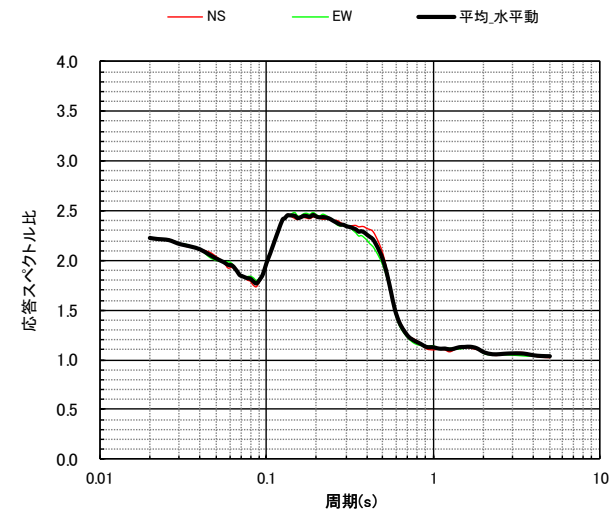
○敷地下方の想定スラブ内地震の断層傾斜角の不確かさ（20°）を考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）、断層傾斜角の不確かさ（90°）を考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）、地震規模の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）について、NS方向とEW方向の増幅係数（応答スペクトル比）は同程度となっている。



(断層傾斜角の不確かさ（20°）を考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）)



(断層傾斜角の不確かさ（90°）を考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）)



(地震規模の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）)

<NS方向、EW方向と水平方向（平均）の増幅係数（応答スペクトル比）の比較>

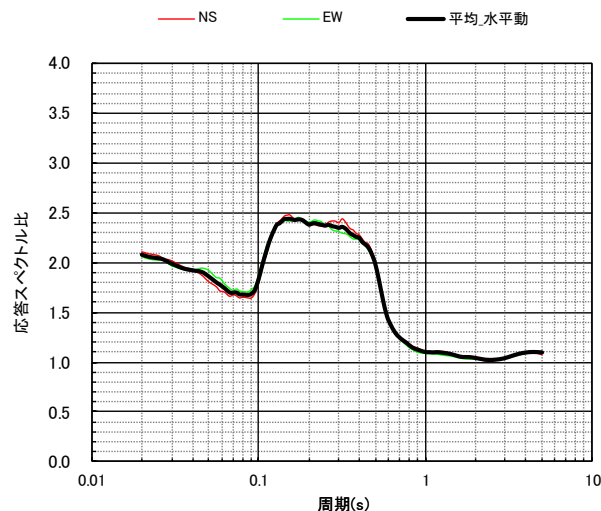
※ 水平方向（平均）はNS方向とEW方向の平均。

<2.3 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮） 2.3.1 応答スペクトルに基づく地震動評価>

応答スペクトルに基づく地震動評価への地震動の顕著な増幅の反映

（NS方向、EW方向と水平方向（平均）の増幅係数（応答スペクトル比）の比較）

- 敷地下方の想定スラブ内地震の震源深さの不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）について、NS方向とEW方向の増幅係数（応答スペクトル比）は同程度となっている。



（震源深さの不確かさを考慮した震源モデル
（地震動の顕著な増幅を考慮））

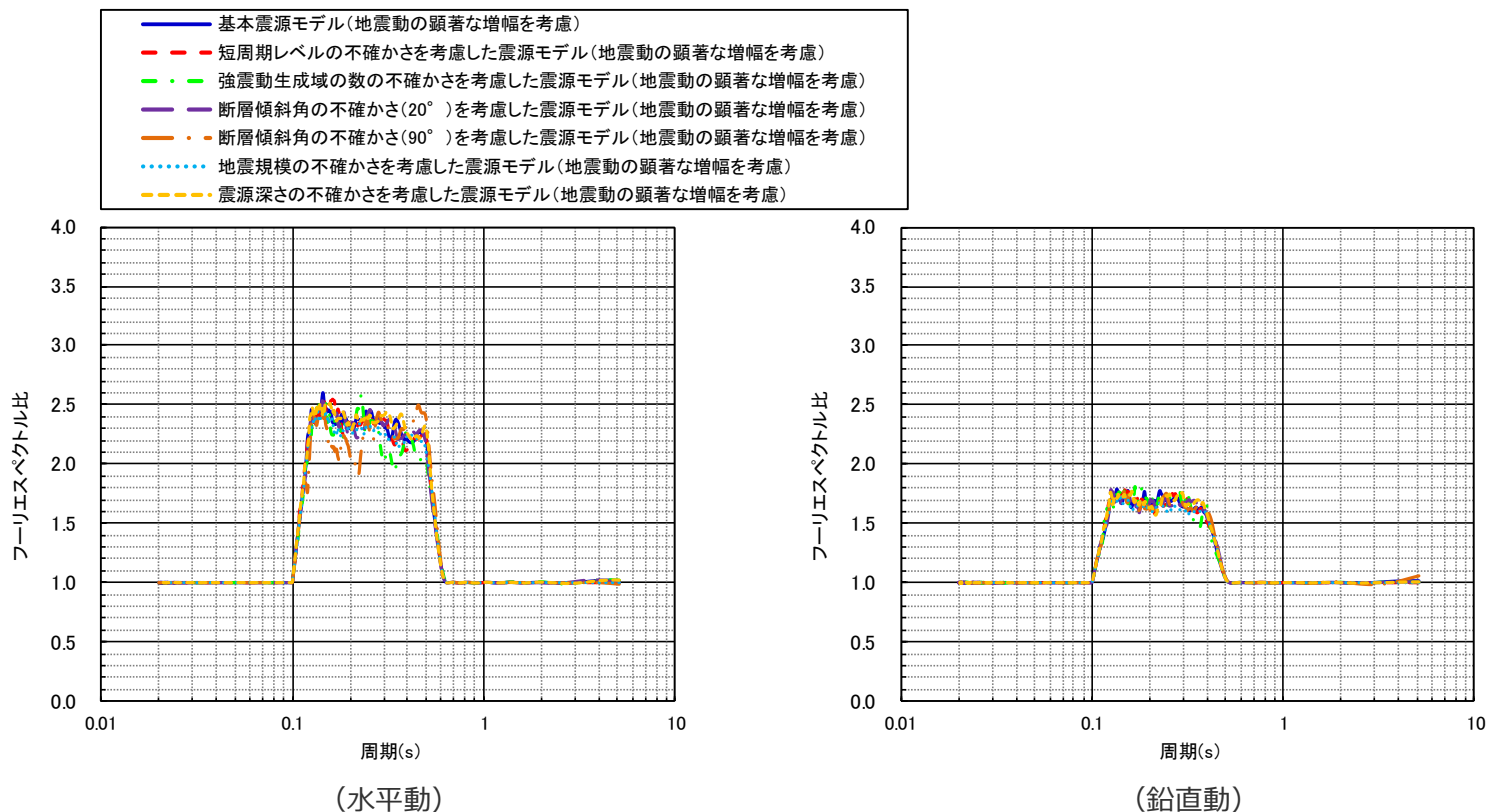
<NS方向、EW方向と水平方向（平均）※の増幅係数（応答スペクトル比）の比較>

※ 水平方向（平均）はNS方向とEW方向の平均。

応答スペクトルに基づく地震動評価への地震動の顕著な増幅の反映 （（参考）フーリエスペクトル比）

フーリエスペクトル比を算出

$$\frac{\text{地震動の顕著な増幅を考慮する場合の平均フーリエスペクトル（各破壊開始点の平均）※}}{\text{地震動の顕著な増幅を考慮しない場合の平均フーリエスペクトル（各破壊開始点の平均）※}}$$



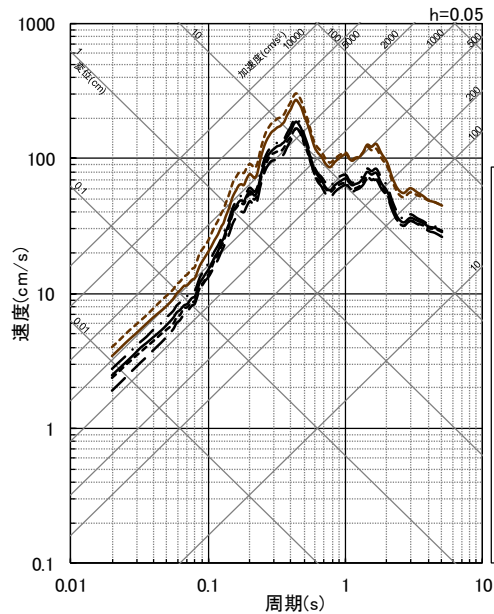
<（参考）フーリエスペクトル比>

※ 増幅係数（応答スペクトル比）の算出における平均応答スペクトルの作成に用いた波形と同じ20組の波形を用いて平均フーリエスペクトルを算出。水平動はNS方向とEW方向の平均。

応答スペクトルに基づく地震動評価結果

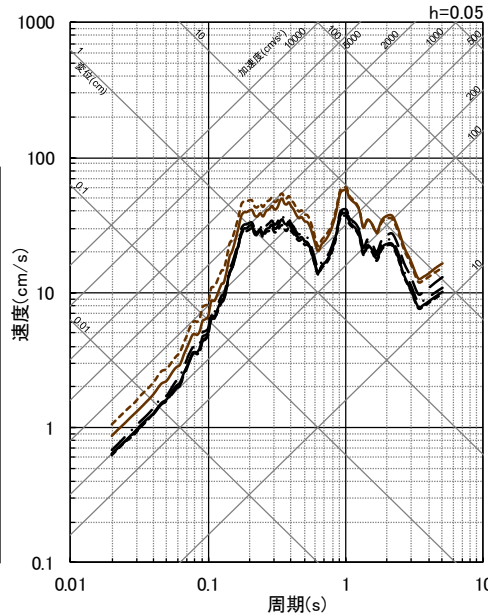
（2009年駿河湾の地震（本震）の震源特性を反映した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））

・敷地下方の想定スラブ内地震の2009年駿河湾の地震（本震）の震源特性を反映した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）では、2009年駿河湾の地震（本震）の震源特性を反映したNoda et al.(2002)の方法を用いることとし、地震動の顕著な増幅特性については、地震動の顕著な増幅を考慮する場合と考慮しない場合の震源モデルを対象に、断層モデルを用いた手法による地震動評価を行い、これらの結果による平均応答スペクトル比をNoda et al.(2002)の方法による応答スペクトルに乗じることで考慮する。



- 基本震源モデル
（地震動の顕著な増幅を考慮）(Mj7.0, Xeq28.7)
- - - 強震動生成域の数の不確かさを考慮した震源モデル
（地震動の顕著な増幅を考慮）(Mj7.0, Xeq29.0)
- · - 断層傾斜角の不確かさ(20°)を考慮した震源モデル
（地震動の顕著な増幅を考慮）(Mj7.0, Xeq27.0)
- - 断層傾斜角の不確かさ(90°)を考慮した震源モデル
（地震動の顕著な増幅を考慮）(Mj7.0, Xeq29.7)
- 地震規模の不確かさを考慮した震源モデル
（地震動の顕著な増幅を考慮）(Mj7.4, Xeq32.3)
- - - 震源深さの不確かさを考慮した震源モデル
（地震動の顕著な増幅を考慮）(Mj7.0, Xeq19.7)

（水平動）



- 基本震源モデル
（地震動の顕著な増幅を考慮）(Mj7.0, Xeq28.7)
- - - 強震動生成域の数の不確かさを考慮した震源モデル
（地震動の顕著な増幅を考慮）(Mj7.0, Xeq29.0)
- · - 断層傾斜角の不確かさ(20°)を考慮した震源モデル
（地震動の顕著な増幅を考慮）(Mj7.0, Xeq27.0)
- - 断層傾斜角の不確かさ(90°)を考慮した震源モデル
（地震動の顕著な増幅を考慮）(Mj7.0, Xeq29.7)
- 地震規模の不確かさを考慮した震源モデル
（地震動の顕著な増幅を考慮）(Mj7.4, Xeq32.3)
- - - 震源深さの不確かさを考慮した震源モデル
（地震動の顕著な増幅を考慮）(Mj7.0, Xeq19.7)

（鉛直動）

・Noda et al.(2002)の方法により2009年駿河湾の地震（本震）の観測記録を用いて補正。

<応答スペクトルに基づく地震動評価結果（Noda et al.(2002)の方法による）>

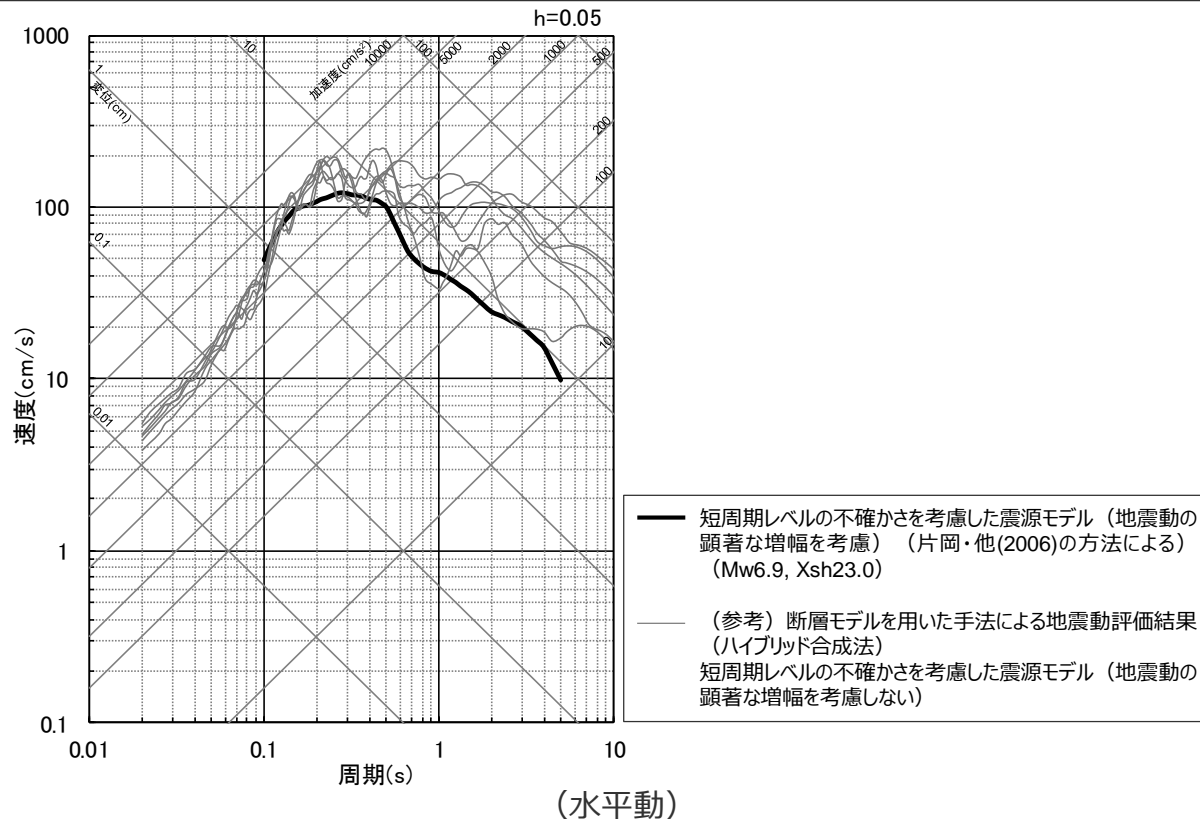
（2009年駿河湾の地震（本震）の震源特性を反映した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（敷地下方の想定スラブ内地震））

・Xeqは、等価震源距離（km）を表す。

応答スペクトルに基づく地震動評価結果

（短周期レベルの不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））

・敷地下方の想定スラブ内地震の短周期レベルの不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）については、片岡・他(2006)で短周期レベルを入力値とする方法を用いることとし、地震動の顕著な増幅特性については、地震動の顕著な増幅を考慮する場合と考慮しない場合の震源モデルを対象に、断層モデルを用いた手法による地震動評価を行い、これらの結果による平均応答スペクトル比を片岡・他(2006)の方法による応答スペクトルに乗じることで考慮する。



<応答スペクトルに基づく地震動評価結果（片岡・他(2006)で短周期レベルを入力値とする方法による）>
（短周期レベルの不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（敷地下方の想定スラブ内地震））

- ・片岡・他(2006)が評価対象としている周期は0.1秒～。
- ・Xshは、断層最短距離（km）を表す。

余白

目次

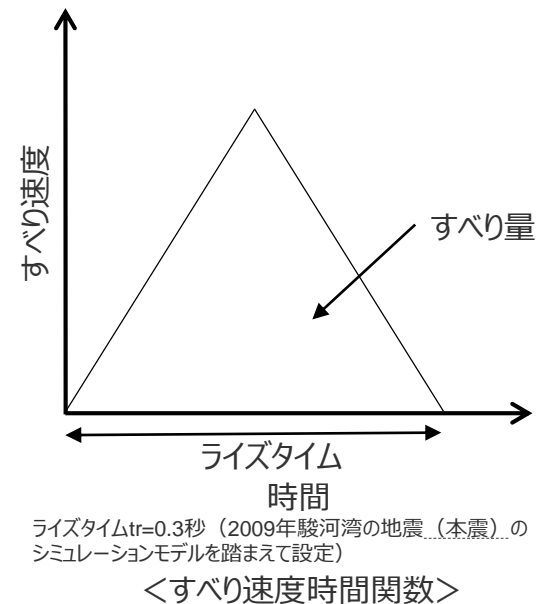
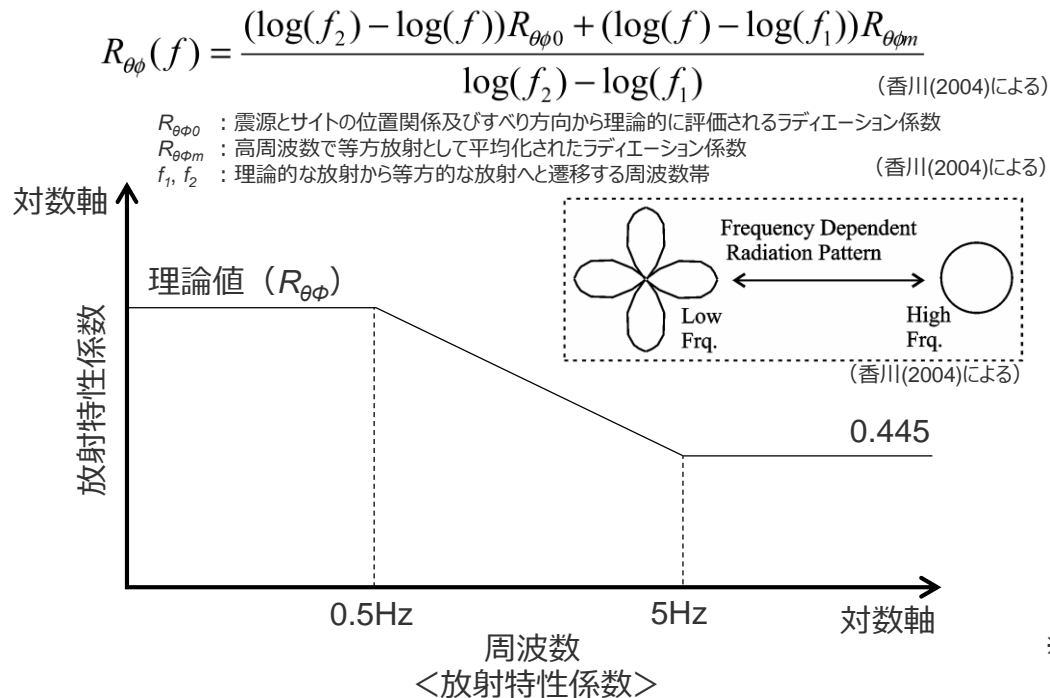
1	地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価	
1.1	内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）	……p.3~
1.2	プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）	……p.90~
1.3	海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）	……p.172~
2	地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価	
2.1	内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）	……p.280~
2.2	プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）	……p.342~
2.3	海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）	
2.3.1	応答スペクトルに基づく地震動評価	……p.398~
2.3.2	断層モデルを用いた手法による地震動評価	……p.422~
2.3.3	応答スペクトルに基づく地震動評価結果と断層モデルを用いた手法による地震動評価結果との比較	……p.459~
2.3.4	地震動評価結果のまとめ	……p.468~

断層モデルを用いた手法

断層モデルを用いた手法は地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価と同じ

- 断層モデルを用いた手法による地震動評価は、一次元地下構造モデルの妥当性を確認した統計的グリーン関数法（短周期領域）と波数積分法（長周期領域）によるハイブリッド合成法を用いる。
- 統計的グリーン関数法は、Boore(1983)による要素地震及び入倉・他(1997)による波形合成※1に基づく。放射特性係数は、Kamae and Irikura(1992)により、0.5Hz以下をAki and Richards(1980)による理論値、5Hz以上をBoore and Boatwright(1984)による等方的な値（0.445）とし、その間是对数軸上で線形補間した値とする。
- 波数積分法は、Hisada(1994)に基づく。すべり速度時間関数は、一般的に用いられる三角形関数※2（震源断層パラメータに基づく）を用いる。

※1 入倉・他(1997)による波形合成では、2009年駿河湾の地震（本震）のシミュレーションを踏まえたライズタイム（0.3秒）を用いる。



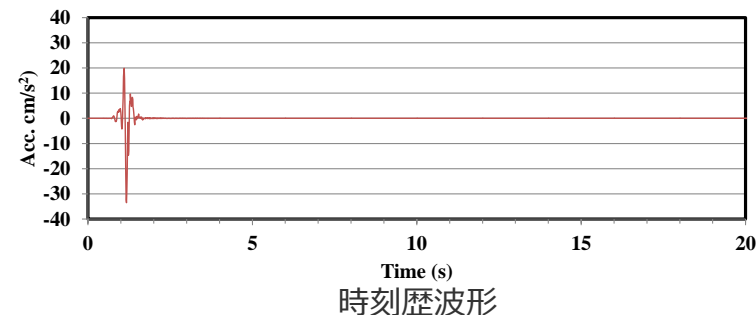
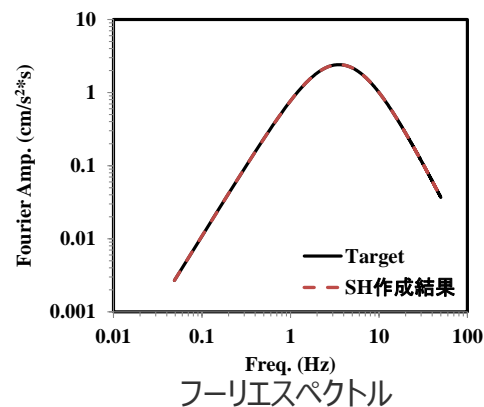
※2 久田(2002)、倉橋・入倉(2017)等による。敷地において長周期が卓越した地震動が得られた2004年紀伊半島南東沖の地震（本震）のシミュレーションにより妥当性の確認をしている（補足説明資料③-24参照）。

要素地震

○要素地震の振幅特性及び経時特性はBoore(1983)の手法を用いる。下図に示す要素地震は、強震動生成域のものであり、波形合成の際は、背景領域の要素地震とするために応力降下量及びすべり量で補正を行う。

作成条件

パラメータ	設定値
地震モーメント	$1.48 \times 10^{16} \text{Nm}$
強震動生成域の平均応力降下量	30.71MPa
fmax	6.0Hz
要素断層面積	1.1km^2
震源距離	50km



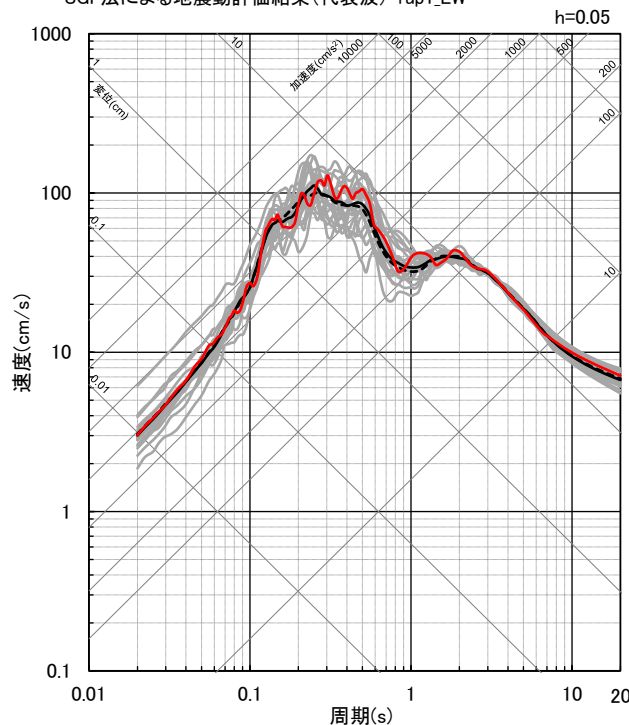
<要素地震（強震動生成域）の作成例>
（基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（敷地下方の想定スラブ内地震） SH波）

統計的グリーン関数法による地震動評価における代表波の選定

- 統計的グリーン関数法による地震動評価では、破壊の揺らぎ等を考慮するため、乱数を変えた20組※の波形合成を行い、減衰定数5%の擬似速度応答スペクトル20組の平均値との残差（NS、EW、UDの合計）が最小となるものを代表波として選定する。
- 例として、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の選定について下図に示す。

※ 乱数を20組とした場合と50組とした場合で、平均応答スペクトルが同程度であることを確認。

- SGF法による地震動評価結果(20波)-rup1_EW
- SGF法による地震動評価結果(平均応答スペクトル(20波))-rup1_EW
- - - SGF法による地震動評価結果(平均応答スペクトル(50波))-rup1_EW
- SGF法による地震動評価結果(代表波)-rup1_EW

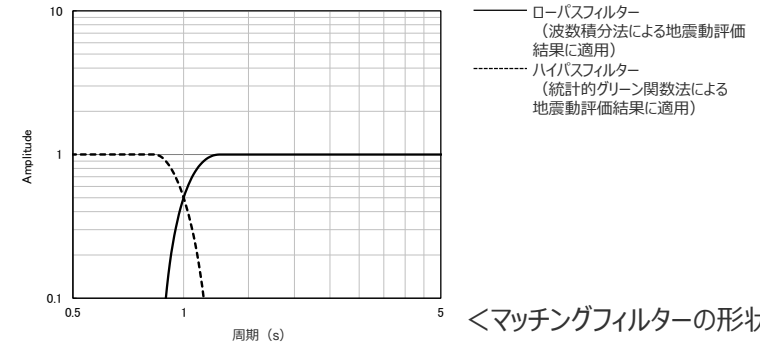


<統計的グリーン関数法による地震動評価の代表波の選定例>
(基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（敷地下方の想定スラブ内地震））

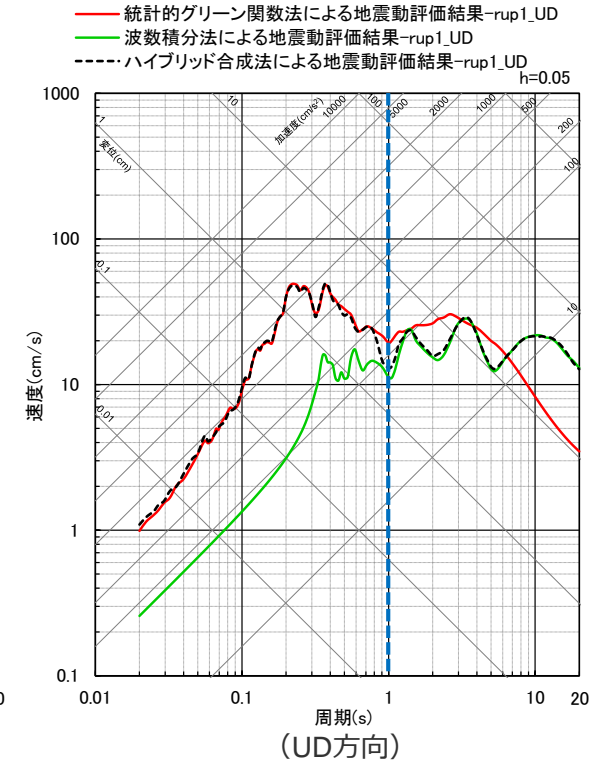
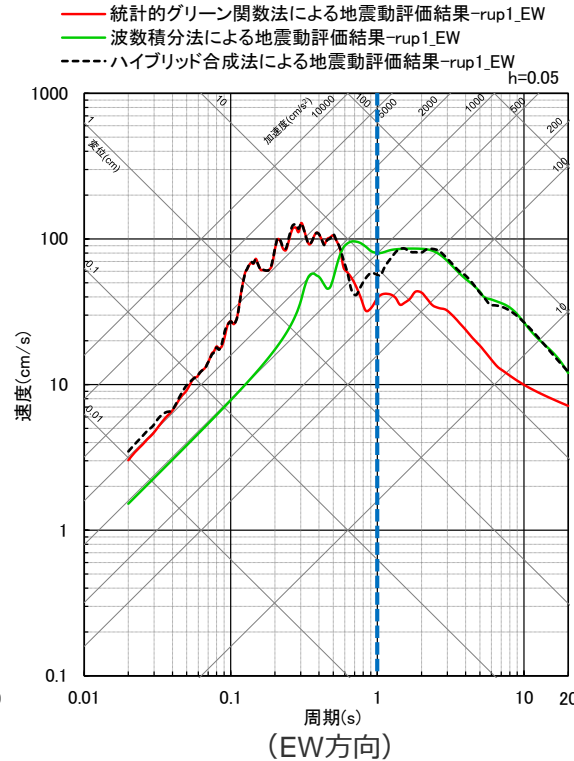
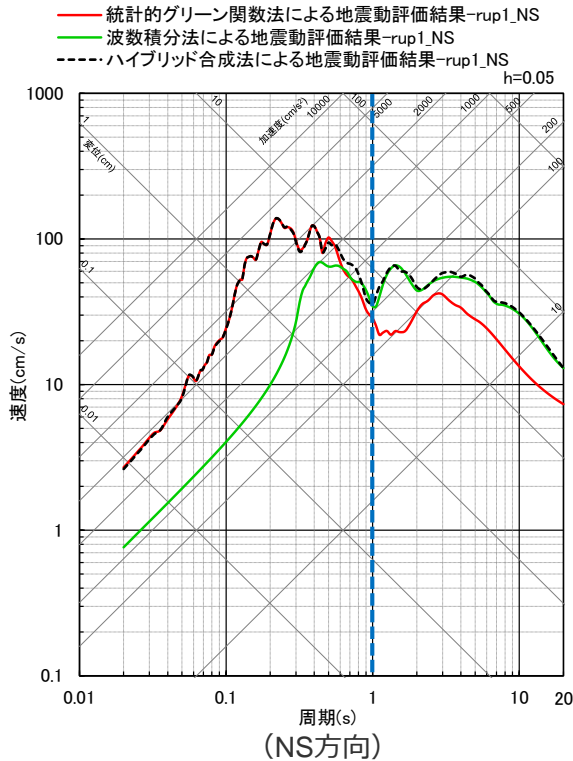
マッチングフィルター及び接続周期

- 統計的グリーン関数法による地震動評価結果と波数積分法による地震動評価結果には、遷移周期帯で相補的に低減するマッチングフィルターを施した。
- 統計的グリーン関数法による地震動評価結果と波数積分法による地震動評価結果から、接続周期を1秒（遷移周期帯：0.83～1.25秒※）とした。

※中心周波数 f_c （= 接続周期の逆数）に対し、低周波数側 $f_1=0.8f_c$ 、高周波数側 $f_2=1.2f_c$ として設定。



<マッチングフィルターの形状>

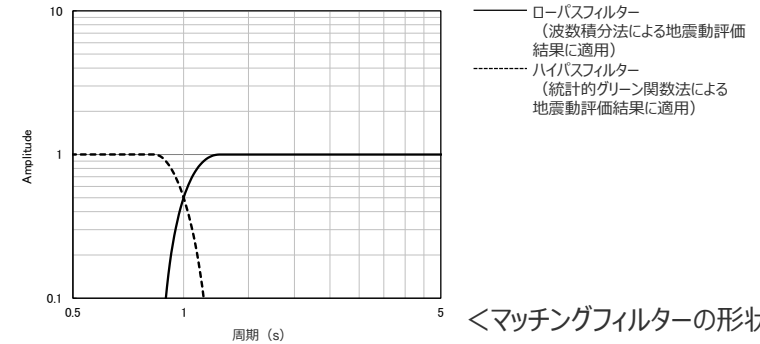


<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（応答スペクトル）>
 （基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（敷地下方の想定スラブ内地震）（破壊開始点1））

マッチングフィルター及び接続周期

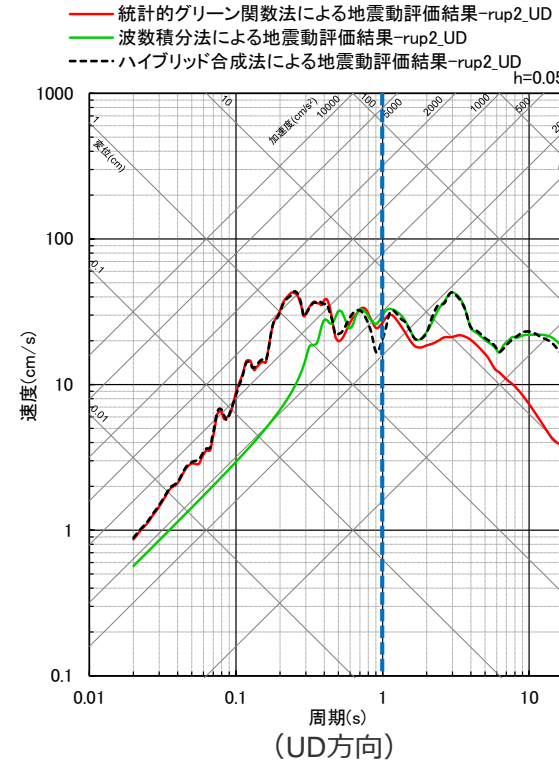
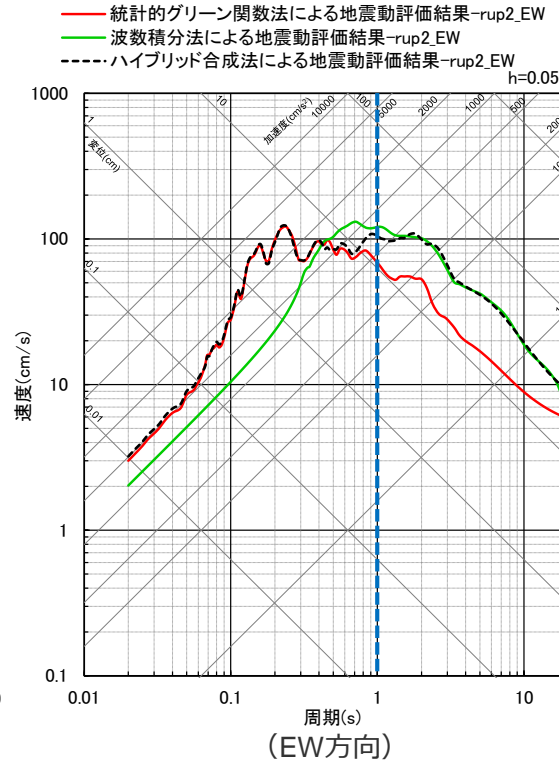
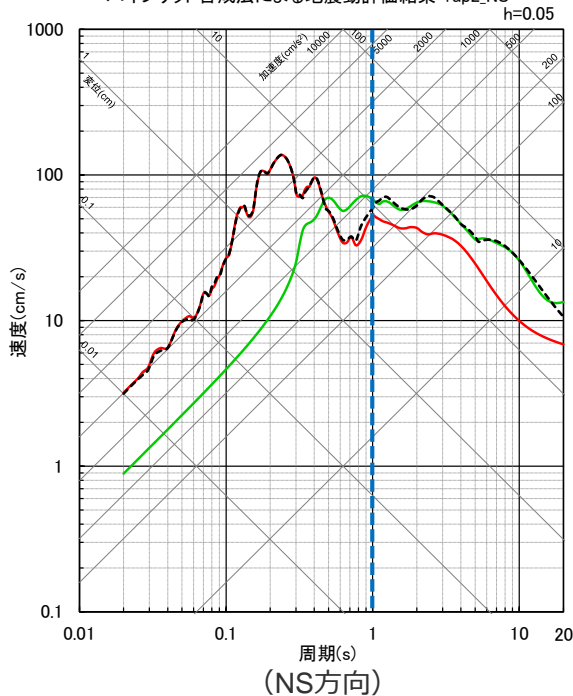
- 統計的グリーン関数法による地震動評価結果と波数積分法による地震動評価結果には、遷移周期帯で相補的に低減するマッチングフィルターを施した。
- 統計的グリーン関数法による地震動評価結果と波数積分法による地震動評価結果から、接続周期を1秒（遷移周期帯：0.83～1.25秒※）とした。

※中心周波数 f_c （=接続周期の逆数）に対し、低周波数側 $f_1=0.8f_c$ 、高周波数側 $f_2=1.2f_c$ として設定。



<マッチングフィルターの形状>

— 統計的グリーン関数法による地震動評価結果-rup2_NS
— 波数積分法による地震動評価結果-rup2_NS
- - - ハイブリッド合成法による地震動評価結果-rup2_NS



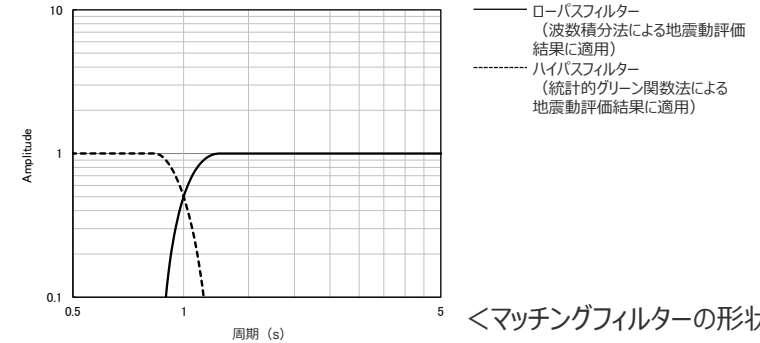
<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（応答スペクトル）>

（基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（敷地下方の想定スラブ内地震）（破壊開始点2））

マッチングフィルター及び接続周期

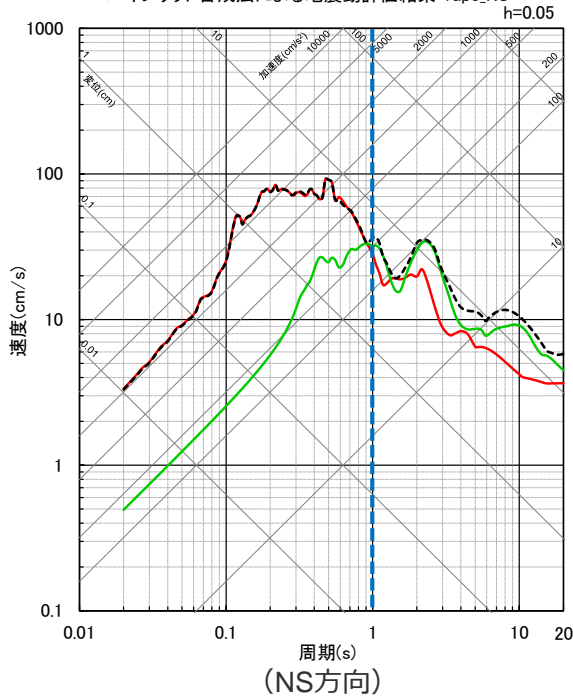
- 統計的グリーン関数法による地震動評価結果と波数積分法による地震動評価結果には、遷移周期帯で相補的に低減するマッチングフィルターを施した。
- 統計的グリーン関数法による地震動評価結果と波数積分法による地震動評価結果から、接続周期を1秒（遷移周期帯：0.83～1.25秒※）とした。

※中心周波数 f_c （=接続周期の逆数）に対し、低周波数側 $f_1=0.8f_c$ 、高周波数側 $f_2=1.2f_c$ として設定。

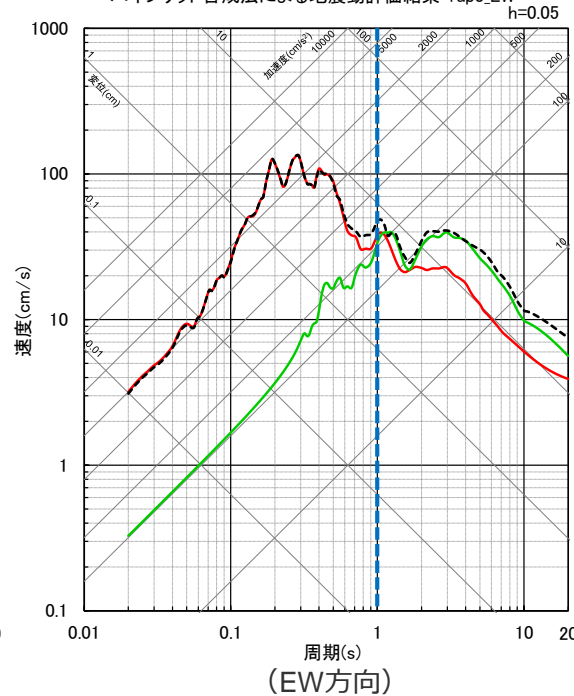


<マッチングフィルターの形状>

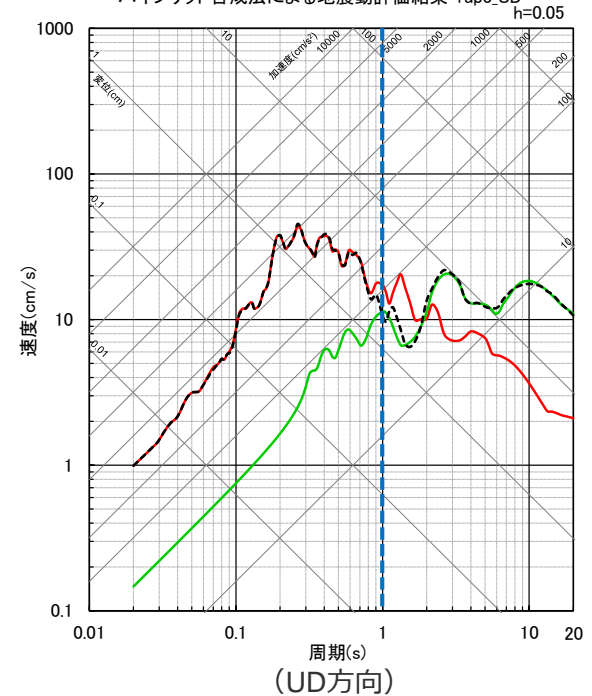
— 統計的グリーン関数法による地震動評価結果-rup3_NS
— 波数積分法による地震動評価結果-rup3_NS
- - - ハイブリッド合成法による地震動評価結果-rup3_NS



— 統計的グリーン関数法による地震動評価結果-rup3_EW
— 波数積分法による地震動評価結果-rup3_EW
- - - ハイブリッド合成法による地震動評価結果-rup3_EW



— 統計的グリーン関数法による地震動評価結果-rup3_UD
— 波数積分法による地震動評価結果-rup3_UD
- - - ハイブリッド合成法による地震動評価結果-rup3_UD

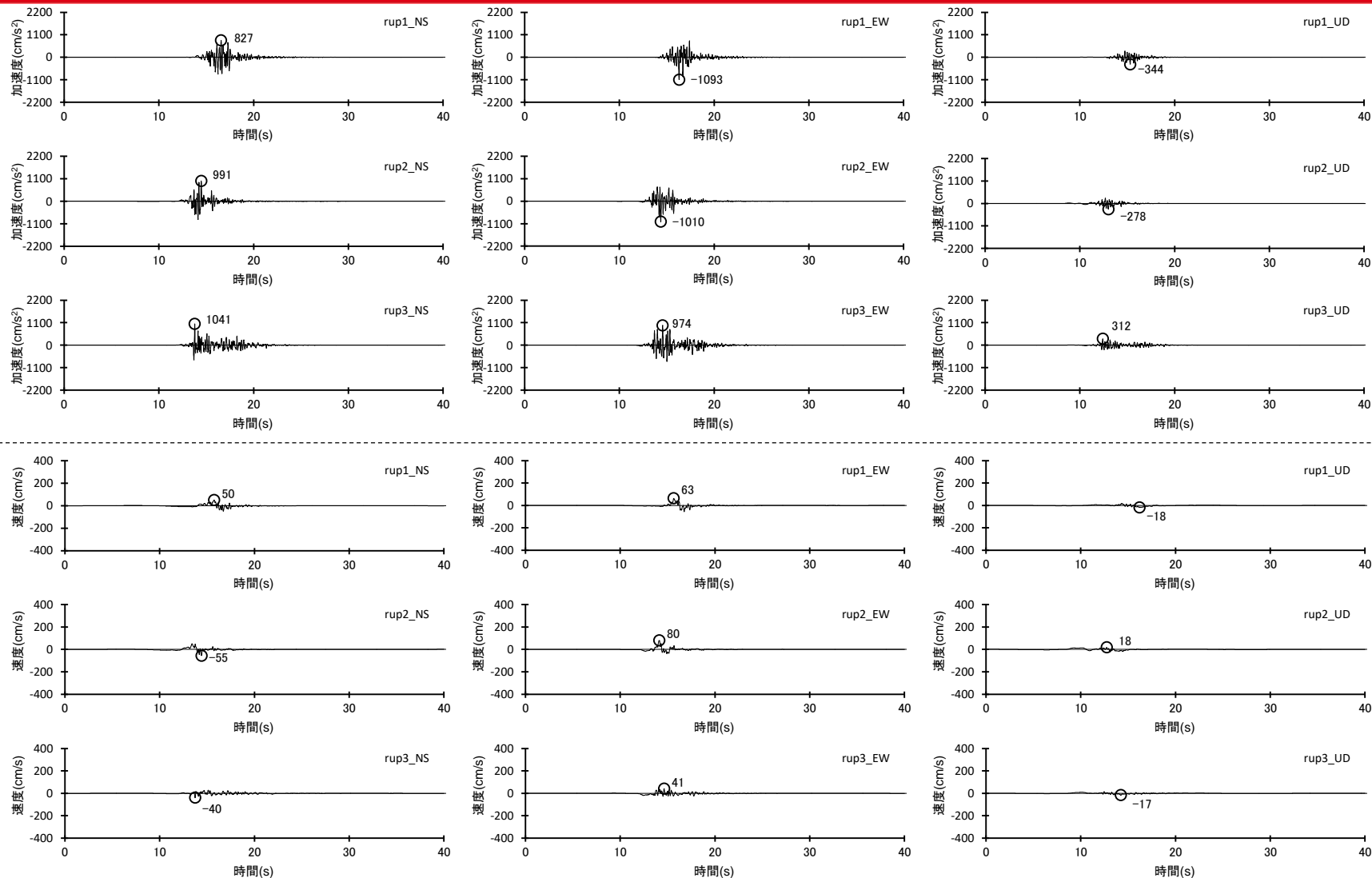


<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（応答スペクトル）>

（基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（敷地下方の想定スラブ内地震）（破壊開始点3））

断層モデルを用いた手法による地震動評価結果

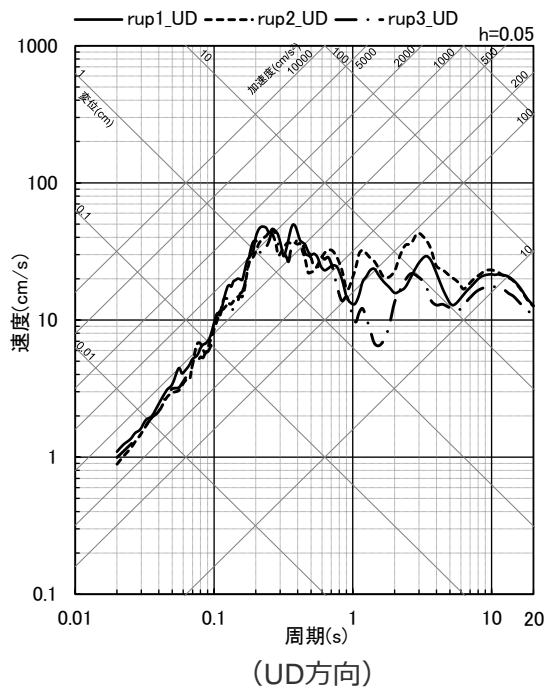
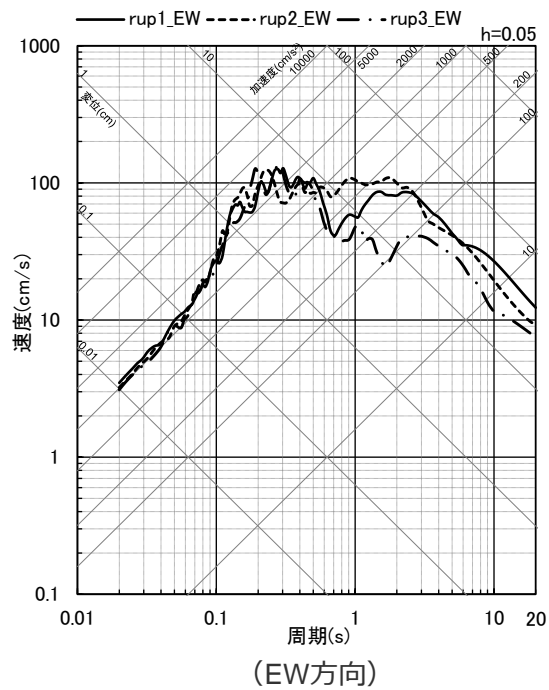
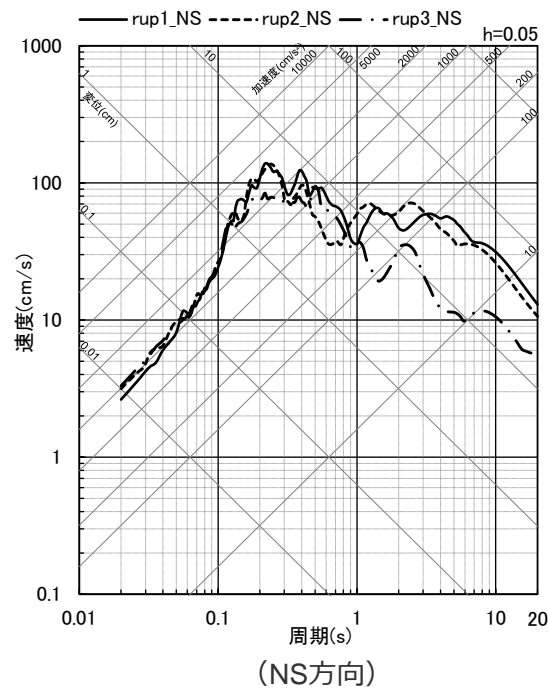
（基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））



<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（上図：加速度時刻歴波形、下図：速度時刻歴波形）>
（基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（敷地下方の想定スラブ内地震））

断層モデルを用いた手法による地震動評価結果

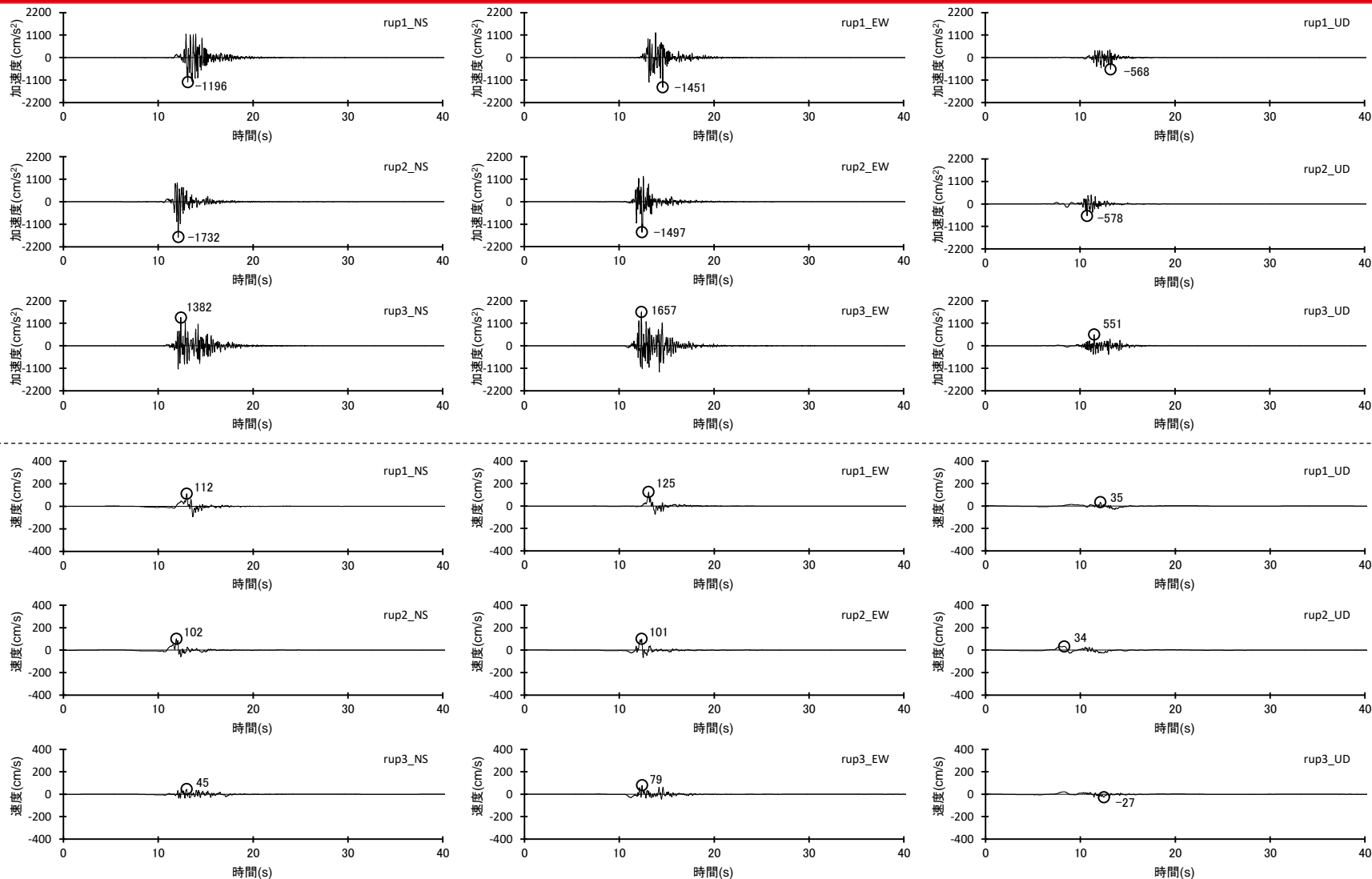
(基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）)



<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（応答スペクトル）>
(基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮） 敷地下方の想定スラブ内地震)

断層モデルを用いた手法による地震動評価結果

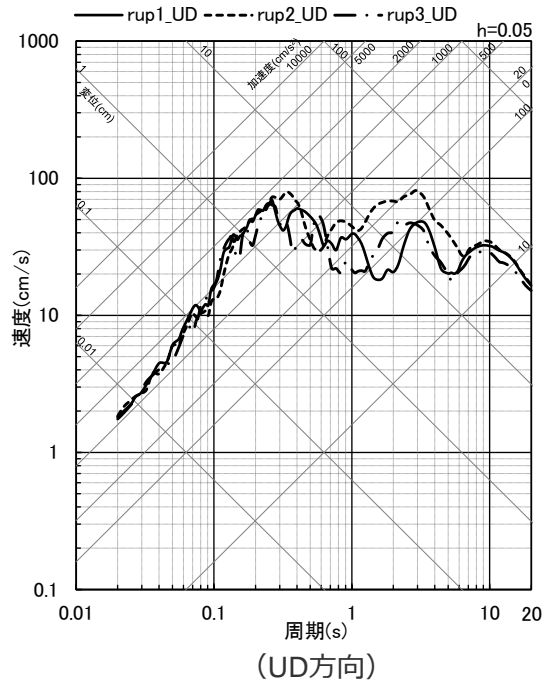
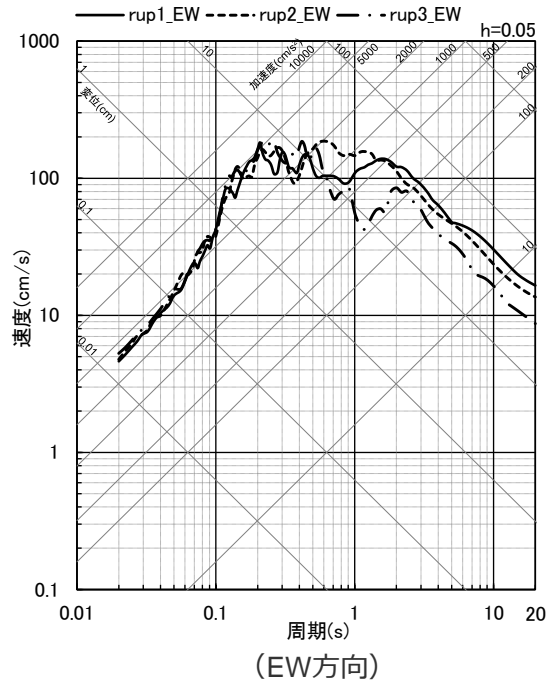
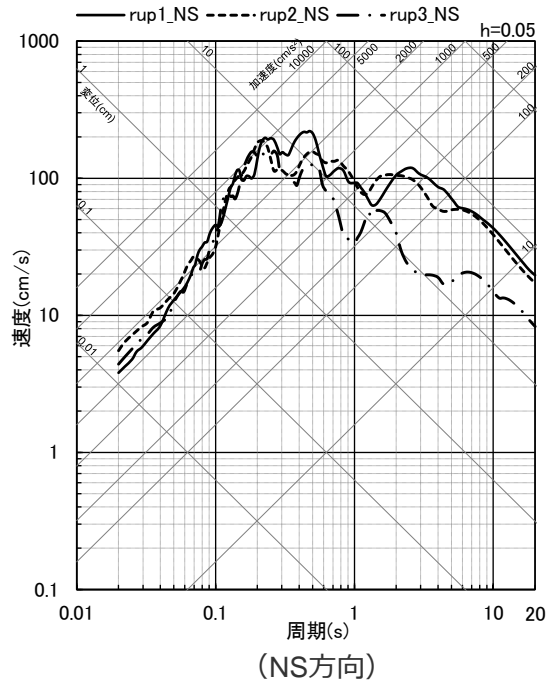
（短周期レベルの不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））



<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（上図：加速度時刻歴波形、下図：速度時刻歴波形）>
（短周期レベルの不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（敷地下方の想定スラブ内地震））

断層モデルを用いた手法による地震動評価結果

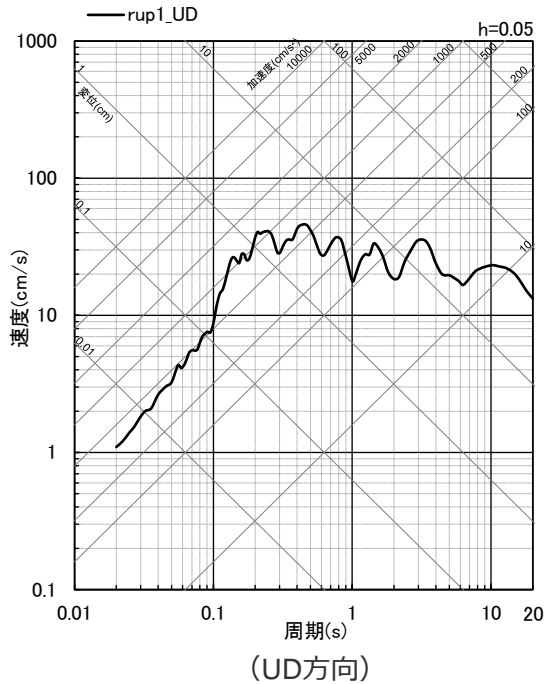
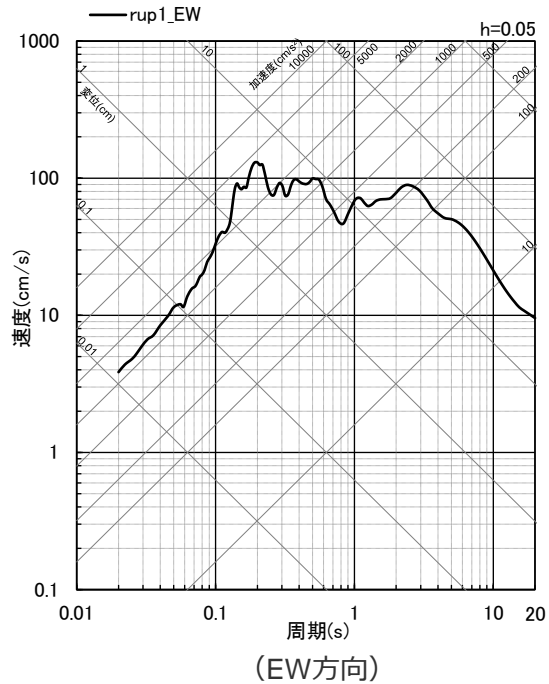
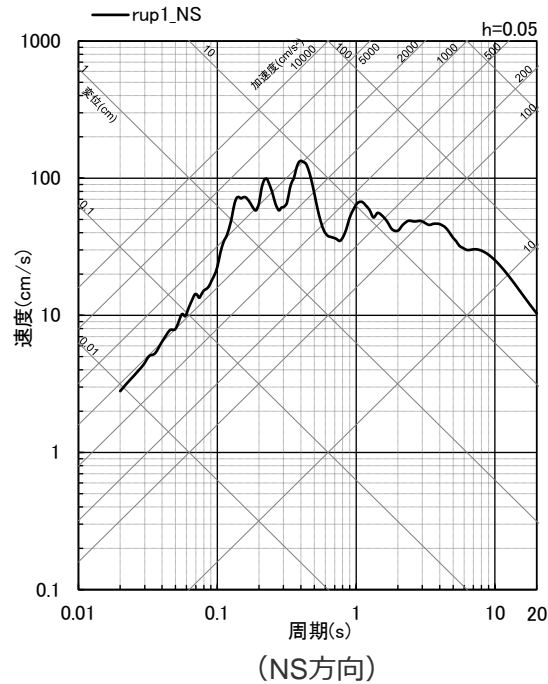
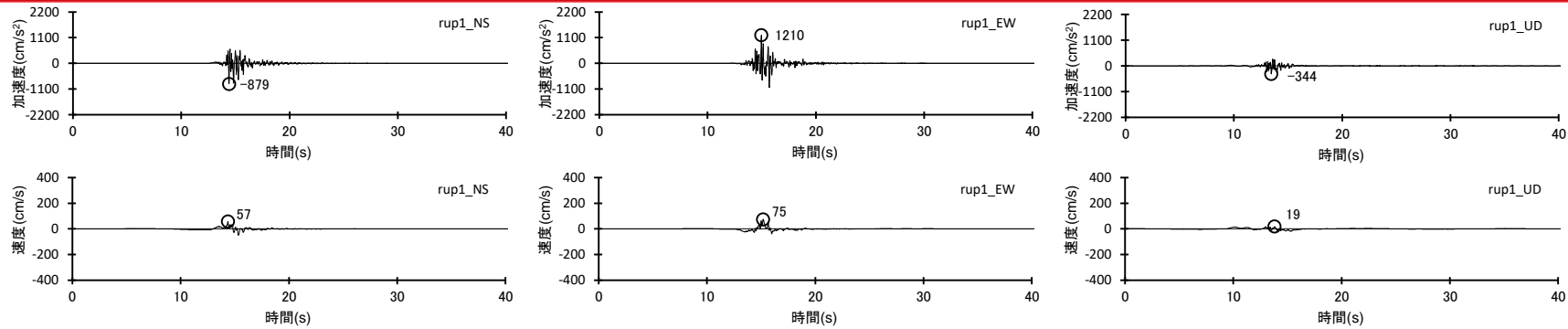
（短周期レベルの不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））



<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（応答スペクトル）>
（短周期レベルの不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（敷地下方の想定スラブ内地震））

断層モデルを用いた手法による地震動評価結果

（強震動生成域の数の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））



<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果

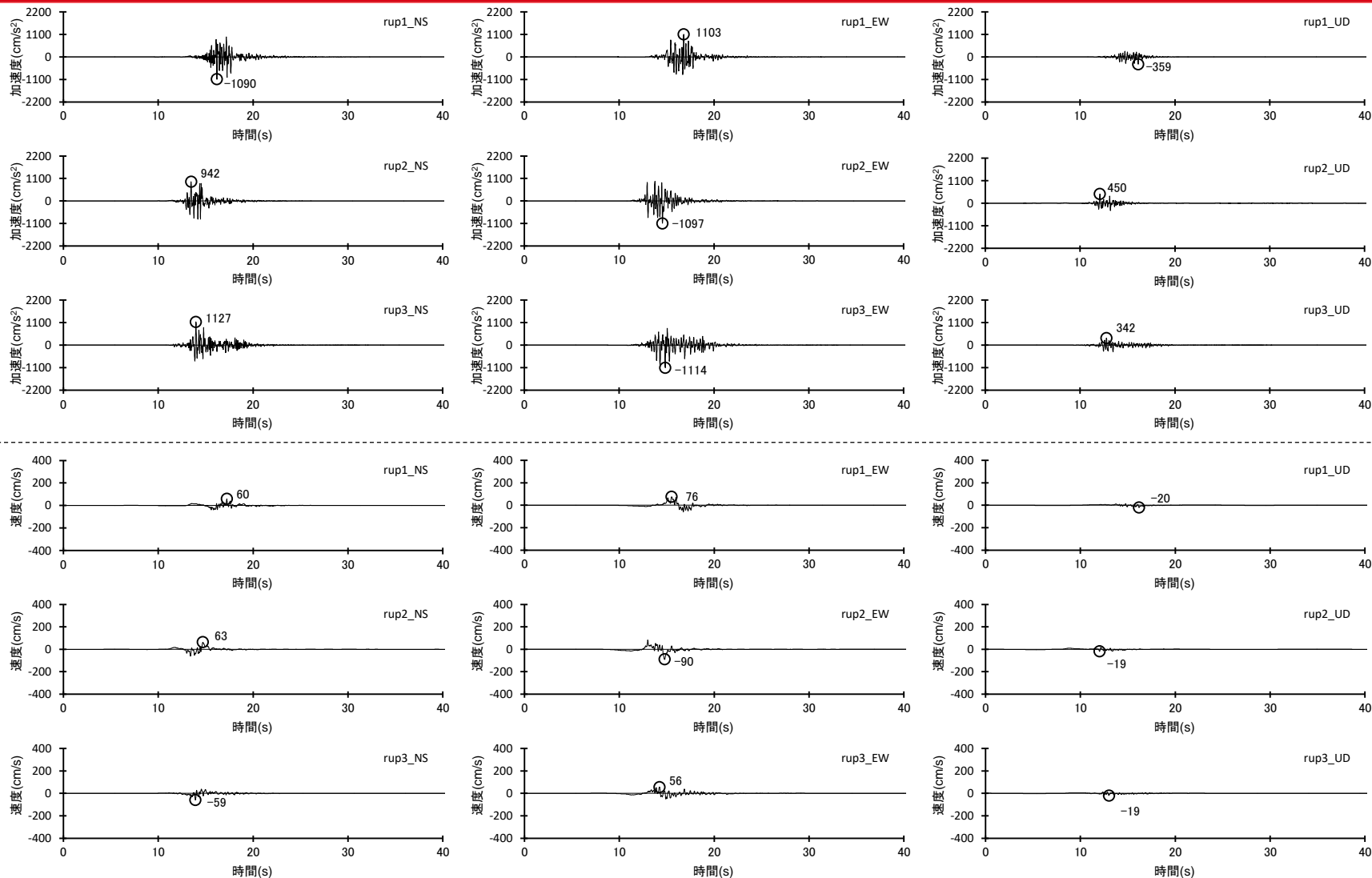
（上図：加速度時刻歴波形、中図：速度時刻歴波形、下図：応答スペクトル）>

（強震動生成域の数の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（敷地下方の想定スラブ内地震））

余白

断層モデルを用いた手法による地震動評価結果

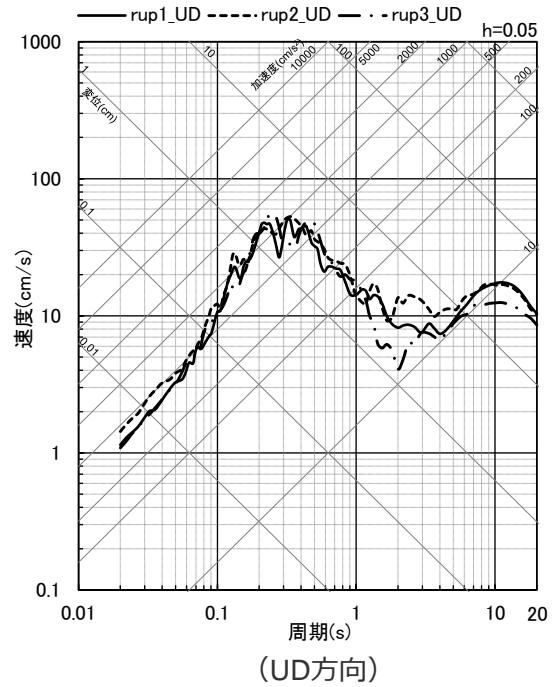
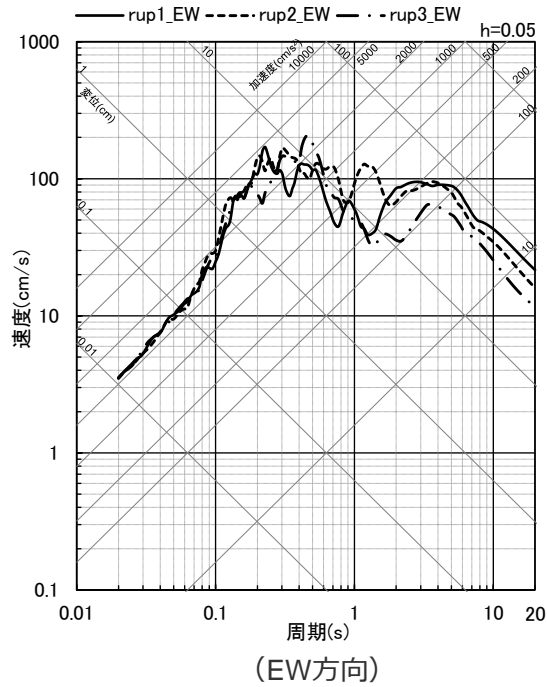
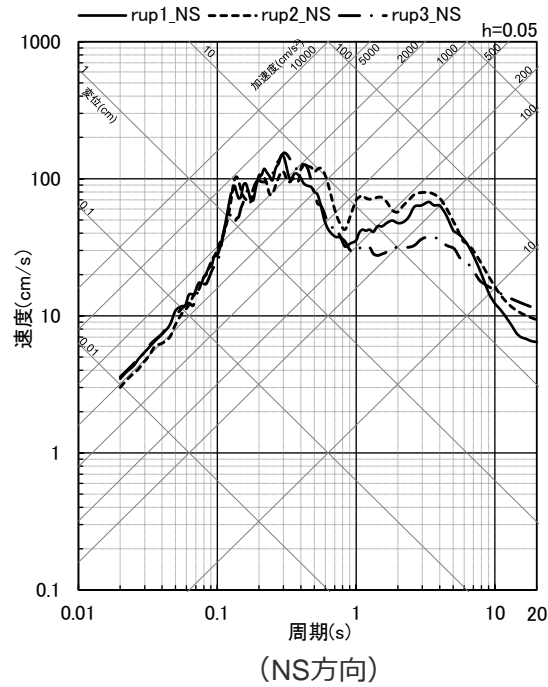
（断層傾斜角の不確かさ（20°）を考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））



<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（上図：加速度時刻歴波形、下図：速度時刻歴波形）>
（断層傾斜角の不確かさ（20°）を考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（敷地下方の想定スラブ内地震））

断層モデルを用いた手法による地震動評価結果

（断層傾斜角の不確かさ（20°）を考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））

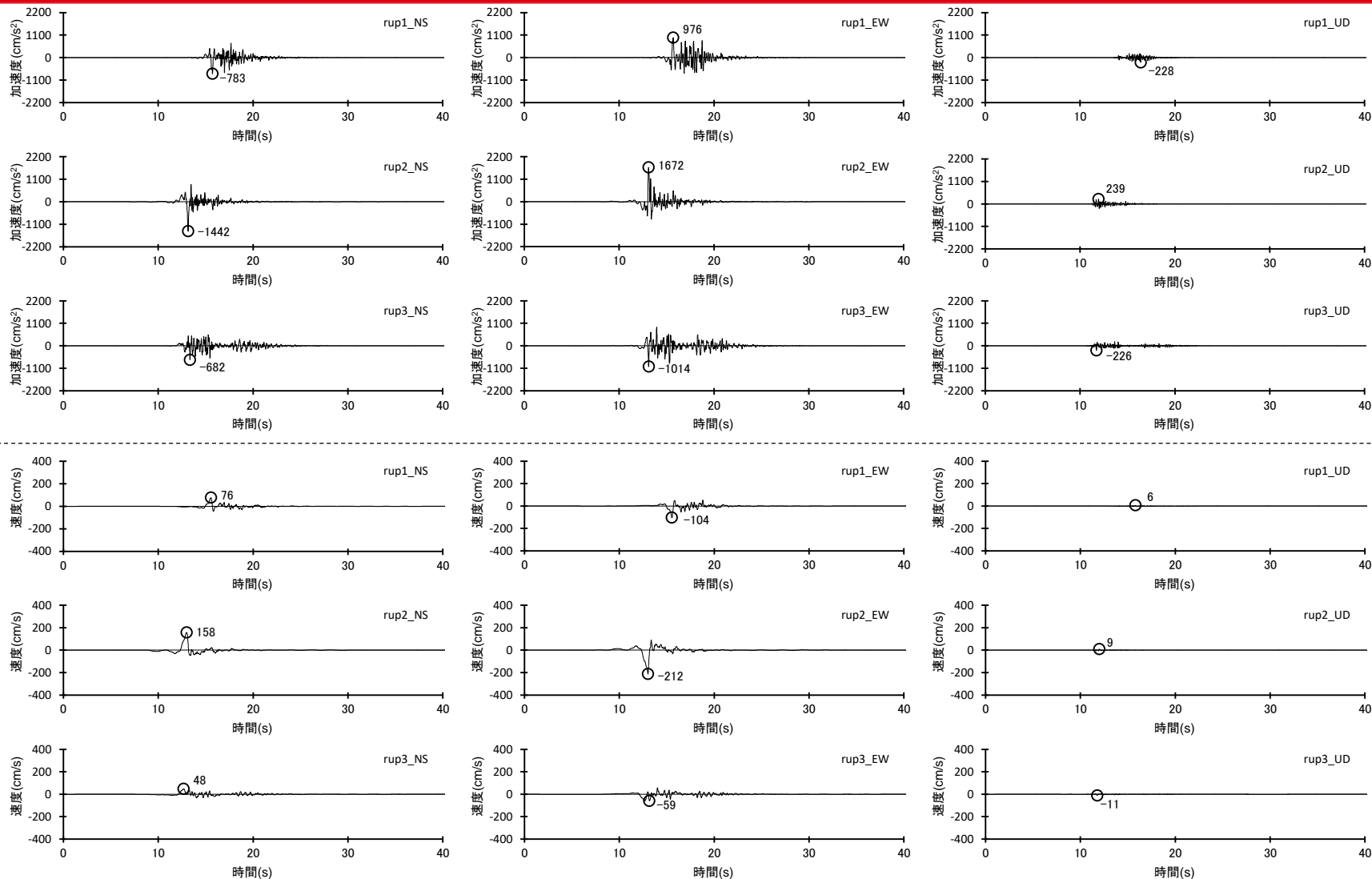


<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（応答スペクトル）>

（断層傾斜角の不確かさ（20°）を考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（敷地下方の想定スラブ内地震））

断層モデルを用いた手法による地震動評価結果

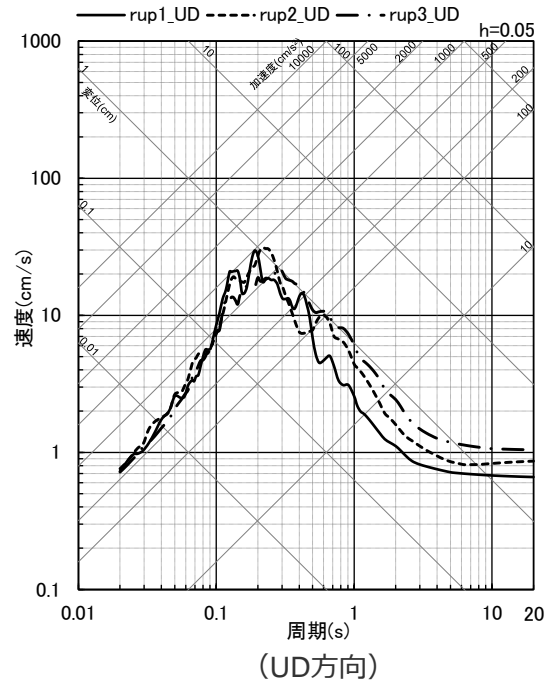
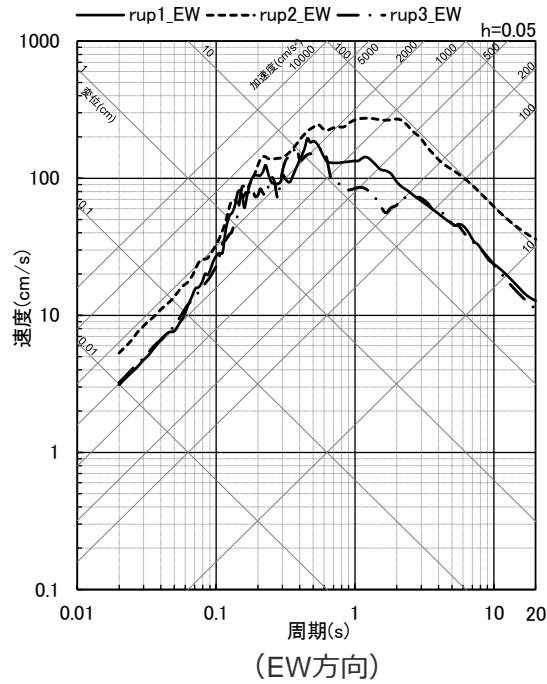
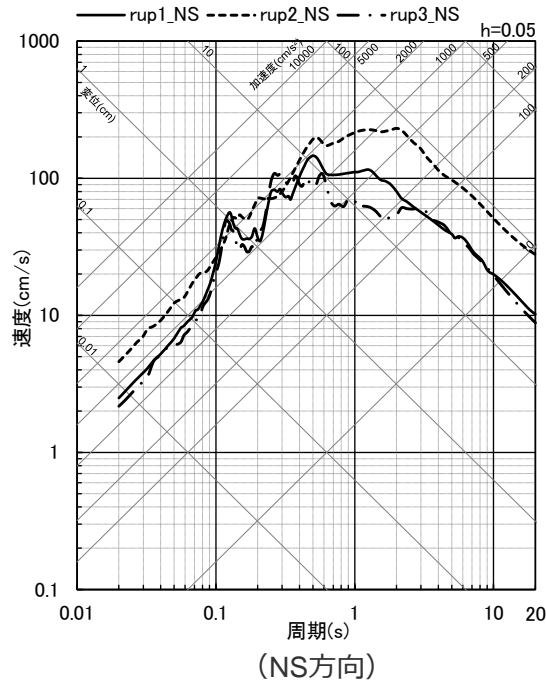
（断層傾斜角の不確かさ（90°）を考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））



<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（上図：加速度時刻歴波形、下図：速度時刻歴波形）>
（断層傾斜角の不確かさ（90°）を考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（敷地下方の想定スラブ内地震））

断層モデルを用いた手法による地震動評価結果

（断層傾斜角の不確かさ（90°）を考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））

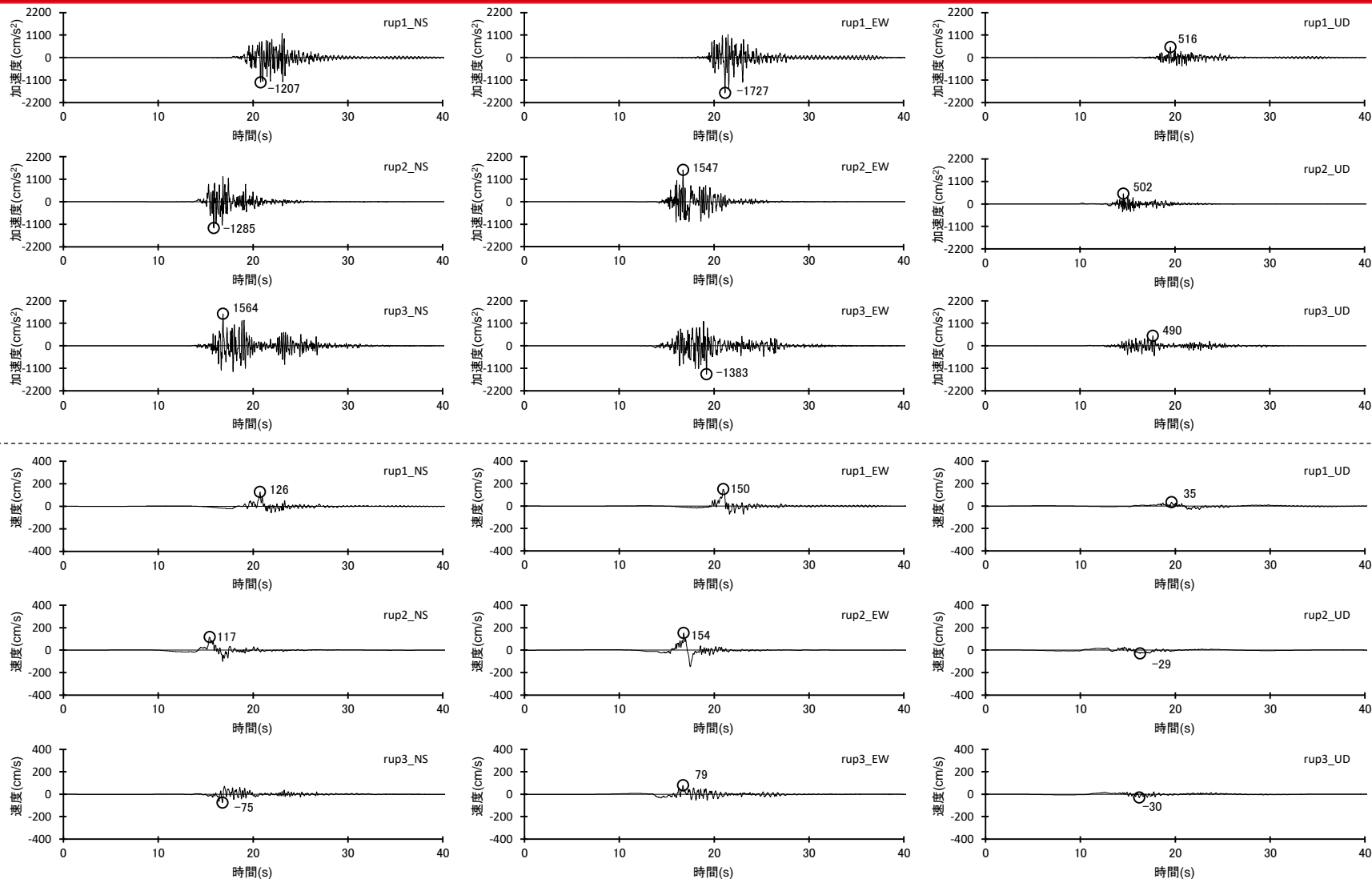


<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（応答スペクトル）>

（断層傾斜角の不確かさ（90°）を考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（敷地下方の想定スラブ内地震））

断層モデルを用いた手法による地震動評価結果

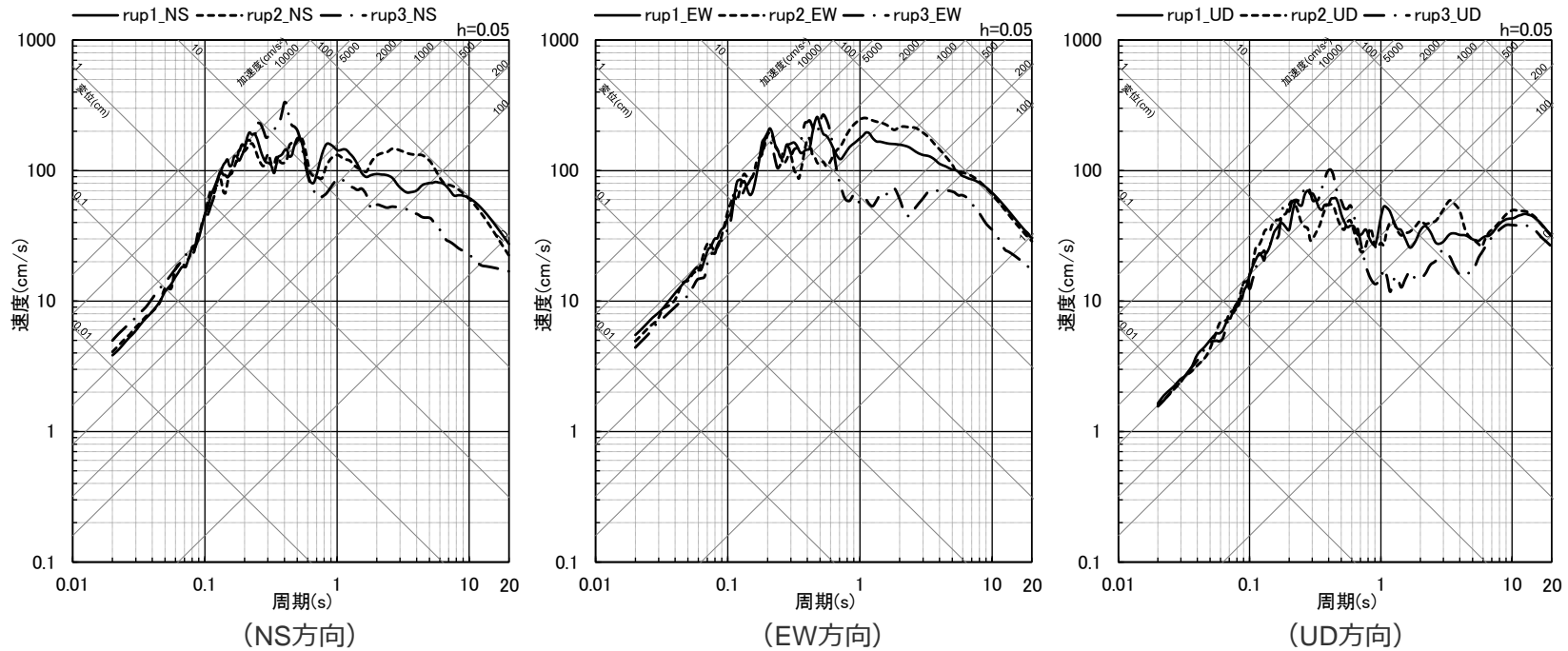
（地震規模の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））



<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（上図：加速度時刻歴波形、下図：速度時刻歴波形）>
（地震規模の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（敷地下方の想定スラブ内地震））

断層モデルを用いた手法による地震動評価結果

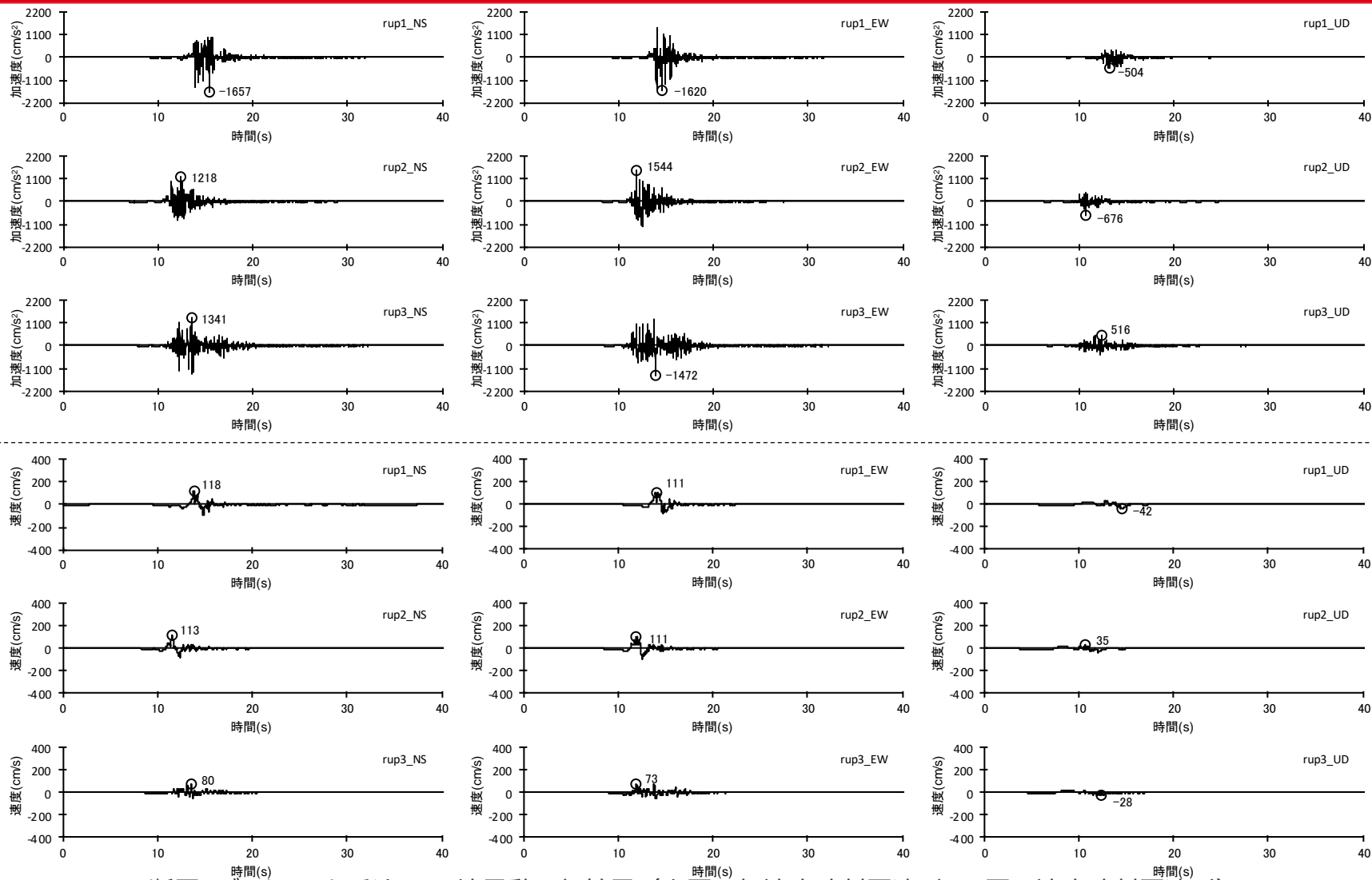
（地震規模の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））



<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（応答スペクトル）>
（地震規模の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（敷地下方の想定スラブ内地震））

断層モデルを用いた手法による地震動評価結果

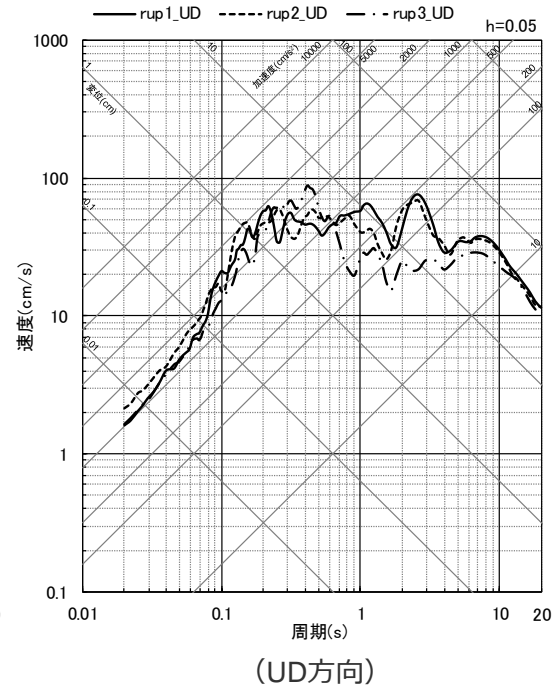
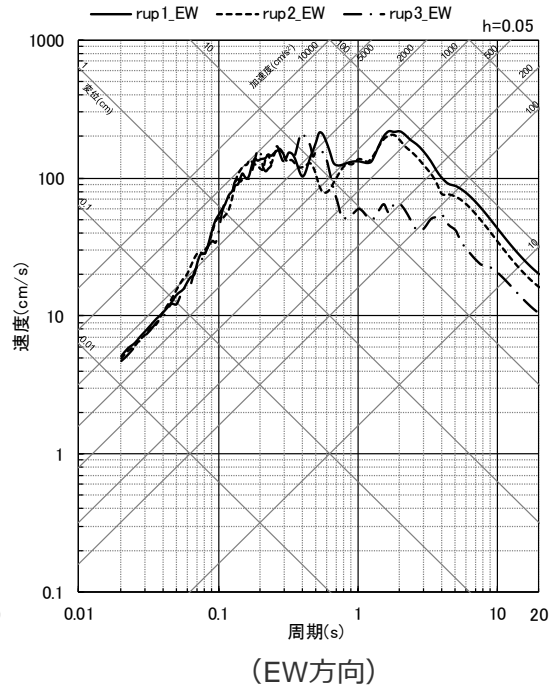
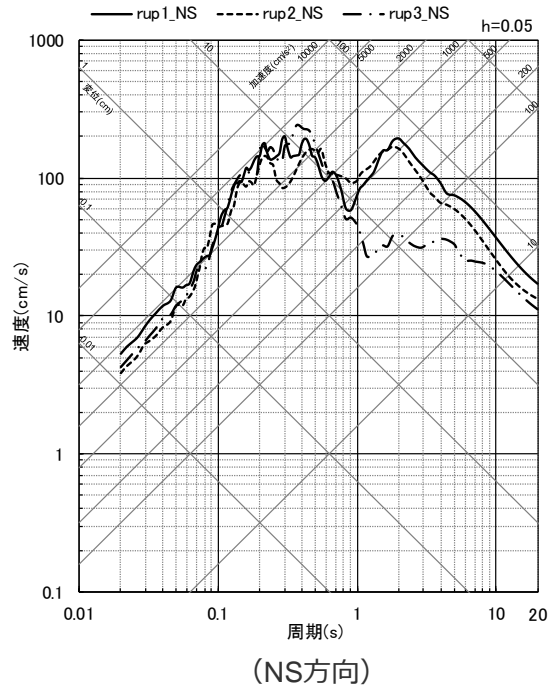
（震源深さの不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））



<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（上図：加速度時刻歴波形、下図：速度時刻歴波形）>
（震源深さの不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（敷地下方の想定スラブ内地震））

断層モデルを用いた手法による地震動評価結果

（震源深さの不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））



<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（応答スペクトル）>
（震源深さの不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（敷地下方の想定スラブ内地震））

断層モデルを用いた手法による地震動評価結果

（「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる地震動評価）

【検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）の地震動評価】

- 各検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）の地震動評価は、**地震動の顕著な増幅が見られた短周期の地震動への影響が支配的な強震動生成域（アスペリティ）に着目し**、断層モデルを用いた手法において、敷地近傍に強震動生成域（アスペリティ）を配置したうえで、地震動の顕著な増幅を考慮する強震動生成域（アスペリティ）の小断層の範囲・増幅の程度を**地震観測記録の分析結果に対し保守的に設定することにより、保守的な地震動評価**を行う。応答スペクトルに基づく手法は、断層モデルを用いた手法による保守的な地震動評価結果を反映することにより、保守的な地震動評価を行う。



【地震動評価結果に考慮された保守性の確認】

- 各地震タイプ（内陸地殻内地震、プレート間地震、海洋プレート内地震）の検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）の断層モデルを用いた手法による地震動評価及び応答スペクトルに基づく地震動評価について、**敷地近傍は地震動の顕著な増幅が見られないなどの地震観測記録の分析結果に沿った場合の地震動評価を行い、地震観測記録の分析結果に対し保守的な地震動評価結果となっていることを確認した。**

【「増幅方向」に位置する背景領域の小断層による影響の確認】

- 「増幅方向」に背景領域の小断層が位置するプレート間地震及び海洋プレート内地震の検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）を対象に、「増幅方向」に位置する背景領域の小断層のグリーン関数にも増幅係数を乗じた場合の影響確認を行い、**「増幅方向」に位置する背景領域の小断層による影響は小さく、「増幅方向」の敷地近傍に配置した強震動生成域による影響が支配的であることを確認した。**



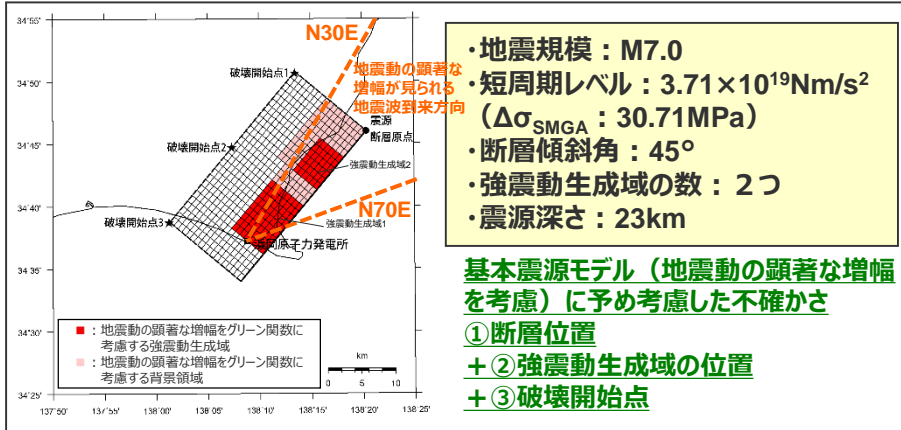
【第940・992回審査会合におけるコメントを踏まえた対応】

- 地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価では、上記のとおり、地震動の顕著な増幅が見られた短周期の地震動への影響が支配的な強震動生成域（アスペリティ）に着目した保守的な設定を行っており、検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）の地震動評価結果は、「増幅方向」に位置する背景領域の小断層に増幅係数を乗じる乗じないにかかわらず、十分保守的な評価結果と考えられる。
- しかしながら、第940・992回審査会合におけるコメントを踏まえ、**海洋プレート内地震の地震動評価結果については、より慎重に保守的な評価を行い、全ての震源モデルに対して、「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる地震動評価結果を採用することとする。**

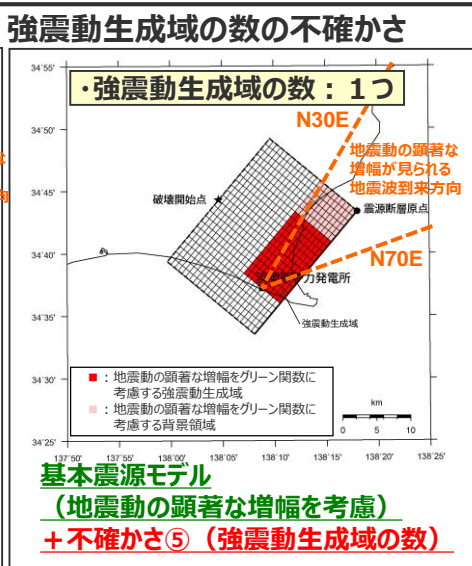
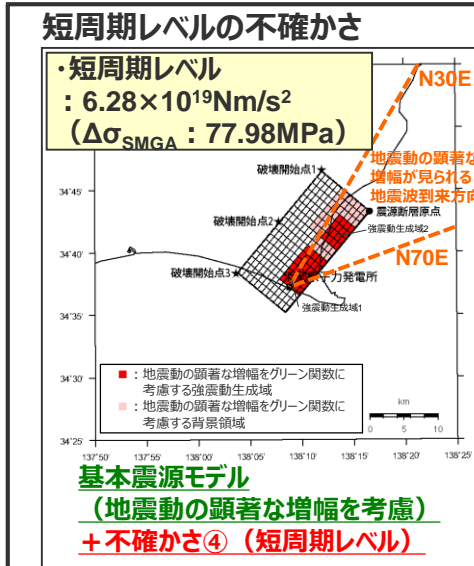
断層モデルを用いた手法による地震動評価結果

（「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる地震動評価）

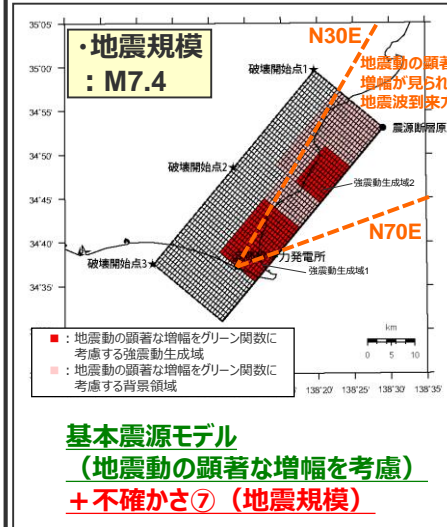
基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）



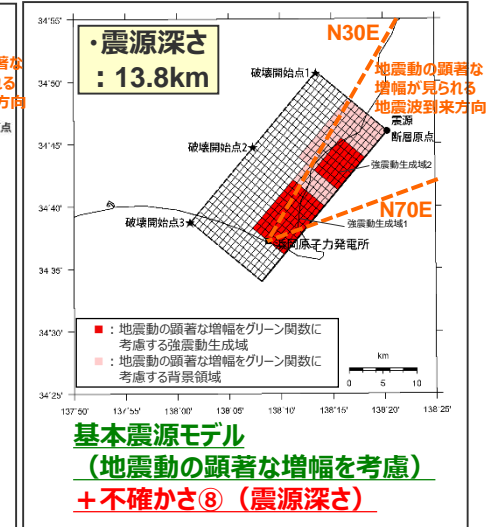
不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）



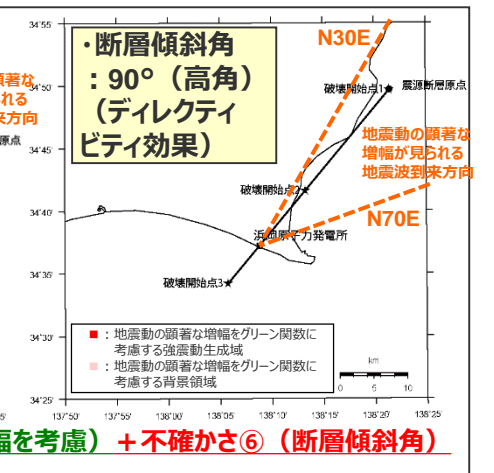
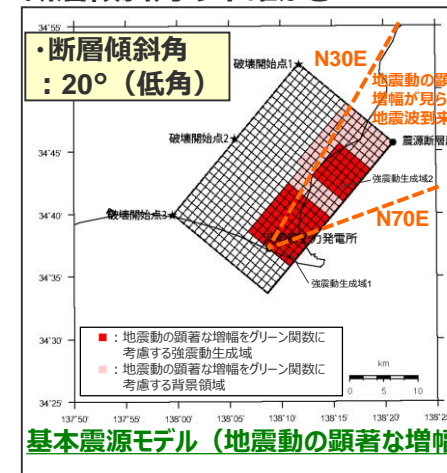
地震規模の不確かさ



震源深さの不確かさ



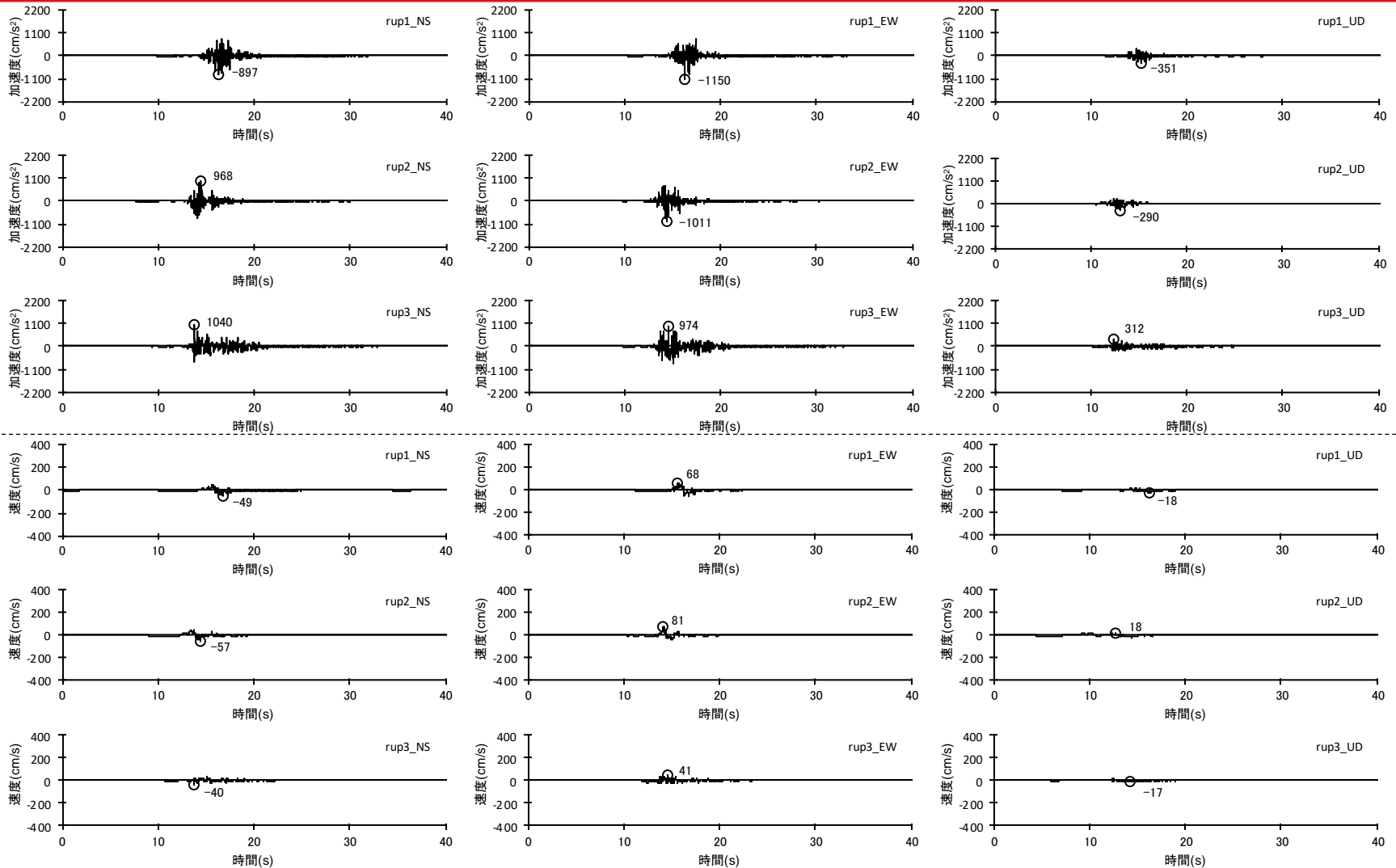
断層傾斜角の不確かさ



不確かさの考慮の考え方は地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価と同じ

断層モデルを用いた手法による地震動評価結果

（基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）、「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる場合）

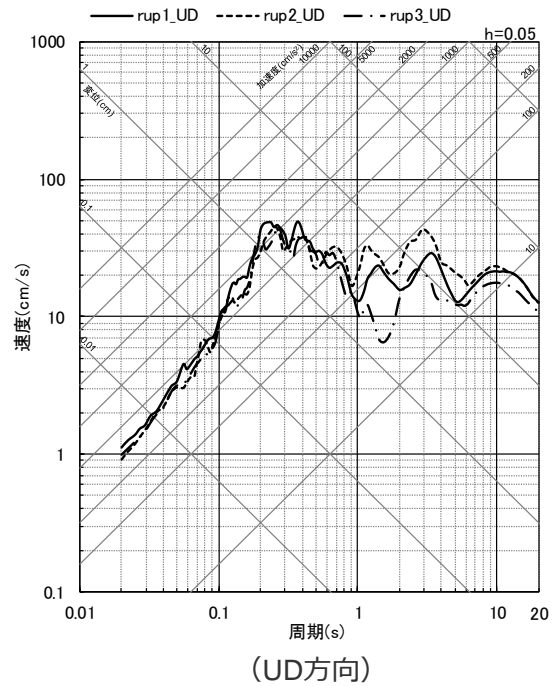
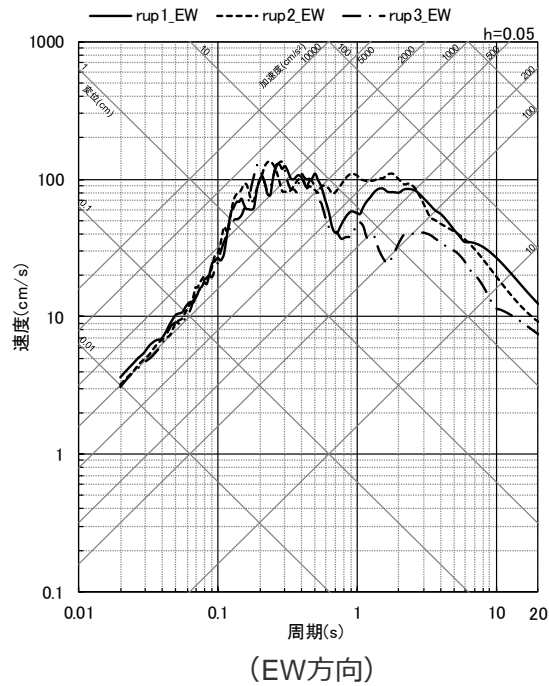
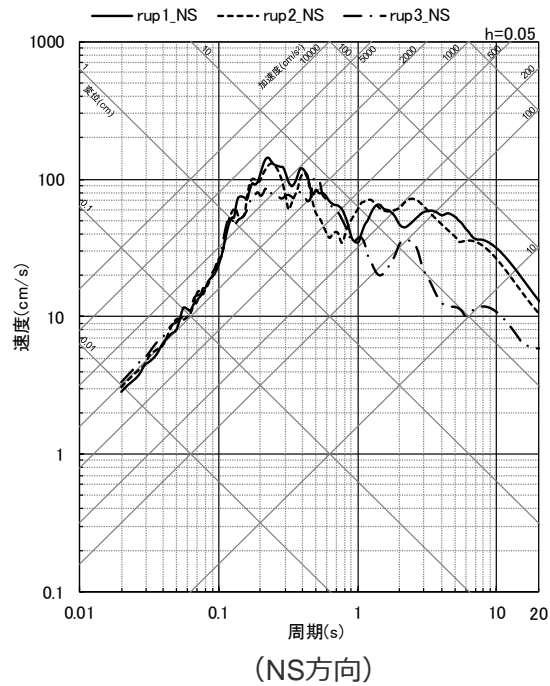


<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（上図：加速度時刻歴波形、下図：速度時刻歴波形）>

（基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（敷地下方の想定スラブ内地震）、「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる場合）

断層モデルを用いた手法による地震動評価結果

（基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）、「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる場合）

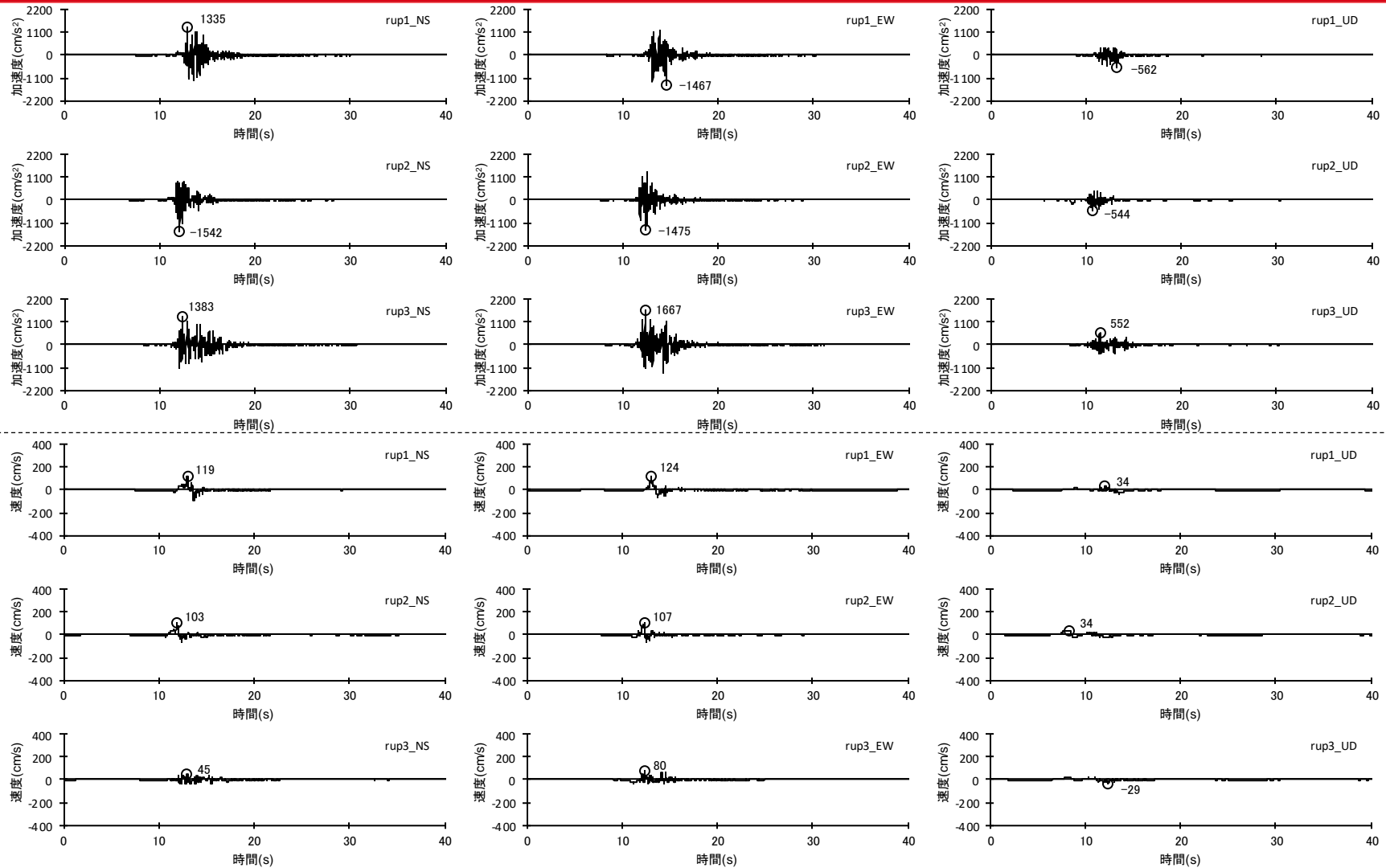


<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（応答スペクトル）>

（基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（敷地下方の想定スラブ内地震）、「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる場合）

断層モデルを用いた手法による地震動評価結果

（短周期レベルの不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）、「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる場合）

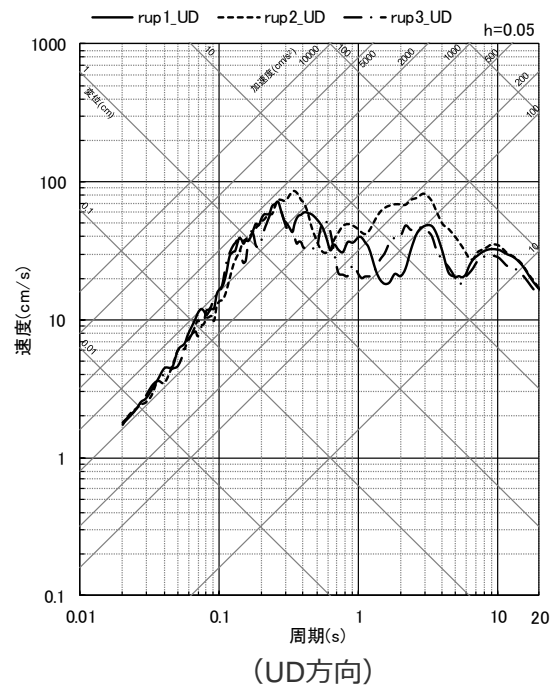
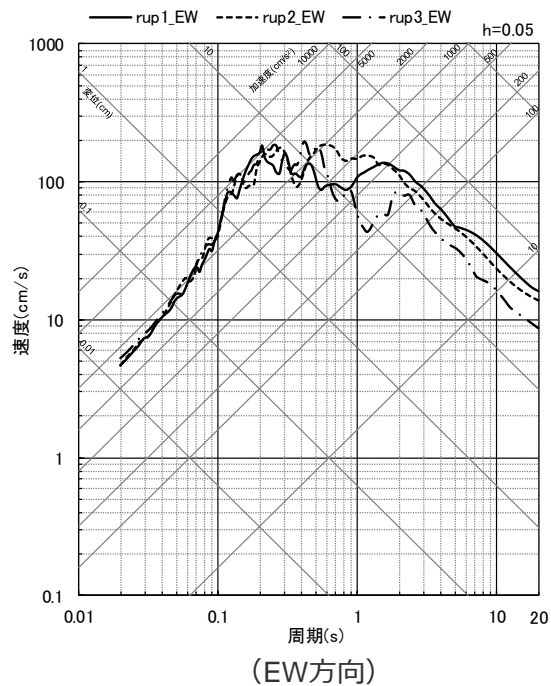
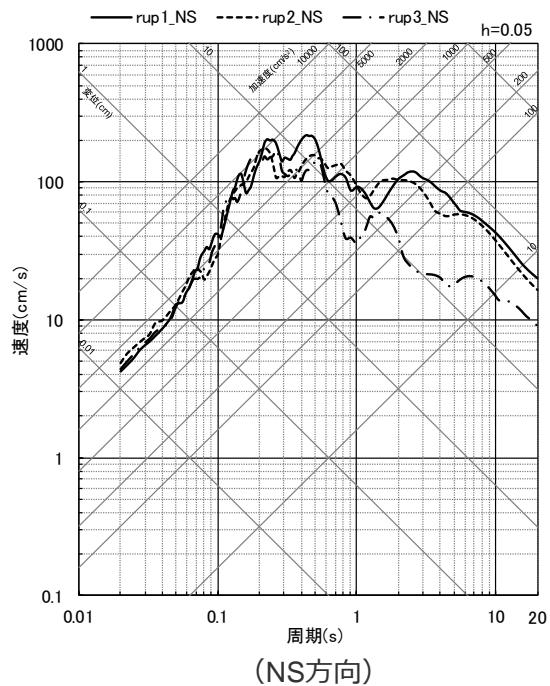


<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（上図：加速度時刻歴波形、下図：速度時刻歴波形）>
（短周期レベルの不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（敷地下方の想定スラブ内地震）、
「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる場合）

<2.3 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮） 2.3.2 断層モデルを用いた手法による地震動評価>

断層モデルを用いた手法による地震動評価結果

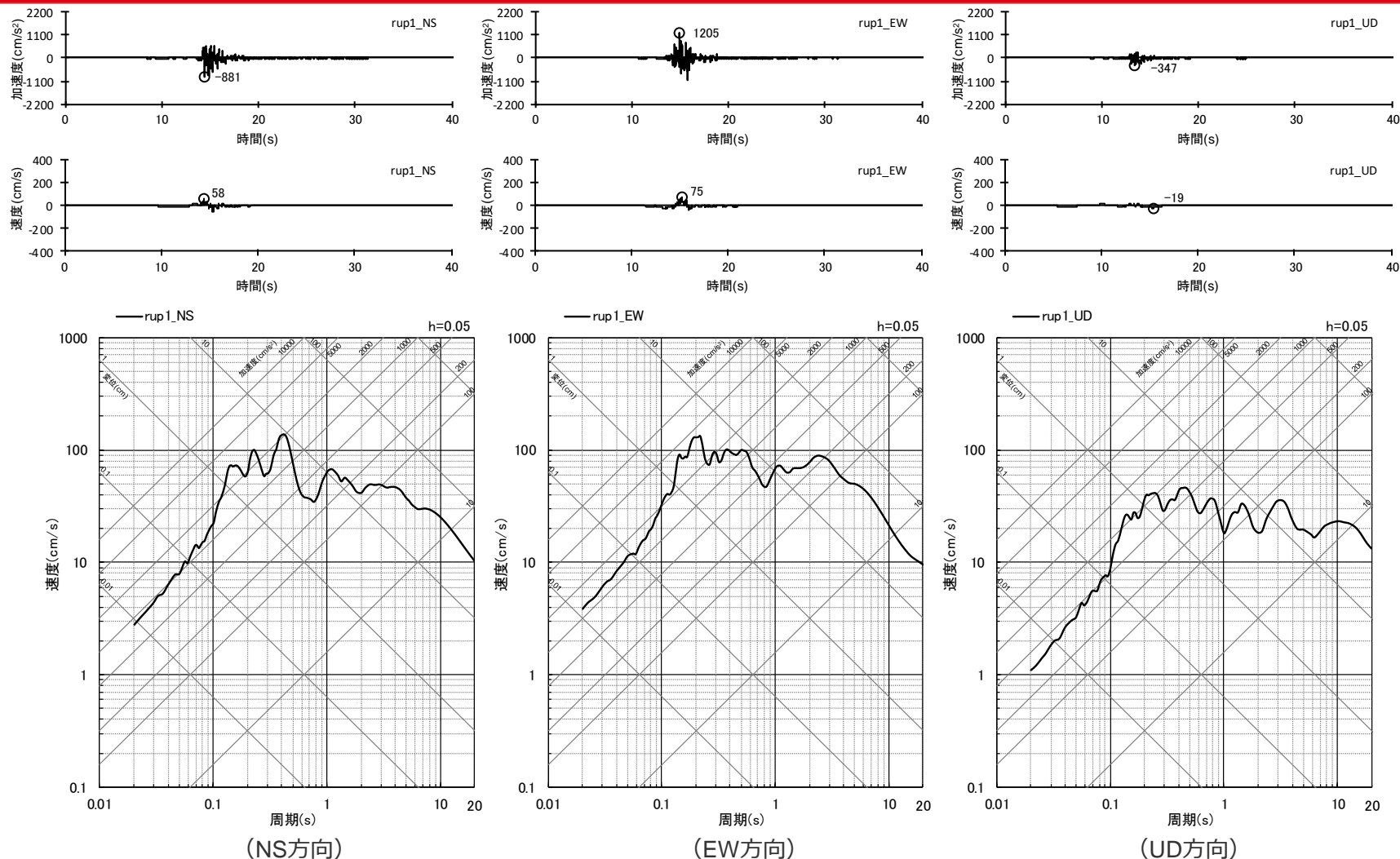
（短周期レベルの不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）、「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる場合）



<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（応答スペクトル）>
（短周期レベルの不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（敷地下方の想定スラブ内地震）、
「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる場合）

断層モデルを用いた手法による地震動評価結果

（強震動生成域の数の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）、「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる場合）

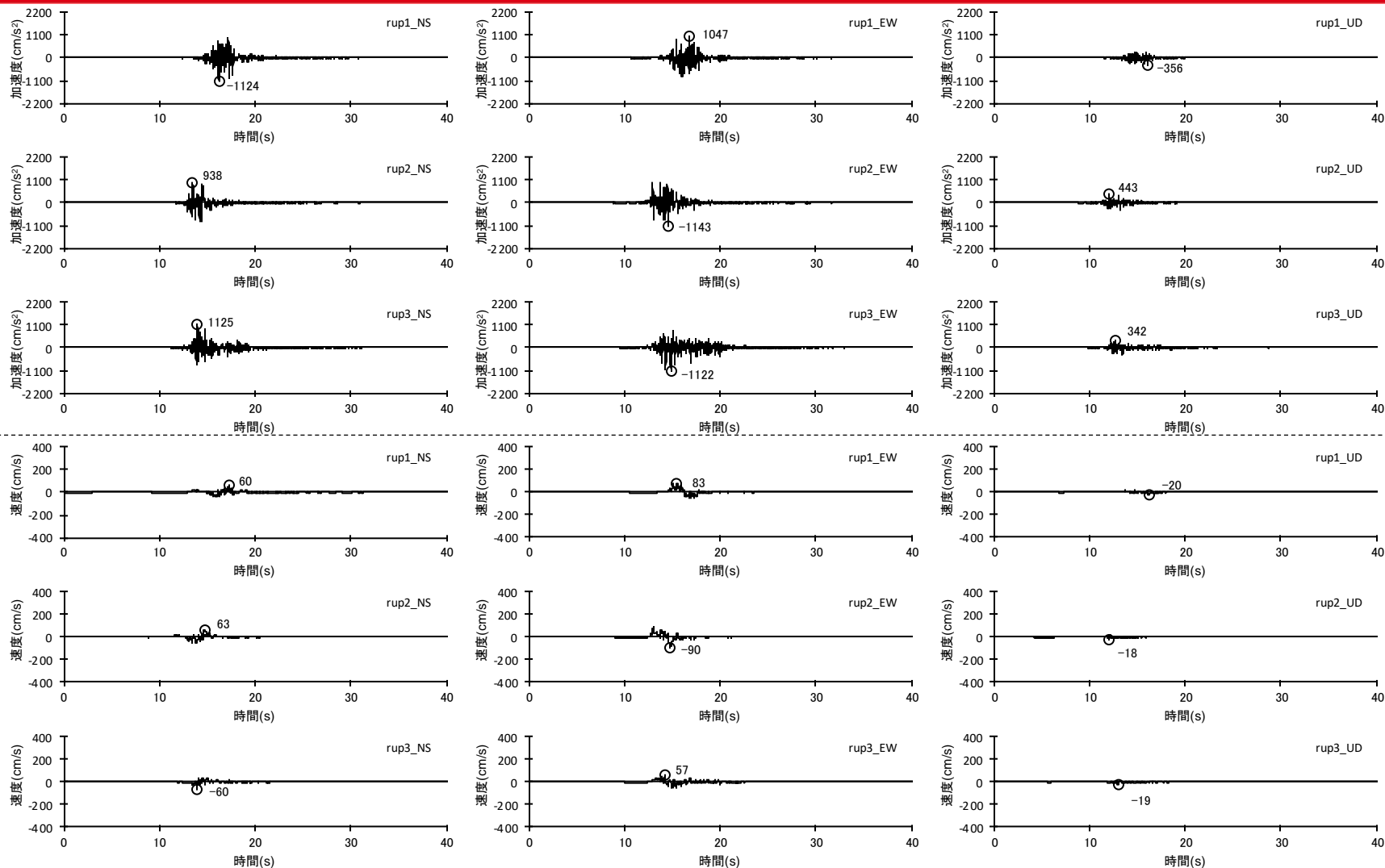


<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（上図：加加速度時刻歴波形、中図：速度時刻歴波形、下図：応答スペクトル）>
 （強震動生成域の数の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（敷地下方の想定スラブ内地震）、
 「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる場合）

余白

断層モデルを用いた手法による地震動評価結果

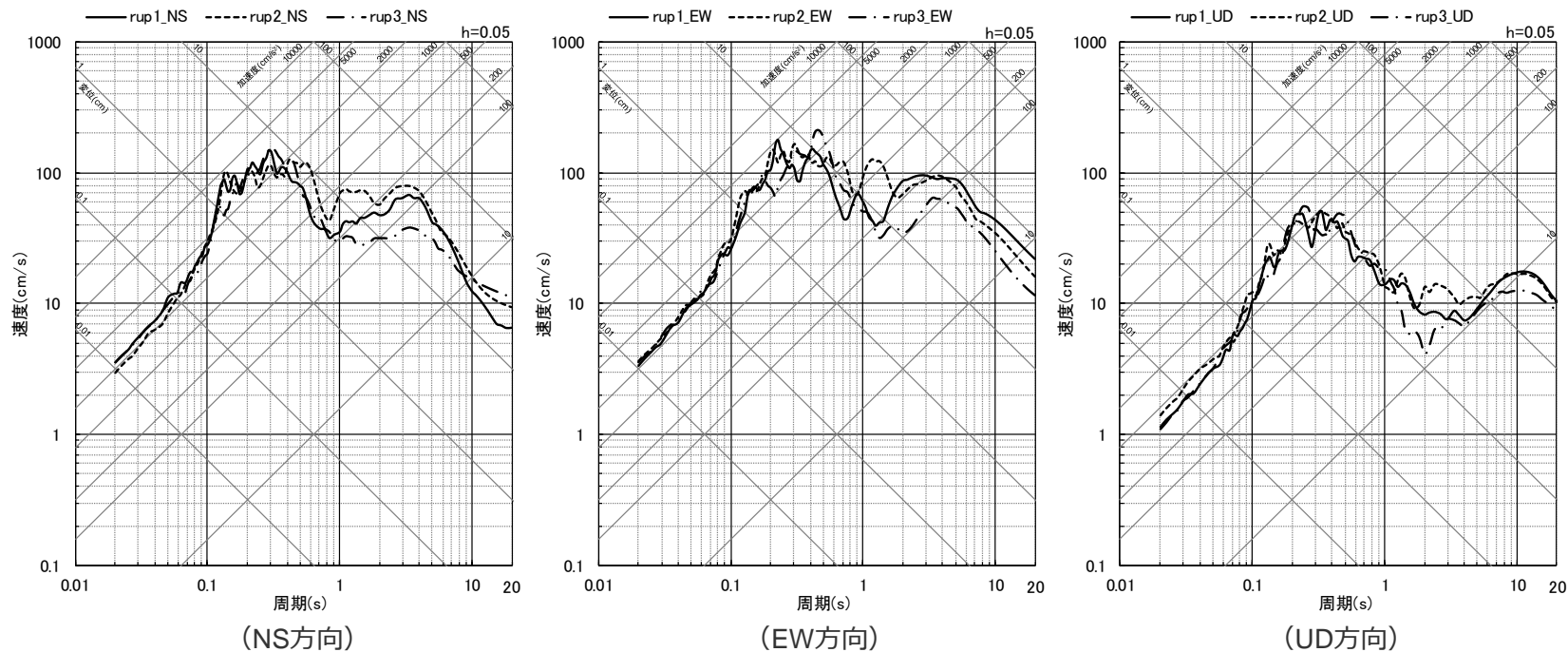
（断層傾斜角の不確かさ（20°）を考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）、「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる場合）



<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（上図：加速度時刻歴波形、下図：速度時刻歴波形）>
 （断層傾斜角の不確かさ（20°）を考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（敷地下方の想定スラブ内地震）、
 「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる場合）

断層モデルを用いた手法による地震動評価結果

（断層傾斜角の不確かさ（20°）を考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）、「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる場合）

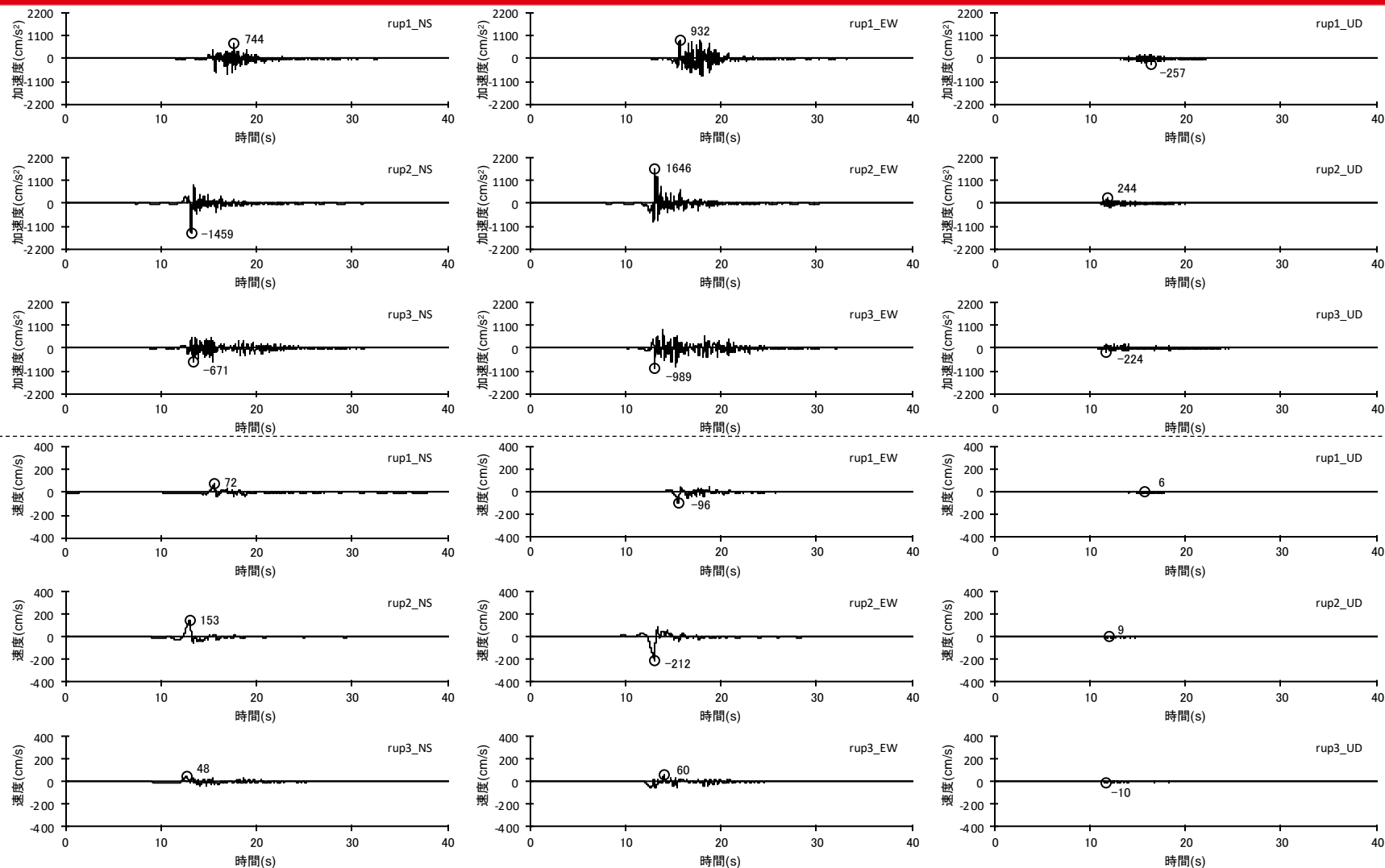


<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（応答スペクトル）>

（断層傾斜角の不確かさ（20°）を考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（敷地下方の想定スラブ内地震）、
「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる場合）

断層モデルを用いた手法による地震動評価結果

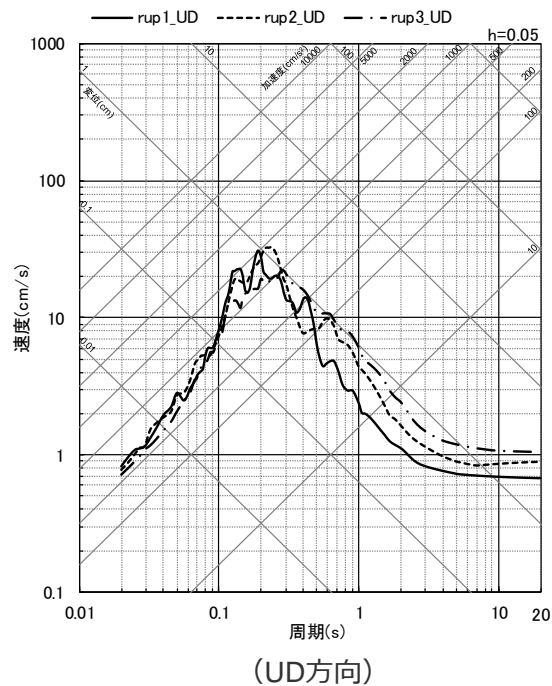
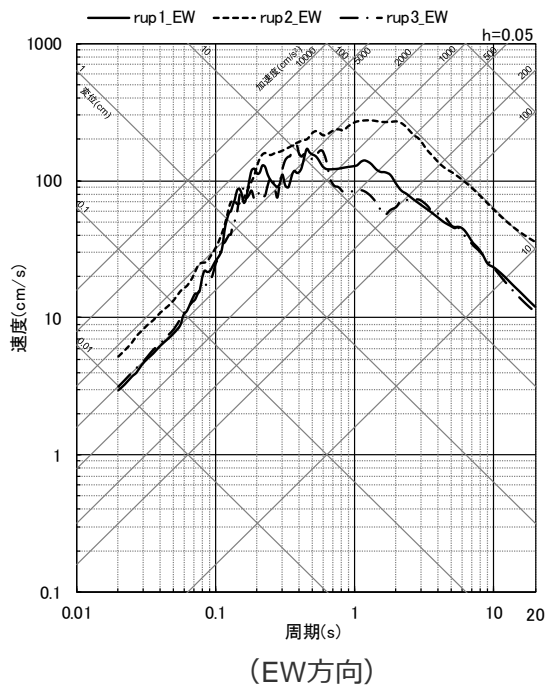
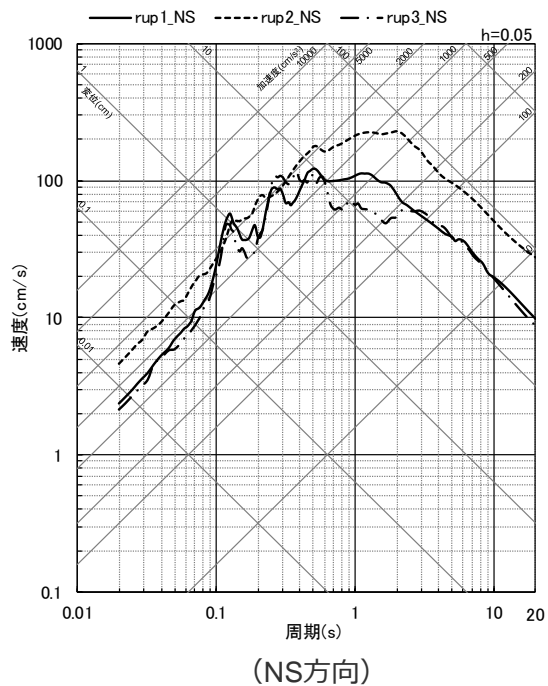
（断層傾斜角の不確かさ（90°）を考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）、「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる場合）



<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（上図：加速度時刻歴波形、下図：速度時刻歴波形）>
 （断層傾斜角の不確かさ（90°）を考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（敷地下方の想定スラブ内地震）、
 「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる場合）

断層モデルを用いた手法による地震動評価結果

（断層傾斜角の不確かさ（90°）を考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）、「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる場合）



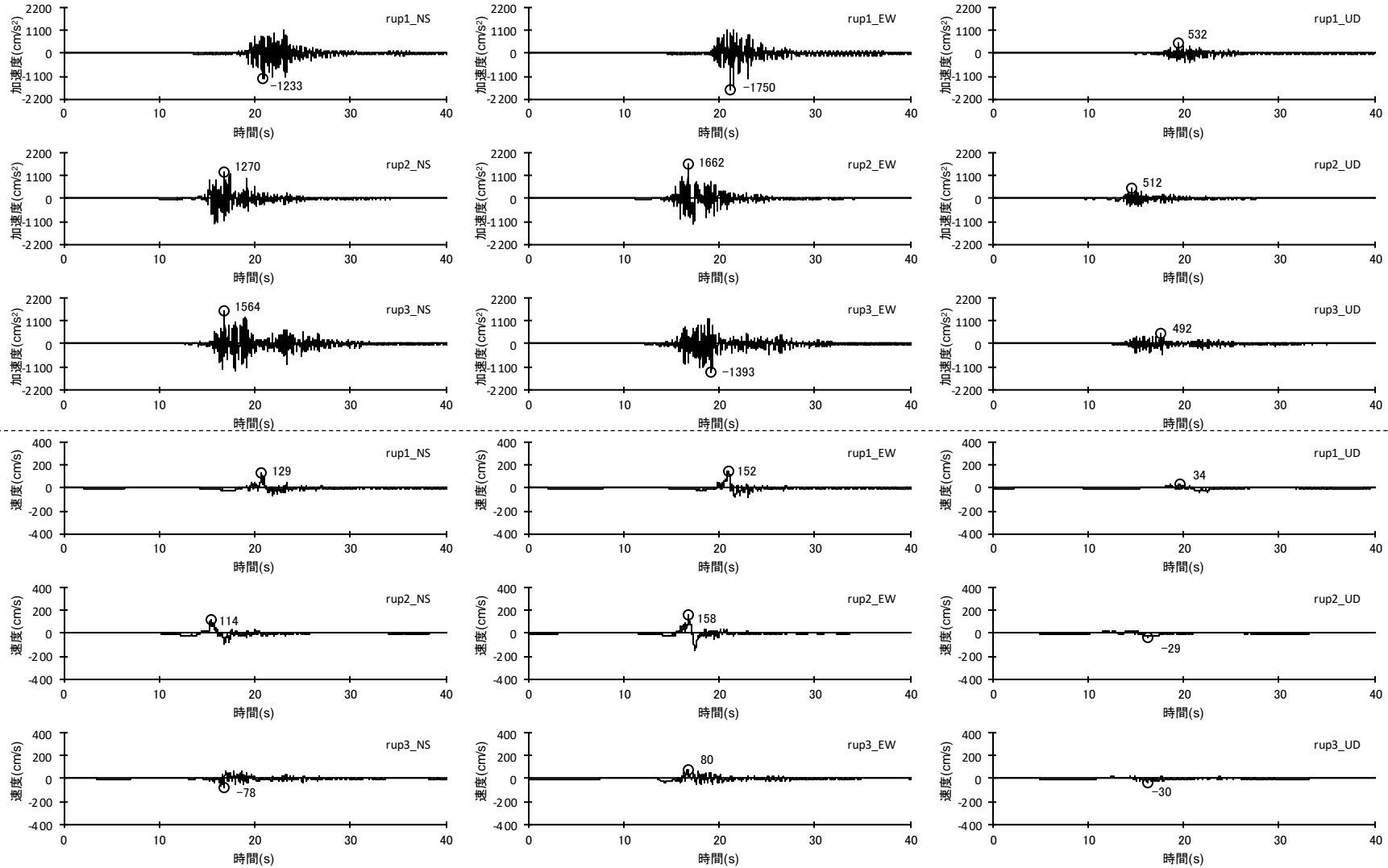
<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（応答スペクトル）>

（断層傾斜角の不確かさ（90°）を考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（敷地下方の想定スラブ内地震）、
「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる場合）

<2.3 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮） 2.3.2 断層モデルを用いた手法による地震動評価>

断層モデルを用いた手法による地震動評価結果

（地震規模の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）、「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる場合）

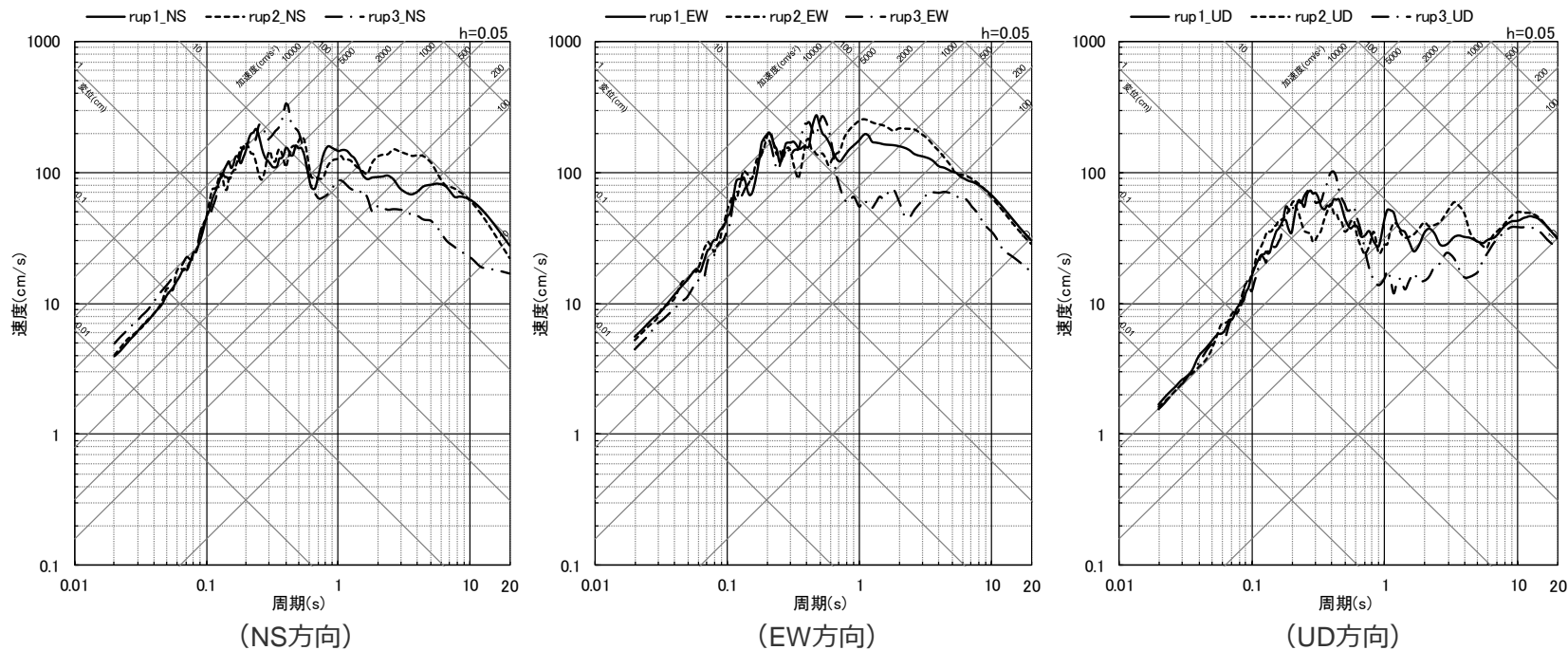


<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（上図：加速度時刻歴波形、下図：速度時刻歴波形）>
（地震規模の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（敷地下方の想定スラブ内地震）、「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる場合）

<2.3 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮） 2.3.2 断層モデルを用いた手法による地震動評価>

断層モデルを用いた手法による地震動評価結果

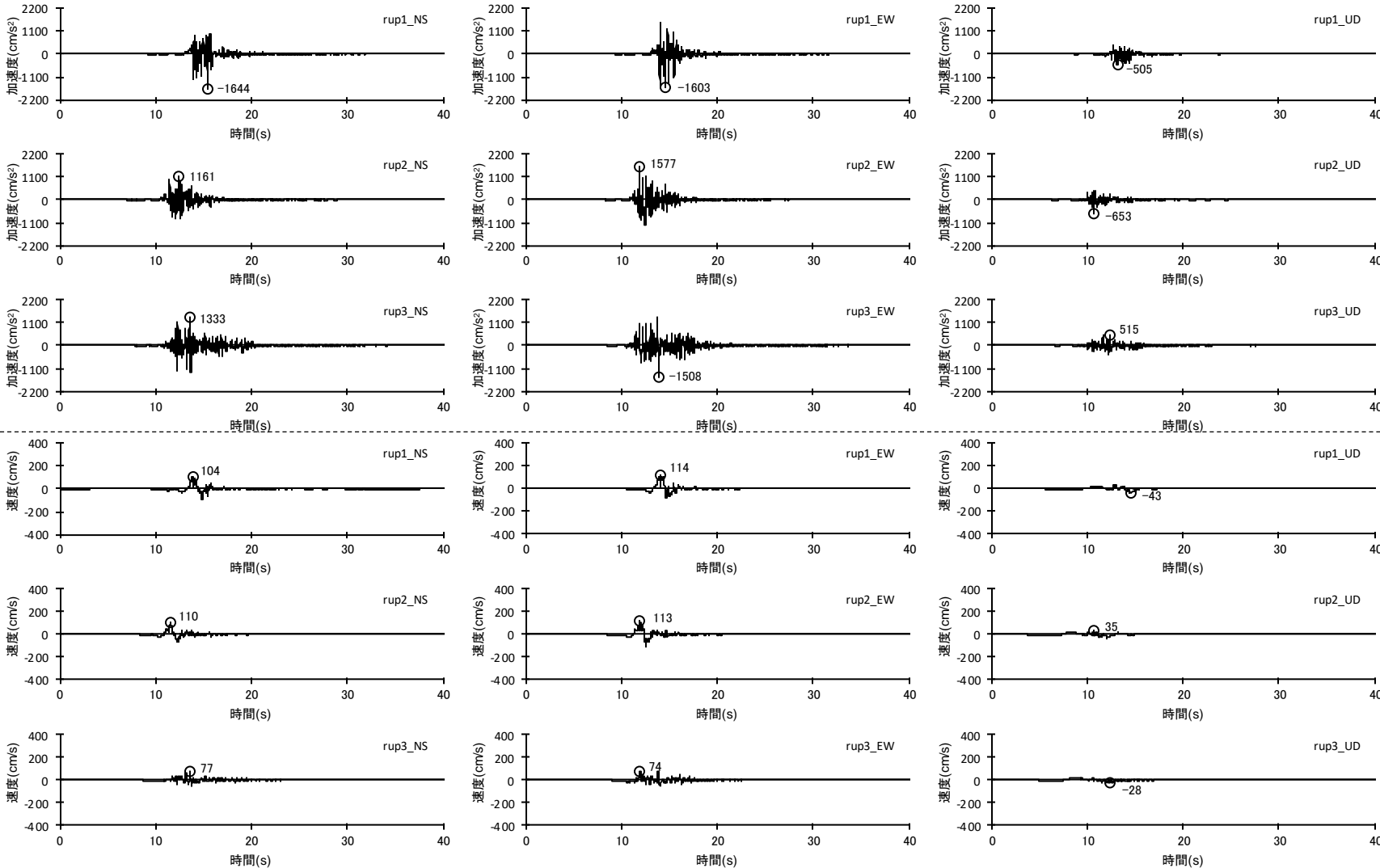
（地震規模の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）、「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる場合）



<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（応答スペクトル）>
（地震規模の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（敷地下方の想定スラブ内地震）、
「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる場合）

断層モデルを用いた手法による地震動評価結果

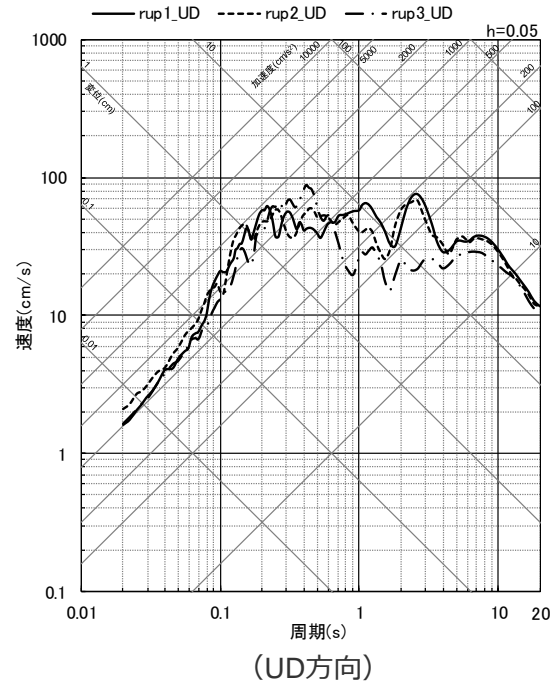
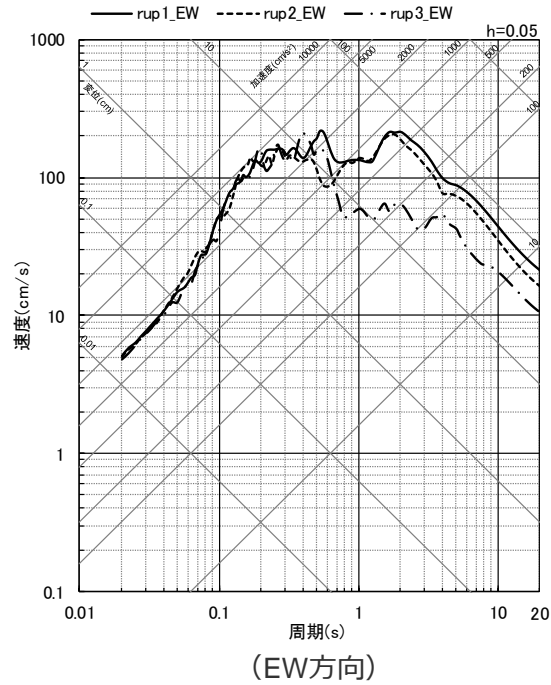
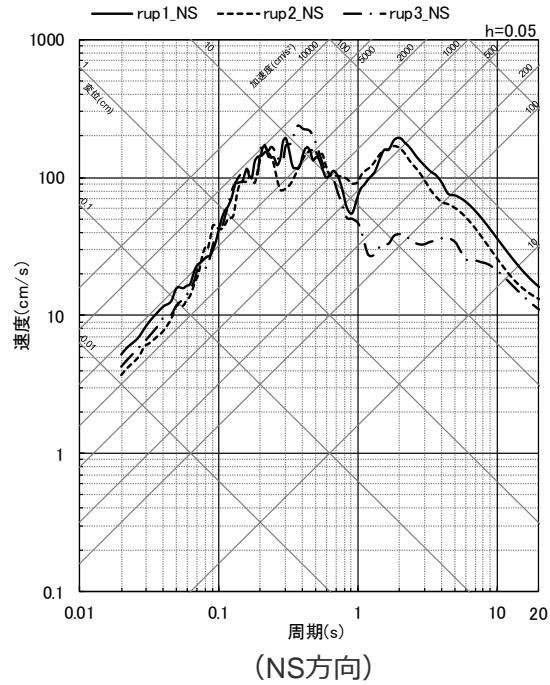
（震源深さの不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）、「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる場合）



<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（上図：加速度時刻歴波形、下図：速度時刻歴波形）>
 （震源深さの不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（敷地下方の想定スラブ内地震）、「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる場合）

断層モデルを用いた手法による地震動評価結果

（震源深さの不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）、「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる場合）

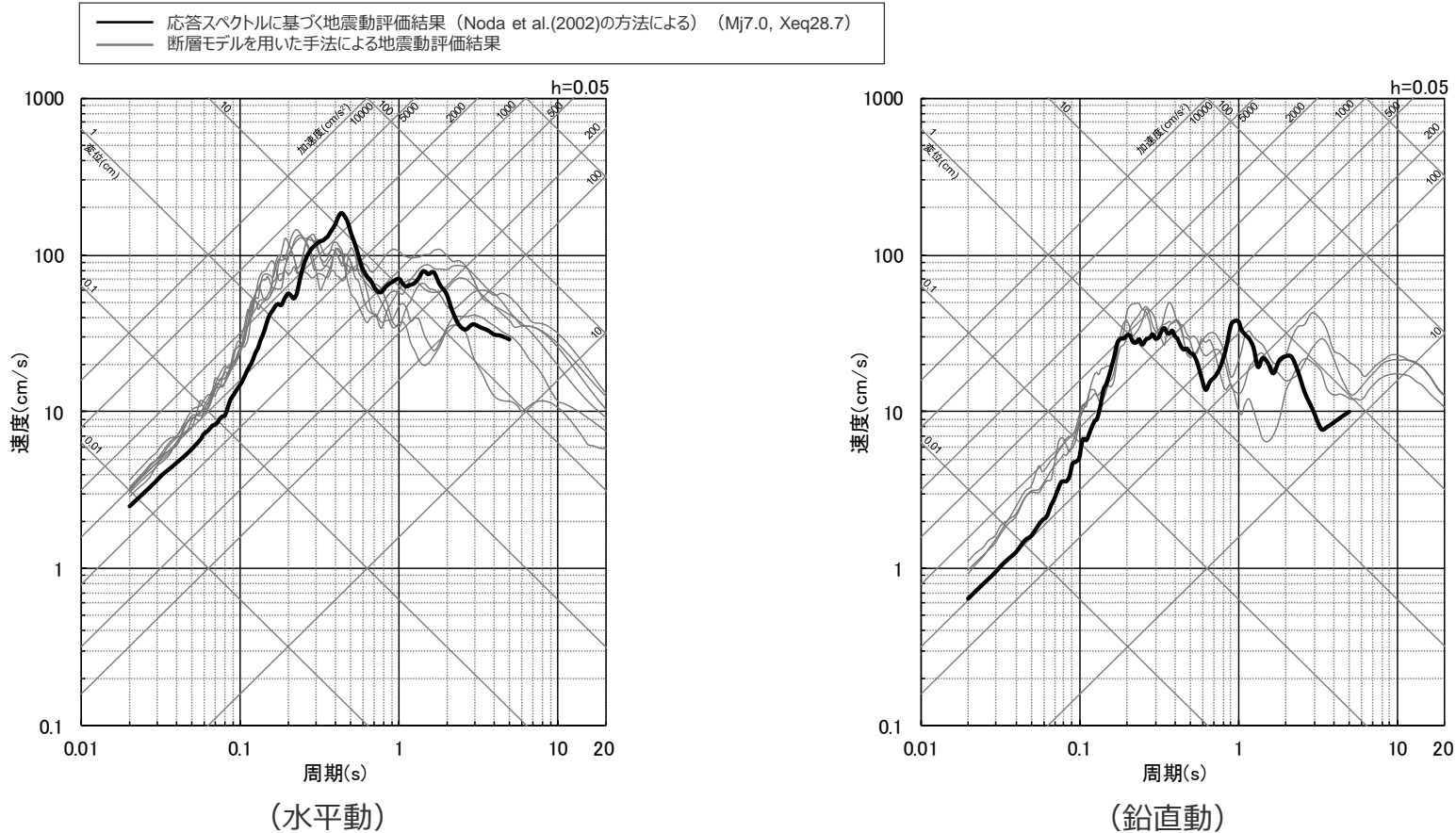


<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（応答スペクトル）>
（震源深さの不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（敷地下方の想定スラブ内地震）、「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる場合）

目次

1	地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価	
1.1	内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）	……p.3~
1.2	プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）	……p.90~
1.3	海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）	……p.172~
2	地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価	
2.1	内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）	……p.280~
2.2	プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）	……p.342~
2.3	海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）	
2.3.1	応答スペクトルに基づく地震動評価	……p.398~
2.3.2	断層モデルを用いた手法による地震動評価	……p.422~
2.3.3	応答スペクトルに基づく地震動評価結果と断層モデルを用いた手法による地震動評価結果との比較	……p.459~
2.3.4	地震動評価結果のまとめ	……p.468~

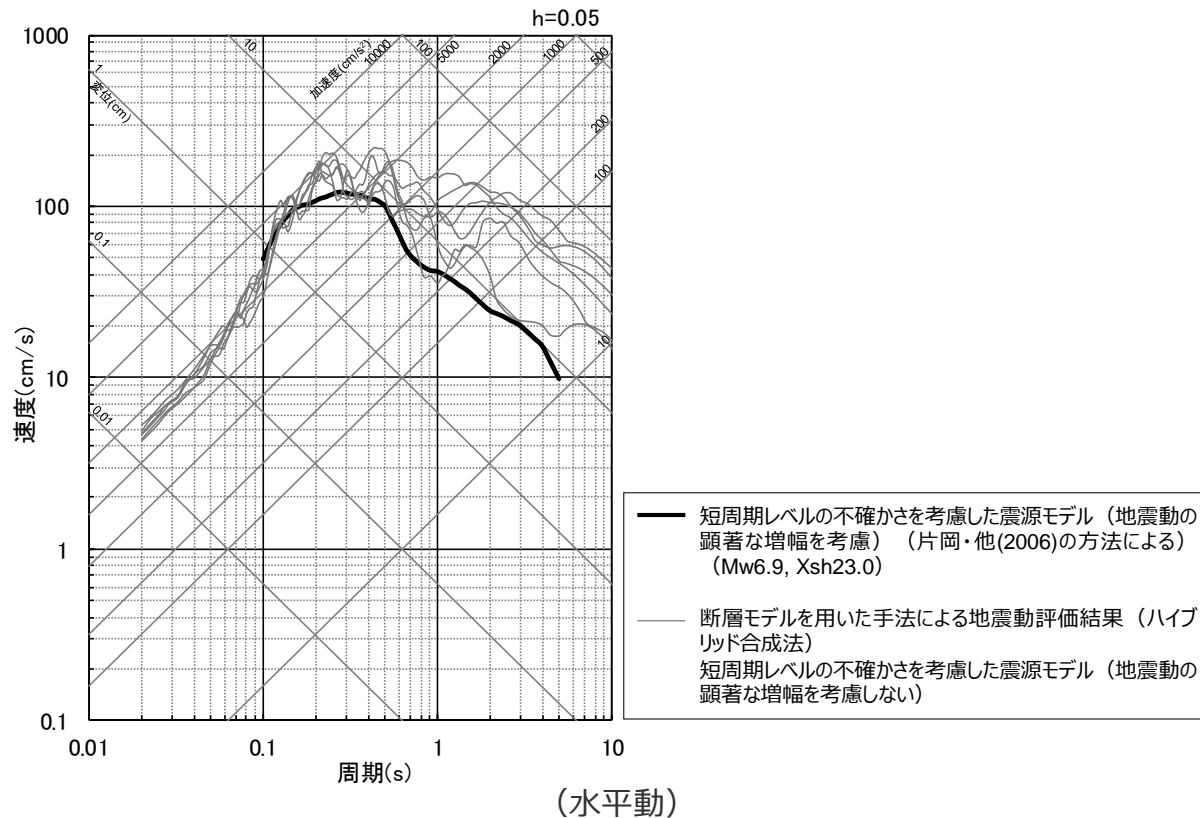
基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）



<応答スペクトルに基づく地震動評価結果 (Noda et al.(2022)の方法による) と断層モデルを用いた手法による地震動評価結果との比較 (応答スペクトル) >
(基本震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮) (敷地下方の想定スラブ内地震))

- ・Xeqは、等価震源距離 (km) を表す。
- ・断層モデルを用いた手法による地震動評価結果は、「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる地震動評価結果。

短周期レベルを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）

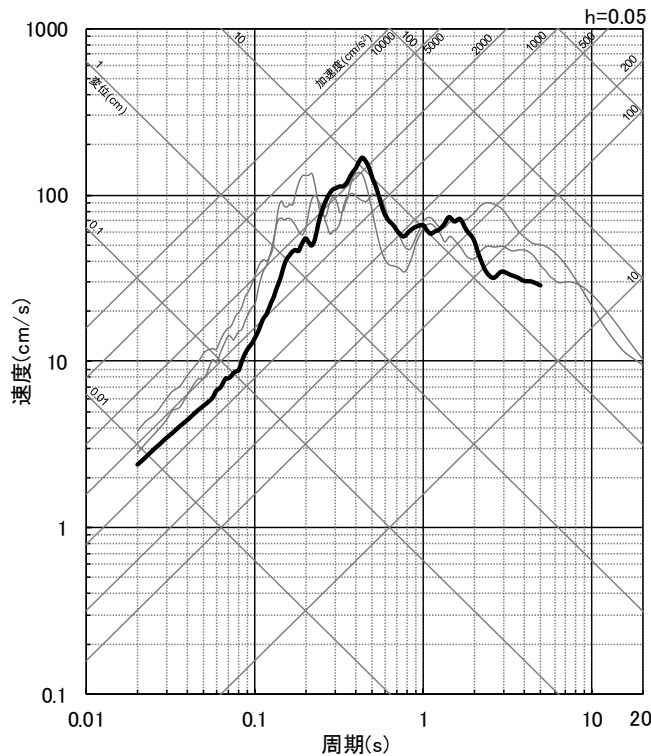


<応答スペクトルに基づく地震動評価結果（片岡・他(2006)で短周期レベルを入力値とする方法による）と断層モデルを用いた手法による地震動評価結果との比較（応答スペクトル）>
(短周期レベルの不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（敷地下方の想定スラブ内地震）)

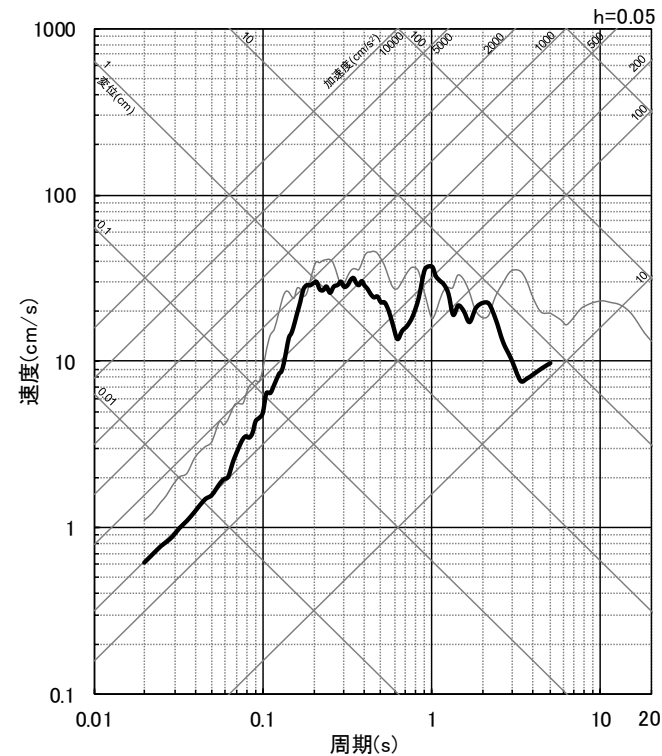
- ・片岡・他(2006)が評価対象としている周期は0.1秒～。
- ・Xshは、断層最短距離 (km) を表す。
- ・断層モデルを用いた手法による地震動評価結果は、「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる地震動評価結果。

強震動生成域の数の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）

— 応答スペクトルに基づく地震動評価結果（Noda et al.(2002)の方法による）（Mj7.0, Xeq29.0）
 — 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果



（水平動）



（鉛直動）

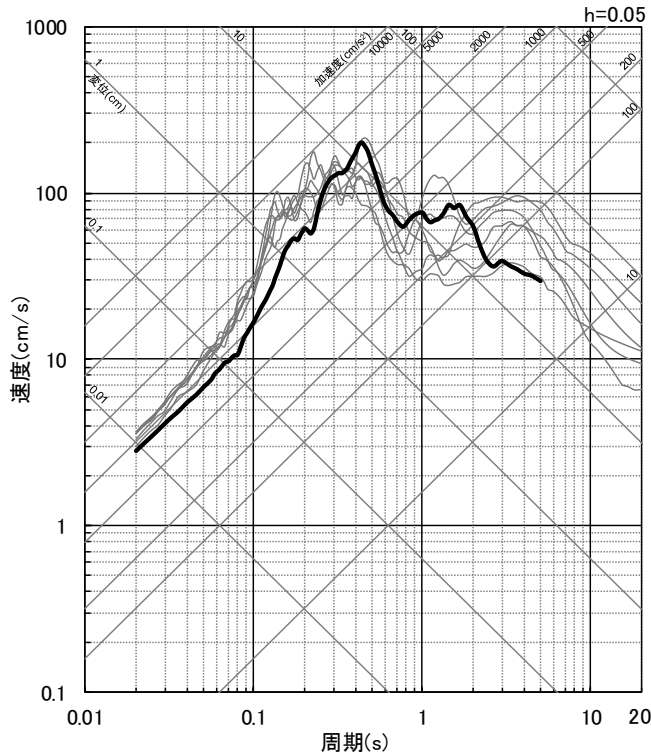
<応答スペクトルに基づく地震動評価結果（Noda et al.(2002)の方法による）と断層モデルを用いた手法による地震動評価結果との比較（応答スペクトル）>
 （強震動生成域の数の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（敷地下方の想定スラブ内地震））

- ・Xeqは、等価震源距離（km）を表す。
- ・断層モデルを用いた手法による地震動評価結果は、「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる地震動評価結果。

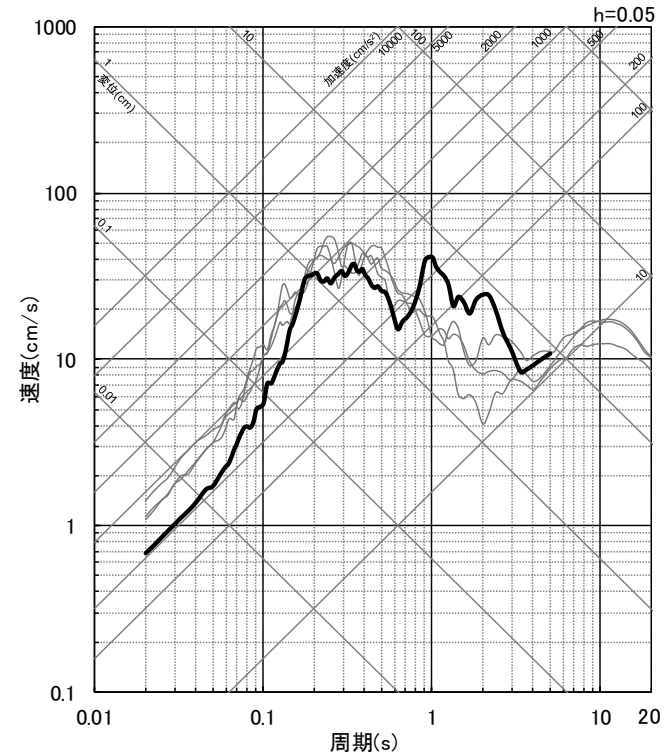
<2.3 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮） 2.3.3 応答スペクトルに基づく地震動評価結果と断層モデルを用いた手法による地震動評価結果との比較>

断層傾斜角の不確かさ（20°）を考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）

— 応答スペクトルに基づく地震動評価結果（Noda et al.(2002)の方法による）（Mj7.0, Xeq27.0）
 — 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果



（水平動）



（鉛直動）

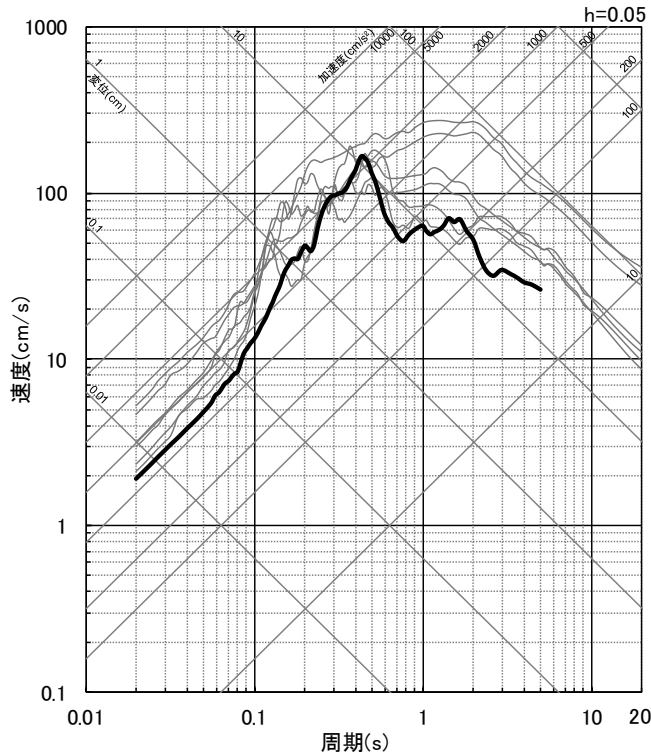
<応答スペクトルに基づく地震動評価結果（Noda et al.(2002)の方法による）と断層モデルを用いた手法による地震動評価結果との比較（応答スペクトル）>
 （断層傾斜角の不確かさ（20°）を考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（敷地下方の想定スラブ内地震））

・Xeqは、等価震源距離（km）を表す。

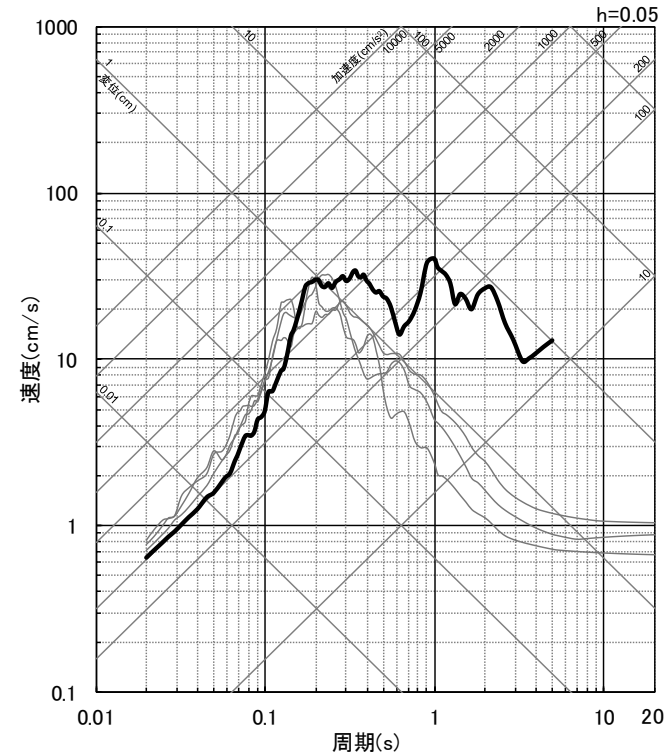
・断層モデルを用いた手法による地震動評価結果は、「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる地震動評価結果。

断層傾斜角の不確かさ（90°）を考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）

— 応答スペクトルに基づく地震動評価結果（Noda et al.(2002)の方法による）（Mj7.0, Xeq29.7）
 — 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果



（水平動）



（鉛直動）

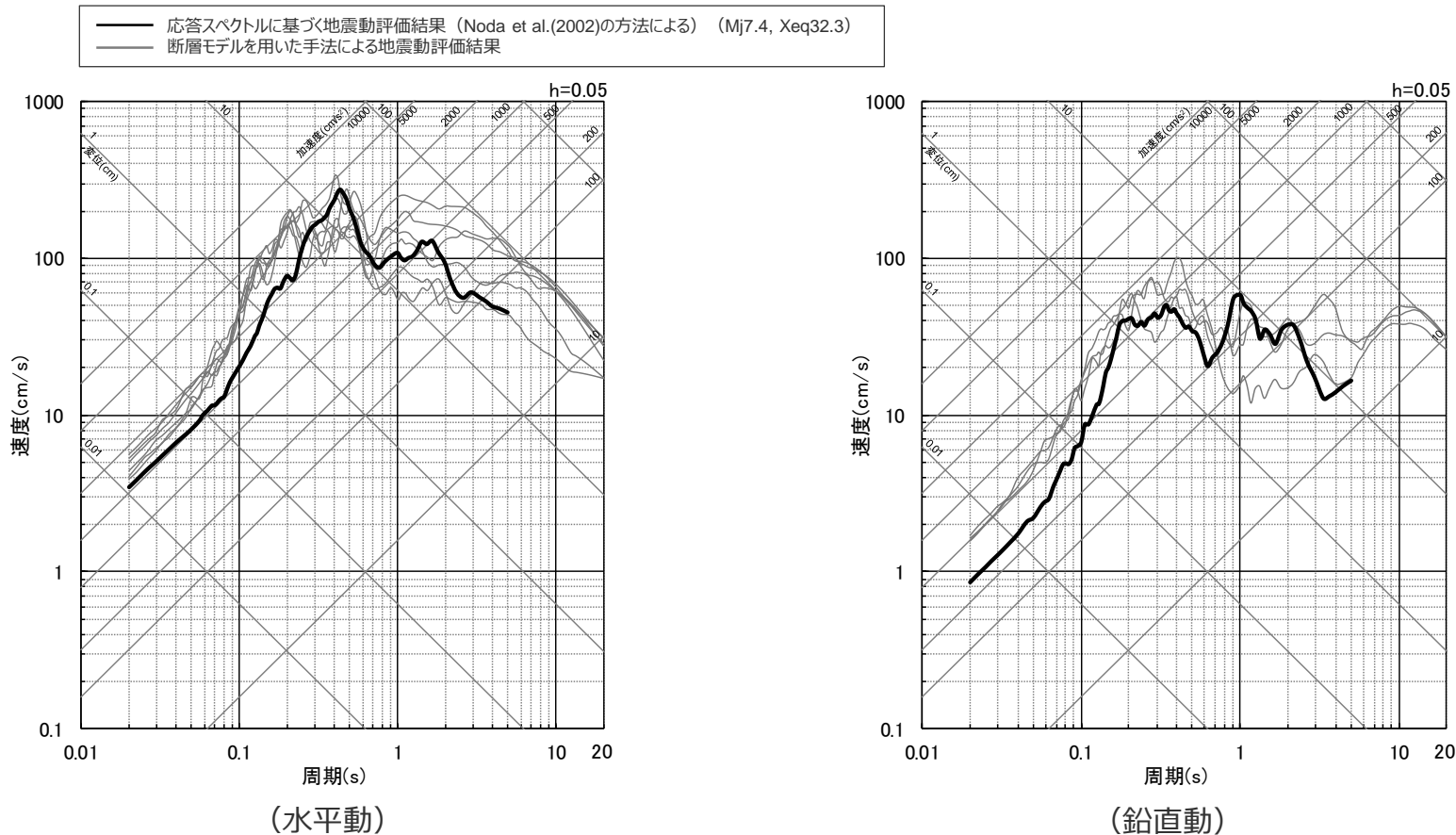
<応答スペクトルに基づく地震動評価結果（Noda et al.(2002)の方法による）と断層モデルを用いた手法による地震動評価結果との比較（応答スペクトル）>
 （断層傾斜角の不確かさ（90°）を考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（敷地下方の想定スラブ内地震））

・Xeqは、等価震源距離（km）を表す。

・断層モデルを用いた手法による地震動評価結果は、「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる地震動評価結果。

<2.3 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮） 2.3.3 応答スペクトルに基づく地震動評価結果と断層モデルを用いた手法による地震動評価結果との比較>

地震規模の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）

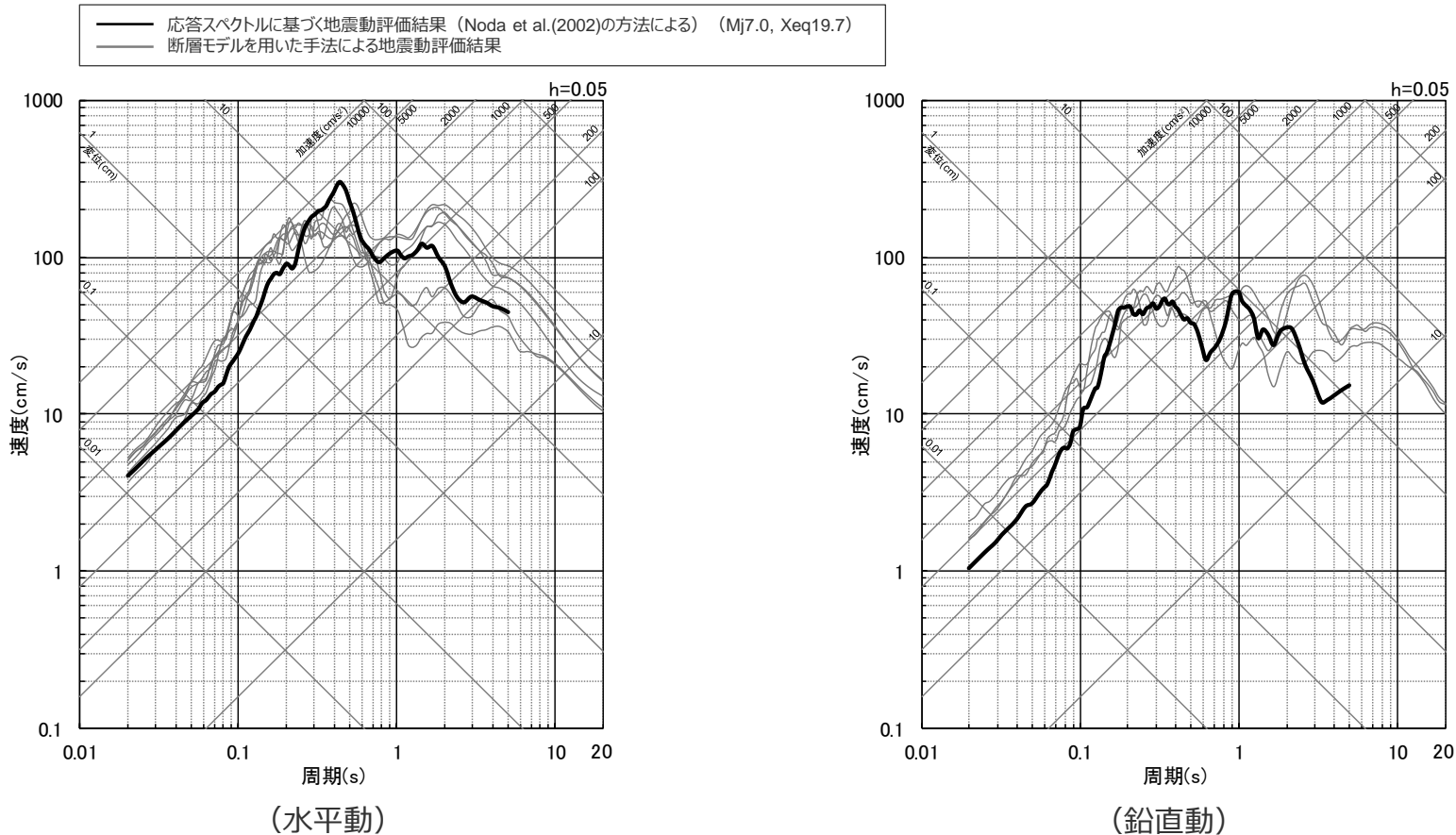


<応答スペクトルに基づく地震動評価結果（Noda et al.(2002)の方法による）と断層モデルを用いた手法による地震動評価結果との比較（応答スペクトル）>
（地震規模の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（敷地下方の想定スラブ内地震））

- Xeqは、等価震源距離（km）を表す。
- 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果は、「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる地震動評価結果。

<2.3 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮） 2.3.3 応答スペクトルに基づく地震動評価結果と断層モデルを用いた手法による地震動評価結果との比較>

震源深さの不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）



<応答スペクトルに基づく地震動評価結果 (Noda et al.(2002)の方法による) と断層モデルを用いた手法による地震動評価結果との比較 (応答スペクトル) >
(震源深さの不確かさを考慮した震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮) (敷地下方の想定スラブ内地震))

- Xeqは、等価震源距離 (km) を表す。
- 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果は、「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる地震動評価結果。

余白

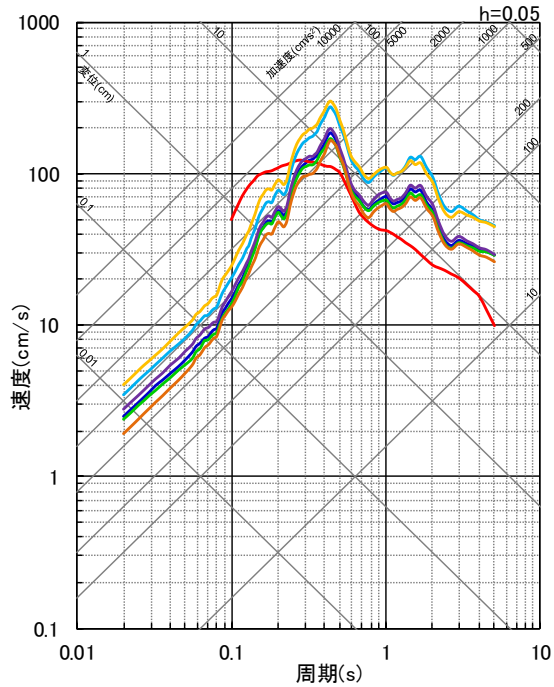
目次

1	地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価	
1.1	内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）	……p.3~
1.2	プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）	……p.90~
1.3	海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）	……p.172~
2	地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価	
2.1	内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）	……p.280~
2.2	プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）	……p.342~
2.3	海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）	
2.3.1	応答スペクトルに基づく地震動評価	……p.398~
2.3.2	断層モデルを用いた手法による地震動評価	……p.422~
2.3.3	応答スペクトルに基づく地震動評価結果と断層モデルを用いた手法による地震動評価結果との比較	……p.459~
2.3.4	地震動評価結果のまとめ	……p.468~

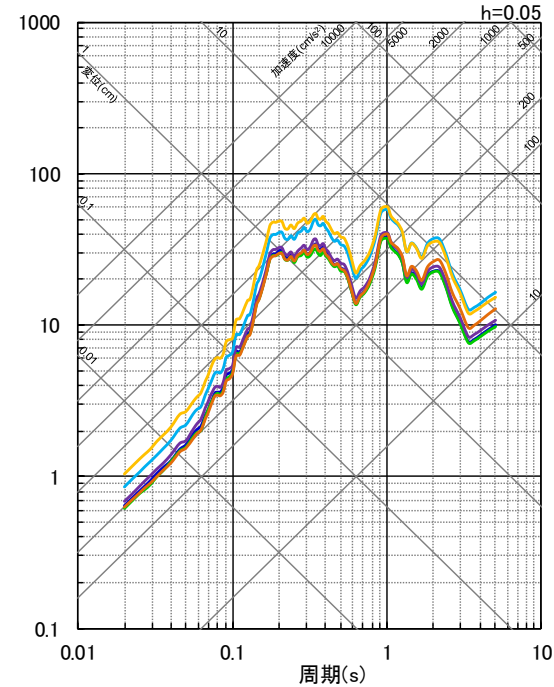
応答スペクトルに基づく地震動評価結果

（全ての震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））

- 基本震源モデル(地震動の顕著な増幅を考慮)(Noda et al.(2002)の方法による地震動評価結果)(Mj7.0, Xeq28.7)
- 短周期レベルの不確かさを考慮した震源モデル(地震動の顕著な増幅を考慮)(片岡・他(2006)で短周期レベルを入力値とする方法による地震動評価結果)(Mw6.9, Xsh23.0)
- 強震動生成域の数の不確かさを考慮した震源モデル(地震動の顕著な増幅を考慮)(Noda et al.(2002)の方法による地震動評価結果)(Mj7.0, Xeq29.0)
- 断層傾斜角の不確かさ(20°)を考慮した震源モデル(地震動の顕著な増幅を考慮)(Noda et al.(2002)の方法による地震動評価結果)(Mj7.0, Xeq27.0)
- 断層傾斜角の不確かさ(90°)を考慮した震源モデル(地震動の顕著な増幅を考慮)(Noda et al.(2002)の方法による地震動評価結果)(Mj7.0, Xeq29.7)
- 地震規模の不確かさを考慮した震源モデル(地震動の顕著な増幅を考慮)(Noda et al.(2002)の方法による地震動評価結果)(Mj7.4, Xeq32.3)
- 震源深さの不確かさを考慮した震源モデル(地震動の顕著な増幅を考慮)(Noda et al.(2002)の方法による地震動評価結果)(Mj7.0, Xeq19.7)



（水平動）



（鉛直動）

・Noda et al.(2002)の方法による場合は2009年駿河湾の地震（本震）の観測記録を用いて補正。

<応答スペクトルに基づく地震動評価結果>

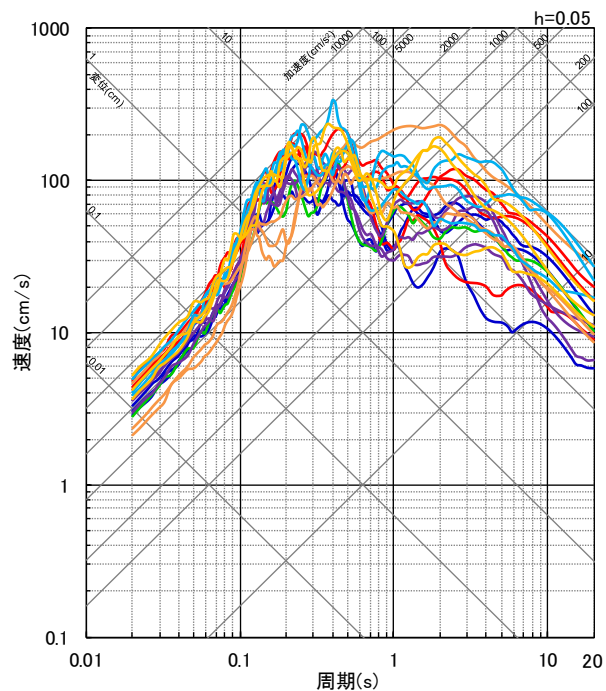
（全ての震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）...（敷地下方の想定スラブ内地震）...）

・ Xeqは、等価震源距離（km）、Xshは、断層最短距離（km）を表す。
・ 片岡・他(2006)が評価対象としている周期は0.1秒～。

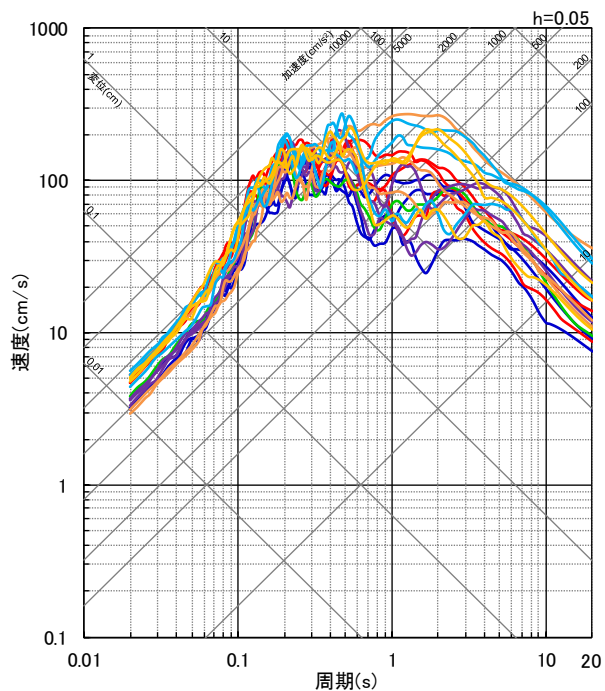
断層モデルを用いた手法による地震動評価結果

（全ての震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））

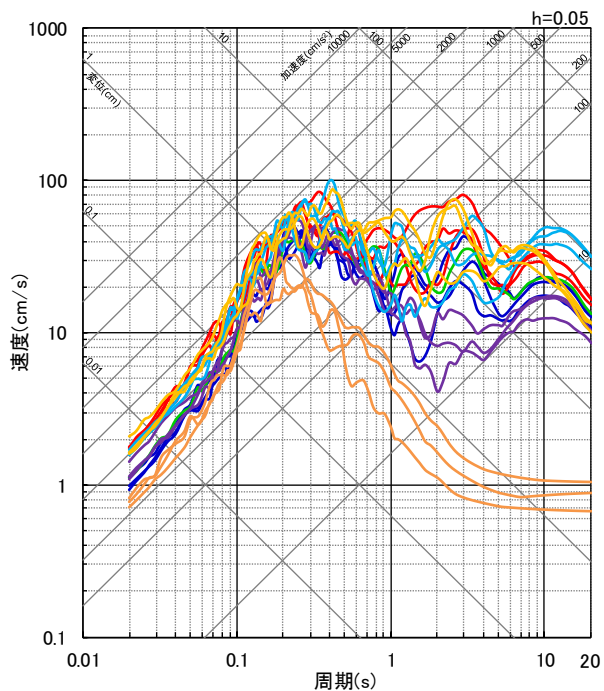
- 基本震源モデル(地震動の顕著な増幅を考慮)
- 強震動生成域の数の不確かさを考慮した震源モデル(地震動の顕著な増幅を考慮)
- 断層傾斜角の不確かさ(90°)を考慮した震源モデル(地震動の顕著な増幅を考慮)
- 震源深さの不確かさを考慮した震源モデル(地震動の顕著な増幅を考慮)
- 短周期レベルの不確かさを考慮した震源モデル(地震動の顕著な増幅を考慮)
- 断層傾斜角の不確かさ(20°)を考慮した震源モデル(地震動の顕著な増幅を考慮)
- 地震規模の不確かさを考慮した震源モデル(地震動の顕著な増幅を考慮)



(NS方向)



(EW方向)

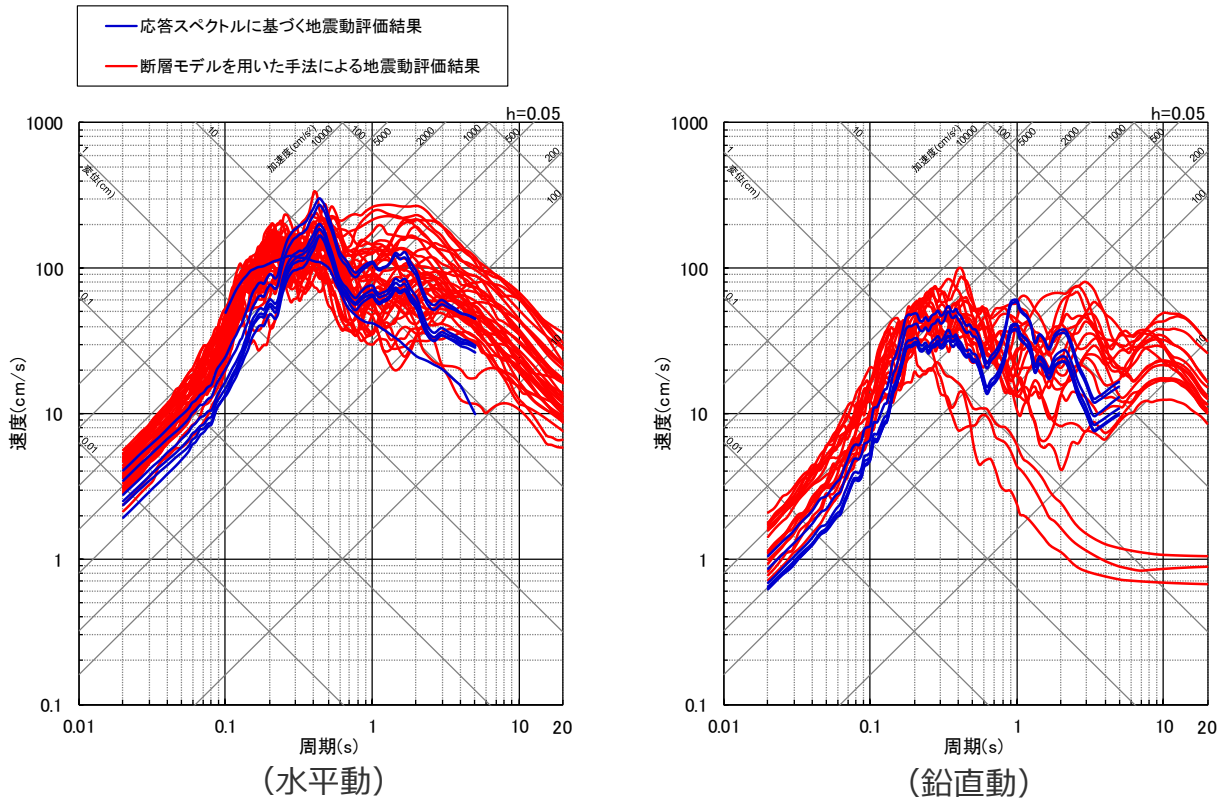


(UD方向)

<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（応答スペクトル）>
（全ての震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（敷地下方の想定スラブ内地震））

・断層モデルを用いた手法による地震動評価結果は、「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる地震動評価結果。

<2.3 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮） 2.3.4 地震動評価結果のまとめ>
 応答スペクトルに基づく地震動評価結果と断層モデルを用いた手法による地震動評価結果との比較
 （全ての震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））



<応答スペクトルに基づく地震動評価結果と断層モデルを用いた手法による地震動評価結果との比較（応答スペクトル）>
 （全ての震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（敷地下方の想定スラブ内地震））

- ・ 応答スペクトルに基づく地震動評価で用いている片岡・他(2006)が評価対象としている周期は0.1秒～。
- ・ 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果は、「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる地震動評価結果。

参考文献

・参考文献は、本編参照。

余白



中部電力