



中部電力

# 浜岡原子力発電所

## 地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価について

2020年5月7日

# 本日の報告内容

## 【敷地における地震動の増幅特性】

- 地震観測記録及び地下構造調査結果に基づき、敷地における地震動の増幅特性を分析。
- 5号炉周辺の観測点において、地震動の顕著な増幅は、2009年駿河湾の地震の地震波到来方向付近（N30E～N70E）では見られるが、その他の地震波到来方向では見られない。
- 1～4号炉周辺の観測点において、地震動の顕著な増幅は、いずれの地震波到来方向でも見られない。

## 【敷地における地震動評価】

- 敷地における地震動の増幅特性を踏まえ、「地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価」と「地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価」を実施することとし、観測点毎の地震動の顕著な増幅の有無（地震観測記録の分析）に基づき、S波低速度層の分布及び影響範囲（地下構造調査結果の分析）も踏まえて、「地震動の顕著な増幅を考慮しない領域」（1～4号炉周辺）と「地震動の顕著な増幅を考慮する領域」（5号炉周辺）とを設定する（第532回審査会合資料1～2参照）。
- 「地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価」は、敷地全体（「地震動の顕著な増幅を考慮しない領域」及び「地震動の顕著な増幅を考慮する領域」）を対象とする。
- 「地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価」は、2009年駿河湾の地震の地震波到来方向付近（N30E～N70E）で地震動の顕著な増幅が見られる「地震動の顕著な増幅を考慮する領域」（5号炉周辺）を対象とする。

浜岡原子力発電所

地震動の顕著な増幅を考慮しない領域（1～4号炉周辺）

地震動の顕著な増幅を考慮する領域（5号炉周辺）

地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価

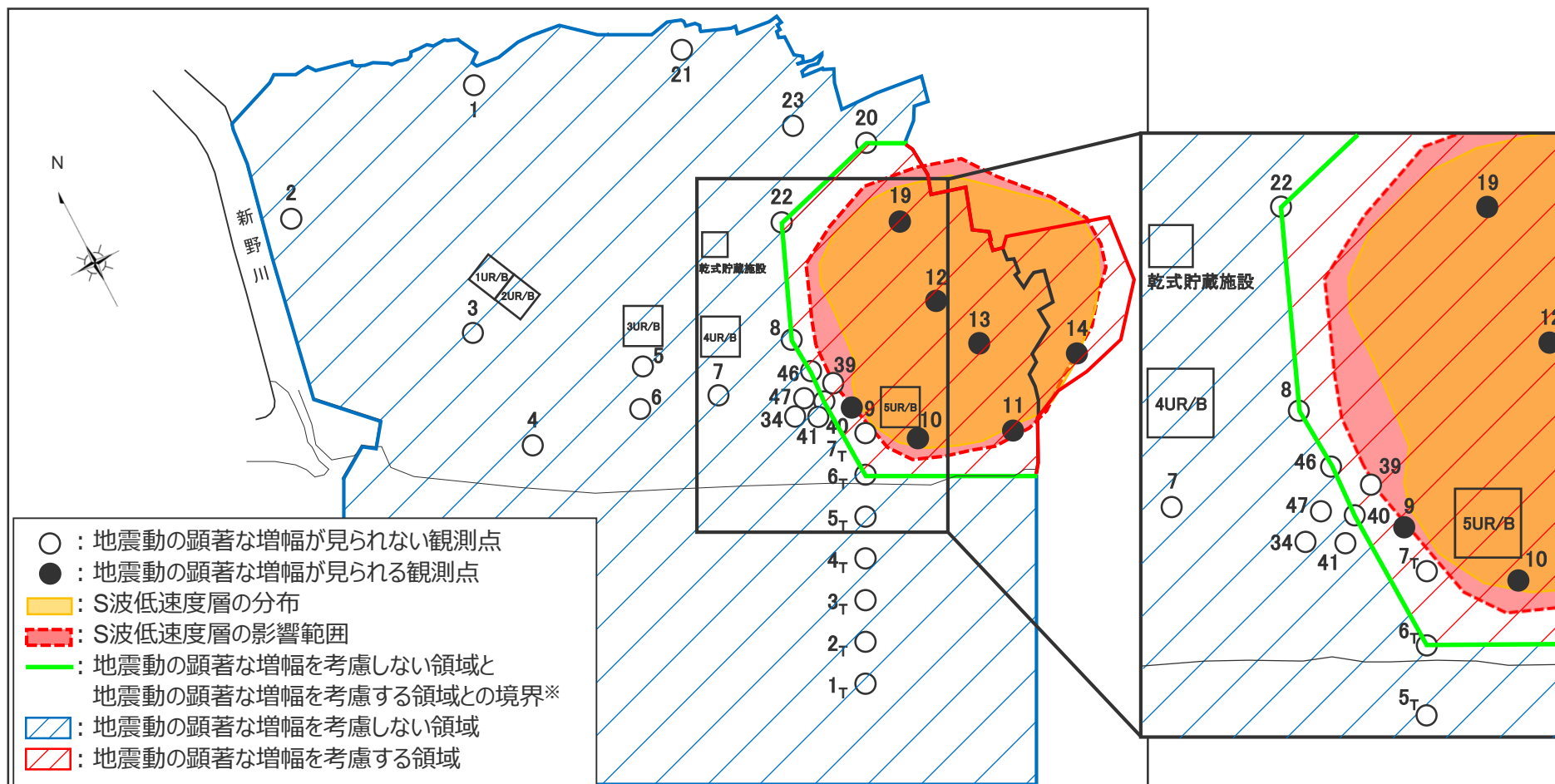
地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価  
（地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向付近  
（N30E～N70E）に震源断層が位置する地震）

本日の主な報告事項

- 本資料では、これまでの報告内容も含めて、内陸地殻内地震、プレート間地震及び海洋プレート内地震について、一連の内容を整理して「地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価」を報告する。

# 地震動の顕著な増幅を考慮しない領域と地震動の顕著な増幅を考慮する領域の設定

○観測点毎の地震動の顕著な増幅の有無（地震観測記録の分析）に基づき、S波低速度層の分布及び影響範囲（地下構造調査結果の分析）も踏まえて、地震動の顕著な増幅を考慮しない領域と地震動の顕著な増幅を考慮する領域を設定。



※ 「地震動の顕著な増幅を考慮しない領域と地震動の顕著な増幅を考慮する領域との境界」は、主に地震動の顕著な増幅が見られない観測点に基づき設定することとし、当該境界により設定される地震動の顕著な増幅を考慮する領域が、地震動の顕著な増幅が見られる観測点及びS波低速度層の分布・影響範囲を包絡することを確認。

# これまでの報告事項と本日の報告事項との関係

## 敷地における地震動の増幅特性

第128回・第164回・第176回・第194回審査会合で報告

敷地における地盤増幅特性と地震動評価への反映方法

第532回審査会合で報告

地震動の顕著な増幅を考慮しない領域と地震動の顕著な増幅を考慮する領域の設定

本日の主な報告事項  
(これまでの報告事項を  
含めて一連の内容  
として報告)

## 地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価

第499回・第570回・第624回・第671回審査会合で報告

内陸地殻内地震

- ・基本震源モデル
- ・不確かさを考慮した震源モデル
- ・地震動評価

第246回・第284回・第685回・第745回・第802回・第841回審査会合で報告

プレート間地震

- ・基本震源モデル
- ・不確かさを考慮した震源モデル
- ・地震動評価

第253回・第318回・第482回・第532回審査会合で報告

海洋プレート内地震

- ・基本震源モデル
- ・不確かさを考慮した震源モデル
- ・地震動評価

## 地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価

第499回で報告

内陸地殻内地震

- ・基本震源モデル
- ・不確かさを考慮した震源モデル
- ・地震動評価

第246回審査会合で報告

プレート間地震

- ・基本震源モデル
- ・不確かさを考慮した震源モデル
- ・地震動評価

第253回・第318回・第482回・第532回審査会合で報告

海洋プレート内地震

- ・基本震源モデル
- ・不確かさを考慮した震源モデル
- ・地震動評価

---

余白

# 目次

---

- 1 地震動の顕著な増幅の地震動評価への反映 ……p.6～
- 2 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.27～
- 3 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.65～
- 4 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.137～
- 5 まとめ（地震動の顕著な増幅を考慮） ……p.176～

# 目次

---

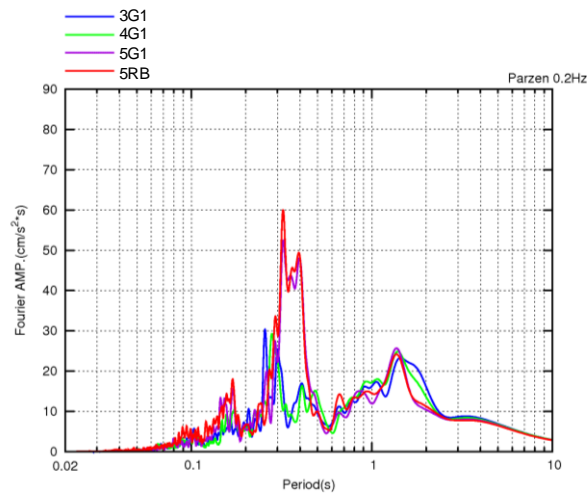
- 1 地震動の顕著な増幅の地震動評価への反映 ……p.6～
- 2 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮） ……p.27～
- 3 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮） ……p.65～
- 4 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮） ……p.137～
- 5 まとめ（地震動の顕著な増幅を考慮） ……p.176～

< 1 地震動の顕著な増幅の地震動評価への反映 >

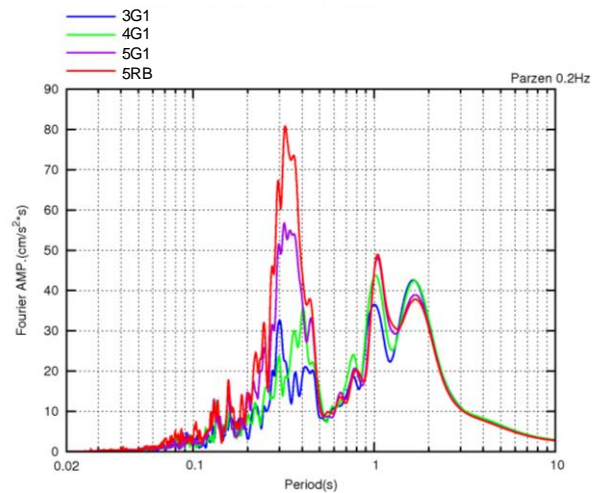
# 敷地における地震動の増幅特性

## (2009年駿河湾の地震 (本震) の加速度フーリエスペクトル)

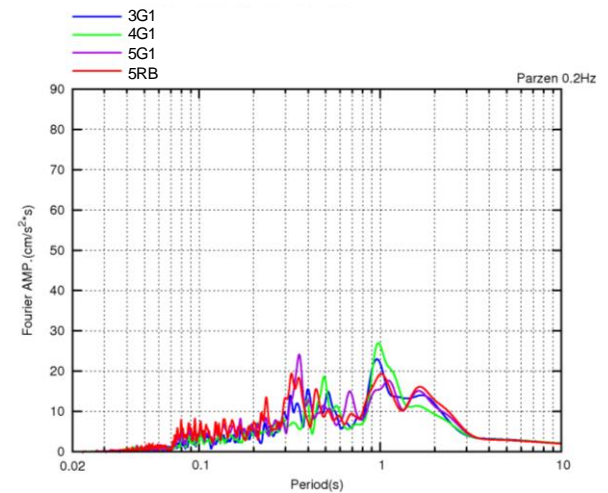
○ 5号炉周辺の顕著な増幅は、周期0.2~0.5秒付近の狭帯域に見られ、これ以外の周期帯には見られない。



(NS方向)



(EW方向)



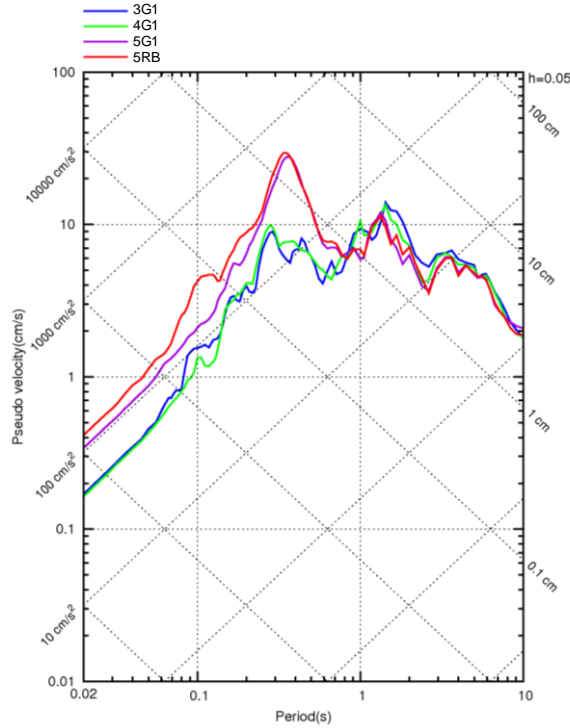
(UD方向)

<2009年駿河湾の地震 (本震) の加速度フーリエスペクトル>  
(3G1, 4G1, 5G1, 5RB (G.L.-100m) 、3~5号炉PN基準)

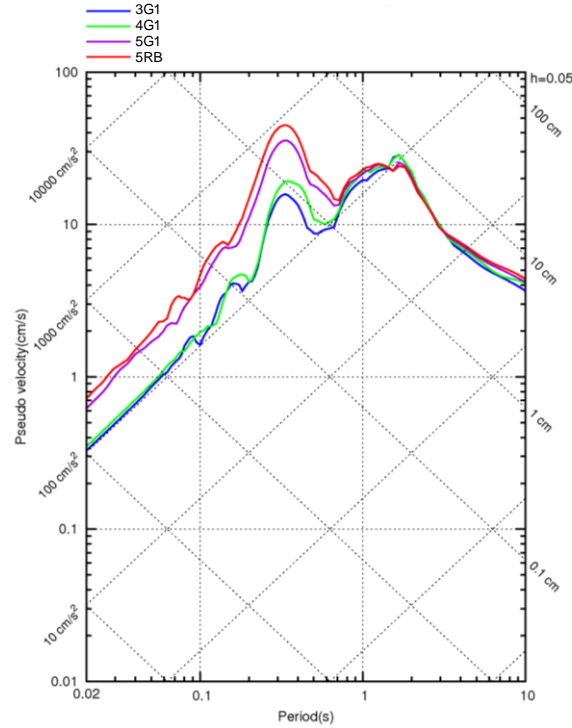


< 1 地震動の顕著な増幅の地震動評価への反映 >  
敷地における地震動の増幅特性  
(2009年駿河湾の地震 (本震) の応答スペクトル)

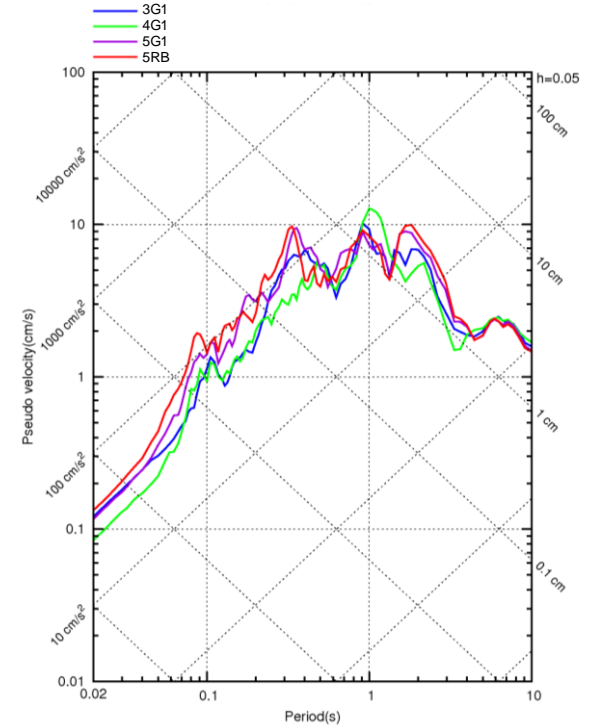
○ 5号炉周辺の顕著な増幅は、周期0.5秒以下の短周期側に見られ、周期0.5秒以上には見られない。



(NS方向)



(EW方向)



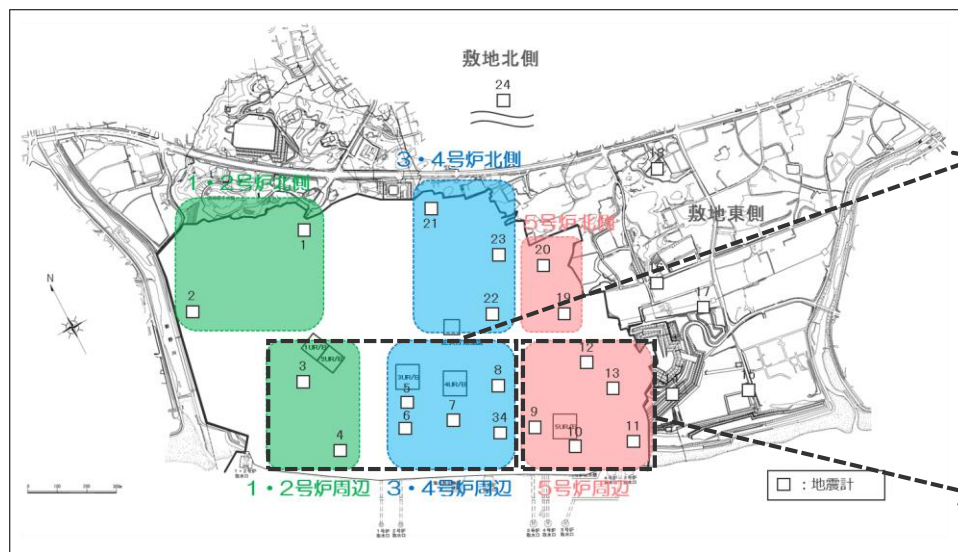
(UD方向)

<2009年駿河湾の地震 (本震) の応答スペクトル >  
(3G1, 4G1, 5G1, 5RB (G.L.-100m) 、3~5号炉PN基準)

# < 1 地震動の顕著な増幅の地震動評価への反映 > 敷地における地震動の増幅特性

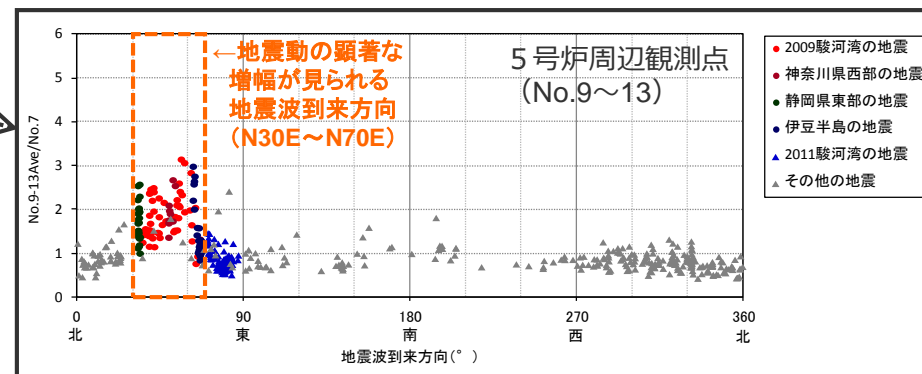
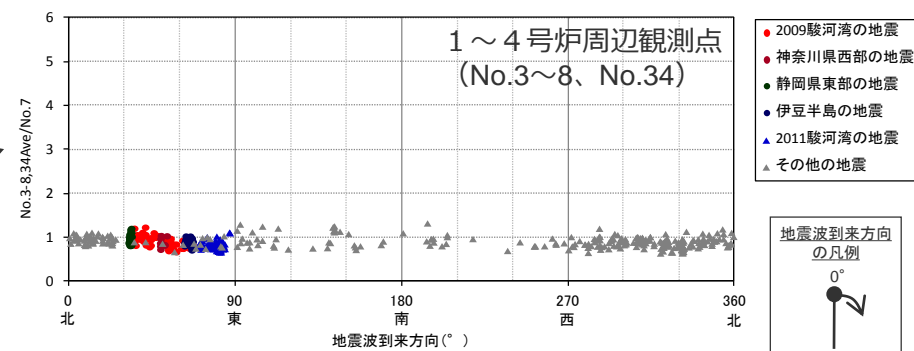
(2009年駿河湾の地震の地震波到来方向における地震動の顕著な増幅)

- 5号炉周辺観測点において、地震動の顕著な増幅は、2009年駿河湾の地震の地震波到来方向付近（N30E～N70E）では見られるが、その他の地震波到来方向では見られない。
- 1～4号炉周辺観測点において、地震動の顕著な増幅は、いずれの地震波到来方向でも見られない。



<多点連続地震観測の地震計配置>

- ・ 自然地震のフーリエスペクトル比、微動アレイ探査の分散曲線及びボアリングデータを用いて表層地盤を推定し、地表で得られた観測記録からはざとり波を推定する。
- ・ 推定したはざとり波について、No.7に対する各観測点の振幅比を算出し、地震波到来方向毎の地盤増幅特性を検討する。
- ・ 振幅比の算出は、はざとり波に対し2009年駿河湾の地震で5号炉周辺の顕著な増幅が見られた周期0.2～0.5秒のバンドパスフィルターを施し、時刻歴波形のS波主要動部付近の最大値（水平2方向の平均値）を対象とする。



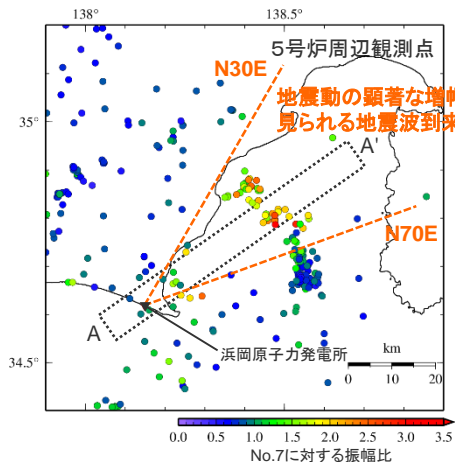
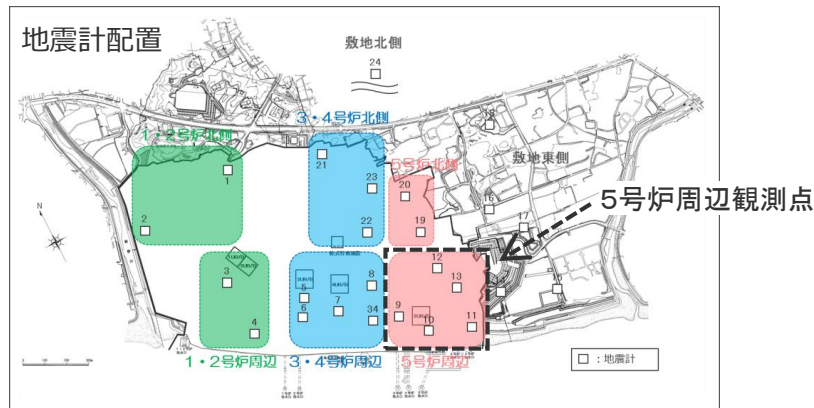
<各地震の振幅比（No.7基準）と地震波到来方向との関係>  
(水平平均)

< 1 地震動の顕著な増幅の地震動評価への反映 >

# 敷地における地震動の増幅特性

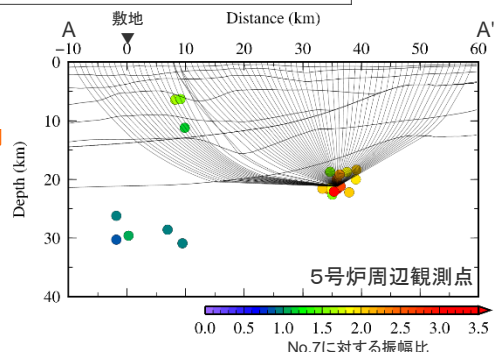
(観測記録の分析及び三次元地下構造モデルによる解析検討)

## 地震観測記録の分析 (多点連続地震観測)

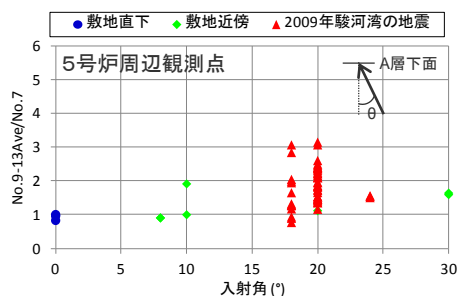


< 5号炉周辺観測点における各地震の振幅比の震央分布図 (No.7基準) >

※浅部三次元地下構造モデルの底面に相当するA層下面への入射角について、各断面の地震クラスター毎にレイトレーシングを行い評価。



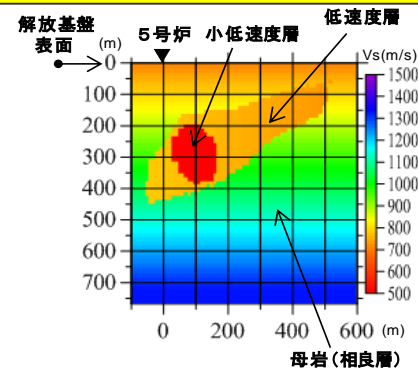
< 振幅比の断面図 (A-A'断面) >



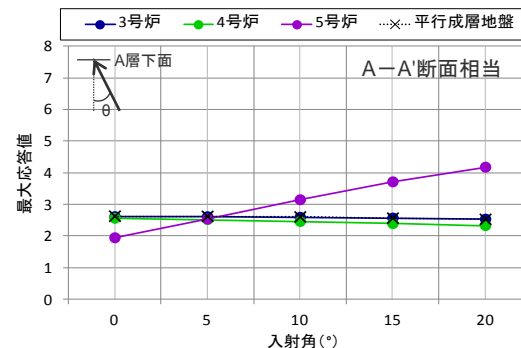
< 入射角毎の振幅比 >  
(N30E~N70E方向+敷地直下の地震)

- 前述のとおり、5号炉周辺観測点において、地震動の顕著な増幅は2009年駿河湾の地震の地震波到来方向付近 (N30E~N70E) にのみ見られる。
- ただし、地震観測記録の分析及び三次元地下構造モデルによる解析検討によると、地震波の入射角が鉛直下方に近づくほど、地震動の顕著な増幅は見られない傾向がある。

## 三次元地下構造モデルによる解析検討



< 浅部三次元地下構造モデル >



< 入射角毎の解析結果 >

(入力波: BELL型連続波 (SH波)、入射方向: N60E方向)

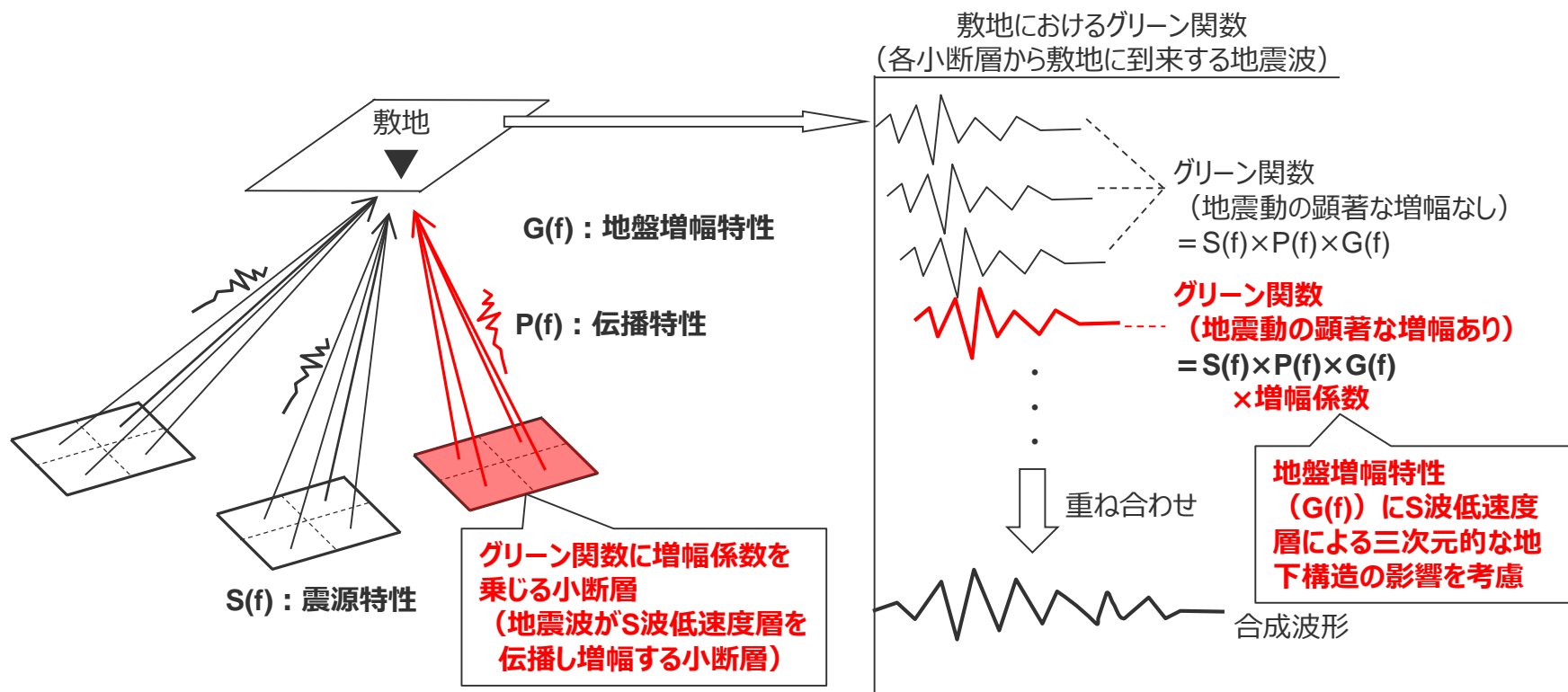
・敷地図を変更。

< 1 地震動の顕著な増幅の地震動評価への反映 >

# 地震動の顕著な増幅の地震動評価への反映方法

(断層モデルを用いた手法による地震動評価 (概要) )

- 地震動の顕著な増幅が見られる観測点では、S波低速度層の影響により、特定の到来方向の地震波のみに顕著な増幅が見られることから、このような増幅特性を地震動評価へ反映する際には、このことを考慮できる断層モデルを用いた手法を重視する。
- 地震動の顕著な増幅は、統計的グリーン関数法において算定する解放基盤表面位置のグリーン関数（震源特性 $S(f)$ ×伝播特性 $P(f)$ ×地盤増幅特性 $G(f)$ ）に増幅係数を乗じることで地震動評価に反映する。  
この反映方法は、地盤増幅特性（ $G(f)$ ）にS波低速度層による三次元的な地下構造の影響を考慮することに相当する。
- 増幅係数については、増幅の程度が最も大きい2009年駿河湾の地震（本震）を参考に、その再現検討を踏まえて設定し、グリーン関数に増幅係数を乗じる小断層については、地震動の顕著な増幅が見られた地震波到来方向を踏まえ保守的に設定する。



< 地震動の顕著な増幅の地震動評価への反映方法の概要 (統計的グリーン関数法) >

< 1 地震動の顕著な増幅の地震動評価への反映 >

# 地震動の顕著な増幅の地震動評価への反映方法

(断層モデルを用いた手法による地震動評価 (増幅係数) )

- 増幅を考慮する周期帯は、2009年駿河湾の地震（本震）で5号炉周辺の顕著な増幅が見られた周期帯0.2～0.5秒を参考としてより広帯域に設定する。
- 増幅を考慮する程度は、2009年駿河湾の地震（本震）におけるはぎとり波の加速度フーリエスペクトル比（5G1/3G1, 5RB/3G1）及び周期別SI値比（周期0.02～0.5秒）を参考として設定する。
- 2009年駿河湾の地震（本震）は増幅の程度が最も大きく、信頼性の高い記録が得られた地震である。

<2009年駿河湾の地震（本震）における周期別SI値比※1>  
(周期0.02～0.5秒※2)

	NS	EW	UD
4G1/3G1	0.93	1.08	0.72
5G1/3G1	2.40	1.97	1.42
5RB/3G1	2.47	2.50	1.38

※1 構造物の応答に関連する指標であり、下記により定義される。

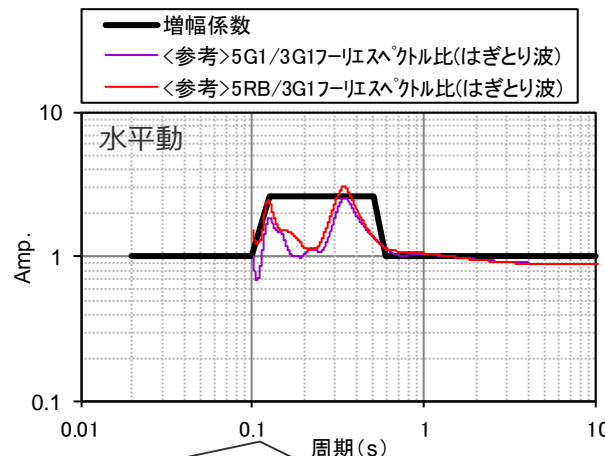
$$\text{周期別SI値} = \int_{T_1}^{T_2} S_v(T, h) dT$$

ここで、 $S_v$  : 擬似速度応答スペクトル  
T : 周期  
h : 減衰定数 (5%とする)

※2 2009年駿河湾の地震（本震）の応答スペクトルにおいて5号炉周辺の顕著な増幅が見られた周期帯。

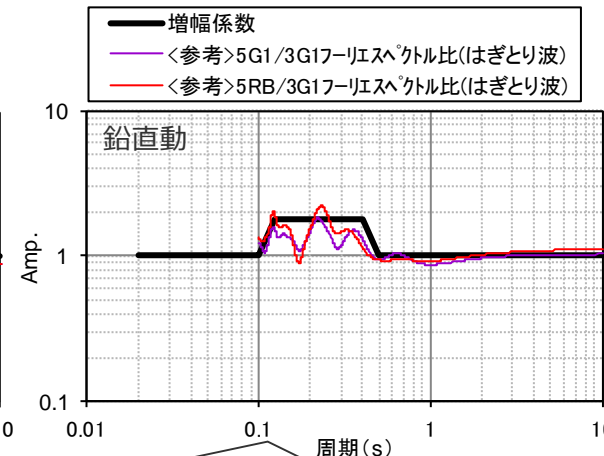
<増幅係数>

周期(s)	水平動	周期(s)	鉛直動
0.02	1	0.02	1
0.1	1	0.1	1
0.125	2.6	0.125	1.8
0.5	2.6	0.4	1.8
0.6	1	0.5	1
10	1	10	1



増幅係数及びフーリエスペクトル比の積分値に基づき、以下の比率を算出（周期0.1～0.6秒）。

- ・増幅係数 / (5G1/3G1フーリエスペクトル比) = 1.58
- ・増幅係数 / (5RB/3G1フーリエスペクトル比) = 1.39

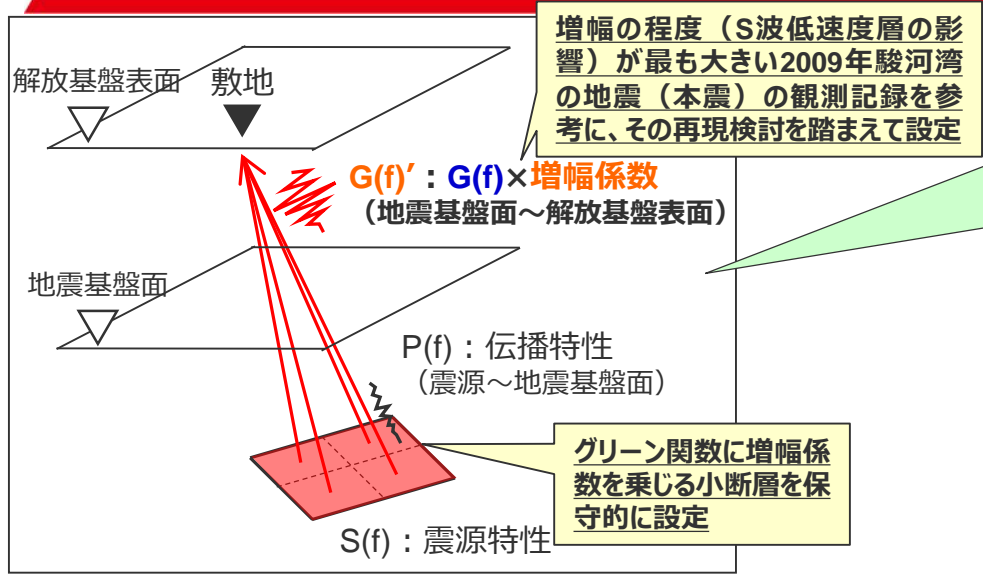


増幅係数及びフーリエスペクトル比の積分値に基づき、以下の比率を算出（周期0.1～0.5秒）。

- ・増幅係数 / (5G1/3G1フーリエスペクトル比) = 1.28
- ・増幅係数 / (5RB/3G1フーリエスペクトル比) = 1.20

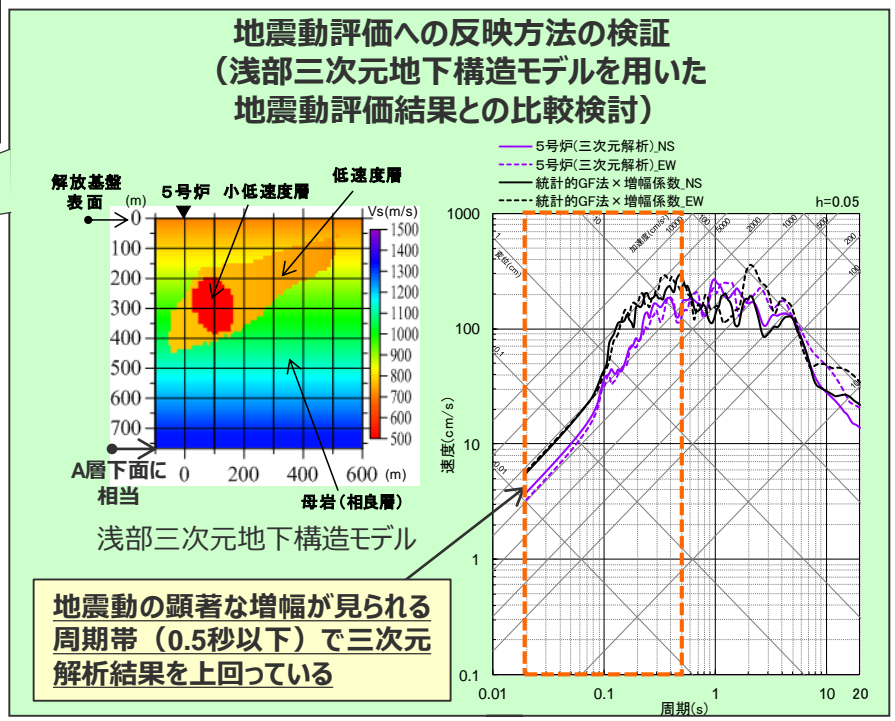
<増幅係数>

# < 1 地震動の顕著な増幅の地震動評価への反映 > 地震動の顕著な増幅の地震動評価への反映方法 (断層モデルを用いた手法による地震動評価)

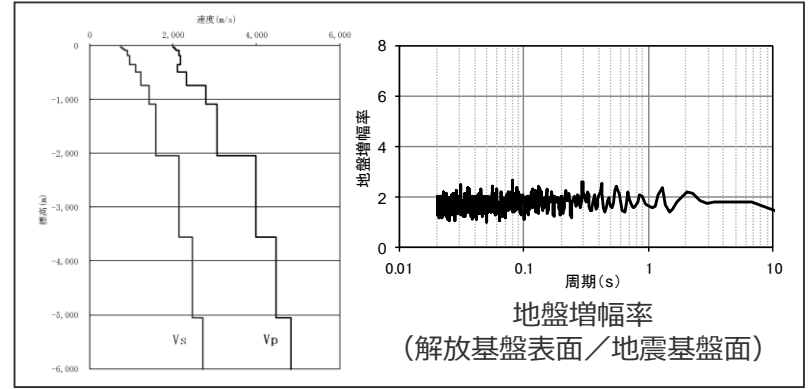


敷地におけるグリーン関数  
=  $S(f) \times P(f) \times G(f)$  ( $G(f) \times$  増幅係数)

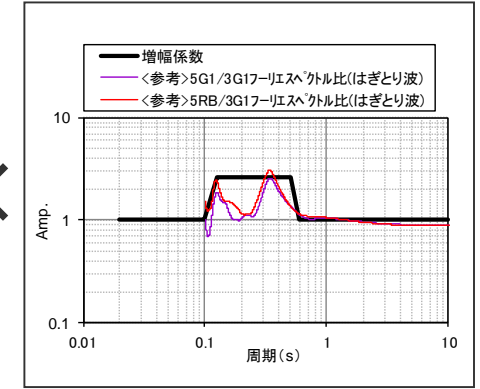
$G(f) : S$ 波低速度層の影響を考慮した地盤増幅特性



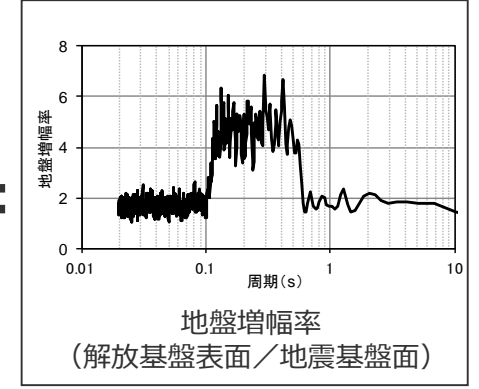
$G(f) : 一$ 次元地下構造モデルの地盤増幅率



増幅係数 : S波低速度層の影響を考慮



$G(f)$



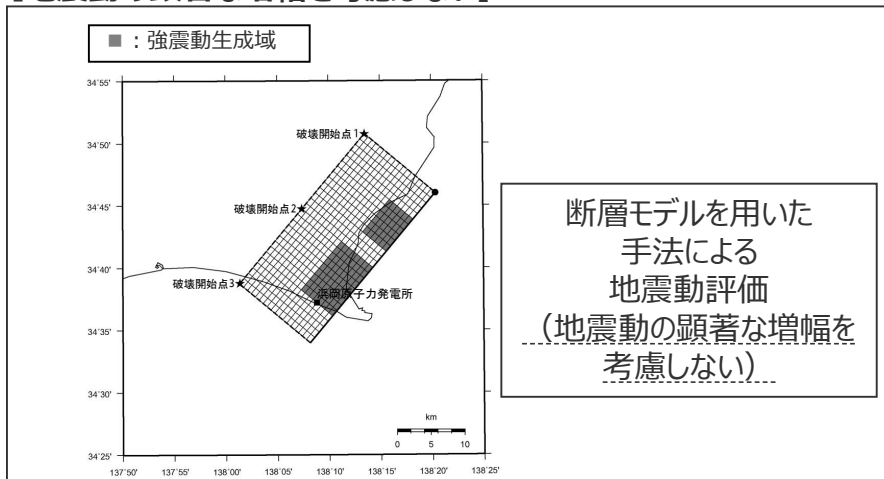
< 1 地震動の顕著な増幅の地震動評価への反映 >

# 地震動の顕著な増幅の地震動評価への反映方法

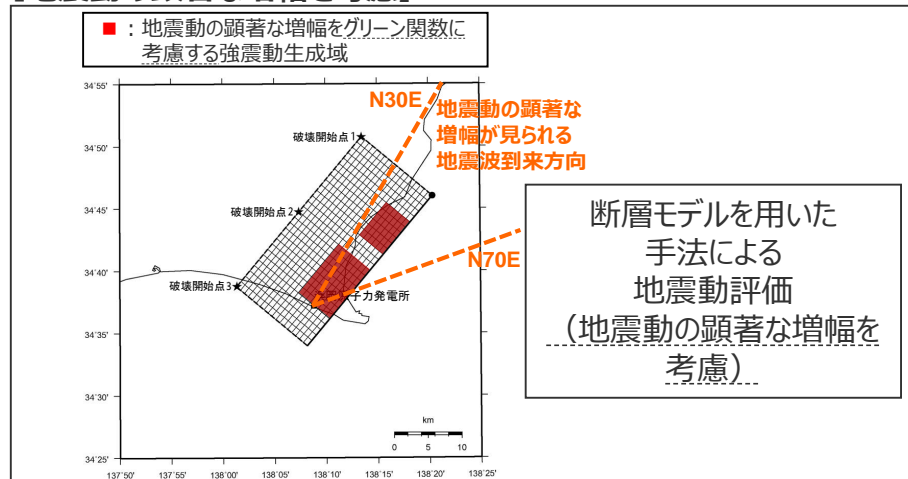
(応答スペクトルに基づく地震動評価)

○ 応答スペクトルに基づく地震動評価における地震動の顕著な増幅の反映に際しては、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平均応答スペクトル比（「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】



平均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)

$$= \text{応答スペクトルに基づく地震動評価結果 (地震動の顕著な増幅を考慮しない)} \times \text{平均応答スペクトル比}$$

< 応答スペクトルに基づく地震動評価の例 (海洋プレート内地震の地震動評価の場合) >

---

余白



# 地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価の方針

## (概要)

### 【地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価の方針】

- 「地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価」は、2009年駿河湾の地震の地震波到来方向付近（N30E～N70E）で地震動の顕著な増幅が見られる「地震動の顕著な増幅を考慮する領域」（5号炉周辺）を対象とする。
- 「地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価」は、「地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価」の内容を踏まえるとともに、地震動の顕著な増幅が特定の地震波到来方向（N30E～N70E）にのみ見られることと各地震タイプ（内陸地殻内地震、プレート間地震、海洋プレート内地震）の地震動評価の特徴との関係を考慮して、検討用地震の選定及び震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の設定を行う。



### 【検討用地震の選定（地震動の顕著な増幅を考慮）の方針】

- 内陸地殻内地震及びプレート間地震については、断層位置が詳細な調査で特定されている特徴を踏まえ、「地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価」の検討用地震のうち、震源断層が地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）に位置する地震を、「地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価」の検討用地震として選定する。
- 海洋プレート内地震については、断層位置が詳細な調査でも特定できない特徴を踏まえ、「地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価」の検討用地震の震源断層を、地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）に移動させて、「②地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価」の検討用地震として選定する。
- 選定した検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）について、他の地震の影響が小さいことを確認する。

### 【震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の設定の方針】

- 「地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価」において、検討用地震の基本震源モデル及び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、基本的には、「地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価」における基本震源モデル及び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しない）と同じとする。ただし、断層位置及び強震動生成域（アスペリティ）の位置が偶発的な不確かさに分類される場合は、地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）を踏まえて、より保守的な評価となるよう、断層位置及び強震動生成域（アスペリティ）の位置を設定する。

### 【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）の小断層の設定】

- 地震動の顕著な増幅は、地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）にある強震動生成域（アスペリティ）の小断層に考慮する。その際、敷地における地震動の増幅特性の分析の結果、地震波の入射角が鉛直下方に近づく敷地近傍は、地震動の顕著な増幅が見られない傾向があるものの、地震動に与える影響が大きいことを重視し、保守的な評価となるよう、敷地近傍を含めて地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）にある強震動生成域（アスペリティ）の小断層に地震動の顕著な増幅を考慮するとともに、敷地近傍において地震動の顕著な増幅を考慮する小断層の範囲が地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）より広い設定とする。

## 地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価の方針

(検討用地震の選定)

### **【検討用地震の選定（地震動の顕著な増幅を考慮）の方針】（p.16再掲）**

- 内陸地殻内地震及びプレート間地震については、断層位置が詳細な調査で特定されている特徴を踏まえ、「地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価」の検討用地震のうち、震源断層が地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）に位置する地震を、「地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価」の検討用地震として選定する。
- 海洋プレート内地震については、断層位置が詳細な調査でも特定できない特徴を踏まえ、「地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価」の検討用地震の震源断層を、地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）に移動させて、「地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価」の検討用地震として選定する。
- 選定した検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）について、他の地震の影響が小さいことを確認する。



### **内陸地殻内地震の検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）**

- 検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）とした「御前崎海脚西部の断層帯による地震」及び「A-17断層よる地震」のうち「御前崎海脚西部の断層帯による地震」は、震源断層が地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）に位置することを踏まえ、検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）としても選定した。

### **プレート間地震の検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）**

- 検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）とした「内閣府(2012)による南海トラフで想定される最大クラスの地震（Mw9.0、内閣府モデル（最大クラスの地震））」は、震源断層が地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）に位置することを踏まえ、検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）としても選定した。

### **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）**

- 検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）とした「敷地下方の想定スラブ内地震」は、その震源断層を地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）に移動させて、検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）としても選定した。
- 上記のとおり選定した検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）について、他の地震の影響が小さいことを確認した。

< 1 地震動の顕著な増幅の地震動評価への反映 >

# 地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価の方針

(検討用地震の選定)

< 検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）との関係 >

地震タイプ	検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）	検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）	備考
内陸地殻内地震	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	震源断層が地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）に位置する
	A-17断層による地震	検討用地震として選定しない	震源断層が地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）に位置しない
プレート間地震※	内閣府(2012)による南海トラフで想定される最大クラスの地震（Mw9.0、内閣府モデル（最大クラスの地震））	内閣府(2012)による南海トラフで想定される最大クラスの地震（Mw9.0、内閣府モデル（最大クラスの地震））	震源断層が地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）に位置する
海洋プレート内地震	敷地下方の想定スラブ内地震	敷地下方の想定スラブ内地震	震源断層を地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）に移動させて設定

※分岐断層の強震動励起特性に係る不確かさで用いるプレート間地震に伴う分岐断層の代表断層（地震動の顕著な増幅を考慮）の選定については、後述参照。

・選定した検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）について、他の地震の影響が小さいことを確認。

# 地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価の方針

## (震源モデルの設定)

### **【震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の設定の方針】（p.16再掲）**

- 「地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価」において、検討用地震の基本震源モデル及び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、基本的には、「地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価」における基本震源モデル及び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しない）と同じとする。ただし、断層位置及び強震動生成域（アスペリティ）の位置が偶発的な不確かさに分類される場合は、地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）を踏まえて、より保守的な評価となるよう、断層位置及び強震動生成域（アスペリティ）の位置を設定する。



### **内陸地殻内地震の地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価の概要（検討用地震：御前崎海脚西部の断層帯による地震）**

- 断層位置は認識論的な不確かさに分類され、アスペリティの位置は偶発的な不確かさに分類される。
- これらを踏まえ、基本震源モデル及び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、基本震源モデル及び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しない）において敷地近傍のアスペリティが地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）に位置しているため、これと同じとし、アスペリティの一部に地震動の顕著な増幅を考慮して地震動評価を行う。

### **プレート間地震の地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価の概要**

#### **（検討用地震：内閣府(2012)による南海トラフで想定される最大クラスの地震（Mw9.0、内閣府モデル（最大クラスの地震）））**

- 断層位置は認識論的な不確かさに分類され、強震動生成域の位置は、基本的には認識論的な不確かさに分類されるが、偶発的な不確かさの要素も有している。
- これらを踏まえ、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）は、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と同じとし、地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）に位置する強震動生成域の一部に地震動の顕著な増幅を考慮して地震動評価を行う。
- 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、強震動生成域の位置が偶発的な不確かさの要素も有していることも踏まえ、より保守的な評価となるよう、敷地近傍を含めて地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）に強震動生成域が位置する震源モデルを新たに設定して、地震動評価を行う。

### **海洋プレート内地震の地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価の概要（検討用地震：敷地下方の想定スラブ内地震）**

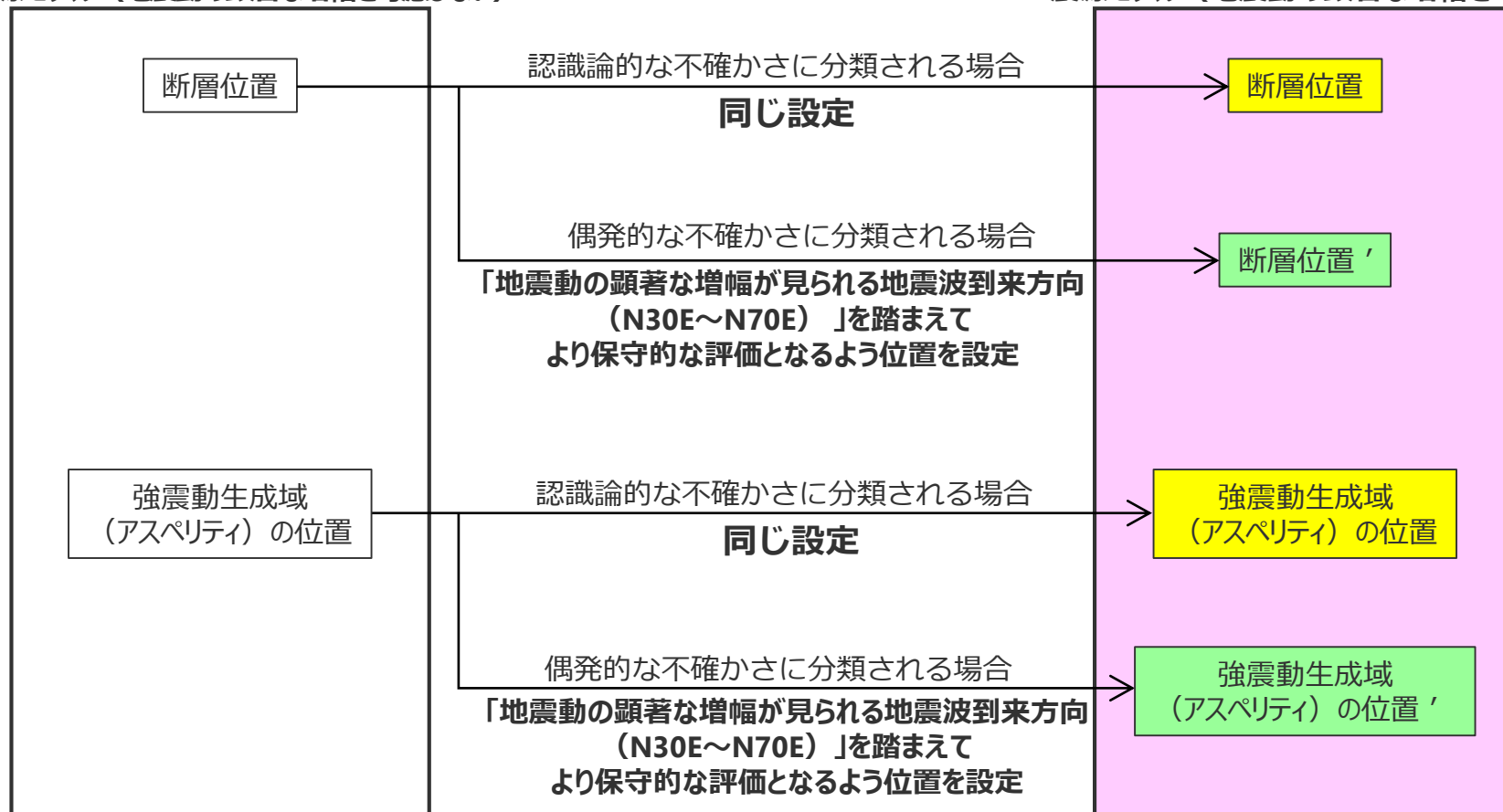
- 断層位置及び強震動生成域の位置は偶発的な不確かさに分類される。
- これを踏まえ、基本震源モデル及び不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）は、より保守的な評価となるよう、基本震源モデル及び不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の震源断層を移動させて、敷地近傍を含めて地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）に強震動生成域が位置するよう震源モデルを新たに設定して、地震動評価を行う。

# 地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価の方針

(震源モデルの設定)

基本震源モデル及び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しない)

基本震源モデル及び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)



■ : 認識論的な不確かさに分類されるもの   ■ : 偶発的な不確かさに分類されるもの

# 地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価の方針

(震源モデルの設定)

<震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）との関係>

■ : 認識論的な不確かさに分類されるもの ■ : 偶発的な不確かさに分類されるもの

地震タイプ (検討用地震)	断層パラメータ	分類	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)
内陸地殻内地震 (御前崎海脚西部の 断層帯による地震)	断層位置	認識論的な 不確かさ	震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と同じ	同左
	アスペリティの 位置	偶発的な 不確かさ	「地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）」を踏まえてより保守的な評価となるよう位置を設定 ⇒ただし、震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）のアスペリティが地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向に位置（N30E～N70E）しているため、変更なし	同左
プレート間地震* (内閣府(2012)による 南海トラフで想定される 最大クラスの地震 (Mw9.0、内閣府モデル (最大クラスの地震))	断層位置	認識論的な 不確かさ	震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と同じ	同左
	強震動生成域の 位置	基本的には認識論的な 不確かさ 偶発的な不確かさの 要素も有する	基本的には認識論的な不確かさに分類されるため、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と同じ	強震動生成域の位置が偶発的な不確かさの要素も有しているため、「地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）」を踏まえてより保守的な評価となるよう位置を設定
海洋プレート内地震 (敷地下方の想定スラブ 内地震)	断層位置	偶発的な 不確かさ	「地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）」を踏まえてより保守的な評価となるよう位置を設定	同左
	強震動生成域の 位置	偶発的な 不確かさ		

\*分岐断層の強震動励起特性に係る不確かさで用いるプレート間地震に伴う分岐断層の震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の設定については、後述参照。

# 地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価の方針

(検討用地震の選定及び震源モデルの設定 (内陸地殻内地震) )

## 検討用地震 (地震動の顕著な増幅を考慮)

○ 検討用地震 (地震動の顕著な増幅を考慮しない) として「御前崎海脚西部の断層帯による地震」及び「A-17断層による地震」のうち「御前崎海脚西部の断層帯による地震」は、震源断層が地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向 (N30E~N70E) に位置することを踏まえ、検討用地震 (地震動の顕著な増幅を考慮) としても選定。

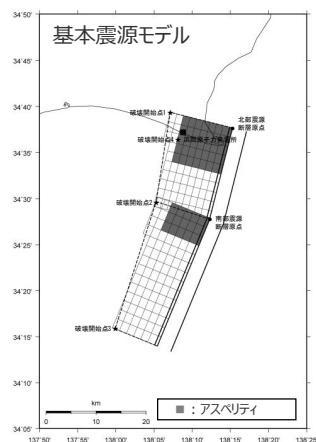
## 基本震源モデル及び不確かさを考慮した震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮しない)

### 【断層位置】

○ 活断層調査結果等に基づき設定。

### 【アスペリティの位置】

○ 敷地に近い位置に設定。



認識論的な不確かさに分類

同じ設定

偶発的な不確かさに分類

「地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向 (N30E~N70E)」を踏まえてより保守的な評価となるよう位置を設定

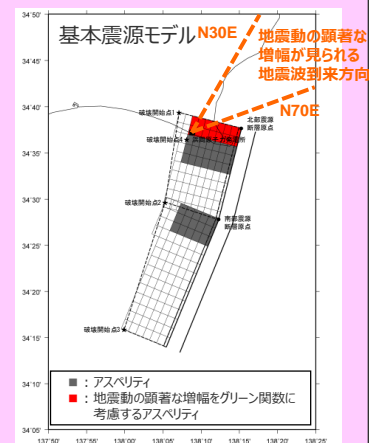
## 基本震源モデル及び不確かさを考慮した震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮)

### 【断層位置】

○ 同左。

### 【アスペリティの位置】

○ 同左。  
(敷地近傍のアスペリティが、地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向 (N30E~N70E) に位置しているため。)



■ : 認識論的な不確かさに分類されるもの

■ : 偶発的な不確かさに分類されるもの

# 地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価の方針

(検討用地震の選定及び震源モデルの設定 (プレート間地震) )

## 検討用地震 (地震動の顕著な増幅を考慮)

- 検討用地震 (地震動の顕著な増幅を考慮しない) として「内閣府(2012)による南海トラフで想定される最大クラスの地震 (Mw9.0、内閣府モデル (最大クラスの地震) )」は、震源断層が地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向 (N30E~N70E) に位置することを踏まえ、検討用地震 (地震動の顕著な増幅を考慮) としても選定。

## 基本震源モデル及び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しない)

### 【断層位置 (プレート境界面)】

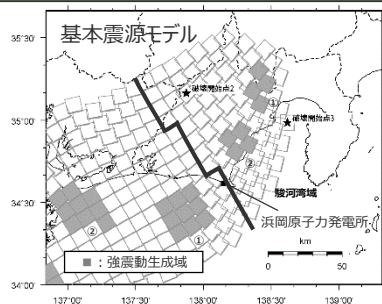
- 地下構造調査結果等に基づき設定された内閣府(2012)によるプレート境界面。

### 【強震動生成域の位置 (基本震源モデル)】

- 内閣府(2012)に基づき、過去の地震の震度分布との比較・検討により、強震動生成域の位置等の妥当性が検証された中央防災会議(2003b)による強震断層モデルに基づき設定

### 【強震動生成域の位置 (不確かさを考慮した震源モデル)】

- 敷地直下に設定。



認識論的な不確かさに分類

同じ設定

基本的には認識論的な不確かさに分類

同じ設定

偶発的な不確かさの要素も有する

「地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向 (N30E~N70E)」を踏まえてより保守的な評価となるよう位置を設定

## 基本震源モデル及び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)

### 【断層位置】

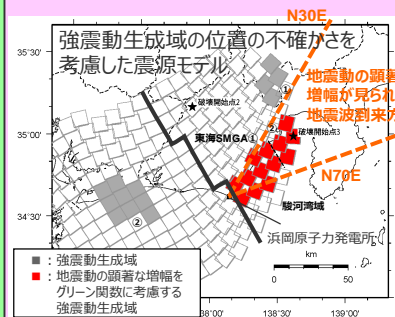
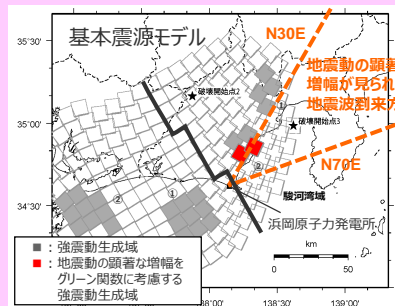
- 同左。

### 【強震動生成域の位置 (基本震源モデル)】

- 同左。

### 【強震動生成域の位置 (不確かさを考慮した震源モデル)】

- 敷地近傍を含めて地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向 (N30E ~ N70E) に強震動生成域が位置するよう、強震動生成域を設定。



■ : 認識論的な不確かさに分類されるもの

■ : 偶発的な不確かさに分類されるもの



# 地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価の方針

( 検討用地震の選定及び震源モデルの設定 ( 海洋プレート内地震 ) )

## 検討用地震 ( 地震動の顕著な増幅を考慮 )

- 検討用地震 ( 地震動の顕著な増幅を考慮しない ) として「敷地下方の想定スラブ内地震」は、その震源断層を地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向 ( N30E ~ N70E ) に移動させて、検討用地震 ( 地震動の顕著な増幅を考慮 ) としても選定。



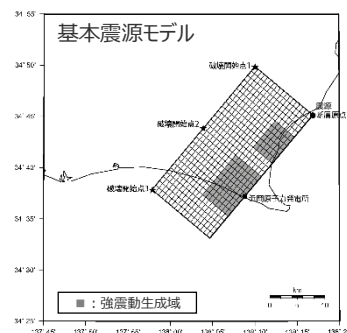
## 基本震源モデル及び不確かさを考慮した震源モデル ( 地震動の顕著な増幅を考慮しない )

### 【断層位置】

- 敷地下方に設定。

### 【強震動生成域の位置】

- 震源断層の上端に設定。



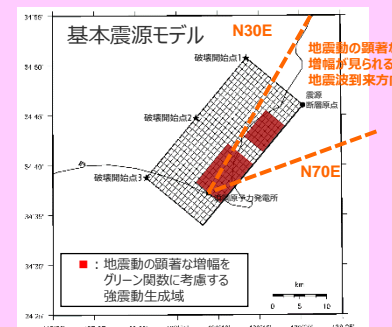
偶発的な不確かさに分類

「地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向 ( N30E ~ N70E ) 」を踏まえてより保守的な評価となるよう位置を設定

## 基本震源モデル及び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 )

### 【断層位置及び強震動生成域の位置】

- 敷地近傍を含めて地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向 ( N30E ~ N70E ) にかけて強震動生成域が位置するよう、断層位置を移動させて設定。



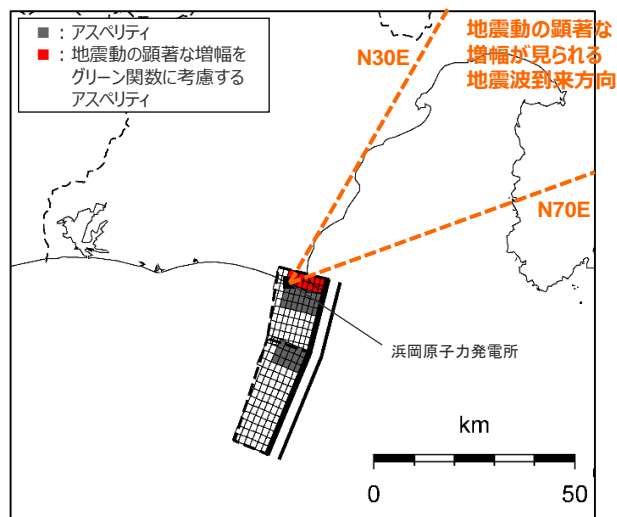
 : 認識論的な不確かさに分類されるもの  : 偶発的な不確かさに分類されるもの

# 地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価の方針

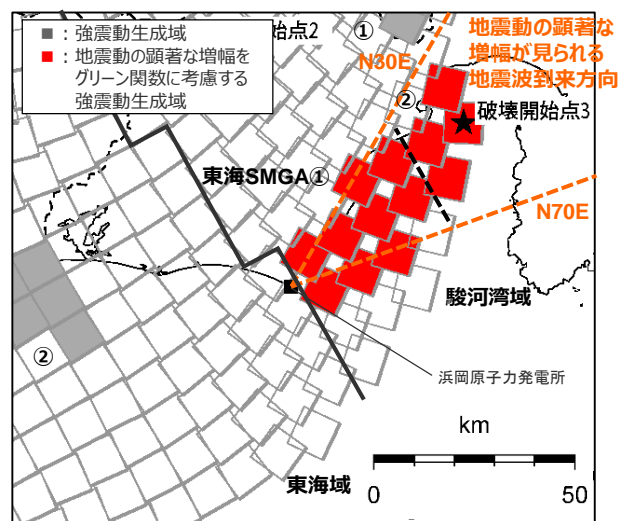
(地震動の顕著な増幅を考慮する強震動生成域 (アスペリティ) の小断層の設定)

## 【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) の小断層の設定】

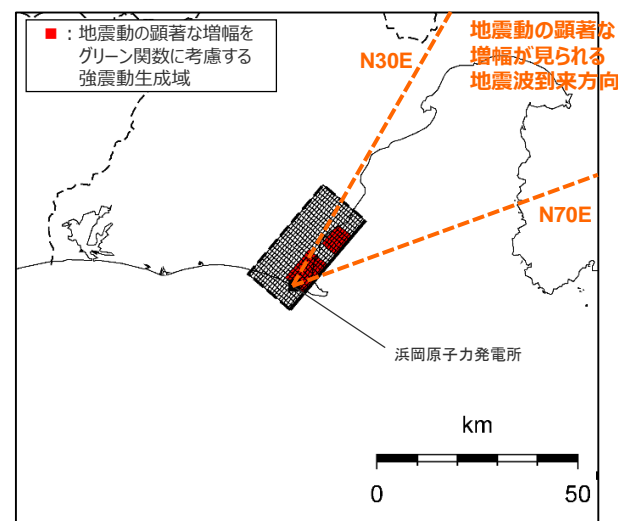
- 地震動の顕著な増幅は、地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向 (N30E~N70E) にある強震動生成域 (アスペリティ) の小断層のグリーン関数に考慮する。
- その際、敷地における地震動の増幅特性の分析の結果、地震波の入射角が鉛直下方に近づく敷地近傍は、地震動の顕著な増幅が見られない傾向があるものの、地震動に与える影響が大きいことを重視し、保守的な評価となるよう、敷地近傍を含めて地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向 (N30E~N70E) にある強震動生成域 (アスペリティ) の小断層に地震動の顕著な増幅を考慮するとともに、敷地近傍において地震動の顕著な増幅を考慮する小断層の範囲が地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向 (N30E~N70E) より広い設定とする。



(内陸地殻内地震 (基本震源モデル (御前崎海脚西部の断層帯による地震) ))



(プレート間地震 (強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル) )



(海洋プレート内地震 (基本震源モデル (敷地下方の想定スラブ内地震) ))

< 各地震タイプの強震動生成域 (アスペリティ) 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) >

## 地震動の顕著な増幅を考慮する場合に係る追加説明項目

項目	地震動の顕著な増幅を考慮しない場合と同じ説明項目	地震動の顕著な増幅を考慮する場合に係る追加説明項目
<b>1 検討用地震の選定</b>		
検討用地震の選定	—	増幅特性を踏まえた検討用地震の検討
<b>2 震源モデルの設定</b>		
基本震源モデルの設定	設定方針 震源断層パラメータの設定（強震動生成域（アスペリティ）の位置以外）	増幅特性を踏まえた強震動生成域（アスペリティ）の位置の設定
不確かさを考慮した震源モデルの設定	不確かさ考慮の考え方	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）の小断層の設定
<b>3 地震動評価</b>		
地震動評価手法（評価方針）	評価方針	地震動評価における地震動の顕著な増幅の反映方法
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の手法	地震動評価における地震動の顕著な増幅の反映方法 増幅特性を踏まえた適用性検討 地震動の顕著な増幅を反映した地震動評価結果
断層モデルを用いた地震動評価	断層モデルを用いた手法による地震動評価の手法	地震動評価における地震動の顕著な増幅の反映方法 地震動の顕著な増幅を反映した地震動評価結果
地震動評価結果のまとめ	—	地震動の顕著な増幅を反映した地震動評価結果のまとめ

# 目次

---

- 1 地震動の顕著な増幅の地震動評価への反映 ……p.6～
- 2 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.27～
- 3 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.65～
- 4 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.137～
- 5 まとめ（地震動の顕著な増幅を考慮） ……p.176～

# 全体像

## 検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）

○ 検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）とした「御前崎海脚西部の断層帯による地震」及び「A-17断層よる地震」のうち「御前崎海脚西部の断層帯による地震」は、震源断層が地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）に位置することを踏まえ、検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）としても選定。

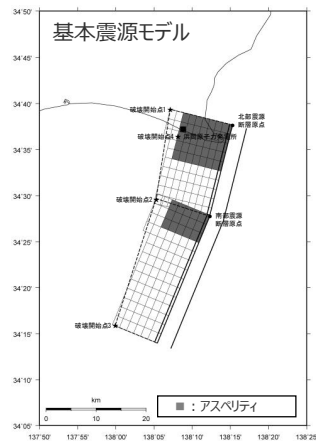
### 基本震源モデル及び不確かさを考慮した震源モデル （地震動の顕著な増幅を考慮しない）

#### 【断層位置】

○ 活断層調査結果等に基づき設定。

#### 【アスペリティの位置】

○ 敷地に近い位置に設定。



認識論的な不確かさに分類

同じ設定

偶発的な不確かさに分類

「地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）」を踏まえてより保守的な評価となるよう位置を設定

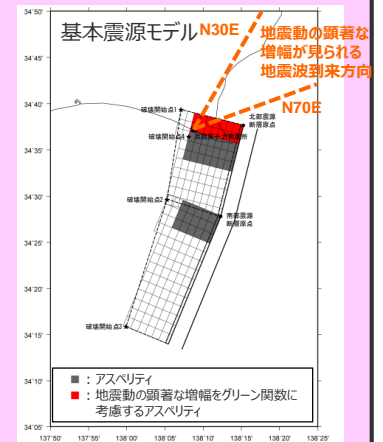
### 基本震源モデル及び不確かさを考慮した震源モデル （地震動の顕著な増幅を考慮）

#### 【断層位置】

○ 同左。

#### 【アスペリティの位置】

○ 同左。  
（敷地近傍のアスペリティが、地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）に位置しているため。）

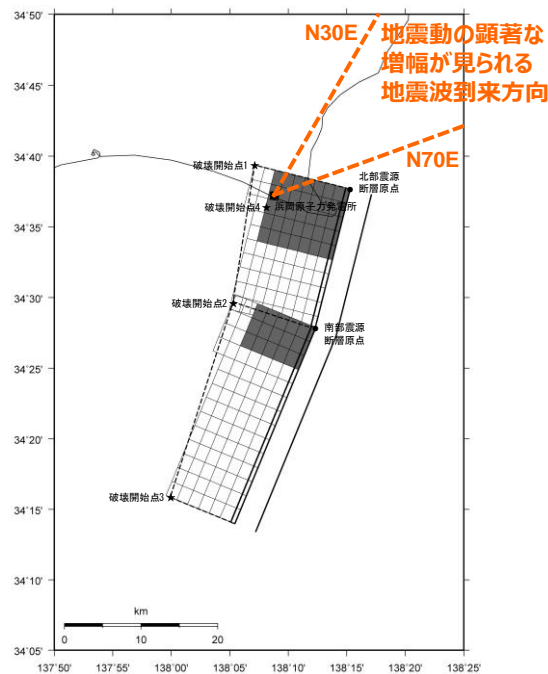


: 認識論的な不確かさに分類されるもの

: 偶発的な不確かさに分類されるもの

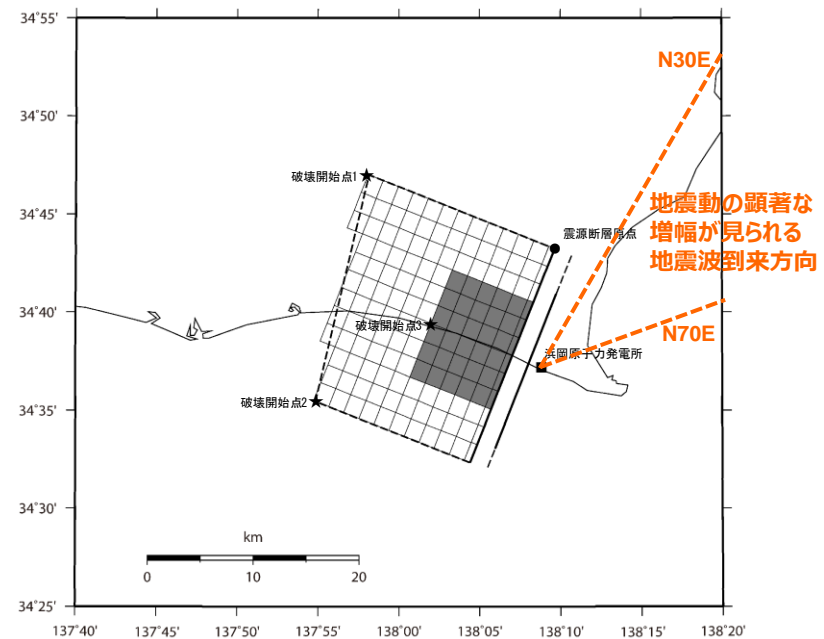
## 検討用地震の選定

○検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）とした「御前崎海脚西部の断層帯による地震」及び「A-17断層による地震」のうち「御前崎海脚西部の断層帯による地震」は、震源断層が地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）に位置することを踏まえ、検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）としても選定した。



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しない））



A-17断層による地震

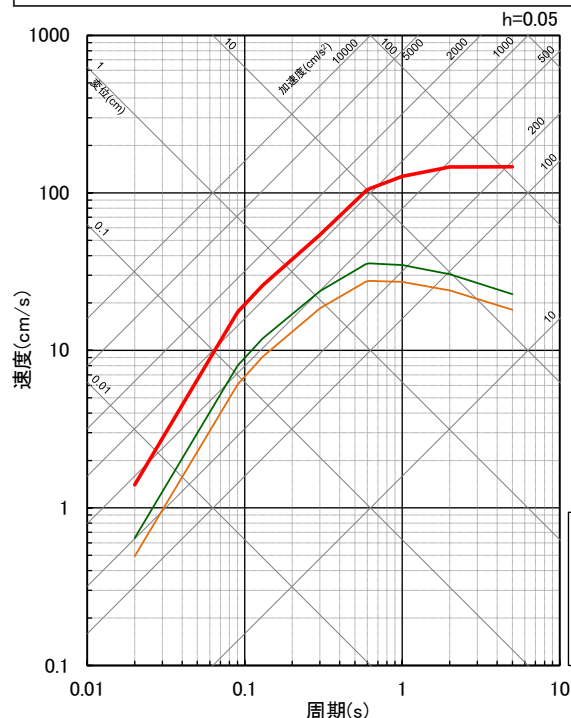
（基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない））

<地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）と検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）との位置関係>

# 検討用地震の選定

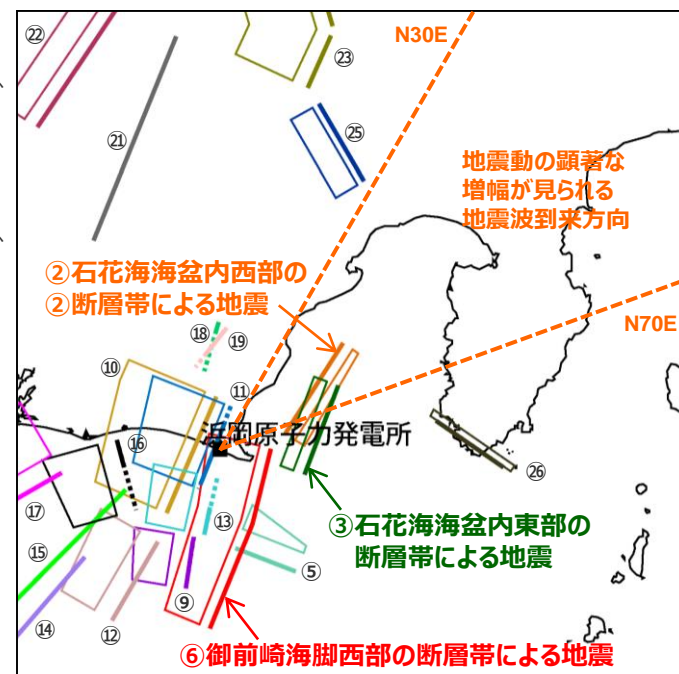
（代表性確認）

- 地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）には、内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層として、検討用地震に選定した御前崎海脚西部の断層帯の他、石花海海盆内西部の断層帯と石花海海盆内東部の断層帯が位置している。
  - 検討用地震である御前崎海脚西部の断層帯による地震と石花海海盆内西部の断層帯による地震及び石花海海盆内東部の断層帯による地震の Noda et al.(2002)による応答スペクトルの比較によると、御前崎海脚西部の断層帯による地震の応答スペクトルは、石花海海盆内西部の断層帯による地震及び石花海海盆内東部の断層帯による地震に比べて、全周期帯に渡って大きくなっており、地震動の顕著な増幅が見られる周期帯（0.02～0.5秒程度）において2～3倍以上大きくなっている。
- ⇒ 御前崎海脚西部の断層帯による地震について、Noda et al.(2002)による応答スペクトルは敷地から離れた位置の石花海海盆内西部の断層帯による地震及び石花海海盆内東部の断層帯による地震に比べて十分大きいこと、アスペリティを敷地に近い位置に設定しており、地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）に位置するアスペリティに地震動の顕著な増幅を考慮することから、地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価においても、御前崎海脚西部の断層帯による地震で検討用地震を代表できると考えられる。



②石花海海盆内西部の断層帯による地震、③石花海海盆内東部の断層帯による地震、⑤F-12断層による地震、⑥御前崎海脚西部の断層帯による地震、⑨A-4断層による地震、⑩A-5・A-18断層による地震、⑪A-17断層による地震、⑫A-6断層による地震、⑬A-41断層による地震、⑭天竜海海底谷に沿った断層による地震、⑮遠州断層系による地震、⑯F-16断層による地震、⑰渥美半島沖の断層による地震、⑱杉沢付近のリニアメント・変位地形による地震、⑲大島付近のリニアメント・変位地形による地震、⑳濃尾断層帯による地震、㉑中央構造線北端部による地震、㉒伊那谷断層帯による地震、㉓糸魚川－静岡構造線活断層帯による地震、㉔身延断層による地震、㉕石廊崎断層による地震

- ②石花海海盆内西部の断層帯による地震(Mj7.0, Xeq28.2)
- ③石花海海盆内東部の断層帯による地震(Mj7.0, Xeq23.1)
- ⑥御前崎海脚西部の断層帯による地震(Mj7.4, Xeq17.1)



<Noda et al.(2002)による応答スペクトルの比較※1>  
（地震動の顕著な増幅を考慮しない）（一様断層モデル）

<活断層の位置図※2>

※1 Xeqは、等価震源距離（km）を表す。

※2 活断層の位置図中の太実線は地表トレスを、太点線は地表トレス（拡張部分）を表す。





## 基本震源モデルの設定

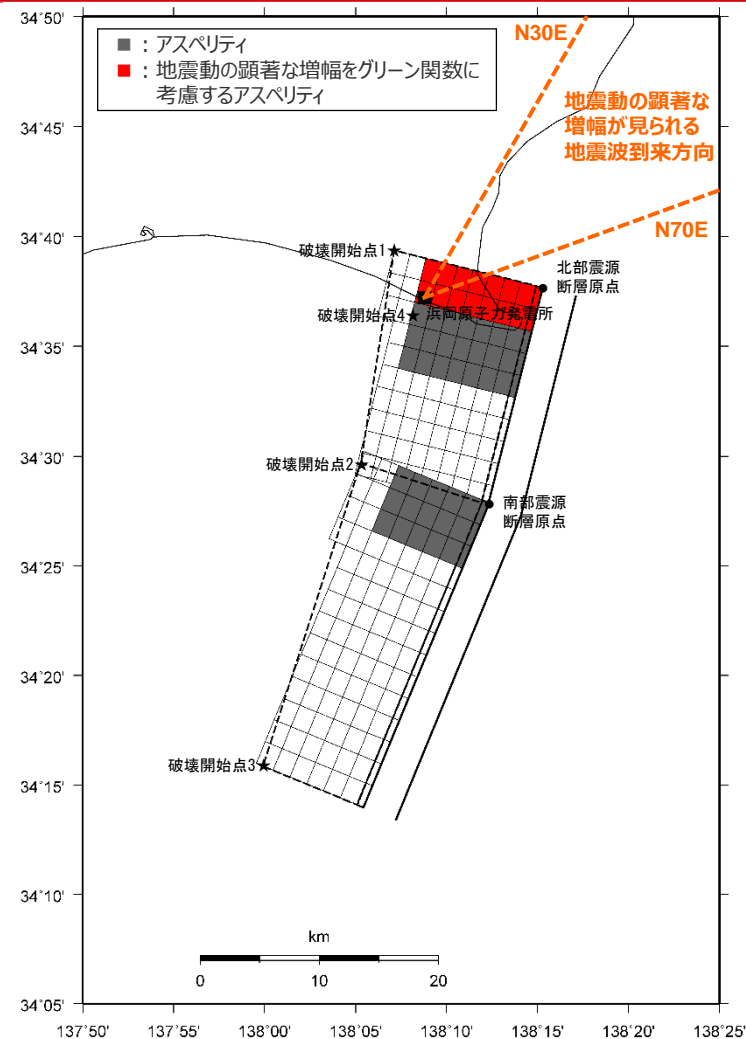
- 基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の設定方針及び震源断層パラメータは、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と同じとする。

### 【設定方針】

- 「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）は、地質調査結果及び強震動予測レシピ(2017)に基づき設定する。

### 【震源断層パラメータ】

- 震源断層長さ
  - ・地質調査結果、断層傾斜角及び地震発生層上端深さとの関係を踏まえ、震源断層長さを46.5kmとして設定。
- 断層面の位置
  - ・地質調査結果に基づき設定。
- 地震発生層
  - ・上端深さは5km、下端深さはプレート境界面（内閣府(2012)による）として設定。
- 断層タイプ・断層傾斜角
  - ・地質調査結果に基づき、断層タイプは西傾斜の逆断層とし、断層傾斜角は深さ6km以浅を60°、深さ6km以深を35°として設定。
- アスペリティの数
  - ・強震動予測レシピ(2017)に基づき、アスペリティは各セグメントに1つとして設定。
- アスペリティの位置
  - ・アスペリティは敷地に近い位置に設定。  
⇒パラメータスタディでアスペリティの深さの代表性を確認（後述（p.35）参照）。
- アスペリティの応力降下量
  - ・強震動予測レシピ(2017)に基づき設定。
- 破壊伝播速度
  - ・強震動予測レシピ(2017)に基づき設定。
- 破壊開始点
  - ・強震動予測レシピ(2017)に基づき、破壊の伝播方向が敷地へ向かうよう複数設定。



< 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） >

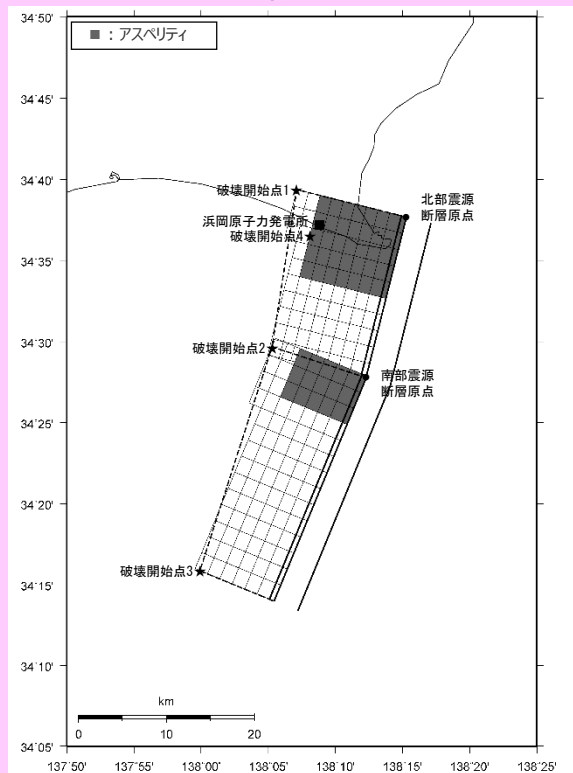
・震源モデル図及び震源断層パラメータの詳細は、補足説明資料① p.3,4参照。

## 基本震源モデルの設定

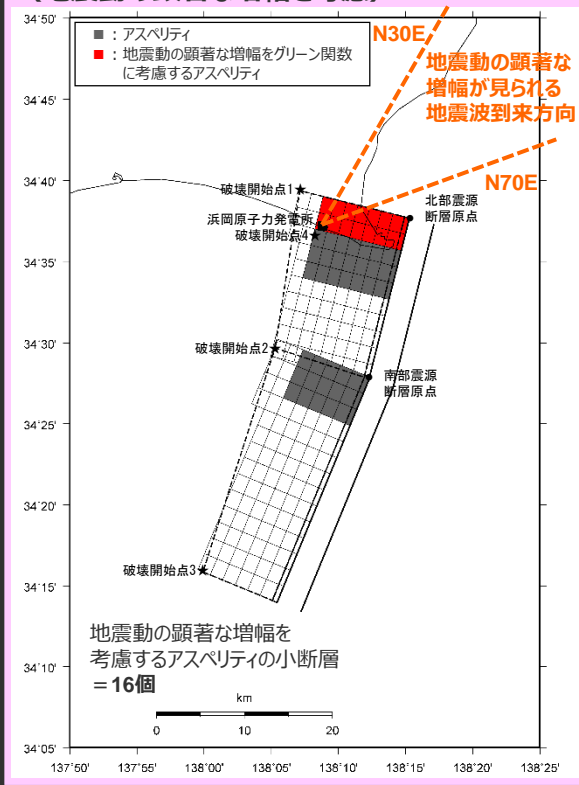
### （地震動の顕著な増幅を考慮するアスペリティの小断層の設定）

- 「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）について、地震動の顕著な増幅は、地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）にあるアスペリティの小断層に考慮する。
- 具体的には、敷地における地震動の増幅特性の分析の結果、地震波の入射角が鉛直下方に近づく敷地近傍は、地震動の顕著な増幅が見られない傾向があるものの、地震動に与える影響が大きいことを重視し、保守的な評価となるよう、敷地から北北東方向にあるアスペリティの小断層の全てに対し地震動の顕著な増幅を考慮することにより、敷地近傍を含めて地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）にあるアスペリティの小断層に地震動の顕著な増幅を考慮するとともに、敷地近傍において地震動の顕著な増幅を考慮する小断層の範囲が地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）より広い設定とする。
- 地震動の顕著な増幅を考慮するアスペリティの小断層の設定の保守性は、次ページ参照。

基本震源モデル  
（地震動の顕著な増幅を考慮しない）



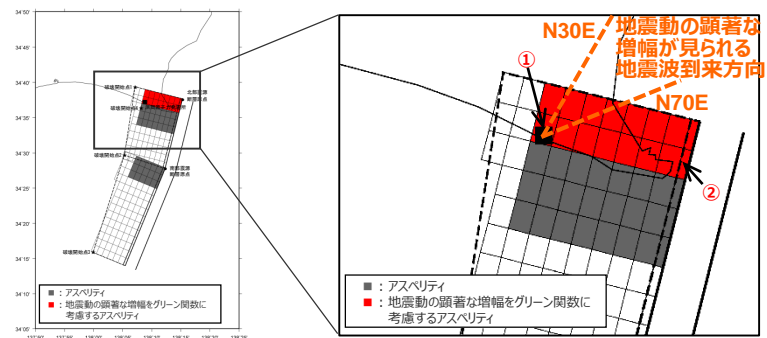
基本震源モデル  
（地震動の顕著な増幅を考慮）



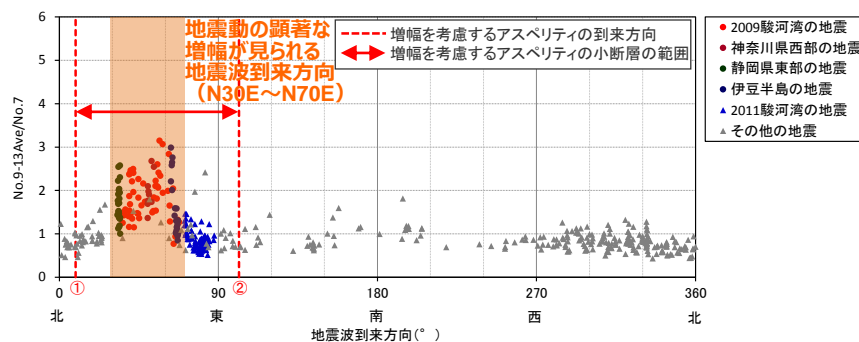
## 基本震源モデルの設定

（地震動の顕著な増幅を考慮するアスペリティの小断層の設定）

○地震動の顕著な増幅を考慮するアスペリティの小断層（■で示す小断層）の範囲については、地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）より広く、保守的な設定となっている。



震源モデル図（全体） 震源モデル図（アスペリティ拡大）

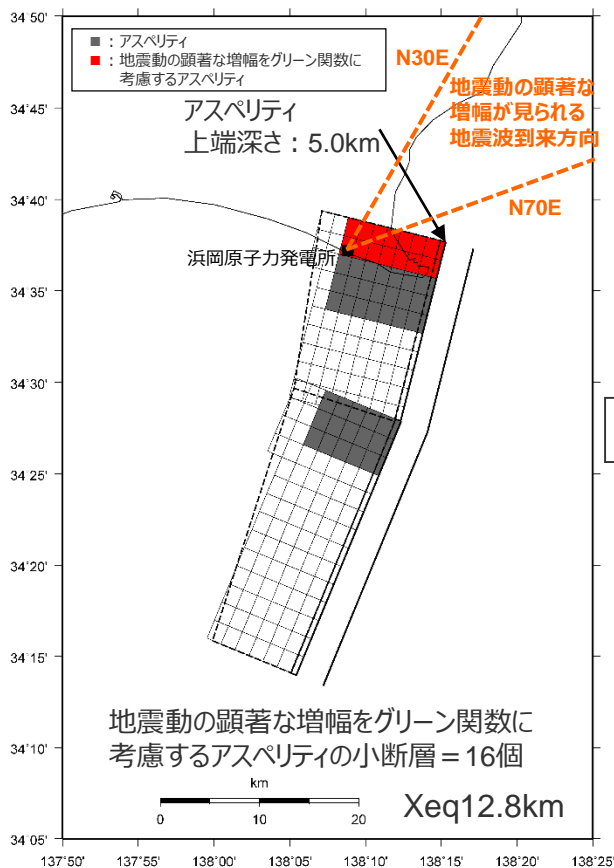


5号炉周辺観測点における各地震の地震波到来方向毎の振幅比（No.7基準）とアスペリティの小断層の地震波到来方向との関係

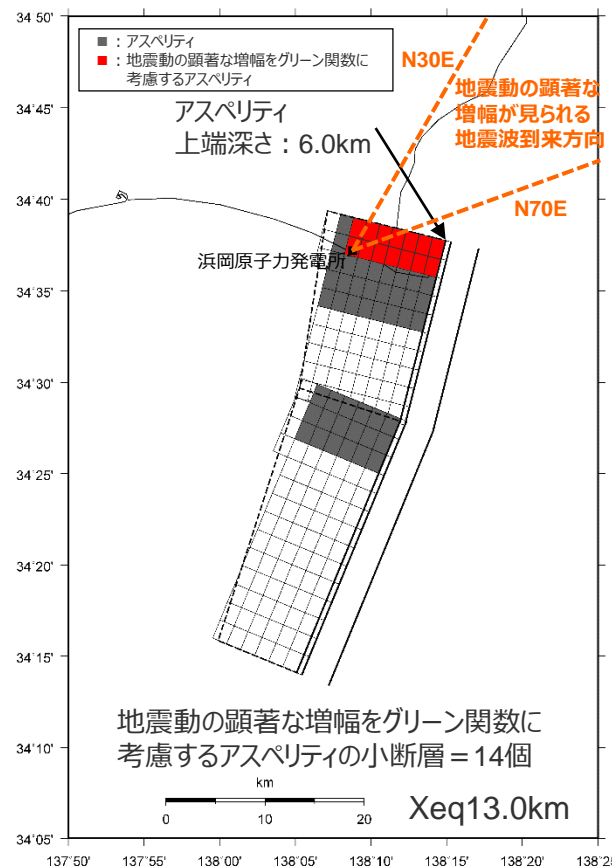
# 基本震源モデルの設定

(アスペリティの妥当性確認)

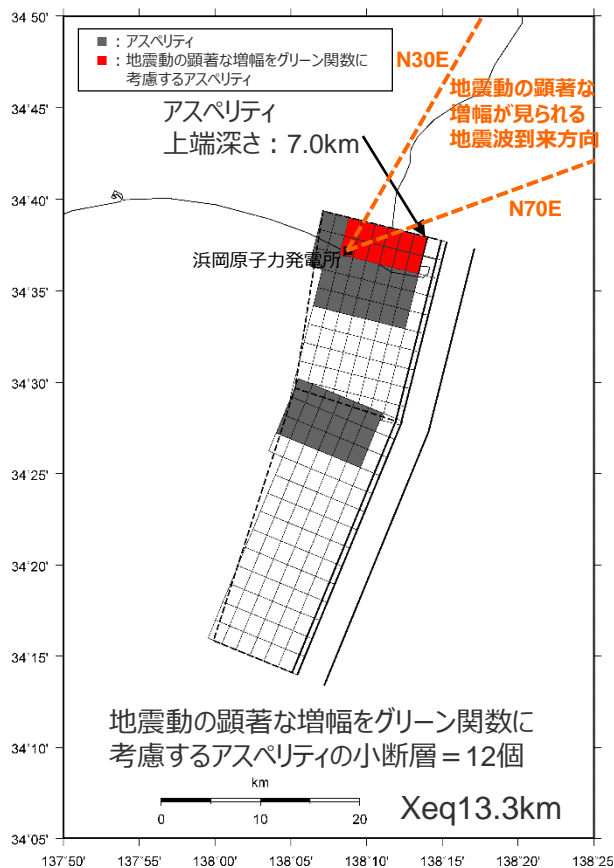
○「御前崎海脚西部の断層帯による地震」の基本震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮) は、アスペリティ上端深さを地震発生層上端深さである5kmとして設定している。これに対し、アスペリティの深さを変更したケース①、②を設定して比較し、基本震源モデルは、等価震源距離 $X_{eq}$ が最も短く、地震動の顕著な増幅を考慮する小断層の範囲が最も大きくなることを確認した。



<基本震源モデル>



<ケース①>



<ケース②>

・ケース①、ケース②の震源断層パラメータは基本震源モデルと同じ。

---

余白

## 不確かさを考慮した震源モデルの設定

不確かさを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

### 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、地質調査結果及び強震動予測レシピ(2017)に基づき設定。アスペリティは敷地に近い位置に配置し、破壊開始点は破壊の伝播方向が敷地へ向かうよう複数設定。

### 基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）に予め考慮した不確かさ（①アスペリティの位置+②破壊開始点）

#### 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の考慮】

- 新潟県中越沖地震による知見である強震動予測レシピ(2017)の1.5倍の値としたケースを考慮する。

##### 基本震源モデル （地震動の顕著な増幅を考慮） +不確かさ③

##### （アスペリティの応力降下量）

##### 【破壊伝播速度の不確かさの考慮】

- 破壊伝播速度の知見を踏まえて、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の $V_r=0.72\beta$ （ $V_r$ ：破壊伝播速度、 $\beta$ ：S波速度）に対し、 $V_r=0.87\beta$ としたケースを考慮する。

##### 基本震源モデル （地震動の顕著な増幅を考慮） +不確かさ④（破壊伝播速度）

##### （破壊伝播速度）

##### 【断層傾斜角の不確かさの考慮】

- 基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の断層傾斜角 $35^\circ$ （深さ8km以深）に対し、震源断層面が拡大するよう、さらに低角の断層傾斜角 $25^\circ$ としたケースを考慮する。

##### 基本震源モデル （地震動の顕著な増幅を考慮） +不確かさ⑤（断層傾斜角）

##### （断層傾斜角）

##### 【アスペリティの数の不確かさの考慮】

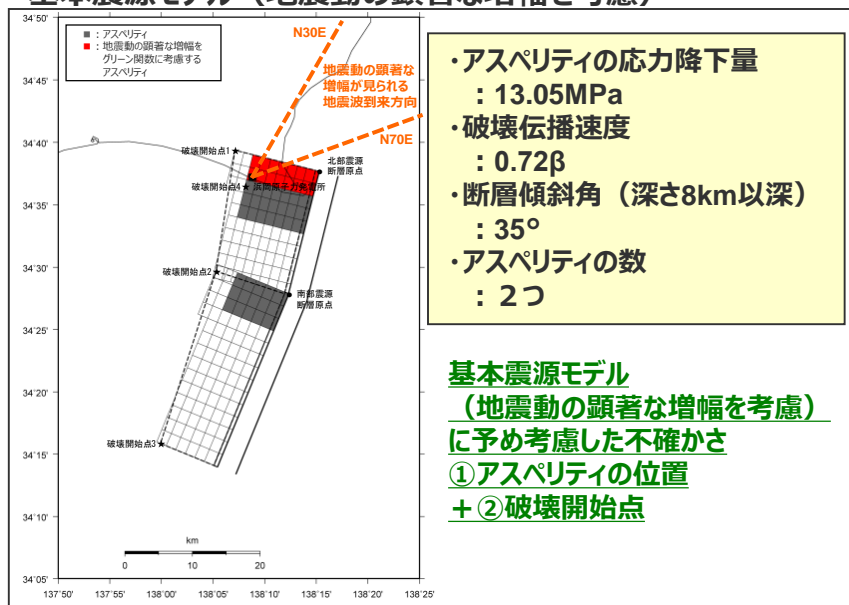
- 基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）のアスペリティ2つに対し、敷地に近い位置にアスペリティを1つにまとめたケースを考慮する。

##### 基本震源モデル （地震動の顕著な増幅を考慮） +不確かさ⑥（アスペリティの数）

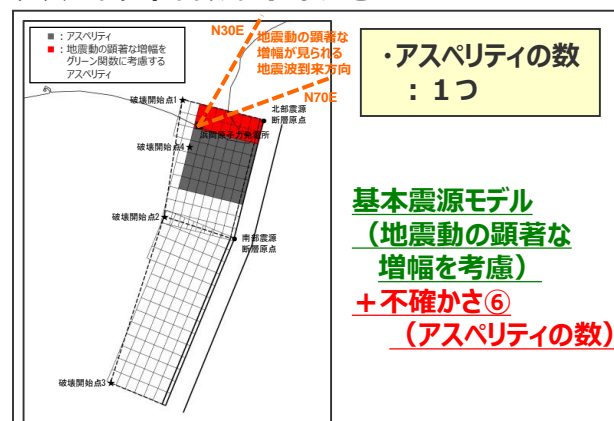
##### （アスペリティの数）

# <2 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）> 不確かさを考慮した震源モデルの設定 （震源モデル一覧）

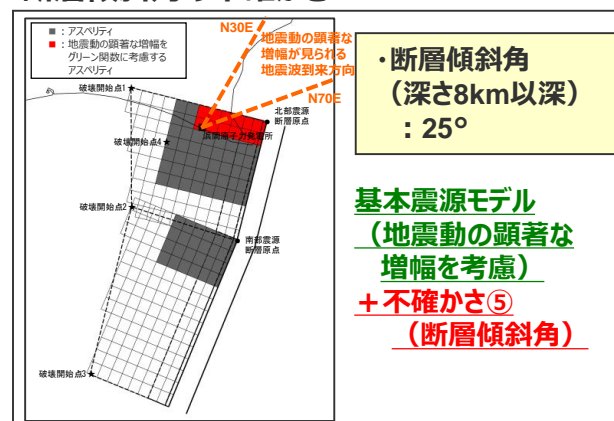
## 基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）



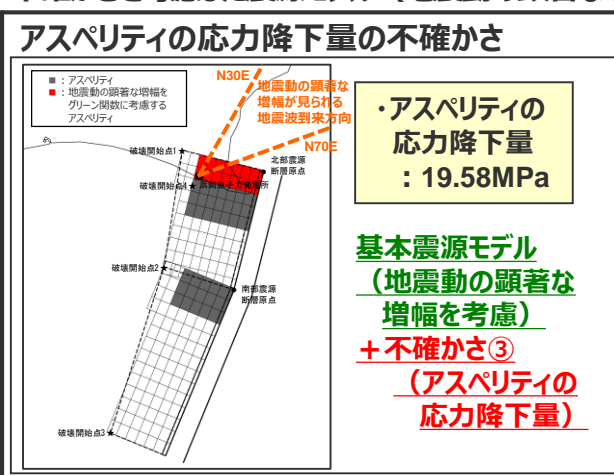
## アスペリティの数の不確かさ



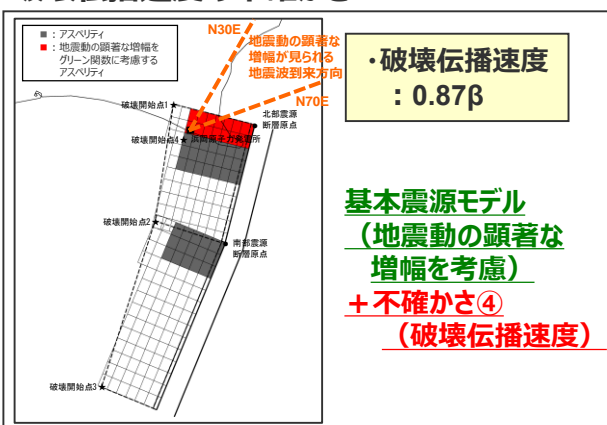
## 断層傾斜角の不確かさ



## 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



## 不確かさの考慮（重畳）の考え方

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

### 不確かさを考慮する断層パラメータ

**基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）に予め不確かさを考慮したパラメータ**

- ①アスペリティの位置
- ②破壊開始点

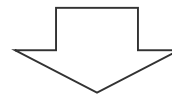
**基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）に対して不確かさを考慮したパラメータ**

- ③アスペリティの応力降下量
- ④破壊伝播速度
- ⑤断層傾斜角
- ⑥アスペリティの数

<凡例>

緑字：認識論的な不確かさに分類されるもの  
（事前の調査や経験則等から設定できるもの）

紫字：偶発的な不確かさに分類されるもの  
（事前の調査や経験則等から設定が困難なもの）



### 不確かさの考慮（重畳）の考え方

- 「認識論的な不確かさに分類されるもの」について、それぞれは独立して不確かさを考慮し、「偶発的な不確かさに分類されるもの」とは重畳させて不確かさを考慮することを原則とする。
- “①アスペリティの位置”、“②破壊開始点”は、「偶発的な不確かさに分類されるもの」と考えられるため、これらの不確かさは基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）に予め考慮する。
- “③アスペリティの応力降下量”、“④破壊伝播速度”、“⑤断層傾斜角”、“⑥アスペリティの数”は、「認識論的な不確かさに分類されるもの」と考えられるため、これらの不確かさは基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）に対して、それぞれ考慮する。



# 不確かさの考慮のまとめ

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

- : 基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）に予め不確かさを考慮したパラメータ
- : 不確かさを考慮したパラメータ

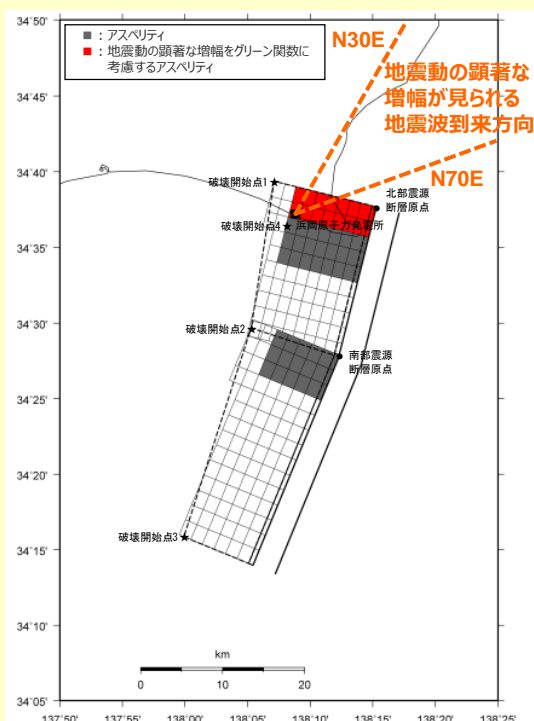
検討用地震の震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮)	震源断層長さ※1	地震発生層		断層傾斜角※2	アスペリティの応力降下量	破壊伝播速度	アスペリティの数	アスペリティの位置	破壊開始点
		上端	下端						
基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）	46.5km	5km	プレート境界面 (内閣府(2012))	西60° (6km以浅) 西35° (6km以深)	強震動予測 レシピ(2017)	0.72β	2つ	敷地に近い 位置に配置	破壊の伝播方向が敷地へ向かうよう配置
アスペリティの応力降下量の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）	46.5km	5km	プレート境界面 (内閣府(2012))	西60° (6km以浅) 西35° (6km以深)	強震動予測 レシピ(2017) ×1.5倍	0.72β	2つ	敷地に近い 位置に配置	破壊の伝播方向が敷地へ向かうよう配置
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）	46.5km	5km	プレート境界面 (内閣府(2012))	西60° (6km以浅) 西35° (6km以深)	強震動予測 レシピ(2017)	0.87β	2つ	敷地に近い 位置に配置	破壊の伝播方向が敷地へ向かうよう配置
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）	46.5km	5km	プレート境界面 (内閣府(2012))	西60° (6km以浅) 西35° (6-8km) 西25° (8km以深)	強震動予測 レシピ(2017)	0.72β	2つ	敷地に近い 位置に配置	破壊の伝播方向が敷地へ向かうよう配置
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）	46.5km	5km	プレート境界面 (内閣府(2012))	西60° (6km以浅) 西35° (6km以深)	強震動予測 レシピ(2017)	0.72β	1つ	敷地に近い 位置に配置	破壊の伝播方向が敷地へ向かうよう配置

※1 震源断層上端の長さを表す。

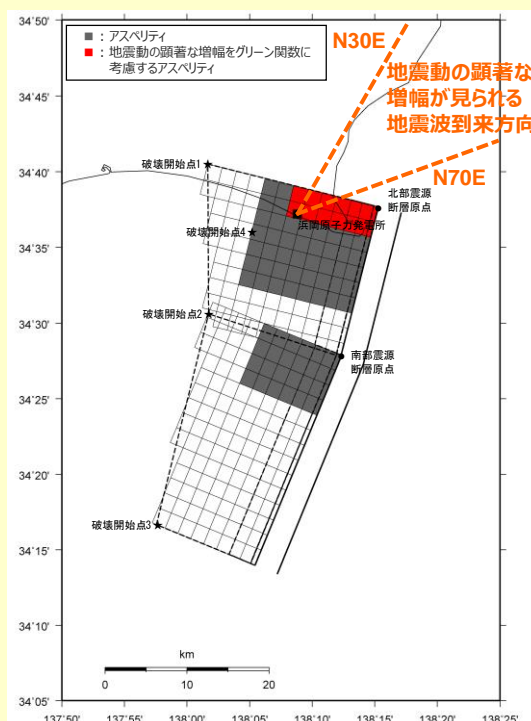
※2 方位は、震源断層面の傾斜方向を表す。

## < 2 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） > 不確かさを考慮した震源モデルの設定

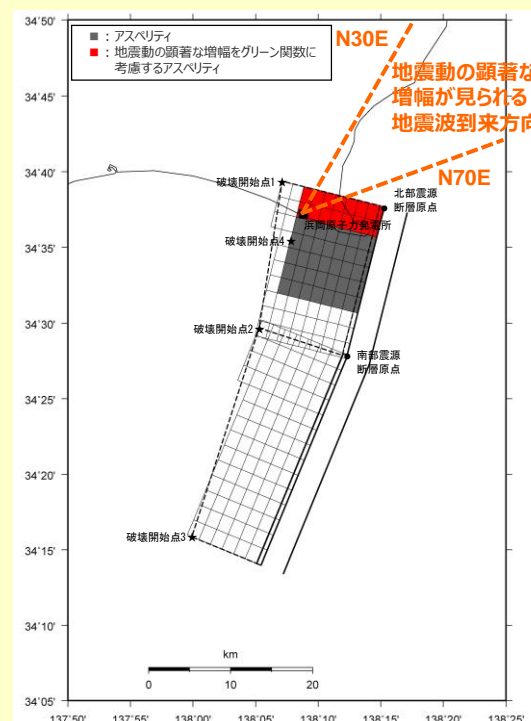
- 「御前崎海脚西部の断層帯による地震」の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）は、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）と同様、不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）において敷地に近い位置に配置したアスペリティが地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）に位置しているため、これと同じとし、アスペリティの一部（敷地から北北東方向にある小断層）に地震動の顕著な増幅を考慮して地震動評価を行う。



（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））



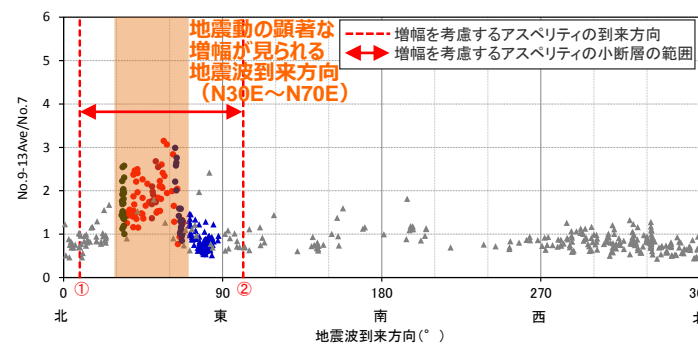
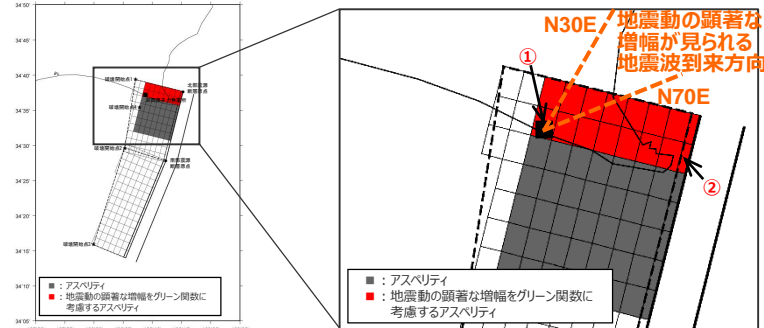
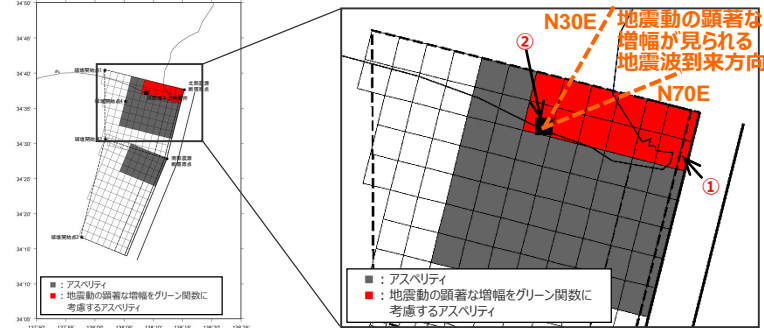
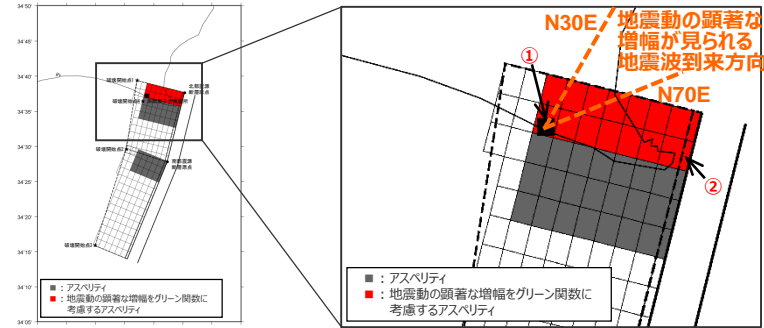
（アスペリティの数の不確かさを考慮した震源モデル  
（地震動の顕著な増幅を考慮））

< 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） >

# 不確かさを考慮した震源モデルの設定

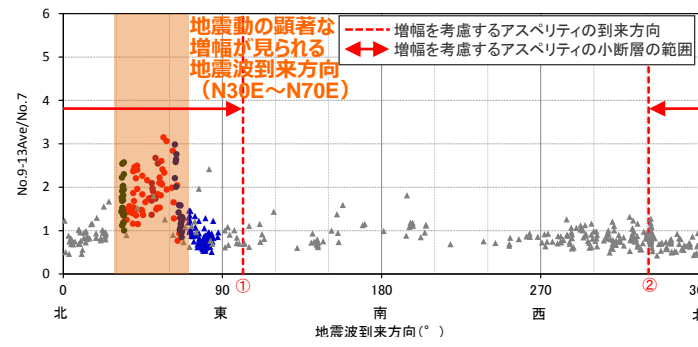
（地震動の顕著な増幅を考慮するアスペリティの小断層の設定）

○地震動の顕著な増幅を考慮するアスペリティの小断層（■で示す小断層）の範囲については、地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）より広く、保守的な設定となっている。



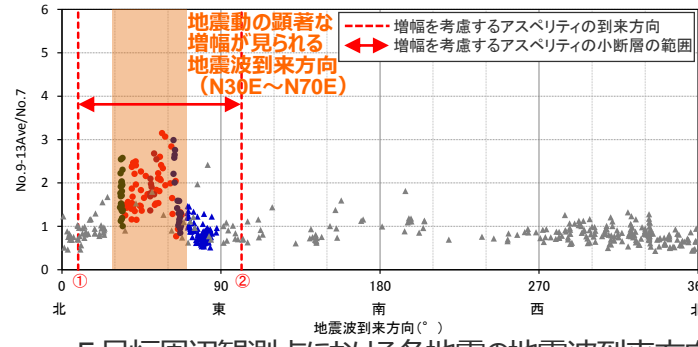
- 2009駿河湾の地震
- 神奈川県西部の地震
- 静岡県東部の地震
- 伊豆半島の地震
- ▲ 2011駿河湾の地震
- ▲ その他の地震

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、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）



- 2009駿河湾の地震
- 神奈川県西部の地震
- 静岡県東部の地震
- 伊豆半島の地震
- ▲ 2011駿河湾の地震
- ▲ その他の地震

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）



- 2009駿河湾の地震
- 神奈川県西部の地震
- 静岡県東部の地震
- 伊豆半島の地震
- ▲ 2011駿河湾の地震
- ▲ その他の地震

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）

震源モデル図 (全体) 震源モデル図 (アスペリティ拡大)

5号炉周辺観測点における各地震の地震波到来方向毎の振幅比 (No.7基準) とアスペリティの小断層の地震波到来方向との関係

---

余白

## 地震動評価手法（評価方針）

○検討用地震毎に、応答スペクトルに基づく地震動評価及び断層モデルを用いた手法による地震動評価を行う。

### 【応答スペクトルに基づく地震動評価】

- 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)の方法を用いる。ただし、評価に際して、Noda et al.(2002)に基づく内陸地震に対する補正は考慮しない。
- Noda et al.(2002)の方法を用いるに当たっては、適用条件、適用範囲を検討した上で、距離減衰式が適切に選定されていることを確認する。また、適用範囲外と判断される震源モデルについては、その他の方法の適用条件、適用範囲を検討する。
- 応答スペクトルに基づく地震動評価にあたっては、地震規模 $M_j$ は、震源断層面積から地震モーメントを介し武村(1990)で設定する場合に加え、活断層長さから松田(1975)で設定する場合の影響も確認する。
- 地震動の顕著な増幅は、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の震源モデルについて、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平均応答スペクトル比（「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）に乗じることで考慮する。

### 【断層モデルを用いた手法による地震動評価】

- 一次元地下構造モデル<sup>※1</sup>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<sup>※2</sup>を用いる。
- ハイブリッド合成法に関しては、強震動予測レシビに基づき、理論的手法の精度の限界及び半経験的手法の有効性を考慮して接続周期の設定等を行い、強震動予測結果の検証として、距離減衰式を用いた推定値との比較等を行う。
- 地震動の顕著な増幅<sup>※3</sup>は、統計的グリーン関数法において算定する解放基盤表面位置のグリーン関数に増幅係数を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は主に巨視的断層パラメータによる影響を、断層モデルを用いた手法による地震動評価は主に微視的断層パラメータによる影響を確認することができるため、これらの特徴等を踏まえて、検討用地震毎に地震動評価を行う。

※1： 一次元地下構造モデルは、地震観測記録を用いて推定した地盤モデルに基づく地盤増幅率、敷地の観測記録（2009年駿河湾の地震の観測記録、Coda波部H/Vスペクトル及び微動アレイ観測による分散曲線）との比較・検討を行い、その妥当性を確認している（第194回審査会合資料1参照）。

※2： 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を用いるに当たっては、適切な要素地震が得られている海洋プレート内地震の基本震源モデルを対象として、経験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に基づく地震動評価結果との比較・検討を行い、評価手法の代表性を確認している（第253回審査会合資料2-1参照）。

※3： 地震動の顕著な増幅の地震動評価への反映方法については、増幅の程度が最も大きい2009年駿河湾の地震（本震）を対象とした5号炉の観測記録の再現検討、プレート間地震を対象とした浅部三次元地下構造モデルを用いた地震動評価結果との比較・検討を行い、その妥当性を確認している（第194回審査会合資料1参照）。

# 応答スペクトルに基づく地震動評価

（Noda et al.(2002)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)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 $X_{eq}$  :  $14\text{km} \leq X_{eq} \leq 216\text{km}$

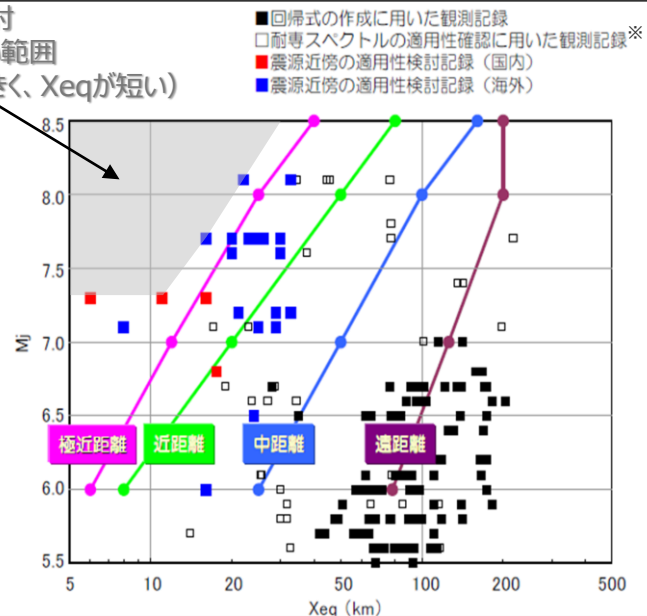
○ また、極近距離よりさらに近い地震についても検討が行われているが（左図■、■）、旧原子力安全委員会の「応答スペクトルに基づく地震動評価」に関する専門家との意見交換会において、東京電力(2009b)では、「極近距離よりさらに近い地震に関しては観測データも少なく、また、コントロールポイントも設けられていない。これらより、今後スペクトルの適用性や改良に関する検討等が必要と考えられる。」としている。

○ 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 $pSv$ (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)は同じ距離減衰式である。

< Noda et al.(2002) 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）

# 応答スペクトルに基づく地震動評価

（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 <sup>*1</sup>	$150 \leq Vs30^{*2} \leq 1500\text{m/s}^{*3}$	$Vs30^{*2}$ 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。

< 2 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） >

## 応答スペクトルに基づく地震動評価

（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) <sup>※1</sup>	松田 (1975) <sup>※2</sup>	武村 (1990) <sup>※1</sup>	松田 (1975) <sup>※2</sup>	武村 (1990) <sup>※1</sup>	松田 (1975) <sup>※2</sup>
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<sup>※4</sup>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 <sup>※3</sup>	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 <sup>※4</sup> 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。

・各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の適用性検討の詳細は、補足説明資料① p.24~参照。



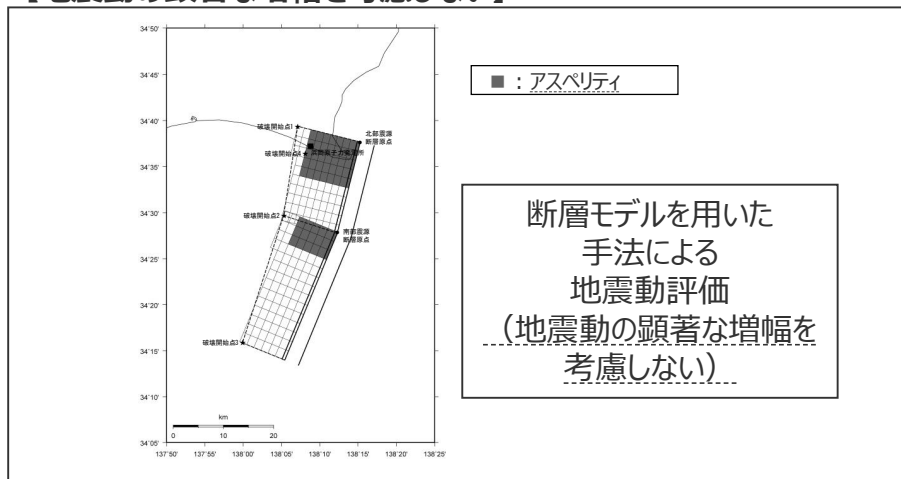
<2 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）>

# 応答スペクトルに基づく地震動評価

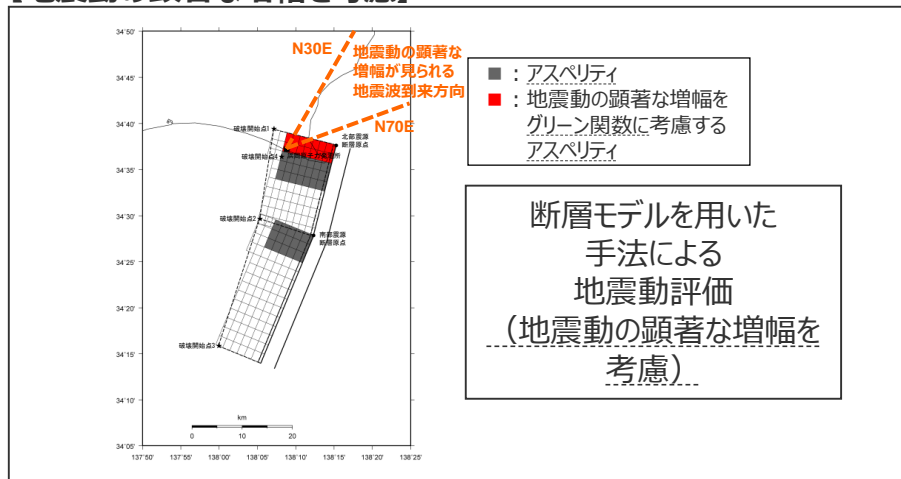
（応答スペクトルに基づく地震動評価における地震動の顕著な増幅の反映）

○応答スペクトルに基づく地震動評価における地震動の顕著な増幅の反映に際しては、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平均応答スペクトル比（「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】



平均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） × 平均応答スペクトル比

<応答スペクトルに基づく地震動評価（基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の例）>

・下線 ( ) は、一部修正箇所を示す。

・図を御前崎海脚西部の断層帯による地震の基本震源モデルに変更。

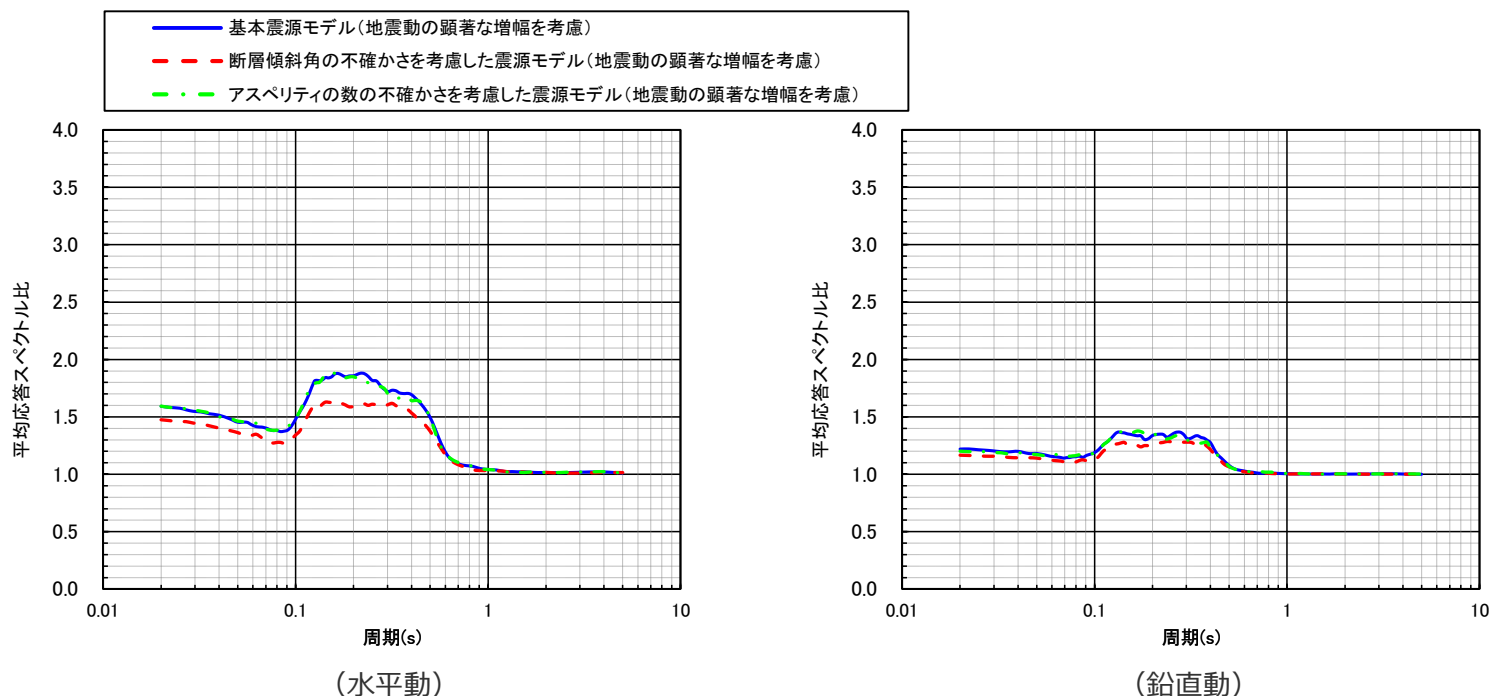
・箱書き1つめの文章及び※を削除。

# 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における地震動の顕著な増幅の反映）

地震動の顕著な増幅の反映のために用いる平均応答スペクトル比

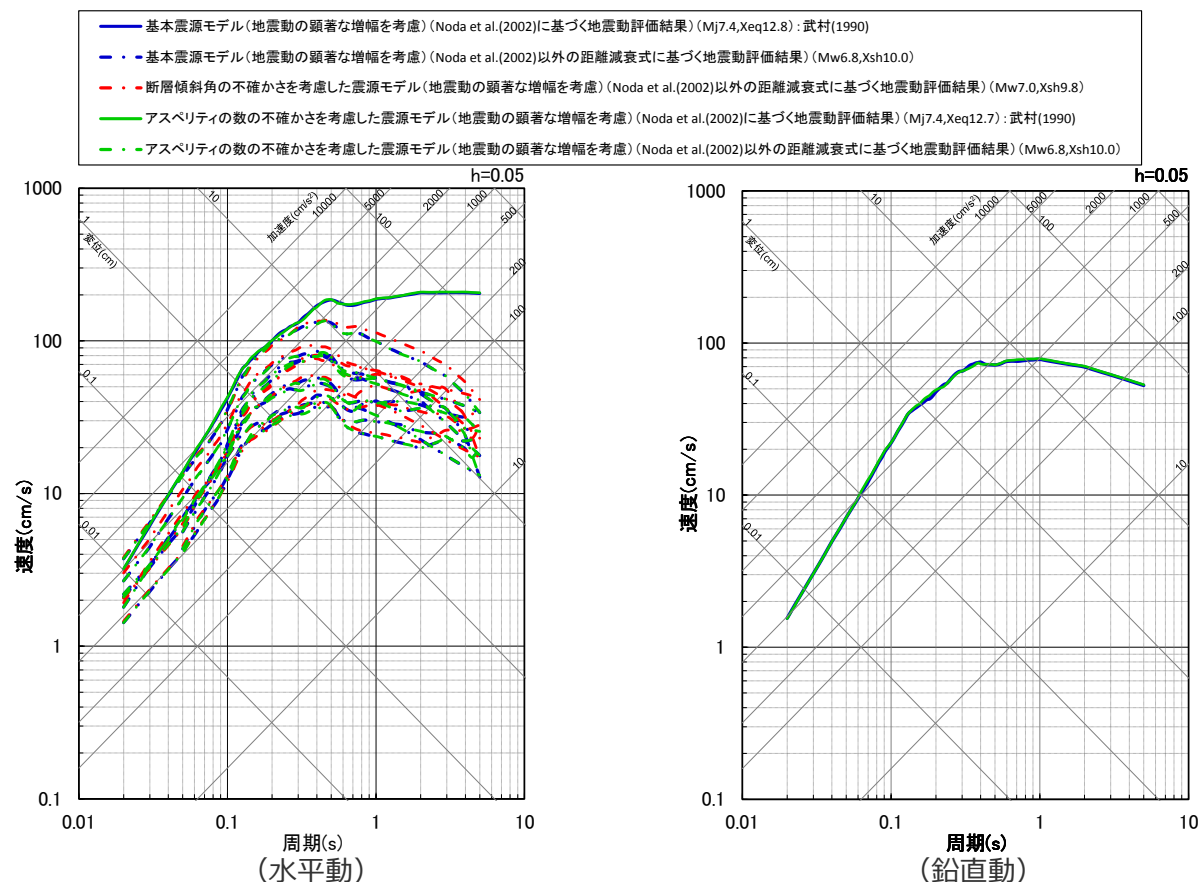
$$\frac{\text{地震動の顕著な増幅を考慮する場合の平均応答スペクトル（各破壊開始点の平均）}}{\text{地震動の顕著な増幅を考慮しない場合の平均応答スペクトル（各破壊開始点の平均）}}$$



<地震動の顕著な増幅の反映のために用いる平均応答スペクトル比>

・各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の平均応答スペクトル比算出の詳細は、補足説明資料① p.40~参照。

# < 2 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） > 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））



- ・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を重視する。
- ・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。
- ・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。
- ・各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の地震動評価結果の詳細は、補足説明資料① p.44-参照。

## < 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））

# <2 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）> 断層モデルを用いた手法による地震動評価 (地震動評価に用いる一次元地下構造モデル)

○地震動評価に用いる一次元地下構造モデルは、地下構造調査により得られた詳細な地下構造データ等に基づき設定し、敷地の観測記録の再現検討等を踏まえてその妥当性を確認している（第194回審査会合資料1参照）。

## <速度構造>

- T.P.-14m～T.P.-2050mでは、S波速度及びP波速度の両方が得られる浅部及び大深度ボーリング調査のPS検層結果（ダウンホール法）に基づき、S波速度及びP波速度を設定する。
- T.P.-2050m以深について、P波速度は屈折法地震探査結果（海陸統合）に基づき設定し、S波速度は、T.P.-5050m以浅では各調査結果に基づき算定したVp-Vs関係式（ $V_s=0.68V_p-580(m/s)$ ）を、T.P.-5050m以深ではObana et al.(2004)によるVp-Vs関係式（ $V_p/V_s=1.78$ ）を用いて、P波速度から推定する。

## <密度>

- 各調査結果との対応が良いGardner et al.(1974)のVp-p関係式（ $\rho=0.31V_p^{0.25}(g/cm^3)$ ）を用いて、P波速度から推定する。

## <Q値>

- 統計的グリーン関数法（短周期の地震動評価）： $100f^{0.7} \times 1$ 、波数積分法（長周期の地震動評価）： $Q_s=V_s/10$ 、 $Q_p=2Q_s \times 2$

※1 中央防災会議(2001a)、※2 原子力安全基盤機構(2007)、新色・山中(2013)。

### 解放基盤表面

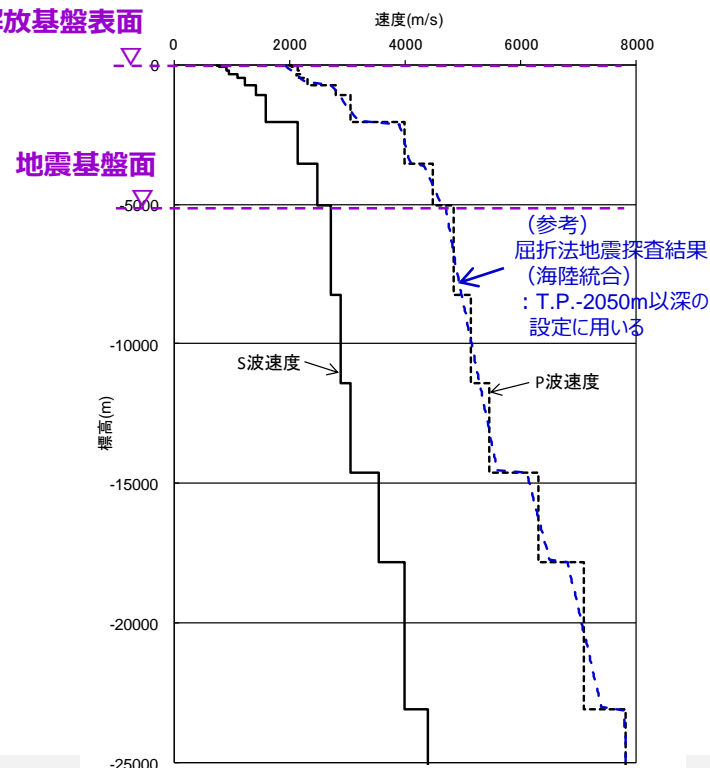
↑ 統計的グリーン関数法で用いる地下構造（地震基盤以浅） ↓

層	標高 (m)	Vs (m/s)	Vp (m/s)	$\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	Vp/Vs
1	-14	740	2000	2.07	2.70
2	-32	790	2030	2.08	2.57
3	-62	830	2070	2.09	2.49
4	-92	910	2140	2.11	2.35
5	-192	960	2180	2.12	2.27
6	-354	1100	2110	2.10	1.92
7	-493	1230	2320	2.15	1.89
8	-739	1420	2790	2.25	1.96
9	-1094	1590	3060	2.31	1.92
10	-2050	2150	3990	2.46	1.86
11	-3550	2470	4470	2.53	1.81
12	-5050	2720	4830	2.58	1.78
13	-8240	2880	5130	2.62	1.78
14	-11400	3060	5450	2.66	1.78
15	-14600	3540	6300	2.76	1.78
16	-17800	3990	7100	2.85	1.78
17	-23100	4390	7810	2.91	1.78

### 地震基盤面

↑ 波数積分法で用いる地下構造（全層） ↓

### 解放基盤表面



• 統計的グリーン関数法には地震基盤以浅の地下構造を、波数積分法には全層の地下構造を用いる。

# < 2 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） >

## 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）

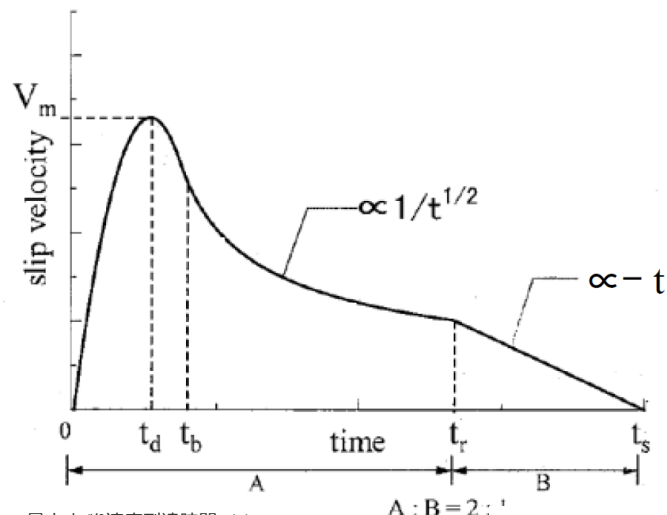
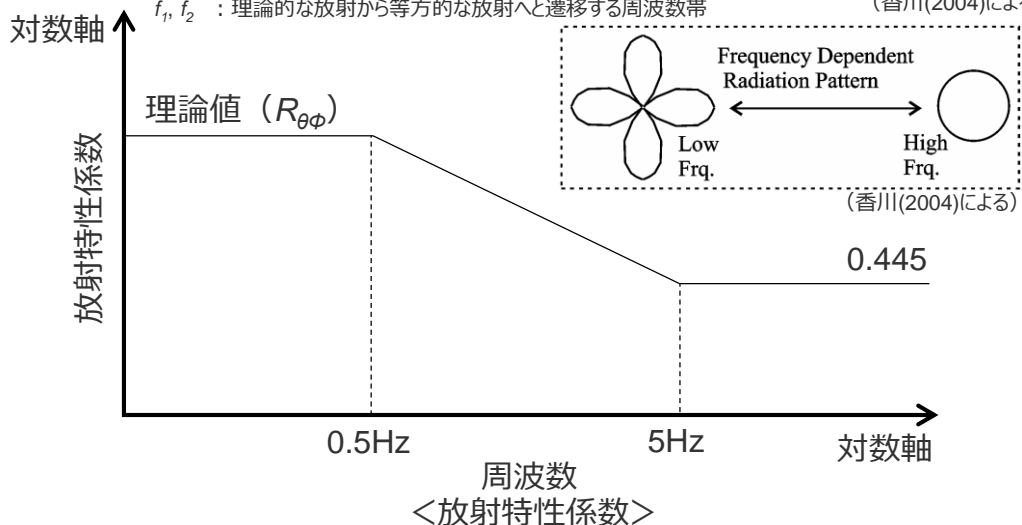
断層モデルを用いた手法は地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価と同じ

- 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)<sup>※1</sup>による波形合成に基づく。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(2017)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(2017)によるライズタイム<sup>※2</sup>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<sup>※3</sup>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(2017)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(2017)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 $tr=\mu D/(2\beta\Delta\sigma)$ （ $\mu$ ：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）、 $\beta$ ：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)

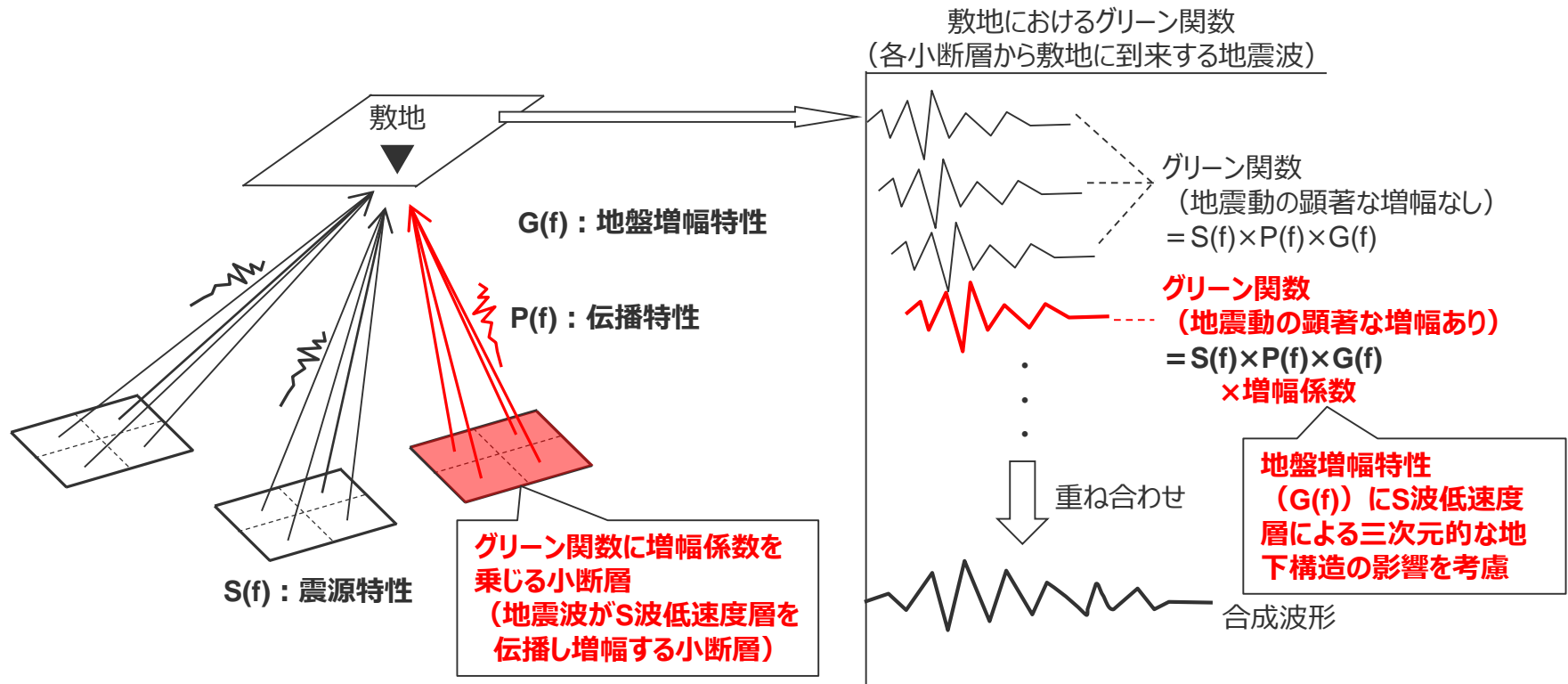
<中村・宮武(2000)によるすべり速度時間関数>  
 (強震動予測レシピ(2017)に凡例及びライズタイム算出式を加筆)

< 2 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） >

## 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における地震動の顕著な増幅の反映）

- 地震動の顕著な増幅が見られる観測点では、S波低速度層の影響により、特定の到来方向の地震波のみに顕著な増幅が見られることから、このような増幅特性を地震動評価へ反映する際には、このことを考慮できる断層モデルを用いた手法を重視する。
- 地震動の顕著な増幅は、統計的グリーン関数法において算定する解放基盤表面位置のグリーン関数（震源特性 $S(f)$ ×伝播特性 $P(f)$ ×地盤増幅特性 $G(f)$ ）に増幅係数を乗じることで地震動評価に反映する。  
この反映方法は、地盤増幅特性（ $G(f)$ ）にS波低速度層による三次元的な地下構造の影響を考慮することに相当する。
- 増幅係数については、増幅の程度が最も大きい2009年駿河湾の地震（本震）を参考に、その再現検討を踏まえて設定し、グリーン関数に増幅係数を乗じる小断層については、地震動の顕著な増幅が見られた地震波到来方向を踏まえ保守的に設定する。

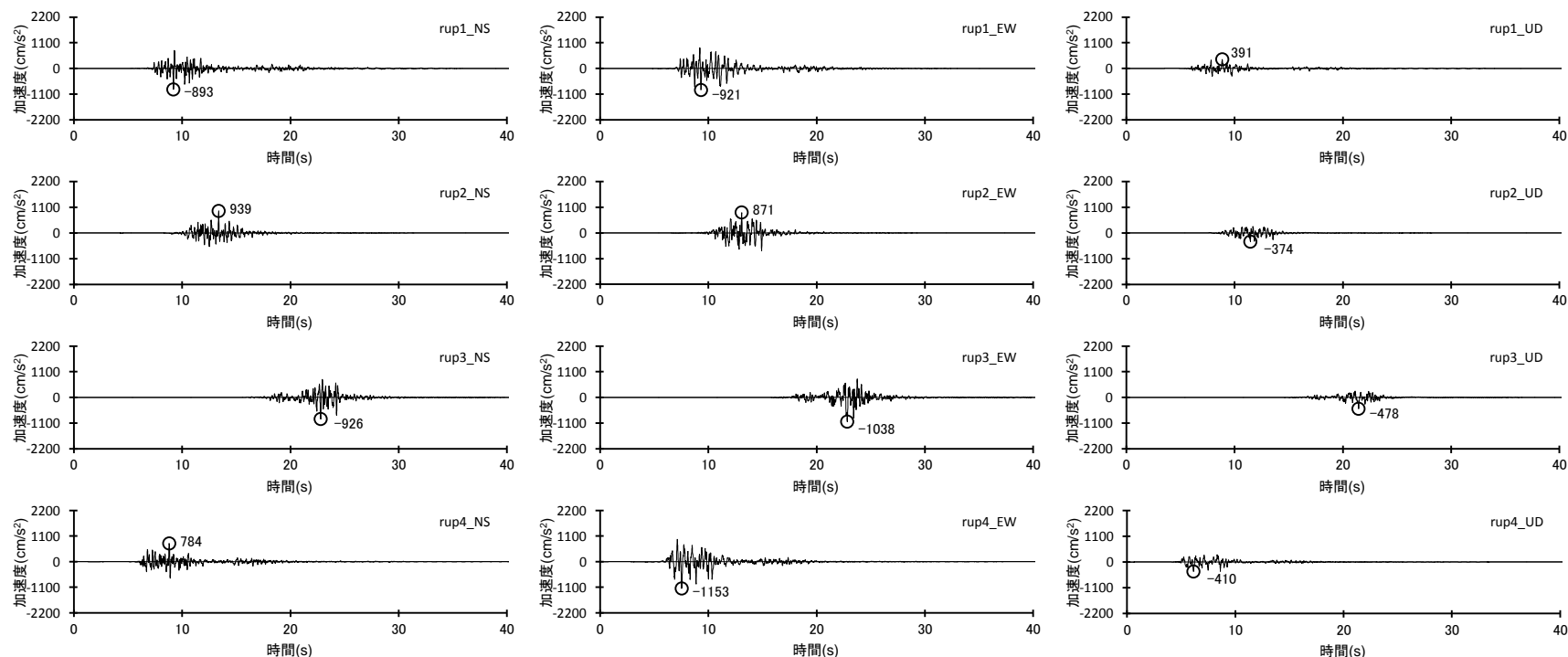


< 地震動の顕著な増幅の地震動評価への反映方法の概要（統計的グリーン関数法） >

< 2 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） >

# 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（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）（御前崎海脚西部の断層帯による地震））

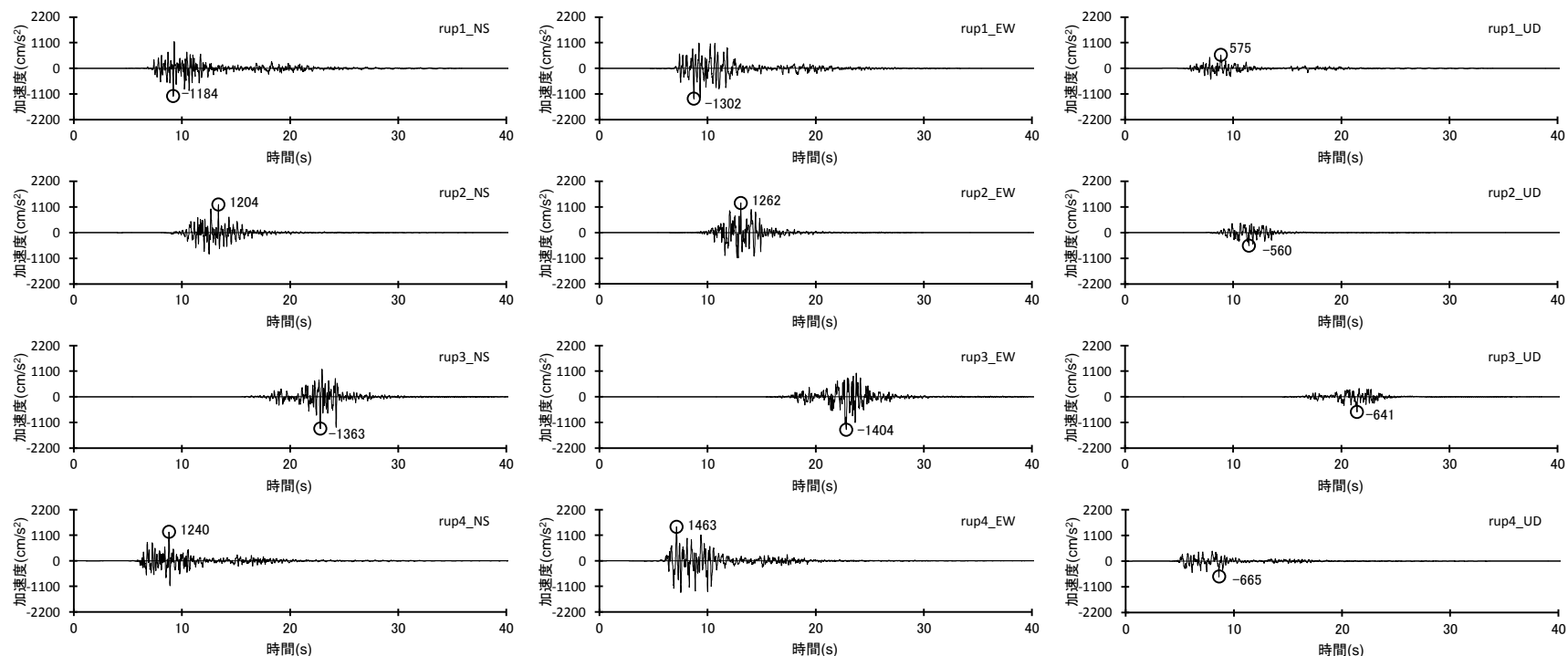
<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（加速度時刻歴波形）>

•速度時刻歴波形は、補足説明資料① p.58参照。

< 2 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） >

## 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（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）>

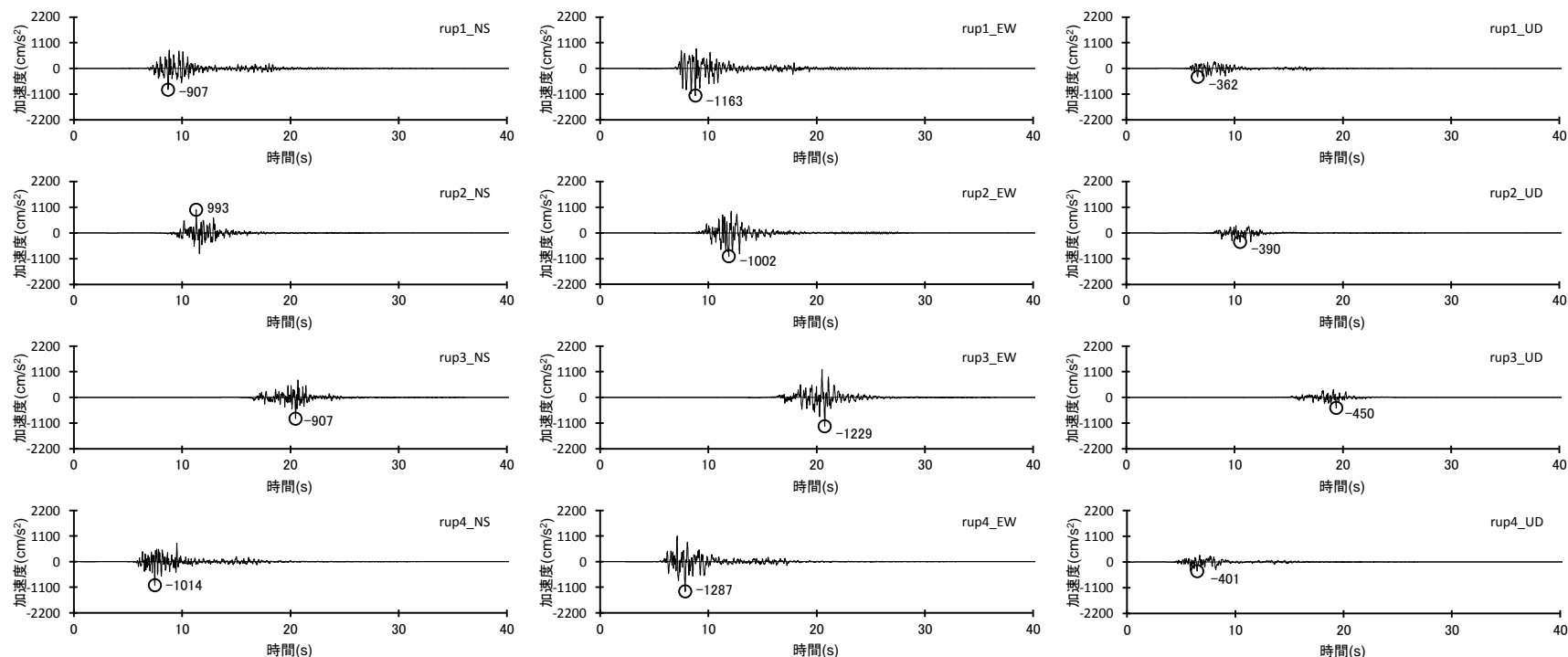
・速度時刻歴波形は、補足説明資料① p.61参照。



< 2 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） >

## 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（御前崎海脚西部の断層帯による地震））



（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））

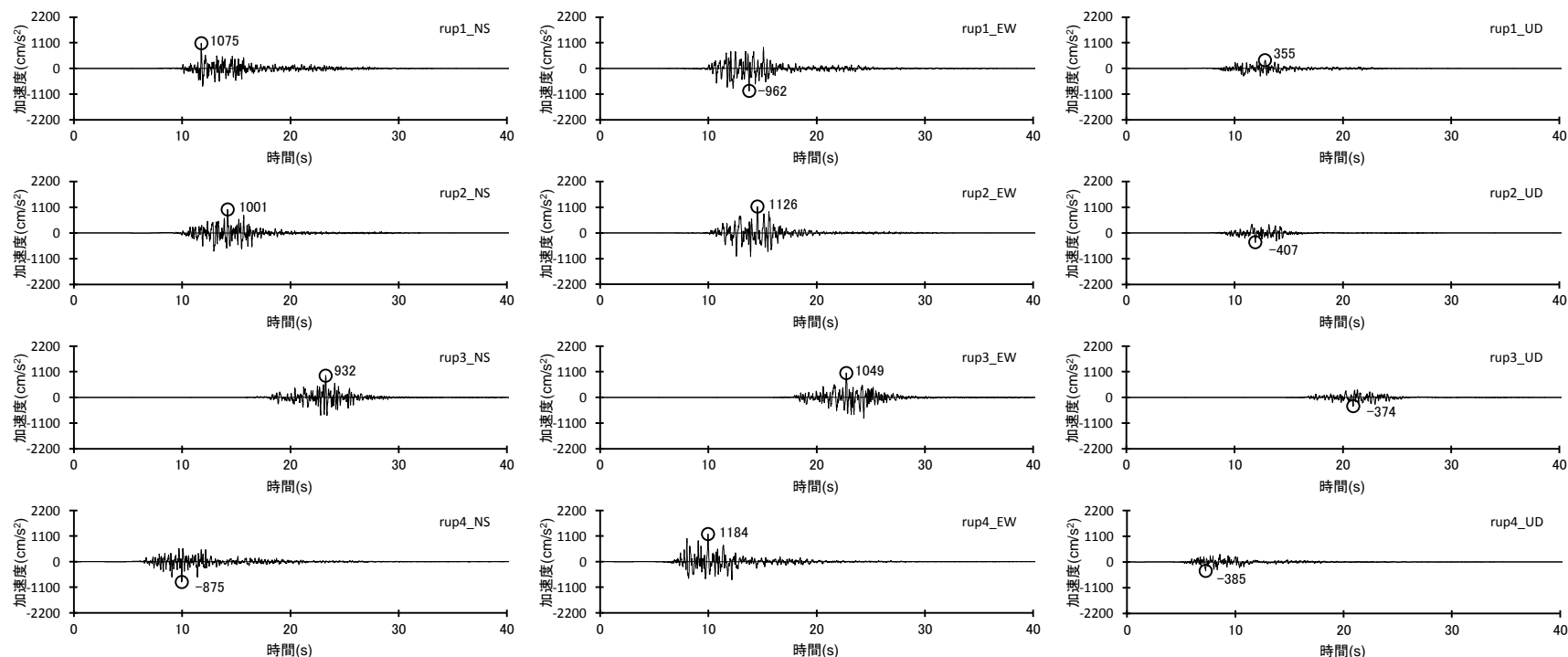
<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（加速度時刻歴波形）>

・速度時刻歴波形は、補足説明資料① p.64参照。

< 2 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） >

## 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（御前崎海脚西部の断層帯による地震））



（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））

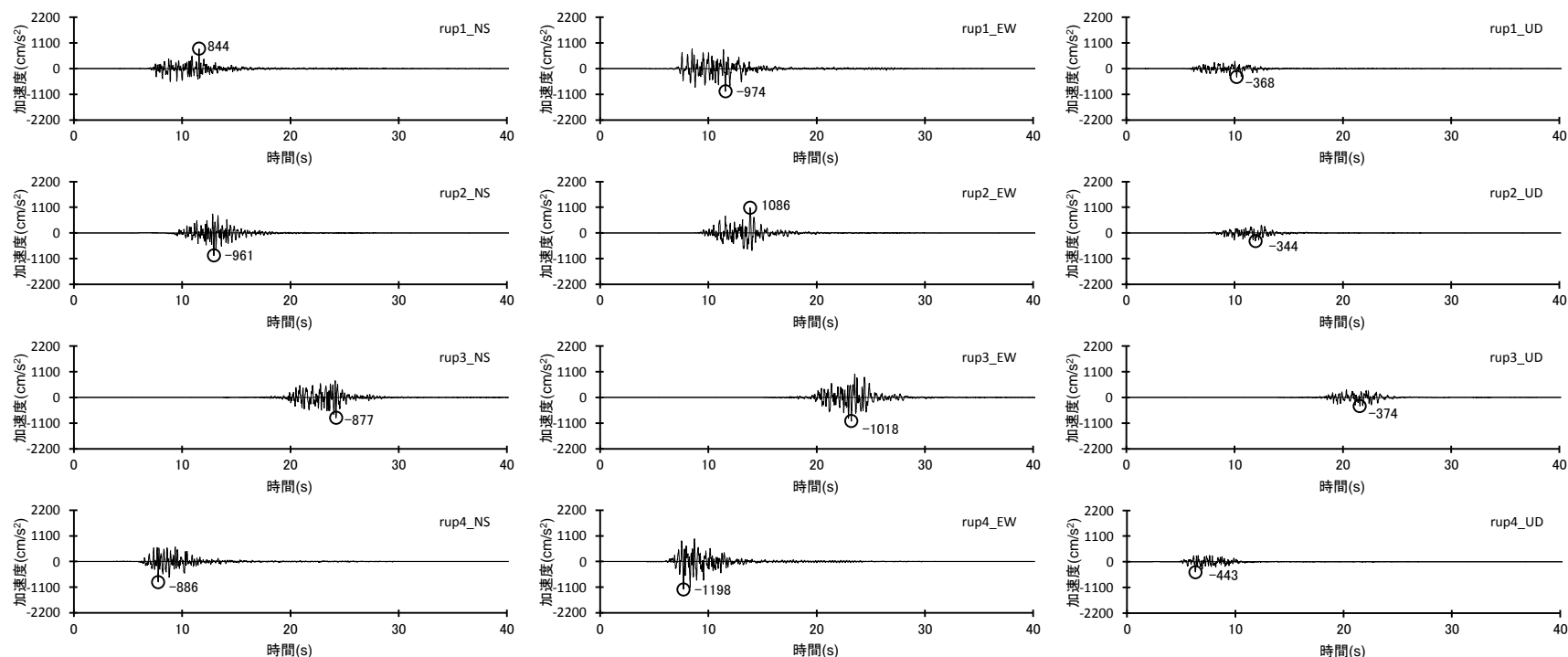
<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（加速度時刻歴波形）>

・速度時刻歴波形は、補足説明資料① p.67参照。

< 2 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） >

## 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（御前崎海脚西部の断層帯による地震））



（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）>

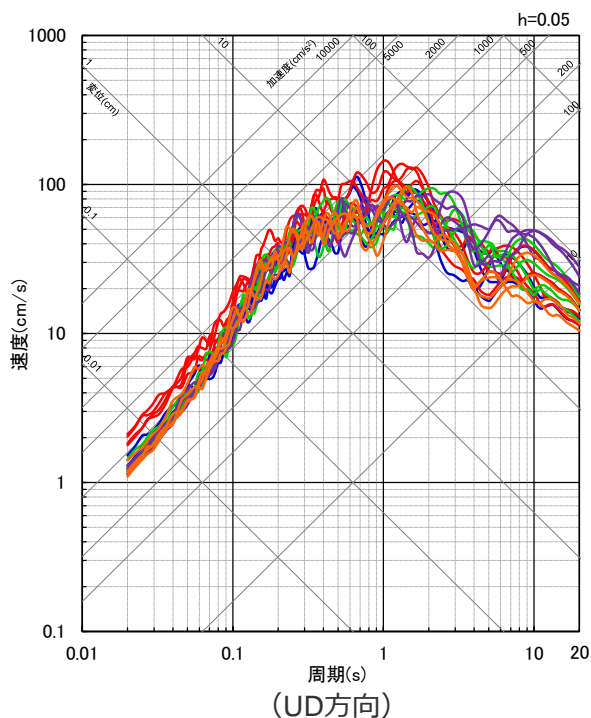
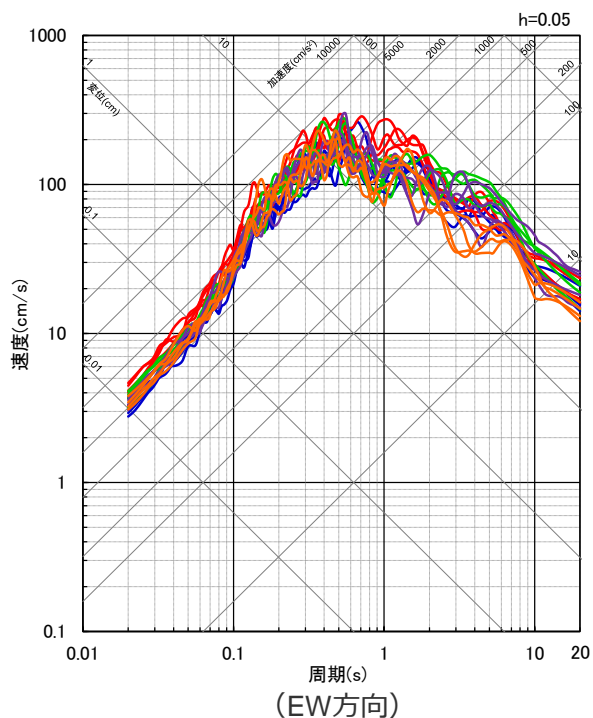
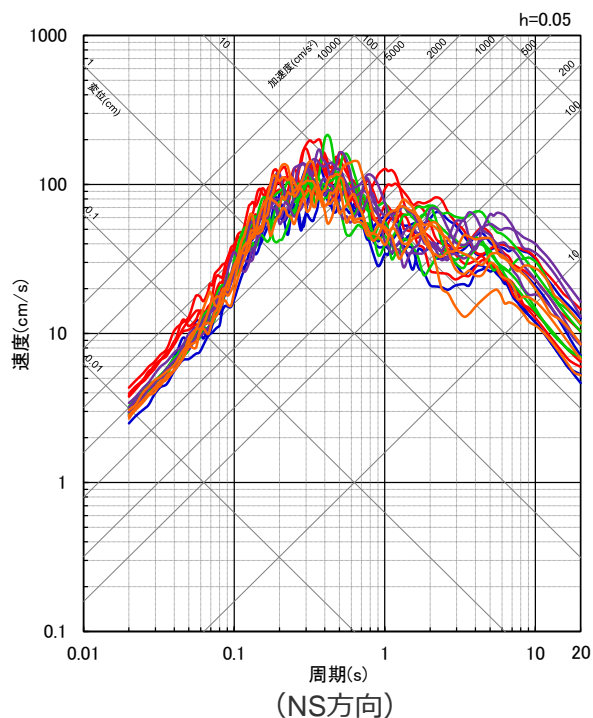
・速度時刻歴波形は、補足説明資料① p.70参照。

< 2 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） >

# 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）））

- 基本震源モデル（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）



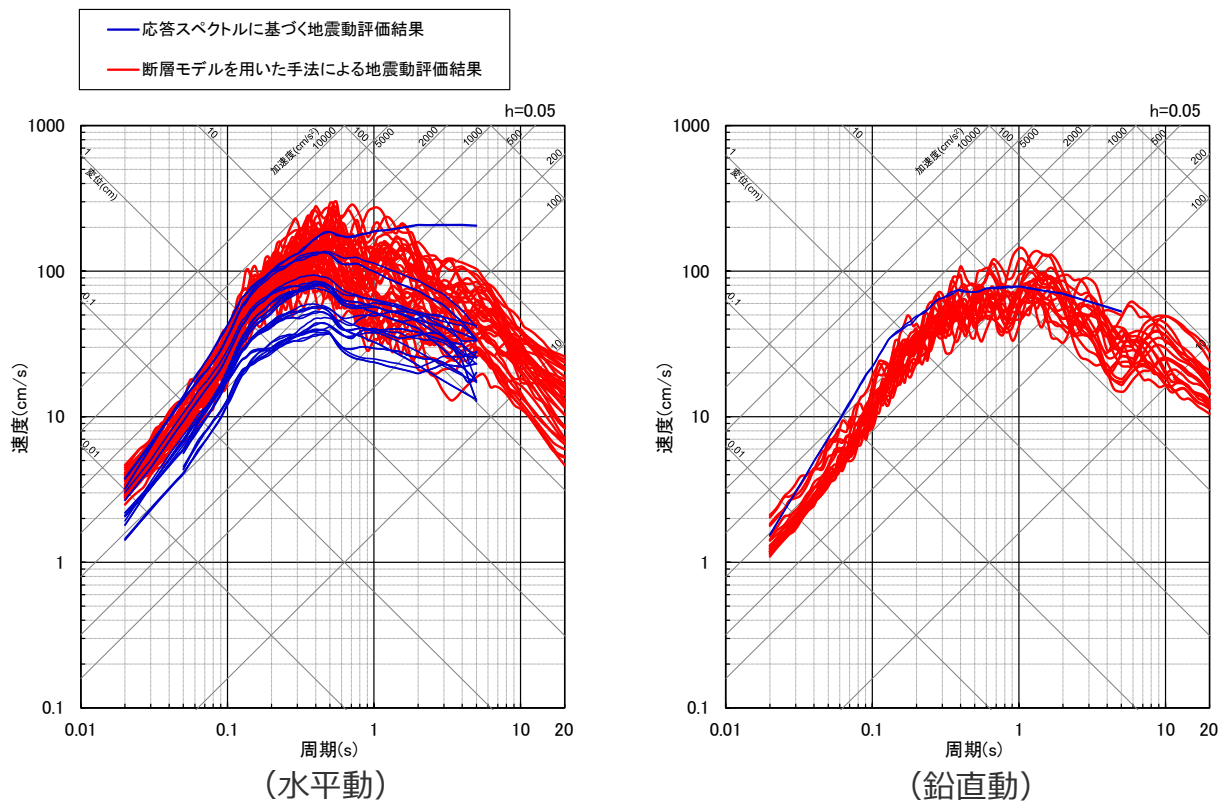
< 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（応答スペクトル） >

（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））

・震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）毎の応答スペクトルは、補足説明資料① p.59,62,65,68,71参照。

< 2 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） >

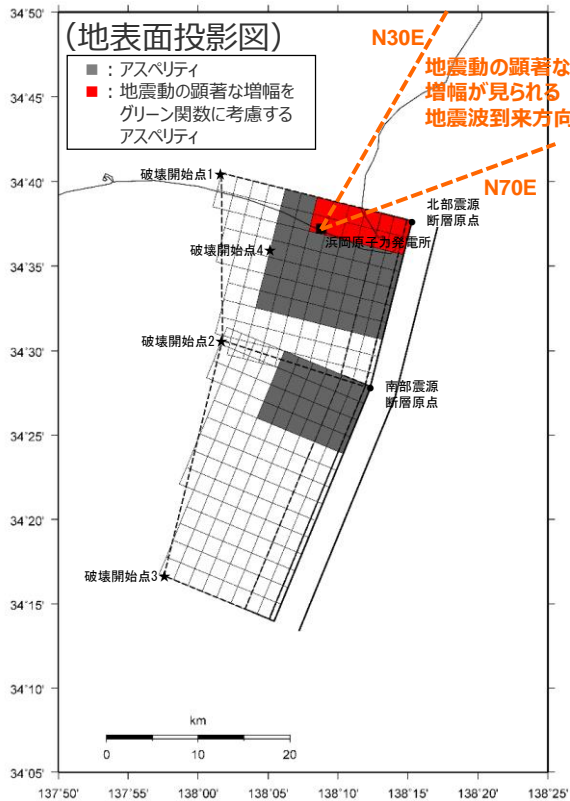
応答スペクトルに基づく地震動評価結果と断層モデルを用いた手法による地震動評価結果との比較  
（応答スペクトル（全ての震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（御前崎海脚西部の断層帯による地震）））



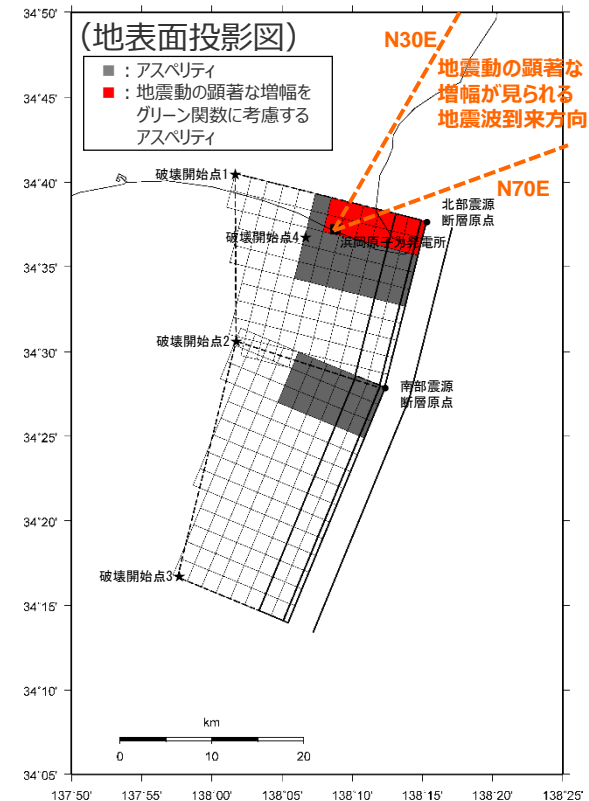
< 応答スペクトルに基づく地震動評価結果と断層モデルを用いた手法による地震動評価結果との比較（応答スペクトル） >  
（全ての震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（御前崎海脚西部の断層帯による地震））

コメント回答<2 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）>  
**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）の設定について**

○第802回及び第841回審査会合コメント（御前崎海脚西部の断層帯の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しない・地震動の顕著な増幅を考慮）について、アスペリティ面積比が32%程度と少し大きいことから、念のため、強震動予測レシピにあるアスペリティ面積比22%及び平均応力降下量3.1MPaで設定した震源モデルについて確認すること。）を踏まえ、当該方法で震源モデルを設定し、採用している震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）との統計的グリーン関数法による地震動評価結果の比較を行った。



（採用している震源モデル）



（アスペリティ面積比22%、平均応力降下量3.1MPaで設定した震源モデル）

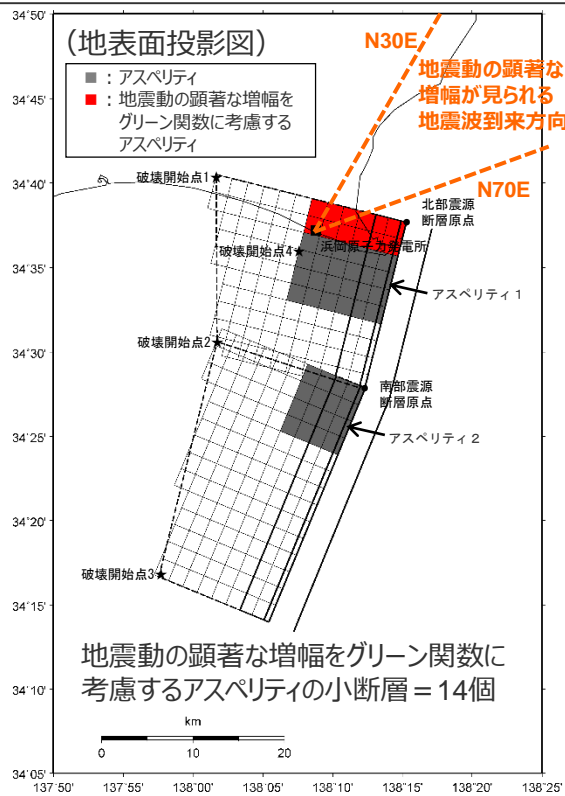
＜断層傾斜角の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（御前崎海脚西部の断層帯による地震）の比較＞

・御前崎海脚西部の地震の断層傾斜角の不確かさを考慮した震源モデル（アスペリティ面積比22%、平均応力降下量3.1MPaで設定）（地震動の顕著な増幅を考慮しない）のアスペリティの形状に係る検討の詳細は、第841回審査会合資料1-2補足説明資料⑦の参照。

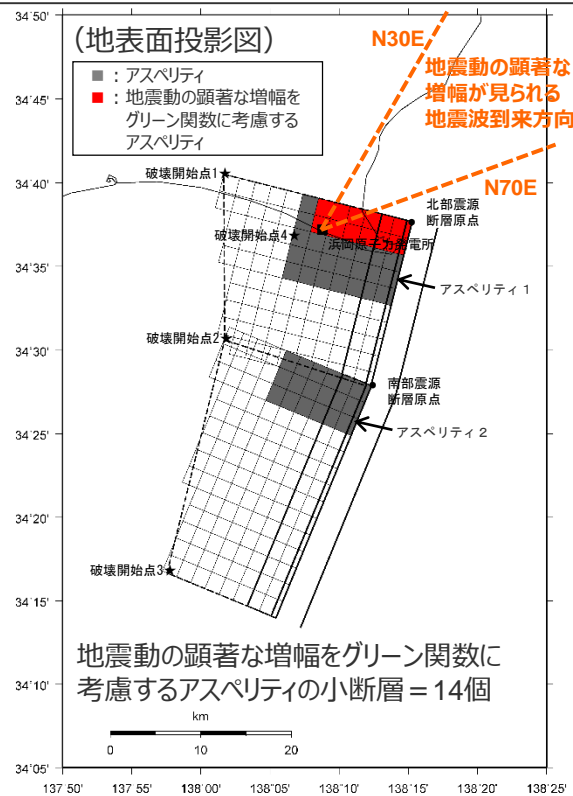
## 断層傾斜角の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）

### （御前崎海脚西部の断層帯による地震）の設定について

- 第841回審査会合資料1-2では、断層傾斜角の不確かさを考慮した震源モデル（アスペリティ面積比22%、平均応力降下量3.1MPaで設定）（地震動の顕著な増幅を考慮しない）のアスペリティ形状について、アスペリティの形状を概ね等方となるように設定したケースAと、アスペリティを敷地側に寄せて設定したケースBを検討対象とした。
- ここでは、上記と同じケースAとケースBを対象として断層傾斜角の不確かさを考慮した震源モデル（アスペリティ面積比22%、平均応力降下量3.1MPaで設定）（地震動の顕著な増幅を考慮）のアスペリティ形状について検討し、震源断層全体の断層最短距離 $X_{sh}$ と等価震源距離 $X_{eq}$ は同じであること、地震動の顕著な増幅をグリーン関数に考慮するアスペリティのメッシュ数は同じであること、ケースBの敷地直下のアスペリティ1の $X_{eq}$ がケースAより若干短いことを踏まえ、アスペリティ形状としてケースBを採用することとした。



（ケースA）



（ケースB）

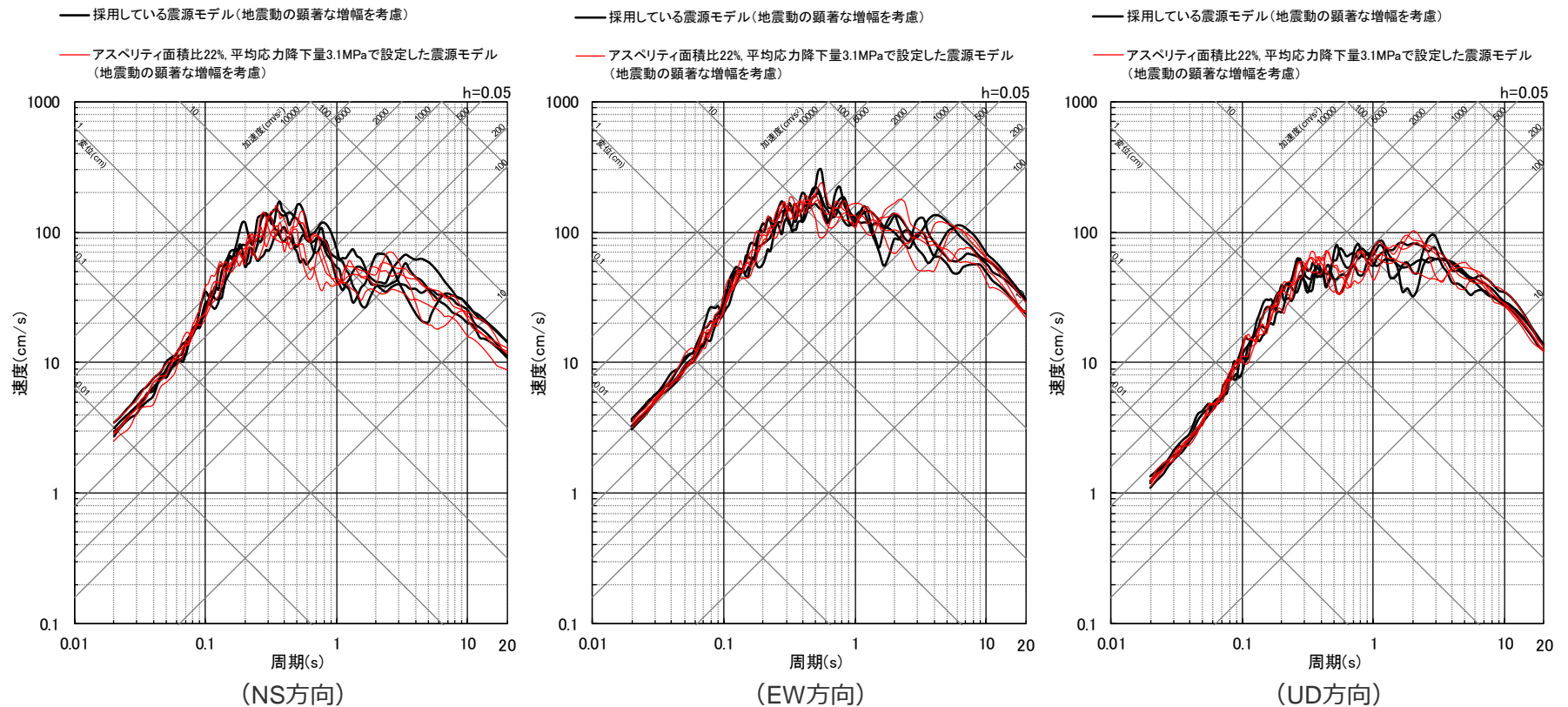
<断層最短距離 $X_{sh}$ 及び等価震源距離 $X_{eq}$ >

	ケースA	ケースB
全体の $X_{sh}$	9.8	9.8
全体の $X_{eq}$	13.1	13.1
アスペリティ1の $X_{sh}$	9.8	9.8
アスペリティ1の $X_{eq}$	10.9	10.8
アスペリティ2の $X_{sh}$	17.5	17.5
アスペリティ2の $X_{eq}$	21.0	20.2

<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）（御前崎海脚西部の断層帯による地震）（アスペリティ面積比22%、平均応力降下量3.1MPaで設定）>

コメント回答<2 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）>  
 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）の設定について

○採用している震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）とアスペリティ面積比22%、平均応力降下量3.1MPaで設定した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の統計的グリーン関数法による地震動評価結果の比較から、両者の地震動レベルは同程度となっていることを確認した。



<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果の比較（応答スペクトル）>

（採用している震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）、アスペリティ面積比22%、平均応力降下量3.1MPaで設定した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））



---

余白

# 目次

---

- 1 地震動の顕著な増幅の地震動評価への反映 ……p.6～
- 2 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.27～
- 3 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.65～
- 4 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.137～
- 5 まとめ（地震動の顕著な増幅を考慮） ……p.176～

# <3 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）> 全体像

## 検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）

○ 検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）とした「内閣府(2012)による南海トラフで想定される最大クラスの地震（Mw9.0、内閣府モデル（最大クラスの地震）」は、震源断層が地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）に位置することを踏まえ、検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）としても選定。

### 基本震源モデル及び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しない）

#### 【断層位置（プレート境界面）】

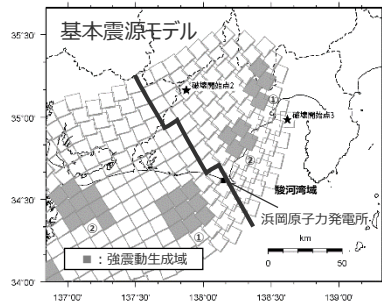
○ 地下構造調査結果等に基づき設定された内閣府(2012)によるプレート境界面。

#### 【強震動生成域の位置（基本震源モデル）】

○ 内閣府(2012)に基づき、過去の地震の震度分布との比較・検討により、強震動生成域の位置等の妥当性が検証された中央防災会議(2003b)による強震断層モデルに基づき設定

#### 【強震動生成域の位置（不確かさを考慮した震源モデル）】

○ 敷地直下に設定。



### 基本震源モデル及び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）

#### 【断層位置】

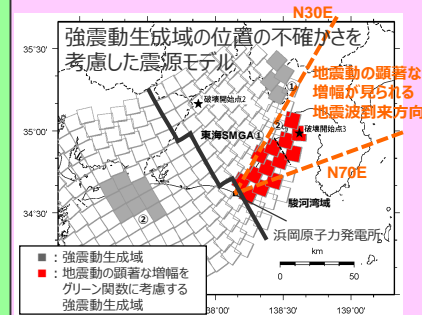
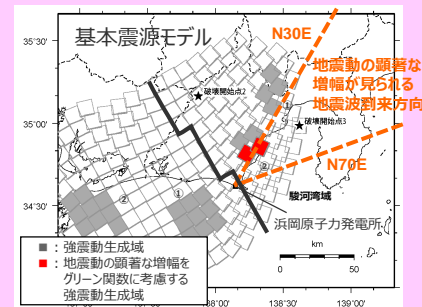
○ 同左。

#### 【強震動生成域の位置（基本震源モデル）】

○ 同左。

#### 【強震動生成域の位置（不確かさを考慮した震源モデル）】

○ 敷地近傍を含めて地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）に強震動生成域が位置するよう、強震動生成域を設定。



認識論的な不確かさに分類

同じ設定

基本的には認識論的な不確かさに分類

同じ設定

偶発的な不確かさの要素も有する

「地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）」を踏まえてより保守的な評価となるよう位置を設定

■：認識論的な不確かさに分類されるもの

■：偶発的な不確かさに分類されるもの

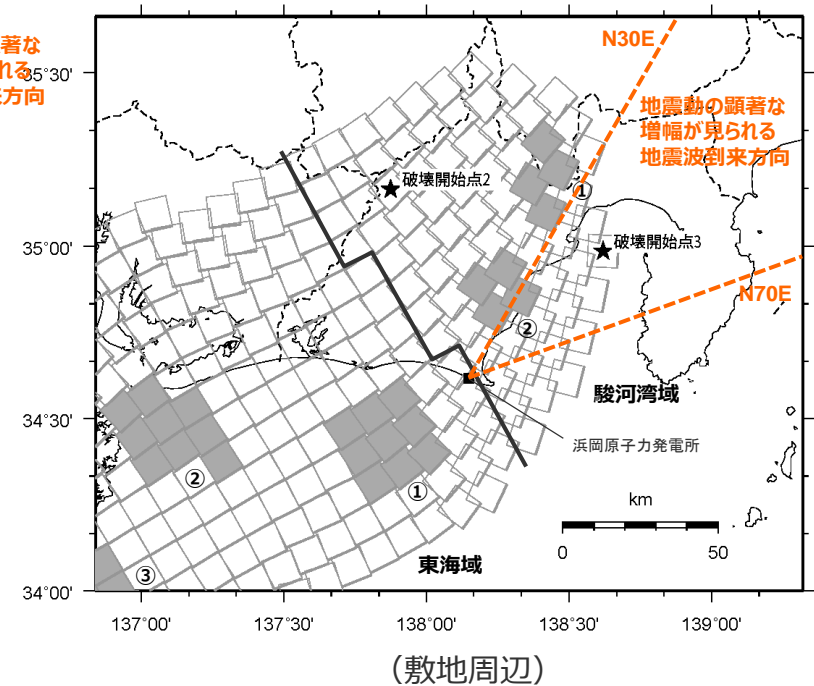
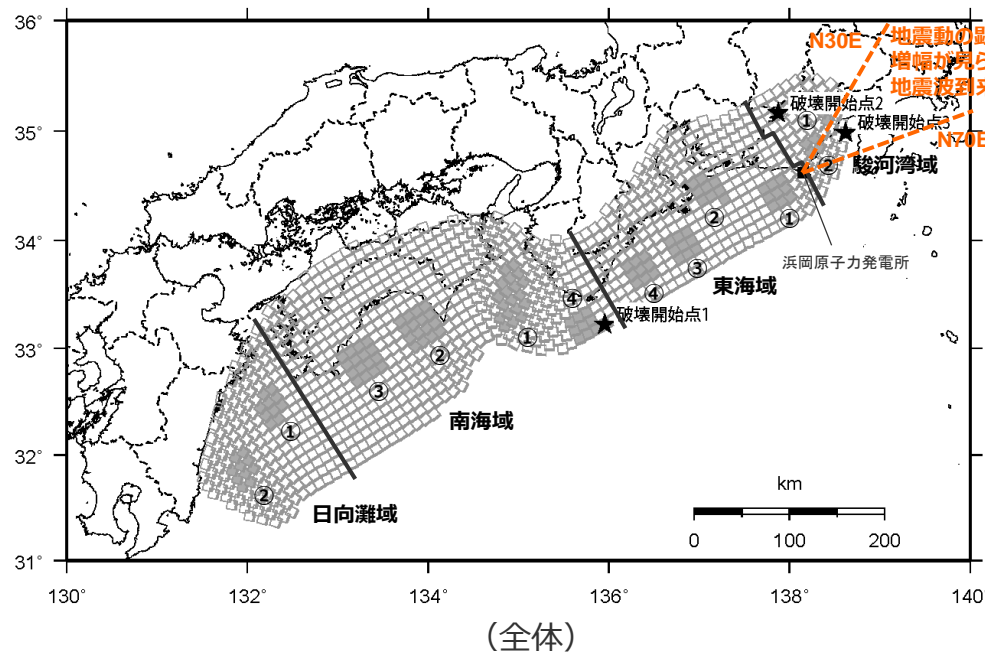
・ 分岐断層の強震動励起特性に係る不確かさで用いるプレート間地震に伴う分岐断層の代表断層の選定及び震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の設定については、後述参照。

・ 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。

## 検討用地震の選定

○検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）とした「内閣府(2012)による南海トラフで想定される最大クラスの地震（Mw9.0、内閣府モデル（最大クラスの地震））」は、震源断層が地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）に位置することを踏まえ、検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）としても選定する。

・相模トラフで発生する地震は、地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）に位置するが、敷地からの距離が遠いことから、その影響については、敷地からの距離が近く、震源断層が地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）に位置する南海トラフで発生する地震で代表。

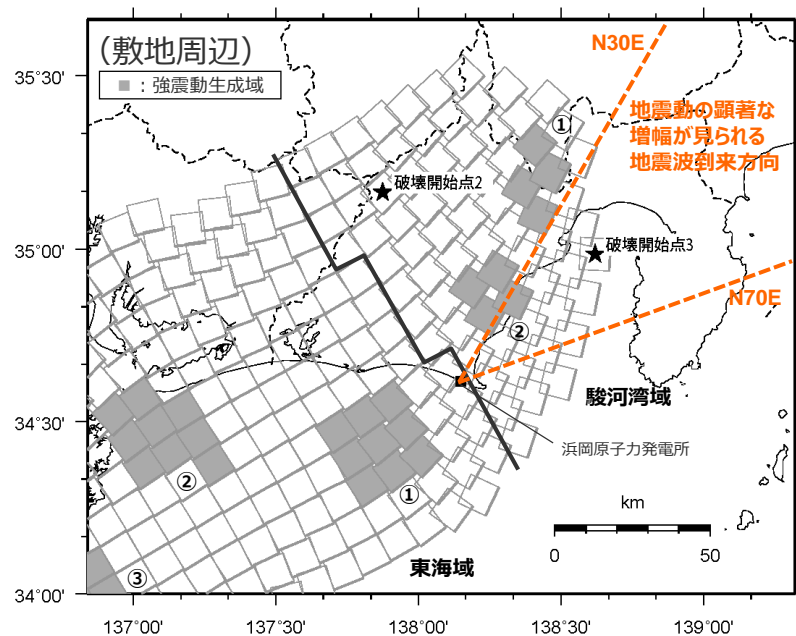


<地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）と検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の震源断層との位置関係>

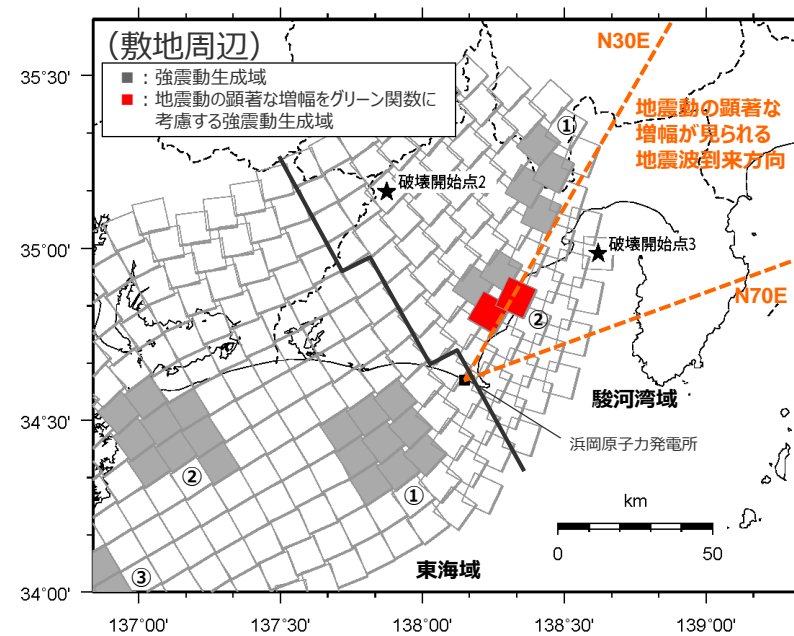
・黒字の丸数字はプレート間地震の強震動生成域のNo.を表す。

## 基本震源モデルの設定

- 内閣府(2012)による南海トラフで想定される最大クラスの地震（Mw9.0、内閣府モデル（最大クラスの地震））について、断層位置は認識論的な不確かさに分類され、強震動生成域の位置は、基本的には認識論的な不確かさに分類されるが、偶発的な不確かさの要素も有している。
- これらを踏まえ、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）は、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と同じとし、地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）に位置する強震動生成域の一部に地震動の顕著な増幅を考慮して地震動評価を行う（地震動の顕著な増幅を考慮する強震動生成域の小断層の設定は後述参照）。



<基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>



<基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）>

・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。

---

余白

# <3 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）> 基本震源モデルの設定

- 基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の設定方針及び震源断層パラメータは、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と同じとする。

## 【設定方針】

- 内閣府(2012)により、南海トラフで想定される最大クラスの地震として設定された強震断層モデル（内閣府モデル（最大クラスの地震））※1に基づき、破壊開始点を追加※2して設定。

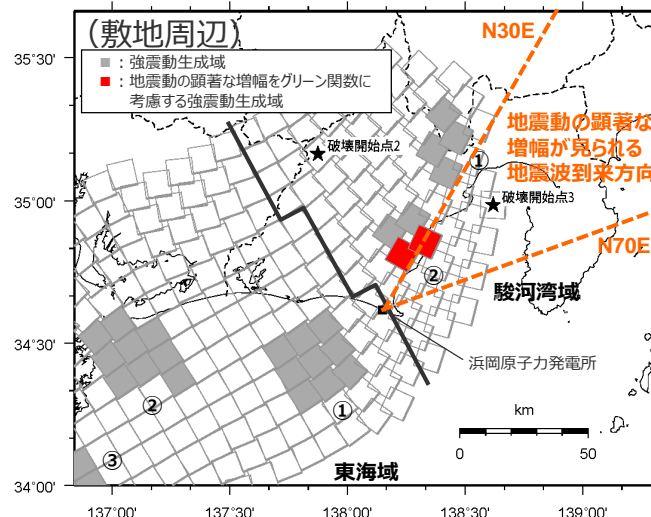
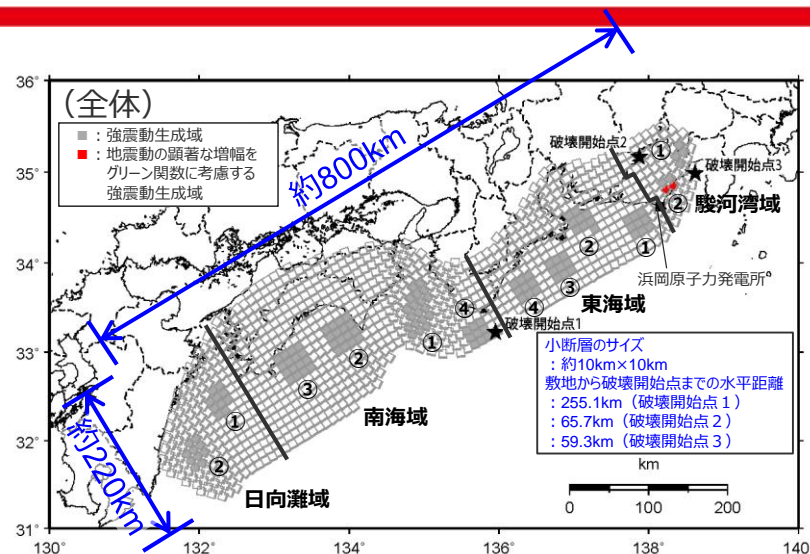
## 【震源断層パラメータ】

- 地震規模
  - ・内閣府(2012)に基づき、南海トラフで想定される最大クラスの地震としてMw9.0として設定。
- 断層位置・震源深さ・断層傾斜角（プレート境界面）
  - ・地下構造調査結果等に基づき設定された内閣府(2012)によるプレート境界面。
- 強震動生成域の数・位置
  - ・内閣府(2012)に基づき、過去の地震の震度分布との比較・検討により、強震動生成域の位置等の妥当性が検証された中央防災会議(2003b)による強震断層モデル（中央防災会議モデル（既往地震））に基づき設定。
- 強震動生成域の応力降下量
  - ・内閣府(2012)に基づき、34～46MPa程度として設定。
- 破壊伝播速度
  - ・内閣府(2012)に基づき、 $V_r=0.72V_s$ （ $V_s$ ：S波速度）として設定。
- 破壊開始点
  - ・破壊の伝播方向が敷地へ向かうよう複数設定。

※1：内閣府(2012)により南海トラフで想定される最大クラスの地震として設定された強震断層モデル（基本ケース）。

※2：内閣府(2012)により設定されている紀伊半島の南の破壊開始点（破壊開始点1）に加え、敷地の北西方向及び北東方向にそれぞれ破壊開始点2及び破壊開始点3を新たに設定。

- ・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。
- ・震源モデルの形状の詳細は、深さコンターについて第841回審査会合資料1-2補足説明資料④、詳細な断面図（東西21断面、南北77断面）について第841回審査会合資料1-2補足説明資料⑤参照。



## <基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮） （南海トラフ最大クラス地震モデル（基本ケース））>

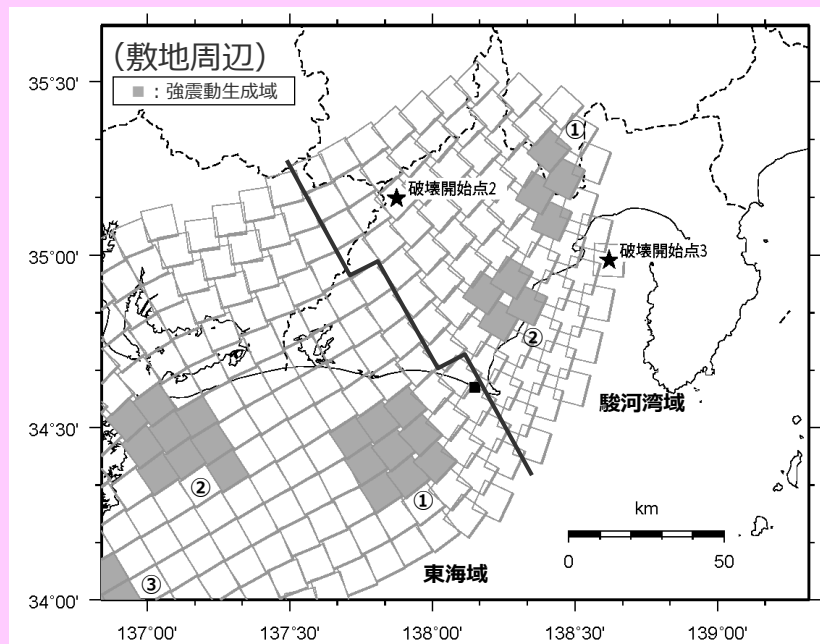
・震源断層パラメータの詳細は、補足説明資料④ p.85～参照。

## 基本震源モデルの設定

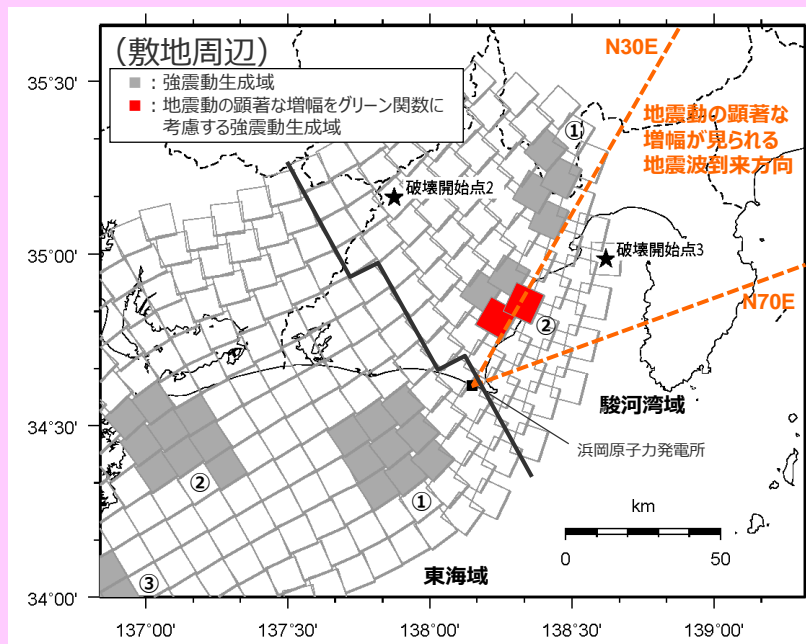
（地震動の顕著な増幅を考慮する強震動生成域の小断層の設定）

- 基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）について、地震動の顕著な増幅は、地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）にある強震動生成の小断層に考慮する。
- 具体的には、地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30～N70E）にある強震動生成域の小断層は、各小断層（約10km四方）の一部のみが地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30～N70E）に該当するものであるが、保守的な評価となるよう、小断層全体に地震動の顕著な増幅を考慮することにより、地震動の顕著な増幅を考慮する小断層の範囲が地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30～N70E）より広い設定とする。
- 地震動の顕著な増幅を考慮する強震動生成域の小断層の設定の保守性は、次ページ参照。

基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）



基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）



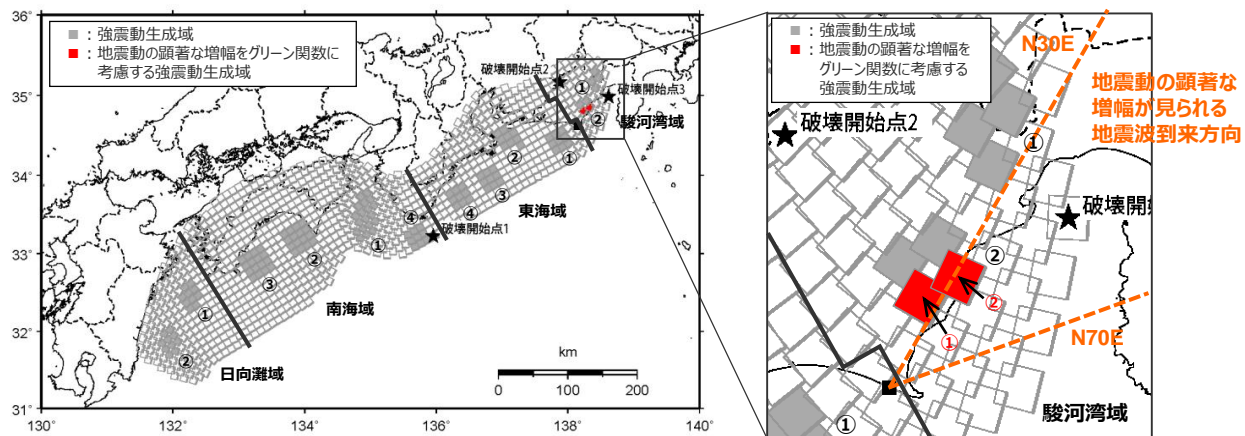
・黒字の丸数字はプレート間地震の強震動生成域のNo.を表す。



# 基本震源モデルの設定

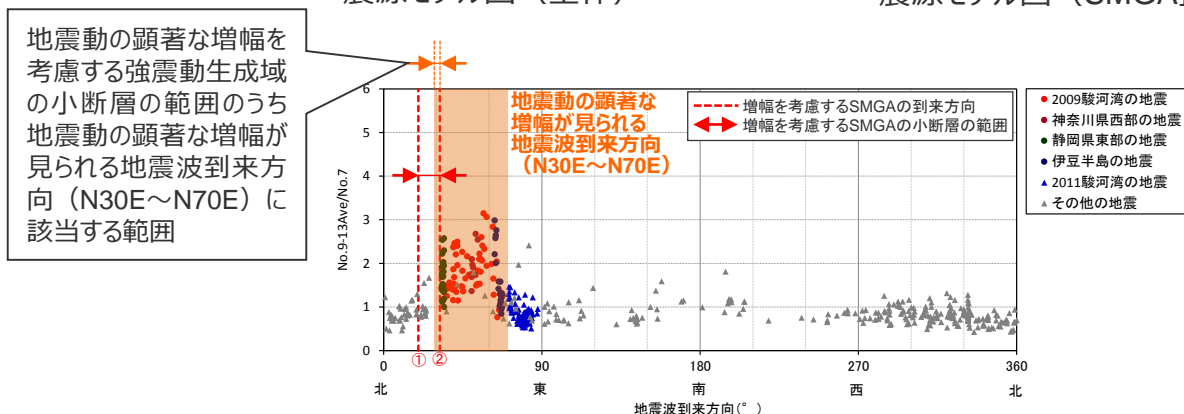
（地震動の顕著な増幅を考慮する強震動生成域の小断層の設定）

○地震動の顕著な増幅を考慮する強震動生成域の小断層（■で示す小断層）の範囲は、地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）より広く、保守的な設定となっている。



震源モデル図（全体）

震源モデル図（SMGA拡大）



地震動の顕著な増幅を考慮する強震動生成域の小断層の範囲のうち地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）に該当する範囲

5号炉周辺観測点における各地震の地震波到来方向毎の振幅比（No.7基準）と強震動生成域の小断層の地震波到来方向との関係

・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。  
 ・赤字の丸数字は地震波到来方向を確認する強震動生成域の小断層のNo.を表す。

---

余白

# <3 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）> 不確かさを考慮した震源モデルの設定

不確かさを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

## 基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）

- 内閣府(2012)により南海トラフで想定される最大クラスの地震として設定された強震断層モデル（内閣府モデル（最大クラスの地震））に基づき、破壊開始点を新たに追加して、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（南海トラフ最大クラス地震モデル（基本ケース））を設定する。

**基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）に予め考慮した不確かさ**  
①地震規模（Mw9.0）+②強震動生成域の応力降下量+③破壊開始点

## 影響確認モデル※1

＝  
同じ  
地震動  
レベル

地震動の顕著な増幅を  
考慮しない地震動評価で  
検討を代表

※1 プレート境界面の破壊に伴い、受動的にプレート境界浅部や分岐断層が破壊するケースとして、基本震源モデルに対し、プレート境界浅部及び分岐断層を付加したモデル

## 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） （不確かさを考慮におけるベースモデル）

### 【強震動生成域の位置の不確かさの考慮】

- 敷地近傍を含めて地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30～N70E）に強震動生成域を設定したケースを考慮する。

**基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）**  
+不確かさ④（強震動生成域の位置）

## 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の考慮】

- 震源域を浅部へ拡大し、すべり量を大きくすることで、地震規模をMw9.1としたケースを考慮する。

**基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）**  
+不確かさ④（強震動生成域の位置）  
+不確かさ⑤（地震規模（Mw9.1））

※2 強震動予測レシビ(2017)を参考に強震動生成域（アスペリティ）を有するモデルとして、強震動励起特性が内陸地殻内地震と同程度になるよう震源モデルを設定する。

※3 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）の震源モデル及び震源断層パラメータは、内陸地殻内地震の地震動評価において各不確かさを考慮していることを踏まえ、保守的な評価となるよう、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）を用いる。

### 【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】

- プレート間地震の震源断層の破壊に伴い、受動的に分岐断層が破壊し、分岐断層が強震動を発生させると想定したケースを考慮する。

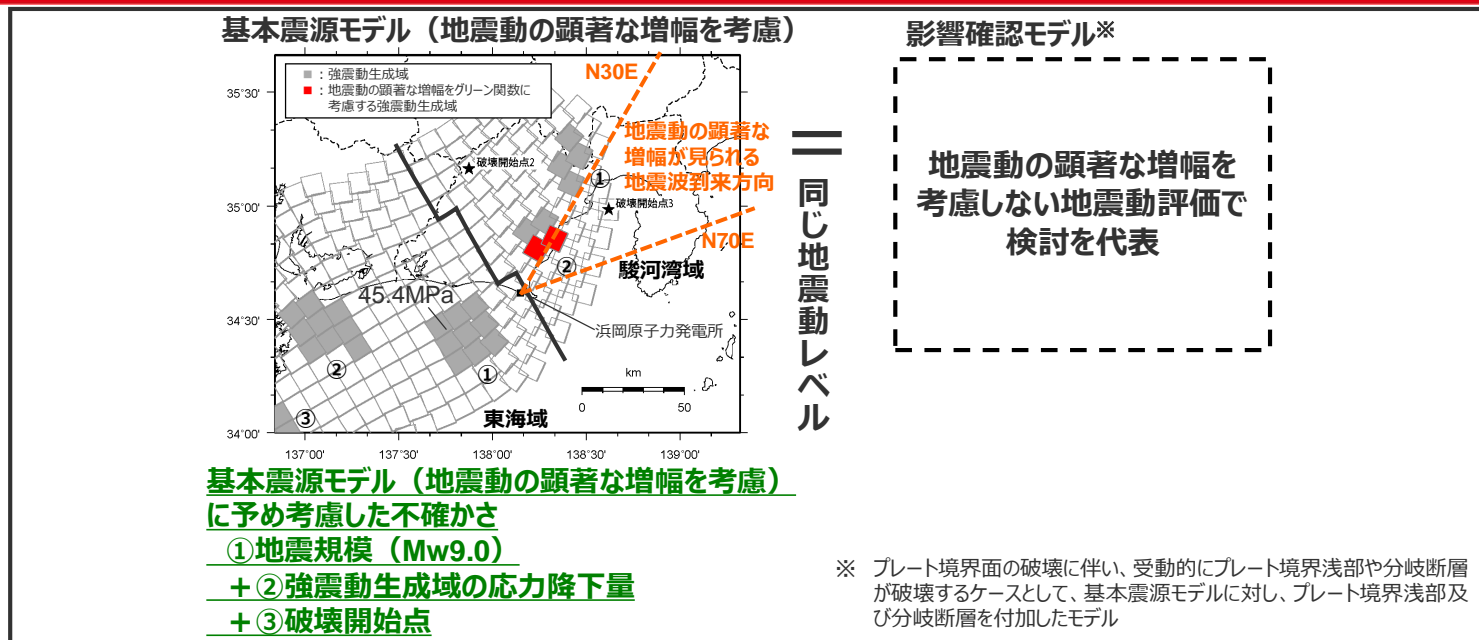
**基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）**  
+不確かさ④（強震動生成域の位置）  
+不確かさ⑥（分岐断層の強震動励起特性）※2

### 【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】

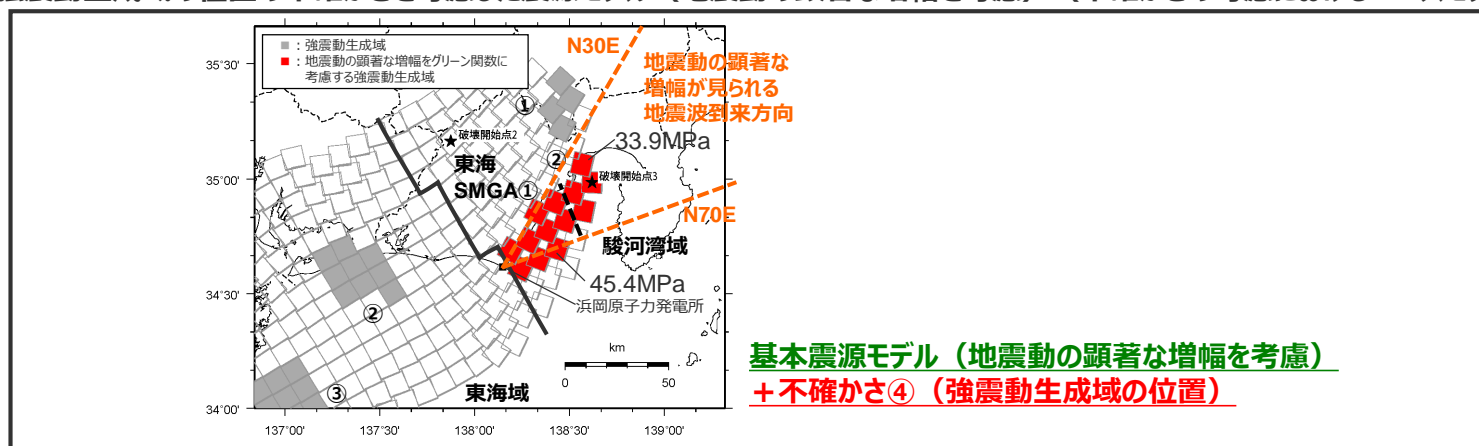
- プレート間地震の震源断層の破壊が、内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層に伝播するケースを考慮する。

**基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）**  
+不確かさ④（強震動生成域の位置）  
+不確かさ⑦（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）※3

＜3 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）＞  
**不確かさを考慮した震源モデルの設定**  
 （震源モデル一覧①）



**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）（不確かさの考慮におけるベースモデル）**

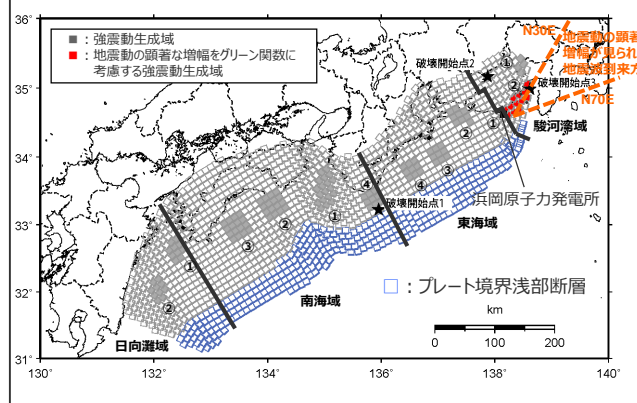


次ページに続く

# <3 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）> 不確かさを考慮した震源モデルの設定 （震源モデル一覧②）

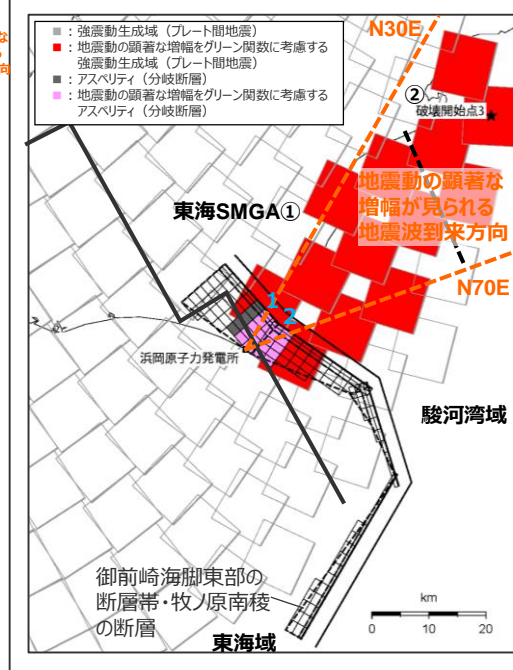
## 不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）

### 強震動生成域の位置と地震規模の不確かさの組合せの考慮



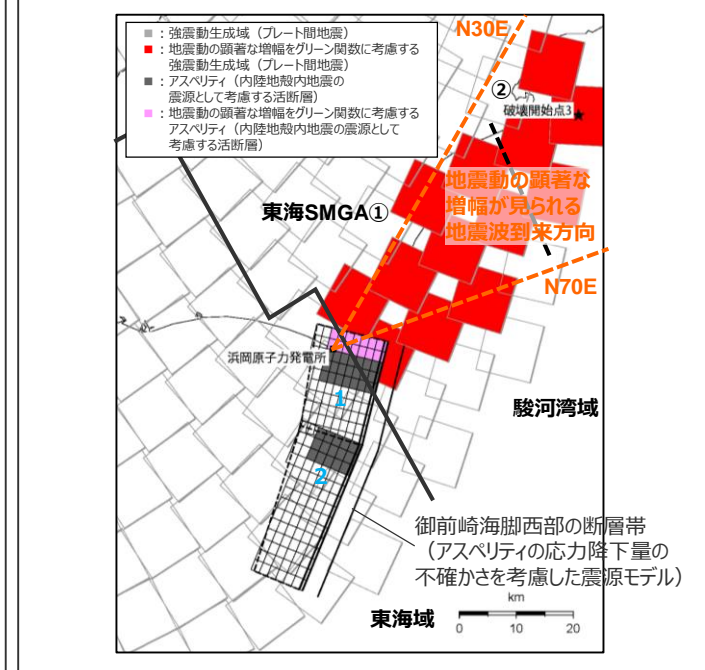
**基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）**  
 + 不確かさ④（強震動生成域の位置）  
 + 不確かさ⑤（地震規模（Mw9.1））

### 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



**基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）**  
 + 不確かさ④（強震動生成域の位置）  
 + 不確かさ⑥  
 （分岐断層の強震動励起特性）※1

### 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



**基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）**  
 + 不確かさ④（強震動生成域の位置）  
 + 不確かさ⑦（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）※2

※1 強震動予測レシビ(2017)を参考に強震動生成域（アスペリティ）を有するモデルとして、強震動励起特性が内陸地殻内地震と同程度になるよう震源モデルを設定する。

※2 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）の震源モデル及び震源断層パラメータは、内陸地殻内地震の地震動評価において各不確かさを考慮していることを踏まえ、保守的な評価となるよう、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）を用いる。

・ 黒字の丸数字はプレート間地震の強震動生成域のNo.、水色字の数字は分岐断層又は内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層のアスペリティのNo.を表す。  
 ・ --- : 東海SMGA①と駿河湾SMGA②の境界を表す。

・ 各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の震源モデル図及び震源断層パラメータの詳細は、補足説明資料① p.84~参照。

## 不確かさの考慮（重畳）の考え方

### 不確かさを考慮する断層パラメータ

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

基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）に予め不確かさを考慮したパラメータ

基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）に対して不確かさを考慮したパラメータ

- ① 破壊開始点
- ② 地震規模（Mw9.0）
- ③ 強震動生成域の応力降下量
- ④ 強震動生成域の位置※
- ⑤ 地震規模（Mw9.1）
- ⑥ 分岐断層の強震動励起特性
- ⑦ 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

<凡例>

緑字：認識論的な不確かさに分類されるもの  
（事前の調査や経験則等から設定できるもの）

紫字：偶発的な不確かさに分類されるもの  
（事前の調査や経験則等から設定が困難なもの）

茶字：基本的には認識論的な不確かさに分類されると考えられるが、偶発的な不確かさの要素も有していると考えられるもの

※ 中央防災会議(2001b,2003b)等において、強震動生成域の位置は、過去の地震の震度分布との比較・検討により、その妥当性が検証されており、過去の地震においても、その類似性は確認されているため、基本的には認識論的な不確かさに分類されると考えられるが、将来の地震において、過去の地震と同じ位置に強震動生成域が想定されるとは言い切れないことから、偶発的な不確かさの要素も有していると考えられる。

### 不確かさの考慮（重畳）の考え方

- 「認識論的な不確かさに分類されるもの」について、それぞれは独立して不確かさを考慮し、「偶発的な不確かさに分類されるもの」とは重畳させて不確かさを考慮することを原則とする。
- 一方、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）は、内閣府モデル（最大クラスの地震）に基づき設定しており、内閣府モデル（最大クラスの地震）には、「認識論的な不確かさに分類されるもの」である“②地震規模（Mw9.0）”及び“③強震動生成域の応力降下量”の不確かさが考慮されている。プレート間地震は敷地への影響が最も大きいことを踏まえて、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）には、「認識論的な不確かさに分類されるもの」と考えられるものの、“②地震規模（Mw9.0）”及び“③強震動生成域の応力降下量”の不確かさを予め考慮することとし、さらに、「偶発的な不確かさに分類されるもの」である“①破壊開始点”の不確かさも予め考慮する。
- “④強震動生成域の位置”は、基本的には「認識論的な不確かさに分類される」と考えられるため、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）に対して不確かさを考慮することとする。さらに、“④強震動生成域の位置”は、偶発的な不確かさの要素も有しており、また、この不確かさを考慮した震源モデルは全周期帯にわたり基本震源モデルよりも地震動レベルが大きく、敷地への影響が大きいことを踏まえ、不確かさの考慮におけるベースモデルとして扱うこととし、「認識論的な不確かさに分類されるもの」と考えられる“⑤地震規模（Mw9.1）”、“⑥分岐断層の強震動励起特性”、“⑦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”との不確かさの組合せも考慮する。

# 不確かさの考慮（重畳）の考え方

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

パラメータ	不確かさの考慮
破壊開始点	<p>・破壊開始点は、事前の調査や経験則等から設定が困難であり、<b>偶発的な不確かさに分類される</b>と考えられる。</p> <p>⇒<b>基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）に予め不確かさを考慮</b></p>
地震規模	<p>・南海トラフ沿いの地震については、大地震の繰り返しの発生履歴（地震規模等）が詳しく調べられており、地震が発生する領域が明らかとなっていることから、地震規模は<b>認識論的な不確かさに分類される</b>と考えられる。</p> <p>⇒<b>基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）に予め不確かさを考慮（Mw9.0）</b>                      （認識論的な不確かさに分類されるものの、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）の基となる内閣府モデル（最大クラス地震）に予め不確かさが考慮されているため、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）に予め不確かさを考慮）</p> <p>⇒<b>強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデルに対して不確かさを考慮（Mw9.1）</b>                      （震源域を浅部へ拡大し、すべり量を大きくすることで、地震規模をMw9.1としたケースを考慮）</p>
強震動生成域の応力降下量	<p>・中央防災会議(2001b,2003b)等において、強震動生成域の応力降下量は、過去の地震の震度分布との比較・検討により、その妥当性が検証されており、経験的なスケーリング則からも設定が可能であることから、<b>認識論的な不確かさに分類される</b>と考えられる。</p> <p>⇒<b>基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）に予め不確かさを考慮</b>                      （認識論的な不確かさに分類されるものの、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）の基となる内閣府モデル（最大クラス地震）に予め不確かさが考慮されているため、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）に予め不確かさを考慮）</p>
強震動生成域の位置	<p>・中央防災会議(2001b,2003b)等において、強震動生成域の位置は、過去の地震の震度分布との比較・検討により、その妥当性が検証されており、過去の地震においても、その類似性は確認されているため、<b>基本的には認識論的な不確かさに分類される</b>と考えられるが、将来の地震において、過去の地震と全く同じ位置に強震動生成域が想定されるとは言い切れないことから、<b>偶発的な不確かさの要素も有している</b>と考えられる。</p> <p>⇒<b>基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）に対して不確かさを考慮</b>                      ⇒<b>さらに不確かさの組合せも考慮</b>                      （偶発的な不確かさの要素も有しており、また、こ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）は全周期帯にわたり基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）よりも地震動レベルが大きく、敷地への影響が大きいことを踏まえ、不確かさの考慮におけるベースモデルとして扱うこととし、不確かさの組合せも考慮）</p>
分岐断層の強震動励起特性	<p>・分岐断層の地震時挙動に関する検討（浅部超低周波地震、断層すべり、巨大プレート間地震の震源過程解析等）から、プレート境界面の破壊に伴って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は小さいと考えられることから、分岐断層の強震動励起特性は<b>認識論的な不確かさに分類される</b>と考えられる。</p> <p>⇒<b>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）に対して不確かさを考慮</b></p>
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	<p>・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ことから、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は<b>認識論的な不確かさに分類される</b>と考えられる。</p> <p>⇒<b>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）に対して不確かさを考慮</b></p>

# 不確かさの考慮のまとめ

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

: 基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）に予め不確かさを考慮したパラメータ  
 : 不確かさを考慮したパラメータ

検討用地震の震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮)	地震発生形態	強震動生成域の位置	強震動生成域の 応力降下量	地震規模	破壊開始点
基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）	プレート間地震の震源断層が破壊	中央防災会議(2003b)による強震断層モデル（過去地震）の強震動生成域の位置を踏まえて設定	34～46MPa程度	Mw9.0	破壊の伝播方向が敷地へ向かうよう配置
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）	プレート間地震の震源断層が破壊	敷地下方に設定	34～46MPa程度	Mw9.0	破壊の伝播方向が敷地へ向かうよう配置
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）	プレート間地震の震源断層が破壊	敷地下方に設定	34～46MPa程度	Mw9.1	破壊の伝播方向が敷地へ向かうよう配置
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）	プレート間地震の震源断層の破壊に伴い、受動的に分岐断層が破壊し、分岐断層が強震動を発生させると想定※1	敷地下方に設定	34～46MPa程度	Mw9.0	破壊の伝播方向が敷地へ向かうよう配置
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）	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ケースを想定※2	敷地下方に設定	34～46MPa程度	Mw9.0	破壊の伝播方向が敷地へ向かうよう配置

※1 強震動予測レシビ(2017)を参考に強震動生成域（アスペリティ）を有するモデルとして、強震動励起特性が内陸地殻内地震と同程度になるよう震源モデルを設定する。

※2 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）の震源モデル及び震源断層パラメータは、内陸地殻内地震の地震動評価において各不確かさを考慮していることを踏まえ、保守的な評価となるよう、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）を用いる。

- ・破壊伝播速度（第284回審査会合資料2-2-1 p.11~）及び破壊開始点（第284回審査会合資料2-2-1 p.33~）について、基本震源モデルにおける設定値の代表性を確認。
- ・fmaxの影響検討（第284回審査会合資料2-2-1 p.38 ~）を実施。



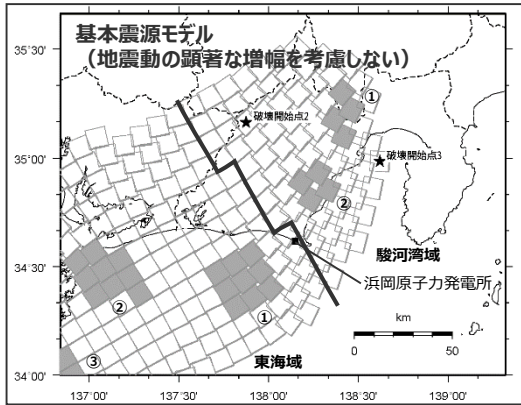
<3 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）>

# 不確かさを考慮した震源モデルの設定

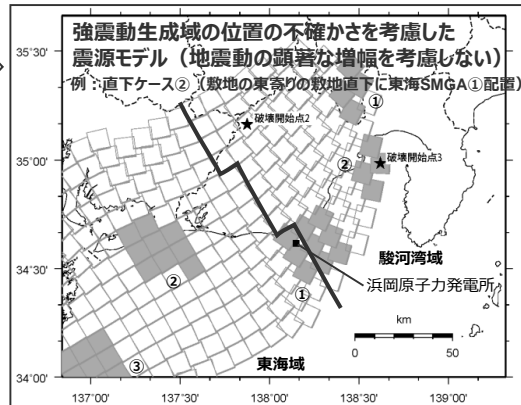
## （強震動生成域の位置の不確かさを考慮（地震動の顕著な増幅を考慮））

・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。

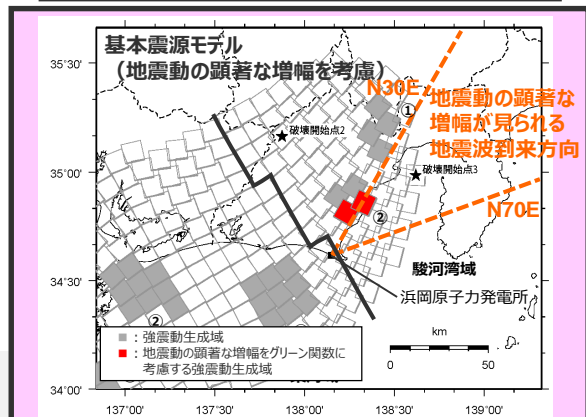
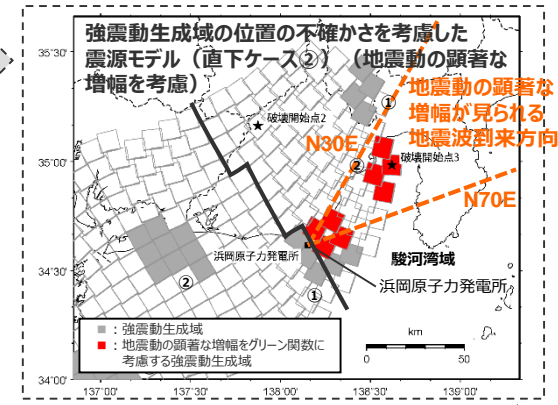
- 強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）は、強震動生成域の位置が基本的には認識論的な不確かさに分類されるが、偶発的な不確かさの要素も有していることも踏まえ、より保守的な評価となるよう、敷地近傍を含めて地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）に地震動の顕著な増幅を考慮する強震動生成域が位置する震源モデルを新たに設定する。
- 具体的には、敷地における地震動の増幅特性の分析の結果、地震波の入射角が鉛直下方に近づく敷地近傍は、地震動の顕著な増幅が見られない傾向があるものの、地震動に与える影響が大きいことを重視し、保守的な評価となるよう、敷地近傍を含めて地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）に強震動生成域（東海SMGA①及び駿河湾SMGA②）を集約することにより、地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）を包絡するよう強震動生成域を設定し、その全ての小断層に地震動の顕著な増幅を考慮するとともに、敷地近傍において地震動の顕著な増幅を考慮する小断層の範囲が地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）より広い設定とする。
- なお、念のため、敷地の東寄りの敷地直下に東海SMGA①を配置した強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（直下ケース②）（地震動の顕著な増幅を考慮しない）に対し、地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）にある強震動生成域の小断層（東海SMGA①の一部及び駿河湾SMGA②）に地震動の顕著な増幅を考慮した場合について、統計的グリーン関数法による地震動評価結果の比較を行い、上記の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）で代表できることを確認している。



敷地直下に設定  
 強震動生成域を

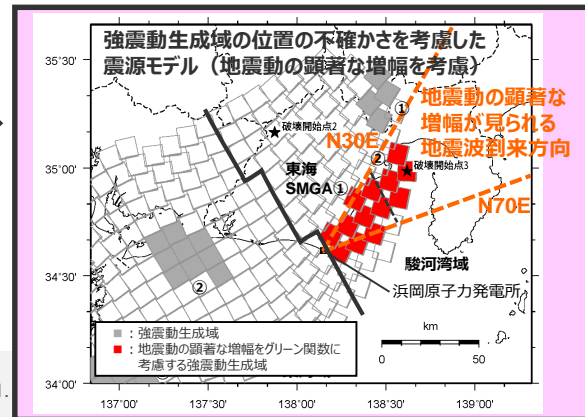


直下ケース②について、地震動の顕著な増幅が見られた地震波到来方向（N30E～N70E）にある強震動生成域の小断層（東海SMGA①の一部及び駿河湾SMGA②）に地震動の顕著な増幅を考慮



敷地近傍を含めて地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）にかけて強震動生成域を集約（東海SMGA①を集約）

敷地近傍を含めて地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）にかけて強震動生成域を集約（東海SMGA①及び駿河湾SMGA②を集約）

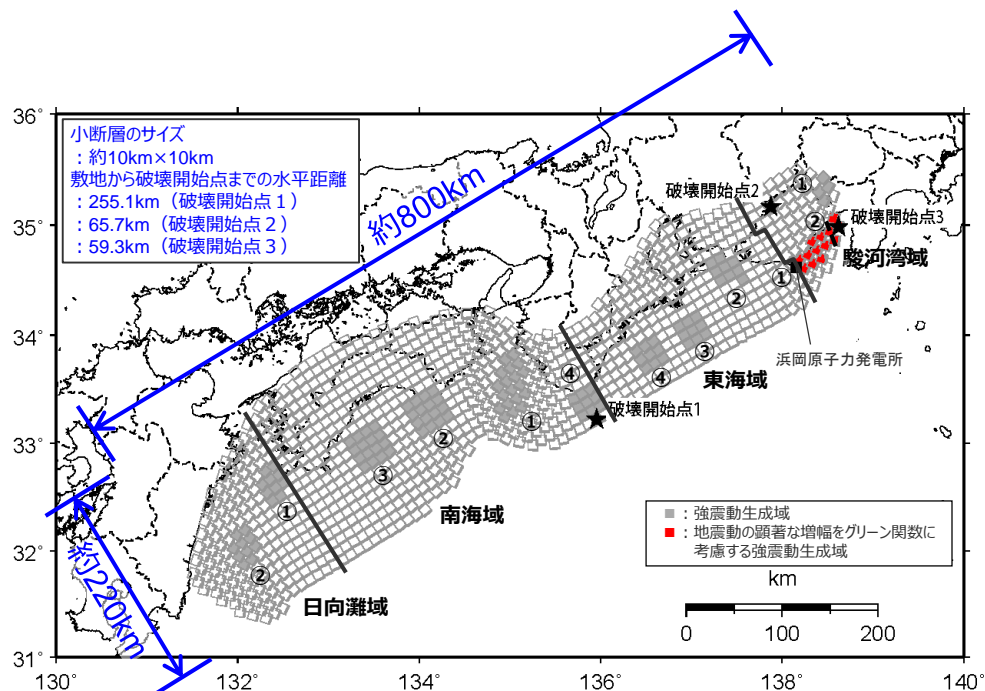


地震動レベルの比較

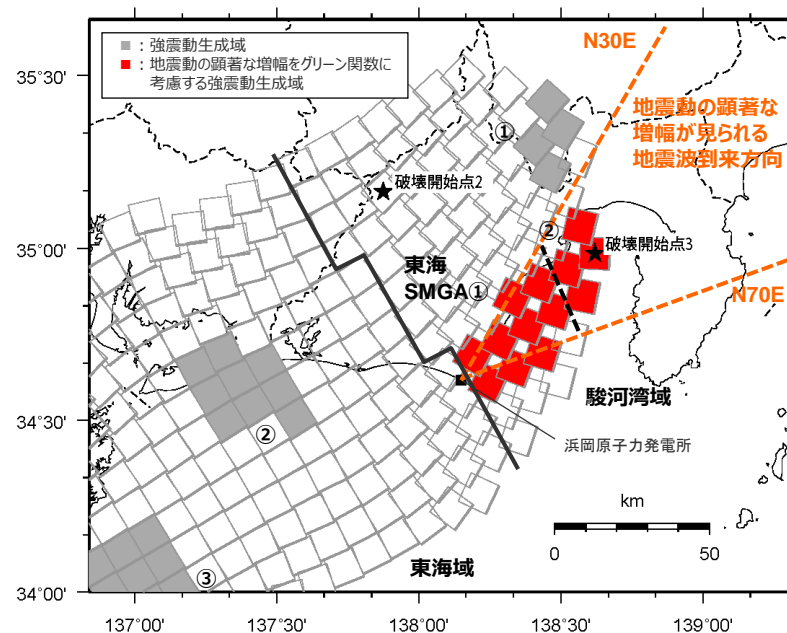
<3 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）>

# 不確かさを考慮した震源モデルの設定

（強震動生成域の位置の不確かさを考慮（地震動の顕著な増幅を考慮））



(全体)



(敷地周辺)

<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）>

・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。

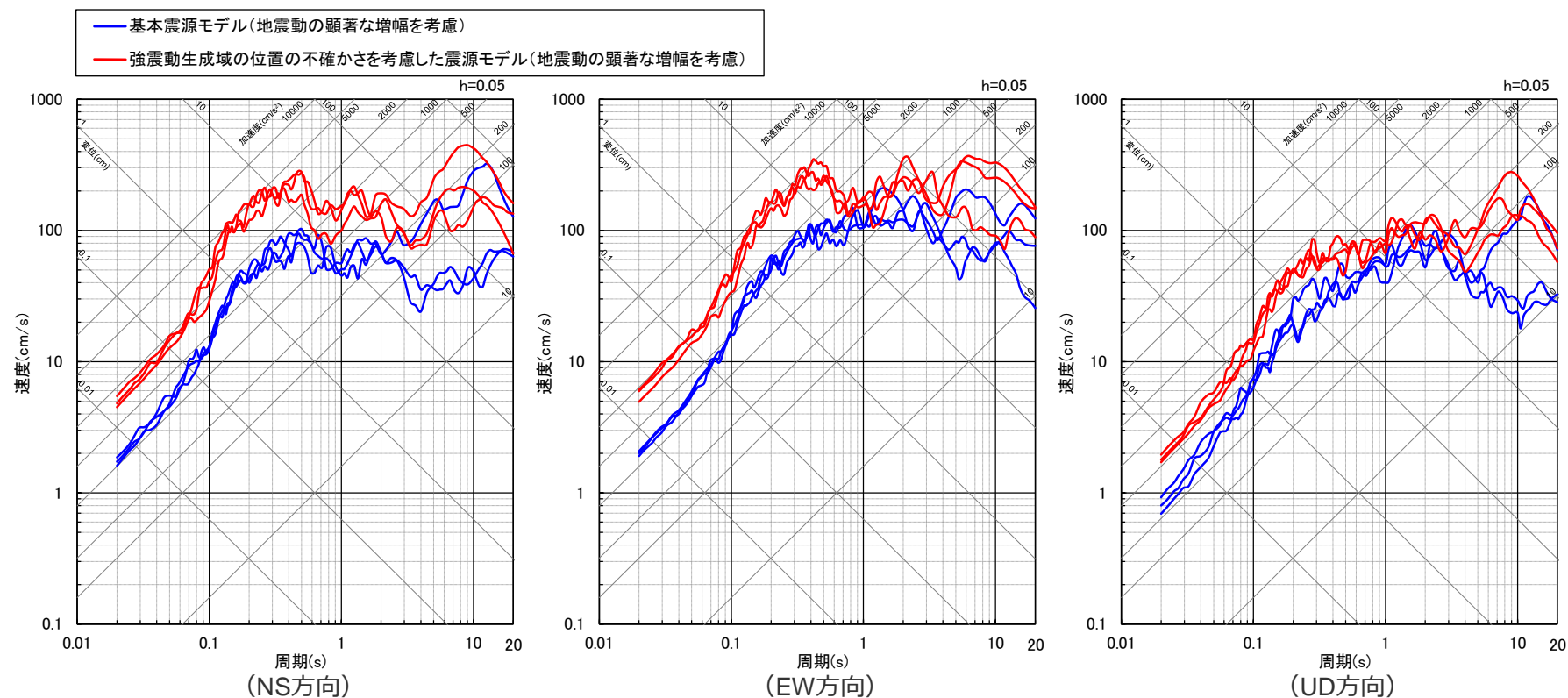
---

余白

## 不確かさを考慮した震源モデルの設定

（強震動生成域の位置の不確かさを考慮（地震動の顕著な増幅を考慮）：地震動レベルの比較）

- 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果の比較によると、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）の地震動レベルは、全周期帯に渡り基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の地震動レベルより大きい。



<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果の比較（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）、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））

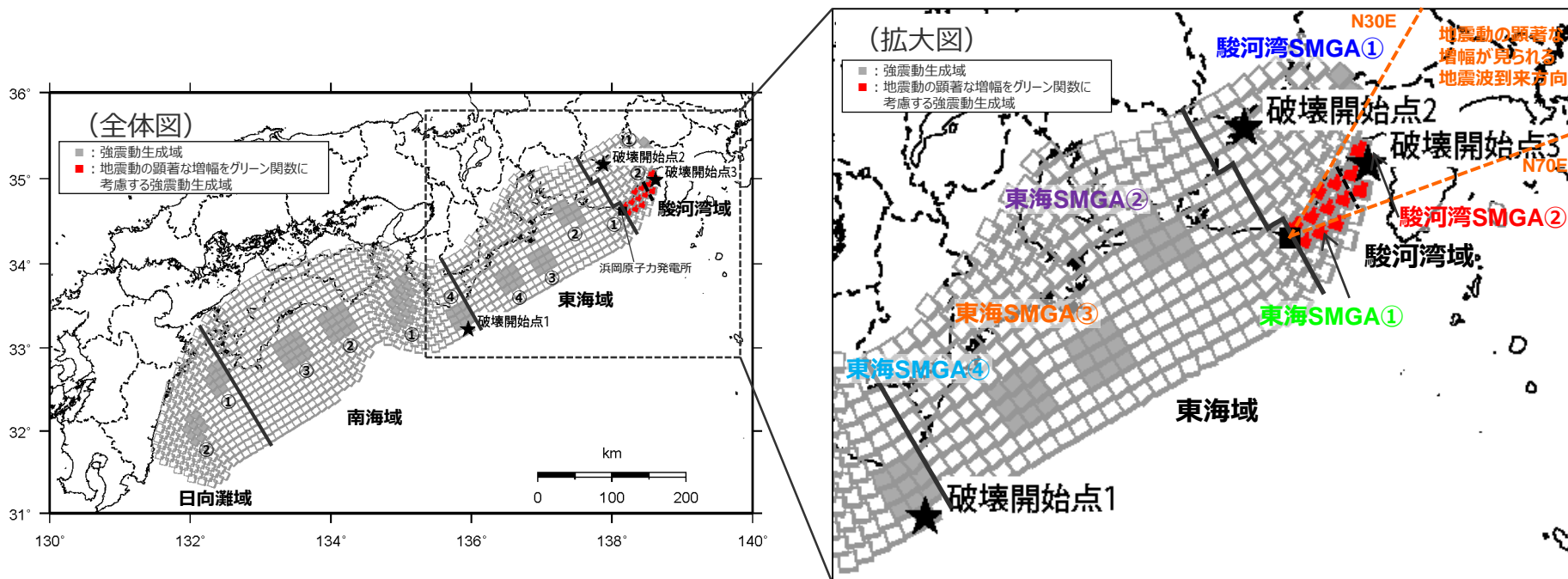
- ・統計的グリーン関数法と波数積分法のハイブリッド合成法による。
- ・震源モデル毎に、破壊開始点1～3の応答スペクトルを描画。

<3 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）>

# 不確かさを考慮した震源モデルの設定

（強震動生成域の位置の不確かさを考慮（地震動の顕著な増幅を考慮）：敷地における地震動に支配的な強震動生成域）

○敷地における地震動への寄与が大きい強震動生成域の分析として、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）を代表に、敷地に近い駿河湾域及び東海域の各強震動生成域（駿河湾SMGA①、②、東海SMGA①～④）を対象として、各強震動生成域による敷地の地震動をそれぞれ統計的グリーン関数法と波数積分法のハイブリッド合成法により評価し、震源モデル全体の地震動評価結果との比較を行う。

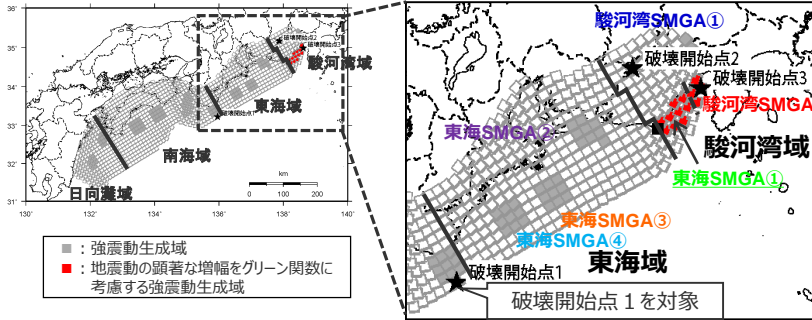


<強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）>

・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。

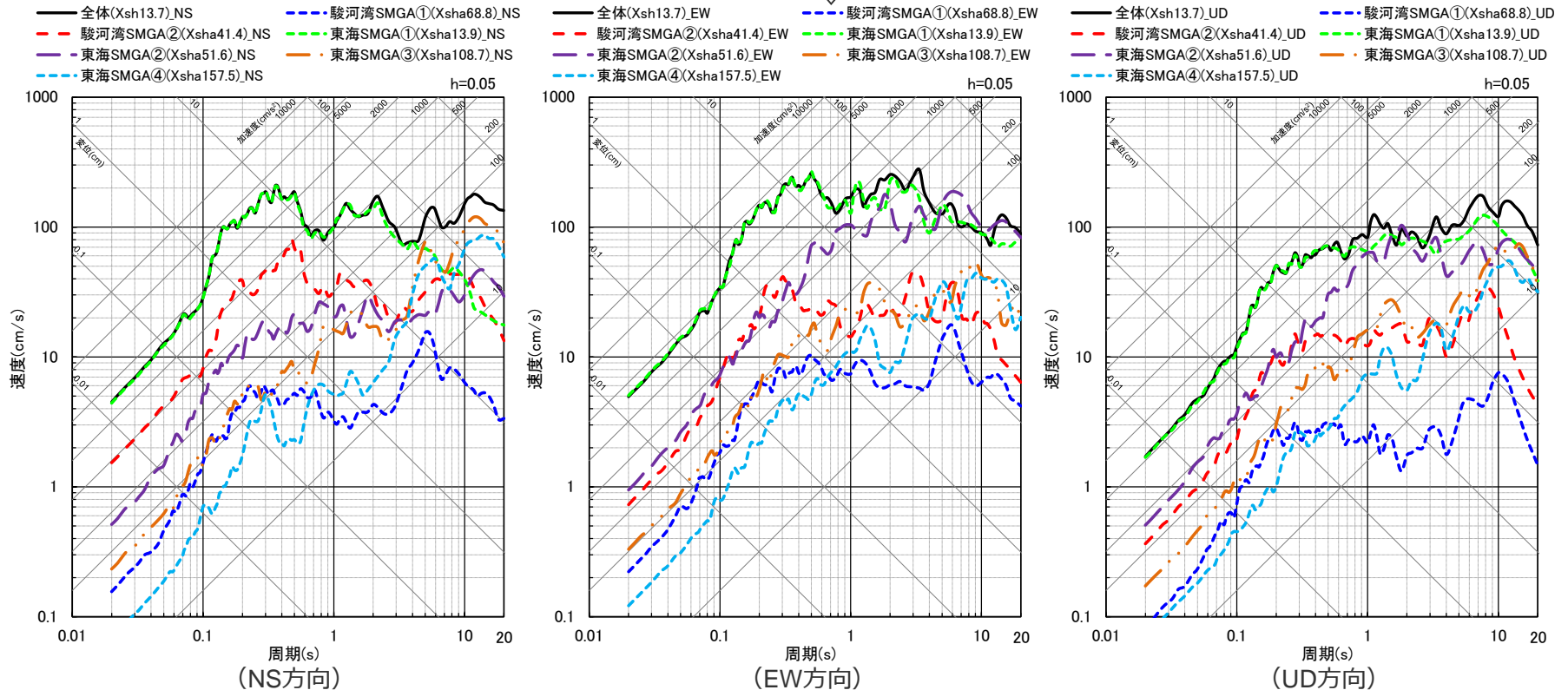
# <3 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）> 不確かさを考慮した震源モデルの設定

（強震動生成域の位置の不確かさを考慮（地震動の顕著な増幅を考慮）：敷地における地震動に支配的な強震動生成域）



各領域の  
地震動評価結果  
（応答スペクトル）  
を比較

○各強震動生成域（SMGA）の地震動評価結果の比較によると、敷地に最も近い敷地直下の東海SMGA①が、敷地における地震動への影響が最も大きく、震源モデル全体の地震動評価結果に対し支配的な強震動生成域となっている。



## <応答スペクトルの比較（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）（破壊開始点1））>

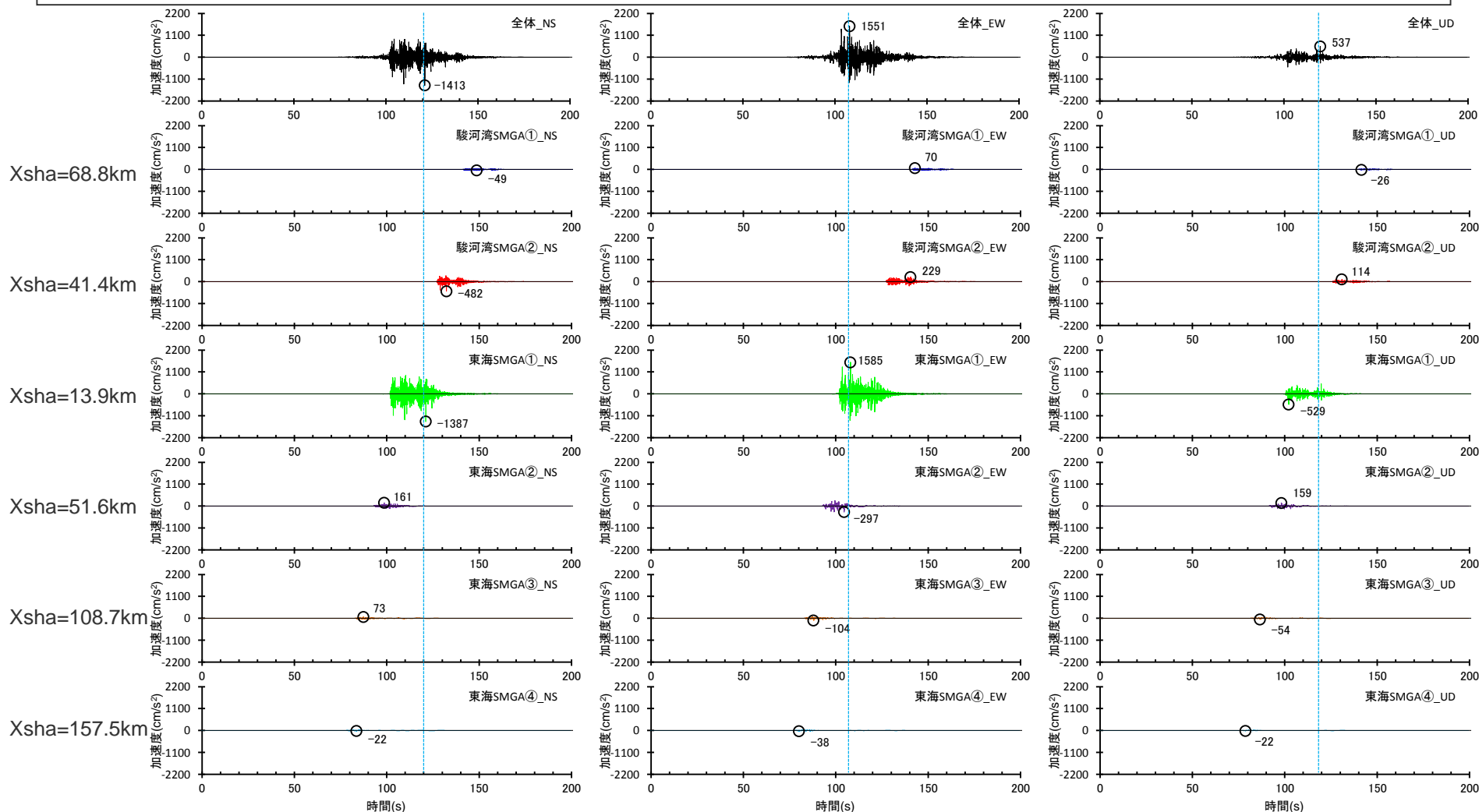
- ・ 統計的グリーン関数法と波数積分法のハイブリッド合成法による。
- ・ Xshは断層最短距離 (km)、Xshaは強震動生成域の最短距離 (km) を表す。

### <3 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）>

## 不確かさを考慮した震源モデルの設定

（強震動生成域の位置の不確かさを考慮（地震動の顕著な増幅を考慮）：敷地における地震動に支配的な強震動生成域）

○各強震動生成域（SMGA）の地震動評価結果の比較によると、敷地に最も近い敷地直下の東海SMGA①が、敷地における地震動への影響が最も大きく、震源モデル全体の地震動評価結果に対し支配的な強震動生成域となっている。



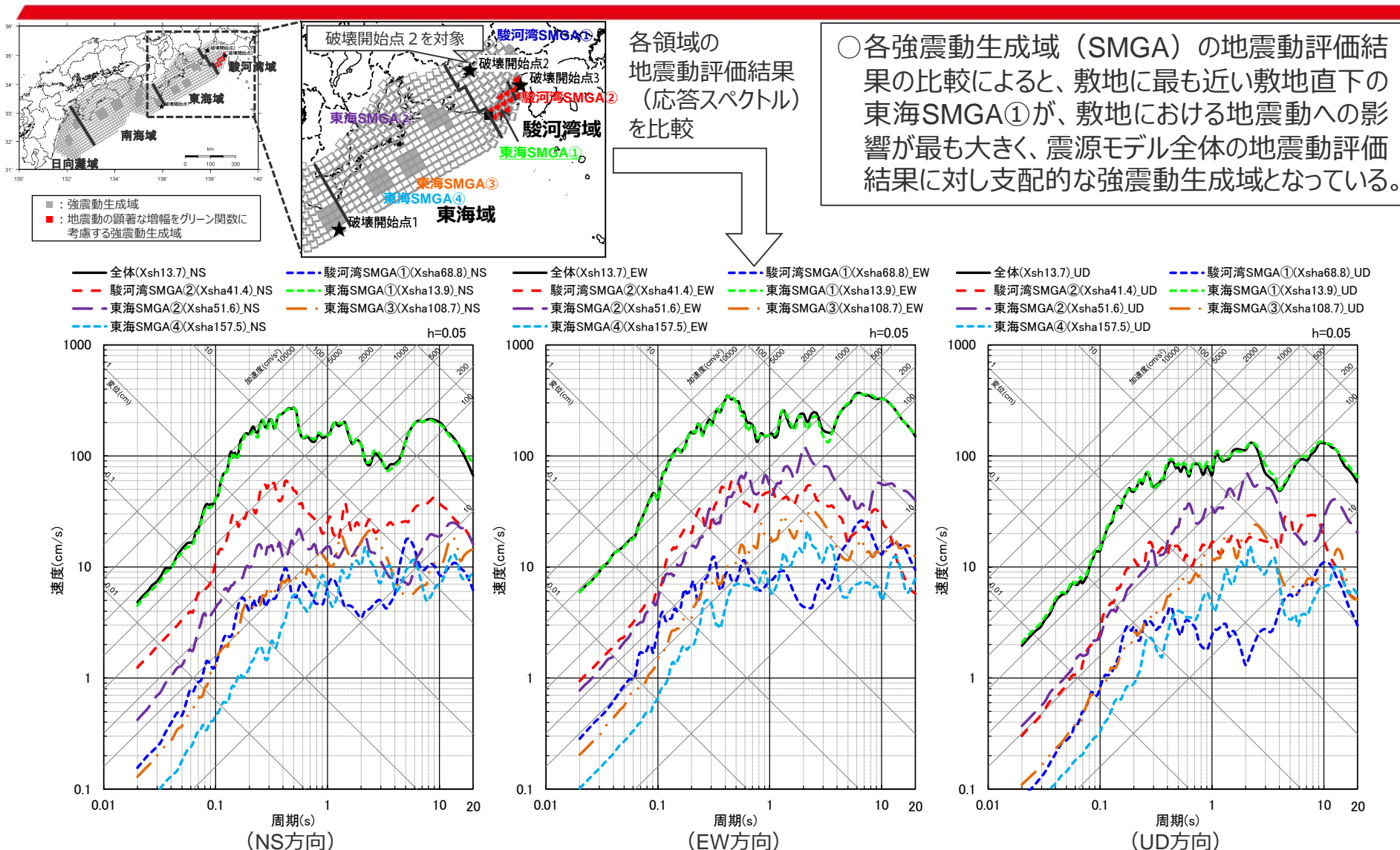
### <加速度時刻歴波形の比較（強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（破壊開始点1））>

- 統計的グリーン関数法と波数積分法のハイブリッド合成法による。
- Xshaは、強震動生成域の最短距離（km）を表す。

### <3 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）>

## 不確かさを考慮した震源モデルの設定

（強震動生成域の位置の不確かさを考慮（地震動の顕著な増幅を考慮）：敷地における地震動に支配的な強震動生成域）



### <応答スペクトルの比較（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）（破壊開始点2））>

- ・ 統計的グリーン関数法と波数積分法のハイブリッド合成法による。
- ・ Xshは断層最短距離 (km)、Xshaは強震動生成域の最短距離 (km) を表す。

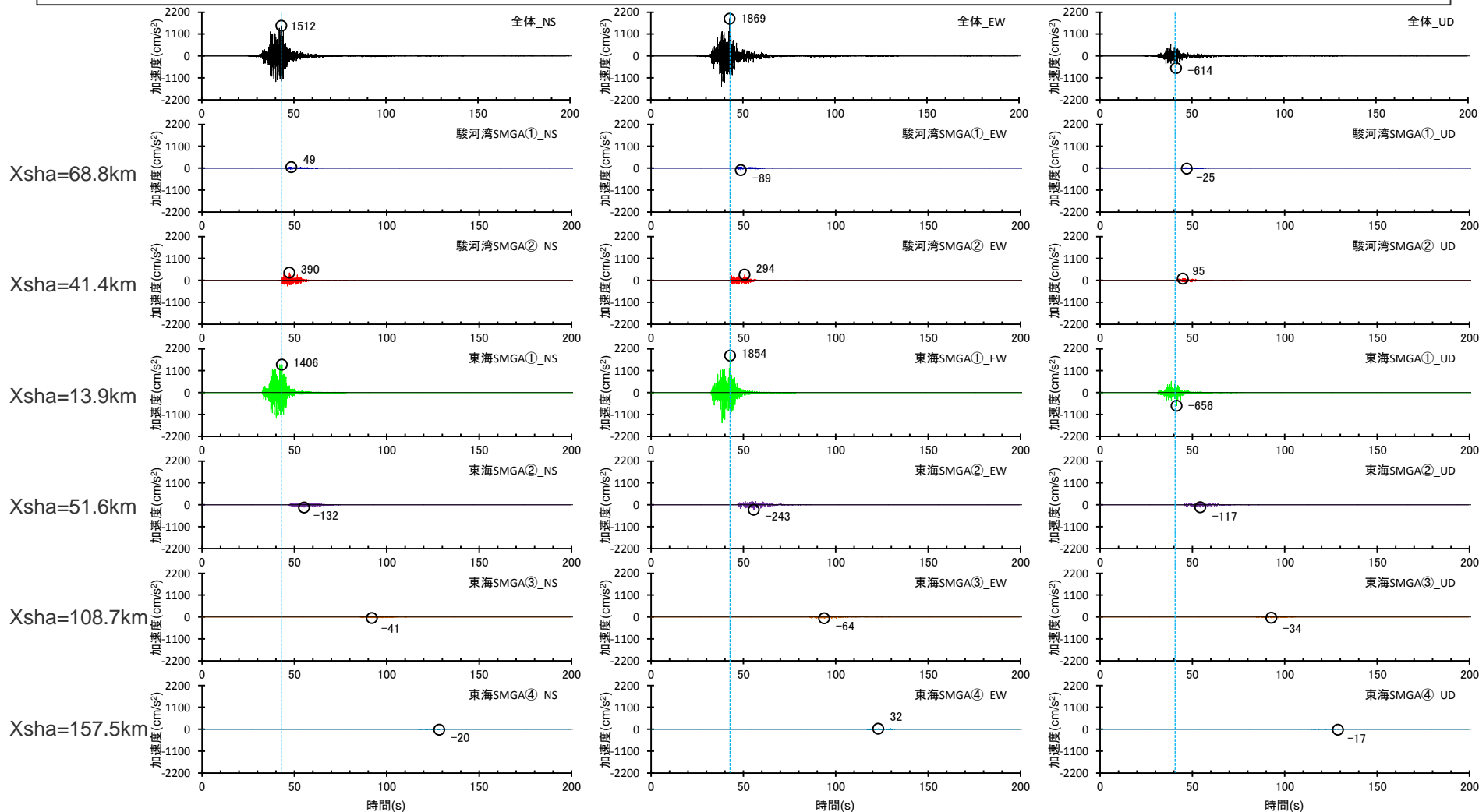


### <3 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）>

## 不確かさを考慮した震源モデルの設定

（強震動生成域の位置の不確かさを考慮（地震動の顕著な増幅を考慮）：敷地における地震動に支配的な強震動生成域）

○各強震動生成域（SMGA）の地震動評価結果の比較によると、敷地に最も近い敷地直下の東海SMGA①が、敷地における地震動への影響が最も大きく、震源モデル全体の地震動評価結果に対し支配的な強震動生成域となっている。

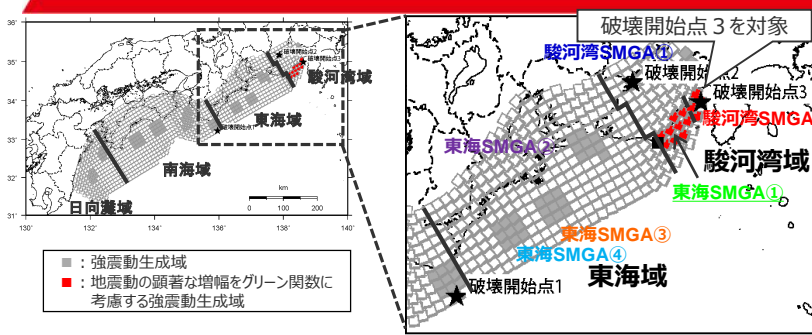


### <加速度時刻歴波形の比較（強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（破壊開始点2））>

- ・統計的グリーン関数法と波数積分法のハイブリッド合成法による。
- ・Xshaは、強震動生成域の最短距離（km）を表す。

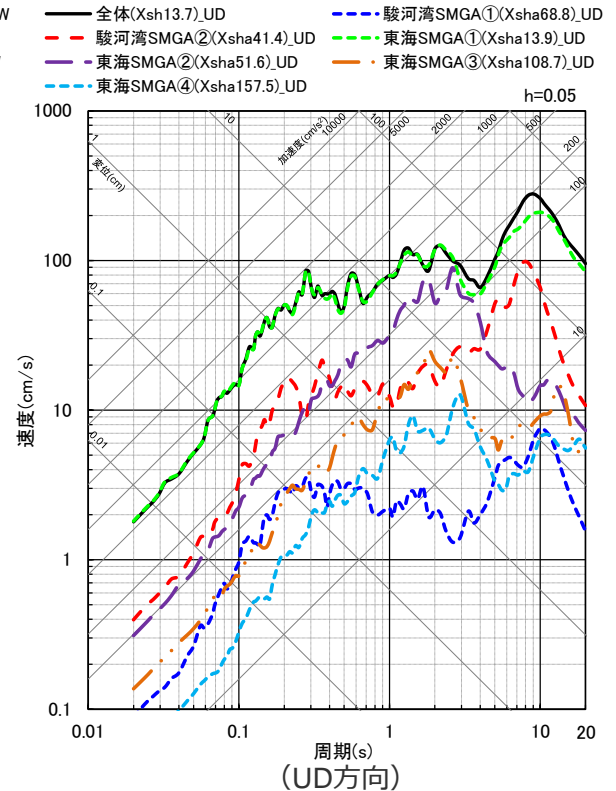
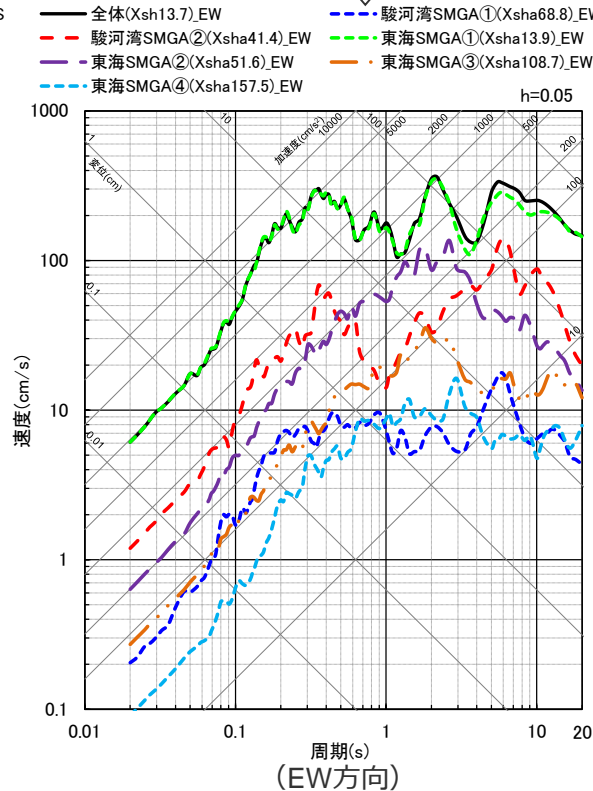
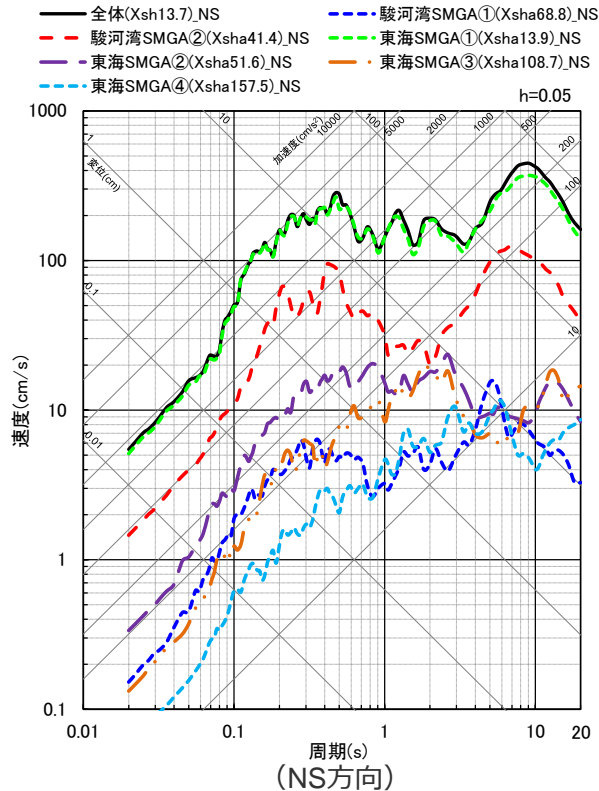
# <3 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）> 不確かさを考慮した震源モデルの設定

（強震動生成域の位置の不確かさを考慮（地震動の顕著な増幅を考慮）：敷地における地震動に支配的な強震動生成域）



各領域の地震動評価結果（応答スペクトル）を比較

○各強震動生成域（SMGA）の地震動評価結果の比較によると、敷地に最も近い敷地直下の東海SMGA①が、敷地における地震動への影響が最も大きく、震源モデル全体の地震動評価結果に対し支配的な強震動生成域となっている。



## <応答スペクトルの比較（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）（破壊開始点3））>

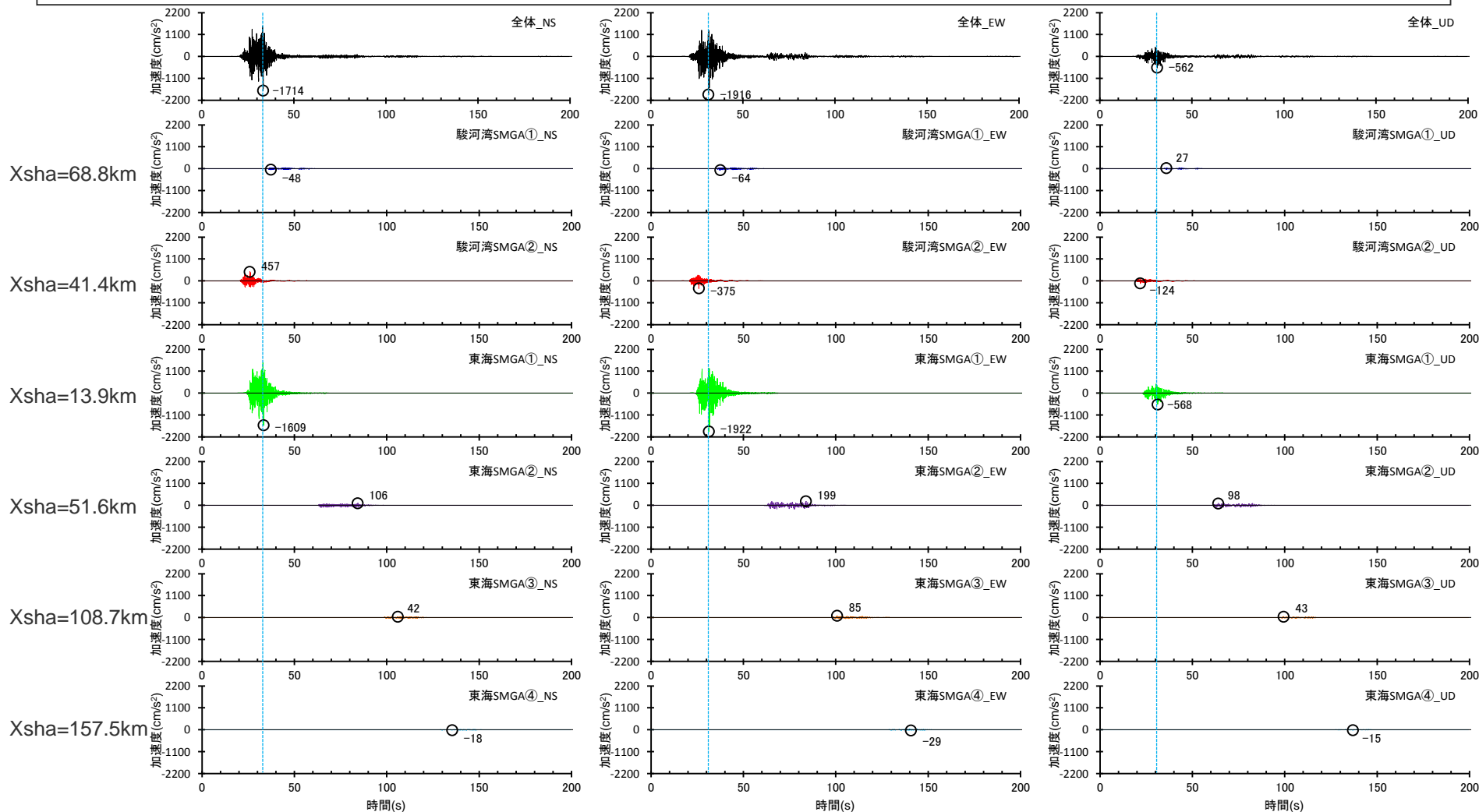
- ・統計的グリーン関数法と波数積分法のハイブリッド合成法による。
- ・Xshは断層最短距離（km）、Xshaは強震動生成域の最短距離（km）を表す。

### <3 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）>

## 不確かさを考慮した震源モデルの設定

（強震動生成域の位置の不確かさを考慮（地震動の顕著な増幅を考慮）：敷地における地震動に支配的な強震動生成域）

○各強震動生成域（SMGA）の地震動評価結果の比較によると、敷地に最も近い敷地直下の東海SMGA①が、敷地における地震動への影響が最も大きく、震源モデル全体の地震動評価結果に対し支配的な強震動生成域となっている。



### <加速度時刻歴波形の比較（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）（破壊開始点3））>

- ・統計的グリーン関数法と波数積分法のハイブリッド合成法による。
- ・Xshaは、強震動生成域の最短距離（km）を表す。

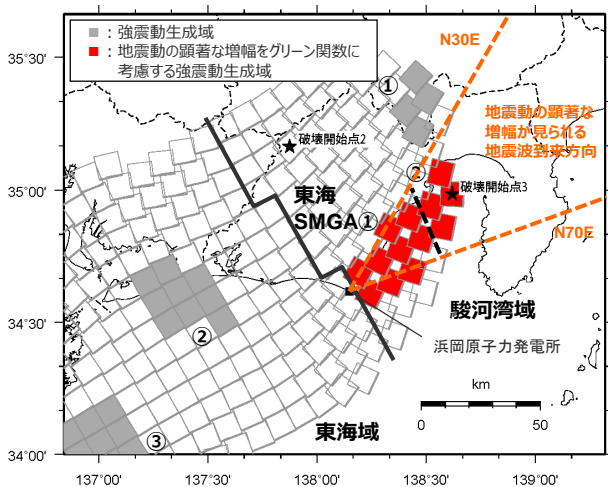
---

余白

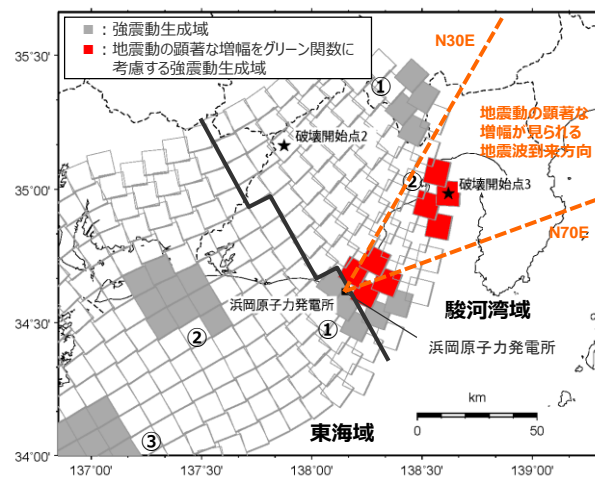
## 不確かさを考慮した震源モデルの設定

（強震動生成域の位置の不確かさを考慮（地震動の顕著な増幅を考慮）：敷地における地震動に支配的な強震動生成域のパラスタ）

- 前述のとおり、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）は、保守的な評価となるよう、敷地近傍を含めて地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）に強震動生成域（東海SMGA①及び駿河湾SMGA②）を集約することにより、地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）を包絡するよう強震動生成域を設定し、その全ての小断層に地震動の顕著な増幅を考慮するとともに、敷地近傍において地震動の顕著な増幅を考慮する小断層の範囲が地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）より広い設定とする。
- このように設定することで、地震動の顕著な増幅を最大限考慮できることとなるが、一方で、地震動の顕著な増幅を考慮する強震動生成域が、敷地からやや離れた位置に配置されることになる。そこで、敷地の東寄りの敷地直下に東海SMGA①を配置してい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（直下ケース②）（地震動の顕著な増幅を考慮しない）について地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）に含まれる強震動生成域の小断層（東海SMGA①の一部及び駿河湾SMGA②）に地震動の顕著な増幅を考慮したパラスタケースを設定し、統計的グリーン関数法による地震動評価結果の比較を行い、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）の代表性の確認を行う。



（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））



（パラスタケース）

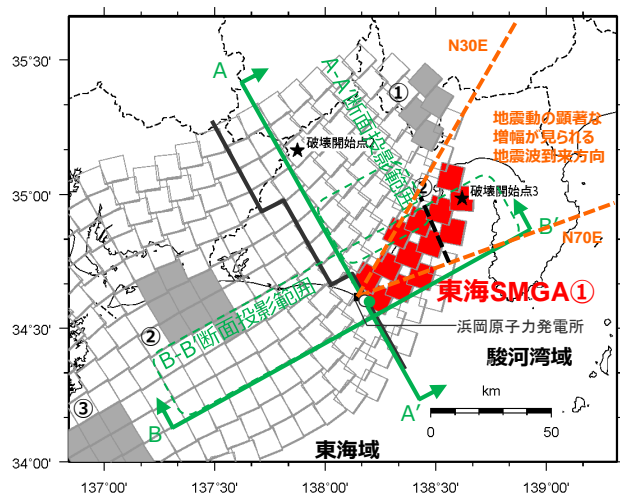
・黒字の丸数字はプレート間地震の強震動生成域のNo.を表す。  
・-----：東海SMGA①と駿河湾SMGA②の境界を表す。

### <3 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）>

## 不確かさを考慮した震源モデルの設定

（強震動生成域の位置の不確かさを考慮（地震動の顕著な増幅を考慮）：敷地における地震動に支配的な強震動生成域のパラスタ）

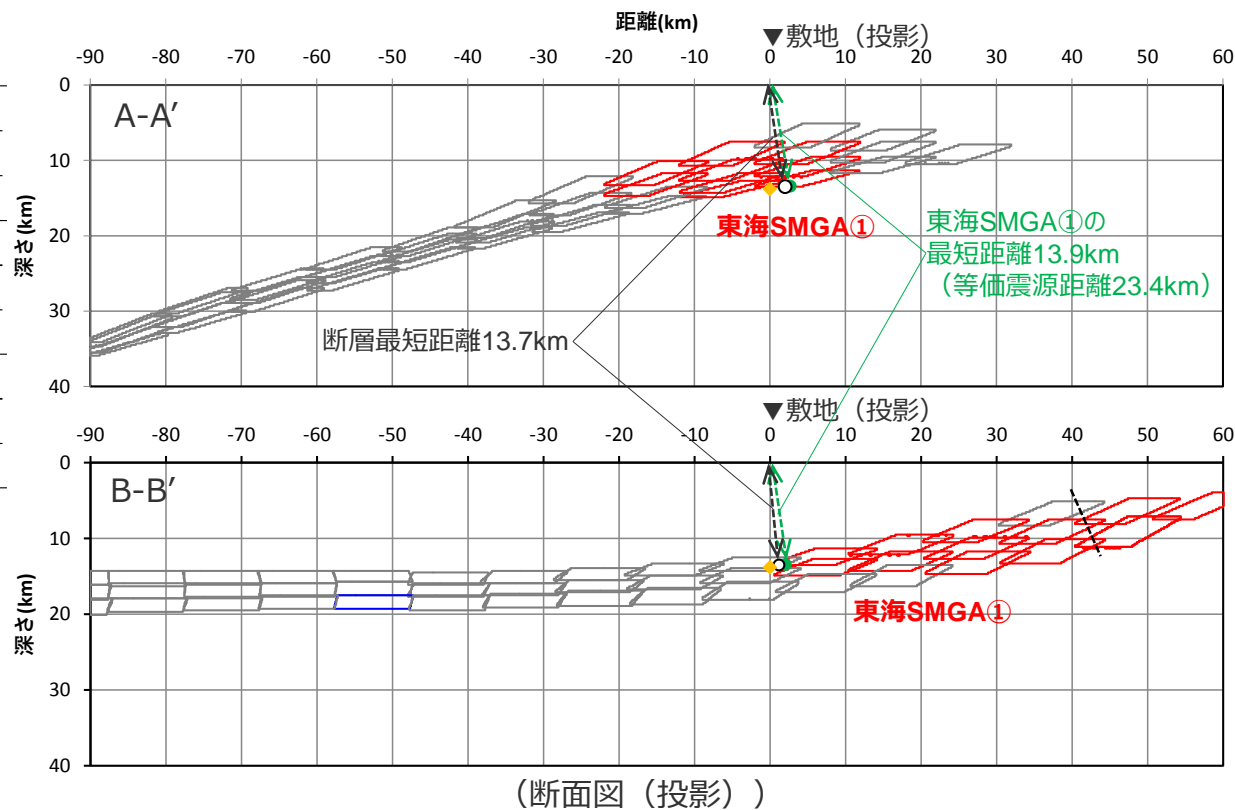
○強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）では、敷地における地震動に支配的な東海SMGA①が敷地直下に位置しており、断層最短距離の位置（下図○）と東海SMGA①の最短距離の位置（下図●）はほぼ同じである（敷地からの最短距離が最も短い位置とほぼ同じ位置に、敷地における地震動に支配的な東海SMGA①が位置している）。



（測線位置図）

- : 強震動生成域の小断層（地震動の顕著な増幅を考慮しない）（投影）
- : 強震動生成域の小断層（地震動の顕著な増幅を考慮）（投影）
- : 背景領域の小断層（投影）
- : 断層最短距離の位置
- : 東海SMGA①の最短距離の位置
- ◆ : 敷地直下のプレート境界の位置

・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。



（断面図（投影））

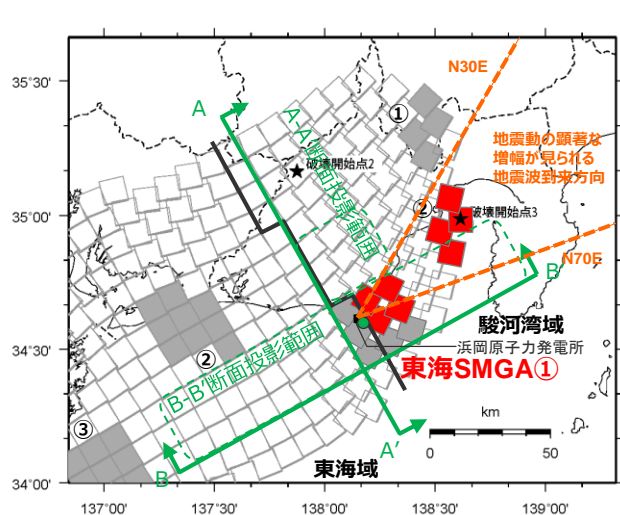
<強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）における東海SMGA①と敷地との位置関係>

### <3 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）>

## 不確かさを考慮した震源モデルの設定

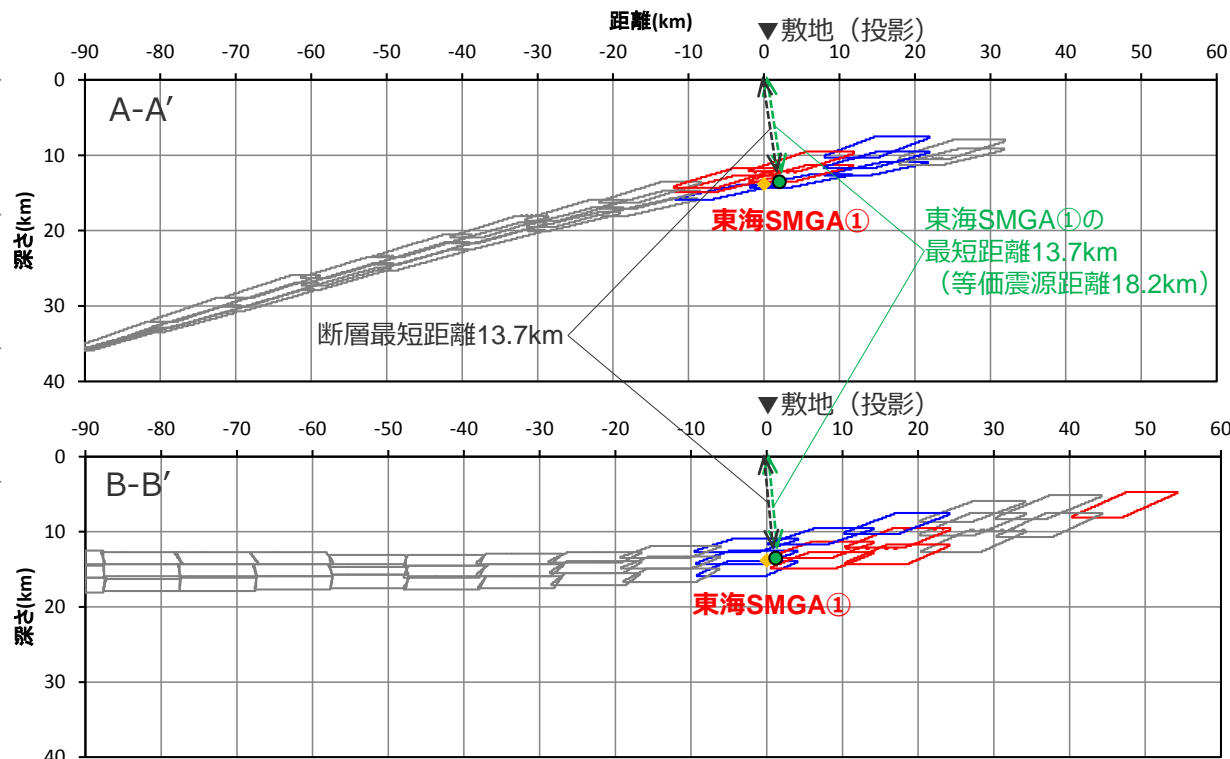
（強震動生成域の位置の不確かさの考慮（地震動の顕著な増幅を考慮）：敷地における地震動に支配的な強震動生成域のパラスタ）

○パラスタケースでは、敷地における地震動に支配的な東海SMGA①が敷地直下に位置しており、断層最短距離の位置（下図○）と東海SMGA①の最短距離の位置（下図●）は同じである（敷地からの最短距離が最も短い位置に、敷地における地震動に支配的な東海SMGA①が位置している）。



（測線位置図）

- : 強震動生成域の小断層（地震動の顕著な増幅を考慮しない）（投影）
- : 強震動生成域の小断層（地震動の顕著な増幅を考慮）（投影）
- : 背景領域の小断層（投影）
- : 断層最短距離の位置
- : 東海SMGA①の最短距離の位置
- ◆ : 敷地直下のプレート境界の位置



（断面図（投影））

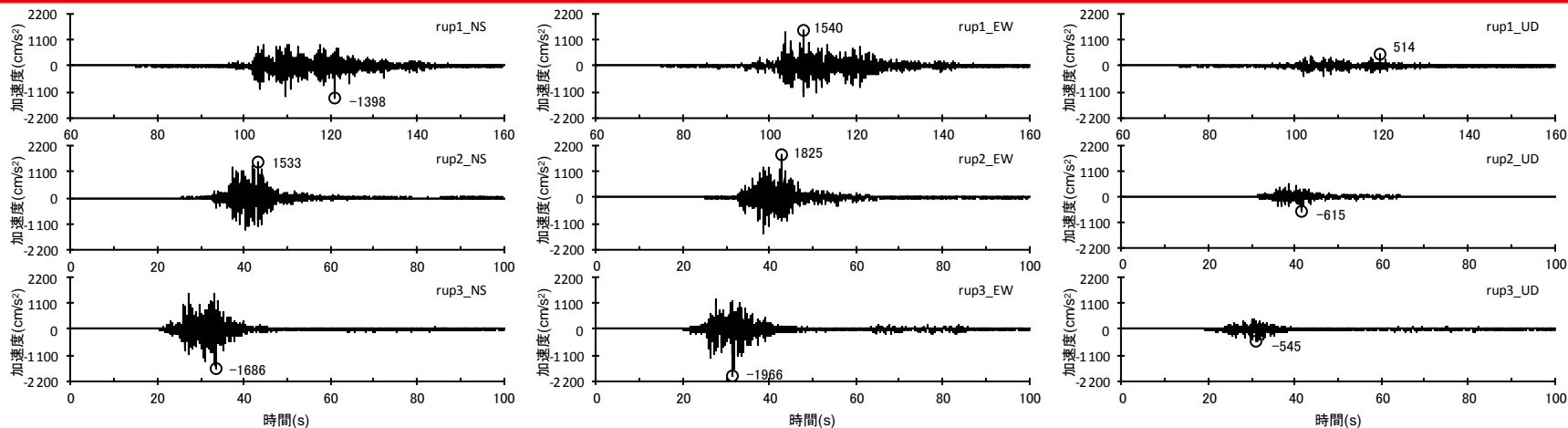
<パラスタケースにおける東海SMGA①と敷地との位置関係>

・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。

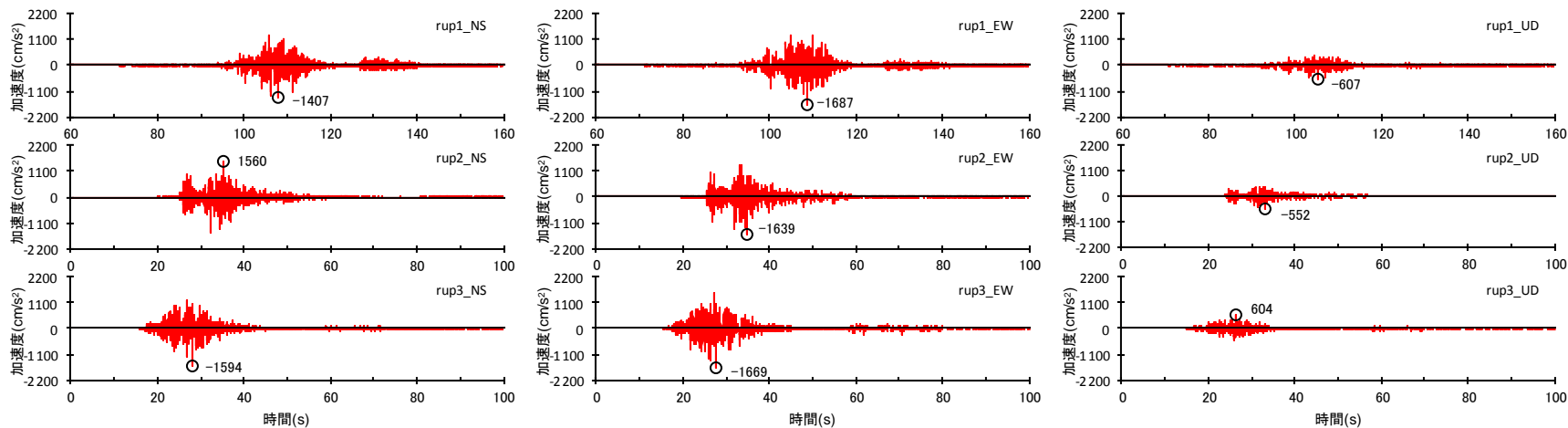
### <3 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）>

## 不確かさを考慮した震源モデルの設定

（強震動生成域の位置の不確かさを考慮（地震動の顕著な増幅を考慮）：敷地における地震動に支配的な強震動生成域のパラスタ）



（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））



（パラスタケース）

### <統計的グリーン関数法による地震動評価結果（加速度時刻歴波形）>

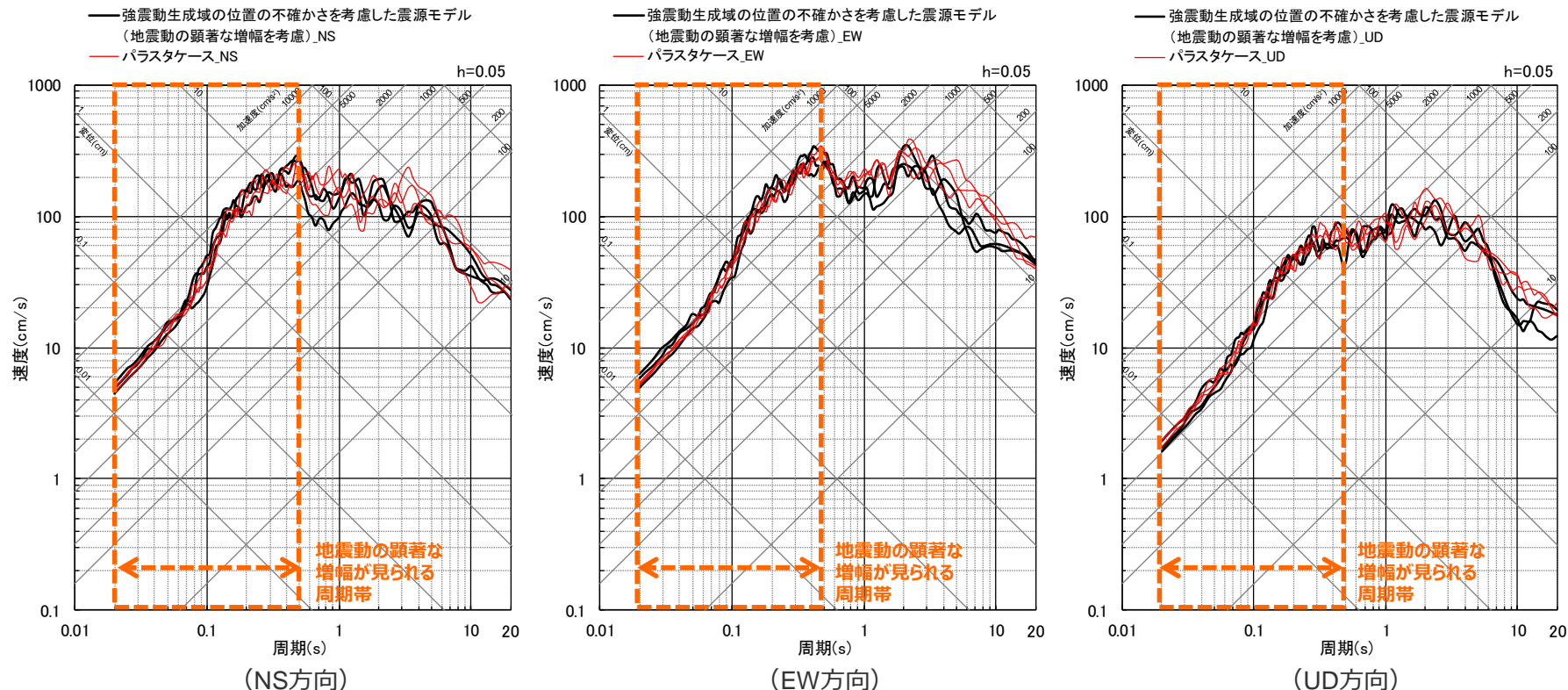


### <3 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）>

## 不確かさを考慮した震源モデルの設定

（強震動生成域の位置の不確かさを考慮（地震動の顕著な増幅を考慮）：敷地における地震動に支配的な強震動生成域のパラスタ）

○統計的グリーン関数法による地震動評価結果の比較によると、地震動の顕著な増幅が見られる周期帯（周期0.5秒以下）において、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）の地震動レベルはパラスタケースの地震動レベルと同程度かそれ以上になっている。



### <統計的グリーン関数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）、パラスタケース、破壊開始点1～3）

○以上より、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）の代表性を確認した。

## 不確かさを考慮した震源モデルの設定

（強震動生成域の位置の不確かさの考慮（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）の設定方針】

- 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、強震動生成域の位置が基本的には認識論的な不確かさに分類されるが、偶発的な不確かさの要素も有していることも踏まえ、より保守的な評価となるよう、敷地近傍を含めて地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）に地震動の顕著な増幅を考慮する強震動生成域が位置する震源モデルを新たに設定する。
- 具体的には、敷地における地震動の増幅特性の分析の結果、地震波の入射角が鉛直下方に近づく敷地近傍は、地震動の顕著な増幅が見られない傾向があるものの、地震動に与える影響が大きいことを重視し、保守的な評価となるよう、敷地近傍を含めて地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）に強震動生成域（東海SMGA①及び駿河湾SMGA②）を集約することにより、地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）を包絡するよう強震動生成域を設定し、その全ての小断層に地震動の顕著な増幅を考慮するとともに、敷地近傍において地震動の顕著な増幅を考慮する小断層の範囲が地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）より広い設定とする。



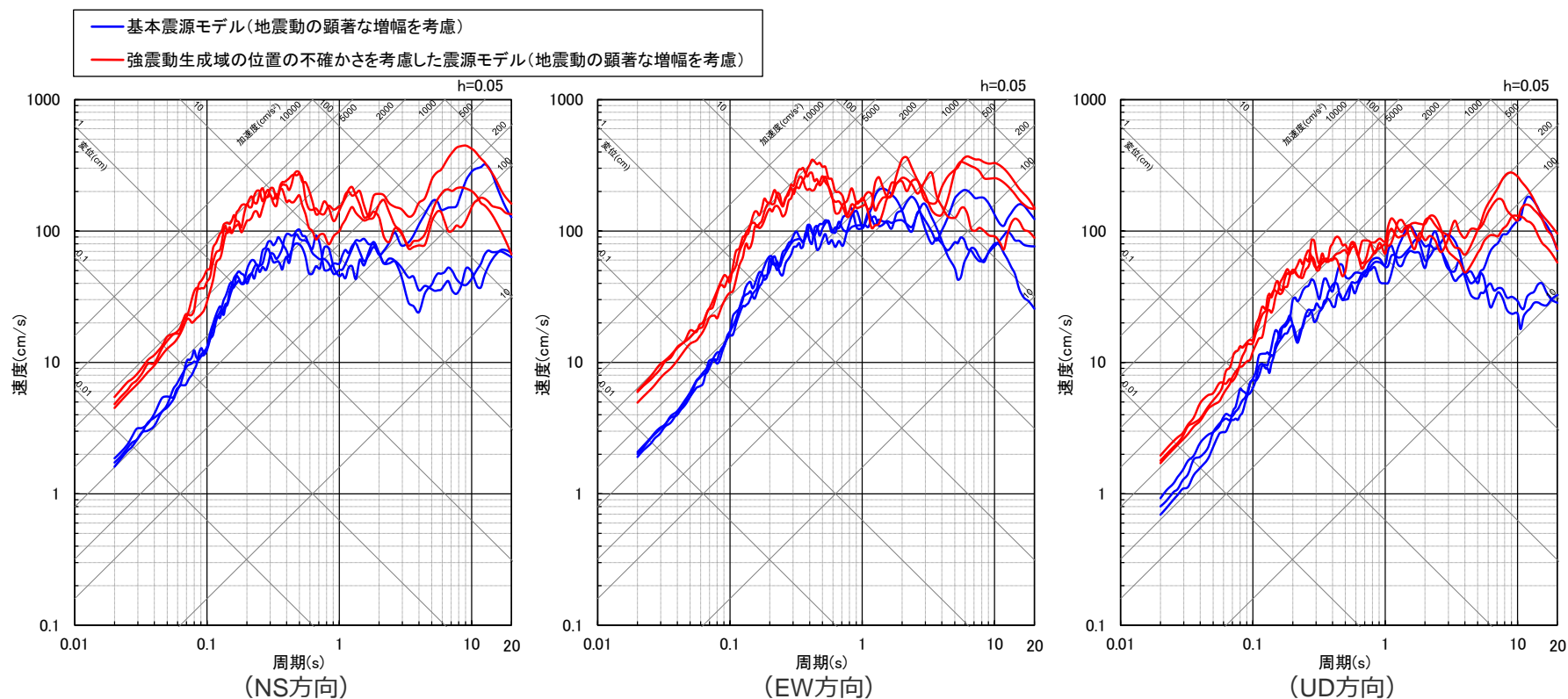
- 強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）について、上記のとおり設定することで、地震動の顕著な増幅を最大限考慮できることとなるが、一方で、地震動の顕著な増幅を考慮する強震動生成域が、敷地からやや離れた位置に配置されることになる。そこで、敷地の東寄りの敷地直下に東海SMGA①を配置している強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（直下ケース②）（地震動の顕著な増幅を考慮しない）について、地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）に含まれる強震動生成域の小断層（東海SMGA①の一部及び駿河湾SMGA②）に地震動の顕著な増幅を考慮したパラスタケースを設定し、統計的グリーン関数法による地震動評価結果の比較を行い、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、地震動レベルがパラスタケースと同等かそれ以上であることを確認した。



- 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）については、強震動生成域（東海SMGA①）を敷地直下に配置しその一部の断層に地震動の顕著な増幅を考慮するケースも考えられるが、そのようなケースに対し、強震動生成域（東海SMGA①及び駿河湾SMGA②）を敷地近傍を含めて地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）に集約した震源モデルのケースは、地震動レベルが同程度かそれ以上であり、地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価において同モデルを考慮していることは、適切であると考えられる。

## <3 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）> 不確かさの組合せを考慮した震源モデルの設定

- “強震動生成域の位置”は、基本的には「認識論的な不確かさに分類される」と考えられるため、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）に対して不確かさを考慮することとする。
- さらに、“強震動生成域の位置”は、偶発的な不確かさの要素も有しており、また、この不確かさを考慮した震源モデルは全周期帯にわたり基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）よりも地震動レベルが大きく、敷地への影響が大きいことを踏まえ、不確かさの考慮におけるベースモデルとして扱うこととし、「認識論的な不確かさに分類されるもの」と考えられる“地震規模（Mw9.1）”、“分岐断層の強震動励起特性”、“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”との不確かさの組合せも考慮する。



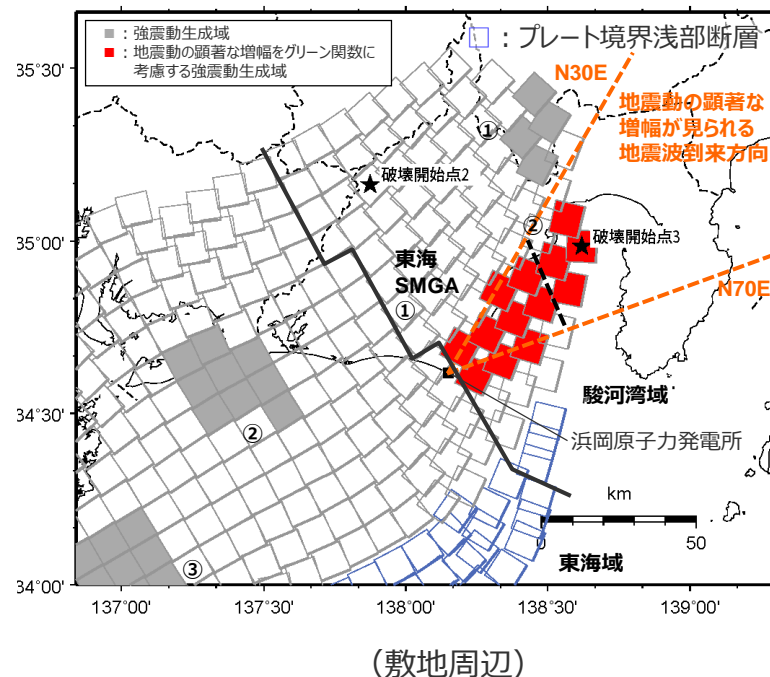
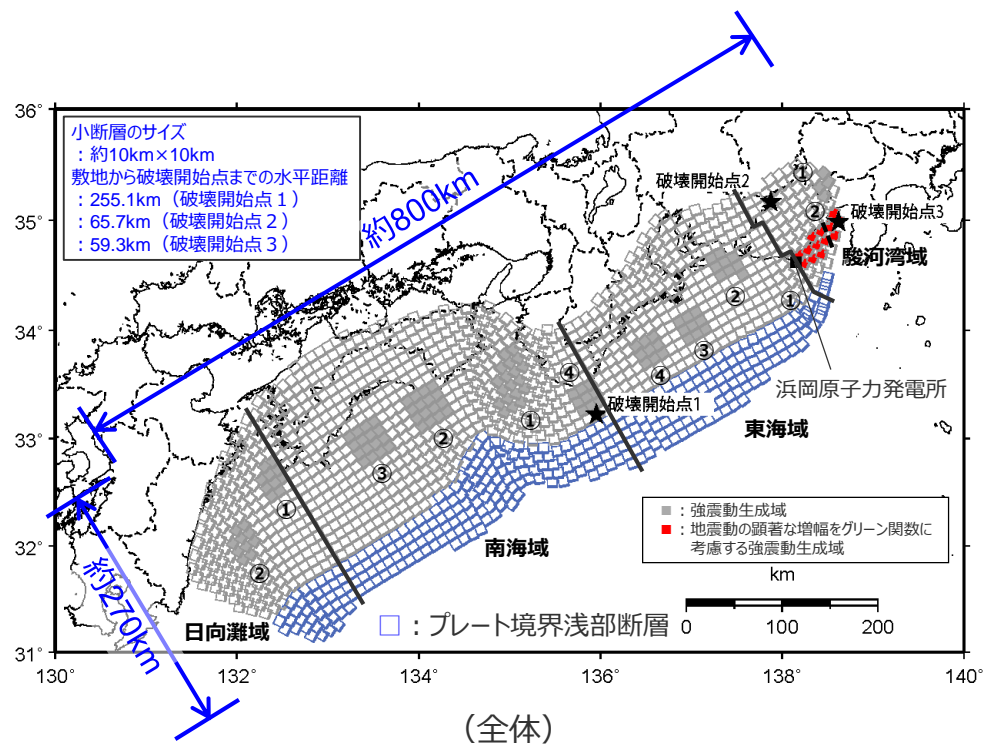
<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果の比較（応答スペクトル）>

（基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）、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 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） >

# 不確かさの組合せを考慮した震源モデルの設定

（強震動生成域の位置と地震規模の不確かさの組合せの考慮（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） >  
 （Mw9.1の震源モデル）

・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。

# 不確かさの組合せを考慮した震源モデルの設定

（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（地震動の顕著な増幅を考慮））

## プレート間地震に伴う分岐断層の代表断層（地震動の顕著な増幅を考慮）

- プレート間地震に伴う分岐断層の代表断層（地震動の顕著な増幅を考慮しない）として選定とした「御前崎海脚東部の断層帯・牧ノ原南稜の断層」は、震源断層が地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）に位置することを踏まえ、プレート間地震に伴う分岐断層の代表断層（地震動の顕著な増幅を考慮）としても選定。

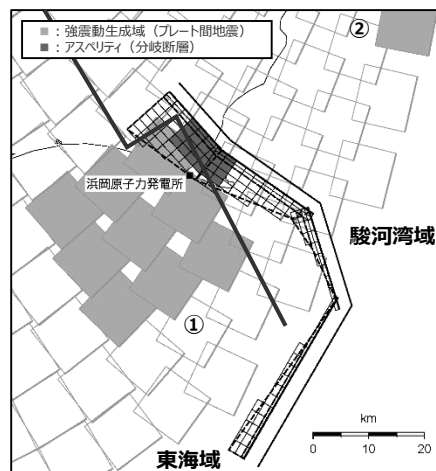
### 御前崎海脚東部の断層帯・牧ノ原南稜の断層の震源モデル （地震動の顕著な増幅を考慮しない）

#### 【断層位置】

- 活断層調査結果等に基づき設定。

#### 【アスペリティの位置】

- 敷地に近い位置に設定。



認識論的な不確かさに分類

同じ設定

偶発的な不確かさに分類

「地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）」を踏まえてより保守的な評価となるよう位置を設定

### 御前崎海脚東部の断層帯・牧ノ原南稜の断層の震源モデル （地震動の顕著な増幅を考慮）

#### 【断層位置】

- 同左。

#### 【アスペリティの位置】

- 敷地近傍を含めて地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）にかけてアスペリティが位置するよう、アスペリティの形状を変更して設定。



■：認識論的な不確かさに分類されるもの

■：偶発的な不確かさに分類されるもの

- ・ 黒字の丸数字はプレート間地震の強震動生成域のNo.、水色字の数字は分岐断層のアスペリティのNo.を表す。
- ・ - - - : 東海SMGA①と駿河湾SMGA②の境界を表す。

<3 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）>

## 不確かさの組合せを考慮した震源モデルの設定

（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（地震動の顕著な増幅を考慮））

<代表とした分岐断層（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と代表とした分岐断層（地震動の顕著な増幅を考慮）との関係>

活断層	代表とした分岐断層（地震動の顕著な増幅を考慮しない）	代表とした分岐断層（地震動の顕著な増幅を考慮）	備考
プレート間地震に伴う分岐断層	御前崎海脚東部の断層帯 ・牧ノ原南稜の断層	御前崎海脚東部の断層帯 ・牧ノ原南稜の断層	震源断層が地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）に位置する

・選定した分岐断層（地震動の顕著な増幅を考慮）について、他の分岐断層の影響が小さいことを確認。

<震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）との関係>

■：認識論的な不確かさに分類されるもの ■：偶発的な不確かさに分類されるもの

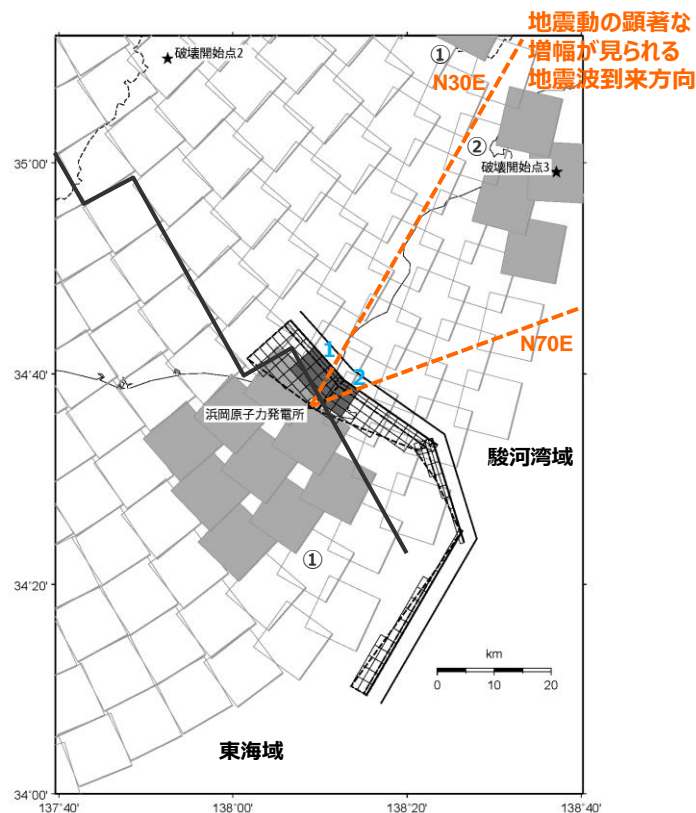
地震タイプ （代表とした分岐断層）	断層パラメータ	分類	震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）
プレート間地震に伴う分岐断層（御前崎海脚東部の断層帯・牧ノ原南稜の断層）	断層位置	認識論的な不確かさ	震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と同じ
	アスペリティの位置	偶発的な不確かさ	「地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）」を踏まえ、より保守的な評価となるよう位置を設定

<3 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）>

## 不確かさの組合せを考慮した震源モデルの設定

（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（地震動の顕著な増幅を考慮））

○プレート間地震に伴う分岐断層（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の代表として選定とした「御前崎海脚東部の断層帯・牧ノ原南稜の断層」は、震源断層が地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）に位置することを踏まえ、プレート間地震に伴う分岐断層（地震動の顕著な増幅を考慮）の代表としても選定する。



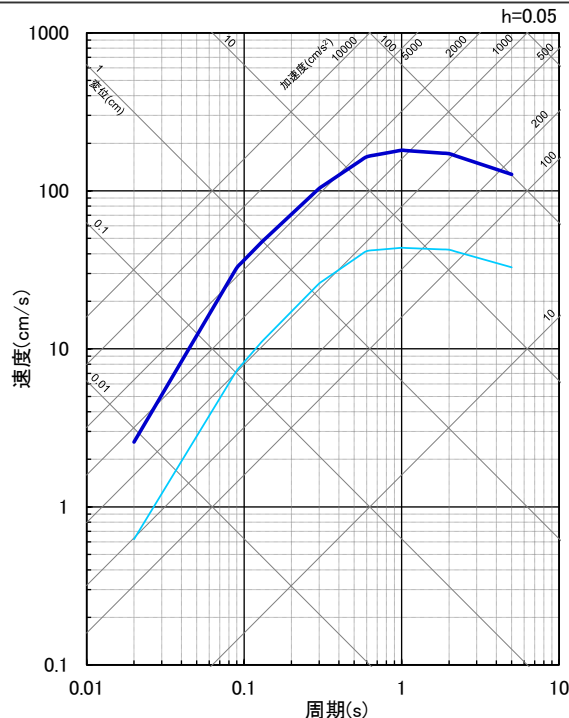
<地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）と御前崎海脚東部の断層帯・牧ノ原南稜の断層との位置関係>

- ・ 黒字の丸数字はプレート間地震の強震動生成域のNo.、水色字の数字は分岐断層のアスペリティのNo.を表す。
- ・ - - - : 東海SMGA①と駿河湾SMGA②の境界を表す。

# 不確かさの組合せを考慮した震源モデルの設定

（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（地震動の顕著な増幅を考慮））

- 地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）には、プレート間地震に伴う分岐断層の代表に選定した御前崎海脚東部の断層帯・牧ノ原南稜の断層の他、根古屋海脚東縁・石花海堆東縁の断層帯が位置している。
  - プレート間地震に伴う分岐断層の代表に選定した御前崎海脚東部の断層帯・牧ノ原南稜の断層と根古屋海脚東縁・石花海堆東縁の断層帯による地震のNoda et al.(2002)による応答スペクトルの比較によると、御前崎海脚東部の断層帯・牧ノ原南稜の断層の応答スペクトルは、根古屋海脚東縁・石花海堆東縁の断層帯による地震に比べて、全周期帯に渡って大きくなっており、地震動の顕著な増幅が見られる周期帯（0.02～0.5秒程度）において4倍程度大きくなっている。
- ⇒ 御前崎海脚東部の断層帯・牧ノ原南稜の断層について、Noda et al.(2002)による応答スペクトルは敷地から離れた位置の根古屋海脚東縁・石花海堆東縁の断層帯に比べて十分大きいこと、アスペリティは敷地に近い位置に設定しており、地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）に位置するアスペリティに地震動の顕著な増幅を考慮することから、地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価においても、御前崎海脚東部の断層帯・牧ノ原南稜の断層で代表できると考えられる。

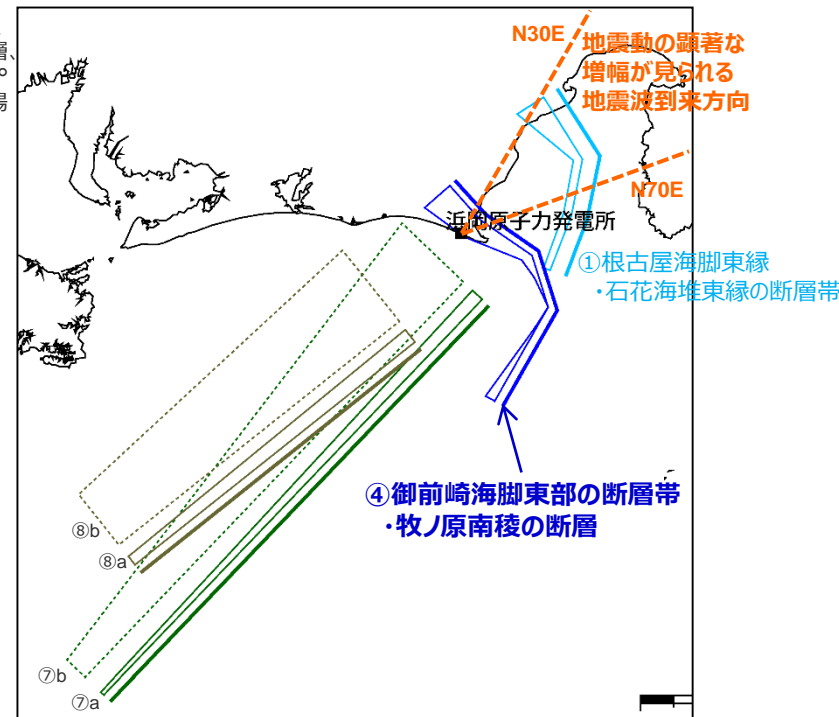


<Noda et al.(2002)による応答スペクトルの比較※1>  
（プレート間地震に伴う分岐断層）

- ① 根古屋海脚東縁・石花海堆東縁の断層帯、
- ④ 御前崎海脚東部の断層帯・牧ノ原南稜の断層、
- ⑦a 東海断層系60°ケース、⑦b 東海断層系25°ケース、
- ⑧a 小台場断層系60°ケース、⑧b 小台場断層系25°ケース

・地震規模Mjは、すべり量をプレート間地震（基本震源モデル）に基づき設定し、 $M_0 = \mu DS$ からM<sub>0</sub>を介して武村(1990)により設定。

- ① 根古屋海脚東縁・石花海堆東縁の断層帯 (Mj7.6, Xeq38.7)
- ④ 御前崎海脚東部の断層帯・牧ノ原南稜の断層 (Mj7.8 Xeq15.2)



<活断層の位置図※2>

※1 Xeqは、等価震源距離（km）を表す。

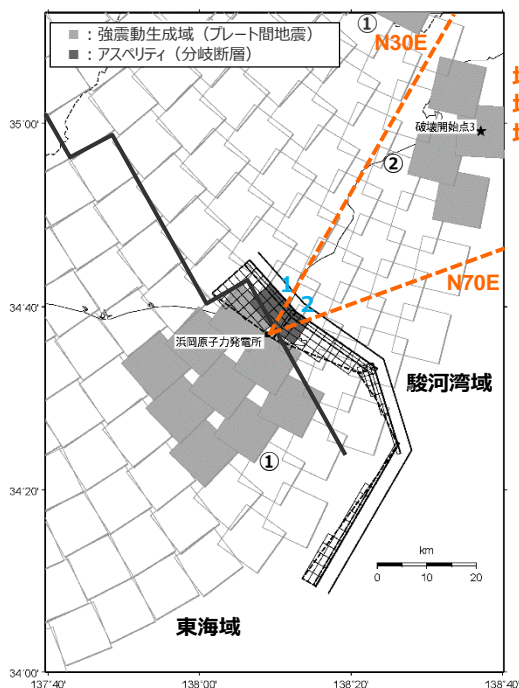
※2 図中の太実線は、活断層評価に基づく地表断層のトレースを表す。



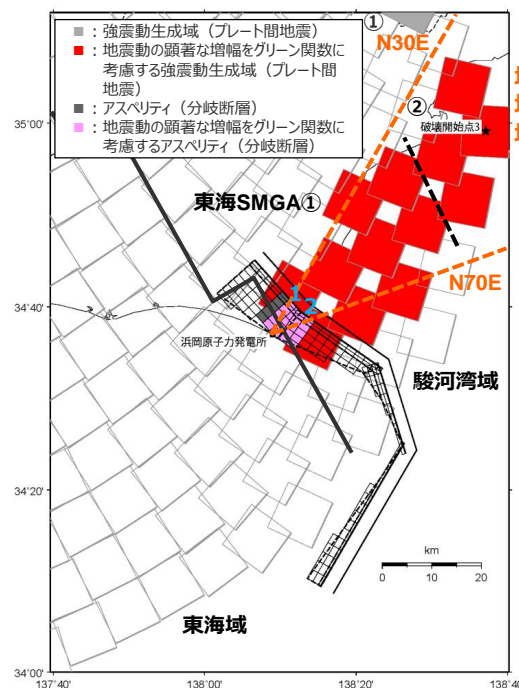
# 不確かさの組合せを考慮した震源モデルの設定

（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（地震動の顕著な増幅を考慮））

- 御前崎海脚東部の断層帯・牧ノ原南稜の断層について、断層位置は認識論的な不確かさに分類され、アスペリティの位置は偶発的な不確かさに分類される。
- これらを踏まえ、御前崎海脚東部の断層帯・牧ノ原南稜の断層の震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）は、敷地近傍を含めて地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）にアスペリティが位置するよう、アスペリティの形状を変更して設定する（地震動の顕著な増幅を考慮するアスペリティの小断層の設定は後述参照）。



地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向



地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向

< 震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない） >

< 震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮） >

・ 黒字の丸数字はプレート間地震の強震動生成域のNo.、水色字の数字は分岐断層のアスペリティのNo.を表す。  
 ・ - - - : 東海SMGA①と駿河湾SMGA②の境界を表す。

# <3 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）> 不確かさの組合せを考慮した震源モデルの設定 （分岐断層の設定方針及び震源断層パラメータ）

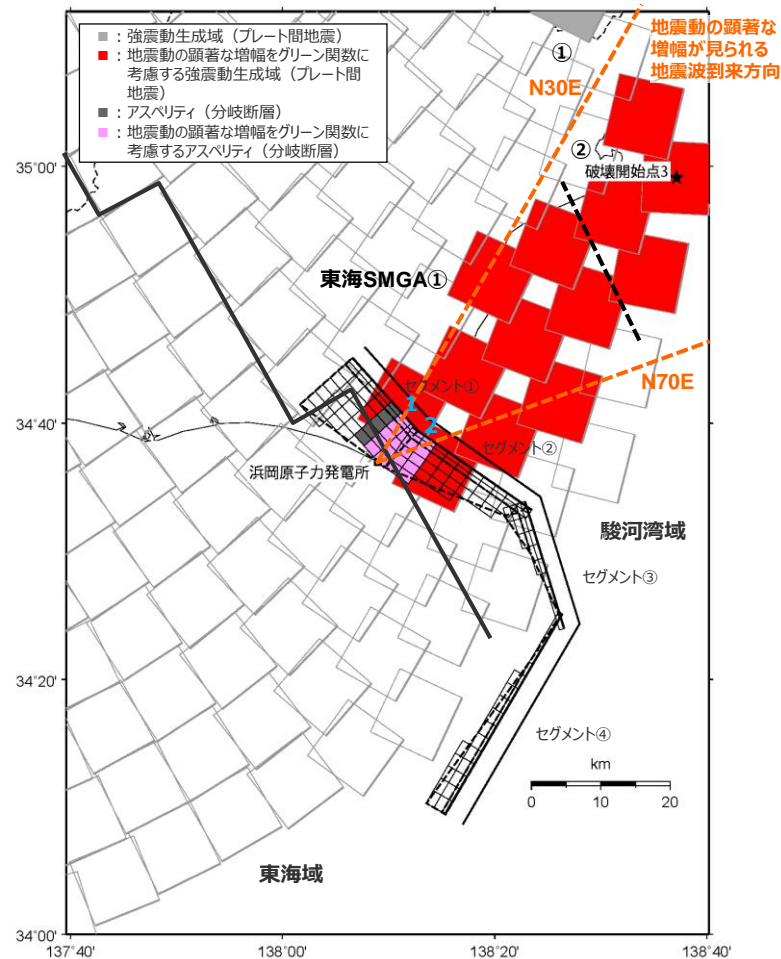
- 震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の設定方針及び震源断層パラメータは、震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と同じとする。

## 【設定方針】

- ・「御前崎海脚東部の断層帯・牧ノ原南稜の断層」の震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）は、地質調査結果に基づき、強震動予測レシピ(2017)を参考として設定する。

## 【震源断層パラメータ】

- 震源断層長さ
  - ・地質調査結果、断層傾斜角及び地震発生層上端深さとの関係を踏まえ、震源断層長さを82.8kmとして設定。
- 地震発生層
  - ・上端深さは5km、下端深さはプレート境界面（内閣府(2012)）として設定。
- 断層傾斜角
  - ・地質調査結果に基づき、セグメント①②は深さ8km以浅を65°南西傾斜、深さ8km以深を45°南西傾斜、セグメント③は深さ8km以浅を65°西傾斜、深さ8km以深を35°西傾斜、セグメント④は深さ6km以浅を60°北西傾斜、深さ6km以深を35°北西傾斜の逆断層として設定。
- アスペリティの数・位置・形状
  - ・アスペリティは敷地直下のセグメント①②に各1つとして、敷地に近い位置に設定。
- アスペリティの応力降下量
  - ・強震動予測レシピ(2017)に基づき設定。
- 破壊伝播速度
  - ・強震動予測レシピ(2017)に基づき設定。



<震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）>

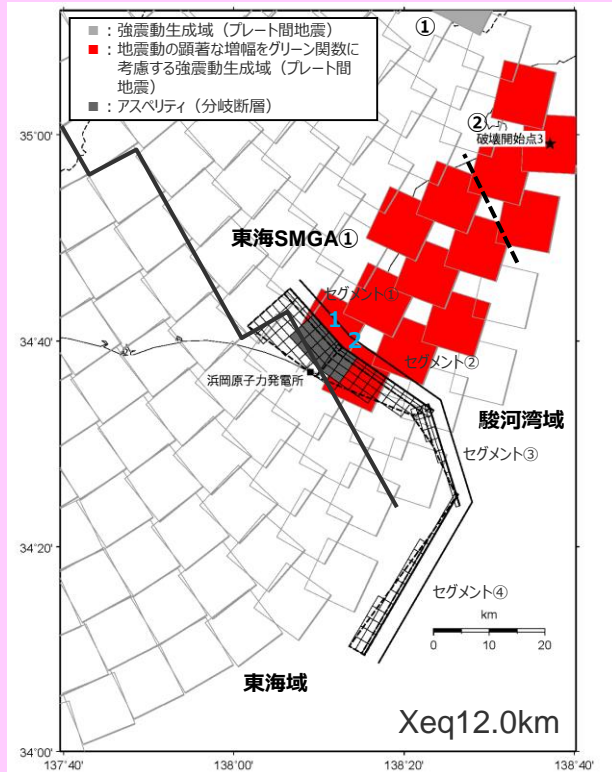
- ・ 黒字の丸数字はプレート間地震の強震動生成域のNo.、水色字の数字は分岐断層のアスペリティのNo.を表す。
- ・ --- : 東海SMGA①と駿河湾SMGA②の境界を表す。

<3 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）>

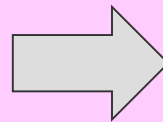
# 不確かさの組合せを考慮した震源モデルの設定

（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（地震動の顕著な増幅を考慮））

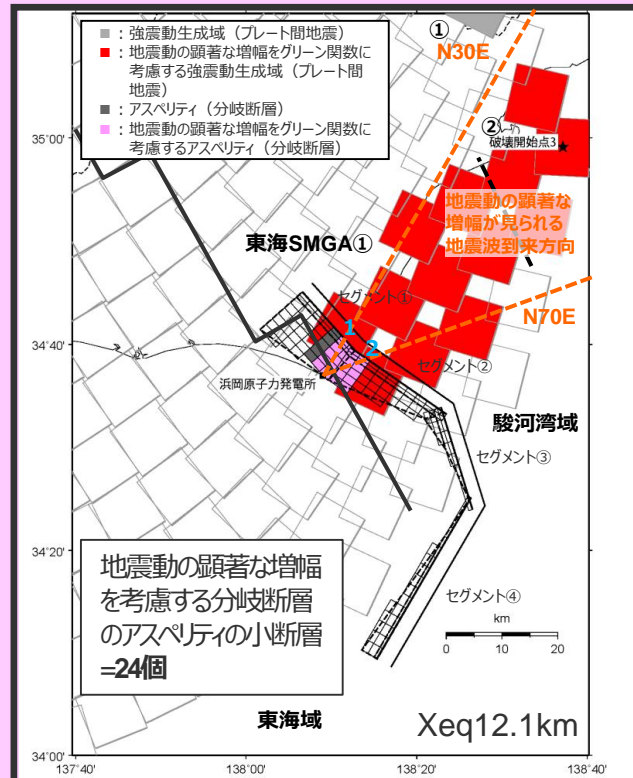
- 分岐断層（御前崎海脚東部の断層帯・牧ノ原南稜の断層）（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の敷地近傍を含めて地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）にアスペリティが位置するよう新たに設定した分岐断層の震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）について、地震動の顕著な増幅は、地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）にあるアスペリティの小断層に考慮する。
- 具体的には、敷地における地震動の増幅特性の分析の結果、地震波の入射角が鉛直下方に近づく敷地近傍は、地震動の顕著な増幅は見られない傾向はあるものの、地震動に与える影響が大きいことを重視し、保守的な評価となるよう、敷地から北北東方向にあるアスペリティの小断層の全てに対し地震動の顕著な増幅を考慮することにより、敷地近傍を含めて地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）にあるアスペリティの小断層に地震動の顕著な増幅を考慮するとともに、敷地近傍において地震動の顕著な増幅を考慮する小断層の範囲が地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）より広い設定とする。
- 地震動の顕著な増幅を考慮するアスペリティの小断層の設定の保守性は、後述（p.113）参照。



<分岐断層の震源モデル  
（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するアスペリティの小断層の数が最大となるようにアスペリティの形状を変更。

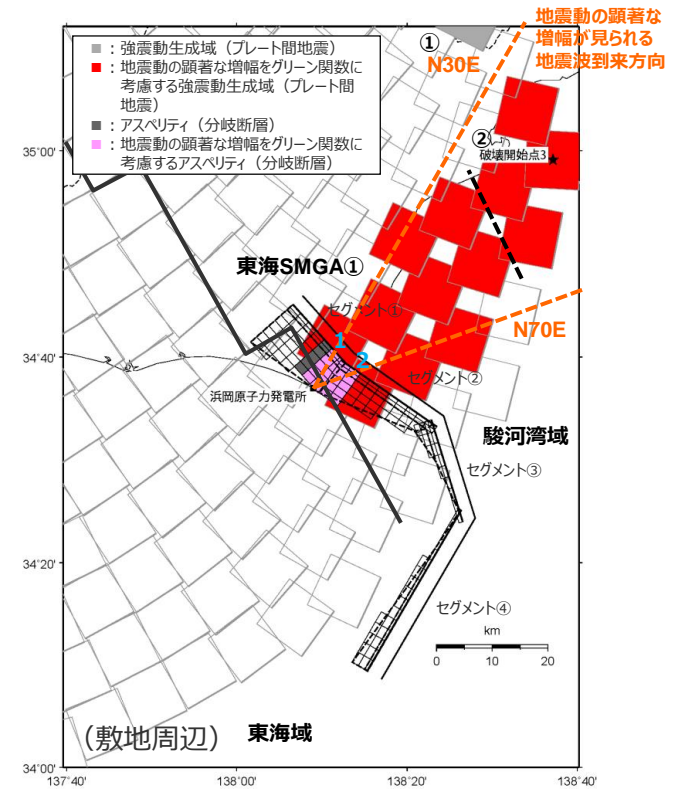
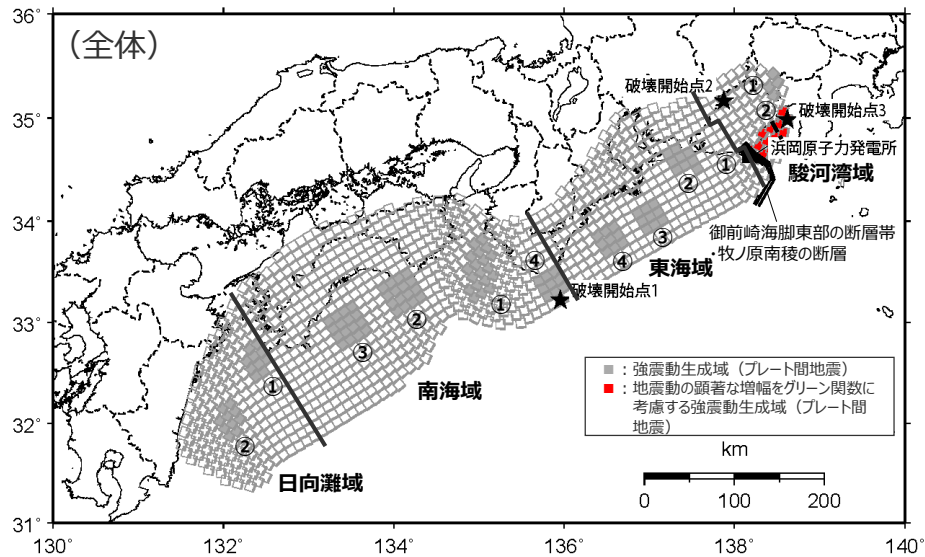


<分岐断層の震源モデル  
（地震動の顕著な増幅を考慮）>

# 不確かさの組合せを考慮した震源モデルの設定

（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（地震動の顕著な増幅を考慮））

- 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）は、前述のプレート間地震の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）と同じ設定とする。
- 分岐断層（御前崎海脚東部の断層帯・牧ノ原南稜の断層）の震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）は、前述のとおり設定する。



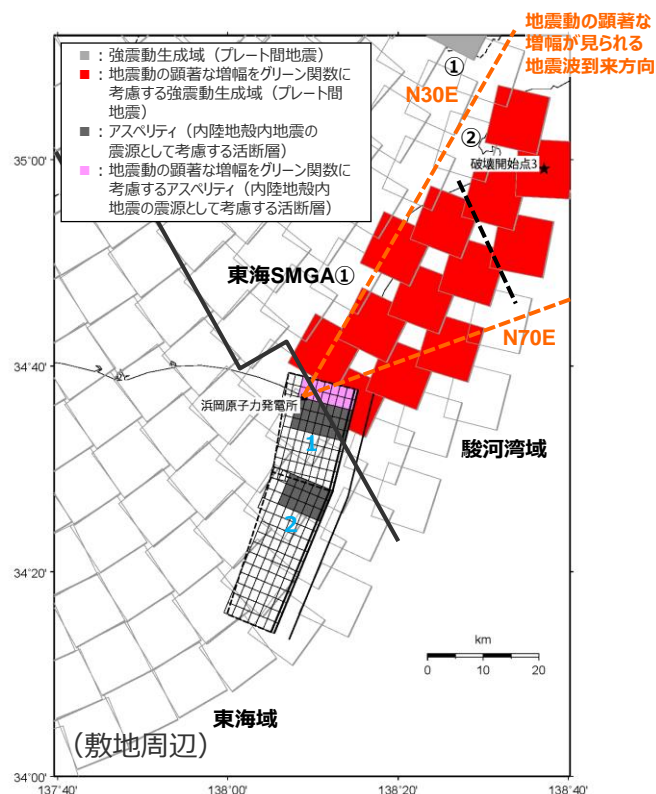
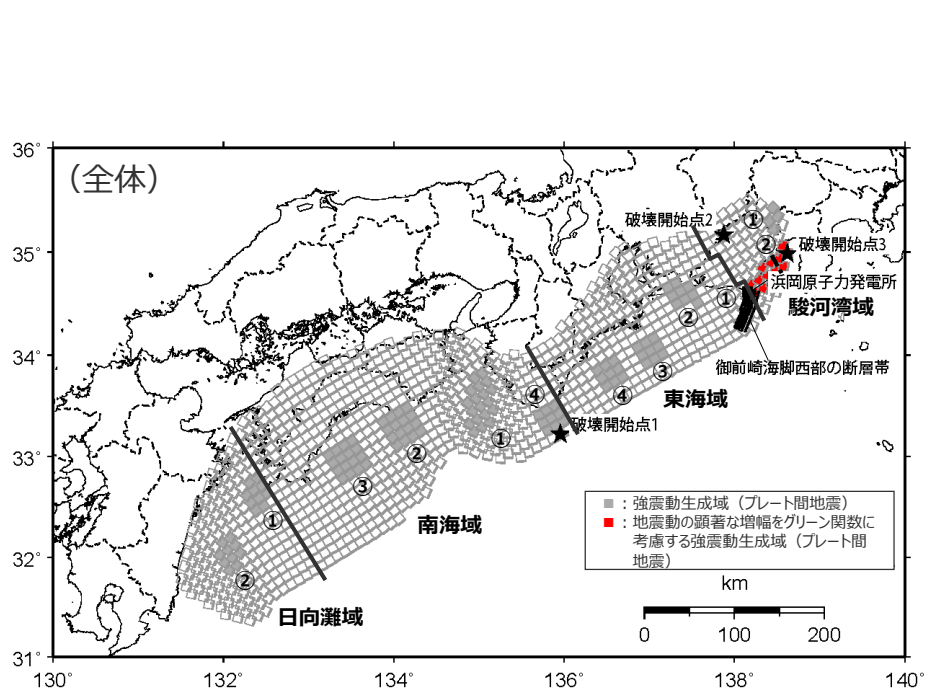
< 強震動生成域の位置と分岐断層の強震動励起特性に係る不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮） >

- ・ 黒字の丸数字はプレート間地震の強震動生成域のNo.、水色字の数字は分岐断層のアスペリティのNo.を表す。
- ・ - - - : 東海SMGA①と駿河湾SMGA②の境界を表す。

# 不確かさの組合せを考慮した震源モデルの設定

（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の考慮（地震動の顕著な増幅を考慮））

- 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）は、前述のプレート間地震の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）と同じ設定とする。
- 御前崎海脚西部の断層帯の震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）は、前述の御前崎海脚西部の断層帯による地震の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）と同じ設定とする。



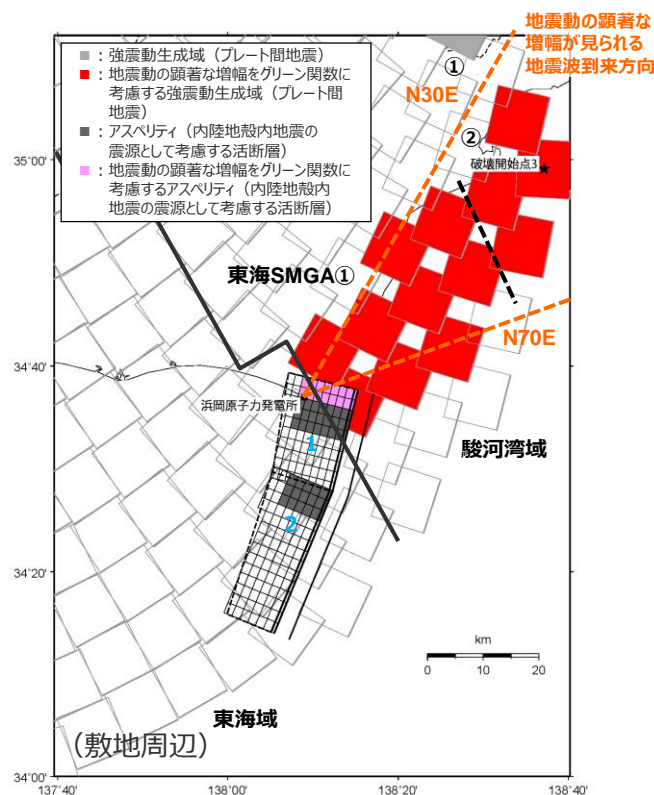
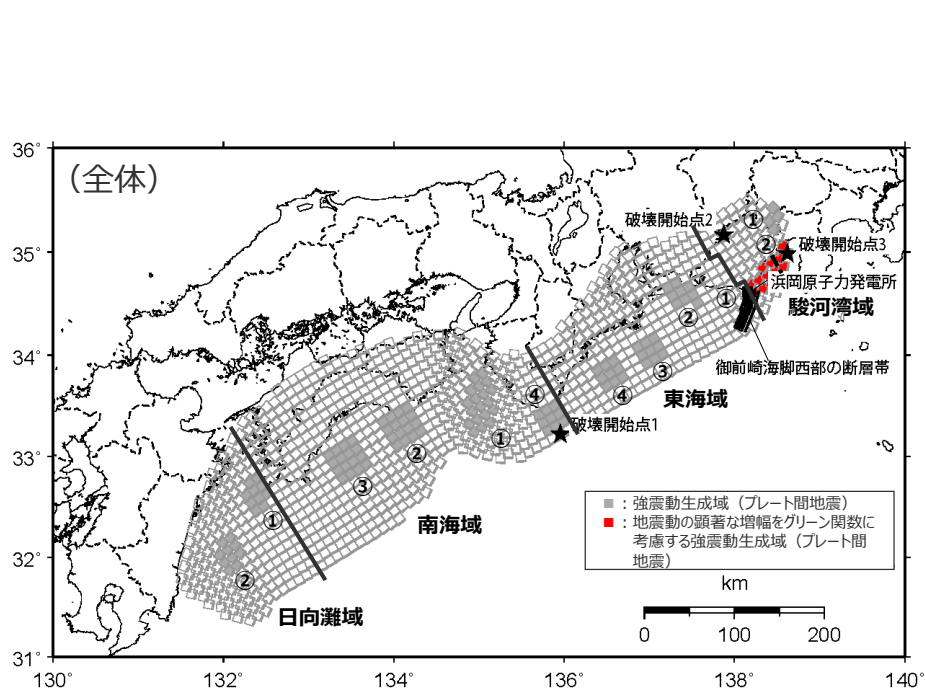
< 強震動生成域の位置と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層（御前崎海脚西部の断層帯（アスペリティの応力降下量の不確かさを考慮した震源モデル））への破壊伝播に係る不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮） >

- ・ 黒字の丸数字はプレート間地震の強震動生成域のNo.、水色字の数字は内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層のアスペリティのNo.を表す。
- ・ - - - : 東海SMGA①と駿河湾SMGA②の境界を表す。

## ＜3 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）＞ 不確かさの組合せを考慮した震源モデルの設定

（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の考慮（地震動の顕著な増幅を考慮））

- 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）は、前述のプレート間地震の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）と同じ設定とする。
- 御前崎海脚西部の断層帯の震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）は、前述の御前崎海脚西部の断層帯による地震の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）と同じ設定とする。



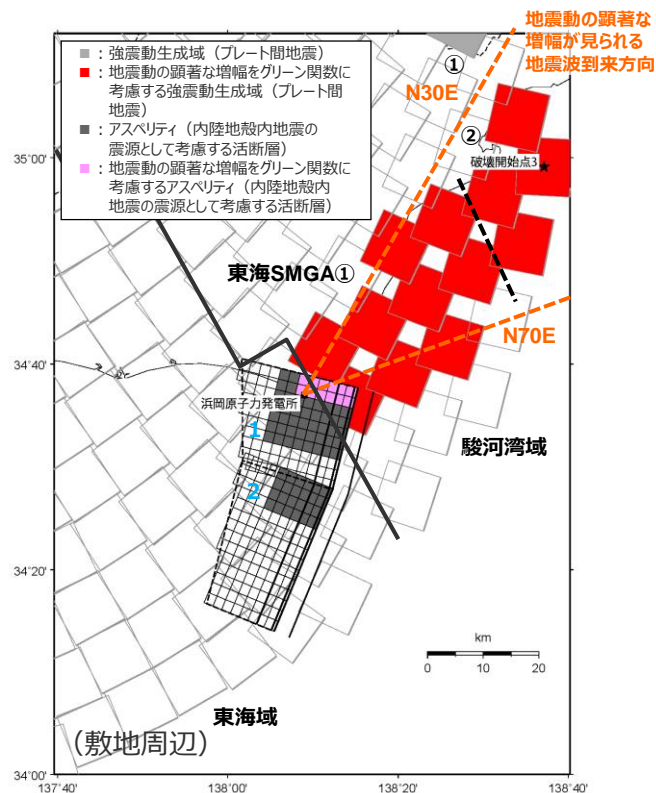
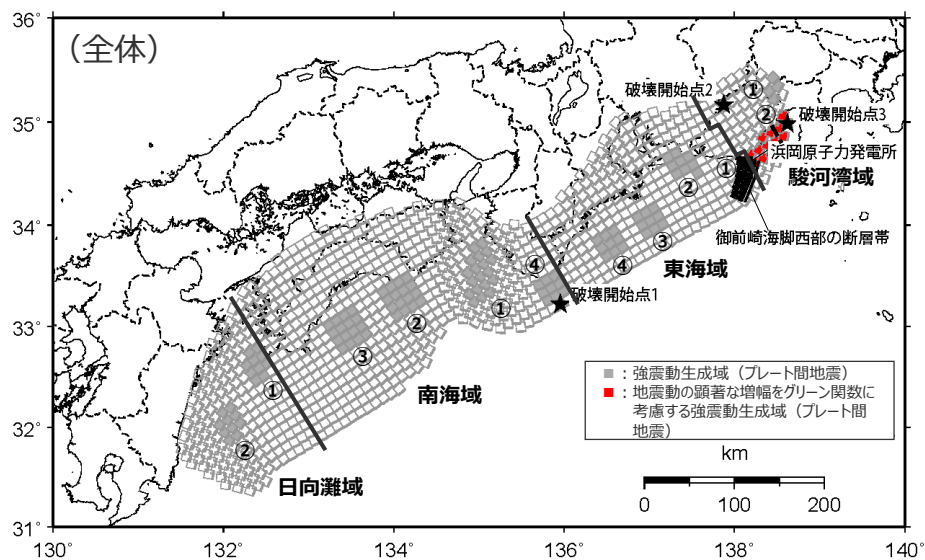
＜強震動生成域の位置と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層（御前崎海脚西部の断層帯（破壊伝播速度の不確かさを考慮した震源モデル））への破壊伝播に係る不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）＞

- ・ 黒字の丸数字はプレート間地震の強震動生成域のNo.、水色字の数字は内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層のアスペリティのNo.を表す。
- ・ - - - : 東海SMGA①と駿河湾SMGA②の境界を表す。

# 不確かさの組合せを考慮した震源モデルの設定

（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の考慮（地震動の顕著な増幅を考慮））

- 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）は、前述のプレート間地震の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）と同じ設定とする。
- 御前崎海脚西部の断層帯の震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）は、前述の御前崎海脚西部の断層帯による地震の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）と同じ設定とする。



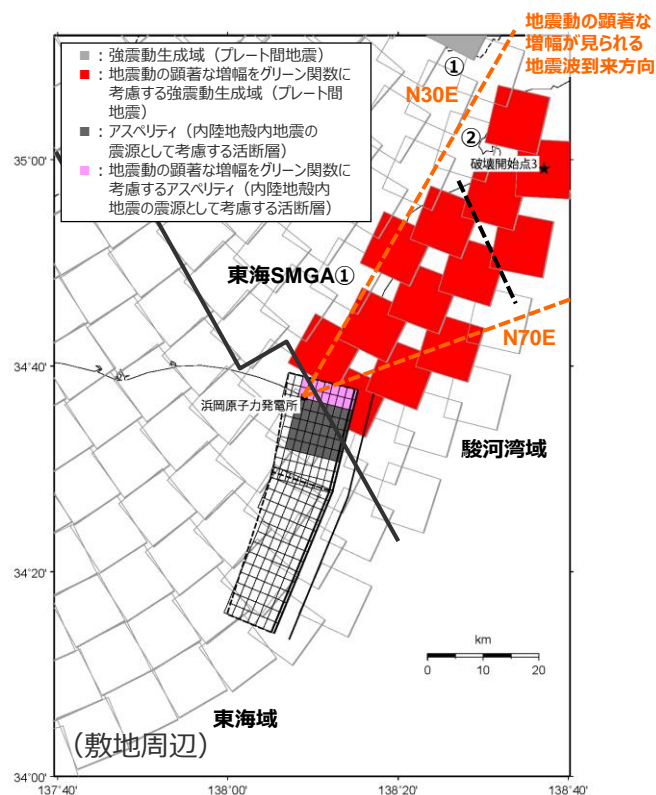
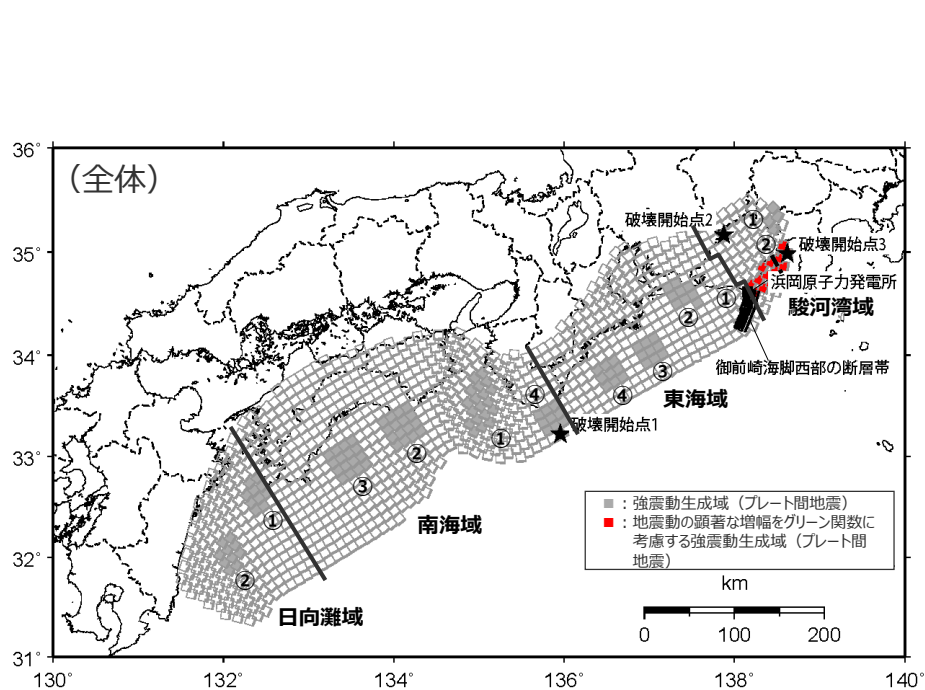
< 強震動生成域の位置と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層（御前崎海脚西部の断層帯（断層傾斜角の不確かさを考慮した震源モデル））への破壊伝播に係る不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮） >

- ・ 黒字の丸数字はプレート間地震の強震動生成域のNo.、水色字の数字は内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層のアスぺリティのNo.を表す。
- ・ - - - : 東海SMGA①と駿河湾SMGA②の境界を表す。

## ＜3 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）＞ 不確かさの組合せを考慮した震源モデルの設定

（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深遠モデル））への破壊伝播に係る不確かさの組合せの考慮（地震動の顕著な増幅を考慮））

- 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）は、前述のプレート間地震の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）と同じ設定とする。
- 御前崎海脚西部の断層帯の震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）は、前述の御前崎海脚西部の断層帯による地震の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）と同じ設定とする。



＜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）＞

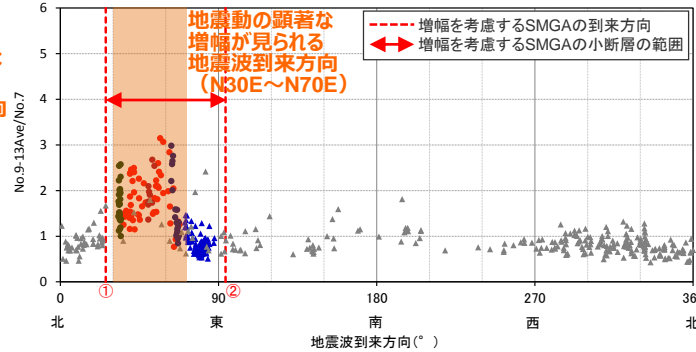
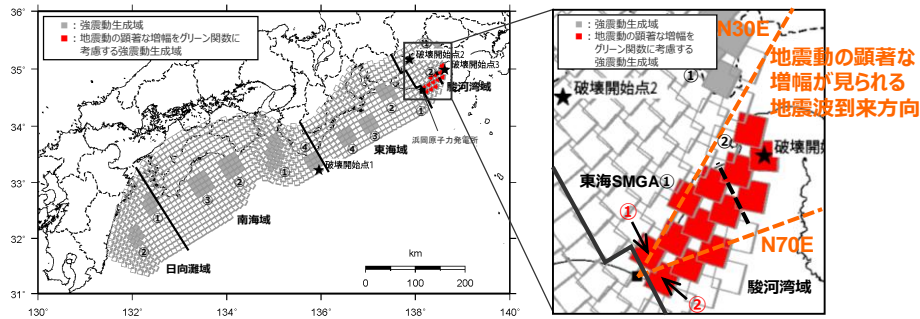
- ・ 黒字の丸数字はプレート間地震の強震動生成域のNo.を表す。
- ・ - - - : 東海SMGA①と駿河湾SMGA②の境界を表す。



# 不確かさの組合せを考慮した震源モデルの設定

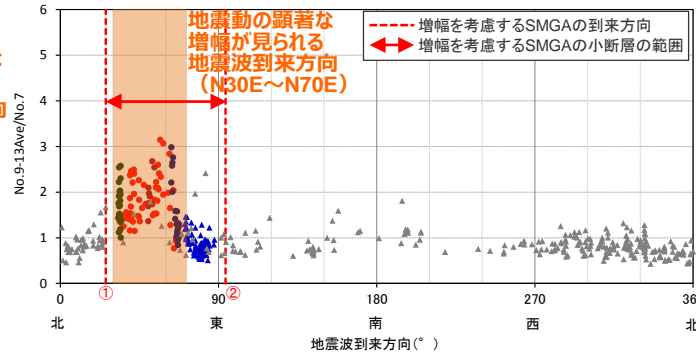
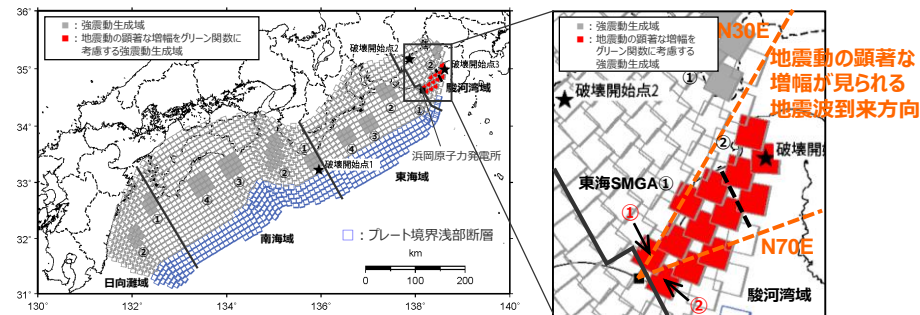
（強震動生成域の位置の不確かさの考慮、地震規模の不確かさの考慮（地震動の顕著な増幅を考慮））

○地震動の顕著な増幅を考慮する強震動生成域の小断層（■で示す小断層）の範囲については、地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）より広く、保守的な設定となっている。



- 2009駿河湾の地震
- 神奈川県西部の地震
- 静岡県東部の地震
- 伊豆半島の地震
- ▲ 2011駿河湾の地震
- ▲ その他の地震

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）



- 2009駿河湾の地震
- 神奈川県西部の地震
- 静岡県東部の地震
- 伊豆半島の地震
- ▲ 2011駿河湾の地震
- ▲ その他の地震

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）

震源モデル図（全体）

震源モデル図（SMGA拡大）

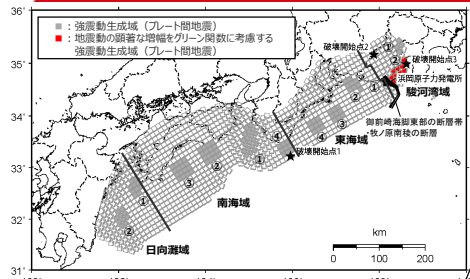
- 黒字の丸数字はプレート間地震の強震動生成域のNo.を表す。
- 赤字の丸数字は地震波到来方向を確認する強震動生成域の小断層のNo.を表す。
- - - - - : 東海SMGA①と駿河湾SMGA②の境界を表す。

5号炉周辺観測点における各地震の地震波到来方向毎の振幅比（No.7基準）と強震動生成域の小断層の地震波到来方向との関係

<3 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）>

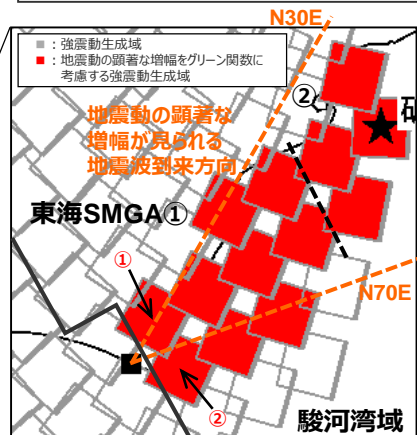
# 不確かさの組合せを考慮した震源モデルの設定

（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（地震動の顕著な増幅を考慮））

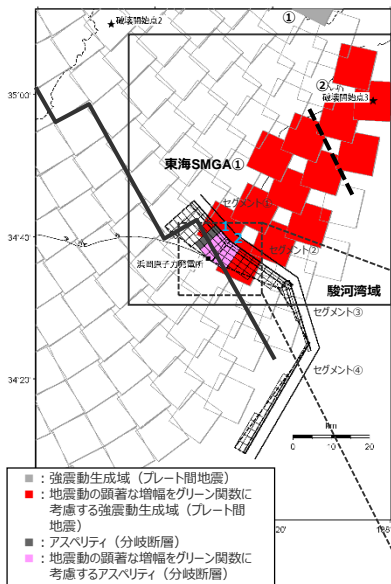


（全体）

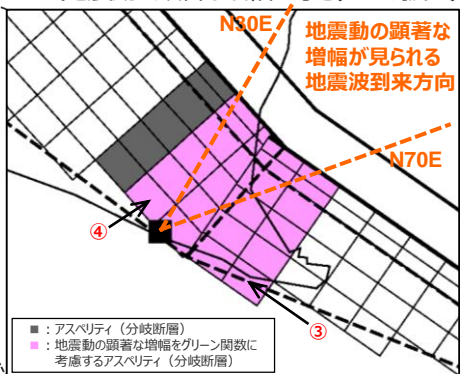
○地震動の顕著な増幅を考慮する強震動生成域及びアスペリティの小断層（■で示す小断層）の範囲については、地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）より広く、保守的な設定となっている。



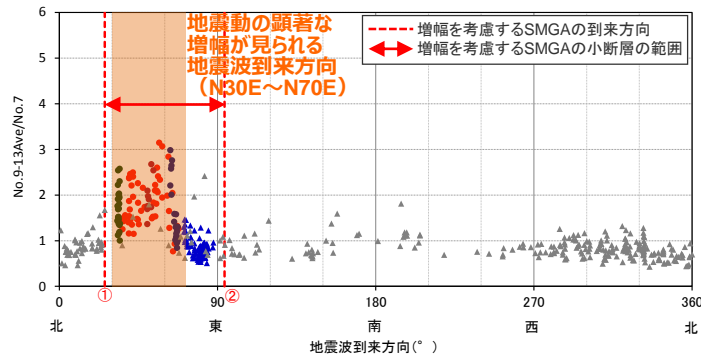
（プレート間地震の強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）のみ拡大）



（敷地周辺）

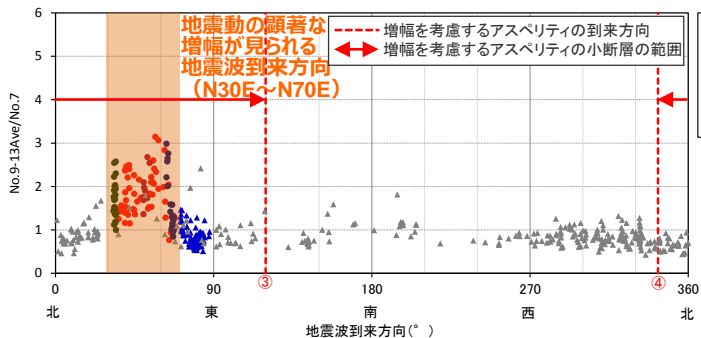


（御前崎海脚東部の断層帯・牧ノ原南稜の断層の震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）のみ拡大）



（プレート間地震の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））

- 2009駿河湾の地震
- 神奈川県西部の地震
- 静岡県東部の地震
- 伊豆半島の地震
- ▲ 2011駿河湾の地震
- ▲ その他の地震



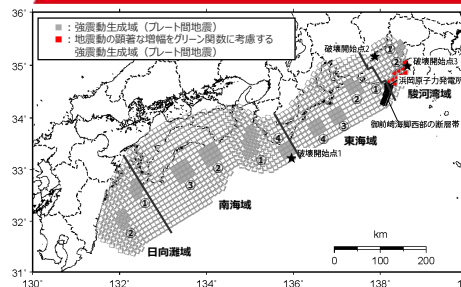
（御前崎海脚東部の断層帯・牧ノ原南稜の断層の震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））

震源モデル図 5号戸周辺観測点における各地震の地震波到来方向毎の振幅比（No.7基準）と強震動生成域及びアスペリティの小断層の地震波到来方向との関係

・黒字の丸数字はプレート間地震の強震動生成域のNo.、水色字の数字は分岐断層のアスペリティのNo.を表す。  
 ・赤字の丸数字は地震波到来方向を確認する強震動生成域（プレート間地震）又はアスペリティ（分岐断層）の小断層のNo.を表す。  
 ・-----：東海SMGA①と駿河湾SMGA②の境界を表す。

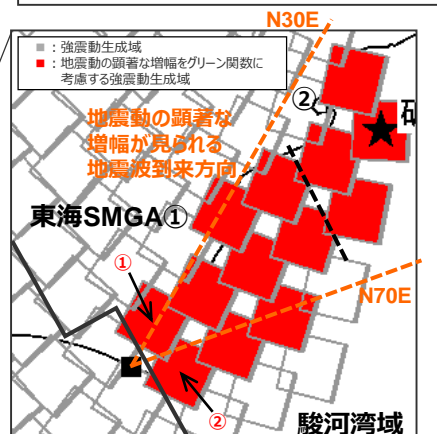
# 不確かさの組合せを考慮した震源モデルの設定

（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の考慮（地震動の顕著な増幅を考慮））

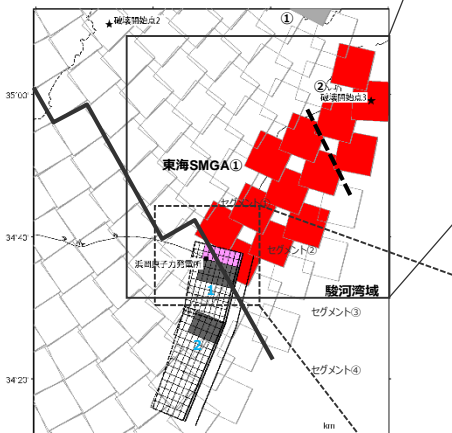


(全体)

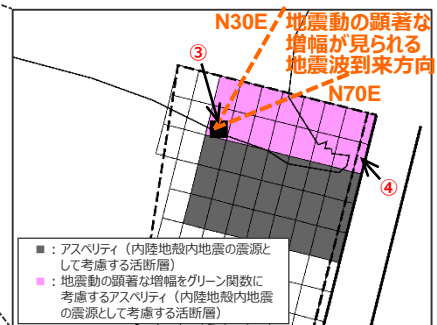
○地震動の顕著な増幅を考慮する強震動生成域及びアスペリティの小断層（■で示す小断層）の範囲については、地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）より広く、保守的な設定となっている。



（プレート間地震の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）のみ拡大）

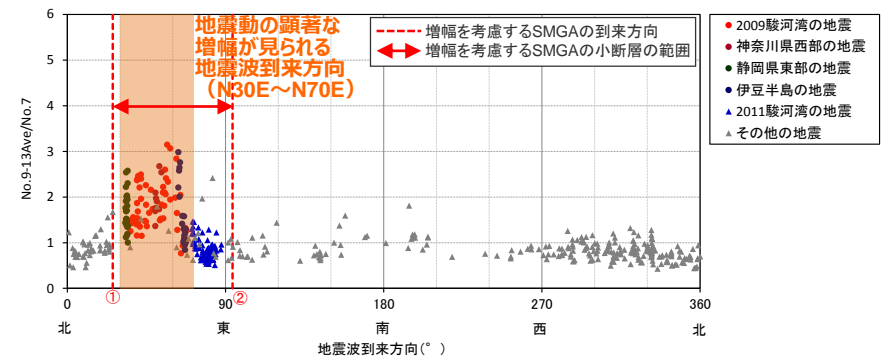


(敷地周辺)

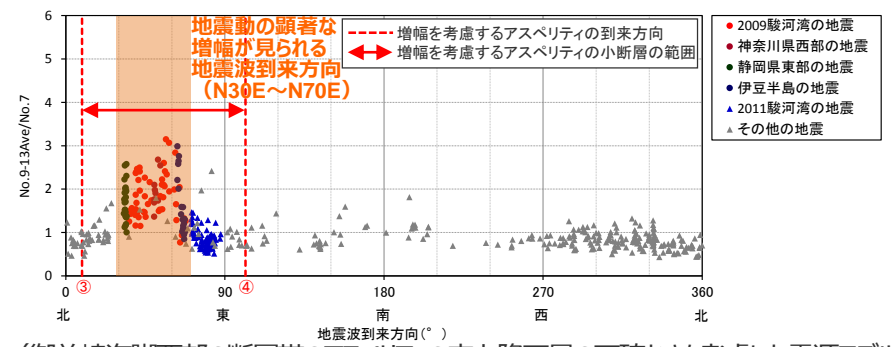


（御前崎海脚西部の断層帯のアスペリティの応力降下量の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）のみ拡大）

震源モデル図



（プレート間地震の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））



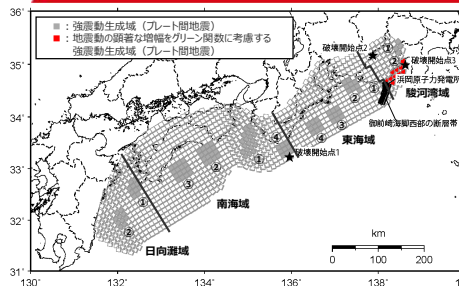
（御前崎海脚西部の断層帯のアスペリティの応力降下量の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））

5号炉周辺観測点における各地震の地震波到来方向毎の振幅比（No.7基準）と強震動生成域及びアスペリティの小断層の地震波到来方向との関係

・黒字の丸数字はプレート間地震の強震動生成域のNo.、水色字の数字は内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層のアスペリティのNo.を表す。  
 ・赤字の丸数字は地震波到来方向を確認する強震動生成域（プレート間地震）又はアスペリティ（内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層）の小断層のNo.を表す。  
 ・-----：東海SMGA①と駿河湾SMGA②の境界を表す。

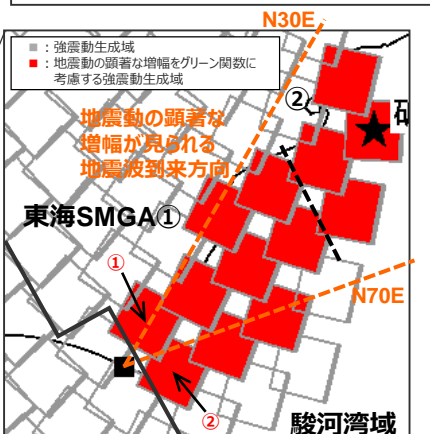
# <3 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）> 不確かさの組合せを考慮した震源モデルの設定

（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の考慮（地震動の顕著な増幅を考慮））

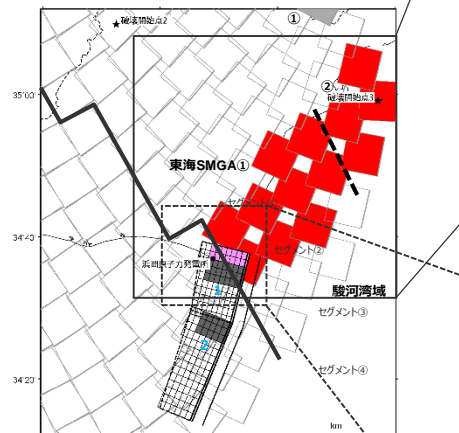


(全体)

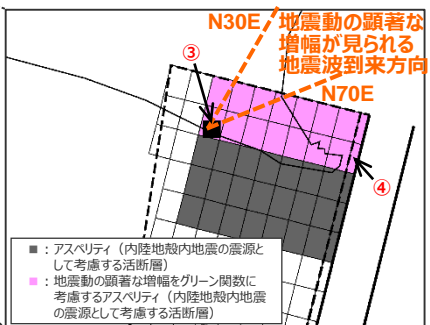
○地震動の顕著な増幅を考慮する強震動生成域及びアスペリティの小断層（■で示す小断層）の範囲については、地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）より広く、保守的な設定となっている。



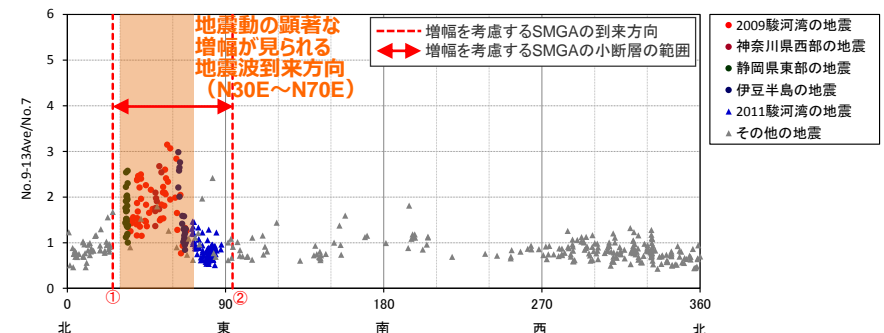
（プレート間地震の強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）のみ拡大）



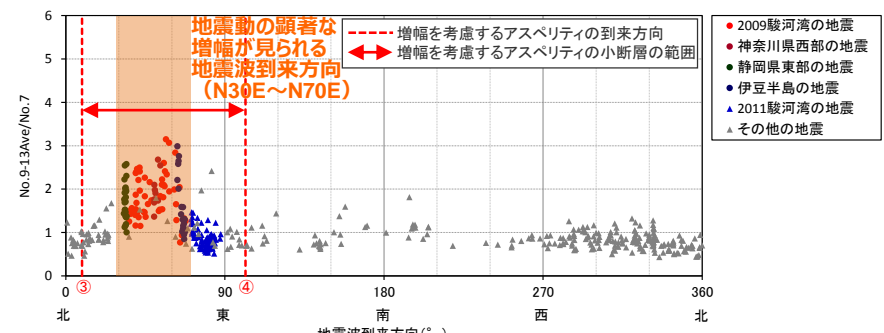
(敷地周辺)



（御前崎海脚西部の断層帯の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）のみ拡大）



（プレート間地震の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））



（御前崎海脚西部の断層帯の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））

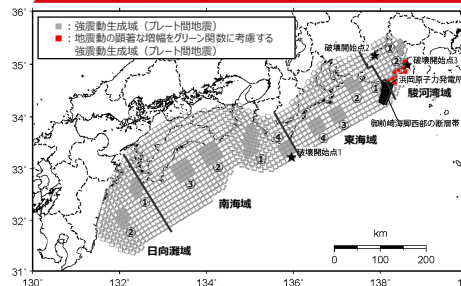
## 震源モデル図

5号戸周辺観測点における各地震の地震波到来方向毎の振幅比（No.7基準）と強震動生成域及びアスペリティの小断層の地震波到来方向との関係

・黒字の丸数字はプレート間地震の強震動生成域のNo.、水色字の数字は内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層のアスペリティのNo.を表す。  
 ・赤字の丸数字は地震波到来方向を確認する強震動生成域（プレート間地震）又はアスペリティ（内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層）の小断層のNo.を表す。  
 ・-----：東海SMGA①と駿河湾SMGA②の境界を表す。

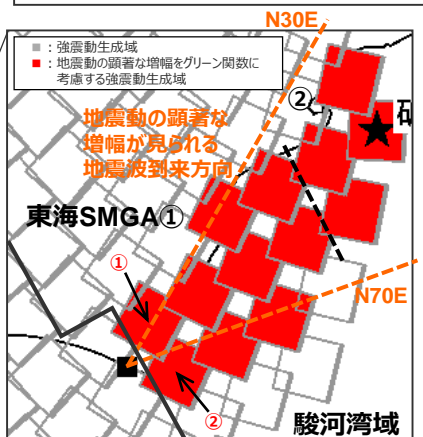
# 不確かさの組合せを考慮した震源モデルの設定

（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の考慮（地震動の顕著な増幅を考慮））



(全体)

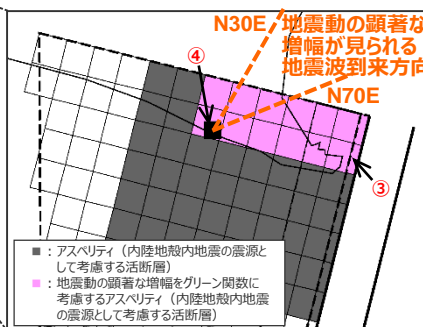
○地震動の顕著な増幅を考慮する強震動生成域及びアスペリティの小断層（■で示す小断層）の範囲については、地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）より広く、保守的な設定となっている。



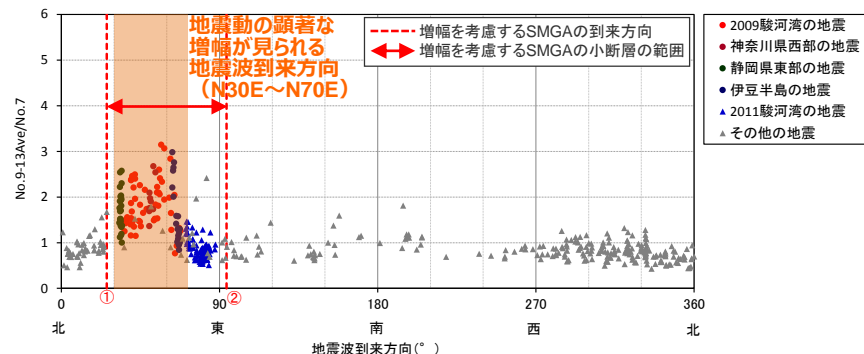
（プレート間地震の強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）のみ拡大）



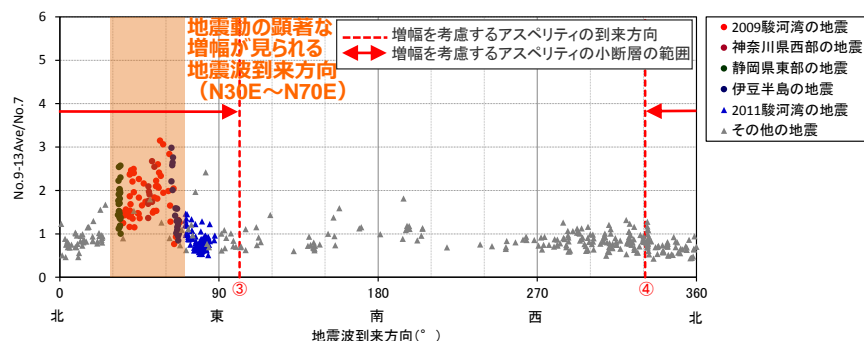
(敷地周辺)



（御前崎海脚西部の断層帯の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）のみ拡大）  
震源モデル図



（プレート間地震の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））



（御前崎海脚西部の断層帯の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））

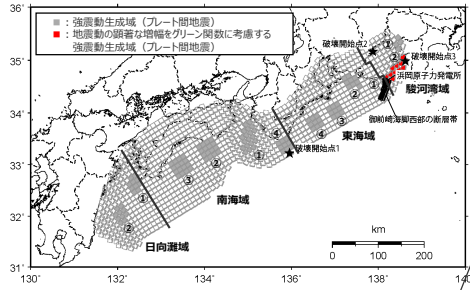
5号戸周辺観測点における各地震の地震波到来方向毎の振幅比（No.7基準）と強震動生成域及びアスペリティの小断層の地震波到来方向との関係

・黒字の丸数字はプレート間地震の強震動生成域のNo.、水色の数字は内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層のアスペリティのNo.を表す。  
 ・赤字の丸数字は地震波到来方向を確認する強震動生成域（プレート間地震）又はアスペリティ（内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層）の小断層のNo.を表す。  
 ・-----：東海SMGA①と駿河湾SMGA②の境界を表す。

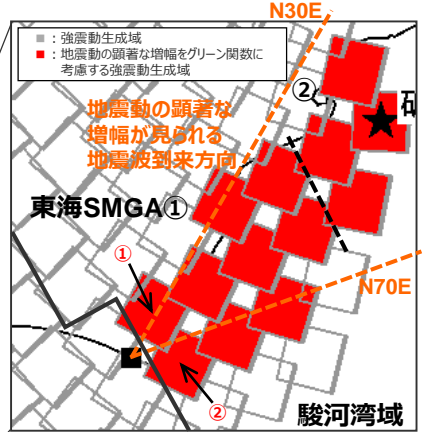
# 不確かさの組合せを考慮した震源モデルの設定

(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の考慮 (地震動の顕著な増幅を考慮) )

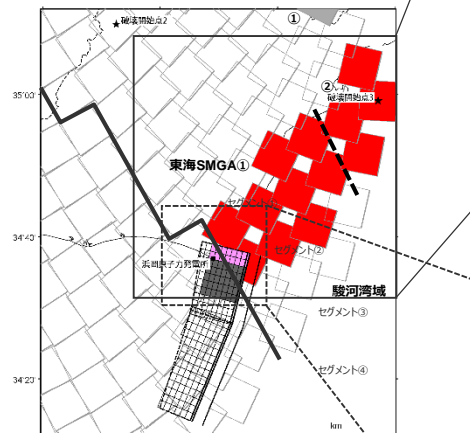
○地震動の顕著な増幅を考慮する強震動生成域及びアスペリティの小断層 (■で示す小断層) の範囲については、地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向 (N30E~N70E) より広く、保守的な設定となっている。



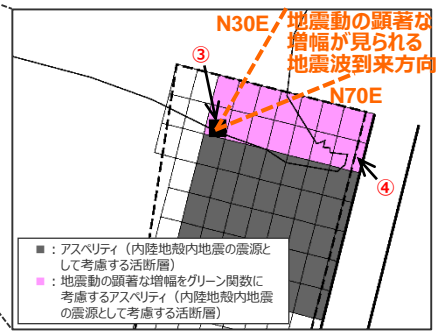
(全体)



(プレート間地震の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) のみ拡大)

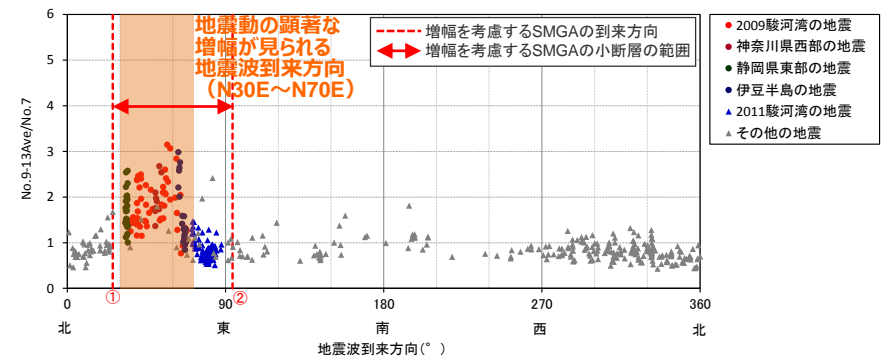


(敷地周辺)

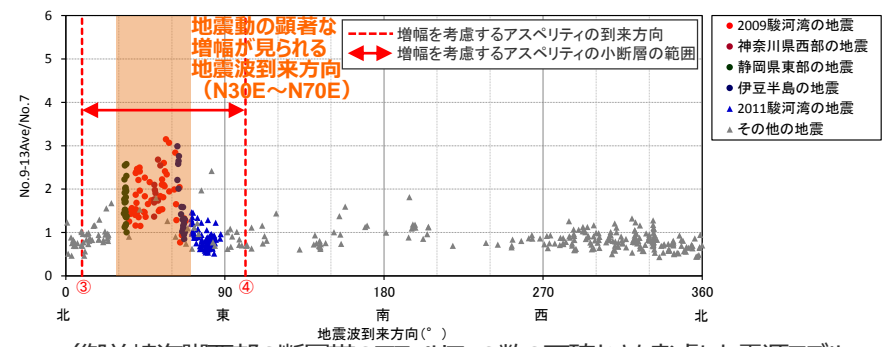


(御前崎海脚西部の断層帯のアスペリティの数の不確かさを考慮した震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮) のみ拡大)

震源モデル図



(プレート間地震の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) )



(御前崎海脚西部の断層帯の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) )

5号戸周辺観測点における各地震の地震波到来方向毎の振幅比 (No.7基準) と強震動生成域及びアスペリティの小断層の地震波到来方向との関係

・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。  
 ・赤字の丸数字は地震波到来方向を確認する強震動生成域 (プレート間地震) 又はアスペリティ (内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層) の小断層のNo.を表す。  
 ・-----: 東海SMGA①と駿河湾SMGA②の境界を表す。

## 地震動評価手法（評価方針）

○検討用地震毎に、応答スペクトルに基づく地震動評価及び断層モデルを用いた手法による地震動評価を行う。

### 【応答スペクトルに基づく地震動評価】

- 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)の方法を用いる。
- Noda et al.(2002)の方法を用いるに当たっては、適用条件、適用範囲を検討した上で、距離減衰式が適切に選定されていることを確認する。また、適用範囲外と判断される震源モデルについては、その他の方法の適用条件、適用範囲を検討する。
- 領域区分は、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を対象とする。地震規模Mjは佐藤(1989)で設定し、Mj8.5を超える震源モデルは、Mj8.5とする。
- 連動ケースについては、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。
- 地震動の顕著な増幅は、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の震源モデルについて、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平均応答スペクトル比（「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）に乘じることで考慮する。

### 【断層モデルを用いた手法による地震動評価】

- 一次元地下構造モデル※1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※2を用いる。
- ハイブリッド合成法に関しては、強震動予測レシピーに基づき、理論的手法の精度の限界及び半経験的手法の有効性を考慮して接続周期の設定等を行い、強震動予測結果の検証として、距離減衰式を用いた推定値との比較等を行う。
- 地震動の顕著な増幅※3は、統計的グリーン関数法において算定する解放基盤表面位置のグリーン関数に増幅係数を乘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は主に巨視的断層パラメータによる影響を、断層モデルを用いた手法による地震動評価は主に微視的断層パラメータによる影響を確認することができるため、これらの特徴等を踏まえて、検討用地震毎に地震動評価を行う。

※1：一次元地下構造モデルは、地震観測記録を用いて推定した地盤モデルに基づく地盤増幅率、敷地の観測記録（2009年駿河湾の地震の観測記録、Coda波部HVスペクトル及び微動アレイ観測による分散曲線）との比較・検討を行い、その妥当性を確認している（第194回審査会合資料1参照）。

※2：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を用いるに当たっては、適切な要素地震が得られている海洋プレート内地震の基本震源モデルを対象として、経験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に基づく地震動評価結果との比較・検討を行い、評価手法の代表性を確認している（第253回審査会合資料2-1参照）。

※3：地震動の顕著な増幅の地震動評価への反映方法については、増幅の程度が最も大きい2009年駿河湾の地震（本震）を対象とした5号炉の観測記録の再現検討、プレート間地震を対象とした浅部三次元地下構造モデルを用いた地震動評価結果との比較・検討を行い、その妥当性を確認している（第194回審査会合資料1参照）。

## 応答スペクトルに基づく地震動評価

（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。



## 応答スペクトルに基づく地震動評価

（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）

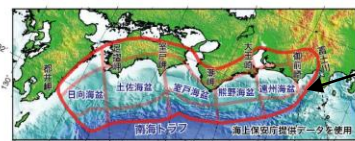
### 【応答スペクトルに基づく地震動評価の評価方針】

- 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（第841回審査会合資料1-1 p.156~参照）。
- 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（第841回審査会合資料1-1 p.168~参照）。
- 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。

# <3 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）>

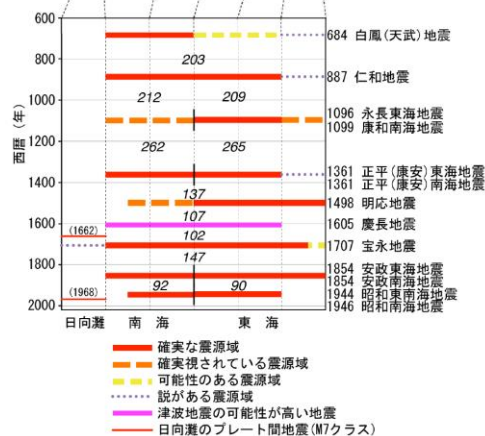
## 応答スペクトルに基づく地震動評価

### （評価方針）



「最大クラスの地震」の震源域

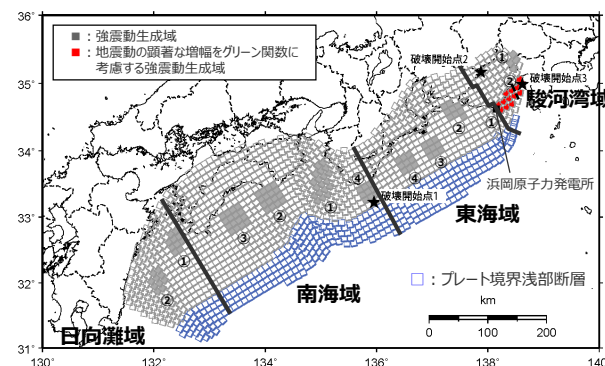
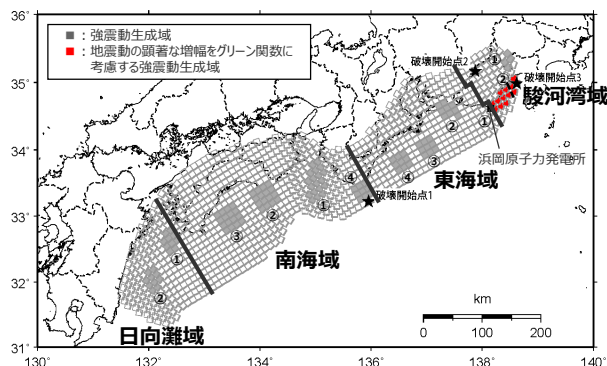
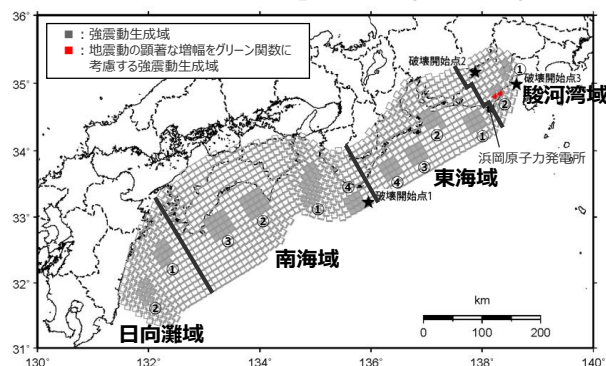
- 検討用地震の各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）は、以下のとおり。
- 駿河湾域、東海域、南海域、日向灘域といった領域区分は、過去地震等との関係を踏まえ設定された地震調査委員会(2013)と整合的である。



### <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(2013)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組合せて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、補足説明資料②p.136, 139, 142参照。  
 ・-----: 東海SMGA①と駿河湾SMGA②の境界を表す。

<3 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）>  
**応答スペクトルに基づく地震動評価結果**  
 （適用性検討結果のまとめ）

<応答スペクトルに基づく地震動評価結果> ○：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）	領域区分	地震規模 Mj	等価震源距離 Xeq(km)	Noda et al. (2002)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。

・各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の適用性検討の詳細は、補足説明資料① p.111～参照。

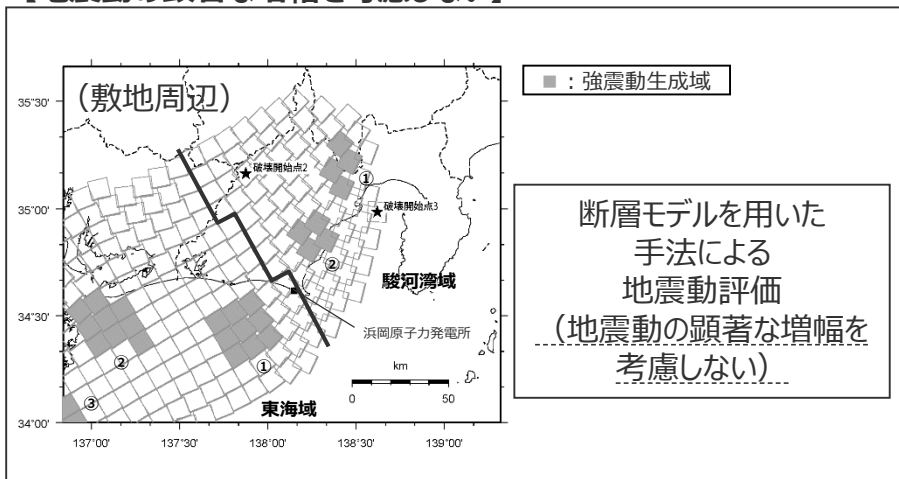
<3 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）>

# 応答スペクトルに基づく地震動評価

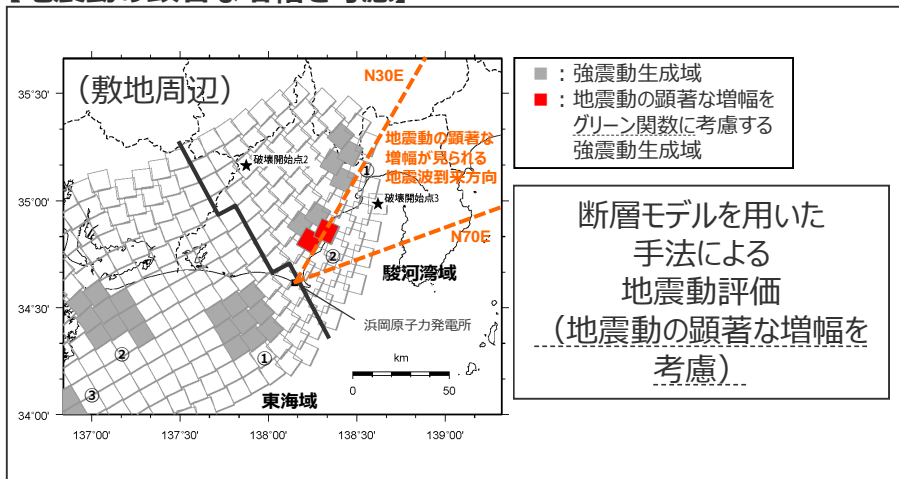
## （応答スペクトルに基づく地震動評価における地震動の顕著な増幅の反映）

○応答スペクトルに基づく地震動評価における地震動の顕著な増幅の反映に際しては、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平均応答スペクトル比（「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】



平均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）

$$= \text{応答スペクトルに基づく地震動評価結果（地震動の顕著な増幅を考慮しない）} \times \text{平均応答スペクトル比}$$

<応答スペクトルに基づく地震動評価（基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の例）>

・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。

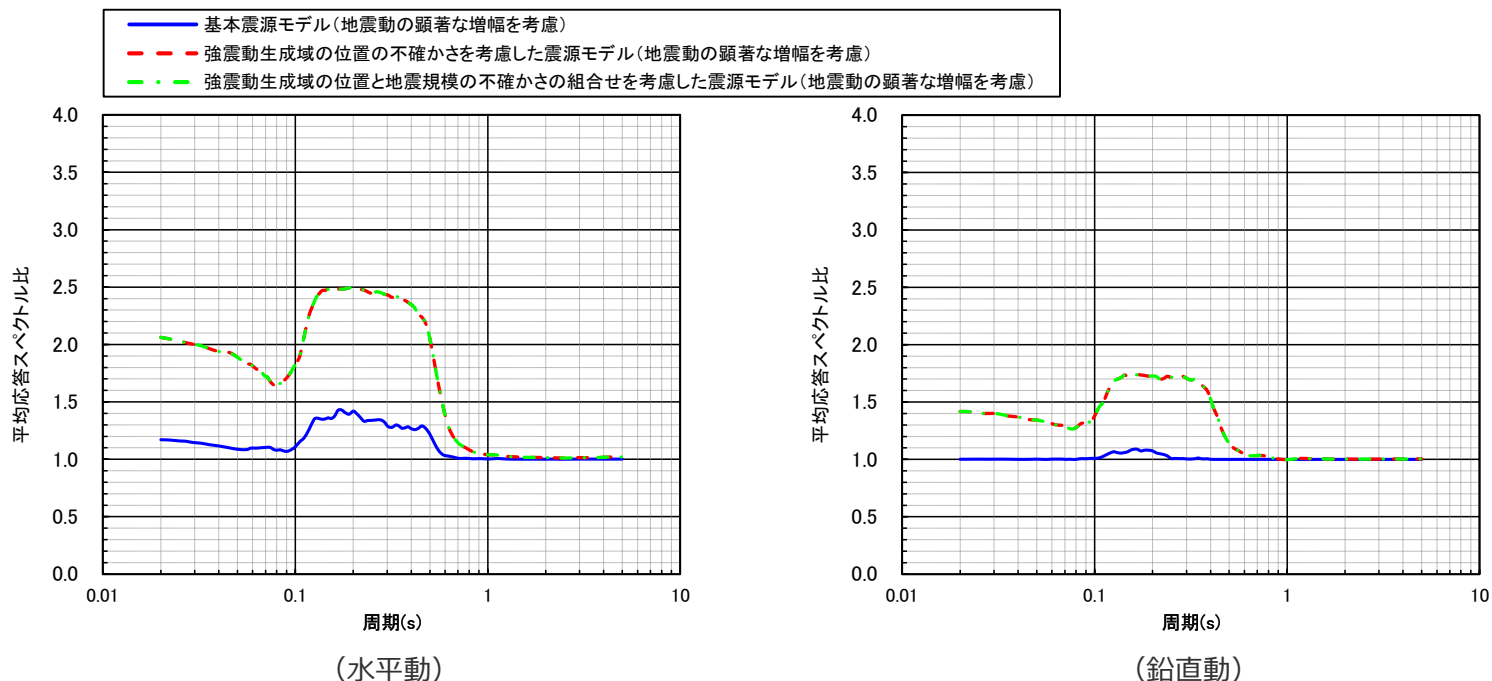
・下線 ( ) は、一部修正箇所を示す。  
・図をプレート間地震の基本震源モデルに変更。  
・箱書き1つめの文章及び※を削除。

## 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における地震動の顕著な増幅の反映）

地震動の顕著な増幅の反映のために用いる平均応答スペクトル比

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



<地震動の顕著な増幅の反映のために用いる平均応答スペクトル比>

・各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の平均応答スペクトル比算出の詳細は、補足説明資料① p.115~参照。

<3 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）>

応答スペクトルに基づく地震動評価

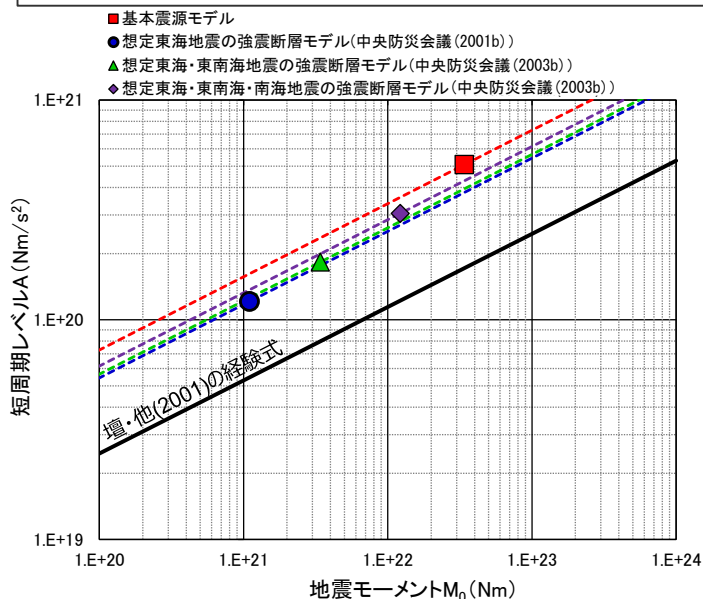
（強震動生成域の応力降下量の不確かさの影響を反映）

- 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)に基づく地震動評価結果は、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)に基づく地震動評価結果に対して、基本震源モデルに相当する $M_0$ -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。

Noda et al.(2002)に基づく地震動評価結果  $\times$  基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の $M_0$ -A関係  $=$  Noda et al.(2002)に基づく地震動評価結果（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 $M_0$ -A関係

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

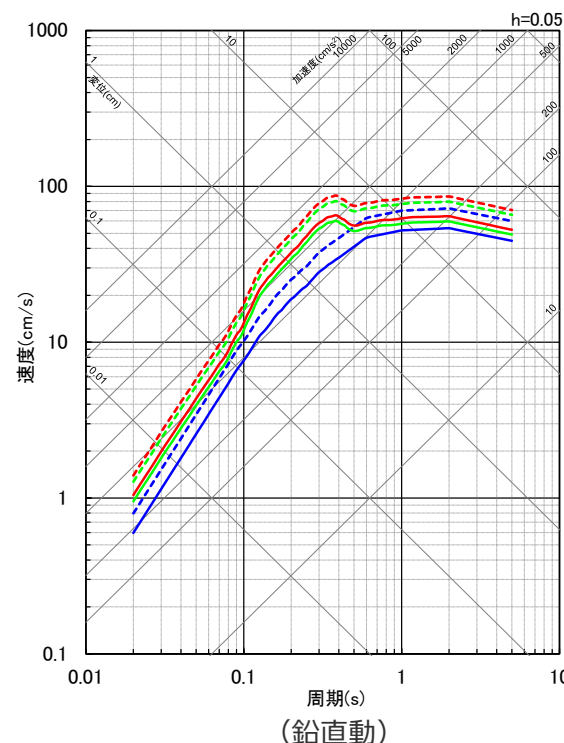
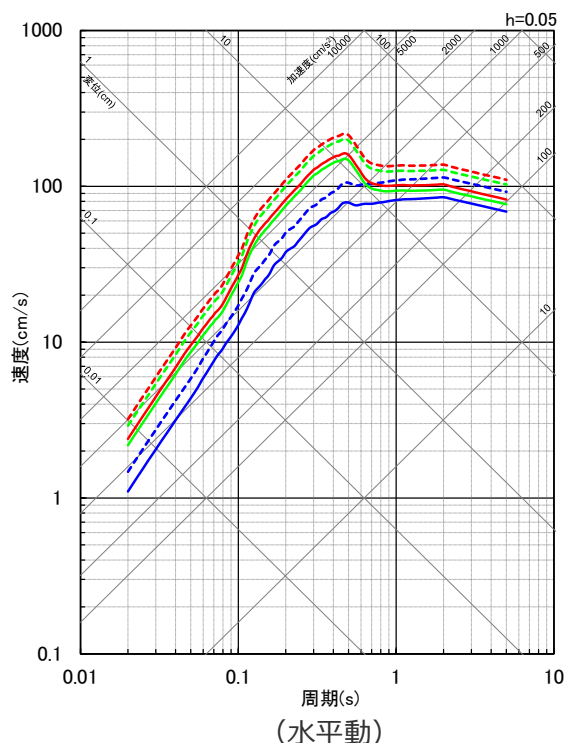
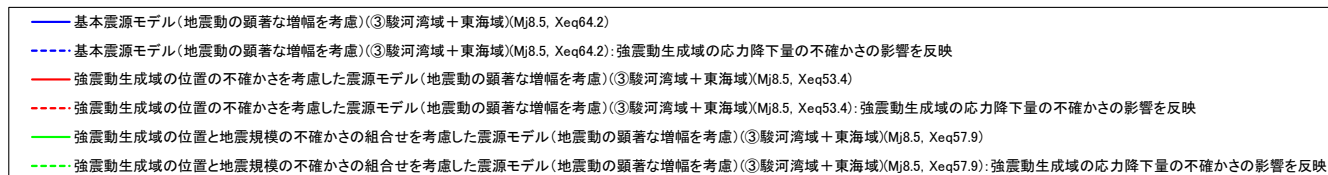


<強震断層モデルの $M_0$ -A関係>

<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 <sup>2</sup> , $M_0$ : Nm)	基本震源モデル に対する比率
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)

# <3 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）> 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を重視する。
- ・Xeqは、等価震源距離（km）を表す。
- ・各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の地震動評価結果の詳細は、補足説明資料① p.118~参照。

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

# < 3 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） > 断層モデルを用いた手法による地震動評価 (地震動評価に用いる一次元地下構造モデル)

○地震動評価に用いる一次元地下構造モデルは、地下構造調査により得られた詳細な地下構造データ等に基づき設定し、敷地の観測記録の再現検討等を踏まえてその妥当性を確認している（第194回審査会合資料1参照）。

## <速度構造>

- T.P.-14m～T.P.-2050mでは、S波速度及びP波速度の両方が得られる浅部及び大深度ボーリング調査のPS検層結果（ダウンホール法）に基づき、S波速度及びP波速度を設定する。
- T.P.-2050m以深について、P波速度は屈折法地震探査結果（海陸統合）に基づき設定し、S波速度は、T.P.-5050m以浅では各調査結果に基づき算定したVp-Vs関係式（ $V_s=0.68V_p-580(m/s)$ ）を、T.P.-5050m以深ではObana et al.(2004)によるVp-Vs関係式（ $V_p/V_s=1.78$ ）を用いて、P波速度から推定する。

## <密度>

- 各調査結果との対応が良いGardner et al.(1974)のVp-p関係式（ $\rho=0.31V_p^{0.25}(g/cm^3)$ ）を用いて、P波速度から推定する。

## <Q値>

- 統計的グリーン関数法（短周期の地震動評価）： $100f^{0.7} \times 1$ 、波数積分法（長周期の地震動評価）： $Q_s=V_s/10$ 、 $Q_p=2Q_s \times 2$

※1 中央防災会議(2001a)、※2 原子力安全基盤機構(2007)、新色・山中(2013)。

### 解放基盤表面

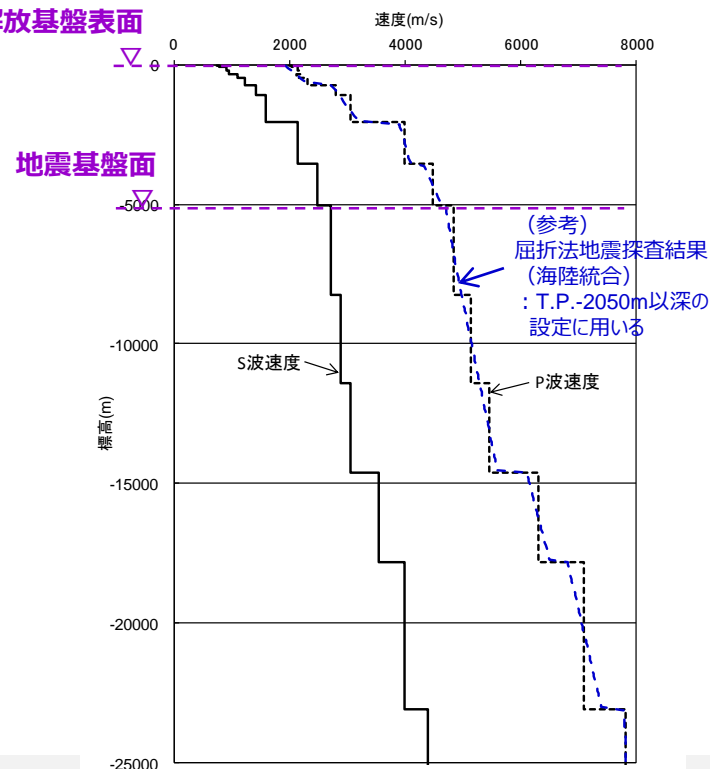
↑  
↓  
用いる地下構造（地震基盤以浅）  
統計的グリーン関数法で

層	標高 (m)	Vs (m/s)	Vp (m/s)	$\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	Vp/Vs
1	-14	740	2000	2.07	2.70
2	-32	790	2030	2.08	2.57
3	-62	830	2070	2.09	2.49
4	-92	910	2140	2.11	2.35
5	-192	960	2180	2.12	2.27
6	-354	1100	2110	2.10	1.92
7	-493	1230	2320	2.15	1.89
8	-739	1420	2790	2.25	1.96
9	-1094	1590	3060	2.31	1.92
10	-2050	2150	3990	2.46	1.86
11	-3550	2470	4470	2.53	1.81
12	-5050	2720	4830	2.58	1.78
13	-8240	2880	5130	2.62	1.78
14	-11400	3060	5450	2.66	1.78
15	-14600	3540	6300	2.76	1.78
16	-17800	3990	7100	2.85	1.78
17	-23100	4390	7810	2.91	1.78

### 地震基盤面

↑  
↓  
用いる地下構造（全層）  
波数積分法で

### 解放基盤表面



• 統計的グリーン関数法には地震基盤以浅の地下構造を、波数積分法には全層の地下構造を用いる。



# ＜3 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）＞

## 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）

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、強震動予測シナリオ(2017)によるライズタイム※2を用いる。

※2 強震動予測シナリオ(2017)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、第284回審査会合資料2-2-1 p.21～参照。

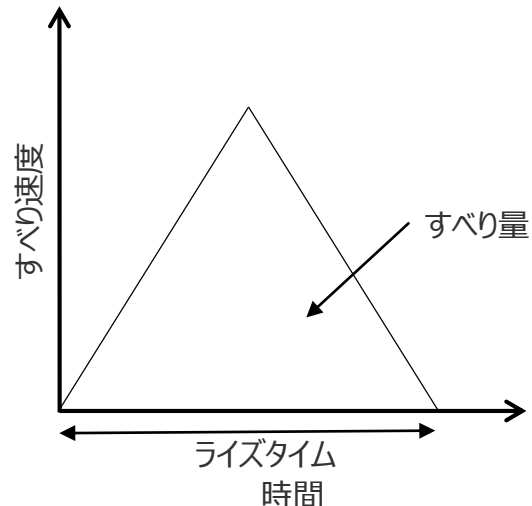
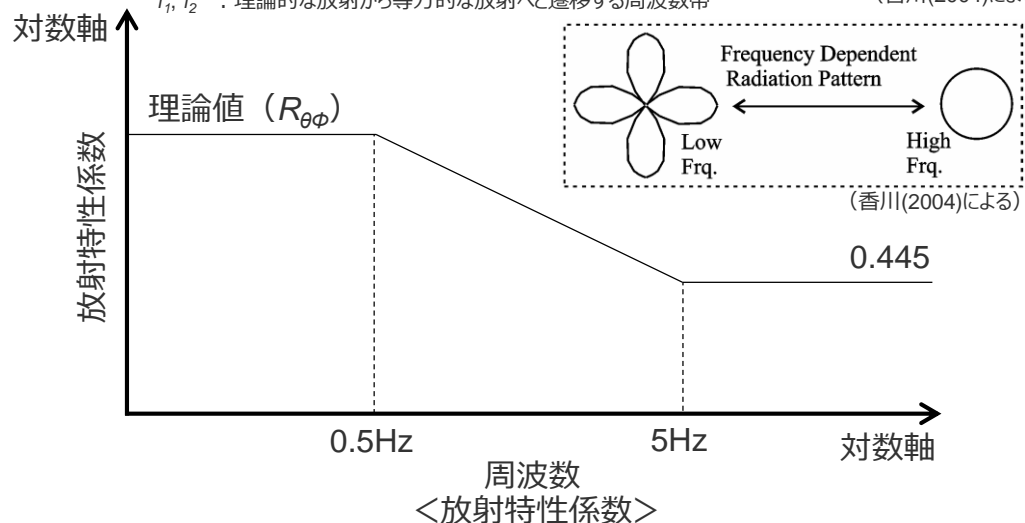
・内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層について、断層モデルを用いた手法は第671回審査会合資料1-1参照。

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

$R_{\theta\phi 0}$ : 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＞

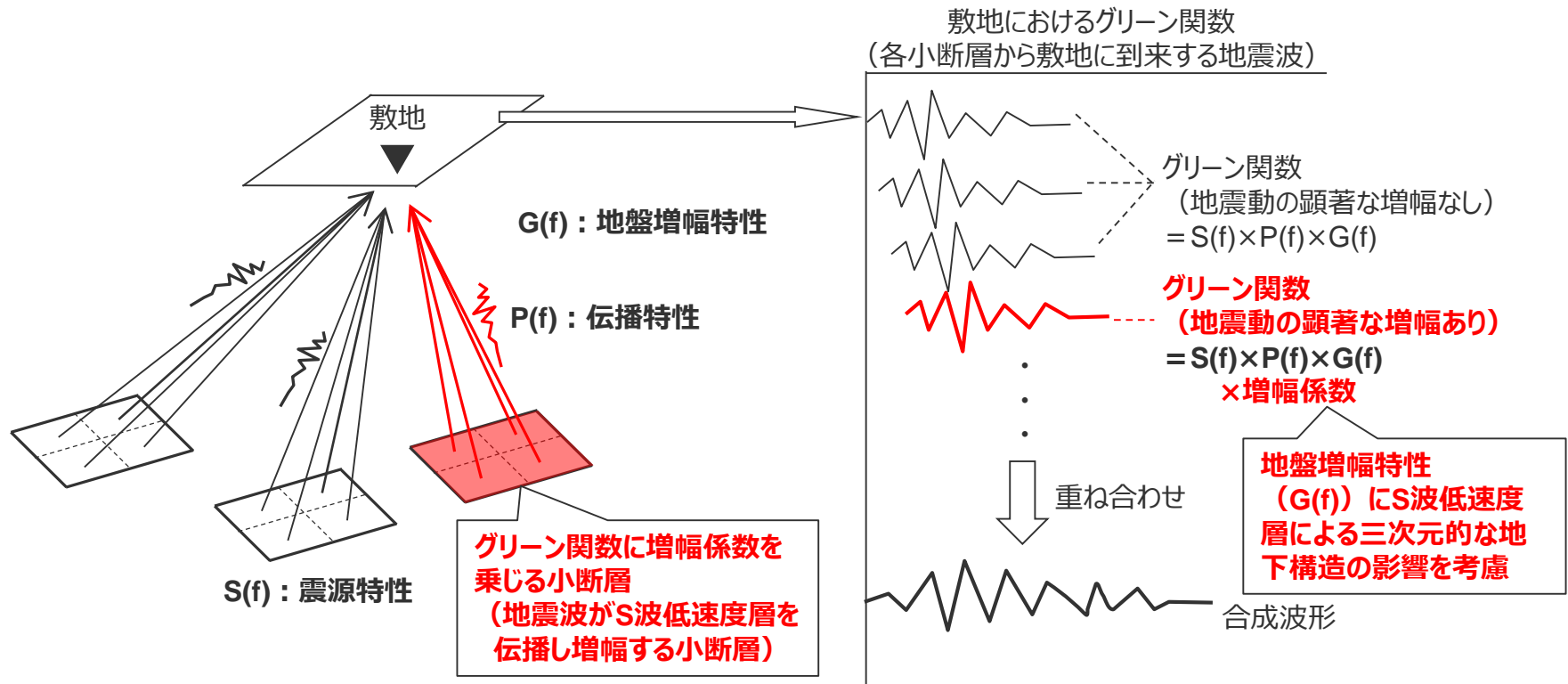
※3 久田(2002)、倉橋・入倉(2017)等による。

< 3 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） >

## 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における地震動の顕著な増幅の反映）

- 地震動の顕著な増幅が見られる観測点では、S波低速度層の影響により、特定の到来方向の地震波のみに顕著な増幅が見られることから、このような増幅特性を地震動評価へ反映する際には、このことを考慮できる断層モデルを用いた手法を重視する。
- 地震動の顕著な増幅は、統計的グリーン関数法において算定する解放基盤表面位置のグリーン関数（震源特性 $S(f)$ ×伝播特性 $P(f)$ ×地盤増幅特性 $G(f)$ ）に増幅係数を乗じることで地震動評価に反映する。  
この反映方法は、地盤増幅特性（ $G(f)$ ）にS波低速度層による三次元的な地下構造の影響を考慮することに相当する。
- 増幅係数については、増幅の程度が最も大きい2009年駿河湾の地震（本震）を参考に、その再現検討を踏まえて設定し、グリーン関数に増幅係数を乗じる小断層については、地震動の顕著な増幅が見られた地震波到来方向を踏まえ保守的に設定する。



< 地震動の顕著な増幅の地震動評価への反映方法の概要（統計的グリーン関数法） >

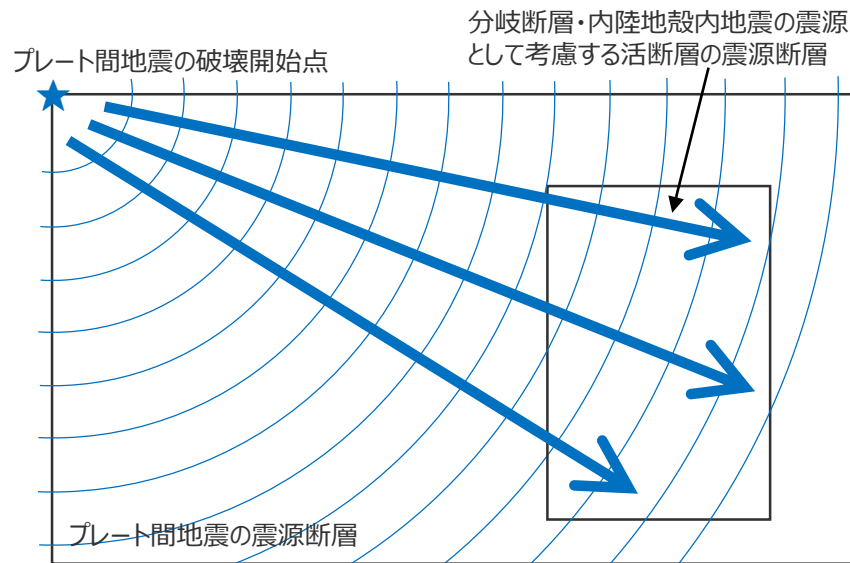
< 3 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮） >

## 断層モデルを用いた手法による地震動評価

（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）

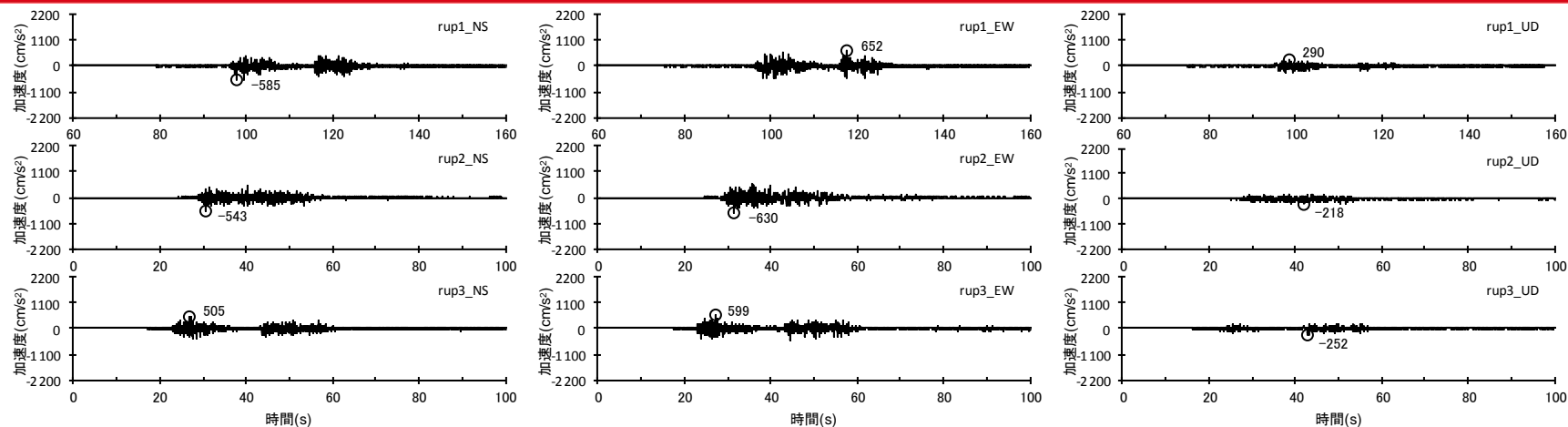
連動ケースの地震動評価手法は地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価と同じ

- 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。

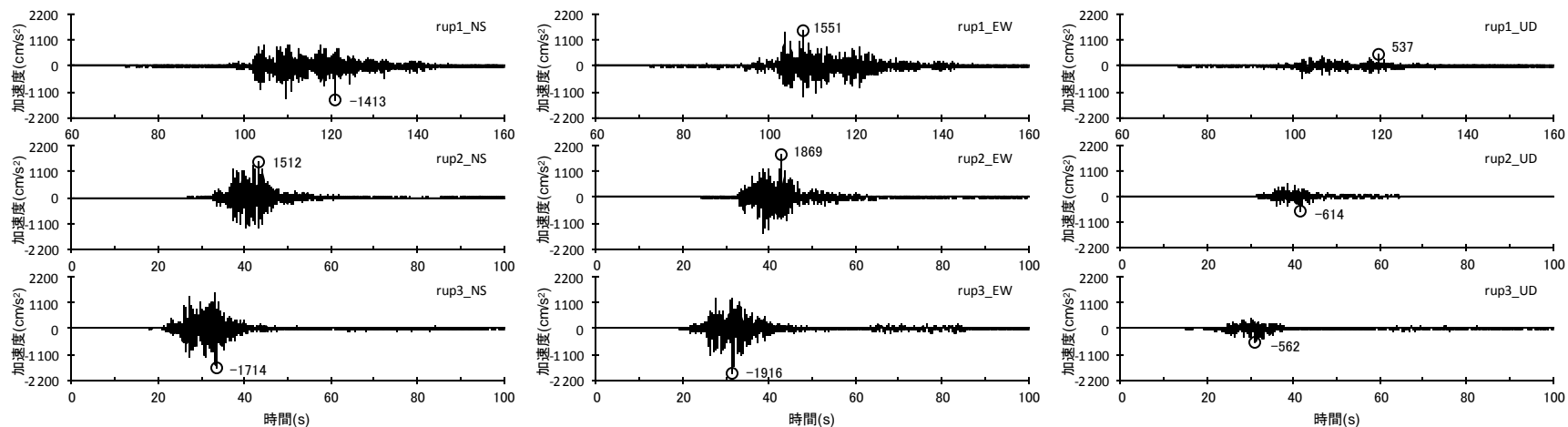


< 一体計算での破壊過程（イメージ図） >

< 3 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） >  
**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））

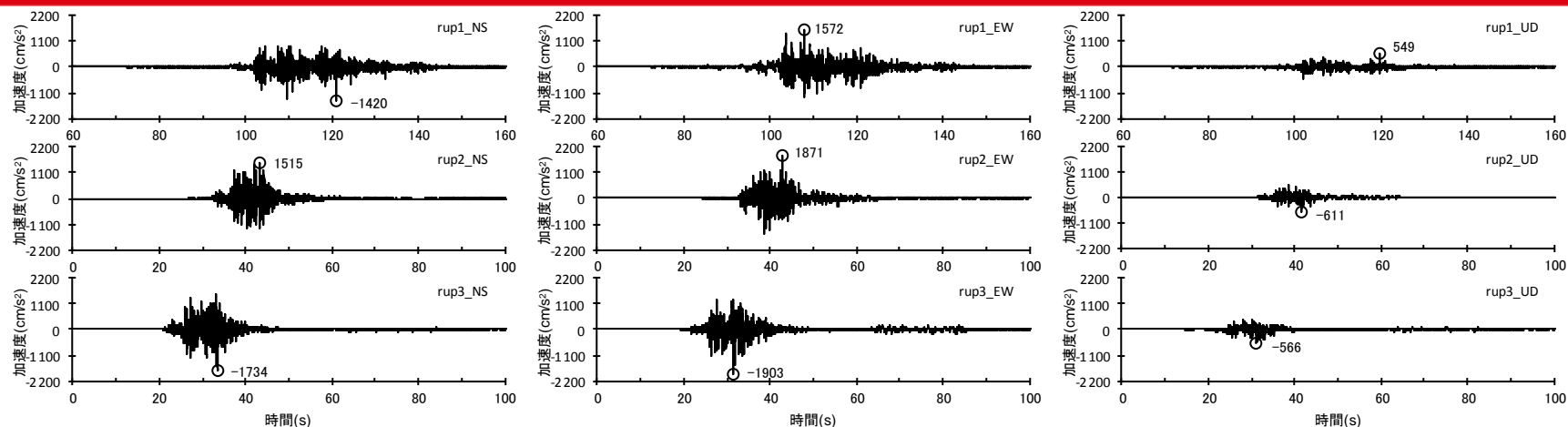


（強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））

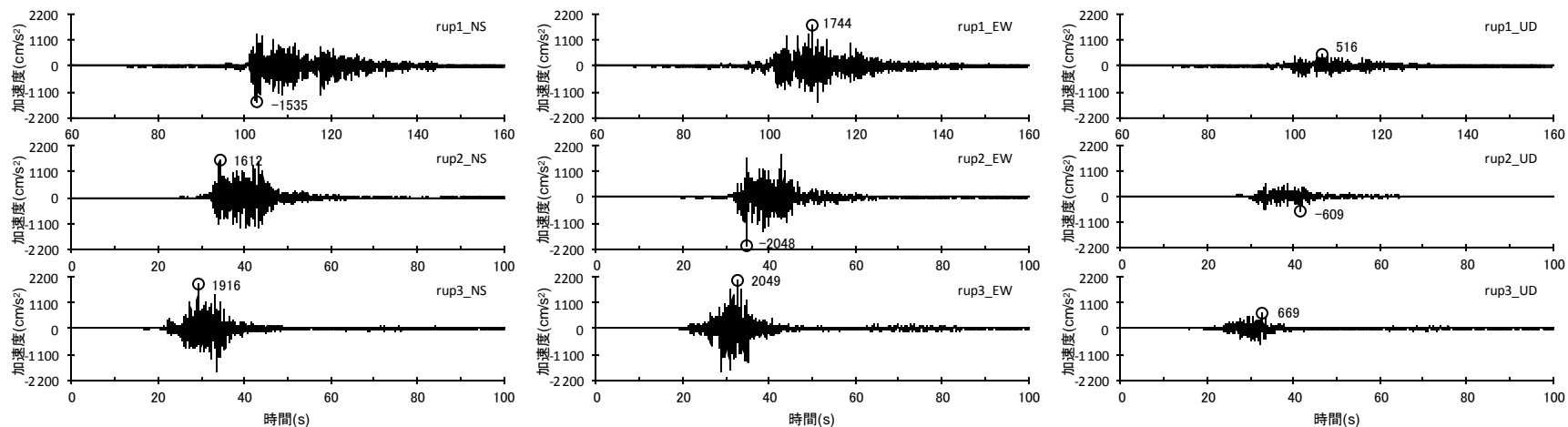
< 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（加速度時刻歴波形） >

・速度時刻歴波形は、補足説明資料① p.133,135参照。

<3 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）>  
 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）



（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））



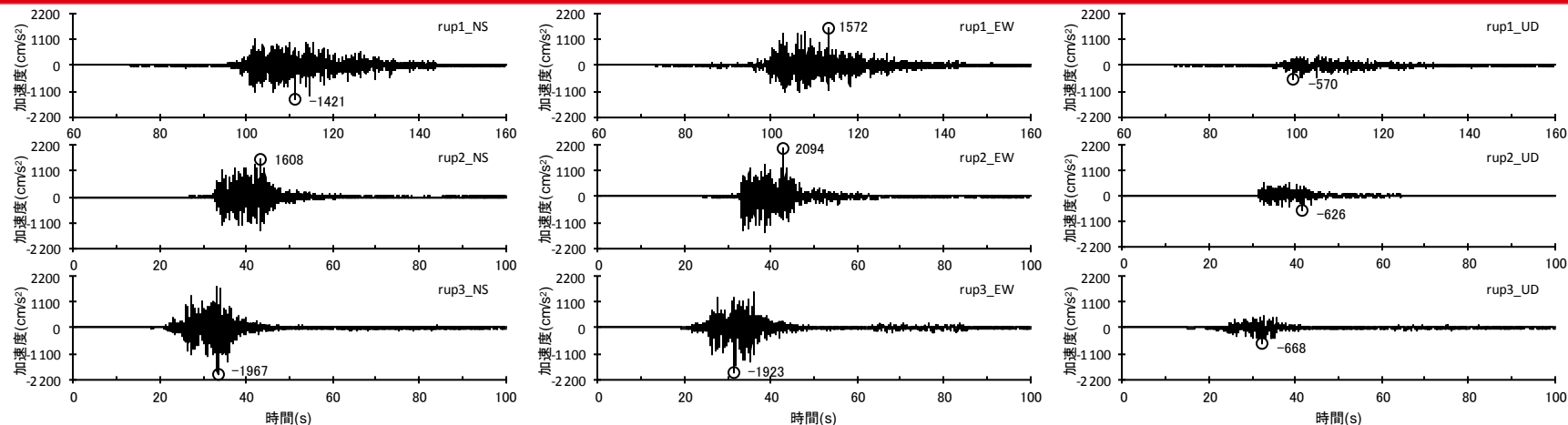
（強震動生成域の位置と分岐断層の強震動励起特性に係る不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））

<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（加速度時刻歴波形）>

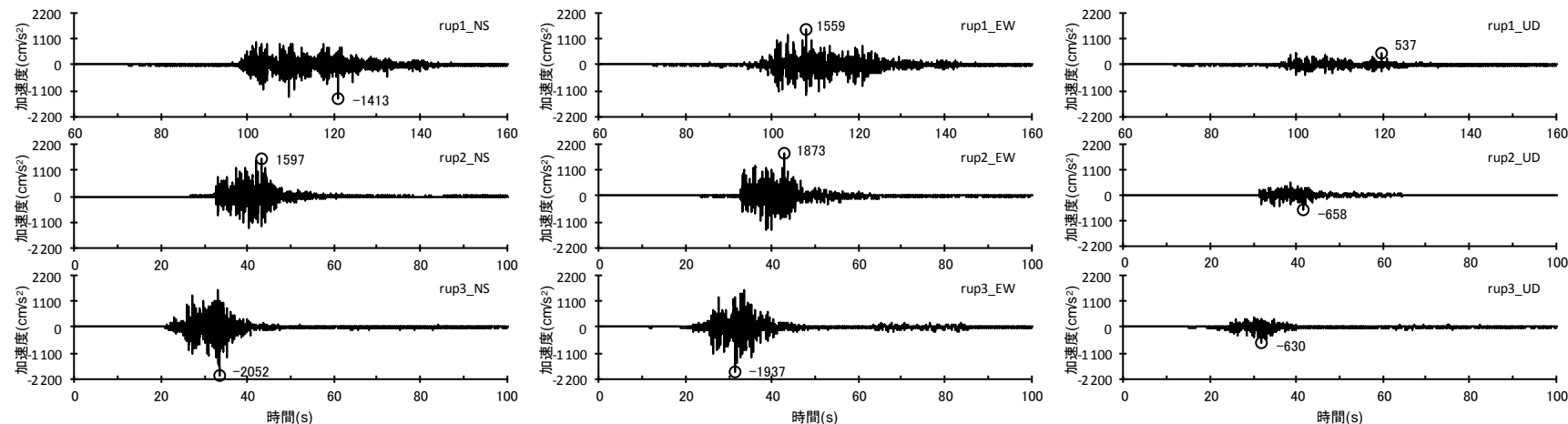
・速度時刻歴波形は、補足説明資料① p.137,139参照。

# 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）



（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））

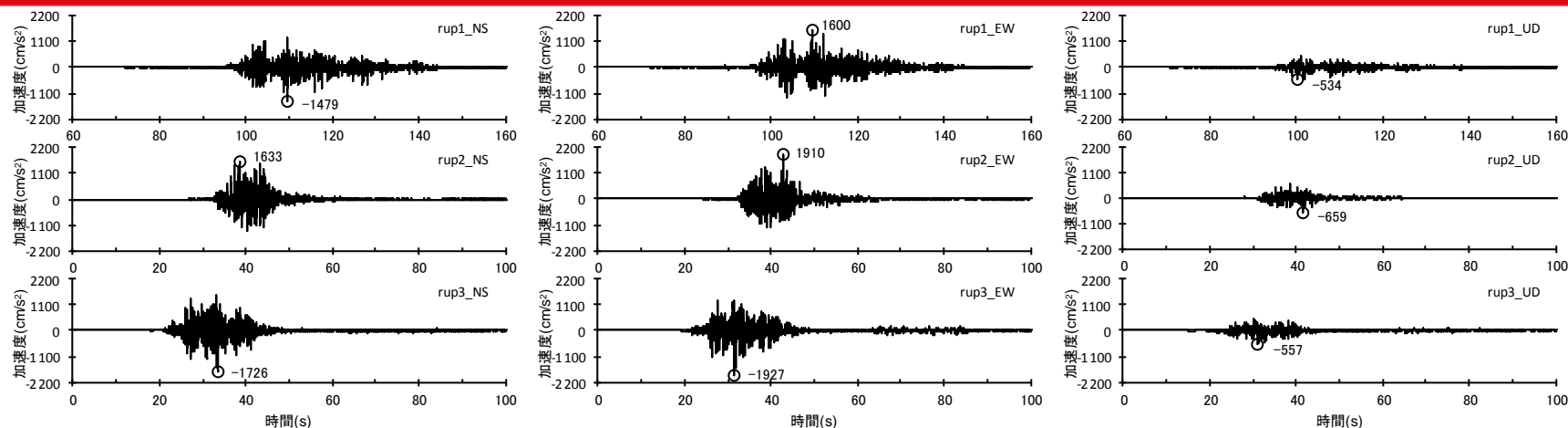


（強震動生成域の位置と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層（御前崎海脚西部の断層帯（破壊伝播速度の不確かさを考慮した震源モデル））への破壊伝播に係る不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））

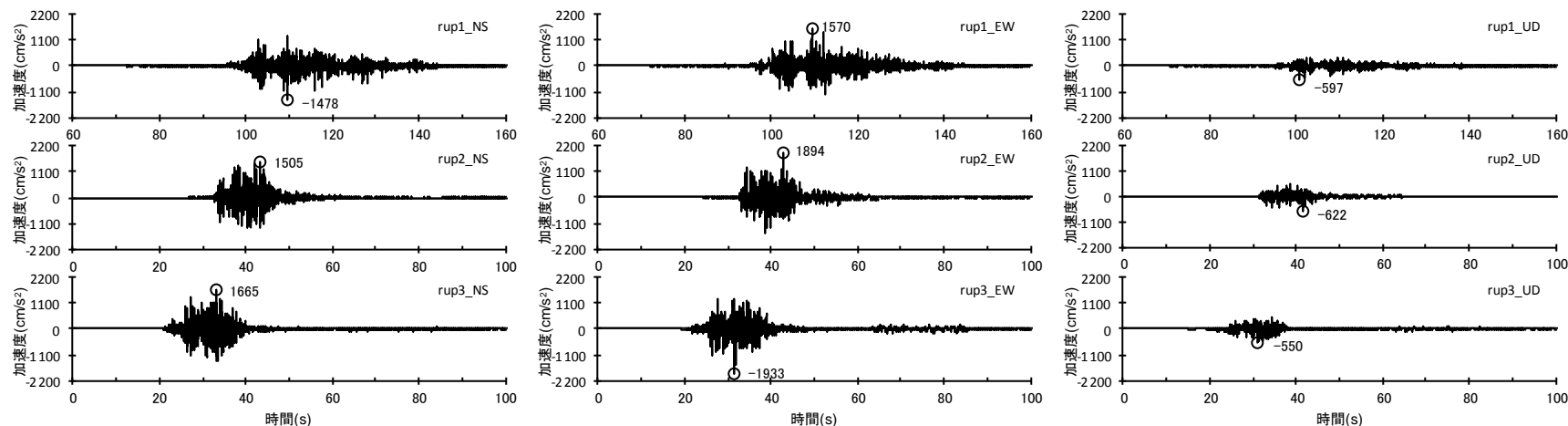
< 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（加速度時刻歴波形） >

・速度時刻歴波形は、補足説明資料① p.141,143参照。

< 3 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） >  
**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）



（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））



（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（加速度時刻歴波形） >

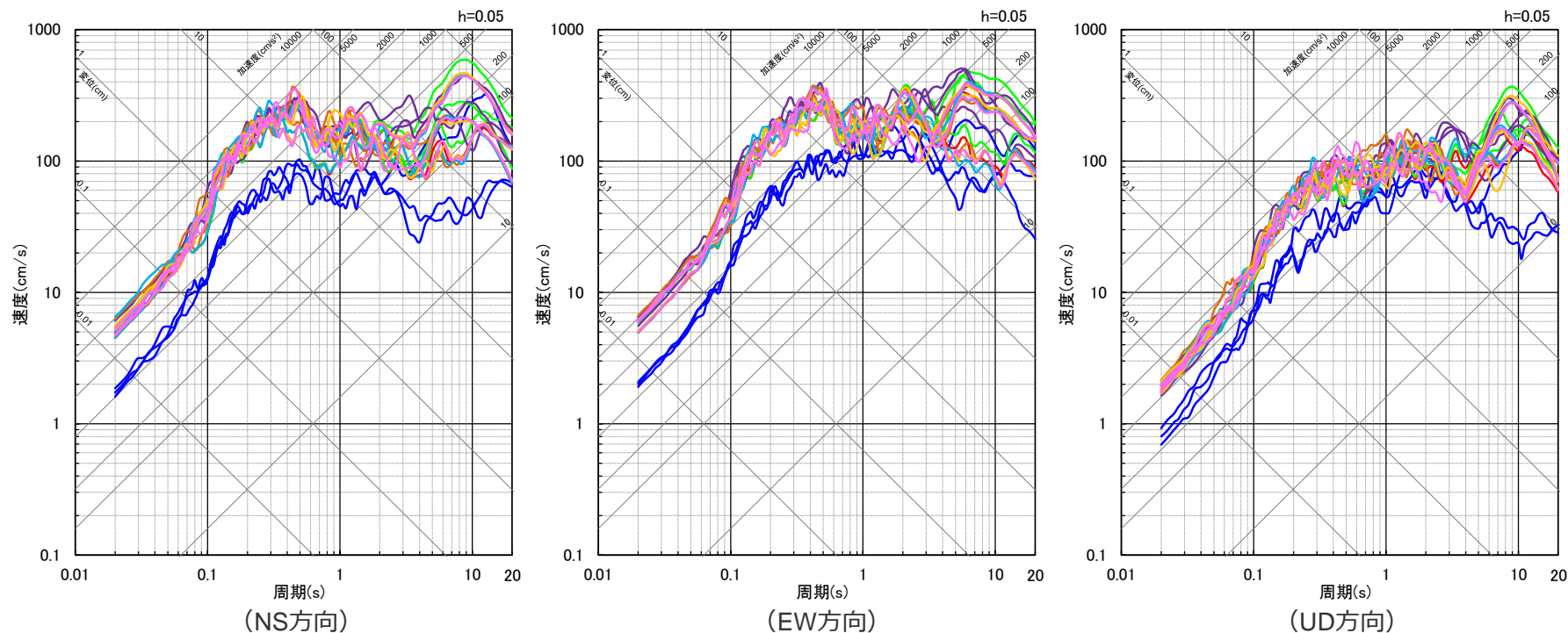
・速度時刻歴波形は、補足説明資料① p.145,147参照。

< 3 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） >

# 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）））

- 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）



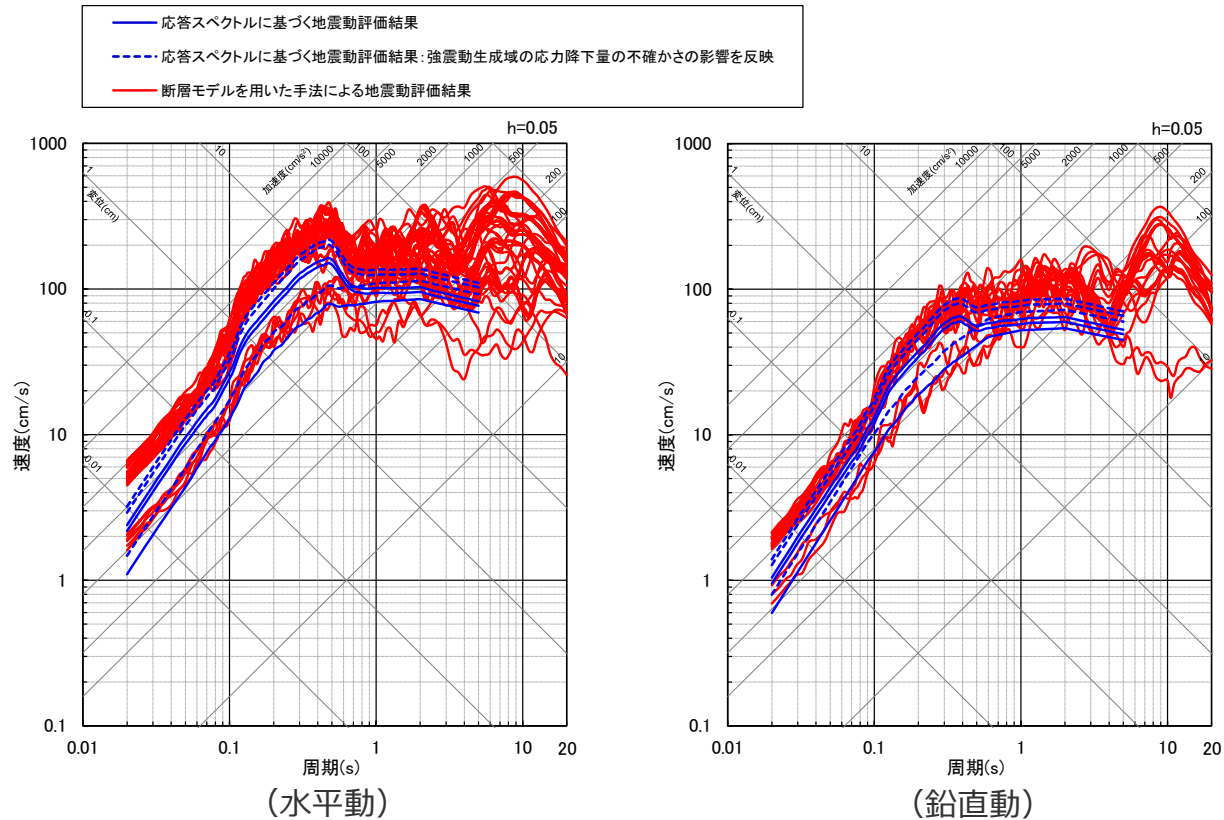
<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（応答スペクトル） >  
（全ての震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））

・震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）毎の応答スペクトルは、補足説明資料① p.134,136,138,140,142,144,146,148参照。



### <3 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）>

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）））



<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

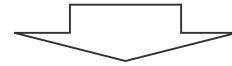
---

- 1 地震動の顕著な増幅の地震動評価への反映 ……p.6～
- 2 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.27～
- 3 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.65～
- 4 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.137～
- 5 まとめ（地震動の顕著な増幅を考慮） ……p.176～

## 全体像

## 検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）

- 検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）とした「敷地下方の想定スラブ内地震」は、その震源断層を地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）に移動させて、検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）としても選定。

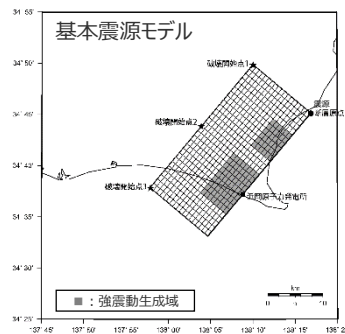
基本震源モデル及び不確かさを考慮した震源モデル  
（地震動の顕著な増幅を考慮しない）

## 【断層位置】

- 敷地下方に設定。

## 【強震動生成域の位置】

- 震源断層の上端に設定。



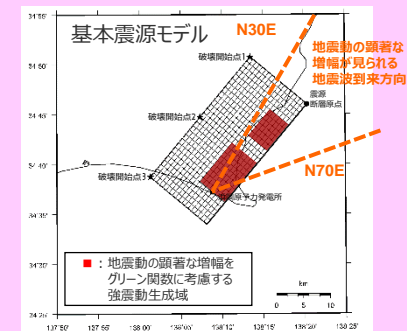
偶発的な不確かさに分類

「地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）」を踏まえてより保守的な評価となるよう位置を設定

基本震源モデル及び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）

## 【断層位置及び強震動生成域の位置】

- 敷地近傍を含めて地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）にかけて強震動生成域が位置するよう、断層位置を移動させて設定。

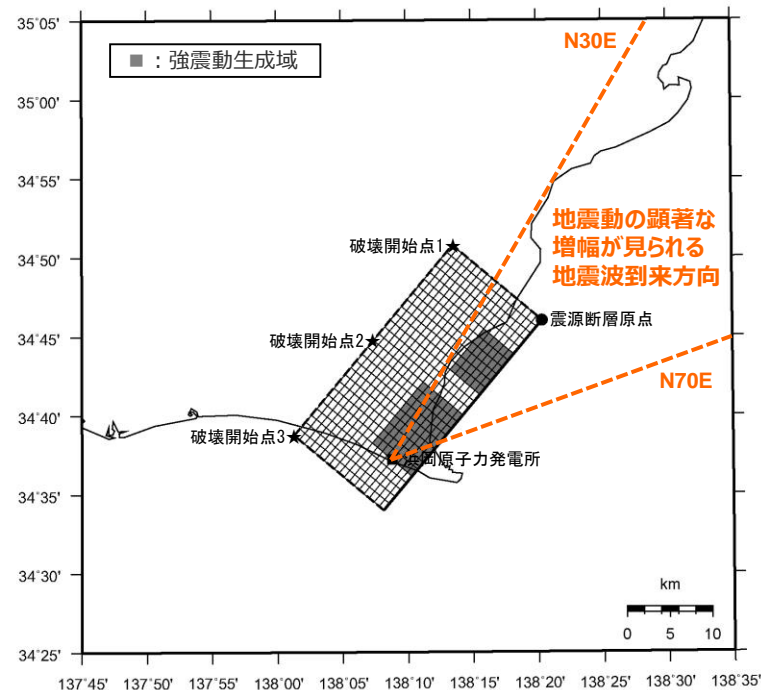
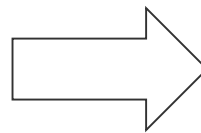
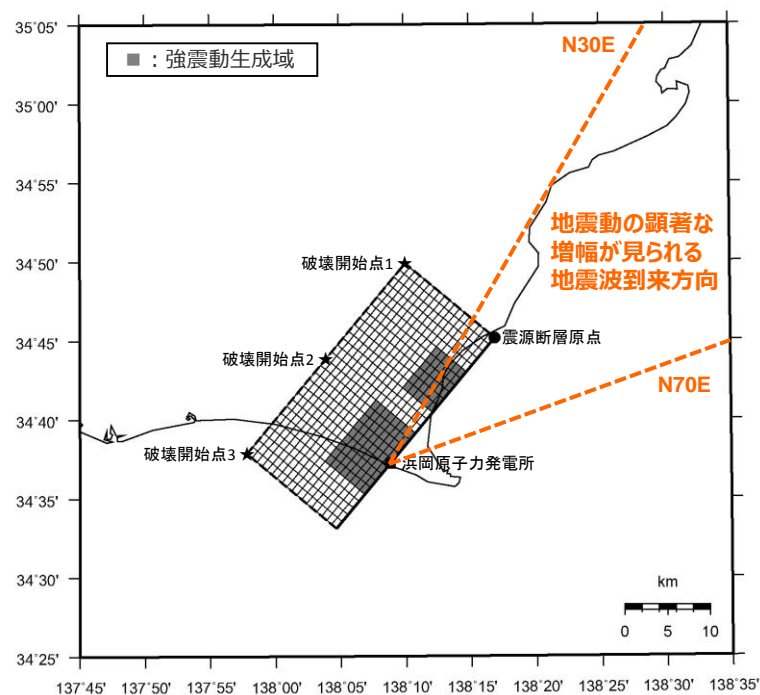


■ : 認識論的な不確かさに分類されるもの    ■ : 偶発的な不確かさに分類されるもの

## 検討用地震の選定

○検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）とした「敷地下方の想定スラブ内地震」は、その震源断層を地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）に移動させて、検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）としても選定する。

・「御前崎沖の想定沈み込む海洋プレート内地震」は、地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価において、敷地からの距離が遠く、地震動レベルがより大きい敷地下方の想定スラブ内地震で検討用地震を代表することとしており、地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価においても同様とする。

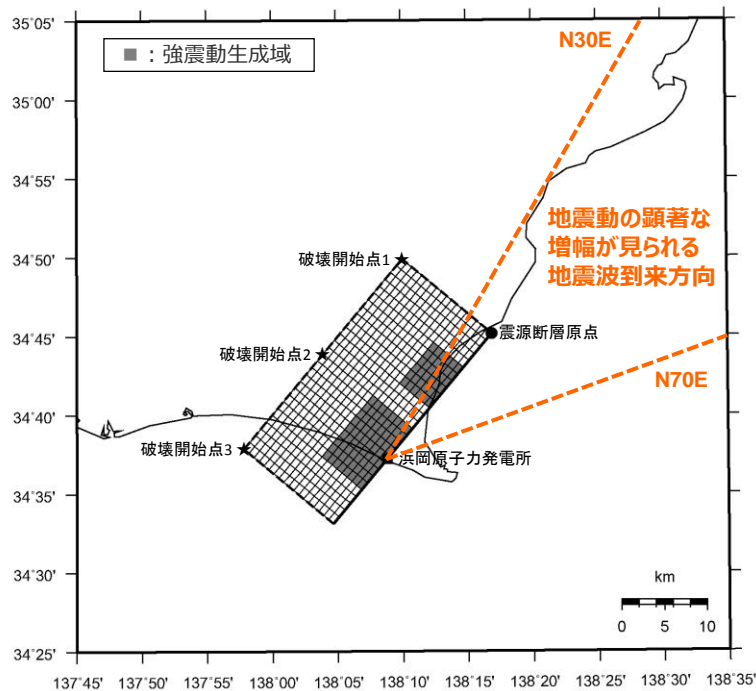


< 地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）と検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の震源断層との位置関係 >

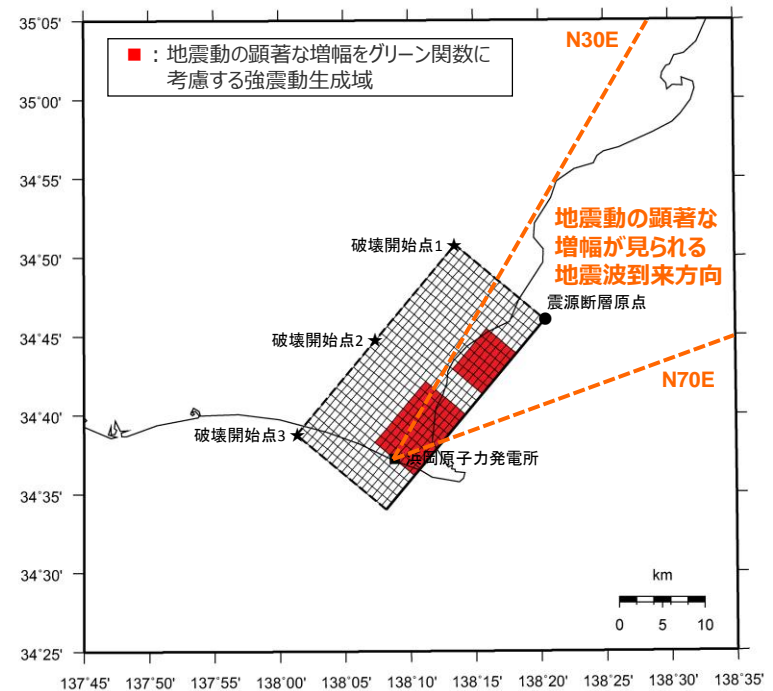
< 地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）と検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）の震源断層との位置関係 >

## 基本震源モデルの設定

- 敷地下方の想定スラブ内地震について、断層位置及び強震動生成域の位置は偶発的な不確かさに分類される。
- これを踏まえ、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）は、より保守的な評価となるよう、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の震源断層を移動させて、敷地近傍を含めて地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）にかけて強震動生成域が位置するよう震源モデルを新たに設定し、地震動評価を行う（地震動の顕著な増幅を考慮する強震動生成域の小断層の設定は後述参照）。



< 基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない） >



< 基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮） >

---

余白

# 基本震源モデルの設定

- 基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の設定方針及び震源断層パラメータは、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と同じとする。

## 【設定方針】

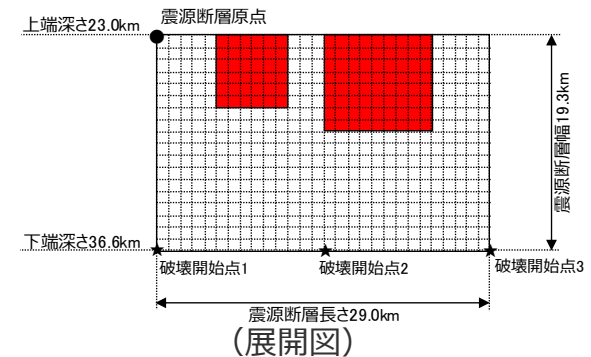
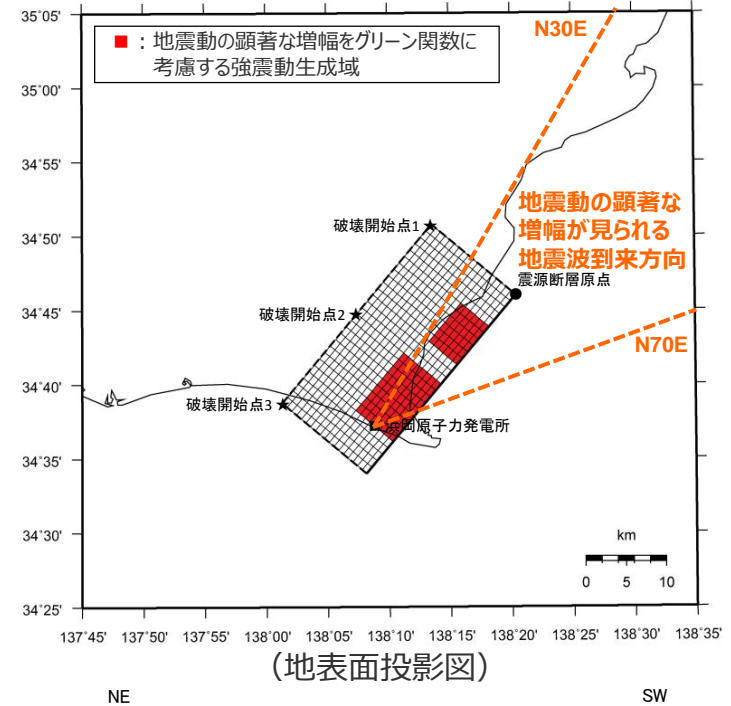
- 「敷地下方の想定スラブ内地震」の基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の設定には、地震モーメントのスケールを考慮して、2009年駿河湾の地震（敷地への影響が最も大きかった最大規模の地震）の震源特性を反映する。

## 【震源断層パラメータ】

- 地震規模
  - ・地震規模は、フィリピン海プレートで発生した沈み込んだ海洋プレート内地震の最大規模等※1を踏まえて、M7.0として設定。
- 断層位置
  - ・断層位置は、安全評価上、敷地下方に想定。
- 震源深さ
  - ・2009年駿河湾の地震の知見に基づき23kmとして設定。
- 震源断層面積
  - ・地震モーメントから震源断層面積を算定。
- 傾斜角
  - ・2009年駿河湾の地震の知見に基づき45°の逆断層として設定。
- 強震動生成域の数・位置
  - ・2009年駿河湾の地震の知見に基づき、強震動生成域の数は2つ※2（面積比は2009年駿河湾の地震の知見に基づき2：1）とし、面積が大きい方の強震動生成域を敷地直下で震源断層の上端に設定。
- 破壊開始点
  - ・破壊の伝播方向が敷地へ向かうよう複数設定。

※1: 地震規模については、フィリピン海プレート（領域1：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や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、M7.0を用いる。

※2: 強震動生成域の数について、2009年駿河湾の地震（M6.5）の他、2001年芸予地震（M6.7）、2003年宮城県沖の地震（M7.1）、2011年宮城県沖の地震（M7.1）においても、2つ以上設定されている（Asano et al.(2004), Harada et al.(2012)）。



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

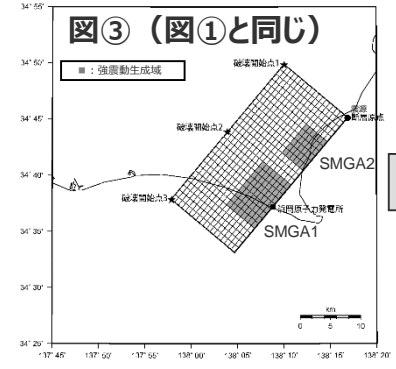
< 4 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮） >

# 基本震源モデルの設定

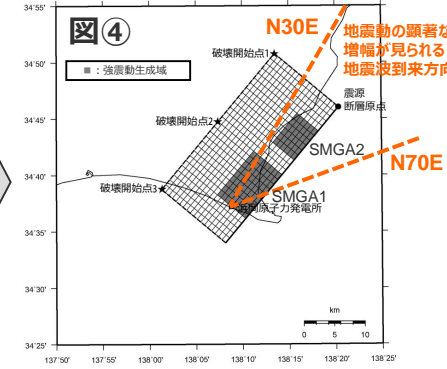
## （地震動の顕著な増幅を考慮する強震動生成域の小断層の設定）

- 敷地近傍を含めて地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）に強震動生成域が位置するように移動させて設定した基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）について、地震動の顕著な増幅は、地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）にある強震動生成の小断層に考慮する。
- 具体的には、敷地における地震動の増幅特性の分析の結果、地震波の入射角が鉛直下方に近づく敷地近傍は、地震動の顕著な増幅が見られない傾向はあるものの、地震動に与える影響が大きいことを重視し、保守的な評価となるよう、敷地近傍を含めて地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）にある強震動生成域の小断層の全てに対し地震動の顕著な増幅を考慮するとともに、敷地近傍において地震動の顕著な増幅を考慮する小断層の範囲が地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）より広い設定とする。
- 地震動の顕著な増幅を考慮する強震動生成域の小断層の設定の保守性は、次ページ参照。
- なお、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）（図③）と基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の地震動の顕著な増幅を考慮しない場合（図④）の地震動レベルは同程度であることを確認している。

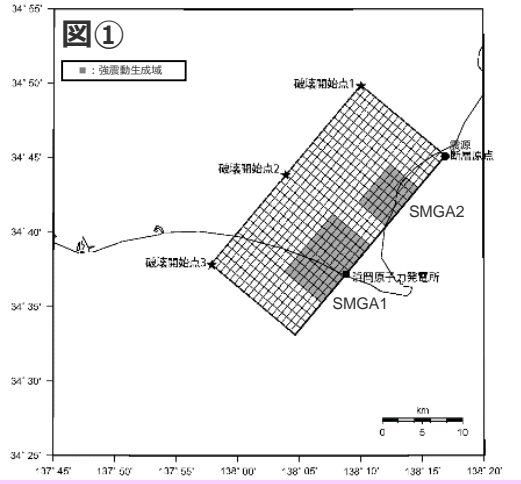
基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）



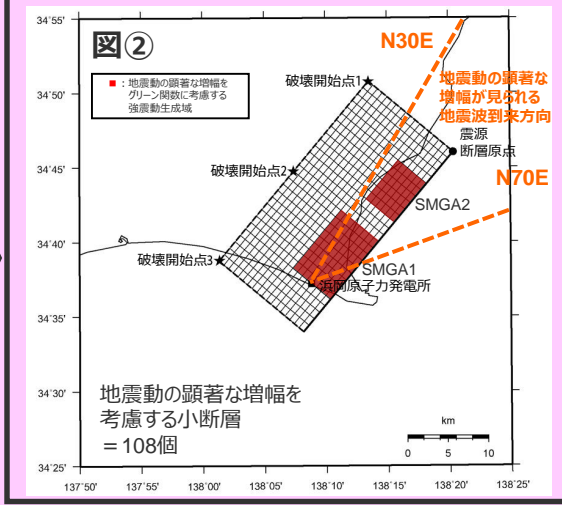
基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の地震動の顕著な増幅を考慮しない場合



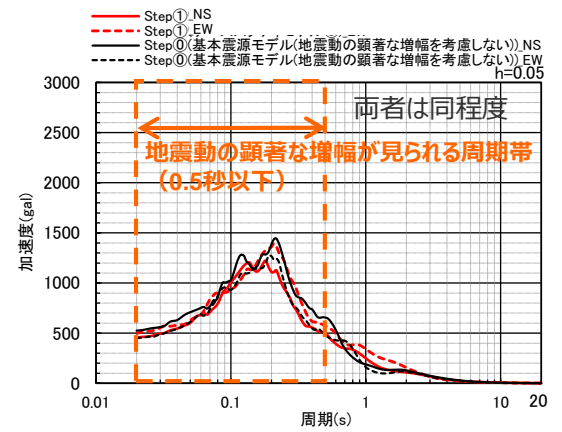
基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）



基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）



（参考）図③と図④の応答スペクトルの比較

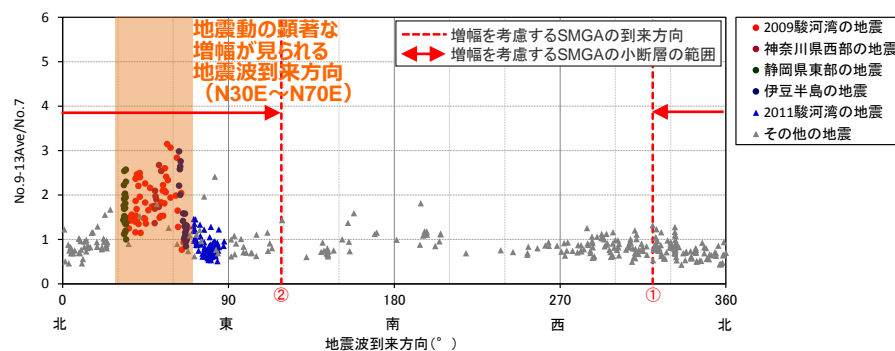
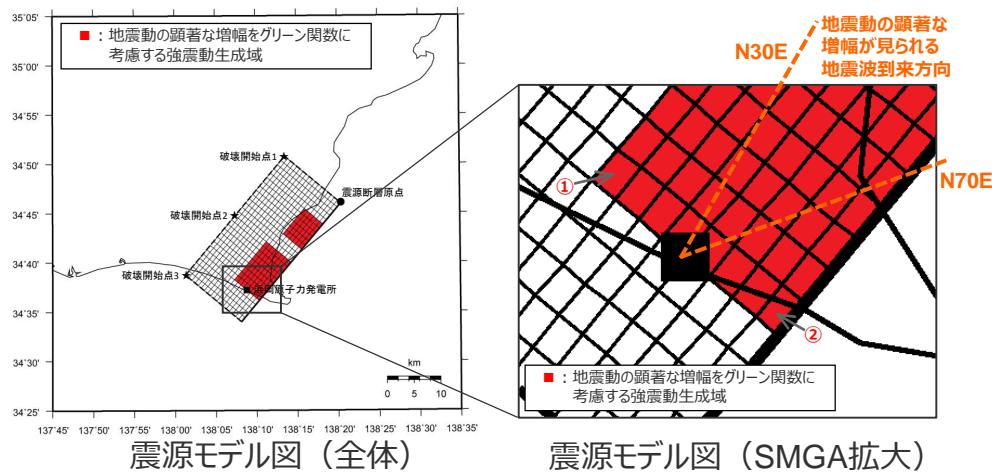




## 基本震源モデルの設定

（地震動の顕著な増幅を考慮する強震動生成域の小断層の範囲の設定）

○地震動の顕著な増幅を考慮する強震動生成域の小断層（■で示す小断層）の範囲については、地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）より広く、保守的な設定となっている。



5号炉周辺観測点における各地震の地震波到来方向毎の振幅比 (No.7基準) と強震動生成域の小断層の地震波到来方向との関係

---

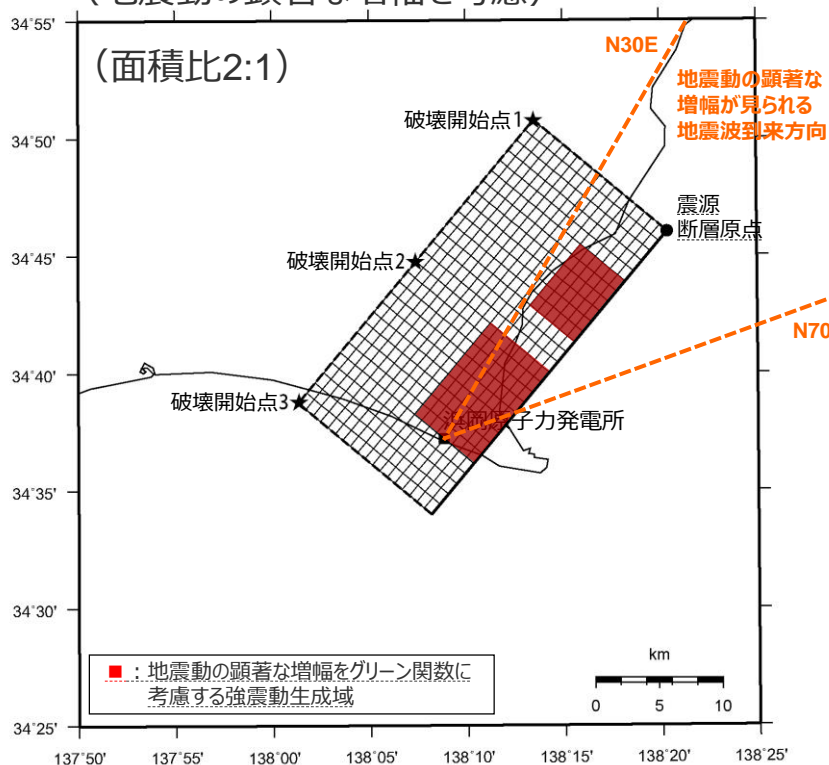
余白

# 基本震源モデルの設定

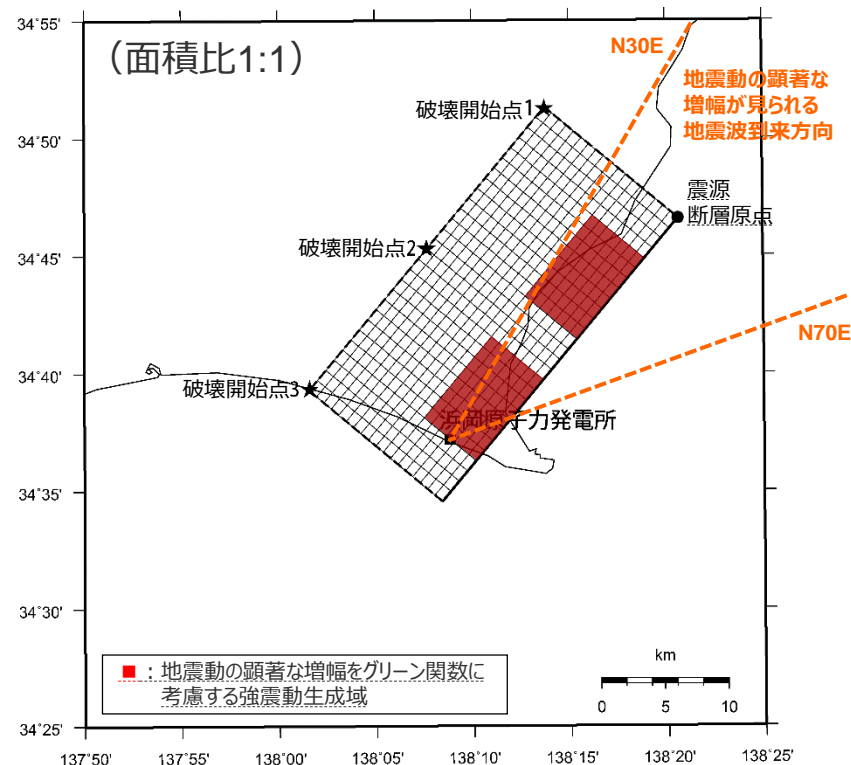
（強震動生成域の面積比の設定）

○基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）について、2つの強震動生成域の面積比2：1の妥当性を確認するため、前述の断層位置の設定方針に基づき、面積比1：1としたパラメータスタディモデルを設定し、統計的グリーン関数法による地震動評価結果を比較する。

基本震源モデル  
（地震動の顕著な増幅を考慮）



パラメータスタディモデル

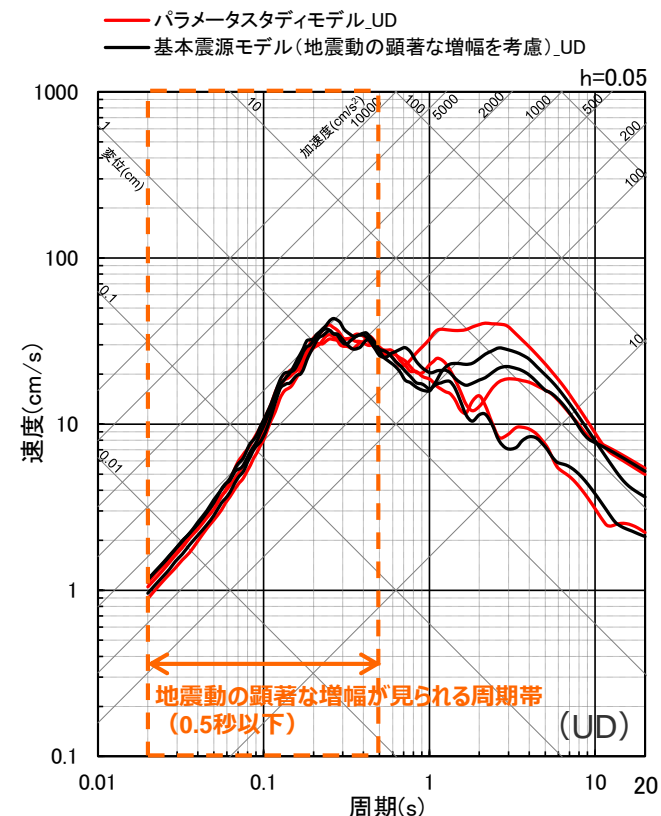
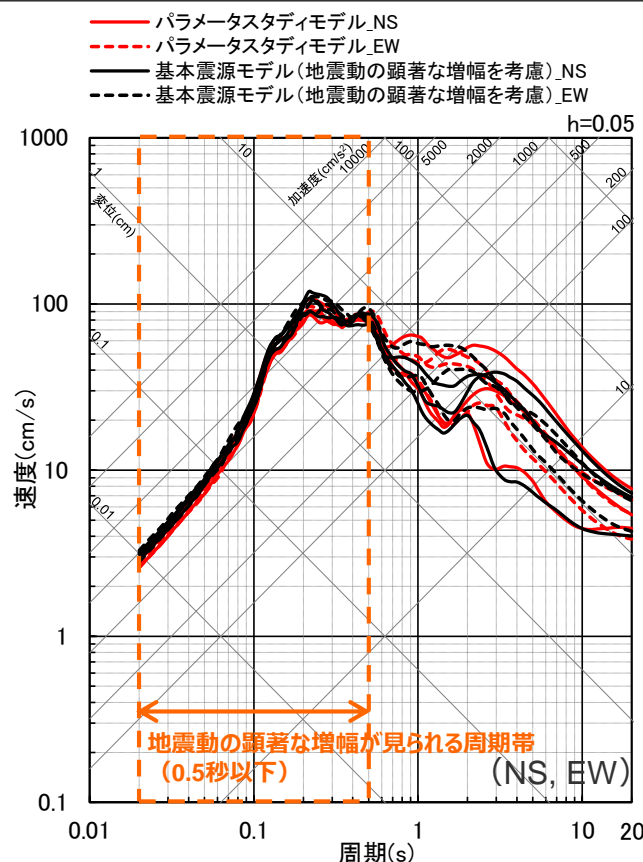


<平面配置図>

# 基本震源モデルの設定

（強震動生成域の面積比の設定）

○強震動生成域の面積比 2 : 1とした基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）と面積比 1 : 1としたパラメータスタディモデルの地震動評価結果（擬似速度平均応答スペクトル）の比較によると、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の地震動レベルはパラメータスタディモデルと同程度であり、地震動の顕著な増幅が見られた周期 0.02～0.5秒において、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の地震動評価結果の方が、若干大きくなっている。



<統計的グリーン関数法（擬似速度平均応答スペクトル）による地震動評価結果の比較>

# 基本震源モデルの設定

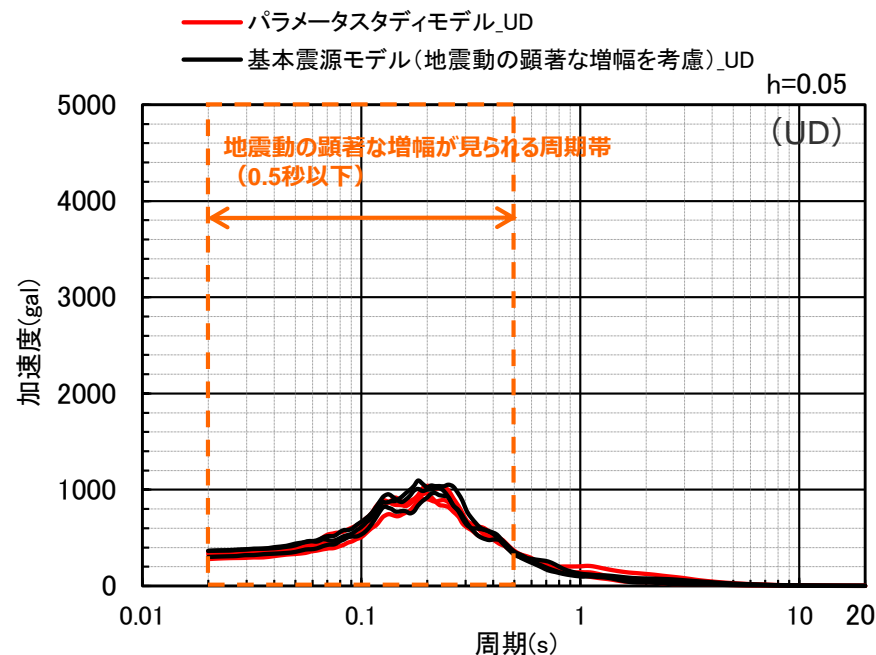
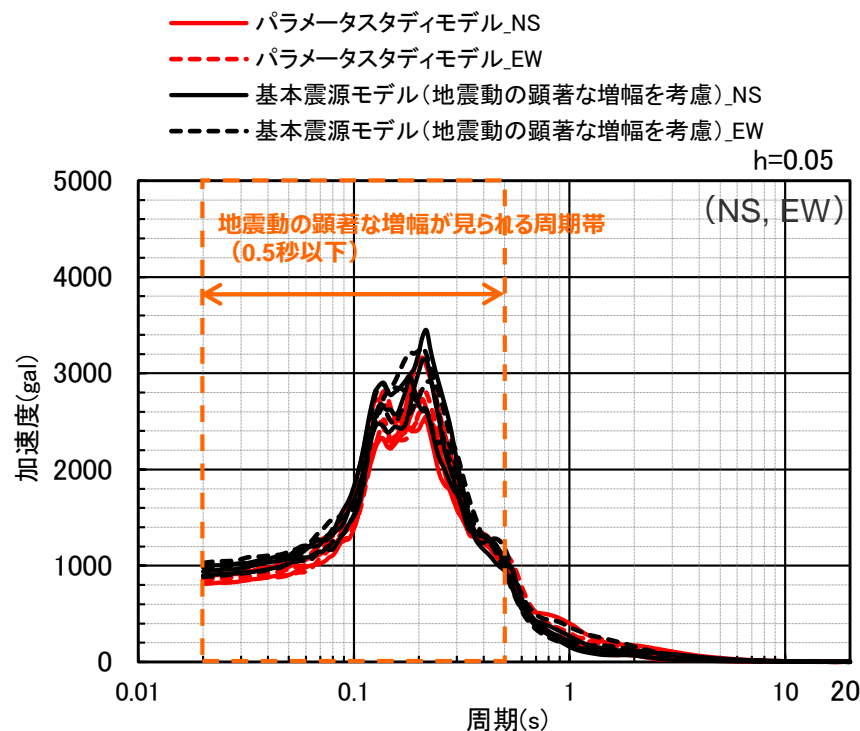
（強震動生成域の面積比の設定）

○ 強震動生成域の面積比 2 : 1 とした基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）と面積比 1 : 1 としたパラメータスタディモデルの地震動評価結果（加速度平均応答スペクトル）の比較によると、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の地震動レベルはパラメータスタディモデルと同程度であり、地震動の顕著な増幅が見られる周期0.02～0.5秒において、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の地震動評価結果の方が、若干大きくなっている。

⇒ 基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）について、2つの強震動生成域の面積比 2 : 1 とする妥当性を確認した。



○ 以上の検討（断層位置、強震動生成域の面積比）を踏まえ、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の妥当性を確認した。



< 統計的グリーン関数法（加速度平均応答スペクトル）による地震動評価結果の比較 >

# < 4 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） > 不確かさを考慮した震源モデルの設定

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

## 基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）

- 地震モーメントのスケールを考慮して、2009年駿河湾の地震の震源特性を反映。震源断層は、敷地における地震動の増幅特性を踏まえて敷地下方に想定。強震動生成域は2009年駿河湾の地震に基づき2つとし、面積比2：1として震源断層の上端に設定。破壊開始点は破壊の伝播方向が敷地へ向かうよう複数設定。

## 基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）に予め考慮した不確かさ（①断層位置+②強震動生成域の位置+③破壊開始点）

## 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の考慮】

- 基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の震源特性に反映した2009年駿河湾の地震（沈み込んだ浅い海洋プレート内地震）とは異なる震源特性として、笹谷・他(2006)に基づき、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たケースを考慮する。

基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）  
+不確かさ④(短周期レベル)

### 【強震動生成域の数の不確かさの考慮】

- 基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の2つの強震動生成域を1つに集約したケースを考慮する。

基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）  
+不確かさ⑤  
(強震動生成域の数)

### 【断層傾斜角の不確かさの考慮】

- 基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の45°に対し、低角の20°及び高角の90°としたケースを設定し、敷地に対して最も厳しいディレクティブティ効果を考慮する。

基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）  
+不確かさ⑥(断層傾斜角)

### 【地震規模の不確かさの考慮】

- 基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）のM7.0に対し、M7.4としたケースを考慮する。

基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）  
+不確かさ⑦(地震規模)

### 【震源深さの不確かさの考慮】

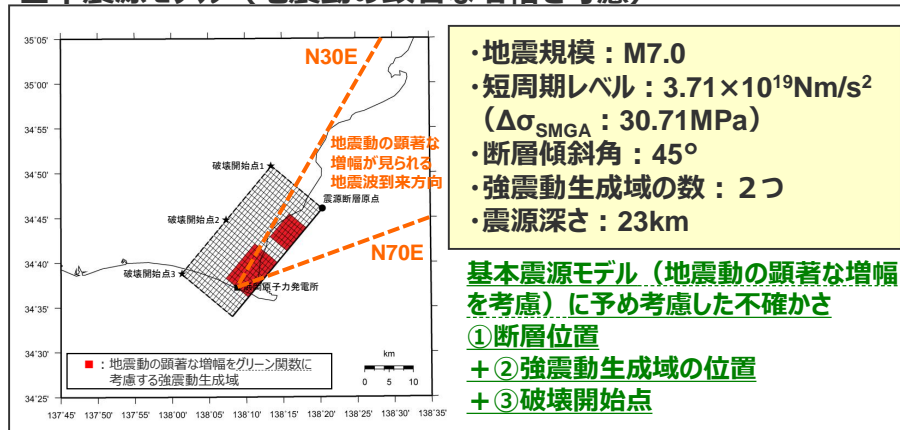
- 基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の23kmに対し、13.8kmとしたケースを考慮する。

基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）  
+不確かさ⑧(震源深さ)

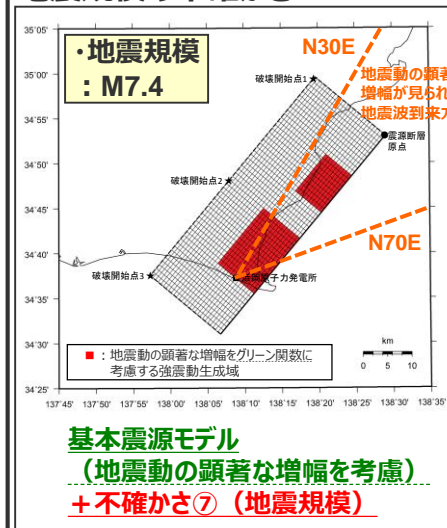
短周期レベルの観点から等価なモデル

# < 4 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） > 不確かさを考慮した震源モデルの設定 （震源モデル一覧）

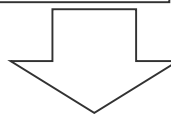
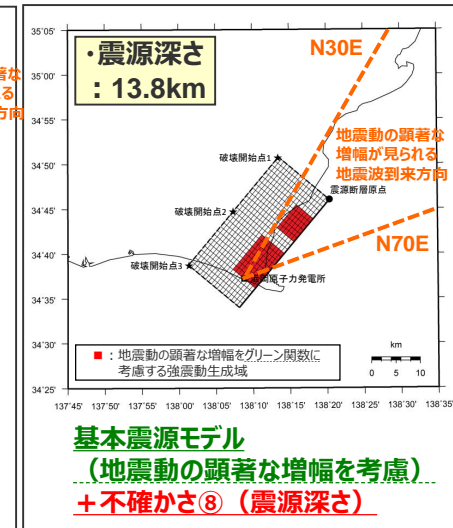
## 基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）



## 地震規模の不確かさ

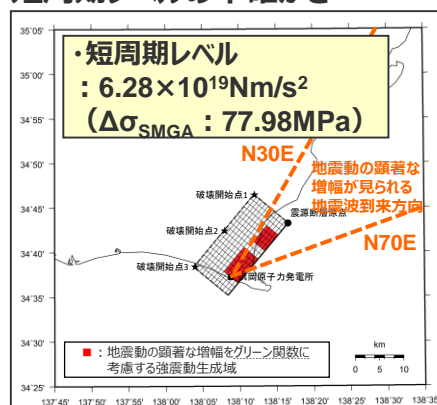


## 震源深さの不確かさ

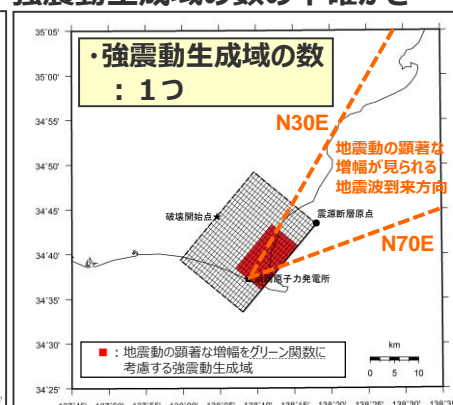


## 不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）

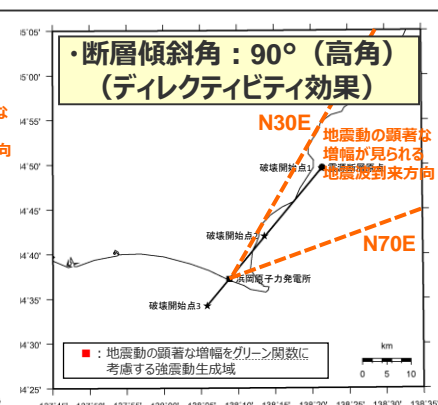
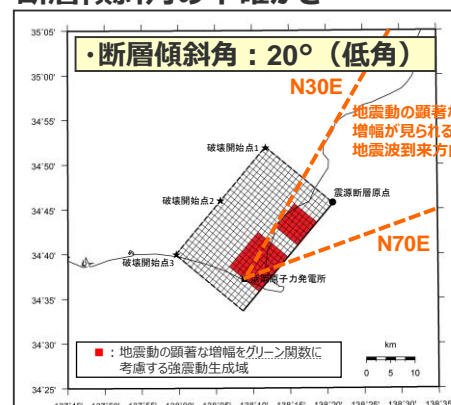
### 短周期レベルの不確かさ



### 強震動生成域の数の不確かさ



### 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

・各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の震源モデル図及び震源断層パラメータの詳細は、補足説明資料① p.167~参照。

・下線 ( ) は、一部修正箇所を示す。  
 ・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）の枠を追加。  
 ・図のフォーマットを統一。 ・地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向を追加。

## 不確かさの考慮（重畳）の考え方

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

### 不確かさを考慮する断層パラメータ

基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）に予め不確かさを考慮したパラメータ

- ①断層位置
- ②強震動生成域の位置
- ③破壊開始点

基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）に対して不確かさを考慮したパラメータ

- ④短周期レベル
- ⑤強震動生成域の数
- ⑥断層傾斜角
- ⑦地震規模
- ⑧震源深さ

<凡例>

緑字：認識論的な不確かさに分類されるもの  
（事前の調査や経験則等から設定できるもの）

紫字：偶発的な不確かさに分類されるもの  
（事前の調査や経験則等から設定が困難なもの）

### 不確かさの考慮（重畳）の考え方

- 「認識論的な不確かさに分類されるもの」について、それぞれ独立して不確かさを考慮し、「偶発的な不確かさに分類されるもの」と重畳させて不確かさを考慮することを原則とする。
- “①断層位置”、“②強震動生成域の位置”、“③破壊開始点”は、「偶発的な不確かさに分類されるもの」と考えられるため、これらの不確かさは基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）に予め考慮する。
- “④短周期レベル”、“⑤強震動生成域の数”、“⑥断層傾斜角”、“⑦地震規模”、“⑧震源深さ”は、「認識論的な不確かさに分類されるもの」と考えられるため、これらの不確かさは基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）に対して、それぞれ考慮する。



< 4 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） >

# 不確かさの考慮のまとめ

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

: 基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）に予め不確かさを考慮したパラメータ  
 : 不確かさを考慮したパラメータ

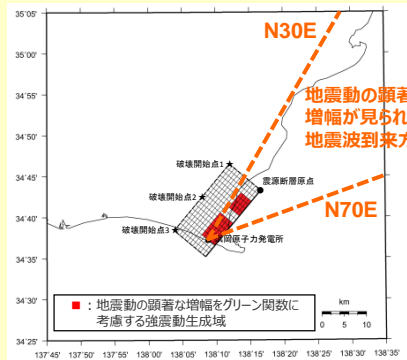
検討用地震の震源モデル （地震動の顕著な増幅を考慮）	震源深さ	地震規模	断層傾斜角	強震動生成域の数	短周期レベル	断層位置	強震動生成域の位置	破壊開始点
基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）	23km	M7.0	45°	2つ	2009年駿河湾の地震の震源特性を反映	敷地下方に配置	震源断層の上端に配置	破壊の伝播方向が敷地へ向かうよう配置
短周期レベルの不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）	23km	M7.0	45°	2つ	沈み込んだ深い海洋プレート内地震の震源特性を反映	敷地下方に配置	震源断層の上端に配置	破壊の伝播方向が敷地へ向かうよう配置
強震動生成域の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）	23km	M7.0	45°	1つ	2009年駿河湾の地震の震源特性を反映	敷地下方に配置	震源断層の上端に配置	破壊の伝播方向が敷地へ向かうよう配置
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）	23km	M7.0	20°（低角） 90°（高角）	2つ	2009年駿河湾の地震の震源特性を反映	敷地下方に配置	震源断層の上端に配置	破壊の伝播方向が敷地へ向かうよう配置
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）	23km	M7.4	45°	2つ	2009年駿河湾の地震の震源特性を反映	敷地下方に配置	震源断層の上端に配置	破壊の伝播方向が敷地へ向かうよう配置
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）	13.8km	M7.0	45°	2つ	2009年駿河湾の地震の震源特性を反映	敷地下方に配置	震源断層の上端に配置	破壊の伝播方向が敷地へ向かうよう配置

---

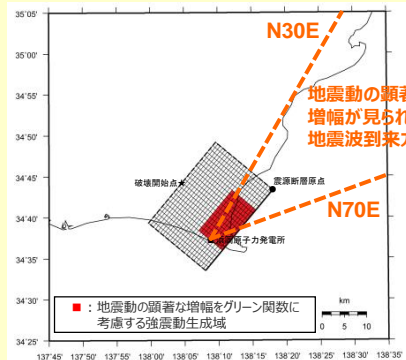
余白

## < 4 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） > 不確かさを考慮した震源モデルの設定

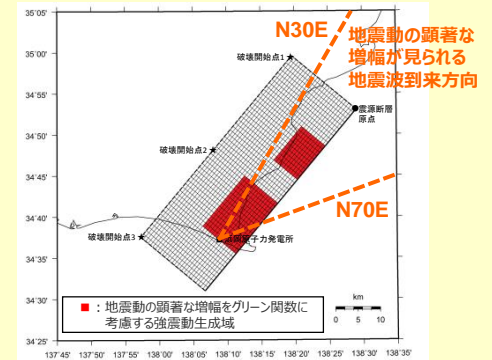
○不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）は、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の設定と同様、不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の震源断層を、より保守的な評価となるよう移動させて、敷地近傍を含めて地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）にかけて強震動生成域が位置するよう震源モデルを新たに設定し、地震動評価を行う。



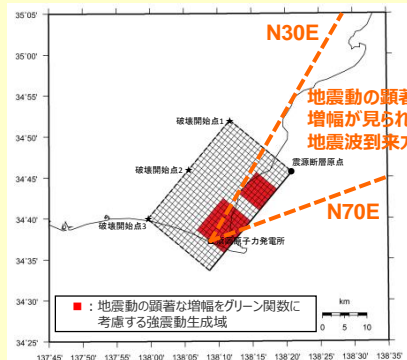
（短周期レベルの不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））



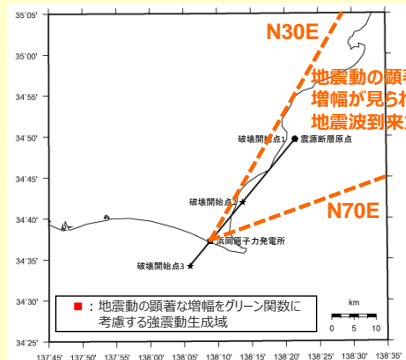
（強震動生成域の数の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））



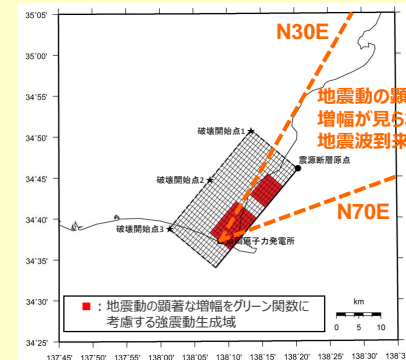
（地震規模の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））



（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））



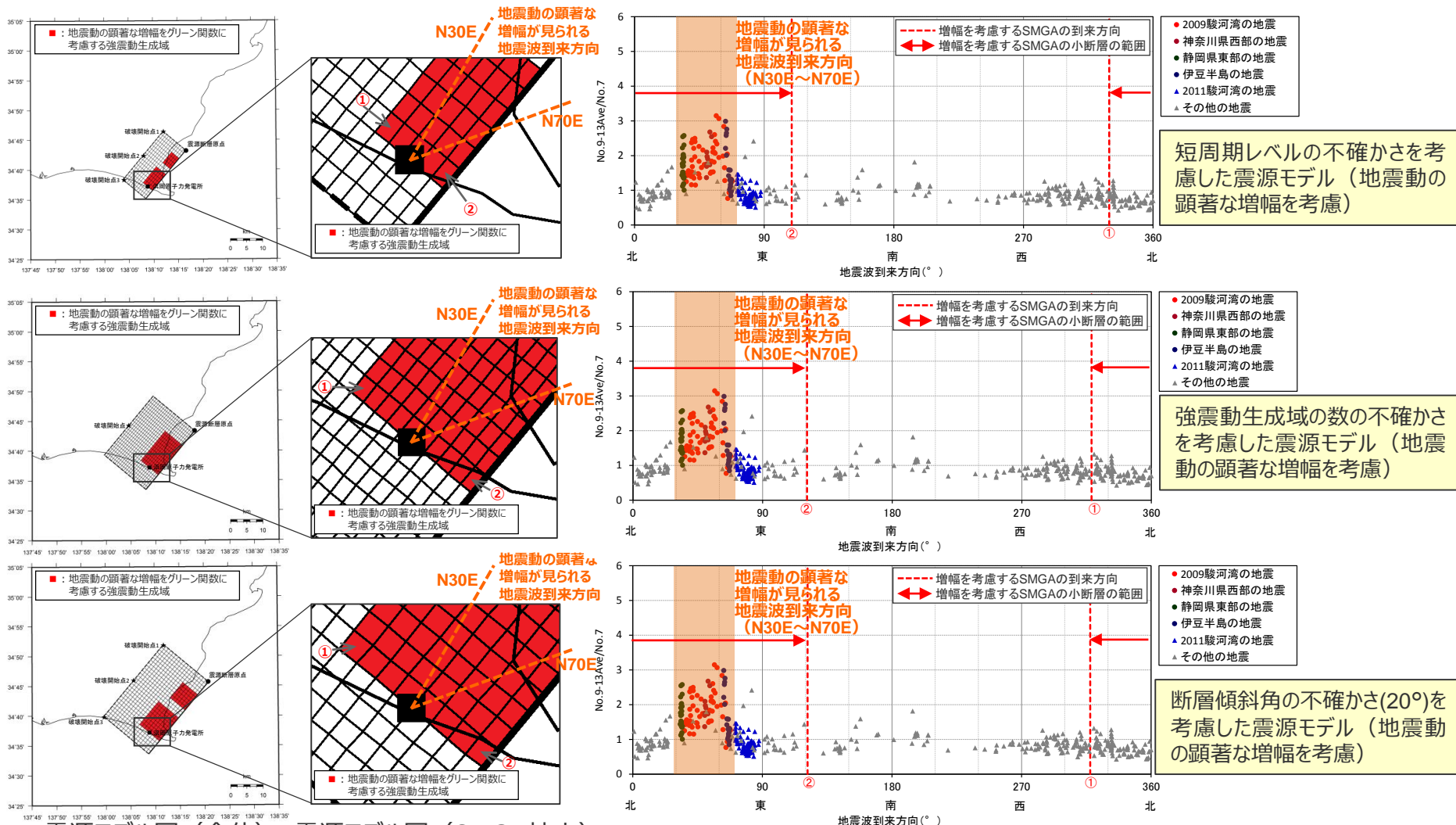
（震源深さの不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））

< 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） >

# 不確かさを考慮した震源モデルの設定

（地震動の顕著な増幅を考慮する強震動生成域の小断層の範囲の設定）

○ 地震動の顕著な増幅を考慮する強震動生成域の小断層（■で示す小断層）の範囲については、地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）より広く、保守的な設定となっている。



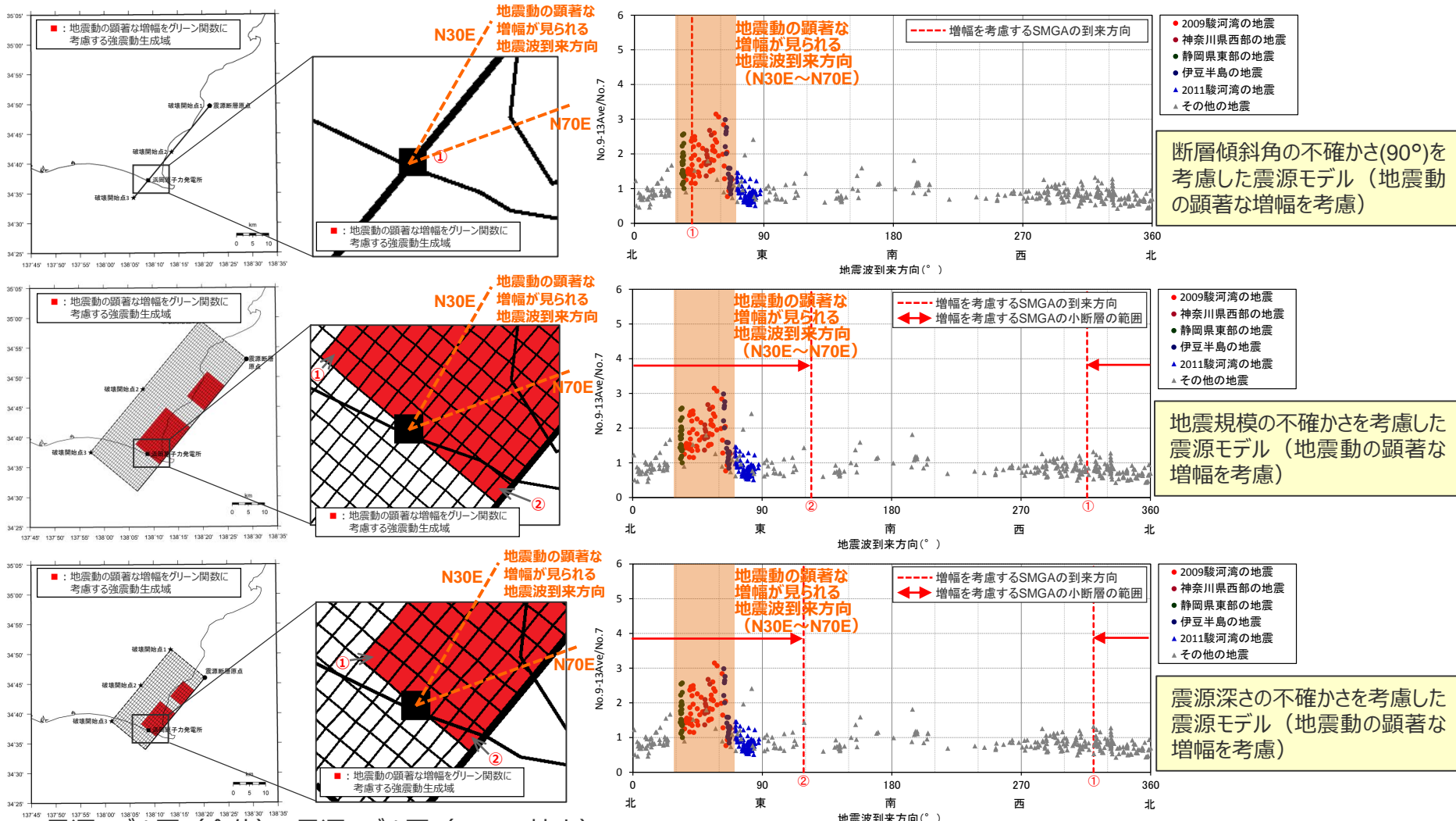
震源モデル図（全体） 震源モデル図（SMGA拡大）

5号炉周辺観測点における各地震の地震波到来方向毎の振幅比（No.7基準）と強震動生成域の小断層の地震波到来方向との関係

# 不確かさを考慮した震源モデルの設定

（地震動の顕著な増幅を考慮する強震動生成域の小断層の範囲の設定）

○ 地震動の顕著な増幅を考慮する強震動生成域の小断層（■で示す小断層）の範囲については、地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）より広く、保守的な設定となっている。



震源モデル図（全体） 震源モデル図（SMGA拡大）

5号炉周辺観測点における各地震の地震波到来方向毎の振幅比（No.7基準）と強震動生成域の小断層の地震波到来方向との関係

---

余白

## 地震動評価手法（評価方針）

○検討用地震毎に、応答スペクトルに基づく地震動評価及び断層モデルを用いた手法による地震動評価を行う。

### 【応答スペクトルに基づく地震動評価】

- 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、補正係数には2009年駿河湾の地震の観測記録を用いて、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）等の震源特性と同様、2009年駿河湾の地震の震源特性を反映することを原則とする。
- Noda et al.(2002)の方法を用いるに当たっては、適用条件、適用範囲を検討した上で、距離減衰式が適切に選定されていることを確認する。また、適用範囲外と判断される震源モデルについては、その他の方法の適用条件、適用範囲を検討する。
- 短周期レベルの不確かさを考慮した震源モデル（基本震源モデル及び断層位置の不確かさを考慮した震源モデルに基づく）（地震動の顕著な増幅を考慮しない）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※1を用いる。
- 地震動の顕著な増幅は、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の震源モデルについて、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平均応答スペクトル比（「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）に乗じることで考慮する。

### 【断層モデルを用いた手法による地震動評価】

- 一次元地下構造モデル※2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※3を用いる。
  - ハイブリッド合成法に関しては、強震動予測レシビに基づき、理論的手法の精度の限界及び半経験的手法の有効性を考慮して接続周期の設定等を行い、強震動予測結果の検証として、距離減衰式を用いた推定値との比較等を行う。
  - 地震動の顕著な増幅※4は、統計的グリーン関数法において算定する解放基盤表面位置のグリーン関数に増幅係数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は主に巨視的断層パラメータによる影響を、断層モデルを用いた手法による地震動評価は主に微視的断層パラメータによる影響を確認することができるため、これらの特徴等を踏まえて、検討用地震毎に地震動評価を行う。

※1： データベースに海洋プレート内地震が含まれる4つの距離減衰式（Kanno et al.(2006)、Zhao et al.(2006)、内山・翠川(2006)、片岡・他(2006)）のうち、断層モデルを用いた手法による地震動評価結果に最も近い結果となる距離減衰式は、片岡・他(2006)で短周期レベルを入力値とする方法。

短周期レベルの入力値は、短周期レベルの不確かさを考慮した震源モデル（基本震源モデル及び断層位置の不確かさを考慮した震源モデルに基づく）（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の値を用いる。

※2： 一次元地下構造モデルは、地震観測記録を用いて推定した地盤モデルに基づく地盤増幅率、敷地の観測記録（2009年駿河湾の地震の観測記録、Coda波部H/Vスペクトル及び微動アレイ観測による分散曲線）との比較・検討を行い、その妥当性を確認している（第194回審査会合資料1参照）。

※3： 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を用いるに当たっては、適切な要素地震が得られている海洋プレート内地震の基本震源モデルを対象として、経験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に基づく地震動評価結果との比較・検討を行い、評価手法の代表性を確認している（第253回審査会合資料2-1参照）。

※4： 地震動の顕著な増幅の地震動評価への反映方法については、増幅の程度が最も大きい2009年駿河湾の地震（本震）を対象とした5号炉の観測記録の再現検討、プレート間地震を対象とした浅部三次元地下構造モデルを用いた地震動評価結果との比較・検討を行い、その妥当性を確認している（第194回審査会合資料1参照）。

# 応答スペクトルに基づく地震動評価

（Noda et al.(2002)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)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。

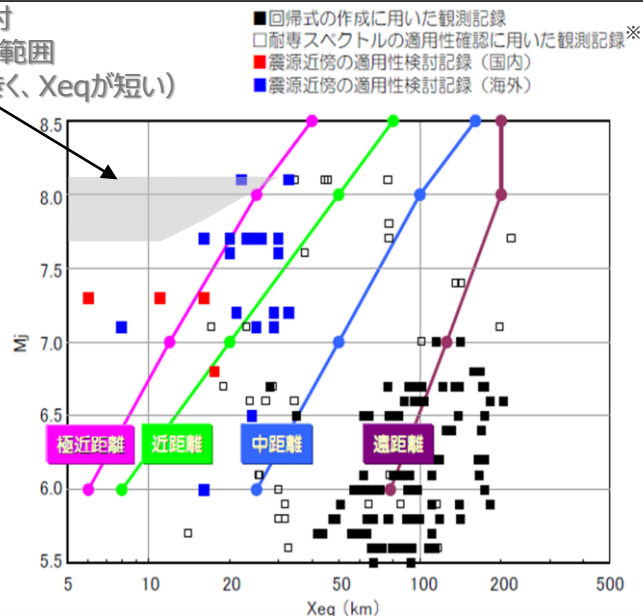
○ Noda et al.(2002)の適用性検討に用いられた記録の分布によると、地震規模 $M_j$ が大きく、等価震源距離 $X_{eq}$ が短い（震源が敷地に近い）記録は分布していない（左図灰色の範囲）。

⇒ 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 $pSv$ (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)は同じ距離減衰式である。

<Noda et al.(2002)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）



## 応答スペクトルに基づく地震動評価

（Noda et al.(2002)以外の距離減衰式の適用性検討（概要））

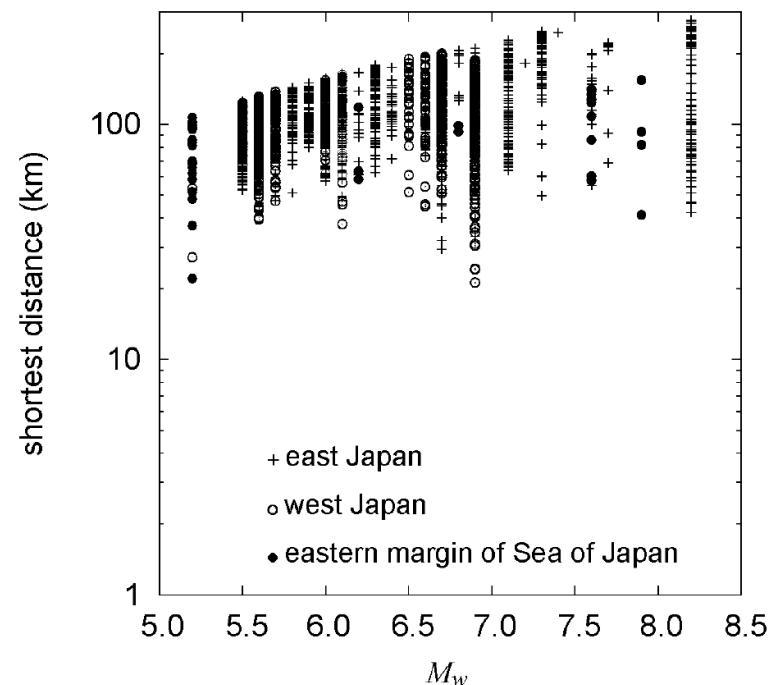
適用性検討の考え方は地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価と同じ

- 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 $V_{s30} = 759\text{m/s}$ ）



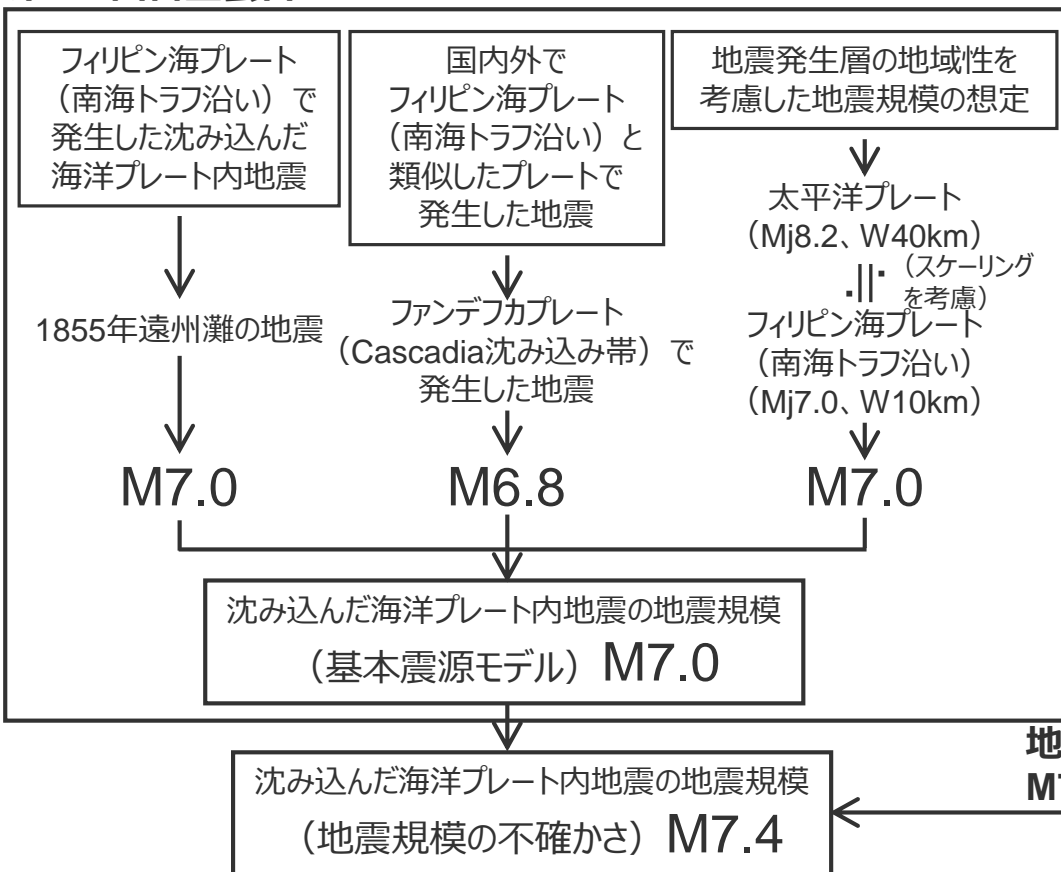
<片岡・他(2006)の距離減衰式の作成に用いられた地震の諸元>  
（片岡・他(2006)による）

< 4 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） >  
**応答スペクトルに基づく地震動評価**  
 （地震規模の設定）

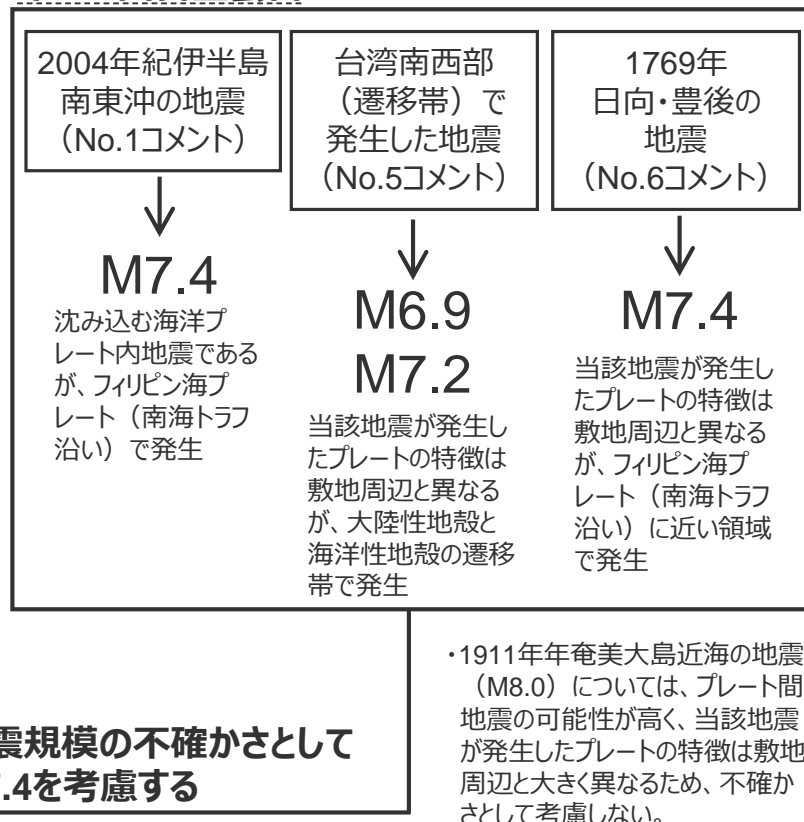
地震規模の設定は地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価と同じ

- 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、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（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。

**第253回審査会合**



**第482回審査会合**



・1911年奄美大島近海の地震（M8.0）については、プレート間地震の可能性が高く、当該地震が発生したプレートの特徴は敷地周辺と大きく異なるため、不確かさとして考慮しない。

< 4 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） >

## 応答スペクトルに基づく地震動評価

（各距離減衰式の適用性検討）

< 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
<b>Noda et al.(2002) の適用性</b>	○	○	○	○	○	○

< 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
<b>片岡・他(2006) の適用性</b>	○

○：適用範囲内 ×：適用範囲外

・各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の適用性検討の詳細は、補足説明資料① p.185~参照。

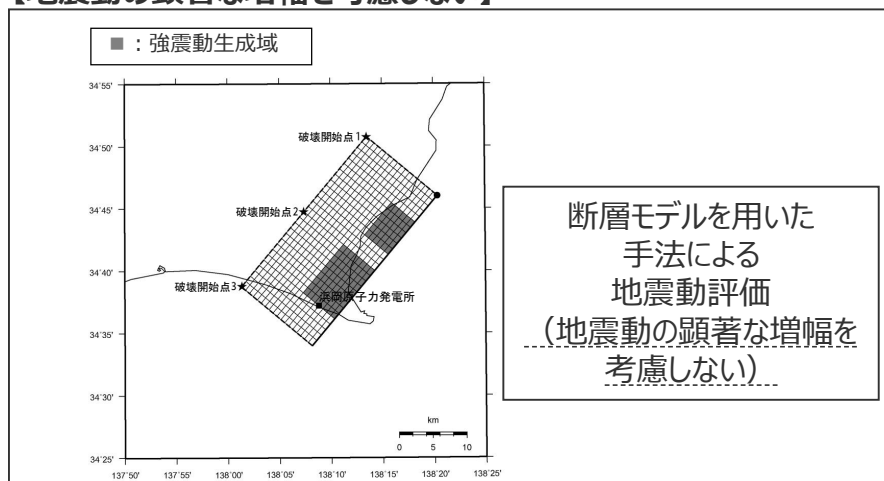
< 4 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮） >

# 応答スペクトルに基づく地震動評価

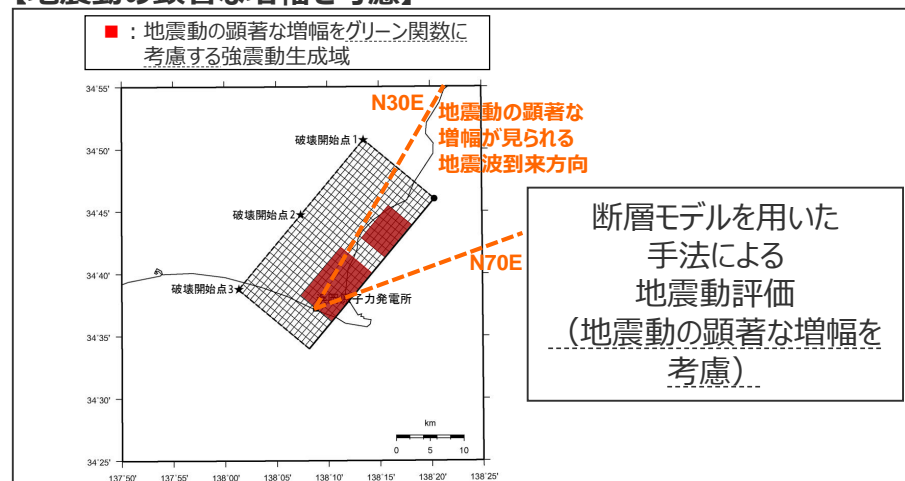
（応答スペクトルに基づく地震動評価における地震動の顕著な増幅の反映）

○ 応答スペクトルに基づく地震動評価における地震動の顕著な増幅の反映に際しては、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平均応答スペクトル比（「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】



平均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） × 平均応答スペクトル比

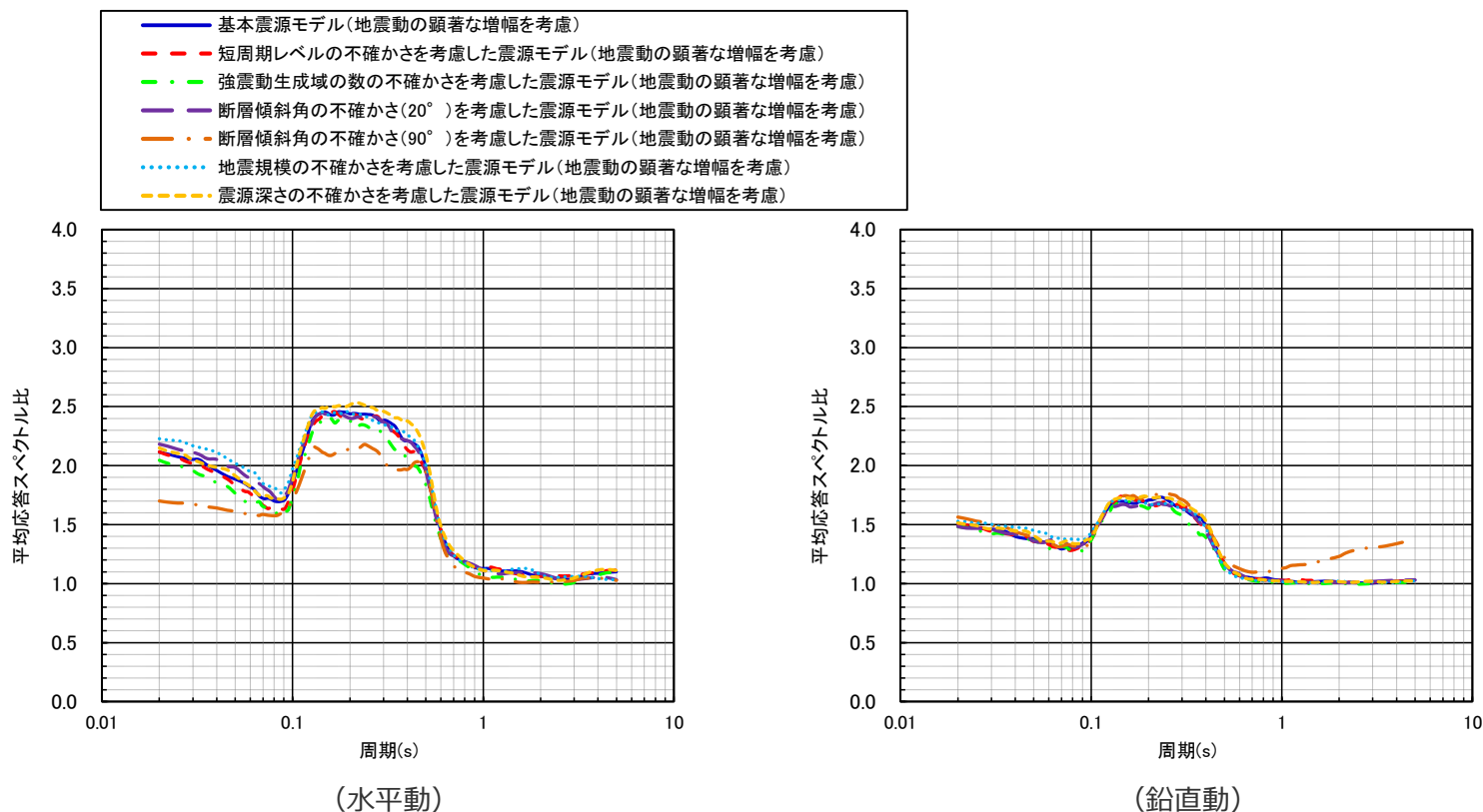
< 応答スペクトルに基づく地震動評価（基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の例） >

# 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における地震動の顕著な増幅の反映）

地震動の顕著な増幅の反映のために用いる平均応答スペクトル比

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）

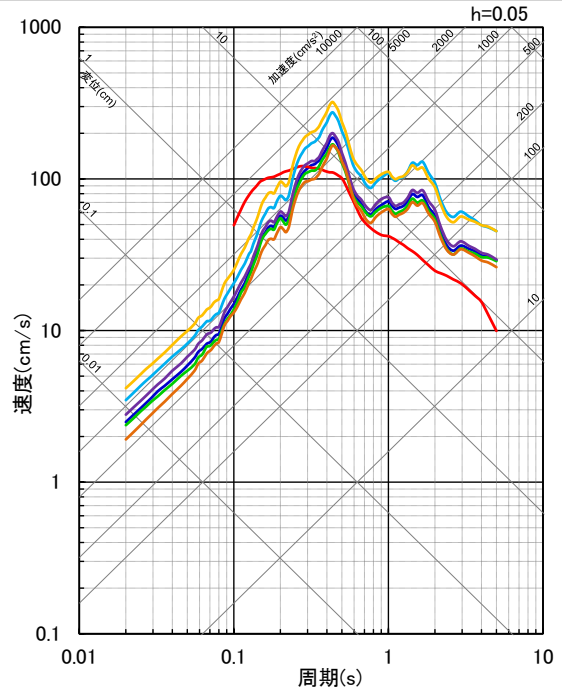


<地震動の顕著な増幅の反映のために用いる平均応答スペクトル比>

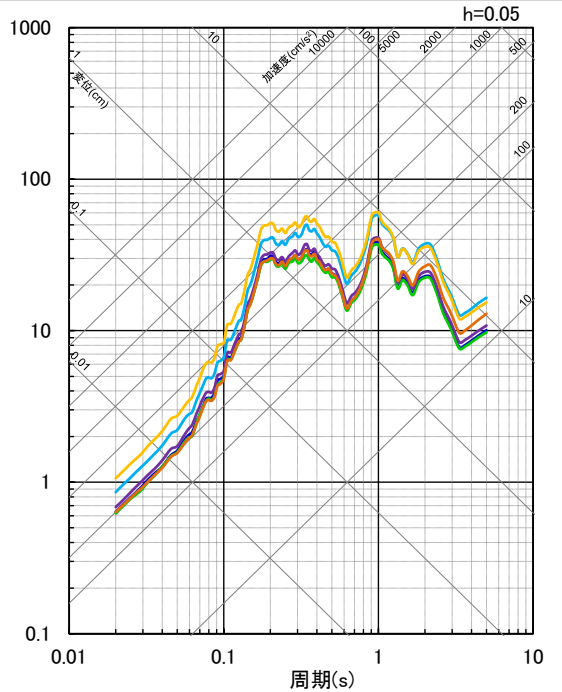
・各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の平均応答スペクトル比算出の詳細は、補足説明資料① p.192~参照。

< 4 海洋プレート内地震の地震動評価 4.1 地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価 >  
 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)に基づく地震動評価結果)(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モデル(地震動の顕著な増幅を考慮) (Noda et al.(2002)に基づく地震動評価結果)(Mj7.0, Xeq29.0)
- 断層傾斜角の不確かさ(20°)を考慮したモデル(地震動の顕著な増幅を考慮) (Noda et al.(2002)に基づく地震動評価結果)(Mj7.0, Xeq27.0)
- 断層傾斜角の不確かさ(90°)を考慮したモデル(地震動の顕著な増幅を考慮) (Noda et al.(2002)に基づく地震動評価結果)(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)に基づく地震動評価結果)(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)に基づく地震動評価結果)(Mj7.0, Xeq19.7)



(水平動)



(鉛直動)

・Noda et al.(2002)に基づき2009年駿河湾の地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) )

・Xeqは、等価震源距離 (km) 、Xshは、断層最短距離 (km) を表す。

・下線 ( ) は、一部修正箇所を示す。  
 ・第532回審査会合資料1-1 p.154の結果と合わせ掲載。 165  
 ・線種・色を変更。

---

余白

# < 4 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） > 断層モデルを用いた手法による地震動評価 （地震動評価に用いる一次元地下構造モデル）

○地震動評価に用いる一次元地下構造モデルは、地下構造調査により得られた詳細な地下構造データ等に基づき設定し、敷地の観測記録の再現検討等を踏まえてその妥当性を確認している（第194回審査会合資料1参照）。

## <速度構造>

- T.P.-14m～T.P.-2050mでは、S波速度及びP波速度の両方が得られる浅部及び大深度ボーリング調査のPS検層結果（ダウンホール法）に基づき、S波速度及びP波速度を設定する。
- T.P.-2050m以深について、P波速度は屈折法地震探査結果（海陸統合）に基づき設定し、S波速度は、T.P.-5050m以浅では各調査結果に基づき算定したVp-Vs関係式（ $V_s=0.68V_p-580(m/s)$ ）を、T.P.-5050m以深ではObana et al.(2004)によるVp-Vs関係式（ $V_p/V_s=1.78$ ）を用いて、P波速度から推定する。

## <密度>

- 各調査結果との対応が良いGardner et al.(1974)のVp-p関係式（ $\rho=0.31V_p^{0.25}(g/cm^3)$ ）を用いて、P波速度から推定する。

## <Q値>

- 統計的グリーン関数法（短周期の地震動評価）： $100f^{0.7} \times \ast 1$ 、波数積分法（長周期の地震動評価）： $Q_s=V_s/10$ 、 $Q_p=2Q_s \times \ast 2$

※1 中央防災会議(2001a)、※2 原子力安全基盤機構(2007)、新色・山中(2013)。

### 解放基盤表面

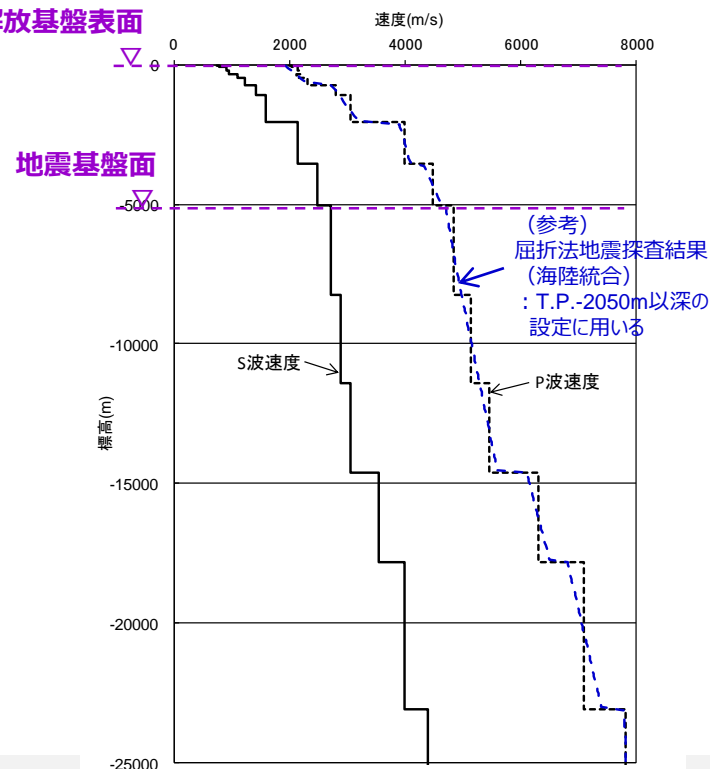
↑ 統計的グリーン関数法で用いる地下構造（地震基盤以浅）  
↓

### 地震基盤面

層	標高 (m)	Vs (m/s)	Vp (m/s)	$\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	Vp/Vs
1	-14	740	2000	2.07	2.70
2	-32	790	2030	2.08	2.57
3	-62	830	2070	2.09	2.49
4	-92	910	2140	2.11	2.35
5	-192	960	2180	2.12	2.27
6	-354	1100	2110	2.10	1.92
7	-493	1230	2320	2.15	1.89
8	-739	1420	2790	2.25	1.96
9	-1094	1590	3060	2.31	1.92
10	-2050	2150	3990	2.46	1.86
11	-3550	2470	4470	2.53	1.81
12	-5050	2720	4830	2.58	1.78
13	-8240	2880	5130	2.62	1.78
14	-11400	3060	5450	2.66	1.78
15	-14600	3540	6300	2.76	1.78
16	-17800	3990	7100	2.85	1.78
17	-23100	4390	7810	2.91	1.78

↑ 波数積分法で用いる地下構造（全層）  
↓

### 解放基盤表面



• 統計的グリーン関数法には地震基盤以浅の地下構造を、波数積分法には全層の地下構造を用いる。



# 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）

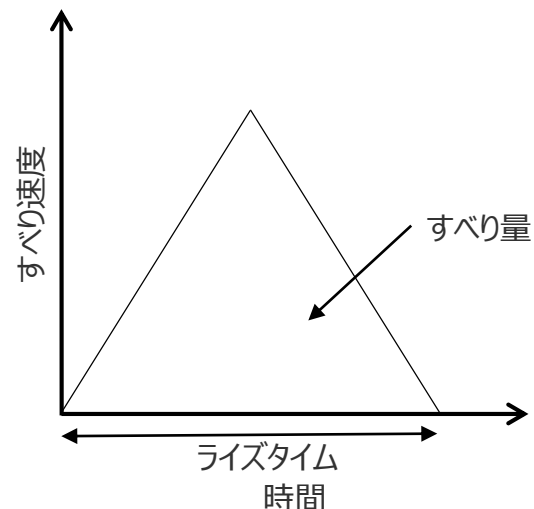
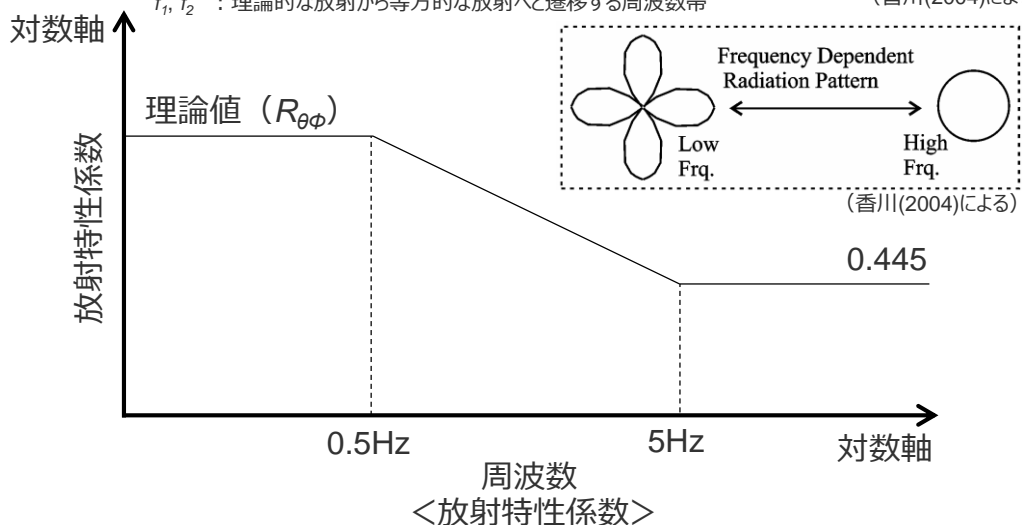
断層モデルを用いた手法は地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価と同じ

- 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年駿河湾の地震のシミュレーション（第253回審査会合資料2-2 p.2~参照）を踏まえたライズタイム（0.3秒）を用いる。

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

$R_{\theta\phi 0}$  : 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 $t_r=0.3$ 秒（2009年駿河湾の地震のシミュレーションモデル（第253回審査会合資料2-2 p.2~参照）を踏まえて設定）

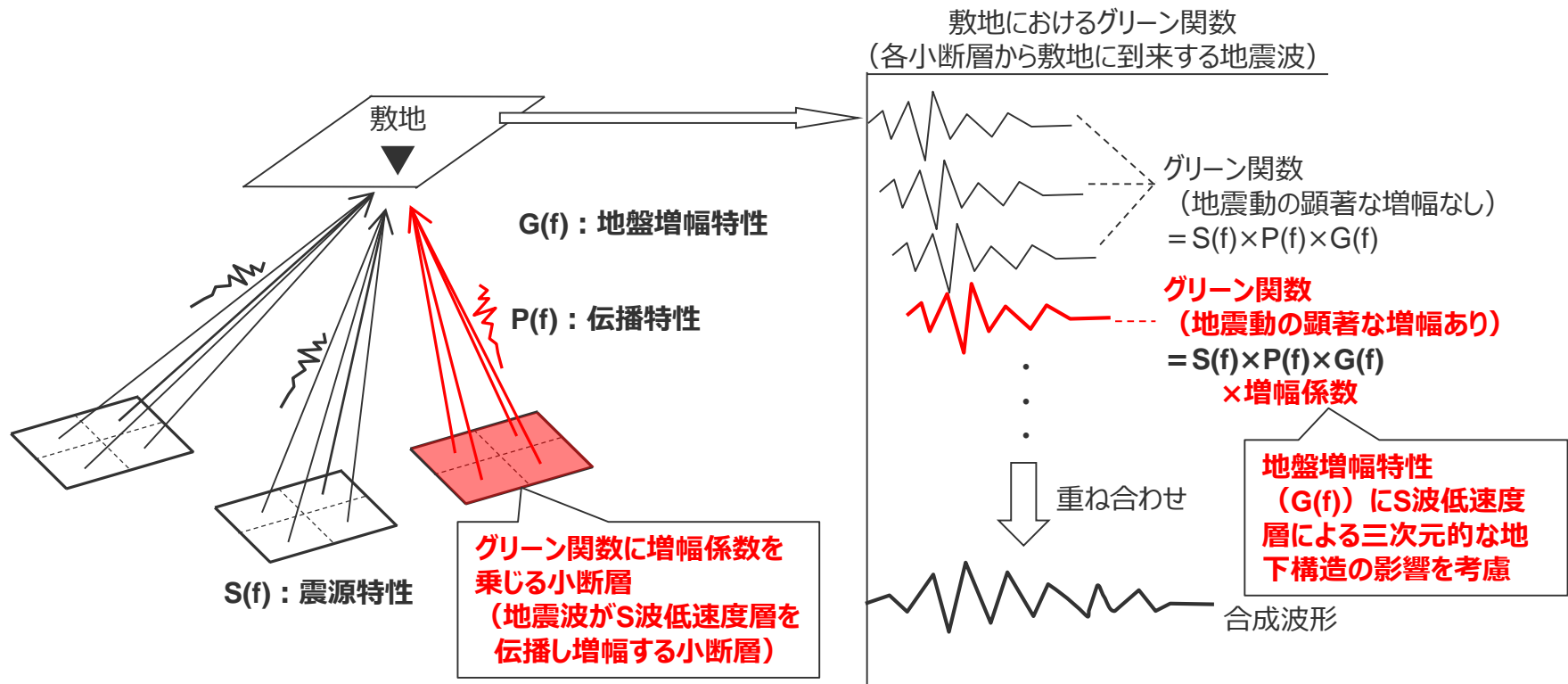
<すべり速度時間関数>

※2 久田(2002)、倉橋・入倉(2017)等による。

## 断層モデルを用いた手法による地震動評価

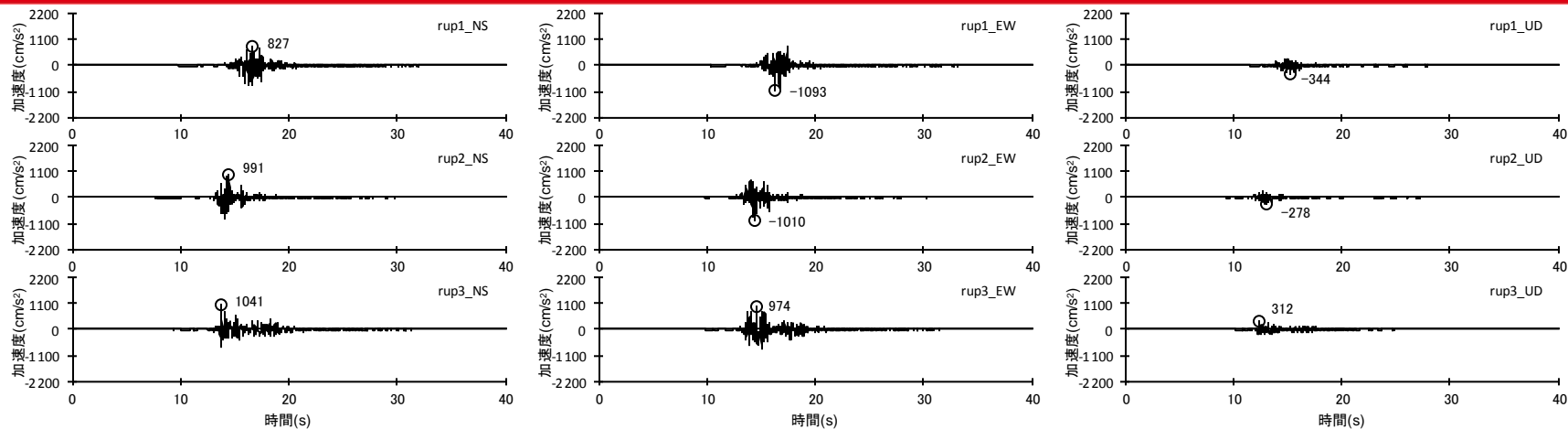
（断層モデルを用いた手法による地震動評価における地震動の顕著な増幅の反映）

- 地震動の顕著な増幅が見られる観測点では、S波低速度層の影響により、特定の到来方向の地震波のみに顕著な増幅が見られることから、このような増幅特性を地震動評価へ反映する際には、このことを考慮できる断層モデルを用いた手法を重視する。
- 地震動の顕著な増幅は、統計的グリーン関数法において算定する解放基盤表面位置のグリーン関数（震源特性 $S(f)$ ×伝播特性 $P(f)$ ×地盤増幅特性 $G(f)$ ）に増幅係数を乗じることで地震動評価に反映する。  
この反映方法は、地盤増幅特性（ $G(f)$ ）にS波低速度層による三次元的な地下構造の影響を考慮することに相当する。
- 増幅係数については、増幅の程度が最も大きい2009年駿河湾の地震（本震）を参考に、その再現検討を踏まえて設定し、グリーン関数に増幅係数を乗じる小断層については、地震動の顕著な増幅が見られた地震波到来方向を踏まえ保守的に設定する。

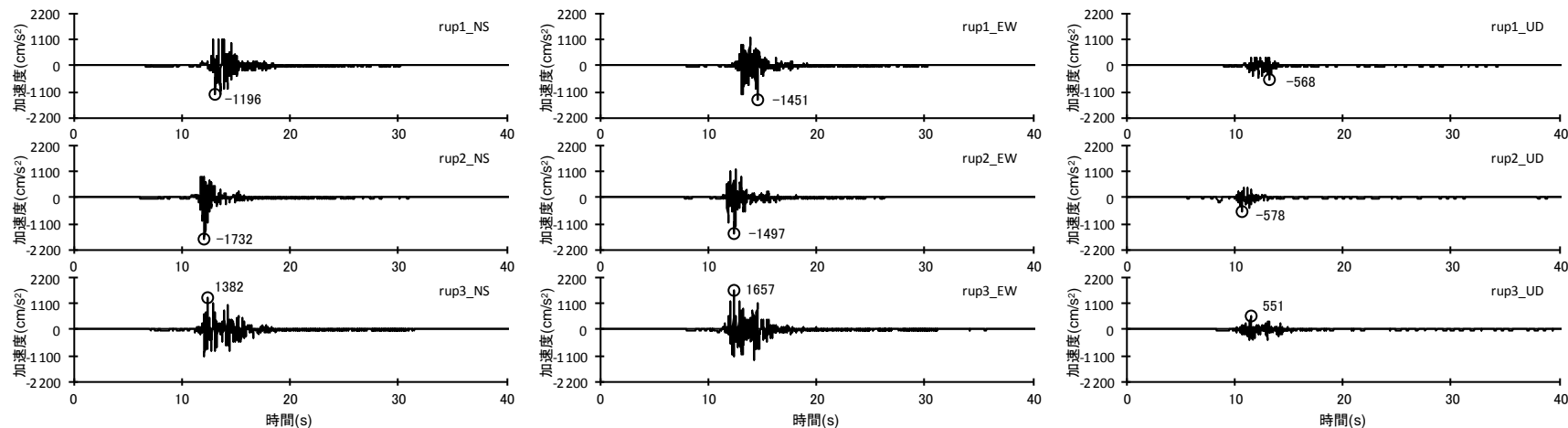


< 地震動の顕著な増幅の地震動評価への反映方法の概要（統計的グリーン関数法） >

< 4 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） >  
**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））



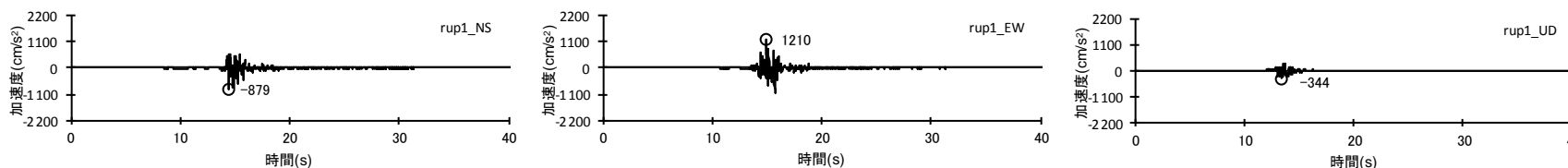
（短周期レベルの不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））

< 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（加速度時刻歴波形） >

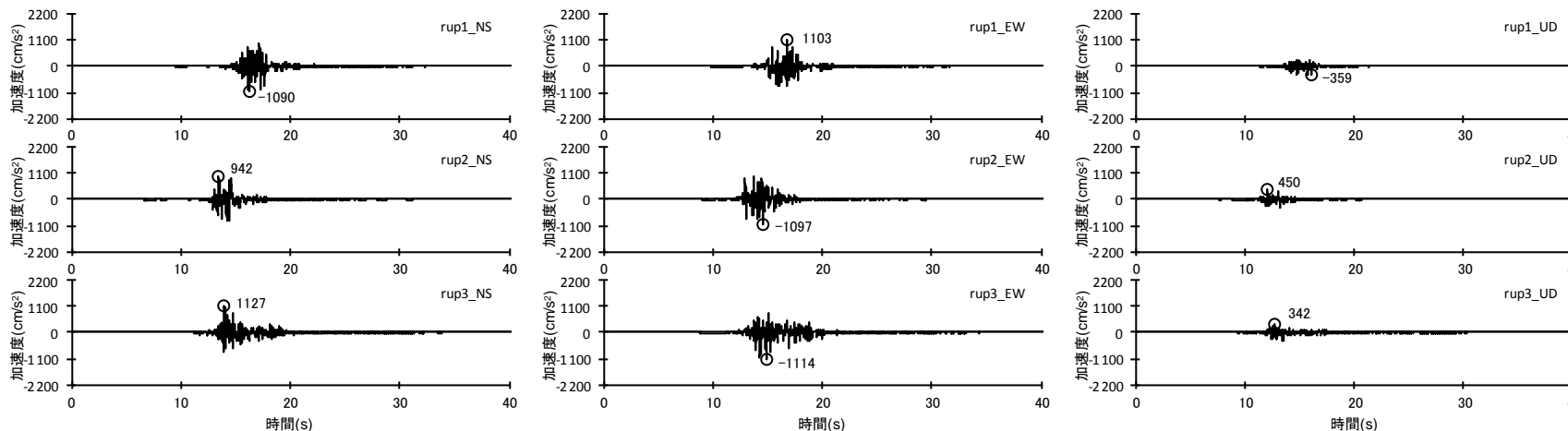
・速度時刻歴波形は、補足説明資料① p.211,213参照。

- ・加速度時刻歴波形のみ掲載。
- ・縦軸の目盛を±2000から±2200に変更。
- ・下線 ( ) は、一部修正箇所を示す。

< 4 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） >  
**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）



（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（ $20^\circ$ ）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（加速度時刻歴波形） >

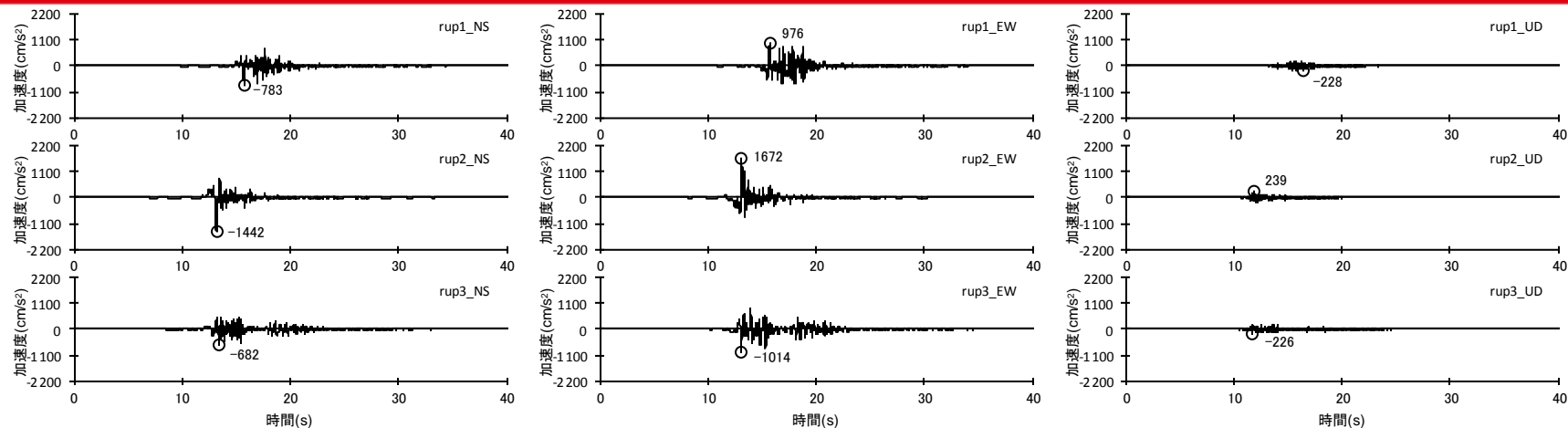
・速度時刻歴波形は、補足説明資料① p.215,217参照。

- ・加速度時刻歴波形のみ掲載。
- ・縦軸の目盛を±2000から±2200に変更。
- ・下線 ( ) は、一部修正箇所を示す。

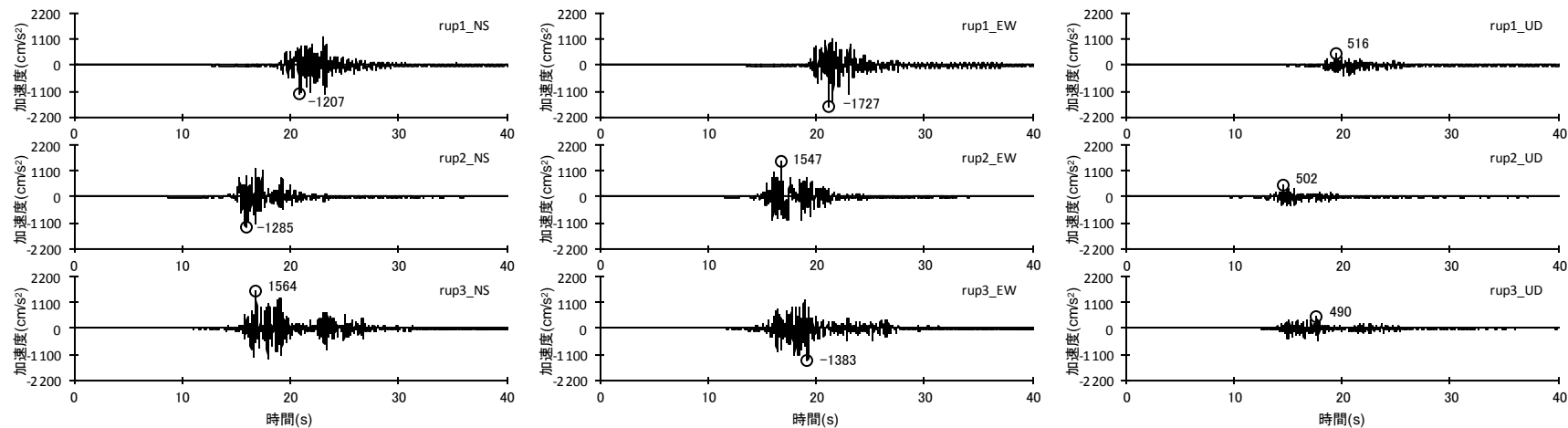
# < 4 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮） >

## 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（ $90^\circ$ ）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））

< 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） >

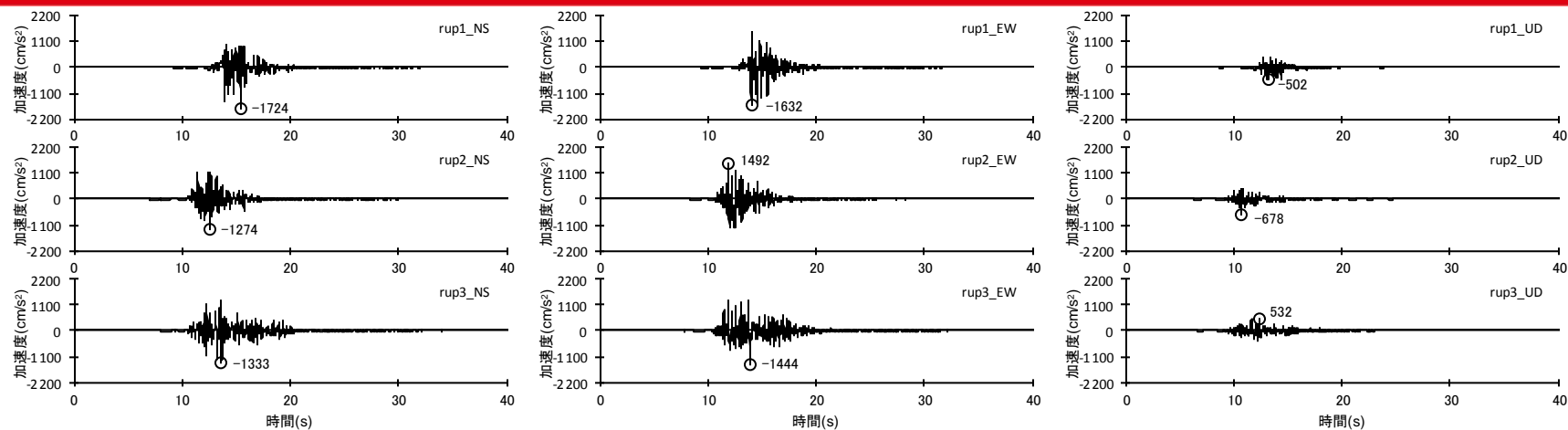
・速度時刻歴波形は、補足説明資料① p.219,221参照。

・加速度時刻歴波形のみ掲載。

・縦軸の目盛を $\pm 2000$ から $\pm 2200$ に変更。

・下線 ( ) は、一部修正箇所を示す。

< 4 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） >  
 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）



（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（加速度時刻歴波形）>

・速度時刻歴波形は、補足説明資料① p.223参照。

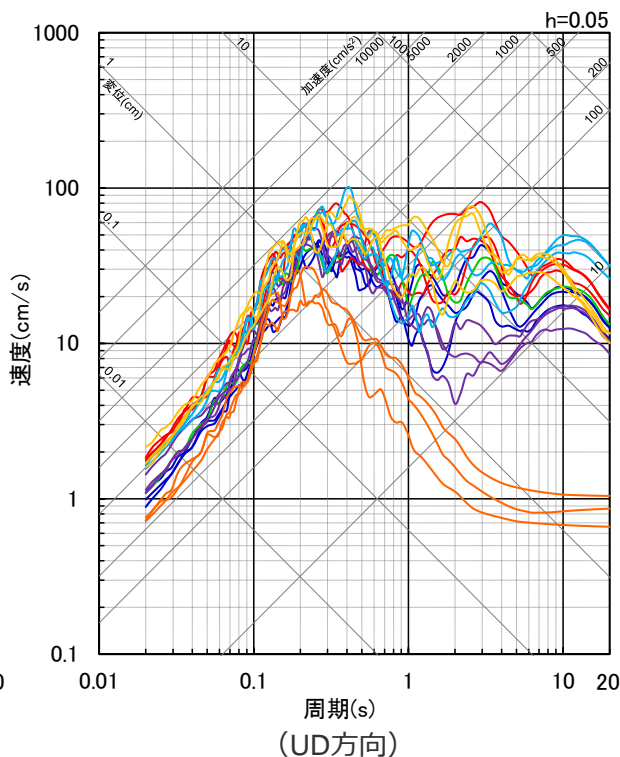
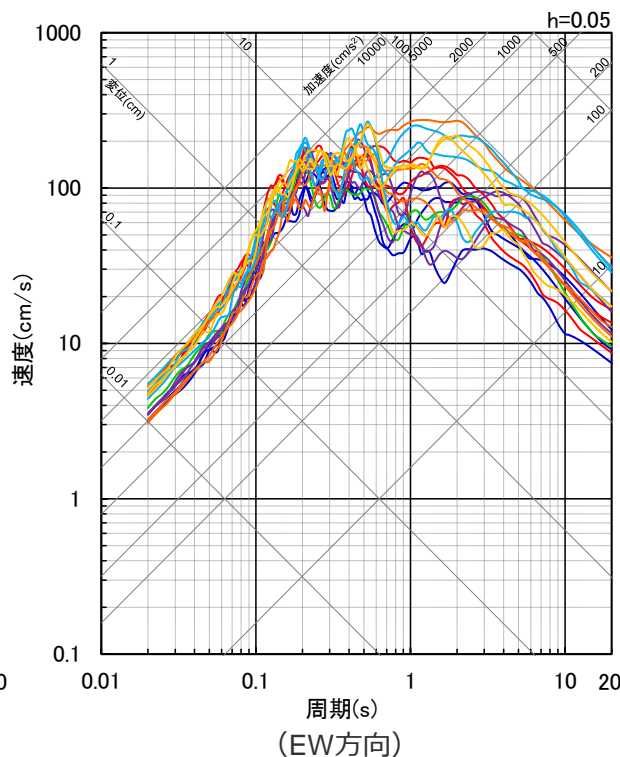
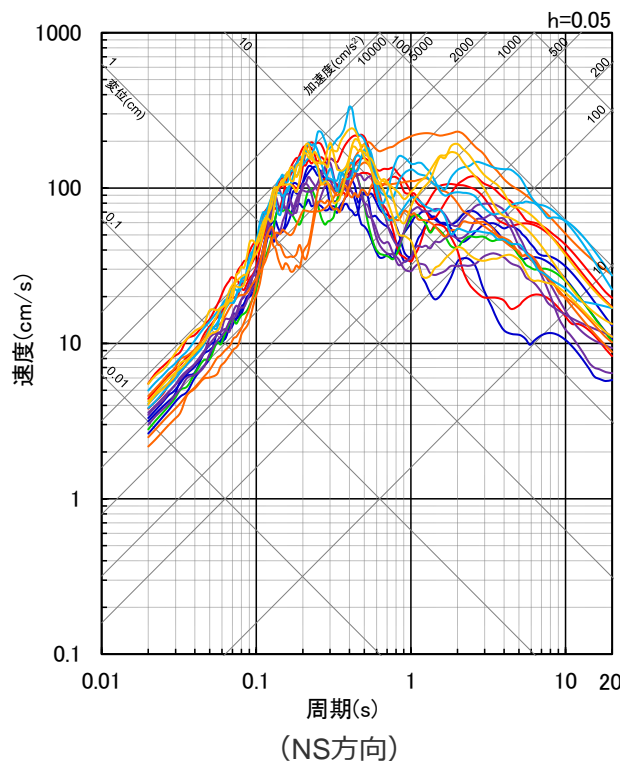
- ・加速度時刻歴波形のみ掲載。
- ・縦軸の目盛を±2000から±2200に変更。
- ・下線 ( ) は、一部修正箇所を示す。

< 4 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) >

断層モデルを用いた手法による地震動評価

(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) ) )

- 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)

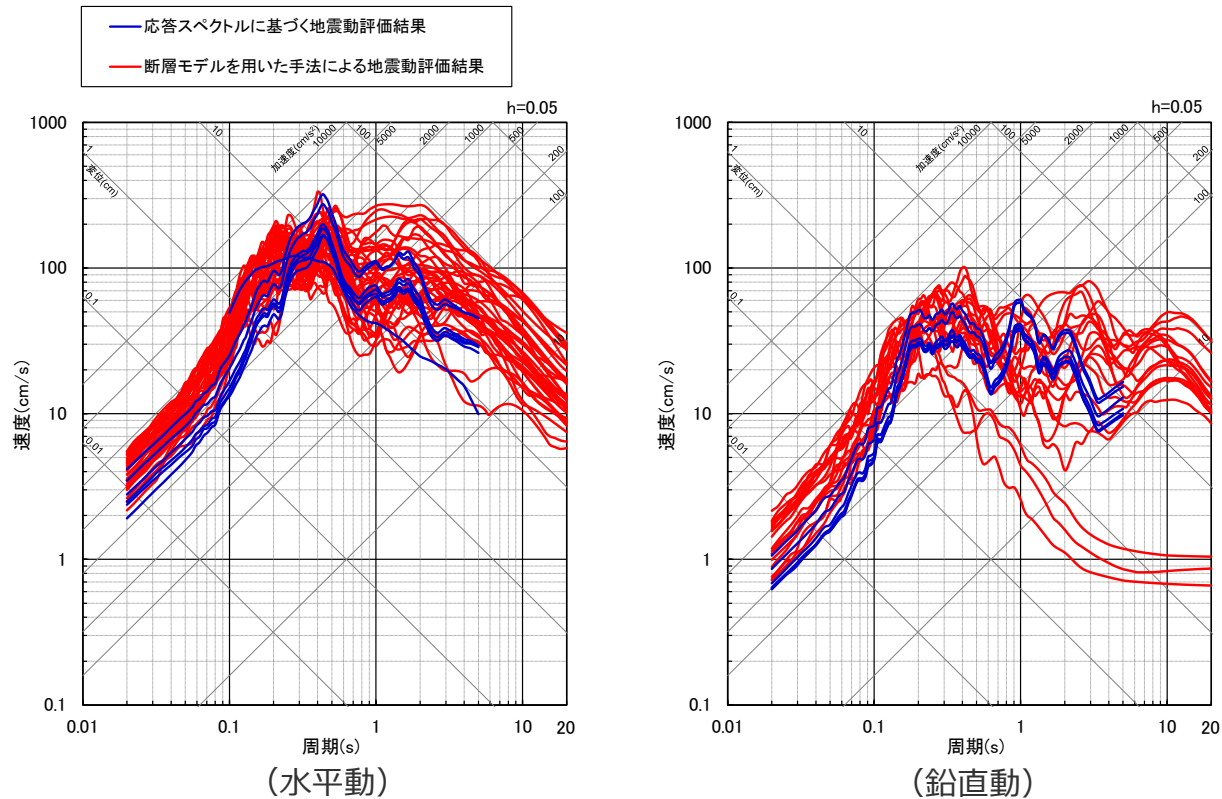


<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果 (応答スペクトル) >  
(全ての震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮) )

・震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮) の地震動評価結果の詳細は、補足説明資料① p.212,214,216,218,220,222,224参照。

<4 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）>

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）））



<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

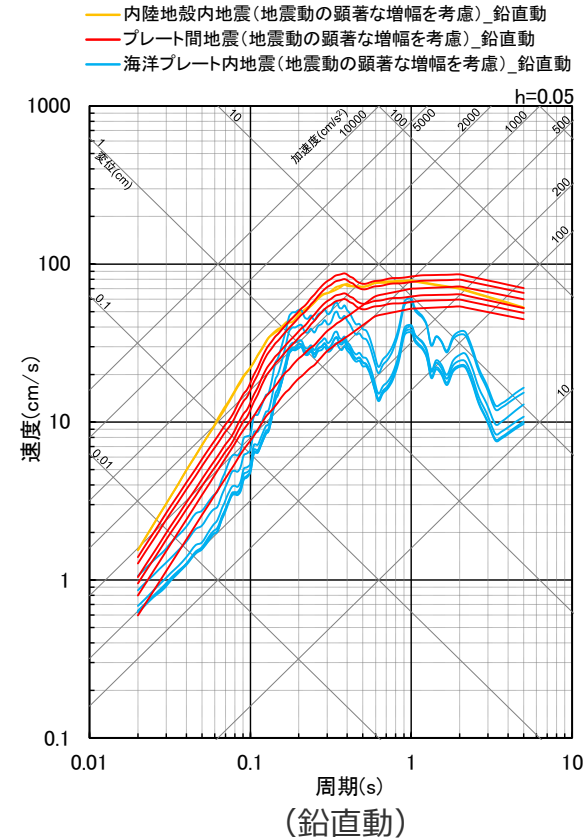
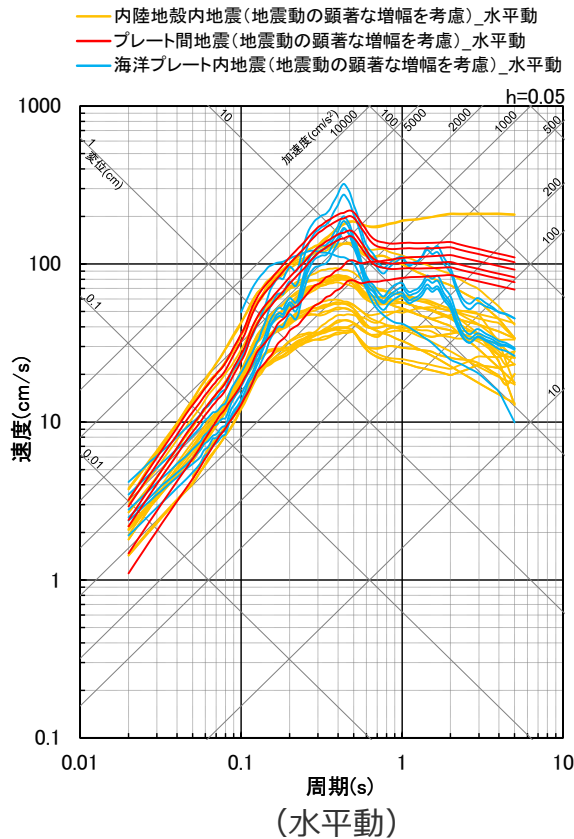
---

- 1 地震動の顕著な増幅の地震動評価への反映 ……p.6～
- 2 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.27～
- 3 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.65～
- 4 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.137～
- 5 まとめ（地震動の顕著な増幅を考慮） ……p.176～

< 5 まとめ（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

（応答スペクトル（全ての地震タイプの全ての震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）））



< 各検討用地震の応答スペクトルに基づく地震動評価結果（応答スペクトル） >

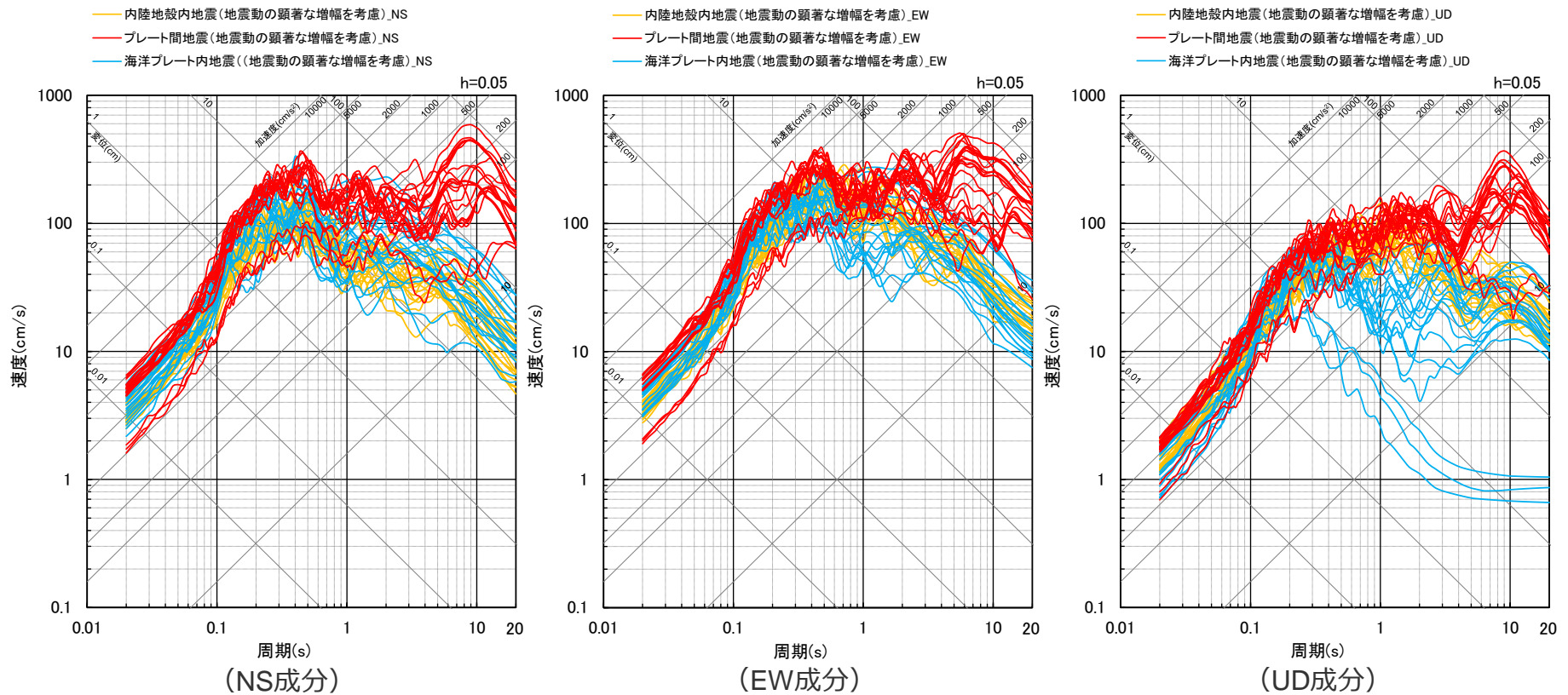
（全ての地震タイプの全ての震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））

- ・内陸地殻内地震は、Noda et al.(2002)及びNGA等の距離減衰式に基づき評価。
- ・プレート間地震は、Noda et al.(2002)に基づき評価し、強震動生成域の応力降下量の不確かさの影響を反映した評価も実施。
- ・海洋プレート内地震は、Noda et al.(2002)及び片岡・他(2006)に基づき、2009年駿河湾の地震の観測記録を用いて補正。

< 5 まとめ (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 (全ての地震タイプの全ての震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮)) )



< 各検討用地震の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) >  
(全ての地震タイプの全ての震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮))

# 内陸地殻内地震の地震動評価 参考文献（1）

## [和文]

- 芦寿一郎, 岡村行信, 倉本真一, 徳山英一(1999)『南海トラフとその陸側斜面の地質構造 – 付加プリズム・前弧海盆の構造発達 –』地質調査所, 地質ニュース, 第541号, pp.17-24。
- 荒井晃作, 岡村行信, 池原研, 芦寿一郎, 徐垣, 木下正高(2006)「浜松沖前弧斜面上部に発達する活断層とテクトニクス」『地質学雑誌』第112巻, 第12号, pp.749-759。
- 伊藤潔, 中村修一(1998)「西南日本内帯における地震発生層の厚さの変化と内陸大地震」『京都大学防災研究所年報』第41号, B-1, 平成10年4月, pp.27-35。
- 伊藤潔, 廣瀬一聖, 澁谷拓郎, 片尾浩, 梅田康弘, 佐藤比呂志, 平田直, 伊藤谷生, 阿部進, 川中卓, 井川猛(2007)「近畿地方における地殻および上部マントルの構造と地震活動」『京都大学防災研究所年報』第50号B, 平成19年4月, pp.275-288。
- 伊藤潔(2008)「近畿地方の地震発生層と活断層および地下構造」『日本応用地質学会関西支部平成20年度特別講演会』。
- 入江紀嘉, 壇一男, 生玉真也, 入倉孝次郎(2010)「地中震源断層と地表地震断層の断層パラメータ間の経験的関係を拘束条件とした動力学的断層破壊モデルの構築」『日本建築学会構造系論文集』第75巻, 第657号, pp.1965-1974。
- 入倉孝次郎, 香川敬生, 関口春子(1997)「経験的グリーン関数を用いた強震動予測方法の改良」『日本地震学会講演予稿集 1997年度秋季大会』No.2, B25。
- 入倉孝次郎, 三宅弘恵(2001)「シナリオ地震の強震動予測」『地学雑誌』Vol.110, No.6, pp.849-875。
- 岩崎貴哉, 佐藤比呂志(2009)「陸域制御震源地震探査から明らかになりつつある島弧地殻・上部マントル構造」『地震 第2輯』第61巻特集号, pp.S165-S176。
- 上野寛, 畠山信一, 明田川保, 舟崎淳, 浜田信生(2002)「気象庁の震源決定方法の改善 – 浅部速度構造と重み関数の改良 –」『験震時報』第65巻, pp.123-134。
- 宇佐美龍夫, 石井寿, 今村隆正, 武村雅之, 松浦律子(2013)『日本被害地震総覧599 – 2012』東京大学出版会。
- 内山泰生, 翠川三郎(2006)「震源深さの影響を考慮した工学的基盤における応答スペクトルの距離減衰式」『日本建築学会構造系論文集』第71巻, 第606号, pp.81-88。
- 宇津徳治, 嶋悦三, 吉井敏尅, 山科健一郎編(2001)『地震の事典[第2版]』朝倉書店。
- 小田切聡子, 島崎邦彦(2001)「歴史地震と起震断層との対応」『地震 第2輯』第54巻, pp.47-61。
- 小原一成(2017)「新学術領域研究「スロー地震学」 – 地震現象の統一的理解をめざして –」『日本地球惑星科学連合ニュースレター』Vol.13, No.4, p.5-7。
- 海上保安庁『海洋台帳』 (<http://www.kaiyoudaichou.go.jp/>) 。
- 貝塚爽平(1984)『南部フォッサマグナに関連する地形とその成立過程』第四紀研究, 23(2), pp.55-70。
- 香川敬生(2004)「ハイブリッド合成法に用いる統計的グリーン関数法の長周期帯域への拡張」『日本地震工学会論文集』第4巻, 第2号, pp.21-32。
- 垣見俊弘, 松田時彦, 相田勇, 衣笠善博(2003)「日本列島と周辺海域の地震地体構造区分」『地震 第2輯』第55巻, 第4号, pp.389-406。
- 片岡正次郎, 佐藤智美, 松本俊輔, 日下部毅明(2006)「短周期レベルをパラメータとした地震動強さの距離減衰式」『土木学会論文集A』Vol.62, No.4, pp.740-757。
- 勝又護, 徳永規一(1971)「震度Ⅳの範囲と地震の規模および震度と加速度の対応」『験震時報』第36巻, 第3,4号, pp.89-96。
- 活断層研究会(1991)『[新編] 日本の活断層 分布図と資料』東京大学出版会。

## 内陸地殻内地震の地震動評価 参考文献（2）

- 加藤研一, 宮腰勝義, 武村雅之, 井上大栄, 上田圭一, 壇一男(2004)「震源を事前に特定できない内陸地殻内地震による地震動レベルー地質学的調査による地震の分類と強震観測記録に基づく上限レベルの検討ー」『日本地震工学会論文集』第4巻, 第4号, pp.46-86。
- 気象研究所(2005)「地震発生過程の詳細なモデリングによる東海地震発生の推定精度向上に関する研究」『気象研究所技術報告』第46号。
- 気象庁『地震・火山月報（カタログ編）』。
- 気象庁, 消防庁(2009)『震度に関する検討会報告書』平成21年3月。
- 気象庁(2015)『地震・火山月報（防災編）』平成27年9月。
- 木村学, 木下正高(2009)『付加体と巨大地震発生帯ー南海地震の解明に向けて』東京大学出版会。
- 木村学, 大木勇人(2013)『図解プレートテクトニクス入門 なぜ動くのか? 原理から学ぶ地球のからくり』講談社。
- 強震動予測レシピ(2017)『震源断層を特定した地震の強震動予測手法（「レシピ」）』平成29年（2017年）4月。
- 倉橋奨, 入倉孝次郎(2017)「2011年東北地方太平洋沖地震における強震動生成域からの長周期地震動」『日本地震工学会論文集』第17巻, 第2号, p.2-1-2-22。
- 原子力安全基盤機構(2004)『平成15年度 地震記録データベースSANDELのデータ整備と地震発生上下限深さの評価に関する報告書』平成16年8月。
- 原子力安全基盤機構(2007)『平成18年度 原子力施設等の耐震性評価技術に関する試験及び調査 地震動に関する支配要因調査に係る報告書』平成19年7月。
- 小出良幸(2012)『島弧ー海溝系における付加体の地質学的位置づけと構成について』札幌学院大学人文学会紀要第92号, pp.1-23。
- 桜井操, 佐藤任弘(1983)『東海沖のOuter Ridgeの地質構造』水路部研究報告, 第18号, 昭和58年3月, pp.25-35。
- 佐藤浩章, 芝良昭, 東貞成, 功刀卓, 前田宜浩, 藤原広行(2013)「物理探査・室内試験に基づく2004年留萌支庁南部の地震によるK-NET港町観測点（HKD020）の基盤地震動とサイト特性評価」『電力中央研究所報告』研究報告: N13007, 平成25年12月。
- 佐藤良輔(1989)『日本の地震断層パラメター・ハンドブック』鹿島出版会。
- 産業技術総合研究所『活断層データベース』（[https://gbank.gsj.jp/activefault/index\\_gmap.html](https://gbank.gsj.jp/activefault/index_gmap.html)）。
- 産業技術総合研究所『日本列島の地質と構造』（<https://www.gsj.jp/geology/geology-japan/geology-japan/index.html>）。
- 地震調査委員会(1999)『日本の地震活動ー被害地震から見た地域別の特徴ー 追補版』平成11年4月1日。
- 地震調査委員会(2005a)『北伊豆断層帯の長期評価について』平成17年2月9日。
- 地震調査委員会(2005b)『濃尾断層帯の長期評価について』平成17年1月12日。
- 地震調査委員会(2007)『伊那谷断層帯の長期評価の一部改訂について』平成19年10月15日。
- 地震調査委員会(2009)『全国地震動予測地図』平成21年7月21日。
- 地震調査委員会(2010)『富士川河口断層帯の長期評価の一部改訂について』平成22年10月20日。
- 地震調査委員会(2013)『南海トラフの地震活動の長期評価（第二版）』平成25年10月1日。
- 地震調査委員会(2014)『高感度地震観測データの処理方法の改善に関する報告書』平成26年2月12日。
- 地震調査委員会(2015a)『糸魚川ー静岡構造線断層帯の長期評価（第二版）』平成27年4月24日。

# 内陸地殻内地震の地震動評価 参考文献 (3)

- 地震調査委員会(2015b)『稲取断層帯の長期評価』平成27年4月24日。
- 地震調査委員会(2015c)『石廊崎断層の長期評価』平成27年4月24日。
- 地震調査委員会(2015d)『身延断層の長期評価』平成27年4月24日。
- 地震調査委員会(2016)『全国地震動予測地図 2016年版』平成28年6月10日。
- 地震調査委員会(2017)『全国地震動予測地図 2017年版』平成29年4月27日。
- 芝良昭, 佐藤浩章, 栗山雅之(2010)「岩盤上観測記録に基づく2009年駿河湾の地震の強震動特性と震源過程」『電力中央研究所報告』研究報告: N09008, 平成22年4月。
- 島崎邦彦(1980)「完新世海成段丘の隆起とプレート内およびプレート間地震」『月刊地球』Vol.2, No.1, pp.17-24。
- 新色隆二, 山中浩明(2013)「表層地盤の3次元的影響を考慮した2003年宮城県北部地震の震源域における地震動のシミュレーション」『物理探査』, 第66巻, 第3号, pp.139-152。
- 杉山雄一, 寒川旭, 下川浩一, 水野清秀(1988)『御前崎地域の地質』地域地質研究報告, 5万分の1地質図幅, 東京(8)第108号, 地質調査所。
- 杉山雄一(1989)『島弧における帯状構造の屈曲とプレートの斜め沈み込み 第1部 - 西南日本外帯沖の屈曲構造とプレート境界地震 -』地質調査所月報, 第40巻, 第10号, pp.533-541。
- 杉山雄一(1990)「駿河湾～遠州灘地域のサイスマテクトニクス」『地震 第2輯』第43巻, pp.439-442。
- 鈴木康弘(2010)「東海～四国沖の陸棚外縁活撓曲の再発見」『科学』Vol.80, No.8, pp.779-781。
- 武村雅之(1990)「日本列島およびその周辺地域に起こる浅発地震のマグニチュードと地震モーメントの関係」『地震 第2輯』第43巻, pp.257-265。
- 谷岡勇市郎, 岩崎伸一(2006)「津波波形インバージョンによる2004年スマトラ地震の震源過程解析」『月刊地球』号外, No.56, pp.19-24。
- 壇一男, 渡辺基史, 佐藤俊明, 石井透(2001)「断層の非一様すべり破壊モデルから算定される短周期レベルと半経験的波形合成法による強震動予測のための震源断層のモデル化」『日本建築学会構造系論文集』第66巻, 第545号, pp.51-62, 2001年7月。
- 壇一男, 具典淑, 入江紀嘉, アルズペイマサマン, 石井やよい(2011)「長大横ずれ断層による内陸地震の平均動的応力降下量の推定と強震動予測のためのアスペリティモデルの設定方法への応用」『日本建築学会構造系論文集』第76巻, 第670号, pp.2041-2050。
- 中央防災会議(2001a)「東海地震に関する専門調査会(第8回)説明資料」平成13年9月21日。
- 中央防災会議(2001b)『東海地震に関する専門調査会(第11回)とりまとめ資料(本文)』平成13年12月11日。『東海地震に関する専門調査会(第11回)とりまとめ資料(図表編)』平成13年12月11日。『東海地震に関する専門調査会報告』東海地震に関する専門調査会, 平成13年12月11日。
- 中央防災会議(2001c)『東海地震に関する専門調査会報告』東海地震に関する専門調査会, 平成13年12月11日。
- 中央防災会議(2003b)『東南海, 南海地震等に関する専門調査会(第16回)東南海, 南海地震に関する報告(案)』平成15年12月16日。『東南海, 南海地震等に関する専門調査会(第16回)東南海, 南海地震に関する報告(案)図表集』平成15年12月16日。『東南海, 南海地震等に関する専門調査会(第16回)東南海, 南海地震の強震動と津波の高さ(案)』平成15年12月16日。『東南海, 南海地震等に関する専門調査会(第16回)東南海, 南海地震の強震動と津波の高さ(案)図表集』平成15年12月16日。
- 中央防災会議(2004)『首都直下地震対策専門調査会(第12回)地震ワーキンググループ報告書』平成16年11月17日。『首都直下地震対策専門調査会(第12回)地震ワーキンググループ報告書(図表集)』平成16年11月17日。

## 内陸地殻内地震の地震動評価 参考文献（４）

- 郡司嘉宣, 上田和枝(2001)「貞享3年8月6日(1686年10月3日)の遠江三河地震による遠州横須賀城の被害 (総特集 古地震の研究)」『月刊地球』Vol.23, No.2, pp.127-137。
- 東海沖海底活断層研究会(1999)『東海沖の海底活断層』東京大学出版会。
- 東海・東南海・南海地震の連動性評価プロジェクト(2009)「サブプロジェクト 1 の研究成果の活用および地域研究会の開催」『連動性を考慮した地震動・津波予測及び地震・津波被害予測研究 平成20年度報告書』。
- 東京大学地震研究所(2007)『東南海・南海地震等海溝型地震に関する調査研究 平成18年度成果報告書』(<http://www.eri.u-Tokyo.ac.jp/nankai/H18seikaHP/H18seikaHP.htm>)。
- 東京大学地震研究所(2008)『東南海・南海地震等海溝型地震に関する調査研究 平成19年度成果報告書』(<http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/nankai/H19seikamokuji.html>)。
- 東京電力株式会社(2009a)「資料第1-1号 耐専スペクトルの概要(1999年時点の内容)」『原子力安全委員会「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』平成21年5月22日。
- 東京電力株式会社(2009b)「資料第1-2号 耐専スペクトルの適用性検討(内陸地殻内地震を対象とした追加検討内容)」『原子力安全委員会「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』平成21年5月22日。
- 徳山英一, 平朝彦, 倉本真一, 山本富士夫(1998)「東海沖海底の変動地形 (小特集 島弧・日本列島の新しい理解)」『科学』Vol.68, No.1, pp.56-57。
- 徳山英一, 本座栄一, 木村政昭, 倉本真一, 芦寿一郎, 岡村行信, 荒戸裕之, 伊藤康人, 徐垣, 日野亮太, 野原壯, 阿部寛信, 坂井眞一, 向山建二郎(2001)「日本周辺海域の中新世最末期以降の構造発達史付図 日本周辺海域の第四紀地質構造図」『海洋調査技術』第13巻, 第1号, 海洋調査技術学会。
- 内閣府(2011)『南海トラフの巨大地震モデル検討会 (中間とりまとめ)』南海トラフの巨大地震モデル検討会, 平成23年12月27日。
- 内閣府(2012)『南海トラフの巨大地震モデル検討会 (第二次報告) 強震断層モデル編-強震断層モデルと震度分布について-』南海トラフの巨大地震モデル検討会, 平成24年8月29日。
- 仲西理子, 小平秀一, 朴進午, 金田義行(2003)「南海トラフの海溝型巨大地震破壊域とバックストップ分布との関係」『月刊地球』号外, No.41, pp.126-134。
- 中村亮一, 島崎邦彦(2008)「[講演要旨]歴史地震の地震タイプの分類について」『歴史地震』第23号, p.146。
- 中村洋光, 宮武隆(2000)「断層近傍強震動シミュレーションのための滑り速度時間関数の近似式」『地震 第2輯』第53巻, pp.1-9。
- 日本地質学会(2006)『日本地方地質誌 (4) 中部地方』。
- 東日本大震災合同調査報告書編集委員会(2014)『東日本大震災合同調査報告 共通編 1 地震・地震動』公益社団法人 日本地震工学会。
- 廣瀬一聖, 伊藤潔(2006)「広角反射法および屈折法解析による近畿地方の地殻構造の推定」『京都大学防災研究所年報』第49号B, pp.307-321。
- 弘瀬冬樹, 中島淳一, 長谷川昭(2007)「Double-Difference Tomography法における西南日本の3次元地震波速度構造およびフィリピン海プレートの形状の推定」『地震 第2輯』第60巻, pp.1-20。
- 防災科学技術研究所(2010)「沈み込むプレート境界の浅部から深部にいたる 3つの異なる「スロー地震」の連動現象の発見」『平成22年12月10日 プレス発表資料』。
- 防災科学技術研究所(2016)「1-2 日本周辺における浅部超低周波地震活動 (2015年5月~10月)」『地震予知連絡会会報』第95巻。
- 松田時彦(1975)「活断層から発生する地震の規模と周期について」『地震 第2輯』第28巻, 第3号, pp.269-283。

## 内陸地殻内地震の地震動評価 参考文献（5）

- 宮腰研, P. Anatoly, 長郁夫(2005)「すべりの時空間的不均質性のモデル化」『地震災害軽減のための強震動予測マスターモデルに関する研究第3回シンポジウム論文集』pp.11-16, 平成17年3月。
- 村松郁栄(1969)「震度分布と地震のマグニチュードとの関係」『岐阜大学教育学部研究報告』自然科学, 第4巻, 第3号, pp.168-176。
- 茂木昭夫(1977)『日本近海海底地形誌 - 海底俯瞰図集』東京大学出版会。
- 文部科学省(2014)『地球深部探査船「ちきゅう」による南海トラフ地震発生帯掘削計画の進め方に関する提言について』科学技術・学術審議会海洋開発分科会。



# 内陸地殻内地震の地震動評価 参考文献 (6)

[英文]

- Abrahamson, N., and W. Silva(2008), “Summary of the Abrahamson and Silva NGA Ground-Motion Relations”, Earthquake Spectra, Vol.24, No.1, pp.67-97.
- Abrahamson, N. A., W. J. Silva, and R. Kamai(2014), “Summary of the ASK14 ground motion relation for active crustal regions”, Earthquake Spectra, Vol.30, No.3, pp.1025-1055.
- Aki, K., and P. G. Richards(1980), “Quantitative seismology, Theory and Methods”, Volume II, W. H. Freeman and Company, San Francisco, pp.803-805.
- Asano, K., T. Iwata, and K. Irikura(2005), “Estimation of Source Process and Strong Ground Motion Simulation of the 2002 Denali, Alaska, Earthquake”, Bulletin of the Seismological Society of America, Vol.95, No.5, pp.1701-1715, October 2005.
- Ammon, C. J., C. Ji, H.-K. Thio, D. Robinson, S. Ni, V. Hjorleifsdottir, H. Kanamori, T. Lay, S. Das, D. Helmberger, G. Ichinose, J. Polet, and D. Wald(2005), “Rupture Process of the 2004 Sumatra-Andaman Earthquake”, SCIENCE, Vol.308, pp.1133-1139.
- Baba, T., P. R. Cummins, T. Hori, and Y. Kaneda(2006), “High precision slip distribution of the 1944 Tonankai earthquake inferred from tsunami waveforms:Possible slip on a splay fault”, Tectonophysics, 426, pp.119-134.
- Barrientos, S. E., and S. N. Ward(1990), “The 1960 Chile earthquake: inversion for slip distribution from surface deformation”, Geophys. 1. Int. 103, pp.589-598.
- BOORE, D. M.(1983), “STOCHASTIC SIMULATION OF HIGH – FREQUENCY GROUND MOTIONS BASED ON SEISMOLOGICAL MODELS OF THE RADIATED SPECTRA”, Bulletin of the Seismological Society of America, Vol.73, No.6, pp.1865-1894.
- BOORE, D. M. and J. BOATWRIGHT(1984), "AVERAGE BODY-WAVE RADIATION COEFFICIENTS", Bulletin of the Seismological Society of America, Vol.74, No.5, pp. 1615-1621.
- Boore, D. M., and G. M. Atkinson(2008), “Ground-motion prediction equations for the average horizontal component of PGA, PGV, and 5%-damped PSA at spectral periods between 0.01 s and 10.0 s”, Earthquake Spectra, Vol.24, No.1, pp.99-138.
- Boore, D. M., J. P. Stewart, E. Seyhan, and G. M. Atkinson(2013), “NGA-West2 Equations for Predicting Response Spectral Accelerations for Shallow Crustal Earthquakes”, PEER Report 2013/05, Pacific Earthquake Engineering Research Center Headquarters, University of California, Berkeley.
- Boore, D. M., J. P. Stewart, E. Seyhan, and G. M. Atkinson(2014), “NGA-West2 equations for predicting PGA, PGV, and 5% damped PSA for shallow crustal earthquakes”, Earthquake Spectra, Vol.30, No.3, pp.1057-1085.
- Bouchon, M., M-P Bouin, H. Karabulut, M. N. Toksöz, M. Dietrich, A. J. Rosakis(2001), “How Fast is Rupture during an Earthquake ? New Insights from the 1999 Turkey Earthquakes”, Geophysical Research Letters, Vol.28, No.14, pp.2723-2726.
- Bouchon, M., M. N. Toksöz, H. Karabulut, M.-P. Bouin, M. Dietrich, M. Aktar, and M. Edie(2002), “Space and Time Evolution of Rupture and Faulting during the 1999 Izmit (Turkey) Earthquake”, Bulletin of the Seismological Society of America, 92, 1, pp.256-266, February 2002.
- Bouchon, M. and M. Vallee(2003), “Observation of Long Supershear Rupture During the Magnitude 8.1 Kunlunshan Earthquake”, SCIENCE, VOL301, pp.824-826, 8 AUGUST 2003. “

## 内陸地殻内地震の地震動評価 参考文献 (7)

- Campbell, K. W., and Y. Bozorgnia(2008), “NGA ground motion model for the geometric mean horizontal component of PGA, PGV, and 5% damped linear elastic response spectra for periods ranging from 0.01 to 10 s”, *Earthquake Spectra* Vol.24, No.1, pp.139-171.
- Campbell, K. W., and Y. Bozorgnia(2014), “NGA-West2 ground motion model for the average horizontal components of PGA, PGV, and 5% damped linear acceleration response spectra”, *Earthquake Spectra*, Vol.30, No.3, pp.1087-1115.
- Chiou, B. S.-J., and R. R. Youngs(2008), “An NGA model for the average horizontal component of peak ground motion and response spectra”, *Earthquake Spectra*, Vol.24, No.1, pp.173-215.
- Chiou, B. S.-J., and R. R. Youngs(2014), “Update of the Chiou and Youngs NGA model for the average horizontal component of peak ground motion and response spectra”, *Earthquake Spectra*, Vol.30, No.3, pp.1117-1153.
- Clift, P., and P. Vannucchi(2004), “Controls on tectonic accretion versus erosion in subduction zones: Implications for the origin and recycling of the continental crust”, *Rev. Geophys.*, 42, RG2001.
- Contreras-Reyes, E., E. R. Flueh, and I. Grevemeyer(2010), “Tectonic control on sediment accretion and subduction off south central Chile: Implications for coseismic rupture processes of the 1960 and 2010 megathrust earthquakes”, *TECTONICS*, Vol.29, TC6018.
- Ellsworth, W. L., M. Celebi, J. R. Evans, E. G. Jensen, R. Kayen, M. C. Metz, D. J. Nyman, J. W. Roddick, P. Spudich, and C. D. Stephens(2004), “Near-Field Ground Motion of the 2002 Denali Fault, Alaska, Earthquake Recorded at Pump Station 10”, *Earthquake Spectra*, Vol.20, No.3, pp.597-615.
- FUJII, Y., and M. MATSU'URA(2000), “Regional Difference in Scaling Laws for Large Earthquakes and its Tectonic Implication”, *Pure Appl. Geophys.*, Vol.157, pp.2283-2302.
- Fujii, Y., and K. Satake(2007), “Tsunami Source of the 2004 Sumatra–Andaman Earthquake Inferred from Tide Gauge and Satellite Data”, *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol.97, No.1A, pp.S192-S207.
- Fujii, Y., and K. Satake(2013), “Slip Distribution and Seismic Moment of the 2010 and 1960 Chilean Earthquakes Inferred from Tsunami Waveforms and Coastal Geodetic Data”, *Pure Appl. Geophys.*, 170, pp.1493-1509.
- GARDNER, G. H. F., L. W. GARDNER, and A. R. GREGORY(1974), “FORMATION VELOCITY AND DENSITY – THE DIAGNOSTIC BASICS FOR STRATIGRAPHIC TRAPS”, *GEOPHYSICS*, Vol.39, No.6, pp.770-780.
- GELLER, R. J. (1976), “SCALING RELATIONS FOR EARTHQUAKE SOURCE PARAMETERS AND MAGNITUDES”, *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol.66, No.5, pp.1501-1523.
- Gregor, N., N. A. Abrahamson, G. M. Atkinson, D. M. Boore, Y.Bozorgnia, K. W. Campbell, B. S.-J. Chiou, I. M. Idriss, R. Kamai, E. Seyhan, W. Silva, J. P. Stewart, and R. Youngs(2014), “Comparison of NGA-West2 GMPEs”, *Earthquake Spectra*, Vol.30, No.3, pp.1179-1197.
- Hamada, Y., A. Sakaguchi, W. Tanikawa, A. Yamaguchi, J. Kamed, and G. Kimura(2015), “Estimation of slip rate and fault displacement during shallow earthquake rupture in the Nankai subduction zone”, *Earth, Planets and Space*, 67:39.
- Hayes, G. P., E. Bergman, K. L. Johnson, H. M. Benz, L. Brown, and A. S. Meltzer(2013), “Seismotectonic framework of the 2010 February 27 Mw 8.8 Maule, Chile earthquake sequence”, *Geophysical Journal International*, Vol.195, Issue2, pp.1034-1051.
- Haeussler, P. J., P. A. Armstrong, L. M. Liberty, K. M. Ferguson, S. P. Finn, J. C. Arkle, and T. L. Pratt(2015), “Focused exhumation along megathrust splay faults in Prince William Sound, Alaska”, *Quaternary Science Reviews*, 113, 2015, pp.8-22.

## 内陸地殻内地震の地震動評価 参考文献 (8)

- Heuret, A., S. Lallemand, F. Funiciello, C. Piromallo, and C. Faccenna(2011), “Physical characteristics of subduction interface type seismogenic zones revisited”, *Geochem. Geophys. Geosyst.*, 12, Q01004.
- Hirose, F., J. Nakajima, and A. Hasegawa(2008), “Three-dimensional seismic velocity structure and configuration of the Philippine Sea slab in southwestern Japan estimated by double-difference tomography”, *JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH*, VOL.113, B09315.
- Hisada, Y.(1994), “An Efficient Method for Computing Green's Functions for a Layered Half-Space with Sources and Receivers at Close Depths”, *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol.84, No.5, pp.1456-1472.
- Hoechner, A., A. Y. Babeyko, and S. V. Sobolev(2008), “Enhanced GPS inversion technique applied to the 2004 Sumatra earthquake and tsunami”, *GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS*, Vol.35, L08310.
- Holdahl, S. R., and J. Sauber(1994), “Coseismic Slip in the 1964 Prince William Sound Earthquake:A New Geodetic Inversion“, *Pure and Applied Geophysics*, Vol. 142, No.1, pp.55-82.
- Ichinose, G., P. Somerville, H. K. Thio, R. Graves, and D. O'Connell(2007), “Rupture process of the 1964 Prince William Sound, Alaska, earthquake from the combined inversion of seismic, tsunami, and geodetic data”, *JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH*, VOL.112, B07306.
- Ide, S., K. Shiomi, K. Mochizuki, T. Tonegawa, and G. Kimura(2010), “Split Philippine Sea plate beneath Japan”, *GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS*, VOL.37, L21304.
- Idriss, I. M.(2008), “An NGA empirical model for estimating the horizontal spectral values generated by shallow crustal earthquakes”, *Earthquake Spectra*, Vol.24, No.1, pp.217-242.
- Idriss, I. M.(2014), “An NGA-West2 empirical model for estimating the horizontal spectral values generated by shallow crustal earthquakes”, *Earthquake Spectra*, Vol.30, No.3, pp.1155-1177.
- Irie, K., K. Dan, S. Ikutama, and K. Irikura(2010), “Improvement of Kinematic Fault Models for Predicting Strong Motions by Dynamic Rupturing Simulation-Evaluation of Proportionality Constant between Stress Drop and Seismic Moment in Strike-slip Inland Earthquakes”, *First Kashiwazaki International Symposium on Seismic Safety of Nuclear Installations, Session A AV-16*.
- Irikura, K., K. Miyakoshi, K. Kamae, K. Yoshida, K. Somei, S. Kurahashi, and H. Miyake(2017), “Applicability of source scaling relations for crustal earthquakes to estimation of the ground motions of the 2016 Kumamoto earthquake”, *Earth, Planets and Space*, 69:10.
- Ito, K.(1999), “Seismogenic layer, reflective lower crust, surface heat flow and large inland earthquakes”, *Tectonophysics*, 306, pp.423-433.
- Ito, T., Y. Kojima, S. Koraira, H. Sato, Y. Kaneda, T. Iwasaki, E. Kurashimo, N. Tsumura, A. Fujiwara, T. Miyauchi, N. Hirata, S. Harder, K. Miller, A. Murata, S. Yamakita, M. Onishi, S. Abe, T. Sato, and T. Ikawa(2008), “Crustal structure of southwest Japan, revealed by the integrated experiment Southwest Japan 2002”, *Tectonophysics*(in press as of 2008).
- Ito, Y., and K. Obara(2006a), “Dynamic deformation of the accretionary prism excites very low frequency earthquakes”, *GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS*, VOL.33, L02311.
- Ito, Y., and K. Obara(2006b), “Very low frequency earthquakes within accretionary prisms are very low stress-drop earthquakes”, *GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS*, VOL.33, L09302.

## 内陸地殻内地震の地震動評価 参考文献 (9)

- Johnson, J. M., K. Satake, S. R. Holdahl, and J. Sauber(1996), "The 1964 Prince William Sound earthquake: Joint inversion of tsunami and geodetic data", JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, Vol.101, No. B1, pp.523-532.
- Kamae, K., and K. Irikura(1992), "Prediction of site-specific strong ground motion using semi-empirical methods", Earthquake Engineering, Tenth World Conference, pp.801-806.
- Kanamori, H.(1977), "The Energy Release in Great Earthquakes", JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL.82, No.20, pp.2981-2987.
- Kanno, T., A. Narita, N. Morikawa, H. Fujiwara, and Y. Fukushima(2006), "A New Attenuation Relation for Strong Ground Motion in Japan Based on Recorded Data", Bulletin of the Seismological Society of America, Vol.96, No.3, pp.879-897.
- Katsumata, A.(2010), "Depth of the Moho discontinuity beneath the Japanese islands estimated by travelttime analysis", JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL. 115, B04303.
- Kikuchi, M., M. Nakamura, and K. Yoshikawa(2003), "Source rupture processes of the 1944 Tonankai earthquake and the 1945 Mikawa earthquake derived from low-gain seismograms", Earth Planets Space, 55, pp.159-172.
- Kiser, E., and M. Ishii(2011), "The 2010 Mw 8.8 Chile earthquake: Triggering on multiple segments and frequency - dependent rupture behavior", GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, VOL.38, L07301.
- Kodaira, S., E. Kurashimo, J.-O. Park, N. Takahashi, A. Nakanishi, S. Miura, T. Iwasaki, N. Hirata, K. Ito, and Y. Kaneda(2002), "Structural factors controlling the rupture process of a megathrust earthquake at the Nankai trough seismogenic zone", Geophys. J. Int., 149, pp.815-835.
- Kodaira, S., T. Iidaka, A. Kato, J.-O. Park, T. Iwasaki, and Y. Kaneda(2004), "High Pore Fluid Pressure May Cause Silent Slip in the Nankai Trough", SCIENCE, Vol.304, pp.1295-1298.
- Koper, K. D., A. R. Hutko, T. Lay, and O. Sufri(2012), "Imaging short-period seismic radiation from the 27 February 2010 Chile (Mw8.8) earthquake by back-projection of P, PP, and PKIKP waves", JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL.117, B02308.
- Kurahashi, S., and K. Irikura(2013), "Short-Period Source Model of the 2011 Mw 9.0 Off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake", Bulletin of the Seismological Society of America, Vol.103, pp.1373-1393.
- Kurashimo, E., N. Hirata, and T. Iwasaki(2003), "Physical properties of the top of the subducting Philippine sea plate beneath the SW Japan arc by AVO analysis", Abstr:10<sup>th</sup> Int. Symp., Deep Seismic Profiling of the Continents and Their Margins, p.83.
- Lay, T., C. J. Ammon, H. Kanamori, K. D. Koper, O. Sufri, and A. R. Hutko(2010), "Teleseismic inversion for rupture process of the 27 February 2010 Chile (Mw 8.8) earthquake", GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, VOL.37, L13301.
- Lay, T., H. Kanamori, C. J. Ammon, K. D. Koper, A. R. Hutko, L. Ye, H. Yue, and T. M. Rushing(2012), "Depth-varying rupture properties of subduction zone megathrust faults", JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL.117, B04311.
- Lin, J.-Y., X. L. Pichon, C. Rangin, J.-C. Sibuet, and T. Maury(2009), "Spatial aftershock distribution of the 26 December 2004 great Sumatra-Andaman earthquake in the northern Sumatra area", Geochemistry Geophysics Geosystems, Vol.10, No.5.
- Moore, G. F., N. L. Bangs, A. Taira, S. Kuramoto, E. Pangborn, and H. J. Tobin(2007), "Three-Dimensional Splay Fault Geometry and Implications for Tsunami Generation", Science, Vol.318, pp.1128-1131.
- Murotani, S., S. Matsushima, T. Azuma, K. Irikura, and S. Kitagawa(2015), "Scaling relations of source parameters of earthquakes occurring on inland crustal mega-fault systems", Pure and Applied Geophysics, 172, pp.1371-1381.

## 内陸地殻内地震の地震動評価 参考文献 (10)

- Nakanishi, A., H. Shiobara, R. Hino, S. Kodaira, T. Kanazawa, and H. Shimamura(1998), “Detailed subduction structure across the eastern Nankai Trough obtained from ocean bottom seismographic profiles”, JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL.103, NO.B11, pp.27,151-27,168.
- Nakanishi, A., H. Shiobara, R. Hino, K. Mochizuki, T. Sato, J. Kasahara, N. Takahashi, K. Suyehiro, H. Tokuyama, J. Segawa, M. Shinohara, and H. Shimamura(2002a), “Deep crustal structure of the eastern Nankai Trough and Zenisu Ridge by dense airgun-OBS seismic profiling”, Marine Geology, Vol.187, pp.47-62.
- Nakanishi, A., N. Takahashi, J.-O. Park, S. Miura, S. Kodaira, Y. Kaneda, N. Hirata, T. Iwasaki, and M. Nakamura(2002b), “Crustal structure across the coseismic rupture zone of the 1944 Tonankai earthquake, the central Nankai Trough seismogenic zone”, JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL.107, NO.B1, 2007.
- Nakanishi, A., S. Kodaira, S. Miura, A. Ito, T. Sato, J.-O. Park, Y. Kido, and Y. Kaneda(2008), “Detailed structural image around splay-fault branching in the Nankai subduction seismogenic zone: Results from a high-density ocean bottom seismic survey”, JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL.113, B03105.
- Noda, S., K. Yashiro, K. Takahashi, M. Takemura, S. Ohno, M. Tohdo, and T. Watanabe(2002), “RESPONSE SPECTRA FOR DESIGN PURPOSE OF STIFF STRUCTURES ON ROCK SITES”, The OECD-NEA Workshop on the Relations between Seismological Data and Seismic Engineering Analyses, Oct.16-18, Istanbul.
- Obana, K., S. Kodaira, and Y. Kaneda(2004), “Microseismicity around rupture area of the 1944 Tonankai earthquake from ocean bottom seismograph observations”, Earth and Planetary Science Letters 222, pp.561-572.
- Obara, K., T. Matsuzawa, S. Tanaka, T. Kimura, and T. Maeda(2011), “Migration properties of non - volcanic tremor in Shikoku, southwest Japan”, GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, VOL.38, L09311.
- Park, J.-O., G. F. Moore, T. Tsuru, S. Kodaira, and Y. Kaneda(2003), “A subducted oceanic ridge influencing the Nankai megathrust earthquake rupture”, Earth Planet. Sci. Lett., 217, pp.77-84.
- Plafker, G.(1965), “Tectonic Deformation Associated with the 1964 Alaska Earthquake”, Science, Vol.148, No.3678, pp.1675-1687.
- Pulido, N., Y. Yagi, H. Kumagai, and N. Nishimura(2011), “Rupture process and coseismic deformations of the 27 February 2010 Maule earthquake, Chile”, Earth Planets Space, 63, pp.955-959.
- Ruff, L., and H. Kanamori(1980), “Seismicity and the subduction process”, Phys. Earth Planet. Inter., 23, pp.240-252.
- Rhie, J., D. Dreger, R. Burgmann, and B. Romanowicz(2007), “Slip of the 2004 Sumatra-Andaman Earthquake from Joint Inversion of Long-Period Global Seismic Waveforms and GPS Static Offsets”, Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 97, No. 1A, pp. S115-S127.
- Sagiya, T., and W. Thatcher(1999), “Coseismic slip resolution along a plate boundary megathrust:The Nankai Trough, southwest Japan”, JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, Vol.104, No. B1, pp.1111-1129.
- Sakaguchi, A., F. Chester, D. Curewitz, O. Fabbri, D. Goldsby, G. Kimura, C.-F. Li, Y. Masaki, E. J. Sreaton, A. Tsutsumi, K. Ujiie, and A. Yamaguchi(2011), “Seismic slip propagation to the updip end of plate boundary subduction interface faults: Vitrinite reflectance geothermometry on Integrated Ocean Drilling Program NanTro SEIZE cores”, Geology, Vol.39, No.4, pp.395-398.
- Satake, K., Y. Fujii, T. Harada, and Y. Namegaya(2013), “Time and Space Distribution of Coseismic Slip of the 2011 Tohoku Earthquake as Inferred from Tsunami Waveform Data”, Bulletin of the Seismological Society of America, Vol.103, No.2B, pp.1473-1492.

# 内陸地殻内地震の地震動評価 参考文献 ( 1 1 )

- Sekiguchi, H., and T. Iwata(2002), "Rupture Process of the 1999 Kocaeli, Turkey, Earthquake Estimated from Strong-Motion Waveforms", Bulletin of the Seismological Society of America, Vol.92, No.1, pp.300-311.
- Sholz, C. H.(1998), "Earthquake and friction laws", Nature, Vol.391, pp.37-42.
- Sibuet, J.-C., C. Rangin, X. L. Pichon, S. Singh, A. Cattaneo, D. Graindorge, F. Klingelhoefer, J.-Y. Lin, J. Malod, and T. Maury, J.-L. Schneider, N. Sultan, M. Umler, and H. Yamaguchi(2007), "26th December 2004 Great Sumatra-Andaman Earthquake: co-seismic and post-seismic motions in northern Sumatra", Earth and Planetary Science Letters, Vol. 263, pp.88-103.
- Somerville, P., K. Irikura, R. Graves, S. Sawada, D. Wald, N. Abrahamson, Y. Iwasaki, T. Kagawa, N. Smith, and A. Kowada(1999), "Characterizing Crustal Earthquake Slip Models for the Prediction of Strong Ground Motion", Seismological Research Letters, Vol.70, No.1, pp.59-80.
- Song, S. G., G. C. Beroza, and P. Segall(2008), "A Unified Source Model for the 1906 San Francisco Earthquake", Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 98, No. 2, pp.1-10.
- Tanaka, A., and Y. Ishikawa(2005), "Crustal thermal regime inferred from magnetic anomaly data and its relationship to seismogenic layer thickness: The Japanese islands case study", Physics of the Earth and Planetary Interiors, 152, pp.257-266.
- Vigny, C., A. Socquet, S. Peyrat, J.-C. Ruediger, M. Métois, R. Madariaga, S. Morvan, M. Lancieri, R. Lacassin, J. Campos, D. Carrizo, M. Bejar-Pizarro, S. Barrientos, R. Armijo, C. Aranda, M.-C. Valderas-Bermejo, I. Ortega, F. Bondoux, S. Baize, H. Lyon-Caen, A. Pavez, J. P. Vilotte, M. Bevis, B. Brooks, R. Smalley, H. Parra, J.-C. Baez, M. Blanco, S. Cimbaro, and E. Kendrick(2011), "The 2010  $M_w$  8.8 Maule Megathrust Earthquake of Central Chile, Monitored by GPS", SCIENCE VOL.332, pp.1417-1421.
- Wang, D., and J. Mori(2011), "Frequency - dependent energy radiation and fault coupling for the 2010  $M_w$ 8.8 Maule, Chile, and 2011  $M_w$ 9.0 Tohoku, Japan, earthquakes", GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, VOL. 38, L22308.
- Wang, D., and J. Mori(2012), "The 2010 Qinghai, China, Earthquake: A Moderate Earthquake with Supershear Rupture", Bulletin of the Seismological Society of America, Vol.102, No.1, pp.301-308.
- Yokota, Y., K. Koketsu, Y. Fujii, K. Satake, S. Sakai, M. Shinohara, and T. Kanazawa(2011), "Joint inversion of strong motion, teleseismic, geodetic, and tsunami datasets for the rupture process of the 2011 Tohoku earthquake", GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, VOL.38, L00G21.
- Yoshida, Y., H. Ueno, D. Muto, and S. Aoki(2011), "Source process of the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake with the combination of teleseismic and strong motion data", Earth Planets Space, 63, pp.565-569.
- Yoshimoto, M., and Y. Yamanaka(2014), "Teleseismic inversion of the 2004 Sumatra-Andaman earthquake rupture process using complete Green's functions", Earth, Planets and Space 2014, 66:152.
- Yue, H., T. Lay, J. T. Freymueller, K. Ding, L. Rivera, N. A. Ruppert, and K. D. Koper(2013), "Supershear rupture of the 5 January 2013 Craig, Alaska ( $M_w$  7.5) earthquake", Journal of Geophysical Research, Vol.118, pp.5903-5919.
- Yue, H., T. Lay, L. Rivera, C. An, C. Vigny, X. Tong, and J. C. B. Soto(2014), "Localized fault slip to the trench in the 2010 Maule, Chile  $M_w$  = 8.8 earthquake from joint inversion of high-rate GPS, teleseismic body waves, InSAR, campaign GPS, and tsunami observations", Journal of Geophysical Research: Solid Earth, Vol.119, pp.7786-7804.

## 内陸地殻内地震の地震動評価 参考文献 ( 1 2 )

- Zhang, H., and C. H. Thurber(2003), “Double-Difference Tomography: The Method and Its Application to the Hayward Fault, California”, Bulletin of the Seismological Society of America, Vol.93, No.5, pp.1875-1889.
- Zhao, D., A. Hasegawa, and H. Kanamori(1994), “Deep structure of Japan subduction zone as derived from local, regional, and teleseismic events“, JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESERCH, Vol.99, No.B11, pp.22313-22329.
- Zhao, J. X., J. Zhang, A. Asano, Y. Ohno, T. Oouchi, T. Takahashi, H. Ogawa, K. Irikura, H. K. Thio, P. G. Somerville, Y. Fukushima, and Y. Fukushima(2006), “Attenuation Relations of Strong Ground Motion in Japan Using Site Classification Based on Predominant Period”, Bulletin of the Seismological Society of America, Vol.96, No.3, pp.898-913.

# プレート間地震の地震動評価 参考文献（1）

## [和文]

- ・入倉孝次郎, 香川敬生, 関口春子(1997)「経験的グリーン関数を用いた強震動予測方法の改良」『日本地震学会講演予稿集 1997年度秋季大会』No.2, B25。
- ・入倉孝次郎, 三宅弘恵(2001)「シナリオ地震の強震動予測」『地学雑誌』Vol.110, No.6, pp.849-875。
- ・内山泰生, 翠川三郎(2006)「震源深さの影響を考慮した工学的基盤における応答スペクトルの距離減衰式」『日本建築学会構造系論文集』第606号, pp.81-88。
- ・宇佐美龍夫, 石井寿, 今村隆正, 武村雅之, 松浦律子(2013)『日本被害地震総覧599-2012』東京大学出版会。
- ・宇津徳治(1999)『地震活動総説』東京大学出版会。
- ・宇津徳治, 嶋悦三, 吉井敏尅, 山科健一郎編(2001)『地震の事典[第2版]』朝倉書店。
- ・岡村行信(1990)「四国沖の海底地質構造と西南日本外帯の第四紀地殻変動」『地質学雑誌』第96巻, 第3号, pp.223-237。
- ・小原一成(2017)「新学術領域研究「スロー地震学」-地震現象の統一的理解をめざして」『日本地球惑星科学連合ニュースレター』Vol.13, No.4, p.5-7。
- ・海上保安庁『海洋台帳』 (<http://www.kaiyoudaichou.go.jp/>) 。
- ・香川敬生(2004)「ハイブリッド合成法に用いる統計的グリーン関数法の長周期帯域への拡張」『日本地震工学会論文集』第4巻, 第2号, pp.21-32。
- ・片岡正次郎, 佐藤 智美, 松本俊輔, 日下部毅明(2006)「短周期レベルをパラメータとした地震動強さの距離減衰式」『土木学会論文集』Vol.62, No.4, pp.740-757。
- ・活断層研究会(1991)『[新編] 日本の活断層 分布図と資料』東京大学出版会。
- ・勝又護, 徳永規一(1971)「震度IVの範囲と地震の規模および震度と加速度の対応」『験震時報』第36巻, 第3,4号, pp.89-96。
- ・釜江克宏(1996)「1946年南海地震のシミュレーション」『日本建築学会第24回地盤震動シンポジウム』pp. 81-90。.
- ・釜江克宏・川辺秀憲(2004)「2003年十勝沖地震(M8.0)の震源のモデル化と強震動予測レシビの検証」『日本建築学会大会学術講演梗概集』構造Ⅱ, pp. 519-520。
- ・川辺秀憲, 釜江克宏, 上林宏敏(2011)「2011年東北地方太平洋沖地震の震源モデル」『日本地震学会講演予稿集2011年度秋季大会』B22-05, p.61。
- ・川辺秀憲, 釜江克宏(2013)「2011年東北地方太平洋沖地震の震源のモデル化」『日本地震工学会論文集』第13巻, 第2号(特集号), pp.75-87。
- ・神田克久, 武村雅之, 宇佐美龍夫(2004)「震度インバージョン解析による南海トラフ巨大地震の短周期地震波発生域」『地震 第2輯』第57巻, pp.153-170。
- ・気象庁『震度データベース』 (<http://www.data.jma.go.jp/svd/eqdb/data/shindo/>)
- ・気象庁, 消防庁(2009)『震度に関する検討会報告書』平成21年3月。
- ・気象庁(2012a)『平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震調査報告 第I編』気象庁技術報告, 第133号。
- ・気象庁(2012b)『地震・火山月報(カタログ編)』。
- ・木村学, 大木勇人(2013)『図解プレートテクトニクス入門 なぜ動くのか? 原理から学ぶ地球のからくり』講談社。
- ・木村学, 木下正高(2009)『付加体と巨大地震発生帯-南海地震の解明に向けて』東京大学出版会。
- ・強震動予測レシビ(2017)『震源断層を特定した地震の強震動予測手法(「レシビ」)』平成29年(2017年)4月。
- ・倉橋奨, 入倉孝次郎(2017)「2011年東北地方太平洋沖地震における強震動生成域からの長周期地震動」『日本地震工学会論文集』第17巻, 第2号, pp.2-1-2-22。
- ・原子力安全基盤機構(2007)『平成18年度 原子力施設等の耐震性評価技術に関する試験及び調査 地震動に関する支配要因調査に係る報告書』平成19年7月。
- ・小出良幸(2012)『島弧-海溝系における付加体の地質学的位置づけと構成について』札幌学院大学人文学会紀要第92号, pp.1-23。
- ・佐藤智美, 川瀬博, 佐藤俊明(1994)「表層地盤の影響を取り除いた工学的基礎波の統計的スペクトル特性 仙台地域のポアホールで観測された多数の中小地震記録を用いた解析」『日本建築学会構造系論文集』第462号, pp.79-89。



# プレート間地震の地震動評価 参考文献（2）

- ・佐藤智美(2010)「逆断層と横ずれ断層の違いを考慮した日本の地殻内地震の短周期レベルのスケーリング則」『日本建築学会構造系論文集』第75巻, 第651号, pp.923-932。
- ・佐藤智美(2012)「経験的グリーン関数法に基づく2011年東北地方太平洋沖地震の震源モデループレート境界地震の短周期レベルに着目してー」『日本建築学会構造系論文集』第77巻, 第675号, pp.695-704。
- ・佐藤智美(2013)「東北地方のアウトライズ地震, スラブ内地震, プレート境界地震の短周期レベルと $f_{max}$ 及び距離減衰特性」『日本建築学会構造系論文集』第78巻, 第689号, pp.1227-1236。
- ・佐藤良輔(1989)『日本の地震断層パラメーター・ハンドブック』鹿島出版会。
- ・地震調査委員会(2004a)『2003年十勝沖地震の観測記録を利用した強震動予測手法の検証』平成16年12月20日。
- ・地震調査委員会(2004b)『三陸沖北部の地震を想定した強震動評価』平成16年5月21日。
- ・地震調査委員会(2005)『日向灘の地震を想定した強震動評価』平成17年9月26日。
- ・地震調査委員会(2009)『全国地震動予測地図』平成21年7月21日。
- ・地震調査委員会(2013)『南海トラフの地震活動の長期評価(第二版)について』平成25年10月1日訂正。
- ・地震調査委員会(2017)『全国地震動予測地図 2017年版』平成29年4月27日。
- ・芝良昭, 佐藤浩章, 栗山雅之(2010)「岩盤上観測記録に基づく2009年駿河湾の地震の強震動特性と震源過程」『電力中央研究所報告』研究報告:N09008, 平成22年4月。
- ・芝良昭, 野口科子, 佐藤浩章, 栗山雅之, 東貞成(2012)「強震記録のインバージョン解析に基づく2011年東北地方太平洋沖地震の震源過程」『電力中央研究所報告』研究報告:N11058, 平成24年5月。
- ・新色隆二, 山中浩明(2013)「表層地盤の3次元的影響を考慮した2003年宮城県北部地震の震源域における地震動のシミュレーション」『物理探査』第66巻, 第3号, pp.139-152。
- ・杉山雄一(1989)「島弧における帯状構造の屈曲とプレートの斜め沈み込み 第1部 - 西南日本外帯沖の屈曲構造とプレート境界地震 - 」『地質調査所月報』第40巻, 第10号, pp.533-541。
- ・鈴木亘, 青井真, 関口春子『近地強震記録を用いた2011年03月11日東北地方太平洋沖地震の震源インバージョン解析(2011/08/12改訂版)』([http://www.kyoshin.bosai.go.jp/kyoshin/topics/TohokuTaiheiyo\\_20110311/inversion/](http://www.kyoshin.bosai.go.jp/kyoshin/topics/TohokuTaiheiyo_20110311/inversion/))。
- ・武村雅之(1990)「日本列島およびその周辺地域に起こる浅発地震のマグニチュードと地震モーメントの関係」『地震 第2輯』第43巻, pp.257-265。
- ・武村雅之, 神田克久(2006)「11-2 震度データのインバージョン解析による過去の東海・南海地震の短周期地震波発生域」『地震予知連絡会会報』第76巻。
- ・谷岡勇市郎, 岩崎伸一(2006)「津波波形インバージョンによる2004年スマトラ地震の震源過程解析」『月刊地球』号外, No.56, pp.19-24。
- ・壇一男, 渡辺基史, 佐藤俊明, 石井透(2001)「断層の非一様すべり破壊モデルから算定される短周期レベルと半経験的波形合成法による強震動予測のための震源断層のモデル化」『日本建築学会構造系論文集』第545号, pp.51-62, 2001年7月。
- ・壇一男, 渡辺基史, 佐藤俊明, 宮腰淳一, 佐藤智美(2000)「統計的グリーン関数法による1923年関東地震( $M_{JMA}7.9$ )の広域強震動評価」『日本建築学会構造系論文集』第530号, pp.53-62。
- ・中央防災会議(2001a)『東海地震に関する専門調査会(第8回)説明資料』平成13年9月21日。
- ・中央防災会議(2001b)『東海地震に関する専門調査会(第11回)とりまとめ資料(本文)』平成13年12月11日。『東海地震に関する専門調査会(第11回)とりまとめ資料(図表編)』平成13年12月11日。『東海地震に関する専門調査会報告』東海地震に関する専門調査会, 平成13年12月11日。

# プレート間地震の地震動評価 参考文献（3）

- 中央防災会議(2003a)『東海地震対策専門調査会報告』平成15年5月29日。
- 中央防災会議(2003b)『東南海、南海地震等に関する専門調査会（第16回）東南海、南海地震に関する報告（案）』平成15年12月16日。『東南海、南海地震等に関する専門調査会（第16回）東南海、南海地震に関する報告（案）図表集』平成15年12月16日。『東南海、南海地震等に関する専門調査会（第16回）東南海、南海地震の強震動と津波の高さ（案）』平成15年12月16日。『東南海、南海地震等に関する専門調査会（第16回）東南海、南海地震の強震動と津波の高さ（案）図表集』平成15年12月16日。
- 中央防災会議(2004)『首都直下地震対策専門調査会（第12回）地震ワーキンググループ報告書』平成16年11月17日。『首都直下地震対策専門調査会（第12回）地震ワーキンググループ報告書（図表集）』平成16年11月17日。
- 中央防災会議(2005)『日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会 第10回 強震動及び津波高さの推計について』平成17年6月22日。『日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会 第10回 強震動及び津波高さの推計について（図表集）』平成17年6月22日。
- 中央防災会議(2011)『東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会報告』東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会, 平成23年9月28日。
- 鶴来雅人, 香川敬生, 岡崎敦, 羽田浩二, 入倉孝次郎(2006)「強震動予測のための高域遮断フィルターに関する研究－1995年兵庫県南部地震の観測記録に基づく検討－」『日本地震工学会論文集』第6巻, 第4号, pp.94-112。
- 東京電力株式会社(2009a)「資料第1－1号 耐専スペクトルの概要(1999年時点の内容)」『原子力安全委員会「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』平成21年5月22日。
- 東京電力株式会社(2009b)「資料第1－2号 耐専スペクトルの適用性検討(内陸地殻内地震を対象とした追加検討内容)」『原子力安全委員会「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』平成21年5月22日。
- 内閣府(2012)『南海トラフの巨大地震モデル検討会中間とりまとめ』南海トラフの巨大地震モデル検討会, 平成23年12月27日。『南海トラフの巨大地震による震度分布・津波高について（第一次報告）』南海トラフの巨大地震モデル検討会, 平成24年3月31日。『南海トラフの巨大地震モデル検討会（第二次報告）強震断層モデル編－強震断層モデルと震度分布について－』南海トラフの巨大地震モデル検討会, 平成24年8月29日。
- 内閣府(2013)『首都直下のM7クラスの地震および相模トラフ沿いのM8クラスの地震等の震源断層モデルと震度分布・津波高等に関する報告書』首都直下地震モデル検討会, 平成25年12月。『首都直下のM7クラスの地震および相模トラフ沿いのM8クラスの地震等の震源断層モデルと震度分布・津波高等に関する報告書（図表集）』首都直下地震モデル検討会, 平成25年12月。
- 内閣府(2015)『南海トラフ沿いの巨大地震による長周期地震動に関する報告』南海トラフの巨大地震モデル検討会, 首都直下地震モデル検討会, 平成27年12月。『南海トラフ沿いの巨大地震による長周期地震動に関する報告（図表集）』南海トラフの巨大地震モデル検討会, 首都直下地震モデル検討会, 平成27年12月。
- 中村亮一(2012)「プレート境界地震の応力降下量の深さ依存性の検討」『日本地震工学会・大会－2012梗概集』pp.78-79。
- 中村洋光, 宮武隆(2000)「断層近傍強震動シミュレーションのための滑り速度時間関数の近似式」『地震 第2輯』第53巻, pp.1-9。
- 日本地質学会(2006)『日本地方地質誌（4）中部地方』。
- 東日本大震災合同調査報告書編集委員会(2014)『東日本大震災合同調査報告 共通編1 地震・地震動』公益社団法人 日本地震工学会。
- 久田嘉章(2001)「震源近傍の強震動－改正基準法の設計用入力地震動は妥当か?－」『日本建築学会第29回地盤震動シンポジウム』pp.99-110。
- 久田嘉章(2002)「k-2モデルによる強震動評価」『月刊地球』号外, No.37, pp.179-186。
- 防災科学技術研究所(2010)「沈み込むプレート境界の浅部から深部にいたる3つの異なる「スロー地震」の連動現象の発見」『2010年12月10日 プレス発表資料』。
- 防災科学技術研究所(2016)「1－2 日本周辺における浅部超低周波地震活動（2015年5月～10月）」『地震予知連絡会会報』第95巻。

# プレート間地震の地震動評価 参考文献（４）

- 松田時彦(1975)「活断層から発生する地震の規模と周期について」『地震 第2輯』第28巻, 第3号, pp.269-283。
- 村松郁栄(1969)「震度分布と地震のマグニチュードとの関係」『岐阜大学教育学部研究報告』自然科学, 第4巻, 第3号, pp.168-176。
- 諸井孝文, 広谷浄, 石川和也, 水谷浩之, 引間和人, 川里健, 生玉真也, 釜田正毅(2013)「標準的な強震動レシビに基づく東北地方太平洋沖巨大地震の強震動の再現」『日本地震工学会・大会－2013梗概集』pp.381-382。
- 八木勇治(2004)『2004年新潟中越地震とスマトラ沖巨大地震の震源で何が起こったのか?』B R I – H 1 6 講演会テキスト (<http://www.kenken.go.jp/japanese/research/lecture/h16/txt/05-1.pdf>)。

# プレート間地震の地震動評価 参考文献 (5)

[英文]

- Aki, K., and P. G. Richards(1980), "Quantitative seismology, Theory and Methods", Volume II, W. H. Freeman and Company, San Francisco, pp.803-805.
- Ammon, C. J., C. Ji, H.-K. Thio, D. Robinson, S. Ni, V. Hjorleifsdottir, H. Kanamori, T. Lay, S. Das, D. Helmberger, G. Ichinose, J. Polet, and D. Wald(2005), "Rupture Process of the 2004 Sumatra-Andaman Earthquake", SCIENCE, Vol.308, pp.1133-1139.
- Asano, K., and T. Iwata(2012), "Source model for strong ground motion generation in the frequency range 0.1-10Hz during the 2011 Tohoku earthquake", Earth Planets Space, Vol.64, pp.1111-1123.
- Asano, K.(2018), "Source Modeling of an Mw 5.9 Earthquake in the Nankai Trough, Southwest Japan, Using Offshore and Onshore Strong-Motion Waveform Records", Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 108, No. 3A, pp. 1231–1239.
- Baba, T., P. R. Cummins, T. Hori, and Y. Kaneda(2006), "High precision slip distribution of the 1944 Tonankai earthquake inferred from tsunami waveforms:Possible slip on a splay fault", Tectonophysics, 426, pp.119-134.
- BOORE, D. M.(1983), "STOCHASTIC SIMULATION OF HIGH – FREQUENCY GROUND MOTIONS BASED ON SEISMOLOGICAL MODELS OF THE RADIATED SPECTRA", Bulletin of the Seismological Society of America, Vol.73, No.6, pp.1865-1894.
- BOORE, D. M. and J. BOATWRIGHT(1984), "AVERAGE BODY-WAVE RADIATION COEFFICIENTS", Bulletin of the Seismological Society of America, Vol.74, No.5, pp. 1615-1621.
- Campillo, M., J. C. Gariel, K. Aki, and F. J. Sánchez-Sesma(1989), "Destructive strong ground motion in Mexico city: Source, path, and site effects during great 1985 Michoacán earthquake", Bulletin of the Seismological Society of America, Vol.79, No. 6, pp.1718-1735.
- Dan, K., and T. Sato(1999), "A Semi-empirical Method for Simulating Strong Ground Motions Based on Variable-Slip Rupture Models for Large Earthquakes", Bulletin of the Seismological Society of America, Vol.89, No.1, pp.36-53.
- Delouis, B., J-M. Nocquet, and M. Vallée(2010), "Slip distribution of the February 27, 2010 Mw = 8.8 Maule Earthquake, central Chile, from static and high - rate GPS, InSAR, and broadband teleseismic data", Geophysical Research Letters, Vol. 37, L17305.
- FUJII, Y., M. MATSU'URA(2000), "Regional Difference in Scaling Laws for Large Earthquakes and its Tectonic Implication", Pure Appl. Geophys., Vol.157, pp.2283-2302.
- Fujii, Y., and K. Satake(2007), "Tsunami Source of the 2004 Sumatra–Andaman Earthquake Inferred from Tide Gauge and Satellite Data", Bulletin of the Seismological Society of America, Vol.97, No.1A, pp.S192-S207.
- Fujii, Y., and K. Satake(2013), "Slip Distribution and Seismic Moment of the 2010 and 1960 Chilean Earthquakes Inferred from Tsunami Waveforms and Coastal Geodetic Data", Pure Appl. Geophys, 170, pp.1493-1509.
- GARDNER, G. H. F., L. W. GARDNER, and A. R. GREGORY(1974), "FORMATION VELOCITY AND DENSITY – THE DIAGNOSTIC BASICS FOR STRATIGRAPHIC TRAPS", GEOPHYSICS, Vol.39, No.6, pp.770-780.
- GELLER, R. J.(1976), "SCALING RELATIONS FOR EARTHQUAKE SOURCE PARAMETERS AND MAGNITUDES", Bulletin of the Seismological Society of America, Vol.66, No.5,pp.1501-1523.
- Guilbert, J., J. Vergoz, E. Schissele ´, A. Roueff, and Y. Cansi(2005), "Use of hydroacoustic and seismic arrays to observe rupture propagation and source extent of the Mw = 9.0 Sumatra earthquake ", GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, VOL. 32, L15310.

# プレート間地震の地震動評価 参考文献 (6)

- Hamada, Y., A. Sakaguchi, W. Tanikawa, A. Yamaguchi, J. Kamed, and G. Kimura(2015), "Estimation of slip rate and fault displacement during shallow earthquake rupture in the Nankai subduction zone", Earth, Planets and Space, 67:39.
- Hayes, G. P. (2011), "Rapid source characterization of the 2011 Mw 9.0 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake", Earth Planets Space, 63, pp.529–534.
- Hayes, G. P., E. Bergman, K. L. Johnson, H. M. Benz, L. Brown, and A. S. Meltzer(2013), "Seismotectonic framework of the 2010 February 27Mw 8.8 Maule, Chile earthquake sequence", Geophysical Journal International.
- Hisada, Y. (1994), "An Efficient Method for Computing Green's Functions for a Layered Half-Space with Sources and Receivers at Close Depths", Bulletin of the Seismological Society of America, Vol.84, No.5, pp.1456-1472.
- Hisada, Y. (2000), "A hybrid method for predicting strong ground motions at broad-frequencies near M8 earthquakes in subduction zones", 12th World Conference on Earthquake Engineering, CD-ROM.
- Hoechner, A., A. Y. Babeyko, and S. V. Sobolev(2008), "Enhanced GPS inversion technique applied to the 2004 Sumatra earthquake and tsunami", GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, Vol.35, L08310.
- Holdahl, S. R., and J. Sauber(1994), "Coseismic Slip in the 1964 Prince William Sound Earthquake:A New Geodetic Inversion", Pure Appl. Geophys, Vol. 142, No.1, pp.55-82.
- Honda, R., Y. Yukutake, H. Ito, M. Harada, T. Aketagawa, A. Yoshida, S. Sakai, S. Nakagawa, N. Hirata, K. Obara, and H. Kimura(2011), "A complex rupture image of the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake revealed by the MeSO-net", Earth Planets Space, Vol.63, pp.583–588.
- Ichinose, G., P. Somerville, H. K. Thio, R. Graves, and D. O'Connell(2007), "Rupture process of the 1964 Prince William Sound, Alaska, earthquake from the combined inversion of seismic, tsunami, and geodetic data", JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL.112, B07306.
- Ito, Y., and K. Obara(2006a), "Dynamic deformation of the accretionary prism excites very low frequency earthquakes", GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, VOL.33, L02311.
- Ito, Y., and K. Obara(2006b), "Very low frequency earthquakes within accretionary prisms are very low stress-drop earthquakes", GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, VOL.33, L09302.
- Kamae, K., and K. Irikura(1992), "Prediction of site-specific strong ground motion using semi-empirical methods", Earthquake Engineering, Tenth World Conference, pp.801-806.
- Kamae, K., and H. Kawabe(2004), "Source model composed of asperities for the 2003 Tokachi-oki, Japan, earthquake ( $M_{JMA}=8.0$ ) estimated by the empirical Green's function method", Earth Planets Space, Vol.56, pp.323–327.
- Kamae, K.(2006), "Source modeling of the 2005 off-shore Miyagi prefecture, Japan, earthquake( $M_{JMA}=7.2$ ) using the empirical Green's function method", Earth Planets Space, Vol.58, pp.1561–1566.
- Kanamori, H.(1977), "The Energy Release in Great Earthquakes", JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL.82, No.20, pp.2981-2987.
- Kanno, T., A. Narita, N. Morikawa, H. Fujiwara, and Y. Fukushima(2006), "A new attenuation relation for strong ground motion in Japan based on recorded data", Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 96, No. 3, pp. 879–897.
- Kiser, E., and M. Ishii(2011), "The 2010 Mw 8.8 Chile earthquake: Triggering on multiple segments and frequency - dependent rupture behavior", GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, VOL.38, L07301.
- Koketsu, K.(2012), "SEISMOLOGICAL AND GEODETIC ASPECTS OF THE 2011 TOHOKU EARTHQUAKE AND GREAT EAST JAPAN EARTHQUAKE DISASTER", Proceedings of the International Symposium on Engineering Lessons Learned from the 2011 Great East Japan Earthquake, March 1-4, 2012, Tokyo, Japan.

# プレート間地震の地震動評価 参考文献 (7)

- Koper, K. D., A. R. Hutko, T. Lay, and O. Sufri(2012), "Imaging short-period seismic radiation from the 27 February 2010 Chile ( $M_w$ 8.8) earthquake by back-projection of P, PP, and PKIKP waves", JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL.117, B02308.
- Kurahashi, S., and K. Irikura(2011), "Source model for generating strong ground motions during the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake", Earth Planets Space, Vol.63, pp.571-576.
- Kurahashi, S. and K. Irikura(2013), "Short-Period Source Model of the 2011 Mw 9.0 Off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake", Bulletin of the Seismological Society of America, Vol.103, pp.1373-1393.
- Lay, T., C. J. Ammon, H. Kanamori, K. D. Koper, O. Sufri, and A. R. Hutko(2010), "Teleseismic inversion for rupture process of the 27 February 2010 Chile ( $M_w$  8.8) earthquake", GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, VOL. 37, L13301.
- Lay, T., C. J. Ammon, H. Kanamori, L. Xue, and M. J. Kim(2011), "Possible large near-trench slip during the 2011 Mw 9.0 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake", Earth Planets Space, Vol.63, pp.687–692.
- Lay, T., H. Kanamori, C. J. Ammon, K. D. Koper, A. R. Hutko, L. Ye, H. Yue, and T. M. Rushing(2012), "Depth-varying rupture properties of subduction zone megathrust faults", JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, Vol.117, B04311.
- Mendoza. C., and S. H. Hartzell(1989), "Slip Distribution of the 19 September 1985 Michoacan, Mexico, Earthquake: Near-source and Teleseismic Constraints", Bulletin of the Seismological Society of America, Vol.79, No.3, pp.655–669.
- Mendoza. C., S. Hartzell, and T. Monfret (1994), "Wide-band analysis of the 3 March 1985 Central Chile earthquake—overall source process and rupture history", Bulletin of the Seismological Society of America, Vol.84, No.2, pp.269–283.
- Moore, G. F., N. L. Bangs, A. Taira, S. Kuramoto, E. Pangborn, and H. J. Tobin(2007), "Three-Dimensional Splay Fault Geometry and Implications for Tsunami Generation", Science 16 Nov. 2007, Vol.318, Issue 5853, pp.1128-1131.
- Noda, S., K. Yashiro, K. Takahashi, M. Takemura, S. Ohno, M. Tohdo, and T. Watanabe(2002), "RESPONSE SPECTRA FOR DESIGN PURPOSE OF STIFF STRUCTURES ON ROCK SITES", The OECD-NEA Workshop on the Relations between Seismological Data and Seismic Engineering Analyses, Oct.16-18, Istanbul.
- Obana, K., S. Kodaira, and Y. Kaneda(2004), "Microseismicity around rupture area of the 1944 Tonankai earthquake from ocean bottom seismograph observations", Earth and Planetary Science Letters 222, pp.561-572.
- Obara, K., T. Matsuzawa, S. Tanaka, T. Kimura, and T. Maeda(2011), "Migration properties of non - volcanic tremor in Shikoku, southwest Japan", GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, VOL.38, L09311.
- Plafker, G.(1965), "Tectonic Deformation Associated with the 1964 Alaska Earthquake", Science, Vol.148, No.3678, pp.1675-1687.
- Pulido, N., Y. Yagi, H. Kumagai, and N. Nishimura(2011), "Rupture process and coseismic deformations of the 27 February 2010 Maule earthquake, Chile", Earth Planets Space, Vol.63, pp.955-959.
- PULIDO, N., T. SEKIGUCHI, G. SHOJI, J. ALBA, F. LAZARES, and T. SAITO, "Earthquake Source Process and Strong Ground Motions of the 2010 Chile Mega-Earthquake", 1996～2010年間に国内外で生じた主要地震による被害報告書 ([http://www.jsce.or.jp/library/eq\\_repo/Vol3/13/20100227chile\\_report1.pdf](http://www.jsce.or.jp/library/eq_repo/Vol3/13/20100227chile_report1.pdf) ) 。
- Pulido, N., Y. Yagi, H. Kumagai, and N. Nishimura(2011), "Rupture process and coseismic deformations of the 27 February 2010 Maule earthquake, Chile", Earth Planets Space, 63, pp.955-959.
- Rhie, J., D. Dreger, R. Burgmann, and B. Romanowicz(2007), "Slip of the 2004 Sumatra–Andaman Earthquake from Joint Inversion of Long-Period Global Seismic Waveforms and GPS Static Offsets", Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 97, No. 1A, pp. S115-S127.

# プレート間地震の地震動評価 参考文献 (8)

- Ruiz, S., R. Madariaga, M. Astroza, G. R. Saragoni, M. Lancieri, C. Vigny, and J. Campos (2012), "Short-Period Rupture Process of the 2010 Mw 8.8 Maule Earthquake in Chile", *Earthquake Spectra*, Vol.28, No.S1, pp.S1–S18.
- Sakaguchi, A., F. Chester, D. Curewitz, O. Fabbri, D. Goldsby, G. Kimura, C.-F. Li, Y. Masaki, E. J. Screaton, A. Tsutsumi, K. Ujiie, and A. Yamaguchi(2011), "Seismic slip propagation to the updip end of plate boundary subduction interface faults: Vitrinite reflectance geothermometry on Integrated Ocean Drilling Program NanTro SEIZE cores", *Geology*, Vol.39, No.4, pp.395-398.
- Satoh, T., H. Kawase, and T. Sato(1997), "Statistical Spectral Model of Earthquakes in the Eastern Tohoku District, Japan, Based on the Surface and Borehole Records Observed in Sendai ", *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol. 87, No. 2, pp. 446-462.
- Shao, G., X. Li, C. Ji, and T. Maeda(2011), "Focal mechanism and slip history of the 2011 Mw 9.1 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake, constrained with teleseismic body and surface waves", *Earth Planets Space*, Vol.63, pp.559–564.
- Somerville, P., K. Irikura, R. Graves, S. Sawada, D. Wald, N. Abrahamson, Y. Iwasaki, T. Kagawa, N. Smith, and A. Kowada(1999), "Characterizing Crustal Earthquake Slip Models for the Prediction of Strong Ground Motion", *Seismological Research Letters*, Vol.70, No.1, pp.59-80.
- Suzuki, W., and T. Iwata(2007), "Source model of the 2005 Miyagi-Oki, Japan, earthquake estimated from broadband strong motions", *Earth Planets Space*, Vol.59, pp.1155–1171.
- Valle´e, M.(2007), "Rupture properties of the giant Sumatra earthquake imaged by empirical green's function analysis", *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol.97, No.1A, pp.S103–S114.
- Vigny, C., A. Socquet, S. Peyrat, J.-C. Ruegg, M. Métois, R. Madariaga, S. Morvan, M. Lancieri, R. Lacassin, J. Campos, D. Carrizo, M. Bejar-Pizarro, S. Barrientos, R. Armijo, C. Aranda, M.-C. Valderas-Bermejo, I. Ortega, F. Bondoux, S. Baize, H. Lyon-Caen, A. Pavez, J. P. Vilotte, M. Bevis, B. Brooks, R. Smalley, H. Parra, J.-C. Baez, M. Blanco, S. Cimbaro, and E. Kendrick(2011), "The 2010 Mw 8.8 Maule Megathrust Earthquake of Central Chile, Monitored by GPS", *SCIENCE* VOL.332, pp.1417-1421.
- Wallace, L. M., E. Araki, D. Saffer, X. Wang, A. Roesner, A. Kopf, A. Nakanishi, W. Power, R. Kobayashi, C. Kinoshita, S. Toczko, T. Kimura, Y. Machida, and S. Carr(2016), "Near-field observations of an offshore Mw 6.0 earthquake from an integrated seafloor and subseafloor monitoring network at the Nankai Trough, southwest Japan", *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, Vol.121, pp.8338-8351.
- Wang, D., and J. Mori(2011), "Frequency - dependent energy radiation and fault coupling for the 2010 Mw8.8 Maule, Chile, and 2011 Mw9.0 Tohoku, Japan, earthquakes", *GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS*, VOL. 38, L22308.
- Yokota, Y., K. Koketsu, Y. Fujii, K. Satake, S. Sakai, M. Shinohara, and T. Kanazawa(2011), " Joint inversion of strong motion, teleseismic, geodetic, and tsunami datasets for the rupture process of the 2011 Tohoku earthquake ", *GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS*, VOL. 38, L00G21.
- Yoshida, K., K. Miyakoshi, and K. Irikura(2011), "Source process of the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake inferred from waveform inversion with long-period strong-motion records", *Earth Planets Space*, Vol.63, pp.577–582.
- Yoshida, Y., H. Ueno, D. Muto, and S. Aoki(2011), "Source process of the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake with the combination of teleseismic and strong motion data", *Earth Planets Space*, 63, pp.565-569.
- Yoshimoto, M., and Y. Yamanaka(2014), "Teleseismic inversion of the 2004 Sumatra-Andaman earthquake rupture process using complete Green's functions", *Earth, Planets and Space* 2014, 66:152.
- Yue, H., T. Lay, L. Rivera, C. An, C. Vigny, X. Tong, and J. C. B. Soto(2014), "Localized fault slip to the trench in the 2010 Maule, Chile Mw = 8.8 earthquake from joint inversion of high-rate GPS, teleseismic body waves, InSAR, campaign GPS, and tsunami observations", *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, Vol.119, pp.7786-7804.

# プレート間地震の地震動評価 参考文献（9）

- Zhao, J. X., J. Zhang, A. Asano, Y. Ohno, T. Oouchi, T. Takahashi, H. Ogawa, K. Irikura, H. K. Thio, P. G. Somerville, Y. Fukushima, and Y. Fukushima(2006), "Attenuation Relations of Strong Ground Motion in Japan Using Site Classification Based on Predominant Period", Bulletin of the Seismological Society of America, 96, pp.898 -913.



# 海洋プレート内地震の地震動評価 参考文献 (1)

## [和文]

- 新井 健介, 壇 一男, 石井 透, 花村 正樹, 藤原 広行, 森川 信之(2015)「強震動予測のためのスラブ内地震の断層パラメータ設定方法の提案」『日本建築学会構造系論文集』Vol. 80, No.716, pp.1537-1547。
- 浅野公之, 岩田知孝, 入倉孝次郎(2004)「2003年5月26日に宮城県沖で発生したスラブ内地震の震源モデルと強震動シミュレーション」『地震 第2輯』第57巻, pp.171-185。
- 浅野公之, 岩田知孝(2010)「経験的グリーン関数法による2009年8月11日駿河湾の地震 ( $M_{JMA} 6.5$ ) の震源モデルの推定と強震動シミュレーション」『北海道大学地球物理学研究報告』No.73, pp.137-147。
- 碓京子(1991)「伊豆・小笠原弧,西七島海嶺 - 複合古島弧の可能性 - 」『地学雑誌』100(4), pp.475-486。
- 池田孝, 加藤研一, 武村雅之(2002)「2001年芸予地震の高振動数成分の励起特性」『第11回日本地震工学シンポジウム梗概集』pp.119-124。
- 池田孝, 武村雅之, 加藤研一(2002)「強震記録に基づく北海道周辺のやや深発地震の高振動数成分の励起特性」『日本建築学会構造系論文集』第560号, pp.67-73, 2002年10月。
- 池田孝, 武村雅之, 加藤研一(2003)「強震記録に基づく東北地方周辺のやや深発地震の高振動数成分の励起特性」『日本建築学会構造系論文集』第572号, pp.39-46, 2003年10月。
- 池田孝, 武村雅之, 加藤研一(2004)「強震記録に基づくフィリピン海プレート内で発生するスラブ内地震の高振動数成分の励起特性 - 北海道・東北地方のスラブ内地震との比較 - 」『日本建築学会構造系論文集』第586号, pp.53-61, 2004年12月。
- 池田孝, 武村雅之(2003)「2003年5月26日宮城県沖の地震の高振動数成分の励起特性 - 過去に発生した北海道・東北地方のやや深発地震との比較 - 」『日本地震工学会・大会 - 2003梗概集』pp.特108-109。
- 池田孝(2005)「2004年紀伊半島南東沖の地震における高振動数成分の励起特性 - 他の地域で発生した大規模スラブ内地震との比較 - 」『日本建築学会大会学術講演梗概集』pp.107-108, 2005年9月。
- 池田孝(2010)「観測記録に基づいたスラブ内地震の短周期レベル」『北海道大学地球物理学研究報告』No.73, pp.71-85。
- 池田孝(2010)「2009年8月に駿河湾で発生したスラブ内地震の高振動数成分の励起特性」『第13回日本地震工学シンポジウム梗概集』pp.289-296。
- 今村明恒(1913)「明治四十四年ノ喜界島地震」『震災予防調査会報告』77, pp.88-102。
- 岩田知孝, 浅野公之(2010)「強震動予測のためのスラブ内地震の特性化震源モデルの構築」『北海道大学地球物理学研究報告』73, pp.129-135。
- 岩本健吾, 後藤和彦(2013)「1911年に喜界島近海で発生した巨大地震(M8.0)に伴う津波の聞き取り調査」『日本地球惑星科学連合2003年大会予稿集』SSS31-P37 (<http://www2.jpgu.org/meeting/2013DVD/2013/html/start.html>) 。
- 上野寛, 迫田浩司, 吉田康宏(2009)「近地強震波形を用いた駿河湾の地震 (平成21年8月11日 ;  $Mj6.5$ ) の震源過程解析」『日本地震学会講演予稿集 2009年度秋季大会』P1-19, p.160。
- 宇佐美龍夫(2010)『わが国の歴史地震の震度分布・等震度線図 (改訂版)』社団法人日本電気協会。
- 宇佐美龍夫, 石井寿, 今村隆正, 武村雅之, 松浦律子(2013)『日本被害地震総覧599 - 2012』東京大学出版会。
- 内山泰生, 翠川三郎(2006)「震源深さの影響を考慮した工学的基盤における応答スペクトルの距離減衰式」『日本建築学会構造系論文集』第606号, pp.81-88。
- 宇津徳治(1979)「1 2 . 1885年~1925年の日本の地震活動—M6以上の地震および被害地震の再調査—」『地震研究所彙報』Vol.54, pp.253-308。
- 宇津徳治(1982)「日本付近のM6.0以上の地震および被害地震の表 : 1885~1980年」『地震研究所彙報』57, pp.401-463。

# 海洋プレート内地震の地震動評価 参考文献 (2)

- 宇津徳治, 嶋悦三, 吉井敏尅, 山科健一郎編(2001)『地震の事典[第2版]』朝倉書店。
- 大森房吉(1911)「明治四十四六月十五日北部琉球の激震」『気象集誌』30, pp.282-285。
- 沖野郷子(1999)『Evolution of the backarc basins in the Philippine (Abstract\_要旨)』 (<http://hdl.handle.net/2433/182468>)。
- 海洋研究開発機構(2007)『伊豆・小笠原海域における地殻生成に関する新しい発見～我が国の大陸棚延伸に関する科学的根拠～』プレスリリース ([https://www.jamstec.go.jp/j/about/press\\_release/20071101/](https://www.jamstec.go.jp/j/about/press_release/20071101/))。
- 海洋研究開発機構『地殻構造探査データベースサイト』 ([http://www.jamstec.go.jp/jamstec-j/IFREE\\_center/](http://www.jamstec.go.jp/jamstec-j/IFREE_center/))。
- 海洋研究開発機構, 電力中央研究所(2011)「地震を引き起こす要因となる断層潤滑効果を岩石摩擦実験で確認 - 大地震発生プロセスの解明へ前進 - 」プレスリリース ([http://www.jamstec.go.jp/j/about/press\\_release/20110412\\_2/](http://www.jamstec.go.jp/j/about/press_release/20110412_2/))。
- 海洋研究開発機構「地殻構造」『東海、東南海、南海地震連動性評価研究』 (<https://www.jamstec.go.jp/donet/j/rendou/kouzou.html>)。
- 笠原順三, 鳥海光弘, 河村雄行 (2003)『地震発生と水-地球と水のダイナミクス-』東京大学出版会。
- 加藤愛太郎, 酒井慎一, 金沢敏彦, 岩崎貴哉(2009)「2009年8月11日駿河湾地震はフィリピン海スラブ内で発生したのか?」『日本地震学会講演予稿集 2009年度秋季大会』P1-04, p.152。
- 片岡正次郎, 佐藤智美, 松本俊輔, 日下部毅明(2006)「短周期レベルをパラメータとした地震動強さの距離減衰式」『土木学会論文集』Vol.62, No.4, pp.740-757。
- 勝又護, 徳永規一(1971)「震度IVの範囲と地震の規模および震度と加速度の対応」『験震時報』第36巻, 第3,4号, pp.1-8。
- 川辺秀憲, 上林宏敏, 釜江克宏(2009)「2009年駿河湾の地震 (Mj6.5) の震源のモデル化」『日本地震学会講演予稿集 2009年度秋季大会』A11-09, p.7。
- 神田克久, 武村雅之(2013)「南海トラフ沿いの沈み込むスラブ内で発生した歴史地震の震度による地震規模推定」『歴史地震』第28号, pp.35-48。
- 神田克久, 武村雅之, 高橋利昌, 浅野彰洋, 大内泰志, 川崎真治, 宇佐美龍夫(2008)「豊後水道近傍で発生した歴史的被害地震の地震規模」『地震 第2輯』第60巻, 第4号, pp.225-242, 2008年3月。
- 気象庁 沖縄気象台(2007)「10 - 2 沖縄地方とその周辺の地震活動 (2006年11月～2007年4月)」『地震予知連絡会会報』国土地理院, 第78巻。
- 気象庁, 消防庁(2009)『震度に関する検討会報告書』平成21年3月。
- 気象庁(2012)「2011年8月1日の駿河湾の地震 (M6.2) について」『地震予知連絡会会報』6-2, pp.264-269。
- 気象庁(2013)『地震・火山月報 (カタログ編)』平成25年3月。
- 気象庁(2015)『平成27年5月30日20時34分頃の小笠原諸島西方沖の地震について』 (<http://www.jma.go.jp/jma/press/1505/30b/kaisetsu201505302230.pdf>)。
- 気象庁『地震・火山月報 (防災編)』。
- 気象庁『震度データベース』 (<http://www.data.jma.go.jp/svd/eqdb/data/shindo/index.php>)。
- 気象庁『8月11日駿河湾の地震 (DD法)』 ([http://www.jishin.go.jp/main/chousa/09sep\\_suruga-wan/p03.htm](http://www.jishin.go.jp/main/chousa/09sep_suruga-wan/p03.htm))。
- 気象庁地震予知情報課(2001)「8 - 2 「平成13年(2001年)芸予地震」(2001年3月24日M6.7)」『地震予知連絡会会報』66, pp472-479。
- 気象庁気象研究所地震火山研究部弘瀬冬樹 (<http://www.mri-jma.go.jp/Dep/sv/2ken/fhiroise/index.html>)。
- 木村学(2002)『プレート収束帯のテクトニクス学』東京大学出版会, p.75。
- 倉橋奨, 入倉孝次郎, 宮腰研(2009)「近地強震記録を用いた2009年駿河湾を震源とする地震の震源モデルの構築と強震動シミュレーション」『日本地震工学会・大会 - 2009梗概集』pp.216-217。

# 海洋プレート内地震の地震動評価 参考文献 (3)

- 国土地理院(2008)「7月16日 京都府沖の深発地震」『地震予知連絡会会報』第79巻, pp.538。
- 後藤和彦, 八木原寛, 平野舟一郎, 森脇健(2008)「喜界島-奄美大島域に発生した地震の震源再決定」『日本地球惑星科学連合2008年大会予稿集』P143-P012 (<http://www2.jpgu.org/meeting/2008/index.htm>)。
- 後藤和彦(2013)「1911年に喜界島近海で発生した巨大地震の震源位置の再評価」『地震 第2輯』第65巻, pp. 231-242。
- 笹谷努, 森川信之, 前田宜浩(2006)「スラブ内地震の震源特性」『北海道大学地球物理学研究報告』No.69, pp.123-134。
- 佐藤智美(2010)「スペクトルインバージョンと経験的グリーン関数法に基づく2009年駿河湾の地震の震源モデルの推定」『日本建築学会構造系論文集』第75巻, 第658号, pp.2153-2162。
- 佐藤良輔, 阿部勝征, 岡田義光, 島崎邦彦, 鈴木保典(1989)『日本の地震断層のパラメータ・ハンドブック』鹿島出版会。
- 地震調査委員会(2008)『全国を概観した地震動予測地図 2008年版』平成20年4月24日。
- 地震調査委員会(2009)『全国地震動予測地図』平成21年7月21日。
- 地震調査委員会(2013)『南海トラフの地震活動の長期評価(第二版)について』。
- 地震調査委員会(2014)『全国地震動予測地図 2014年版 ~全国の地震動ハザードを概観して~』平成26年12月19日。
- 地震調査委員会(2017)『全国地震動予測地図 2017年版』平成29年4月27日。
- 地震調査研究推進本部「九州・パラオ海嶺」『用語集』 ([http://www.jishin.go.jp/main/herpnews/series/2013/aug/yogo08/yogo\\_08.html](http://www.jishin.go.jp/main/herpnews/series/2013/aug/yogo08/yogo_08.html))。
- 地震調査研究推進本部「プレートテクトニクス」『用語集』 (<http://www.jishin.go.jp/main/yogo/e.htm#plate>)。
- 芝良昭, 佐藤浩章(2007)「紀伊半島沖で発生する地震群の震源特性および伝播経路特性の解明」『電力中央研究所報告』研究報告: N07007, 平成19年10月。
- 芝良昭, 佐藤浩章, 栗山雅之(2010)「岩盤上観測記録に基づく2009年駿河湾の地震の強震動特性と震源過程」『電力中央研究所報告』研究報告: N09008, 平成22年4月。
- 芝良昭, 野口科子(2014)「広帯域地震動を規定する震源パラメータの統計的特性—震源インバージョン解析に基づく検討—」『電力中央研究所報告研究報告』N11054。
- 鈴木亘, 青井真, 関口春子(2009)「近地強震記録による2009年8月11日駿河湾の地震の震源過程」『日本地震学会講演予稿集 2009年度秋季大会』A11-06, p.5。
- 関口春子・岩田知孝(2002)「2001年芸予地震の破壊過程と強震動」『月刊地球』号外38, pp. 239-246。
- 瀬野徹三(2001)『続プレートテクトニクスの基礎』朝倉書店。
- 瀬野徹三(2005)「世界のプレート運動」『地学雑誌』114(3), pp.350-366。
- 高木圭介, 青池寛, 小山真人(1993)「15~10Ma前後の伊豆・小笠原弧北端部で何が起こったか」『地学雑誌』102(3), pp.252-263。
- 高橋成実(1997)「地震探査による海洋における地殻構造の解明—伊豆小笠原島弧を例にして—」『構造地質研究会誌』第42号, pp.31-40。
- 高橋成美, 小平秀一, 佐藤壮, 山下幹也, 海宝由佳, 三浦誠一, 野徹雄, 瀧澤薫, 野口直人, 下村典夫, 金田義行(2015)「伊豆・小笠原島弧の速度構造」『地学雑誌』124(5), pp.813-827。
- 高橋正樹(2000)『島弧・マグマ・テクトニクス』東京大学出版会。
- 巽好幸(2011)『地球の中心で何が起きているのか 地殻変動のダイナミズムと謎』幻冬社新書。
- 田中喜年, 飯塚正城, 河原木一, 道順茂, 加藤正治, 阿部則幸, 松本正純(2008)「九州・パラオ海嶺 (KPr 1, KPr 2, SPr 1 0) 及び南大東海盆—大東海嶺—九州・パラオ海嶺横断測線 (DAr 5) における精密地殻構造調査」『海洋情報部技報』Vol. 26, pp.85-99。

# 海洋プレート内地震の地震動評価 参考文献（４）

- ・ 壇一男, 渡辺基史, 佐藤俊明, 石井透(2001)「断層の非一様すべり破壊モデルから算定される短周期レベルと半経験的波形合成法による強震動予測のための震源断層のモデル化」『日本建築学会構造系論文集』第545号, pp.51-62, 2001年7月。
- ・ 壇一男, 武藤尊彦, 宮腰淳, 渡辺基史(2006)「スラブ内地震による強震動を予測するための特性化震源モデルの設定方法」『日本建築学会構造系論文集』第600号, pp.35-42。
- ・ 平朝彦, 末広潔, 廣井美邦, 巽好幸, 高橋正樹, 小屋口剛博, 嶋本利彦(2010)『新装版地球惑星科学8 地殻の形成』岩波書店。
- ・ 地域地盤環境研究所(2010)『平成21年8月11日駿河湾の地震時に浜岡原子力発電所で観測された地震動の分析業務 報告書』平成22年3月。
- ・ 中央防災会議(2004)『首都直下地震対策専門調査会（第12回） 地震ワーキンググループ報告書』平成16年11月17日。
- ・ 都司嘉宣(1997)「1995年奄美大島近海地震による地震および津波被害について」『地学雑誌』106(4), pp.486-502。
- ・ 東海・東南海・南海地震の連動性評価プロジェクト(2009)「サブプロジェクト 1 の研究成果の活用および地域研究会の開催」『連動性を考慮した地震動・津波予測及び地震・津波被害予測研究 平成20年度報告書』。
- ・ 東京大学地震研究所『2009年8月11日 駿河湾の地震』（[http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/topics/200908\\_Tokai/](http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/topics/200908_Tokai/)）。
- ・ 徳山英一, 本座栄一, 木村政昭, 倉本真一, 芦寿一郎, 岡村行信, 荒戸裕之, 伊藤康人, 徐垣, 日野亮太, 野原壯, 阿部寛信, 坂井眞一, 向山建二郎(2001)「日本周辺海域の中新世最末期以降の構造発達史付図 日本周辺海域の第四紀地質構造図」『海洋調査技術』第13巻, 第1号, 海洋調査技術学会。
- ・ 内閣府(2011)『第3回会合南海トラフの巨大地震モデル検討会資料（金田委員提供資料）』（平成23年10月25日）,南海トラフの巨大地震モデル検討会。
- ・ 内閣府(2012)『南海トラフの巨大地震モデル検討会（第二次報告）強震断層モデル編—強震断層モデルと震度分布について—』（平成24年8月29日）南海トラフの巨大地震モデル検討会。
- ・ 中田高, 徳山英一, 隈元崇, 渡辺満久, 鈴木康弘, 後藤秀昭, 西澤あずさ, 松浦律子(2013)「南海トラフ南方の銭洲断層と1498年明応地震」『日本地球惑星科学連合2013年大会予稿集』SSS35-05（<http://www2.jpgu.org/meeting/2013DVD/2013/html/start.html>）。
- ・ 長宗留男(1987)「九州—琉球列島における稍深発地震とテクトニクス」『地震 第2輯』第40巻, pp.417-423。
- ・ 羽鳥徳太郎(1985)「九州東部沿岸における歴史津波の現地調査—1662年寛文・1769年明和日向灘および1707年宝永・1854年安政南海道津波—」『地震研究所彙報』Vol. 60, pp.439-459。
- ・ 長谷川昭, 海野徳仁, 高木章雄, 鈴木貞臣, 本谷義信, 亀谷悟, 田中和夫, 澤田義博(1983)「北海道および東北地方における微小地震の震源分布—広域の験震データの併合処理—」『地震 第2輯』第36巻, pp.129-150。
- ・ 長谷川昭, 中島淳一, 内田直希, 広瀬冬樹, 北佐枝子, 松澤暢（2010）「日本列島下のスラブの三次元構造と地震活動」『地学雑誌』119(2), pp.190-204。
- ・ 平田大二, 山下浩之, 川手新一(2008)「伊豆・小笠原弧北端部、箱根火山周辺の地形・地質テクトニクス」『神奈川博調査研報（自然）』13, pp.1-12。
- ・ 弘瀬冬樹, 中島淳一, 長谷川昭(2007)「Double-Difference Tomography法における西南日本の3次元地震波速度構造およびフィリピン海プレートの形状の推定」『地震 第2輯』第60巻, pp.1-20。
- ・ 防災科学技術研究所「AQUAシステムメカニズム解カタログ」『Hi-net好感度地震観測網』（[http://www.hinet.bosai.go.jp/AQUA/aqua\\_catalogue.php?LANG=ja](http://www.hinet.bosai.go.jp/AQUA/aqua_catalogue.php?LANG=ja)）。
- ・ 防災科学技術研究所「地震のメカニズム情報 月別リスト」『F-net広帯域地震観測網』（<http://www.fnet.bosai.go.jp/event/joho.php?LANG=ja>）。
- ・ 防災科学技術研究所「Topics 2001年 静岡県中部の地震活動」（<http://www.hinet.bosai.go.jp/topics/shizuoka010403/>）。
- ・ 防災科学技術研究所「Topics 2009年8月11日駿河湾の地震」（<http://www.hinet.bosai.go.jp/topics/suruga-bay090811/>）。

# 海洋プレート内地震の地震動評価 参考文献（5）

- 松浦律子, 中村操, 茅野一郎, 唐鎌郁夫(2003)「震度分布にもとづく江戸時代の4 地震の震源域と規模の再検討（概報）： 1662 年日向灘・1769 年日向・豊後・1847 年善光寺地震・1861 年宮城の4地震について」『歴史地震』第 19 号, pp.53-61。
- 松崎伸一, 大野裕記, 池田倫治, 福島美光(2003)「震源分布からみた伊予灘周辺フィリピン海プレートの形状および地震特性」『地震第2輯』第56巻, pp.267-279。
- 村松郁栄(1969)「震度分布と地震のマグニチュードとの関係」『岐阜大学教育学部研究報告』自然科学, 第4巻, 第3号, pp.168-176。
- 森川信之, 笹谷努, 藤原広行(2002)「経験的グリーン関数法によるスラブ内地震の震源モデルの構築」『第11回日本地震工学シンポジウム』pp.133-138。
- 横田裕輔, 瀬瀬一起, 三宅弘恵, 塚越大, 石瀬素子, 坂上実(2009)「2009年駿河湾の地震の強震動と震源過程」『日本地震学会講演予稿集 2009年度秋季大会』A11-08, p.6。
- 渡辺偉夫(1998)『日本被害津波総覧（第2版）』東京大学出版会。

# 海洋プレート内地震の地震動評価 参考文献 (6)

[英文]

- Alaska Earthquake Information Center "THE SEQUENCE OF STRONG INTRASLAB EVENTS IN KODIAK ISLAND, ALASKA, IN 1999-2001".
- Asano, K., T. Iwata, and K. Irikura(2003), "Source characteristics of shallow intraslab earthquakes derived from strong-motion simulations", Earth Planets Space, 55, e5-e8.
- ASANO, K., T. IWATA, and K. IRIKURA(2004), "CHARACTERIZATION OF SOURCE MODELS OF SHALLOW INTRASLAB EARTHQUAKES USING STRONG MOTION DATA", 13th World Conference on Earthquake Engineering Vancouver, B.C., Canada, August 1-6, 2004, Paper No.835.
- Argus, D. F., R. G. Gordon, M. B. Heflin, C. Ma, R. J. Eanes, P. Willis, W. R. Peltier, and S. E. Owen(2010), "The angular velocities of the plates and the velocity of Earth's centre from space geodesy", Geophysical Journal International, Volume 180, Issue 3, pp.913–960, February 2010.
- BOORE, D. M. (1983), "STOCHASTIC SIMULATION OF HIGH – FREQUENCY GROUND MOTIONS BASED ON SEISMOLOGICAL MODELS OF THE RADIATED SPECTRA", Bulletin of the Seismological Society of America, Vol.73, No.6, pp.1865-1894.
- Braitenberg, C., S. Wienecke, and Y. Wang(2006), " Basement structures from satellite-derived gravity field: South China Sea ridge", JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL.111, B05407.
- BRIAIS, A., P. ATRIATA, and N. A. APPONNIER(1993), "Updated Interpretation of Magnetic Anomalies and Seafloor Spreading Stages in the South China Sea: Implications for the Tertiary Tectonic of Southeast Asia", JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL. 98, NO. B4, pp.6299-6328.
- BYERLEE, J.(1978 ), "Friction of Rocks", Pageoph, Vol. 116 (1978), Birkhauser Verlag, pp.615-626.
- Chang, C. P., J. Angelier, C. Y. Huang(2000), "Origin and evolution of a mélangé: the active plate boundary and suture zone of the Longitudinal Valley, Taiwan ", Tectonophysics, 325, pp.43–62.
- Cascadia Region Earthquake Workgroup(2008)"Cascadia Deep Earthquakes".
- Central Meteorological Observatory(1952), "The Catalogue of Major Earthquakes which occurred in Japan(1885-1950)", Seism. Bull. Cent. Meteor. Observatory, For the year 1950, pp.99-183.
- Cullen, A., P. Reemst, G. Henstra, S. Gozzard, and A. Ray(2010), "Rifting of the South China Sea: new perspectives", Petroleum Geoscience, Vol. 16, pp. 273-282.
- DeMets, C., R. G. Gordon, and D. F. Argus(2010), "Geologically current plate motions", Geophysical Journal International, Volume 181, Issue 1, April 2010.
- FUJII, Y. and M. MATSU'URA(2000), "Regional Difference in Scaling Laws for Large Earthquakes and its Tectonic Implication", Pure Appl. Geophys, Vol.157, pp.2283-2302.
- GARDNER, G. H. F., L. W. GARDNER, and A. R. GREGORY(1974), "FORMATION VELOCITY AND DENSITY – THE DIAGNOSTIC BASICS FOR STRATIGRAPHIC TRAPS", GEOPHYSICS, Vol.39, No. 6, pp.770-780.
- GAO Xiang, ZHANG Jian, SUN Yu-Jun, WU Shi-Guo(2012), " A SIMULATION STUDY ON THE THERMAL STRUCTURE OF MANILA TRENCH SUBDUCTION ZONE ", CHINESE JOURNAL OF GEOPHYSICS Vol.55, No.1, pp: 3545.
- GELLER, R. J. (1976), "SCALING RELATIONS FOR EARTHQUAKE SOURCE PARAMETERS AND MAGNITUDES", Bulletin of the Seismological Society of America, Vol.66, No.5, pp.1501-1523.
- Gutenberg, B. and C. F. Richter(1954), Seismicity of the Earth and Associated Phenomena 2<sup>nd</sup> Ed, Princeton Univ. Press, Princeton, N. J., pp.310.
- Heuret, A., and S. Lallemand(2005), "Plate motions, slab dynamics and back-arc deformation", Physics of the Earth and Planetary Interiors, 149, pp.31-51.
- Harada, S., K. Kamae, H. Kawabe, and H. Uebayashi(2012), "Source modeling of the off Miyagi Intraslab Earthquake ( $M_{JMA} = 7.1$ ) occurred on April 7", 15th World Conference on Earthquake Engineering.

# 海洋プレート内地震の地震動評価 参考文献 (7)

- Hisada, Y.(1994), "An Efficient Method for Computing Green's Functions for a Layered Half-Space with Sources and Receivers at Close Depths", Bulletin of the Seismological Society of America, Vol.84, No.5, pp.1456-1472.
- Housner, G.W.(1952), "Spectrum Intensity of Strong Motion Earthquakes", Proceedings of 1952 Symposium on Earthquake and Blast Effects on Structures, Earthquake Engineering Research Institute, pp.72-88.
- Hsu, S. K., Y.C. Yeh, W. B. Doo, and C. H. Tsai(2005), "New bathymetry and magnetic lineations identifications in the northernmost South China Sea and their tectonic implications", Marine Geophysical Researches, Springer, pp. 29-44.
- Ichinose, G. A., H. K. Thio, and P. G. Somerville(2004), " Rupture process and near-source shaking of the 1965 Seattle-Tacoma and 2001 Nisqually, intraslab earthquakes ", GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, VOL. 31, L10604.
- Ichinose, G. A., H. K. Thio, and P. G. Somerville(2006)," Moment Tensor and Rupture Model for the 1949 Olympia, Washington,Earthquake and Scaling Relations for Cascadia and Global Intraslab Earthquakes ", Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 96, No. 3, pp. 1029-1037.
- Kakehi, Y. (2004), "Analysis of the 2001 Geiyo, Japan, earthquake using high-density strong ground motion data: Detailed rupture process of a slab earthquake in a medium with a large velocity contrast", Journal of Geophysical Research, Vol. 109, B08306.
- Kanno, T., A. Narita, N. Morikawa, H. Fujiwara, and Y. Fukushima(2006), "A New Attenuation Relation for Strong Ground Motion in Japan Based on Recorded Data", Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 96, No. 3, pp. 879-897.
- Kawasumi, H.(1951), "Measure of Earthquake Danger and Expectancy of Maximum Intensity Throughout Japan as Inferred from the Seismic Activity in Historical Times", Bull. Earthq.Res. Inst., 29, pp.469-482.
- Kodaira, S., A. Nakanishi, J-O Park, A. Ito, T Tsuru, and Y. Kaneda(2003)" Cyclic ridge subduction at an inter-plate locked zone off central Japan", FRONTIER RESEARCH ON EARTH EVOLUTION, VOL. 1, pp.139-144.
- Kodaira, S., T. Iidaka, A. Kato, J. Park, T. Iwasaki, and Y. Kaneda(2004), " High Pore Fluid Pressure May Cause Silent Slip in the Nankai Trough", Science, Vol.304, pp 1295-1298.
- Kodaira, S., T. Sato, N. Takahashi, A. Ito, Y. Tamura, Y. Tatsumi, and Y. Kaneda(2007)" Seismological evidence for variable growth of crust along the Izu intraoceanic arc", JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL. 112, B05104.
- Kodaira, S., T. Sato, N. Takahashi, M. Yamashita, T. No, and Y. Kaneda(2008), "Seismic imaging of a possible paleoarc in the Izu-Bonin intraoceanic arc and its implications for arc evolution processes", Geochemistry Geophysics Geosystems, Vol.9, No.10.
- Lallemand, S., A. Heuret, and D. Boutelier(2005), "On the relationships between slab dip, back-arc stress, upper plate absolute motion, and crustal nature in subduction zones", Geochemistry Geophysics Geosystems, Volume 6, Number 9.
- LANGSTON, C. A., AND D. E. BLUM(1977), "THE APRIL 29, 1965, PUGET SOUND EARTHQUAKE AND THE CRUSTAL AND UPPER MANTLE STRUCTURE OF WESTERN WASHINGTON", Bulletin of the Seismological Society of America, Vol.67, No.3, pp.693-711.
- Li, J. B., W. W. Ding, Z. Y. Wu, J. Zhang, and Z. C. Dong(2012), "The propagation of seafloor spreading in the southwestern subbasin, South China Sea", Chinese Science Bulletin, Vol.57, No.24, pp.3182-3191.
- Li, Q, P. Wang , Q. Zhao, L. Shao , G. Zhong, J. Tian , X. Cheng, Z. Jian, and X. Su(2006), "A 33 Ma lithostratigraphic record of tectonic and paleoceanographic evolution of the South China Sea", Marine Geology 230, pp.217-235.
- MATSUZAKI, S., A. PITARKA, N. COLLINS, R. GRAVES, and Y. FUKUSHIMA(2010), "A Characteristic Rupture Model for the 2001 Geiyo, Japan Earthquake", Pure and Applied Geophysics, Published online: 24 April 2010.
- Miyoshi, T., T. Saito, and K. Shiomi(2012), "Waveguide effects within the Philippine Sea slab beneath southwest Japan inferred from guided *SP converted waves* ", Geophysical Journal International , 189, pp.1075-1084.

# 海洋プレート内地震の地震動評価 参考文献 (8)

- Mohamed, F. A. , and D. Zhao(2007), " Deep structure of the Japan subduction zone ", Physics of the Earth and Planetary Interiors 162, pp.32–52.
- Morikawa, N., and T. Sasatani(2004), "Source models of two large intraslab earthquakes from broadband strong ground motions", Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 94, No. 3, pp. 803-817.
- Muller, R. D., W. R. Roest, J. Y. Royer, L. M. Gahagan, and J. G. Sclater (1997), "Digital isochrons of the world's ocean floor", Journal of Geophysical Research 102, pp.3211-3214.
- Noda, S., K. Yashiro, K. Takahashi, M. Takemura, S. Ohno, M. Tohdo, and T. Watanabe(2002), "RESPONSE SPECTRA FOR DESIGN PURPOSE OF STIFF STRUCTURES ON ROCK SITES", The OECD-NEA Workshop on the Relations between Seismological Data and Seismic Engineering Analysis, Oct.16-18, Istanbul.
- Obana, K., S. Kodaira, and Y. Kaneda(2004), "Microseismicity around rupture area of the 1944 Tonankai earthquake from ocean bottom seismograph observations", Earth and Planetary Science Letters 222, pp.561-572.
- Okino, K., Y. Shimakawa, and S. Nagaoka(1994), "Evolution of the Shikoku Basin", J. Geomag Geoelectr.,46, pp.463-479.
- Park, S., and J. Mori(2005), "The 2004 sequence of triggered earthquakes off the Kii peninsula, Japan", Earth Planets Space, Vol.57, pp.315-320.
- Pulido, N. (2003), " SEISMOTECTONICS OF THE NORTHERN ANDES (COLOMBIA) AND THE DEVELOPMENT OF SEISMIC NETWORKS", Bulletin of the International Institute of Seismology and Earthquake Engineering, 2003 Special Edition, p69-76.
- Ruff, L. and H. Kanamori(1980), "Seismicity and the subduction process", Phys. Earth Planet. Inter., 23, 240-252, 1980.
- Harada, S., K. Kamae, H. Kawabe, and H. Uebayashi(2012), "Source modeling of the off Miyagi Intraslab Earthquake(MJMA = 7.1) occurred on April 7, 2011", 15 WCEE LISBOA 2012.
- Seno, T. and M. Yoshida(2004), "Where and why do large shallow intraslab earthquakes occur?", Physics of the Earth and Planetary Interiors, 141, pp.183–206.
- Seno, T., D. Zhao, Y. Kobayashi, M. Nakamura (2001), "Dehydration in serpentinized slab mantle: Seismic evidence from southwest Japan ", Earth Planets Space, 53, pp.861-871.
- SHIONO, K., T. MIKUMO, and Y. ISHIKAWA(1980), "TECTONICS OF THE KYUSHU-RYUKYU ARC AS EVIDENCED FROM SEISMICITY AND FOCAL MECHANISM OF SHALLOW TO INTERMEDIATE-DEPTH EARTHQUAKES" J. Phys. Earth, 28, pp.17-43.
- Scholz, C.H., P. Molnar, and T. Johnson(1972), "Detailed studies of frictional sliding of granite and implications for the earthquake mechanism", J.Geophys. Res., 77, pp.6392-6406.
- Takahashi,H, H.Amano, K.Hirata, H.Kinoshita, S.Lallemant, H.Tokuyama, F.Yamamoto, A.Taira, and K.Suyehiro(2002), "Faults configuration around the eastern Nankai trough deduced by multichannel seismic profiling", Marine Geology, Vol.187, pp.31-46.
- Takahashi,N., S. Kodaira, Y. Tatsumi, M. Yamashita, T. Sato, Y. Kaiho, S. Miura, T. No, K. Takizawa, and Y. Kaneda(2009), " Structural variations of arc crusts and rifted margins in the southern Izu-Ogasawara arc–back arc system", Geochemistry Geophysics Geosystems, Vol.10, No.9.
- Takeo, M., S. Ide, and Y. Yoshida(1993), "The 1993 Koshiro-Oki, Japan, earthquake: A high stress-drop event in a subducting slab", Vol. 20, No. 23, pp. 2607-2610.
- UNAVCO "Plate Motion Calculator" (<http://www.unavco.org/software/geodetic-utilities/plate-motion-calculator/plate-motion-calculator.html>).
- USGS"Posters By Region", Earthquake Hazards Program(<http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eqarchives/poster/byregion.php>).



## 海洋プレート内地震の地震動評価 参考文献（9）

- Wada, I., S. Mazzotti, and K. Wang(2010), " Intraslab Stresses in the Cascadia Subduction Zone from Inversion of Earthquake Focal Mechanisms ", Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 100, No. 5A, pp. 2002-2013.
- Wang, Z., D. Zhao, J. Wang, and H. Kao(2006), "Tomographic evidence for the Eurasian lithosphere subducting beneath south Taiwan", GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, VOL. 33, L18306.
- Xu, J., and Y. Kono(2002), " Geometry of slab, intraslab stress field and its tectonic implication in the Nankai trough, Japan", Earth Planets Space, 54, pp.733-742.
- Zhang, H., and C. H. Thurber(2003), "Double-Difference Tomography: The Method and Its Application to the Hayward Fault, California", Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 93, No. 5, pp. 1875-1889.
- Zhao, D. (2009), "Multiscale seismic tomography and mantle dynamics", Gondwana Research, 15, pp297-323.
- Zhao, J. X., J. Zhang, A. Asano, Y. Ohno, T. Oouchi, T. Takahashi, H. Ogawa, K. Irikura, H. K. Thio, P. G. Somerville, Y. Fukushima and Y. Fukushima(2006), "Attenuation Relations of Strong Ground Motion in Japan Using Site Classification Based on Predominant Period", Bulletin of the Seismological Society of America, Vol.96, No.3, pp. 898-913.



中部電力