

目次

1 敷地周辺の地震発生状況	……p.15~
2 敷地における地震動の増幅特性	
2.1 敷地における観測・調査	……p.24~
2.2 5号炉周辺の増幅要因	……p.29~
2.2.1 地震観測記録の分析	……p.32~
2.2.2 地下構造調査及び解析検討	……p.50~
2.2.3 まとめ（5号炉周辺の増幅要因）	……p.76~
2.3 敷地における地盤増幅特性	……p.78~
2.3.1 地下構造	……p.80~
2.3.2 地震観測	……p.93~
2.3.3 地震波の伝播経路	……p.102~
2.3.4 まとめ（敷地における地盤増幅特性）	……p.108~
2.4 敷地における地盤増幅特性の地震動評価への反映方法	
2.4.1 解放基盤表面の設定	……p.110~
2.4.2 地震動評価への反映方法	……p.114~
3 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動	
3.1 地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価	
3.1.1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）	……p.137~
3.1.2 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）	……p.190~
3.1.3 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）	……p.238~
3.1.4 まとめ（地震動の顕著な増幅を考慮しない）	……p.280~
3.2 地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価	
3.2.1 地震動の顕著な増幅の地震動評価への反映方法	……p.283~
3.2.2 検討用地震の選定及び震源モデルの設定	……p.312~
3.2.3 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）	……p.325~
3.2.4 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）	……p.357~
3.2.5 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）	……p.409~
3.2.6 まとめ（地震動の顕著な増幅を考慮）	……p.442~
3.2.7 第940回審査会合におけるコメントに対する回答	……p.446~

検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の選定

（選定フロー）

内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層による地震の調査

○「被害地震」、「活断層の分布状況」を踏まえて、内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層による地震を調査。

敷地周辺の活断層による地震

海域の活断層による地震

- ②石花海盆内西部の断層帯による地震
- ③石花海盆内東部の断層帯による地震
- ⑤F-12断層による地震
- ⑥御前崎海脚西部の断層帯による地震
- ⑨A-4断層による地震
- ⑩A-5・A-18断層による地震
- ⑪A-17断層による地震
- ⑫A-6断層による地震
- ⑬A-41断層による地震
- ⑭天竜海底谷に沿う断層による地震
- ⑮遠州断層系による地震
- ⑯F-16断層による地震
- ⑰渥美半島沖の断層による地震

陸域の活断層による地震

- ⑱杉沢付近のリニアメント・変位地形による地震
- ⑲大島付近のリニアメント・変位地形による地震

敷地周辺以外の活断層による地震

陸域の活断層による地震

- ⑳濃尾断層帯による地震（1891年濃尾地震に対応）
- ㉑中央構造線北端部による地震
- ㉒伊那谷断層帯による地震
- ㉓糸魚川－静岡構造線活断層帯による地震
- ㉔身延断層による地震
- ㉕石廊崎断層による地震
- ㉖深溝断層による地震
- ㉗北伊豆断層帯による地震
- ㉘稲取断層帯による地震

検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の選定結果

○内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層について、Noda et al.(2002)の手法を用いた比較を行った結果、「御前崎海脚西部の断層帯による地震」と「A-17断層による地震」の応答スペクトルが大きく、敷地への影響も大きいことから、これらの地震を内陸地殻内地震の検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）として選定。

・敷地周辺の活断層のうち、①根古屋海脚東縁・石花海堆東縁の断層帯、④御前崎海脚東部の断層帯・牧ノ原南稜の断層、⑦東海断層系、⑧小台場断層系、⑳富士川河口断層帯は、プレート間地震に伴う分岐断層として評価。

<3.1.1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>

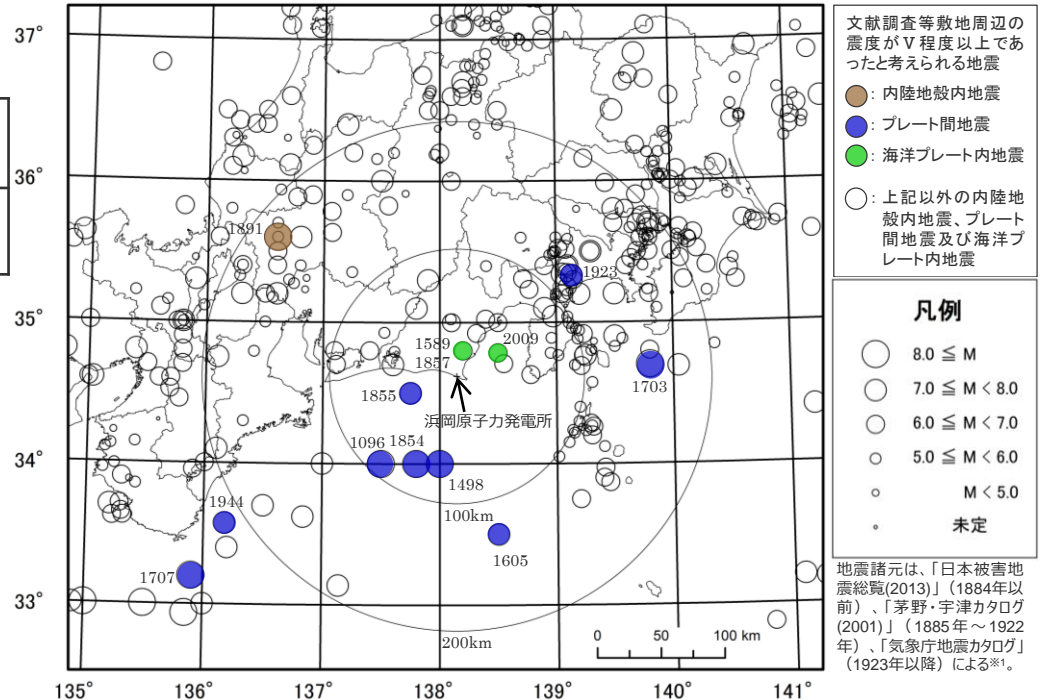
検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の選定

（被害地震）

○敷地に大きな影響を与える地震として、日本被害地震総覧(2013)等^{※1}の文献及びM-Δ図^{※2}から、敷地周辺の震度が5弱（震度V）程度以上であったと考えられる内陸地殻内地震を調査した結果、敷地から半径100km以遠において1891年濃尾地震が発生しており、敷地から半径100km以内において、敷地周辺の震度が5弱（震度V）程度以上であったと考えられる内陸地殻内地震は発生していない。

<敷地周辺の震度が5弱（震度V）程度以上の
主な被害地震の諸元（内陸地殻内地震）^{※3}>

地震	M	Δ (km)	震度	根拠
1891年愛知県・岐阜県の地震 (1891年濃尾地震)	8.0	178	V	文献調査



<主な被害地震の震央分布（敷地周辺の震度が5弱（震度V）程度以上の地震に着色）>

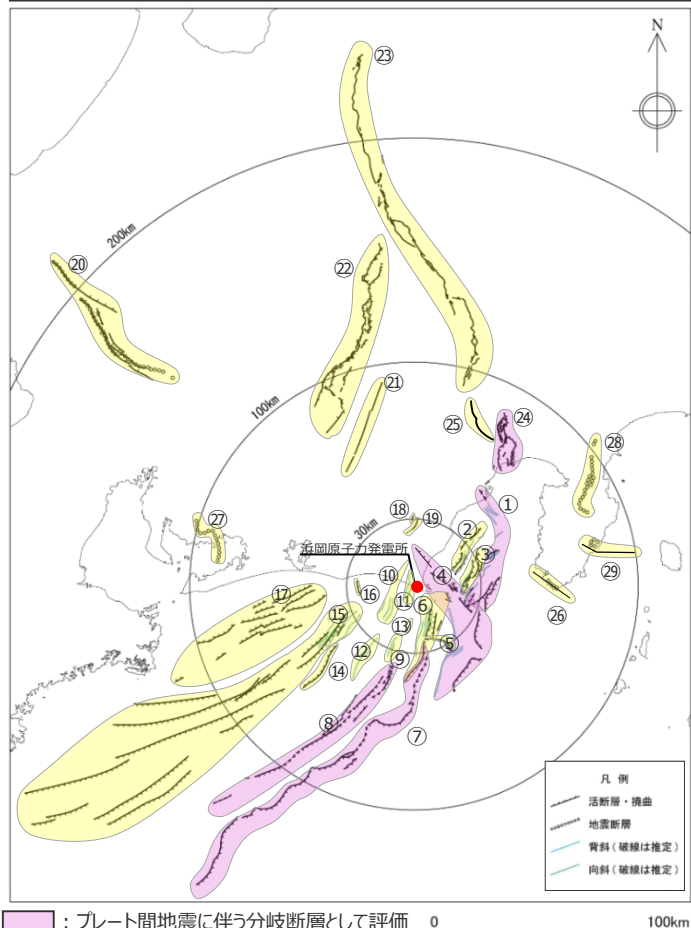
※1 日本被害地震総覧(2013)は宇佐美・他(2013)、茅野・宇津カタログ(2001)は宇津・他(2001)、気象庁地震カタログは気象庁(2012)を表す。

※2 Mはマグニチュード、Δは震央距離を表す。

※3 敷地から半径200km以内で発生した地震を記載。

<3.1.1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）> 検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の選定 （活断層の分布状況）

- 敷地から概ね半径30km以内について、文献調査、変動地形調査、地表地質調査、音波探査記録の分析等に基づき活断層を評価した。
- 半径約30～100kmについて、地震調査委員会が長期評価を行っている主要活断層帯や過去に規模の大きな地震が発生した活断層等を評価した。
濃尾断層帯は敷地からの距離が100kmを超える断層帯であるが、1891年濃尾地震（M8.0）に対応するものとして評価した。
なお、その他の活断層は、地震規模と敷地からの距離との関係から、敷地への影響が小さいと考えられる（次ページ参照）。



<活断層の分布状況（活断層評価結果）>

No	活断層の名称	活断層長さ(km) ^{※1}	対応する断層の名称
①	根古屋海脚東縁・石花海堆東縁の断層帯	62.6	根古屋海脚東縁の断層帯 (A-31,A-26,S-18,A-27)、石花海堆東縁の断層帯 (北部セグメント) (F-35,A-28,A-29,S-17,A-10)、石花海堆東縁の断層帯 (南部セグメント) (F-28,A-1,F-19,F-27)
②	石花海海盆内西部の断層帯	26.4	F-17,F-26,F-32,F-33,A-9,S-1,S-16
③	石花海海盆内東部の断層帯	23.4(21.7)	F-1,F-2,F-3,F-4,F-18,F-34,A-11,A-12,F-36,F-37,S-22
④	御前崎海脚東部の断層帯・牧ノ原南稜の断層	86.3(72.6)	御前崎海脚東部の断層帯 (北部セグメント) (F-6,F-7,F-8,F-5,F-39,F-40,F-41,F-44,A-32,A-33,A-30,A-38)、南部セグメント (F-29,F-30,A-21,A-22,A-34,A-35,S-9)、牧ノ原南稜の断層
⑤	F-12断層	16.0	F-12,F-24
⑥	御前崎海脚西部の断層帯	46.9(40.2)	A-13,A-19,A-3,F-9,A-20,S-3,F-14,F-23,F-22,F-21,御前崎堆南縁の断層、F-20,F-43,F-45,F-46,F-47,A-36,S-21,及び御前崎台地～御前崎南方沖の褶曲群
⑦	東海断層系	167.1(156.9)	東海断層系、御前崎堆南縁の断層、F-14
⑧	小台場断層系	109.5	小台場断層系
⑨	A-4断層	12.1	A-4,S-12,活断層研究会(1991)の背斜構造
⑩	A-5・A-18断層	31.0(11.5)	A-5,S-11,S-10,A-18グループ
⑪	A-17断層	15.7	A-17グループ
⑫	A-6断層	22.4	A-6,活断層研究会(1991)の背斜構造
⑬	A-41断層	7.0	A-41
⑭	天竜海底谷に沿う断層	26.1	天竜海底谷に沿う断層
⑮	遠州断層系	173.7	遠州断層系、A-7,A-8,S-4,S-13,S-14,S-15
⑯	F-16断層	7.1	F-16
⑰	渥美半島沖の断層	76.8	荒井・他(2006)の渥美半島沖断層群に関連する断層、鈴木(2010)等の遠州灘撓曲帯
⑱	杉沢付近のリニアメント・変位地形	2.6	杉沢付近のリニアメント・変位地形
⑲	大島付近のリニアメント・変位地形	8.7	大島付近のリニアメント・変位地形
⑳	濃尾断層帯	約76 ^{※2}	濃尾断層帯
㉑	中央構造線北端部	54	中央構造線北端部
㉒	伊那谷断層帯	約79 ^{※2}	伊那谷断層帯
㉓	糸魚川－静岡構造線活断層帯	約158 ^{※2}	糸魚川－静岡構造線活断層帯
㉔	富士川河口断層帯	約26以上 ^{※2}	富士川河口断層帯
㉕	身延断層	約20 ^{※2}	身延断層
㉖	石廊崎断層	約20 ^{※2}	石廊崎断層
㉗	深溝断層	約22 ^{※3}	深溝断層
㉘	北伊豆断層帯	約32 ^{※2}	北伊豆断層帯
㉙	稻取断層帯	約23 ^{※2}	稻取断層帯

※1：()内の数字は、当初申請時の活断層長さを表す。
 ※2：地震調査委員会の長期評価に基づく。
 ※3：産業技術総合研究所活断層データベースに基づく。

<3.1.1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>

検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の選定

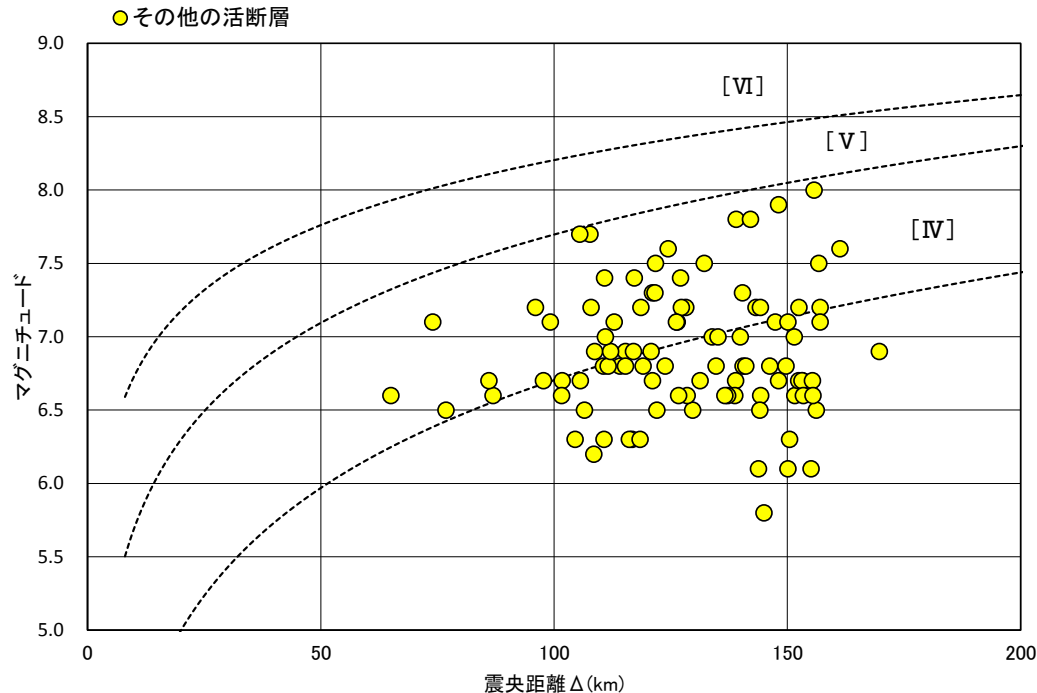
（その他の活断層（震源として考慮する活断層以外）による地震の敷地への影響確認）

【活断層の分布状況の調査】

- 敷地から概ね半径30km以内について、文献調査、変動地形調査、地表地質調査、音波探査記録の分析等に基づき活断層を評価した。
- 半径約30～100kmについて、地震調査委員会が長期評価を行っている主要活断層帯や過去に規模の大きな地震が発生した活断層等を評価した。
濃尾断層帯は敷地からの距離が100kmを超える断層帯であるが、1891年濃尾地震（M8.0）に対応するものとして評価した。
なお、その他の活断層は、地震規模と敷地からの距離との関係から、敷地への影響が小さいと考えられる。

【その活断層による敷地への影響確認】

- その他の活断層による敷地への影響が小さいことを確認するため、地震調査委員会が長期評価を行っている主要活断層帯及び産業技術総合研究所の活断層データベースに示された活断層について、上記以外の敷地から半径150km程度以内に分布するものを抽出し、M-Δ図※から敷地への影響を確認した。
- M-Δ図※から、その他の活断層による地震の敷地周辺の震度は、いずれも気象庁震度階級関連解説表において地震により建物等に被害が発生するとされた震度5弱（震度Ⅴ）程度を下回ることから、これらの活断層による地震が敷地へ与える影響は小さいことを確認した。



<M-Δ図※（敷地における地震の規模及び震央距離と震度との関係）>

※ Mはマグニチュード、Δは震央距離を表す。

<3.1.1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）> 検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の選定 （地震発生層上端深さの設定）

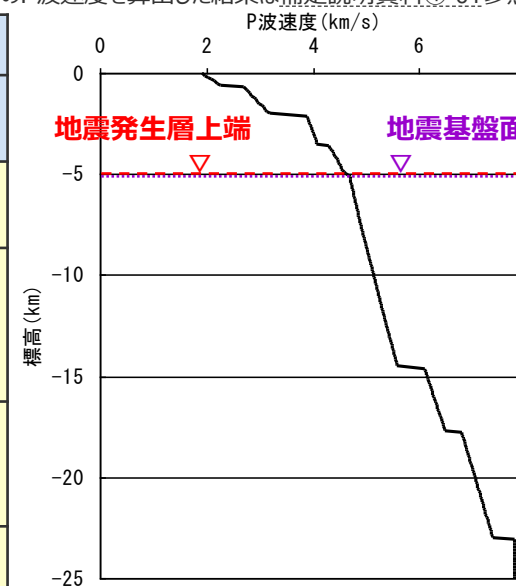
【微小地震分布に基づく地震発生層上端深さの設定】

- 敷地周辺で発生した微小地震について、DD法による再決定震源の微小地震分布に基づき算出したD10%は10.3～10.5kmであり、気象庁一元化震源の微小地震分布に基づき算出したD10%は8.7～8.9kmである。
- 敷地の近傍（敷地を中心に20km四方）で発生した微小地震分布（想定震源断層面の分布を含む）において、DD法による再決定震源では、そのほとんどが深さ10km以深に位置し、ごく一部で深さ10km以浅に位置しており、気象庁一元化震源では、そのほとんどが深さ8km以深に位置し、ごく一部で深さ8km以浅に位置している。

⇒敷地周辺及び敷地の近傍（敷地を中心に20km四方）の微小地震分布において、微小地震のほとんどが深さ8km以深で発生しているが、敷地の近傍（敷地を中心に20km四方）のごく一部の微小地震が深さ8km以浅で発生していることから、これらの地震を包絡し、敷地直下における速度構造の層境界（地震基盤面に対応）がある深さ5kmを地震発生層上端深さとする。

・敷地周辺の活断層の分布範囲において得られた各測線の速度構造を対象に、地震発生層上端深さ5kmのP波速度を算出した結果は補足説明資料④-01参照。

地震発生層上端に関する知見		深さ	
		DD法による再決定震源	気象庁一元化震源
敷地周辺	D10% (領域①：敷地から半径30km以内)	10.4km	8.9km
	D10% (領域②：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測線）において信頼性が確認された速度構造の範囲)	10.3km	8.9km
	D10% (領域③：トラフ軸までの海域を含む広域（敷地から半径30km含む）)	10.5km	8.7km
敷地の近傍	微小地震分布 (敷地を中心に20km四方)	概ね深さ10km以深 (ごく一部で深さ10km以浅)	概ね深さ8km以深 (ごく一部で深さ8km以浅)
微小地震分布に基づく地震発生層上端深さの設定		5km	



<地震発生層上端深さと

敷地直下の速度構造との関係>

・地震発生層上端深さの設定の詳細は、補足説明資料④-01参照。

検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の選定

（地震発生層下端深さの設定）

【地震発生層下端深さの設定】

- 敷地周辺の活断層※1の分布範囲においては、南海トラフからフィリピン海プレートが沈み込んでおり、活断層による地震はプレート境界面より浅部にて発生していることから、地震発生層下端はプレート境界面とし、プレート境界面の形状として、最新の科学的・技術的知見である内閣府(2012)によるプレート境界面を用いる。
- 敷地周辺で発生した地震について、DD法による再決定震源の震源鉛直分布によると、内閣府(2012)によるプレート境界面に沿って発生しており、敷地周辺の地震発生状況と内閣府(2012)によるプレート境界面との関係は整合的であることから、プレート境界面として内閣府(2012)によるフィリピン海プレートの境界面を用いることは妥当と考えられる。
- ただし、プレート境界面はトラフ軸から離れるほど深くなり、プレート境界面がコンラッド面深度及びキュリー点深度から想定される地震発生層下端深さ20kmより深くなる場合は、下端深さを20kmとする。

※1 敷地から概ね半径30km以内及び海域の活断層。

地震発生層下端深さに関する知見		深さ	
プレート境界面	内閣府(2012)による南海トラフの巨大地震モデル検討会	内閣府(2012)によるフィリピン海プレートの境界面	
微小地震 (妥当性確認)	敷地周辺で発生した内陸地殻内地震の震源深さ (DD法による再決定震源に基づく)	(内閣府(2012)によるプレート境界面と整合的)	
コンラッド面深度	Zhao et al.(1994)、Katsumata(2010)	15～19km程度	} 20km
キュリー点深度	Tanaka and Ishikawa(2005)	20km程度	
地震発生層下端深さの設定		内閣府(2012)によるプレート境界面 (プレート境界面が20kmより深い場合は20km)	

・地震発生層下端深さの設定の詳細は、補足説明資料④-01参照。

<3.1.1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）> 検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の選定 （震源として考慮する活断層）

○前述の「被害地震」、「活断層の分布状況」及び「地震発生層の設定」を踏まえて、内陸地殻内地震の検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）を選定する。

No	活断層の名称	震源断層長さ※3 (km)	地震規模 (Mj)	対応する断層の名称
①	根古屋海脚東縁・石花海堆東縁の断層帯	57.8	7.6※8	根古屋海脚東縁の断層帯 (A-31,A-26,S-18,A-27)、石花海堆東縁の断層帯 (北部セグメント) (F-35,A-28,A-29,S-17,A-10)、石花海堆東縁の断層帯 (南部セグメント) (F-28,A-1,F-19,F-27)
②	石花海海盆内西部の断層帯	26.4	7.0(6.1)※8	F-17,F-26,F-32,F-33,A-9,S-1,S-16
③	石花海海盆内東部の断層帯	23.4	7.0(6.3)※8	F-1,F-2,F-3,F-4,F-18,F-34,A-11,A-12,F-36,F-37,S-22
④	御前崎海脚東部の断層帯・牧ノ原南稜の断層	82.8	7.8※8	御前崎海脚東部の断層帯 (北部セグメント) (F-6,F-7,F-8,F-5,F-39,F-40,F-41,F-44,A-32,A-33,A-30,A-38)、南部セグメント (F-29,F-30,A-21,A-22,A-34,A-35,S-9)、牧ノ原南稜の断層
⑤	F-12断層	16.0	7.0(6.0)※8	F-12,F-24
⑥	御前崎海脚西部の断層帯	46.5	7.4※8	A-13,A-19,A-3,F-9,A-20,S-3,F-14,F-23,F-22,F-21,御前崎堆南縁の断層、F-20,F-43,F-45,F-46,F-47,A-36,S-21,及び御前崎台地～御前崎南方沖の褶曲群
⑦	東海断層系	167.1	8.0, 8.5※8,9	東海断層系、御前崎堆南縁の断層、F-14※5
⑧	小台場断層系	109.5	8.0, 8.4※8,9	小台場断層系
⑨	A-4断層	12.9(12.1)※4	7.0(6.4)※8	A-4,S-12,活断層研究会(1991)の背斜構造
⑩	A-5・A-18断層	31.0	7.5※8	A-5,S-11,S-10,A-18グループ
⑪	A-17断層	21.7(15.7)※4	7.2※8	A-17グループ
⑫	A-6断層	22.4	7.0(6.9)※8	A-6,活断層研究会(1991)の背斜構造
⑬	A-41断層	14.5(7.0)※4	7.0(6.6)※8	A-41
⑭	天竜海底谷に沿う断層	26.1	7.0(6.7)※8	天竜海底谷に沿う断層
⑮	遠州断層系	173.7	8.2※8	遠州断層系、A-7,A-8,S-4,S-13,S-14,S-15
⑯	F-16断層	18.1(7.1)※4	7.0(6.9)※8	F-16
⑰	渥美半島沖の断層	76.8	8.1※8	荒井・他(2006)の渥美半島沖断層群に関連する断層、鈴木(2010)等の遠州灘撓曲帯
⑱	杉沢付近のリニアメント・変位地形	12.5(2.6)※4	7.0(6.3)※8	杉沢付近のリニアメント・変位地形
⑲	大島付近のリニアメント・変位地形	12.5(8.7)※4	7.0(6.3)※8	大島付近のリニアメント・変位地形
⑳	濃尾断層帯	86.0※5	8.0※10	濃尾断層帯
㉑	中央構造線北端部	54.0	7.7※11	中央構造線北端部
㉒	伊那谷断層帯	80.0※6	8.0※12	伊那谷断層帯
㉓	糸魚川－静岡構造線活断層帯	186.0※7	8.1※13	糸魚川－静岡構造線活断層帯
㉔	富士川河口断層帯	南海トラフの延長線上に位置し、海溝型地震と連動して同時に活動すると推定されているため、プレート間地震の地震動評価で代表する。		
㉕	身延断層	22.0※7	7.0※14	身延断層
㉖	石廊崎断層	24.0※7	7.0※15	石廊崎断層
㉗	深溝断層	深溝断層は、1945年三河地震(Mj6.8)の際に活動したとされており、被害地震として敷地周辺の震度により敷地への影響を検討する。		
㉘	北伊豆断層帯	北伊豆断層帯は、1930年北伊豆地震(Mj7.3)の際に活動したとされており、被害地震として敷地周辺の震度により敷地への影響を検討する。		
㉙	稲取断層帯	稲取断層帯は、1978年伊豆大島近海の地震(Mj7.0)の際に活動したとされており、被害地震として敷地周辺の震度により敷地への影響を検討する。		

・敷地周辺の震度が5弱（震度V）程度以上であったと考えられる被害地震は1891年濃尾地震（M8.0）であり、地震動評価においては、当該地震が発生した濃尾断層帯で代表する。
・太平洋プレートの沈み込みに伴って形成された火山フロントに沿って、伊豆・小笠原諸島では火山活動に伴う地震が発生しているが、敷地周辺の震度は小さいことから、敷地で考慮する活断層として選定しない。

- ※1：敷地から概ね半径30km以内及び海域の活断層。
- ※2：地震調査委員会が長期評価を行っている主要活断層帯や過去に規模の大きな地震が発生した活断層等。
- ※3：震源断層上端の長さを表す。
- ※4：地表の断層長さが短い活断層について、震源断層が地震発生層の上限から下限まで拡がっている場合を仮定し、震源断層幅と同等の震源断層長さをもつ震源断層を想定して地震規模を評価する。()内は、地表の断層長さを示す。
- ※5：佐藤(1989)による諸元を用いる。
- ※6：地震調査委員会(2009)による諸元を用いる。
- ※7：地震調査委員会(2016)による諸元を用いる。
- ※8：震源断層面積から入倉・三宅(2001) ($M_0 \leq 1.8 \times 10^{20} \text{Nm}$) 又は Murotani et al.(2015) ($M_0 > 1.8 \times 10^{20} \text{Nm}$) 及び武村(1990)により地震モーメントを介して地震規模を設定する。ただし、地震規模のスケールリング則の観点から、地表地震断層が現れるとされる $M_0 = 7.5 \times 10^{18} \text{Nm}$ に相当する Mj7.0 に満たない場合は、Mj7.0 とする。()内は、Mj7.0 に満たない場合の地震規模を表す。プレート間地震に伴う分岐断層は、すべり量をプレート間地震（基本震源モデル）に基づき設定し、 $M_0 = \mu DS$ から地震モーメントを算出し、武村(1990)により地震規模を設定する。
- ※9：断層傾斜角が60°の場合と25°の場合を記載。
- ※10：地震調査委員会(2005b)による諸元を用いる。
- ※11：松田(1975)により活断層長さ（54km）から地震規模を設定する。
- ※12：地震調査委員会(2007)による諸元を用いる。
- ※13：地震調査委員会(2015a)による諸元を用いる。
- ※14：地震調査委員会(2015d)による諸元を用いる。
- ※15：地震調査委員会(2015c)による諸元を用いる。

後述参照
後述参照
後述参照

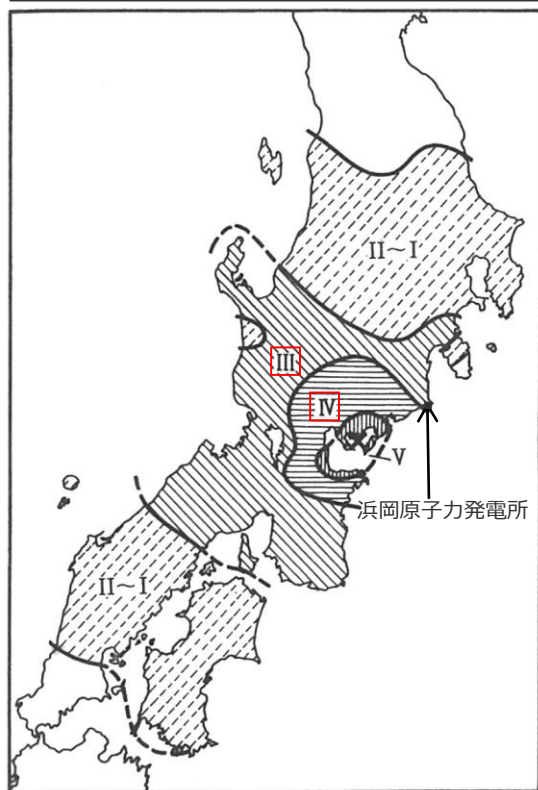
プレート間地震に伴う分岐断層

<3.1.1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>

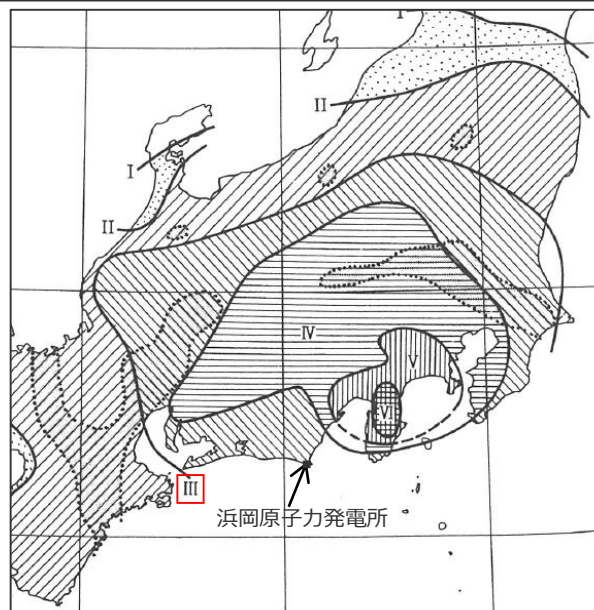
検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の選定

（被害地震に関連する活断層（深溝断層、北伊豆断層帯及び稲取断層帯））

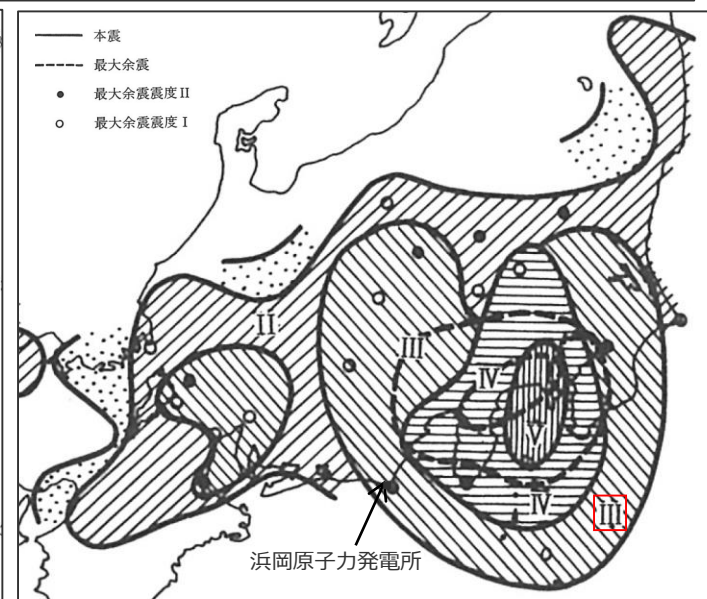
- 敷地に大きな影響を与える地震として、日本被害地震総覧(2013)*¹等の文献及びM-Δ図*²から、敷地周辺の震度が5弱（震度V）程度以上であったと考えられる内陸地殻内地震を調査した結果、敷地から半径100km以上において1891年濃尾地震が発生しており、敷地から半径100km以内においては確認されなかった。
- 深溝断層、北伊豆断層帯及び稲取断層帯は、それぞれ1945年三河地震（M6.8）、1930年北伊豆地震（M7.3）、1978年伊豆大島近海の地震（M7.0）の際に活動したとされており、各地震における敷地周辺の震度は5弱（震度V）程度を下回ることから、敷地に大きな影響を与えるものではないと考えられる。



（1945年三河地震の震度分布）



（1930年北伊豆地震の震度分布）



（1978年伊豆大島近海の地震の震度分布）

*¹ 日本被害地震総覧(2013)は宇佐美・他(2013)を表す。
*² Mはマグニチュード、Δは震央距離を表す。

<各被害地震の震度分布>

（日本被害地震総覧(2013)*¹に敷地位置を加筆、震度を赤四角で強調）

<3.1.1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）> 検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の選定 （震源として考慮する活断層の諸元）

No.	活断層による地震の名称	震源断層長さ※3 (km)	断層傾斜角※5 (°)	震源断層幅※6 (km)	地震モーメント※7 (Nm)	地震規模※8 (Mj)	等価震源距離 (km)
②	石花海盆内西部の断層帯による地震	26.4	南東60	3.5~5.6	7.50×10 ¹⁸ (8.03×10 ¹⁷)	7.0 (6.1)	28.2
③	石花海盆内東部の断層帯による地震	23.4	西60	6.7	7.50×10 ¹⁸ (1.37×10 ¹⁸)	7.0 (6.3)	23.1
⑤	F-12断層による地震	16.0	北45	2.7~9.1	7.50×10 ¹⁸ (4.96×10 ¹⁷)	7.0 (6.0)	24.3
⑥	御前崎海脚西部の断層帯による地震	46.5	深さ6km以浅：西60 深さ6km以深：西35	11.7~16.2	2.24×10 ¹⁹	7.4	17.1
⑨	A-4断層による地震	12.9※4 (12.1)	西45	11.9~13.9	7.50×10 ¹⁸ (1.54×10 ¹⁸)	7.0 (6.4)	32.2
⑩	A-5・A-18断層による地震	31.0	深さ6km以浅：西60 深さ6km以深：西35	20.6~25.7	2.98×10 ¹⁹	7.5	20.8
⑪	A-17断層による地震	21.7※4 (15.7)	深さ6km以浅：西60 深さ6km以深：西35	19.7~23.6	1.23×10 ¹⁹	7.2	14.3
⑫	A-6断層による地震	22.4	北西45	13.3~15.9	7.50×10 ¹⁸ (5.95×10 ¹⁸)	7.0 (6.9)	40.2
⑬	A-41断層による地震	14.5※4 (7.0)	西45	13.6~15.3	7.50×10 ¹⁸ (2.44×10 ¹⁸)	7.0 (6.6)	18.8
⑭	天竜海底谷に沿う断層による地震	26.1	90	8.5~10.0	7.50×10 ¹⁸ (3.24×10 ¹⁸)	7.0 (6.7)	54.5
⑮	遠州断層系による地震	173.7	90	9.7~13.4	1.86×10 ²⁰	8.2	73.0
⑯	F-16断層による地震	18.0※4 (7.1)	西45	16.0~20.0	7.50×10 ¹⁸ (5.90×10 ¹⁸)	7.0 (6.9)	36.6
⑰	渥美半島沖の断層による地震	76.8	北西45	21.3	1.49×10 ²⁰	8.1	73.4
⑱	杉沢付近のリニアメント・変位地形による地震	12.5※4 (2.6)	90	11.8~13.2	7.50×10 ¹⁸ (1.36×10 ¹⁸)	7.0 (6.3)	27.6
⑲	大島付近のリニアメント・変位地形による地震	12.5※4 (8.7)	90	12.5	7.50×10 ¹⁸ (1.36×10 ¹⁸)	7.0 (6.3)	27.6
⑳	濃尾断層帯による地震	86.0	90	13.0~15.0	1.64×10 ²⁰	8.0	162.3
㉑	中央構造線北端部による地震	54.0	90	18.0	5.66×10 ¹⁹	7.7	78.0
㉒	伊那谷断層帯による地震	80.0	(北部)西70 (南部)北西70	18.0	1.19×10 ²⁰	8.0	119.4
㉓	糸魚川－静岡構造線活断層帯による地震	186.0	(北部)深さ4km以浅)東30 (北部)深さ4km以深)東60 (中北部)北東70,東70 (中南部)西70,南西70 (南部)南西45,西45,北西45	10.0~22.0	1.55×10 ²⁰	8.1	146.1
㉔	身延断層による地震	22.0	南西70	18.0	8.17×10 ¹⁸	7.0	78.6
㉕	石廊崎断層による地震	24.0	北東80	10.0	8.17×10 ¹⁸	7.0	62.1

敷地周辺の活断層※1

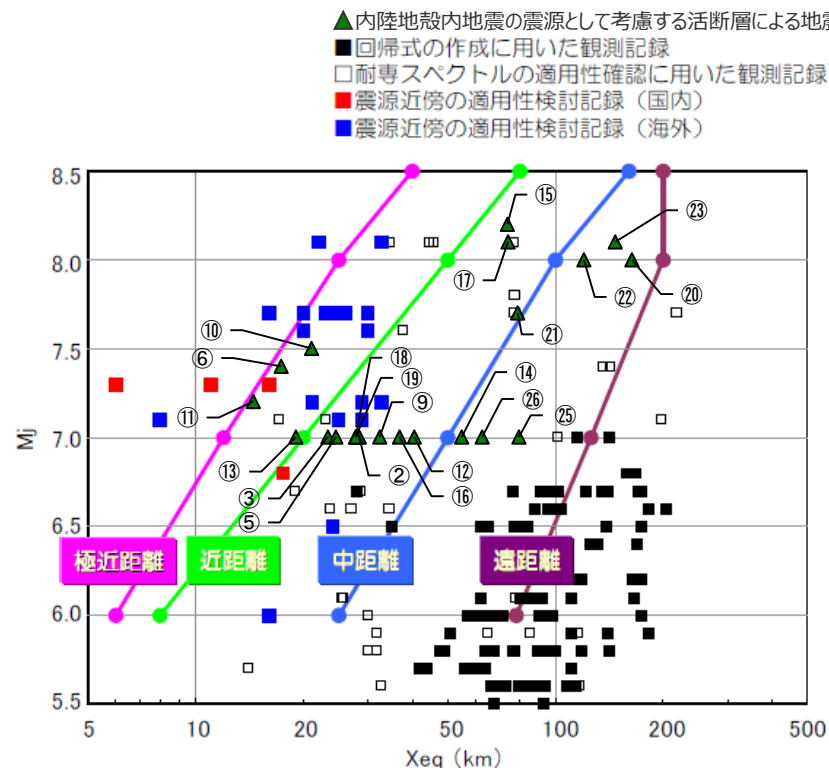
敷地周辺以外の活断層※2

- ※1：敷地から概ね半径30km以内及び海域の活断層。
- ※2：地震調査委員会が長期評価を行っている主要活断層帯や過去に規模の大きな地震が発生した活断層等。
- ※3：震源断層上端の長さを表す。
- ※4：地表の断層長さが短い活断層について、震源断層が地震発生層の上限から下限まで拡がっている場合を仮定し、震源断層幅と同等の震源断層長さをもつ震源断層を想定して地震規模を評価する。()内は、地表の断層長さを示す。
- ※5：敷地周辺の活断層について、地質調査により断層傾斜角が得られている場合には、調査結果に基づき断層傾斜角を設定し、断層傾斜角が得られていないもの、周辺にある同タイプの断層から断層傾斜角が推定できる場合にはそれを参照する。地質調査により断層傾斜角が得られていない場合には、逆断層は45°（「高角」の場合は60°）、横ずれ断層は90°と断層傾斜角を設定する。
敷地周辺以外の活断層について、断層傾斜角は地震調査委員会の知見等に基づき設定する。
方位は、震源断層面の傾斜方向を表す。
- ※6：敷地周辺の活断層について、地震発生層上端深さは5km、下端深さは内閣府(2012)によるプレート境界面の深さとし、プレート境界面が20kmより深い場合には、深さ20kmとして震源モデルを設定する。
敷地周辺以外の活断層について、地震調査委員会等の知見に基づき震源モデルを設定する。
- ※7：敷地周辺の活断層について、震源断層面積から入倉・三宅(2001) ($M_0 \leq 1.8 \times 10^{20} \text{Nm}$) 又はMurotani et al.(2015) ($M_0 > 1.8 \times 10^{20} \text{Nm}$) により算出する。ただし、 $M_0 = 7.5 \times 10^{18} \text{Nm}$ に満たない場合は $M_0 = 7.5 \times 10^{18} \text{Nm}$ とする。()内は、 $M_0 = 7.5 \times 10^{18} \text{Nm}$ に満たない場合の地震モーメントを表す。
敷地周辺以外の活断層について、地震調査委員会の長期評価に基づく値又は松田(1975)及び武村(1990)により地震規模Mjを介して算出する。
- ※8：敷地周辺の活断層について、地震モーメントから武村(1990)により設定する。ただし、地震規模のスケールリング則の観点から、地表地震断層が現れるとされる $M_0 = 7.5 \times 10^{18} \text{Nm}$ に相当するMj7.0に満たない場合は、Mj7.0とする。()内は、Mj7.0に満たない場合の地震規模を表す。
敷地周辺以外の活断層について、地震調査委員会の長期評価に基づく値又は松田(1975)により活断層長さから設定する。

・各活断層による地震の震源モデルの設定の詳細は、補足説明資料④-02参照。

<3.1.1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）> 検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の選定 （Noda et al.(2002)の適用性検討）

- 内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層による地震について、Noda et al.(2002)による応答スペクトルの比較により、検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）を選定する。
- Noda et al.(2002)の適用性を検討した結果、適用範囲内にあることを確認した。



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

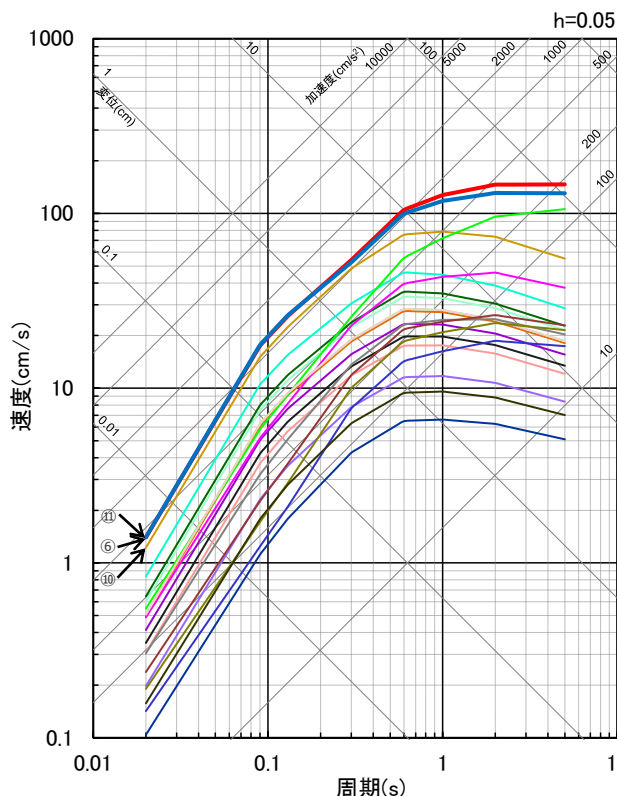
<Noda et al.(2002)の適用性>（東京電力(2009b)に各活断層による地震の諸元を重ね描き）

※耐専スペクトルとNoda et al.(2002)は同じ距離減衰式である。

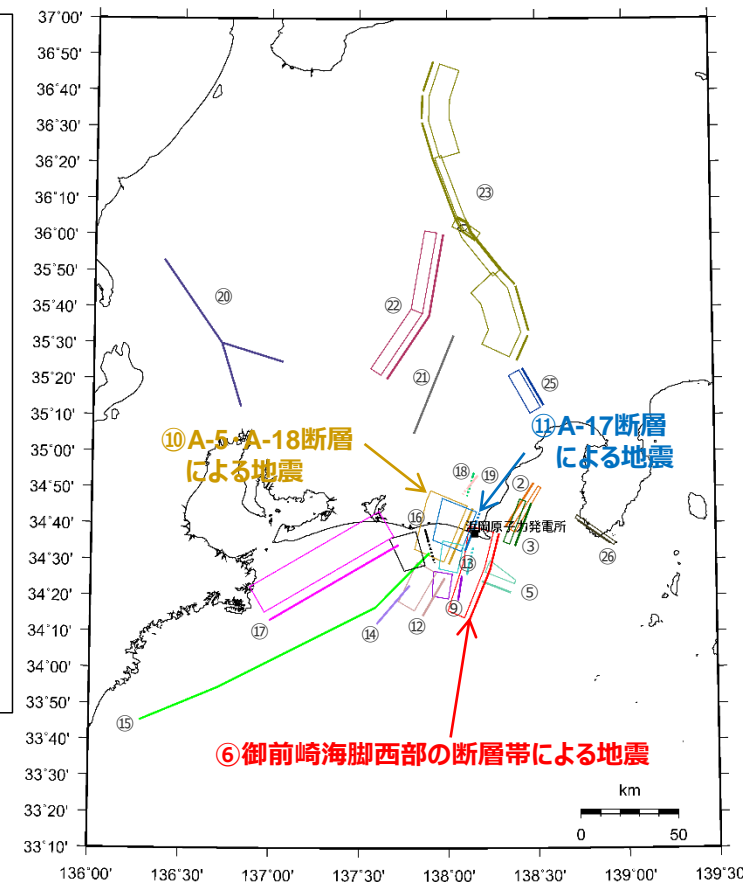
<3.1.1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）> 検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の選定 （選定結果）

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

・検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の選定の詳細は、補足説明資料④-02参照。



- ②石花海海盆内西部の断層帯による地震(Mj7.0, Xeq28.2)
- ③石花海海盆内東部の断層帯による地震(Mj7.0, Xeq23.1)
- ⑤F-12断層による地震(Mj7.0, Xeq24.3)
- ⑥御前崎海脚西部の断層帯による地震(Mj7.4, Xeq17.1)
- ⑨A-4断層による地震(Mj7.0, Xeq32.2)
- ⑩A-5・A-18断層による地震(Mj7.5, Xeq20.8)
- ⑪A-17断層による地震(Mj7.2, Xeq14.3)
- ⑫A-6断層による地震(Mj7.0, Xeq40.2)
- ⑬A-41断層による地震(Mj7.0, Xeq18.8)
- ⑭天竜海底谷に沿う断層による地震(Mj7.0, Xeq54.5)
- ⑮遠州断層系による地震(Mj8.2, Xeq73.0)
- ⑯F-16断層による地震(Mj7.0, Xeq36.6)
- ⑰渥美半島沖の断層による地震(Mj8.1, Xeq73.4)
- ⑱杉沢付近のリニアメント・変位地形による地震(Mj7.0, Xeq27.6)
- ⑲大島付近のリニアメント・変位地形による地震(Mj7.0, Xeq27.6)
- ⑳濃尾断層帯による地震(Mj8.0, Xeq162.3)
- ㉑中央構造線北端部による地震(Mj7.7, Xeq78.0)
- ㉒伊那谷断層帯による地震(Mj8.0, Xeq119.4)
- ㉓糸魚川-静岡構造線活断層帯による地震(Mj8.1, Xeq146.1)
- ㉔身延断層による地震(Mj7.0, Xeq78.6)
- ㉕石廊崎断層による地震(Mj7.0, Xeq62.1)



<活断層の位置図※2>

<Noda et al.(2002)による応答スペクトルの比較※1>

（内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層による地震（一様断層モデル）
（地震動の顕著な増幅を考慮しない））

※1 Xeqは、等価震源距離（km）を表す。

※2 図中の太実線は地表トレスを、太点線は地表トレス（拡張部分）を表す。

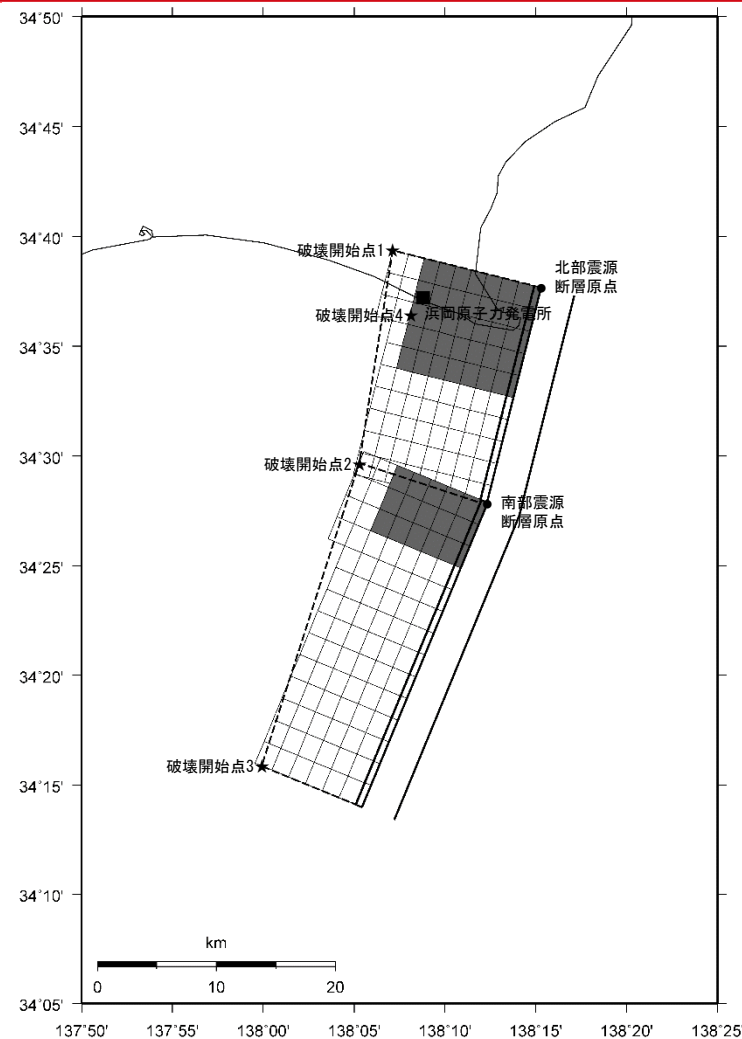
<3.1.1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）> 基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の設定 （御前崎海脚西部の断層帯による地震）

【設定方針】

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

【震源断層パラメータ】

- 震源断層長さ
 - ・地質調査結果、断層傾斜角及び地震発生層上端深さとの関係を踏まえ、震源断層長さを46.5kmとして設定。
- 断層面の位置
 - ・地質調査結果に基づき設定。
- 地震発生層
 - ・上端深さは5km、下端深さはプレート境界面（内閣府(2012)による）として設定。
- 断層タイプ・断層傾斜角
 - ・地質調査結果に基づき、断層タイプは西傾斜の逆断層とし、断層傾斜角は深さ6km以浅を60°、深さ6km以深を35°として設定。
- アスペリティの数
 - ・強震動予測レシピ(2017)に基づき、アスペリティは各セグメントに1つとして設定。
- アスペリティの位置
 - ・アスペリティは敷地に近い位置に設定。
- ⇒パラメータスタディでアスペリティの深さの代表性を確認（補足説明資料④-04参照）。
- アスペリティの応力降下量
 - ・強震動予測レシピ(2017)に基づき設定。
- 破壊伝播速度
 - ・強震動予測レシピ(2017)に基づき設定。
- 破壊開始点
 - ・強震動予測レシピ(2017)に基づき、破壊の伝播方向が敷地へ向かうよう複数設定。



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

・基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の震源モデル図及び震源断層パラメータは、補足説明資料②p.3~参照。
・各震源断層パラメータの設定の詳細は、補足説明資料④-04参照。

<3.1.1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>

基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の設定

（御前崎海脚西部の断層帯による地震）

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 : $M_0 = \{S / (4.24 \times 10^{-11})\}^2 / 10^7$ （入倉・三宅 (2001)）
 平均応力降下量 : $\Delta\sigma = (7/16)(M_0/R^3)$ 、 $R = (S/\pi)^{0.5}$
 平均すべり量 : $D = M_0 / (\mu S)$ 、 μ は剛性率

短周期レベルの設定

短周期レベル : $A = 2.46 \times 10^{10} (M_0 \times 10^7)^{1/3}$ （壇・他(2001)）

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 : $S_a = \pi r_a^2$ 、 $r_a = (7\pi M_0 \beta^2) / (4AR)$ 、 β はS波速度
 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 : $\Delta\sigma_a = (7/16) M_0 / (r_a^2 R)$

背景領域のパラメータの設定

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

<3.1.1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>

不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の設定 （御前崎海脚西部の断層帯による地震）

基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）

- 基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）は、地質調査結果及び強震動予測レシピ(2017)に基づき設定。アスペリティは敷地に近い位置に配置し、破壊開始点は破壊の伝播方向が敷地へ向かうよう複数設定。

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



不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）

【アスペリティの応力降下量の不確かさの考慮】

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

基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）

+不確かさ③
（アスペリティの応力降下量）

【破壊伝播速度の不確かさの考慮】

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

基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）

+不確かさ④（破壊伝播速度）

【断層傾斜角の不確かさの考慮】

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

基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）

+不確かさ⑤（断層傾斜角）

【アスペリティの数の不確かさの考慮】

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

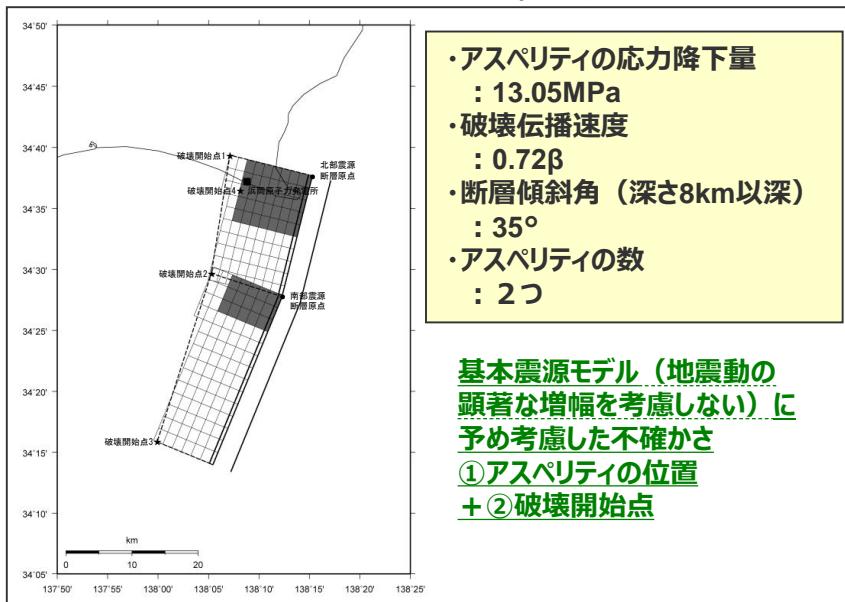
基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）

+不確かさ⑥（アスペリティの数）

<3.1.1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>

不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の設定 （御前崎海脚西部の断層帯による地震）

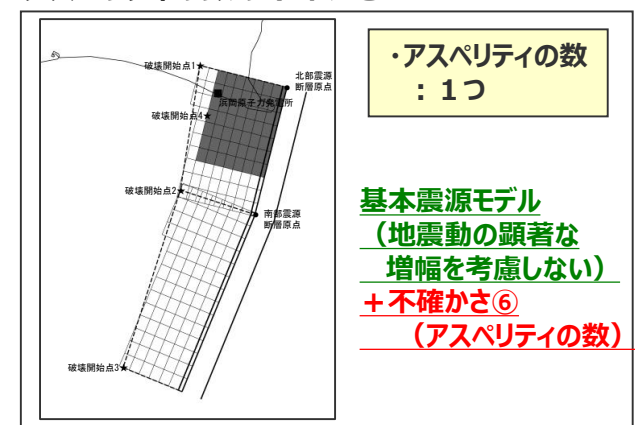
基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）



- ・アスペリティの応力降下量
：13.05MPa
- ・破壊伝播速度
：0.72 β
- ・断層傾斜角（深さ8km以深）
：35°
- ・アスペリティの数
：2つ

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

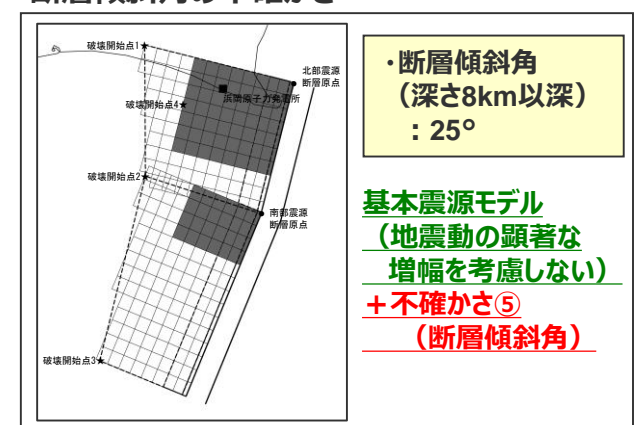
アスペリティの数の不確かさ



- ・アスペリティの数
：1つ

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

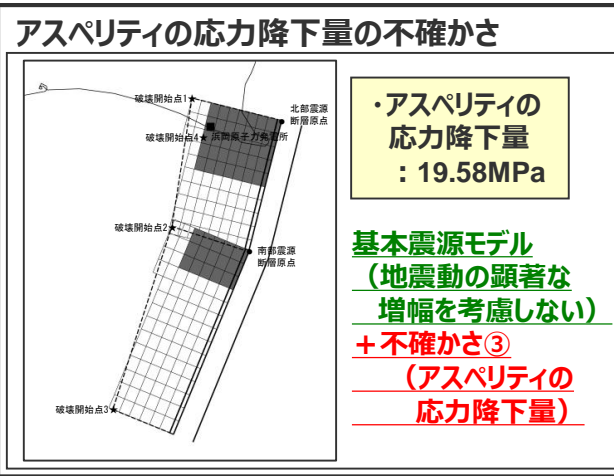
断層傾斜角の不確かさ



- ・断層傾斜角（深さ8km以深）
：25°

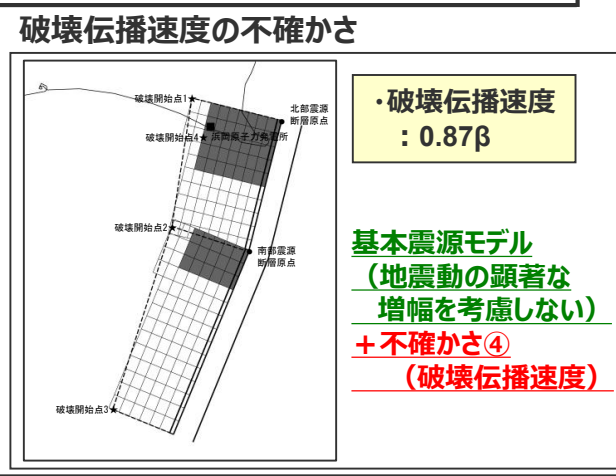
基本震源モデル
（地震動の顕著な増幅を考慮しない）
+ 不確かさ⑤
（断層傾斜角）

不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）



- ・アスペリティの応力降下量
：19.58MPa

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



- ・破壊伝播速度
：0.87 β

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

・各不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の震源モデル図及び震源断層パラメータは、補足説明資料②p.5~参照。

不確かさの考慮（重畳）の考え方

（御前崎海脚西部の断層帯による地震）

不確かさを考慮する断層パラメータ

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

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

①アスペリティの位置

②破壊開始点

③アスペリティの応力降下量

④破壊伝播速度

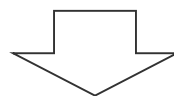
⑤断層傾斜角

⑥アスペリティの数

<凡例>

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

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



不確かさの考慮（重畳）の考え方

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

<3.1.1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>

不確かさの考慮のまとめ

（御前崎海脚西部の断層帯による地震）

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

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

※1 震源断層上端の長さを表す。
 ※2 方位は、震源断層面の傾斜方向を表す。

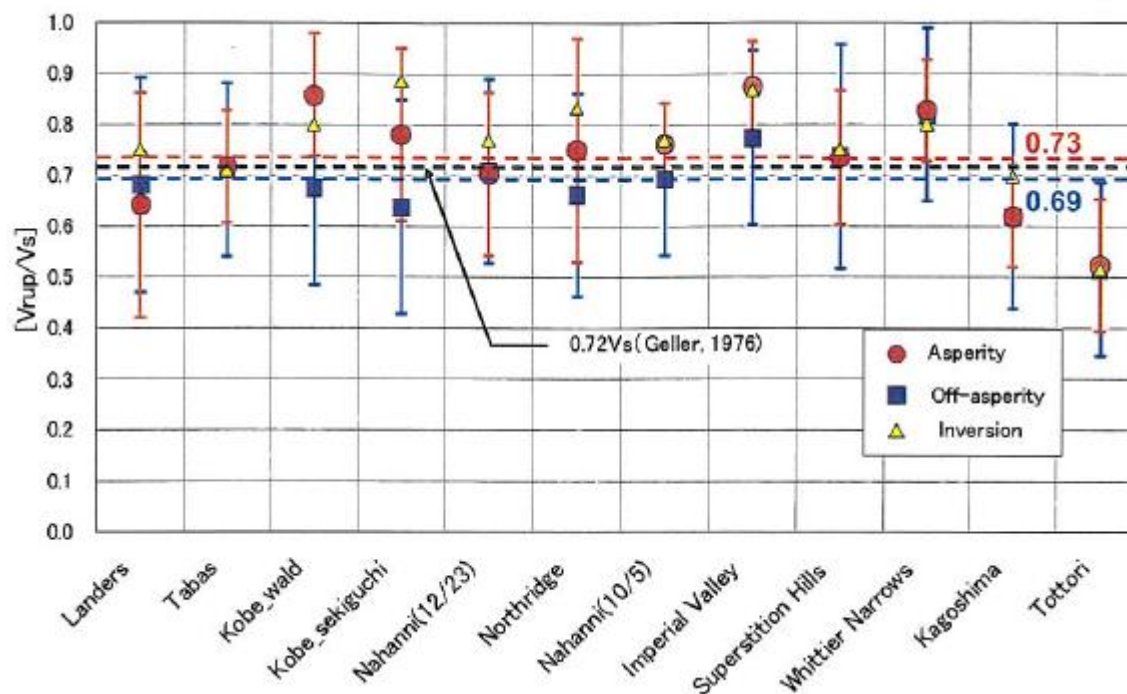
<3.1.1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>

不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の設定 （御前崎海脚西部の断層帯による地震）

【破壊伝播速度の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の設定】

- 宮腰・他(2005)は、主にSomerville et al.(1999)で用いられた内陸地殻内地震を対象として、破壊伝播速度 V_r の検討を行っている。
 - その結果、アスペリティ領域では $V_r=0.73\beta$ （標準偏差0.14）、背景領域では $V_r=0.69\beta$ （標準偏差0.19）となり、Geller(1976)の $V_r=0.72\beta$ と大差ない結果が得られたとしている。
- ⇒破壊伝播速度の不確かさとして、アスペリティ領域の平均 + 標準偏差に相当する $V_r=0.87\beta$ のケースを考慮する。

・文献中で β は V_s と記載



<内陸地殻内地震の破壊伝播速度>
（宮腰・他(2005)による）

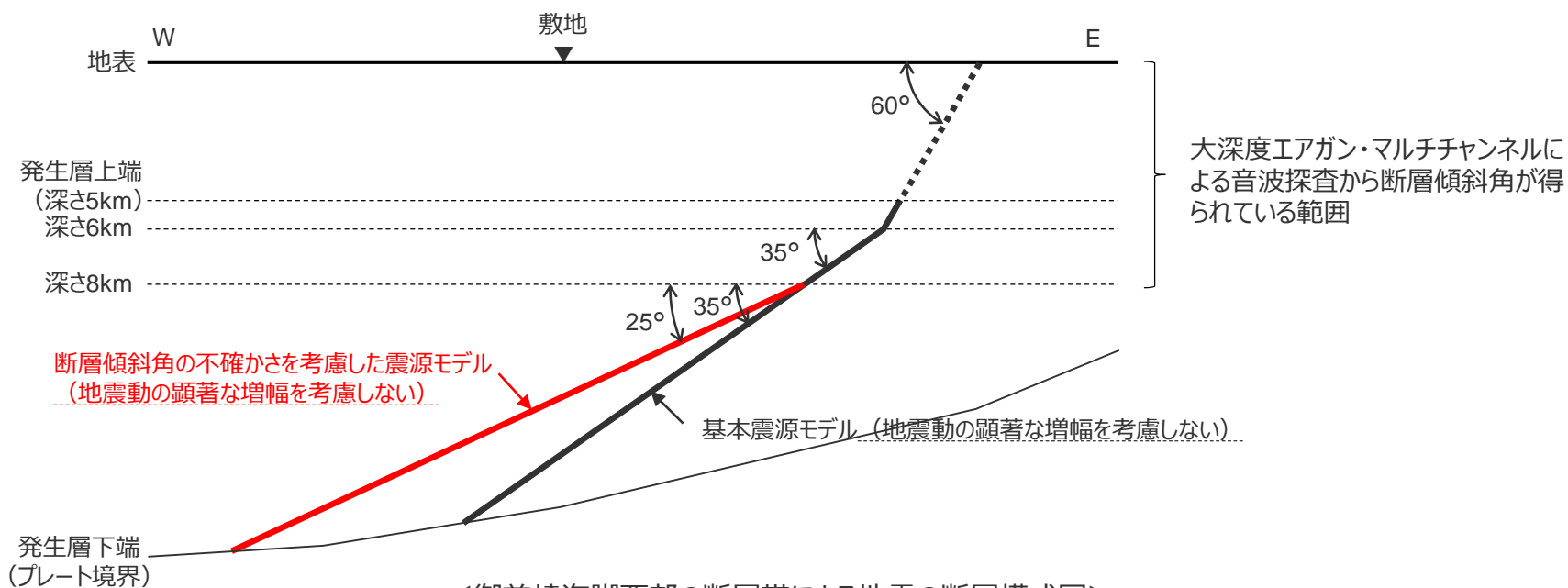
<3.1.1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>

不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の設定 （御前崎海脚西部の断層帯による地震）

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

○御前崎海脚西部の断層帯では、大深度エアガン・マルチチャンネルによる音波探査から、深さ8km程度まで断層傾斜角が得られている（深さ2～6km付近：60°程度、深さ6～8km付近：35°程度）。これに基づき、御前崎海脚西部の断層帯による地震の断層傾斜角は、地震発生層上端（深さ5km）以深において、深さ6km以浅を60°、深さ6km以深を35°として設定している。

⇒音波探査結果から断層傾斜角が得られていない深さ8km以深について、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の断層傾斜角35°に対し、震源断層面が拡大するよう（地震規模が大きくなるよう）、さらに低角の断層傾斜角25°としたケースを考慮する。



<御前崎海脚西部の断層帯による地震の断層模式図>

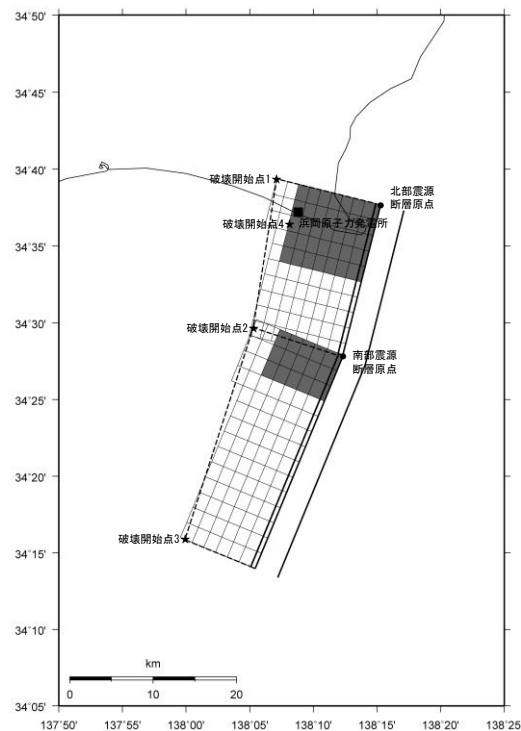
<3.1.1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>

不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の設定 （御前崎海脚西部の断層帯による地震）

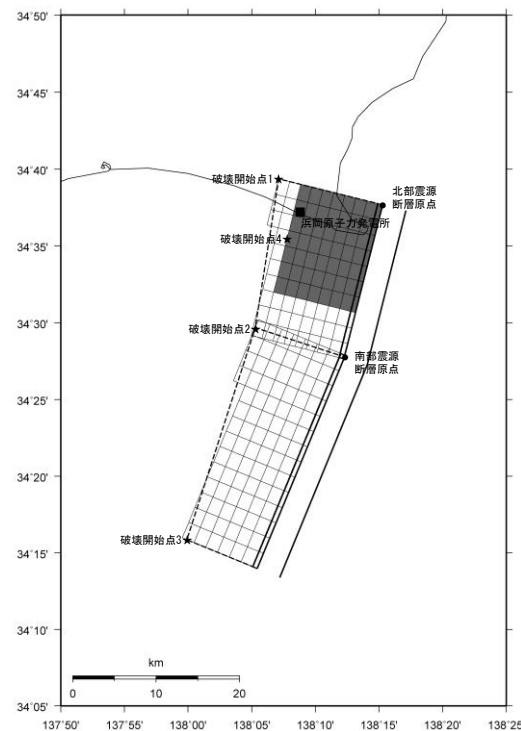
【アスペリティの数の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の設定】

○御前崎海脚西部の断層帯による地震の基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）において、アスペリティの数は、強震動予測レシピ(2017)に基づき、各セグメントに1個（計2個）設定している。

⇒アスペリティの数の不確かさとして、敷地に近い位置にアスペリティを1つにまとめたケースを考慮する。



<基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>



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

余白

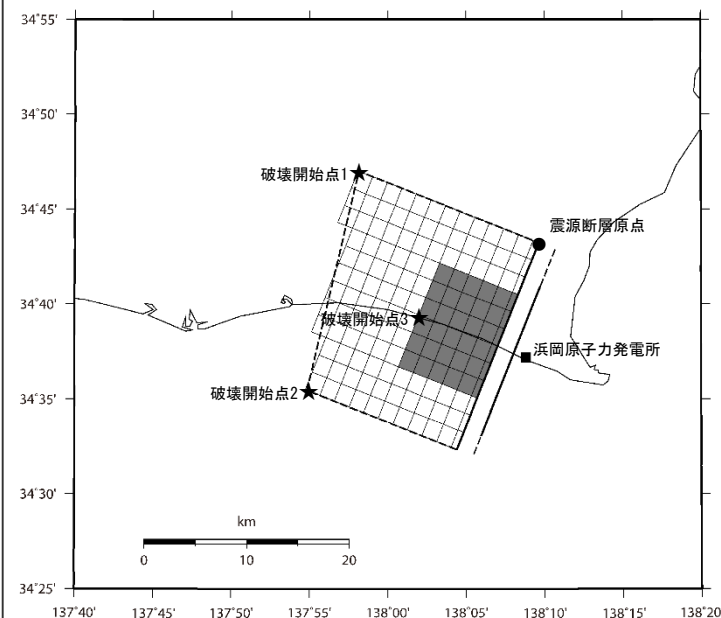
<3.1.1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）> 基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の設定 （A-17断層による地震）

【設定方針】

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

【震源断層パラメータ】

- 震源断層長さ
 - ・地質調査結果、断層傾斜角及び地震発生層上端深さとの関係を踏まえ、震源断層幅（平均）と同等となるように震源断層長さを21.7kmとして設定。
- 地震発生層
 - ・上端深さは5km、下端深さはプレート境界面（内閣府(2012)による）として設定。
- 断層タイプ・断層面の位置
 - ・断層タイプは、東西圧縮場において背斜構造ができるように逆断層とし、傾斜方向は付加体の構造や周辺にある御前崎海脚西部の断層帯を参考に西傾斜として想定。
 - ・断層面の位置は、背斜構造の分布範囲のうち敷地に最も近い位置に想定。
- ⇒ **パラメータスタディ①で断層面の位置（①-1 震源断層面の拡張方法の確認、①-2 ディレクティブティの影響確認）の代表性を確認（補足説明資料④-05参照）。**
- 断層傾斜角
 - ・強震動予測レシピ(2017)に基づき、周辺にある御前崎海脚西部の断層帯を参考に、深さ6km以浅は60°、深さ6km以深は35°として設定。
- ⇒ **パラメータスタディ②で断層傾斜角の代表性を確認。**
- アスペリティの数
 - ・強震動予測レシピ(2017)に基づき、アスペリティは1つとして設定。
- アスペリティの位置
 - ・アスペリティは敷地に近い位置に設定。
- アスペリティの応力降下量
 - ・強震動予測レシピ(2017)に基づき設定。
- 破壊伝播速度
 - ・強震動予測レシピ(2017)に基づき設定。
- 破壊開始点
 - ・強震動予測レシピ(2017)に基づき、破壊の伝播方向が敷地へ向かうよう複数設定。



<基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない） （A-17断層による地震）※>

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

・基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の震源モデル図及び震源断層パラメータは、補足説明資料②p.13~参照。
・各震源断層パラメータの設定の詳細は、補足説明資料④-05参照。

<3.1.1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>

基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の設定

（A-17断層による地震）

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、地震発生層上端深さ及び震源断層幅との関係による）
 震源断層幅 : W（地質調査結果、断層傾斜角、震源断層上下端深さ及び震源断層長さとの関係による）
 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 : $M_0 = \{S / (4.24 \times 10^{-11})\}^2 / 10^7$ （入倉・三宅(2001)）
 平均応力降下量 : $\Delta\sigma = (7/16)(M_0/R^3)$ 、 $R = (S/\pi)^{0.5}$
 平均すべり量 : $D = M_0 / (\mu S)$ 、 μ は剛性率

短周期レベルの設定

短周期レベル : $A = 2.46 \times 10^{10} (M_0 \times 10^7)^{1/3}$ （壇・他(2001)）

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 : $S_a = \pi r_a^2$ 、 $r_a = (7\pi M_0 \beta^2) / (4AR)$ 、 β はS波速度
 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 : $\Delta\sigma_a = (7/16) M_0 / (r_a^2 R)$

背景領域のパラメータの設定

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

<3.1.1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>

不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の設定 （A-17断層による地震）

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

※アスペリティの数の不確かさの考慮を除く。

基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）

- 基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）は、地質調査結果及び強震動予測レシピ(2017)に基づき設定。アスペリティは敷地に近い位置に配置し、破壊開始点は破壊の伝播方向が敷地へ向かうよう複数設定。

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

不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）

【アスペリティの応力降下量の不確かさの考慮】

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

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

【破壊伝播速度の不確かさの考慮】

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

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

【断層傾斜角の不確かさの考慮】

- パラメータスタディの結果を踏まえて、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の 60° （深さ6km以浅）・ 35° （深さ6km以深）に対し、震源断層面が拡大するよう、さらに低角の断層傾斜角 25° としたケースを考慮する。

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

不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）

【アスペリティの応力降下量と破壊伝播速度の不確かさの組合せの考慮】

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

【アスペリティの応力降下量と断層傾斜角の不確かさの組合せの考慮】

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

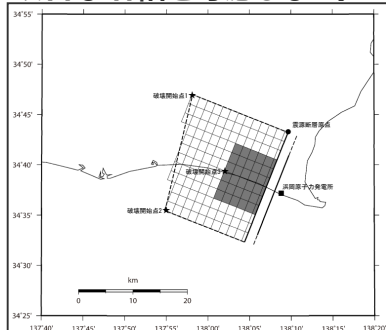
【破壊伝播速度と断層傾斜角の不確かさの組合せの考慮】

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

<3.1.1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>

不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の設定
（A-17断層による地震）

基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）

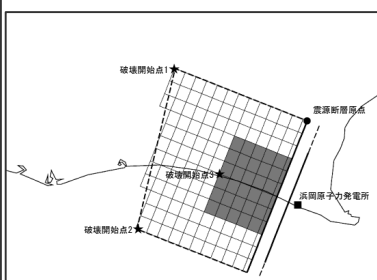


- ・アスペリティの応力降下量 : 13.72MPa
- ・破壊伝播速度 : 0.72β
- ・断層傾斜角 (深さ6km以浅) : 60°
- ・断層傾斜角 (深さ6km以深) : 35°

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

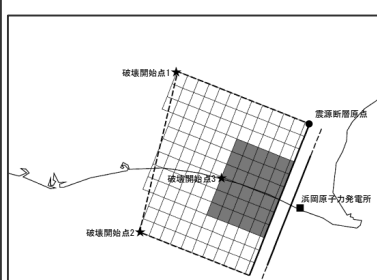
不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）

アスペリティの応力降下量の不確かさ



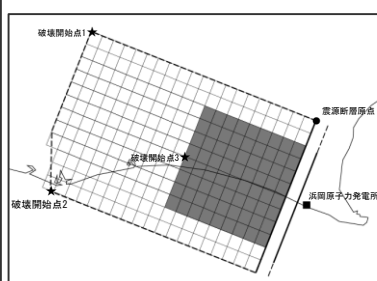
- ・アスペリティの応力降下量 : 20.59MPa
- 基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）
+ 不確かさ③（アスペリティの応力降下量）

破壊伝播速度の不確かさ



- ・破壊伝播速度 : 0.87β
- 基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）
+ 不確かさ④（破壊伝播速度）

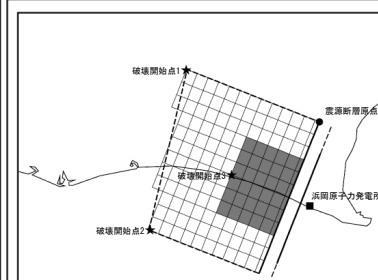
断層傾斜角の不確かさ



- ・断層傾斜角 : 25°
- 基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）
+ 不確かさ⑤（断層傾斜角）

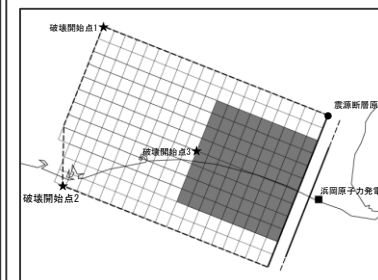
不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）

アスペリティの応力降下量と破壊伝播速度の不確かさ



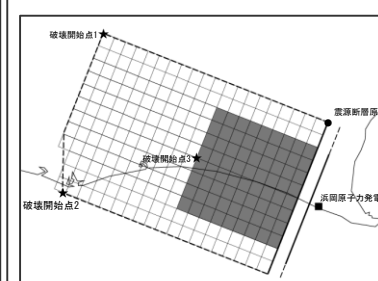
- ・アスペリティの応力降下量 : 20.59MPa
- ・破壊伝播速度 : 0.87β
- 基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）
+ 不確かさ③（アスペリティの応力降下量）
+ 不確かさ④（破壊伝播速度）

アスペリティの応力降下量と断層傾斜角の不確かさ



- ・アスペリティの応力降下量 : 19.00MPa
- ・断層傾斜角 : 25°
- 基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）
+ 不確かさ③（アスペリティの応力降下量）
+ 不確かさ⑤（断層傾斜角）

破壊伝播速度と断層傾斜角の不確かさ



- ・断層傾斜角 : 25°
- ・破壊伝播速度 : 0.87β
- 基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）
+ 不確かさ④（破壊伝播速度）
+ 不確かさ⑤（断層傾斜角）

・各不確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）及び各不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の震源モデル図及び震源断層パラメータの詳細は、補足説明資料②p.15~参照。

不確かさの考慮（重畳）の考え方

（A-17断層による地震）

不確かさを考慮する断層パラメータ

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

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

①アスペリティの位置

②破壊開始点

③アスペリティの応力降下量

④破壊伝播速度

⑤断層傾斜角

<凡例>

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

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

不確かさの考慮（重畳）の考え方

- 「認識論的な不確かさに分類されるもの」について、それぞれは独立して不確かさを考慮し、「偶然的な不確かさに分類されるもの」とは重畳させて不確かさを考慮することを原則とする。
- “①アスペリティの位置”、“②破壊開始点”は、「偶然的な不確かさに分類されるもの」と考えられるため、これらの不確かさは基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）に予め考慮する。
- “③アスペリティの応力降下量”、“④破壊伝播速度”、“⑤断層傾斜角”は、「認識論的な不確かさに分類されるもの」と考えられるため、これらの不確かさは基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）に対して、それぞれ考慮する。
- A-17断層は、地表に痕跡はないものの、断層を地表に投影すると敷地の近くにあることを踏まえ、「認識論的な不確かさに分類されるもの」と考えられる“③アスペリティの応力降下量”、“④破壊伝播速度”、“⑤断層傾斜角”について、“③アスペリティの応力降下量と④破壊伝播速度”、“③アスペリティの応力降下量と⑤断層傾斜角”、“④破壊伝播速度と⑤断層傾斜角”の不確かさの組合せを考慮する。

<3.1.1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>

不確かさの考慮のまとめ

（A-17断層による地震）

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

検討用地震の震源モデル （地震動の顕著な増幅を考慮しない）	震源断層長さ※1	地震発生層		断層傾斜角※2	アスペリティの応力降下量	破壊伝播速度	アスペリティの数	アスペリティの位置	破壊開始点
		上端	下端						
基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）	21.7km	5km	プレート境界面 （内閣府(2012)）	西60°（6km以浅） 西35°（6km以深）	強震動予測 レシピ(2017)	0.72β	1つ	敷地に近い 位置に配置	破壊の伝播方向が敷地へ向かうよう配置
アスペリティの応力降下量の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）	21.7km	5km	プレート境界面 （内閣府(2012)）	西60°（6km以浅） 西35°（6km以深）	強震動予測 レシピ(2017) ×1.5倍	0.72β	1つ	敷地に近い 位置に配置	破壊の伝播方向が敷地へ向かうよう配置
破壊伝播速度の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）	21.7km	5km	プレート境界面 （内閣府(2012)）	西60°（6km以浅） 西35°（6km以深）	強震動予測 レシピ(2017)	0.87β	1つ	敷地に近い 位置に配置	破壊の伝播方向が敷地へ向かうよう配置
断層傾斜角の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）	21.7km	5km	プレート境界面 （内閣府(2012)） ただし、20km下限	西25°	強震動予測 レシピ(2017)	0.72β	1つ	敷地に近い 位置に配置	破壊の伝播方向が敷地へ向かうよう配置
アスペリティの応力降下量と破壊伝播速度の不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）	21.7km	5km	プレート境界面 （内閣府(2012)）	西60°（6km以浅） 西35°（6km以深）	強震動予測 レシピ(2017) ×1.5倍	0.87β	1つ	敷地に近い 位置に配置	破壊の伝播方向が敷地へ向かうよう配置
アスペリティの応力降下量と断層傾斜角の不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）	21.7km	5km	プレート境界面 （内閣府(2012)） ただし、20km下限	西25°	強震動予測 レシピ(2017) ×1.5倍	0.72β	1つ	敷地に近い 位置に配置	破壊の伝播方向が敷地へ向かうよう配置
破壊伝播速度と断層傾斜角の不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）	21.7km	5km	プレート境界面 （内閣府(2012)） ただし、20km下限	西25°	強震動予測 レシピ(2017)	0.87β	1つ	敷地に近い 位置に配置	破壊の伝播方向が敷地へ向かうよう配置

※1 震源断層上端の長さを表す。※2 方位は、震源断層面の傾斜方向を表す。

<3.1.1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>

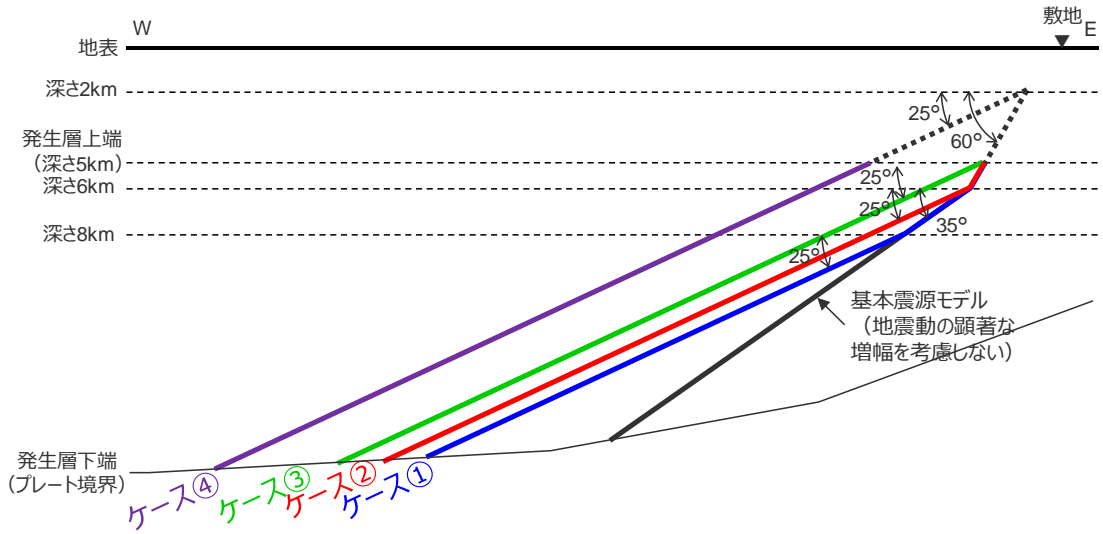
不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の設定 （断層傾斜角の不確かさの考慮（A-17断層による地震））

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

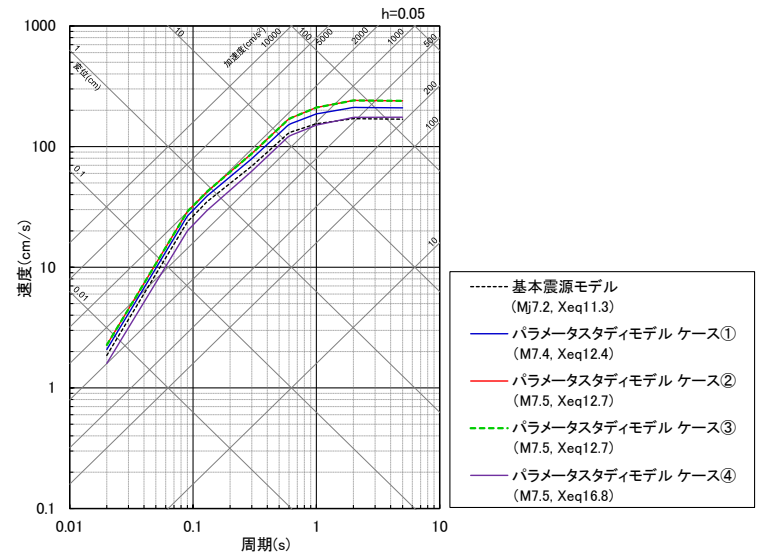
○ A-17断層による地震の断層傾斜角の不確かさを考慮した震源モデルの設定にあたり、以下のパラメータスタディモデルを設定し、Noda et al.(2002)による応答スペクトルの比較を行った。

- ケース①： 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と同様に、深さ2～6kmを60°、深さ6～8kmを35°、深さ8km以深を25°としたモデル（第624回審査会合提示モデル）
- ケース②： 深さ2～6kmを60°、深さ6km以深を25°としたモデル
- ケース③： 深さ2～5kmを60°、深さ5km以深を25°としたモデル
- ケース④： 深さ2km以深を25°としたモデル

○ パラメータスタディモデルの各ケースについて、Noda et al.(2002)による応答スペクトルの比較によると、ケース②とケース③の地震動レベルが最も大きくなっている。ケース③の地震モーメントや短周期レベルがケース②に比べて若干大きいことを踏まえ、断層傾斜角の不確かさの考慮として、敷地への影響が最も大きいケース③を採用する。



<パラメータスタディモデルの断層モード図>



<Noda et al.(2002)による応答スペクトルの比較>

・ A-17断層による地震の断層傾斜角の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の設定の詳細は、補足説明資料④-06参照。

<3.1.1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）> 地震動評価手法（評価方針）

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

【応答スペクトルに基づく地震動評価】

- 岩盤における観測記録に基づいて提案された距離減衰式で、解放基盤表面における水平方向及び鉛直方向の地震動の応答スペクトルを評価することができるNoda et al.(2002)の方法を用いる。ただし、評価に際して、Noda et al.(2002)に基づく内陸地震に対する補正は考慮しない。
- Noda et al.(2002)の方法を用いるに当たっては、適用条件、適用範囲を検討した上で、距離減衰式が適切に選定されていることを確認する。また、適用範囲外と判断される震源モデルについては、その他の方法の適用条件、適用範囲を検討する。
- 応答スペクトルに基づく地震動評価にあたっては、地震規模 M_j は、震源断層面積から地震モーメントを介し武村(1990)で設定する場合に加え、活断層長さから松田(1975)で設定する場合の影響も確認する。

【断層モデルを用いた手法による地震動評価】

- 一次元地下構造モデル※¹の妥当性を確認した統計的グリーン関数法（短周期領域）と波数積分法（長周期領域）によるハイブリッド合成法※²を用いる。
- ハイブリッド合成法に関しては、強震動予測レシピに基づき、理論的手法の精度の限界及び半経験的手法の有効性を考慮して接続周期の設定等を行い、強震動予測結果の検証として、距離減衰式を用いた推定値との比較等を行う。

・応答スペクトルに基づく地震動評価は主に巨視的断層パラメータによる影響を、断層モデルを用いた手法による地震動評価は主に微視的断層パラメータによる影響を確認することができるため、これらの特徴等を踏まえて、検討用地震毎に地震動評価を行う。

※¹： 一次元地下構造モデルは、地震観測記録を用いて推定した地盤モデルに基づく地盤増幅率、敷地の観測記録（2009年駿河湾の地震の観測記録、Coda波部H/Vスペクトル及び微動アレイ観測による分散曲線）との比較・検討を行い、その妥当性を確認している（補足説明資料①-11参照）。

※²： 統計的グリーン関数法と波数積分法によるハイブリッド合成法を用いるに当たっては、適切な要素地震が得られている海洋プレート内地震の基本震源モデルを対象として、経験的グリーン関数法と波数積分法によるハイブリッド合成法に基づく地震動評価結果との比較・検討を行い、評価手法の代表性を確認している（補足説明資料④-33参照）。

<3.1.1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）> 応答スペクトルに基づく地震動評価 （Noda et al.(2002)の適用性検討（概要））

○ 応答スペクトルに基づく地震動評価で用いるNoda et al.(2002)は、国内で観測された地震観測記録に基づき、下表のとおり、極近距離、近距離、中距離、遠距離毎に地震規模 M_j と等価震源距離 X_{eq} に応じてコントロールポイントを定めている。

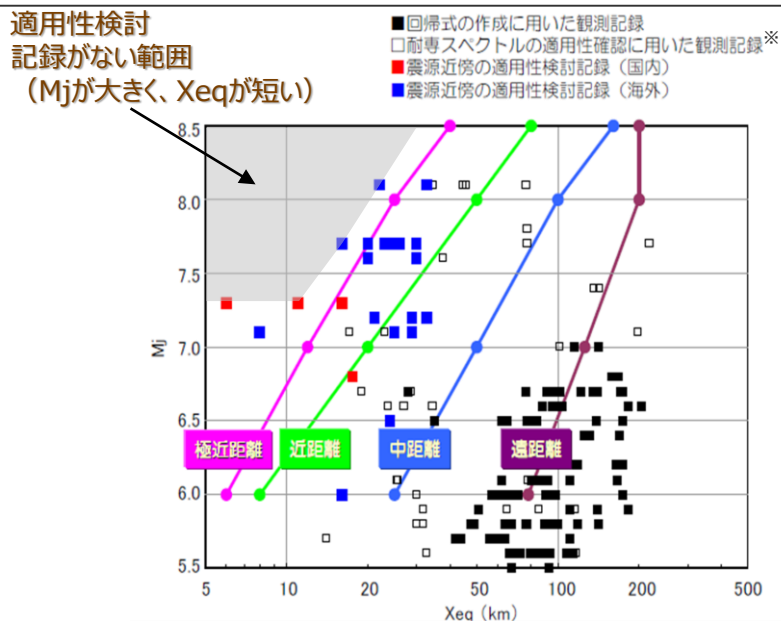
<Noda et al.(2002)の回帰式の作成に用いた地震諸元（左図■）> <Noda et al.(2002)の回帰式の適用性確認に用いた地震諸元（左図□）>

- ・地震規模 M_j : $5.5 \leq M_j \leq 7.0$
- ・等価震源距離 X_{eq} : $28\text{km} \leq X_{eq} \leq 202\text{km}$
- ・地震規模 M_j : $5.4 \leq M_j \leq 8.1$
- ・等価震源距離 X_{eq} : $14\text{km} \leq X_{eq} \leq 216\text{km}$

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

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

⇒ Noda et al.(2002)の適用性の検討にあたっては、検討用地震毎の諸元（地震規模 M_j 及び等価震源距離 X_{eq} ）と極近距離を比較し、極近距離との乖離が大きい場合は、適用範囲外とする。



<Noda et al.(2002)のコントロールポイント（東京電力(2009a)による）>

	M	X_{eq} (km)	コントロールポイントの座標 pS_v (cm/s)							
			A	B	C	D	E	F	G	H
			T_A (s)	T_B (s)	T_C (s)	T_D (s)	T_E (s)	T_F (s)	T_G (s)	T_H (s)
極近距離	8.5	40	1.62	18.44	27.32	47.87	68.05	64.66	53.52	40.06
	8	25	1.69	20.05	28.96	48.22	67.80	65.25	52.51	38.35
	7	12	1.40	17.20	24.84	33.86	43.42	36.42	25.15	17.85
	6	6	1.04	12.82	18.51	21.84	23.17	17.41	9.64	3.88
近距離	8.5	80	0.73	7.36	11.43	22.92	34.79	32.58	27.60	21.96
	8	50	0.67	7.45	11.17	20.05	28.65	27.06	22.70	17.19
	7	20	0.78	9.44	13.64	19.10	24.83	20.69	14.46	10.37
中距離	8.5	160	0.26	2.22	3.67	9.45	15.17	14.83	13.64	12.26
	8	100	0.32	3.08	4.86	10.27	16.04	14.96	12.73	10.37
	7	50	0.23	2.65	4.01	6.02	7.64	6.68	4.87	3.64
遠距離	8.5	200	0.18	1.44	2.43	6.87	11.17	11.17	10.67	10.04
	8	200	0.10	0.80	1.35	3.82	6.21	6.21	5.93	5.58
	7	125	0.046	0.43	0.70	1.34	1.81	1.59	1.26	1.05
	6	78	0.041	0.45	0.65	0.95	1.03	0.80	0.49	0.22

※耐専スペクトルとNoda et al.(2002)は同じ距離減衰式である。

<Noda et al.(2002)の適用性>
(東京電力(2009b)に適用性検討記録がない範囲を重ね描き)

<3.1.1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>

応答スペクトルに基づく地震動評価

（Noda et al.(2002)以外の距離減衰式の適用性検討（概要））

○ Noda et al.(2002)の適用範囲外と判断した震源モデル（御前崎海脚西部の断層帯による地震の基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）、断層傾斜角の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）及びアスペリティの数の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）、A-17断層による地震の断層傾斜角の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない））については、下表に示すNoda et al.(2002)以外のNGA等の距離減衰式の適用性検討を行い、適用範囲内と判断した距離減衰式を用いて、応答スペクトルに基づく評価を行う。

<Noda et al.(2002)以外の各種距離減衰式の概要>

距離減衰式	データベース諸元					
	対象地震	地震種別	Mwの範囲	断層最短距離の範囲	地盤条件・種別	地盤補正
Kanno et al.(2006)	主に国内	内陸地殻内 プレート間 海洋プレート内	5.5~8.2	500km以内	$100 \leq V_{s30}^{*2} \leq 1400\text{m/s}$	V_{s30}^{*2} による
Zhao et al.(2006)	主に国内		5.0~8.3	300km以内	Hard Rock($V_{s30}^{*2} > 1100\text{m/s}$) ~Soft Soil($V_{s30}^{*2} = 200\text{m/s}$)	地盤種別による
内山・翠川(2006)	日本周辺		5.5~8.3	300km以内	$150 \leq V_{s30}^{*2} \leq 750\text{m/s}$ $V_{s30}^{*2} = 500\text{m/s}$ 程度の工学的基盤	-
片岡・他(2006)	日本周辺		4.9~8.2	250km以内	I種、II種、III種地盤及び 工学的基盤 ($V_{s30}^{*2} = 720\text{m/s}$ (平均値))	地盤種別による
Abrahamson et al.(2014)	国内外	内陸地殻内	3.0~8.5	300km以内	$180 \leq V_{s30}^{*2} \leq 1500\text{m/s}^{*3}$	V_{s30}^{*2} による
Boore et al.(2014)			3.0~8.5 (横ずれ断層) 3.0~8.5 (逆断層) 3.3~7.0 (正断層)	400km以内 ^{*1}	$150 \leq V_{s30}^{*2} \leq 1500\text{m/s}^{*3}$	V_{s30}^{*2} による
Campbell and Bozorgnia(2014)			3.3~8.5 (横ずれ断層) 3.3~8.0 (逆断層) 3.3~7.0 (正断層)	300km以内	$150 \leq V_{s30}^{*2} \leq 1500\text{m/s}^{*3}$	V_{s30}^{*2} による
Chiou and Youngs(2014)			3.5~8.5 (横ずれ断層) 3.5~8.0 (逆断層) 3.5~8.0 (正断層)	300km以内	$180 \leq V_{s30}^{*2} \leq 1500\text{m/s}^{*3}$	V_{s30}^{*2} による
Idriss(2014)			5.0~8.0	150km以内	$450 \leq V_{s30}^{*2} \leq 2000\text{m/s}^{*3}$	V_{s30}^{*2} による

*1 断層の地表投影面からの最短距離の範囲を記載。*2 V_{s30} : 表層30mのS波速度の平均値（浜岡原子力発電所は $V_{s30} = 759\text{m/s}$ ）

*3 Gregor et al.(2014)による。

<3.1.1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>

応答スペクトルに基づく地震動評価

（各距離減衰式の適用性検討（まとめ））

<検討用地震の震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）におけるNoda et al.(2002)の適用性検討（まとめ）>

地震	御前崎海脚西部の断層帯による地震						A-17断層による地震			
	基本震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮しない)		断層傾斜角の不確かさを考慮した震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮しない)		アスペリティの数の不確かさを考慮した震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮しない)		基本震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮しない)		断層傾斜角の不確かさを考慮した震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮しない)	
Mjの算出	武村 (1990) ^{※1}	松田 (1975) ^{※2}	武村 (1990) ^{※1}	松田 (1975) ^{※2}	武村 (1990) ^{※1}	松田 (1975) ^{※2}	武村 (1990) ^{※1}	松田 (1975) ^{※2}	武村 (1990) ^{※1}	松田 (1975) ^{※2}
Mj	7.4	7.6	7.6	7.6	7.4	7.6	7.2	7.1	7.5	7.1
等価震源距離 Xeq (km)	12.8	12.8	12.9	12.9	12.7	12.7	11.3	11.3	12.7	12.7
Noda et al.(2002) の適用性	○	×	×	×	○	×	○	○	×	○

○：適用範囲内 ×：適用範囲外

<検討用地震の震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）におけるNoda et al.(2002)以外の距離減衰式^{※4}の適用性検討（まとめ）>

地震	御前崎海脚西部の断層帯による地震				A-17断層による地震
	基本震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮しない)	断層傾斜角の不確かさを考慮した震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮しない)	アスペリティの数の不確かさを考慮した震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮しない)	断層傾斜角の不確かさを考慮した震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮しない)	断層傾斜角の不確かさを考慮した震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮しない)
Mw ^{※3}	6.8	7.0	6.8	6.9	6.9
断層最短距離Xsh (km)	10.0	9.8	10.0	5.8	5.8
Noda et al.(2002)以外の 距離減衰式 ^{※4} の適用性	○	○	○	○	○

○：適用範囲内 ×：適用範囲外

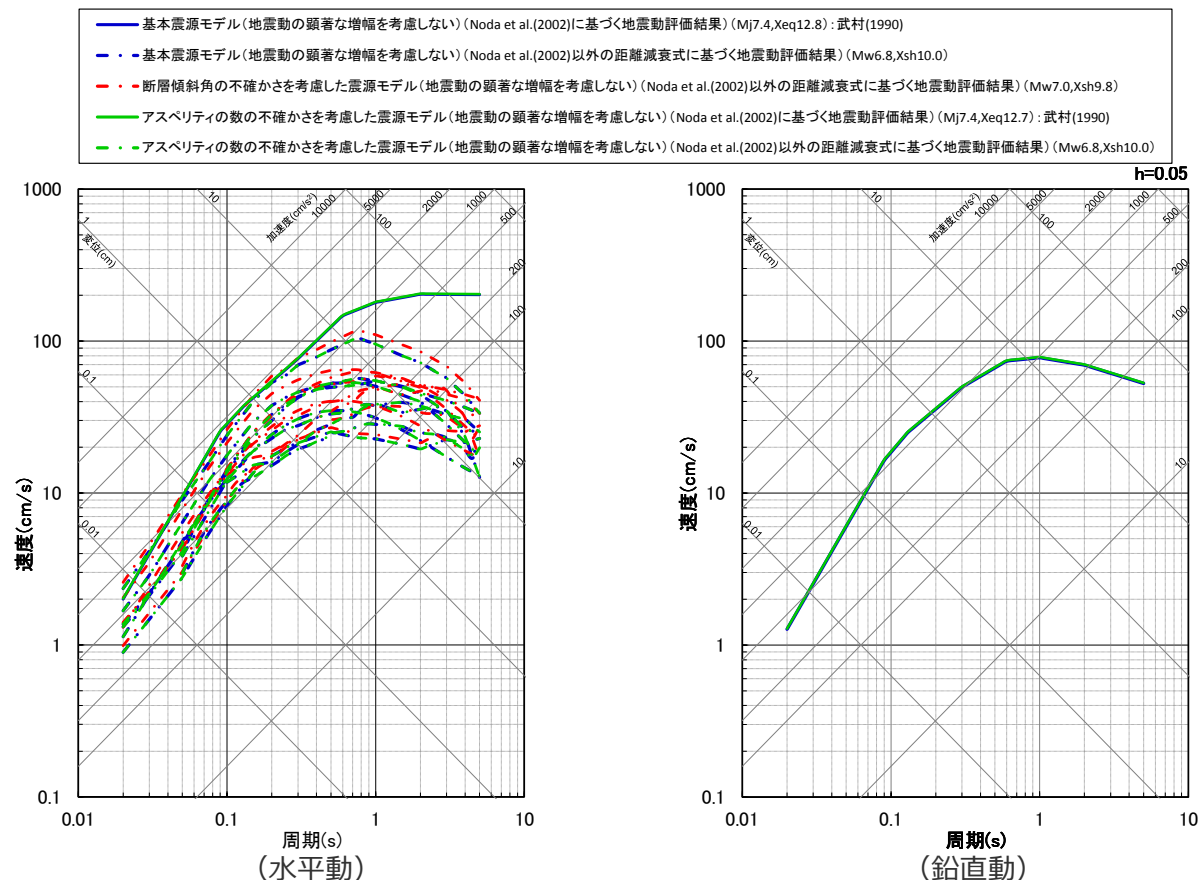
※1 武村(1990)：震源断層面積から地震モーメントを介して武村(1990)でMjを設定。※2 松田(1975)：活断層長さから松田(1975)でMjを設定。※3 MwはKanamori(1977)で設定。

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

・各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の適用性検討の詳細は、補足説明資料②p.32~参照。

余白

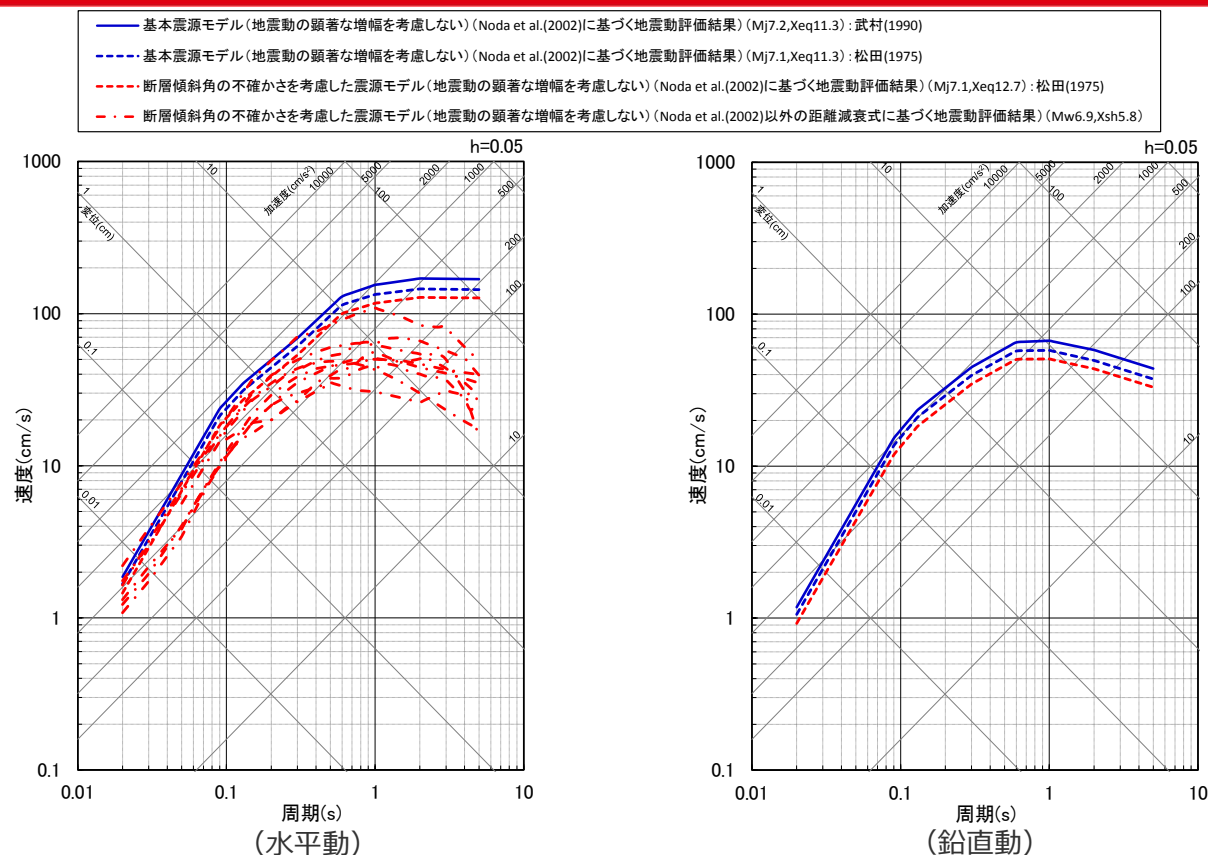
<3.1.1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）> 応答スペクトルに基づく地震動評価結果 （御前崎海脚西部の断層帯による地震）



- ・アスペリティの応力降下量の不確かさ、破壊伝播速度の不確かさによる影響の確認については、断層モデルを用いた手法による地震動評価を重視する。
- ・Noda et al.(2002)以外の距離減衰式とは、Kanno et al.(2006)、Zhao et al.(2006)、内山・翠川(2006)、片岡・他(2006)、Abrahamson et al.(2014)、Boore et al.(2014)、Campbell and Bozorgnia(2014)、Chiou and Youngs(2014)及びIdriss(2014)をいう。
- ・武村(1990)：震源断層面積から地震モーメントを介し武村(1990)でMjを設定。
- ・Xeqは、等価震源距離 (km) を、Xshは、断層最短距離 (km) を表す。
- ・各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の地震動評価結果の詳細は、補足説明資料②p.48~参照。

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

<3.1.1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）> 応答スペクトルに基づく地震動評価結果 (A-17断層による地震)



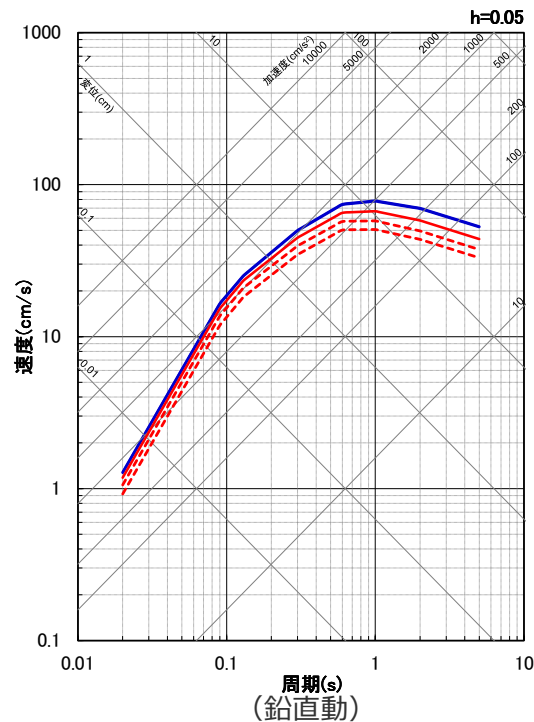
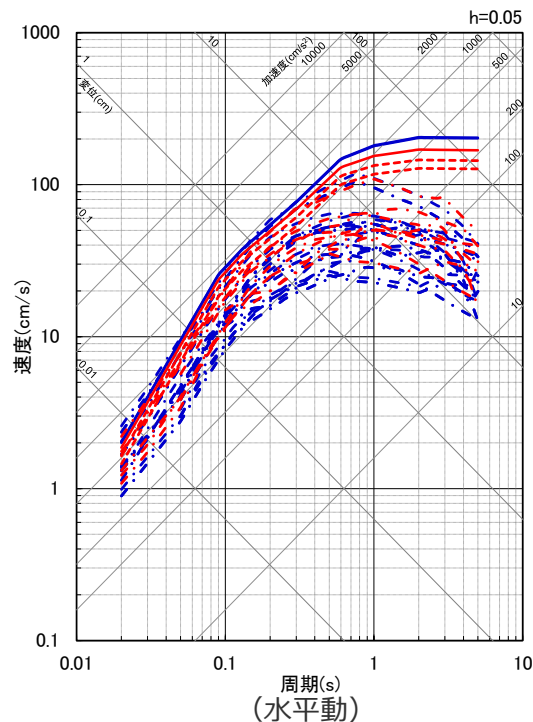
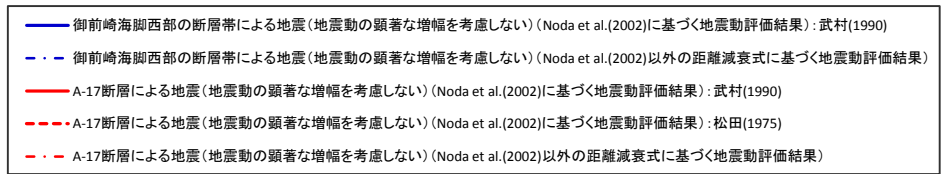
- ・アスペリティの応力降下量の不確かさ、破壊伝播速度の不確かさ、アスペリティの応力降下量と破壊伝播速度の不確かさの組合せ、アスペリティの応力降下量と断層傾斜角の不確かさの組合せ及び破壊伝播速度と断層傾斜角の不確かさの組合せの影響確認は、断層モデルを用いた手法による地震動評価を重視する。
- ・Noda et al.(2002)以外の距離減衰式とは、Kanno et al.(2006)、Zhao et al.(2006)、内山・翠川(2006)、片岡・他(2006)、Abrahamson et al.(2014)、Boore et al.(2014)、Campbell and Bozorgnia(2014)、Chiou and Youngs(2014)及びIdriss(2014)をいう。
- ・武村(1990)：震源断層面積から地震モーメントを介し武村(1990)でMjを設定。
- ・松田(1975)：活断層長さから松田(1975)でMjを設定。
- ・Xeqは、等価震源距離 (km) を、Xshは、断層最短距離 (km) を表す。
- ・各震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮しない) の地震動評価結果の詳細は、補足説明資料②p.52~参照。

<応答スペクトルに基づく地震動評価結果>
(全ての震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮しない) (A-17断層による地震))

<3.1.1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>

応答スペクトルに基づく地震動評価結果

（御前崎海脚西部の断層帯による地震及びA-17断層による地震）



- ・ Noda et al.(2002)以外の距離減衰式とは、Kanno et al.(2006)、Zhao et al.(2006)、内山・翠川(2006)、片岡・他(2006)、Abrahamson et al.(2014)、Boore et al.(2014)、Campbell and Bozorgnia(2014)、Chiou and Youngs(2014)及びIdriss(2014)をいう。
- ・ 武村(1990)：震源断層面積から地震モーメントを介し武村(1990)でMjを設定。
- ・ 松田(1975)：活断層長さから松田(1975)でMjを設定。

<応答スペクトルに基づく地震動評価結果>

（全ての震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）（御前崎海脚西部の断層帯による地震及びA-17断層による地震））

<3.1.1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>

断層モデルを用いた手法による地震動評価

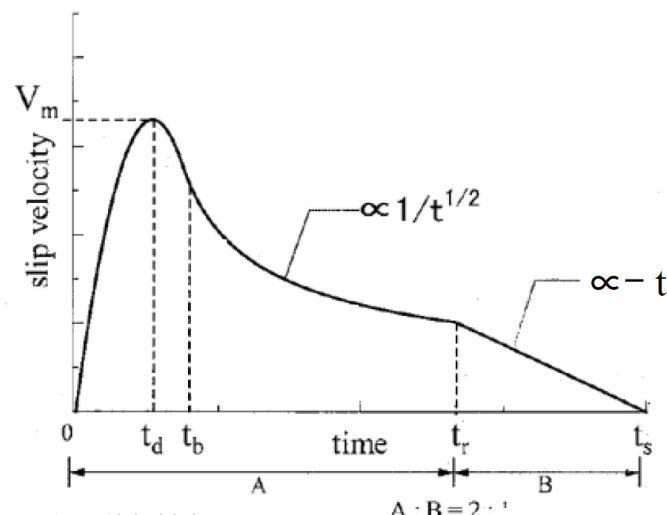
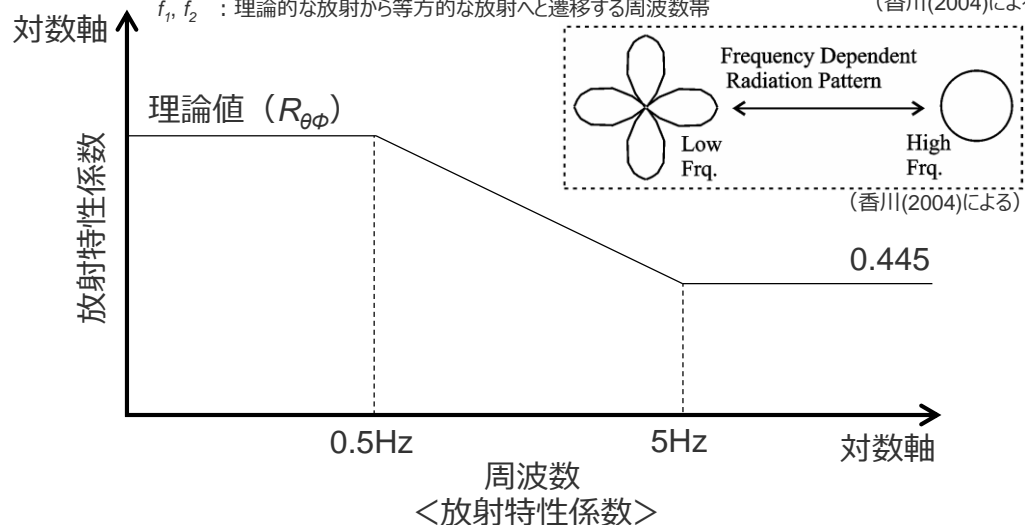
（断層モデルを用いた手法）

- 断層モデルを用いた手法による地震動評価は、一次元地下構造モデルの妥当性を確認した統計的グリーン関数法（短周期領域）と波数積分法（長周期領域）によるハイブリッド合成法を用いる。
- 統計的グリーン関数法は、Boore(1983)による要素地震及び入倉・他(1997)^{※1}による波形合成に基づく。放射特性係数は、Kamae and Irikura(1992)により、0.5Hz以下をAki and Richards(1980)による理論値、5Hz以上をBoore and Boatwright(1984)による等方的な値（0.445）とし、その間是对数軸上で線形補間した値とする。
- 波数積分法は、Hisada(1994)に基づく。すべり速度時間関数は、強震動予測レシピ(2017)に基づき中村・宮武(2000)を用いる。

- ※1 入倉・他(1997)による波形合成では、強震動予測レシピ(2017)によるライズタイム^{※2}を用いる。ただし、新規制基準適合性審査以前より検討用地震としている御前崎海脚西部の断層帯による地震は、当時と同様のBrune(1970)のライズタイム^{※3}を用いる（御前崎海脚西部の断層帯による地震について、Brune(1970)のライズタイムは、強震動予測レシピ(2017)のライズタイムより短いことを確認している）。
- ※2 強震動予測レシピ(2017)によるライズタイム $t_r=0.5 \cdot W/V_r$ （ $W=W_a$ （アスペリティの幅）、 $W=W_b$ （背景領域の幅）、 V_r ：破壊伝播速度）。 $W_a=S_a^{0.5}$ 、 S_a ：アスペリティの面積、 $W_b=S/L$ 、 S 及び L ：震源断層の面積及び長さ。内閣府(2013)首都直下地震モデル検討会で用いられているライズタイムも $t_r=0.5 \cdot W/V_r$ で設定されている。
- ※3 Brune(1970)によるライズタイム $t_r=\mu D/(2\beta\Delta\sigma)$ （ μ ：剛性率、 $D=D_a$ （アスペリティのすべり量）、 $D=D_b$ （背景領域のすべり量）、 β ：S波速度、 $\Delta\sigma=\Delta\sigma_a$ （アスペリティの応力降下量）、 $\Delta\sigma=\sigma_b$ （背景領域の実効応力））

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

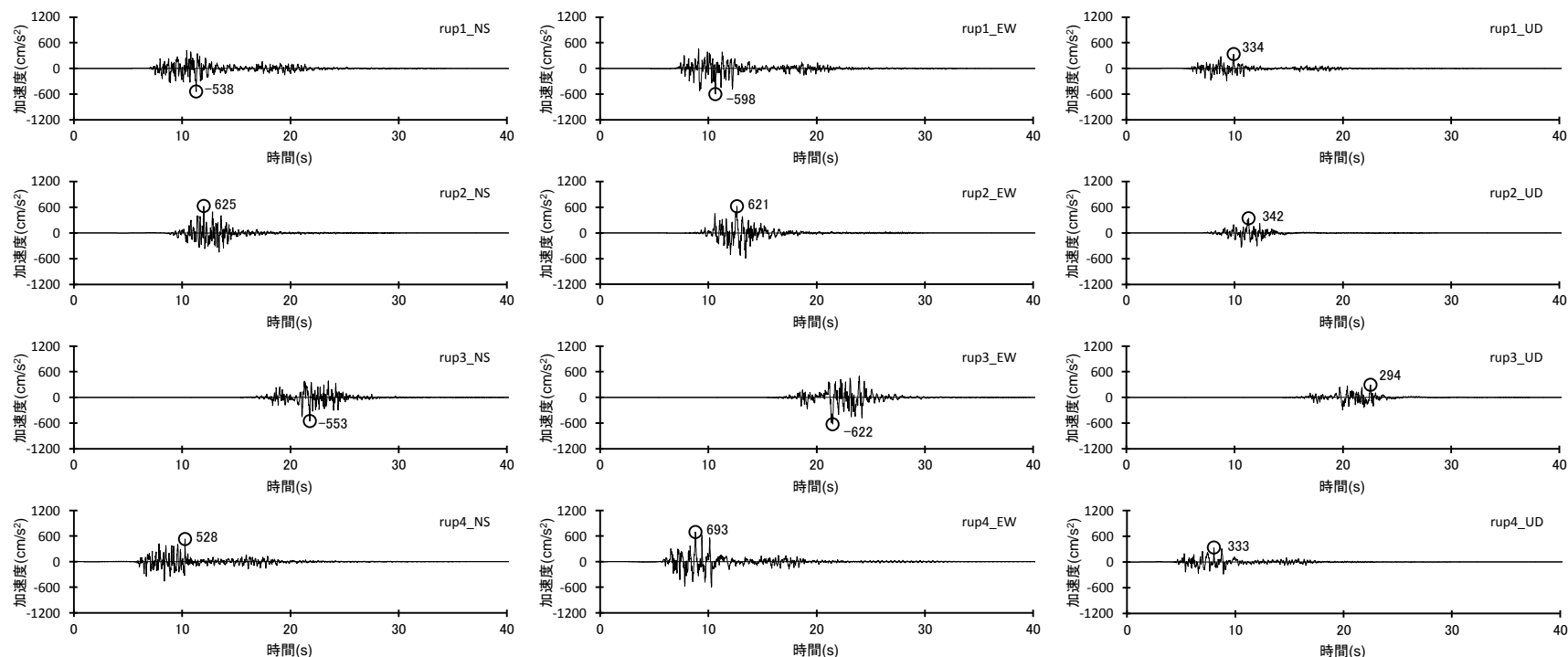
$R_{\theta\phi 0}$ ：震源とサイトの位置関係及びすべり方向から理論的に評価されるラディエーション係数
 $R_{\theta\phi m}$ ：高周波数で等方放射として平均化されたラディエーション係数
 f_1, f_2 ：理論的な放射から等方的な放射へと遷移する周波数帯
 (香川(2004)による)



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

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

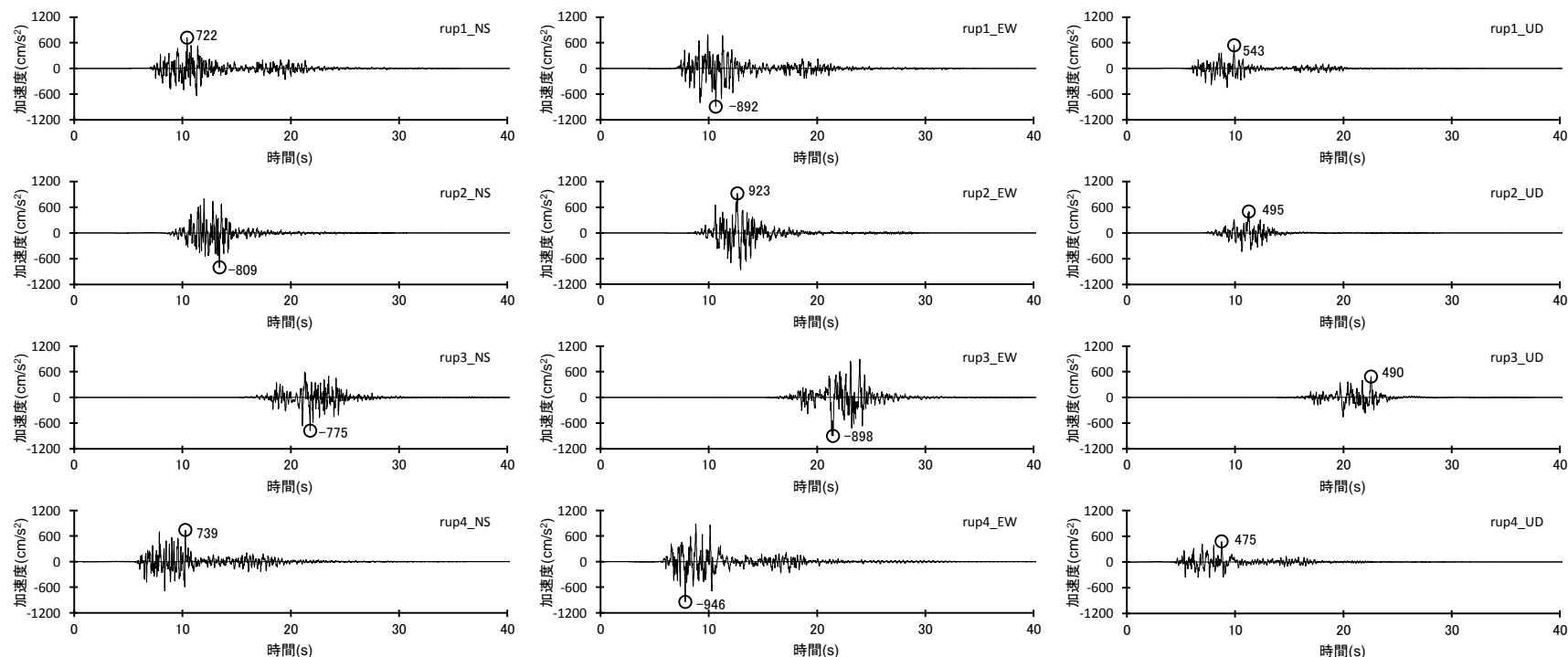
<3.1.1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>
断層モデルを用いた手法による地震動評価結果
 （加速度時刻歴波形（御前崎海脚西部の断層帯による地震））



<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（加速度時刻歴波形）>
 （基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）（御前崎海脚西部の断層帯による地震））

・速度時刻歴波形は、補足説明資料②p.67参照。

<3.1.1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>
断層モデルを用いた手法による地震動評価結果
 （加速度時刻歴波形（御前崎海脚西部の断層帯による地震））

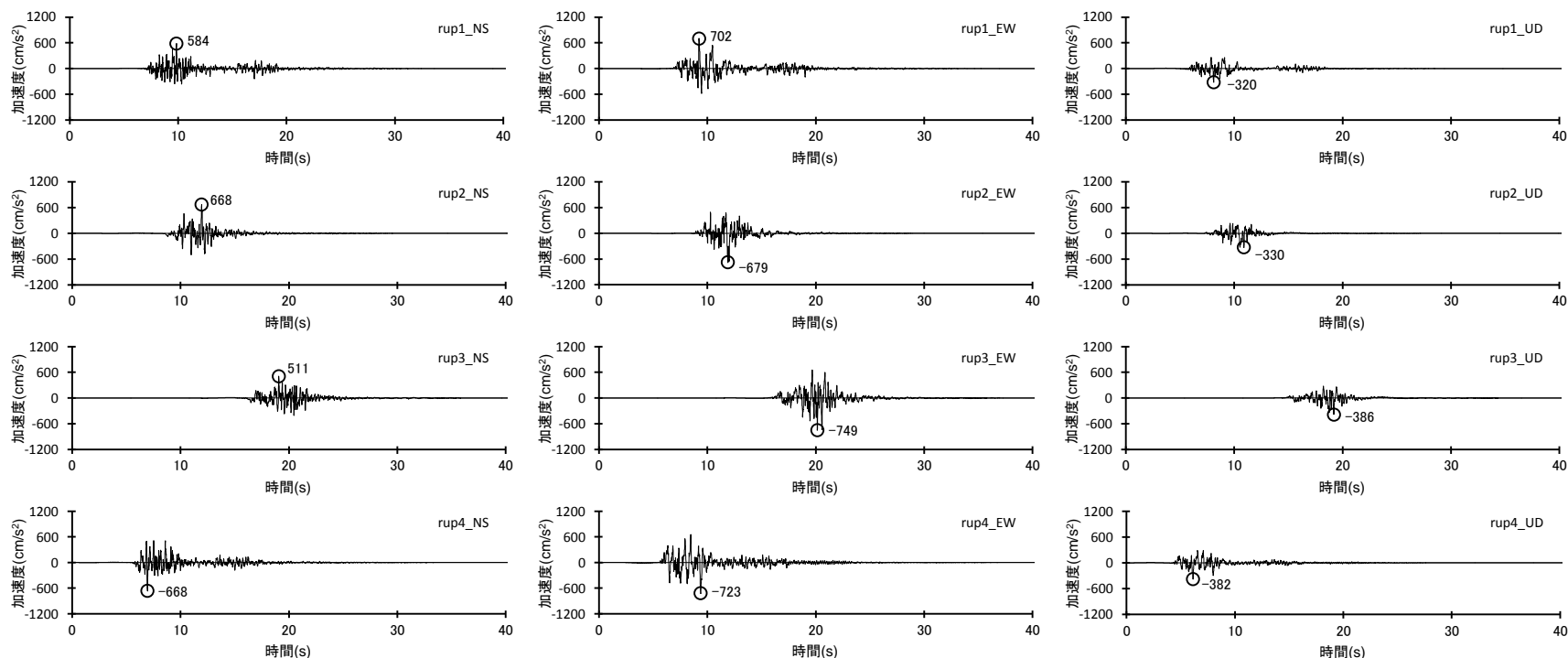


<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（加速度時刻歴波形）>

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

・速度時刻歴波形は、補足説明資料②p.70参照。

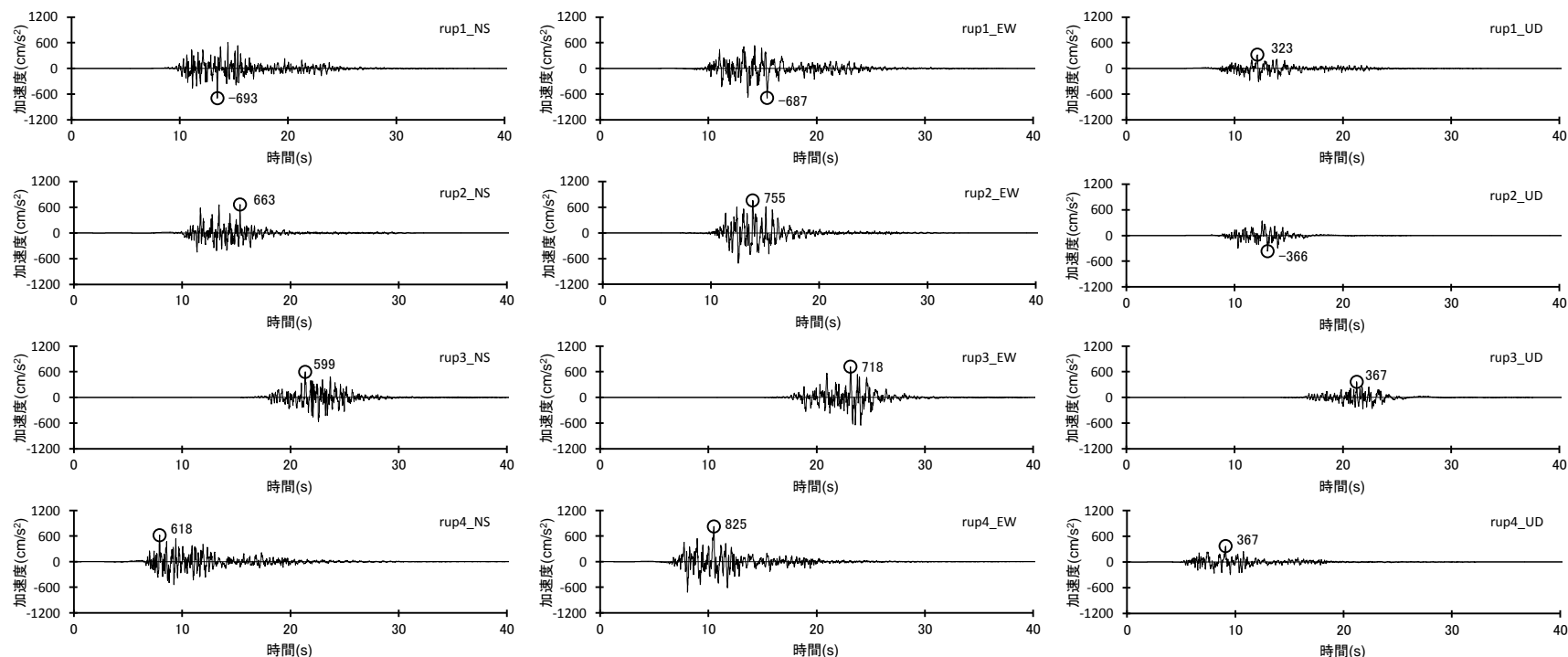
<3.1.1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>
断層モデルを用いた手法による地震動評価結果
（加速度時刻歴波形（御前崎海脚西部の断層帯による地震））



<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（加速度時刻歴波形）>
（破壊伝播速度の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）（御前崎海脚西部の断層帯による地震））

・速度時刻歴波形は、補足説明資料②p.73参照。

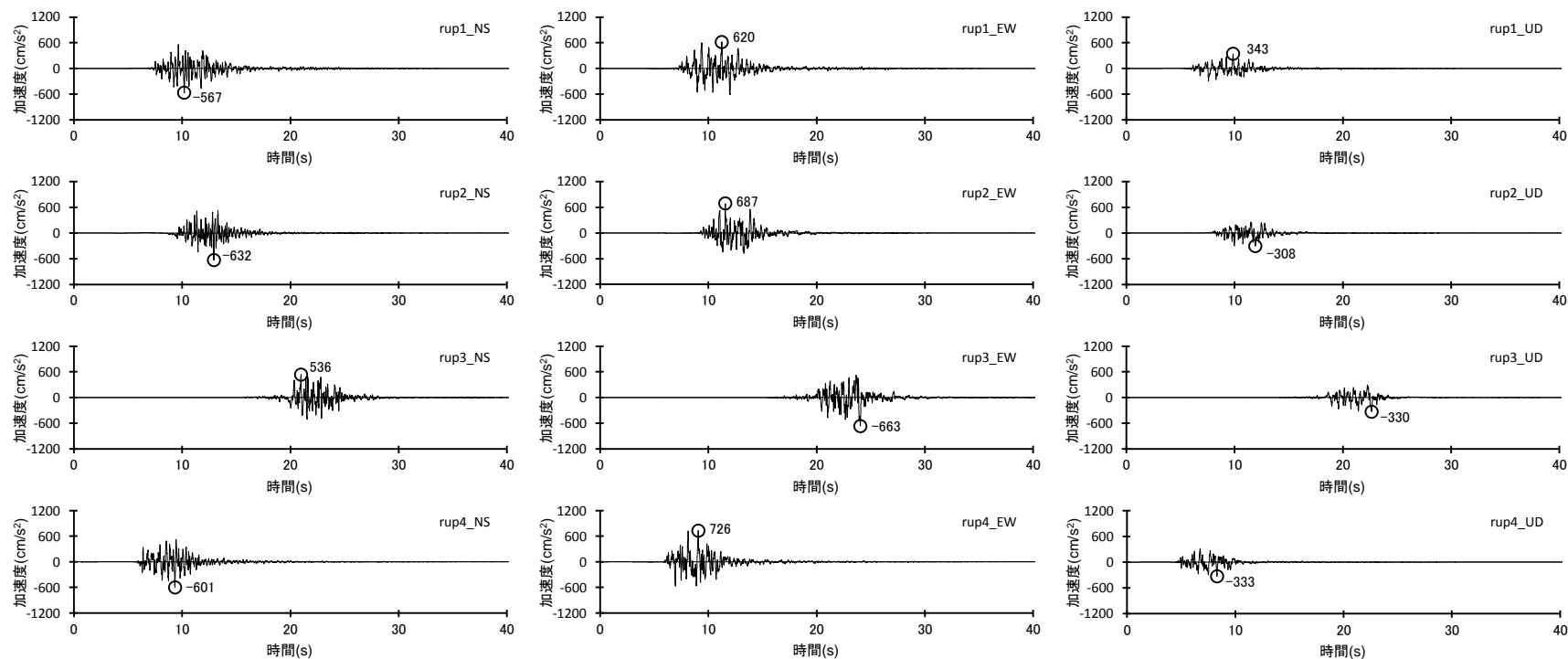
<3.1.1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>
断層モデルを用いた手法による地震動評価結果
 （加速度時刻歴波形（御前崎海脚西部の断層帯による地震））



<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（加速度時刻歴波形）>
 （断層傾斜角の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）（御前崎海脚西部の断層帯による地震））

・速度時刻歴波形は、補足説明資料②p.76参照。

<3.1.1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>
断層モデルを用いた手法による地震動評価結果
（加速度時刻歴波形（御前崎海脚西部の断層帯による地震））

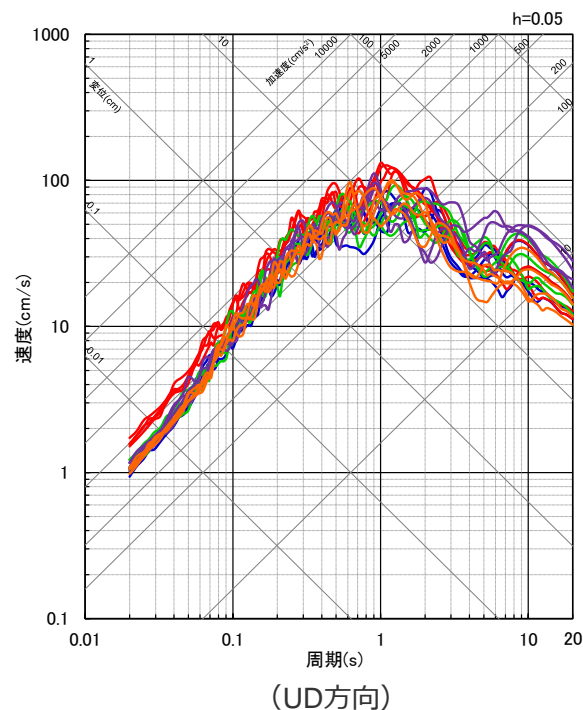
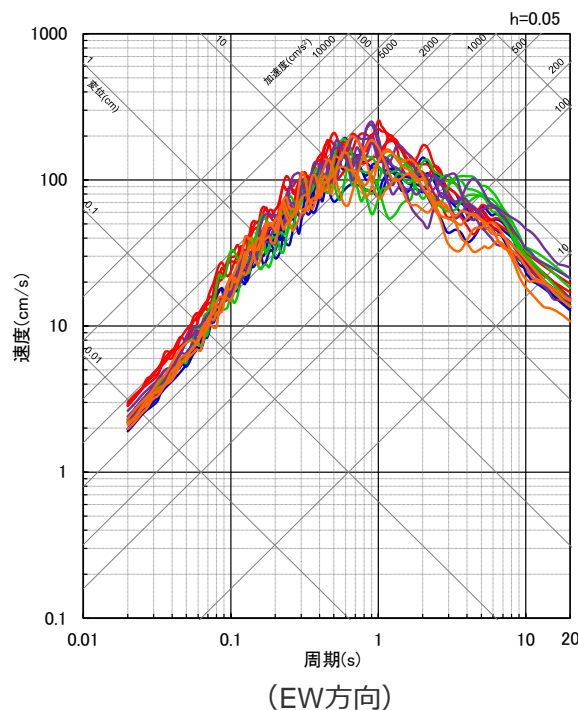
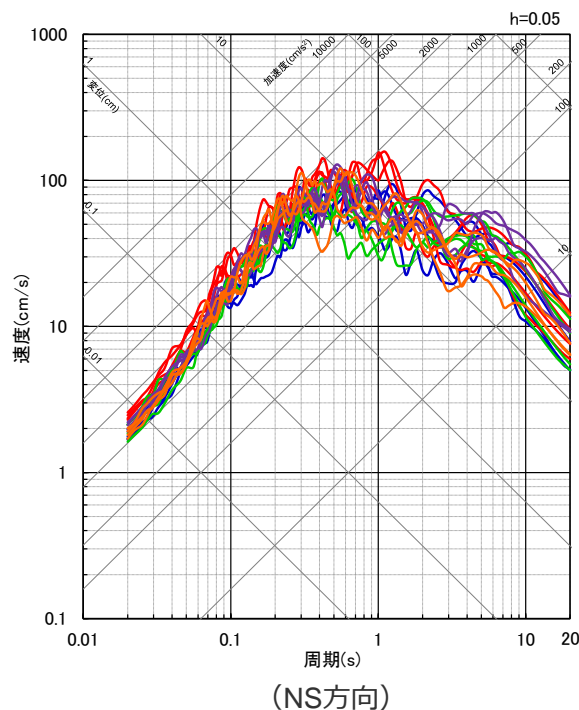


<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（加速度時刻歴波形）>
（アスペリティの数の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）（御前崎海脚西部の断層帯による地震））

・速度時刻歴波形は、補足説明資料②p.79参照。

<3.1.1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）> 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果 （応答スペクトル（御前崎海脚西部の断層帯による地震））

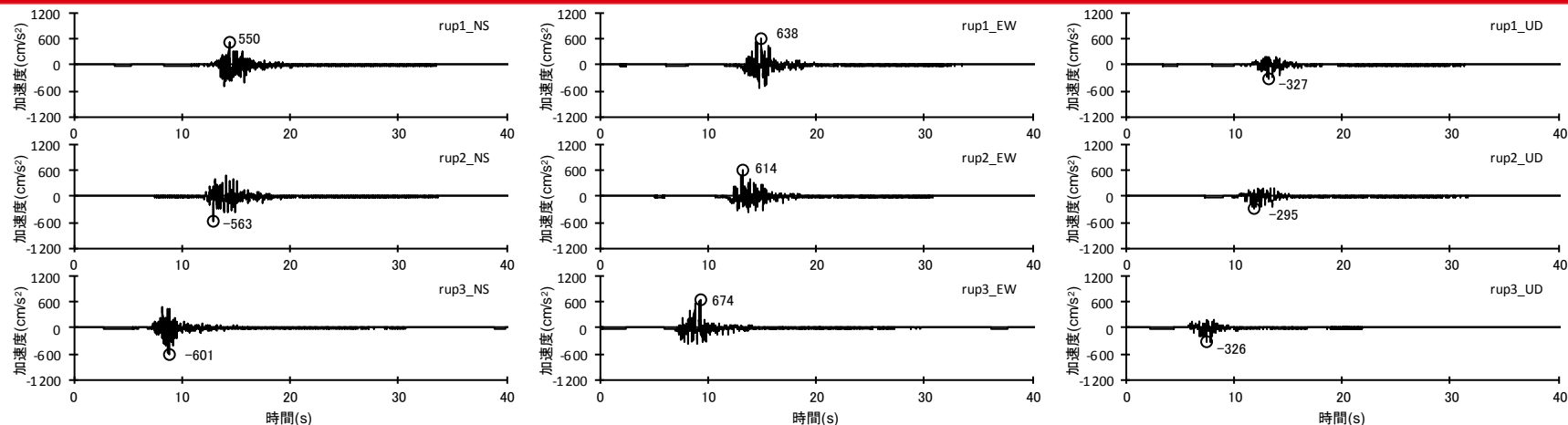
- 基本震源モデル(地震動の顕著な増幅を考慮しない)
- アスペリティの応力降下量の不確かさを考慮した震源モデル(地震動の顕著な増幅を考慮しない)
- 破壊伝播速度の不確かさを考慮した震源モデル(地震動の顕著な増幅を考慮しない)
- 断層傾斜角の不確かさを考慮した震源モデル(地震動の顕著な増幅を考慮しない)
- アスペリティの数の不確かさを考慮した震源モデル(地震動の顕著な増幅を考慮しない)



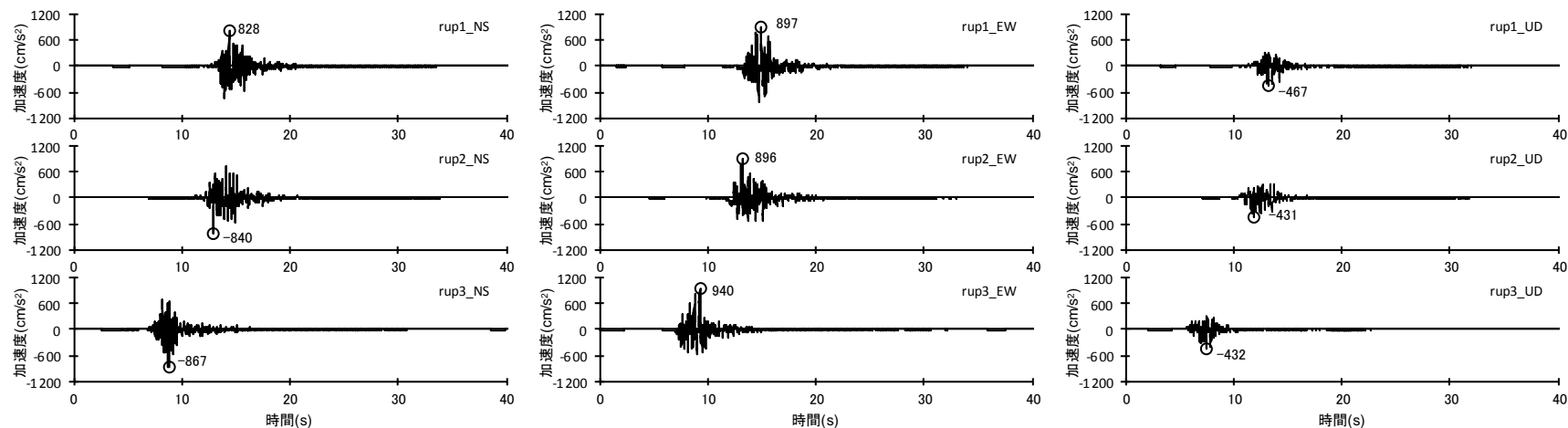
<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（応答スペクトル）>
（全ての震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）（御前崎海脚西部の断層帯による地震））

・各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の応答スペクトルは、補足説明資料②p.68,71,74,77,80参照。

<3.1.1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>
断層モデルを用いた手法による地震動評価結果
（加速度時刻歴波形（A-17断層による地震））



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

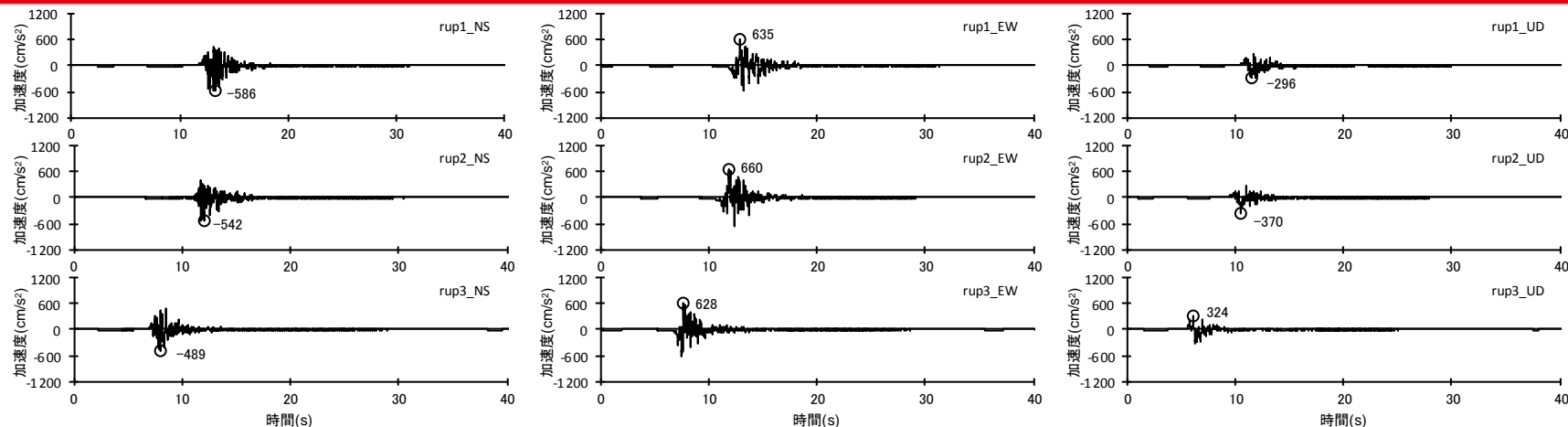


（アスペリティの応力降下量の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）（A-17断層による地震））

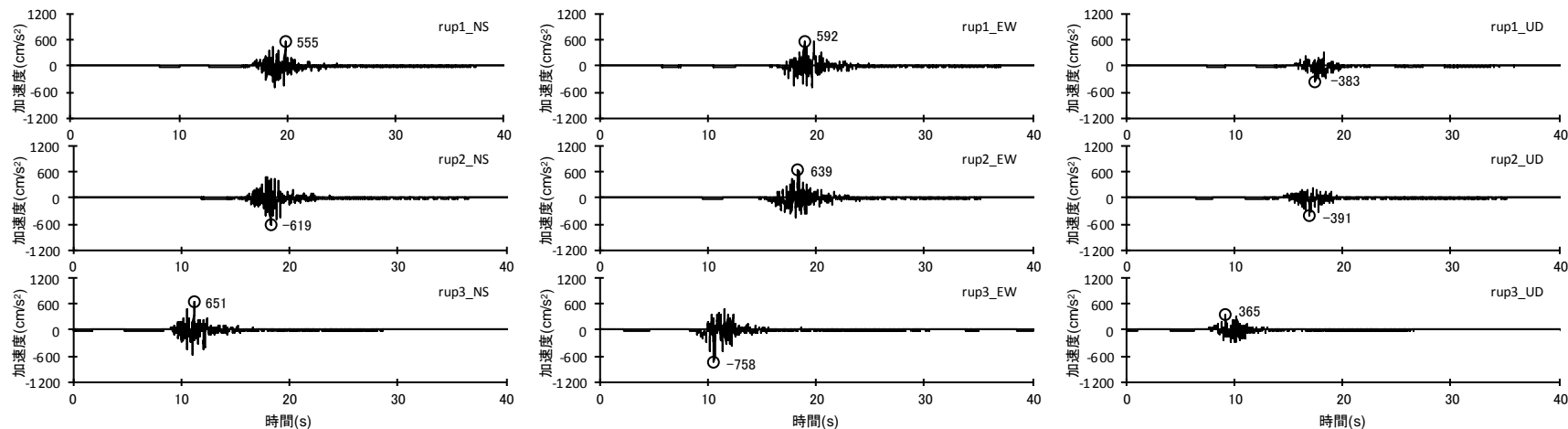
<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（加速度時刻歴波形）>

・速度時刻歴波形は、補足説明資料②p.81,83参照。

<3.1.1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>
断層モデルを用いた手法による地震動評価結果
（加速度時刻歴波形（A-17断層による地震））



（破壊伝播速度の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）（A-17断層による地震））

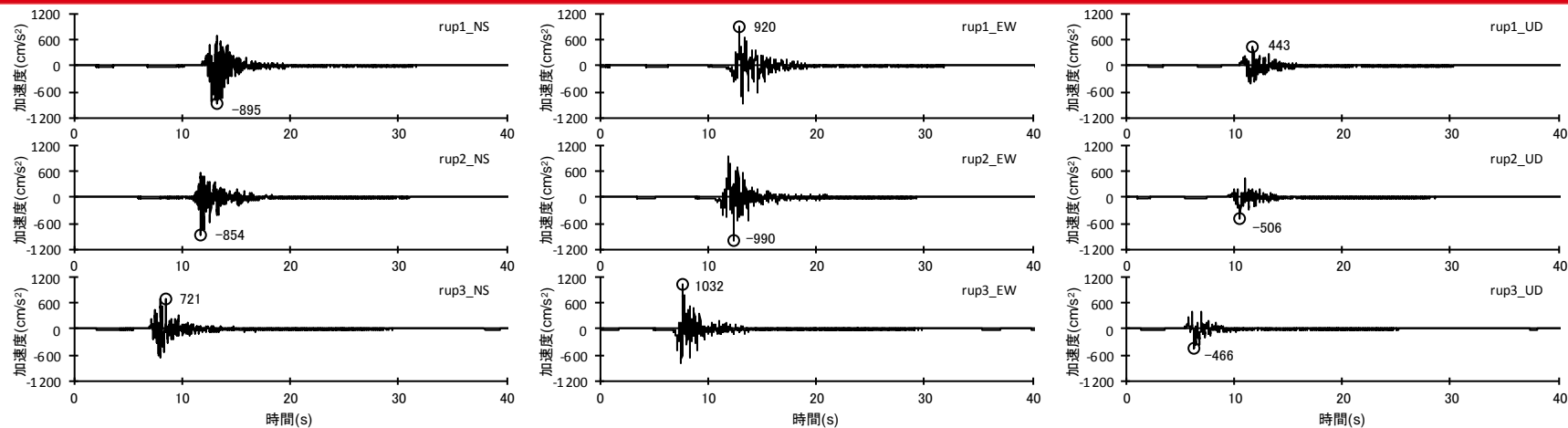


（断層傾斜角の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）（A-17断層による地震））

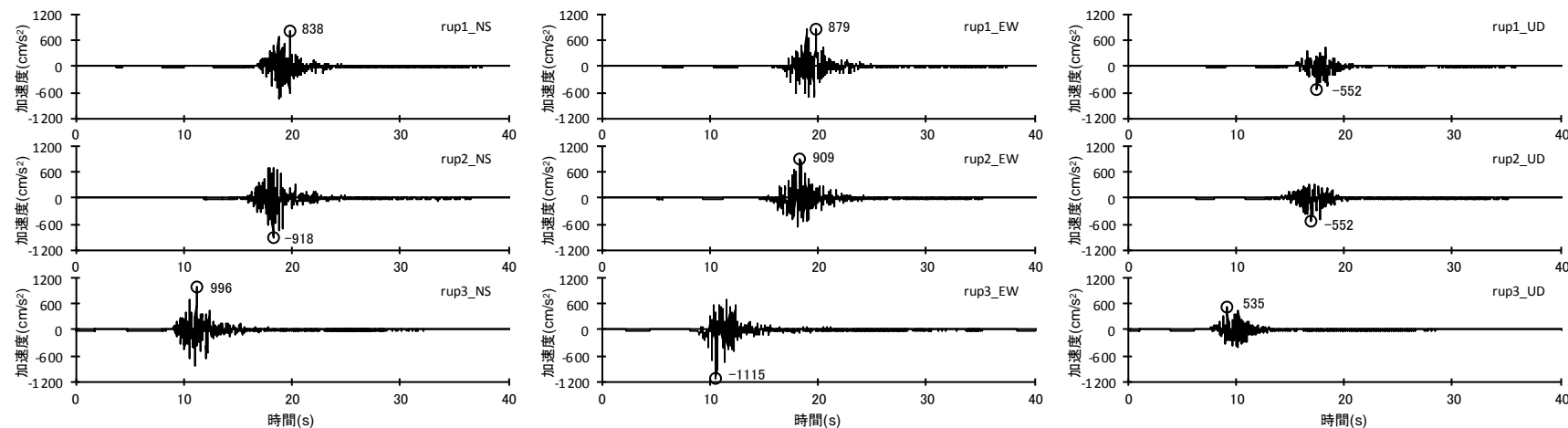
<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（加速度時刻歴波形）>

・速度時刻歴波形は、補足説明資料②p.85.87参照。

<3.1.1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>
断層モデルを用いた手法による地震動評価結果
（加速度時刻歴波形（A-17断層による地震））



（アスペリティの応力降下量と破壊伝播速度の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）（A-17断層による地震））

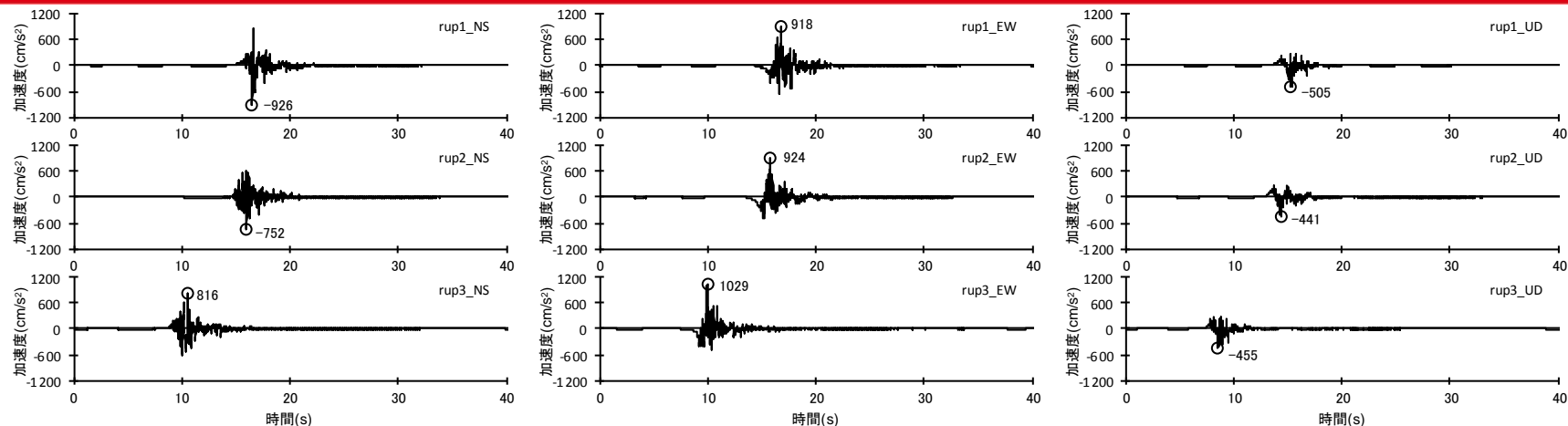


（アスペリティの応力降下量と断層傾斜角の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）（A-17断層による地震））

<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（加速度時刻歴波形）>

・速度時刻歴波形は、補足説明資料②p.89,91参照。

<3.1.1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>
断層モデルを用いた手法による地震動評価結果
（加速度時刻歴波形（A-17断層による地震））



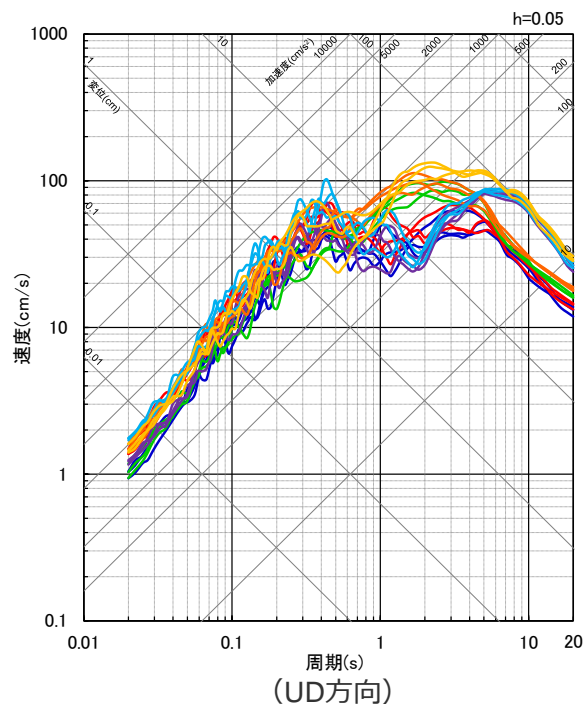
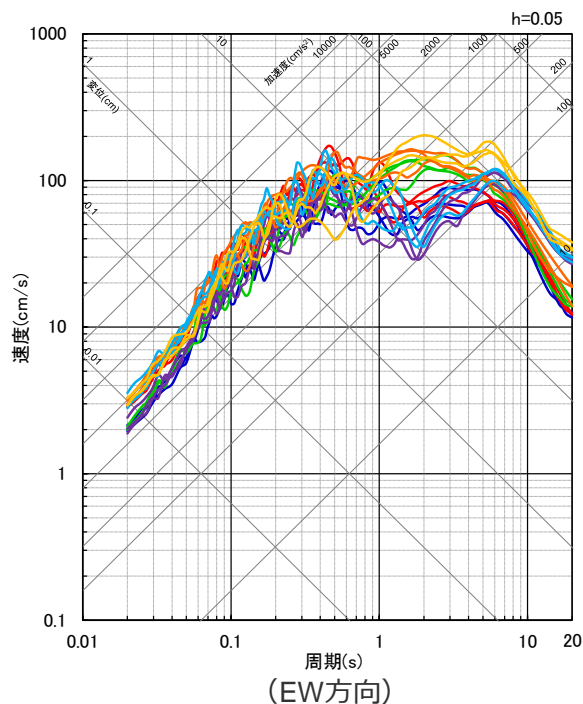
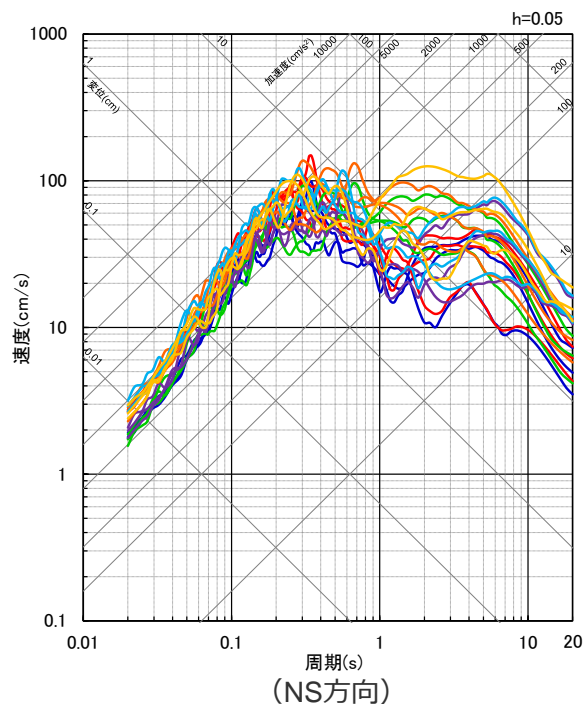
（破壊伝播速度と断層傾斜角の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）（A-17断層による地震））

<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（加速度時刻歴波形）>

・速度時刻歴波形は、補足説明資料②p.93参照。

<3.1.1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>
断層モデルを用いた手法による地震動評価結果
 （応答スペクトル（A-17断層による地震））

- 基本震源モデル(地震動の顕著な増幅を考慮しない)
- アスペリティの応力降下量の不確かさを考慮した震源モデル(地震動の顕著な増幅を考慮しない)
- 破壊伝播速度の不確かさを考慮した震源モデル(地震動の顕著な増幅を考慮しない)
- 断層傾斜角の不確かさを考慮した震源モデル(地震動の顕著な増幅を考慮しない)
- アスペリティの応力降下量と破壊伝播速度の不確かさの組合せを考慮した震源モデル(地震動の顕著な増幅を考慮しない)
- アスペリティの応力降下量と断層傾斜角の不確かさの組合せを考慮した震源モデル(地震動の顕著な増幅を考慮しない)
- 破壊伝播速度と断層傾斜角の不確かさの組合せを考慮した震源モデル(地震動の顕著な増幅を考慮しない)



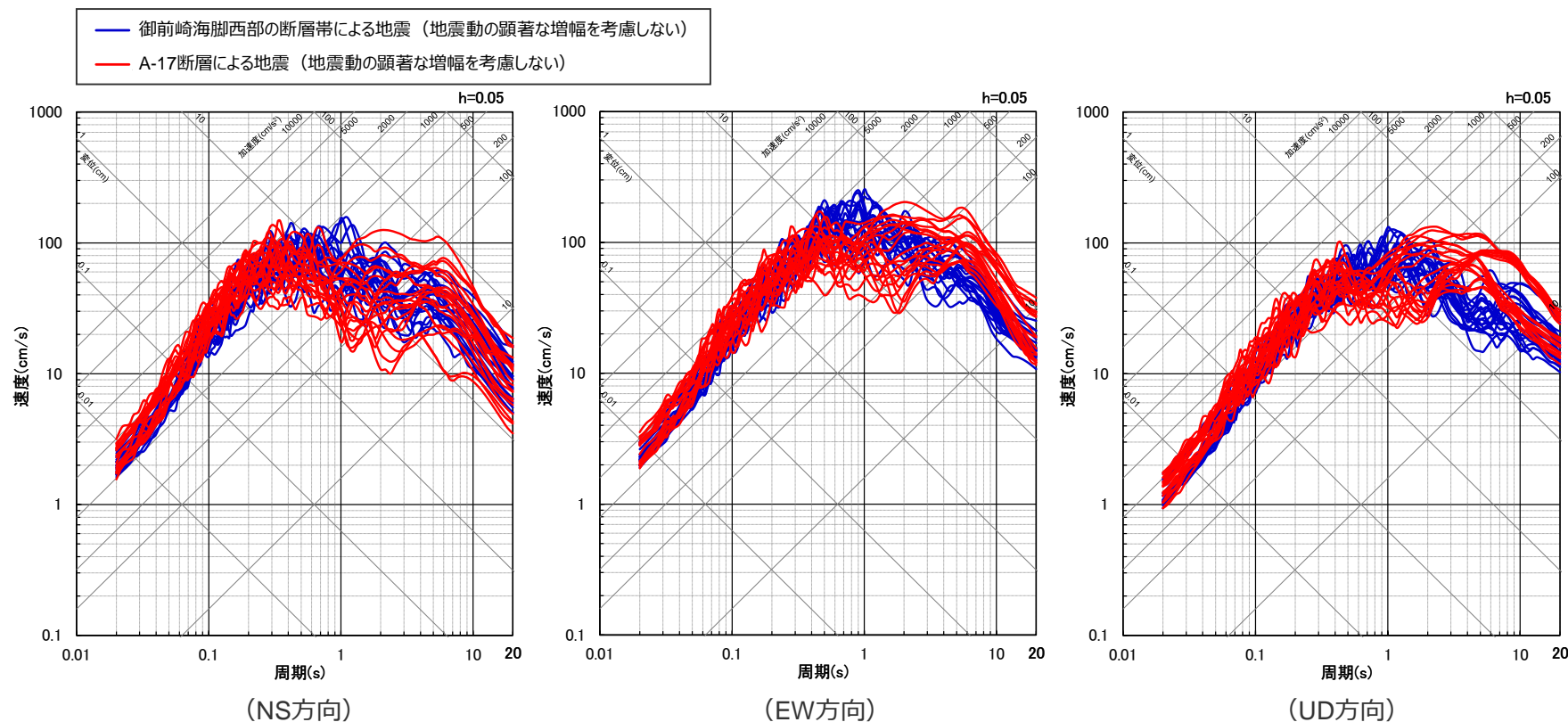
<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（応答スペクトル）>
 （全ての震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）（A-17断層による地震））

・各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の応答スペクトルは、補足説明資料②p.82,84,86,88,90,92,94参照。

<3.1.1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>

断層モデルを用いた手法による地震動評価結果

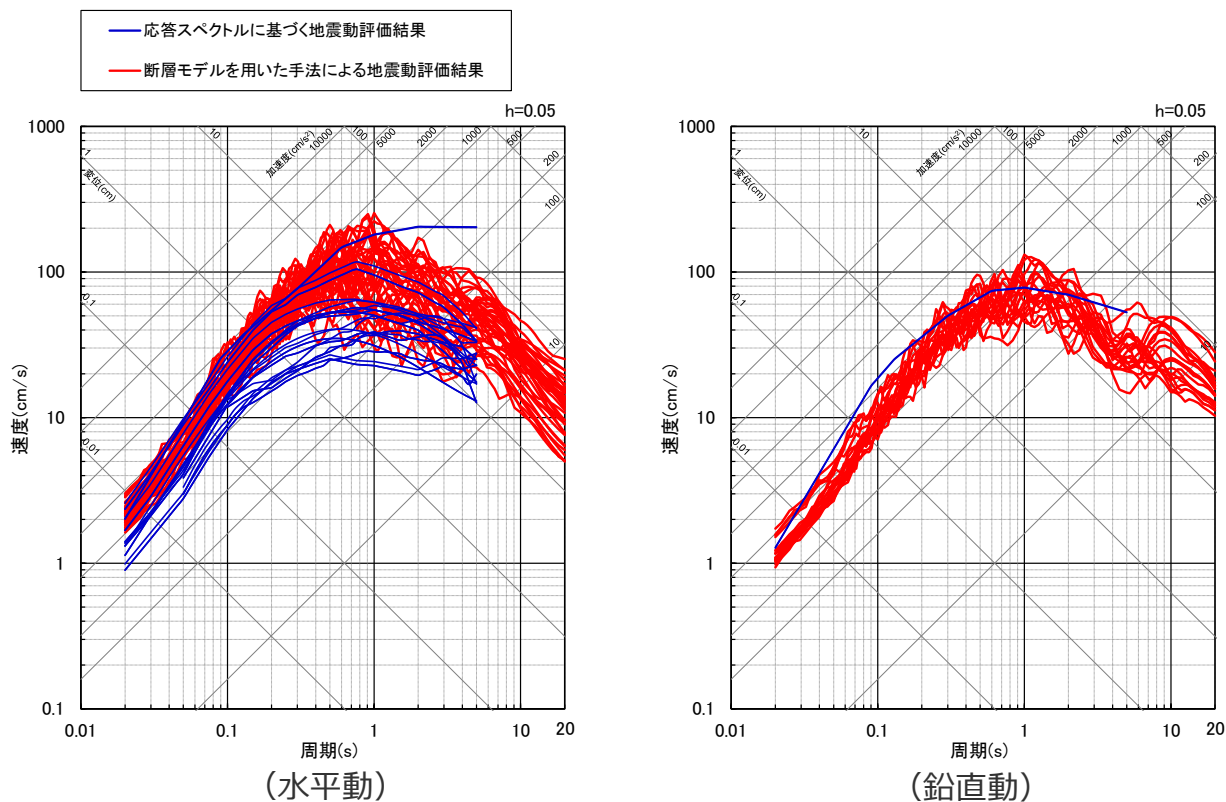
（応答スペクトル（御前崎海脚西部の断層帯による地震及びA-17断層による地震））



<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（応答スペクトル）>

（全ての震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）（御前崎海脚西部の断層帯による地震及びA-17断層による地震））

<3.1.1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>
 応答スペクトルに基づく地震動評価結果と断層モデルを用いた手法による地震動評価結果との比較
 （応答スペクトル（御前崎海脚西部の断層帯による地震））

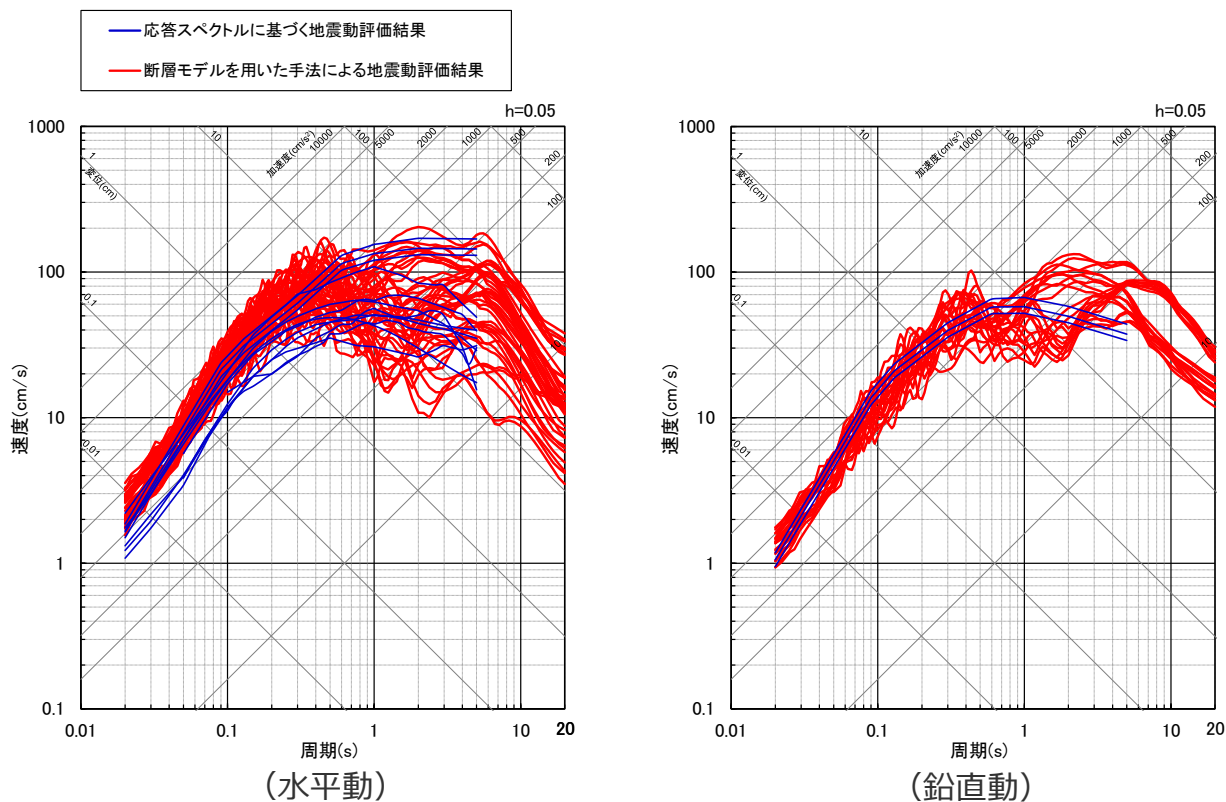


<応答スペクトルに基づく地震動評価結果と断層モデルを用いた手法による地震動評価結果との比較（応答スペクトル）>
 （全ての震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）（御前崎海脚西部の断層帯による地震））

・震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）ごとの応答スペクトルに基づく地震動評価結果と断層モデルを用いた手法による地震動評価結果との比較は、補足説明資料②p.96～参照。

<3.1.1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>

応答スペクトルに基づく地震動評価結果と断層モデルを用いた手法による地震動評価結果との比較
（応答スペクトル（A-17断層による地震））



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

・震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）ごとの応答スペクトルに基づく地震動評価結果と断層モデルを用いた手法による地震動評価結果との比較は、補足説明資料②p.101～参照。

余白

目次

1 敷地周辺の地震発生状況	……p.15~
2 敷地における地震動の増幅特性	
2.1 敷地における観測・調査	……p.24~
2.2 5号炉周辺の増幅要因	……p.29~
2.2.1 地震観測記録の分析	……p.32~
2.2.2 地下構造調査及び解析検討	……p.50~
2.2.3 まとめ（5号炉周辺の増幅要因）	……p.76~
2.3 敷地における地盤増幅特性	……p.78~
2.3.1 地下構造	……p.80~
2.3.2 地震観測	……p.93~
2.3.3 地震波の伝播経路	……p.102~
2.3.4 まとめ（敷地における地盤増幅特性）	……p.108~
2.4 敷地における地盤増幅特性の地震動評価への反映方法	
2.4.1 解放基盤表面の設定	……p.110~
2.4.2 地震動評価への反映方法	……p.114~
3 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動	
3.1 地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価	
3.1.1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）	……p.137~
3.1.2 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）	……p.190~
3.1.3 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）	……p.238~
3.1.4 まとめ（地震動の顕著な増幅を考慮しない）	……p.280~
3.2 地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価	
3.2.1 地震動の顕著な増幅の地震動評価への反映方法	……p.283~
3.2.2 検討用地震の選定及び震源モデルの設定	……p.312~
3.2.3 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）	……p.325~
3.2.4 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）	……p.357~
3.2.5 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）	……p.409~
3.2.6 まとめ（地震動の顕著な増幅を考慮）	……p.442~
3.2.7 第940回審査会合におけるコメントに対する回答	……p.446~

＜3.1.2 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）＞ 検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の選定 （選定フロー）

敷地周辺で震度5弱（震度V）程度以上となった被害地震（プレート間地震）

南海トラフで発生した地震

相模トラフで発生した地震



相模トラフで発生した地震は敷地からの距離が遠いことから、その影響については、敷地からの距離が近く、敷地への影響がより大きい**南海トラフで発生した地震**で代表。

南海トラフで発生する地震

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

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

南海トラフで想定される最大クラスの地震（Mw9.0）

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

- ①内閣府モデル（最大クラスの地震）と中央防災会議モデル（既往地震）の比較（p.193～）
- ②内閣府モデル（最大クラスの地震）と内閣府モデル（最大クラスの長周期地震）の比較（p.195～）

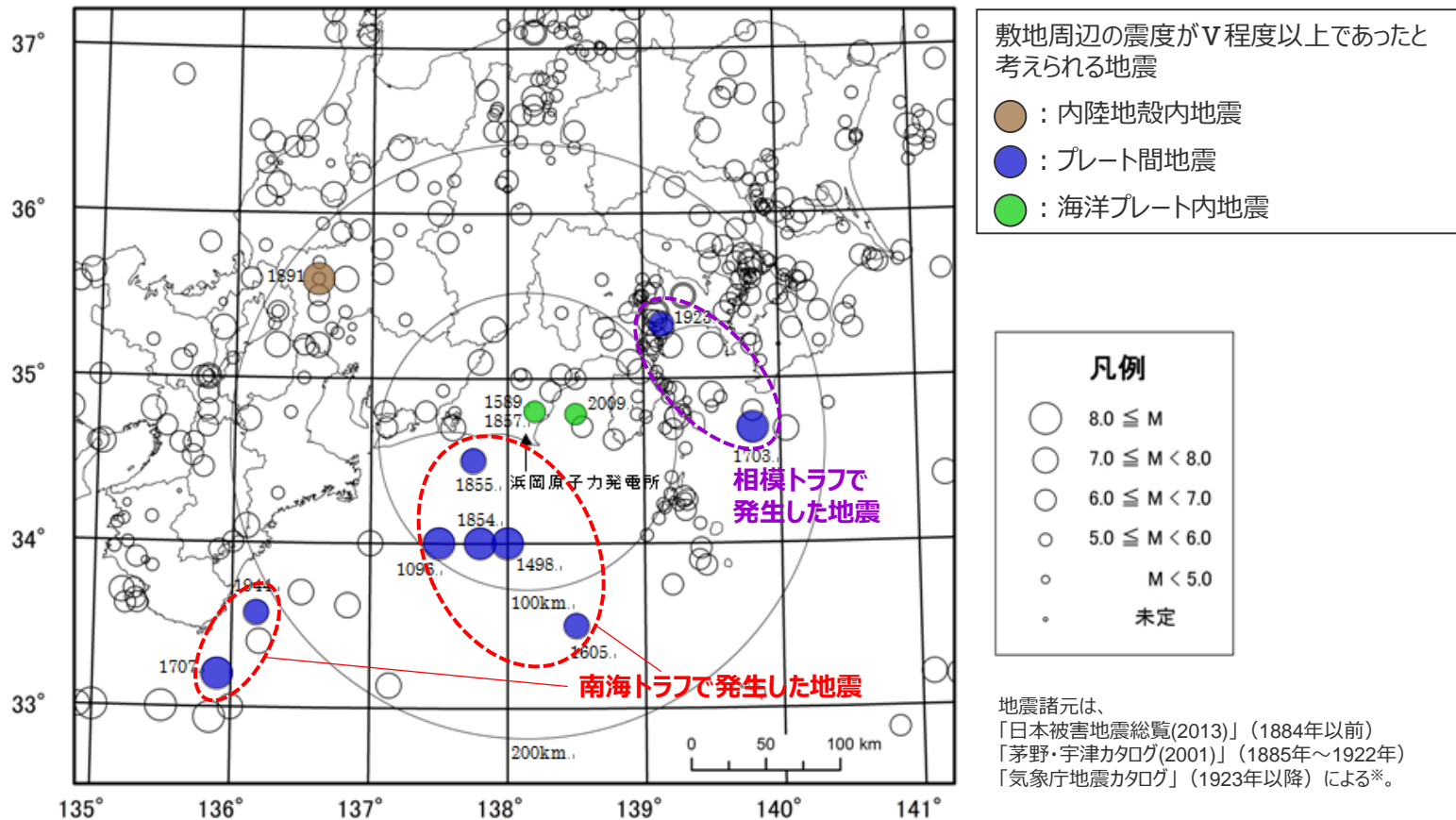
敷地への影響が大きい**内閣府(2012)による南海トラフで想定される最大クラスの地震（Mw9.0、内閣府モデル（最大クラスの地震））**を検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）として選定。

・検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の選定の詳細は、補足説明資料④-09参照。

<3.1.2 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）> 検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の選定 （被害地震）

【敷地周辺で震度5弱（震度V）程度以上となった被害地震（プレート間地震）】

- 南海トラフで発生した地震は、1096年永長地震、1498年明応地震、1605年慶長地震、1707年宝永地震、1854年安政東海地震、1855年遠州灘の地震、1944年東南海地震。
- 相模トラフで発生した地震は、1703年元禄地震及び1923年関東大地震。



<敷地周辺の主な被害地震の震央分布>

※ 日本被害地震総覧(2013)は宇佐美・他(2013)、茅野・宇津カタログ(2001)は宇津・他(2001)、気象庁地震カタログは気象庁(2012b)を表す。

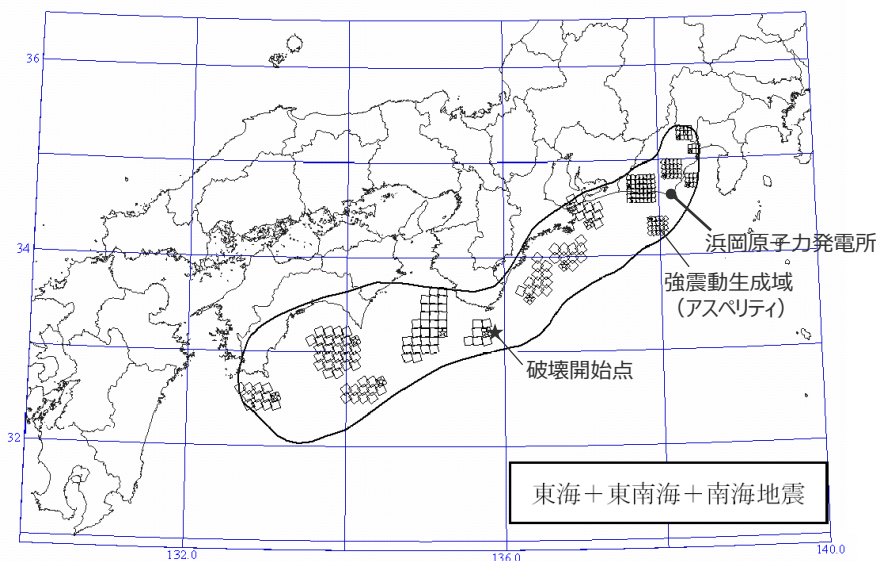
<3.1.2 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）> 検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の選定

（①内閣府モデル（最大クラスの地震）と中央防災会議モデル（既往地震）の比較（概要））

- 内閣府モデル（最大クラスの地震）と中央防災会議モデル（既往地震）について、震源断層パラメータ（震源断層面積、地震規模、強震動生成域の応力降下量、地震モーメントと短周期レベルの関係）の比較を行う。
- また、統計的グリーン関数法による地震動評価を行い、地震動レベルの比較を行う。

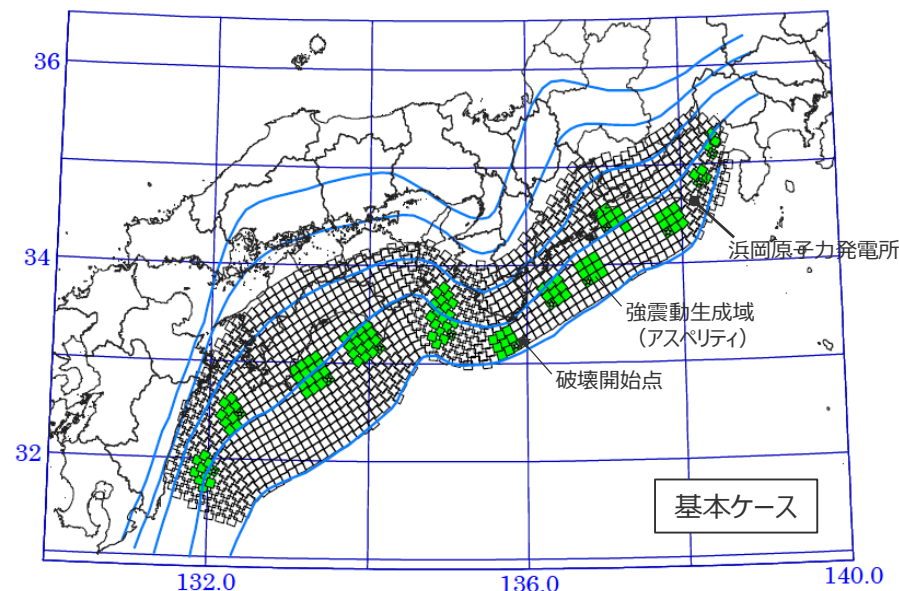
・震源断層パラメータの比較は、補足説明資料④-09参照。

面積：約6.1万km²
モーメントマグニチュードMw：8.7
強震動生成域の応力降下量：21～25MPa程度



<中央防災会議モデル（既往地震）>
（中央防災会議(2003b)に敷地位置、図の説明
（強震動生成域（アスペリティ）、破壊開始点）を加筆）

面積：約11万km²
モーメントマグニチュードMw：9.0
強震動生成域の応力降下量：34～46MPa程度



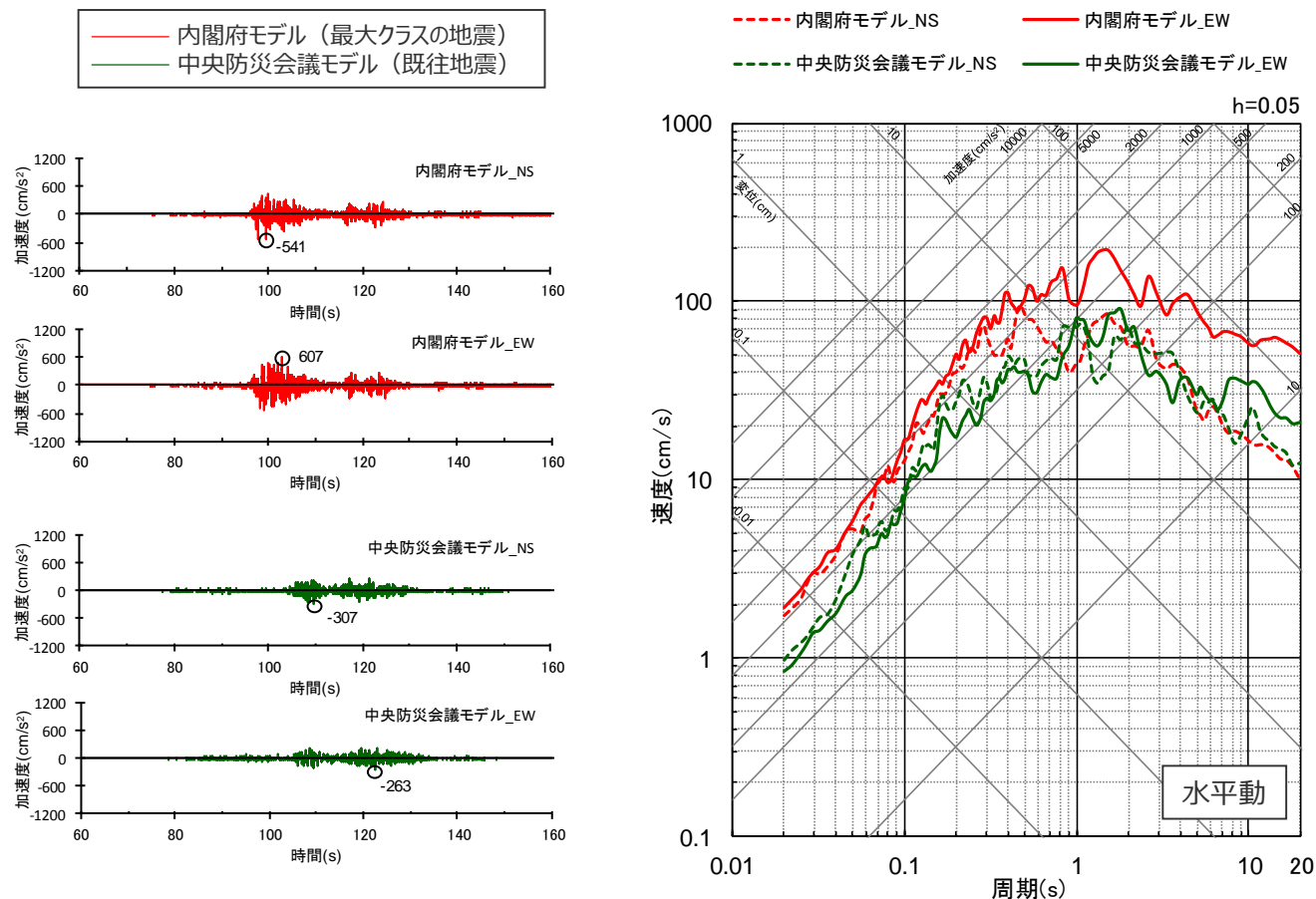
<内閣府モデル（最大クラスの地震）>
（内閣府(2012)に敷地位置、図の説明
（強震動生成域（アスペリティ）、破壊開始点）を加筆）

<3.1.2 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>

検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の選定

（①内閣府モデル（最大クラスの地震）と中央防災会議モデル（既往地震）の比較（地震動評価結果））

○内閣府モデル（最大クラスの地震）及び中央防災会議モデル（既往地震）の地震動評価結果（統計的グリーン関数法）を比較した結果、内閣府モデル（最大クラスの地震）の方が大きいことを確認した。



<地震動評価結果の比較（左図：加速度時刻歴波形、右図：応答スペクトル）>

<3.1.2 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>

検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の選定

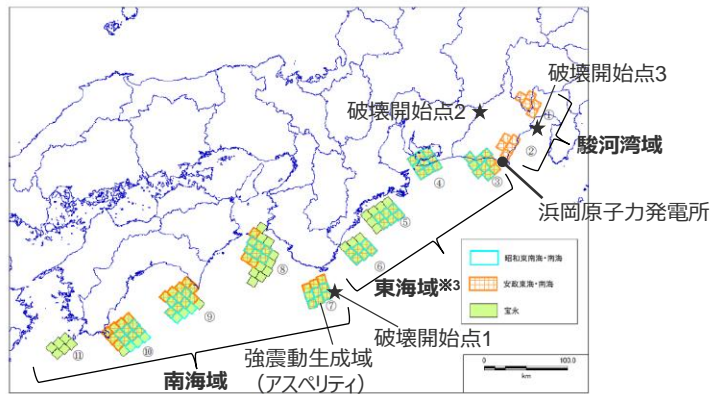
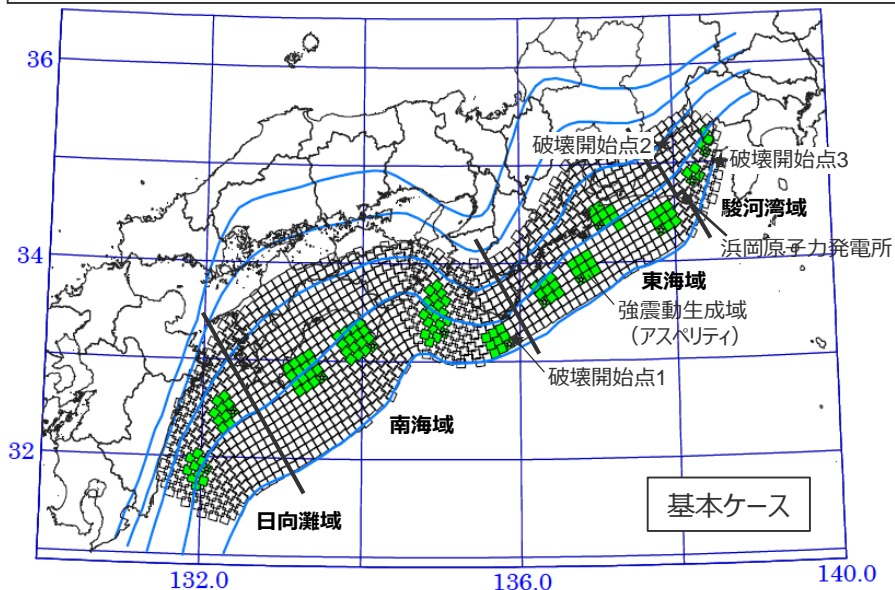
（②内閣府モデル（最大クラスの地震）と内閣府モデル（最大クラスの長周期地震）の比較（概要））

- 内閣府モデル（最大クラスの地震）と内閣府モデル（最大クラスの長周期地震）について、震源断層パラメータの比較を行う。この比較に当たっては、内閣府モデル（最大クラスの長周期地震）は、強震動生成域のみのモデル化がされているため、微視的断層パラメータ（強震動生成域の面積、強震動生成域の地震モーメント、強震動生成域の応力降下量及び短周期レベル）の比較を行うこととし、両モデルの対象領域の違いを踏まえた比較も行う。
- また、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※1による地震動評価を行い、地震動レベルの比較を行う。

・微視的断層パラメータの比較は、補足説明資料④-09参照。

強震動生成域の面積※2：約12,700km²（約10,600km²）
 強震動生成域の地震モーメント※2：7.9×10²¹Nm（7.0×10²¹Nm）
 強震動生成域の応力降下量：34～46MPa程度
 短周期レベル※2：5.08×10²⁰Nm/s²（4.82×10²⁰Nm/s²）

強震動生成域の面積：約11,800km²
 強震動生成域の地震モーメント：5.1×10²¹Nm
 強震動生成域の応力降下量：30MPa
 短周期レベル：3.37×10²⁰Nm/s²



<内閣府モデル（最大クラスの長周期地震）>
 （内閣府(2015)に敷地位置、図の説明（強震動生成域（アスペリティ）、破壊開始点、領域の名称）を加筆）

<内閣府モデル（最大クラスの地震）>
 （内閣府(2012)に敷地位置、図の説明（強震動生成域（アスペリティ）、破壊開始点、領域の名称）を加筆）

- ※1 内閣府モデル（最大クラスの長周期地震）が、長周期地震動（周期2～10秒程度）を推計するためのモデルであることを踏まえ、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地震動評価を行う。
- ※2 括弧内の値は、駿河湾域、東海、南海の3領域の震源断層パラメータを表す。
- ※3 内閣府(2015)では、東南海域と記載されているが、本資料では内閣府(2012)と合わせて東海域と記載。

・後述のとおり、内閣府モデル（最大クラスの地震）に破壊開始点を追加（破壊開始点1～3）して基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）を設定していることから、ここでの地震動評価では破壊開始点1～3を対象とした。

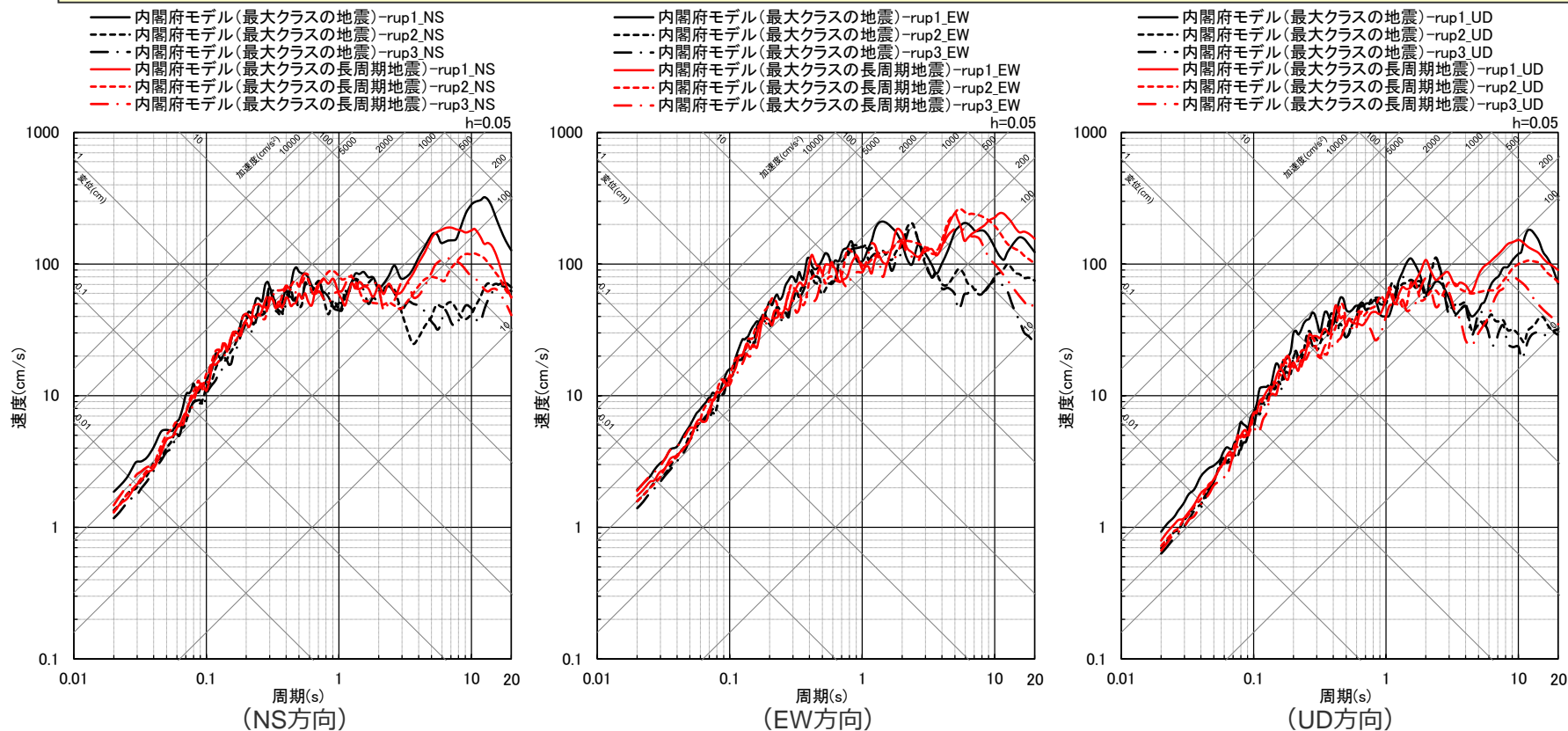
<3.1.2 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>

検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の選定

（②内閣府モデル（最大クラスの地震）と内閣府モデル（最大クラスの長周期地震）の比較（地震動評価））

- 内閣府モデル（最大クラスの地震）及び内閣府モデル（最大クラスの長周期地震）について、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地震動評価結果を比較した結果、両者の地震動レベルが同程度であることを確認した。
- これは、内閣府モデル（最大クラスの長周期地震）の敷地における地震動に支配的と考えられる強震動生成域（SMGA③（短周期レベル $9.38 \times 10^{19} \text{Nm/s}^2$ ）とSMGA②（短周期レベル $7.05 \times 10^{19} \text{Nm/s}^2$ ））が、内閣府モデル（最大クラスの地震）の敷地における地震動に支配的な強震動生成域（東海SMGA①（短周期レベル $1.42 \times 10^{20} \text{Nm/s}^2$ ））に比べて、短周期レベルは小さいものの、敷地のより近くに位置していることが原因であると考えられる。

○不確かさの考慮において、強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデルをベースモデルとして扱い、各不確かさとの組合せを考慮する方針としており（p.209～参照）、両モデルについて、敷地直下に強震動生成域を配置したケースの地震動評価も行い、地震動レベルの比較を行う。

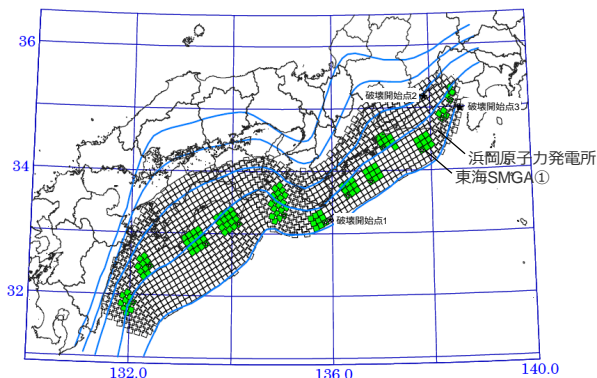


<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果の比較（応答スペクトル）>

<3.1.2 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）> 検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の選定

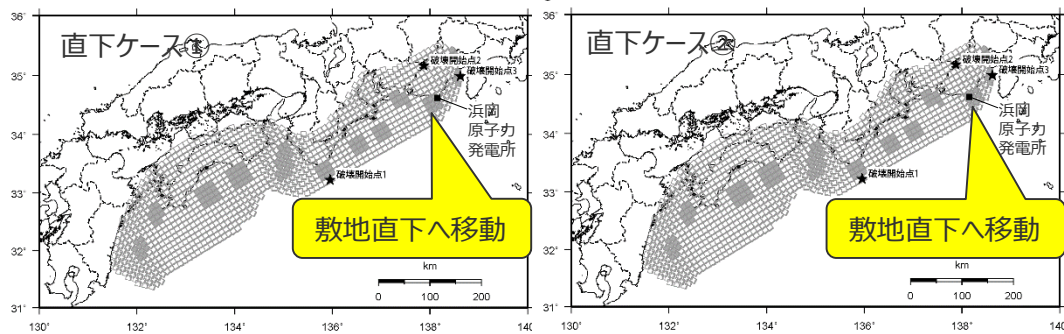
（②内閣府モデル（最大クラスの地震）と内閣府モデル（最大クラスの長周期地震）の比較（概要（敷地直下に強震動生成域を配置した場合）））

○内閣府モデル（最大クラスの長周期地震）について、右図に示すとおり、強震動生成域（SMGA③）を敷地直下に配置したモデル（内閣府モデル（最大クラスの長周期地震）（直下ケース））を設定して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地震動評価を行い、内閣府モデル（最大クラスの地震）について、強震動生成域を敷地直下に配置したモデル（内閣府モデル（最大クラスの地震）（直下ケース①、直下ケース②）※の地震動評価結果と比較する。

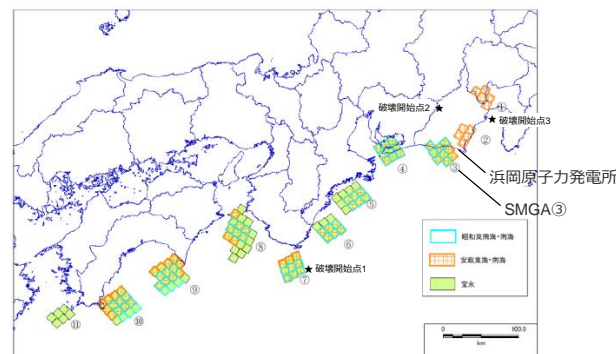


<内閣府モデル（最大クラスの地震）>（内閣府(2012)に敷地位置、図の説明（破壊開始点、東海SMGA①）を加筆）

東海SMGA①を敷地直下に配置

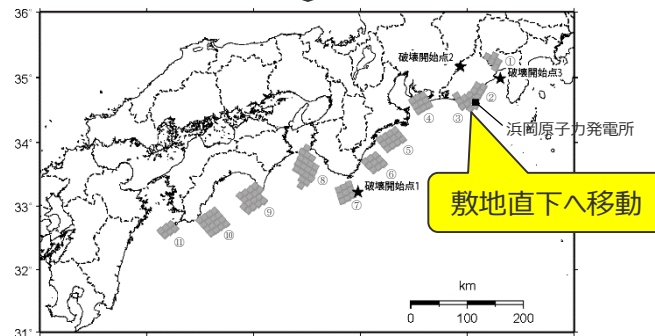


<内閣府モデル（最大クラスの地震）（直下ケース①、直下ケース②）※の震源モデル>



<内閣府モデル（最大クラスの長周期地震）>（内閣府(2015)に敷地位置、図の説明（破壊開始点、SMGA③）を加筆）

SMGA③を敷地直下に配置



<内閣府モデル（最大クラスの長周期地震）>

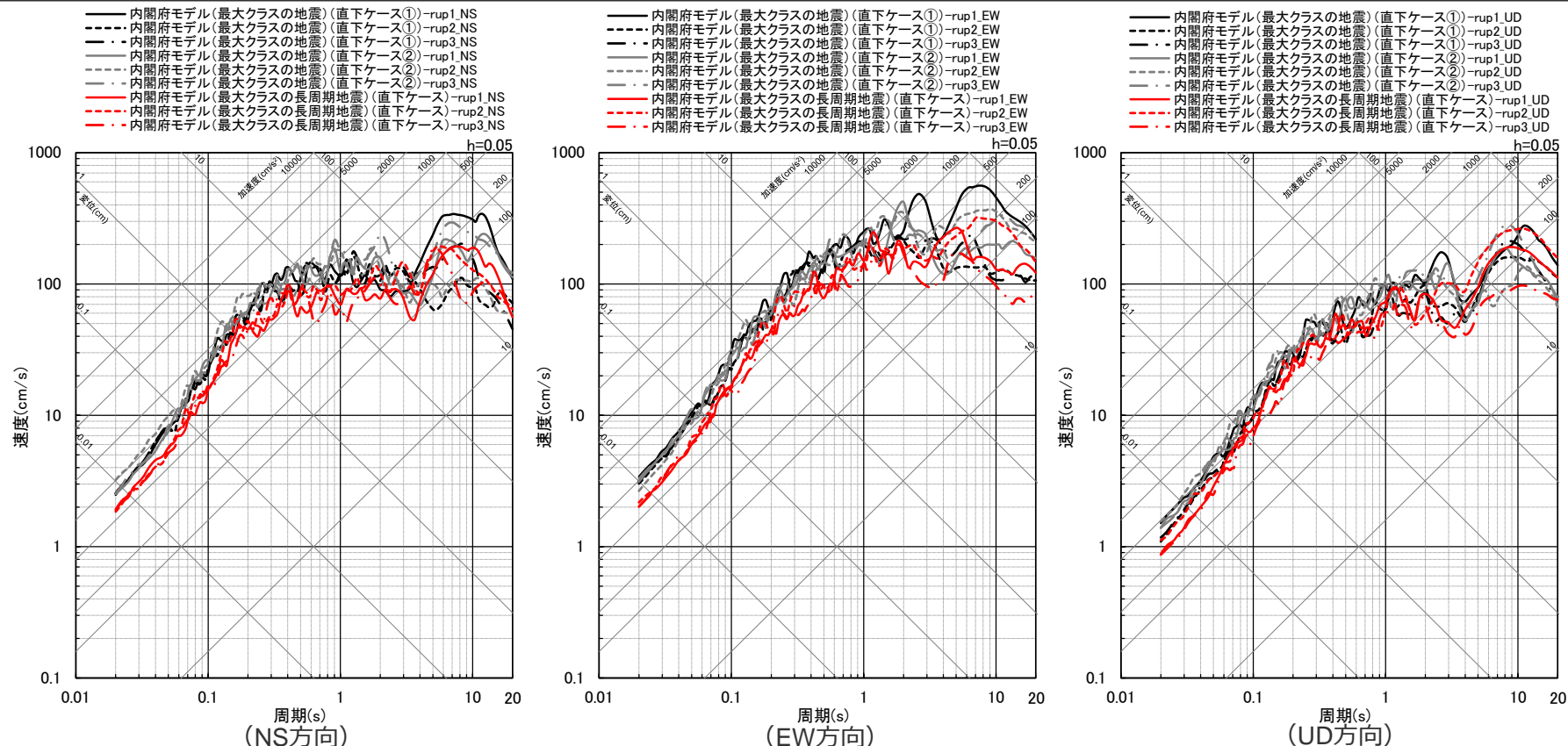
※ 後述する強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（直下ケース①、直下ケース②）（地震動の顕著な増幅を考慮しない）に該当。（直下ケース）の震源モデル>

・後述のとおり、内閣府モデル（最大クラスの地震）に破壊開始点を追加（破壊開始点1～3）して基本震源モデルを設定していることから、ここでの地震動評価では破壊開始点1～3を対象とした。

<3.1.2 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）> 検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の選定

（②内閣府モデル（最大クラスの地震）と内閣府モデル（最大クラスの長周期地震）の比較（地震動評価結果（敷地直下に強震動生成域を配置した場合）））

- 内閣府モデル（最大クラスの地震）（直下ケース①、直下ケース②）と内閣府モデル（最大クラスの長周期地震）（直下ケース）について、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地震動評価結果を比較した結果、内閣府モデル（最大クラスの地震）（直下ケース①、直下ケース②）の地震動レベルの方が内閣府モデル（最大クラスの長周期地震）（直下ケース）より大きくなっていることを確認した。
- これは、内閣府モデル（最大クラスの長周期地震）（直下ケース）の敷地直下に位置するSMGA②及びSMGA③の短周期レベル（ $1.17 \times 10^{20} \text{Nm/s}^2$ ）に比べて、内閣府モデル（最大クラスの地震）（直下ケース①、直下ケース②）の敷地直下に位置する東海SMGA①の短周期レベル（ $1.42 \times 10^{20} \text{Nm/s}^2$ ）の方が大きいことによる。



<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）>

○ 以上の比較から、敷地への影響が大きい内閣府(2012)による南海トラフで想定される最大クラスの地震（Mw9.0、内閣府モデル（最大クラスの地震））を検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）として選定。

<3.1.2 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）> 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】

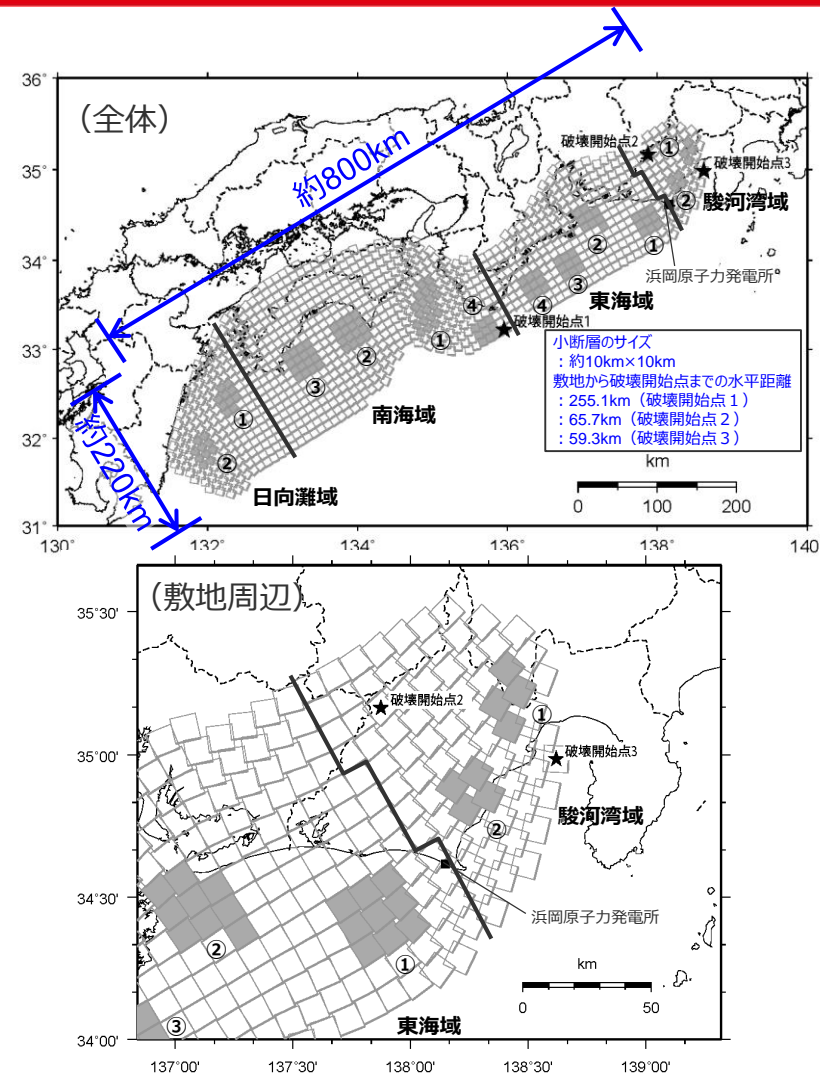
- 内閣府(2012)により、南海トラフで想定される最大クラスの地震として設定された強震断層モデル（内閣府モデル（最大クラスの地震））※1に基づき、破壊開始点を追加※2して設定。

【震源断層パラメータ】

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

※1： 内閣府(2012)により南海トラフで想定される最大クラスの地震として設定された強震断層モデル（基本ケース）。
 ※2： 内閣府(2012)により設定されている紀伊半島の南の破壊開始点（破壊開始点1）に加え、敷地の北西方向及び北東方向にそれぞれ破壊開始点2及び破壊開始点3を新たに設定。

・ 震源モデルの形状の詳細は、深さコンターについて第841回審査会合資料1-2補足説明資料②、詳細な断面図（東西21断面、南北77断面）について第841回審査会合資料1-2補足説明資料⑤参照。
 ・ 基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の震源断層パラメータは、補足説明資料②p.120~参照。



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

・ 黒字の丸数字はプレート間地震の強震動生成域のNo.を表す。

<3.1.2 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）> 不確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

基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）

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

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

二
同じ
地震動
レベル

影響確認モデル

- 分岐断層の地震時挙動に関する検討から、プレート境界浅部及び分岐断層による強震動励起は小さいことを考慮して、プレート境界面の破壊に伴い、受動的にプレート境界浅部や分岐断層が破壊するケースとして、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）に対し、プレート境界浅部及び分岐断層を付加した影響確認モデルを設定し、プレート境界浅部や分岐断層が強震動励起に及ぼす影響が小さいことを確認^{*1}。

※1 補足説明資料④-11参照。

不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）（不確かさの考慮におけるベースモデル）

【強震動生成域の位置の不確かさの考慮】

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

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

不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）

【強震動生成域の位置と地震規模の不確かさの組合せの考慮】

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

【強震動生成域の位置と分岐断層の強震動励起特性に係る不確かさの組合せの考慮】

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

【強震動生成域の位置と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層への破壊伝播に係る不確かさの組合せの考慮】

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

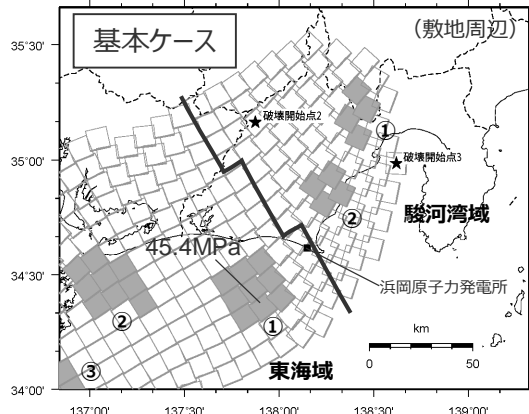
基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）
+不確かさ④（強震動生成域の位置）
+不確かさ⑤（地震規模（Mw9.1））

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

※3 内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層（御前崎海脚西部の断層帯、A-17断層）の震源モデル及び震源断層パラメータは、内陸地殻内地震の地震動評価において各不確かさを考慮していることを踏まえ、保守的な評価となるよう、不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない（御前崎海脚西部の断層帯による地震）及び不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない（A-17断層による地震））を用いる。

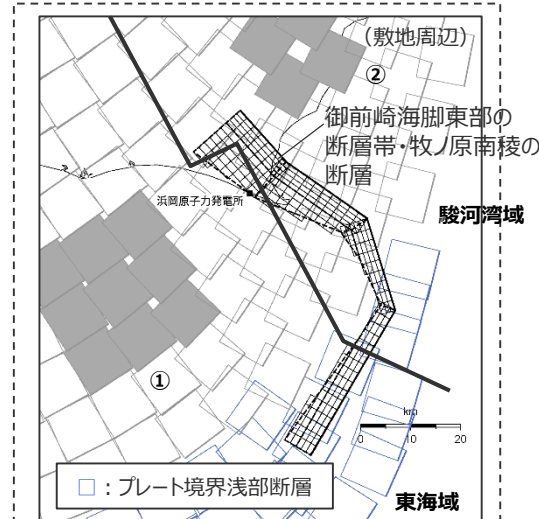
<3.1.2 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>
不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の設定
（震源モデル一覧 1 / 2）

基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）



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

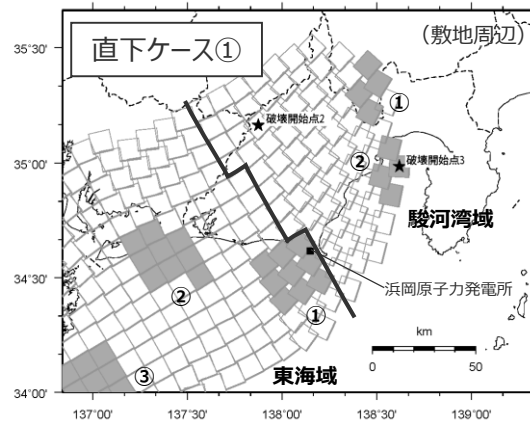
影響確認モデル



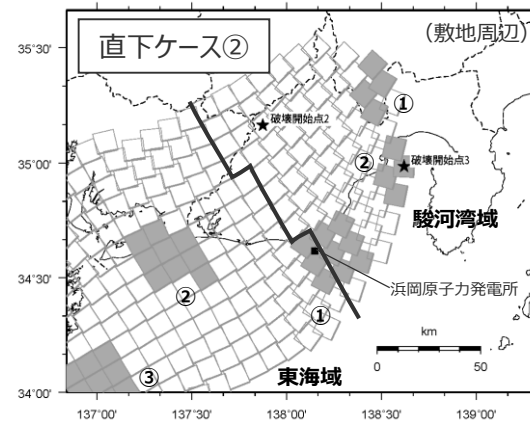
※ 補足説明資料④-11参照。

二
同じ地震動レベル※

強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル
（地震動の顕著な増幅を考慮しない）（不確かさの考慮におけるベースモデル）



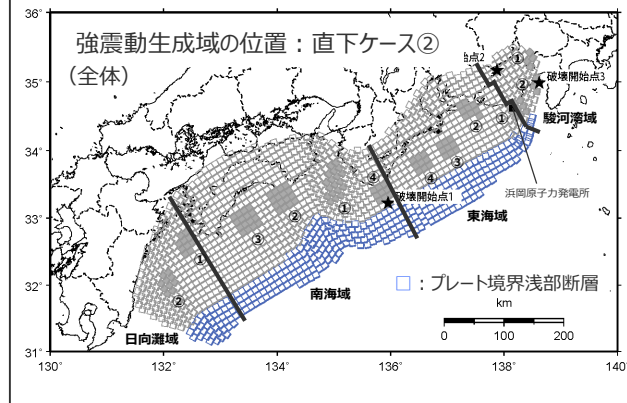
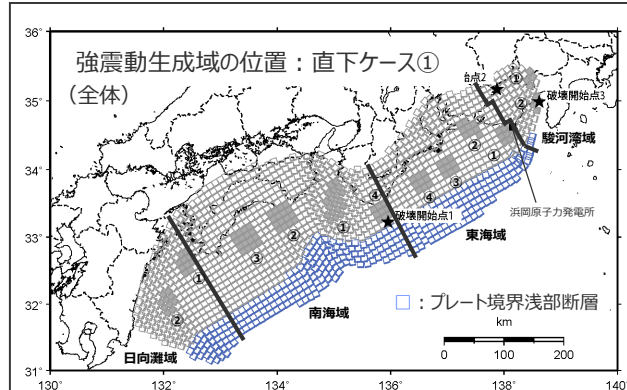
基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない） + 不確かさ④（強震動生成域の位置）



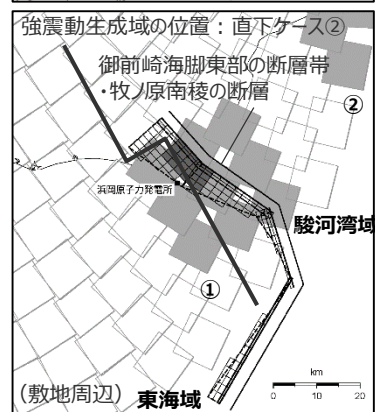
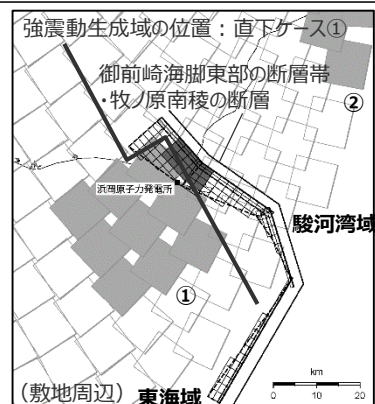
<3.1.2 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）> 不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の設定 （震源モデル一覧2 / 2）

不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない） ← 前ページより ・黒字の丸数字はプレート間地震の強震動生成域のNo.を表す。

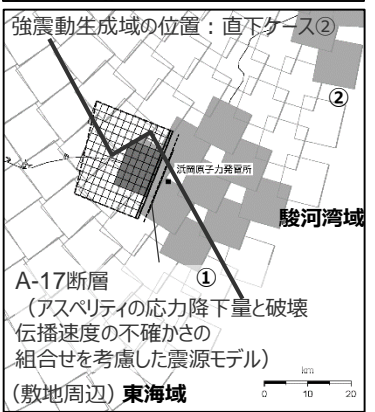
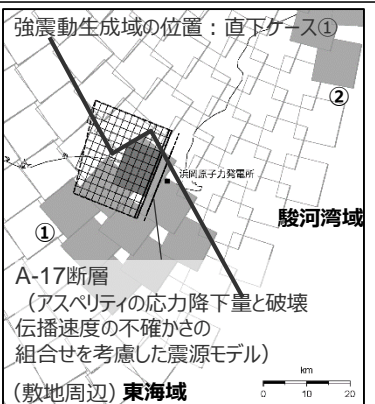
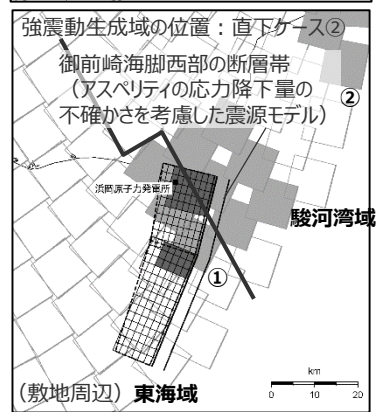
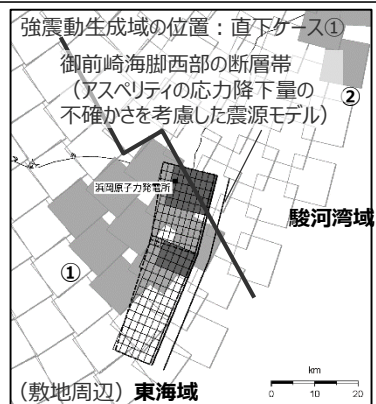
強震動生成域の位置と地震規模の不確かさの組合せの考慮



強震動生成域の位置と分岐断層の強震動励起特性に係る不確かさの組合せの考慮



強震動生成域の位置と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層への破壊伝播に係る不確かさの組合せの考慮



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

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

基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）
+ 不確かさ④（強震動生成域の位置）
+ 不確かさ⑦（内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層への破壊伝播）※2

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

※2 内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層（御前崎海脚西部の断層帯、A-17断層）の震源モデル及び震源断層パラメータは、内陸地殻内地震の地震動評価において各不確かさを考慮していることを踏まえ、保守的な評価となるよう、不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）（御前崎海脚西部の断層帯による地震）及び不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）（A-17断層による地震）を用いる。

不確かさの考慮（重畳）の考え方

不確かさを考慮する断層パラメータ

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

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

- ① 破壊開始点
- ② 地震規模（Mw9.0）
- ③ 強震動生成域の応力降下量

- ④ 強震動生成域の位置*
- ⑤ 地震規模（Mw9.1）
- ⑥ 分岐断層の強震動励起特性
- ⑦ 内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層への破壊伝播

<凡例>

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

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

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

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

不確かさの考慮（重畳）の考え方

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

<3.1.2 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>

不確かさの考慮（重畳）の考え方

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

<3.1.2 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>

不確かさの考慮のまとめ

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

検討用地震の震源モデル （地震動の顕著な増幅を 考慮しない）	地震発生形態	強震動生成域の位置	強震動生成域の 応力降下量	地震規模	破壊開始点
基本震源モデル（地震動の 顕著な増幅を考慮しない）	プレート間地震の 震源断層が破壊	中央防災会議(2003b)による強震 断層モデル（過去地震）の強震 動生成域の位置を踏まえて設定	34～46MPa程度	Mw9.0	破壊の伝播方向が敷地 へ向かうよう配置
強震動生成域の位置の不確 かさを考慮した震源モデル （地震動の顕著な増幅を考 慮しない）	プレート間地震の 震源断層が破壊	敷地下方に設定	34～46MPa程度	Mw9.0	破壊の伝播方向が敷地 へ向かうよう配置
強震動生成域の位置と地震 規模の不確かさの組合せを 考慮した震源モデル（地震 動の顕著な増幅を考慮しな い）	プレート間地震の 震源断層が破壊	敷地下方に設定	34～46MPa程度	Mw9.1	破壊の伝播方向が敷地 へ向かうよう配置
強震動生成域の位置と分岐 断層の強震動励起特性に係 る不確かさの組合せを考慮 した震源モデル（地震動の顕 著な増幅を考慮しない）	プレート間地震の震源断層の 破壊に伴い、受動的に分岐 断層が破壊し、分岐断層が 強震動を発生させると想定※1	敷地下方に設定	34～46MPa程度	Mw9.0	破壊の伝播方向が敷地 へ向かうよう配置
強震動生成域の位置と内陸 地殻内地震の震源として考 慮する活断層への破壊伝播 に係る不確かさの組合せを考 慮した震源モデル（地震動の 顕著な増幅を考慮しない）	プレート間地震の震源断層の 破壊が、内陸地殻内地震の 震源として考慮する活断層に 伝播するケースを想定※2	敷地下方に設定	34～46MPa程度	Mw9.0	破壊の伝播方向が敷地 へ向かうよう配置

※1 強震動予測レシピ(2017)を参考に強震動生成域（アスペリティ）を有するモデルとして、強震動励起特性が内陸地殻内地震と同程度になるよう震源モデルを設定する。
 ※2 内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層（御前崎海脚西部の断層帯、A-17断層）の震源モデル及び震源断層パラメータは、内陸地殻内地震の地震動評価において各不確かさを考慮していることを踏まえ、保守的な評価となるよう、不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）（御前崎海脚西部の断層帯による地震）及び不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）（A-17断層による地震）を用いる。
 ・破壊伝播速度（補足説明資料④-15）及び破壊開始点（補足説明資料④-16）について、基本震源モデルにおける設定値の代表性を確認。
 ・fmaxの影響検討（補足説明資料④-17）を実施。

<3.1.2 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>

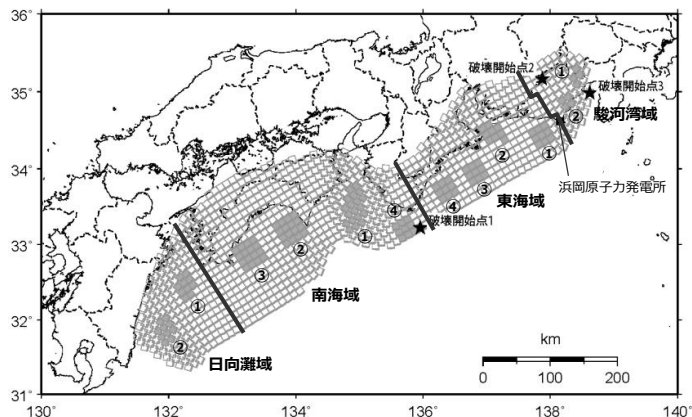
不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の設定
（強震動生成域の位置の不確かさの考慮）

【強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（直下ケース①、直下ケース②）（地震動の顕著な増幅を考慮しない）】

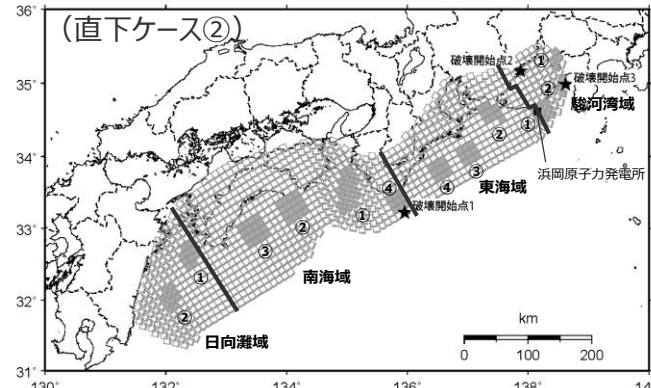
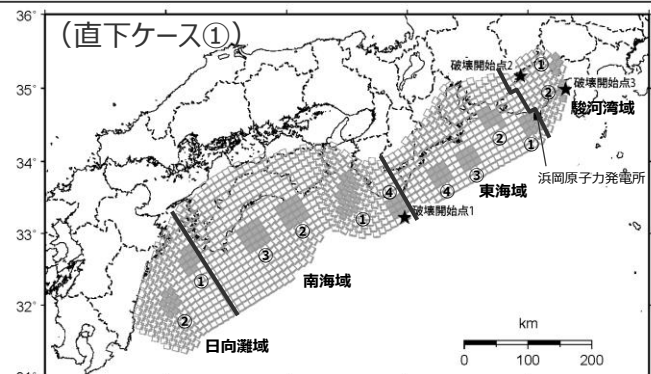
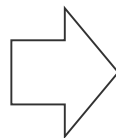
- 基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）※1に対して、強震動生成域を敷地直下に配置して、強震動生成域の位置の不確かさを考慮することで、地震動評価に支配的なパラメータと考えられる強震動生成域の応力降下量及び位置の不確かさと破壊開始点の不確かさを同時に考慮する。
- 強震動生成域の位置の不確かさの考慮にあたっては、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）において敷地周辺で短周期レベルが大きい東海SMGA①の敷地からの最短距離が重要との観点から、東海SMGA①の敷地からの最短距離が最も短くなるよう敷地直下に配置する。
- 具体的には、東海SMGA①は東海域内に設定された強震動生成域であることを踏まえ、東海SMGA①を東海域内で敷地に最も近い位置に移動させることで、強震動生成域を敷地直下に配置した直下ケース①を設定する。これは、内閣府モデル（最大クラスの地震）の東側ケースに相当する。
- この直下ケース①は、東海SMGA①が敷地からの最短距離が最も短い場所に位置するので、強震動生成域の位置の不確かさの影響を代表できると考えられる※2が、東海SMGA①が敷地の西寄りに位置していることを踏まえ、より慎重な評価を行うため、東海SMGA①を東海域と駿河湾域の境界を越えて敷地からの最短距離が最も短かつ敷地の東寄りに位置するよう配置した直下ケース②も設定する。

※1 基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）には、地震規模（Mw9.0）、強震動生成域の応力降下量、破壊開始点の不確かさを予め考慮。

※2 東海SMGA①の位置を少しずつ移動した場合の影響確認は補足説明資料④-10参照。



<基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>



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

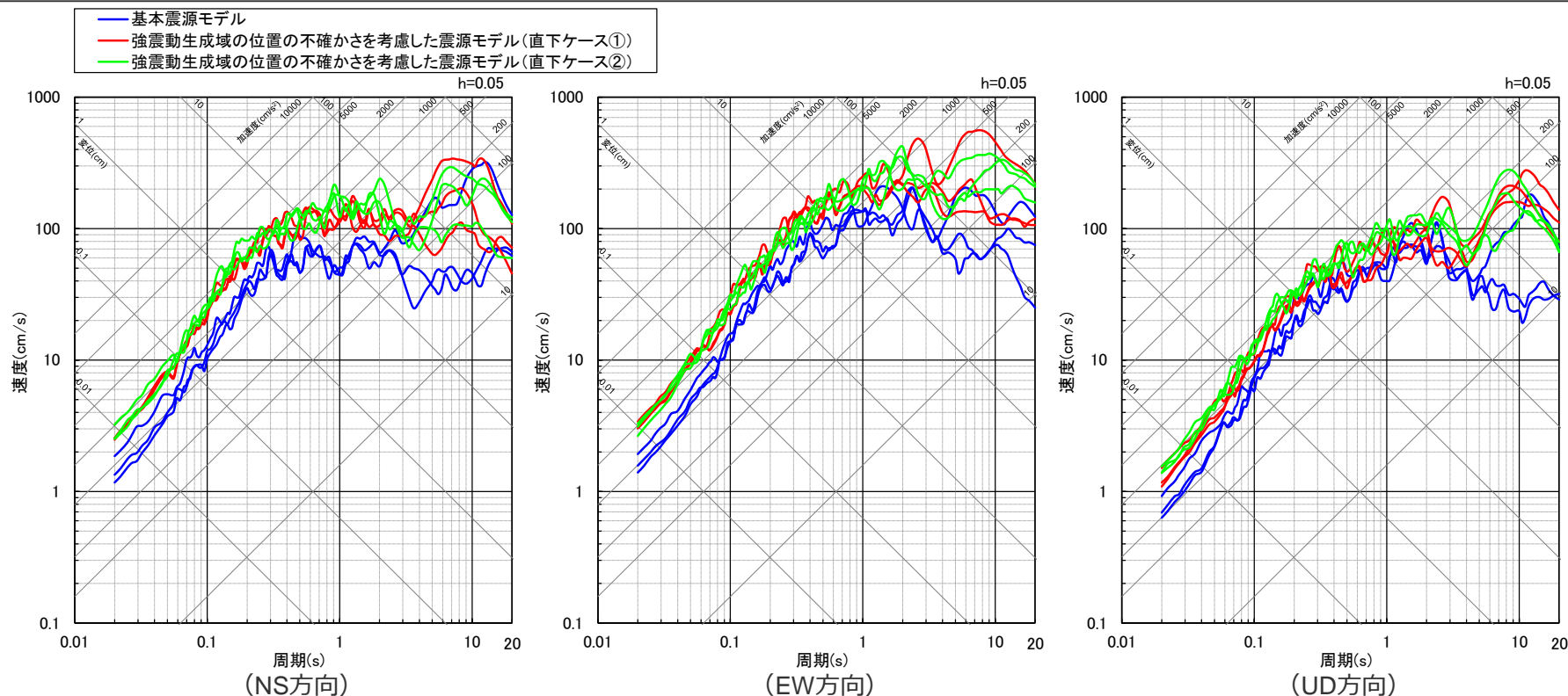
・黒字の丸数字はプレート間地震の強震動生成域のNo.を表す。

・下線（_____）は、一部修正箇所を示す。

<3.1.2 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>

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

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

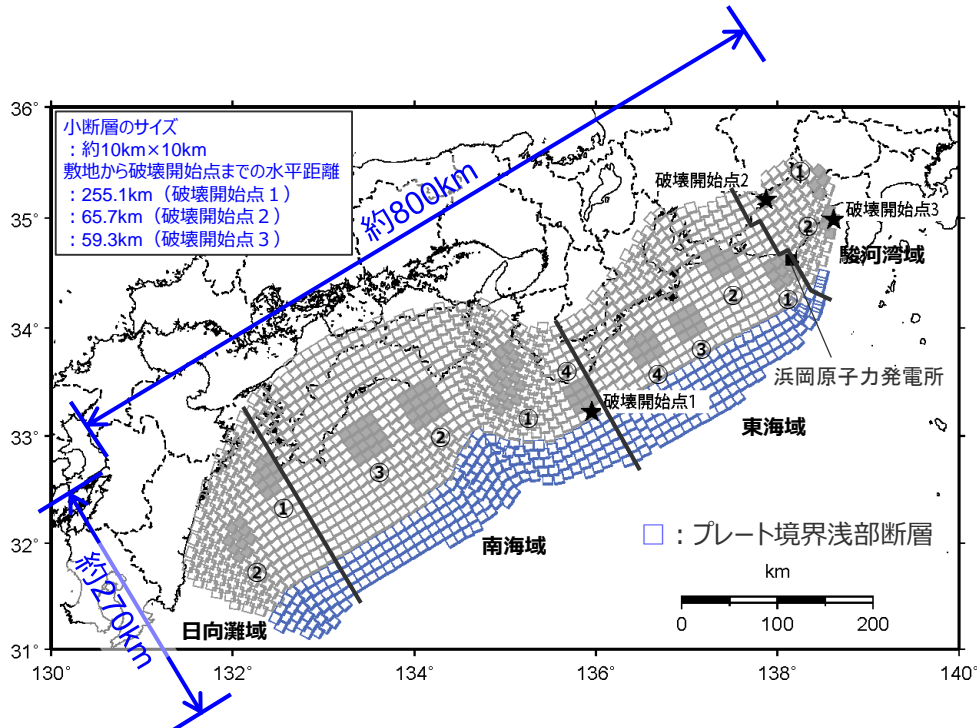


断層モデルを用いた手法による地震動評価結果の比較（応答スペクトル）
 （基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）、強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（直下ケース①、直下ケース②）（地震動の顕著な増幅を考慮しない））

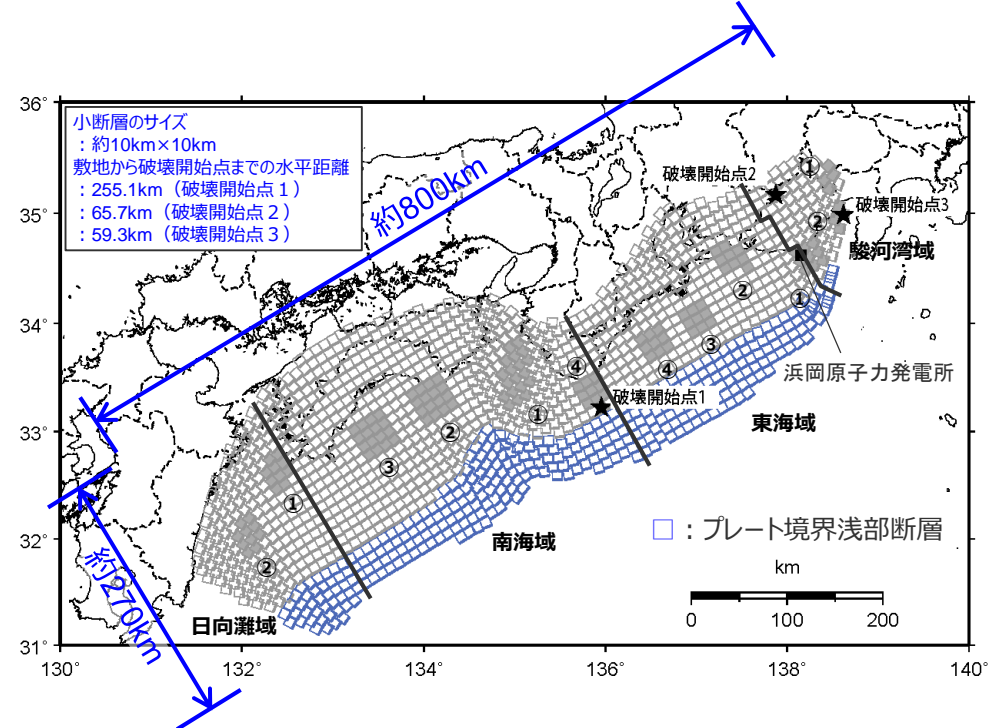
<3.1.2 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>
不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の設定
（強震動生成域の位置と地震規模の不確かさの組合せの考慮）

【強震動生成域の位置（直下ケース①・②）と地震規模の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）】

○地震規模の不確かさの考慮として、震源域を浅部へ拡大し、すべり量を大きくすることで、地震規模をMw9.1としたケースを考慮する。



（強震動生成域の位置（直下ケース①）との組合せ）



（強震動生成域の位置（直下ケース②）との組合せ）

<強震動生成域の位置（直下ケース①・直下ケース②）と地震規模の不確かさ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）>
（Mw9.1の震源モデル）

・黒字の丸数字はプレート間地震の強震動生成域のNo.を表す。

<3.1.2 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>

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

分岐断層の地震時挙動に関する検討（補足説明資料④-11参照）

- 敷地周辺には、外縁隆起帯のトラフ側斜面の付加体内等に分岐断層が分布しており、プレート間地震の発生形態の一つとして、プレート間地震の震源断層の破壊に伴い受動的に破壊するものと考えられる。
- 「南海トラフ、日本及び世界の沈み込み帯における地震時挙動に関する知見」及び「プレート境界浅部及び分岐断層が強震動励起に及ぼす影響確認」から、プレート境界面の破壊に伴い、受動的にプレート境界浅部や分岐断層が破壊しても、強震動励起に及ぼす影響は小さいことを確認した。

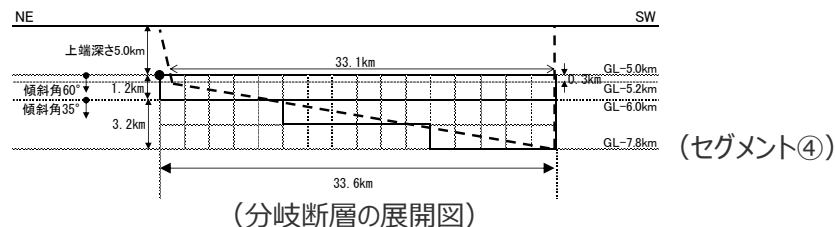
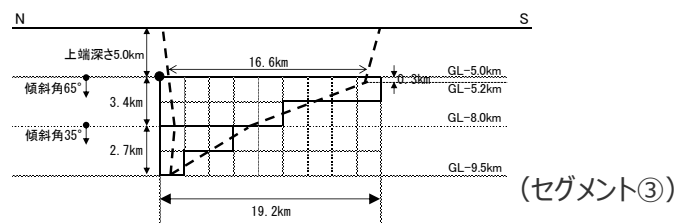
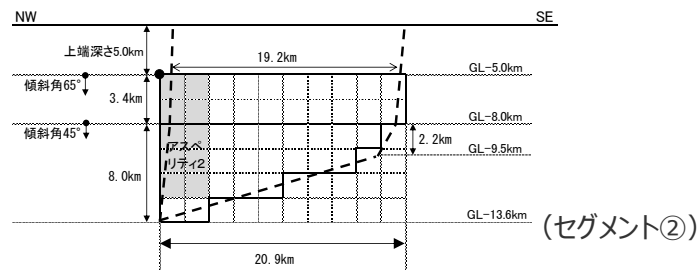
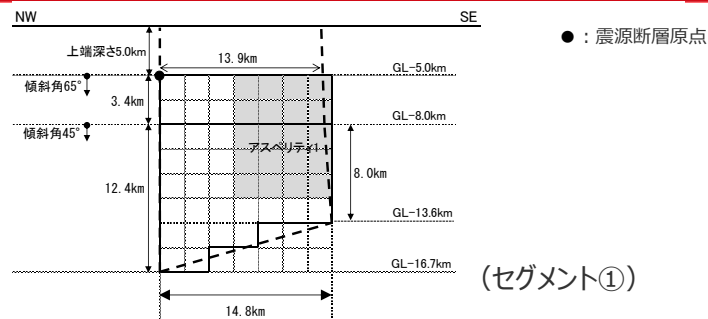
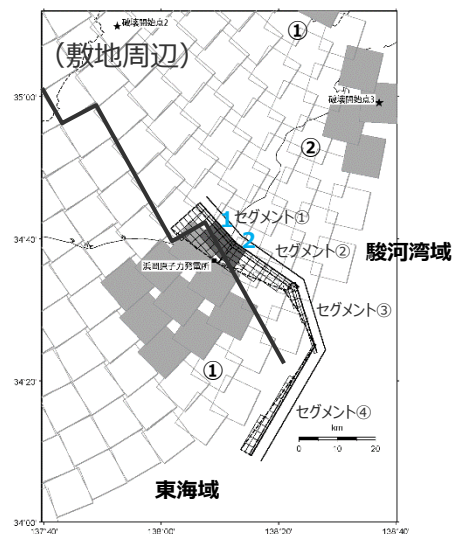
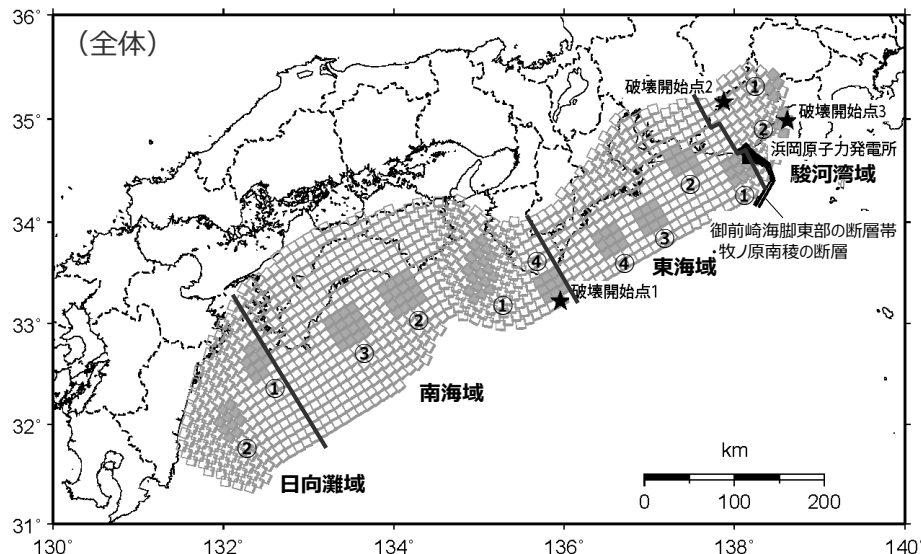
分岐断層の地震時挙動を踏まえた地震動評価への反映方法

- プレート間地震の地震動評価に関して、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）は、内閣府(2012)の「南海トラフの巨大地震モデル検討会」における南海トラフで想定される最大クラスの地震の強震断層モデル（Mw9.0）を踏まえて設定しており、地震規模、破壊開始点の他、強震動励起に最も影響を及ぼす強震動生成域の応力降下量について、予め不確かさを考慮している。
- また、分岐断層は単独で破壊するものではなく、プレート間地震の発生形態の一つとして、プレート間地震の震源断層の破壊に伴い受動的に破壊するものと考えられる。
- 「分岐断層の地震時挙動に関する検討」で示したとおり、プレート間地震の震源断層の破壊に伴って受動的に分岐断層やプレート境界浅部が破壊しても、強震動励起に及ぼす影響は小さく、これらの影響は、プレート間地震の地震動評価において、強震動励起に係る強震動生成域の応力降下量の不確かさを予め考慮して基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）を設定することで代表できると考えられる。
- ただし、敷地周辺に分岐断層のうち、敷地への影響が最も大きい「御前崎海脚東部の断層帯・牧ノ原南稜の断層」は、敷地から近い位置に分布していることから、「分岐断層の強震動励起特性に係る不確かさの考慮」として、プレート間地震の震源断層の破壊に伴い、受動的に分岐断層が破壊し、分岐断層が強震動を発生させると想定したケースを考慮する。
- 分岐断層については、強震動予測レシピ(2017)を参考に強震動生成域（アスペリティ）を有するモデルとして、強震動励起特性が内陸地殻内地震と同程度になるよう震源モデルを設定する。

：分岐断層の強震動励起特性に係る不確かさの考慮に関する検討の詳細は、補足説明資料④-12参照。

<3.1.2 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>

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



(分岐断層の展開図)

<強震動生成域の位置（直下ケース①）と分岐断層の強震動励起特性に係る不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の例>

<3.1.2 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>

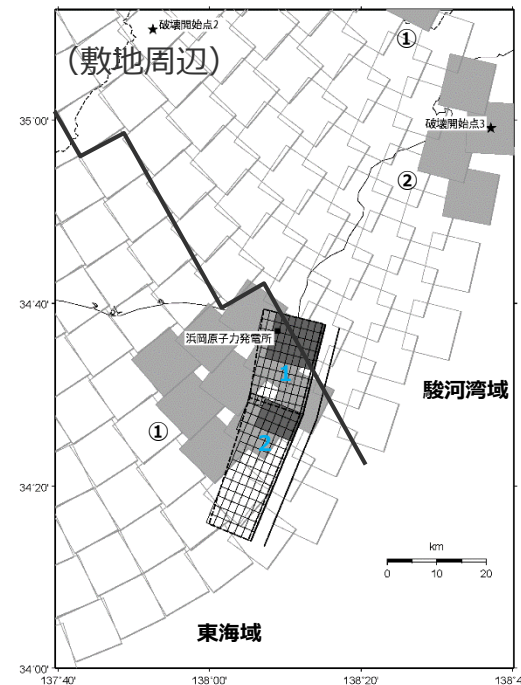
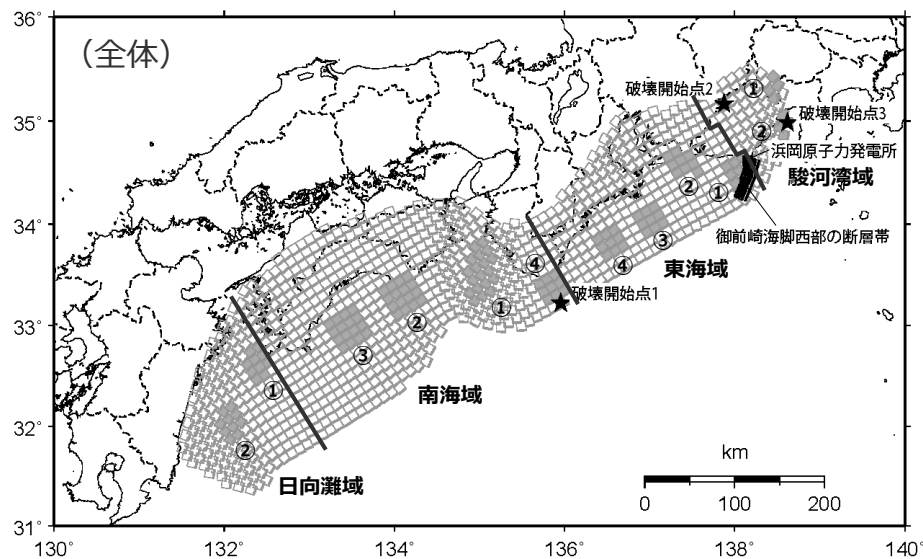
不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の設定
（強震動生成域の位置と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層への破壊伝播に係る不確かさの組合せの考慮）

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考慮

- プレート境界面の破壊が外縁隆起帯のトラフ側斜面の付加体内に分布する分岐断層に伝播する活動の繰り返しにより、外縁隆起帯等の顕著な地形的高まりが形成されており、陸側のより古い付加体内に分布し、顕著な地形的高まりとの関連が認められない内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層にプレート境界面の破壊が伝播する可能性は低いと考えられるが、それらの活断層が敷地の近くに分布していることから、より慎重な評価を行うこととし、不確かさの考慮として、プレート間地震の震源断層の破壊が内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層に伝播すると想定したケースを考慮する。
- 対象とする内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層は、内陸地殻内地震の地震動評価の検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）として選定した御前崎海脚西部の断層帯とA-17断層とする。
- 震源モデル及び震源断層パラメータは、内陸地殻内地震の地震動評価において各不確かさ又は各不確かさの組合せを考慮していることを踏まえ、保守的な評価となるよう、不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）（御前崎海脚西部の断層帯による地震）及び不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）（A-17断層による地震）を用いることとする。

・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考慮に関する検討の詳細は、補足説明資料④-13参照。

<3.1.2 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>
不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の設定
（強震動生成域の位置と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層への破壊伝播に係る不確かさの組合せの考慮）



<強震動生成域の位置（直下ケース①）と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層（御前崎海脚西部の断層帯（アスペリティの応力降下量の不確かさを考慮した震源モデル））への破壊伝播に係る不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の例>

・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。

余白

<3.1.2 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）> 地震動評価手法（評価方針）

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

【応答スペクトルに基づく地震動評価】

- 岩盤における観測記録に基づいて提案された距離減衰式で、解放基盤表面における水平方向及び鉛直方向の地震動の応答スペクトルを評価することができるNoda et al.(2002)の方法を用いる。
- Noda et al.(2002)の方法を用いるに当たっては、適用条件、適用範囲を検討した上で、距離減衰式が適切に選定されていることを確認する。また、適用範囲外と判断される震源モデルについては、その他の方法の適用条件、適用範囲を検討する。
- 領域区分は、①駿河湾域＋東海域＋南海域＋日向灘域に加え、②駿河湾域＋東海域＋南海域、③駿河湾域＋東海域、④東海域、⑤駿河湾域の各ケースを対象とする。地震規模Mjは佐藤(1989)で設定し、Mj8.5を超える震源モデルは、Mj8.5とする。
- 連動ケースについては、応答スペクトルに基づく地震動評価ではなく、この破壊過程がより適切に反映できると考えられる断層モデルを用いた手法による地震動評価を行う。

【断層モデルを用いた手法による地震動評価】

- 一次元地下構造モデル※1の妥当性を確認した統計的グリーン関数法（短周期領域）と波数積分法（長周期領域）によるハイブリッド合成法※2を用いる。
- ハイブリッド合成法に関しては、強震動予測レシピーに基づき、理論的手法の精度の限界及び半経験的手法の有効性を考慮して接続周期の設定等を行い、強震動予測結果の検証として、距離減衰式を用いた推定値との比較等を行う。

・応答スペクトルに基づく地震動評価は主に巨視的断層パラメータによる影響を、断層モデルを用いた手法による地震動評価は主に微視的断層パラメータによる影響を確認することができるため、これらの特徴等を踏まえて、検討用地震毎に地震動評価を行う。

※1：一次元地下構造モデルは、地震観測記録を用いて推定した地盤モデルに基づく地盤増幅率、敷地の観測記録（2009年駿河湾の地震の観測記録、Coda波部H/Vスペクトル及び微動アレイ観測による分散曲線）との比較・検討を行い、その妥当性を確認している（補足説明資料①-11参照）。

※2：統計的グリーン関数法と波数積分法によるハイブリッド合成法を用いるに当たっては、適切な要素地震が得られている海洋プレート内地震の基本震源モデルを対象として、経験的グリーン関数法と波数積分法によるハイブリッド合成法に基づく地震動評価結果との比較・検討を行い、評価手法の代表性を確認している（補足説明資料④-33参照）。

<3.1.2 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>

応答スペクトルに基づく地震動評価

（評価方針）

- ・基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）
- ・強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（直下ケース①、直下ケース②）（地震動の顕著な増幅を考慮しない）
- ・強震動生成域の位置（直下ケース①、直下ケース②）と地震規模の不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）

【応答スペクトルに基づく地震動評価の評価方針】

- 基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）、強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（直下ケース①、直下ケース②）（地震動の顕著な増幅を考慮しない）及び強震動生成域の位置（直下ケース①、直下ケース②）と地震規模の不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）は、岩盤における観測記録に基づいて提案された距離減衰式で、解放基盤表面における水平方向及び鉛直方向の地震動の応答スペクトルを評価することができるNoda et al.(2002)の方法を用いて応答スペクトルに基づく地震動評価を行う。
- 上記の検討用地震の各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）は、駿河湾域、東海域、南海域及び日向灘域で設定されている。そこで、①駿河湾域＋東海域＋南海域＋日向灘域に加え、②駿河湾域＋東海域＋南海域、③駿河湾域＋東海域、④東海域、⑤駿河湾域の各ケースについても、地震規模と等価震源距離を算出し、Noda et al.(2002)の適用性検討を行った上で、地震動評価を行い、それらのうち、敷地への影響が最も大きい評価結果を、その震源モデルの応答スペクトルに基づく地震動評価結果として採用する。
- ここで、強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）のうち、直下ケース①は、内閣府(2012)に基づき、基本震源モデルの強震動生成域を、各領域内で東側に（敷地に近づくように）移動して設定している。それに対し、直下ケース②は、直下ケース①において敷地に最も近い東海SMGA①を更に東側（敷地直下）に移動して設定しており、この強震動生成域は2つの領域（駿河湾域と東海域）にまたがっているため、直下ケース②はこの2つの領域（③駿河湾域＋東海域）を最小の評価対象領域とする。

応答スペクトルに基づく地震動評価

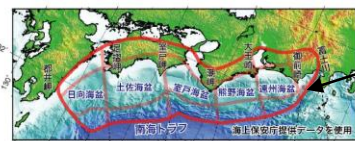
（評価方針）

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

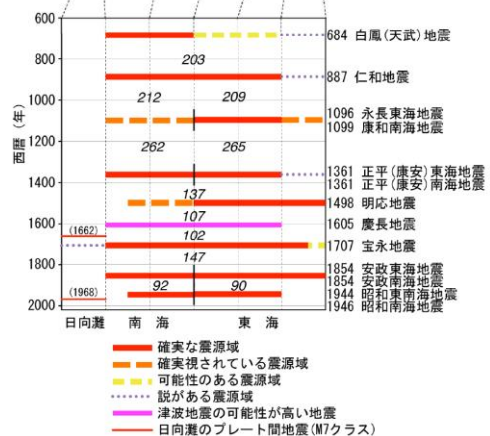
【応答スペクトルに基づく地震動評価の評価方針】

- 強震動生成域の位置（直下ケース①、直下ケース②）と分岐断層の強震動励起特性に係る不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）は、プレート境界面の破壊に伴い、受動的に分岐断層が破壊しても、強震動励起に及ぼす影響が小さいと考えられるものの、分岐断層が強震動を励起すると想定している（補足説明資料④-12参照）。
- また、強震動生成域の位置（直下ケース①、直下ケース②）と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層への破壊伝播に係る不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）は、プレート境界面の破壊が外縁隆起帯のトラフ側斜面の付加体内に分布する分岐断層に伝播する活動の繰り返しにより、外縁隆起帯等の顕著な地形的高まりが形成されており、陸側のより古い付加体内に分布し、顕著な地形的高まりとの関連が認められない内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層にプレート境界面の破壊が伝播する可能性は低いと考えられるが、プレート間地震の震源断層の破壊が内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層に伝播すると想定している（補足説明資料④-13参照）。
- Noda et al.(2002)等の距離減衰式の作成・検証に用いられた地震のデータベースには、上記の破壊過程で生じた地震は含まれないと考えられ、これらの震源モデルについては、応答スペクトルに基づく地震動評価ではなく、この破壊過程がより適切に反映できると考えられる断層モデルを用いた手法による地震動評価を行う。

<3.1.2 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）> 応答スペクトルに基づく地震動評価 （評価方針）

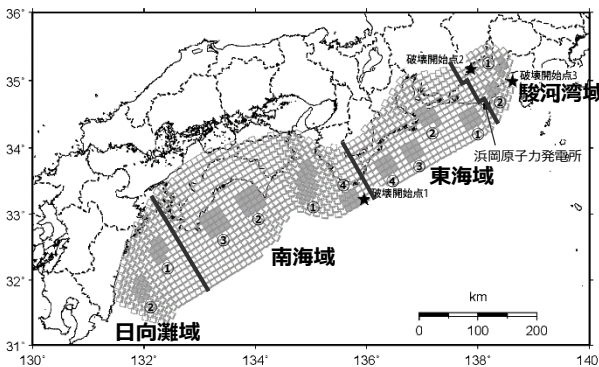


「最大クラスの地震」の震源域

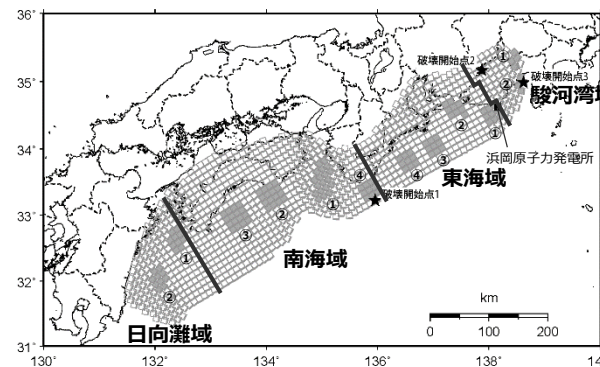


<過去地震や想定地震と領域区分との関係>
 （地震調査委員会(2013)に図の説明
 「最大クラスの地震」の震源域）を加筆

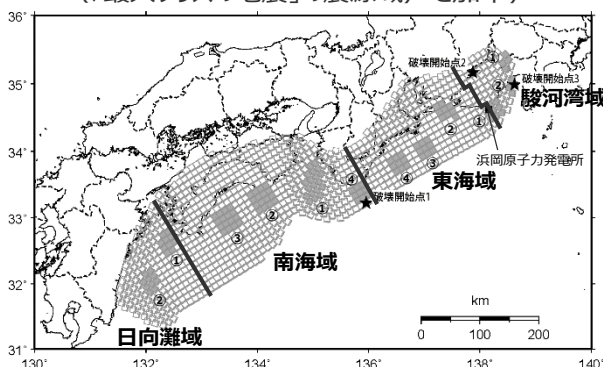
○検討用地震の各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）は、以下のとおり。
 ○駿河湾域、東海域、南海域、日向灘域といった領域区分は、過去地震等との関係を踏まえ設定された地震調査委員会(2013)と整合的である。



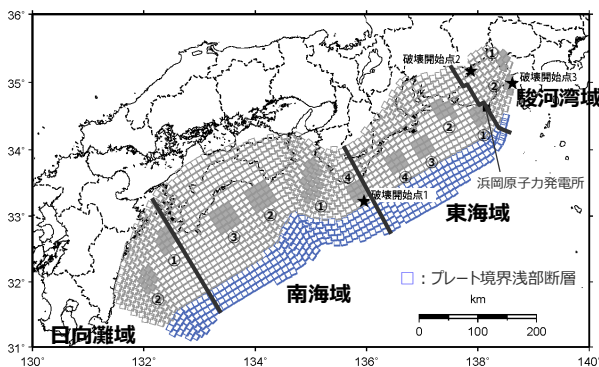
<基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の領域区分>



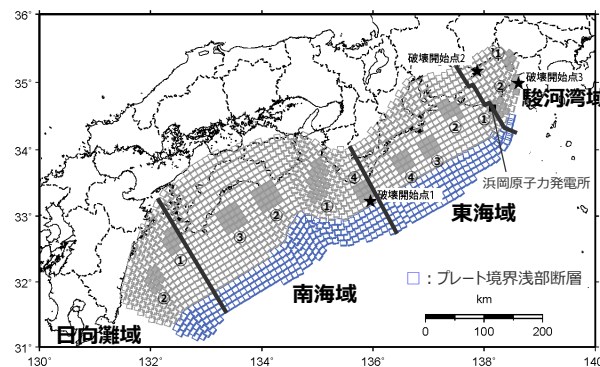
<強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（直下ケース①）（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の領域区分>



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



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



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

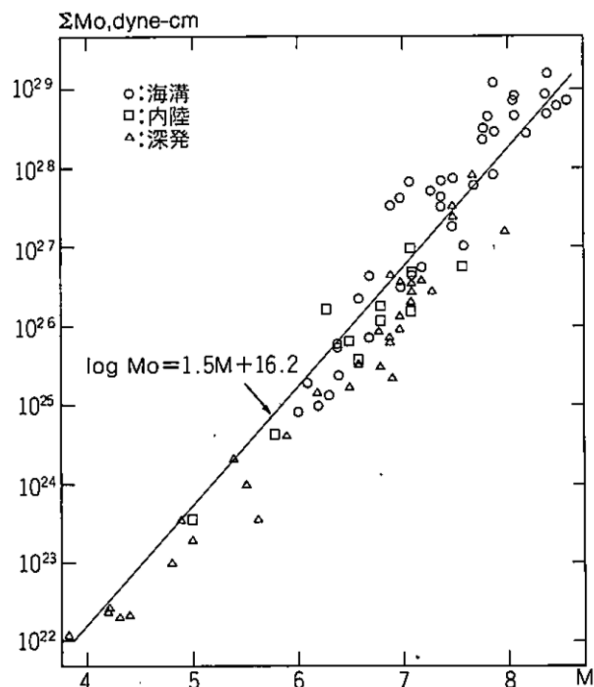
・黒字の丸数字はプレート間地震の強震動生成域のNo.を表す。
 ・各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の拡大図は、補足説明資料②p.119,122,125,128,131参照。

<3.1.2 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>

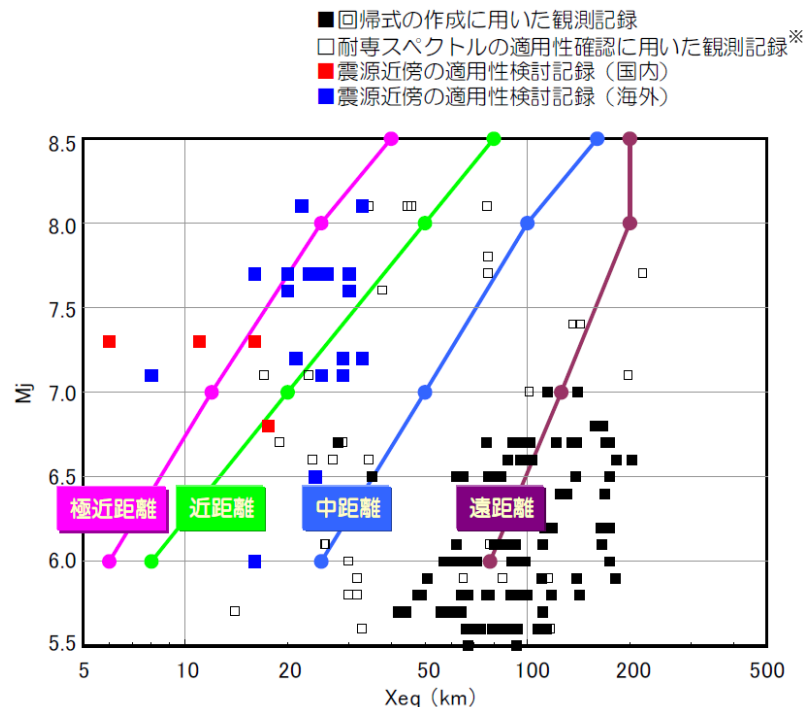
応答スペクトルに基づく地震動評価

（評価方針（地震規模の算出方法））

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



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



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

※ 耐専スペクトルとNoda et al.(2002)は同じ距離減衰式である。

応答スペクトルに基づく地震動評価

（Noda et al.(2002)の適用性検討（まとめ））

<検討用地震の震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）におけるNoda et al.(2002)の適用性検討（まとめ）>

震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）	領域区分	地震規模 Mj	等価震源距離 Xeq(km)	Noda et al. (2002)の適用性
基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）	①駿河湾域+東海域+南海域+日向灘域	8.5	130.1	○
	②駿河湾域+東海域+南海域	8.5	124.6	○
	③駿河湾域+東海域	8.5	64.2	○
	④東海域	8.5	67.7	○
	⑤駿河湾域	7.9	41.2	○
強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（直下ケース①）（地震動の顕著な増幅を考慮しない）	①駿河湾域+東海域+南海域+日向灘域	8.5	105.7	○
	②駿河湾域+東海域+南海域	8.5	101.2	○
	③駿河湾域+東海域	8.5	51.4	○
	④東海域	8.5	51.9	○
	⑤駿河湾域	7.9	45.3	○
強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（直下ケース②）（地震動の顕著な増幅を考慮しない）※	①駿河湾域+東海域+南海域+日向灘域	8.5	96.8	○
	②駿河湾域+東海域+南海域	8.5	92.7	○
	③駿河湾域+東海域	8.5	47.0	○
強震動生成の位置（直下ケース①）と地震規模の不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）	①駿河湾域+東海域+南海域+日向灘域	8.5	112.6	○
	②駿河湾域+東海域+南海域	8.5	108.0	○
	③駿河湾域+東海域	8.5	55.9	○
	④東海域	8.5	56.8	○
	⑤駿河湾域	8.0	45.0	○
強震動生成の位置（直下ケース②）と地震規模の不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）※	①駿河湾域+東海域+南海域+日向灘域	8.5	103.6	○
	②駿河湾域+東海域+南海域	8.5	99.4	○
	③駿河湾域+東海域	8.5	51.4	○

○：適用範囲内 ×：適用範囲外

※強震動生成域が2つの領域（駿河湾域と東海域）にまたがっており、2つの領域（③駿河湾域+東海域）を最小の領域区分とした震源モデル

各領域区分の比較の結果、地震動レベルが最も大きいもの。

・各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の適用性検討の詳細は、補足説明資料②p.165~参照。

<3.1.2 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>

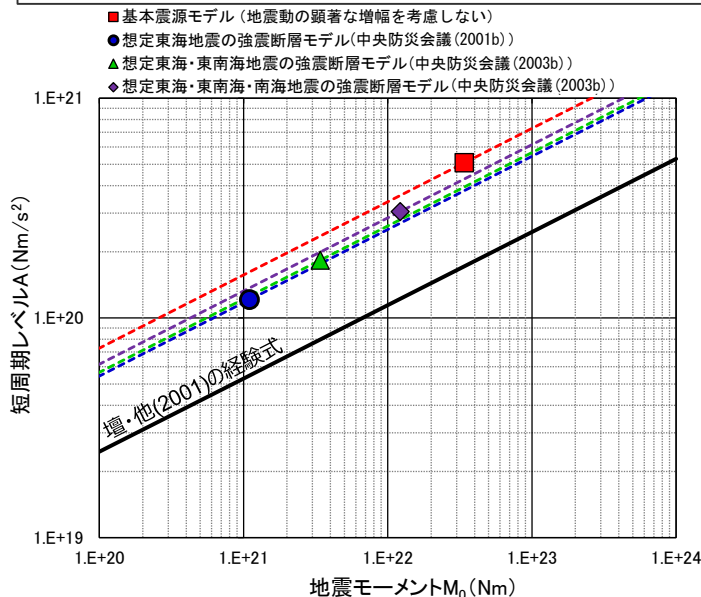
応答スペクトルに基づく地震動評価

（強震動生成域の応力降下量の不確かさの影響を反映）

- 基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）は、地震規模及び破壊開始点の他、強震動生成域の応力降下量の不確かさを予め考慮しており、この影響の確認は、断層モデルを用いた手法による地震動評価を重視することとしているが、応答スペクトルに基づく地震動評価においても、以下に示す方法で、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）に予め考慮した強震動生成域の応力降下量の不確かさの影響を反映する。
- Noda et al.(2002)に基づく地震動評価結果は、中央防災会議モデル（既往地震）の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果と概ね同程度となっている。そこで、地震モーメント M_0 と短周期レベル A のスケーリング則（ $A \propto M_0^{1/3}$ ）に着目し、Noda et al.(2002)に基づく地震動評価結果に対して、基本震源モデルに相当する M_0 - A 関係と中央防災会議モデル（既往地震）に相当する M_0 - A 関係との比率を乗じることで、強震動生成域の応力降下量の不確かさの影響を反映する。なお、中央防災会議モデル（既往地震）については、想定東海地震、想定東海・東南海地震、想定東海・東南海・南海地震の強震断層モデルを対象とし、最も大きい比率を考慮する。

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

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



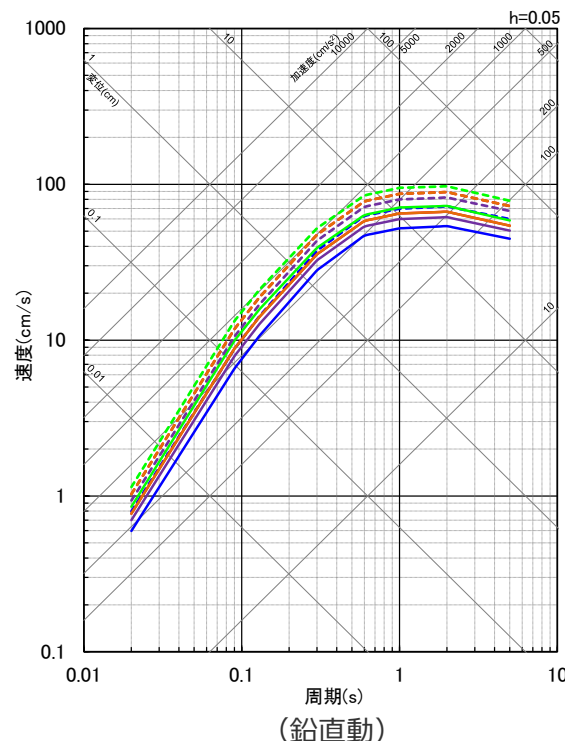
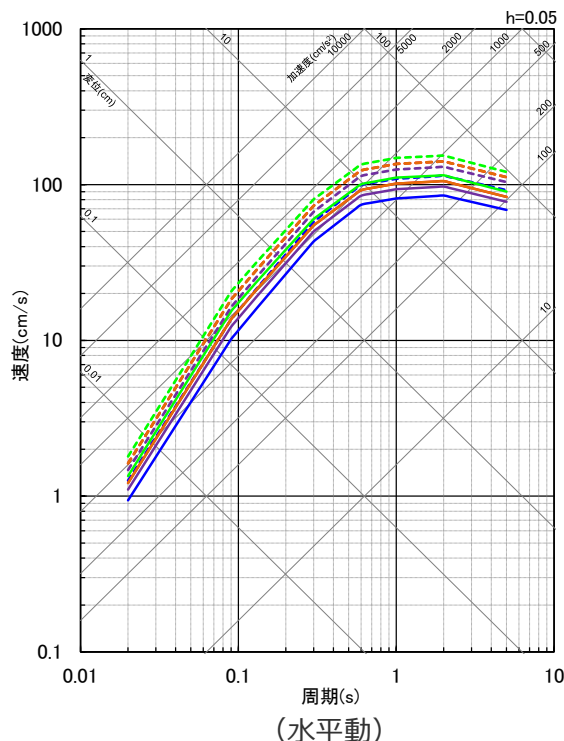
<強震断層モデルの M_0 - A 関係>

<強震断層モデルの M_0 - A 関係>

震源モデル	M_0 - A 関係 (A :Nm/s ² , M_0 :Nm)	基本震源モデル の比率
①基本震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮しない)	$A=7.28 \times 10^{10} \times (M_0 \times 10^7)^{1/3}$	—
②想定東海地震の強震断層モデル (中央防災会議(2001b))	$A=5.44 \times 10^{10} \times (M_0 \times 10^7)^{1/3}$	1.34 (①/②)
③想定東海・東南海地震の強震断層モデル (中央防災会議(2003b))	$A=5.65 \times 10^{10} \times (M_0 \times 10^7)^{1/3}$	1.29 (①/③)
④想定東海・東南海・南海地震の強震断層モデル (中央防災会議(2003b))	$A=6.15 \times 10^{10} \times (M_0 \times 10^7)^{1/3}$	1.18 (①/④)

<3.1.2 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）> 応答スペクトルに基づく地震動評価結果

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



・各震源モデルの地震動評価結果として採用した（地震動レベルが最も大きい）領域区分「③駿河湾域+東海域」。

- ・破壊開始点の不確かさ、強震動生成域の位置と分岐断層の強震動励起特性に係る不確かさの組合せ、強震動生成域の位置と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層への破壊伝播に係る不確かさの組合せは、断層モデルを用いた手法による地震動評価を重視する。
- ・Xeqは、等価震源距離 (km) を表す。
- ・各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の地震動評価結果の詳細は、補足説明資料②p.171~参照。

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

<3.1.2 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>

断層モデルを用いた手法による地震動評価

（断層モデルを用いた手法）

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

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

※2 強震動予測レシビ(2017)によるライズタイム $tr=0.5 \cdot W/Vr$ ($W=W_a$ (強震動生成域及びアスペリティの幅)、 $W=W_b$ (背景領域の幅)、 Vr : 破壊伝播速度)。プレート間地震について、 $W_a=S_a^{0.5}$ 、 S_a : 各強震動生成域の面積、 $W_b=S_b^{0.5}$ 、 S_b : 各領域の背景領域の面積。分岐断層について、 $W_a=S_a^{0.5}$ 、 S_a : 各アスペリティの面積、 $W_b=S/L$ 、 S 及び L : 各セグメントの震源断層の面積及び長さ。内閣府(2012)南海トラフの巨大地震モデル検討会で用いられているライズタイムも $tr=0.5 \cdot W/Vr$ で設定されている。

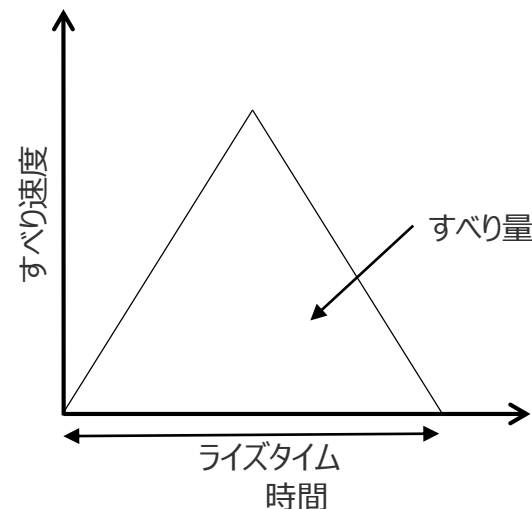
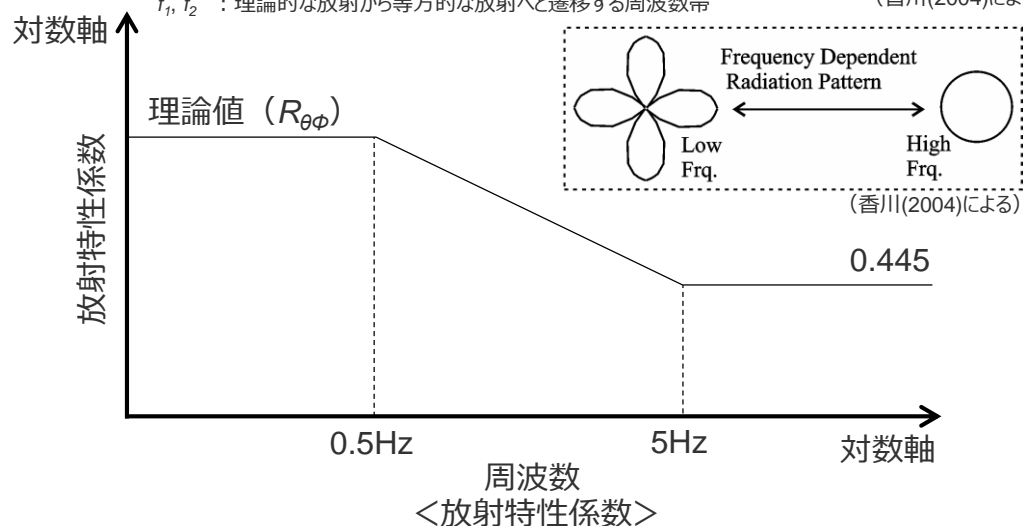
・プレート間地震の小断層の分割について、統計的グリーン関数法では10km四方（分割なし）とし、波数積分法では3×3分割としている。

・プレート間地震の小断層の分割の妥当性確認については、補足説明資料④:16参照。

・内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層について、断層モデルを用いた手法はp.174参照。

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

$R_{\theta\phi 0}$: 震源とサイトの位置関係及びすべり方向から理論的に評価されるラディエーション係数
 $R_{\theta\phi m}$: 高周波数で等方放射として平均化されたラディエーション係数
 f_1, f_2 : 理論的な放射から等方的な放射へと遷移する周波数帯
 (香川(2004)による)



ライズタイム $tr=0.5 \cdot W/Vr$ ($W=W_a$ (強震動生成域及びアスペリティの幅)、 $W=W_b$ (背景領域の幅)、 Vr : 破壊伝播速度)。プレート間地震について、 $W_a=S_a^{0.5}$ 、 S_a : 各強震動生成域の面積、 $W_b=S_b^{0.5}$ 、 S_b : 各領域の背景領域の面積。分岐断層について、 $W_a=S_a^{0.5}$ 、 S_a : 各アスペリティの面積、 $W_b=S/L$ 、 S 及び L : 各セグメントの震源断層の面積及び長さ。

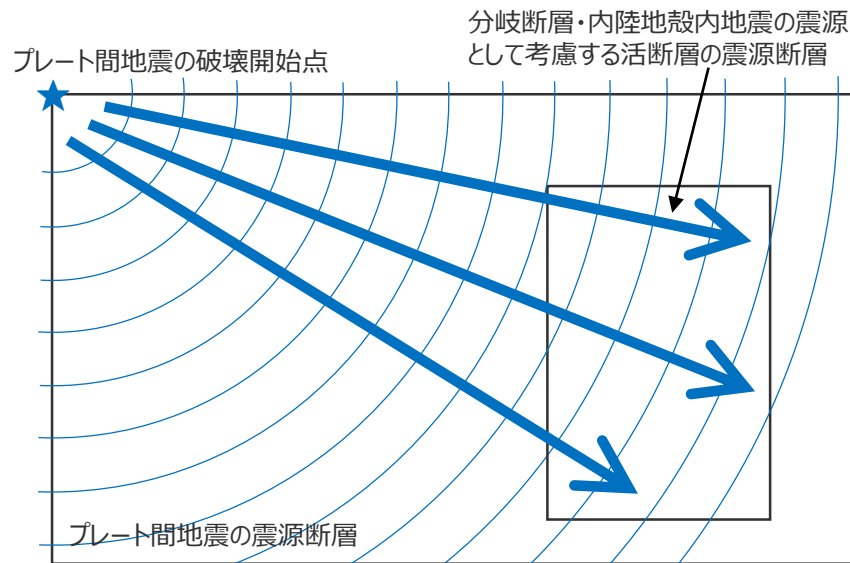
<すべり速度時間関数>

※3 久田(2002)、倉橋・入倉(2017)等による。

断層モデルを用いた手法による地震動評価

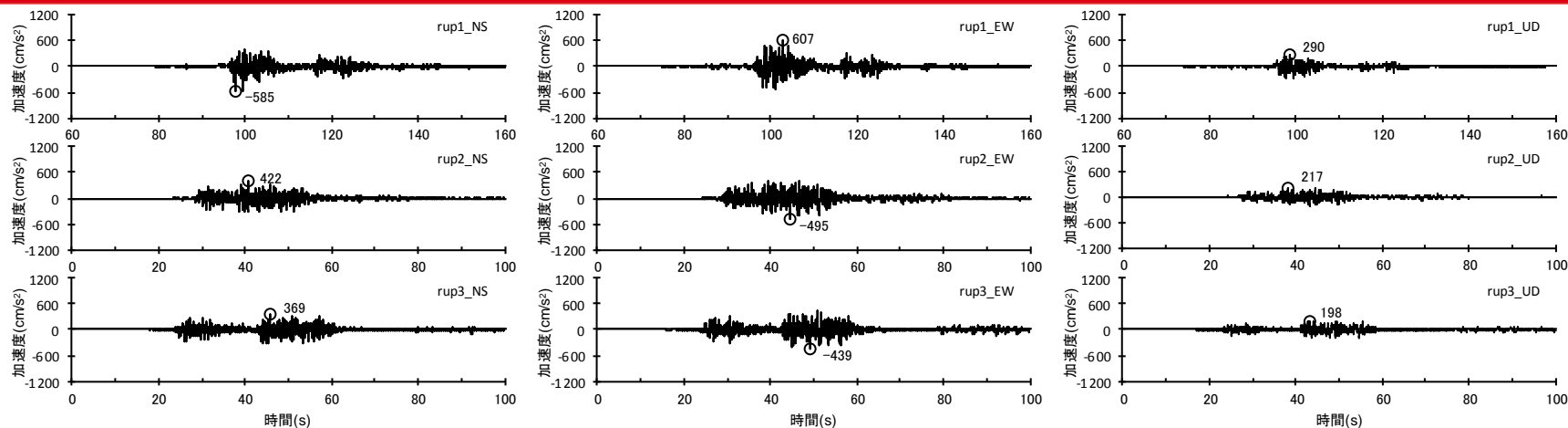
（分岐断層及び内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層との連動ケースの地震動評価手法）

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



<一体計算での破壊過程（イメージ図）>

<3.1.2 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>
断層モデルを用いた手法による地震動評価結果
（加速度時刻歴波形）

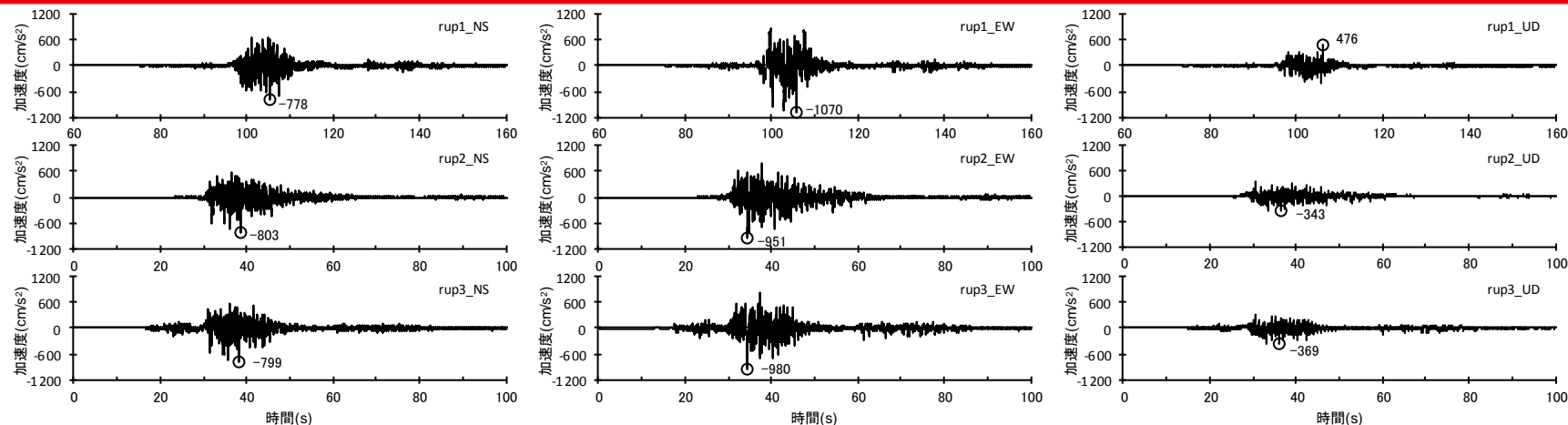


（基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない））

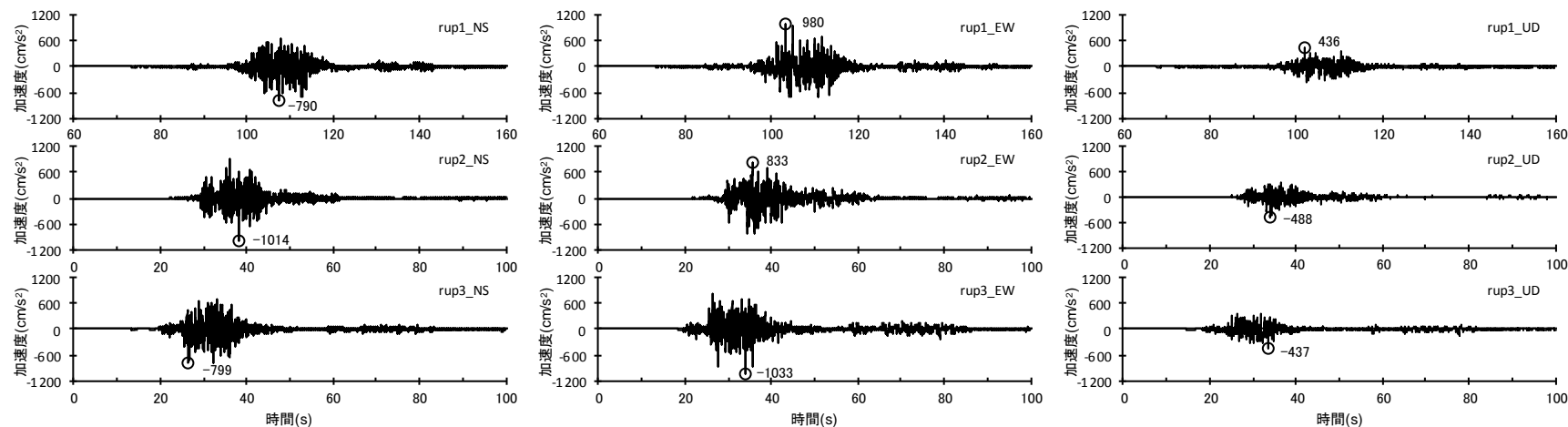
<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（加速度時刻歴波形）>

・速度時刻歴波形は、補足説明資料②p.189参照。

<3.1.2 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）> 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果 （加速度時刻歴波形）



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

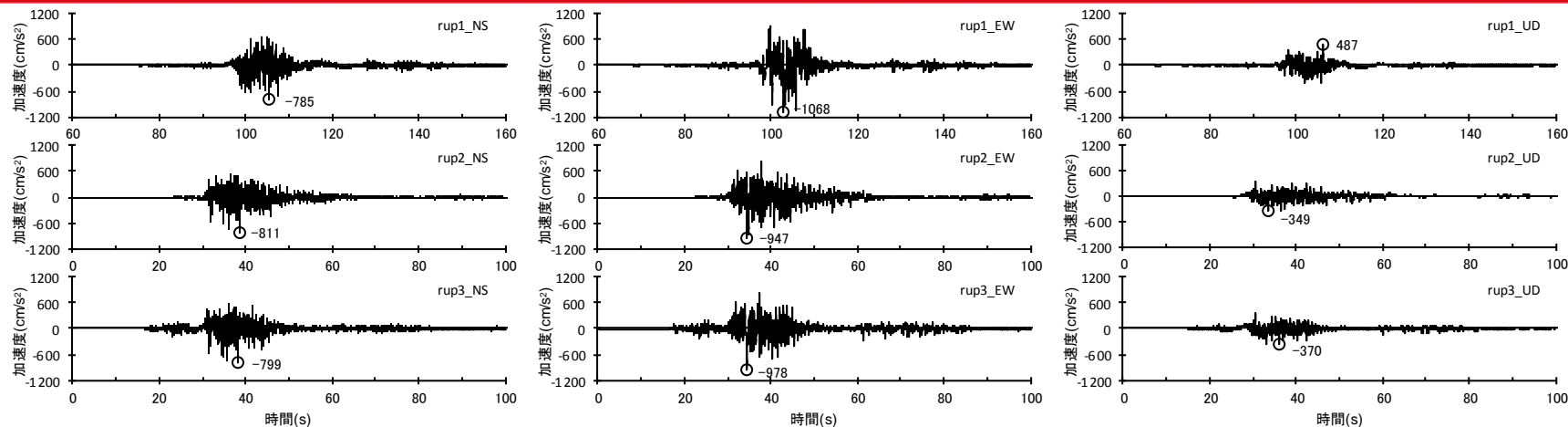


（強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（直下ケース②）（地震動の顕著な増幅を考慮しない））

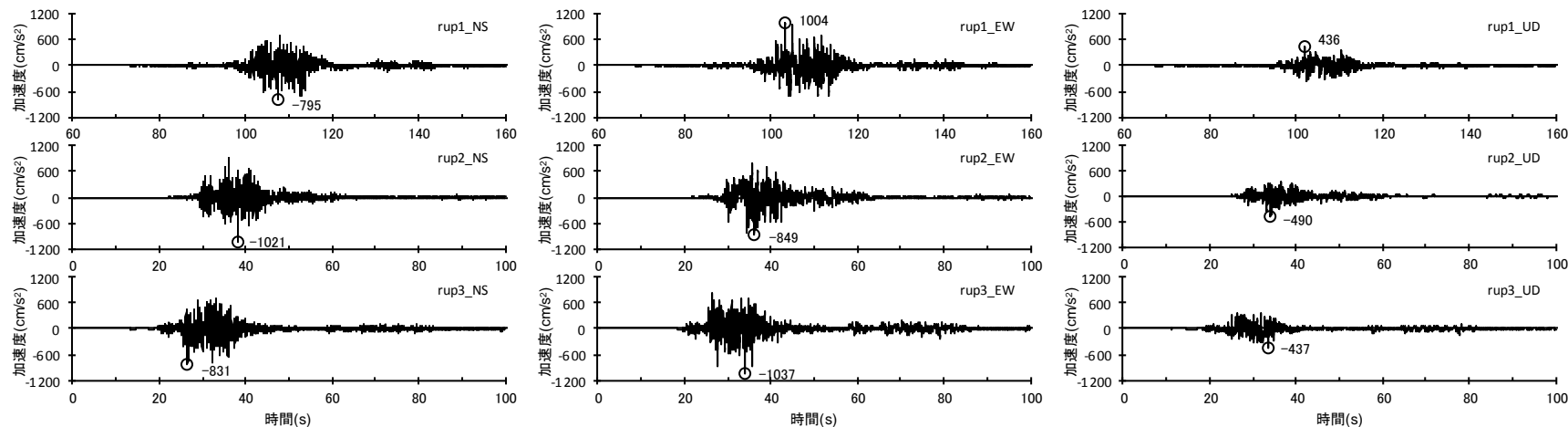
<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（加速度時刻歴波形）>

・速度時刻歴波形は、補足説明資料②p.191,193参照。

<3.1.2 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）> 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果 （加速度時刻歴波形）



（強震動生成域の位置（直下ケース①）と地震規模の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない））

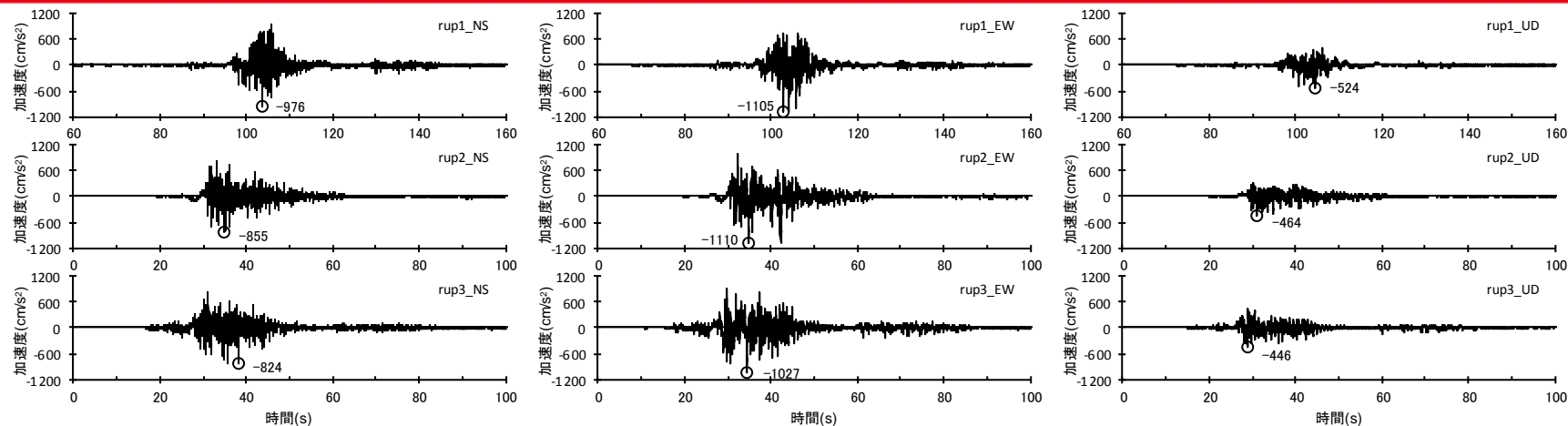


（強震動生成域の位置（直下ケース②）と地震規模の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない））

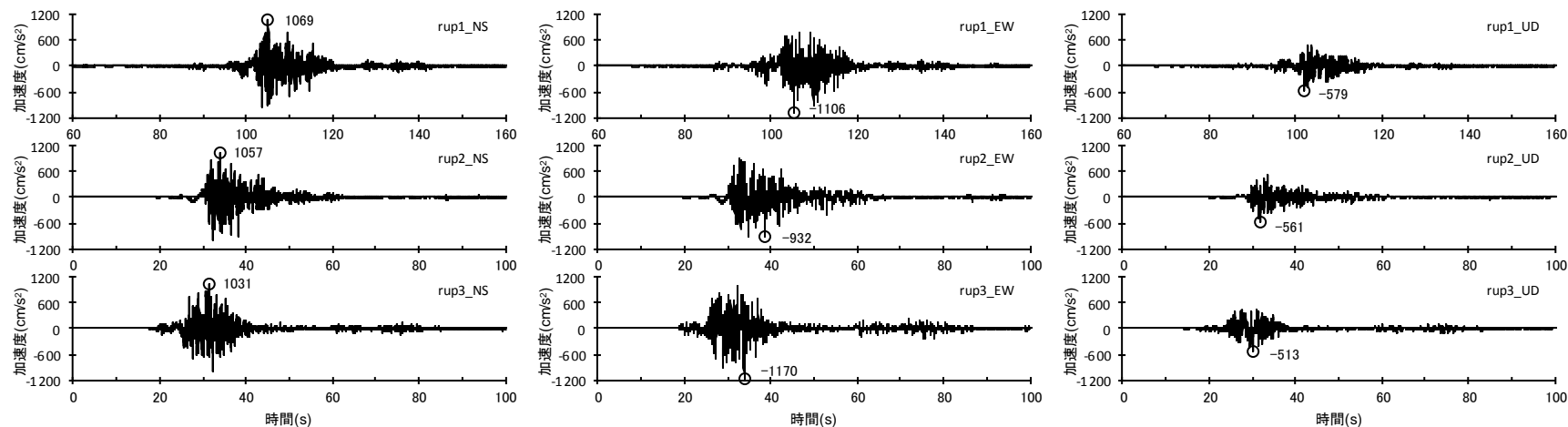
<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（加速度時刻歴波形）>

・速度時刻歴波形は、補足説明資料②p.195,197参照。

<3.1.2 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）> 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果 （加速度時刻歴波形）



（強震動生成域の位置（直下ケース①）と分岐断層の強震動励起特性に係る不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない））

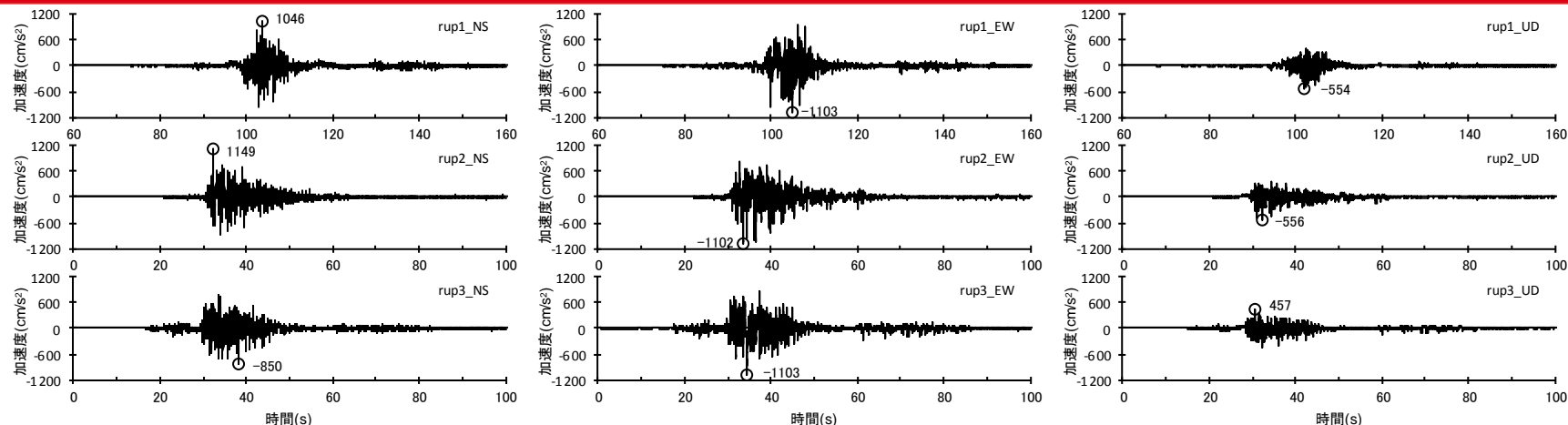


（強震動生成域の位置（直下ケース②）と分岐断層の強震動励起特性に係る不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない））

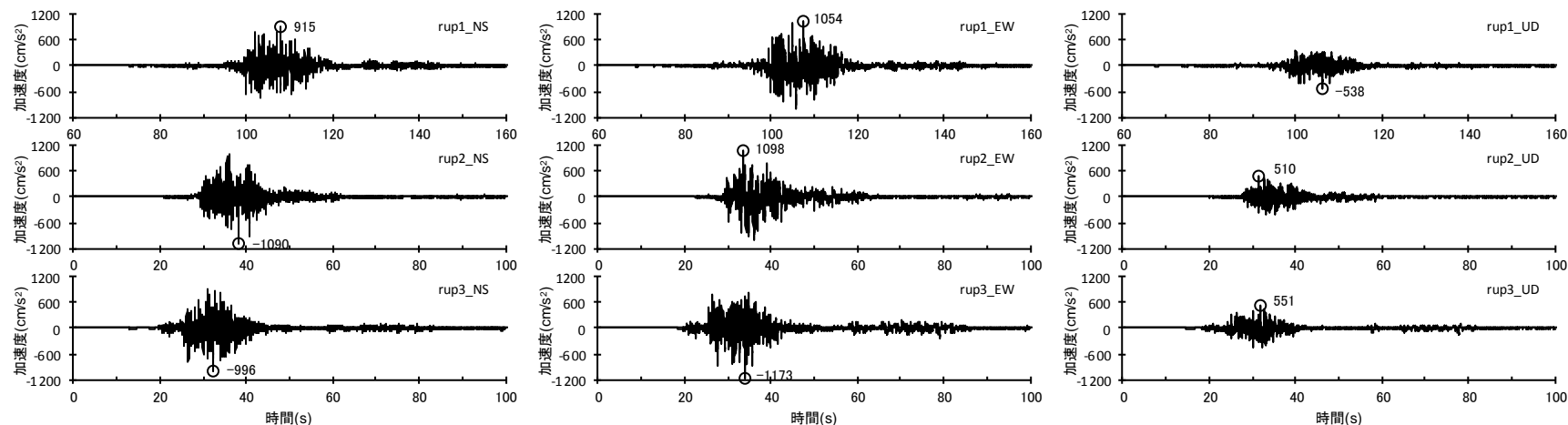
<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（加速度時刻歴波形）>

・速度時刻歴波形は、補足説明資料②p.199,201参照。

<3.1.2 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）> 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果 （加速度時刻歴波形）



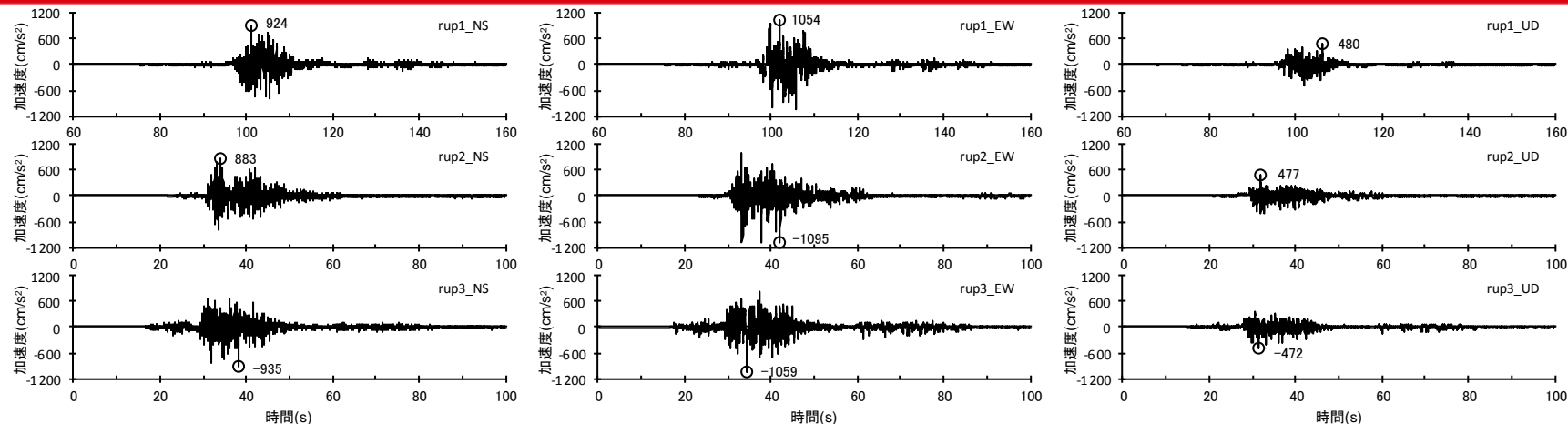
（強震動生成域の位置（直下ケース①）と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層（御前崎海脚西部の断層帯（アスペリティの応力降下量の不確かさを考慮した震源モデル））への破壊伝播に係る不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない））



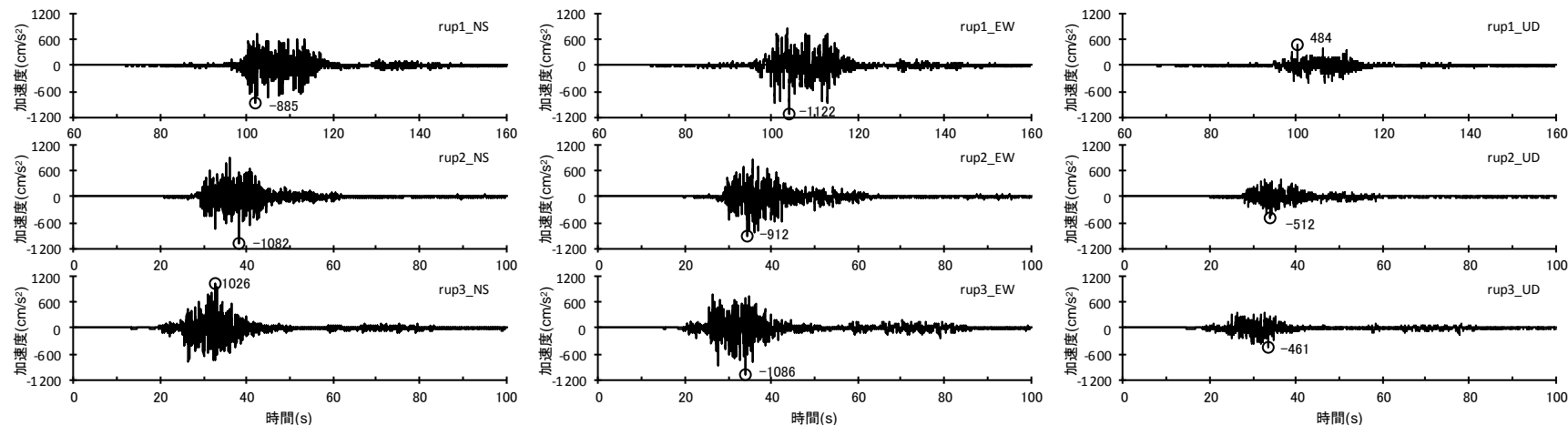
（強震動生成域の位置（直下ケース②）と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層（御前崎海脚西部の断層帯（アスペリティの応力降下量の不確かさを考慮した震源モデル））への破壊伝播に係る不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない））

<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（加速度時刻歴波形）>

<3.1.2 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）> 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果 （加速度時刻歴波形）



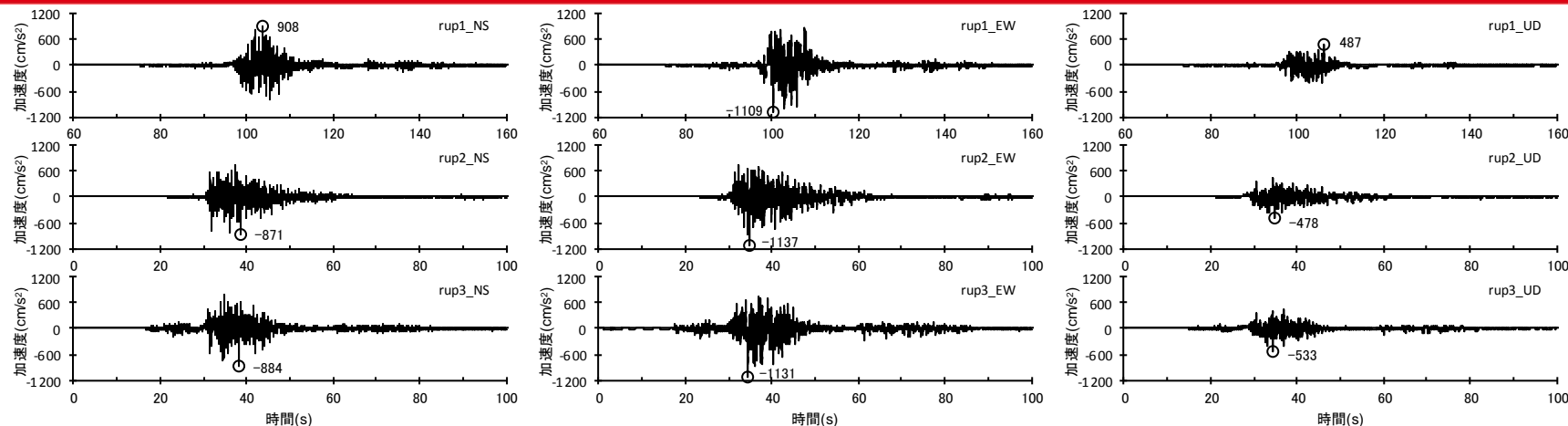
（強震動生成域の位置（直下ケース①）と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層（御前崎海脚西部の断層帯（破壊伝播速度の不確かさを考慮した震源モデル））への破壊伝播に係る不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない））



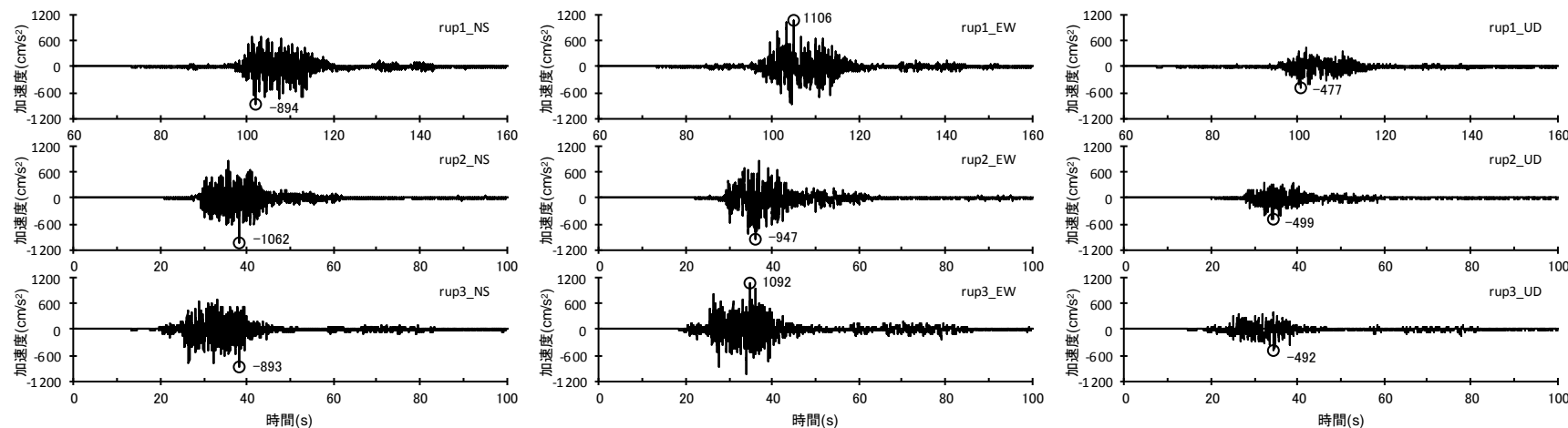
（強震動生成域の位置（直下ケース②）と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層（御前崎海脚西部の断層帯（破壊伝播速度の不確かさを考慮した震源モデル））への破壊伝播に係る不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない））

<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（加速度時刻歴波形）>

<3.1.2 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）> 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果 （加速度時刻歴波形）



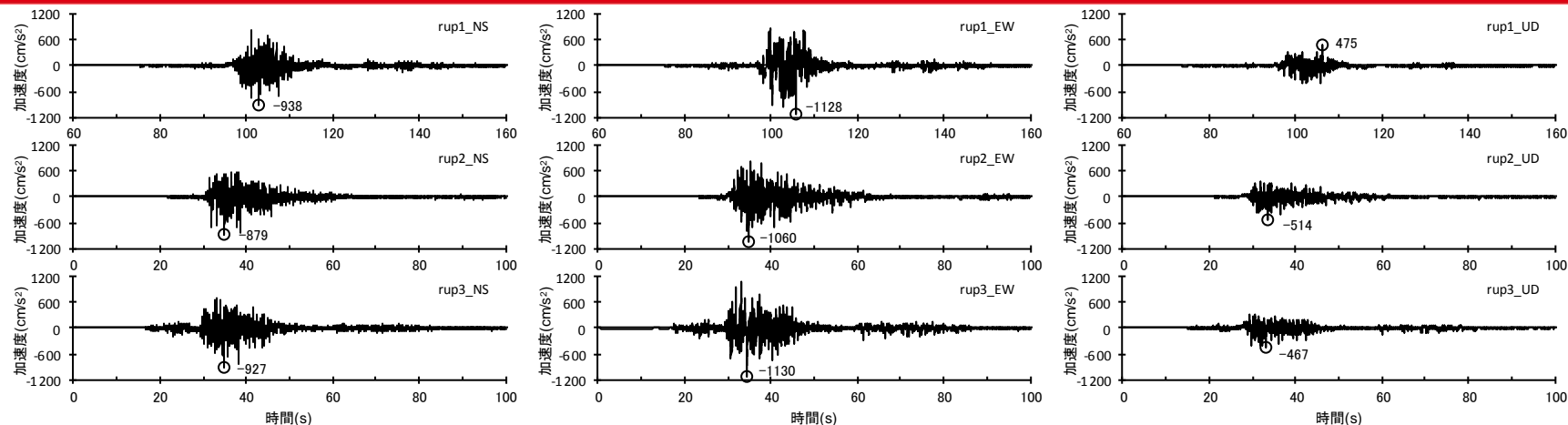
（強震動生成域の位置（直下ケース①）と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層（御前崎海脚西部の断層帯（断層傾斜角の不確かさを考慮した震源モデル））への破壊伝播に係る不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない））



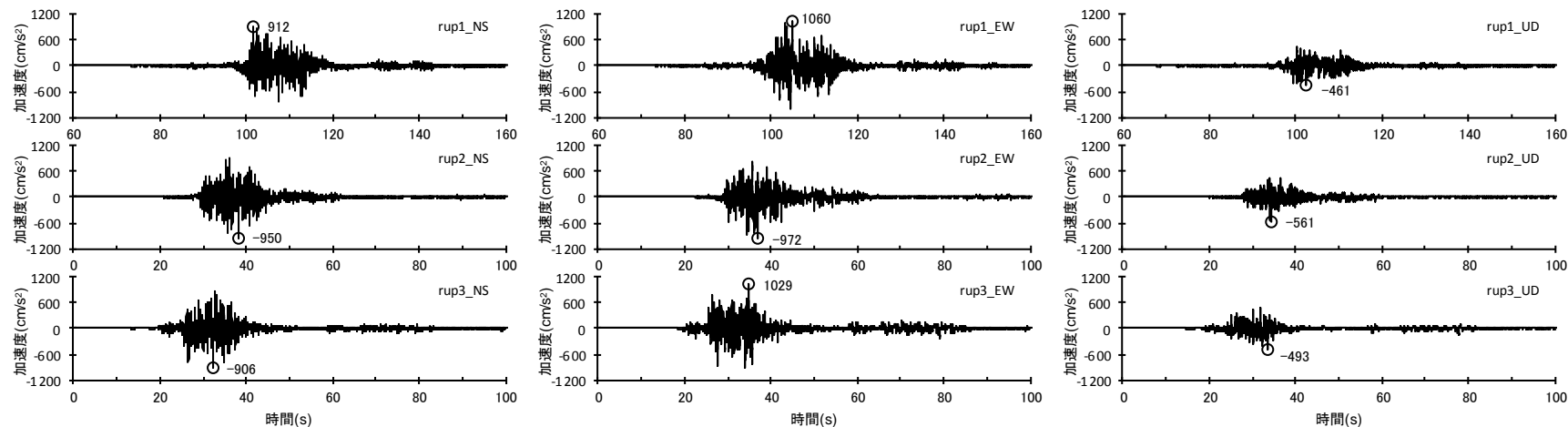
（強震動生成域の位置（直下ケース②）と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層（御前崎海脚西部の断層帯（断層傾斜角の不確かさを考慮した震源モデル））への破壊伝播に係る不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない））

<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（加速度時刻歴波形）>

<3.1.2 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）> 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果 （加速度時刻歴波形）



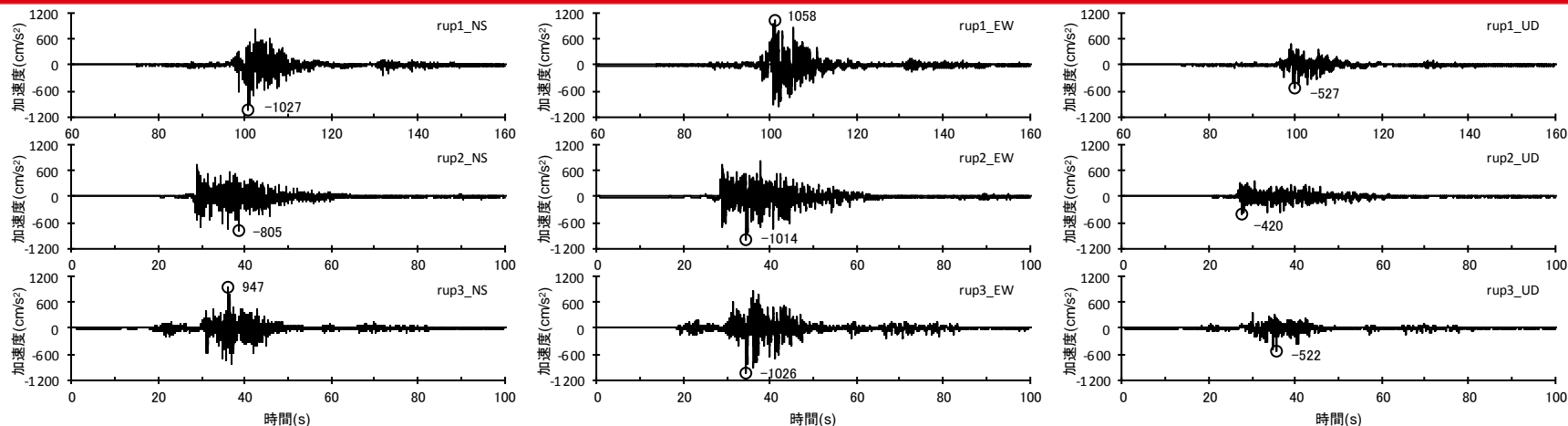
（強震動生成域の位置（直下ケース①）と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層（御前崎海脚西部の断層帯（アスペリティの数の不確かさを考慮した震源モデル））への破壊伝播に係る不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない））



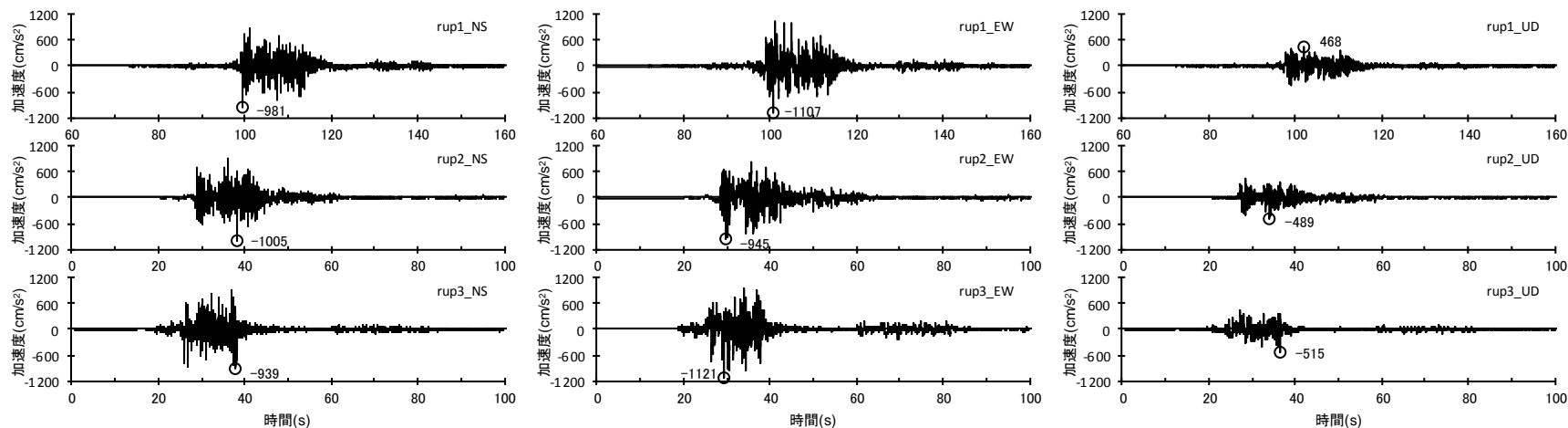
（強震動生成域の位置（直下ケース②）と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層（御前崎海脚西部の断層帯（アスペリティの数の不確かさを考慮した震源モデル））への破壊伝播に係る不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない））

<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（加速度時刻歴波形）>

<3.1.2 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）> 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果 （加速度時刻歴波形）



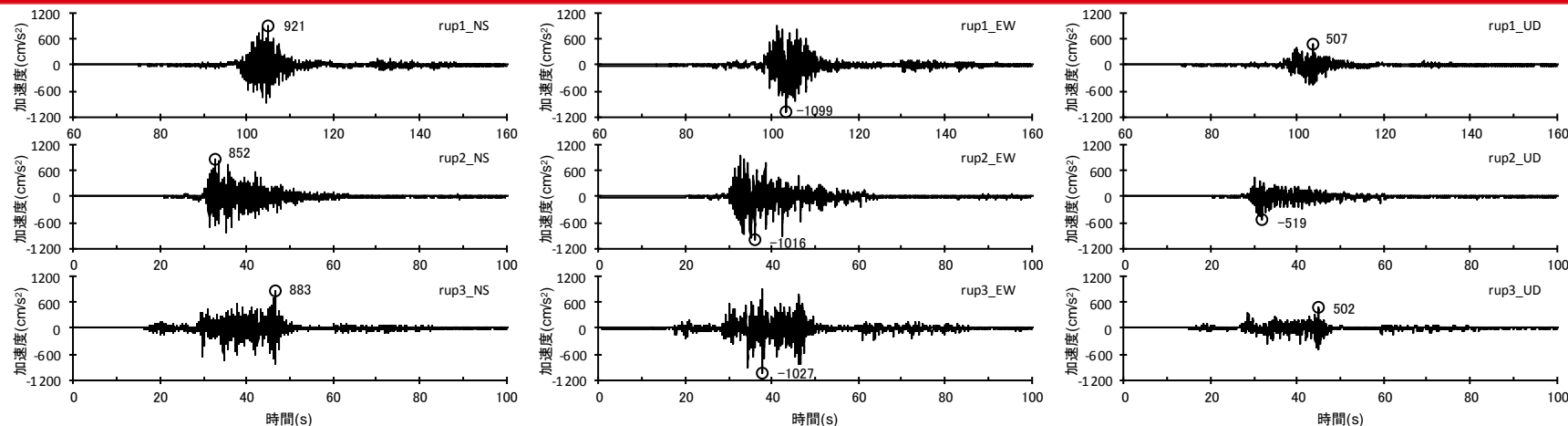
（強震動生成域の位置（直下ケース①）と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層（A-17断層（アスペリティの応力降下量と破壊伝播速度の不確かさを考慮した震源モデル））への破壊伝播に係る不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない。））



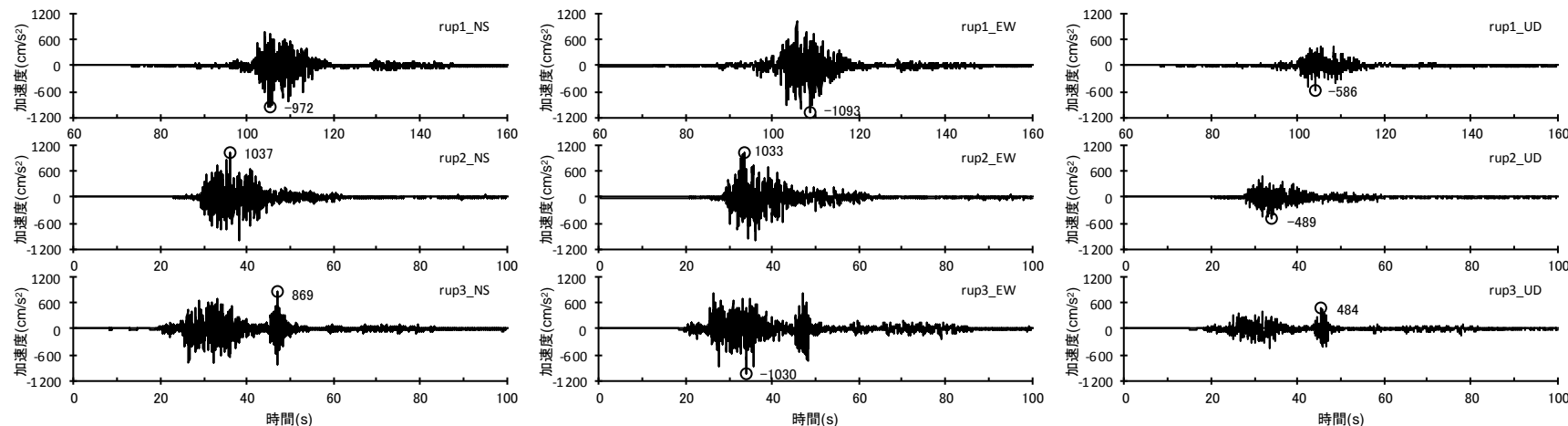
（強震動生成域の位置（直下ケース②）と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層（A-17断層（アスペリティの応力降下量と破壊伝播速度の不確かさを考慮した震源モデル））への破壊伝播に係る不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない。））

<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（加速度時刻歴波形）>

<3.1.2 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）> 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果 （加速度時刻歴波形）



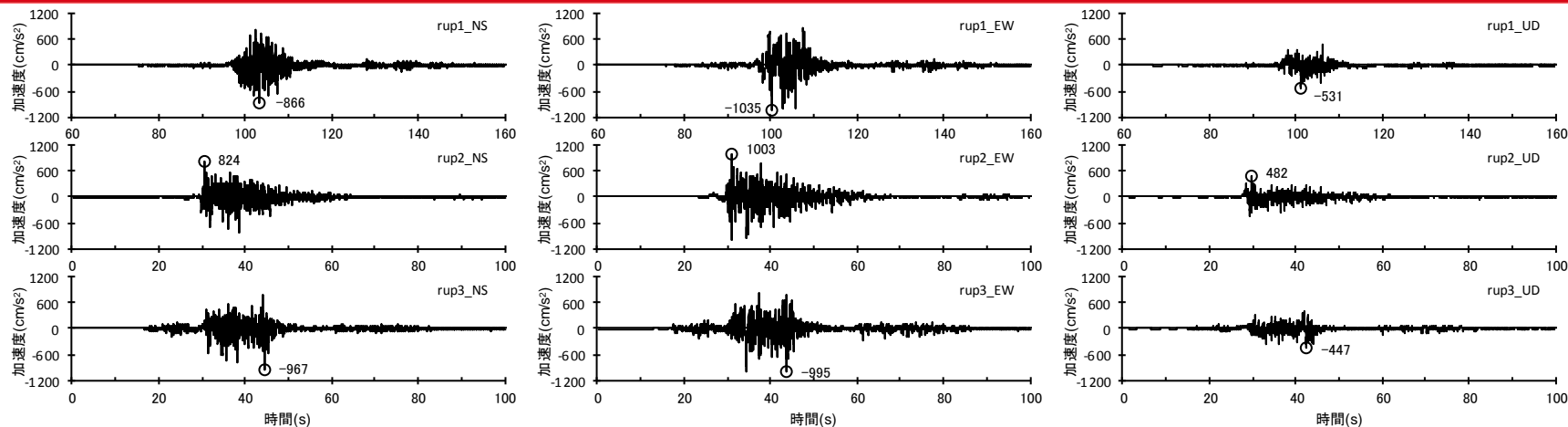
（強震動生成域の位置（直下ケース①）と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層（A-17断層（アスペリティの応力降下量と断層傾斜角の不確かさを考慮した震源モデル））への破壊伝播に係る不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない））



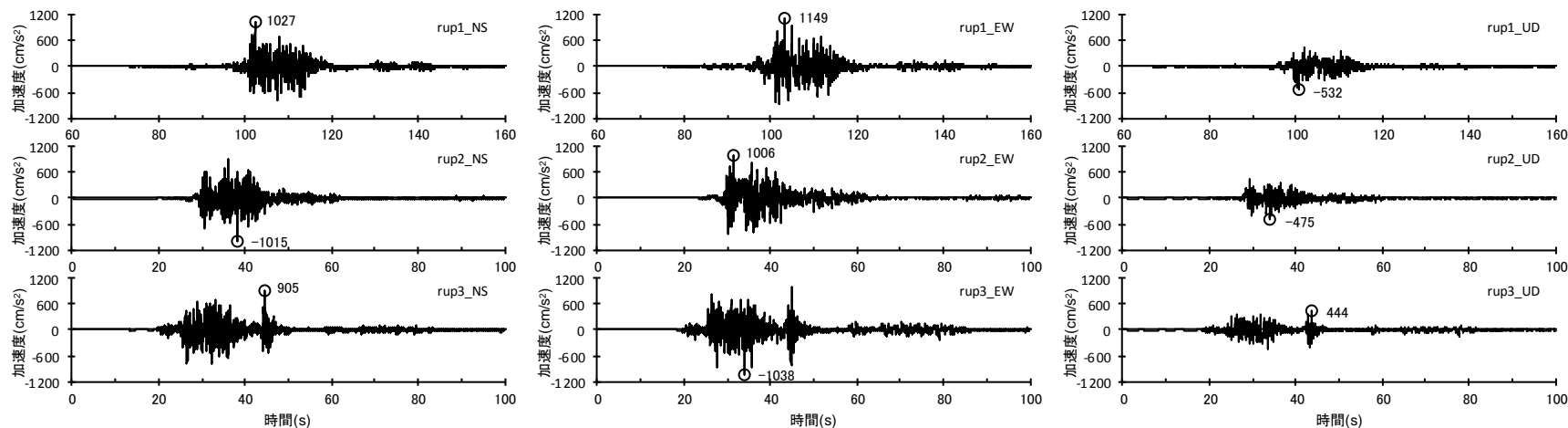
（強震動生成域の位置（直下ケース②）と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層（A-17断層（アスペリティの応力降下量と断層傾斜角の不確かさを考慮した震源モデル））への破壊伝播に係る不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない））

<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（加速度時刻歴波形）>

<3.1.2 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）> 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果 （加速度時刻歴波形）



（強震動生成域の位置（直下ケース①）と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層（A-17断層（破壊伝播速度と断層傾斜角の不確かさを考慮した震源モデル））への破壊伝播に係る不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない））

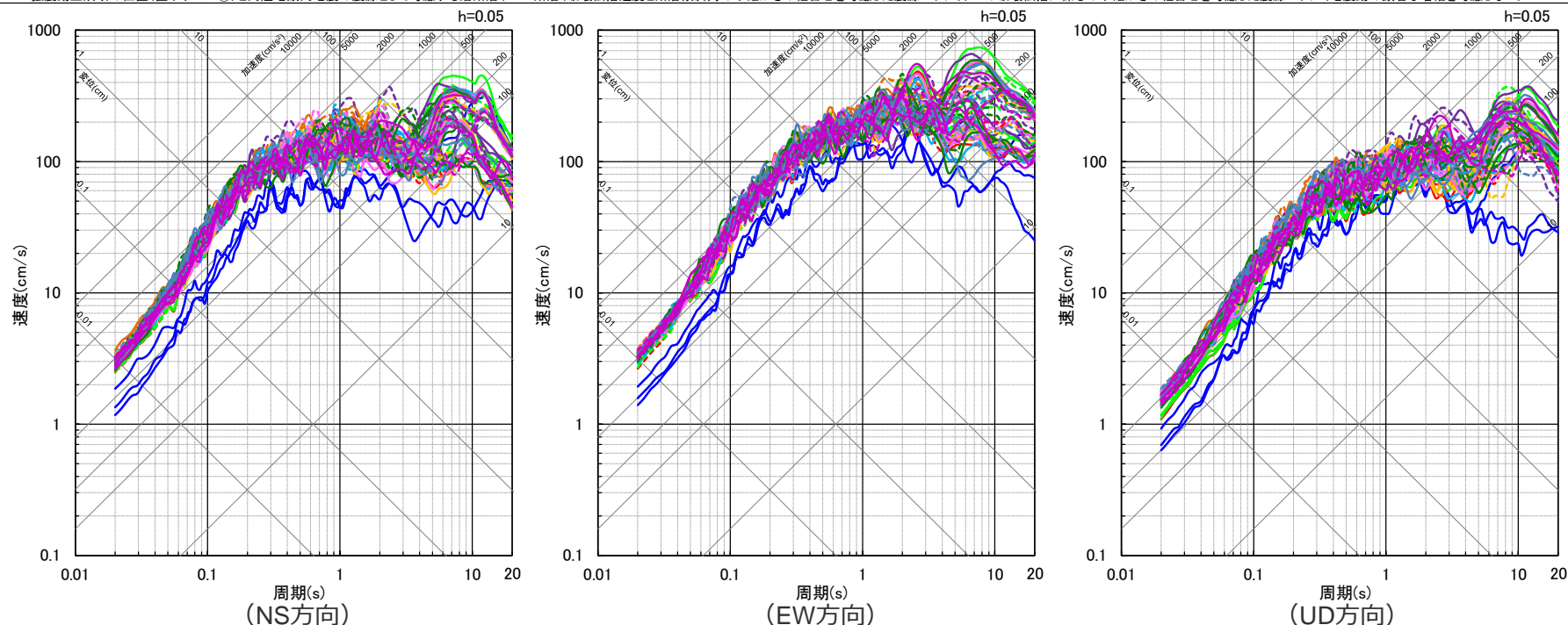


（強震動生成域の位置（直下ケース②）と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層（A-17断層（破壊伝播速度と断層傾斜角の不確かさを考慮した震源モデル））への破壊伝播に係る不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない））

<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（加速度時刻歴波形）>

<3.1.2 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）> 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果 （応答スペクトル）

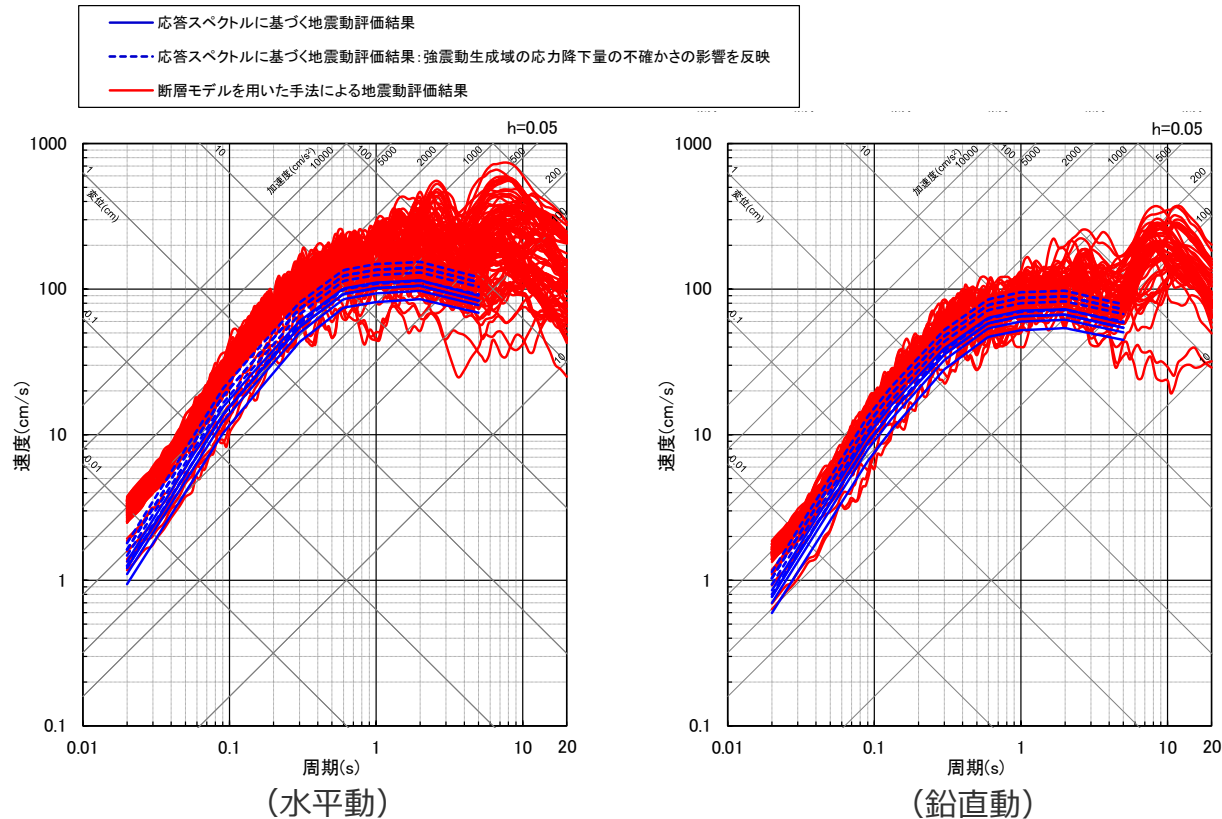
- 基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）
- 強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（直下ケース①）（地震動の顕著な増幅を考慮しない）
- 強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（直下ケース②）（地震動の顕著な増幅を考慮しない）
- 強震動生成域の位置（直下ケース①）と地震規模の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）
- 強震動生成域の位置（直下ケース②）と地震規模の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）
- 強震動生成域の位置（直下ケース①）と分岐断層の強震動励起特性に係るの不確かさの組合せを考慮した震源モデル（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



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

・各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の応答スペクトルは、補足説明資料②p.190,192,194,196,198,200,202,204,206,208,210,212,214,216,218,220,222,224,226,228,230参照。

<3.1.2 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>
 応答スペクトルに基づく地震動評価結果と断層モデルを用いた手法による地震動評価結果との比較
 （応答スペクトル）



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

・震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）ごとの応答スペクトルに基づく地震動評価結果と断層モデルを用いた手法による地震動評価結果との比較は、補足説明資料②p.232~参照。

余白

目次

1 敷地周辺の地震発生状況	……p.15~
2 敷地における地震動の増幅特性	
2.1 敷地における観測・調査	……p.24~
2.2 5号炉周辺の増幅要因	……p.29~
2.2.1 地震観測記録の分析	……p.32~
2.2.2 地下構造調査及び解析検討	……p.50~
2.2.3 まとめ（5号炉周辺の増幅要因）	……p.76~
2.3 敷地における地盤増幅特性	……p.78~
2.3.1 地下構造	……p.80~
2.3.2 地震観測	……p.93~
2.3.3 地震波の伝播経路	……p.102~
2.3.4 まとめ（敷地における地盤増幅特性）	……p.108~
2.4 敷地における地盤増幅特性の地震動評価への反映方法	
2.4.1 解放基盤表面の設定	……p.110~
2.4.2 地震動評価への反映方法	……p.114~
3 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動	
3.1 地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価	
3.1.1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）	……p.137~
3.1.2 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）	……p.190~
3.1.3 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）	……p.238~
3.1.4 まとめ（地震動の顕著な増幅を考慮しない）	……p.280~
3.2 地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価	
3.2.1 地震動の顕著な増幅の地震動評価への反映方法	……p.283~
3.2.2 検討用地震の選定及び震源モデルの設定	……p.312~
3.2.3 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）	……p.325~
3.2.4 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）	……p.357~
3.2.5 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）	……p.409~
3.2.6 まとめ（地震動の顕著な増幅を考慮）	……p.442~
3.2.7 第940回審査会合におけるコメントに対する回答	……p.446~

検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の選定 （選定フロー）

敷地周辺で発生した代表的な海洋プレート内地震

- 沈み込む海洋プレート内地震の代表的な地震：2004年紀伊半島南東沖の地震（本震M7.4、前震M7.1、余震M6.5）
- 沈み込んだ海洋プレート内地震の代表的な地震：2009年駿河湾の地震（本震M6.5）



沈み込んだ浅い海洋プレート内地震と沈み込む海洋プレート内地震の想定

- フィリピン海プレートの内部で発生した地震（敷地周辺で発生した代表的な地震）を踏まえて、沈み込んだ浅い海洋プレート内地震「敷地下方の想定スラブ内地震」と沈み込む海洋プレート内地震「御前崎沖の想定沈み込む海洋プレート内地震」を想定。

項目	敷地下方の想定スラブ内地震 （沈み込んだ浅い海洋プレート内地震）	御前崎沖の想定沈み込む海洋プレート内地震 （沈み込む海洋プレート内地震）※
断層位置	敷地下方	トラフ軸沿いの敷地に最も近い位置
地震規模	M7.0	M7.4

※アウターライズ地震（銭洲断層系）による影響は、御前崎沖の想定沈み込む海洋プレート内地震で代表（補足説明資料④-28参照）。



検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の選定結果

- 「敷地下方の想定スラブ内地震」と「御前崎沖の想定沈み込む海洋プレート内地震」について、Noda et al.(2002)の手法（観測記録に基づく補正係数を考慮）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」の方が大きいことから、「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。

<3.1.3 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）> 検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の選定

（フィリピン海プレートで発生した海洋プレート内地震（敷地周辺で発生した代表的な地震））

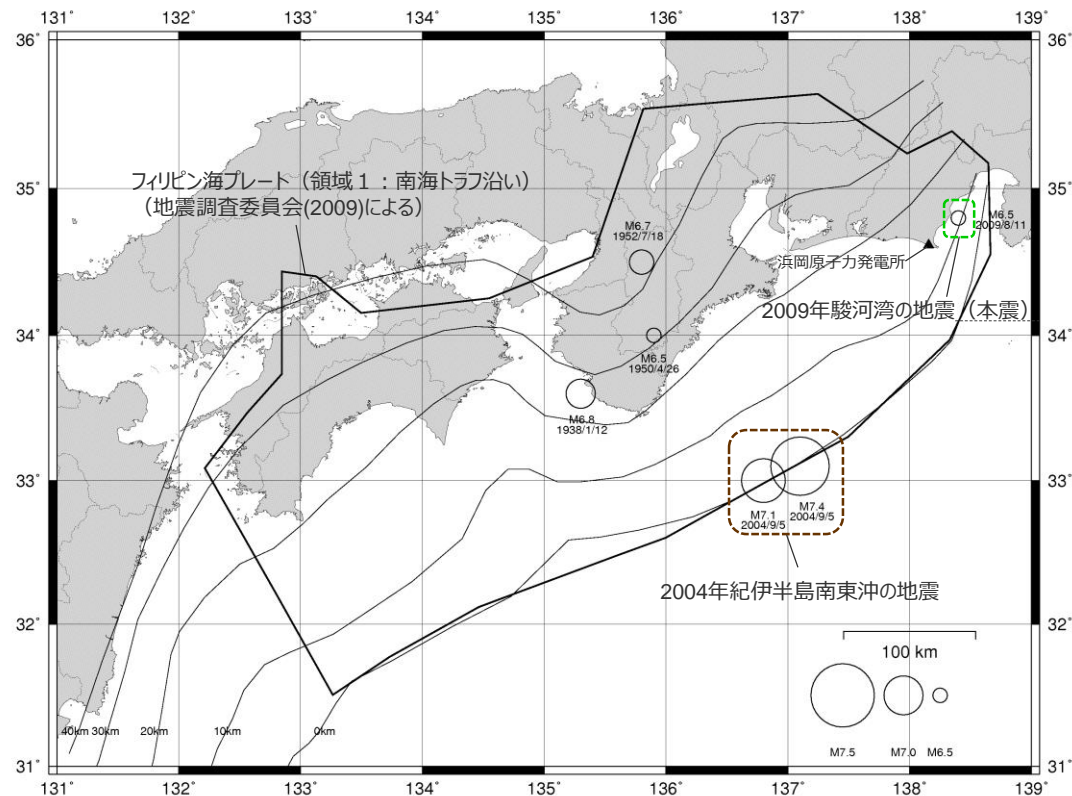
○海洋プレート内地震は、海洋プレート内部で発生する地震のうち、海溝軸付近ないしそのやや沖合で発生する沈み込む海洋プレート内地震と海溝軸付近から陸側で発生する沈み込んだ海洋プレート内地震（スラブ内地震）の2種類に分けられる。

【敷地周辺で発生した
沈み込む海洋プレート内地震の
代表的な地震】

⇒2004年紀伊半島南東沖の地震
（本震M7.4、前震M7.1、余震M6.5）

【敷地周辺で発生した
沈み込んだ海洋プレート内地震の
代表的な地震】

⇒2009年駿河湾の地震（本震M6.5）



<近年発生した主な地震の震央分布（M6.5以上）>

検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の選定

（断層位置及び地震規模の設定）

- 検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の選定に当たり、以下のとおり、沈み込んだ浅い海洋プレート内地震「敷地下方の想定スラブ内地震」と沈み込む海洋プレート内地震「御前崎沖の想定沈み込む海洋プレート内地震」を想定する。

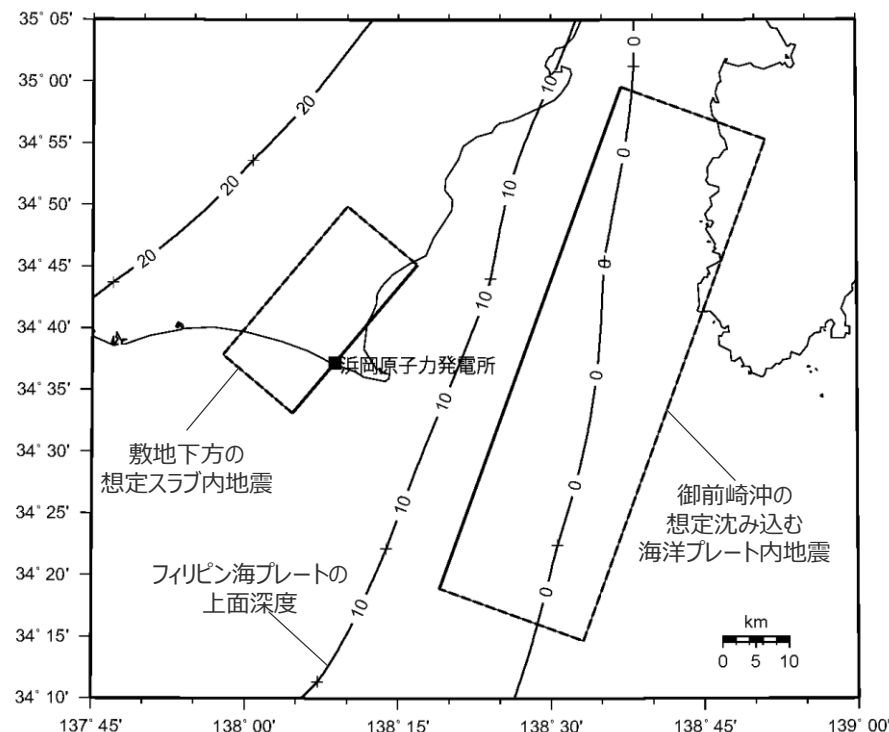


沈み込んだ浅い海洋プレート内地震「敷地下方の想定スラブ内地震」

- 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、震源断層位置を敷地に近づけることを前提とし、震源断層は敷地下方に想定する。
- 地震規模は、フィリピン海プレート（南海トラフ沿い）で発生した沈み込んだ海洋プレート内地震の最大規模、当該プレートと特徴が類似した海洋プレートで発生した地震の最大規模、地震発生層の地域性を考慮した地震規模の想定を踏まえて、M7.0とする。

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」

- 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、震源断層位置を敷地に近づけることを前提とし、震源断層はトラフ軸沿いの敷地に最も近い位置に想定する。
- 地震規模は、フィリピン海プレート（領域1：南海トラフ沿い）で沈み込む海洋プレート内地震の最大の値にあたる2004年紀伊半島南東沖の地震のM7.4を用いる。

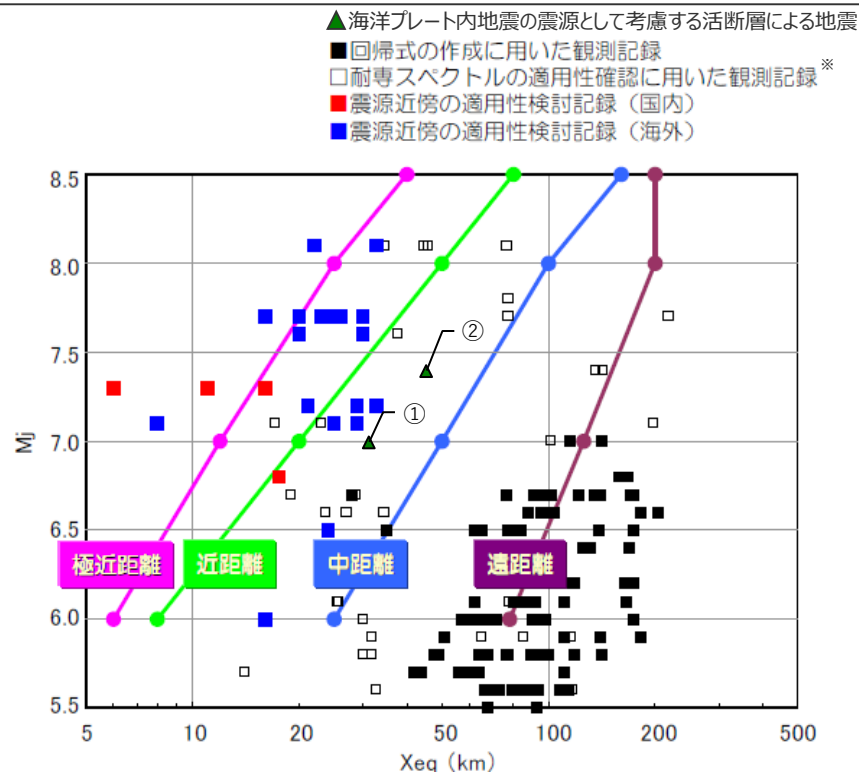


<断層位置>

検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の選定

（Noda et al.(2002)の適用性検討）

- 海洋プレート内地震について、Noda et al.(2002)による応答スペクトルの比較により、検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）を選定する。
- Noda et al.(2002)の適用性を検討した結果、適用範囲内にあることを確認した。



<Noda et al.(2002)の適用性>（東京電力(2009b)に各地震の諸元を重ね描き）

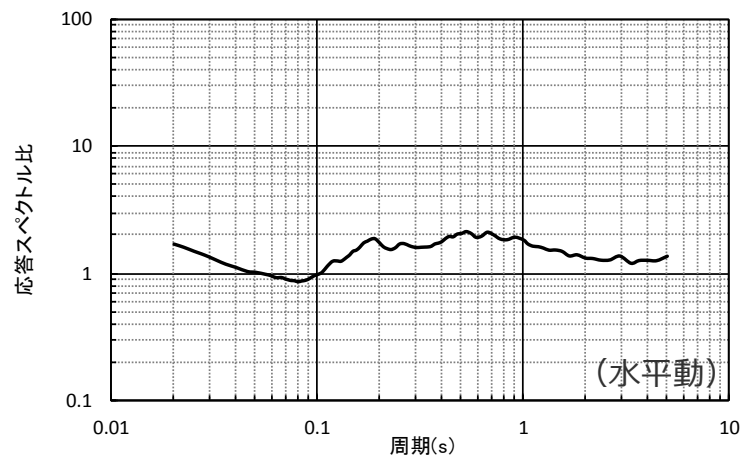
※耐専スペクトルとNoda et al.(2002)は同じ距離減衰式である。

<3.1.3 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>

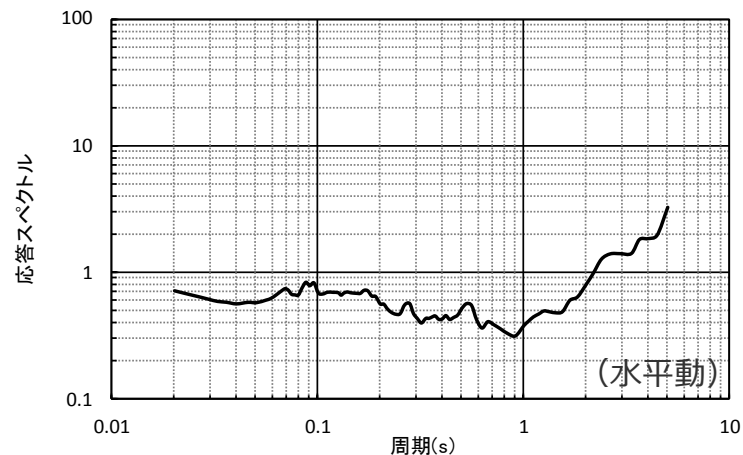
検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の選定

（観測記録に基づく補正係数）

- Noda et.al.(2002)の手法による評価にあたり、「敷地下方の想定スラブ内地震」では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）、「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の観測記録から算出した補正係数を考慮。



<「敷地下方の想定スラブ内地震」に考慮する補正係数>



<「御前崎沖の想定沈み込む海洋プレート内地震」に考慮する補正係数>

<3.1.3 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）> 検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の選定 （選定結果）

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

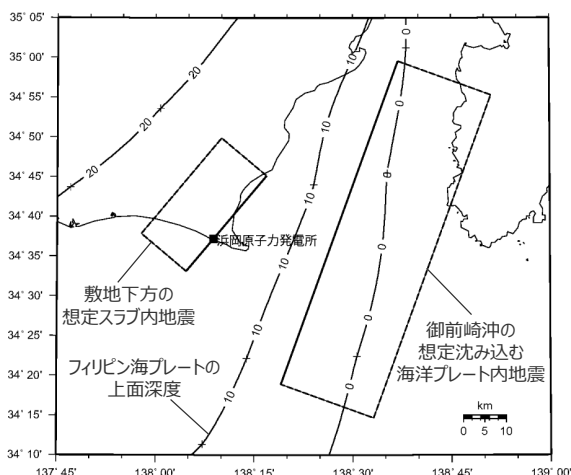
<諸元>

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

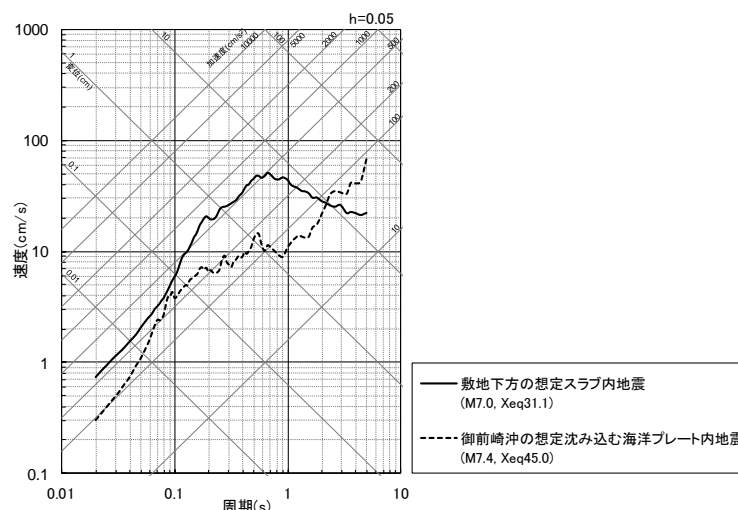
※1： 海洋プレート内地震の断層位置を予め特定することは困難と考え、安全評価上、震源断層位置を敷地に近づけることを前提とする。

※2： フィリピン海プレート（領域1：南海トラフ沿い）で発生した沈み込んだ海洋プレート内地震の最大規模の他、当該プレートと特徴が類似した海洋プレートで発生した地震の最大規模や地震発生層の地域性を考慮した地震規模の想定を踏まえて、M7.0を用いる。

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



<断層位置>



<Noda et al.(2002)による地震動評価結果の比較※4>

※4： 周期2秒以上の長周期成分で「御前崎沖の想定沈み込む海洋プレート内地震」の方が大きくなっている要因分析は補足説明資料④-28参照。当該資料で示したとおり、長周期が卓越する検討用地震については、御前崎沖の想定沈み込む海洋プレート内地震やプレート間地震等の地震動評価結果を含めて、今後説明する。 244

<3.1.3 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）> 基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の設定

【設定方針】

- 「敷地下方の想定スラブ内地震」の基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の設定には、地震モーメントのスケーリングを考慮して、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。

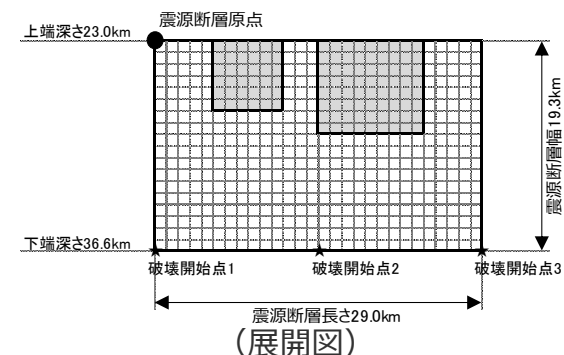
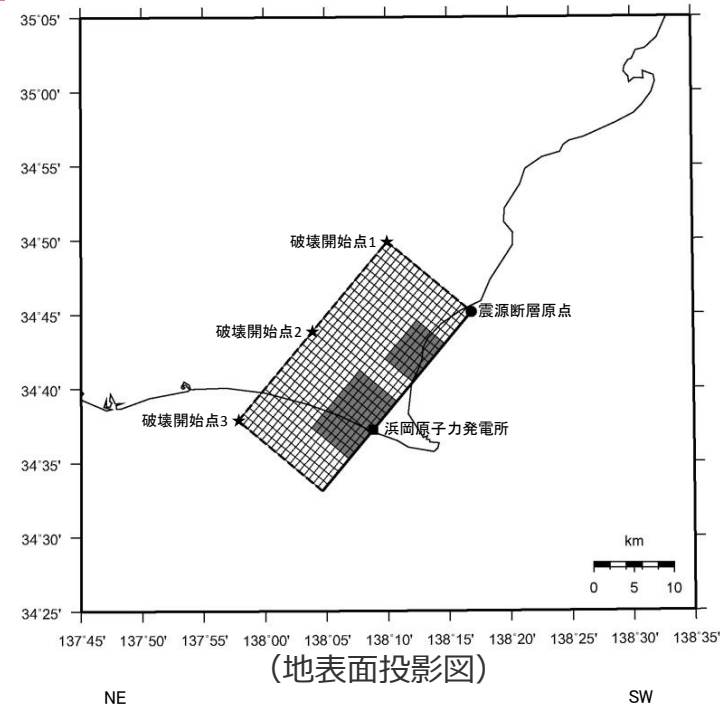
【震源断層パラメータ】

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

※1: 地震規模については、フィリピン海プレート（領域1：南海トラフ沿い）で発生した沈み込んだ海洋プレート内地震の最大規模、当該プレートと特徴が類似した海洋プレートで発生した地震の最大規模や地震発生層の地域性を考慮した地震規模の想定を踏まえて、M7.0を用いる。

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

・基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の震源断層パラメータは、補足説明資料②p.244参照。



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

<3.1.3 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>

基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の設定

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 : $D_{SMGA} = M_{0SMGA} / (\mu S_{SMGA})$
 強震動生成域の応力降下量 : $\Delta\sigma_{SMGA} = A / (4\pi r_{SMGA} \beta^2)$, $r_{SMGA} = (S_{SMGA} / \pi)^{0.5}$

平均すべり量・断層面積・平均応力降下量

- 平均すべり量 : $D = D_{SMGA} / \gamma_D$, $\gamma_D = 2.0$
 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 : $\sigma_{back} = (D_{back} / W_{back}) / (D_{SMGA} / W_{SMGA}) \cdot \sigma_{SMGA}$

<3.1.3 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>
不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の設定
（基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）に基づく）

基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）

○地震モーメントのスケールリングを考慮して、2009年駿河湾の地震（本震）の震源特性を反映。震源断層は敷地下方に想定。強震動生成域は2009年駿河湾の地震（本震）に基づき2つとし、面積が大きい方の強震動生成域を敷地直下で震源断層の上端に設定。破壊開始点は破壊の伝播方向が敷地へ向かうよう複数設定。

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

不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）

【短周期レベルの不確かさの考慮】

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

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

【強震動生成域の数の不確かさの考慮】

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

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

【断層傾斜角の不確かさの考慮】

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

基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）
+不確かさ⑥(断層傾斜角)

【地震規模の不確かさの考慮】

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

基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）
+不確かさ⑦（地震規模）

【震源深さの不確かさの考慮】

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

基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）
+不確かさ⑧（震源深さ）

【断層位置の不確かさの考慮】

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

基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）
+不確かさ①(断層位置)

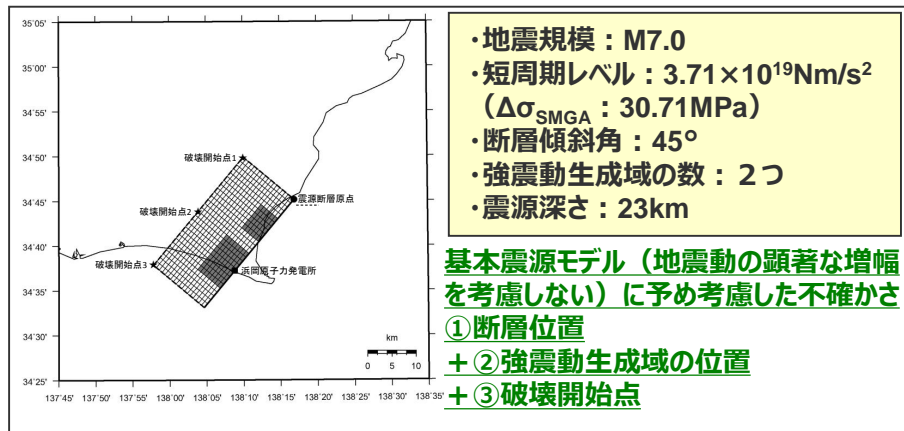
○断層位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）に対し、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と同様の各不確かさ（④～⑧）を考慮する。

短周期レベルの観点から等価なモデル

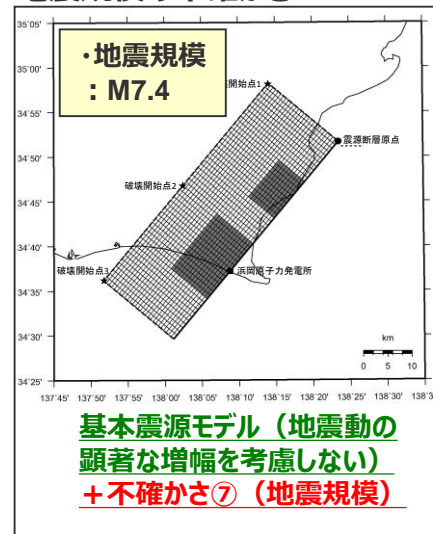
<3.1.3 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>

不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の設定
（震源モデル一覧（基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）に基づく））

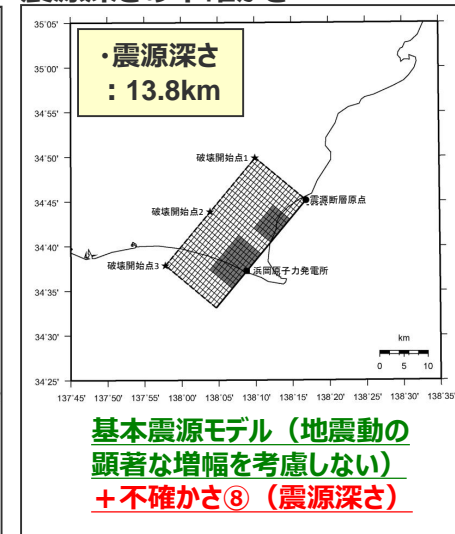
基本震源モデル（敷地下方の想定スラブ内地震）
（地震動の顕著な増幅を考慮しない）



地震規模の不確かさ

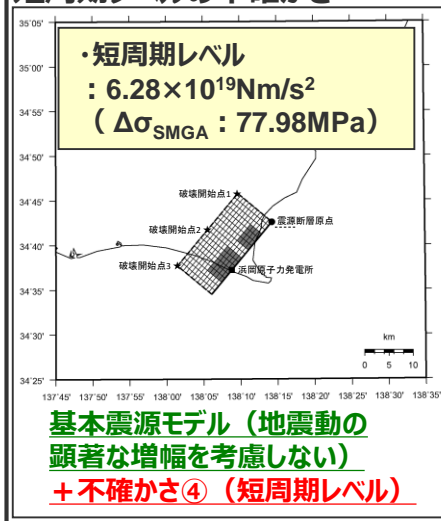


震源深さの不確かさ

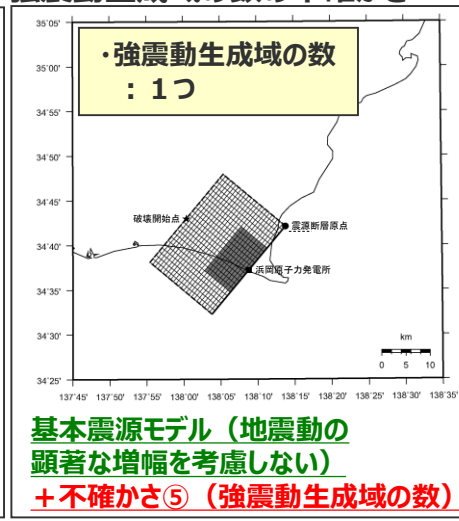


不確かさを考慮した震源モデル
（地震動の顕著な増幅を考慮しない）

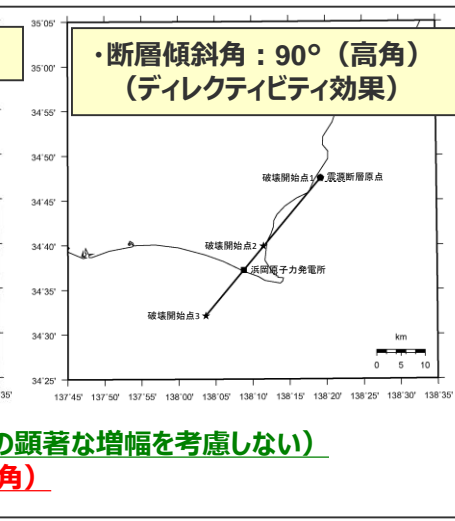
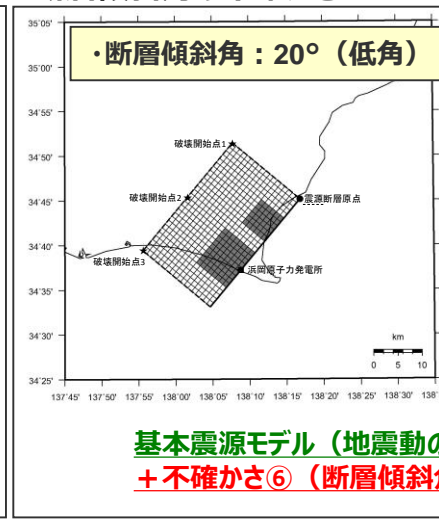
短周期レベルの不確かさ



強震動生成域の数の不確かさ



断層傾斜角の不確かさ



・各不確かさを考慮した震源モデル（基本震源モデルに基づく）（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の震源モデル図及び震源断層パラメータは、補足説明資料②p.245~参照。

不確かさの考慮（重畳）の考え方

（基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）に基づく）

不確かさを考慮する断層パラメータ

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

- ①断層位置
- ②強震動生成域の位置
- ③破壊開始点

<凡例>

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

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

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

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

不確かさの考慮（重畳）の考え方

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

<3.1.3 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>

不確かさの考慮のまとめ

（基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）に基づく）

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

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

・破壊伝播速度について、文献調査及び影響検討を行い、基本震源モデルで設定した破壊伝播速度の代表性を確認（補足説明資料④-31参照）。

<3.1.3 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>

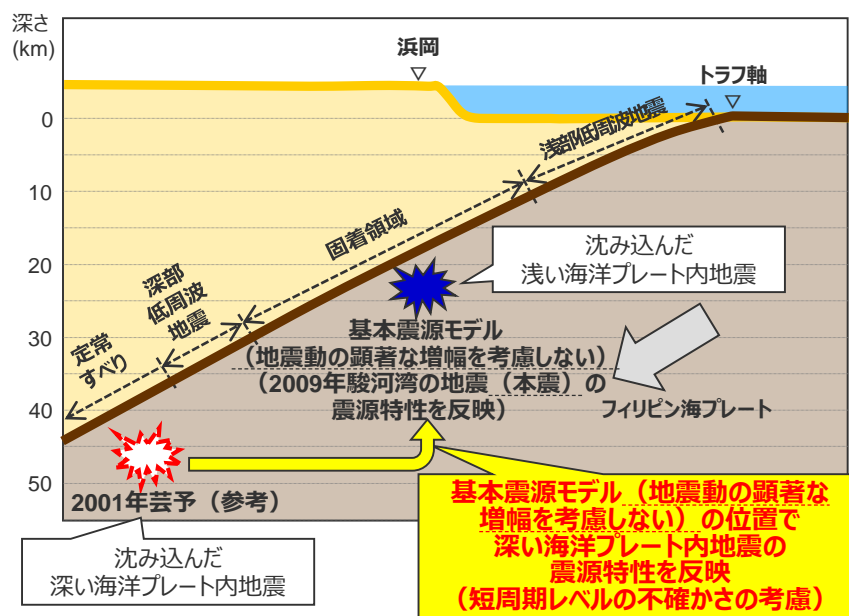
不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の設定 （短周期レベルの不確かさの考慮）

基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）

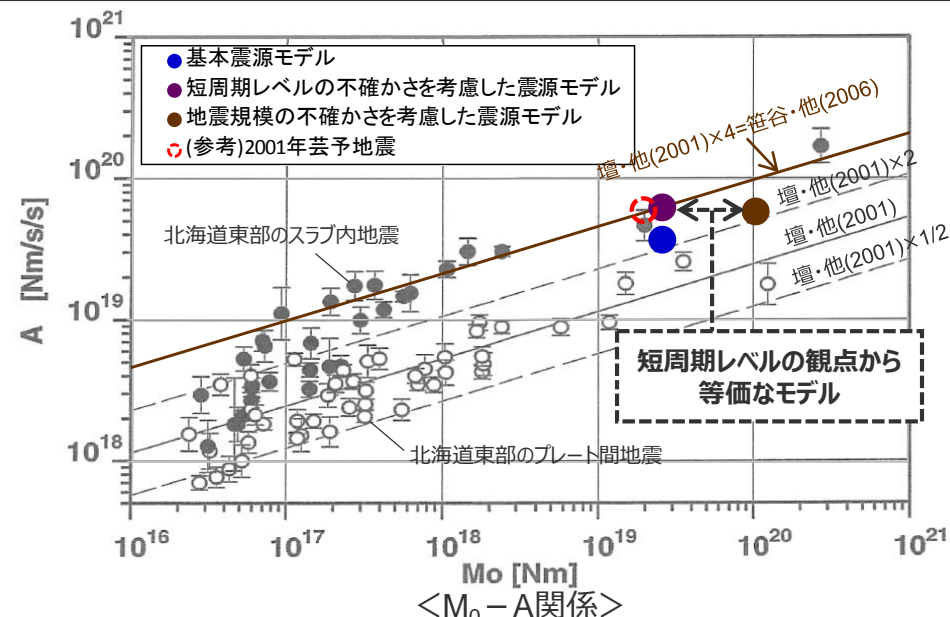
- 短周期地震波の励起特性に係る応力降下量や短周期レベルは震源の深さに依存すると考えられ、敷地下方に想定する基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の設定には沈み込んだ浅い海洋プレート内地震である2009年駿河湾の地震（本震）の震源特性を反映している。その短周期レベルは主に内陸地殻内地震に基づく壇・他(2001)による経験式の2.4倍程度である。

短周期レベルの不確かさの考慮

- 海洋プレート内地震の震源モデル設定に係る知見として、笹谷・他(2006)では、沈み込んだ深い海洋プレート内地震のデータベースに基づき、断層パラメータの設定方法を提案しており、短周期レベルは主に内陸地殻内地震に基づく壇・他(2001)による経験式の4倍になるよう設定されている。
- ⇒短周期レベルの不確かさの考慮として、笹谷・他(2006)に基づき設定した震源モデル（沈み込んだ深い海洋プレート内地震の震源特性を反映）を基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）（沈み込んだ浅い海洋プレート内地震）と同じ深さに設定する。（なお、短周期レベルの観点から、当該モデルは地震規模の不確かさを考慮した震源モデルと等価なモデル。）



<震源特性の反映の概要図>



…(笹谷・他(2006)に各震源モデル・2001年芸予地震の M_0 - A 関係とその説明、図の説明を加筆)

<3.1.3 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>
不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の設定
（断層傾斜角の不確かさの考慮）

断層傾斜角の不確かさの考慮（まとめ）

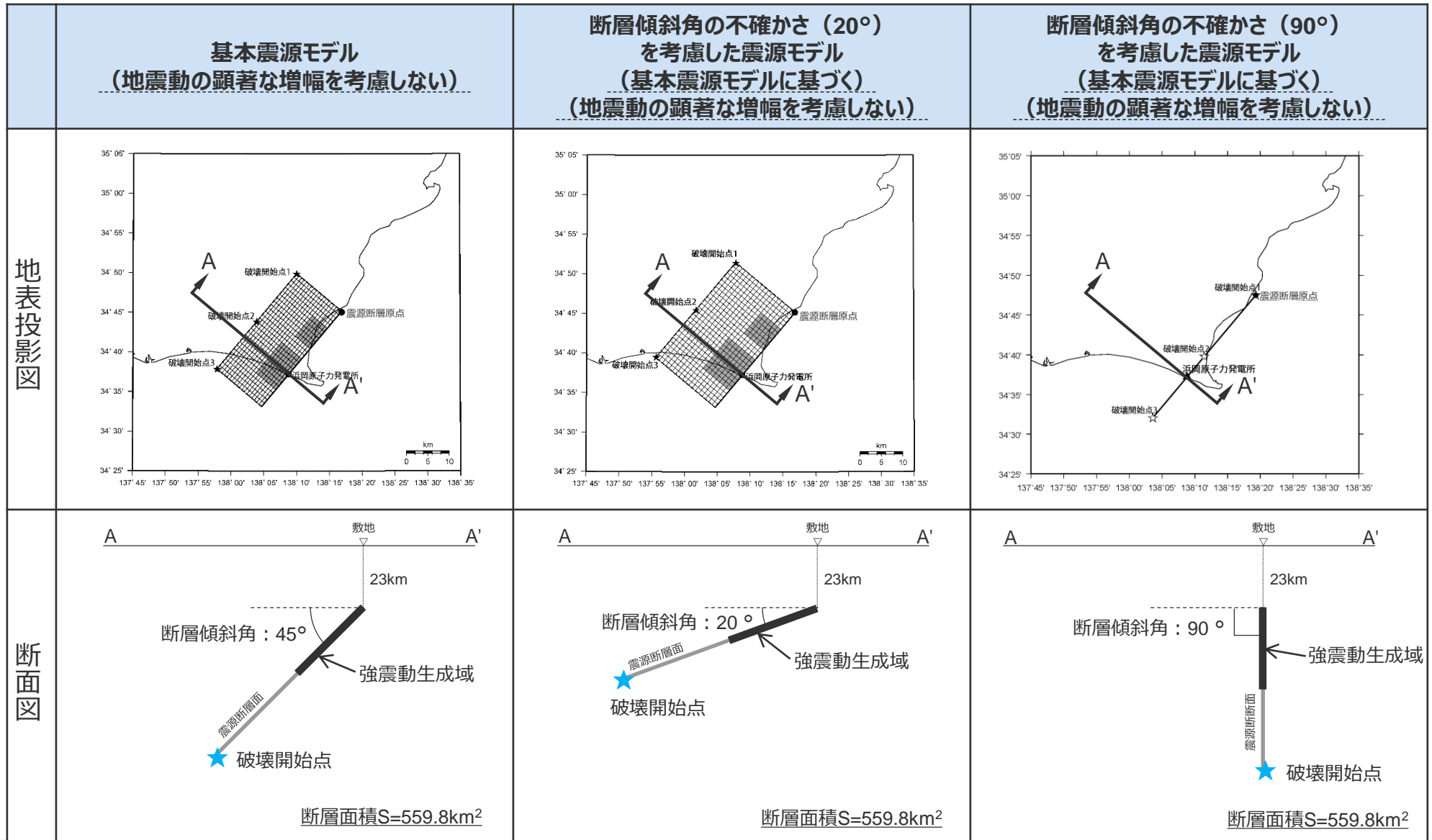
- 基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の断層傾斜角は、敷地周辺で発生した最大規模の地震で、敷地への影響が最も大きかった2009年駿河湾の地震の断層傾斜角の平均値に基づき、45°として設定する。
- 断層傾斜角の不確かさについて、断層傾斜角の整理結果（共役断層面を含む）によると、20°～70°程度であるが、安全評価上、敷地に対して最も厳しいディレクティビティ効果を考慮することとし、低角の20°及び高角の90°としたケースを考慮する。

検討対象地震		断層傾斜角 (°)
2009年駿河湾の地震		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 2001年静岡県中部の地震 2011年駿河湾の地震	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	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 1965年 Seattle地震 2001年 Nisqually地震	22°～70°
プレートの摩擦や応力の観点から想定される角度 (コメント回答)		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。

・断層傾斜角の不確かさの考慮の詳細は、補足説明資料④-27参照。

<3.1.3 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>
不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の設定
（断層傾斜角の不確かさの考慮（敷地との位置関係））



<3.1.3 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>
不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の設定
 （断層傾斜角の不確かさの考慮（断層傾斜角の不確かさ（90°）を考慮した震源モデルの設定））

断層傾斜角の不確かさ（90°）を考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）を設定する。

巨視的パラメータの設定

地震規模：M7.0
 地震モーメント M_0 ： 2.60×10^{19} Nm
 断層面積 S ：559.8km²

基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）に基づく

断層長さ L ：37.3km

$$L = S/W$$

断層幅 W ：15km

敷地周辺の震源鉛直分布に基づく

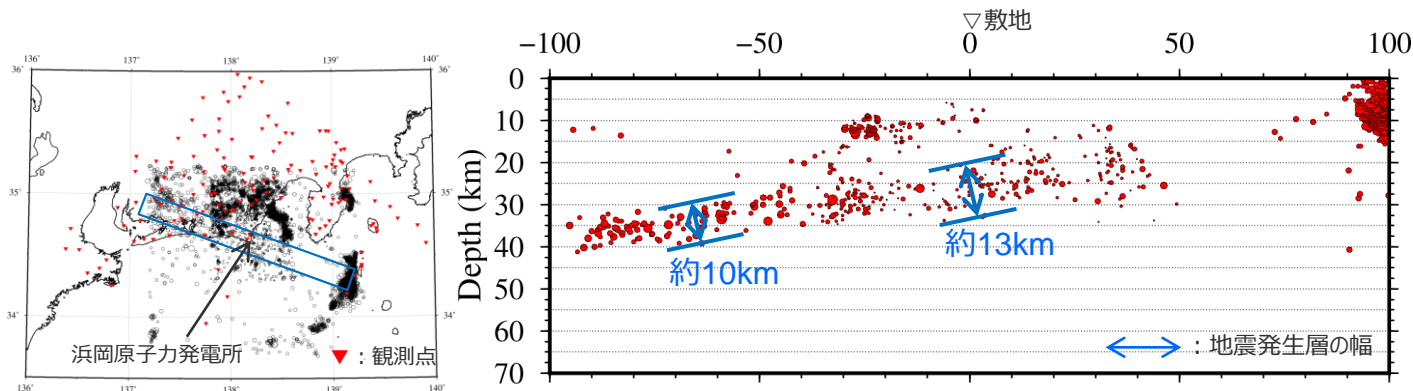
微視的パラメータの設定

短周期レベル A ： 3.71×10^{19} Nm/s²
 強震動生成域の面積 S_{SMGA} ：114.3km²
 強震動生成域の地震モーメント M_{0SMGA} ： 1.06×10^{19} Nm
 応力降下量 $\Delta\sigma_{SMGA}$ ：30.71MPa

基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）に基づく

敷地周辺の震源鉛直分布（震源再決定）

- ・Double-difference tomography法（Zhang and Thurber(2003)）に基づき震源位置を再決定。
- 陸域では観測点が多いため、震源再決定精度が高く、地震発生層の幅は10km程度。
- 敷地から海域にかけては観測点が少ないため、震源再決定精度は陸域より劣り、再決定した震源位置の分布にはばらつきが見られ、敷地周辺の地震発生層の幅は13km程度。



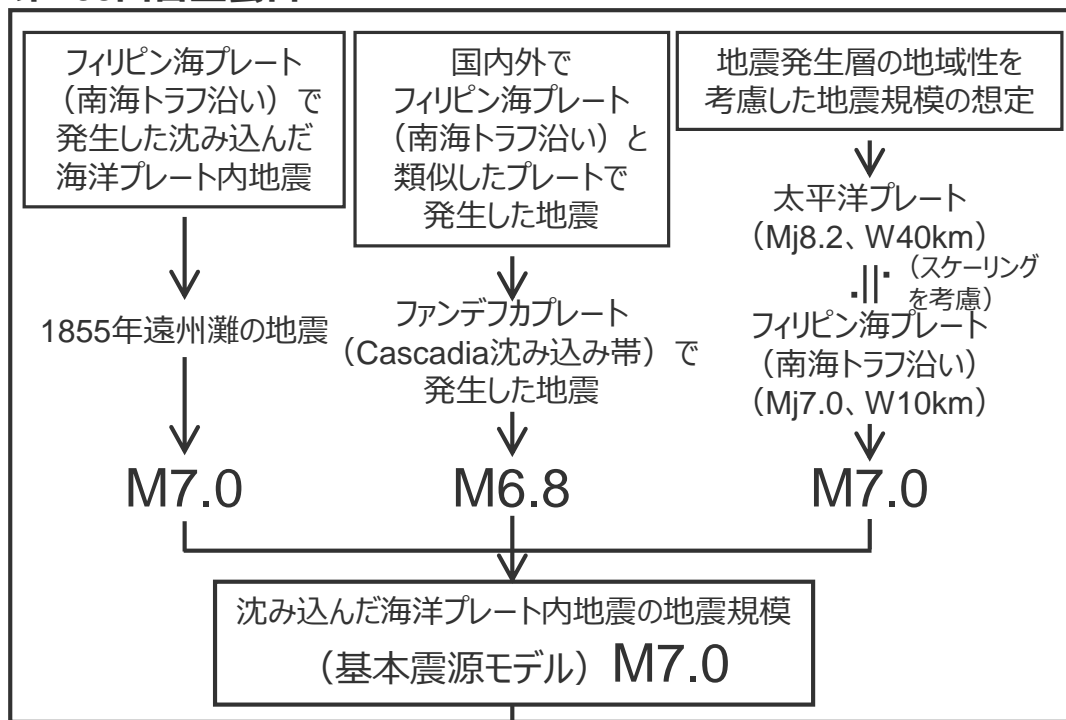
<3.1.3 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>

不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の設定 （地震規模の不確かさの考慮）

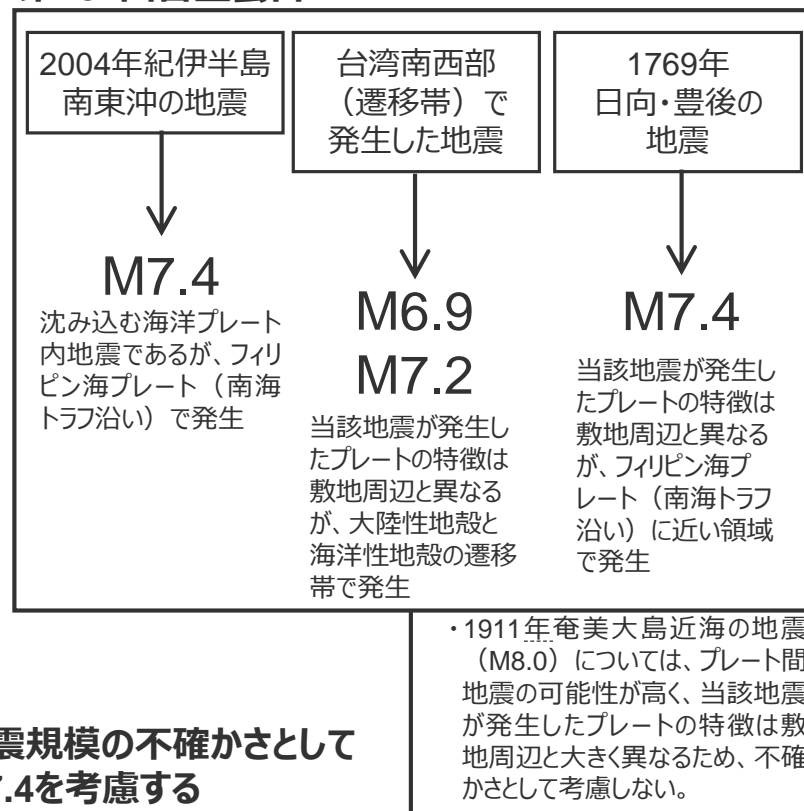
地震規模の不確かさの考慮

- フィリピン海プレート（南海トラフ沿い）で発生した沈み込んだ海洋プレート内地震の最大規模、当該プレートと特徴が類似した海洋プレートで発生した地震の最大規模、地震発生層の地域性を考慮した地震規模の想定を踏まえて、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の地震規模M7.0を考慮する。地震規模の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）以外の震源モデルも、同様にM7.0とする。
- 上記以外で発生した地震及びプレートの特徴を検討した結果、2004年紀伊半島南東沖の地震（M7.4）を踏まえるとともに、台湾南西部（遷移帯）で発生した地震（M6.9,M7.2）、1769年日向・豊後の地震（M7.4）等を確認し、地震規模の不確かさとして、M7.4を考慮する。

第253回審査会合



第482回審査会合



沈み込んだ海洋プレート内地震の地震規模
（地震規模の不確かさ） M7.4

・基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の地震規模の設定の詳細は、補足説明資料④-24.25参照。
・地震規模の不確かさを考慮の詳細は、補足説明資料④-24.26参照。

<3.1.3 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>

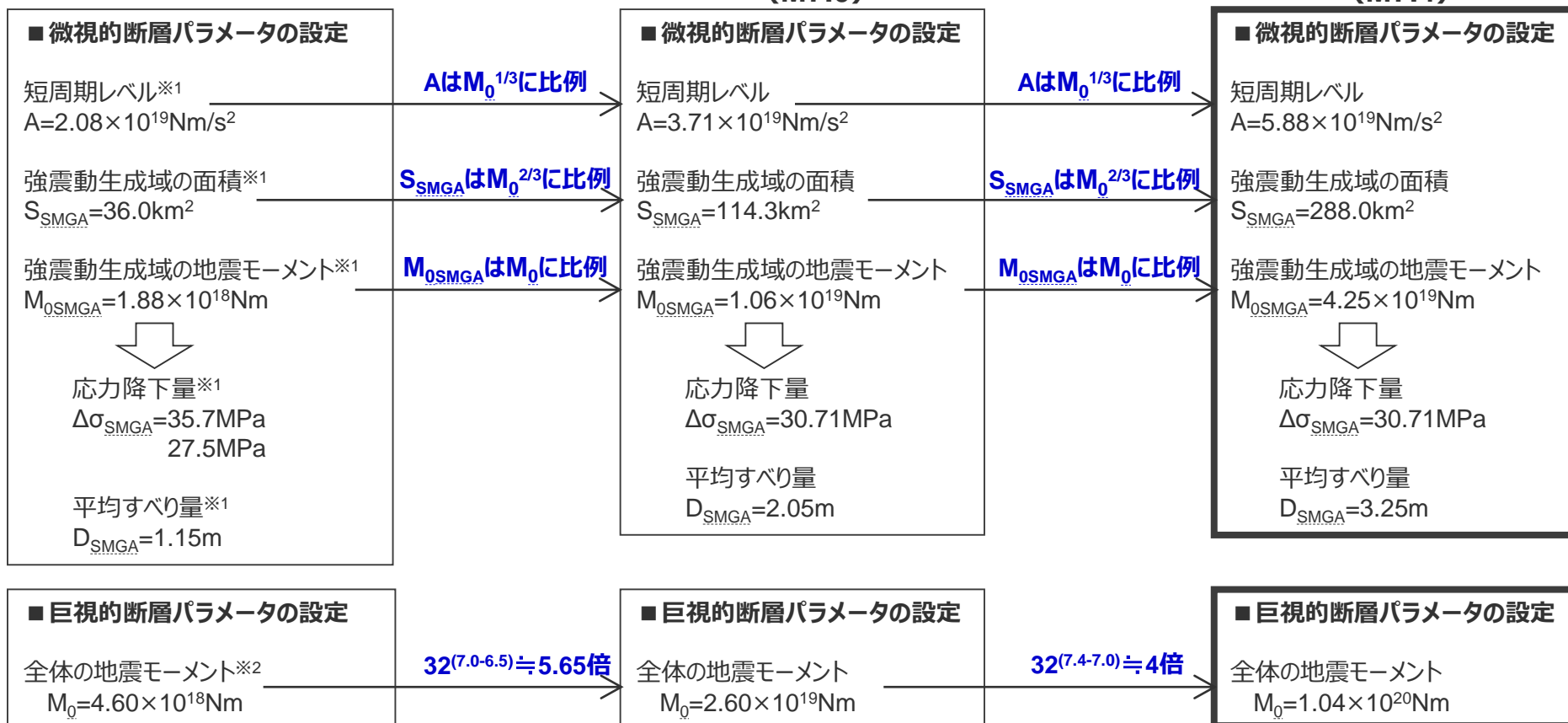
不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の設定 （地震規模の不確かさの考慮（震源モデルの設定方法））

○地震規模の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）（M7.4）の設定には、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の設定と同様、地震モーメントのスケールを考慮して、2009年駿河湾の地震（本震）の震源特性を反映する。

2009年駿河湾の地震（本震M6.5）

基本震源モデル （地震動の顕著な増幅を考慮しない） （M7.0）

地震規模の不確かさを考慮した震源モデル （地震動の顕著な増幅を考慮しない） （M7.4）



※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

<3.1.3 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>

不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の設定 （震源深さの不確かさの考慮）

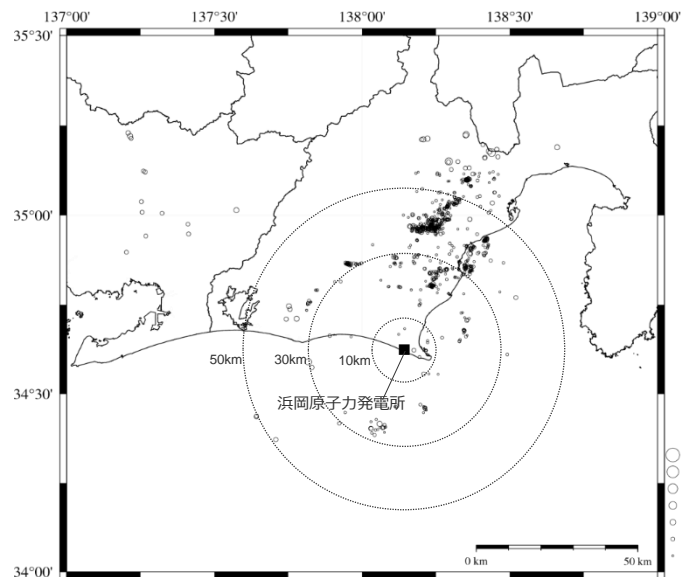
基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）

- 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、2009年駿河湾の地震（本震）の震源特性を反映するにあたり、フィリピン海プレートの海洋性マントル内に設定することとし、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23kmとする。

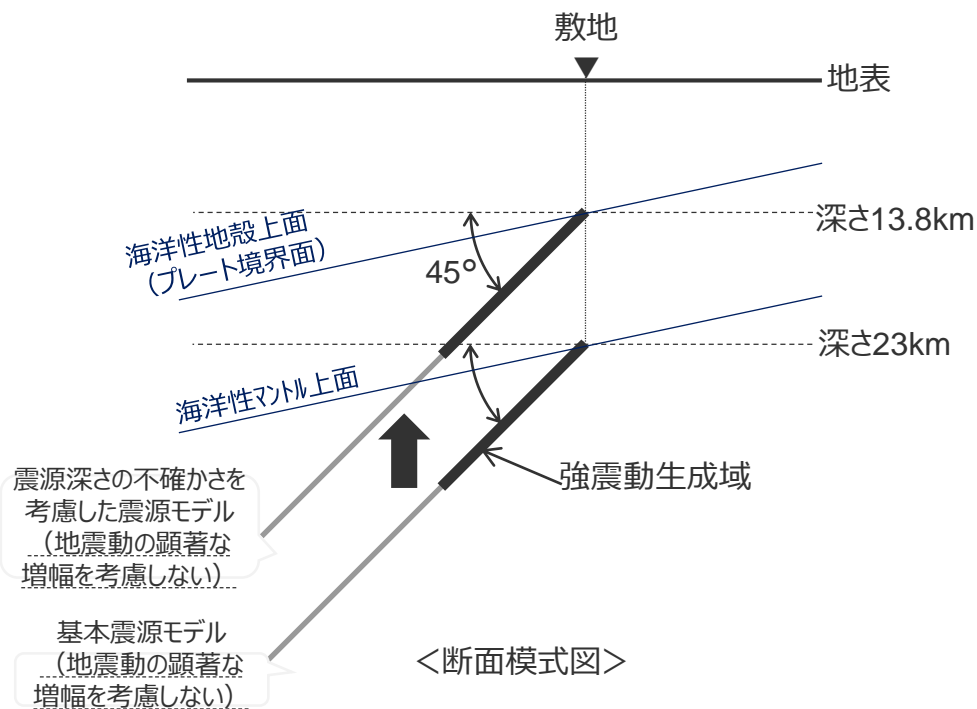
震源深さの不確かさの考慮

- 敷地周辺においてスラブ内地震は海洋性地殻内でほとんど発生していないが、それ以遠の一部領域において海洋性地殻内でも地震が発生していることを踏まえ、震源深さの不確かさとして、海洋性地殻内に震源断層を想定したケースを考慮する。具体的には、短周期レベルは震源が浅いほど小さくなると考えられるが※、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）（深さ23km）の震源特性をそのまま用いて、敷地直下における海洋性地殻上面（プレート境界面）に相当する深さ13.8kmに震源モデルを配置する。

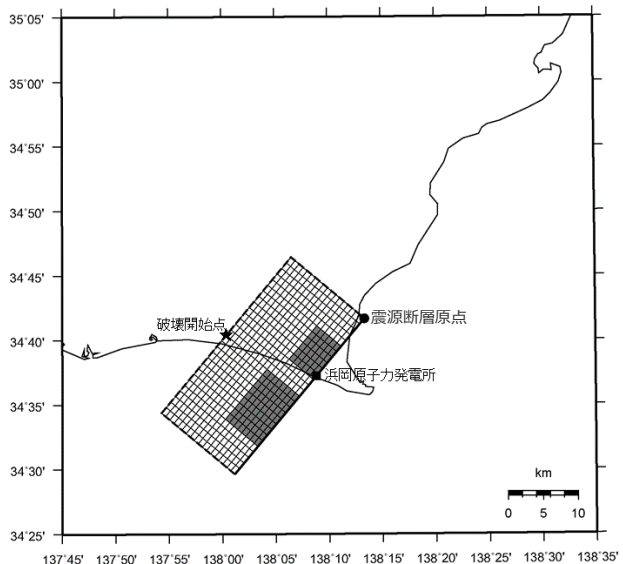
※補足説明資料④-23参照。



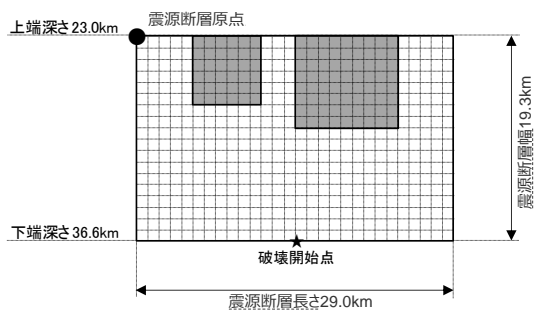
<敷地を中心として広域で発生した海洋性地殻内の地震の震央分布（観測期間1997年10月～2015年12月）>



<3.1.3 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>
不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の設定
（断層位置の不確かさの考慮）



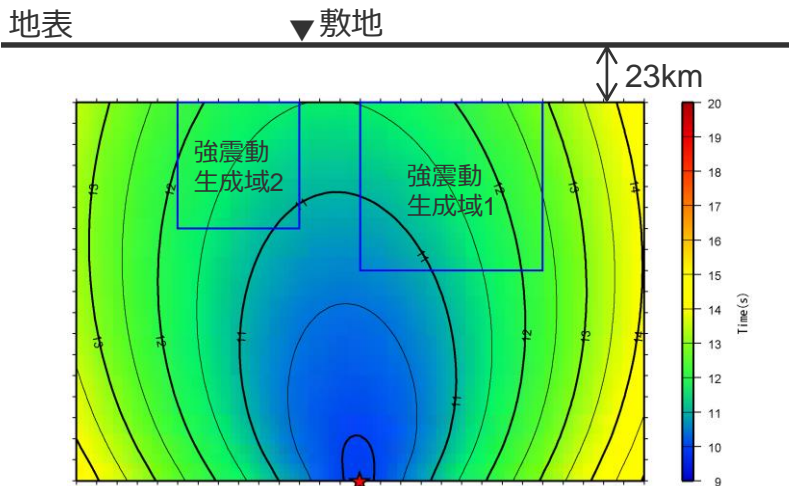
（地表面投影図）



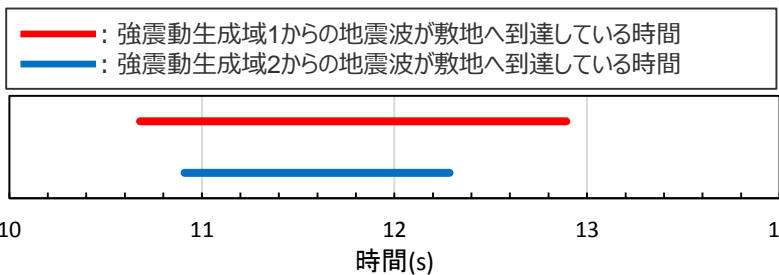
（展開図）

<断層位置の不確かさを考慮したモデル
（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>

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



破壊開始点
（アイソクロン（水平動））



（各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モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>

：断層位置の不確かさを考慮した震源モデル（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は、補足説明資料②p.258参照。

<3.1.3 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>

不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の設定 （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）

基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）

- 地震モーメントのスケールリングを考慮して、2009年駿河湾の地震（本震）の震源特性を反映。震源断層は敷地下方に想定。強震動生成域は2009年駿河湾の地震（本震）に基づき2つとし、面積が大きい方の強震動生成域を敷地直下で震源断層の上端に設定。破壊開始点は破壊の伝播方向が敷地へ向かうよう複数設定。

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

断層位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）

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

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

不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）

【短周期レベルの不確かさの考慮】

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

断層位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）
+ 不確かさ④（短周期レベル）

【強震動生成域の数の不確かさの考慮】*

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

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

*基本震源モデルに基づく場合と同じ震源モデル

【断層傾斜角の不確かさの考慮】

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

断層位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）
+ 不確かさ⑥（断層傾斜角）

【地震規模の不確かさの考慮】

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

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

短周期レベルの観点から等価なモデル

【震源深さの不確かさの考慮】

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

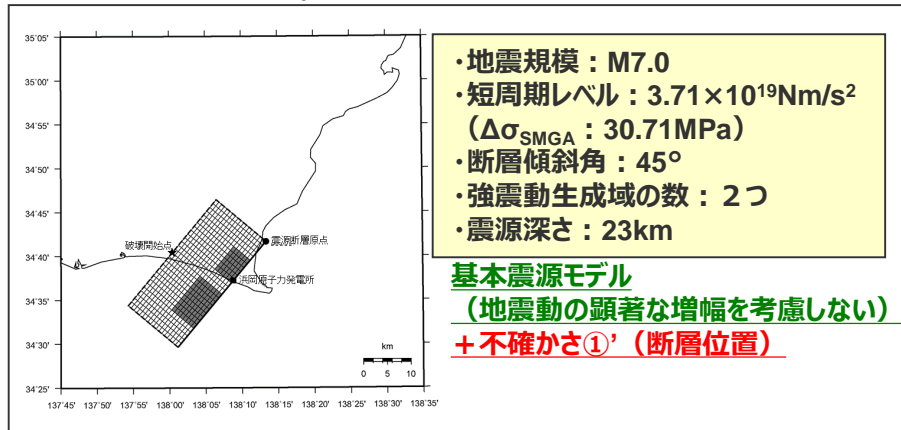
断層位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）
+ 不確かさ⑧（震源深さ）

<3.1.3 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>

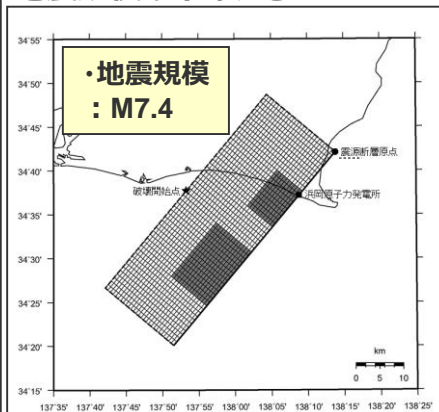
不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の設定

（震源モデル一覧（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））

断層位置の不確かさを考慮した震源モデル
（地震動の顕著な増幅を考慮しない）

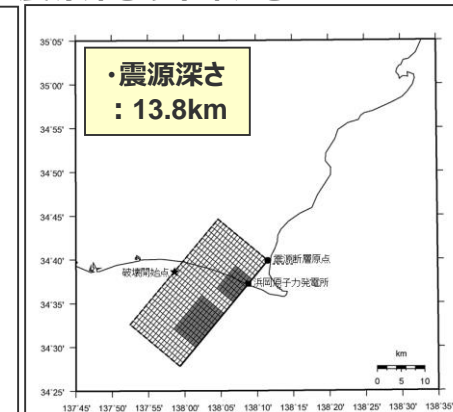


地震規模の不確かさ



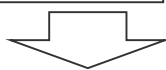
断層位置の不確かさを考慮した震源モデル
 （地震動の顕著な増幅を考慮しない）
 +不確かさ⑦（地震規模）

震源深さの不確かさ

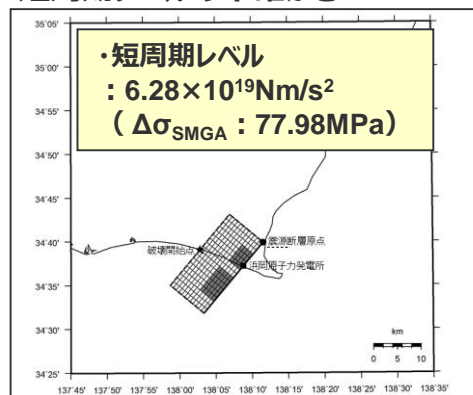


断層位置の不確かさを考慮した震源モデル
 （地震動の顕著な増幅を考慮しない）
 +不確かさ⑧（震源深さ）

不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）

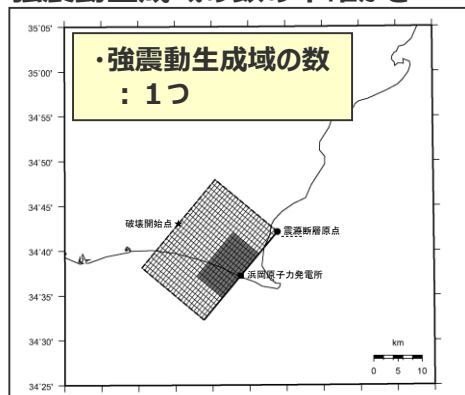


短周期レベルの不確かさ



断層位置の不確かさを考慮した震源モデル
 （地震動の顕著な増幅を考慮しない）
 +不確かさ④（短周期レベル）

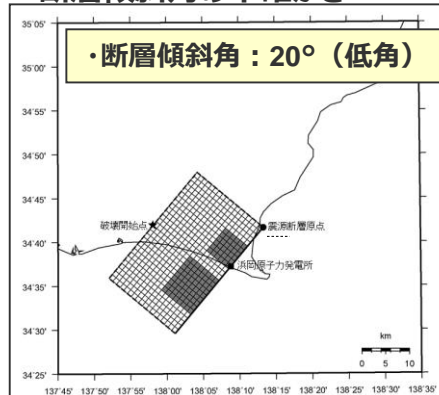
強震動生成域の数の不確かさ*



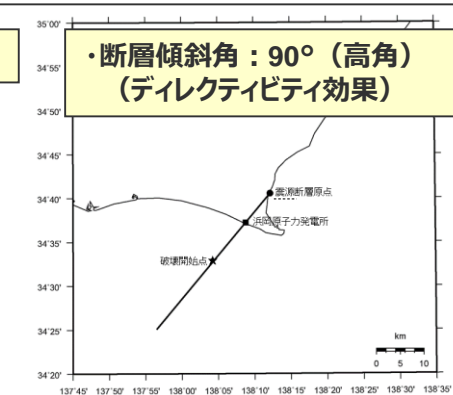
断層位置の不確かさを考慮した震源モデル
 （地震動の顕著な増幅を考慮しない）
 +不確かさ⑤（強震動生成域の数）

*基本震源モデルに基づく場合と同じ震源モデル

断層傾斜角の不確かさ



断層位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）
 +不確かさ⑥（断層傾斜角）



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

不確かさの考慮（重畳）の考え方

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

不確かさを考慮する断層パラメータ

断層位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）に予め不確かさを考慮したパラメータ

- ①断層位置
- ②強震動生成域の位置
- ③破壊開始点

<凡例>

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

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

断層位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）に対して不確かさを考慮したパラメータ

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

不確かさの考慮（重畳）の考え方

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

<3.1.3 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>

不確かさの考慮のまとめ

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

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

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

※ SMGA1とSMGA2の地震波が敷地に同時に到来するよう配置。各震源モデル（断層位置の不確かさを考慮した震源モデルに基づく）（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の強震動生成域から敷地に到達する地震波の重なる確認は、補足説明資料④-30参照。

余白

<3.1.3 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）> 地震動評価手法（評価方針）

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

【応答スペクトルに基づく地震動評価】

- 岩盤における観測記録に基づいて提案された距離減衰式で、解放基盤表面における水平方向及び鉛直方向の地震動の応答スペクトルを評価することができるNoda et al.(2002)の方法を用い、補正係数には2009年駿河湾の地震（本震）の観測記録を用いて、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）等の震源特性と同様、2009年駿河湾の地震（本震）の震源特性を反映することを原則とする。
- Noda et al.(2002)の方法を用いるに当たっては、適用条件、適用範囲を検討した上で、距離減衰式が適切に選定されていることを確認する。また、適用範囲外と判断される震源モデルについては、その他の方法の適用条件、適用範囲を検討する。
- 短周期レベルの不確かさを考慮した震源モデル（基本震源モデル及び断層位置の不確かさを考慮した震源モデルに基づく）（地震動の顕著な増幅を考慮しない）については、沈み込んだ深い海洋プレート内地震の震源特性を反映しており、この震源特性を反映するための観測記録（補正係数）は得られていないため、断層モデルを用いた手法による地震動評価を重視することとするが、短周期レベルを入力値とする片岡・他(2006)の方法※1を用いる。

【断層モデルを用いた手法による地震動評価】

- 一次元地下構造モデル※2の妥当性を確認した統計的グリーン関数法（短周期領域）と波数積分法（長周期領域）によるハイブリッド合成法※3を用いる。
- ハイブリッド合成法に関しては、強震動予測レシビに基づき、理論的手法の精度の限界及び半経験的手法の有効性を考慮して接続周期の設定等を行い、強震動予測結果の検証として、距離減衰式を用いた推定値との比較等を行う。

・応答スペクトルに基づく地震動評価は主に巨視的断層パラメータによる影響を、断層モデルを用いた手法による地震動評価は主に微視的断層パラメータによる影響を確認することができるため、これらの特徴等を踏まえて、検討用地震毎に地震動評価を行う。

※1： データベースに海洋プレート内地震が含まれる4つの距離減衰式（Kanno et al.(2006)、Zhao et al.(2006)、内山・翠川(2006)、片岡・他(2006)）のうち、断層モデルを用いた手法による地震動評価結果に最も近い結果となる距離減衰式は、片岡・他(2006)で短周期レベルを入力値とする方法。
短周期レベルの入力値は、短周期レベルの不確かさを考慮した震源モデル（基本震源モデル及び断層位置の不確かさを考慮した震源モデルに基づく）（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の値を用いる。

※2： 一次元地下構造モデルは、地震観測記録を用いて推定した地盤モデルに基づく地盤増幅率、敷地の観測記録（2009年駿河湾の地震の観測記録、Coda波部H/Vスペクトル及び微動アレイ観測による分散曲線）との比較・検討を行い、その妥当性を確認している（補足説明資料①-11参照）。

※3： 統計的グリーン関数法と波数積分法によるハイブリッド合成法を用いるに当たっては、適切な要素地震が得られている海洋プレート内地震の基本震源モデルを対象として、経験的グリーン関数法と波数積分法によるハイブリッド合成法に基づく地震動評価結果との比較・検討を行い、評価手法の代表性を確認している（補足説明資料④-33参照）。

<3.1.3 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>

応答スペクトルに基づく地震動評価

（Noda et al.(2002)の適用性検討（概要））

○ 応答スペクトルに基づく地震動評価で用いるNoda et al.(2002)は、国内で観測された地震観測記録に基づき、下表のとおり、極近距離、近距離、中距離、遠距離毎に地震規模 M_j と等価震源距離 X_{eq} に応じてコントロールポイントを定めている。

<Noda et al.(2002)の回帰式の作成に用いた地震諸元（左図■）> <Noda et al.(2002)の回帰式の適用性確認に用いた地震諸元（左図□）>

- ・地震規模 M_j : $5.5 \leq M_j \leq 7.0$
- ・等価震源距離 X_{eq} : $28\text{km} \leq X_{eq} \leq 202\text{km}$
- ・地震規模 M_j : $5.4 \leq M_j \leq 8.1$
- ・等価震源距離 X_{eq} : $14\text{km} \leq X_{eq} \leq 216\text{km}$

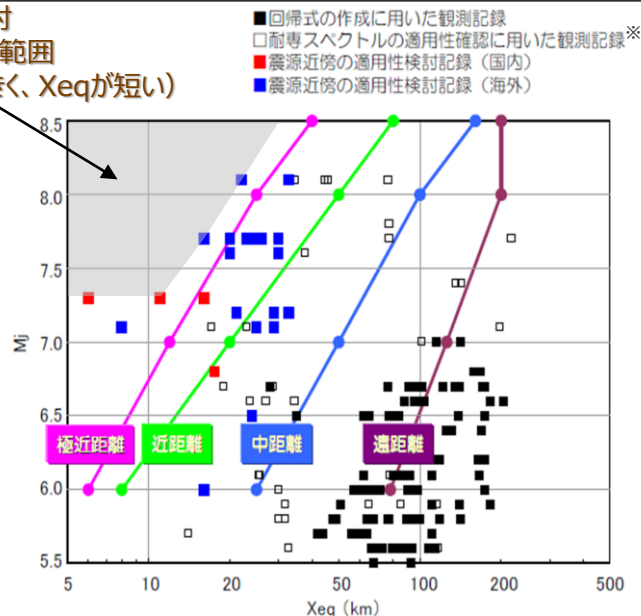
○ また、極近距離よりさらに近い地震についても検討が行われているが（左図■ ■）、旧原子力安全委員会の「応答スペクトルに基づく地震動評価」に関する専門家との意見交換会において、東京電力(2009b)では、「極近距離よりさらに近い地震に関しては観測データも少なく、また、コントロールポイントも設けられていない。これらより、今後スペクトルの適用性や改良に関する検討等が必要と考えられる。」としている。

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

⇒ Noda et al.(2002)の適用性の検討にあたっては、検討用地震毎の諸元（地震規模 M_j 及び等価震源距離 X_{eq} ）と極近距離を比較し、極近距離との乖離が大きい場合は、適用範囲外とする。

適用性検討
記録がない範囲

（ M_j が大きく、 X_{eq} が短い）



<Noda et al.(2002)のコントロールポイント（東京電力(2009a)による）>

	M	Xeq (km)	コントロールポイントの座標 pSv (cm/s)															
			A		B		C		D		E		F		G		H	
			T_A (s)	T_B (s)	T_C (s)	T_D (s)	T_E (s)	T_F (s)	T_G (s)	T_H (s)								
極近距離	8.5	40	1.62	18.44	27.32	47.87	68.05	64.66	53.52	40.06								
	8	25	1.69	20.05	28.96	48.22	67.80	65.25	52.51	38.35								
	7	12	1.40	17.20	24.84	33.86	43.42	36.42	25.15	17.85								
	6	6	1.04	12.82	18.51	21.84	23.17	17.41	9.64	3.88								
近距離	8.5	80	0.73	7.36	11.43	22.92	34.79	32.58	27.60	21.96								
	8	50	0.67	7.45	11.17	20.05	28.65	27.06	22.70	17.19								
	7	20	0.78	9.44	13.64	19.10	24.83	20.69	14.46	10.37								
中距離	8.5	160	0.26	2.22	3.67	9.45	15.17	14.83	13.64	12.26								
	8	100	0.32	3.08	4.86	10.27	16.04	14.96	12.73	10.37								
	7	50	0.23	2.65	4.01	6.02	7.64	6.68	4.87	3.64								
遠距離	8.5	200	0.18	1.44	2.43	6.87	11.17	11.17	10.67	10.04								
	8	200	0.10	0.80	1.35	3.82	6.21	6.21	5.93	5.58								
	7	125	0.046	0.43	0.70	1.34	1.81	1.59	1.26	1.05								
	6	78	0.041	0.45	0.65	0.95	1.03	0.80	0.49	0.22								

※耐専スペクトルとNoda et al.(2002)は同じ距離減衰式である。

<Noda et al.(2002)の適用性>
(東京電力(2009b)に適用性検討記録がない範囲を重ね描き)

<3.1.3 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）> 応答スペクトルに基づく地震動評価

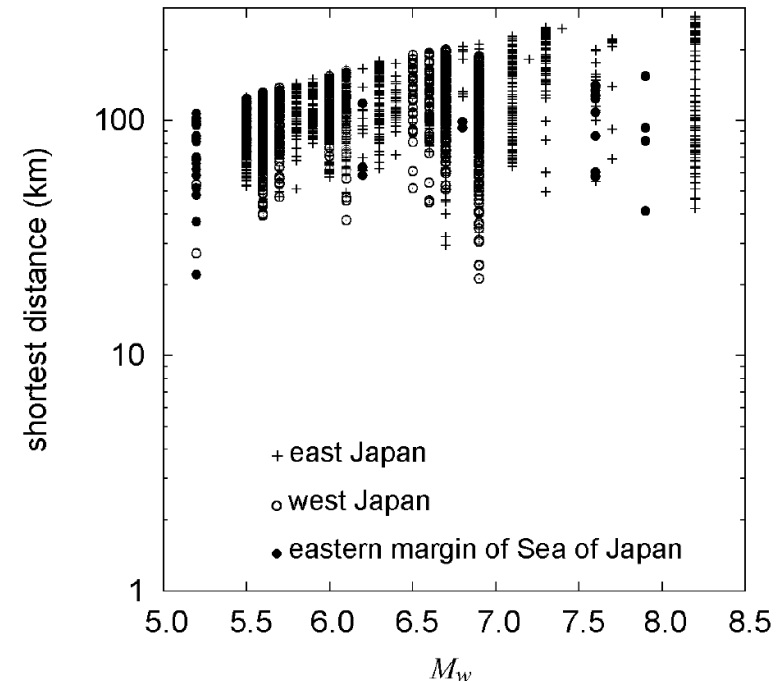
（Noda et al.(2002)以外の距離減衰式の適用性検討（概要））

- 短周期レベルの不確かさを考慮した震源モデル（基本震源モデル及び断層位置の不確かさを考慮した震源モデルに基づく）（地震動の顕著な増幅を考慮しない）については、沈み込んだ深い海洋プレート内地震の震源特性を反映しており、この震源特性を反映するための観測記録（補正係数）は得られていないため、断層モデルを用いた手法による地震動評価を重視することとするが、短周期レベルを入力値とする片岡・他(2006)の方法を用いる。
- 片岡・他(2006)の適用性の検討にあたっては、短周期レベルの不確かさを考慮した震源モデル（基本震源モデル及び断層位置の不確かさを考慮した震源モデルに基づく）（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の諸元（ M_w 及び断層最短距離 X_{sh} ）と片岡・他(2006)の距離減衰式の作成に用いられた地震の諸元を比較し、乖離が大きい場合は、適用範囲外とする。

<片岡・他(2006)の概要>

対象地震	日本周辺
地震種別	内陸地殻内 プレート間 海洋プレート内
M_w の範囲	4.9~8.2
断層最短距離の範囲	250km以内
地盤条件・種別	I種、II種、III種地盤及び 工学的基盤（ $V_{s30}^* = 720\text{m/s}$ （平均値））
地盤補正	地盤種別による

※ V_{s30} ：表層30mのS波速度の平均値（浜岡原子力発電所は $V_{s30} = 759\text{m/s}$ ）



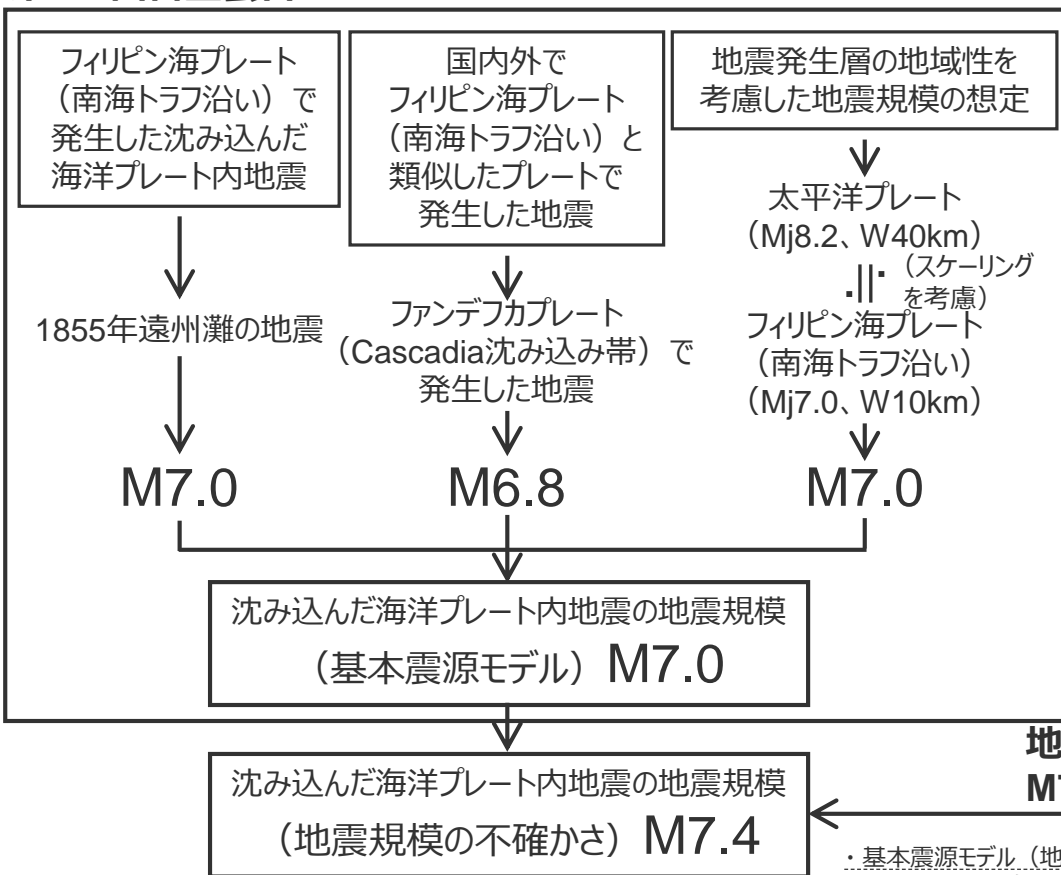
<片岡・他(2006)の距離減衰式の作成に用いられた地震の諸元>
（片岡・他(2006)による）

応答スペクトルに基づく地震動評価

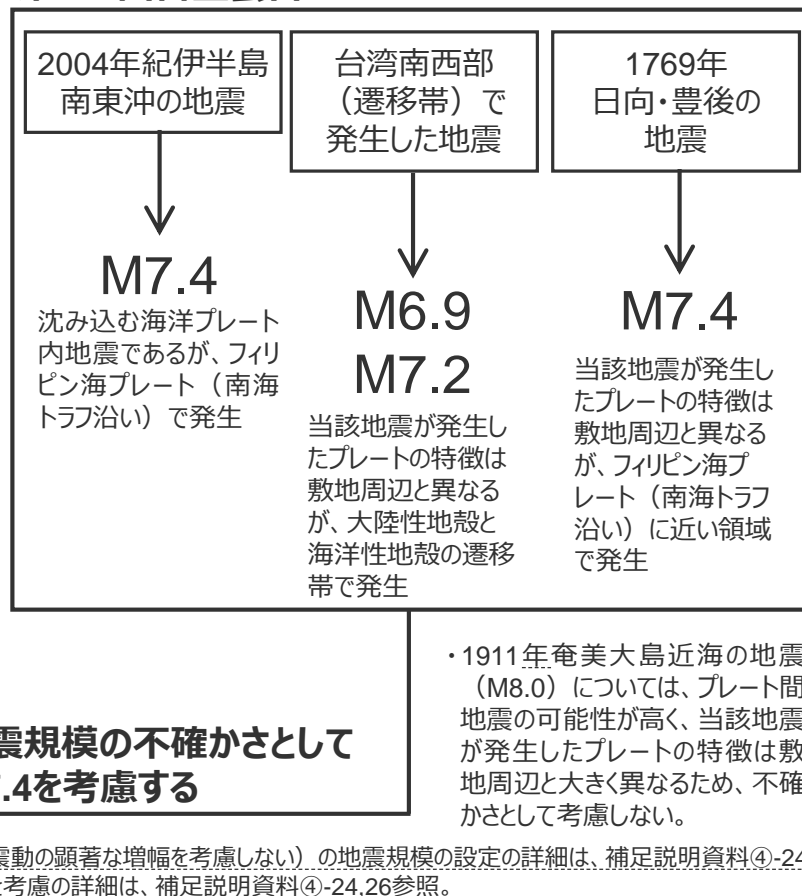
（地震規模の設定）

- フィリピン海プレート（南海トラフ沿い）で発生した沈み込んだ海洋プレート内地震の最大規模、当該プレートと特徴が類似した海洋プレートで発生した地震の最大規模、地震発生層の地域性を考慮した地震規模の想定を踏まえて、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の地震規模M7.0を考慮する。地震規模の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）以外の震源モデルも、同様にM7.0とする。
- 上記以外で発生した地震及びプレートの特徴を検討した結果、2004年紀伊半島南東沖の地震（M7.4）を踏まえるとともに、台湾南西部（遷移帯）で発生した地震（M6.9,M7.2）、1769年日向・豊後の地震（M7.4）等を確認し、地震規模の不確かさとして、M7.4を考慮する。

第253回審査会合



第482回審査会合



・基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の地震規模の設定の詳細は、補足説明資料④-24.25参照。
・地震規模の不確かさを考慮の詳細は、補足説明資料④-24.26参照。

応答スペクトルに基づく地震動評価

（各距離減衰式の適用性検討（まとめ））

<検討用地震の震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）におけるNoda et al.(2002)の適用性検討（まとめ）>

震源モデル （地震動の顕著な増幅を 考慮しない）	基本震源モデルに基づく					
	基本震源モデル （地震動の顕著な 増幅を考慮しない）	強震動生成域の数の 不確かさを考慮した 震源モデル （地震動の顕著な 増幅を考慮しない）	断層傾斜角の不確か さ（20°）を考慮した 震源モデル （地震動の顕著な 増幅を考慮しない）	断層傾斜角の不確か さ（90°）を考慮した 震源モデル （地震動の顕著な 増幅を考慮しない）	地震規模の不確かさ を考慮した震源モデル （地震動の顕著な 増幅を考慮しない）	震源深さの不確かさを 考慮した震源モデル （地震動の顕著な 増幅を考慮しない）
Mj	7.0	7.0	7.0	7.0	7.4	7.0
等価震源距離Xeq (km)	28.1	28.6	26.6	29.2	31.2	19.0
Noda et al.(2002)の適用性	○	○	○	○	○	○

震源モデル （地震動の顕著な増幅を 考慮しない）	断層位置の不確かさを考慮した震源モデルに基づく					
	基本震源モデル （地震動の顕著な 増幅を考慮しない）	強震動生成域の数の 不確かさを考慮した 震源モデル （地震動の顕著な 増幅を考慮しない）	断層傾斜角の不確か さ（20°）を考慮した 震源モデル （地震動の顕著な 増幅を考慮しない）	断層傾斜角の不確か さ（90°）を考慮した 震源モデル （地震動の顕著な 増幅を考慮しない）	地震規模の不確かさ を考慮した震源モデル （地震動の顕著な 増幅を考慮しない）	震源深さの不確かさを 考慮した震源モデル （地震動の顕著な 増幅を考慮しない）
Mj	7.0	7.0	7.0	7.0	7.4	7.0
等価震源距離Xeq (km)	28.5	28.6	27.1	31.1	35.1	21.0
Noda et al.(2002)の適用性	○	○	○	○	○	○

<短周期レベルの不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）
における片岡・他(2006)の適用性検討（まとめ）>

震源モデル （地震動の顕著な増幅を 考慮しない）	基本震源モデルに基づく （地震動の顕著な増幅を 考慮しない）	断層位置の不確かさを考慮した 震源モデルに基づく （地震動の顕著な増幅を 考慮しない）
Mw	6.9	6.9
断層最短距離Xsh (km)	23.0	23.0
片岡・他(2006)の適用性	○	○

○：適用範囲内 ×：適用範囲外

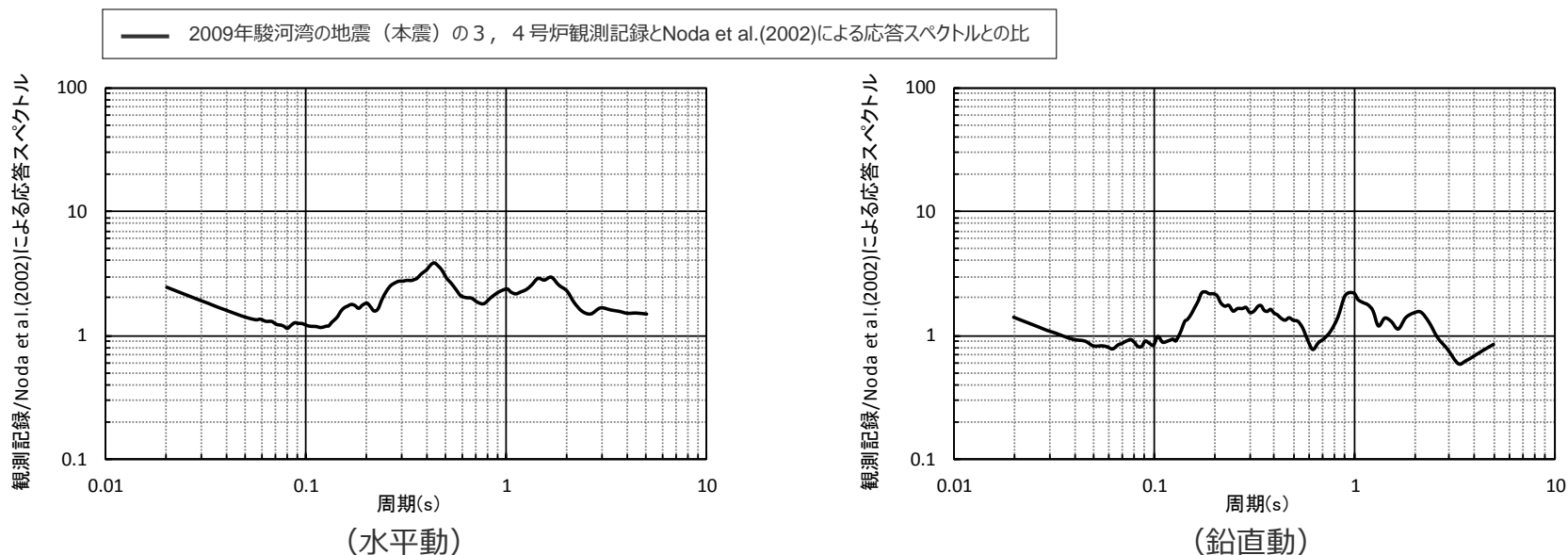
・各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の適用性検討の詳細は、補足説明資料②p.273~参照。

・下線（ ）は、一部修正箇所を示す。 268

<3.1.3 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>

応答スペクトルに基づく地震動評価

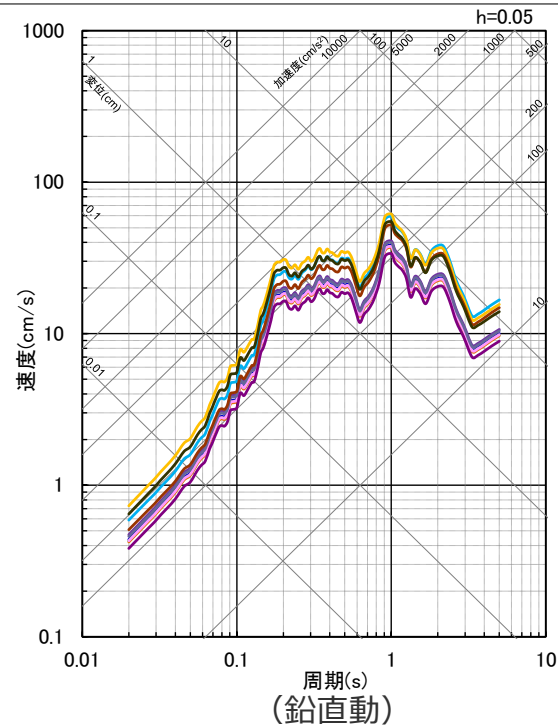
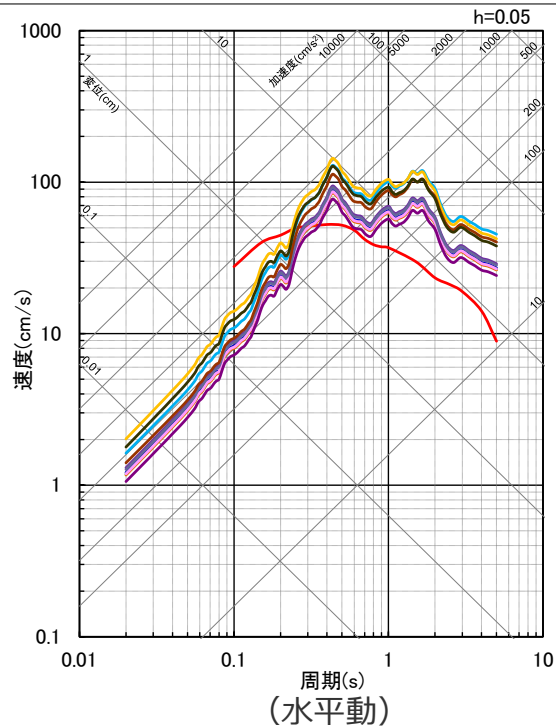
（2009年駿河湾の地震（本震）の観測記録に基づく補正係数）



<海洋プレート内地震の応答スペクトルに基づく地震動評価へ2009年駿河湾の地震（本震）の震源特性を反映するために用いる補正係数>

<3.1.3 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）> 応答スペクトルに基づく地震動評価結果

- 基本震源モデル(地震動の顕著な増幅を考慮しない)(Noda et al.(2002)に基づく地震動評価結果)(Mj7.0, Xeq28.1)
- 短周期レベルの不確かさを考慮した震源モデル(基本震源モデル及び断層位置の不確かさを考慮した震源モデルに基づく)(地震動の顕著な増幅を考慮しない)(片岡・他(2006)で短周期レベルを入力値とする方法による地震動評価結果)(Mw6.9, Xsh23.0)
- 強震動生成域の数の不確かさを考慮したモデル(基本震源モデル及び断層位置の不確かさを考慮した震源モデルに基づく)(地震動の顕著な増幅を考慮しない)(Noda et al.(2002)に基づく地震動評価結果)(Mj7.0, Xeq28.6)
- 断層傾斜角の不確かさ(20°)を考慮したモデル(基本震源モデルに基づく)(地震動の顕著な増幅を考慮しない)(Noda et al.(2002)に基づく地震動評価結果)(Mj7.0, Xeq26.6)
- 断層傾斜角の不確かさ(90°)を考慮したモデル(基本震源モデルに基づく)(地震動の顕著な増幅を考慮しない)(Noda et al.(2002)に基づく地震動評価結果)(Mj7.0, Xeq29.2)
- 地震規模の不確かさを考慮した震源モデル(基本震源モデルに基づく)(地震動の顕著な増幅を考慮しない)(Noda et al.(2002)に基づく地震動評価結果)(Mj7.4, Xeq31.2)
- 震源深さの不確かさを考慮した震源モデル(基本震源モデルに基づく)(地震動の顕著な増幅を考慮しない)(Noda et al.(2002)に基づく地震動評価結果)(Mj7.0, Xeq19.0)
- 断層位置の不確かさを考慮した震源モデル(地震動の顕著な増幅を考慮しない)(Noda et al.(2002)に基づく地震動評価結果)(Mj7.0, Xeq28.5)
- 断層傾斜角の不確かさ(20°)を考慮したモデル(断層位置の不確かさを考慮した震源モデルに基づく)(地震動の顕著な増幅を考慮しない)(Noda et al.(2002)に基づく地震動評価結果)(Mj7.0, Xeq27.1)
- 断層傾斜角の不確かさ(90°)を考慮したモデル(断層位置の不確かさを考慮した震源モデルに基づく)(地震動の顕著な増幅を考慮しない)(Noda et al.(2002)に基づく地震動評価結果)(Mj7.0, Xeq31.1)
- 地震規模の不確かさを考慮した震源モデル(断層位置の不確かさを考慮した震源モデルに基づく)(地震動の顕著な増幅を考慮しない)(Noda et al.(2002)に基づく地震動評価結果)(Mj7.4, Xeq35.1)
- 震源深さの不確かさを考慮した震源モデル(断層位置の不確かさを考慮した震源モデルに基づく)(地震動の顕著な増幅を考慮しない)(Noda et al.(2002)に基づく地震動評価結果)(Mj7.0, Xeq21.0)



・Noda et al.(2002)に基づく場合は2009年駿河湾の地震(本震)の観測記録を用いて補正。

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

- ・Xeqは、等価震源距離 (km)、Xshは、断層最短距離 (km) を表す。
- ・各震源モデル(地震動の顕著な増幅を考慮しない)の地震動評価結果の詳細は、補足説明資料②p.279~参照。

<3.1.3 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>

断層モデルを用いた手法による地震動評価

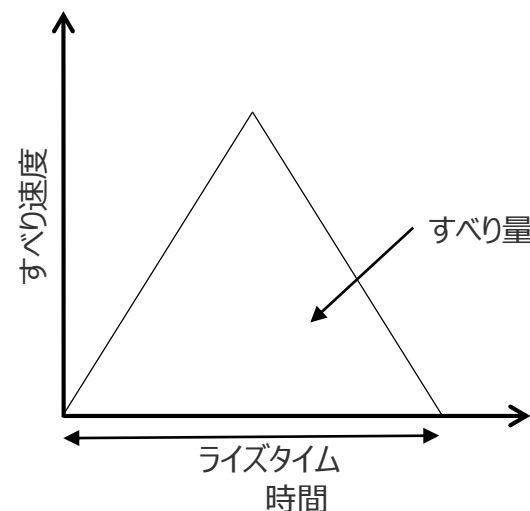
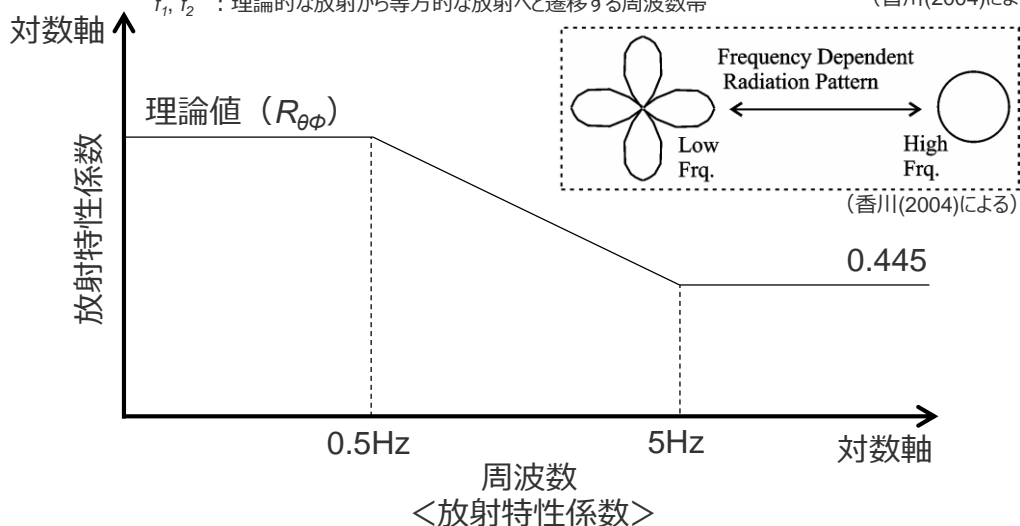
（断層モデルを用いた手法）

- 断層モデルを用いた手法による地震動評価は、一次元地下構造モデルの妥当性を確認した統計的グリーン関数法（短周期領域）と波数積分法（長周期領域）によるハイブリッド合成法を用いる。
- 統計的グリーン関数法は、Boore(1983)による要素地震及び入倉・他(1997)による波形合成※1に基づく。放射特性係数は、Kamae and Irikura(1992)により、0.5Hz以下をAki and Richards(1980)による理論値、5Hz以上をBoore and Boatwright(1984)による等方的な値（0.445）とし、その間是对数軸上で線形補間した値とする。
- 波数積分法は、Hisada(1994)に基づく。すべり速度時間関数は、一般的に用いられる三角形関数※2（震源断層パラメータに基づく）を用いる。

※1 入倉・他(1997)による波形合成では、2009年駿河湾の地震のシミュレーションを踏まえたライズタイム（0.3秒）を用いる。

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

$R_{\theta\phi 0}$: 震源とサイトの位置関係及びすべり方向から理論的に評価されるラディエーション係数
 $R_{\theta\phi m}$: 高周波数で等方放射として平均化されたラディエーション係数
 f_1, f_2 : 理論的な放射から等方的な放射へと遷移する周波数帯
 (香川(2004)による)

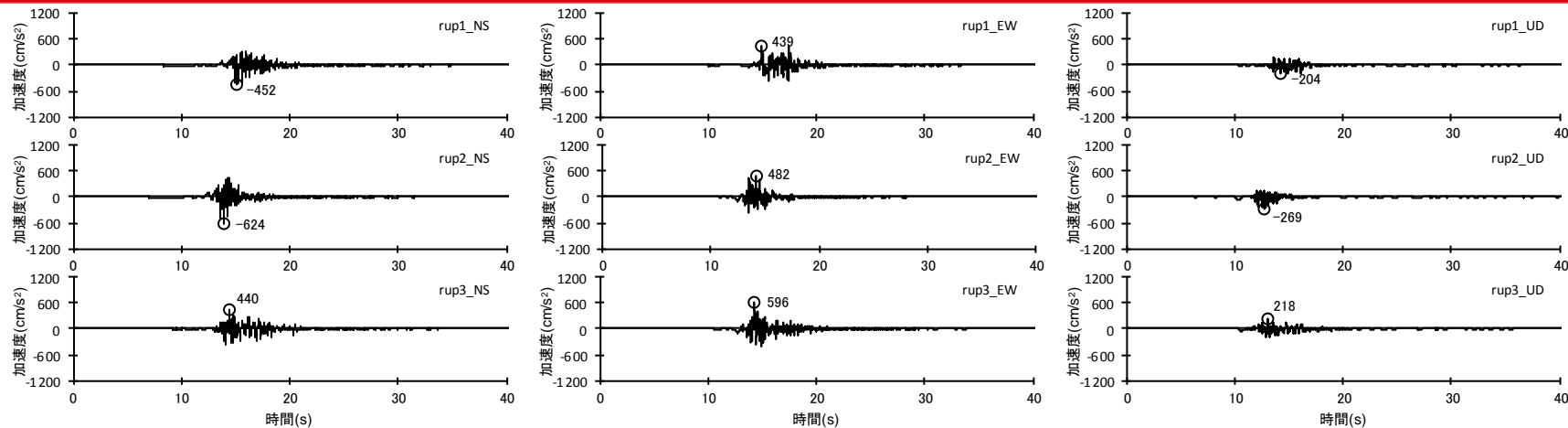


ライズタイム $t_r=0.3$ 秒（2009年駿河湾の地震のシミュレーションモデルを踏まえて設定）

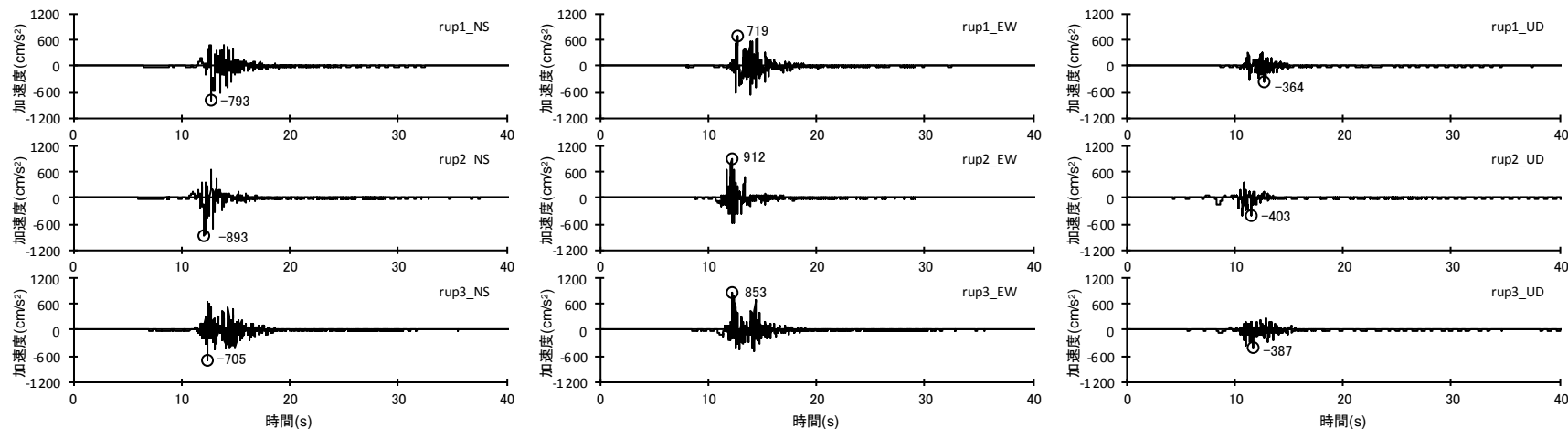
<すべり速度時間関数>

※2 久田(2002)、倉橋・入倉(2017)等による。

<3.1.3 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）> 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果 （加速度時刻歴波形）



（基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない））

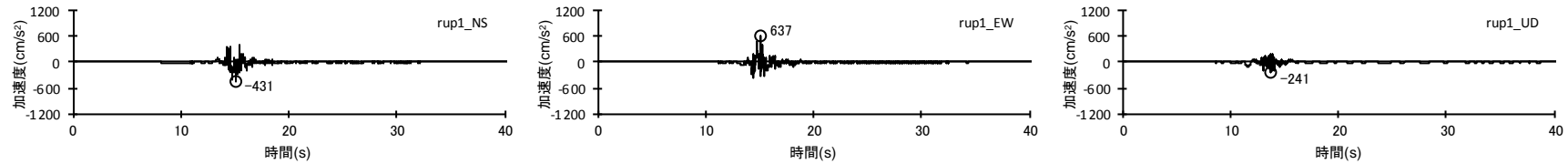


（短周期レベルの不確かさを考慮した震源モデル（基本震源モデルに基づく）（地震動の顕著な増幅を考慮しない））

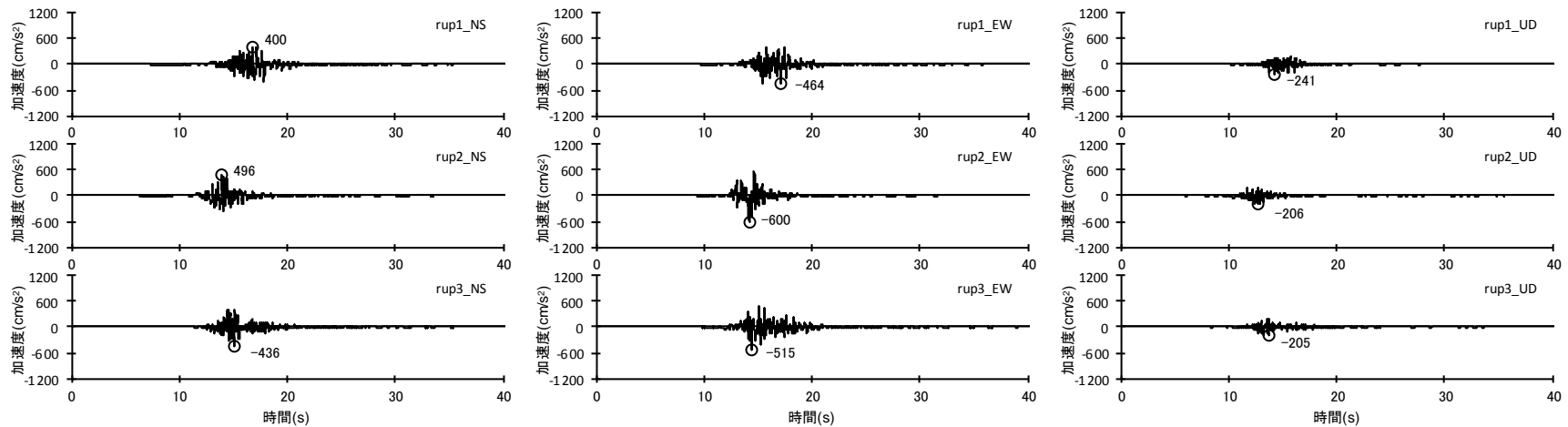
<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（加速度時刻歴波形）>

・速度時刻歴波形は、補足説明資料②p.291,293参照。

<3.1.3 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）> 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果 （加速度時刻歴波形）



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

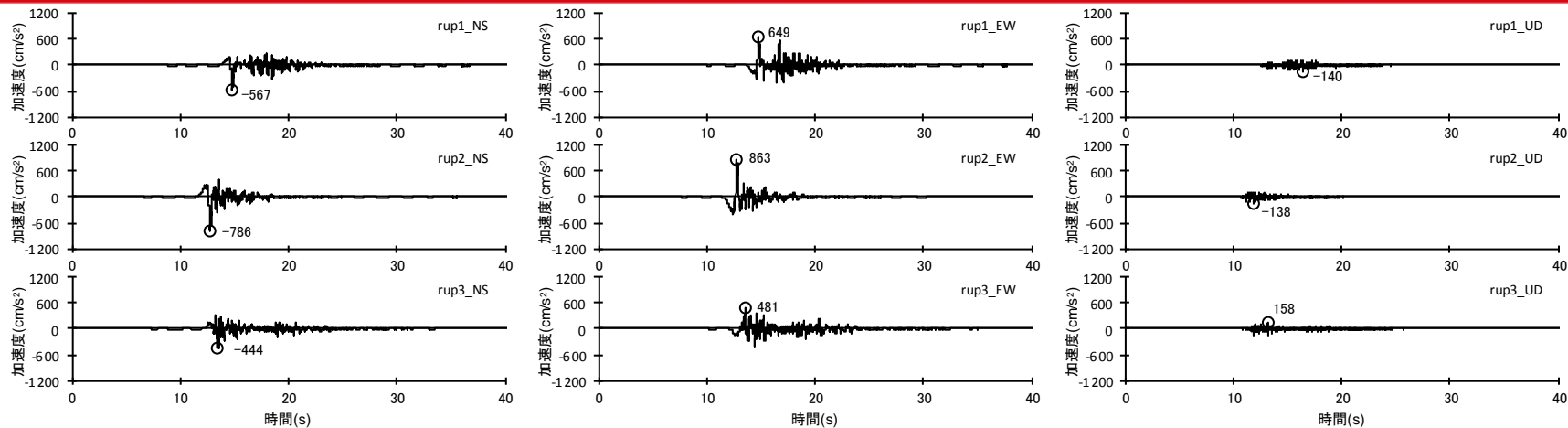


（断層傾斜角の不確かさ（ 20° ）を考慮した震源モデル（基本震源モデルに基づく）（地震動の顕著な増幅を考慮しない））

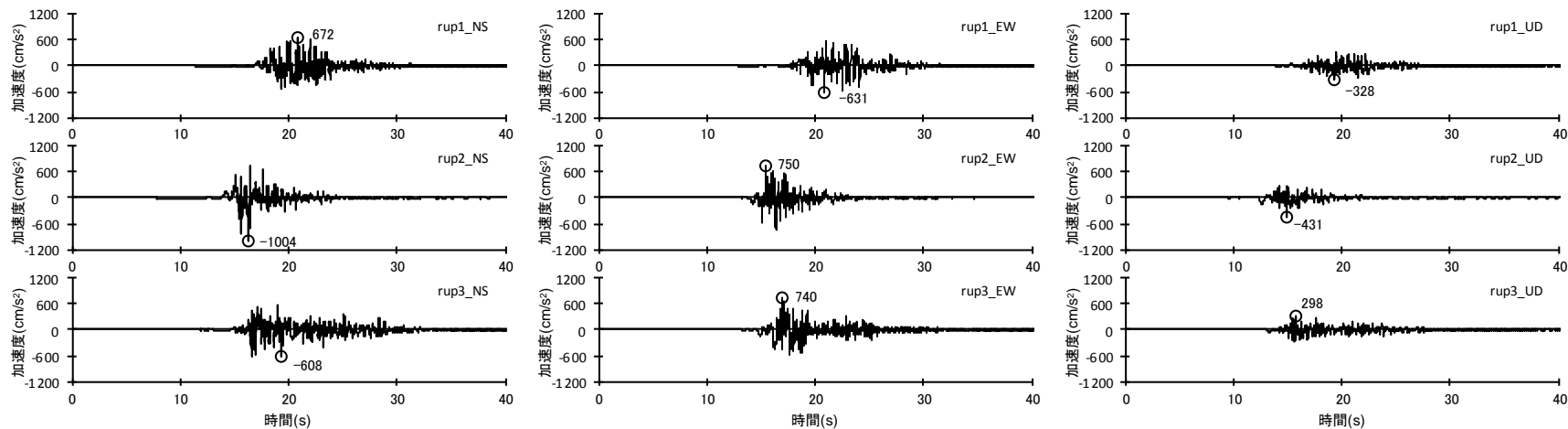
<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（加速度時刻歴波形）>

・速度時刻歴波形は、補足説明資料②p.295,297参照。

<3.1.3 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）> 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果 （加速度時刻歴波形）



（断層傾斜角の不確かさ（90°）を考慮した震源モデル（基本震源モデルに基づく）（地震動の顕著な増幅を考慮しない））

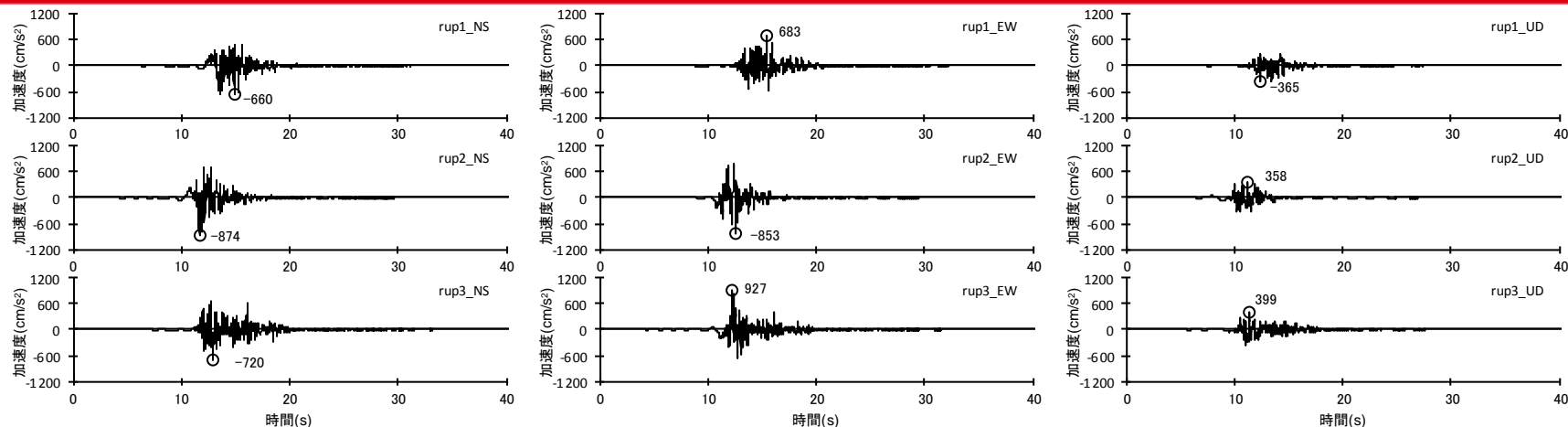


（地震規模の不確かさを考慮した震源モデル（基本震源モデルに基づく）（地震動の顕著な増幅を考慮しない））

<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（加速度時刻歴波形）>

・速度時刻歴波形は、補足説明資料②p.299,301参照。

<3.1.3 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）> 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果 （加速度時刻歴波形）

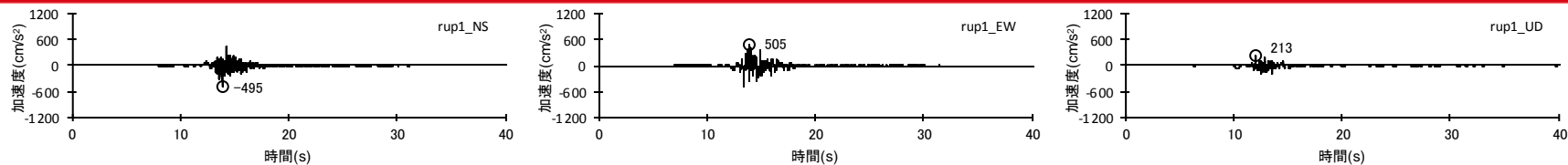


（震源深さの不確かさを考慮した震源モデル（基本震源モデルに基づく）（地震動の顕著な増幅を考慮しない））

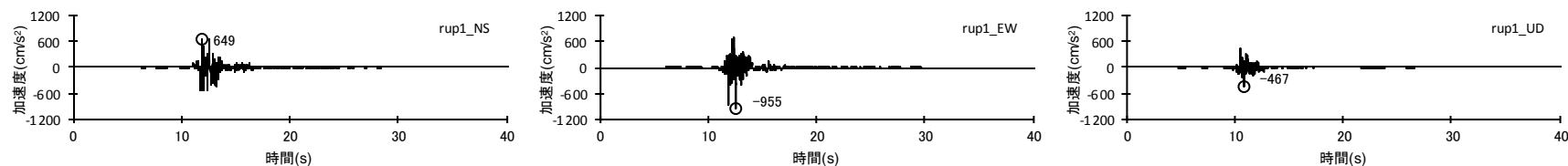
<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（加速度時刻歴波形）>

・速度時刻歴波形は、補足説明資料②p.303参照。

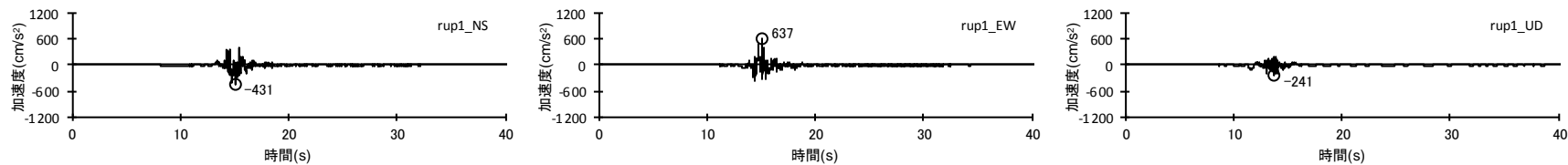
<3.1.3 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>
断層モデルを用いた手法による地震動評価結果
 （加速度時刻歴波形）



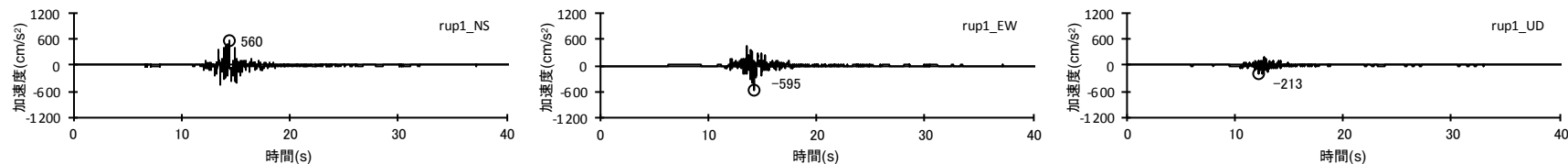
（断層位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない））



（短周期レベルの不確かさを考慮した震源モデル（断層位置の不確かさを考慮した震源モデルに基づく）（地震動の顕著な増幅を考慮しない））



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

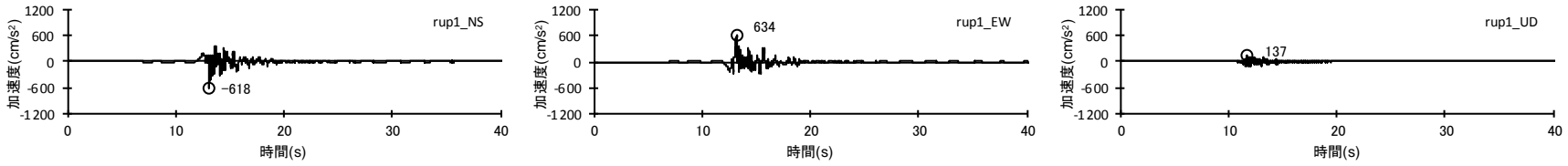


（断層傾斜角の不確かさ（20°）を考慮した震源モデル（断層位置の不確かさを考慮した震源モデルに基づく）（地震動の顕著な増幅を考慮しない））

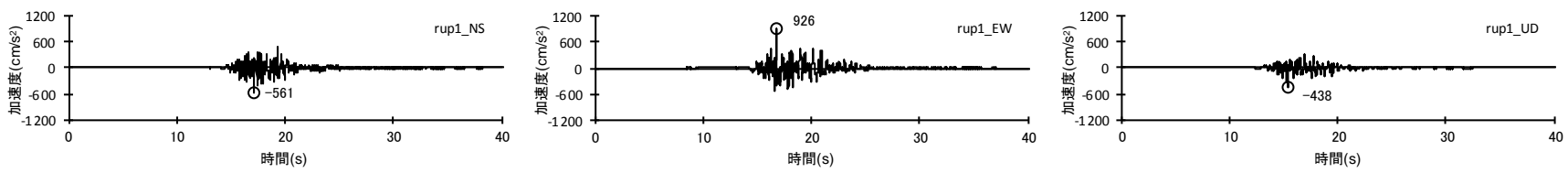
<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（加速度時刻歴波形）>

・速度時刻歴波形は、補足説明資料②p.295,305~307参照。

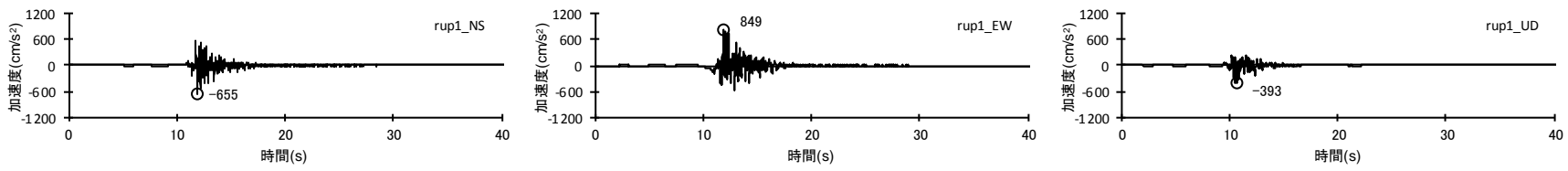
<3.1.3 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>
断層モデルを用いた手法による地震動評価結果
（加速度時刻歴波形）



（断層傾斜角の不確かさ（90°）を考慮した震源モデル（断層位置の不確かさを考慮した震源モデルに基づく）（地震動の顕著な増幅を考慮しない））



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



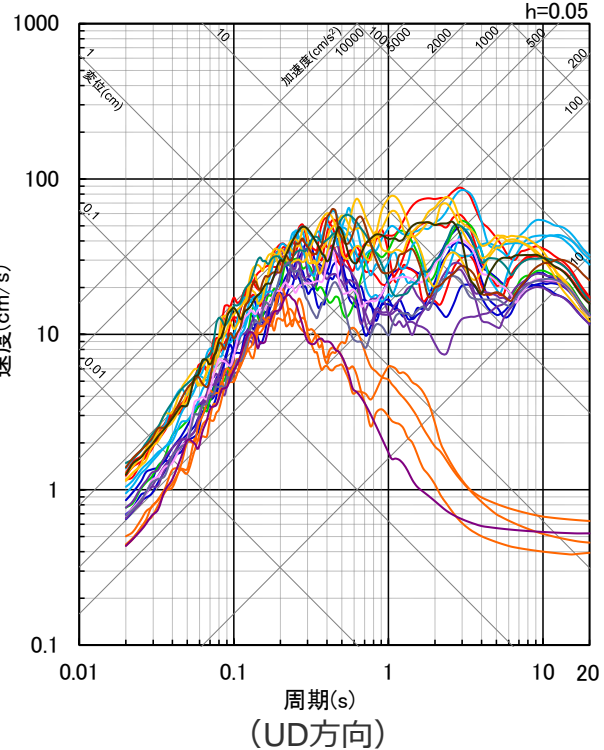
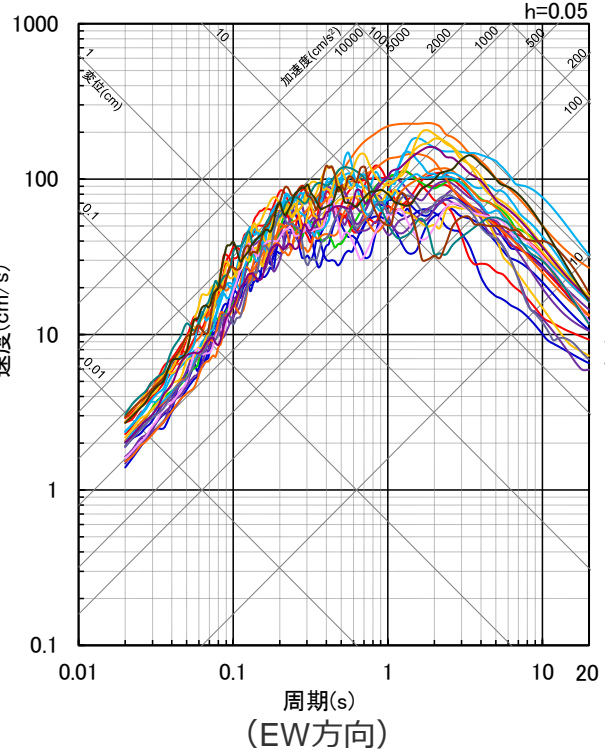
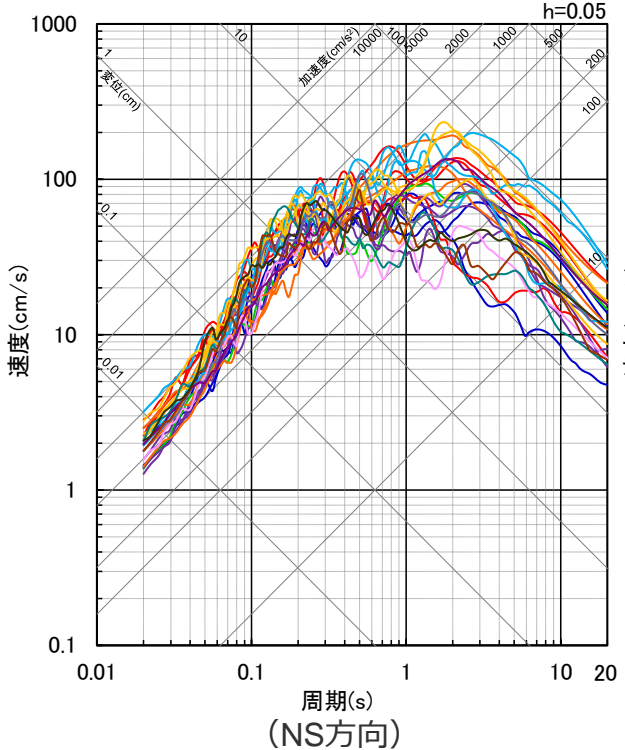
（震源深さの不確かさを考慮した震源モデル（断層位置の不確かさを考慮した震源モデルに基づく）（地震動の顕著な増幅を考慮しない））

<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（加速度時刻歴波形）>

・速度時刻歴波形は、補足説明資料②p.308~310参照。

<3.1.3 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）> 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果 （応答スペクトル）

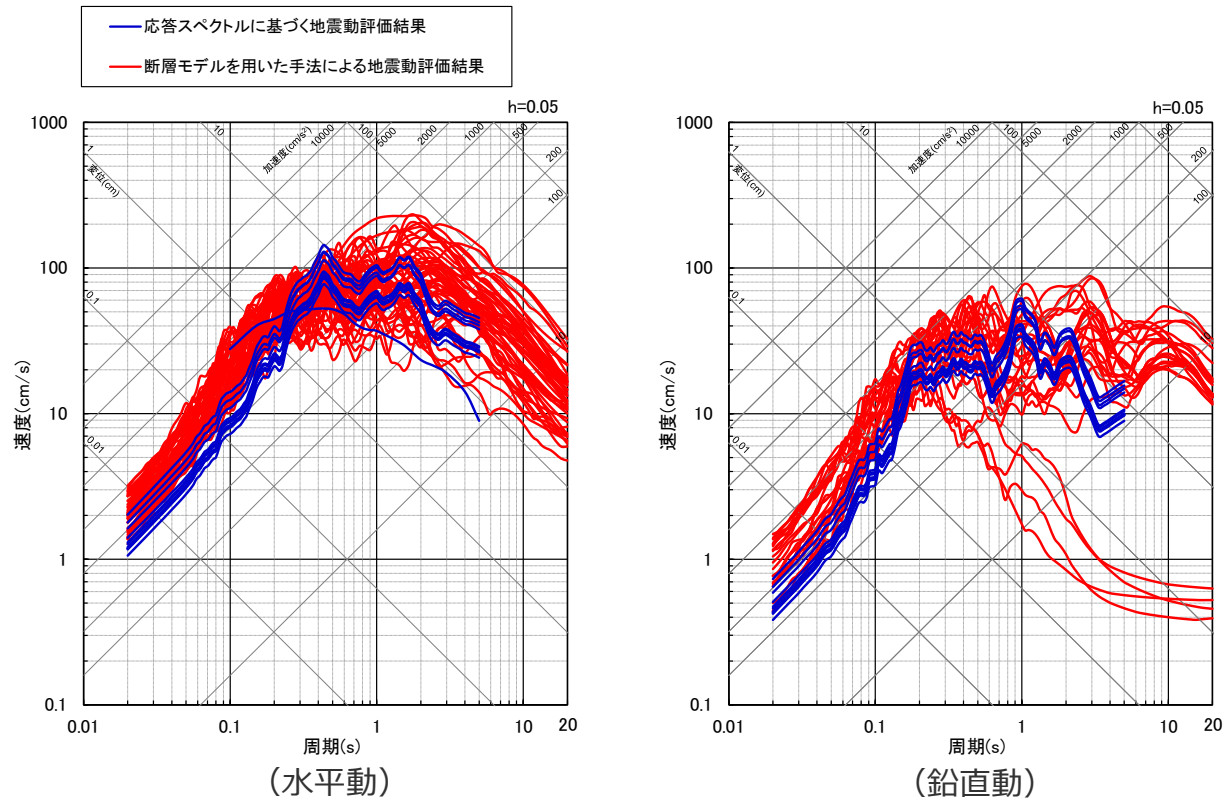
- 基本震源モデル(地震動の顕著な増幅を考慮しない)
- 短周期レベルの不確かさを考慮した震源モデル(基本震源モデルに基づく)(地震動の顕著な増幅を考慮しない)
- 強震動生成域の数の不確かさを考慮した震源モデル(基本震源モデル及び断層位置の不確かさを考慮した震源モデルに基づく)(地震動の顕著な増幅を考慮しない)
- 断層傾斜角の不確かさ(20°)を考慮した震源モデル(基本震源モデルに基づく)(地震動の顕著な増幅を考慮しない)
- 断層傾斜角の不確かさ(90°)を考慮した震源モデル(基本震源モデルに基づく)(地震動の顕著な増幅を考慮しない)
- 地震規模の不確かさを考慮した震源モデル(基本震源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



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

・各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の応答スペクトルは、補足説明資料②p.292,294,295,298,300,302,304~310参照。

<3.1.3 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>
 応答スペクトルに基づく地震動評価結果と断層モデルを用いた手法による地震動評価結果との比較
 （応答スペクトル）



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

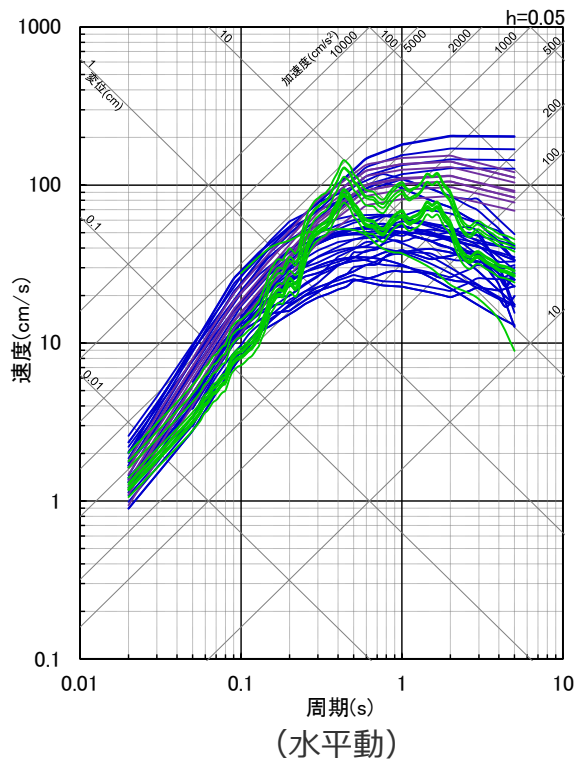
・震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）ごとの応答スペクトルに基づく地震動評価結果と断層モデルを用いた手法による地震動評価結果との比較は、補足説明資料②p.312~参照。

目次

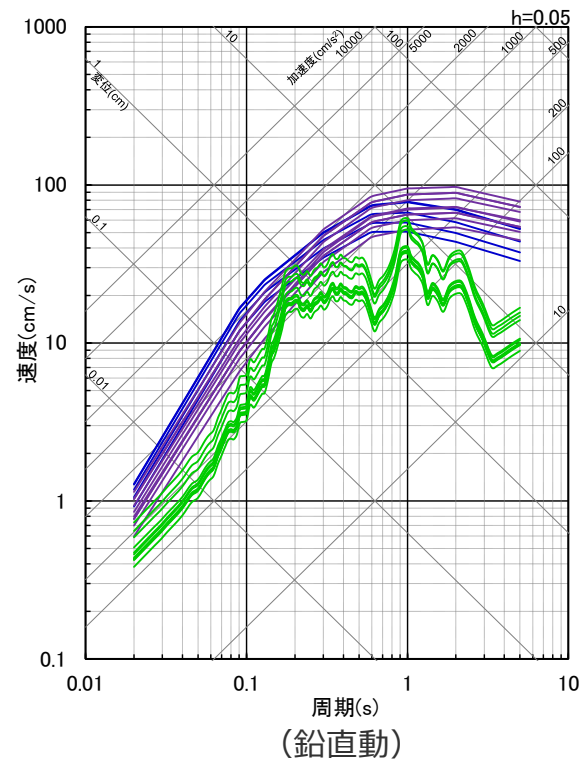
1 敷地周辺の地震発生状況	……p.15~
2 敷地における地震動の増幅特性	
2.1 敷地における観測・調査	……p.24~
2.2 5号炉周辺の増幅要因	……p.29~
2.2.1 地震観測記録の分析	……p.32~
2.2.2 地下構造調査及び解析検討	……p.50~
2.2.3 まとめ（5号炉周辺の増幅要因）	……p.76~
2.3 敷地における地盤増幅特性	……p.78~
2.3.1 地下構造	……p.80~
2.3.2 地震観測	……p.93~
2.3.3 地震波の伝播経路	……p.102~
2.3.4 まとめ（敷地における地盤増幅特性）	……p.108~
2.4 敷地における地盤増幅特性の地震動評価への反映方法	
2.4.1 解放基盤表面の設定	……p.110~
2.4.2 地震動評価への反映方法	……p.114~
3 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動	
3.1 地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価	
3.1.1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）	……p.137~
3.1.2 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）	……p.190~
3.1.3 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）	……p.238~
3.1.4 まとめ（地震動の顕著な増幅を考慮しない）	……p.280~
3.2 地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価	
3.2.1 地震動の顕著な増幅の地震動評価への反映方法	……p.283~
3.2.2 検討用地震の選定及び震源モデルの設定	……p.312~
3.2.3 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）	……p.325~
3.2.4 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）	……p.357~
3.2.5 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）	……p.409~
3.2.6 まとめ（地震動の顕著な増幅を考慮）	……p.442~
3.2.7 第940回審査会合におけるコメントに対する回答	……p.446~

<3.1.4 まとめ (地震動の顕著な増幅を考慮しない) > 応答スペクトルに基づく地震動評価結果

— 内陸地殻内地震(地震動の顕著な増幅を考慮しない)_水平動
— プレート間地震(地震動の顕著な増幅を考慮しない)_水平動
— 海洋プレート内地震(地震動の顕著な増幅を考慮しない)_水平動



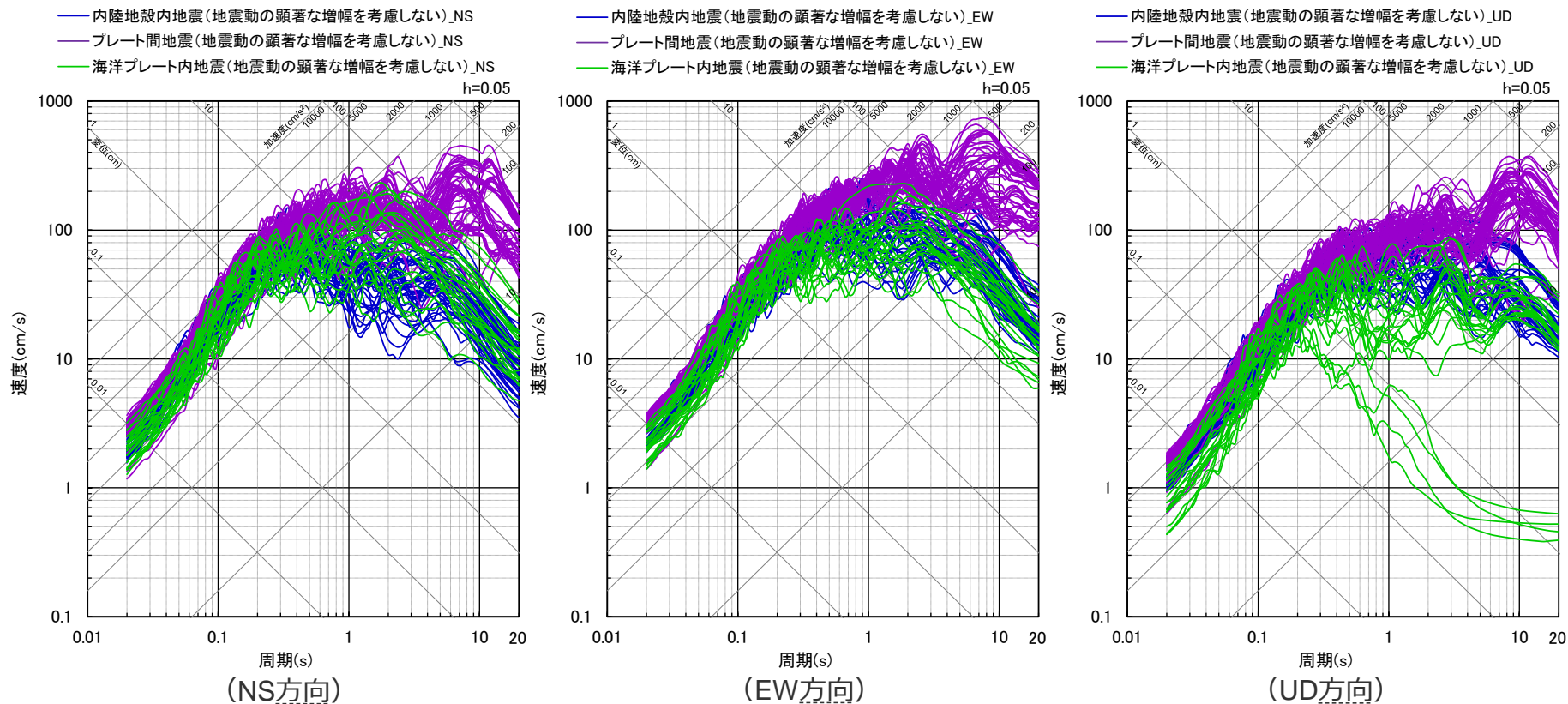
— 内陸地殻内地震(地震動の顕著な増幅を考慮しない)_鉛直動
— プレート間地震(地震動の顕著な増幅を考慮しない)_鉛直動
— 海洋プレート内地震(地震動の顕著な増幅を考慮しない)_鉛直動



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

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

<3.1.4 まとめ（地震動の顕著な増幅を考慮しない）> 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果



<各検討用地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（応答スペクトル）>
（全ての地震タイプの全ての震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない））

目次

1 敷地周辺の地震発生状況	……p.15~
2 敷地における地震動の増幅特性	
2.1 敷地における観測・調査	……p.24~
2.2 5号炉周辺の増幅要因	……p.29~
2.2.1 地震観測記録の分析	……p.32~
2.2.2 地下構造調査及び解析検討	……p.50~
2.2.3 まとめ（5号炉周辺の増幅要因）	……p.76~
2.3 敷地における地盤増幅特性	……p.78~
2.3.1 地下構造	……p.80~
2.3.2 地震観測	……p.93~
2.3.3 地震波の伝播経路	……p.102~
2.3.4 まとめ（敷地における地盤増幅特性）	……p.108~
2.4 敷地における地盤増幅特性の地震動評価への反映方法	
2.4.1 解放基盤表面の設定	……p.110~
2.4.2 地震動評価への反映方法	……p.114~
3 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動	
3.1 地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価	
3.1.1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）	……p.137~
3.1.2 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）	……p.190~
3.1.3 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）	……p.238~
3.1.4 まとめ（地震動の顕著な増幅を考慮しない）	……p.280~
3.2 地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価	
3.2.1 地震動の顕著な増幅の地震動評価への反映方法	……p.283~
3.2.2 検討用地震の選定及び震源モデルの設定	……p.312~
3.2.3 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）	……p.325~
3.2.4 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）	……p.357~
3.2.5 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）	……p.409~
3.2.6 まとめ（地震動の顕著な増幅を考慮）	……p.442~
3.2.7 第940回審査会合におけるコメントに対する回答	……p.446~

方針

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

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

【地震動評価手法の特徴】

【応答スペクトルに基づく手法の特徴】

- 応答スペクトルに基づく手法は、基本的には、地震規模や震源距離といった巨視的なパラメータにより、震源断層全体による敷地の地震動を評価する手法である。

【断層モデルを用いた手法の特徴】

- 断層モデルを用いた手法は、震源断層を複数の小断層に分割し、小断層毎に震源特性、伝播経路特性、地盤増幅特性を考慮して敷地に到来する地震波（グリーン関数）を算定し、それらの地震波（グリーン関数）を敷地への到来時刻を考慮して足し合わせることで震源断層全体による敷地の地震動を評価する手法である。

【地震動の顕著な増幅の地震動評価への反映方法（方針）】

- 検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）の地震動評価は、地震観測記録に基づき確認された地震動の顕著な増幅の特性を的確に反映するため、震源断層を小断層に分割し、小断層毎に敷地に到来する地震動を詳細に考慮できる**断層モデルを用いた手法を重視**する。
- 断層モデルを用いた手法については、**2009年駿河湾の地震（本震）の観測記録の再現検討により検証した方法**（「増幅方向」に位置する強震動生成域（アスペリティ）の各小断層からの地震動（グリーン関数）に増幅係数を乗じる方法）を用い、地震動の顕著な増幅を考慮する強震動生成域（アスペリティ）の小断層の範囲・増幅の程度を**地震観測記録の分析結果に対し保守的に設定**することにより、**保守的な地震動評価**を行う。
- 応答スペクトルに基づく手法については、3つの地震タイプ（内陸地殻内地震、プレート間地震、海洋プレート内地震）の各検討用地震と震源断層面の広がりや地震波の到来方向が同様と見なせ、各検討用地震に応じた敷地固有の地盤増幅特性が反映された観測記録が得られていないことから、『**断層モデルを用いた手法による保守的な地震動評価結果を用いて応答スペクトルに与える影響を求めて反映する方法**』により保守的な地震動評価を行う。

<3.2.1 地震動の顕著な増幅の地震動評価への反映方法>

断層モデルを用いた手法による地震動評価への地震動の顕著な増幅の反映方法

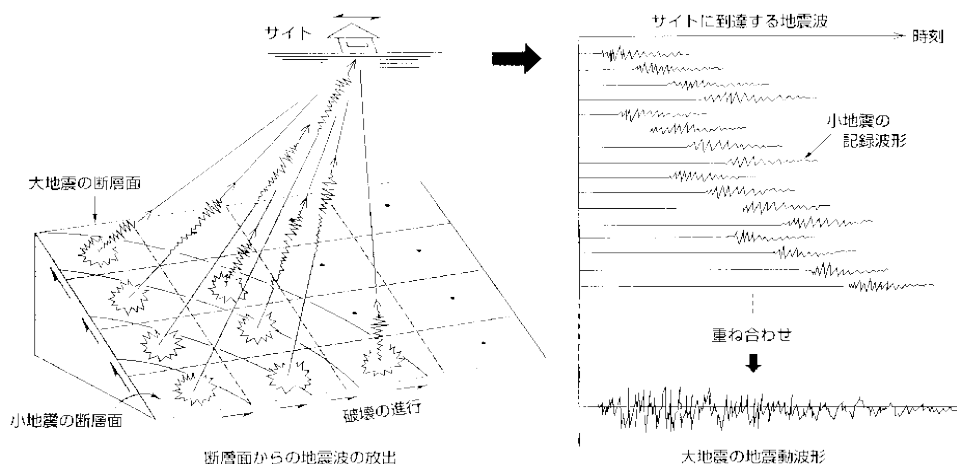
(大地震の地震動を用いた分析・評価の考え方等と地震動の顕著な増幅の反映方法(方針))

【大地震の地震動を用いた分析・評価の考え方】

○ 大地震の地震動を用いた震源の破壊過程等の分析では、一般に、大地震の震源断層を小断層に分割し、各小断層から発生し地下構造を通して敷地に到来する地震動を考え、この小断層による地震動を敷地への地震動の到達時刻の違いを考慮して重ね合わせた地震動が大地震における敷地の地震動になるとの考え方が用いられており、この考え方で地震動の予測評価が行われている。

【特性化震源モデルの短周期地震動の考え方】

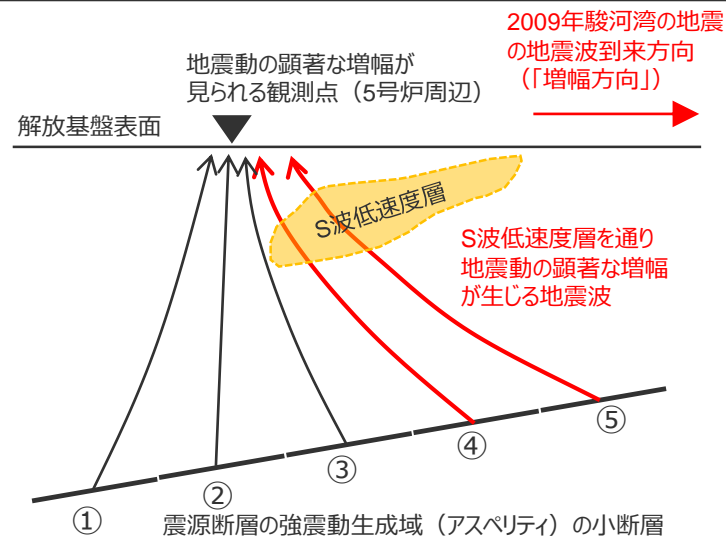
○ 地震動評価で用いる特性化震源モデルは、強震動生成域(アスペリティ)と背景領域とから構成され、実際の大地震の分析や強震動予測レシピ(2017)等に基づく地震動評価では、背景領域からの地震動の短周期への影響は強震動生成域(アスペリティ)に比べて小さいとして検討し、震源断層全体の短周期の地震動レベルを強震動生成域(アスペリティ)からの地震動のみで評価する考え方により行われている。【詳細は次ページ参照】



<大地震と小地震の地震動>
(電力土木技術協会HPによる)

【地震動の顕著な増幅の地震動評価への反映方法(方針)】

- 以上の考え方を踏まえると、『地震動の顕著な増幅は、特定の到来方向(N30E~N70E)の地震波のみに、短周期の特定の周期帯(フーリエスペクトルの周期0.2~0.5秒)では見られるが、その他の地震波到来方向では見られない』との地震観測記録の分析結果に基づき確認された地震動の顕著な増幅の特性から、検討用地震(地震動の顕著な増幅を考慮)の地震動は、震源断層のうち「増幅方向」に位置する強震動生成域(アスペリティ)の小断層の面積が広い地震ほど、S波低速度層を通り地震動の顕著な増幅が生じる小断層からの地震動が多く、地震動レベルが大きくなると考えられる。
- そこで、検討用地震(地震動の顕著な増幅を考慮)の地震動評価は、地震観測記録に基づき確認された地震動の顕著な増幅の特性を的確に反映するため、震源断層を小断層に分割し、小断層毎に敷地に到来する地震動を詳細に考慮できる断層モデルを用いた手法を重視することとし、地震動の顕著な増幅は『増幅方向』に位置する強震動生成域(アスペリティ)の各小断層からの地震動(グリーン関数)に増幅係数を乗じる方法』により反映する。



<3.2.1 地震動の顕著な増幅の地震動評価への反映方法>

断層モデルを用いた手法による地震動評価への地震動の顕著な増幅の反映方法 (特性化震源モデルの短周期地震動の考え方)

【特性化震源モデルの短周期レベル】

- 地震動評価で用いる特性化震源モデルは、強震動生成域（アスペリティ）と背景領域とから構成され、壇・他(2001)や入倉・他(2002)によれば、震源断層全体の短周期の地震動の大きさを表す短周期レベルAは、それぞれの領域の短周期レベル（ A_a 、 A_b ）により、下記の式①で表される。

$$\text{短周期レベル} : A = (A_a^2 + A_b^2)^{1/2} \quad \dots\dots \text{式①} : \text{壇・他(2001)、入倉・他(2002)}$$

ここで、 A_a : 強震動生成域（アスペリティ）の短周期レベル、 A_b : 背景領域の短周期レベル

【強震動予測レシピにおける短周期レベル】

- 強震動予測レシピ(2017)では、壇・他(2001)による下記の式②を用いて、震源断層全体の短周期レベルAを強震動生成域（アスペリティ）のみで設定し、そのうえで背景領域も設定して短周期の地震動を計算し付加している。

$$\text{短周期レベル} : A = 4\pi \cdot r \cdot \Delta\sigma_a \cdot \beta^2 \quad \dots\dots \text{式②} : \text{強震動予測レシピ(2017)}$$

ここで、 r : 強震動生成域（アスペリティ）の等価半径、 $\Delta\sigma_a$: 強震動生成域（アスペリティ）の応力降下量、 β : S波速度

- 震源断層全体の短周期レベルAを強震動生成域（アスペリティ）のみで設定していることに関し、入倉・他(2002)は、強震動予測レシピについて、背景領域からの加速度地震動はアスペリティ部に比べて無視できるほど小さいとして検討しており、背景領域からの加速度地震動の寄与を無視すると、上記式②（同論文の(10)式に相当）によりアスペリティの応力降下量を推定できるとしている。
- また、実際の大地震の強震動の分析では、背景領域を設けず強震動生成域（アスペリティ）のみの震源モデルを用いて、背景領域からの影響も含まれる観測記録の短周期の地震動を再現できるよう、強震動生成域（アスペリティ）のパラメータ推定が行われ、上記の式②を用いて震源断層全体の短周期レベルAが分析されている（佐藤(2010)、佐藤(2012)等）。



- 以上のとおり、特性化震源モデルを用いた地震動評価は、背景領域からの地震動の短周期への影響は強震動生成域（アスペリティ）に比べて小さいとして検討し、震源断層全体の**短周期の地震動レベルを強震動生成域（アスペリティ）からの地震動のみで評価する考え方**により行われている。
- そこで、検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）の地震動評価では、地震動の顕著な増幅は短周期の特定の周期帯（フーリエスペクトルの周期0.2～0.5秒）で見られることを踏まえ、断層モデルを用いた手法による地震動評価への地震動の顕著な増幅の反映について、**短周期の地震動への影響が支配的な強震動生成域（アスペリティ）の小断層からの地震動に着目して保守的な評価**を行うこととする。

<3.2.1 地震動の顕著な増幅の地震動評価への反映方法>

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

・下線 () は、一部修正箇所を示す。

【地震観測記録の分析結果 (地震動の顕著な増幅の特性)】

- 地震動の顕著な増幅は、特定の到来方向 (N30E~N70E) の地震波のみに、短周期の特定の周期帯 (フーリエスペクトルの周期0.2~0.5秒) では見られるが、その他の地震波到来方向では見られない。

【特性化震源モデルの短周期地震動の考え方】

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

【地震動評価への地震動の顕著な増幅の反映方法】

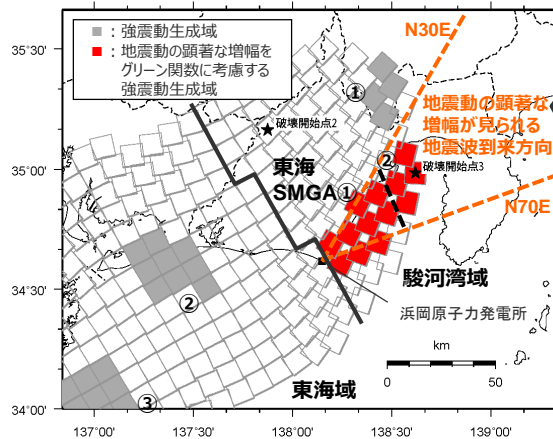
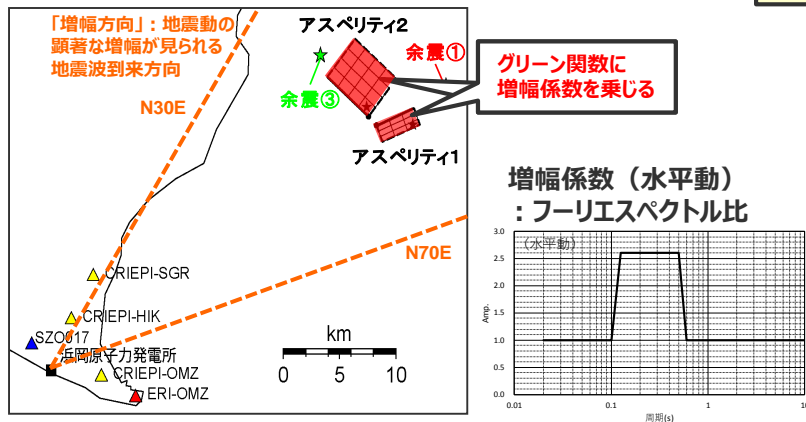
- 地震動の顕著な増幅が見られた短周期の地震動への影響が支配的な強震動生成域 (アスペリティ) に着目し、短周期の地震動評価に一般的に用いられる統計的グリーン関数法において、『**増幅方向に位置する強震動生成域 (アスペリティ) の各小断層からの地震動 (グリーン関数) に増幅係数を乗じる方法**』を用いることとし、2009年駿河湾の地震 (本震) の観測記録の再現検討による検証を行ったうえで、検討用地震 (地震動の顕著な増幅を考慮) の地震動評価を行う。

【2009年駿河湾の地震 (本震) の観測記録の再現検討】

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

【検討用地震 (地震動の顕著な増幅を考慮) の地震動評価】

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



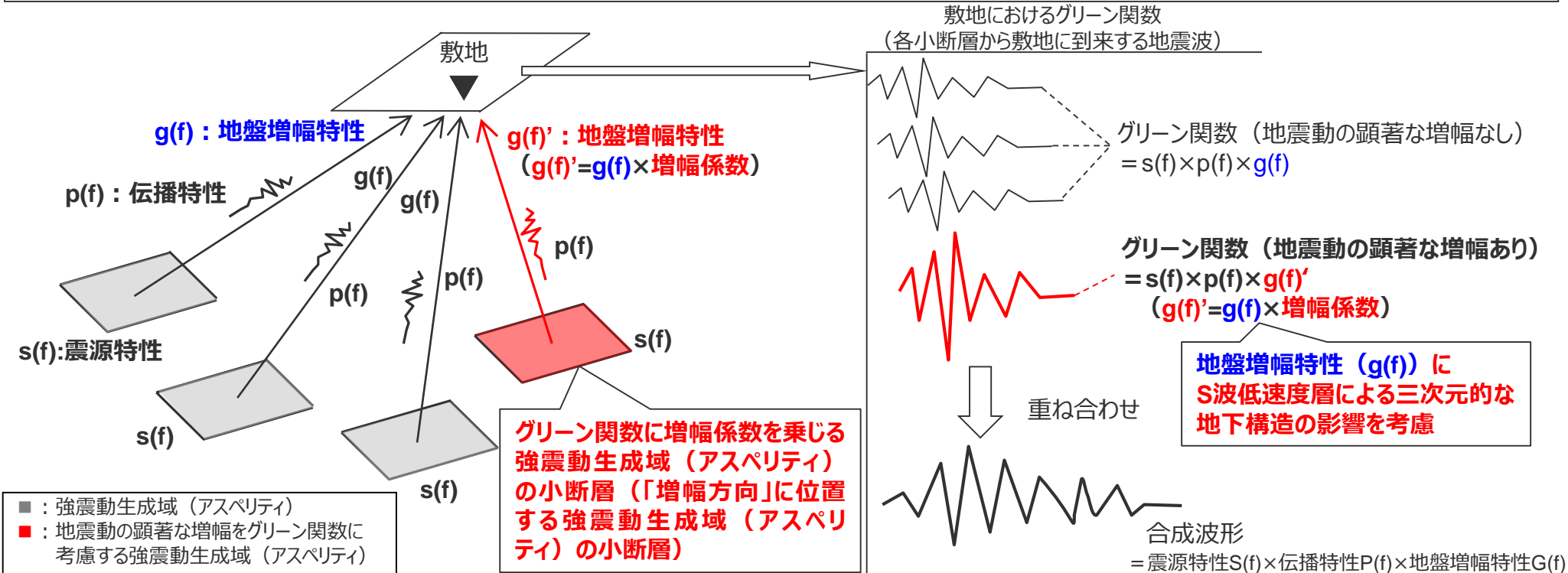
増幅係数を乗じる強震動生成域 (アスペリティ) を「増幅方向」の敷地近傍に配置したうえで保守的な評価を行うため、「増幅方向」に位置する背景領域は、敷地から離れており地震動評価結果に及ぼす影響は「増幅方向」の敷地近傍に配置した強震動生成域 (アスペリティ) に比べて小さいと考えられる。(→念のため、「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じた場合の影響確認を行う。)

<2009年駿河湾の地震 (本震) の震源モデル> (当社作成)

<3.2.1 地震動の顕著な増幅の地震動評価への反映方法>

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

- 前述のとおり、検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）の地震動評価は、地震観測記録に基づき確認された地震動の顕著な増幅の特性を的確に反映するため、震源断層を小断層に分割し、小断層毎に敷地に到来する地震動を詳細に考慮できる断層モデルを用いた手法を重視する。
- 断層モデルを用いた手法では、地震動の顕著な増幅は、「増幅方向」に位置する強震動生成域（アスペリティ）の各小断層からの地震動（グリーン関数）に増幅係数（次々ページ参照）を乗じることで、短周期の地震動評価に一般的に用いられる統計的グリーン関数法により、地震動の顕著な増幅の特性を反映した地震動評価を行う。このようにグリーン関数（震源特性 $s(f)$ ×伝播特性 $p(f)$ ×地盤増幅特性 $g(f)$ ）に増幅係数を乗じる方法は、一次元地下構造モデルによる地盤増幅特性（ $g(f)$ ）を補正して、S波低速度層による三次元的な地下構造の影響を考慮することに相当する（ $g(f)' = g(f) \times \text{増幅係数}$ ）。
- グリーン関数に乘じる増幅係数については、増幅の程度が最も大きい2009年駿河湾の地震（本震）を参考に、その再現検討を踏まえて設定し、グリーン関数に増幅係数を乗じる強震動生成域（アスペリティ）の小断層については、「増幅方向」を踏まえ保守的に設定する。
- 2009年駿河湾の地震（本震）の観測記録の再現検討では、増幅係数の合理性も含め、本反映方法（強震動生成域（アスペリティ）の各小断層のグリーン関数に増幅係数を乗じる方法）による地震動評価結果（波形合成結果）と地震動の顕著な増幅が見られた観測点（5号炉）の観測記録との比較により検証を行う。

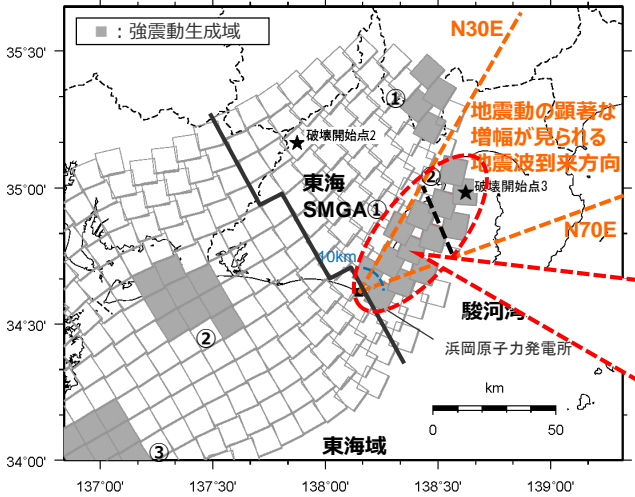


<断層モデルを用いた手法による地震動評価（統計的グリーン関数法）における地震動の顕著な増幅の反映方法の概要>

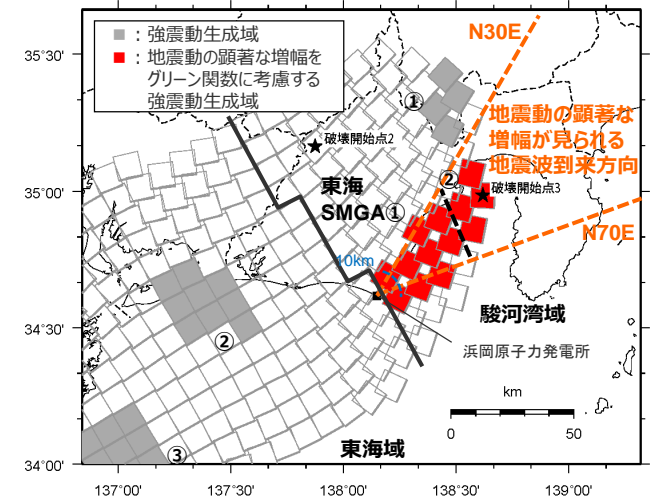
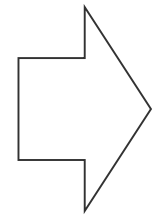
<3.2.1 地震動の顕著な増幅の地震動評価への反映方法>

断層モデルを用いた手法による地震動評価への地震動の顕著な増幅の反映方法
((参考) 本資料における震源モデルのモデル図の表現の解説)

- 5号炉周辺の増幅要因は、深さ数百mの浅部地盤に局所的に分布するS波低速度層であり、これによる三次元的な地下構造の影響としての地震動の顕著な増幅を、断層モデルを用いた手法による地震動評価に反映する方法として、グリーン関数（震源特性 $s(f)$ × 伝播特性 $p(f)$ × 地盤増幅特性 $g(f)$ ）に増幅係数を乗じる。この方法は、一次元地下構造モデルによる地盤増幅特性（ $g(f)$ ）を補正して、S波低速度層による三次元的な地下構造の影響を考慮することに相当する（ $g(f)' = g(f) \times$ 増幅係数）。
- 本資料の各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）のモデル図においては、地震動の顕著な増幅を考慮する（グリーン関数に増幅係数を乗じる）強震動生成域（アスペリティ）の小断層を、赤色で塗りつぶして表現する。
- これは、便宜的に小断層を赤色で塗りつぶすことで表現しているものであって、震源特性において地震動の顕著な増幅を考慮することを表しているものではなく、上記のとおり、「増幅方向」に位置する小断層から生じた地震波がS波低速度層を伝播することで生じる地震動の顕著な増幅を、地盤増幅特性において考慮することを表している。



震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の強震動生成域の小断層のうち、グリーン関数（震源特性 $s(f)$ × 伝播特性 $p(f)$ × 地盤増幅特性 $g(f)$ ）に増幅係数を乗じることで、一次元地下構造モデルによる地盤増幅特性（ $g(f)$ ）を補正して、S波低速度層による三次元的な地下構造の影響を考慮する小断層



<震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）と地震動の顕著な増幅を考慮する小断層の設定>

<本資料における表現>

<3.2.1 地震動の顕著な増幅の地震動評価への反映方法>

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

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

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

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

※1 構造物の応答に関連する指標であり、下記により定義される。

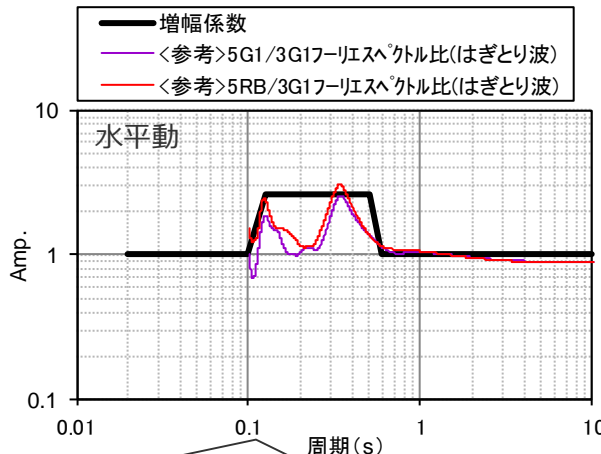
$$\text{周期別SI値} = \int_{T_1}^{T_2} S_v(T, h) dT$$

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

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

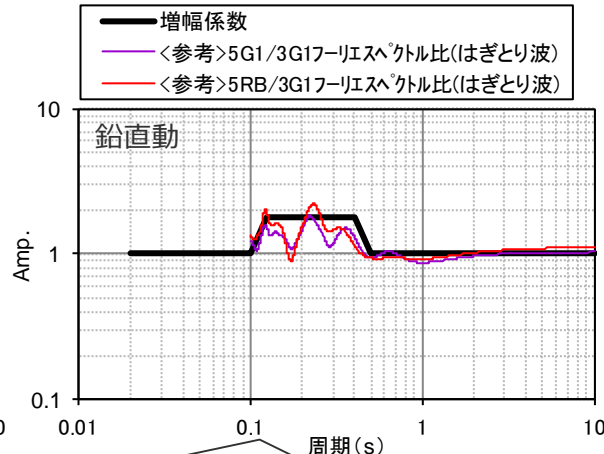
<グリーン関数に乗じる増幅係数>

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



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

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



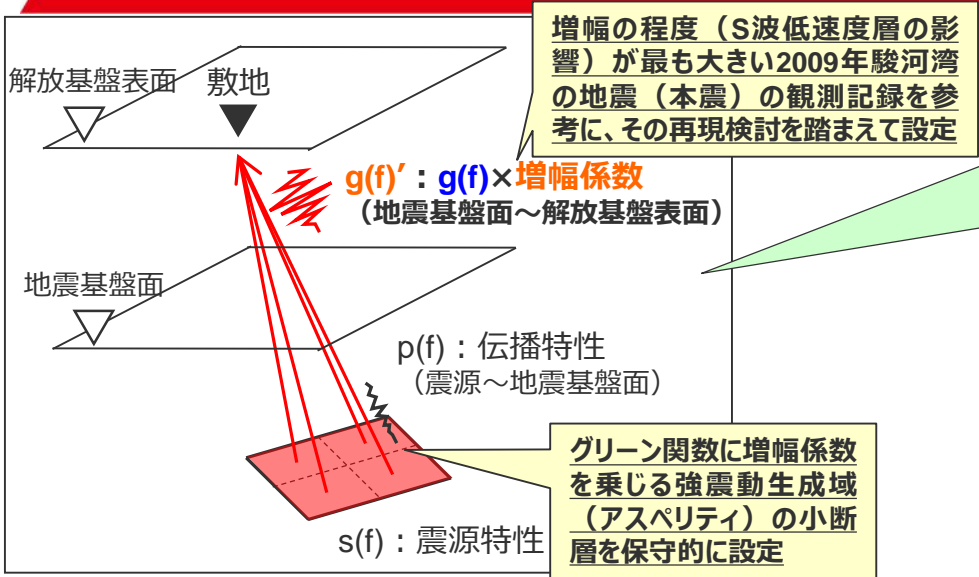
増幅係数及びフーリエスペクトル比の積分値に基づき、以下の比率を算出（周期0.1～0.5秒）。

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

<グリーン関数に乗じる増幅係数>

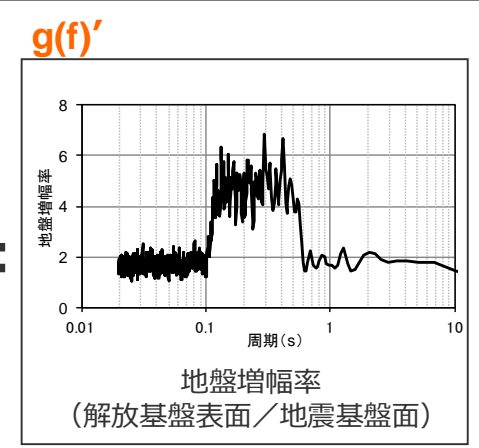
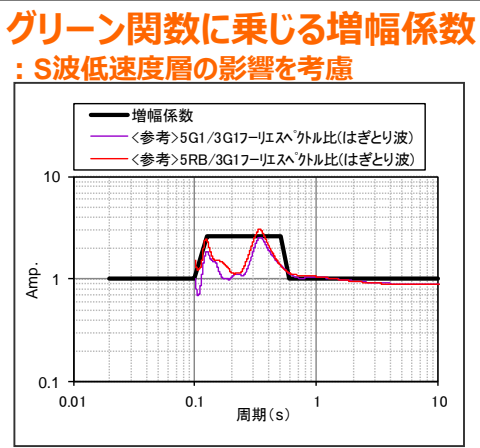
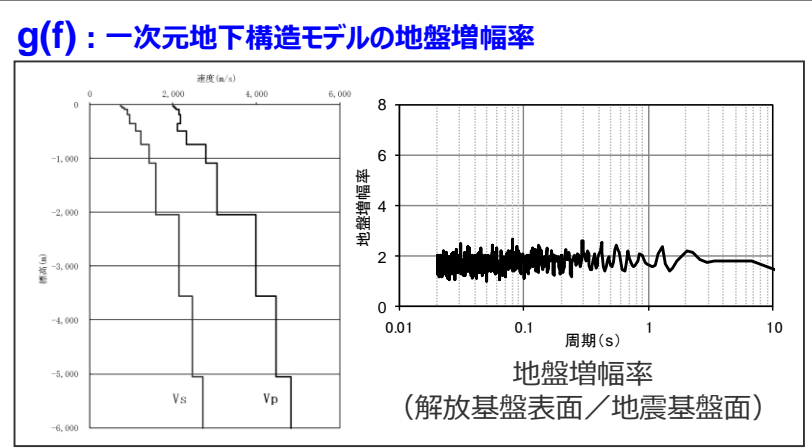
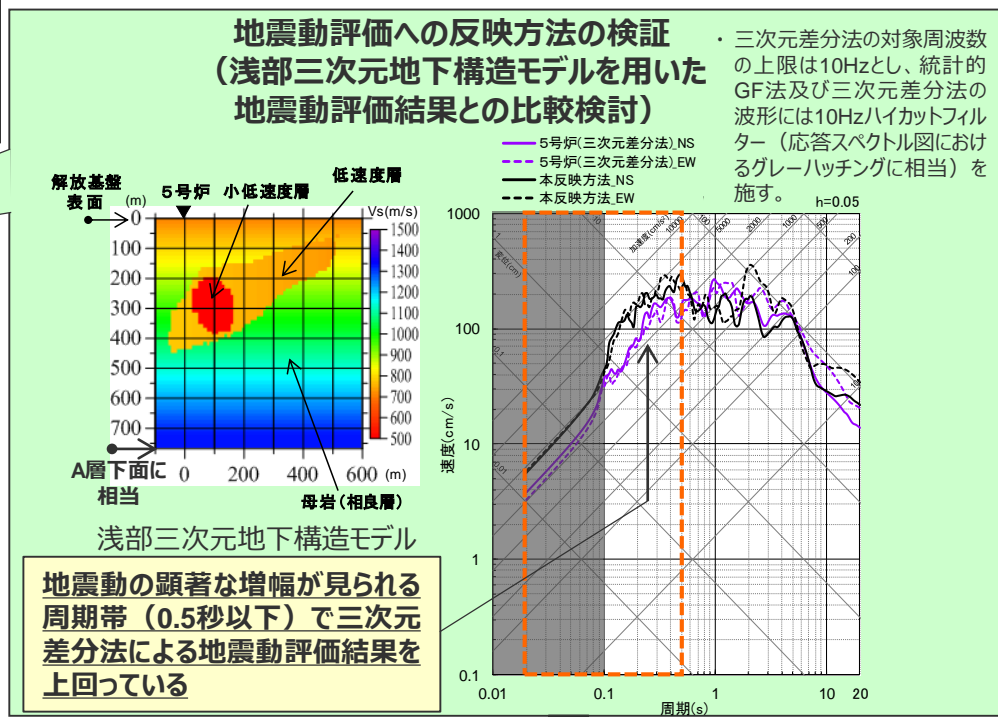
<3.2.1 地震動の顕著な増幅の地震動評価への反映方法>

断層モデルを用いた手法による地震動評価への地震動の顕著な増幅の反映方法
(増幅係数を乗じることによる地盤増幅特性の補正)



敷地におけるグリーン関数
= $s(f) \times p(f) \times g(f)'$ ($g(f) \times$ 増幅係数)

$g(f)'$: S波低速度層の影響を考慮した地盤増幅特性



<3.2.1 地震動の顕著な増幅の地震動評価への反映方法>

断層モデルを用いた手法による地震動評価への地震動の顕著な増幅の反映方法 (合成波形における地盤増幅特性)

- 強震動生成域（アスペリティ）の小断層から敷地に到来する地震波（グリーン関数）に考慮する地盤増幅特性 $g(f)$ と増幅係数とを共通とし、地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）に短周期の地震動に支配的な強震動生成域（アスペリティ）の小断層が位置する割合が異なるケースA、B、Cを考えてみると、ケース毎に地震動の顕著な増幅を考慮する強震動生成域（アスペリティ）の小断層の数が異なることにより、これらを足し合せて作成される合成波形（敷地における地震動）の地震動レベルが結果的に異なる。
- これは、合成波形（敷地における地震動）の地震動レベルが、強震動生成域（アスペリティ）の小断層が地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）に位置する割合がケースにより異なることによって、地盤増幅特性（ $G(f)$ ）が異なることに相当する。

<p>ケースA (すべての強震動生成域（アスペリティ）の小断層に地震動の顕著な増幅の考慮なし)</p>	<p>ケースB (強震動生成域（アスペリティ）の一部の小断層に地震動の顕著な増幅を考慮)</p>	<p>ケースC (すべての強震動生成域（アスペリティ）の小断層に地震動の顕著な増幅を考慮)</p>
<p>■ : 強震動生成域（アスペリティ）</p>	<p>■ : 強震動生成域（アスペリティ） ■ : 地震動の顕著な増幅をグリーン関数に考慮する強震動生成域（アスペリティ）</p>	<p>■ : 強震動生成域（アスペリティ） ■ : 地震動の顕著な増幅をグリーン関数に考慮する強震動生成域（アスペリティ）</p>
<p>小断層1のグリーン関数 $=s(f) \times p(f) \times g(f)$</p> <p>小断層2のグリーン関数 $=s(f) \times p(f) \times g(f)$</p> <p>小断層3のグリーン関数 $=s(f) \times p(f) \times g(f)$</p> <p>小断層4のグリーン関数 $=s(f) \times p(f) \times g(f)$</p>	<p>小断層1のグリーン関数 $=s(f) \times p(f) \times g(f)$</p> <p>小断層2のグリーン関数 $=s(f) \times p(f) \times g(f)'$</p> <p>小断層3のグリーン関数 $=s(f) \times p(f) \times g(f)$</p> <p>小断層4のグリーン関数 $=s(f) \times p(f) \times g(f)'$ $g(f)' = g(f) \times \text{増幅係数}$</p>	<p>小断層1のグリーン関数 $=s(f) \times p(f) \times g(f)'$</p> <p>小断層2のグリーン関数 $=s(f) \times p(f) \times g(f)'$</p> <p>小断層3のグリーン関数 $=s(f) \times p(f) \times g(f)'$</p> <p>小断層4のグリーン関数 $=s(f) \times p(f) \times g(f)'$ $g(f)' = g(f) \times \text{増幅係数}$</p>
<p>合成波形 $=S(f) \times P(f) \times G_A(f)$</p> <p>合成波形における地盤増幅特性$G(f)$: 小</p>	<p>合成波形 $=S(f) \times P(f) \times G_B(f)$</p> <p>合成波形における地盤増幅特性$G(f)$: 中</p>	<p>合成波形 $=S(f) \times P(f) \times G_C(f)$</p> <p>合成波形における地盤増幅特性$G(f)$: 大</p>

余白

<3.2.1 地震動の顕著な増幅の地震動評価への反映方法>

断層モデルを用いた手法による地震動評価への地震動の顕著な増幅の反映方法

(検証 (2009年駿河湾の地震 (本震) の観測記録の再現検討 (概要)))

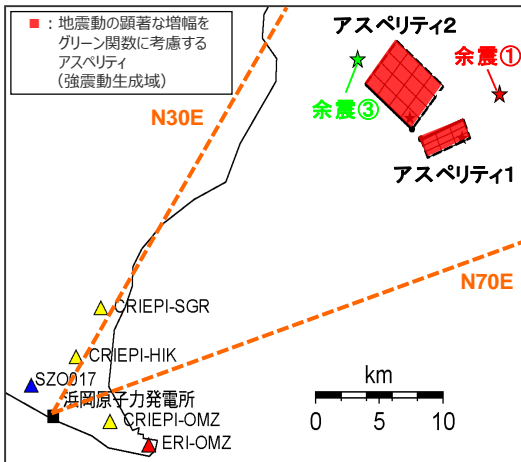
【断層モデルを用いた手法による地震動評価への地震動の顕著な増幅の反映方法の検証

(統計的グリーン関数法による2009年駿河湾の地震 (本震) の観測記録の再現検討) (第194回審査会合で説明)】

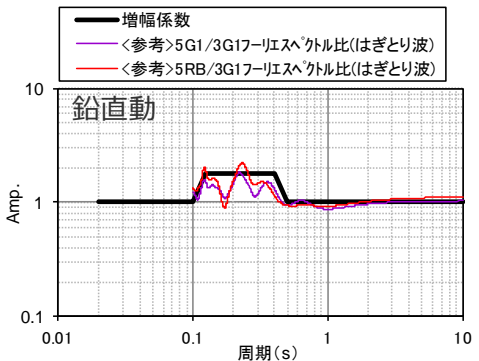
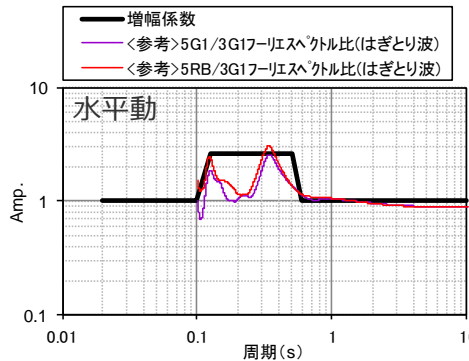
- 振幅レベルが大きく、信頼性の高い記録が得られている2009年駿河湾の地震 (本震) を対象として、強震動生成域 (アスペリティ) のみの震源モデルを用いて、一次元地下構造モデルを用いた統計的グリーン関数法による地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価を行い、波形合成結果での比較により、地震動の顕著な増幅が見られなかった観測点 (3G1、4G1) の観測記録との比較を行った。
- また、地震動評価への地震動の顕著な増幅の反映方法の検証として、本反映方法 (強震動生成域 (アスペリティ) の各小断層のグリーン関数に増幅係数を乗じる方法) を用いて統計的グリーン関数法による地震動評価を行い、波形合成結果での比較により、地震動の顕著な増幅が見られた観測点 (5G1、5RB) の観測記録との比較を行った。
- なお、各検討用地震 (地震動の顕著な増幅を考慮) の地震動評価に当たっては、地震動の顕著な増幅を考慮する強震動生成域 (アスペリティ) の小断層の範囲・増幅の程度を地震観測記録の分析結果に対し保守的に設定して断層モデルを用いた手法による保守的な地震動評価を行う。

	面積	地震モーメント	応力降下量
アスペリティ 1 (南部)	13.0km ²	6.80×10 ¹⁷ Nm	35.7MPa
アスペリティ 2 (北部)	23.0km ²	1.20×10 ¹⁸ Nm	27.5MPa

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



<2009年駿河湾の地震 (本震) の震源モデル>
(当社作成)



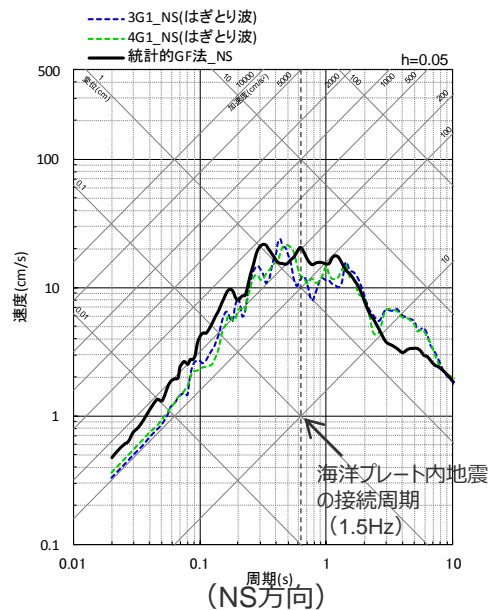
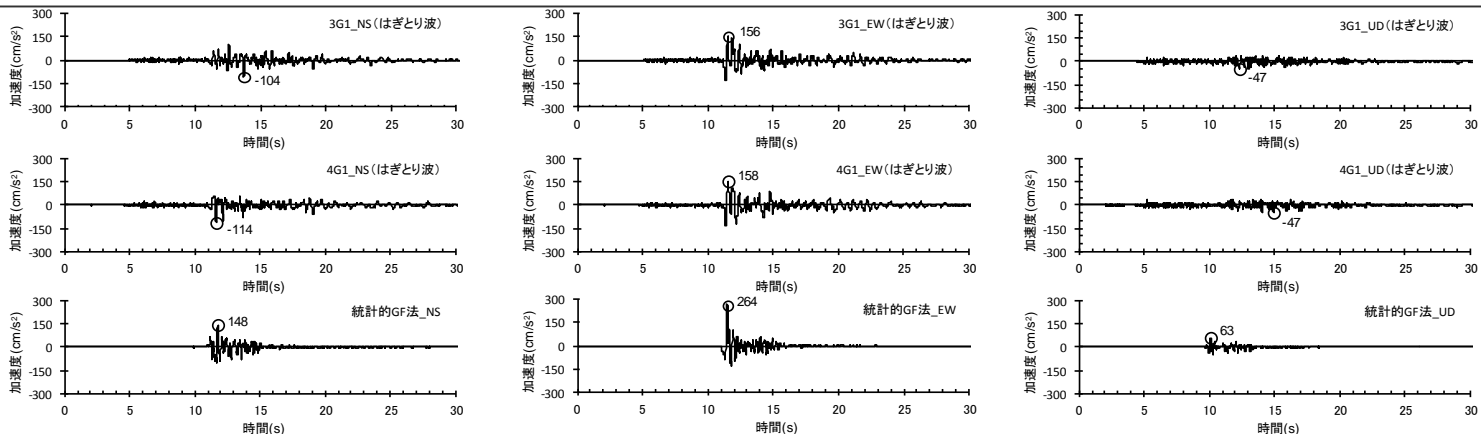
<グリーン関数に乗じる増幅係数>

<3.2.1 地震動の顕著な増幅の地震動評価への反映方法>

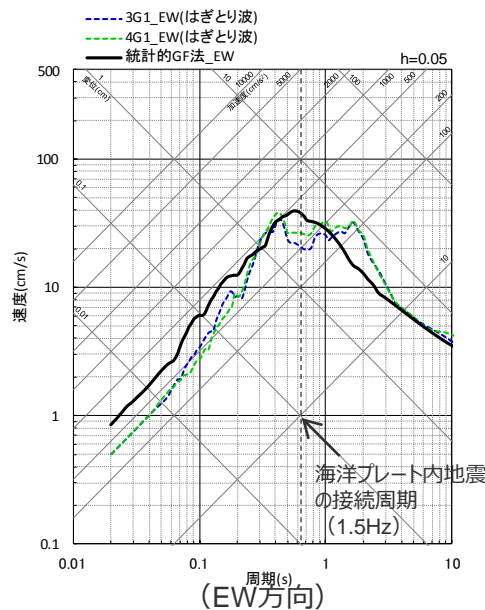
断層モデルを用いた手法による地震動評価への地震動の顕著な増幅の反映方法

(検証 (2009年駿河湾の地震 (本震) の再現検討結果と3号炉 (3G1) 、4号炉 (4G1) の観測記録 (はぎとり波) との比較))

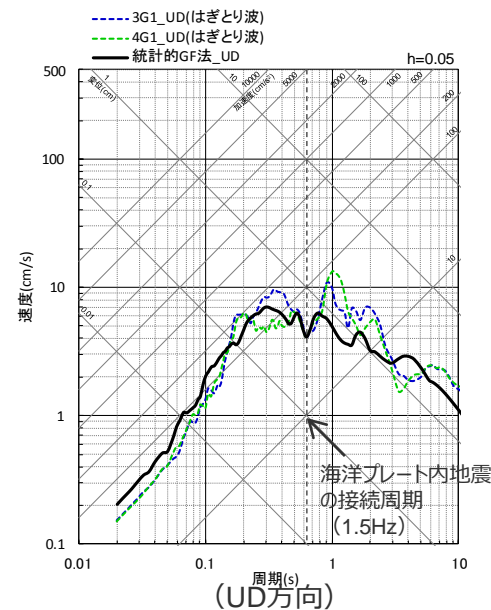
○統計的グリーン関数法による2009年駿河湾の地震 (本震) の地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価結果は、その評価対象周期 (短周期) で3号炉 (3G1) 、4号炉 (4G1) の観測記録 (はぎとり波) を概ね再現している。



(NS方向)



(EW方向)



(UD方向)

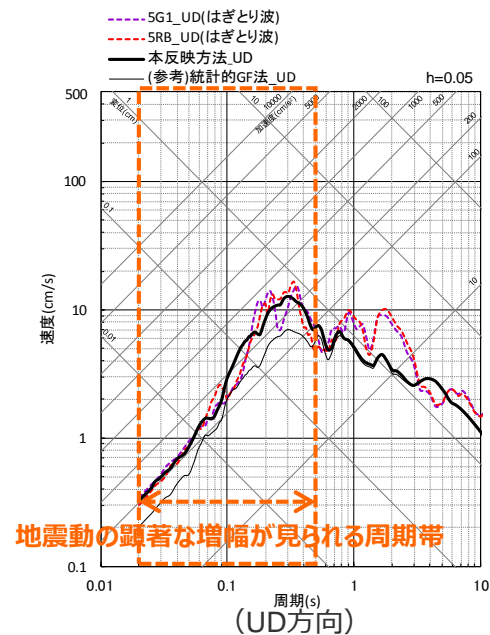
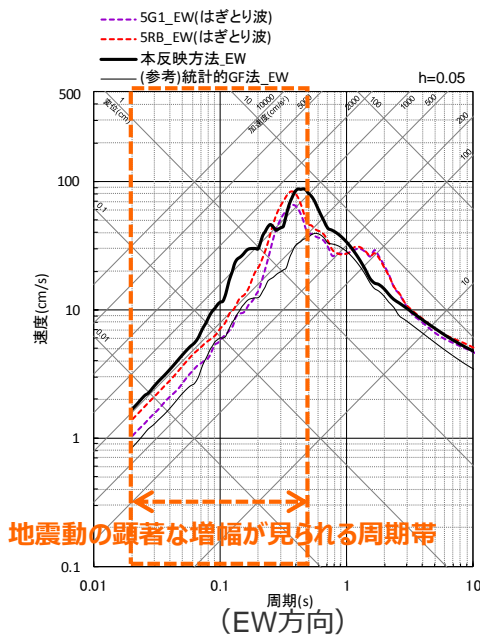
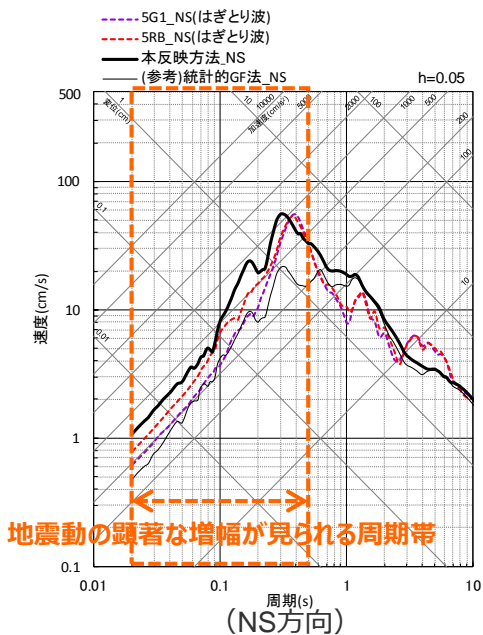
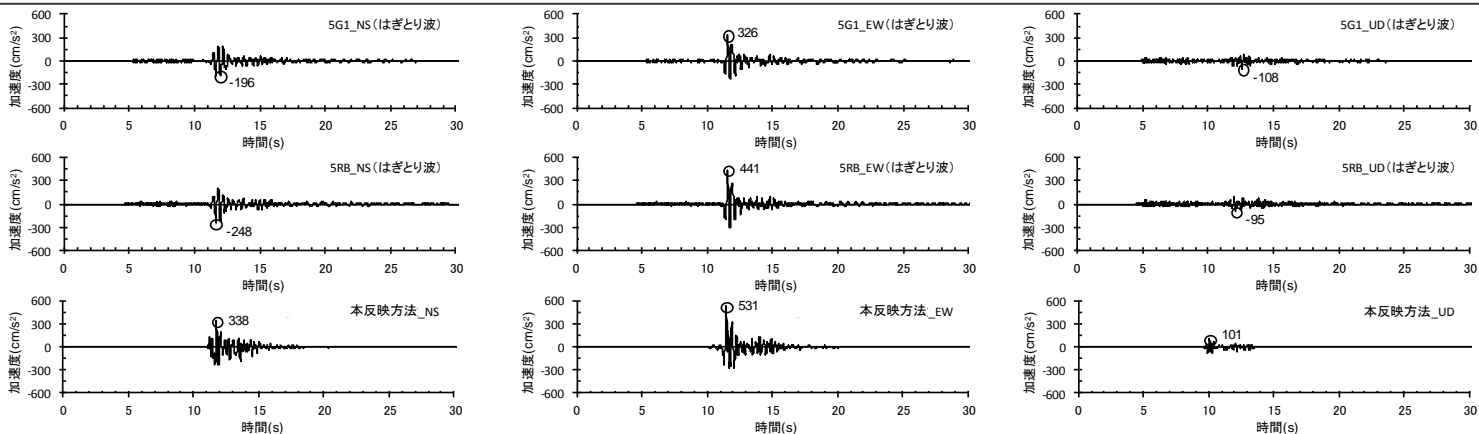
<2009年駿河湾の地震 (本震) の地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価結果と3号炉 (3G1) 、4号炉 (4G1) の観測記録 (はぎとり波) との比較>
(上図: 加速度時刻歴波形、下図: 応答スペクトル)

<3.2.1 地震動の顕著な増幅の地震動評価への反映方法>

断層モデルを用いた手法による地震動評価への地震動の顕著な増幅の反映方法

(検証 (2009年駿河湾の地震 (本震) の再現検討結果と5号炉 (5G1, 5RB) の観測記録 (はぎとり波) との比較))

○本反映方法を用いた統計的グリーン関数法による2009年駿河湾の地震 (本震) の地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価結果は、地震動の顕著な増幅が見られる周期帯 (0.5秒以下) で5号炉 (5G1, 5RB) の観測記録 (はぎとり波) を概ね再現している。



<2009年駿河湾の地震 (本震) の地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価結果と5号炉 (5G1,5RB) の観測記録 (はぎとり波) との比較>

(上図: 加速度時刻歴波形, 下図: 応答スペクトル)

<3.2.1 地震動の顕著な増幅の地震動評価への反映方法>

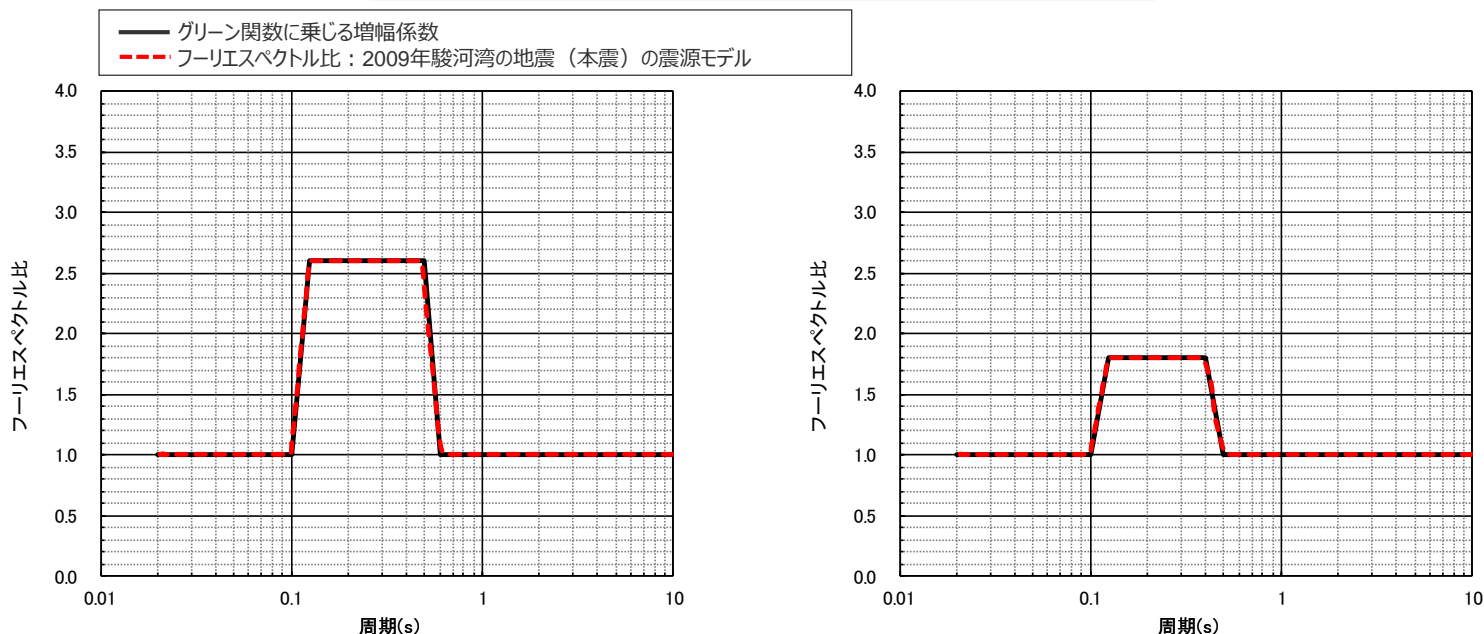
断層モデルを用いた手法による地震動評価への地震動の顕著な増幅の反映方法
(検証 (2009年駿河湾の地震 (本震) の再現検討におけるフーリエスペクトル比の分析))

○統計的グリーン関数法による2009年駿河湾の地震 (本震) の観測記録の再現検討における、増幅係数を乗じない地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価結果と増幅係数を乗じる地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価結果を用いて、波形合成結果のフーリエスペクトル比 (地震動の顕著な増幅を考慮する場合 / 地震動の顕著な増幅を考慮しない場合) を分析した。

⇒2009年駿河湾の地震 (本震) の観測記録の再現検討における波形合成結果のフーリエスペクトル比 (地震動の顕著な増幅を考慮する場合 / 地震動の顕著な増幅を考慮しない場合) は、各小断層のグリーン関数に乗じた増幅係数と同じとなっている。

フーリエスペクトル比を算出

$$\frac{\text{地震動の顕著な増幅を考慮する場合のフーリエスペクトル}^{\ast}}{\text{地震動の顕著な増幅を考慮しない場合のフーリエスペクトル}^{\ast}}$$



(水平動[※])

(鉛直動)

<「各小断層のグリーン関数に乗じる増幅係数」と「波形合成結果のフーリエスペクトル比」の比較>
(2009年駿河湾の地震 (本震) の震源モデル)

※ 水平動はNS方向とEW方向の平均。

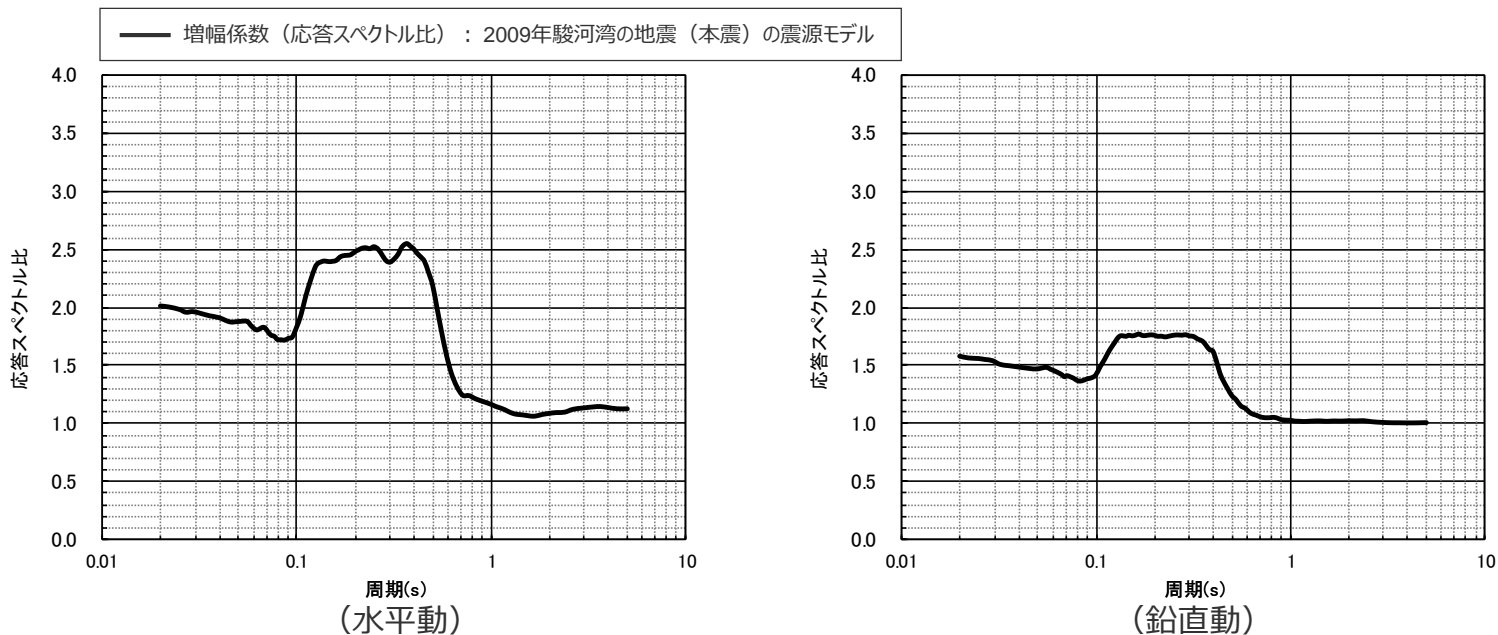
<3.2.1 地震動の顕著な増幅の地震動評価への反映方法>

断層モデルを用いた手法による地震動評価への地震動の顕著な増幅の反映方法
(検証 (2009年駿河湾の地震 (本震) の再現検討における応答スペクトル比の分析))

- 2009年駿河湾の地震 (本震) の観測記録の再現検討における波形合成結果のフーリエスペクトル比の分析と同様に、応答スペクトル比 (地震動の顕著な増幅を考慮する場合 / 地震動の顕著な増幅を考慮しない場合) を分析した結果は下図のとおり。
- なお、ある周期の応答スペクトルの値は、当該周期を固有周期に持つ 1 質点系の最大応答値であり、当該周期の地震動のエネルギー (≒フーリエスペクトル振幅) だけでなく、それ以外の周期成分の地震波のエネルギーの影響も受ける。そのため、地震動の顕著な増幅が見られた周期0.3秒付近の倍率を見ると、地震動の顕著な増幅をする周期成分の地震波だけでなく、地震動の顕著な増幅をしない周期成分の地震波の影響も受けていることにより、応答スペクトル比はフーリエスペクトル比と比べてやや小さい。

応答スペクトル比を算出

$$\left[\frac{\text{地震動の顕著な増幅を考慮する場合の応答スペクトル}^{\ast}}{\text{地震動の顕著な増幅を考慮しない場合の応答スペクトル}^{\ast}} \right]$$



<応答スペクトル比 (地震動の顕著な増幅を考慮する場合 / 地震動の顕著な増幅を考慮しない場合) >
(2009年駿河湾の地震 (本震) の震源モデル)

※ 水平動はNS方向とEW方向の平均。

応答スペクトルに基づく地震動評価への地震動の顕著な増幅の反映方法 (方針)

【応答スペクトルに基づく手法の概要】

- 応答スペクトルに基づく手法は、地震規模や震源距離といった巨視的パラメータにより震源断層全体の地震動を評価する手法である。
- 応答スペクトルに基づく手法では、検討用地震と震源特性、伝播経路特性、地盤増幅特性が同様と見なせる地震の観測記録が得られている場合、その観測記録を用いて、検討用地震と同様の震源特性、伝播経路特性、地盤増幅特性を反映した地震動評価を行うことができる。
- その際、三次元的な地下構造の影響により地震動の顕著な増幅が見られるサイトでは、震源断層面の広がりや地震波到来方向の違いによって地盤増幅特性が異なることから、各検討用地震に応じた敷地固有の地盤増幅特性（地震動の顕著な増幅特性）を適切に反映するためには、各検討用地震と震源断層面の広がりや地震波到来方向が同様と見なせる観測記録を用いる必要がある。

【浜岡原子力発電所の観測記録】

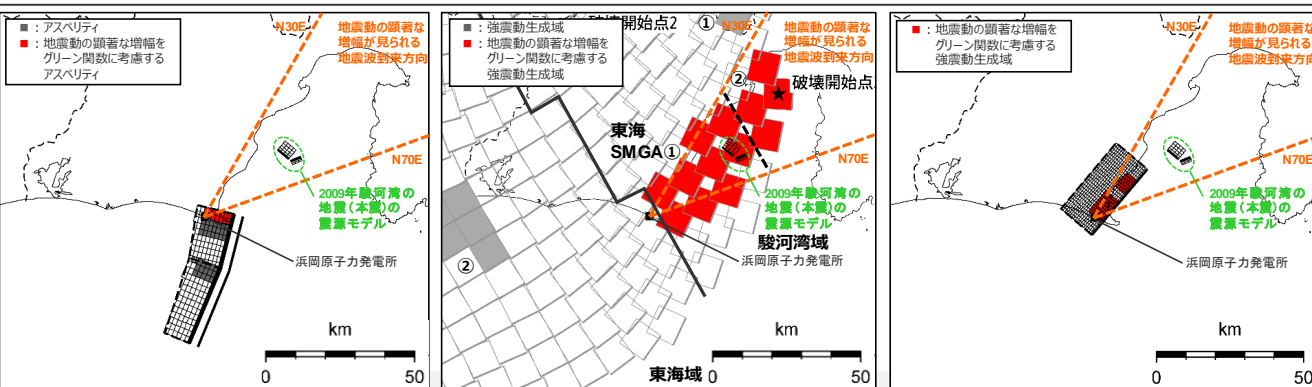
- 浜岡原子力発電所の検討用地震には、内陸地殻内地震、プレート間地震、海洋プレート内地震の3つの地震タイプがあり、敷地への影響が最も大きい地震タイプはプレート間地震である。敷地における観測地震に関し、3つの地震タイプの各検討用地震と震源断層面の広がりや地震波の到来方向が同様と見なせ、**各検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）**に応じた敷地固有の地盤増幅特性が適切に反映された観測記録は得られていない。

【断層モデルを用いた手法による地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価結果】

- 断層モデルを用いた手法は、震源断層を小断層に分割し、小断層毎に敷地に到来する地震動を詳細に考慮できるため、各検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）の震源断層面の広がりや地震波到来方向の違いに応じて、地震観測記録に基づき確認された地震動の顕著な増幅の特性を的確に反映できること、当該反映方法の妥当性は2009年駿河湾の地震（本震）の観測記録の再現検討により検証されていることから、この地震動評価結果には、**各検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）**に応じた敷地固有の地盤増幅特性が適切に反映されている。

【応答スペクトルに基づく地震動評価への地震動の顕著な増幅の反映方法】

- 地震タイプ共通の地震動の顕著な増幅の反映方法として、各検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）に応じた敷地固有の地盤増幅特性が適切に反映された『断層モデルを用いた手法による地震動評価結果を用いて応答スペクトルに与える影響を求めて反映する方法』により応答スペクトルに基づく地震動評価を行うこととし、各検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）に応じた敷地固有の地盤増幅特性が震源断層全体の地震動の応答スペクトルに与える影響を反映する。
- 検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）の地震動評価に当たっては、断層モデルを用いた手法による地震動評価に保守性を考慮することで、応答スペクトルに基づく地震動評価にも保守性を考慮する。



内陸地殻内地震（御前崎海脚西部の断層帯による地震） プレート間地震（南海トラフ沿いの巨大地震） 海洋プレート内地震（敷地直下の想定スラブ内地震）

応答スペクトルに基づく地震動評価への地震動の顕著な増幅の反映方法 (概要)

【応答スペクトルに基づく地震動評価への地震動の顕著な増幅の反映方法】

- 前述のとおり、地震タイプ共通の地震動の顕著な増幅の反映方法として、『各検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）に応じた敷地固有の地盤増幅特性が適切に反映された断層モデルを用いた手法による地震動評価結果を用いて応答スペクトルに与える影響を求めて反映する方法』により応答スペクトルに基づく地震動評価を行うこととし、各検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）に応じた敷地固有の地盤増幅特性が震源断層全体の地震動の応答スペクトルに与える影響を適切に反映する。
- 各検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）に応じた敷地固有の地盤増幅特性が震源断層全体の地震動の応答スペクトルに与える影響として、断層モデルを用いた手法による地震動評価結果を用いて増幅係数（応答スペクトル比＝地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価結果／地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価結果）を求めることで反映する。
- 増幅係数（応答スペクトル比）の算出に当たって、「本反映方法により地震動の顕著な増幅を反映した断層モデルを用いた手法による地震動評価結果の応答スペクトル比（地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価結果／地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価結果）」はNS方向とEW方向で同程度となること（後述参照）、応答スペクトルに基づく手法は震源断層全体の地震動を評価する手法であり、Noda et al.(2002)の方法等を含めて一般に距離減衰式を作成する際には水平動はNS方向の観測記録とEW方向の観測記録とを区別せずに回帰分析が行われていることから、断層モデルを用いた手法による地震動評価結果を用いて求める増幅係数（応答スペクトル比）は各破壊開始点の平均、水平動についてはNS方向とEW方向の平均を用いる。
- 検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）の応答スペクトルに基づく地震動評価は本反映方法により行うこととし、断層モデルを用いた手法による地震動評価に保守性を考慮することで、応答スペクトルに基づく地震動評価にも保守性を考慮する。

【応答スペクトルに基づく地震動評価への地震動の顕著な増幅の反映方法の検証（2009年駿河湾の地震（本震）の観測記録の再現検討）】

- 断層モデルを用いた手法の検証と同様、2009年駿河湾の地震（本震）を対象に、断層モデルを用いた手法による地震動評価結果を用いて応答スペクトルに与える影響として増幅係数（応答スペクトル比）を求めて反映する方法により、応答スペクトルに基づく地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価を行い、地震動の顕著な増幅が見られた観測点（5G1、5RB）の観測記録の応答スペクトルを概ね再現していることを確認する。

【観測記録に基づくNoda et al.(2002)の補正係数を用いた地震動評価との比較（海洋プレート内地震の検討用地震）】

- 海洋プレート内地震の検討用地震（敷地下方の想定スラブ内地震）は、2009年駿河湾の地震（本震）と地震タイプが同じではあるが、震源断層面の広がりや震源位置（敷地から40km程度遠方）が異なることから、2009年駿河湾の地震（本震）の観測記録は、検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）に応じた敷地固有の地盤増幅特性が反映された観測記録ではないが、検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）の断層モデルを用いた手法による地震動評価に当たり、保守的に敷地近傍を含めて全ての強震動生成域に地震動の顕著な増幅を考慮することを踏まえて、観測記録から算出したNoda et al.(2002)の方法の補正係数を用いた応答スペクトルに基づく地震動評価結果と本反映方法による地震動評価結果との比較確認を行う。

<3.2.1 地震動の顕著な増幅の地震動評価への反映方法>

応答スペクトルに基づく地震動評価への地震動の顕著な増幅の反映方法

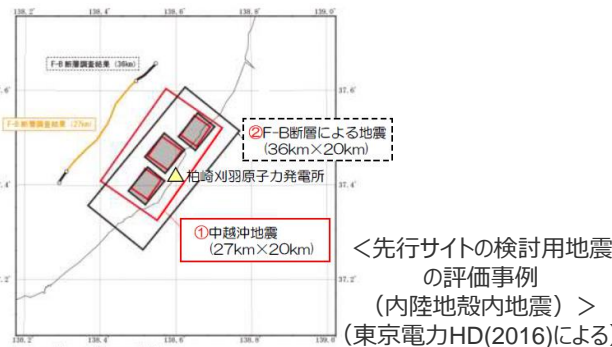
(先行サイトと浜岡サイトとの比較)

【応答スペクトルに基づく地震動評価（三次元的な地下構造の影響により地震動の顕著な増幅が見られる場合）】

- 水平成層地盤と見なせるサイトでは、震源特性、伝播経路特性、地盤増幅特性が同様の地震と見なせる同じ地震タイプの敷地の観測記録を用いて検討用地震の地震動評価が行われている。一方、三次元的な地下構造の影響により地震動の顕著な増幅が見られるサイトでは、震源断層面の広がりや地震波到来方向の違いによって地盤増幅特性が異なることから、各検討用地震に応じた敷地固有の地盤増幅特性（地震動の顕著な増幅特性）を適切に反映するためには、各検討用地震と震源断層面の広がりや地震波到来方向が同様と見なせる観測記録を用いる必要がある。

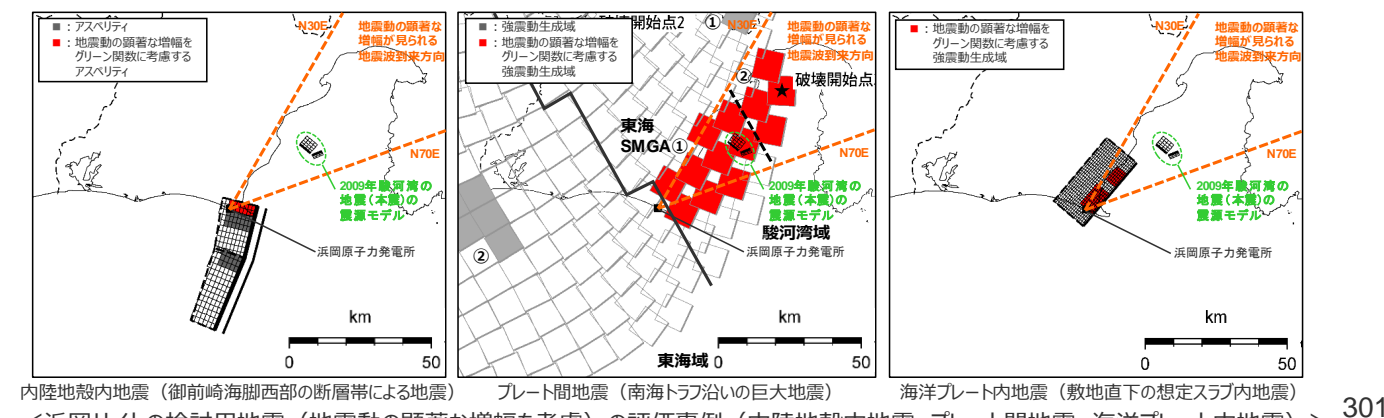
【先行サイトの事例（検討用地震と同じ震源断層で発生した規模が近い地震の観測記録が得られている場合の事例）】

- 三次元的な地下構造（古い褶曲構造及び深部地盤における不整形性）の影響により地震動の顕著な増幅が見られる先行事例として、検討用地震と同じ震源断層で発生した規模が近い地震の観測記録を用いてNoda et al.(2002)の方法の補正係数を算定し、地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価が行われている。
- この場合、震源断層の広がりや地震波到来方向は観測地震と検討用地震で同様と見なせ、観測記録には検討用地震に応じた敷地固有の地盤増幅特性が適切に反映されている。
- また、震源特性に関し、地震タイプが同じだけでなく、同じ震源断層で発生した規模が近い地震であることから、観測記録には震源の破壊過程の影響も含めて検討用地震固有の震源特性が詳細に反映されている。



【浜岡原子力発電所の場合（検討用地震と同じ震源断層で発生した地震の観測記録が得られていない）】

- 浜岡原子力発電所では、三次元的な地下構造（局所的に分布する浅部地盤のS波低速度層）の影響により、特定の到来方向（N30E～N70E）の地震波のみに、短周期の特定の周期帯（フーリエスペクトルの周期0.2～0.5秒）で地震動の顕著な増幅が見られ（先行サイトの地盤増幅特性と異なる）、敷地において、3つの地震タイプの各検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）と震源断層面の広がりや地震波到来方向が同様と見なせ、各検討用地震に応じた敷地固有の地盤増幅特性が反映された観測記録は得られていない。
- そこで、地震タイプ共通の地震動の顕著な増幅の反映方法として、『検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）の震源断層面の広がりや地震波到来方向の違いに応じて敷地固有の地盤増幅特性が適切に反映された断層モデルを用いた手法による地震動評価結果を用いて応答スペクトルに与える影響を求めて反映する方法』により応答スペクトルに基づく地震動評価を行う。
- ただし、海洋プレート内地震の検討用地震（敷地下方の想定スラブ内地震）は、2009年駿河湾の地震（本震）と地震タイプが同じではあるが、同じ震源断層で発生した地震ではなく、震源断層面の広がりや震源位置、震源の破壊過程の影響が異なることから、2009年駿河湾の地震（本震）の観測記録は検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）に応じた敷地固有の地盤増幅特性が反映された観測記録ではないが、検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）の断層モデルを用いた手法による地震動評価に当たり、保守的に敷地近傍を含めて全ての強震動生成域に地震動の顕著な増幅を考慮することを踏まえて、観測記録から算出したNoda et al.(2002)の方法の補正係数を用いた応答スペクトルに基づく地震動評価結果と本反映方法による地震動評価結果との比較確認を行う。



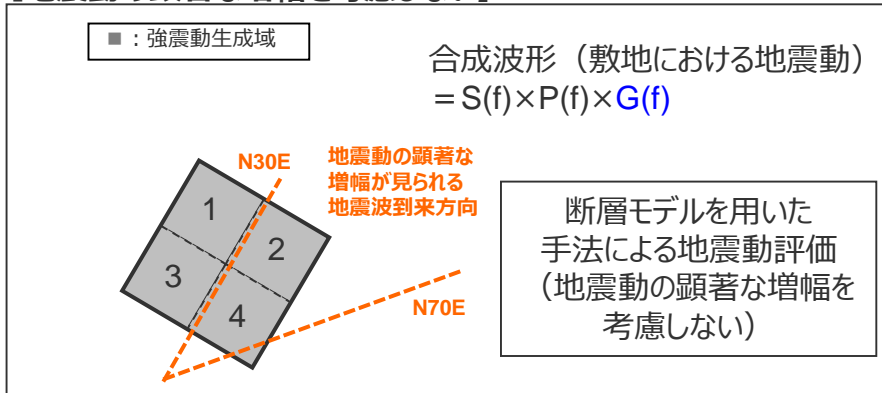
応答スペクトルに基づく地震動評価への地震動の顕著な増幅の反映方法

(増幅係数 (応答スペクトル比) の算出方法)

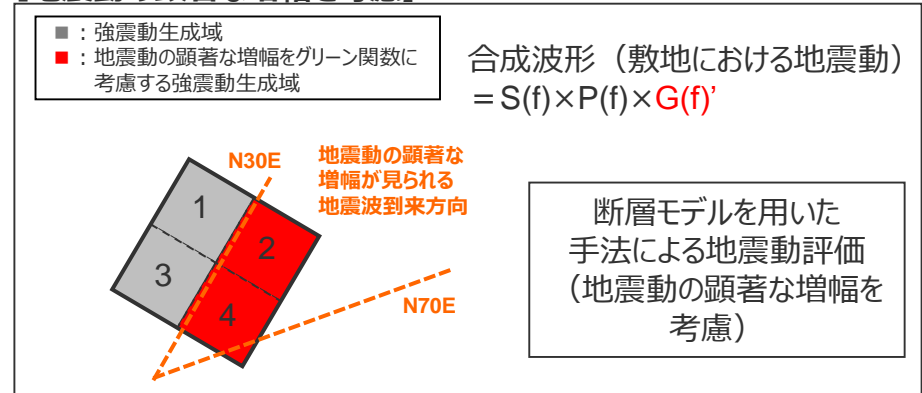
・下線 (.....) は、一部修正箇所を示す。

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

【地震動の顕著な増幅を考慮しない】



【地震動の顕著な増幅を考慮】



増幅係数 (応答スペクトル比) を算出

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

応答スペクトルに基づく地震動評価 (地震動の顕著な増幅を考慮)

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

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

<3.2.1 地震動の顕著な増幅の地震動評価への反映方法>

応答スペクトルに基づく地震動評価への地震動の顕著な増幅の反映方法 (各地震タイプの応答スペクトルに基づく地震動評価の概要)

応答スペクトルに基づく地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価

【内陸地殻内地震※1,4・プレート間地震※2,4】

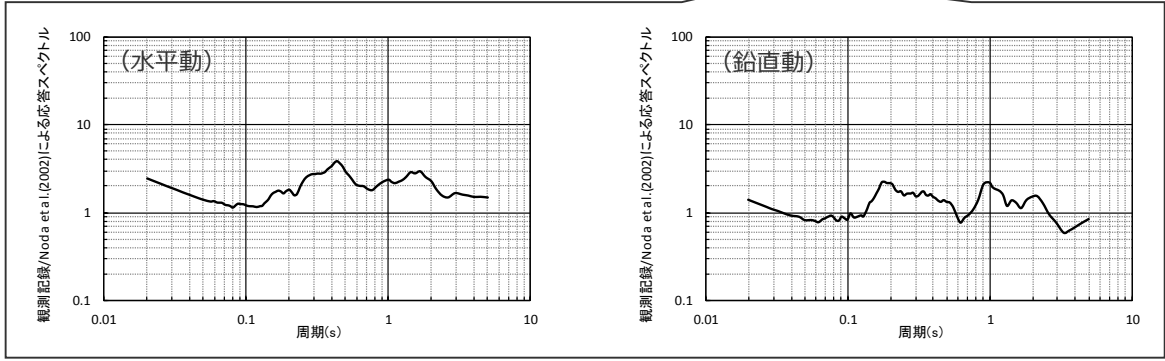
検討用地震の地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価 = 検討用地震の Noda et al.(2002)による応答スペクトル

【海洋プレート内地震※3】

検討用地震の地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価 = 検討用地震の Noda et al.(2002)による応答スペクトル

地震動の顕著な増幅が見られなかった観測点の観測記録に基づく補正係数を考慮

観測記録に基づく補正係数：地震動の顕著な増幅が見られなかった観測点の観測記録のNoda et al.(2002)による応答スペクトルとの比
2009年駿河湾の地震（本震M6.5）の地震動の顕著な増幅が見られなかった観測点（3G1,4G1）の観測記録（応答スペクトル）
Noda et al.(2002)による応答スペクトル（M6.5）



応答スペクトルに基づく地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価（本反映方法）

【内陸地殻内地震・プレート間地震・海洋プレート内地震】

検討用地震の地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価 = 検討用地震の地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価

増幅係数（応答スペクトル比）：地震動の顕著な増幅が見られた観測点と見られなかった観測点の地盤増幅特性の比
検討用地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果に基づく増幅係数（応答スペクトル比）

※1 Noda et al.(2002)の適用範囲外の場合は、適用範囲内のNGA等の距離減衰式による。
 ※2 強震動生成域の応力降下量の不確かさの影響を反映する地震動評価は、中央防災会議モデル（既往地震）のM₀-A関係に対する基本震源モデルのM₀-A関係の比率を乗じる。
 ※3 短周期レベルの不確かさを考慮した震源モデルの地震動評価は、片岡・他(2006)による。
 ※4 内陸地殻内地震及びプレート間地震については、敷地において観測記録に基づくNoda et al.(2002)の補正係数の算出に用いることのできる観測記録は得られていない。

応答スペクトルに基づく地震動評価への地震動の顕著な増幅の反映方法

(検証 (2009年駿河湾の地震 (本震) の観測記録との比較 (概要)))

【応答スペクトルに基づく地震動評価への地震動の顕著な増幅の反映方法の検証 (2009年駿河湾の地震 (本震) の観測記録の再現検討)】

- 断層モデルを用いた手法の検証と同様、2009年駿河湾の地震 (本震) を対象に、断層モデルを用いた手法による地震動評価結果を用いて応答スペクトルに与える影響として増幅係数 (応答スペクトル比) を求めて反映する方法により、応答スペクトルに基づく地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価を行い、地震動の顕著な増幅が見られた観測点 (5G1、5RB) の観測記録との比較を行った。
- 増幅係数 (応答スペクトル比) は、統計的グリーン関数法による2009年駿河湾の地震 (本震) の観測記録の再現検討における、一次元地下構造モデルを用いた「地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価結果」と、強震動生成域 (アスペリティ) の各小断層のグリーン関数に増幅係数を乗じる方法による「地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価結果」を用いて算出した。
- 増幅係数 (応答スペクトル比) を乗じる応答スペクトルに基づく地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価結果は、2009年駿河湾の地震 (本震) の地震動の顕著な増幅が見られなかった観測点 (3G1、4G1) の観測記録に基づく補正係数を用いてNoda et al.(2002)の方法により求めた (結果として、当該評価結果は2009年駿河湾の地震 (本震M6.5) の地震動の顕著な増幅が見られなかった観測点 (3G1、4G1) の観測記録 (応答スペクトル) となる) 。

本反映方法

2009年駿河湾の地震 (本震) の地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価

=

2009年駿河湾の地震 (本震) の地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価

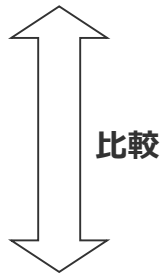
×

増幅係数 (応答スペクトル比) : 地震動の顕著な増幅が見られた観測点と見られなかった観測点の地盤増幅特性の比
2009年駿河湾の地震 (本震) の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果に基づく増幅係数 (応答スペクトル比)

Noda et al.(2002)による応答スペクトルに地震動の顕著な増幅が見られなかった観測点の観測記録に基づく補正係数を考慮

||

2009年駿河湾の地震 (本震M6.5) の地震動の顕著な増幅が見られなかった観測点 (3G1,4G1) の観測記録 (応答スペクトル)

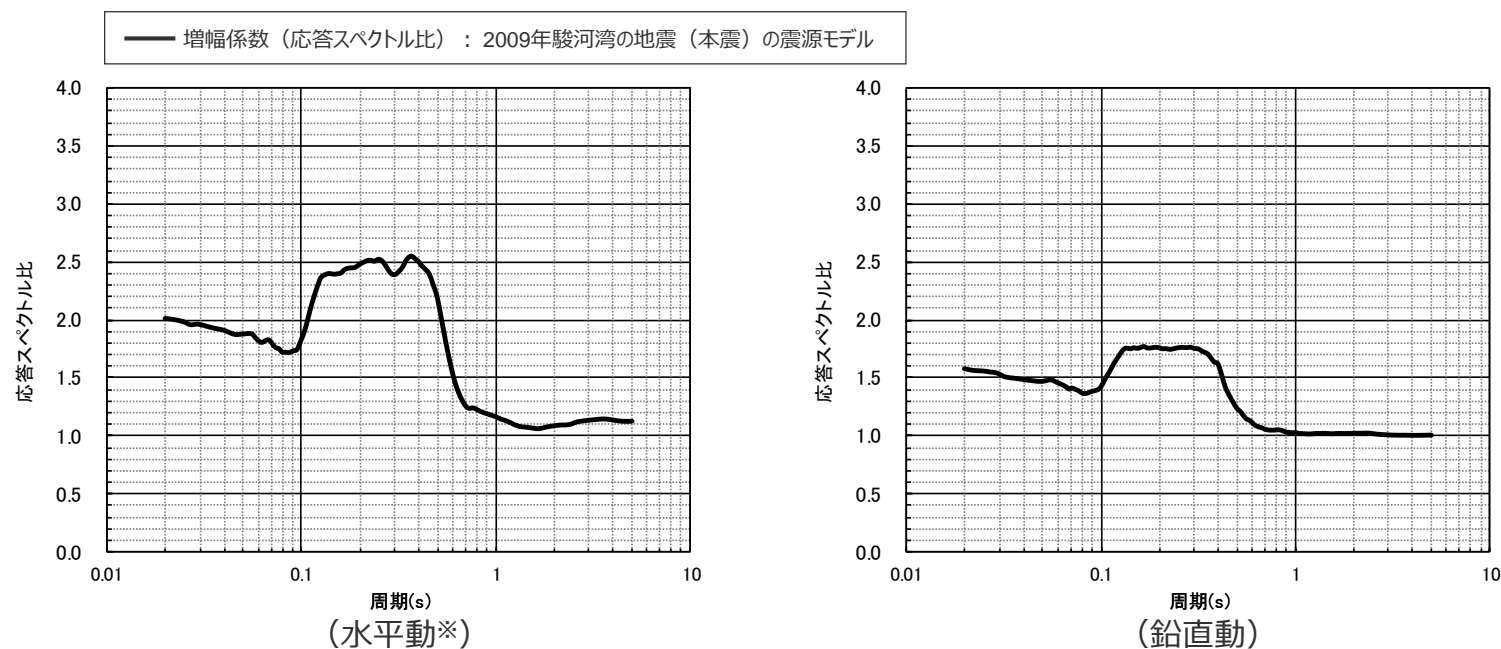


2009年駿河湾の地震 (本震) の地震動の顕著な増幅が見られた観測点 (5G1,5RB) の観測記録

<3.2.1 地震動の顕著な増幅の地震動評価への反映方法>

応答スペクトルに基づく地震動評価への地震動の顕著な増幅の反映方法

(検証 (2009年駿河湾の地震 (本震) の観測記録との比較 (概要)))



<増幅係数 (応答スペクトル比) (地震動の顕著な増幅を考慮する場合 / 地震動の顕著な増幅を考慮しない場合) >
(2009年駿河湾の地震 (本震) の震源モデル)

※ 水平動はNS方向とEW方向の平均。

<3.2.1 地震動の顕著な増幅の地震動評価への反映方法>

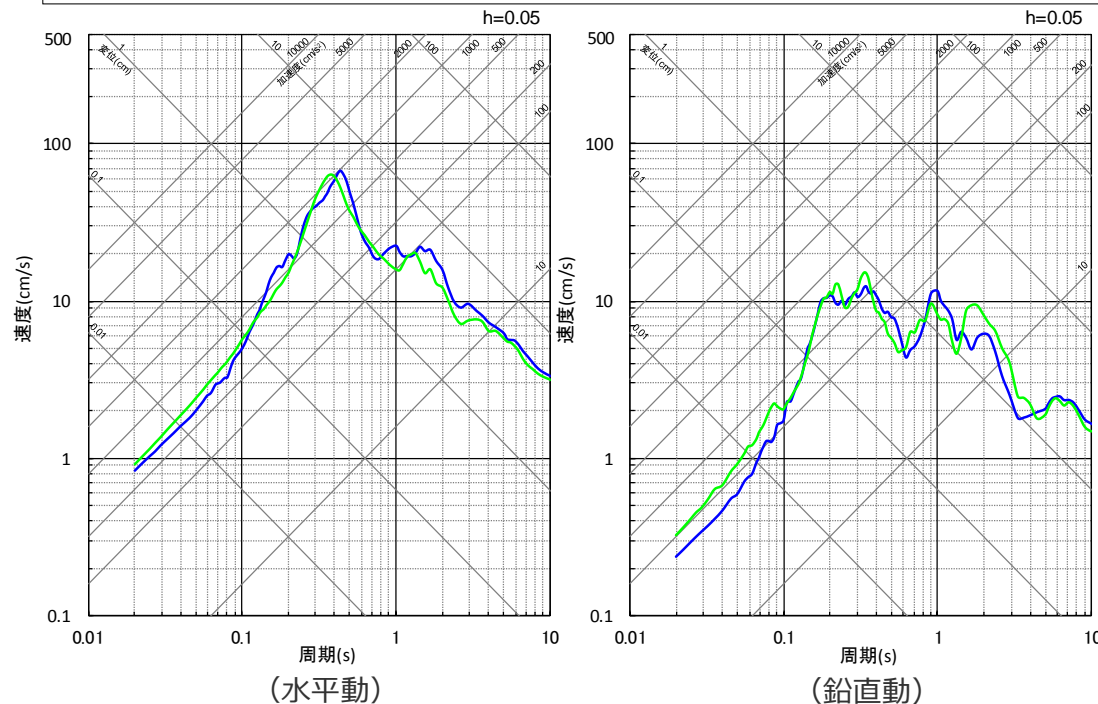
応答スペクトルに基づく地震動評価への地震動の顕著な増幅の反映方法

(検証 (応答スペクトルに基づく地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価結果と観測記録との比較))

【応答スペクトルに基づく地震動評価への地震動の顕著な増幅の反映方法の検証 (2009年駿河湾の地震 (本震) の観測記録の再現検討)】

- 本反映方法を用いた2009年駿河湾の地震 (本震) の応答スペクトルに基づく地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価結果は、地震動の顕著な増幅が見られた観測点 (5G1、5RB) の観測記録 (はざとり波) の応答スペクトルを概ね再現している。
- なお、各検討用地震 (地震動の顕著な増幅を考慮) の地震動評価に当たっては、地震動の顕著な増幅を考慮する強震動生成域 (アスペリティ) の小断層の範囲・増幅の程度を地震観測記録の分析結果に対し保守的に設定して断層モデルを用いた手法による保守的な地震動評価を行い、その保守的な断層モデルを用いた手法による地震動評価結果を反映することにより、応答スペクトルに基づく手法についても保守的な地震動評価を行う。

— 2009年駿河湾の地震 (本震) の応答スペクトルに基づく地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価結果※
— 2009年駿河湾の地震 (本震) の地震動の顕著な増幅が見られた観測点 (5G1、5RB) の観測記録 (はざとり波) の応答スペクトル



※ 2009年駿河湾の地震 (本震) の地震動の顕著な増幅が見られなかった観測点 (3G1、4G1) の観測記録 (はざとり波) の応答スペクトルに、断層モデルを用いた手法による地震動評価結果に基づく増幅係数 (応答スペクトル比) を乗じて算出。

<2009年駿河湾の地震 (本震) の応答スペクトルに基づく地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価結果と地震動の顕著な増幅が見られた観測点 (5G1、5RB) の観測記録 (はざとり波) の応答スペクトルとの比較>

<3.2.1 地震動の顕著な増幅の地震動評価への反映方法>

応答スペクトルに基づく地震動評価への地震動の顕著な増幅の反映方法

(確認 (本反映方法の地震動評価と観測記録に基づくNoda et al.(2002)の補正係数を用いた地震動評価との比較))

【本反映方法の地震動評価と観測記録に基づくNoda et al.(2002)の補正係数を用いた地震動評価との比較】

- 検討用地震 (地震動の顕著な増幅を考慮) における3つの地震タイプのうち、海洋プレート内地震については、地震動の顕著な増幅が見られた地震として、2009年駿河湾の地震 (本震M6.5) の観測記録が敷地で得られており、Noda et al.(2002)の方法の適用範囲内である。
- 一方、海洋プレート内地震の検討用地震 (敷地下方の想定スラブ内地震 (Mj7.0、Mj7.4)) は保守的に敷地下方に想定しており、敷地から40km程度離れた位置で発生した2009年駿河湾の地震 (本震) とは震源断層面の広がりや震源位置が異なることから、地震波の到来方向や入射角によって地震動の顕著な増幅特性が異なる等の敷地固有の地盤増幅特性を踏まえると、2009年駿河湾の地震 (本震) の観測記録は、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) に応じた敷地固有の地盤増幅特性が反映された観測記録ではない。
- ただし、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) における断層モデルを用いた手法による地震動評価では、保守的に敷地近傍を含めて全ての強震動生成域に地震動の顕著な増幅を考慮していることを踏まえて、検討用地震 (地震動の顕著な増幅を考慮) の震源モデルのうち、2009年駿河湾の地震 (本震) と地震規模が異なるMj7.0とMj7.4の震源モデルを代表として、観測記録から算出したNoda et al.(2002)の方法の補正係数を用いた応答スペクトルに基づく地震動評価結果と本反映方法による地震動評価結果との比較確認を行う。

【海洋プレート内地震】

本反映方法

検討用地震の地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価

=

検討用地震の地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価

×

増幅係数 (応答スペクトル比) : 地震動の顕著な増幅が見られた観測点と見られなかった観測点の地盤増幅特性の比

検討用地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果に基づく増幅係数 (応答スペクトル比)



Noda et al.(2002)による応答スペクトルに地震動の顕著な増幅が見られなかった観測点の観測記録に基づく補正係数を考慮

観測記録に基づくNoda et al.(2002)の補正係数を用いる方法

検討用地震の地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価

=

検討用地震のNoda et al.(2002)による応答スペクトル

×

観測記録に基づく補正係数 : 地震動の顕著な増幅が見られた観測点の観測記録のNoda et al.(2002)による応答スペクトルとの比

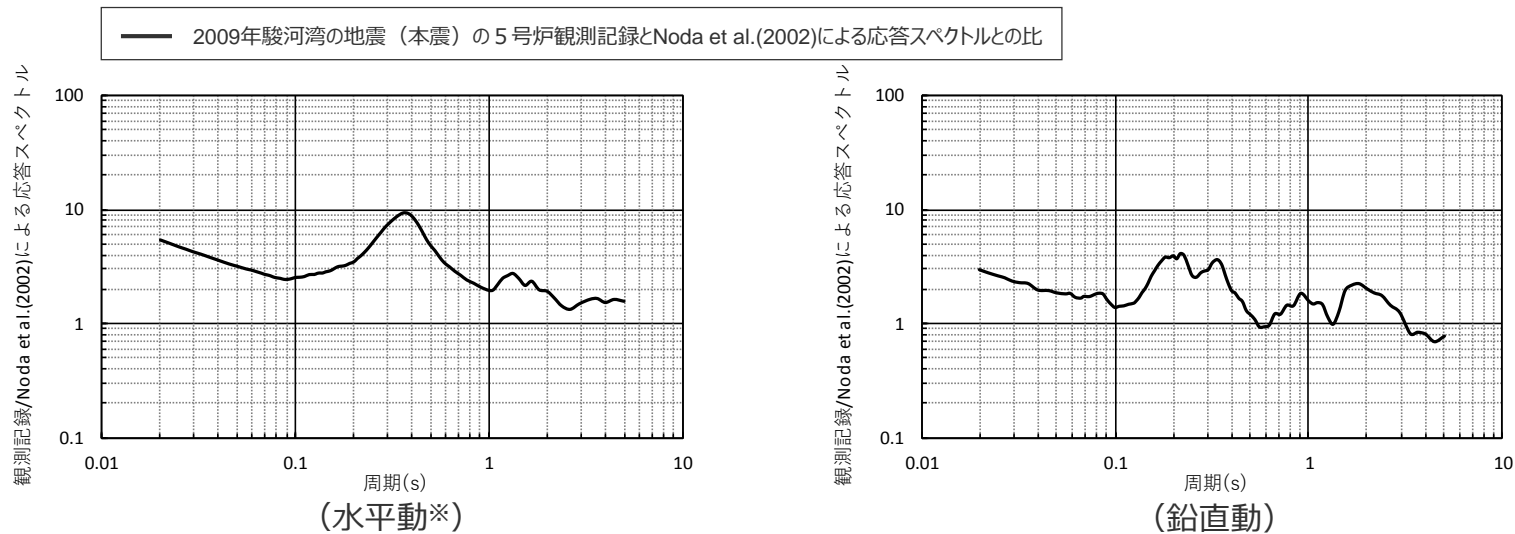
2009年駿河湾の地震 (本震M6.5) の地震動の顕著な増幅が見られた観測点 (5G1,5RB) の観測記録 (応答スペクトル) / Noda et al.(2002)による応答スペクトル (M6.5)

Noda et al.(2002)による応答スペクトルに地震動の顕著な増幅が見られた観測点の観測記録に基づく補正係数を考慮

<3.2.1 地震動の顕著な増幅の地震動評価への反映方法>

応答スペクトルに基づく地震動評価への地震動の顕著な増幅の反映方法

(確認 (本反映方法の地震動評価と観測記録に基づくNoda et al.(2002)の補正係数を用いた地震動評価との比較))



<観測記録に基づくNoda et al.(2002)の補正係数 : 2009年駿河湾の地震 (本震) の5号炉観測記録 / Noda et al.(2002)による応答スペクトル>

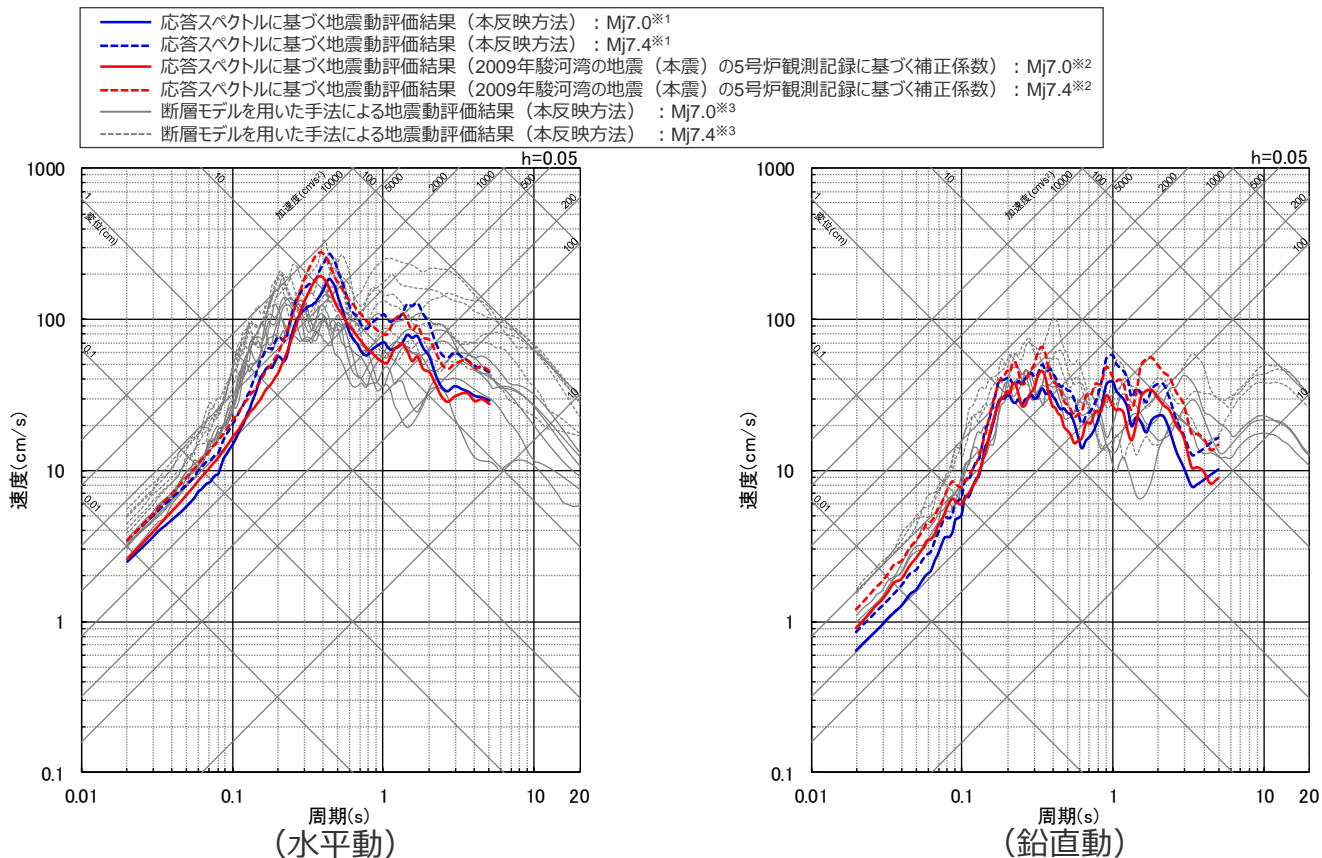
※ 水平動はNS方向とEW方向の平均。

<3.2.1 地震動の顕著な増幅の地震動評価への反映方法>

応答スペクトルに基づく地震動評価への地震動の顕著な増幅の反映方法

(確認 (本反映方法の地震動評価と観測記録に基づくNoda et al.(2002)の補正係数を用いた地震動評価との比較))

- 海洋プレート内地震の検討用地震 (敷地直下の想定スラブ内地震) のMj7.0とMj7.4の震源モデルにおける地震動評価結果の比較結果は下図のとおり。
- 本反映方法により地震動の顕著な増幅を考慮した応答スペクトルに基づく地震動評価結果は、2009年駿河湾の地震 (本震) の5号炉観測記録に基づき算出した補正係数を用いた地震動評価結果と地震動レベルが概ね同程度である。この比較からも、本反映方法は妥当なものと考えられる。
- また、地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価において重視する断層モデルを用いた手法による地震動評価結果は、2009年駿河湾の地震 (本震) の5号炉観測記録に基づき算出した補正係数を用いた地震動評価結果と地震動レベルが概ね同程度であり、短周期側では大きめの結果となっている。



- ※1 地震動の顕著な増幅を、断層モデルを用いた手法による地震動評価結果を用いて増幅係数 (応答スペクトル比) を求めて反映する方法
- ※2 2009年駿河湾の地震 (本震) の5号炉観測記録に基づき算出した補正係数を用いたNoda et al.(2002)の方法
- ※3 地震動の顕著な増幅を、「増幅方向」に位置する強震動生成域 (アスペリティ) の各小断層からの地震動 (グリーン関数) に増幅係数 (フーリエスペクトル比) を乗じることで反映する統計的グリーン関数法

<応答スペクトルの比較 (海洋プレート内地震の検討用地震 (地震動の顕著な増幅を考慮) の震源モデル) >
(Mj7.0の震源モデル (基本震源モデル) 及びMj7.4の震源モデル (地震規模の不確かさを考慮した震源モデル))

まとめ

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

- 5号炉周辺観測点で見られた地震動の顕著な増幅は、時刻歴波形ではS波主要動部のみに見られ、フーリエスペクトルでは周期0.2～0.5秒付近の狭帯域のみに、応答スペクトルでは周期0.5秒以下の短周期側のみに見られ、これ以外の周期帯には見られない。
- 5号炉周辺観測点において、地震動の顕著な増幅は、2009年駿河湾の地震の到来方向（N30E～N70E）の地震波のみに見られ、その他の地震波到来方向では見られない。
- 地震動の顕著な増幅が見られた到来方向（N30E～N70E）の地震波でも、増幅の程度は一樣ではなく、地震波の入射角が鉛直に近づく敷地近傍の地震ほど顕著な増幅は見られない傾向がある。このうち、2009年駿河湾の地震（本震）は増幅の程度が最も大きく信頼性が高い記録が得られた地震である。

【地震動の顕著な増幅の地震動評価への反映方法（方針）】再掲

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

【地震の顕著な増幅の地震動評価への反映方法の検証（2009年駿河湾の地震（本震）の観測記録の再現検討）】

- 断層モデルを用いた手法について、地震動の顕著な増幅の地震動評価への反映方法の検証として、振幅レベルが大きく、信頼性の高い記録が得られている2009年駿河湾の地震（本震）を対象として、強震動生成域（アスペリティ）のみの震源モデルに基づき、強震動生成域（アスペリティ）の各小断層のグリーン関数に増幅係数を乗じる方法を用いて統計的グリーン関数法による地震動評価を行い、その波形合成結果との比較により、敷地における地震動の顕著な増幅が見られた観測点（5G1、5RB）の観測記録が概ね再現されることを確認した。
- また、応答スペクトルに基づく手法についても、断層モデルを用いた手法と同様に、2009年駿河湾の地震（本震）を対象として、断層モデルを用いた手法による地震動評価結果を用いて応答スペクトルに与える影響として増幅係数（応答スペクトル比）を求めて反映する方法により、応答スペクトルに基づく地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価を行い、敷地における地震動の顕著な増幅が見られた観測点（5G1、5RB）の観測記録が概ね再現されることを確認した。

【各検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）の地震動評価（方針）】

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

余白

目次

1 敷地周辺の地震発生状況	……p.15~
2 敷地における地震動の増幅特性	
2.1 敷地における観測・調査	……p.24~
2.2 5号炉周辺の増幅要因	……p.29~
2.2.1 地震観測記録の分析	……p.32~
2.2.2 地下構造調査及び解析検討	……p.50~
2.2.3 まとめ（5号炉周辺の増幅要因）	……p.76~
2.3 敷地における地盤増幅特性	……p.78~
2.3.1 地下構造	……p.80~
2.3.2 地震観測	……p.93~
2.3.3 地震波の伝播経路	……p.102~
2.3.4 まとめ（敷地における地盤増幅特性）	……p.108~
2.4 敷地における地盤増幅特性の地震動評価への反映方法	
2.4.1 解放基盤表面の設定	……p.110~
2.4.2 地震動評価への反映方法	……p.114~
3 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動	
3.1 地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価	
3.1.1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）	……p.137~
3.1.2 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）	……p.190~
3.1.3 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）	……p.238~
3.1.4 まとめ（地震動の顕著な増幅を考慮しない）	……p.280~
3.2 地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価	
3.2.1 地震動の顕著な増幅の地震動評価への反映方法	……p.283~
3.2.2 検討用地震の選定及び震源モデルの設定	……p.312~
3.2.3 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）	……p.325~
3.2.4 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）	……p.357~
3.2.5 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）	……p.409~
3.2.6 まとめ（地震動の顕著な増幅を考慮）	……p.442~
3.2.7 第940回審査会合におけるコメントに対する回答	……p.446~

地震観測記録の分析結果等と地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価

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

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

【地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価（方針）】

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

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

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

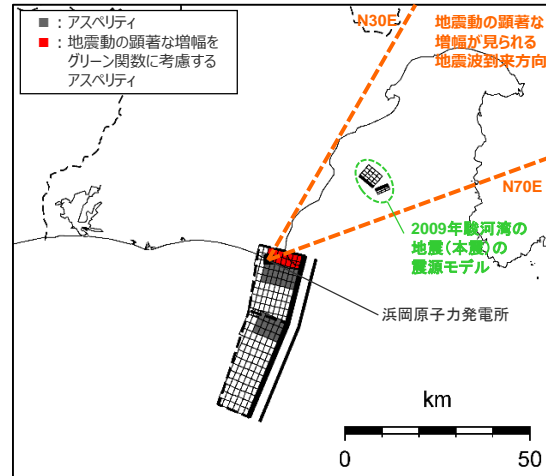
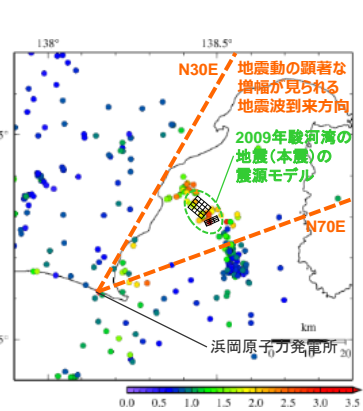
<3.2.2 検討用地震の選定及び震源モデルの設定>

各検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）の地震動評価（方針）

【各検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）の地震動評価（方針）】

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

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



inland crustal earthquake (御前崎海脚西部の断層帯による地震)

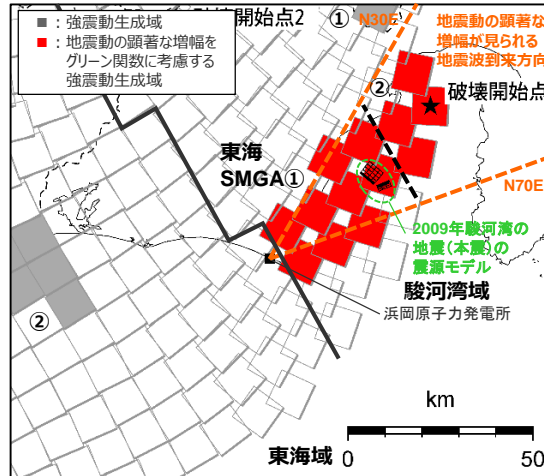
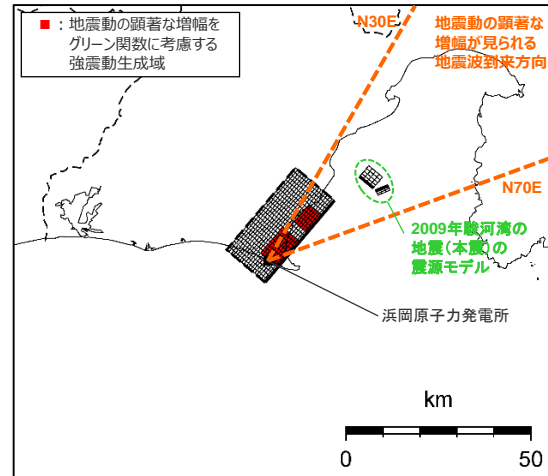


plate interface earthquake (南海トラフ沿いの巨大地震)



oceanic plate intraslab earthquake (敷地直下の想定スラブ内地震)

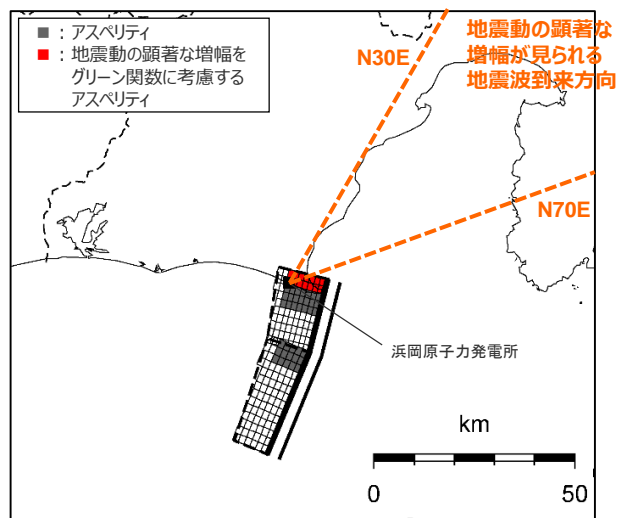
<3.2.2 検討用地震の選定及び震源モデルの設定>

地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価の方針

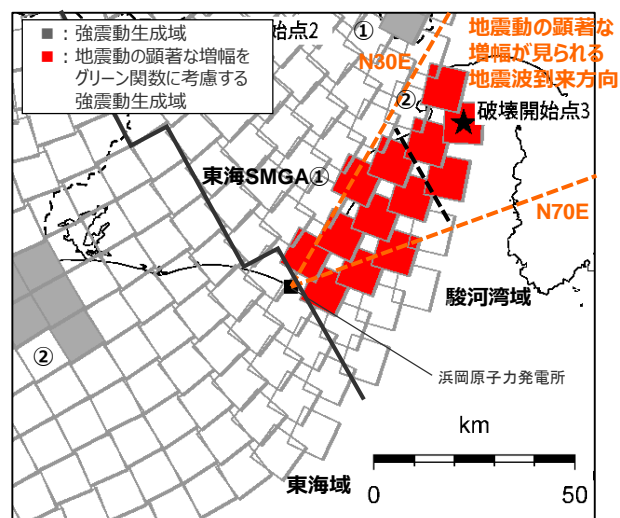
(地震動の顕著な増幅を考慮する強震動生成域 (アスペリティ) の小断層の範囲の設定)

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

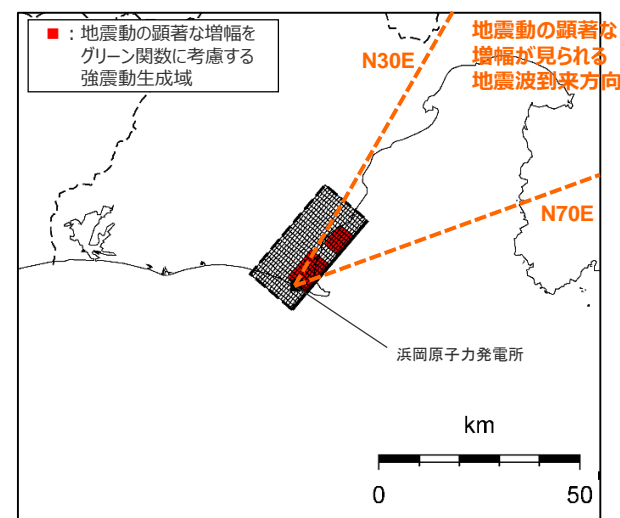
- 地震動の顕著な増幅は、地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向 (N30E~N70E) にある強震動生成域 (アスペリティ) の小断層のグリーン関数に考慮する。
- その際、敷地における地震動の増幅特性の分析の結果、地震波の入射角が鉛直下方に近づく敷地近傍は、地震動の顕著な増幅が見られない傾向があるものの、地震動に与える影響が大きいことを重視し、保守的な評価となるよう、**敷地近傍を含めて地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向 (N30E~N70E) にある強震動生成域 (アスペリティ) の小断層に地震動の顕著な増幅を考慮するとともに、敷地近傍において地震動の顕著な増幅を考慮する小断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



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



(プレート間地震 (強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル))



(海洋プレート内地震 (基本震源モデル (敷地下方の想定スラブ内地震)))

<各地震タイプの強震動生成域 (アスペリティ) の位置の不確かさを考慮した震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮) >

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

<3.2.2 検討用地震の選定及び震源モデルの設定>

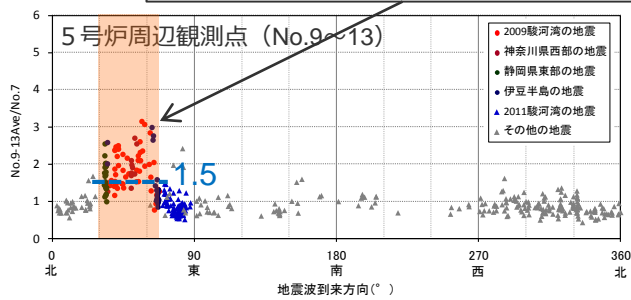
地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価の方針

(強震動生成域 (アスペリティ) の小断層のグリーン関数に乗じる増幅係数の増幅の程度)

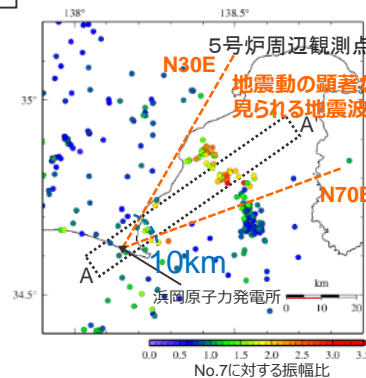
【強震動生成域 (アスペリティ) の小断層のグリーン関数に乗じる増幅係数の増幅の程度の設定】

- 地震動の顕著な増幅は特定の地震波到来方向 (N30E~N70E) から敷地に到達する地震波で見られるが、その**増幅の程度は一様ではなくばらつきがある**。敷地における多点連続観測記録の分析結果によると、敷地近傍 (敷地から半径10km程度以内) で発生した地震の振幅比 (地震動の顕著な増幅が見られる観測点 / 地震動の顕著な増幅が見られない観測点) の平均は1であり (水平動)、**地震波の入射角が鉛直に近づく敷地近傍の地震ほど顕著な増幅は見られない**傾向がある。また、「増幅方向」において、**敷地から半径100km程度で発生した地震 (敷地近傍を除く) の振幅比の平均は1.5**となっている。
- その中で、**2009年駿河湾の地震 (本震) は、増幅の程度が最も大きく、信頼性が高い記録が得られた地震**であることから、検討用地震 (地震動の顕著な増幅を考慮) の地震動評価に当たっては、保守的な評価となるよう、2009年駿河湾の地震 (本震) の観測記録の再現性を確認した増幅係数 (水平で2.6倍、鉛直で1.8倍) を**地震動の顕著な増幅を考慮する小断層の全てに一律適用**する。

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

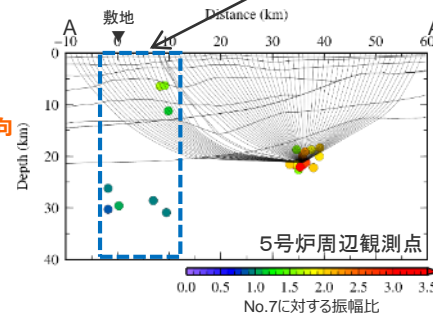


<各地震の振幅比と地震波到来方向との関係>
(No.7基準) (水平平均)

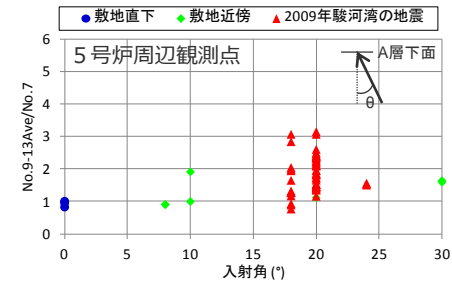


<5号炉周辺観測点における各地震の振幅比の震央分布図 (No.7基準) (多点連続地震観測)>

増幅方向の敷地近傍 (敷地から半径10km程度以内) では増幅が見られない



<振幅比の断面図 (A-A'断面)>



<入射角毎*の振幅比>
(N30E~N70E方向+敷地直下の地震)

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

余白

地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価の方針

(概要)

【地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価の方針】

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



【検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）の選定の方針】

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

【震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の設定の方針】

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

【地震動の顕著な増幅を考慮する強震動生成域（アスペリティ）の小断層の設定】

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

<3.2.2 検討用地震の選定及び震源モデルの設定>

地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価の方針

(検討用地震 (地震動の顕著な増幅を考慮) の選定)

【検討用地震 (地震動の顕著な増幅を考慮) の選定の方針】 (p.318再掲)

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



内陸地殻内地震の検討用地震 (地震動の顕著な増幅を考慮)

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

プレート間地震の検討用地震 (地震動の顕著な増幅を考慮)

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

海洋プレート内地震の検討用地震 (地震動の顕著な増幅を考慮)

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

<3.2.2 検討用地震の選定及び震源モデルの設定> 地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価の方針 (検討用地震 (地震動の顕著な増幅を考慮) の選定)

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

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

※分岐断層の強震動励起特性に係る不確かさで用いるプレート間地震に伴う分岐断層の代表断層 (地震動の顕著な増幅を考慮) の選定については、後述 (p.378) 参照。
・選定した検討用地震 (地震動の顕著な増幅を考慮) について、他の地震の影響が小さいことを確認。

地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価の方針

(震源モデル(地震動の顕著な増幅を考慮)の設定)

【震源モデル(地震動の顕著な増幅を考慮)の設定の方針】

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



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

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

プレート間地震の地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価の概要

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

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

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

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

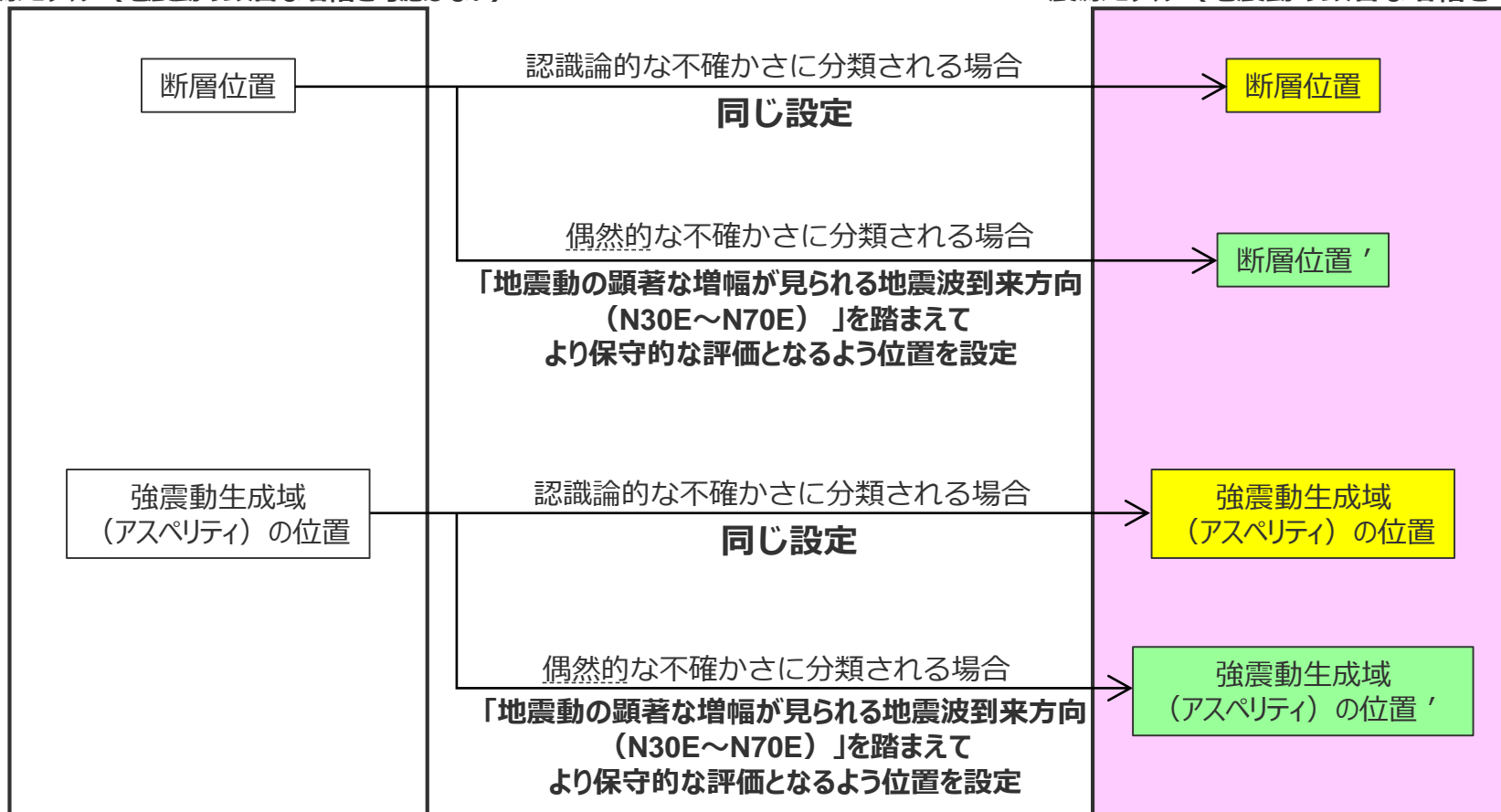
<3.2.2 検討用地震の選定及び震源モデルの設定>

地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価の方針

(震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮) の設定)

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

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



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

<3.2.2 検討用地震の選定及び震源モデルの設定> 地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価の方針 (震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮) の設定)

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

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

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

*分岐断層の強震動励起特性に係る不確かさで用いるプレート間地震に伴う分岐断層の震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮) の設定については、p.375~参照。

余白

目次

1 敷地周辺の地震発生状況	……p.15~
2 敷地における地震動の増幅特性	
2.1 敷地における観測・調査	……p.24~
2.2 5号炉周辺の増幅要因	……p.29~
2.2.1 地震観測記録の分析	……p.32~
2.2.2 地下構造調査及び解析検討	……p.50~
2.2.3 まとめ（5号炉周辺の増幅要因）	……p.76~
2.3 敷地における地盤増幅特性	……p.78~
2.3.1 地下構造	……p.80~
2.3.2 地震観測	……p.93~
2.3.3 地震波の伝播経路	……p.102~
2.3.4 まとめ（敷地における地盤増幅特性）	……p.108~
2.4 敷地における地盤増幅特性の地震動評価への反映方法	
2.4.1 解放基盤表面の設定	……p.110~
2.4.2 地震動評価への反映方法	……p.114~
3 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動	
3.1 地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価	
3.1.1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）	……p.137~
3.1.2 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）	……p.190~
3.1.3 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）	……p.238~
3.1.4 まとめ（地震動の顕著な増幅を考慮しない）	……p.280~
3.2 地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価	
3.2.1 地震動の顕著な増幅の地震動評価への反映方法	……p.283~
3.2.2 検討用地震の選定及び震源モデルの設定	……p.312~
3.2.3 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）	……p.325~
3.2.4 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）	……p.357~
3.2.5 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）	……p.409~
3.2.6 まとめ（地震動の顕著な増幅を考慮）	……p.442~
3.2.7 第940回審査会合におけるコメントに対する回答	……p.446~

<3.2.3 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）>

地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価の方針

（検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）の選定及び震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の設定）

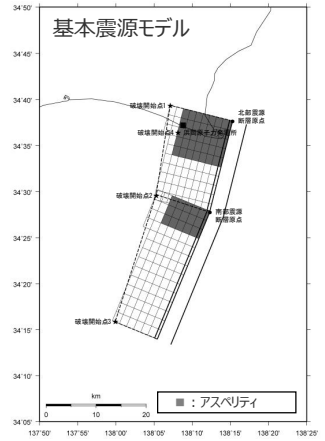
検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）

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

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

【断層位置】
○ 活断層調査結果等に基づき設定。

【アスペリティの位置】
○ 敷地に近い位置に設定。



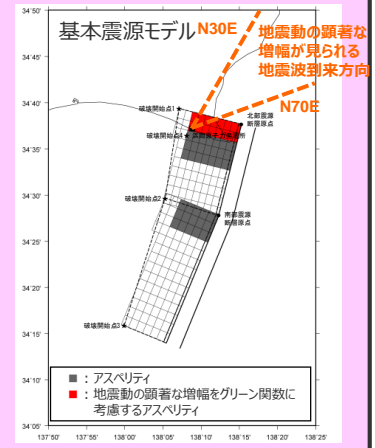
認識論的な不確かさに分類
→ 同じ設定

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

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

【断層位置】
○ 同左。

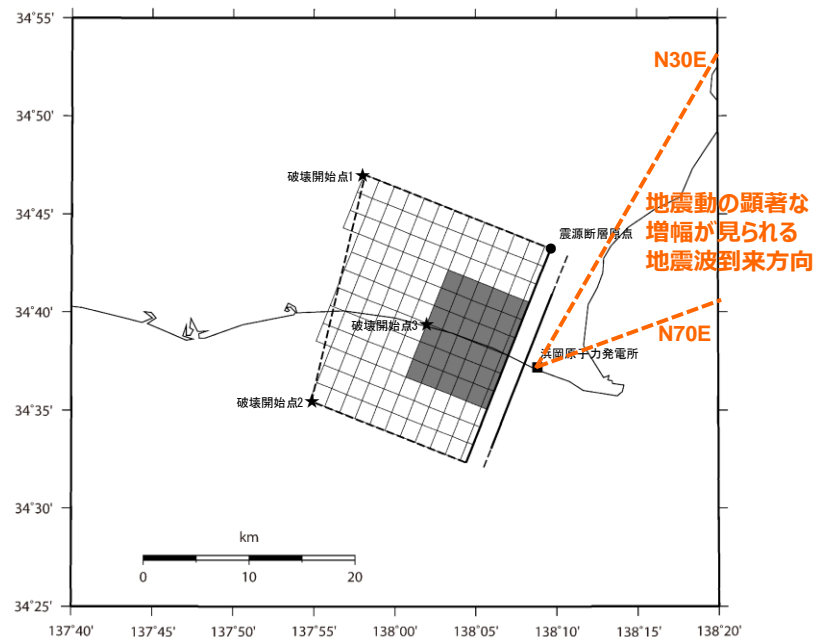
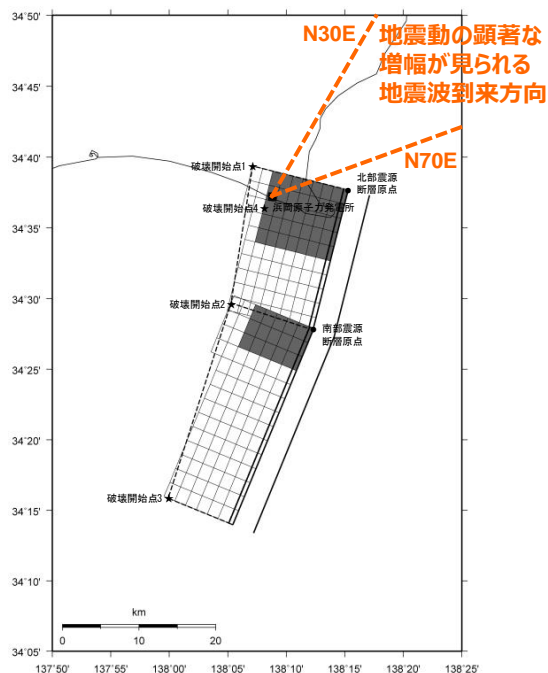
【アスペリティの位置】
○ 同左。
（敷地近傍のアスペリティが、地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）に位置しているため。）



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

<3.2.3 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）> 検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）の選定

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



御前崎海脚西部の断層帯による地震

（基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない））

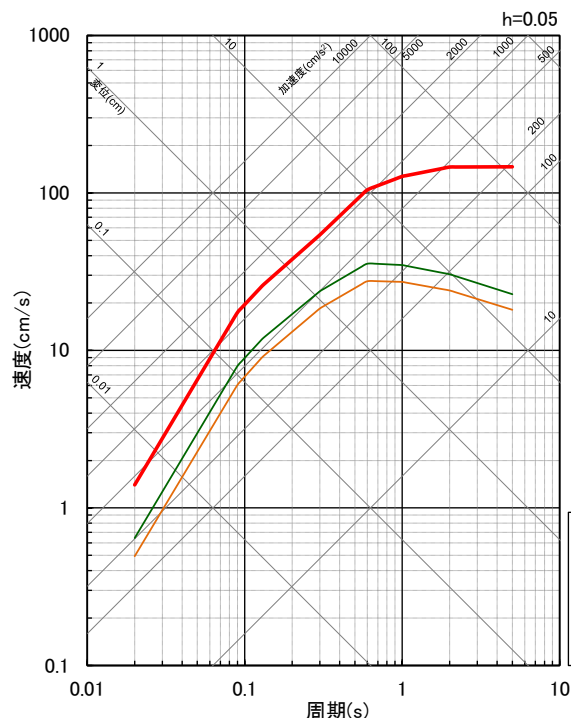
A-17断層による地震

（基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない））

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

<3.2.3 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）> 検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）の選定 （代表性確認）

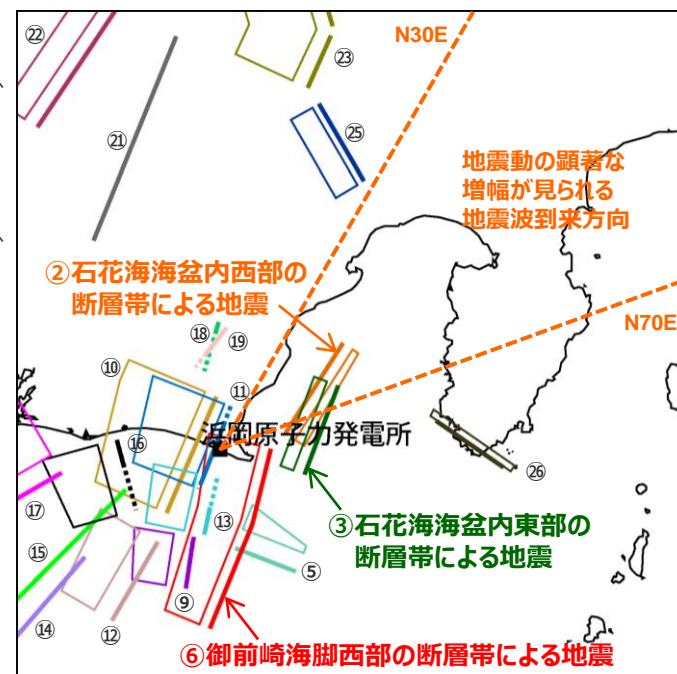
- 地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）には、内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層として、検討用地震に選定した御前崎海脚西部の断層帯の他、石花海海盆内西部の断層帯と石花海海盆内東部の断層帯が位置している。
- 検討用地震である御前崎海脚西部の断層帯による地震と石花海海盆内西部の断層帯による地震及び石花海海盆内東部の断層帯による地震のNoda et al.(2002)による応答スペクトルの比較によると、御前崎海脚西部の断層帯による地震の応答スペクトルは、石花海海盆内西部の断層帯による地震及び石花海海盆内東部の断層帯による地震に比べて、全周期帯に渡って大きくなってお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



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

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

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



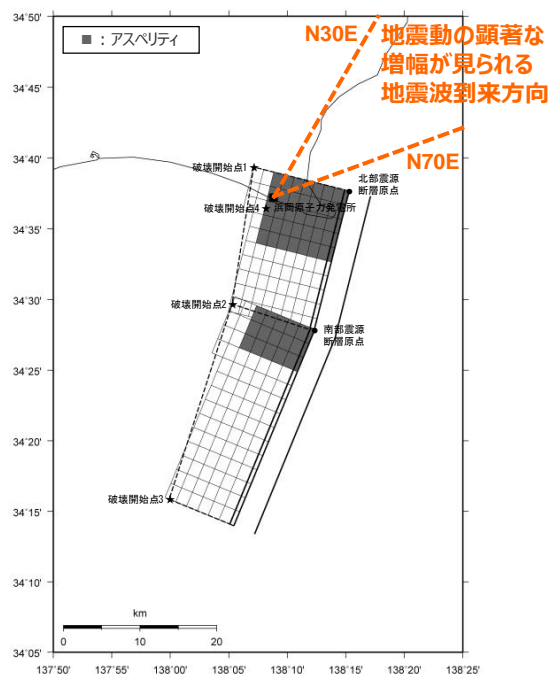
<活断層の位置図※2>

※1 Xeqは、等価震源距離 (km) を表す。

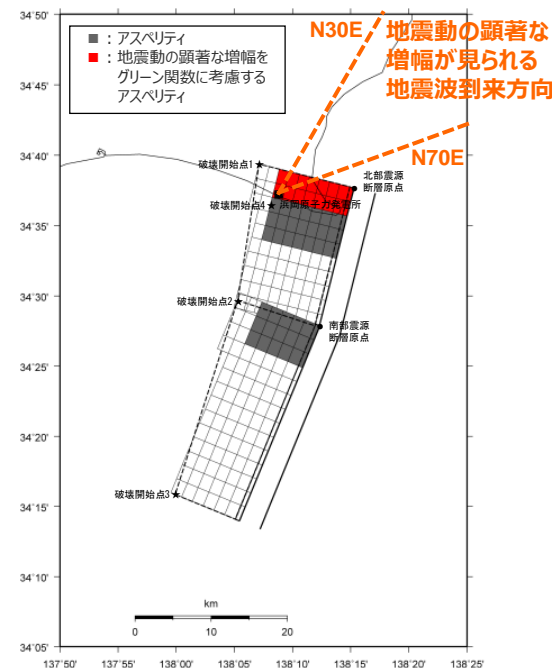
※2 活断層の位置図中の太実線は地表トレスを、太点線は地表トレス（拡張部分）を表す。

<3.2.3 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）> 基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の設定

- 御前崎海脚西部の断層帯による地震について、断層位置は認識論的な不確かさに分類され、アスペリティの位置は偶然的な不確かさに分類される。
- これらを踏まえ、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）は、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）において敷地に近い位置に配置したアスペリティが地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）に位置しているため、これと同じとし、アスペリティの一部に地震動の顕著な増幅を考慮して地震動評価を行う（地震動の顕著な増幅を考慮するアスペリティの小断層の設定は後述（p.331～）参照）。



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



<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）>

<3.2.3 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）> 基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の設定

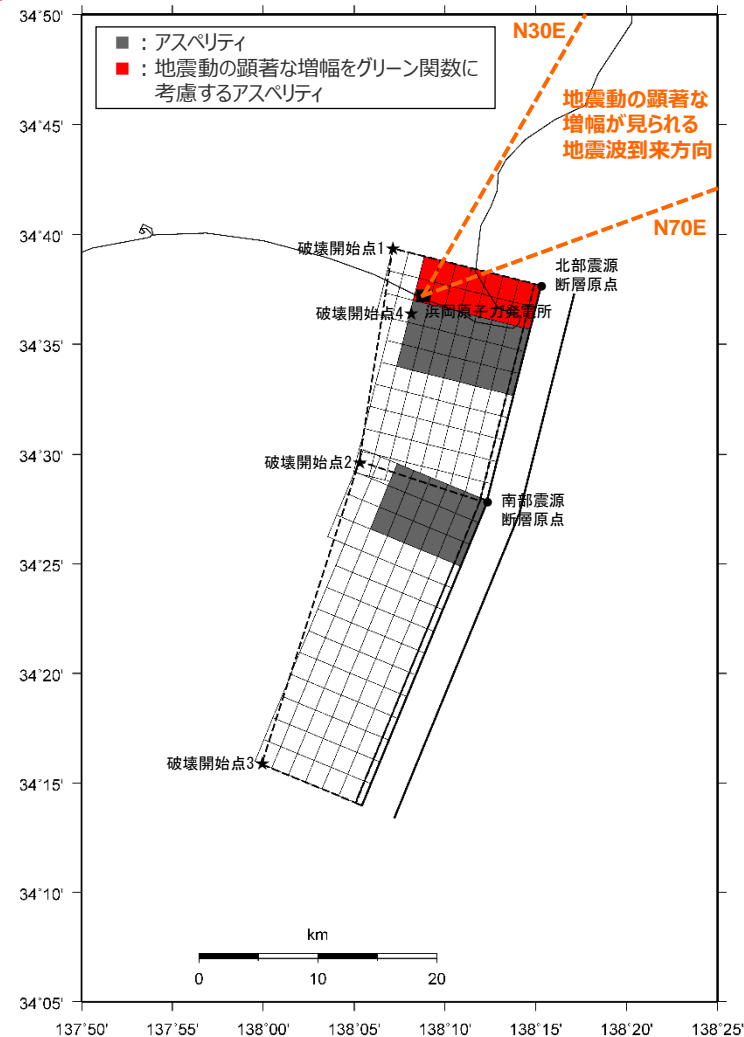
- 基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の設定方針及び震源断層パラメータは、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と同じとする。

【設定方針】

- 「御前崎海脚西部の断層帯による地震」の基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）は、地質調査結果及び強震動予測レシピ(2017)に基づき設定する。

【震源断層パラメータ】

- 震源断層長さ
 - ・地質調査結果、断層傾斜角及び地震発生層上端深さとの関係を踏まえ、震源断層長さを46.5kmとして設定。
- 断層面の位置
 - ・地質調査結果に基づき設定。
- 地震発生層
 - ・上端深さは5km、下端深さはプレート境界面（内閣府(2012)による）として設定。
- 断層タイプ・断層傾斜角
 - ・地質調査結果に基づき、断層タイプは西傾斜の逆断層とし、断層傾斜角は深さ6km以浅を60°、深さ6km以深を35°として設定。
- アスペリティの数
 - ・強震動予測レシピ(2017)に基づき、アスペリティは各セグメントに1つとして設定。
- アスペリティの位置
 - ・アスペリティは敷地に近い位置に設定。
 - ⇒ **パラメータスタディでアスペリティの深さの代表性を確認（補足説明資料④-34参照）。**
- アスペリティの応力降下量
 - ・強震動予測レシピ(2017)に基づき設定。
- 破壊伝播速度
 - ・強震動予測レシピ(2017)に基づき設定。
- 破壊開始点
 - ・強震動予測レシピ(2017)に基づき、破壊の伝播方向が敷地へ向かうよう複数設定。



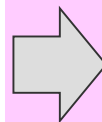
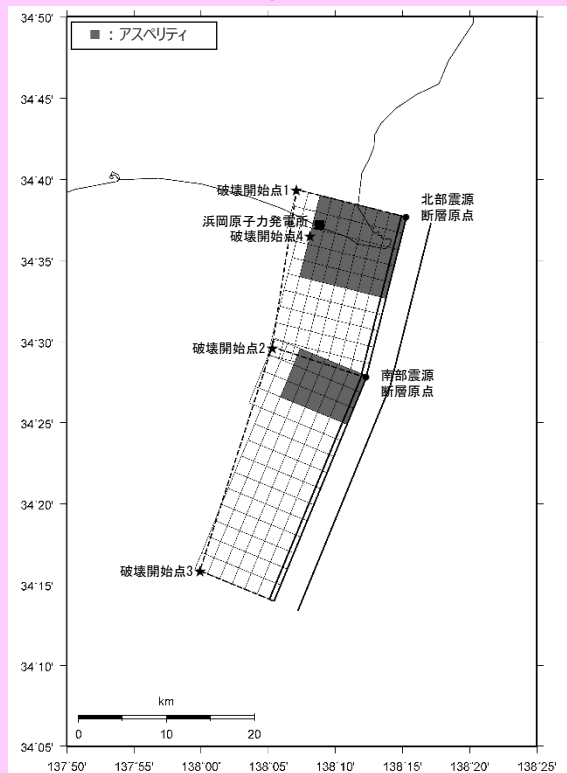
<基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）
（御前崎海脚西部の断層帯による地震）>

・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、補足説明資料③p.3~参照。

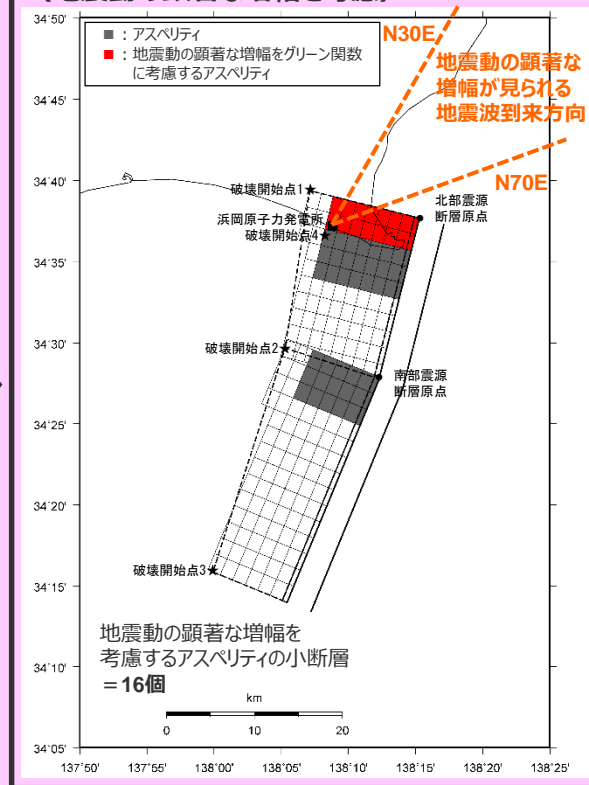
<3.2.3 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）> 基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の設定 （地震動の顕著な増幅を考慮するアスペリティの小断層の設定）

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

基本震源モデル
（地震動の顕著な増幅を考慮しない）



基本震源モデル
（地震動の顕著な増幅を考慮）

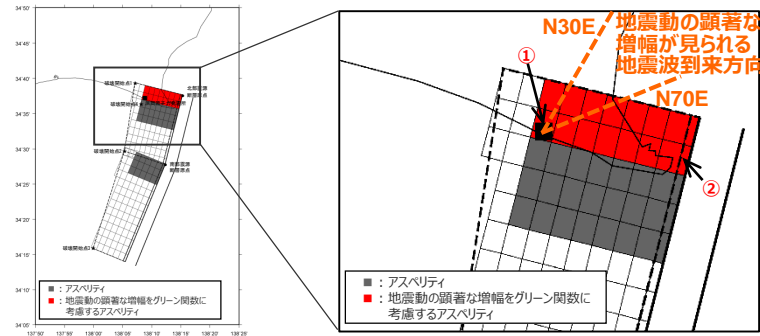


<3.2.3 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）>

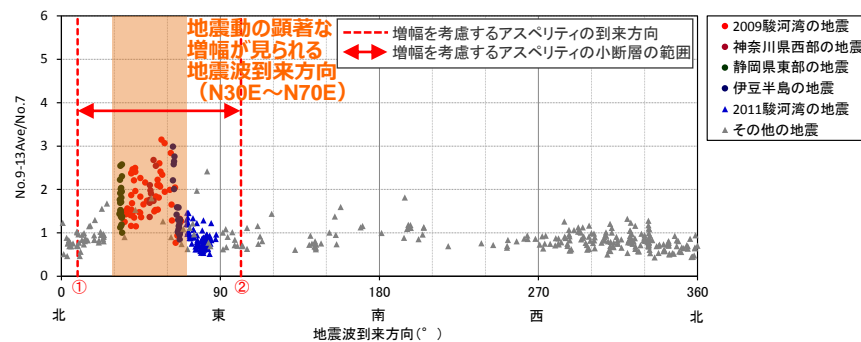
基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の設定

（地震動の顕著な増幅を考慮するアスペリティの小断層の範囲の設定）

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



震源モデル図（全体） 震源モデル図（アスペリティ拡大）



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

<3.2.3 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）>

不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の設定

不確かさを考慮の考え方は地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価と同じ

基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）

- 基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）は、地質調査結果及び強震動予測レシピ(2017)に基づき設定。アスペリティは敷地に近い位置に配置し、破壊開始点は破壊の伝播方向が敷地へ向かうよう複数設定。

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

不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）

【アスペリティの応力降下量の不確かさの考慮】

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

基本震源モデル （地震動の顕著な増幅を考慮）

+不確かさ③
（アスペリティの応力降下量）

【破壊伝播速度の不確かさの考慮】

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

基本震源モデル
（地震動の顕著な増幅を考慮）
+不確かさ④（破壊伝播速度）

【断層傾斜角の不確かさの考慮】

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

基本震源モデル
（地震動の顕著な増幅を考慮）
+不確かさ⑤（断層傾斜角）

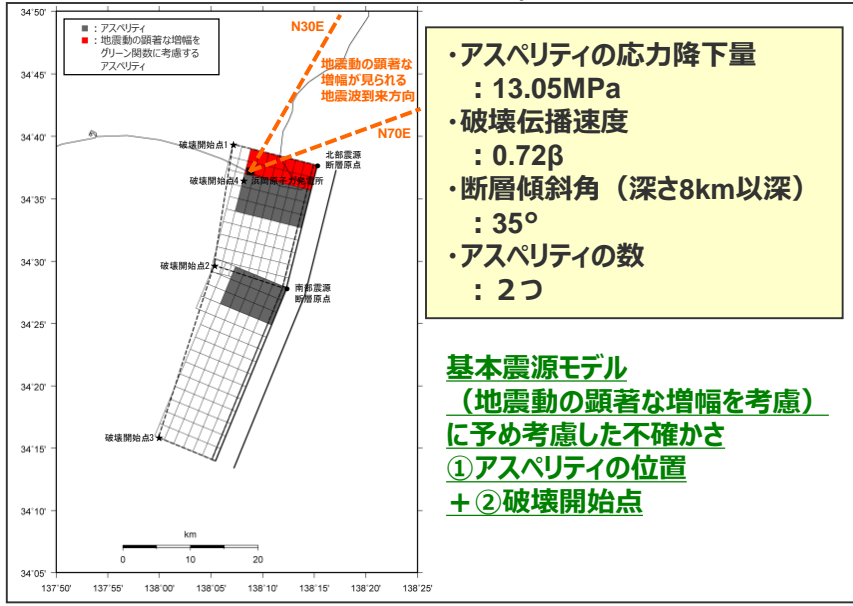
【アスペリティの数の不確かさの考慮】

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

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

<3.2.3 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）> 不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の設定 （震源モデル一覧）

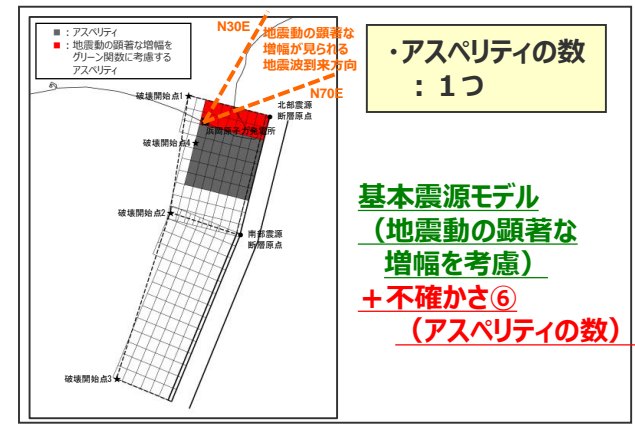
基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）



- ・アスペリティの応力降下量
：13.05MPa
- ・破壊伝播速度
：0.72β
- ・断層傾斜角（深さ8km以深）
：35°
- ・アスペリティの数
：2つ

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

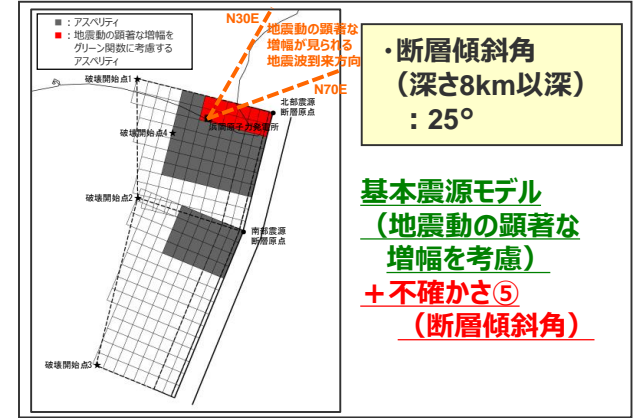
アスペリティの数の不確かさ



- ・アスペリティの数
：1つ

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

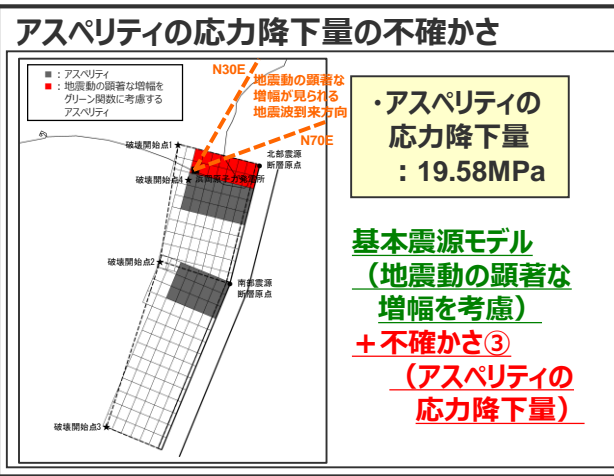
断層傾斜角の不確かさ



- ・断層傾斜角（深さ8km以深）
：25°

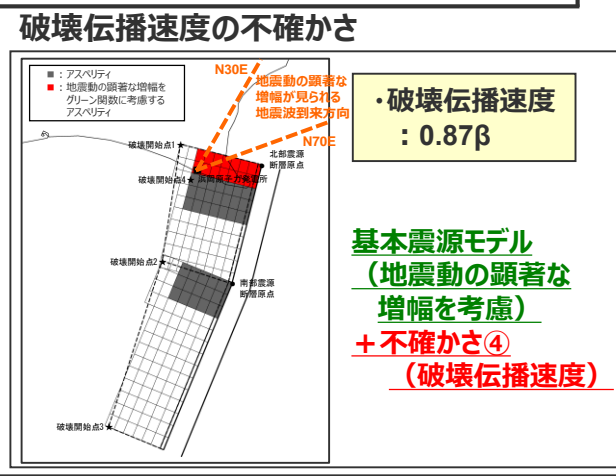
基本震源モデル
（地震動の顕著な増幅を考慮）
 + 不確かさ⑤
 （断層傾斜角）

不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）



- ・アスペリティの応力降下量
：19.58MPa

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



- ・破壊伝播速度
：0.87β

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

- ・各不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の震源モデル図及び震源断層パラメータは、補足説明資料③p.5~参照。
- ・断層傾斜角の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の震源モデルの設定の詳細は、補足説明資料④~35参照。

不確かさの考慮（重畳）の考え方

不確かさの考慮の考え方は地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価と同じ

不確かさを考慮する断層パラメータ

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

- ①アスペリティの位置
- ②破壊開始点

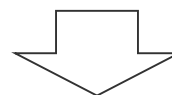
基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）に対して不確かさを考慮したパラメータ

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

<凡例>

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

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



不確かさの考慮（重畳）の考え方

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

<3.2.3 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）>

不確かさの考慮のまとめ

不確かさの考慮の考え方は地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価と同じ

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

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

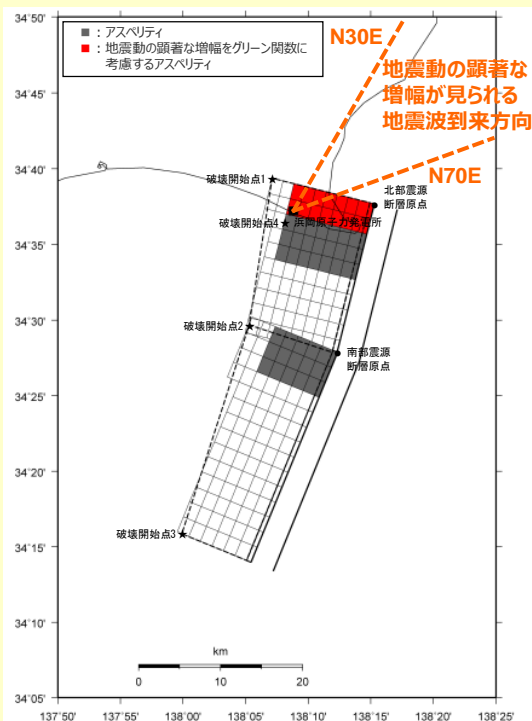
※1 震源断層上端の長さを表す。

※2 方位は、震源断層面の傾斜方向を表す。

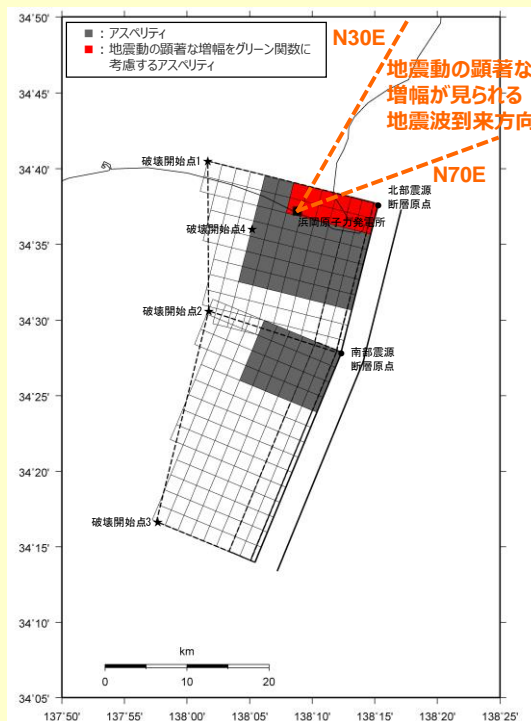
<3.2.3 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）>

不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の設定

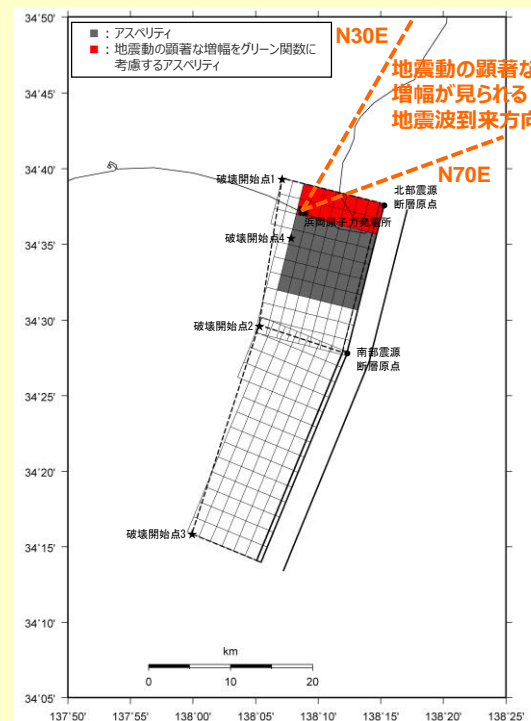
○「御前崎海脚西部の断層帯による地震」の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）は、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）と同様、不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）において敷地に近い位置に配置したアスペリティが地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）に位置しているため、これと同じとし、アスペリティの一部（敷地から北北東方向にある小断層）に地震動の顕著な増幅を考慮して地震動評価を行う。



（アスペリティの応力降下量の不確かさ及び破壊伝播速度の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））



（断層傾斜角の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））



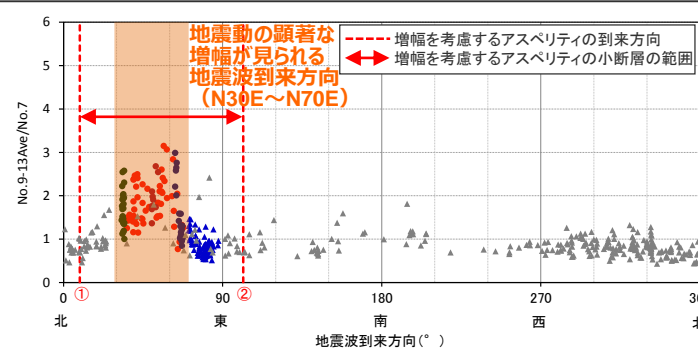
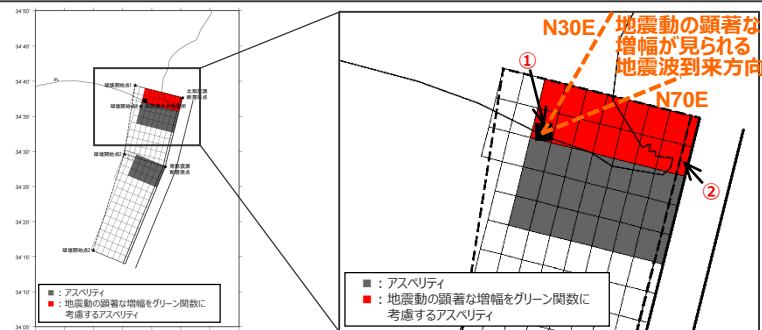
（アスペリティの数の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））

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

<3.2.3 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）>

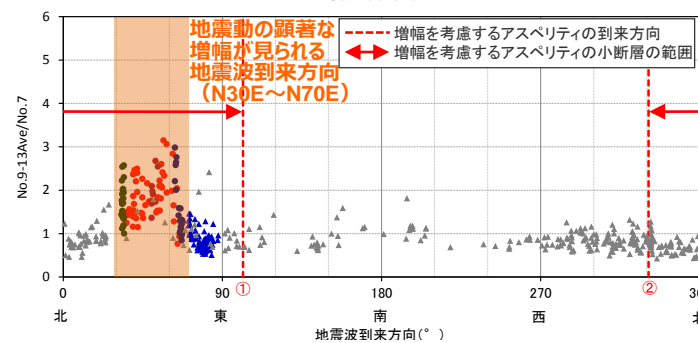
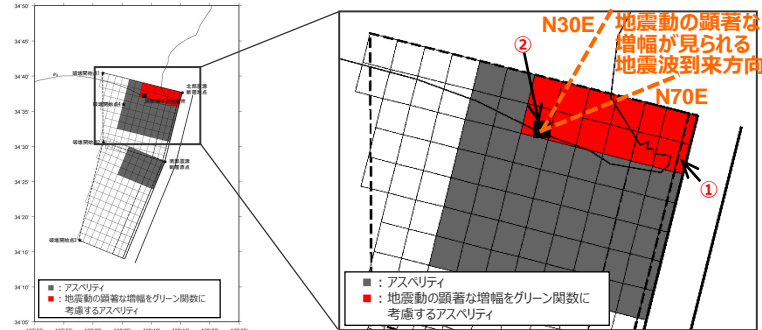
不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の設定 （地震動の顕著な増幅を考慮するアスペリティの小断層の範囲の設定）

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



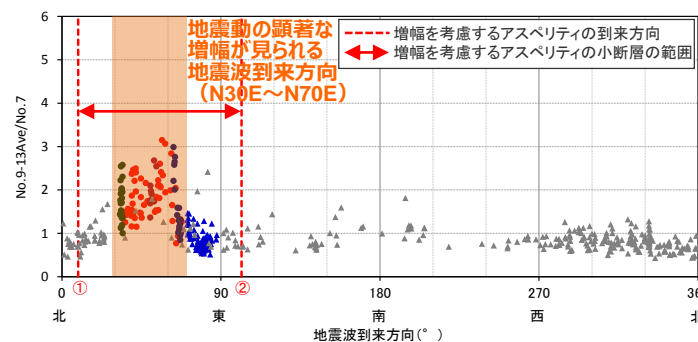
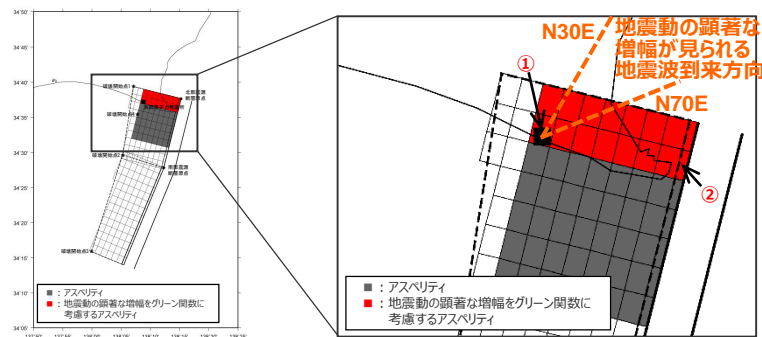
- 2009駿河湾の地震
- 神奈川県西部の地震
- 静岡県東部の地震
- 伊豆半島の地震
- ▲ 2011駿河湾の地震
- ▲ その他の地震

アスペリティの応力降下量の不確かさを考慮した震源モデル、破壊伝播速度の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）



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

断層傾斜角の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）



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

アスペリティの数の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）

震源モデル図（全体） 震源モデル図（アスペリティ拡大）

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

余白

地震動評価手法（評価方針）

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

【応答スペクトルに基づく地震動評価】

- 岩盤における観測記録に基づいて提案された距離減衰式で、解放基盤表面における水平方向及び鉛直方向の地震動の応答スペクトルを評価することができるNoda et al.(2002)の方法を用いる。ただし、評価に際して、Noda et al.(2002)に基づく内陸地震に対する補正は考慮しない。
- Noda et al.(2002)の方法を用いるに当たっては、適用条件、適用範囲を検討した上で、距離減衰式が適切に選定されていることを確認する。また、適用範囲外と判断される震源モデルについては、その他の方法の適用条件、適用範囲を検討する。
- 応答スペクトルに基づく地震動評価にあたっては、地震規模 M_j は、震源断層面積から地震モーメントを介し武村(1990)で設定する場合に加え、活断層長さから松田(1975)で設定する場合の影響も確認する。
- 地震動の顕著な増幅は、震源モデル毎に、地震動の顕著な増幅を考慮する場合と考慮しない場合について、断層モデルを用いた手法による地震動評価を行い、これらの結果による増幅係数（応答スペクトル比：「地震動の顕著な増幅を考慮する場合の平均応答スペクトル（各破壊開始点の平均）」／「地震動の顕著な増幅を考慮しない場合の平均応答スペクトル（各破壊開始点の平均）」）を算出し、応答スペクトルに基づく地震動評価結果（地震動の顕著な増幅を考慮しない）に乗じることで考慮する。

【断層モデルを用いた手法による地震動評価】

- 一次元地下構造モデル^{※1}の妥当性を確認した統計的グリーン関数法（短周期領域）と波数積分法（長周期領域）によるハイブリッド合成法^{※2}を用いる。
- ハイブリッド合成法に関しては、強震動予測レシビに基づき、理論的手法の精度の限界及び半経験的手法の有効性を考慮して接続周期の設定等を行い、強震動予測結果の検証として、距離減衰式を用いた推定値との比較等を行う。
- 地震動の顕著な増幅^{※3}は、統計的グリーン関数法において算定する解放基盤表面位置のグリーン関数に増幅係数に乗じることで考慮する。

・応答スペクトルに基づく地震動評価は主に巨視的断層パラメータによる影響を、断層モデルを用いた手法による地震動評価は主に微視的断層パラメータによる影響を確認することができるため、これらの特徴等を踏まえて、検討用地震毎に地震動評価を行う。

- ※1： 一次元地下構造モデルは、地震観測記録を用いて推定した地盤モデルに基づく地盤増幅率、敷地の観測記録（2009年駿河湾の地震の観測記録、Coda波部H/Vスペクトル及び微動アレイ観測による分散曲線）との比較・検討を行い、その妥当性を確認している（補足説明資料④-11参照）。
- ※2： 統計的グリーン関数法と波数積分法によるハイブリッド合成法を用いるに当たっては、適切な要素地震が得られている海洋プレート内地震の基本震源モデルを対象として、経験的グリーン関数法と波数積分法によるハイブリッド合成法に基づく地震動評価結果との比較・検討を行い、評価手法の代表性を確認している（補足説明資料④-33参照）。
- ※3： 地震動の顕著な増幅の地震動評価への反映方法については、増幅の程度が最も大きい2009年駿河湾の地震（本震）を対象とした5号炉の観測記録の再現検討、プレート間地震を対象とした浅部三次元地下構造モデルを用いた地震動評価結果との比較・検討を行い、その妥当性を確認している（p.294～、補足説明資料④-39参照）。

<3.2.3 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）>

応答スペクトルに基づく地震動評価

（Noda et al.(2002)の適用性検討（概要））

適用性検討の考え方は地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価と同じ

- 応答スペクトルに基づく地震動評価で用いるNoda et al.(2002)は、国内で観測された地震観測記録に基づき、下表のとおり、極近距離、近距離、中距離、遠距離毎に地震規模 M_j と等価震源距離 X_{eq} に応じてコントロールポイントを定めている。

<Noda et al.(2002)の回帰式の作成に用いた地震諸元（左図■）>

- ・地震規模 M_j : $5.5 \leq M_j \leq 7.0$
- ・等価震源距離 X_{eq} : $28\text{km} \leq X_{eq} \leq 202\text{km}$

<Noda et al.(2002)の回帰式の適用性確認に用いた地震諸元（左図□）>

- ・地震規模 M_j : $5.4 \leq M_j \leq 8.1$
- ・等価震源距離 X_{eq} : $14\text{km} \leq X_{eq} \leq 216\text{km}$

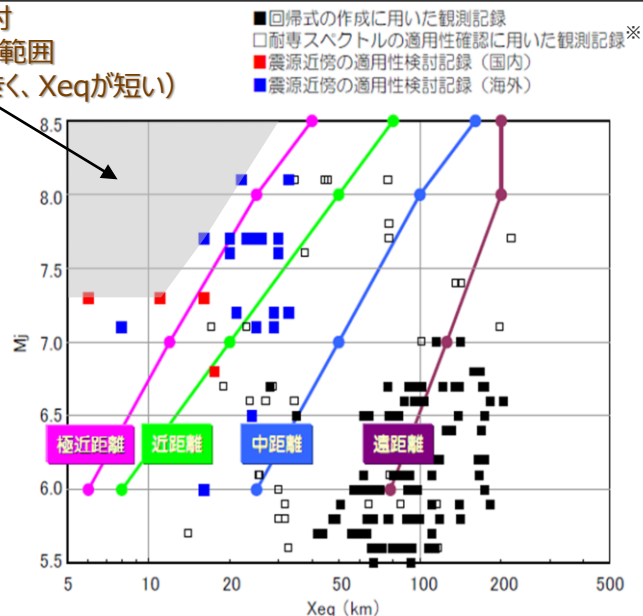
- また、極近距離よりさらに近い地震についても検討が行われているが（左図■ ■）、旧原子力安全委員会の「応答スペクトルに基づく地震動評価」に関する専門家との意見交換会において、東京電力(2009b)では、「極近距離よりさらに近い地震に関しては観測データも少なく、また、コントロールポイントも設けられていない。これらより、今後スペクトルの適用性や改良に関する検討等が必要と考えられる。」としている。

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

⇒ Noda et al.(2002)の適用性の検討にあたっては、検討用地震毎の諸元（地震規模 M_j 及び等価震源距離 X_{eq} ）と極近距離を比較し、極近距離との乖離が大きい場合は、適用範囲外とする。

適用性検討
記録がない範囲

（ M_j が大きく、 X_{eq} が短い）



<Noda et al.(2002)のコントロールポイント（東京電力(2009a)による）>

	M	Xeq (km)	コントロールポイントの座標 pSv (cm/s)							
			A	B	C	D	E	F	G	H
			T_A (s)	T_B (s)	T_C (s)	T_D (s)	T_E (s)	T_F (s)	T_G (s)	T_H (s)
極近距離	8.5	40	1.62	18.44	27.32	47.87	68.05	64.66	53.52	40.06
	8	25	1.69	20.05	28.96	48.22	67.80	65.25	52.51	38.35
	7	12	1.40	17.20	24.84	33.86	43.42	36.42	25.15	17.85
	6	6	1.04	12.82	18.51	21.84	23.17	17.41	9.64	3.88
近距離	8.5	80	0.73	7.36	11.43	22.92	34.79	32.58	27.60	21.96
	8	50	0.67	7.45	11.17	20.05	28.65	27.06	22.70	17.19
	7	20	0.78	9.44	13.64	19.10	24.83	20.69	14.46	10.37
中距離	8.5	160	0.26	2.22	3.67	9.45	15.17	14.83	13.64	12.26
	8	100	0.32	3.08	4.86	10.27	16.04	14.96	12.73	10.37
	7	50	0.23	2.65	4.01	6.02	7.64	6.68	4.87	3.64
遠距離	8.5	200	0.18	1.44	2.43	6.87	11.17	11.17	10.67	10.04
	8	200	0.10	0.80	1.35	3.82	6.21	6.21	5.93	5.58
	7	125	0.046	0.43	0.70	1.34	1.81	1.59	1.26	1.05
	6	78	0.041	0.45	0.65	0.95	1.03	0.80	0.49	0.22

※耐専スペクトルとNoda et al.(2002)は同じ距離減衰式である。

<Noda et al.(2002)の適用性>
(東京電力(2009b)に適用性検討記録がない範囲を重ね描き)

<3.2.3 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）>

応答スペクトルに基づく地震動評価

（Noda et al.(2002)以外の距離減衰式の適用性検討（概要））

適用性検討の考え方は地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価と同じ

○ Noda et al.(2002)の適用範囲外と判断した震源モデル（御前崎海脚西部の断層帯による地震の基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）、断層傾斜角の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）及びアスペリティの数の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）については、下表に示すNoda et al.(2002)以外のNGA等の距離減衰式の適用性検討を行い、適用範囲内と判断した距離減衰式を用いて、応答スペクトルに基づく評価を行う。

<Noda et al.(2002)以外の各種距離減衰式の概要>

距離減衰式	データベース諸元					
	対象地震	地震種別	Mwの範囲	断層最短距離の範囲	地盤条件・種別	地盤補正
Kanno et al.(2006)	主に国内	内陸地殻内 プレート間 海洋プレート内	5.5~8.2	500km以内	$100 \leq Vs_{30}^{*2} \leq 1400\text{m/s}$	Vs_{30}^{*2} による
Zhao et al.(2006)	主に国内		5.0~8.3	300km以内	Hard Rock($Vs_{30}^{*2} > 1100\text{m/s}$) ~Soft Soil($Vs_{30}^{*2} = 200\text{m/s}$)	地盤種別による
内山・翠川(2006)	日本周辺		5.5~8.3	300km以内	$150 \leq Vs_{30}^{*2} \leq 750\text{m/s}$ $Vs_{30}^{*2} = 500\text{m/s}$ 程度の工学的基盤	-
片岡・他(2006)	日本周辺		4.9~8.2	250km以内	I種、II種、III種地盤及び 工学的基盤 ($Vs_{30}^{*2} = 720\text{m/s}$ (平均値))	地盤種別による
Abrahamson et al.(2014)	国内外	内陸地殻内	3.0~8.5	300km以内	$180 \leq Vs_{30}^{*2} \leq 1500\text{m/s}^{*3}$	Vs_{30}^{*2} による
Boore et al.(2014)			3.0~8.5 (横ずれ断層) 3.0~8.5 (逆断層) 3.3~7.0 (正断層)	400km以内 ^{*1}	$150 \leq Vs_{30}^{*2} \leq 1500\text{m/s}^{*3}$	Vs_{30}^{*2} による
Campbell and Bozorgnia(2014)			3.3~8.5 (横ずれ断層) 3.3~8.0 (逆断層) 3.3~7.0 (正断層)	300km以内	$150 \leq Vs_{30}^{*2} \leq 1500\text{m/s}^{*3}$	Vs_{30}^{*2} による
Chiou and Youngs(2014)			3.5~8.5 (横ずれ断層) 3.5~8.0 (逆断層) 3.5~8.0 (正断層)	300km以内	$180 \leq Vs_{30}^{*2} \leq 1500\text{m/s}^{*3}$	Vs_{30}^{*2} による
Idriss(2014)			5.0~8.0	150km以内	$450 \leq Vs_{30}^{*2} \leq 2000\text{m/s}^{*3}$	Vs_{30}^{*2} による

※1 断層の地表投影面からの最短距離の範囲を記載。※2 Vs_{30} : 表層30mのS波速度の平均値（浜岡原子力発電所は $Vs_{30} = 759\text{m/s}$ ）

※3 Gregor et al.(2014)による。

<3.2.3 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）>

応答スペクトルに基づく地震動評価

（各距離減衰式の適用性検討（まとめ））

<検討用地震の震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）におけるNoda et al.(2002)の適用性検討（まとめ）>

地震	御前崎海脚西部の断層帯による地震					
	基本震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮)		断層傾斜角の不確かさを 考慮した震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮)		アスペリティの数の不確かさを考慮 した震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮)	
Mjの算出	武村 (1990) ^{※1}	松田 (1975) ^{※2}	武村 (1990) ^{※1}	松田 (1975) ^{※2}	武村 (1990) ^{※1}	松田 (1975) ^{※2}
Mj	7.4	7.6	7.6	7.6	7.4	7.6
等価震源距離 Xeq (km)	12.8	12.8	12.9	12.9	12.7	12.7
Noda et al.(2002) の適用性	○	×	×	×	○	×

○ : 適用範囲内
× : 適用範囲外

<検討用地震の震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）におけるNoda et al.(2002)以外の距離減衰式^{※4}の適用性検討（まとめ）>

地震	御前崎海脚西部の断層帯による地震		
	基本震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮)	断層傾斜角の不確かさを 考慮した震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮)	アスペリティの数の不確かさを考慮 した震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮)
Mw ^{※3}	6.8	7.0	6.8
断層最短距離Xsh (km)	10.0	9.8	10.0
Noda et al.(2002)以外の 距離減衰式 ^{※4} の適用性	○	○	○

○ : 適用範囲内
× : 適用範囲外

※1 武村(1990) : 震源断層面積から地震モーメントを介して武村(1990)でMjを設定。

※2 松田(1975) : 活断層長さから松田(1975)でMjを設定。

※3 MwはKanamori(1977)で設定。

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

・各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の適用性検討の詳細は、補足説明資料③p.17~参照。

余白

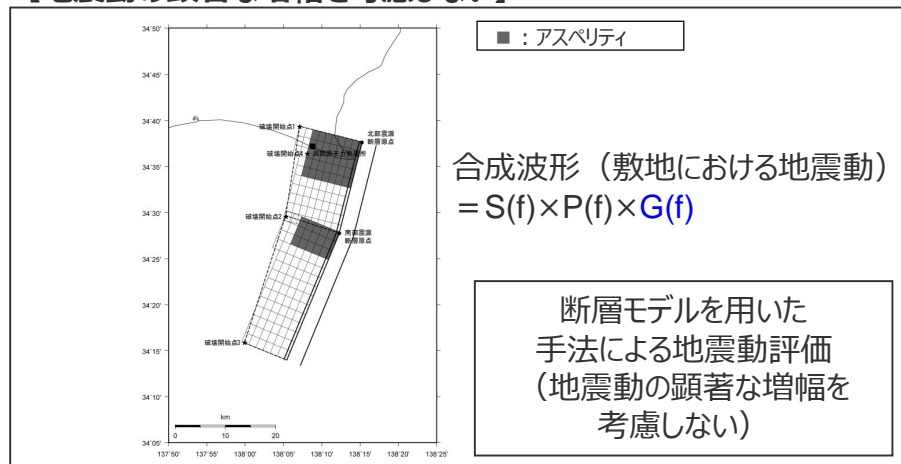
<3.2.3 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）>

応答スペクトルに基づく地震動評価

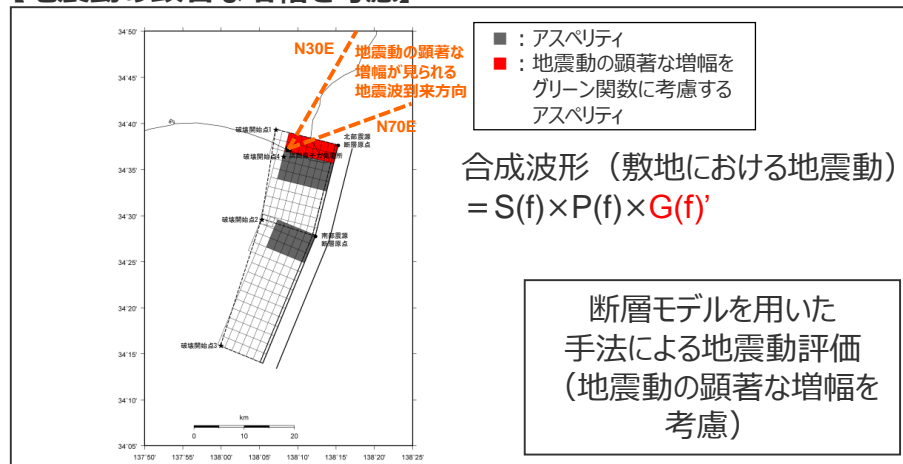
（応答スペクトルに基づく地震動評価における地震動の顕著な増幅の反映）

- 応答スペクトルに基づく地震動評価は、検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）の震源モデル毎に、地震動の顕著な増幅を考慮する場合と考慮しない場合について、断層モデルを用いた手法による地震動評価を行い、これらの結果による増幅係数（応答スペクトル比：「地震動の顕著な増幅を考慮する場合の平均応答スペクトル（各破壊開始点の平均）」/「地震動の顕著な増幅を考慮しない場合の平均応答スペクトル（各破壊開始点の平均）」※）を水平動・鉛直動それぞれで算出し、応答スペクトルに基づく地震動評価結果（地震動の顕著な増幅を考慮しない）に乗じる。

【地震動の顕著な増幅を考慮しない】



【地震動の顕著な増幅を考慮】



増幅係数（応答スペクトル比）を算出

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

応答スペクトルに基づく地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）

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

※ 増幅係数（応答スペクトル比）の算出に当たって、「本反映方法により地震動の顕著な増幅を反映した断層モデルを用いた手法による地震動評価結果の応答スペクトル比（地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価結果/地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価結果）」はNS方向とEW方向で同程度となること（補足説明資料③p.37）、応答スペクトルに基づく手法は震源断層全体の地震動を評価する手法であり、Noda et al.(2002)の方法等を含めて一般に距離減衰式を作成する際には水平動はNS方向の観測記録とEW方向の観測記録とを区別せずに回帰分析が行われていることから、断層モデルを用いた手法による地震動評価結果を用いて求める増幅係数（応答スペクトル比）は各破壊開始点の平均、水平動についてはNS方向とEW方向の平均を用いる。

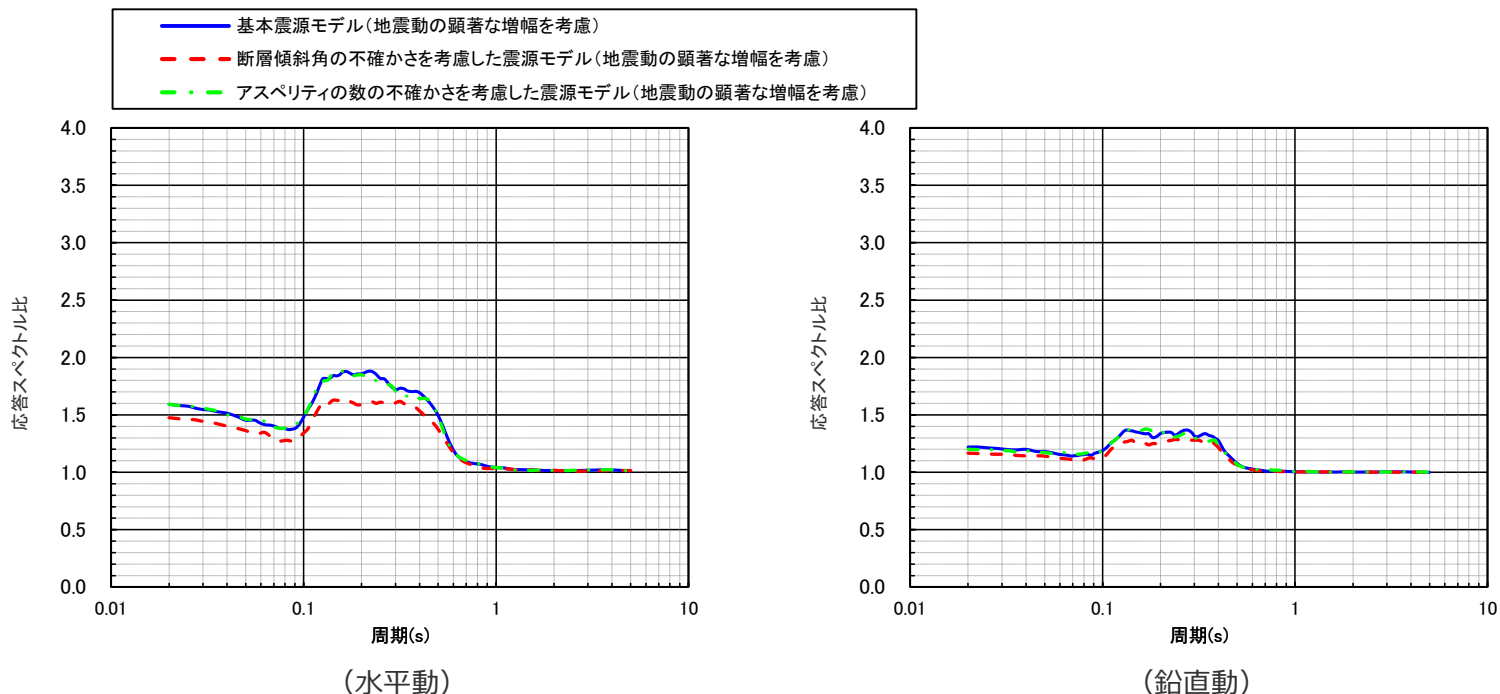
<3.2.3 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）>

応答スペクトルに基づく地震動評価

（応答スペクトルに基づく地震動評価における地震動の顕著な増幅の反映）

増幅係数（応答スペクトル比）を算出

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

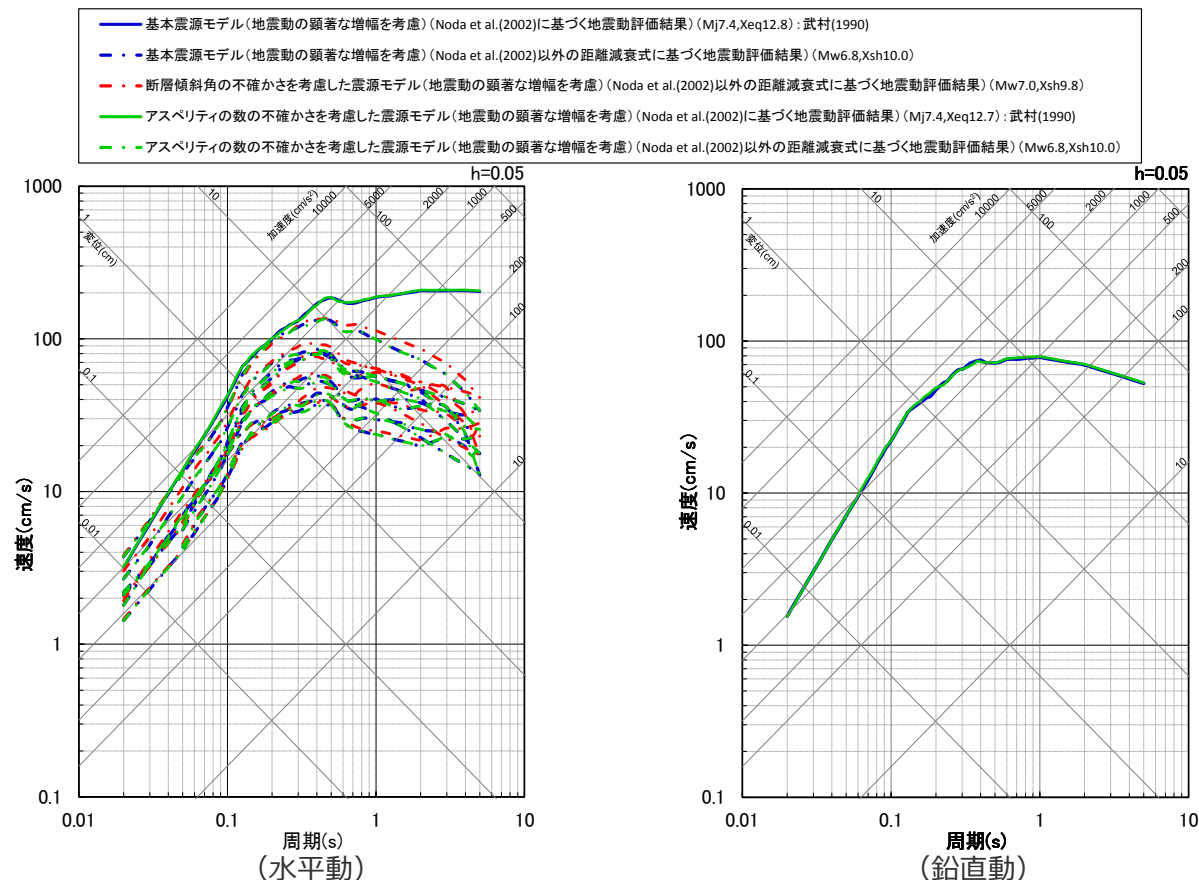


<地震動の顕著な増幅の反映のために用いる増幅係数（応答スペクトル比）（御前崎海脚西部の断層帯による地震）>

※ 水平動はNS方向とEW方向の平均。

・各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の増幅係数（応答スペクトル比）算出の詳細は、補足説明資料③p.33~参照。

<3.2.3 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）> 応答スペクトルに基づく地震動評価結果



- ・アスペリティの応力降下量の不確かさ、破壊伝播速度の不確かさによる影響の確認については、断層モデルを用いた手法による地震動評価を重視する。
- ・Noda et al.(2002)以外の距離減衰式とは、Kanno et al.(2006)、Zhao et al.(2006)、内山・翠川(2006)、片岡・他(2006)、Abrahamson et al.(2014)、Boore et al.(2014)、Campbell and Bozorgnia(2014)、Chiou and Youngs(2014)及びIdriss(2014)をいう。
- ・武村(1990)：震源断層面積から地震モーメントを介し武村(1990)でMjを設定。
- ・Xeqは、等価震源距離 (km) を、Xshは、断層最短距離 (km) を表す。
- ・各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の地震動評価結果は、補足説明資料③p.39~参照。

<応答スペクトルに基づく地震動評価結果> (全ての震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（御前崎海脚西部の断層帯による地震）)

<3.2.3 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）> 断層モデルを用いた手法による地震動評価 （断層モデルを用いた手法）

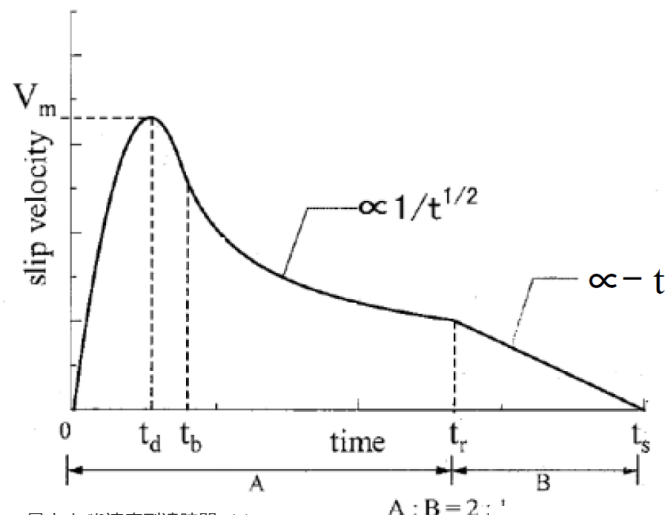
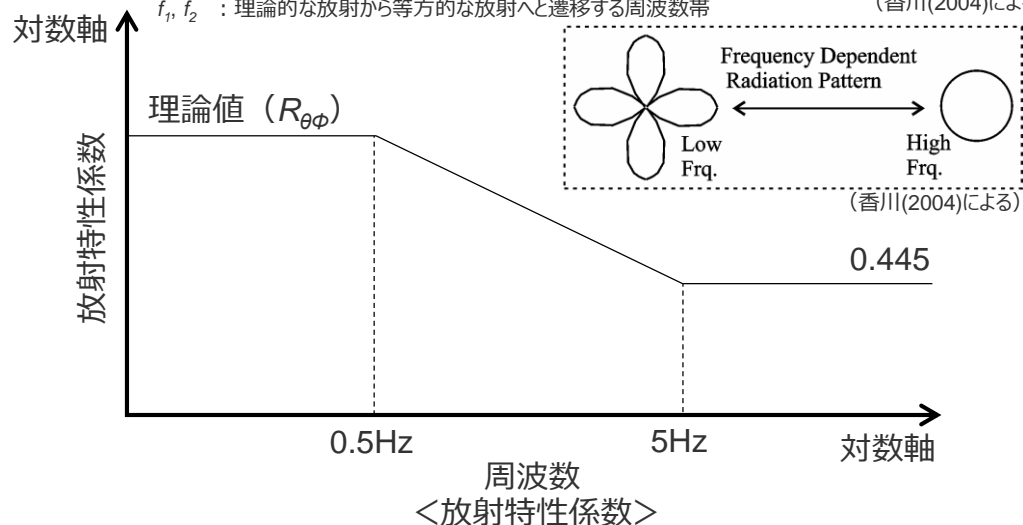
断層モデルを用いた手法は地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価と同じ

- 断層モデルを用いた手法による地震動評価は、一次元地下構造モデルの妥当性を確認した統計的グリーン関数法（短周期領域）と波数積分法（長周期領域）によるハイブリッド合成法を用いる。
- 統計的グリーン関数法は、Boore(1983)による要素地震及び入倉・他(1997)^{※1}による波形合成に基づく。放射特性係数は、Kamae and Irikura(1992)により、0.5Hz以下をAki and Richards(1980)による理論値、5Hz以上をBoore and Boatwright(1984)による等方的な値（0.445）とし、その間是对数軸上で線形補間した値とする。
- 波数積分法は、Hisada(1994)に基づく。すべり速度時間関数は、強震動予測レシピ(2017)に基づき中村・宮武(2000)を用いる。

- ※1 入倉・他(1997)による波形合成では、強震動予測レシピ(2017)によるライズタイム^{※2}を用いる。ただし、新規制基準適合性審査以前より検討用地震としている御前崎海脚西部の断層帯による地震は、当時と同様のBrune(1970)のライズタイム^{※3}を用いる（御前崎海脚西部の断層帯による地震について、Brune(1970)のライズタイムは、強震動予測レシピ(2017)のライズタイムより短いことを確認している）。
- ※2 強震動予測レシピ(2017)によるライズタイム $t_r = 0.5 \cdot W/V_r$ （ $W = W_a$ （アスペリティの幅）、 $W = W_b$ （背景領域の幅）、 V_r ：破壊伝播速度）。 $W_a = S_a^{0.5}$ 、 S_a ：アスペリティの面積、 $W_b = S/L$ 、 S 及び L ：震源断層の面積及び長さ。内閣府(2013)首都直下地震モデル検討会で用いられているライズタイムも $t_r = 0.5 \cdot W/V_r$ で設定されている。
- ※3 Brune(1970)によるライズタイム $t_r = \mu D / (2\beta \Delta\sigma)$ （ μ ：剛性率、 $D = D_a$ （アスペリティのすべり量）、 $D = D_b$ （背景領域のすべり量）、 β ：S波速度、 $\Delta\sigma = \Delta\sigma_a$ （アスペリティの応力降下量）、 $\Delta\sigma = \sigma_b$ （背景領域の実効応力））

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

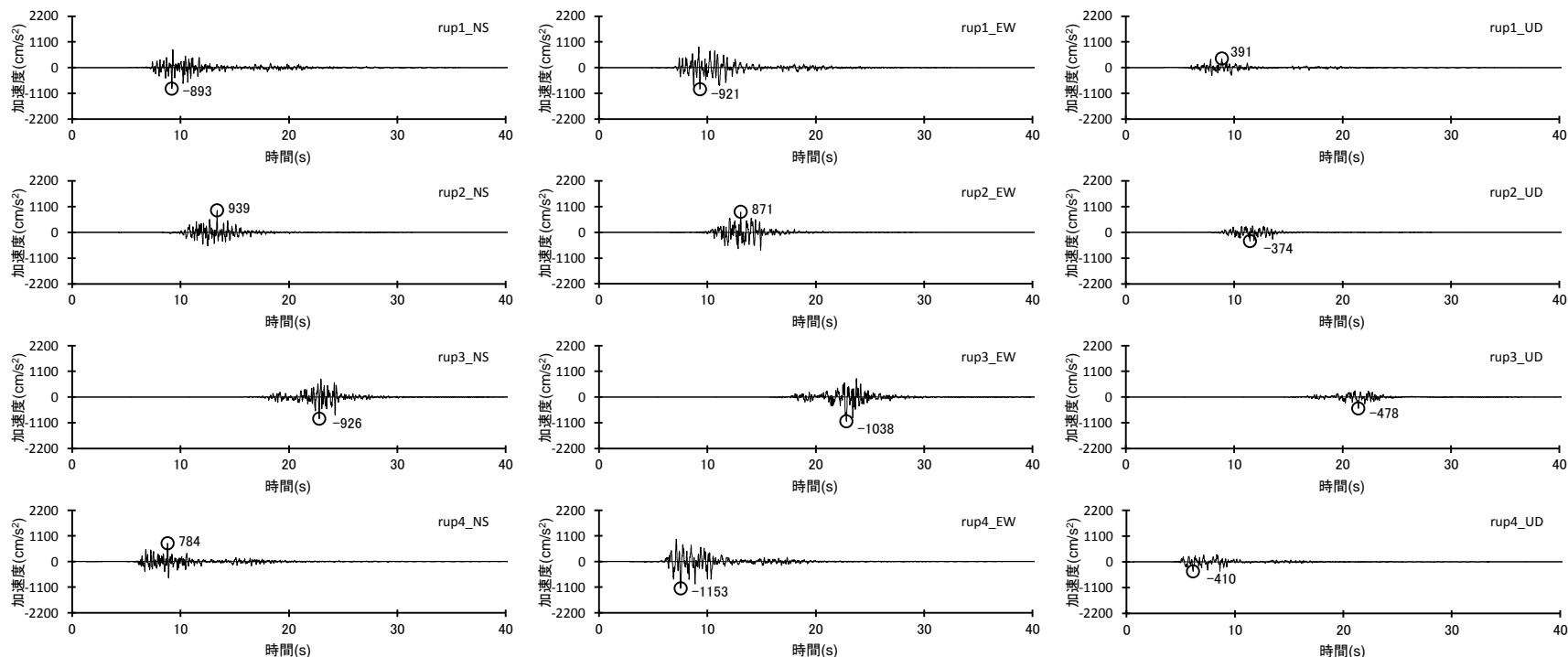
$R_{\theta\phi 0}$ ：震源とサイトの位置関係及びすべり方向から理論的に評価されるラディエーション係数
 $R_{\theta\phi m}$ ：高周波数で等方放射として平均化されたラディエーション係数
 f_1, f_2 ：理論的な放射から等方的な放射へと遷移する周波数帯
 (香川(2004)による)



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

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

<3.2.3 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）>
断層モデルを用いた手法による地震動評価結果
（加速度時刻歴波形（御前崎海脚西部の断層帯による地震））



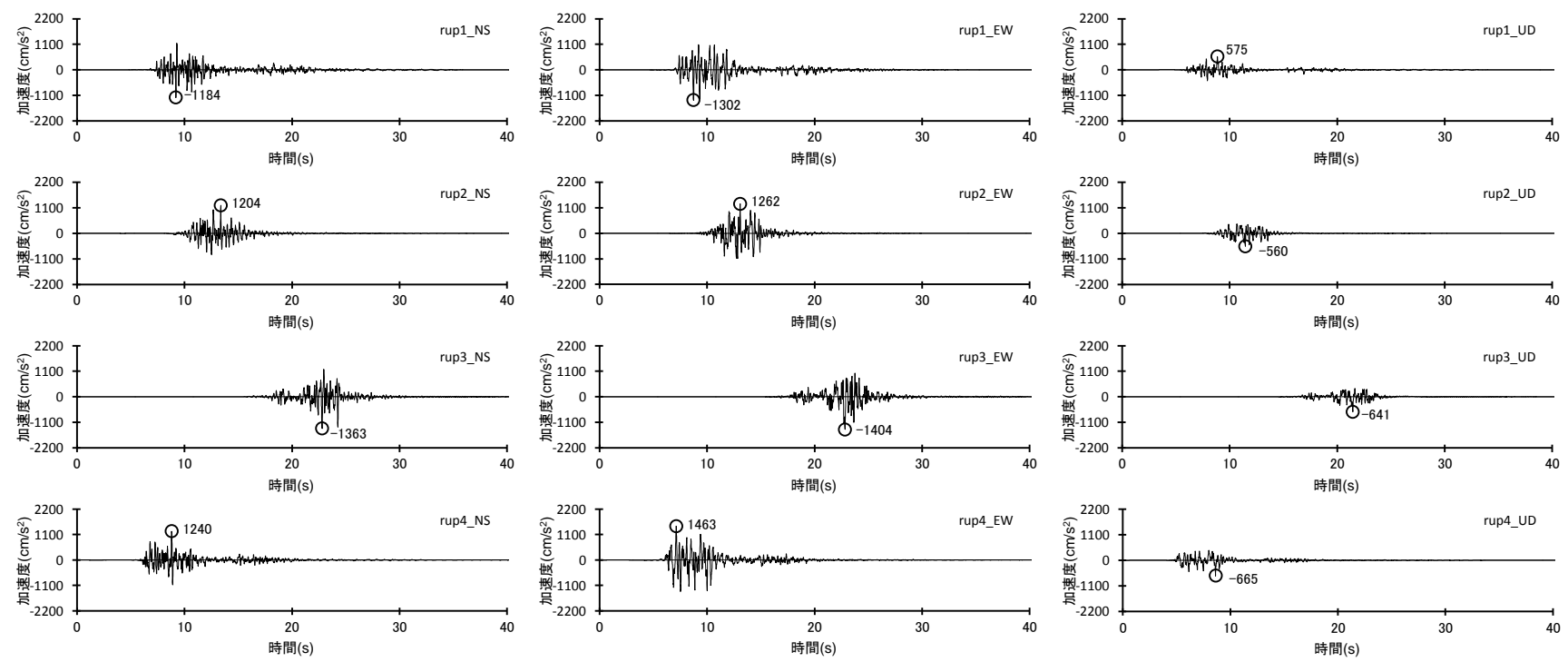
（基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（御前崎海脚西部の断層帯による地震））
<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（加速度時刻歴波形）>

・速度時刻歴波形は、補足説明資料③p.53参照。

<3.2.3 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）>

断層モデルを用いた手法による地震動評価結果

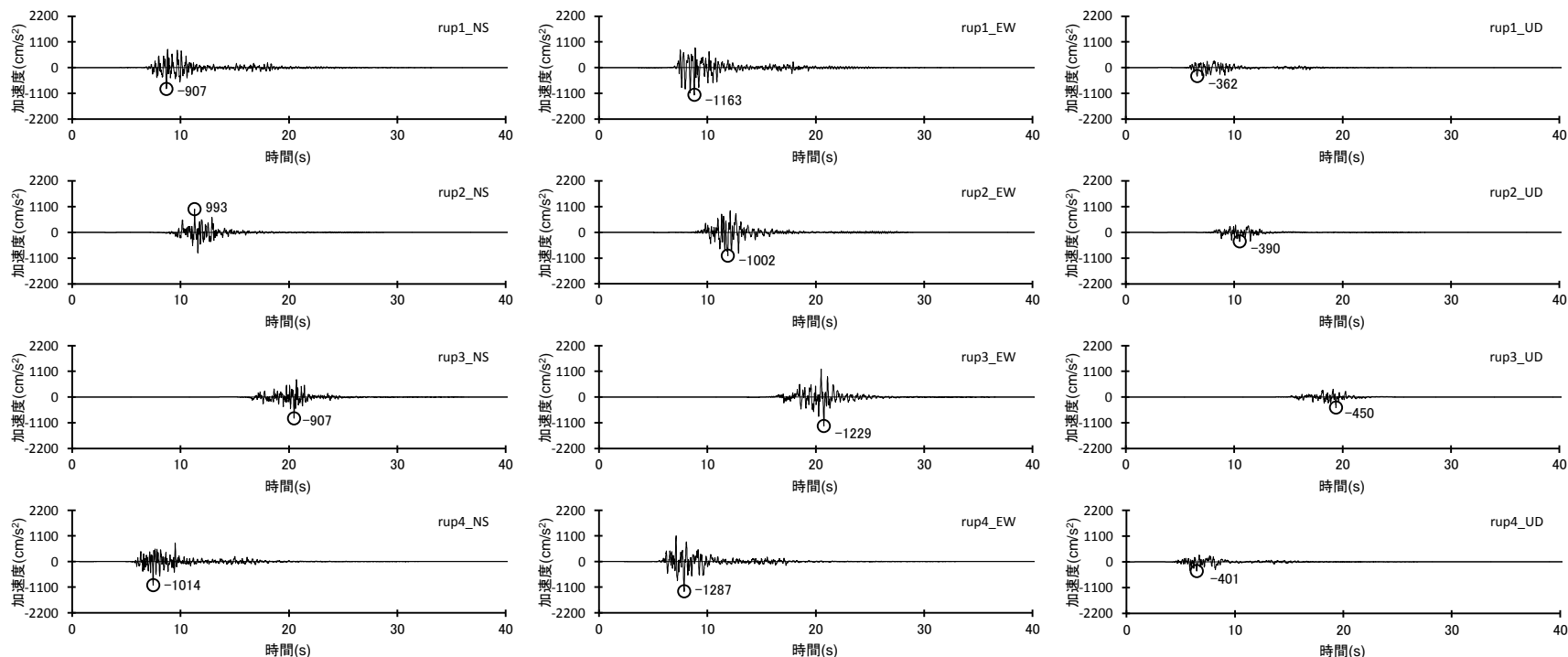
（加速度時刻歴波形（御前崎海脚西部の断層帯による地震））



（アスペリティの応力降下量の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（御前崎海脚西部の断層帯による地震））
<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（加速度時刻歴波形）>

・速度時刻歴波形は、補足説明資料③p.56参照。

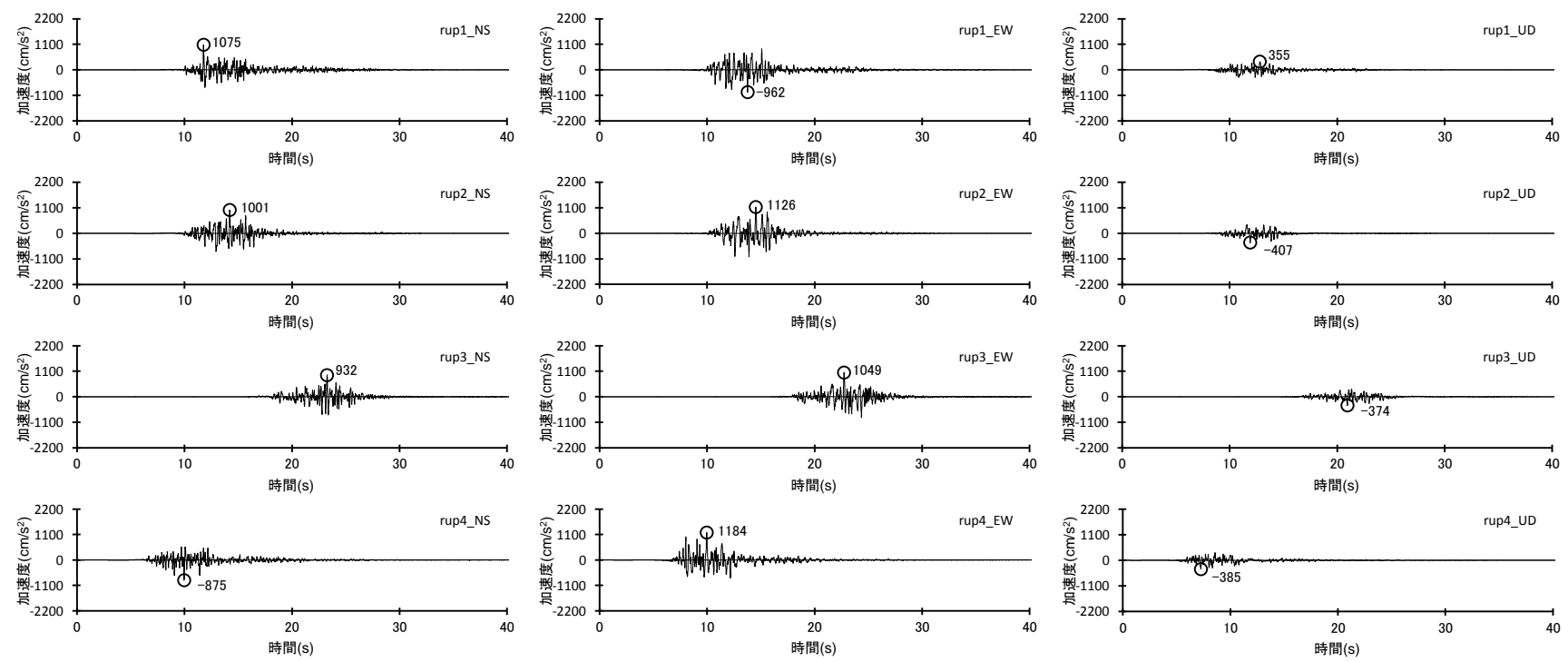
<3.2.3 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）>
断層モデルを用いた手法による地震動評価結果
（加速度時刻歴波形（御前崎海脚西部の断層帯による地震））



（破壊伝播速度の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（御前崎海脚西部の断層帯による地震））
<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（加速度時刻歴波形）>

・速度時刻歴波形は、補足説明資料③p.59参照。

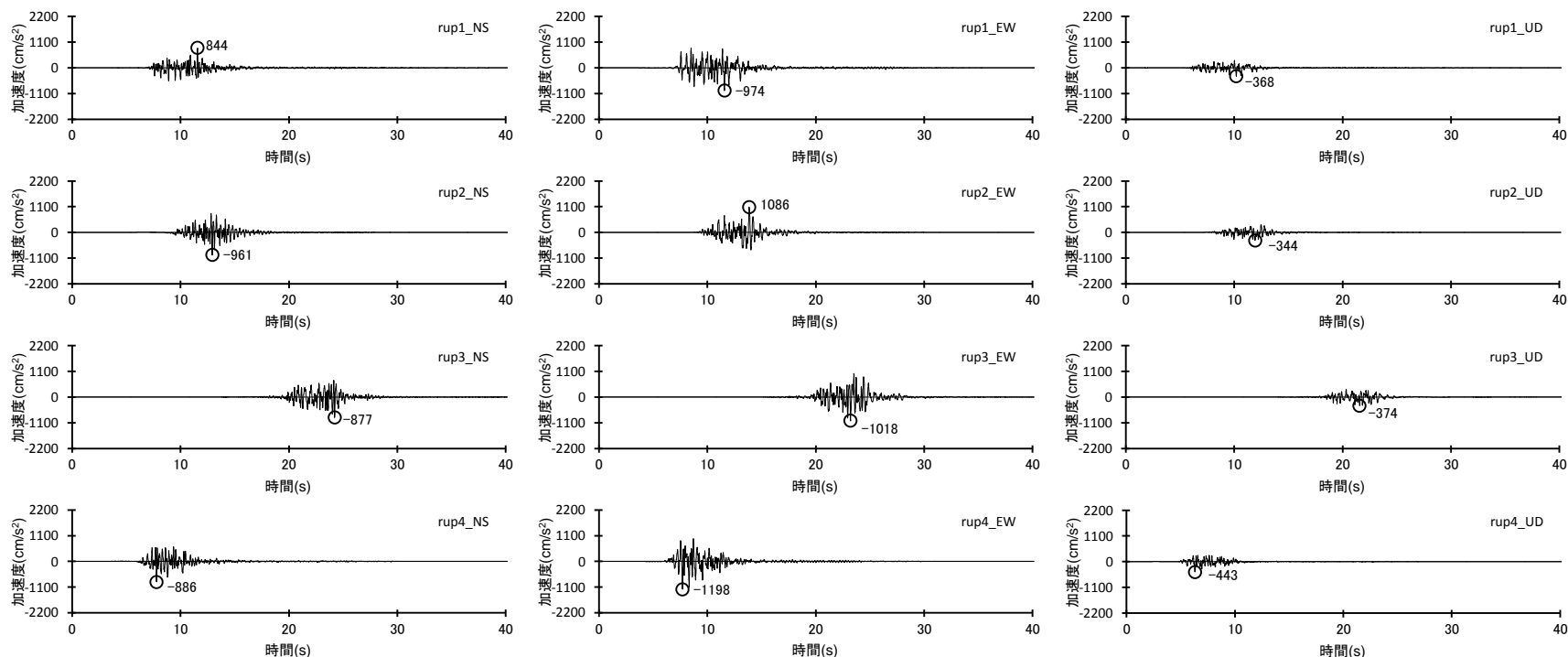
<3.2.3 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）>
断層モデルを用いた手法による地震動評価結果
（加速度時刻歴波形（御前崎海脚西部の断層帯による地震））



（断層傾斜角の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（御前崎海脚西部の断層帯による地震））
<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（加速度時刻歴波形）>

・速度時刻歴波形は、補足説明資料③p.62参照。

<3.2.3 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）>
断層モデルを用いた手法による地震動評価結果
（加速度時刻歴波形（御前崎海脚西部の断層帯による地震））

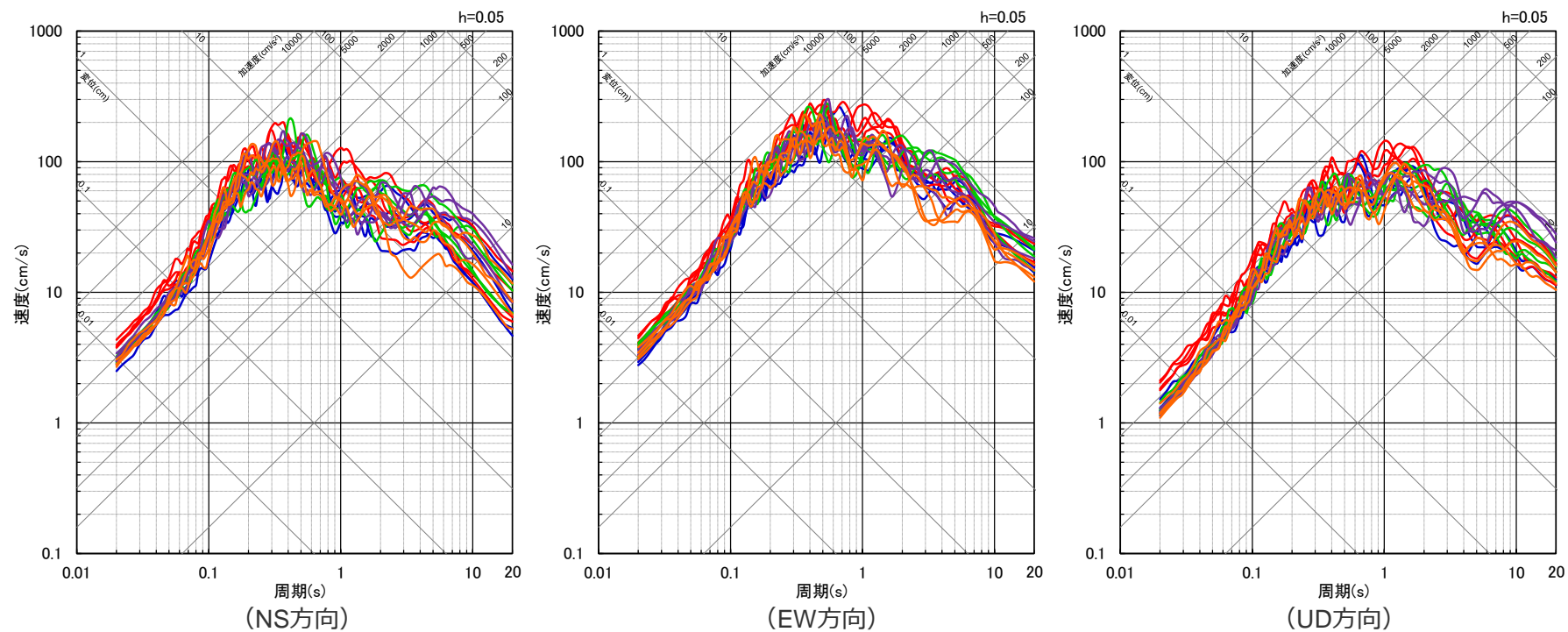


（アスペリティの数の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（御前崎海脚西部の断層帯による地震））
<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（加速度時刻歴波形）>

・速度時刻歴波形は、補足説明資料③p.65参照。

<3.2.3 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）>
断層モデルを用いた手法による地震動評価結果
（応答スペクトル（御前崎海脚西部の断層帯による地震））

- 基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）
- アスベリティの応力降下量の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）
- 破壊伝播速度の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）
- 断層傾斜角の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）
- アスベリティの数の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）

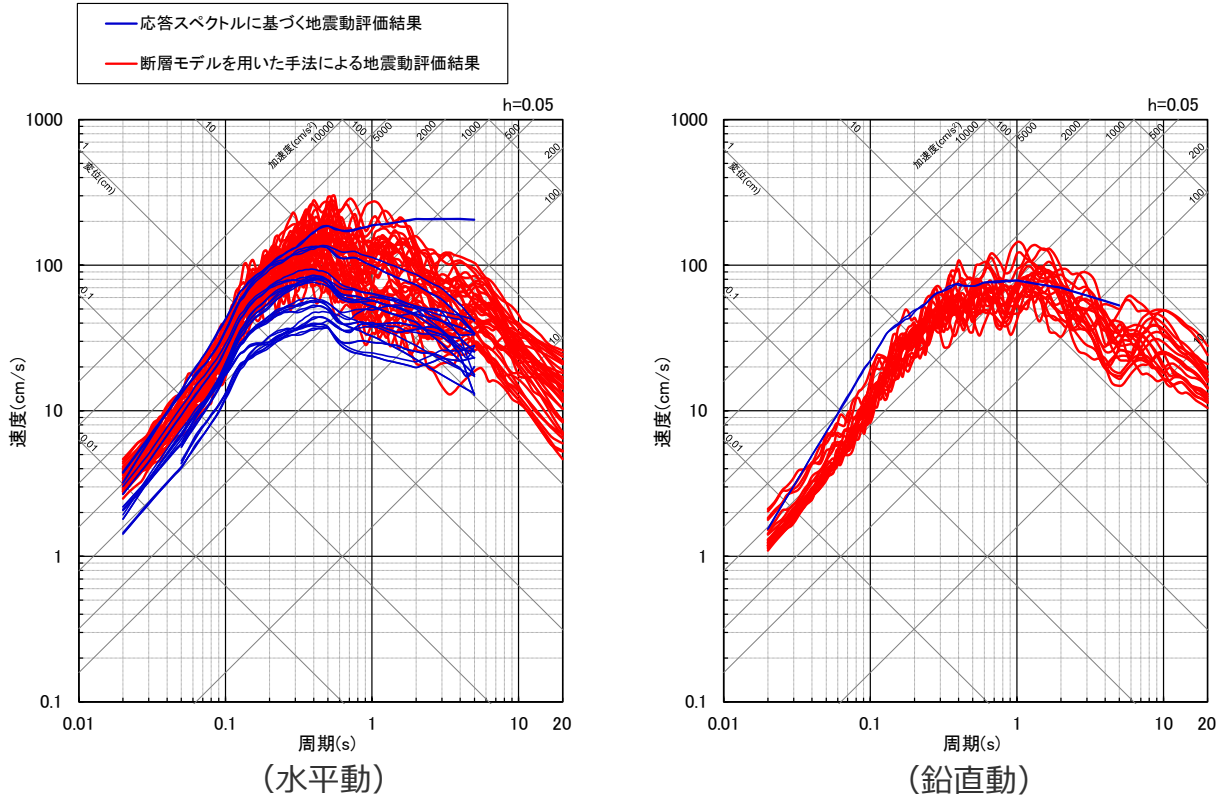


<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（応答スペクトル）>
（全ての震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（御前崎海脚西部の断層帯による地震））

・各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の応答スペクトルは、補足説明資料③p.54,57,60,63,66参照。

<3.2.3 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）>

応答スペクトルに基づく地震動評価結果と断層モデルを用いた手法による地震動評価結果との比較
（応答スペクトル（御前崎海脚西部の断層帯による地震））



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

・震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）ごとの応答スペクトルに基づく地震動評価結果と断層モデルを用いた手法による地震動評価結果との比較は、補足説明資料③p.68~参照。

余白

目次

1 敷地周辺の地震発生状況	……p.15~
2 敷地における地震動の増幅特性	
2.1 敷地における観測・調査	……p.24~
2.2 5号炉周辺の増幅要因	……p.29~
2.2.1 地震観測記録の分析	……p.32~
2.2.2 地下構造調査及び解析検討	……p.50~
2.2.3 まとめ（5号炉周辺の増幅要因）	……p.76~
2.3 敷地における地盤増幅特性	……p.78~
2.3.1 地下構造	……p.80~
2.3.2 地震観測	……p.93~
2.3.3 地震波の伝播経路	……p.102~
2.3.4 まとめ（敷地における地盤増幅特性）	……p.108~
2.4 敷地における地盤増幅特性の地震動評価への反映方法	
2.4.1 解放基盤表面の設定	……p.110~
2.4.2 地震動評価への反映方法	……p.114~
3 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動	
3.1 地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価	
3.1.1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）	……p.137~
3.1.2 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）	……p.190~
3.1.3 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）	……p.238~
3.1.4 まとめ（地震動の顕著な増幅を考慮しない）	……p.280~
3.2 地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価	
3.2.1 地震動の顕著な増幅の地震動評価への反映方法	……p.283~
3.2.2 検討用地震の選定及び震源モデルの設定	……p.312~
3.2.3 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）	……p.325~
3.2.4 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）	……p.357~
3.2.5 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）	……p.409~
3.2.6 まとめ（地震動の顕著な増幅を考慮）	……p.442~
3.2.7 第940回審査会合におけるコメントに対する回答	……p.446~

<3.2.4 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）>

地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価の方針

（検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）の選定及び震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の設定）

検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）

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

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

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

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

【強震動生成域の位置（不確かさを考慮した震源モデル）】
○ 敷地直下に設定。

基本震源モデル及び不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）

【断層位置】
○ 同左。

【強震動生成域の位置（基本震源モデル）】
○ 同左。

【強震動生成域の位置（不確かさを考慮した震源モデル）】
○ 敷地近傍を含めて地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）に強震動生成域が位置するよう、強震動生成域を設定。

認識論的な不確かさに分類
→ 同じ設定

基本的には認識論的な不確かさに分類
→ 同じ設定

偶然的な不確かさの要素も有する
→ 「地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）」を踏まえてより保守的な評価となるよう位置を設定

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

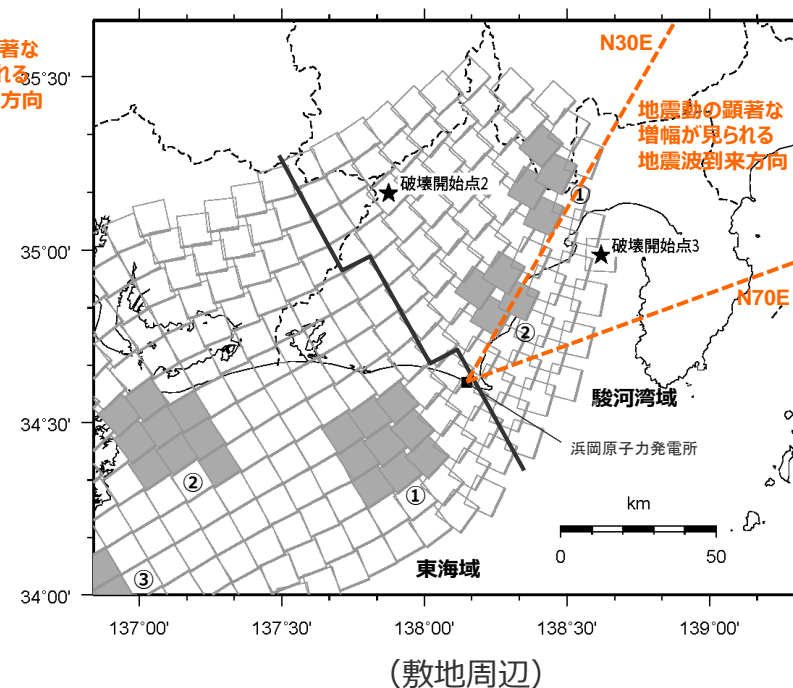
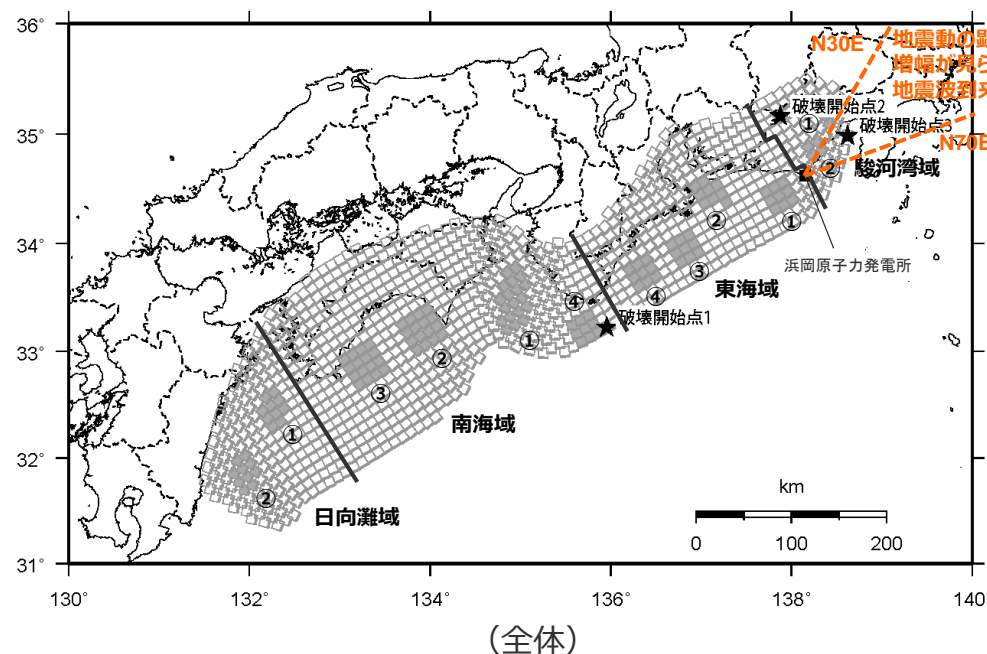
・ 分岐断層の強震動励起特性に係る不確かさで用いるプレート間地震に伴う分岐断層の代表断層の選定及び震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の設定については、p.375～参照。

・ 黒字の丸数字はプレート間地震の強震動生成域のNo.を表す。
・ - - - : 東海SMGA①と駿河湾SMGA②の境界を表す。
・ 下線 () は、一部修正箇所を示す。

<3.2.4 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）> 検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）の選定

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

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

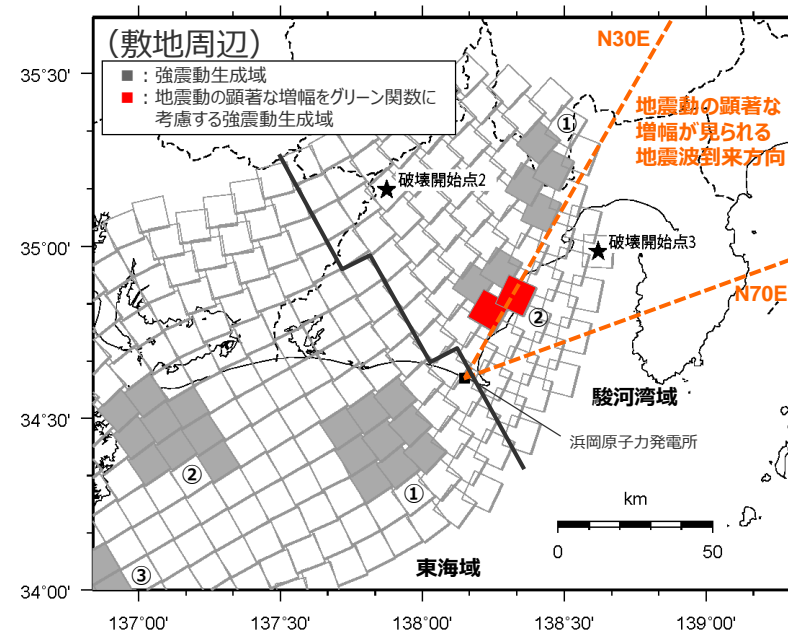
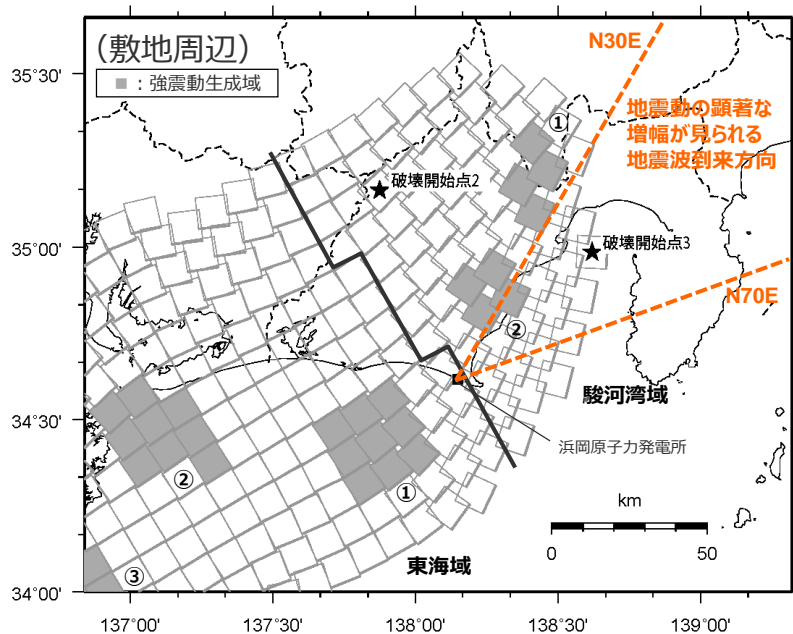


<地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）と検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の震源断層との位置関係>

・黒字の丸数字はプレート間地震の強震動生成域のNo.を表す。

<3.2.4 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）> 基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の設定

- 内閣府(2012)による南海トラフで想定される最大クラスの地震（Mw9.0、内閣府モデル（最大クラスの地震））について、断層位置は認識論的な不確かさに分類され、強震動生成域の位置は、基本的には認識論的な不確かさに分類されるが、偶然的な不確かさの要素も有している。
- これらを踏まえ、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）は、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と同じとし、地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）に位置する強震動生成域の一部に地震動の顕著な増幅を考慮して地震動評価を行う（地震動の顕著な増幅を考慮する強震動生成域の小断層の設定は後述（p.362～）参照）。



<基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>

<基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）>

・黒字の丸数字はプレート間地震の強震動生成域のNo.を表す。

<3.2.4 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）> 基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の設定

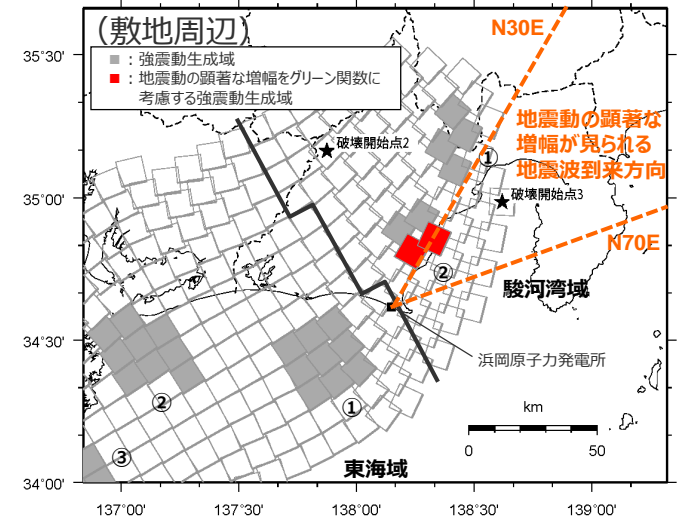
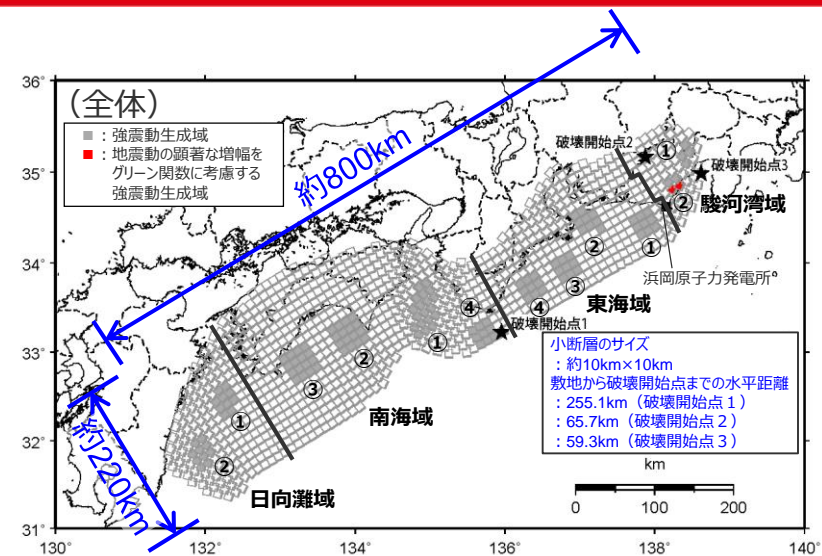
○ 基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の設定方針及び震源断層パラメータは、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と同じとする。



- 【設定方針】**
- 内閣府(2012)により、南海トラフで想定される最大クラスの地震として設定された強震断層モデル（内閣府モデル（最大クラスの地震））※1に基づき、破壊開始点を追加※2して設定。
- 【震源断層パラメータ】**
- 地震規模
 - ・内閣府(2012)に基づき、南海トラフで想定される最大クラスの地震としてMw9.0として設定。
 - 断層位置・震源深さ・断層傾斜角（プレート境界面）
 - ・地下構造調査結果等に基づき設定された内閣府(2012)によるプレート境界面。
 - 強震動生成域の数・位置
 - ・内閣府(2012)に基づき、過去の地震の震度分布との比較・検討により、強震動生成域の位置等の妥当性が検証された中央防災会議(2003b)による強震断層モデル（中央防災会議モデル（既往地震））に基づき設定。
 - 強震動生成域の応力降下量
 - ・内閣府(2012)に基づき、34～46MPa程度として設定。
 - 破壊伝播速度
 - ・内閣府(2012)に基づき、 $V_r=0.72V_s$ （ V_s ：S波速度）として設定。
 - 破壊開始点
 - ・破壊の伝播方向が敷地へ向かうよう複数設定。

※1： 内閣府(2012)により南海トラフで想定される最大クラスの地震として設定された強震断層モデル（基本ケース）。
 ※2： 内閣府(2012)により設定されている紀伊半島の南の破壊開始点（破壊開始点1）に加え、敷地の北西方向及び北東方向にそれぞれ破壊開始点2及び破壊開始点3を新たに設定。

・ 震源モデルの形状の詳細は、深さコンターについて第841回審査会合資料1-2補足説明資料②、詳細な断面図（東西21断面、南北77断面）について第841回審査会合資料1-2補足説明資料⑤参照。
 ・ 基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の震源断層パラメータは、補足説明資料③p.79~参照。



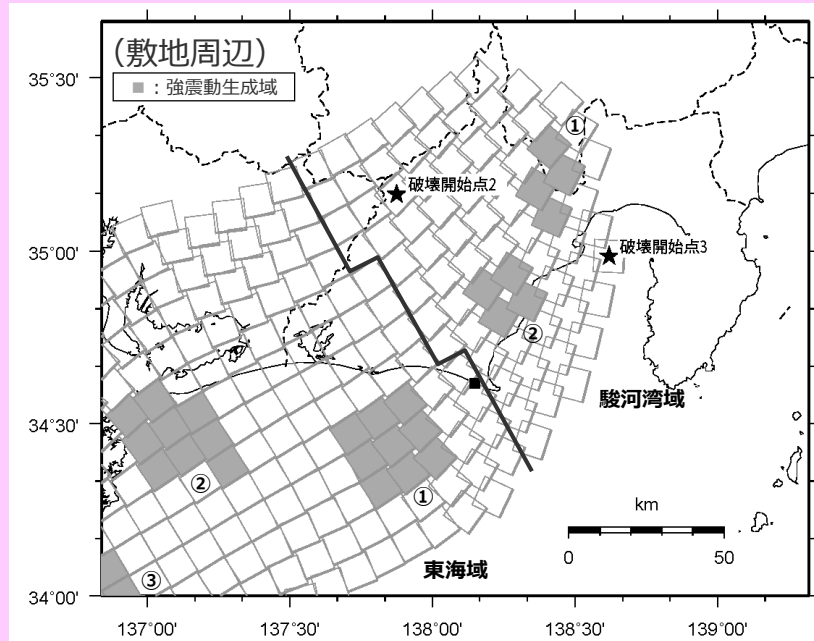
<基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮） （南海トラフ最大クラス地震モデル（基本ケース））>

・ 黒字の丸数字はプレート間地震の強震動生成域のNo.を表す。

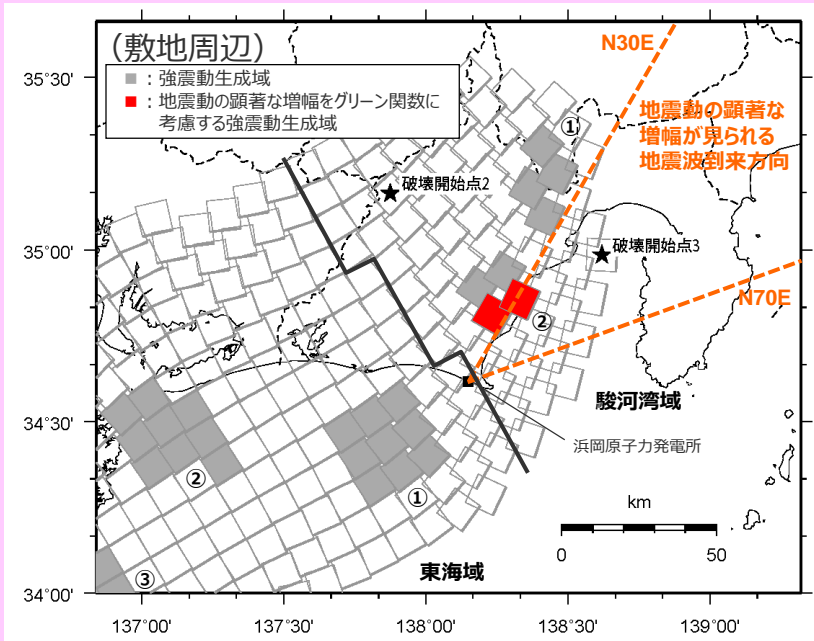
<3.2.4 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）> 基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の設定 （地震動の顕著な増幅を考慮する強震動生成域の小断層の設定）

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

基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）



基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）

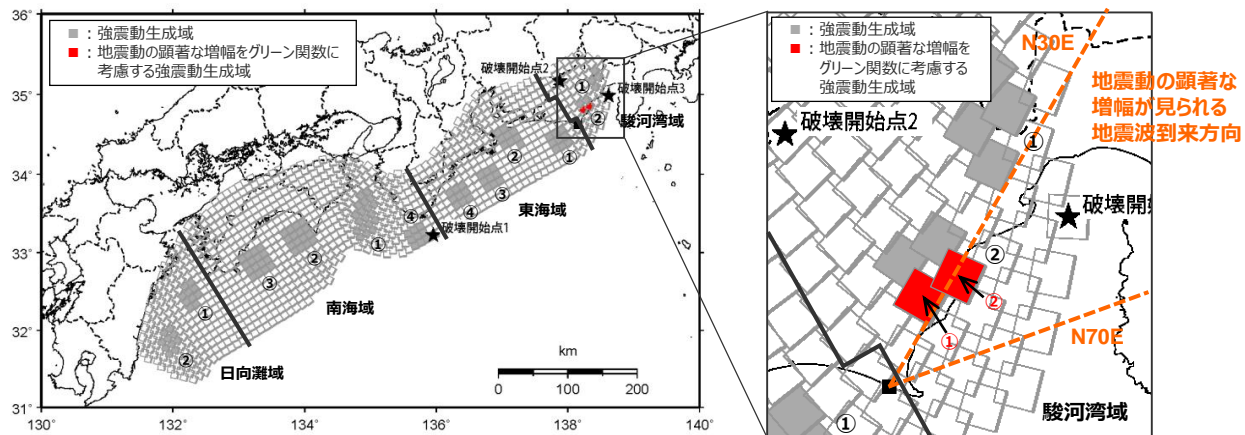


・黒字の丸数字はプレート間地震の強震動生成域のNo.を表す。

<3.2.4 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）> 基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の設定

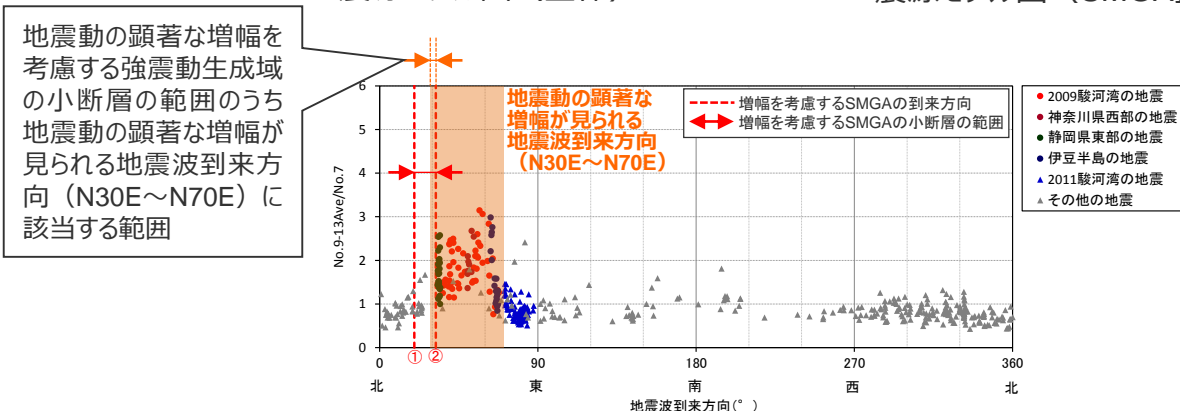
（地震動の顕著な増幅を考慮する強震動生成域の小断層の範囲の設定）

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



震源モデル図（全体）

震源モデル図（SMGA拡大）



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

地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）

--- 増幅を考慮するSMGAの到来方向
--- 増幅を考慮するSMGAの小断層の範囲

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

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

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

<3.2.4 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）>

不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の設定

不確かさを考慮の考え方は地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価と同じ

基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）

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

＝
同じ
地震動
レベル

影響確認モデル※1

地震動の顕著な増幅を
考慮しない地震動評価で
検討を代表

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

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

不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮） （不確かさを考慮におけるベースモデル）

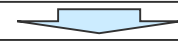


【強震動生成域の位置の不確かさの考慮】

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

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

不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）



【強震動生成域の位置と地震規模の不確かさの組合せの考慮】

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

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

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

※3 内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層（御前崎海脚西部の断層帯）の震源モデル及び震源断層パラメータは、内陸地殻内地震の地震動評価において各不確かさを考慮していることを踏まえ、保守的な評価となるよう、不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（御前崎海脚西部の断層帯による地震）を用いる。

【強震動生成域の位置と分岐断層の強震動励起特性に係る不確かさの組合せの考慮】

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

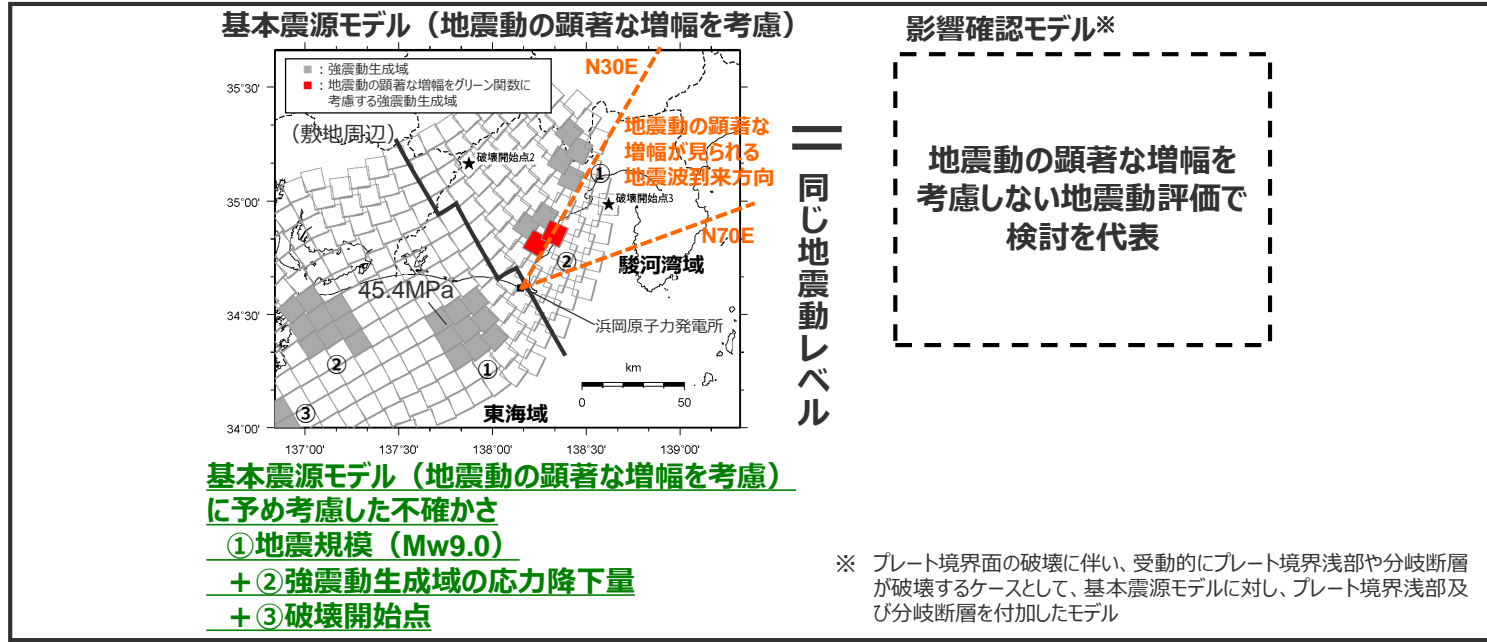
基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）
+不確かさ④（強震動生成域の位置）
+不確かさ⑥（分岐断層の強震動励起特性）※2

【強震動生成域の位置と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層への破壊伝播に係る不確かさの組合せの考慮】

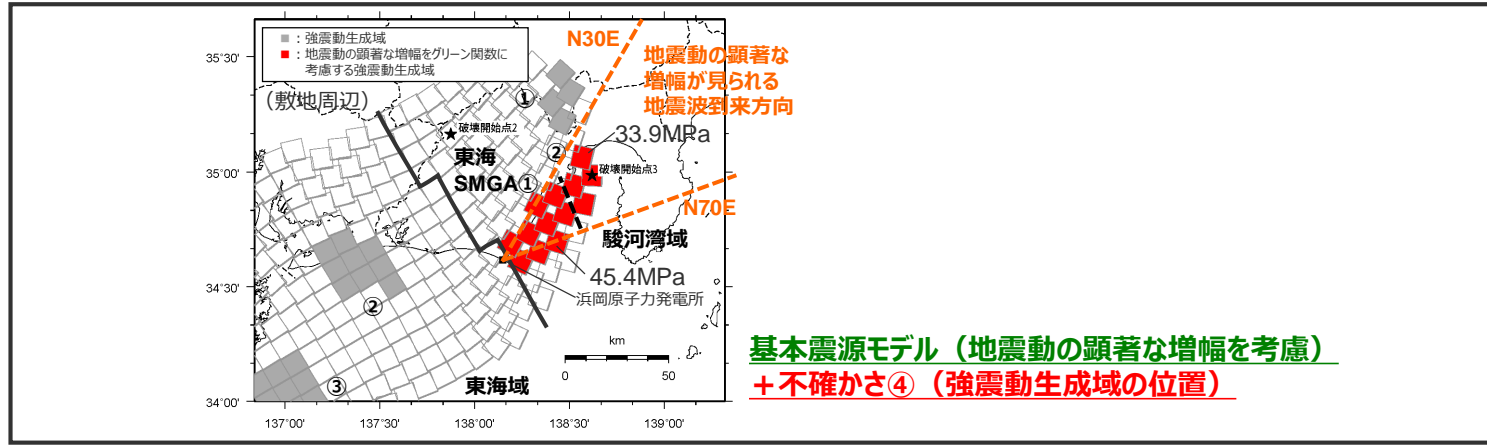
- プレート間地震の震源断層の破壊が、内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層に伝播するケースを考慮する。

基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）
+不確かさ④（強震動生成域の位置）
+不確かさ⑦（内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層への破壊伝播）※3

<3.2.4 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）>
不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の設定
 （震源モデル一覧 1 / 2）



強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（不確かさの考慮におけるベースモデル）



・ 不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の震源モデル図及び震源断層パラメータは、補足説明資料③p.82~参照。

次ページに続く

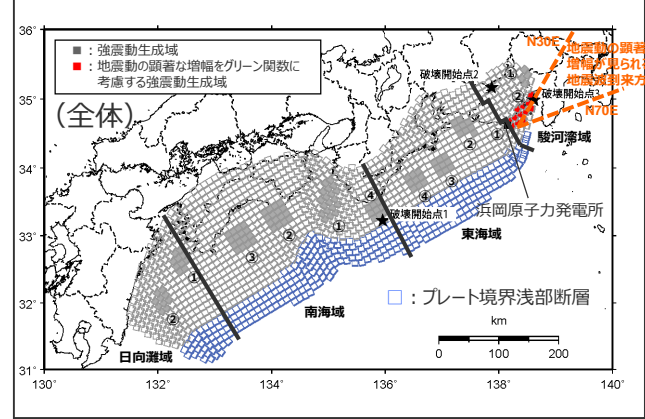
・ 黒字の丸数字はプレート間地震の強震動生成域のNo.を表す。
 ・ - - - : 東海SMGA①と駿河湾SMGA②の境界を表す。
 ・ 下線 () は、一部修正箇所を示す。

<3.2.4 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）> 不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の設定 （震源モデル一覧2 / 2）

不確かさを組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）

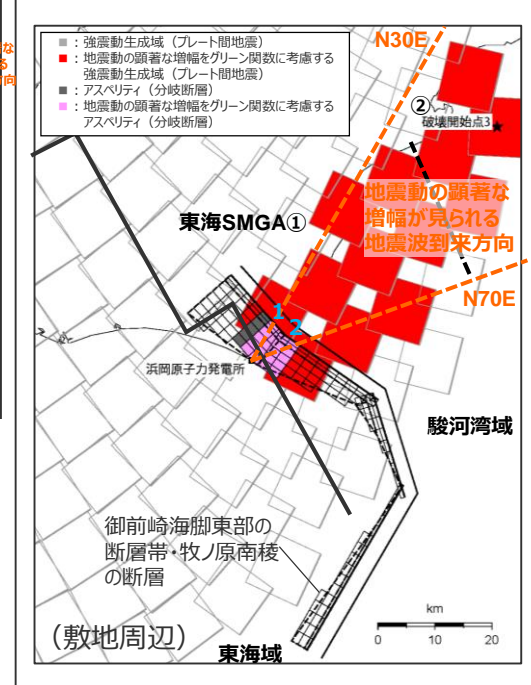
前ページより

強震動生成域の位置と地震規模の不確かさの組合せの考慮



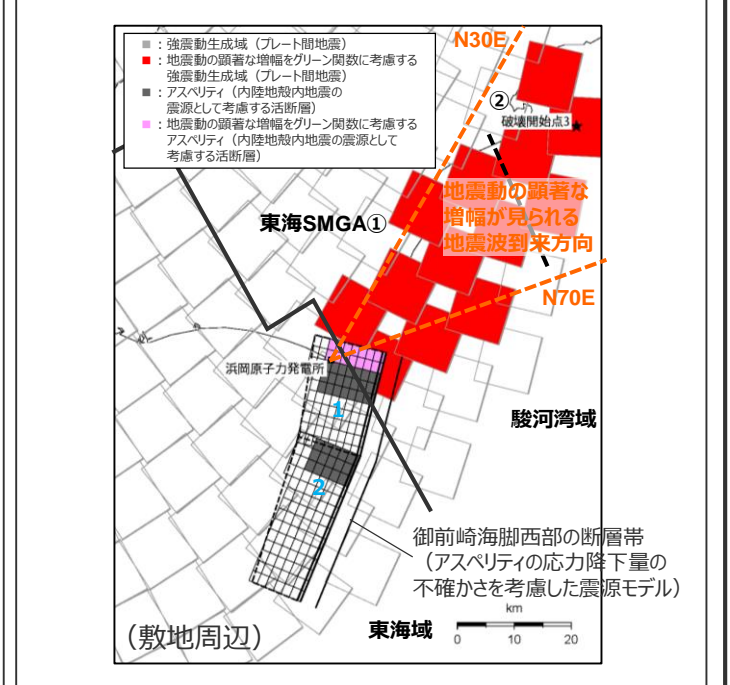
基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）
+ 不確かさ④（強震動生成域の位置）
+ 不確かさ⑤（地震規模（Mw9.1））

強震動生成域の位置と分岐断層の強震動励起特性に係る不確かさの組合せの考慮



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

強震動生成域の位置と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層への破壊伝播に係る不確かさの組合せの考慮



基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）
+ 不確かさ④（強震動生成域の位置）
+ 不確かさ⑦（内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層への破壊伝播）※2

※1 強震動予測レシビ(2017)を参考に強震動生成域（アスペリティ）を有するモデルとして、強震動励起特性が内陸地殻内地震と同程度になるよう震源モデルを設定する。
※2 内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層（御前崎海脚西部の断層帯）の震源モデル及び震源断層パラメータは、内陸地殻内地震の地震動評価において各不確かさを考慮していることを踏まえ、保守的な評価となるよう、不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（御前崎海脚西部の断層帯による地震）を用いる。

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

・ 各不確かさを組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の震源モデル図及び震源断層パラメータは、補足説明資料③p.85~参照。

不確かさの考慮（重畳）の考え方

不確かさを考慮する断層パラメータ

不確かさの考慮の考え方は地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価と同じ

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

- ① 破壊開始点
- ② 地震規模（Mw9.0）
- ③ 強震動生成域の応力降下量

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

- ④ 強震動生成域の位置※
- ⑤ 地震規模（Mw9.1）
- ⑥ 分岐断層の強震動励起特性
- ⑦ 内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層への破壊伝播

<凡例>

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

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

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

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

不確かさの考慮（重畳）の考え方

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

<3.2.4 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）>

不確かさの考慮（重畳）の考え方

不確かさの考慮の考え方は地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価と同じ

パラメータ	不確かさの考慮
破壊開始点	<p>・破壊開始点は、事前の調査や経験則等から設定が困難であり、偶然的な不確かさに分類されると考えられる。</p> <p>⇒基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）に予め不確かさを考慮</p>
地震規模	<p>・南海トラフ沿いの地震については、大地震の繰り返しの発生履歴（地震規模等）が詳しく調べられており、地震が発生する領域が明らかとなっていることから、地震規模は認識論的な不確かさに分類されると考えられる。</p> <p>⇒基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）に予め不確かさを考慮（Mw9.0） （認識論的な不確かさに分類されるものの、プレート間地震の基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の基となる内閣府モデル（最大クラスの地震）に予め不確かさが考慮されているため、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）に予め不確かさを考慮）</p> <p>⇒強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデルに対して不確かさを考慮（Mw9.1） （震源域を浅部へ拡大し、すべり量を大きくすることで、地震規模をMw9.1としたケースを考慮）</p>
強震動生成域の応力降下量	<p>・中央防災会議(2001b,2003b)等において、強震動生成域の応力降下量は、過去の地震の震度分布との比較・検討により、その妥当性が検証されており、経験的なスケール則からも設定が可能であることから、認識論的な不確かさに分類されると考えられる。</p> <p>⇒基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）に予め不確かさを考慮 （認識論的な不確かさに分類されるものの、プレート間地震の基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の基となる内閣府モデル（最大クラスの地震）に予め不確かさが考慮されているため、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）に予め不確かさを考慮）</p>
強震動生成域の位置	<p>・中央防災会議(2001b,2003b)等において、強震動生成域の位置は、過去の地震の震度分布との比較・検討により、その妥当性が検証されており、過去の地震においても、その類似性は確認されているため、基本的には認識論的な不確かさに分類されると考えられるが、将来の地震において、過去の地震と全く同じ位置に強震動生成域が想定されるとは言い切れないことから、偶然的な不確かさの要素も有していると考えられる。</p> <p>⇒基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）に対して不確かさを考慮 ⇒さらに不確かさの組合せも考慮 （偶然的な不確かさの要素も有しており、また、この不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）は全周期帯にわたり基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）よりも地震動レベルが大きく、敷地への影響が大きいことを踏まえ、不確かさの考慮におけるベースモデルとして扱うこととし、不確かさの組合せも考慮）</p>
分岐断層の強震動励起特性	<p>・分岐断層の地震時挙動に関する検討（浅部超低周波地震、断層すべり、巨大プレート間地震の震源過程解析等）から、プレート境界面の破壊に伴って受動的に分岐断層が破壊しても、強震動励起に及ぼす影響は小さいと考えられることから、分岐断層の強震動励起特性は認識論的な不確かさに分類されると考えられる。</p> <p>⇒強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）に対して不確かさを考慮</p>
内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層への破壊伝播	<p>・プレート境界面の破壊が外縁隆起帯のトラフ側斜面の付加体内に分布する分岐断層に伝播する活動の繰り返しにより、外縁隆起帯等の顕著な地形的高まりが形成されており、陸側のより古い付加体内に分布し、顕著な地形的高まりとの関連が認められない内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層にプレート境界面の破壊が伝播する可能性は低いと考えられることから、内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層への破壊伝播は認識論的な不確かさに分類されると考えられる。</p> <p>⇒強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）に対して不確かさを考慮</p>

<3.2.4 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）>

不確かさの考慮のまとめ

不確かさの考慮の考え方は地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価と同じ

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

検討用地震の震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮)	地震発生形態	強震動生成域の位置	強震動生成域の 応力降下量	地震規模	破壊開始点
基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）	プレート間地震の震源断層が破壊	中央防災会議(2003b)による強震断層モデル（過去地震）の強震動生成域の位置を踏まえて設定	34～46MPa程度	Mw9.0	破壊の伝播方向が敷地へ向かうよう配置
強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）	プレート間地震の震源断層が破壊	敷地下方に設定	34～46MPa程度	Mw9.0	破壊の伝播方向が敷地へ向かうよう配置
強震動生成域の位置と地震規模の不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）	プレート間地震の震源断層が破壊	敷地下方に設定	34～46MPa程度	Mw9.1	破壊の伝播方向が敷地へ向かうよう配置
強震動生成域の位置と分岐断層の強震動励起特性に係る不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）	プレート間地震の震源断層の破壊に伴い、受動的に分岐断層が破壊し、分岐断層が強震動を発生させると想定※1	敷地下方に設定	34～46MPa程度	Mw9.0	破壊の伝播方向が敷地へ向かうよう配置
強震動生成域の位置と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層への破壊伝播に係る不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）	プレート間地震の震源断層の破壊が、内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層に伝播するケースを想定※2	敷地下方に設定	34～46MPa程度	Mw9.0	破壊の伝播方向が敷地へ向かうよう配置

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

※2 内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層（御前崎海脚西部の断層帯）の震源モデル及び震源断層パラメータは、内陸地殻内地震の地震動評価において各不確かさを考慮していることを踏まえ、保守的な評価となるよう、不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）（御前崎海脚西部の断層帯による地震）を用いる。

- ・破壊伝播速度（補足説明資料④-15）及び破壊開始点（補足説明資料④-16）について、基本震源モデルにおける設定値の代表性を確認。
- ・fmaxの影響検討（補足説明資料④-17）を実施。

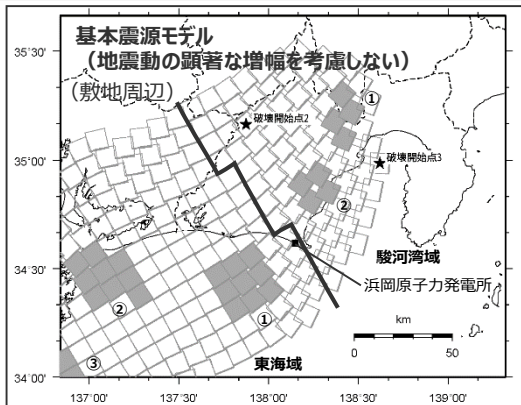
余白

不確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

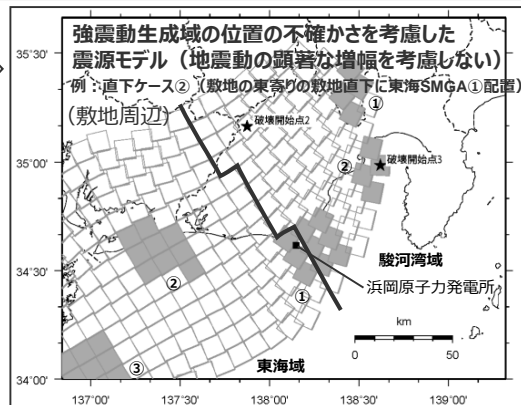
（強震動生成域の位置の不確かさの考慮）

・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。
 ・下線 () は、一部修正箇所を示す。

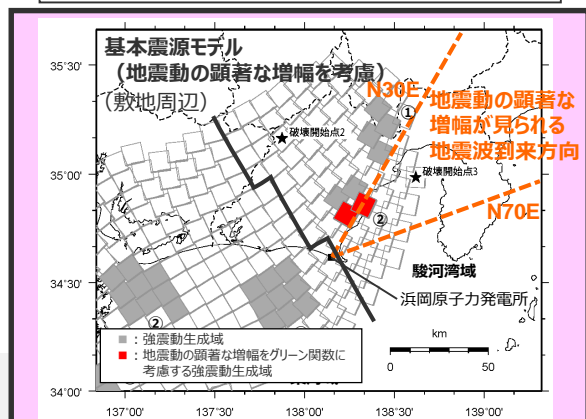
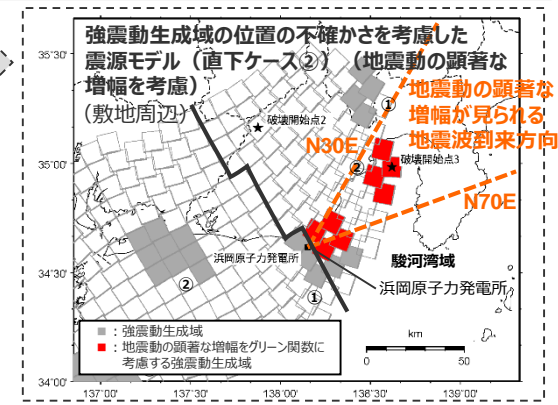
- 強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）は、強震動生成域の位置が基本的には認識論的な不確かさに分類されるが、偶然的不確かさの要素も有していることも踏まえ、より保守的な評価となるよう、敷地近傍を含めて地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）に地震動の顕著な増幅を考慮する強震動生成域が位置する震源モデルを新たに設定する。
- 具体的には、敷地における地震動の増幅特性の分析の結果、地震波の入射角が鉛直下方に近づく敷地近傍は、地震動の顕著な増幅が見られない傾向があるものの、地震動に与える影響が大きいことを重視し、保守的な評価となるよう、敷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



敷地下方に設定
強震動生成域を

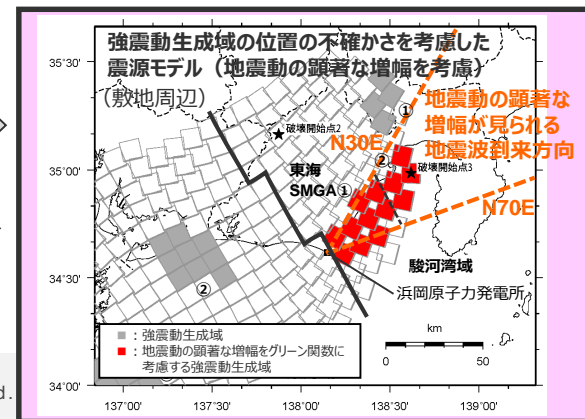


直下ケース②について、地震動の顕著な増幅が見られた地震波到来方向（N30E～N70E）にある強震動生成域の小断層（東海SMGA①の一部及び駿河湾SMGA②）に地震動の顕著な増幅を考慮



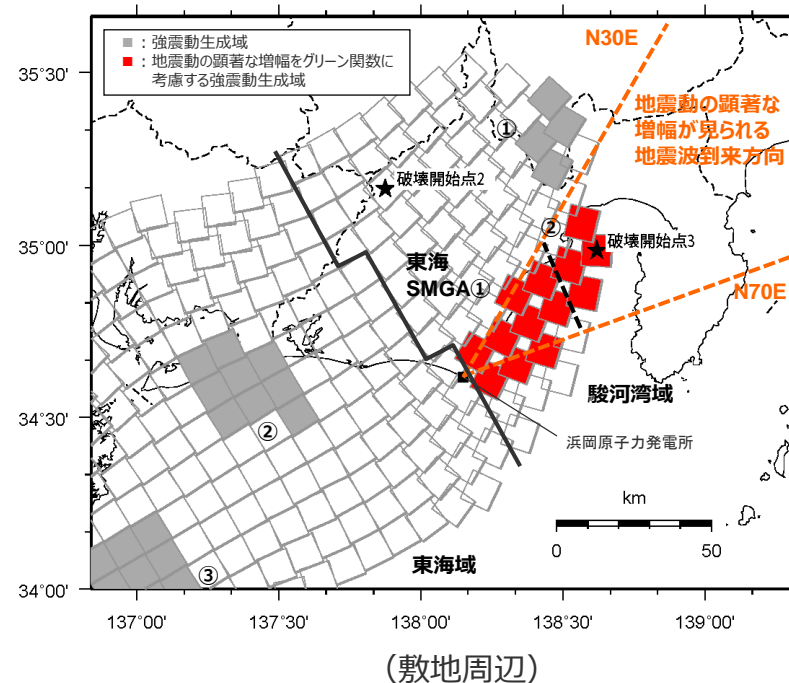
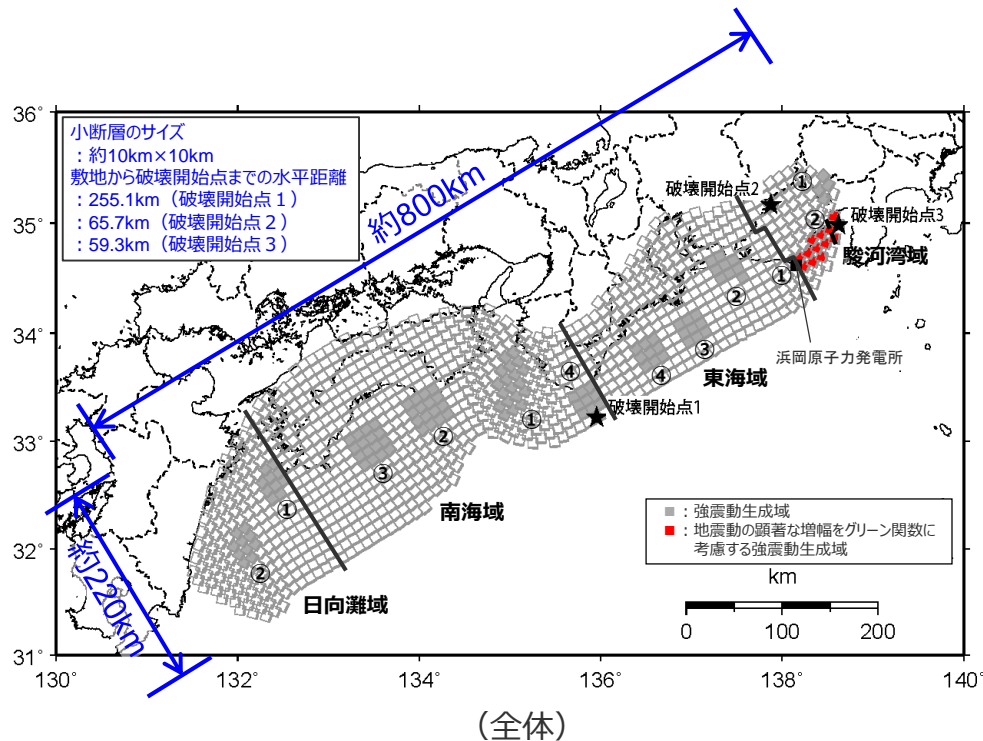
敷地近傍を含めて地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）にかけて強震動生成域を集約（東海SMGA①を集約）

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



地震動レベルの比較

<3.2.4 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）> 不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の設定 （強震動生成域の位置の不確かさの考慮）



<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）>

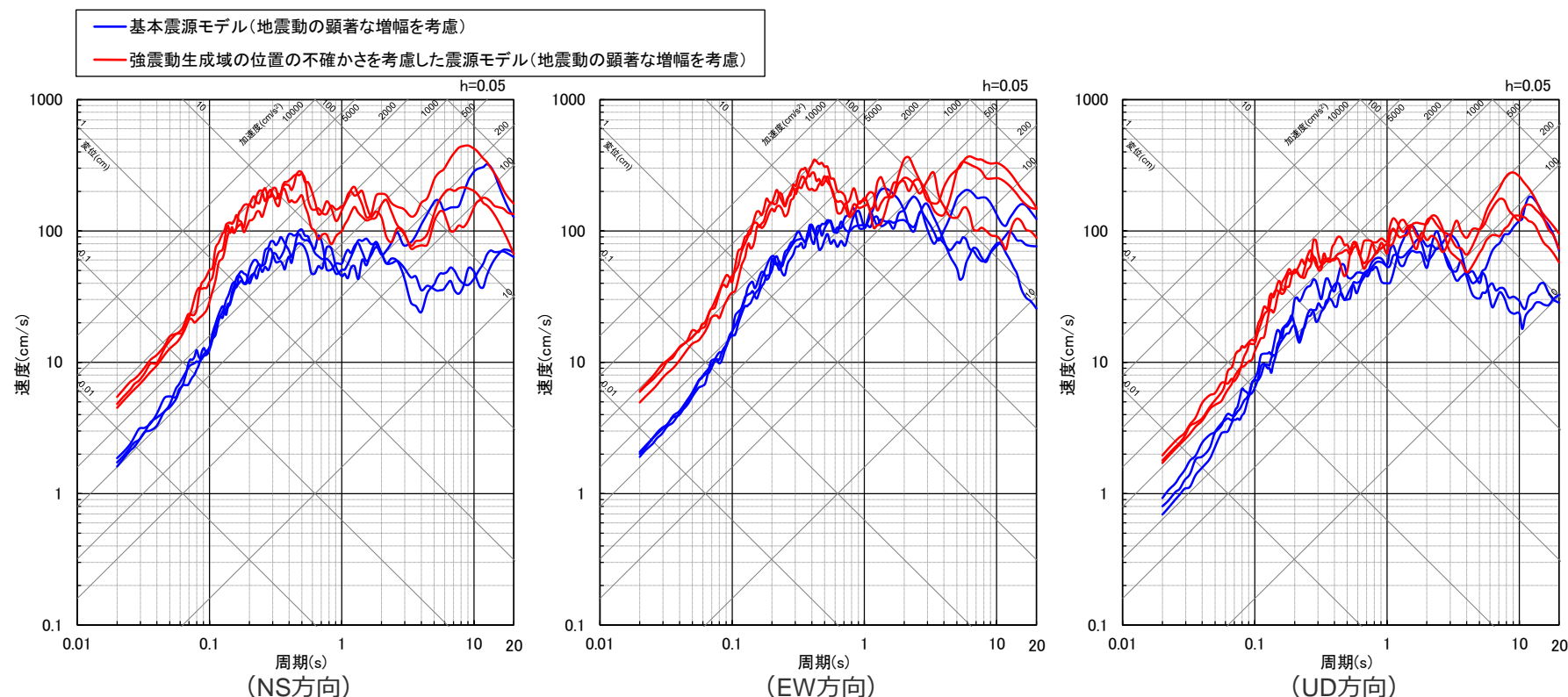
・プレート間地震の強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の設定の詳細は、補足説明資料④-36参照。

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

<3.2.4 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）>

不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の設定

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



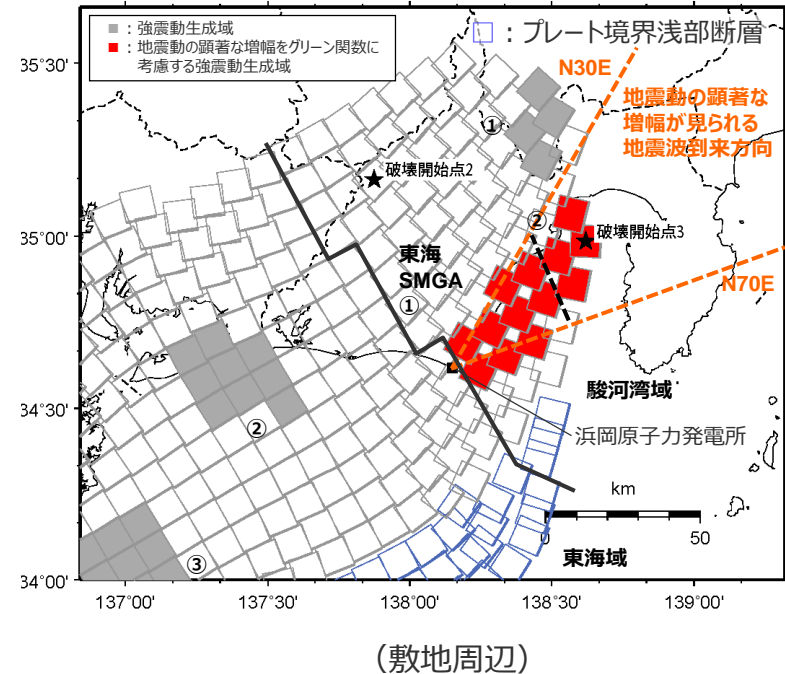
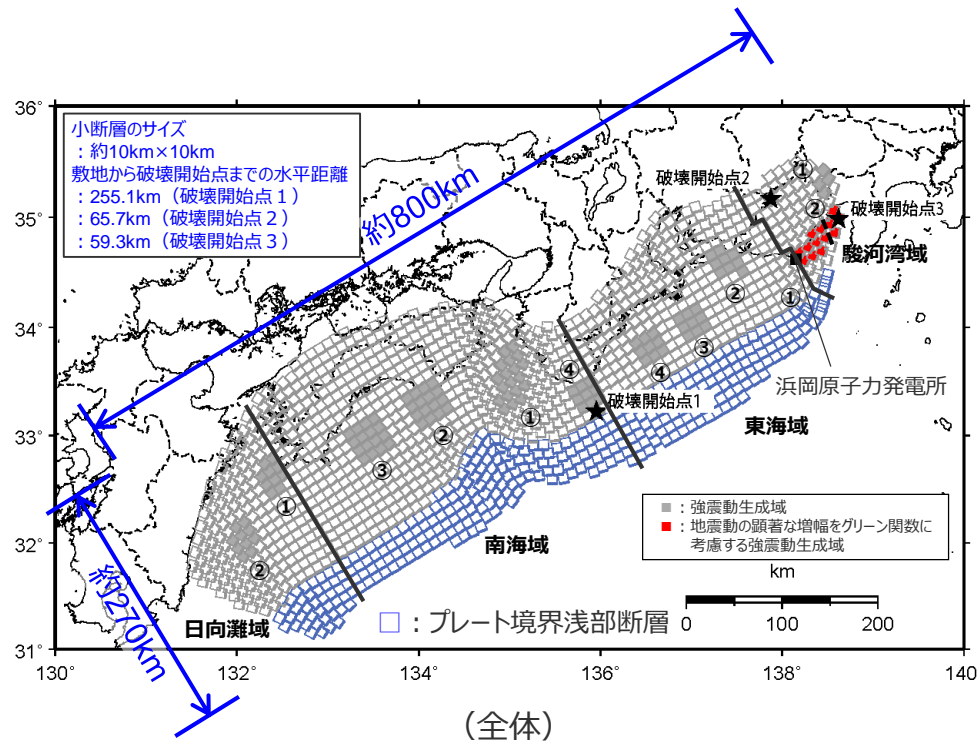
<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果の比較（応答スペクトル）>

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

<3.2.4 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）>

不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の設定

（強震動生成域の位置と地震規模の不確かさの組合せの考慮（地震動の顕著な増幅を考慮））



<強震動生成域の位置と地震規模の不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）>
 (Mw9.1の震源モデル)

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

<3.2.4 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）>

不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の設定

（強震動生成域の位置と分岐断層の強震動励起特性に係る不確かさの組合せの考慮（地震動の顕著な増幅を考慮））

プレート間地震に伴う分岐断層の代表断層（地震動の顕著な増幅を考慮）

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

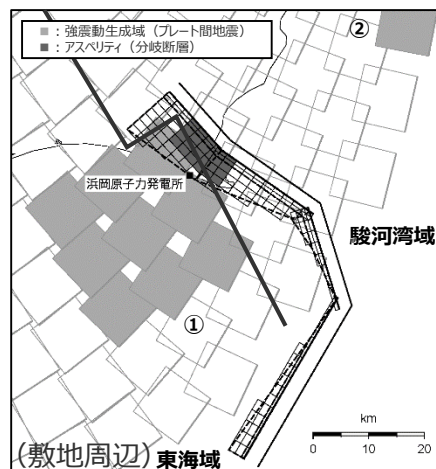
御前崎海脚東部の断層帯・牧ノ原南稜の断層の震源モデル
（地震動の顕著な増幅を考慮しない）

【断層位置】

- 活断層調査結果等に基づき設定。

【アスペリティの位置】

- 敷地に近い位置に設定。



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

【断層位置】

- 同左。

【アスペリティの位置】

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



認識論的な不確かさに分類

同じ設定

偶然的な不確かさに分類

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

（黄色）：認識論的な不確かさに分類されるもの

（緑色）：偶然的な不確かさに分類されるもの

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

<3.2.4 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）>

不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の設定

（強震動生成域の位置と分岐断層の強震動励起特性に係る不確かさの組合せの考慮（地震動の顕著な増幅を考慮））

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

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

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

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

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

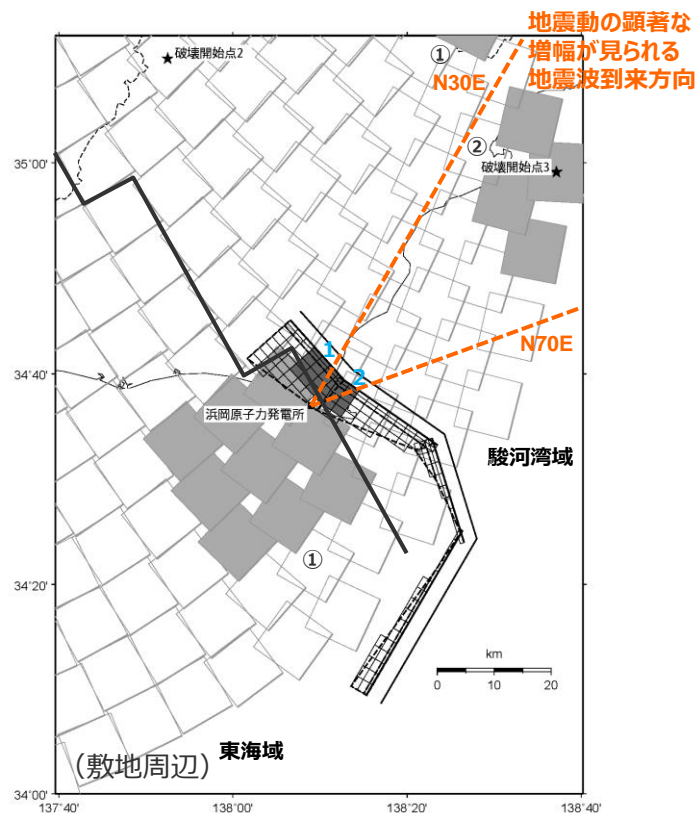
地震タイプ （代表とした分岐断層）	断層パラメータ	分類	震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）
プレート間地震に伴う分岐断層（御前崎海脚東部の断層帯・牧ノ原南稜の断層）	断層位置	認識論的な不確かさ	震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と同じ
	アスペリティの位置	偶然的な不確かさ	「地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）」を踏まえ、より保守的な評価となるよう位置を設定

<3.2.4 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）>

不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の設定

（強震動生成域の位置と分岐断層の強震動励起特性に係る不確かさの組合せの考慮（地震動の顕著な増幅を考慮））

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



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

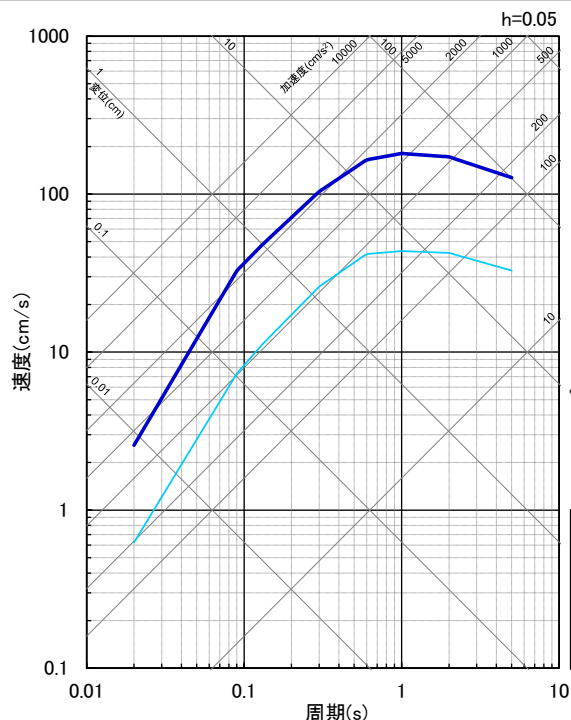
- ・ 黒字の丸数字はプレート間地震の強震動生成域のNo.、水色字の数字は分岐断層のアスペリティのNo.を表す。
- ・ --- : 東海SMGA①と駿河湾SMGA②の境界を表す。

<3.2.4 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）>

不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の設定

（強震動生成域の位置と分岐断層の強震動励起特性に係る不確かさの組合せの考慮（地震動の顕著な増幅を考慮））

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

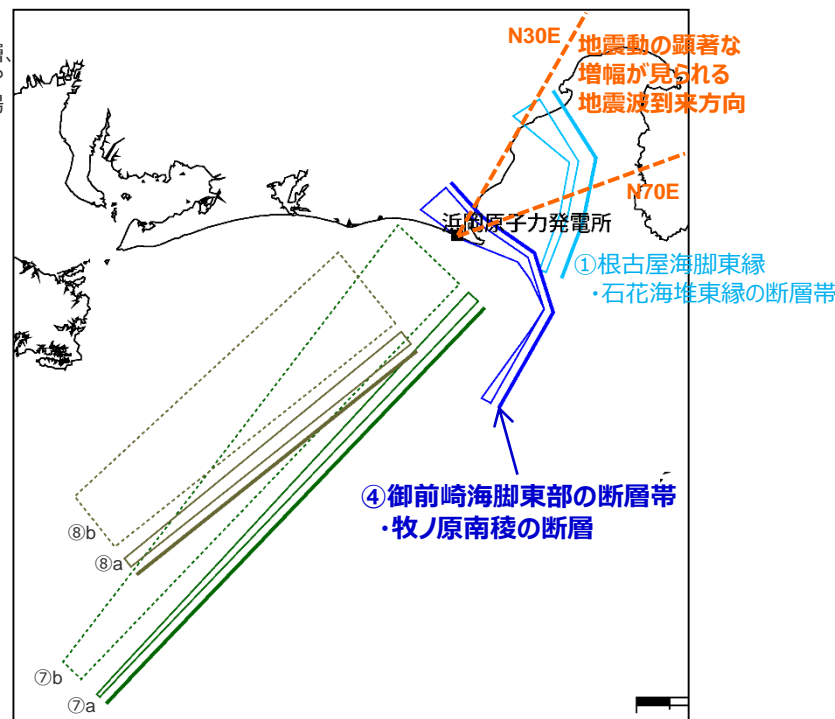


<Noda et al.(2002)による応答スペクトルの比較※1>
(プレート間地震に伴う分岐断層)

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

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

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



<活断層の位置図※2>

※1 Xeqは、等価震源距離 (km) を表す。

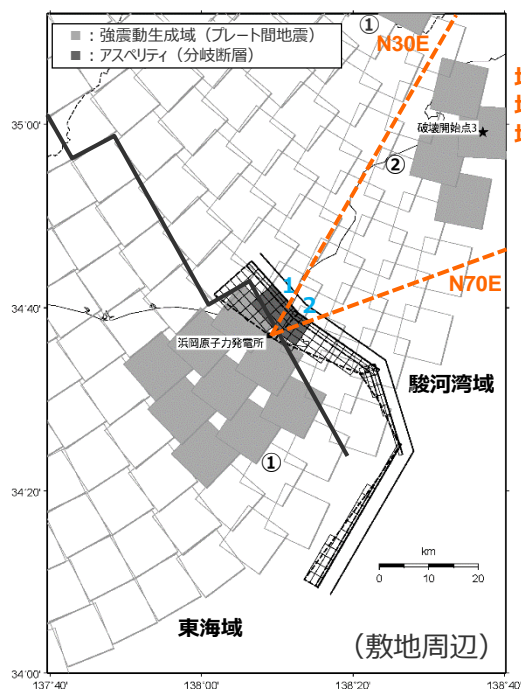
※2 図中の太実線は、活断層評価に基づく地表断層のトレスを表す。

<3.2.4 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）>

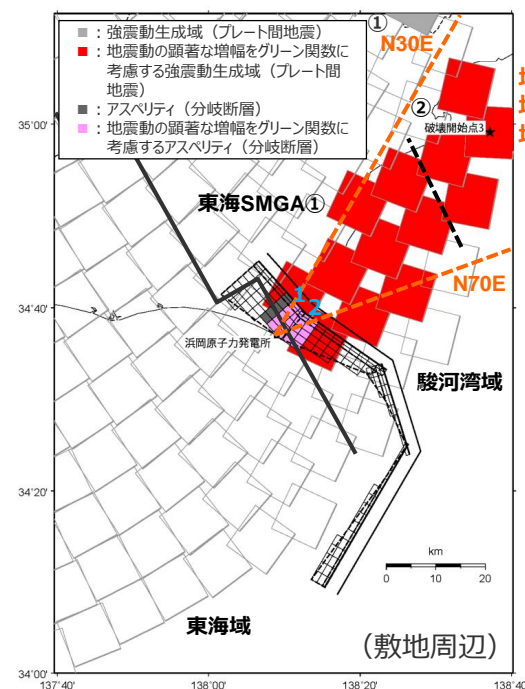
不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の設定

（強震動生成域の位置と分岐断層の強震動励起特性に係る不確かさの組合せの考慮（地震動の顕著な増幅を考慮））

- 御前崎海脚東部の断層帯・牧ノ原南稜の断層について、断層位置は認識論的な不確かさに分類され、アスペリティの位置は偶然的な不確かさに分類される。
- これらを踏まえ、御前崎海脚東部の断層帯・牧ノ原南稜の断層の震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）は、敷地近傍を含めて地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）にアスペリティが位置するよう、アスペリティの形状を変更して設定する（地震動の顕著な増幅を考慮するアスペリティの小断層の設定は後述（p.381）参照）。



地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向



地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向

<震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>

<震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）>

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

<3.2.4 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）>

不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の設定

（強震動生成域の位置と分岐断層の強震動励起特性に係る不確かさの組合せの考慮（地震動の顕著な増幅を考慮））

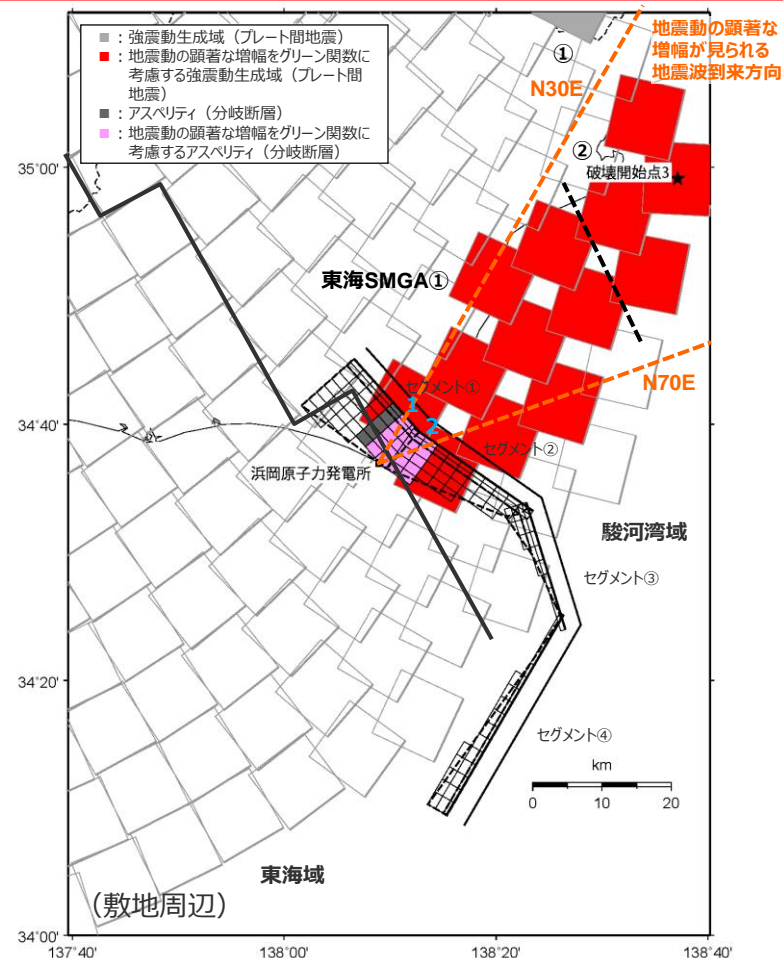
- 震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の設定方針及び震源断層パラメータは、震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と同じとする。

【設定方針】

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

【震源断層パラメータ】

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



<震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）>

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

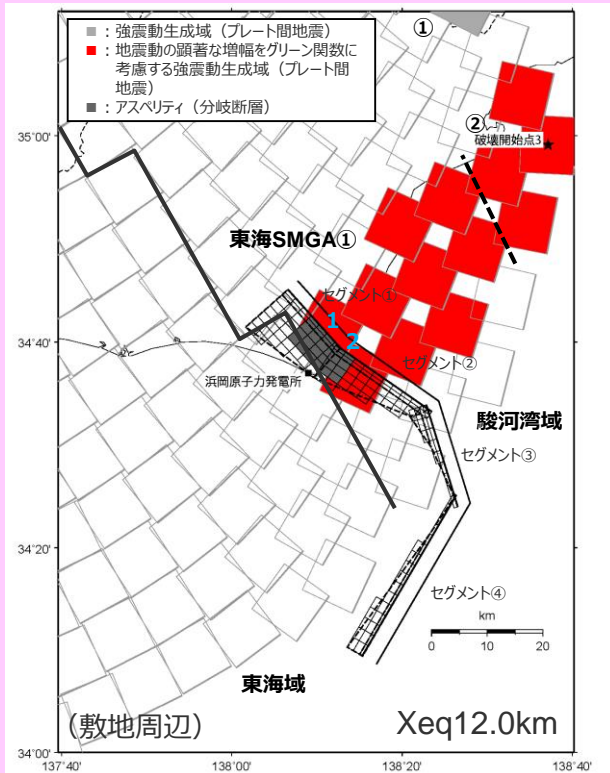
・分岐断層の強震動励起特性に係る不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の震源モデル図及び震源断層パラメータは、補足説明資料③p.89~参照。

<3.2.4 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）>

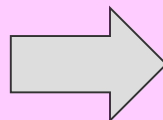
不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の設定

（強震動生成域の位置と分岐断層の強震動励起特性に係る不確かさの組合せの考慮（地震動の顕著な増幅を考慮））

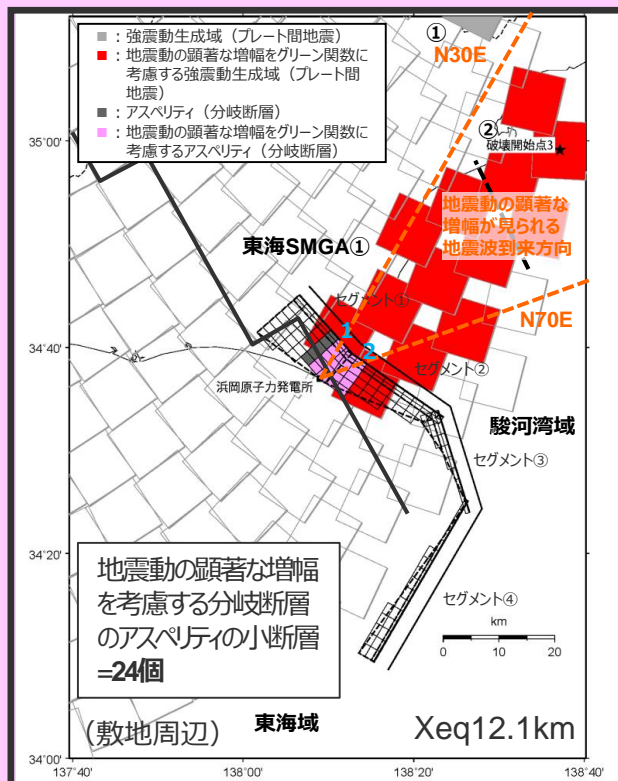
- 分岐断層（御前崎海脚東部の断層帯・牧ノ原南稜の断層）（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の敷地近傍を含めて地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）にアスペリティが位置するよう新たに設定した分岐断層の震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）について、地震動の顕著な増幅は、地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）にあるアスペリティの小断層に考慮する。
- 具体的には、敷地における地震動の増幅特性の分析の結果、地震波の入射角が鉛直下方に近づく敷地近傍は、地震動の顕著な増幅は見られない傾向はあるものの、地震動に与える影響が大きいことを重視し、保守的な評価となるよう、敷地から北北東方向にあるアスペリティの小断層の全てに対し地震動の顕著な増幅を考慮することにより、敷地近傍を含めて地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）にあるアスペリティの小断層に地震動の顕著な増幅を考慮するとともに、敷地近傍において地震動の顕著な増幅を考慮する小断層の範囲が地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）より広い設定とする。
- 地震動の顕著な増幅を考慮するアスペリティの小断層の設定の保守性は、後述（p.385）参照。



<分岐断層の震源モデル
（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>



地震動の顕著な増幅を考慮するアスペリティの小断層の数が最大となるようにアスペリティの形状を変更。



<分岐断層の震源モデル
（地震動の顕著な増幅を考慮）>

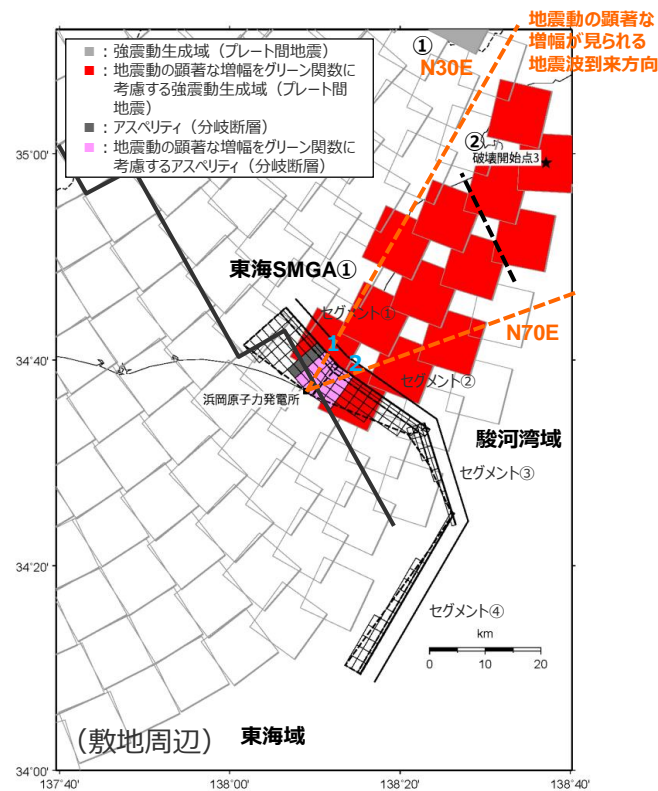
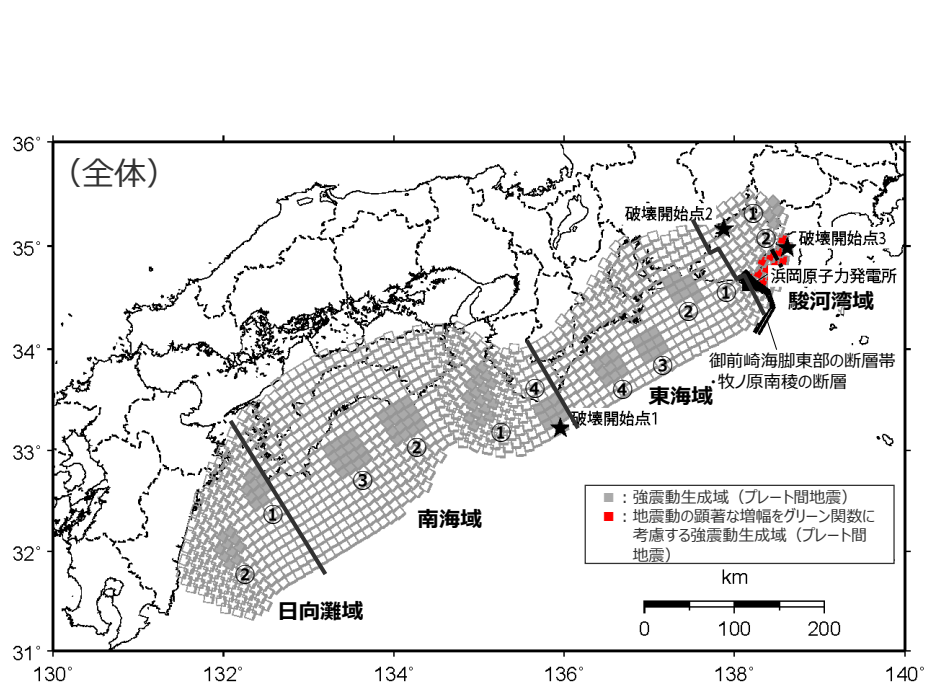
・ 黒字の丸数字はプレート間地震の強震動生成域のNo.、水色字の数字は分岐断層のアスペリティのNo.を表す。
 ・ ---：東海SMGA①と駿河湾SMGA②の境界を表す。
 ・ 下線 () は、一部修正箇所を示す。

<3.2.4 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）>

不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の設定

（強震動生成域の位置と分岐断層の強震動励起特性に係る不確かさの組合せの考慮（地震動の顕著な増幅を考慮））

- プレート間地震の震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）は、前述のプレート間地震の強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）と同じ設定とする。
- 分岐断層（御前崎海脚東部の断層帯・牧ノ原南稜の断層）の震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）は、前述のとおり設定する。



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

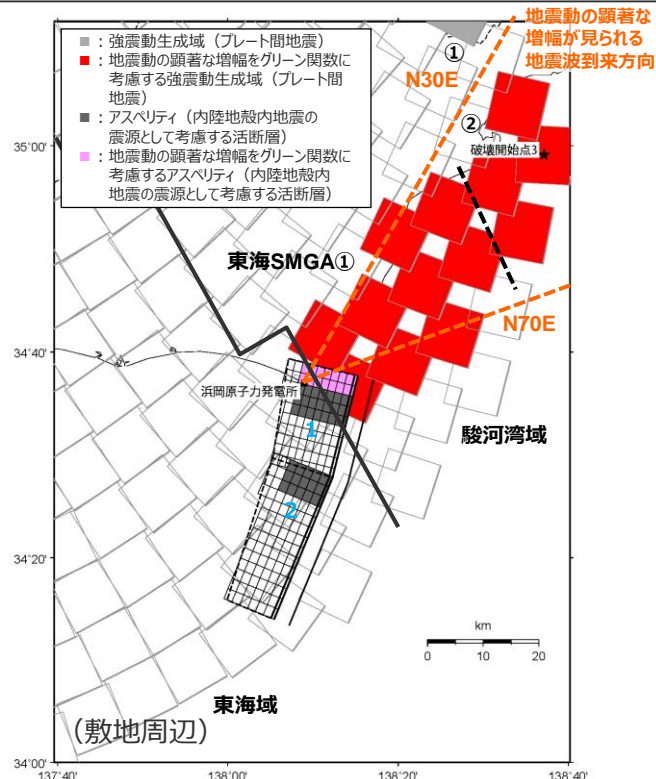
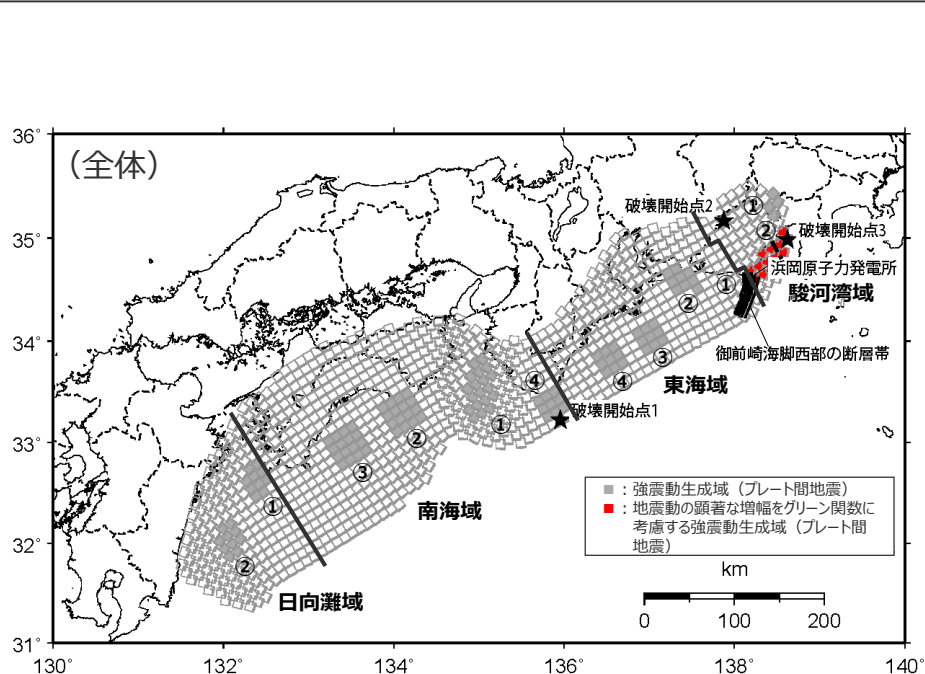
- ・ 黒字の丸数字はプレート間地震の強震動生成域のNo.、水色字の数字は分岐断層のアスベリティのNo.を表す。
- ・ - - - : 東海SMGA①と駿河湾SMGA②の境界を表す。

<3.2.4 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）>

不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の設定

（強震動生成域の位置と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層への破壊伝播に係る不確かさの組合せの考慮（地震動の顕著な増幅を考慮））

- プレート間地震の震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）は、前述のプレート間地震の強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）と同じ設定とする。
- 御前崎海脚西部の断層帯の震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）は、前述の御前崎海脚西部の断層帯による地震の各不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）と同じ設定とする。



<強震動生成域の位置と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層（御前崎海脚西部の断層帯）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）>

（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を用いた場合の例）

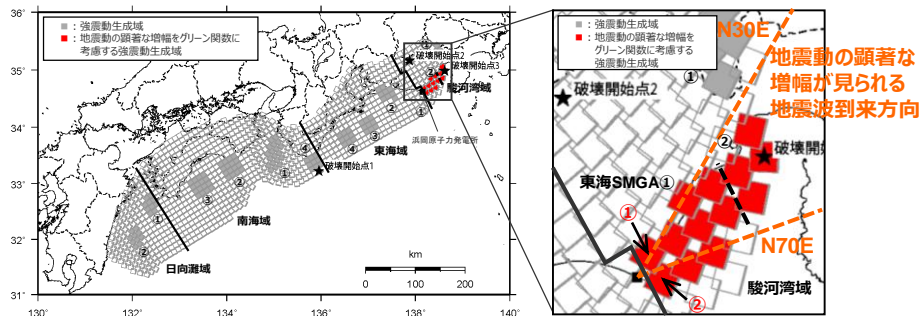
- ・ 黒字の丸数字はプレート間地震の強震動生成域のNo.、水色字の数字は内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層のアスペリティのNo.を表す。
- ・ - - - : 東海SMGA①と駿河湾SMGA②の境界を表す。

・ 当該連動ケースで用いる御前崎海脚西部の断層帯の断層傾斜角の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の設定の詳細は、補足説明資料④-35参照。

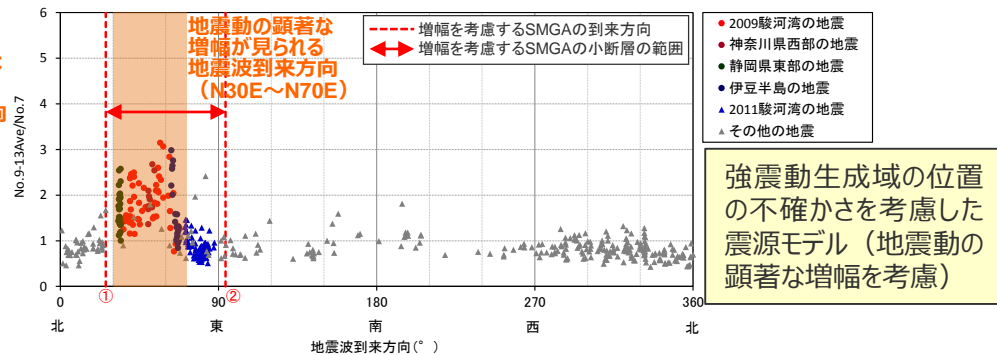
<3.2.4 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）>

不確かさ及び不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の設定
（地震動の顕著な増幅を考慮する強震動生成域の小断層の範囲の設定）

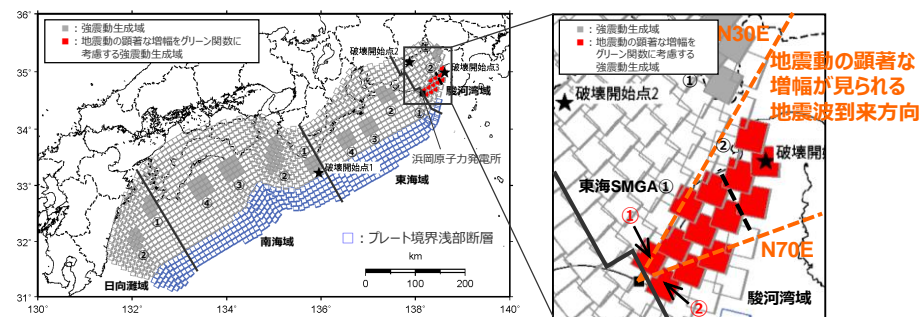
○地震動の顕著な増幅を考慮する強震動生成域の小断層（■で示す小断層）の範囲については、地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）より広く、保守的な設定となっている。



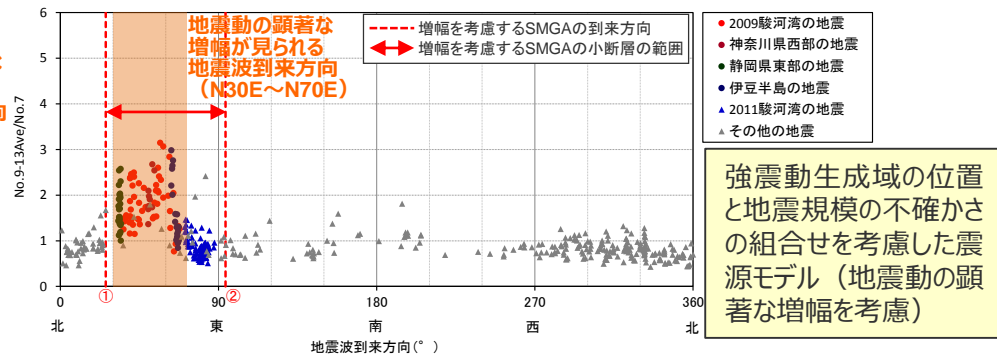
震源モデル図（全体） 震源モデル図（SMGA拡大）



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



震源モデル図（全体） 震源モデル図（SMGA拡大）



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

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

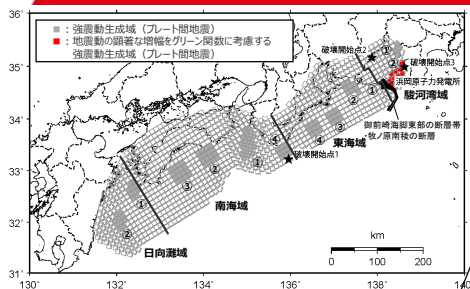
強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）

強震動生成域の位置と地震規模の不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）

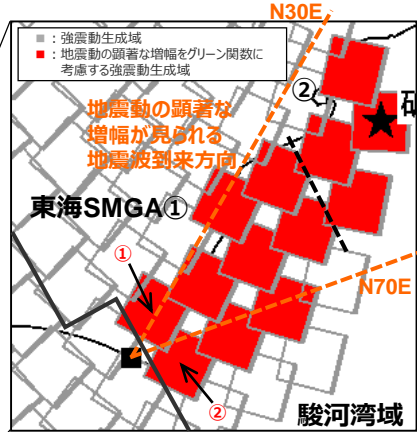
<3.2.4 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）>

不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の設定
（地震動の顕著な増幅を考慮する強震動生成域の小断層の範囲の設定）

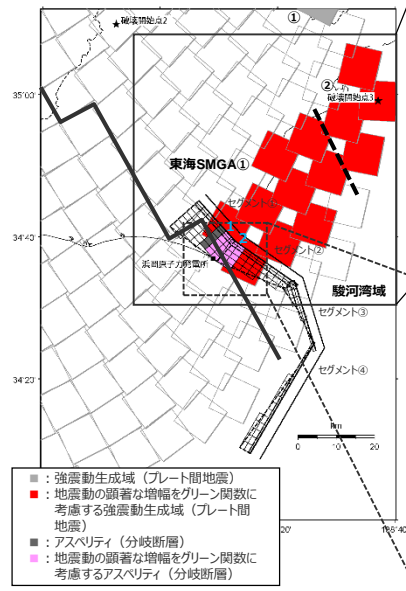
○地震動の顕著な増幅を考慮する強震動生成域及びアスペリティの小断層（■で示す小断層）の範囲については、地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）より広く、保守的な設定となっている。



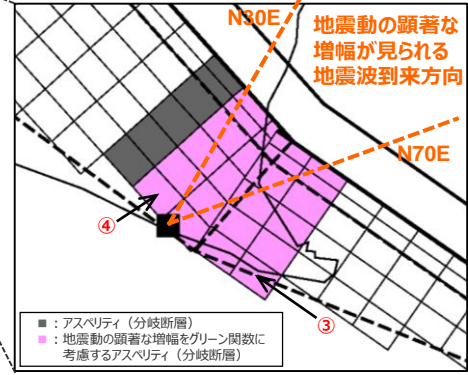
（全体）



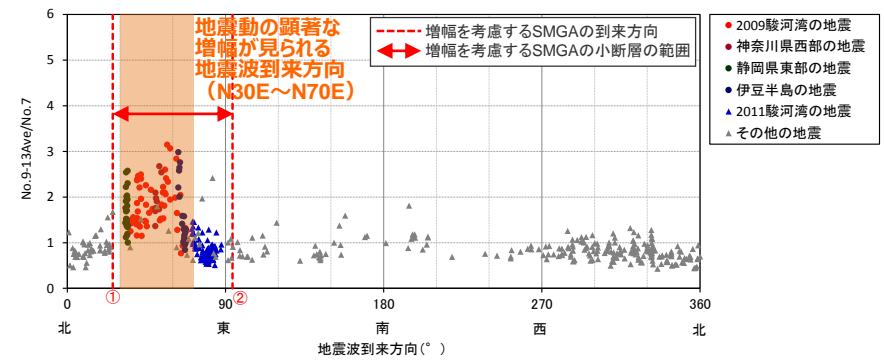
（プレート間地震の強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）のみ拡大）



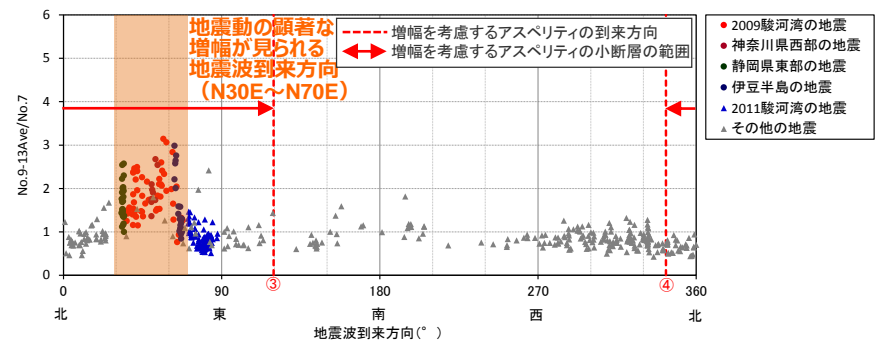
（敷地周辺）



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



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



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

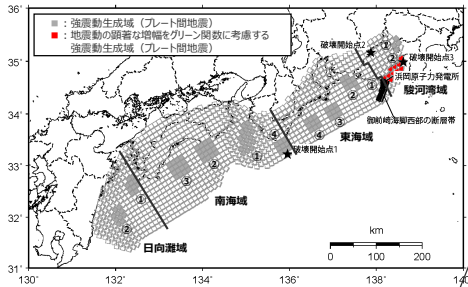
震源モデル図（地震動の顕著な増幅を考慮）のみ拡大
5号戸周辺観測点における各地震の地震波到来方向毎の振幅比（No.7基準）と強震動生成域及びアスペリティの小断層の地震波到来方向との関係

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

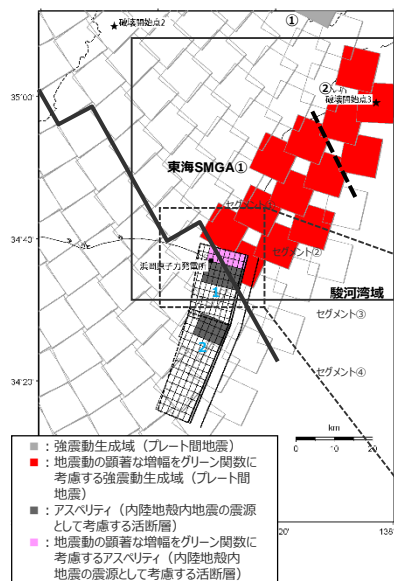
<3.2.4 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）>

不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の設定
（地震動の顕著な増幅を考慮する強震動生成域の小断層の範囲の設定）

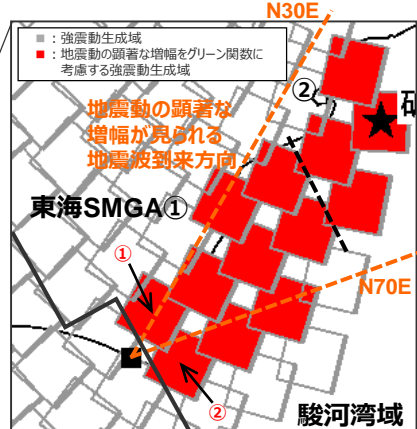
○地震動の顕著な増幅を考慮する強震動生成域及びアスペリティの小断層（■で示す小断層）の範囲については、地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）より広く、保守的な設定となっている。



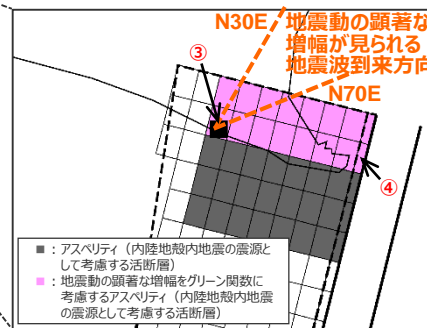
(全体)



(敷地周辺)

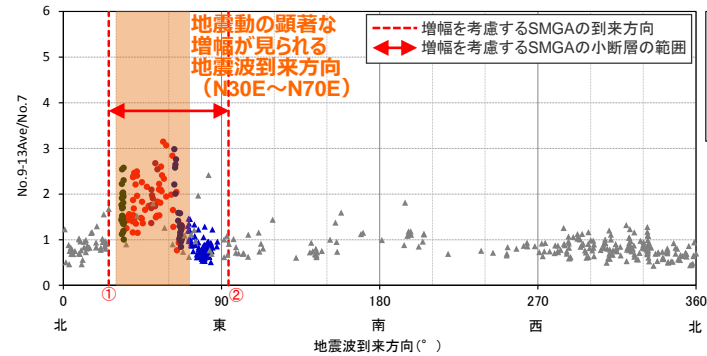


(プレート間地震の強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮)のみ拡大)

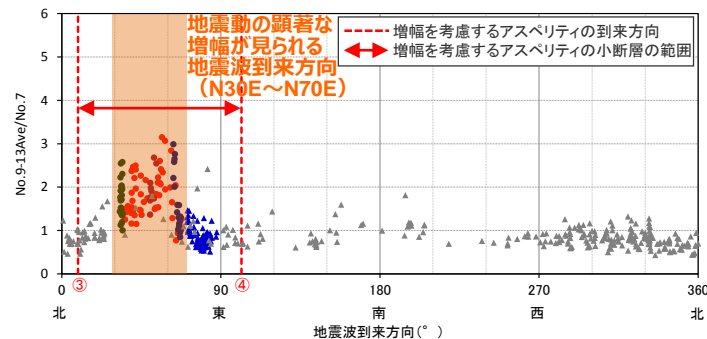


(御前崎海脚西部の断層帯のアスペリティの応力降下量の不確かさを考慮した震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮)のみ拡大)

震源モデル図



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



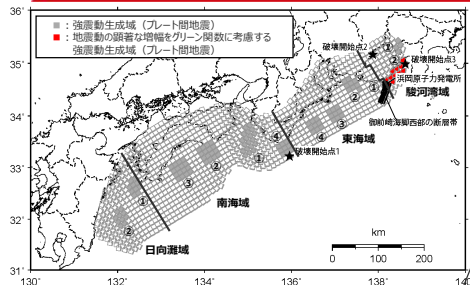
(御前崎海脚西部の断層帯のアスペリティの応力降下量の不確かさを考慮した震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮))

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

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

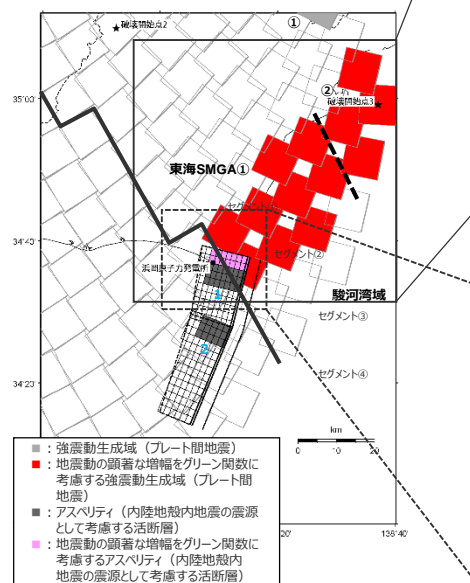
<3.2.4 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）>

不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の設定
（地震動の顕著な増幅を考慮する強震動生成域の小断層の範囲の設定）

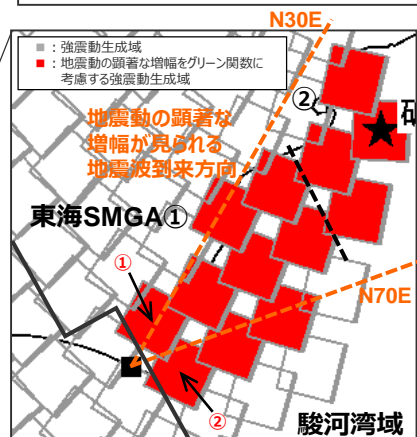


(全体)

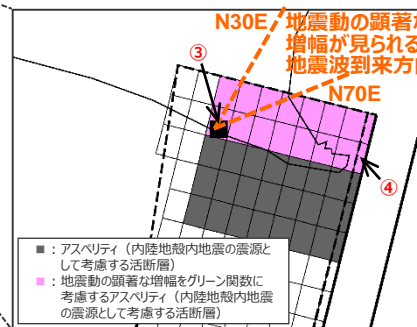
○地震動の顕著な増幅を考慮する強震動生成域及びアスペリティの小断層（■で示す小断層）の範囲については、地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）より広く、保守的な設定となっている。



(敷地周辺)

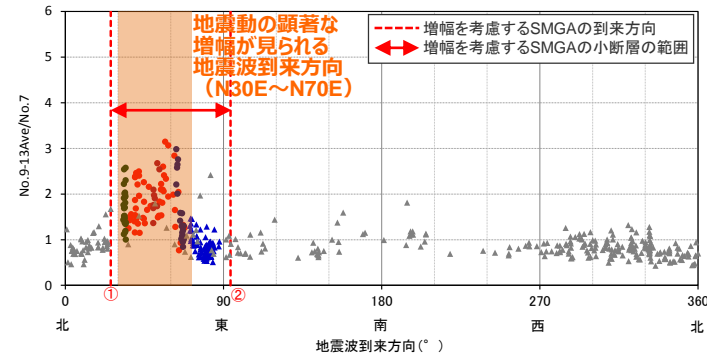


(プレート間地震の強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮)のみ拡大)

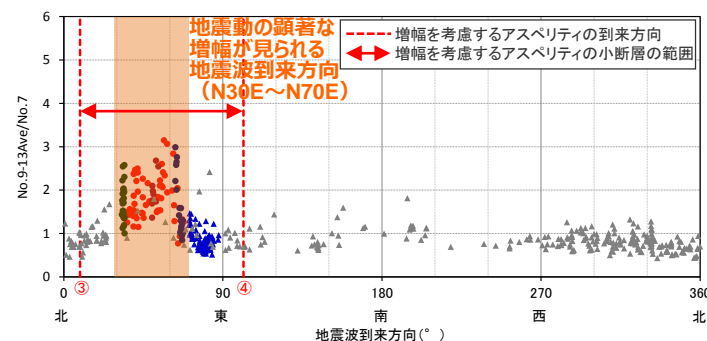


(御前崎海脚西部の断層帯の破壊伝播速度の不確かさを考慮した震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮)のみ拡大)

震源モデル図



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



(御前崎海脚西部の断層帯の破壊伝播速度の不確かさを考慮した震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮))

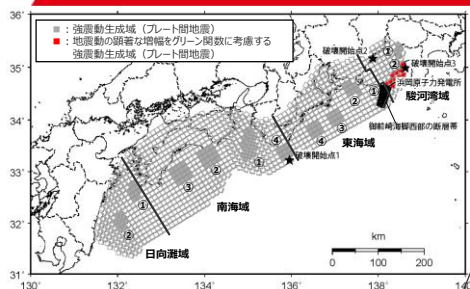
5号炉周辺観測点における各地震の地震波到来方向毎の振幅比（No.7基準）と強震動生成域及びアスペリティの小断層の地震波到来方向との関係

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

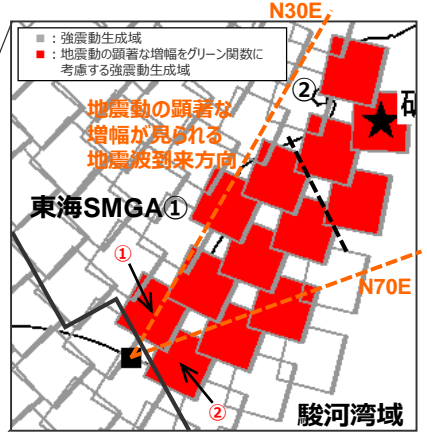
<3.2.4 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）>

不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の設定
（地震動の顕著な増幅を考慮する強震動生成域の小断層の範囲の設定）

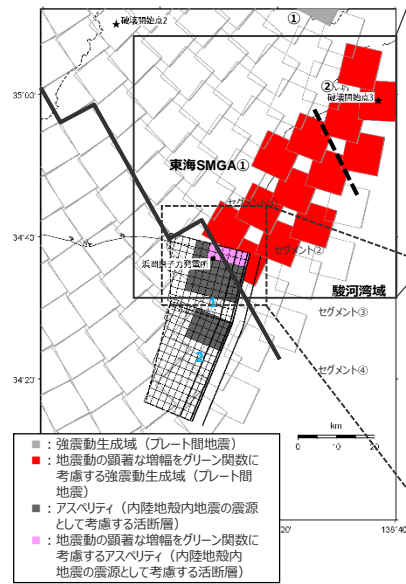
○地震動の顕著な増幅を考慮する強震動生成域及びアスペリティの小断層（■で示す小断層）の範囲については、地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）より広く、保守的な設定となっている。



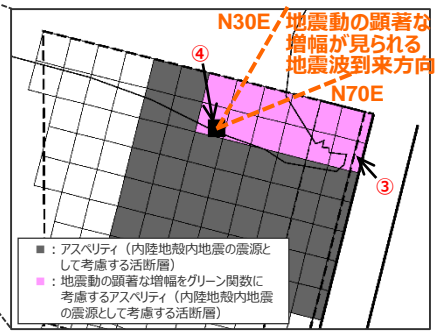
(全体)



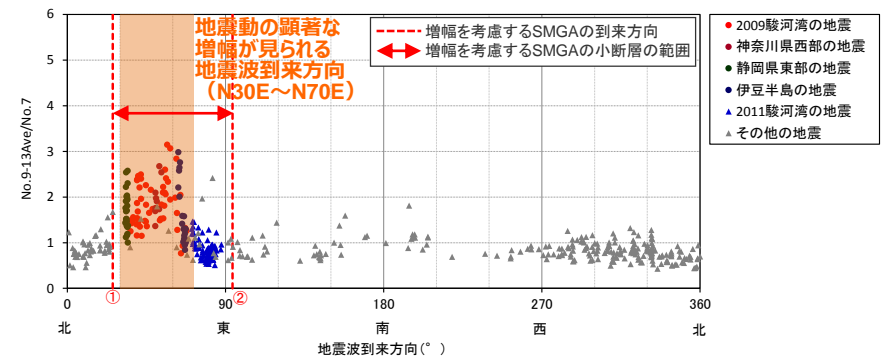
(プレート間地震の強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮)のみ拡大)



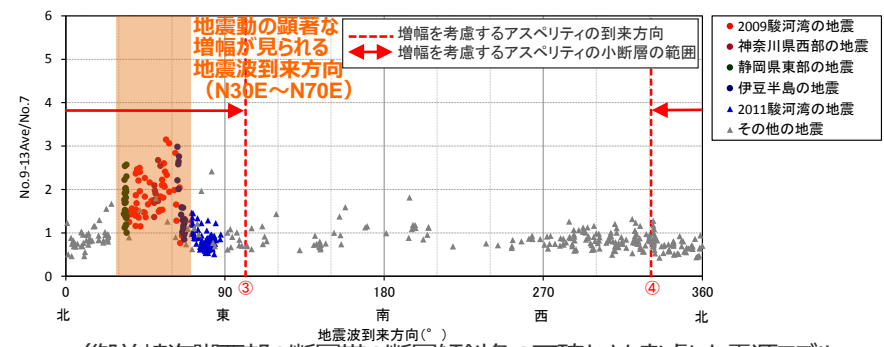
(敷地周辺)



(御前崎海淵西部の断層帯の断層傾斜角の不確かさを考慮した震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮)のみ拡大)
震源モデル図



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



(御前崎海淵西部の断層帯の断層傾斜角の不確かさを考慮した震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮))

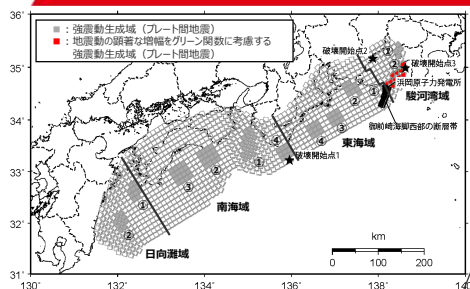
5号炉周辺観測点における各地震の地震波到来方向毎の振幅比 (No.7基準) と強震動生成域及びアスペリティの小断層の地震波到来方向との関係

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

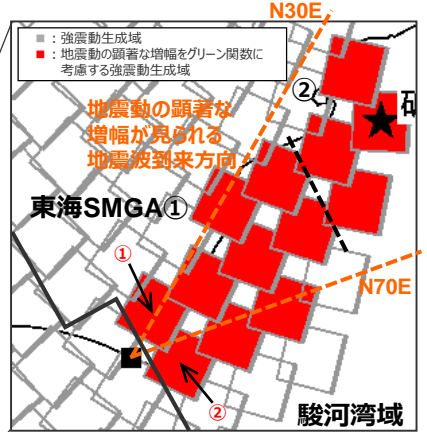
<3.2.4 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）>

不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の設定
（地震動の顕著な増幅を考慮する強震動生成域の小断層の範囲の設定）

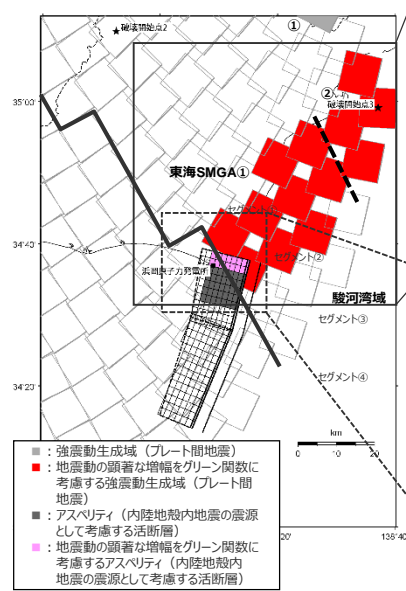
○地震動の顕著な増幅を考慮する強震動生成域及びアスペリティの小断層（■で示す小断層）の範囲については、地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）より広く、保守的な設定となっている。



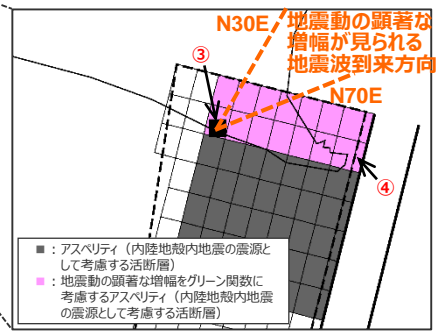
(全体)



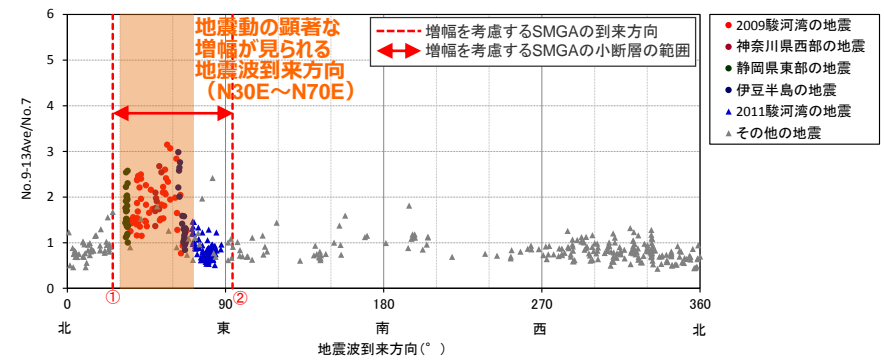
(プレート間地震の強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮)のみ拡大)



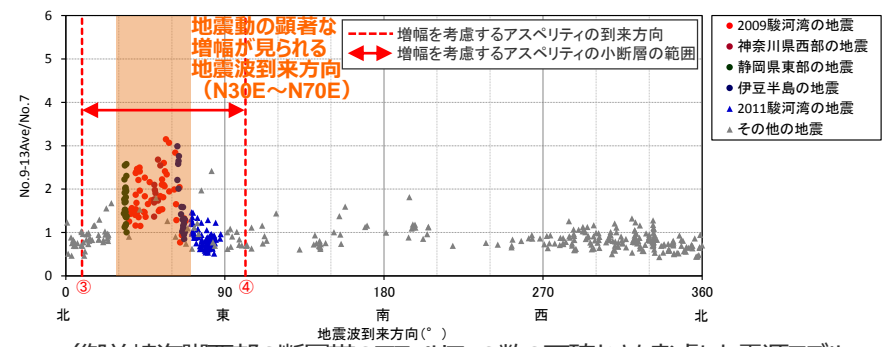
(敷地周辺)



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



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



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

震源モデル図

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

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

地震動評価手法（評価方針）

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

【応答スペクトルに基づく地震動評価】

- 岩盤における観測記録に基づいて提案された距離減衰式で、解放基盤表面における水平方向及び鉛直方向の地震動の応答スペクトルを評価することができるNoda et al.(2002)の方法を用いる。
- Noda et al.(2002)の方法を用いるに当たっては、適用条件、適用範囲を検討した上で、距離減衰式が適切に選定されていることを確認する。また、適用範囲外と判断される震源モデルについては、その他の方法の適用条件、適用範囲を検討する。
- 領域区分は、①駿河湾域＋東海域＋南海域＋日向灘域に加え、②駿河湾域＋東海域＋南海域、③駿河湾域＋東海域、④東海域、⑤駿河湾域の各ケースを対象とする。地震規模Mjは佐藤(1989)で設定し、Mj8.5を超える震源モデルは、Mj8.5とする。
- 連動ケースについては、応答スペクトルに基づく地震動評価ではなく、この破壊過程がより適切に反映できると考えられる断層モデルを用いた手法による地震動評価を行う。
- 地震動の顕著な増幅は、震源モデル毎に、地震動の顕著な増幅を考慮する場合と考慮しない場合について、断層モデルを用いた手法による地震動評価を行い、これらの結果による増幅係数（応答スペクトル比：「地震動の顕著な増幅を考慮する場合の平均応答スペクトル（各破壊開始点の平均）」／「地震動の顕著な増幅を考慮しない場合の平均応答スペクトル（各破壊開始点の平均）」）を算出し、応答スペクトルに基づく地震動評価結果（地震動の顕著な増幅を考慮しない）に乗じることで考慮する。

【断層モデルを用いた手法による地震動評価】

- 一次元地下構造モデル※¹の妥当性を確認した統計的グリーン関数法（短周期領域）と波数積分法（長周期領域）によるハイブリッド合成法※²を用いる。
- ハイブリッド合成法に関しては、強震動予測レシピに基づき、理論的手法の精度の限界及び半経験的手法の有効性を考慮して接続周期の設定等を行い、強震動予測結果の検証として、距離減衰式を用いた推定値との比較等を行う。
- 地震動の顕著な増幅※³は、統計的グリーン関数法において算定する解放基盤表面位置のグリーン関数に増幅係数に乗じることで考慮する。

・応答スペクトルに基づく地震動評価は主に巨視的断層パラメータによる影響を、断層モデルを用いた手法による地震動評価は主に微視的断層パラメータによる影響を確認することができるため、これらの特徴等を踏まえて、検討用地震毎に地震動評価を行う。

※1：一次元地下構造モデルは、地震観測記録を用いて推定した地盤モデルに基づく地盤増幅率、敷地の観測記録（2009年駿河湾の地震の観測記録、Coda波部HVスペクトル及び微動アレイ観測による分散曲線）との比較・検討を行い、その妥当性を確認している（補足説明資料④-11参照）。

※2：統計的グリーン関数法と波数積分法によるハイブリッド合成法を用いるに当たっては、適切な要素地震が得られている海洋プレート内地震の基本震源モデルを対象として、経験的グリーン関数法と波数積分法によるハイブリッド合成法に基づく地震動評価結果との比較・検討を行い、評価手法の代表性を確認している（補足説明資料④-33参照）。

※3：地震動の顕著な増幅の地震動評価への反映方法については、増幅の程度が最も大きい2009年駿河湾の地震（本震）を対象とした5号炉の観測記録の再現検討、プレート間地震を対象とした浅部三次元地下構造モデルを用いた地震動評価結果との比較・検討を行い、その妥当性を確認している（p.294...、補足説明資料④-39参照）。

応答スペクトルに基づく地震動評価

（評価方針）

- ・基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）
- ・強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）
- ・強震動生成域の位置と地震規模の不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）

【応答スペクトルに基づく地震動評価の評価方針】

- 基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）、強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）及び強震動生成域の位置と地震規模の不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）は、岩盤における観測記録に基づいて提案された距離減衰式で、解放基盤表面における水平方向及び鉛直方向の地震動の応答スペクトルを評価することができるNoda et al.(2002)の方法を用いて応答スペクトルに基づく地震動評価を行う。
- 上記の検討用地震の各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）は、駿河湾域、東海域、南海域及び日向灘域で設定されている。そこで、①駿河湾域＋東海域＋南海域＋日向灘域に加え、②駿河湾域＋東海域＋南海域、③駿河湾域＋東海域、④東海域、⑤駿河湾域の各ケースについても、地震規模と等価震源距離を算出し、Noda et al.(2002)の適用性検討を行った上で、地震動評価を行い、それらのうち、敷地への影響が最も大きい評価結果を、その震源モデルの応答スペクトルに基づく地震動評価結果として採用する。
- 強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）は、東海域に位置する東海SMGA①を、保守的な評価となるよう、敷地近傍を含めて駿河湾域の地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）に集約して設定しており、強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）では2つの領域（③駿河湾域＋東海域）を最小の評価対象領域とする。

<3.2.4 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）>

応答スペクトルに基づく地震動評価

（評価方針）

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

【応答スペクトルに基づく地震動評価の評価方針】

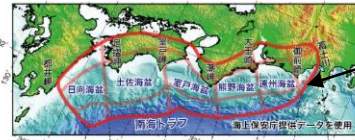
- 強震動生成域の位置と分岐断層の強震動励起特性に係る不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）は、プレート境界面の破壊に伴い、受動的に分岐断層が破壊しても、強震動励起に及ぼす影響が小さいと考えられるものの、分岐断層が強震動を励起すると想定している（補足説明資料④-12参照）。
- また、強震動生成域の位置と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層への破壊伝播に係る不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）は、プレート境界面の破壊が外縁隆起帯のトラフ側斜面の付加体内に分布する分岐断層に伝播する活動の繰り返しにより、外縁隆起帯等の顕著な地形的高まりが形成されており、陸側のより古い付加体内に分布し、顕著な地形的高まりとの関連が認められない内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層にプレート境界面の破壊が伝播する可能性は低いと考えられるが、プレート間地震の震源断層の破壊が内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層に伝播すると想定している（補足説明資料④-13参照）。
- Noda et al.(2002)等の距離減衰式の作成・検証に用いられた地震のデータベースには、上記の破壊過程で生じた地震は含まれないと考えられ、これらの震源モデルについては、応答スペクトルに基づく地震動評価ではなく、この破壊過程がより適切に反映できると考えられる断層モデルを用いた手法による地震動評価を行う。

余白

<3.2.4 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）>

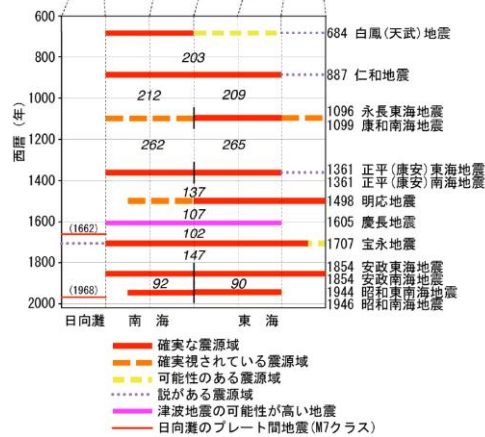
応答スペクトルに基づく地震動評価

（評価方針）

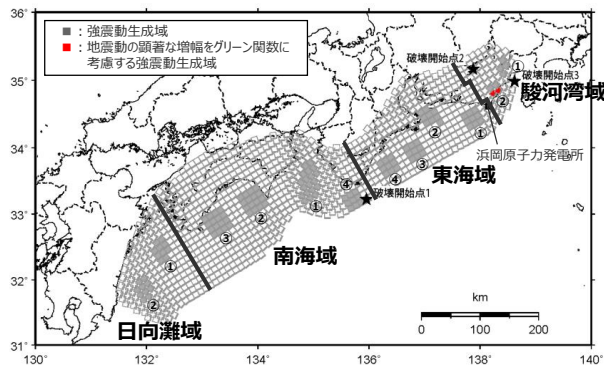


「最大クラスの地震」の震源域

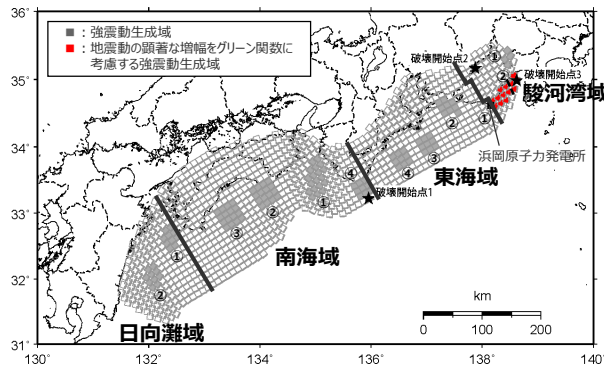
- 検討用地震の各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）は、以下のとおり。
- 駿河湾域、東海域、南海域、日向灘域といった領域区分は、過去地震等との関係を踏まえ設定された地震調査委員会(2013)と整合的である。



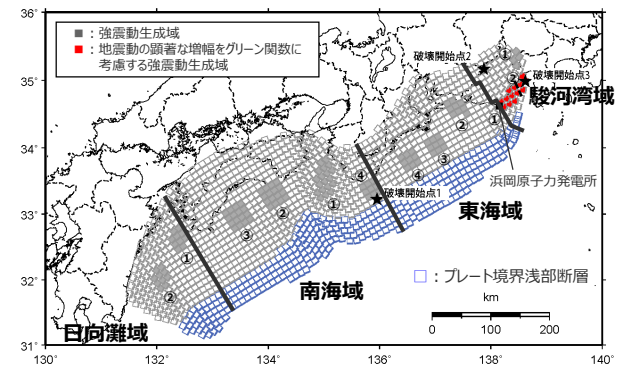
<過去地震や想定地震と領域区分との関係>
(地震調査委員会(2013)に図の説明
「最大クラスの地震」の震源域)を加筆)



<基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の領域区分>



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



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

・黒字の丸数字はプレート間地震の強震動生成域のNo.を表す。
 ・各震源モデルの拡大図は、補足説明資料③p.79,82,85参照。
 ・-----: 東海SMGA①と駿河湾SMGA②の境界を表す。

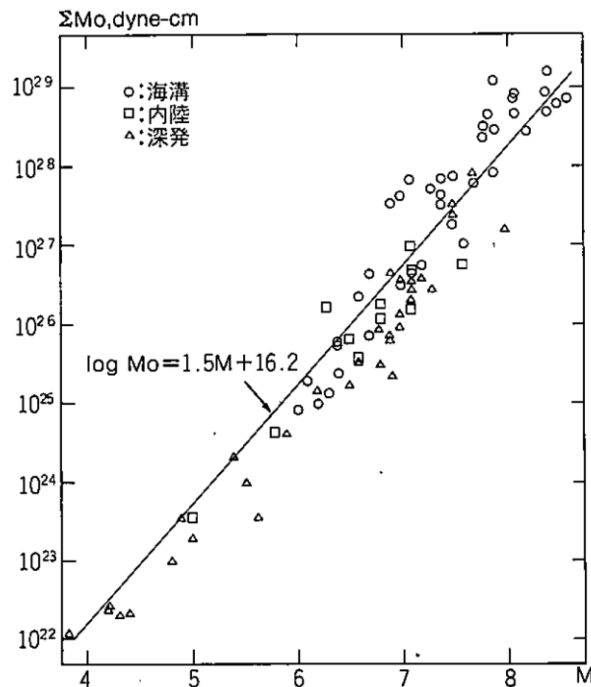
<3.2.4 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）>

応答スペクトルに基づく地震動評価

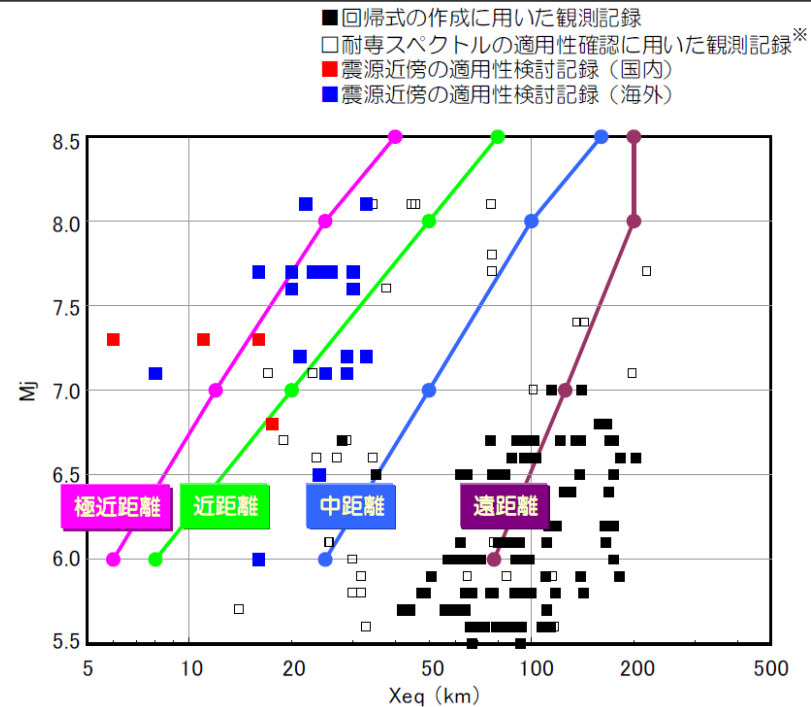
（評価方針（地震規模の算出方法））

評価方針（地震規模の算出方法）は地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価と同じ

- 地震規模M_jについては、武村(1990)において「気象庁マグニチュードないしはそれとほぼ同等のマグニチュードと考えられる」とされている佐藤(1989)の地震規模Mと地震モーメントM₀との関係式（ $M=(\log(M_0 \times 10^7)-16.2)/1.5$ 、各領域区分の地震モーメントM₀は、震源断層パラメータに示された領域毎の地震モーメントM₀を足し合せて算出）に基づいて算出する。
- ただし、2011年東北地方太平洋沖地震の強震観測記録において距離減衰式から求められるM_wは8.2~8.3程度であり、全体の断層運動により求められる地震の規模M_w9.0に比べて小さいとされていること、Noda et al.(2002)の適用範囲の地震の最大規模がM_j8.5であることを踏まえ、佐藤(1989)に基づき算出した地震規模がM_j8.5を超える震源モデルは、M_j8.5としてNoda et al.(2002)の方法による地震動評価を行う。



<地震規模Mと地震モーメントM₀の関係>
(佐藤(1989)による)



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

※ 耐専スペクトルとNoda et al.(2002)は同じ距離減衰式である。

<3.2.4 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）>
応答スペクトルに基づく地震動評価
 （Noda et al.(2002)の適用性検討（まとめ））

＜検討用地震の震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）における
 Noda et al.(2002)の適用性検討（まとめ）＞

震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）	領域区分	地震規模 Mj	等価震源距離 Xeq(km)	Noda et al. (2002)の適用性
基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）	①駿河湾域+東海域+南海域+日向灘域	8.5	130.1	○
	②駿河湾域+東海域+南海域	8.5	124.6	○
	③駿河湾域+東海域	8.5	64.2	○
	④東海域	8.5	67.7	○
	⑤駿河湾域	7.9	41.2	○
強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）※	①駿河湾域+東海域+南海域+日向灘域	8.5	109.1	○
	②駿河湾域+東海域+南海域	8.5	104.4	○
	③駿河湾域+東海域	8.5	53.4	○
強震動生成の位置と地震規模の不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）※	①駿河湾域+東海域+南海域+日向灘域	8.5	115.9	○
	②駿河湾域+東海域+南海域	8.5	111.3	○
	③駿河湾域+東海域	8.5	57.9	○

※東海域に位置する東海SMGA①を、保守的な評価となるよう、敷地近傍を含めて駿河湾域の地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）に集約して設定しており、2つの領域（③駿河湾域+東海域）を最小の領域区分とした震源モデル

各領域区分の比較の結果、地震動レベルが最も大きいもの。

○：適用範囲内 ×：適用範囲外

・各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の適用性検討の詳細は、補足説明資料③p.107～参照。

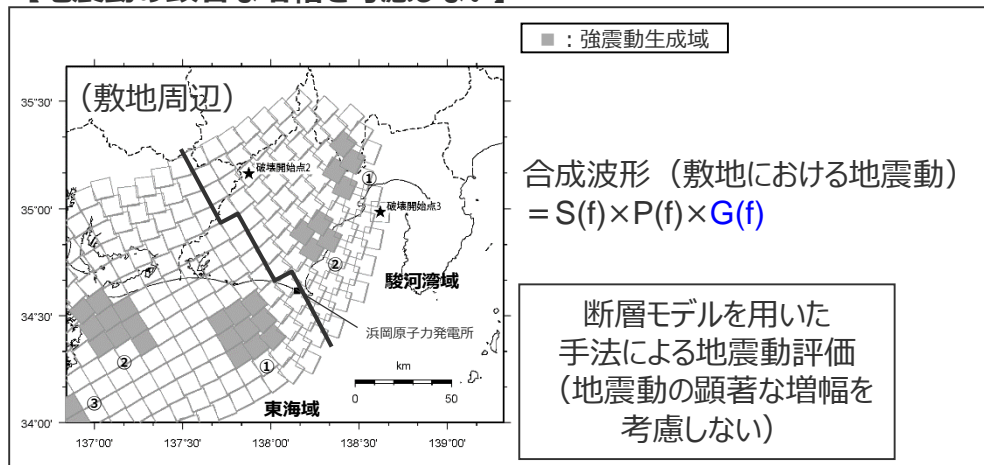
<3.2.4 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）>

応答スペクトルに基づく地震動評価

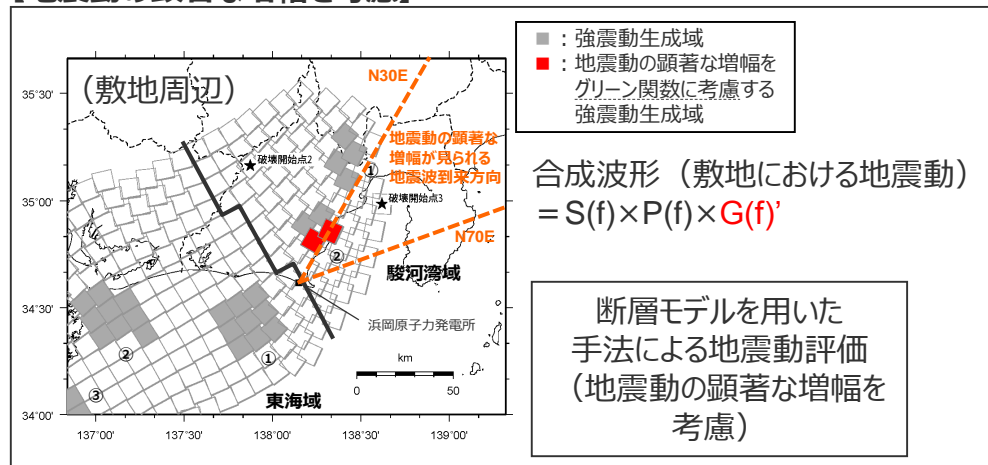
（応答スペクトルに基づく地震動評価における地震動の顕著な増幅の反映）

- 応答スペクトルに基づく地震動評価は、検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）の震源モデル毎に、地震動の顕著な増幅を考慮する場合と考慮しない場合について、断層モデルを用いた手法による地震動評価を行い、これらの結果による増幅係数（応答スペクトル比：「地震動の顕著な増幅を考慮する場合の平均応答スペクトル（各破壊開始点の平均）」／「地震動の顕著な増幅を考慮しない場合の平均応答スペクトル（各破壊開始点の平均）」※）を水平動・鉛直動それぞれで算出し、応答スペクトルに基づく地震動評価結果（地震動の顕著な増幅を考慮しない）に乗じる。

【地震動の顕著な増幅を考慮しない】



【地震動の顕著な増幅を考慮】



・震源モデル図における黒字の丸数字はプレート間地震の強震動生成域のNo.を表す。

増幅係数（応答スペクトル比）を算出

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

応答スペクトルに基づく地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）

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

※ 増幅係数（応答スペクトル比）の算出に当たって、「本反映方法により地震動の顕著な増幅を反映した断層モデルを用いた手法による地震動評価結果の応答スペクトル比（地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価結果／地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価結果）」はNS方向とEW方向で同程度となること（補足説明資料③p.116）、応答スペクトルに基づく手法は震源断層全体の地震動を評価する手法であり、Noda et al.(2002)の方法等を含めて一般に距離減衰式を作成する際には水平動はNS方向の観測記録とEW方向の観測記録とを区別せずに回帰分析が行われていることから、断層モデルを用いた手法による地震動評価結果を用いて求める増幅係数（応答スペクトル比）は各破壊開始点の平均、水平動についてはNS方向とEW方向の平均を用いる。

・箱書きを抜粋して記載。

・震源モデル図をプレート間地震の検討用地震の震源モデルに変更。 397

・下線 () は、一部修正箇所を示す。

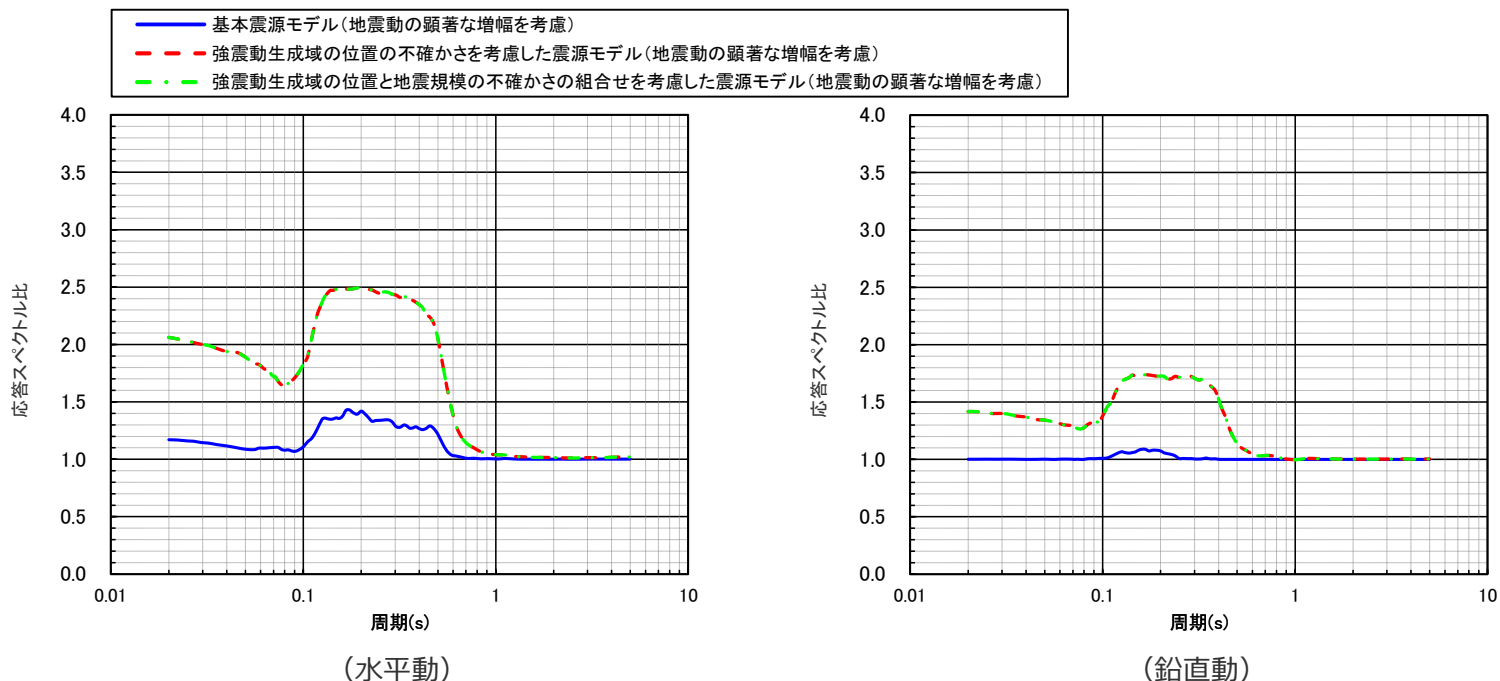
<3.2.4 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）>

応答スペクトルに基づく地震動評価

（応答スペクトルに基づく地震動評価における地震動の顕著な増幅の反映）

増幅係数（応答スペクトル比）を算出

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



<地震動の顕著な増幅の反映のために用いる増幅係数（応答スペクトル比）>

※ 水平動はNS方向とEW方向の平均。

・各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の増幅係数（応答スペクトル比）算出の詳細は、補足説明資料③p.113~参照。

<3.2.4 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）>

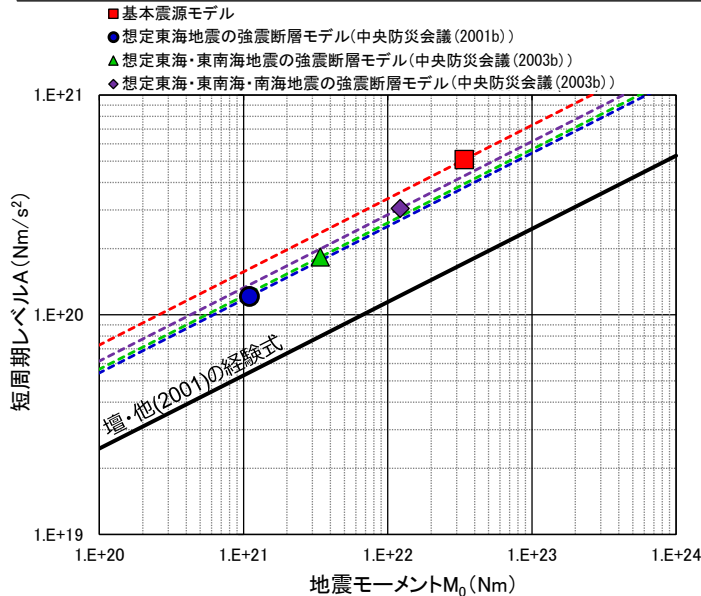
応答スペクトルに基づく地震動評価

（強震動生成域の応力降下量の不確かさの影響を反映）

- 基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）は、地震規模及び破壊開始点の他、強震動生成域の応力降下量の不確かさを予め考慮しており、この影響の確認は、断層モデルを用いた手法による地震動評価を重視することとしているが、応答スペクトルに基づく地震動評価においても、以下に示す方法で、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）に予め考慮した強震動生成域の応力降下量の不確かさの影響を反映する。
- Noda et al.(2002)に基づく地震動評価結果は、中央防災会議モデル（既往地震）の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果と概ね同程度となっている。そこで、地震モーメント M_0 と短周期レベルAのスケーリング則（ $A \propto M_0^{1/3}$ ）に着目し、Noda et al.(2002)に基づく地震動評価結果に対して、基本震源モデルに相当する M_0 -A関係と中央防災会議モデル（既往地震）に相当する M_0 -A関係との比率を乗じることで、強震動生成域の応力降下量の不確かさの影響を反映する。なお、中央防災会議モデル（既往地震）については、想定東海地震、想定東海・東南海地震、想定東海・東南海・南海地震の強震断層モデルを対象とし、最も大きい比率を考慮する。

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

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

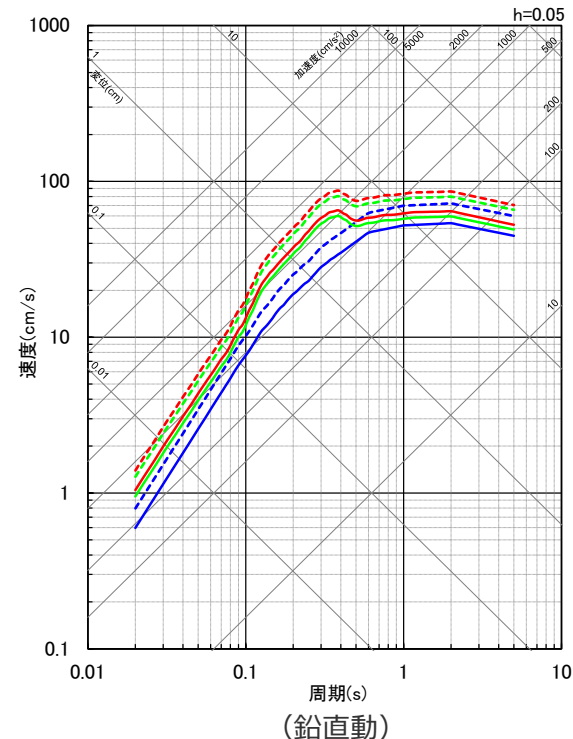
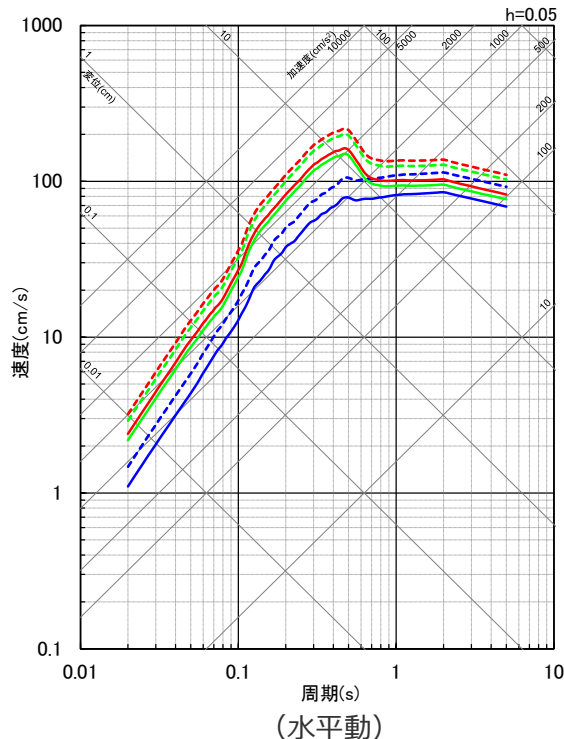
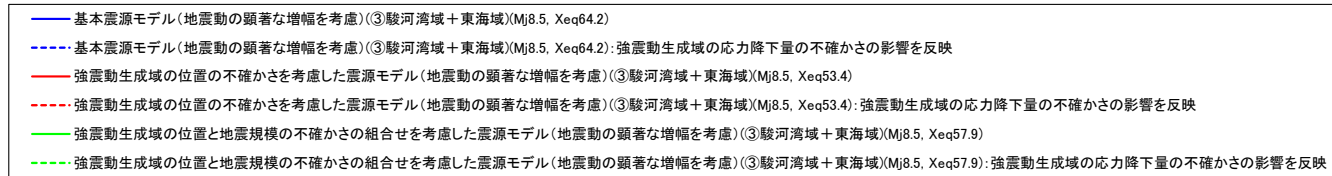


<強震断層モデルの M_0 -A関係>

震源モデル	M_0 -A関係 (A:Nm/s ² , M_0 :Nm)	基本震源モデル の比率
①基本震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮)	$A=7.28 \times 10^{10} \times (M_0 \times 10^7)^{1/3}$	—
②想定東海地震の強震断層モデル (中央防災会議(2001b))	$A=5.44 \times 10^{10} \times (M_0 \times 10^7)^{1/3}$	1.34 (①/②)
③想定東海・東南海地震の強震断層モデル (中央防災会議(2003b))	$A=5.65 \times 10^{10} \times (M_0 \times 10^7)^{1/3}$	1.29 (①/③)
④想定東海・東南海・南海地震の強震断層モデル (中央防災会議(2003b))	$A=6.15 \times 10^{10} \times (M_0 \times 10^7)^{1/3}$	1.18 (①/④)

<強震断層モデルの M_0 -A関係>

<3.2.4 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）> 応答スペクトルに基づく地震動評価結果



・各震源モデルの地震動評価結果として採用した（地震動レベルが最も大きい）領域区分「③駿河湾域+東海域」。

- ・破壊開始点の不確かさ、強震動生成域の位置と分岐断層の強震動励起特性に係る不確かさの組合せ、強震動生成域の位置と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層への破壊伝播に係る不確かさの組合せは、断層モデルを用いた手法による地震動評価を重視する。
- ・Xeqは、等価震源距離 (km) を表す。
- ・各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の地震動評価結果は、補足説明資料③p.118~参照。

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

<3.2.4 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）> 断層モデルを用いた手法による地震動評価 （断層モデルを用いた手法）

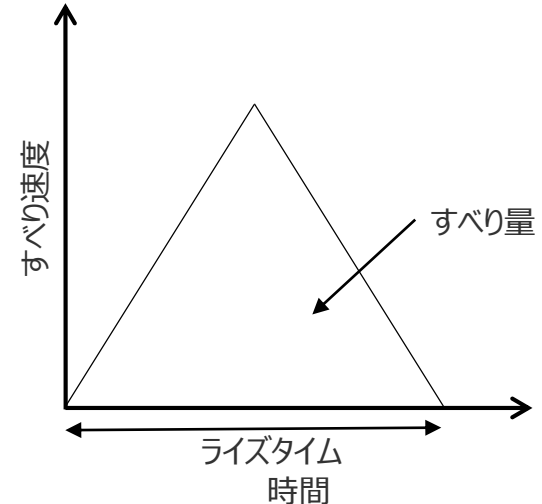
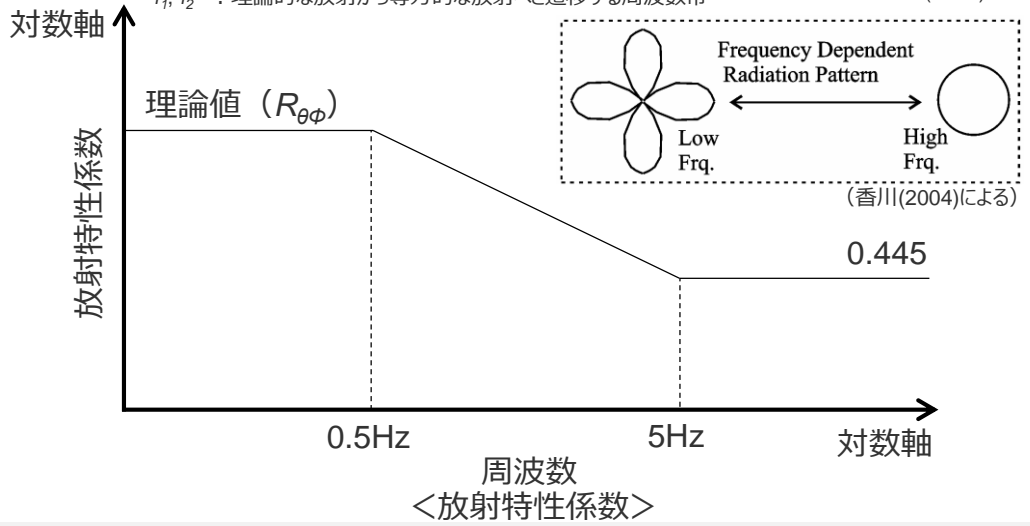
断層モデルを用いた手法は地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価と同じ

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

※1 入倉・他(1997)による波形合成では、強震動予測シシ(2017)によるライズタイム※2を用いる。
 ※2 強震動予測シシ(2017)によるライズタイム $tr=0.5 \cdot W/Vr$ ($W=W_a$ (強震動生成域及びアスペリティの幅)、 $W=W_b$ (背景領域の幅)、 Vr : 破壊伝播速度)。プレート間地震について、 $W_a=S_a^{0.5}$ 、 S_a : 各強震動生成域の面積、 $W_b=S_b^{0.5}$ 、 S_b : 各領域の背景領域の面積。分岐断層について、 $W_a=S_a^{0.5}$ 、 S_a : 各アスペリティの面積、 $W_b=S/L$ 、 S 及び L : 各セグメントの震源断層の面積及び長さ。内閣府(2012)南海トラフの巨大地震モデル検討会で用いられているライズタイムも $tr=0.5 \cdot W/Vr$ で設定されている。
 ・プレート間地震の小断層の分割について、統計的グリーン関数法では10km四方（分割なし）とし、波数積分法では3×3分割としている。
 プレート間地震の小断層の分割の妥当性確認については、補足説明資料④:16参照。
 ・内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層について、断層モデルを用いた手法はp.348参照。

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

$R_{\theta\phi 0}$: 震源とサイトの位置関係及びすべり方向から理論的に評価されるラディエーション係数
 $R_{\theta\phi m}$: 高周波数で等方放射として平均化されたラディエーション係数
 f_1, f_2 : 理論的な放射から等方的な放射へと遷移する周波数帯
 (香川(2004)による)



ライズタイム $tr=0.5 \cdot W/Vr$ ($W=W_a$ (強震動生成域及びアスペリティの幅)、 $W=W_b$ (背景領域の幅)、 Vr : 破壊伝播速度)。プレート間地震について、 $W_a=S_a^{0.5}$ 、 S_a : 各強震動生成域の面積、 $W_b=S_b^{0.5}$ 、 S_b : 各領域の背景領域の面積。分岐断層について、 $W_a=S_a^{0.5}$ 、 S_a : 各アスペリティの面積、 $W_b=S/L$ 、 S 及び L : 各セグメントの震源断層の面積及び長さ。

<すべり速度時間関数>

※3 久田(2002)、倉橋・入倉(2017)等による。

・要素地震、統計的グリーン関数法による地震動評価における代表波の選定、マッチングフィルター及び接続周期については、補足説明資料③p.126~参照。

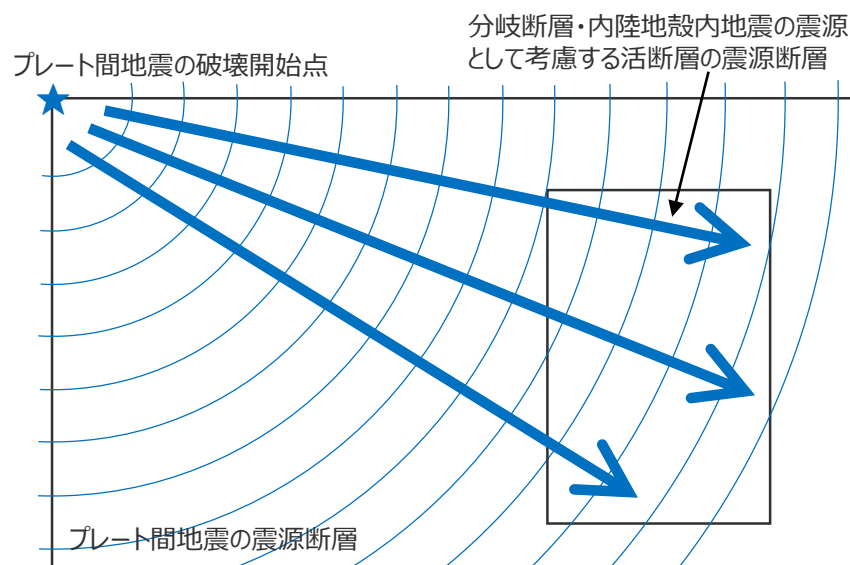
<3.2.4 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）>

断層モデルを用いた手法による地震動評価

（分岐断層及び内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層との連動ケースの地震動評価手法）

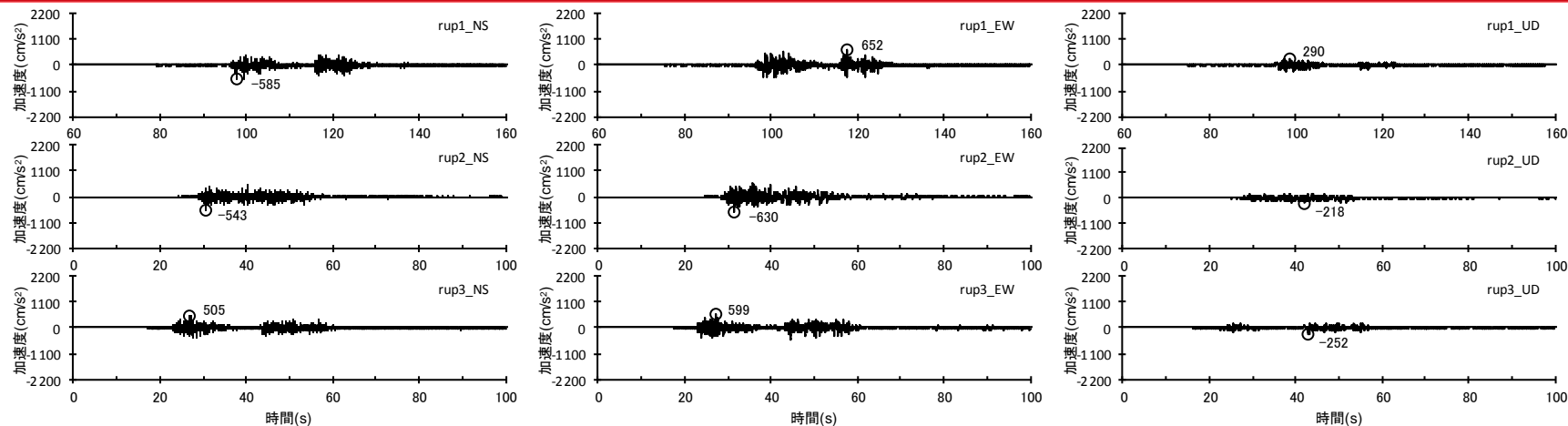
連動ケースの地震動評価手法は地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価と同じ

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

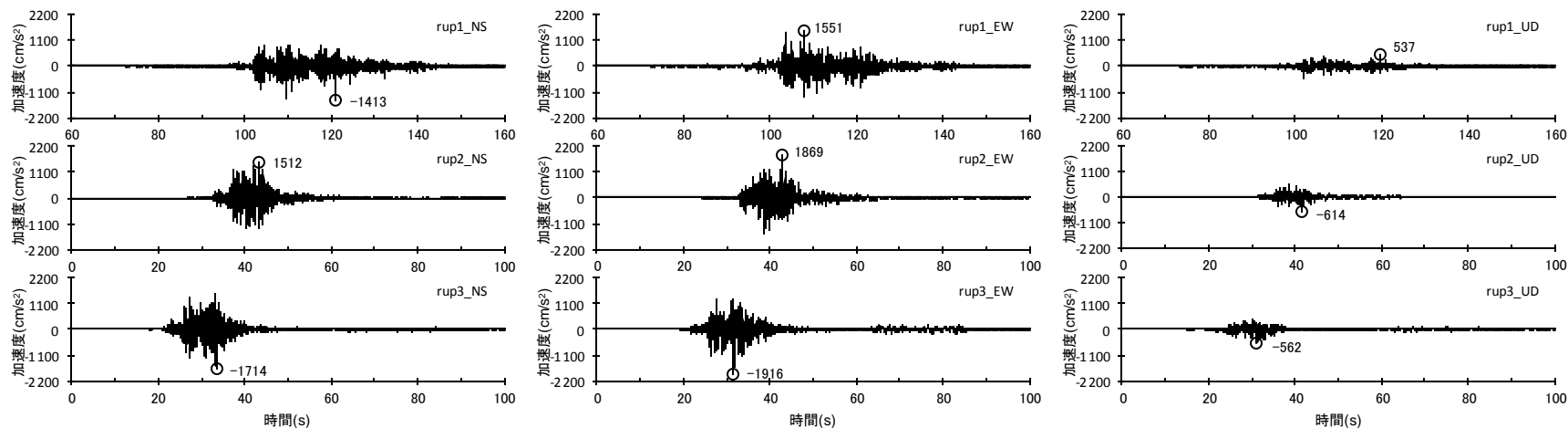


<一体計算での破壊過程（イメージ図）>

<3.2.4 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）> 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果 （加速度時刻歴波形）



（基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））

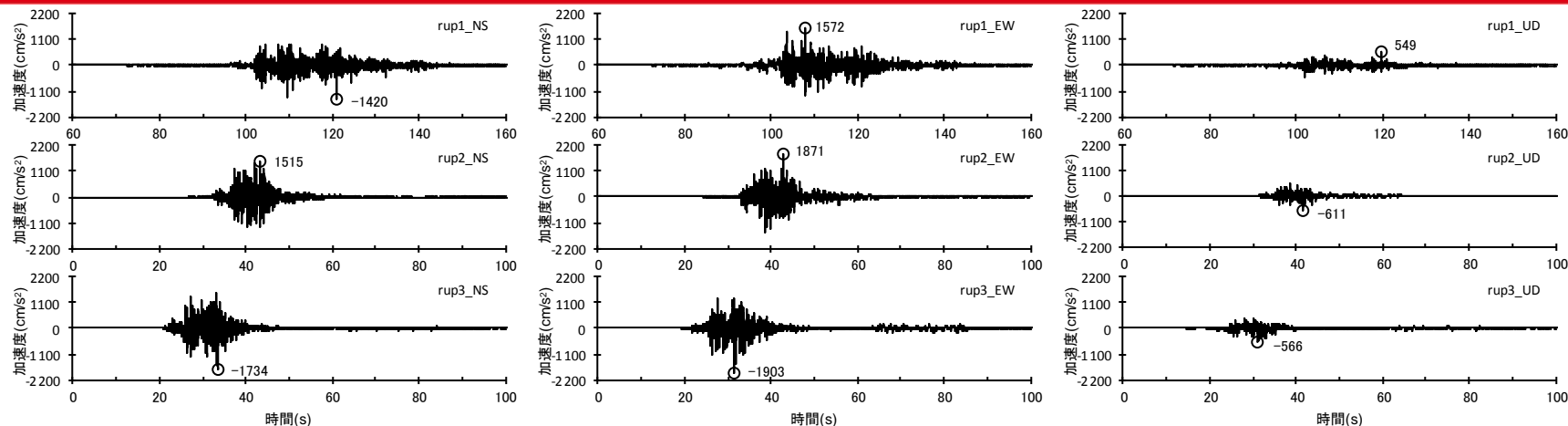


（強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））

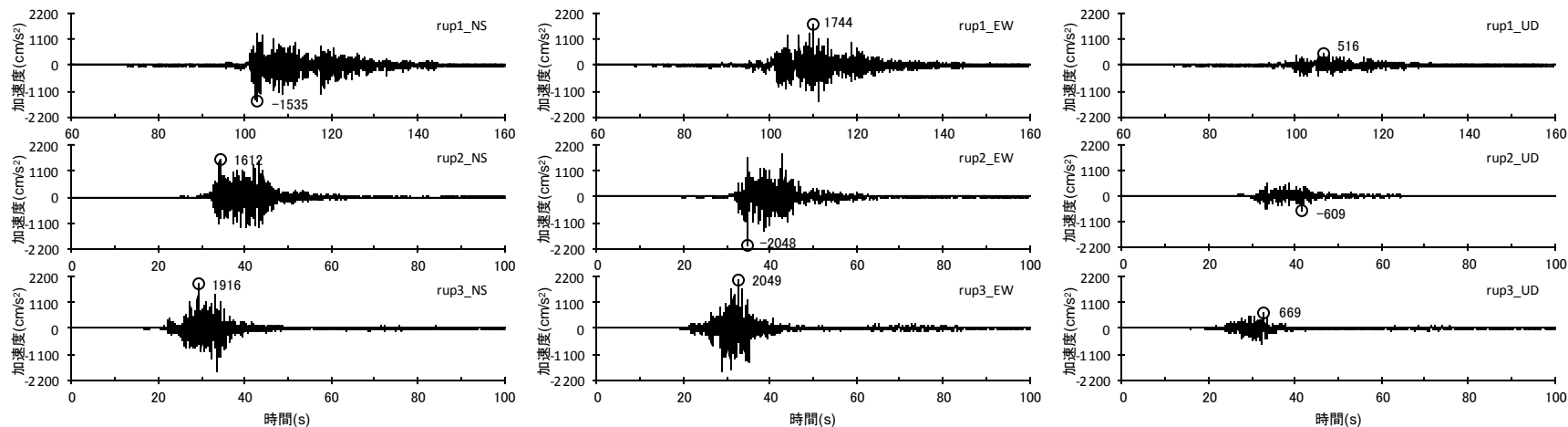
<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（加速度時刻歴波形）>

・速度時刻歴波形は、補足説明資料③p.133,135参照。

<3.2.4 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）> 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果 （加速度時刻歴波形）



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

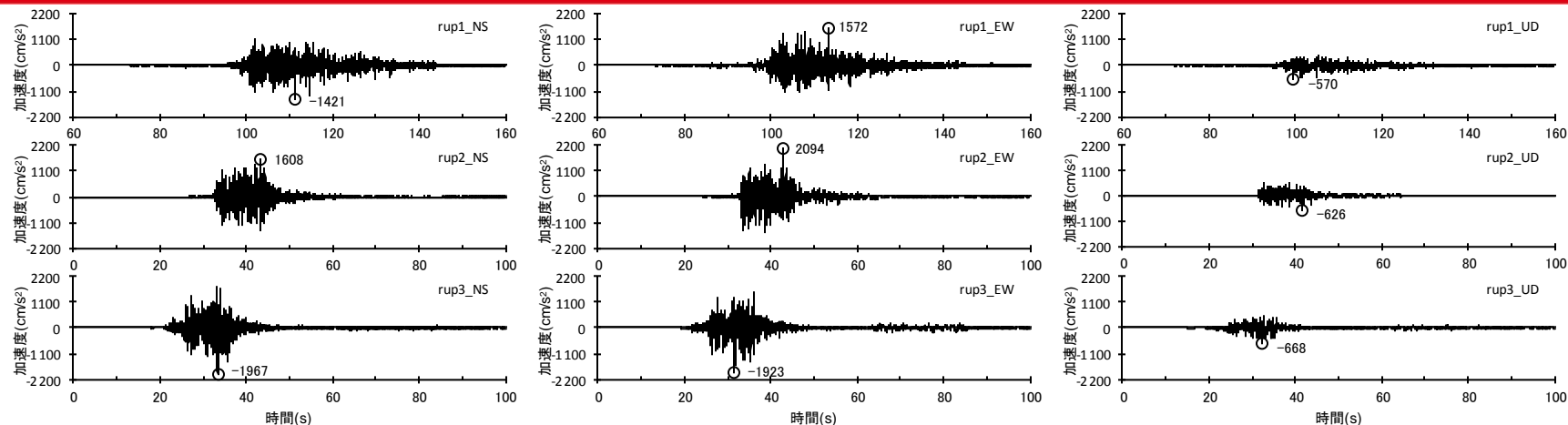


（強震動生成域の位置と分岐断層の強震動励起特性に係る不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））

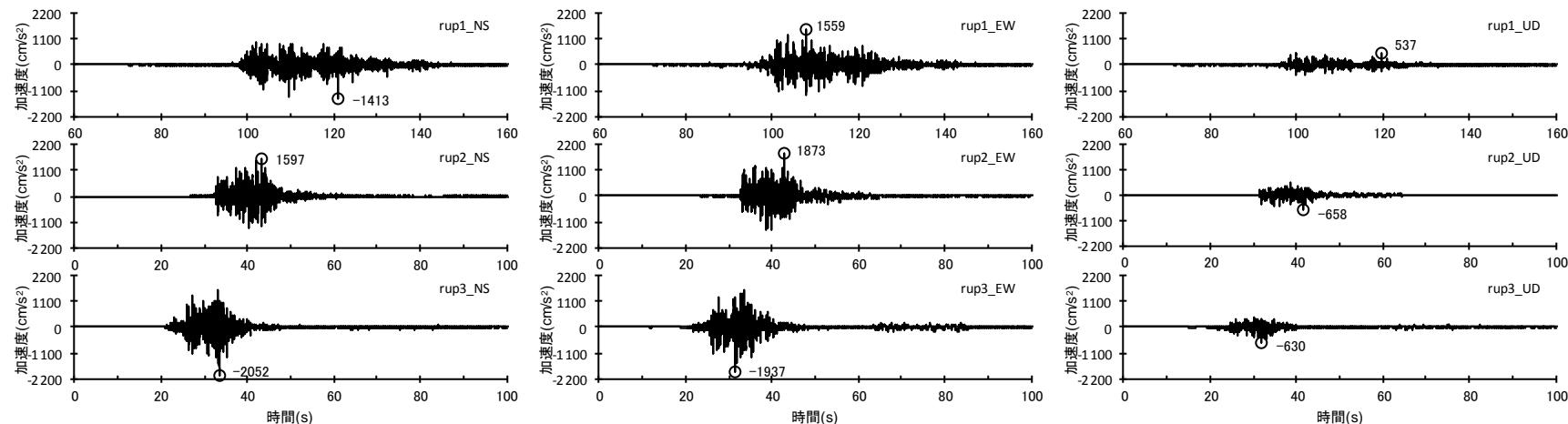
<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（加速度時刻歴波形）>

・速度時刻歴波形は、補足説明資料③p.137,139参照。

<3.2.4 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）> 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果 （加速度時刻歴波形）



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



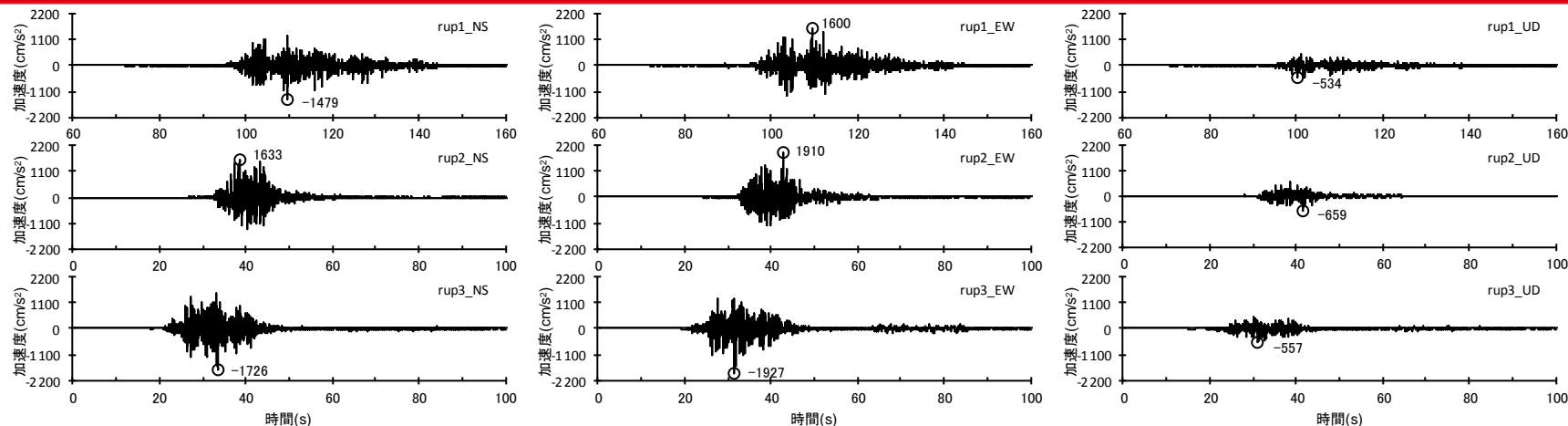
（強震動生成域の位置と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層（御前崎海脚西部の断層帯（破壊伝播速度の不確かさを考慮した震源モデル））への破壊伝播に係る不確かさの組合せを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））

<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（加速度時刻歴波形）>

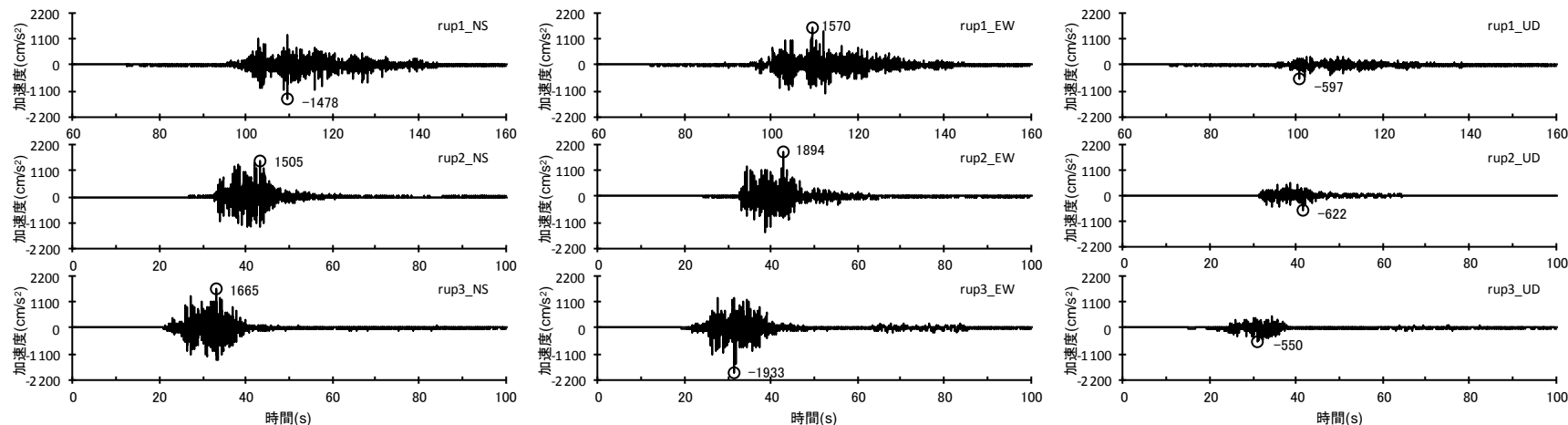
・速度時刻歴波形は、補足説明資料③p.141,143参照。

・下線 (.....) は、一部修正箇所を示す。

<3.2.4 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）> 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果 （加速度時刻歴波形）



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



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

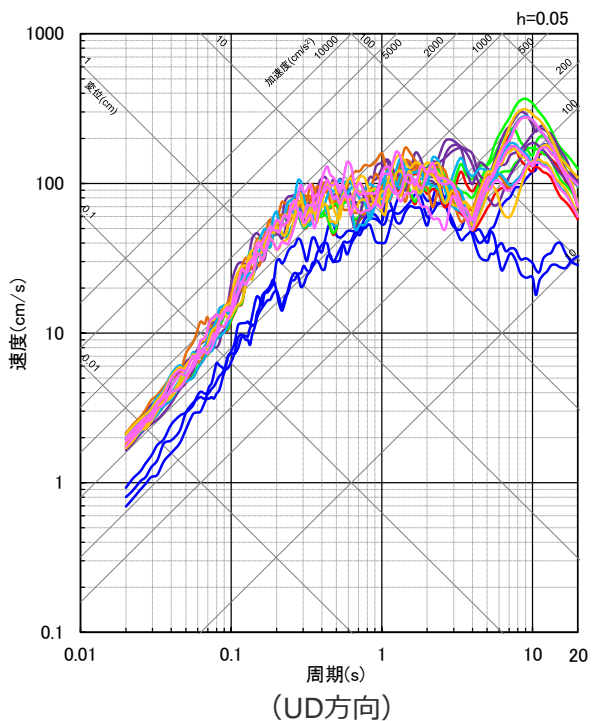
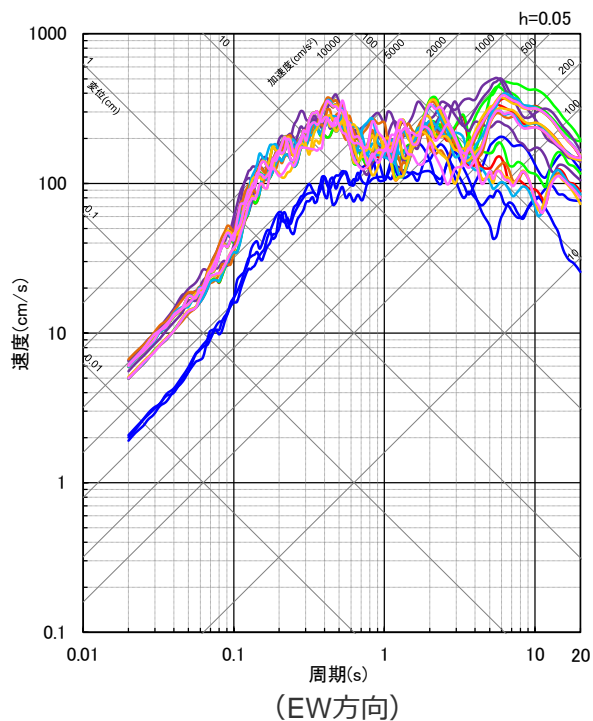
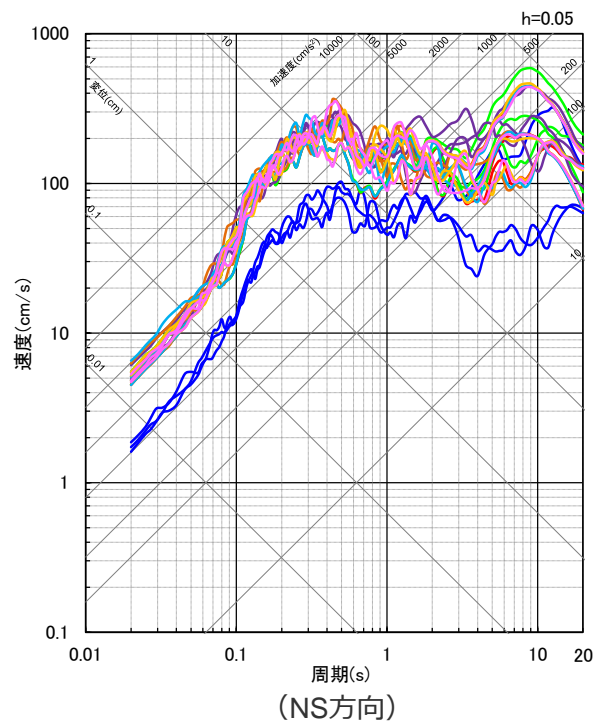
<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（加速度時刻歴波形）>

・速度時刻歴波形は、補足説明資料③145.147参照。

・下線 (.....) は、一部修正箇所を示す。

<3.2.4 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）> 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果 （応答スペクトル）

- 基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）
- 強震動生成域の位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）
- 強震動生成域の位置と地震規模の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）
- 強震動生成域の位置と分岐断層の強震動励起特性に係るの不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）
- 強震動生成域の位置と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層（御前崎海脚西部の断層帯（アスペリティの応力降下量の不確かさを考慮した震源モデル）への破壊伝播に係るの不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）
- 強震動生成域の位置と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層（御前崎海脚西部の断層帯（破壊伝播速度の不確かさを考慮した震源モデル）への破壊伝播に係るの不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）
- 強震動生成域の位置と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層（御前崎海脚西部の断層帯（断層傾斜角の不確かさを考慮した震源モデル）への破壊伝播に係るの不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）
- 強震動生成域の位置と内陸地殻内地震の震源として考慮する活断層（御前崎海脚西部の断層帯（アスペリティの数の不確かさを考慮した震源モデル）への破壊伝播に係るの不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）

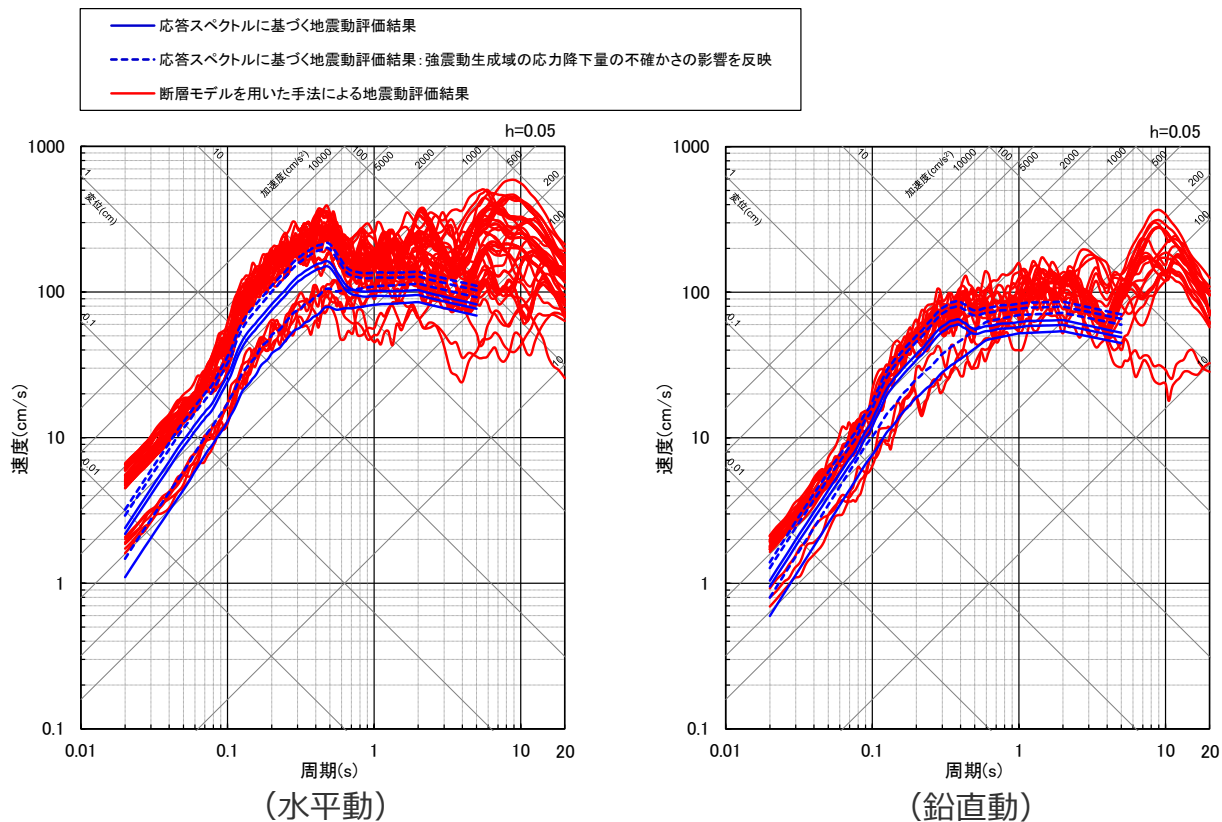


<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（応答スペクトル）> （全ての震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））

・各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の応答スペクトルは、補足説明資料③p.134.136.138.140.142.144.146.148参照。

<3.2.4 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）>

応答スペクトルに基づく地震動評価結果と断層モデルを用いた手法による地震動評価結果との比較（応答スペクトル）



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

・震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）ごとの応答スペクトルに基づく地震動評価結果と断層モデルを用いた手法による地震動評価結果との比較は、補足説明資料③p.150~参照。

目次

1 敷地周辺の地震発生状況	……p.15~
2 敷地における地震動の増幅特性	
2.1 敷地における観測・調査	……p.24~
2.2 5号炉周辺の増幅要因	……p.29~
2.2.1 地震観測記録の分析	……p.32~
2.2.2 地下構造調査及び解析検討	……p.50~
2.2.3 まとめ（5号炉周辺の増幅要因）	……p.76~
2.3 敷地における地盤増幅特性	……p.78~
2.3.1 地下構造	……p.80~
2.3.2 地震観測	……p.93~
2.3.3 地震波の伝播経路	……p.102~
2.3.4 まとめ（敷地における地盤増幅特性）	……p.108~
2.4 敷地における地盤増幅特性の地震動評価への反映方法	
2.4.1 解放基盤表面の設定	……p.110~
2.4.2 地震動評価への反映方法	……p.114~
3 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動	
3.1 地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価	
3.1.1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）	……p.137~
3.1.2 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）	……p.190~
3.1.3 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）	……p.238~
3.1.4 まとめ（地震動の顕著な増幅を考慮しない）	……p.280~
3.2 地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価	
3.2.1 地震動の顕著な増幅の地震動評価への反映方法	……p.283~
3.2.2 検討用地震の選定及び震源モデルの設定	……p.312~
3.2.3 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）	……p.325~
3.2.4 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）	……p.357~
3.2.5 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）	……p.409~
3.2.6 まとめ（地震動の顕著な増幅を考慮）	……p.442~
3.2.7 第940回審査会合におけるコメントに対する回答	……p.446~

<3.2.5 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）> 地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価の方針

（検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）の選定及び震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の設定）

検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）

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



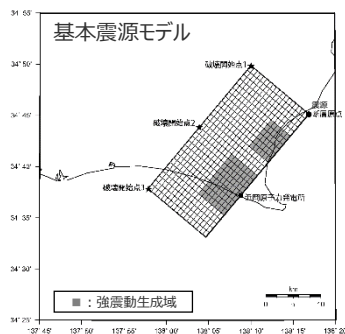
基本震源モデル及び不確かさを考慮した震源モデル （地震動の顕著な増幅を考慮しない）

【断層位置】

- 敷地下方に設定。

【強震動生成域の位置】

- 震源断層の上端に設定。



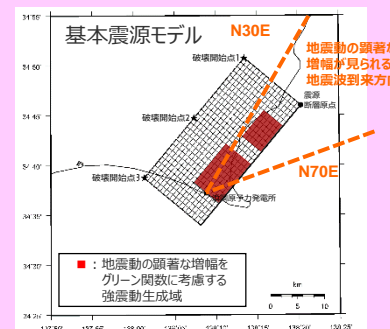
偶然的な不確かさに分類

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

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

【断層位置及び強震動生成域の位置】

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

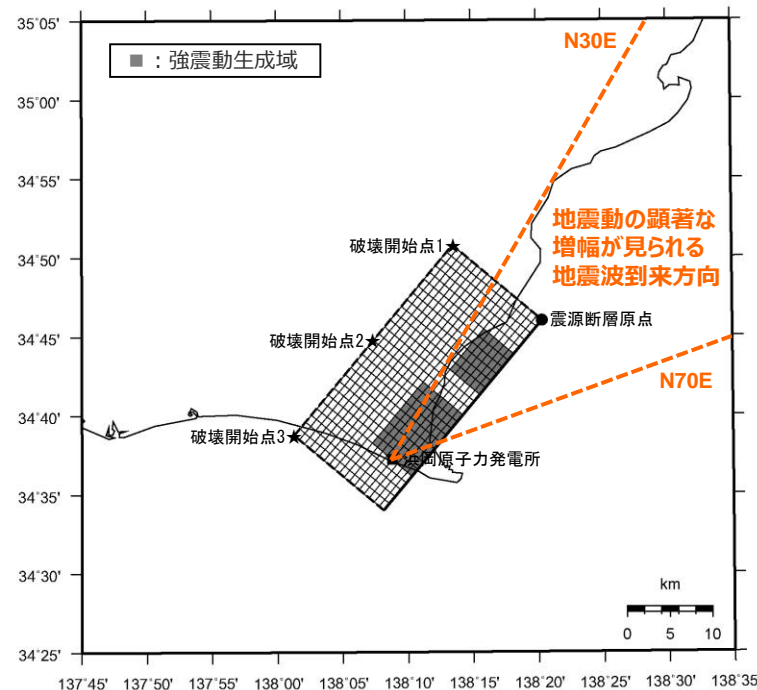
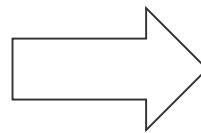
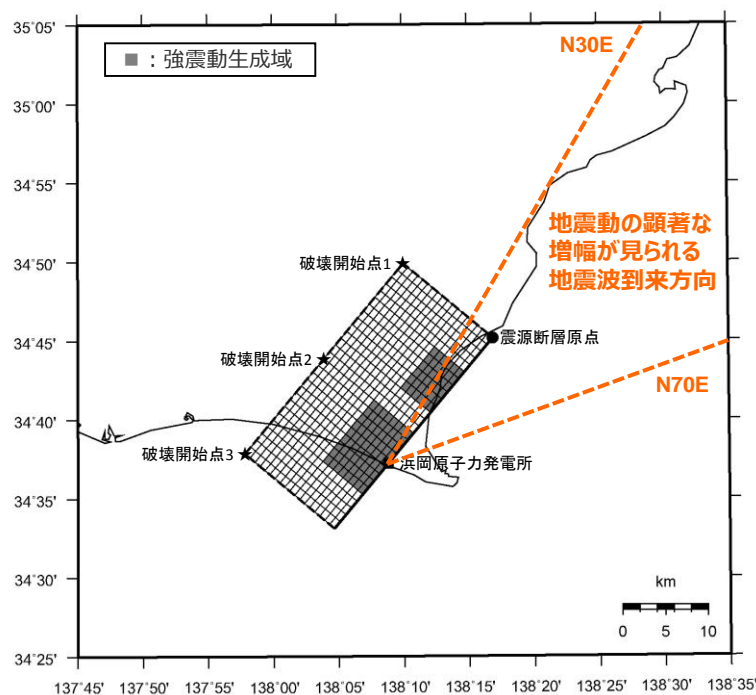


■ : 認識論的な不確かさに分類されるもの ■ : 偶然的な不確かさに分類されるもの

<3.2.5 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）> 検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）の選定

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

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

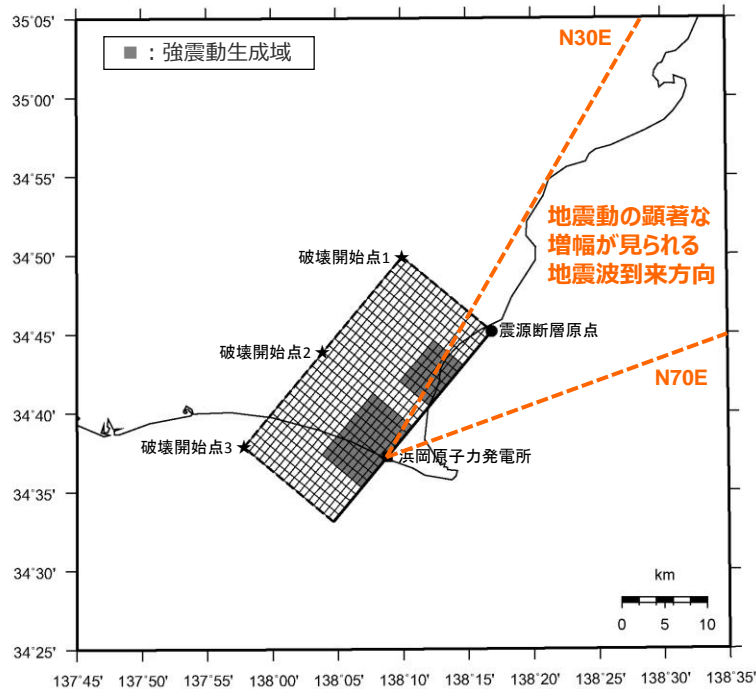


<地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）と検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の震源断層との位置関係>

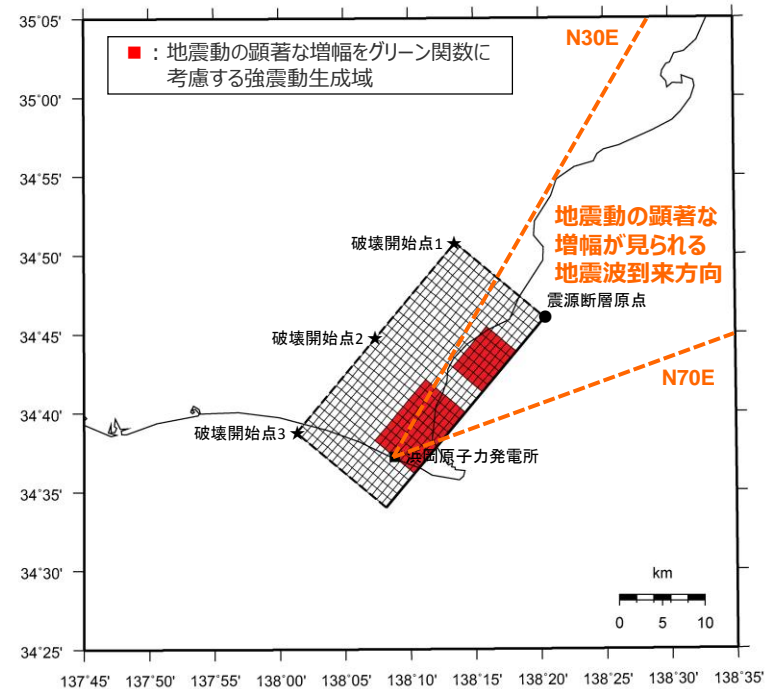
<地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）と検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）の震源断層との位置関係>

<3.2.5 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）> 基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の設定

- 敷地下方の想定スラブ内地震について、断層位置及び強震動生成域の位置は偶然的な不確かさに分類される。
- これを踏まえ、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）は、より保守的な評価となるよう、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の震源断層を移動させて、敷地近傍を含めて地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）にかけて強震動生成域が位置するよう震源モデルを新たに設定し、地震動評価を行う（地震動の顕著な増幅を考慮する強震動生成域の小断層の設定は後述（p.414～）参照）。



<基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>



<基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）>

<3.2.5 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）> 基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の設定

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

【設定方針】

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

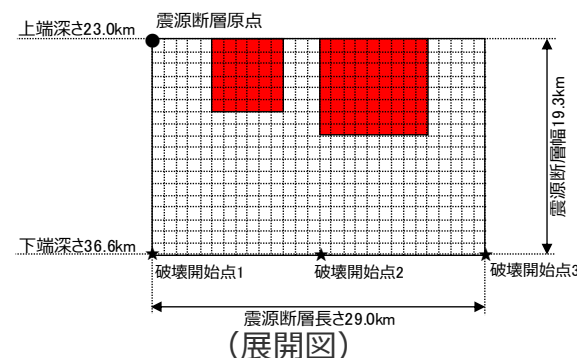
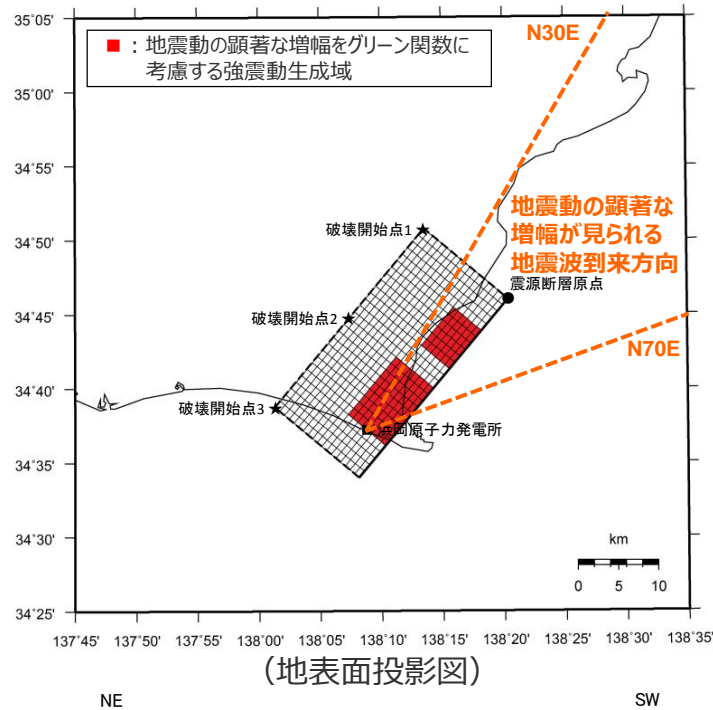
【震源断層パラメータ】

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

※1: 地震規模については、フィリピン海プレート（領域1：南海トラフ沿い）で発生した沈み込んだ海洋プレート内地震の最大規模、当該プレートと特徴が類似した海洋プレートで発生した地震の最大規模や地震発生層の地域性を考慮した地震規模の想定を踏まえて、M7.0を用いる。

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

・基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の震源断層パラメータは、補足説明資料③p.160参照。

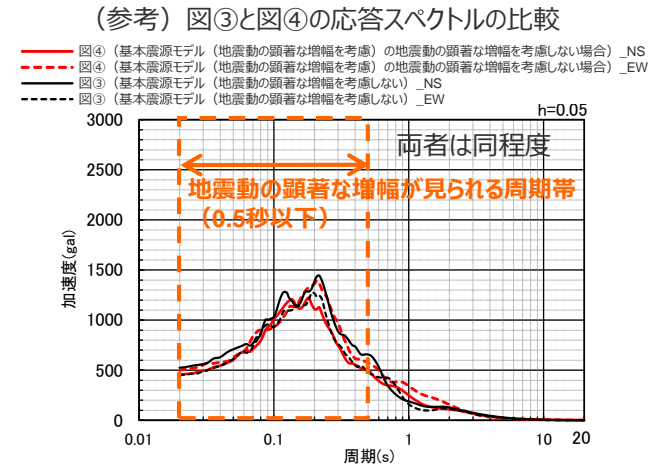
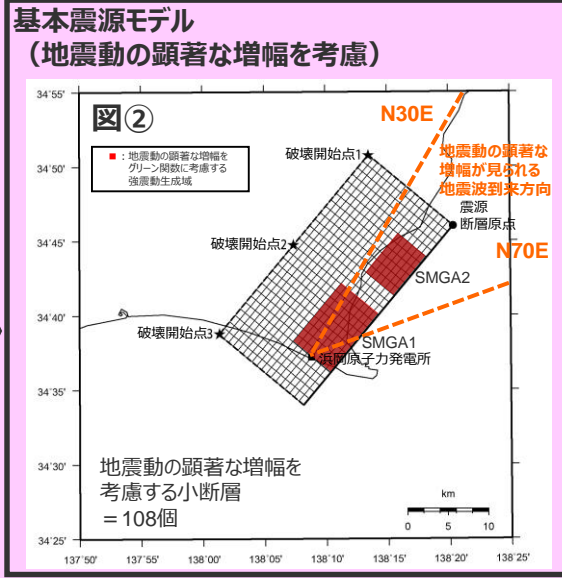
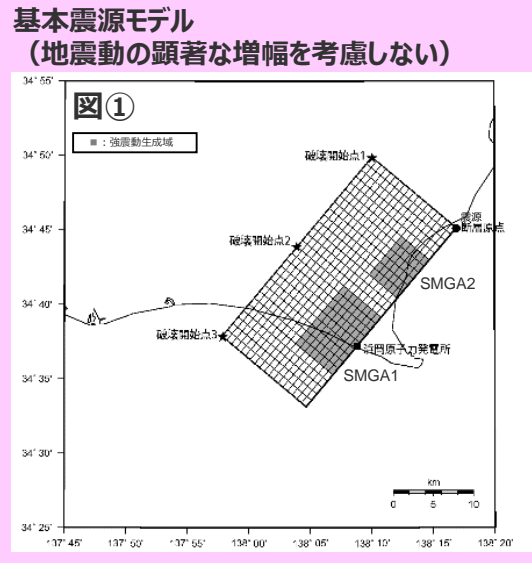
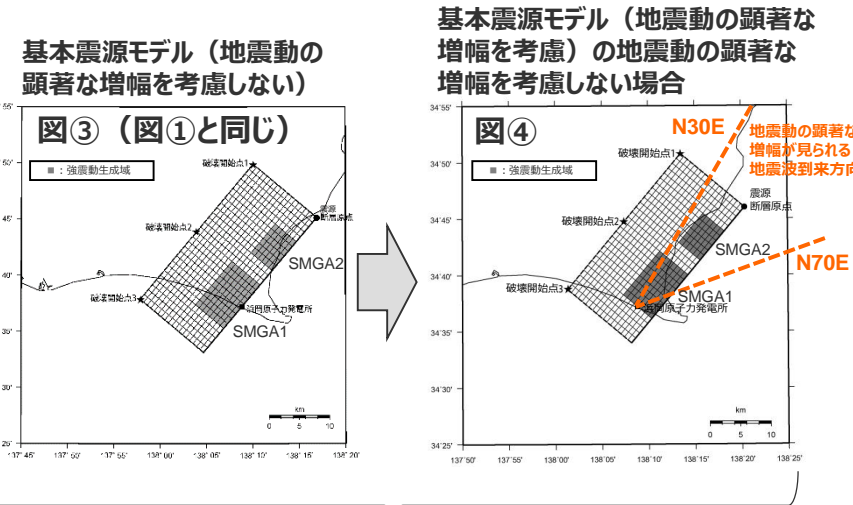


<基本震源モデル（敷地下方の想定スラブ内地震） （地震動の顕著な増幅を考慮）>

・下線 (.....) は、一部修正箇所を示す。

<3.2.5 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）> 基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の設定 （地震動の顕著な増幅を考慮する強震動生成域の小断層の設定）

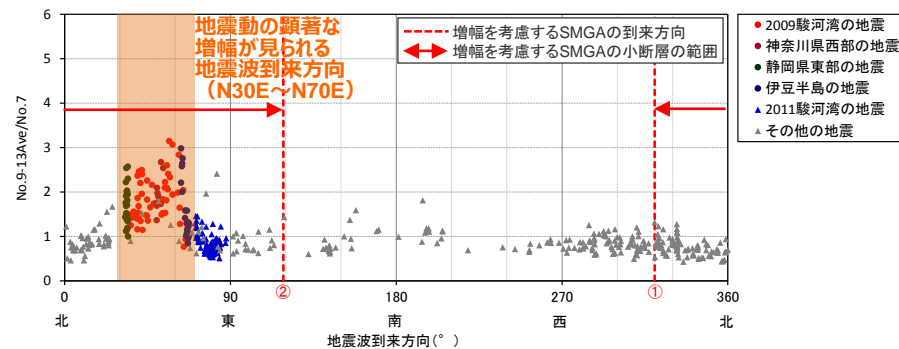
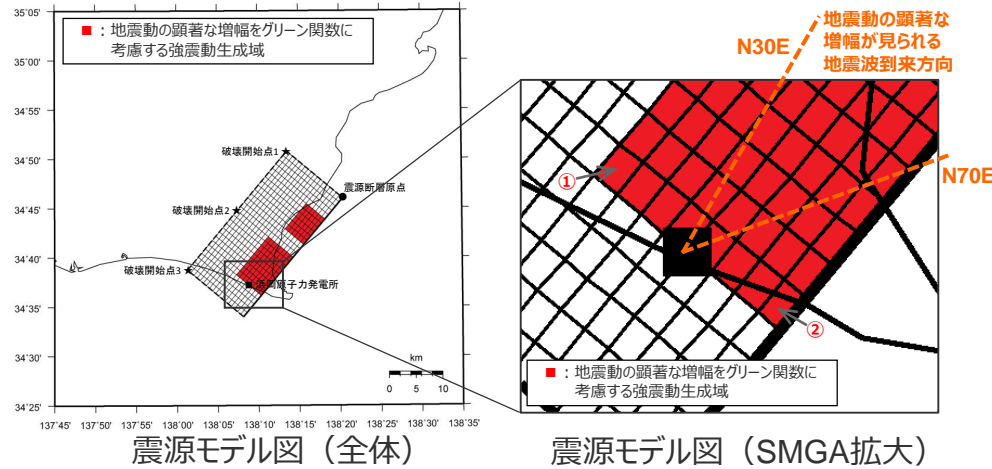
- 敷地近傍を含めて地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）に強震動生成域が位置するように移動させて設定した基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）について、地震動の顕著な増幅は、地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）にある強震動生成の小断層に考慮する。
- 具体的には、敷地における地震動の増幅特性の分析の結果、地震波の入射角が鉛直下方に近づく敷地近傍は、地震動の顕著な増幅が見られない傾向はあるものの、地震動に与える影響が大きいことを重視し、保守的な評価となるよう、敷地近傍を含めて地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）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



基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の設定

（地震動の顕著な増幅を考慮する強震動生成域の小断層の範囲の設定）

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



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

余白

<3.2.5 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）>

不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の設定

不確かさを考慮の考え方は地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価と同じ

基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）

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

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

不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）

【短周期レベルの不確かさの考慮】

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

基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）
+不確かさ④(短周期レベル)

【強震動生成域の数の不確かさの考慮】

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

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

【断層傾斜角の不確かさの考慮】

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

基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）
+不確かさ⑥(断層傾斜角)

【地震規模の不確かさの考慮】

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

基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）
+不確かさ⑦(地震規模)

【震源深さの不確かさの考慮】

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

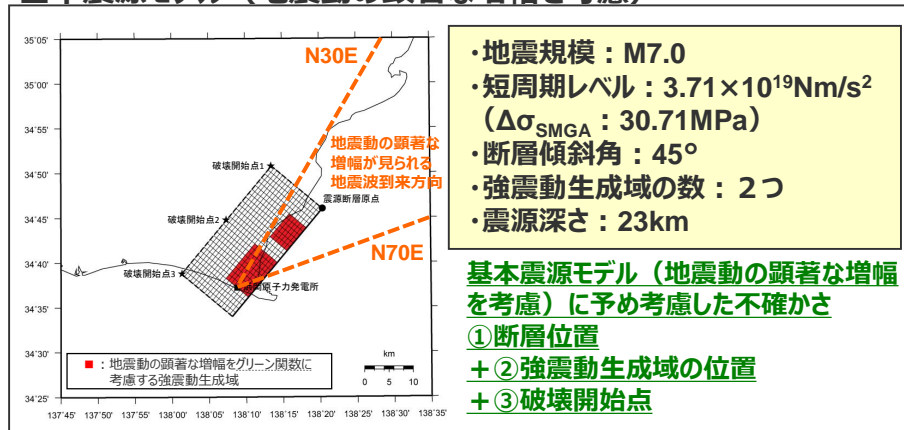
基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）
+不確かさ⑧(震源深さ)

短周期レベルの観点から等価なモデル

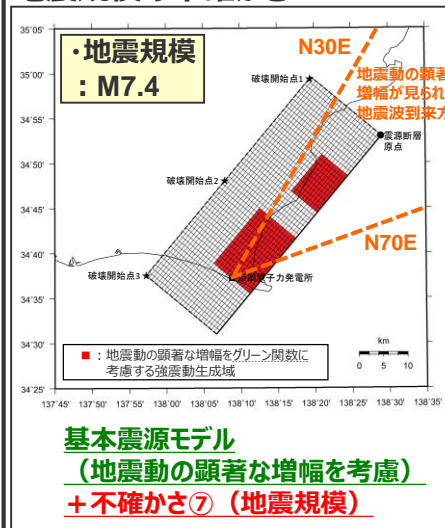
<3.2.5 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）>

不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の設定
（震源モデル一覧）

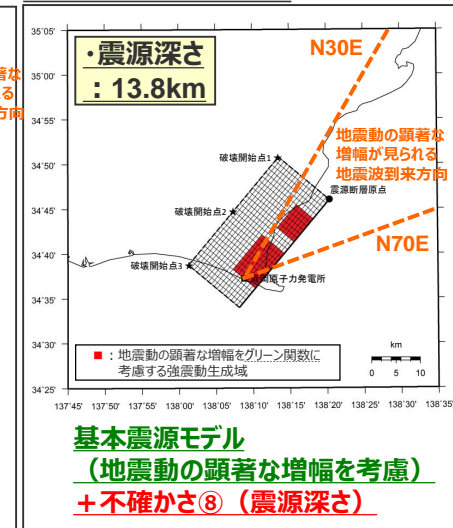
基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）



地震規模の不確かさ

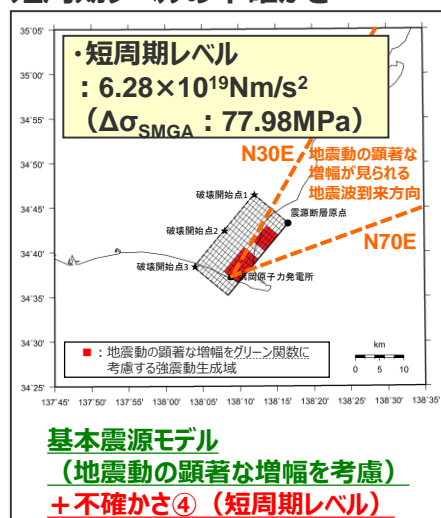


震源深さの不確かさ

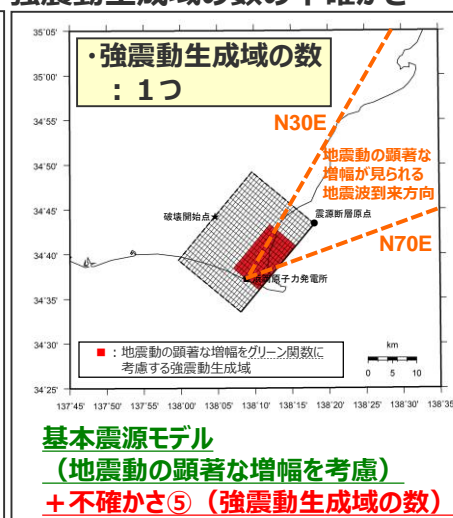


不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）

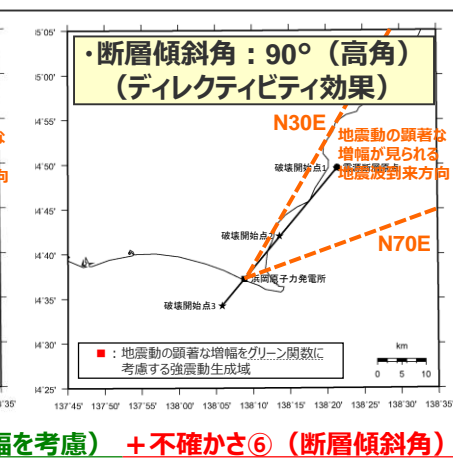
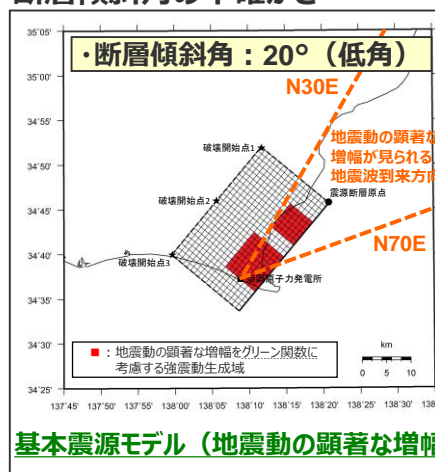
短周期レベルの不確かさ



強震動生成域の数の不確かさ



断層傾斜角の不確かさ



不確かさの考慮の考え方は地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価と同じ

<3.2.5 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）> 不確かさの考慮（重畳）の考え方

不確かさの考慮の考え方は地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価と同じ

不確かさを考慮する断層パラメータ

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

- ①断層位置
- ②強震動生成域の位置
- ③破壊開始点

<凡例>

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

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

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

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

不確かさの考慮（重畳）の考え方

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

<3.2.5 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）>

不確かさの考慮のまとめ

不確かさの考慮の考え方は地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価と同じ

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

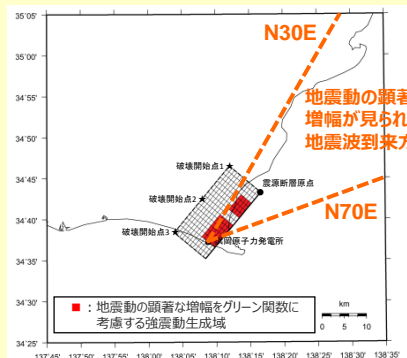
検討用地震の震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮)	震源深さ	地震規模	断層傾斜角	強震動生成域の数	短周期レベル	断層位置	強震動生成域の位置	破壊開始点
基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）	23km	M7.0	45°	2つ	2009年駿河湾の地震（本震）の震源特性を反映	敷地下方に配置	震源断層の上端に配置	破壊の伝播方向が敷地へ向かうよう配置
短周期レベルの不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）	23km	M7.0	45°	2つ	沈み込んだ深い海洋プレート内地震の震源特性を反映	敷地下方に配置	震源断層の上端に配置	破壊の伝播方向が敷地へ向かうよう配置
強震動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

余白

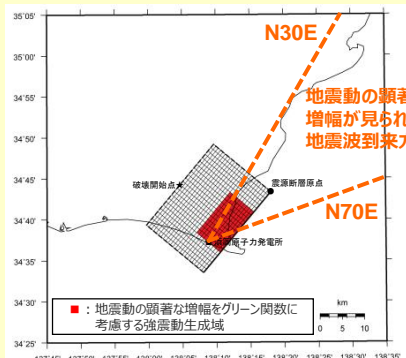
<3.2.5 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）>

不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の設定

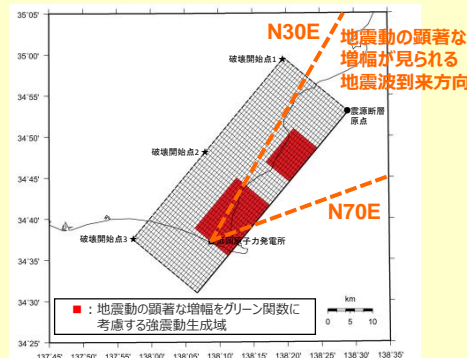
○不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）は、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の設定と同様、不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の震源断層を、より保守的な評価となるよう移動させて、敷地近傍を含めて地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）にかけて強震動生成域が位置するよう震源モデルを新たに設定し、地震動評価を行う。



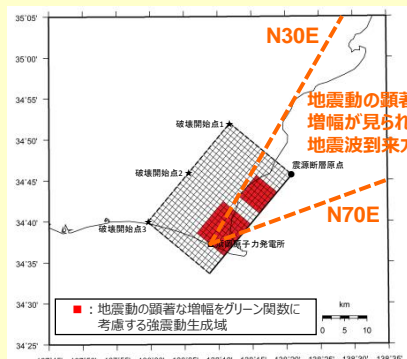
(短周期レベルの不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）)



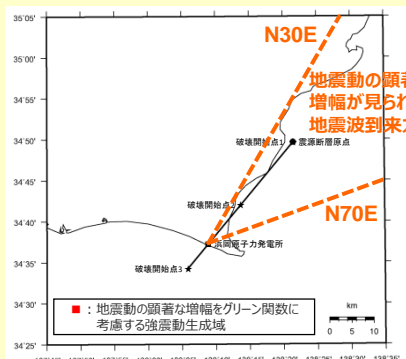
(強震動生成域の数の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）)



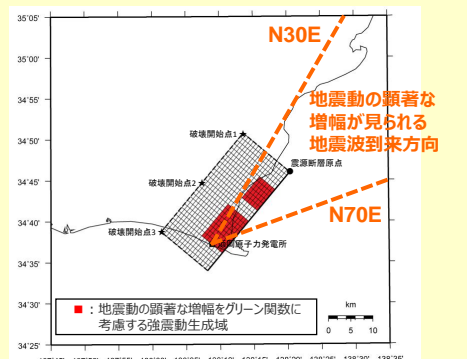
(地震規模の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）)



(断層傾斜角の不確かさ(20°)を考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）)



(断層傾斜角の不確かさ(90°)を考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）)



(震源深さの不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）)

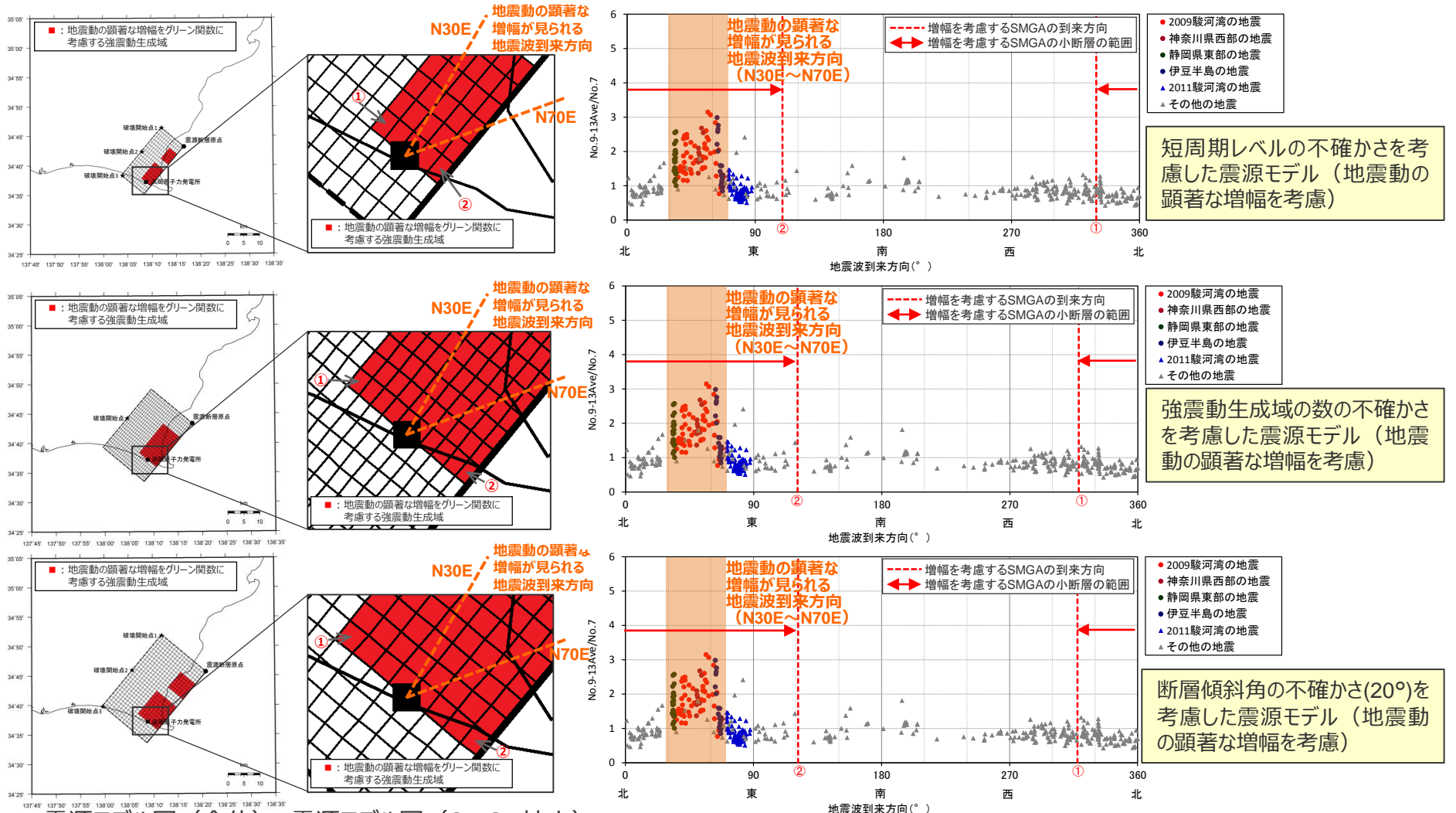
<不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）>

<3.2.5 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）>

不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の設定

（地震動の顕著な増幅を考慮する強震動生成域の小断層の範囲の設定）

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

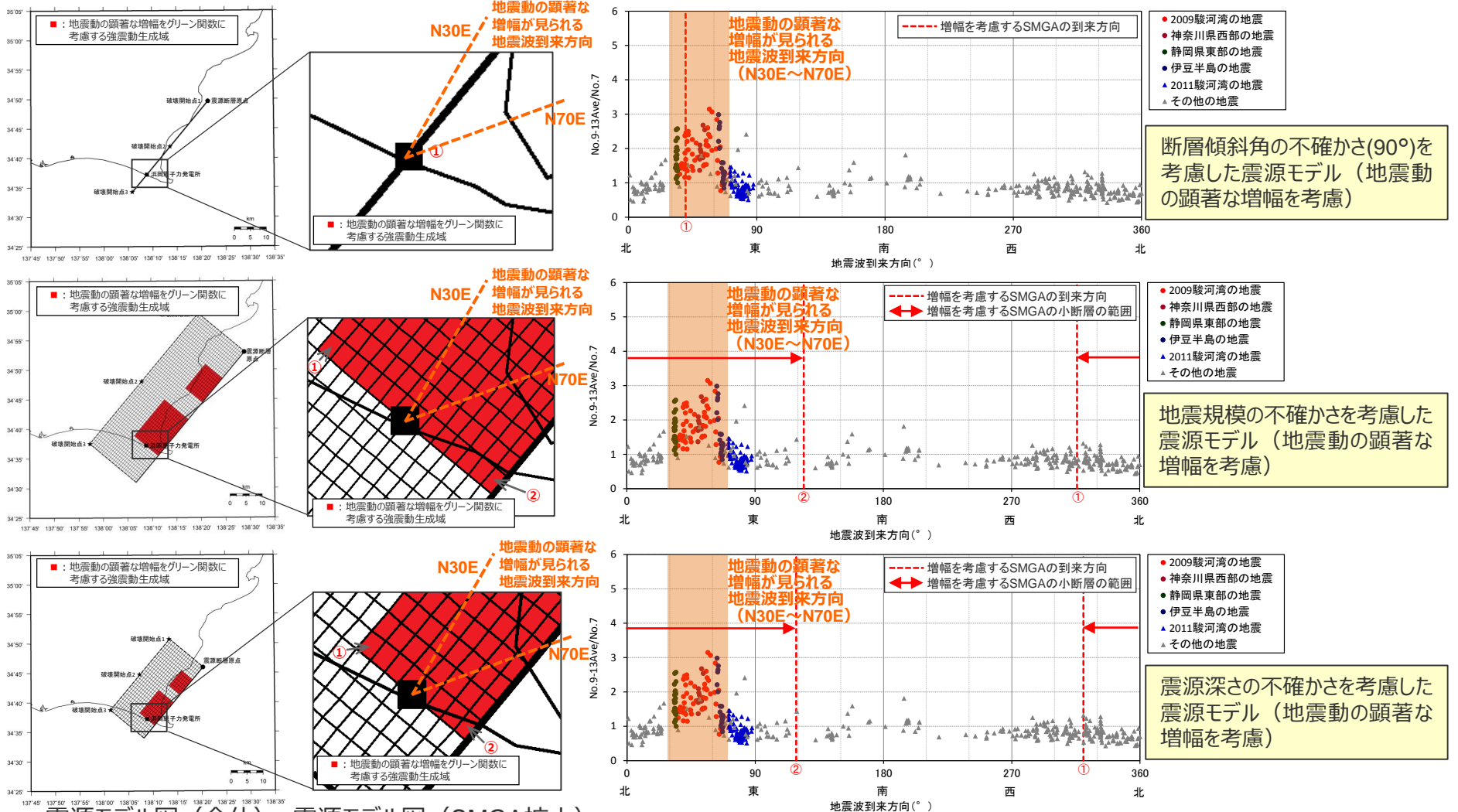


震源モデル図 (全体) 震源モデル図 (SMGA拡大)

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

<3.2.5 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）> 不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の設定 （地震動の顕著な増幅を考慮する強震動生成域の小断層の範囲の設定）

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



断層傾斜角の不確かさ(90°)を考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）

地震規模の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）

震源深さの不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）

震源モデル図（全体） 震源モデル図（SMGA拡大）

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

余白

地震動評価手法（評価方針）

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

【応答スペクトルに基づく地震動評価】

- 岩盤における観測記録に基づいて提案された距離減衰式で、解放基盤表面における水平方向及び鉛直方向の地震動の応答スペクトルを評価することができるNoda et al.(2002)の方法を用い、補正係数には2009年駿河湾の地震（本震）の観測記録を用いて、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）等の震源特性と同様、2009年駿河湾の地震（本震）の震源特性を反映することを原則とする。
- Noda et al.(2002)の方法を用いるに当たっては、適用条件、適用範囲を検討した上で、距離減衰式が適切に選定されていることを確認する。また、適用範囲外と判断される震源モデルについては、その他の方法の適用条件、適用範囲を検討する。
- 短周期レベルの不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）については、沈み込んだ深い海洋プレート内地震の震源特性を反映しており、この震源特性を反映するための観測記録（補正係数）は得られていないため、断層モデルを用いた手法による地震動評価を重視することとするが、短周期レベルを入力値とする片岡・他(2006)の方法※1を用いる。
- 地震動の顕著な増幅は、震源モデル毎に、地震動の顕著な増幅を考慮する場合と考慮しない場合について、断層モデルを用いた手法による地震動評価を行い、これらの結果による増幅係数（応答スペクトル比：「地震動の顕著な増幅を考慮する場合の平均応答スペクトル（各破壊開始点の平均）」／「地震動の顕著な増幅を考慮しない場合の平均応答スペクトル（各破壊開始点の平均）」）を算出し、応答スペクトルに基づく地震動評価結果（地震動の顕著な増幅を考慮しない）に乗じることで考慮する。

【断層モデルを用いた手法による地震動評価】

- 一次元地下構造モデル※2の妥当性を確認した統計的グリーン関数法（短周期領域）と波数積分法（長周期領域）によるハイブリッド合成法※3を用いる。
- ハイブリッド合成法に関しては、強震動予測レシビに基づき、理論的手法の精度の限界及び半経験的手法の有効性を考慮して接続周期の設定等を行い、強震動予測結果の検証として、距離減衰式を用いた推定値との比較等を行う。
- 地震動の顕著な増幅※4は、統計的グリーン関数法において算定する解放基盤表面位置のグリーン関数に増幅係数に乗じることで考慮する。

・応答スペクトルに基づく地震動評価は主に巨視的断層パラメータによる影響を、断層モデルを用いた手法による地震動評価は主に微視的断層パラメータによる影響を確認することができるため、これらの特徴等を踏まえて、検討用地震毎に地震動評価を行う。

- ※1： データベースに海洋プレート内地震が含まれる4つの距離減衰式（Kanno et al.(2006)、Zhao et al.(2006)、内山・翠川(2006)、片岡・他(2006)）のうち、断層モデルを用いた手法による地震動評価結果に最も近い結果となる距離減衰式は、片岡・他(2006)で短周期レベルを入力値とする方法。短周期レベルの入力値は、短周期レベルの不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の値を用いる。
- ※2： 一次元地下構造モデルは、地震観測記録を用いて推定した地盤モデルに基づく地盤増幅率、敷地の観測記録（2009年駿河湾の地震の観測記録、Coda波部HVスペクトル及び微動アレイ観測による分散曲線）との比較・検討を行い、その妥当性を確認している（補足説明資料①-11参照）。
- ※3： 統計的グリーン関数法と波数積分法によるハイブリッド合成法を用いるに当たっては、適切な要素地震が得られている海洋プレート内地震の基本震源モデルを対象として、経験的グリーン関数法と波数積分法によるハイブリッド合成法に基づく地震動評価結果との比較・検討を行い、評価手法の代表性を確認している（補足説明資料④-33参照）。
- ※4： 地震動の顕著な増幅の地震動評価への反映方法については、増幅の程度が最も大きい2009年駿河湾の地震（本震）を対象とした5号炉の観測記録の再現検討、プレート間地震を対象とした浅部三次元地下構造モデルを用いた地震動評価結果との比較・検討を行い、その妥当性を確認している（p.294-、補足説明資料④-39参照）。

<3.2.5 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）>

応答スペクトルに基づく地震動評価

（Noda et al.(2002)の適用性検討（概要））

適用性検討の考え方は地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価と同じ

○ 応答スペクトルに基づく地震動評価で用いるNoda et al.(2002)は、国内で観測された地震観測記録に基づき、下表のとおり、極近距離、近距離、中距離、遠距離毎に地震規模 M_j と等価震源距離 X_{eq} に応じてコントロールポイントを定めている。

<Noda et al.(2002)の回帰式の作成に用いた地震諸元（左図■）> <Noda et al.(2002)の回帰式の適用性確認に用いた地震諸元（左図□）>

- ・地震規模 M_j : $5.5 \leq M_j \leq 7.0$
- ・等価震源距離 X_{eq} : $28\text{km} \leq X_{eq} \leq 202\text{km}$
- ・地震規模 M_j : $5.4 \leq M_j \leq 8.1$
- ・等価震源距離 X_{eq} : $14\text{km} \leq X_{eq} \leq 216\text{km}$

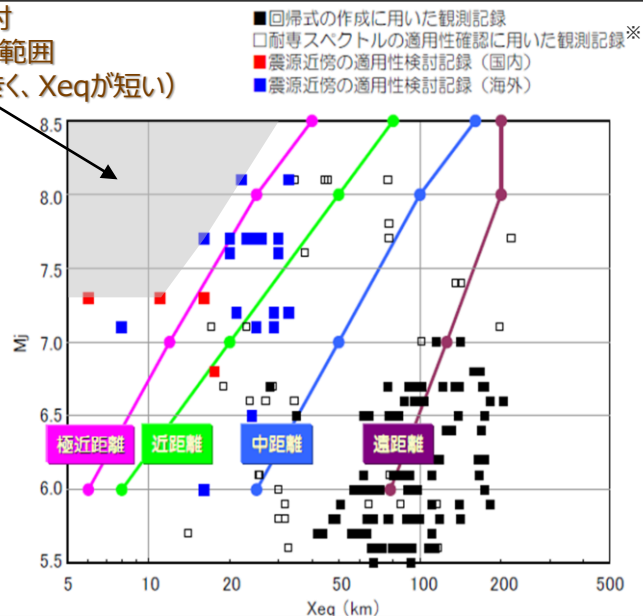
○ また、極近距離よりさらに近い地震についても検討が行われているが（左図■ ■）、旧原子力安全委員会の「応答スペクトルに基づく地震動評価」に関する専門家との意見交換会において、東京電力(2009b)では、「極近距離よりさらに近い地震に関しては観測データも少なく、また、コントロールポイントも設けられていない。これらより、今後スペクトルの適用性や改良に関する検討等が必要と考えられる。」としている。

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

⇒ Noda et al.(2002)の適用性の検討にあたっては、検討用地震毎の諸元（地震規模 M_j 及び等価震源距離 X_{eq} ）と極近距離を比較し、極近距離との乖離が大きい場合は、適用範囲外とする。

適用性検討
記録がない範囲

（ M_j が大きく、 X_{eq} が短い）



<Noda et al.(2002)のコントロールポイント（東京電力(2009a)による）>

	M	Xeq (km)	コントロールポイントの座標 pSv (cm/s)							
			A	B	C	D	E	F	G	H
			T_A (s)	T_B (s)	T_C (s)	T_D (s)	T_E (s)	T_F (s)	T_G (s)	T_H (s)
極近距離	8.5	40	1.62	18.44	27.32	47.87	68.05	64.66	53.52	40.06
	8	25	1.69	20.05	28.96	48.22	67.80	65.25	52.51	38.35
	7	12	1.40	17.20	24.84	33.86	43.42	36.42	25.15	17.85
	6	6	1.04	12.82	18.51	21.84	23.17	17.41	9.64	3.88
近距離	8.5	80	0.73	7.36	11.43	22.92	34.79	32.58	27.60	21.96
	8	50	0.67	7.45	11.17	20.05	28.65	27.06	22.70	17.19
	7	20	0.78	9.44	13.64	19.10	24.83	20.69	14.46	10.37
中距離	8.5	160	0.26	2.22	3.67	9.45	15.17	14.83	13.64	12.26
	8	100	0.32	3.08	4.86	10.27	16.04	14.96	12.73	10.37
	7	50	0.23	2.65	4.01	6.02	7.64	6.68	4.87	3.64
遠距離	8.5	200	0.18	1.44	2.43	6.87	11.17	11.17	10.67	10.04
	8	200	0.10	0.80	1.35	3.82	6.21	6.21	5.93	5.58
	7	125	0.046	0.43	0.70	1.34	1.81	1.59	1.26	1.05
	6	78	0.041	0.45	0.65	0.95	1.03	0.80	0.49	0.22

※耐専スペクトルとNoda et al.(2002)は同じ距離減衰式である。

<Noda et al.(2002)の適用性>
(東京電力(2009b)に適用性検討記録がない範囲を重ね描き)

<3.2.5 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）>

応答スペクトルに基づく地震動評価

（Noda et al.(2002)以外の距離減衰式の適用性検討（概要））

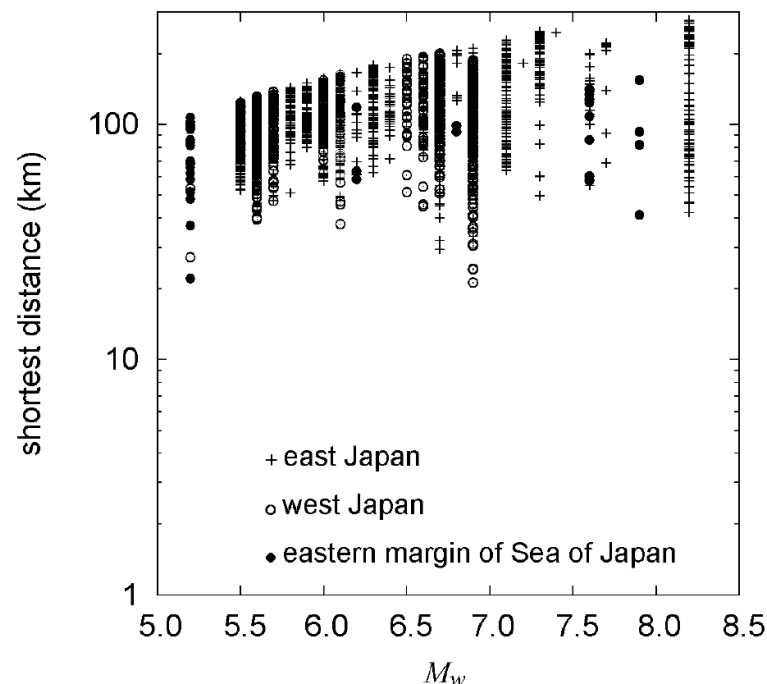
適用性検討の考え方は地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価と同じ

- 短周期レベルの不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）については、沈み込んだ深い海洋プレート内地震の震源特性を反映しており、この震源特性を反映するための観測記録（補正係数）は得られていないため、断層モデルを用いた手法による地震動評価を重視することとするが、短周期レベルを入力値とする片岡・他(2006)の方法を用いる。
- 片岡・他(2006)の適用性の検討にあたっては、短周期レベルの不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の諸元（ M_w 及び断層最短距離 X_{sh} ）と片岡・他(2006)の距離減衰式の作成に用いられた地震の諸元を比較し、乖離が大きい場合は、適用範囲外とする。

<片岡・他(2006)の概要>

対象地震	日本周辺
地震種別	内陸地殻内 プレート間 海洋プレート内
M_w の範囲	4.9~8.2
断層最短距離の範囲	250km以内
地盤条件・種別	I種、II種、III種地盤及び 工学的基盤（ $V_{s30}^* = 720\text{m/s}$ （平均値））
地盤補正	地盤種別による

※ V_{s30} ：表層30mのS波速度の平均値（浜岡原子力発電所は $V_{s30} = 759\text{m/s}$ ）



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

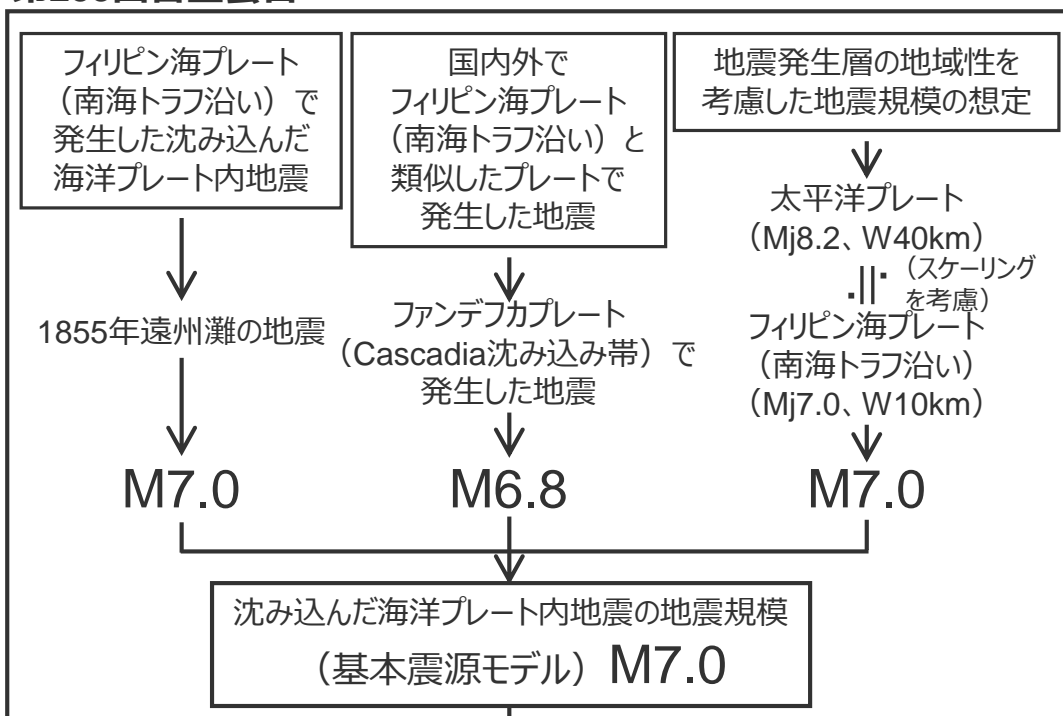
応答スペクトルに基づく地震動評価

（地震規模の設定）

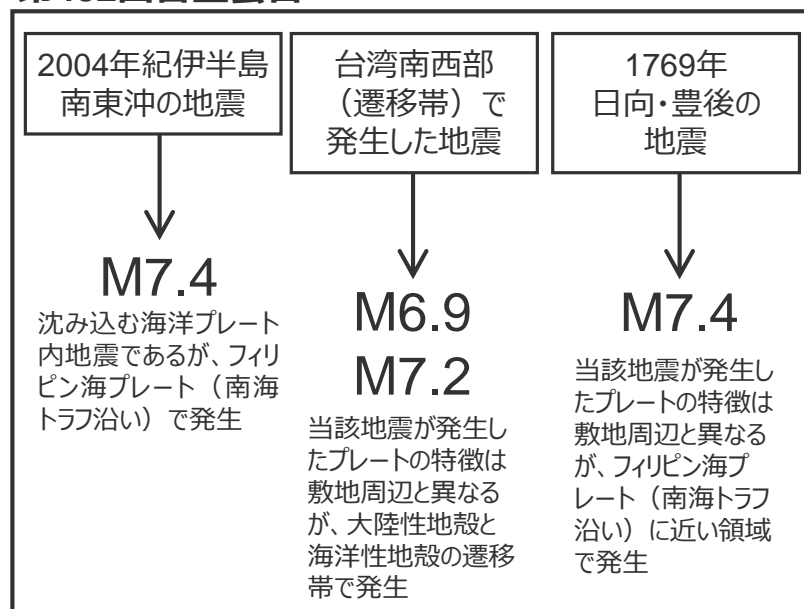
地震規模の設定は地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価と同じ

- フィリピン海プレート（南海トラフ沿い）で発生した沈み込んだ海洋プレート内地震の最大規模、当該プレートと特徴が類似した海洋プレートで発生した地震の最大規模、地震発生層の地域性を考慮した地震規模の想定を踏まえて、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の地震規模 M7.0を考慮する。地震規模の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）以外の震源モデルも、同様にM7.0とする。
- 上記以外で発生した地震及びプレートの特徴を検討した結果、2004年紀伊半島南東沖の地震（M7.4）を踏まえるとともに、台湾南西部（遷移帯）で発生した地震（M6.9,M7.2）、1769年日向・豊後の地震（M7.4）等を確認し、地震規模の不確かさとして、M7.4を考慮する。

第253回審査会合



第482回審査会合



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

沈み込んだ海洋プレート内地震の地震規模
(地震規模の不確かさ) M7.4

<3.2.5 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）>
応答スペクトルに基づく地震動評価
 （各距離減衰式の適用性検討（まとめ））

<検討用地震の震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）におけるNoda et al.(2002)の適用性検討（まとめ）>

震源モデル （地震動の顕著な増幅を 考慮）	基本震源モデル （地震動の顕著な 増幅を考慮）	強震動生成域の数の 不確かさを考慮した 震源モデル （地震動の顕著な 増幅を考慮）	断層傾斜角の不確かさ （20°）を考慮した 震源モデル （地震動の顕著な 増幅を考慮）	断層傾斜角の不確かさ （90°）を考慮した 震源モデル （地震動の顕著な 増幅を考慮）	地震規模の不確かさ を考慮した震源モデル （地震動の顕著な 増幅を考慮）	震源深さの不確かさ を考慮した震源モデル （地震動の顕著な 増幅を考慮）
Mj	7.0	7.0	7.0	7.0	7.4	7.0
等価震源距離Xeq (km)	28.7	29.0	27.0	29.7	32.3	19.7
Noda et al.(2002) の適用性	○	○	○	○	○	○

○：適用範囲内 ×：適用範囲外

<短周期レベルの不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）における片岡・他(2006)の適用性検討（まとめ）>

震源モデル （地震動の顕著な増幅を 考慮）	短周期レベルの不確かさを 考慮した震源モデル （地震動の顕著な増幅を 考慮）
Mw	6.9
断層最短距離Xsh (km)	23.0
片岡・他(2006) の適用性	○

○：適用範囲内 ×：適用範囲外

・各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の適用性検討の詳細は、補足説明資料③p.177~参照。

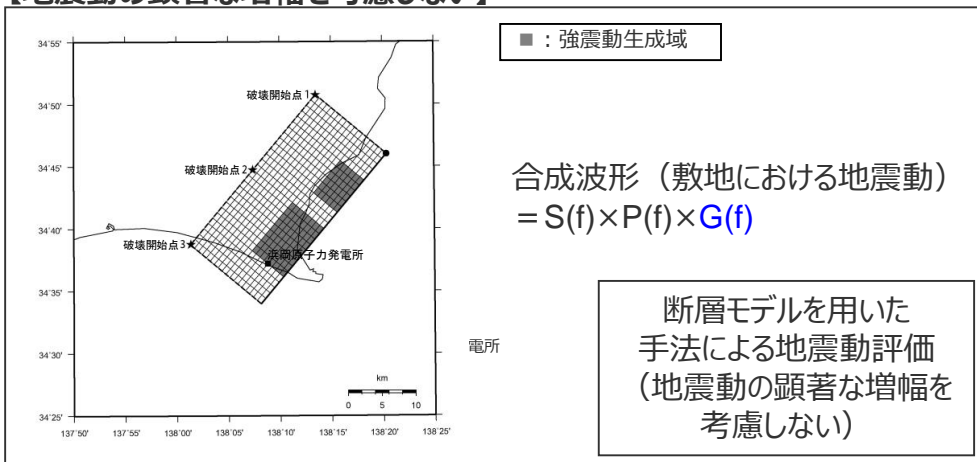
<3.2.5 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）>

応答スペクトルに基づく地震動評価

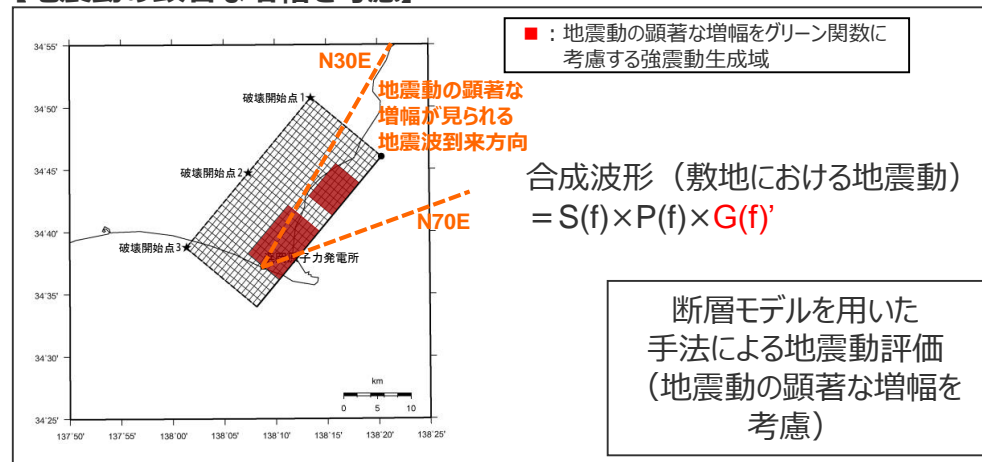
（応答スペクトルに基づく地震動評価における地震動の顕著な増幅の反映）

- 応答スペクトルに基づく地震動評価は、検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）の震源モデル毎に、地震動の顕著な増幅を考慮する場合と考慮しない場合について、断層モデルを用いた手法による地震動評価を行い、これらの結果による増幅係数（応答スペクトル比：「地震動の顕著な増幅を考慮する場合の平均応答スペクトル（各破壊開始点の平均）」/「地震動の顕著な増幅を考慮しない場合の平均応答スペクトル（各破壊開始点の平均）」※）を水平動・鉛直動それぞれで算出し、応答スペクトルに基づく地震動評価結果（地震動の顕著な増幅を考慮しない）に乘じる。

【地震動の顕著な増幅を考慮しない】



【地震動の顕著な増幅を考慮】



増幅係数（応答スペクトル比）を算出

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

応答スペクトルに基づく地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）

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

※ 増幅係数（応答スペクトル比）の算出に当たって、「本反映方法により地震動の顕著な増幅を反映した断層モデルを用いた手法による地震動評価結果の応答スペクトル比（地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価結果/地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価結果）」はNS方向とEW方向で同程度となること（補足説明資料③p.193-）、応答スペクトルに基づく手法は震源断層全体の地震動を評価する手法であり、Noda et al.(2002)の方法等を含めて一般に距離減衰式を作成する際には水平動はNS方向の観測記録とEW方向の観測記録とを区別せずに回帰分析が行われていることから、断層モデルを用いた手法による地震動評価結果を用いて求める増幅係数（応答スペクトル比）は各破壊開始点の平均、水平動についてはNS方向とEW方向の平均を用いる。

・箱書きを抜粋して記載。

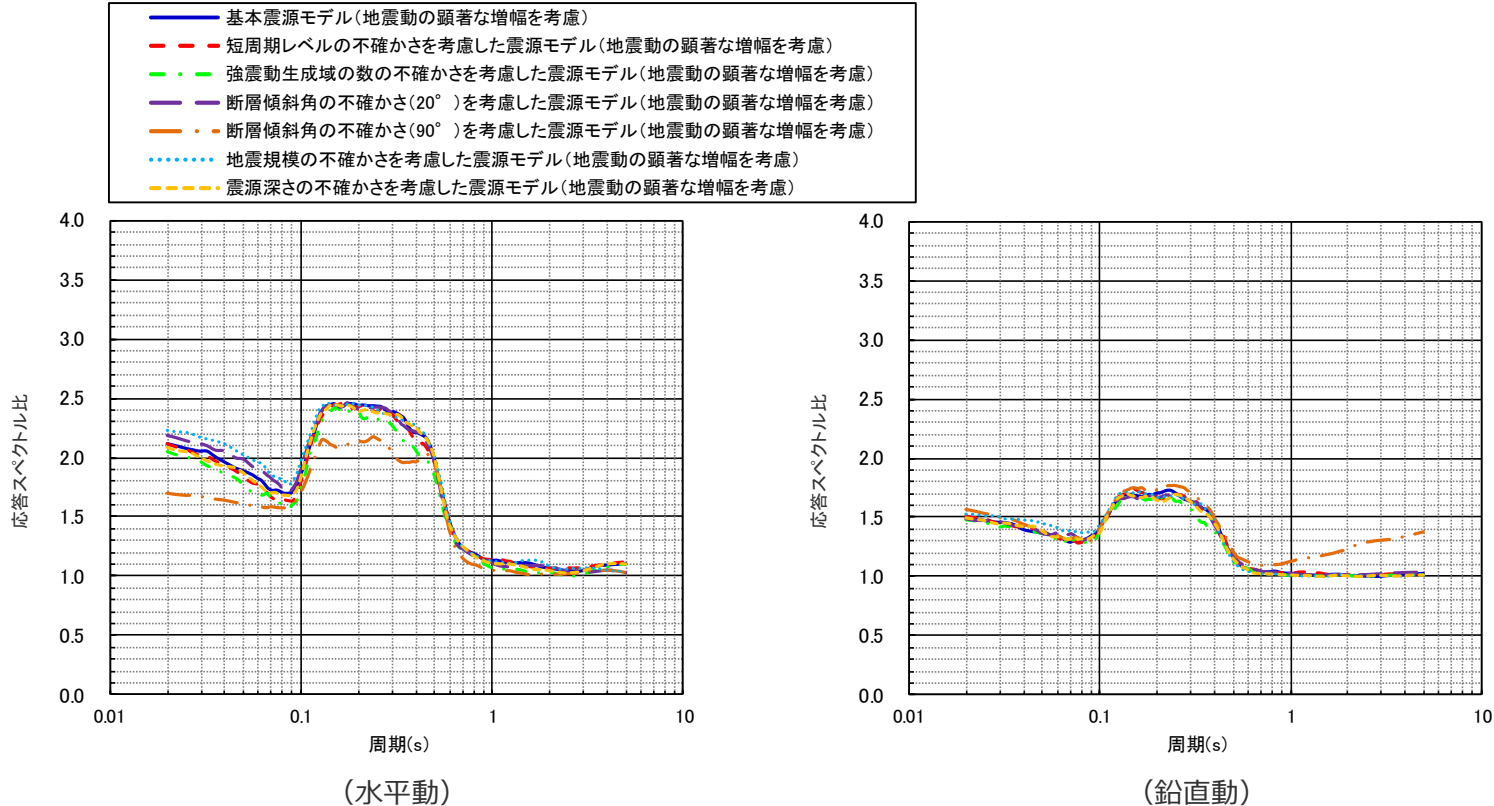
<3.2.5 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）>

応答スペクトルに基づく地震動評価

（応答スペクトルに基づく地震動評価における地震動の顕著な増幅の反映）

増幅係数（応答スペクトル比）を算出

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



<地震動の顕著な増幅の反映のために用いる増幅係数（応答スペクトル比）>

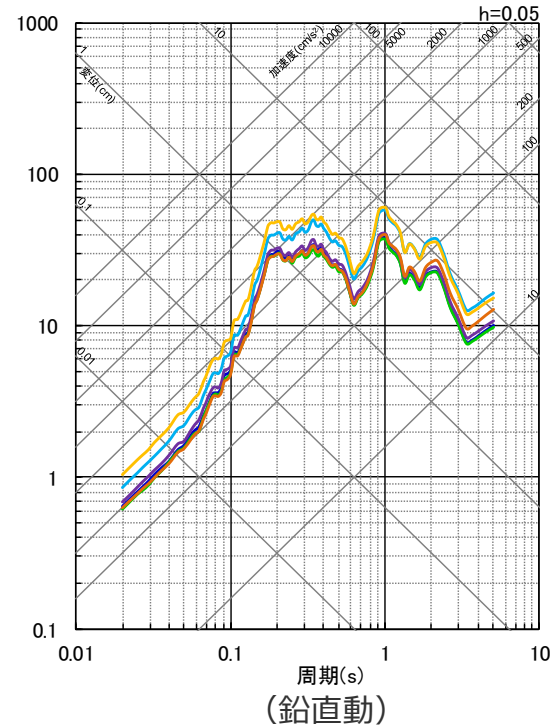
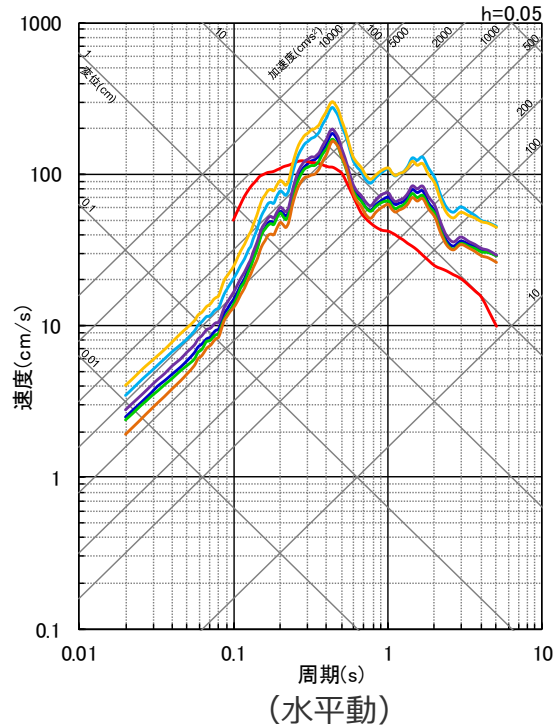
・震源深さの不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の増幅係数（応答スペクトル比）を修正。詳細は、補足説明資料③p.221～参照。

※ 水平動はNS方向とEW方向の平均。

・各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の増幅係数（応答スペクトル比）算出の詳細は、補足説明資料③p.185～参照。

<3.2.5 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）> 応答スペクトルに基づく地震動評価結果

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



・Noda et al.(2002)に基づく場合は2009年駿河湾の地震(本震)の観測記録を用いて補正。

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

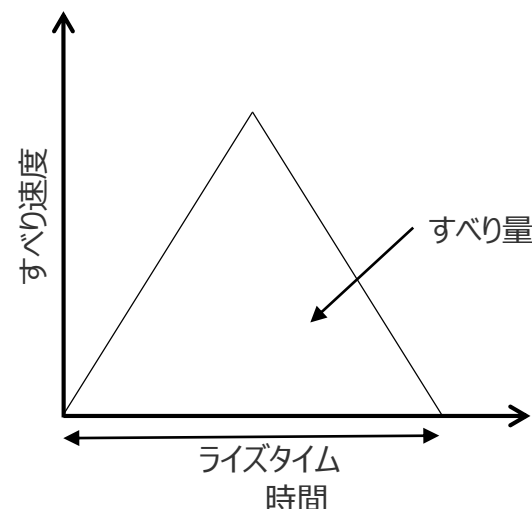
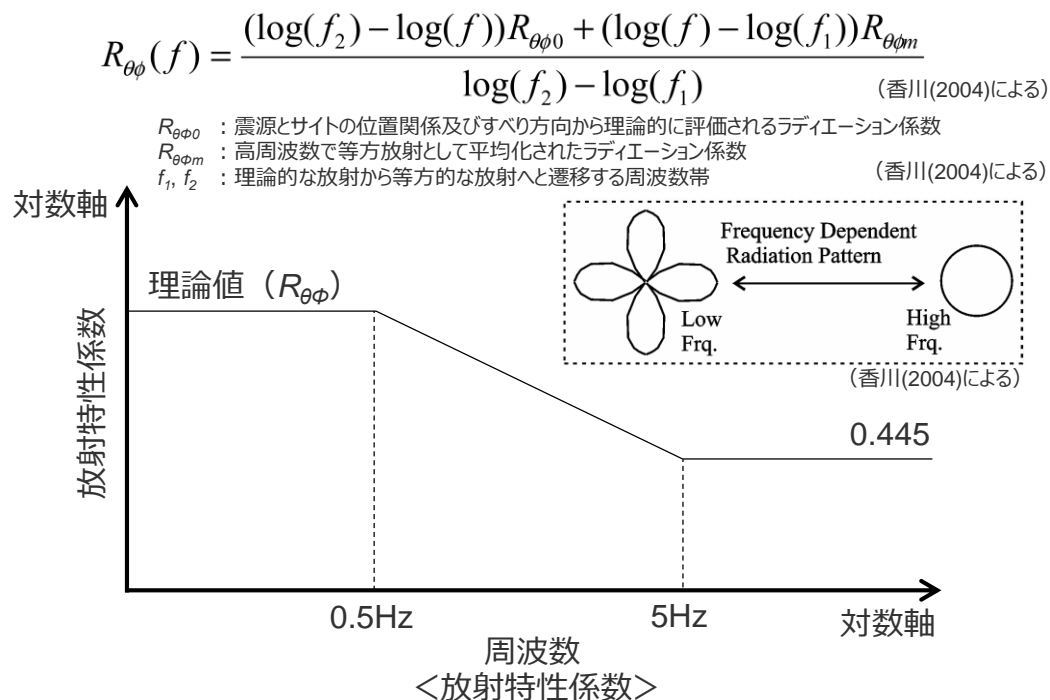
- ・震源深さの不確かさを考慮した震源モデル(地震動の顕著な増幅を考慮)の地震動評価結果を修正。詳細は、補足説明資料③p.221~参照。
- ・Xeqは、等価震源距離(km)、Xshは、断層最短距離(km)を表す。
- ・各震源モデル(地震動の顕著な増幅を考慮)の地震動評価結果は、補足説明資料③p.197~参照。

<3.2.5 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）> 断層モデルを用いた手法による地震動評価 (断層モデルを用いた手法)

断層モデルを用いた手法は地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価と同じ

- 断層モデルを用いた手法による地震動評価は、一次元地下構造モデルの妥当性を確認した統計的グリーン関数法（短周期領域）と波数積分法（長周期領域）によるハイブリッド合成法を用いる。
- 統計的グリーン関数法は、Boore(1983)による要素地震及び入倉・他(1997)による波形合成※1に基づく。放射特性係数は、Kamae and Irikura(1992)により、0.5Hz以下をAki and Richards(1980)による理論値、5Hz以上をBoore and Boatwright(1984)による等方的な値(0.445)とし、その間是对数軸上で線形補間した値とする。
- 波数積分法は、Hisada(1994)に基づく。すべり速度時間関数は、一般的に用いられる三角形関数※2（震源断層パラメータに基づく）を用いる。

※1 入倉・他(1997)による波形合成では、2009年駿河湾の地震のシミュレーションを踏まえたライズタイム（0.3秒）を用いる。

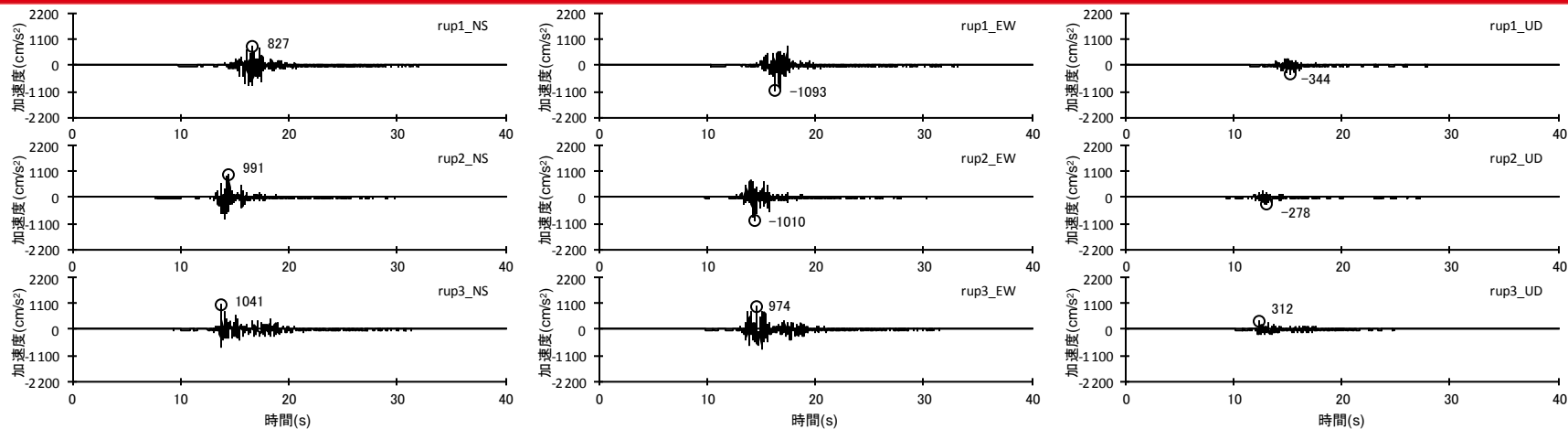


ライズタイム $t_r=0.3$ 秒（2009年駿河湾の地震のシミュレーションモデルを踏まえて設定）

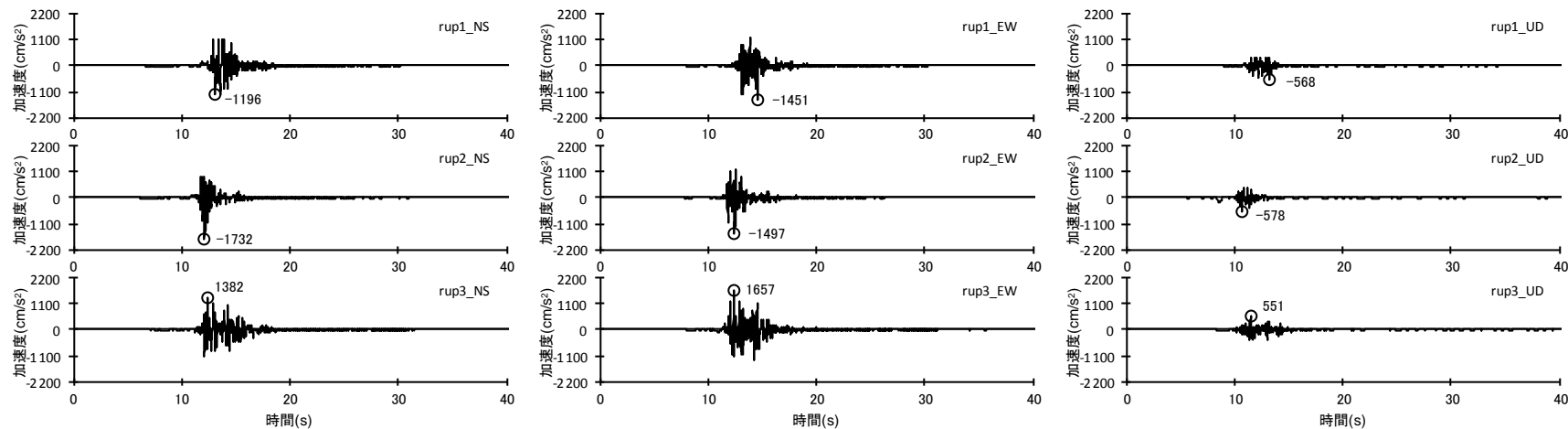
<すべり速度時間関数>

※2 久田(2002)、倉橋・入倉(2017)等による。

<3.2.5 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）>
断層モデルを用いた手法による地震動評価結果
（加速度時刻歴波形）



（基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））

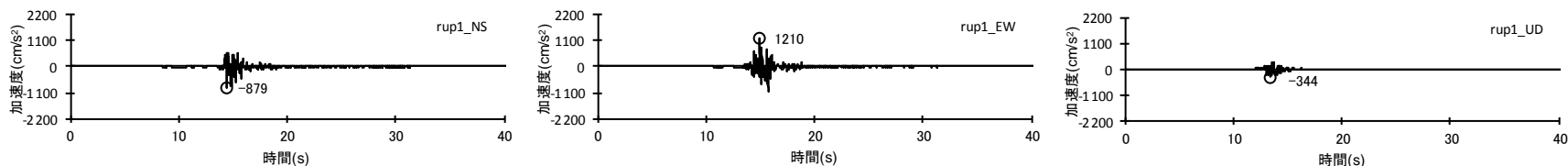


（短周期レベルの不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））

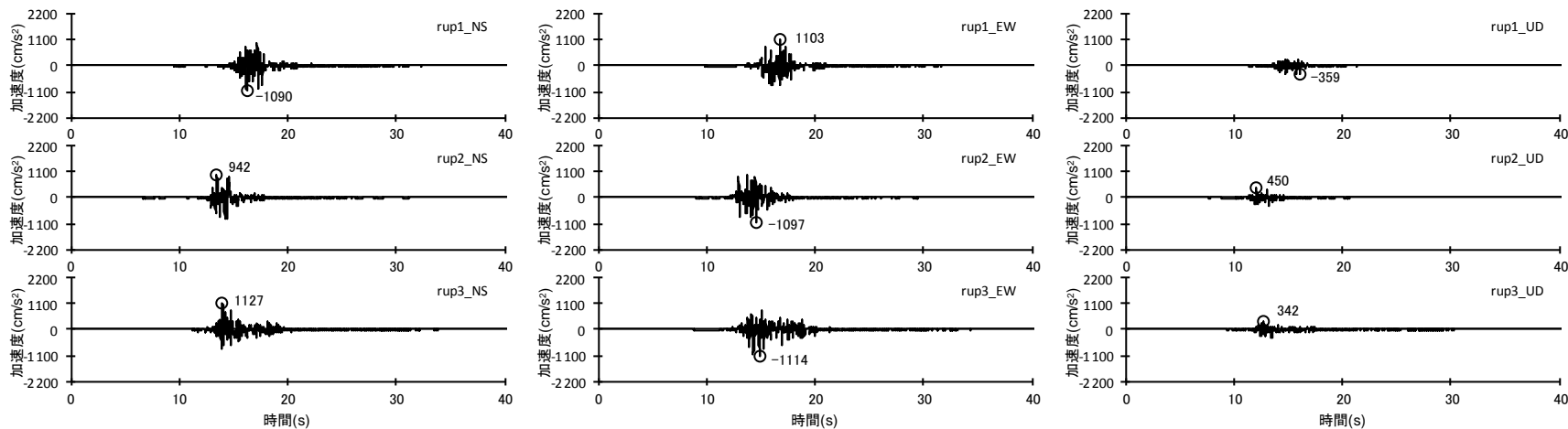
<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（加速度時刻歴波形）>

・速度時刻歴波形は、補足説明資料③p.207,209参照。

<3.2.5 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）>
断層モデルを用いた手法による地震動評価結果
（加速度時刻歴波形）



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

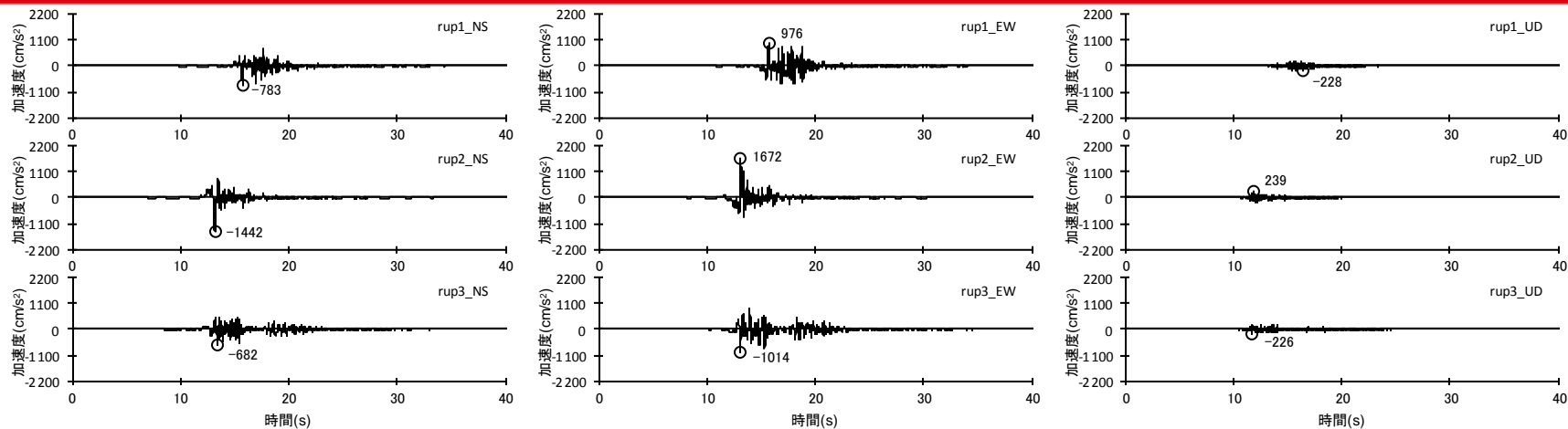


（断層傾斜角の不確かさ（ 20° ）を考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））

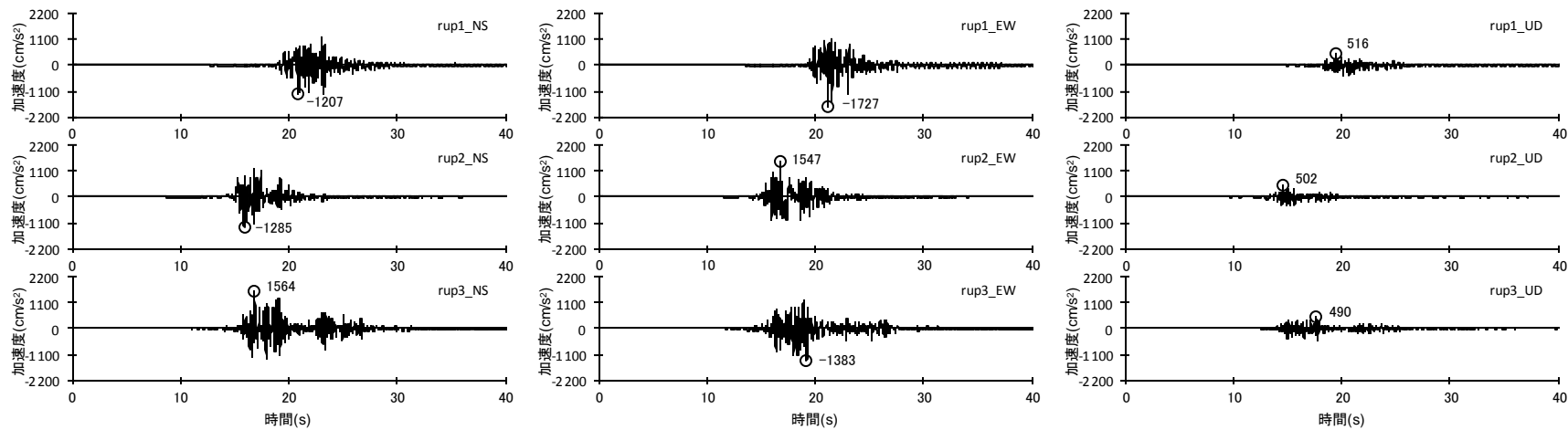
<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（加速度時刻歴波形）>

・速度時刻歴波形は、補足説明資料③p.211,213参照。

<3.2.5 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）>
断層モデルを用いた手法による地震動評価結果
（加速度時刻歴波形）



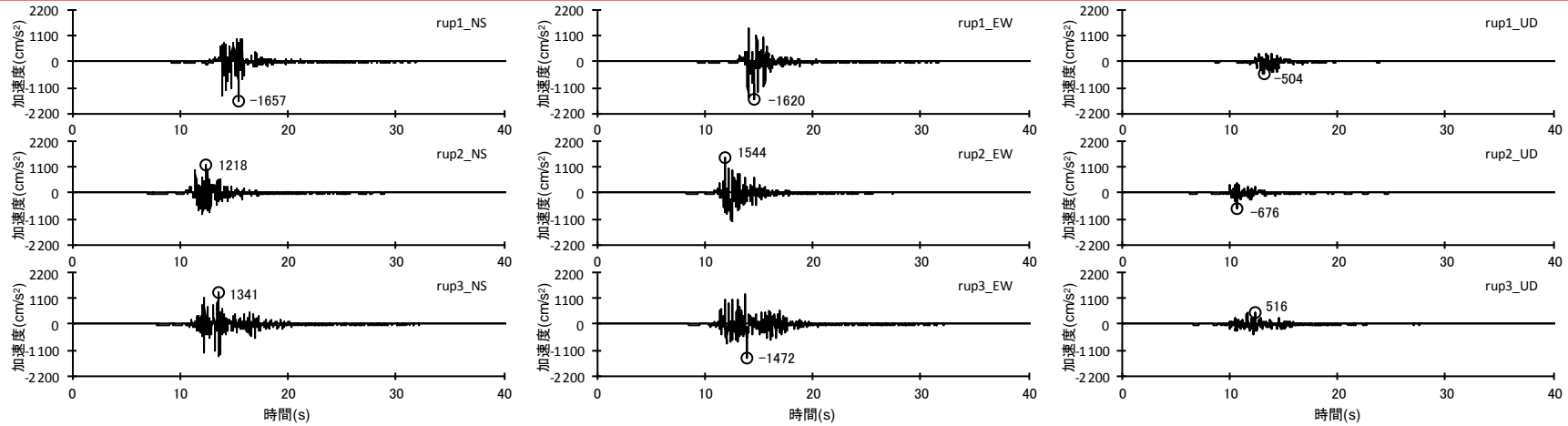
（断層傾斜角の不確かさ（90°）を考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））



（地震規模の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））
<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（加速度時刻歴波形）>

・速度時刻歴波形は、補足説明資料③p.215,217参照。

<3.2.5 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）>
断層モデルを用いた手法による地震動評価結果
（加速度時刻歴波形）



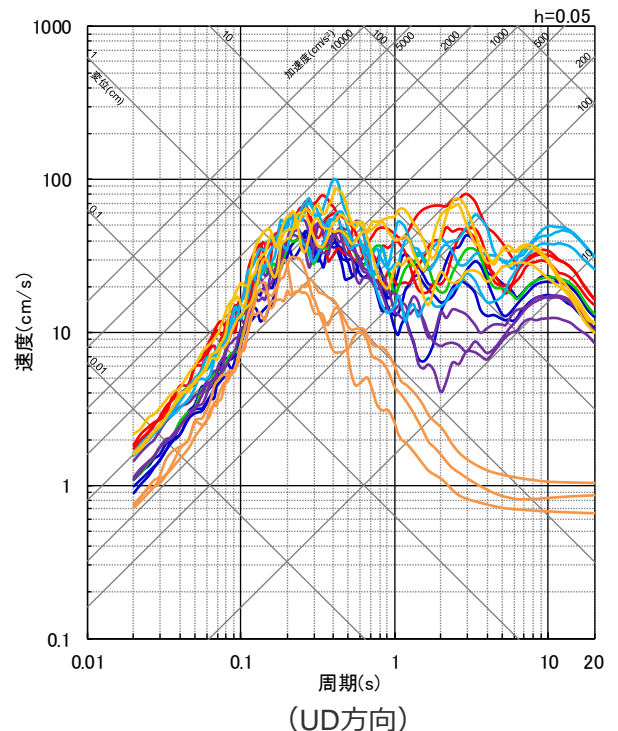
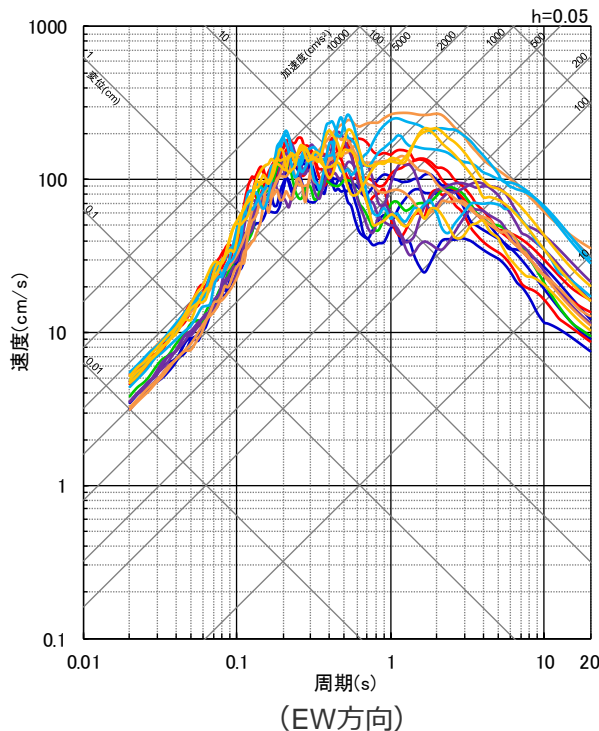
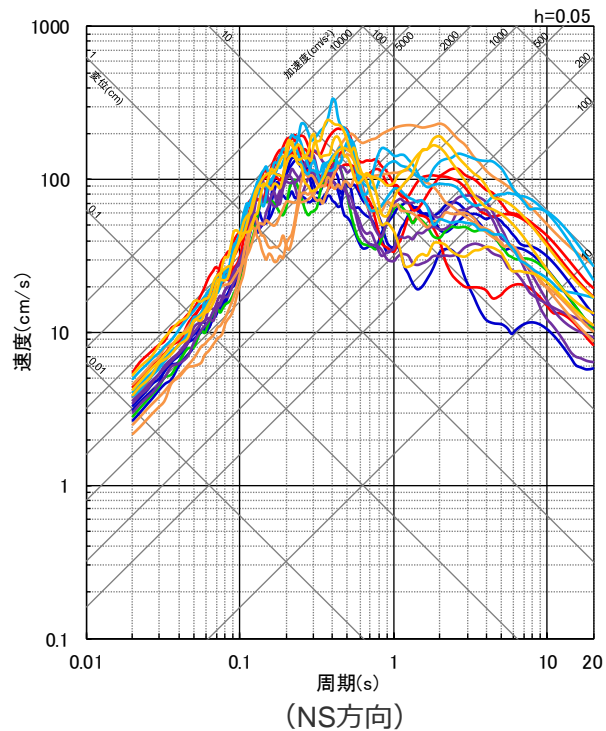
（震源深さの不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））

<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（加速度時刻歴波形）>

・速度時刻歴波形は、補足説明資料③p.219参照。

<3.2.5 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）> 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果 (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)
- 強震動生成域の数の不確かさを考慮した震源モデル(地震動の顕著な増幅を考慮)
- 断層傾斜角の不確かさ(90°)を考慮した震源モデル(地震動の顕著な増幅を考慮)
- 震源深さの不確かさを考慮した震源モデル(地震動の顕著な増幅を考慮)
- 短周期レベルの不確かさを考慮した震源モデル(地震動の顕著な増幅を考慮)
- 断層傾斜角の不確かさ(20°)を考慮した震源モデル(地震動の顕著な増幅を考慮)
- 地震規模の不確かさを考慮した震源モデル(地震動の顕著な増幅を考慮)



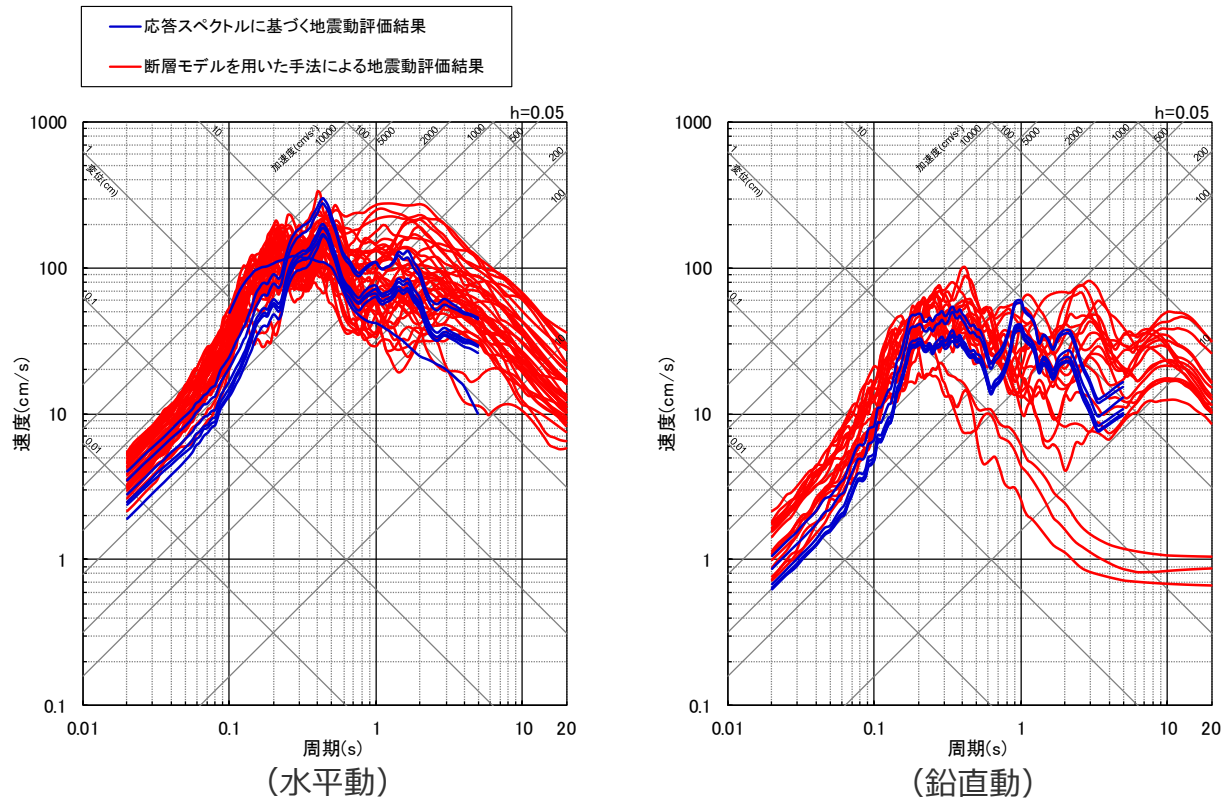
<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（応答スペクトル）> (全ての震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）)

・震源深さの不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の地震動評価結果を修正。詳細は、補足説明資料③p.221～参照。

・各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の応答スペクトルは、補足説明資料③p.208,210,211,214,216,218,220参照。

<3.2.5 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）>

応答スペクトルに基づく地震動評価結果と断層モデルを用いた手法による地震動評価結果との比較（応答スペクトル）



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

・震源深さの不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の地震動評価結果を修正。詳細は、補足説明資料③p.221～参照。

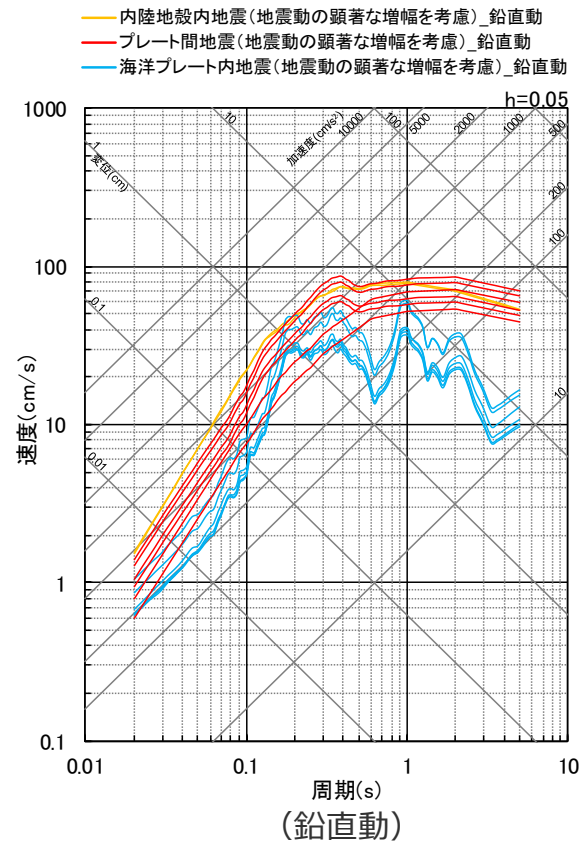
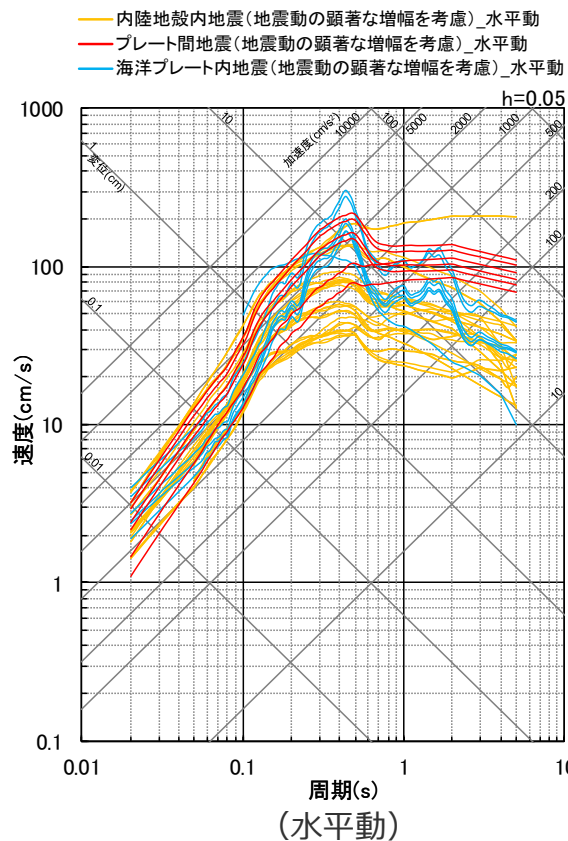
・震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）ごとの応答スペクトルに基づく地震動評価結果と断層モデルを用いた手法による地震動評価結果との比較は、補足説明資料③p.228～参照。

余白

目次

1 敷地周辺の地震発生状況	……p.15~
2 敷地における地震動の増幅特性	
2.1 敷地における観測・調査	……p.24~
2.2 5号炉周辺の増幅要因	……p.29~
2.2.1 地震観測記録の分析	……p.32~
2.2.2 地下構造調査及び解析検討	……p.50~
2.2.3 まとめ（5号炉周辺の増幅要因）	……p.76~
2.3 敷地における地盤増幅特性	……p.78~
2.3.1 地下構造	……p.80~
2.3.2 地震観測	……p.93~
2.3.3 地震波の伝播経路	……p.102~
2.3.4 まとめ（敷地における地盤増幅特性）	……p.108~
2.4 敷地における地盤増幅特性の地震動評価への反映方法	
2.4.1 解放基盤表面の設定	……p.110~
2.4.2 地震動評価への反映方法	……p.114~
3 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動	
3.1 地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価	
3.1.1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）	……p.137~
3.1.2 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）	……p.190~
3.1.3 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）	……p.238~
3.1.4 まとめ（地震動の顕著な増幅を考慮しない）	……p.280~
3.2 地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価	
3.2.1 地震動の顕著な増幅の地震動評価への反映方法	……p.283~
3.2.2 検討用地震の選定及び震源モデルの設定	……p.312~
3.2.3 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）	……p.325~
3.2.4 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）	……p.357~
3.2.5 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）	……p.409~
3.2.6 まとめ（地震動の顕著な増幅を考慮）	……p.442~
3.2.7 第940回審査会合におけるコメントに対する回答	……p.446~

<3.2.6 まとめ（地震動の顕著な増幅を考慮）> 応答スペクトルに基づく地震動評価結果

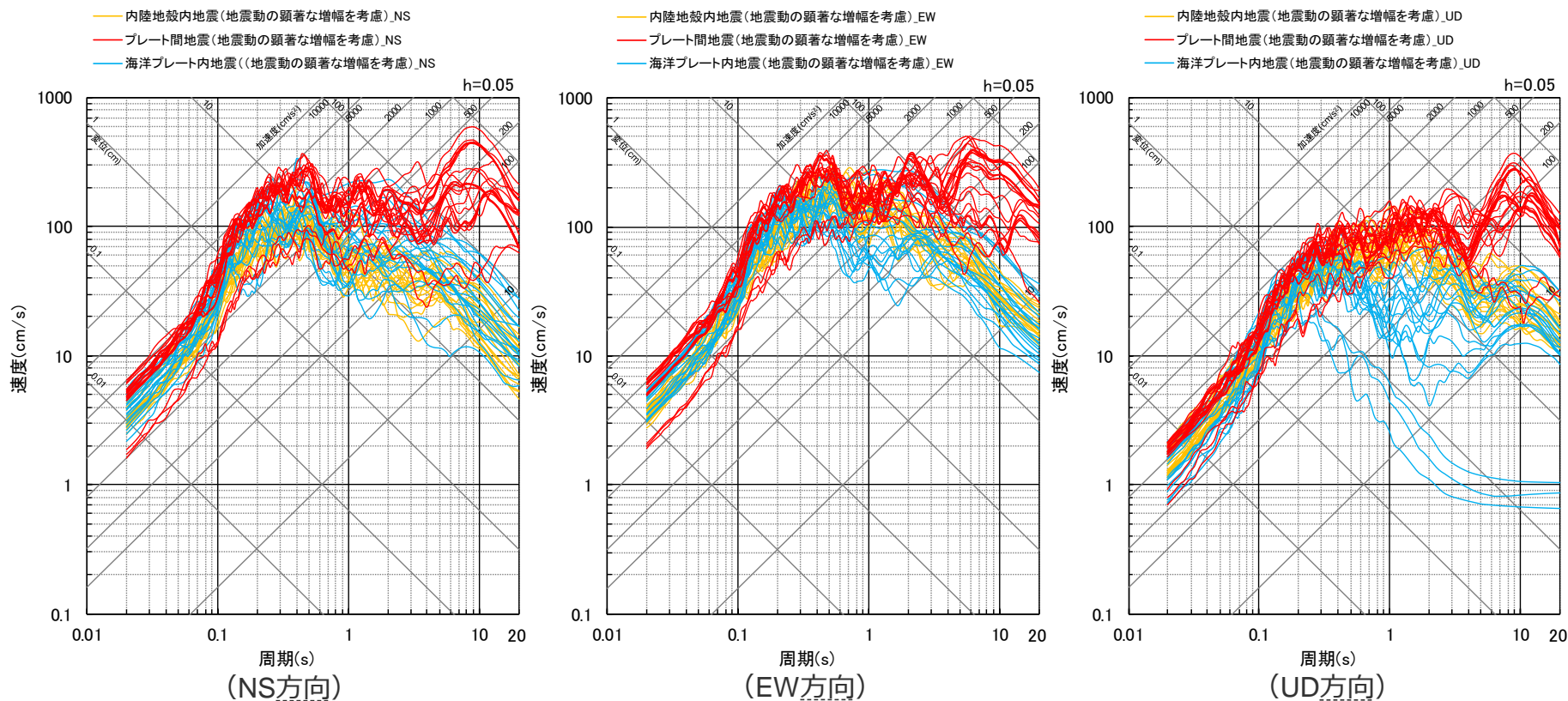


<各検討用地震の応答スペクトルに基づく地震動評価結果（応答スペクトル）> （全ての地震タイプの全ての震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））

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

・海洋プレート内地震の震源深さの不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の地震動評価結果を修正。詳細は、補足説明資料③p.221～参照。

<3.2.6 まとめ（地震動の顕著な増幅を考慮）> 断層モデルを用いた手法による地震動評価結果



<各検討用地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（応答スペクトル）>
 （全ての地震タイプの全ての震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））

・海洋プレート内地震の震源深さの不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の地震動評価結果を修正。詳細は、補足説明資料③p.221～参照。

余白

目次

1 敷地周辺の地震発生状況	……p.15~
2 敷地における地震動の増幅特性	
2.1 敷地における観測・調査	……p.24~
2.2 5号炉周辺の増幅要因	……p.29~
2.2.1 地震観測記録の分析	……p.32~
2.2.2 地下構造調査及び解析検討	……p.50~
2.2.3 まとめ（5号炉周辺の増幅要因）	……p.76~
2.3 敷地における地盤増幅特性	……p.78~
2.3.1 地下構造	……p.80~
2.3.2 地震観測	……p.93~
2.3.3 地震波の伝播経路	……p.102~
2.3.4 まとめ（敷地における地盤増幅特性）	……p.108~
2.4 敷地における地盤増幅特性の地震動評価への反映方法	
2.4.1 解放基盤表面の設定	……p.110~
2.4.2 地震動評価への反映方法	……p.114~
3 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動	
3.1 地震動の顕著な増幅を考慮しない地震動評価	
3.1.1 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）	……p.137~
3.1.2 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）	……p.190~
3.1.3 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮しない）	……p.238~
3.1.4 まとめ（地震動の顕著な増幅を考慮しない）	……p.280~
3.2 地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価	
3.2.1 地震動の顕著な増幅の地震動評価への反映方法	……p.283~
3.2.2 検討用地震の選定及び震源モデルの設定	……p.312~
3.2.3 内陸地殻内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）	……p.325~
3.2.4 プレート間地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）	……p.357~
3.2.5 海洋プレート内地震の地震動評価（地震動の顕著な増幅を考慮）	……p.409~
3.2.6 まとめ（地震動の顕著な増幅を考慮）	……p.442~
3.2.7 第940回審査会合におけるコメントに対する回答	……p.446~

<3.2.7 第940回審査会合におけるコメントに対する回答>

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

【第940回審査会合における説明】

【検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）の地震動評価（p.283～参照）】

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

【地震動評価結果に考慮された保守性の確認（補足説明資料④-39参照）】

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

【「増幅方向」に位置する背景領域の小断層による影響の確認（補足説明資料④-39参照）】

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

【第940回審査会合におけるコメント】

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

【第940回審査会合におけるコメントを踏まえた対応】

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

- 以降では、基準地震動の策定の説明に先立ち、基準地震動に選定される可能性がある海洋プレート内地震の震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）について、「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる場合の地震動評価を行う。

<3.2.7 第940回審査会合におけるコメントに対する回答>

「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる海洋プレート内地震の地震動評価（地震観測記録の分析結果等と地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価（第940回審査会合における説明））

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

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

【地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価（方針）】

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

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

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

<3.2.7 第940回審査会合におけるコメントに対する回答>

「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる海洋プレート内地震の地震動評価
(断層モデルを用いた手法による地震動評価への地震動の顕著な増幅の反映方法 (方針) (第940回審査会合における説明))

・下線 () は、一部修正箇所を示す。

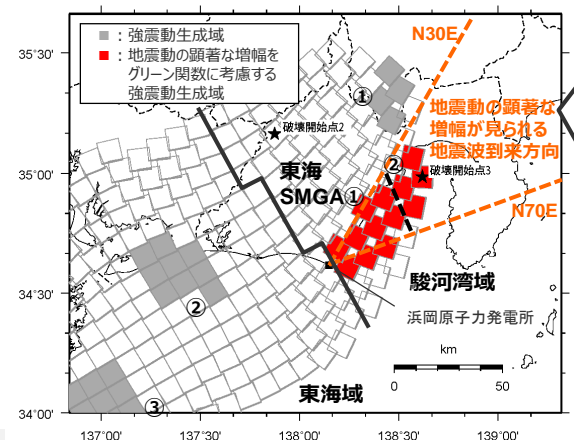
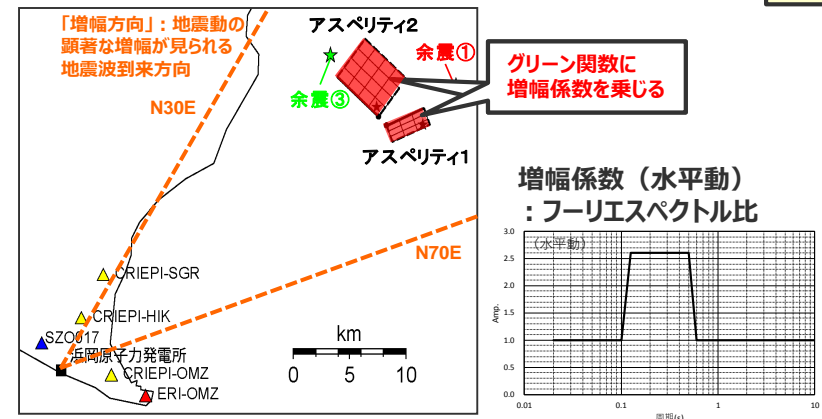
【地震観測記録の分析結果 (地震動の顕著な増幅の特性)】
○ 地震動の顕著な増幅は、特定の到来方向 (N30E~N70E) の地震波のみに、短周期の特定の周期帯 (フーリエスペクトルの周期0.2~0.5秒) では見られるが、その他の地震波到来方向では見られない。

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

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

【2009年駿河湾の地震 (本震) の観測記録の再現検討】
○ 背景領域のない強震動生成域 (アスペリティ) のみの震源モデルを用いて、強震動生成域 (アスペリティ) の小断層のグリーン関数に増幅係数を乗じる方法で、地震動の顕著な増幅が見られた観測点 (5号炉周辺) の観測記録を概ね再現できることを確認する。

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



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

<2009年駿河湾の地震 (本震) の震源モデル>
____(当社作成)____

<3.2.7 第940回審査会合におけるコメントに対する回答>

「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる海洋プレート内地震の地震動評価
(応答スペクトルに基づく地震動評価への地震動の顕著な増幅の反映方法 (方針) (第940回審査会合における説明))

【応答スペクトルに基づく手法の概要】

- 応答スペクトルに基づく手法は、地震規模や震源距離といった巨視的パラメータにより震源断層全体の地震動を評価する手法である。
- 応答スペクトルに基づく手法では、検討用地震と震源特性、伝播経路特性、地盤増幅特性が同様と見なせる地震の観測記録が得られている場合、その観測記録を用いて、検討用地震と同様の震源特性、伝播経路特性、地盤増幅特性を反映した地震動評価を行うことができる。
- その際、三次元的な地下構造の影響により地震動の顕著な増幅が見られるサイトでは、震源断層面の広がりや地震波到来方向の違いによって地盤増幅特性が異なることから、各検討用地震に応じた敷地固有の地盤増幅特性（地震動の顕著な増幅特性）を適切に反映するためには、各検討用地震と震源断層面の広がりや地震波到来方向が同様と見なせる観測記録を用いる必要がある。

【浜岡原子力発電所の観測記録】

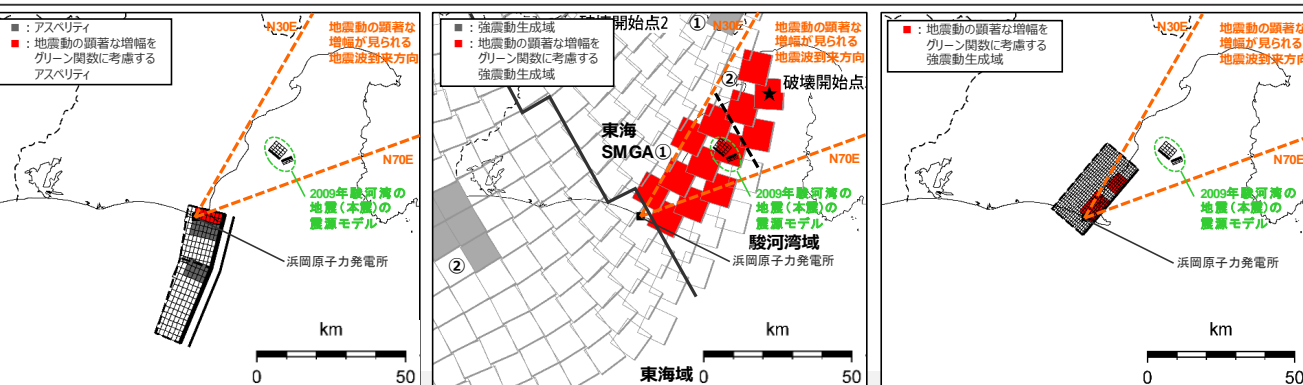
- 浜岡原子力発電所の検討用地震には、内陸地殻内地震、プレート間地震、海洋プレート内地震の3つの地震タイプがあり、敷地への影響が最も大きい地震タイプはプレート間地震である。敷地における観測地震に関し、3つの地震タイプの各検討用地震と震源断層面の広がりや地震波の到来方向が同様と見なせ、**各検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）**に応じた敷地固有の地盤増幅特性が適切に反映された観測記録は得られていない。

【断層モデルを用いた手法による地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価結果】

- 断層モデルを用いた手法は、震源断層を小断層に分割し、小断層毎に敷地に到来する地震動を詳細に考慮できるため、各検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）の震源断層面の広がりや地震波到来方向の違いに応じて、地震観測記録に基づき確認された地震動の顕著な増幅の特性を的確に反映できること、当該反映方法の妥当性は2009年駿河湾の地震（本震）の観測記録の再現検討により検証されていることから、この地震動評価結果には、**各検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）**に応じた敷地固有の地盤増幅特性が適切に反映されている。

【応答スペクトルに基づく地震動評価への地震動の顕著な増幅の反映方法】

- 地震タイプ共通の地震動の顕著な増幅の反映方法として、各検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）に応じた敷地固有の地盤増幅特性が適切に反映された『断層モデルを用いた手法による地震動評価結果を用いて応答スペクトルに与える影響を求めて反映する方法』により応答スペクトルに基づく地震動評価を行うこととし、各検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）に応じた敷地固有の地盤増幅特性が震源断層全体の地震動の応答スペクトルに与える影響を反映する。
- 検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）の地震動評価に当たっては、断層モデルを用いた手法による地震動評価に保守性を考慮することで、応答スペクトルに基づく地震動評価にも保守性を考慮する。



内陸地殻内地震（御前崎海脚西部の断層帯による地震） プレート間地震（南海トラフ沿いの巨大地震） 海洋プレート内地震（敷地直下の想定スラブ内地震）

余白

<3.2.7 第940回審査会合におけるコメントに対する回答>

「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる海洋プレート内地震の地震動評価（地震動評価結果に考慮された保守性の確認（第940回審査会合における説明））

【検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮）の地震動評価】

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

【1.3.2 地震動評価結果に考慮された保守性の確認】

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

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

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

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

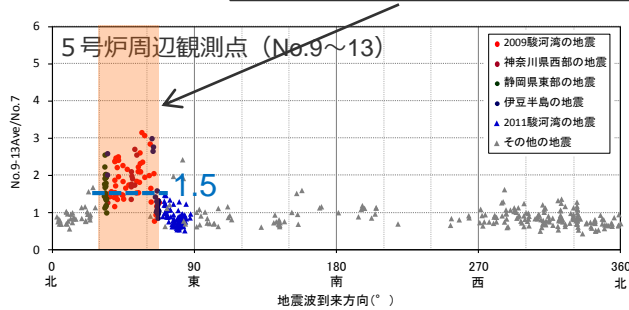
<3.2.7 第940回審査会合におけるコメントに対する回答>

「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる海洋プレート内地震の地震動評価（地震動評価結果に考慮された保守性の確認（第940回審査会合における説明））

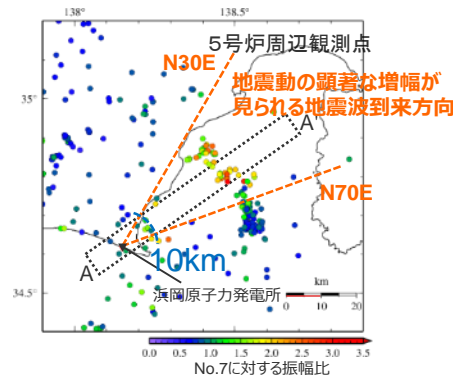
地震観測記録の分析結果

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

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

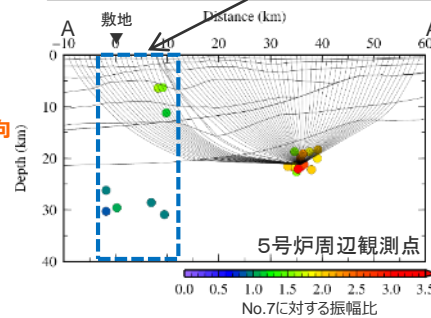


<各地震の振幅比と地震波到来方向との関係> (No.7基準) (水平平均)

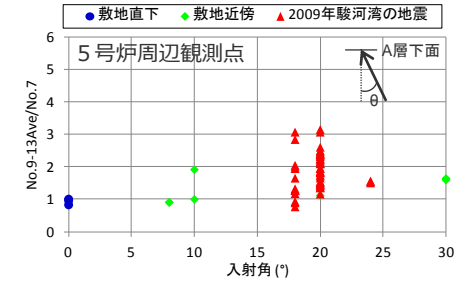


<5号炉周辺観測点における各地震の振幅比の震央分布図 (No.7基準) (多点連続地震観測)>

増幅方向の敷地近傍（敷地から半径10km程度以内）では増幅が見られない



<振幅比の断面図 (A-A'断面)>



<入射角毎の振幅比> (N30E～N70E方向+敷地直下の地震)

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

【地震観測記録の分析結果に沿った地震動評価の設定】

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

地震動の顕著な増幅を考慮する強震動生成域（アスペリティ）の小断層の範囲

- 地震動の顕著な増幅は、敷地における地震観測記録の分析結果において地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向（N30E～N70E）に位置する強震動生成域（アスペリティ）の小断層のみに考慮し、地震動の顕著な増幅が見られない敷地近傍（敷地から半径10km以内）の小断層には考慮しない。

地震動の顕著な増幅を考慮する増幅の程度（次ページ参照）

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

<3.2.7 第940回審査会合におけるコメントに対する回答>

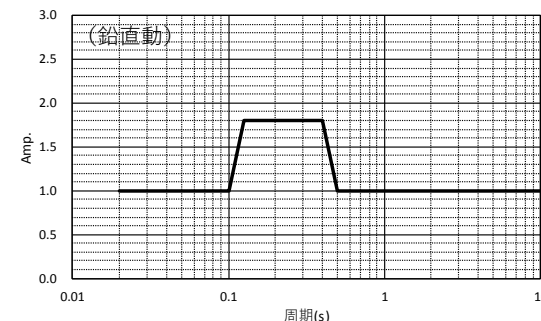
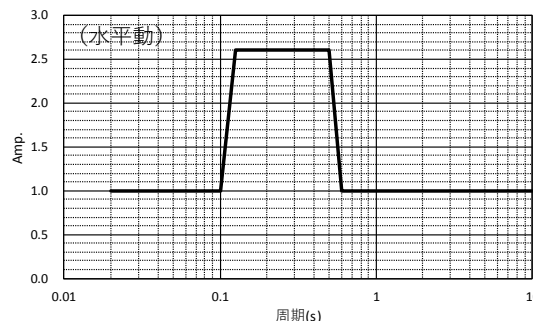
「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる海洋プレート内地震の地震動評価
(地震動評価結果に考慮された保守性の確認 (第940回審査会合における説明))

グリーン関数に乗じる増幅係数

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

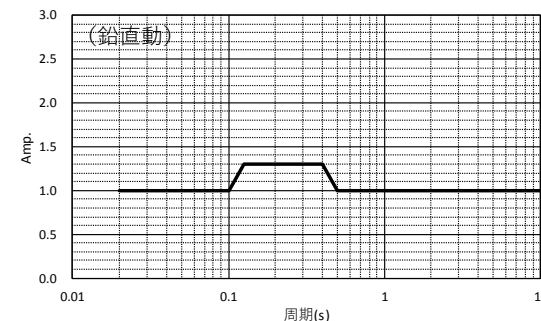
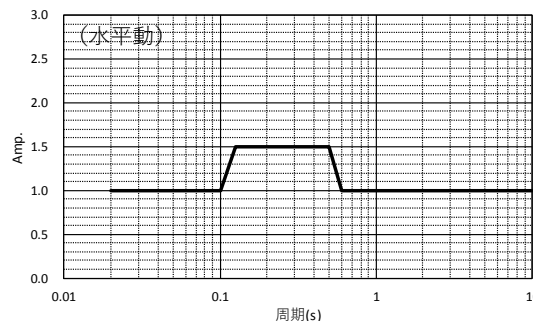
・鉛直動の増幅係数は、前述のとおり地震観測記録の分析結果を踏まえた保守的な地震動評価に用いる増幅係数の水平・鉛直比から設定する。

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



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

周期(s)	水平動	周期(s)	鉛直動
0.02	1	0.02	1
0.1	1	0.1	1
0.125	1.5	0.125	1.3
0.5	1.5	0.4	1.3
0.6	1	0.5	1
10	1	10	1



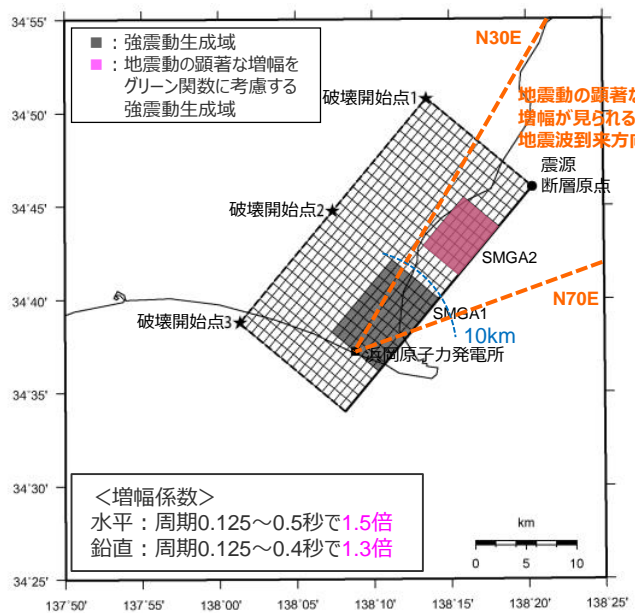
(地震観測記録の分析結果に沿った地震動評価に用いる増幅係数(地震動の顕著な増幅が見られる地震波到来方向(N30E~N70E)に位置する敷地から10km以遠の地震動の顕著な増幅を考慮する小断層に乗じる))

<グリーン関数に乗じる増幅係数の比較>

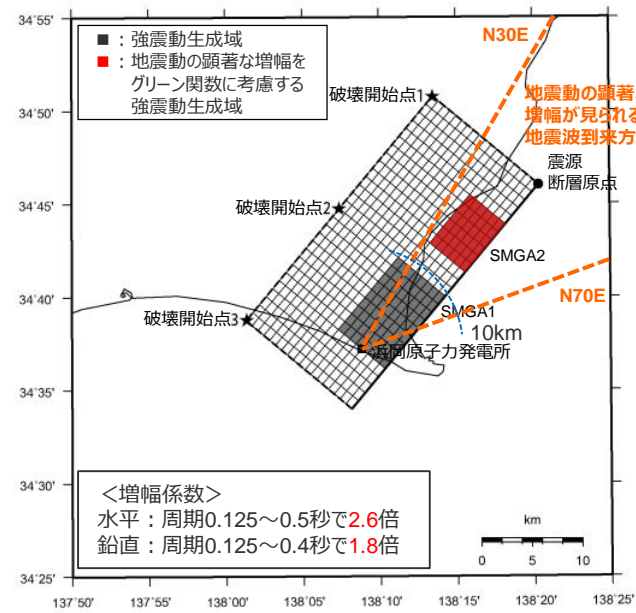
<3.2.7 第940回審査会合におけるコメントに対する回答>

「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる海洋プレート内地震の地震動評価
(地震動評価結果に考慮された保守性の確認 (第940回審査会合における説明))

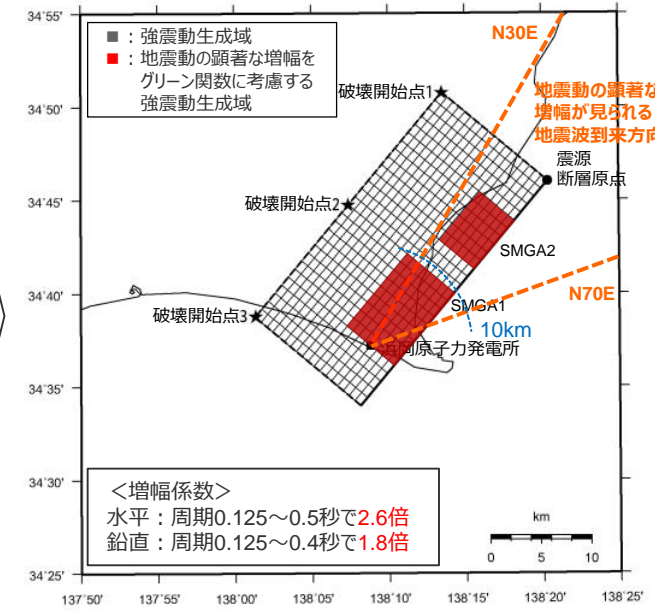
○海洋プレート内地震について、基本震源モデル(地震動の顕著な増幅を考慮)を代表に、地震観測記録の分析結果に沿った場合の地震動評価として、ケース①(増幅の範囲及び増幅の程度を地震観測記録の分析結果に沿って設定)及びケース②(増幅の範囲のみ地震観測記録の分析結果に沿って設定し、増幅の程度は地震観測記録の分析結果を踏まえて保守的に設定)の地震動評価を行い、地震観測記録の分析結果に対し保守的に行った地震動評価の結果に考慮された保守性を確認する。



<地震観測記録の分析結果に沿った地震動評価 (ケース①)>



<地震観測記録の分析結果に沿った地震動評価 (ケース②)>



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

<3.2.7 第940回審査会合におけるコメントに対する回答>

「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる海洋プレート内地震の地震動評価
(地震動評価結果に考慮された保守性の確認 (第940回審査会合における説明))

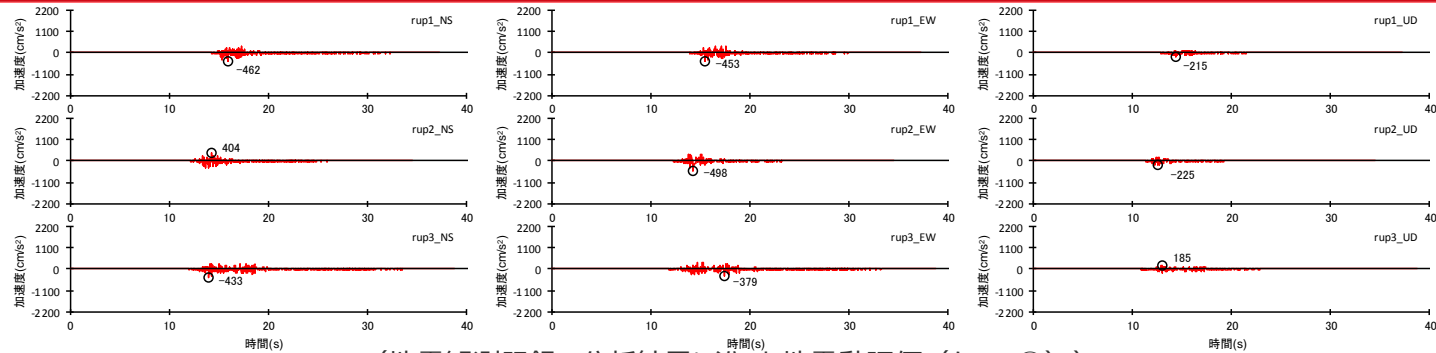
<海洋プレート内地震の基本震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮) (基準地震動の策定に係る保守的な評価) の震源断層パラメータ>

震源断層パラメータ	設定方法	設定結果	震源断層パラメータ	設定方法	設定結果	
震源断層原点	敷地下方に設定	北緯34.766785度 東経138.339557度	強震動生成域	地震モーメント	2009年駿河湾の地震の M_0 - M_{0SMGA} 関係及びスケーリング則による	1.06E+19 Nm
走向	プレートの沈み込み方向に直交	220 °		面積	2009年駿河湾の地震の M_0 - S_{SMGA} 関係及びスケーリング則による	114.3 km ²
傾斜角	2009年駿河湾の地震の知見に基づき設定	45 °		平均すべり量	$D_{SMGA} = M_{0SMGA} / (\mu S_{SMGA})$	2.05 m
すべり角	DC型	90 °		応力降下量	$\Delta\sigma_{SMGA} = A / (4\pi r_{SMGA} \beta^2), r_{SMGA} = (S_{SMGA} / \pi)^{0.5}$	30.71 MPa
震源断層長さ	$L = (S/6)^{0.5} \times 3$	29.0 km	強震動生成域1	面積	$S_{SMGA1} = S_{SMGA} \times (2/3)$	76.2 km ²
震源断層幅	$W = (S/6)^{0.5} \times 2$	19.3 km		地震モーメント	$M_{0SMGA1} = M_{0SMGA} \times S_{SMGA1}^{1.5} / (S_{SMGA1}^{1.5} + S_{SMGA2}^{1.5})$	7.85E+18 Nm
震源断層面積	$S = M_0 / (\mu D)$	559.8 km ²		平均すべり量	$D_{SMGA1} = M_{0SMGA1} / (\mu \cdot S_{SMGA1})$	2.27 m
震源断層上端深さ	2009年駿河湾の地震の知見に基づき設定	23 km	応力降下量	$\Delta\sigma_{SMGA1} = \Delta\sigma_{SMGA}$	30.71 MPa	
地震モーメント	2009年駿河湾の地震 (鈴木・他(2009)の $M_0 = 4.6 \times 10^{18}$ Nm) の32 ^{0.5} 倍	2.60E+19 Nm	強震動生成域2	面積	$S_{SMGA2} = S_{SMGA} \times (1/3)$	38.1 km ²
モーメントマグニチュード	$M_w = (\log M_0 - 9.1) / 1.5$	6.9		地震モーメント	$M_{0SMGA2} = M_{0SMGA} \times S_{SMGA2}^{1.5} / (S_{SMGA1}^{1.5} + S_{SMGA2}^{1.5})$	2.78E+18 Nm
気象庁マグニチュード	M_j : フィリピン海プレート(領域1)におけるスラブ内地震の最大規模等を踏まえ設定	7.0		平均すべり量	$D_{SMGA2} = M_{0SMGA2} / (\mu \cdot S_{SMGA2})$	1.61 m
剛性率	$\mu = \rho \beta^2$ (β : 3.99 km/s, ρ : 2.85 g/cm ³ (地下構造調査結果等に基づく一次元地下構造モデルによる))	4.54E+10 N/m ²		応力降下量	$\Delta\sigma_{SMGA2} = \Delta\sigma_{SMGA}$	30.71 MPa
平均すべり量	$D = D_{SMGA} / \gamma_D, \gamma_D = 2.0$	1.02 m	背景領域	地震モーメント	$M_{0back} = M_0 \cdot M_{0SMGA}$	1.54E+19 Nm
平均応力降下量	$\Delta\sigma = (7/16) \cdot M_0 / (S/m)^{1.5}$	4.79 MPa		面積	$S_{back} = S - S_{SMGA}$	445.5 km ²
破壊伝播速度	V_r : 2009年駿河湾の地震の特性化震源モデルによる	3.4 km/s		平均すべり量	$D_{back} = M_{0back} / (\mu S_{back})$	0.76 m
短周期レベル	2009年駿河湾の地震の M_0 - A 関係及びスケーリング則による	3.71E+19 Nm/s ²		実効応力	$\sigma_{back} = (D_{back} / W_{back}) / (D_{SMGA} / W_{SMGA}) \Delta\sigma_{SMGA1}$ $W_{SMGA} = (\pi)^{0.5} r_{SMGA}^3, W_{back} = W, \gamma_i = r_{SMGA} / r_{SMGA}, r_{SMGA} = (S_{SMGA} / \pi)^{0.5}$	4.66 MPa
f_{max}	中央防災会議(2004)による	6.0 Hz				

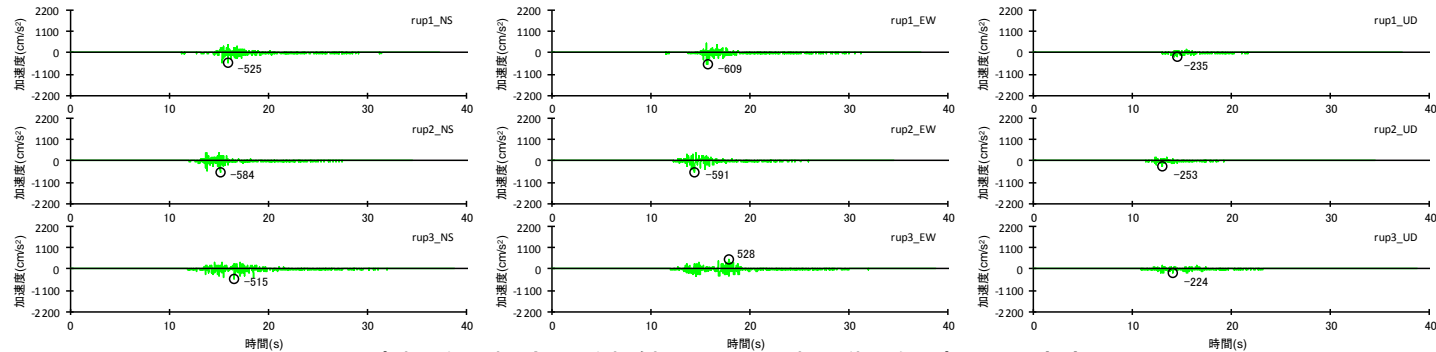
・ケース①及びケース②の震源断層パラメータは、基本震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮) と同じである。

<3.2.7 第940回審査会合におけるコメントに対する回答>

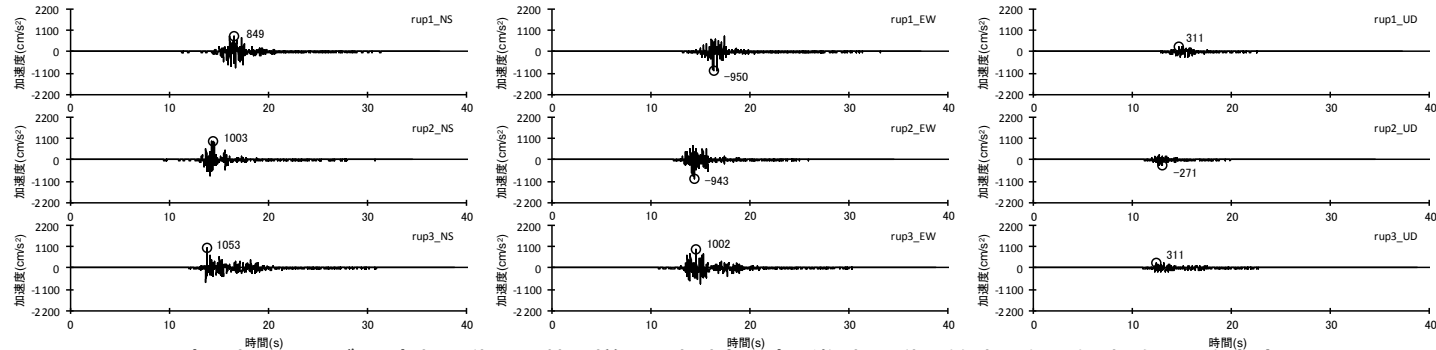
「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる海洋プレート内地震の地震動評価
(地震動評価結果に考慮された保守性の確認 (第940回審査会合における説明))



(地震観測記録の分析結果に沿った地震動評価 (ケース①))



(地震観測記録の分析結果に沿った地震動評価 (ケース②))



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

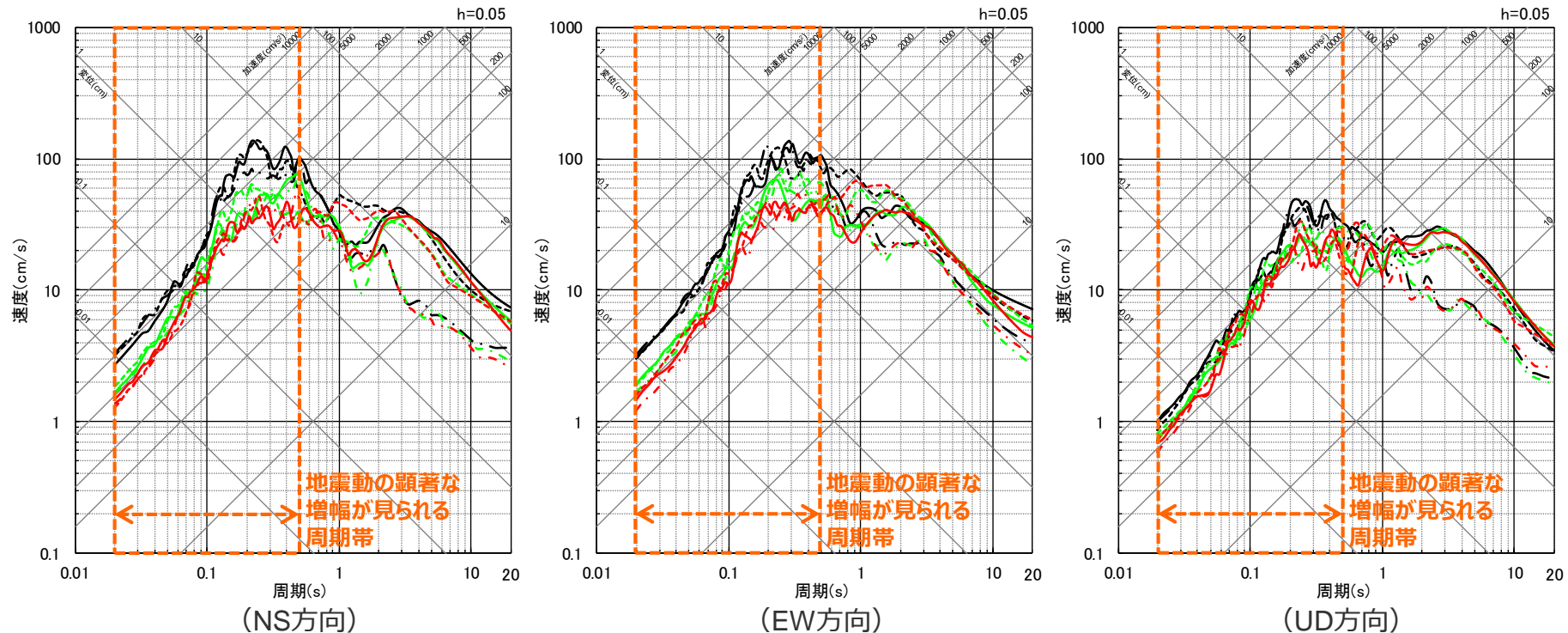
<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果の比較 (加速度時刻歴波形) 、破壊開始点1~3>

<3.2.7 第940回審査会合におけるコメントに対する回答>

「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる海洋プレート内地震の地震動評価
(地震動評価結果に考慮された保守性の確認 (第940回審査会合における説明))

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

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

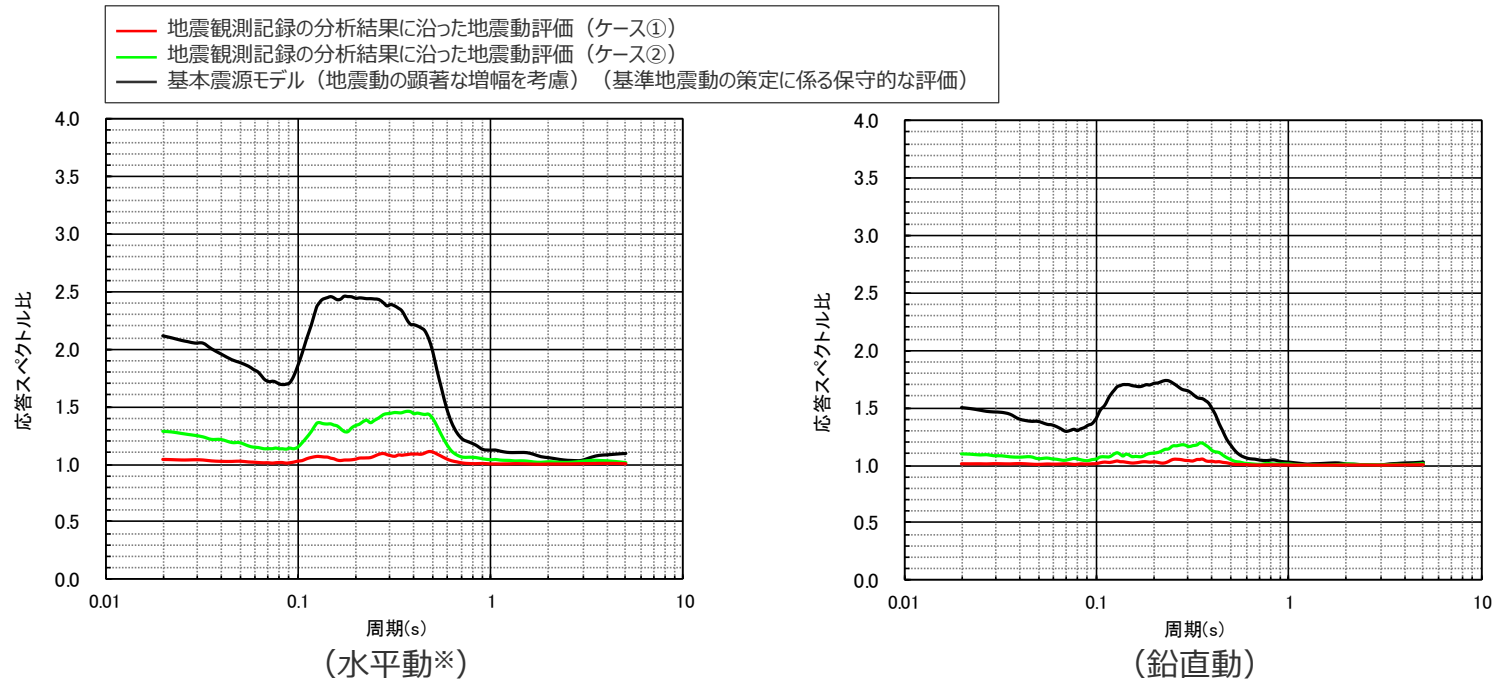


<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果の比較(応答スペクトル)、破壊開始点1~3>

<3.2.7 第940回審査会合におけるコメントに対する回答>

「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる海洋プレート内地震の地震動評価
(地震動評価結果に考慮された保守性の確認 (第940回審査会合における説明))

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



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

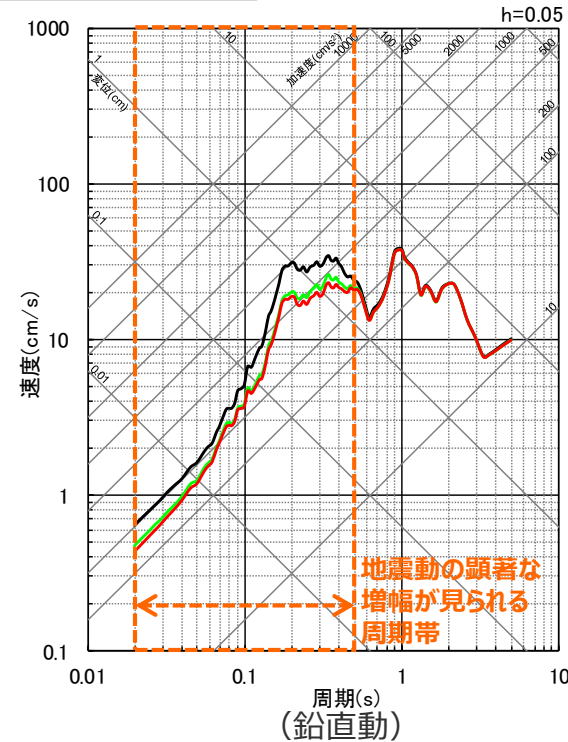
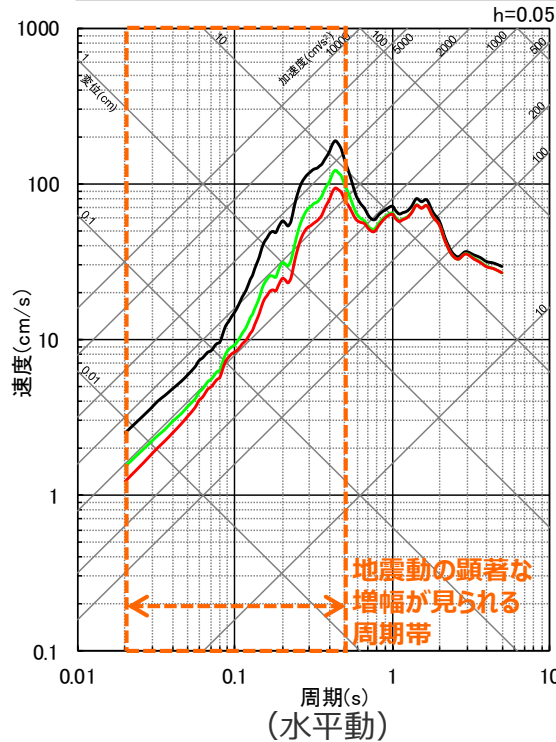
※ 水平動はNS方向とEW方向の平均。

<3.2.7 第940回審査会合におけるコメントに対する回答>

「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる海洋プレート内地震の地震動評価
(地震動評価結果に考慮された保守性の確認 (第940回審査会合における説明))

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

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



<応答スペクトルに基づく地震動評価結果の比較>

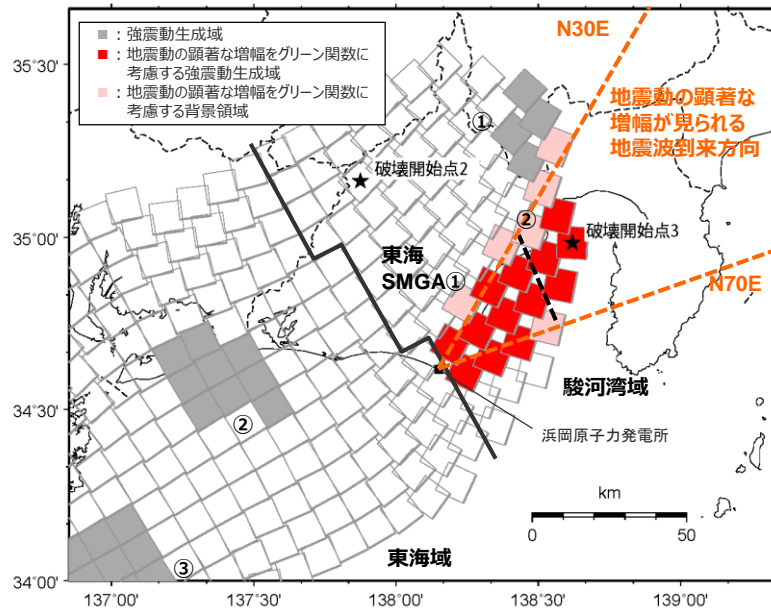
余白

<3.2.7 第940回審査会合におけるコメントに対する回答>

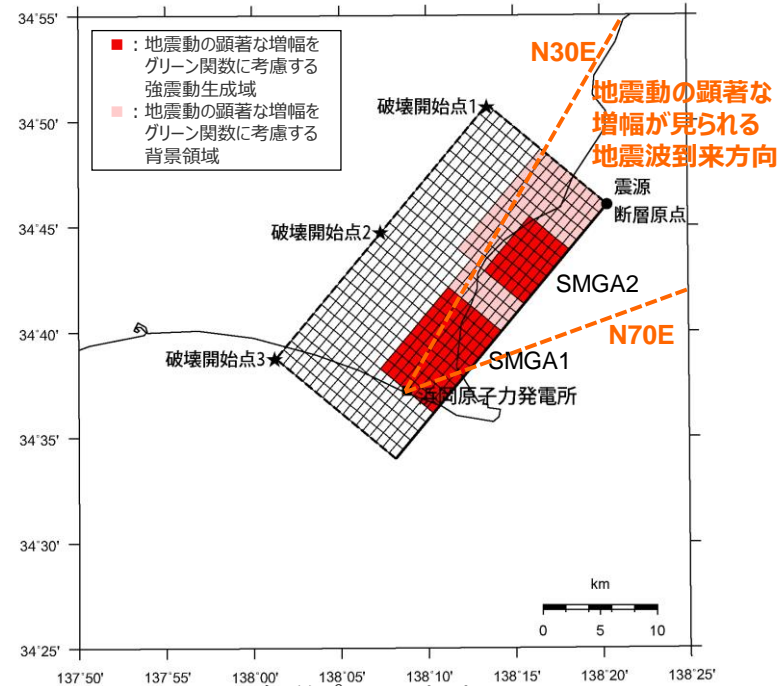
「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる海洋プレート内地震の地震動評価
 (「増幅方向」に位置する背景領域の小断層による影響の確認 (検討概要) (第940回審査会合における説明))

【「増幅方向」に位置する背景領域の小断層による影響の確認】

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



<プレート間地震>



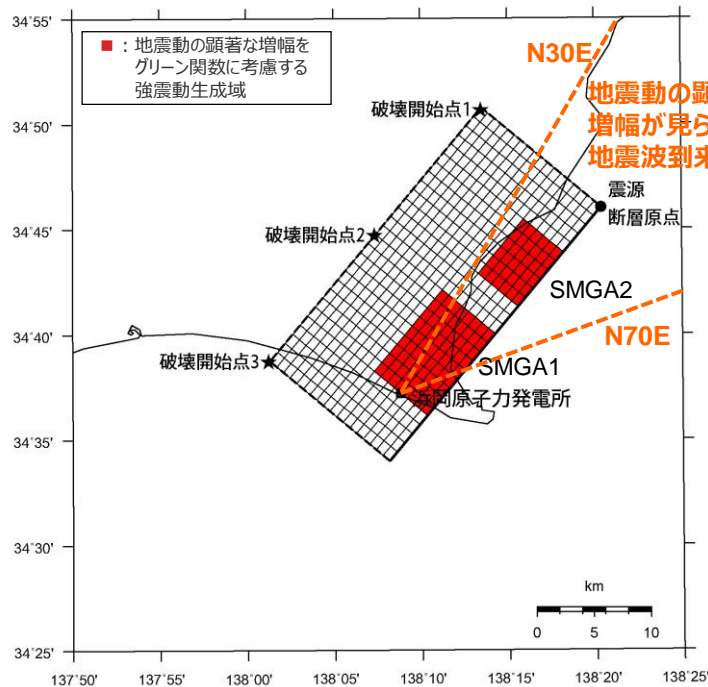
<海洋プレート内地震>

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

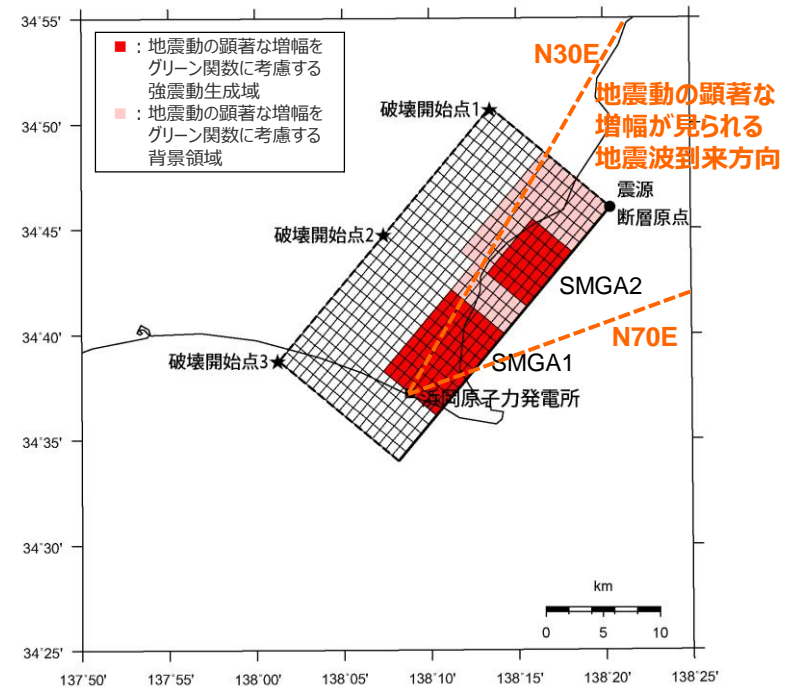
<3.2.7 第940回審査会合におけるコメントに対する回答>

「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる海洋プレート内地震の地震動評価
 (「増幅方向」に位置する背景領域の小断層による影響の確認(第940回審査会合における説明))

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



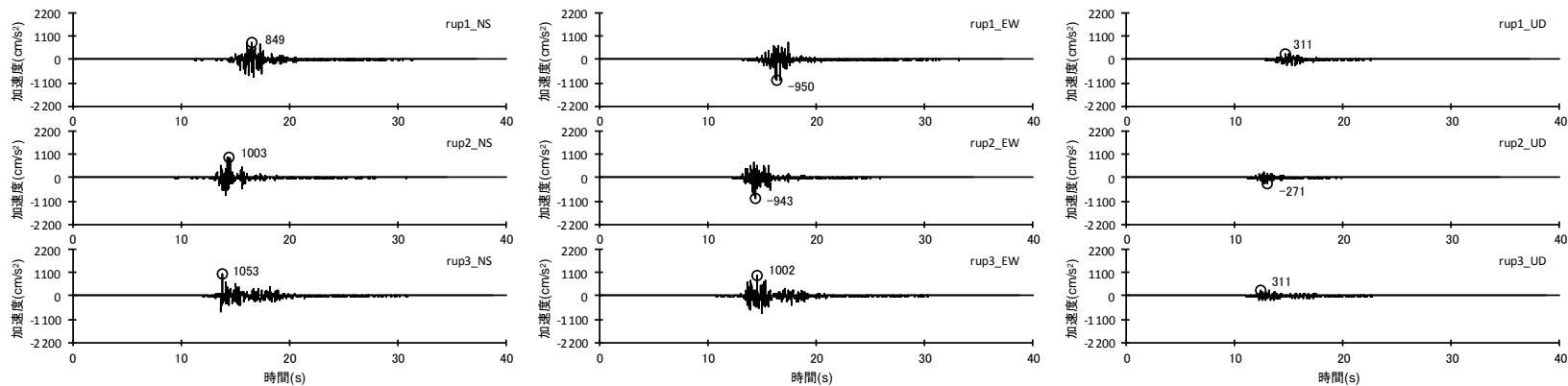
<「増幅方向」に位置する背景領域の小断層には増幅係数を乗じない場合の地震動評価>



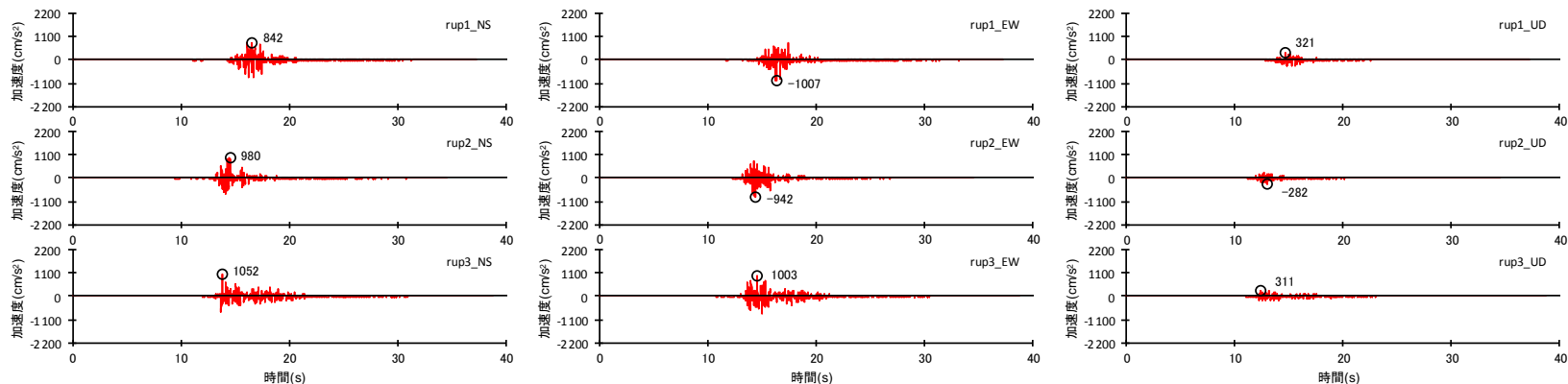
<「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる場合の地震動評価>

<3.2.7 第940回審査会合におけるコメントに対する回答>

「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる海洋プレート内地震の地震動評価
(「増幅方向」に位置する背景領域の小断層による影響の確認(第940回審査会合における説明))



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



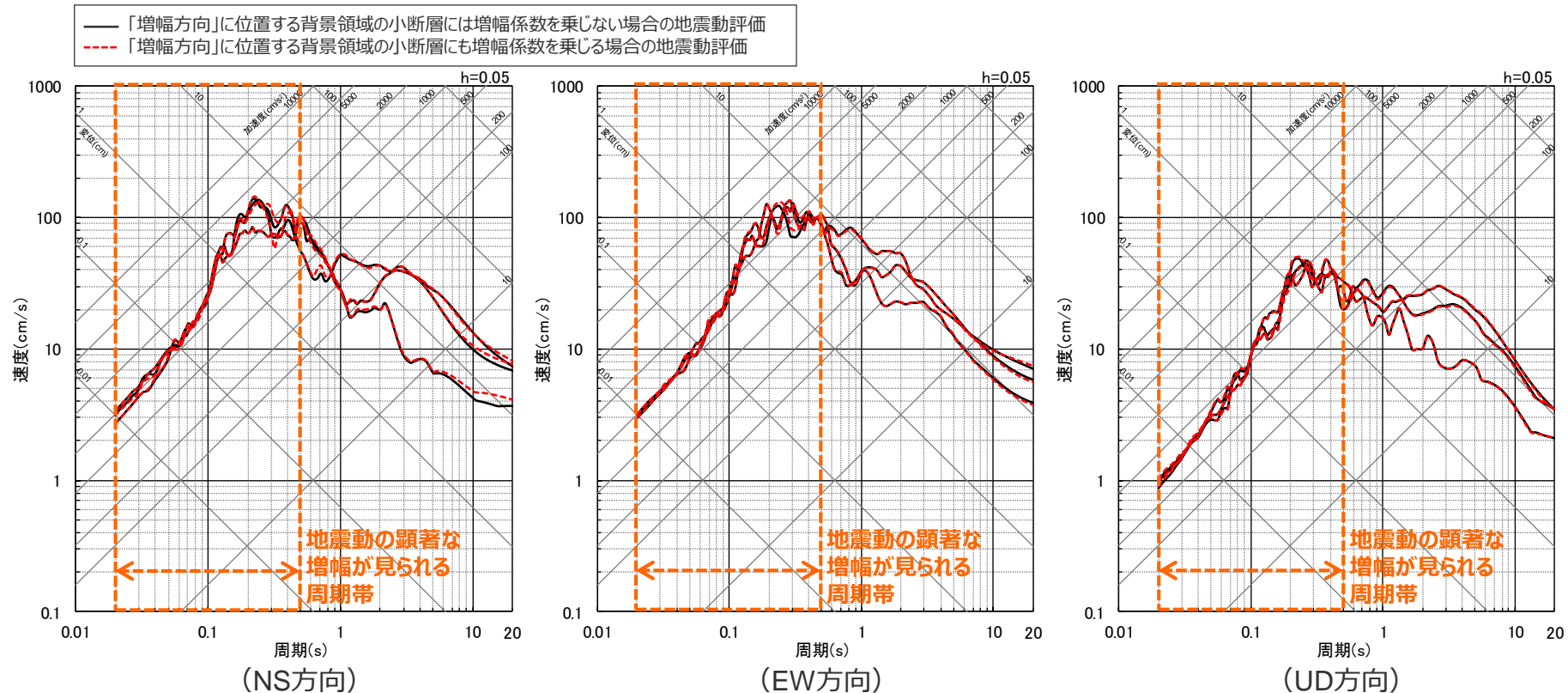
(「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる場合の地震動評価)

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

<3.2.7 第940回審査会合におけるコメントに対する回答>

「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる海洋プレート内地震の地震動評価
 (「増幅方向」に位置する背景領域の小断層による影響の確認 (第940回審査会合における説明))

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

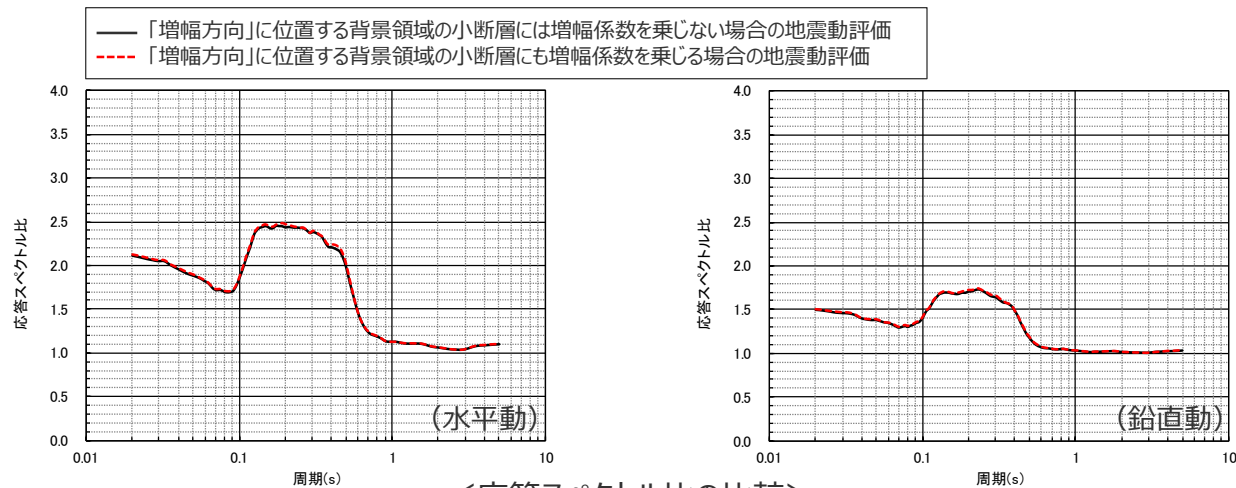


<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果の比較 (応答スペクトル)、破壊開始点1~3>

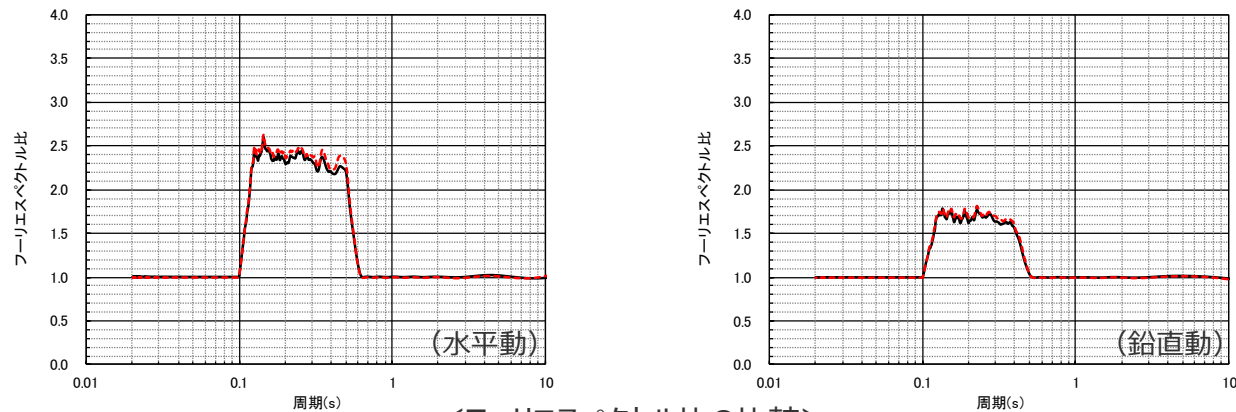
<3.2.7 第940回審査会合におけるコメントに対する回答>

「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる海洋プレート内地震の地震動評価
 (「増幅方向」に位置する背景領域の小断層による影響の確認 (第940回審査会合における説明))

○ 前述のとおり、海洋プレート内地震の基本震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮) について、「増幅方向」の敷地近傍に配置した強震動生成域 (SMGA1及びSMGA2) に加え、「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる場合の地震動レベルは、地震動の顕著な増幅が見られる周期帯 (周期0.5秒以下) において、「増幅方向」に位置する背景領域の小断層には増幅係数を乗じない場合と同程度であり、その結果に基づく応答スペクトル比も同程度となっている。また、フーリエスペクトル比も同程度となっている。



<応答スペクトル比の比較>



<フーリエスペクトル比の比較>

※ 水平動はNS方向とEW方向の平均。

<3.2.7 第940回審査会合におけるコメントに対する回答>

「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる海洋プレート内地震の地震動評価（「増幅方向」に位置する背景領域の小断層による影響の確認・分析）

【「増幅方向」に位置する背景領域の小断層による影響の確認】

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

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

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

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

【第940回審査会合におけるコメント】

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

【第940回審査会合におけるコメントを踏まえた対応】

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

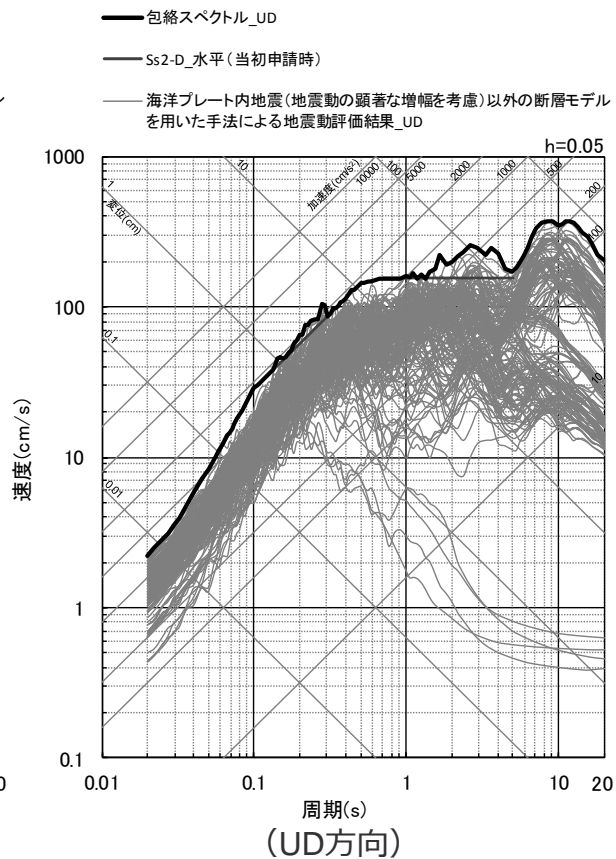
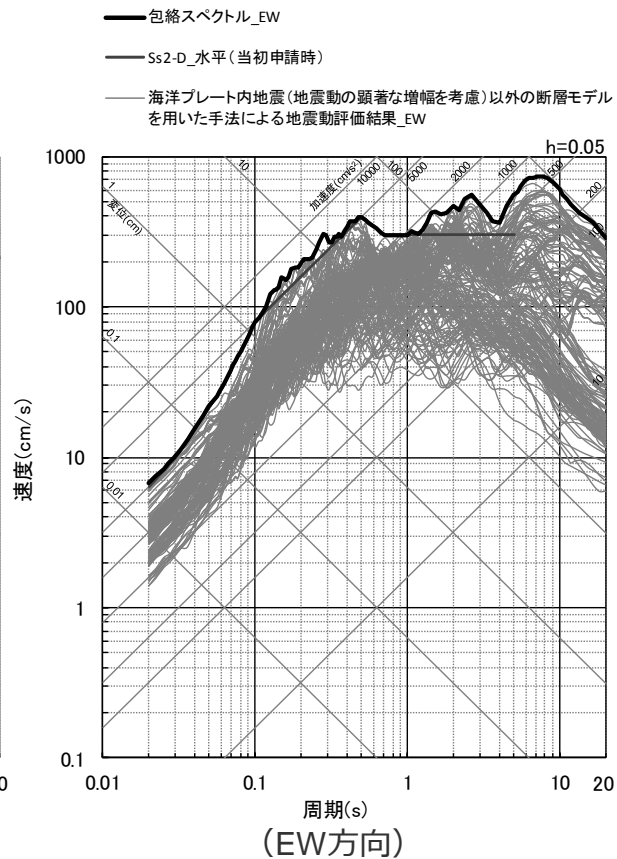
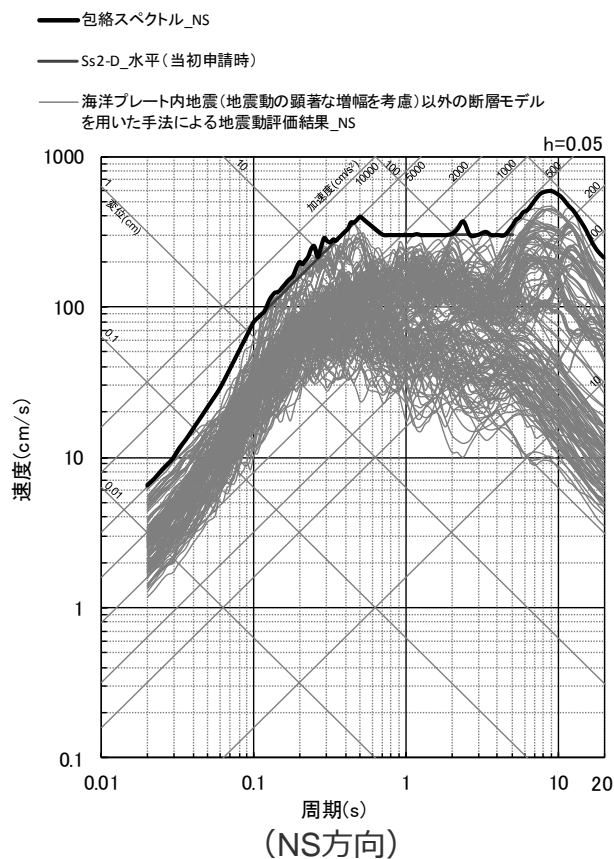
【第940回審査会合におけるコメントを踏まえた地震動評価】

- 以降では、基準地震動の策定の説明に先立ち、基準地震動に選定される可能性がある海洋プレート内地震の震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）について、「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じた場合の地震動評価を行う。
- 具体的には、基準地震動に選定される可能性のある震源モデルとして、海洋プレート内地震（地震動の顕著な増幅を考慮）の各震源モデルのうち、地震動レベルが比較的大きく、「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じた場合に、「他の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果」及び「応答スペクトルに基づく手法による基準地震動」を一部周期で上回る可能性のある震源モデルを検討対象モデルとし、「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる場合の地震動評価（統計的グリーン関数法と波数積分法によるハイブリッド合成法）を行う。
- 検討対象モデルの選定に当たっては、「海洋プレート内地震（地震動の顕著な増幅を考慮）以外の他の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果」及び「当初申請時の基準地震動Ss2-D」を包絡する応答スペクトル（以降、「包絡スペクトル」（次ページ参照）を作成し、その包絡スペクトルを一部周期で上回る可能性のある震源モデルを選定する。

<3.2.7 第940回審査会合におけるコメントに対する回答>

「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる海洋プレート内地震の地震動評価
(包絡スペクトルの設定)

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

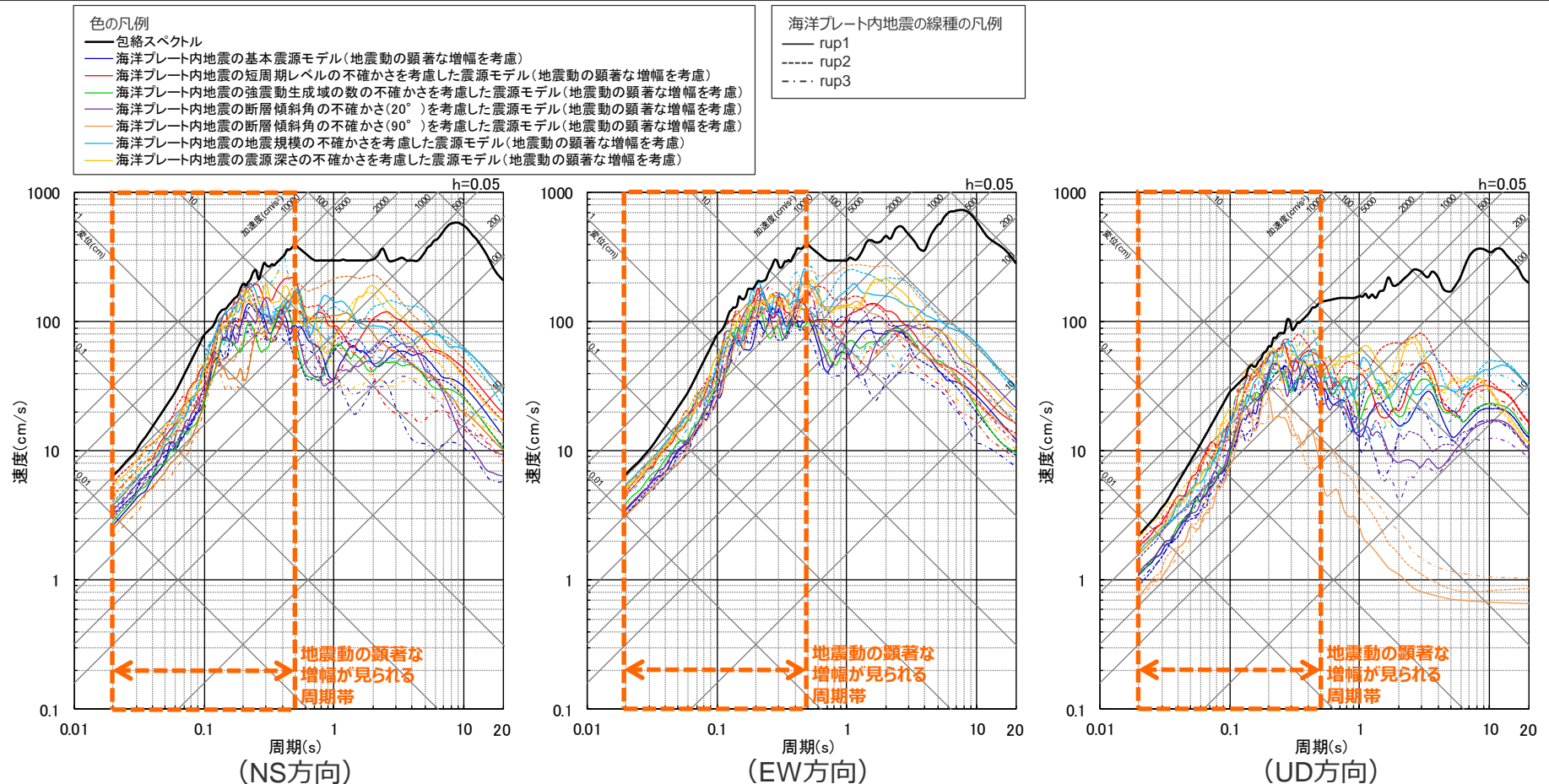


<包絡スペクトル(擬似速度応答スペクトル)>

<3.2.7 第940回審査会合におけるコメントに対する回答>

「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる海洋プレート内地震の地震動評価
(検討対象モデルの選定)

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

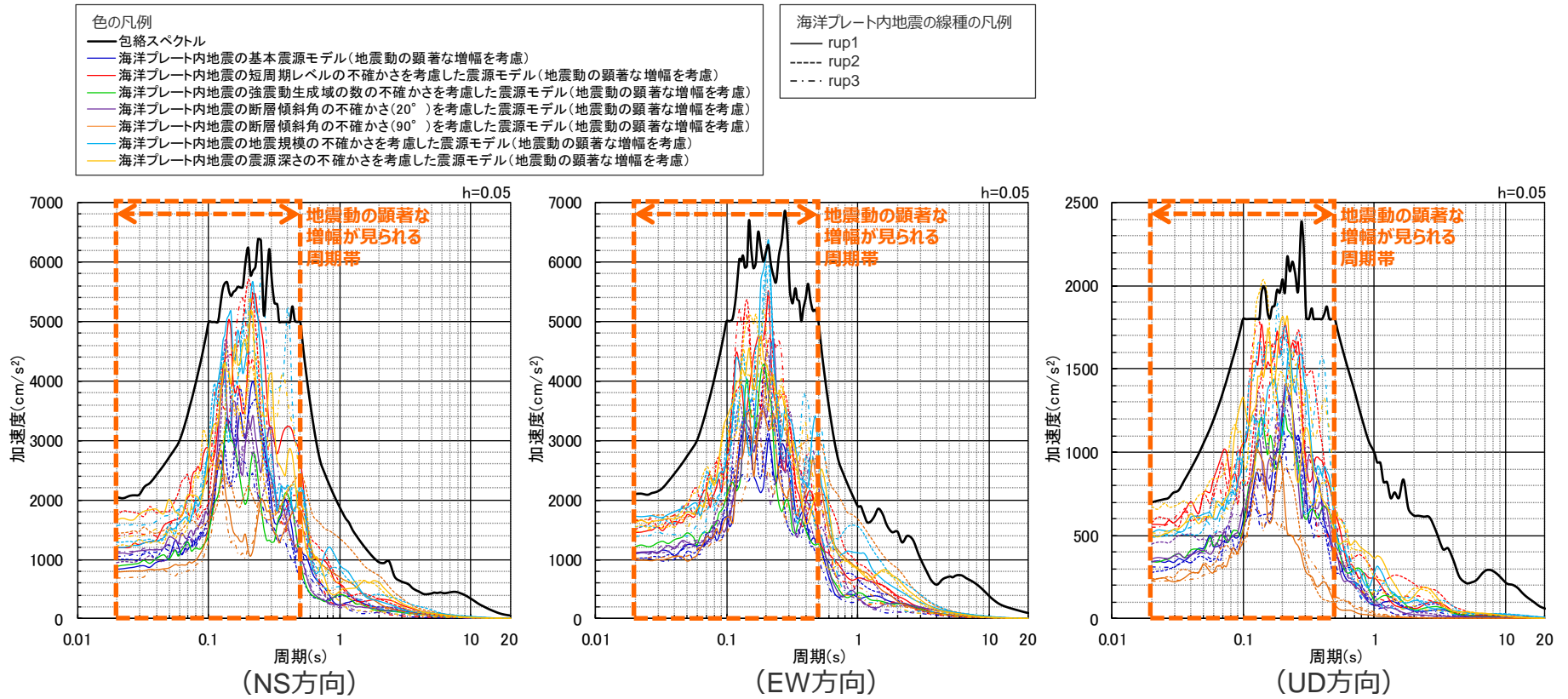


<包絡スペクトルと海洋プレート内地震の各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の断層モデルを用いた手法による地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価結果の比較（擬似速度応答スペクトル）>

<3.2.7 第940回審査会合におけるコメントに対する回答>

「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる海洋プレート内地震の地震動評価
(検討対象モデルの選定)

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



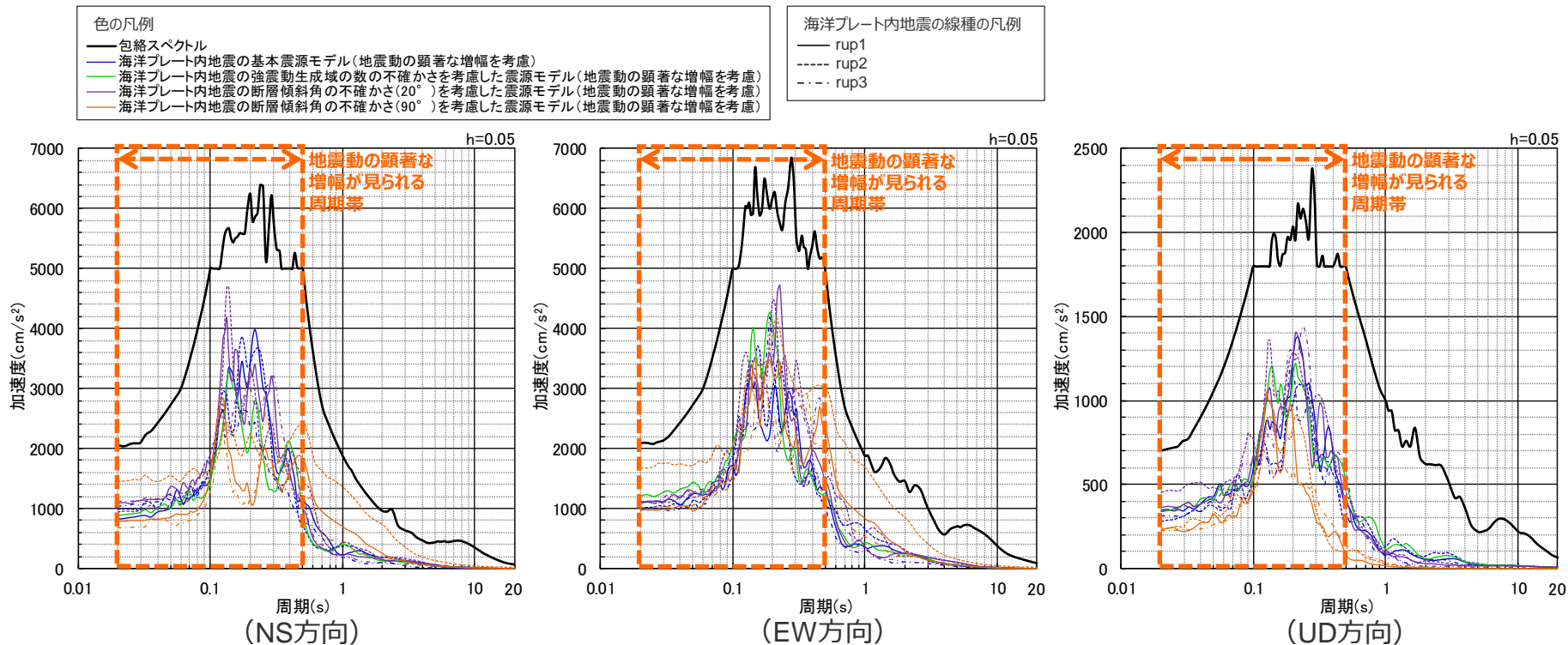
<包絡スペクトルと海洋プレート内地震の各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の断層モデルを用いた手法による地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価結果の比較（加速度応答スペクトル）>

<3.2.7 第940回審査会合におけるコメントに対する回答>

「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる海洋プレート内地震の地震動評価（包絡スペクトルを上回らないと考えられる震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮））

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

- 基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）
- 強震動生成域の数の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）
- 断層傾斜角の不確かさ（20°）を考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）
- 断層傾斜角の不確かさ（90°）を考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）



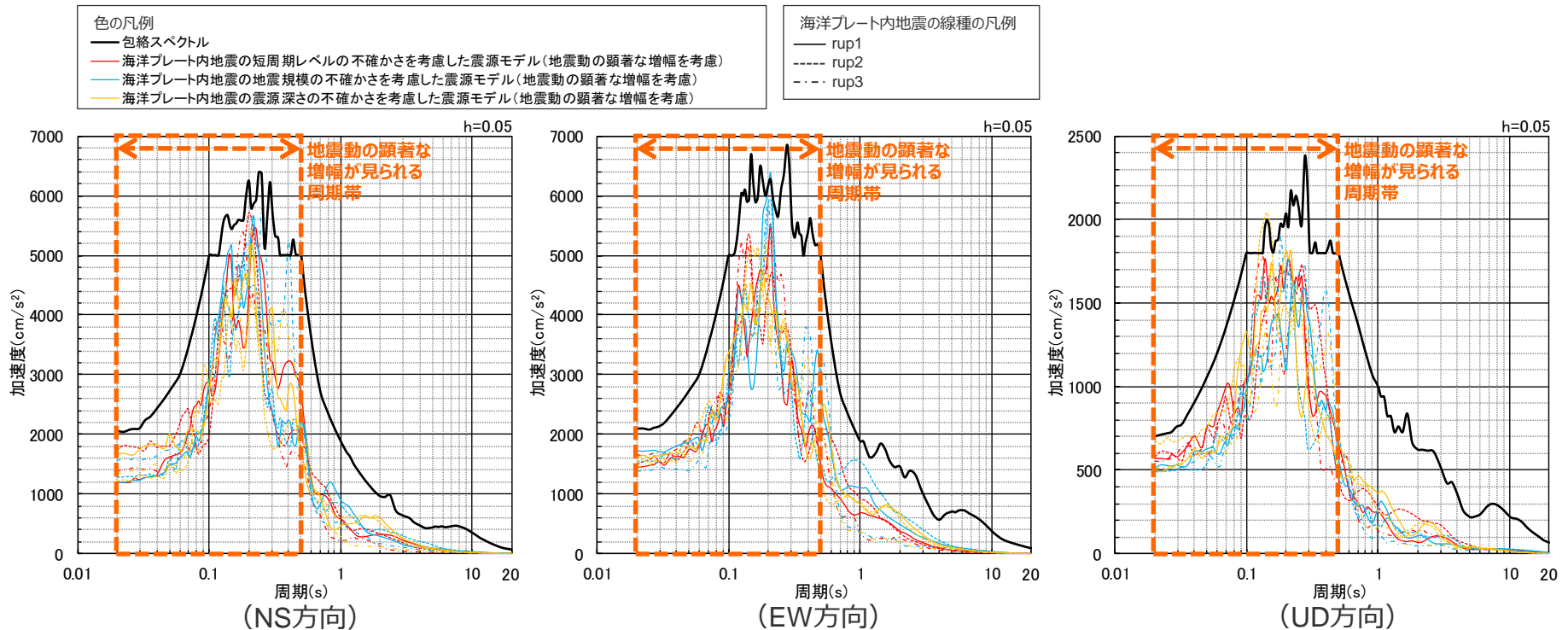
<包絡スペクトルと「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じた場合に明らかに包絡スペクトルを超過しないと考えられる震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果の比較（加速度応答スペクトル）>

<3.2.7 第940回審査会合におけるコメントに対する回答>

「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる海洋プレート内地震の地震動評価
(検討対象モデルの選定結果)

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

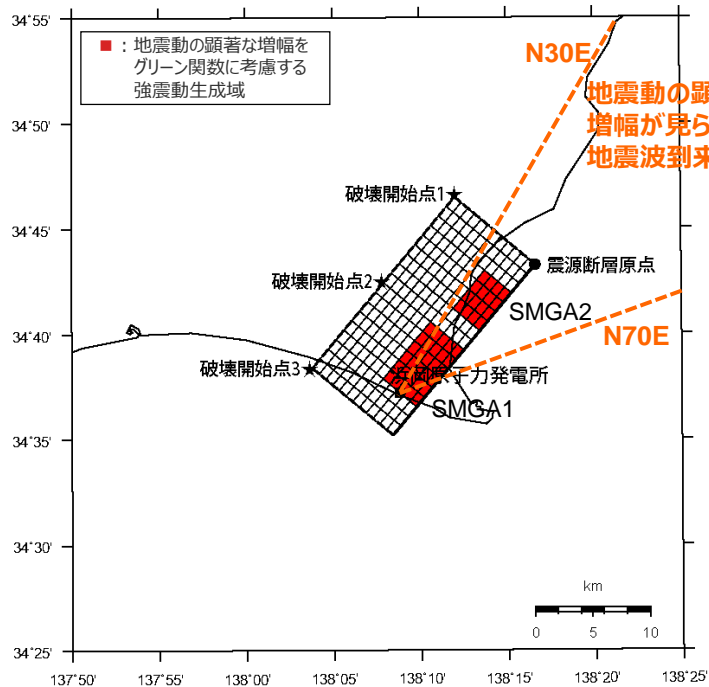
- ・短周期レベルの不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）
- ・地震規模の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）⇒破壊開始点1,3が包絡スペクトルを一部周期で上回る
- ・震源深さの不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）⇒破壊開始点2が包絡スペクトルを一部周期で上回る



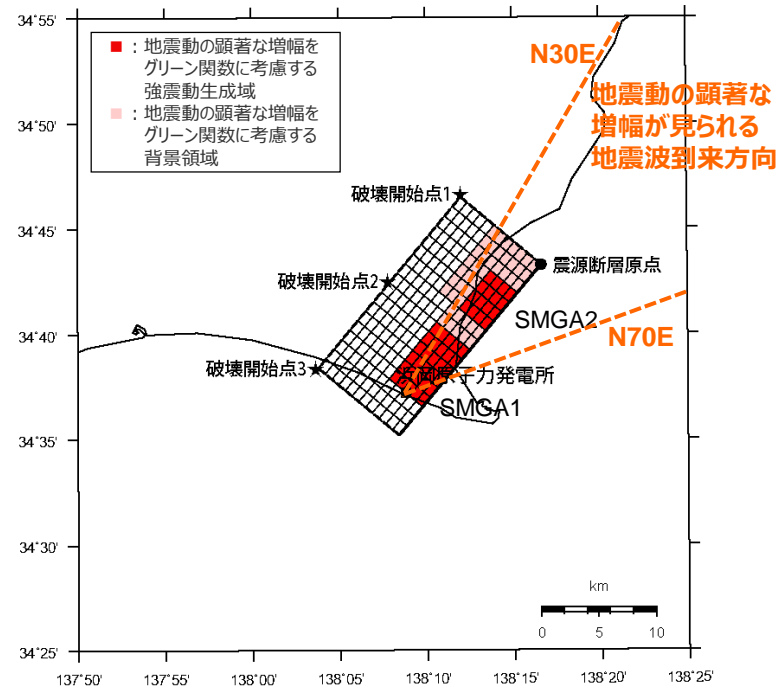
<包絡スペクトルと検討対象モデルの断層モデルを用いた手法による地震動評価結果の比較（加速度応答スペクトル）>

<3.2.7 第940回審査会合におけるコメントに対する回答>

「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる海洋プレート内地震の地震動評価
 (短周期レベルの不確かさを考慮した震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮) (震源モデル))



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

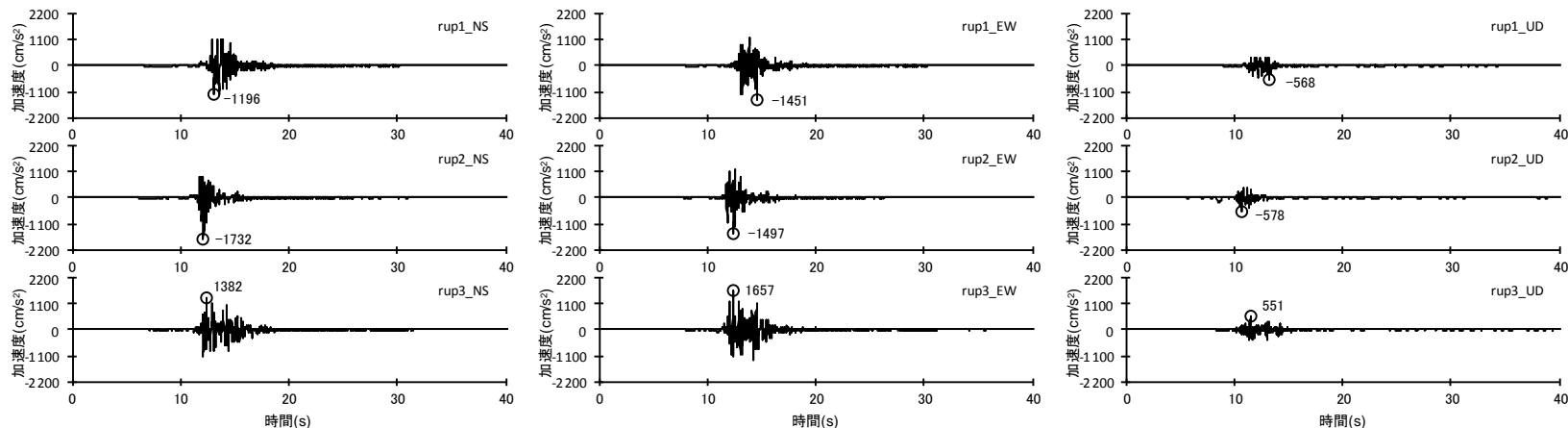


(「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる場合の地震動評価)

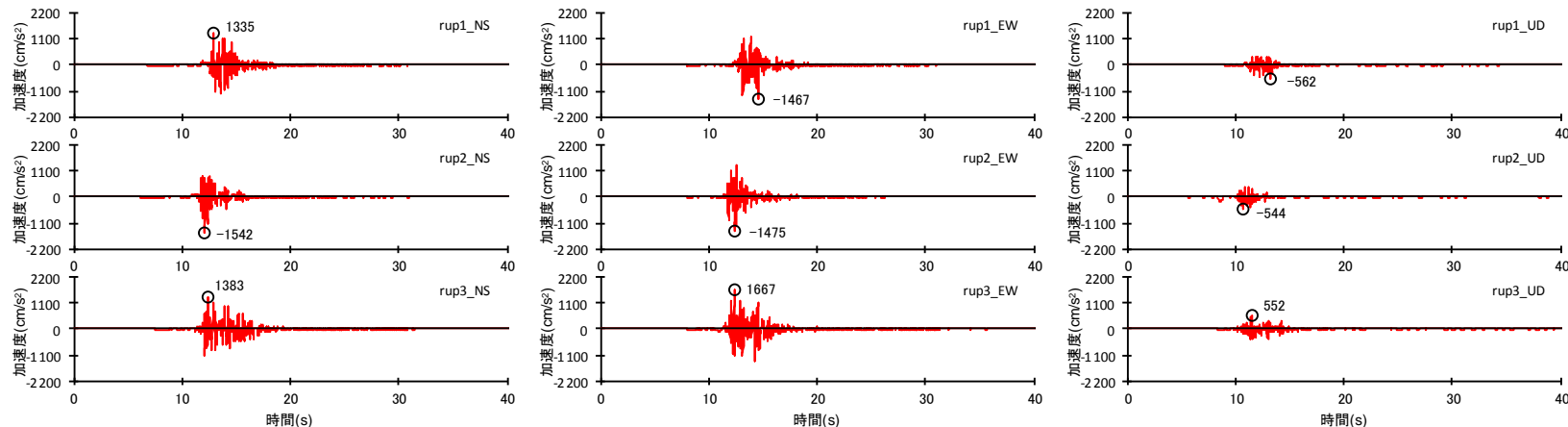
<短周期レベルの不確かさを考慮した震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮) >

<3.2.7 第940回審査会合におけるコメントに対する回答>

「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる海洋プレート内地震の地震動評価
 (短周期レベルの不確かさを考慮した震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮) (地震動評価結果))



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

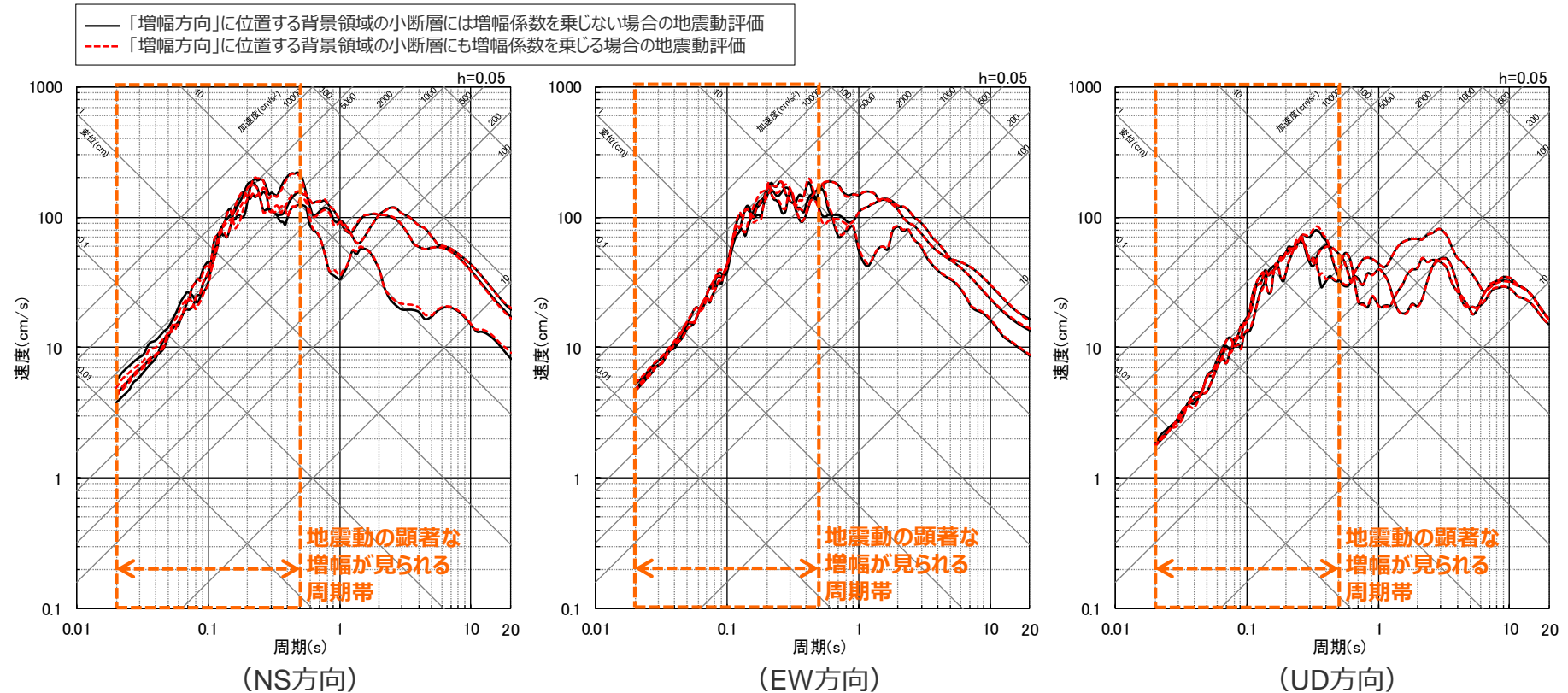


(「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる場合の地震動評価)

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

<3.2.7 第940回審査会合におけるコメントに対する回答>

「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる海洋プレート内地震の地震動評価
 (短周期レベルの不確かさを考慮した震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮) (地震動評価結果))

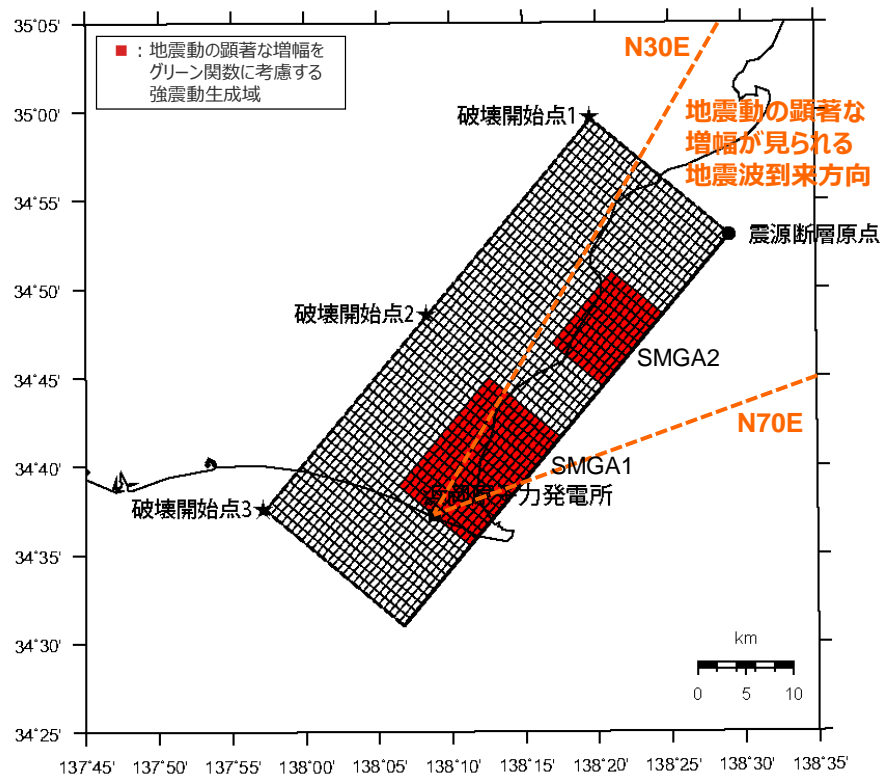


<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果の比較 (応答スペクトル) 、破壊開始点1~3>
 (短周期レベルの不確かさを考慮した震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮))

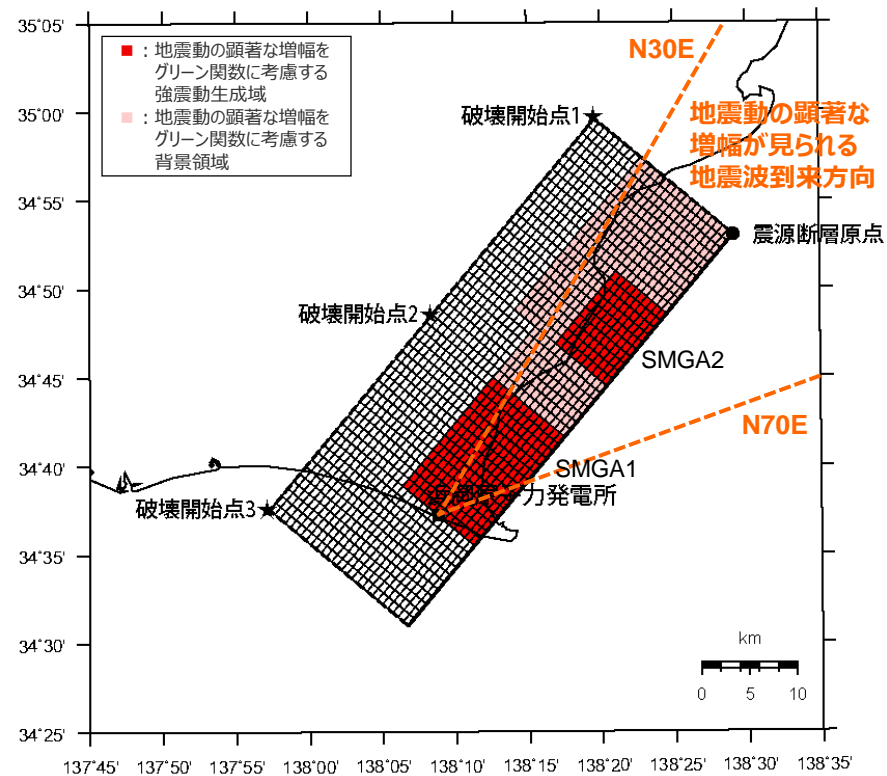
余白

<3.2.7 第940回審査会合におけるコメントに対する回答>

「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる海洋プレート内地震の地震動評価
 (地震規模の不確かさを考慮した震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮) (震源モデル))



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

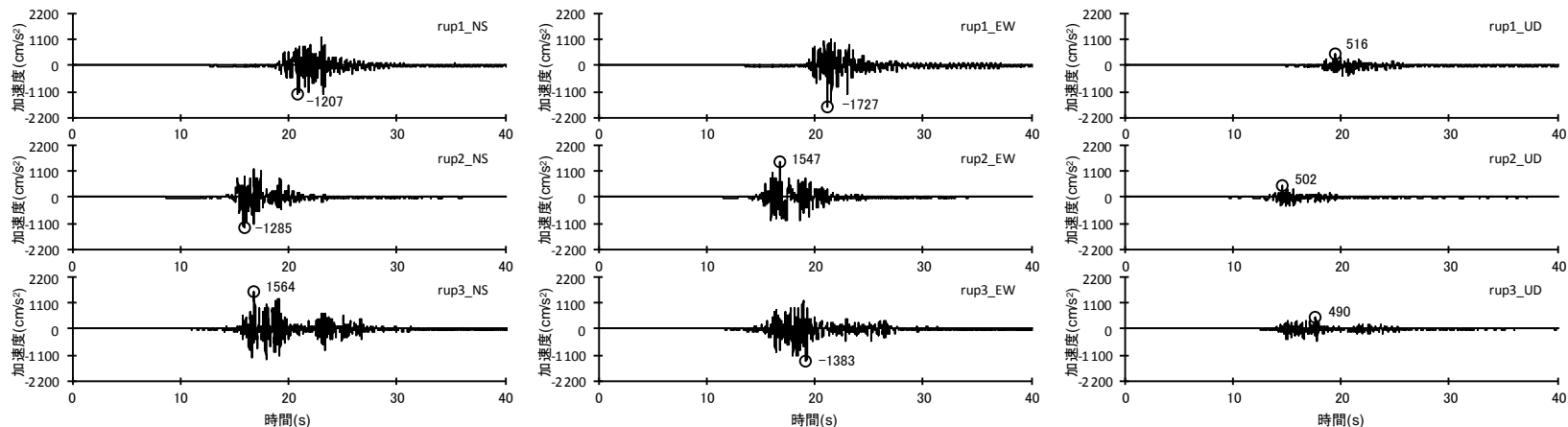


(「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる場合の地震動評価)

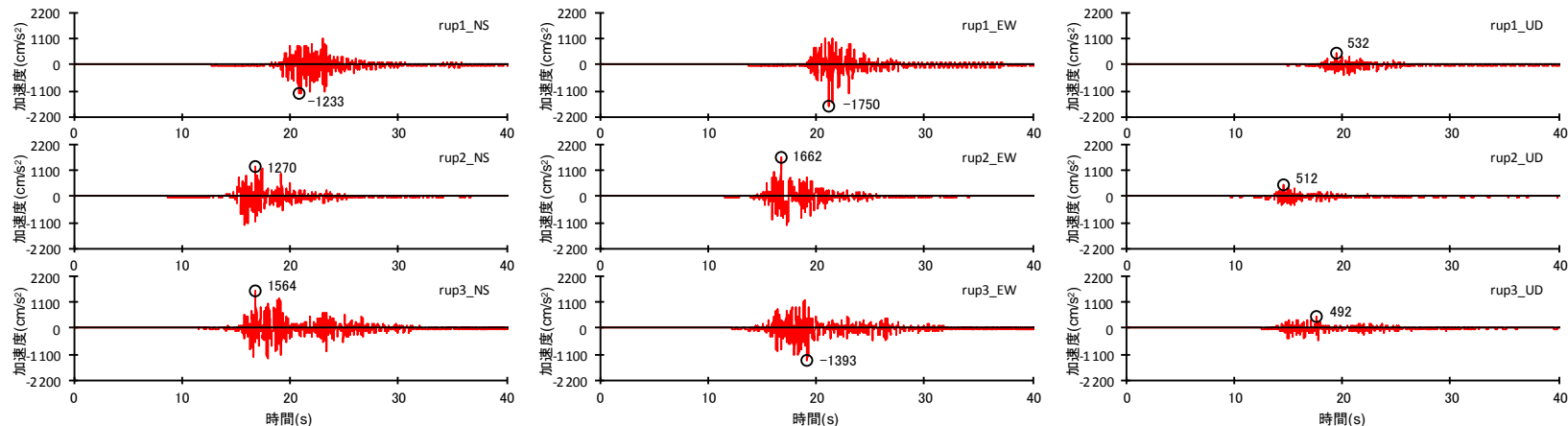
<地震規模の不確かさを考慮した震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮) >

<3.2.7 第940回審査会合におけるコメントに対する回答>

「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる海洋プレート内地震の地震動評価
 (地震規模の不確かさを考慮した震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮) (地震動評価結果))



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

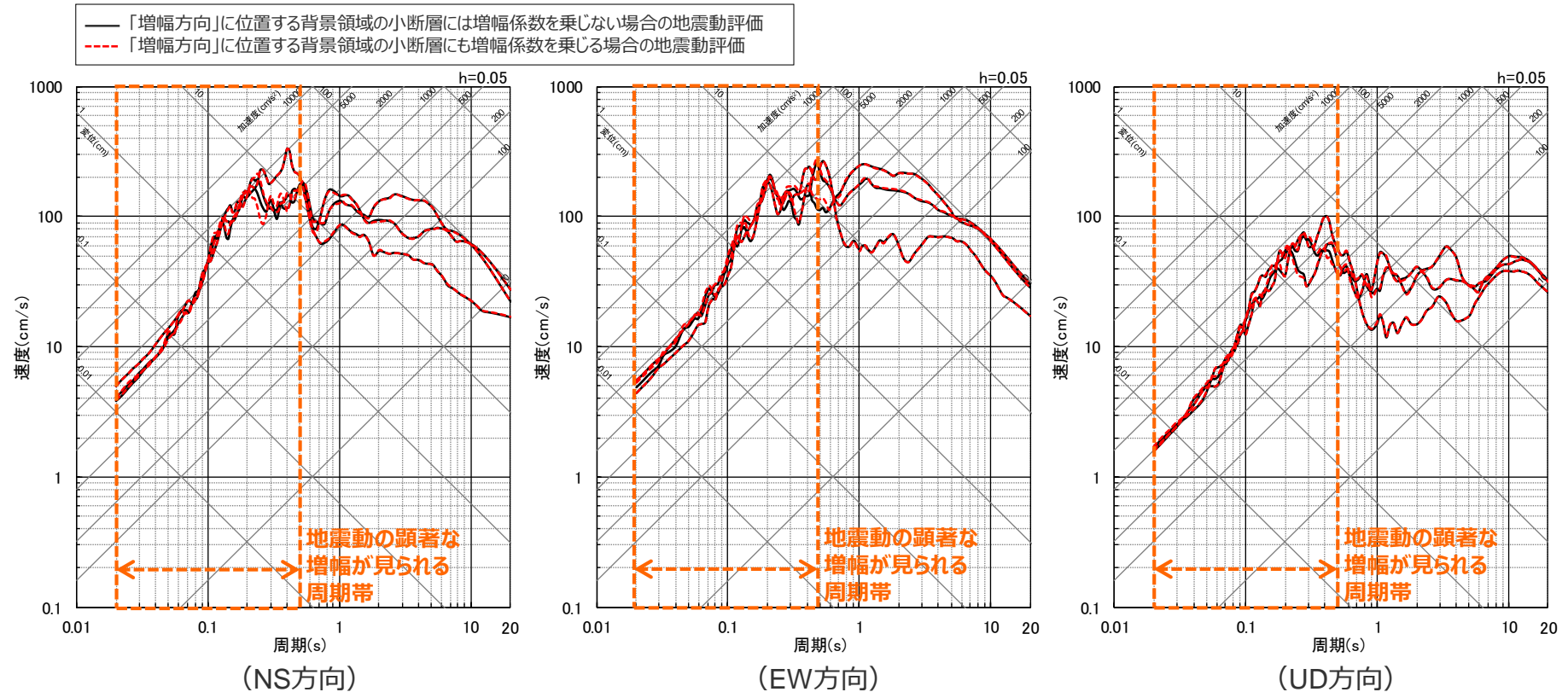


(「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる場合の地震動評価)

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

<3.2.7 第940回審査会合におけるコメントに対する回答>

「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる海洋プレート内地震の地震動評価
 (地震規模の不確かさを考慮した震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮) (地震動評価結果))

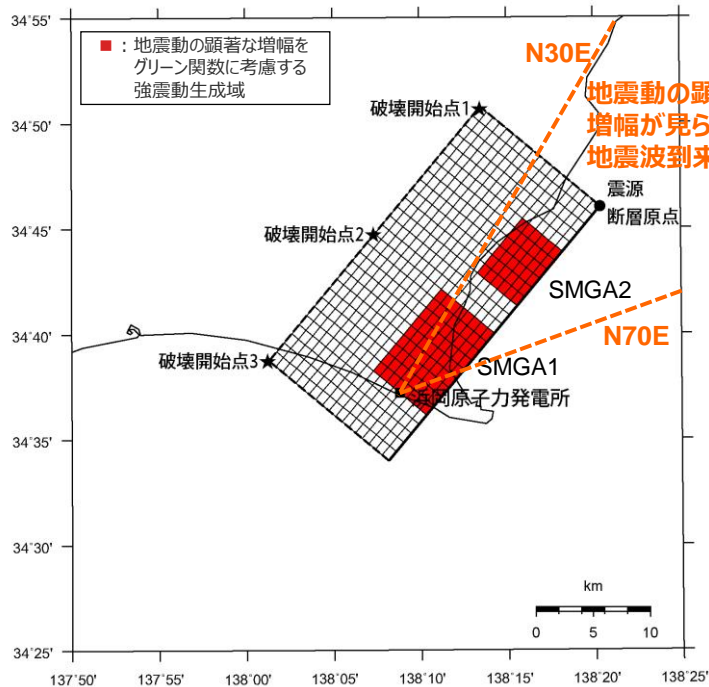


<断層モデルを用いた手法による地震動評価結果の比較 (応答スペクトル)、破壊開始点1~3>
 (地震規模の不確かさを考慮した震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮))

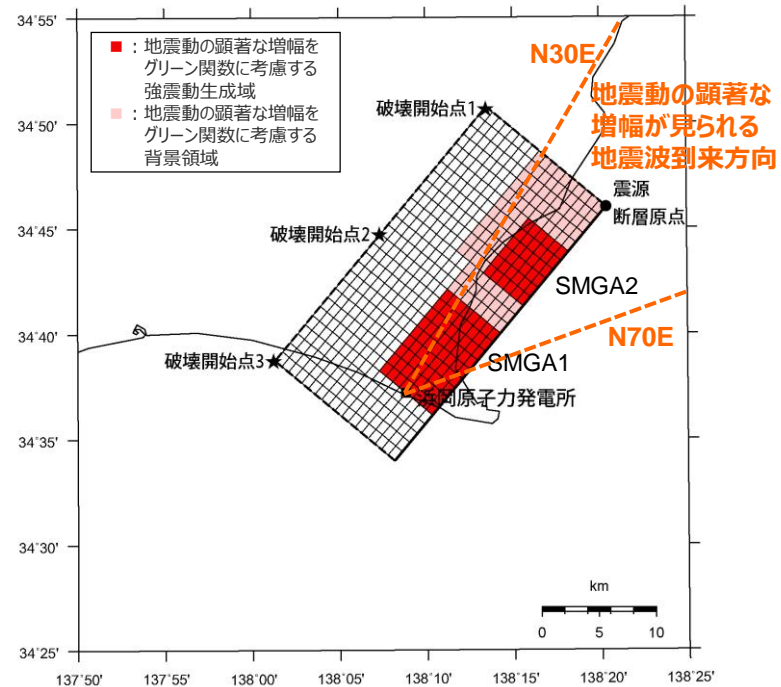
余白

<3.2.7 第940回審査会合におけるコメントに対する回答>

「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる海洋プレート内地震の地震動評価
 (震源深さの不確かさを考慮した震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮) (震源モデル))



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

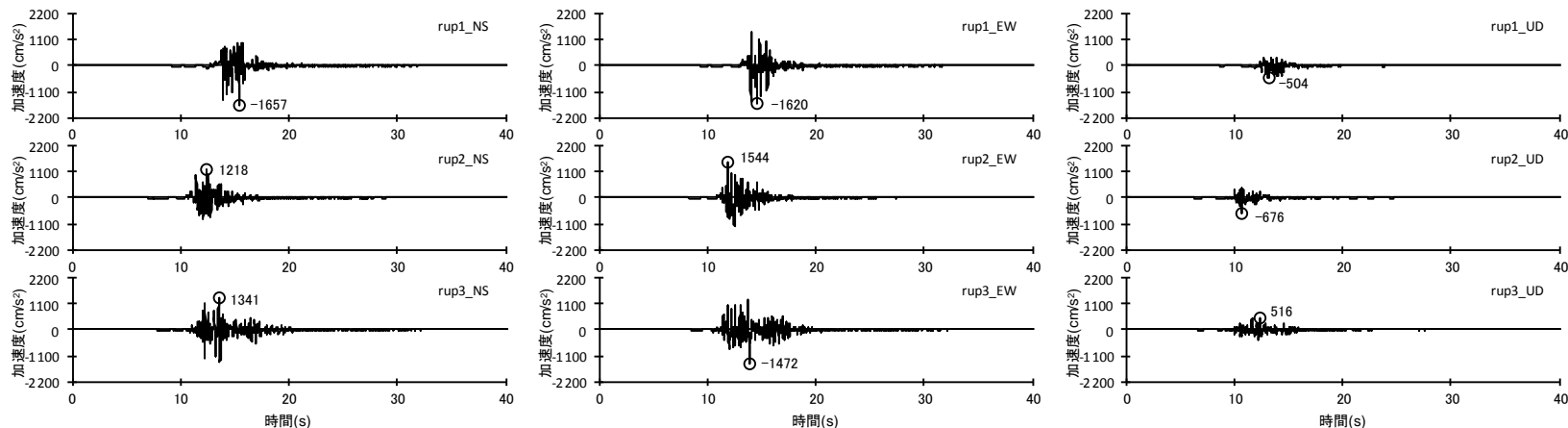


(「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる場合の地震動評価)

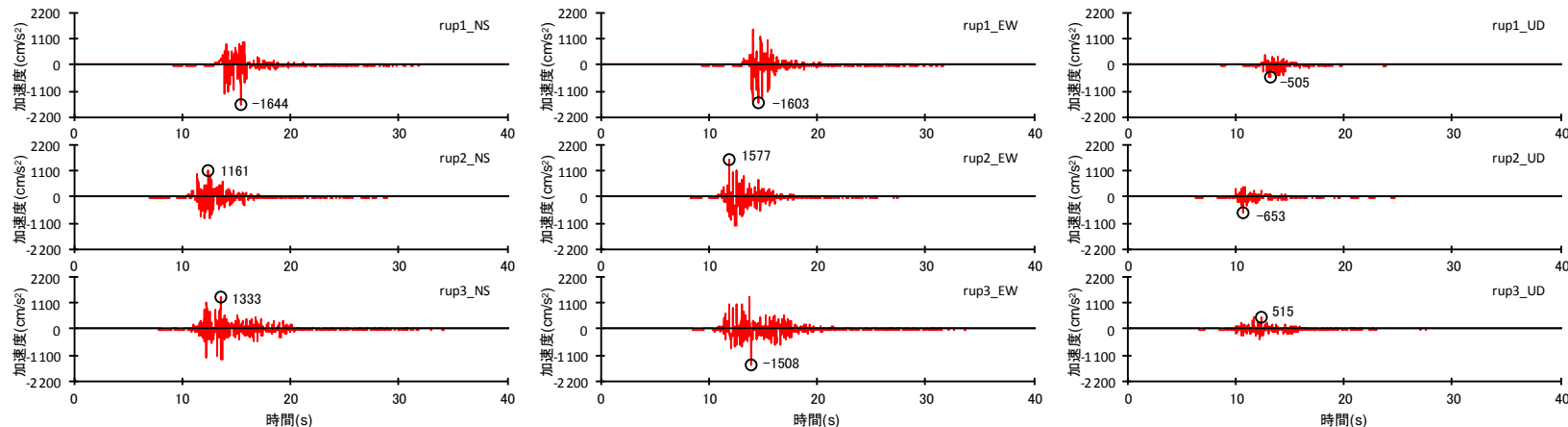
<震源深さの不確かさを考慮した震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮) >

<3.2.7 第940回審査会合におけるコメントに対する回答>

「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる海洋プレート内地震の地震動評価
 (震源深さの不確かさを考慮した震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮) (地震動評価結果))



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

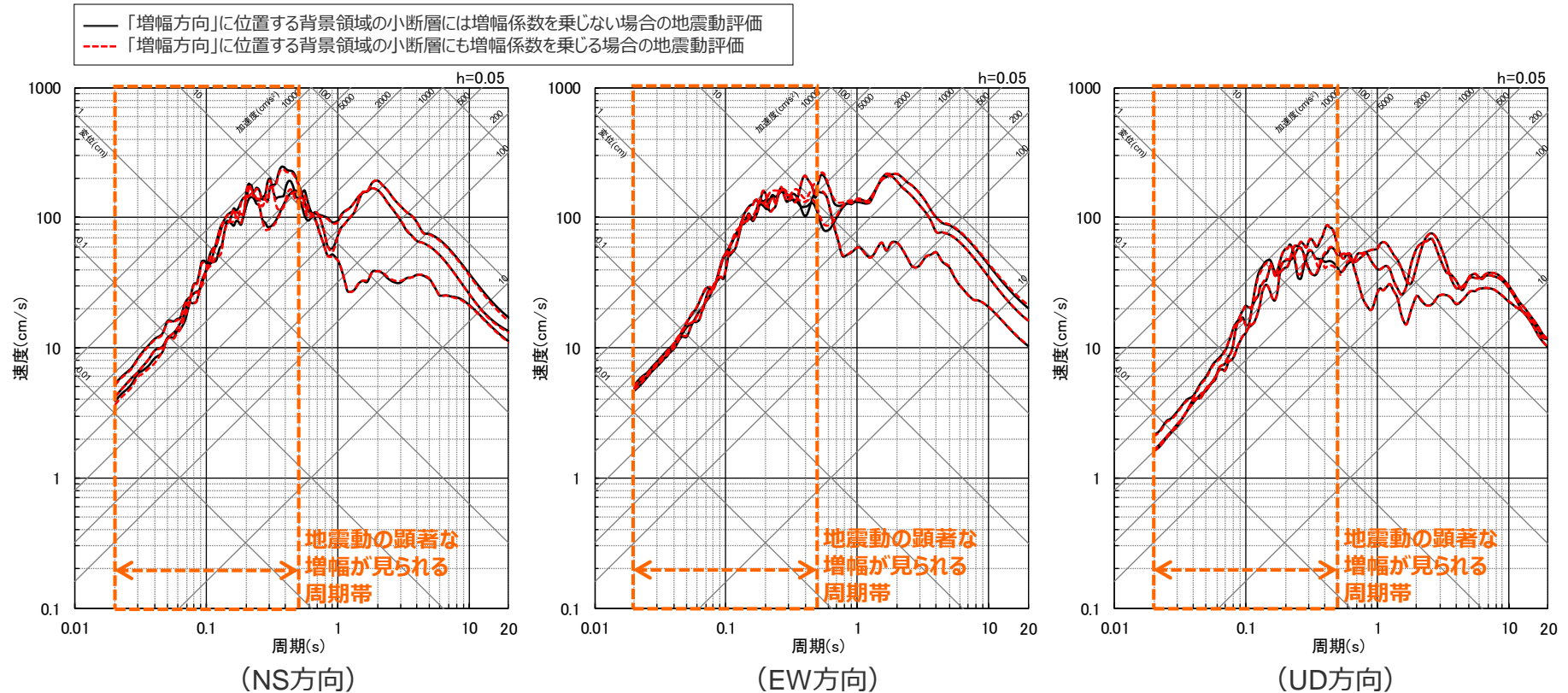


(「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる場合の地震動評価)

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

<3.2.7 第940回審査会合におけるコメントに対する回答>

「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる海洋プレート内地震の地震動評価
 (震源深さの不確かさを考慮した震源モデル (地震動の顕著な増幅を考慮) (地震動評価結果))



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

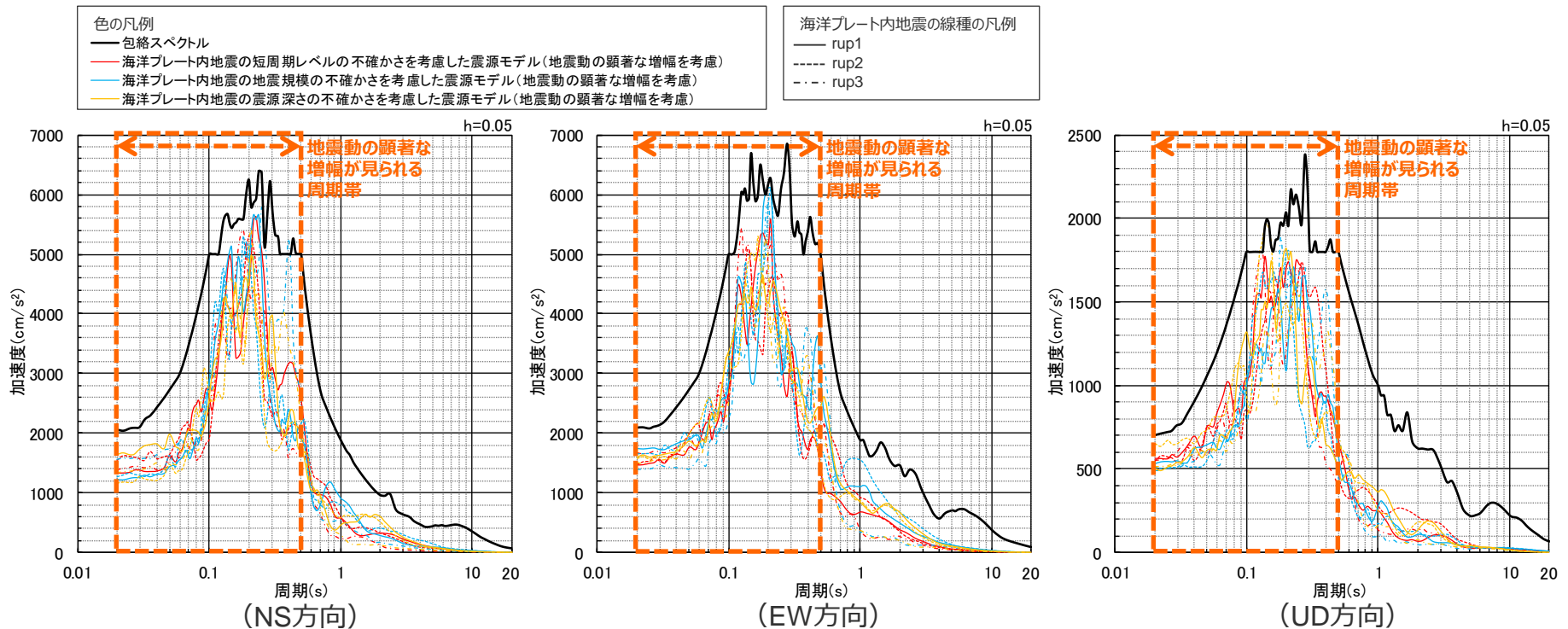
<3.2.7 第940回審査会合におけるコメントに対する回答>

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

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

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

- ・地震規模の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）・破壊開始点1,3
- ・震源深さの不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）・破壊開始点2



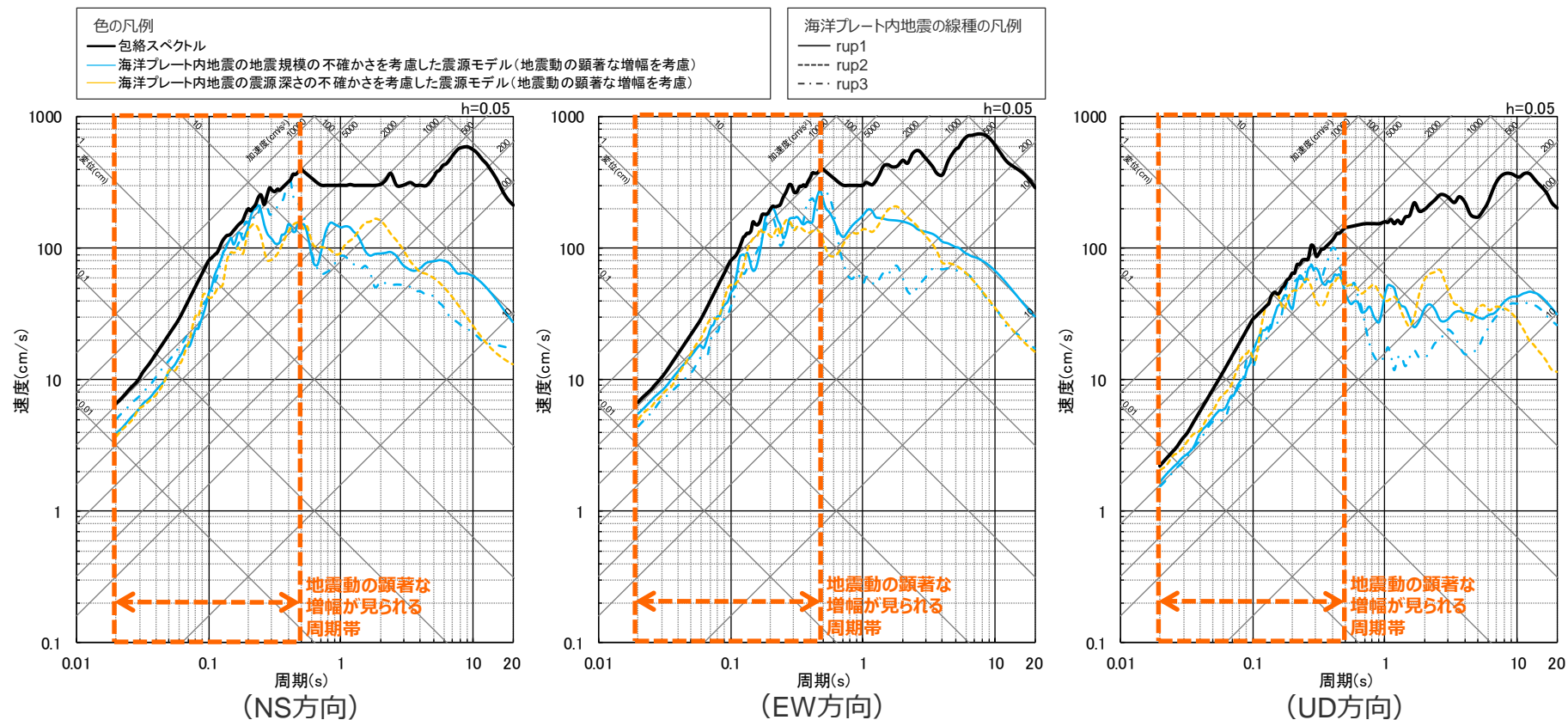
<包絡スペクトルと検討対象モデルの断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（「増幅方向」に位置する背景領域の小断層にも増幅係数を乗じる場合）の比較（加速度応答スペクトル）>

<3.2.7 第940回審査会合におけるコメントに対する回答>

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

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

- ・地震規模の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）・破壊開始点1,3
- ・震源深さの不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮）・破壊開始点2



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

敷地周辺の地震発生状況 参考文献（1）

〔和文〕

- 荒井晃作, 岡村行信, 池原研, 芦寿一郎, 徐垣, 木下正高(2006)「浜松沖前弧斜面上部に発達する活断層とテクトニクス」『地質学雑誌』第112巻, 第12号, pp.749-759。
- 宇佐美龍夫, 石井寿, 今村隆正, 武村雅之, 松浦律子(2013)『日本被害地震総覧599－2012』東京大学出版会。
- 宇津徳治, 嶋悦三, 吉井敏尅, 山科健一郎編(2001)『地震の事典[第2版]』朝倉書店。
- 海上保安庁『海洋台帳』 (<http://www.kaiyoudaichou.go.jp/>) 。
- 活断層研究会(1991)『〔新編〕日本の活断層 分布図と資料』東京大学出版会。
- 気象庁(2012)『地震・火山月報（カタログ編）』。
- 産業技術総合研究所『活断層データベース』 (https://gbank.gsj.jp/activefault/index_gmap.html) 。
- 地震調査委員会(2005a)『北伊豆断層帯の長期評価について』平成17年2月9日。
- 地震調査委員会(2005b)『濃尾断層帯の長期評価について』平成17年1月12日。
- 地震調査委員会(2007)『伊那谷断層帯の長期評価の一部改訂について』平成19年10月15日。
- 地震調査委員会(2008)『全国を概観した地震動予測地図 2008年版』平成20年4月24日。
- 地震調査委員会(2010)『富士川河口断層帯の長期評価の一部改訂について』平成22年10月20日。
- 地震調査委員会(2013)『南海トラフの地震活動の長期評価（第二版）』平成25年10月1日。
- 地震調査委員会(2015a)『糸魚川－静岡構造線断層帯の長期評価（第二版）』平成27年4月24日。
- 地震調査委員会(2015b)『稻取断層帯の長期評価』平成27年4月24日。
- 地震調査委員会(2015c)『石廊崎断層の長期評価』平成27年4月24日。
- 地震調査委員会(2015d)『身延断層の長期評価』平成27年4月24日。
- 鈴木康弘(2010)「東海～四国沖の陸棚外縁活撓曲の再発見」『科学』Vol.80, No.8, pp.779-781。
- 中央防災会議(2003)『東南海, 南海地震等に関する専門調査会（第16回）東南海, 南海地震に関する報告（案）』平成15年12月16日。『東南海, 南海地震等に関する専門調査会（第16回）東南海, 南海地震の強震動と津波の高さ（案）』平成15年12月16日。『東南海, 南海地震等に関する専門調査会（第16回）東南海, 南海地震の強震動と津波の高さ（案）図表集』平成15年12月16日。
- 内閣府(2012)『南海トラフの巨大地震モデル検討会中間とりまとめ』南海トラフの巨大地震モデル検討会, 平成23年12月27日。『南海トラフの巨大地震による震度分布・津波高について（第一次報告）』南海トラフの巨大地震モデル検討会, 平成24年3月31日。『南海トラフの巨大地震モデル検討会（第二次報告）強震断層モデル編－強震断層モデルと震度分布について－』南海トラフの巨大地震モデル検討会, 平成24年8月29日。

敷地における地震動の増幅特性

地震動の顕著な増幅の地震動評価への反映 参考文献（1）

[和文]

- 浅野公之, 岩田知孝(2010)「経験的グリーン関数法による2009年8月11日駿河湾の地震 (M_{JMA}6.5) の震源モデルの推定と強震動シミュレーション」『北海道大学地球物理学研究報告』No.73, pp.137-147。
- EIC地震学ノートNo.152「2004年9月紀伊半島南東沖の地震 (Mj6.9, Mj7.4, Mj6.4)」
(http://wwwweic.eri.u-tokyo.ac.jp/sanchu/Seismo_Note/2004/EIC152.html)
- EIC地震学ノートNo.153「2004年9月紀伊半島南東沖の地震 (本震: Mj7.4) の再解析」
(http://wwwweic.eri.u-tokyo.ac.jp/sanchu/Seismo_Note/2004/EIC153.html)
- 五十嵐俊博, 飯高隆, 宮林佐和子(2011)「レシーバ関数解析から推定された日本列島の地殻構造」『地震 第2輯』第63巻, pp.139-151。
- 伊藤正和(2003)「制御震源を用いた伊豆大島及び周辺海域の地震波速度構造」『東京大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻修士論文』。
- 入倉孝次郎, 香川敬生, 関口春子(1997)「経験的グリーン関数を用いた強震動予測方法の改良」『日本地震学会講演予稿集 1997年度秋季大会』No.2, B25。
- 入倉孝次郎, 三宅弘恵, 岩田知孝, 釜江克宏, 川辺秀憲(2002)「強震動予測のための修正レシピとその検証」『第11回日本地震工学シンポジウム論文集』, pp.567-572。
- 川辺秀憲, 上林宏敏, 釜江克宏(2009)「2009年駿河湾の地震 (Mj6.5) の震源のモデル化」『日本地震学会講演予稿集2009年度秋季大会』A11-09, p.7。
- 気象庁HP (<http://www.jma.go.jp/jma/index.html>)。
- 気象庁(2014)『第338回地震防災対策強化地域判定会記者会見資料』, 平成26年6月30日。
- 強震動予測レシピ(2017)『震源断層を特定した地震の強震動予測手法(「レシピ」)』平成29年(2017年)4月。
- 倉橋奨, 入倉孝次郎, 宮腰研(2009)「近地強震記録を用いた2009年駿河湾を震源とする地震の震源モデルの構築と強震動シミュレーション」『日本地震工学会・大会-2009梗概集』pp.216-217。
- 原子力安全基盤機構(2007)『平成18年度 原子力施設等の耐震性評価技術に関する試験及び調査 地震動に関する支配要因調査に係る報告書』平成19年7月。
- 国土地理院『2万5千分の1地形図』『5万分の1地形図』。
- 佐藤智美(2010)「逆断層と横ずれ断層の違いを考慮した日本の地殻内地震の短周期レベルのスケーリング則」『日本建築学会構造系論文集』第75巻, 第651号, pp.923-932。
- 佐藤智美(2012)「経験的グリーン関数法に基づく2011年東北地方太平洋沖地震の震源モデル-プレート境界地震の短周期レベルに着目して-」『日本建築学会構造系論文集』第77巻, 第675号, pp.695-704。
- 地震調査委員会(2012)『「長周期地震動予測地図」2012年試作版』平成24年1月13日。
- 芝良昭, 佐藤浩章, 栗山雅之(2010)「岩盤上観測記録に基づく2009年駿河湾の地震の強震動特性と震源過程」『電力中央研究所報告』研究報告: N09008。
- 鈴木亘, 青井真, 関口春子(2009)「近地強震記録による2009年8月11日駿河湾の地震の震源過程」『日本地震学会講演予稿集 2009年度秋季大会』A11-06, p.5。
- 高野修, 西村瑞恵, 藤井哲哉, 佐伯龍男(2009)「シーケンス層序学手法による東部南海トラフエリアのメタンハイドレート含有海底扇状地タービダイト砂岩分布解析およびBSR分布との関連の検討」『地学雑誌』118巻, 5号, pp776-792。
- 壇一男, 渡辺基史, 佐藤俊明, 石井透(2001)「断層の非一様すべり破壊モデルから算定される短周期レベルと半経験的波形合成法による強震動予測のための震源断層のモデル化」『日本建築学会構造系論文集』第66巻, 第545号, pp.51-62, 2001年7月。
- 地域地盤環境研究所(2010)『平成21年8月11日駿河湾の地震時に浜岡原子力発電所で観測された地震動の分析業務 報告書』平成22年3月。
- 中央防災会議(2001a)「東海地震に関する専門調査会(第8回)説明資料」平成13年9月21日。

敷地における地震動の増幅特性

地震動の顕著な増幅の地震動評価への反映 参考文献（2）

- 電力土木技術協会HP (http://www.jepoc.or.jp/tecinfo/library.php?_w=Library&_x=detail&library_id=20)。
- 東京電力ホールディングス株式会社(2016)『(原子力発電所) 資料 4 - 3 - 1 柏崎刈羽原子力発電所 6号炉及び7号炉 基準地震動の策定について』平成28年9月30日 (<https://warp.da.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/11297219/www.nsr.go.jp/data/000165352.pdf>)。
- 時松孝次, 新井洋(1998)「レイリー波とラブ波の振幅比が微動の水平鉛直スペクトル比に与える影響」『日本建築学会構造系論文集』第511号, pp.69-75。
- 内閣府(2012)『南海トラフの巨大地震モデル検討会中間とりまとめ』南海トラフの巨大地震モデル検討会, 平成23年12月27日。『南海トラフの巨大地震による震度分布・津波高について(第一次報告)』南海トラフの巨大地震モデル検討会, 平成24年3月31日。『南海トラフの巨大地震モデル検討会(第二次報告) 強震断層モデル編 - 強震断層モデルと震度分布について -』南海トラフの巨大地震モデル検討会, 平成24年8月29日。
- 新色隆二, 山中浩明(2013)「表層地盤の3次元的影響を考慮した2003年宮城県北部地震の震源域における地震動のシミュレーション」『物理探査』第66巻, 第3号, pp.139-152。
- 日本地質学会(2006)『日本地方地質誌(4) 中部地方』。
- 防災科学技術研究所(2012)「6 - 4 2011年8月12日に発生した遠州灘の地震(Mw5.0)」『地震予知連絡会会報』第87巻。
- 森田裕一, 伊豆大島構造探査グループ(2011)「伊豆大島周辺の地震波速度構造」『日本地球惑星科学連合 2011年大会』, SVC051-11。
- 文部科学省, 東京大学地震研究所(2010)『神縄・国府津 - 松田断層帯における重点的な調査観測 平成21年度 成果報告書』平成22年5月。
- 文部科学省, 東京大学地震研究所(2011)『神縄・国府津 - 松田断層帯における重点的な調査観測 平成22年度 成果報告書』平成23年5月。
- 文部科学省, 東京大学地震研究所(2012)『神縄・国府津 - 松田断層帯における重点的な調査観測 平成21~23年度 成果報告書』平成24年3月。

敷地における地震動の増幅特性

地震動の顕著な増幅の地震動評価への反映 参考文献 (3)

[英文]

- Asano, S., T. Yoshii, S. Kubota, Y. Sasaki, H. Okada, S. Suzuki, T. Masuda, H. Murakami, N. Nishide, and H. Inatani(1982), "Crustal structure in Izu peninsula, central Japan, as derived from explosion seismic observations 1.Mishima-Shimoda profile", Journal of Physics of the Earth, 30, pp.367-387.
- BOORE, D. M.(1983), "STOCHASTIC SIMULATION OF HIGH – FREQUENCY GROUND MOTIONS BASED ON SEISMOLOGICAL MODELS OF THE RADIATED SPECTRA", Bulletin of the Seismological Society of America, Vol.73, No.6, pp.1865-1894.
- GARDNER, G. H. F., L. W. GARDNER, and A. R. GREGORY(1974), "FORMATION VELOCITY AND DENSITY – THE DIAGNOSTIC BASICS FOR STRATIGRAPHIC TRAPS", GEOPHYSICS, Vol.39, No.6, pp.770-780.
- POSAMENTIER, HENRY W., ROGER G. WALKER(2006), "DEEP-WATER TURBIDITES AND SUBMARINE FANS", FACIES MODELS REVISITED, SEPM Special Publication, Vol. 84, pp.399-520.
- Hisada, Y.(1994), "An Efficient Method for Computing Green's Functions for a Layered Half-Space with Sources and Receivers at Close Depths", Bulletin of the Seismological Society of America, Vol.84, No.5, pp.1456-1472.
- Katsumata, A. (2010), "Depth of the Moho discontinuity beneath the Japanese islands estimated by travelttime analysis ", JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, Vol.115, B04303.
- Kodaira, S., N. Takahashi, A. Nakanishi, S. Miura, and Y. Kaneda(2000), "Subducted Seamount Imaged in the Rupture Zone of the 1946 Nankaido Earthquake", Science, Vol.289, No.5476, pp.104-106.
- Noda, S., K. Yashiro, K. Takahashi, M. Takemura, S. Ohno, M. Tohdo, and T. Watanabe(2002), "RESPONSE SPECTRA FOR DESIGN PURPOSE OF STIFF STRUCTURES ON ROCK SITES", The OECD-NEA Workshop on the Relations between Seismological Data and Seismic Engineering Analyses, Oct.16-18, Istanbul.
- Obana, K., S. Kodaira, and Y. Kaneda(2004), "Microseismicity around rupture area of the 1944 Tonankai earthquake from ocean bottom seismograph observations", Earth and Planetary Science Letters 222, pp.561-572.
- Watanabe, T., T. Matsuoka, and Y. Ashida(1999) "Seismic travelttime tomography using Fresnel volume approach", Expanded Abstracts of 69th SEG Annual Meeting.
- Yoshii, T., S. Asano, S. Kubota, Y. Sasaki, H. Okada, T. Masuda, T. Moriya, and H. Murakami(1985), "Crustal structure in Izu Peninsula, central Japan, as derived from explosion seismic observations 2. Ito-Matsuzaki profile.", Journal of Physics of the Earth, 33, pp.435-451.

内陸地殻内地震の地震動評価 参考文献 (1)

[和文]

- ・ 芦寿一郎, 岡村行信, 倉本真一, 徳山英一(1999)『南海トラフとその陸側斜面の地質構造 – 付加プリズム・前弧海盆の構造発達 –』地質調査所, 地質ニュース, 第541号, pp.17-24。
- ・ 荒井晃作, 岡村行信, 池原研, 芦寿一郎, 徐垣, 木下正高(2006)「浜松沖前弧斜面上部に発達する活断層とテクトニクス」『地質学雑誌』第112巻, 第12号, pp.749-759。
- ・ 伊藤潔, 中村修一(1998)「西南日本内帯における地震発生層の厚さの変化と内陸大地震」『京都大学防災研究所年報』第41号, B-1, 平成10年4月, pp.27-35。
- ・ 伊藤潔, 廣瀬一聖, 澁谷拓郎, 片尾浩, 梅田康弘, 佐藤比呂志, 平田直, 伊藤谷生, 阿部進, 川中卓, 井川猛(2007)「近畿地方における地殻および上部マンツルの構造と地震活動」『京都大学防災研究所年報』第50号B, 平成19年4月, pp.275-288。
- ・ 伊藤潔(2008)「近畿地方の地震発生層と活断層および地下構造」『日本応用地質学会関西支部平成20年度特別講演会』。
- ・ 入江紀嘉, 壇一男, 生玉真也, 入倉孝次郎(2010)「地中震源断層と地表地震断層の断層パラメータ間の経験的関係を拘束条件とした動力学的断層破壊モデルの構築」『日本建築学会構造系論文集』第75巻, 第657号, pp.1965-1974。
- ・ 入倉孝次郎, 香川敬生, 関口春子(1997)「経験的グリーン関数を用いた強震動予測方法の改良」『日本地震学会講演予稿集 1997年度秋季大会』No.2, B25。
- ・ 入倉孝次郎, 三宅弘恵(2001)「シナリオ地震の強震動予測」『地学雑誌』Vol.110, No.6, pp.849-875。
- ・ 岩崎貴哉, 佐藤比呂志(2009)「陸域制御震源地震探査から明らかになりつつある島弧地殻・上部マンツル構造」『地震 第2輯』第61巻特集号, pp.S165-S176。
- ・ 上野寛, 畠山信一, 明田川保, 舟崎淳, 浜田信生(2002)「気象庁の震源決定方法の改善 – 浅部速度構造と重み関数の改良 –」『験震時報』第65巻, pp.123-134。
- ・ 宇佐美龍夫, 石井寿, 今村隆正, 武村雅之, 松浦律子(2013)『日本被害地震総覧599 – 2012』東京大学出版会。
- ・ 内山泰生, 翠川三郎(2006)「震源深さの影響を考慮した工学的基盤における応答スペクトルの距離減衰式」『日本建築学会構造系論文集』第71巻, 第606号, pp.81-88。
- ・ 宇津徳治, 嶋悦三, 吉井敏尅, 山科健一郎編(2001)『地震の事典[第2版]』朝倉書店。
- ・ 小田切聡子, 島崎邦彦(2001)「歴史地震と起震断層との対応」『地震 第2輯』第54巻, pp.47-61。
- ・ 小原一成(2017)「新学術領域研究「スロー地震学」 – 地震現象の統一的理解をめざして –」『日本地球惑星科学連合ニュースレター』Vol.13, No.4, p.5-7。
- ・ 海上保安庁『海洋台帳』 (<http://www.kaiyoudaichou.go.jp/>)。
- ・ 貝塚爽平(1984)『南部フォッサマグナに関連する地形とその成立過程』第四紀研究, 23(2), pp.55-70。
- ・ 香川敬生(2004)「ハイブリッド合成法に用いる統計的グリーン関数法の長周期帯域への拡張」『日本地震工学会論文集』第4巻, 第2号, pp.21-32。
- ・ 垣見俊弘, 松田時彦, 相田勇, 衣笠善博(2003)「日本列島と周辺海域の地震地体構造区分」『地震 第2輯』第55巻, pp.389-406。
- ・ 片岡正次郎, 佐藤智美, 松本俊輔, 日下部毅明(2006)「短周期レベルをパラメータとした地震動強さの距離減衰式」『土木学会論文集A』Vol.62, No.4, pp.740-757。
- ・ 勝又護, 徳永規一(1971)「震度IVの範囲と地震の規模および震度と加速度の対応」『験震時報』第36巻, 第3,4号, pp.89-96。
- ・ 活断層研究会(1991)『[新編] 日本の活断層 分布図と資料』東京大学出版会。
- ・ 加藤研一, 宮腰勝義, 武村雅之, 井上大榮, 上田圭一, 壇一男(2004)「震源を事前に特定できない内陸地殻内地震による地震動レベル – 地質学的調査による地震の分類と強震観測記録に基づく上限レベルの検討 –」『日本地震工学会論文集』第4巻, 第4号, pp.46-86。
- ・ 気象研究所(2005)「地震発生過程の詳細なモデリングによる東海地震発生の推定精度向上に関する研究」『気象研究所技術報告』第46号。
- ・ 気象庁(2012)『地震・火山月報 (カタログ編)』。
- ・ 気象庁, 消防庁(2009)『震度に関する検討会報告書』平成21年3月。

内陸地殻内地震の地震動評価 参考文献（2）

- ・気象庁(2015)『地震・火山月報（防災編）』平成27年9月。
- ・木村学, 木下正高(2009)『付加体と巨大地震発生帯－南海地震の解明に向けて』東京大学出版会。
- ・木村学, 大木勇人(2013)『図解プレートテクトニクス入門 なぜ動くのか？原理から学ぶ地球のからくり』講談社。
- ・強震動予測レシピ(2017)『震源断層を特定した地震の強震動予測手法（「レシピ」）』平成29年（2017年）4月。
- ・倉橋奨, 入倉孝次郎(2017)「2011年東北地方太平洋沖地震における強震動生成域からの長周期地震動」『日本地震工学会論文集』第17巻, 第2号, p.2-1-2-22。
- ・原子力安全基盤機構(2004)『平成15年度 地震記録データベースSANDELのデータ整備と地震発生上下限深さの評価に関する報告書』平成16年8月。
- ・原子力安全基盤機構(2007)『平成18年度 原子力施設等の耐震性評価技術に関する試験及び調査 地震動に関する支配要因調査に係る報告書』平成19年7月。
- ・小出良幸(2012)『島弧－海溝系における付加体の地質学的位置づけと構成について』札幌学院大学人文学会紀要第92号, pp.1-23。
- ・桜井操, 佐藤任弘(1983)『東海沖のOuter Ridgeの地質構造』水路部研究報告, 第18号, 昭和58年3月, pp.25-35。
- ・佐藤浩章, 芝良昭, 東貞成, 功刀卓, 前田宜浩, 藤原広行(2013)「物理探査・室内試験に基づく2004年留萌支庁南部の地震によるK-NET港町観測点（HKD020）の基盤地震動とサイト特性評価」『電力中央研究所報告』研究報告: N13007, 平成25年12月。
- ・佐藤良輔(1989)『日本の地震断層パラメータ・ハンドブック』鹿島出版会。
- ・産業技術総合研究所『活断層データベース』（https://gbank.gsj.jp/activefault/index_gmap.html）。
- ・産業技術総合研究所『日本列島の地質と構造』（<https://www.gsj.jp/geology/geology-japan/geology-japan/index.html>）。
- ・地震調査委員会(1999)『日本の地震活動－被害地震から見た地域別の特徴－ 追補版』平成11年4月1日。
- ・地震調査委員会(2005a)『北伊豆断層帯の長期評価について』平成17年2月9日。
- ・地震調査委員会(2005b)『濃尾断層帯の長期評価について』平成17年1月12日。
- ・地震調査委員会(2007)『伊那谷断層帯の長期評価の一部改訂について』平成19年10月15日。
- ・地震調査委員会(2009)『全国地震動予測地図』平成21年7月21日。
- ・地震調査委員会(2010)『富士川河口断層帯の長期評価の一部改訂について』平成22年10月20日。
- ・地震調査委員会(2013)『南海トラフの地震活動の長期評価（第二版）』平成25年10月1日。
- ・地震調査委員会(2014)『高感度地震観測データの処理方法の改善に関する報告書』平成26年2月12日。
- ・地震調査委員会(2015a)『糸魚川－静岡構造線断層帯の長期評価（第二版）』平成27年4月24日。
- ・地震調査委員会(2015b)『稻取断層帯の長期評価』平成27年4月24日。
- ・地震調査委員会(2015c)『石廊崎断層の長期評価』平成27年4月24日。
- ・地震調査委員会(2015d)『身延断層の長期評価』平成27年4月24日。
- ・地震調査委員会(2016)『全国地震動予測地図 2016年版』平成28年6月10日。
- ・地震調査委員会(2017)『全国地震動予測地図 2017年版』平成29年4月27日。
- ・芝良昭, 佐藤浩章, 栗山雅之(2010)「岩盤上観測記録に基づく2009年駿河湾の地震の強震動特性と震源過程」『電力中央研究所報告』研究報告: N09008, 平成22年4月。
- ・島崎邦彦(1980)「完新世海成段丘の隆起とプレート内およびプレート間地震」『月刊地球』Vol.2, No.1, pp.17-24。

内陸地殻内地震の地震動評価 参考文献 (3)

- ・杉山雄一, 寒川旭, 下川浩一, 水野清秀(1988)『御前崎地域の地質』地域地質研究報告, 5万分の1地質図幅, 東京(8)第108号, 地質調査所。
- ・杉山雄一(1989)『島弧における帯状構造の屈曲とプレートの斜め沈み込み 第1部 - 西南日本外帯沖の屈曲構造とプレート境界地震 -』地質調査所月報, 第40巻, 第10号, pp.533-541。
- ・杉山雄一(1990)「駿河湾～遠州灘地域のサイモテクトニクス」『地震 第2輯』第43巻, pp.439-442。
- ・鈴木康弘(2010)「東海～四国沖の陸棚外縁活撓曲の再発見」『科学』Vol.80, No.8, pp.779-781。
- ・武村雅之(1990)「日本列島およびその周辺地域に起こる浅発地震のマグニチュードと地震モーメントの関係」『地震 第2輯』第43巻, pp.257-265。
- ・谷岡勇市郎, 岩崎伸一(2006)「津波波形インバージョンによる2004年スマトラ地震の震源過程解析」『月刊地球』号外, No.56, pp.19-24。
- ・壇一男, 渡辺基史, 佐藤俊明, 石井透(2001)「断層の非一様すべり破壊モデルから算定される短周期レベルと半経験的波形合成法による強震動予測のための震源断層のモデル化」『日本建築学会構造系論文集』第66巻, 第545号, pp.51-62, 2001年7月。
- ・壇一男, 具典淑, 入江紀嘉, アルズペイマサマン, 石井やよい(2011)「長大横ずれ断層による内陸地震の平均動的応力降下量の推定と強震動予測のためのアスペリティモデルの設定方法への応用」『日本建築学会構造系論文集』第76巻, 第670号, pp.2041-2050。
- ・中央防災会議(2001a)「東海地震に関する専門調査会(第8回)説明資料」平成13年9月21日。
- ・中央防災会議(2001b)『東海地震に関する専門調査会(第11回)とりまとめ資料(本文)』平成13年12月11日。『東海地震に関する専門調査会(第11回)とりまとめ資料(図表編)』平成13年12月11日。『東海地震に関する専門調査会報告』東海地震に関する専門調査会, 平成13年12月11日。
- ・中央防災会議(2003b)『東南海, 南海地震等に関する専門調査会(第16回)東南海, 南海地震に関する報告(案)』平成15年12月16日。『東南海, 南海地震等に関する専門調査会(第16回)東南海, 南海地震の強震動と津波の高さ(案)』平成15年12月16日。『東南海, 南海地震等に関する専門調査会(第16回)東南海, 南海地震の強震動と津波の高さ(案)図表集』平成15年12月16日。
- ・中央防災会議(2004)『首都直下地震対策専門調査会(第12回)地震ワーキンググループ報告書』平成16年11月17日。『首都直下地震対策専門調査会(第12回)地震ワーキンググループ報告書(図表集)』平成16年11月17日。
- ・郡司嘉宣, 上田和枝(2001)「貞享3年8月6日(1686年10月3日)の遠江三河地震による遠州横須賀城の被害(総特集 古地震の研究)」『月刊地球』Vol.23, No.2, pp.127-137。
- ・東海沖海底活断層研究会(1999)『東海沖の海底活断層』東京大学出版会。
- ・東海・東南海・南海地震の連動性評価プロジェクト(2009)「サブプロジェクト1の研究成果の活用および地域研究会の開催」『連動性を考慮した地震動・津波予測及び地震・津波被害予測研究 平成20年度報告書』。
- ・東京大学地震研究所(2007)『東南海・南海地震等海溝型地震に関する調査研究 平成18年度成果報告書』(<http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/nankai/H18seikaHP/H18seikaHP.htm>)。
- ・東京大学地震研究所(2008)『東南海・南海地震等海溝型地震に関する調査研究 平成19年度成果報告書』(<http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/nankai/H19seikamokuji.html>)。
- ・東京電力株式会社(2009a)「資料第1-1号 耐専スペクトルの概要(1999年時点の内容)」『原子力安全委員会「応答スペクトルに基づく地震動評価」に関する専門家との意見交換会』平成21年5月22日。

内陸地殻内地震の地震動評価 参考文献（４）

- 東京電力株式会社(2009b)「資料第1-2号 耐専スペクトルの適用性検討(内陸地殻内地震を対象とした追加検討内容)」『原子力安全委員会「応答スペクトルに基づく地震動評価」に関する専門家との意見交換会』平成21年5月22日。
- 徳山英一, 平朝彦, 倉本真一, 山本富士夫(1998)「東海沖海底の変動地形(小特集 島弧・日本列島の新しい理解)」『科学』Vol.68, No.1, pp.56-57。
- 徳山英一, 本座栄一, 木村政昭, 倉本真一, 芦寿一郎, 岡村行信, 荒戸裕之, 伊藤康人, 徐垣, 日野亮太, 野原壯, 阿部寛信, 坂井眞一, 向山建二郎(2001)「日本周辺海域の中新世最末期以降の構造発達史付図 日本周辺海域の第四紀地質構造図」『海洋調査技術』第13巻, 第1号, 海洋調査技術学会。
- 内閣府(2012)『南海トラフの巨大地震モデル検討会中間とりまとめ』南海トラフの巨大地震モデル検討会, 平成23年12月27日。『南海トラフの巨大地震による震度分布・津波高について(第一次報告)』南海トラフの巨大地震モデル検討会, 平成24年3月31日。『南海トラフの巨大地震モデル検討会(第二次報告)強震断層モデル編-強震断層モデルと震度分布について-』南海トラフの巨大地震モデル検討会, 平成24年8月29日。
- 内閣府(2013)『首都直下のM7クラスの地震および相模トラフ沿いのM8クラスの地震等の震源断層モデルと震度分布・津波高等に関する報告書』首都直下地震モデル検討会, 平成25年12月。『首都直下のM7クラスの地震および相模トラフ沿いのM8クラスの地震等の震源断層モデルと震度分布・津波高等に関する報告書(図表集)』首都直下地震モデル検討会, 平成25年12月。
- 仲西理子, 小平秀一, 朴進午, 金田義行(2003)「南海トラフの海溝型巨大地震破壊域とバックストップ分布との関係」『月刊地球』号外, No.41, pp.126-134。
- 中村亮一, 島崎邦彦(2008)「講演要旨」歴史地震の地震タイプの分類について」『歴史地震』第23号, p.146。
- 中村洋光, 宮武隆(2000)「断層近傍強震動シミュレーションのための滑り速度時間関数の近似式」『地震 第2輯』第53巻, pp.1-9。
- 新色隆二, 山中浩明(2013)「表層地盤の3次元的影響を考慮した2003年宮城県北部地震の震源域における地震動のシミュレーション」『物理探査』, 第66巻, 第3号, pp.139-152。
- 日本地質学会(2006)『日本地方地質誌(4) 中部地方』。
- 東日本大震災合同調査報告書編集委員会(2014)『東日本大震災合同調査報告 共通編1 地震・地震動』公益社団法人 日本地震工学会。
- 廣瀬一聖, 伊藤潔(2006)「広角反射法および屈折法解析による近畿地方の地殻構造の推定」『京都大学防災研究所年報』第49号B, pp.307-321。
- 弘瀬冬樹, 中島淳一, 長谷川昭(2007)「Double-Difference Tomography法による西南日本の3次元地震波速度構造およびフィリピン海プレートの形状の推定」『地震 第2輯』第60巻, pp.1-20。
- 防災科学技術研究所(2010)「沈み込むプレート境界の浅部から深部にいたる3つの異なる「スロー地震」の連動現象の発見」『平成22年12月10日 プレス発表資料』。
- 防災科学技術研究所(2016)「1-2 日本周辺における浅部超低周波地震活動(2015年5月~10月)」『地震予知連絡会会報』第95巻。
- 松田時彦(1975)「活断層から発生する地震の規模と周期について」『地震 第2輯』第28巻, pp.269-283。
- 宮腰研, P. Anatoly, 長郁夫(2005)「すべりの時空間的不均質性のモデル化」『地震災害軽減のための強震動予測マスターモデルに関する研究第3回シンポジウム論文集』pp.11-16, 平成17年3月。
- 村松郁栄(1969)「震度分布と地震のマグニチュードとの関係」『岐阜大学教育学部研究報告』自然科学, 第4巻, 第3号, pp.168-176。
- 茂木昭夫(1977)『日本近海海底地形誌 - 海底俯瞰図集』東京大学出版会。
- 文部科学省(2014)『地球深部探査船「ちきゅう」による南海トラフ地震発生帯掘削計画の進め方に関する提言について』科学技術・学術審議会海洋開発分科会。

内陸地殻内地震の地震動評価 参考文献 (5)

[英文]

- Abrahamson, N., and W. Silva(2008), "Summary of the Abrahamson and Silva NGA Ground-Motion Relations", Earthquake Spectra, Vol.24, No.1, pp.67-97.
- Abrahamson, N. A., W. J. Silva, and R. Kamai(2014), "Summary of the ASK14 ground motion relation for active crustal regions", Earthquake Spectra, Vol.30, No.3, pp.1025-1055.
- Aki, K., and P. G. Richards(1980), "Quantitative seismology, Theory and Methods", Volume II, W. H. Freeman and Company, San Francisco, pp.803-805.
- Asano, K., T. Iwata, and K. Irikura(2005), "Estimation of Source Process and Strong Ground Motion Simulation of the 2002 Denali, Alaska, Earthquake", Bulletin of the Seismological Society of America, Vol.95, No.5, pp.1701-1715, October 2005.
- Ammon, C. J., C. Ji, H.-K. Thio, D. Robinson, S. Ni, V. Hjorleifsdottir, H. Kanamori, T. Lay, S. Das, D. Helmberger, G. Ichinose, J. Polet, and D. Wald(2005), "Rupture Process of the 2004 Sumatra-Andaman Earthquake", SCIENCE, Vol.308, pp.1133-1139.
- Baba, T., P. R. Cummins, T. Hori, and Y. Kaneda(2006), "High precision slip distribution of the 1944 Tonankai earthquake inferred from tsunami waveforms:Possible slip on a splay fault", Tectonophysics, 426, pp.119-134.
- Barrientos, S. E., and S. N. Ward(1990), "The 1960 Chile earthquake: inversion for slip distribution from surface deformation", Geophys. J. Int. 103, pp.589-598.
- BOORE, D. M.(1983), "STOCHASTIC SIMULATION OF HIGH – FREQUENCY GROUND MOTIONS BASED ON SEISMOLOGICAL MODELS OF THE RADIATED SPECTRA", Bulletin of the Seismological Society of America, Vol.73, No.6, pp.1865-1894.
- BOORE, D. M. and J. BOATWRIGHT(1984), "AVERAGE BODY-WAVE RADIATION COEFFICIENTS", Bulletin of the Seismological Society of America, Vol.74, No.5, pp. 1615-1621.
- Boore, D. M., and G. M. Atkinson(2008), "Ground-motion prediction equations for the average horizontal component of PGA, PGV, and 5%-damped PSA at spectral periods between 0.01 s and 10.0 s", Earthquake Spectra, Vol.24, No.1, pp.99-138.
- Boore, D. M., J. P. Stewart, E. Seyhan, and G. M. Atkinson(2013), "NGA-West2 Equations for Predicting Response Spectral Accelerations for Shallow Crustal Earthquakes", PEER Report 2013/05, Pacific Earthquake Engineering Research Center Headquarters, University of California, Berkeley.
- Boore, D. M., J. P. Stewart, E. Seyhan, and G. M. Atkinson(2014), "NGA-West2 equations for predicting PGA, PGV, and 5% damped PSA for shallow crustal earthquakes", Earthquake Spectra, Vol.30, No.3, pp.1057-1085.
- Bouchon, M., M-P Bouin, H. Karabulut, M. N. Toksöz, M. Dietrich, A. J. Rosakis(2001), "How Fast is Rupture during an Earthquake ? New Insights from the 1999 Turkey Earthquakes", Geophysical Research Letters, Vol.28, No.14, pp.2723-2726.
- Bouchon, M., M. N. Toksöz, H. Karabulut, M.-P. Bouin, M. Dietrich, M. Aktar, and M. Edie(2002), "Space and Time Evolution of Rupture and Faulting during the 1999 Izmit (Turkey) Earthquake", Bulletin of the Seismological Society of America, 92, 1, pp.256-266, February 2002.
- Bouchon, M. and M. Vallee(2003), "Observation of Long Supershear Rupture During the Magnitude 8.1 Kunlunshan Earthquake", SCIENCE, VOL301, pp.824-826, 8 AUGUST 2003.
- Brune, J. N.(1970), "Tectonic stress and the spectra of seismic shear waves from earthquakes", Journal of Geophysical Research, Vol.75, No.26, pp.4997-5009.

内陸地殻内地震の地震動評価 参考文献 (6)

- Campbell, K. W., and Y. Bozorgnia(2008), “NGA ground motion model for the geometric mean horizontal component of PGA, PGV, and 5% damped linear elastic response spectra for periods ranging from 0.01 to 10 s”, *Earthquake Spectra* Vol.24, No.1, pp.139-171.
- Campbell, K. W., and Y. Bozorgnia(2014), “NGA-West2 ground motion model for the average horizontal components of PGA, PGV, and 5% damped linear acceleration response spectra”, *Earthquake Spectra*, Vol.30, No.3, pp.1087-1115.
- Chiou, B. S.-J., and R. R. Youngs(2008), “An NGA model for the average horizontal component of peak ground motion and response spectra”, *Earthquake Spectra*, Vol.24, No.1, pp.173-215.
- Chiou, B. S.-J., and R. R. Youngs(2014), “Update of the Chiou and Youngs NGA model for the average horizontal component of peak ground motion and response spectra”, *Earthquake Spectra*, Vol.30, No.3, pp.1117-1153.
- Clift, P., and P. Vannucchi(2004), “Controls on tectonic accretion versus erosion in subduction zones: Implications for the origin and recycling of the continental crust”, *Rev. Geophys.*, 42, RG2001.
- Contreras-Reyes, E., E. R. Flueh, and I. Grevemeyer(2010), “Tectonic control on sediment accretion and subduction off south central Chile: Implications for coseismic rupture processes of the 1960 and 2010 megathrust earthquakes”, *TECTONICS*, Vol.29, TC6018.
- Ellsworth, W. L., M. Celebi, J. R. Evans, E. G. Jensen, R. Kayen, M. C. Metz, D. J. Nyman, J. W. Roddick, P. Spudich, and C. D. Stephens(2004), “Near-Field Ground Motion of the 2002 Denali Fault, Alaska, Earthquake Recorded at Pump Station 10”, *Earthquake Spectra*, Vol.20, No.3, pp.597-615.
- FUJII, Y., and M. MATSU'URA(2000), “Regional Difference in Scaling Laws for Large Earthquakes and its Tectonic Implication”, *Pure Appl. Geophys.*, Vol.157, pp.2283-2302.
- Fujii, Y., and K. Satake(2007), “Tsunami Source of the 2004 Sumatra–Andaman Earthquake Inferred from Tide Gauge and Satellite Data”, *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol.97, No.1A, pp.S192-S207.
- Fujii, Y., and K. Satake(2013), “Slip Distribution and Seismic Moment of the 2010 and 1960 Chilean Earthquakes Inferred from Tsunami Waveforms and Coastal Geodetic Data”, *Pure Appl. Geophys.*, 170, pp.1493-1509.
- GARDNER, G. H. F., L. W. GARDNER, and A. R. GREGORY(1974), “FORMATION VELOCITY AND DENSITY – THE DIAGNOSTIC BASICS FOR STRATIGRAPHIC TRAPS”, *GEOPHYSICS*, Vol.39, No.6, pp.770-780.
- GELLER, R. J. (1976), “SCALING RELATIONS FOR EARTHQUAKE SOURCE PARAMETERS AND MAGNITUDES”, *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol.66, No.5, pp.1501-1523.
- Gregor, N., N. A. Abrahamson, G. M. Atkinson, D. M. Boore, Y.Bozorgnia, K. W. Campbell, B. S.-J. Chiou, I. M. Idriss, R. Kamai, E. Seyhan, W. Silva, J. P. Stewart, and R. Youngs(2014), “Comparison of NGA-West2 GMPEs”, *Earthquake Spectra*, Vol.30, No.3, pp.1179-1197.
- Hamada, Y., A. Sakaguchi, W. Tanikawa, A. Yamaguchi, J. Kamed, and G. Kimura(2015), “Estimation of slip rate and fault displacement during shallow earthquake rupture in the Nankai subduction zone”, *Earth, Planets and Space*, 67:39.
- Hayes, G. P., E. Bergman, K. L. Johnson, H. M. Benz, L. Brown, and A. S. Meltzer(2013), “Seismotectonic framework of the 2010 February 27 *Mw* 8.8 Maule, Chile earthquake sequence”, *Geophysical Journal International*, Vol.195, Issue2, pp.1034-1051.
- Haeussler, P. J., P. A. Armstrong, L. M. Liberty, K. M. Ferguson, S. P. Finn, J. C. Arkle, and T. L. Pratt(2015), “Focused exhumation along megathrust splay faults in Prince William Sound, Alaska”, *Quaternary Science Reviews*, 113, 2015, pp.8-22.
- Heuret, A., S. Lallemand, F. Funicello, C. Piromallo, and C. Faccenna(2011), “Physical characteristics of subduction interface type seismogenic zones revisited”, *Geochem. Geophys. Geosyst.*, 12, Q01004.

内陸地殻内地震の地震動評価 参考文献 (7)

- Hirose, F., J. Nakajima, and A. Hasegawa(2008), "Three-dimensional seismic velocity structure and configuration of the Philippine Sea slab in southwestern Japan estimated by double-difference tomography", JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL.113, B09315.
- Hisada, Y.(1994), "An Efficient Method for Computing Green's Functions for a Layered Half-Space with Sources and Receivers at Close Depths", Bulletin of the Seismological Society of America, Vol.84, No.5, pp.1456-1472.
- Hoechner, A., A. Y. Babeyko, and S. V. Sobolev(2008), "Enhanced GPS inversion technique applied to the 2004 Sumatra earthquake and tsunami", GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, Vol.35, L08310.
- Holdahl, S. R., and J. Sauber(1994), "Coseismic Slip in the 1964 Prince William Sound Earthquake:A New Geodetic Inversion", Pure and Applied Geophysics, Vol. 142, No.1, pp.55-82.
- Ichinose, G., P. Somerville, H. K. Thio, R. Graves, and D. O'Connell(2007), "Rupture process of the 1964 Prince William Sound, Alaska, earthquake from the combined inversion of seismic, tsunami, and geodetic data", JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL.112, B07306.
- Ide, S., K. Shiomi, K. Mochizuki, T. Tonegawa, and G. Kimura(2010), "Split Philippine Sea plate beneath Japan", GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, VOL.37, L21304.
- Idriss, I. M.(2008), "An NGA empirical model for estimating the horizontal spectral values generated by shallow crustal earthquakes", Earthquake Spectra, Vol.24, No.1, pp.217-242.
- Idriss, I. M.(2014), "An NGA-West2 empirical model for estimating the horizontal spectral values generated by shallow crustal earthquakes", Earthquake Spectra, Vol.30, No.3, pp.1155-1177.
- Irie, K., K. Dan, S. Ikutama, and K. Irikura(2010), "Improvement of Kinematic Fault Models for Predicting Strong Motions by Dynamic Rupturing Simulation-Evaluation of Proportionality Constant between Stress Drop and Seismic Moment in Strike-slip Inland Earthquakes", First Kashiwazaki International Symposium on Seismic Safety of Nuclear Installations, Session A AV-16.
- Irikura, K., K. Miyakoshi, K. Kamae, K. Yoshida, K. Somei, S. Kurahashi, and H. Miyake(2017), "Applicability of source scaling relations for crustal earthquakes to estimation of the ground motions of the 2016 Kumamoto earthquake", Earth, Planets and Space, 69:10.
- Ito, K.(1999), "Seismogenic layer, reflective lower crust, surface heat flow and large inland earthquakes", Tectonophysics, 306, pp.423-433.
- Ito, T., Y. Kojima, S. Koraira, H. Sato, Y. Kaneda, T. Iwasaki, E. Kurashimo, N. Tsumura, A. Fujiwara, T. Miyauchi, N. Hirata, S. Harder, K. Miller, A. Murata, S. Yamakita, M. Onishi, S. Abe, T. Sato, and T. Ikawa(2008), "Crustal structure of southwest Japan, revealed by the integrated experiment Southwest Japan 2002", Tectonophysics(in press as of 2008).
- Ito, Y., and K. Obara(2006a), "Dynamic deformation of the accretionary prism excites very low frequency earthquakes", GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, VOL.33, L02311.
- Ito, Y., and K. Obara(2006b), "Very low frequency earthquakes within accretionary prisms are very low stress-drop earthquakes", GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, VOL.33, L09302.
- Johnson, J. M., K. Satake, S. R. Holdahl, and J. Sauber(1996), "The 1964 Prince William Sound earthquake: Joint inversion of tsunami and geodetic data", JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, Vol.101, No. B1, pp.523-532.
- Kamae, K., and K. Irikura(1992), "Prediction of site-specific strong ground motion using semi-empirical methods", Earthquake Engineering, Tenth World Conference, pp.801-806.
- Kanamori, H.(1977), "The Energy Release in Great Earthquakes", JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL.82, No.20, pp.2981-2987.

内陸地殻内地震の地震動評価 参考文献 (8)

- Kanno, T., A. Narita, N. Morikawa, H. Fujiwara, and Y. Fukushima(2006), “A New Attenuation Relation for Strong Ground Motion in Japan Based on Recorded Data”, Bulletin of the Seismological Society of America, Vol.96, No.3, pp.879-897.
- Katsumata, A.(2010), “Depth of the Moho discontinuity beneath the Japanese islands estimated by travelttime analysis”, JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL. 115, B04303.
- Kikuchi, M., M. Nakamura, and K. Yoshikawa(2003), “Source rupture processes of the 1944 Tonankai earthquake and the 1945 Mikawa earthquake derived from low-gain seismograms”, Earth Planets Space, 55, pp.159-172.
- Kiser, E., and M. Ishii(2011), “The 2010 Mw 8.8 Chile earthquake: Triggering on multiple segments and frequency - dependent rupture behavior”, GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, VOL.38, L07301.
- Kodaira, S., E. Kurashimo, J.-O. Park, N. Takahashi, A. Nakanishi, S. Miura, T. Iwasaki, N. Hirata, K. Ito, and Y. Kaneda(2002), “Structural factors controlling the rupture process of a megathrust earthquake at the Nankai trough seismogenic zone”, Geophys. J. Int., 149, pp.815-835.
- Kodaira, S., T. Iidaka, A. Kato, J.-O. Park, T. Iwasaki, and Y. Kaneda(2004), “High Pore Fluid Pressure May Cause Silent Slip in the Nankai Trough”, SCIENCE, Vol.304, pp.1295-1298.
- Koper, K. D., A. R. Hutko, T. Lay, and O. Sufri(2012), “Imaging short-period seismic radiation from the 27 February 2010 Chile (Mw8.8) earthquake by back-projection of P, PP, and PKIKP waves”, JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL.117, B02308.
- Kurahashi, S., and K. Irikura(2013), “Short-Period Source Model of the 2011 Mw 9.0 Off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake”, Bulletin of the Seismological Society of America, Vol.103, pp.1373-1393.
- Kurashimo, E., N. Hirata, and T. Iwasaki(2003), “Physical properties of the top of the subducting Philippine sea plate beneath the SW Japan arc by AVO analysis”, Abstr:10th Int. Symp., Deep Seismic Profiling of the Continents and Their Margins, p.83.
- Lay, T., C. J. Ammon, H. Kanamori, K. D. Koper, O. Sufri, and A. R. Hutko(2010), “Teleseismic inversion for rupture process of the 27 February 2010 Chile (Mw 8.8) earthquake”, GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, VOL.37, L13301.
- Lay, T., H. Kanamori, C. J. Ammon, K. D. Koper, A. R. Hutko, L. Ye, H. Yue, and T. M. Rushing(2012), “Depth-varying rupture properties of subduction zone megathrust faults”, JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL.117, B04311.
- Lin, J.-Y., X. L. Pichon, C. Rangin, J.-C. Sibuet, and T. Maury(2009), “Spatial aftershock distribution of the 26 December 2004 great Sumatra-Andaman earthquake in the northern Sumatra area”, Geochemistry Geophysics Geosystems, Vol.10, No.5.
- Moore, G. F., N. L. Bangs, A. Taira, S. Kuramoto, E. Pangborn, and H. J. Tobin(2007), “Three-Dimensional Splay Fault Geometry and Implications for Tsunami Generation”, Science, Vol.318, pp.1128-1131.
- Murotani, S., S. Matsushima, T. Azuma, K. Irikura, and S. Kitagawa(2015), “Scaling relations of source parameters of earthquakes occurring on inland crustal mega-fault systems”, Pure and Applied Geophysics, 172, pp.1371-1381.
- Nakanishi, A., H. Shiobara, R. Hino, S. Kodaira, T. Kanazawa, and H. Shimamura(1998), “Detailed subduction structure across the eastern Nankai Trough obtained from ocean bottom seismographic profiles”, JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL.103, NO.B11, pp.27,151-27,168.
- Nakanishi, A., H. Shiobara, R. Hino, K. Mochizuki, T. Sato, J. Kasahara, N. Takahashi, K. Suyehiro, H. Tokuyama, J. Segawa, M. Shinohara, and H. Shimamura(2002a), “Deep crustal structure of the eastern Nankai Trough and Zenisu Ridge by dense airgun-OBS seismic profiling”, Marine Geology, Vol.187, pp.47-62.

内陸地殻内地震の地震動評価 参考文献 (9)

- Nakanishi, A., N. Takahashi, J.-O. Park, S. Miura, S. Kodaira, Y. Kaneda, N. Hirata, T. Iwasaki, and M. Nakamura(2002b), “Crustal structure across the coseismic rupture zone of the 1944 Tonankai earthquake, the central Nankai Trough seismogenic zone”, JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL.107, NO.B1, 2007.
- Nakanishi, A., S. Kodaira, S. Miura, A. Ito, T. Sato, J.-O. Park, Y. Kido, and Y. Kaneda(2008), “Detailed structural image around splay-fault branching in the Nankai subduction seismogenic zone: Results from a high-density ocean bottom seismic survey”, JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL.113, B03105.
- Noda, S., K. Yashiro, K. Takahashi, M. Takemura, S. Ohno, M. Tohdo, and T. Watanabe(2002), “RESPONSE SPECTRA FOR DESIGN PURPOSE OF STIFF STRUCTURES ON ROCK SITES”, The OECD-NEA Workshop on the Relations between Seismological Data and Seismic Engineering Analyses, Oct.16-18, Istanbul.
- Obana, K., S. Kodaira, and Y. Kaneda(2004), “Microseismicity around rupture area of the 1944 Tonankai earthquake from ocean bottom seismograph observations”, Earth and Planetary Science Letters 222, pp.561-572.
- Obara, K., T. Matsuzawa, S. Tanaka, T. Kimura, and T. Maeda(2011), “Migration properties of non - volcanic tremor in Shikoku, southwest Japan”, GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, VOL.38, L09311.
- Park, J.-O., G. F. Moore, T. Tsuru, S. Kodaira, and Y. Kaneda(2003), “A subducted oceanic ridge influencing the Nankai megathrust earthquake rupture”, Earth Planet. Sci. Lett., 217, pp.77-84.
- Plafker, G.(1965), “Tectonic Deformation Associated with the 1964 Alaska Earthquake”, Science, Vol.148, No.3678, pp.1675-1687.
- Pulido, N., Y. Yagi, H. Kumagai, and N. Nishimura(2011), “Rupture process and coseismic deformations of the 27 February 2010 Maule earthquake, Chile”, Earth Planets Space, 63, pp.955-959.
- Ruff, L., and H. Kanamori(1980), “Seismicity and the subduction process”, Phys. Earth Planet. Inter., 23, pp.240-252.
- Rhie, J., D. Dreger, R. Burgmann, and B. Romanowicz(2007), “Slip of the 2004 Sumatra–Andaman Earthquake from Joint Inversion of Long-Period Global Seismic Waveforms and GPS Static Offsets”, Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 97, No. 1A, pp.S115-S127.
- Sagiya, T., and W. Thatcher(1999), “Coseismic slip resolution along a plate boundary megathrust:The Nankai Trough, southwest Japan”, JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, Vol.104, No. B1, pp.1111-1129.
- Sakaguchi, A., F. Chester, D. Curewitz, O. Fabbri, D. Goldsby, G. Kimura, C.-F. Li, Y. Masaki, E. J. Sreaton, A. Tsutsumi, K. Ujiie, and A. Yamaguchi(2011), “Seismic slip propagation to the updip end of plate boundary subduction interface faults: Vitrinite reflectance geothermometry on Integrated Ocean Drilling Program NanTro SEIZE cores”, Geology, Vol.39, No.4, pp.395-398.
- Satake, K., Y. Fujii, T. Harada, and Y. Namegaya(2013), “Time and Space Distribution of Coseismic Slip of the 2011 Tohoku Earthquake as Inferred from Tsunami Waveform Data”, Bulletin of the Seismological Society of America, Vol.103, No.2B, pp.1473-1492.
- Scholz, C. H.(1998), “Earthquake and friction laws”, Nature, Vol.391, pp.37-42.
- Sekiguchi, H., and T. Iwata(2002), “Rupture Process of the 1999 Kocaeli, Turkey, Earthquake Estimated from Strong-Motion Waveforms”, Bulletin of the Seismological Society of America, Vol.92, No.1, pp.300-311.
- Sibuet, J.-C., C. Rangin, X. L. Pichon, S. Singh, A. Cattaneo, D. Graindorge, F. Klingelhoefer, J.-Y. Lin, J. Malod, and T. Maury, J.-L. Schneider, N. Sultan, M. Umer, and H. Yamaguchi(2007), “26th December 2004 Great Sumatra-Andaman Earthquake: co-seismic and post-seismic motions in northern Sumatra”, Earth and Planetary Science Letters, Vol. 263, pp.88-103.

内陸地殻内地震の地震動評価 参考文献 (10)

- Somerville, P., K. Irikura, R. Graves, S. Sawada, D. Wald, N. Abrahamson, Y. Iwasaki, T. Kagawa, N. Smith, and A. Kowada(1999), "Characterizing Crustal Earthquake Slip Models for the Prediction of Strong Ground Motion", *Seismological Research Letters*, Vol.70, No.1, pp.59-80.
- Song, S. G., G. C. Beroza, and P. Segall(2008), "A Unified Source Model for the 1906 San Francisco Earthquake", *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol. 98, No. 2, pp.1-10.
- Tanaka, A., and Y. Ishikawa(2005), "Crustal thermal regime inferred from magnetic anomaly data and its relationship to seismogenic layer thickness: The Japanese islands case study", *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, 152, pp.257-266.
- Vigny, C., A. Socquet, S. Peyrat, J.-C. Ruegg, M. Métois, R. Madariaga, S. Morvan, M. Lancieri, R. Lacassin, J. Campos, D. Carrizo, M. Bejar-Pizarro, S. Barrientos, R. Armijo, C. Aranda, M.-C. Valderas-Bermejo, I. Ortega, F. Bondoux, S. Baize, H. Lyon-Caen, A. Pavez, J. P. Vilotte, M. Bevis, B. Brooks, R. Smalley, H. Parra, J.-C. Baez, M. Blanco, S. Cimbaro, and E. Kendrick(2011), "The 2010 M_w 8.8 Maule Megathrust Earthquake of Central Chile, Monitored by GPS", *SCIENCE*, VOL.332, pp.1417-1421.
- Wang, D., and J. Mori(2011), "Frequency - dependent energy radiation and fault coupling for the 2010 M_w 8.8 Maule, Chile, and 2011 M_w 9.0 Tohoku, Japan, earthquakes", *GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS*, VOL. 38, L22308.
- Wang, D., and J. Mori(2012), "The 2010 Qinghai, China, Earthquake: A Moderate Earthquake with Supershear Rupture", *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol.102, No.1, pp.301-308.
- Yokota, Y., K. Koketsu, Y. Fujii, K. Satake, S. Sakai, M. Shinohara, and T. Kanazawa(2011), "Joint inversion of strong motion, teleseismic, geodetic, and tsunami datasets for the rupture process of the 2011 Tohoku earthquake", *GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS*, VOL.38, L00G21.
- Yoshida, Y., H. Ueno, D. Muto, and S. Aoki(2011), "Source process of the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake with the combination of teleseismic and strong motion data", *Earth Planets Space*, 63, pp.565-569.
- Yoshimoto, M., and Y. Yamanaka(2014), "Teleseismic inversion of the 2004 Sumatra-Andaman earthquake rupture process using complete Green's functions", *Earth, Planets and Space* 2014, 66:152.
- Yue, H., T. Lay, J. T. Freymueller, K. Ding, L. Rivera, N. A. Ruppert, and K. D. Koper(2013), "Supershear rupture of the 5 January 2013 Craig, Alaska (M_w 7.5) earthquake", *Journal of Geophysical Research*, Vol.118, pp.5903-5919.
- Yue, H., T. Lay, L. Rivera, C. An, C. Vigny, X. Tong, and J. C. B. Soto(2014), "Localized fault slip to the trench in the 2010 Maule, Chile $M_w = 8.8$ earthquake from joint inversion of high-rate GPS, teleseismic body waves, InSAR, campaign GPS, and tsunami observations", *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, Vol.119, pp.7786-7804.
- Zhang, H., and C. H. Thurber(2003), "Double-Difference Tomography: The Method and Its Application to the Hayward Fault, California", *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol.93, No.5, pp.1875-1889.
- Zhao, D., A. Hasegawa, and H. Kanamori(1994), "Deep structure of Japan subduction zone as derived from local, regional, and teleseismic events", *JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESERCH*, Vol.99, No.B11, pp.22313-22329.
- Zhao, J. X., J. Zhang, A. Asano, Y. Ohno, T. Oouchi, T. Takahashi, H. Ogawa, K. Irikura, H. K. Thio, P. G. Somerville, Y. Fukushima, and Y. Fukushima(2006), "Attenuation Relations of Strong Ground Motion in Japan Using Site Classification Based on Predominant Period", *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol.96, No.3, pp.898-913.

プレート間地震の地震動評価 参考文献 (1)

[和文]

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

プレート間地震の地震動評価 参考文献（2）

- 佐藤智美(2010)「逆断層と横ずれ断層の違いを考慮した日本の地殻内地震の短周期レベルのスケーリング則」『日本建築学会構造系論文集』第75巻, 第651号, pp.923-932。
- 佐藤智美(2012)「経験的グリーン関数法に基づく2011年東北地方太平洋沖地震の震源モデル-プレート境界地震の短周期レベルに着目して-」『日本建築学会構造系論文集』第77巻, 第675号, pp.695-704。
- 佐藤智美(2013)「東北地方のアウトサイズ地震, スラブ内地震, プレート境界地震の短周期レベルと f_{max} 及び距離減衰特性」『日本建築学会構造系論文集』第78巻, 第689号, pp.1227-1236。
- 佐藤良輔(1989)『日本の地震断層パラメーター・ハンドブック』鹿島出版会。
- 地震調査委員会(2004a)『2003年十勝沖地震の観測記録を利用した強震動予測手法の検証』平成16年12月20日。
- 地震調査委員会(2004b)『三陸沖北部の地震を想定した強震動評価』平成16年5月21日。
- 地震調査委員会(2005)『日向灘の地震を想定した強震動評価』平成17年9月26日。
- 地震調査委員会(2009)『全国地震動予測地図』平成21年7月21日。
- 地震調査委員会(2013)『南海トラフの地震活動の長期評価(第二版)について』平成25年10月1日訂正。
- 地震調査委員会(2017)『全国地震動予測地図 2017年版』平成29年4月27日。
- 芝良昭, 佐藤浩章, 栗山雅之(2010)「岩盤上観測記録に基づく2009年駿河湾の地震の強震動特性と震源過程」『電力中央研究所報告』研究報告:N09008, 平成22年4月。
- 芝良昭, 野口科子, 佐藤浩章, 栗山雅之, 東貞成(2012)「強震記録のインバージョン解析に基づく2011年東北地方太平洋沖地震の震源過程」『電力中央研究所報告』研究報告:N11058, 平成24年5月。
- 杉山雄一(1989)「島弧における帯状構造の屈曲とプレートの斜め沈み込み 第1部 - 西南日本外帯沖の屈曲構造とプレート境界地震 -」『地質調査所月報』第40巻, 第10号, pp.533-541。
- 鈴木亘, 青井真, 関口春子『近地強震記録を用いた2011年03月11日東北地方太平洋沖地震の震源インバージョン解析(2011/08/12改訂版)』(http://www.kyoshin.bosai.go.jp/kyoshin/topics/TohokuTaiheiyo_20110311/inversion/)。
- 武村雅之(1990)「日本列島およびその周辺地域に起こる浅発地震のマグニチュードと地震モーメントの関係」『地震 第2輯』第43巻, pp.257-265。
- 武村雅之, 神田克久(2006)「11-2 震度データのインバージョン解析による過去の東海・南海地震の短周期地震波発生域」『地震予知連絡会会報』第76巻。
- 谷岡勇市郎, 岩崎伸一(2006)「津波波形インバージョンによる2004年スマトラ地震の震源過程解析」『月刊地球』号外, No.56, pp.19-24。
- 壇一男, 渡辺基史, 佐藤俊明, 宮腰淳一, 佐藤智美(2000)「統計的グリーン関数法による1923年関東地震(M_{JMA} 7.9)の広域強震動評価」『日本建築学会構造系論文集』第530号, pp.53-62。
- 壇一男, 渡辺基史, 佐藤俊明, 石井透(2001)「断層の非一様すべり破壊モデルから算定される短周期レベルと半経験的波形合成法による強震動予測のための震源断層のモデル化」『日本建築学会構造系論文集』第545号, pp.51-62, 2001年7月。
- 中央防災会議(2001a)『東海地震に関する専門調査会(第8回)説明資料』平成13年9月21日。
- 中央防災会議(2001b)『東海地震に関する専門調査会(第11回)とりまとめ資料(本文)』平成13年12月11日。『東海地震に関する専門調査会(第11回)とりまとめ資料(図表編)』平成13年12月11日。『東海地震に関する専門調査会報告』東海地震に関する専門調査会, 平成13年12月11日。
- 中央防災会議(2003a)『東海地震対策専門調査会報告』平成15年5月29日。

プレート間地震の地震動評価 参考文献 (3)

- 中央防災会議(2003b)『東南海, 南海地震等に関する専門調査会 (第16回) 東南海, 南海地震に関する報告 (案)』平成15年12月16日。『東南海, 南海地震等に関する専門調査会 (第16回) 東南海, 南海地震に関する報告 (案) 図表集』平成15年12月16日。『東南海, 南海地震等に関する専門調査会 (第16回) 東南海, 南海地震の強震動と津波の高さ (案)』平成15年12月16日。『東南海, 南海地震等に関する専門調査会 (第16回) 東南海, 南海地震の強震動と津波の高さ (案) 図表集』平成15年12月16日。
- 中央防災会議(2004)『首都直下地震対策専門調査会 (第12回) 地震ワーキンググループ報告書』平成16年11月17日。『首都直下地震対策専門調査会 (第12回) 地震ワーキンググループ報告書 (図表集)』平成16年11月17日。
- 中央防災会議(2005)『日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会 第10回 強震動及び津波高さの推計について』平成17年6月22日。『日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会 第10回 強震動及び津波高さの推計について (図表集)』平成17年6月22日。
- 中央防災会議(2011)『東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会報告』東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会, 平成23年9月28日。
- 鶴来雅人, 香川敬生, 岡崎敦, 羽田浩二, 入倉孝次郎(2006)「強震動予測のための高域遮断フィルターに関する研究 - 1995年兵庫県南部地震の観測記録に基づく検討 -」『日本地震工学会論文集』第6巻, 第4号, pp.94-112。
- 東京電力株式会社(2009a)「資料第1 - 1号 耐専スペクトルの概要(1999年時点の内容)」『原子力安全委員会「応答スペクトルに基づく地震動評価」に関する専門家との意見交換会』平成21年5月22日。
- 東京電力株式会社(2009b)「資料第1 - 2号 耐専スペクトルの適用性検討(内陸地殻内地震を対象とした追加検討内容)」『原子力安全委員会「応答スペクトルに基づく地震動評価」に関する専門家との意見交換会』平成21年5月22日。
- 内閣府(2012)『南海トラフの巨大地震モデル検討会中間とりまとめ』南海トラフの巨大地震モデル検討会, 平成23年12月27日。『南海トラフの巨大地震による震度分布・津波高について (第一次報告)』南海トラフの巨大地震モデル検討会, 平成24年3月31日。『南海トラフの巨大地震モデル検討会 (第二次報告) 強震断層モデル編 - 強震断層モデルと震度分布について -』南海トラフの巨大地震モデル検討会, 平成24年8月29日。
- 内閣府(2013)『首都直下のM7クラスの地震および相模トラフ沿いのM8クラスの地震等の震源断層モデルと震度分布・津波高等に関する報告書』首都直下地震モデル検討会, 平成25年12月。『首都直下のM7クラスの地震および相模トラフ沿いのM8クラスの地震等の震源断層モデルと震度分布・津波高等に関する報告書 (図表集)』首都直下地震モデル検討会, 平成25年12月。
- 内閣府(2015)『南海トラフ沿いの巨大地震による長周期地震動に関する報告』南海トラフの巨大地震モデル検討会, 首都直下地震モデル検討会, 平成27年12月。『南海トラフ沿いの巨大地震による長周期地震動に関する報告 (図表集)』南海トラフの巨大地震モデル検討会, 首都直下地震モデル検討会, 平成27年12月。
- 中村亮一(2012)「プレート境界地震の応力降下量の深さ依存性の検討」『日本地震工学会・大会 - 2012梗概集』pp.78-79。
- 中村洋光, 宮武隆(2000)「断層近傍強震動シミュレーションのための滑り速度時間関数の近似式」『地震 第2輯』第53巻, pp.1-9。
- 新色隆二, 山中浩明(2013)「表層地盤の3次元的影響を考慮した2003年宮城県北部地震の震源域における地震動のシミュレーション」『物理探査』第66巻, 第3号, pp.139-152。
- 日本地質学会(2006)『日本地方地質誌 (4) 中部地方』。
- 東日本大震災合同調査報告書編集委員会(2014)『東日本大震災合同調査報告 共通編1 地震・地震動』公益社団法人 日本地震工学会。
- 久田嘉章(2001)「震源近傍の強震動 - 改正基準法の設計用入力地震動は妥当か? -」『日本建築学会第29回地盤震動シンポジウム』pp.99-110。
- 久田嘉章(2002)「k-2モデルによる強震動評価」『月刊地球』号外, No.37, pp.179-186。
- 防災科学技術研究所(2010)「沈み込むプレート境界の浅部から深部にいたる3つの異なる「スロー地震」の連動現象の発見」『2010年12月10日 プレス発表資料』。

プレート間地震の地震動評価 参考文献（４）

- 防災科学技術研究所(2016)「1 - 2 日本周辺における浅部超低周波地震活動（2015年5月～10月）」『地震予知連絡会会報』第95巻。
- 松田時彦(1975)「活断層から発生する地震の規模と周期について」『地震 第2輯』第28巻, pp.269-283。
- 村松郁栄(1969)「震度分布と地震のマグニチュードとの関係」『岐阜大学教育学部研究報告』自然科学, 第4巻, 第3号, pp.168-176。
- 諸井孝文, 広谷浄, 石川和也, 水谷浩之, 引間和人, 川里健, 生玉真也, 釜田正毅(2013)「標準的な強震動レシビに基づく東北地方太平洋沖巨大地震の強震動の再現」『日本地震工学会・大会 - 2013 梗概集』pp.381-382。
- 八木勇治(2004)『2004年新潟中越地震とスマトラ沖巨大地震の震源で何が起こったのか?』B R I - H 1 6 講演会テキスト (<http://www.kenken.go.jp/japanese/research/lecture/h16/txt/05-1.pdf>)。

プレート間地震の地震動評価 参考文献 (5)

[英文]

- Aki, K., and P. G. Richards(1980), “Quantitative seismology, Theory and Methods”, Volume II, W. H. Freeman and Company, San Francisco, pp.803-805.
- Ammon, C. J., C. Ji, H.-K. Thio, D. Robinson, S. Ni, V. Hjorleifsdottir, H. Kanamori, T. Lay, S. Das, D. Helmberger, G. Ichinose, J. Polet, and D. Wald(2005), “Rupture Process of the 2004 Sumatra-Andaman Earthquake”, SCIENCE, Vol.308, pp.1133-1139.
- Asano, K., and T. Iwata(2012), “Source model for strong ground motion generation in the frequency range 0.1-10Hz during the 2011 Tohoku earthquake”, Earth Planets Space, Vol.64, pp.1111-1123.
- Asano, K.(2018), “Source Modeling of an Mw 5.9 Earthquake in the Nankai Trough, Southwest Japan, Using Offshore and Onshore Strong-Motion Waveform Records”, Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 108, No. 3A, pp. 1231–1239.
- Baba, T., P. R. Cummins, T. Hori, and Y. Kaneda(2006), “High precision slip distribution of the 1944 Tonankai earthquake inferred from tsunami waveforms:Possible slip on a splay fault”, Tectonophysics, 426, pp.119-134.
- BOORE, D. M.(1983), “STOCHASTIC SIMULATION OF HIGH – FREQUENCY GROUND MOTIONS BASED ON SEISMOLOGICAL MODELS OF THE RADIATED SPECTRA”, Bulletin of the Seismological Society of America, Vol.73, No.6, pp.1865-1894.
- BOORE, D. M. and J. BOATWRIGHT(1984), “AVERAGE BODY-WAVE RADIATION COEFFICIENTS”, Bulletin of the Seismological Society of America, Vol.74, No.5, pp. 1615-1621.
- Brune, J. N.(1970), “Tectonic stress and the spectra of seismic shear waves from earthquakes”, Journal of Geophysical Research, Vol.75, No.26, pp.4997-5009.
- Campillo, M., J. C. Gariel, K. Aki, and F. J. Sánchez-Sesma(1989), “Destructive strong ground motion in Mexico city: Source, path, and site effects during great 1985 Michoacán earthquake”, Bulletin of the Seismological Society of America, Vol.79, No. 6, pp.1718-1735.
- Dan, K., and T. Sato(1999), “A Semi-empirical Method for Simulating Strong Ground Motions Based on Variable-Slip Rupture Models for Large Earthquakes”, Bulletin of the Seismological Society of America, Vol.89, No.1, pp.36-53.
- Delouis, B., J-M. Nocquet, and M. Vallée(2010), “Slip distribution of the February 27, 2010 Mw = 8.8 Maule Earthquake, central Chile, from static and high - rate GPS, InSAR, and broadband teleseismic data”, Geophysical Research Letters, Vol. 37, L17305.
- FUJII, Y., M. MATSU'URA(2000), “Regional Difference in Scaling Laws for Large Earthquakes and its Tectonic Implication”, Pure Appl. Geophys., Vol.157, pp.2283-2302.
- Fujii, Y., and K. Satake(2007), “Tsunami Source of the 2004 Sumatra–Andaman Earthquake Inferred from Tide Gauge and Satellite Data”, Bulletin of the Seismological Society of America, Vol.97, No.1A, pp.S192-S207.
- Fujii, Y., and K. Satake(2013), “Slip Distribution and Seismic Moment of the 2010 and 1960 Chilean Earthquakes Inferred from Tsunami Waveforms and Coastal Geodetic Data”, Pure Appl. Geophys, 170, pp.1493-1509.
- GARDNER, G. H. F., L. W. GARDNER, and A. R. GREGORY(1974), “FORMATION VELOCITY AND DENSITY – THE DIAGNOSTIC BASICS FOR STRATIGRAPHIC TRAPS”, GEOPHYSICS, Vol.39, No.6, pp.770-780.
- GELLER, R. J.(1976), “SCALING RELATIONS FOR EARTHQUAKE SOURCE PARAMETERS AND MAGNITUDES”, Bulletin of the Seismological Society of America, Vol.66, No.5,pp.1501-1523.
- Guilbert, J., J. Vergoz, E. Schissole, A. Roueff, and Y. Cansi(2005), “Use of hydroacoustic and seismic arrays to observe rupture propagation and source extent of the Mw = 9.0 Sumatra earthquake”, GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, VOL. 32, L15310.

プレート間地震の地震動評価 参考文献 (6)

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

プレート間地震の地震動評価 参考文献 (7)

- Koketsu, K.(2012), "SEISMOLOGICAL AND GEODETIC ASPECTS OF THE 2011 TOHOKU EARTHQUAKE AND GREAT EAST JAPAN EARTHQUAKE DISASTER", Proceedings of the International Symposium on Engineering Lessons Learned from the 2011 Great East Japan Earthquake, March 1-4, 2012, Tokyo, Japan.
- Koper, K. D., A. R. Hutko, T. Lay, and O. Sufri(2012), "Imaging short-period seismic radiation from the 27 February 2010 Chile (M_w 8.8) earthquake by back-projection of P, PP, and PKIKP waves", JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL.117, B02308.
- Kurahashi, S., and K. Irikura(2011), "Source model for generating strong ground motions during the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake", Earth Planets Space, Vol.63, pp.571-576.
- Kurahashi, S. and K. Irikura(2013), "Short-Period Source Model of the 2011 Mw 9.0 Off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake", Bulletin of the Seismological Society of America, Vol.103, pp.1373-1393.
- Lay, T., C. J. Ammon, H. Kanamori, K. D. Koper, O. Sufri, and A. R. Hutko(2010), "Teleseismic inversion for rupture process of the 27 February 2010 Chile (M_w 8.8) earthquake", GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, VOL. 37, L13301.
- Lay, T., C. J. Ammon, H. Kanamori, L. Xue, and M. J. Kim(2011), "Possible large near-trench slip during the 2011 Mw 9.0 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake", Earth Planets Space, Vol.63, pp.687-692.
- Lay, T., H. Kanamori, C. J. Ammon, K. D. Koper, A. R. Hutko, L. Ye, H. Yue, and T. M. Rushing(2012), "Depth-varying rupture properties of subduction zone megathrust faults", JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, Vol.117, B04311.
- Mendoza. C., and S. H. Hartzell(1989), "Slip Distribution of the 19 September 1985 Michoacan, Mexico, Earthquake: Near-source and Teleseismic Constraints", Bulletin of the Seismological Society of America, Vol.79, No.3, pp.655-669.
- Mendoza. C., S. Hartzell, and T. Monfret (1994), "Wide-band analysis of the 3 March 1985 Central Chile earthquake—overall source process and rupture history", Bulletin of the Seismological Society of America, Vol.84, No.2, pp.269-283.
- Moore, G. F., N. L. Bangs, A. Taira, S. Kuramoto, E. Pangborn, and H. J. Tobin(2007), "Three-Dimensional Splay Fault Geometry and Implications for Tsunami Generation", Science 16 Nov. 2007, Vol.318, Issue 5853, pp.1128-1131.
- Noda, S., K. Yashiro, K. Takahashi, M. Takemura, S. Ohno, M. Tohdo, and T. Watanabe(2002), "RESPONSE SPECTRA FOR DESIGN PURPOSE OF STIFF STRUCTURES ON ROCK SITES", The OECD-NEA Workshop on the Relations between Seismological Data and Seismic Engineering Analyses, Oct.16-18, Istanbul.
- Obana, K., S. Kodaira, and Y. Kaneda(2004), "Microseismicity around rupture area of the 1944 Tonankai earthquake from ocean bottom seismograph observations", Earth and Planetary Science Letters 222, pp.561-572.
- Obara, K., T. Matsuzawa, S. Tanaka, T. Kimura, and T. Maeda(2011), "Migration properties of non - volcanic tremor in Shikoku, southwest Japan", GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, VOL.38, L09311.
- Plafker, G.(1965), "Tectonic Deformation Associated with the 1964 Alaska Earthquake", Science, Vol.148, No.3678, pp.1675-1687.
- Pulido, N., Y. Yagi, H. Kumagai, and N. Nishimura(2011), "Rupture process and coseismic deformations of the 27 February 2010 Maule earthquake, Chile", Earth Planets Space, Vol.63, pp.955-959.
- PULIDO, N., T. SEKIGUCHI, G. SHOJI, J. ALBA, F. LAZARES, and T. SAITO, "Earthquake Source Process and Strong Ground Motions of the 2010 Chile Mega-Earthquake", 1996～2010年間に国内外で生じた主要地震による被害報告書 (http://www.jsce.or.jp/library/eq_repo/Vol3/13/20100227chile_report1.pdf) 。

プレート間地震の地震動評価 参考文献 (8)

- Pulido, N., Y. Yagi, H. Kumagai, and N. Nishimura(2011), “Rupture process and coseismic deformations of the 27 February 2010 Maule earthquake, Chile”, *Earth Planets Space*, 63, pp.955-959.
- Rhie, J., D. Dreger, R. Burgmann, and B. Romanowicz(2007), “Slip of the 2004 Sumatra–Andaman Earthquake from Joint Inversion of Long-Period Global Seismic Waveforms and GPS Static Offsets”, *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol. 97, No. 1A, pp. S115-S127.
- Ruiz, S., R. Madariaga, M. Astroza, G. R. Saragoni, M. Lancieri, C. Vigny, and J. Campos (2012), “Short-Period Rupture Process of the 2010 Mw 8.8 Maule Earthquake in Chile”, *Earthquake Spectra*, Vol.28, No.S1, pp.S1–S18.
- Sakaguchi, A., F. Chester, D. Curewitz, O. Fabbri, D. Goldsby, G. Kimura, C.-F. Li, Y. Masaki, E. J. Screaton, A. Tsutsumi, K. Ujiie, and A. Yamaguchi(2011), “Seismic slip propagation to the updip end of plate boundary subduction interface faults: Vitrinite reflectance geothermometry on Integrated Ocean Drilling Program NanTro SEIZE cores”, *Geology*, Vol.39, No.4, pp.395-398.
- Satoh, T., H. Kawase, and T. Sato(1997), “Statistical Spectral Model of Earthquakes in the Eastern Tohoku District, Japan, Based on the Surface and Borehole Records Observed in Sendai”, *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol. 87, No. 2, pp. 446-462.
- Shao, G., X. Li, C. Ji, and T. Maeda(2011), “Focal mechanism and slip history of the 2011 Mw 9.1 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake, constrained with teleseismic body and surface waves”, *Earth Planets Space*, Vol.63, pp.559–564.
- Somerville, P., K. Irikura, R. Graves, S. Sawada, D. Wald, N. Abrahamson, Y. Iwasaki, T. Kagawa, N. Smith, and A. Kowada(1999), “Characterizing Crustal Earthquake Slip Models for the Prediction of Strong Ground Motion”, *Seismological Research Letters*, Vol.70, No.1, pp.59-80.
- Suzuki, W., and T. Iwata(2007), “Source model of the 2005 Miyagi-Oki, Japan, earthquake estimated from broadband strong motions”, *Earth Planets Space*, Vol.59, pp.1155–1171.
- Valle ´e, M.(2007), “Rupture properties of the giant Sumatra earthquake imaged by empirical green’s function analysis”, *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol.97, No.1A, pp.S103–S114.
- Vigny, C., A. Socquet, S. Peyrat, J.-C. Ruedg, M. Métois, R. Madariaga, S. Morvan, M. Lancieri, R. Lacassin, J. Campos, D. Carrizo, M. Bejar-Pizarro, S. Barrientos, R. Armijo, C. Aranda, M.-C. Valderas-Bermejo, I. Ortega, F. Bondoux, S. Baize, H. Lyon-Caen, A. Pavez, J. P. Vilotte, M. Bevis, B. Brooks, R. Smalley, H. Parra, J.-C. Baez, M. Blanco, S. Cimbaro, and E. Kendrick(2011), “The 2010 Mw 8.8 Maule Megathrust Earthquake of Central Chile, Monitored by GPS”, *SCIENCE* VOL.332, pp.1417-1421.
- Wallace, L. M., E. Araki, D. Saffer, X. Wang, A. Roesner, A. Kopf, A. Nakanishi, W. Power, R. Kobayashi, C. Kinoshita, S. Toczko, T. Kimura, Y. Machida, and S. Carr(2016), “Near-field observations of an offshore Mw 6.0 earthquake from an integrated seafloor and subseafloor monitoring network at the Nankai Trough, southwest Japan”, *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, Vol.121, pp.8338-8351.
- Wang, D., and J. Mori(2011), “Frequency - dependent energy radiation and fault coupling for the 2010 Mw8.8 Maule, Chile, and 2011 Mw9.0 Tohoku, Japan, earthquakes”, *GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS*, VOL. 38, L22308.
- Yokota, Y., K. Koketsu, Y. Fujii, K. Satake, S. Sakai, M. Shinohara, and T. Kanazawa(2011), “Joint inversion of strong motion, teleseismic, geodetic, and tsunami datasets for the rupture process of the 2011 Tohoku earthquake”, *GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS*, VOL. 38, L00G21.
- Yoshida, K., K. Miyakoshi, and K. Irikura(2011), “Source process of the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake inferred from waveform inversion with long-period strong-motion records”, *Earth Planets Space*, Vol.63, pp.577–582.
- Yoshida, Y., H. Ueno, D. Muto, and S. Aoki(2011), “Source process of the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake with the combination of teleseismic and strong motion data”, *Earth Planets Space*, 63, pp.565-569.

プレート間地震の地震動評価 参考文献 (9)

- Yoshimoto, M., and Y. Yamanaka(2014), "Teleseismic inversion of the 2004 Sumatra-Andaman earthquake rupture process using complete Green's functions", Earth, Planets and Space 2014, 66:152.
- Yue, H., T. Lay, L. Rivera, C. An, C. Vigny, X. Tong, and J. C. B. Soto(2014), "Localized fault slip to the trench in the 2010 Maule, Chile Mw = 8.8 earthquake from joint inversion of high-rate GPS, teleseismic body waves, InSAR, campaign GPS, and tsunami observations", Journal of Geophysical Research: Solid Earth, Vol.119, pp.7786-7804.
- Zhao, J. X., J. Zhang, A. Asano, Y. Ohno, T. Oouchi, T. Takahashi, H. Ogawa, K. Irikura, H. K. Thio, P. G. Somerville, Y. Fukushima, and Y. Fukushima(2006), "Attenuation Relations of Strong Ground Motion in Japan Using Site Classification Based on Predominant Period", Bulletin of the Seismological Society of America, 96, pp.898 -913.

海洋プレート内地震の地震動評価 参考文献（1）

[和文]

- ・新井 健介, 壇 一男, 石井 透, 花村 正樹, 藤原 広行, 森川 信之(2015)「強震動予測のためのスラブ内地震の断層パラメータ設定方法の提案」『日本建築学会構造系論文集』Vol. 80, No.716, pp.1537-1547。
- ・浅野公之, 岩田知孝, 入倉孝次郎(2004)「2003年5月26日に宮城県沖で発生したスラブ内地震の震源モデルと強震動シミュレーション」『地震 第2輯』第57巻, pp.171-185。
- ・浅野公之, 岩田知孝(2010)「経験的グリーン関数法による2009年8月11日駿河湾の地震 ($M_{JMA}6.5$) の震源モデルの推定と強震動シミュレーション」『北海道大学地球物理学研究報告』No.73, pp.137-147。
- ・碓京子(1991)「伊豆・小笠原弧,西七島海嶺 - 複合古島弧の可能性 - 」『地学雑誌』Vol.100, No.4, pp.475-486。
- ・池田孝, 加藤研一, 武村雅之(2002)「2001年芸予地震の高振動数成分の励起特性」『第11回日本地震工学シンポジウム梗概集』pp.119-124。
- ・池田孝, 武村雅之, 加藤研一(2002)「強震記録に基づく北海道周辺のやや深発地震の高振動数成分の励起特性」『日本建築学会構造系論文集』第560号, pp.67-73。
- ・池田孝, 武村雅之(2003)「2003年5月26日宮城県沖の地震の高振動数成分の励起特性 - 過去に発生した北海道・東北地方のやや深発地震との比較 - 」『日本地震工学学会・大会 - 2003梗概集』pp.特108-109。
- ・池田孝, 武村雅之, 加藤研一(2003)「強震記録に基づく東北地方周辺のやや深発地震の高振動数成分の励起特性」『日本建築学会構造系論文集』第572号, pp.39-46。
- ・池田孝, 武村雅之, 加藤研一(2004)「強震記録に基づくフィリピン海プレート内で発生するスラブ内地震の高振動数成分の励起特性 - 北海道・東北地方のスラブ内地震との比較 - 」『日本建築学会構造系論文集』第586号, pp.53-61。
- ・池田孝(2005)「2004年紀伊半島南東沖の地震における高振動数成分の励起特性 - 他の地域で発生した大規模スラブ内地震との比較 - 」『日本建築学会大会学術講演梗概集』pp.107-108。
- ・池田孝(2010)「観測記録に基づいたスラブ内地震の短周期レベル」『北海道大学地球物理学研究報告』No.73, pp.71-85。
- ・池田孝(2010)「2009年8月に駿河湾で発生したスラブ内地震の高振動数成分の励起特性」『第13回日本地震工学シンポジウム梗概集』pp.289-296。
- ・今村明恒(1913)「明治四十四年ノ喜界島地震」『震災予防調査会報告』77, pp.88-102。
- ・岩田知孝, 浅野公之(2010)「強震動予測のためのスラブ内地震の特性化震源モデルの構築」『北海道大学地球物理学研究報告』No.73, pp.129-135。
- ・岩本健吾, 後藤和彦(2013)「1911年に喜界島近海で発生した巨大地震(M8.0)に伴う津波の聞き取り調査」『日本地球惑星科学連合2013年大会予稿集』SSS31-P37 (<http://www2.jpgu.org/meeting/2013DVD/2013/html/start.html>) 。
- ・入倉孝次郎, 香川敬生, 関口春子(1997)「経験的グリーン関数を用いた強震動予測方法の改良」『日本地震学会講演予稿集 1997年度秋季大会』No.2, B25。
- ・上野寛, 迫田浩司, 吉田康宏(2009)「近地強震波形を用いた駿河湾の地震 (平成21年8月11日 ; $M_j6.5$) の震源過程解析」『日本地震学会講演予稿集 2009年度秋季大会』P1-19, p.160。
- ・宇佐美龍夫(2010)『わが国の歴史地震の震度分布・等震度線図 (改訂版)』社団法人日本電気協会。
- ・宇佐美龍夫, 石井寿, 今村隆正, 武村雅之, 松浦律子(2013)『日本被害地震総覧599 - 2012』東京大学出版会。
- ・内山泰生, 翠川三郎(2006)「震源深さの影響を考慮した工学的基盤における応答スペクトルの距離減衰式」『日本建築学会構造系論文集』第71巻, 第606号, pp.81-88。
- ・宇津徳治(1979)「1 2. 1885年~1925年の日本の地震活動—M6以上の地震および被害地震の再調査—」『地震研究所彙報』Vol.54, pp.253-308。
- ・宇津徳治(1982)「2 1. 日本付近のM6.0以上の地震および被害地震の表: 1885~1980年」『地震研究所彙報』Vol.57, pp.401-463。
- ・宇津徳治, 嶋悦三, 吉井敏尅, 山科健一郎編(2001)『地震の事典[第2版]』朝倉書店。

海洋プレート内地震の地震動評価 参考文献（2）

- ・大森房吉(1911)「明治四十四六月十五日北部琉球の激震」『気象集誌』30巻, pp.282-285。
- ・沖野郷子(1999)『Evolution of the backarc basins in the Philippine Sea (Abstract_要旨)』 (<http://hdl.handle.net/2433/182468>)。
- ・海洋研究開発機構(2007)『伊豆・小笠原海域における地殻生成に関する新しい発見～我が国の大陸棚延伸に関する科学的根拠～』プレスリリース (https://www.jamstec.go.jp/j/about/press_release/20071101/)。
- ・海洋研究開発機構『地殻構造探査データベースサイト』 (http://www.jamstec.go.jp/jamstec-j/IFREE_center/)。
- ・海洋研究開発機構, 電力中央研究所(2011)「地震を引き起こす要因となる断層潤滑効果を岩石摩擦実験で確認 - 大地震発生プロセスの解明へ前進 -」プレスリリース (http://www.jamstec.go.jp/j/about/press_release/20110412_2/)。
- ・海洋研究開発機構『地殻構造』『東海、東南海、南海地震連動性評価研究』 (<https://www.jamstec.go.jp/donet/j/rendou/kouzou.html>)。
- ・香川敬生(2004)「ハイブリッド合成法に用いる統計的グリーン関数法の長周期帯域への拡張」『日本地震工学会論文集』第4巻, 第2号, pp.21-32。
- ・笠原順三, 鳥海光弘, 河村雄行 (2003)『地震発生と水-地球と水のダイナミクス-』東京大学出版会。
- ・加藤愛太郎, 酒井慎一, 金沢敏彦, 岩崎貴哉(2009)「2009年8月11日駿河湾地震はフィリピン海スラブ内で発生したのか?」『日本地震学会講演予稿集 2009年度秋季大会』P1-04, p.152。
- ・片岡正次郎, 佐藤智美, 松本俊輔, 日下部毅明(2006)「短周期レベルをパラメータとした地震動強さの距離減衰式」『土木学会論文集 A』Vol.62, No.4, pp.740-757。
- ・勝又護, 徳永規一(1971)「震度Ⅳの範囲と地震の規模および震度と加速度の対応」『験震時報』第36巻, 第3,4号, pp.89-96。
- ・加藤研一, 武村雅之, 八代和彦(1998)「強震記録から評価した短周期震源スペクトルの地域性」『地震 第2輯』第51巻, pp.123-138。
- ・釜江克宏, 入倉孝次郎, 福知保長(1990)「地域的な震源スケーリング則を用いた大地震 (M7級) のための設計用地震動予測」『日本建築学会構造系論文集』第416号, pp.79-89。
- ・釜江克宏 (1996)「1946年南海地震のシミュレーション」『日本建築学会第24回地盤震動シンポジウム』日本建築学会, pp.81-90。
- ・釜江克宏, 入倉孝次郎(1997)「1995年兵庫県南部地震の断層モデルと震源近傍における強震動シミュレーション」『日本建築学会構造系論文集』第500号, pp.29-36。
- ・川辺秀憲, 上林宏敏, 釜江克宏(2009)「2009年駿河湾の地震 (Mj6.5) の震源のモデル化」『日本地震学会講演予稿集 2009年度秋季大会』A11-09, p.7。
- ・神田克久, 武村雅之(2013)「南海トラフ沿いの沈み込むスラブ内で発生した歴史地震の震度による地震規模推定」『歴史地震』第28号, pp.35-48。
- ・神田克久, 武村雅之, 高橋利昌, 浅野彰洋, 大内泰志, 川崎真治, 宇佐美龍夫(2008)「豊後水道近傍で発生した歴史的被害地震の地震規模」『地震 第2輯』第60巻, pp.225-242。
- ・気象庁 沖縄气象台(2007)「10 - 2 沖縄地方とその周辺の地震活動 (2006年11月～2007年4月)」『地震予知連絡会会報』第78巻。
- ・気象庁, 消防庁(2009)『震度に関する検討会報告書』平成21年3月。
- ・気象庁(2012a)「6 - 2 2011年8月1日の駿河湾の地震 (M6.2) について」『地震予知連絡会会報』第87巻, pp.264-269。
- ・気象庁(2012b)『地震・火山月報 (カタログ編)』。
- ・気象庁(2013)『地震・火山月報 (カタログ編)』平成25年3月。
- ・気象庁(2015)『平成27年5月30日20時24分頃の伊豆諸島西方沖の地震について』 (<http://www.jma.go.jp/jma/press/1505/30b/kaisetsu201505302230.pdf>)。
- ・気象庁『地震・火山月報 (防災編)』。
- ・気象庁『震度データベース』 (<http://www.data.jma.go.jp/svd/eqdb/data/shindo/index.php>)。
- ・気象庁『8月11日駿河湾の地震 (DD法)』 (http://www.jishin.go.jp/main/chousa/09sep_suruga-wan/p03.htm)。

海洋プレート内地震の地震動評価 参考文献 (3)

- ・気象庁大阪管区气象台(2008)「8-1 近畿・中国・四国地方とその周辺の地震活動(2007年5月~10月)」『地震予知連絡会会報』第79巻, pp.533-540。
- ・気象庁地震予知情報課(2001)「8-2 「平成13年(2001年)芸予地震」(2001年3月24日M6.7)」『地震予知連絡会会報』第66巻, pp.472-479。
- ・気象庁気象研究所地震火山研究部弘瀬冬樹 (<http://www.mri-jma.go.jp/Dep/sv/2ken/fhirose/index.html>)。
- ・木村学(2002)『プレート収束帯のテクトニクス学』東京大学出版会, p.75。
- ・倉橋奨, 入倉孝次郎, 宮腰研(2009)「近地強震記録を用いた2009年駿河湾を震源とする地震の震源モデルの構築と強震動シミュレーション」『日本地震工学会・大会-2009梗概集』pp.216-217。
- ・倉橋奨, 入倉孝次郎(2017)「2011年東北地方太平洋沖地震における強震動生成域からの長周期地震動」『日本地震工学会論文集』第17巻, 第2号, pp.2-1-2-22。
- ・原子力安全基盤機構(2007)『平成18年度 原子力施設等の耐震性評価技術に関する試験及び調査 地震動に関する支配要因調査に係る報告書』平成19年7月。
- ・後藤和彦, 八木原寛, 平野舟一郎, 森脇健(2008)「喜界島-奄美大島域に発生した地震の震源再決定」『日本地球惑星科学連合2008年大会予稿集』S143-P012 (<http://www2.jpgu.org/meeting/2008/index.htm>)。
- ・後藤和彦(2013)「1911年に喜界島近海で発生した巨大地震の震源位置の再評価」『地震 第2輯』第65巻, pp. 231-242。
- ・笹谷努, 森川信之, 前田宜浩(2006)「スラブ内地震の震源特性」『北海道大学地球物理学研究報告』No.69, pp.123-134。
- ・佐藤智美(2010)「スペクトルインバージョンと経験的グリーン関数法に基づく2009年駿河湾の地震の震源モデルの推定」『日本建築学会構造系論文集』第75巻, 第658号, pp.2153-2162。
- ・佐藤良輔(1989)『日本の地震断層のパラメーター・ハンドブック』鹿島出版会。
- ・地震調査委員会(2008)『全国を概観した地震動予測地図 2008年版』平成20年4月24日。
- ・地震調査委員会(2009)『全国地震動予測地図』平成21年7月21日。
- ・地震調査委員会(2013)『南海トラフの地震活動の長期評価(第二版)について』平成25年10月1日訂正。
- ・地震調査委員会(2014)『全国地震動予測地図 2014年版 ~全国の地震動ハザードを概観して~』平成26年12月19日。
- ・地震調査委員会(2017)『全国地震動予測地図 2017年版』平成29年4月27日。
- ・地震調査研究推進本部「九州・パラオ海嶺」『用語集』 (http://www.jishin.go.jp/main/herpnews/series/2013/aug/yogo08/yogo_08.html)。
- ・地震調査研究推進本部「プレートテクトニクス」『用語集』 (<http://www.jishin.go.jp/main/yogo/e.htm#plate>)。
- ・芝良昭, 佐藤浩章(2007)「紀伊半島沖で発生する地震群の震源特性および伝播経路特性の解明」『電力中央研究所報告』研究報告: N07007。
- ・芝良昭, 佐藤浩章, 栗山雅之(2010)「岩盤上観測記録に基づく2009年駿河湾の地震の強震動特性と震源過程」『電力中央研究所報告』研究報告: N09008。
- ・芝良昭, 野口科子(2012)「広帯域地震動を規定する震源パラメータの統計的特性—震源インバージョン解析に基づく検討—」『電力中央研究所報告』研究報告: N11054。
- ・鈴木亘, 青井真, 関口春子(2009)「近地強震記録による2009年8月11日駿河湾の地震の震源過程」『日本地震学会講演予稿集 2009年度秋季大会』A11-06, p.5。
- ・関口春子・岩田知孝(2002)「2001年芸予地震の破壊過程と強震動」『月刊地球』号外38, pp. 239-246。
- ・瀬野徹三(2001)『続プレートテクトニクスの基礎』朝倉書店。
- ・瀬野徹三(2005)「世界のプレート運動」『地学雑誌』Vol.114, No.3, pp.350-366。
- ・高木圭介, 青池寛, 小山真人(1993)「15~10Ma前後の伊豆・小笠原弧北端部で何が起こったか」『地学雑誌』Vol.102, No.3, pp.252-263。
- ・高橋成実(1997)「地震探査による海洋における地殻構造の解明—伊豆小笠原島弧を例にして—」『構造地質研究会誌』第42号, pp.31-40。

海洋プレート内地震の地震動評価 参考文献 (4)

- 高橋成美, 小平秀一, 佐藤壮, 山下幹也, 海宝由佳, 三浦誠一, 野徹雄, 瀧澤薫, 野口直人, 下村典夫, 金田義行(2015)「伊豆・小笠原島弧の速度構造」『地学雑誌』Vol.124, No.5, pp.813-827。
- 高橋正樹(2000)『島弧・マグマ・テクトニクス』東京大学出版会。
- 巽好幸(2011)『地球の中心で何が起きているのか 地殻変動のダイナミズムと謎』幻冬社新書。
- 田中喜年, 飯塚正城, 河原木一, 道順茂, 加藤正治, 阿部則幸, 松本正純(2008)「九州・パラオ海嶺 (KPr 1, KPr 2, SPr 1 0) 及び南大東海盆－大東海嶺－九州・パラオ海嶺横断測線 (DAr 5) における精密地殻構造調査」『海洋情報部技報』Vol. 26, pp.85-99。
- 壇一男, 渡辺基史, 佐藤俊明, 石井透(2001)「断層の非一様すべり破壊モデルから算定される短周期レベルと半経験的波形合成法による強震動予測のための震源断層のモデル化」『日本建築学会構造系論文集』第545号, pp.51-62。
- 壇一男, 武藤尊彦, 宮腰淳一, 渡辺基史(2006)「スラブ内地震による強震動を予測するための特性化震源モデルの設定方法」『日本建築学会構造系論文集』第600号, pp.35-42。
- 平朝彦, 末広潔, 廣井美邦, 巽好幸, 高橋正樹, 小屋口剛博, 嶋本利彦(2010)『新装版地球惑星科学8 地殻の形成』岩波書店。
- 地域地盤環境研究所(2010)『平成21年8月11日駿河湾の地震時に浜岡原子力発電所で観測された地震動の分析業務 報告書』平成22年3月。
- 中央防災会議(2001a)『東海地震に関する専門調査会 (第8回) 説明資料』平成13年9月21日。
- 中央防災会議(2004)『首都直下地震対策専門調査会 (第12回) 地震ワーキンググループ報告書』平成16年11月17日。
- 都司嘉宣(1997)「1995年奄美大島近海地震による地震および津波被害について」『地学雑誌』Vol.106, No.4, pp.486-502。
- 東海・東南海・南海地震の連動性評価プロジェクト(2009)「サブプロジェクト 1 の研究成果の活用および地域研究会の開催」『連動性を考慮した地震動・津波予測及び地震・津波被害予測研究 平成20年度報告書』。
- 東京大学地震研究所『2009年8月11日 駿河湾の地震』 (http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/topics/200908_Tokai/) 。
- 東京電力株式会社(2009a)「資料第 1 - 1 号 耐専スペクトルの概要(1999年時点の内容)」『原子力安全委員会「応答スペクトルに基づく地震動評価」に関する専門家との意見交換会』平成21年5月22日。
- 東京電力株式会社(2009b)「資料第 1 - 2 号 耐専スペクトルの適用性検討(内陸地殻内地震を対象とした追加検討内容)」『原子力安全委員会「応答スペクトルに基づく地震動評価」に関する専門家との意見交換会』平成21年5月22日。
- 徳山英一, 本座栄一, 木村政昭, 倉本真一, 芦寿一郎, 岡村行信, 荒戸裕之, 伊藤康人, 徐垣, 日野亮太, 野原壯, 阿部寛信, 坂井眞一, 向山建二郎(2001)「日本周辺海域の中新世最末期以降の構造発達史付図 日本周辺海域の第四紀地質構造図」『海洋調査技術』第13巻, 第1号, 海洋調査技術学会。
- 内閣府(2011)『第 3 回会合南海トラフの巨大地震モデル検討会資料 (金田委員提供資料) 』(平成23年10月25日), 南海トラフの巨大地震モデル検討会。
- 内閣府(2012)『南海トラフの巨大地震モデル検討会 (第二次報告) 強震断層モデル編—強震断層モデルと震度分布について—』南海トラフの巨大地震モデル検討会, 平成24年8月29日。
- 中田高, 徳山英一, 隈元崇, 渡辺満久, 鈴木康弘, 後藤秀昭, 西澤あずさ, 松浦律子(2013)「南海トラフ南方の銭洲断層と1498年明応地震」『日本地球惑星科学連合2013 年大会予稿集』SSS35-03 (<http://www2.jpgu.org/meeting/2013DVD/2013/html/start.html>) 。
- 長宗留男(1987)「九州－琉球列島における稍深発地震とテクトニクス」『地震 第2輯』第40巻, pp.417-423。
- 新色隆二, 山中浩明(2013)「表層地盤の 3 次元的影响を考慮した2003年宮城県北部地震の震源域における地震動のシミュレーション」『物理探査』第66巻, 第3号, pp.139-152。

海洋プレート内地震の地震動評価 参考文献（5）

- 羽鳥徳太郎(1985)「九州東部沿岸における歴史津波の現地調査－1662年寛文・1769年明和日向灘および1707年宝永・1854年安政南海道津波－」『地震研究所彙報』Vol. 60, pp.439-459。
- 長谷川昭, 海野徳仁, 高木章雄, 鈴木貞臣, 本谷義信, 亀谷悟, 田中和夫, 澤田義博(1983)「北海道および東北地方における微小地震の震源分布－広域の験震データの併合処理－」『地震 第2輯』第36巻, pp.129-150。
- 長谷川昭, 中島淳一, 内田直希, 広瀬冬樹, 北佐枝子, 松澤暢(2010)「日本列島下のスラブの三次元構造と地震活動」『地学雑誌』Vol.119, No.2, pp.190-204。
- 久田嘉章(2002)「k-2モデルによる強震動評価」『月刊地球』号外, No.37, pp.179-186。
- 平田大二, 山下浩之, 川手新一(2008)「伊豆・小笠原弧北端部、箱根火山周辺の地形・地質テクトニクス」『神奈川県立博物館調査研究報告（自然科学）』第13号, pp.1-12。
- 弘瀬冬樹, 中島淳一, 長谷川昭(2007)「Double-Difference Tomography法による西南日本の3次元地震波速度構造およびフィリピン海プレートの形状の推定」『地震 第2輯』第60巻, pp.1-20。
- 防災科学技術研究所「AQUAシステムメカニズム解カタログ」『Hi-net高感度地震観測網』（http://www.hinet.bosai.go.jp/AQUA/aqua_catalogue.php?LANG=ja）。
- 防災科学技術研究所「地震のメカニズム情報 月別リスト」『F-net広帯域地震観測網』（<http://www.fnet.bosai.go.jp/event/joho.php?LANG=ja>）。
- 防災科学技術研究所『Topics 2001年 静岡県中部の地震活動』（<http://www.hinet.bosai.go.jp/topics/shizuoka010403/>）。
- 防災科学技術研究所『Topics 2009年8月11日駿河湾の地震』（<http://www.hinet.bosai.go.jp/topics/suruga-bay090811/>）。
- 松浦律子, 中村操, 茅野一郎, 唐鎌郁夫(2003)「震度分布にもとづく江戸時代の4 地震の震源域と規模の再検討（概報）：1662 年日向灘・1769 年日向・豊後・1847 年善光寺地震・1861 年宮城の4地震について」『歴史地震』第 19 号, pp.53-61。
- 松崎伸一, 大野裕記, 池田倫治, 福島美光(2003)「震源分布からみた伊予灘周辺フィリピン海プレートの形状および地震特性」『地震第2輯』第56巻, pp.267-279。
- 村松郁栄(1969)「震度分布と地震のマグニチュードとの関係」『岐阜大学教育学部研究報告』自然科学, 第4巻, 第3号, pp.168-176。
- 森川信之, 笹谷努, 藤原広行(2002)「経験的グリーン関数法によるスラブ内地震の震源モデルの構築」『第11回日本地震工学シンポジウム』pp.133-138。
- 横田裕輔, 瀬瀬一起, 三宅弘恵, 塚越大, 石瀬素子, 坂上実(2009)「2009年駿河湾の地震の強震動と震源過程」『日本地震学会講演予稿集 2009年度秋季大会』A11-08, p.6。
- 渡辺偉夫(1998)『日本被害津波総覧（第2版）』東京大学出版会。

海洋プレート内地震の地震動評価 参考文献 (6)

[英文]

- Aki, K., and P. G. Richards(1980), "Quantitative seismology, Theory and Methods", Volume II, W. H. Freeman and Company, San Francisco, pp.803-805.
- Alaska Earthquake Information Center "THE SEQUENCE OF STRONG INTRASLAB EVENTS IN KODIAK ISLAND, ALASKA, IN 1999-2001".
- Asano, K., T. Iwata, and K. Irikura(2003), "Source characteristics of shallow intraslab earthquakes derived from strong-motion simulations", Earth Planets Space, 55, e5-e8.
- ASANO, K., T. IWATA, and K. IRIKURA(2004), "CHARACTERIZATION OF SOURCE MODELS OF SHALLOW INTRASLAB EARTHQUAKES USING STRONG MOTION DATA", 13th World Conference on Earthquake Engineering Vancouver, B.C., Canada, August 1-6, 2004, Paper No.835.
- Argus, D. F., R. G. Gordon, M. B. Heflin, C. Ma, R. J. Eanes, P. Willis, W. R. Peltier, and S. E. Owen(2010), "The angular velocities of the plates and the velocity of Earth's centre from space geodesy", Geophysical Journal International, Volume 180, Issue 3, pp.913-960.
- BOORE, D. M.(1983), "STOCHASTIC SIMULATION OF HIGH - FREQUENCY GROUND MOTIONS BASED ON SEISMOLOGICAL MODELS OF THE RADIATED SPECTRA", Bulletin of the Seismological Society of America, Vol.73, No.6, pp.1865-1894.
- BOORE, D. M. and J. BOATWRIGHT(1984), "AVERAGE BODY-WAVE RADIATION COEFFICIENTS", Bulletin of the Seismological Society of America, Vol.74, No.5, pp.1615-1621.
- Braitenberg, C., S. Wienecke, and Y. Wang(2006), "Basement structures from satellite-derived gravity field: South China Sea ridge", JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL.111, B05407.
- BRIAIS, A., P. PATRIAT, and P. TAPPONNIER(1993), "Updated Interpretation of Magnetic Anomalies and Seafloor Spreading Stages in the South China Sea' Implications for the Tertiary Tectonics of Southeast Asia", JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL. 98, NO. B4, pp.6299-6328.
- BYERLEE, J.(1978), "Friction of Rocks", Pure and Applied Geophysics, Vol. 116, pp.615-626.
- Chang, C.- P., J. Angelier, C.- Y. Huang(2000), "Origin and evolution of a mé'lange: the active plate boundary and suture zone of the Longitudinal Valley, Taiwan", Tectonophysics, 325, pp.43-62.
- Cascadia Region Earthquake Workgroup(2008), "Cascadia Deep Earthquakes".
- Central Meteorological Observatory(1952), "The Catalogue of Major Earthquakes which occurred in Japan(1885-1950)", Seism. Bull. Cent. Meteor. Observatory, For the year 1950, pp.99-183.
- Cullen, A., P. Reemst, G. Henstra, S. Gozzard, and A. Ray(2010), "Rifting of the South China Sea: new perspectives", Petroleum Geoscience, Vol. 16, pp. 273-282.
- DeMets, C., R. G. Gordon, and D. F. Argus(2010), "Geologically current plate motions", Geophysical Journal International, Volume 181, Issue 1, April 2010.
- FUJII, Y. and M. MATSU'URA(2000), "Regional Difference in Scaling Laws for Large Earthquakes and its Tectonic Implication", Pure Appl. Geophys, Vol.157, pp.2283-2302.
- GARDNER, G. H. F., L. W. GARDNER, and A. R. GREGORY(1974), "FORMATION VELOCITY AND DENSITY - THE DIAGNOSTIC BASICS FOR STRATIGRAPHIC TRAPS", GEOPHYSICS, Vol.39, No. 6, pp.770-780.
- GAO Xiang, ZHANG Jian, SUN Yu-Jun, WU Shi-Guo(2012), "A SIMULATION STUDY ON THE THERMAL STRUCTURE OF MANILA TRENCH SUBDUCTION ZONE ", CHINESE JOURNAL OF GEOPHYSICS, Vol.55, No.1, pp. 35-45.

海洋プレート内地震の地震動評価 参考文献 (7)

- GELLER, R. J.(1976), "SCALING RELATIONS FOR EARTHQUAKE SOURCE PARAMETERS AND MAGNITUDES", Bulletin of the Seismological Society of America, Vol.66, No.5, pp.1501-1523.
- Gutenberg, B. and C. F. Richter(1954), Seismicity of the Earth and Associated Phenomena 2nd Ed, Princeton Univ. Press, Princeton, N. J., pp.310.
- Harada, S., K. Kamae, H. Kawabe, and H. Uebayashi(2012), "Source modeling of the off Miyagi Intraslab Earthquake($M_{JMA} = 7.1$) occurred on April 7, 2011", 15 World Conference on Earthquake Engineering LISBOA, 2012.
- Heuret, A., and S. Lallemand(2005), "Plate motions, slab dynamics and back-arc deformation", Physics of the Earth and Planetary Interiors, 149, pp.31-51.
- Hisada, Y.(1994), "An Efficient Method for Computing Green's Functions for a Layered Half-Space with Sources and Receivers at Close Depths", Bulletin of the Seismological Society of America, Vol.84, No.5, pp.1456-1472.
- Housner, G.W.(1952), "Spectrum Intensities of Strong Motion Earthquakes", Proceedings of 1952 Symposium on Earthquake and Blast Effects on Structures, Earthquake Engineering Research Institute, pp.20-36.
- Hsu, S.-K., Y.-C. Yeh, W.-B. Doo, and C.-H. Tsai(2005), "New bathymetry and magnetic lineations identifications in the northernmost South China Sea and their tectonic implications", Marine Geophysical Researches, Vol.25, pp. 29-44.
- Ichinose, G. A., H. K. Thio, and P. G. Somerville(2004), "Rupture process and near-source shaking of the 1965 Seattle-Tacoma and 2001 Nisqually, intraslab earthquakes", GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, VOL. 31, L10604.
- Ichinose, G. A., H. K. Thio, and P. G. Somerville(2006), "Moment Tensor and Rupture Model for the 1949 Olympia, Washington, Earthquake and Scaling Relations for Cascadia and Global Intraslab Earthquakes", Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 96, No. 3, pp. 1029-1037.
- Kakehi, Y. (2004), "Analysis of the 2001 Geiyo, Japan, earthquake using high-density strong ground motion data: Detailed rupture process of a slab earthquake in a medium with a large velocity contrast", Journal of Geophysical Research, Vol. 109, B08306.
- Kamae, K., and K. Irikura(1992), "Prediction of site-specific strong ground motion using semi-empirical methods", Earthquake Engineering, Tenth World Conference, pp.801-806.
- Kanno, T., A. Narita, N. Morikawa, H. Fujiwara, and Y. Fukushima(2006), "A New Attenuation Relation for Strong Ground Motion in Japan Based on Recorded Data", Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 96, No. 3, pp. 879-897.
- Kawasumi, H.(1951), "Measure of Earthquake Danger and Expectancy of Maximum Intensity Throughout Japan as Inferred from the Seismic Activity in Historical Times", Bulletin of the Earthquake Research Institute, University of Tokyo, Vol.29, pp.469-482.
- Kodaira, S., A. Nakanishi, J.-O. Park, A. Ito, T. Tsuru, and Y. Kaneda(2003), "Cyclic ridge subduction at an inter-plate locked zone off central Japan", GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, VOL. 30, NO. 6, 1339.
- Kodaira, S., T. Iidaka, A. Kato, J.-O. Park, T. Iwasaki, and Y. Kaneda(2004), "High Pore Fluid Pressure May Cause Silent Slip in the Nankai Trough", Science, Vol.304, pp.1295-1298.
- Kodaira, S., T. Sato, N. Takahashi, A. Ito, Y. Tamura, Y. Tatsumi, and Y. Kaneda(2007), "Seismological evidence for variable growth of crust along the Izu intraoceanic arc", JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL. 112, B05104.
- Kodaira, S., T. Sato, N. Takahashi, M. Yamashita, T. No, and Y. Kaneda(2008), "Seismic imaging of a possible paleoarc in the Izu-Bonin intraoceanic arc and its implications for arc evolution processes", Geochemistry Geophysics Geosystems, Vol.9, No.10.

海洋プレート内地震の地震動評価 参考文献 (8)

- Lallemand, S., A. Heuret, and D. Boutelier(2005), "On the relationships between slab dip, back-arc stress, upper plate absolute motion, and crustal nature in subduction zones", *Geochemistry Geophysics Geosystems*, Vol.6, No.9.
- LANGSTON, C. A., AND D. E. BLUM(1977), "THE APRIL 29, 1965, PUGET SOUND EARTHQUAKE AND THE CRUSTAL AND UPPER MANTLE STRUCTURE OF WESTERN WASHINGTON", *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol.67, No.3, pp.693-711.
- Li, J. B., W. W. Ding, Z. Y. Wu, J. Zhang, and Z. C. Dong(2012), "The propagation of seafloor spreading in the southwestern subbasin, South China Sea", *Chinese Science Bulletin*, Vol.57, No.24, pp.3182-3191.
- Li, Q, P. Wang , Q. Zhao, L. Shao , G. Zhong, J. Tian , X. Cheng, Z. Jian, and X. Su(2006), "A 33 Ma lithostratigraphic record of tectonic and paleoceanographic evolution of the South China Sea", *Marine Geology*, Vol.230, pp.217-235.
- MATSUZAKI, S., A. PITARKA, N. COLLINS, R. GRAVES, and Y. FUKUSHIMA(2010), "A Characteristic Rupture Model for the 2001 Geiyo, Japan Earthquake", *Pure and Applied Geophysics*, Published online: 24 April 2010.
- Miyoshi, T., T. Saito, and K. Shiomi(2012), "Waveguide effects within the Philippine Sea slab beneath southwest Japan inferred from guided *SP converted waves*", *Geophysical Journal International*, Vol.189, pp.1075-1084.
- Mohamed, F. A., and D. Zhao(2007), "Deep structure of the Japan subduction zone", *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, 162, pp.32–52.
- Morikawa, N., and T. Sasatani(2004), "Source models of two large intraslab earthquakes from broadband strong ground motions", *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol.94, No.3, pp.803-817.
- Muller, R. D., W. R. Roest, J.-Y. Royer, L. M. Gahagan, and J. G. Sclater(1997), "Digital isochrons of the world's ocean floor", *Journal of Geophysical Research : Solid Earth*, Vol.102, pp.3211-3214.
- Noda, S., K. Yashiro, K. Takahashi, M. Takemura, S. Ohno, M. Tohdo, and T. Watanabe(2002), "RESPONSE SPECTRA FOR DESIGN PURPOSE OF STIFF STRUCTURES ON ROCK SITES", *The OECD-NEA Workshop on the Relations between Seismological Data and Seismic Engineering Analyses*, Oct.16-18, Istanbul.
- Obana, K., S. Kodaira, and Y. Kaneda(2004), "Microseismicity around rupture area of the 1944 Tonankai earthquake from ocean bottom seismograph observations", *Earth and Planetary Science Letters* 222, pp.561-572.
- Okino, K., Y. Shimakawa, and S. Nagaoka(1994), "Evolution of the Shikoku Basin", *J. Geomag Geoelectr.*, 46, pp.463-479.
- Papageorgiou, A. S.(1988), "On two characteristic frequencies of acceleration spectra", *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol .78, No .2, pp.509–529.
- Park, S., and J. Mori(2005), "The 2004 sequence of triggered earthquakes off the Kii peninsula, Japan", *Earth Planets Space*, Vol.57, pp.315-320.
- Pulido, N.(2003), "SEISMOTECTONICS OF THE NORTHERN ANDES (COLOMBIA) AND THE DEVELOPMENT OF SEISMIC NETWORKS", *Bulletin of the International Institute of Seismology and Earthquake Engineering*, 2003 Special Edition, p.69-76.
- Ruff, L. and H. Kanamori(1980), "Seismicity and the subduction process", *Phys. Earth Planet. Inter.*, 23, pp.240-252.
- Scholz, C.H., P. Molnar, and T. Johnson(1972), "Detailed studies of frictional sliding of granite and implications for the earthquake mechanism", *J.Geophys. Res.*, 77, pp.6392-6406.
- Seno, T. and M. Yoshida(2004), "Where and why do large shallow intraslab earthquakes occur?", *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, 141, pp.183–206.

海洋プレート内地震の地震動評価 参考文献 (9)

- Seno, T., D. Zhao, Y. Kobayashi, M. Nakamura(2001), “Dehydration in serpentinized slab mantle: Seismic evidence from southwest Japan”, *Earth Planets Space*, 53, pp.861-871.
- SHIONO, K., T. MIKUMO, and Y. ISHIKAWA(1980), “TECTONICS OF THE KYUSHU-RYUKYU ARC AS EVIDENCED FROM SEISMICITY AND FOCAL MECHANISM OF SHALLOW TO INTERMEDIATE-DEPTH EARTHQUAKES”, *J. Phys. Earth*, 28, pp.17-43。
- Takahashi, N, H. Amano, K. Hirata, H. Kinoshita, S. Lallemand, H. Tokuyama, F. Yamamoto, A. Taira, and K. Suyehiro(2002), “Faults configuration around the eastern Nankai trough deduced by multichannel seismic profiling”, *Marine Geology*, Vol.187, pp.31-46.
- Takahashi,N., S. Kodaira, Y. Tatsumi, M. Yamashita, T. Sato, Y. Kaiho, S. Miura, T. No, K. Takizawa, and Y. Kaneda(2009), “Structural variations of arc crusts and rifted margins in the southern Izu-Ogasawara arc-back arc system”, *Geochemistry Geophysics Geosystems*, Vol.10, No.9.
- Takeo, M., S. Ide, and Y. Yoshida(1993), “The 1993 Kuroshio-Oki, Japan, earthquake: A high stress-drop event in a subducting slab”, *Geophysical Research Letters*, Vol. 20, No. 23, pp. 2607-2610.
- UNAVCO “Plate Motion Calculator” (<http://www.unavco.org/software/geodetic-utilities/plate-motion-calculator/plate-motion-calculator.html>).
- USGS“Posters By Region”, Earthquake Hazards Program (<http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eqarchives/poster/byregion.php>).
- Wada, I., S. Mazzotti, and K. Wang(2010), “Intraslab Stresses in the Cascadia Subduction Zone from Inversion of Earthquake Focal Mechanisms”, *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol. 100, No. 5A, pp.2002-2013.
- Wang, Z., D. Zhao, J. Wang, and H. Kao(2006), “Tomographic evidence for the Eurasian lithosphere subducting beneath south Taiwan”, *GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS*, VOL. 33, L18306.
- Xu, J., and Y. Kono(2002), “Geometry of slab, intraslab stress field and its tectonic implication in the Nankai trough, Japan”, *Earth Planets Space*, 54, pp.733-742。
- Zhang, H., and C. H. Thurber(2003), “Double-Difference Tomography: The Method and Its Application to the Hayward Fault, California”, *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol.93, No.5, pp. 1875-1889.
- Zhao, D.(2009), “Multiscale seismic tomography and mantle dynamics”, *Gondwana Research*, 15, pp.297-323.
- Zhao, J. X., J. Zhang, A. Asano, Y. Ohno, T. Oouchi, T. Takahashi, H. Ogawa, K. Irikura, H. K. Thio, P. G. Somerville, Y. Fukushima and Y.Fukushima(2006), “Attenuation Relations of Strong Ground Motion in Japan Using Site Classification Based on Predominant Period”, *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol.96, No.3, pp.898-913.



中部電力