



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 (コメント回答)

2021年5月19日

2021年1月29日 第940回審査会合コメント及び回答概要一覧

No.	コメント	回答概要	ページ
1	<p>基準地震動に選定されるものは少し慎重に判断したいと考えている。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については、「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる場合の影響がフーリエスペクトル比で若干ではあるが見られる。そこで、海洋プレート内地震について、プレート間地震などの他の地震動評価結果に包絡されるのであれば必要ないが、基準地震動に選定される地震動であれば、より安全側に「増幅方向」に位置する背景領域にも増幅係数を乗じたものを採用していただきたい。</p>	<p>地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価では、地震動の顕著な増幅が見られた短周期の地震動への影響が支配的な強震動生成域（アスペリティ）に着目した保守的な設定を行っており、検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）の地震動評価結果は、「増幅方向」に位置する背景領域の小断層に増幅係数を乗じる乗じないにかかわらず、十分保守的な評価結果と考えられるが、コメントを踏まえ、基準地震動に選定される海洋プレート内地震の地震動評価結果については、より慎重に保守的な評価を行い、「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる地震動評価結果を採用することとする。</p>	p.2～

概要

【第940回審査会合における説明】

【検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）の地震動評価】

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

【地震動評価結果に考慮された保守性の確認（p.19~参照）】

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

【「増幅方向」に位置する背景領域の小断層による影響の確認（p.19~参照）】

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

【第940回審査会合におけるコメント】

- 基準地震動に選定されるものは少し慎重に判断したいと考えている。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については、「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる場合の影響がフーリエスペクトル比で若干ではあるが見られる。そこで、海洋プレート内地震について、プレート間地震などの他の地震動評価結果に包絡されるのであれば必要ないが、基準地震動に選定される地震動であれば、より安全側に「増幅方向」に位置する背景領域にも増幅係数を乗じたものを採用していただきたい。

【第940回審査会合におけるコメントを踏まえた対応】

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

- 基準地震動に選定される可能性がある地震動レベルが比較的大きい海洋プレート内地震の震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）を対象に、「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる地震動評価を行う。

目次

- 1 海洋プレート内地震の検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）の地震動評価（概要） ……p.4~
- 2 地震動評価結果に考慮された保守性の確認及び「増幅方向」に位置する背景領域の小断層による影響の確認（概要） ……p.19~
- 3 「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる海洋プレート内地震の地震動評価（コメント回答） ……p.34~

1

海洋プレート内地震の検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）の地震動評価（概要）

地震観測記録の分析結果等と地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価

【地震観測記録の分析結果で確認された地震動の顕著な増幅の特性（敷地固有の地盤増幅特性）】

- 5号炉周辺観測点で見られた地震動の顕著な増幅は、時刻歴波形ではS波主要動部のみに見られ、フーリエスペクトルでは周期0.2～0.5秒付近の狭帯域のみに、応答スペクトルでは周期0.5秒以下の短周期側のみに見られ、これ以外の周期帯には見られない。
- 5号炉周辺観測点において、地震動の顕著な増幅は、2009年駿河湾の地震の到来方向（N30E～N70E）の地震波のみに見られ、その他の地震波到来方向では見られない。
- 地震動の顕著な増幅が見られた到来方向（N30E～N70E）の地震波でも、増幅の程度は一様ではなく、地震波の入射角が鉛直に近づく敷地近傍の地震ほど顕著な増幅は見られない傾向がある。このうち、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が高い記録が得られた地震である。

【地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価（方針）】

- 地震観測記録の分析結果で確認された地震動の顕著な増幅の特性を的確に反映するため、この敷地固有の地盤増幅特性を詳細に考慮できる断層モデルを用いた手法を重視し、2009年駿河湾の地震（本震）の観測記録の再現検討により検証した方法（「増幅方向」※に位置する強震動生成域（アスペリティ）の各小断層からの地震動（グリーン関数）に増幅係数を乗じる方法）を用いて、地震動の顕著な増幅を反映する。応答スペクトルに基づく手法は、断層モデルを用いた手法による地震動評価結果を用いて応答スペクトルに与える影響を求めて反映する。
- 各検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）の地震動評価は、断層モデルを用いた手法において、地震動の顕著な増幅を考慮する強震動生成域（アスペリティ）の小断層の範囲・増幅の程度を地震観測記録の分析結果に対し保守的に設定することにより、保守的な地震動評価を行う。応答スペクトルに基づく手法は、断層モデルを用いた手法による保守的な地震動評価結果を反映することにより、保守的な地震動評価を行う。

項目	地震観測記録の分析結果等	2009年駿河湾の地震（本震）の再現検討	基準地震動の策定に係る保守的な評価
地震動の顕著な増幅の範囲（震源位置）	<ul style="list-style-type: none"> ・特定の到来方向（N30E～N70E、「増幅方向」）の地震波のみ顕著な増幅が見られる。 ・「増幅方向」でも地震波の入射角が鉛直に近づく敷地近傍は顕著な増幅が見られない。 	<p>—</p> <p>（震源断層面が「増幅方向」の範囲内に位置するため強震動生成域（アスペリティ）の小断層のグリーン関数の全てに増幅係数を考慮）</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・強震動生成域（アスペリティ）を「増幅方向」の敷地近傍に配置したうえで、地震動の顕著な増幅を考慮する強震動生成域（アスペリティ）の小断層の範囲を、地震観測記録の分析結果における「増幅方向」より広くし、敷地近傍も含めて設定（保守的な評価）
地震動の顕著な増幅の程度（特性）	<ul style="list-style-type: none"> ・特定の短周期の周期帯（フーリエスペクトルの周期0.2～0.5秒）で地震動の顕著な増幅が見られる。 ・「増幅方向」でも増幅の程度は一様でなく、2009年駿河湾の地震（本震）は最も大きい。 	<ul style="list-style-type: none"> ・強震動生成域（アスペリティ）の小断層のグリーン関数に周期0.2～0.5秒のみ増幅させる増幅係数を乗じる方法を採用 ・増幅係数における増幅の程度は、その程度が最も大きい2009年駿河湾の地震（本震）を対象に、増幅を考慮するグリーン関数の波形合成結果の5号炉観測記録の再現性を確認して設定 	<ul style="list-style-type: none"> ・左記と同じ強震動生成域（アスペリティ）の小断層のグリーン関数に増幅係数を乗じる方法（背景領域に増幅係数は考慮せず）を採用 ・増幅係数は、左記と同じ増幅の程度が最も大きい2009年駿河湾の地震（本震）の観測記録の再現性を確認したものを地震動の顕著な増幅を考慮する小断層の全てに一律適用（保守的な評価）

※「地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）」について、以降、「増幅方向」と省略して記載する箇所あり。

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

【地震観測記録の分析結果（地震動の顕著な増幅の特性）】

- 地震動の顕著な増幅は、特定の到来方向（N30E～N70E）の地震波のみに、短周期の特定の周期帯（フーリエスペクトルの周期0.2～0.5秒）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。

【特性化震源モデルの短周期地震動の考え方】

- 短周期の地震動レベルを強震動生成域（アスペリティ）からの地震動のみで評価（背景領域は、強震動生成域（アスペリティ）のみで震源断層全体の短周期レベルを説明できるように評価したものに付加）。

【地震動評価への地震動の顕著な増幅の反映方法】

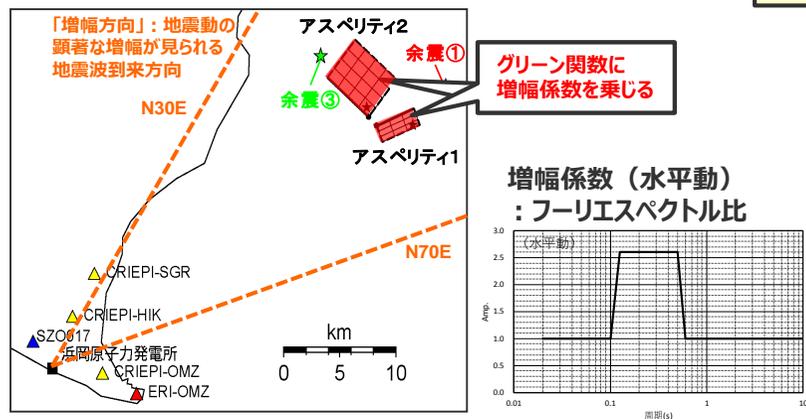
- 地震動の顕著な増幅が見られた短周期の地震動への影響が支配的な強震動生成域（アスペリティ）に着目し、短周期の地震動評価に一般的に用いられる統計的グリーン関数法において、『**増幅方向に位置する強震動生成域（アスペリティ）の各小断層からの地震動（グリーン関数）に増幅係数を乗じる方法**』を用いることとし、2009年駿河湾の地震（本震）の観測記録の再現検討による検証を行ったうえで、検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）の地震動評価を行う。

【2009年駿河湾の地震（本震）の観測記録の再現検討】

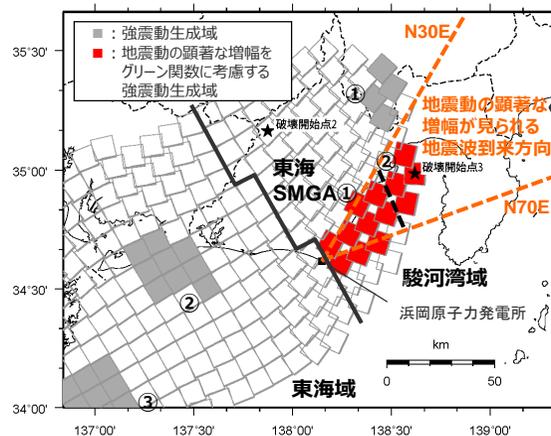
- 背景領域のない強震動生成域（アスペリティ）のみの震源モデルを用いて、強震動生成域（アスペリティ）の小断層のグリーン関数に増幅係数を乗じる方法で、地震動の顕著な増幅が見られた観測点（5号炉周辺）の観測記録を概ね再現できることを確認する。

【検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）の地震動評価】

- 「増幅方向」の敷地近傍に強震動生成域（アスペリティ）を配置したうえで、『**増幅方向に位置する強震動生成域（アスペリティ）の小断層のグリーン関数のみに増幅係数を乗じる方法**』で地震動評価を行う。
- その際、「増幅方向」の敷地近傍に配置した強震動生成域（アスペリティ）について、増幅係数を乗じる小断層の範囲・増幅の程度を**地震観測記録の分析結果に対し保守的に設定**することにより、**保守的な地震動評価**を行う。



<2009年駿河湾の地震（本震）の震源モデル>
（当社作成）



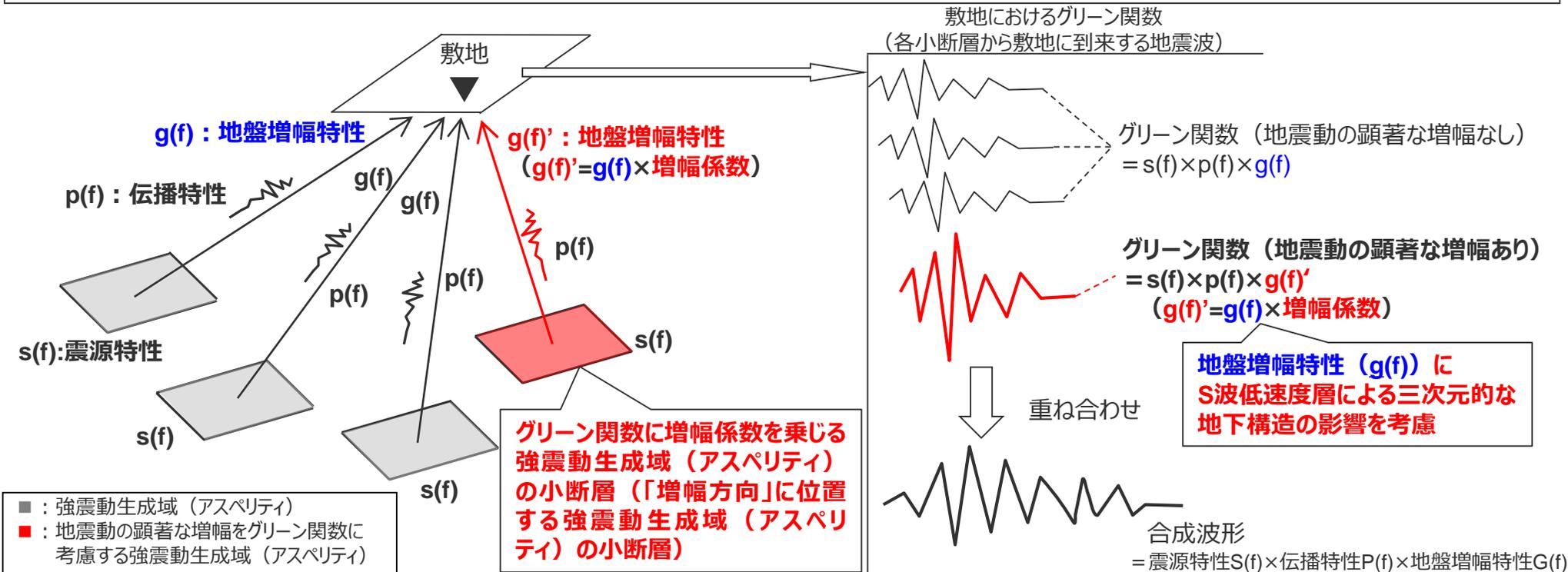
増幅係数を乗じる強震動生成域（アスペリティ）を「増幅方向」の敷地近傍に配置したうえで保守的な評価を行うため、「増幅方向」に位置する背景領域は、敷地から離れており地震動評価結果に及ぼす影響は「増幅方向」の敷地近傍に配置した強震動生成域（アスペリティ）に比べて小さいと考えられる。（→念のため、「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じた場合の影響確認を行う。）

・下線（.....）は、一部修正箇所を示す。

<検討用地震の震源モデルと地震動の増幅を考慮する領域（例）> 6

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

- 前述のとおり、検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）の地震動評価は、地震観測記録に基づき確認された地震動の顕著な増幅の特性を的確に反映するため、震源断層を小断層に分割し、小断層毎に敷地に到来する地震動を詳細に考慮できる断層モデルを用いた手法を重視する。
- 断層モデルを用いた手法では、地震動の顕著な増幅は、「増幅方向」に位置する強震動生成域（アスペリティ）の各小断層からの地震動（グリーン関数）に増幅係数（次ページ参照）を乗じることで、短周期の地震動評価に一般的に用いられる統計的グリーン関数法により、地震動の顕著な増幅の特性を反映した地震動評価を行う。このようにグリーン関数（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方法は、一次元地下構造モデルによる地盤増幅特性（ $g(f)$ ）を補正して、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（ $g(f)' = g(f) \times \text{増幅係数}$ ）。
- グリーン関数に乘じ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強震動生成域（アスペリティ）の小断層については、「増幅方向」を踏まえ保守的に設定する。
- 2009年駿河湾の地震（本震）の観測記録の再現検討では、増幅係数の合理性も含め、本反映方法（強震動生成域（アスペリティ）の各小断層のグリーン関数に増幅係数を乗じる方法）による地震動評価結果（波形合成結果）と地震動の顕著な増幅が見られた観測点（5号炉）の観測記録との比較により検証を行う。



<断層モデルを用いた手法による地震動評価（統計的グリーン関数法）における地震動の顕著な増幅の反映方法の概要>

断層モデルを用いた手法による地震動評価への地震動の顕著な増幅の反映方法 (グリーン関数に乗じる増幅係数)

- 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。

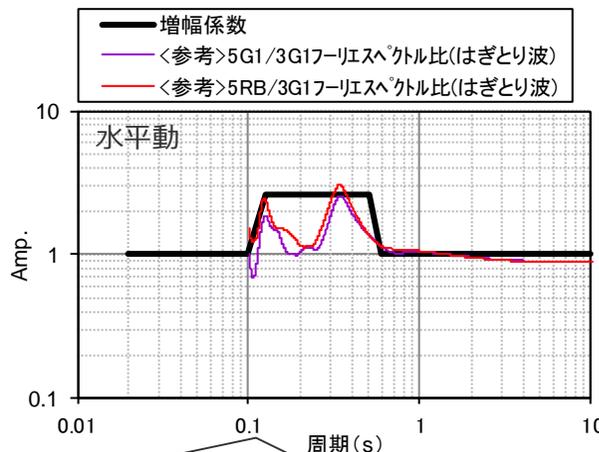
$$\text{周期別SI値} = \int_{T_1}^{T_2} S_v(T, h) dT$$

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。

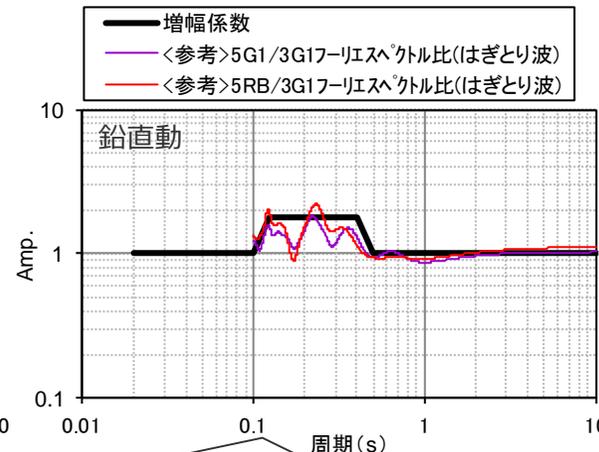
<グリーン関数に乗じる増幅係数>

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

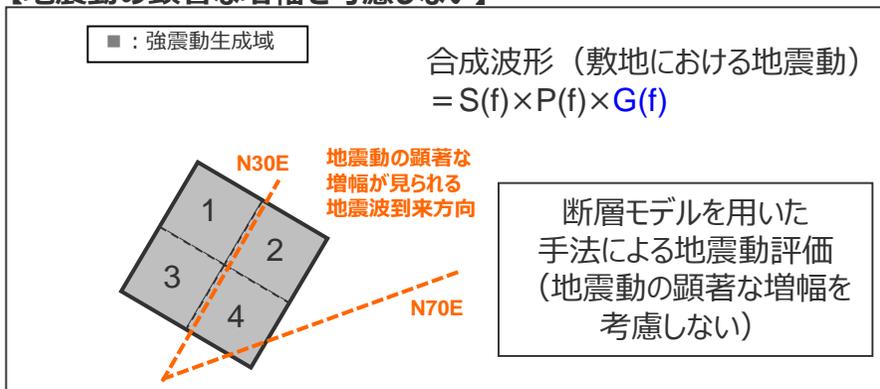
<グリーン関数に乗じる増幅係数>

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

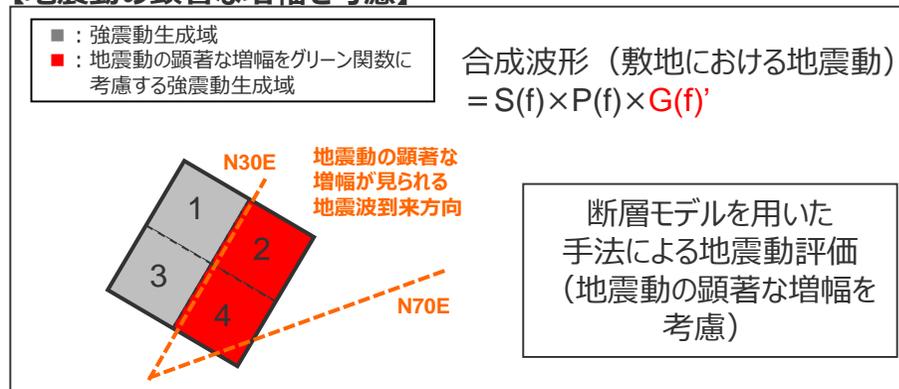
・下線 () は、一部修正箇所を示す。

- 応答スペクトルに基づく地震動評価は、3つの地震タイプ（内陸地殻内地震、プレート間地震、海洋プレート内地震）の各検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）と震源断層面の広がりや地震波の到来方向が同様と見なせ、各検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）に応じた敷地固有の地盤増幅特性が反映された観測記録が得られていないことを踏まえ、地震タイプ共通の地震動の顕著な増幅の反映方法として、『各検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）に応じた敷地固有の地盤増幅特性が適切に反映された断層モデルを用いた手法による地震動評価結果を用いて応答スペクトルに与える影響（地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価結果／地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価結果）を求めて反映する方法』により応答スペクトルに基づく地震動評価を行うこととし、各検討地震（地震動の顕著な増幅を考慮）に応じた敷地固有の地盤増幅特性が震源断層全体の地震動の応答スペクトルに与える影響を反映する。
- 具体的には、検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）の震源モデル毎に、上記の影響を求めるため、地震動の顕著な増幅を考慮する場合と考慮しない場合について、断層モデルを用いた手法による地震動評価を行い、これらの結果による増幅係数（応答スペクトル比：「地震動の顕著な増幅を考慮する場合の平均応答スペクトル（各破壊開始点の平均）」／「地震動の顕著な増幅を考慮しない場合の平均応答スペクトル（各破壊開始点の平均）」※）を水平動・鉛直動それぞれで算出し、応答スペクトルに基づく地震動評価結果（地震動の顕著な増幅を考慮しない）に乗じる。

【地震動の顕著な増幅を考慮しない】



【地震動の顕著な増幅を考慮】



増幅係数（応答スペクトル比）を算出

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

応答スペクトルに基づく地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）

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

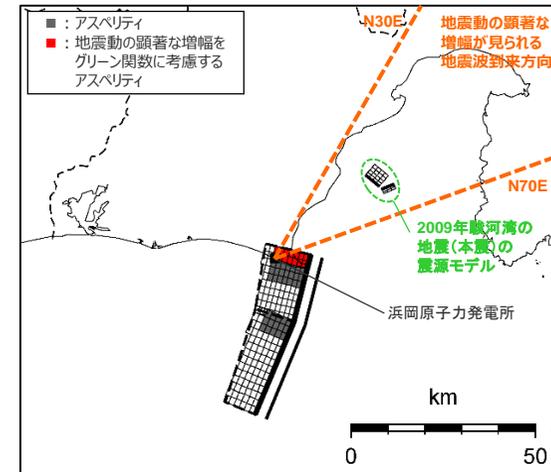
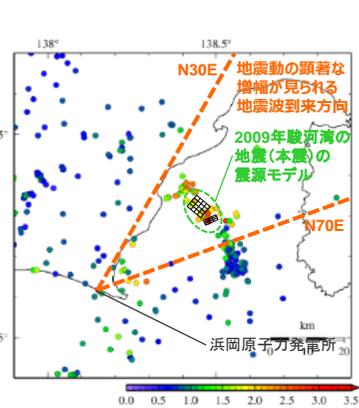
※ 増幅係数（応答スペクトル比）の算出に当たって、「本反映方法により地震動の顕著な増幅を反映した断層モデルを用いた手法による地震動評価結果の応答スペクトル比（地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価結果／地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価結果）」はNS方向とEW方向で同程度となること（補足説明資料③p.37.116.193~195参照）、応答スペクトルに基づく手法は震源断層全体の地震動を評価する手法であり、Noda et al. (2002)の方法等を含めて一般に距離減衰式を作成する際には水平動はNS方向の観測記録とEW方向の観測記録とを区別せずに回帰分析が行われていることから、断層モデルを用いた手法による地震動評価結果を用いて求める増幅係数（応答スペクトル比）は各破壊開始点の平均、水平動についてはNS方向とEW方向の平均を用いる。

No.1コメント回答<1 海洋プレート内地震の検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）の地震動評価（概要）>
各検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）の地震動評価（方針）

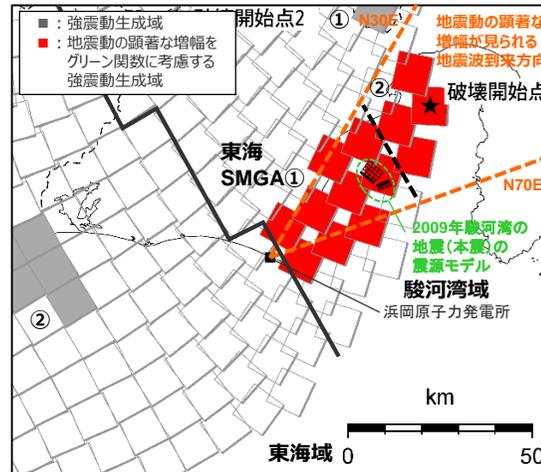
【各検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）の地震動評価（方針）】

○各検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）の地震動評価は、断層モデルを用いた手法において、地震動の顕著な増幅を考慮する強震動生成域（アスペリティ）の小断層の範囲・増幅の程度を地震観測記録の分析結果に対し保守的に設定することにより、保守的な地震動評価を行う。応答スペクトルに基づく手法は、断層モデルを用いた手法による保守的な地震動評価結果を反映することにより、保守的な地震動評価を行う。

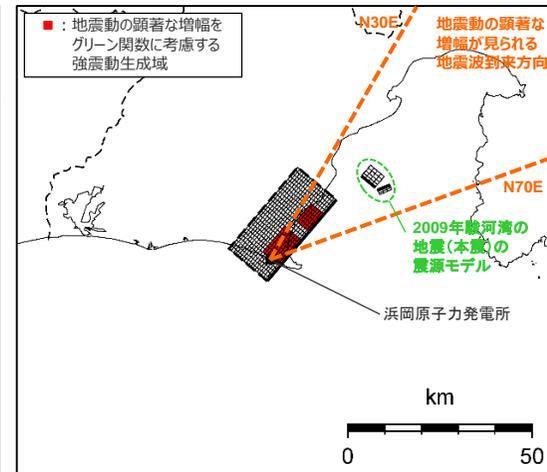
項目	地震観測記録の分析結果等	2009年駿河湾の地震（本震）の再現検討	基準地震動の策定に係る保守的な評価
地震動の顕著な増幅の範囲（震源位置）	<ul style="list-style-type: none"> 特定の到来方向（N30E～N70E、「増幅方向」）の地震波のみ顕著な増幅が見られる。 「増幅方向」でも地震波の入射角が鉛直に近づく敷地近傍は顕著な増幅が見られない。 	<p>—</p> <p>（震源断層面が「増幅方向」の範囲内に位置するため強震動生成域（アスペリティ）の小断層のグリーン関数の全てに増幅係数を考慮）</p>	<ul style="list-style-type: none"> 強震動生成域（アスペリティ）を「増幅方向」の敷地近傍に配置したうえで、地震動の顕著な増幅を考慮する強震動生成域（アスペリティ）の小断層の範囲を、地震観測記録の分析結果における「増幅方向」より広くし、敷地近傍も含めて設定（保守的な評価）
地震動の顕著な増幅の程度（特性）	<ul style="list-style-type: none"> 特定の短周期の周期帯（フーリエスペクトルの周期0.2～0.5秒）で地震動の顕著な増幅が見られる。 「増幅方向」でも増幅の程度は一様でなく、2009年駿河湾の地震（本震）は最も大きい。 	<ul style="list-style-type: none"> 強震動生成域（アスペリティ）の小断層のグリーン関数に周期0.2～0.5秒のみ増幅させる増幅係数を乗じる方法を採用 増幅係数における増幅の程度は、その程度が最も大きい2009年駿河湾の地震（本震）を対象に、増幅を考慮するグリーン関数の波形合成結果の5号炉観測記録の再現性を確認して設定 	<ul style="list-style-type: none"> 左記と同じ強震動生成域（アスペリティ）の小断層のグリーン関数に増幅係数を乗じる方法（背景領域に増幅係数は考慮せず）を採用 増幅係数は、左記と同じ増幅の程度が最も大きい2009年駿河湾の地震（本震）の観測記録の再現性を確認したものを地震動の顕著な増幅を考慮する小断層の全てに一律適用（保守的な評価）



大陸地殻内地震（御前崎海脚西部の断層帯による地震）



プレート間地震（南海トラフ沿いの巨大地震）



海洋プレート内地震（敷地直下の想定スラブ内地震）

検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）の選定及び震源モデルの設定 （概要）

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」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。



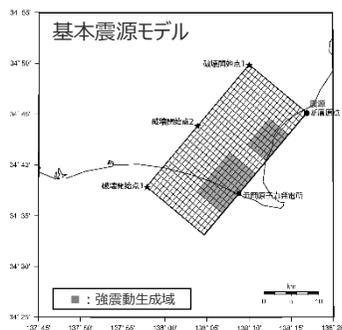
基本震源モデル及び不確かさを考慮した震源モデル （地震動の顕著な増幅を考慮しない）

【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。



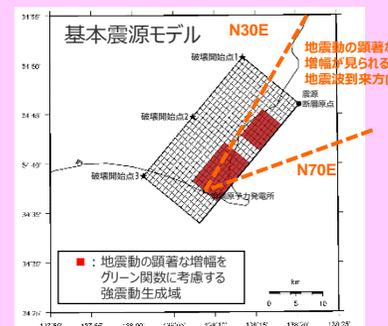
偶然的な不確かさに分類

「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 ■ : 偶然的な不確かさに分類されるもの

No.1コメント回答<1 海洋プレート内地震の検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）の地震動評価（概要）> 基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）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（本震）（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（短周期レベルは強震動予測レシビ(2020)より保守的な設定（補足説明資料④-30参照））。

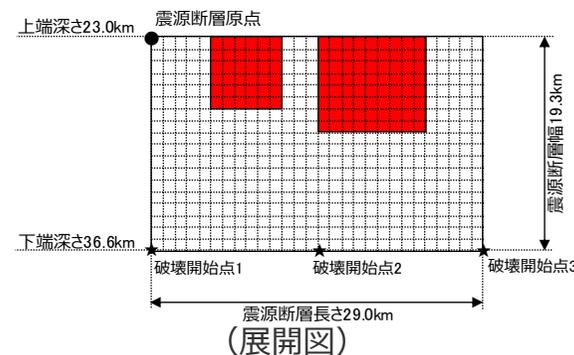
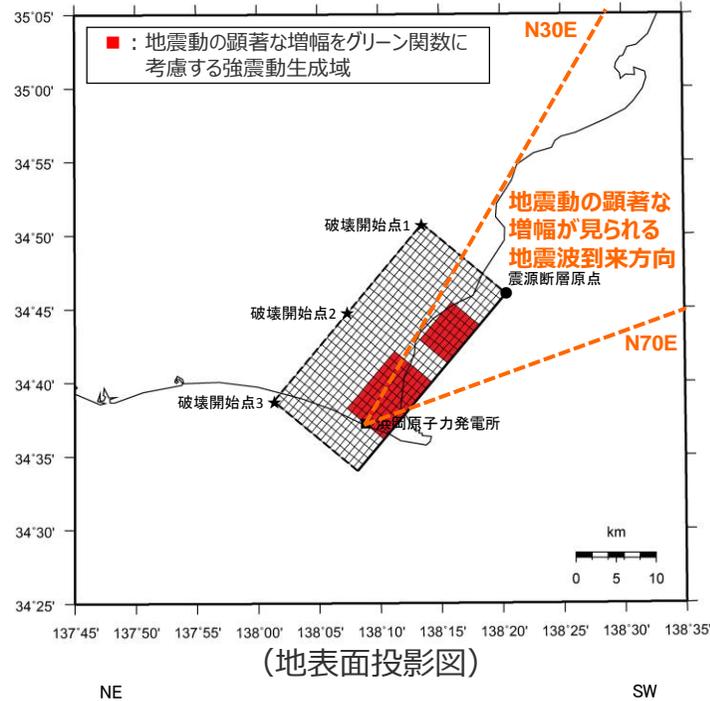
【震源断層パラメータ】

- 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（本震）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（本震）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（本震）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（本震）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（本震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（地震動の顕著な増幅を考慮）の震源断層パラメータは、敷地ごとに震源を特定して策定する地震動（補足説明資料③） p.160参照。



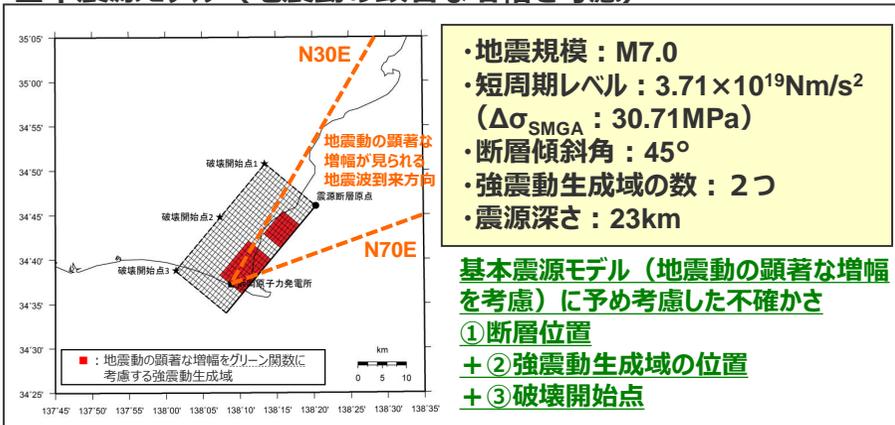
<基本震源モデル（敷地下方の想定スラブ内地震） （地震動の顕著な増幅を考慮）>

・下線 () は、一部修正箇所を示す。

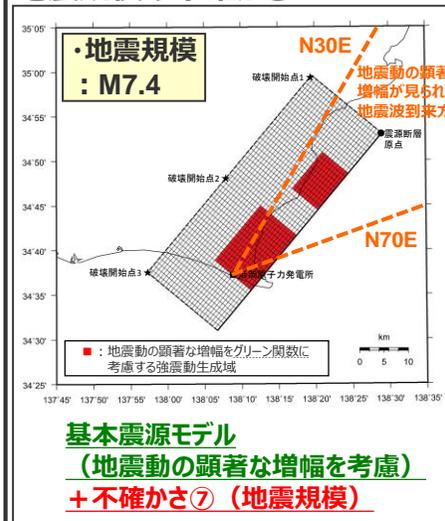
No.1コメント回答<1 海洋プレート内地震の検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）の地震動評価（概要）>

不確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

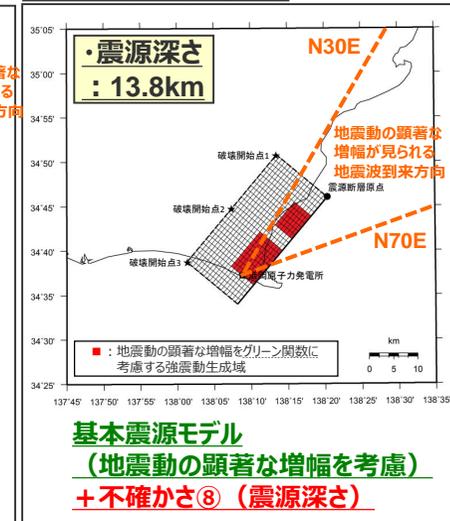
基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）



地震規模の不確かさ

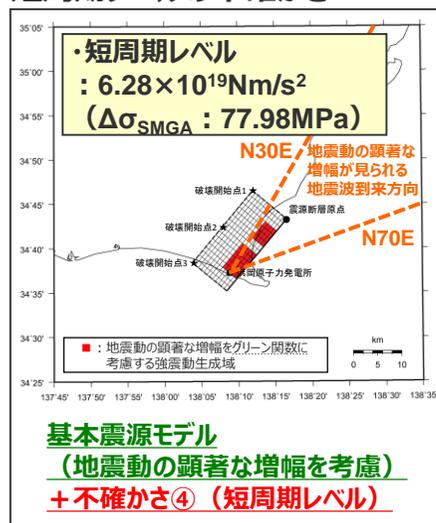


震源深さの不確かさ

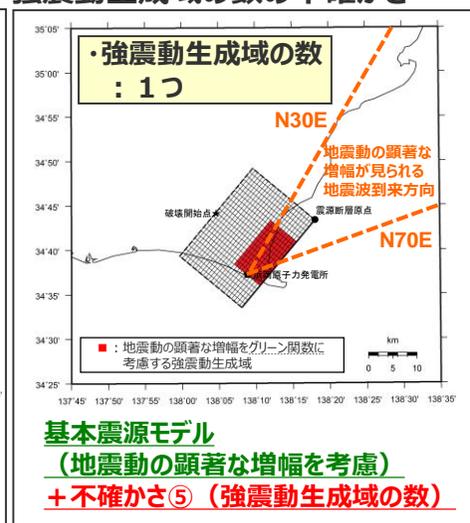


不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）

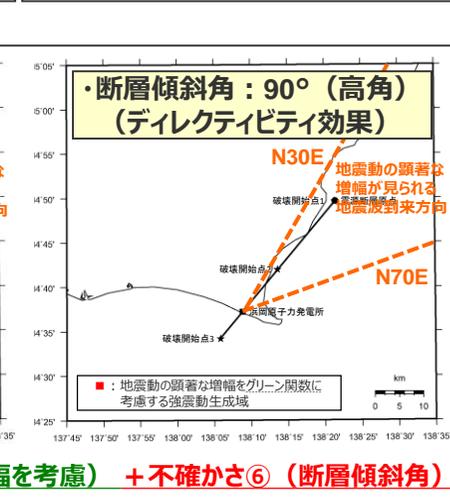
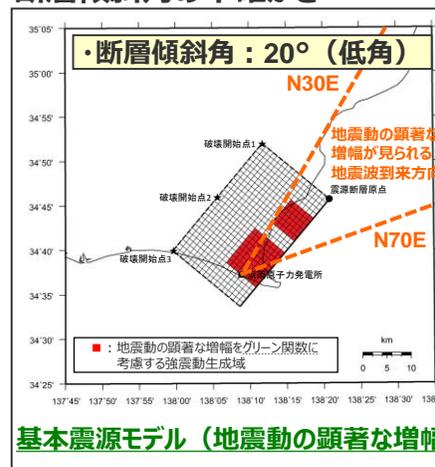
短周期レベルの不確かさ



強震動生成域の数の不確かさ



断層傾斜角の不確かさ

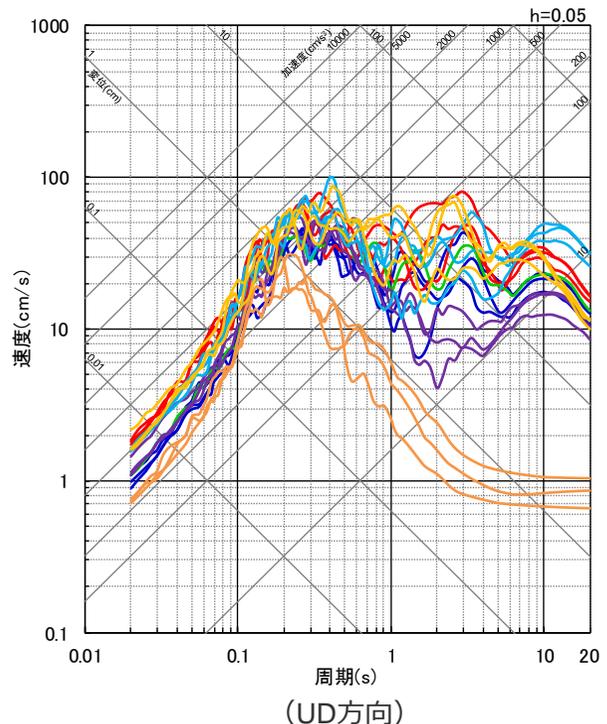
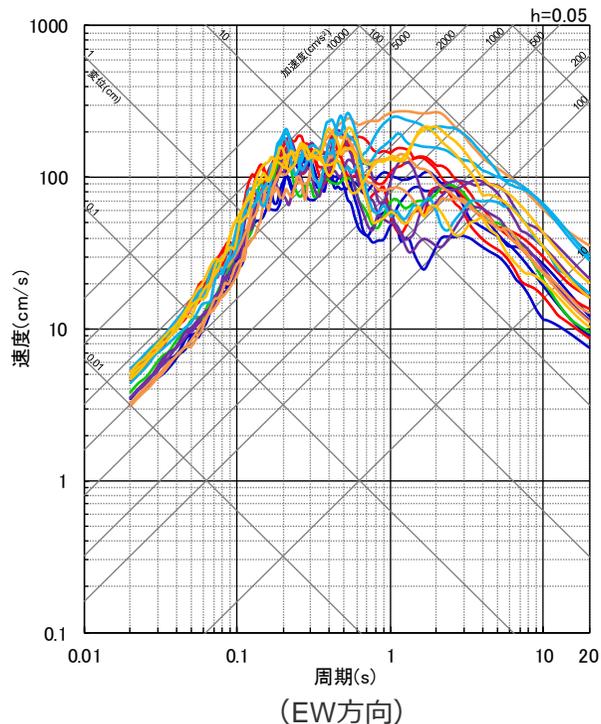
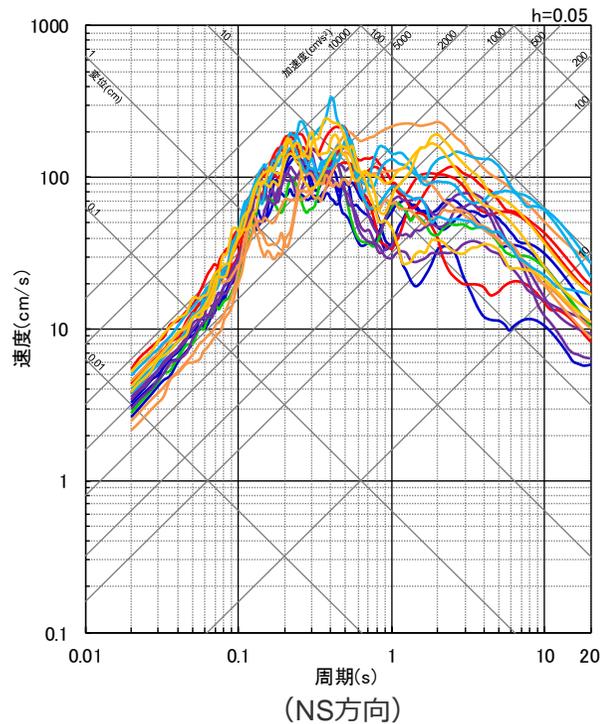


不確かさの考慮の考え方は地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価と同じ

・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は、敷地ごとに震源を特定して策定する地震動（補足説明資料③）p.158~参照。

No.1コメント回答<1 海洋プレート内地震の検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）の地震動評価（概要）> 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果

- 基本震源モデル(地震動の顕著な増幅を考慮)
- 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)



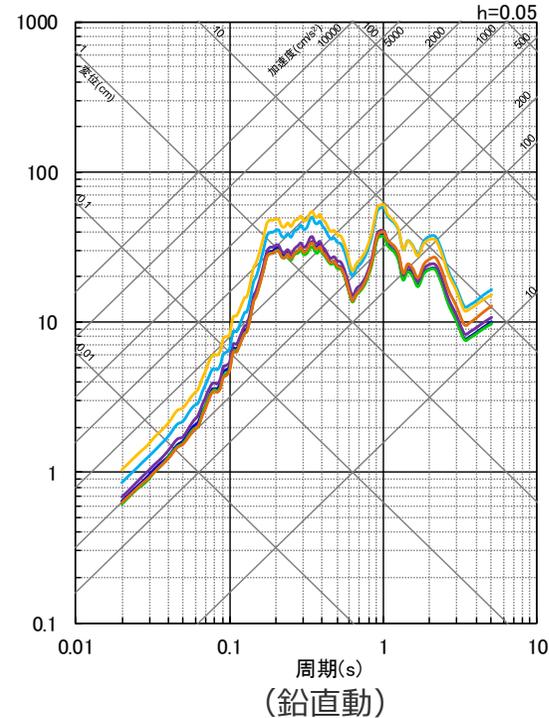
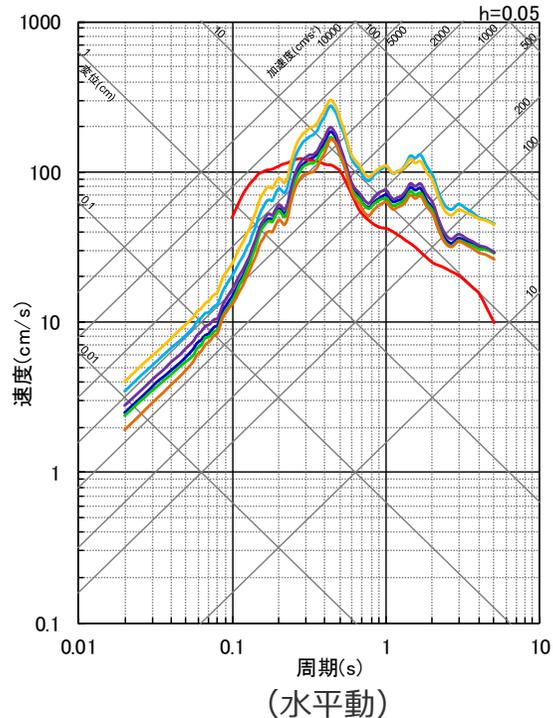
<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（応答スペクトル）> （全ての震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））

・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）の地震動評価結果を修正。詳細は、敷地ごとに震源を特定して策定する地震動（補足説明資料③）p.221～参照。

・各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の地震動評価結果は、敷地ごとに震源を特定して策定する地震動（補足説明資料③）p.207～参照。

No.1コメント回答<1 海洋プレート内地震の検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）の地震動評価（概要）> 応答スペクトルに基づく地震動評価結果

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



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

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

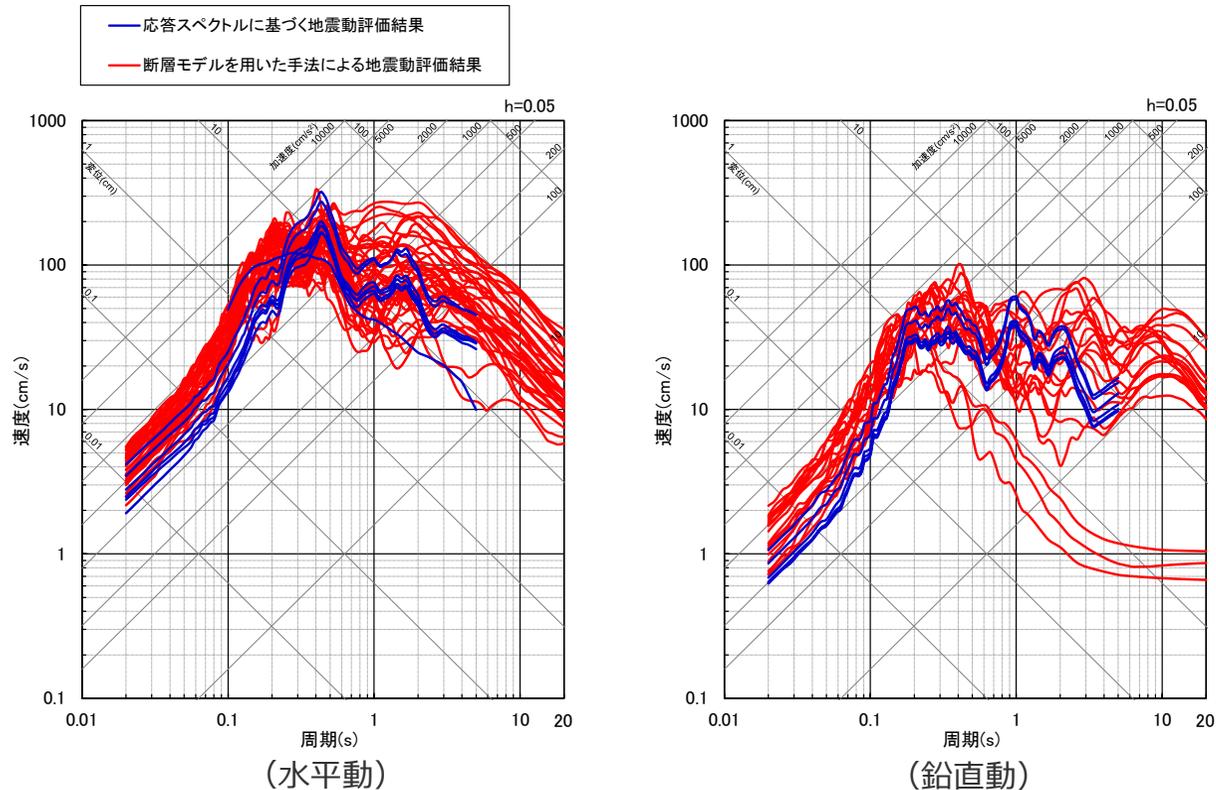
・震源深さの不確かさを考慮した震源モデル(地震動の顕著な増幅を考慮)の地震動評価結果を修正。詳細は、敷地ごとに震源を特定して策定する地震動(補足説明資料③) p.221~参照。

・Xeqは、等価震源距離(km)、Xshは、断層最短距離(km)を表す。

・片岡・他(2006)が評価対象としている周期は0.1秒~。

・各震源モデル(地震動の顕著な増幅を考慮)の地震動評価結果は、敷地ごとに震源を特定して策定する地震動(補足説明資料③) p.197~参照。

No.1コメント回答<1 海洋プレート内地震の検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）の地震動評価（概要）>
 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）（海洋プレート内地震））

・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）の地震動評価結果を修正。詳細は、敷地ごとに震源を特定して策定する地震動（補足説明資料③） p.221～参照。

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

余白

2

地震動評価結果に考慮された保守性の確認及び「増幅方向」に位置する背景領域の小断層による影響の確認（概要）

地震動評価結果に考慮された保守性の確認

（検討概要）

【検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）の地震動評価】

- 各検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）の地震動評価は、断層モデルを用いた手法において、地震動の顕著な増幅を考慮する強震動生成域（アスペリティ）の小断層の範囲・増幅の程度を**地震観測記録の分析結果に対し保守的に設定**することにより、**保守的な地震動評価**を行う。応答スペクトルに基づく手法は、断層モデルを用いた手法による保守的な地震動評価結果を反映することにより、保守的な地震動評価を行う。

【1.3.2 地震動評価結果に考慮された保守性の確認】

- 各地震タイプ（内陸地殻内地震、プレート間地震、海洋プレート内地震）の検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）の断層モデルを用いた手法による地震動評価及び応答スペクトルに基づく地震動評価について、**敷地近傍は地震動の顕著な増幅が見られないなどの地震観測記録の分析結果に沿った場合の地震動評価を行い、地震観測記録の分析結果に対し保守的に行った地震動評価の結果に考慮された保守性を分析する**。なお、比較のため、増幅の程度は保守的な評価と同じ設定したケースについても地震動評価を行った。

ケース①：地震動の顕著な増幅の範囲・増幅の程度を地震観測記録の分析結果に沿って設定

ケース②：地震動の顕著な増幅の範囲を地震観測記録の分析結果に沿って設定し、増幅の程度は保守的な評価と同じ設定

項目	地震観測記録の分析結果等	地震観測記録の分析結果に沿った評価（ケース①）	地震観測記録の分析結果に沿った評価（ケース②）	比較	基準地震動の策定に係る保守的な評価
地震動の顕著な増幅の範囲（震源位置）	<ul style="list-style-type: none"> ・特定の到来方向（N30E～N70E、「増幅方向」）の地震波のみ顕著な増幅が見られる。 ・「増幅方向」でも地震波の入射角が鉛直に近づく敷地近傍は顕著な増幅が見られない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・強震動生成域（アスペリティ）を「増幅方向」の敷地近傍に配置したうえで、地震動の顕著な増幅を考慮する強震動生成域（アスペリティ）の小断層の範囲を、地震観測記録の分析結果における「増幅方向と同程度とし、敷地近傍を含めずに設定」（地震観測記録の分析結果に沿った評価） 	<ul style="list-style-type: none"> ・強震動生成域（アスペリティ）を「増幅方向」の敷地近傍に配置したうえで、地震動の顕著な増幅を考慮する強震動生成域（アスペリティ）の小断層の範囲を、地震観測記録の分析結果における「増幅方向と同程度とし、敷地近傍を含めずに設定」（地震観測記録の分析結果に沿った評価） 		
地震動の顕著な増幅の程度（特性）	<ul style="list-style-type: none"> ・特定の短周期の周期帯（フーリエスペクトルの周期0.2～0.5秒）で地震動の顕著な増幅が見られる。 ・「増幅方向」でも増幅の程度は一樣でなく、2009年駿河湾の地震（本震）は最も大きい。 	<ul style="list-style-type: none"> ・強震動生成域（アスペリティ）の小断層のグリーン関数に増幅係数を乗じる方法を採用（背景領域に増幅係数は考慮せず） ・増幅係数は、増幅の程度を「増幅方向」の地震の観測記録の平均値にして地震動の顕著な増幅を考慮する小断層の全てに適用（地震観測記録の分析結果に沿った評価） 	<ul style="list-style-type: none"> ・強震動生成域（アスペリティ）の小断層のグリーン関数に増幅係数を乗じる方法を採用（背景領域に増幅係数は考慮せず） ・増幅係数は、増幅の程度が最も大きい2009年駿河湾の地震（本震）の観測記録の再現性を確認したものを地震動の顕著な増幅を考慮する小断層の全てに適用（保守的な評価） 		<ul style="list-style-type: none"> ・強震動生成域（アスペリティ）の小断層のグリーン関数に増幅係数を乗じる方法を採用（背景領域に増幅係数は考慮せず） ・増幅係数は、増幅の程度が最も大きい2009年駿河湾の地震（本震）の観測記録の再現性を確認したものを地震動の顕著な増幅を考慮する小断層の全てに適用（保守的な評価）

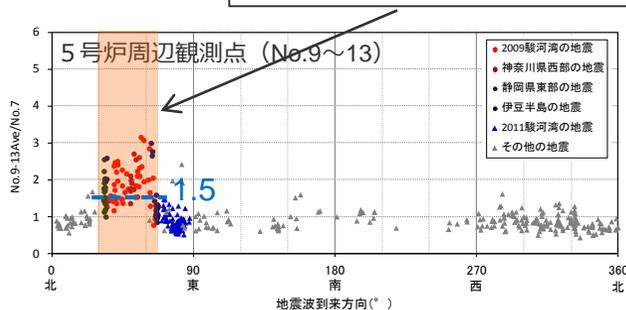
地震動評価結果に考慮された保守性の確認

（地震観測記録の分析結果に沿った地震動評価の設定）

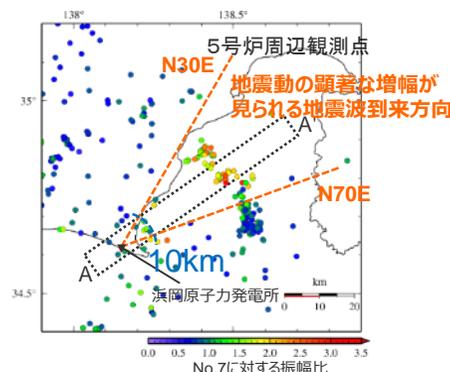
地震観測記録の分析結果

- 5号炉周辺観測点において、地震動の顕著な増幅は、2009年駿河湾の地震の到来方向（N30E～N70E）の地震波のみに見られ、その他の地震波到来方向では見られない。
- 地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）の地震波でも、増幅の程度は一樣ではなく、地震波の入射角が鉛直に近づく敷地近傍の地震ほど顕著な増幅は見られない傾向がある。このうち、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が高い記録が得られた地震である。

増幅方向において敷地から半径100km程度で発生した地震（増幅が見られない敷地近傍（敷地から半径10km程度以内）を除く）の振幅比の平均=1.5

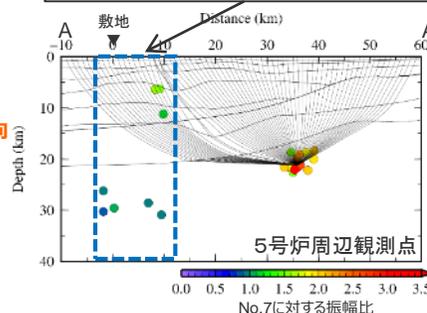


<各地震の振幅比と地震波到来方向との関係>
(No.7基準) (水平平均)

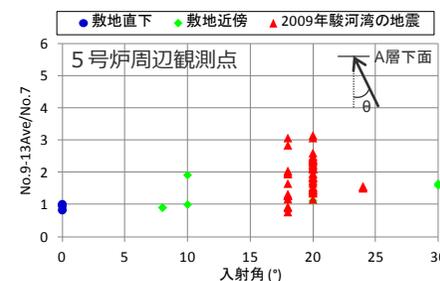


< 5号炉周辺観測点における各地震の振幅比の震央分布図 (No.7基準) (多点連続地震観測) >

増幅方向の敷地近傍（敷地から半径10km程度以内）では増幅が見られない



<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)

※ 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。

【地震観測記録の分析結果に沿った地震動評価の設定】

- 地震観測記録の分析結果に沿った設定方法（地震動の顕著な増幅を考慮する小断層の範囲及び増幅の程度）は以下のとおり。
- この地震観測記録の分析結果に沿った設定に関し、敷地への影響が最も大きいプレート間地震の地震動評価を対象に、地震観測記録の分析結果に沿った地震動評価結果と前述のS波低速度層を含む三次元地下構造モデルを用いた差分法による地震動評価結果を比較する。

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）の小断層の範囲

- 地震動の顕著な増幅は、敷地における地震観測記録の分析結果にお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）に位置する強震動生成域（アスペリティ）の小断層のみに考慮し、地震動の顕著な増幅が見られない敷地近傍（敷地から半径10km以内）の小断層には考慮しない。

地震動の顕著な増幅を考慮する増幅の程度（次ページ参照）

- 地震観測記録の分析結果に沿った平均的な増幅係数は、多点連続地震観測の分析結果である5号炉周辺観測点の振幅比（No.7基準）に基づき、地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）で発生した地震（敷地から半径100km程度までの範囲の地震を対象（敷地近傍（敷地から半径10kmまで）の地震を除く）の平均値（振幅比1.5）を参考として設定する。

地震動評価結果に考慮された保守性の確認

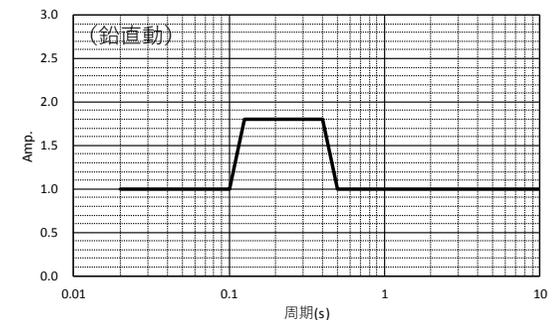
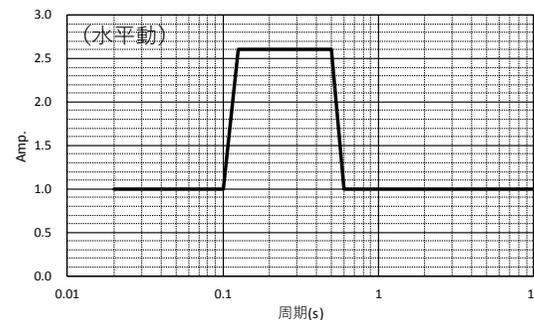
(地震観測記録の分析結果に沿った地震動評価の設定)

グリーン関数に乗じる増幅係数

○地震観測記録の分析結果に沿った平均的な増幅係数は、多点連続地震観測の分析結果である5号炉周辺観測点の振幅比（No.7基準）に基づき、地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）で発生した地震（敷地から半径100km程度までの範囲の地震を対象（敷地近傍（敷地から半径10kmまで）の地震を除く）の平均値（振幅比1.5）を参考として下図表のとおり設定する。

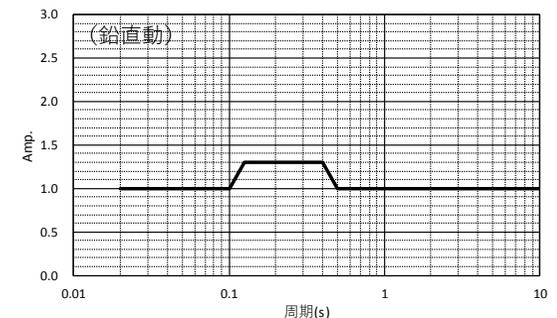
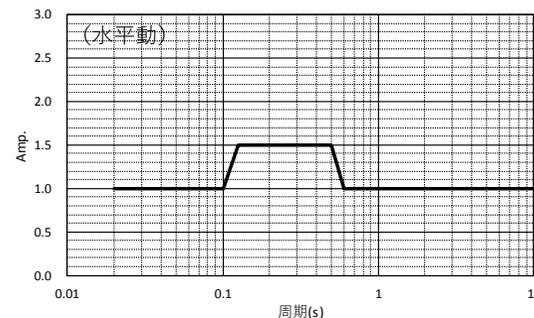
・鉛直動の増幅係数は、前述のとおり地震観測記録の分析結果を踏まえた保守的な地震動評価に用いる増幅係数の水平・鉛直比から設定する。

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



(地震観測記録の分析結果を踏まえた保守的な地震動評価に用いる増幅係数（地震動の顕著な増幅を考慮する小断層の全てに乗じる）)

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	1.5	0.125	1.3
0.5	1.5	0.4	1.3
0.6	1	0.5	1
10	1	10	1

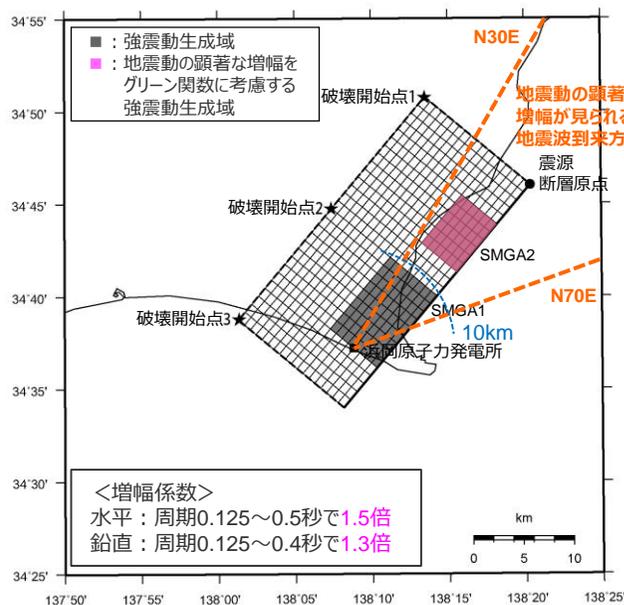


(地震観測記録の分析結果に沿った地震動評価に用いる増幅係数（地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）に位置する敷地から10km以遠の地震動の顕著な増幅を考慮する小断層に乗じる）)

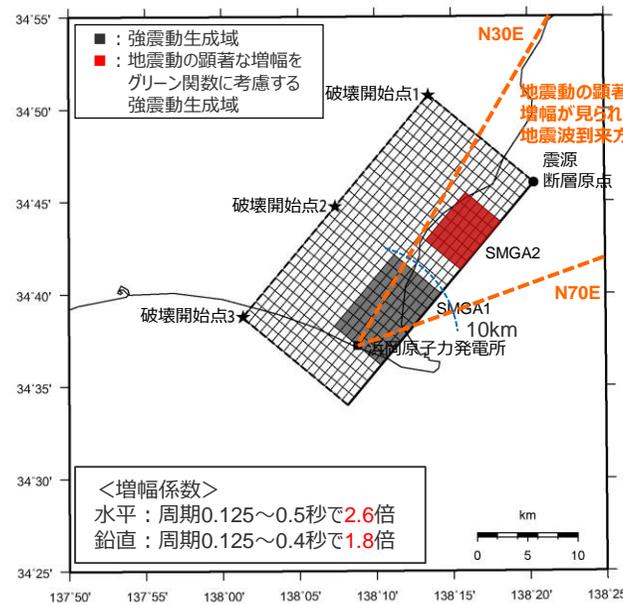
<グリーン関数に乗じる増幅係数の比較>

地震動評価結果に考慮された保守性の確認 (震源モデル)

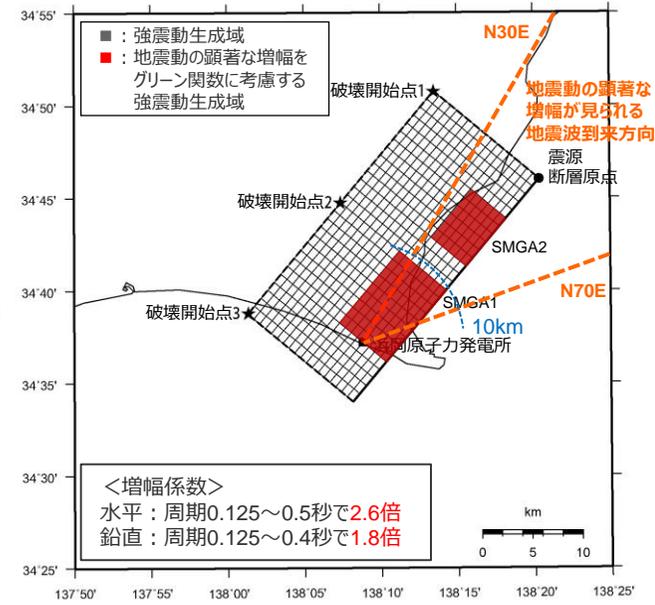
○海洋プレート内地震について、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）を代表に、地震観測記録の分析結果に沿った場合の地震動評価として、ケース①（増幅の範囲及び増幅の程度を地震観測記録の分析結果に沿って設定）及びケース②（増幅の範囲のみ地震観測記録の分析結果に沿って設定し、増幅の程度は地震観測記録の分析結果を踏まえて保守的に設定）の地震動評価を行い、地震観測記録の分析結果に対し保守的に行った地震動評価の結果に考慮された保守性を確認する。



<地震観測記録の分析結果に沿った地震動評価（ケース①）>



<地震観測記録の分析結果に沿った地震動評価（ケース②）>



<基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（基準地震動の策定に係る保守的な評価）>

地震動評価結果に考慮された保守性の確認 (震源断層パラメータ)

<海洋プレート内地震の基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（基準地震動の策定に係る保守的な評価）の震源断層パラメータ>

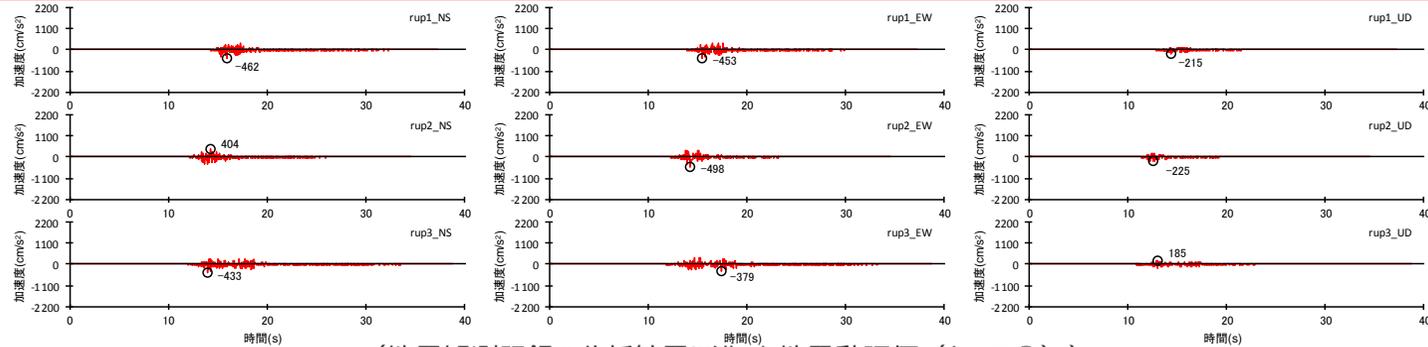
震源断層パラメータ	設定方法	設定結果
震源断層原点	敷地下方に設定	北緯34.766785度 東経138.339557度
走向	プレートの沈み込み方向に直交	220 °
傾斜角	2009年駿河湾の地震の知見に基づき設定	45 °
すべり角	DC型	90 °
震源断層長さ	$L=(S/6)^{0.5} \times 3$	29.0 km
震源断層幅	$W=(S/6)^{0.5} \times 2$	19.3 km
震源断層面積	$S=M_0/(\mu D)$	559.8 km ²
震源断層上端深さ	2009年駿河湾の地震の知見に基づき設定	23 km
地震モーメント	2009年駿河湾の地震（鈴木・他(2009)の $M_0=4.6 \times 10^{18}$ Nm)の32 ^{0.5} 倍	2.60E+19 Nm
モーメントマグニチュード	$M_w=(\log M_0 - 9.1)/1.5$	6.9
気象庁マグニチュード	M_j : フィリピン海プレート(領域1)におけるスラブ内地震の最大規模等を踏まえ設定	7.0
剛性率	$\mu = \rho \beta^2$ (β : 3.99 km/s, ρ : 2.85 g/cm ³ (地下構造調査結果等に基づく一次元地下構造モデルによる))	4.54E+10 N/m ²
平均すべり量	$D = D_{SMGA} / \gamma_D$, $\gamma_D = 2.0$	1.02 m
平均応力降下量	$\Delta\sigma = (7/16) \cdot M_0 / (S \cdot m)^{1.5}$	4.79 MPa
破壊伝播速度	V_f : 2009年駿河湾の地震の特性化震源モデルによる	3.4 km/s
短周期レベル	2009年駿河湾の地震の M_0 - A 関係及びびスケーリング則による	3.71E+19 Nm/s ²
f_{max}	中央防災会議(2004)による	6.0 Hz

震源断層パラメータ	設定方法	設定結果	
強震動生成域	地震モーメント	2009年駿河湾の地震の M_0 - M_{0SMGA} 関係及びびスケーリング則による	1.06E+19 Nm
	面積	2009年駿河湾の地震の M_0 - S_{SMGA} 関係及びびスケーリング則による	114.3 km ²
	平均すべり量	$D_{SMGA} = M_{0SMGA} / (\mu S_{SMGA})$	2.05 m
	応力降下量	$\Delta\sigma_{SMGA} = A / (4\pi r_{SMGA} \beta^2)$, $r_{SMGA} = (S_{SMGA} / \pi)^{0.5}$	30.71 MPa
強震動生成域1	面積	$S_{SMGA1} = S_{SMGA} \times (2/3)$	76.2 km ²
	地震モーメント	$M_{0SMGA1} = M_{0SMGA} \times S_{SMGA1}^{1.5} / (S_{SMGA1}^{1.5} + S_{SMGA2}^{1.5})$	7.85E+18 Nm
	平均すべり量	$D_{SMGA1} = M_{0SMGA1} / (\mu \cdot S_{SMGA1})$	2.27 m
	応力降下量	$\Delta\sigma_{SMGA1} = \Delta\sigma_{SMGA}$	30.71 MPa
強震動生成域2	面積	$S_{SMGA2} = S_{SMGA} \times (1/3)$	38.1 km ²
	地震モーメント	$M_{0SMGA2} = M_{0SMGA} \times S_{SMGA2}^{1.5} / (S_{SMGA1}^{1.5} + S_{SMGA2}^{1.5})$	2.78E+18 Nm
	平均すべり量	$D_{SMGA2} = M_{0SMGA2} / (\mu \cdot S_{SMGA2})$	1.61 m
	応力降下量	$\Delta\sigma_{SMGA2} = \Delta\sigma_{SMGA}$	30.71 MPa
背景領域	地震モーメント	$M_{0back} = M_0 - M_{0SMGA}$	1.54E+19 Nm
	面積	$S_{back} = S - S_{SMGA}$	445.5 km ²
	平均すべり量	$D_{back} = M_{0back} / (\mu S_{back})$	0.76 m
	実効応力	$\sigma_{back} = (D_{back} / W_{back}) / (D_{SMGA} / W_{SMGA}) \Delta\sigma_{SMGA}$, $W_{SMGA} = (\pi)^{0.5} r_{SMGA}^3 \gamma_i^3$, $W_{back} = W$, $\gamma_i = r_{SMGA} / r_{SMGA}$, $r_{SMGA} = (S_{SMGA} / \pi)^{0.5}$	4.66 MPa

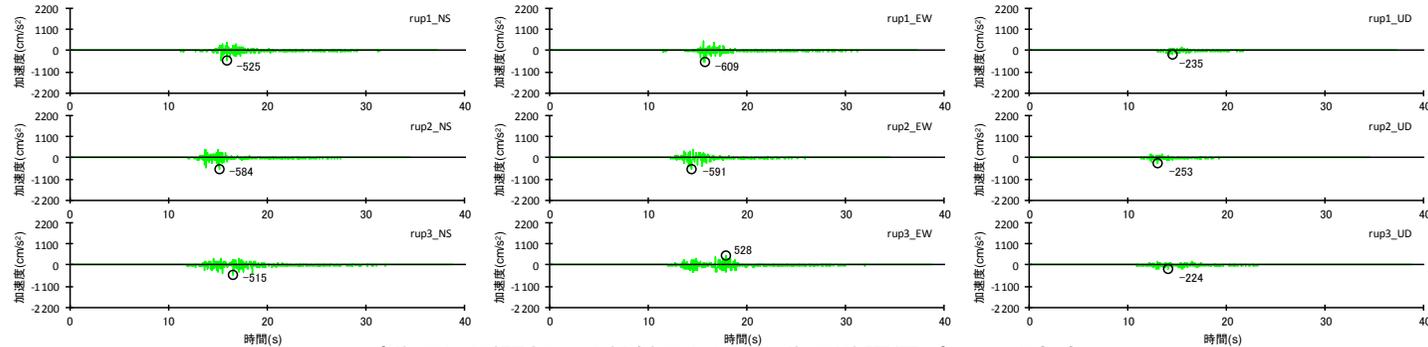
・ケース①及びケース②の震源断層パラメータは、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）と同じである。

地震動評価結果に考慮された保守性の確認

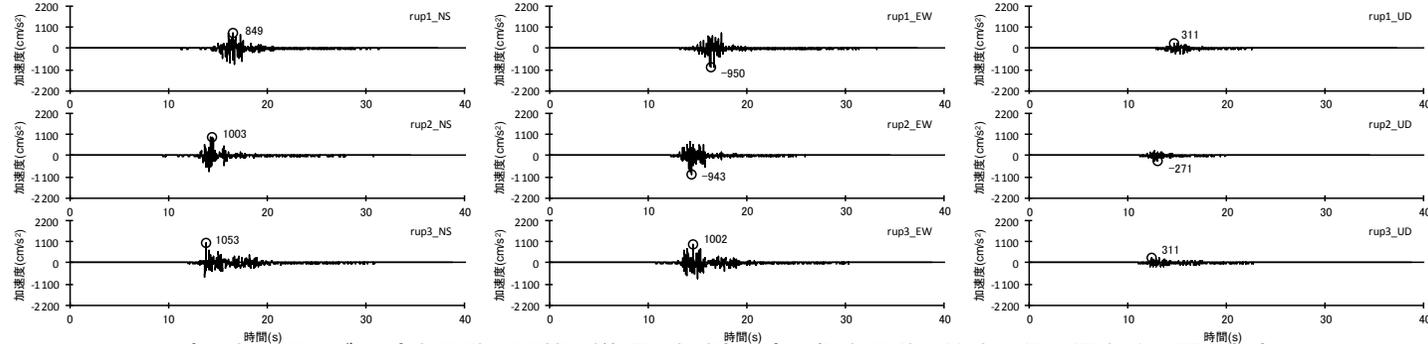
(地震動評価結果)



(地震観測記録の分析結果に沿った地震動評価 (ケース①))



(地震観測記録の分析結果に沿った地震動評価 (ケース②))



(基本震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮) (基準地震動の策定に係る保守的な評価))

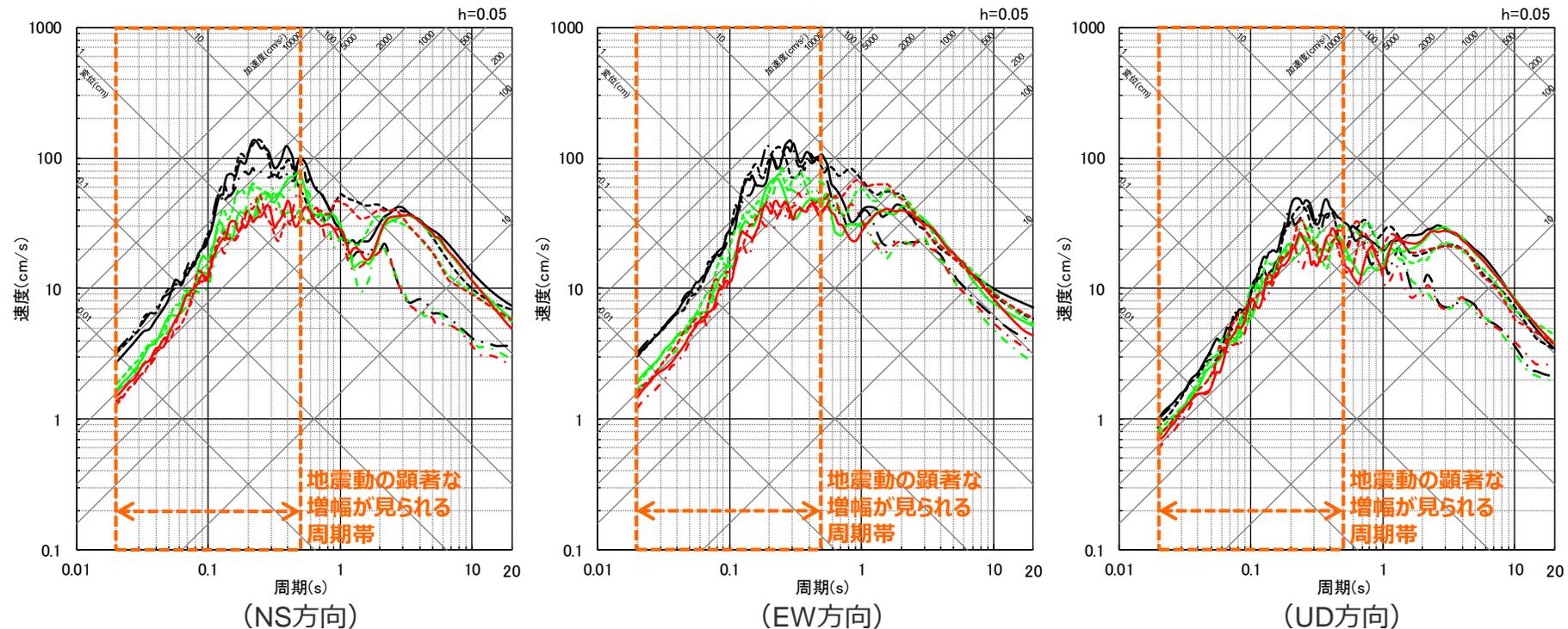
<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果の比較 (加速度時刻歴波形) ... (破壊開始点1~3)... >

地震動評価結果に考慮された保守性の確認

(地震動評価結果)

○海洋プレート内地震について、増幅の範囲及び増幅の程度を地震観測記録の分析結果に対し保守的に設定した基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果は、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、地震観測記録の分析結果に沿った地震動評価（ケース①、ケース②）よりも大きく保守的なものとなっている。

— 地震観測記録の分析結果に沿った地震動評価（ケース①）
— 地震観測記録の分析結果に沿った地震動評価（ケース②）
— 基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（基準地震動の策定に係る保守的な評価）

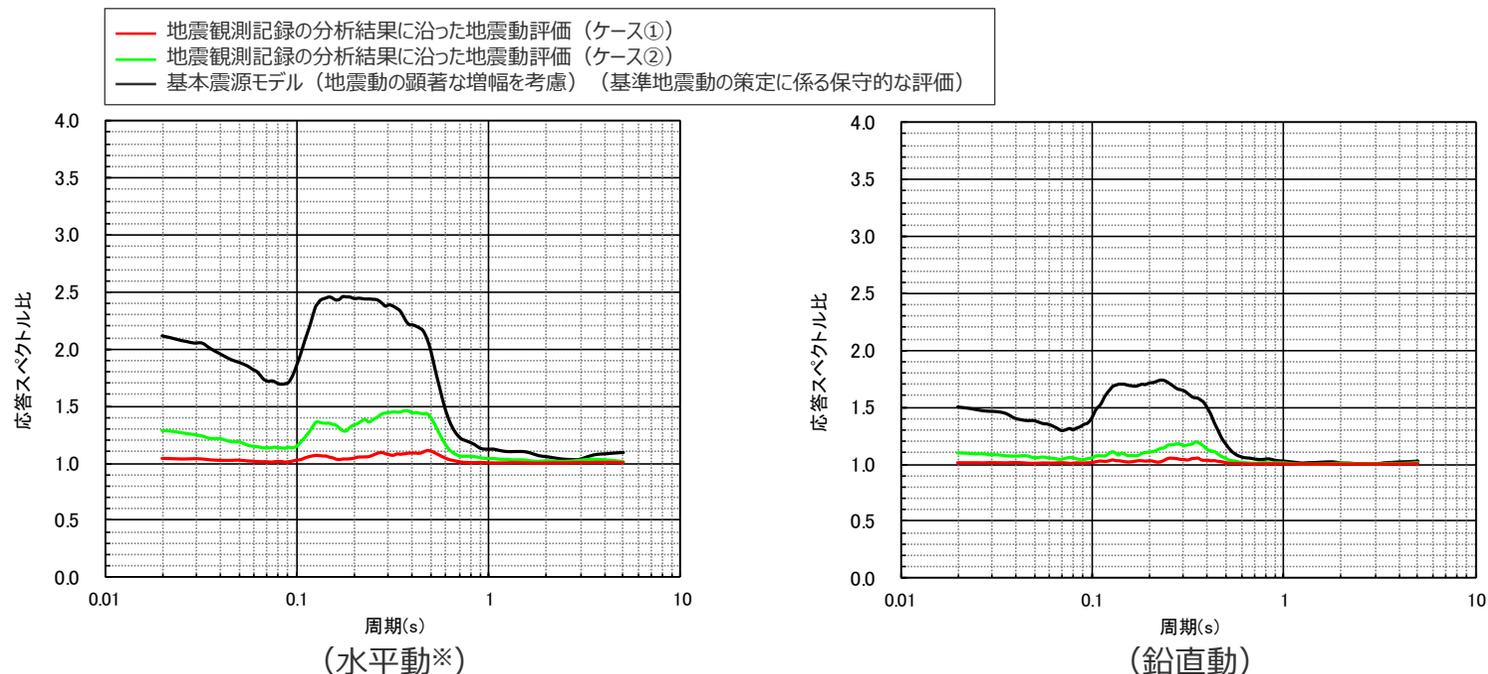


<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果の比較（応答スペクトル）...（破壊開始点1～3）...>

地震動評価結果に考慮された保守性の確認

(地震動評価結果)

○海洋プレート内地震について、増幅の範囲及び増幅の程度を地震観測記録の分析結果に対し保守的に設定した基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の応答スペクトルに基づく地震動評価に用いる増幅係数（応答スペクトル比）は、下図のとおり。



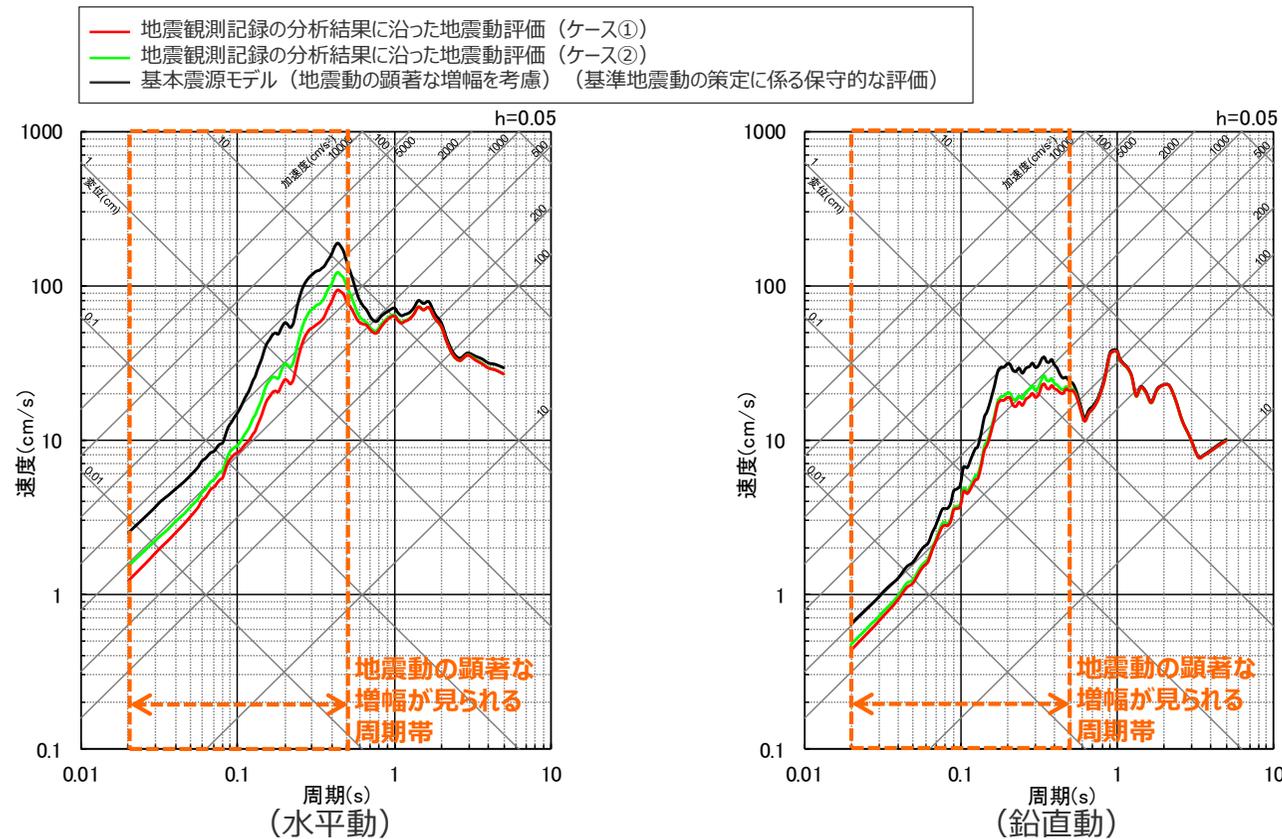
<応答スペクトルに基づく地震動評価への地震動の顕著な増幅の反映のために用いる増幅係数（応答スペクトル比）の比較>

※ 水平動はNS方向とEW方向の平均。

地震動評価結果に考慮された保守性の確認

(地震動評価結果)

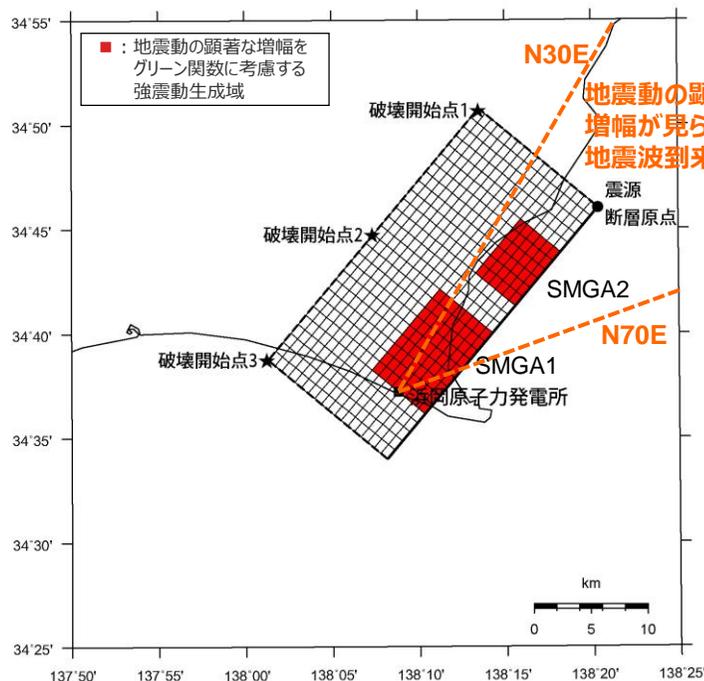
○海洋プレート内地震について、増幅の範囲及び増幅の程度を地震観測記録の分析結果に対し保守的に設定した基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の応答スペクトルに基づく地震動評価結果は、地震動の顕著な増幅が見られる周期帯（周期0.5秒以下）において、地震観測記録の分析結果に沿った地震動評価（ケース①、ケース②）よりも大きく保守的なものとなっている。



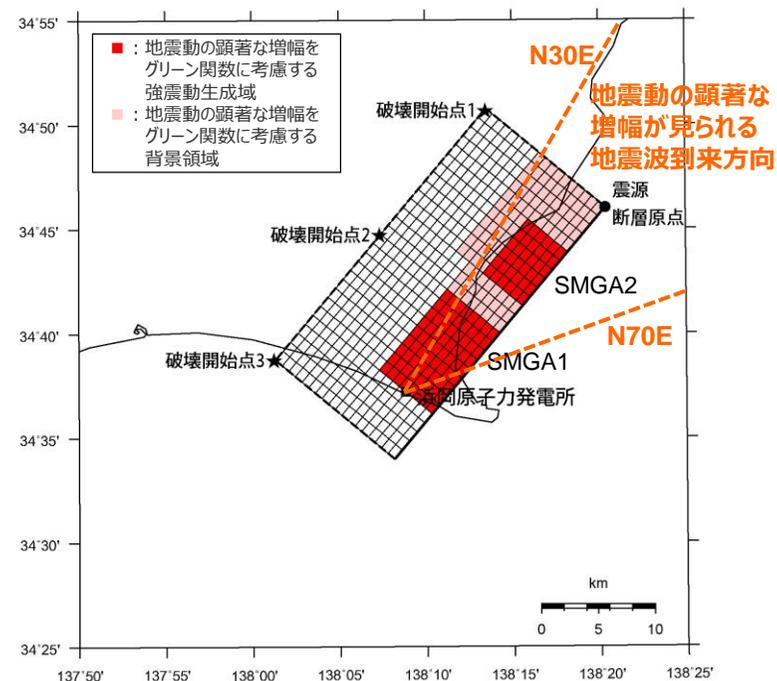
<応答スペクトルに基づく地震動評価結果の比較>

「増幅方向」に位置する背景領域の小断層による影響の確認 (震源モデル)

○海洋プレート内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、「増幅方向」に位置する背景領域の小断層による影響を確認するため、「増幅方向」の敷地近傍に配置した強震動生成域に加え、「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる場合の統計的グリーン法による地震動評価を行い、「増幅方向」に位置する背景領域の小断層には増幅係数を乗じない場合との比較を行う。

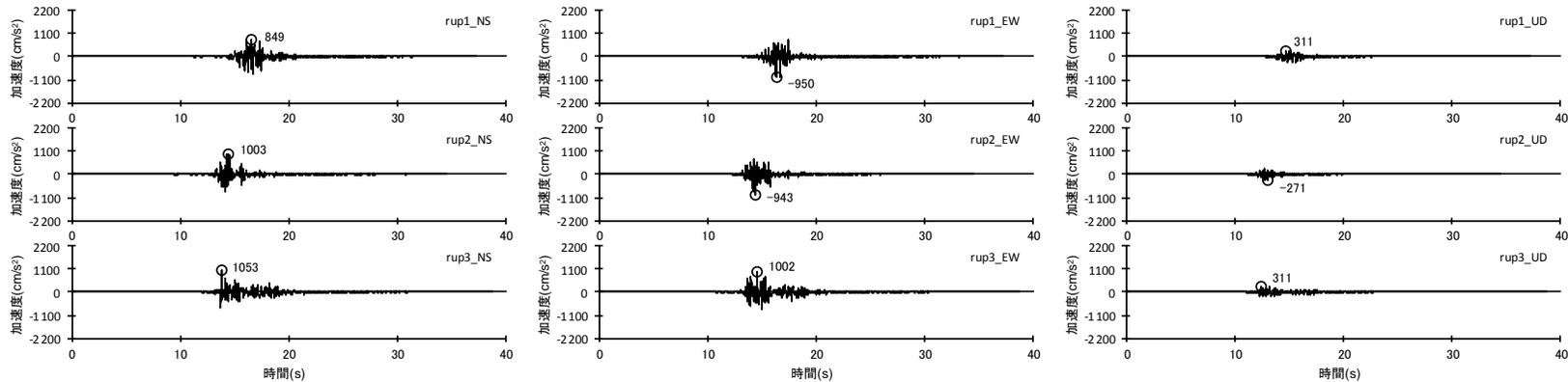


<「増幅方向」に位置する背景領域の小断層には増幅係数を乗じない場合の地震動評価>

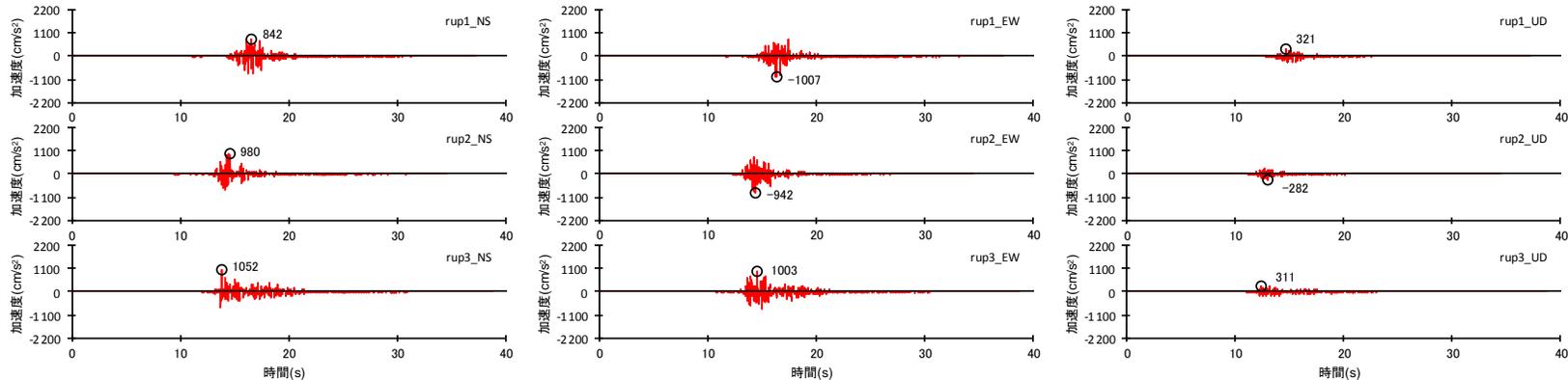


<「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる場合の地震動評価>

「増幅方向」に位置する背景領域の小断層による影響の確認 (地震動評価結果)



(「増幅方向」に位置する背景領域の小断層には増幅係数を乗じない場合の地震動評価)

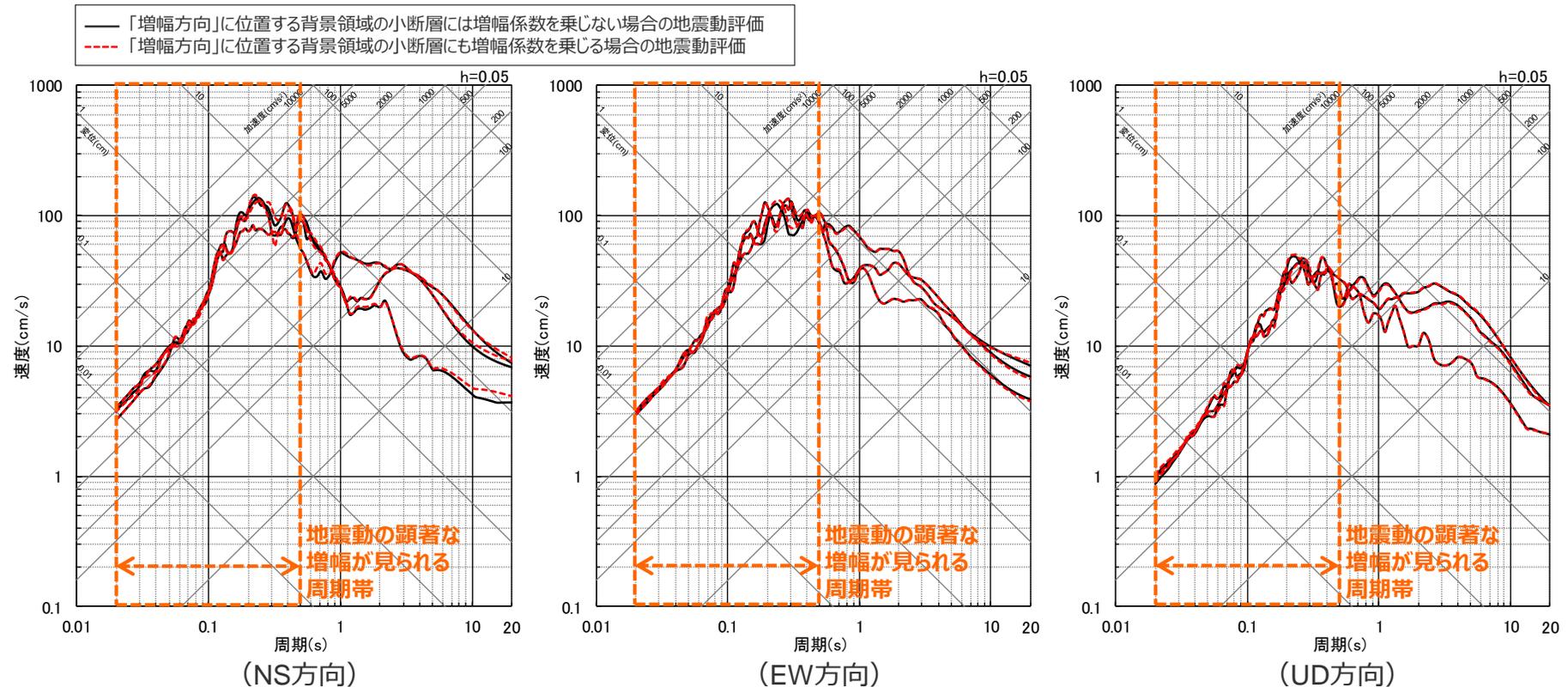


(「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる場合の地震動評価)

<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果の比較（加速度時刻歴波形）... (破壊開始点1~3) >

「増幅方向」に位置する背景領域の小断層による影響の確認 (地震動評価結果)

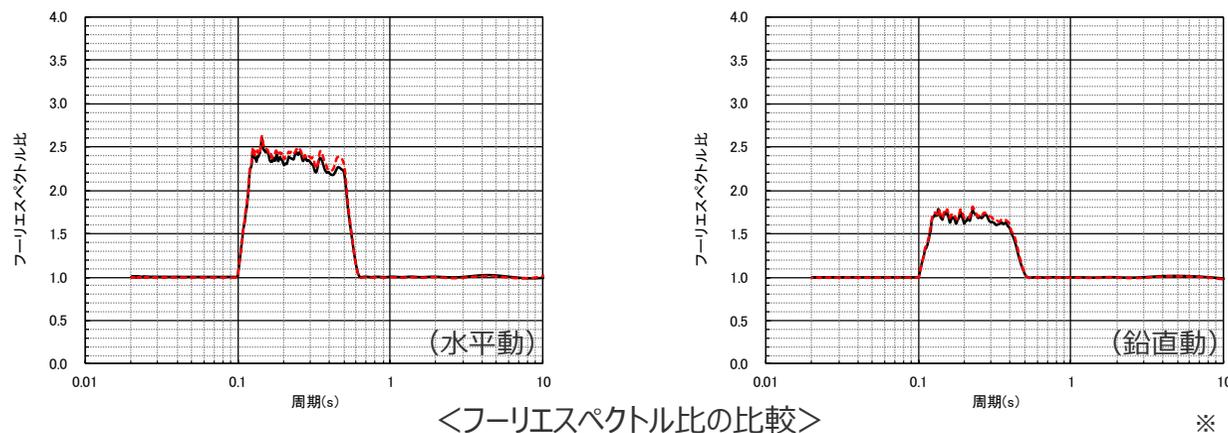
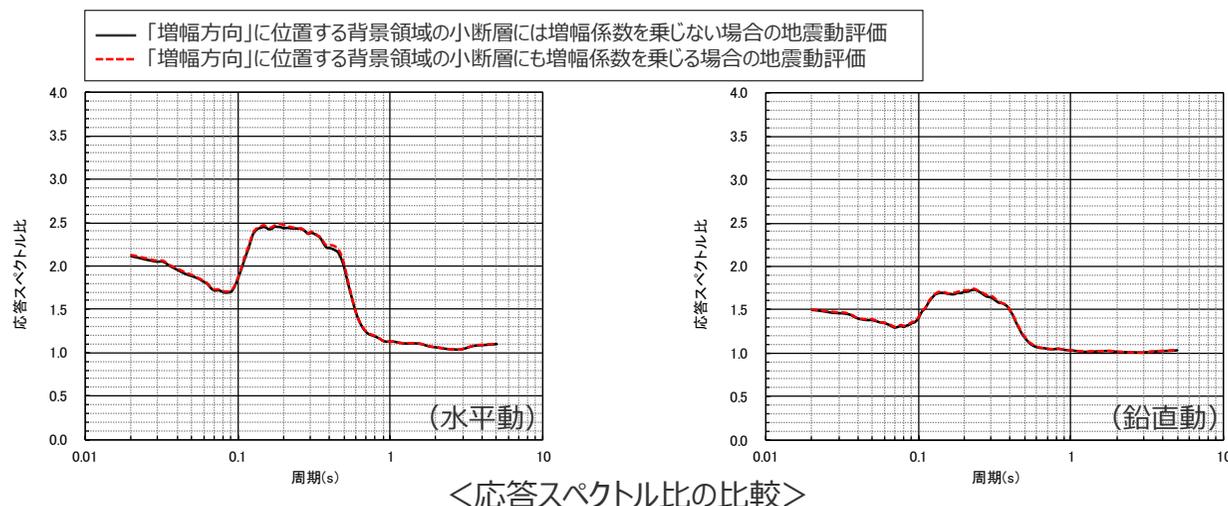
- 海洋プレート内地震の基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）について、「増幅方向」の敷地近傍に配置した強震動生成域（SMGA1及びSMGA2）に加え、「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる場合の地震動レベルは、地震動の顕著な増幅が見られる周期帯（周期0.5秒以下）において、「増幅方向」に位置する背景領域の小断層には増幅係数を乗じない場合と同程度であり、「増幅方向」に位置する背景領域の小断層による影響は小さく、「増幅方向」の敷地近傍に配置した強震動生成域（SMGA1及びSMGA2）による影響が支配的であることを確認した。



<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）...（破壊開始点1～3）>

「増幅方向」に位置する背景領域の小断層による影響の確認 (地震動評価結果)

○ 前述のとおり、海洋プレート内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、「増幅方向」の敷地近傍に配置した強震動生成域（SMGA1及びSMGA2）に加え、「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる場合の地震動レベルは、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、「増幅方向」に位置する背景領域の小断層には増幅係数を乗じない場合と同程度であり、その結果に基づく応答スペクトル比も同程度となっている。また、フーリエスペクトル比も同程度となっている。



※ 水平動はNS方向とEW方向の平均。

「増幅方向」に位置する背景領域の小断層による影響の確認

（まとめ・分析）

【「増幅方向」に位置する背景領域の小断層による影響の確認】

- 特性化震源モデルを用いた地震動評価では、背景領域からの地震動の短周期への影響は強震動生成域（アスペリティ）に比べて小さいとして検討し、震源断層全体の**短周期の地震動レベルを強震動生成域（アスペリティ）からの地震動のみで評価する考え方**により行われていることを踏まえ、断層モデルを用いた手法による地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価では、地震動の顕著な増幅が見られた短周期の地震動に及ぼす影響が支配的な強震動生成域（アスペリティ）に着目し、短周期の地震動評価に一般的に用いられる統計的グリーン関数法において、**「増幅方向」の敷地近傍に強震動生成域（アスペリティ）を保守的に配置したうえで、「増幅方向」に位置する強震動生成域（アスペリティ）からの地震動にのみ顕著な増幅を反映する方法**（強震動生成域（アスペリティ）の小断層のグリーン関数に増幅係数を乗じる方法）を用いている。
- 増幅係数を乗じる強震動生成域（アスペリティ）を保守的に「増幅方向」の敷地近傍に配置したうえで評価を行うため、「増幅方向」に位置する背景領域の小断層は敷地から離れることとなり、その影響は小さく、「増幅方向」の敷地近傍に配置した強震動生成域（アスペリティ）による影響が支配的であると考えられるが、ここでは、**「増幅方向」に背景領域の小断層が位置するプレート間地震及び海洋プレート内地震の検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）**を対象に、「増幅方向」に位置する背景領域の小断層のグリーン関数にも増幅係数を乗じた場合の影響確認を行う。

- プレート間地震及び海洋プレート内地震の検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）の地震動の顕著な増幅が見られる周期帯（周期0.5秒程度以下）の地震動評価結果について、「増幅方向」に位置する背景領域の小断層による影響は小さく、「増幅方向」の敷地近傍に配置した強震動生成域による影響が支配的であることを確認した。

- 上記のとおり、「増幅方向」に位置する背景領域の小断層に増幅係数を乗じるか乗じないかの地震動レベルへの影響は、ごくわずかであり、地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価では、**地震動の顕著な増幅が見られた短周期の地震動への影響が支配的な強震動生成域（アスペリティ）に着目した保守的な評価**を行っていることから、**検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）の地震動評価結果は、「増幅方向」に位置する背景領域の小断層に増幅係数を乗じる乗じないにかかわらず、十分保守的な評価結果と考えられる。**

3

「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる海洋プレート内地震の地震動評価（コメント回答）

方針・概要

【第940回審査会合におけるコメント】

- 基準地震動に選定されるものは少し慎重に判断したいと考えている。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については、「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる場合の影響がフーリエスペクトル比で若干ではあるが見られる。そこで、海洋プレート内地震について、プレート間地震などの他の地震動評価結果に包絡されるのであれば必要ないが、基準地震動に選定される地震動であれば、より安全側に「増幅方向」に位置する背景領域にも増幅係数を乗じたものを採用していただきたい。

【第940回審査会合におけるコメントを踏まえた対応】

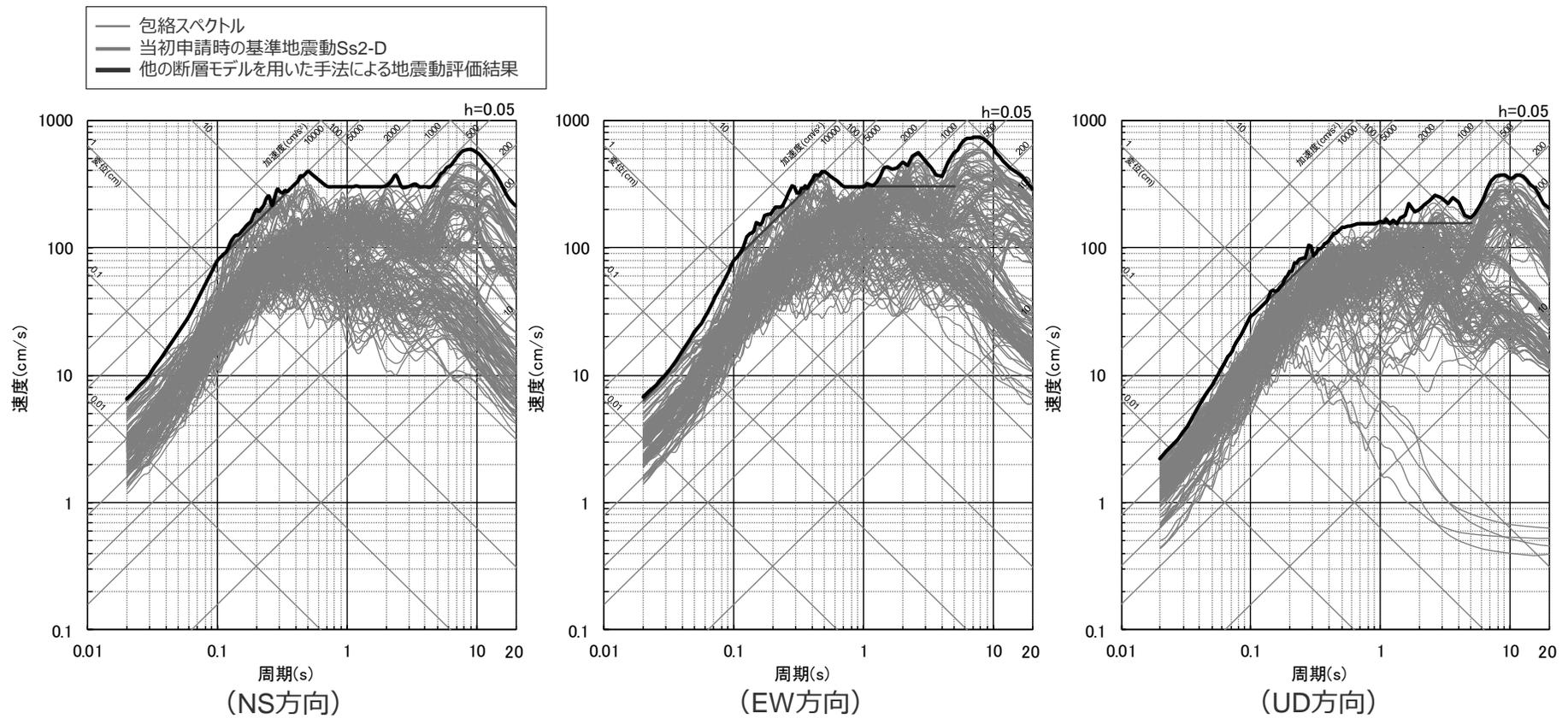
- 地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価では、前述のとおり、地震動の顕著な増幅が見られた短周期の地震動への影響が支配的な強震動生成域（アスペリティ）に着目した保守的な設定を行っており、検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）の地震動評価結果は、「増幅方向」に位置する背景領域の小断層に増幅係数を乗じる乗じないにかかわらず、十分保守的な評価結果と考えられる。
- しかしながら、第940回審査会合におけるコメントを踏まえ、**基準地震動に選定される海洋プレート内地震の地震動評価結果については、より慎重に保守的な評価を行い、「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる地震動評価結果を採用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

【第940回審査会合におけるコメントを踏まえた地震動評価】

- 以降では、海洋プレート内地震において「増幅方向」に位置する背景領域の小断層のグリーン関数にも増幅係数を乗じた場合の影響が応答スペクトル比ではほぼ見られないもののフーリエスペクトル比では詳細に見るとごくわずかに見られることを踏まえ、基準地震動に選定される可能性がある海洋プレート内地震の震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）について、「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる断層モデルを用いた手法による地震動評価を行う。
- 具体的には、基準地震動に選定される可能性のある震源モデルとして、海洋プレート内地震（地震動の顕著な増幅を考慮）の各震源モデルのうち、地震動レベルが比較的大きく、「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる場合に、「他の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果」及び「応答スペクトルに基づく手法による基準地震動」を一部周期で上回る可能性のある震源モデルを検討対象モデルとし、「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる地震動評価（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）を行う。
- 検討対象モデルの選定に当たっては、「海洋プレート内地震（地震動の顕著な増幅を考慮）以外の他の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果」及び「当初申請時の基準地震動Ss2-D」を包絡する応答スペクトル（以降、「包絡スペクトル」（次ページ参照）を作成し、その包絡スペクトルを一部周期で上回る可能性のある震源モデルを選定する。

包絡スペクトルの設定

- 前述の包絡スペクトルは、海洋プレート内地震の震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）以外の以下に示す震源モデルの「他の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果」及び「当初申請時の基準地震動Ss2-D」の応答スペクトルを包絡して作成した。
- ・内陸地殻内地震・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）
 - ・内陸地殻内地震・プレート間地震・海洋プレート内地震の震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）

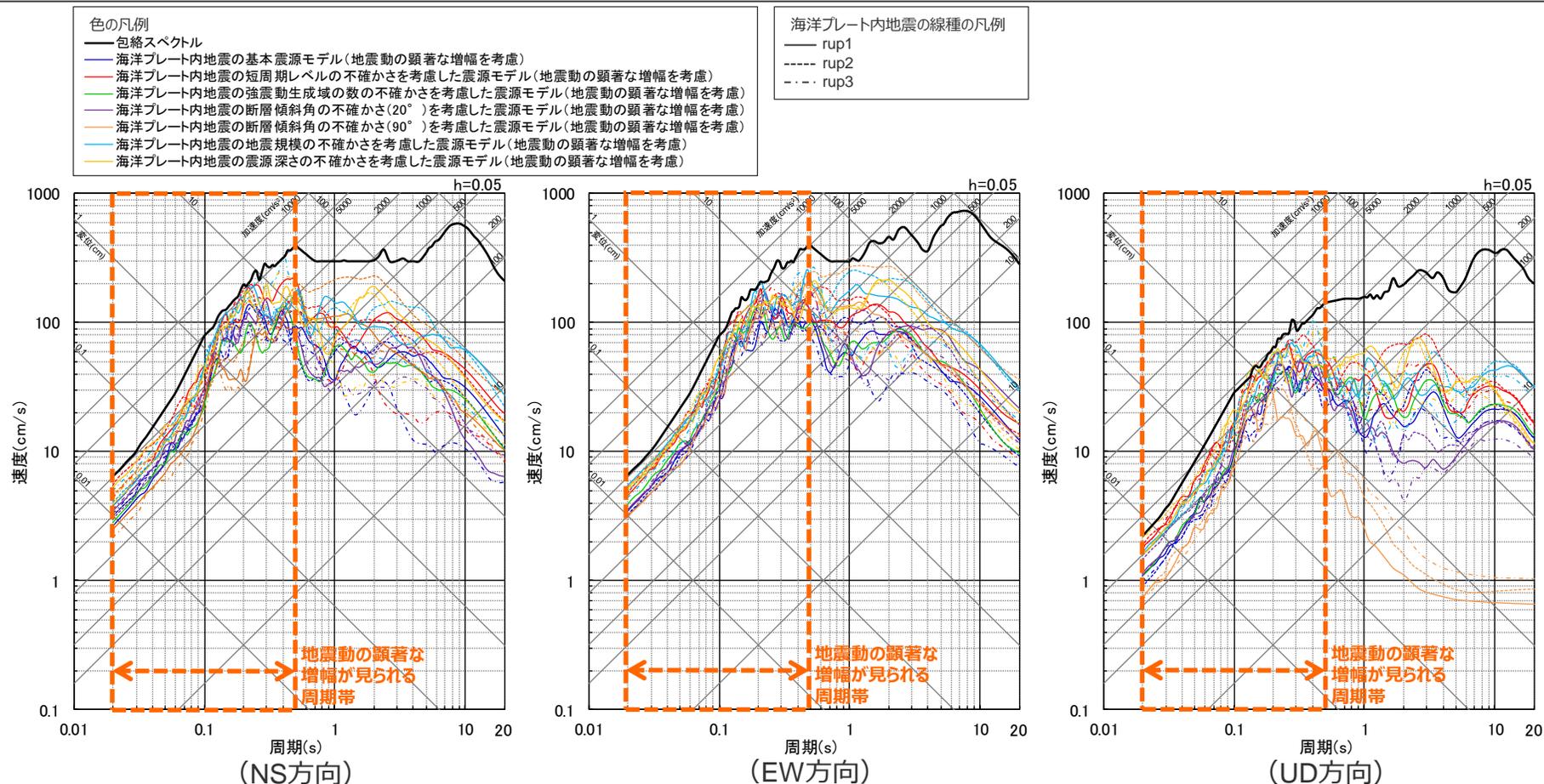


<包絡スペクトル（擬似速度応答スペクトル）>

検討対象モデルの選定

（包絡スペクトルと地震動評価結果の比較）

○包絡スペクトルと海洋プレート内地震の各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（「増幅方向」に位置する背景領域の小断層には増幅係数を乗じない）の比較（擬似速度応答スペクトル）は下図のとおり。

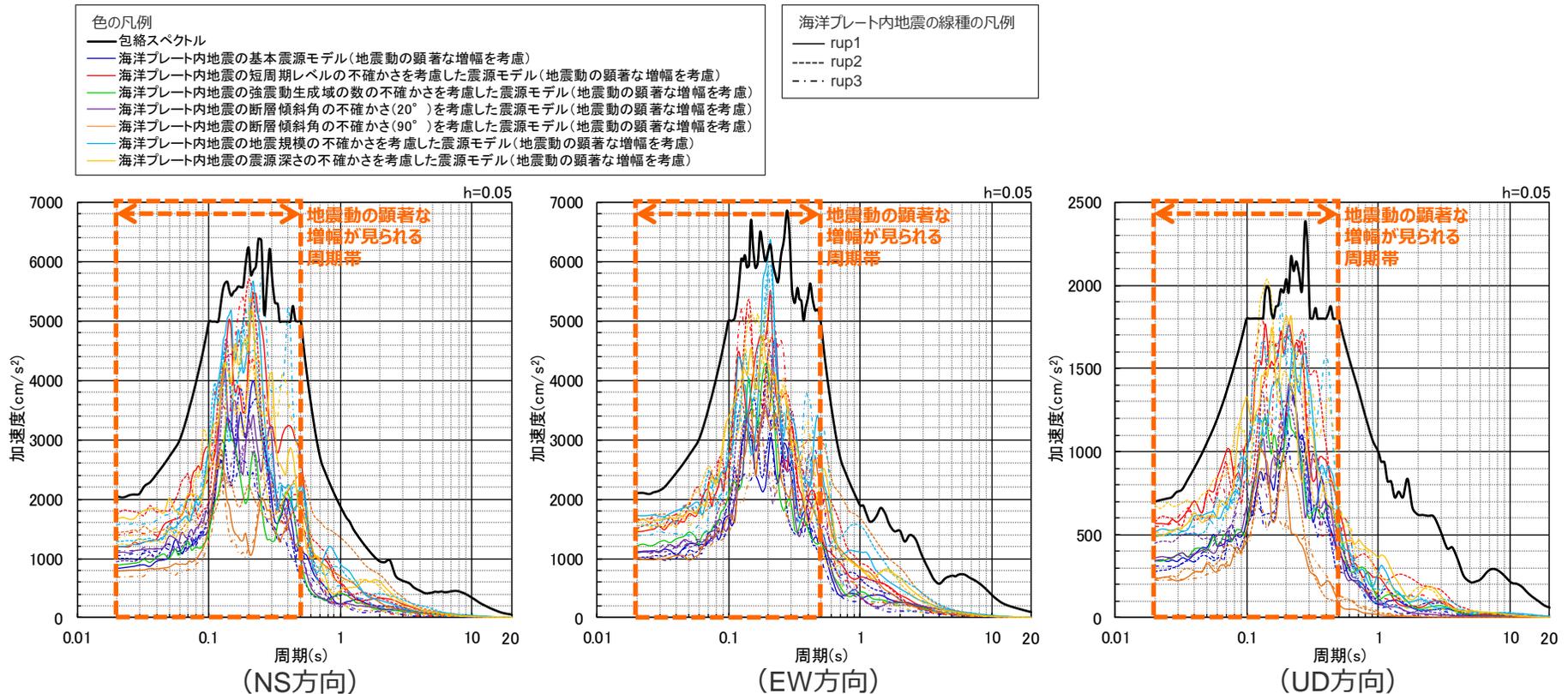


<包絡スペクトルと断層モデルを用いた手法による地震動評価結果の比較（擬似速度応答スペクトル）>

検討対象モデルの選定

（包絡スペクトルと地震動評価結果の比較（地震動レベルが比較的大きい震源モデル））

○包絡スペクトルと海洋プレート内地震の各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（「増幅方向」に位置する背景領域の小断層には増幅係数を乗じない）の比較（加速度応答スペクトル）は下図のとおり。



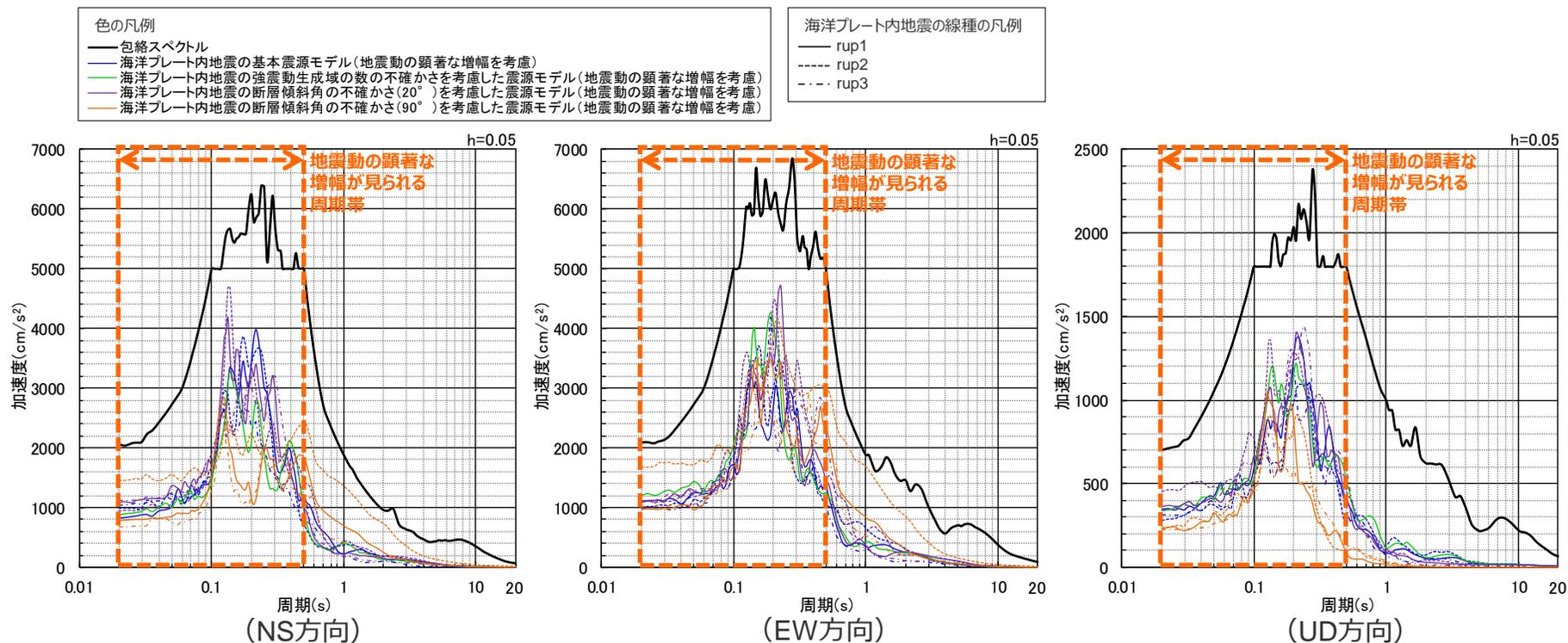
<包絡スペクトルと断層モデルを用いた手法による地震動評価結果の比較（加速度応答スペクトル）>

検討対象モデルの選定

（包絡スペクトルと地震動評価結果の比較（地震動レベルが比較的小さい震源モデル））

○海洋プレート内地震の各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）のうち、以下の震源モデルについては、地震動レベルが比較的小さく、「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じた場合でも包絡スペクトルを上回らないと考えられる。

- 基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）
- 強震動生成域の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）



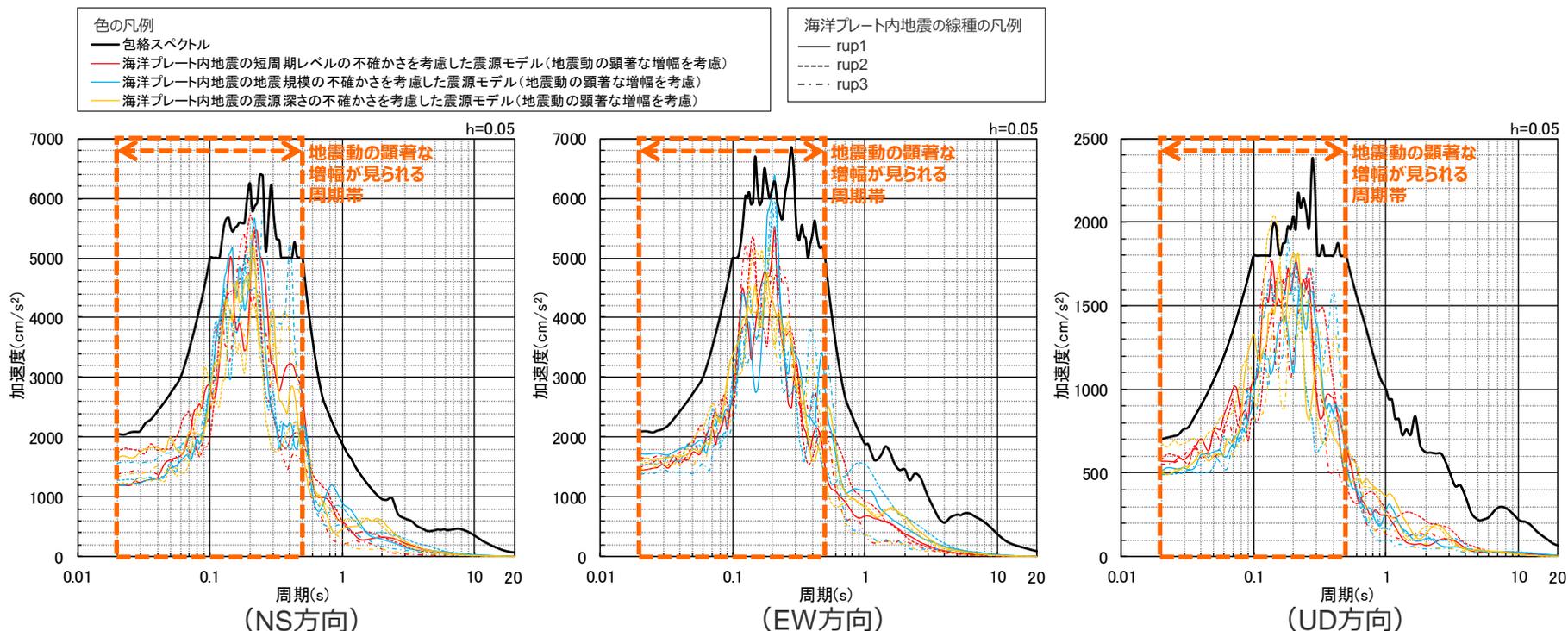
<包絡スペクトルと断層モデルを用いた手法による地震動評価結果の比較（加速度応答スペクトル）>

検討対象モデルの選定

（選定結果）

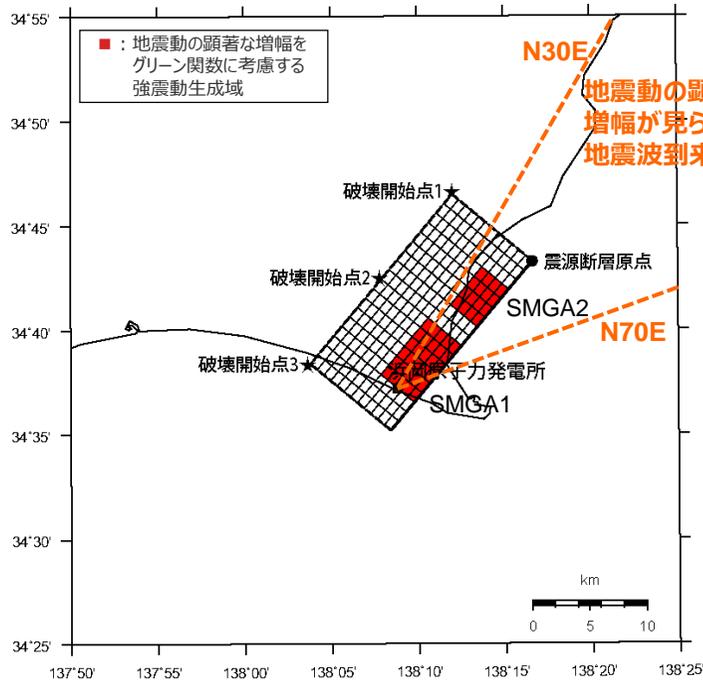
○海洋プレート内地震の各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）のうち、以下の震源モデルは、地震動レベルが比較的大きいことから検討対象モデルとして選定し、「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる地震動評価を行い、包絡スペクトルと比較する。

- 短周期レベルの不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）
- 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）⇒破壊開始点1,3が包絡スペクトルを一部周期で上回る
- 震源深さの不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）⇒破壊開始点2が包絡スペクトルを一部周期で上回る

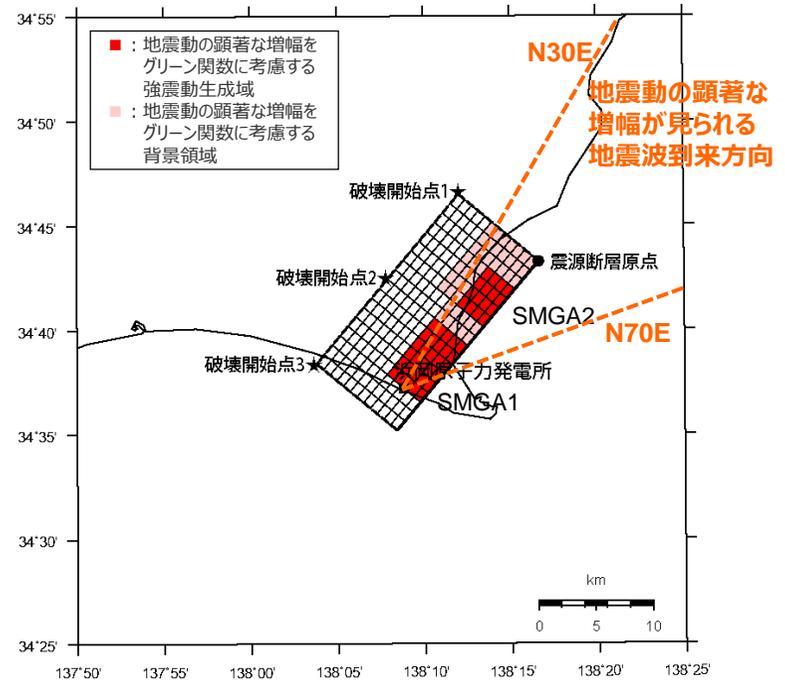


<包絡スペクトルと断層モデルを用いた手法による地震動評価結果の比較（加速度応答スペクトル）>
 （検討対象モデル（「増幅方向」に位置する背景領域の小断層に増幅係数を乗じない場合））

No.1コメント回答<3 「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる海洋プレート内地震の地震動評価（コメント回答）>
短周期レベルの不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）
 （震源モデル）



（「増幅方向」に位置する背景領域の小断層には増幅係数を乗じない地震動評価）



（「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる地震動評価）

<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）>

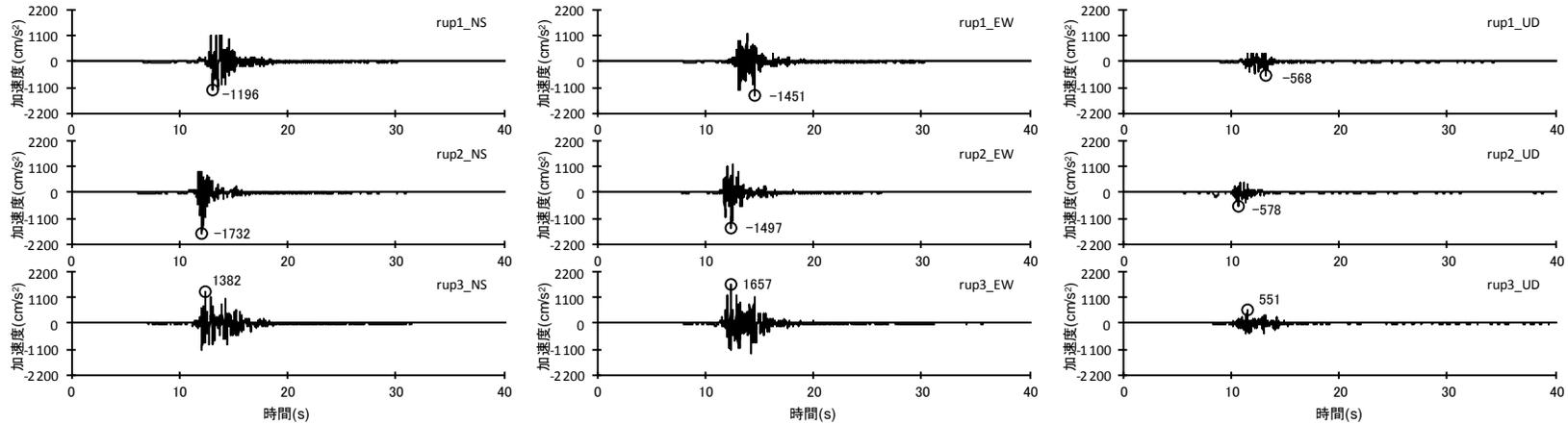
No.1コメント回答<3 「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる海洋プレート内地震の地震動評価（コメント回答）>
短周期レベルの不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）
 （震源断層パラメータ）

<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）の震源断層パラメータ>
 （笹谷・他(2006)に基づく）

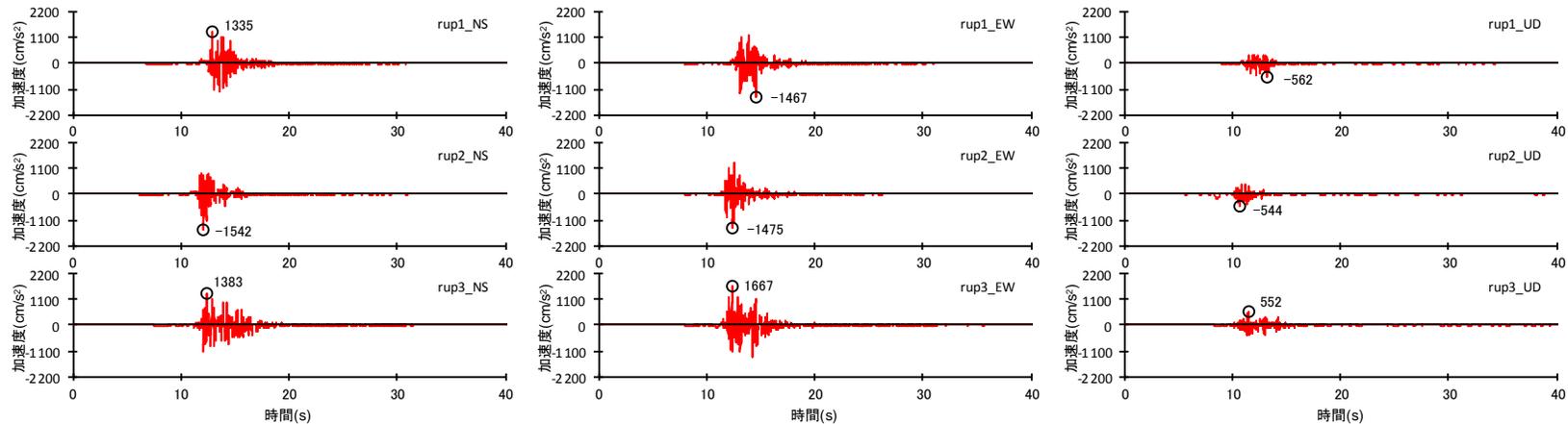
震源断層パラメータ	設定方法	設定結果	震源断層パラメータ	設定方法	設定結果	
震源断層原点	敷地下方に設定	北緯34.721057度 東経138.276965度	強震動生成域	地震モーメント	$M_{0SMGA} = \mu S_{SMGA} D_{SMGA}$	1.04E+19 Nm
走向	プレートの沈み込み方向に直交	220 °		面積	$S_{SMGA} = 1.25 \times 10^{-16} \times M_0^{2/3} [\text{dyne-cm}]$ (笹谷・他(2006)の M_0 - S_{SMGA} 関係)	50.9 km ²
傾斜角	2009年駿河湾の地震の知見に基づき設定	45 °		平均すべり量	$D_{SMGA} = \gamma_D D$, $\gamma_D = 2.0$	4.50 m
すべり角	DC型	90 °		応力降下量	$\Delta\sigma_{SMGA} = A / (4\pi\beta^2) / (S_{SMGA}/\pi)^{0.5}$	77.98 MPa
震源断層長さ	$L = (S/6)^{0.5} \times 3$	19.5 km	強震動生成域1	面積	$S_{SMGA1} = S_{SMGA} \times (2/3)$	33.97 km ²
震源断層幅	$W = (S/6)^{0.5} \times 2$	13.0 km		地震モーメント	$M_{0SMGA1} = M_{0SMGA} \times S_{SMGA1}^{1.5} / (S_{SMGA1}^{1.5} + S_{SMGA2}^{1.5})$	7.69E+18 Nm
震源断層面積	$S = (49/16) M_0^2 \beta^4 \pi^4 / (S_{SMGA} A^2)$	254.6 km ²		平均すべり量	$D_{SMGA1} = M_{0SMGA1} / (\mu \cdot S_{SMGA1})$	4.99 m
震源断層上端深さ	2009年駿河湾の地震の知見に基づき設定	23 km	応力降下量	$\Delta\sigma_{SMGA1} = \Delta\sigma_{SMGA}$	77.98 MPa	
地震モーメント	2009年駿河湾の地震（鈴木・他(2009)の $M_0 = 4.6 \times 10^{18}$ Nm) の32 ^{0.5} 倍	2.60E+19 Nm	強震動生成域2	面積	$S_{SMGA2} = S_{SMGA} \times (1/3)$	16.98 km ²
モーメントマグニチュード	$M_w = (\log M_0 - 9.1) / 1.5$	6.9		地震モーメント	$M_{0SMGA1} = M_{0SMGA} \times S_{SMGA2}^{1.5} / (S_{SMGA1}^{1.5} + S_{SMGA2}^{1.5})$	2.72E+18 Nm
気象庁マグニチュード	M_j : フィリピン海プレート(領域1)におけるスラブ内地震の最大規模等を踏まえ設定	7.0		平均すべり量	$D_{SMGA2} = M_{0SMGA2} / (\mu \cdot S_{SMGA2})$	3.53 m
剛性率	$\mu = \rho \beta^2$ (β : 3.99km/s, ρ : 2.85g/cm ³ (地下構造調査結果等に基づく一次元地下構造モデルによる))	4.54E+10 N/m ²		応力降下量	$\Delta\sigma_{SMGA2} = \Delta\sigma_{SMGA}$	77.98 MPa
平均すべり量	$D = M_0 / \mu S$	2.25 m	背景領域	地震モーメント	$M_{0back} = M_0 \cdot M_{0SMGA}$	1.56E+19 Nm
平均応力降下量	$\Delta\sigma = S_{SMGA} \Delta\sigma_{SMGA} / S$	15.6 MPa		面積	$S_{back} = S - S_{SMGA}$	203.7 km ²
破壊伝播速度	V_r : 2009年駿河湾の地震の特性化震源モデルによる	3.4 km/s		平均すべり量	$D_{back} = M_{0back} / (\mu S_{back})$	1.69 m
短周期レベル	$A = 9.84 \times 10^{17} \times M_0^{1/3} [\text{dyne-cm}]$ (笹谷・他(2006)の M_0 - A 関係)	6.28E+19 Nm/s ²		実効応力	$\sigma_{back} = (D_{back} / W_{back}) / (D_{SMGA} / W_{SMGA}) \Delta\sigma_{SMGA1}$ $W_{SMGA} = (\pi)^{0.5} r_{SMGA}^3 \Sigma \gamma_i^3$, $W_{back} = W$, $\gamma_i = r_{SMGA} / r_{SMGA1}$, $r_{SMGA1} = (S_{SMGA} / \pi)^{0.5}$	11.80 MPa
f_{max}	中央防災会議(2004)による	6.0 Hz	: 震源断層パラメータ表中の2009年駿河湾の地震は本震。			

・「増幅方向」に位置する背景領域の小断層には増幅係数を乗じない場合と「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる場合で震源断層パラメータは同じ。

No.1コメント回答<3 「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる海洋プレート内地震の地震動評価（コメント回答）>
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）
（地震動評価結果）



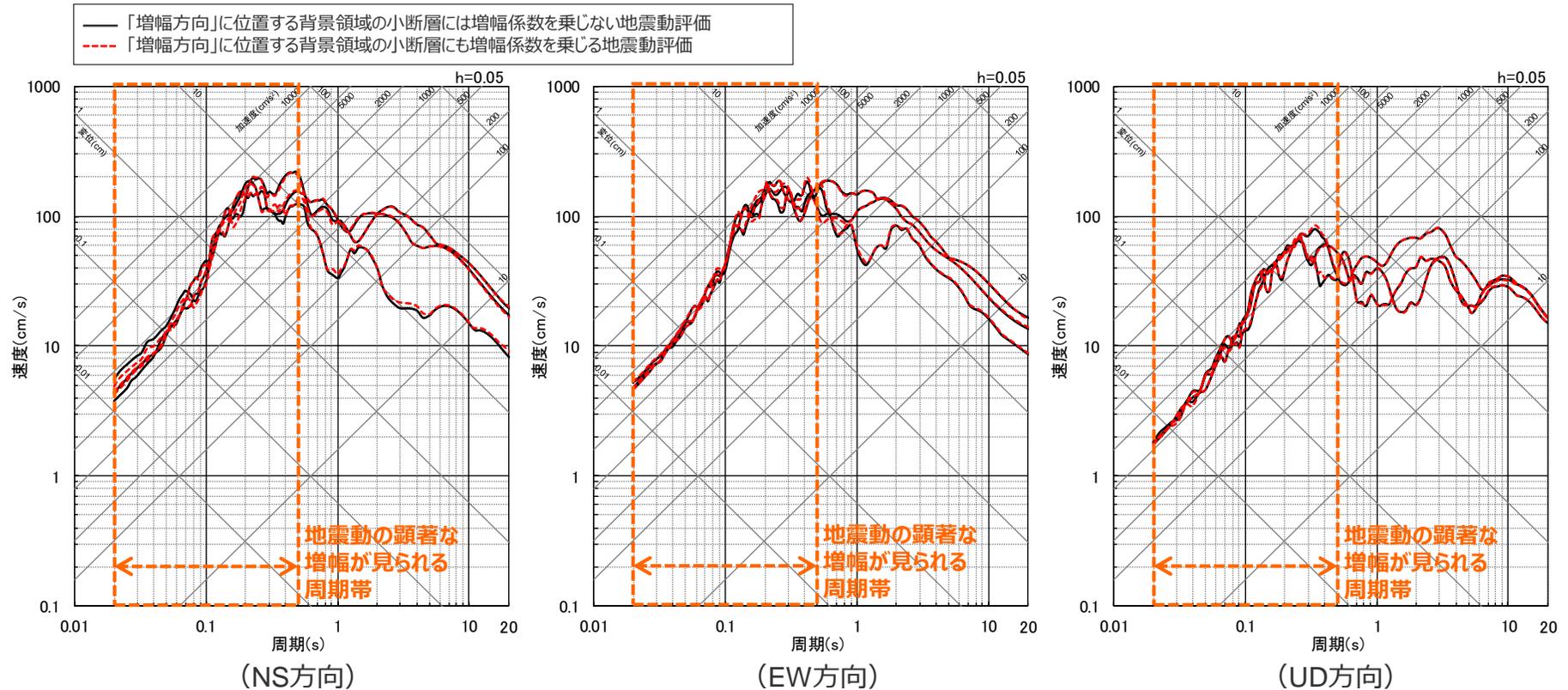
（「増幅方向」に位置する背景領域の小断層には増幅係数を乗じない地震動評価）



（「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる地震動評価）

<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果の比較（加速度時刻歴波形）（破壊開始点1～3）>
 （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））

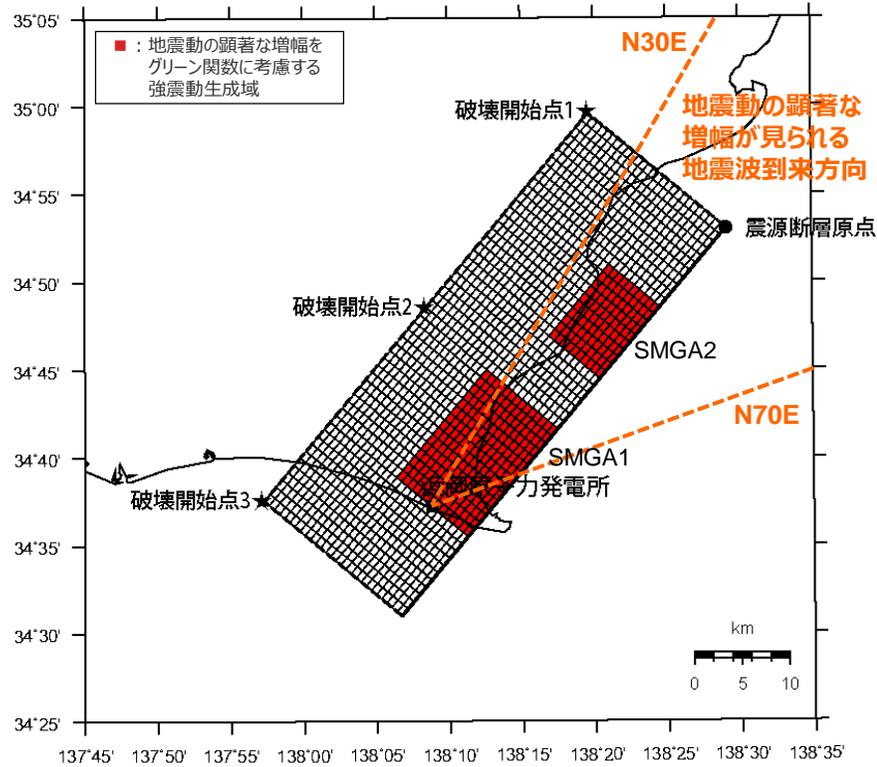
No.1コメント回答<3 「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる海洋プレート内地震の地震動評価（コメント回答）>
短周期レベルの不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）
 （地震動評価結果）



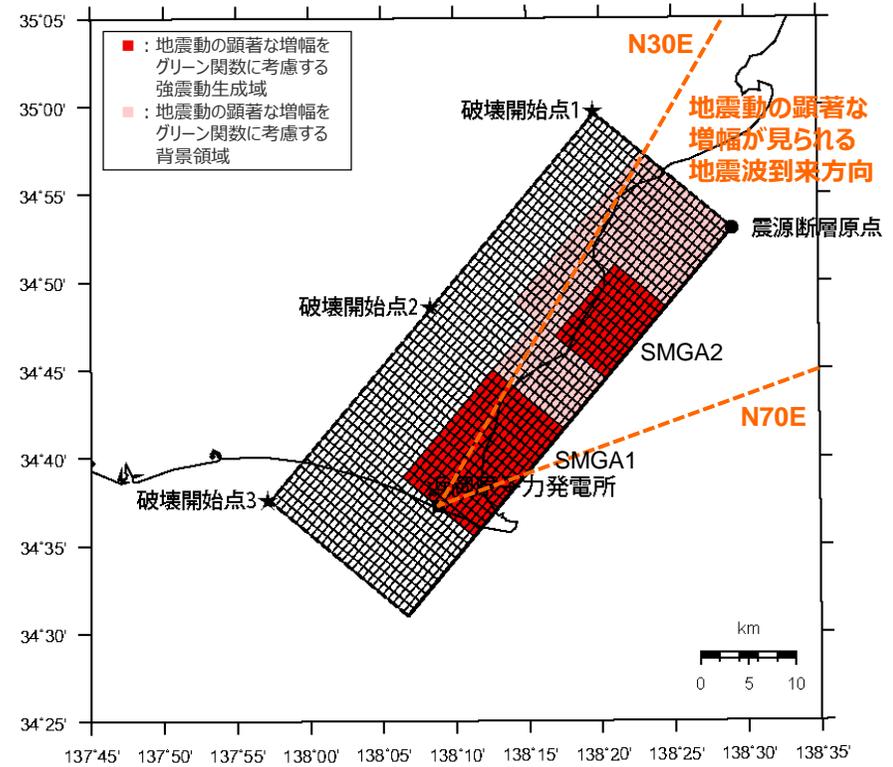
<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果の比較（応答スペクトル）（破壊開始点1~3）>
 （短周期レベルの不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））

地震規模の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）

（震源モデル）



（「増幅方向」に位置する背景領域の小断層には増幅係数を乗じない地震動評価）



（「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる地震動評価）

<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）>

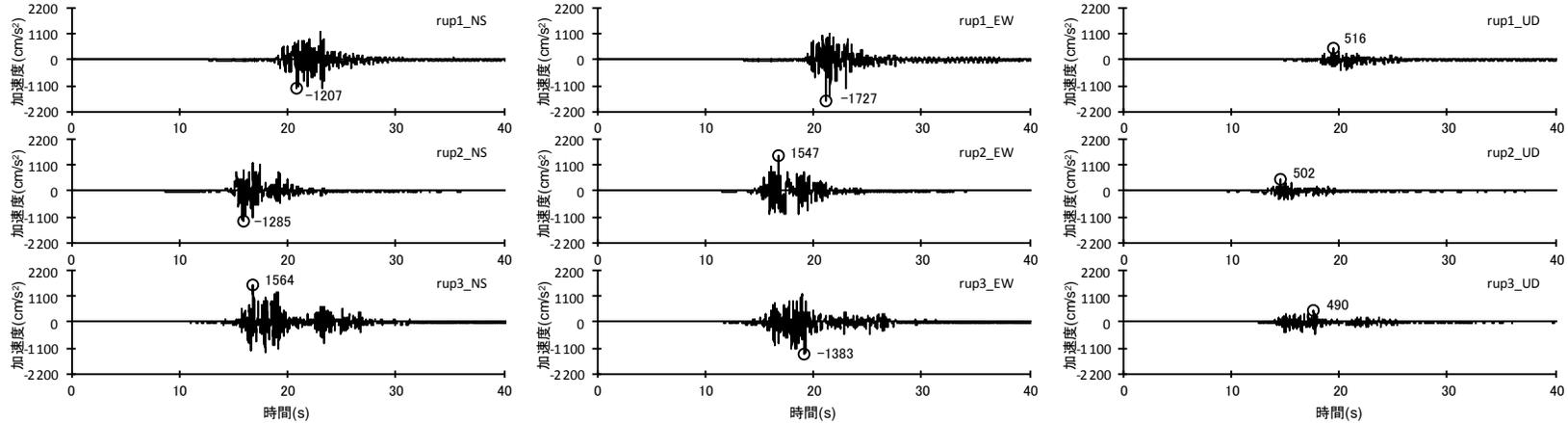
（震源断層パラメータ）

<地震規模の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の震源断層パラメータ>

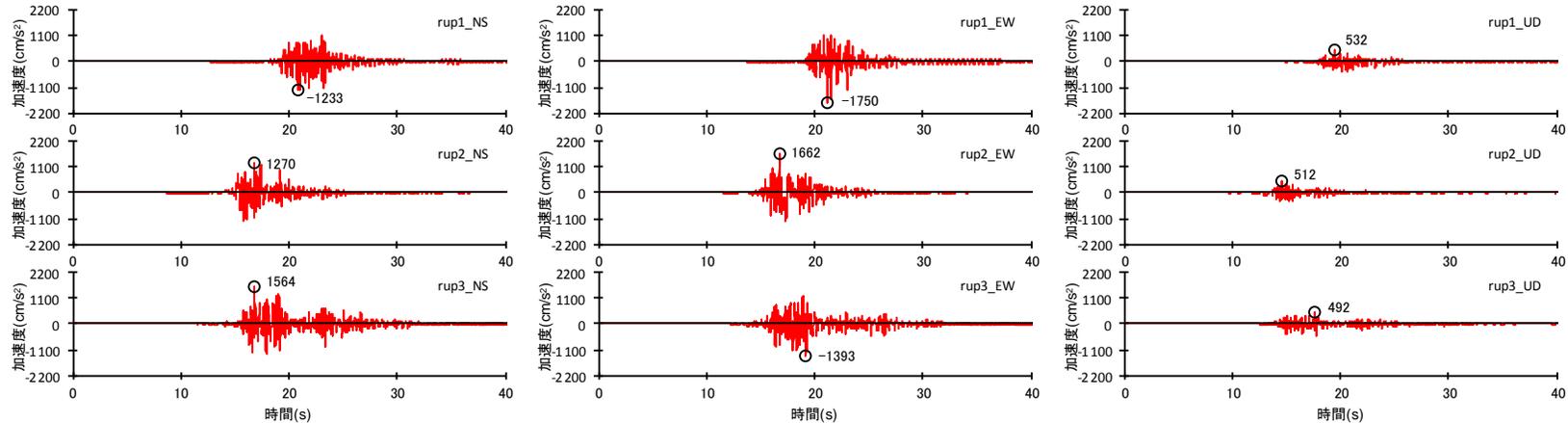
震源断層パラメータ	設定方法	設定結果	震源断層パラメータ	設定方法	設定結果	
震源断層原点	敷地下方に設定	北緯34.883279度 東経138.485104度	強震動生成域	地震モーメント	2009年駿河湾の地震の M_0 - M_{0SMGA} 関係及びスケーリング則による	4.25E+19 Nm
走向	プレートの沈み込み方向に直交	220 °		面積	2009年駿河湾の地震の M_0 - S_{SMGA} 関係及びスケーリング則による	288.0 km ²
傾斜角	2009年駿河湾の地震の知見に基づき設定	45 °		平均すべり量	$D_{SMGA} = M_{0SMGA} / (\mu S_{SMGA})$	3.25 m
すべり角	DC型	90 °		応力降下量	$\Delta\sigma_{SMGA} = A / (4\pi r_{SMGA} \beta^2), r_{SMGA} = (S_{SMGA} / \pi)^{0.5}$	30.71 MPa
震源断層長さ	$L = (S/2)^{0.5} \times 2$	53.1 km	強震動生成域1	面積	$S_{SMGA1} = S_{SMGA} \times (2/3)$	192.0 km ²
震源断層幅	$W = (S/2)^{0.5}$	26.6 km		地震モーメント	$M_{0SMGA1} = M_{0SMGA} \times S_{SMGA1}^{1.5} / (S_{SMGA1}^{1.5} + S_{SMGA2}^{1.5})$	3.14E+19 Nm
震源断層面積	$S = M_0 / (\mu D)$	1410.6 km ²		平均すべり量	$D_{SMGA1} = M_{0SMGA1} / (\mu \cdot S_{SMGA1})$	3.60 m
震源断層上端深さ	2009年駿河湾の地震の知見に基づき設定	23 km	応力降下量	$\Delta\sigma_{SMGA1} = \Delta\sigma_{SMGA}$	30.71 MPa	
地震モーメント	2009年駿河湾の地震（鈴木・他(2009)の $M_0 = 4.6 \times 10^{19}$ Nm)の512 ^{0.5} 倍	1.04E+20 Nm	強震動生成域2	面積	$S_{SMGA2} = S_{SMGA} \times (1/3)$	96.0 km ²
モーメントマグニチュード	$M_w = (\log M_0 - 9.1) / 1.5$	7.3		地震モーメント	$M_{0SMGA2} = M_{0SMGA} \times S_{SMGA2}^{1.5} / (S_{SMGA1}^{1.5} + S_{SMGA2}^{1.5})$	1.11E+19 Nm
気象庁マグニチュード	M_j : 地震規模の不確かさを踏まえ設定	7.4		平均すべり量	$D_{SMGA2} = M_{0SMGA2} / (\mu \cdot S_{SMGA2})$	2.55 m
剛性率	$\mu = \rho \beta^2 (\beta: 3.99 \text{ km/s}, \rho: 2.85 \text{ g/cm}^3)$ (地下構造調査結果等に基づく一次元地下構造モデルによる)	4.54E+10 N/m ²		応力降下量	$\Delta\sigma_{SMGA2} = \Delta\sigma_{SMGA}$	30.71 MPa
平均すべり量	$D = D_{SMGA} / \gamma_D, \gamma_D = 2.0$	1.63 m	背景領域	地震モーメント	$M_{0back} = M_0 \cdot M_{0SMGA}$	6.16E+19 Nm
平均応力降下量	$\Delta\sigma = (7/16) \cdot M_0 / (S/m)^{1.5}$	4.79 MPa		面積	$S_{back} = S - S_{SMGA}$	1122.6 km ²
破壊伝播速度	V_r : 2009年駿河湾の地震の特性化震源モデルによる	3.4 km/s		平均すべり量	$D_{back} = M_{0back} / (\mu S_{back})$	1.21 m
短周期レベル	2009年駿河湾の地震の M_0 - A 関係及びスケーリング則による	5.88E+19 Nm/s ²		実効応力	$\sigma_{back} = (D_{back} / W_{back}) / (D_{SMGA} / W_{SMGA}) \Delta\sigma_{SMGA1}$ $W_{SMGA} = (\pi)^{0.5} r_{SMGA}^3 \Sigma \gamma_i^3, W_{back} = W, \gamma_i = r_{SMGA} / r_{SMGA1}, r_{SMGA1} = (S_{SMGA} / \pi)^{0.5}$	5.37 MPa
f_{max}	中央防災会議(2004)による	6.0 Hz	: 震源断層パラメータ表中の2009年駿河湾の地震は本震。			

「増幅方向」に位置する背景領域の小断層には増幅係数を乗じない場合と「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる場合で震源断層パラメータは同じ。

No.1コメント回答<3 「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる海洋プレート内地震の地震動評価（コメント回答）>
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）
（地震動評価結果）



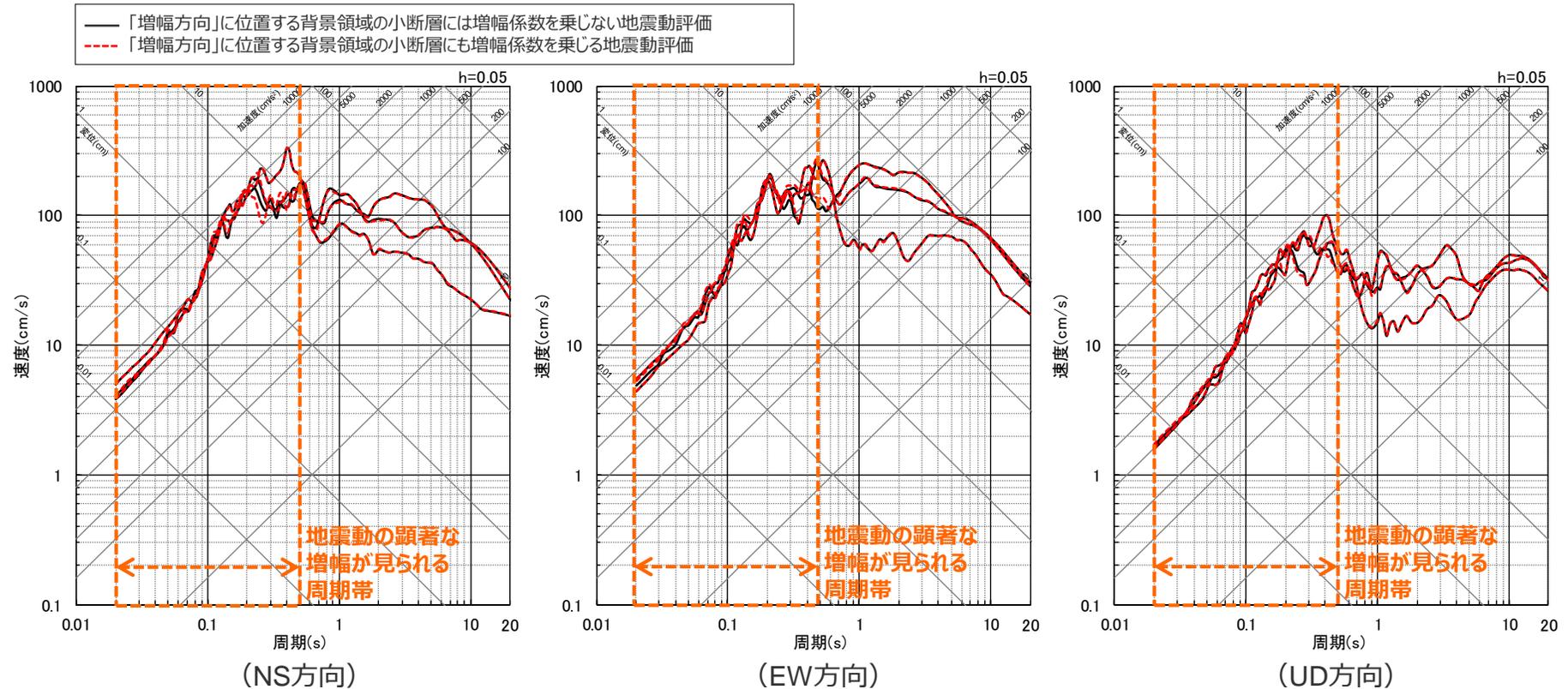
（「増幅方向」に位置する背景領域の小断層には増幅係数を乗じない地震動評価）



（「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる地震動評価）

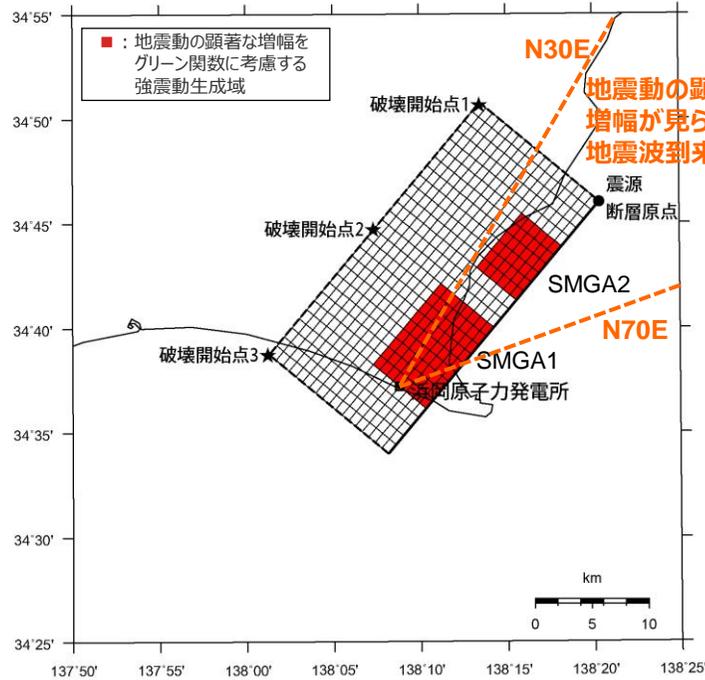
<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果の比較（加速度時刻歴波形）（破壊開始点1～3）>
 （地震規模不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））

No.1コメント回答<3 「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる海洋プレート内地震の地震動評価（コメント回答）>
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）
 （地震動評価結果）

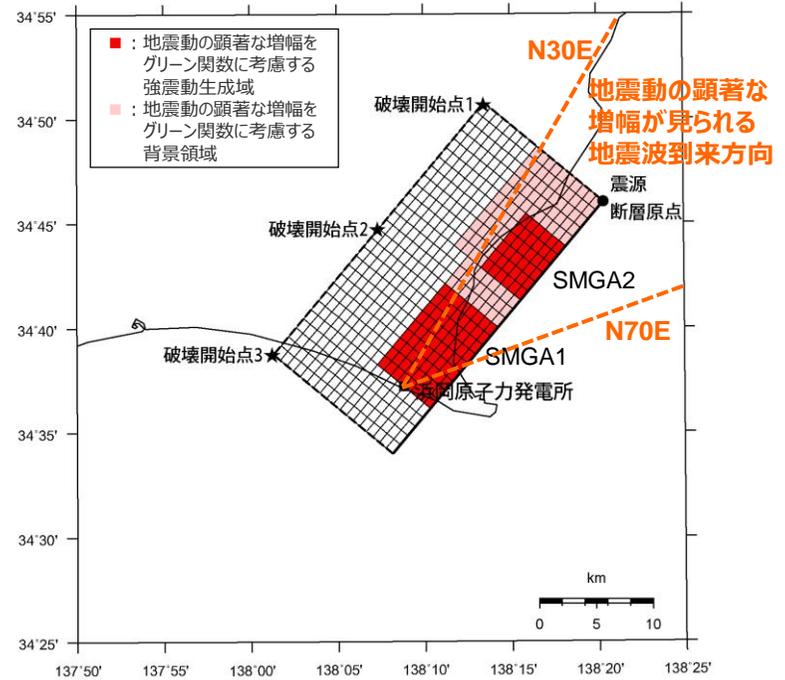


<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果の比較（応答スペクトル）（破壊開始点1~3）>
 （地震規模の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））

No.1コメント回答<3 「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる海洋プレート内地震の地震動評価（コメント回答）>
震源深さの不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）
 （震源モデル）



（「増幅方向」に位置する背景領域の小断層には増幅係数を乗じない地震動評価）



（「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる地震動評価）

<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）>

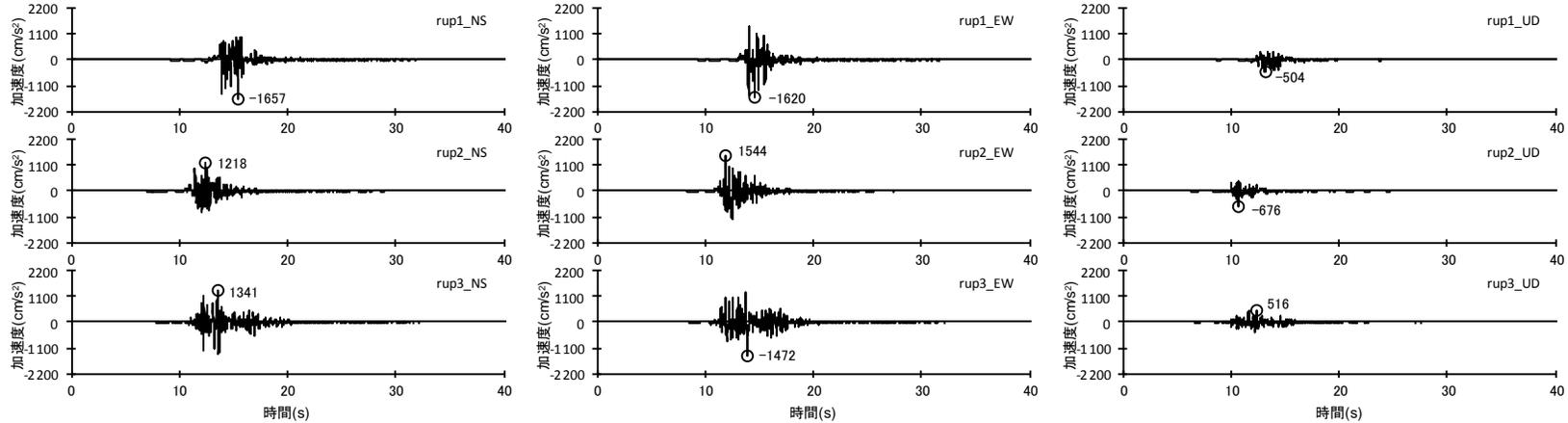
No.1コメント回答<3 「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる海洋プレート内地震の地震動評価（コメント回答）>
震源深さの不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）
 （震源断層パラメータ）

<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）の震源断層パラメータ>

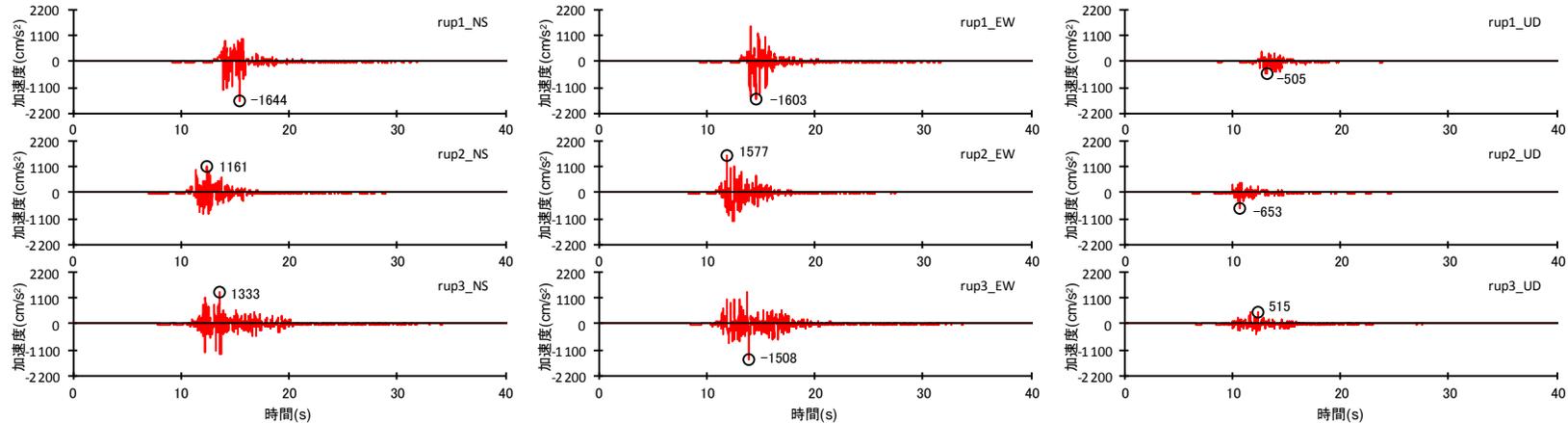
震源断層パラメータ	設定方法	設定結果	震源断層パラメータ	設定方法	設定結果	
震源断層原点	敷地下方に設定	北緯34.766785度 東経138.339557度	強震動生成域	地震モーメント	2009年駿河湾の地震の M_0 - M_{0SMGA} 関係及びスケーリング則による	1.06E+19 Nm
走向	プレートの沈み込み方向に直交	220 °		面積	2009年駿河湾の地震の M_0 - S_{SMGA} 関係及びスケーリング則による	114.3 km ²
傾斜角	2009年駿河湾の地震の知見に基づき設定	45 °		平均すべり量	$D_{SMGA} = M_{0SMGA} / (\mu S_{SMGA})$	2.05 m
すべり角	DC型	90 °		応力降下量	$\Delta\sigma_{SMGA} = A / (4\pi r_{SMGA} \beta^2), r_{SMGA} = (S_{SMGA} / \pi)^{0.5}$	30.71 MPa
震源断層長さ	$L = (S/6)^{0.5} \times 3$	29.0 km	強震動生成域1	面積	$S_{SMGA1} = S_{SMGA} \times (2/3)$	76.2 km ²
震源断層幅	$W = (S/6)^{0.5} \times 2$	19.3 km		地震モーメント	$M_{0SMGA1} = M_{0SMGA} \times S_{SMGA1}^{1.5} / (S_{SMGA1}^{1.5} + S_{SMGA2}^{1.5})$	7.85E+18 Nm
震源断層面積	$S = M_0 / (\mu D)$	559.8 km ²		平均すべり量	$D_{SMGA1} = M_{0SMGA1} / (\mu \cdot S_{SMGA1})$	2.27 m
震源断層上端深さ	敷地直下のフィリピン海プレートの構造を踏まえて設定	13.8 km	応力降下量	$\Delta\sigma_{SMGA1} = \Delta\sigma_{SMGA}$	30.71 MPa	
地震モーメント	2009年駿河湾の地震（鈴木・他(2009)の $M_0 = 4.6 \times 10^{19}$ Nm)の32 ^{0.5} 倍	2.60E+19 Nm	強震動生成域2	面積	$S_{SMGA2} = S_{SMGA} \times (1/3)$	38.1 km ²
モーメントマグニチュード	$M_w = (\log M_0 - 9.1) / 1.5$	6.9		地震モーメント	$M_{0SMGA2} = M_{0SMGA} \times S_{SMGA2}^{1.5} / (S_{SMGA1}^{1.5} + S_{SMGA2}^{1.5})$	2.78E+18 Nm
気象庁マグニチュード	M_j : フィリピン海プレート(領域1)におけるスラブ内地震の最大規模等を踏まえ設定	7.0		平均すべり量	$D_{SMGA2} = M_{0SMGA2} / (\mu \cdot S_{SMGA2})$	1.61 m
剛性率	$\mu = \rho \beta^2$ (β : 3.99 km/s, ρ : 2.85 g/cm ³ (地下構造調査結果等に基づく一次元地下構造モデルによる))	4.54E+10 N/m ²		応力降下量	$\Delta\sigma_{SMGA2} = \Delta\sigma_{SMGA}$	30.71 MPa
平均すべり量	$D = D_{SMGA} / \gamma_D, \gamma_D = 2.0$	1.02 m	背景領域	地震モーメント	$M_{0back} = M_0 \cdot M_{0SMGA}$	1.54E+19 Nm
平均応力降下量	$\Delta\sigma = (7/16) \cdot M_0 / (S/m)^{1.5}$	4.79 MPa		面積	$S_{back} = S - S_{SMGA}$	445.5 km ²
破壊伝播速度	V_r : 2009年駿河湾の地震の特性化震源モデルによる	3.4 km/s		平均すべり量	$D_{back} = M_{0back} / (\mu S_{back})$	0.76 m
短周期レベル	2009年駿河湾の地震の M_0 - A 関係及びスケーリング則による	3.71E+19 Nm/s ²		実効応力	$\sigma_{back} = (D_{back} / W_{back}) / (D_{SMGA} / W_{SMGA}) \Delta\sigma_{SMGA1}$ $W_{SMGA} = (\pi)^{0.5} r_{SMGA}^3 \Sigma \gamma_i^3, W_{back} = W, \gamma_i = r_{SMGA} / r_{SMGA1}, r_{SMGA1} = (S_{SMGA} / \pi)^{0.5}$	4.66 MPa
f_{max}	中央防災会議(2004)による	6.0 Hz	: 震源断層パラメータ表中の2009年駿河湾の地震は本震。			

「増幅方向」に位置する背景領域の小断層には増幅係数を乗じない場合と「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる場合で震源断層パラメータは同じ。

No.1コメント回答く3 「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる海洋プレート内地震の地震動評価（コメント回答）>
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）
（地震動評価結果）



（「増幅方向」に位置する背景領域の小断層には増幅係数を乗じない地震動評価）

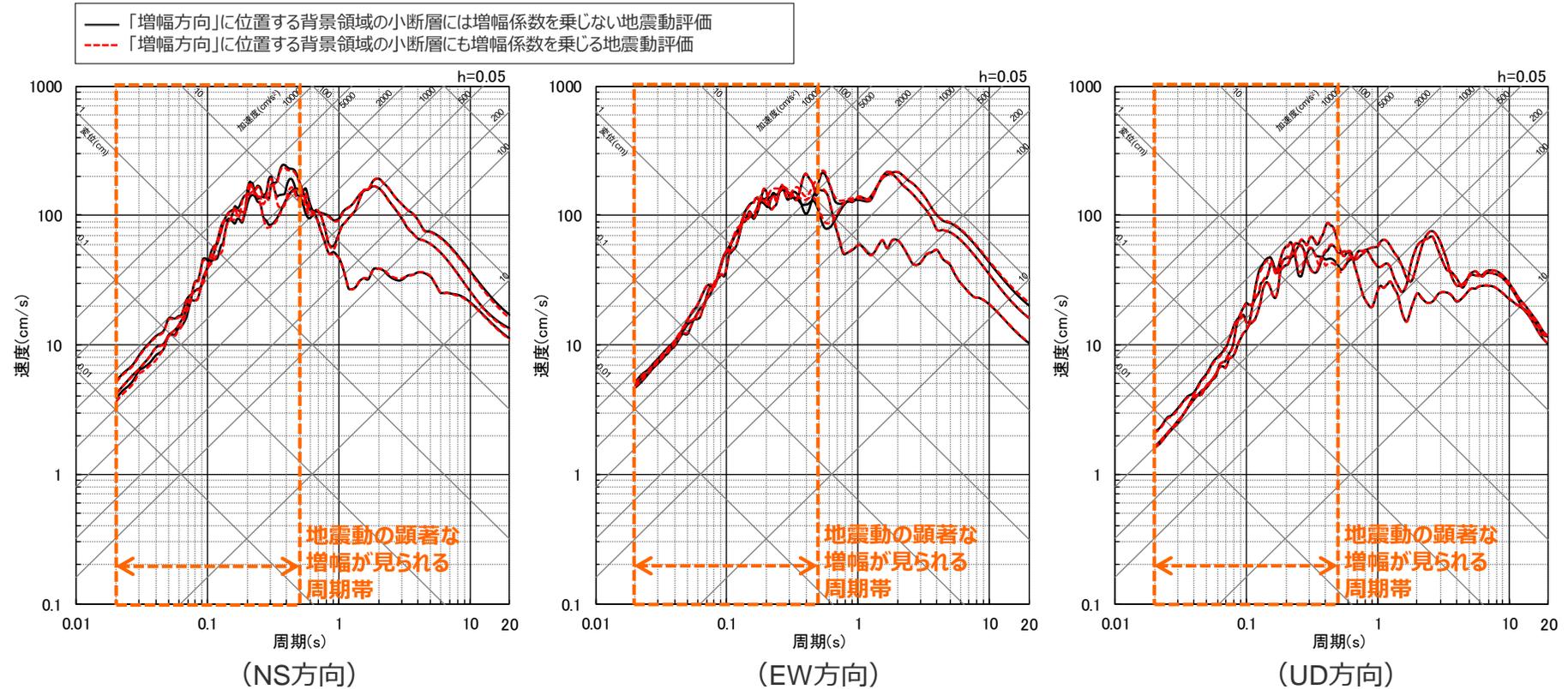


（「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる地震動評価）

<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果の比較（加速度時刻歴波形）（破壊開始点1～3）>
 （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））

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）

（地震動評価結果）



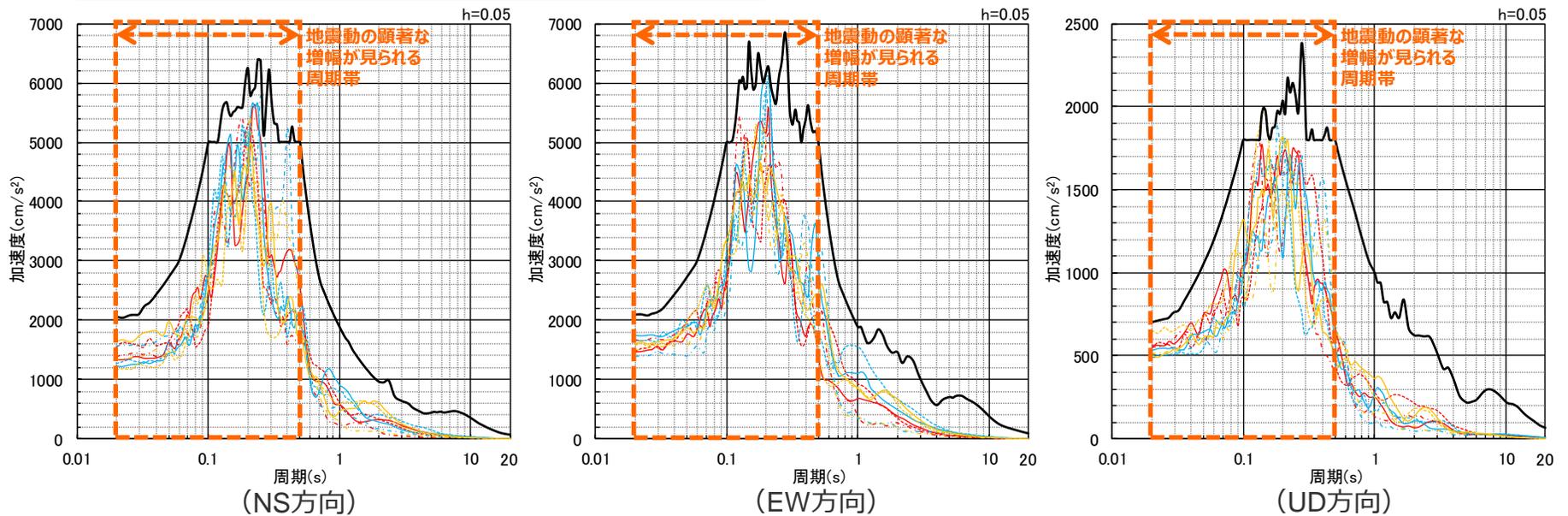
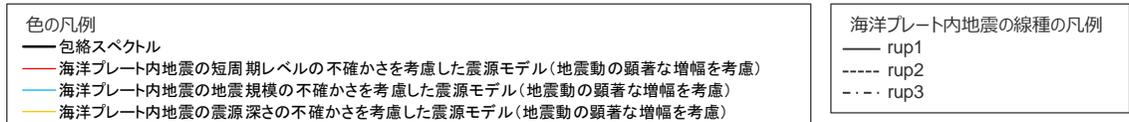
<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果の比較（応答スペクトル）（破壊開始点1~3）>
（震源深さの不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））

地震動評価結果

○包絡スペクトルと検討対象モデルの断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる場合）の比較は下図のとおり。

⇒包絡スペクトルを一部周期で上回る震源モデルは、「増幅方向」に位置する背景領域の小断層に増幅係数を乗じない場合と同じ以下の震源モデルであり、その他の震源モデルについては包絡スペクトルを上回らなかった。

- ・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）・破壊開始点1,3
- ・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）・破壊開始点2

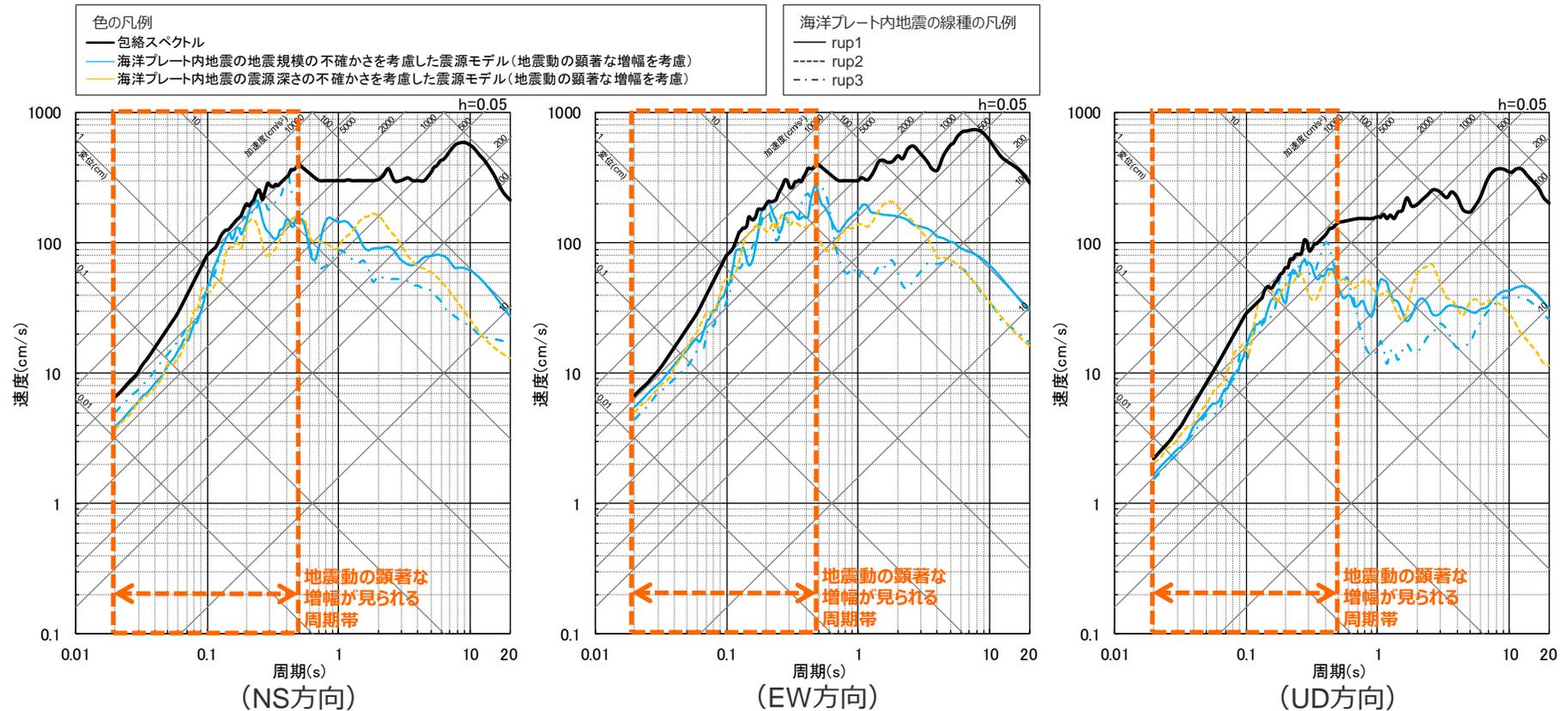


<包絡スペクトルと断層モデルを用いた手法による地震動評価結果の比較（擬似速度応答スペクトル）>
 （検討対象モデル（「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる場合））

まとめ

○「他の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果」及び「当初申請時の基準地震動Ss2-D」の包絡スペクトルを、「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる地震動評価結果が一部周期で上回る以下の震源モデルは、**第940回審査会合おけるコメントを踏まえ、より慎重に保守的な評価を行い、「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる地震動評価結果を採用する。**

- ・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）・破壊開始点1,3
- ・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）・破壊開始点2

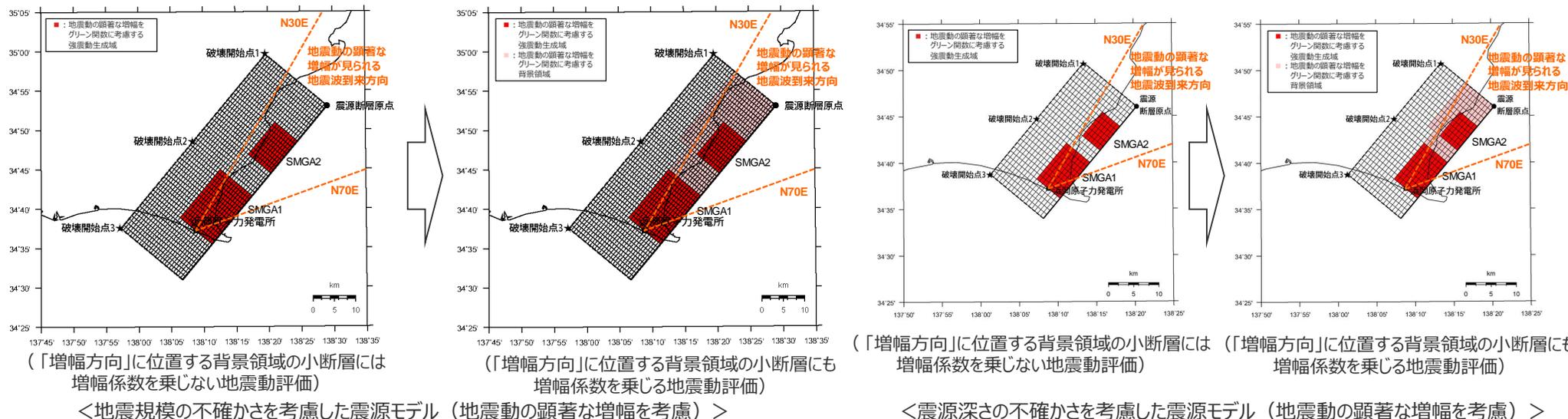


<包絡スペクトルと断層モデルを用いた手法による地震動評価結果の比較（擬似速度応答スペクトル）>
 （検討対象モデルのうち採用する震源モデル（「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる場合））

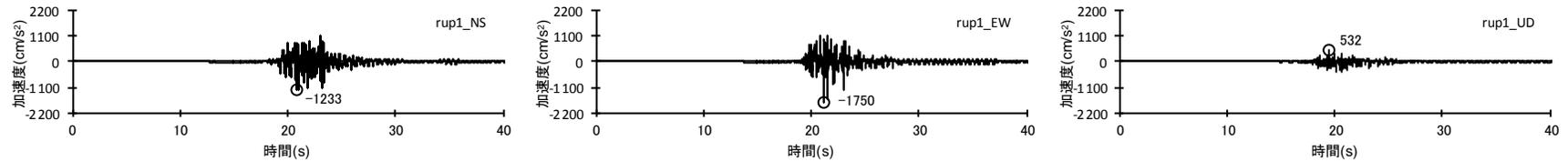
まとめ

- 地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価では、地震動の顕著な増幅が見られた短周期の地震動への影響が支配的な強震動生成域（アスペリティ）に着目した保守的な設定を行っており、検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）の地震動評価結果は、「増幅方向」に位置する背景領域の小断層に増幅係数を乗じる乗じないにかかわらず、十分保守的な評価結果と考えられる。
- しかしながら、第940回審査会合におけるコメントを踏まえ、基準地震動に選定される海洋プレート内地震（地震動の顕著な増幅を考慮）の地震動評価結果については、より慎重に保守的な評価を行い、「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる地震動評価結果を採用することとし、「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる場合に、「**海洋プレート内地震（地震動の顕著な増幅を考慮）以外の他の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果**」及び「**応答スペクトルに基づく手法による基準地震動**」を一部周期で上回る以下の震源モデル*について、「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる地震動評価結果を採用する。
 - ・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）・破壊開始点1,3
 - ・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）・破壊開始点2

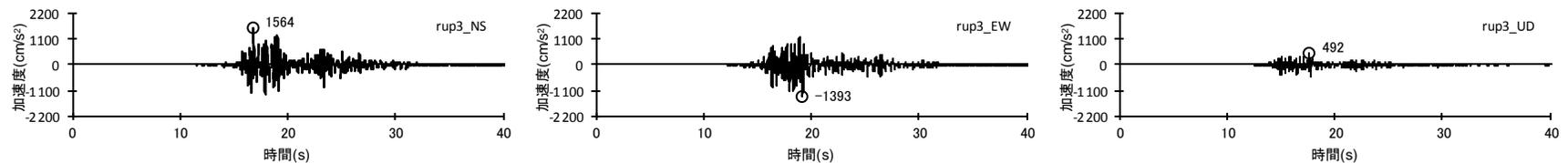
* 地震動レベルが比較的大きい震源モデルを対象に「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる地震動評価を行い、「海洋プレート内地震（地震動の顕著な増幅を考慮）以外の他の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果」及び「当初申請時の基準地震動Ss2-D」を一部周期で上回る震源モデルを選定した。



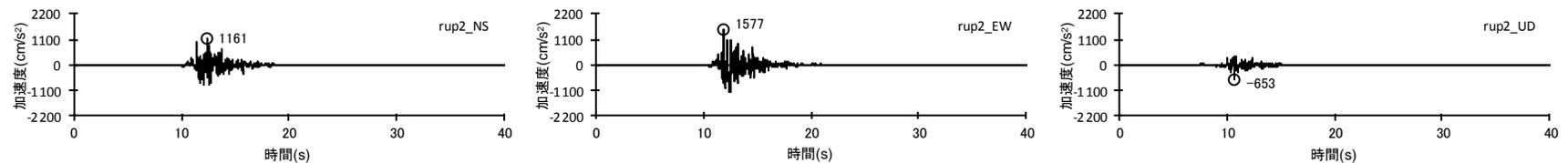
まとめ



（地震規模の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）、
「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる場合）（破壊開始点1））



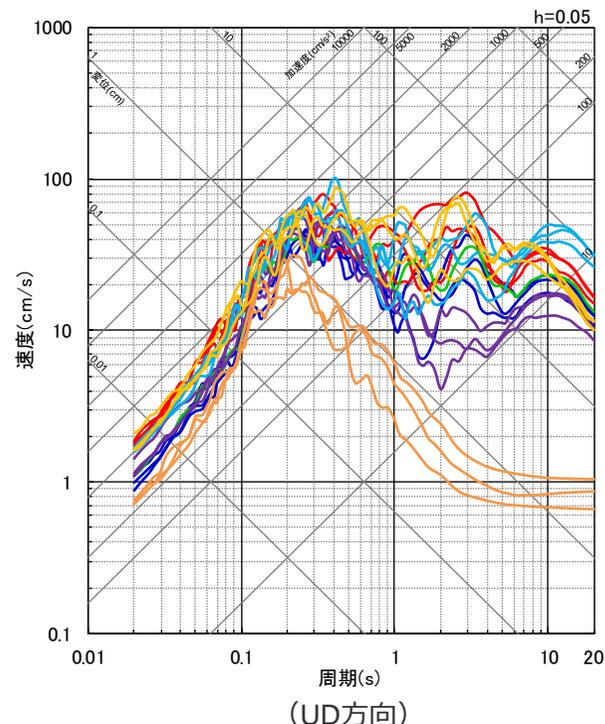
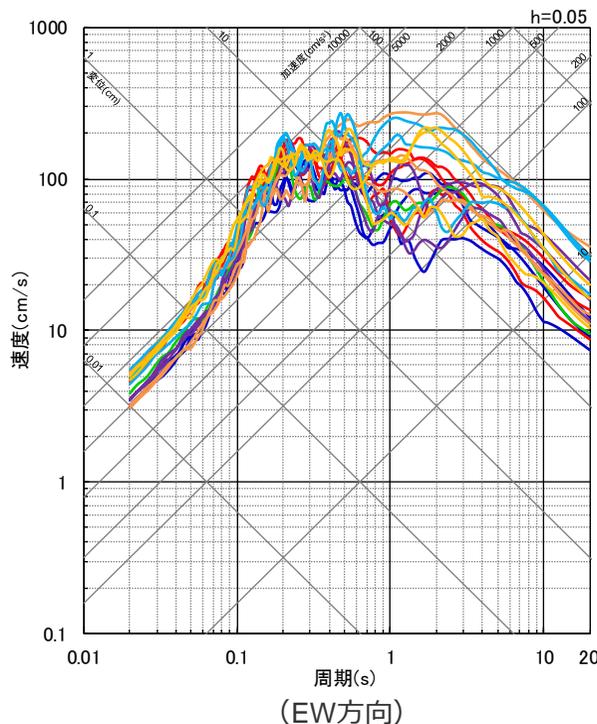
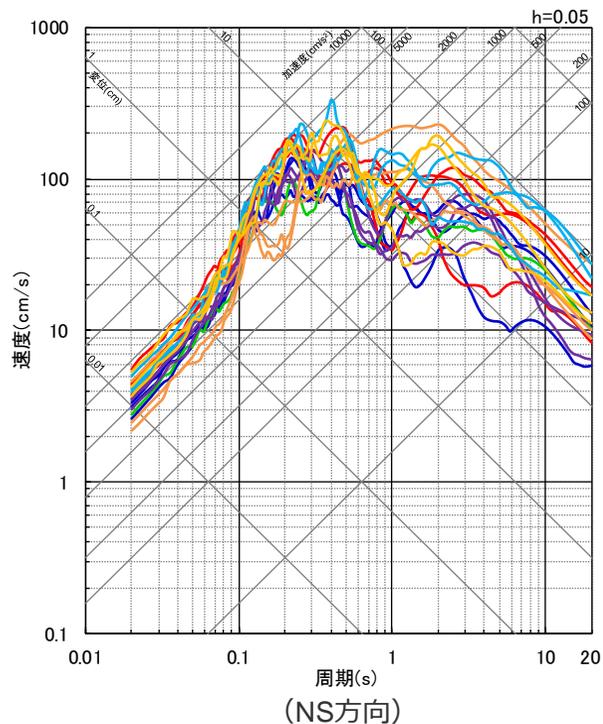
（地震規模の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）、
「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる場合）（破壊開始点3））



（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）、
「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる場合）（破壊開始点2））

<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)

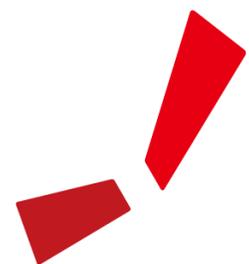


<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（応答スペクトル）>
 （全ての震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））

- ・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）の地震動評価結果を修正。詳細は、敷地ごとに震源を特定して策定する地震動（補足説明資料③）p.221～参照。
- ・各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の地震動評価結果は、敷地ごとに震源を特定して策定する地震動（補足説明資料③）p.207～参照。
- ・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）（破壊開始点1,3）及び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）（破壊開始点2）は、「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる地震動評価結果。

参考文献

- ・参考文献は、敷地ごとに震源を特定して策定する地震動について（本資料）参照。



中部電力