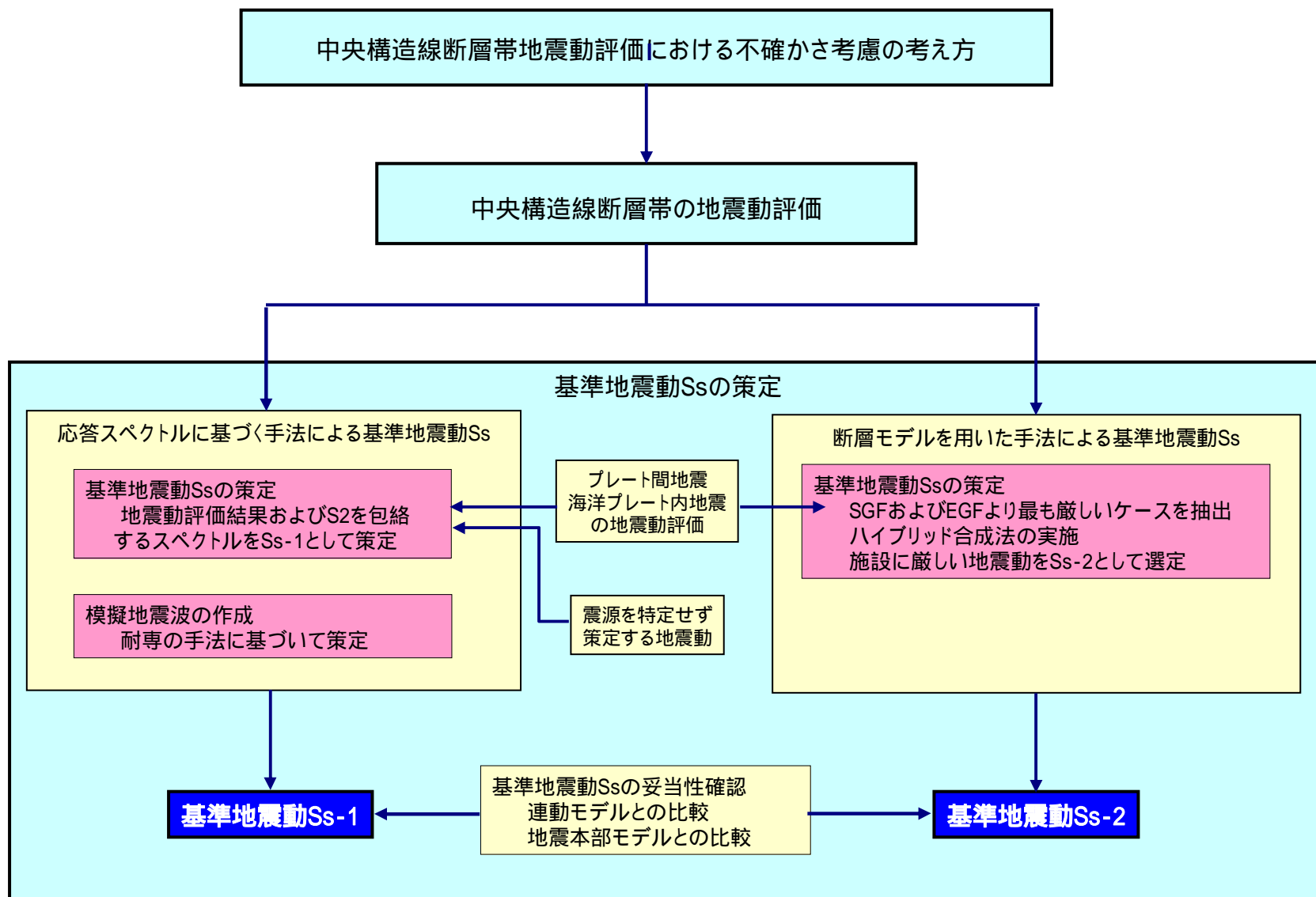


---

## 6. 基準地震動 $S_s$ の策定

# 基準地震動Ss策定の流れ

敷地に与える影響が大きい中央構造線断層帯を中心に構成



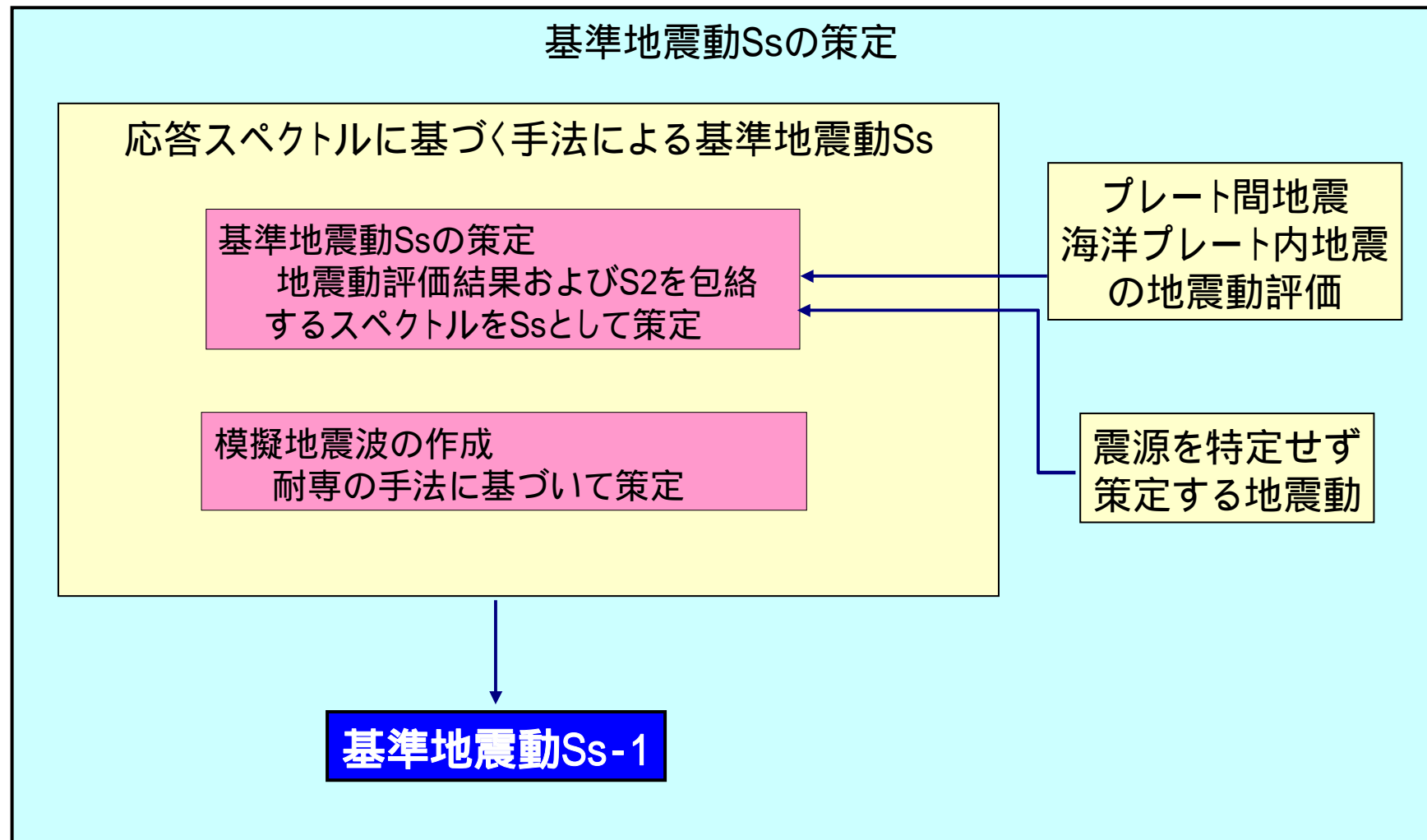
SGF:統計的グリーン関数法  
EGF:経験的グリーン関数法

## 6.1 応答スペクトルに基づく手法による基準地震動 $S_s$

### 6.1.1 基準地震動 $S_s$ の策定

# 応答スペクトル手法における流れ

6. 基準地震動Ssの策定  
6.1 応答スペクトルに基づく  
手法による基準地震動Ss



# 応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss

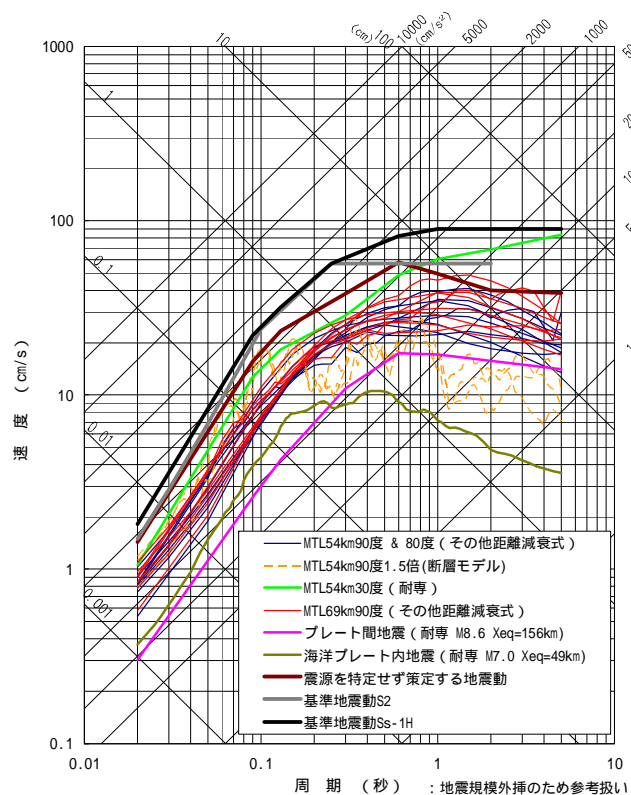
6. 基準地震動Ssの策定  
6.1 応答スペクトルに基づく  
手法による基準地震動Ss

応答スペクトル手法による地震動評価結果を図に示す。

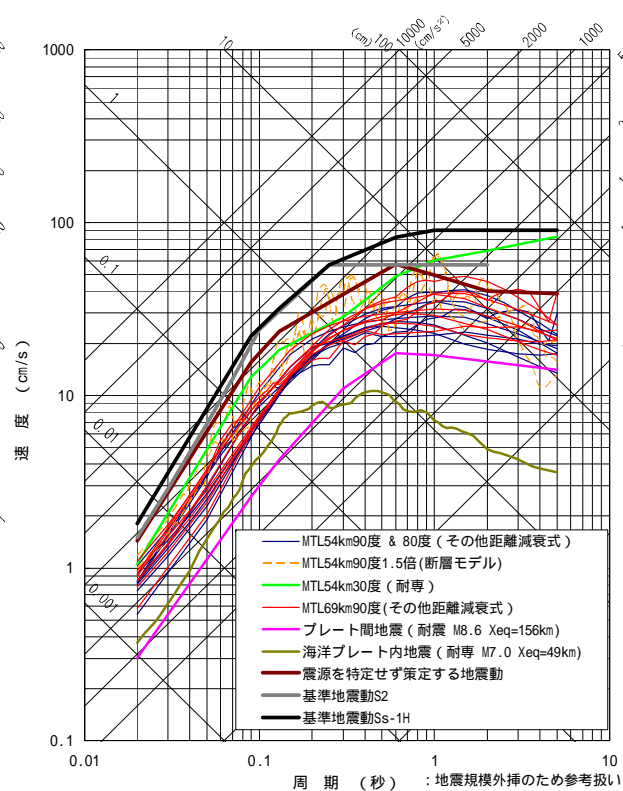
(耐専スペクトルの適用が適切でない場合には、その他距離減衰式の結果を示す。応答スペクトル手法で評価ができないケース(54km・30度を除く鉛直動、応力低下量1.5倍)については、断層モデルの結果を参考に示す。)

そして、応答スペクトルに基づく地震動評価結果および基準地震動S2を包絡するように、水平方向の「基準地震動Ss-1H」を設定する。鉛直動については、Ss-1Hに対して、耐専スペクトルの鉛直方向の地盤増幅率を乗じて「基準地震動Ss-1V」を設定する。

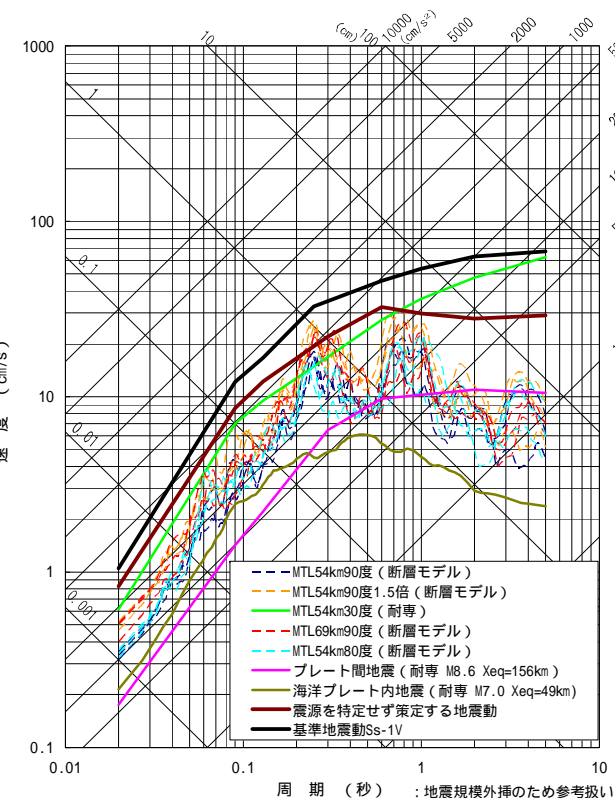
また、震源を特定せず策定する地震動による基準地震動Ssは、震源を特定せず策定する地震動の応答スペクトルが基準地震動Ss-1に全周期帯において包絡されるため、基準地震動Ss-1で代表させる。



NS方向



EW方向



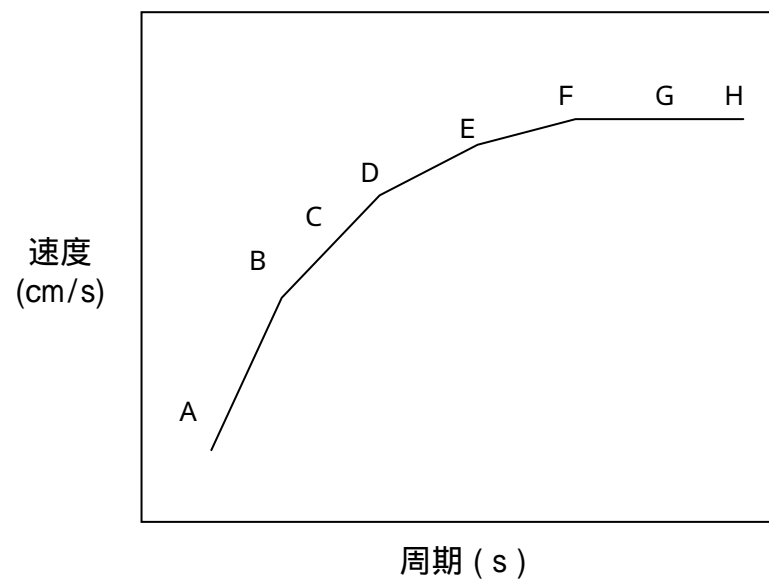
UD方向

: その他距離減衰式では断層最短距離を採用しているため、54km90度と54km80度の水平方向の地震動は等しい

# 基準地震動Ssの応答スペクトル値

6. 基準地震動Ssの策定  
6.1 応答スペクトルに基づく  
手法による基準地震動Ss

設計用応答スペクトル		コントロールポイント							
		A	B	C	D	E	F	G	H
Ss - 1H	周期 (s)	0.02	0.09	0.13	0.25	0.60	1	2	5
	速度 (cm/s)	1.810	22.00	32.00	57.00	82.00	90.00	90.00	90.00
Ss - 1V	周期 (s)	0.02	0.09	0.13	0.25	0.60	1	2	5
	速度 (cm/s)	1.050	12.10	16.64	32.72	45.92	54.00	63.00	67.50



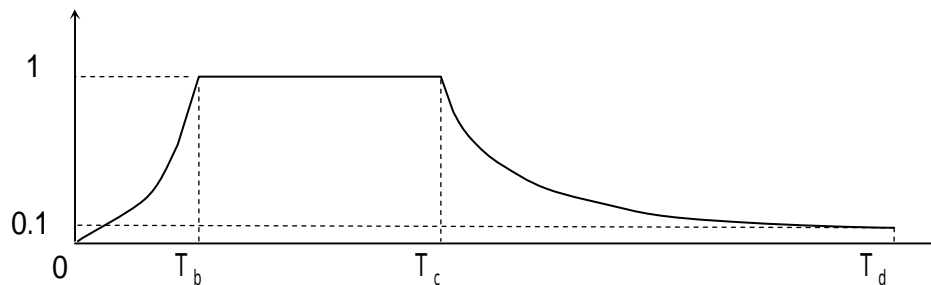
擬似速度応答スペクトル

## 6.1 応答スペクトルに基づく手法による基準地震動 $S_s$

### 6.1.2 模擬地震波の作成

## 設計用応答スペクトル「基準地震動Ss-1」の模擬地震波

設計用 模擬地震波	継続時間 (s)	振幅包絡線の経時的变化 (s)		
		$T_b$	$T_c$	$T_d$
Ss-1H Ss-1V	51.94	7.41	26.47	51.94



$$\begin{aligned} T_b &= 10^{0.5M - 2.93} \quad (\text{立ち上がり部の継続時間}) \\ T_c - T_b &= 10^{0.3M - 1.0} \quad (\text{強震部の継続時間}) \\ T_d - T_c &= 10^{0.17M + 0.54\log X_{eq} - 0.6} \quad (\text{減衰部の継続時間}) \end{aligned}$$

振幅包絡線:  $E(T)$

$$E(T) = \begin{cases} (T / T_b)^2 & 0 < T < T_b \\ 1.0 & T_b < T < T_c \\ \frac{\ln(0.1)}{T_d - T_c} (T - T_c) & T_c < T < T_d \end{cases}$$

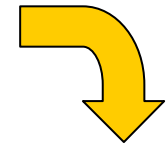
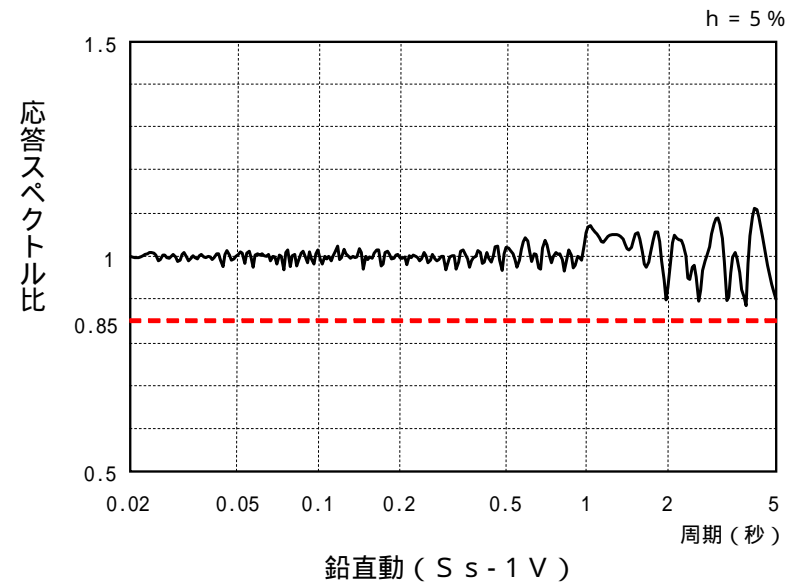
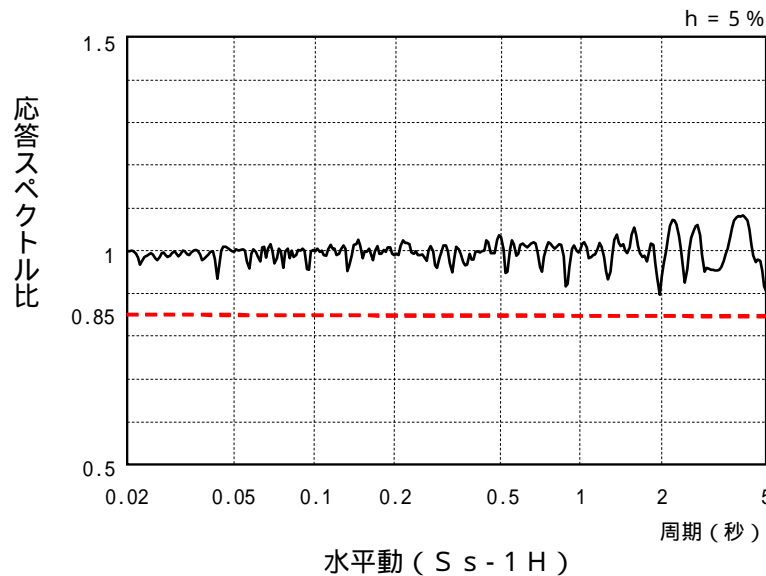
$$M = 7.6, \quad X_{eq} = 21(\text{km})$$

模擬地震波は応答スペクトルに適合する周波数-振動特性と一様乱数の位相をもつ正弦波の重ね合わせによって作成する

振幅包絡線の経時変化についてはNoda et al.(2002)に基づき設定



設計用模擬地震波 ( $S_{s-1H}$ ,  $S_{s-1V}$ ) の設計用応答スペクトルに対する応答スペクトル比



SI (応答スペクトルの強さ) の比

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

$S_V(T)$  : 設計用模擬地震波の  
疑似速度応答スペクトル(cm/s)

$\bar{S}_V(T)$  : 目標とする設計用応答スペクトル(cm/s)

$T$  : 固有周期(s)

0.85以上を確認



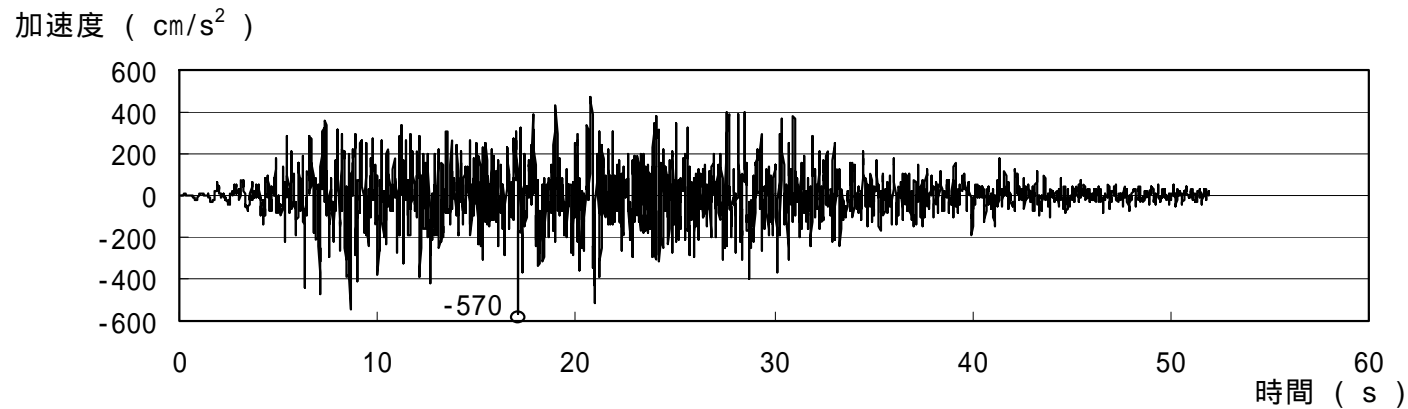
$S_{s-1H}$  : 1.00

$S_{s-1V}$  : 1.01

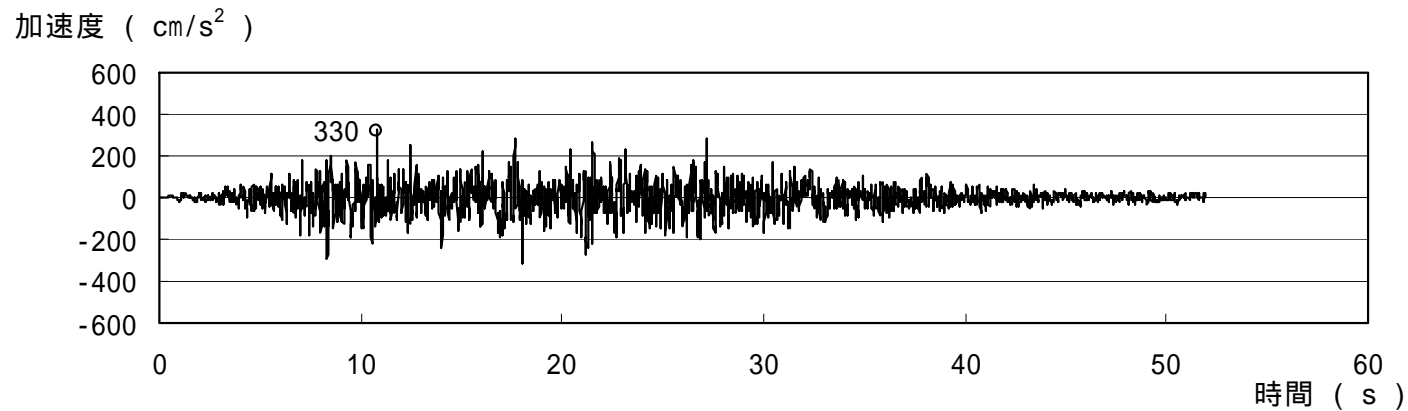
1.0以上を確認

## 設計用模擬地震波( $S_s - 1H$ , $S_s - 1V$ )の時刻歴波形(加速度)

設計用応答スペクトルに適合するよう一様乱数の位相をもつ正弦波の重ね合わせより作成



加速度 (水平動:  $S_s - 1H$ )



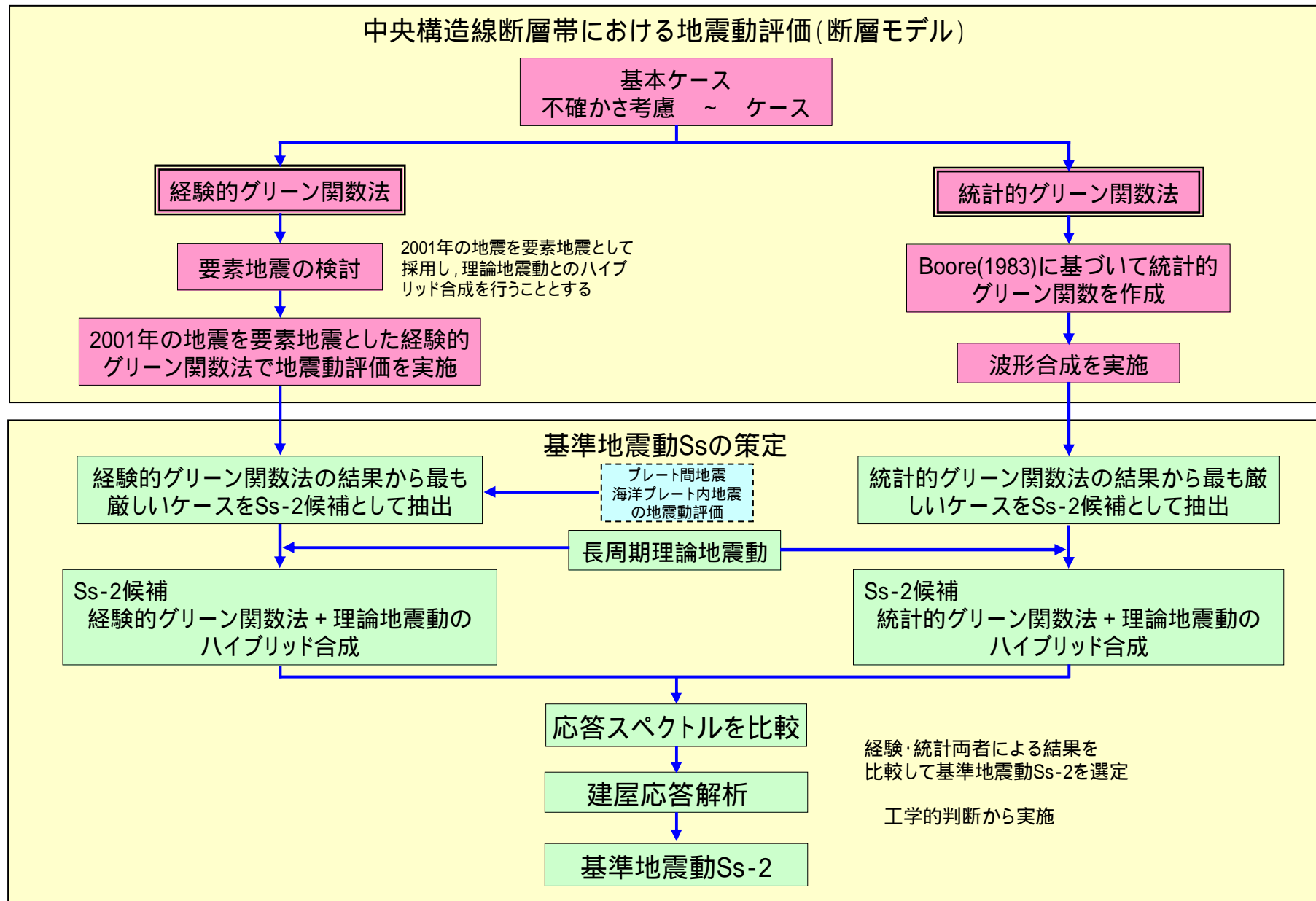
加速度 (鉛直動:  $S_s - 1V$ )

## 6.2 断層モデルを用いた手法による基準地震動 $S_s$

### 6.2.1 基準地震動 $S_s$ の策定

# 断層モデルによる基準地震動Ss策定の流れ

6. 基準地震動Ssの策定  
6.2 断層モデルを用いた  
手法による基準地震動Ss



## (1)ハイブリッド合成

### a.統計的グリーン関数法

# 基準地震動候補の選定

統計的グリーン関数法による地震動評価

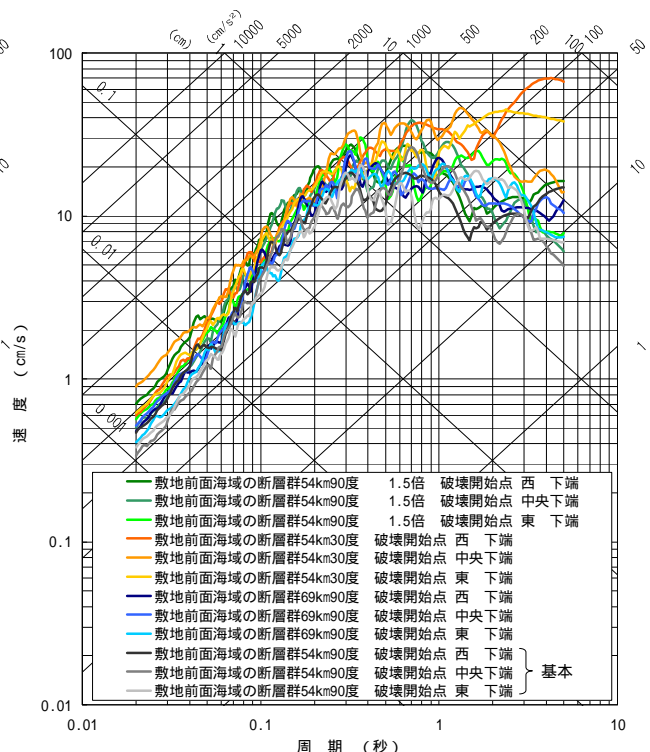
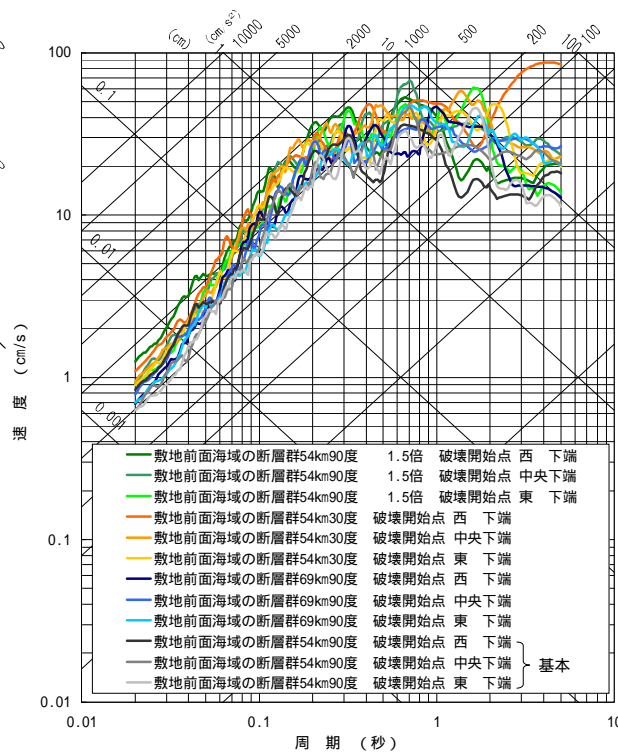
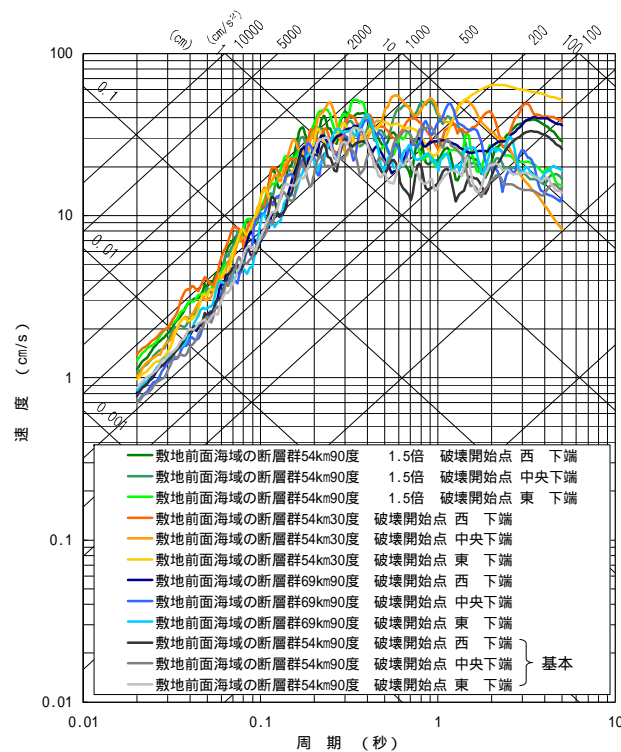
6. 基準地震動Ssの策定  
6.2 断層モデルを用いた  
手法による基準地震動Ss

## 評価結果(不確かさの影響度合いの評価)

中央構造線断層帯評価における, 不確かさケースを比較する。これより, 地震動に与える影響は,

基本ケース < 69km・90度 < 54km・90度・応力降下量1.5倍 54km・30度

と評価される。これより, 54km・90度・応力降下量1.5倍と54km・30度ケースについてハイブリッド合成を行うこととする。



NS方向

EW方向

UD方向

# 理論的手法の計算周期

6. 基準地震動 $S_s$ の策定  
6.2 断層モデルを用いた  
手法による基準地震動 $S_s$

長周期理論地震動の算定に用いた手法は、波数積分法 (Saikia, 1994) である。この手法は、与えられた断層運動に対する水平成層媒質の波動場を理論的に求める手法である。

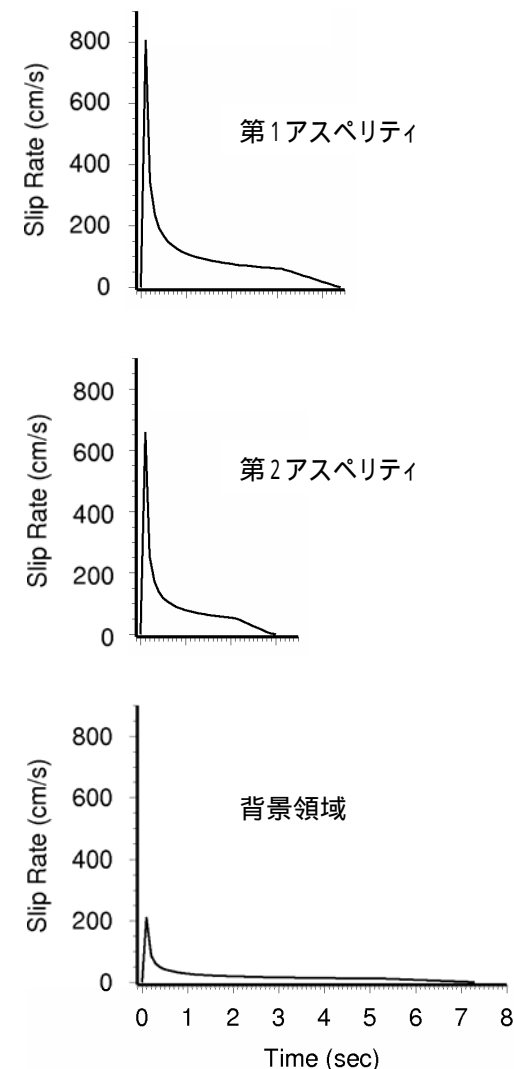
地盤モデルは、表に示す水平成層構造を仮定して、震源すべり速度時間関数としては、中村・宮武(2000)が提案した近似関数を仮定した。

震源すべり速度時間関数を断層面に展開する際には、断層モデルの基本メッシュ (3km × 2.6km) をさらに6 × 6分割し、理論地震動の算定を行った。

これらの条件により、本検討においては、1.5Hz (周期約0.6秒) より長周期側の地震動を算定した。

地盤構造モデル

層上面 (m)	Vp (m/s)	Vs (m/s)	密度 (kg/m <sup>3</sup> )	Q 値	根拠
0	5300	2600	3000	50	主に地質調査結果を参照して設定 1: 試掘坑における測定値
10	5500	2700	3000	50	2: PS検層における測定値より設定 3: $\nu=0.34$ (測定値) および $V_p/V_s = (2(1-\nu))/(1-2\nu)$ より算出
200	5700	2800	3000	190	4: $V_p$ 6km/sとして、 $V_s = V_p/1.73$ 5: CH級岩盤の物理試験結果より
2000	6100	3500	3000	230	6: PS検層による測定値より総合的に判断して設定 7: $Q = V_s/15$
16000	6700	3870	2800	400	Kakehi(2004)を参照して設定 Kakehi(2004)は下記に基づいてモデルを構築
40000	6600	3820	2800	400	下部地殻 上面深さ、 $V_p$ : 浅野ほか(1986) Q値: 頼綱・古村(2002)
42000	6700	3870	2900	400	スラブ 上面深さ: 三好・石橋(2004), 大倉・瀬野(2002) $V_p$ , $V_s$ , Q値: Ohkura(2000), 頼綱・古村(2002)
46000	8000	4620	3200	1200	海洋性地殻の2層区分: 渋谷(2001), Takahashi et al.(2002)



54km・30度モデルの震源すべり速度時間関数

# ハイブリッド合成 - 1

6. 基準地震動Ssの策定  
6.2 断層モデルを用いた  
手法による基準地震動Ss

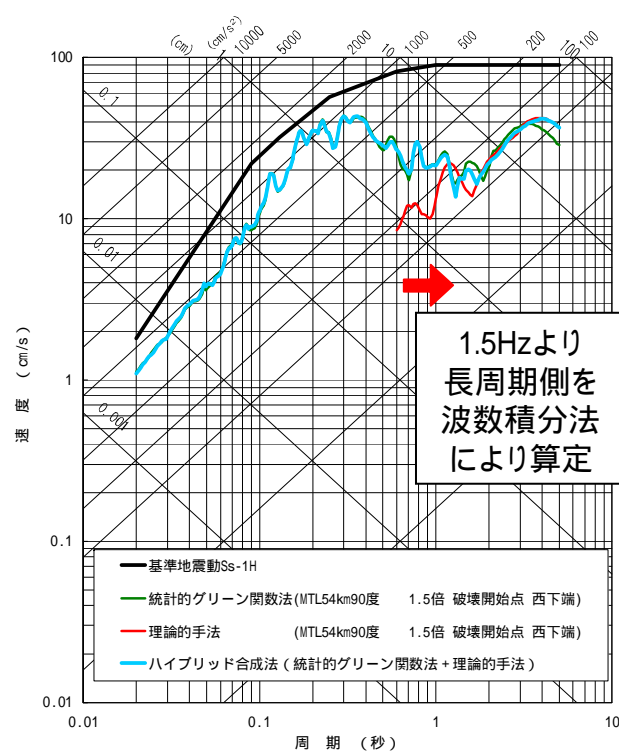
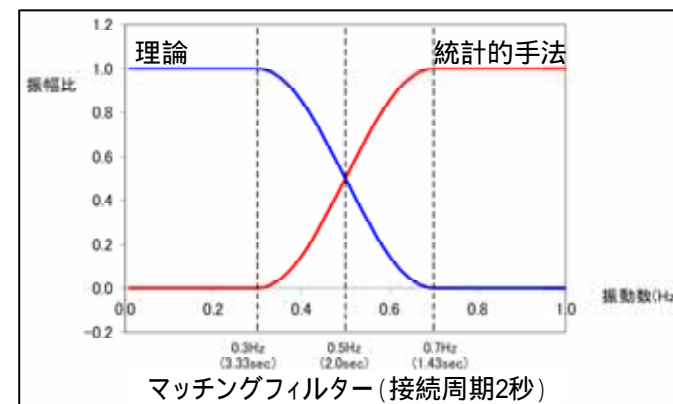
## 【統計的手法 + 理論的手法のハイブリッド】

54km・90度・応力降下量1.5倍・破壊開始点:断層西下端

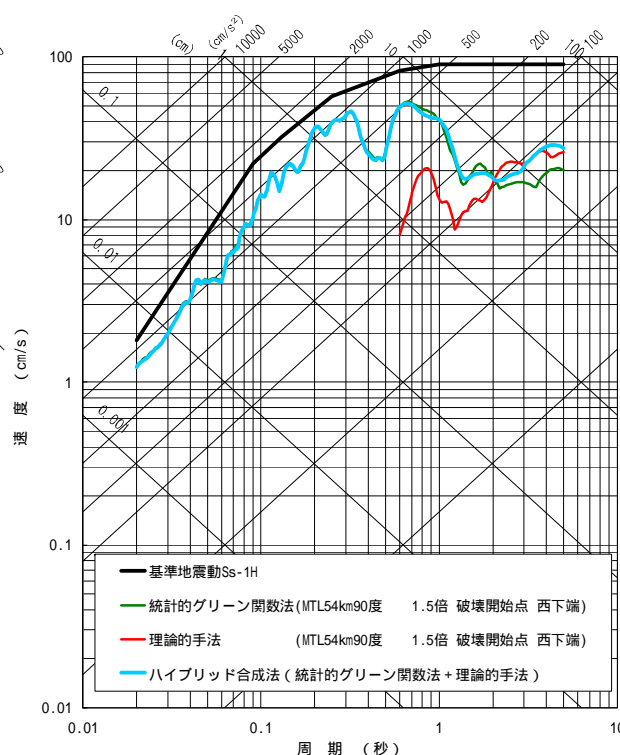
長周期理論地震動は, 1.5Hz(周期約0.6秒)より長周期側について, 波数積分法で算出した。

算定された地震動のスペクトルは, 周期1秒以下では統計的手法の結果を下回る結果となった。

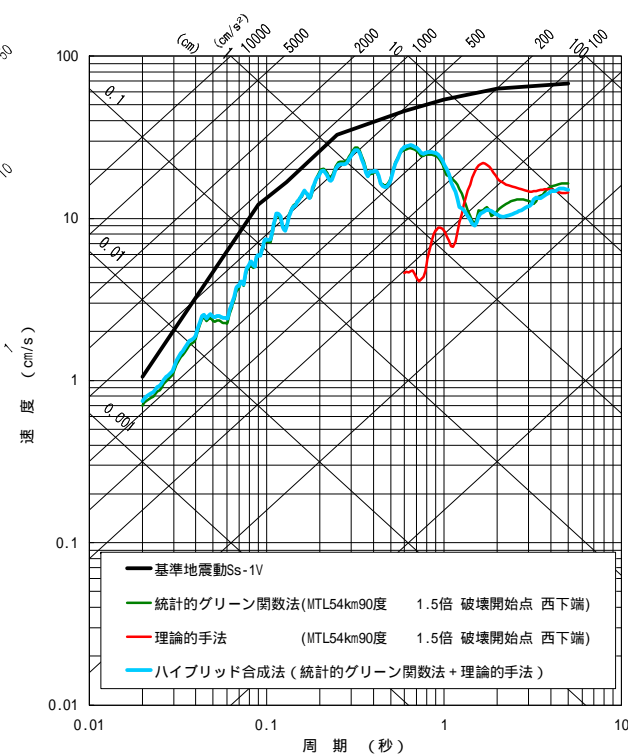
主に水平動に着目し, 統計的手法と理論的手法がなめらかに接続する, 周期2秒を接続周期とした。



NS方向



EW方向



UD方向

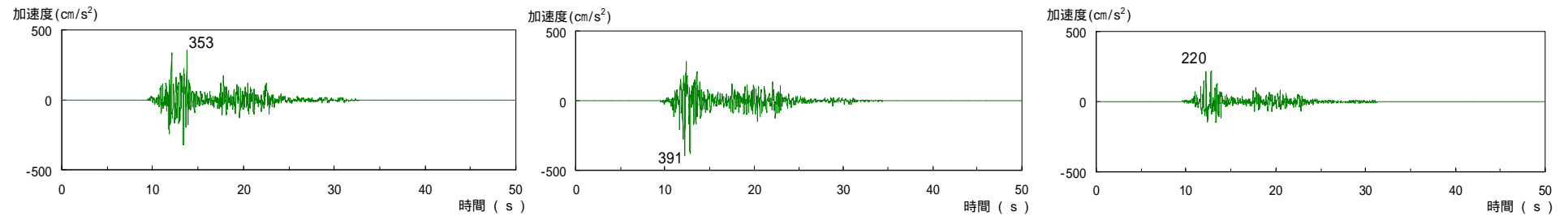


# ハイブリッド合成 -2

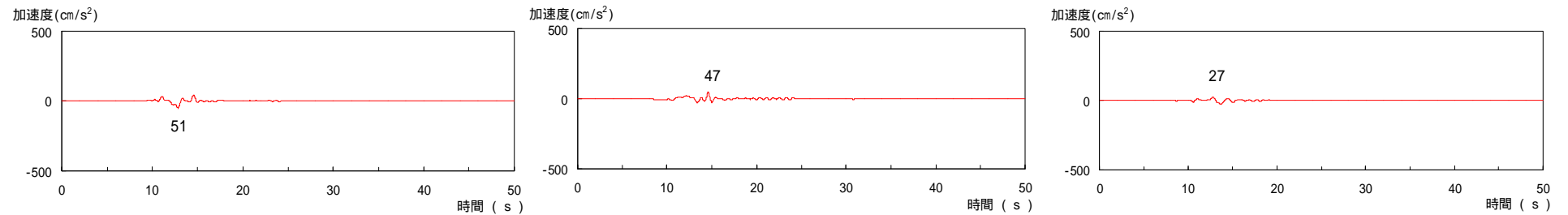
6. 基準地震動 $S_s$ の策定  
6.2 断層モデルを用いた  
手法による基準地震動 $S_s$

54km・90度・応力降下量1.5倍

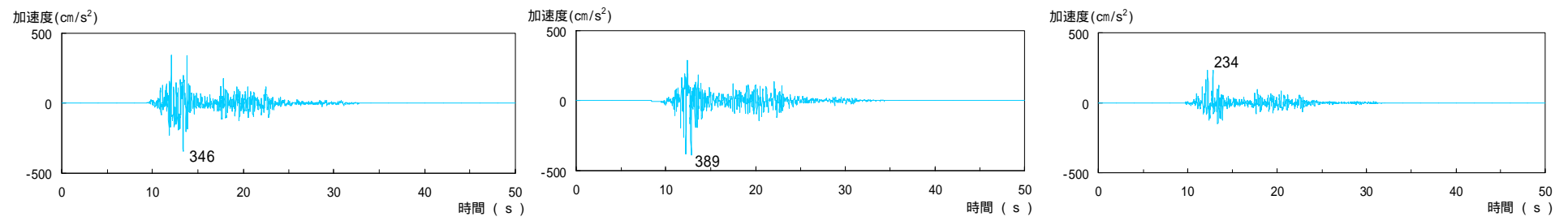
## 統計的グリーン関数法



## 理論的手法



## ハイブリッド合成結果



NS方向

EW方向

UD方向

# ハイブリッド合成 - 1

6. 基準地震動Ssの策定  
6.2 断層モデルを用いた  
手法による基準地震動Ss

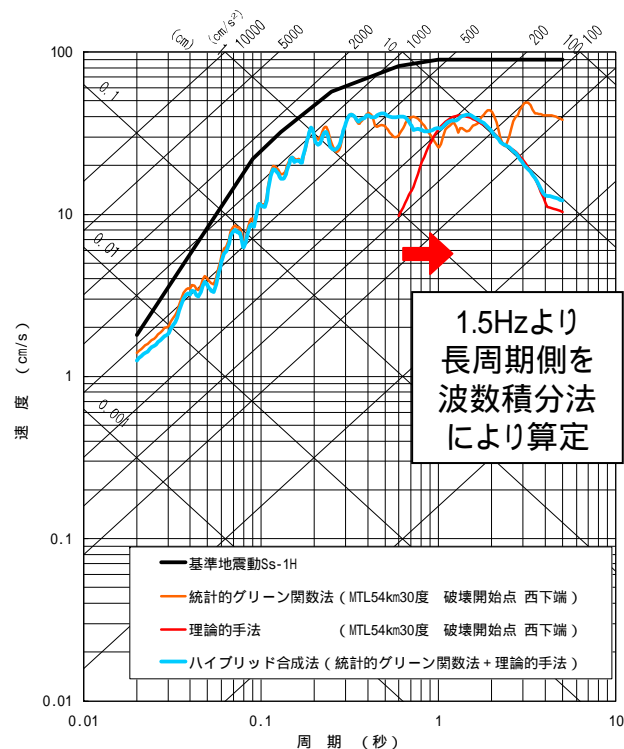
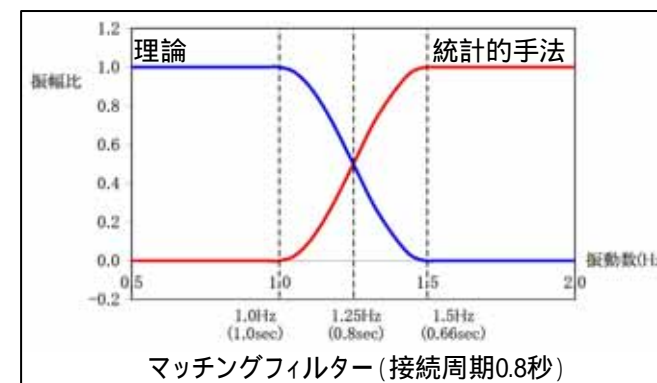
## 【統計的手法 + 理論的手法のハイブリッド】

54km・30度・破壊開始点:断層西下端

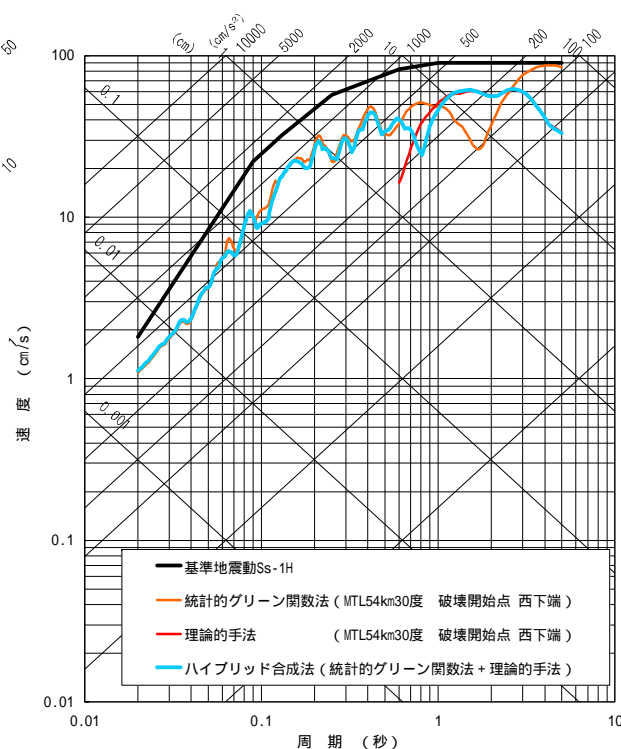
長周期理論地震動は, 1.5Hz(周期約0.6秒)より長周期側について, 波数積分法で算出した。

算定された地震動のスペクトルは, 周期1~2秒付近にピークがあり, 短周期側への連続性もなめらかである。

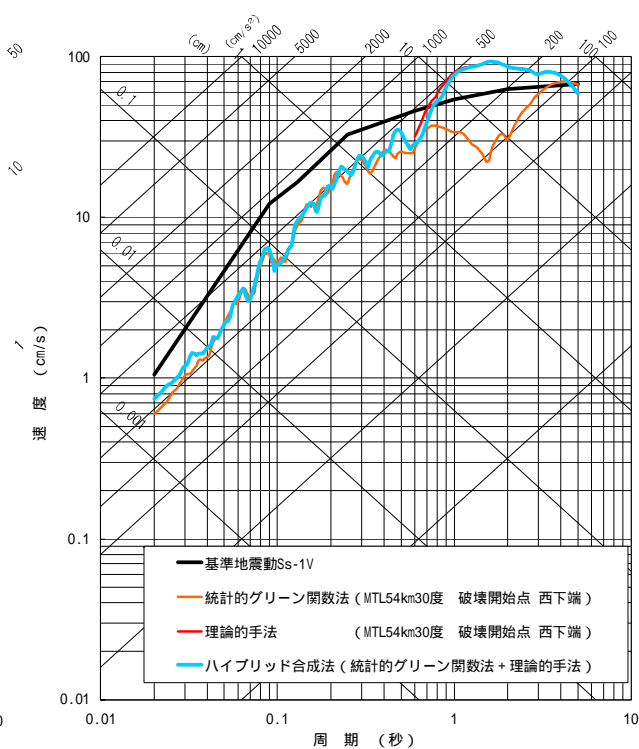
主に水平動に着目し, 統計的手法と理論的手法がなめらかに接続する, 周期0.8秒を接続周期とした。



NS方向



EW方向



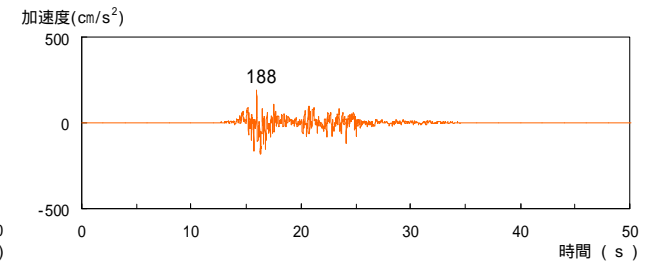
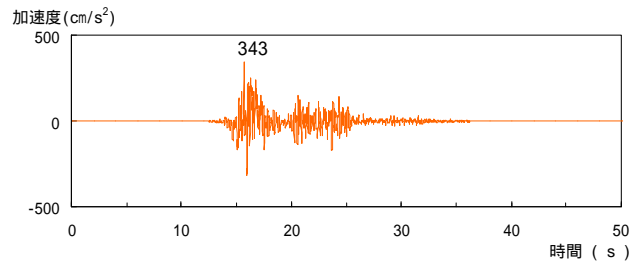
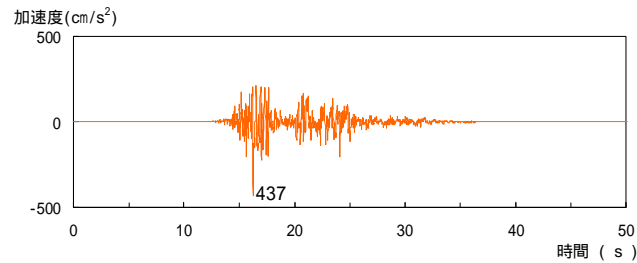
UD方向

# ハイブリッド合成 -2

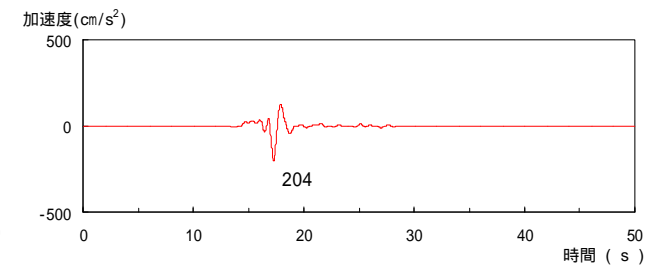
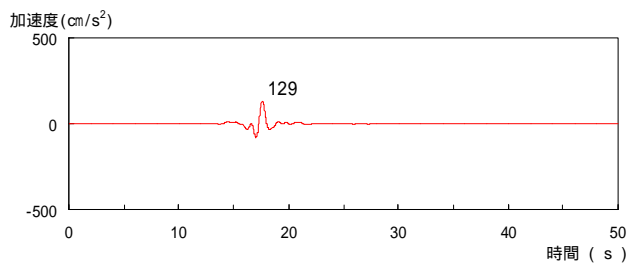
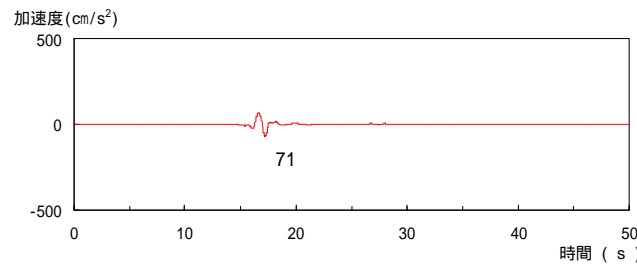
6. 基準地震動 $S_s$ の策定  
6.2 断層モデルを用いた  
手法による基準地震動 $S_s$

54km・30度

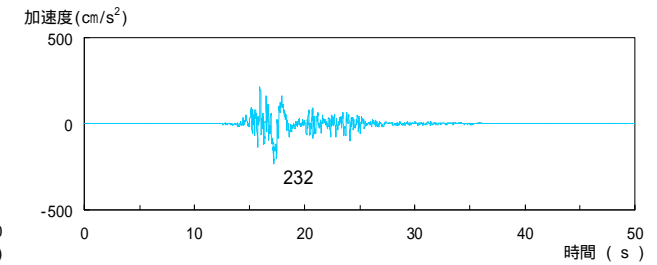
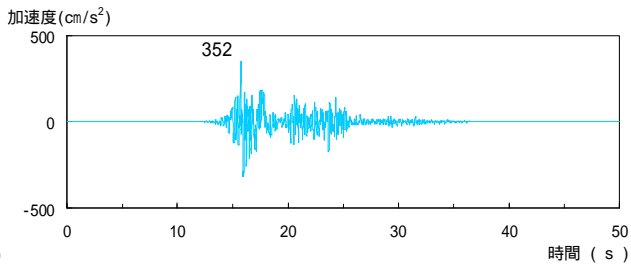
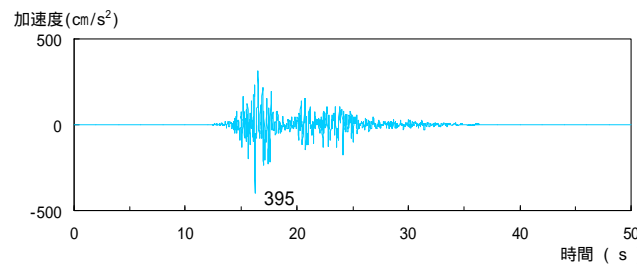
## 統計的グリーン関数法



## 理論的手法



## ハイブリッド合成結果



NS方向

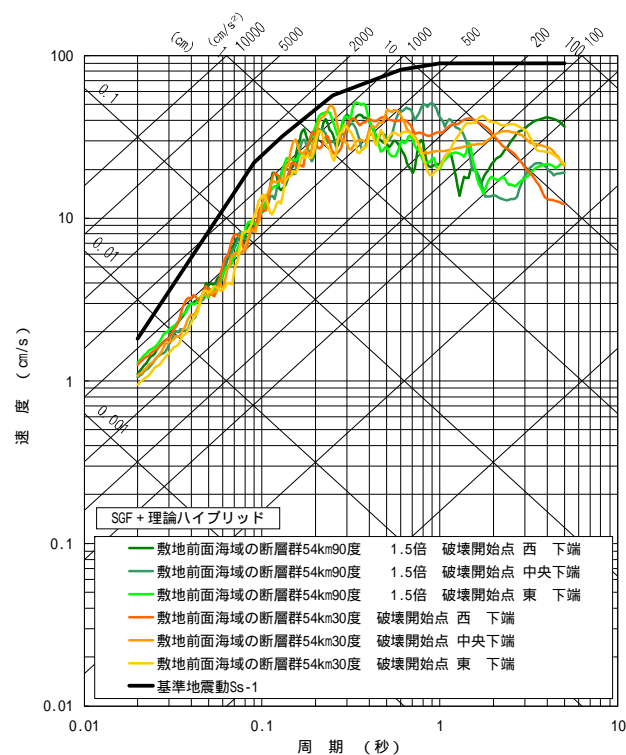
EW方向

UD方向

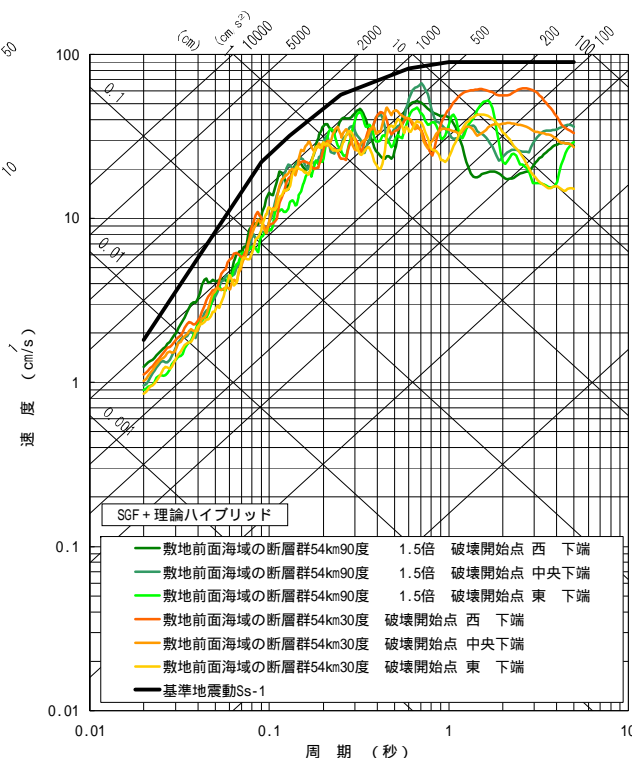
# 基準地震動Ss候補の選定

6. 基準地震動Ssの策定  
6.2 断層モデルを用いた  
手法による基準地震動Ss

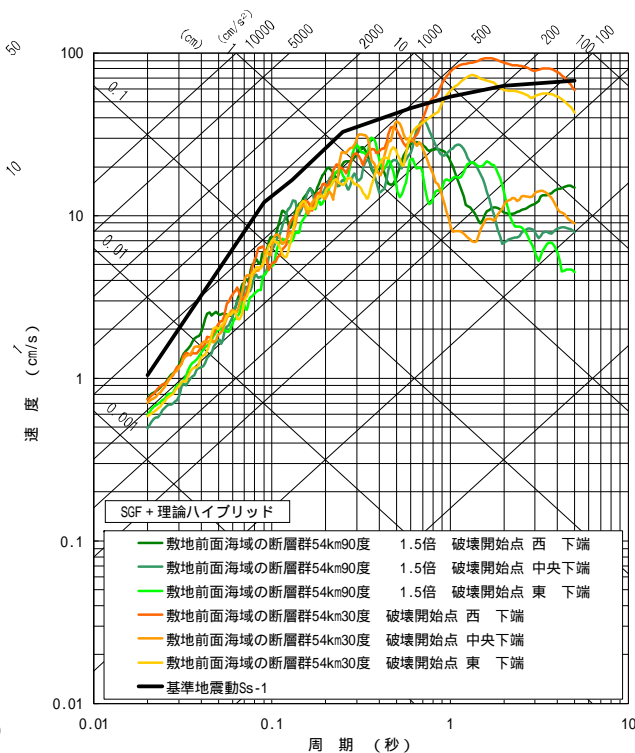
統計的手法 + 理論的手法のハイブリッド合成結果を示す。  
短周期側では、どのケースもほぼ同程度の地震動レベルとなった。  
長周期側では、54km・30度の西から破壊が始まるケースが基準地震動Ss-1を超える結果となった。  
これより、統計的グリーン関数法により評価を行った結果から、54km・30度・破壊開始点断層西下端  
ケースを敷地に対して最も影響が大きいケースとして選定する。



NS方向



EW方向



UD方向

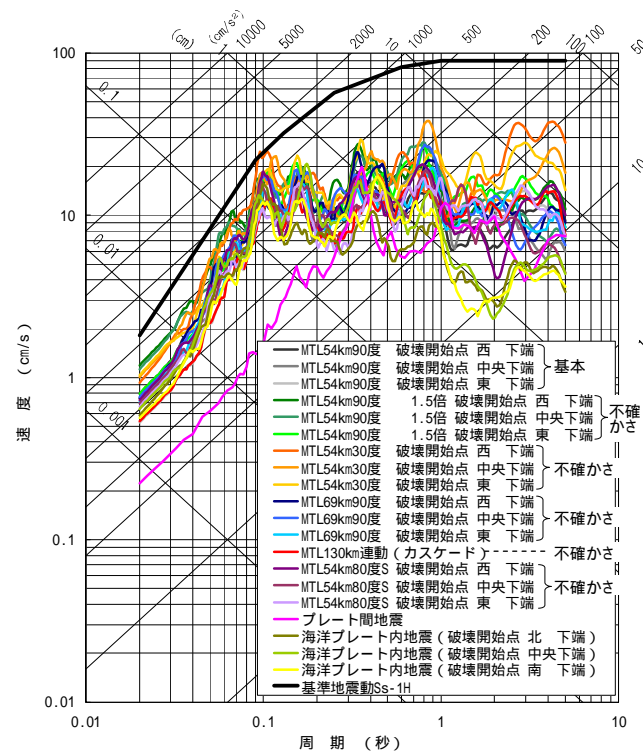
## (1)ハイブリッド合成

### b.経験的グリーン関数法

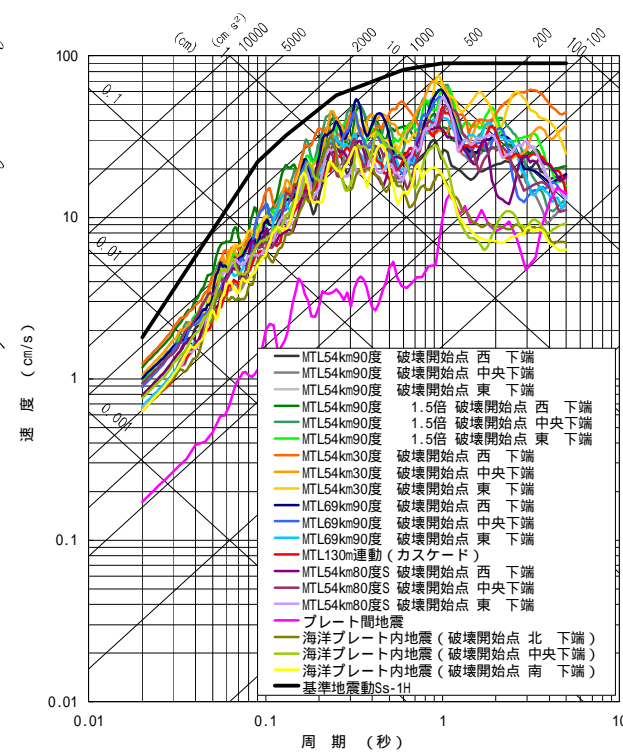
# 経験的グリーン関数法による地震動評価結果

6. 基準地震動Ssの策定  
6.2 断層モデルを用いた  
手法による基準地震動Ss

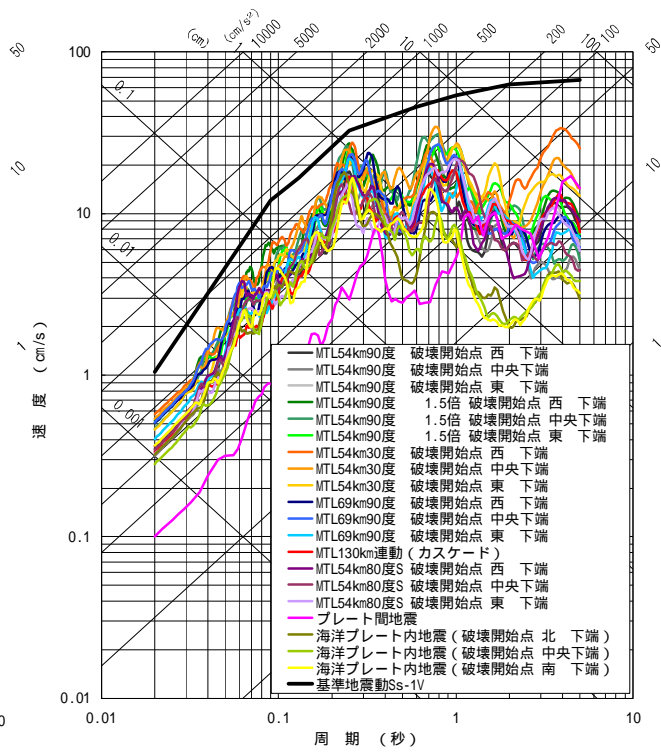
経験的グリーン関数法による地震動評価結果および基準地震動Ss-1を示す。  
最も厳しい地震動を与えるのは、54km・30度ケースと54km・応力降下量1.5倍ケースとなったが、  
54km・30度・破壊開始点西下端ケースが、短周期側で全体的に大きい地震動を与え、かつNS方向  
の周期0.1秒付近で、わずかながら基準地震動Ss-1を上回る。



NS方向



EW方向



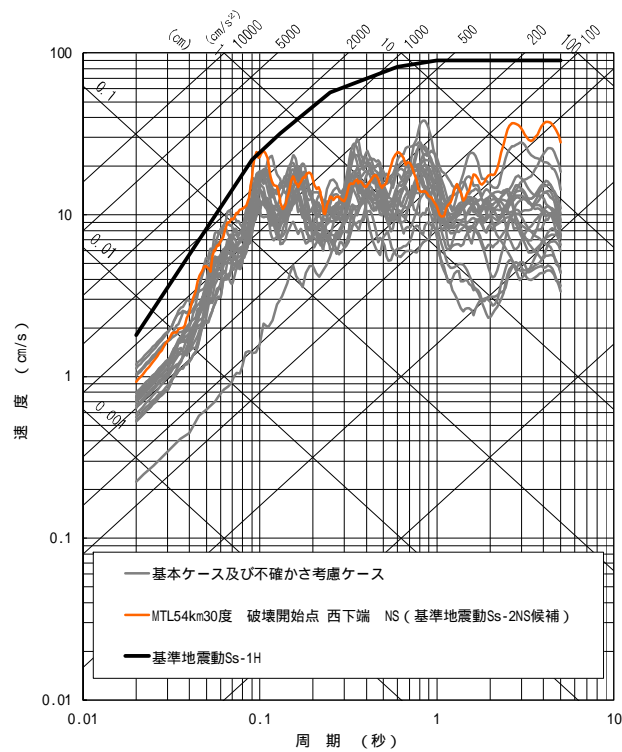
UD方向

# 基準地震動候補の選定

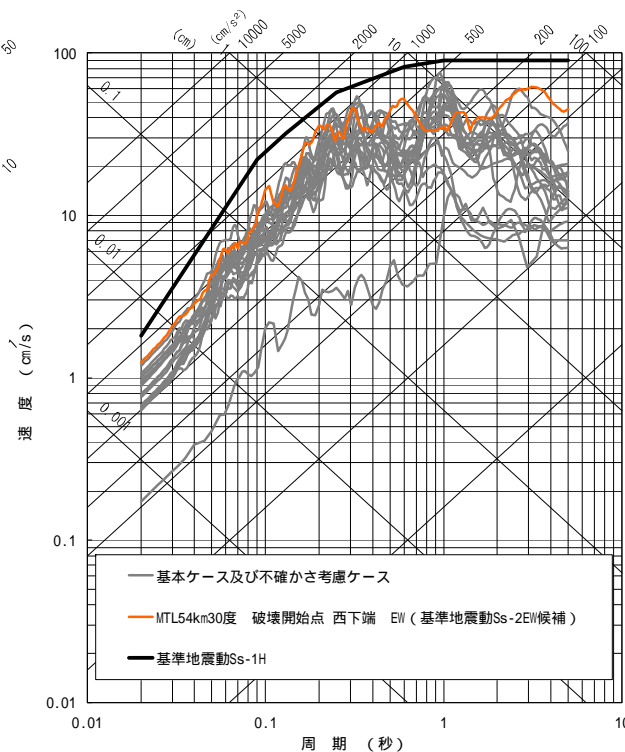
経験的グリーン関数法による地震動評価

6. 基準地震動Ssの策定  
6.2 断層モデルを用いた  
手法による基準地震動Ss

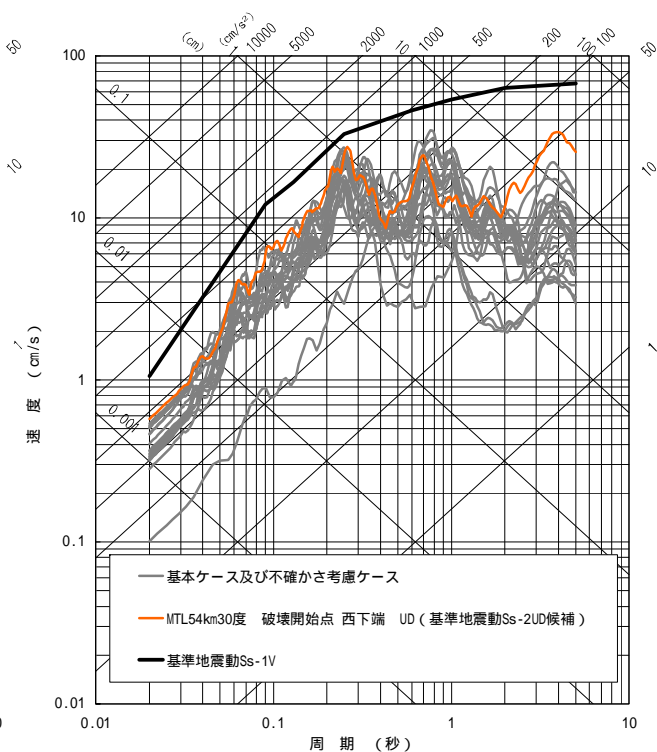
よって、54km・30度・破壊開始点西下端ケースを基準地震動Ss-2の候補として選定し、ハイブリッド合成を行うこととする。



NS方向



EW方向



UD方向



# ハイブリッド合成 - 1

6. 基準地震動Ssの策定  
6.2 断層モデルを用いた  
手法による基準地震動Ss

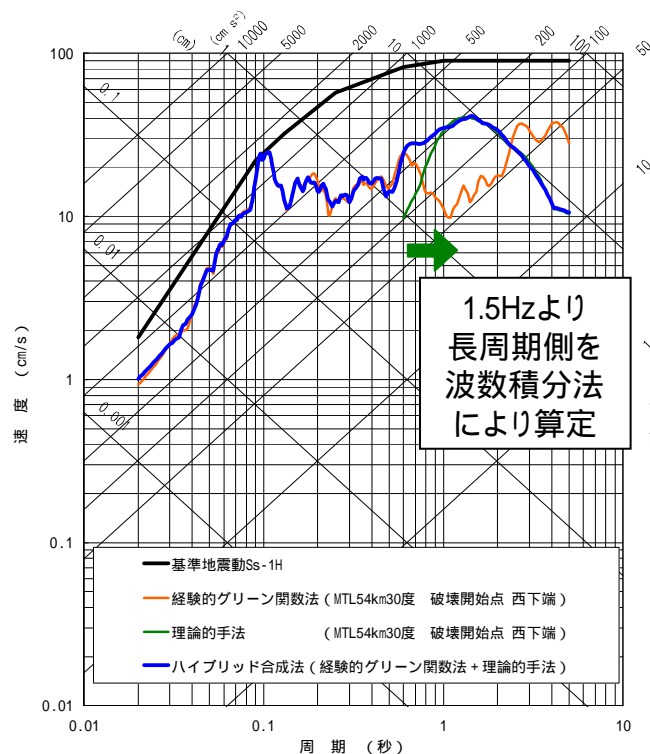
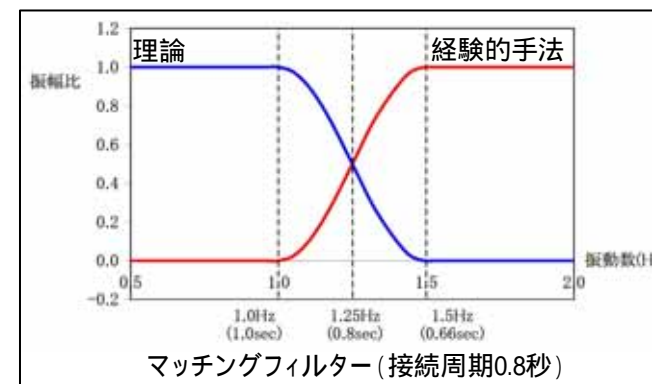
## 【経験的手法 + 理論的手法のハイブリッド】

54km・30度・破壊開始点:断層西下端(Ss-2として選定したケース)

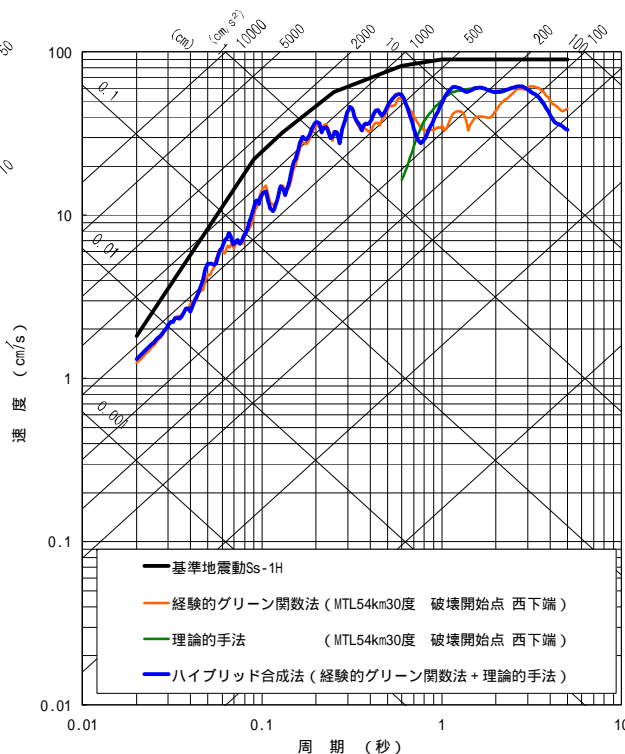
長周期理論地震動は, 1.5Hz(周期約0.6秒)より長周期側について, 波数積分法で算出した。

算定された地震動のスペクトルは, 周期1~2秒付近にピークがあり, 短周期側への連続性もなめらかである。

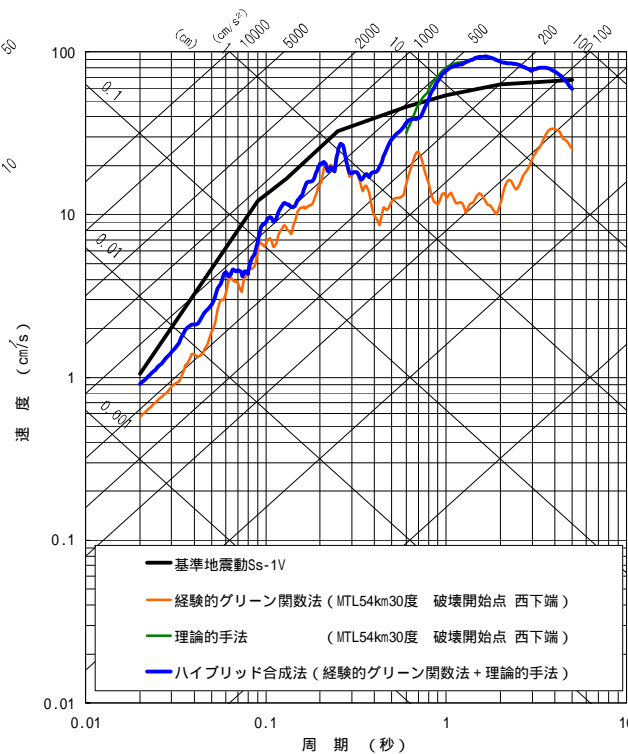
主に水平動に着目し, 経験的手法と理論的手法がなめらかに接続する, 周期0.8秒を接続周期とした。



NS方向



EW方向



UD方向



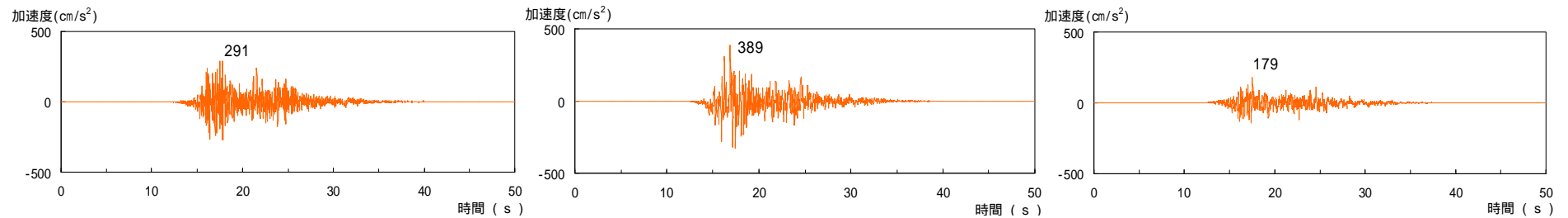
# ハイブリッド合成法 -2

6. 基準地震動 $S_s$ の策定  
6.2 断層モデルを用いた  
手法による基準地震動 $S_s$

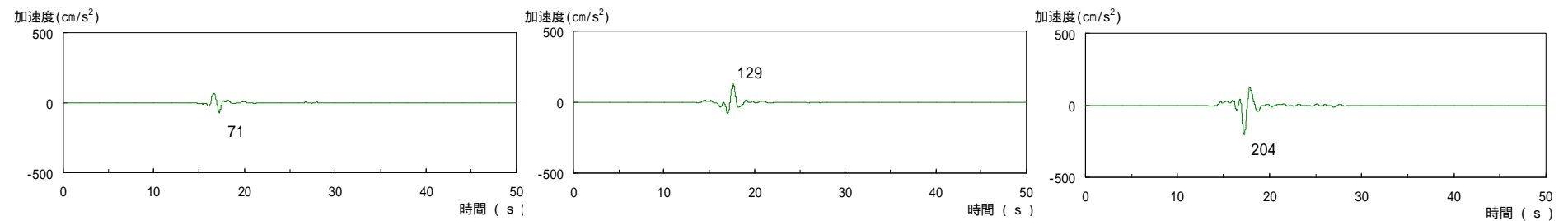
54km・30度

ハイブリッド合成(時刻歴波形) 経験的グリーン関数法 + 理論的手法

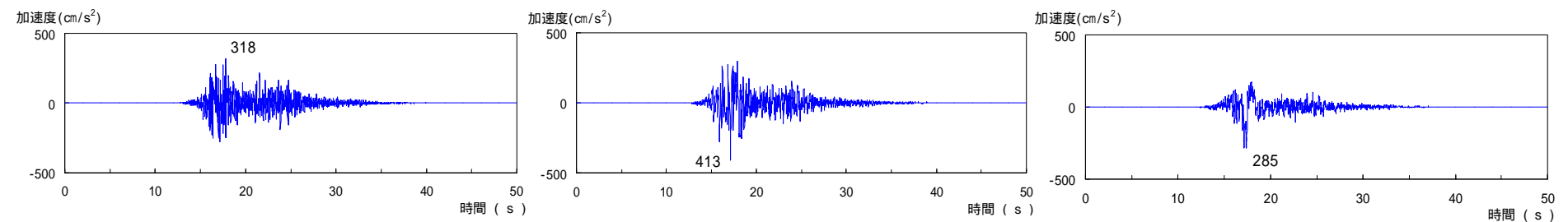
## 経験的グリーン関数法



## 理論的手法



## ハイブリッド合成結果



NS方向

EW方向

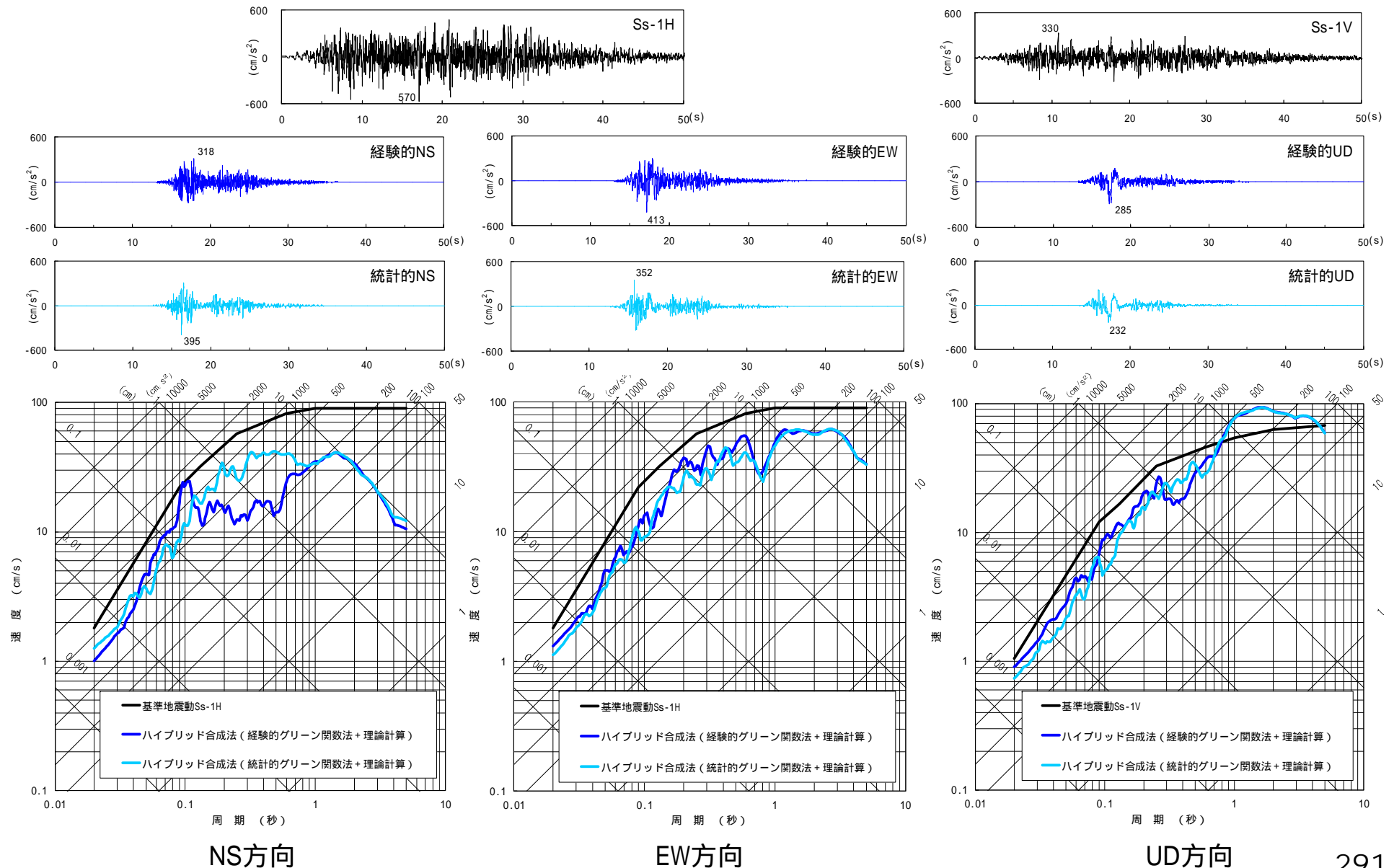
UD方向

## (2) 基準地震動 $S_s$ の選定

# 統計的手法と経験的手法による結果の比較

6. 基準地震動Ssの策定  
6.2 断層モデルを用いた  
手法による基準地震動Ss

統計的手法および経験的手法で選定された最も厳しい地震動を比較する。ともに、54km・30度・破壊開始点:断層西下端ケースである。



# 統計的手法と経験的手法による結果の比較

6. 基準地震動Ssの策定  
6.2 断層モデルを用いた  
手法による基準地震動Ss

まず、EGFの結果とSGFの結果を比較すると、

EW成分およびUD成分については、EGFとSGFがほぼ同レベルとなっている。

NS成分については、周期0.1秒付近ではEGFがSGFを上回り、周期0.2～0.7秒付近では逆にSGFがEGFを上回っている。

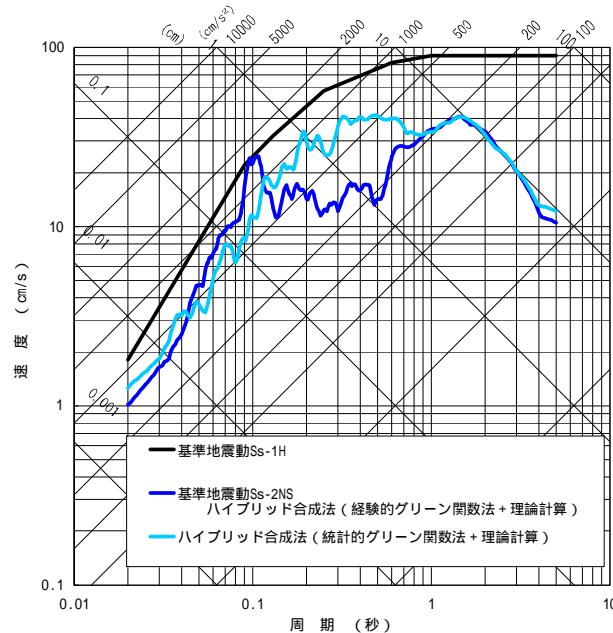
また、EGFはNS・EWで顔つきが異なり、NS成分には伝播特性に起因するのではないかと考えられる凸凹があるのに対し、SGFではNS・EWに差は見られない。

ここで、施設の評価という工学的観点からは、

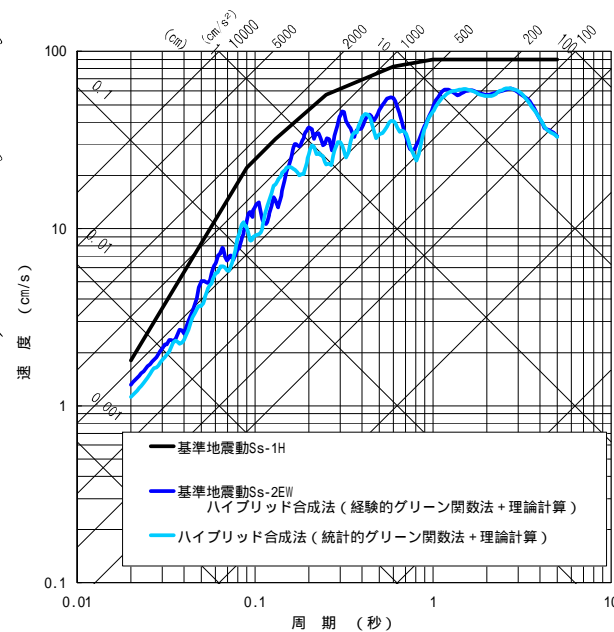
EGFのNS成分は、主要な機器の固有周期のある0.05～0.1秒付近にパワーを有しており、機器に与える影響はEGFの方が大きいと言える。

また、建屋の床応答スペクトルに基づく機器の評価においては、NS入力・EW入力それぞれに対する応答を包絡したスペクトルを用いることから、EGFのNS成分が周期0.2～0.7秒付近でSGFを下回っていることに関しては、EW成分でカバーできると考えられる。

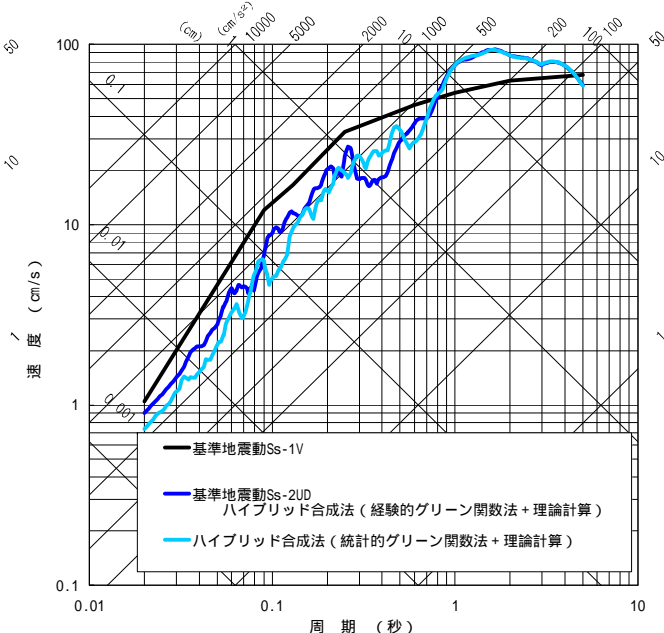
したがって、工学的判断としては、EGFによる結果の方が施設に対して厳しい地震動であると考えられる。



NS方向



EW方向



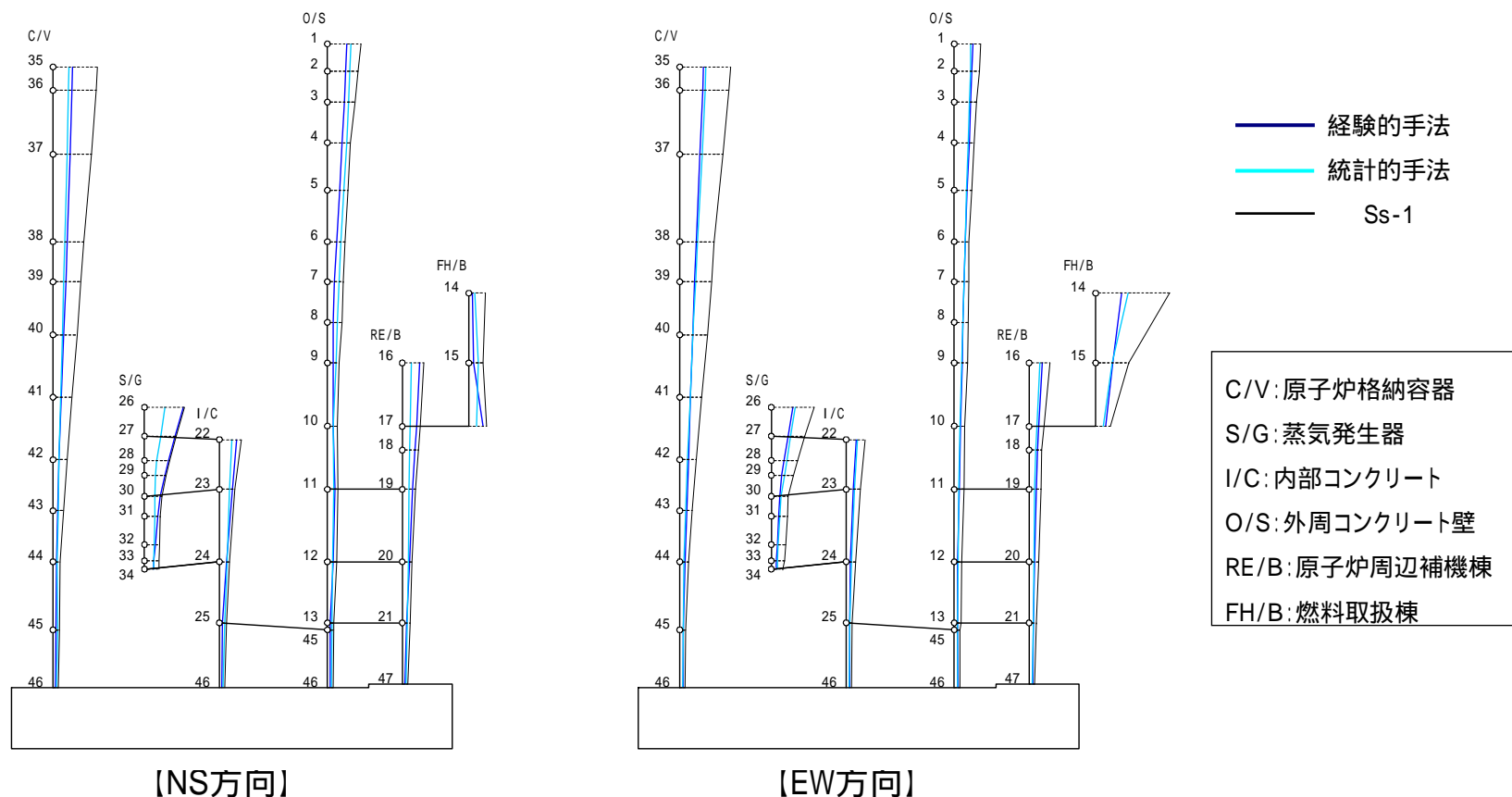
UD方向

# 建屋応答解析

6. 基準地震動Ssの策定  
6.2 断層モデルを用いた  
手法による基準地震動Ss

さらに、基準地震動Ss候補の2つの地震動について、建屋応答解析を行い、施設への影響度合いの検討を行う。

最大応答加速度分布：3号機原子炉建屋



【NS方向】・固有周期が0.05～0.1秒付近にある部位(C/V, S/G, I/C, RE/B)については、経験的手法による応答が統計的手法による応答を上回り、Ss-1による応答に匹敵する箇所がある。

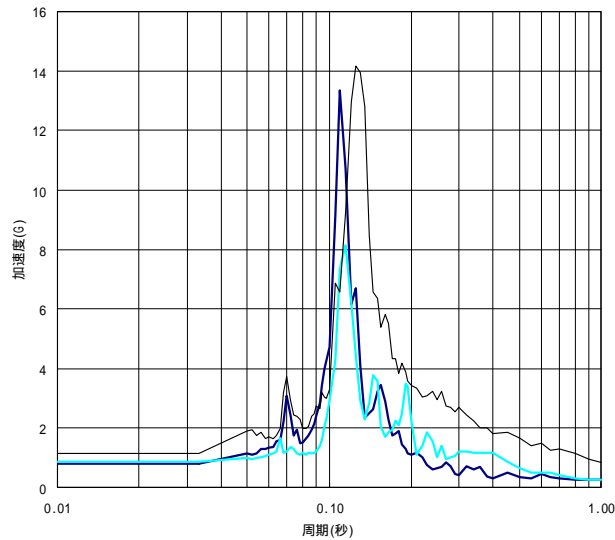
・その他の部位(O/S, FH/B)については、統計的手法による応答が経験的手法による応答を若干上回る。

【EW方向】・経験的手法および統計的手法による応答は同等となっている。

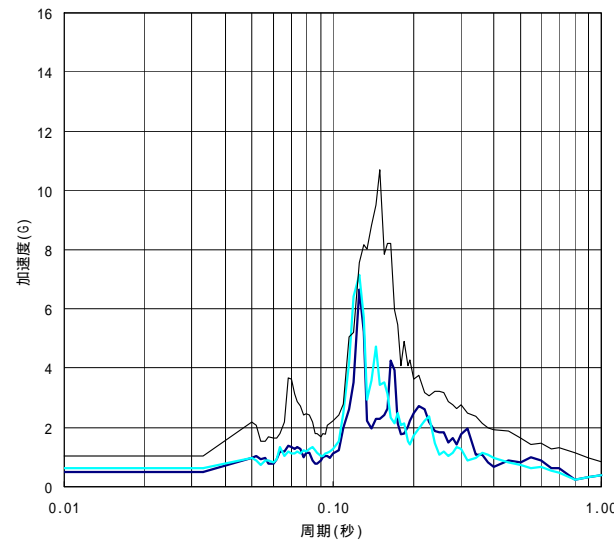
## 機器設計用床応答スペクトルの例 (h=0.01)

・3号機原子炉建屋 内部コンクリート(質点24)

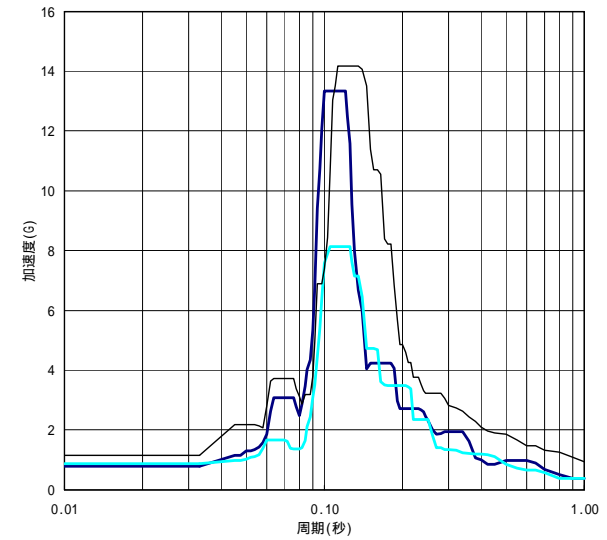
— 経験的手法  
— 統計的手法  
— Ss-1



【NS方向】



【EW方向】



【NS方向とEW方向の振幅・包絡】

各方向の床応答スペクトルを周期軸に対して  
±10%拡幅したものを包絡したスペクトル

【NS方向】 0.1秒付近で経験的手法による応答が卓越しており、Ss-1による応答を上回る。

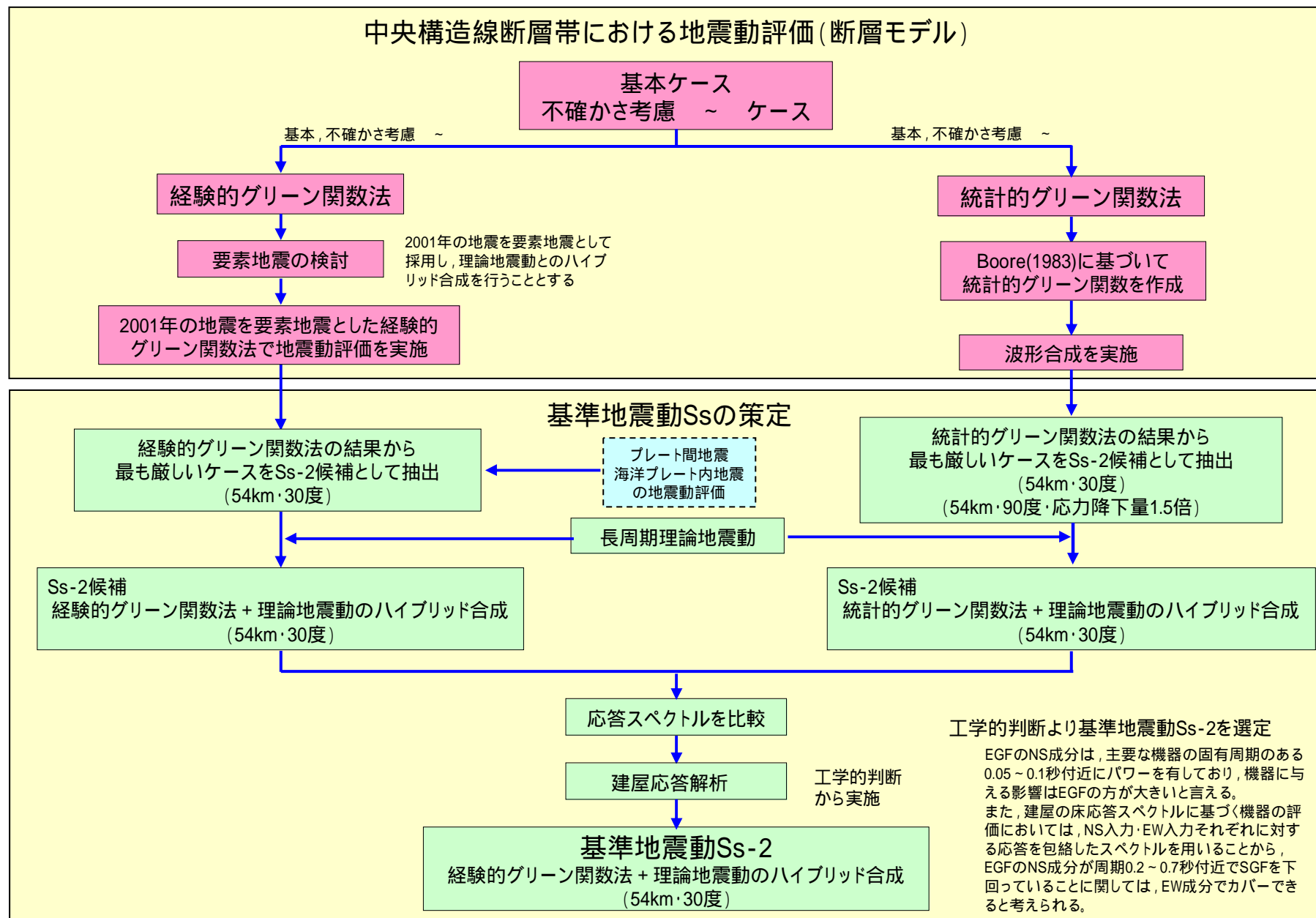
【EW方向】 経験的手法、統計的手法による応答は同等であり、一部の周期ではSs-1による応答に匹敵する。

【NS方向とEW方向の振幅・包絡】 経験的手法による応答は統計的手法による応答をほぼ包絡したものとなっている。

以上の結果から、経験的手法による地震動を基準地震動Ss-2として選定する。

# 基準地震動Ss-2の策定(まとめ)

6. 基準地震動Ssの策定  
6.2 断層モデルを用いた  
手法による基準地震動Ss

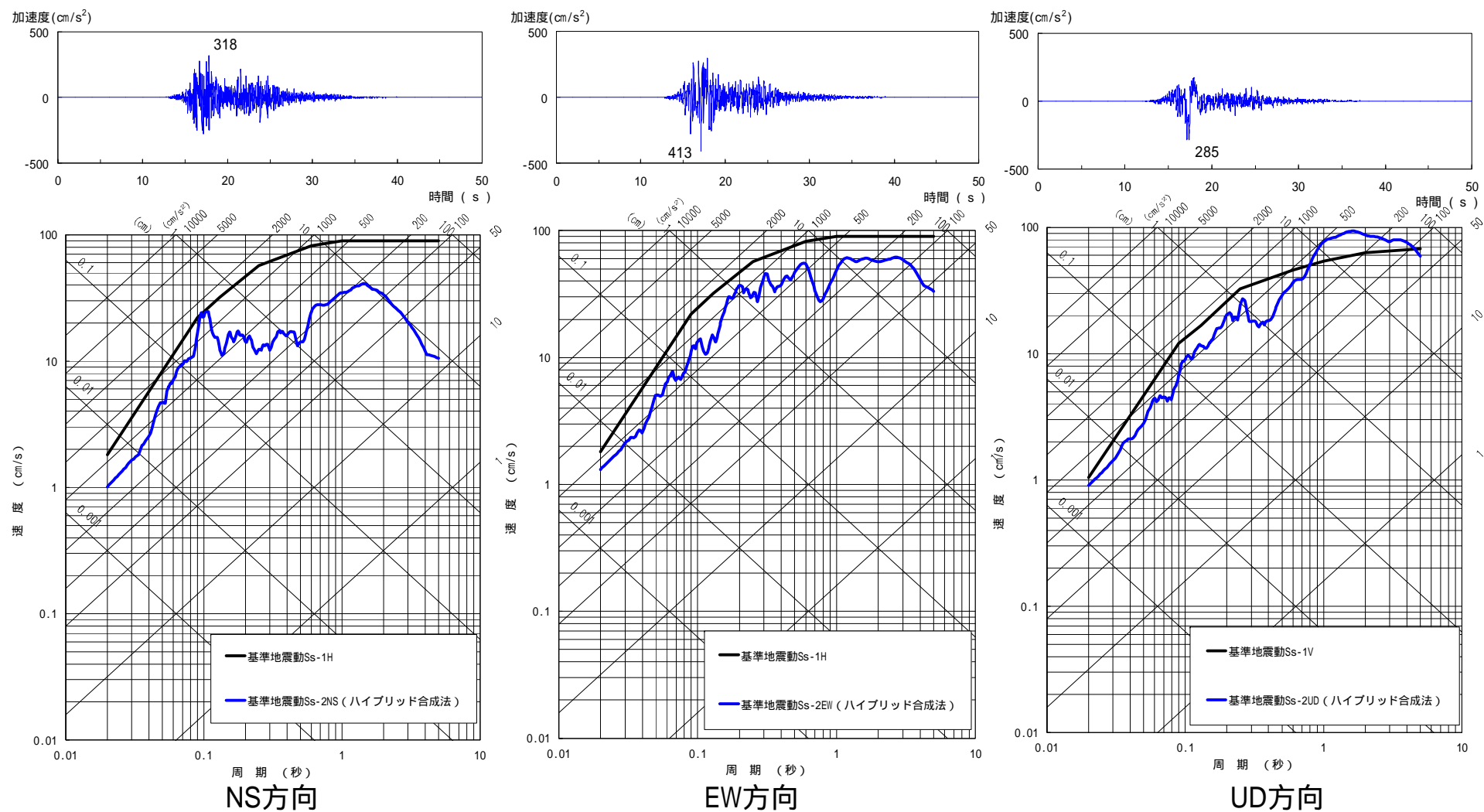


なお, 統計的グリーン関数法による地震動評価を実施していない連動ケースおよび不確かさ については, 本報告書の補正にて対応する。

# 基準地震動Ss-2

6. 基準地震動Ssの策定  
6.2 断層モデルを用いた  
手法による基準地震動Ss

策定した基準地震動Ss-2を示す。

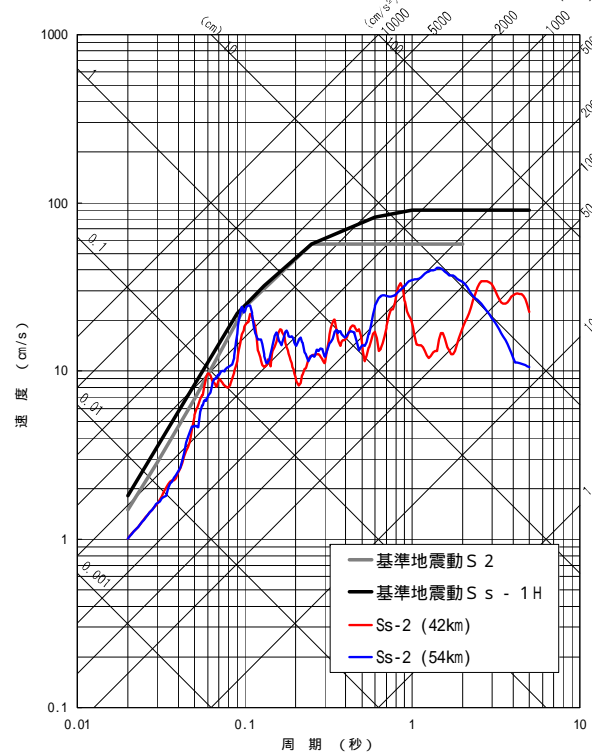
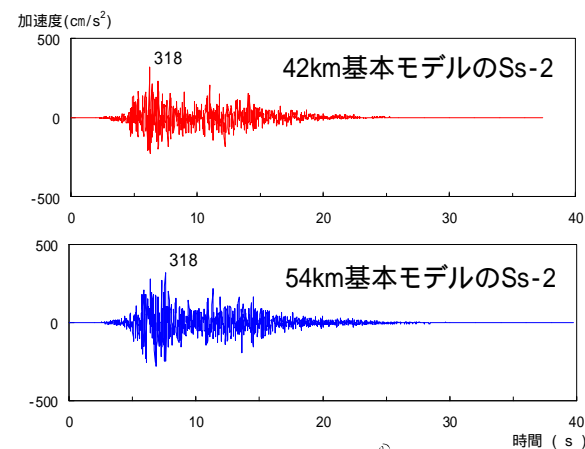




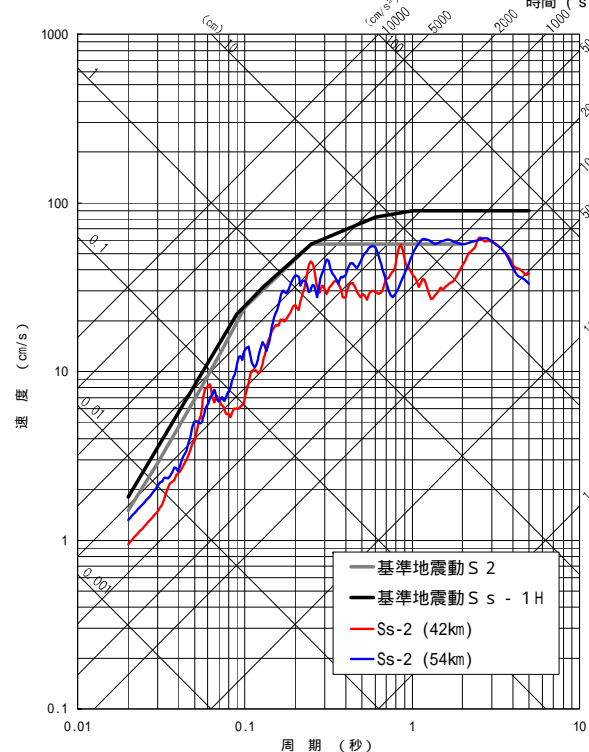
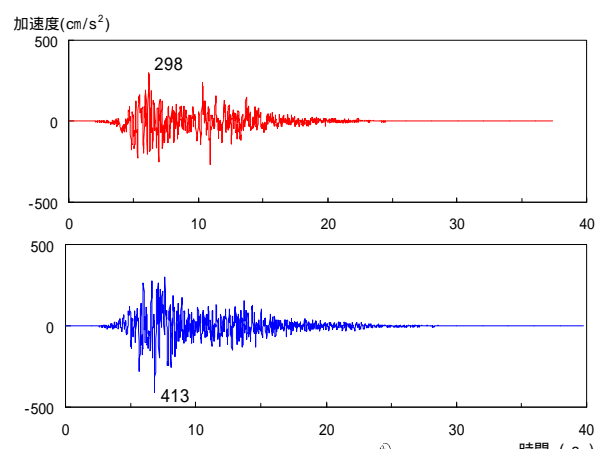
# 参考: 基準地震動Ss-2の比較

6. 基準地震動Ssの策定  
6.2 断層モデルを用いた  
手法による基準地震動Ss

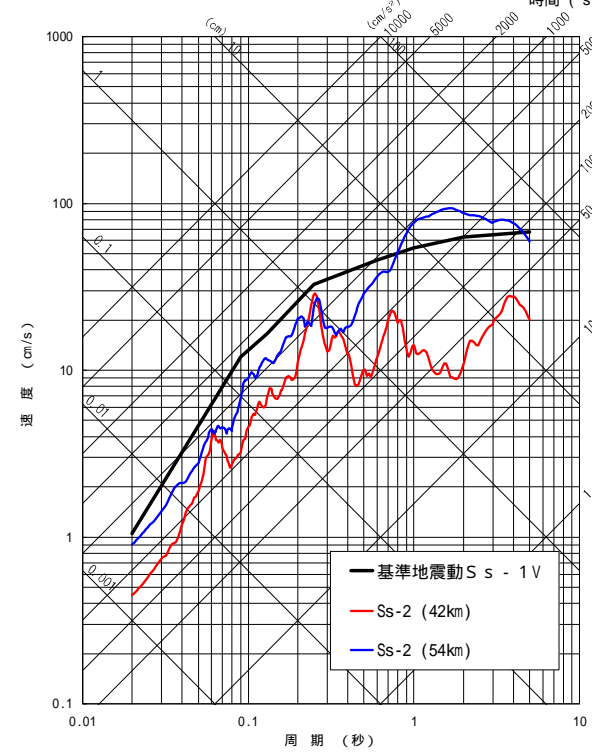
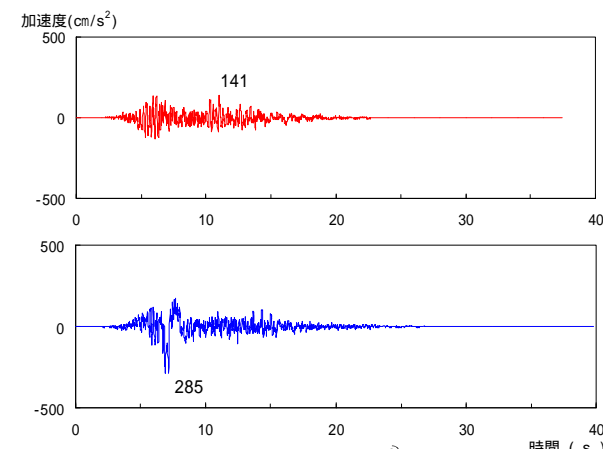
断層長さ42kmを基本ケースとした場合に策定されるSs-2と54kmを基本として策定したSs-2を比較する。



NS方向



EW方向



UD方向

# 基準地震動Ssの加速度振幅および速度振幅

## 基準地震動Ssの最大加速度振幅および最大速度振幅

基準地震動Ss				最大加速度 振 幅 (cm/s <sup>2</sup> )	最大速度 振 幅 (cm/s)
応答スペクトルに 基づく手法による 基準地震動Ss	設計用模擬地震波	水平動	Ss-1H	570	45.2
		鉛直動	Ss-1V	330	29.4
断層モデルを用い た手法による 基準地震動Ss	中央構造線断層帯 不確かさ考慮  〔ハイブリッド合成法 (経験的手法+理論的手法) 断層長さ:54km 断層傾斜角:30度 アスペリティ深さ:上端 破壊開始点:西下端〕	水平動 NS成分	Ss-2NS	318	22.4
		水平動 EW成分	Ss-2EW	413	41.0
		鉛直動 UD成分	Ss-2UD	285	60.5

## 6.3 基準地震動Ssの妥当性確認

### 6.3.1 妥当性確認

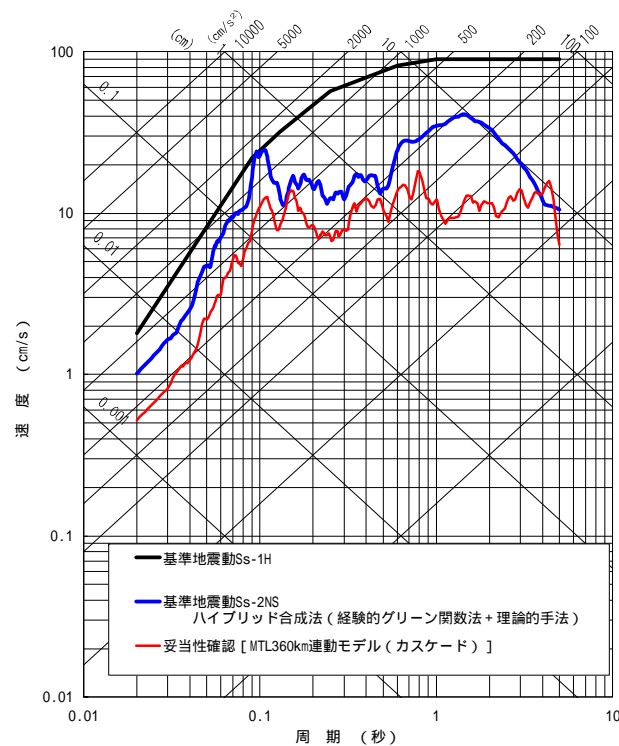
360km連動モデル(カスケード)

130km連動モデル(スケーリング)

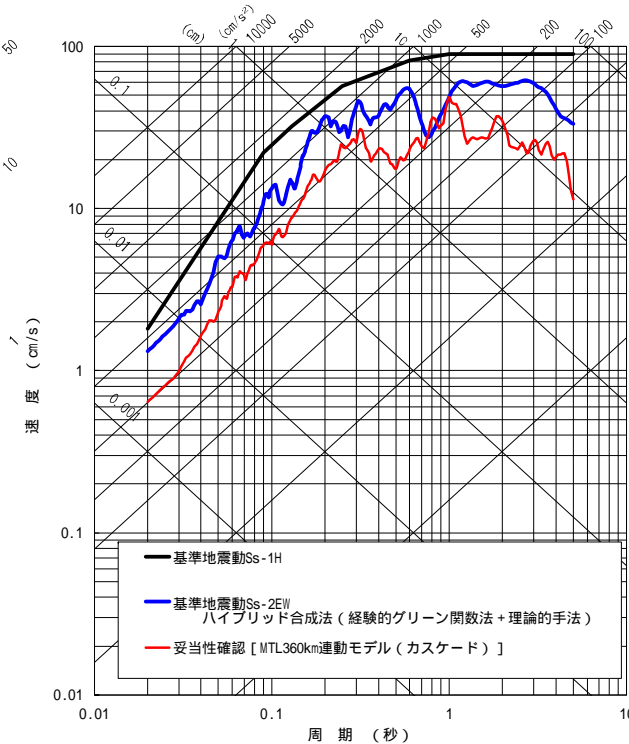
# 中央構造線断層帯 360km連動モデル(カスケード)

6. 基準地震動Ssの策定  
6.3 基準地震動Ssの妥当性確認

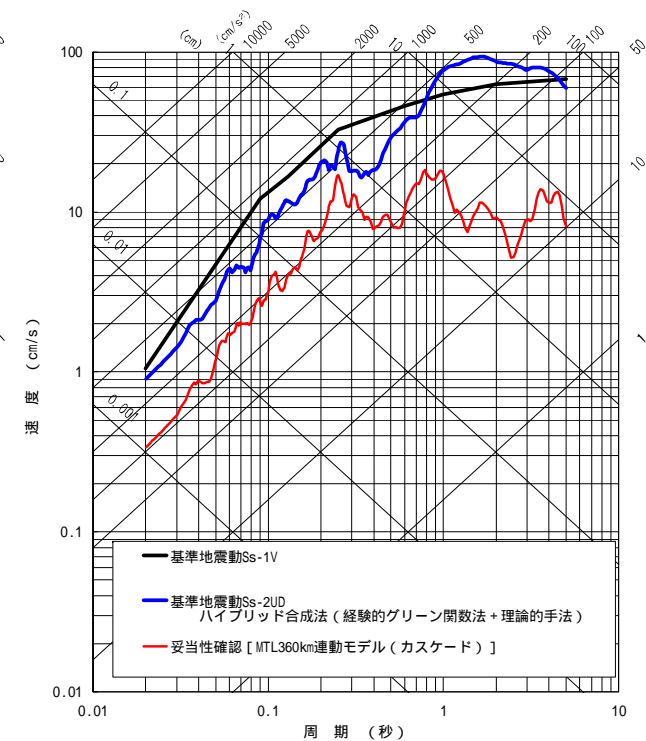
中央構造線断層帯360kmの連動を考慮しても, 基準地震動Ssには影響はないと判断される。



NS方向



EW方向



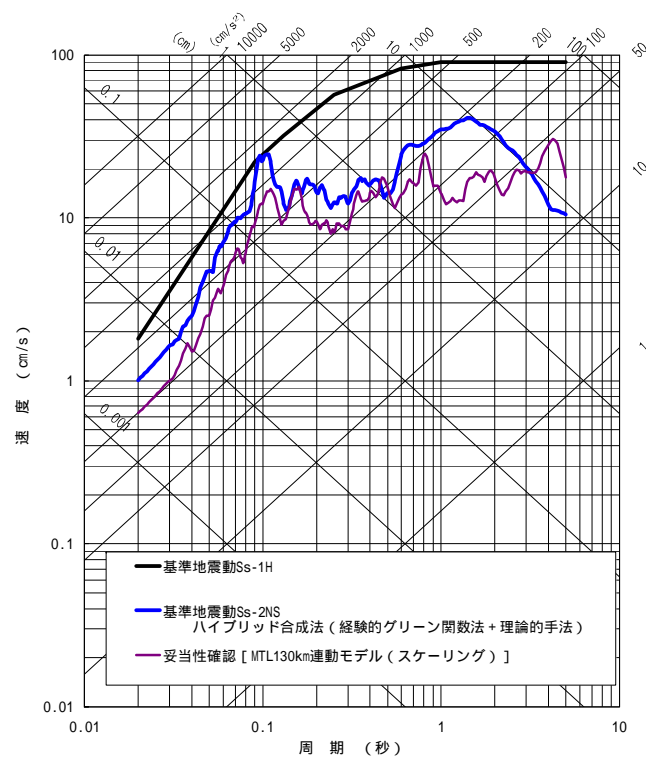
UD方向



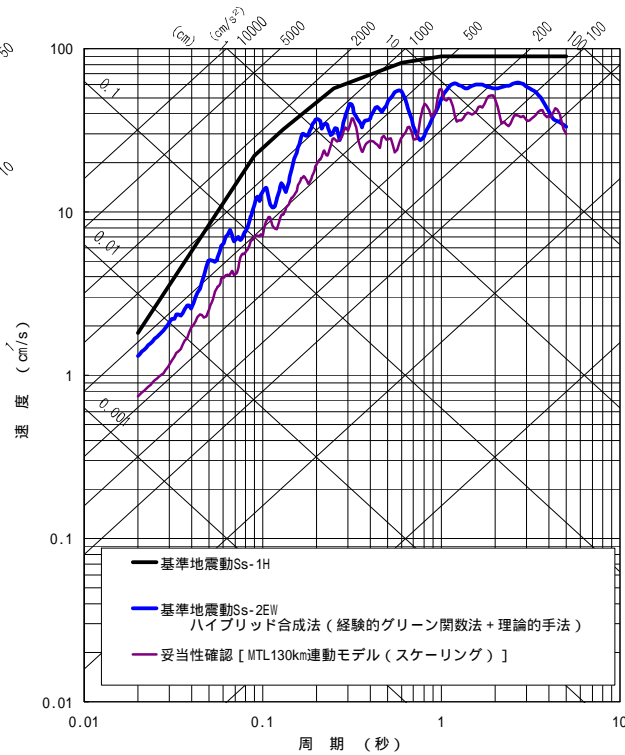
# 中央構造線断層帯 130km連動モデル(スケーリング)

6. 基準地震動Ssの策定  
6.3 基準地震動Ssの妥当性確認

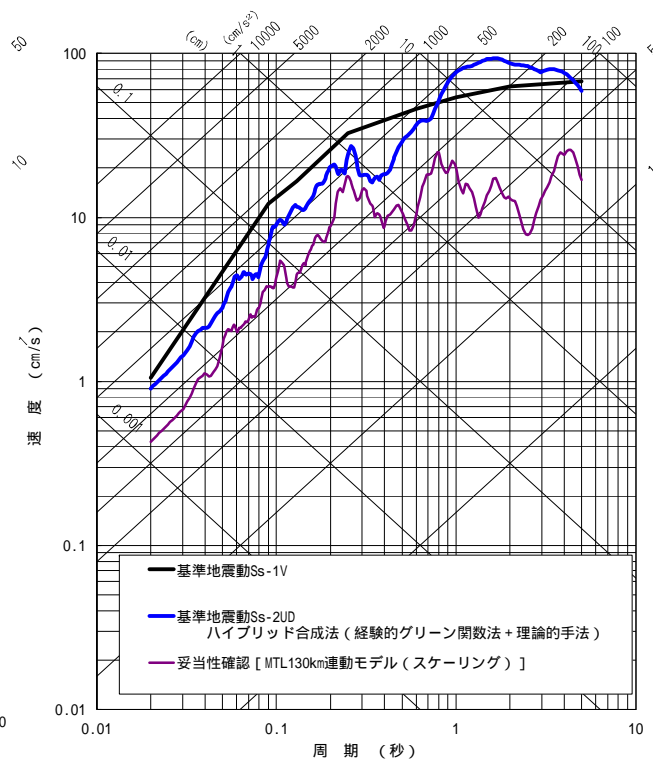
中央構造線断層帯130kmの連動を考慮し, さらにスケーリング則を全長に適用して安全側の評価を行った場合でも, 基準地震動Ssには影響はないと判断される。



NS方向



EW方向



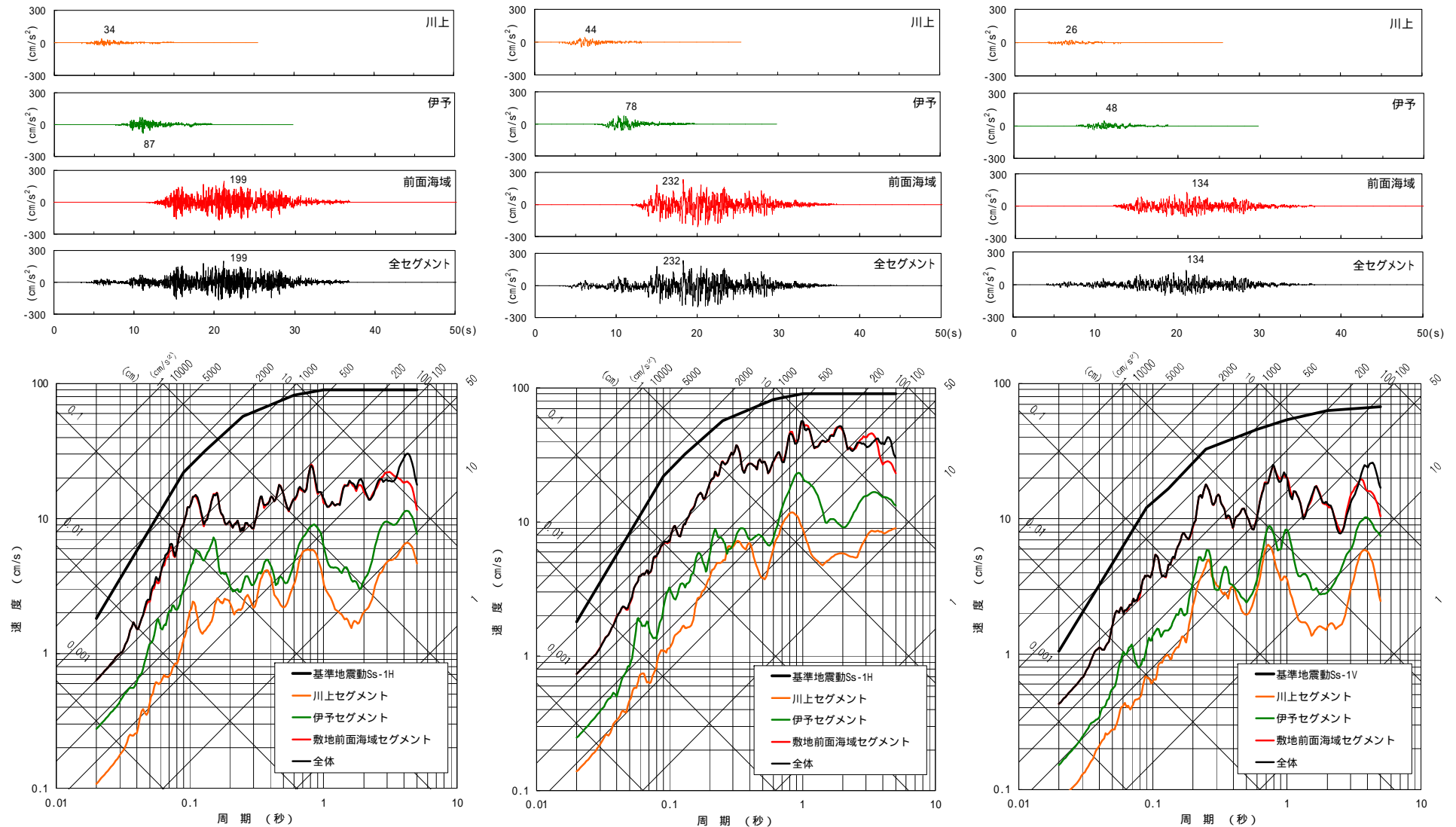
UD方向



# 中央構造線断層帯 130km連動モデル(スケーリング)

6. 基準地震動Ssの策定  
6.3 基準地震動Ssの妥当性確認

個々のセグメントの影響を確認するため、セグメント毎の地震動を抽出して表示する。これより、130kmスケーリングモデルにおいて、敷地での地震動は、前面海域セグメントによる地震動が支配的であることがわかる。



NS方向

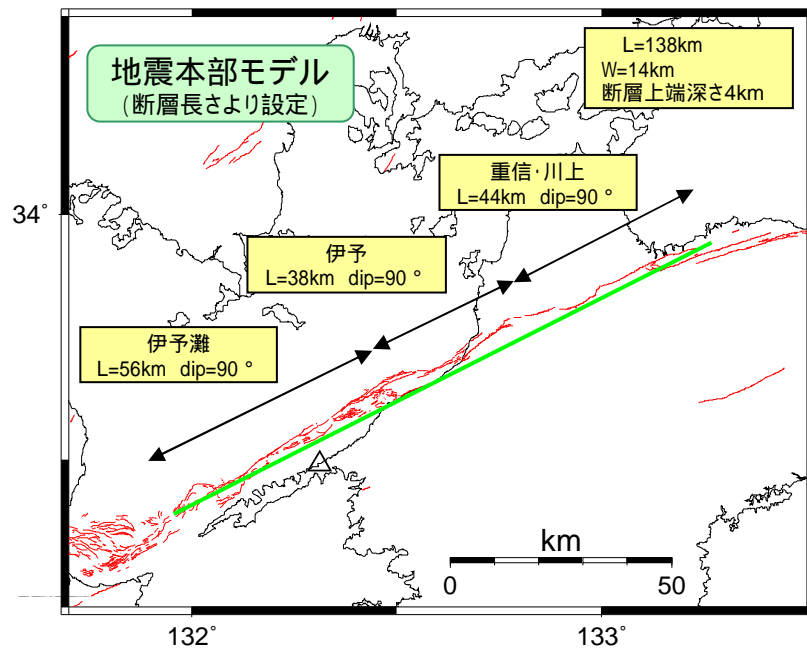
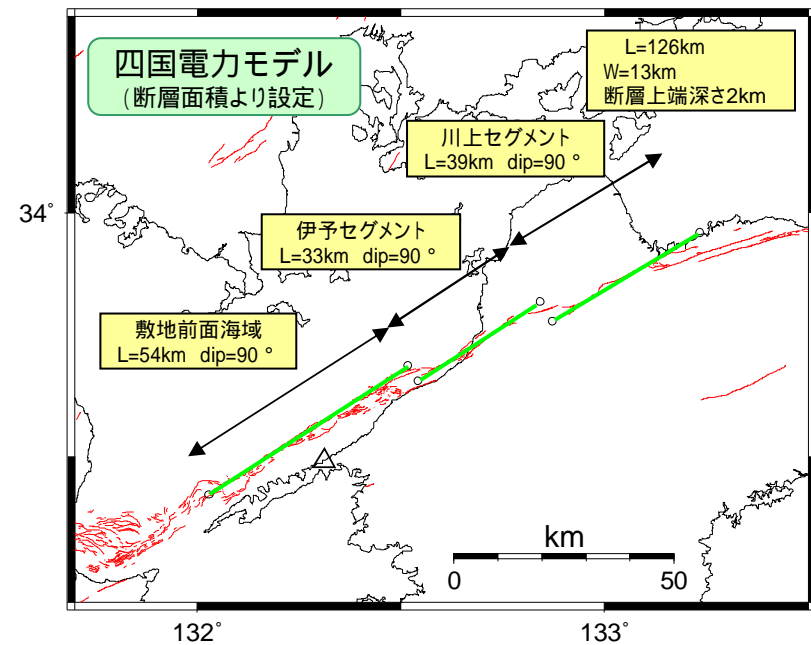
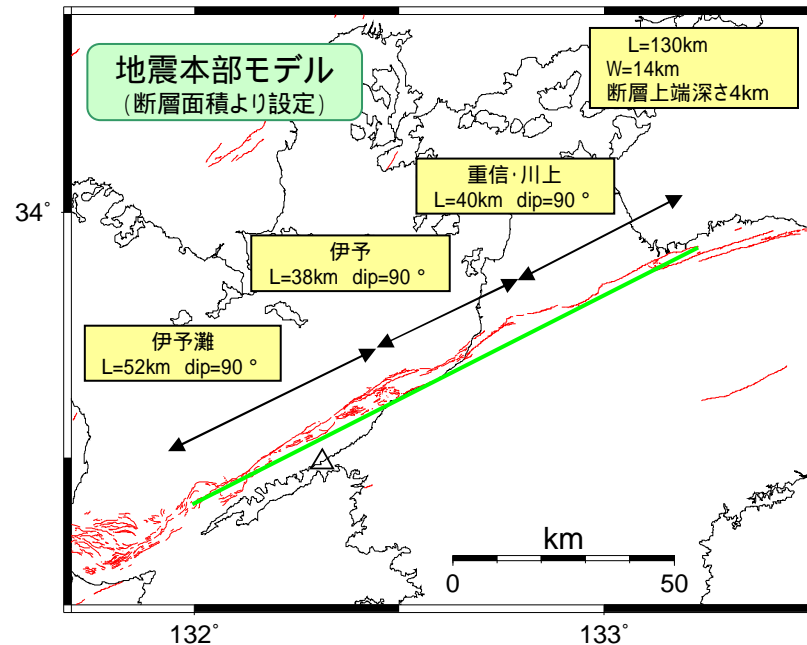
EW方向

UD方向

### 6.3.2 地震本部(2009)強震動予測モデルとの比較

# 地震本部(2009)の強震動予測モデルとの比較

6. 基準地震動Ssの策定  
6.3 基準地震動Ssの妥当性確認



— : 断層トレース  
— : 断層モデル上端線

地震本部モデルは評価区間の東端と西端を直線で結んでモデル化

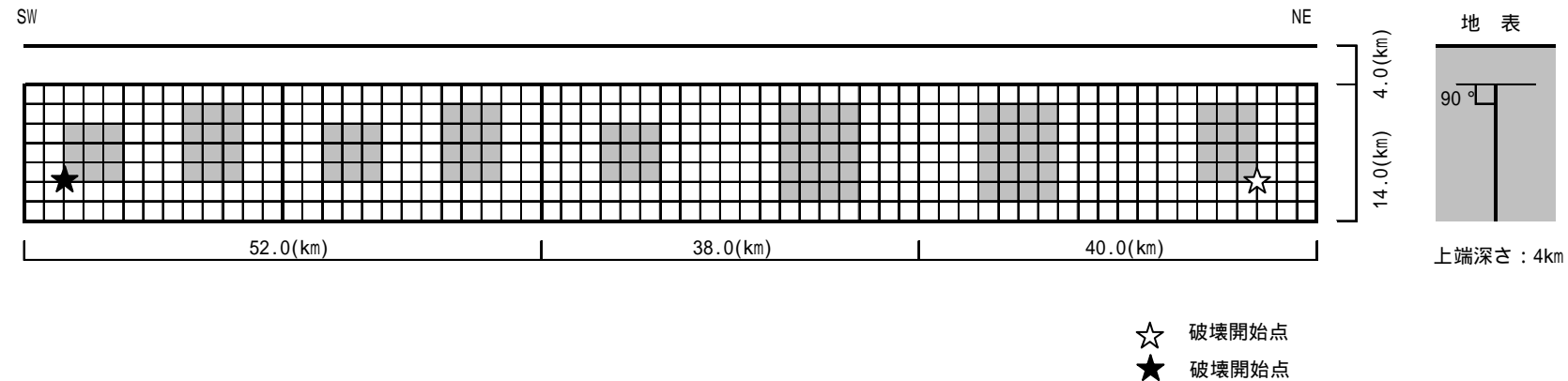
四国電力モデルは, ジョグも考慮に入れて, 断層トレースに忠実にモデル化



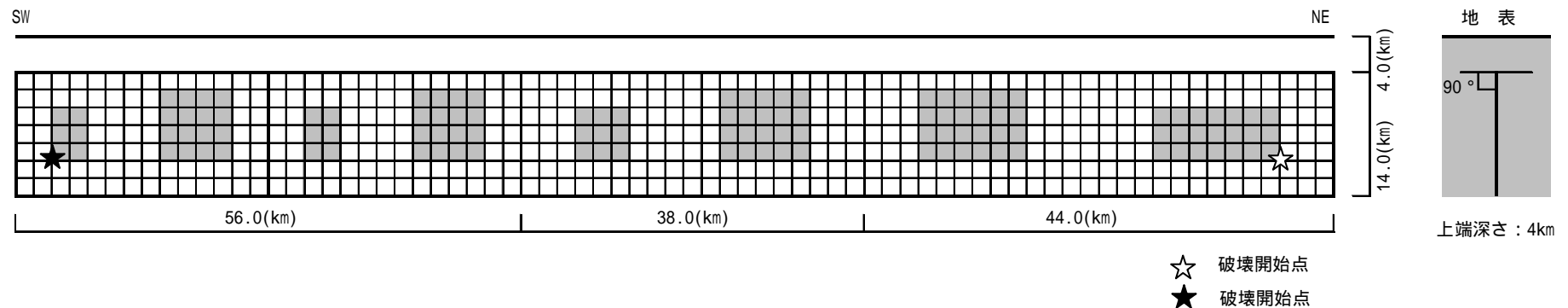
# 地震本部(2009)の強震動予測モデルとの比較

6. 基準地震動Ssの策定  
6.3 基準地震動Ssの妥当性確認

## 地震本部130kmモデル(断層面積より設定)



## 地震本部130kmモデル(断層長さより設定)



地震本部が敷地を含むメッシュにおける工学基盤面( $V_s 600\text{m/s}$ )で推定した地震動と、当社130km連動モデルによる地震動および基準地震動Ss-1Hを比較する。

なお、地震本部モデルでは、破壊開始点は2ケースが想定されている。

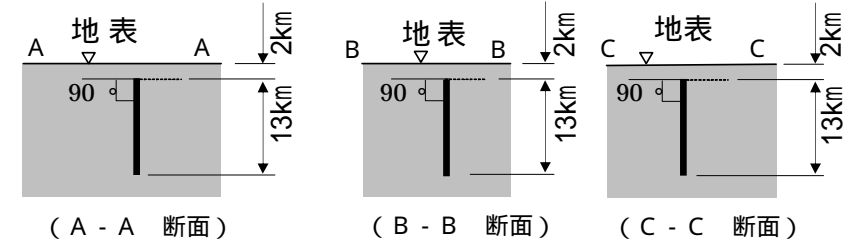
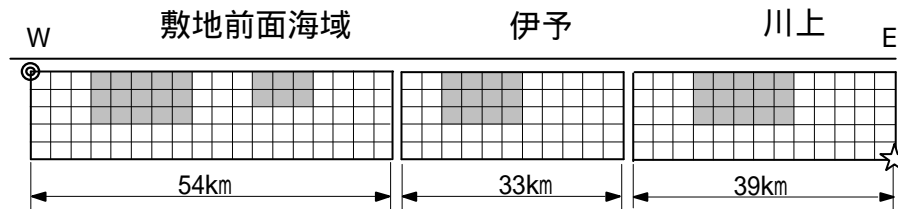


# 地震本部(2009)の強震動予測モデルとの比較

6. 基準地震動Ssの策定  
6.3 基準地震動Ssの妥当性確認

## 130km連動モデル(カスケード)

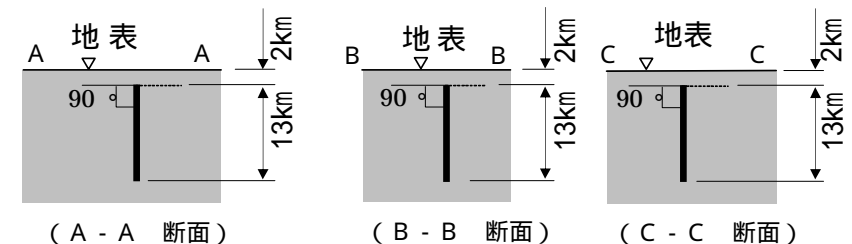
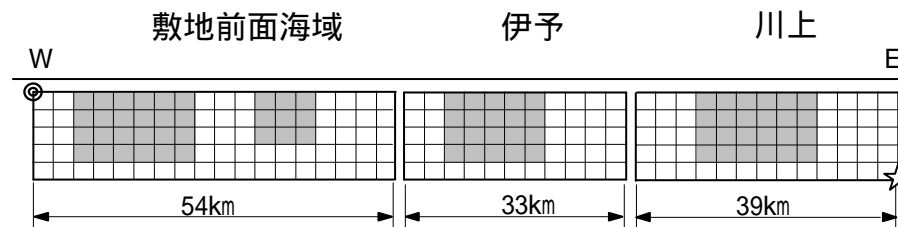
アスペリティ面積比率を22%として設定



☆ : 破壊開始点

## 130km連動モデル(スケーリング)

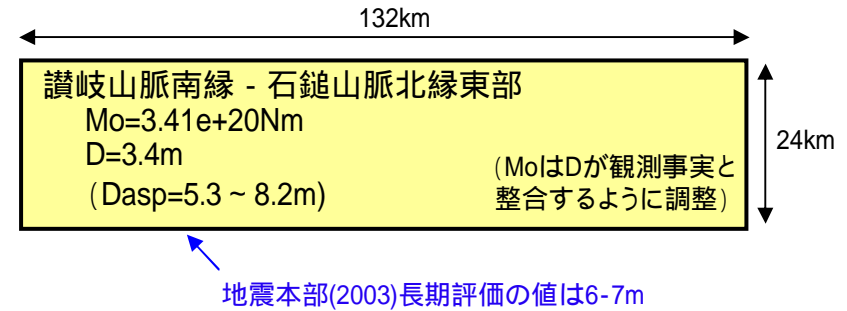
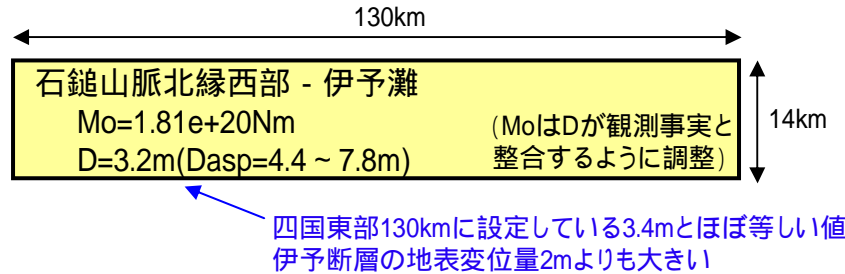
壇・他(2001)の短周期レベルに一致するようにアスペリティ面積の比率を設定  
(アスペリティの面積比は34%)



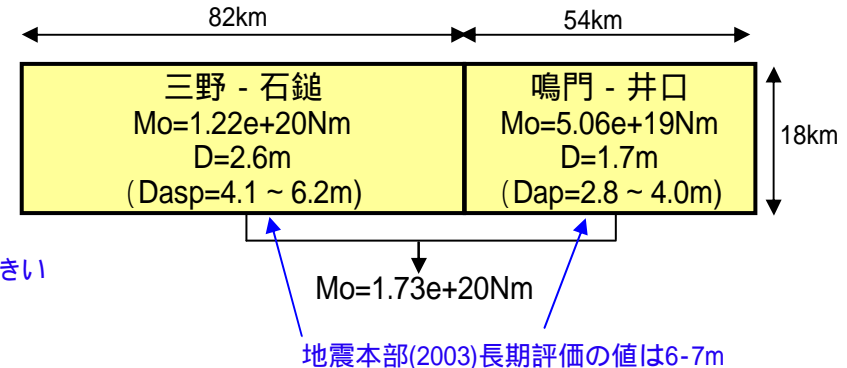
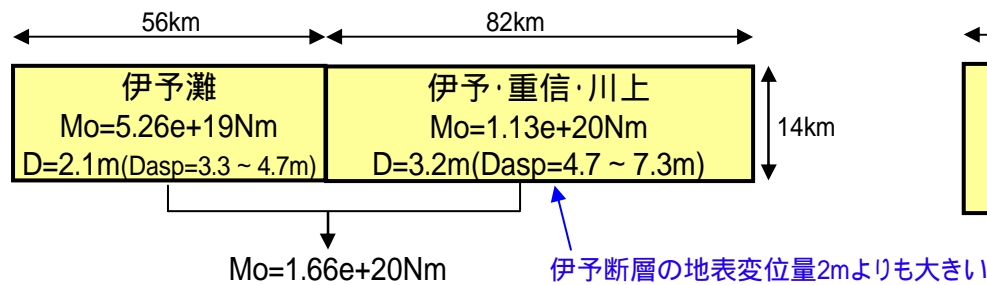
☆ : 破壊開始点

# 地震本部(2009)の強震動予測モデルとの比較

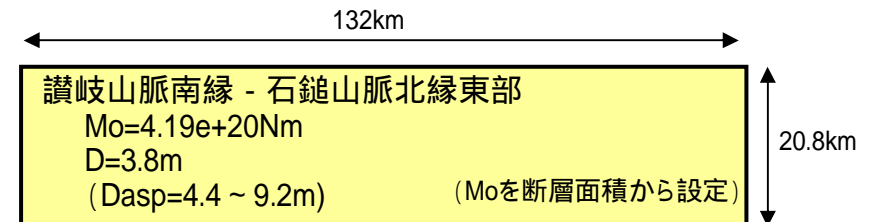
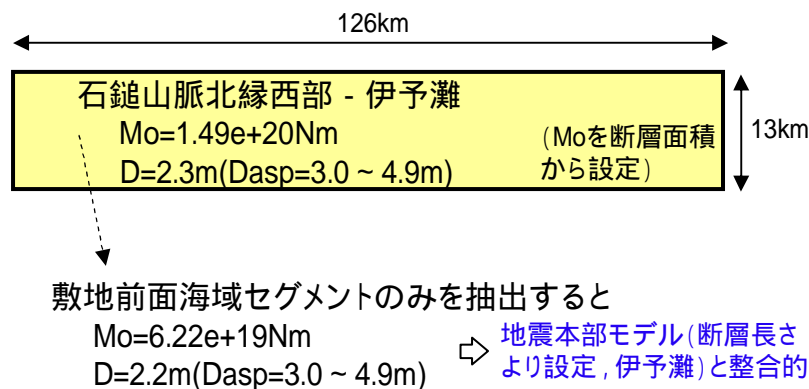
## 地震本部130kmモデル(断層面積より設定)



## 地震本部130kmモデル(断層長さより設定)



## 四国電力130kmモデル(スケーリング)



備考:  
 地震本部(2003)長期評価が示す1回のずれの量  
 ・讃岐山脈南縁 - 石鎚山脈北縁東部: 6 - 7m程度  
 ・石鎚山脈北縁西部 - 伊予灘: 2 - 3m程度  
 断層傾斜角は、地震本部も四国電力も、四国西部モデルは90度、四国東部モデルは北傾斜35度

# 地震本部(2009)の強震動予測モデルとの比較

## 四国西部130kmモデルの比較

	地震本部(2009)		四国電力	
	断層面積より設定したモデル	断層長さより設定したモデル	カスケードモデル	スケーリングモデル
断層長さ	130km	138km	126km	126km
断層幅	14km	14km	13km	13km
傾斜角	90度	90度	90度	90度
断層上端深さ	4km	4km	2km	2km
アスペリティ上端深さ	6km	6km	2km	2km
地震モーメント	1.81E+20Nm	1.66E+20Nm	5.19E+19Nm	1.49E+20Nm
平均すべり量	3.2m	伊予灘:2.1m, 伊予~川上:3.2m	0.8m	2.3m
アスペリティのすべり量	4.4~7.8m	3.3~7.3m	1.2~2.2m	3.0~4.9m
応力降下量	3.1MPa	3.1MPa	1.9~2.6MPa	4.5MPa
アスペリティの応力降下量	14.1MPa	14.1MPa	11.8MPa	13.3MPa
短周期レベル	2.31E+19Nm/s <sup>2</sup>	伊予灘:1.52E+19Nm/s <sup>2</sup> 川上・重信:1.84E+19Nm/s <sup>2</sup>	前面海域:1.36E+19Nm/s <sup>2</sup> 伊予:7.99E+18, 川上:9.49E+18	2.81E+19Nm/s <sup>2</sup>
密度	2700kg/m <sup>3</sup>		3265kg/m <sup>3</sup>	
S波速度	3.4km/s		3.5km/s	
剛性率	3.12E+10N/m <sup>2</sup>		4.00E+10N/m <sup>2</sup>	

## 敷地前面海域 / 伊予灘区間の比較

	地震本部(2009)	四国電力		
	断層長さより設定したモデル のうち伊予灘区間	130kmモデル(カスケード) のうち敷地前面海域区間	130kmモデル(スケーリング) のうち敷地前面海域区間	(参考)不確かさ考慮 54km・30度
断層長さ	56km	54km	54km	54km
断層幅	14km	13km	13km	26km
傾斜角	90度	90度	90度	北傾斜30度
断層上端深さ	4km	2km	2km	2km
アスペリティ上端深さ	6km	2km	2km	2km
地震モーメント	5.26E+19Nm	2.74E+19Nm	6.22E+19Nm	1.10E+20Nm
平均すべり量	2.1m	1.0m	2.2m	2.0m
アスペリティのすべり量	3.3~4.7m	1.3~2.2m	3.0~4.9m	2.7~4.4m
応力降下量	3.1MPa	2.6MPa	4.5MPa	3.6MPa
アスペリティの応力降下量	14.1MPa	11.8MPa	13.3MPa	16.3MPa
短周期レベル	1.52E+19Nm/s <sup>2</sup>	1.36E+19Nm/s <sup>2</sup>	-	2.66E+19Nm/s <sup>2</sup>

パラメータによって大小はあるが、地震本部モデルと四電スケーリングモデルは全体的にみると整合的であると考え

# 地震本部(2009)の強震動予測モデルとの比較

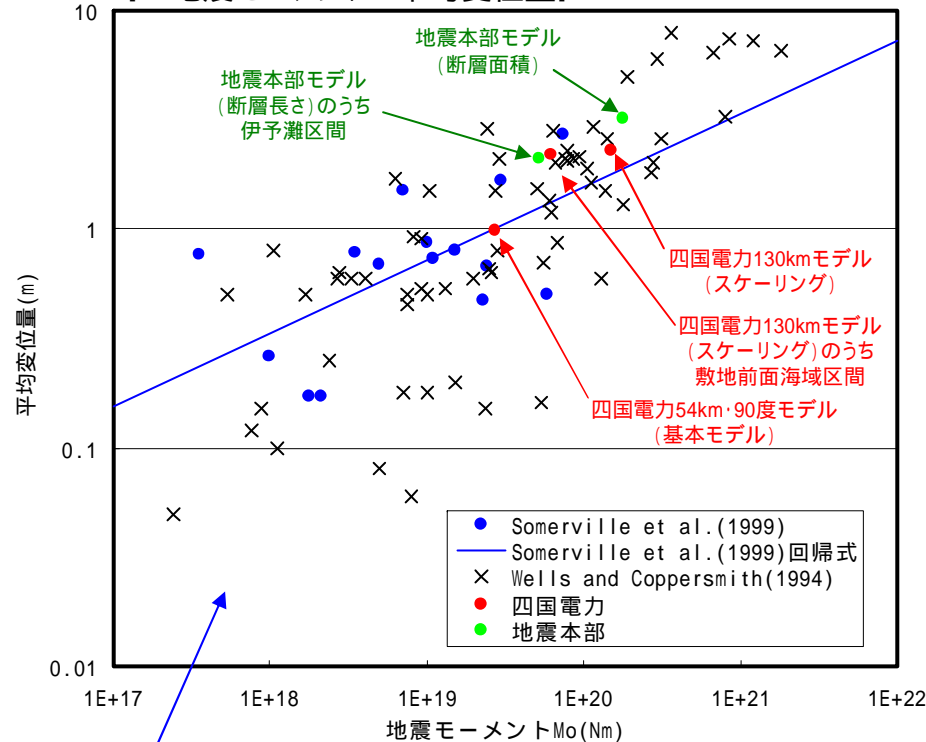
平均変位量

6. 基準地震動Ssの策定

6.3 基準地震動Ssの妥当性確認

## 地震本部モデルおよび四国電力モデルのパラメータをスケーリング・データベースと比較

【 地震モーメント～平均変位量】

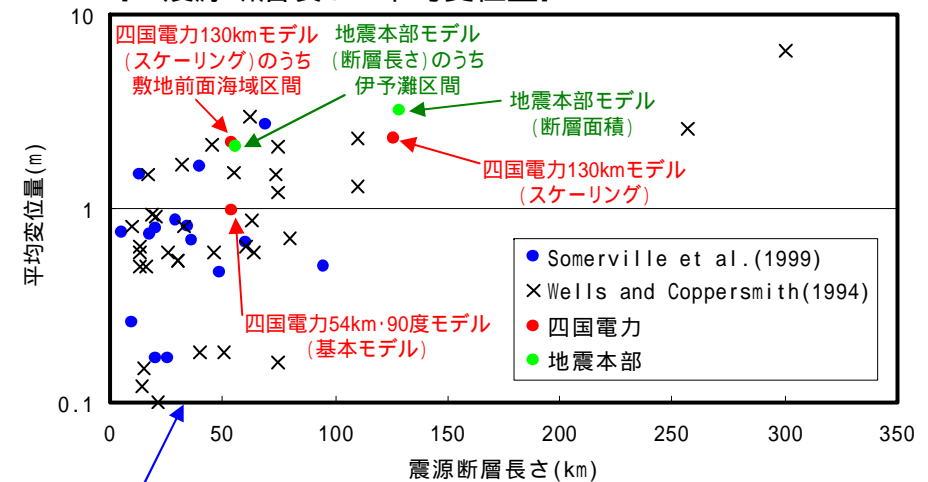


四国電力54km・90度モデルの変位量は地震モーメントに対して平均的な値(基本モデルとして適切な値であると考える)  
地震本部はやや大きめの値(基本モデルとして設定するには過大と考える)  
四国電力130kmスケーリングモデルは、地震本部モデルと同程度の値を設定している

四国電力54km・90度モデルと地震本部(断層長さ)伊予灘区間モデルは、ほぼ同じ断層長さであるが、地震本部の方が地震モーメントが大きい

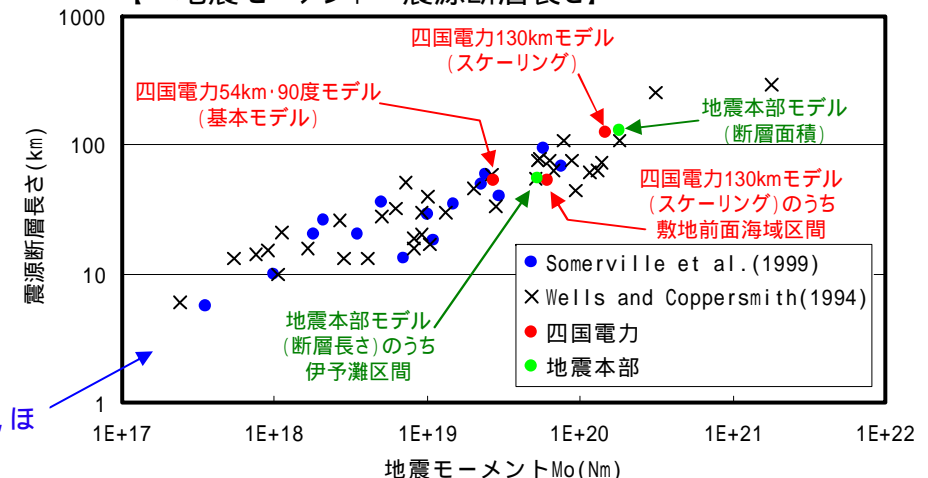
地震本部は全長130kmに対してスケーリング則を適用していることに起因

【 震源断層長さ～平均変位量】



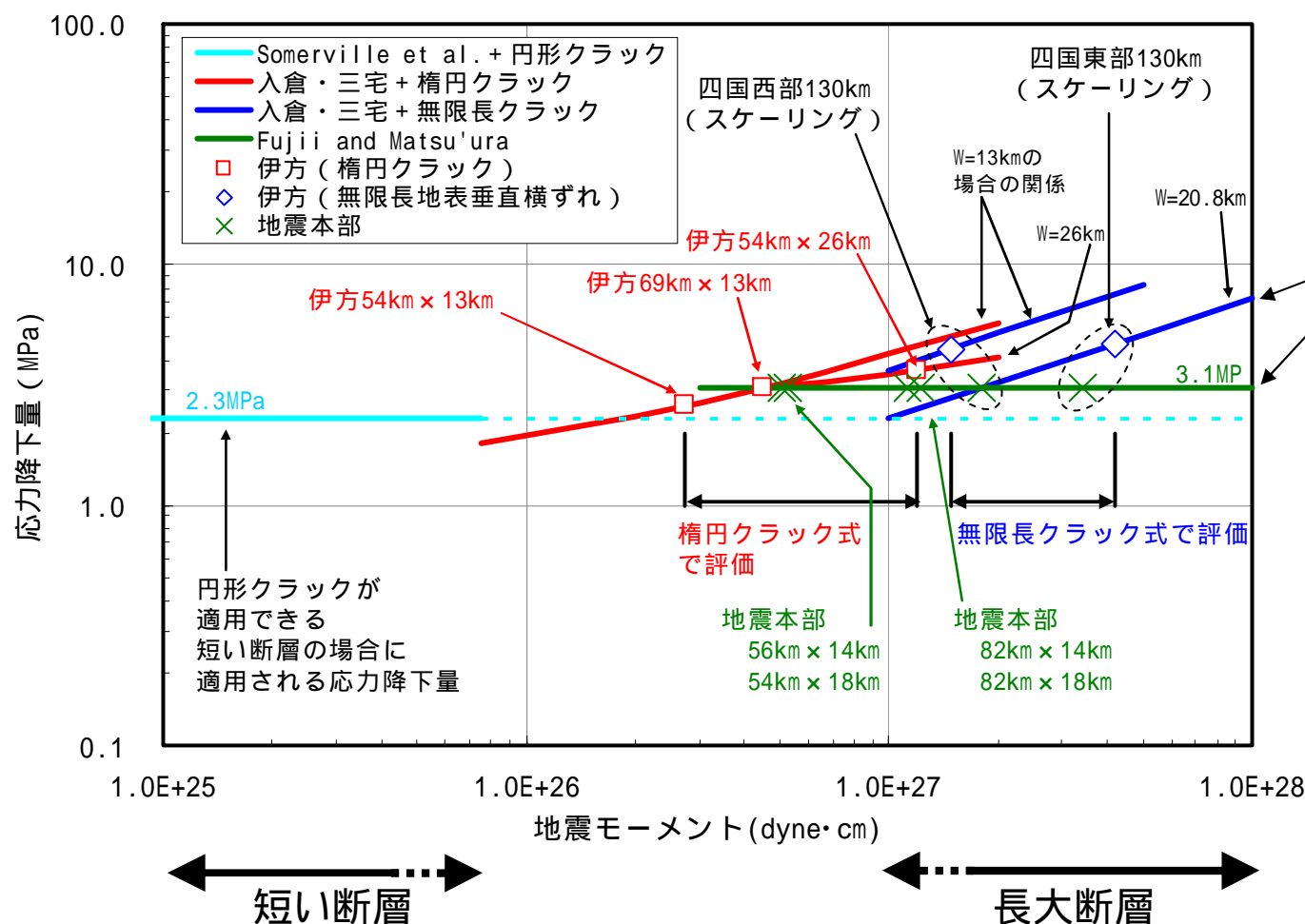
四国電力54km・90度モデルの変位量は震源断層長さに対して平均的な値  
地震本部は大きめの値(ほぼ上限レベル。念のための検討としては適切な値と考える)

【 地震モーメント～震源断層長さ】



## 地震本部モデルおよび四国電力モデルの応力降下量を比較

中央構造線断層帯の評価においては、長さ100kmを超えるような長いセグメントについては無限長クラックの式を適用し、それ以外のセグメントは長さが33～69kmと長大断層と短い断層との中間的なものであるため、断層面の形状に応じた評価が可能な楕円クラック式を適用した。



楕円クラック式は、短い断層に想定される値( - )と長大断層に想定される値( - , - )との間を断層形状に応じて連続的に評価できている。

四国電力が敷地前面海域セグメントに設定している数値は、

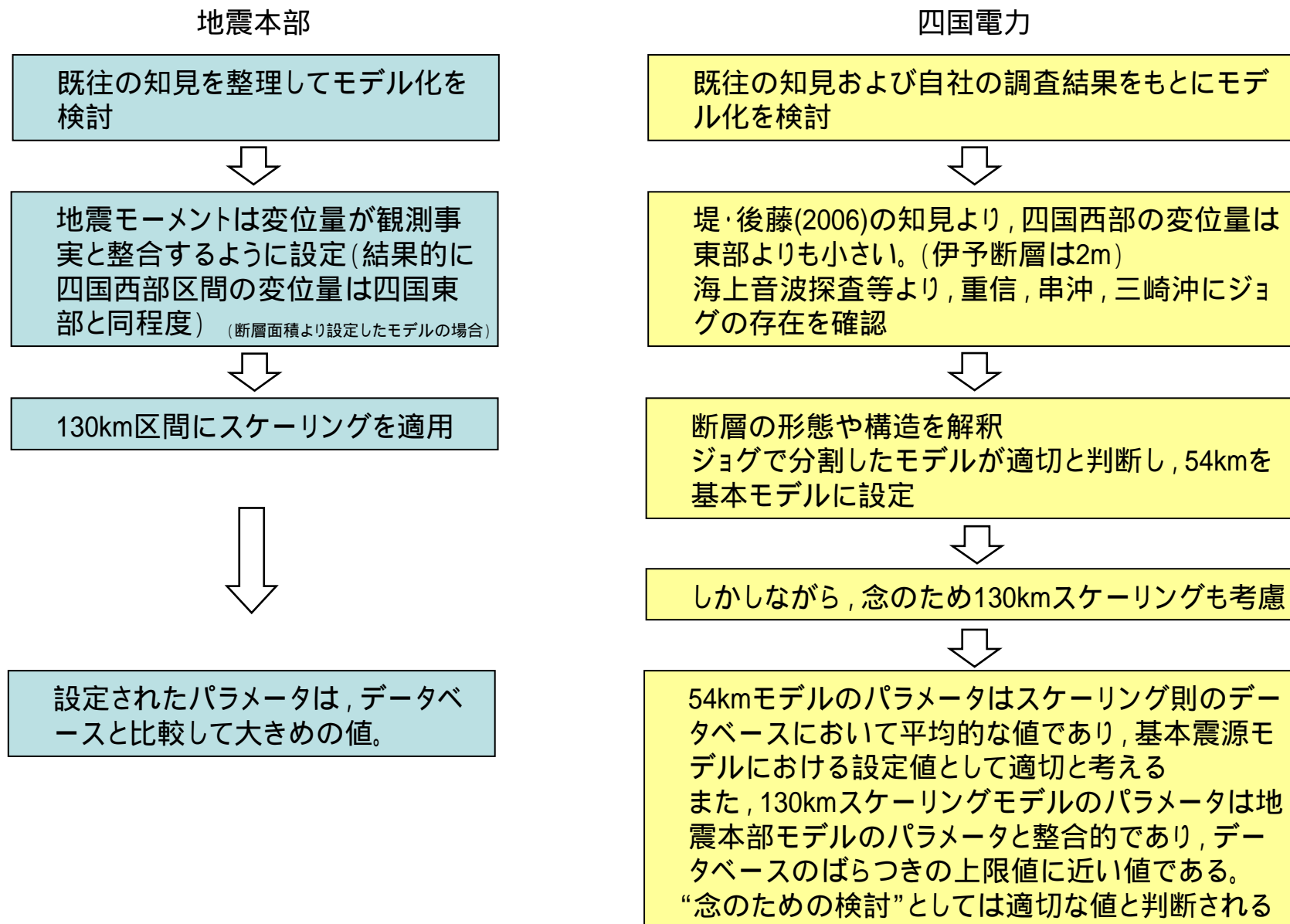
54km・90度	2.6MPa
54km・1.5倍	2.6MPa × 1.5
54km・30度	3.6MPa
69km・90度	3.1MPa

であり、平均的にみると地震本部の設定値3.1MPaと整合的と考える。

# 地震本部(2009)の強震動予測モデルとの比較

6. 基準地震動Ssの策定  
6.3 基準地震動Ssの妥当性確認

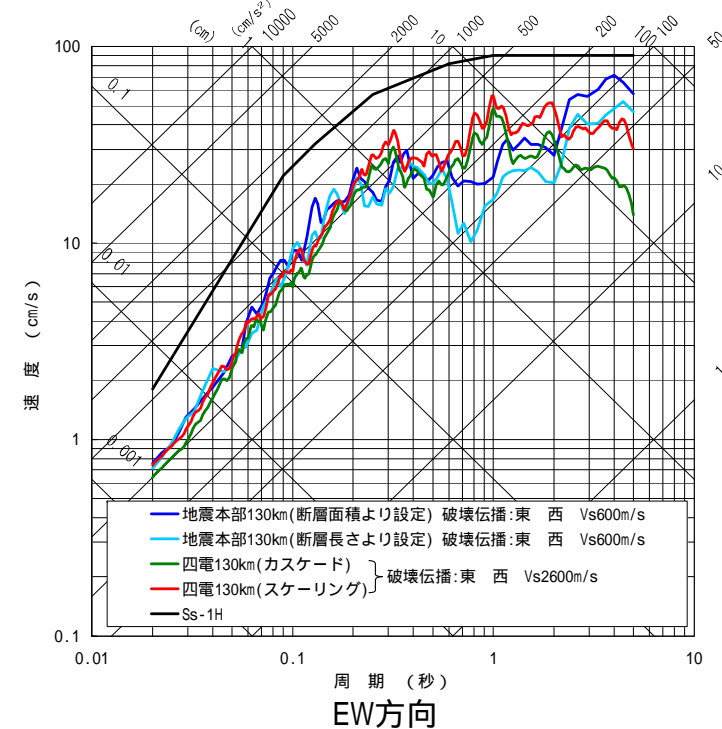
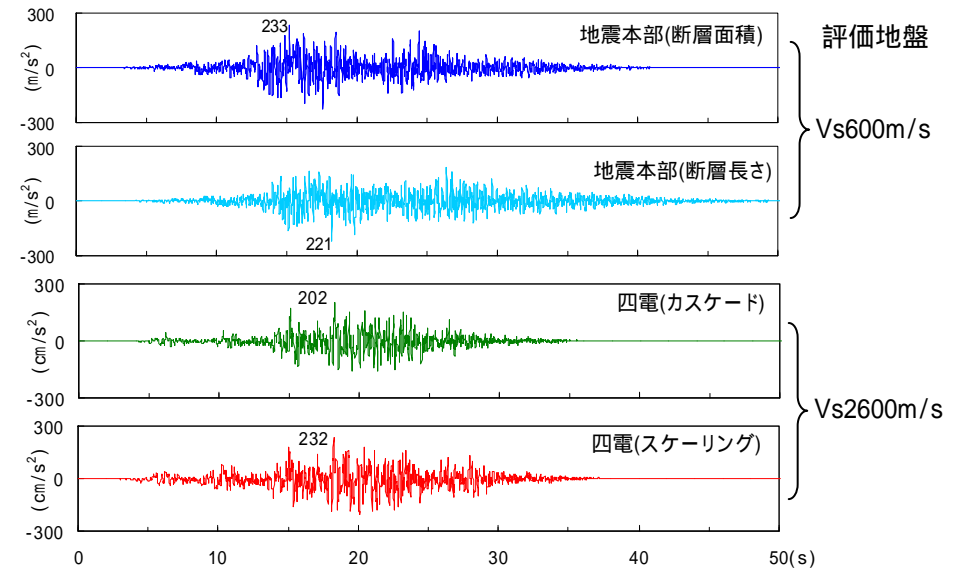
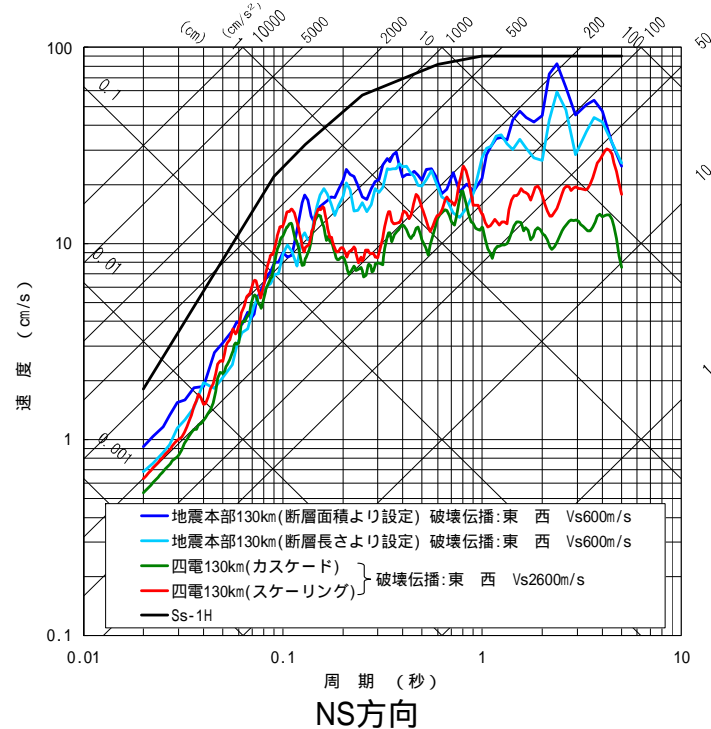
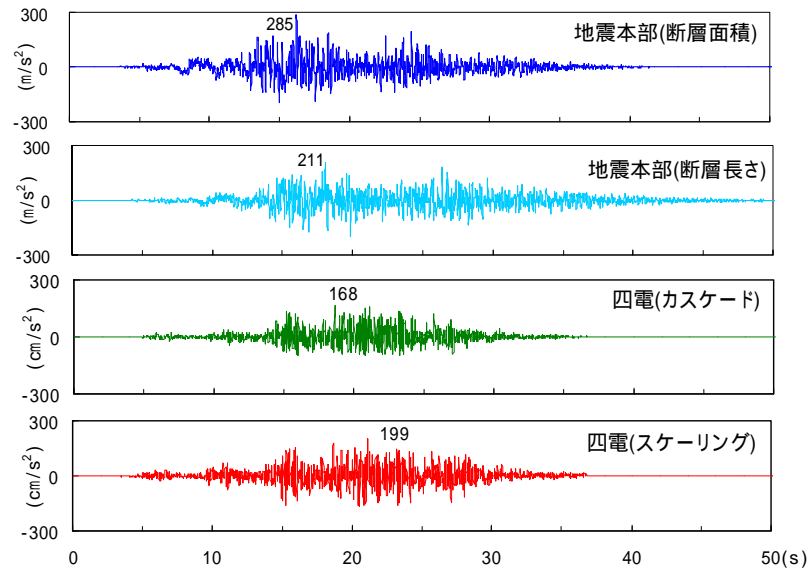
## 四国西部(石鎚山脈北縁西部 - 伊予灘区間)のモデル化の考え方





# 地震動の比較 (破壊伝播方向 東 西)

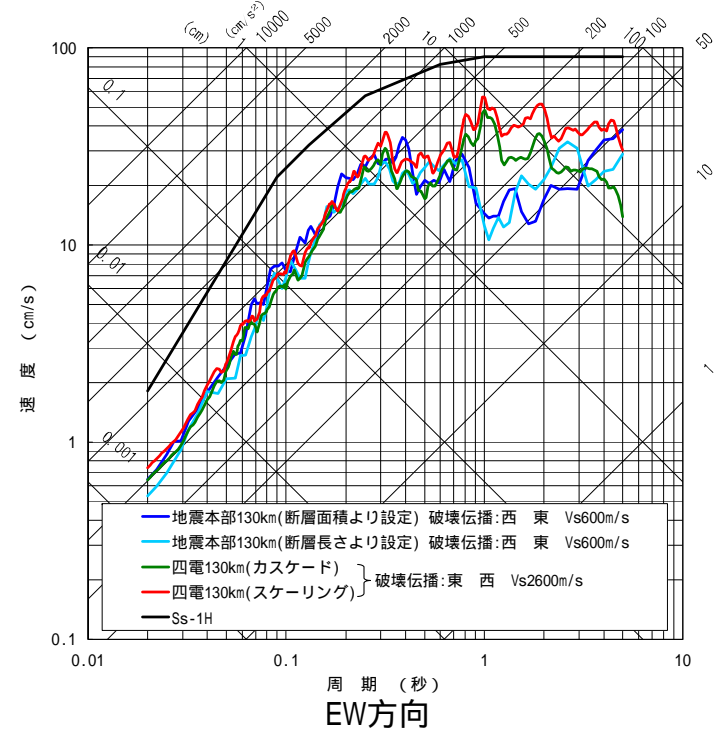
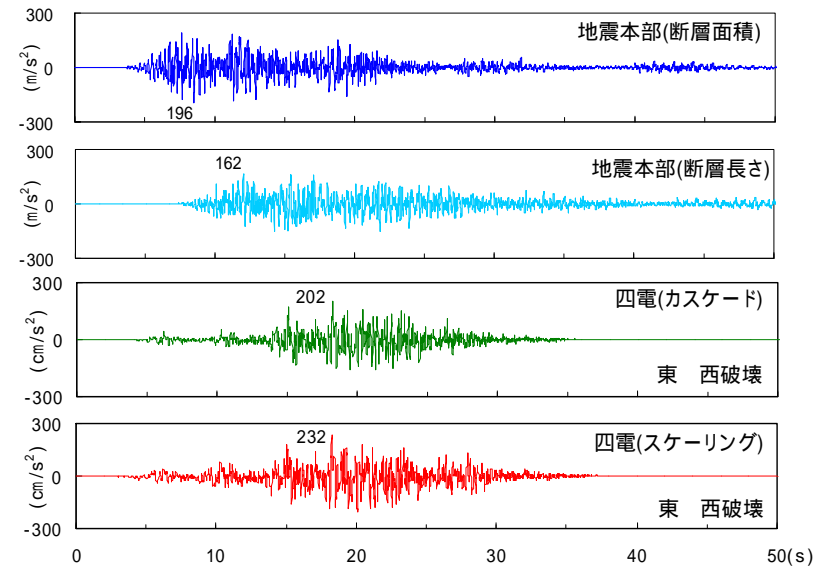
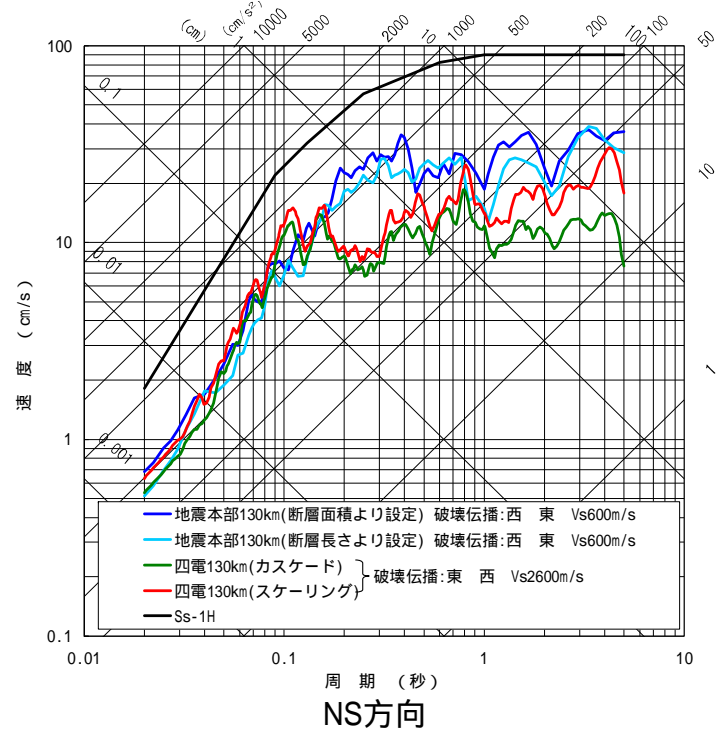
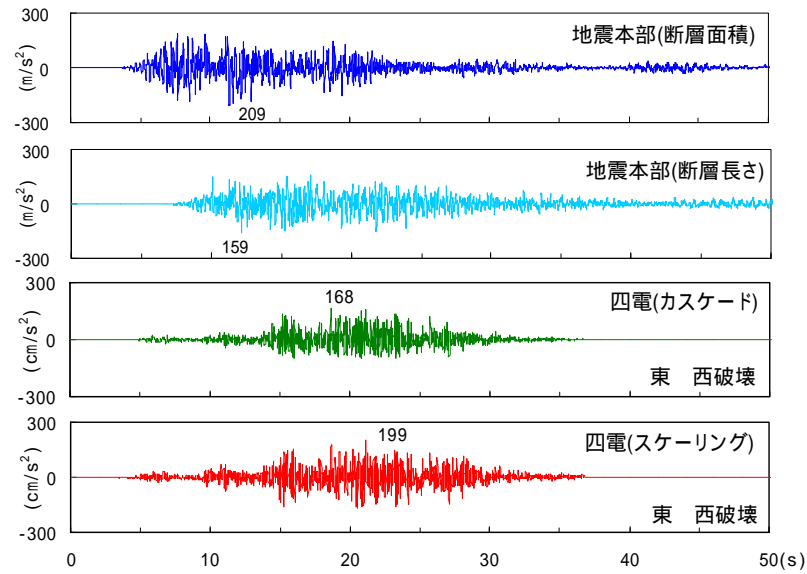
6. 基準地震動Ssの策定  
6.3 基準地震動Ssの妥当性確認





# 地震動の比較

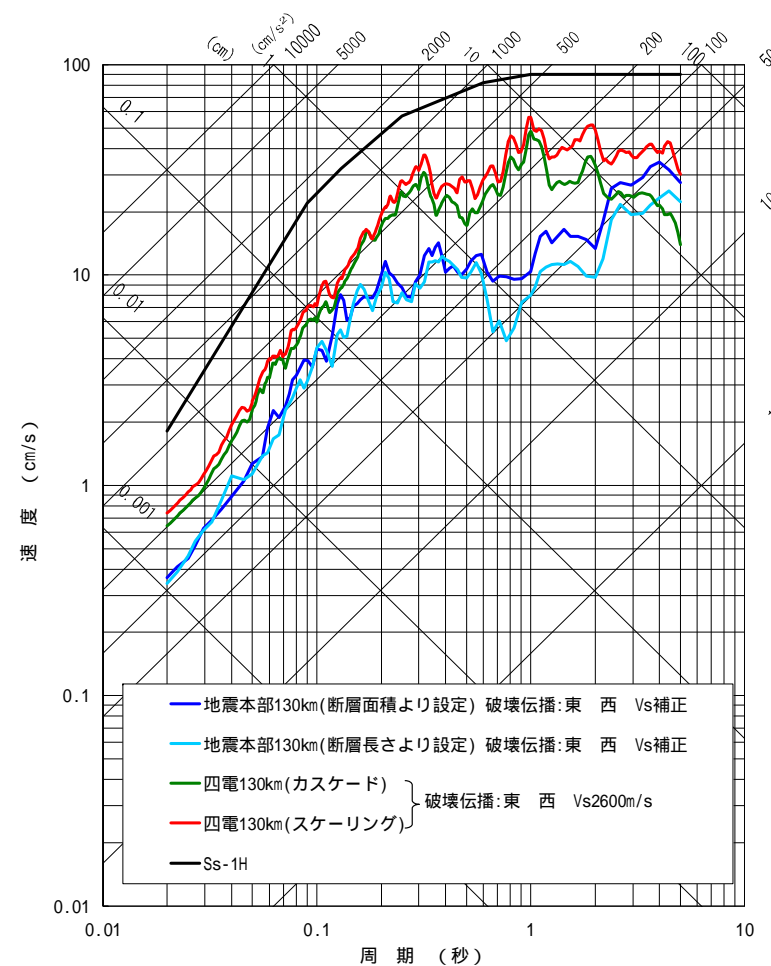
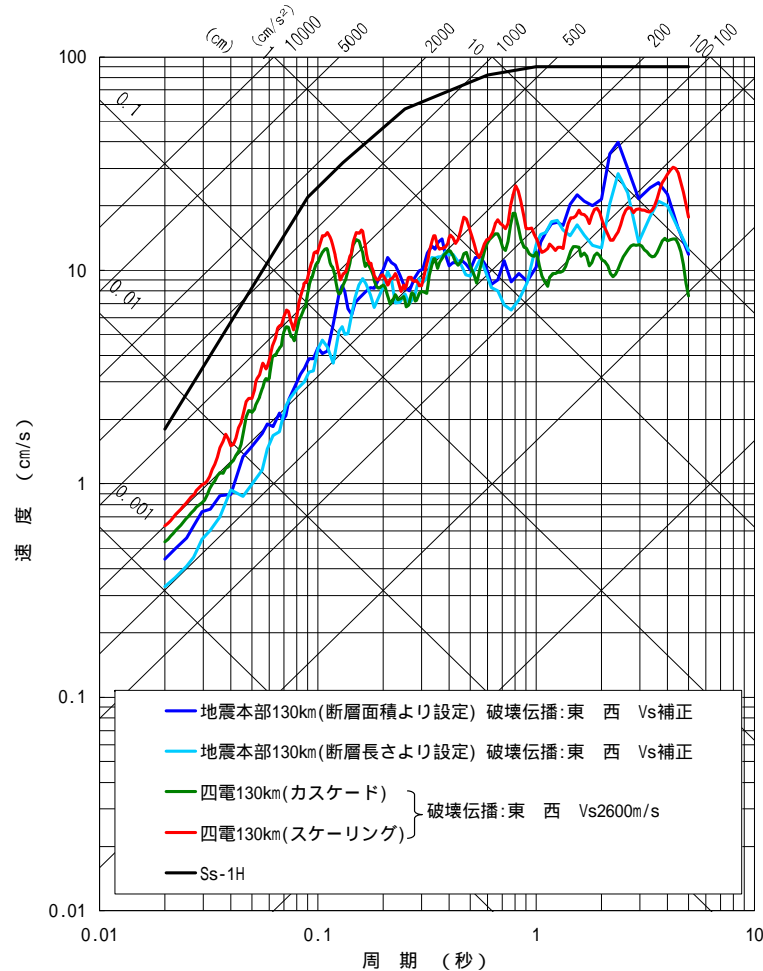
(破壊伝播方向 西 東) 四電モデルでは西 東破壊は想定していないため、東 西破壊ケースを参考に示す



## 参考: Vs補正後の比較 (破壊伝播方向 東 西)

6. 基準地震動Ssの策定  
6.3 基準地震動Ssの妥当性確認

地震本部(2009)ではVs600m/sの工学的基盤面での地震動が算定されているため、インピーダンス比  $((600/2600)^{0.5} = 0.48)$  による補正を実施。  
実際にはここまで短周期地震動は低減されず、Vs600m/sの地震動とこの補正結果の中間的な地震動レベルではないかと考える。

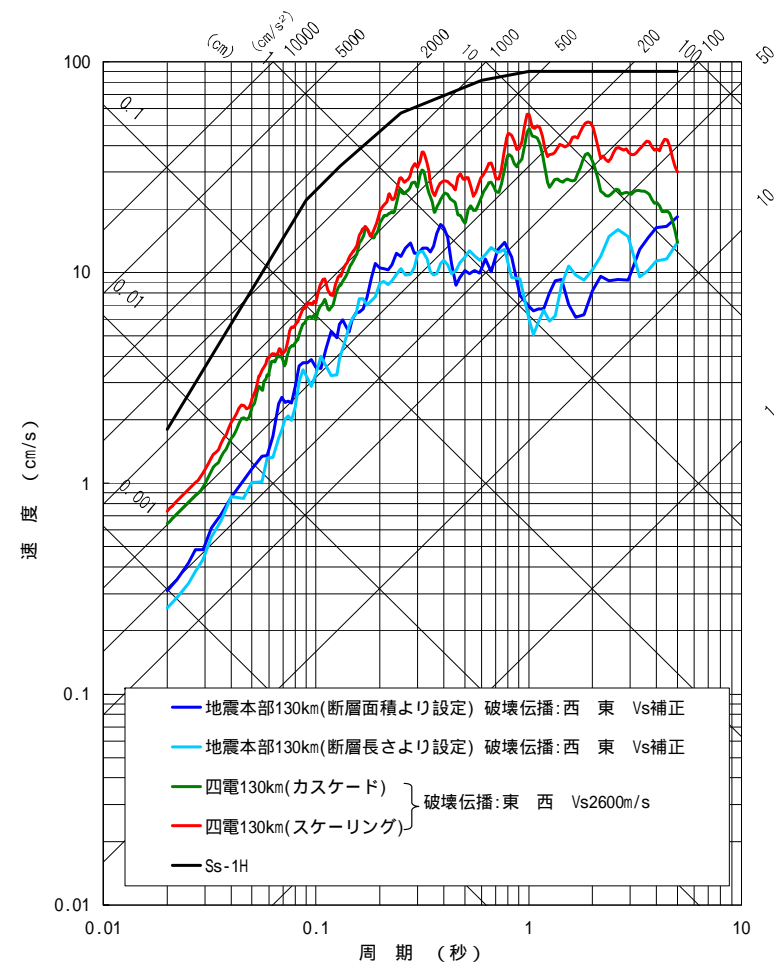
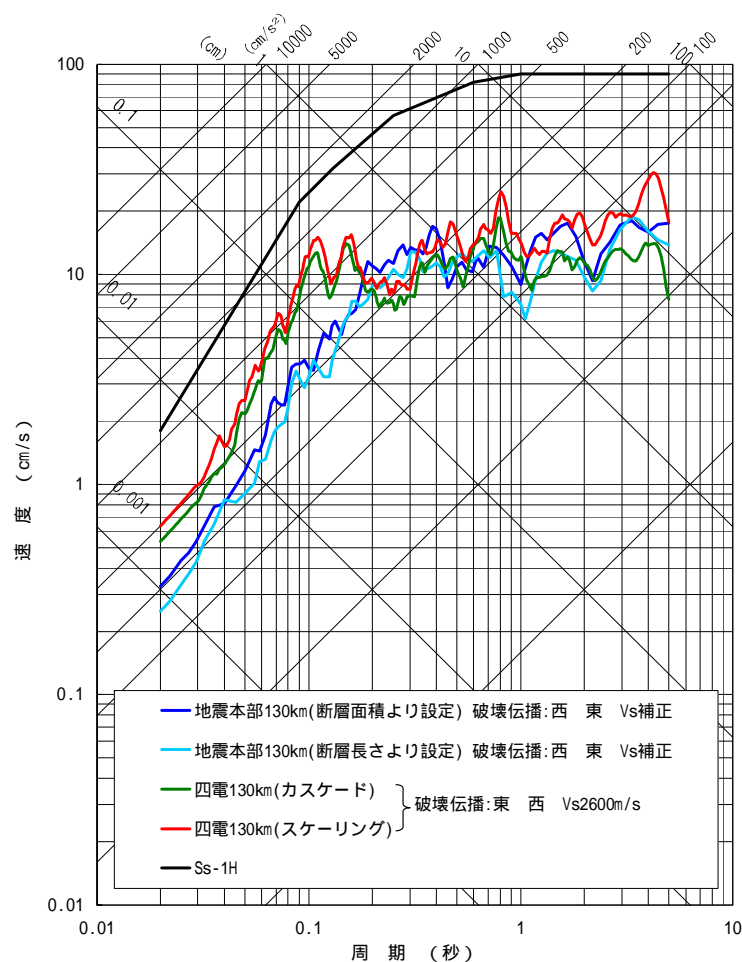


## 参考: Vs補正後の比較

(破壊伝播方向 西 東) 当社モデルでは西 東破壊は想定していないため、東 西破壊ケースを参考に示す

地震本部(2009)ではVs600m/sの工学的基盤面での地震動が算定されているため、インピーダンス比  $((600/2600)^{0.5} = 0.48)$  による補正を実施。

実際にはここまで短周期地震動は低減されず、Vs600m/sの地震動とこの補正結果の中間的な地震動レベルではないかと考える。





## 7. 地震動の超過確率の参照



# 地震ハザード評価

---

## ●基本方針

- ・ 社団法人日本原子力学会「原子力発電所の地震を起因とした確率論的安全評価実施基準：2007」に基づき地震ハザード評価を実施
- ・ 伊方発電所から半径200km程度の範囲の震源を対象

## ●震源モデルと対象地震

### 特定震源モデル

ひとつの地震に対して、震源の位置、規模及び発生頻度を特定して扱うモデル

- ・ 敷地前面海域の断層群（中央構造線断層帯）による地震
- ・ その他の活断層で発生する地震
- ・ 南海地震

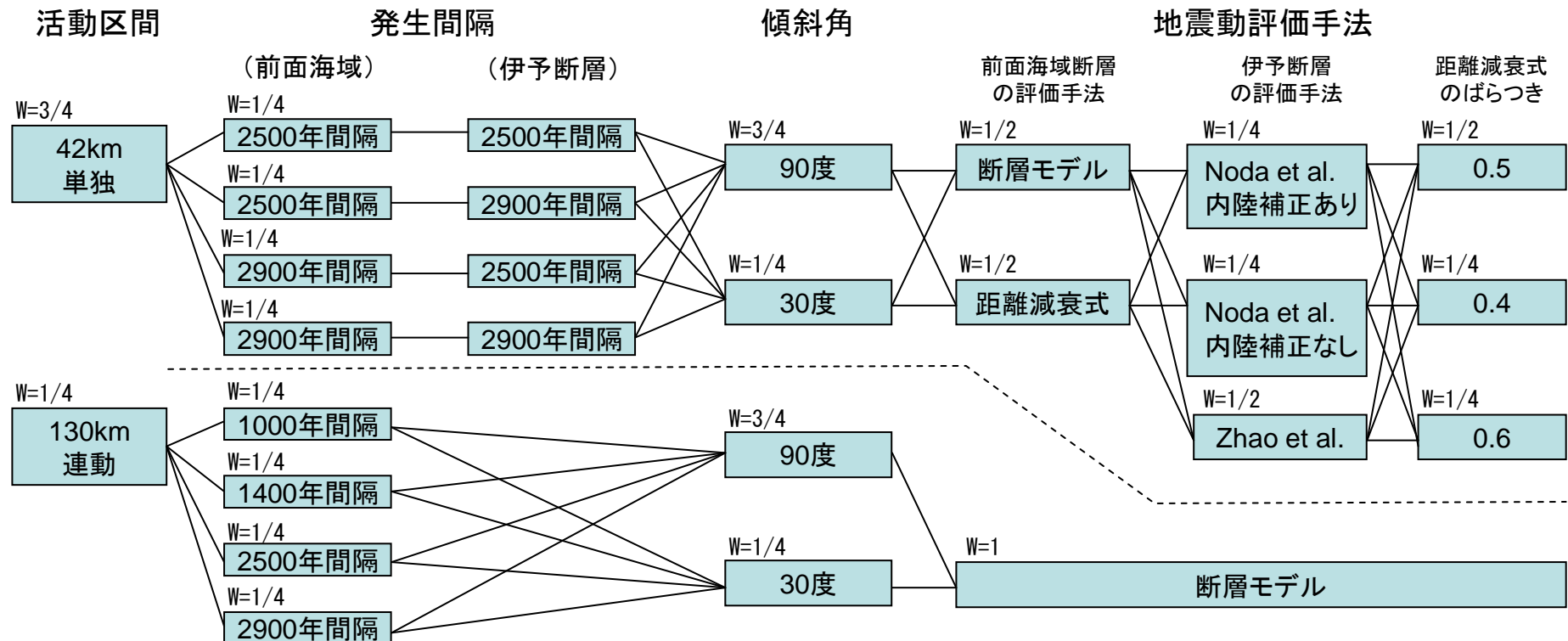
### 領域震源モデル

ある広がりを持った領域の中で発生する地震群として取扱うモデル

- ・ 内陸地殻内地震
- ・ プレート間地震
- ・ 海洋プレート内地震

# 地震ハザード評価(特定震源モデル①)

## 【敷地前面海域の断層群(中央構造線断層帯)による地震】



○断層の発生間隔等の諸元は地震調査委員会(2003)による

○42kmは断層モデルと距離減衰式で地震動評価, 130km連動は断層モデルのみで評価

区間		長さ (km)	M		50年発生確率 (%)
			90度	30度	
単独	敷地前面海域の断層群	42	7.1	7.6	1.98／1.71
	伊予断層	33	6.9	7.4	1.52／0.808
	川上・重信断層	51	7.2	7.7	0.25
連動	敷地前面海域～川上・重信断層	126	－	－	0.25／0.0115／0／0

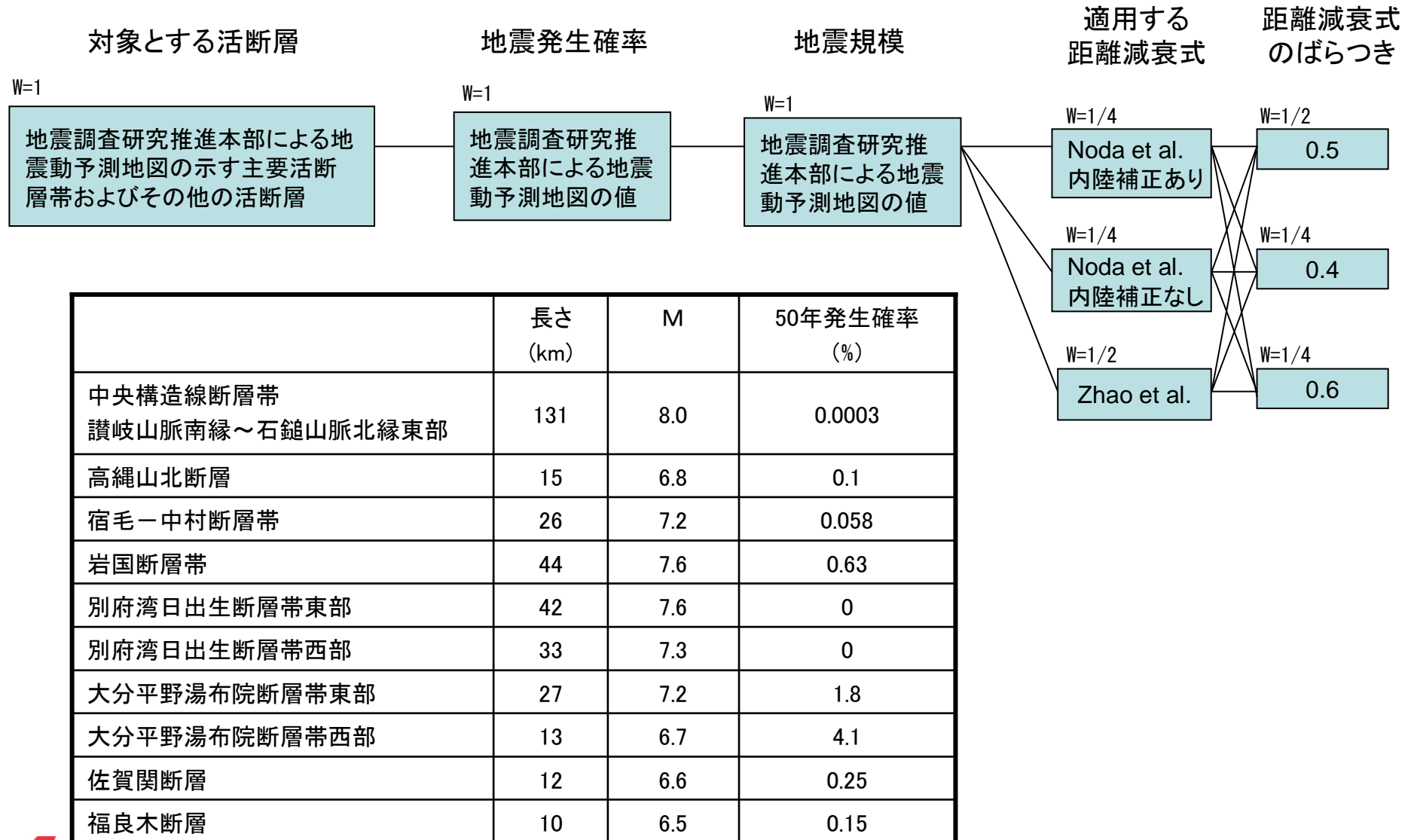
連動の場合は距離減衰式は適用せず断層モデルによる評価のためM設定の必要なし



基本モデルの長さを42kmとした場合のロジックツリーであり, 本報告書の補正で54kmベースに置き換え予定

# 地震ハザード評価(特定震源モデル②)

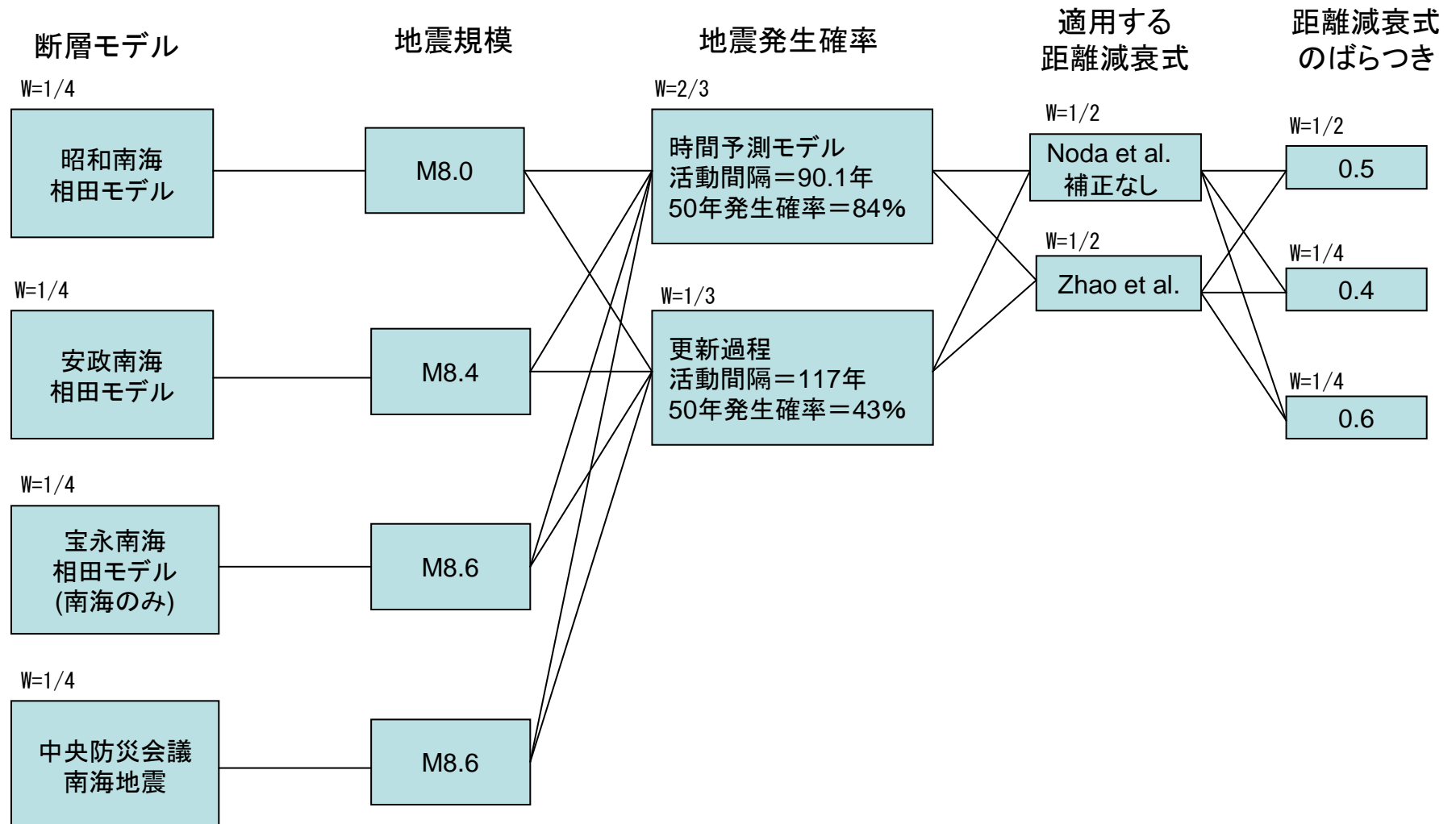
## 【その他の活断層による地震】



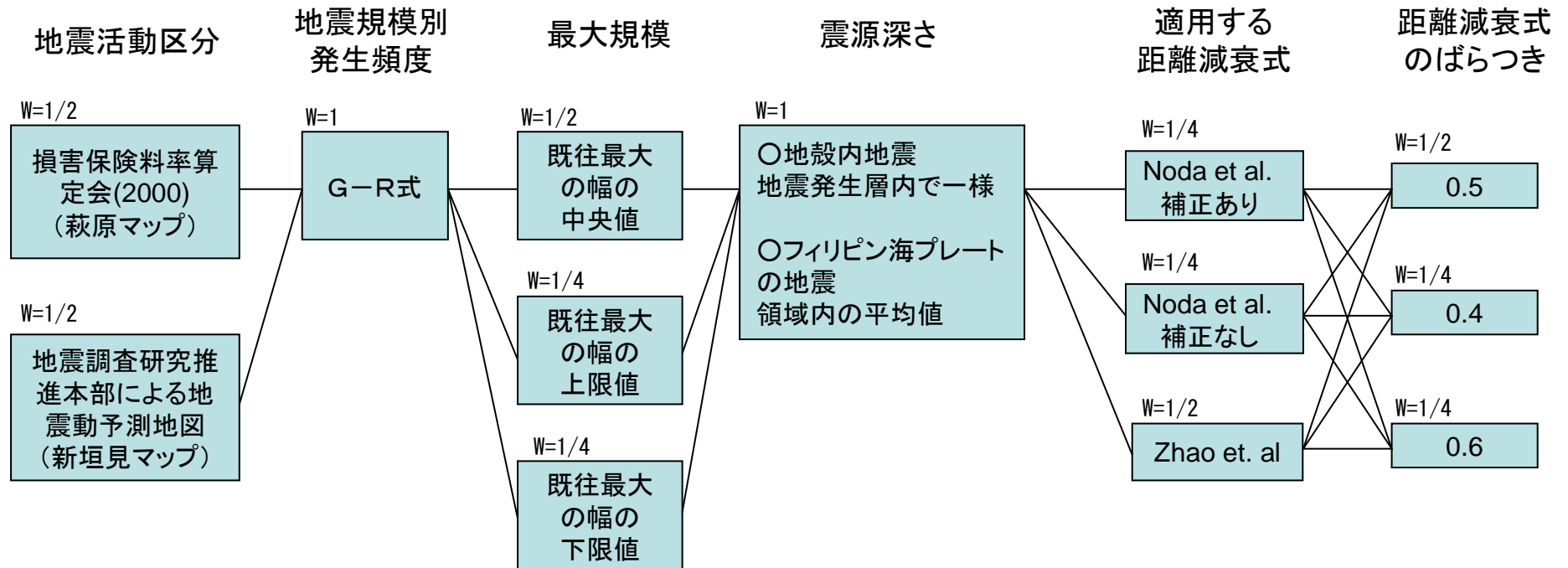


# 地震ハザード評価(特定震源モデル③)

## 【南海地震】



# 地震ハザード評価(領域震源モデル)



## ○モデル化の対象

- ・ 活断層の存在が知られていないところで発生しうる内陸地殻内地震
- ・ 南海地震以外のフィリピン海プレートで発生する地震

○使用カタログ：気象庁1926-2006, M5.0以上, 深さ200km以浅

○対象範囲：敷地から概ね100km程度以内

# 基準地震動 $S_s$ の超過確率

応答スペクトルに基づく手法による  
基準地震動 $S_s$ の設計用応答スペクトル  
の年超過確率は、

○固有周期0.02～0.2秒の範囲では、  
 **$10^{-5}$ 程度**

○固有周期0.2～5秒の範囲では、  
 **$10^{-5} \sim 10^{-6}$ 程度**

となっている。

中央構造線断層帯の基本モデルの  
長さを42kmから54kmに変更しても、  
発生間隔には変更なく、また南海地  
震の方が活動間隔が短いことから、  
一様ハザードスペクトルが大きかわ  
ることはないと考えている。

