



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
(補足説明資料② (地震動の顕著な増幅を考慮しない
地震動評価について (概要)))

2020年7月15日

目次

- 1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない） ……p.2~
- 2 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない） ……p.31~
- 3 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない） ……p.54~
- 4 まとめ（地震動の顕著な増幅を考慮しない） ……p.80~

地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価の詳細（震源モデル・震源断層パラメータ・地震動評価手法・地震動評価結果等）については以下を参照。

- ・内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）：第671回審査会合資料1-1、1-2
- ・プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）：第841回審査会合資料1-1、1-2
- ・海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）：第532回審査会合資料1-1、1-3

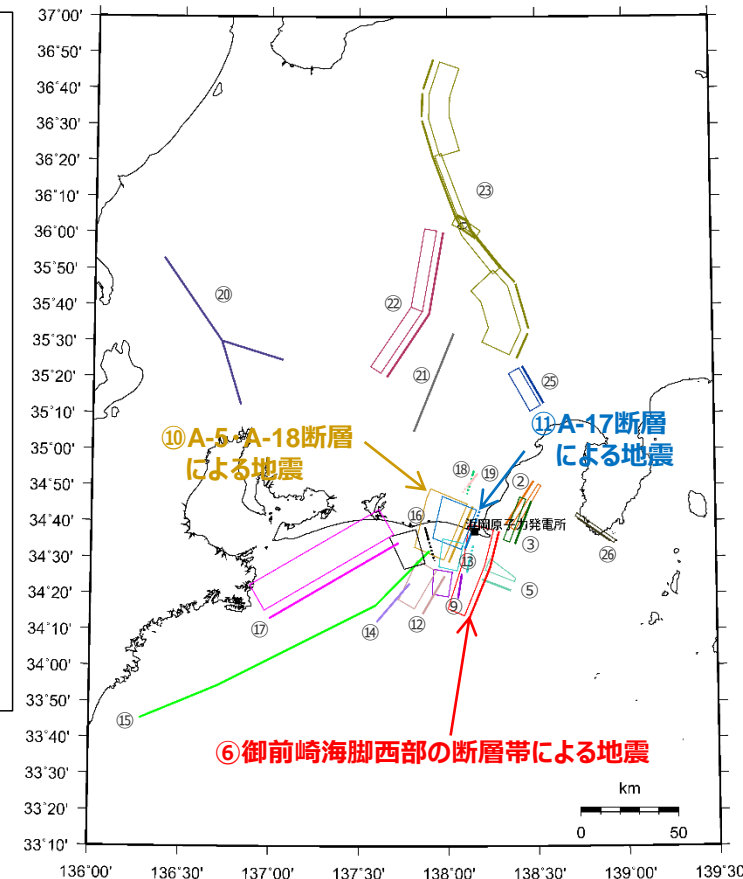
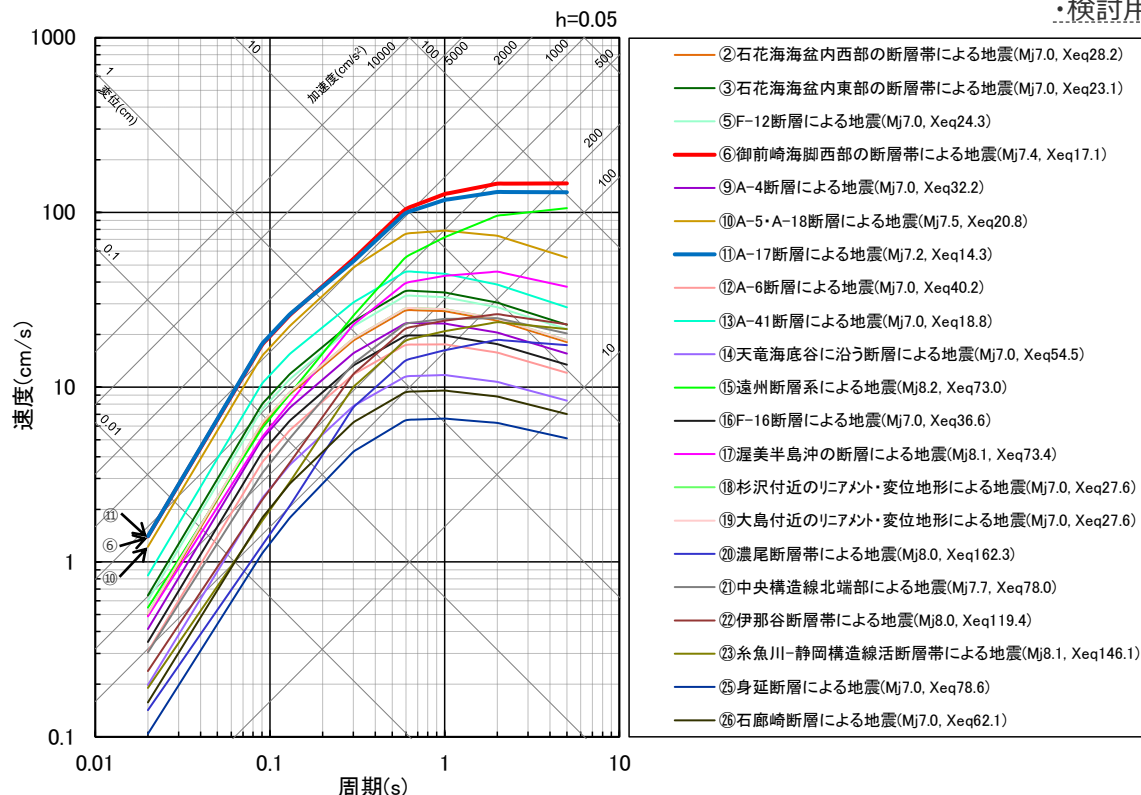
目次

- 1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない） ……p.2~
- 2 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない） ……p.31~
- 3 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない） ……p.54~
- 4 まとめ（地震動の顕著な増幅を考慮しない） ……p.80~

< 1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない） > 検討用地震の選定

○内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層による地震については、「御前崎海脚西部の断層帯による地震」と「A-17断層による地震」の応答スペクトルが大きく、敷地への影響も大きいことから、これらの地震を内陸地殻内地震の検討用地震に選定している。

・検討用地震の選定の詳細は、第671回審査会合資料1-1 p.51～参照。



<Noda et al.(2002)による応答スペクトルの比較※1>
(内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層による地震（一様断層モデル）
（地震動の顕著な増幅を考慮しない））

<活断層の位置図※2>

※1 Xeqは、等価震源距離（km）を表す。

※2 図中の太実線は地表トレスを、太点線は地表トレス（拡張部分）を表す。

・下線（ ）は、一部修正箇所を示す。

・箱書きの記載について、第671回審査会合資料1-1 p.67,68を要約して記載。

< 1 内陸地殻内地震の地震動評価 (地震動の顕著な増幅を考慮しない) >

基本震源モデルの設定

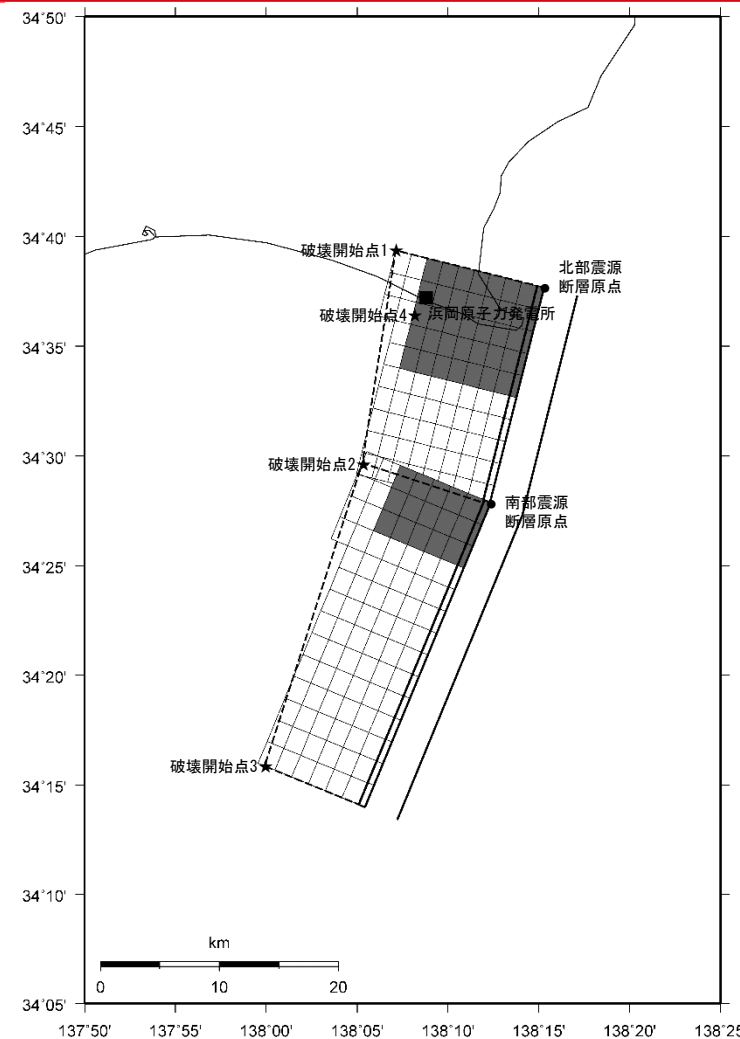
(御前崎海脚西部の断層帯による地震 (地震動の顕著な増幅を考慮しない))

【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しない) 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。
- 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しない) (御前崎海脚西部の断層帯による地震) >

「御前崎海脚西部の断層帯による地震」の基本震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮しない) の設定の詳細は、第671回審査会合資料1 - 1. p.73~参照。

< 1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない） >

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（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しない）

- 基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）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しない）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しない）

【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しない）

+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しない）の $V_r=0.72\beta$ （ V_r ：破壊伝播速度、 β ：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しない）

+不確かさ④（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しない）の断層傾斜角 35° （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° 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しない）

+不確かさ⑤（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しない）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しない）

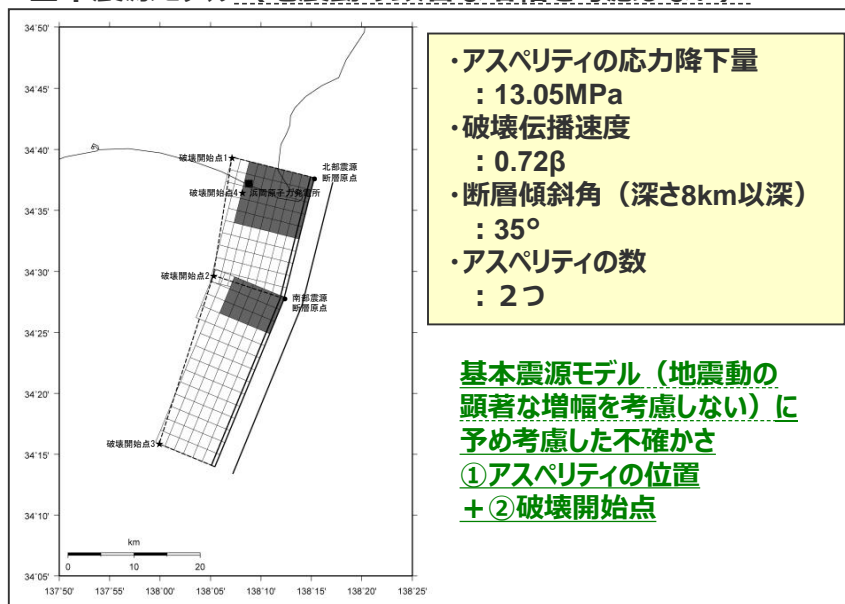
+不確かさ⑥（アスペリティの数）

< 1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない） >

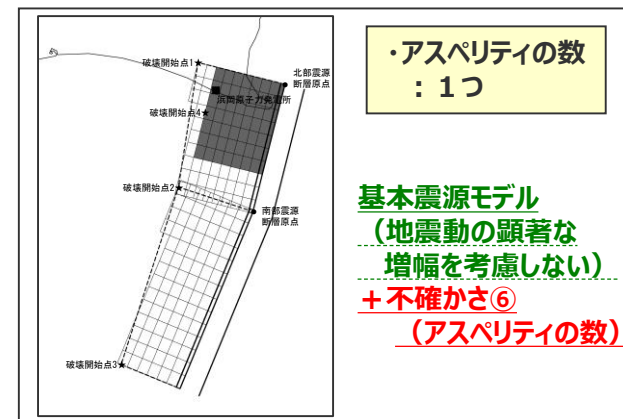
不確かさを考慮した震源モデルの設定

（御前崎海脚西部の断層帯による地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない））

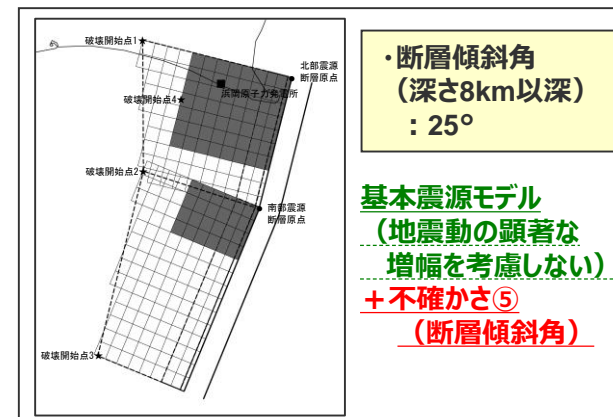
基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）



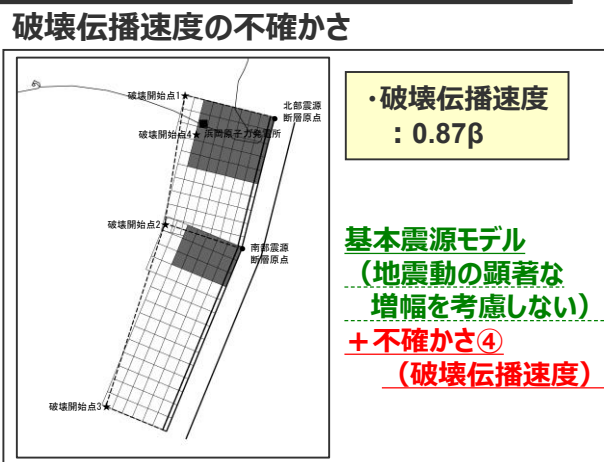
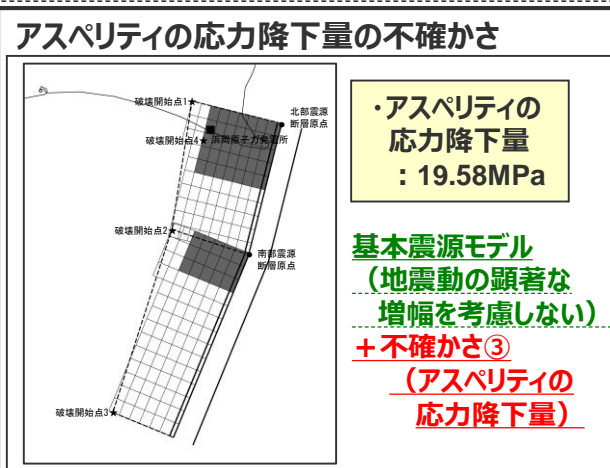
アスペリティの数の不確かさ



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しない）



不確かさの考慮（重畳）の考え方

（御前崎海脚西部の断層帯による地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない））

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しない）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しない）に対して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

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しない）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しない）に対して、それぞれ考慮する。

< 1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない） >

不確かさの考慮のまとめ

（御前崎海脚西部の断層帯による地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない））

: 基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）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しない） | 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しない） | 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しない） | 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しない） | 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しない） | 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しない） | 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。

余白

< 1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない） >

基本震源モデルの設定

（A-17断層による地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない））

【設定方針】

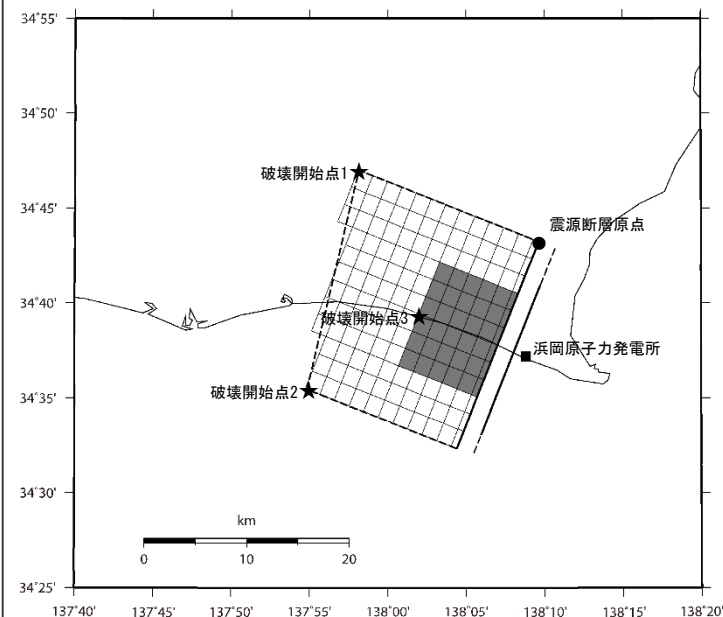
- 「A-17断層による地震」の基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）は、地質調査結果及び強震動予測レシピ(2017)に基づき設定する。

【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、震源断層幅（平均）と同等となるように震源断層長さを21.7km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)による）として設定。
- 断層タイプ・断層面の位置
 - ・断層タイプは、東西圧縮場において背斜構造ができるように逆断層とし、傾斜方向は付加体の構造や周辺にある御前崎海脚西部の断層帯を参考に西傾斜として想定。
 - ・断層面の位置は、背斜構造の分布範囲のうち敷地に最も近い位置に想定。

⇒パラメータスタディ①で断層面の位置（①-1 震源断層面の拡張方法の確認、①-2 ディレクティブティの影響確認）の代表性を確認。
- 断層傾斜角
 - ・強震動予測レシピ(2017)に基づき、周辺にある御前崎海脚西部の断層帯を参考に、深さ6km以浅は60°、深さ6km以深は35°として設定。

⇒パラメータスタディ②で断層傾斜角の代表性を確認。
- 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。
- 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しない）
（A-17断層による地震）※ >

※ 深さ約2kmの調査範囲においては地下深部に連続する断層は認められないことから、断層面は深さ2km以深に想定。

・「A-17断層による地震」の基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の設定の詳細は第671回審査会合資料1-1 p.101～参照。

< 1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない） >

不確かさを考慮した震源モデルの設定

（A-17断層による地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない））

- A-17断層は、地表に痕跡はないものの、断層を地表に投影すると敷地の近くにあることを踏まえ、御前崎海脚西部の断層帯による地震と同様の不確かさの考慮※に加え、各不確かさの組合せも考慮する。

※アスペリティの数の不確かさの考慮を除く。

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しない）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しない）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しない）

【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しない）

+ 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しない）の $V_r=0.72\beta$ （ V_r ：破壊伝播速度、 β ：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しない）

+ 不確かさ④（破壊伝播速度）

【断層傾斜角の不確かさの考慮】

- パラメータスタディの結果を踏まえて、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の 60° （深さ6km以浅）・ 35° （深さ6km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° 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しない）+ 不確かさ⑤（断層傾斜角）

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しない）

【アスペリティの応力降下量と破壊伝播速度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しない）

+ 不確かさ③（アスペリティの応力降下量）

+ 不確かさ④（破壊伝播速度）

【アスペリティの応力降下量と断層傾斜角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しない）

+ 不確かさ③（アスペリティの応力降下量）

+ 不確かさ⑤（断層傾斜角）

【破壊伝播速度と断層傾斜角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しない）

+ 不確かさ④（破壊伝播速度）

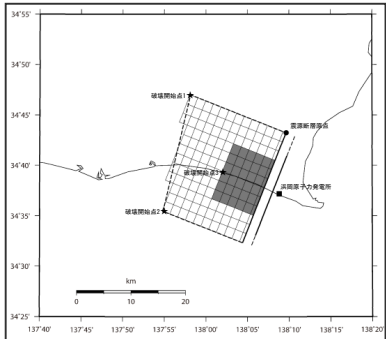
+ 不確かさ⑤（断層傾斜角）

< 1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない） >

不確かさを考慮した震源モデルの設定

（A-17断層による地震（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しない）



- ・アスペリティの応力降下量 : 13.72MPa
- ・破壊伝播速度 : 0.72β
- ・断層傾斜角 (深さ6km以浅) : 60°
- ・断層傾斜角 (深さ6km以深) : 35°

基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）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しない）

アスペリティの応力降下量の不確かさ

- ・アスペリティの応力降下量 : 20.59MPa

基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）
+ 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

- ・破壊伝播速度 : 0.87β

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

断層傾斜角の不確かさ

- ・断層傾斜角 : 25°

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

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しない）

アスペリティの応力降下量と破壊伝播速度の不確かさ

- ・アスペリティの応力降下量 : 20.59MPa
- ・破壊伝播速度 : 0.87β

基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）
+ 不確かさ③（アスペリティの応力降下量）
+ 不確かさ④（破壊伝播速度）

アスペリティの応力降下量と断層傾斜角の不確かさ

- ・アスペリティの応力降下量 : 19.00MPa
- ・断層傾斜角 : 25°

基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）
+ 不確かさ③（アスペリティの応力降下量）
+ 不確かさ⑤（断層傾斜角）

破壊伝播速度と断層傾斜角の不確かさ

- ・断層傾斜角 : 25°
- ・破壊伝播速度 : 0.87β

基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）
+ 不確かさ④（破壊伝播速度）
+ 不確かさ⑤（断層傾斜角）

< 1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない） >

不確かさの考慮（重畳）の考え方

（A-17断層による地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない））

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しない）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しない）に対して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

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

<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しない）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”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しない）に対して、それぞれ考慮する。
- A-17断層は、地表に痕跡はないものの、断層を地表に投影すると敷地の近くにあることを踏まえ、「認識論的な不確かさに分類されるもの」と考えられる“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”について、“③アスペリティの応力降下量と④破壊伝播速度”、“③アスペリティの応力降下量と⑤断層傾斜角”、“④破壊伝播速度と⑤断層傾斜角”の不確かさの組合せを考慮する。

< 1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない） >

不確かさの考慮のまとめ

（A-17断層による地震（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しない）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しない） | 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しない） | 21.7km | 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 |
| 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しない） | 21.7km | 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 | 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 |
| 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しない） | 21.7km | 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 | 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 |
| 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） | 21.7km | 5km | プレート境界面 （内閣府(2012)） ただし、20km下限 | 西25° | 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 |
| アスペリティの応力降下量と破壊伝播速度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しない） | 21.7km | 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 | 0.87β | 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 |
| アスペリティの応力降下量と断層傾斜角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しない） | 21.7km | 5km | プレート境界面 （内閣府(2012)） ただし、20km下限 | 西25° | 強震動予測 レシピ(2017) ×1.5倍 | 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 |
| 破壊伝播速度と断層傾斜角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しない） | 21.7km | 5km | プレート境界面 （内閣府(2012)） ただし、20km下限 | 西25° | 強震動予測 レシピ(2017) | 0.87β | 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。

・下線（_____）は、一部修正箇所を示す。

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。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。

【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。

・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）。

< 1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない） > 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））

○ 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} : $14\text{km} \leq X_{eq} \leq 216\text{km}$

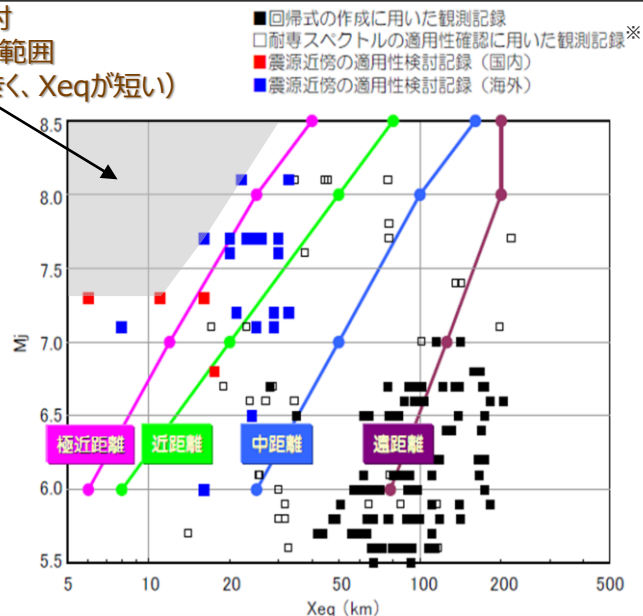
○ また、極近距離よりさらに近い地震についても検討が行われているが（左図■、■）、旧原子力安全委員会の「応答スペクトルに基づく地震動評価」に関する専門家との意見交換会において、東京電力(2009b)では、「極近距離よりさらに近い地震に関しては観測データも少なく、また、コントロールポイントも設けられていない。これらより、今後スペクトルの適用性や改良に関する検討等が必要と考えられる。」としている。

○ 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 | 6 | 8 | 0.77 | 9.45 | 13.65 | 16.23 | 17.18 | 12.73 | 7.16 | 2.89 |
| | 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 |
| 遠距離 | 7 | 50 | 0.23 | 2.65 | 4.01 | 6.02 | 7.64 | 6.68 | 4.87 | 3.64 |
| | 6 | 25 | 0.21 | 2.49 | 3.60 | 4.54 | 4.84 | 3.98 | 2.07 | 0.86 |
| | 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 |
| 遠距離 | 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）

< 1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない） >

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））

○ 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しない）、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）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しない）、A-17断層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しない））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 | $100 \leq Vs_{30}^{*2} \leq 1400\text{m/s}$ | Vs_{30}^{*2} による |
| Zhao et al.(2006) | 主に国内 | | 5.0~8.3 | 300km以内 | Hard Rock($Vs_{30}^{*2} > 1100\text{m/s}$) ~Soft Soil($Vs_{30}^{*2} = 200\text{m/s}$) | 地盤種別による |
| 内山・翠川(2006) | 日本周辺 | | 5.5~8.3 | 300km以内 | $150 \leq Vs_{30}^{*2} \leq 750\text{m/s}$ $Vs_{30}^{*2} = 500\text{m/s}$ 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 ($Vs_{30}^{*2} = 720\text{m/s}$ (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 | $180 \leq Vs_{30}^{*2} \leq 1500\text{m/s}^{*3}$ | Vs_{30}^{*2} による |
| Boore et al.(2014) | | | 3.0~8.5 (横ずれ断層) 3.0~8.5 (逆断層) 3.3~7.0 (正断層) | 400km以内 ^{*1} | $150 \leq Vs_{30}^{*2} \leq 1500\text{m/s}^{*3}$ | Vs_{30}^{*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 | $150 \leq Vs_{30}^{*2} \leq 1500\text{m/s}^{*3}$ | Vs_{30}^{*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 | $180 \leq Vs_{30}^{*2} \leq 1500\text{m/s}^{*3}$ | Vs_{30}^{*2} による |
| Idriss(2014) | | | 5.0~8.0 | 150km以内 | $450 \leq Vs_{30}^{*2} \leq 2000\text{m/s}^{*3}$ | Vs_{30}^{*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 Vs_{30} : 表層30mのS波速度の平均値（浜岡原子力発電所は $Vs_{30} = 759\text{m/s}$ ）

※3 Gregor et al.(2014)による。

< 1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない） >

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しない）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 | | | | | | 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) | | 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) | | 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しない) | | 基本震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮しない) | | 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) | |
| Mjの算出 | 武村 (1990) ^{※1} | 松田 (1975) ^{※2} | 武村 (1990) ^{※1} | 松田 (1975) ^{※2} | 武村 (1990) ^{※1} | 松田 (1975) ^{※2} | 武村 (1990) ^{※1} | 松田 (1975) ^{※2} | 武村 (1990) ^{※1} | 松田 (1975) ^{※2} |
| Mj | 7.4 | 7.6 | 7.6 | 7.6 | 7.4 | 7.6 | 7.2 | 7.1 | 7.5 | 7.1 |
| 等価震源距離 Xeg (km) | 12.8 | 12.8 | 12.9 | 12.9 | 12.7 | 12.7 | 11.3 | 11.3 | 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しない）におけるNoda et al.(2002)以外の距離減衰式^{※4}の適用性検討（まとめ） >

| 地震 | 御前崎海脚西部の断層帯による地震 | | | 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) | 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) | 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しない) | 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) |
| Mw ^{※3} | 6.8 | 7.0 | 6.8 | 6.9 |
| 断層最短距離Xsh (km) | 10.0 | 9.8 | 10.0 | 5.8 |
| Noda et al.(2002)以外の 距離減衰式 ^{※4} の適用性 | ○ | ○ | ○ | ○ |

○：適用範囲内 ×：適用範囲外

※1 武村(1990)：震源断層面積から地震モーメントを介して武村(1990)でMjを設定。 ※2 松田(1975)：活断層長さから松田(1975)でMjを設定。 ※3 MwはKanamori(1977)で設定。

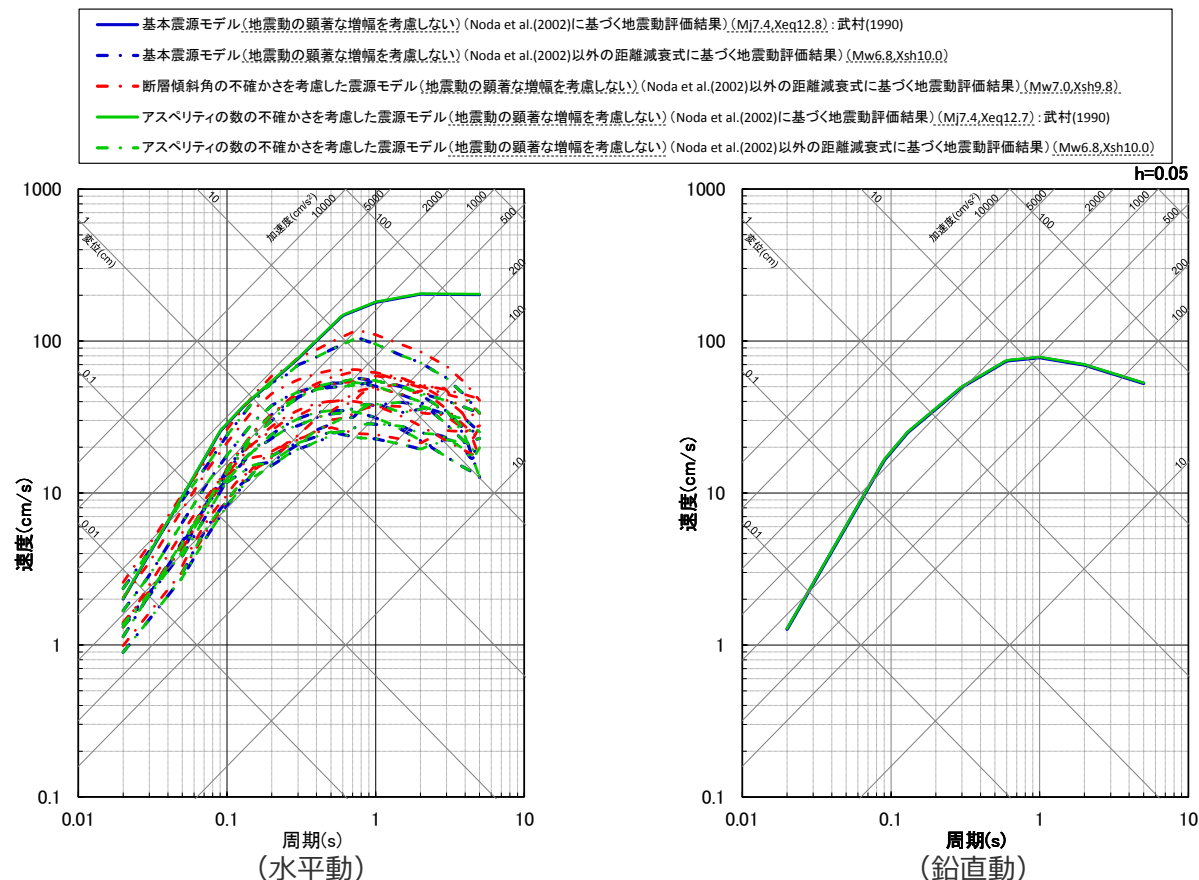
※4 Noda et al.(2002)以外の距離減衰式とは、Kanno et al.(2006)、Zhao et al.(2006)、内山・翠川(2006)、片岡・他(2006)、Abrahamson et al.(2014)、Boore et al.(2014)、Campbell and Bozorgnia(2014)、Chiou and Youngs(2014)及びIdriss(2014)をいう。

・各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の適用性検討の詳細は、第671回審査会合資料1-1参照。

< 1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない） >

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しない）（御前崎海脚西部の断層帯による地震））



- ・ アスペリティの応力降下量の不確かさ、破壊伝播速度の不確かさによる影響の確認については、断層モデルを用いた手法による地震動評価を重視する。
- ・ 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しない）の地震動評価結果の詳細は第671回審査会合資料1-1参照。

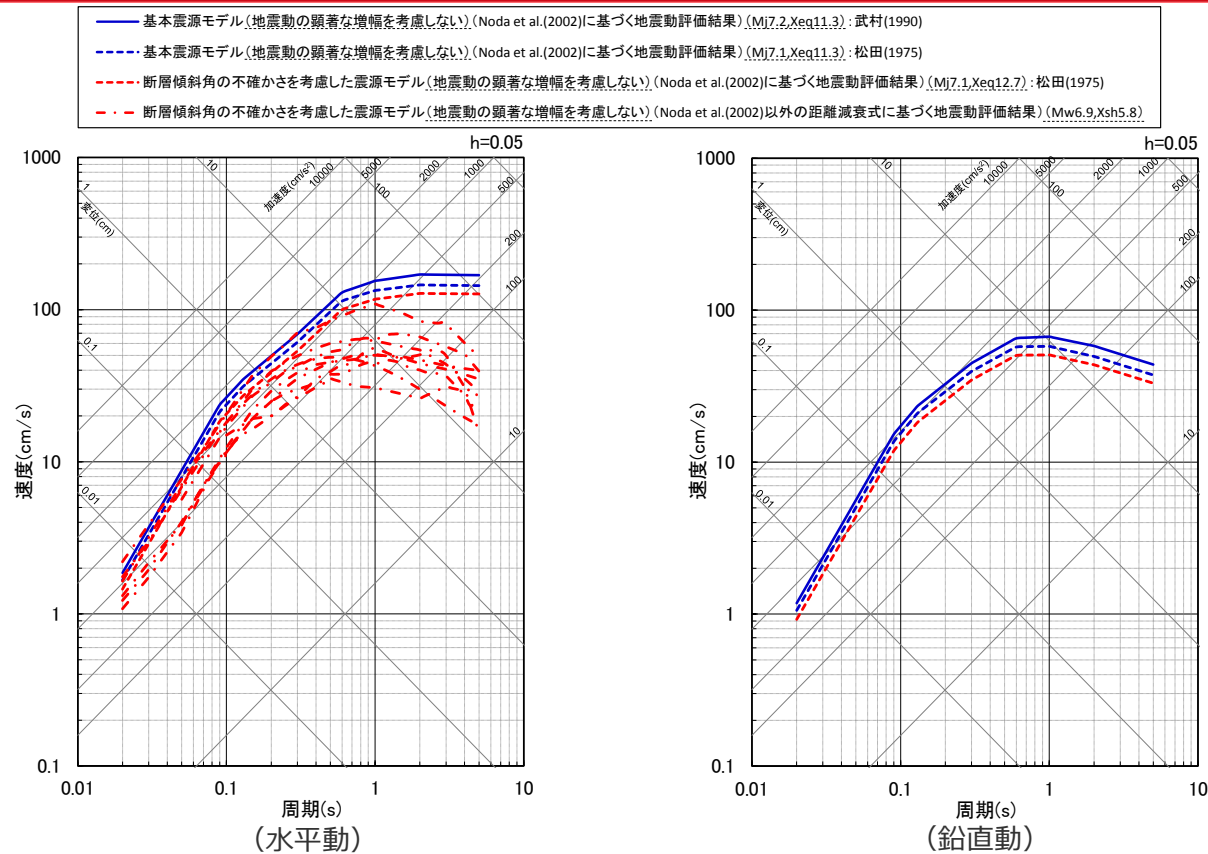
< 応答スペクトルに基づく地震動評価結果 >

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

< 1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない） >

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しない）（A-17断層による地震））



- ・アスペリティの応力降下量の不確かさ、破壊伝播速度の不確かさ、アスペリティの応力降下量と破壊伝播速度の不確かさの組合せ、アスペリティの応力降下量と断層傾斜角の不確かさの組合せ及び破壊伝播速度と断層傾斜角の不確かさの組合せの影響確認は、断層モデルを用いた手法による地震動評価を重視する。
- ・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。
- ・松田(1975)：活断層長さから松田(1975)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しない）の地震動評価結果の詳細は、第671回審査会合資料1-1参照。

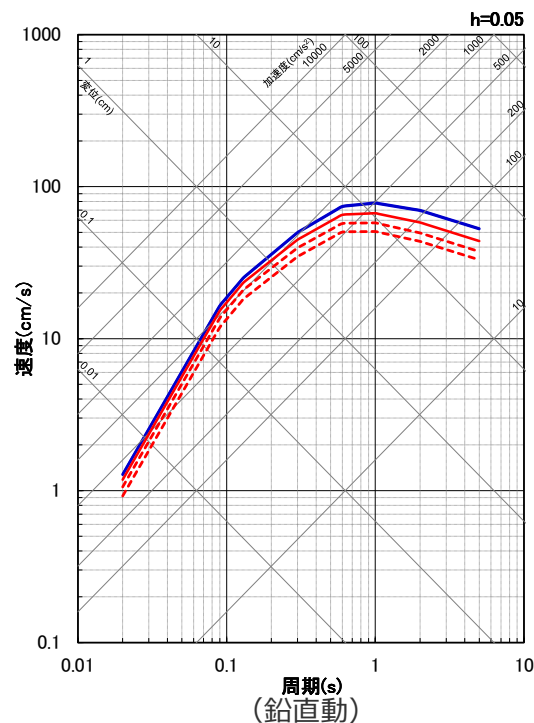
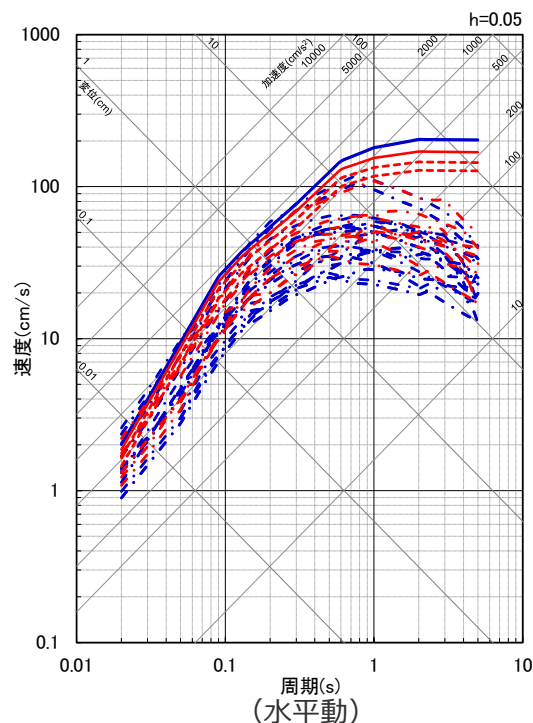
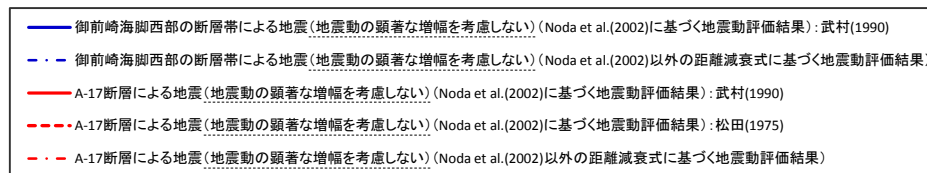
< 応答スペクトルに基づく地震動評価結果 >

（全ての震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）（A-17断層による地震））

< 1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない） >

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しない）（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））



- ・ 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。
- ・ 松田(1975)：活断層長さから松田(1975)でMjを設定。

< 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しない）（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））

余白

< 1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない） > 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

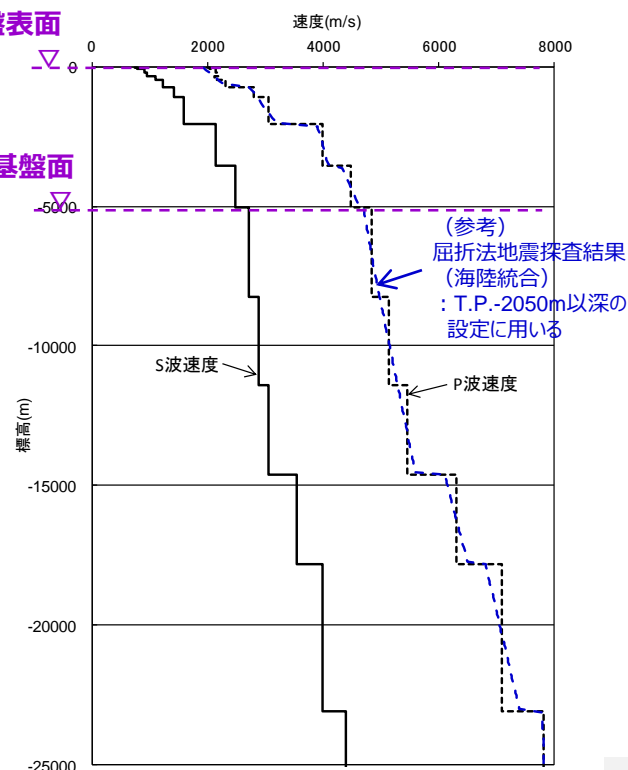
↑
↓
用いる地下構造（地震基盤以浅）
統計的グリーン関数法で

| 層 | 標高 (m) | Vs (m/s) | Vp (m/s) | ρ (g/cm ³) | 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

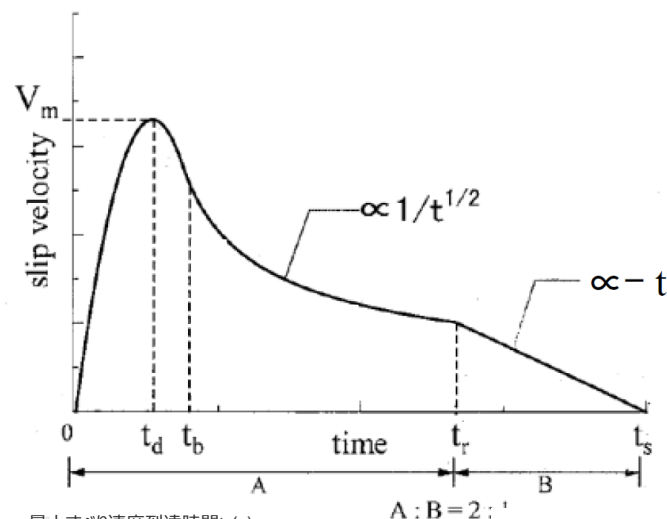
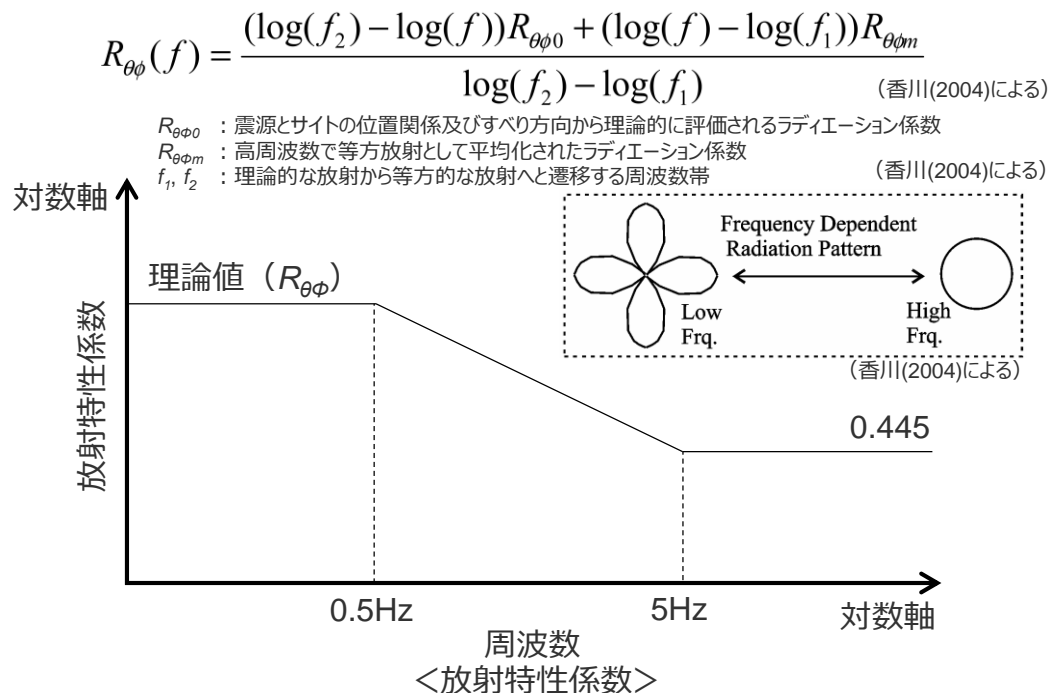


• 統計的グリーン関数法には地震基盤以浅の地下構造を、波数積分法には全層の地下構造を用いる。

< 1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない） > 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)^{※1}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^{※2}を用いる。ただし、新規制基準適合性審査以前より検討用地震としている御前崎海脚西部の断層帯による地震は、当時と同様のBrune(1970)のライズタイム^{※3}を用いる（御前崎海脚西部の断層帯による地震について、Brune(1970)のライズタイムは、強震動予測レシピ(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 $tr=\mu D/(2\beta\Delta\sigma)$ （ μ ：剛性率、 $D=D_a$ （アスペリティのすべり量）、 $D=D_b$ （背景領域のすべり量）、 β ：S波速度、 $\Delta\sigma=\Delta\sigma_a$ （アスペリティの応力降下量）、 $\Delta\sigma=\sigma_b$ （背景領域の実効応力））



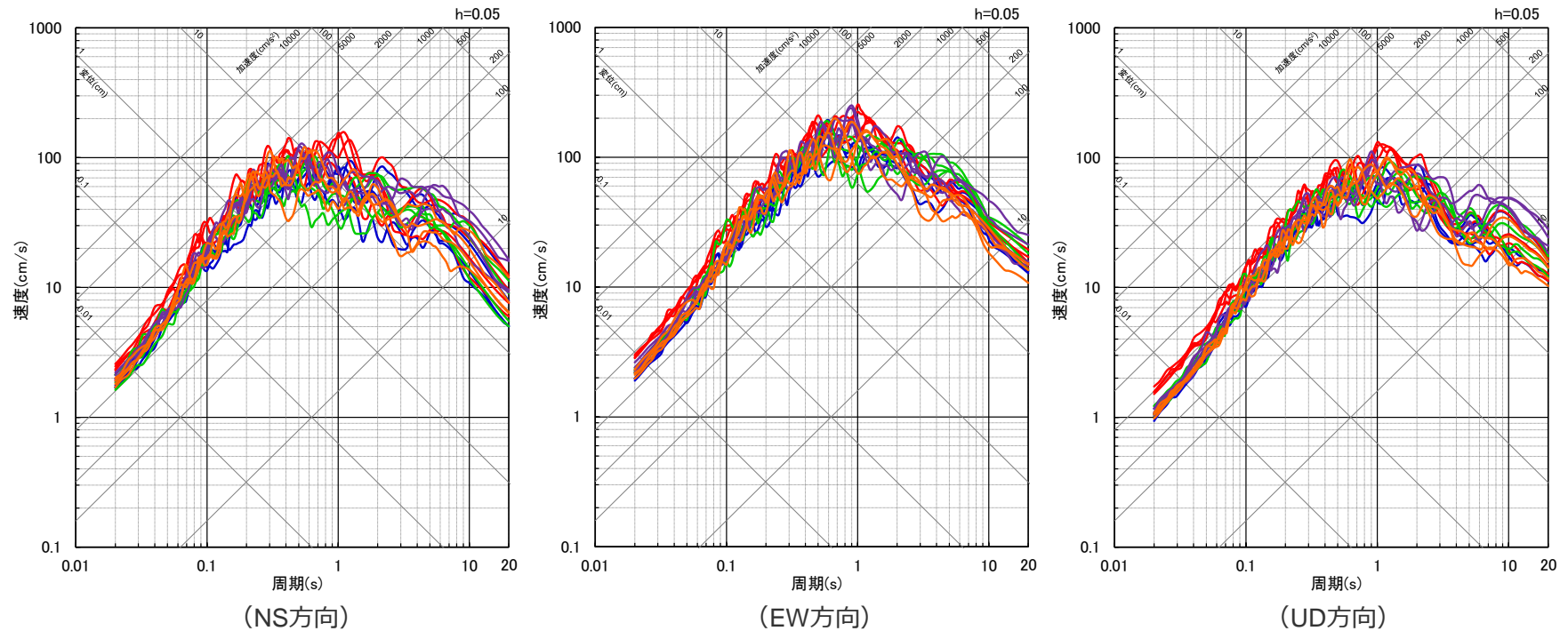
- ・ 最大すべり速度到達時間 t_d (s)
- ・ すべり速度振幅が $1/t^{0.5}$ に比例するKostrov型関数に移行する時間 t_b (s)
- ・ ライズタイム $tr=0.5 \cdot W/Vr$ （ $W=W_a$ （アスペリティの幅）、 $W=W_b$ （背景領域の幅）、 Vr ：破壊伝播速度）。 $W_a=S_a^{0.5}$ 、 S_a ：各アスペリティの面積、 $W_b=S/L$ 、 S 及び L ：各セグメントの震源断層の面積及び長さ。
- ・ 最大すべり速度振幅 V_m (m/s)

<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)

< 1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない） > 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果

（全ての震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）（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)
- 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しない)
- 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しない)
- 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)
- 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しない)



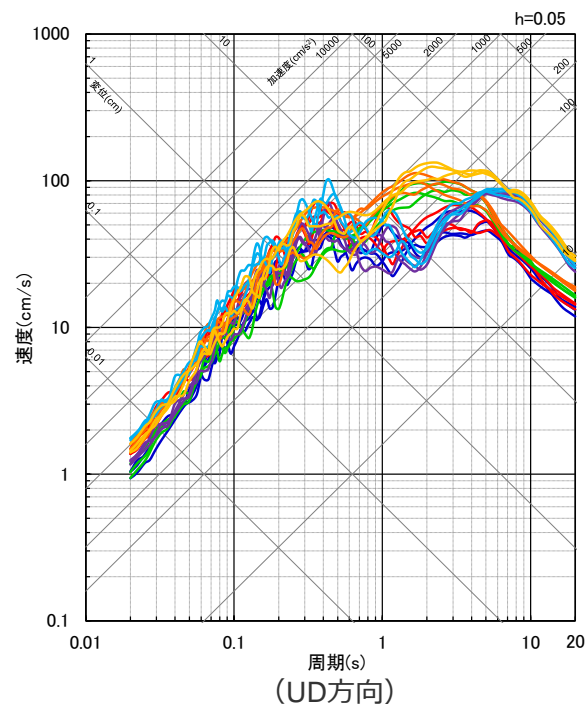
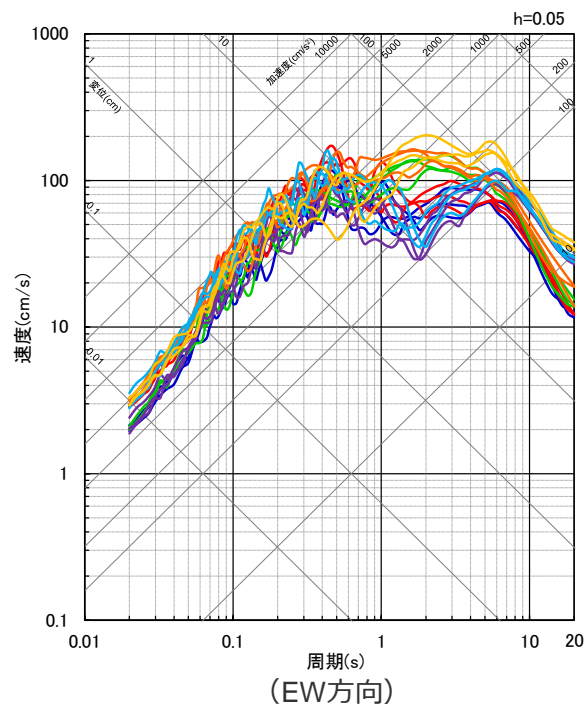
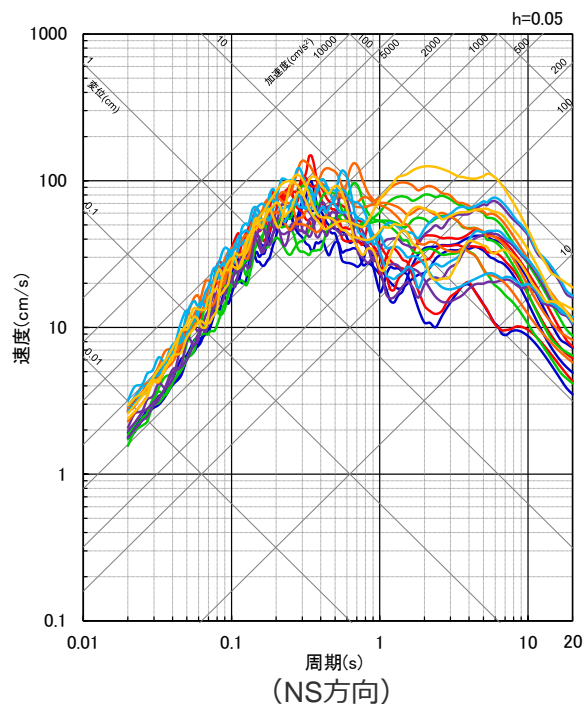
<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（応答スペクトル）>
（全ての震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）（御前崎海脚西部の断層帯による地震））

・各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の地震動評価結果の詳細は、第671回審査会合資料1-1参照。

< 1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない） > 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果

（全ての震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）（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)
- 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しない)
- 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しない)
- 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)
- アスペリティの応力降下量と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しない)
- アスペリティの応力降下量と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)
- 破壊伝播速度と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)

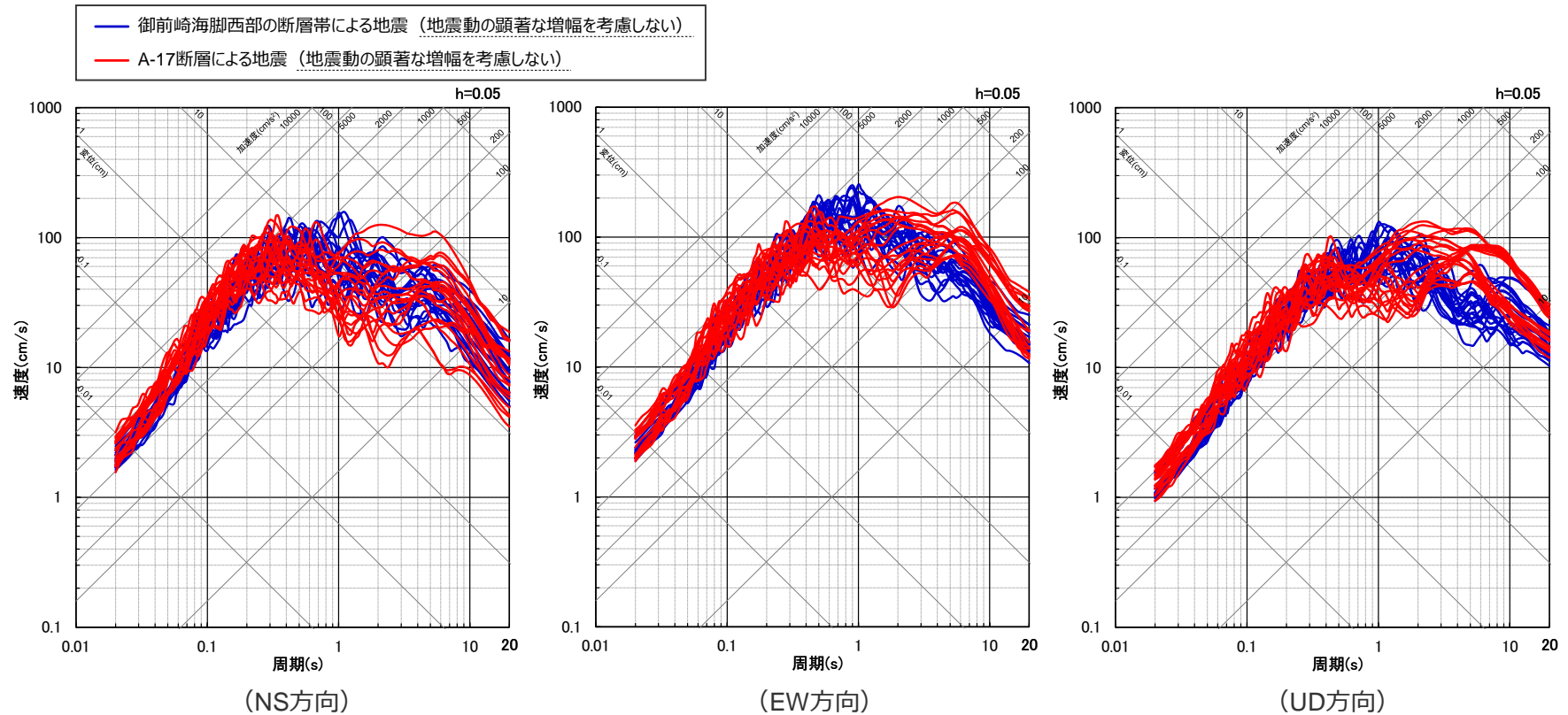


<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（応答スペクトル） >
（全ての震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）（A-17断層による地震））

・各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の地震動評価結果の詳細は、第671回審査会合資料1-1参照。

< 1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない） > 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果

（全ての震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）（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））



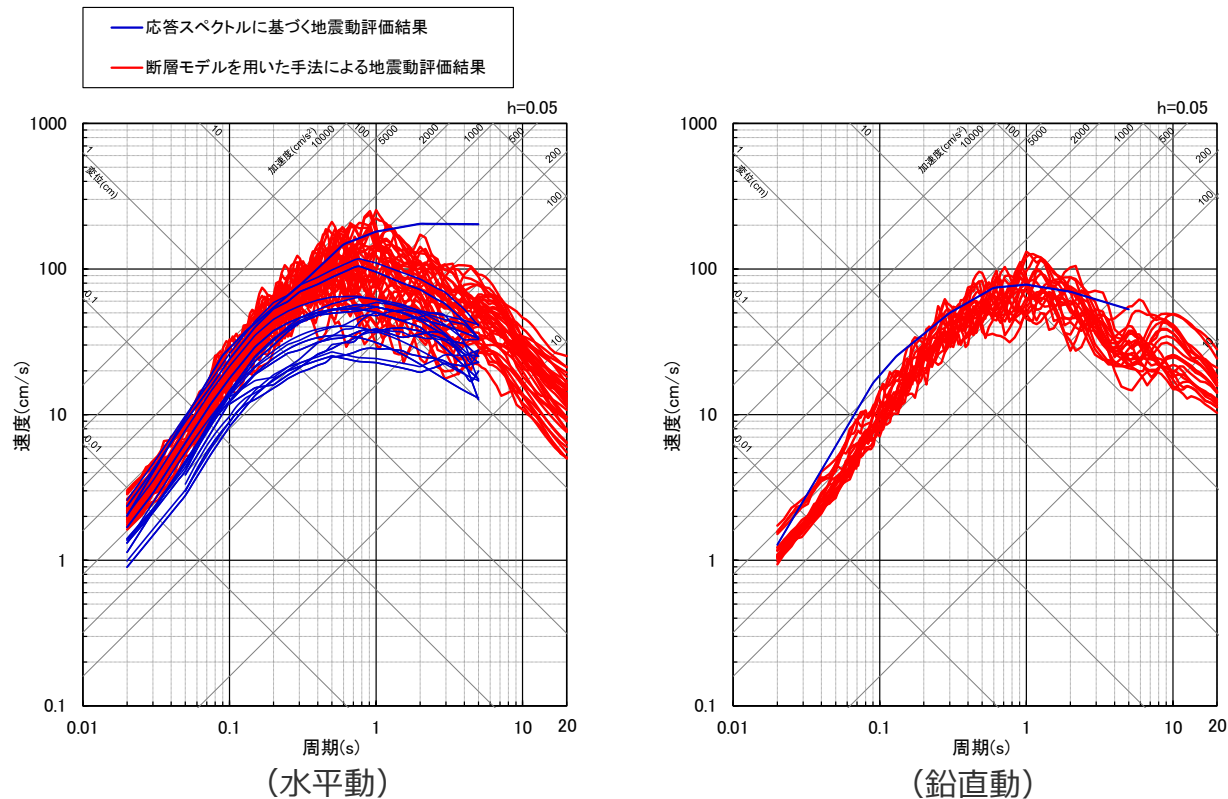
< 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（応答スペクトル） >

（全ての震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）（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））

< 1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない） >

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しない）（御前崎海脚西部の断層帯による地震）））

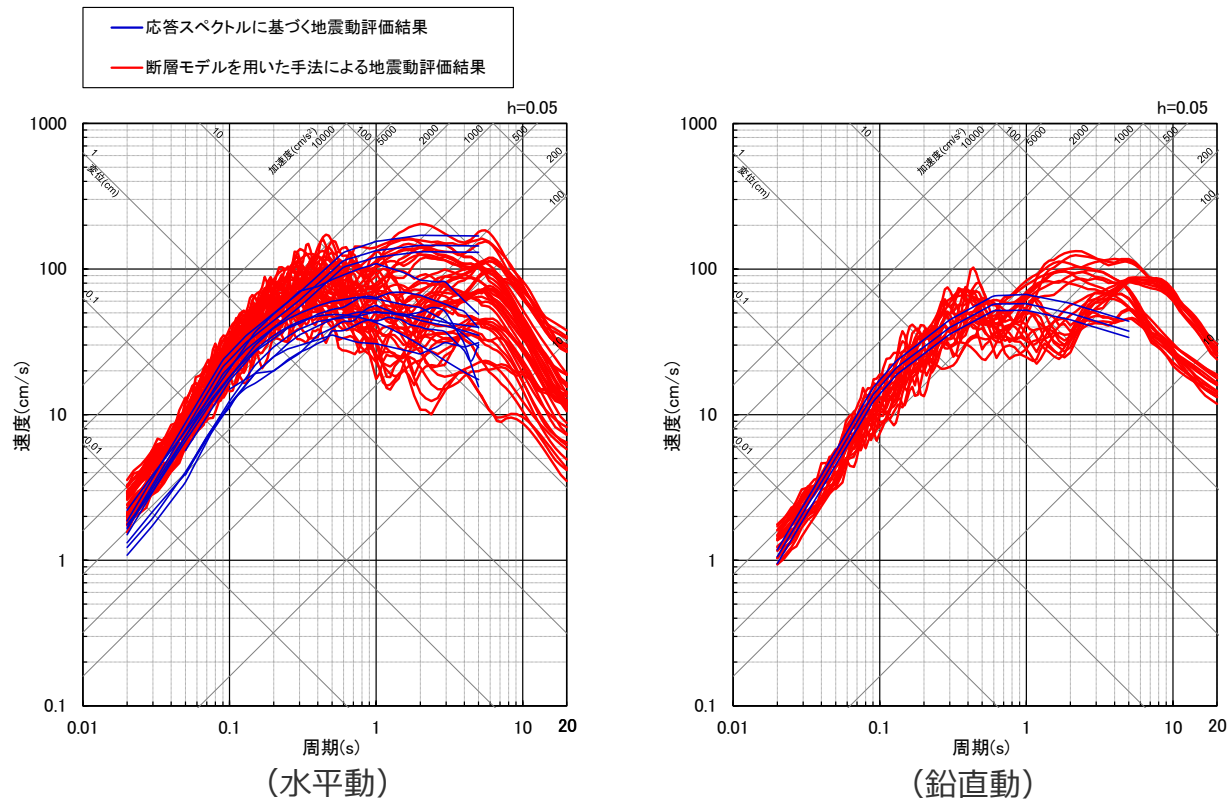


< 応答スペクトルに基づく地震動評価結果と断層モデルを用いた手法による地震動評価結果との比較（応答スペクトル） >
（全ての震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）（御前崎海脚西部の断層帯による地震））

< 1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない） >

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しない）（A-17断層による地震）））



< 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しない）（A-17断層による地震））

余白

目次

- 1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない） ……p.2~
- 2 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない） ……p.31~
- 3 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない） ……p.54~
- 4 まとめ（地震動の顕著な増幅を考慮しない） ……p.80~

検討用地震の選定

敷地周辺で震度5弱（震度V）程度以上となった被害地震（プレート間地震）

南海トラフで発生した地震

相模トラフで発生した地震



相模トラフで発生した地震は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、敷地への影響がより大きい**南海トラフで発生した地震**で代表。



南海トラフで発生する地震

想定東海地震（Mw8.0）、想定東海・東南海地震（Mw8.3）、想定東海・東南海・南海地震（Mw8.7）

- 中央防災会議「東海地震に関する専門調査会」(2001)及び「東南海、南海地震等に関する専門調査会」(2003)
：南海トラフで発生した1707年宝永地震、1854年安政東海地震及び1944年東南海地震等の過去の地震時の被害実態との比較検討等を踏まえ、強震断層モデルを設定（中央防災会議モデル（既往地震））。

南海トラフで想定される最大クラスの地震（Mw9.0）

- 内閣府「南海トラフの巨大地震モデル検討会」(2012)
：「あらゆる可能性を考慮した最大クラスの巨大な地震・津波を検討していくべきである」との考え方にに基づき、南海トラフで想定される最大クラスの地震として強震断層モデル（Mw9.0）を設定（内閣府モデル（最大クラスの地震））。
- 内閣府「南海トラフの巨大地震モデル検討会」(2015)
：長周期地震動（周期2～10秒程度）を推計するため、内閣府(2012)と同じ考え方にに基づき、南海トラフで想定される最大クラスの地震の長周期地震断層モデルを設定（内閣府モデル（最大クラスの長周期地震））。



- ①内閣府モデル（最大クラスの地震）と中央防災会議モデル（既往地震）の比較（第841回審査会合資料1-1 p.75～）
- ②内閣府モデル（最大クラスの地震）と内閣府モデル（最大クラスの長周期地震）の比較（第841回審査会合資料1-1 p.79～）



敷地への影響が大きい**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））**を検討用地震として選定。

・検討用地震の選定の詳細は、第841回審査会合資料1-1 p.73～参照。

<2 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）> 基本震源モデルの設定

【設定方針】

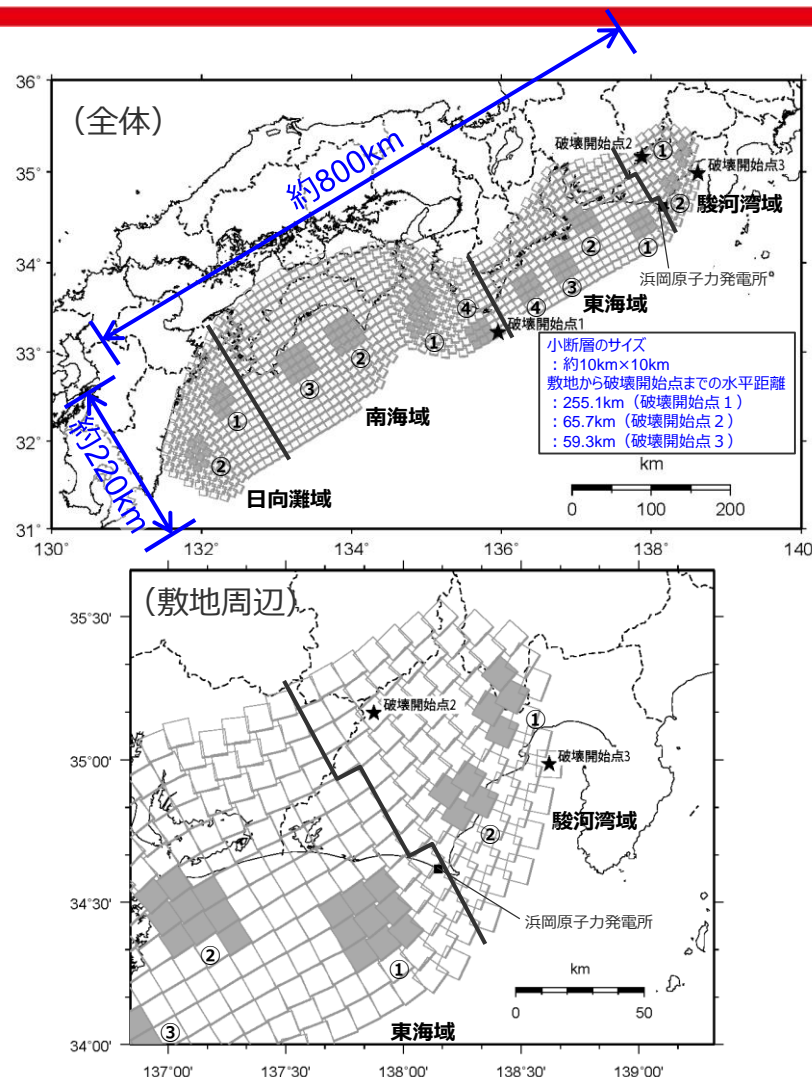
- 内閣府(2012)により、南海トラフで想定される最大クラスの地震として設定された強震断層モデル（内閣府モデル（最大クラスの地震））※1に基づき、破壊開始点を追加※2して設定。

【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。



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

<2 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）> 不確かさを考慮した震源モデルの設定

基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）

- 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しない）（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しない）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

二
同じ
地震動
レベル

影響確認モデル

- 分岐断層の地震時挙動に関する検討から、プレート境界浅部及び分岐断層による強震動励起は小さいことを考慮して、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（地震動の顕著な増幅を考慮しない）に対し、プレート境界浅部及び分岐断層を付加した影響確認モデルを設定し、プレート境界浅部や分岐断層が強震動励起に及ぼす影響が小さいことを確認※1。

※1 第841回審査会合資料1-1（p.103～）参照。

不確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）（不確かさの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】

- 敷地下方に強震動生成域を設定した以下のケースを考慮する。
 - ・南海トラフ最大クラス地震モデル（直下ケース①）
 - ・南海トラフ最大クラス地震モデル（直下ケース②）

基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）
+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しない）

【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。

【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。

【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。

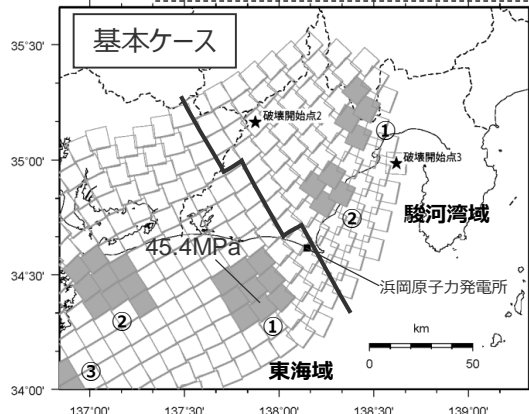
基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）
+不確かさ④（強震動生成域の位置）
+不確かさ⑤（地震規模（Mw9.1））

※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、A-17断層）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しない）（御前崎海脚西部の断層帯による地震）及び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しない）（A-17断層による地震）を用いる。

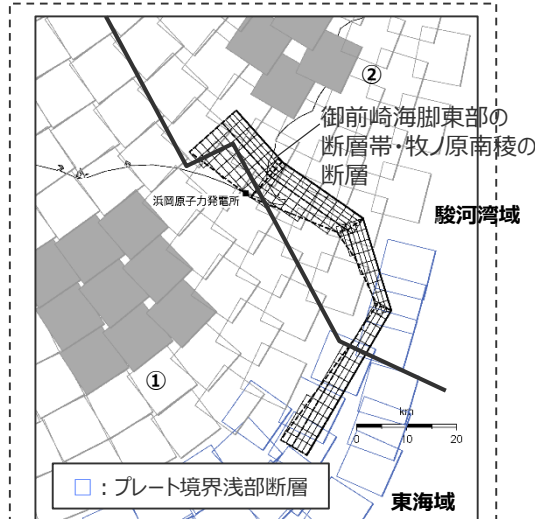
<2 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）> 不確かさを考慮した震源モデルの設定

基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）



基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）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

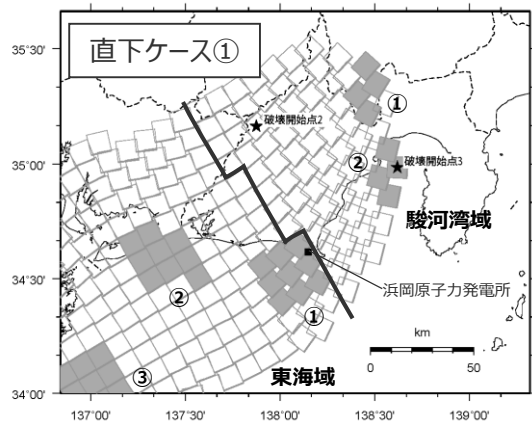
影響確認モデル



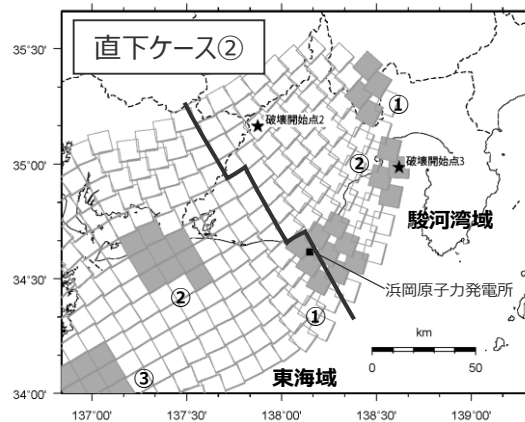
※第841回審査会合資料1-1（p.103～）参照。

二
同じ地震動レベル※

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しない）（不確かさの考慮におけるベースモデル）



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



<2 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）> 不確かさを考慮した震源モデルの設定

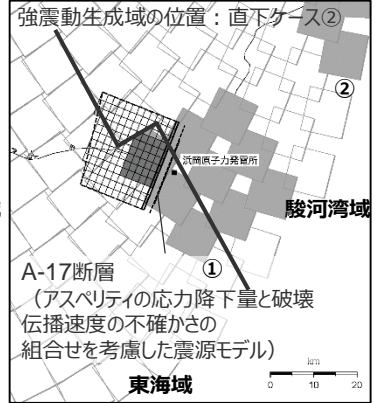
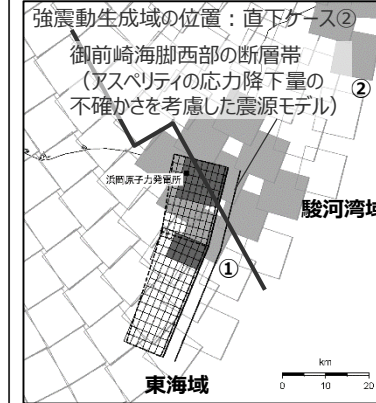
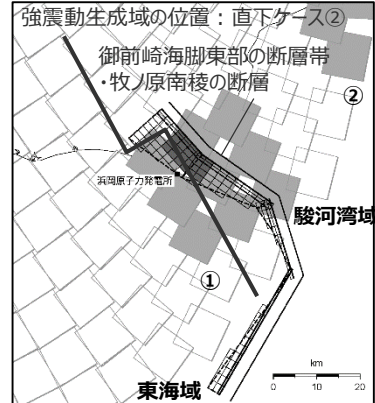
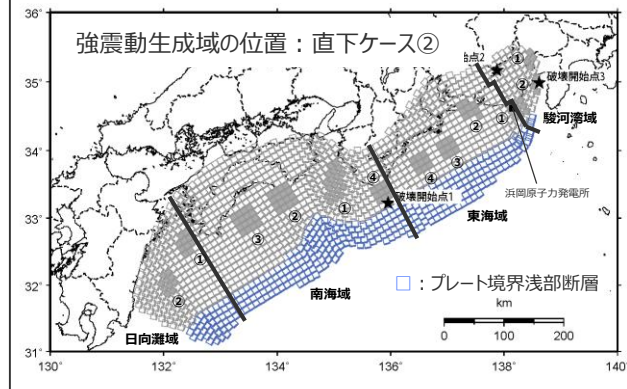
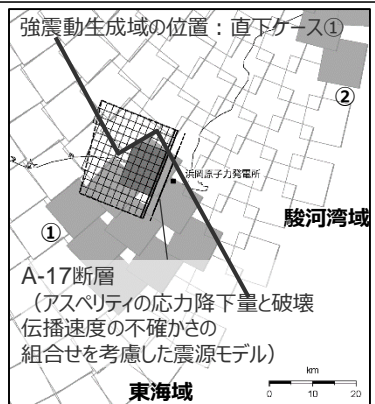
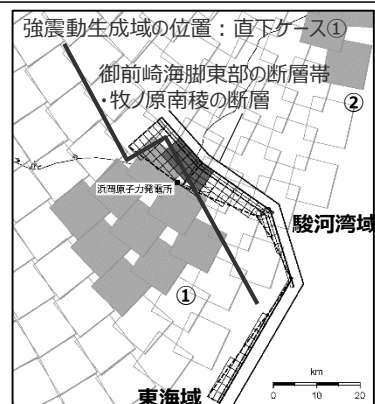
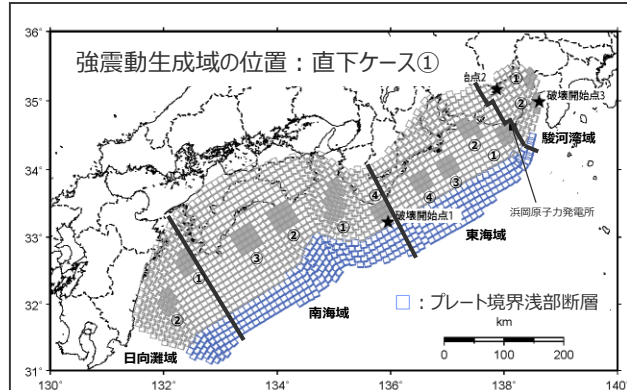
不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）

・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。

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

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

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しない）
 + 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））

基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）
 + 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

基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）
 + 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 強震動予測レシド(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、A-17断層）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しない）（御前崎海脚西部の断層帯による地震）及び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しない）（A-17断層による地震）を用いる。

<2 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）> 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

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

<2 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）> 不確かさの考慮（重畳）の考え方

| 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、偶発的な不確かさに分類されると考えられる。</p> <p>⇒基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）に予め不確かさを考慮</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、地震規模は認識論的な不確かさに分類されると考えられる。</p> <p>⇒基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）に予め不確かさを考慮（Mw9.0） （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しない）の基となる内閣府モデル（最大クラスの地震）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しない）に予め不確かさを考慮）</p> <p>⇒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） （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、認識論的な不確かさに分類されると考えられる。</p> <p>⇒基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）に予め不確かさを考慮 （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しない）の基となる内閣府モデル（最大クラスの地震）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しない）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、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、偶発的な不確かさの要素も有していると考えられる。</p> <p>⇒基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）に対して不確かさを考慮 ⇒さらに不確かさの組合せも考慮 （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しない）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しない）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認識論的な不確かさに分類されると考えられる。</p> <p>⇒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しない）に対して不確かさを考慮</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認識論的な不確かさに分類されると考えられる。</p> <p>⇒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しない）に対して不確かさを考慮</p> |

<2 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）> 不確かさを考慮した震源モデルの設定

: 基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）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 考慮しない） | 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 顕著な増幅を考慮しない） | 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 慮しない） | 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 規模の不確かさを組合せを 考慮した震源モデル（地震 動の顕著な増幅を考慮しな い） | 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 る不確かさを組合せを考慮 した震源モデル（地震動の顕 著な増幅を考慮しない） | 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 に係る不確かさを組合せを考 慮した震源モデル（地震動の 顕著な増幅を考慮しない） | 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、A-17断層）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しない）（御前崎海脚西部の断層帯による地震）及び不確かさを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しない）（A-17断層による地震）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。

<2 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）> 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。

【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。

・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）。

<2 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）> 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しない）
- ・強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（直下ケース①、直下ケース②）（地震動の顕著な増幅を考慮しない）
- ・強震動生成域の位置（直下ケース①、直下ケース②）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しない）

【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しない）、強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（直下ケース①、直下ケース②）（地震動の顕著な増幅を考慮しない）及び強震動生成域の位置（直下ケース①、直下ケース②）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しない）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しない）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。
- ここで、強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）のうち、直下ケース①は、内閣府(2012)に基づき、基本震源モデルの強震動生成域を、各領域内で東側に（敷地に近づくように）移動して設定している。それに対し、直下ケース②は、直下ケース①において敷地に最も近い東海SMGA①を更に東側（敷地直下）に移動して設定しており、この強震動生成域は2つの領域（駿河湾域と東海域）にまたがっているため、直下ケース②はこの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。

<2 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>
応答スペクトルに基づく地震動評価
 （評価方針）

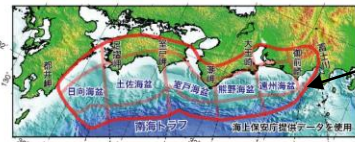
- ・強震動生成域の位置（直下ケース①、直下ケース②）と分岐断層の強震動励起特性に係る不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）
- ・強震動生成域の位置（直下ケース①、直下ケース②）と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層への破壊伝播に係る不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）

【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（直下ケース①、直下ケース②）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しない）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（直下ケース①、直下ケース②）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しない）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。

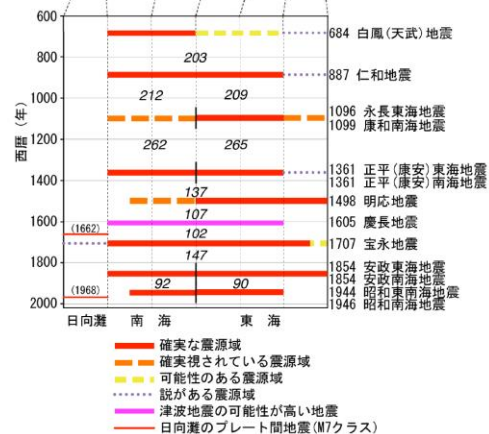
応答スペクトルに基づく地震動評価

（評価方針）

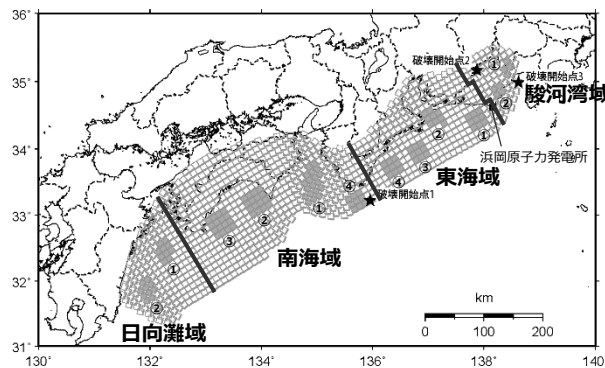


「最大クラスの地震」の震源域

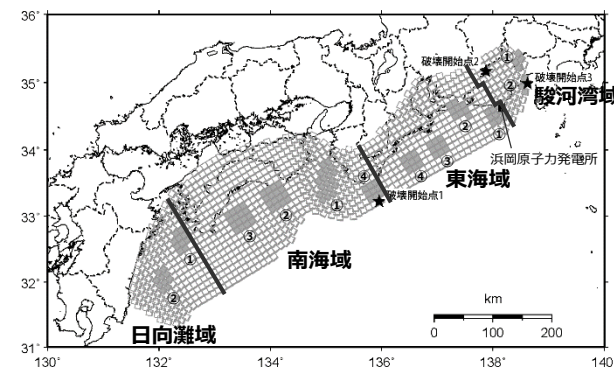
- 検討用地震の各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）は、以下のとおり。
- 駿河湾域、東海域、南海域、日向灘域といった領域区分は、過去地震等との関係を踏まえ設定された地震調査委員会(2013)と整合的である。



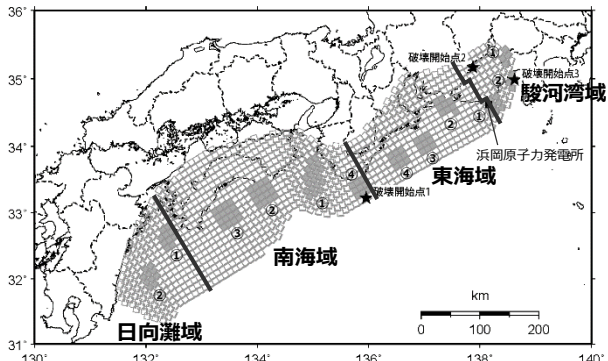
<過去地震や想定地震と領域区分との関係>
(地震調査委員会(2013)に図の説明
〔「最大クラスの地震」の震源域〕を加筆)



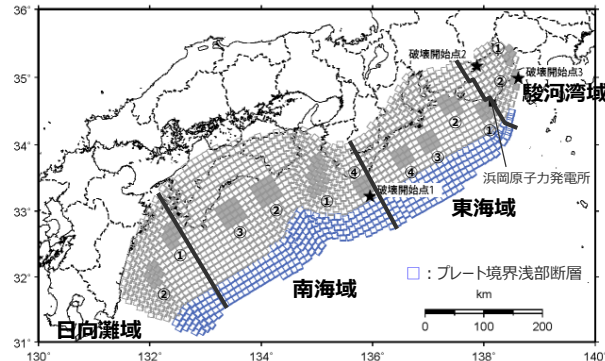
<基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の領域区分>



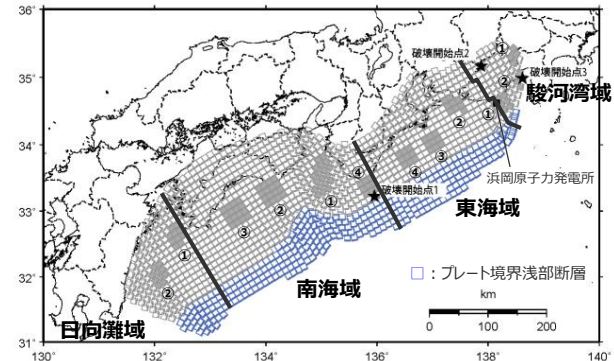
<強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（直下ケース①）（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の領域区分>



<強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（直下ケース②）（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の領域区分>



<強震動生成域の位置（直下ケース①）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しない）の領域区分>



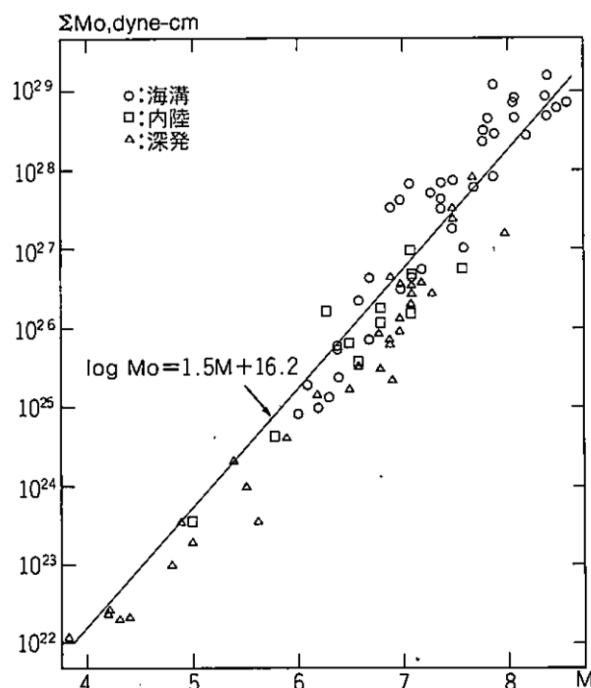
<強震動生成域の位置（直下ケース②）と地震規模の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の領域区分>

・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、第841回審査会合資料1-1参照。

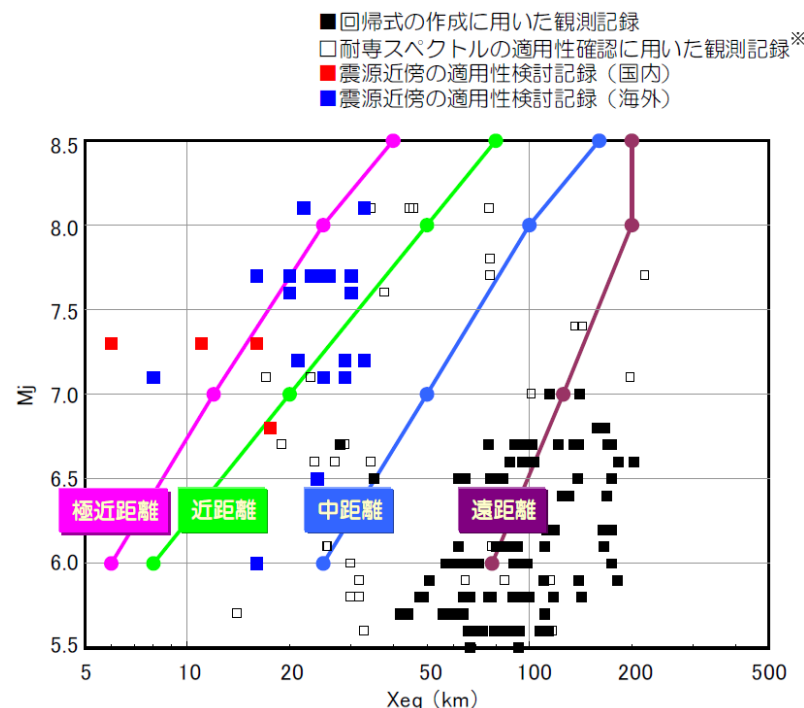
<2 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）> 応答スペクトルに基づく地震動評価

（評価方針（地震規模の算出方法））

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



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



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

<2 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）> 応答スペクトルに基づく地震動評価 （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しない） | 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しない） | 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（直下ケース①）（地震動の顕著な増幅を考慮しない） | ①駿河湾域+東海域+南海域+日向灘域 | 8.5 | 105.7 | ○ |
| | ②駿河湾域+東海域+南海域 | 8.5 | 101.2 | ○ |
| | ③駿河湾域+東海域 | 8.5 | 51.4 | ○ |
| | ④東海域 | 8.5 | 51.9 | ○ |
| | ⑤駿河湾域 | 7.9 | 45.3 | ○ |
| 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）※ | ①駿河湾域+東海域+南海域+日向灘域 | 8.5 | 96.8 | ○ |
| | ②駿河湾域+東海域+南海域 | 8.5 | 92.7 | ○ |
| | ③駿河湾域+東海域 | 8.5 | 47.0 | ○ |
| 強震動生成の位置（直下ケース①）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しない） | ①駿河湾域+東海域+南海域+日向灘域 | 8.5 | 112.6 | ○ |
| | ②駿河湾域+東海域+南海域 | 8.5 | 108.0 | ○ |
| | ③駿河湾域+東海域 | 8.5 | 55.9 | ○ |
| | ④東海域 | 8.5 | 56.8 | ○ |
| | ⑤駿河湾域 | 8.0 | 45.0 | ○ |
| 強震動生成の位置（直下ケース②）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しない）※ | ①駿河湾域+東海域+南海域+日向灘域 | 8.5 | 103.6 | ○ |
| | ②駿河湾域+東海域+南海域 | 8.5 | 99.4 | ○ |
| | ③駿河湾域+東海域 | 8.5 | 51.4 | ○ |

※強震動生成域が2つの領域（駿河湾域と東海域）にまたがっており、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。

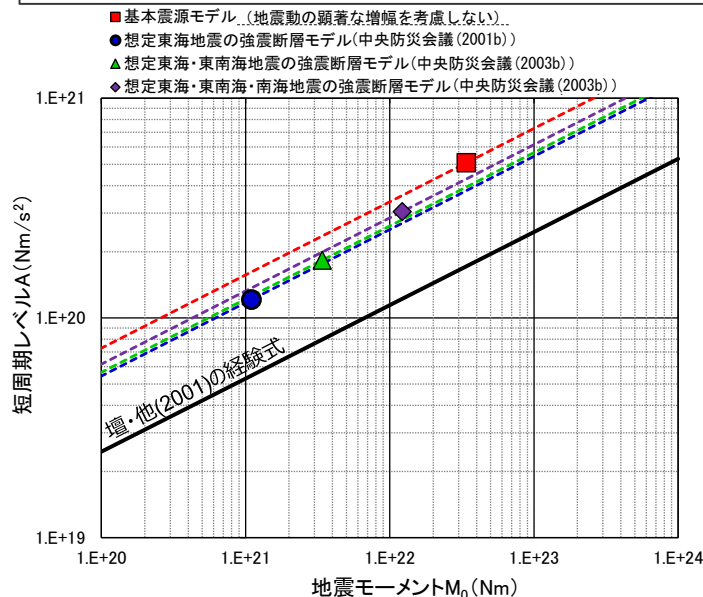
各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の適用性検討の詳細は、第841回審査会合資料1-1参照。

<2 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）> 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しない）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しない）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。

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

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



<強震断層モデルの M_0 -A関係>

<強震断層モデルの M_0 -A関係>

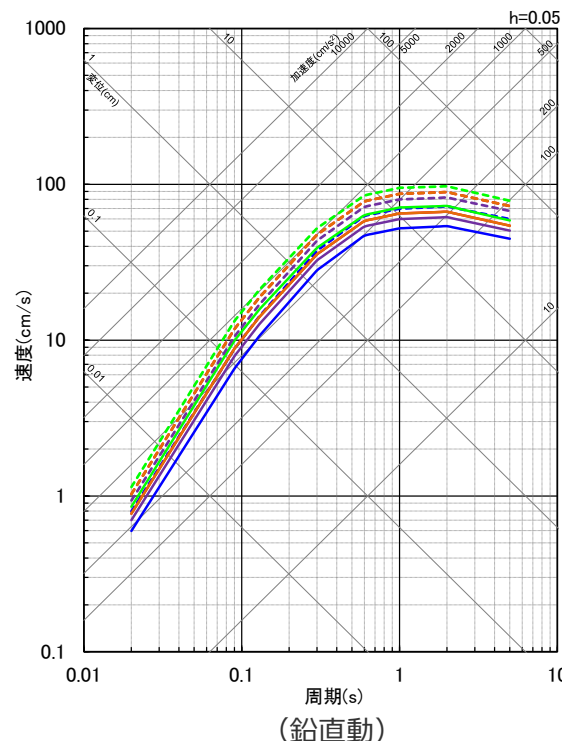
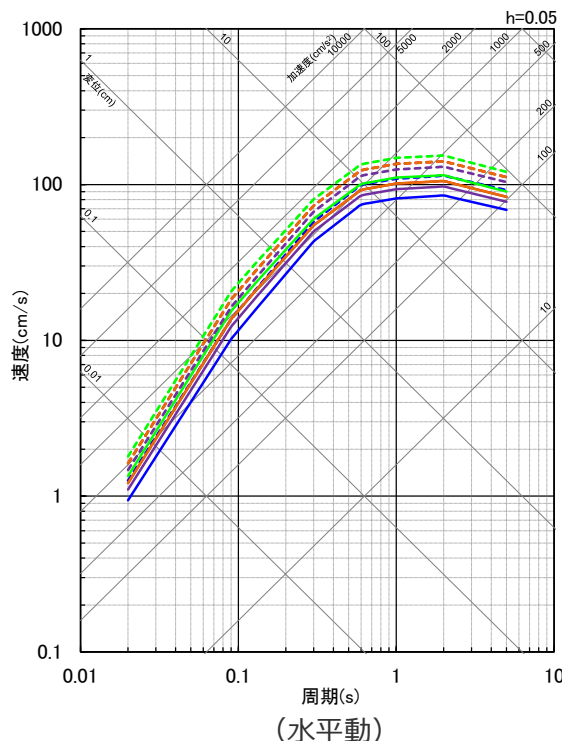
| 震源モデル | M_0 -A関係 (A:Nm/s ² , M_0 :Nm) | 基本震源モデル に対する比率 |
|---|--|-------------------|
| ①基本震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮しない) | $A=7.28 \times 10^{10} \times (M_0 \times 10^7)^{1/3}$ | - |
| ②想定東海地震の強震断層モデル (中央防災会議(2001b)) | $A=5.44 \times 10^{10} \times (M_0 \times 10^7)^{1/3}$ | 1.34 (①/②) |
| ③想定東海・東南海地震の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

<2 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>

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しない））

- 基本震源モデル(地震動の顕著な増幅を考慮しない)(③駿河湾域+東海域)(Mj8.5, Xeq64.2)
- - - 基本震源モデル(地震動の顕著な増幅を考慮しない)(③駿河湾域+東海域)(Mj8.5, Xeq64.2): 強震動生成域の応力降下の不確かさの影響を反映
- 強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル(直下ケース①)(地震動の顕著な増幅を考慮しない)(③駿河湾域+東海域)(Mj8.5, Xeq51.4)
- - - 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①)(地震動の顕著な増幅を考慮しない)(③駿河湾域+東海域)(Mj8.5, Xeq51.4): 強震動生成域の応力降下の不確かさの影響を反映
- 強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル(直下ケース②)(地震動の顕著な増幅を考慮しない)(③駿河湾域+東海域)(Mj8.5, Xeq47.0)
- - - 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)(③駿河湾域+東海域)(Mj8.5, Xeq47.0): 強震動生成域の応力降下の不確かさの影響を反映
- 強震動生成域の位置(直下ケース①)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しない)(③駿河湾域+東海域)(Mj8.5, Xeq55.9)
- - - 強震動生成域の位置(直下ケース①)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しない)(③駿河湾域+東海域)(Mj8.5, Xeq55.9): 強震動生成域の応力降下の不確かさの影響を反映
- 強震動生成域の位置(直下ケース②)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しない)(③駿河湾域+東海域)(Mj8.5, Xeq51.4)
- - - 強震動生成域の位置(直下ケース②)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しない)(③駿河湾域+東海域)(Mj8.5, Xeq51.4): 強震動生成域の応力降下の不確かさの影響を反映



・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しない）の地震動評価結果の詳細は、第841回審査会合資料1-1参照。

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

<2 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）> 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

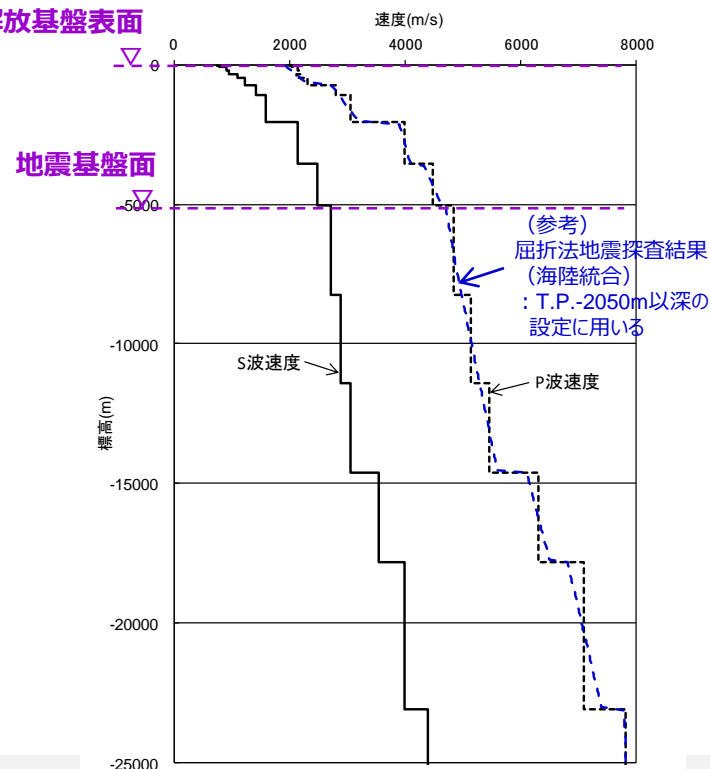
↑ 統計的グリーン関数法で用いる地下構造（地震基盤以浅）
↓

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

※1 入倉・他(1997)による波形合成では、強震動予測レシビ(2017)によるライズタイム※2を用いる。

※2 強震動予測レシビ(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p.24参照。

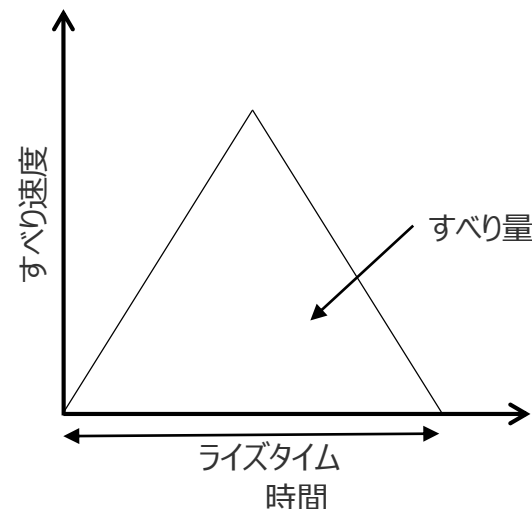
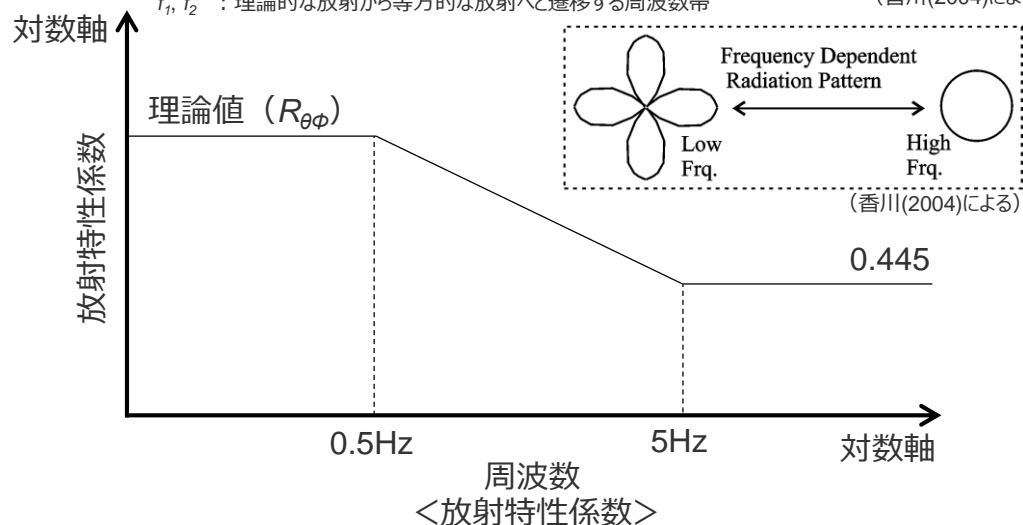
$$R_{\theta\phi}(f) = \frac{(\log(f_2) - \log(f))R_{\theta\phi 0} + (\log(f) - \log(f_1))R_{\theta\phi m}}{\log(f_2) - \log(f_1)} \quad (\text{香川(2004)による})$$

$R_{\theta\phi 0}$: 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>

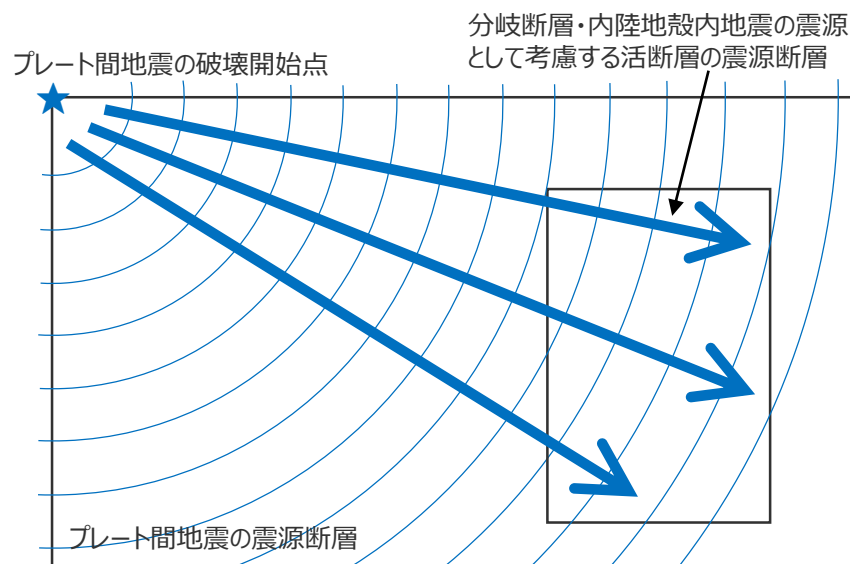
※3 久田(2002)、倉橋・入倉(2017)等による。

<2 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>

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）

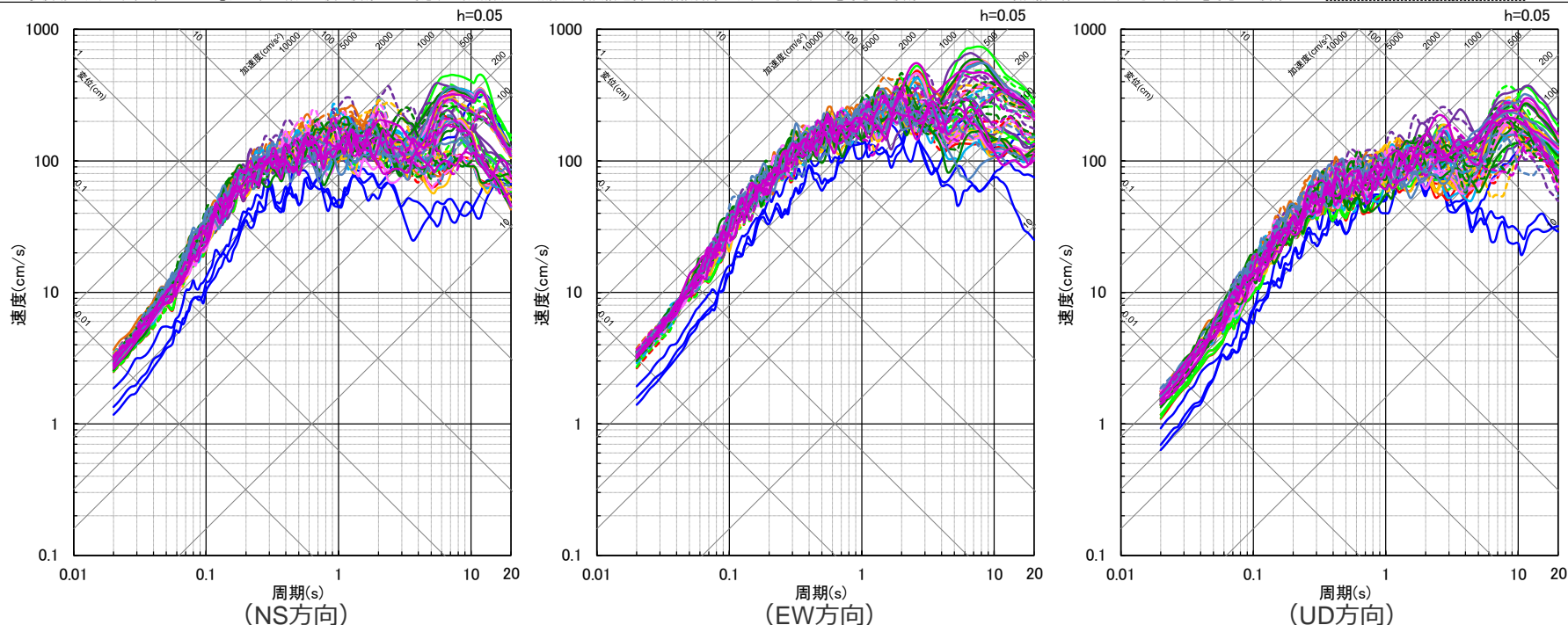
- 強震動生成域の位置と分岐断層の強震動励起特性に係る不確かさの組合せの考慮において、プレート間地震の震源断層の破壊が分岐断層へ伝播することを想定しており、この破壊過程がより適切に反映されるように、一体計算で地震動評価を行う。
- 具体的には、分岐断層を含むプレート間地震の震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）を一体として設定し、プレート間地震の震源断層の破壊を分岐断層に連続的に伝播させて破壊時刻を算出し、各要素のグリーン関数を合成する方法とする（通常の統計的グリーン関数法と波数積分法によるハイブリッド合成法と同じ）（一体計算）。
- また、強震動生成域の位置と内陸地殻内地震の震源として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



<一体計算での破壊過程（イメージ図）>

<2 プレート間地震の地震動評価 (地震動の顕著な増幅を考慮しない) > 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果 (全ての震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮しない))

- 基本震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮しない)
- 強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル (直下ケース①) (地震動の顕著な増幅を考慮しない)
- 強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル (直下ケース②) (地震動の顕著な増幅を考慮しない)
- 強震動生成域の位置 (直下ケース①) 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しない)
- 強震動生成域の位置 (直下ケース②) 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しない)
- 強震動生成域の位置 (直下ケース①) と分岐断層の強震動励起特性に係る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しない)
- 強震動生成域の位置 (直下ケース②) と分岐断層の強震動励起特性に係る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しない)
- 強震動生成域の位置 (直下ケース①) 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しない)
- 強震動生成域の位置 (直下ケース②) 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しない)
- 強震動生成域の位置 (直下ケース①) 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しない)
- 強震動生成域の位置 (直下ケース②) 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しない)
- 強震動生成域の位置 (直下ケース①) 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しない)
- 強震動生成域の位置 (直下ケース②) 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しない)
- 強震動生成域の位置 (直下ケース①) 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しない)
- 強震動生成域の位置 (直下ケース②) 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しない)
- 強震動生成域の位置 (直下ケース①) と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層 (A-17断層 (アスペリティの応力降下量と破壊伝播速度の不確かさの組合せを考慮した震源モデル)) への破壊伝播に係る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しない)
- 強震動生成域の位置 (直下ケース②) と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層 (A-17断層 (アスペリティの応力降下量と破壊伝播速度の不確かさの組合せを考慮した震源モデル)) への破壊伝播に係る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しない)
- 強震動生成域の位置 (直下ケース①) と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層 (A-17断層 (アスペリティの応力降下量と断層傾斜角の不確かさの組合せを考慮した震源モデル)) への破壊伝播に係る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しない)
- 強震動生成域の位置 (直下ケース②) と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層 (A-17断層 (アスペリティの応力降下量と断層傾斜角の不確かさの組合せを考慮した震源モデル)) への破壊伝播に係る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しない)
- 強震動生成域の位置 (直下ケース①) と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層 (A-17断層 (破壊伝播速度と断層傾斜角の不確かさの組合せを考慮した震源モデル)) への破壊伝播に係る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しない)
- 強震動生成域の位置 (直下ケース②) と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層 (A-17断層 (破壊伝播速度と断層傾斜角の不確かさの組合せを考慮した震源モデル)) への破壊伝播に係る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しない)

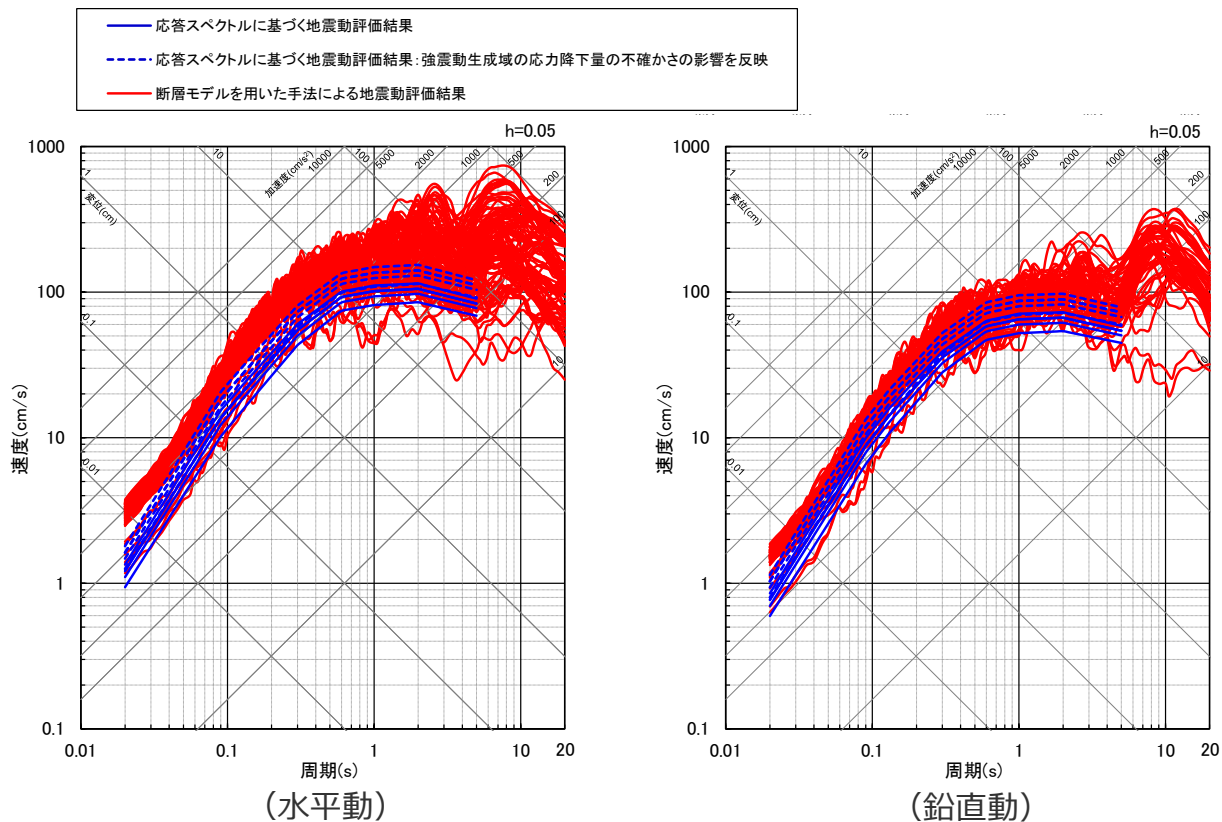


<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果 (応答スペクトル) > (全ての震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮しない))

各震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮しない) の地震動評価結果の詳細は、第841回審査会合資料1-1参照。

<2 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>

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しない）））



<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しない））

余白

目次

- 1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない） ……p.2~
- 2 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない） ……p.31~
- 3 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない） ……p.54~
- 4 まとめ（地震動の顕著な増幅を考慮しない） ……p.80~

<3 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>

検討用地震の選定

・下線 (.....) は、一部修正箇所を示す。

○沈み込んだ浅い海洋プレート内地震「敷地下方の想定スラブ内地震」と沈み込む海洋プレート内地震「御前崎沖の想定沈み込む海洋プレート内地震」の震源モデルについて、Noda et al.(2002) による地震動評価結果（応答スペクトル）の比較により、施設の主要周期帯を含む周期 2 秒以下では「敷地下方の想定スラブ内地震」の方が大きい。
⇒「敷地下方の想定スラブ内地震」を検討用地震として選定する。

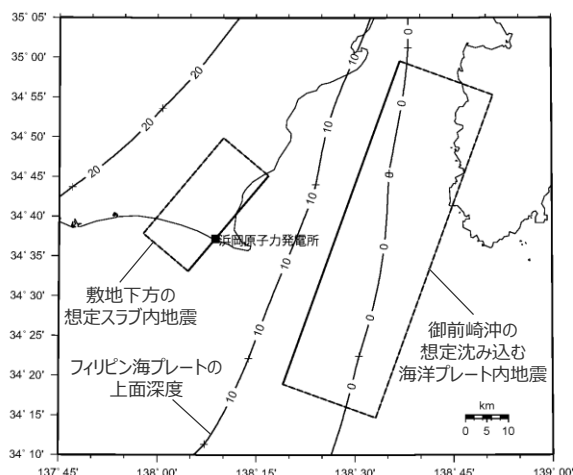
<諸元>

| | 敷地下方の想定スラブ内地震 (沈み込んだ浅い海洋プレート内地震) | 御前崎沖の想定沈み込む海洋プレート内地震 (沈み込む海洋プレート内地震) |
|---------------------------------------|--|---|
| 断層位置 | 敷地下方※1 | トラフ軸沿いの敷地に最も近い位置※1 |
| 地震規模 | M7.0※2 | M7.4※3 |
| Noda et al.(2002) による 応答スペクトルの補正係数 | 4つの沈み込んだ海洋プレート内地震の観測記録 (2009年駿河湾の地震を含む) | 2004年紀伊半島南東沖の地震の観測記録 |

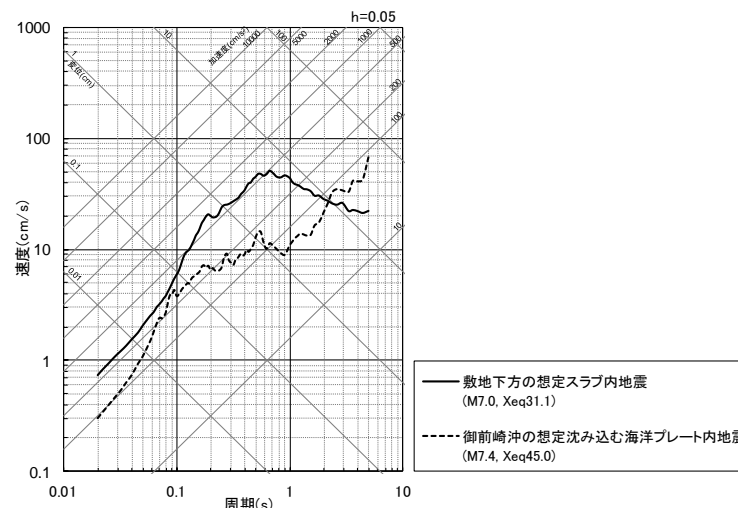
※1：海洋プレート内地震の断層位置を予め特定することは困難と考え、安全評価上、断層位置を敷地に近づけることを前提とする。

※2：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の他、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。

※3：フィリピン海プレート（領域 1：南海トラフ沿い）で沈み込む海洋プレート内地震の最大の値にあたる2004年紀伊半島南東沖の地震のM7.4を用いる。



<断層位置>



<Noda et al.(2002)による地震動評価結果の比較※4>

※4：周期 2 秒以上の長周期成分で「御前崎沖の想定沈み込む海洋プレート内地震」の方が大きくなっている要因分析は第482回審査会合資料2-1 p.4～参照。当該資料で示したとおり、長周期が卓越する検討用地震については、御前崎沖の想定沈み込む海洋プレート内地震やプレート間地震等の地震動評価結果を含めて、今後説明する。

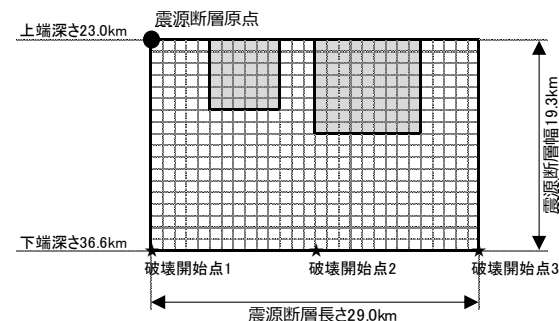
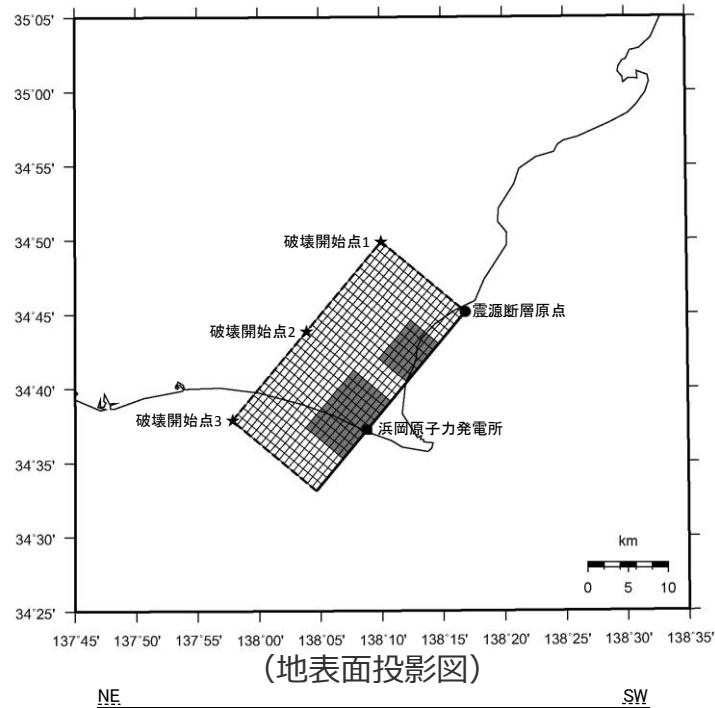
<3 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）> 基本震源モデルの設定

【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しない）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。



<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しない）>

※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)）。

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

基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）

○地震モーメントのスケールリングを考慮して、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しない）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しない）

【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しない）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しない）
+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しない）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しない）
+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しない）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ビ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しない）
+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しない）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しない）
+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しない）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しない）
+不確かさ⑧(震源深さ)

【断層位置の不確かさの考慮】

○基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の断層位置に対し、強震動生成域1と強震動生成域2の地震波が同時に敷地に到達するように断層を配置したケースを考慮する。

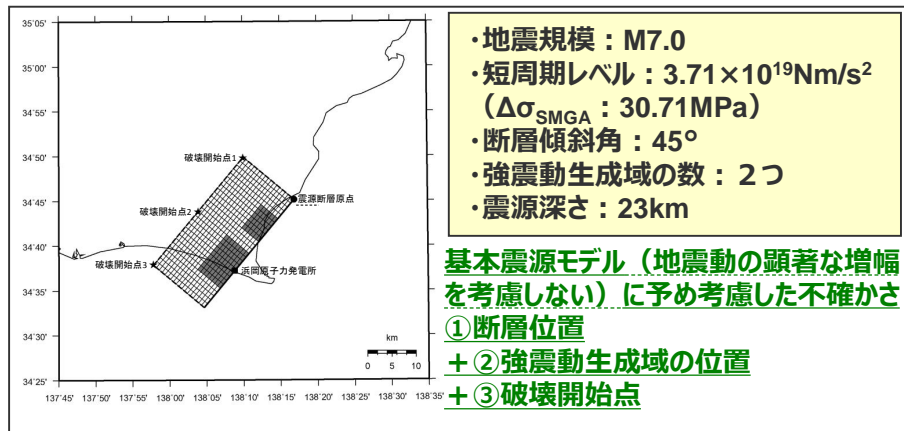
基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）
+不確かさ①(断層位置)

○断層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しない）に対し、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と同様の各不確かさ（④～⑧）を考慮する。

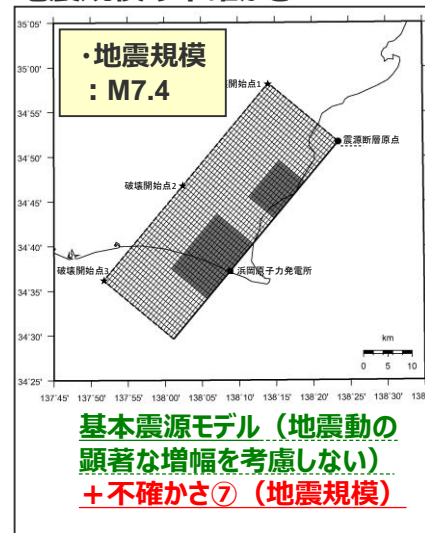
短周期レベルの観点から等価なモデル

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

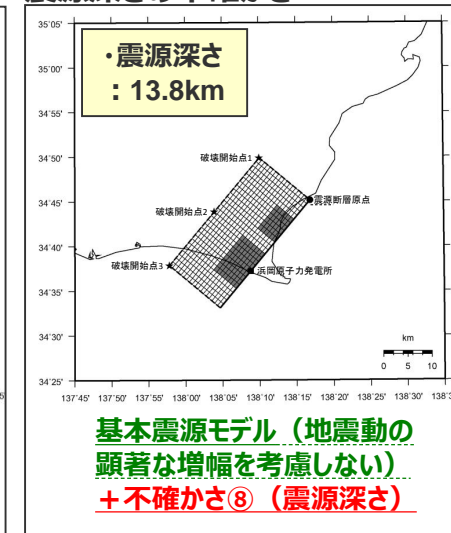
基本震源モデル（敷地下方の想定スラブ内地震） （地震動の顕著な増幅を考慮しない）



地震規模の不確かさ

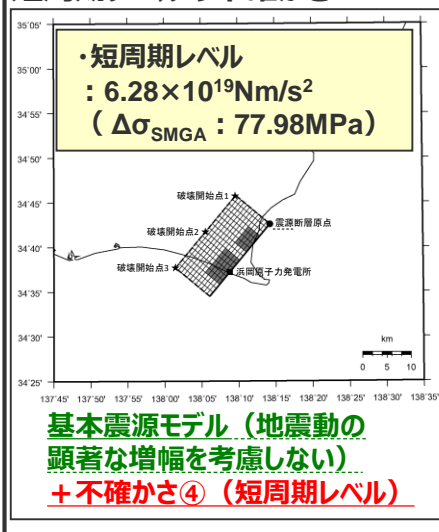


震源深さの不確かさ

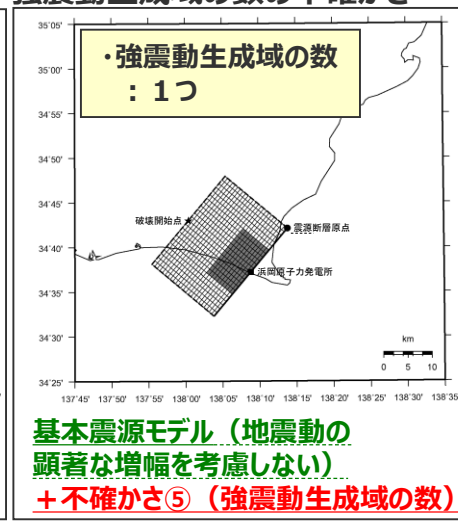


不確かさを考慮した震源モデル （地震動の顕著な増幅を考慮しない）

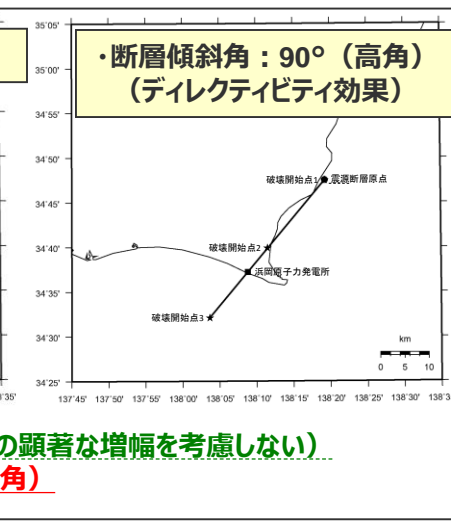
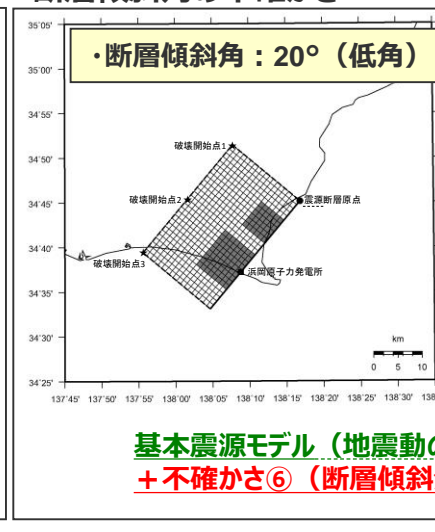
短周期レベルの不確かさ



強震動生成域の数の不確かさ



断層傾斜角の不確かさ



<3 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）> 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

基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）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

<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）

基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）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

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しない）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しない）に対して、それぞれ考慮する。

<3 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>

不確かさの考慮のまとめ

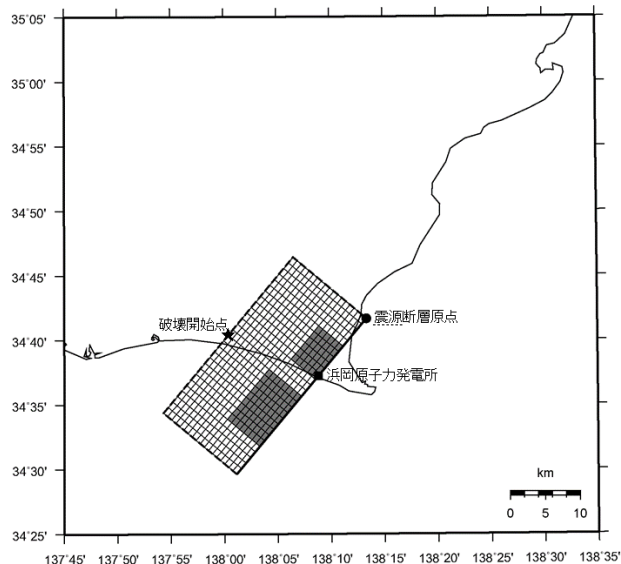
: 基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）に予め不確かさを考慮したパラメータ
 : 不確かさを考慮したパラメータ

| 検討用地震の震源モデル （地震動の顕著な増幅を考慮しない） | 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しない） | 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 (断層位置①) | 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しない） | 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 (断層位置①) | 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しない） | 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 (断層位置①) | 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しない） | 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 (断層位置①) | 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しない） | 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 (断層位置①) | 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しない） | 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 (断層位置①) | 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 |

・破壊伝播速度について、文献調査及び影響検討を行い、基本震源モデルで設定した破壊伝播速度の代表性を確認。

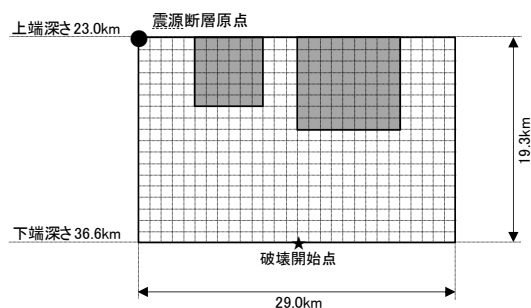
余白

<3 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>
断層位置の不確かさを考慮した震源モデルの設定概要



(地表面投影図)

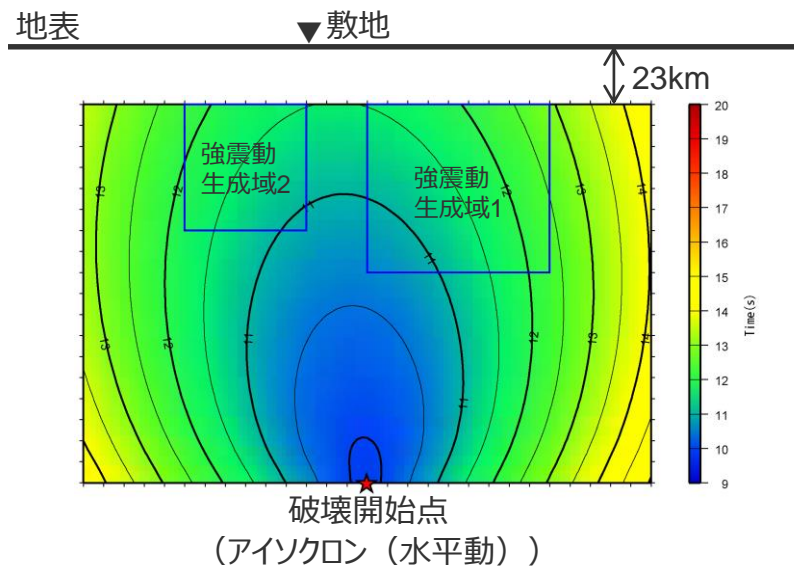
NE SW



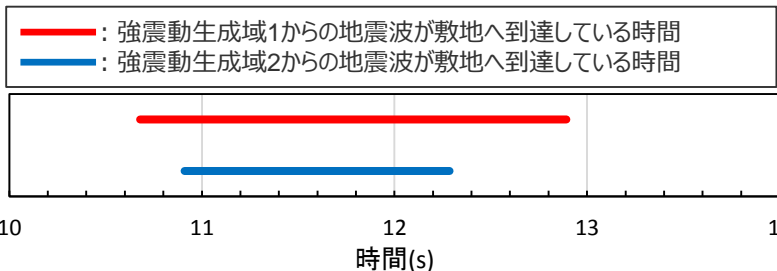
(展開図)

<断層位置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しない)>

○断層位置の不確かさの考慮として、強震動生成域1と強震動生成域2の地震波が敷地に同時に到達するように断層位置を配置したケースを考慮する。



破壊開始点
(アイソクロン (水平動))



(各SMGAからの地震波の重なり)

<断層位置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しない)>

<3 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>

不確かさを考慮した震源モデルの設定

（断層位置の不確かさを考慮した震源モデルに基づく）

基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）

- 地震モーメントのスケールリングを考慮して、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しない）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）

断層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しない）

- 断層位置の不確かさの考慮として、強震動生成域1と強震動生成域2の地震波が敷地に同時に到達するように断層位置を配置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しない）+不確かさ①'(断層位置)

不確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）

【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しない）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。

断層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しない）

+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しない）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。

断層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しない）

+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しない）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ビティ効果を考慮する。

断層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しない）

+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しない）のM7.0に対し、M7.4としたケースを考慮する。

断層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しない）

+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しない）の23kmに対し、13.8kmとしたケースを考慮する。

断層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しない）

+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

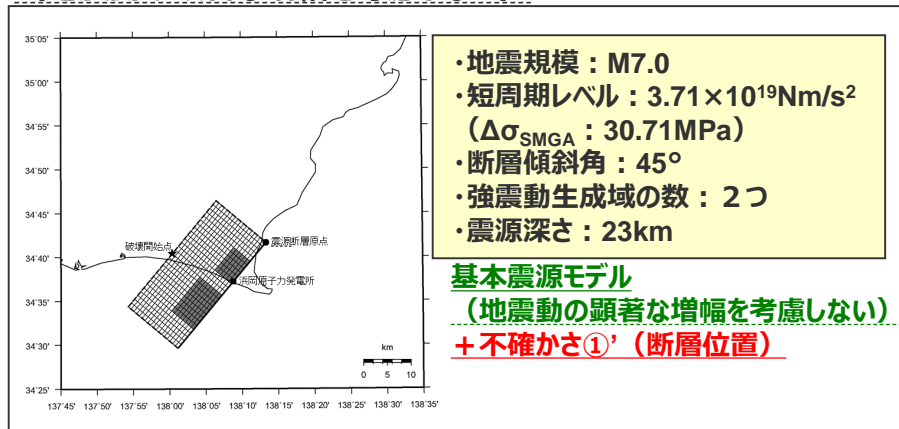
※基本震源モデルに基づく場合と同じ震源モデル

< 3 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない） >

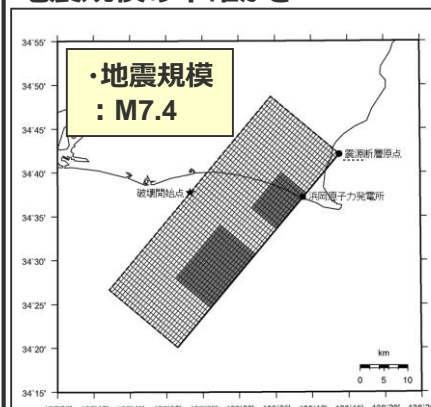
不確かさを考慮した震源モデルの設定

（断層位置の不確かさを考慮した震源モデルに基づく）

断層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しない）

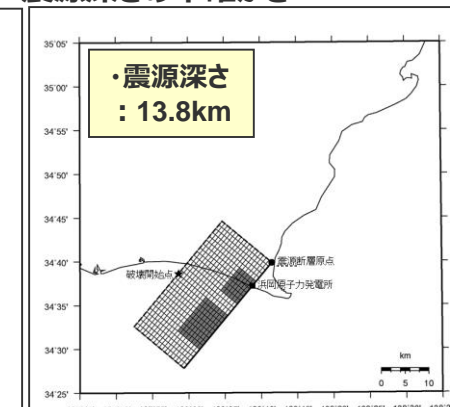


地震規模の不確かさ



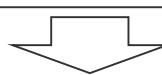
断層位置の不確かさを考慮した震源モデル
 （地震動の顕著な増幅を考慮しない）
+不確かさ⑦（地震規模）

震源深さの不確かさ

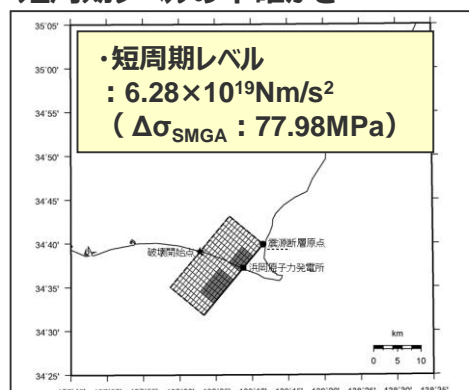


断層位置の不確かさを考慮した震源モデル
 （地震動の顕著な増幅を考慮しない）
+不確かさ⑧（震源深さ）

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しない）

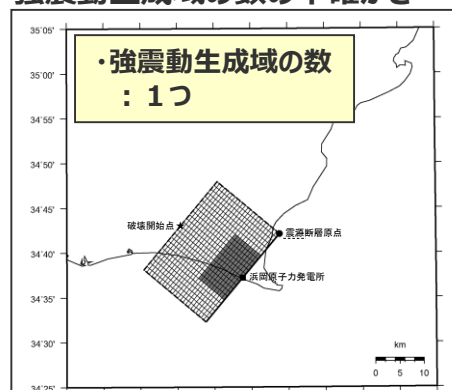


短周期レベルの不確かさ



断層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しない）
+不確かさ④（短周期レベル）

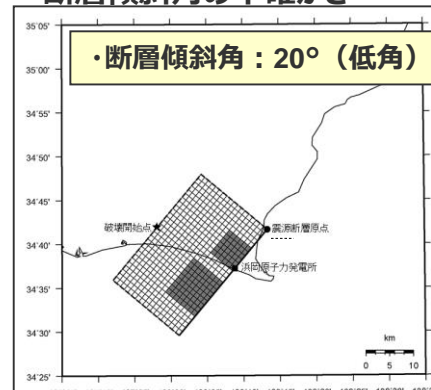
強震動生成域の数の不確かさ*



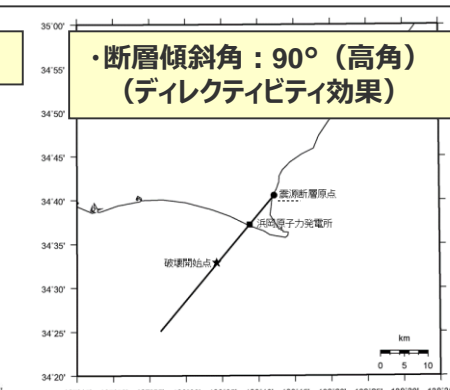
断層位置の不確かさを考慮した震源モデル
 （地震動の顕著な増幅を考慮しない）
+不確かさ⑤（強震動生成域の数）

※基本震源モデルに基づく場合と同じ震源モデル

断層傾斜角の不確かさ



断層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しない）
+不確かさ⑥（断層傾斜角）



・いずれのケースにおいても、SMGA1とSMGA2の地震波が敷地に同時に到来するよう、震源断層（SMGA）の位置を設定。

不確かさの考慮（重畳）の考え方

（断層位置の不確かさを考慮した震源モデルに基づく）

不確かさを考慮する断層パラメータ

断層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しない）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

断層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しない）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断層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しない）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断層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しない）に対して、それぞれ考慮する。

＜3 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）＞

不確かさの考慮のまとめ

（断層位置の不確かさを考慮した震源モデルに基づく）

: 断層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しない）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しない） | 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 |
|--|--------|------|--------------------|----------|--------------------------|----------------------|------------|--------------------|
| 断層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しない） | 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※ （断層位置①'） | 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しない） | 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※ （断層位置①'） | 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しない） | 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※ （断層位置①'） | 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しない） | 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※ （断層位置①'） | 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しない） | 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※ （断層位置①'） | 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しない） | 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※ （断層位置①'） | 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 |

※SMGA1とSMGA2の地震波が敷地に同時に到来するよう配置

余白

<3 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）> 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。

【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。

・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）。

< 3 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない） >

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））

○ 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} : $14\text{km} \leq X_{eq} \leq 216\text{km}$

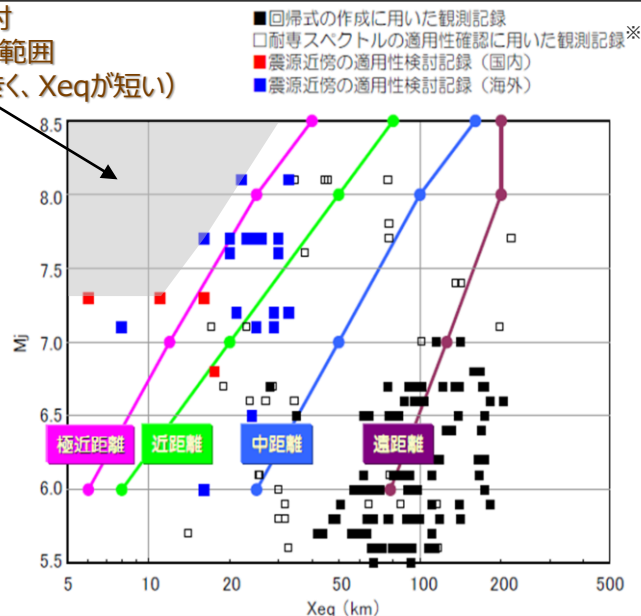
○ また、極近距離よりさらに近い地震についても検討が行われているが（左図■、■）、旧原子力安全委員会の「応答スペクトルに基づく地震動評価」に関する専門家との意見交換会において、東京電力(2009b)では、「極近距離よりさらに近い地震に関しては観測データも少なく、また、コントロールポイントも設けられていない。これらより、今後スペクトルの適用性や改良に関する検討等が必要と考えられる。」としている。

○ 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

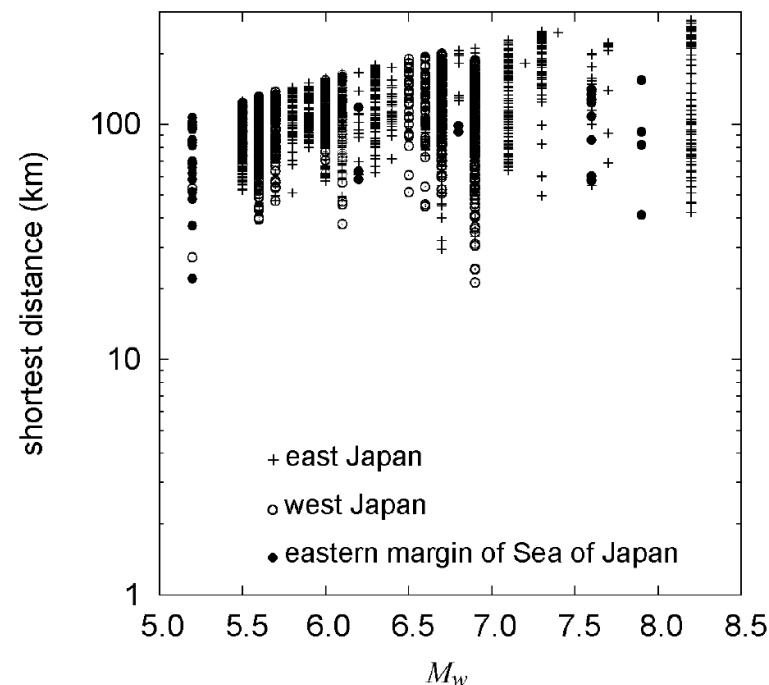
（Noda et al.(2002)以外の距離減衰式の適用性検討（概要））

- 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（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）

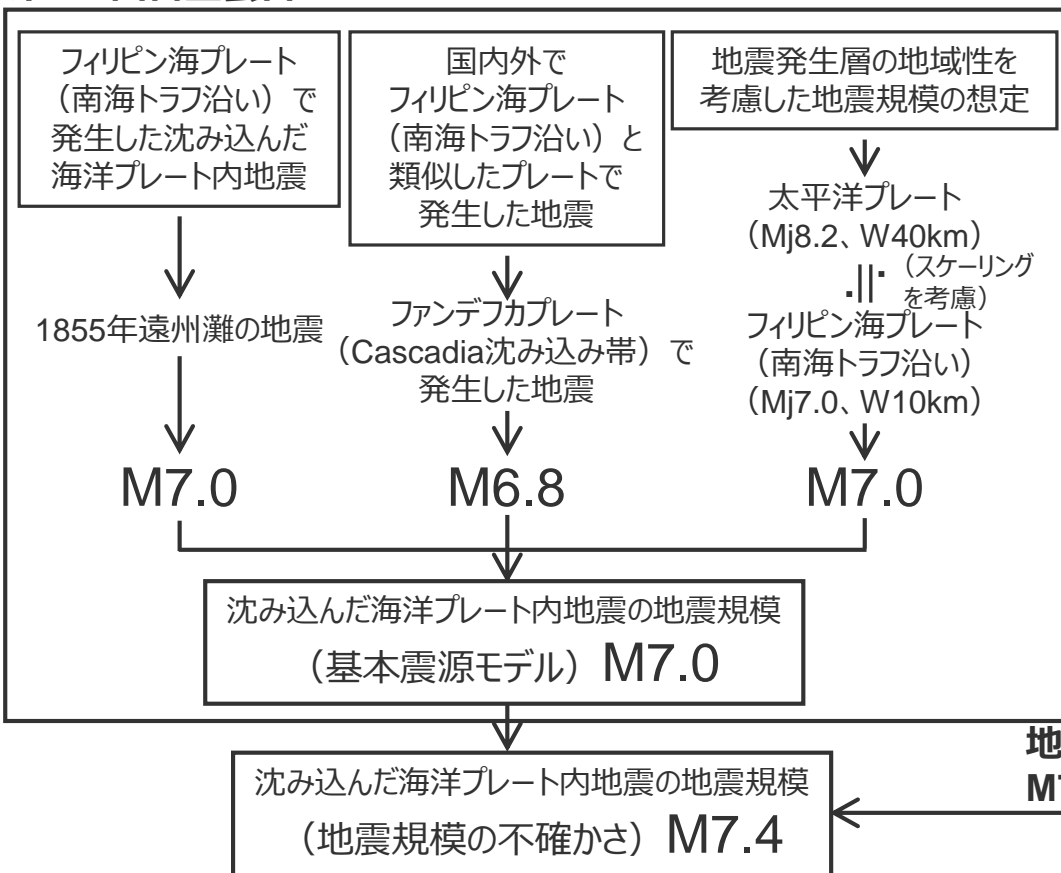
< 3 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない） >

応答スペクトルに基づく地震動評価

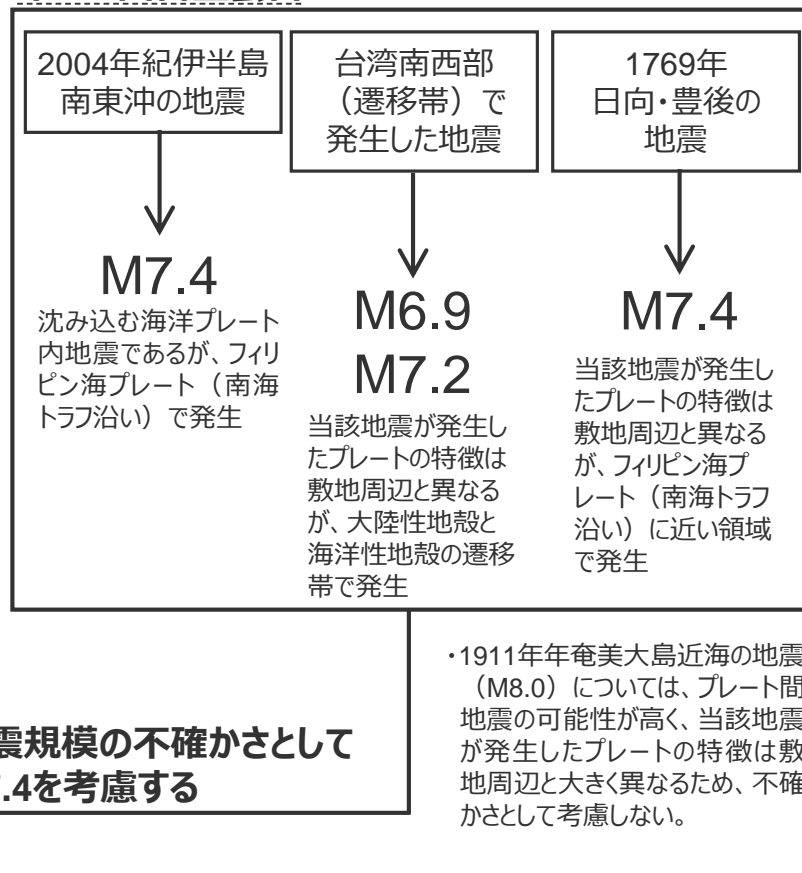
（地震規模の設定）

- 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しない）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しない）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



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しない）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 考慮しない） | 基本震源モデルに基づく | | | | | |
|--------------------------------|----------------------------------|--|--|--|--|--|
| | 基本震源モデル （地震動の顕著な 増幅を考慮しない） | 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 増幅を考慮しない） | 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 増幅を考慮しない） | 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 増幅を考慮しない） | 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 増幅を考慮しない） | 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 増幅を考慮しない） |
| Mj | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.4 | 7.0 |
| 等価震源距離Xeq (km) | 28.1 | 28.6 | 26.6 | 29.2 | 31.2 | 19.0 |
| Noda et al.(2002)の適用性 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |

| 震源モデル （地震動の顕著な増幅を 考慮しない） | 断層位置の不確かさを考慮した震源モデルに基づく | | | | | |
|--------------------------------|----------------------------------|--|--|--|--|--|
| | 基本震源モデル （地震動の顕著な 増幅を考慮しない） | 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 増幅を考慮しない） | 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 増幅を考慮しない） | 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 増幅を考慮しない） | 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 増幅を考慮しない） | 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 増幅を考慮しない） |
| Mj | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.4 | 7.0 |
| 等価震源距離Xeq (km) | 28.5 | 28.6 | 27.1 | 31.1 | 35.1 | 21.0 |
| Noda et al.(2002)の適用性 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |

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

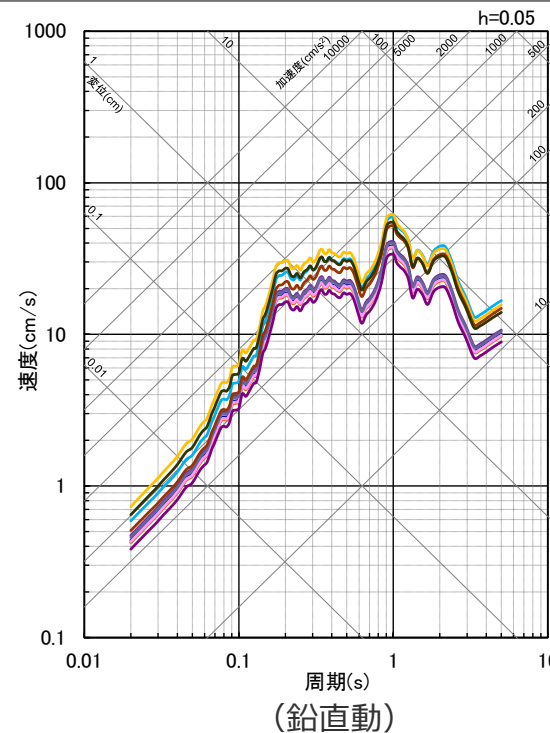
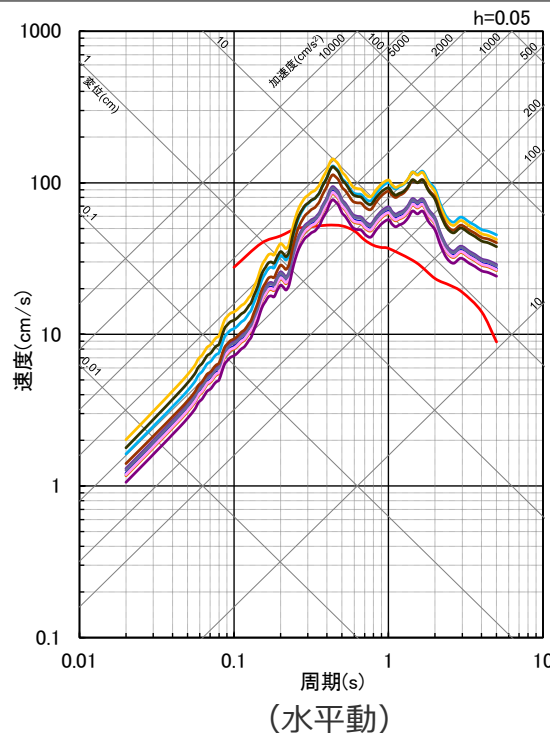
における片岡・他(2006)の適用性検討（まとめ） >

| 震源モデル （地震動の顕著な増幅を 考慮しない） | 基本震源モデルに基づく （地震動の顕著な増幅を 考慮しない） | 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） |
|--------------------------------|--------------------------------------|--|
| Mw | 6.9 | 6.9 |
| 断層最短距離Xsh (km) | 23.0 | 23.0 |
| 片岡・他(2006)の適用性 | ○ | ○ |

○：適用範囲内 ×：適用範囲外

<3 海洋プレート内地震の地震動評価 (地震動の顕著な増幅を考慮しない) > 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しない))

- 基本震源モデル(地震動の顕著な増幅を考慮しない)(Noda et al.(2002)に基づく地震動評価結果)(Mj7.0, Xeq28.1)
- 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)(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(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)(Noda et al.(2002)に基づく地震動評価結果)(Mj7.0, Xeq28.6)
- 断層傾斜角の不確かさ(20°)を考慮したモデル(基本震源モデルに基づく)(地震動の顕著な増幅を考慮しない)(Noda et al.(2002)に基づく地震動評価結果)(Mj7.0, Xeq26.6)
- 断層傾斜角の不確かさ(90°)を考慮したモデル(基本震源モデルに基づく)(地震動の顕著な増幅を考慮しない)(Noda et al.(2002)に基づく地震動評価結果)(Mj7.0, Xeq29.2)
- 地震規模の不確かさを考慮した震源モデル(基本震源モデルに基づく)(地震動の顕著な増幅を考慮しない)(Noda et al.(2002)に基づく地震動評価結果)(Mj7.4, Xeq31.2)
- 震源深さの不確かさを考慮した震源モデル(基本震源モデルに基づく)(地震動の顕著な増幅を考慮しない)(Noda et al.(2002)に基づく地震動評価結果)(Mj7.0, Xeq19.0)
- 断層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しない)(Noda et al.(2002)に基づく地震動評価結果)(Mj7.0, Xeq28.5)
- 断層傾斜角の不確かさ(20°)を考慮したモデル(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)(Noda et al.(2002)に基づく地震動評価結果)(Mj7.0, Xeq27.1)
- 断層傾斜角の不確かさ(90°)を考慮したモデル(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)(Noda et al.(2002)に基づく地震動評価結果)(Mj7.0, Xeq31.1)
- 地震規模の不確かさを考慮した震源モデル(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)(Noda et al.(2002)に基づく地震動評価結果)(Mj7.4, Xeq35.1)
- 震源深さの不確かさを考慮した震源モデル(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)(Noda et al.(2002)に基づく地震動評価結果)(Mj7.0, Xeq21.0)



・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。

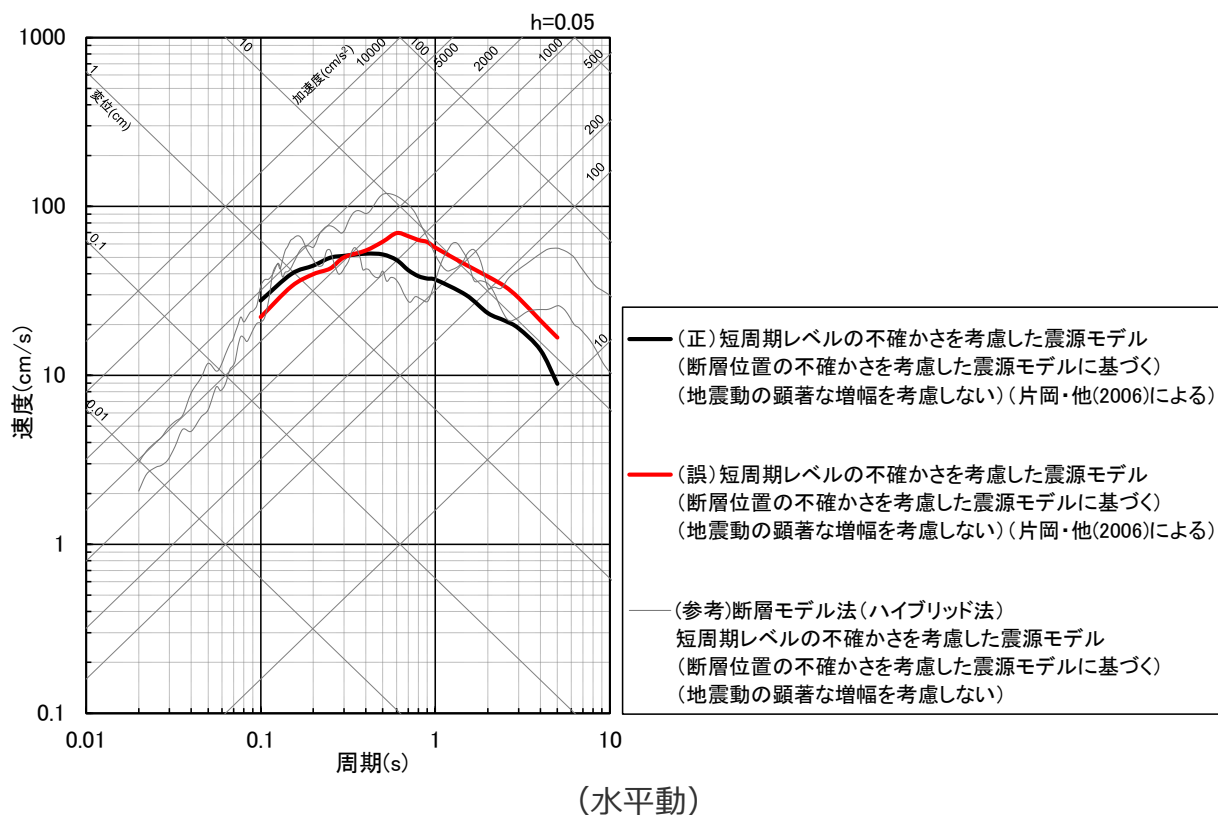
<応答スペクトルに基づく地震動評価結果> (全ての震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮しない))

- ・各震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮しない) の地震動評価結果の詳細は、第532回審査会合資料1-1参照。
- ・Xeqは、等価震源距離 (km)、Xshは、断層最短距離 (km) を表す。
- ・短周期レベルの不確かさを考慮した震源モデル (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) の応答スペクトルを修正。詳細は次ページ参照。
- ・下線 () は、一部修正箇所を示す。
- ・第532回審査会合資料1-1 p.84,100の結果と合わせて掲載。

応答スペクトルに基づく地震動評価結果

（短周期レベルの不確かさを考慮した震源モデル（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））

- 第532回審査会合資料1-1（海洋プレート内地震の地震動評価について（コメント回答））で提示した「短周期レベルの不確かさを考慮した震源モデル（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）」の片岡・他(2006)に基づく地震動評価結果について、片岡・他(2006)では、海溝性地震の距離減衰式と内陸地震の距離減衰式を作成しており、当該モデルの地震動評価を、海溝性地震の距離減衰式を用いて行うべきところ、内陸地震の距離減衰式を用いて行っていた。
- 片岡・他(2006)の海溝性地震の距離減衰式に基づく地震動レベルは、断層モデルを用いた手法による地震動レベルと概ね整合している。



<応答スペクトル（片岡・他(2006)で短周期レベルを入力値とする方法）に基づく地震動評価結果（正誤比較）>

（短周期レベルの不確かさを考慮した震源モデル（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））

<3 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>

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

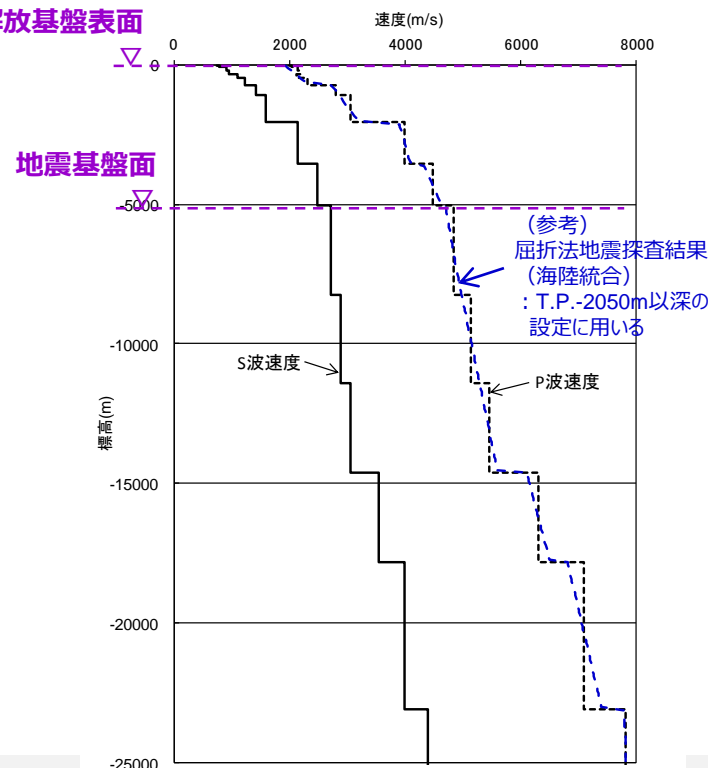
↑
↓
統計的グリーン関数法で
用いる地下構造（地震基盤以浅）

| 層 | 標高 (m) | Vs (m/s) | Vp (m/s) | ρ (g/cm ³) | 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



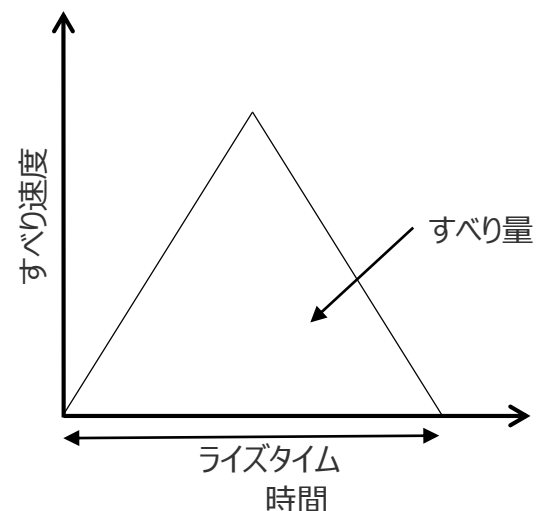
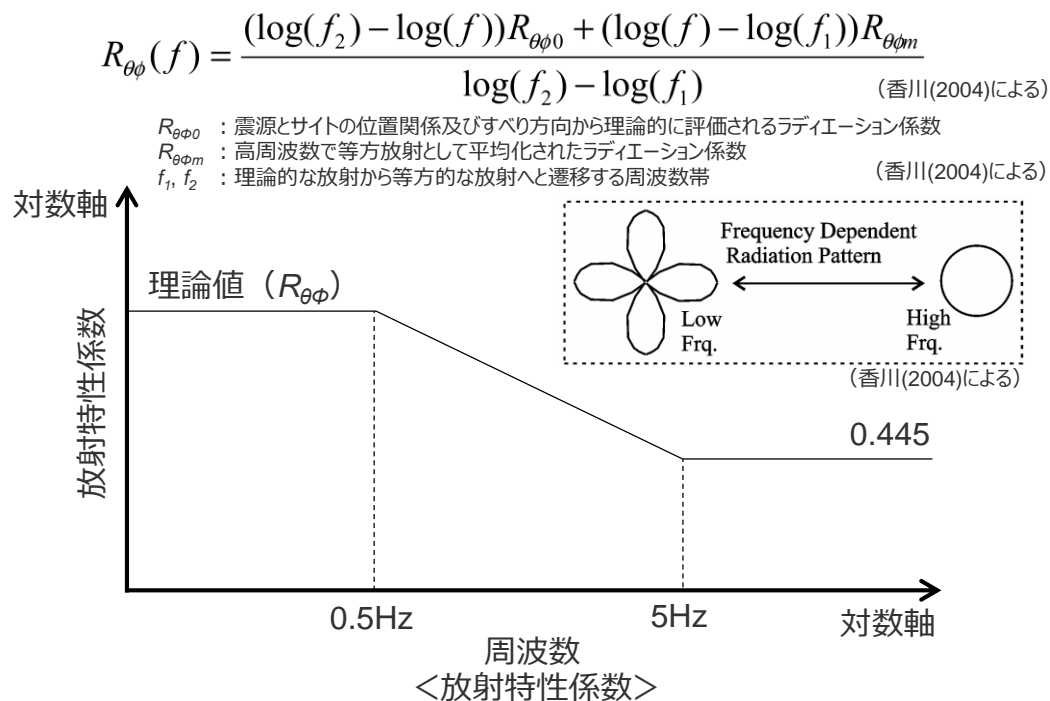
・統計的グリーン関数法には地震基盤以浅の地下構造を、波数積分法には全層の地下構造を用いる。

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。



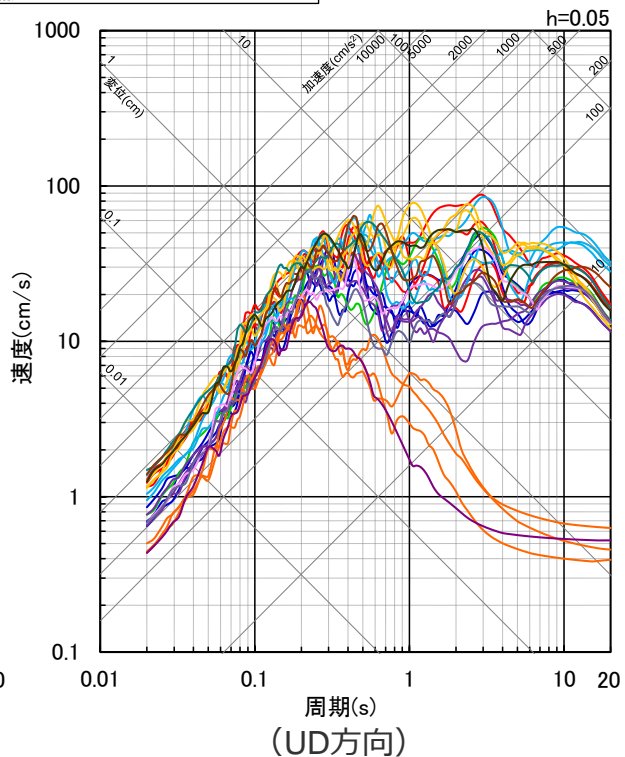
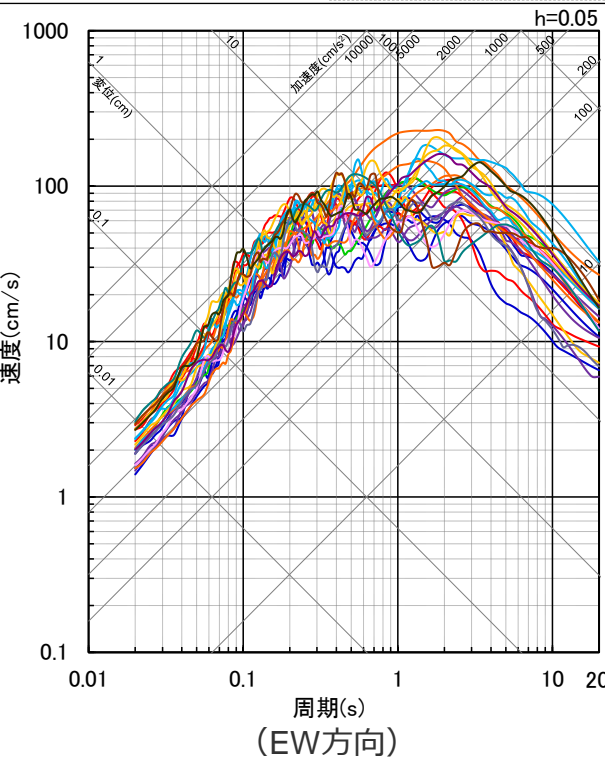
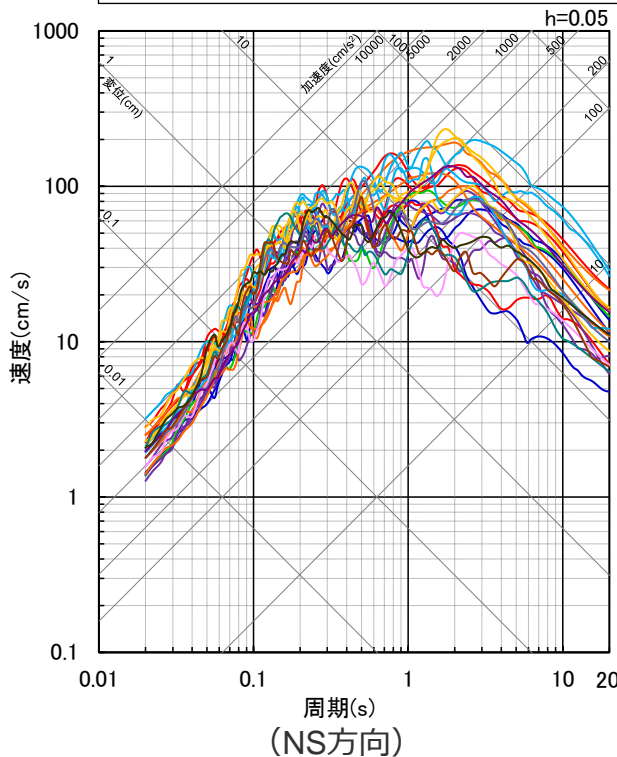
ライズタイム $t_r=0.3$ 秒（2009年駿河湾の地震のシミュレーションモデル（第253回審査会合資料2-2 p.2~参照）を踏まえて設定）

<すべり速度時間関数>

※2 久田(2002)、倉橋・入倉(2017)等による。

< 3 海洋プレート内地震の地震動評価 (地震動の顕著な増幅を考慮しない) > 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果 (全ての震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮しない))

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

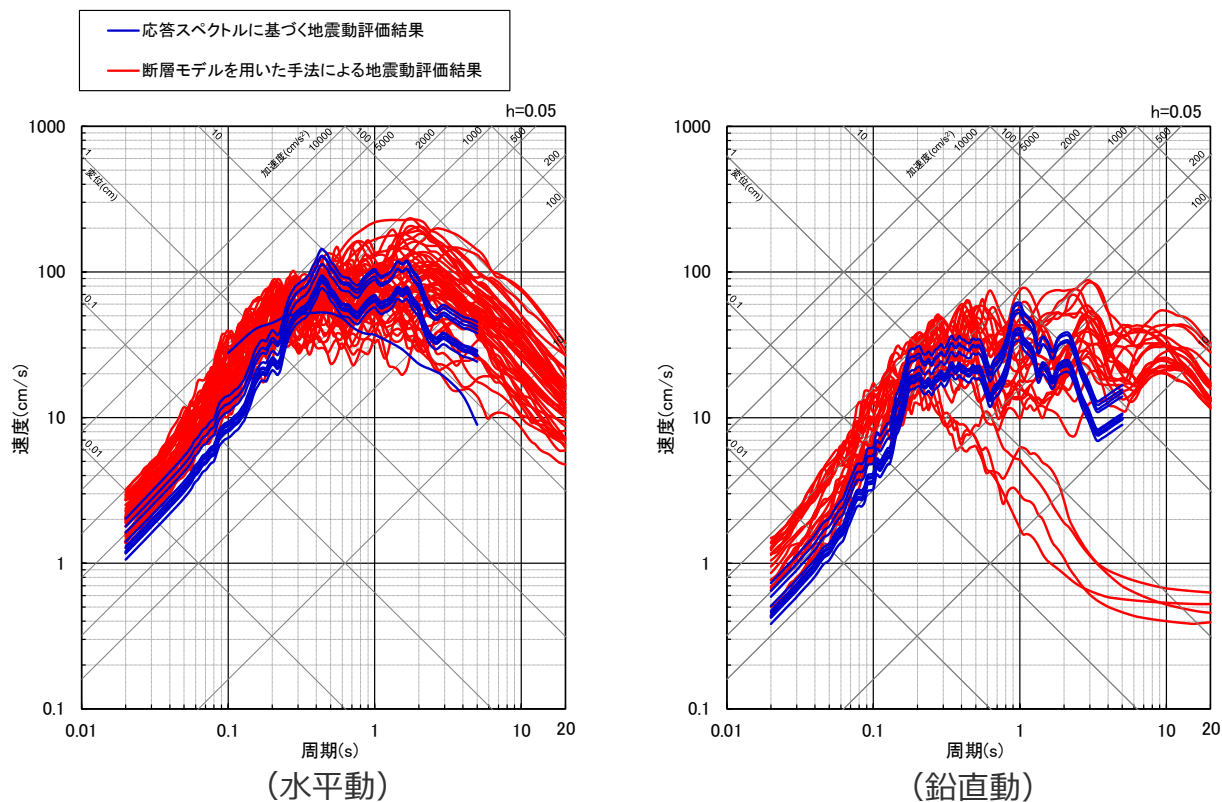


<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果 (応答スペクトル) > (全ての震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮しない))

※各震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮しない) の地震動評価結果の詳細は第532回審査会合資料1-1参照。

<3 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>

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しない）））



<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しない））

余白

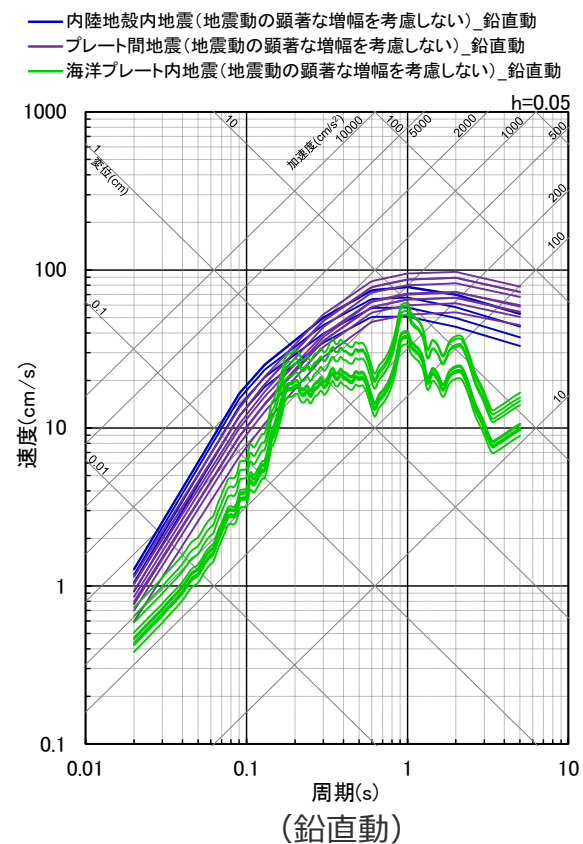
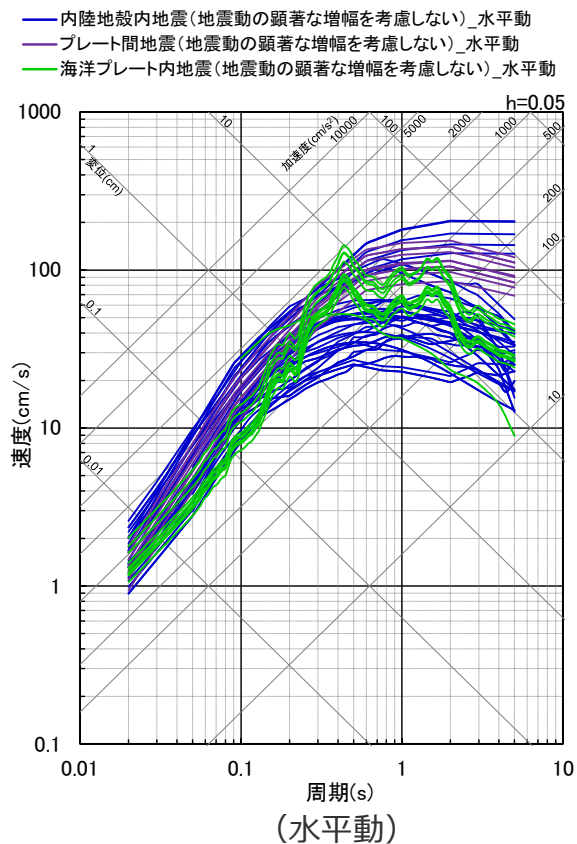
目次

- 1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない） ……p.2~
- 2 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない） ……p.31~
- 3 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない） ……p.54~
- 4 まとめ（地震動の顕著な増幅を考慮しない） ……p.80~

< 4 まとめ (地震動の顕著な増幅を考慮しない) >

応答スペクトルに基づく地震動評価結果

(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しない))



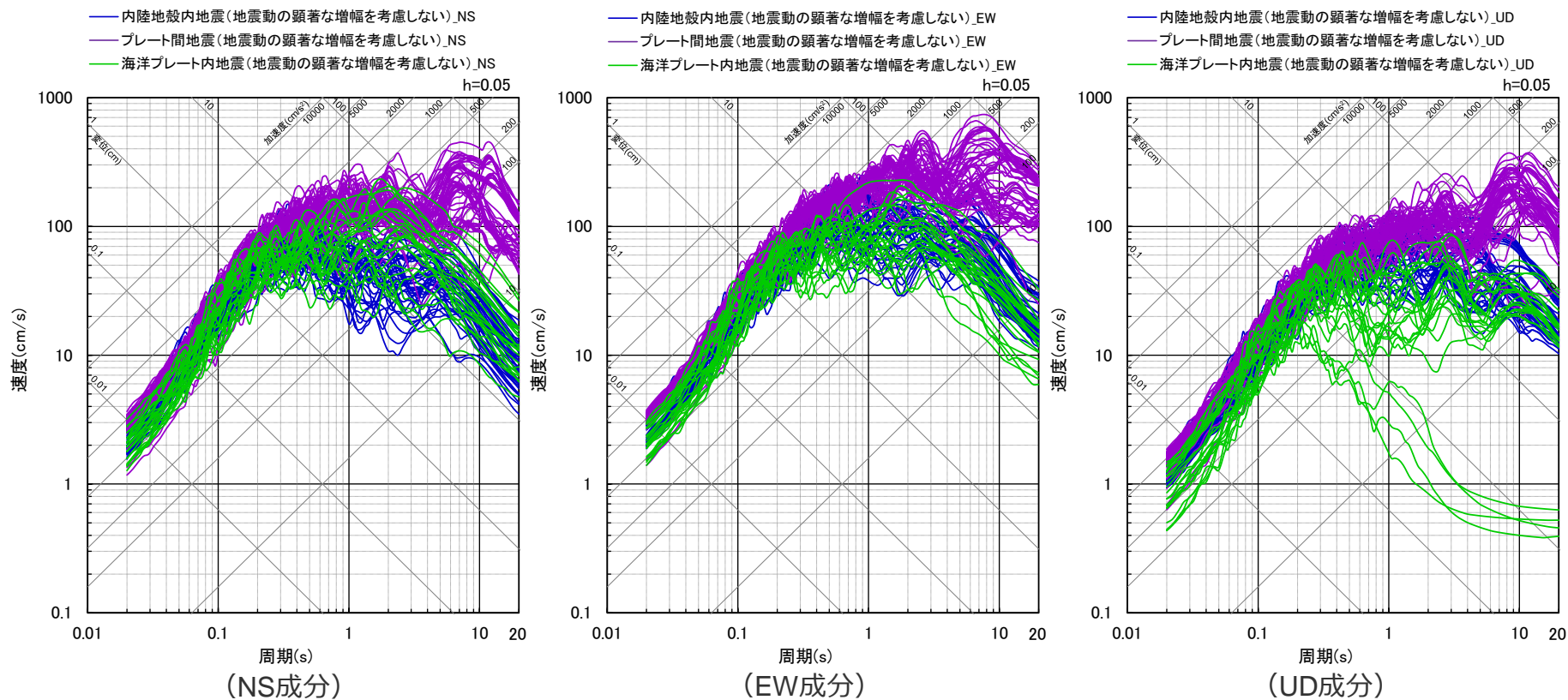
<各検討用地震の応答スペクトルに基づく地震動評価結果>
(全ての地震タイプの全ての震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮しない))

- ・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。

< 4 まとめ (地震動の顕著な増幅を考慮しない) >

断層モデルを用いた手法による地震動評価結果

(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しない))



< 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しない))

参考文献

- ・参考文献は、本資料参照。

余白

