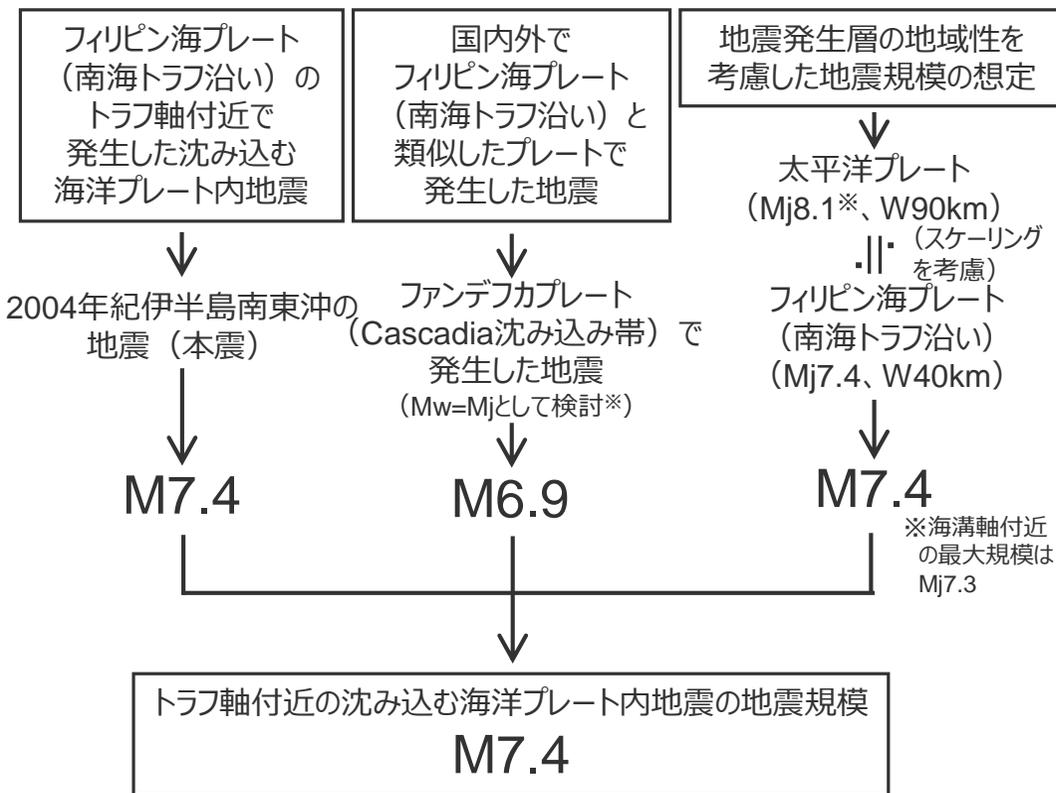


補足説明資料③-27

沈み込む海洋プレート内地震の地震規模に関する検討

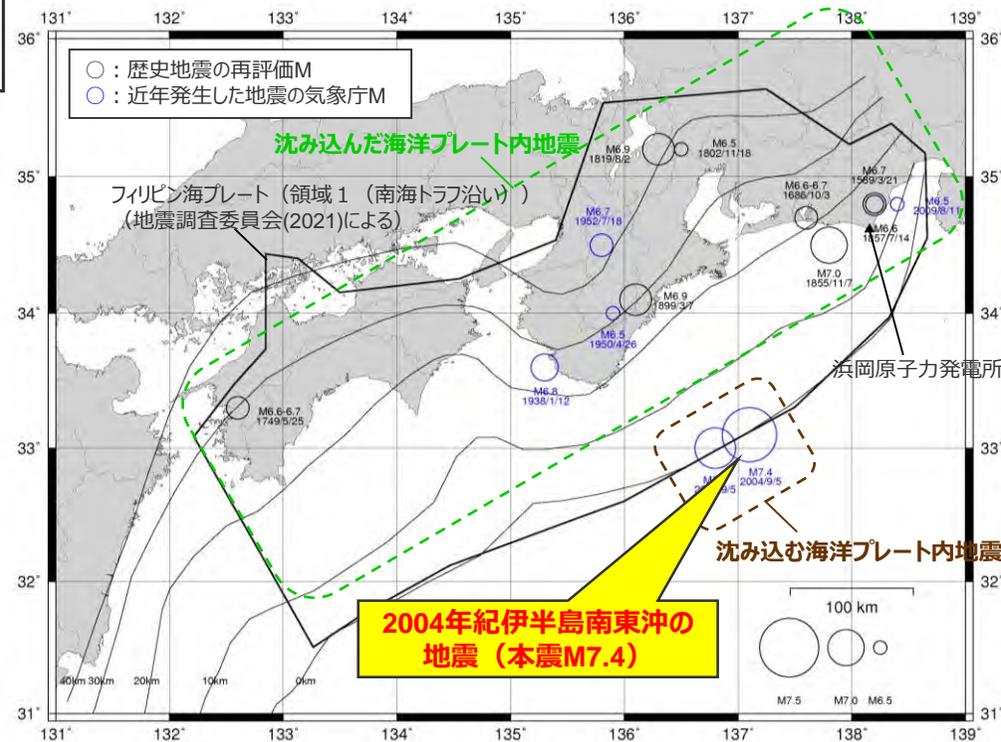
沈み込む海洋プレート内地震の地震規模の設定

○沈み込む海洋プレート内地震の地震規模を調査した結果、フィリピン海プレート（南海トラフ沿い）で発生した沈み込む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は沈み込む海洋プレート内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も踏まえ、敷地の近くに想定するトラフ軸付近の沈み込む海洋プレート内地震の地震規模をM7.4と設定する。



<トラフ軸付近の沈み込む海洋プレート内地震の地震規模の設定>

※中央防災会議(2004)に基づく。



<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
主な海洋プレート内地震の地震規模>

<補足説明資料③-27 沈み込む海洋プレート内地震の地震規模に関する検討>

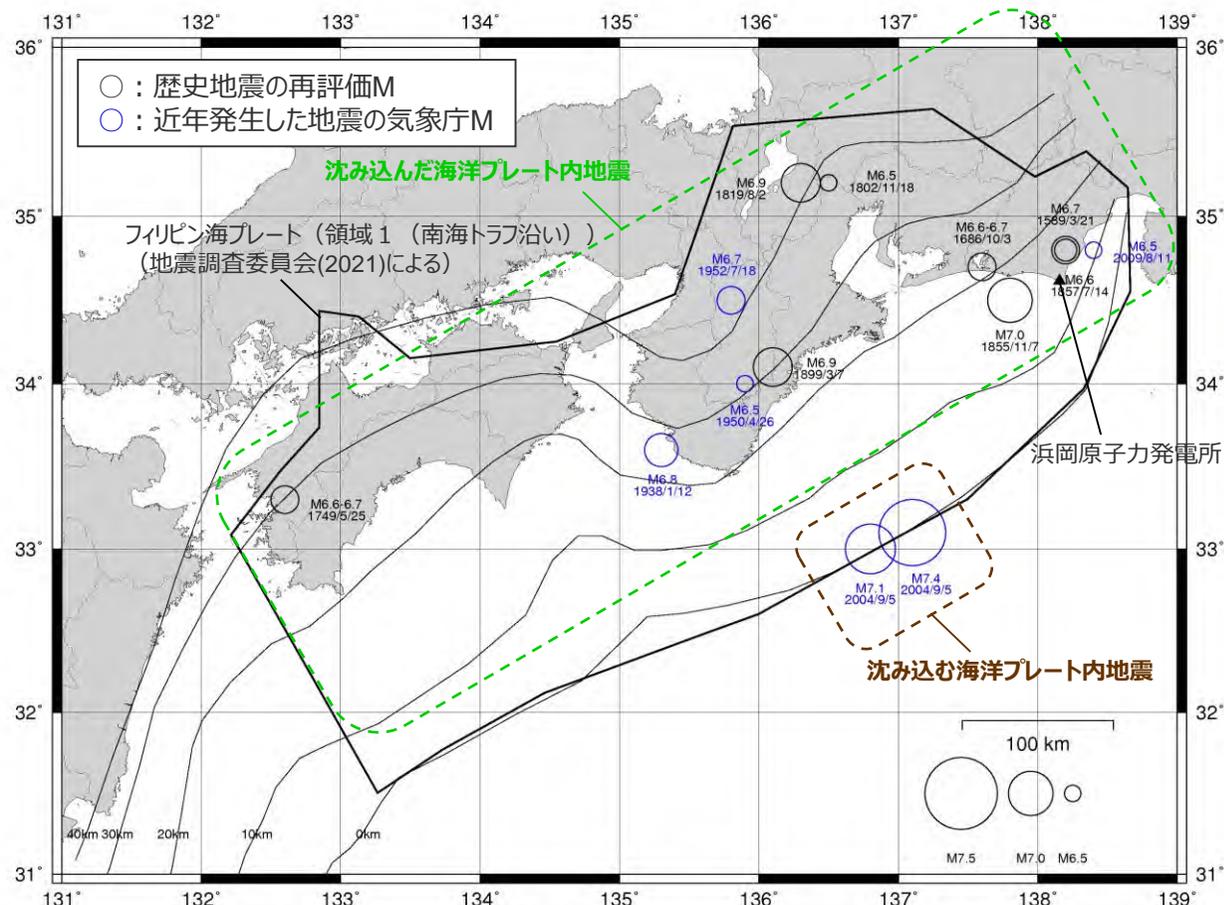
沈み込む海洋プレート内地震の地震規模の設定

(フィリピン海プレートで発生した地震)

○フィリピン海プレート（領域1（南海トラフ沿い））で発生した地震（歴史地震（神田・武村(2013)等による歴史地震の地震規模の再評価結果による）、気象庁による近年発生した主な地震）は以下のとおり。

【沈み込む海洋プレート内地震】

○敷地に比較的近い地震はこれまで知られておらず、敷地から200km程度離れているが、トラフ軸付近で発生した2004年紀伊半島南東沖の地震（本震）の規模はM7.4となっている。



<フィリピン海プレート（領域1（南海トラフ沿い））で発生した主な海洋プレート内地震の地震規模>

・1855年遠州灘の地震は、1854年安政東海地震の最大余震であり、プレート間地震と考えられるが、有感範囲が広く、震源近傍の地点では震度Ⅶとなっており、震源が敷地に比較的近いことを踏まえ、神田・武村(2013)において海洋プレート内地震として再評価された地震規模を示す。

沈み込む海洋プレート内地震の地震規模の設定

(特徴が類似するプレートで発生した地震)

○総合的な特徴として、敷地周辺に沈み込むフィリピン海プレートと特徴が比較的類似するCascadia沈み込み帯に沈み込むファンデフカプレートでは、海溝軸付近でMw6.9の地震が発生している（1900年以降、USGSによる）。

| No. | 沈み込み帯 | プレート年代 | 沈み込み速度 | 沈み込み角度 | 地震発生下端深さ | 地震発生層の幅 |
|-----------|------------------|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | (Ma) | (mm/年) | (°) | (km) | (km) |
| 1 | S.W.Japan | 27~9 | 49 | 15 | 60 | 10 |
| 2 | Ryukyu | 44 | 69 | 36 | 280 | 30 |
| 3 | N.E.Japan | 128 | 86 | 24 | 600 | 50 |
| 4 | Izu-Bonin | 138 | 43 | 32 | 550 | 60 |
| 5 | Philippine | 48 | 101 | 35 | 650 | 40 |
| 6 | Marianas | 152 | 23 | 39 | 700 | 40 |
| 7 | Kuriles | 116 | 83 | 32 | 625 | 80 |
| 8 | Kamchatka | 105 | 79 | 38 | 625 | 60 |
| 9 | Aleutians | 56 | 73 | 36 | 280 | 40 |
| 10 | Alaska | 47 | 60 | 22 | 140 | 40 |
| 11 | Sumatra | 58 | 59 | 28 | 200 | 60 |
| 12 | Java | 80 | 68 | 28 | 650 | 80 |
| 13 | Banda sea | 84 | 72 | 27 | 670 | 70 |
| 14 | New Hebrides | 51 | 87 | 52 | 270 | 70 |
| 15 | Tonga | 107 | 79 | 37 | 650 | 60 |
| 16 | Kermadec | 98 | 60 | 42 | 570 | 40 |
| 17 | New Zealand | 103 | 44 | 38 | 350 | 40 |
| 18 | Cascadia | 9 | 39 | 17 | 80 | 20 |
| 19 | Central America | 18 | 68 | 27 | 200 | 50 |
| 20 | Colombia | 15 | 54 | 25 | 150 | 50 |
| 21 | Peru | 40 | 62 | 14 | 200 | 60 |
| 22 | Central Chili | 52 | 67 | 16 | 250 | 60 |
| 23 | S.Chili | 34 | 68 | 23 | 160 | 60 |
| 24 | Caribbean | 100 | 19 | 35 | 250 | 50 |
| 25 | Scotia arc | 38 | 8 | 54 | 180 | 80 |
| 26 | Taiwan | >32 | 82 | 41 | 200 | 50 |
| 27 | Luzon | 37~16 | 84~90 | 35 | 210 | 60 |

・沈み込み帯に沈み込む海洋プレートの特徴に関する検討の詳細は、補足説明資料③-26.(1)参照。

沈み込む海洋プレート内地震の地震規模の設定

(地震発生層の地域性を考慮した地震規模の想定)

- 日本海溝沿いの沈み込む海洋プレート内地震について、海溝軸付近で発生した地震の最大規模は2012年に発生した地震のM7.3であり、海溝軸より沖合で発生した地震の最大規模は1933年昭和三陸地震のM8.1である（気象庁(2012c)）。
- 敷地周辺に沈み込むフィリピン海プレートと太平洋プレートの地震発生層の地域性を、地震モーメント M_0 と断層幅 W のスケーリング則（ $M_0 \propto W^3$ ）に基づき考慮すると、太平洋プレートでM8.1の地震が発生することは、フィリピン海プレートでM7.4の地震が発生すること等価である。

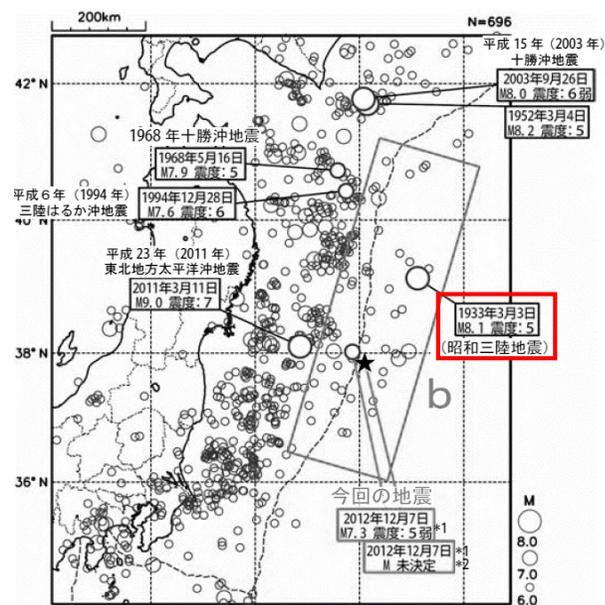
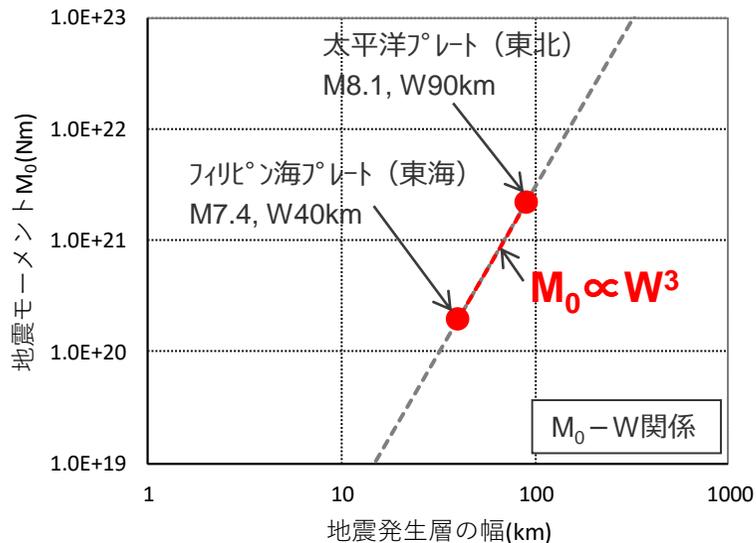


図2-4 震央分布図（1923年1月1日～2012年12月31日、深さ0～100km、 $M \geq 6.0$ ）

<1933年昭和三陸地震の震央分布>
(気象庁(2012c)に赤い四角を加筆)



<太平洋プレート（東北）>

- ・地震発生層の幅：90km程度※
- ・地震規模：日本周辺の太平洋プレートで発生した海溝軸より沖合の地震の最大規模M8.1（1933年三陸沖の地震）

<フィリピン海プレート（東海域）>

- ・地震発生層の幅：40km程度※
- ・スケーリング則から想定される地震規模：M7.4

※ 地震発生層の幅の違いは、海洋プレートの厚さ（補足説明資料③-26（1）参照）に基づき想定。

・地震規模 M から地震モーメント M_0 を求める際には佐藤(1989)の $M_0 - M$ 関係式を用いる。

$$\log M_0 (\text{dyne-cm}) = 1.5M + 16.2$$

<地震モーメント M_0 と断層幅 W のスケーリング則による地震規模の算出>

補足説明資料③-28

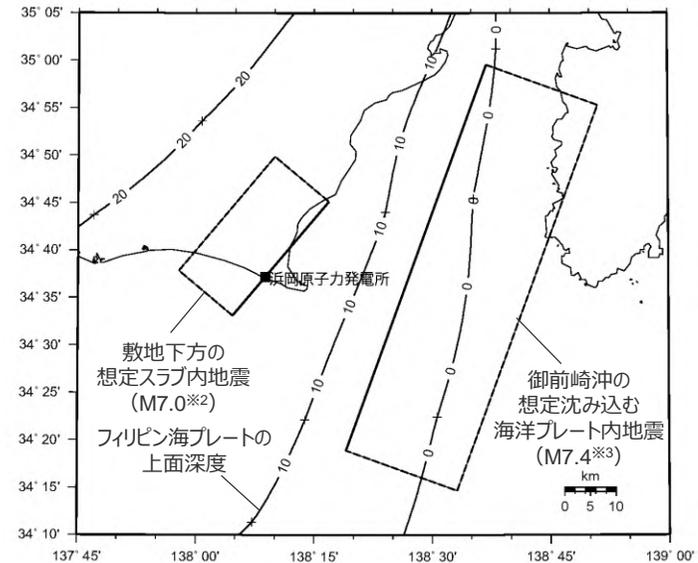
海洋プレート内地震の検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の選定に関する
検討

沈み込む海洋プレート内地震の影響検討

（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しない）の選定（震源モデル））

○沈み込んだ浅い海洋プレート内地震とトラフ軸付近の沈み込む海洋プレート内地震の震源モデルをそれぞれ想定し、Noda et al.(2002)の方法による応答スペクトルの比較により、敷地への影響が大きいと考えられる地震を検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）として選定する。

- ・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」
- ・トラフ軸付近の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」



<諸元>

<断層位置>

| | 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 (トラフ軸付近の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（本震）を含む) | 2004年紀伊半島南東沖の地震（本震）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））で発生した沈み込む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、M7.4を用いる。

沈み込む海洋プレート内地震の影響検討

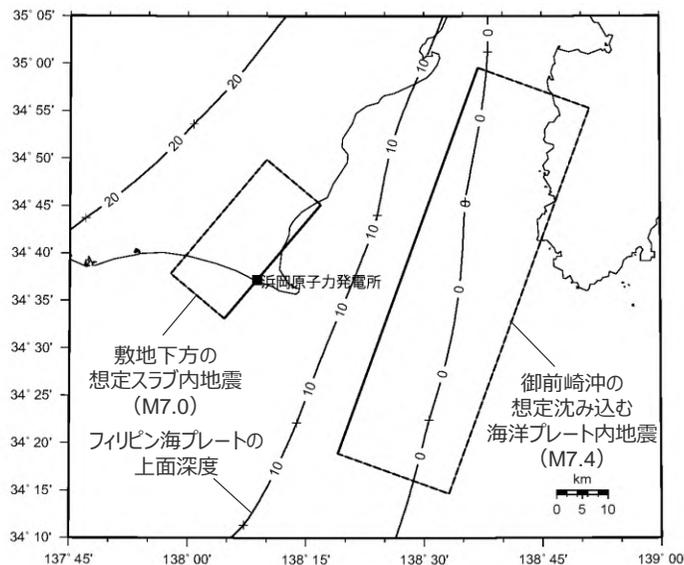
（海洋プレート内地震の検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の選定（応答スペクトル））

○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」とトラフ軸付近の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)の方法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。

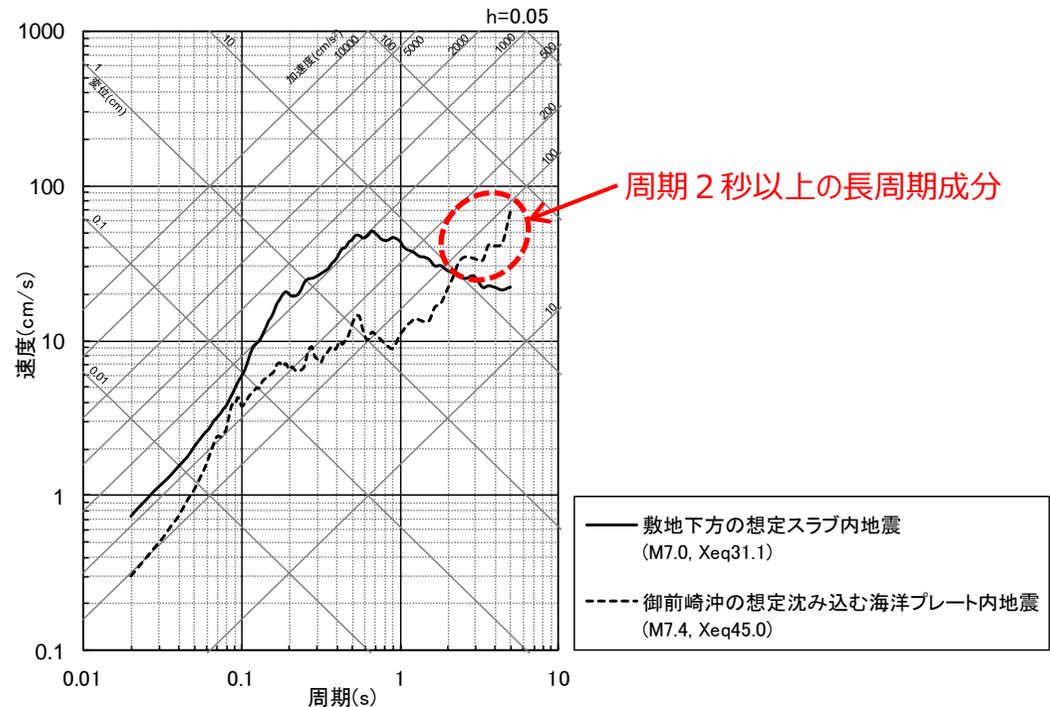
⇒「敷地下方の想定スラブ内地震」を検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）として選定する。



○以降では、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を分析する。



<断層位置>



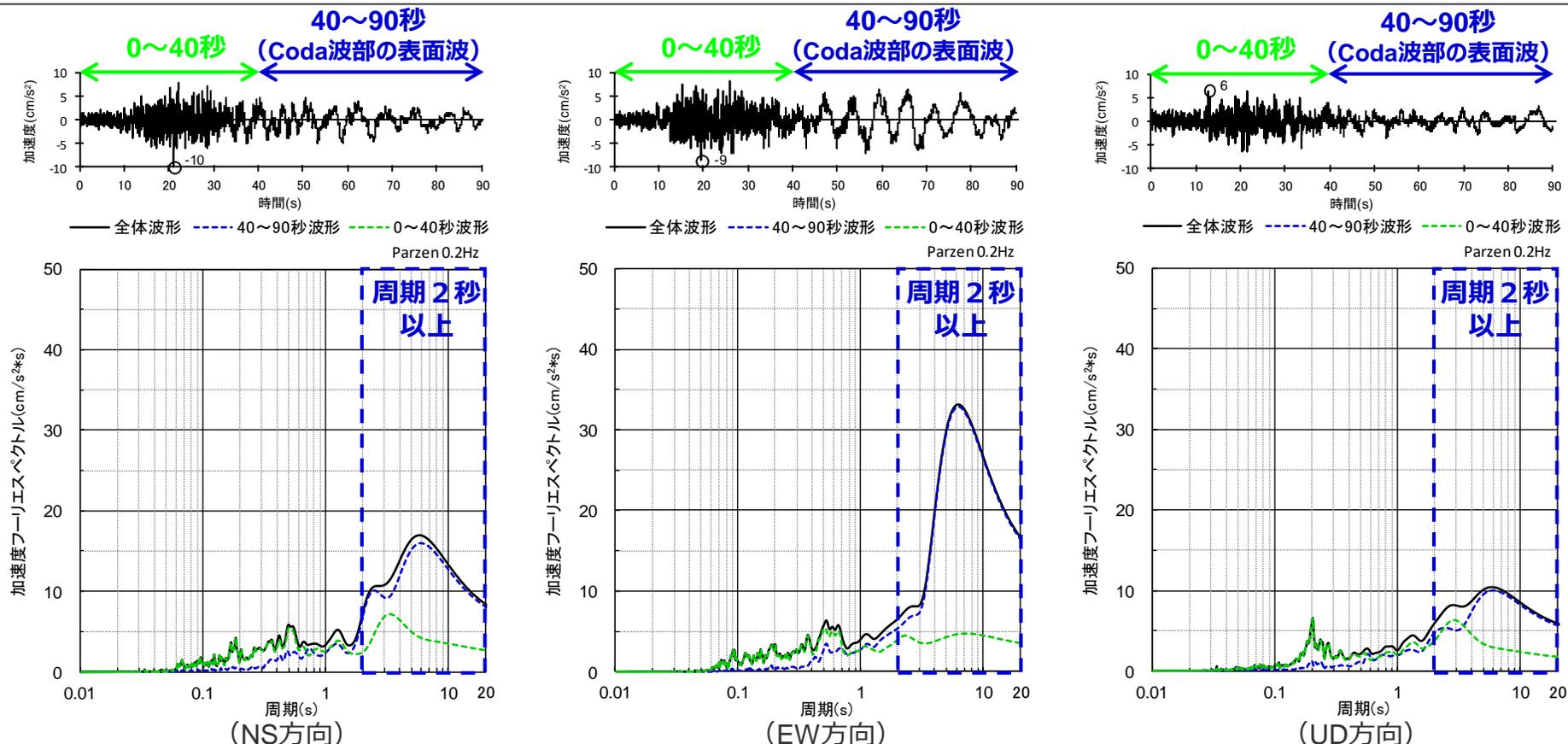
周期 2 秒以上の長周期成分

<Noda et al.(2002)の方法による地震動評価結果の比較>

沈み込む海洋プレート内地震の影響検討

（「御前崎沖の想定沈み込む海洋プレート内地震」の分析（2004年紀伊半島南東沖の地震（本震）の観測記録））

- 海洋プレート内地震のNoda et al.(2002)の方法による地震動評価では、観測記録を用いて応答スペクトルを補正しており、「御前崎沖の想定沈み込む海洋プレート内地震」では、2004年紀伊半島南東沖の地震（本震）の観測記録を用いている。
- 敷地で観測された2004年紀伊半島南東沖の地震（本震）の加速度時刻歴波形では、40～90秒のCoda波部で表面波の卓越が見られる。これは、敷地から当該地震の震源まで200km程度離れており、実体波に比べ、表面波が減衰しにくい特性に起因していると考えられる。
（実体波の幾何減衰： $1/X$ 、表面波の幾何減衰： $(1/X)^{0.5}$ （ X ：距離））
- この表面波の影響によって、加速度フーリエスペクトルでは周期2秒以上の長周期成分が卓越している。



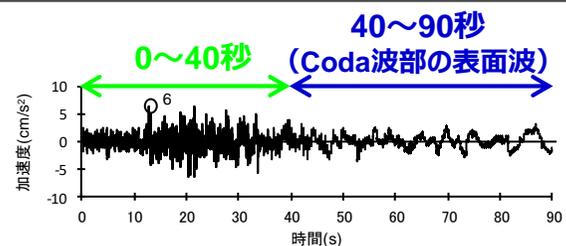
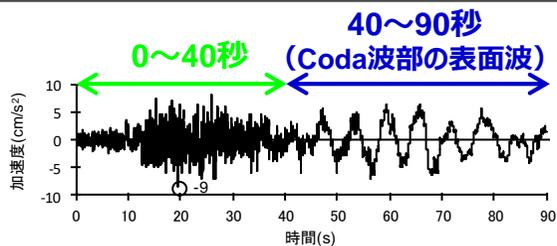
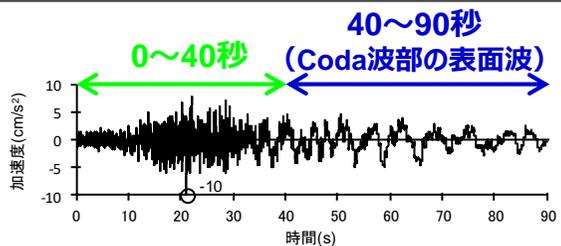
<敷地で観測された2004年紀伊半島南東沖の地震（本震）の観測記録（上図：加速度時刻歴波形、下図：加速度フーリエスペクトル）>

・観測記録は、PN基準。

沈み込む海洋プレート内地震の影響検討

（「御前崎沖の想定沈み込む海洋プレート内地震」の分析（2004年紀伊半島南東沖の地震（本震）の観測記録））

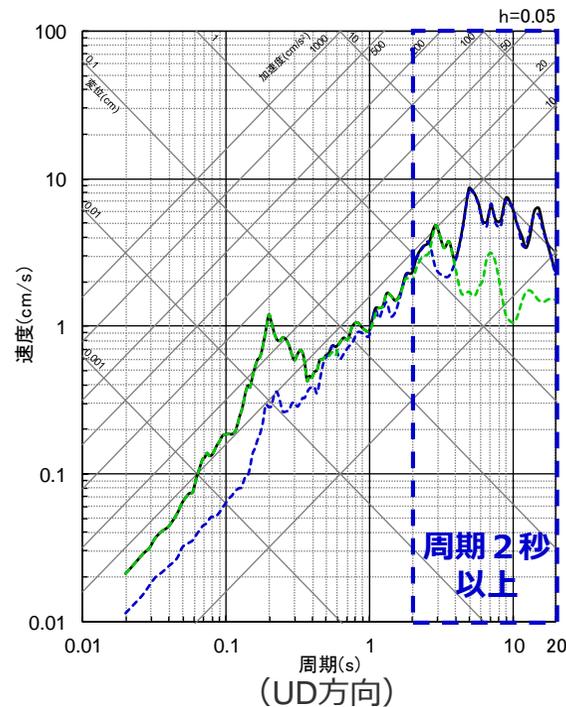
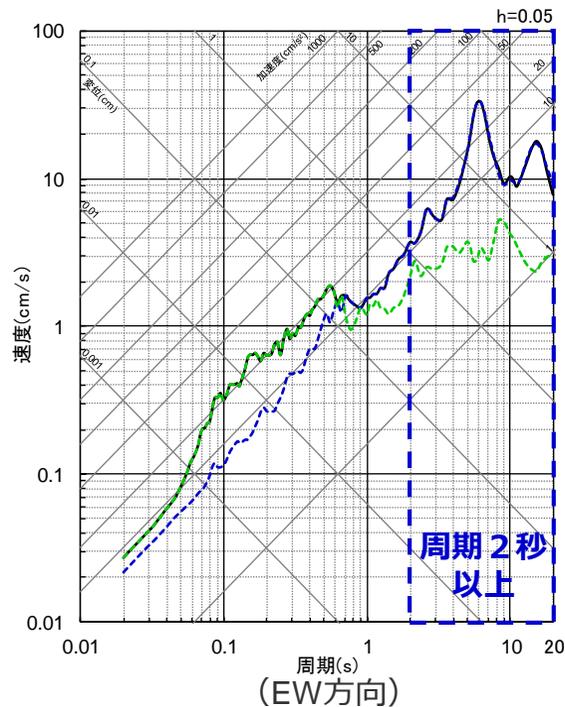
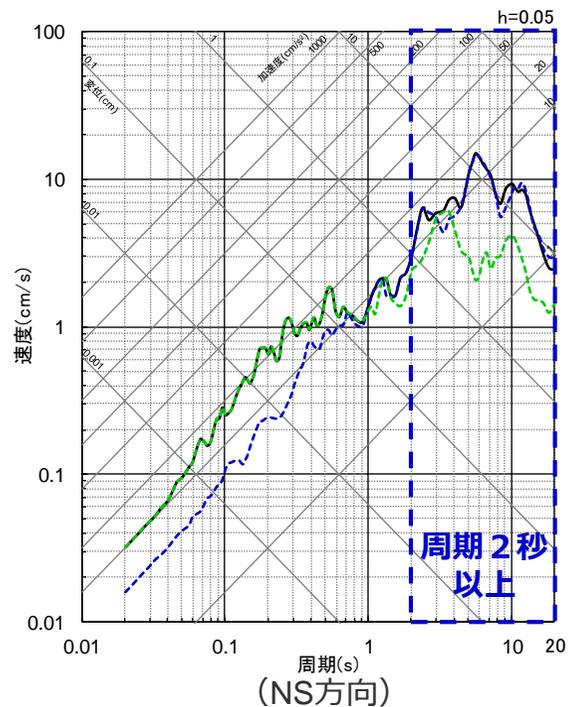
○2004年紀伊半島南東沖の地震（本震）の応答スペクトルにおいても、40～90秒のCoda波部における表面波の影響によって、周期2秒以上の長周期成分が卓越している。



— 全体波形 — 40～90秒波形 — 0～40秒波形

— 全体波形 — 40～90秒波形 — 0～40秒波形

— 全体波形 — 40～90秒波形 — 0～40秒波形



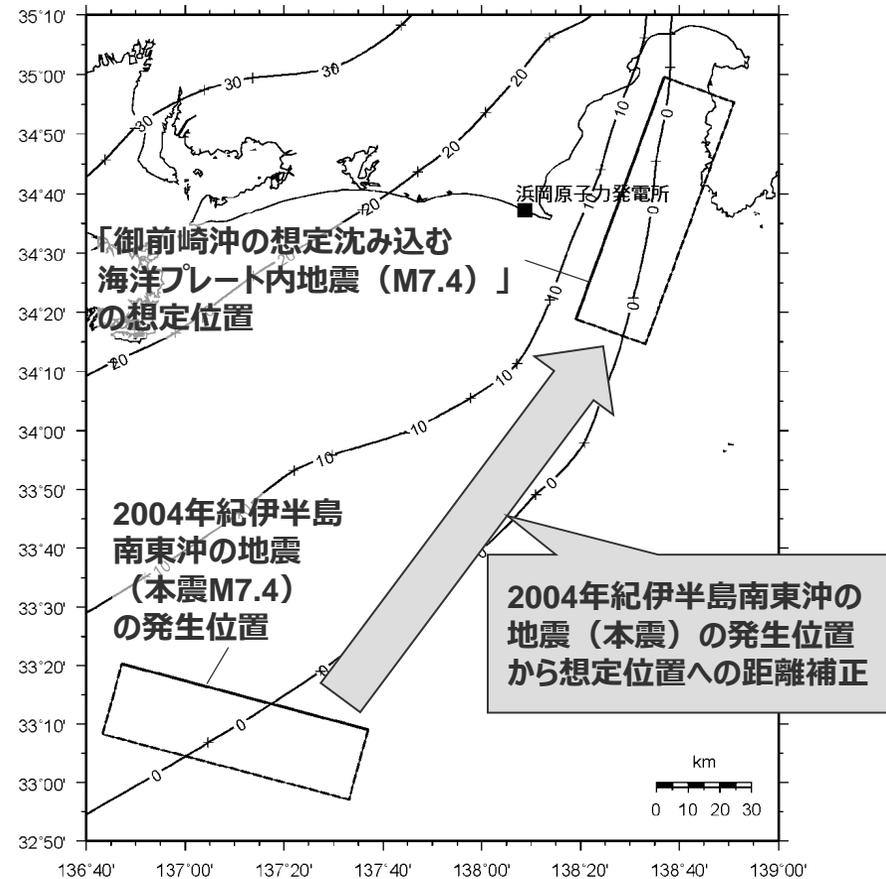
<敷地で観測された2004年紀伊半島南東沖の地震（本震）の観測記録（上図：加速度時刻歴波形、下図：応答スペクトル）>

・観測記録は、PN基準。

沈み込む海洋プレート内地震の影響検討

（「御前崎沖の想定沈み込む海洋プレート内地震」の分析（2004年紀伊半島南東沖の地震（本震）の距離補正に係る考察））

- 前述のとおり、敷地からの距離が離れた2004年紀伊半島南東沖の地震（本震M7.4）の観測記録を用いて、トラフ軸沿いの敷地に最も近い位置に想定した「御前崎沖の想定沈み込む海洋プレート内地震（M7.4）」の応答スペクトル（Noda et al.(2002)の方法による）を補正している。これは、2004年紀伊半島南東沖の地震（M7.4）の観測記録について、地震発生位置から想定位置への距離補正を行っていることに相当する。
- Noda et al.(2002)の方法は、地震規模 M_j と等価震源距離 X_{eq} を入力パラメータとする簡便法であり、上記距離補正における幾何減衰は、実体波の $1/X$ （ X ：距離）として考慮される。一方、前述の周期2秒以上の長周期成分は表面波による影響と考えられ、表面波の幾何減衰は $(1/X)^{0.5}$ で表されるため、実体波として距離補正を行うと、周期2秒以上の長周期成分が過大に評価されている可能性がある。



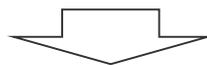
<2004年紀伊半島南東沖の地震（本震）の距離補正のイメージ>

アウターライズ地震（銭洲断層系）の影響検討

（検討概要）

伊豆小笠原島弧の構造の特徴

- 海洋研究開発機構は、近年、伊豆小笠原島弧において、大規模な地下構造探査を実施している。
- これらの探査結果によると、伊豆小笠原島弧では、大陸性の特徴を有する中部地殻が厚く分布しており、四国海盆とは地殻構造の特徴が異なる。また、銭洲海嶺周辺でも中部地殻の分布が認められ、伊豆小笠原島弧、銭洲海嶺とも、火成活動により形成されたと考えられる。



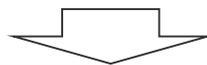
銭洲断層系の評価

- 銭洲断層系に関して、既往評価には徳山・他(2001)、中田・他(2013)があり、海洋研究開発機構は近年、大規模な地下構造探（反射法地震探査）を実施している。
- これらの既往評価や海洋研究開発機構による反射法地震探査、伊豆小笠原島弧の構造の特徴に基づき、銭洲断層系を評価した結果、海洋性地殻である銭洲海嶺の南西端から、海洋性地殻と異なる構造となっている銭洲海嶺の東部（伊豆小笠原島弧との接合部付近）までの125.8kmを一連の活断層として評価する。



銭洲断層系による地震の震源モデルの設定

- 銭洲断層系による地震の震源モデルは、沈み込む海洋プレート内地震である、2004年紀伊半島南東沖の地震（本震）の震源特性を反映して設定した「御前崎沖の想定沈み込む海洋プレート内地震（M7.4）」を参考とし、スケーリング則を考慮して設定する。



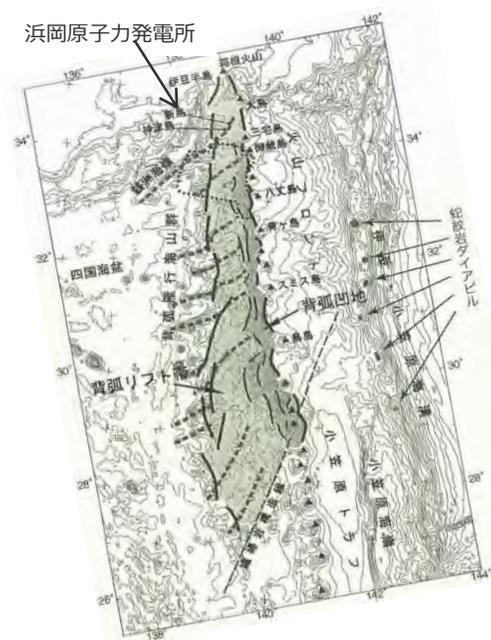
Noda et al.(2002)の方法による地震動評価結果の比較検討

- 銭洲断層系による地震について、Noda et al.(2002)の方法による地震動評価を行い、前述の「御前崎沖の想定沈み込む海洋プレート内地震」と比較した結果、「御前崎沖の想定沈み込む海洋プレート内地震」の方が大きいことから、沈み込む海洋プレート内地震の評価は、「御前崎沖の想定沈み込む海洋プレート内地震」で代表する。

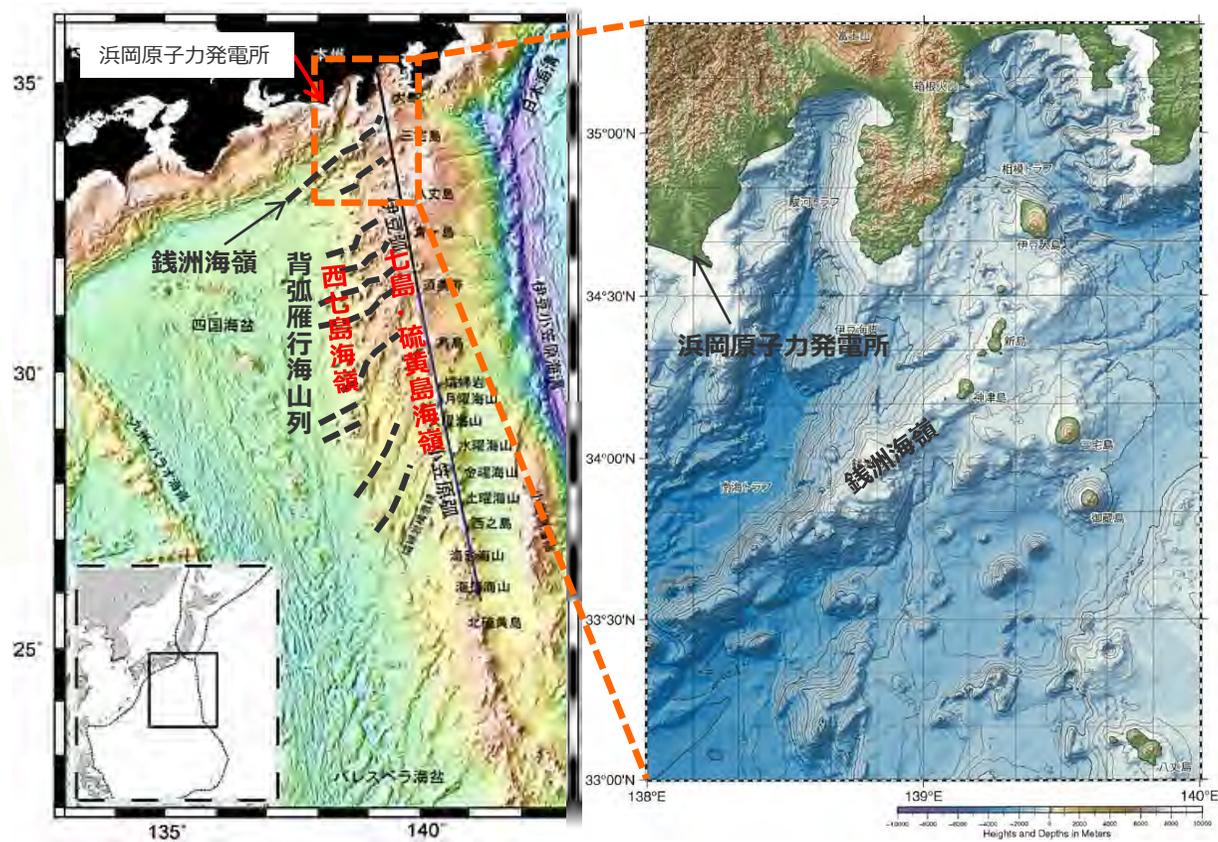
アウターライズ地震（銭洲断層系）の影響検討

（伊豆小笠原島弧の構造の特徴（伊豆小笠原島弧の地形））

○伊豆小笠原島弧において、現在の火山フロントである七島・硫黄島海嶺の背弧側には、北東－南西方向の走向を持つ背弧雁行海山列として、過去の火山フロントである西七島海嶺や銭洲海嶺が存在している。



<伊豆小笠原島弧の地形>
(平(2004)に敷地位置を加筆)

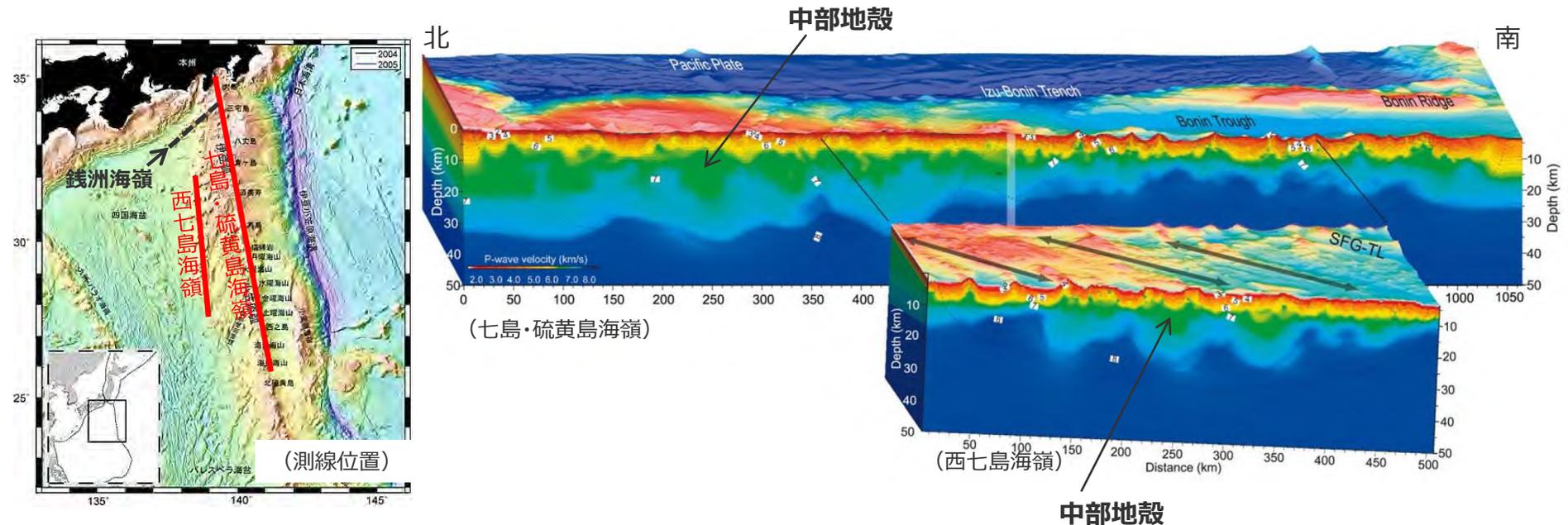


<伊豆小笠原島弧の地形>
(海洋研究開発機構(2007)、平田(2008)に敷地位置、地形名称、拡大範囲を加筆)

アウターライズ地震（銭洲断層系）の影響検討

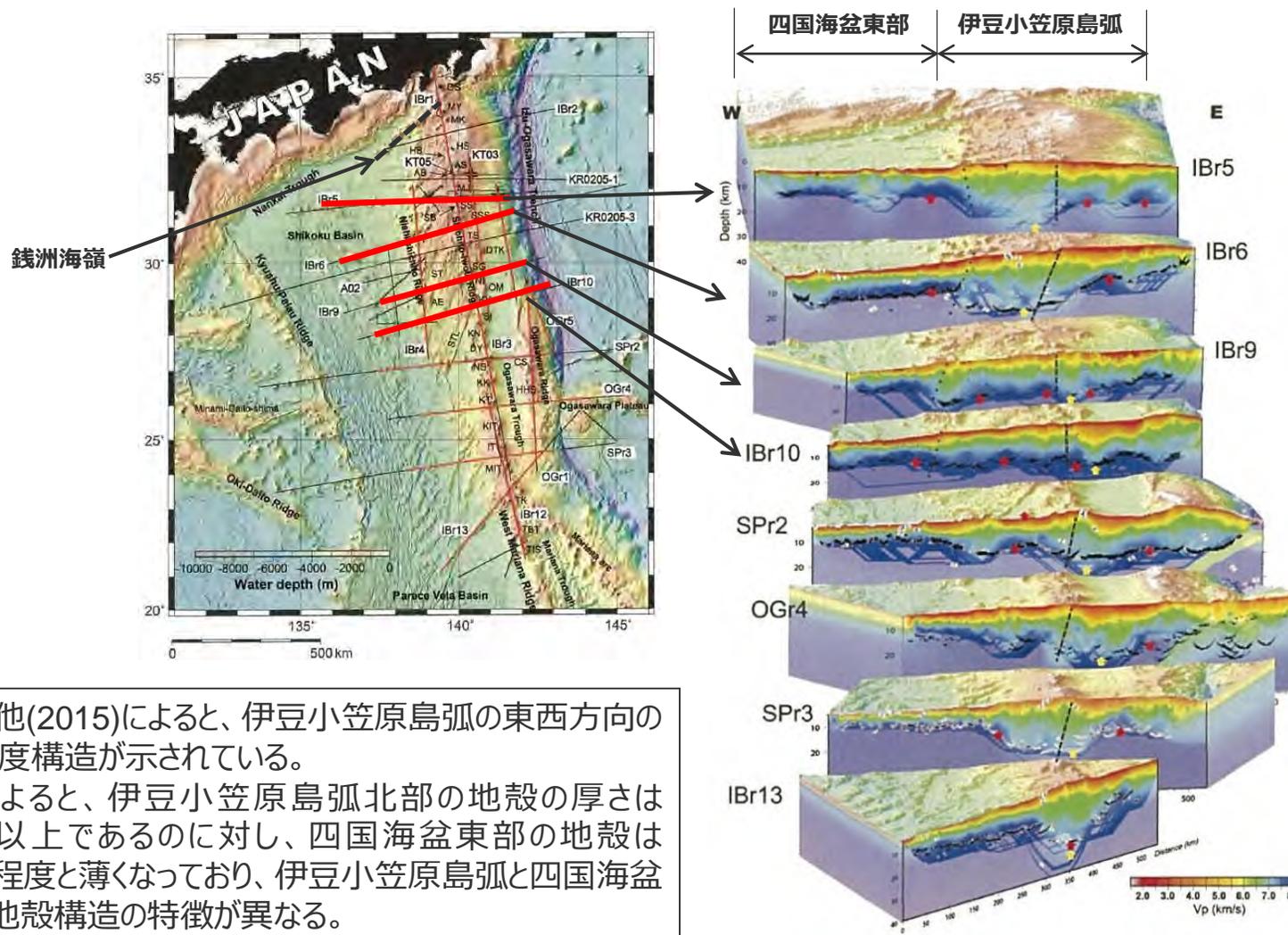
（伊豆小笠原島弧の構造の特徴（伊豆小笠原島弧（南北方向）の速度構造））

- 海洋研究開発機構は、伊豆小笠原島弧において、大規模な地下構造探査を実施している。
- Kodaira et al.(2008)他によると、伊豆小笠原島弧の南北方向として、七島・硫黄島海嶺（現在の火山フロント）や西七島海嶺（過去の火山フロント）のP波速度構造が示されている。これによると、伊豆小笠原島弧では大陸性の特徴を有する中部地殻（ V_p 6.0～6.8km/s）が広く分布しており、南側に比べて北側の方が厚く分布している傾向が認められる。
- 海洋研究開発機構(2007)によると、中部地殻の厚さは火山列に沿って大きく変動しており、火山の直下で極大値を取っている。



＜伊豆小笠原島弧の南北方向のP波速度構造（七島・硫黄島海嶺及び西七島海嶺）＞
（海洋研究開発機構(2007)、Kodaira et al.(2008)に地形名称、測線位置、方位、中部地殻の位置を加筆）

（伊豆小笠原島弧の構造の特徴（伊豆小笠原島弧（東西方向）の速度構造））



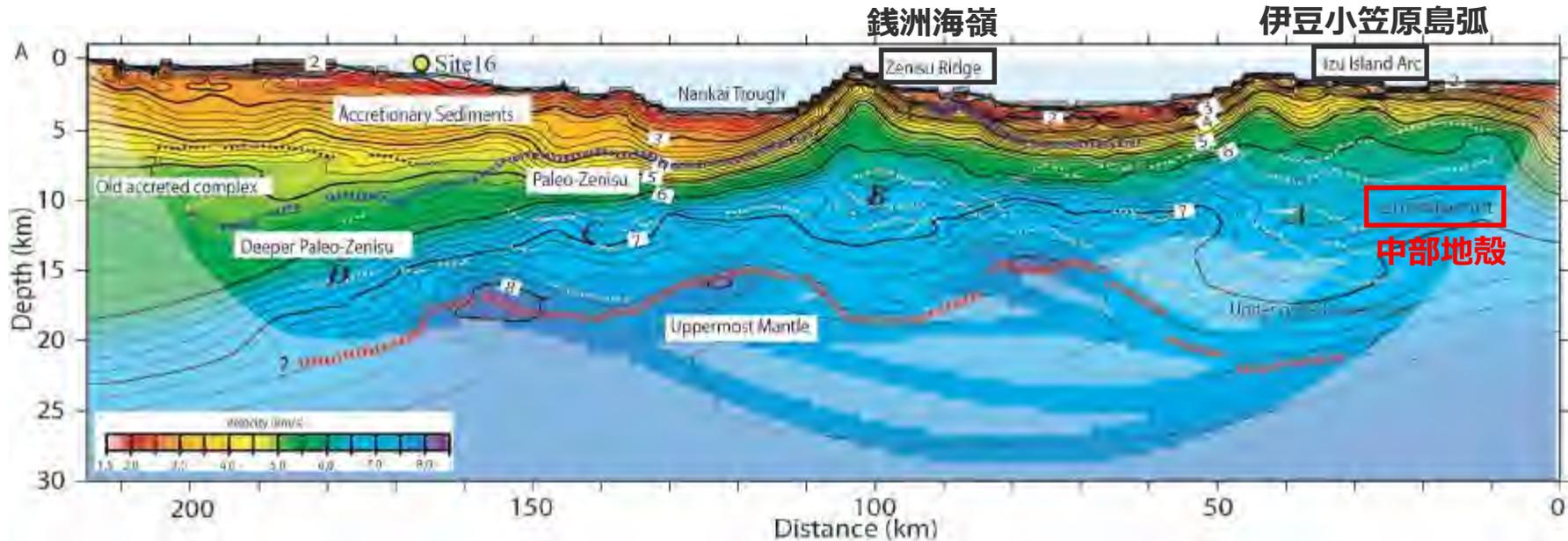
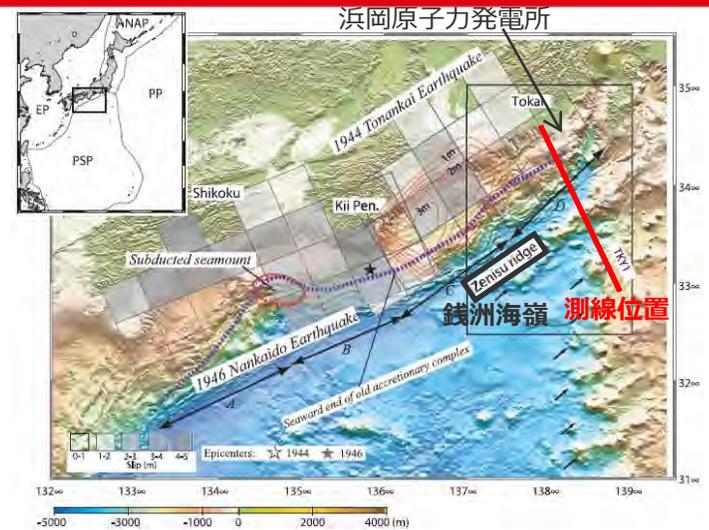
- 高橋・他(2015)によると、伊豆小笠原島弧の東西方向のP波速度構造が示されている。
- これによると、伊豆小笠原島弧北部の地殻の厚さは20km以上であるのに対し、四国海盆東部の地殻は10km程度と薄くなっており、伊豆小笠原島弧と四国海盆では、地殻構造の特徴が異なる。

<伊豆小笠原島弧の南北方向のP波速度構造>
 （高橋・他(2015) に測線位置、地形名称、海盆・島弧の範囲を加筆）

アウターライズ地震（銭洲断層系）の影響検討

（伊豆小笠原島弧の構造の特徴（敷地周辺～銭洲海嶺～伊豆小笠原島弧の速度構造））

- Kodaira et al.(2003)によると、敷地周辺～銭洲海嶺～伊豆小笠原島弧にかけてのP波速度構造が示されている。
- これによると、伊豆小笠原島弧で中部地殻の分布が認められる他、銭洲海嶺周辺でも中部地殻の分布が認められ、伊豆小笠原島弧、銭洲海嶺とも、火成活動により形成されたと考えられる。

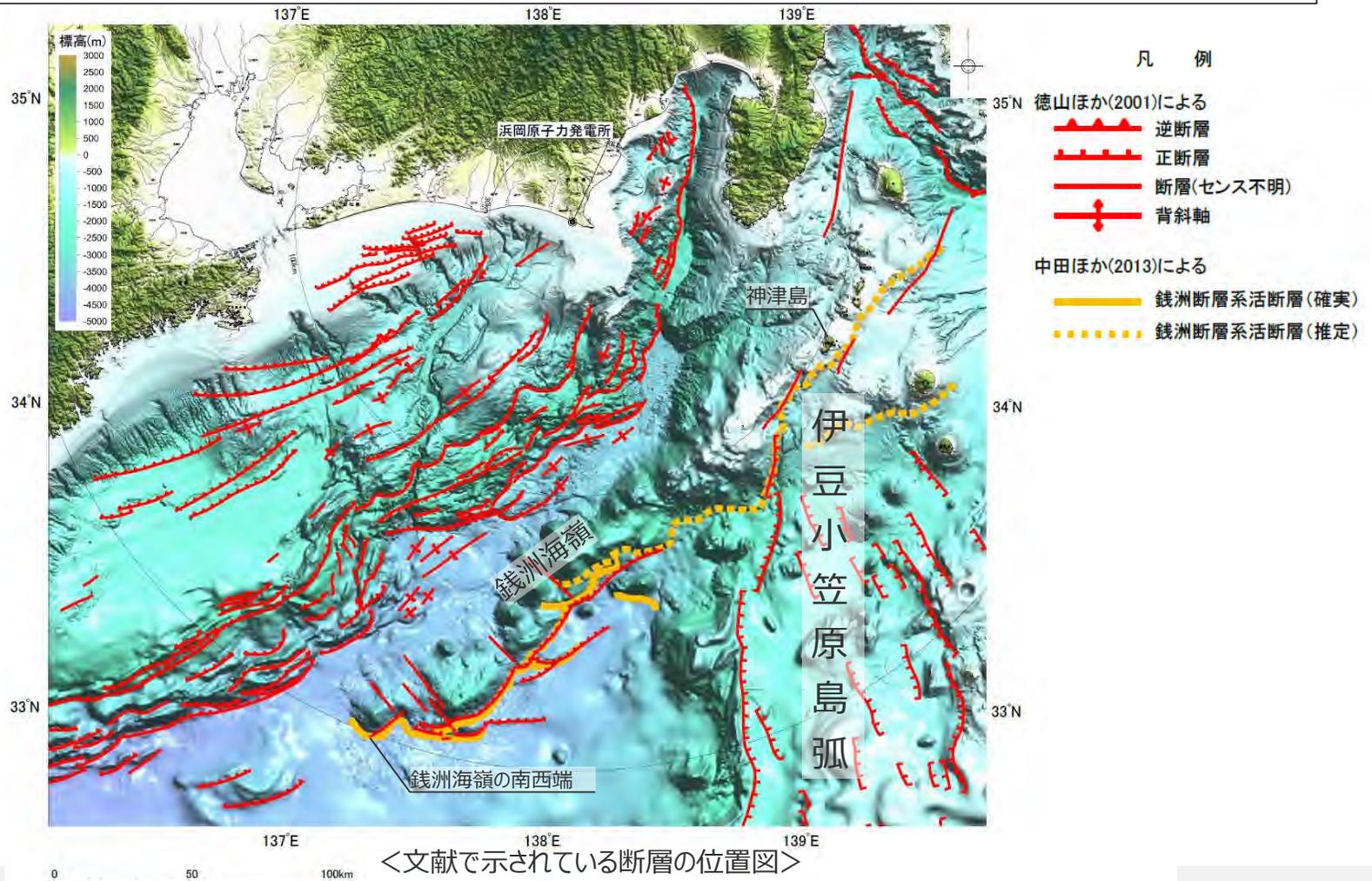


<遠州灘沖におけるP波速度構造>（Kodaira et al.(2003)に敷地位置、測線位置、地形名称、赤い四角、黒い四角を加筆）

アウターライズ地震（銭洲断層系）の影響検討

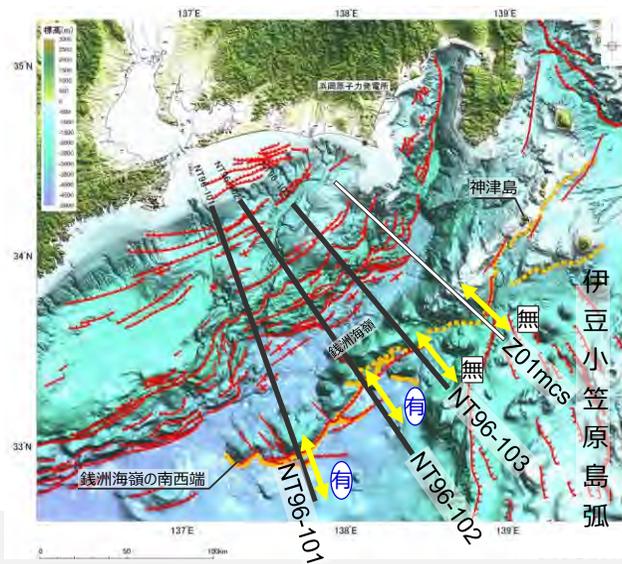
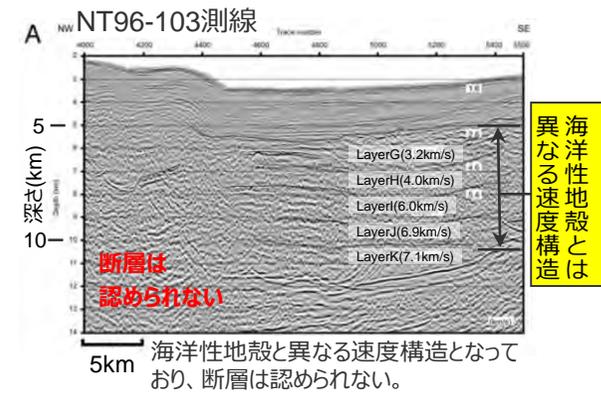
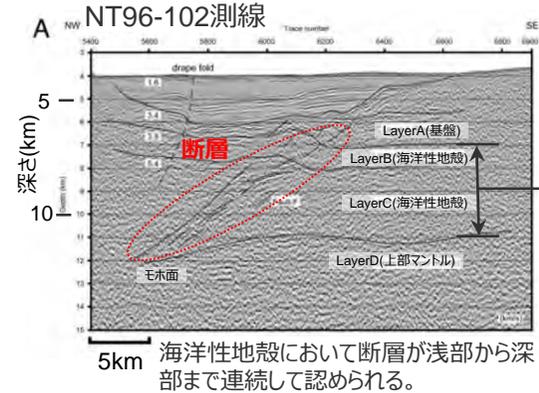
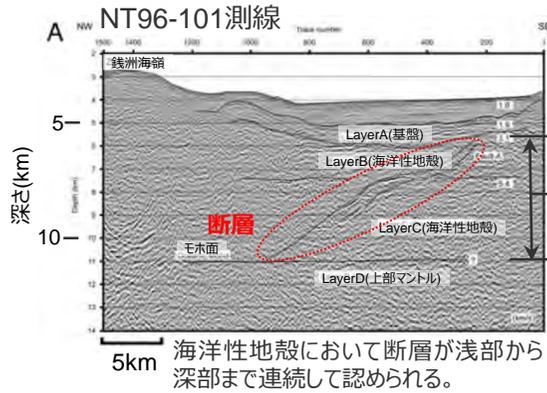
（銭洲断層系の評価（文献調査））

- 徳山・他(2001)は、海底地形、反射記録、速度構造、試錐データ等を基に、銭洲海嶺の南西端から伊豆小笠原島弧まで、銭洲海嶺の南縁に沿って北東－南西方向の逆断層を認定している。
- 中田・他(2013)は、海底地形を基に、徳山・他(2001)と同様の位置に確実な活断層を認定し、この確実な活断層から、さらに北東側の神津島周辺まで、活断層を推定している。

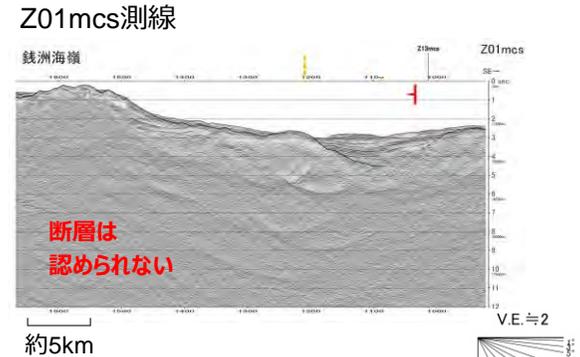


（銭洲断層系の評価（反射法地震探査））

- Takahashi et al.(2002)では、海洋研究開発機構・東京大学・パリ高等師範学校(ENS)と共同で、大容量エアガンによる反射法地震探査を実施し、銭洲海嶺周辺の断層構造を検討している。その結果、NT96-101測線およびNT96-102測線では、海洋性地殻において、断層が浅部から深部まで連続して認められるが、NT96-103測線では、海洋性地殻と異なる速度構造となっており、断層は認められないとしている。内閣府の「南海トラフの巨大地震モデル検討会(2011)」においても、銭洲海嶺周辺の断層構造について同様の解釈を示している。
- また、Takahashi et al.(2002)によるNT96-101～NT96-103測線より北東側のZ01mcs測線において、2012年に海洋研究開発機構が実施したマルチチャンネル反射法地震探査(MCS)の記録を解析して断層構造を検討した結果、Z01mcs測線では、Takahashi et al.(2002) によるNT96-103測線と同様、断層は認められない。



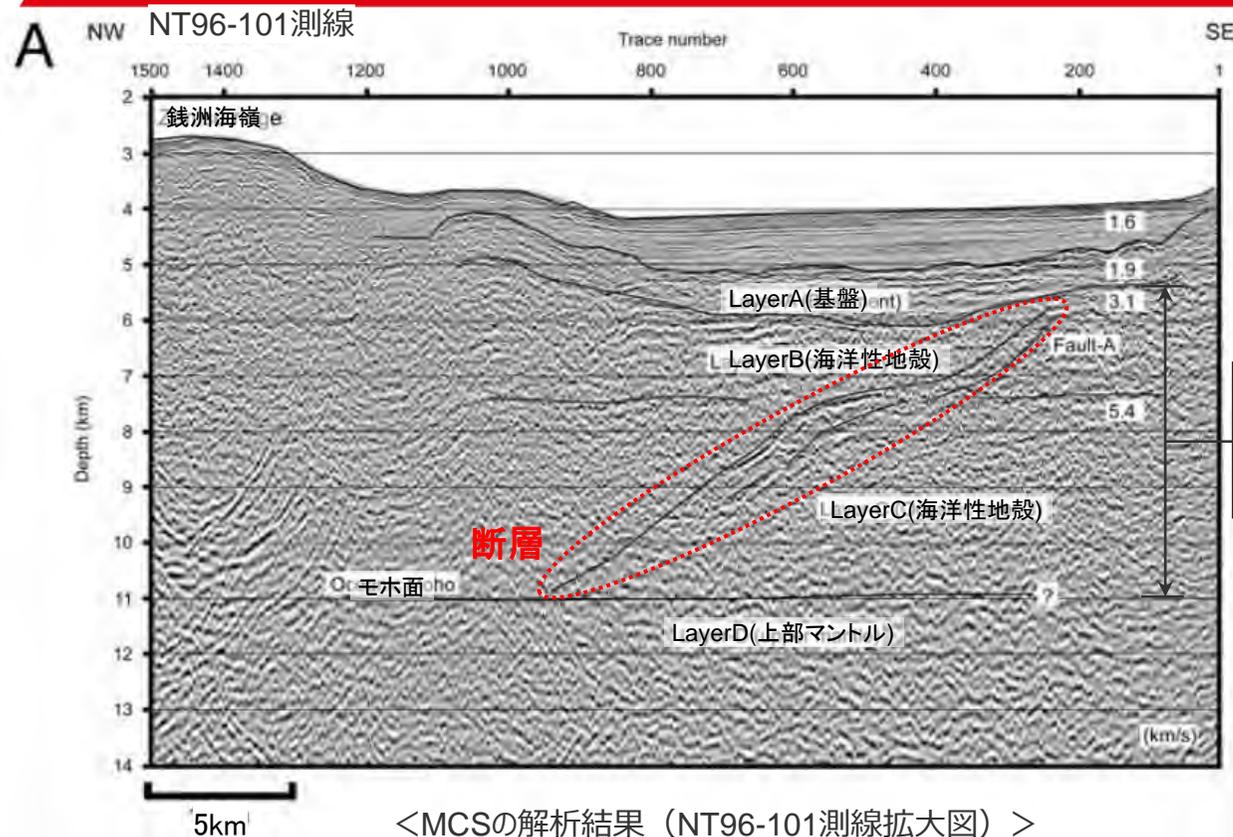
＜MCSの解析結果＞
 (Takahashi et al.(2002)に断層位置、「銭洲海嶺」、「断層は求められない」、各Layer位置、モホ面位置、海洋性地殻の位置を加筆)



＜MCS※の解析結果（当社解析・解釈）＞
 ※データ元：海洋研究開発機構「地殻構造探査データベース」

アウターライズ地震（銭洲断層系）の影響検討

（銭洲断層系の評価（反射法地震探査（NT96-101測線拡大図）））



○NT96-101測線では、海洋性地殻において断層が浅部から深部まで連続して認められる。

凡例

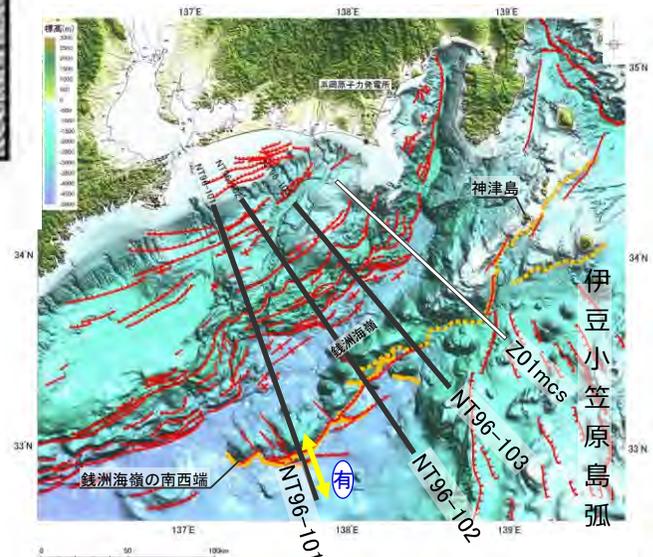
| | |
|---------------|---------------------------|
| 徳山ほか(2001)による | 反射法地震探査測線 |
| 逆断層 | 201mcs |
| 正断層 | 海洋研究開発機構による |
| 断層(センス不明) | NT96-101 |
| 背斜軸 | Takahashi et al.(2002)による |

中田ほか(2013)による

| | |
|--------------|----------|
| 銭洲断層系活断層(確実) | 断面図の図示範囲 |
| 銭洲断層系活断層(推定) | |

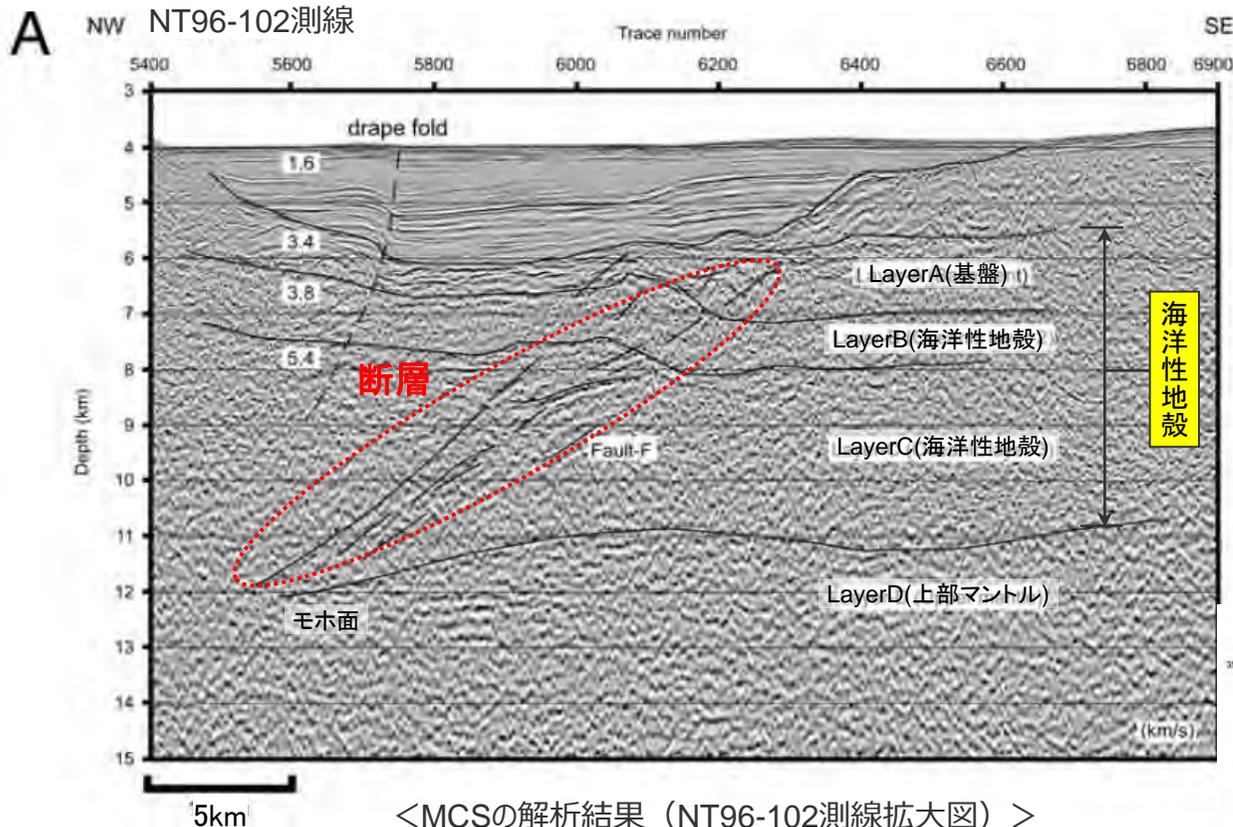
有 銭洲断層系が認められる断面
 無 銭洲断層系が認められない断面

<MCSの解析結果（NT96-101測線拡大図）>
 (Takahashi et al.(2002)に「銭洲海嶺」、断層位置、各Layer位置、モ木面位置、海洋性地殻の位置を加筆)



アウターライズ地震（銭洲断層系）の影響検討

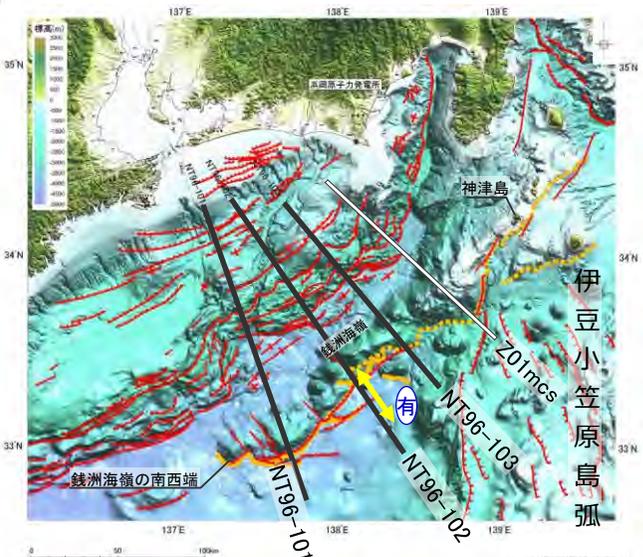
（銭洲断層系の評価（反射法地震探査（NT96-102測線拡大図）））



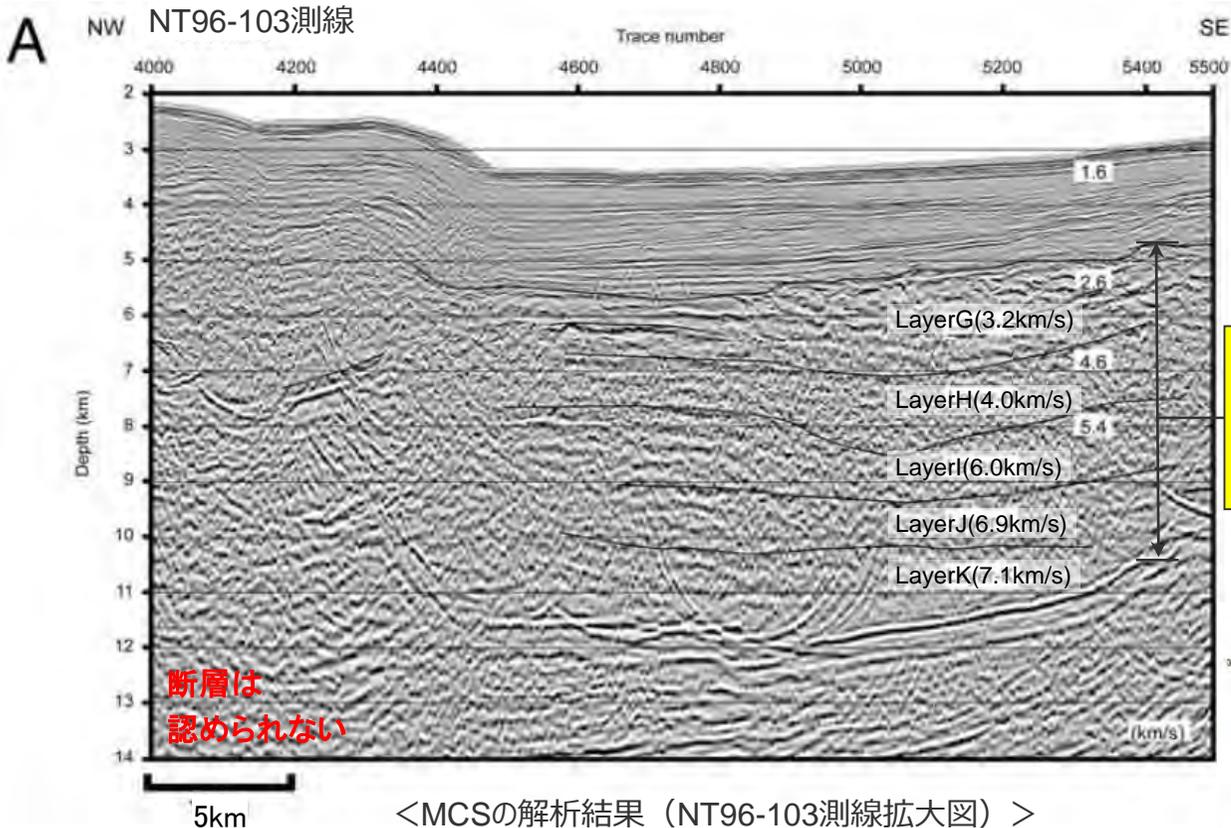
○NT96-102測線では、海洋性地殻において断層が浅部から深部まで連続して認められる。

- 凡例
- 徳山ほか(2001)による
 - 逆断層
 - 正断層
 - 断層(センス不明)
 - 背斜軸
 - 反射法地震探査測線
 - Z01mcs
 - 海洋研究開発機構による
 - NT96-101
 - Takahashi et al.(2002)による
 - 中田ほか(2013)による
 - 銭洲断層系活断層(確実)
 - 銭洲断層系活断層(推定)
 - 断面図の図示範囲
 - 有 銭洲断層系が認められる断面
 - 無 銭洲断層系が認められない断面

<MCSの解析結果（NT96-102測線拡大図）>
(Takahashi et al.(2002)に断層位置、各Layer位置、モホ面位置、海洋性地殻の位置を加筆)



アウターライズ地震（銭洲断層系）の影響検討 （銭洲断層系の評価（反射法地震探査（NT96-103測線拡大図）））

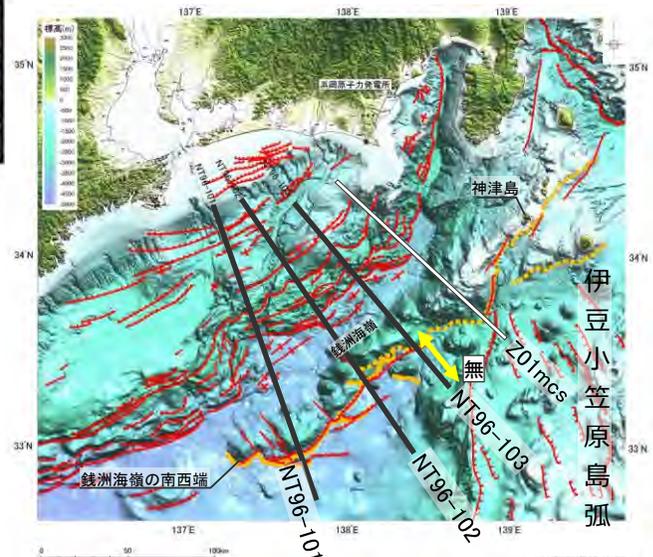


○NT96-103測線では、海洋性地殻と異なる速度構造となっており、断層は認められない。

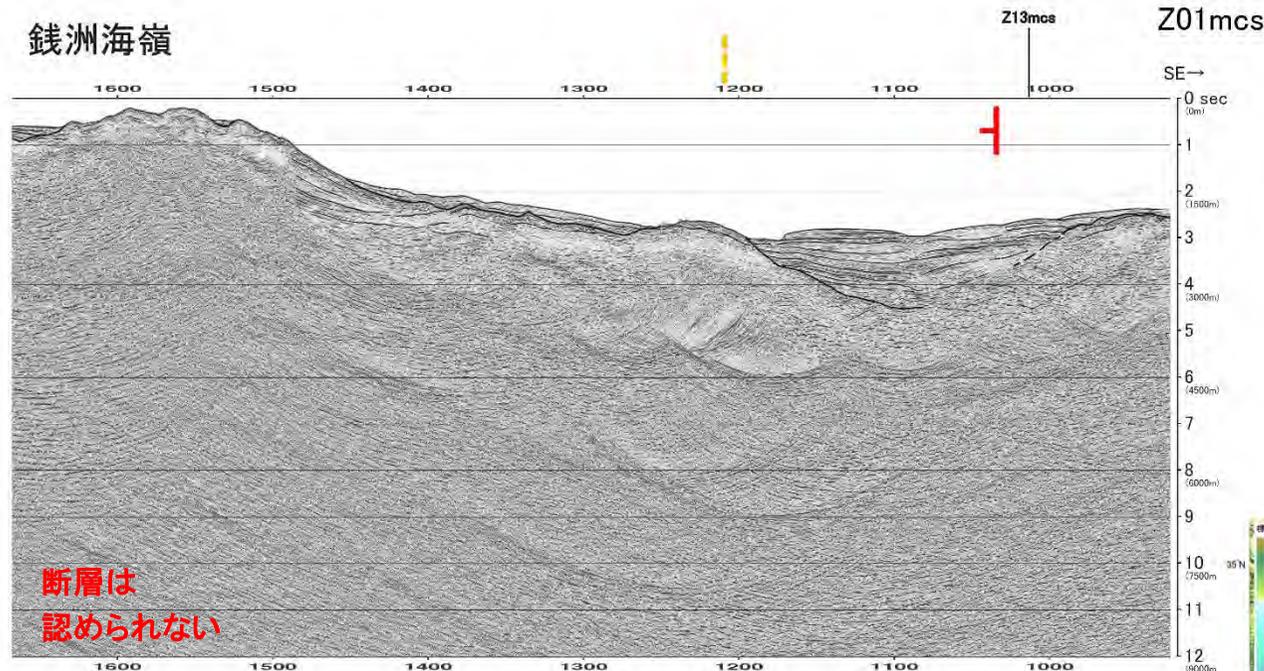
異なる速度構造とは海洋性地殻とは

- 凡例
- 徳山ほか(2001)による
 - 逆断層
 - 正断層
 - 断層(センス不明)
 - 背斜軸
 - 反射法地震探査測線
 - 201mcs
 - 海洋研究開発機構による
 - NT96-101
 - Takahashi et al.(2002)による
 - 中田ほか(2013)による
 - 銭洲断層系活断層(確実)
 - 銭洲断層系活断層(推定)
 - 断面図の図示範囲
 - 有 銭洲断層系が認められる断面
 - 無 銭洲断層系が認められない断面

<MCSの解析結果（NT96-103測線拡大図）>
（Takahashi et al.(2002)に「断層は求められない」、各Layer位置、モホ面位置、海洋性地殻の位置を加筆）

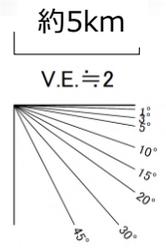
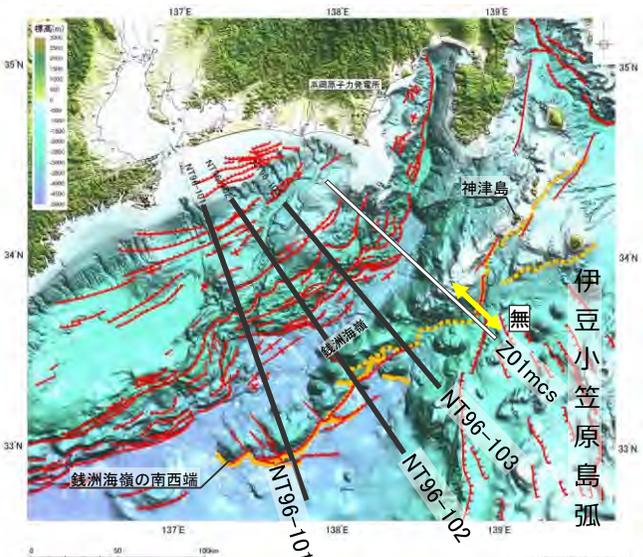


アウターライズ地震（銭洲断層系）の影響検討 （銭洲断層系の評価（反射法地震探査（Z01mcs測線拡大図）））



○ Z01mcs 測線では、Takahashi et al.(2002) によるNT96-103測線と同様、断層は認められない。

- 凡例
- 徳山ほか(2001)による
 - 逆断層
 - 正断層
 - 断層(センス不明)
 - 背斜軸
 - 反射法地震探査測線
 - Z01mcs
 - 海洋研究開発機構による NT96-101
 - Takahashi et al.(2002)による
 - 中田ほか(2013)による
 - 銭洲断層系活断層(確実)
 - 銭洲断層系活断層(推定)
 - 断面図の図示範囲
 - 有 銭洲断層系が認められる断面
 - 無 銭洲断層系が認められない断面



<MCS※の解析結果（当社解析・解釈）>
（Z01mcs測線）

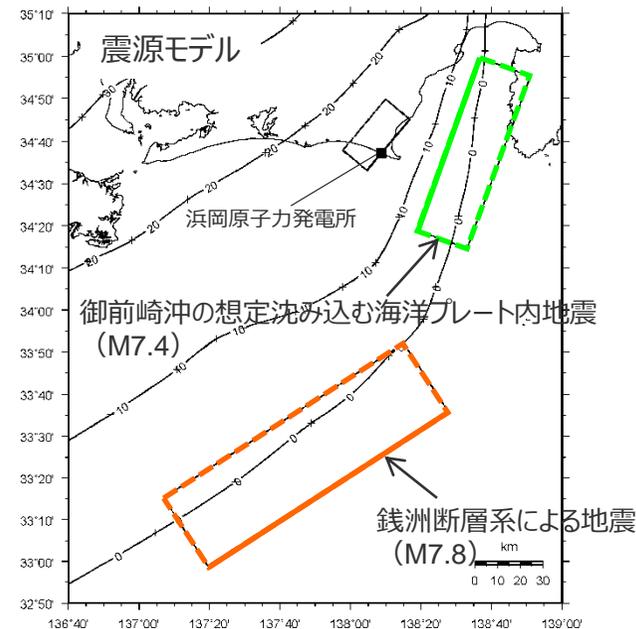
※データ元：海洋研究開発機構「地殻構造探査データベース」

アウターライズ地震（銭洲断層系）の影響検討

（銭洲断層系による地震の震源モデルの設定）

- 海洋プレート内地震は、沈み込んだ海洋プレート内地震と沈み込む海洋プレート内地震に分けられる。
- 沈み込む海洋プレート内地震については、海洋プレートが陸側プレートに沈み込みを始めるトラフ軸付近で、海洋プレートが下向きに曲げられるため、浅い部分では伸張応力が作用し正断層型の地震となり、深い部分では圧縮応力が作用し逆断層型の地震となる。2004年 紀伊半島南東沖の地震（本震）は逆断層型の地震である。
- 一方、銭洲断層系は、トラフ軸より沖合の海洋プレート内に認められ、その特性がより近いのは沈み込む海洋プレート内地震であると考えられる。

⇒ 銭洲断層系による地震の震源モデル（地震規模や断層面）は、沈み込む海洋プレート内地震である、2004年 紀伊半島南東沖の地震（本震）の震源特性を反映して設定した「御前崎沖の想定沈み込む海洋プレート内地震（M7.4）」を参考とし、スケーリング則を考慮して設定する。



**御前崎沖の想定沈み込む
海洋プレート内地震（M7.4）**
（2004年 紀伊半島南東沖の地震（本震）の震源特性を反映）

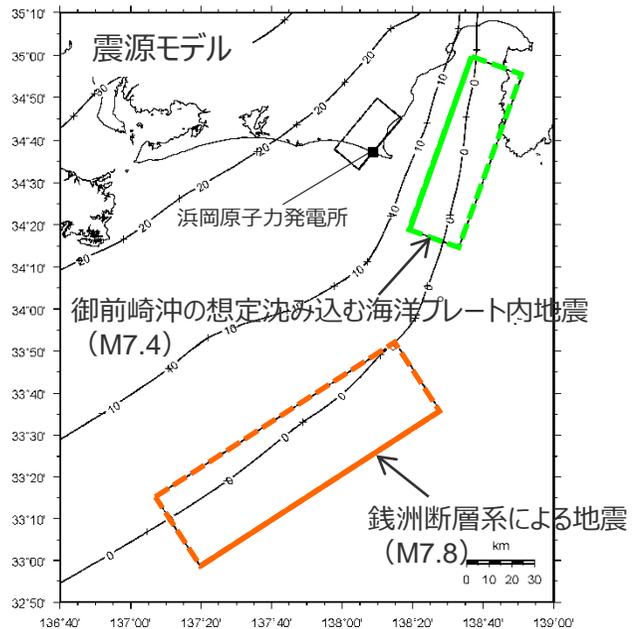
**銭洲断層系による地震
（M7.8）**

| ■ 巨視的断層パラメータの設定 | | ■ 巨視的断層パラメータの設定 | |
|--|-----------------------|--|------------|
| 断層長さL=80km | $W \propto L$ | 断層長さL=125.8km | 活断層評価結果による |
| 断層幅W=30km | | 断層幅W=47.2km | |
| 断層面積S=2400km ² | $S \propto W^2 (L^2)$ | 断層面積S=5930km ² | |
| 地震モーメントM ₀ =2.1×10 ²⁰ Nm | $M_0 \propto S^{3/2}$ | 地震モーメントM ₀ =8.2×10 ²⁰ Nm | |
| ⇒地震規模M=7.4 | | ⇒地震規模M=7.8 | |

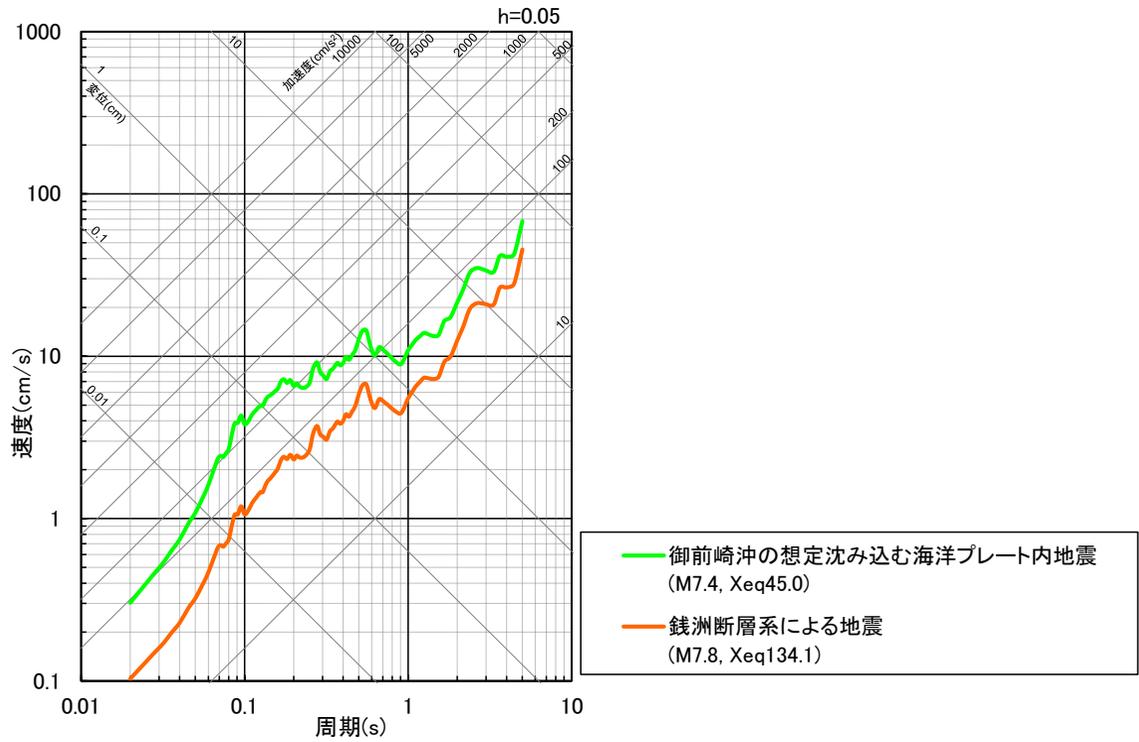
アウターライズ地震（銭洲断層系）の影響検討

（Noda et al.(2002)の方法による地震動評価結果の比較検討）

○銭洲断層系による地震について、Noda et al.(2002)の方法による地震動評価を行い、前述の「御前崎沖の想定沈み込む海洋プレート内地震」と比較した結果、「御前崎沖の想定沈み込む海洋プレート内地震」の方が大きいことから、沈み込む海洋プレート内地震の評価は、「御前崎沖の想定沈み込む海洋プレート内地震」で代表する。



<震源モデル>



<Noda et al.(2002)の方法による地震動評価結果の比較>

補足説明資料③-29

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
各震源断層パラメータの設定（補足）

<補足説明資料③-29 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）の各震源断層パラメータの設定（補足）>

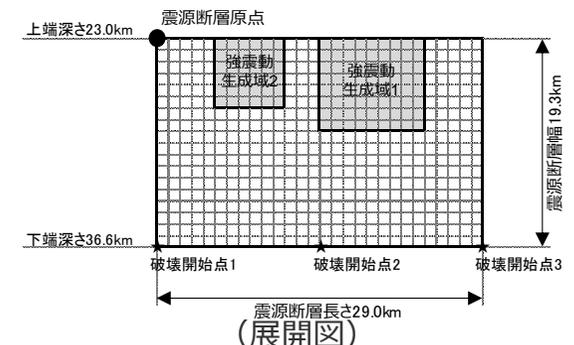
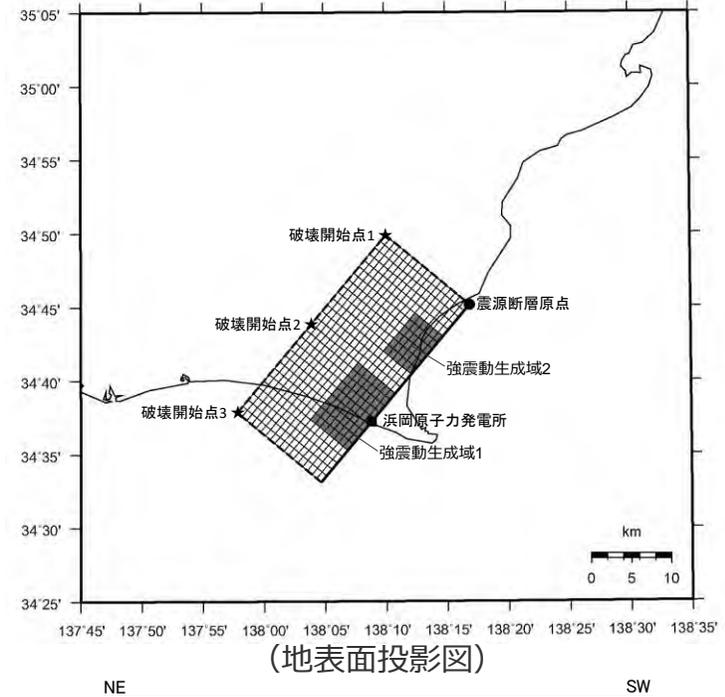
設定方針及び震源断層パラメータ

【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）の設定は、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（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ピ(2020)より保守的な設定（後述参照））。

【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、敷地下方に想定※2。
- 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※3。
- 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※4（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※5。
- 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（地震動の顕著な増幅を考慮しない）（敷地下方の想定スラブ内地震）>

- ・下線 () は、一部修正箇所を示す。
- ・箱書き「安全評価上、」を削除
- ・参照資料に関する記載を削除。

※1 地震規模について、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。

※2 断層位置・走向について、ケーススタディで代表性を確認（後述参照）。

※3 傾斜方向について、ケーススタディで代表性を確認（後述参照）。

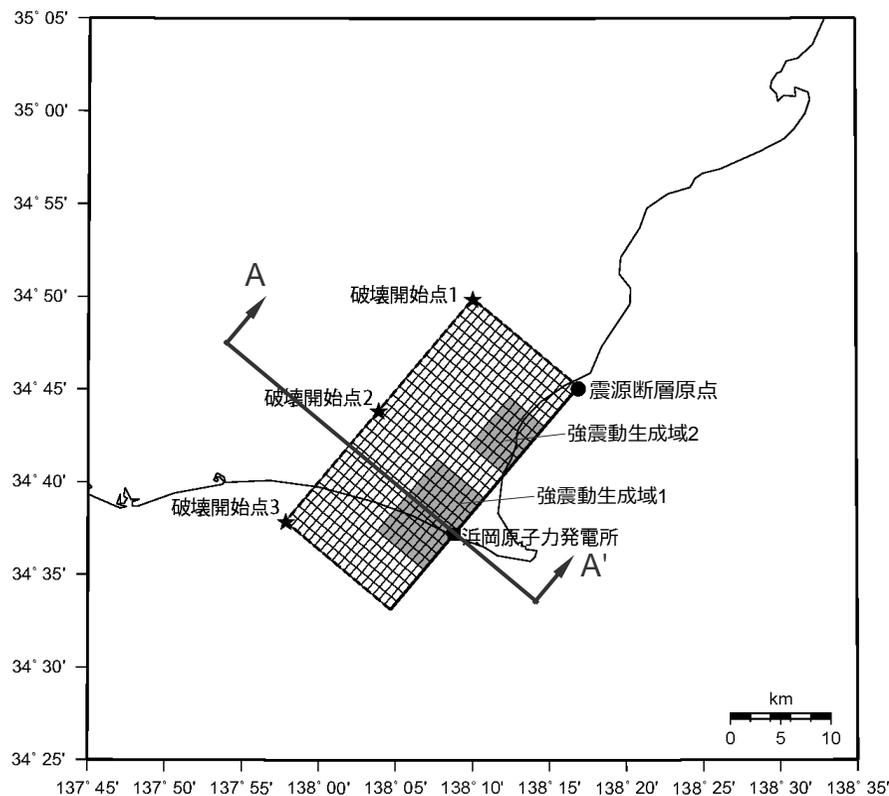
※4 強震動生成域の数について、2009年駿河湾の地震（本震M6.5）の他、2001年芸予地震（M6.7）、2003年宮城県沖の地震（M7.1）、2011年宮城県沖の地震（M7.1）においても、2つ以上設定されている（Asano et al.(2004)、Harada et al.(2012)）。

※5 強震動生成域の面積比について、ケーススタディで代表性を確認（後述参照）。

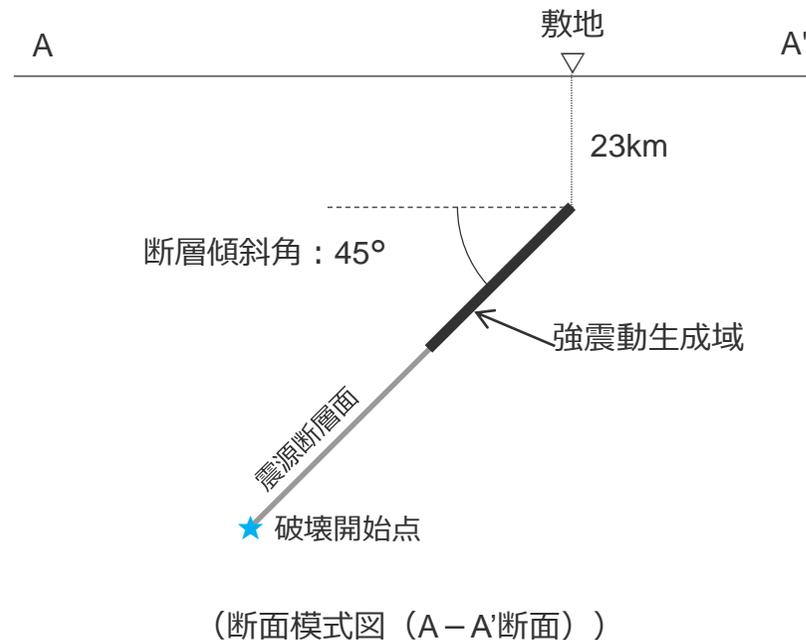
<補足説明資料③-29 敷地下方の想定スラブ内地震の基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の各震源断層パラメータの設定（補足）>

断層位置

○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）の断層位置は、安全評価上、敷地下方に想定する。



(地表投影図)



(断面模式図 (A-A'断面))

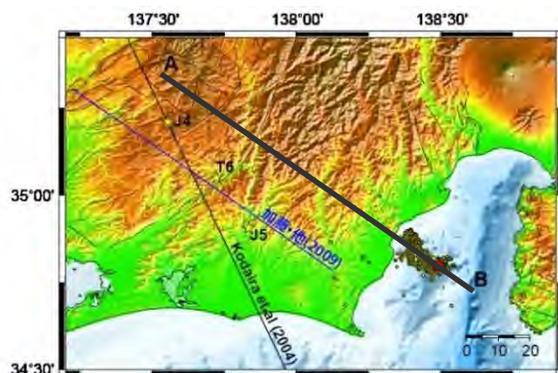
<基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と敷地との位置関係>

震源深さ

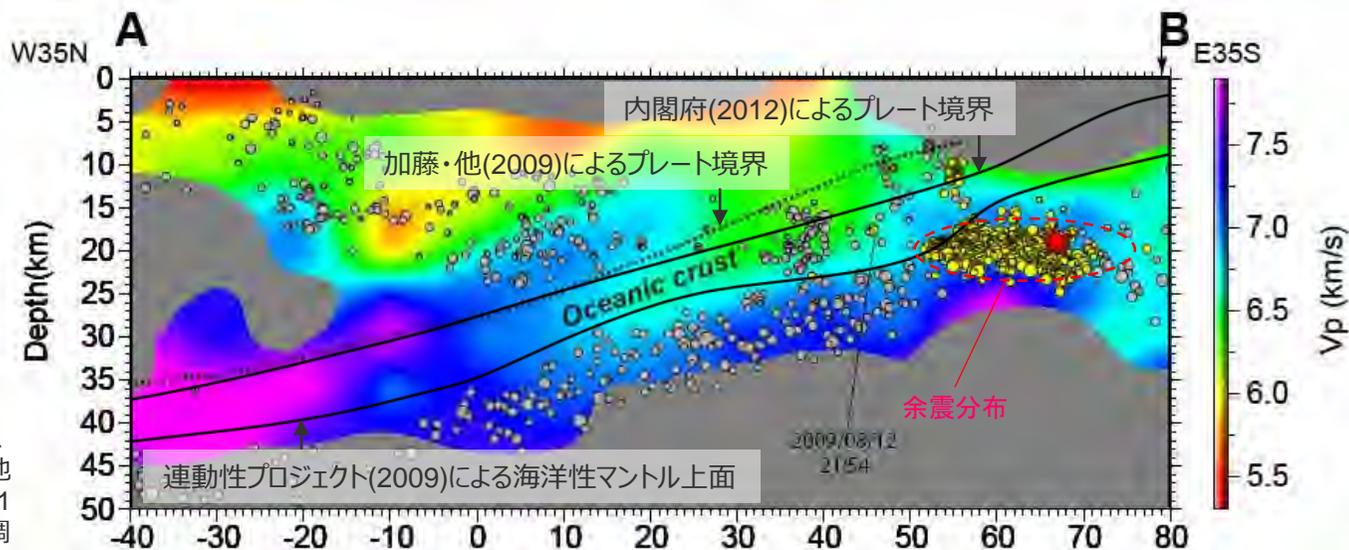
- 敷地下方の想定スラブ内地震の基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の震源深さは、敷地周辺で発生した地震のうち、最大規模の地震であり、敷地への影響が最も大きかった2009年駿河湾の地震（本震M6.5）の知見（余震分布、特性化震源モデル）に基づき、敷地周辺に沈み込むフィリピン海プレートの構造や敷地周辺のスラブ内地震の活動も踏まえて設定する。

【2009年駿河湾の地震の余震】

- 加藤・他(2009)では、2009年駿河湾の地震の余震（161個）、気象庁一元化処理震源（2069個）及び臨時観測中の地震（695個）の走時データを用いて、2009年駿河湾の地震の震源域を含む東海地域広域の3次元地震波速度構造を推定しており、「2009年駿河湾の地震の多くの余震は、プレート境界よりも10～15km程度深い場所に位置する」と記載されている。
- また、加藤・他(2009)による2009年駿河湾の地震の余震分布と、プレート境界面及び海洋性マントル上面（地下構造探査結果等に基づく）の重ね描きによると、2009年駿河湾の地震の余震は、主に海洋性マントル内で発生している。



- ・海洋性地殻の一部で発生している微小地震に関して、気象庁地震火山月報（防災編）に基づき、加藤・他(2009)が対象とした期間（気象庁一元化震源、2001年1月～2007年12月）に同領域で発生した地震を調査した結果、M3.6以下の横ずれ断層型、正断層型のフィリピン海プレートの内部で発生した地震とされている。



<再決定された2009年駿河湾の地震の余震分布とプレート境界及び海洋性マントル上面との関係>
(加藤・他(2009)にプレート境界と海洋性マントル上面の位置、余震分布の位置を加筆)

<補足説明資料③-29 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）の各震源断層パラメータの設定（補足）>

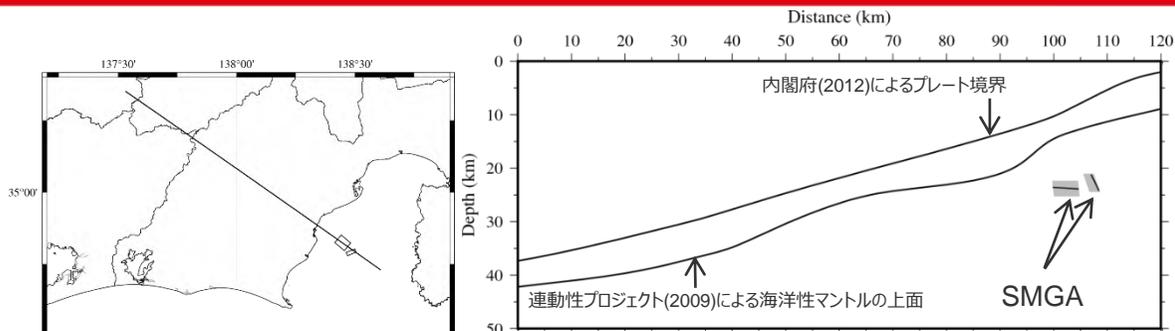
震源深さ

【2009年駿河湾の地震（本震）の特性化震源モデル】

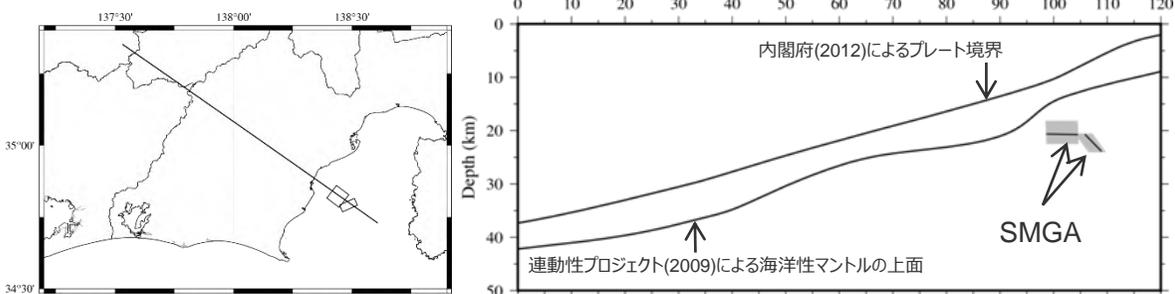
○当社、倉橋・他(2009)及び浅野・岩田(2010)による2009年駿河湾の地震（本震）の特性化震源モデルとプレート境界及び海洋性マントル上面の重ね描きによると、2009年駿河湾の地震（本震）の強震動生成域は、海洋性マントル上面よりも深部（海洋性マントル内）に設定されている。

⇒2009年駿河湾の地震（本震）の震源特性を反映するにあたり、当該地震の知見を踏まえ、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の断層面は海洋性マントル内に設定する。

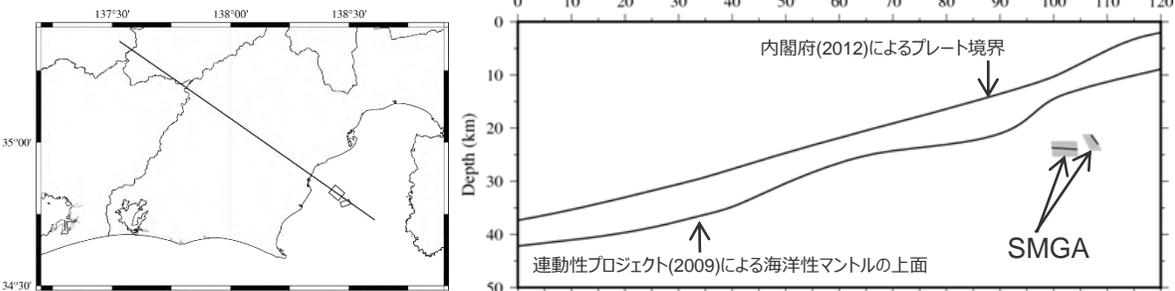
○以降では、敷地下方の想定スラブ内地震の基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の震源深さを設定するために、敷地周辺のフィリピン海プレートの構造及び地震活動について検討を行う。



(当社モデル)



(倉橋・他(2009)モデル)



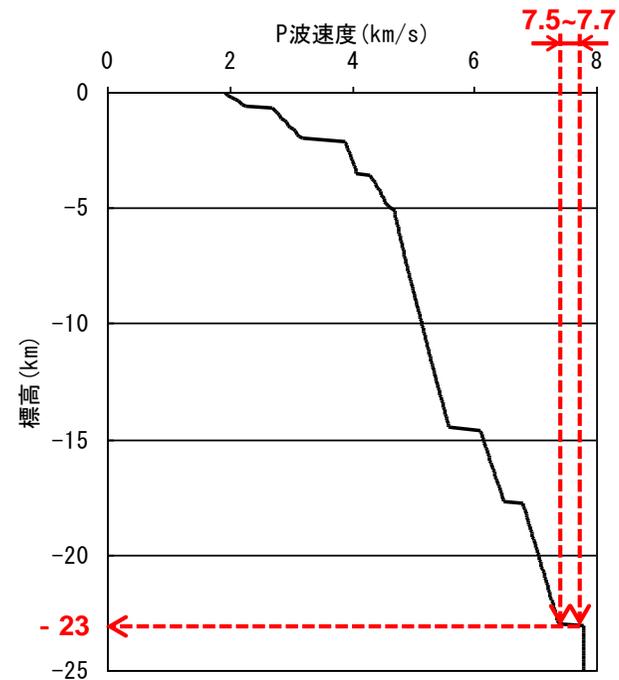
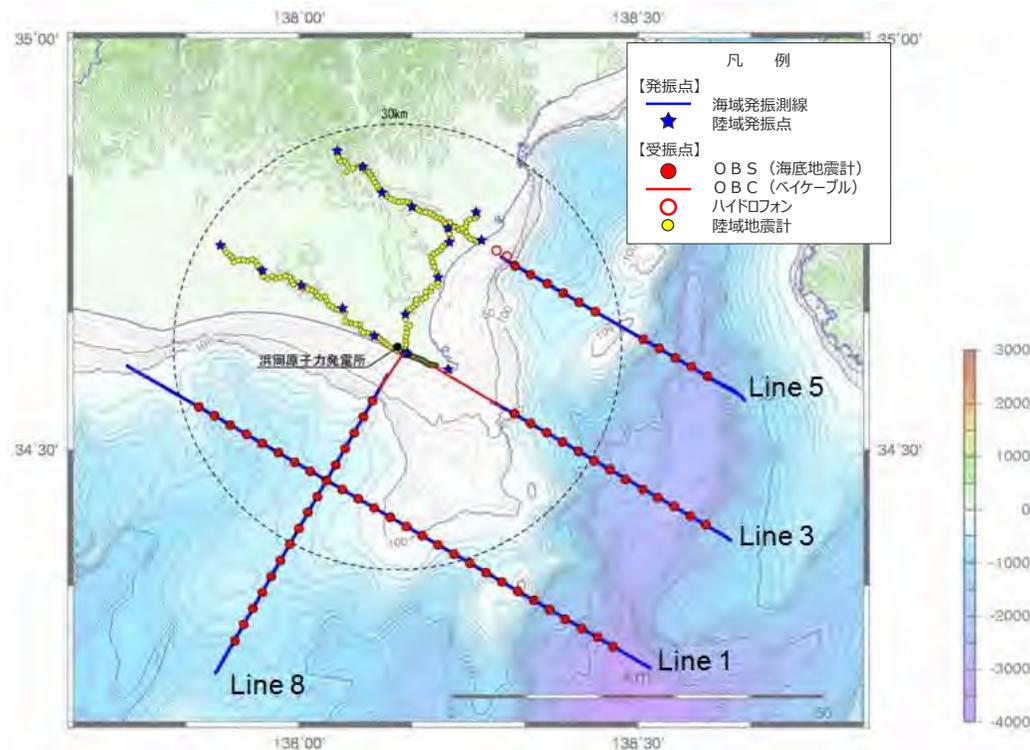
(浅野・岩田(2010)モデル)

<2009年駿河湾の地震（本震）の特性化震源モデルと海洋性マントル上面との関係>

震源深さ

【敷地周辺のフィリピン海プレートの構造】

- 浜岡原子力発電所では、敷地から概ね半径30kmで実施した屈折法地震探査（Line1, 3, 5, 8）によって、深部までの詳細なP波速度構造が得られている。
- 一般的な海洋性マントルのP波速度は7.6km/s～程度と考えられ、敷地直下では深さ23kmに $V_p=7.5\sim 7.7$ km/sの明確な速度ギャップが認められることから、敷地直下の海洋性マントル上面深さは23kmであると考えられる。



＜敷地直下のP波速度構造＞

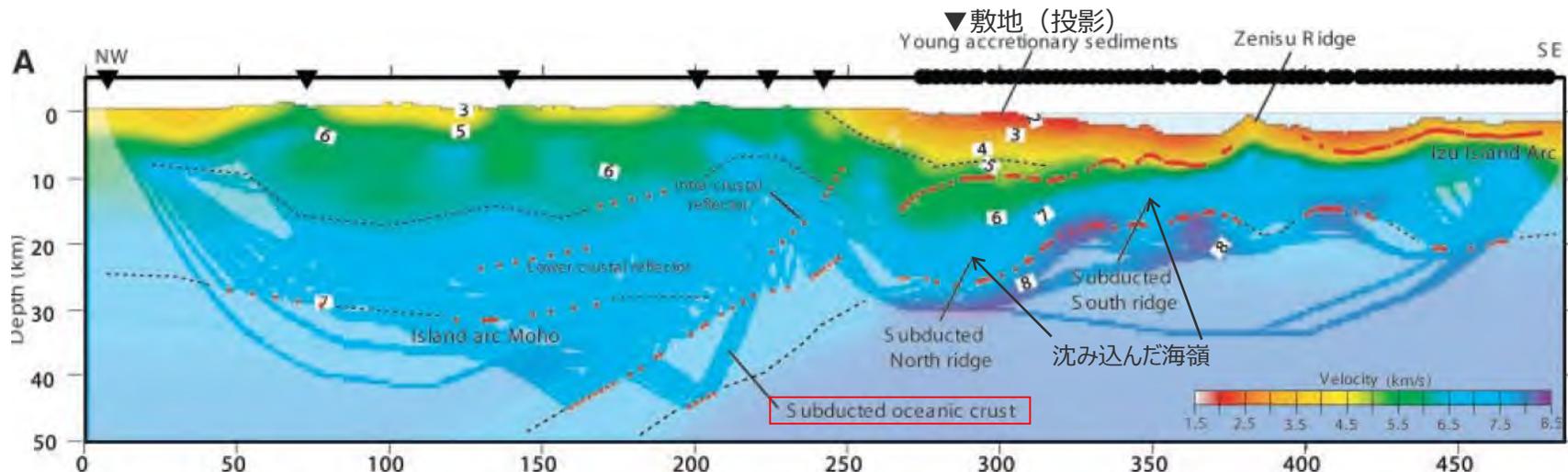
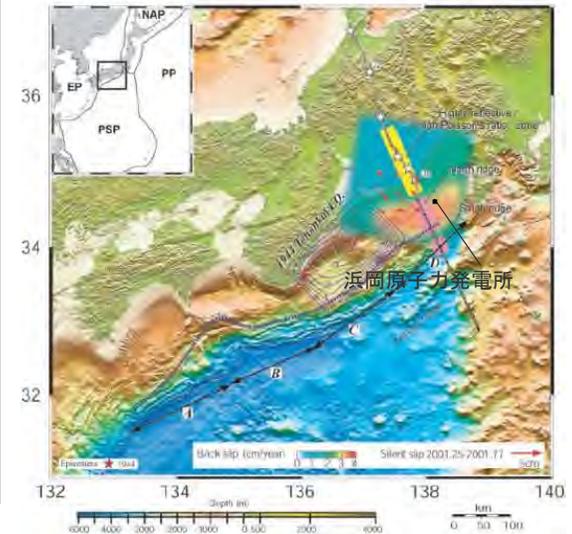
＜屈折法地震探査（Line1, 3, 5, 8）の測線＞

<補足説明資料③-29 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）の各震源断層パラメータの設定（補足）>

震源深さ

【敷地周辺のフィリピン海プレートの構造】

- 高橋(1997)、Kodaira et al.(2008)他により、伊豆・小笠原島弧で大陸性の特徴を有する中部地殻の存在が示され、伊豆弧の西側に北東－南西の走向を持って存在する海嶺（背弧雁行海山群）でも、同様に中部地殻の存在が示されている。
 - Kodaira et al.(2004)他によれば、敷地が位置する遠州灘周辺において沈み込んだ海嶺が示されており、遠州灘周辺における沈み込むフィリピン海プレートの構造としては、大陸性の特徴を有する中部地殻が沈み込んでいると考えられる。
 - Kodaira et al.(2004)によれば、敷地周辺直下の海洋性マントル上面深さは25～27km程度である。
- ⇒ 敷地周辺に沈み込む大陸性地殻の影響は、地震活動に反映されていると考えられるため、以降では敷地周辺の海洋プレート内の地震活動について検討する。



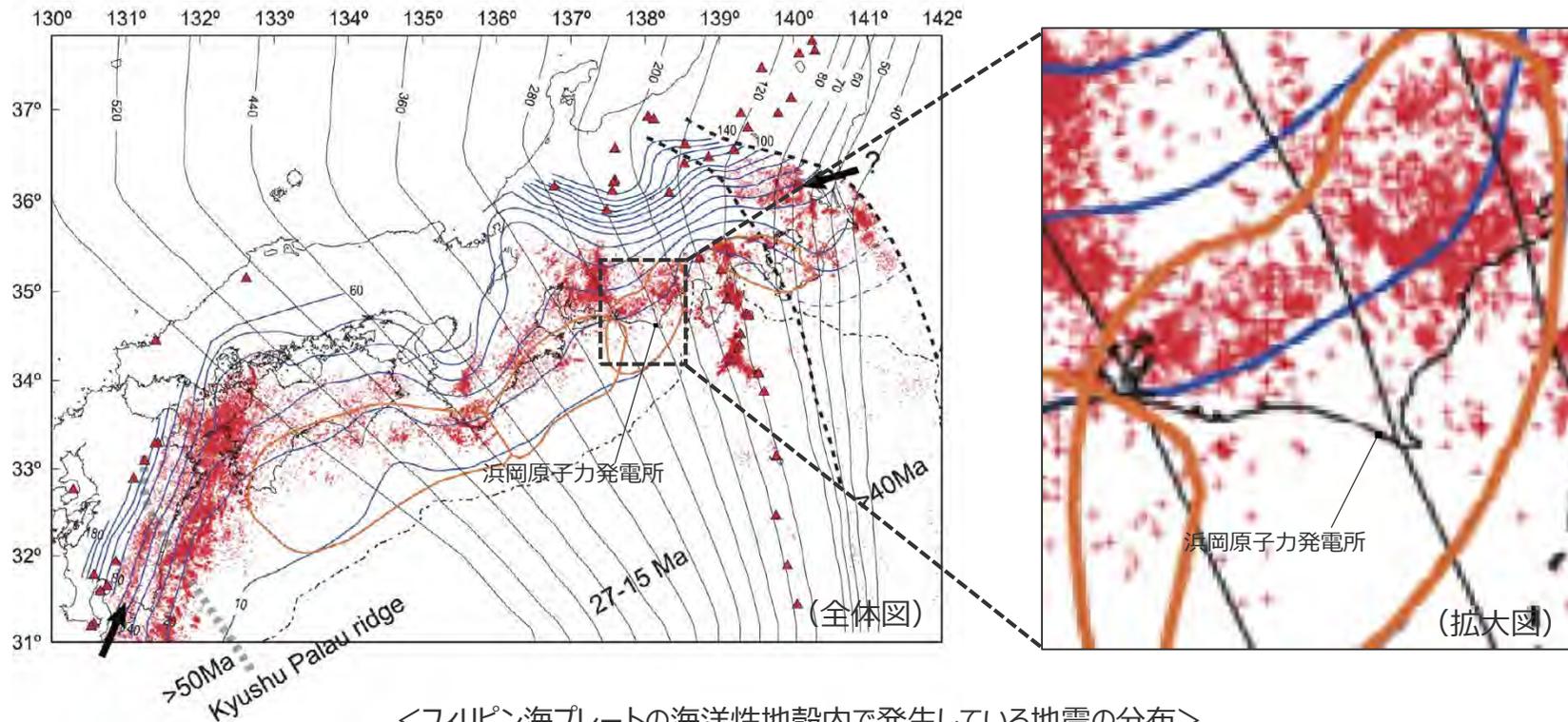
<遠州灘のP波速度構造（Kodaira et al.(2004)に敷地位置、沈み込んだ海嶺の位置、赤い四角を加筆）>

震源深さ

【敷地周辺の海洋プレート内の地震活動】

- 長谷川・他(2010)は、フィリピン海プレートの海洋性地殻内で発生していると推定される地震として、Hirose et al.(2008)によるプレート境界面から10km下方までの範囲において発生したスラブ内地震※の平面分布を示している。
- 長谷川・他(2010)に示されたフィリピン海プレートの海洋性地殻内で発生した地震の分布によると、敷地周辺ではフィリピン海プレートの海洋性地殻内で顕著な地震活動は認められない。

※プレート境界地震を含むとされている。



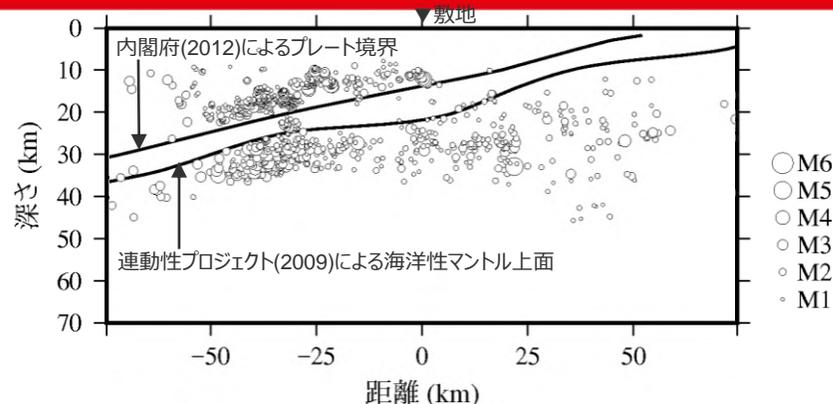
<フィリピン海プレートの海洋性地殻内で発生している地震の分布>
 (長谷川・他(2010)に敷地位置、拡大範囲、「(全体図)」、「(拡大図)」を加筆)

＜補足説明資料③-29 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）の各震源断層パラメータの設定（補足）＞

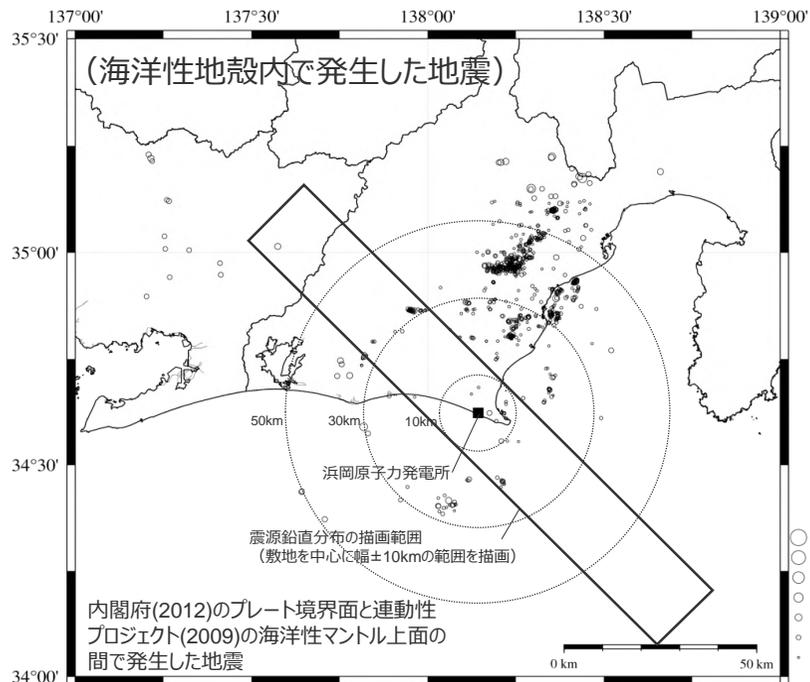
震源深さ

【敷地周辺の海洋プレート内の地震活動】

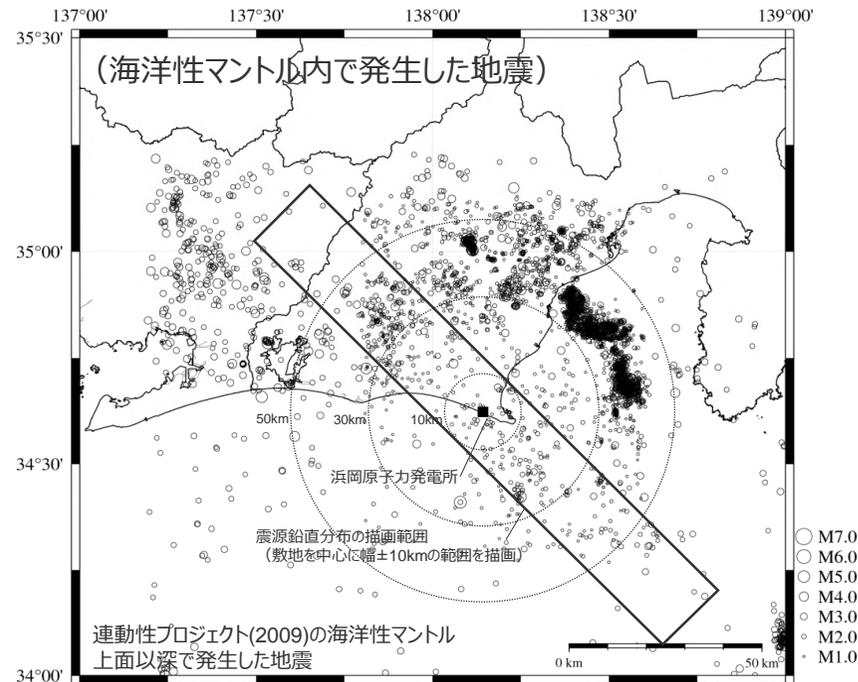
○敷地を中心として広域で発生した地震について、Double-Difference Tomography法（Zhang and Thurber(2003)）により震源再決定を行った震央分布及び震源鉛直分布によると、敷地周辺における海洋プレート内地震は、海洋性マントル内では発生しているが、海洋性地殻内ではほとんど発生していない。



＜敷地周辺の震源鉛直分布（観測分析期間：1997年10月～2015年12月）＞



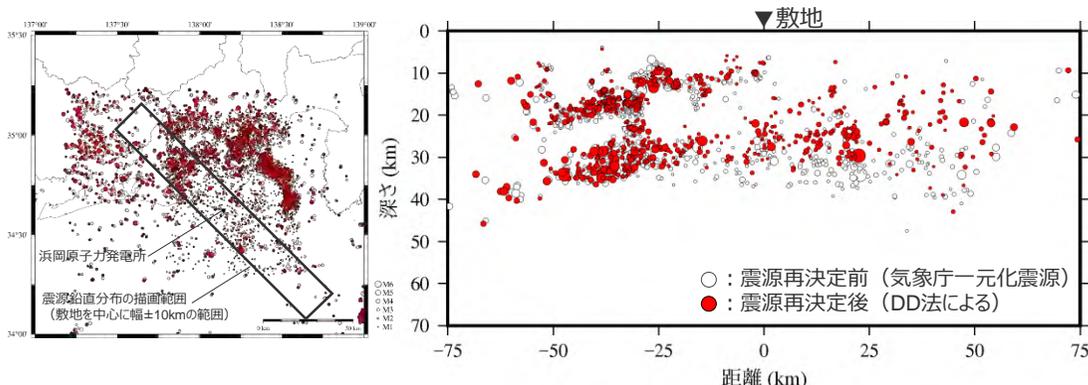
＜敷地を中心として広域で発生した地震の震央分布（観測分析期間：1997年10月～2015年12月）＞



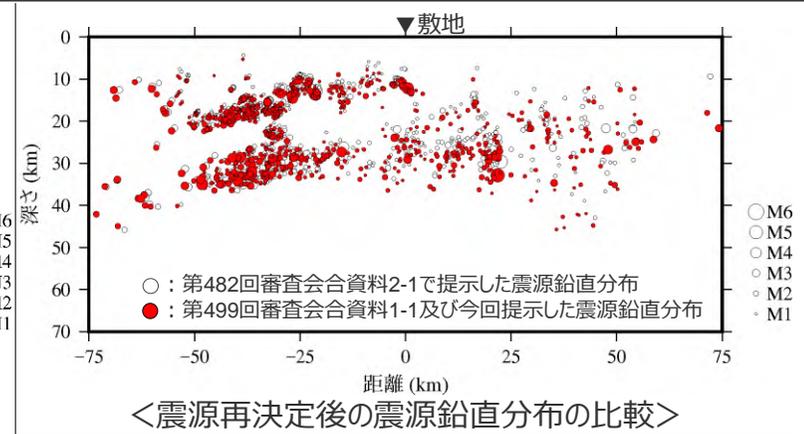
震源深さ

(Double-difference Tomography法による震源再決定)

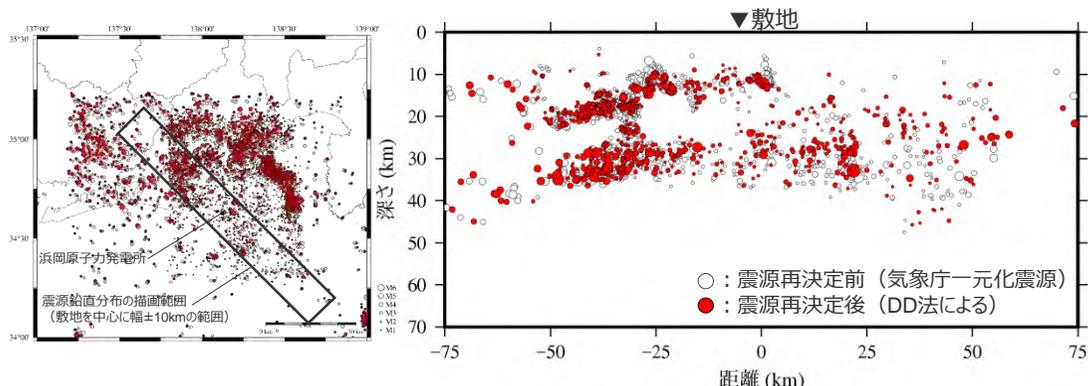
- Double-Difference Tomography法（Zhang and Thurber(2003)）は、通常地震波トモグラフィ法で用いる絶対走時データ以外に、近接して発生する地震ペア間の絶対走時の差もデータとして加えることで、位置精度の高い震源を決定することができる手法であり（弘瀬・他(2007)）、データの数を増やすことで、決定される震源位置の精度は向上する。
- 第482回審査会合（海洋プレート内地震の地震動評価（コメント回答））で提示した震源鉛直分布は、1997年10月～2013年7月に発生した地震のデータを対象に震源再決定を行った結果に基づいている。一方、第499回審査会合（内陸地殻内地震の地震動評価）及び第532回審査会合資料1-1で提示した震源鉛直分布は、内陸地殻内地震の地震動評価における地震発生層の設定に用いており、敷地近傍で内陸地殻内地震の群発地震が発生したこと及び上述のとおりデータの数が増えるほど震源位置の精度が向上することを踏まえ、1997年10月～2015年12月に発生した地震のデータを対象に震源再決定を行った結果に基づいている。



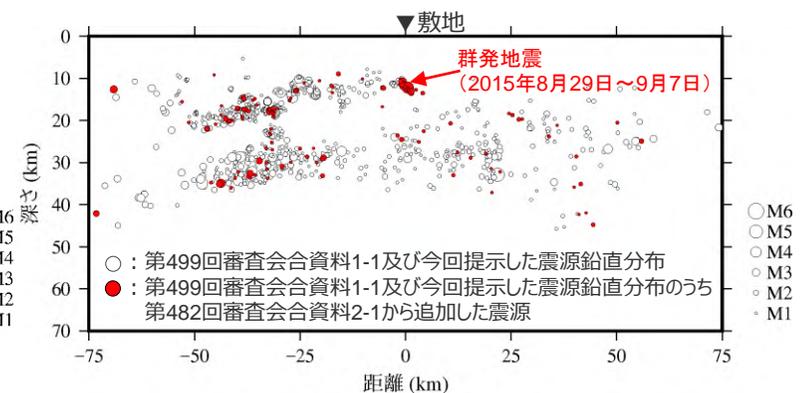
<第482回審査会合資料2-1で提示した震央分布及び震源鉛直分布>
データ期間:1997年10月～2013年7月、震源の数:10,836個、走時の数:1,957,494本



<震源再決定後の震源鉛直分布の比較>



<第499回審査会合資料1-1及び第532回審査会合資料1-1で提示した震央分布及び震源鉛直分布>
データ期間:1997年10月～2015年12月、震源の数:11,629個、走時の数:2,025,903本



震源深さ

＜2009年駿河湾の地震（本震）に関する知見＞

- 加藤・他(2009)によれば、「2009年駿河湾の地震（本震M6.5）の余震分布は、プレート境界よりも10～15km程度深い場所に位置する」と記載されている。
- 加藤・他(2009)による2009年駿河湾の地震の余震分布とプレート境界面及び海洋マントル上面の重ね描きによると、2009年駿河湾の地震の余震は、主に海洋性マントル内で発生している。
- 当社、倉橋・他(2009)及び浅野・岩田(2009)による2009年駿河湾の地震（本震）の特性化震源モデルと、プレート境界及び海洋性マントル上面の重ね描きによると、2009年駿河湾の地震（本震）の強震動生成域は、海洋性マントル上面よりも深部（海洋性マントル内）に設定されている。

⇒ 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）の断層面は、2009年駿河湾の地震（本震）の震源特性を反映するにあたり、海洋性マントル内に設定する。

＜敷地周辺のフィリピン海プレートの構造＞

- 敷地周辺で実施された屈折法地震探査から得られたP波速度構造によると、敷地直下における海洋性マントルの上端深さは23kmである。
- Kodaira et al.(2004)に示された敷地周辺のP波速度構造によると、敷地周辺（投影）における海洋性マントルの上面深さは25～27km程度である。

⇒ 敷地周辺における海洋性マントルの上面深さは23～27km程度である。

＜敷地周辺の海洋プレート内の地震活動＞

- 敷地周辺に沈み込む海洋性地殻には、大陸性の特徴を有する中部地殻が含まれており、これらの影響は敷地周辺の地震活動に反映されていると考えられる。
- 長谷川・他(2010)に示されたフィリピン海プレートの海洋性地殻内で発生した地震の分布によると、敷地周辺ではフィリピン海プレートの海洋性地殻内で顕著な地震活動は認められない。
- 敷地を中心として広域で発生した地震について Double-Difference Tomography法により震源再決定を行った震源分布によると、敷地周辺の海洋プレート内地震は海洋性マントル内では発生しているが、海洋性地殻内ではほとんど発生していない。

⇒ 敷地周辺の海洋プレート内地震は、主に海洋性マントルで発生している。

- 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）の断層面は、2009年駿河湾の地震（本震）の震源特性を反映するにあたり、敷地直下における海洋性マントルの上面深さに相当する深さ23kmに設定することとし、強震動生成域は震源断層の上端に設定する。

＜補足説明資料③-29 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）の各震源断層パラメータの設定（補足）＞

断層傾斜角

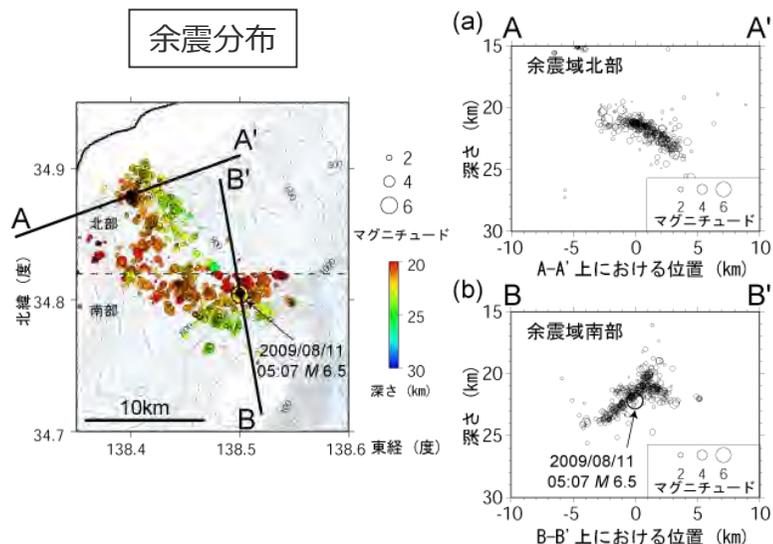
- 敷地下方の想定スラブ内地震の基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の断層傾斜角は、敷地周辺で発生した地震のうち、最大規模の地震であり、敷地への影響が最も大きかった2009年駿河湾の地震（本震M6.5）の知見に基づき設定する。
- 2009年駿河湾の地震の余震分布、CMT解（共役断層）、特性化震源モデルに基づき断層傾斜角を整理した結果、35°～68°となり、平均値は47.1°となった。

⇒以上を踏まえ、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）の断層傾斜角は、45°として設定する。

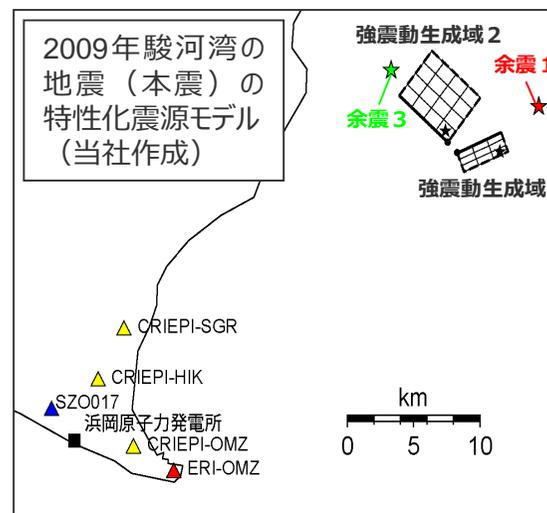
＜2009年駿河湾の地震（本震）の断層傾斜角＞

| 文献等 | | 断層傾斜角 (°) | |
|----------|--------------------|--------------|----|
| | | 北部 | 南部 |
| 余震分布 | | 35 | 50 |
| CMT解 | | 47 (51※) | |
| 特性化震源モデル | 当社モデル | 37 | 68 |
| | 川辺・他(2009) | 47 | |
| | 倉橋・他(2009) | 35 | 50 |
| | 浅野・岩田(2010) | 37 | 58 |
| | (財)地域地盤環境研究所(2010) | 47 | 59 |
| | 佐藤(2010b) | 35 | 50 |
| 平均値 | | 47.1 (35～68) | |

※CMT解の共役断層面のうち、実際に破壊した断層面を（ ）外に、これ以外の断層面を（ ）内に示す。



＜2009年駿河湾の地震の余震分布＞
（防災科学技術研究所HPによる）

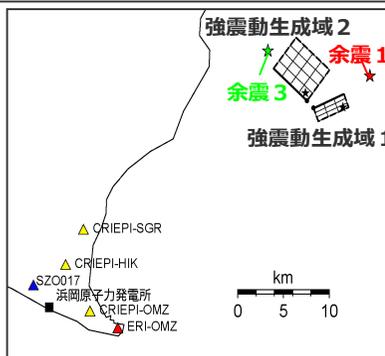


<補足説明資料③-29 敷地下方の想定スラブ内地震の基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の各震源断層パラメータの設定（補足）>

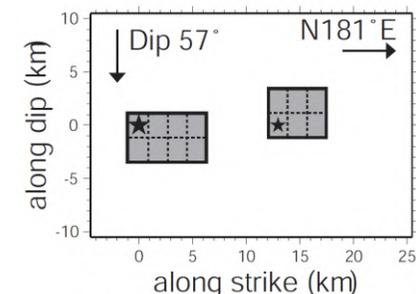
強震動生成域の数

- 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）の強震動生成域の数は、敷地周辺で発生した地震のうち、最大規模の地震であり、敷地への影響が最も大きかった2009年駿河湾の地震（本震M6.5）の知見に基づき、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と同程度の規模である地震の知見も踏まえて設定する。
- 2009年駿河湾の地震（本震M6.5）について、当社、川辺・他(2009)、倉橋・他(2009)、浅野・岩田(2009)、地域地盤環境研究所(2010)及び佐藤(2010b)による特性化震源モデルによると、強震動生成域は2つ設定されている。
- 強震動予測レシピ(2020)では、「強震動生成域の個数については、過去の地震に関する分析によるMw6～7で2個を参考に設定する」と記載されている。
- なお、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と同程度の規模である2001年芸予地震（M6.7）、2003年年宮城県沖の地震（M7.1）、2011年宮城県沖の地震（M7.1）においても、強震動生成域は2つ以上設定されている。

⇒以上を踏まえ、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）の強震動生成域の数は2つとして設定する。

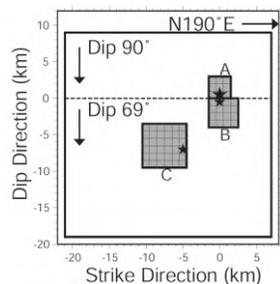


(2009年駿河湾の地震（本震）、当社)

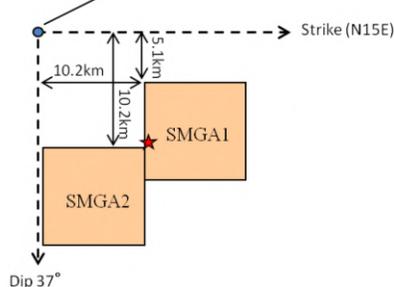


(2001年芸予地震、Asano et al.(2004))

Lon.: 141.7916E, Lat.: 38.1296N, Depth: 59.2km

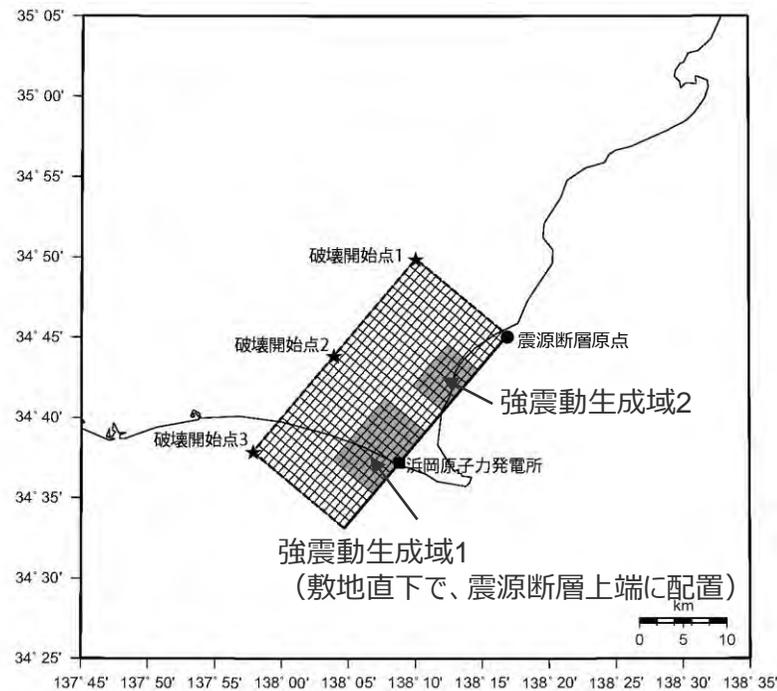


(2003年宮城県沖の地震
Asano et al.(2004))



(2011年宮城県沖の地震
Harada et al.(2012))

<各地震の特性化震源モデル>



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

<補足説明資料③-29 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）の各震源断層パラメータの設定（補足）>

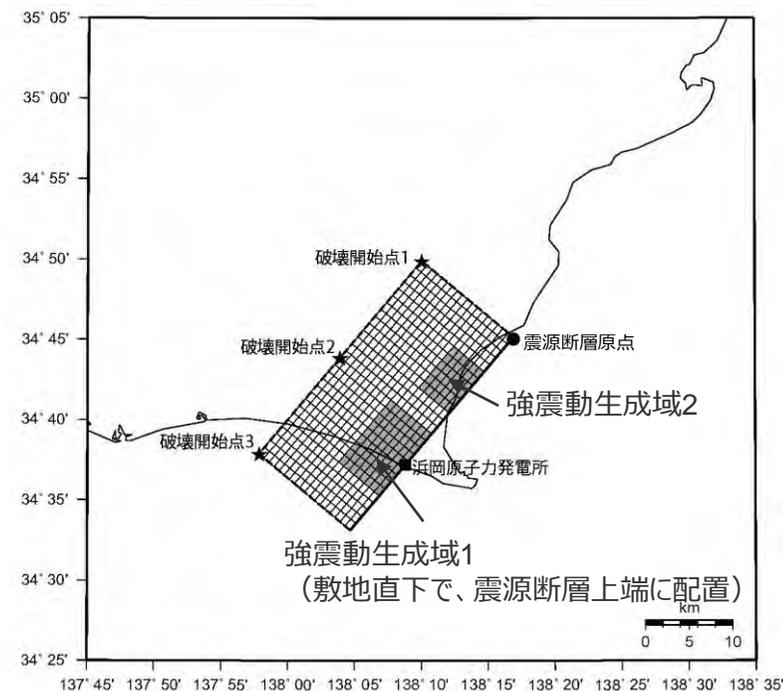
強震動生成域の面積比

- 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）の強震動生成域（2個）の面積比は、敷地周辺で発生した地震のうち、最大規模の地震であり、敷地への影響が最も大きかった2009年駿河湾の地震（本震M6.5）の知見に基づき設定する。
- 2009年駿河湾の地震（本震M6.5）について、当社、川辺・他(2009)、倉橋・他(2009)、浅野・岩田(2009)、地域地盤環境研究所(2010)及び佐藤(2010b)による特性化震源モデルには、2つの強震動生成域が設定されており、それらの面積比の平均は1.9 : 1である。
- 強震動予測レシピ(2020)では、「SMGA全体を等分配することや、活断層で発生する地震やプレート間地震の比率（2 : 1等）を用いることが考えられる」とされている。

⇒以上を踏まえ、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）の強震動生成域の面積比は2 : 1とし、面積が大きい方の強震動生成域（強震動生成域1）を敷地の直下で震源断層の上端に設定する。

<2009年駿河湾の地震（本震）の特性化震源モデルにおける強震動生成域の面積比>

| 文献 | 面積(km ²) | | 面積比 (SMGA2 : SMGA1) |
|--------------------|----------------------|-------|------------------------|
| | SMGA2 | SMGA1 | |
| 当社モデル | 23.0 | 13.0 | 1.8 : 1 |
| 川辺・他(2009) | 25.0 | 25.0 | 1 : 1 |
| 倉橋・他(2009) | 45.0 | 16.2 | 2.8 : 1 |
| 浅野・岩田(2010) | 23.0 | 13.0 | 1.8 : 1 |
| (財)地域地盤環境研究所(2010) | 31.4 | 16.0 | 2 : 1 |
| 佐藤(2010b) | 12.0 | 6.0 | 2 : 1 |
| | 平均 | | 1.9 : 1 |



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

破壊開始点

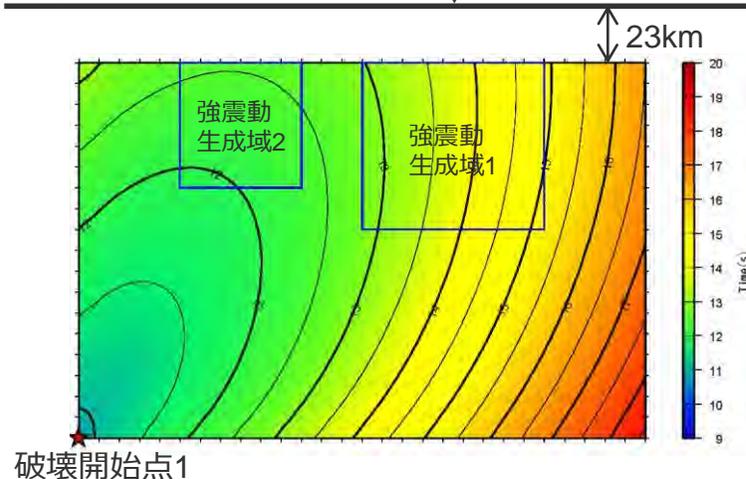
○敷地下方の想定スラブ内地震の基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の破壊開始点は、破壊の伝播方向が敷地へ向かうよう複数設定。

○基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）（破壊開始点1～3）を対象に、統計的グリーン関数法による地震動評価を行い、各強震動生成域から敷地に到達する地震波の伝播を確認する。

○破壊開始点1から破壊するケースでは、先に強震動生成域2からの地震波が敷地に到達後、強震動生成域1からの地震波が敷地に到達する。

地表

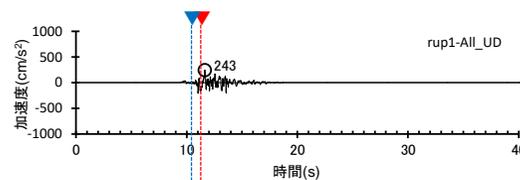
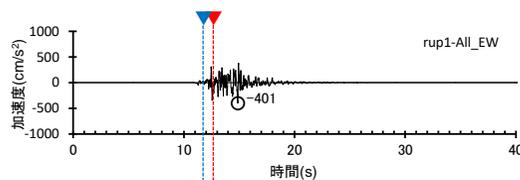
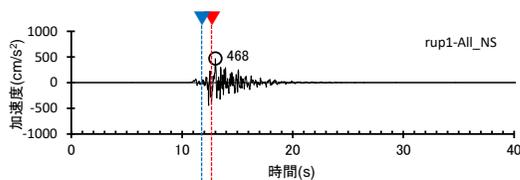
▼敷地



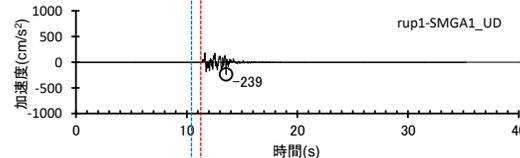
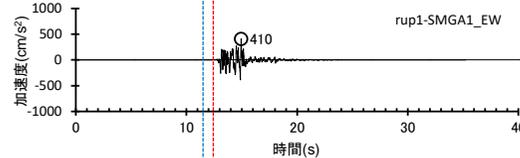
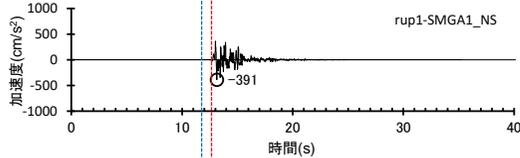
<アイソクロン（水平動）>

▼：強震動生成域1からの地震波の敷地への到達 ▲：強震動生成域2からの敷地への地震波の到達

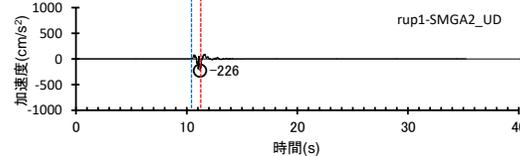
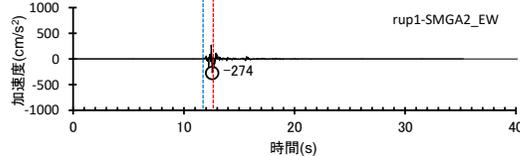
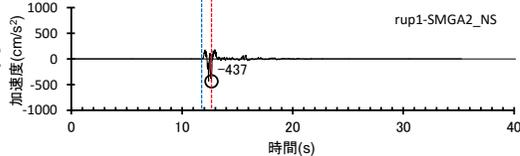
全体



強震動生成域1



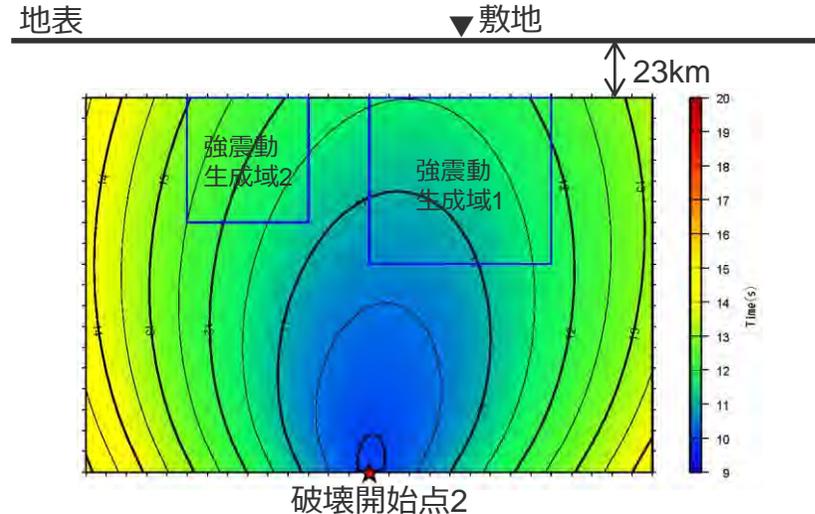
強震動生成域2



<加速度時刻歴波形（破壊開始点1）>

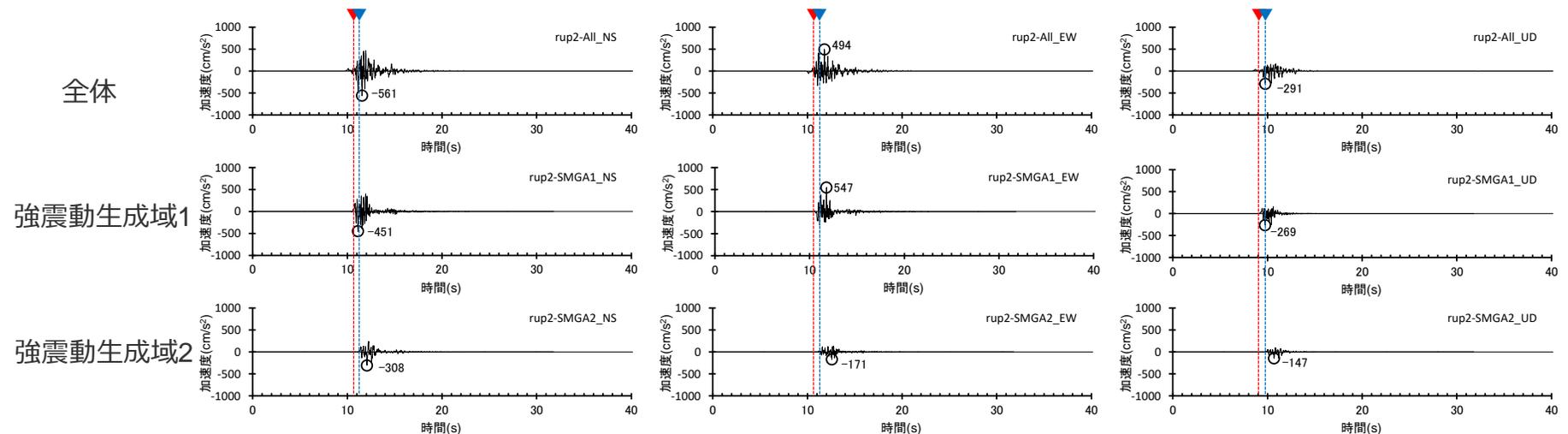
破壊開始点

○破壊開始点2から破壊するケースでは、強震動生成域1からの地震波と強震動生成域2からの地震波は、ほぼ同時に敷地に到達する。



▼ : 強震動生成域1からの地震波の敷地への到達 ▼ : 強震動生成域2からの敷地への地震波の到達

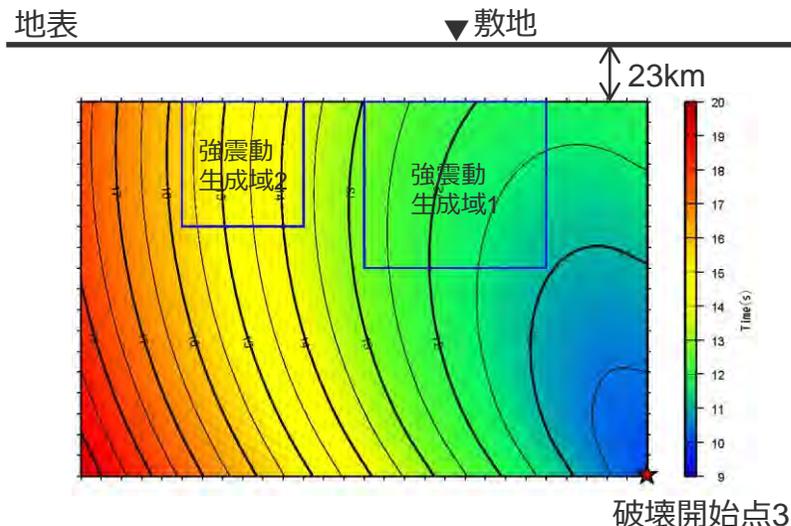
<アイソクロン（水平動）>



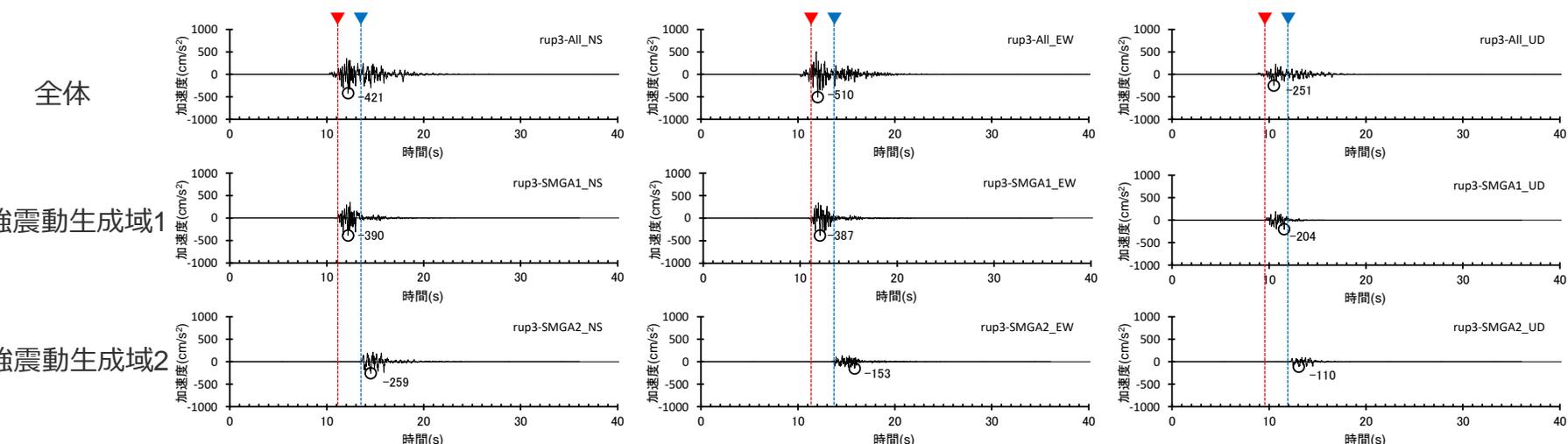
<加速度時刻歴波形（破壊開始点2）>

破壊開始点

○破壊開始点3から破壊するケースでは、先に強震動生成域1からの地震波が敷地に到達後、強震動生成域2からの地震波が敷地に到達する。



▼ : 強震動生成域1からの地震波の敷地への到達 ▼ : 強震動生成域2からの敷地への地震波の到達



＜加速度時刻歴波形（破壊開始点3）＞

＜補足説明資料③-29 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）の各震源断層パラメータの設定（補足）＞
 震源断層パラメータの設定（新井・他(2015)及び強震動予測レシピ(2020)との比較による妥当性の確認）
 （基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の震源断層パラメータの設定（設定方針））

- 2009年駿河湾の地震（本震M6.5）は、沈み込んだ浅い海洋プレート内地震であり、敷地周辺で発生した地震のうち、敷地への影響が最も大きかった最大規模の地震である。
- 検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）に選定した「敷地下方の想定スラブ内地震」は沈み込んだ浅い海洋プレート内地震であり、その基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）（M7.0）の設定には、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（本震）の震源特性を反映する。

**基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）
 （敷地下方の想定スラブ内地震）（M7.0）**

2009年駿河湾の地震（本震M6.5）

■ 微視的断層パラメータの設定

短周期レベル※1
 $A=2.08 \times 10^{19} \text{Nm/s}^2$

強震動生成域の面積※1
 $S_{\text{SMGA}}=36.0 \text{km}^2$

強震動生成域の地震モーメント※1
 $M_{0\text{SMGA}}=1.88 \times 10^{18} \text{Nm}$

↓

応力降下量※1 平均すべり量※1
 $\Delta\sigma_{\text{SMGA}}=35.7 \text{MPa}$ $D_{\text{SMGA}}=1.15 \text{m}$
 27.5MPa

■ 巨視的断層パラメータの設定

全体の地震モーメント※2
 $M_0=4.60 \times 10^{18} \text{Nm}$

■ 微視的断層パラメータの設定

短周期レベル
 $A=3.71 \times 10^{19} \text{Nm/s}^2$

強震動生成域の面積
 $S_{\text{SMGA}}=114.3 \text{km}^2$

強震動生成域の地震モーメント
 $M_{0\text{SMGA}}=1.06 \times 10^{19} \text{Nm}$

↓

応力降下量 平均すべり量
 $\Delta\sigma_{\text{SMGA}}=30.71 \text{MPa}$ $D_{\text{SMGA}}=2.05 \text{m}$

■ 巨視的断層パラメータの設定

全体の地震モーメント
 $M_0=2.60 \times 10^{19} \text{Nm}$

A は $M_0^{1/3}$ に比例

S_{SMGA} は $M_0^{2/3}$ に比例

$M_{0\text{SMGA}}$ は M_0 に比例

$32^{(7.0-6.5)} \approx 5.65$ 倍

※1：当社が作成した特性化震源モデルに基づく
 ※2：鈴木・他(2009)に基づく

<補足説明資料③-29 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）の各震源断層パラメータの設定（補足）>
震源断層パラメータの設定（新井・他(2015)及び強震動予測レシビ(2020)との比較による妥当性の確認）
（基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の震源断層パラメータの設定（設定フロー））

基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）（敷地下方の想定スラブ内地震）の震源断層パラメータの設定フロー

地震規模・地震モーメント・短周期レベル

- 地震規模 : M_j （地震規模に関する検討結果から設定）
- 地震モーメント : M_0 （2009年駿河湾の地震（本震）（鈴木・他(2009)の $M_0=4.6 \times 10^{18} \text{Nm}$ ）の $32^{0.5}$ 倍）
- 短周期レベル : A （2009年駿河湾の地震（本震）の M_0 - A 関係及びスケーリング則（ A は $M_0^{1/3}$ に比例）による）

強震動生成域の面積・地震モーメント・平均すべり量・応力降下量

- 強震動生成域の面積 : S_{SMGA} （2009年駿河湾の地震（本震）の M_0 - S_{SMGA} 関係及びスケーリング則（ S_{SMGA} は $M_0^{2/3}$ に比例）による）
- 強震動生成域の地震モーメント : M_{0SMGA} （2009年駿河湾の地震（本震）の M_0 - M_{0SMGA} 関係及びスケーリング則（ M_{0SMGA} は M_0 に比例）による）
- 強震動生成域の平均すべり量 : $D_{SMGA} = M_{0SMGA} / (\mu S_{SMGA})$ 、 μ は剛性率
- 強震動生成域の応力降下量 : $\Delta\sigma_{SMGA} = A / (4\pi r_{SMGA} \beta^2)$ 、 $r_{SMGA} = (S_{SMGA} / \pi)^{0.5}$ 、 β はS波速度

平均すべり量・震源断層面積・平均応力降下量

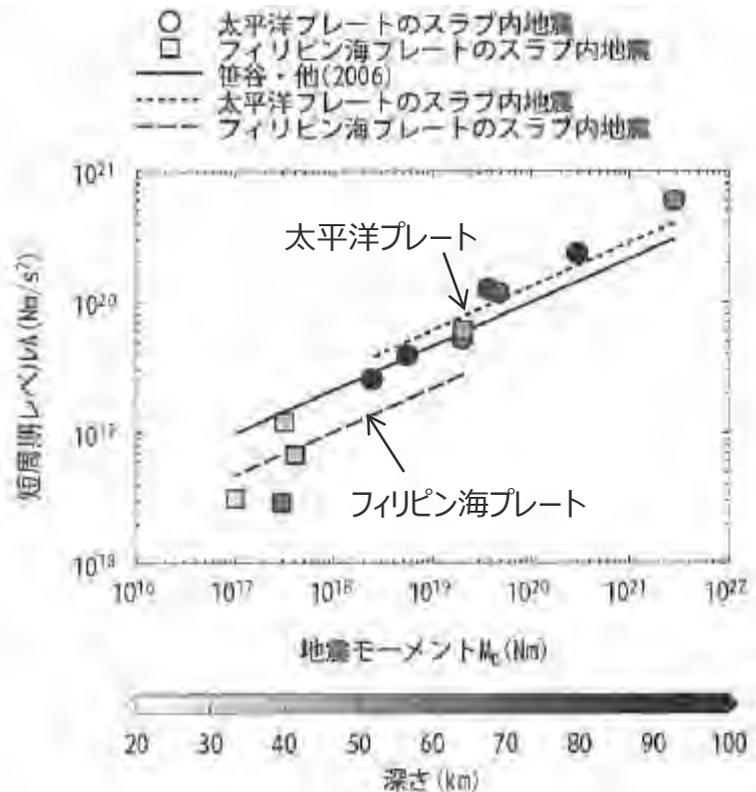
- 平均すべり量 : $D = D_{SMGA} / \gamma_D$ 、 $\gamma_D = 2.0$
- 震源断層面積 : $S = M_0 / (\mu D)$
- 平均応力降下量 : $\Delta\sigma = (7/16) \cdot M_0 / (S/\pi)^{1.5}$

背景領域のパラメータの設定

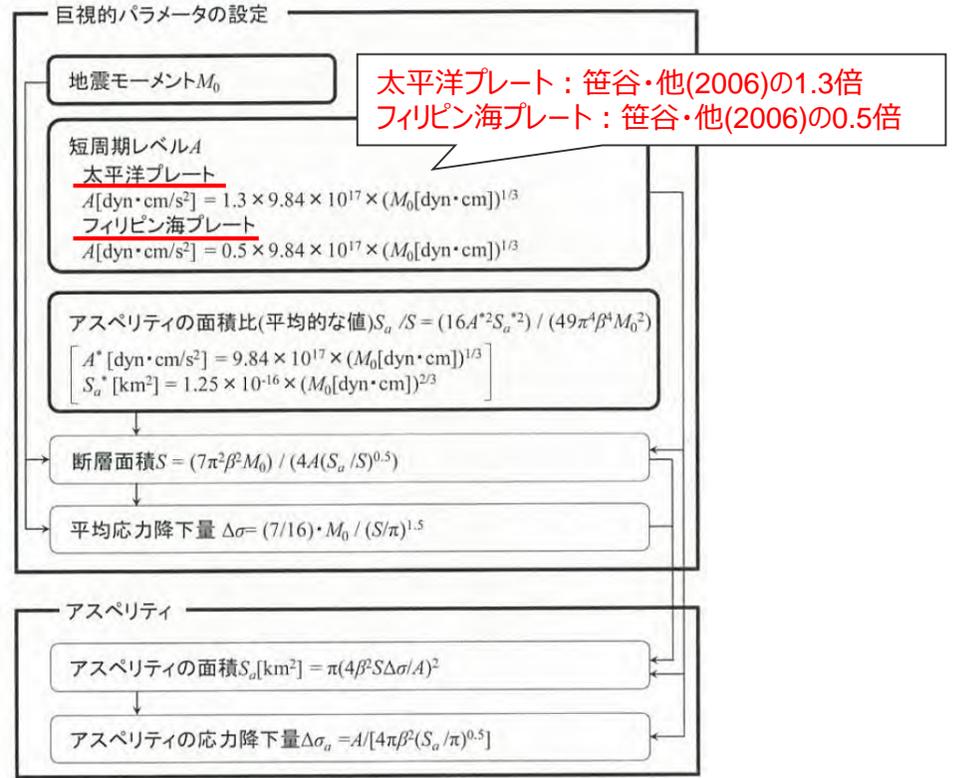
- 背景領域の地震モーメント : $M_{0back} = M_0 - M_{0SMGA}$
- 背景領域の面積 : $S_{back} = S - S_{SMGA}$
- 背景領域の平均すべり量 : $D_{back} = M_{0back} / (\mu S_{back})$
- 背景領域の実効応力 : $\sigma_{back} = (D_{back} / W_{back}) / (D_{SMGA} / W_{SMGA}) \cdot \Delta\sigma_{SMGA}$

<補足説明資料③-29 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）の各震源断層パラメータの設定（補足）>
震源断層パラメータの設定（新井・他(2015)及び強震動予測レシピ(2020)との比較による妥当性の確認）
（スラブ内地震の震源断層パラメータの設定方法に関する知見：新井・他(2015)）

- スラブ内地震の震源断層パラメータ設定に関する知見として、新井・他(2015)や地震調査委員会(2020)による強震動予測レシピ（以下、「強震動予測レシピ(2020)」という）がある。
- 新井・他(2015)は、スラブ内地震の短周期レベルの地域性及び深さ依存性を検討した上で、海洋プレート（太平洋プレート及びフィリピン海プレート）による短周期レベルの違いを考慮して、強震動予測のためのスラブ内地震の震源断層パラメータの設定方法を提案している。



<スラブ内地震のM₀-A関係>
(新井・他(2015)に対応する海洋プレートを加筆)



太平洋プレート：笹谷・他(2006)の1.3倍
フィリピン海プレート：笹谷・他(2006)の0.5倍

<スラブ内地震の震源断層パラメータ設定方法>
(新井・他(2015)に下線、笹谷・他(2006)との関係を加筆)

<補足説明資料③-29 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）の各震源断層パラメータの設定（補足）>
震源断層パラメータの設定（新井・他(2015)及び強震動予測レシピ(2020)との比較による妥当性の確認）
（スラブ内地震の震源断層パラメータの設定方法に関する知見：強震動予測レシピ(2020)）

- 強震動予測レシピ(2020)では、海洋プレートによる短周期レベルの違いを考慮して、太平洋プレートのスラブ内地震及びフィリピン海プレートのスラブ内地震を対象とした震源断層パラメータの設定方法がそれぞれ示されている。
- フィリピン海プレートのスラブ内地震を対象とした震源断層パラメータの設定方法は、基本的に、前述の新井・他(2015)で示された設定方法と同様である。
- 強震動生成域の面積比 Y_{SMGA} については、新井・他(2015)と同様、笹谷・他(2006)の経験式の組合せで算出する方法（ケース①）以外に、壇・他(2006)の経験式の組合せで算出する方法も示されている（ケース②）。

**ケース①：笹谷・他(2006)による組み合わせ
（新井・他(2015)と同様）**

強震動生成域面積比： $Y_{SMGA}=16A^2S_a^2/(49\pi^4\beta^4M_0^2)$

ここで、 $A=9.84 \times 10^{10} \times (M_0 \times 10^7)^{1/3}$,
 $S_a=1.25 \times 10^{-16} \times (M_0 \times 10^7)^{2/3}$
（笹谷・他(2006)）

ケース②：壇・他(2006)による組み合わせ

強震動生成域面積比： $Y_{SMGA}=16A^2S_a^2/(49\pi^4\beta^4M_0^2)$

ここで、 $A=1.13 \times 10^{11} \times (M_0 \times 10^7)^{1/3}$,
 $S_a=1.71 \times 10^{-16} \times (M_0 \times 10^7)^{2/3}$
（壇・他(2006)）

- 以降では、新井・他(2015)及び強震動予測レシピ(2020)（ケース①、②）に基づき、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M7.0の震源モデルを設定し、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）との関係を検討する。

<補足説明資料③-29 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）の各震源断層パラメータの設定（補足）>
震源断層パラメータの設定（新井・他(2015)及び強震動予測レシビ(2020)との比較による妥当性の確認
（スラブ内地震の震源断層パラメータの設定方法に関する知見：新井・他(2015)）

新井・他(2015)による震源断層パラメータの設定フロー

地震規模・地震モーメント・短周期レベル

地震規模 : M_j （地震規模に関する検討結果から設定）
 地震モーメント : M_0 （2009年駿河湾の地震（本震）（鈴木・他(2009)の $M_0=4.6 \times 10^{18} \text{Nm}$ ）の $32^{0.5}$ 倍）
 短周期レベル : $A=0.5 \times (9.84 \times 10^{10} \times (M_0 \times 10^7)^{1/3})$

新井・他(2015)では強震動生成域をアスペリティとし、その面積を S_a と記載しているが、ここでは強震動生成域とし、 S_{SMGA} と記載している。

強震動生成域の面積比

強震動生成域の面積比 : $S/S_{SMGA}=16A^2S_a^*/(49\pi^4\beta^4M_0^2)$
 ここで、 $A^*=9.84 \times 10^{10} \times (M_0 \times 10^7)^{1/3}$, $S_a^*=1.25 \times 10^{-16} \times (M_0 \times 10^7)^{2/3}$

震源断層面積・平均応力降下量

震源断層面積 : $S=7\pi^2\beta^2M_0/(4A(S_{SMGA}/S)^{0.5})$
 平均応力降下量 : $\Delta\sigma=(7/16) \cdot M_0/(S/\pi)^{1.5}$

強震動生成域の面積・応力降下量

強震動生成域の面積 : $S_{SMGA}=\pi(4\beta^2S\Delta\sigma/A)^2$
 強震動生成域の応力降下量 : $\Delta\sigma_{SMGA}=A/(4\pi\beta^2(S_{SMGA}/\pi)^{0.5})$

<補足説明資料③-29 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）の各震源断層パラメータの設定（補足）>
震源断層パラメータの設定（新井・他(2015)及び強震動予測レシピ(2020)との比較による妥当性の確認）
（スラブ内地震の震源断層パラメータの設定方法に関する知見：強震動予測レシピ(2020)）

強震動予測レシピ(2020)による震源断層パラメータの設定フロー（ケース①）

地震規模・地震モーメント・短周期レベル

地震規模 : M_j （地震規模に関する検討結果から設定）
地震モーメント : M_0 （2009年駿河湾の地震（本震）（鈴木・他(2009)の $M_0=4.6 \times 10^{18} \text{Nm}$ ）の $32^{0.5}$ 倍）
短周期レベル : $A=0.5 \times (9.84 \times 10^{10} \times (M_0 \times 10^7)^{1/3})$

強震動生成域の面積比

強震動生成域の面積比 : $Y_{SMGA} = 16A^2 S_a^2 / (49\pi^4 \beta^4 M_0^2)$
ここで、 $A=9.84 \times 10^{10} \times (M_0 \times 10^7)^{1/3}$, $S_a=1.25 \times 10^{-16} \times (M_0 \times 10^7)^{2/3}$ （笹谷・他(2006)）

震源断層面積・平均すべり量・平均応力降下量

震源断層面積 : $S=7\pi^2\beta^2 M_0 / (4AY_{SMGA}^{0.5})$, ここで、 $A=0.5 \times (9.84 \times 10^{10} \times (M_0 \times 10^7)^{1/3})$
平均すべり量 : $D=M_0 / (\mu S)$
平均応力降下量 : $\Delta\sigma=(7/16) \cdot M_0 / (S/\pi)^{1.5}$

強震動生成域の面積・平均すべり量・地震モーメント・応力降下量

強震動生成域の面積 : $S_{SMGA}=Y_{SMGA} \times S$
強震動生成域の平均すべり量 : $D_{SMGA}=\xi \times D$, $\xi=2.0$
強震動生成域の地震モーメント : $M_{0SMGA}=\mu D_{SMGA} S_{SMGA}$
強震動生成域の応力降下量 : $\Delta\sigma_{SMGA}=(S/S_{SMGA}) \cdot \Delta\sigma$

背景領域のパラメータの設定

背景領域の地震モーメント : $M_{0back}=M_0-M_{0SMGA}$
背景領域の面積 : $S_{back}=S-S_{SMGA}$
背景領域の平均すべり量 : $D_{back}=M_{0back} / (\mu S_{back})$
背景領域の実効応力 : $\sigma_{back}=(D_{back}/W_{back}) / (D_{SMGA}/W_{SMGA}) \cdot \sigma_{SMGA}$

<補足説明資料③-29 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）の各震源断層パラメータの設定（補足）>
震源断層パラメータの設定（新井・他(2015)及び強震動予測レシピ(2020)との比較による妥当性の確認）
（スラブ内地震の震源断層パラメータの設定方法に関する知見：強震動予測レシピ(2020)）

強震動予測レシピ(2020)による震源断層パラメータの設定フロー（ケース②）

地震規模・地震モーメント・短周期レベル

地震規模 : M_j （地震規模に関する検討結果から設定）
地震モーメント : M_0 （2009年駿河湾の地震（本震）（鈴木・他(2009)の $M_0=4.6 \times 10^{18} \text{Nm}$ ）の $32^{0.5}$ 倍）
短周期レベル : $A=0.5 \times (9.84 \times 10^{10} \times (M_0 \times 10^7)^{1/3})$

強震動生成域の面積比

強震動生成域の面積比 : $Y_{SMGA} = 16A^2 S_a^2 / (49\pi^4 \beta^4 M_0^2)$
ここで、 $A=1.13 \times 10^{11} \times (M_0 \times 10^7)^{1/3}$, $S_a=1.71 \times 10^{-16} \times (M_0 \times 10^7)^{2/3}$ （壇・他(2006)）

震源断層面積・平均すべり量・平均応力降下量

震源断層面積 : $S=7\pi^2\beta^2 M_0 / (4AY_{SMGA}^{0.5})$, ここで、 $A=0.5 \times (9.84 \times 10^{10} \times (M_0 \times 10^7)^{1/3})$
平均すべり量 : $D=M_0 / (\mu S)$
平均応力降下量 : $\Delta\sigma=(7/16) \cdot M_0 / (S/\pi)^{1.5}$

強震動生成域の面積・平均すべり量・地震モーメント・応力降下量

強震動生成域の面積 : $S_{SMGA}=Y_{SMGA} \times S$
強震動生成域の平均すべり量 : $D_{SMGA}=\xi \times D$, $\xi=2.0$
強震動生成域の地震モーメント : $M_{0SMGA}=\mu D_{SMGA} S_{SMGA}$
強震動生成域の応力降下量 : $\Delta\sigma_{SMGA}=(S/S_{SMGA}) \cdot \Delta\sigma$

背景領域のパラメータの設定

背景領域の地震モーメント : $M_{0back}=M_0-M_{0SMGA}$
背景領域の面積 : $S_{back}=S-S_{SMGA}$
背景領域の平均すべり量 : $D_{back}=M_{0back} / (\mu S_{back})$
背景領域の実効応力 : $\sigma_{back}=(D_{back} / W_{back}) / (D_{SMGA} / W_{SMGA}) \cdot \sigma_{SMGA}$

<補足説明資料③-29 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）の各震源断層パラメータの設定（補足）>
震源断層パラメータの設定（新井・他(2015)及び強震動予測レシピ(2020)との比較による妥当性の確認）
（スラブ内地震の震源断層パラメータの設定方法に関する知見：震源断層パラメータの比較）

- 新井・他(2015)に基づく震源モデルについて、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の震源断層パラメータと概ね整合しており、地震動評価への影響が大きい短周期レベルは、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の方がやや保守的な設定となっている。
- 強震動予測レシピ(2020)に基づく震源モデルについて、ケース①は新井・他(2015)と同様である。ケース②は強震動生成域の面積比の算出方法が異なることで、強震動生成域の面積が大きくなり（強震動生成域の面積比0.49）、強震動生成域の応力降下量が小さくなっている。ケース①、②とも地震動評価への影響が大きい短周期レベルは同じであり、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の方がやや保守的な設定となっている。



敷地下方の想定スラブ内地震について、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と新井・他(2015)及び強震動予測レシピ(2020)に基づく震源モデルを比較することで、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の震源断層パラメータの設定方法（スケーリング則に基づき2009年駿河湾の地震（本震）の震源特性を反映）の妥当性を確認した。

<基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）（M7.0）、新井・他(2015)及び強震動予測レシピ(2020)に基づく震源モデル（M7.0）の震源断層パラメータの比較>

| 震源断層パラメータ | | 基本震源モデル （地震動の顕著な増幅を考慮しない） （M7.0） | 新井・他(2015)に 基づく震源モデル （M7.0） | 強震動予測レシピ(2020)に基づく 震源モデル（M7.0） | |
|----------------|-----------------------------|--|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| | | | | ケース① | ケース② |
| 巨視的断層 パラメータ | 地震規模Mj | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 |
| | 震源断層長さ(km) | 29.0 | 27.6 | 27.6 | 22.1 |
| | 震源断層幅(km) | 19.3 | 18.4 | 18.4 | 14.7 |
| | 震源断層面積(km ²) | 559.8 | 509.2 | 509.2 | 324.2 |
| | 地震モーメント(Nm) | 2.60×10 ¹⁹ | 2.60×10 ¹⁹ | 2.60×10 ¹⁹ | 2.60×10 ¹⁹ |
| 微視的断層 パラメータ | 短周期レベル(Nm/s ²) | 3.71×10 ¹⁹ | 3.14×10 ¹⁹ | 3.14×10 ¹⁹ | 3.14×10 ¹⁹ |
| | 強震動生成域の応力降下量(MPa) | 30.71 | 27.57 | 27.57 | 22.0 |
| | 強震動生成域の面積(km ²) | 114.3 | 101.9 | 101.9 | 160.1 |
| | 強震動生成域の面積比(-) | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.49 |
| | 強震動生成域の地震モーメント(Nm) | 1.06×10 ¹⁹ | 1.04×10 ¹⁹ ※ | 1.04×10 ¹⁹ | 2.57×10 ¹⁹ |

※M_{0SMGA}=μD_{SMGA}S_{SMGA}で算出

<補足説明資料③-29 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）の各震源断層パラメータの設定（補足）>
震源断層パラメータの設定（新井・他(2015)及び強震動予測レシピ(2020)との比較による妥当性の確認）
（スラブ内地震の震源断層パラメータの設定方法に関する知見：震源断層パラメータ設定方法の比較）

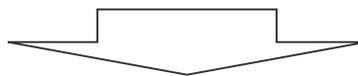
<基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と強震動予測レシピ(2020)に基づく震源モデルの震源断層パラメータ設定方法の比較>

| 震源断層パラメータ | | 基本震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮しない) (M7.0) | 強震動予測レシピ(2020)に基づく震源モデル (ケース①、②) (M7.0) |
|--------------------|-----------------------------|--|---|
| 巨視的 断層 パラメータ | 地震規模Mj | ①地震規模に関する検討結果から設定 | ①地震規模に関する検討結果から設定 |
| | 断層面積(km ²) | ⑥S=M ₀ /(μD) | ⑤S=7π ² β ² M ₀ /(4AY _{SMGA}), ここで、A=0.5×(9.84×10 ¹⁰ ×(M ₀ ×10 ⁷) ^{1/3}) |
| | 地震モーメント(Nm) | ②2009年駿河湾の地震（本震）（鈴木・他(2009)のM ₀ =4.6×10 ¹⁸ Nm）の32 ^{0.5} 倍 | ②2009年駿河湾の地震（本震）（鈴木・他(2009)のM ₀ =4.6×10 ¹⁸ Nm）の32 ^{0.5} 倍 |
| | 平均すべり量(m) | ⑤D=D _{SMGA} /Y _D , Y _D =2.0 | ⑥D=M ₀ /(μS) |
| | 平均応力降下量 | ⑦Δσ=(7/16)・M ₀ /(S/π) ^{1.5} | ⑥Δσ=(7/16)・M ₀ /(S/π) ^{1.5} |
| 微視的 断層 パラメータ | 短周期レベル(Nm/s ²) | ③2009年駿河湾の地震（本震）のM ₀ -A関係による (AはM ₀ ^{1/3} に比例) | ③A=0.5×(9.84×10 ¹⁰ ×(M ₀ ×10 ⁷) ^{1/3}) (笹谷・他(2006)の0.5倍) |
| | 強震動生成域の応力降下量(MPa) | ④Δσ _{SMGA} =A/(4πr _{SMGA} ² β ²), r _{SMGA} =(S _{SMGA} /π) ^{0.5} | ⑨Δσ _{SMGA} =(S/S _{SMGA})・Δσ |
| | 強震動生成域の面積(km ²) | ③2009年駿河湾の地震（本震）のM ₀ -S _{SMGA} 関係及び スケーリング則による（S _{SMGA} はM ₀ ^{2/3} に比例） | ⑦S _{SMGA} =Y _{SMGA} ×S |
| | 強震動生成域の面積比(-) | S _{SMGA} /S | ④Y _{SMGA} =16A ² S _a ² /(49π ⁴ β ⁴ M ₀ ²) ここで、A及びS _a は、笹谷・他(2006)又は壇・他(2006)のM ₀ -S関係式及びM ₀ -S _a 関係式に基づく。 |
| | 強震動生成域の地震モーメント(Nm) | ③2009年駿河湾の地震（本震）のM ₀ -M _{0SMGA} 関係及び スケーリング則による（M _{0SMGA} はM ₀ に比例） | ⑩M _{0SMGA} =μD _{SMGA} S _{SMGA} |
| | 強震動生成域の平均すべり量(m) | ④D _{SMGA} =M _{0SMGA} /(μS _{SMGA}) | ⑧D _{SMGA} =ξ×D, ξ=2.0 |

断層位置及び強震動生成域の面積比に関するケーススタディ

（検討方針）

○前述のとおり、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）は、断層位置、強震動生成域の位置及び破壊開始点の不確かさを予め考慮している。また、複数設定した破壊開始点のうち破壊開始点2から破壊するケースでは、強震動生成域1からの地震波と強震動生成域2からの地震波は、ほぼ同時に敷地に到達する。このため、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）は、敷地への影響が大きい設定になっていると考えられる。



○以降では、震源断層の位置や2つの強震動生成域の面積比を変えた複数のモデル（以下、「ケーススタディモデル」という。）を設定し、統計的グリーン関数法による地震動評価を行い、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）との比較を行うことで、基本震源モデルの代表性を確認する。

【基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）を元に、ケーススタディモデル①～⑤を設定】

ケーススタディモデル①：2つの強震動生成域の地震波が敷地に同時に到達するよう震源断層を配置したモデル

ケーススタディモデル②：2つの強震動生成域の地震波が敷地に同時に到達するよう震源断層を配置したモデル

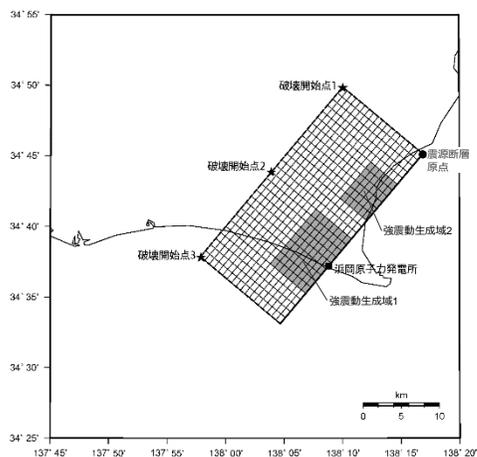
ケーススタディモデル③：強震動生成域の面積比を1:1として、2つの強震動生成域の地震波が敷地に同時に到達するよう震源断層を配置したモデル

ケーススタディモデル④：強震動生成域1に対する等価震源距離が最短となるよう震源断層を配置したモデル

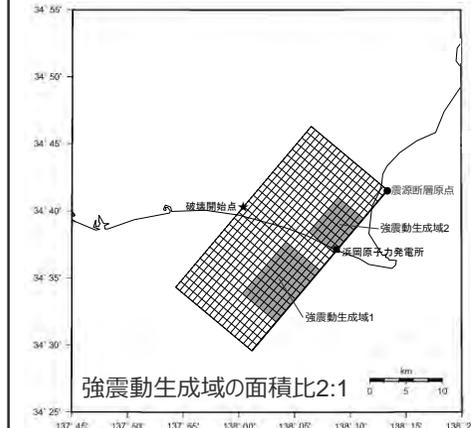
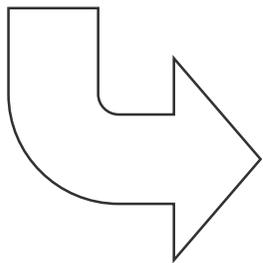
ケーススタディモデル⑤：強震動生成域1の南端中央に敷地が位置するよう震源断層を配置したモデル
（地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価に用いるモデル（後述参照））

<補足説明資料③-29 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）の各震源断層パラメータの設定（補足）>
断層位置及び強震動生成域の面積比に関するケーススタディ
 （ケーススタディモデル）

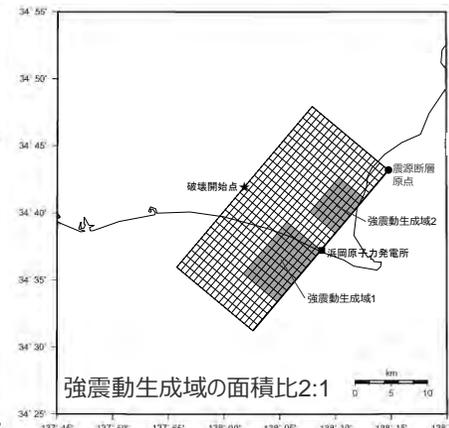
ケーススタディモデル



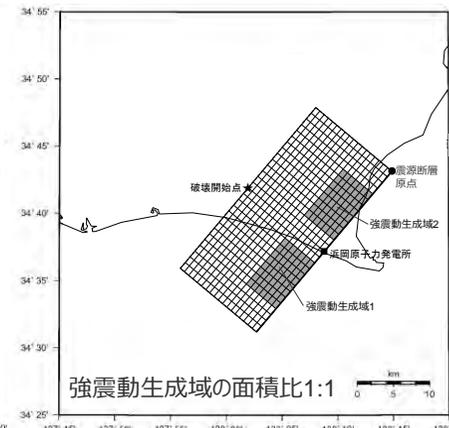
（基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）（敷地下方の想定スラブ内地震））



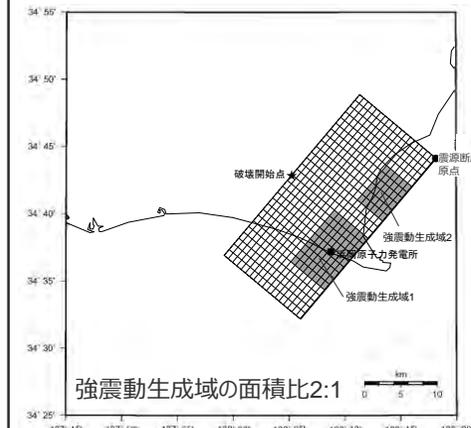
（ケーススタディモデル①）



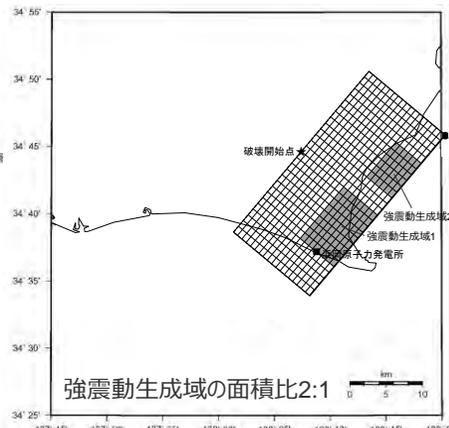
（ケーススタディモデル②）



（ケーススタディモデル③）



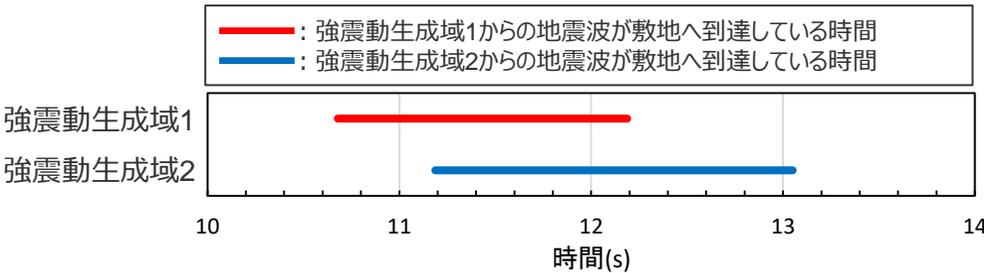
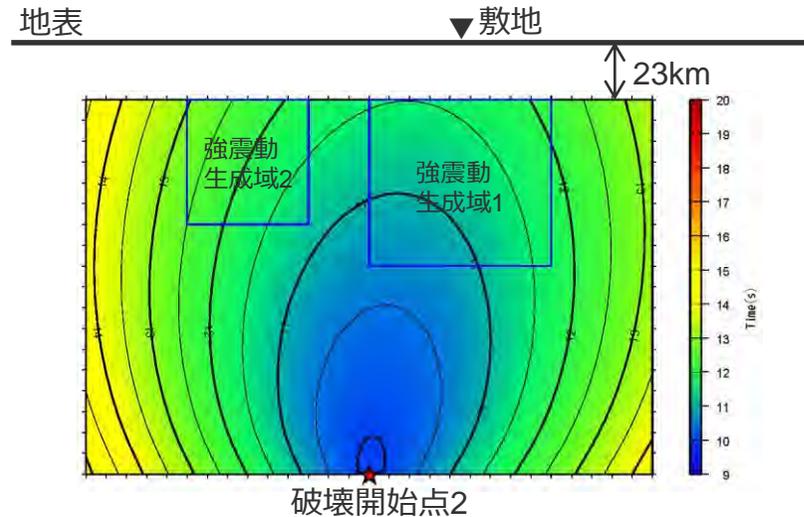
（ケーススタディモデル④）



（ケーススタディモデル⑤）

（基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない））

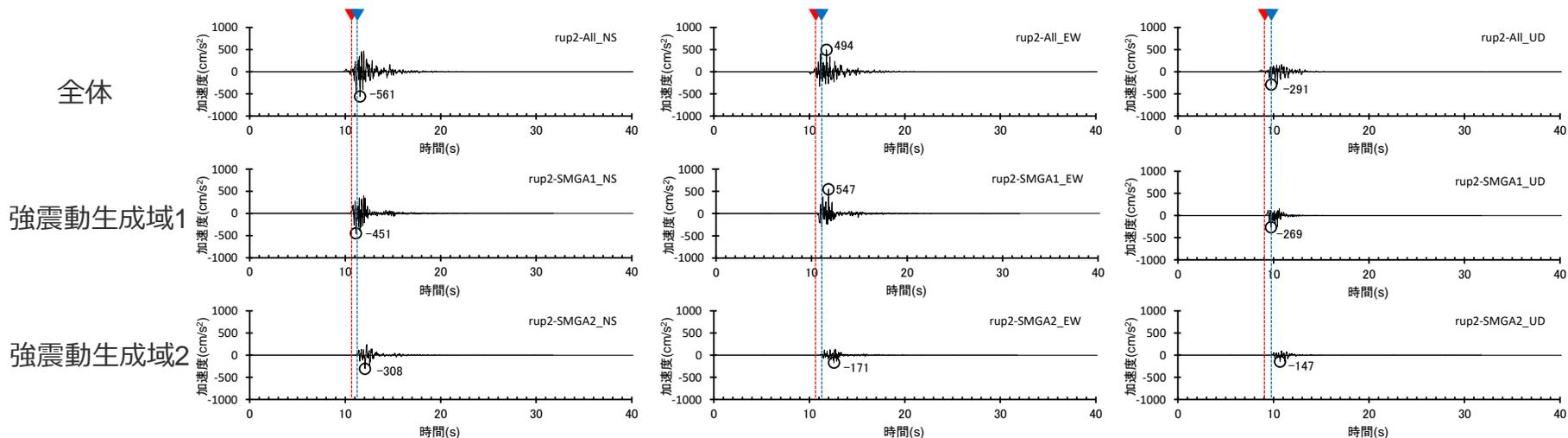
○基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）
 （破壊開始点2）から破壊するケースでは、強震動生成域1からの地震波と強震動生成域2からの地震波は、ほぼ同時に敷地に到達する。



＜各強震動生成域からの地震波の重なり＞

▼ : 強震動生成域1からの地震波の敷地への到達 ▼ : 強震動生成域2からの敷地への地震波の到達

＜アイソクロン（水平動）＞

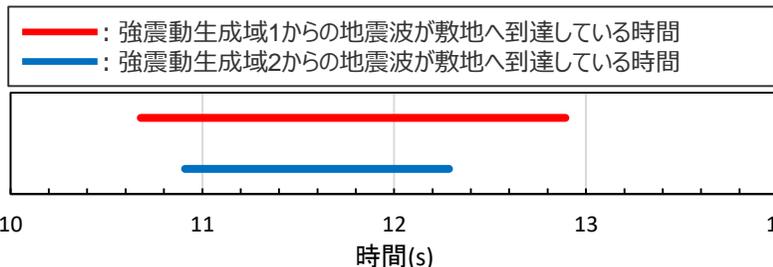


＜基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の加速度時刻歴波形（破壊開始点2）＞

断層位置及び強震動生成域の面積比に関するケーススタディ

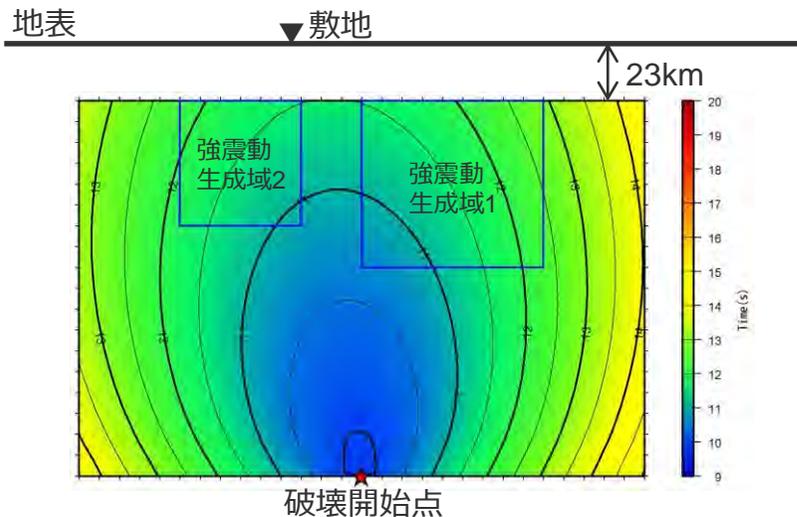
（ケーススタディモデル①）

○ケーススタディモデル①の地震動評価結果によると、強震動生成域1からの地震波と強震動生成域2からの地震波は、同時に敷地に到達する。

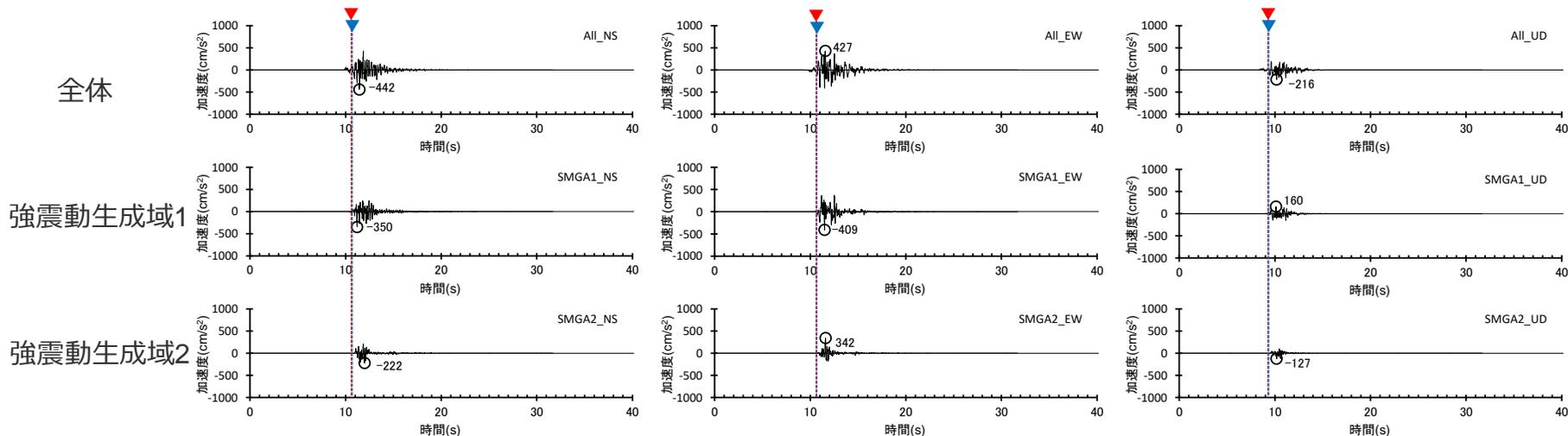


<各強震動生成域からの地震波の重なり>

▼ : 強震動生成域1からの地震波の敷地への到達 ▼ : 強震動生成域2からの敷地への地震波の到達



<アイソクロン（水平動）>

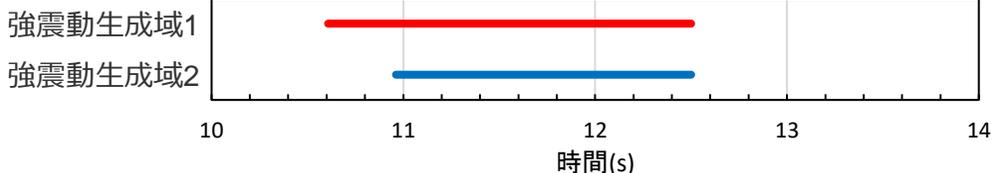


<ケーススタディモデル①の加速度時刻歴波形>

（ケーススタディモデル②）

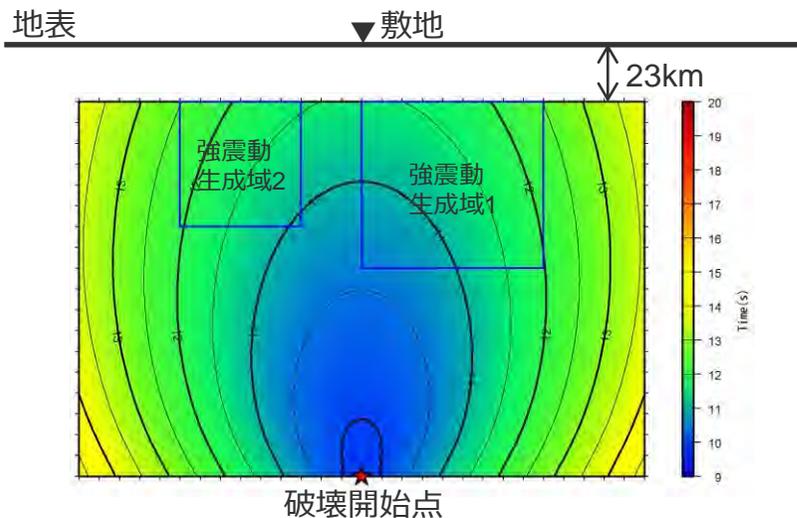
○ケーススタディモデル②の地震動評価結果によると、強震動生成域1からの地震波と強震動生成域2からの地震波は、同時に敷地に到達する。

— : 強震動生成域1からの地震波が敷地へ到達している時間
— : 強震動生成域2からの地震波が敷地へ到達している時間

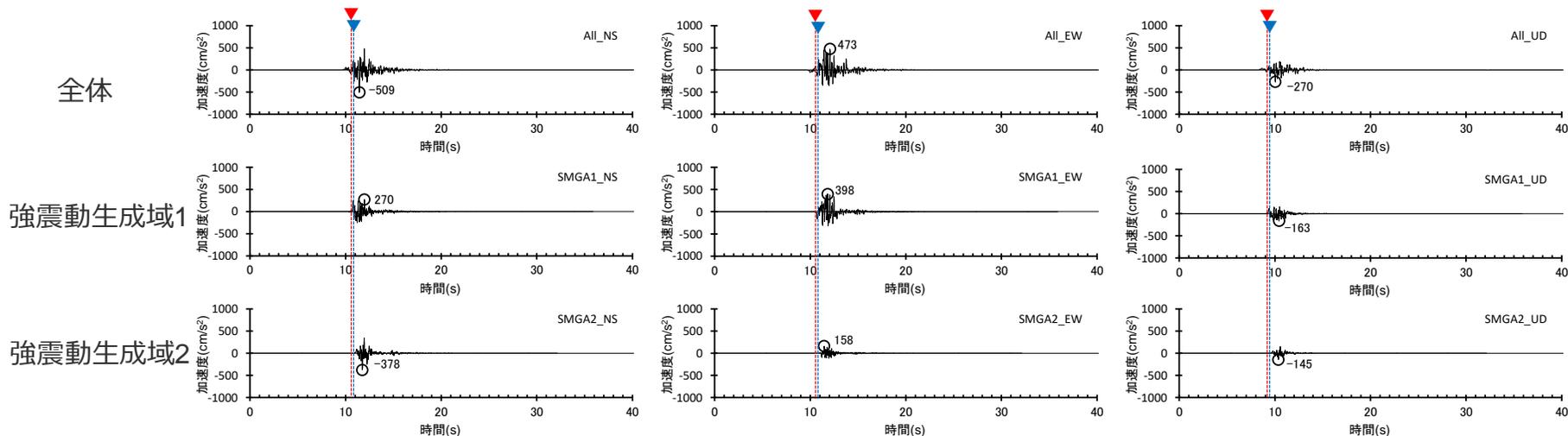


＜各強震動生成域からの地震波の重なり＞

▼ : 強震動生成域1からの地震波の敷地への到達 ▼ : 強震動生成域2からの敷地への地震波の到達



＜アイソクロン（水平動）＞



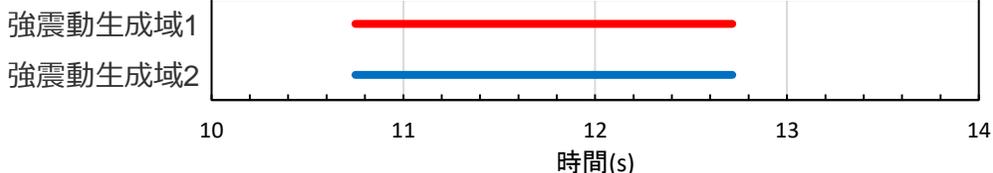
＜ケーススタディモデル②の加速度時刻歴波形＞

断層位置及び強震動生成域の面積比に関するケーススタディ

（ケーススタディモデル③）

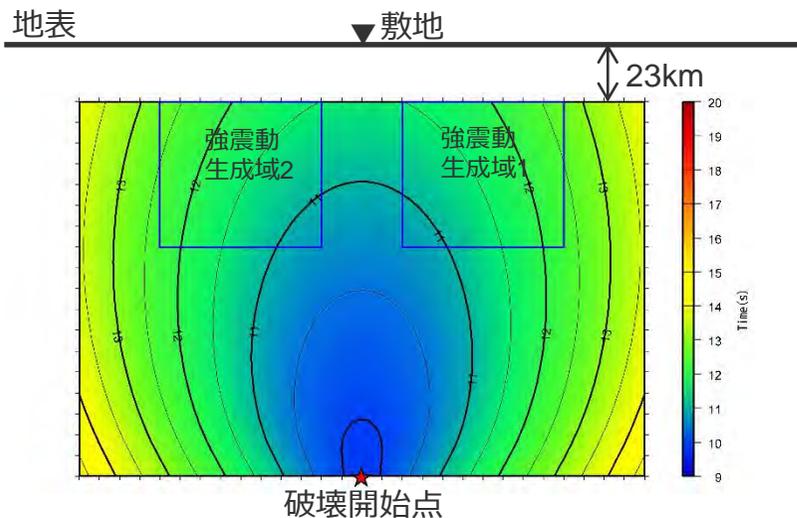
○ケーススタディモデル③の地震動評価結果によると、強震動生成域1からの地震波と強震動生成域2からの地震波は、同時に敷地に到達する。

— : 強震動生成域1からの地震波が敷地へ到達している時間
— : 強震動生成域2からの地震波が敷地へ到達している時間

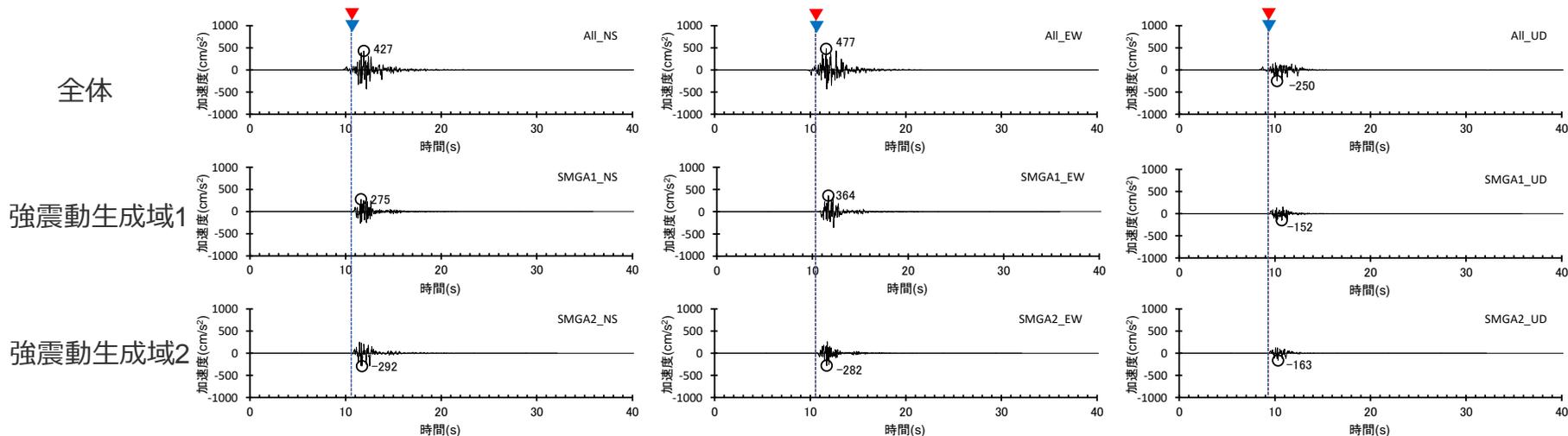


<各強震動生成域からの地震波の重なり>

▼ : 強震動生成域1からの地震波の敷地への到達 ▼ : 強震動生成域2からの敷地への地震波の到達



<アイソクロン（水平動）>



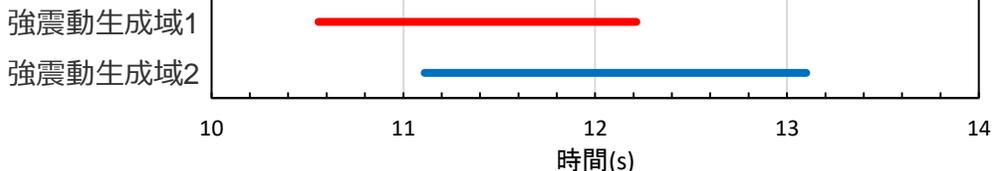
<ケーススタディモデル③の加速度時刻歴波形>

断層位置及び強震動生成域の面積比に関するケーススタディ

（ケーススタディモデル④）

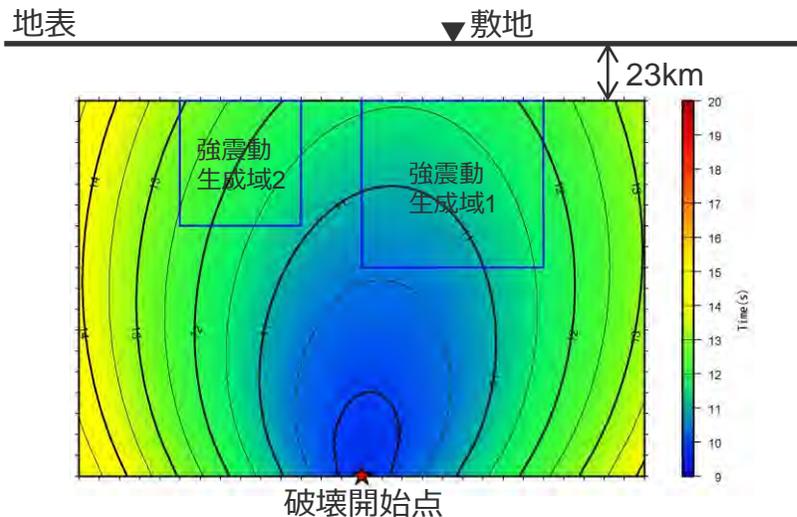
○ケーススタディモデル④の地震動評価結果によると、強震動生成域1からの地震波と強震動生成域2からの地震波は、ほぼ同時に敷地に到達する。

— : 強震動生成域1からの地震波が敷地へ到達している時間
— : 強震動生成域2からの地震波が敷地へ到達している時間

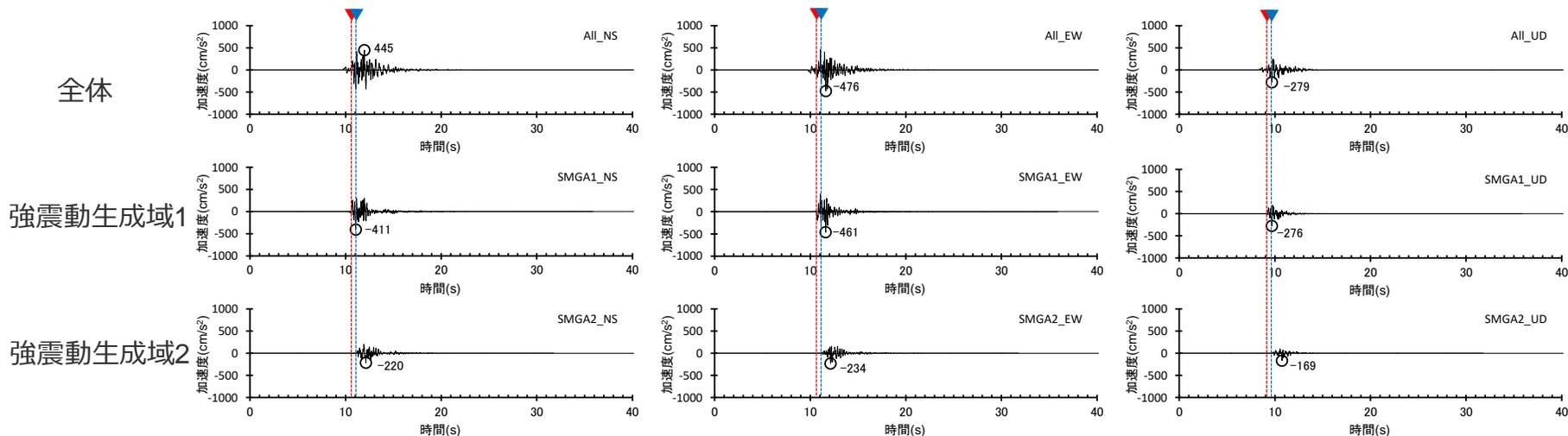


<各強震動生成域からの地震波の重なり>

▼ : 強震動生成域1からの地震波の敷地への到達 ▼ : 強震動生成域2からの敷地への地震波の到達



<アイソクロン（水平動）>



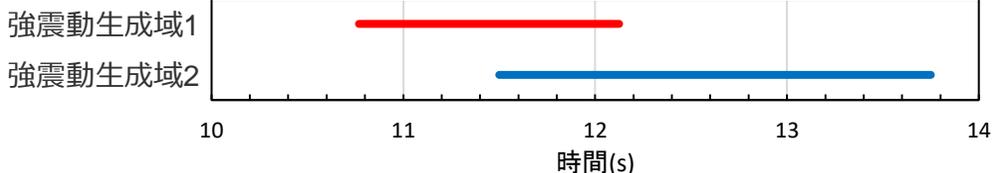
<ケーススタディモデル④の加速度時刻歴波形>

断層位置及び強震動生成域の面積比に関するケーススタディ

（ケーススタディモデル⑤）

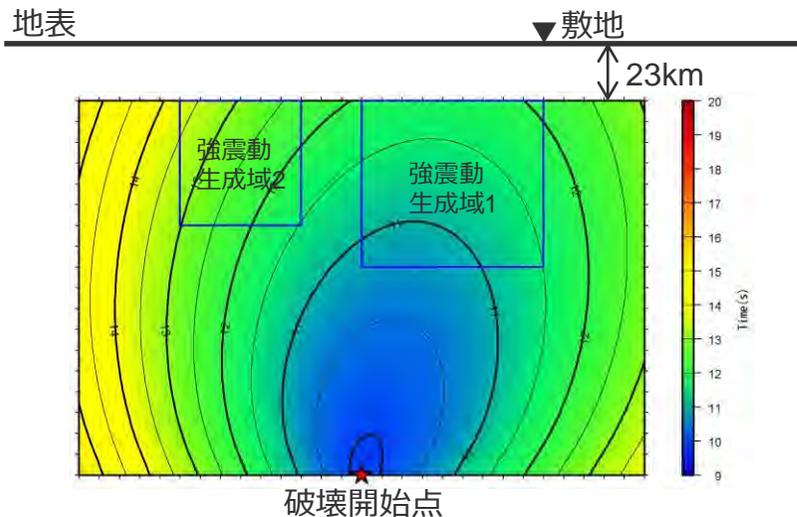
○ケーススタディモデル⑤の地震動評価結果によると、強震動生成域1からの地震波と強震動生成域2からの地震波は、ほぼ同時に敷地に到達する。

— : 強震動生成域1からの地震波が敷地へ到達している時間
— : 強震動生成域2からの地震波が敷地へ到達している時間

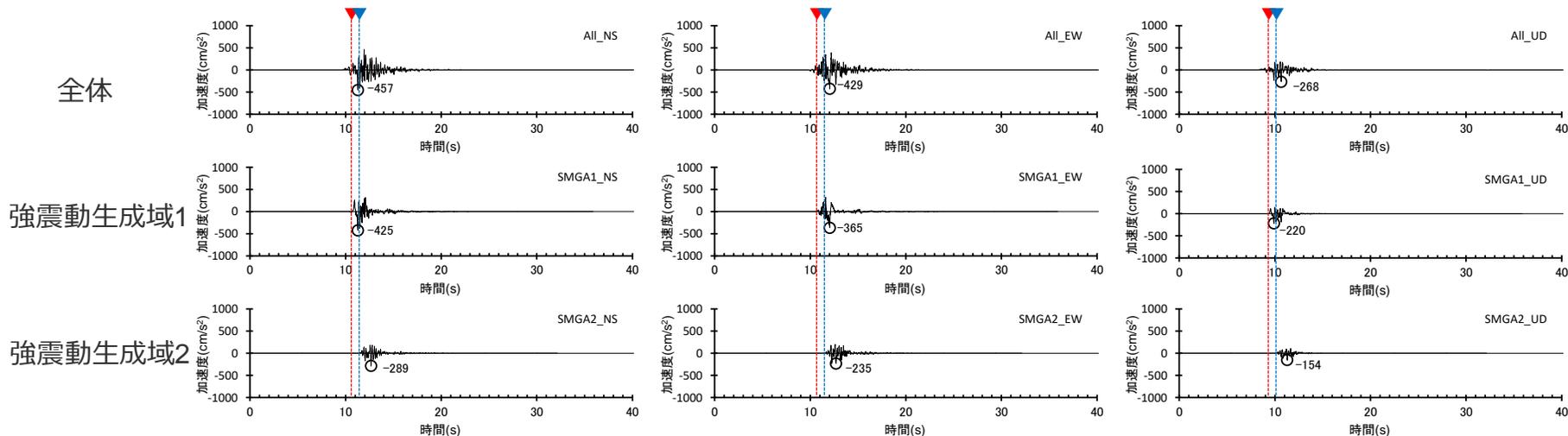


<各強震動生成域からの地震波の重なり>

▼ : 強震動生成域1からの地震波の敷地への到達 ▼ : 強震動生成域2からの敷地への地震波の到達



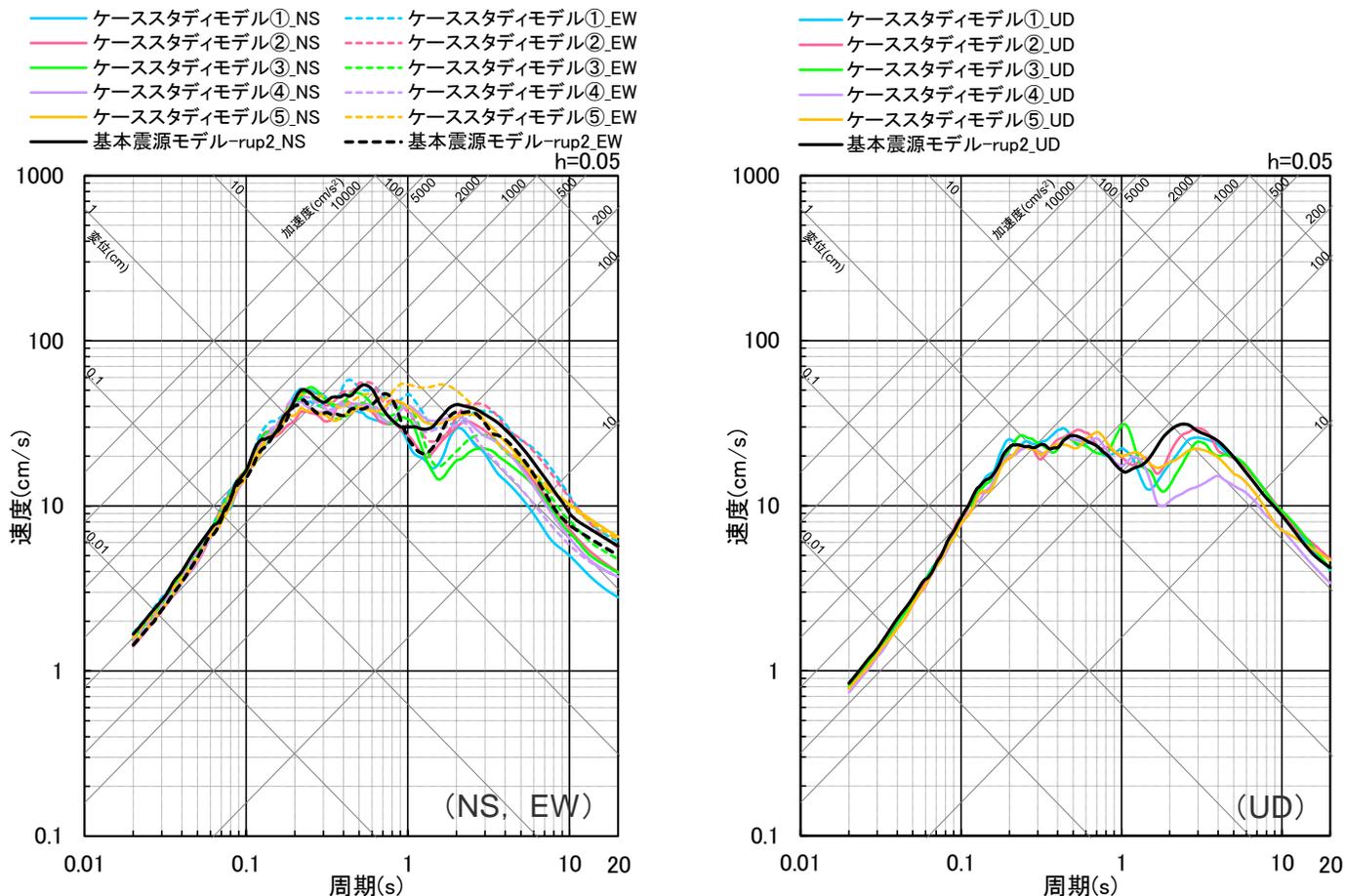
<アイソクロン（水平動）>



<ケーススタディモデル⑤の加速度時刻歴波形>

（擬似速度平均応答スペクトルの比較）

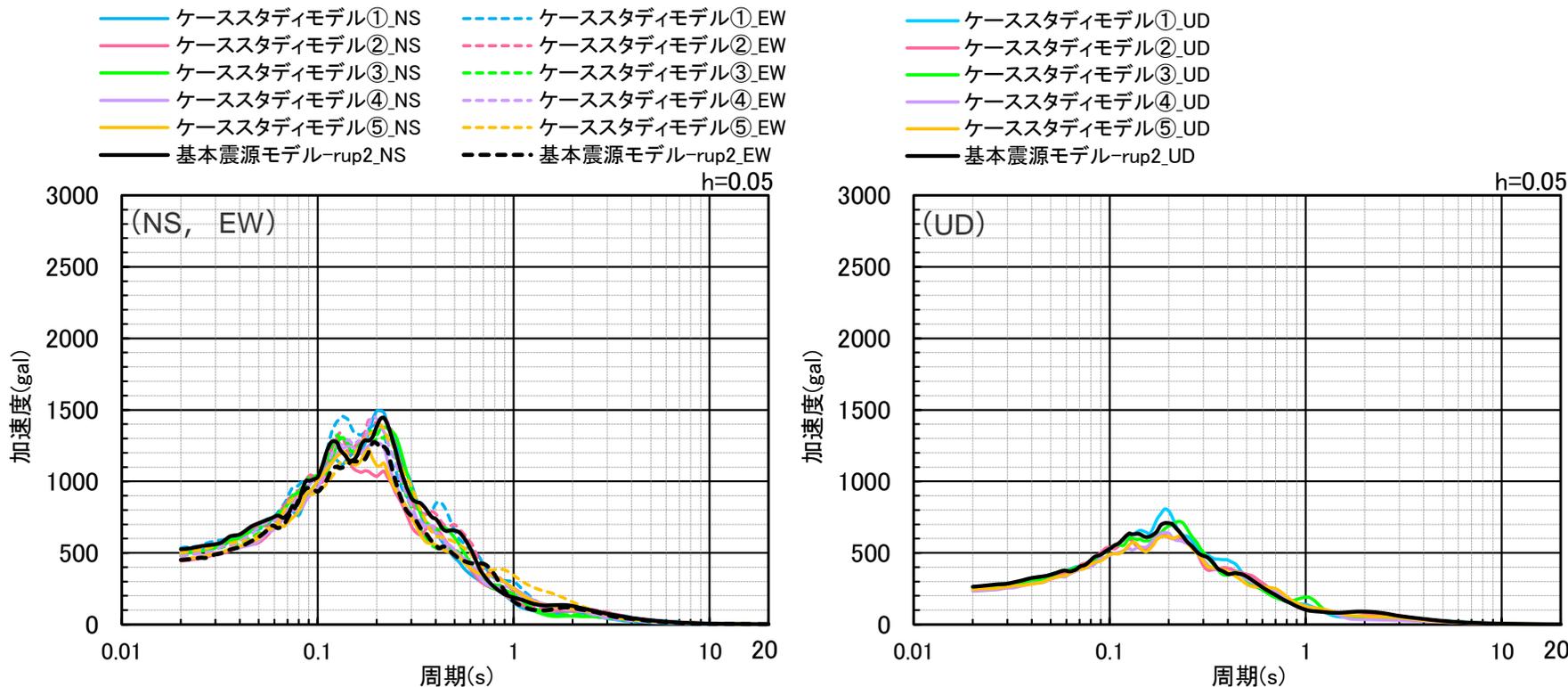
○敷地下方の想定スラブ内地震について、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）（破壊開始点2）とケーススタディモデル①～⑤の統計的グリーン関数法による地震動評価結果（擬似速度平均応答スペクトル）の比較によると、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）（破壊開始点2）の地震動レベルはケーススタディモデル①～⑤と同程度となっている。



<基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）とケーススタディモデル①～⑤の擬似速度平均応答スペクトルの比較（統計的グリーン関数法）>

断層位置及び強震動生成域の面積比に関するケーススタディ (加速度平均応答スペクトルの比較)

○敷地下方の想定スラブ内地震について、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）（破壊開始点2）とケーススタディモデル①～⑤の統計的グリーン関数法による地震動評価結果（加速度平均応答スペクトル）の比較によると、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）（破壊開始点2）の地震動レベルはケーススタディモデル①～⑤と同程度となっている。

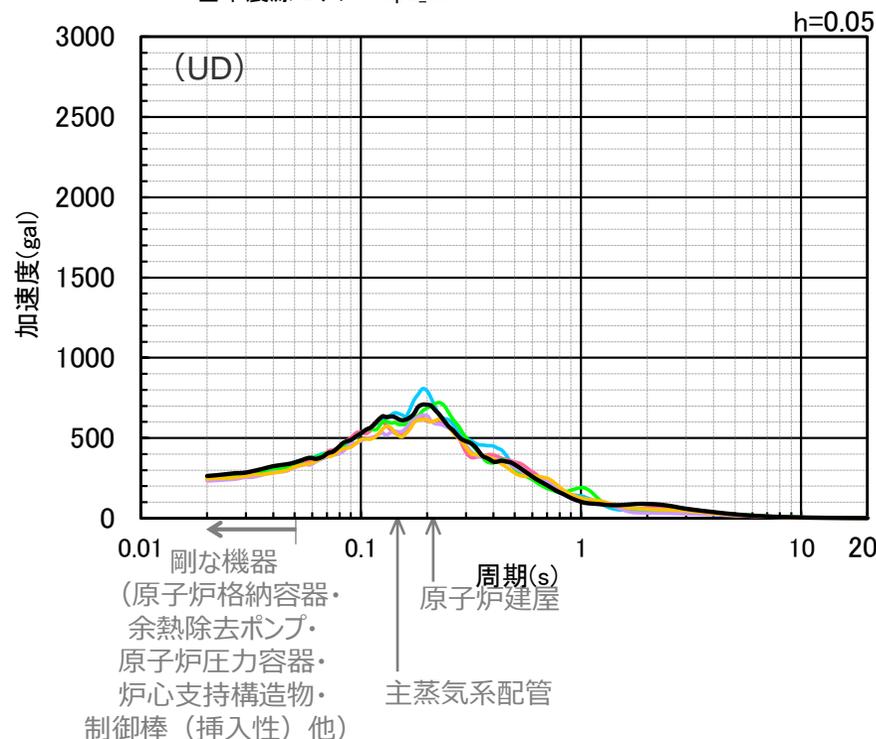
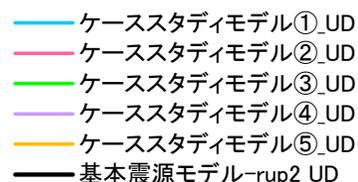
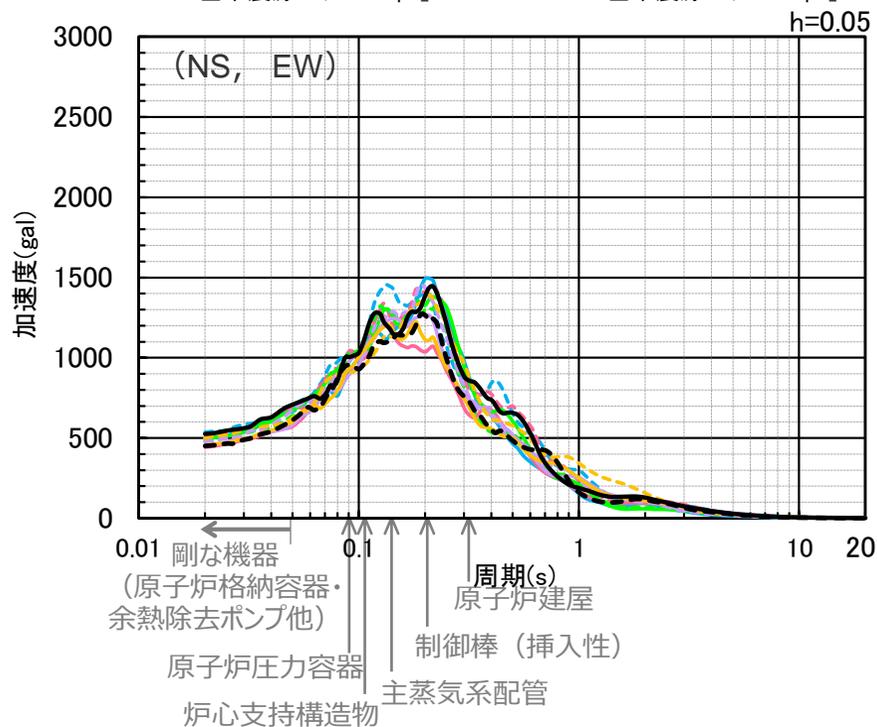
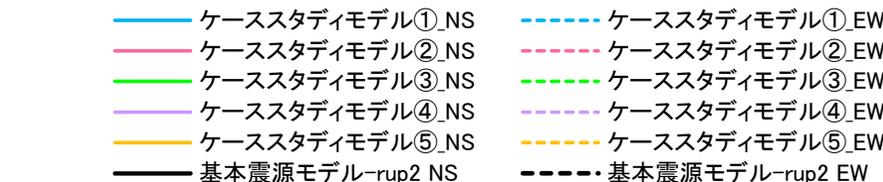


<基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）とケーススタディモデル①～⑤の加速度平均応答スペクトルの比較（統計的グリーン関数法）>

断層位置及び強震動生成域の面積比に関するケーススタディ

（主要施設の固有周期との関係）

- 以上の検討から、敷地下方の想定スラブ内地震について、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の地震動レベルは、ケーススタディモデル①～⑤の地震動レベルと同程度であることから、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の代表性に支障がないことを確認した。
- ただし、ケーススタディモデル①については、4号炉主要施設の固有周期において、周期0.1～0.2秒付近にピークが見られることを踏まえ、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断層位置を配置した当該モデルを断層位置の不確かさを考慮した震源モデルとし、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を考慮して地震動評価を行い、基準地震動Ssの策定に反映する。



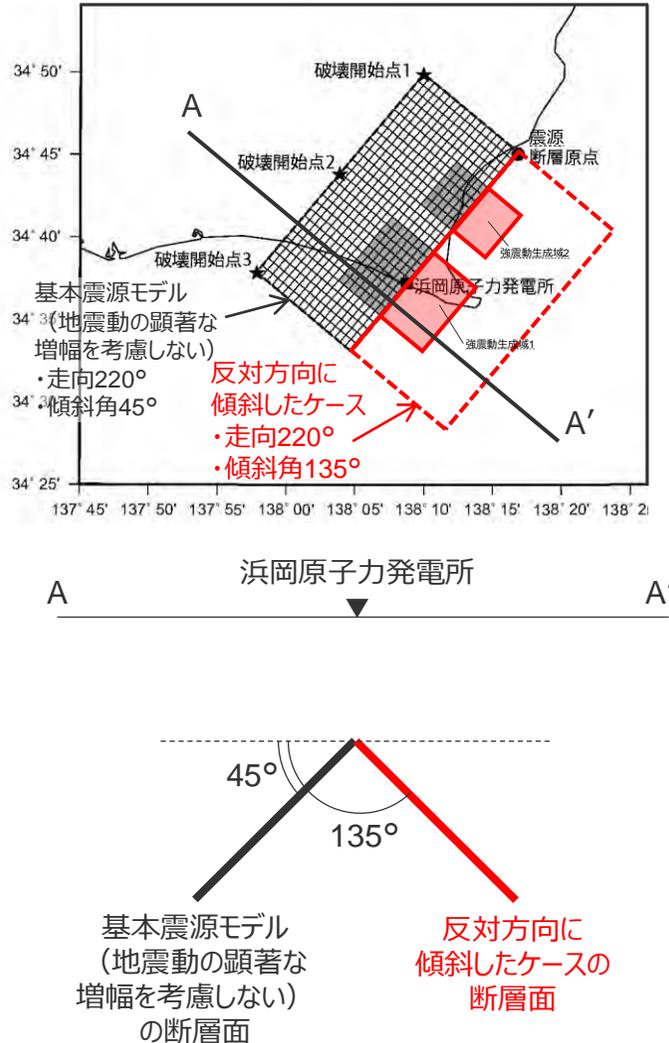
<基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）及びケーススタディモデル①～⑤の加速度平均応答スペクトルと4号炉主要施設の固有周期との関係>

断層面の傾斜方向・走向の影響検討

（検討概要）

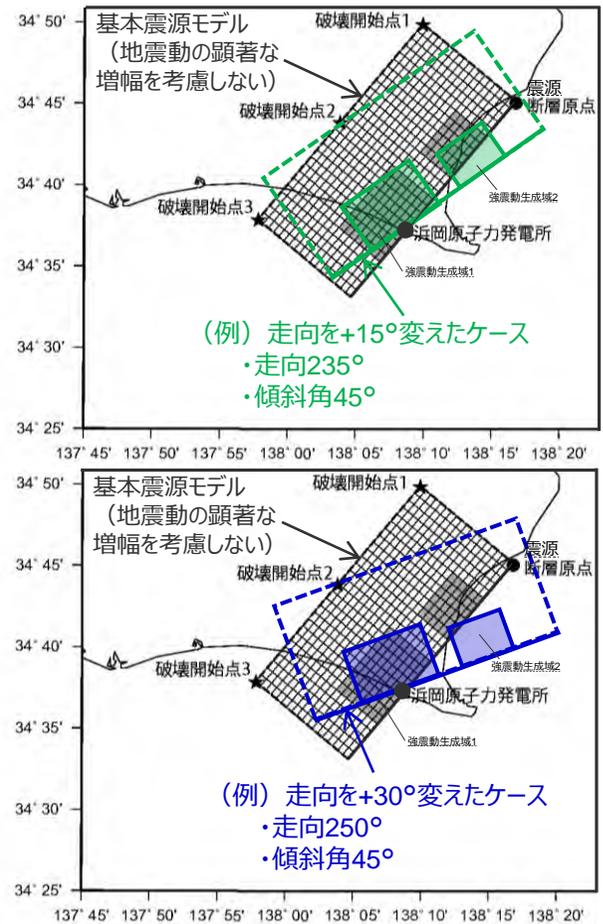
○敷地下方の想定スラブ内地震の基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）に対して、「断層面を反対方向に傾斜したケース」、「断層面の走向を変えたケース」を設定して地震動評価（統計的グリーン関数法と波数積分法のハイブリッド合成法）を行い、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の地震動評価結果と比較・検討する。

断層面を反対方向に傾斜したケース



断層面の走向を変えたケース

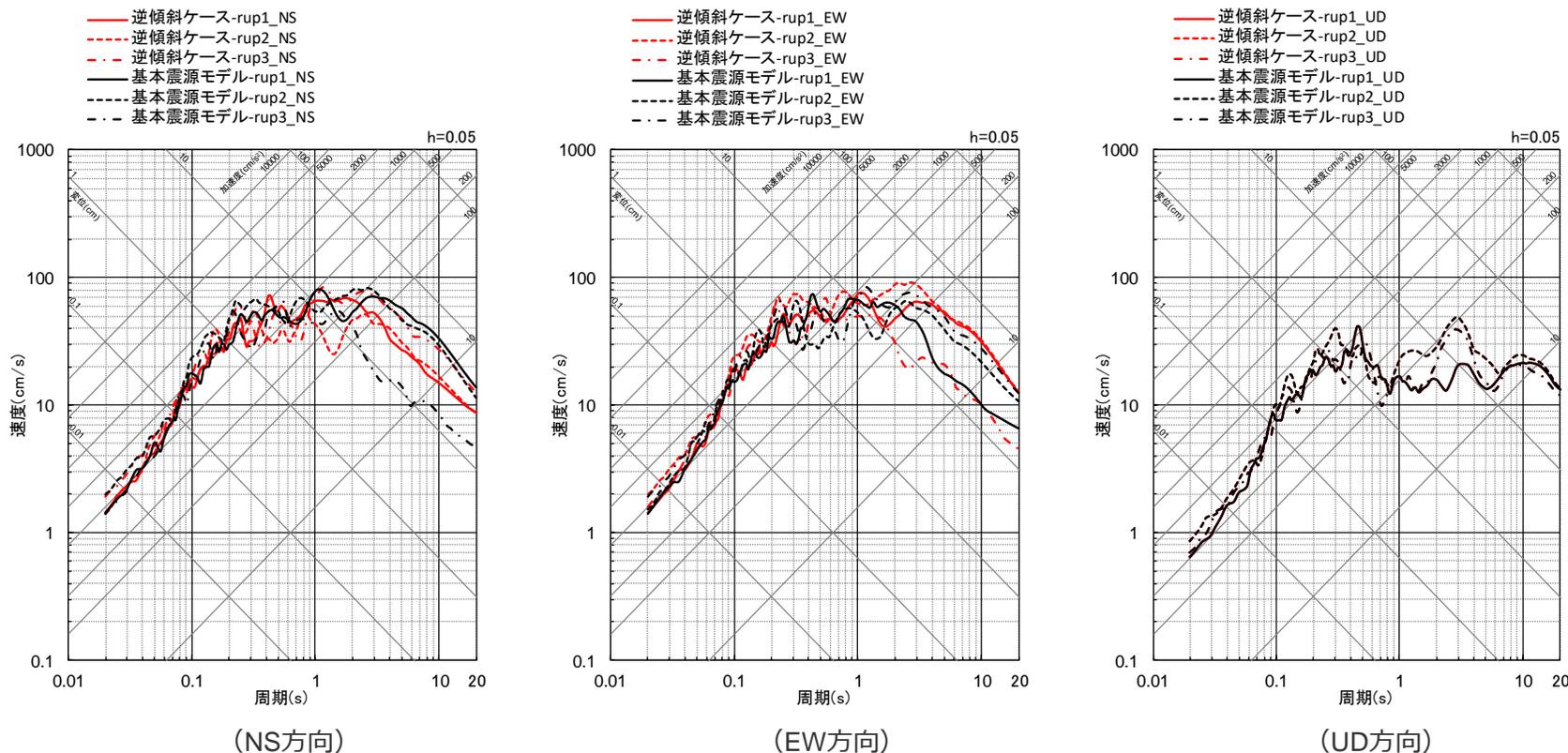
浜岡原子力発電所の位置を中心として、基本震源モデルの断層面を15°毎回転させたケース（走向を15°毎変えたケース）を対象とする。



断層面の傾斜方向・走向の影響検討

（断層面の傾斜方向の影響検討）

○基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と「断層面を反対方向に傾斜したケース」の地震動評価結果を比較した結果、同程度になっている。



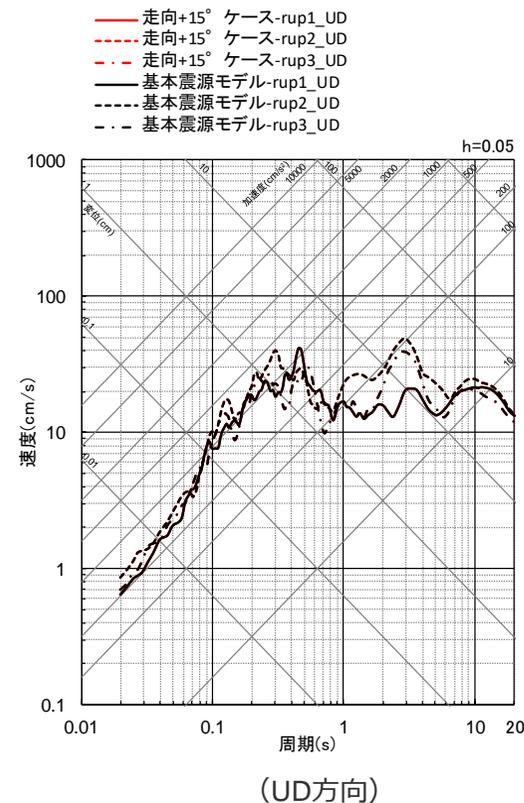
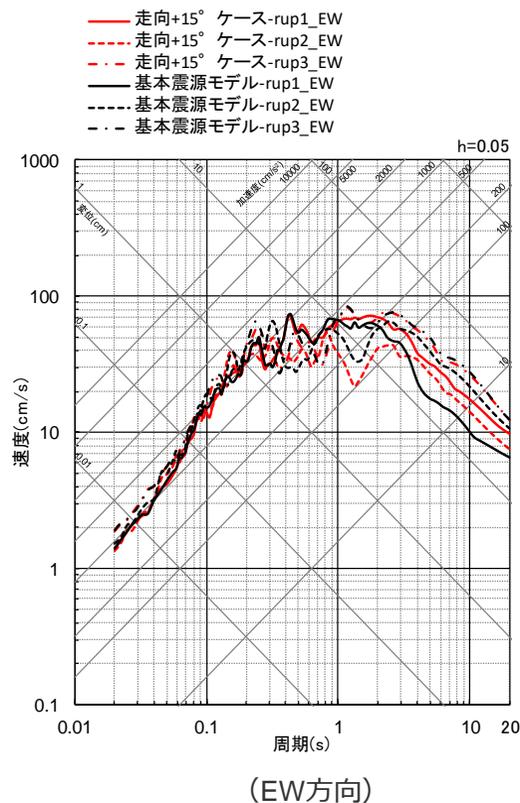
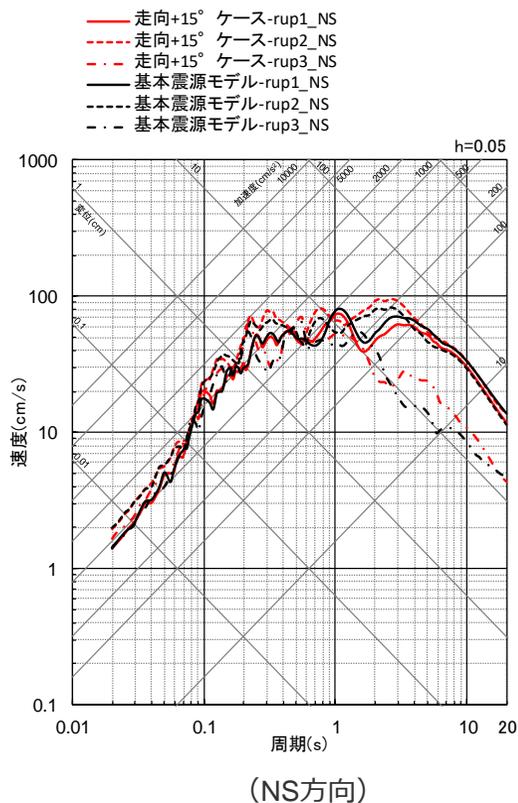
<基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と「断層面を反対方向に傾斜したケース」の地震動評価結果の比較（応答スペクトル）（破壊開始点1～3）>

・統計的グリーン関数法と波数積分法のハイブリッド合成法。

断層面の傾斜方向・走向の影響検討

（断層面の走向の影響検討（走向：基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）+15°））

○基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と「断層面の走向を変えたケース（+15°）」の地震動評価結果を比較した結果、同程度になっている。



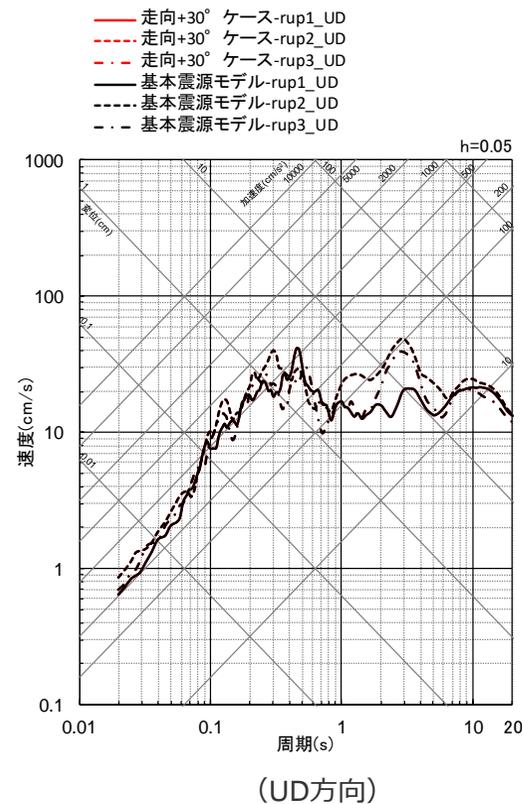
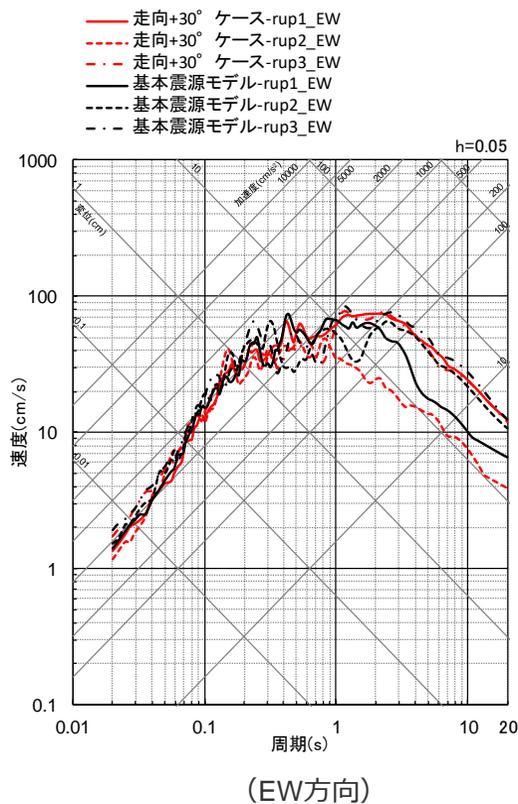
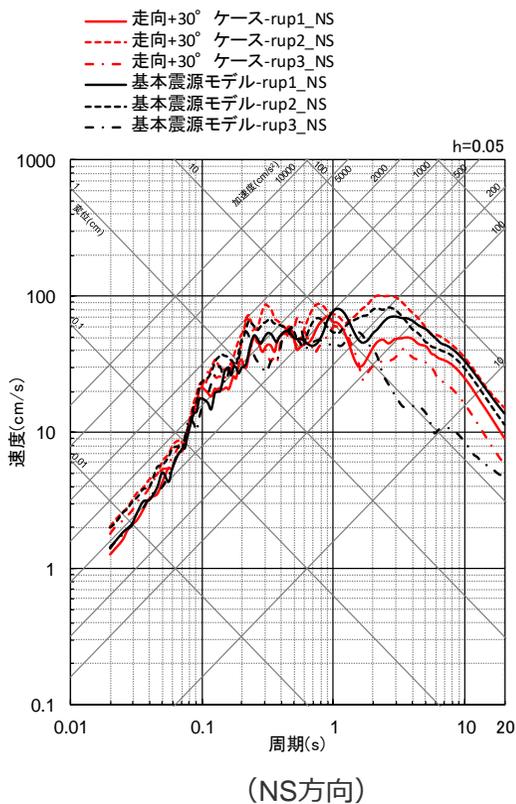
<基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と「断層面の走向を変えたケース（+15°）」の地震動評価結果の比較（応答スペクトル）（破壊開始点1～3）>

・統計的グリーン関数法と波数積分法のハイブリッド合成法。

断層面の傾斜方向・走向の影響検討

（断層面の走向の影響検討（走向：基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）+30°））

○基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と「断層面の走向を変えたケース（+30°）」の地震動評価結果を比較した結果、同程度になっている。



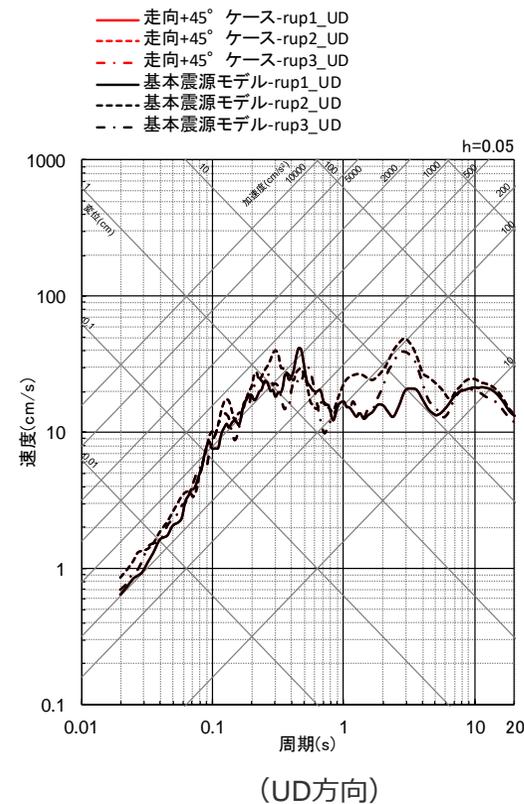
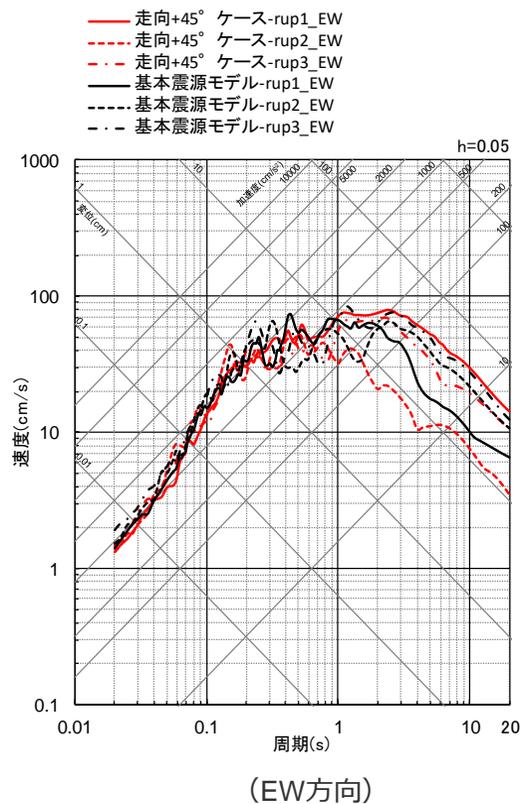
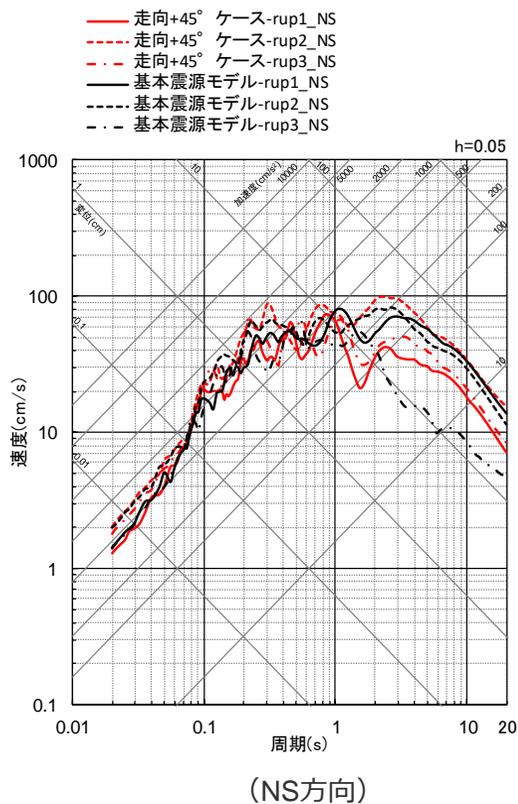
<基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と「断層面の走向を変えたケース（+30°）」の地震動評価結果の比較（応答スペクトル）（破壊開始点1～3）>

・統計的グリーン関数法と波数積分法のハイブリッド合成法。

断層面の傾斜方向・走向の影響検討

（断層面の走向の影響検討（走向：基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）+45°））

○基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と「断層面の走向を変えたケース（+45°）」の地震動評価結果を比較した結果、同程度になっている。



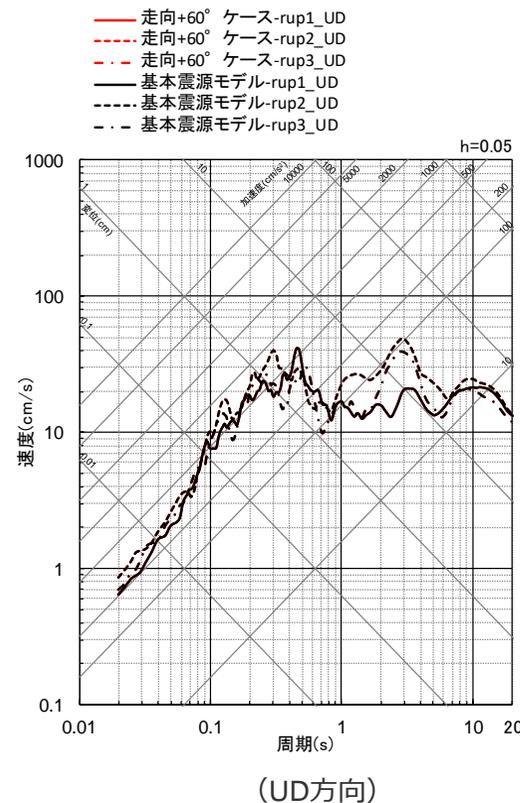
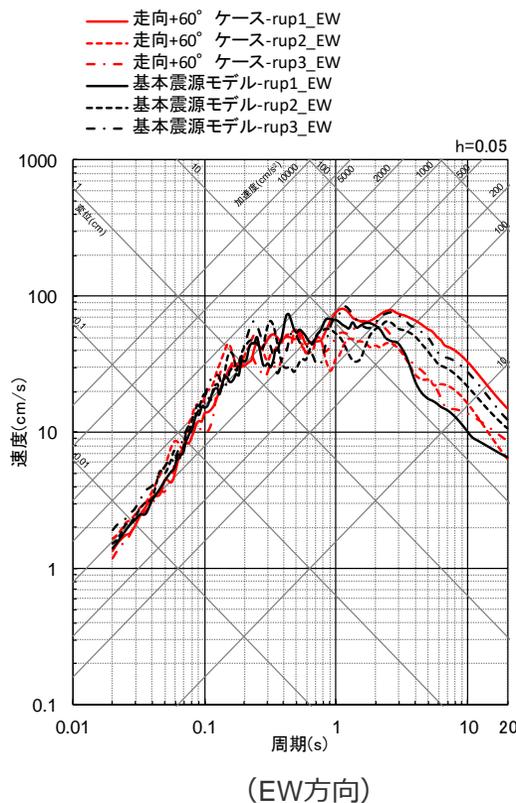
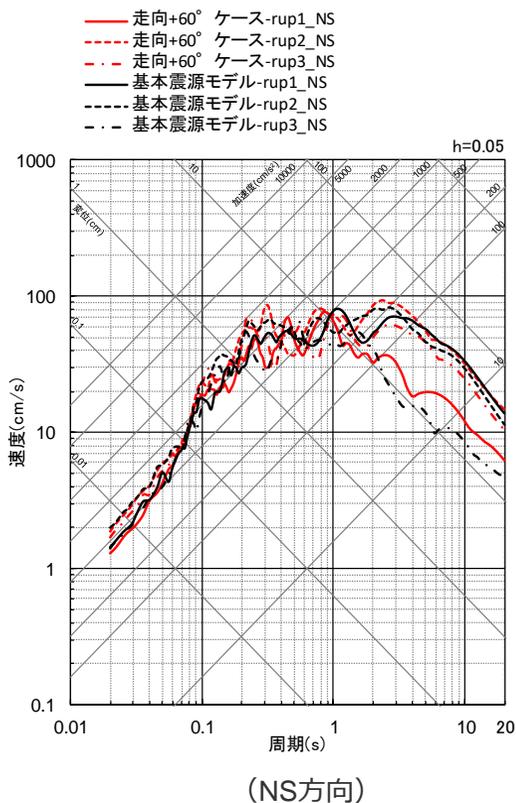
<基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と「断層面の走向を変えたケース（+45°）」の地震動評価結果の比較（応答スペクトル）（破壊開始点1～3）>

・統計的グリーン関数法と波数積分法のハイブリッド合成法。

断層面の傾斜方向・走向の影響検討

（断層面の走向の影響検討（走向：基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）+60°））

○基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と「断層面の走向を変えたケース（+60°）」の地震動評価結果を比較した結果、同程度になっている。



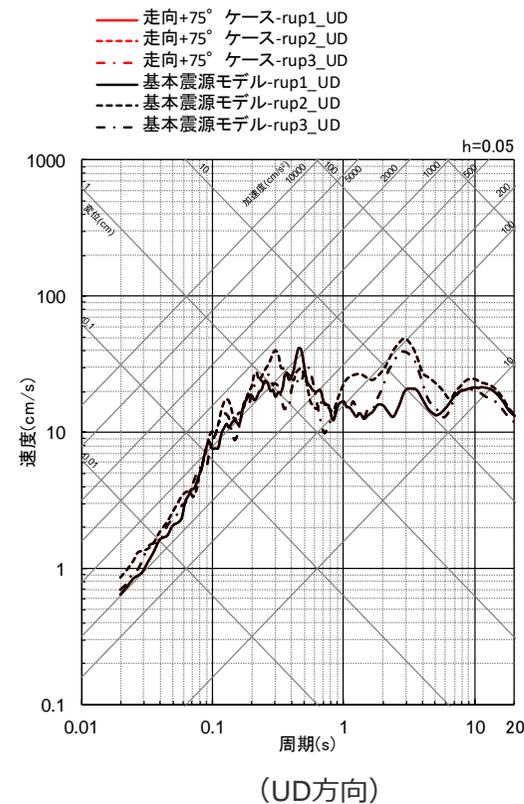
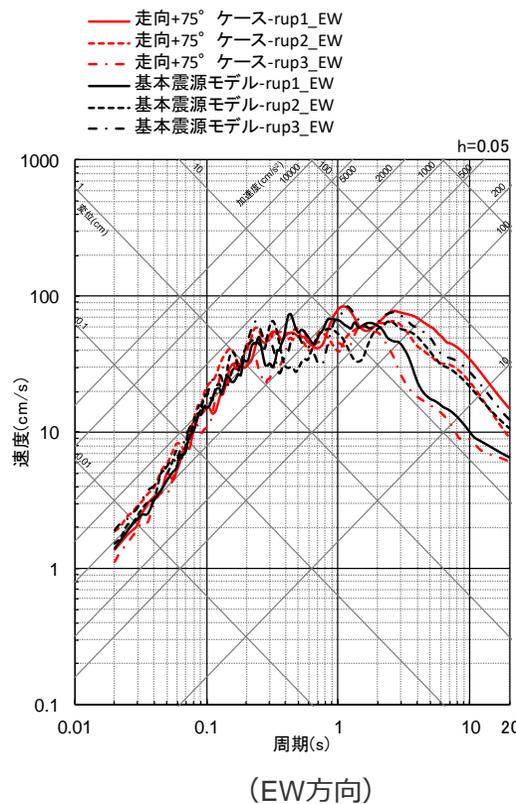
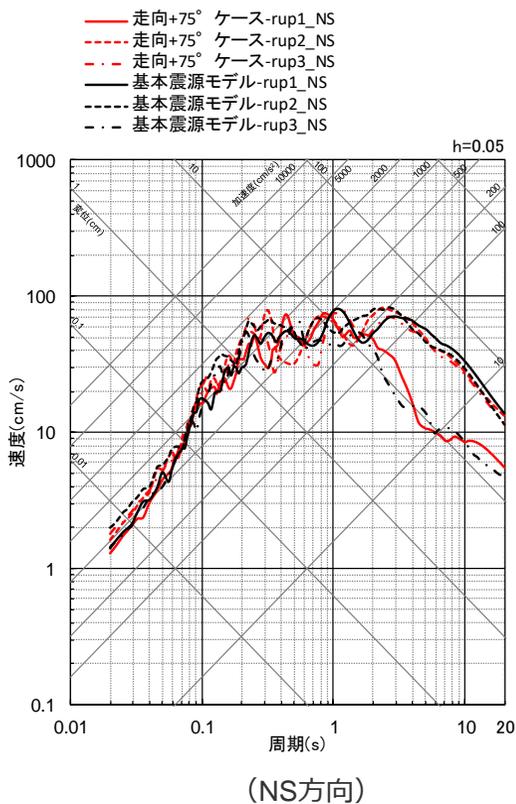
<基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と「断層面の走向を変えたケース（+60°）」の地震動評価結果の比較（応答スペクトル）（破壊開始点1～3）>

・統計的グリーン関数法と波数積分法のハイブリッド合成法。

断層面の傾斜方向・走向の影響検討

（断層面の走向の影響検討（走向：基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）+75°））

○基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と「断層面の走向を変えたケース（+75°）」の地震動評価結果を比較した結果、同程度になっている。



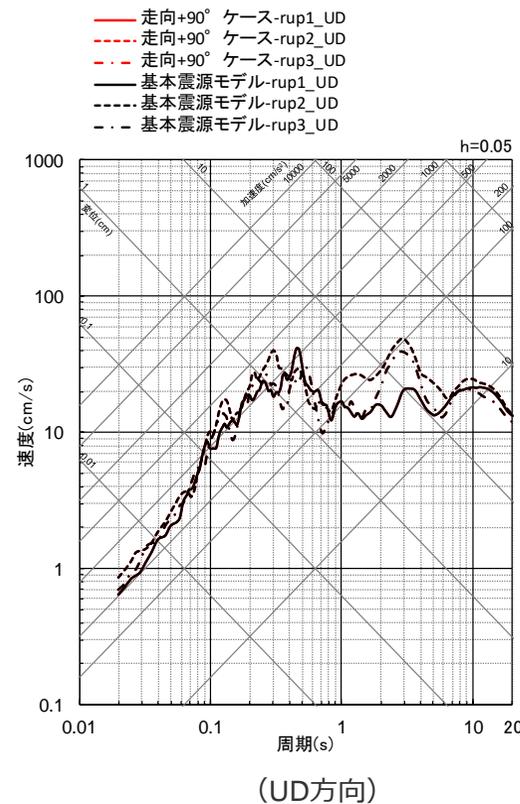
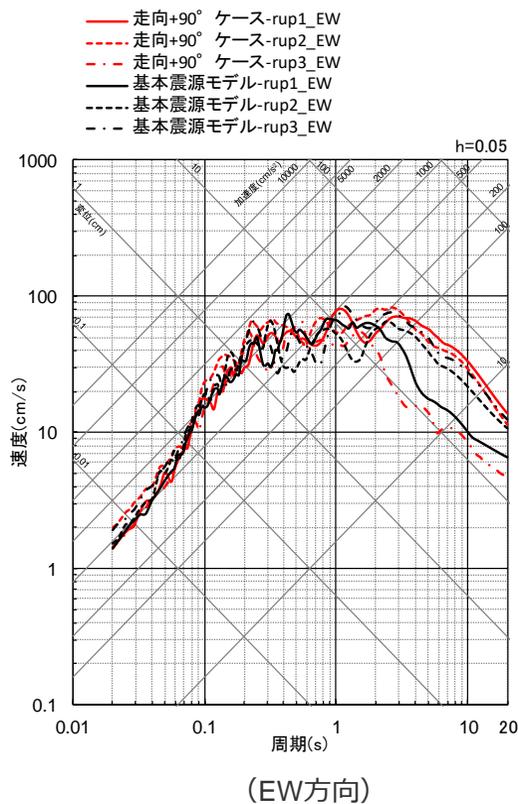
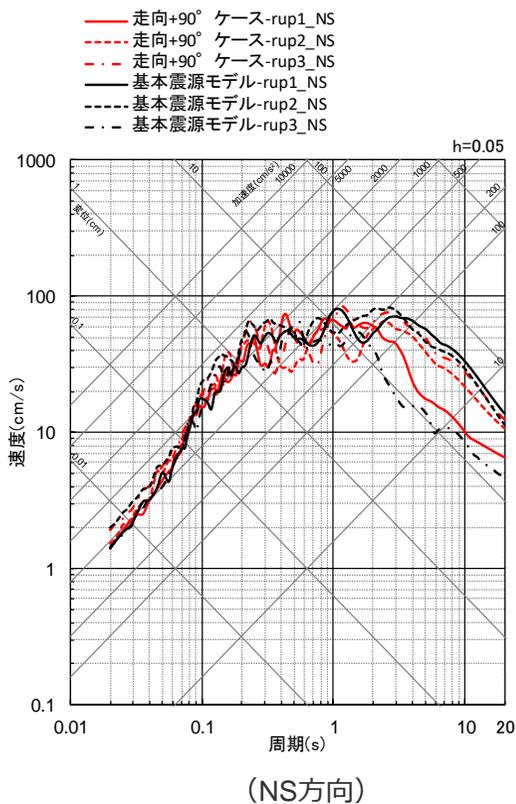
<基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と「断層面の走向を変えたケース（+75°）」の地震動評価結果の比較（応答スペクトル）（破壊開始点1～3）>

・統計的グリーン関数法と波数積分法のハイブリッド合成法。

断層面の傾斜方向・走向の影響検討

（断層面の走向の影響検討（走向：基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）+90°））

○基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と「断層面の走向を変えたケース（+90°）」の地震動評価結果を比較した結果、同程度になっている。



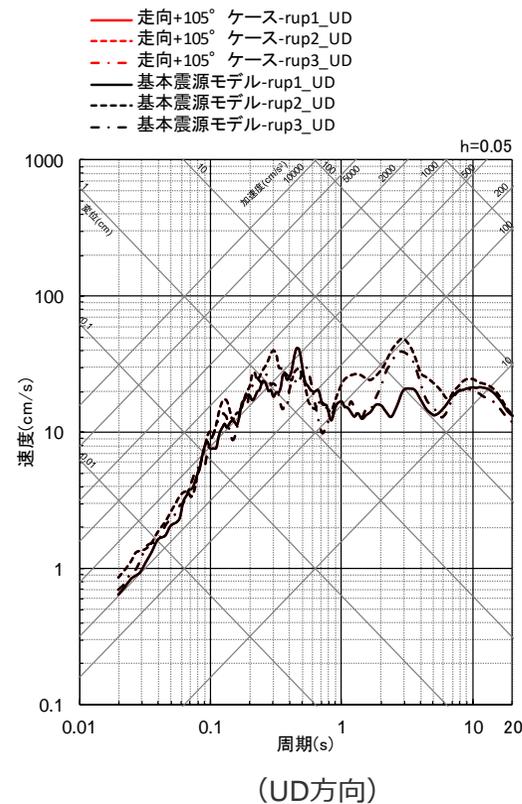
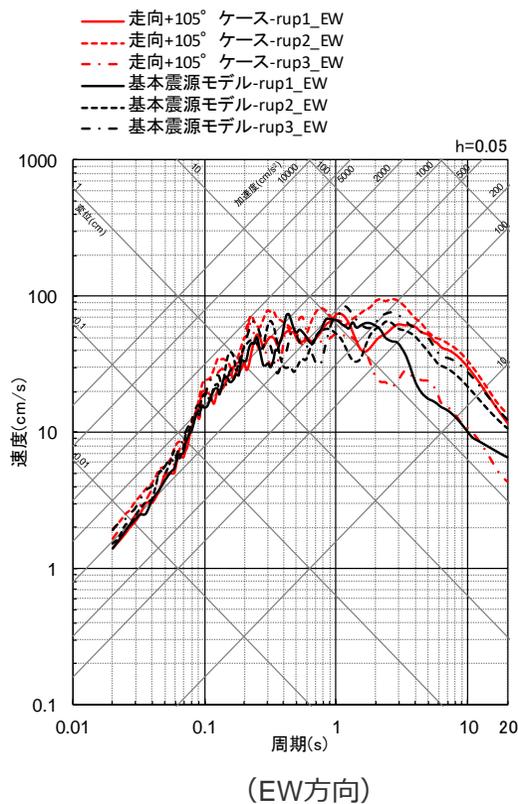
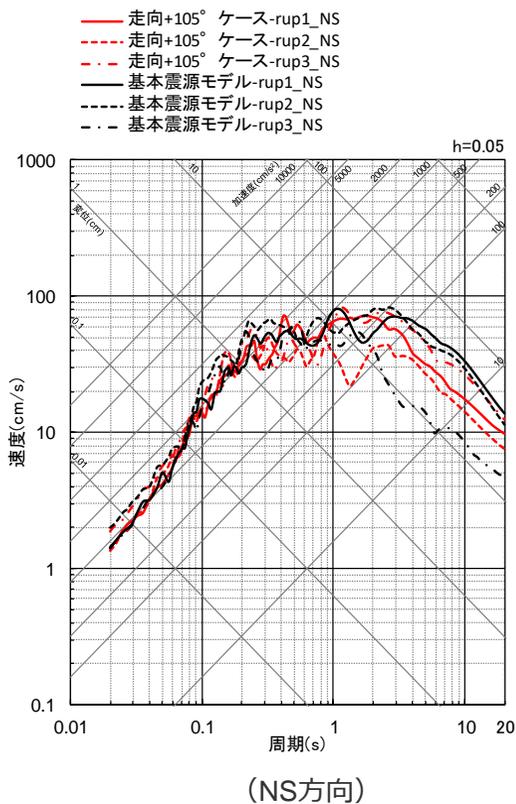
<基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と「断層面の走向を変えたケース（+90°）」の地震動評価結果の比較（応答スペクトル）（破壊開始点1～3）>

・統計的グリーン関数法と波数積分法のハイブリッド合成法。

断層面の傾斜方向・走向の影響検討

（断層面の走向の影響検討（走向：基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）+105°））

○基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と「断層面の走向を変えたケース（+105°）」の地震動評価結果を比較した結果、同程度になっている。



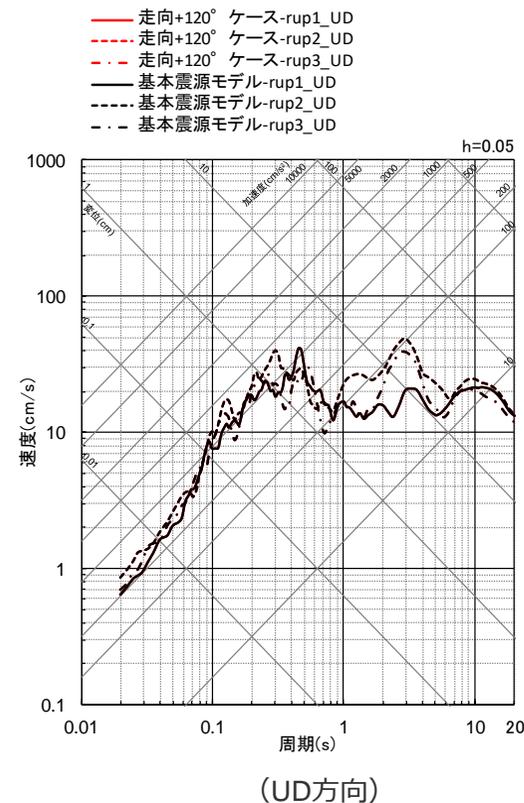
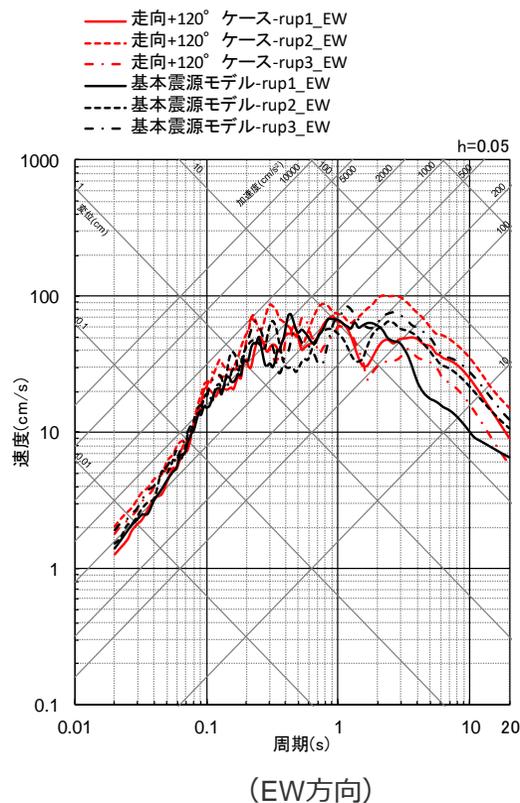
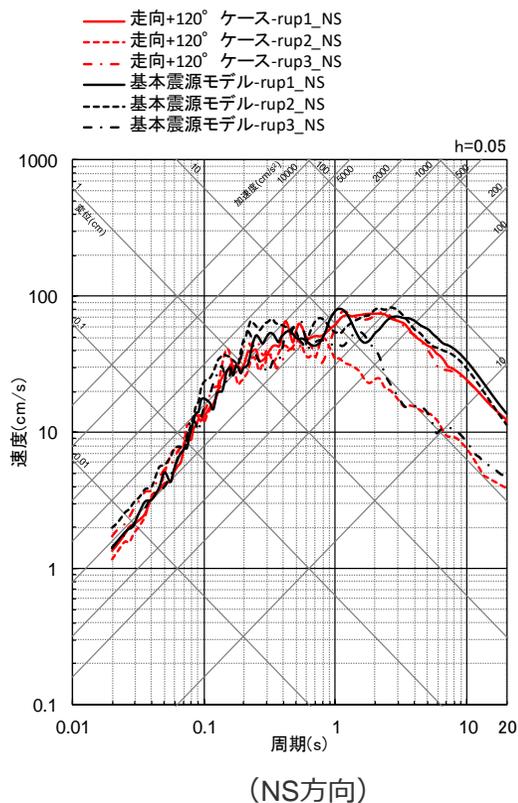
<基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と「断層面の走向を変えたケース（+105°）」の地震動評価結果の比較（応答スペクトル）（破壊開始点1～3）>

・統計的グリーン関数法と波数積分法のハイブリッド合成法。

断層面の傾斜方向・走向の影響検討

（断層面の走向の影響検討（走向：基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）+120°））

○基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と「断層面の走向を変えたケース（+120°）」の地震動評価結果を比較した結果、同程度になっている。



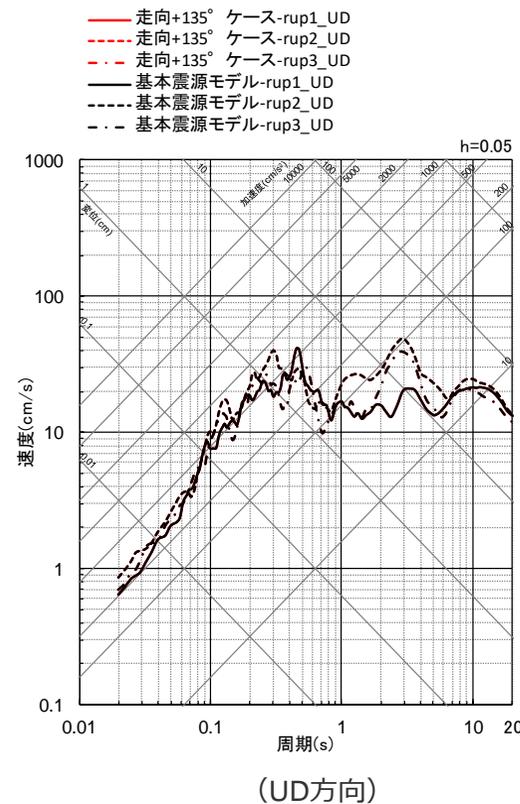
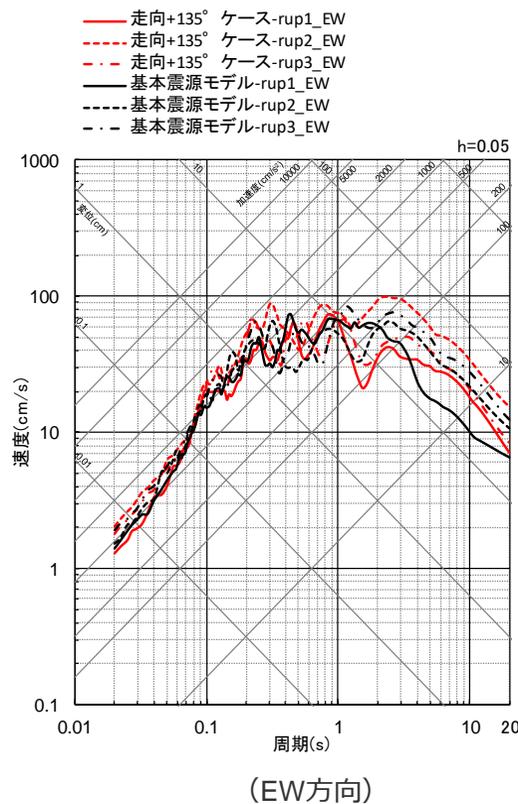
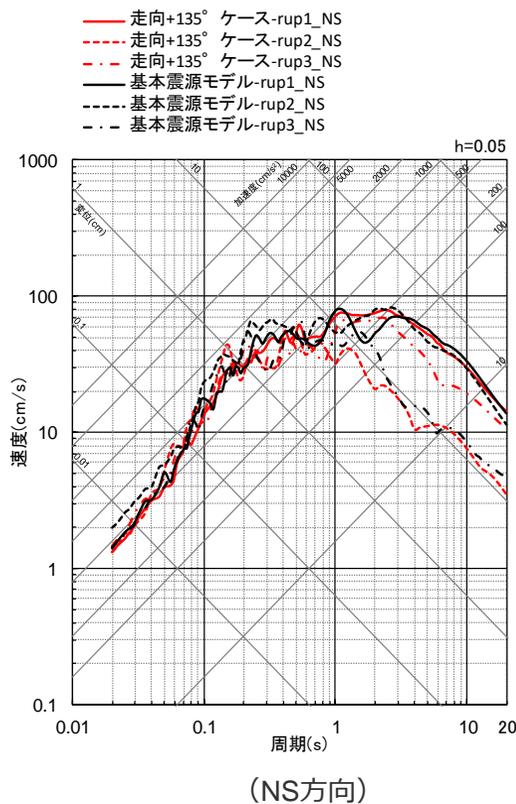
<基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と「断層面の走向を変えたケース（+120°）」の地震動評価結果の比較（応答スペクトル）（破壊開始点1～3）>

・統計的グリーン関数法と波数積分法のハイブリッド合成法。

断層面の傾斜方向・走向の影響検討

（断層面の走向の影響検討（走向：基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）+135°））

○基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と「断層面の走向を変えたケース（+135°）」の地震動評価結果を比較した結果、同程度になっている。



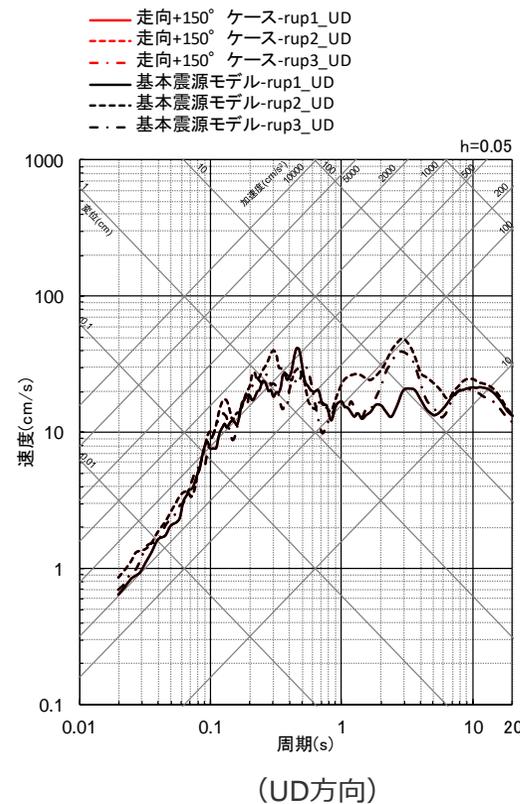
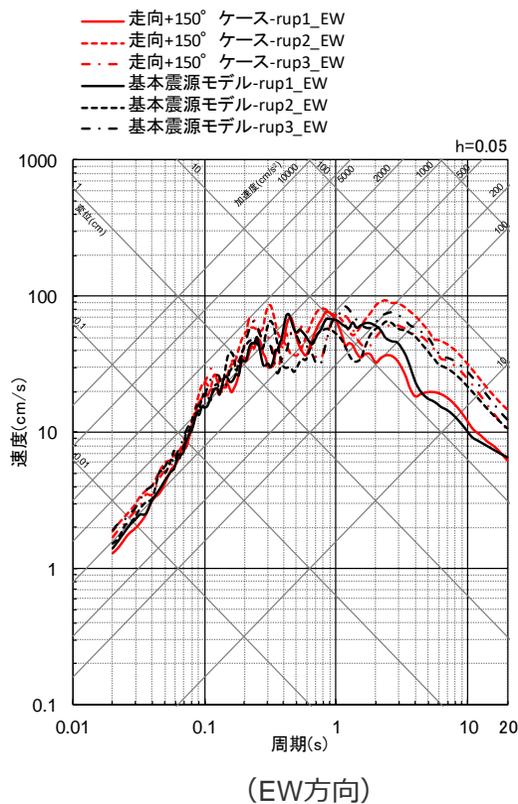
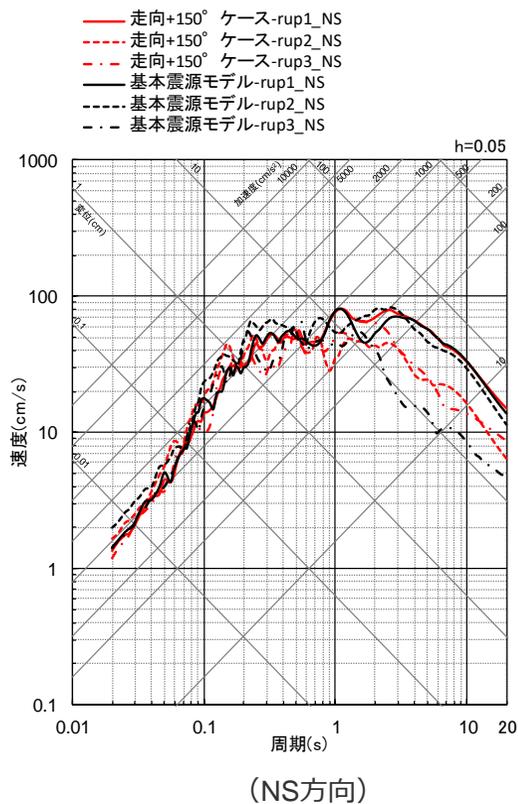
<基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と「断層面の走向を変えたケース（+135°）」の地震動評価結果の比較（応答スペクトル）（破壊開始点1～3）>

・統計的グリーン関数法と波数積分法のハイブリッド合成法。

断層面の傾斜方向・走向の影響検討

（断層面の走向の影響検討（走向：基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）+150°））

○基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と「断層面の走向を変えたケース（+150°）」の地震動評価結果を比較した結果、同程度になっている。



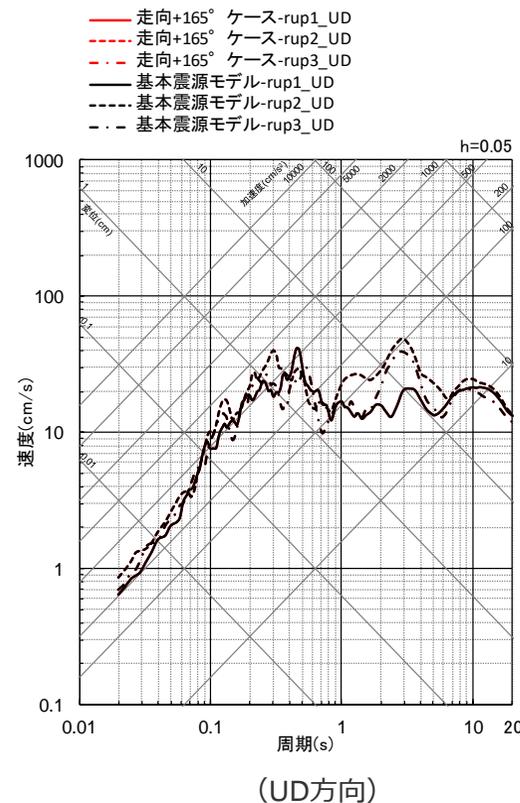
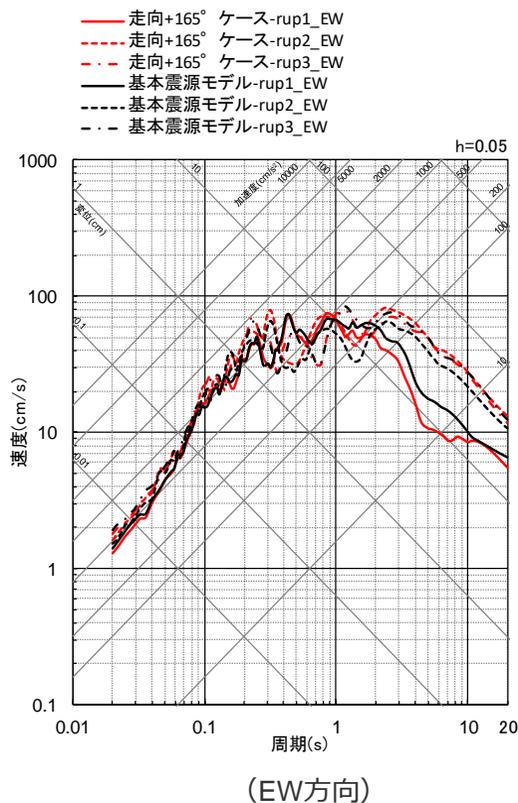
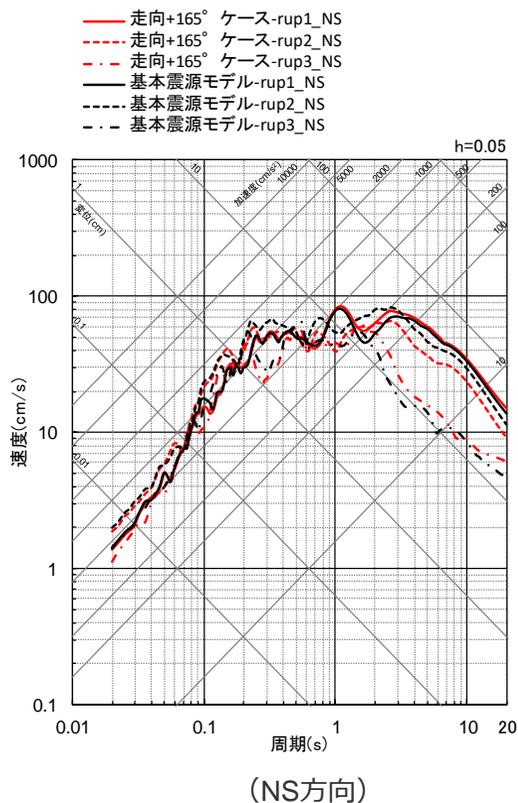
<基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と「断層面の走向を変えたケース（+150°）」の地震動評価結果の比較（応答スペクトル）（破壊開始点1～3）>

・統計的グリーン関数法と波数積分法のハイブリッド合成法。

断層面の傾斜方向・走向の影響検討

（断層面の走向の影響検討（走向：基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）+165°））

○基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と「断層面の走向を変えたケース（+165°）」の地震動評価結果を比較した結果、同程度になっている。



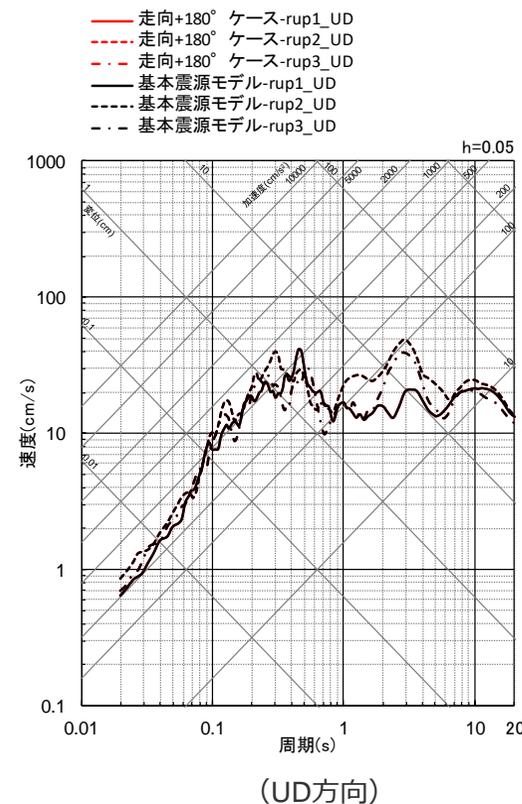
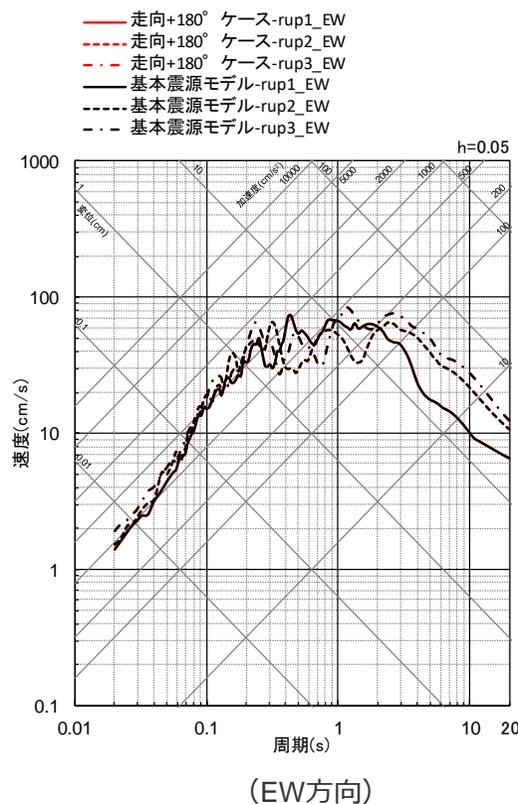
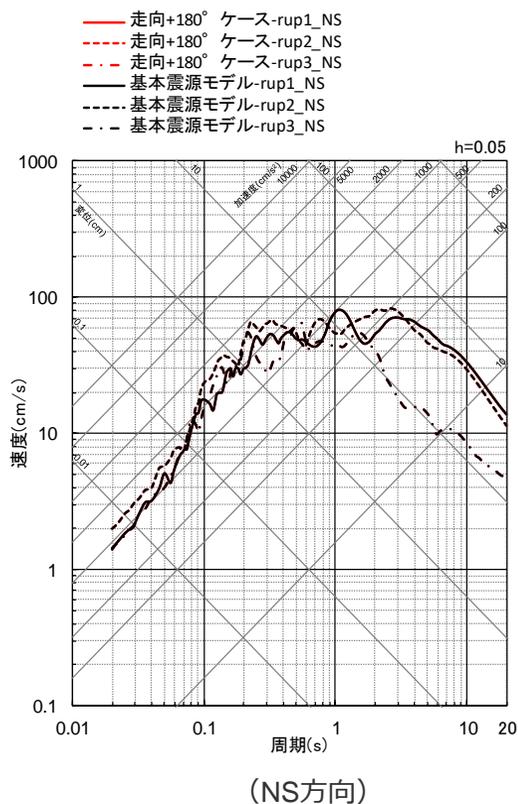
<基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と「断層面の走向を変えたケース（+165°）」の地震動評価結果の比較（応答スペクトル）（破壊開始点1～3）>

・統計的グリーン関数法と波数積分法のハイブリッド合成法。

断層面の傾斜方向・走向の影響検討

（断層面の走向の影響検討（走向：基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）+180°））

○基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と「断層面の走向を変えたケース（+180°）」の地震動評価結果を比較した結果、同程度になっている。



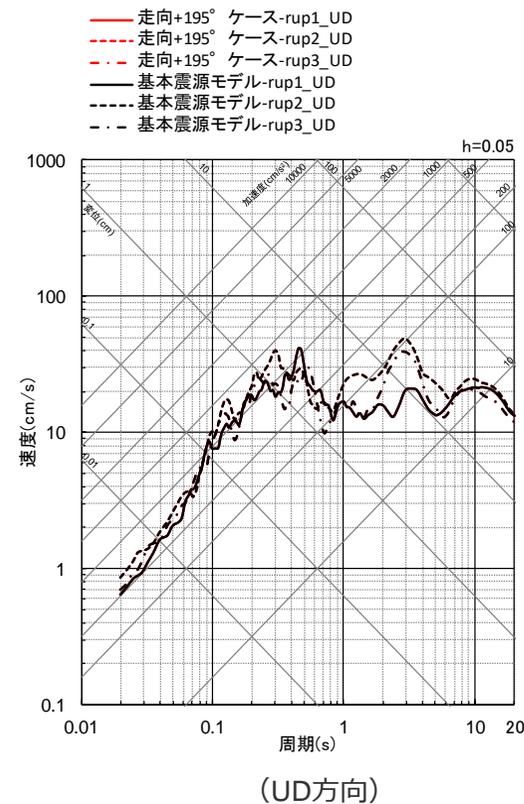
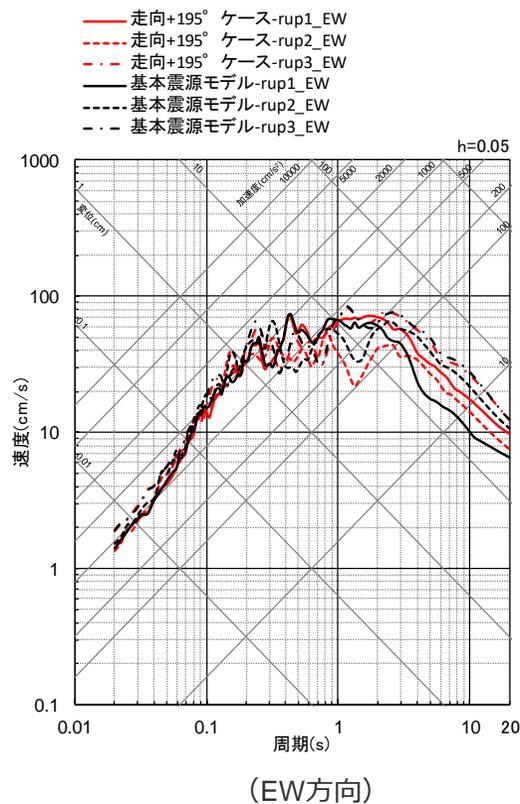
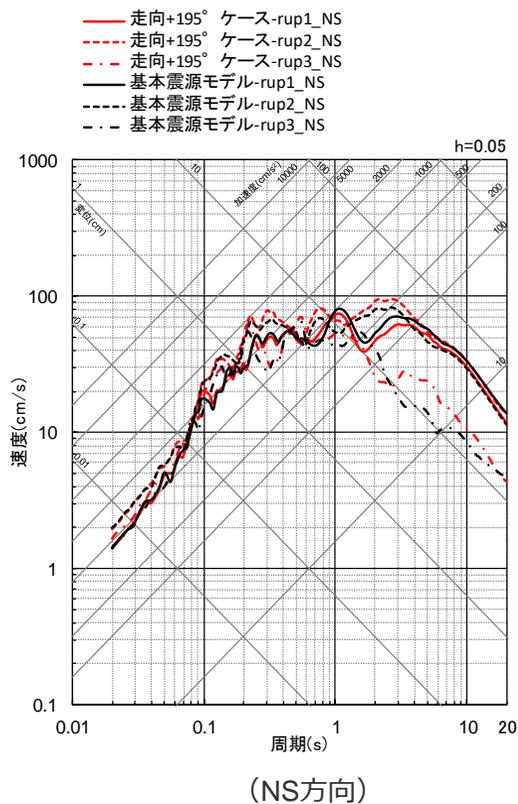
<基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と「断層面の走向を変えたケース（+180°）」の地震動評価結果の比較（応答スペクトル）（破壊開始点1～3）>

・統計的グリーン関数法と波数積分法のハイブリッド合成法。

断層面の傾斜方向・走向の影響検討

（断層面の走向の影響検討（走向：基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）+195°））

○基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と「断層面の走向を変えたケース（+195°）」の地震動評価結果を比較した結果、同程度になっている。



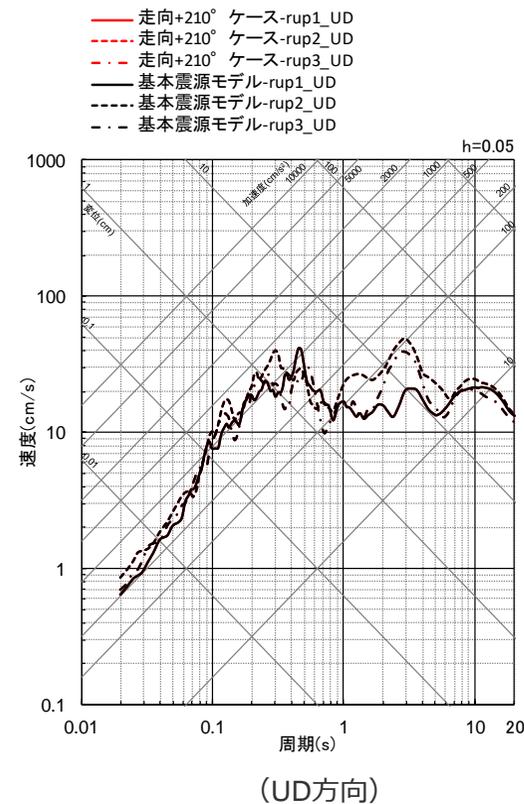
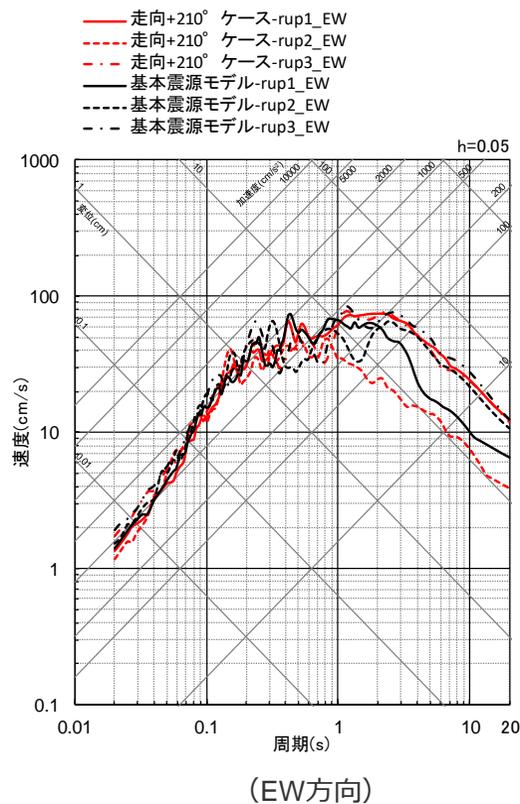
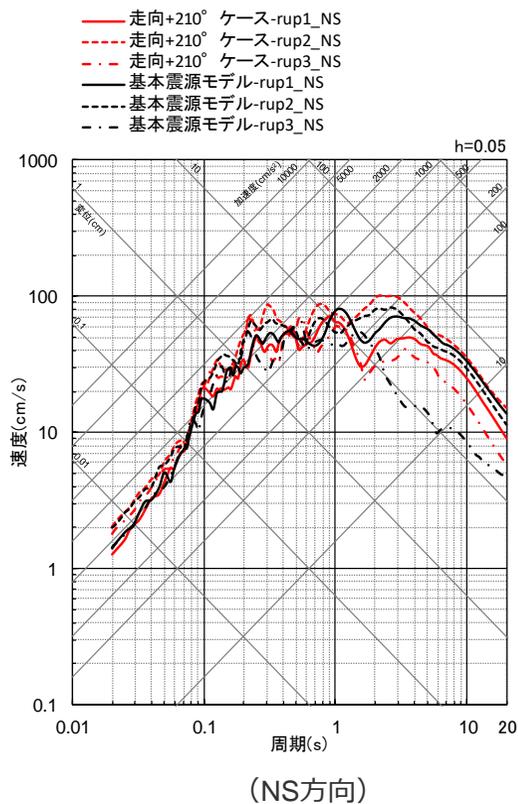
<基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と「断層面の走向を変えたケース（+195°）」の地震動評価結果の比較（応答スペクトル）（破壊開始点1～3）>

・統計的グリーン関数法と波数積分法のハイブリッド合成法。

断層面の傾斜方向・走向の影響検討

（断層面の走向の影響検討（走向：基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）+210°））

○基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と「断層面の走向を変えたケース（+210°）」の地震動評価結果を比較した結果、同程度になっている。



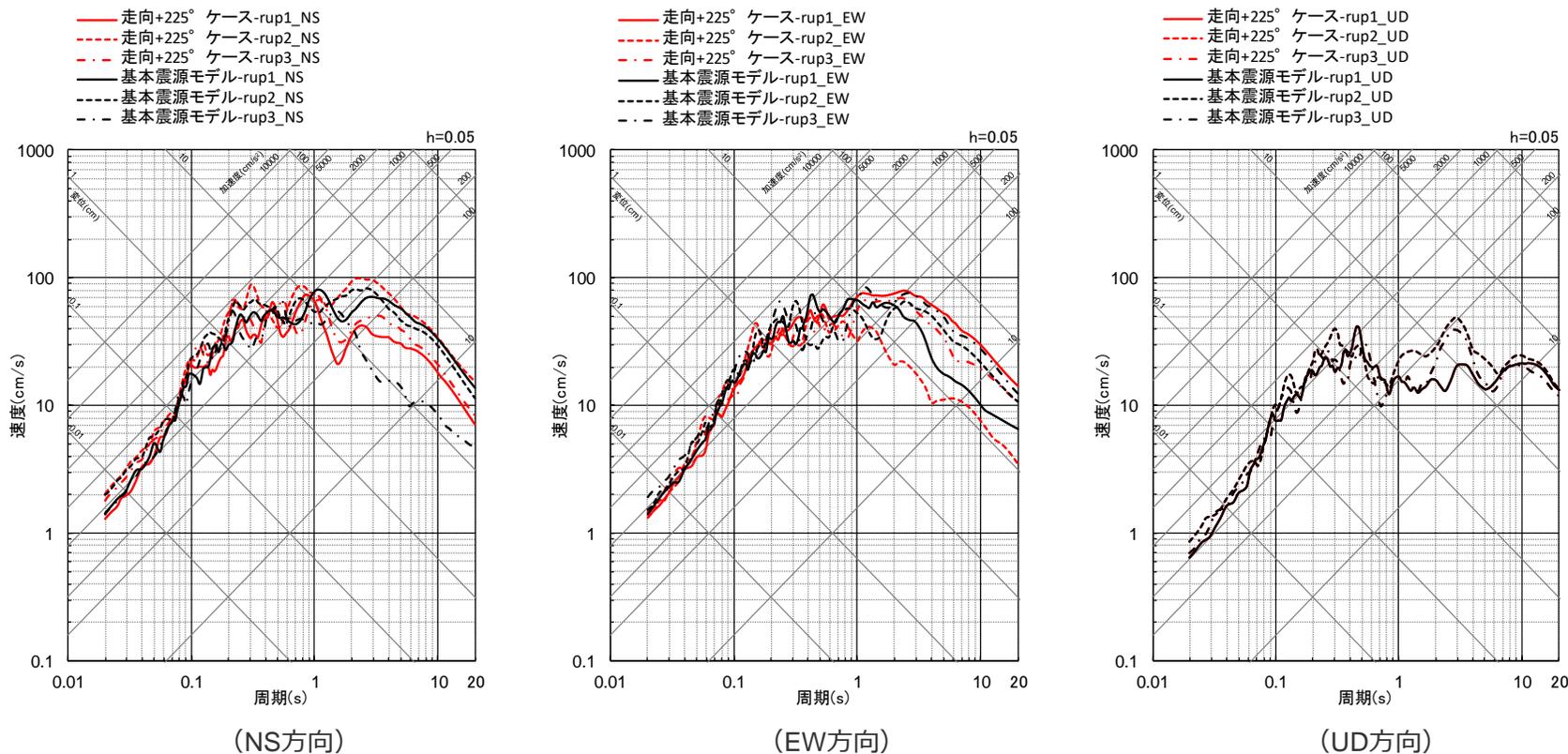
<基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と「断層面の走向を変えたケース（+210°）」の地震動評価結果の比較（応答スペクトル）（破壊開始点1～3）>

・統計的グリーン関数法と波数積分法のハイブリッド合成法。

断層面の傾斜方向・走向の影響検討

（断層面の走向の影響検討（走向：基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）+225°））

○基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と「断層面の走向を変えたケース（+225°）」の地震動評価結果を比較した結果、同程度になっている。



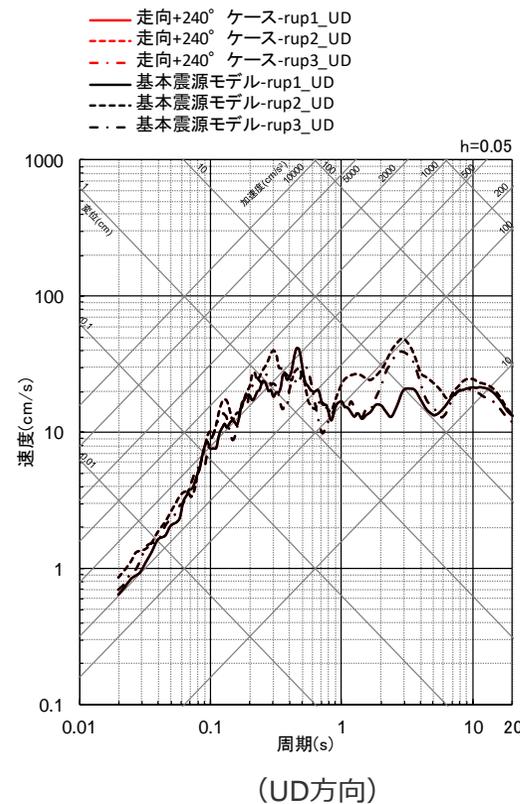
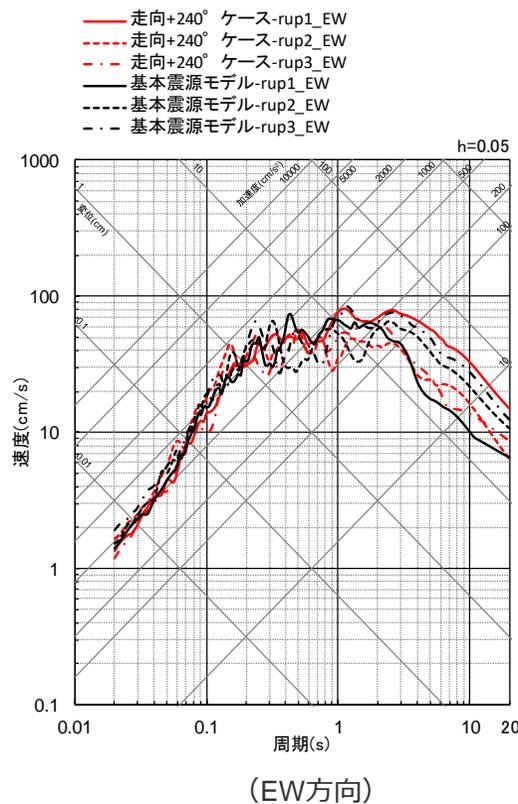
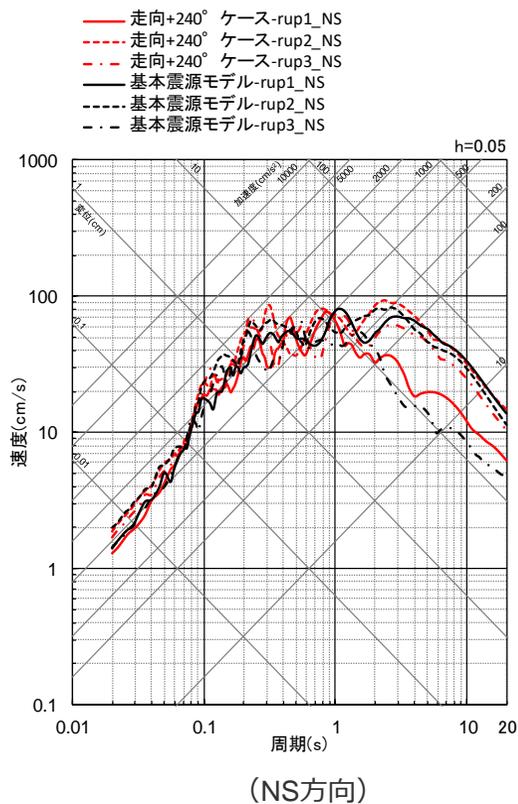
<基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と「断層面の走向を変えたケース（+225°）」の地震動評価結果の比較（応答スペクトル）（破壊開始点1～3）>

・統計的グリーン関数法と波数積分法のハイブリッド合成法。

断層面の傾斜方向・走向の影響検討

（断層面の走向の影響検討（走向：基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）+240°））

○基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と「断層面の走向を変えたケース（+240°）」の地震動評価結果を比較した結果、同程度になっている。



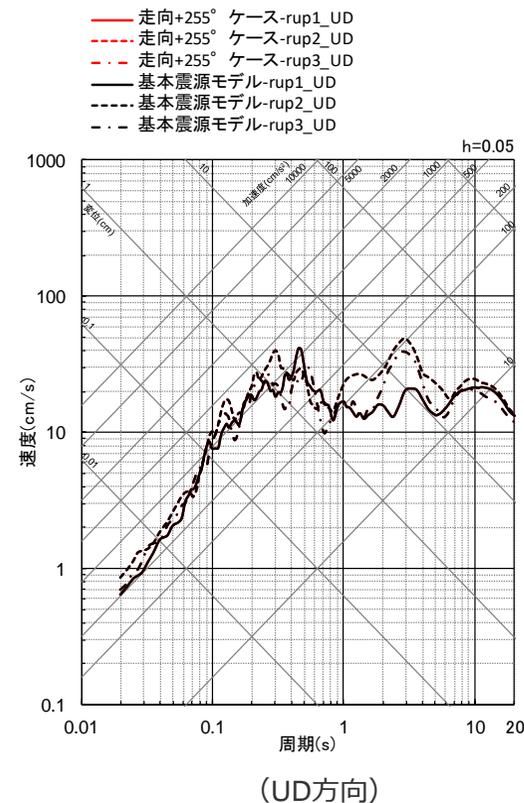
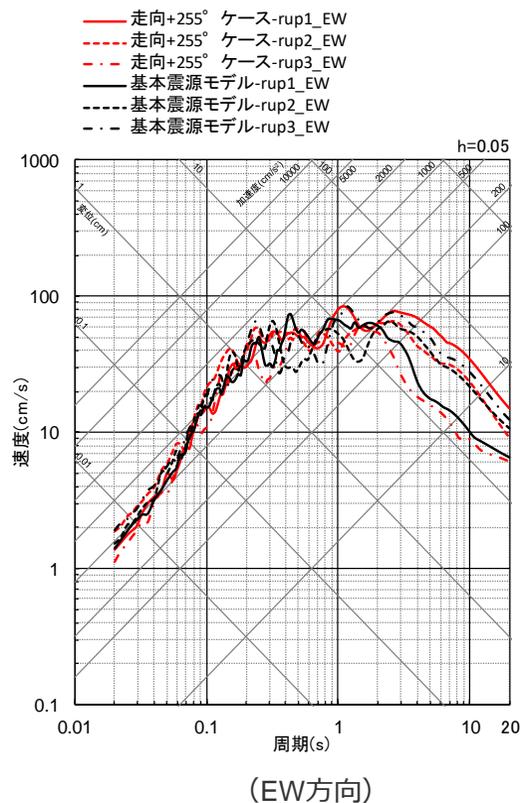
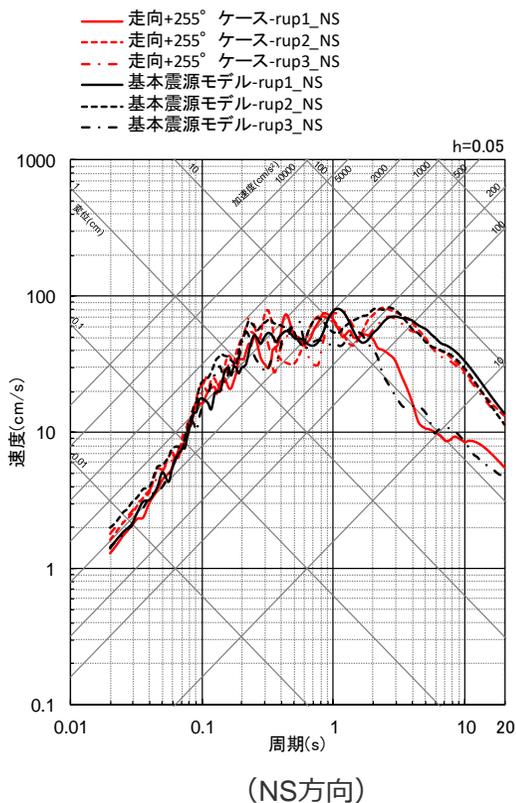
<基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と「断層面の走向を変えたケース（+240°）」の地震動評価結果の比較（応答スペクトル）（破壊開始点1～3）>

・統計的グリーン関数法と波数積分法のハイブリッド合成法。

断層面の傾斜方向・走向の影響検討

（断層面の走向の影響検討（走向：基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）+255°））

○基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と「断層面の走向を変えたケース（+255°）」の地震動評価結果を比較した結果、同程度になっている。



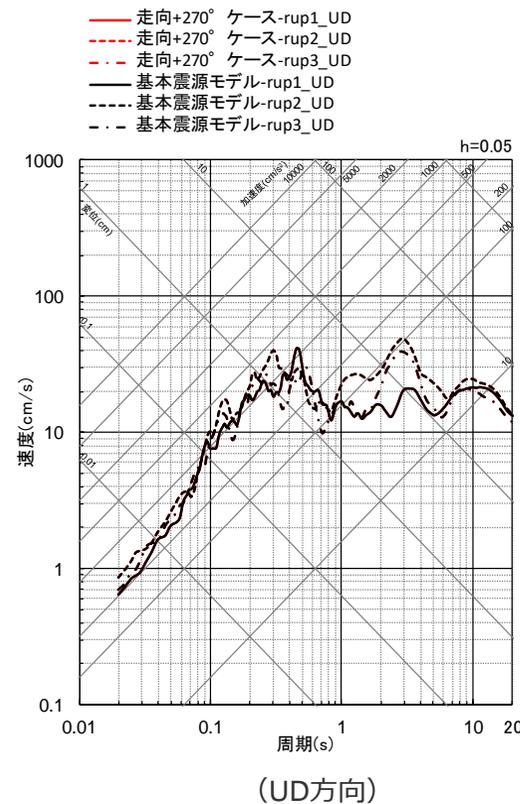
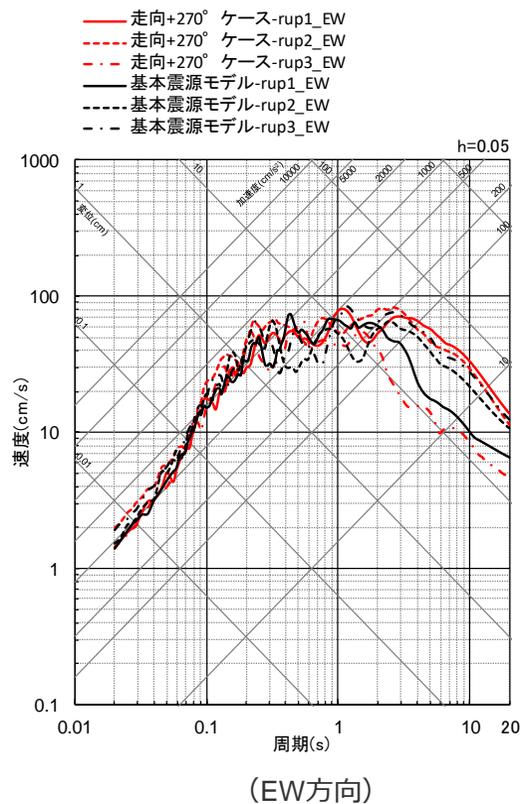
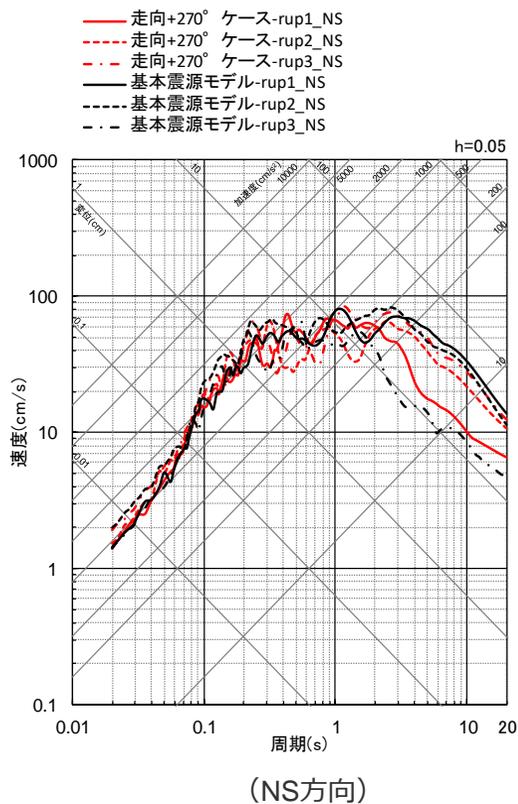
<基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と「断層面の走向を変えたケース（+255°）」の地震動評価結果の比較（応答スペクトル）（破壊開始点1～3）>

・統計的グリーン関数法と波数積分法のハイブリッド合成法。

断層面の傾斜方向・走向の影響検討

（断層面の走向の影響検討（走向：基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）+270°））

○基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と「断層面の走向を変えたケース（+270°）」の地震動評価結果を比較した結果、同程度になっている。



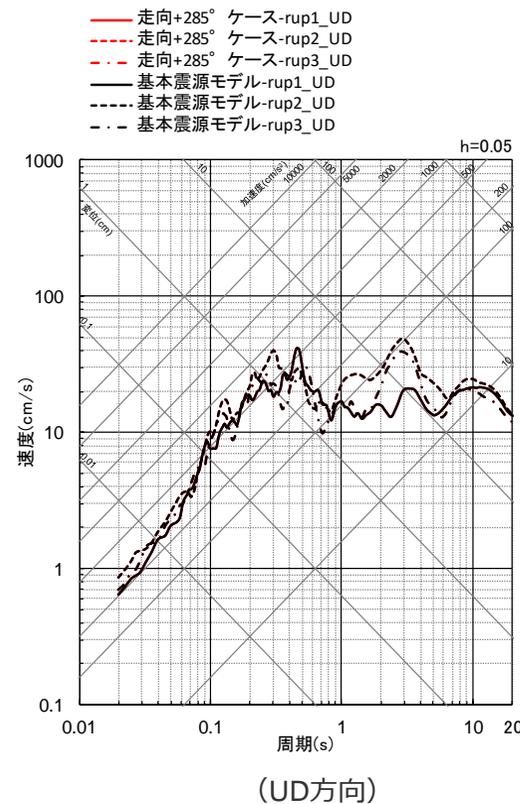
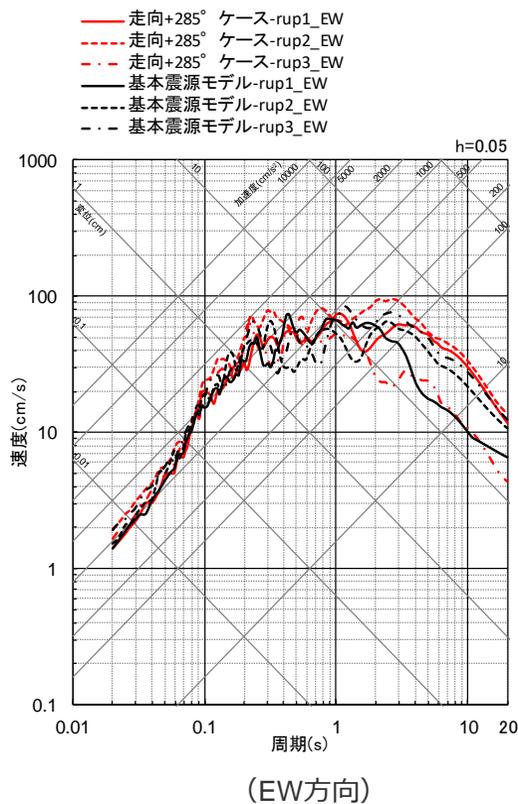
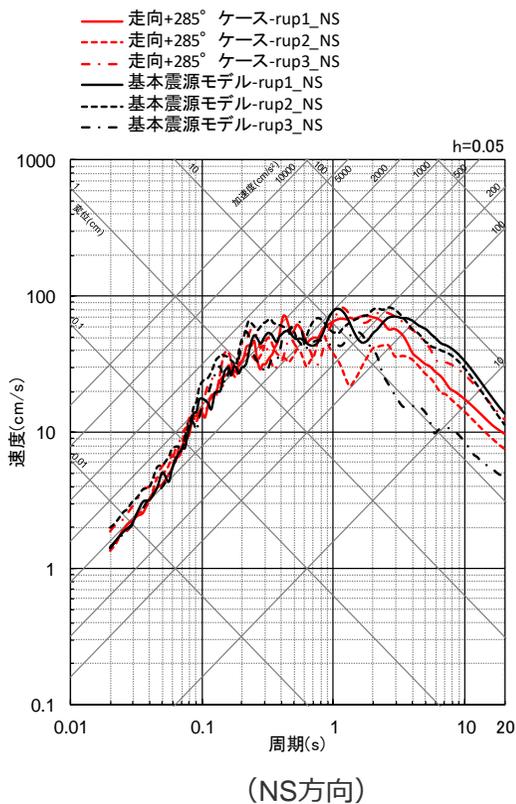
<基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と「断層面の走向を変えたケース（+270°）」の地震動評価結果の比較（応答スペクトル）（破壊開始点1～3）>

・統計的グリーン関数法と波数積分法のハイブリッド合成法。

断層面の傾斜方向・走向の影響検討

（断層面の走向の影響検討（走向：基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）+285°））

○基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と「断層面の走向を変えたケース（+285°）」の地震動評価結果を比較した結果、同程度になっている。



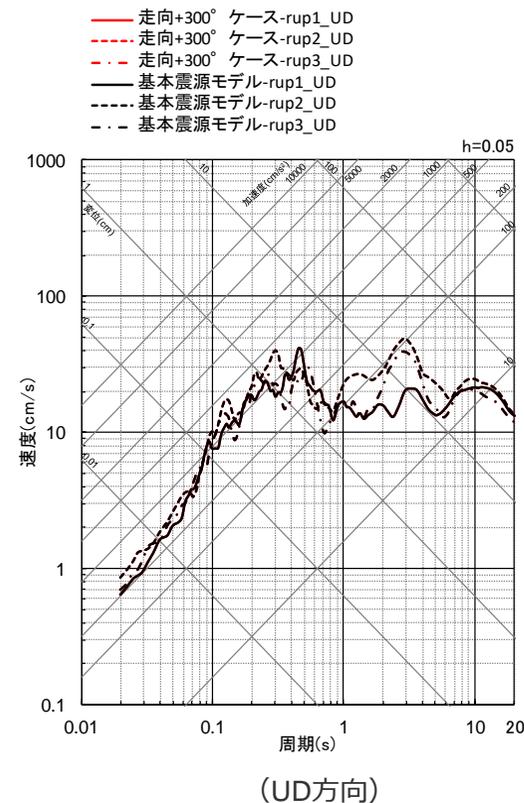
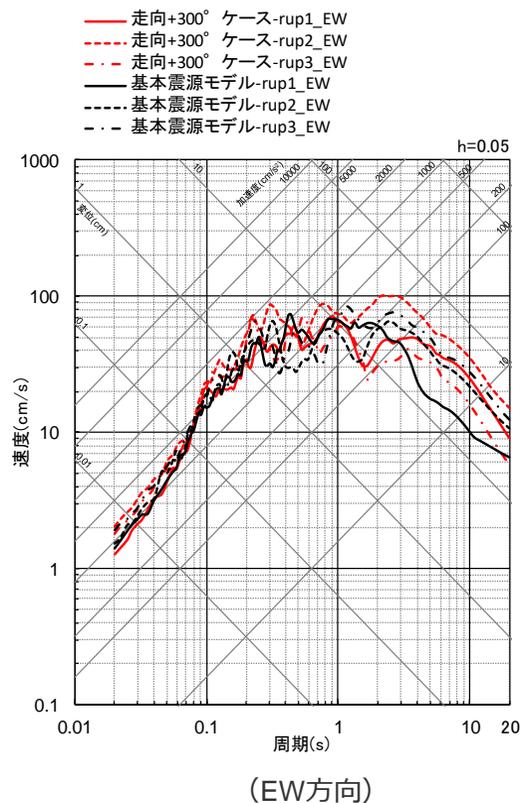
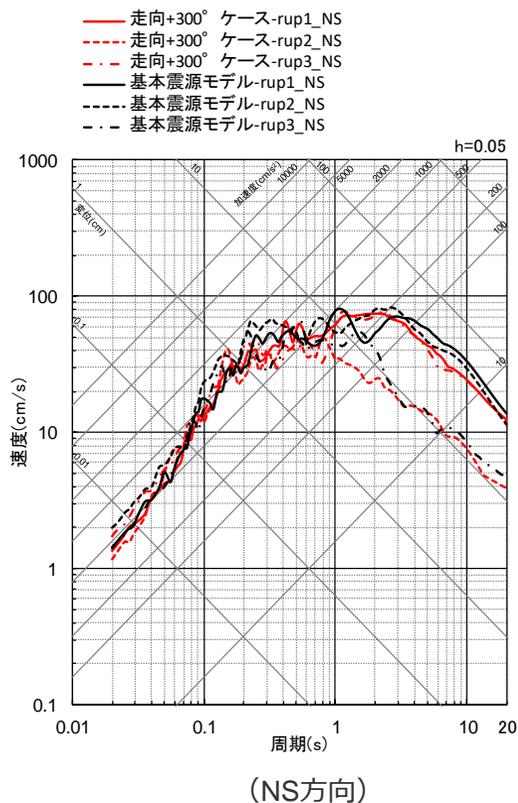
<基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と「断層面の走向を変えたケース（+285°）」の地震動評価結果の比較（応答スペクトル）（破壊開始点1～3）>

・統計的グリーン関数法と波数積分法のハイブリッド合成法。

断層面の傾斜方向・走向の影響検討

（断層面の走向の影響検討（走向：基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）+300°））

○基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と「断層面の走向を変えたケース（+300°）」の地震動評価結果を比較した結果、同程度になっている。



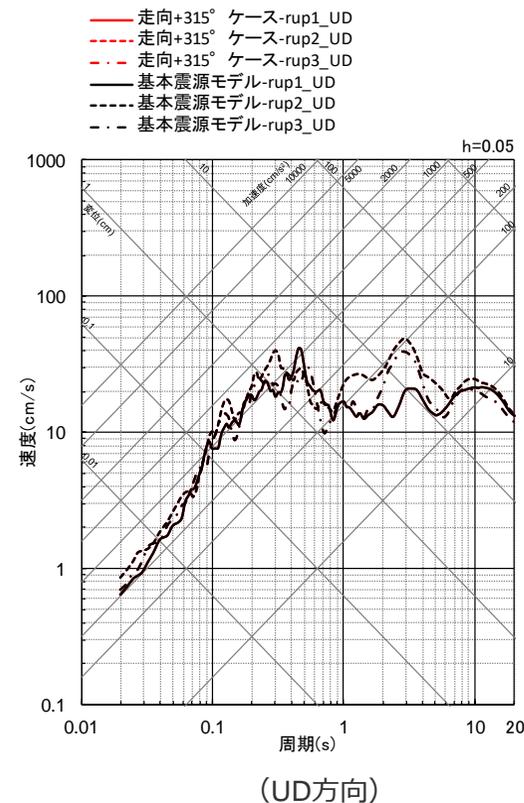
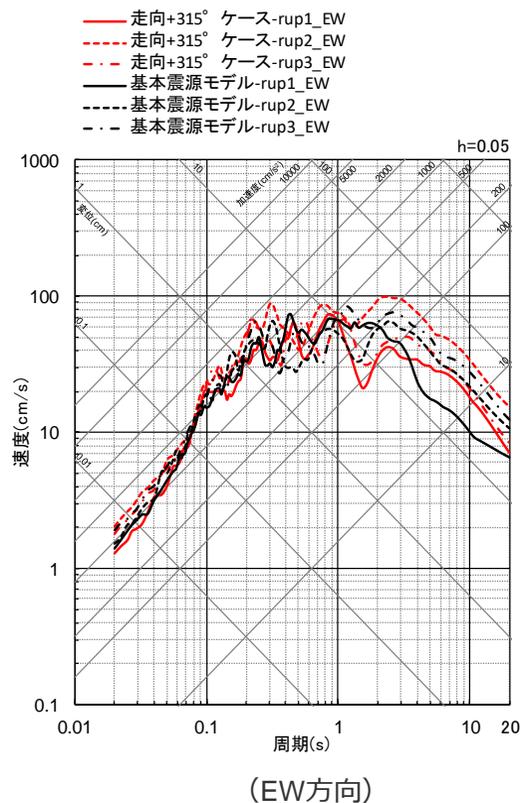
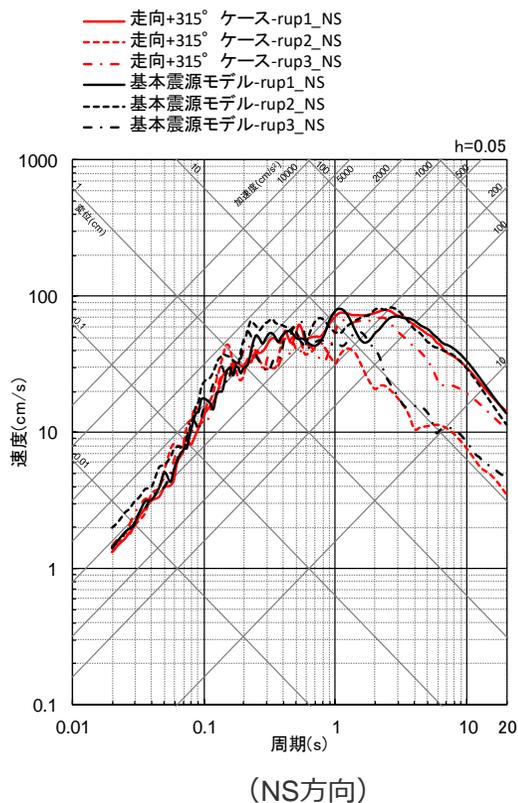
<基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と「断層面の走向を変えたケース（+300°）」の地震動評価結果の比較（応答スペクトル）（破壊開始点1～3）>

・統計的グリーン関数法と波数積分法のハイブリッド合成法。

断層面の傾斜方向・走向の影響検討

（断層面の走向の影響検討（走向：基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）+315°））

○基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と「断層面の走向を変えたケース（+315°）」の地震動評価結果を比較した結果、同程度になっている。



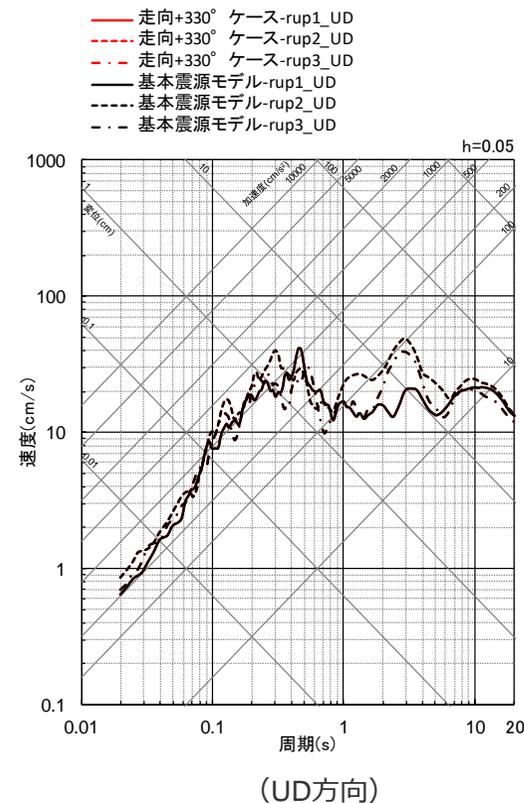
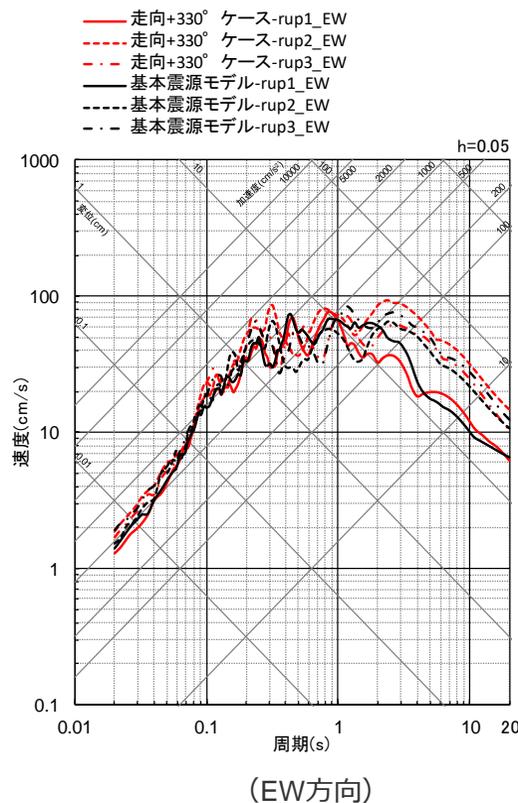
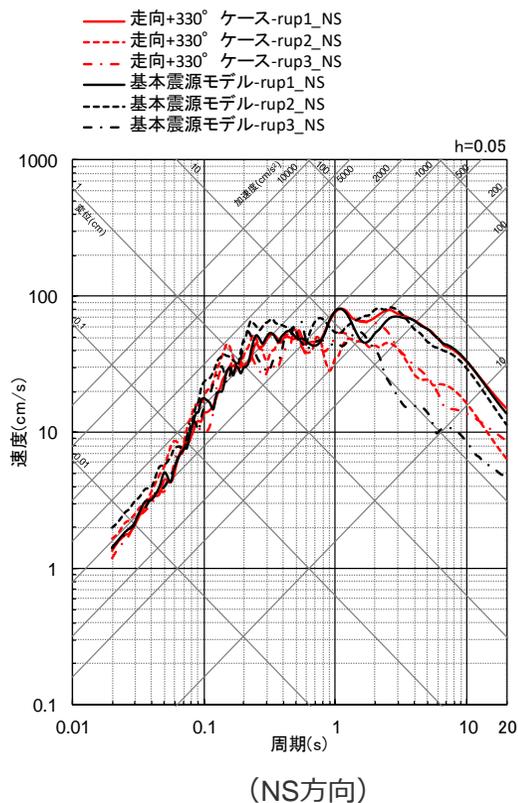
<基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と「断層面の走向を変えたケース（+315°）」の地震動評価結果の比較（応答スペクトル）（破壊開始点1～3）>

・統計的グリーン関数法と波数積分法のハイブリッド合成法。

断層面の傾斜方向・走向の影響検討

（断層面の走向の影響検討（走向：基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）+330°））

○基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と「断層面の走向を変えたケース（+330°）」の地震動評価結果を比較した結果、同程度になっている。



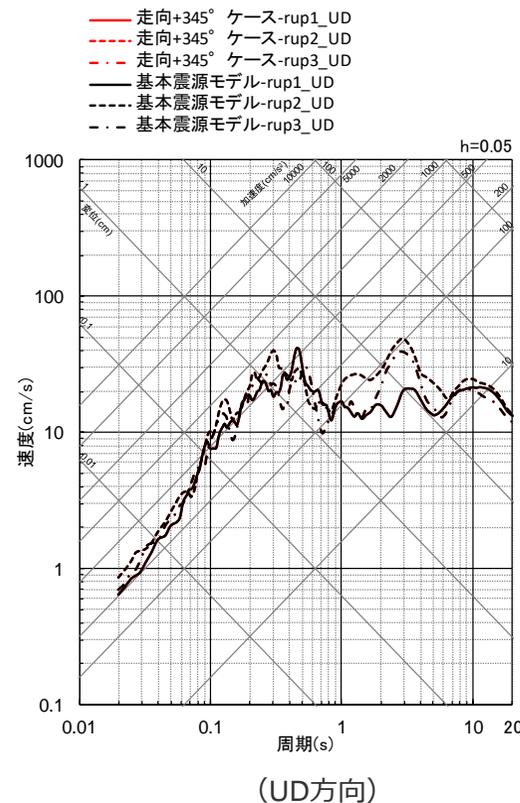
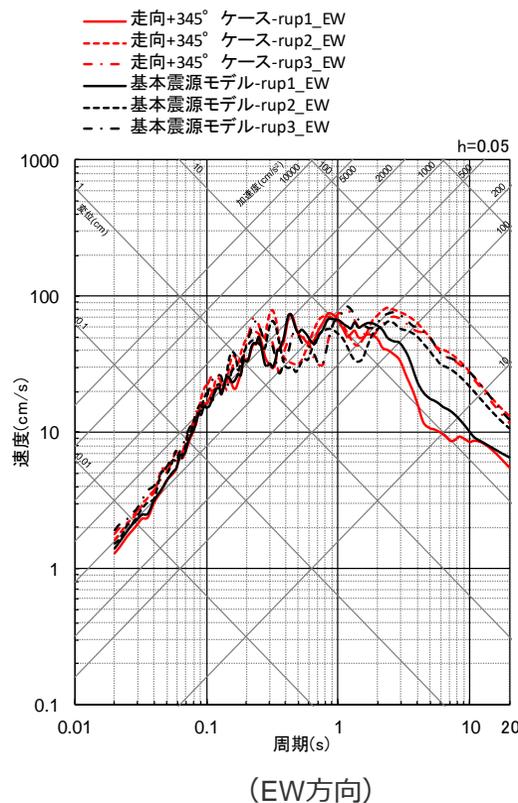
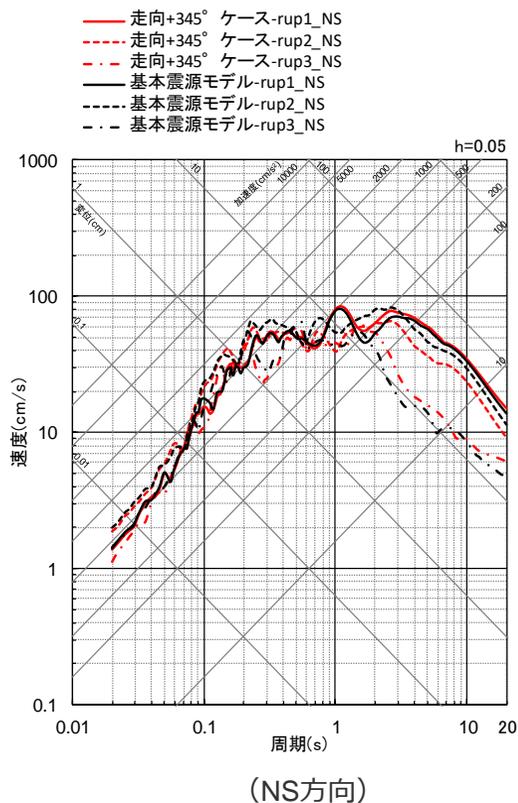
<基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と「断層面の走向を変えたケース（+330°）」の地震動評価結果の比較（応答スペクトル）（破壊開始点1～3）>

・統計的グリーン関数法と波数積分法のハイブリッド合成法。

断層面の傾斜方向・走向の影響検討

（断層面の走向の影響検討（走向：基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）+345°））

○基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と「断層面の走向を変えたケース（+345°）」の地震動評価結果を比較した結果、同程度になっている。



<基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と「断層面の走向を変えたケース（+345°）」の地震動評価結果の比較（応答スペクトル）（破壊開始点1～3）>

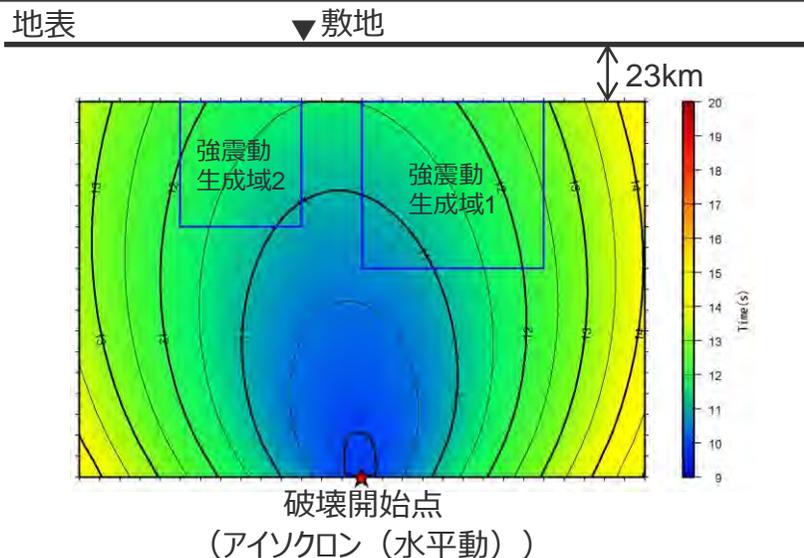
・統計的グリーン関数法と波数積分法のハイブリッド合成法。

補足説明資料③-30

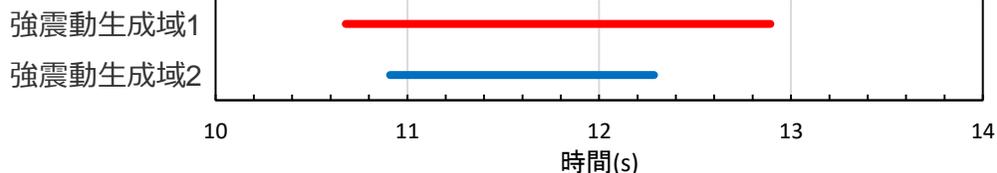
敷地下方の想定スラブ内地震の震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の強震動生成域から敷地に到達する地震波の重なるの確認

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）に基づく

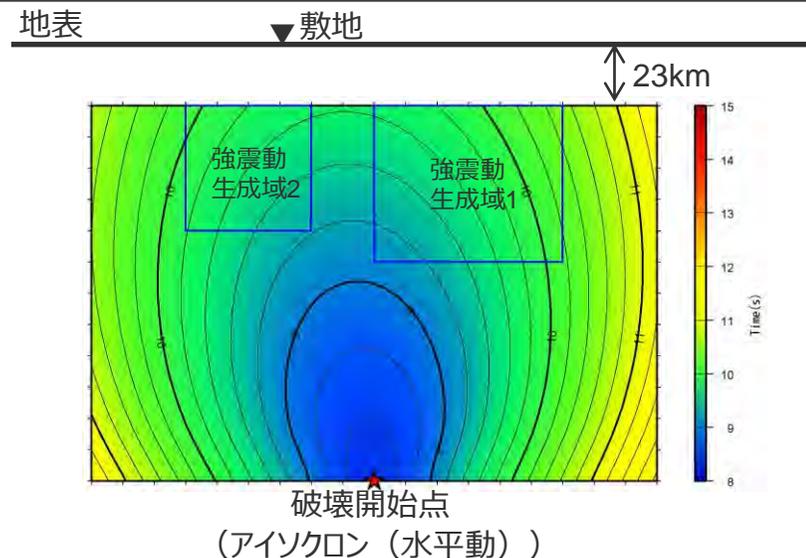
○ 敷地下方の想定スラブ内地震の断層位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）及びこの震源モデルに基づき不確かさを考慮した各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）について、強震動生成域1からの地震波と強震動生成域2からの地震波は、同時に敷地に到達する。



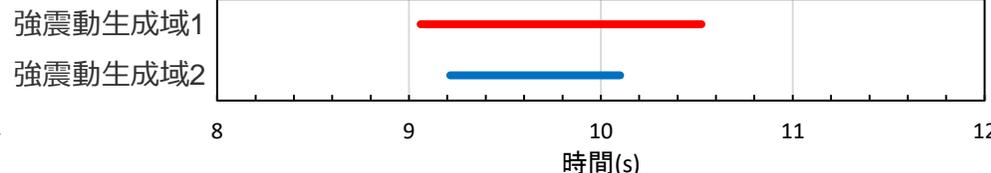
— 強震動生成域1からの地震波が敷地へ到達している時間
— 強震動生成域2からの地震波が敷地へ到達している時間



(各強震動生成域からの地震波の重なり)
<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) >



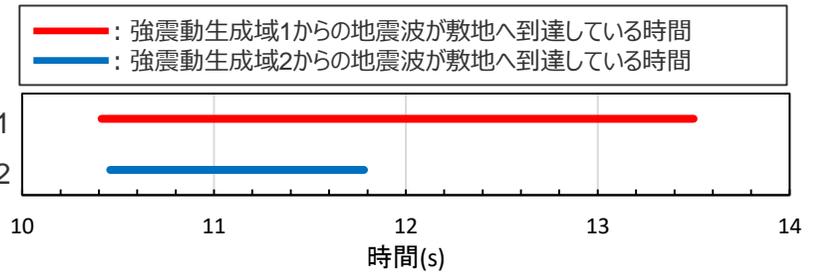
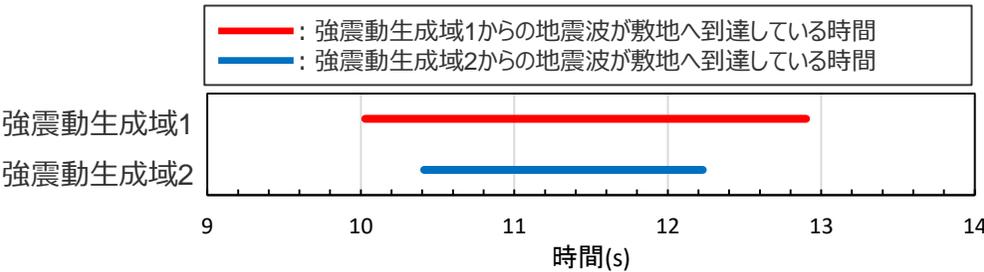
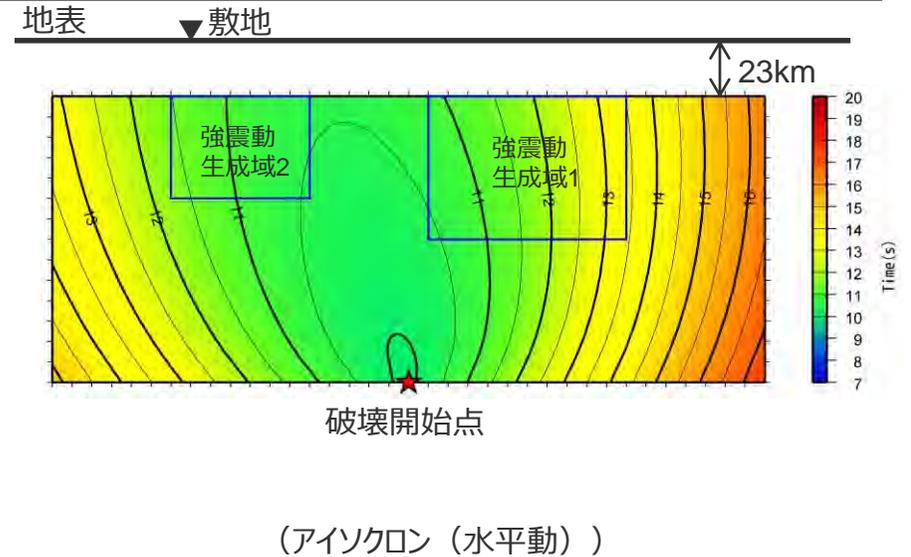
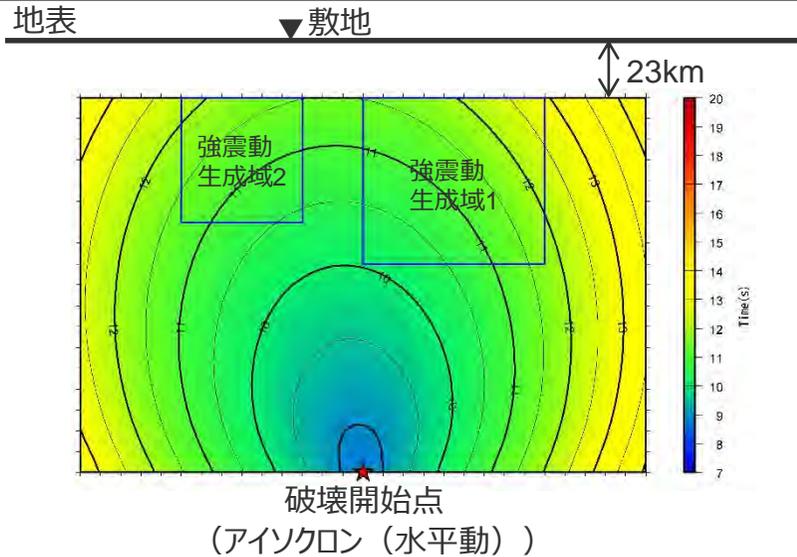
— 強震動生成域1からの地震波が敷地へ到達している時間
— 強震動生成域2からの地震波が敷地へ到達している時間



(各強震動生成域からの地震波の重なり)
<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）に基づく

○ 敷地下方の想定スラブ内地震の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）に基づき不確かさを考慮した各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）について、強震動生成域1からの地震波と強震動生成域2からの地震波は、同時に敷地に到達する。

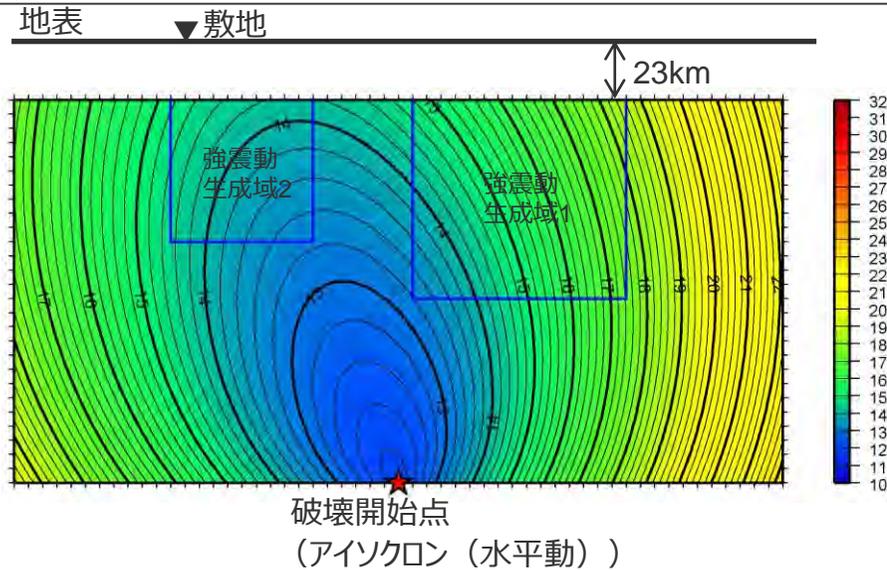


(各強震動生成域からの地震波の重なり)
<断層傾斜角の不確かさ (20°) を考慮した震源モデル
(断層位置の不確かさを考慮した震源モデルに基づく)
(地震動の顕著な増幅を考慮しない) >

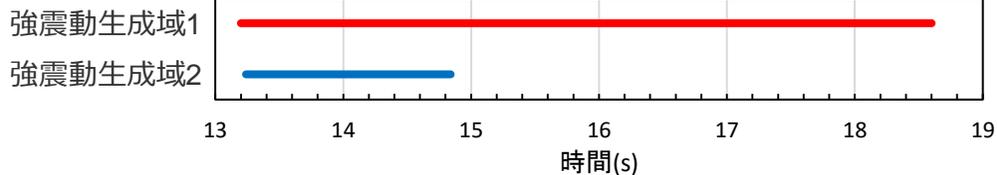
(各強震動生成域からの地震波の重なり)
<断層傾斜角の不確かさ (90°) を考慮した震源モデル
(断層位置の不確かさを考慮した震源モデルに基づく)
(地震動の顕著な増幅を考慮しない) >

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）に基づく

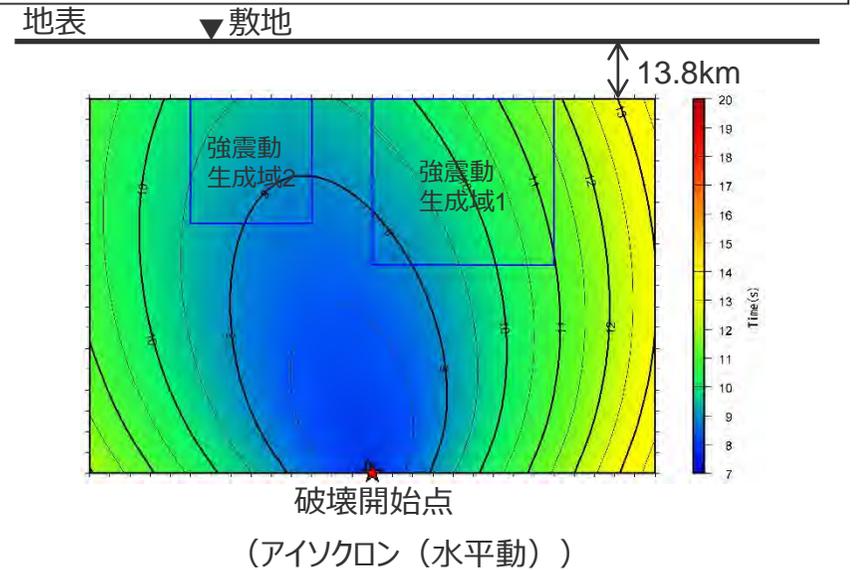
○ 敷地下方の想定スラブ内地震の断層位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）に基づき不確かさを考慮した各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）について、強震動生成域1からの地震波と強震動生成域2からの地震波は、同時に敷地に到達する。



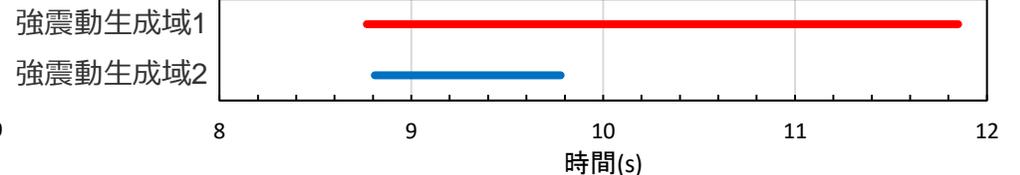
— 強震動生成域1からの地震波が敷地へ到達している時間
— 強震動生成域2からの地震波が敷地へ到達している時間



（各強震動生成域からの地震波の重なり）
＜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）＞



— 強震動生成域1からの地震波が敷地へ到達している時間
— 強震動生成域2からの地震波が敷地へ到達している時間



（各強震動生成域からの地震波の重なり）
＜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）＞

補足説明資料③-31

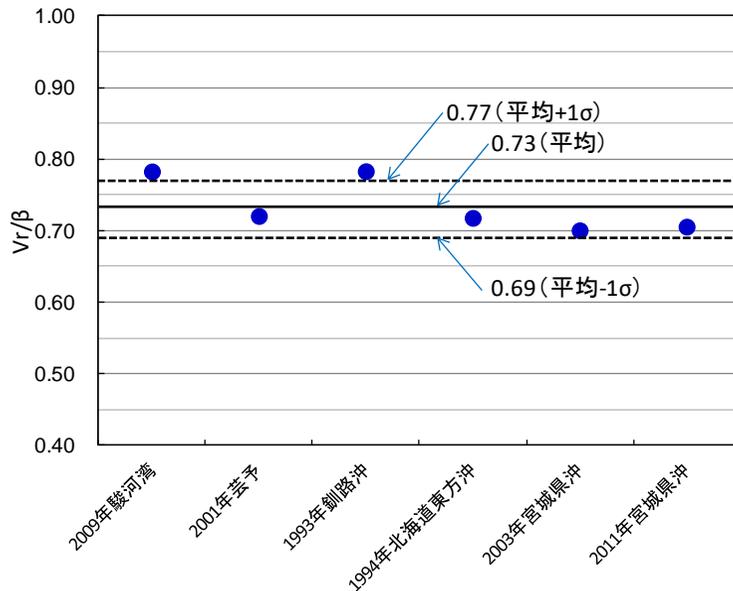
敷地下方の想定スラブ内地震の破壊伝播速度の影響検討

海洋プレート内地震の破壊伝播速度の文献調査

- 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）の破壊伝播速度 V_r は、2009年駿河湾の地震（本震）の観測記録のシミュレーション解析（特性化震源モデル）に基づき、3.4km/sとして設定しており、S波速度 β （3.99km/s）に対する V_r/β の比率（ V_r/β ）は0.85である。
- 一方、日本周辺で発生したスラブ内地震（特性化震源モデル）の V_r/β を調査・整理した結果、平均は0.73（標準偏差0.04）となった。

⇒当社の地震動評価で用いる設定値 $V_r/\beta=0.85$ に比べ、上記整理による平均値 $V_r/\beta=0.73$ は小さく、その影響は当社設定値で代表できると考えられるが、念のため、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）を対象として、 $V_r/\beta=0.73$ とした場合の地震動評価を行い、当社設定値の代表性を確認する。

<スラブ内地震の V_r/β >

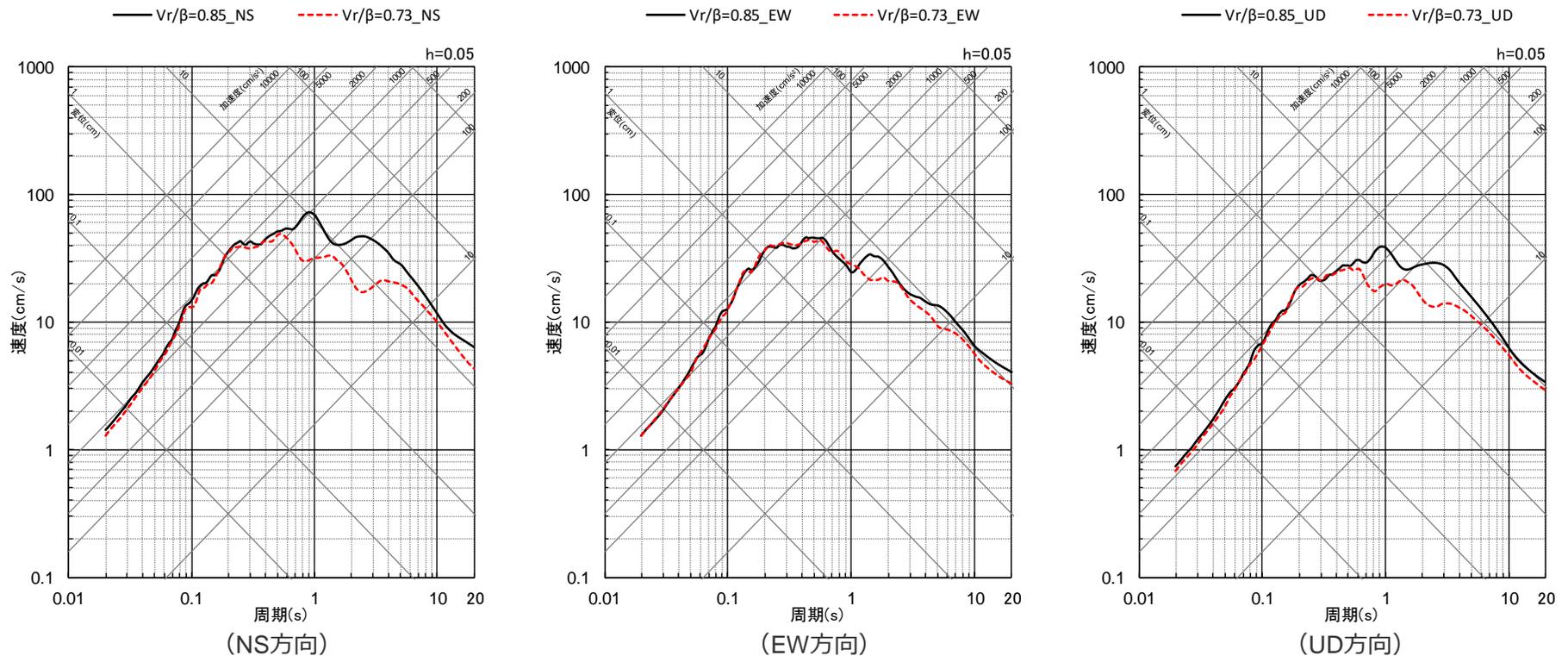


| 地震名 | M_w | V_r/β | | 出典 |
|--------------------------------|-------|-------------|------|-----------------------------|
| | | 地震別 | 文献別 | |
| (1) フィリピン海プレートで発生した地震 (平均0.75) | | | | |
| 2009年駿河湾 | 6.2 | 0.78 | 0.85 | 当社モデル |
| | | | 0.89 | 浅野・岩田(2010) |
| | | | 0.60 | 佐藤(2010b) |
| 2001年芸予 | 6.7 | 0.72 | 0.72 | Matsuzaki et al.(2010) |
| (2) 太平洋プレートで発生した地震 (平均0.73) | | | | |
| 1993年釧路沖 | 7.6 | 0.78 | 0.78 | Morikawa and Sasatani(2004) |
| 1993年北海道東方沖 | 8.2 | 0.72 | 0.72 | Morikawa and Sasatani(2004) |
| 2003年宮城県沖 | 7.0 | 0.70 | 0.70 | 浅野・他(2004) |
| 2011年宮城県沖 | 7.1 | 0.71 | 0.71 | Harada et al.(2012) |

平均0.73、標準偏差0.04

地震動評価結果

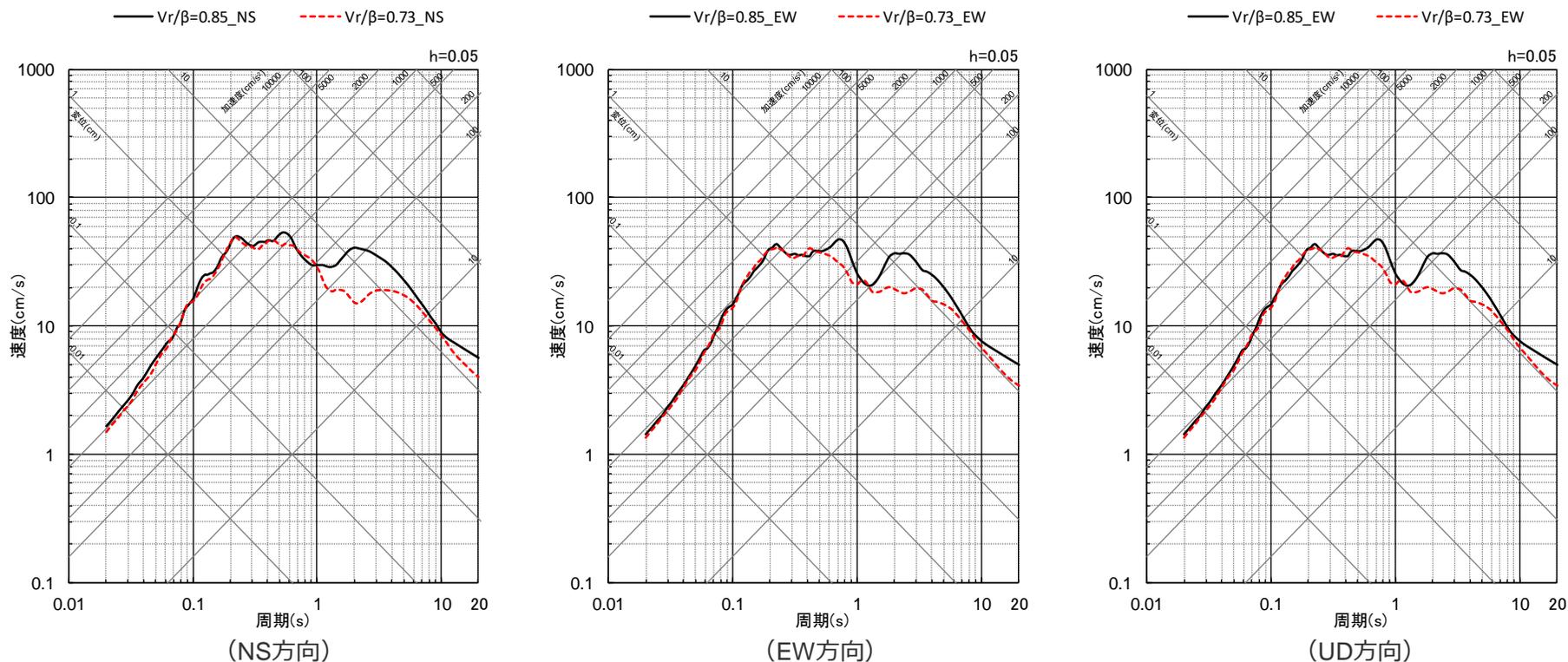
○敷地下方の想定スラブ内地震の基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）を対象として、破壊伝播速度が $V_r/\beta=0.85$ （当社の地震動評価）の場合と $V_r/\beta=0.73$ （平均値）の場合の統計的グリーン関数法による地震動評価を行った結果、短周期では同程度、長周期（1秒付近以降）ではやや $V_r/\beta=0.85$ の方が大きく、当社の地震動評価で用いる設定値 $V_r/\beta=0.85$ の代表性を確認した。



<各破壊伝播速度の地震動評価結果の比較（平均応答スペクトル）>
(基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）（破壊開始点1）)

地震動評価結果

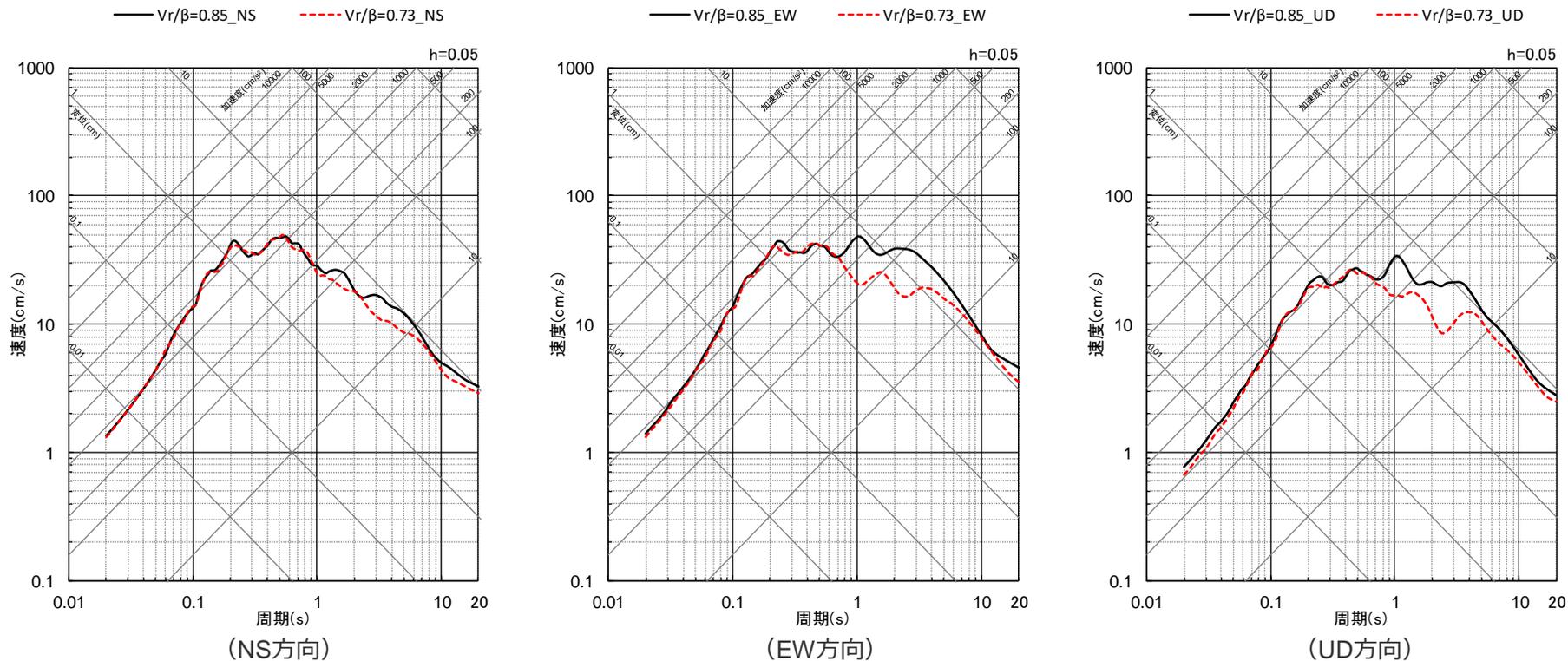
○敷地下方の想定スラブ内地震の基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）を対象として、破壊伝播速度が $V_r/\beta=0.85$ （当社の地震動評価）の場合と $V_r/\beta=0.73$ （平均値）の場合の統計的グリーン関数法による地震動評価を行った結果、短周期では同程度、長周期（1秒付近以降）ではやや $V_r/\beta=0.85$ の方が大きく、当社の地震動評価で用いる設定値 $V_r/\beta=0.85$ の代表性を確認した。



<各破壊伝播速度の地震動評価結果の比較（平均応答スペクトル）>
（基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）（破壊開始点2））

地震動評価結果

○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）を対象として、破壊伝播速度が $V_r/\beta=0.85$ （当社の地震動評価）の場合と $V_r/\beta=0.73$ （平均値）の場合の統計的グリーン関数法による地震動評価を行った結果、短周期では同程度、長周期（1秒付近以降）ではやや $V_r/\beta=0.85$ の方が大きく、当社の地震動評価で用いる設定値 $V_r/\beta=0.85$ の代表性を確認した。



<各破壊伝播速度の地震動評価結果の比較（平均応答スペクトル）>
(基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）（破壊開始点3）)

補足説明資料③-32

敷地下方の想定スラブ内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) の設定 (補足)

<補足説明資料③-32 敷地下方の想定スラブ内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）の設定（補足）>
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

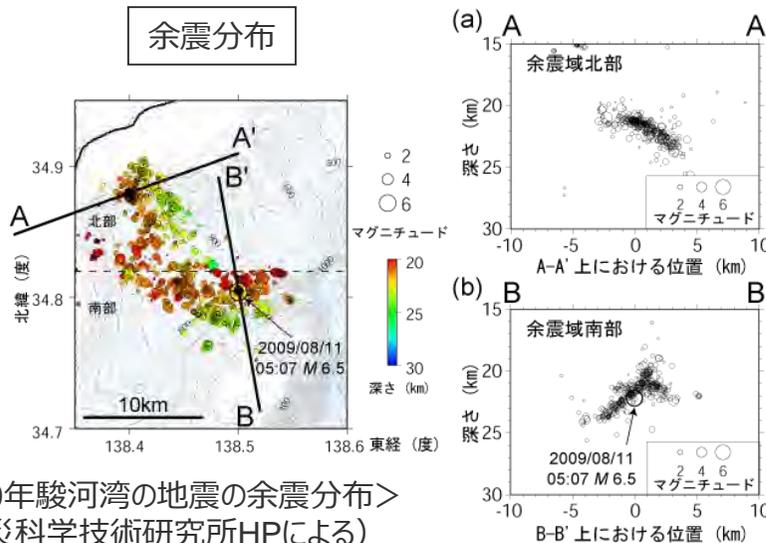
基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）

- 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）の断層傾斜角は、敷地周辺で発生した地震のうち、最大規模の地震であり、敷地への影響が最も大きかった2009年駿河湾の地震（本震M6.5）の知見に基づき設定する。
 - 2009年駿河湾の地震の余震分布、CMT解（共役断層）、特性化震源モデルに基づき断層傾斜角を整理した結果、35°～68°となり、平均値は47.1°となった。
- ⇒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）の断層傾斜角は、平均値に基づき45°として設定し、整理結果の幅（35°～68°）は、以降に示す断層傾斜角の不確かさとして考慮する。

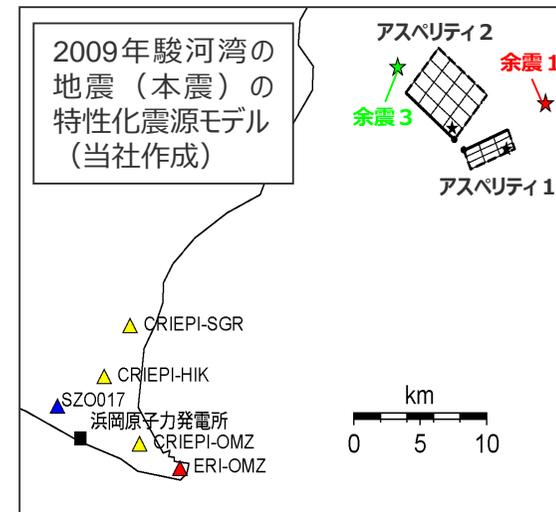
<2009年駿河湾の地震の断層傾斜角>

| 文献等 | | 断層傾斜角（°） | |
|----------|--------------------|-----------------------|----|
| | | 北部 | 南部 |
| 余震分布 | | 35 | 50 |
| CMT解 | | 47 (51 [*]) | |
| 特性化震源モデル | 当社モデル | 37 | 68 |
| | 川辺・他(2009) | 47 | |
| | 倉橋・他(2009) | 35 | 50 |
| | 浅野・岩田(2010) | 37 | 58 |
| | (財)地域地盤環境研究所(2010) | 47 | 59 |
| | 佐藤(2010b) | 35 | 50 |
| 平均値 | | 47.1 (35～68) | |

※CMT解の共役断層面のうち、実際に破壊した断層面を（ ）外に、これ以外の断層面を（ ）内に示す。



<2009年駿河湾の地震の余震分布>
 (防災科学技術研究所HPによる)



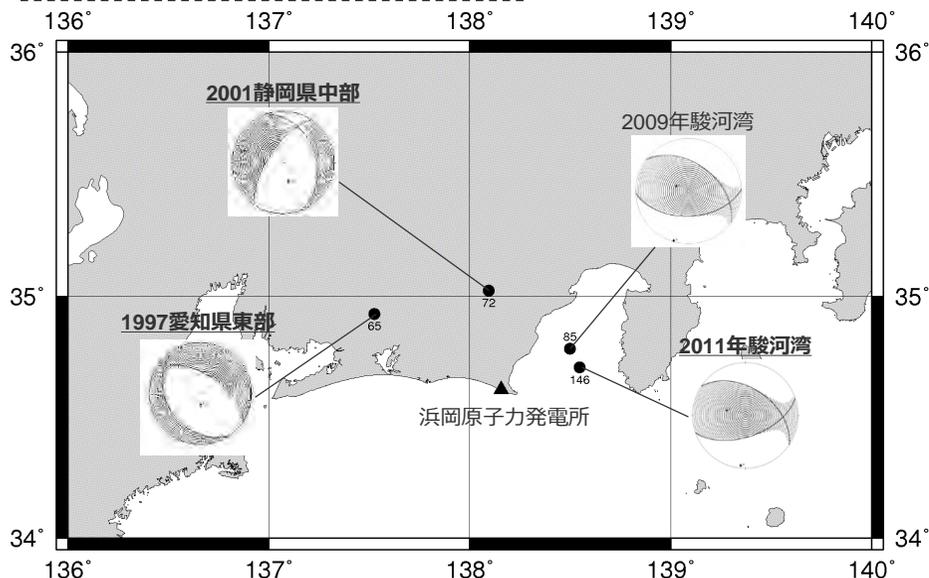
断層傾斜角の不確かさの考慮

（検討方針）

断層傾斜角の不確かさの考慮（検討方針）

- 断層傾斜角の不確かさの考慮に関して、前述の2009年駿河湾の地震の整理結果の幅（35°～68°）の他、敷地周辺で発生した地震、その他のフィリピン海プレートで発生した地震、類似する海洋プレート（ファンデフカプレート）で発生した地震を対象として、断層傾斜角を整理する。
- その際には、特性化震源モデルや波形インバージョン等の実際に破壊した断層面が特定される研究成果の他、共役断層面（2つの断層面）が示されるCMT解についても対象とする。
- また、プレートの摩擦や作用する応力の観点から想定される断層傾斜角を検討する。

整理①：敷地周辺で発生した地震



・敷地周辺で発生した地震の断層傾斜角を整理。
⇒31°～66°

| 地震 | M | 文献等 | 断層傾斜角 (°) |
|---------------|-----|------------------------|-----------------------|
| 1997年愛知県東部の地震 | 5.9 | CMT解 | 58 (34 [※]) |
| 2001年静岡県中部の地震 | 5.3 | 特性化震源モデル (森川・他(2010)) | 36 |
| | | CMT解 | 36 (66 [※]) |
| 2011年駿河湾の地震 | 6.2 | 波形インバージョン (気象庁(2012b)) | 31 |
| | | CMT解 | 47 (57 [※]) |

※CMT解の共役断層面のうち、実際に破壊した断層面を（ ）外に、これ以外の断層面を（ ）内に示す。

<敷地周辺で発生した地震のCMT解>（CMT解は防災科学研究所HPによる）

＜補足説明資料③-32 敷地下方の想定スラブ内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）の設定（補足）＞

断層傾斜角の不確かさの考慮

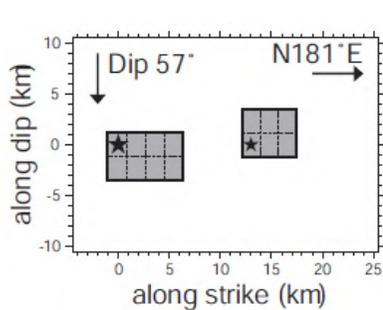
整理②：その他のフィリピン海プレートで発生した地震（2001年芸予地震）

- その他のフィリピン海プレートで発生した地震（2001年芸予地震）の断層傾斜角を整理。

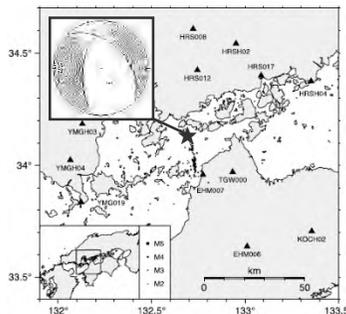
⇒45°～70°

| 地震 | M | 文献等 | 断層傾斜角 (°) |
|-----------|-----|-------------------------------|----------------|
| 2001年芸予地震 | 6.7 | 特性化震源モデル (Asano et al.(2004)) | 57 |
| | | 波形インバージョン (関口・岩田(2002)) | 57, 60 |
| | | 波形インバージョン (Kakehi(2004)) | 60, 63, 67, 70 |
| | | CMT解 | 59 (45※) |

※CMT解の共役断層面のうち、実際に破壊した断層面を () 外に、これ以外の断層面を () 内に示す。



＜特性化震源モデル＞
(Asano et al.(2004)による)

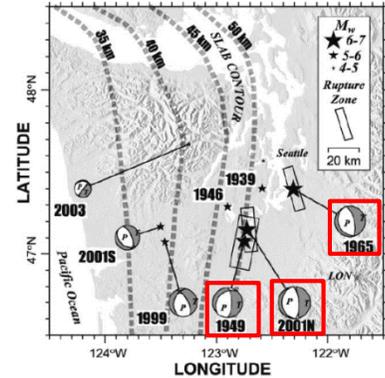


＜CMT解＞
(Kakehi et al.(2004)及び防災科学技術研究所に震源位置を加筆)

整理③：類似する海洋プレート（ファンデフカプレート）で発生した地震

- フィリピン海プレートと特徴が類似する海洋プレート（ファンデフカプレート）で発生した地震の断層傾斜角を整理。

⇒22°～70°



(Ichinoce et al.(2006)に赤い四角を加筆)

| 地震 | Mw | 文献等 | 断層傾斜角 (°) |
|-------------------|-----|-----------------------------------|-----------|
| 1949年 Olympia地震 | 6.8 | 波形インバージョン (Ichinoce et al.(2006)) | 66 |
| | | CMT解 | 66 (31※) |
| 1965年 Seattle地震 | 6.6 | 波形インバージョン (Ichinoce et al.(2004)) | 70 |
| | | 初動解 | 70 (25※) |
| 2001年 Nisqually地震 | 6.8 | 波形インバージョン (Ichinoce et al.(2004)) | 70 |
| | | CMT解 | 68 (22※) |

※CMT解の共役断層面のうち、実際に破壊した断層面を () 外に、これ以外の断層面を () 内に示す。

・整理②、整理③で対象とした地震の発生場所におけるプレートの沈み込みは、敷地周辺と同様、低角となっている。

断層傾斜角の不確かさの考慮

整理④：プレートの摩擦や作用する応力の観点から想定される断層傾斜角

- プレートの沈み込みに伴い、プレートに加わる沈み込み方向の力による起震応力（P）を仮定する。
- この起震応力が断層面にかかる時、断層面に平行方向の応力（せん断応力）をT、垂直方向の応力（垂直応力）を σ とすると、摩擦係数 μ は以下の式で表される。

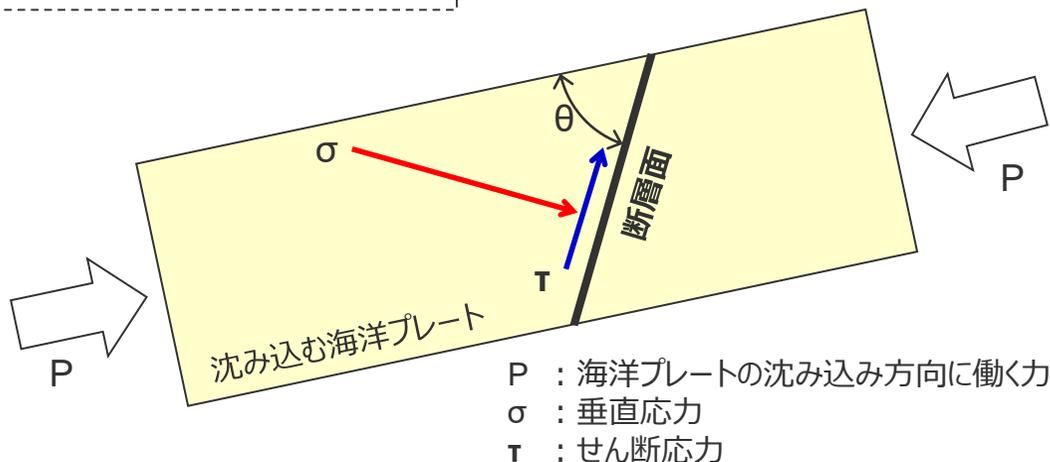
$$\mu = T / \sigma$$



- 断層や岩石の摩擦に関する研究は、1960年代からScholzやByerlee等により行われており、一般に、岩石同士の接触面の摩擦係数は約0.6～0.8である（海洋研究開発機構(2011)等）。
- 力のつりあいから、摩擦係数0.6～0.8になる場合を想定すると、断層面がプレート上面となす角度 θ は、51～59度である。

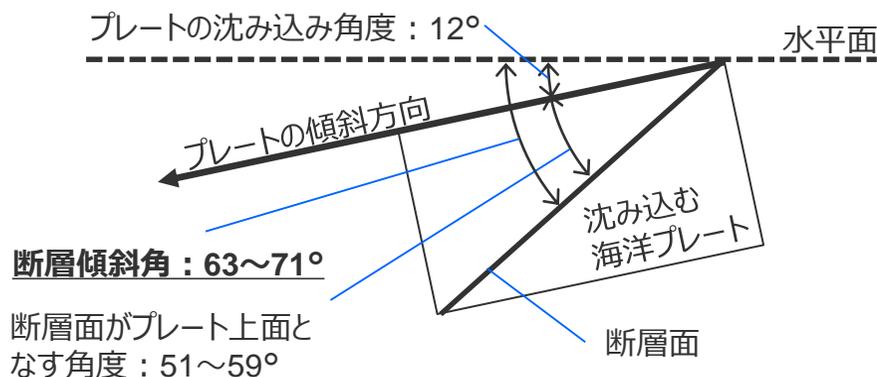


- この角度に、敷地周辺におけるプレートの沈み込み角度（12°）を考慮すると、**想定される断層傾斜角は63～71°**となる。



P : 海洋プレートの沈み込み方向に働く力
 σ : 垂直応力
 T : せん断応力

<断層面と作用する応力の関係>



<敷地直下のプレートの傾斜を考慮した断層傾斜角>

断層傾斜角の不確かさの考慮

（まとめ）

断層傾斜角の不確かさの考慮（まとめ）

- 前述のとおり、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）の断層傾斜角は、敷地周辺で発生した最大規模の地震で、敷地への影響が最も大きかった2009年駿河湾の地震の断層傾斜角の平均値に基づき、45°として設定する。
- 断層傾斜角の不確かさについて、断層傾斜角の整理結果（共役断層面を含む）によると、20°～70°程度であるが、安全評価上、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こととし、低角の20°及び高角の90°としたケースを考慮する。

| 検討対象地震 | | 断層傾斜角 (°) |
|-------------------------------|---|----------------------|
| 2009年駿河湾の地震（本震M6.5） | | 35°～68° (平均47.1°) |
| 敷地周辺で発生した地震 | 1997年愛知県東部の地震（M5.9） 2001年静岡県中部の地震（M5.3） 2011年駿河湾の地震（M6.2） | 31°～66° |
| その他のフィリピン海プレートで発生した地震 | 2001年芸予地震（M6.7） | 45°～70° |
| 類似する海洋プレート（ファンデフカプレート）で発生した地震 | 1949年Olympia地震（Mw6.8） 1965年Seattle地震（Mw6.6） 2001年Nisqually地震（Mw6.8） | 22°～70° |
| プレートの摩擦や応力の観点から想定される角度 | | 63°～71° |

・上記地震の発生場所において、いずれも、敷地周辺と同様、プレートの沈み込み角度は低角となっている。

<補足説明資料③-32 敷地下方の想定スラブ内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）の設定（補足）>

（参考）特性化震源モデル等の断層傾斜角の設定根拠

<特性化震源モデル及び波形インバージョンの文献における断層傾斜角の設定根拠>

| 地震 | 文献 | 断層傾斜角の設定根拠 |
|-----------------------|-----------------------|---|
| 2009年駿河湾（本震M6.5） | 川辺・他(2009) | CMT解（防災科学技術研究所 F-net） 余震分布（防災科学技術研究所 F-net） |
| | 倉橋・他(2009) | 余震分布（気象庁・防災科学技術研究所） |
| | 浅野・岩田(2010) | 初動発震機構解（気象庁） CMT解（防災科学技術研究所 Hi-net） |
| | (財)地域地盤環境研究所(2010) | CMT解（防災科学技術研究所 Hi-net, F-net） |
| | 佐藤(2010b) | 余震分布（東京大学地震研究所・防災科学技術研究所） CMT解（東京大学地震研究所, 防災科学技術研究所 Hi-net, F-net） |
| 2001年静岡県中部（M5.3） | 森川・他(2010) | 余震分布（防災科学技術研究所 Hi-net） CMT解（防災科学技術研究所 Freesia） |
| 2011年駿河湾（M6.2） | 気象庁(2012b) | CMT解（気象庁） |
| 2001年芸予（M6.7） | Asano et al.(2004) | — |
| | 関口・岩田(2002) | 初動発震機構解（気象庁） CMT解（気象庁・防災科学技術研究所） 余震分布 |
| | Takehi(2004) | 初動発震機構解 余震分布（気象庁） |
| 1949年Olympia（Mw6.8） | Ichinose et al.(2006) | CMT解（Ichinose et al.(2006)） |
| 1965年Seattle（Mw6.6） | Ichinose et al.(2004) | 初動解（Langston and Blum(1977)） |
| 2001年Nisqually（Mw6.8） | Ichinose et al.(2004) | CMT解 |

補足説明資料③-33

敷地下方の想定スラブ内地震の短周期レベルの不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の応答スペクトルに基づく地震動評価で用いる距離減衰式

<補足説明資料③-33 敷地下方の想定スラブ内地震の短周期レベルの不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の応答スペクトルに基づく地震動評価で用いる距離減衰式>

Noda et al.(2002)以外の距離減衰式

○敷地下方の想定スラブ内地震の短周期レベルの不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）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、参考として、Noda et al.(2002)の方法とは異なる、その他の距離減衰式を用いた地震動評価を行う。



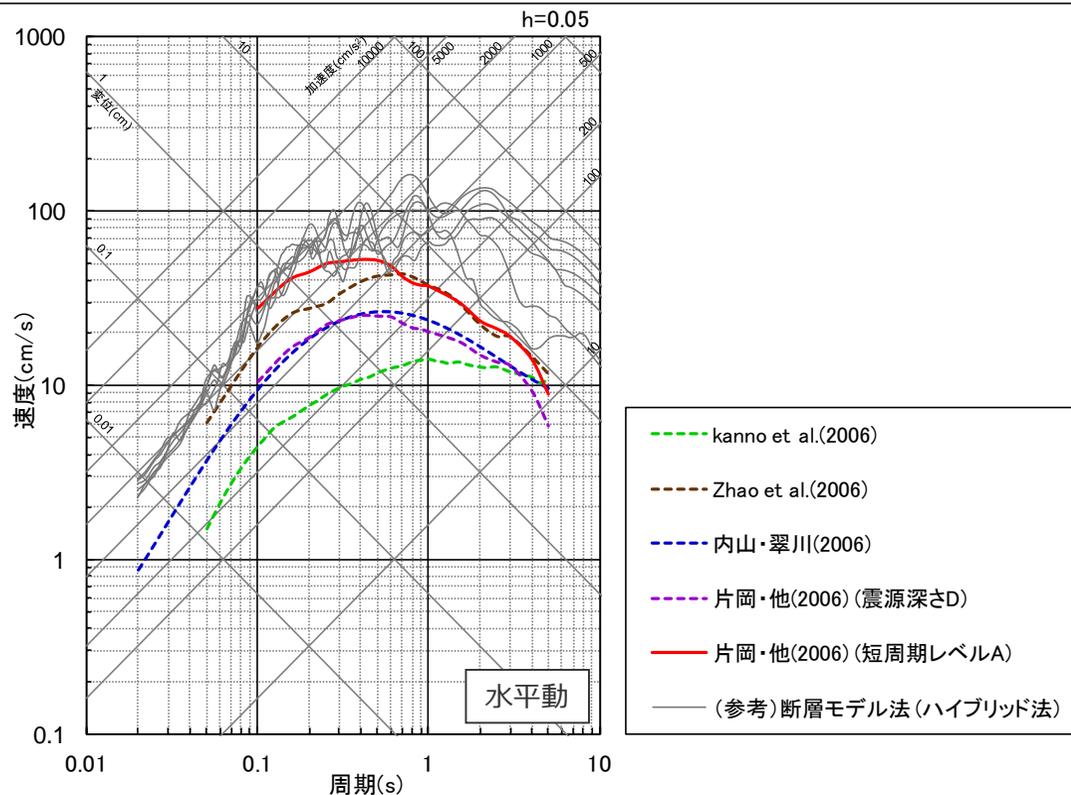
○データベースに海洋プレート内地震が含まれる4つの距離減衰式（下表参照）を用いて地震動評価を行い、断層モデルを用いた手法による地震動評価結果との比較・検討を行う。

| 距離減衰式 | データベース諸元 | | | 距離減衰式の特徴 | |
|--------------------|------------------------------|---------|-----------|---|---|
| | 地震タイプ | Mwの範囲 | 断層最短距離の範囲 | 入力パラメータ | 特徴 |
| Kanno et al.(2006) | 内陸地震 プレート間地震 海洋プレート内地震 | 5.5～8.2 | 500km以内 | Mw, Xsh, D (Xsh : 断層最短距離) (D : 震源深さ) | ・震源深さ30km以上と30km以下で式が分かれる。 |
| Zhao et al.(2006) | 同上 | 5.0～8.3 | 300km以内 | 同上 | ・内陸地震、プレート間地震、海洋プレート内地震で式が分かれる。 |
| 内山・翠川(2006) | 同上 | 5.5～8.3 | 300km以内 | 同上 | ・震源深さ30km以上と30km以下で式が分かれる。 |
| 片岡・他(2006) | 同上 | 4.9～8.2 | 250km以内 | Mw, Xsh, D or Mw, Xsh, A (A : 短周期レベル) | ・内陸地震、海溝性地震で式が分かれる。 ・上記3つの距離減衰式と同様、震源深さを入力パラメータとする式の他、短周期レベルを入力パラメータとする式もある。 |

<補足説明資料③-33 敷地下方の想定スラブ内地震の短周期レベルの不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の応答スペクトルに基づく地震動評価で用いる距離減衰式>

応答スペクトルに基づく地震動評価結果（Noda et al.(2002)以外の距離減衰式）

- 各距離減衰式と断層モデルを用いた手法による地震動評価結果を比較すると、短周期レベルを考慮した片岡・他(2006)の方法が断層モデルを用いた手法に最も近い結果となった。
- ⇒敷地下方の想定スラブ内地震の短周期レベルの不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の地震動評価（応答スペクトル法）においては、参考として、短周期レベルを考慮した片岡・他(2006)による距離減衰式を用いることとする。



<応答スペクトルに基づく地震動評価結果（Noda et al.(2002)以外の距離減衰式）>
 （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）（敷地下方の想定スラブ内地震））

・ Kanno et al.(2006)及びZhao et al.(2006)が評価対象としている周期は0.05秒～、片岡・他(2006)が評価対象としている周期は0.1秒～。

補足説明資料③-34

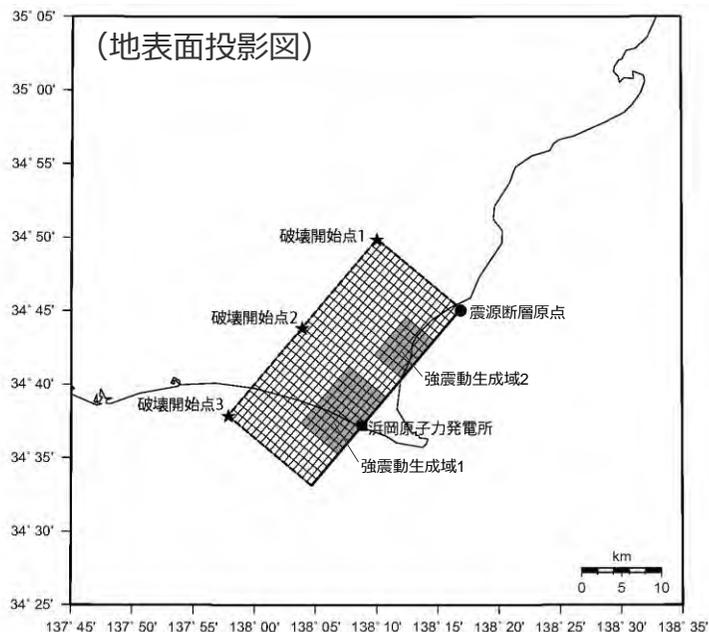
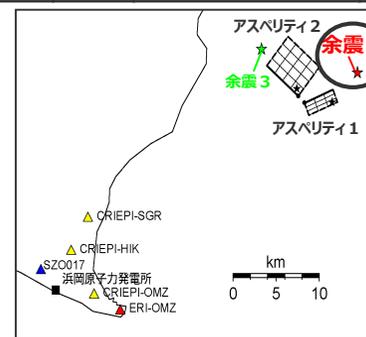
敷地下方の想定スラブ内地震の統計的グリーン関数法と経験的グリーン関数法の
地震動評価結果の比較

<補足説明資料③-34 敷地下方の想定スラブ内地震の統計的グリーン関数法と経験的グリーン関数法の地震動評価結果の比較> 検討概要

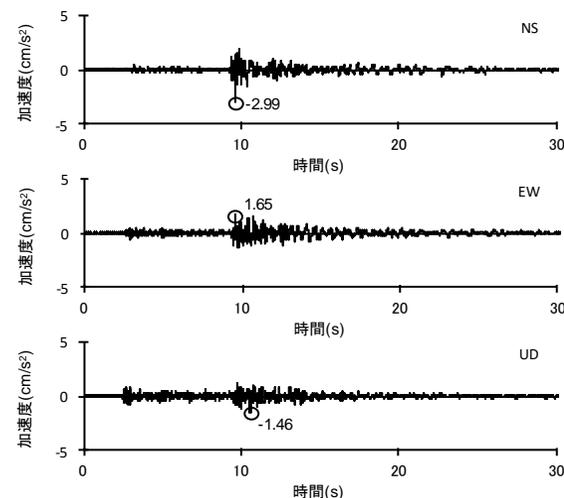
○断層モデルを用いた手法による地震動評価には、一次元地下構造モデルの妥当性を確認した統計的グリーン関数法（長周期は波数積分法のハイブリッド合成法）を用いることとし、当該評価手法の代表性を確認するため、敷地下方の想定スラブ内地震の基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）を対象として、経験的グリーン関数法（長周期は波数積分法のハイブリッド合成法）による地震動評価結果との比較・検討を行う。

・経験的グリーン関数法に用いる要素地震には、2009年駿河湾の地震の観測シミュレーションで敷地に対して支配的であった余震①（3G1観測記録）を用いる。

| 発生日時 | Mj | 地震モーメント | 応力降下量 |
|-----------------|-----|---------------------------------|---------|
| 2009.8.11 18:09 | 4.4 | $2.08 \times 10^{15} \text{Nm}$ | 2.9 MPa |



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

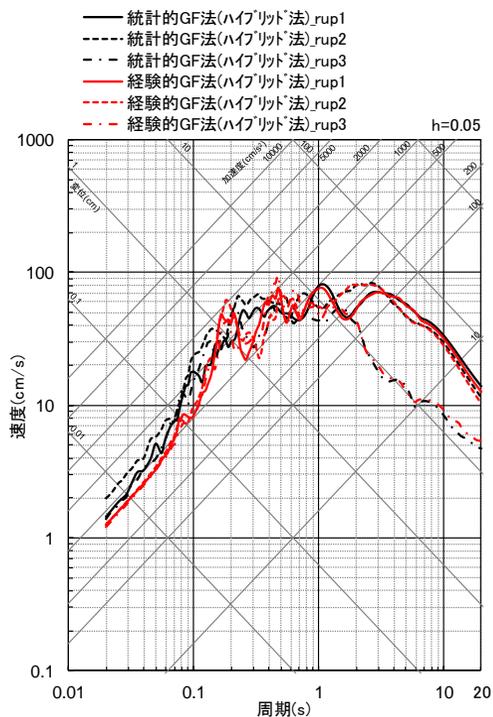


<要素地震（余震①）>

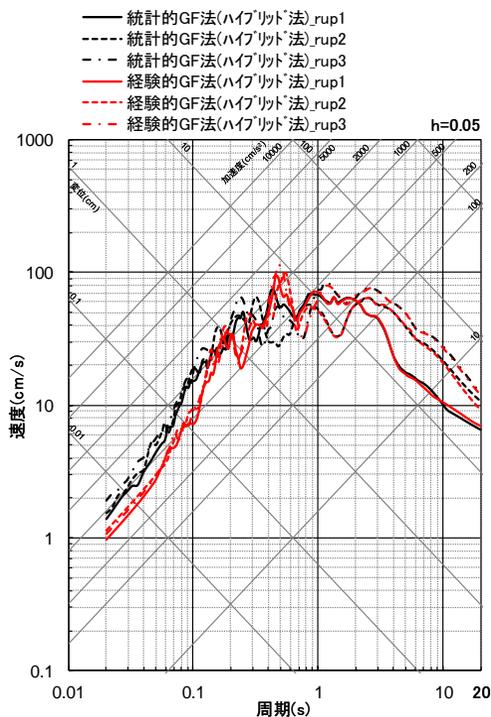
地震動評価結果の比較

○統計的グリーン関数法と経験的グリーン関数法による地震動評価結果を比較した結果、短周期領域においては、統計的グリーン関数法の方がやや大きくなっているものの、概ね同程度であり、統計的グリーン関数法で地震動評価を行うことの代表性を確認した。

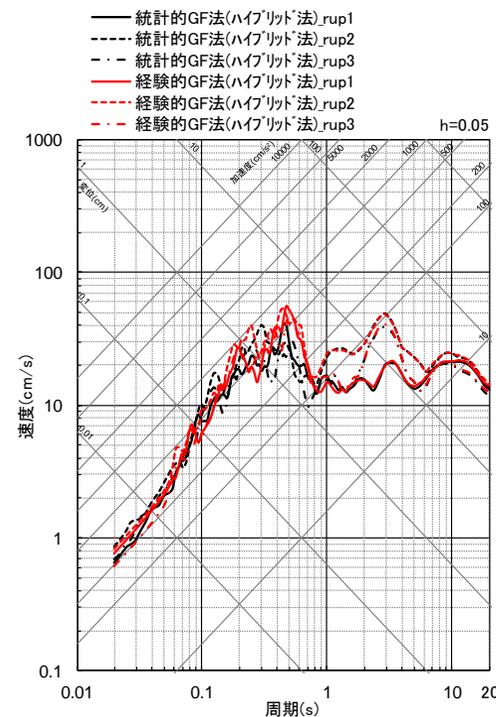
・統計的、経験的グリーン関数法とも、長周期に波数積分法を用いたハイブリッド合成法とする。



(NS方向)



(EW方向)



(UD方向)

<統計的グリーン関数法と経験的グリーン関数法の比較 (応答スペクトル) >

(基本震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮しない) (敷地下方の想定スラブ内地震) (破壊開始点1~3))

補足説明資料③-35

御前崎沖の想定沈み込む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しない）の設定（補足）

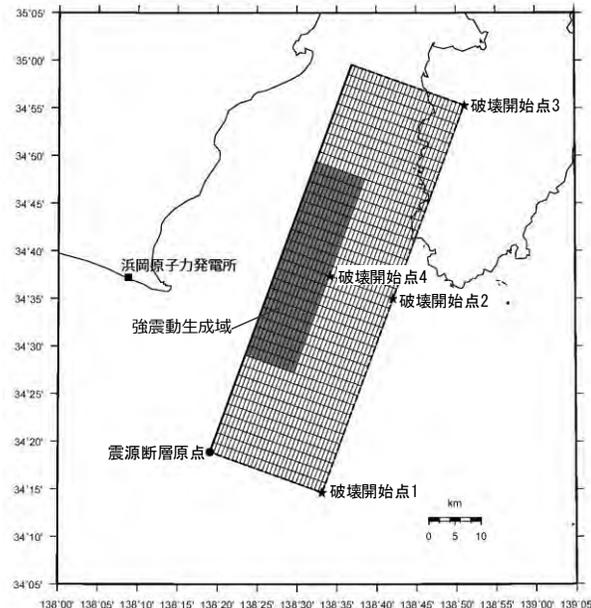
基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の設定

【設定方針】

- 「御前崎沖の想定沈み込む海洋プレート内地震」は、長周期帯に着目する検討用地震として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、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の設定は、Park and Mori(2005)によるすべり分布等を参考として、2004年紀伊半島南東沖の地震（本震 M7.4）（敷地への影響が最も大きかった最大規模の沈み込む海洋プレート内地震）の震源特性を反映する。

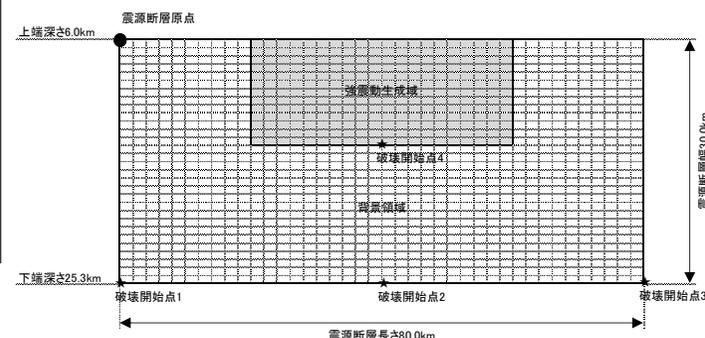
【震源断層パラメータ】

- 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む海洋プレート内地震の最大規模を踏まえて、M7.4※1として設定。断層モデルを用いた手法で用いる地震規模は、Park and Mori(2005)に基づき他の知見より保守的な値を設定（Mw7.5（ $M_0=2.1 \times 10^{20}\text{Nm}$ ））。※2
- 震源断層位置・上端深さ
 - ・断層位置は、トラフ軸沿いの敷地に最も近い位置に想定※3。断層上端深さは2004年紀伊半島南東沖の地震の余震分布及びPark and Mori(2005)を踏まえ、深さ6kmのプレート境界面に設定。
- 震源断層長さ・幅
 - ・Park and Mori(2005)のすべり分布に基づき設定。
- 傾斜角
 - ・Park and Mori(2005)に基づき40°の逆断層として設定。
- 強震動生成域の数・形状・位置
 - ・Park and Mori(2005)のすべり分布に基づき、強震動生成域の面積を設定し、数は1つ、形状は長方形※3として、震源断層の上端に設定。
- 強震動生成域の応力降下量
 - ・壇・他(2001)による M_0 -A関係に基づき設定※4。
- 破壊伝播速度
 - ・Park and Mori(2005)に基づき $V_r=2.0\text{km/s}$ で設定。
- 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。



(地表面投影図)

SW NE



(展開図)

<基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）
（御前崎沖の想定沈み込む海洋プレート内地震）>

※1 気象庁マグニチュード。

※2 地震規模について、フィリピン海プレート（領域1（南海トラフ沿い））で発生した沈み込む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調査結果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、M7.4を用いる。また、断層モデルを用いた手法による地震動評価に用いる地震規模について、2004年紀伊半島南東沖の地震（本震）の地震規模はMw7.4（ $M_0=約1.7 \times 10^{20}\text{Nm}$ ）～Mw7.5（ $M_0=約2.1 \times 10^{20}\text{Nm}$ ）と推定されていることを踏まえ保守的な値（Mw7.5（ $M_0=2.1 \times 10^{20}\text{Nm}$ ））を設定。

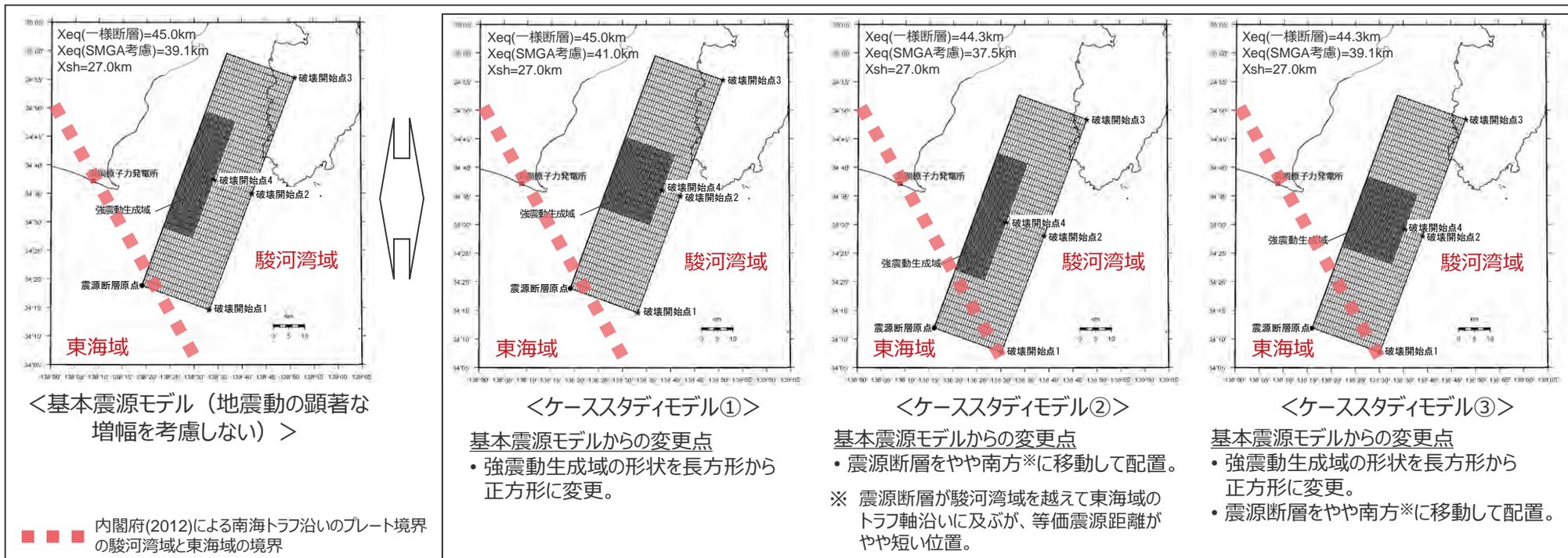
※3 断層位置及び強震動生成域の形状について、ケーススタディで代表性を確認（後述参照）。

※4 芝・佐藤(2007)や池田(2005)により、2004年紀伊半島南東沖の地震（本震）の短周期レベルは、壇・他(2001)による M_0 -A関係と同程度と分析されている。

基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の設定

（代表性的の確認（概要））

- 基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の代表性に関し、敷地の長周期地震動に断層破壊過程が及ぼす影響を確認するため、以下のとおり強震動生成域の形状や断層位置を変更したケーススタディモデル①～③を設定して波数積分法による地震動評価を行い、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）との比較を行う。



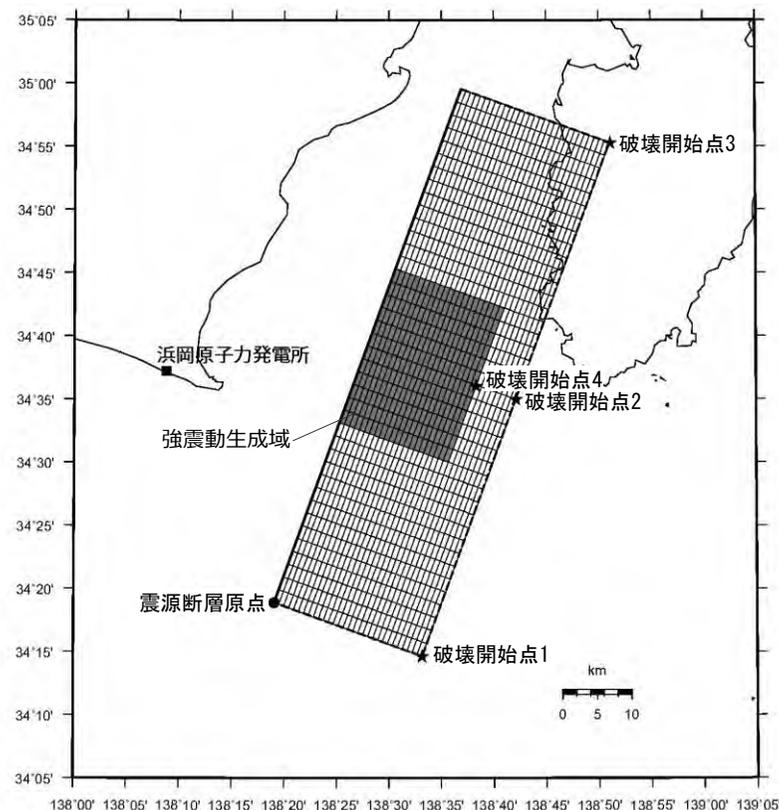
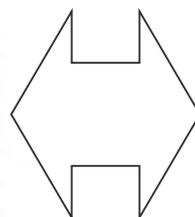
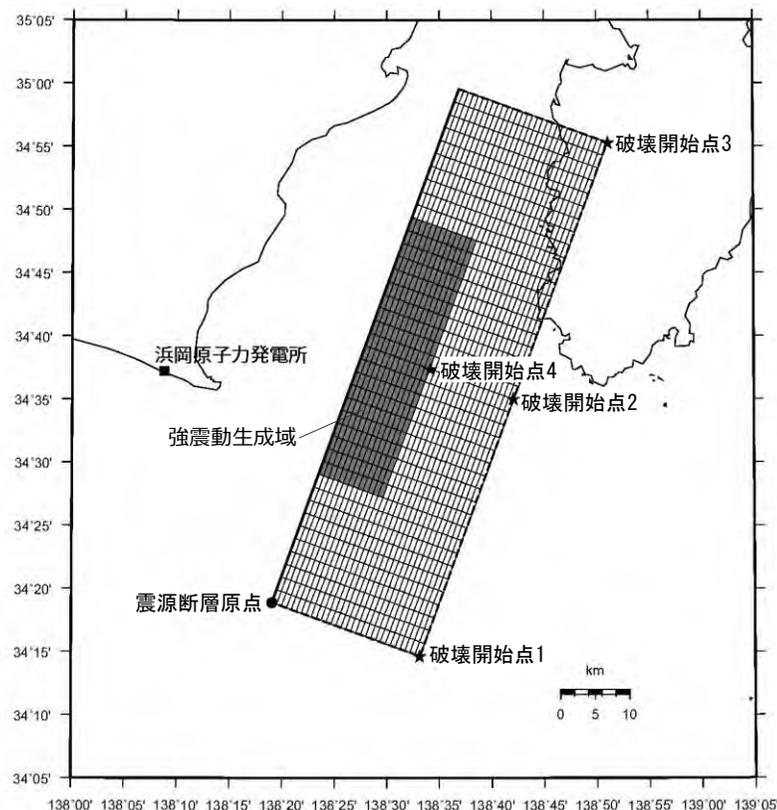
- 地震動評価結果（応答スペクトル）は、いずれのケーススタディモデルも基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と同程度以下であり、強震動生成域の形状の不確かさ及び断層位置の不確かさを踏まえても、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）で代表できることを確認した。
- しかしながら、ケーススタディモデル③（強震動生成域の形状を長方形から正方形に変更、震源断層をやや南方に移動して配置）については、概ね基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）で代表できるものの、応答スペクトルのごく一部の周期で若干大きいことを踏まえ、「断層位置及び強震動生成域の形状の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）」とし、他の不確かさとの重畳も考慮することとする。

・Xeqは等価震源距離（km）、Xshは断層最短距離（km）を表す。

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

（代表性的確認（強震動生成域の形状））

○基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の代表性に関し、敷地の長周期地震動に断層破壊過程が及ぼす影響を確認するため、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の強震動生成域の形状を長方形から正方形に変更したケーススタディモデル①を設定して波数積分法による地震動評価を行い、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）との比較を行った。



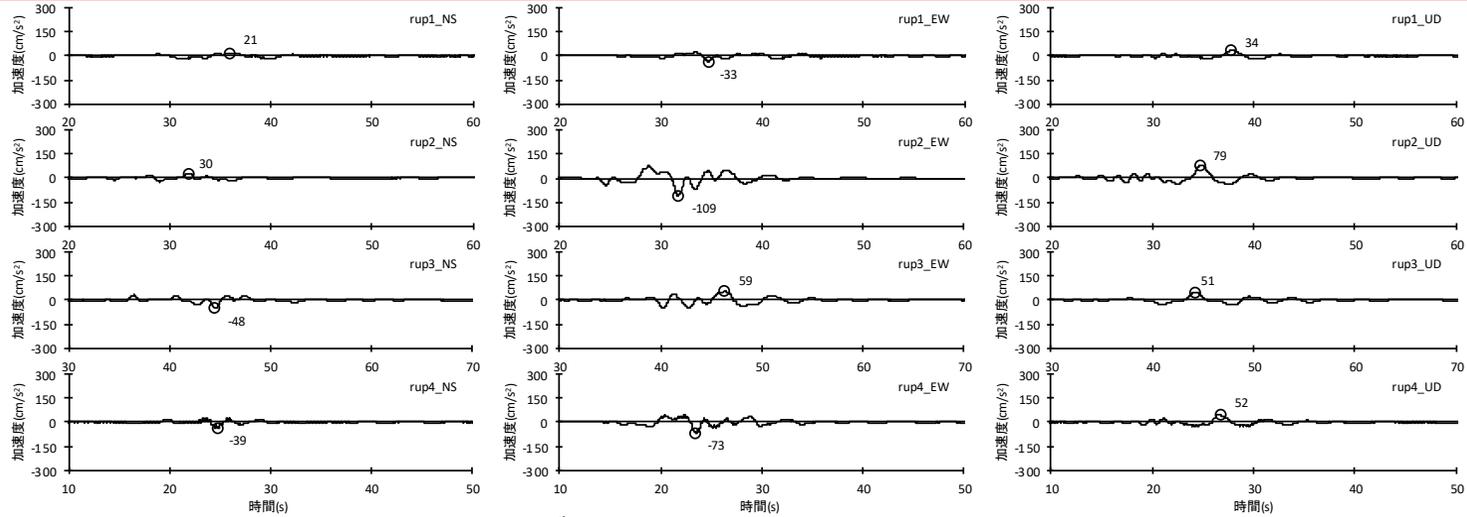
<基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>

<ケーススタディモデル①>

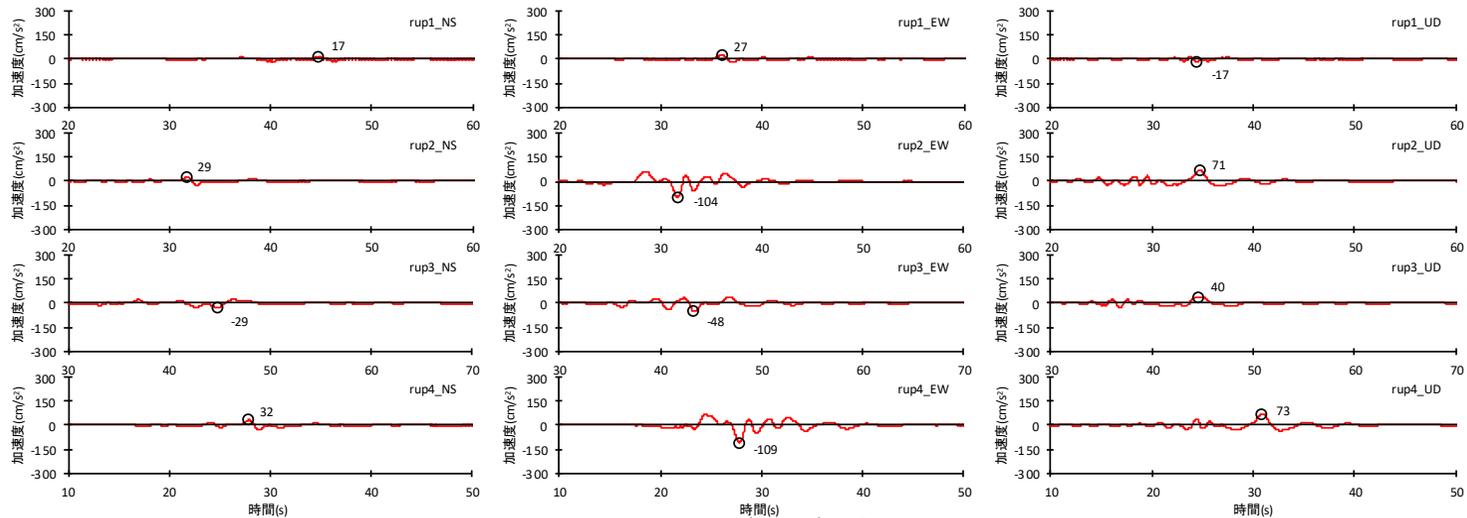
・ケーススタディモデル①の震源断層パラメータは、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と同じ。

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

（代表性の確認（強震動生成域の形状））



（基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない））



（ケーススタディモデル①）

<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）>

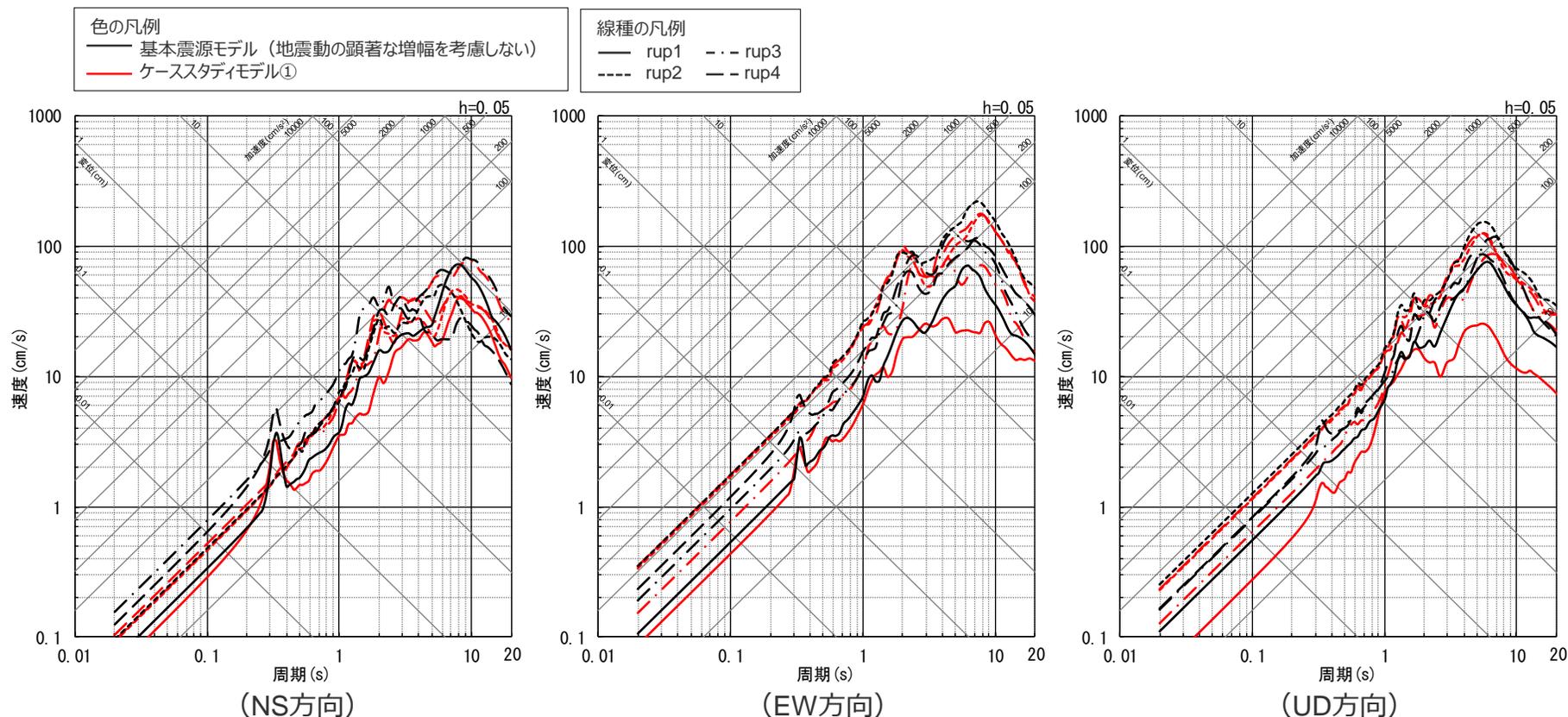
・波数積分法による。

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

（代表性の確認（強震動生成域の形状））

○波数積分法による地震動評価結果の比較によると、ケーススタディモデル①の地震動レベルは、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と同程度以下となっている。

⇒基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）で代表できることを確認した。



・波数積分法による。

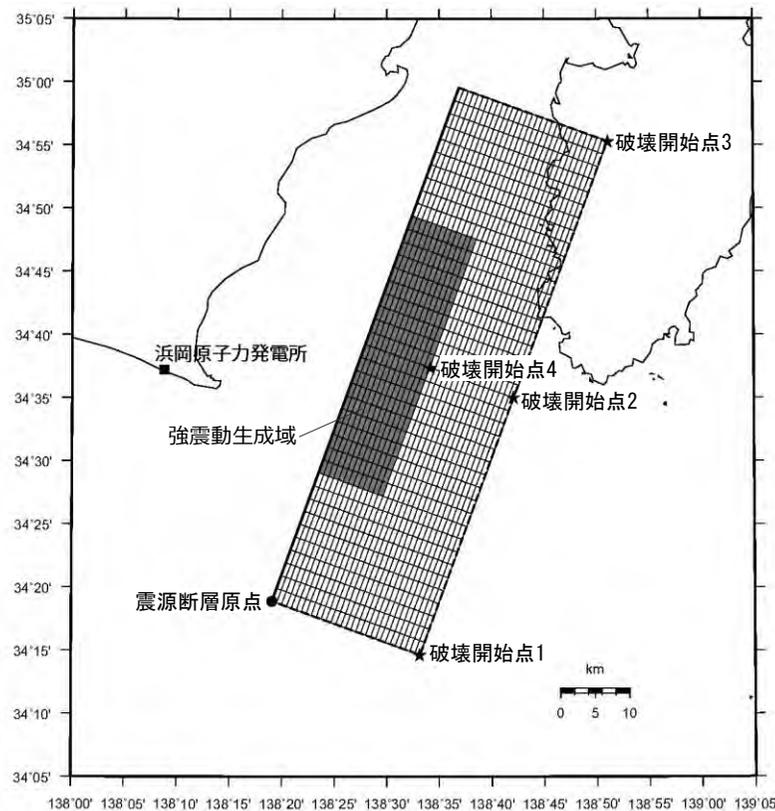
<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果の比較（応答スペクトル）>

基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の設定

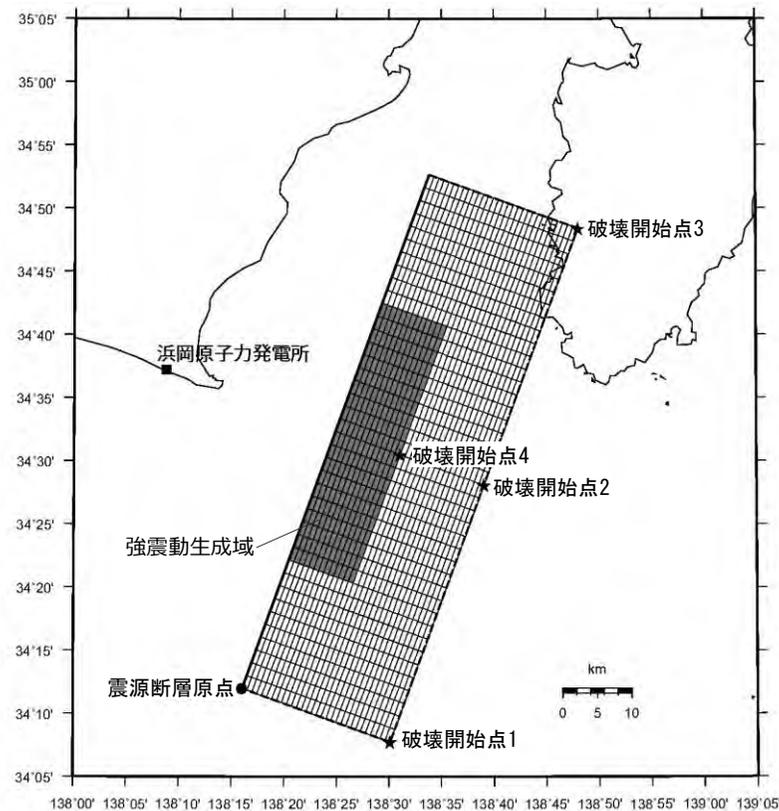
（代表性の確認（断層位置））

○基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の代表性に関し、敷地の長周期地震動に断層破壊過程が及ぼす影響を確認するため、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、震源断層をやや南方※に移動して配置したケーススタディモデル②を設定して波数積分法による地震動評価を行い、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）との比較を行った。

※ 震源断層が駿河湾域を越えて東海域のトラフ軸沿いに及ぶが、等価震源距離がやや短い位置（基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の等価震源距離（一様断層）が45kmであるのに対し、ケーススタディモデル②の等価震源距離（一様断層）は44.3km）。



＜基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）＞

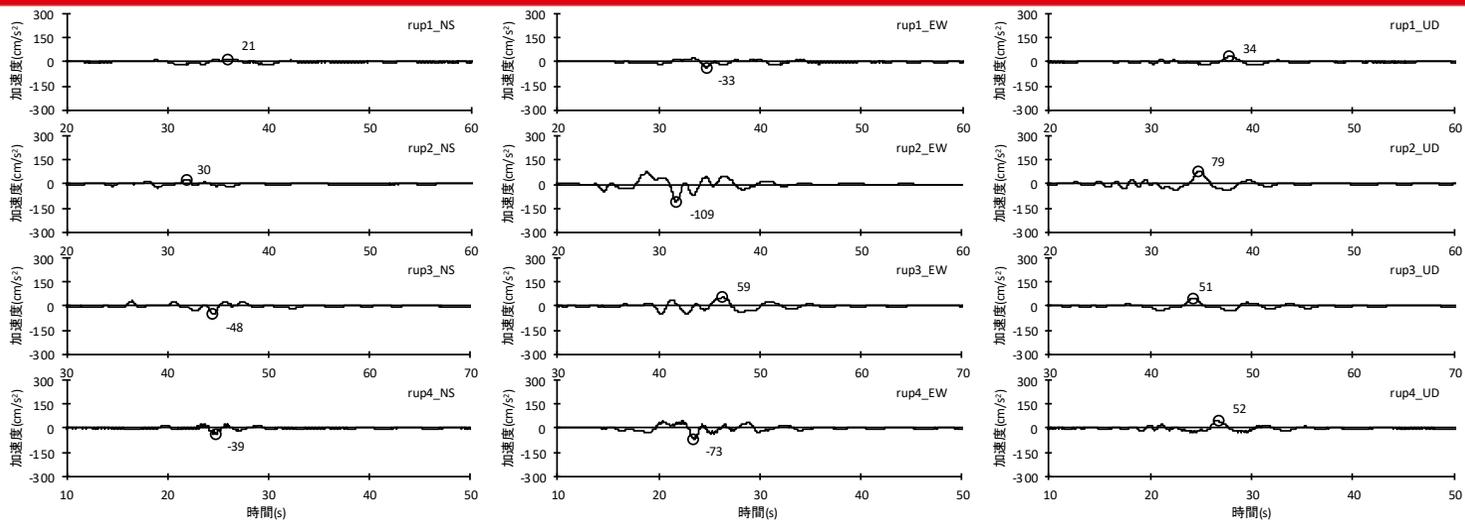


＜ケーススタディモデル②＞

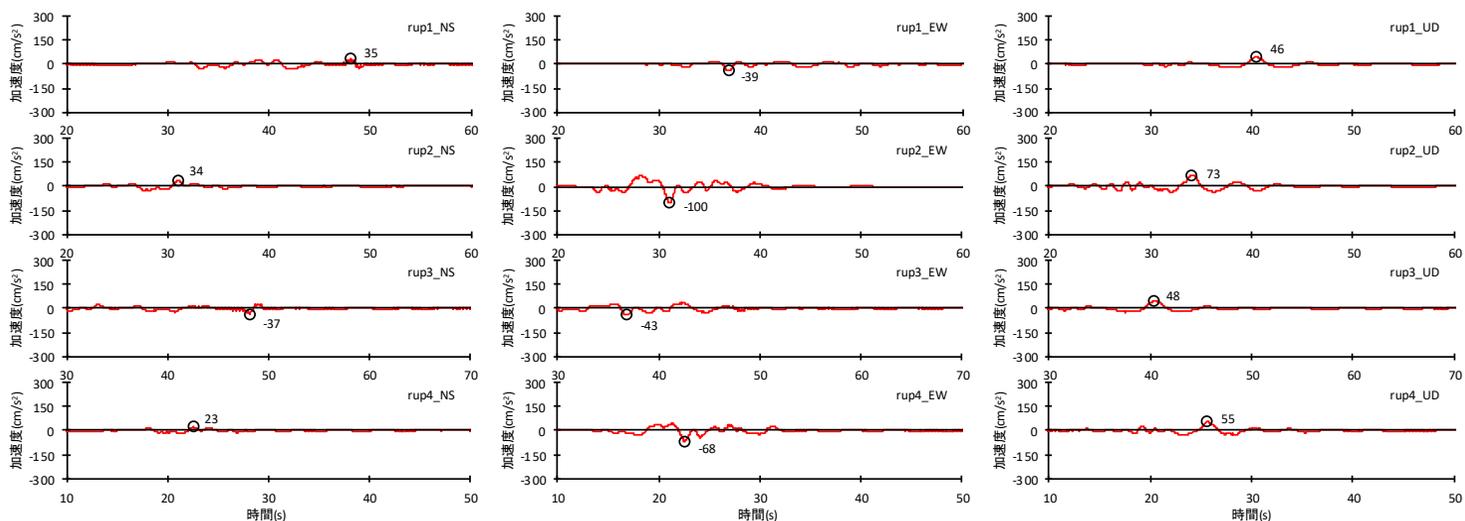
・ケーススタディモデル②の震源断層パラメータ（震源断層原点を除く）は、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と同じ。

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

（代表性の確認（断層位置））



（基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない））



（ケーススタディモデル②）

<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）>

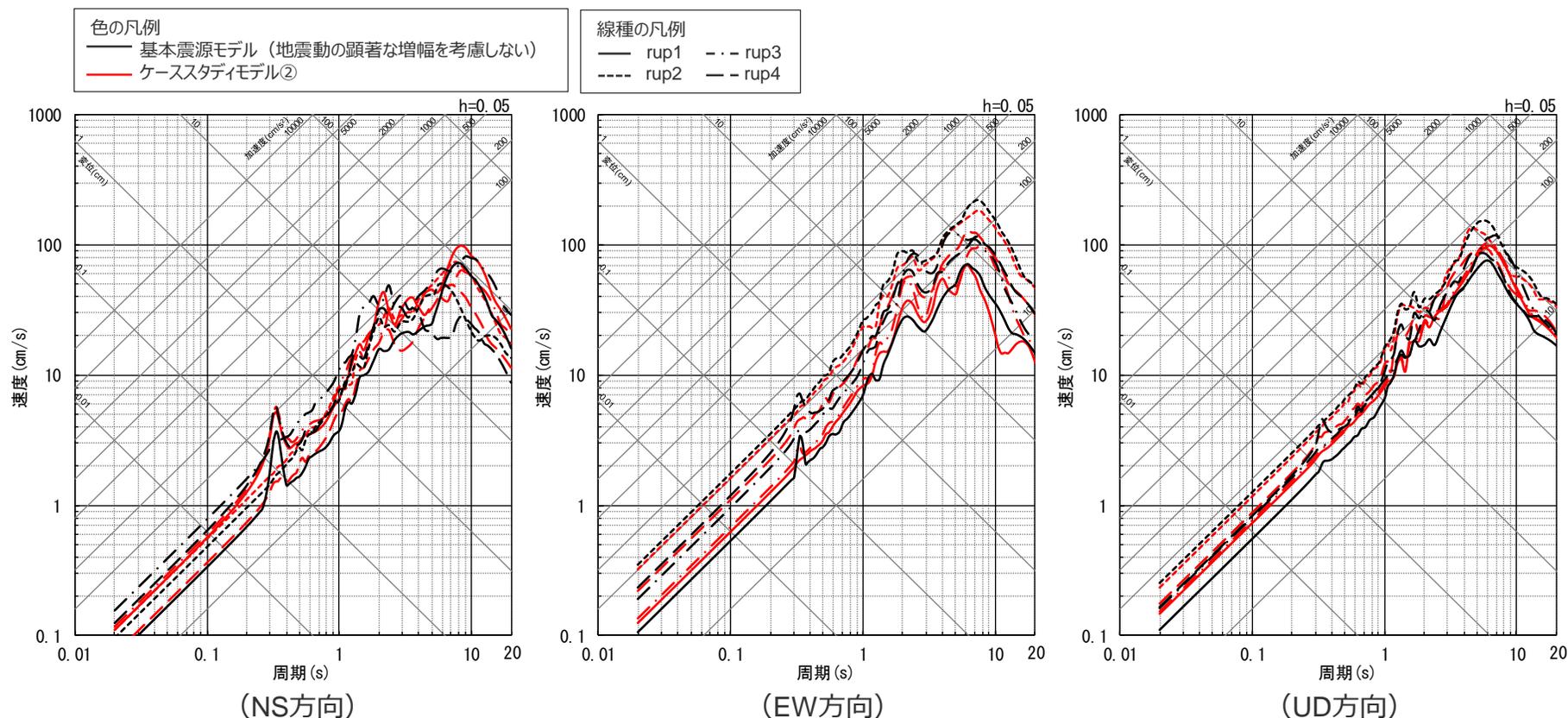
・波数積分法による。

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

（代表性の確認（断層位置））

○波数積分法による地震動評価結果の比較によると、ケーススタディモデル②の地震動レベルは、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と同程度以下となっている。

⇒基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）で代表できることを確認した。



・波数積分法による。

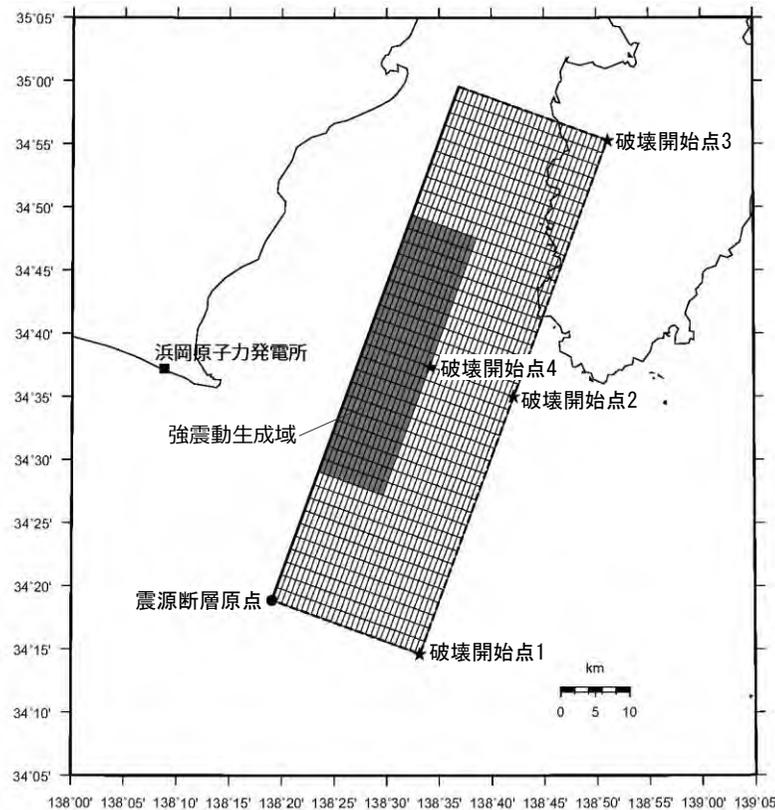
<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果の比較（応答スペクトル）>

基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の設定

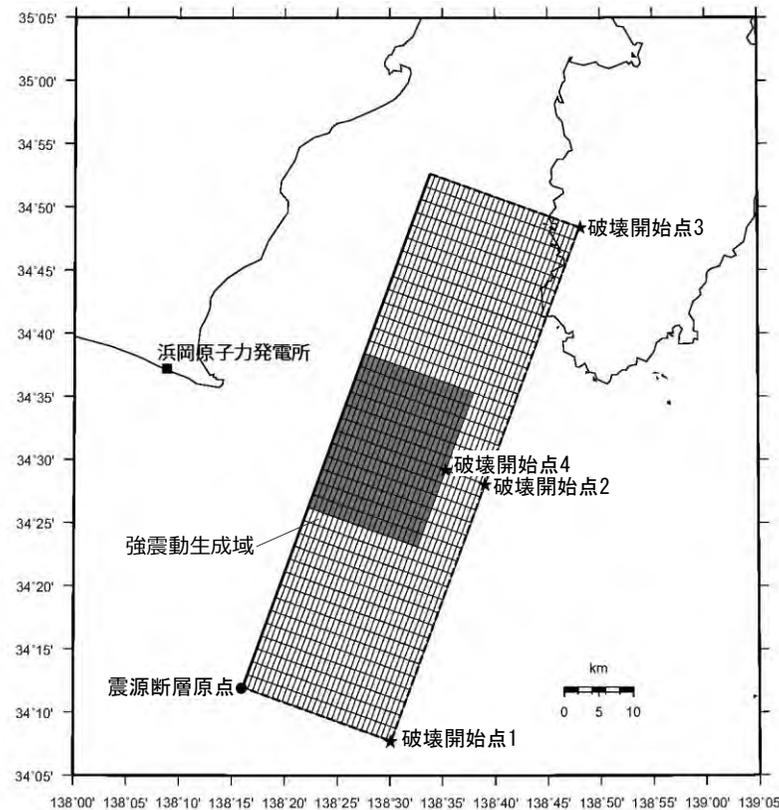
（代表性の確認（断層位置及び強震動生成域の形状））

○基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の代表性に関し、敷地の長周期地震動に断層破壊過程が及ぼす影響を確認するため、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、震源断層をやや南方※に移動して配置し、強震動生成域の形状を長方形から正方形に変更したケーススタディモデル③を設定して波数積分法による地震動評価を行い、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）との比較を行った。

※ 震源断層が駿河湾域を越えて東海域のトラフ軸沿いに及ぶが、等価震源距離がやや短い位置（基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の等価震源距離（一様断層）が45kmであるのに対し、ケーススタディモデル③の等価震源距離（一様断層）は44.3km）。



＜基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）＞

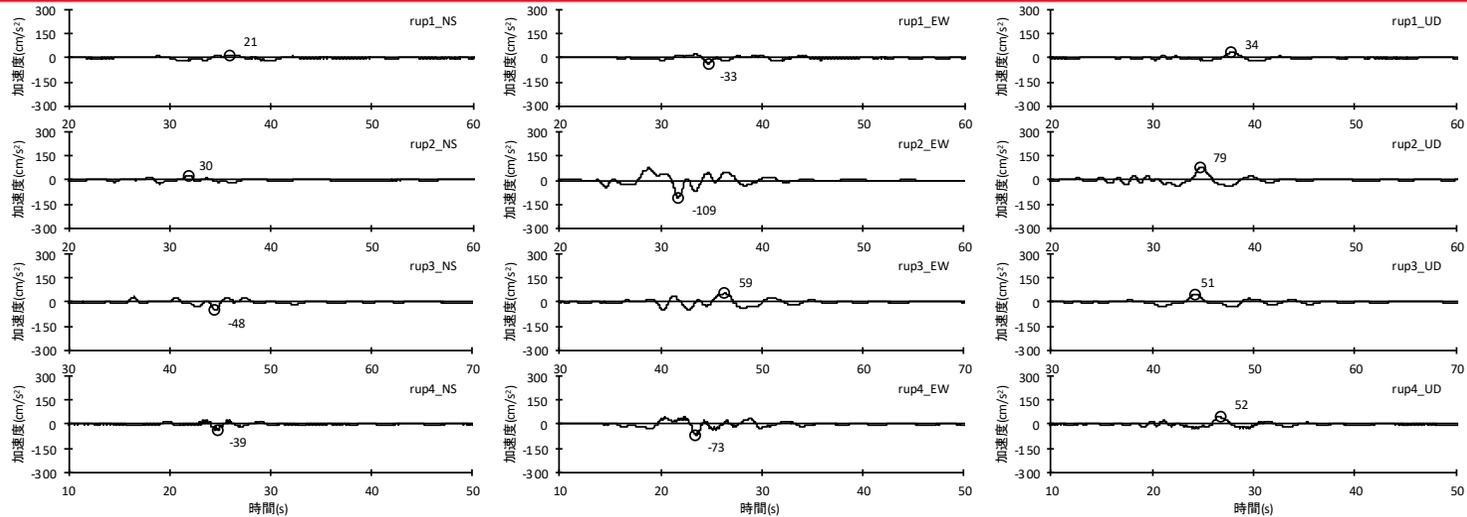


＜ケーススタディモデル③＞

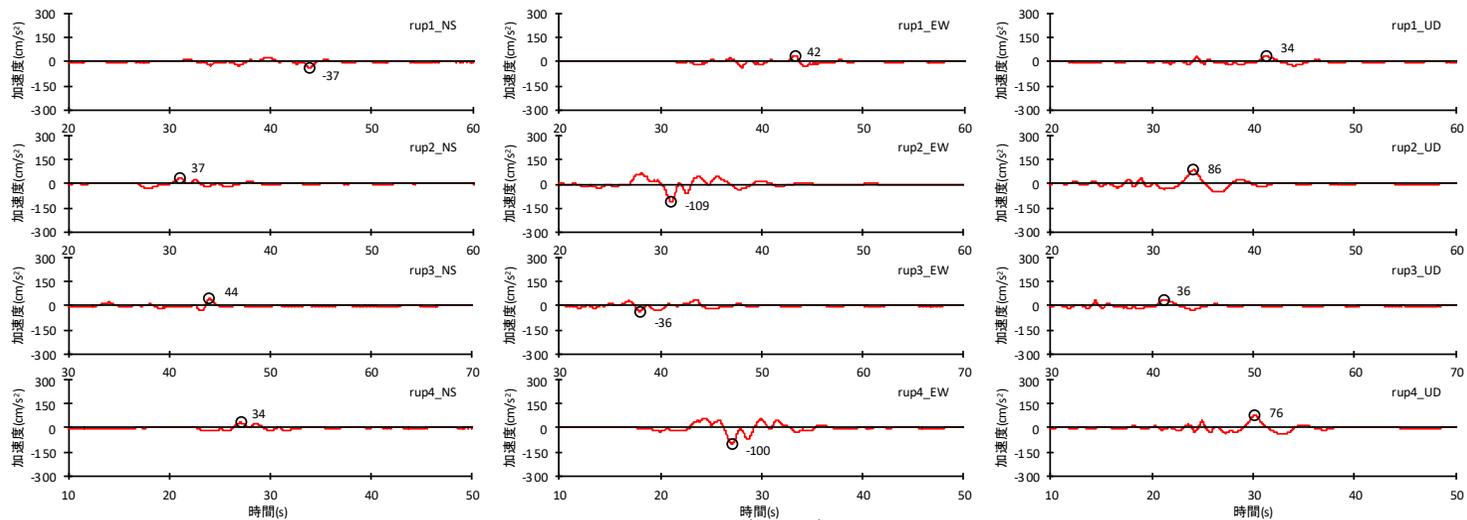
・ケーススタディモデル③の震源断層パラメータ（震源断層原点を除く）は、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と同じ。

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

（代表性的の確認（断層位置及び強震動生成域の形状））



（基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない））



（ケーススタディモデル③）

<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）>

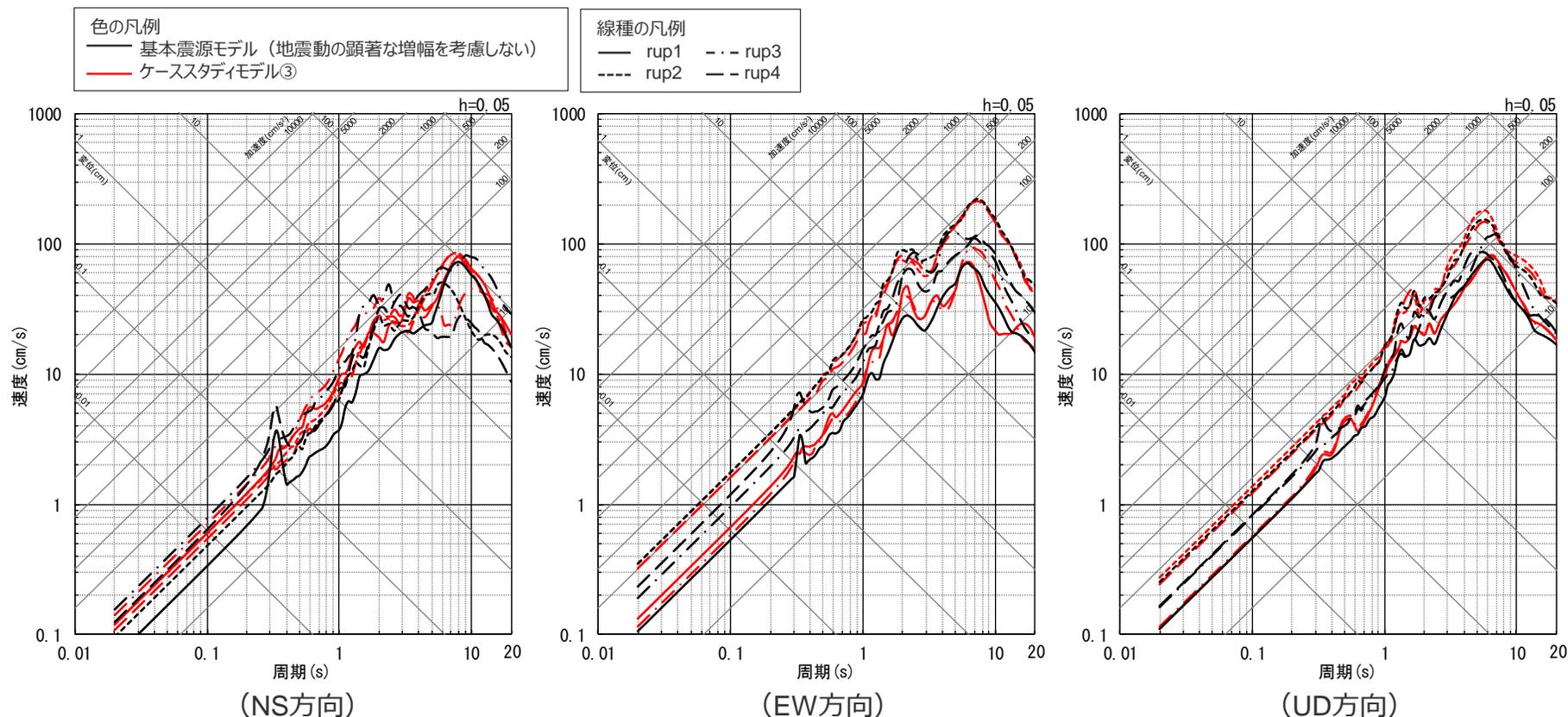
・波数積分法による。

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

（代表性の確認（断層位置及び強震動生成域の形状））

○波数積分法による地震動評価結果の比較によると、ケーススタディモデル③の地震動レベルは、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と同程度となっているが、UD方向の長周期帯において基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）よりも若干大きくなっている。

⇒ケーススタディモデル③を「断層位置及び強震動生成域の形状の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）」とし、他の不確かさとの重畳も考慮することとする。



・波数積分法による。

<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果の比較（応答スペクトル）>

補足説明資料③-36

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）の
アスペリティの妥当性確認

<補足説明資料③-36 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）のアスペリティの妥当性確認>

設定方針及び震源断層パラメータ

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

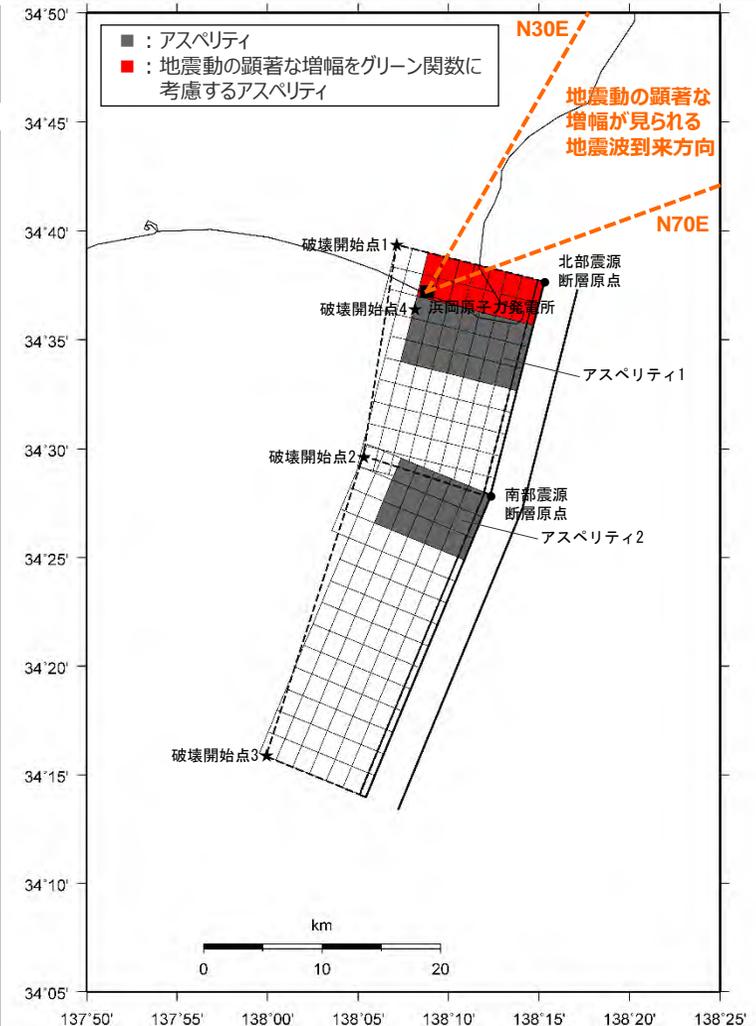
【設定方針】

- 「御前崎海脚西部の断層帯による地震」の基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）は、地質調査結果及び強震動予測レシピ(2020)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(2020)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※。
- アスペリティの応力降下量
 - ・強震動予測レシピ(2020)に基づき設定。
- 破壊伝播速度
 - ・強震動予測レシピ(2020)に基づき設定。
- 破壊開始点
 - ・強震動予測レシピ(2020)に基づき、破壊の伝播方向が敷地へ向かうよう複数設定。

※ アスペリティの深さについて、パラメータスタディで代表性を確認（後述参照）。

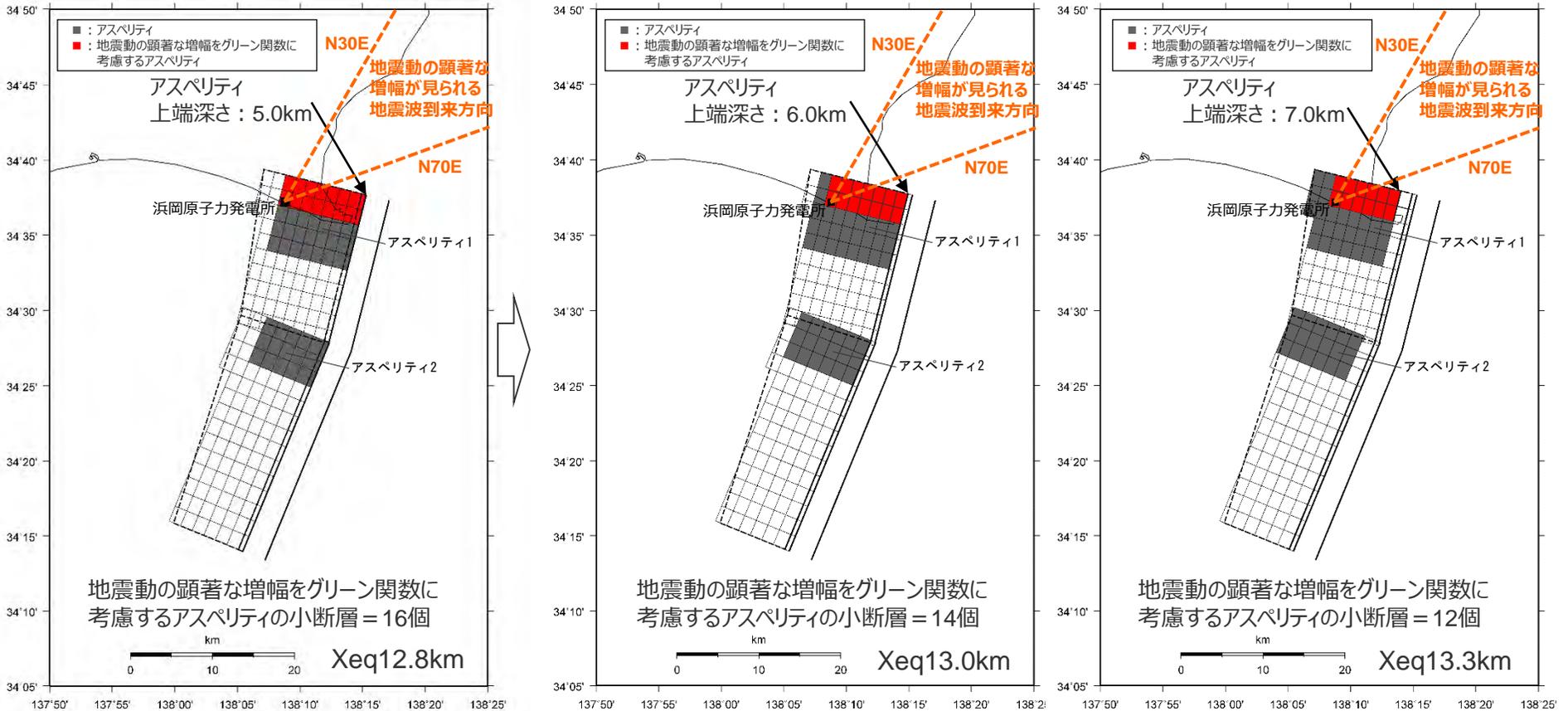


<基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）
（御前崎海脚西部の断層帯による地震）>

・基本震源モデル（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、本編p.437,438参照。

<補足説明資料③-36 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）のアスペリティの妥当性確認>
 等価震源距離及び地震動の顕著な増幅を考慮するアスペリティの小断層の範囲の比較

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



<基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）>

<ケース①>

<ケース②>

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

○以上より、「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）の代表性を確認した。

補足説明資料③-37

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

検討概要

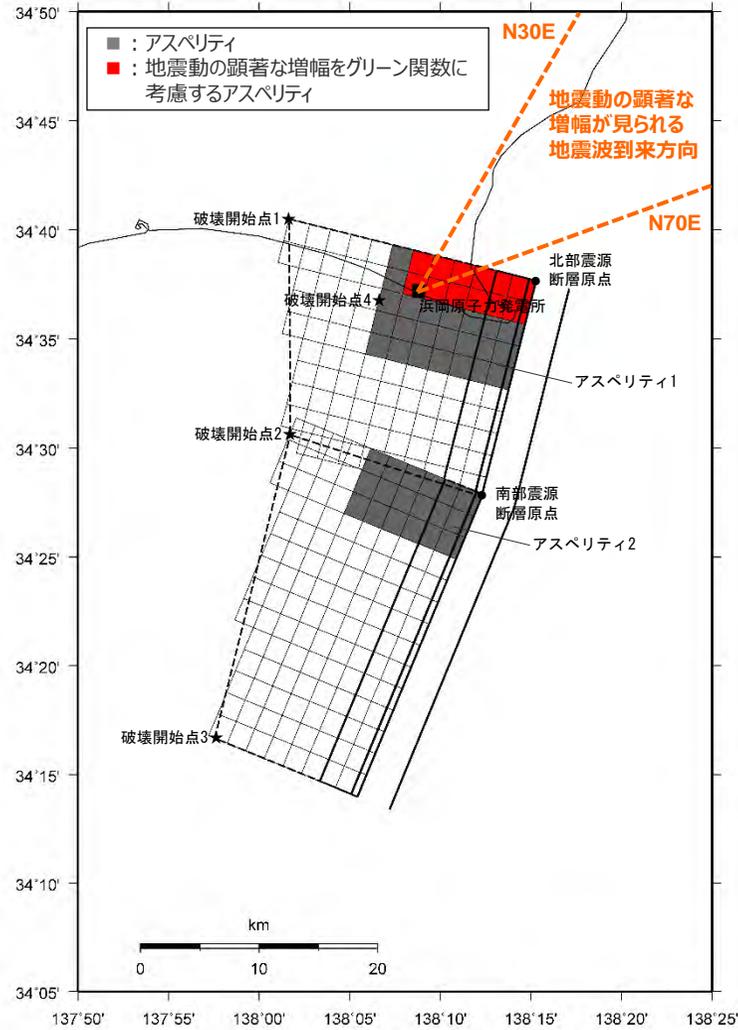
- 第802回及び第841回審査会合コメント（御前崎海脚西部の断層帯の断層傾斜角の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない・地震動の顕著な増幅を考慮）について、アスペリティ面積比が32%程度と少し大きいことから、念のため、強震動予測レシピにあるアスペリティ面積比22%及び平均応力降下量3.1MPaで設定した震源モデルについて確認すること。）を踏まえ、当該方法で震源モデルを設定し、採用している震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）との震源断層パラメータ及び統計的グリーン関数法による地震動評価結果の比較を行った。

<震源断層を特定した地震の強震動予測手法（「レシピ」）（地震調査委員会(2020) 抜粋>

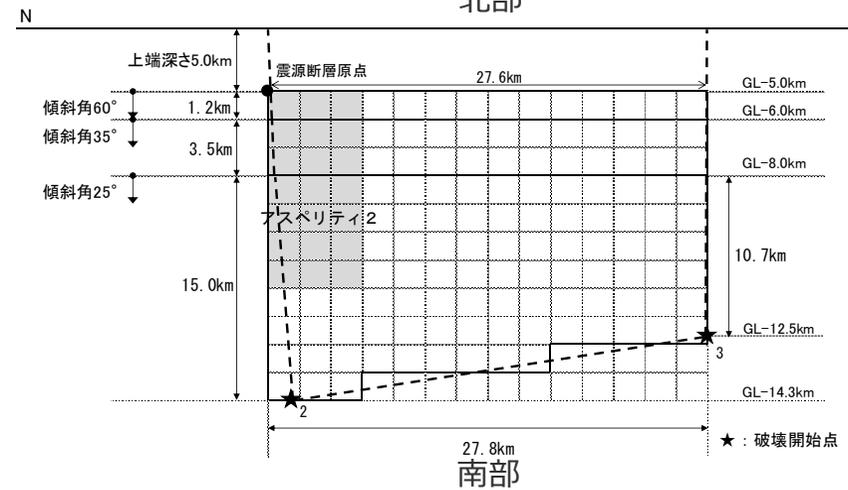
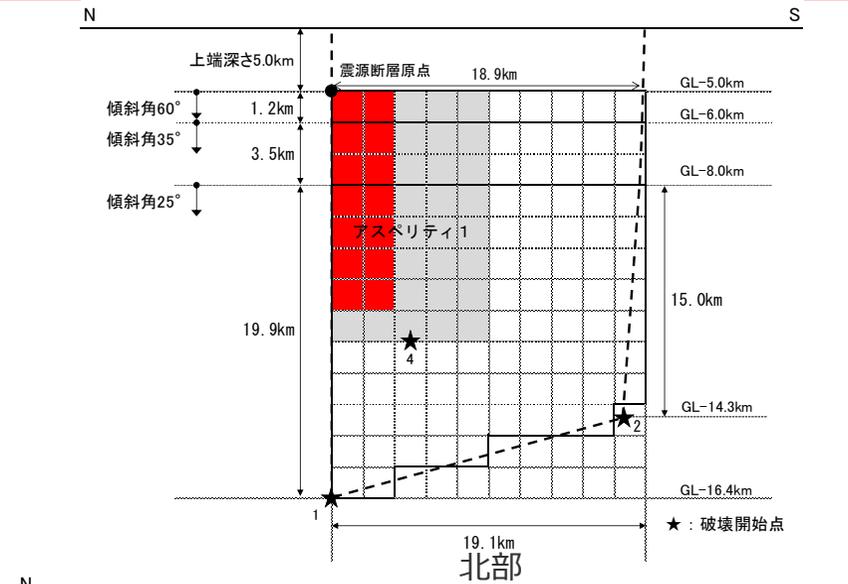
*円形破壊面を仮定せずアスペリティ面積比を22%、静的応力降下量を3.1MPaとする取扱いは、暫定的に、以下のいずれかの断層の地震を対象とする。

- (i) 断層幅と平均すべり量とが飽和する目安となる $M_0 = 1.8 \times 10^{20}$ (N・m)を上回る断層。
- (ii) $M_0 = 1.8 \times 10^{20}$ (N・m)を上回らない場合でも、アスペリティ面積比が大きくなったり背景領域の応力降下量が負になるなど、非現実的なパラメータ設定になり、円形クラックの式を用いてアスペリティの大きさを決めることが困難な断層等。

内陸地殻内地震単独での比較 (震源モデル)



(地表面投影図)



(展開図)

<断層傾斜角の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（御前崎海脚西部の断層帯による地震）
(アスペリティ面積比22%、平均応力降下量3.1MPaで設定) >

内陸地殻内地震単独での比較 (震源断層パラメータ)

<断層傾斜角の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の震源断層パラメータ（御前崎海脚西部の断層帯による地震）（アスペリティ面積比22%、平均応力降下量3.1MPaで設定）>

| 震源断層パラメータ | | 設定方法 | 単位 | 設定値 | |
|------------|---|---|--------------------------------|-----------|------------|
| 震源断層原点(北端) | 北部 | 北緯(世界測地系) | 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による | - | 34.62800° |
| | | 東経(世界測地系) | 同上 | - | 138.25486° |
| | 南部 | 北緯(世界測地系) | 同上 | - | 34.46467° |
| | | 東経(世界測地系) | 同上 | - | 138.20581° |
| 走向 | 北部 | 地質調査結果による | - | 194.1°NE | |
| | 南部 | 同上 | - | 202.4°NE | |
| 断層傾斜角 | GL-6km以浅 | 同上 | ° | 60 | |
| | GL-6km~GL-8km | 同上 | ° | 35 | |
| | GL-8km以深 | 不確かさの検討結果による | ° | 25 | |
| ずれの種類 | 地質調査結果による | - | - | 逆断層 | |
| 震源断層上端深さ | 地質調査結果による | km | - | 5.0 | |
| 震源断層下端深さ | 北部 | 同上 | km | 14.3~16.4 | |
| | 南部 | 同上 | km | 12.5~14.3 | |
| 活断層長さ | 北部 | $L_{0.1}$:地質調査結果による | km | 19.1 | |
| | 南部 | $L_{0.2}$:同上 | km | 27.8 | |
| 震源断層長さ | 北部 | $L_{S.1}$: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による | km | 18.9 | |
| | 南部 | $L_{S.2}$:同上 | km | 27.6 | |
| 震源断層幅 | 北部(GL-6km以浅) | 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による | km | 1.2 | |
| | 北部(GL-6km~GL-8km) | 地質調査結果、断層傾斜角による | km | 3.5 | |
| | 北部(GL-8km以深) | 地質調査結果、断層傾斜角及び地震発生層下端深さとの関係による | km | 15.0~19.9 | |
| | 南部(GL-6km以浅) | 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による | km | 1.2 | |
| | 南部(GL-6km~GL-8km) | 地質調査結果、断層傾斜角による | km | 3.5 | |
| | 南部(GL-8km以深) | 地質調査結果、断層傾斜角及び地震発生層下端深さとの関係による | km | 10.7~15.0 | |
| 震源断層面積 | 北部 | S_1 :震源断層長さ及び震源断層幅による | km ² | 403.69 | |
| | 南部 | S_2 :同上 | km ² | 474.52 | |
| 震源断層面積 | $S=S_1+S_2$ | km ² | - | 878.21 | |
| 等価半径 | $R=(S/\pi)^{0.5}$ | km | - | 16.72 | |
| 地震モーメント | $M_0=(S/(4.24 \times 10^{-11}))^{2.0}/10^7$ (入倉・三宅(2001)) | Nm | - | 4.29E+19 | |

| 震源断層パラメータ | | 設定方法 | 単位 | 設定値 |
|--------------|------------------------------|--|-------------------|----------|
| 気象庁マグニチュード | | $M_J=(\log(L_{0.1}+L_{0.2})+2.9)/0.6$ (松田(1975)) | - | 7.6 |
| | | $M_J=(\log M_0-10.72)/1.17$ (武村(1990)) | - | 7.6 |
| モーメントマグニチュード | | $M_w=(\log M_0-9.1)/1.5$ (Kanamori(1977)) | - | 7.0 |
| 剛性率 | | $\mu=\rho\beta^2$ (β :3.54km/s, ρ :2.76g/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)) | N/m ² | 3.46E+10 |
| 平均すべり量 | | $D=M_0/(\mu S)$ | m | 1.41 |
| 平均応力降下量 | | $\Delta\sigma$ (Fuji and Matsuura(2000)) | MPa | 3.10 |
| 短周期レベル | | $A=4\pi r_a \Delta\sigma \beta^2$ (アスペリティ全体)(壇・他(2001))※ | Nm/s ² | 1.74E+19 |
| 破壊伝播速度 | | $Vr=0.72\beta$ (Geller(1976)) | km/s | 2.55 |
| f_{max} | | 中央防災会議(2004)による | Hz | 6.0 |
| アスペリティ全体 | 等価半径 | $r_a=(S_a/\pi)^{0.5}$ | km | 7.84 |
| | 面積 | $S_a=0.22S$ | km ² | 193.21 |
| | 平均すべり量 | $D_a=2D$ | m | 2.825 |
| | 地震モーメント | $M_{0a}=\mu S_a D_a$ | Nm | 1.89E+19 |
| アスペリティ1 | 応力降下量 | $\Delta\sigma_a=\Delta\sigma \times (S/S_a)$ | MPa | 14.09 |
| | 面積 | $S_{a1}=(2/3) \times S_a$ | km ² | 128.80 |
| | 地震モーメント | $M_{0a1}=M_{0a} \times S_{a1}^{1.5}/(S_{a1}^{1.5}+S_{a2}^{1.5})$ | Nm | 1.39E+19 |
| | 平均すべり量 | $D_{a1}=M_{0a1}/(\mu S_{a1})$ | m | 3.130 |
| アスペリティ2 | 応力降下量 | $\Delta\sigma_{a1}=\Delta\sigma_a$ | MPa | 14.09 |
| | 面積 | $S_{a2}=(1/3) \times S_a$ | km ² | 64.40 |
| | 地震モーメント | $M_{0a2}=M_{0a} \times S_{a2}^{1.5}/(S_{a1}^{1.5}+S_{a2}^{1.5})$ | Nm | 4.93E+18 |
| | 平均すべり量 | $D_{a2}=M_{0a2}/(\mu S_{a2})$ | m | 2.214 |
| 背景領域 | 応力降下量 | $\Delta\sigma_{a2}=\Delta\sigma_a$ | MPa | 14.09 |
| | 面積 | $S_b=S-S_a$ | km ² | 685.00 |
| | 地震モーメント | $M_{0b}=M_0-M_{0a}$ | Nm | 2.40E+19 |
| | 平均すべり量 | $D_b=M_{0b}/(\mu S_b)$ | m | 1.014 |
| 実効応力 | $\sigma_b=0.2\Delta\sigma_a$ | MPa | - | 2.82 |

※アスペリティ面積比及び平均応力降下量を固定しているため、壇・他(2001)による関係式 ($A=4\pi r_a \Delta\sigma_a \beta^2$) によりアスペリティの面積 ($=\pi r_a^2$) 及びアスペリティの応力降下量 ($\Delta\sigma_a$) から算出。

内陸地殻内地震単独での比較 (震源断層パラメータの設定フロー)

「御前崎海脚西部の断層帯の断層傾斜角の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（アスペリティ面積比22%、平均応力降下量3.1MPaで設定した場合）」の震源断層パラメータの設定フロー

震源断層長さ・震源断層幅・震源断層面積の設定

震源断層長さ : L (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による)
震源断層幅 : W (地質調査結果、断層傾斜角及び地震発生層上下端深さとの関係による)
震源断層面積 : S (震源断層長さL及び震源断層幅Wによる)

地震モーメント・平均応力降下量・平均すべり量の設定

地震モーメント : $M_0 = \{S / (4.24 \times 10^{-11})\}^{2.0} / 10^7$ (入倉・三宅(2001))
平均応力降下量 : $\Delta\sigma = 3.1 \text{MPa}$ (Fujii and Matsu'ura(2000))
平均すべり量 : $D = M_0 / (\mu S)$ 、 μ は剛性率

アスペリティの面積・平均すべり量・地震モーメント・応力降下量の設定

アスペリティの面積 : $S_a = 0.22S$ (Somerville et al.(1999))
アスペリティの平均すべり量 : $D_a = 2D$
アスペリティの地震モーメント : $M_{0a} = \mu S_a D_a$
アスペリティの応力降下量 : $\Delta\sigma_a = \Delta\sigma \times (S/S_a)$

短周期レベルの確認

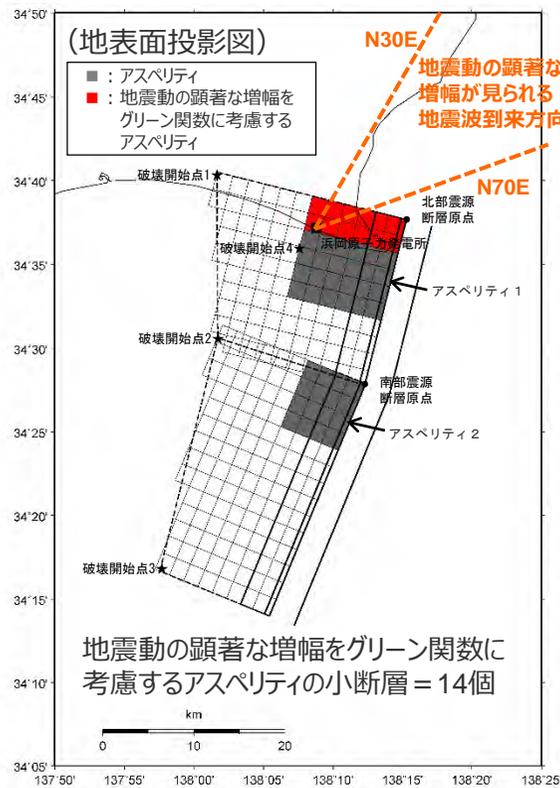
短周期レベル : $A = 4\pi r_a \Delta\sigma_a \beta^2$ 、 $r_a = (S_a/\pi)^{0.5}$ 、 β はS波速度

背景領域のパラメータの設定

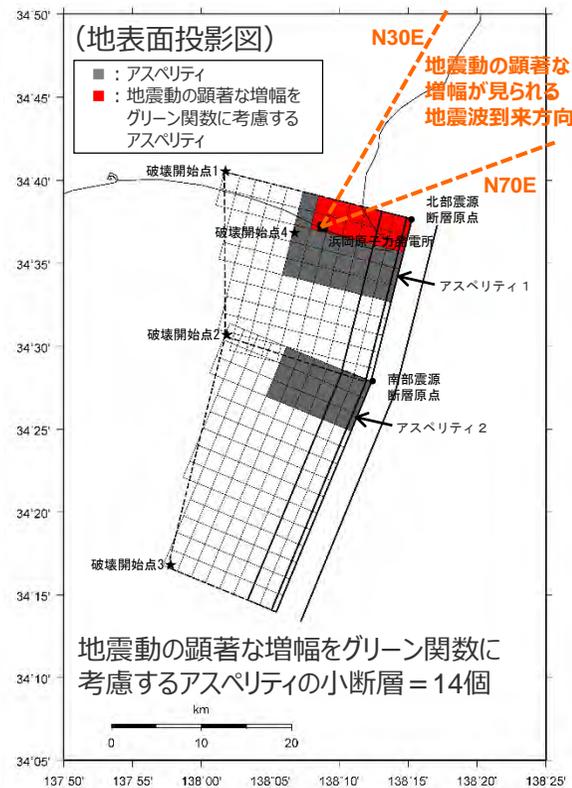
背景領域の面積 : $S_b = S - S_a$
背景領域の地震モーメント : $M_{0b} = M_0 - M_{0a}$
背景領域の平均すべり量 : $D_b = M_{0b} / (\mu S_b)$
背景領域の実効応力 : $\sigma_b = 0.2\Delta\sigma_a$

内陸地殻内地震単独での比較 (アスペリティの形状)

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



(ケースA)



(ケースB)

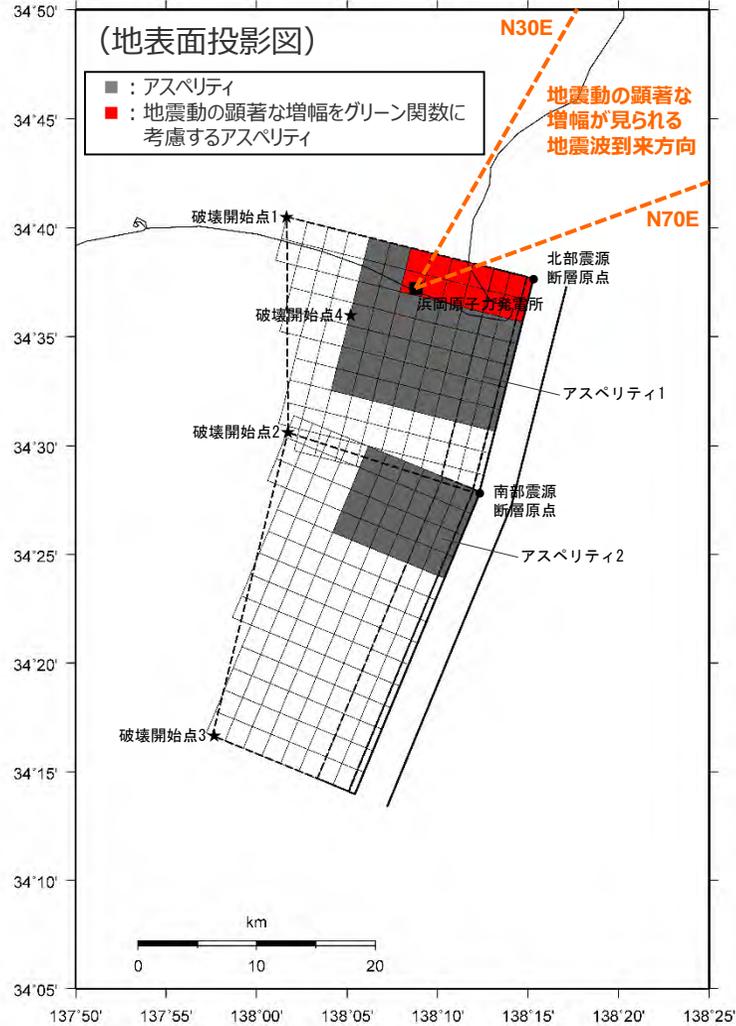
<断層最短距離 X_{sh} 及び等価震源距離 X_{eq} >

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

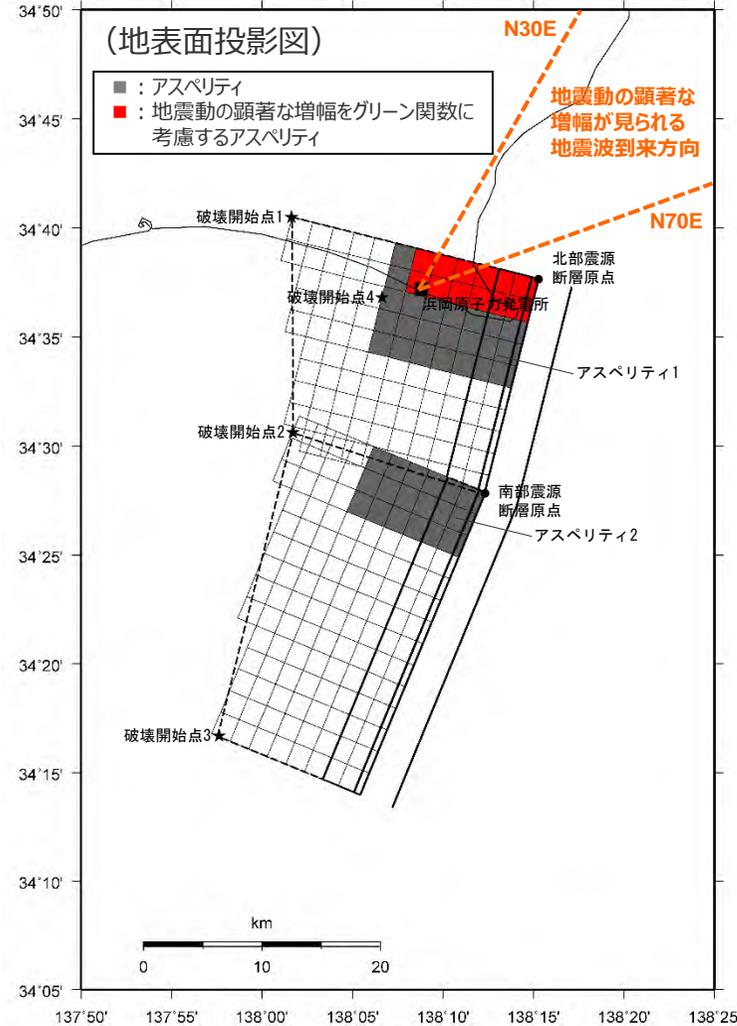
単位：km

<断層傾斜角の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（御前崎海脚西部の断層帯による地震）（アスペリティ面積比22%、平均応力降下量3.1MPaで設定）>

内陸地殻内地震単独での比較 (震源モデルの比較)



(採用している震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）)



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

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

内陸地殻内地震単独での比較 (震源断層パラメータの比較)

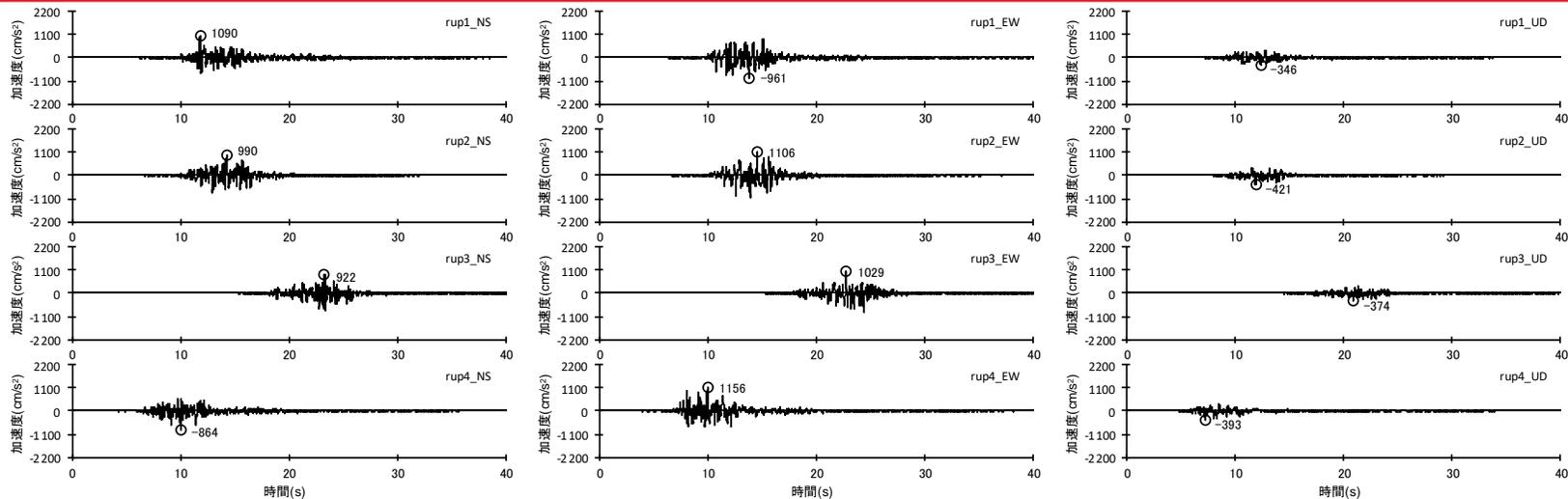
<採用している震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）とアスペリティ面積比22%、平均応力降下量3.1MPaで設定した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の震源断層パラメータの比較>

| 震源断層パラメータ | 採用している震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮) | アスペリティ面積比22%、 平均応力降下量3.1MPaで 設定した震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮) |
|----------------------------|-------------------------------|--|
| 等価震源距離(km) | 12.9 | 13.1 |
| 断層最短距離(km) | 9.8 | 9.8 |
| 震源断層面積(km ²) | 878.21 | 878.21 |
| 地震モーメント(Nm) | 4.29×10 ¹⁹ | 4.29×10 ¹⁹ |
| 平均すべり量(m) | 1.41 | 1.41 |
| 平均応力降下量(MPa) | 4.02 | 3.10 |
| 短周期レベル(Nm/s ²) | 1.86×10 ¹⁹ ※1 | 1.74×10 ¹⁹ ※2 |
| アスペリティ応力降下量(MPa) | 12.37 | 14.09 |
| アスペリティ面積(km ²) | 285.22 | 193.21 |
| アスペリティ面積比(%) | 32.5 | 22.0 |
| アスペリティ地震モーメント(Nm) | 2.79×10 ¹⁹ | 1.89×10 ¹⁹ |
| アスペリティ平均すべり量(m) | 2.825 | 2.825 |

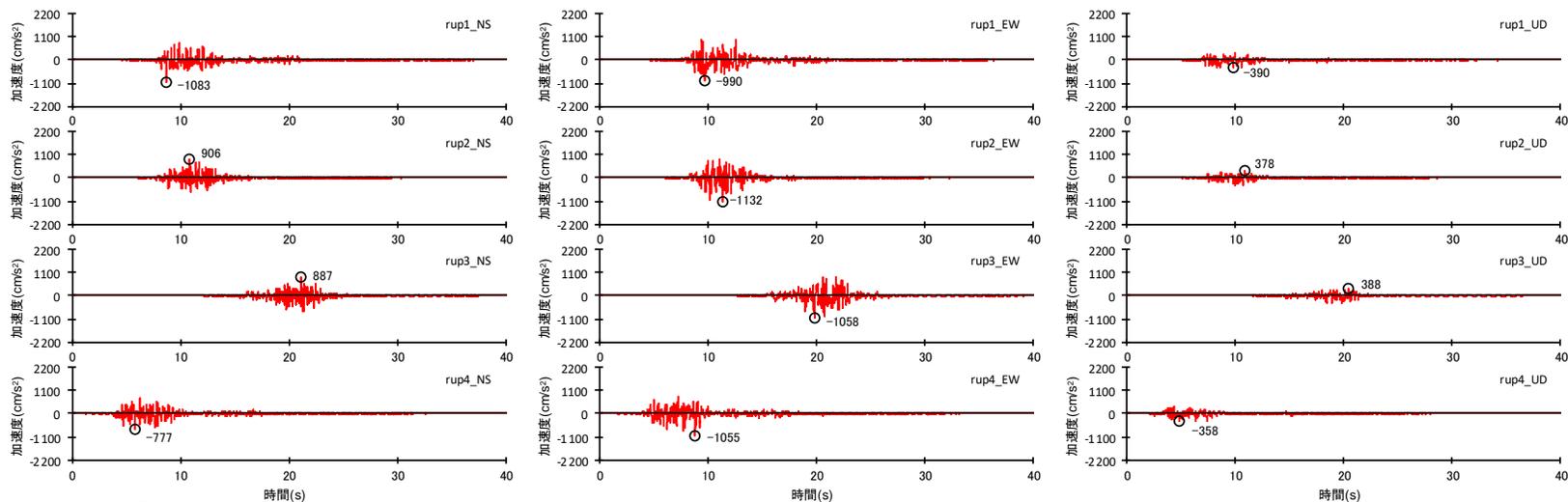
※1 壇・他(2001)による関係式 ($A=2.46 \times 10^{10} \times (M_0 \times 10^7)^{1/3}$) に基づき設定。なお、この短周期レベル (A) の値は、アスペリティの面積 ($=\pi r_a^2$) 及びアスペリティの応力降下量 ($\Delta\sigma_a$) から $A=4\pi r_a \Delta\sigma_a \beta^2$ により算出した値と同じである。凡例はパラメータ表参照。

※2 壇・他(2001)による関係式 ($A=4\pi r_a \Delta\sigma_a \beta^2$) によりアスペリティの面積 ($=\pi r_a^2$) 及びアスペリティの応力降下量 ($\Delta\sigma_a$) から算出。凡例はパラメータ表参照。

内陸地殻内地震単独での比較 (地震動評価結果の比較 (加速度時刻歴波形))



(採用している震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮))

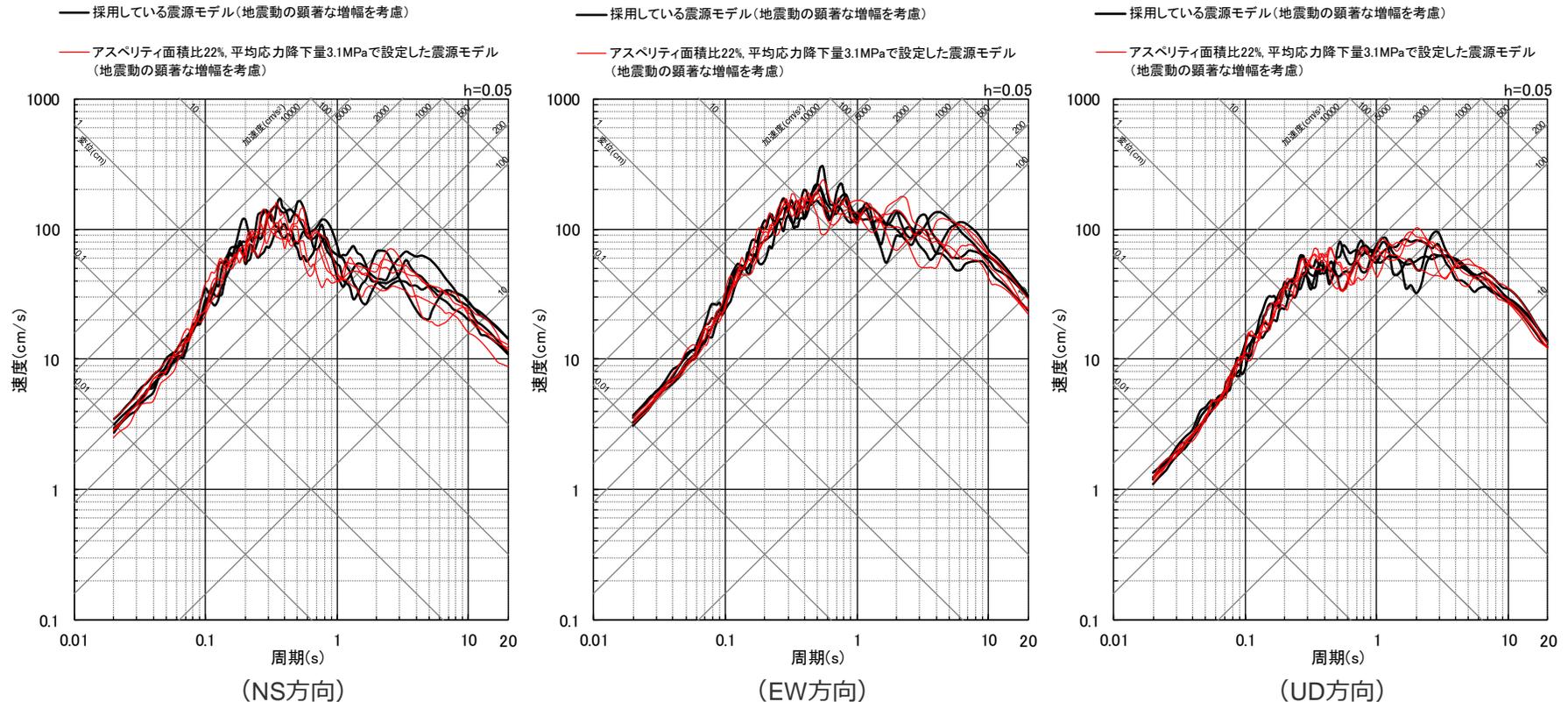


(アスぺリティ面積比22%、平均応力降下量3.1MPaで設定した震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮))

<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) >

内陸地殻内地震単独での比較 (地震動評価結果の比較 (応答スペクトル))

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



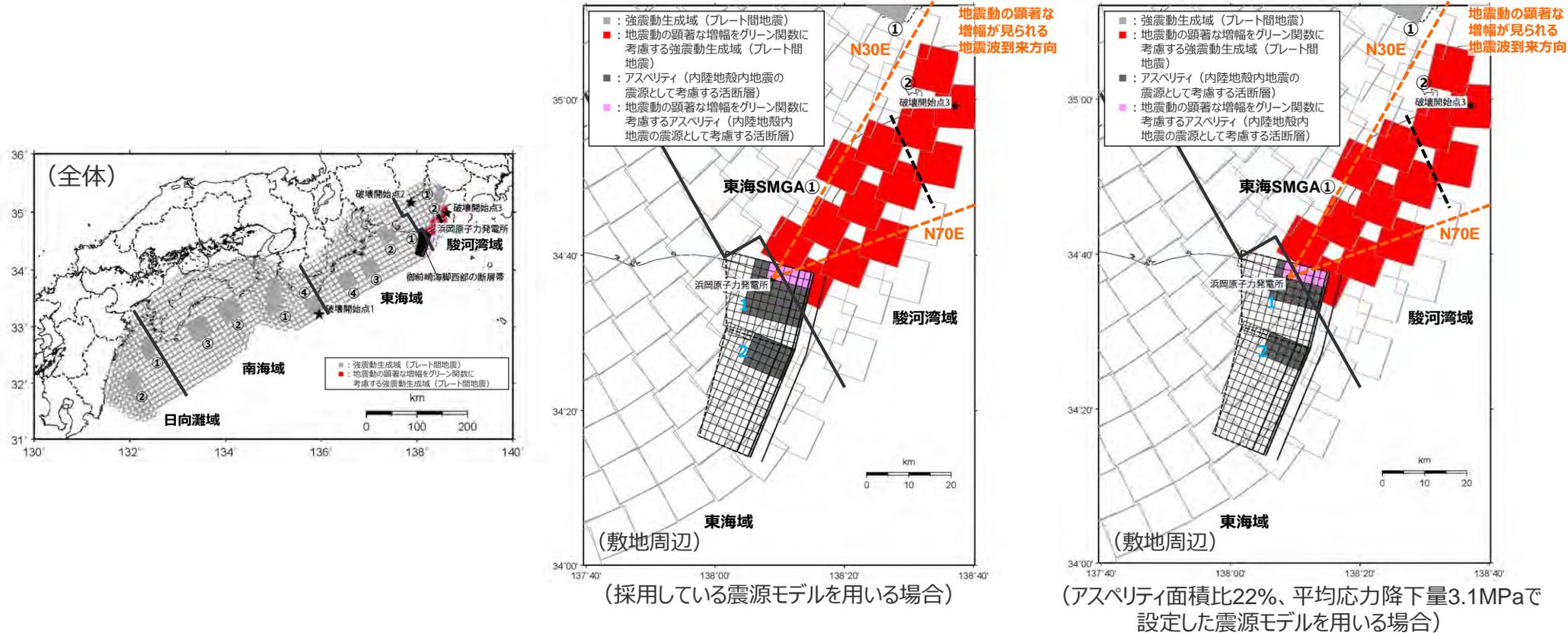
＜断層モデルを用いた手法による地震動評価結果の比較 (応答スペクトル) ＞

(採用している震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮) 、アスペリティ面積比22%、平均応力降下量3.1MPaで設定した震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮) (破壊開始点1~4))

○ 両モデルは、強震動予測レシピ(2020)に記載された異なる2つの方法に基づき設定した震源モデルであり、上記のとおり両者の地震動レベルは同程度である。以上より、採用している震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の妥当性を確認した。

プレート間地震との連動ケースでの比較 (震源モデルの比較)

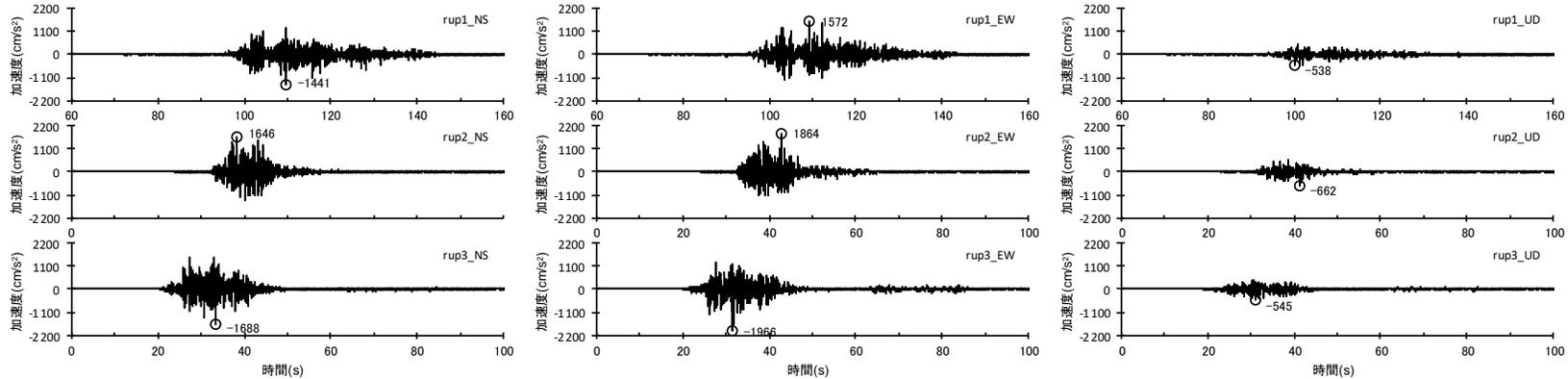
○ 御前崎海脚西部の断層帯の断層傾斜角の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）として、アスペリティ面積比22%、平均応力降下量3.1MPaで設定した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）を用いる場合のプレート間地震の「強震動生成域の位置と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層への破壊伝播に係る不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）」を設定し、採用している震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）を用いる場合との統計的グリーン関数法による地震動評価結果の比較を行った。



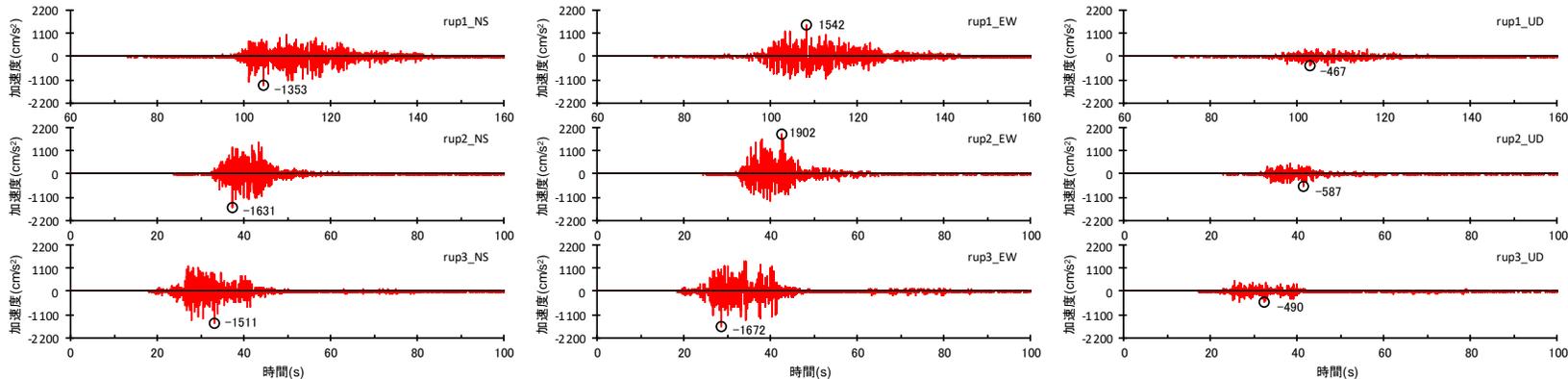
<プレート間地震の強震動生成域の位置と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層（御前崎海脚西部の断層帯（断層傾斜角の不確かさを考慮した震源モデル）への破壊伝播に係る不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の比較>

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

プレート間地震との連動ケースでの比較 (地震動評価結果の比較 (加速度時刻歴波形))



(採用している震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）を用いた場合)



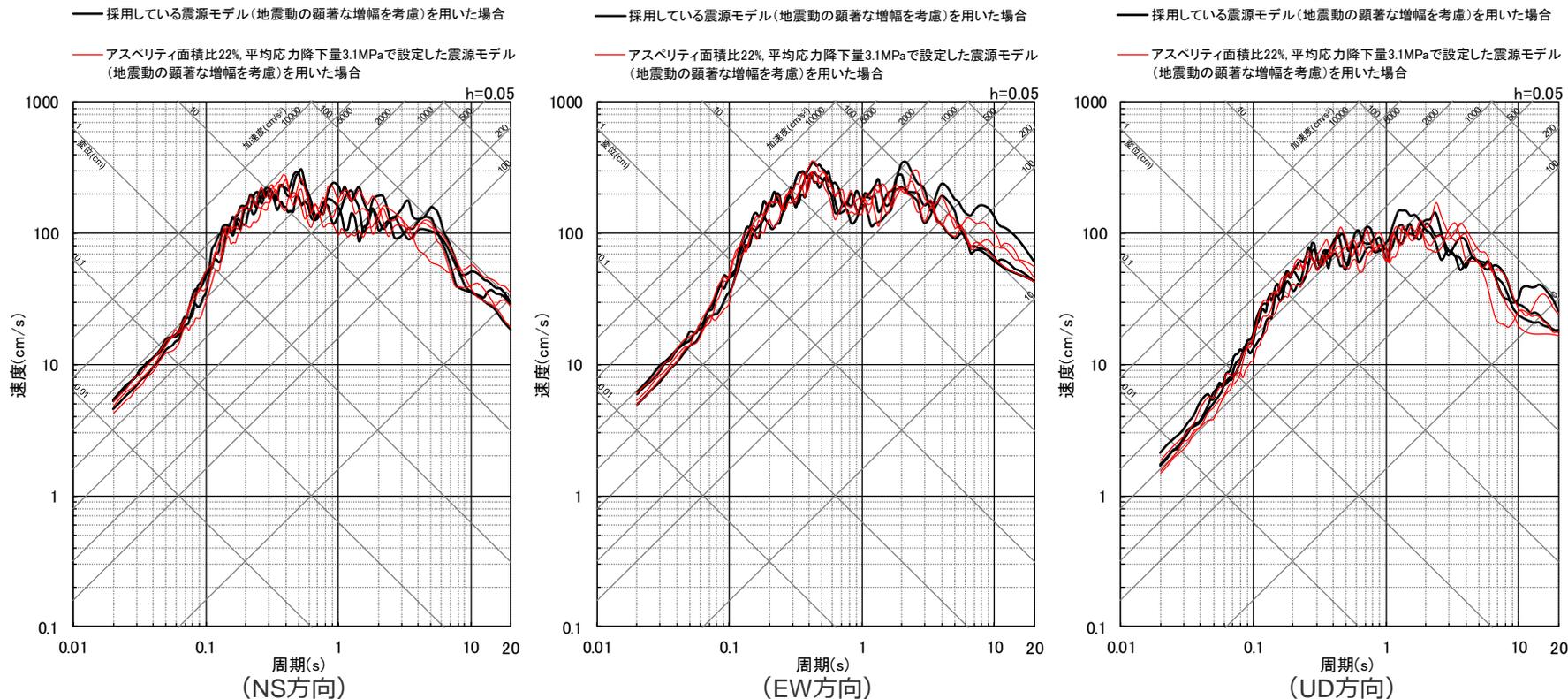
(アスペリティ面積比22%、平均応力降下量3.1MPaで設定した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）を用いた場合)

<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) >

・統計的グリーン関数法による。

プレート間地震との連動ケースでの比較 (地震動評価結果の比較 (応答スペクトル))

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



＜断層モデルを用いた手法による地震動評価結果の比較 (応答スペクトル)＞

(採用している震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）を用いた場合、アスペリティ面積比22%、平均応力降下量3.1MPaで設定した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）を用いた場合（破壊開始点1～3）)

○ プレート間地震との連動ケースにおける両モデルは、内陸地殻内地震単独での検討と同様、強震動予測レシピ(2020)に記載された異なる2つの方法に基づき設定した震源モデルであり、上記のとおり両者の地震動レベルは同程度である。以上より、内陸地殻内地震単独としての地震動評価及びプレート間地震との連動ケースとしての地震動評価の両方から、採用している震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の妥当性を確認した。

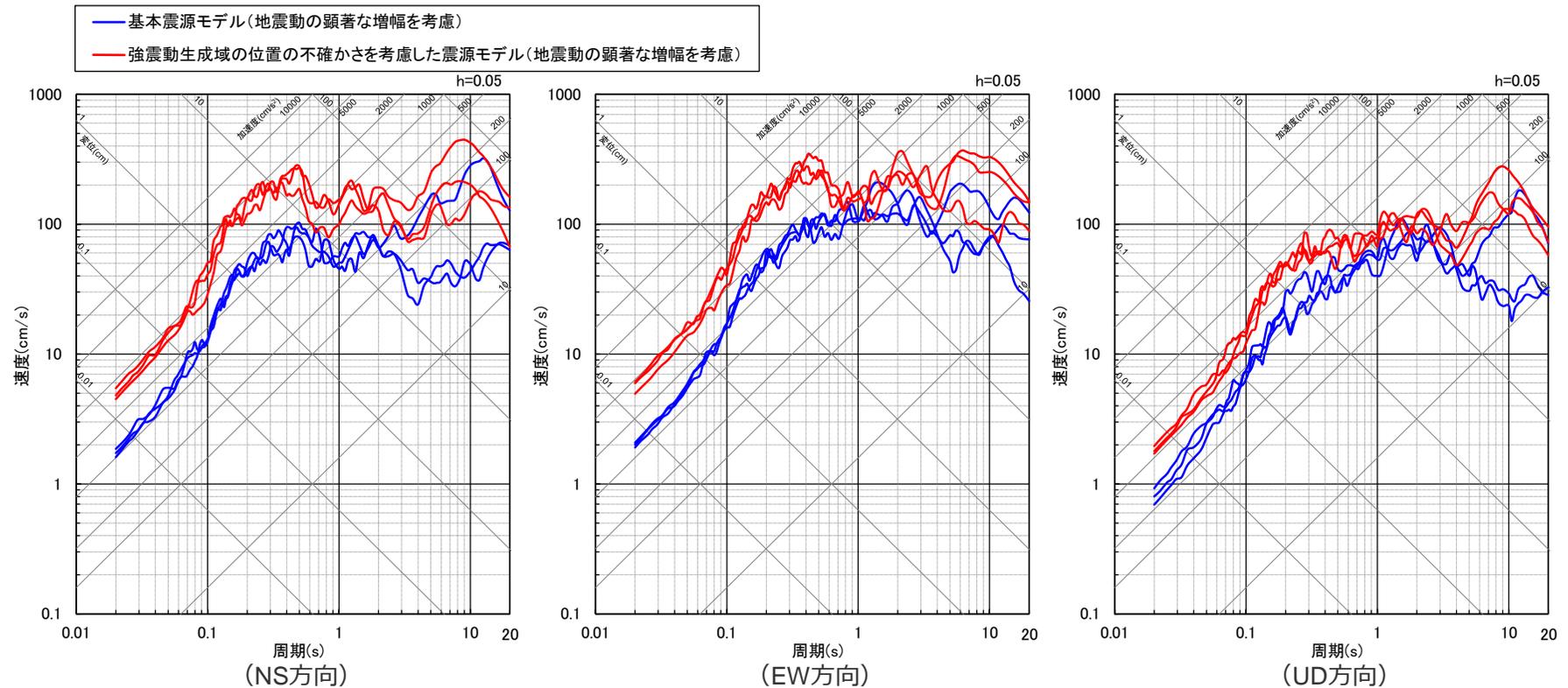
補足説明資料③-38

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

<補足説明資料③-38 プレート間地震の強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の設定（補足）>

地震動レベルの比較

- 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果の比較によると、強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の地震動レベルは、全周期帯に渡り基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の地震動レベルより大きい。



<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果の比較（応答スペクトル）>

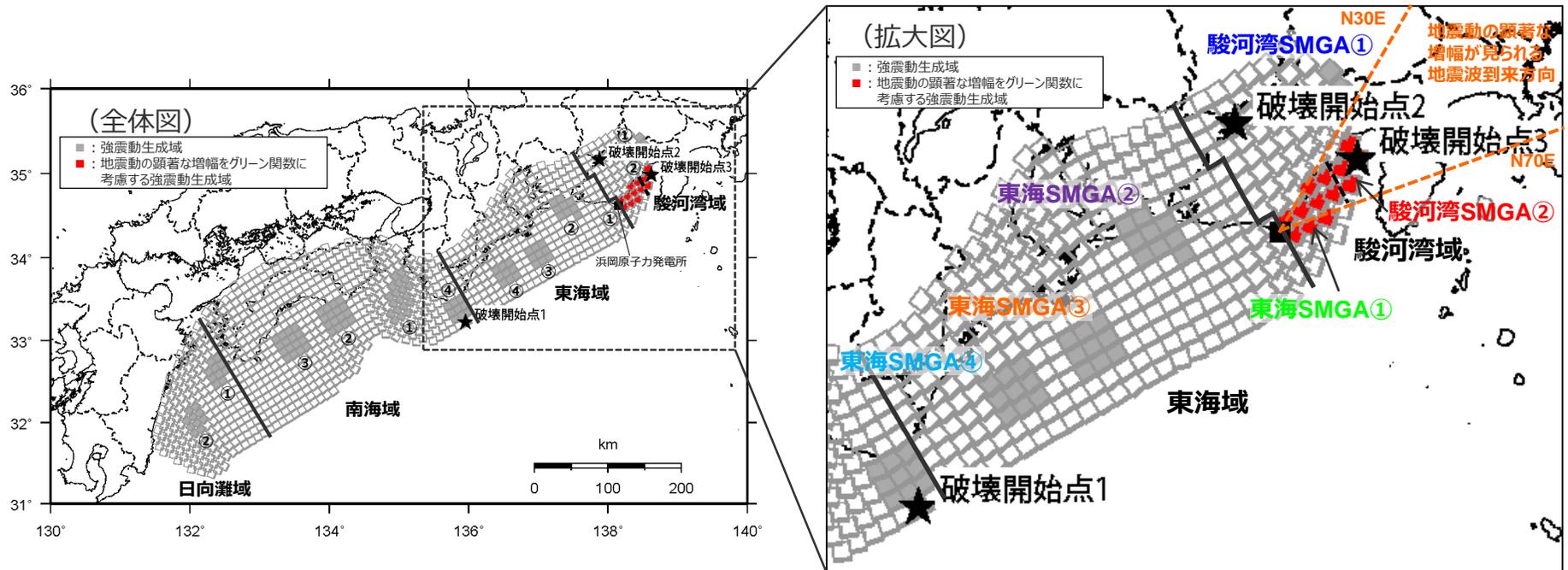
（基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）、強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（破壊開始点1～3））

・統計的グリーン関数法と波数積分法のハイブリッド合成法による。

<補足説明資料③-38 プレート間地震の強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の設定（補足）>

敷地における地震動に支配的な強震動生成域

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

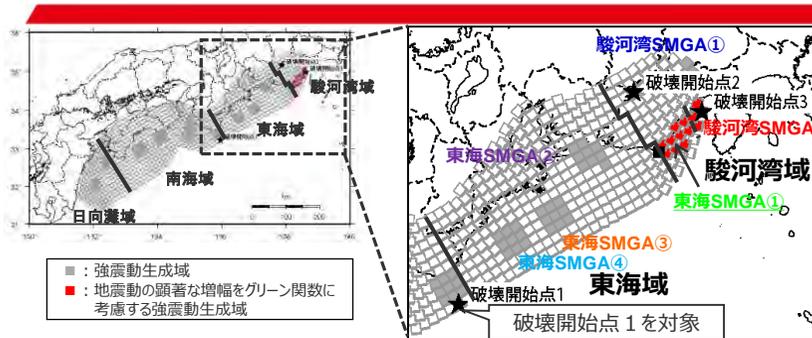


<強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）>

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

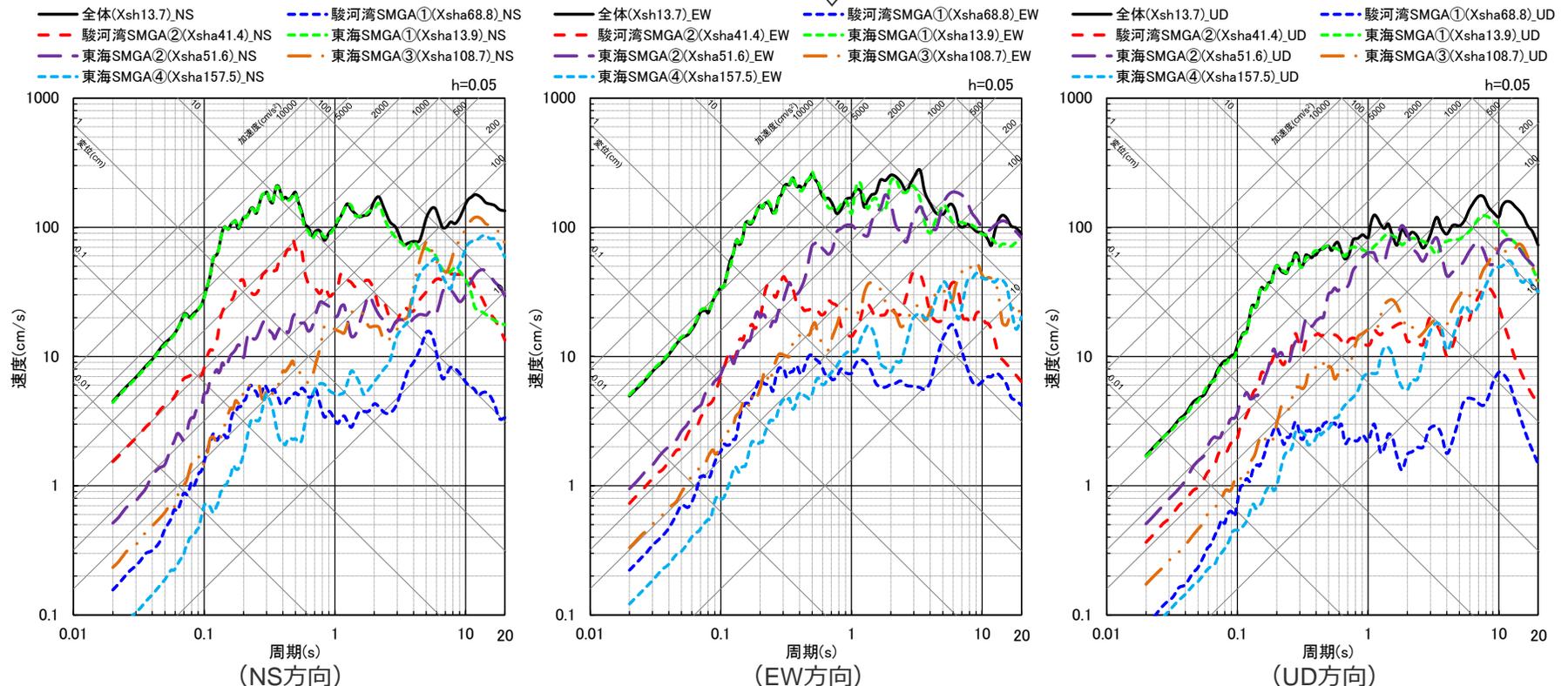
<補足説明資料③-38 プレート間地震の強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の設定（補足）>

敷地における地震動に支配的な強震動生成域



各領域の地震動評価結果（応答スペクトル）を比較

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



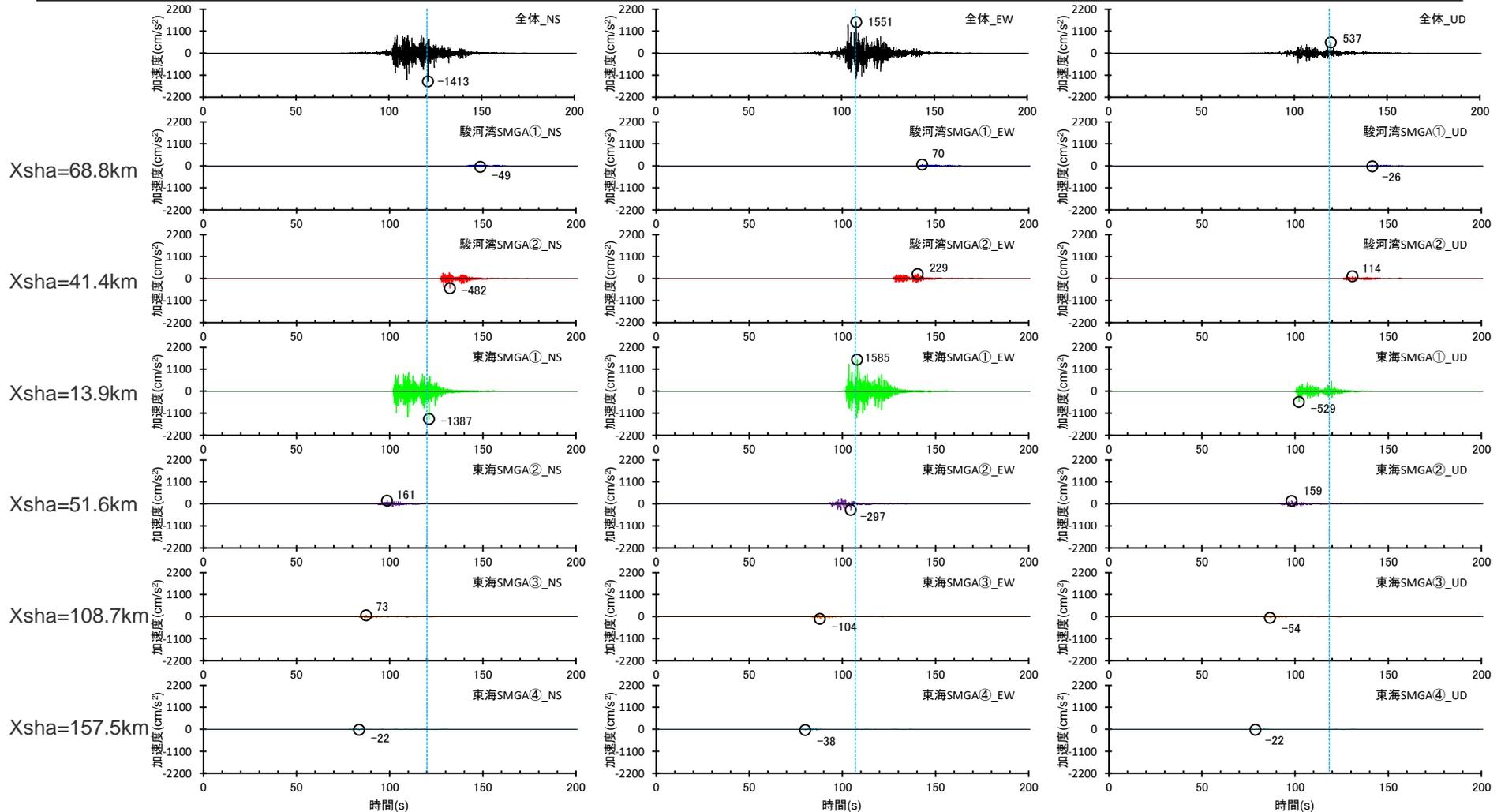
<応答スペクトルの比較（強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（破壊開始点1））>

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

<補足説明資料③-38 プレート間地震の強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の設定（補足）>

敷地における地震動に支配的な強震動生成域

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

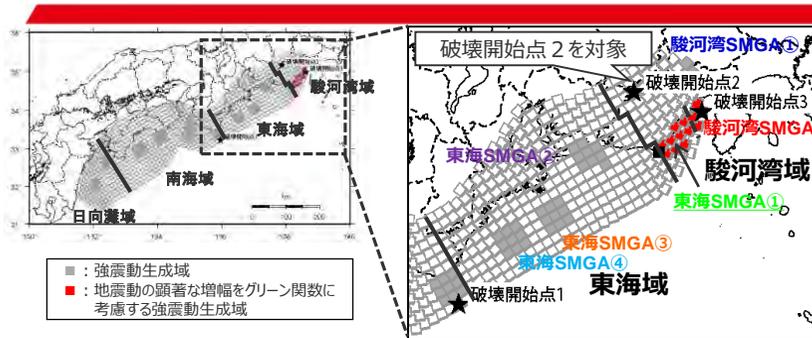


<加速度時刻歴波形の比較（強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（破壊開始点1））>

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

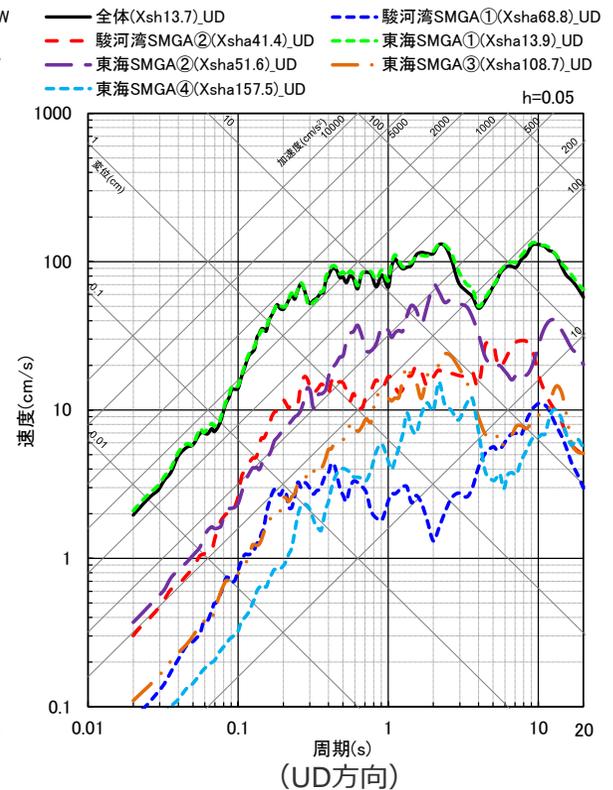
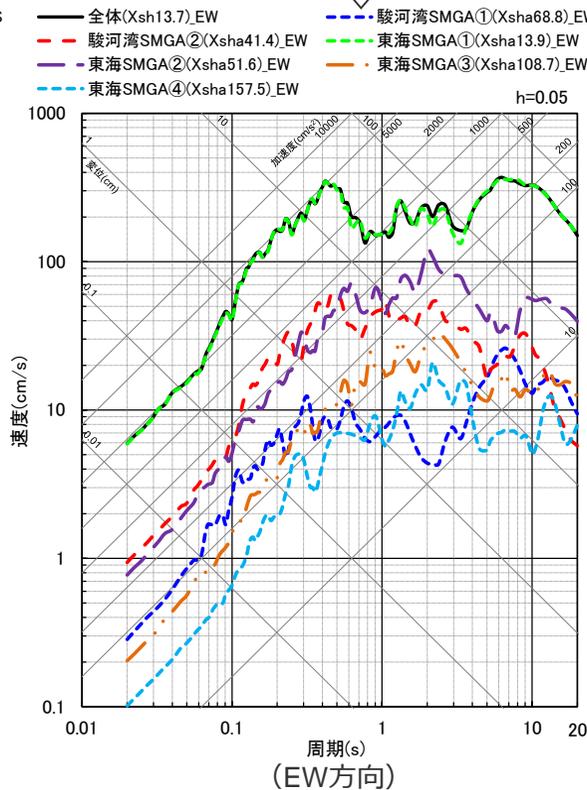
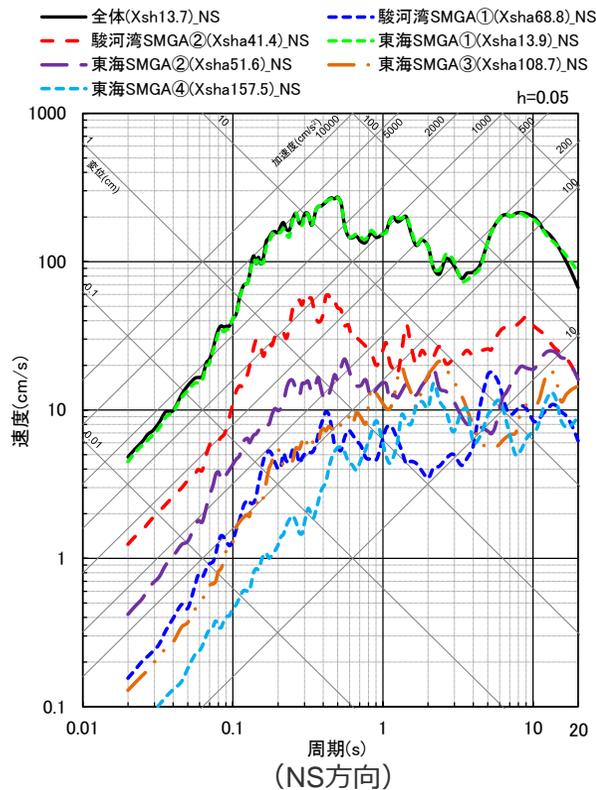
<補足説明資料③-38 プレート間地震の強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の設定（補足）>

敷地における地震動に支配的な強震動生成域



各領域の地震動評価結果（応答スペクトル）を比較

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



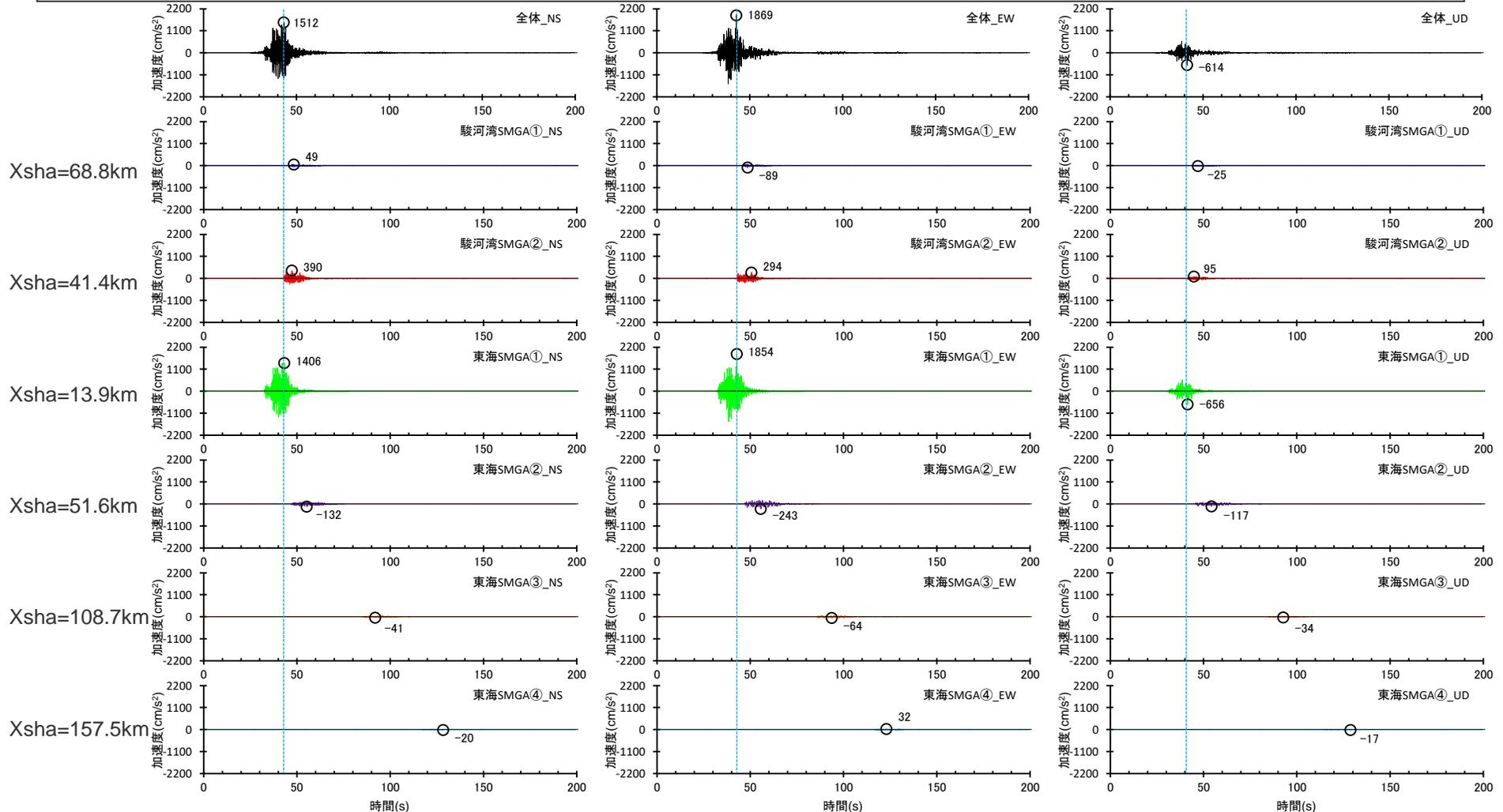
<応答スペクトルの比較（強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（破壊開始点2））>

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

<補足説明資料③-38 プレート間地震の強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の設定（補足）>

敷地における地震動に支配的な強震動生成域

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

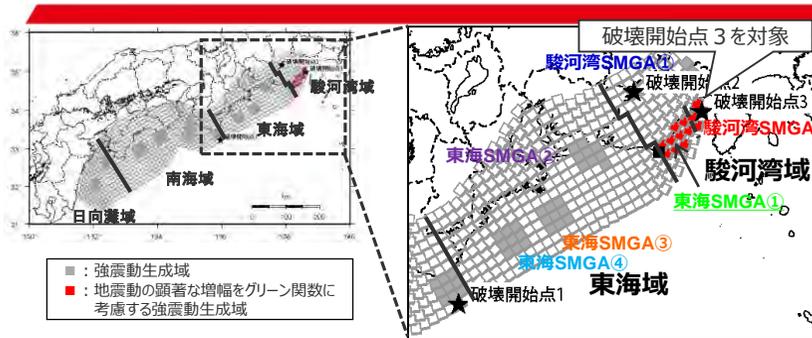


<加速度時刻歴波形の比較（強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（破壊開始点2））>

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

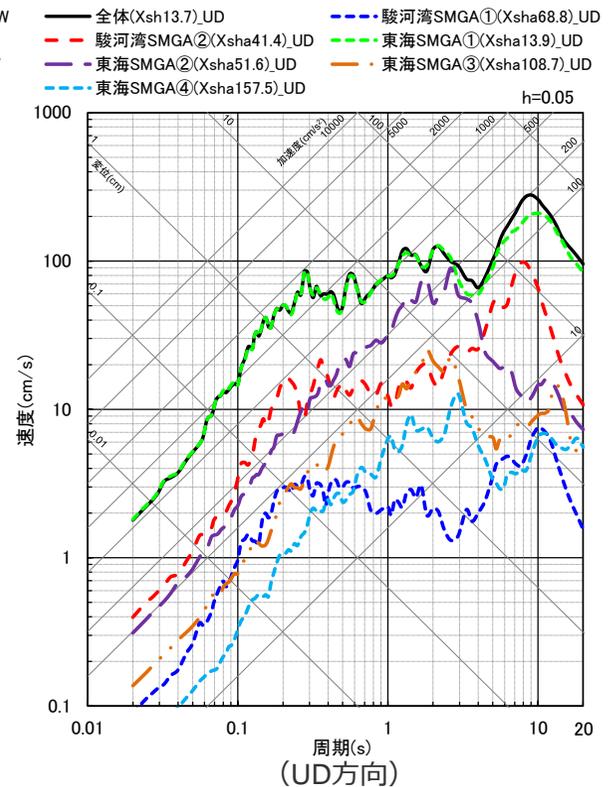
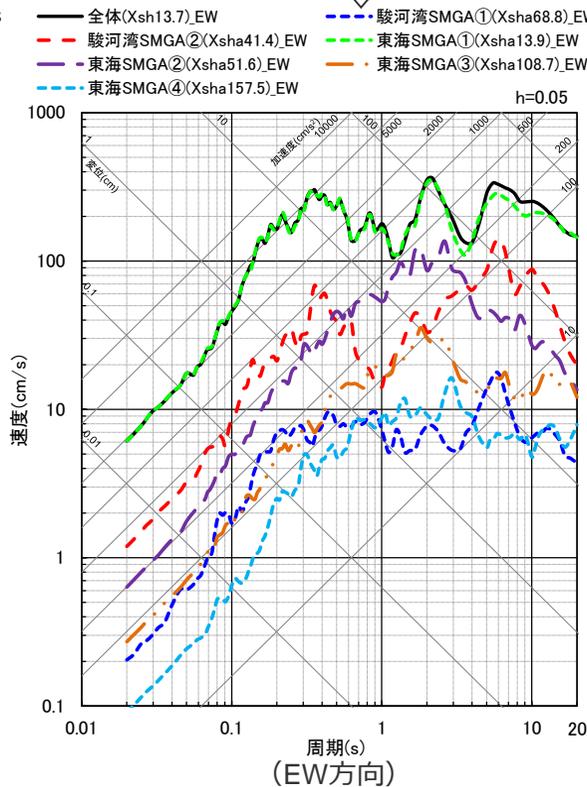
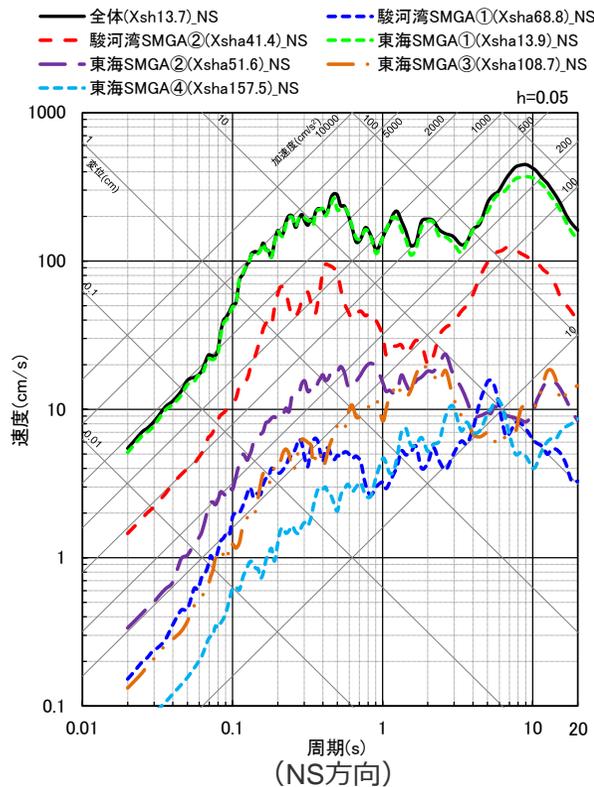
<補足説明資料③-38 プレート間地震の強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の設定（補足）>

敷地における地震動に支配的な強震動生成域



各領域の地震動評価結果（応答スペクトル）を比較

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



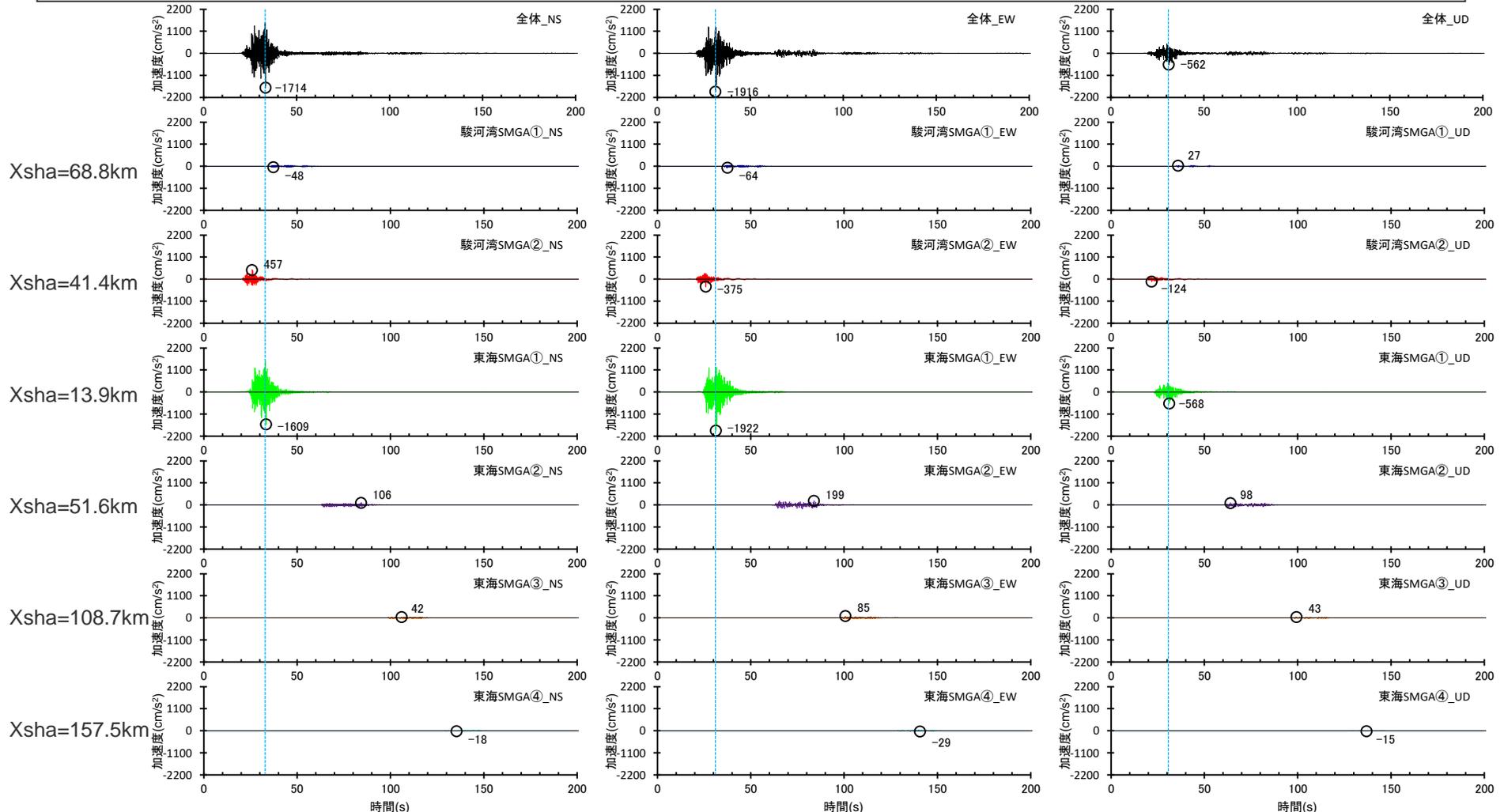
<応答スペクトルの比較（強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（破壊開始点3））>

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

<補足説明資料③-38 プレート間地震の強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の設定（補足）>

敷地における地震動に支配的な強震動生成域

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

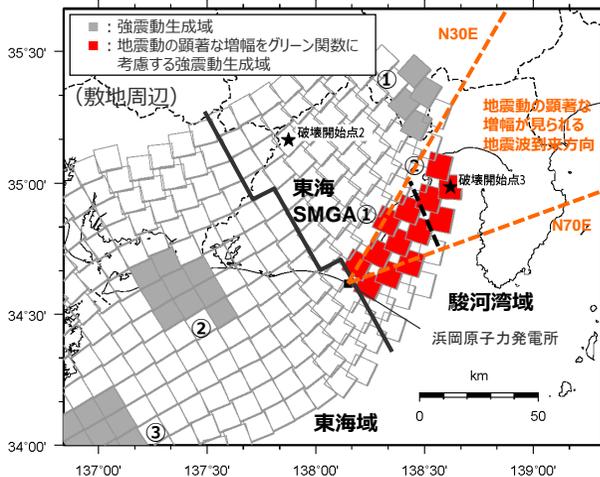


<加速度時刻歴波形の比較（強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（破壊開始点3））>

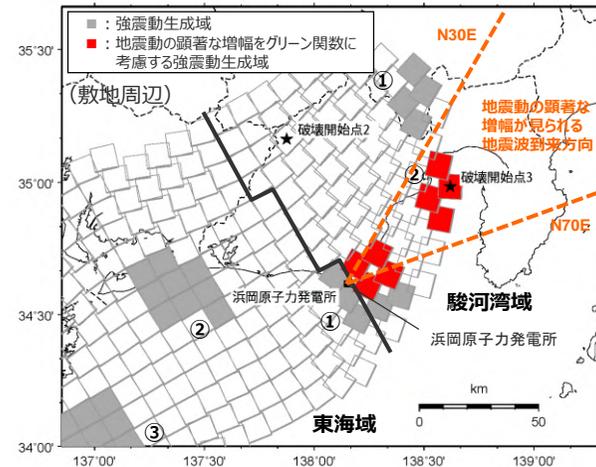
・統計的グリーン関数法と波数積分法のハイブリッド合成法による。
 ・Xshaは、強震動生成域の最短距離（km）を表す。

＜補足説明資料③-38 プレート間地震の強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の設定（補足）＞
敷地における地震動に支配的な強震動生成域に関するパラメータスタディ

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



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

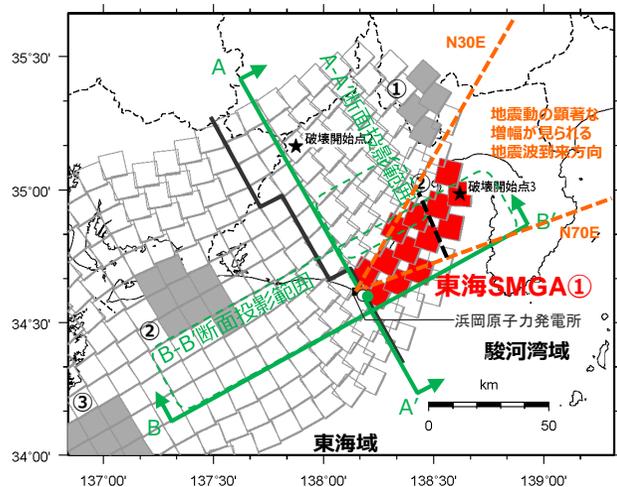


（パラスタケース）

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

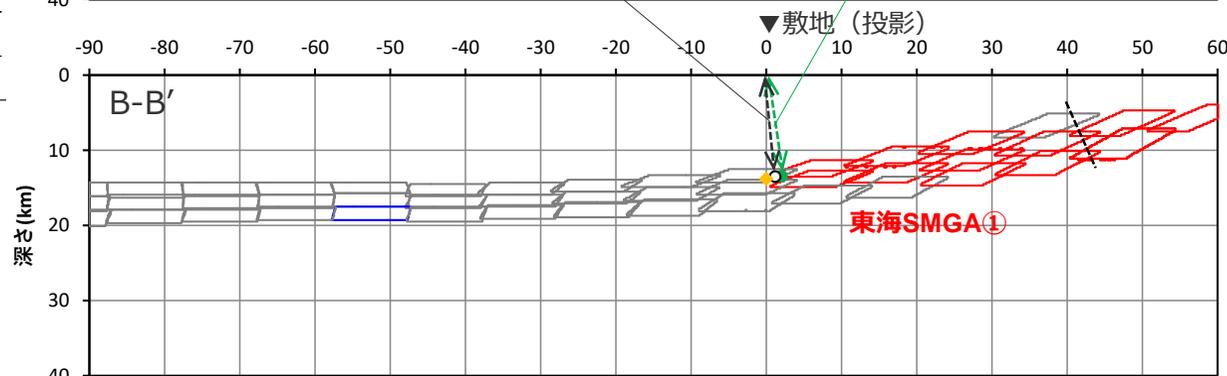
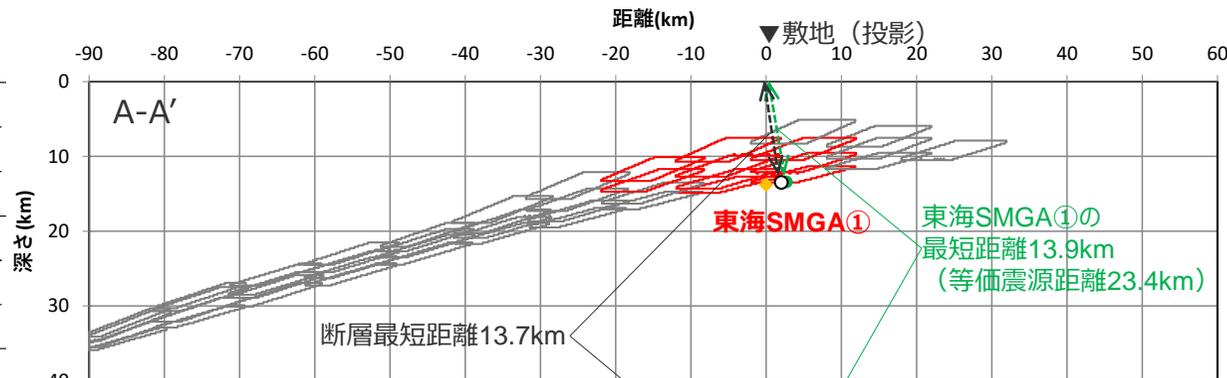
<補足説明資料③-38 プレート間地震の強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の設定（補足）>
敷地における地震動に支配的な強震動生成域に関するパラメータスタディ

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



(測線位置図)

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



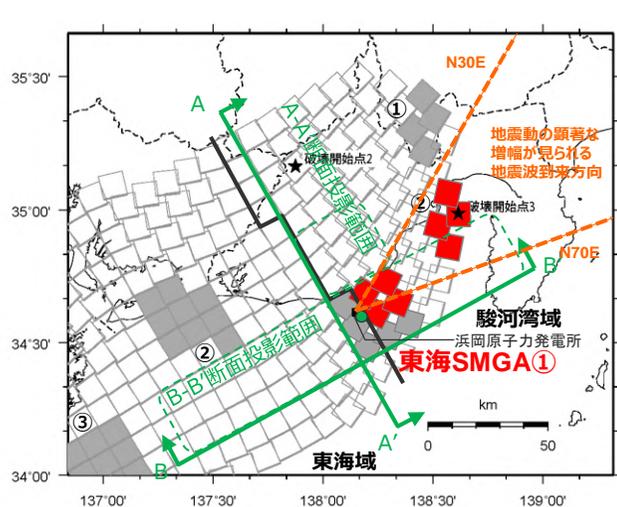
(断面図 (投影))

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

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

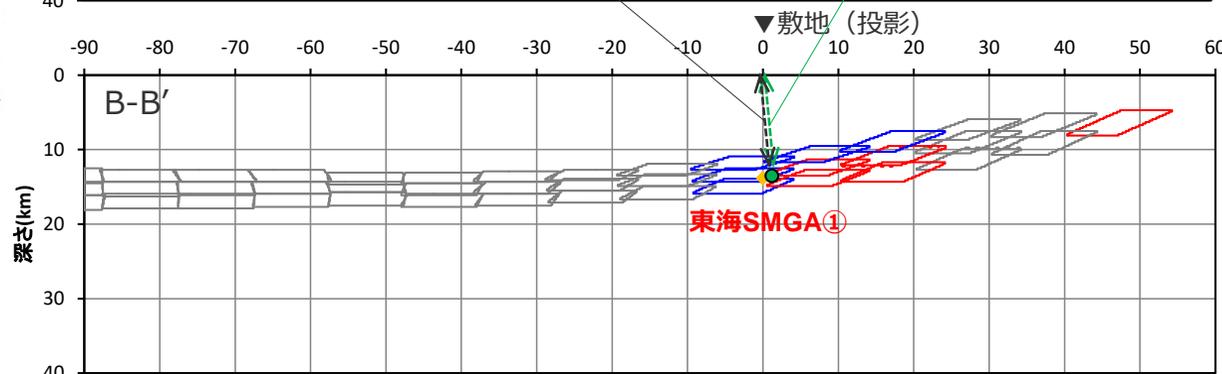
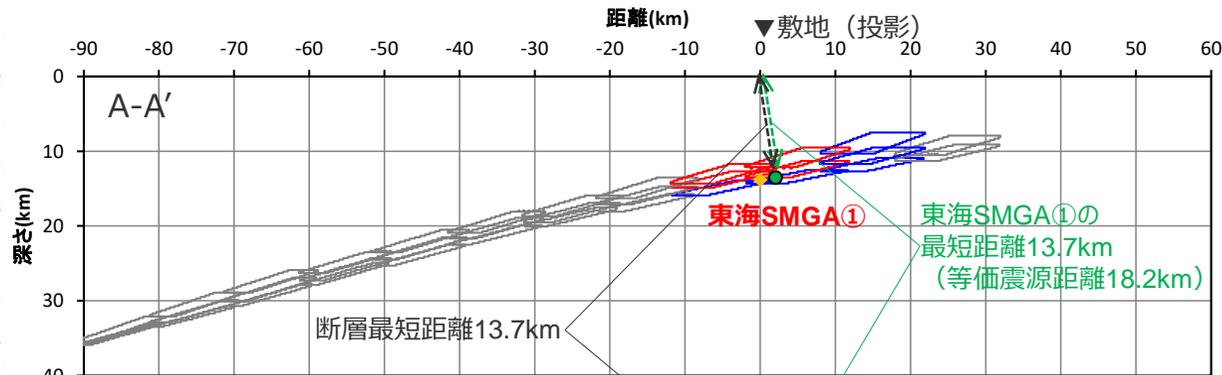
<補足説明資料③-38 プレート間地震の強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の設定（補足）>
敷地における地震動に支配的な強震動生成域に関するパラメータスタディ

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



(測線位置図)

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

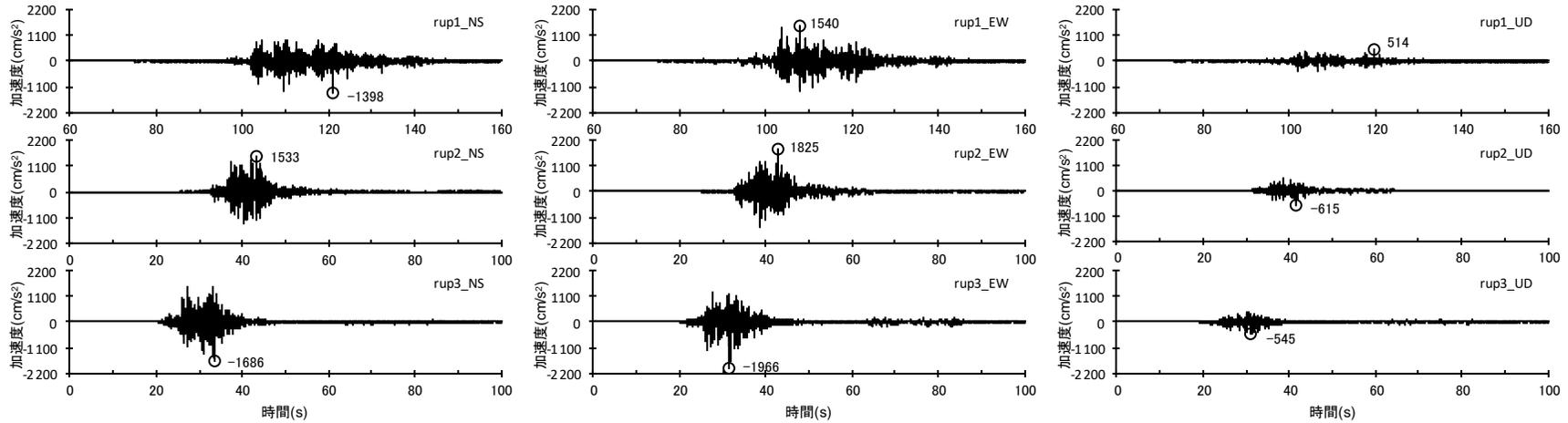


(断面図 (投影))

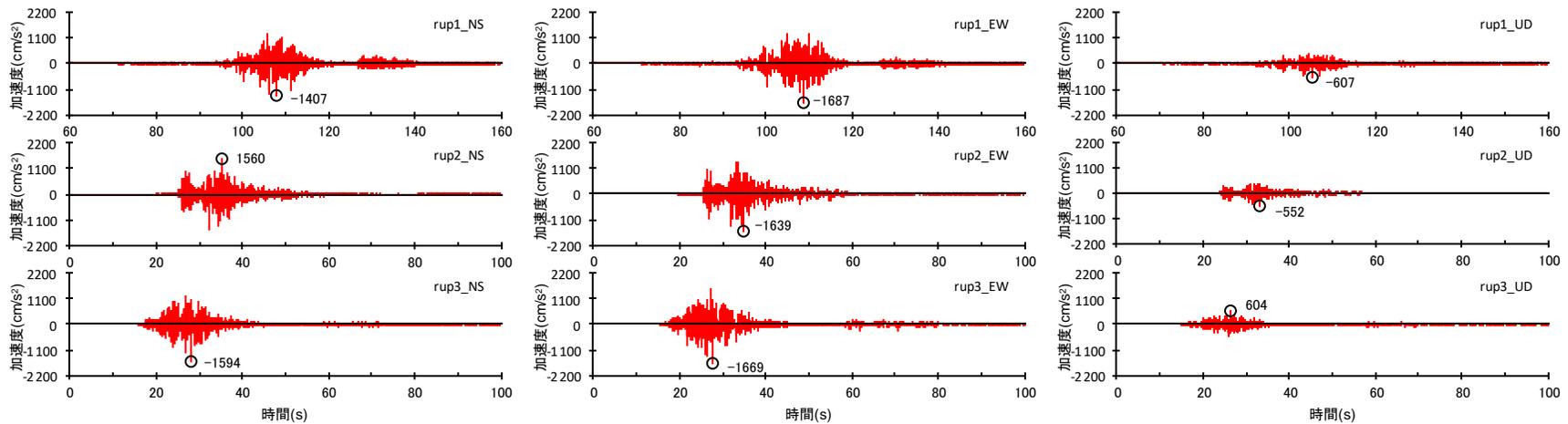
<パラスタケースにおける東海SMGA①と敷地との位置関係>

・黒字の丸数字はプレート間地震の強震動生成域のNo.を表す。

<補足説明資料③-38 プレート間地震の強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の設定（補足）>
 敷地における地震動に支配的な強震動生成域に関するパラメータスタディ



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

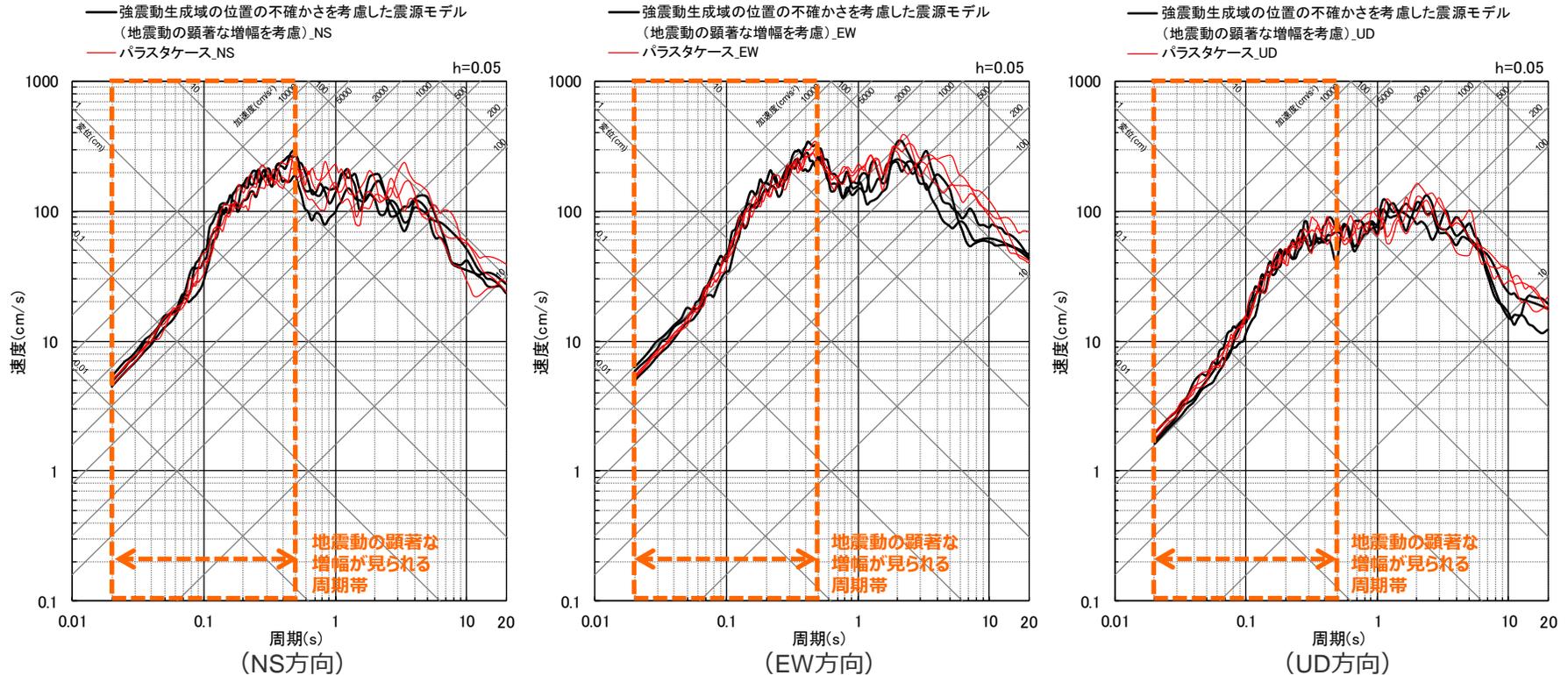


（パスタケース）

<統計的グリーン関数法による地震動評価結果（加速度時刻歴波形）>

＜補足説明資料③-38 プレート間地震の強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の設定（補足）＞ 敷地における地震動に支配的な強震動生成域に関するパラメータスタディ

○ 統計的グリーン関数法による地震動評価結果の比較によると、地震動の顕著な増幅が見られる周期帯（周期0.5秒以下）において、強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の地震動レベルはパラスタケースの地震動レベルと同程度かそれ以上になっている。



＜統計的グリーン関数法による地震動評価結果（応答スペクトル）＞

（強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）、パラスタケース（破壊開始点1～3））

- 以上より、強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の代表性を確認した。
- なお、地震動の顕著な増幅が見られる周期帯（周期0.5秒以下）以外は比較対象としていないが、パラスタケースは、「地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価」における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）であり、「地震動の顕著な増幅を考慮する領域」（5号炉周辺）においても考慮することとしている。

まとめ

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

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



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



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

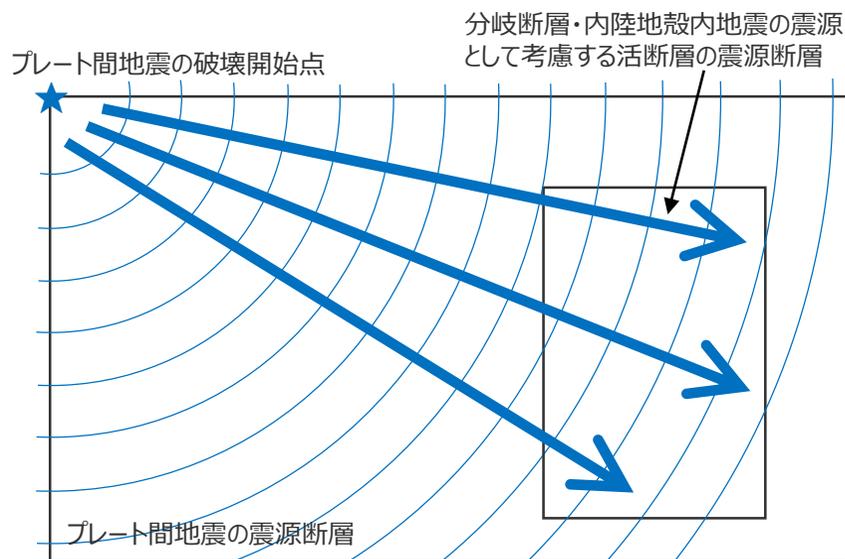
補足説明資料③-39

プレート間地震の連動ケース（地震動の顕著な増幅を考慮）の強震動生成域

・アスペリティの寄与の分析

検討概要

- 連動ケースの断層モデルを用いた手法による地震動評価は、プレート間地震の震源断層の破壊が分岐断層又は内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層へ伝播する破壊過程がより適切に反映されるように、プレート間地震の震源モデルと分岐断層又は内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層を一体として設定して評価を行っている。
- この連動ケースの統計的グリーン関数法による地震動評価に当たっては、上記のとおりプレート間地震の震源モデルと分岐断層又は内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層を一体として、乱数を変えた20組の波形合成を行い、減衰定数5%の擬似速度応答スペクトル20組の平均値との残差（NS、EW、UDの合計）が最小となるものを代表波として選定している。



<一体計算での破壊過程（イメージ図）>

- 上記のとおり、連動ケースは一体計算を行った結果に対して代表波を選定しており、プレート間地震の震源モデルと分岐断層又は内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層のそれぞれの地震動評価結果に対して代表波を選定しているものではないが、連動ケースの地震動評価結果における「プレート間地震の強震動生成域」と「分岐断層又は内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層等のアスペリティ」の寄与を分析するため、アイソクロンを作成するとともに、それらを分離して地震動をそれぞれ計算し、連動ケース全体の地震動評価結果との比較を行った。

分析対象ケース

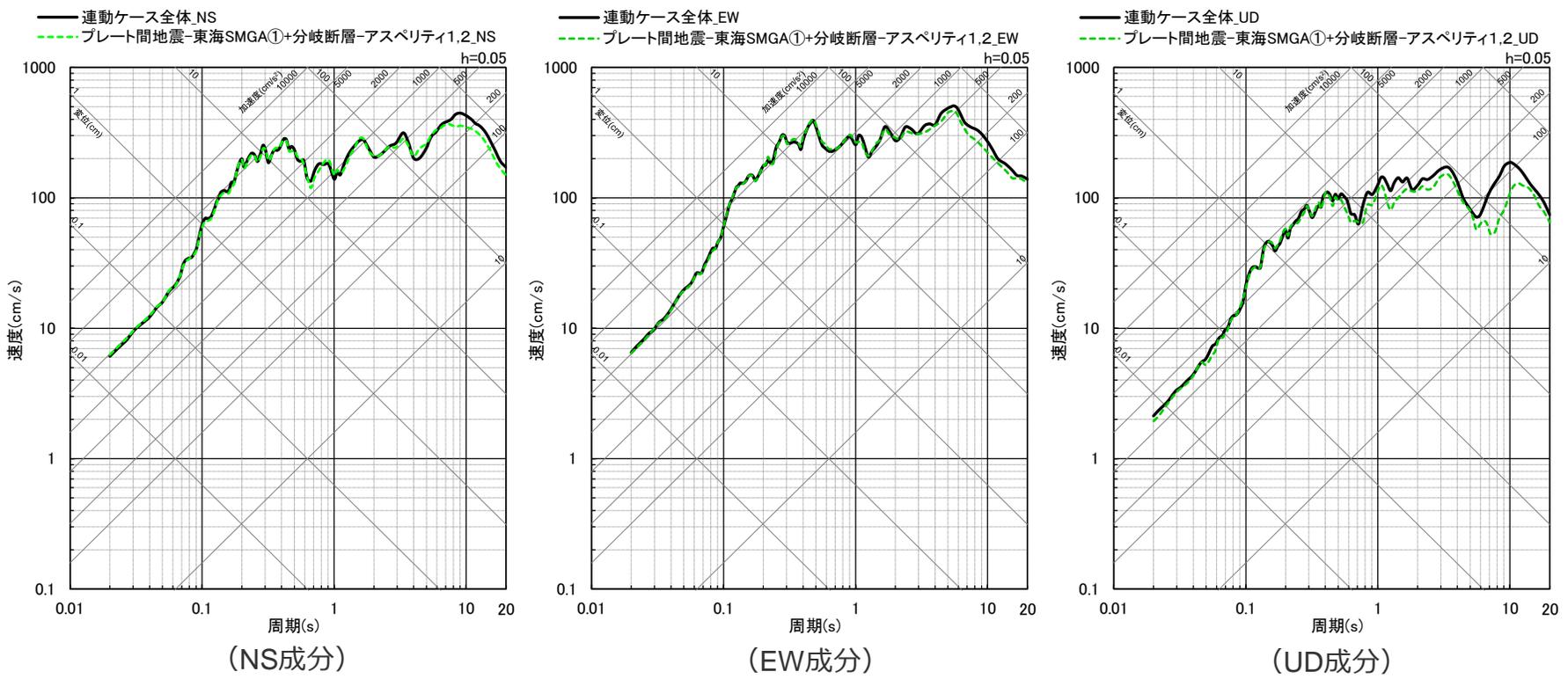
○連動ケースの断層モデルを用いた手法による地震動評価結果における「プレート間地震の強震動生成域」と「分岐断層又は内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層のアスペリティ」の寄与の分析に当たっては、強震動生成域の位置と分岐断層の強震動励起特性に係る不確かさの組合せの考慮（地震動の顕著な増幅を考慮）、及び強震動生成域の位置と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層（御前崎海脚西部の断層帯）への破壊伝播に係る不確かさの組合せの考慮（地震動の顕著な増幅を考慮）について、それぞれ最大加速度が最も大きい震源モデル、破壊開始点のケース（下表）を分析対象とした。

<分析対象とした震源モデル、破壊開始点のケース（地震動の顕著な増幅を考慮）>

| | 不確かさの組合せの考慮 (地震動の顕著な増幅を考慮) | 最大加速度が最も大きい震源モデル、破壊開始点のケース (地震動の顕著な増幅を考慮) | 最大加速度振幅 (cm/s ²) | | |
|---|---|---|---------------------------------|------|-----|
| | | | NS | EW | UD |
| 1 | 強震動生成域の位置と分岐断層の強震動励起特性に係る不確かさの組合せの考慮（地震動の顕著な増幅を考慮） | 強震動生成域の位置と分岐断層の強震動励起特性に係る不確かさ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）（破壊開始点3） | 1916 | 2049 | 669 |
| 2 | 強震動生成域の位置と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層（御前崎海脚西部の断層帯）への破壊伝播に係る不確かさの組合せの考慮（地震動の顕著な増幅を考慮） | 強震動生成域の位置と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層（御前崎海脚西部の断層帯（アスペリティの応力降下量の不確かさを考慮した震源モデル））への破壊伝播に係る不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（破壊開始点2） | 1608 | 2094 | 626 |

<補足説明資料③-39 プレート間地震の連動ケース（地震動の顕著な増幅を考慮）の強震動生成域・アスペリティの寄与の分析>
プレート間地震の東海SMGA①及び分岐断層又は内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層のアスペリティのみによる地震動

- 連動ケースについて、敷地に近い「プレート間地震の東海SMGA①及び分岐断層又は内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層のアスペリティ」のみによる地震動を計算し、連動ケース全体の地震動と比較すると、両者の応答スペクトルはほぼ重なっており、連動ケースの地震動評価結果においては、これらの寄与が支配的である。
- 以降では、前述の各震源モデルについて、「プレート間地震の東海SMGA①」と「分岐断層又は内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層のアスペリティ」による地震動をそれぞれ計算し、連動ケース全体の地震動との比較を行う。



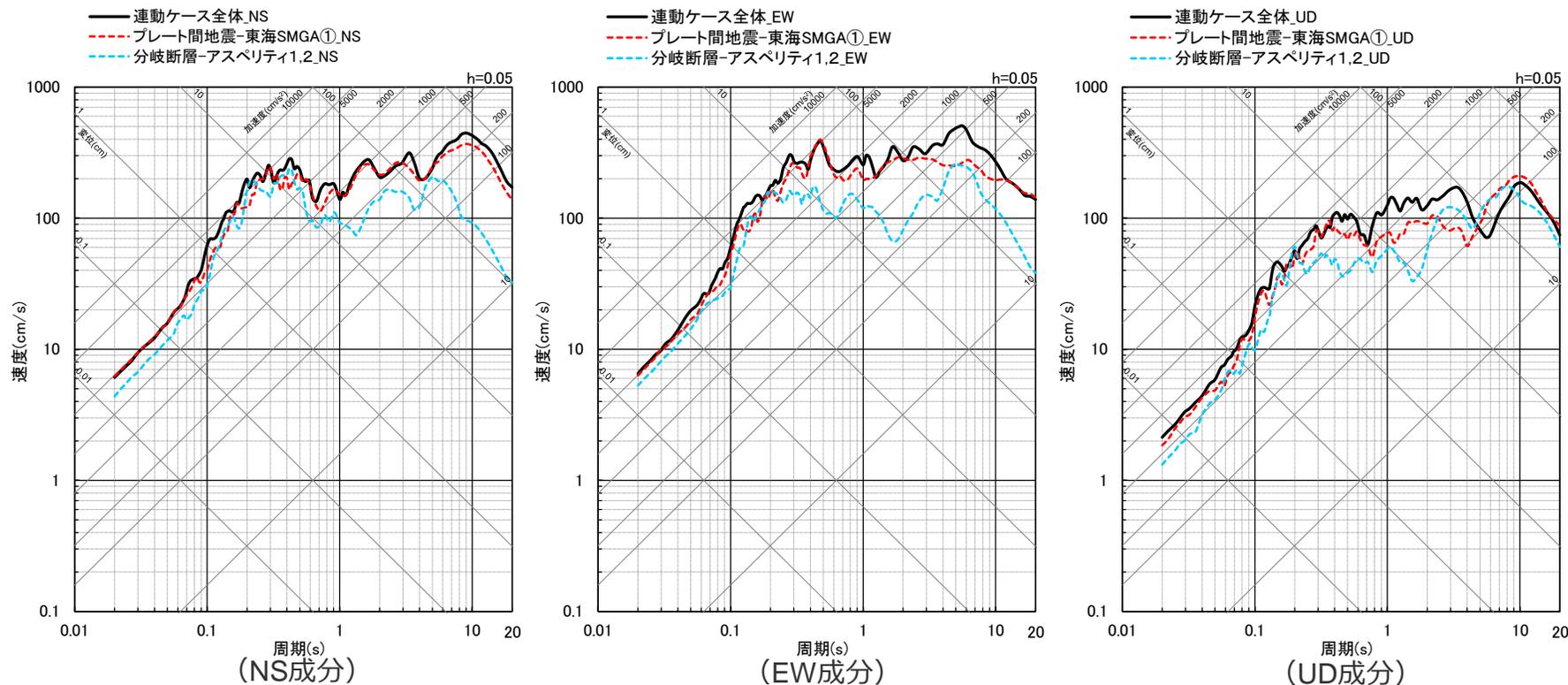
<応答スペクトルの比較>

(強震動生成域の位置と分岐断層の強震動励起特性に係る不確かさの組合せを考慮した震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮) (破壊開始点3) の例)

<補足説明資料③-39 プレート間地震の連動ケース（地震動の顕著な増幅を考慮）の強震動生成域・アスペリティの寄与の分析>
強震動生成域の位置と分岐断層の強震動励起特性に係る不確かさの組合せを考慮した震源モデル
（地震動の顕著な増幅を考慮）（破壊開始点3）

【強震動生成域の位置と分岐断層の強震動励起特性に係る不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（破壊開始点3）】

○応答スペクトルの比較によると、連動ケース全体の地震動に対し、プレート間地震の東海SMGA①は全周期帯に渡り寄与が大きく、分岐断層のアスペリティ1,2は短周期帯（周期1～2秒程度以下）において寄与が大きい。

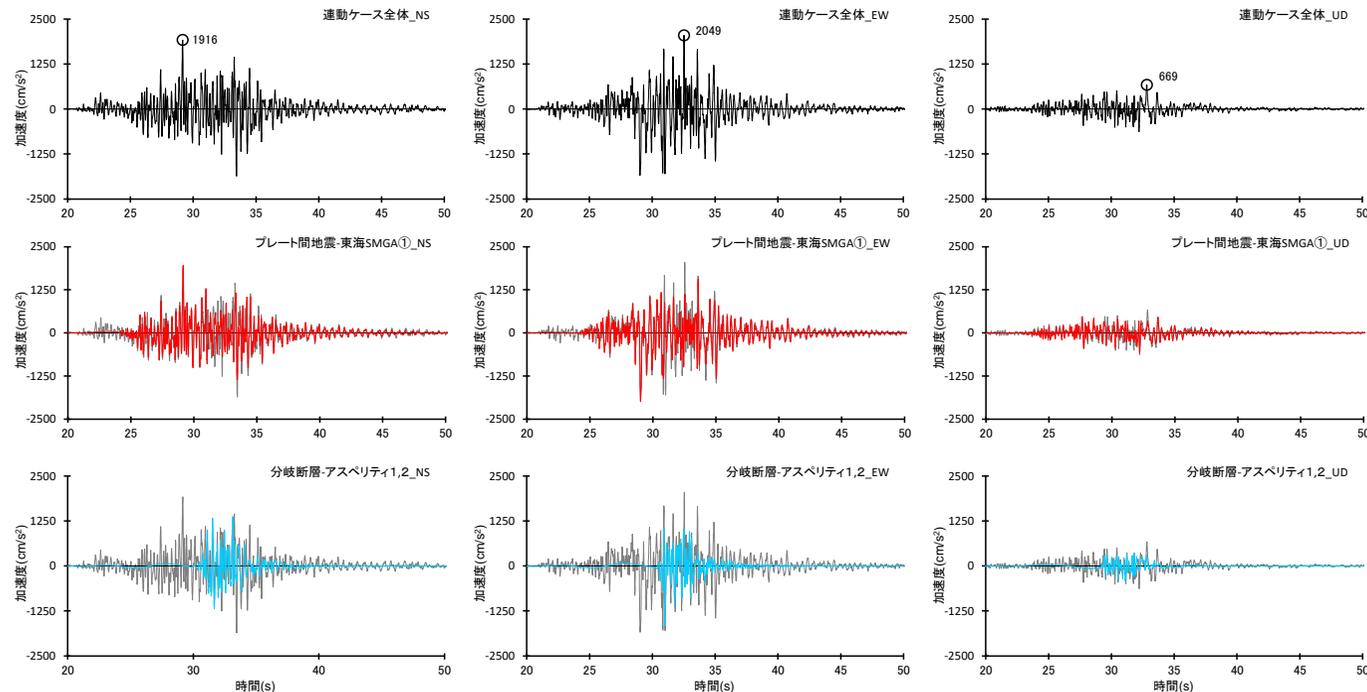


<連動ケース全体、プレート間地震の東海SMGA①、分岐断層のアスペリティ1,2の応答スペクトルの比較>

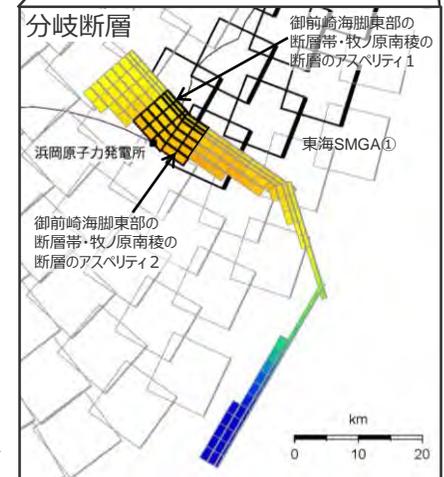
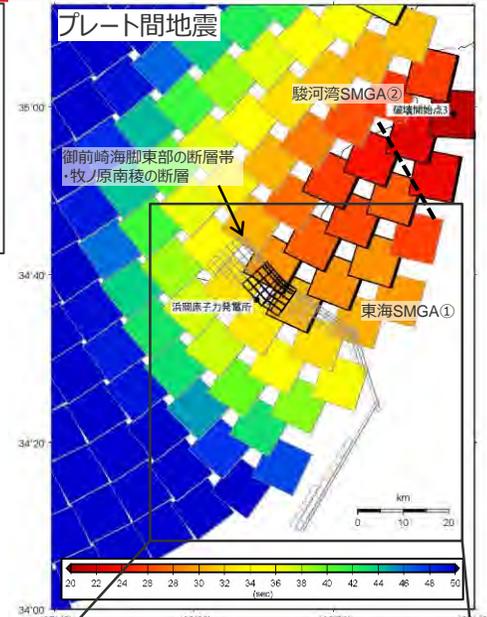
<補足説明資料③-39 プレート間地震の連動ケース（地震動の顕著な増幅を考慮）の強震動生成域・アスペリティの寄与の分析>
強震動生成域の位置と分岐断層の強震動励起特性に係る不確かさの組合せを考慮した震源モデル
（地震動の顕著な増幅を考慮）（破壊開始点3）

【強震動生成域の位置と分岐断層の強震動励起特性に係る不確かさの組合せを考慮した震源モデル
（地震動の顕著な増幅を考慮）（破壊開始点3）】

- S波到達時刻のアイソクロンによると、プレート間地震の東海SMGA①と分岐断層のアスペリティ 1, 2 の地震波（S波）は概ね同時に敷地に到達している。
- また、加速度時刻歴波形の比較によると、連動ケース全体の主要動に対し、プレート間地震の東海SMGA①と分岐断層のアスペリティ 1, 2 とが共に寄与が大きく、両者は重なり合って敷地に到達している。



<連動ケース全体、プレート間地震の東海SMGA①、分岐断層のアスペリティ 1, 2 の加速度時刻歴波形の比較>



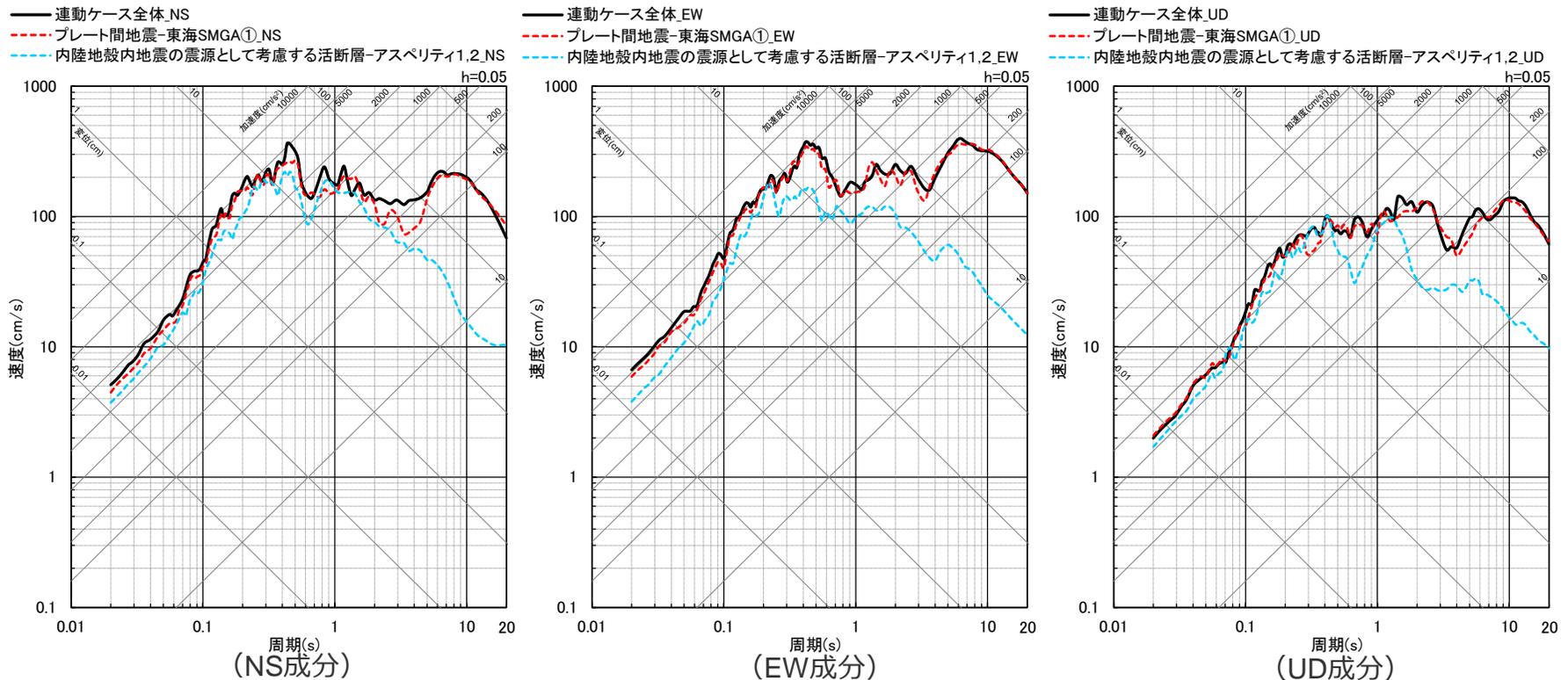
<S波到達時刻のアイソクロン>

・統計的グリーン関数法と波数積分法のハイブリッド合成法による。
・プレート間地震の東海SMGA①と分岐断層のアスペリティ 1, 2 の時刻歴波形には、背面に連動ケース全体の時刻歴波形を描画。
・-----: 東海SMGA①と駿河湾SMGA②の境界を表す。

<補足説明資料③-39 プレート間地震の連動ケース（地震動の顕著な増幅を考慮）の強震動生成域・アスペリティの寄与の分析>
 強震動生成域の位置と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層（御前崎海脚西部の断層帯（アスペリティの応力降下量の不確かさを考慮した震源モデル））への破壊伝播に係る不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（破壊開始点2）

【強震動生成域の位置と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層（御前崎海脚西部の断層帯（アスペリティの応力降下量の不確かさを考慮した震源モデル））への破壊伝播に係る不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（破壊開始点2）】

○応答スペクトルの比較によると、連動ケース全体の地震動に対し、プレート間地震の東海SMGA①は全周期帯に渡り寄与が大きく、内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層（御前崎海脚西部の断層帯）のアスペリティ1,2は短周期帯（周期1～2秒程度以下）において寄与が大きい。

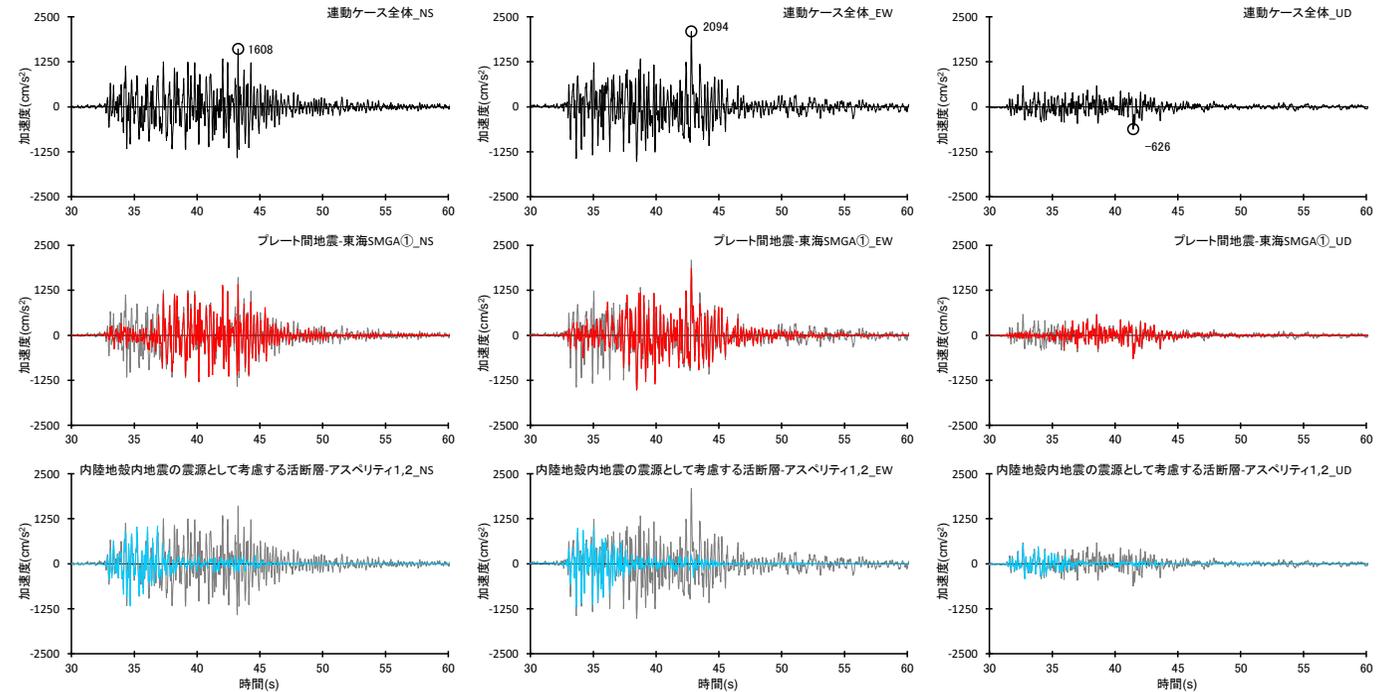


<連動ケース全体、プレート間地震の東海SMGA①、内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層のアスペリティ1,2の応答スペクトルの比較>

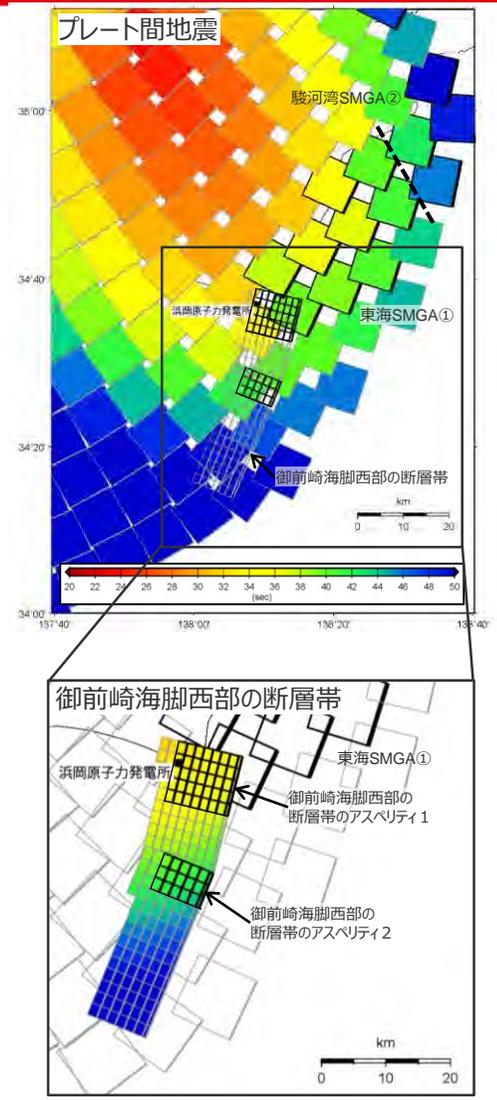
＜補足説明資料③-39 プレート間地震の連動ケース（地震動の顕著な増幅を考慮）の強震動生成域・アスペリティの寄与の分析＞
 強震動生成域の位置と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層（御前崎海脚西部の断層帯（アスペリティの応力降下量の不確かさを考慮した震源モデル））への破壊伝播に係る不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（破壊開始点2）

【強震動生成域の位置と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層（御前崎海脚西部の断層帯（アスペリティの応力降下量の不確かさを考慮した震源モデル））への破壊伝播に係る不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（破壊開始点2）】

- S波到達時刻のアイソクロンによると、プレート間地震の東海SMGA①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）のアスペリティ1,2の地震波（S波）は概ね同時に敷地に到達している。
- また、加速度時刻歴波形の比較によると、連動ケース全体の主要動に対し、プレート間地震の東海SMGA①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）のアスペリティ1,2とが共に寄与が大きく、両者は重なり合って敷地に到達している。



＜連動ケース全体、プレート間地震の東海SMGA①、内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層のアスペリティ1,2の加速度時刻歴波形の比較＞

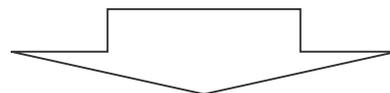


＜S波到達時刻のアイソクロン＞

・統計的グリーン関数法と波数積分法のハイブリッド合成法による。
 ・プレート間地震の東海SMGA①と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層のアスペリティ1,2の時刻歴波形には、背面に連動ケース全体の時刻歴波形を描画。
 ・-----: 東海SMGA①と駿河湾SMGA②の境界を表す。

まとめ

- プレート間地震と分岐断層又は内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層との連動ケースの断層モデルを用いた手法による地震動評価結果に関し、最大加速度が大きいモデルを代表として、アイソクロンを作成するとともに、敷地に近い「プレート間地震の強震動生成域（東海SMGA①）」と「分岐断層又は内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層のアスペリティ」による地震動をそれぞれ計算し、連動ケース全体の応答スペクトル及び時刻的波形との比較を行い、地震動評価結果への寄与を分析した。



- いずれの連動ケースも、「プレート間地震の敷地に最も近い強震動生成域（東海SMGA①）」と「分岐断層又は内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層のアスペリティ」とは、それぞれによる地震動が重なり合って敷地に到達しており、共に敷地における地震動に対する寄与が大きい。