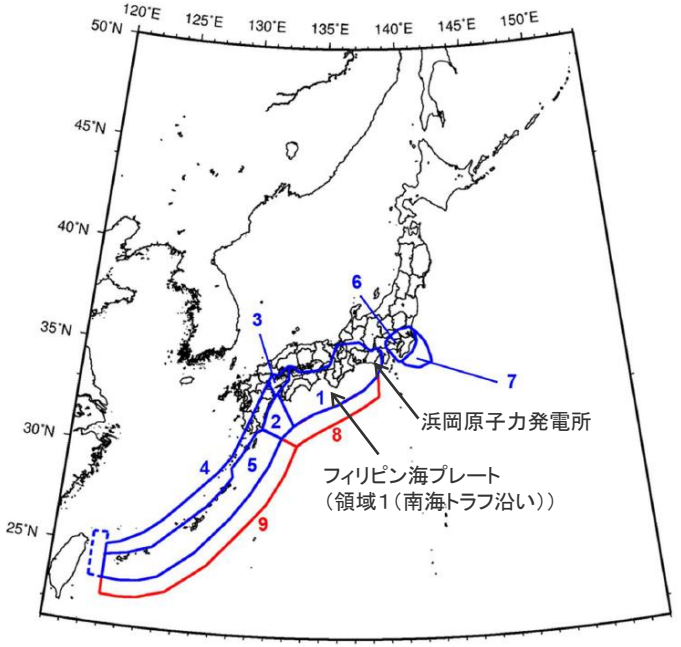
補足説明資料④-22
フィリピン海プレートで発生した海洋プレート内地震

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

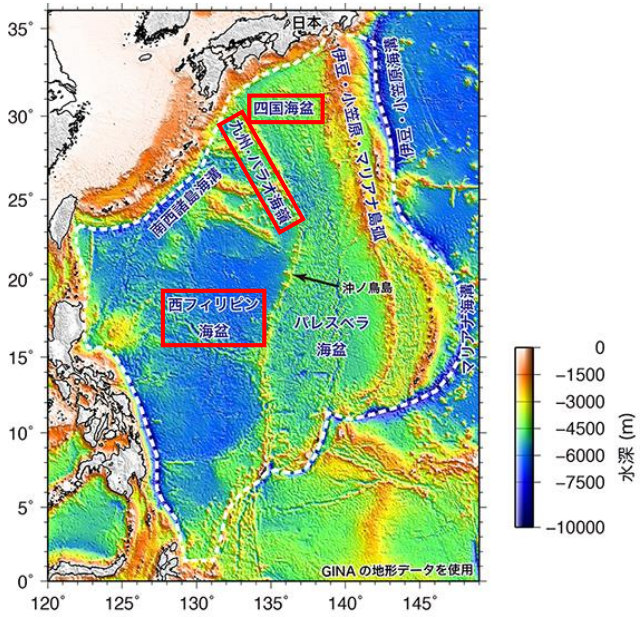
<補足説明資料④-22 フィリピン海プレートで発生した海洋プレート内地震>

浜岡原子力発電所の下に沈み込むフィリピン海プレート

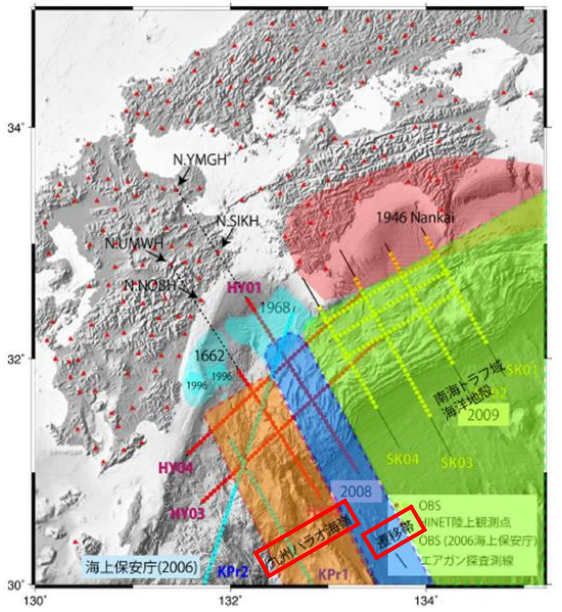
○浜岡原子力発電所は、フィリピン海プレートが沈み込む領域のうち、地震調査委員会(2021)による領域１（南海トラフ沿い）の東端に位置する。
○フィリピン海プレートでは、九州・パラオ海嶺を境として形成年代の異なる海盆が沈み込み、この海嶺より東側には若い四国海盆が、西側には古い西フィリピン海盆が沈み込んでいる。
○領域１（南海トラフ沿い）は四国海盆が沈み込む領域（東海～紀伊～四国）に位置し、プレートの特徴が類似している。また、領域１（南海トラフ沿い）の西端は、四国海盆と九州・パラオ海嶺の間に位置する遷移帯と概ね一致し、その以西ではプレートの特徴が変化している。



<震源を予め特定しにくい地震の地域区分>
（地震調査委員会(2021)に敷地位置、領域の説明を加筆）



<フィリピン海プレートの海底地形>
（地震調査研究推進本部HPに赤い四角を加筆）



<フィリピン海プレートの構造変化>
（地震調査委員会(2013b)に赤い四角を加筆）

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

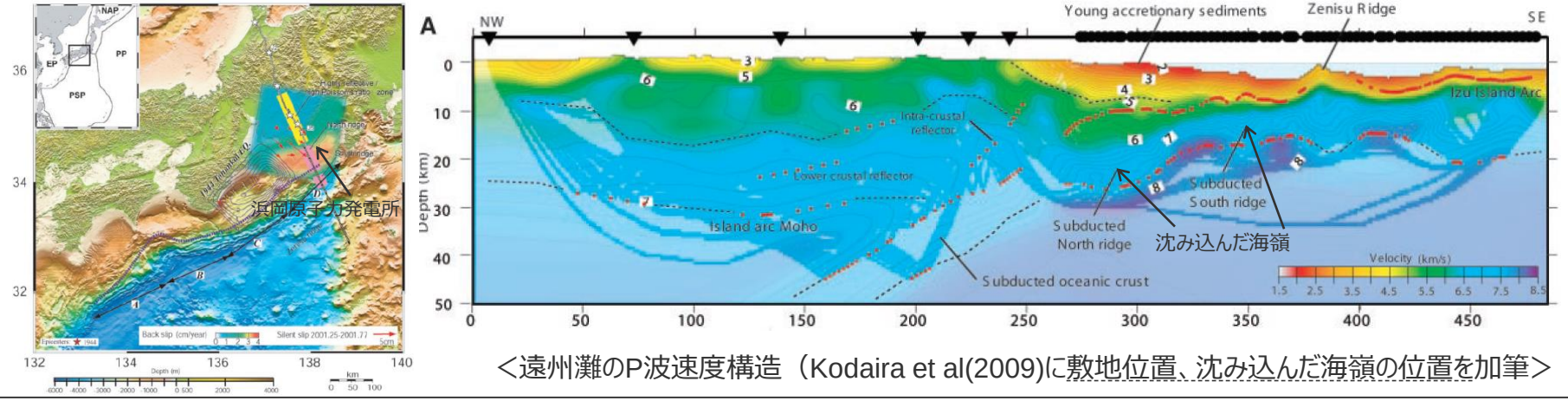
・下線（＿）は、一部修正箇所を示す。
・震源を予め特定しにくい地震の地域区分の図を変更。

<補足説明資料④-22 フィリピン海プレートで発生した海洋プレート内地震>

浜岡原子力発電所の下に沈み込むフィリピン海プレート

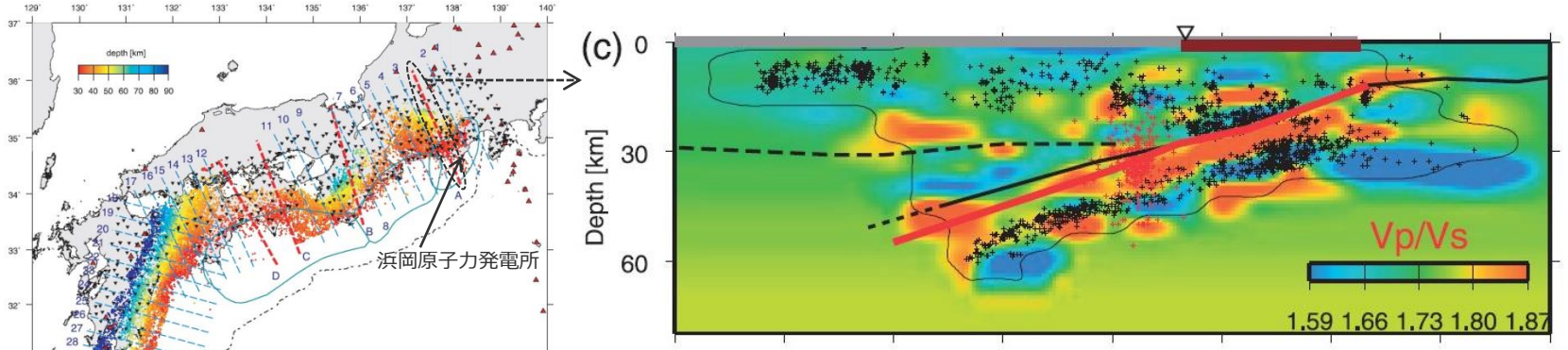
○高橋(1997)、Kodaira et al.(2008)他により、伊豆・小笠原島弧で大陸性の特徴を有する中部地殻の存在が示され、伊豆弧の西側に北東－南西の走向を持って存在する海嶺（背弧雁行海山群）でも、同様に中部地殻の存在が示されている。

○Kodaira et al.(2004)他によれば、敷地が位置する遠州灘周辺において沈み込んだ海嶺が示されており、遠州灘周辺における沈み込むフィリピン海プレートの構造としては、大陸性の特徴を有する中部地殻が沈み込んでいると考えられる。



<遠州灘のP波速度構造（Kodaira et al(2009)に敷地位置、沈み込んだ海嶺の位置を加筆>

○海洋プレート内地震の地震動評価において、上記に示す構造の特徴は敷地周辺の地震活動に含まれており、この地震活動（震源鉛直分布等）を踏まえて、地震発生層の幅等の海洋プレートの特徴を整理している（補足説明資料④-25参照）。



<遠州灘の震源鉛直分布（弘瀬・他(2007)に敷地位置、矢印を加筆>

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

・下線（ ）は、一部修正箇所を示す。
・下段箱書き「前述のとおり、」を削除。

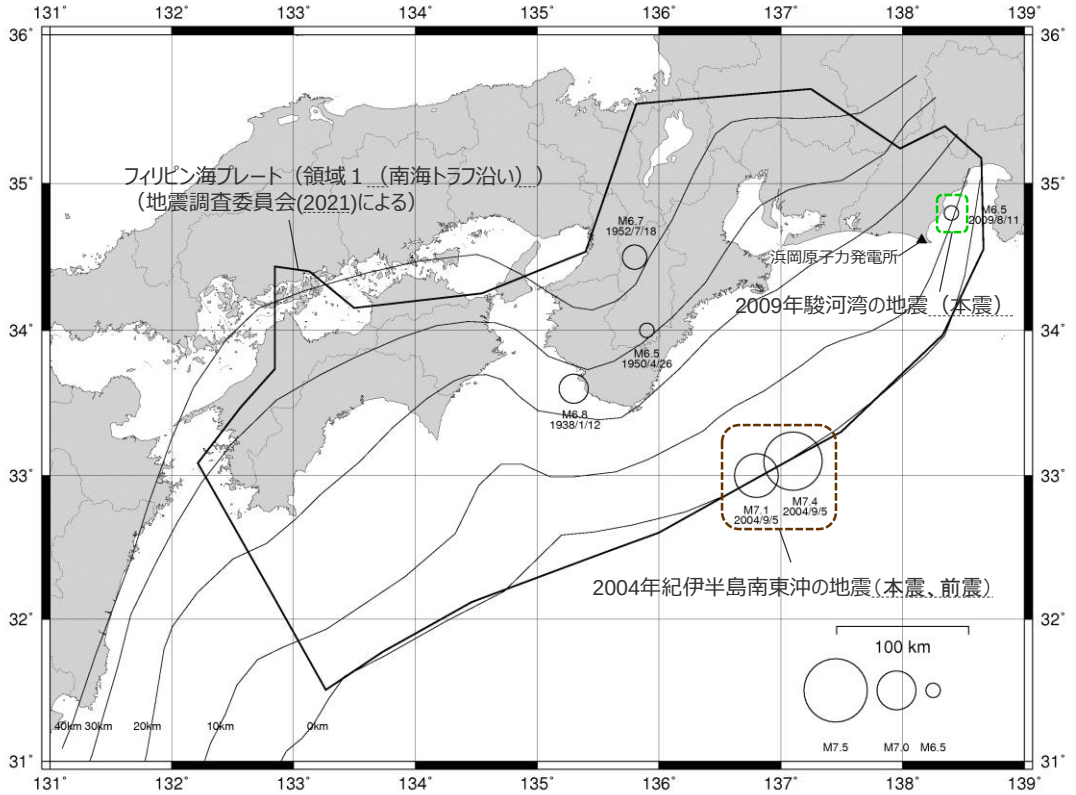
第253回
資料2-1 p.10一部修正

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）＞

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

・下線（＿＿）は、一部修正箇所を示す。

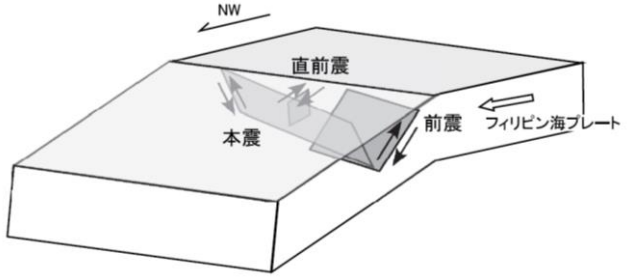
第253回
資料2-1 p.11一部修正

沈み込む海洋プレート内地震の代表的な地震

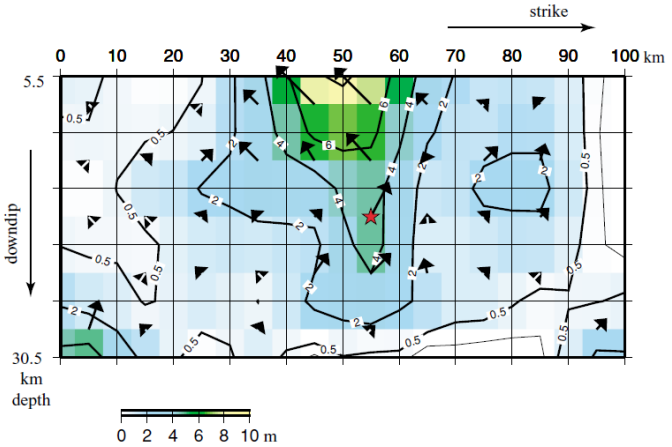
【沈み込む海洋プレート内地震：2004年紀伊半島南東沖の地震（本震M7.4、前震M7.1、余震M6.5）】

○震源インバージョン等の結果によると、前震と本震の断層面は互いに共役の関係にあり、前震は北側傾斜、本震は南側傾斜であったと解釈されている。また、本震の断層面の上端付近にはすべり量の大きな場所が認められる。

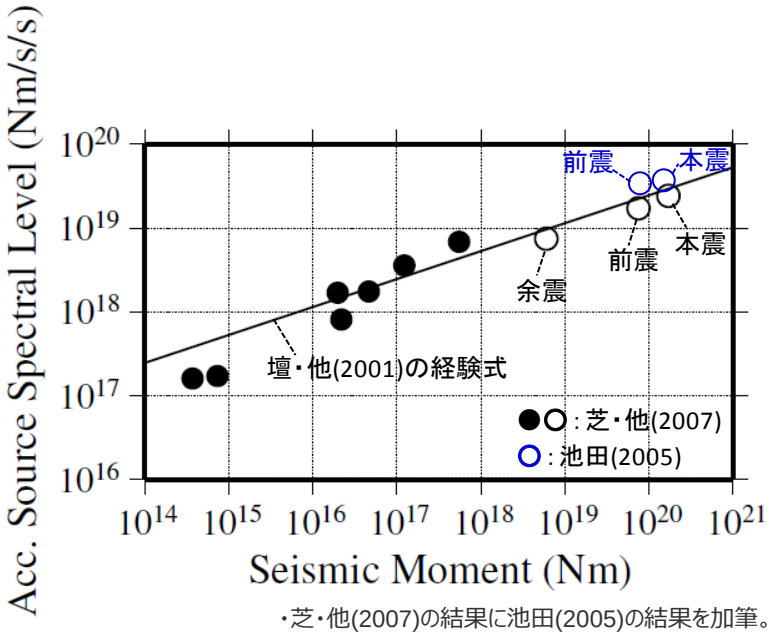
○短周期レベルについては、M_0－A関係によると、本震、前震及び余震とも、壇・他(2001) による経験式と同程度であり、内陸地殻内地震の平均的なレベルであったと評価されている。



＜2004年紀伊半島南東沖の地震の断層面＞
（芝・他(2007)による）



＜2004年紀伊半島南東沖の地震（本震）の震源インバージョン結果＞
（Park and Mori(2005)による）



・芝・他(2007)の結果に池田(2005)の結果を加筆。

＜2004年紀伊半島南東沖の地震のM_0－A関係＞

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

・下線（＿）は、一部修正箇所を示す。

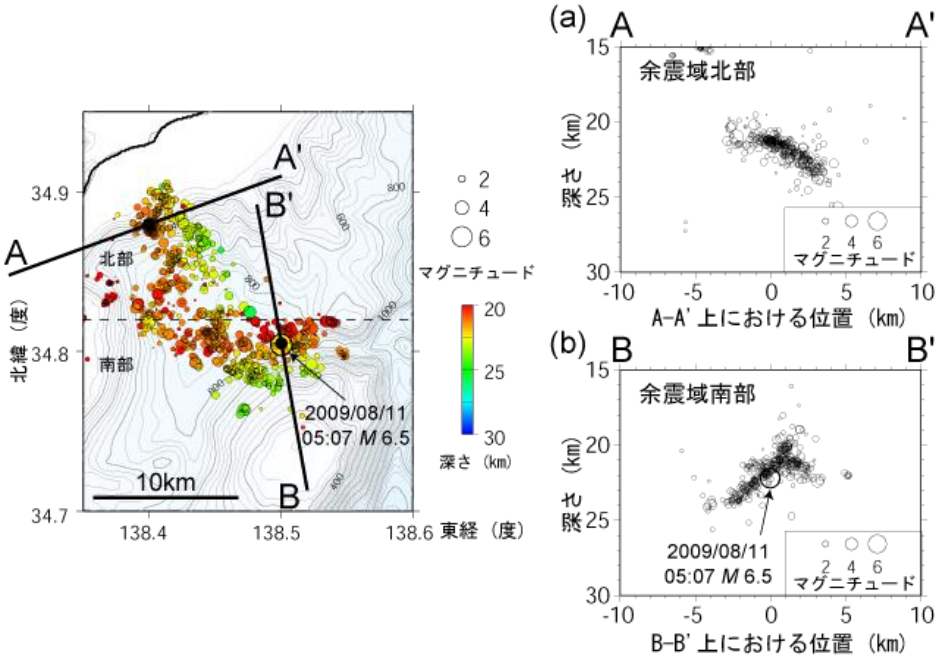
<補足説明資料④-22 フィリピン海プレートで発生した海洋プレート内地震>

沈み込んだ海洋プレート内地震の代表的な地震

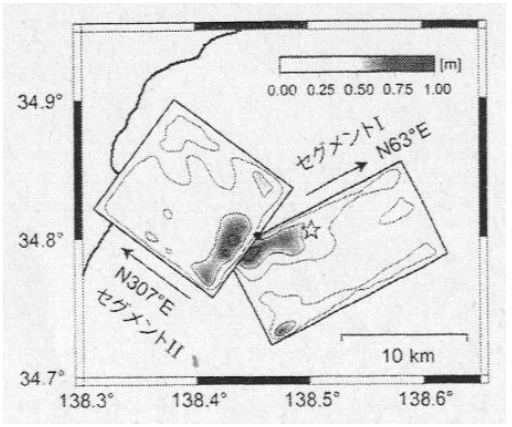
【沈み込んだ海洋プレート内地震：2009年駿河湾の地震（本震M6.5）】

○2009年駿河湾の地震の余震分布の推定結果によると、南部と北部で走向・傾斜角が異なり、震源インバージョンの結果によると、それぞれの断層面にすべり量の大きな場所が認められる。

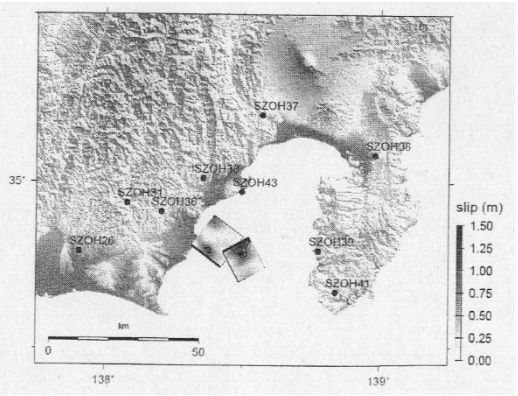
・2009年駿河湾の地震（本震）の震源特性の詳細は、補足説明資料④-23参照。



<2009年駿河湾の地震の余震分布>
（防災科学技術研究所による）



鈴木・他(2009)



横田・他(2009)

<2009年駿河湾の地震（本震）の震源インバージョン結果>

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

<補足説明資料④-22 フィリピン海プレートで発生した海洋プレート内地震>

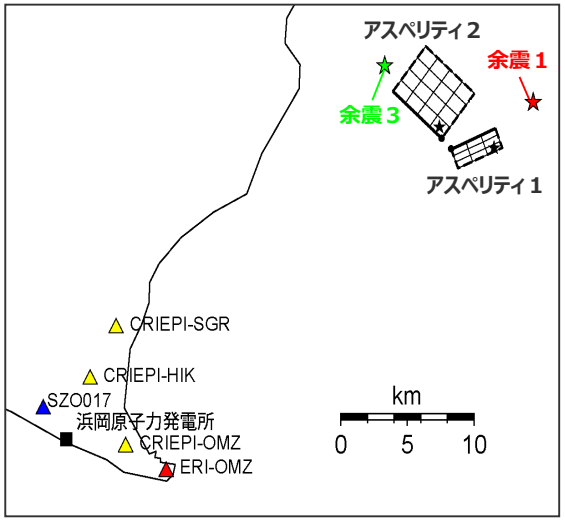
沈み込んだ海洋プレート内地震の代表的な地震

【沈み込んだ海洋プレート内地震：2009年駿河湾の地震（本震M6.5）】

○2009年駿河湾の地震（本震）は浅いスラブ内地震であり、その短周期レベルについては、既往の特性化震源モデルの他、当社が作成した特性化震源モデルを対象とした、M_0－A関係によると、深いスラブ内地震より小さめではあるが、壇・他(2001)による経験式より大きく、高周波地震動を励起しやすいスラブ内地震の特徴を示している。

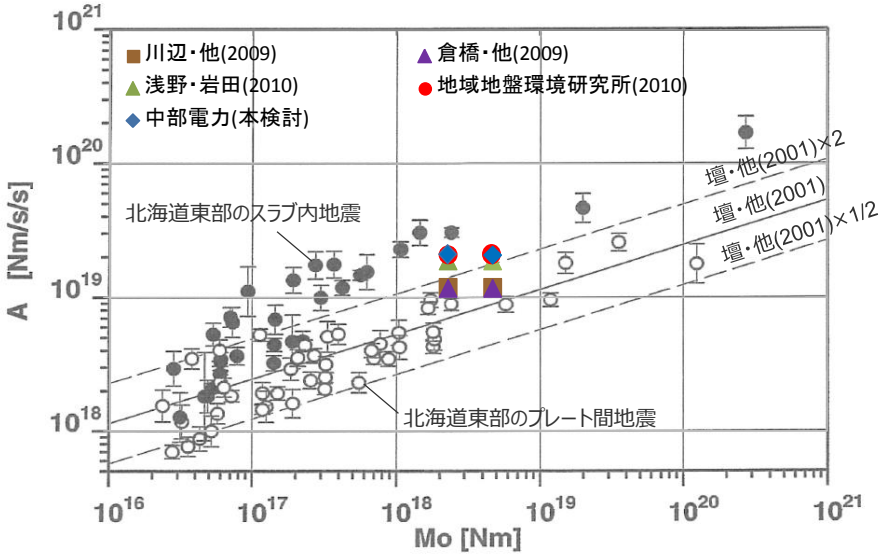
・2009年駿河湾の地震（本震）の震源特性の詳細は補足説明資料④-23参照。

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



アスペリティ＝強震動生成域

<経験的グリーン関数法による
2009年駿河湾の地震（本震）の特性化震源モデル>
（当社作成）



・地震モーメントは2.25×10^{18}Nm(F-net)、4.6×10^{18}Nm(鈴木・他(2009))を用いる。
・笹谷・他(2006)に加筆。

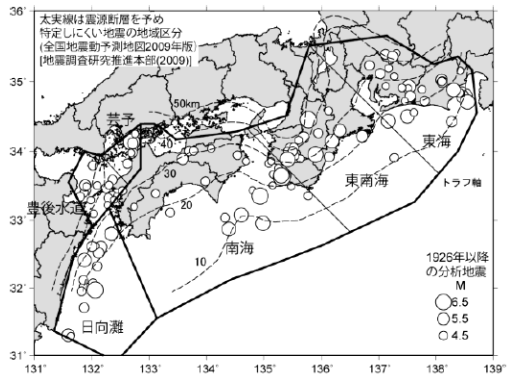
<2009年駿河湾の地震（本震）のM_0－A関係>

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

地震規模（領域１（南海トラフ沿い））

○地震規模の検討に際して、海洋プレート内地震は内陸地殻内地震やプレート間地震に比べ短周期地震波の励起が大きいため、主に内陸地殻内地震の地震規模を推定するために用いられてきた従来の手法を海洋プレート内地震の歴史地震に適用すると、地震規模は過大に評価される可能性がある。
○そこで、神田・武村(2013)等では、地域的な距離減衰特性や観測地点の揺れ易さを考慮した海洋プレート内地震の特性を検討し、フィリピン海プレートで発生した海洋プレート内地震の歴史地震について地震規模を再評価している。

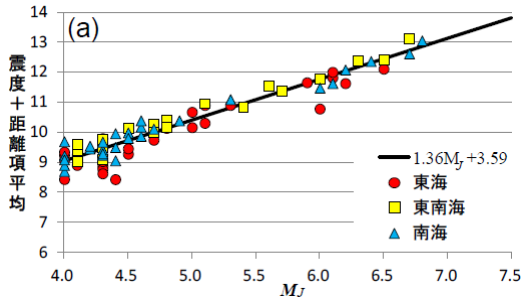
地震規模の再評価の概要（神田・武村(2013)による）



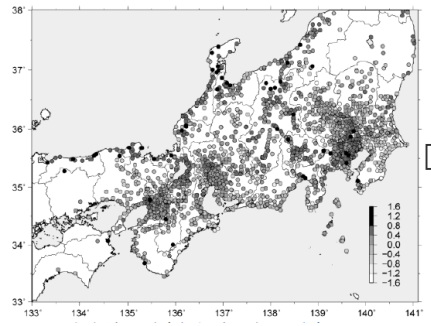
＜分析に用いるスラブ内地震の震央分布＞

作成した震度距離減衰式

$$I = -4.37 \log X + 1.36 M_J + 3.59$$

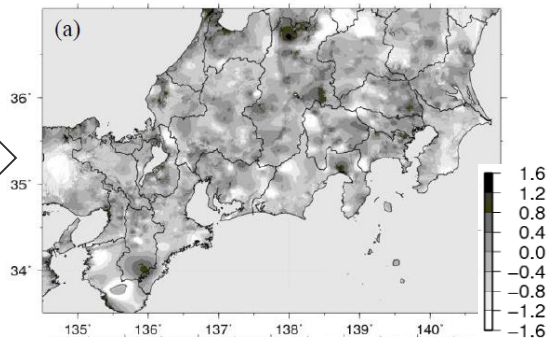


＜マグニチュードに対する距離で補正した震度＞

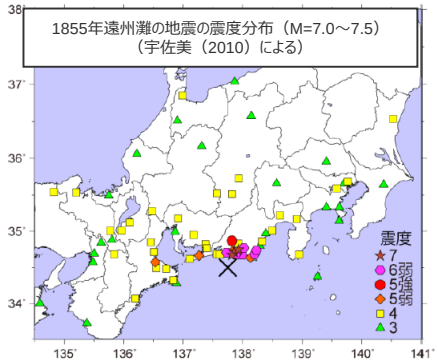


＜東海域の震度観測点の相対震度I_r＞

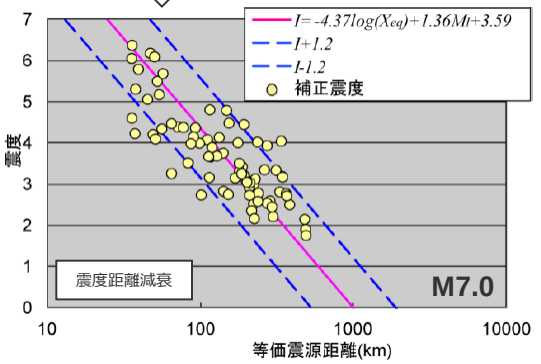
J-SHISに基づく地盤増幅率（Vs400m/s以浅）により、観測点間の相対震度を補完



＜地盤増幅率により補完した相対震度I_r分布＞



宇佐美（2010）の震度分布に相対震度を考慮した補正震度をターゲットとし、作成した震度距離減衰式を用いてMを再推定



＜地震規模の再評価の例＞
（1855年遠州灘の地震）

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

地震規模（領域１（南海トラフ沿い））

第482回
資料2-1 p.58一部修正

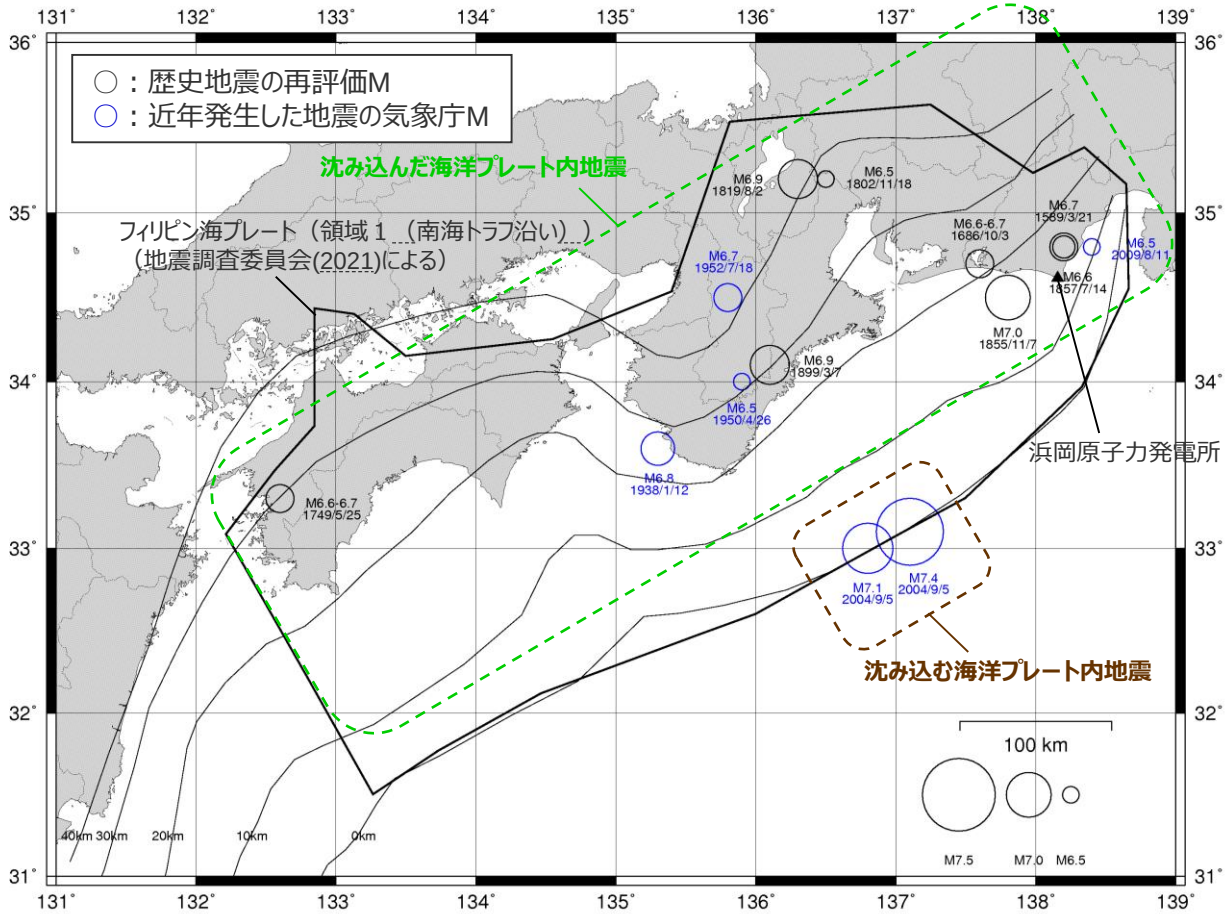
○フィリピン海プレート（領域１（南海トラフ沿い））を対象として、神田・武村(2013)等による歴史地震の地震規模の再評価結果に気象庁による近年発生した主な地震の地震規模を加えて、海洋プレート内地震の地震規模について検討する。

【沈み込んだ海洋プレート内地震】

○敷地に近い地震として、1589年駿河・遠江の地震及び1686年遠江・三河の地震及び2009年駿河湾の地震（本震）の規模はM6.5～6.7となっており、敷地から200km程度離れているが、1819年伊勢・美濃・近江の地震及び1899年紀伊半島南東部の地震の規模はM6.9となっている。
また、1854年安政東海地震の最大余震である1855年遠州灘の地震の規模はM7.0となっている。

【沈み込む海洋プレート内地震】

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



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

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

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

・下線（＿＿）は、一部修正箇所を示す。

補足説明資料④-23
2009年駿河湾の地震（本震）の震源特性

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

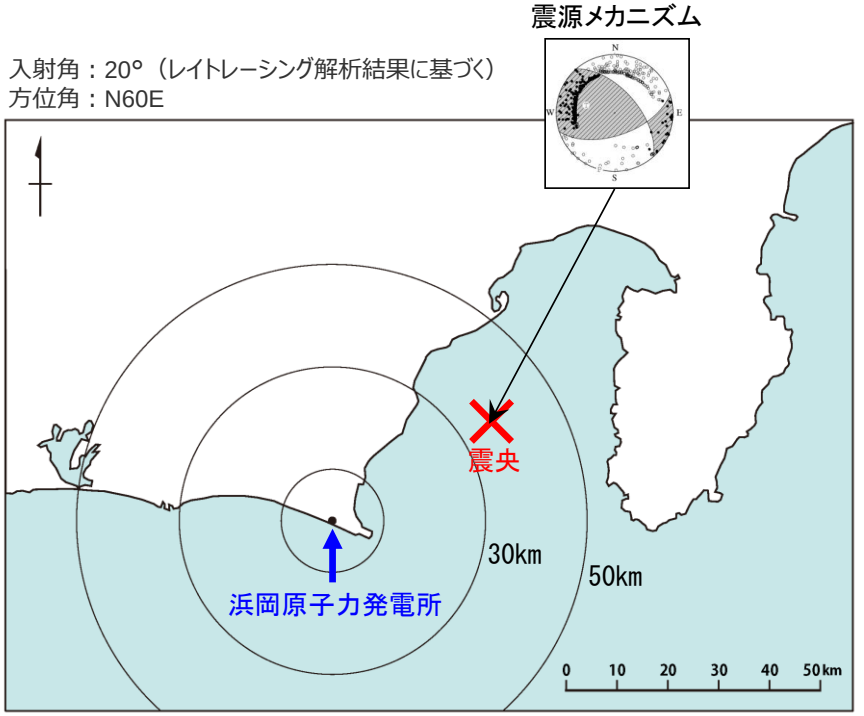
第253回
資料2-2 p.3一部修正

検討概要

○2009年駿河湾の地震（本震）の震源特性について、震源断層面、震源インバージョン、特性化震源モデル等の研究が行われている。
○これらの研究成果を参考として、経験的グリーン関数法を用いて特性化震源モデルを作成し、2009年駿河湾の地震（本震）の震源特性について検討する。

・発生日時：2009年8月11日5時7分
・地震諸元
　地震規模：マグニチュード6.5
　震央位置：北緯34度47.1分，東経138度29.9分
　震源深さ：23km
　発震機構：横ずれ成分を持つ逆断層
　　（圧力軸は北北東－南南西方向）
・浜岡原子力発電所との距離
　震央距離：37.0km
　震源距離：43.5km
・各地の震度
　震度６弱：伊豆市、焼津市、牧之原市、御前崎市
　震度５強：東伊豆町、松崎町、西伊豆町、伊豆の国市、
　　富士宮市、静岡駿河区、静岡葵区、
　　静岡清水区、袋井市、菊川市
　震度５弱：泰阜村、下田市、河津町、南伊豆町、函南町、
　　沼津市、長泉町、島田市、藤枝市、吉田町、
　　磐田市、掛川市

（気象庁による）



<2009年駿河湾の地震（本震）の震央位置及び震源メカニズム>

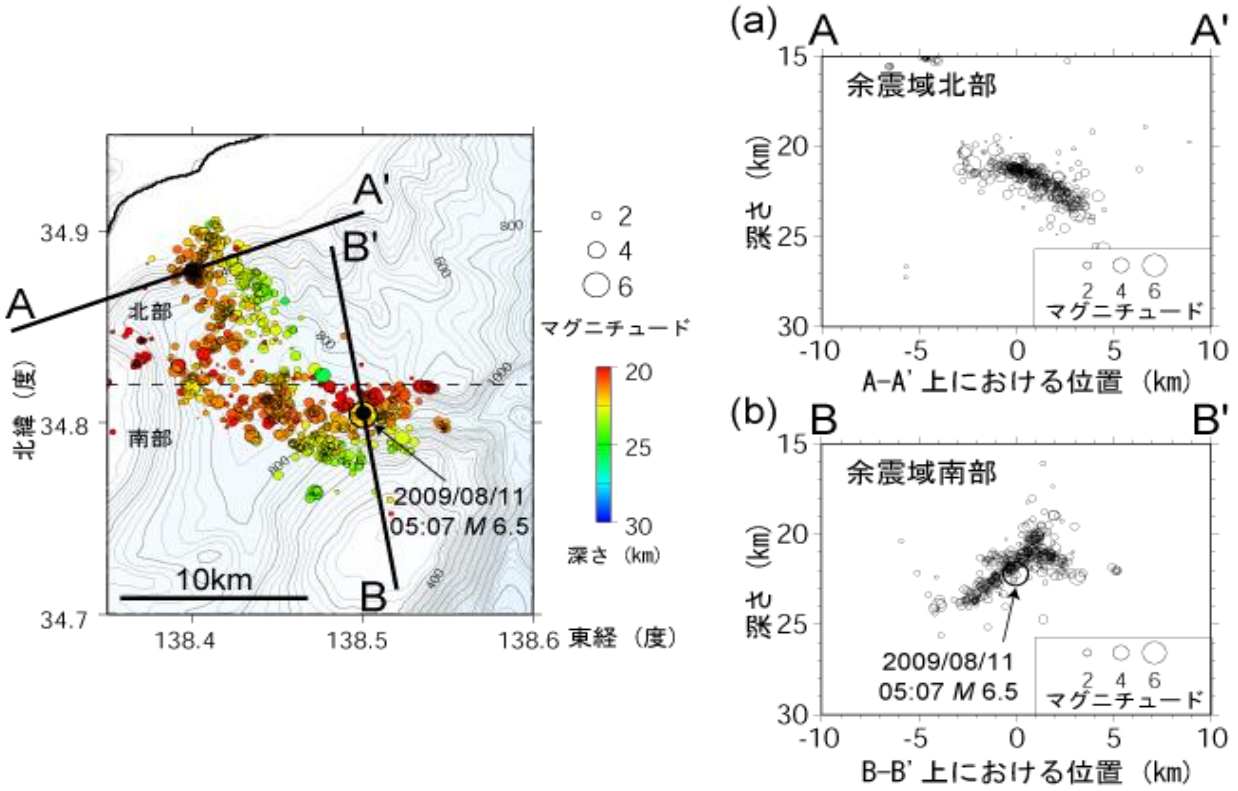
Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

<補足説明資料④-23 2009年駿河湾の地震（本震）の震源特性>

第253回
資料2-2 p.4一部修正

既往研究
（震源断層面）

○2009年駿河湾の地震の余震分布によると、震源断層面は南部と北部で走向・傾斜角が異なり、南部は南傾斜50°程度の断層面、北部は北東傾斜35°程度の断層面とされている。



<2009年駿河湾の地震の余震分布>
（防災科学技術研究所HPによる）

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

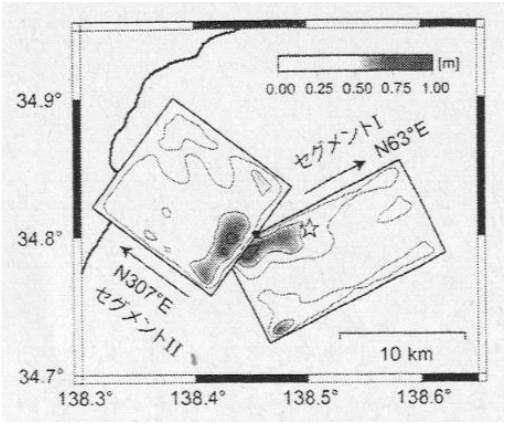
・下線（＿＿）は、一部修正箇所を示す。

<補足説明資料④-23 2009年駿河湾の地震（本震）の震源特性>

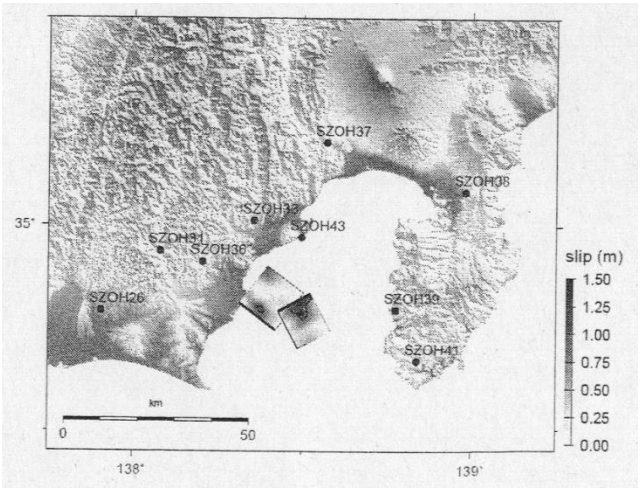
第253回
資料2-2 p.5一部修正

既往研究
（震源インバージョン）

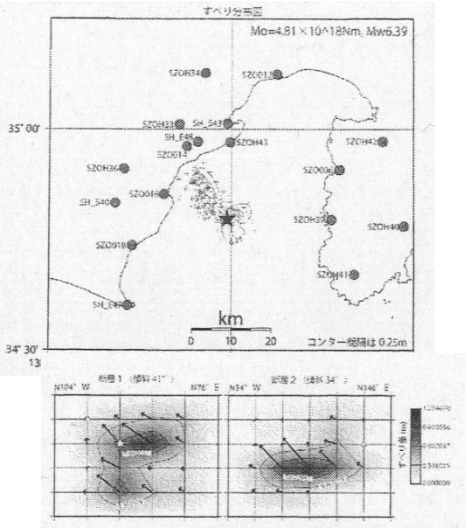
○2009年駿河湾の地震（本震）の震源インバージョンの結果によると、いずれも南部の断層面と北部の断層面のそれぞれにすべり量の大きな場所が認められる。
○地震モーメントはF-netによる地震モーメント2.25×10^{18}Nm（Mw6.2）より大きな値として推定されている。



<鈴木・他(2009)>



<横田・他(2009)>



<上野・他(2009)>

震源インバージョン結果	地震モーメント	最大すべり量
鈴木・他(2009)	4.6×10^{18}Nm（Mw6.4）	0.83 m
横田・他(2009)	4.5×10^{18}Nm（Mw6.4）	約1.2m
上野・他(2009)	4.8×10^{18}Nm（Mw6.4）	約1.0m
F-net（参考）	2.25×10^{18}Nm（Mw6.2）	–

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

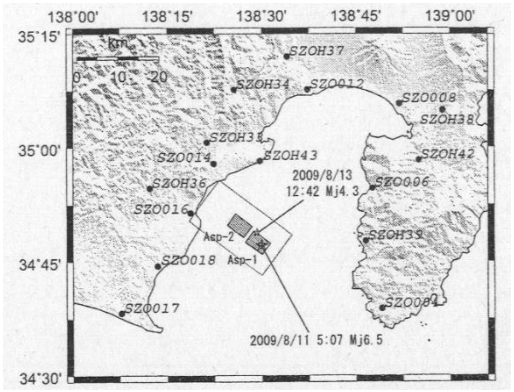
・下線（＿＿）は、一部修正箇所を示す。

<補足説明資料④-23 2009年駿河湾の地震（本震）の震源特性>

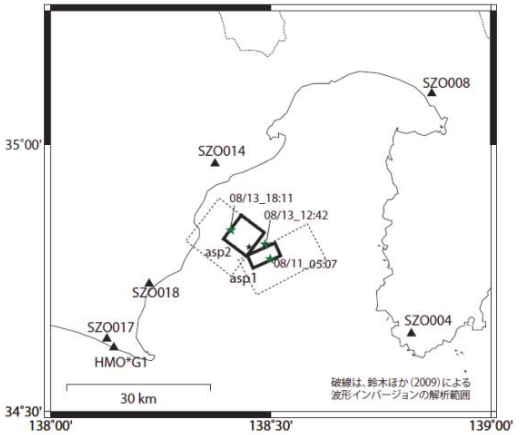
第253回
資料2-2 p.6一部修正

既往研究
（特性化震源モデル）

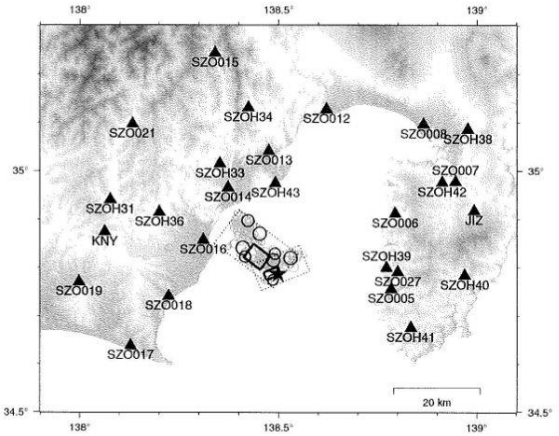
○2009年駿河湾の地震（本震）の経験的グリーン関数法による特性化震源モデルによると、いずれも南部の断層面と北部の断層面のそれぞれにアスペリティが１つずつ配置されている。



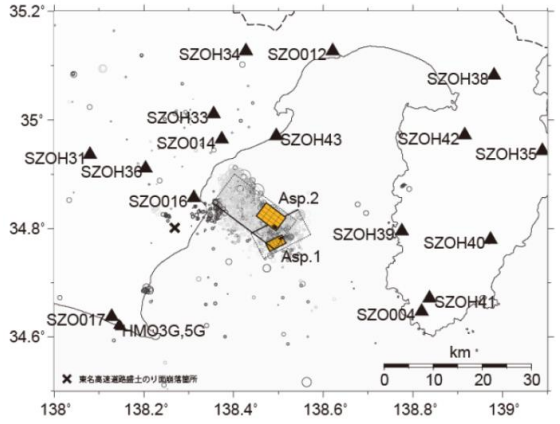
<川辺・他(2009)>



<倉橋・他(2009)>



<浅野・岩田(2009)>



<地域地盤環境研究所(2010)>

特性化震源モデル	アスペリティ	面積	応力降下量
川辺・他(2009)	アスペリティ１（南部）	25.0km^2	15.0 MPa
	アスペリティ２（北部）	25.0km^2	15.0 MPa
倉橋・他(2009)	アスペリティ１（南部）	16.2km^2	16.7 MPa
	アスペリティ２（北部）	45.0km^2	17.6 MPa
浅野・岩田(2010)	アスペリティ１（南部）	13.0km^2	35.7 MPa
	アスペリティ２（北部）	23.0km^2	27.5 MPa
地域地盤環境研究所(2010)	アスペリティ１（南部）	16.0km^2	45.4 MPa
	アスペリティ２（北部）	31.4km^2	21.1 MPa

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

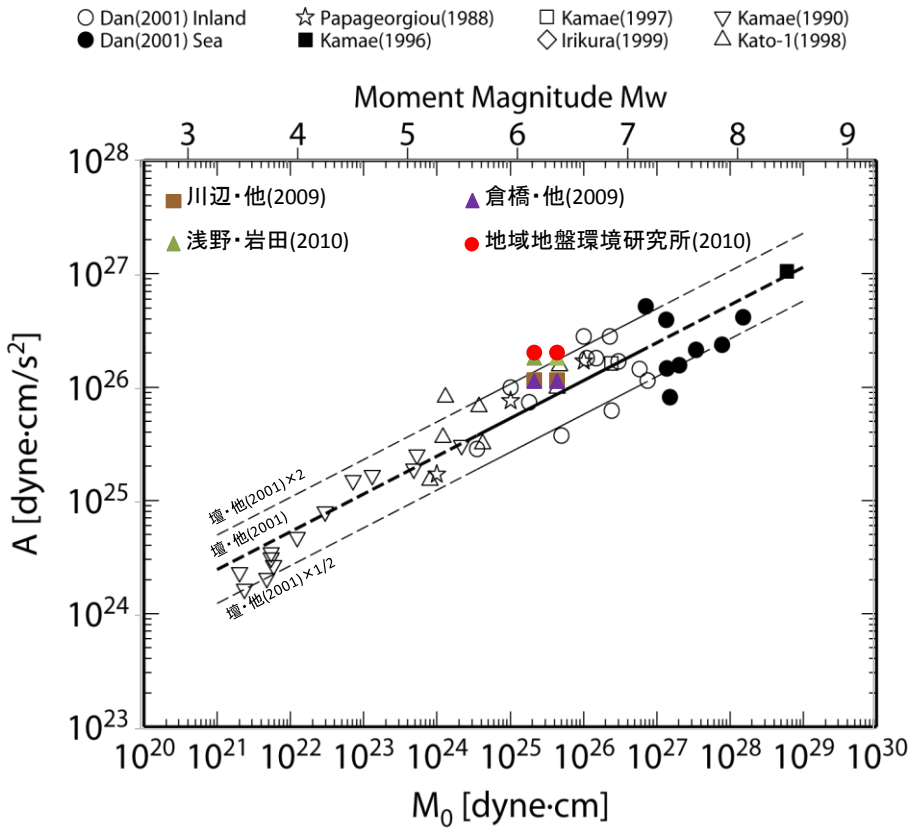
・下線（＿＿）は、一部修正箇所を示す。

<補足説明資料④-23 2009年駿河湾の地震（本震）の震源特性>

第253回
資料2-2 p.7一部修正

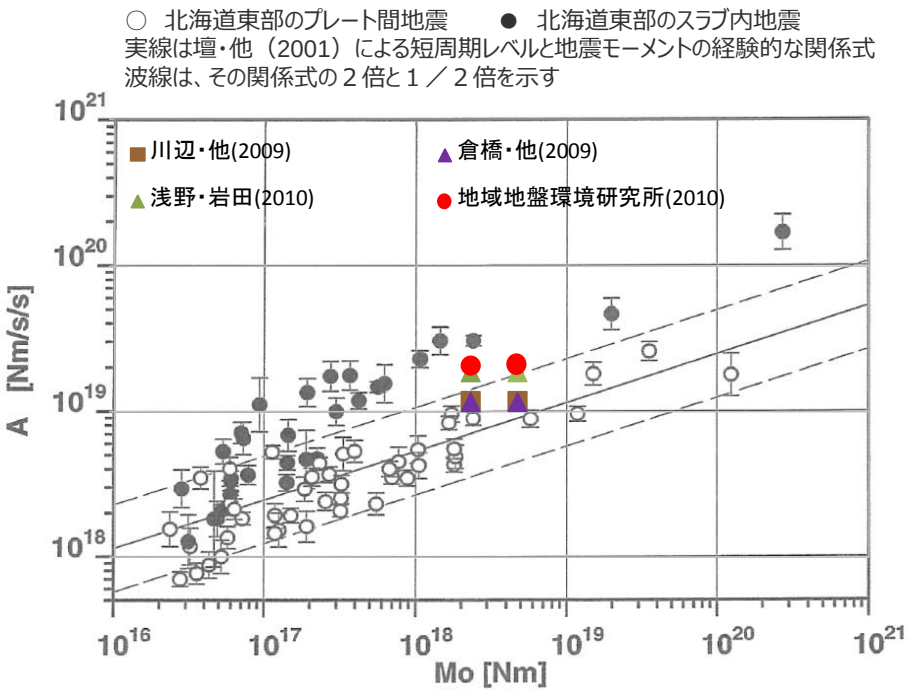
既往研究
（特性化震源モデル（地震モーメントと短周期レベルとの関係））

○地震モーメントと短周期レベルとの関係（M_0-A関係）によると、2009年駿河湾の地震（本震）の短周期レベルは、深いスラブ内地震よりやや小さめではあるが、高周波地震動を励起しやすいスラブ内地震の特徴を示している。



<壇・他(2001)による地震モーメントと短周期レベルとの関係>
（壇・他(2001)に各文献の地震モーメント－短周期レベル関係を加筆）

	地震モーメント	Mw
F-net	2.25×10^{18}Nm	6.2
鈴木・他(2009)	4.6×10^{18}Nm	6.4



<笹谷・他(2006)による地震モーメントと短周期レベルとの関係>
（笹谷・他(2006)に各文献の地震モーメント－短周期レベル関係を加筆）

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

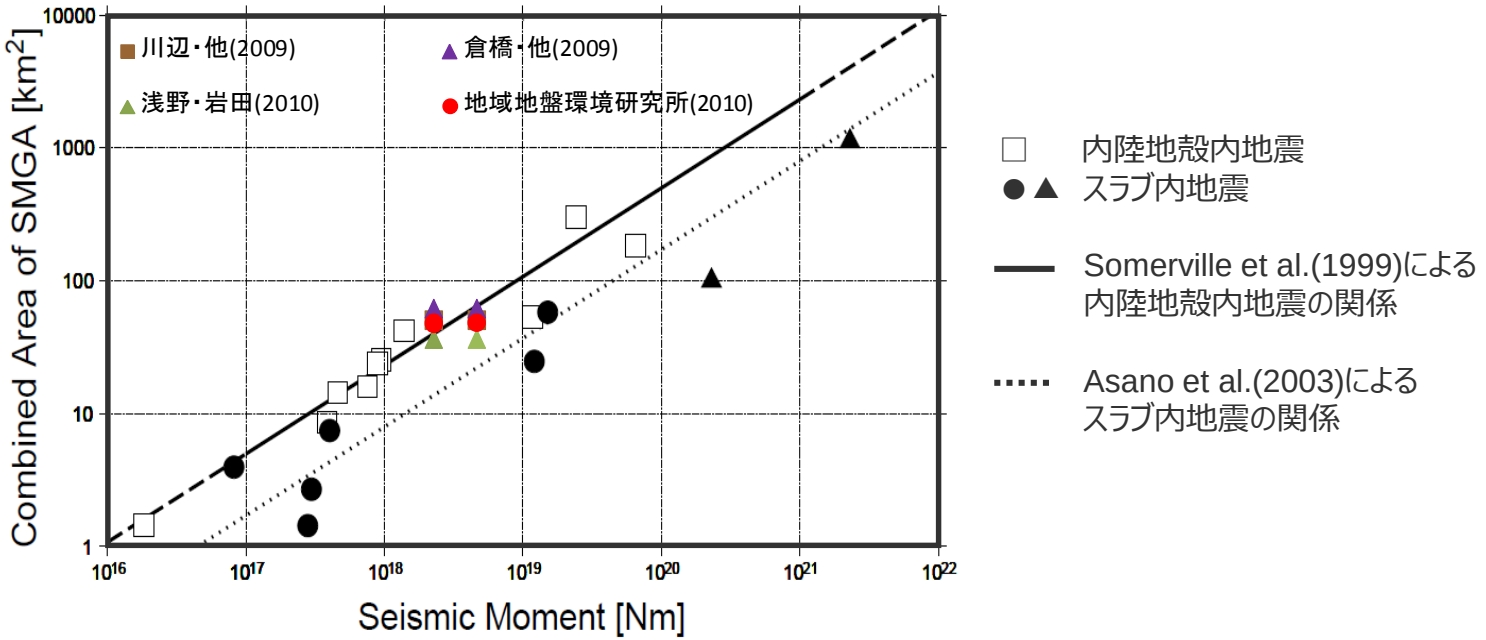
<補足説明資料④-23 2009年駿河湾の地震（本震）の震源特性>

第253回
資料2-2 p.8一部修正

既往研究
（特性化震源モデル（地震モーメントとアスペリティ面積との関係））

○地震モーメントとアスペリティ面積との関係（M_0-S_a関係）によると、2009年駿河湾の地震（本震）のアスペリティ面積は、スラブ内地震としては大きく、内陸地殻内地震と同程度である。

	地震モーメント	Mw
F-net	2.25×10^{18}Nm	6.2
鈴木・他(2009)	4.6×10^{18}Nm	6.4



<Asano et al.(2003)による地震モーメントとアスペリティ面積との関係>
（Asano et al.(2003)に各文献の地震モーメントーアスペリティ面積関係を加筆）

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

・下線（＿）は、一部修正箇所を示す。

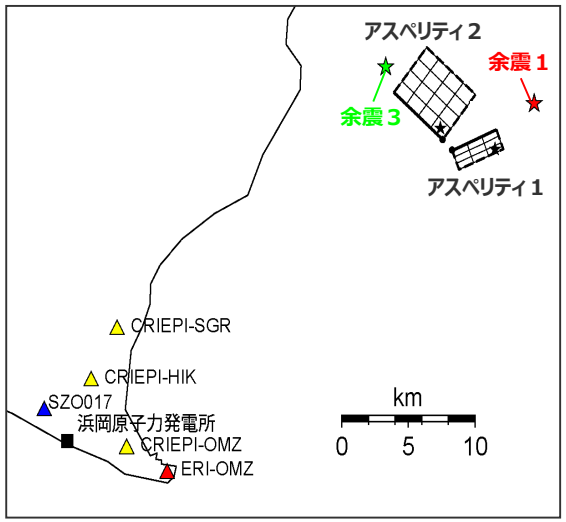
<補足説明資料④-23 2009年駿河湾の地震（本震）の震源特性>

第253回
資料2-2 p.9一部修正

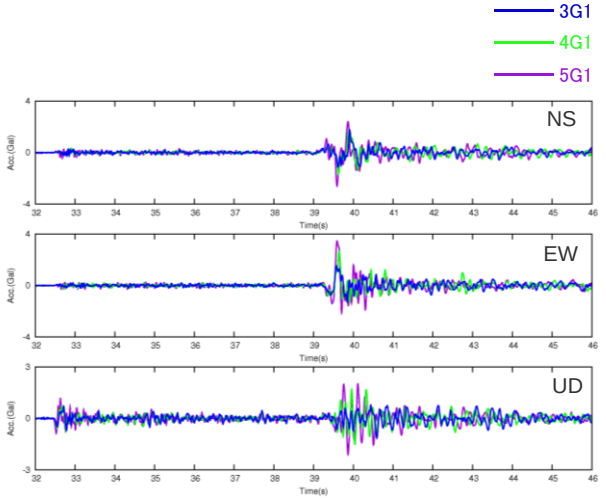
経験的グリーン関数法による特性化震源モデルの作成（検討概要）

○経験的グリーン関数法を用いて、敷地内、敷地周辺、広域の観測記録を再現する2009年駿河湾の地震（本震）の特性化震源モデルを作成する。

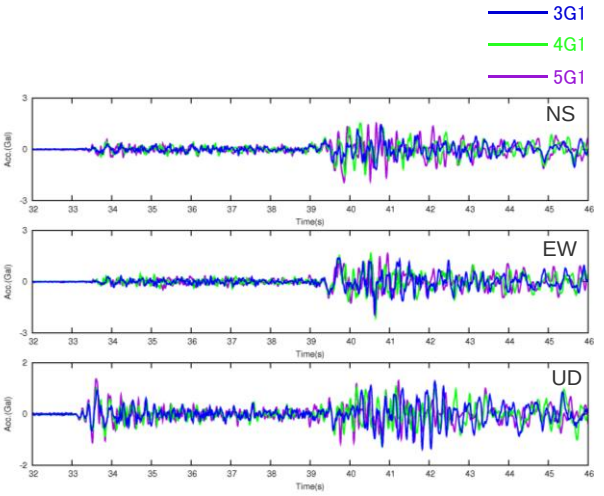
- 特性化震源モデルの作成に際して、既往の研究成果を参考とする。
- 南部（アスペリティ１）は南傾斜68°の断層面、北部（アスペリティ２）は北東傾斜37°の断層面とする。
- 経験的グリーン関数法に用いる要素地震について、アスペリティ１には余震①を、アスペリティ２には余震③を用いることとし、敷地内は解放基盤表面相当深さの観測記録（3G1・4G1・5G1, E+F）、敷地周辺は地表観測記録を用いる。



<特性化震源モデルの位置>
（当社作成）



<余震①の加速度時刻歴波形>
（3G1、4G1、5G1）



<余震③の加速度時刻歴波形>
（3G1、4G1、5G1）

<特性化震源モデルの震源パラメータ>

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

<要素地震の震源パラメータ>

	発生日時	Mj	地震モーメント	応力降下量
余震①	2009.8.11　18:09	4.4	2.08×10^{15}Nm	2.9 MPa
余震③	2009.8.13　18:11	4.5	3.90×10^{15}Nm	2.9 MPa

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

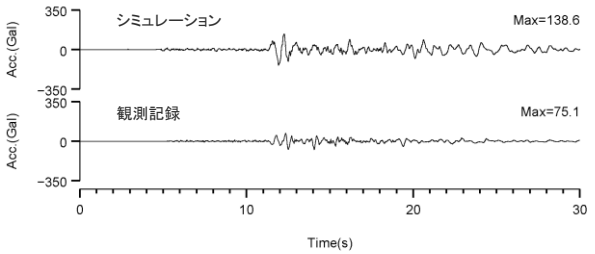
・下線（　）は、一部修正箇所を示す。

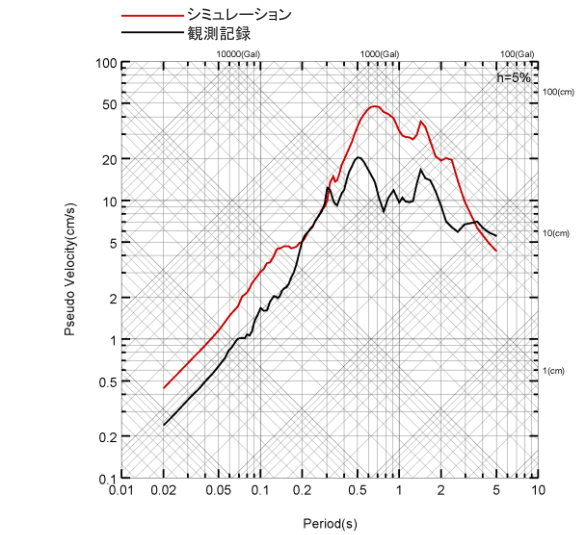
<補足説明資料④-23 2009年駿河湾の地震（本震）の震源特性>

第253回
資料2-2 p.10一部修正

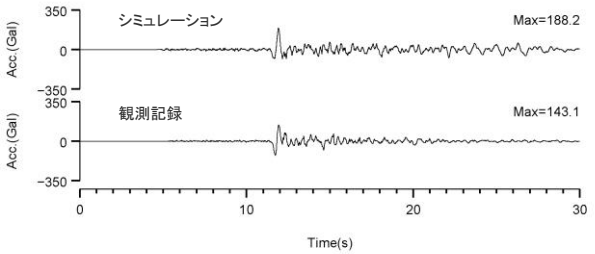
経験的グリーン関数法による特性化震源モデルの作成
（敷地内（3G1）のシミュレーション）

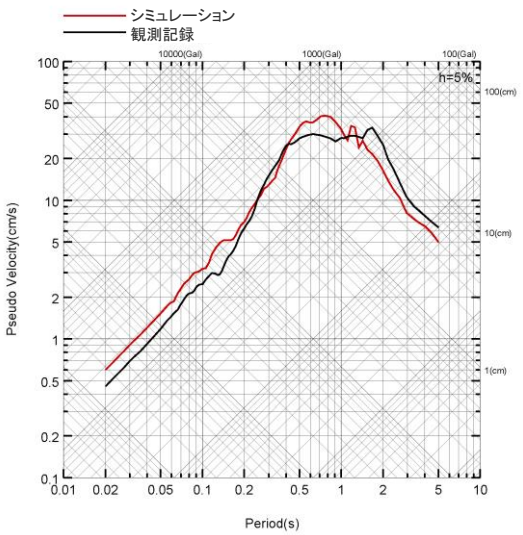
○敷地内の3G1観測点において、経験的グリーン関数法による2009年駿河湾の地震（本震）のシミュレーション結果は、特に大きなパルス波が見られたPEW方向で観測記録を再現している。



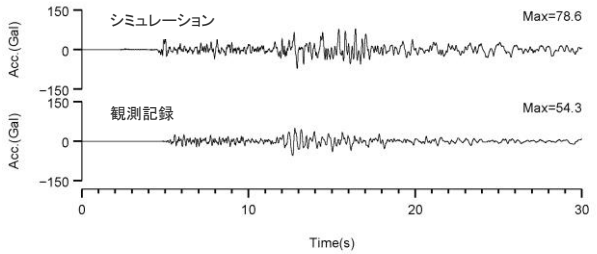


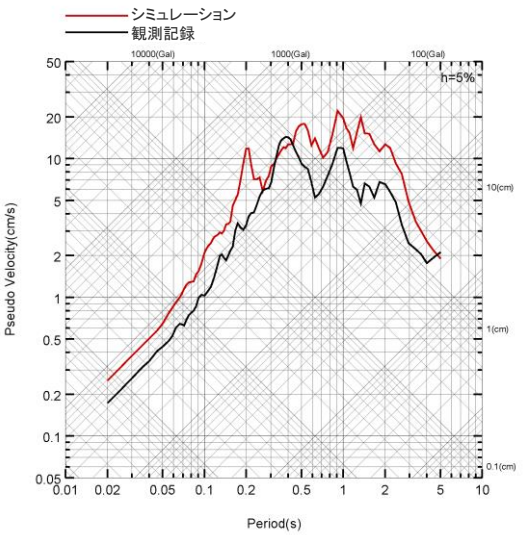
（PNS方向）





（PEW方向）





（UD方向）

<経験的グリーン関数法によるシミュレーション結果と観測記録との比較（3G1）>
（上図：加速度時刻歴波形、下図：応答スペクトル）

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

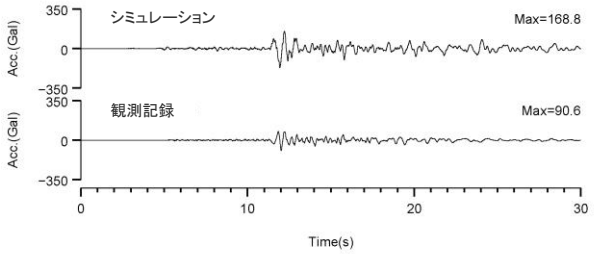
・下線（＿＿）は、一部修正箇所を示す。

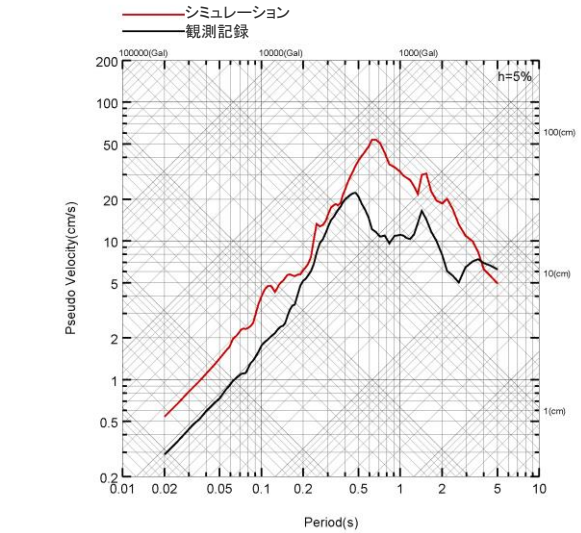
<補足説明資料④-23 2009年駿河湾の地震（本震）の震源特性>

第253回
資料2-2 p.11一部修正

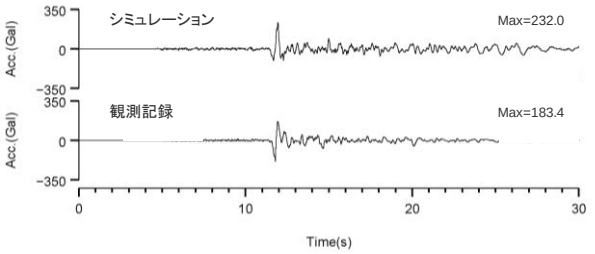
経験的グリーン関数法による特性化震源モデルの作成
（敷地内（4G1）のシミュレーション）

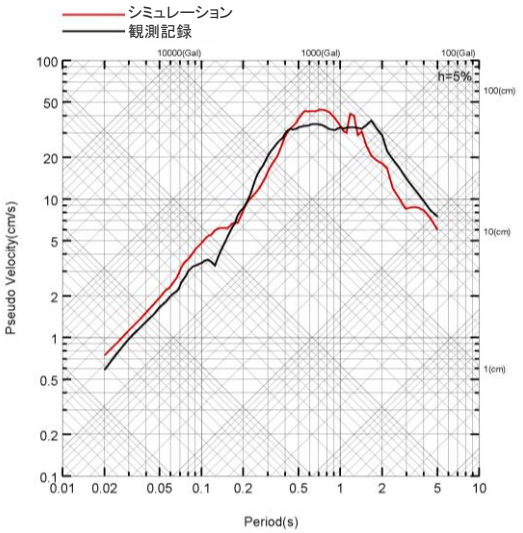
○敷地内の4G1観測点において、経験的グリーン関数法による2009年駿河湾の地震（本震）のシミュレーション結果は、特に大きなパルス波が見られたPEW方向で観測記録を再現している。



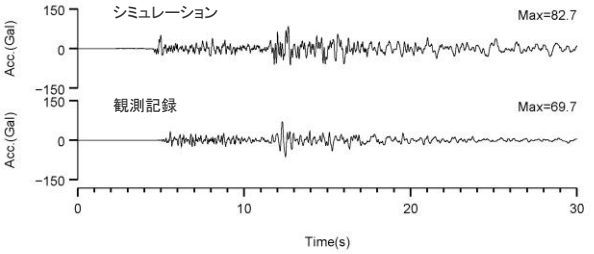


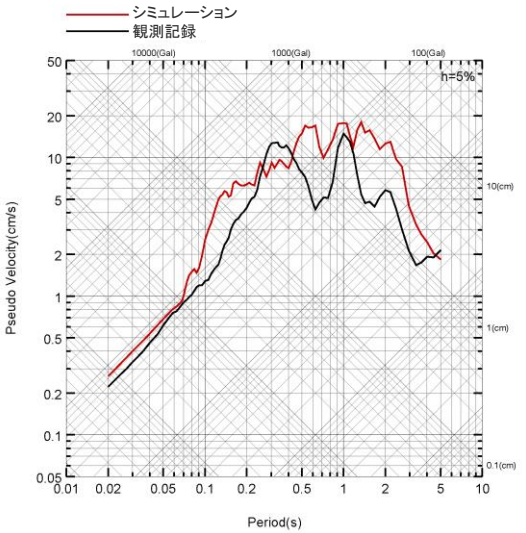
（PNS方向）





（PEW方向）





（UD方向）

<経験的グリーン関数法によるシミュレーション結果と観測記録との比較（4G1）>
（上図：加速度時刻歴波形、下図：応答スペクトル）

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

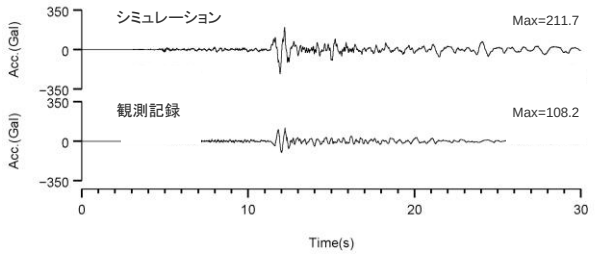
・下線（　）は、一部修正箇所を示す。

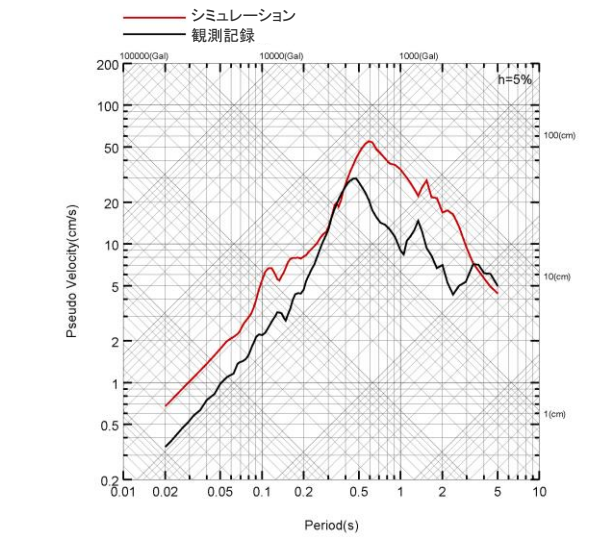
<補足説明資料④-23 2009年駿河湾の地震（本震）の震源特性>

第253回
資料2-2 p.12一部修正

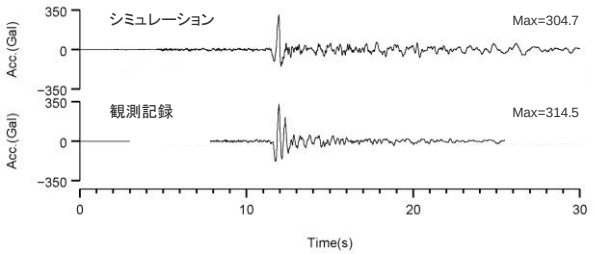
経験的グリーン関数法による特性化震源モデルの作成
（敷地内（5G1）のシミュレーション）

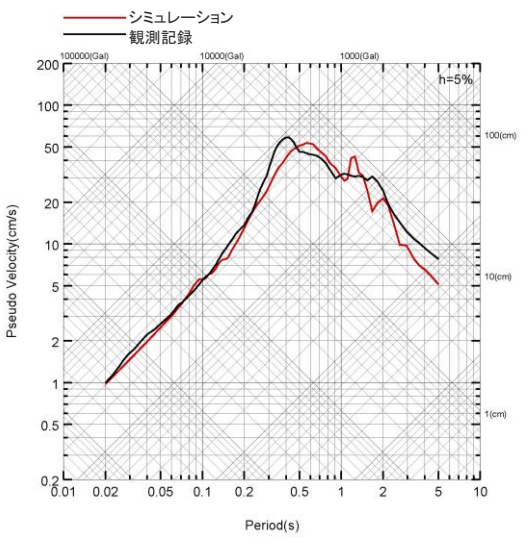
○敷地内の5G1観測点において、経験的グリーン関数法による2009年駿河湾の地震（本震）のシミュレーション結果は、特に大きなパルス波が見られたPEW方向で観測記録を再現している。



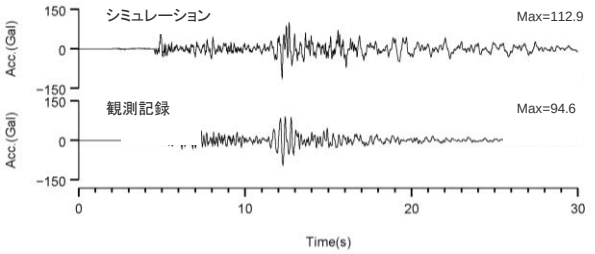


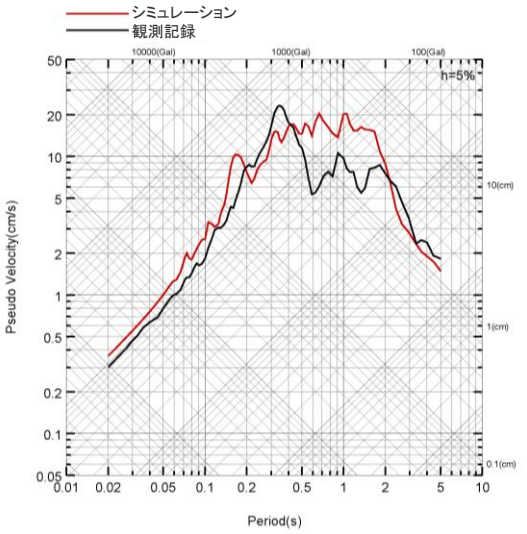
（PNS方向）





（PEW方向）





（UD方向）

<経験的グリーン関数法によるシミュレーション結果と観測記録との比較（5G1）>
（上図：加速度時刻歴波形、下図：応答スペクトル）

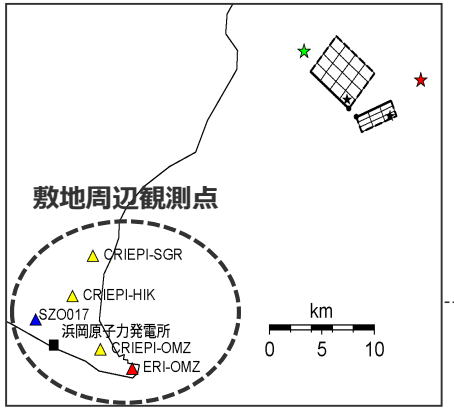
Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

・下線（＿＿）は、一部修正箇所を示す。

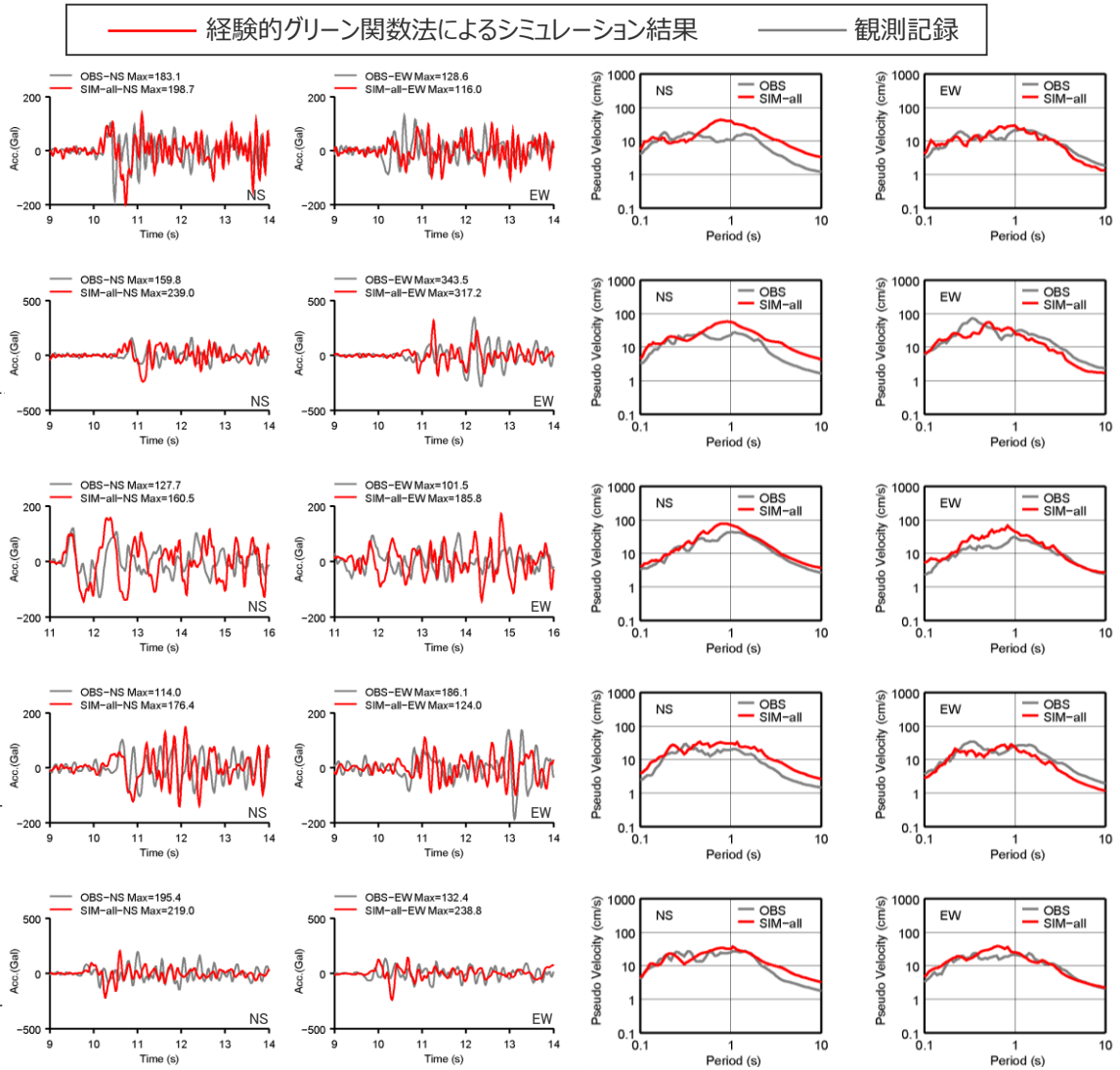
<補足説明資料④-23 2009年駿河湾の地震（本震）の震源特性>

第253回
資料2-2 p.13一部修正

経験的グリーン関数法による特性化震源モデルの作成
（敷地周辺観測点のシミュレーション）



○敷地周辺の観測点において、経験的グリーン関数法による2009年駿河湾の地震（本震）のシミュレーション結果は観測記録を概ね再現している。



<経験的グリーン関数法によるシミュレーション結果と観測記録との比較（敷地周辺）>
（左図：加速度時刻歴波形、右図：応答スペクトル）

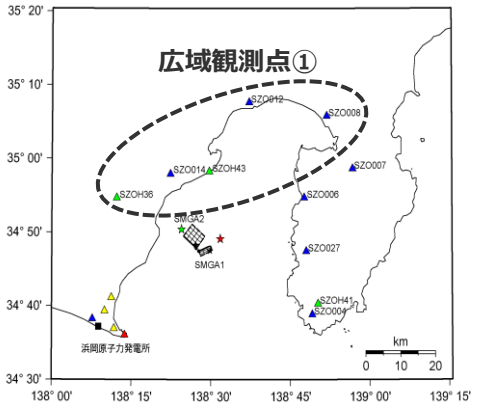
Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

・下線（＿＿）は、一部修正箇所を示す。

<補足説明資料④-23 2009年駿河湾の地震（本震）の震源特性>

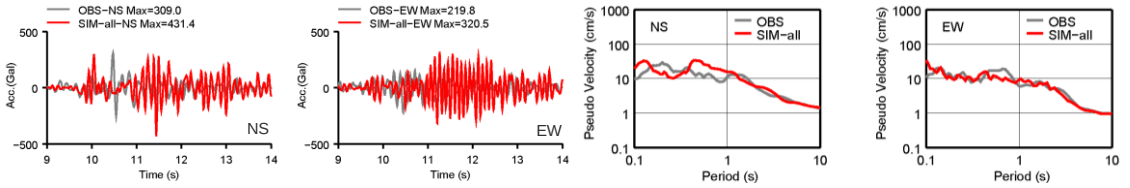
第253回
資料2-2 p.14一部修正

経験的グリーン関数法による特性化震源モデルの作成
（広域観測点①のシミュレーション）

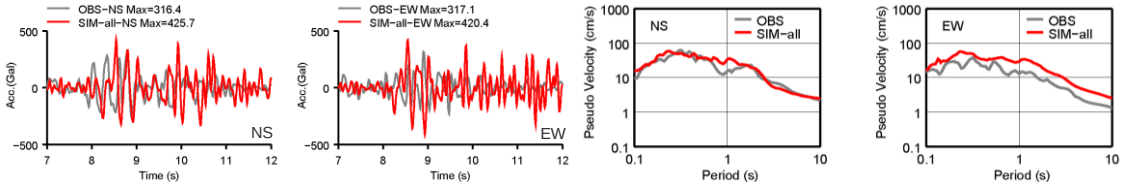


経験的グリーン関数法によるシミュレーション結果　観測記録

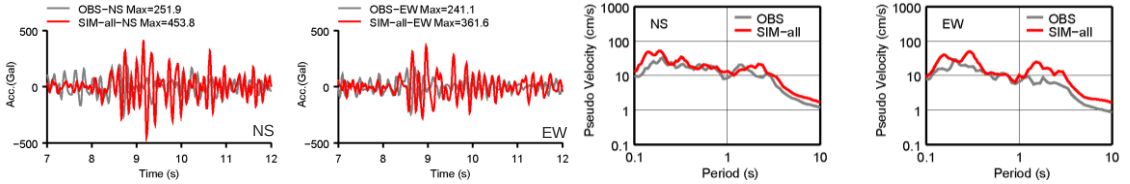
KiK-net藤枝（SZOH36）



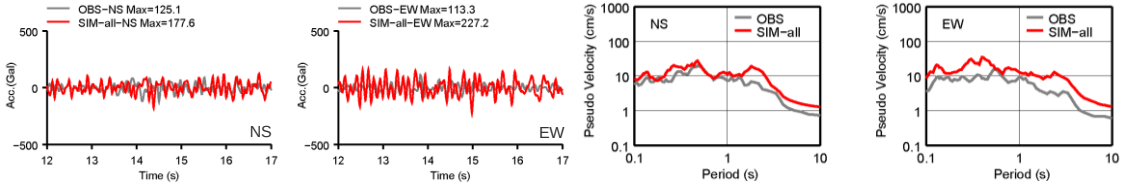
K-NET静岡（SZO014）



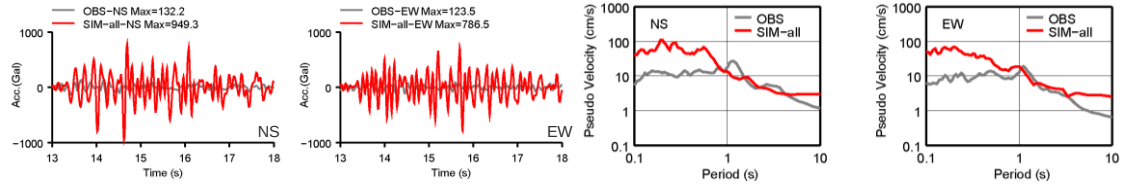
KiK-net清水南（SZOH43）



K-NET蒲原（SZO012）



K-NET沼津（SZO008）



○広域観測点①において、経験的グリーン関数法による2009年駿河湾の地震（本震）のシミュレーション結果は観測記録を概ね再現している。

<経験的グリーン関数法によるシミュレーション結果と観測記録との比較（広域①）>
（左図：加速度時刻歴波形、右図：応答スペクトル）

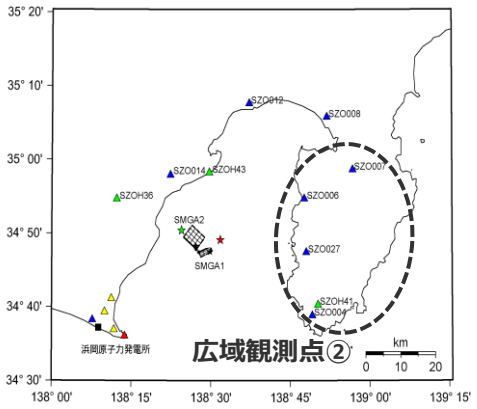
Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

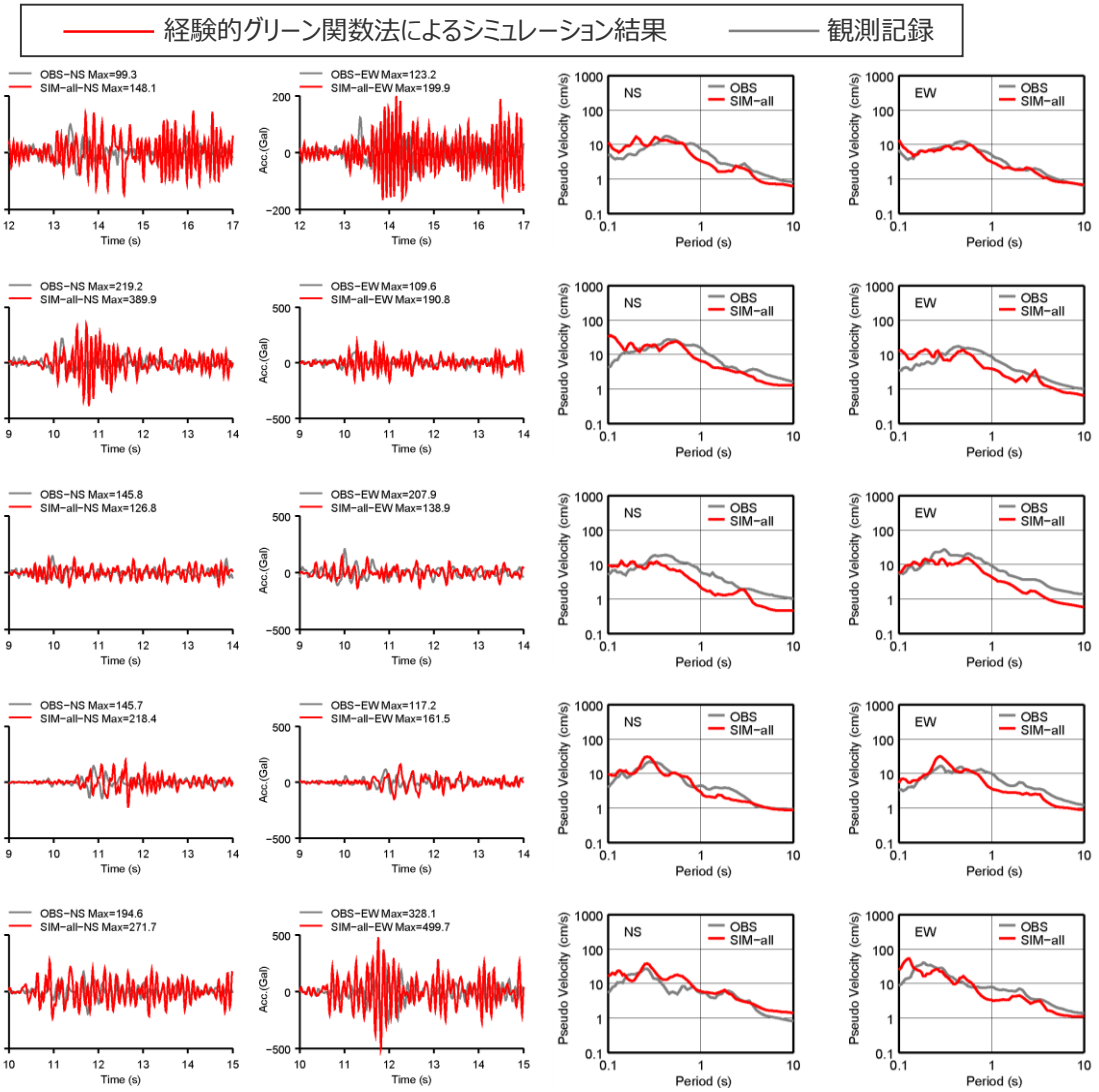
・下線（＿＿）は、一部修正箇所を示す。

<補足説明資料④-23 2009年駿河湾の地震（本震）の震源特性>

第253回
資料2-2 p.15一部修正

経験的グリーン関数法による特性化震源モデルの作成
（広域観測点②のシミュレーション）





○広域観測点②において、経験的グリーン関数法による2009年駿河湾の地震（本震）のシミュレーション結果は観測記録を概ね再現している。

<経験的グリーン関数法によるシミュレーション結果と観測記録との比較（広域②）>
（左図：加速度時刻歴波形、右図：応答スペクトル）

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

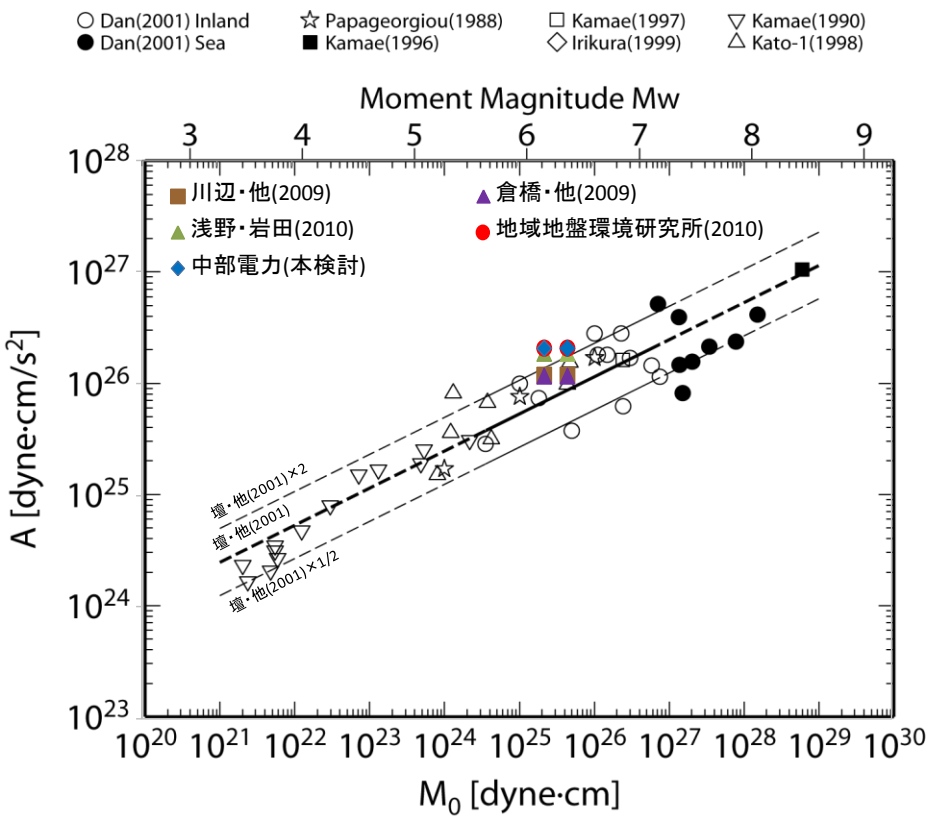
・下線（＿＿）は、一部修正箇所を示す。

<補足説明資料④-23 2009年駿河湾の地震（本震）の震源特性>

第253回
資料2-2 p.16一部修正

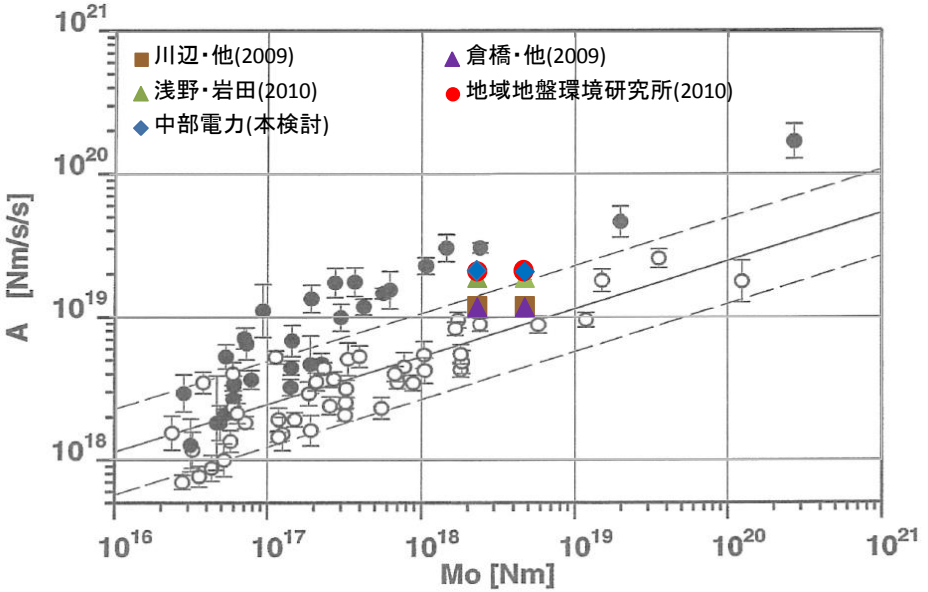
経験的グリーン関数法による特性化震源モデルの作成
（既往研究との比較（地震モーメントと短周期レベルとの関係））

○本検討における特性化震源モデルの短周期レベルは、既往の研究成果と概ね整合している。



<壇・他(2001)による地震モーメントと短周期レベルとの関係>
（壇・他(2001)に各文献・当社作成モデルの
地震モーメント－短周期レベル関係を加筆）

	地震モーメント	Mw
F-net	2.25×10^{18}Nm	6.2
鈴木・他(2009)	4.6×10^{18}Nm	6.4



<笹谷・他(2006)による地震モーメントと短周期レベルとの関係>
（笹谷・他(2006)に各文献・当社作成モデルの
地震モーメント－短周期レベル関係を加筆）

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

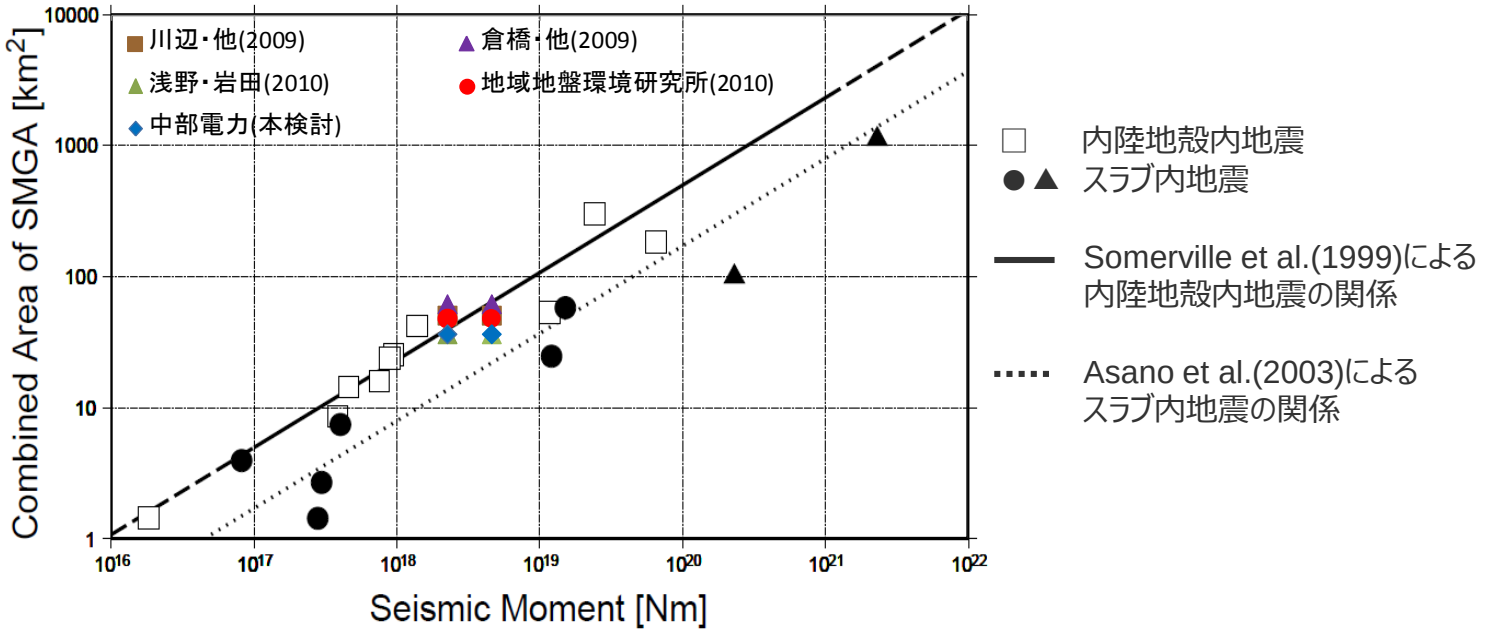
<補足説明資料④-23 2009年駿河湾の地震（本震）の震源特性>

第253回
資料2-2 p.17一部修正

経験的グリーン関数法による特性化震源モデルの作成
（既往研究との比較（地震モーメントとアスペリティ面積との関係））

○本検討における特性化震源モデルのアスペリティ面積は、既往の研究成果と概ね整合している。

	地震モーメント	Mw
F-net	2.25×10^{18}Nm	6.2
鈴木・他(2009)	4.6×10^{18}Nm	6.4



<Asano et al.(2003)による地震モーメントとアスペリティ面積との関係>
（Asano et al.(2003)に各文献・当社作成モデルの地震モーメントーアスペリティ面積関係を加筆）

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

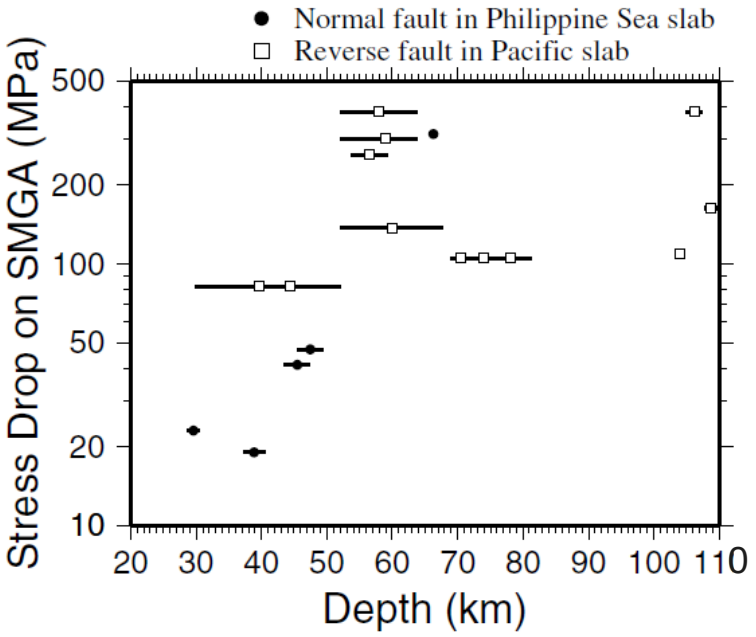
・下線（＿＿）は、一部修正箇所を示す。

補足説明資料④-24
スラブ内地震の短周期地震波の励起特性

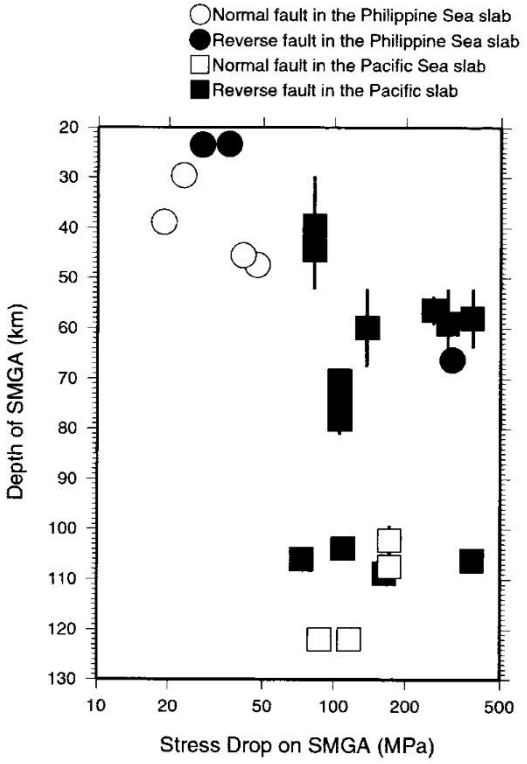
Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

Asano et al.(2004)等

○スラブ内地震は内陸地殻内地震やプレート間地震に比べ、応力降下量及び短周期レベルが大きいため、短周期地震波の励起特性も大きい。
○Asano et al.(2004)、浅野・岩田(2010)では、フィリピン海プレート及び太平洋プレートで発生したスラブ内地震を対象として、複数の特性化震源モデル等に基づく強震動生成域の応力降下量と震源深さとの関係を検討している。
○その結果によると、震源深さが深くなるにつれて、応力降下量が大きくなる深さ依存性が見られる。



（Asano et al.(2004)による）



（浅野・岩田(2010)による）

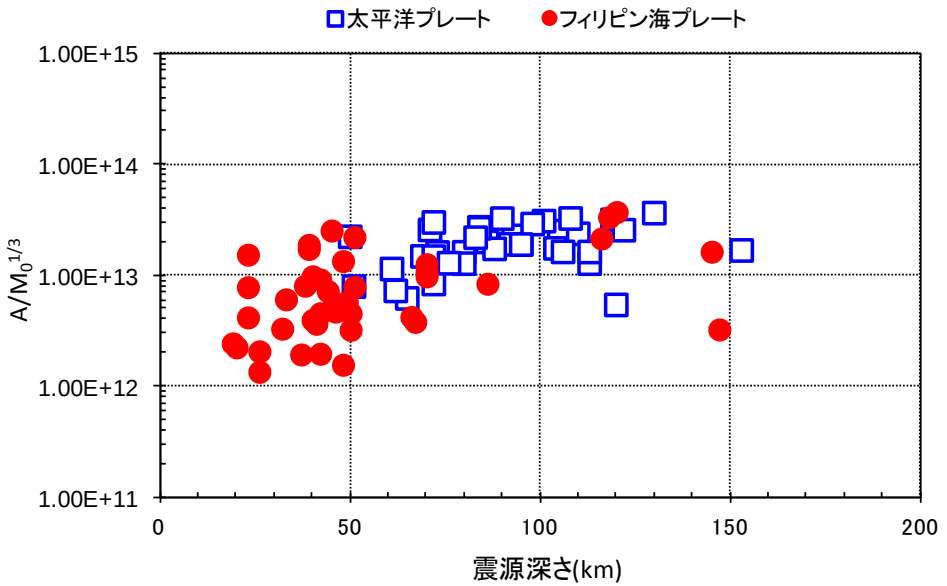
＜スラブ内地震における強震動生成域の応力降下量と震源深さとの関係＞

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

池田(2010a)等

第253回
資料2-1 p.47一部修正

○池田(2010a)等では、フィリピン海プレート及び太平洋プレートで発生した複数のスラブ内地震を対象として、地震観測記録に基づき短周期レベルを推定している。
○この池田(2010a)等による検討結果に対し、同様の方法を用いて敷地周辺で発生した地震を検討した結果を加えて、短周期レベルと震源深さとの関係を検討した。
○その結果によると、太平洋プレートで発生したスラブ内地震については、深さ50km以深しかデータはないが、フィリピン海プレートで発生したスラブ内地震については、震源深さが深くなるにつれて、短周期レベルが大きくなる深さ依存性が見られる。



<スラブ内地震における短周期レベルと震源深さとの関係>
(池田(2010a)等及び同様の方法を用いて敷地周辺で発生した地震を検討した結果による)

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

神田・武村(2013)

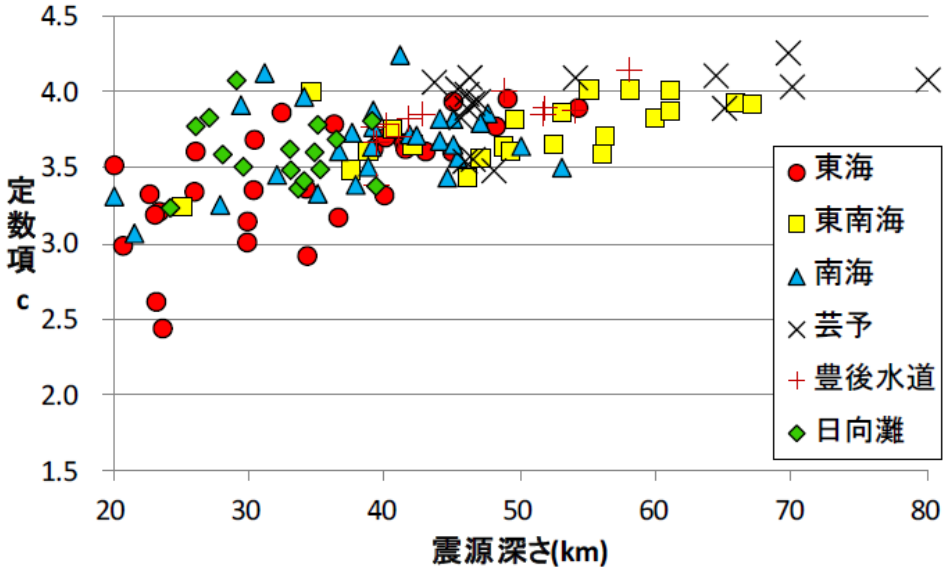
○神田・武村(2013)では、フィリピン海プレートで発生した複数のスラブ内地震を対象として、震度の距離減衰式の定数項cを算出しており、これは震源距離や地震規模の影響を除いた短周期地震波の励起特性を示すとしている。
○この定数項cと震源深さとの関係によると、震源深さが深くなるにつれて、短周期地震波の励起特性を示す定数項cが大きくなる深さ依存性が見られる。

⇒以上の知見によると、短周期地震波の励起特性は震源深さに依存し、深さとともに大きくなると考えられる。

震度　震源距離　マグニチュード　相対震度

$$I = -a \log X + bM_J + c + Ir$$

震源距離やマグニチュードの影響を除いた残差
＝短周期地震波の励起の大小を示す



<スラブ内地震における定数項cと震源深さとの関係>
（神田・武村(2013)による）

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

補足説明資料④-25
沈み込む海洋プレートの特徴

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

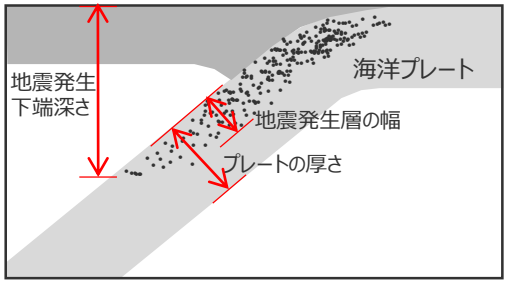
第253回
資料2-1 p.17一部修正

検討概要

沈み込む海洋プレートの特徴

○日本周辺の沈み込む海洋プレート及び世界の沈み込む海洋プレートの特徴をそれぞれ整理し、浜岡原子力発電所が位置するフィリピン海プレート（東海域）との類似性について検討する。
○フィリピン海プレート（東海域）と類似した沈み込む海洋プレートで発生した地震について検討する。

【日本周辺の沈み込む海洋プレートの検討で整理する項目】
①プレートの年代、②プレートの沈み込み速度、③プレートの形状、
④プレートの沈み込み角度、⑤プレートの厚さ、⑥地震活動、
⑦地震発生下端深さ、⑧地震発生層の幅※



【世界の沈み込む海洋プレートの検討で整理する項目】
①プレートの年代、②プレートの沈み込み速度、③プレートの沈み込み角度
④地震発生下端深さ、⑤地震発生層の幅※

※地震発生層の幅の検討では、当該プレートで発生した海洋プレート内地震の規模についても示すこととし、その際には、敷地への影響が大きい沈み込んだ海洋プレート内地震（スラブ内地震）を対象とする。

補足説明資料④-26

地震発生層の地域性を考慮した地震規模の想定

○地震規模と相関があると考えられる地震発生層の幅に着目して、地震規模と地震発生層の幅に関するスケーリング則や既往最大地震に対する適用性を検討し、フィリピン海プレート（東海域）における最大規模を想定する。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

<補足説明資料④-25 沈み込む海洋プレートの特徴>

第253回
資料2-1 p.18一部修正

日本周辺の沈み込む海洋プレートの特徴
（概要）

フィリピン海プレート及び太平洋プレート

○日本列島では、東北日本において太平洋プレートが、西南日本及び南西諸島においてフィリピン海プレートが沈み込んでいる。
○浜岡原子力発電所は、フィリピン海プレートの沈み込む西南日本の内、東海域に位置している。

フィリピン海プレート

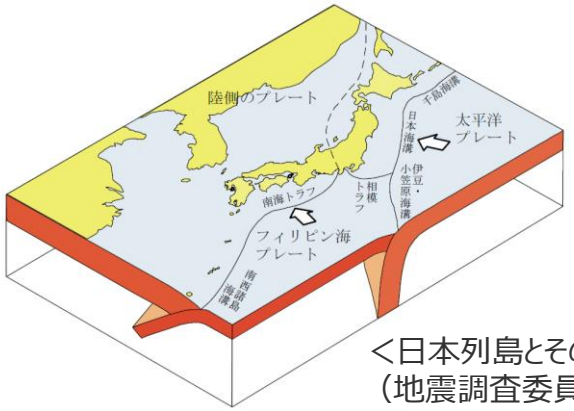
高橋(2000)

○西南日本弧では、前・中期中新世に拡大形成された若い縁海でありフィリピン海プレートの一部でもある四国海盆リソスフェアが沈み込んでいる。
○九州から琉球列島、台湾にかけては、古第三紀の形成年代を有する縁海であるフィリピン海盆が沈み込んでいる。

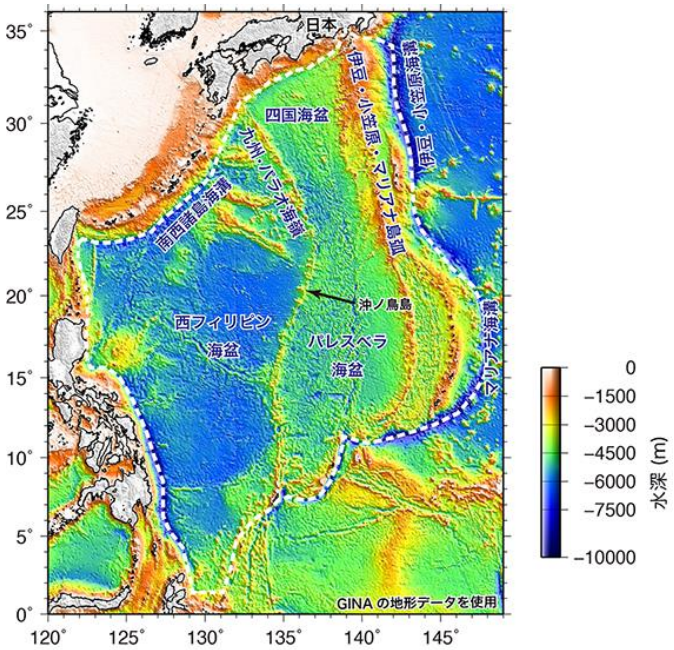
地震調査研究推進本部HP

○約1500万年前に四国海盆の拡大は止まり、西端部に九州・パラオ海嶺が地震や火山活動がほとんどない古島弧として残った。
○一方、九州・パラオ海嶺より西の、西フィリピン海盆はもっと古い岩石（3000～5000万年前）からできており、海嶺の両側で海底のできた年代が大きく違っている。
○このため、プレート内の構造も大きく異なっている。

太平洋プレート及びフィリピン海プレートの各地域（東海、紀伊、四国、九州、南西諸島）の特徴について整理する。



<日本列島とその周辺のプレート>
（地震調査委員会(2021)による）



<フィリピン海プレートの海底地形>
（地震調査研究推進本部HPによる）

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

・下線（＿＿）は、一部修正箇所を示す。

<補足説明資料④-25 沈み込む海洋プレートの特徴>

第253回
資料2-1 p.19一部修正

日本周辺の沈み込む海洋プレートの特徴
（年代）

フィリピン海プレート

○フィリピン海プレートの年代は領域により異なり、伊豆・小笠原弧では約40Ma以前、四国海盆では約27～15Ma、九州パラオ海嶺から西側では約50Ma以前となる。

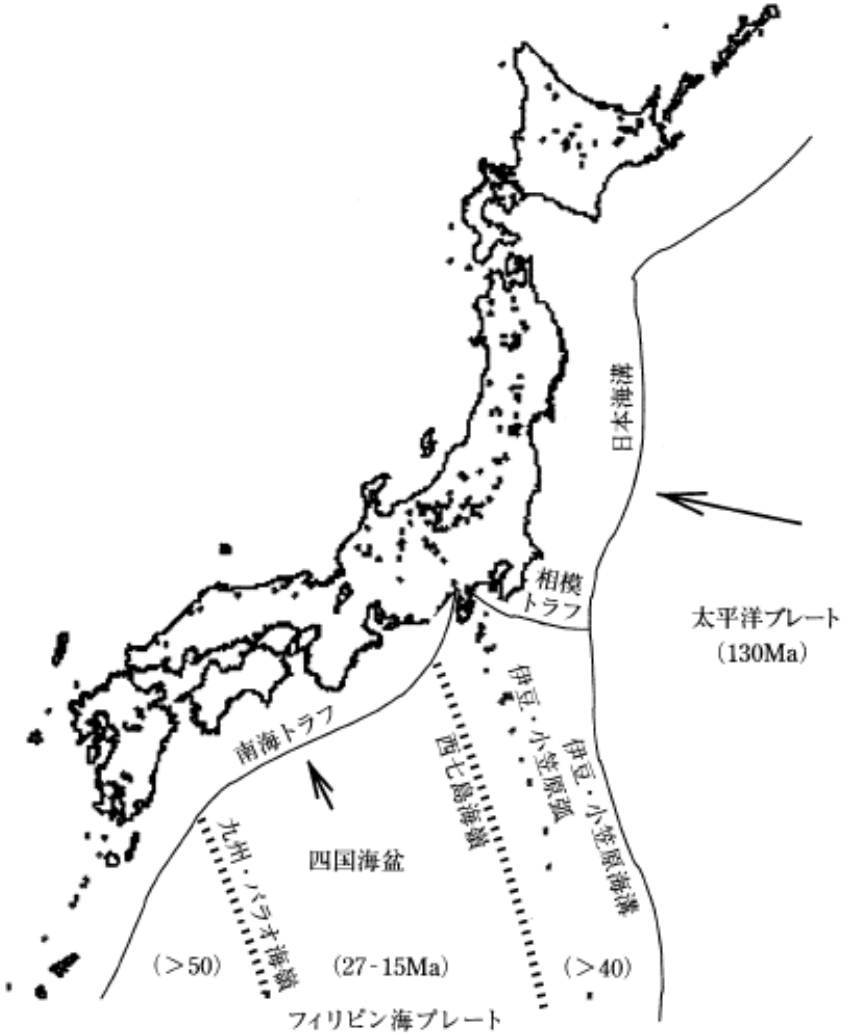
地震調査委員会(2013b)

○日向灘（九州・パラオ海嶺以東）から東海道（銭洲海嶺）周辺下のフィリピン海プレートは、現在の紀南海山列を拡大軸（海嶺）として15Maよりも拡大を続けていたと考えられており（例えば、Okino et al.(1999)）、周辺部と比べて若いプレートが沈み込んでいる。

○南海トラフから沈み込むフィリピン海プレートの年代に関する検討によると、東海域は27～9Ma、紀伊地域は19～15Ma、四国地域は27～15Maである（後述参照）。

太平洋プレート

○太平洋プレートの年代は約130Maである。



＜日本列島に沈み込むプレートの配置、構造と年代＞
（笠原・他(2003)による）

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

・下線（＿＿）は、一部修正箇所を示す。

<補足説明資料④-25 沈み込む海洋プレートの特徴>

第253回
資料2-1 p.20再掲

日本周辺の沈み込む海洋プレートの特徴
（沈み込み速度）

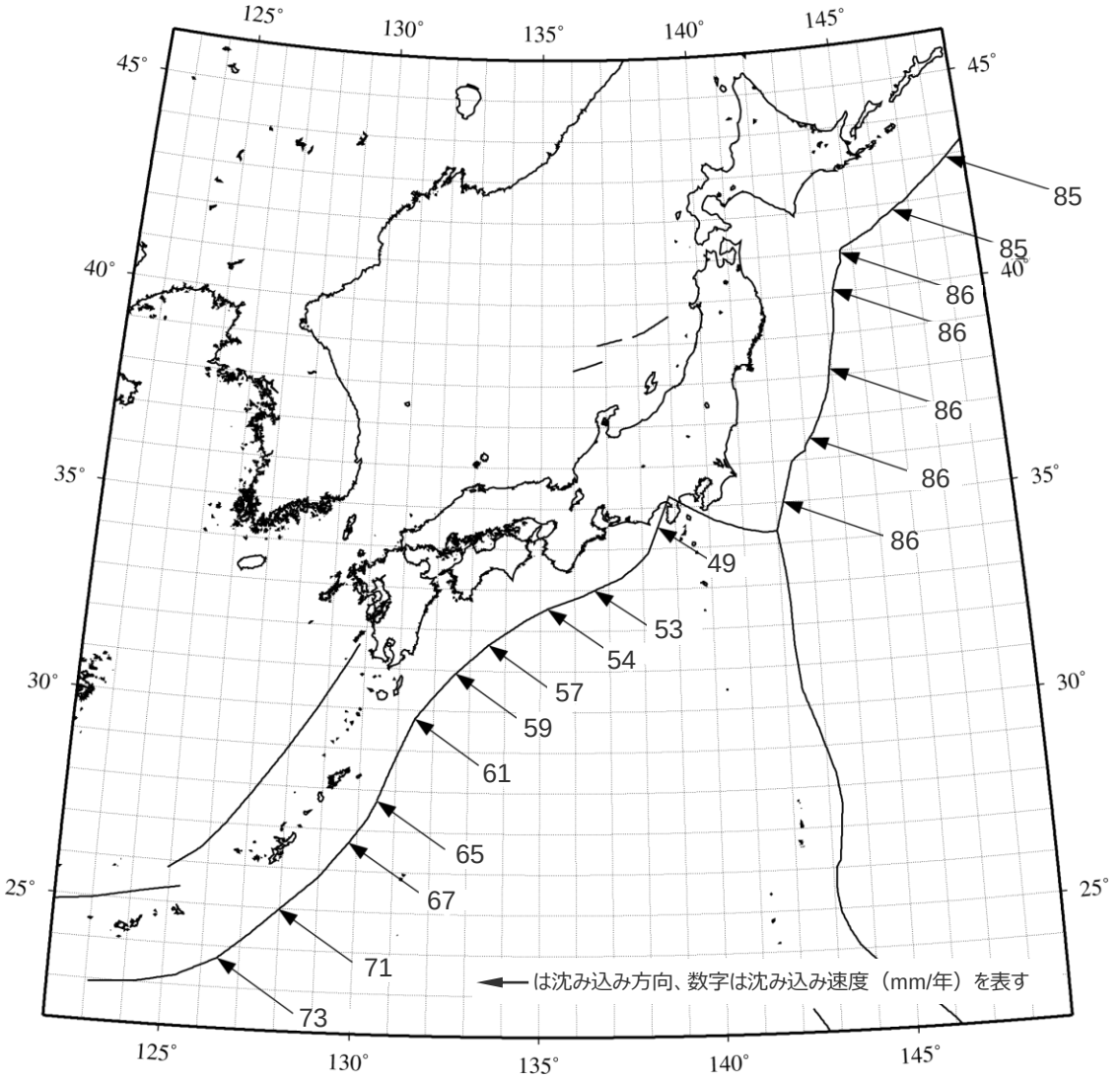
フィリピン海プレート

○フィリピン海プレートの沈み込み速度※は、東海域で49mm/年、紀伊半島付近で53mm/年、四国付近で54mm/年、九州付近で59 mm/年、南西諸島で61～73mm/年であり、南にいくほど沈み込み速度は速くなっている。

太平洋プレート

○太平洋プレートの沈み込み速度※は、カムチャッカ半島から関東まで概ね一定の速度であり、86mm/年程度である。

※海洋プレートの沈み込み速度は、GPS等の宇宙測地観測結果を使用して作成されたGEODVELモデル（Argus et al.(2010)）およびMORVELモデル（DeMets et al.(2010)）に基づき、UNAVCOのPlate Motion Calculaterプログラムを用いて算出。



<日本列島に沈み込むプレートの沈み込み速度※>

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

<補足説明資料④-25 沈み込む海洋プレートの特徴>

日本周辺の沈み込む海洋プレートの特徴
（形状）

第253回
資料2-1 p.21再掲

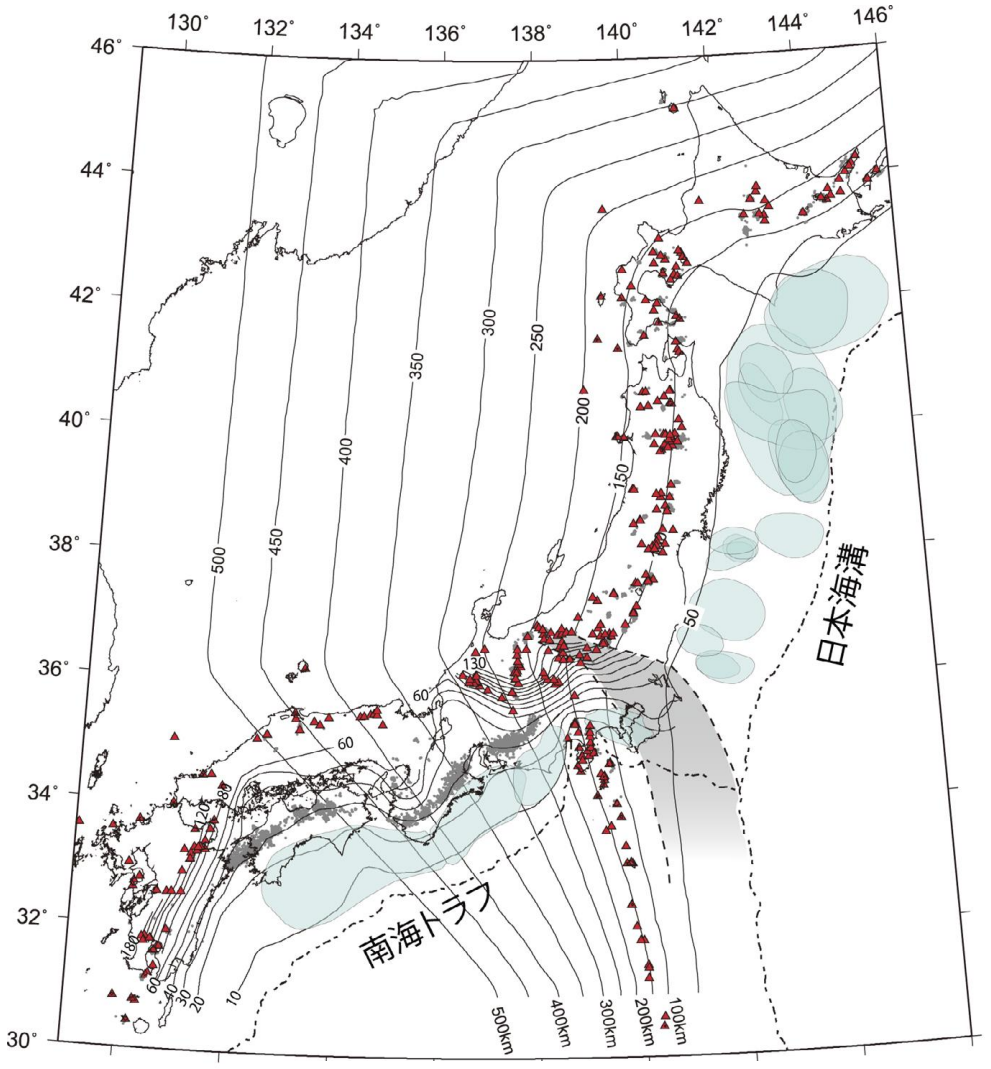
フィリピン海プレート

長谷川・他(2010)

○フィリピン海プレートは関東から九州に至る全域で裂けることなく連続して分布するが、その形状は単純ではなく、波板のように大きく変形をしている。

太平洋プレート

○太平洋プレートは北海道から東北・関東にかけて、大きく変形することなく、滑らかな形状を示しながら日本列島の下方に沈み込んでいる。



＜日本列島に沈み込むプレートの形状＞
（長谷川・他(2010)による）

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

<補足説明資料④-25 沈み込む海洋プレートの特徴>

日本周辺の沈み込む海洋プレートの特徴
（沈み込み角度）

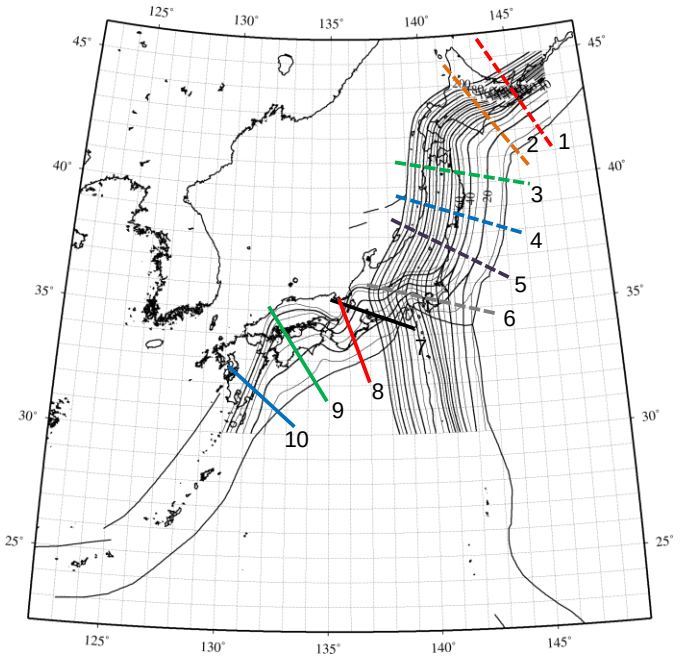
第253回
資料2-1 p.22再掲

フィリピン海プレート

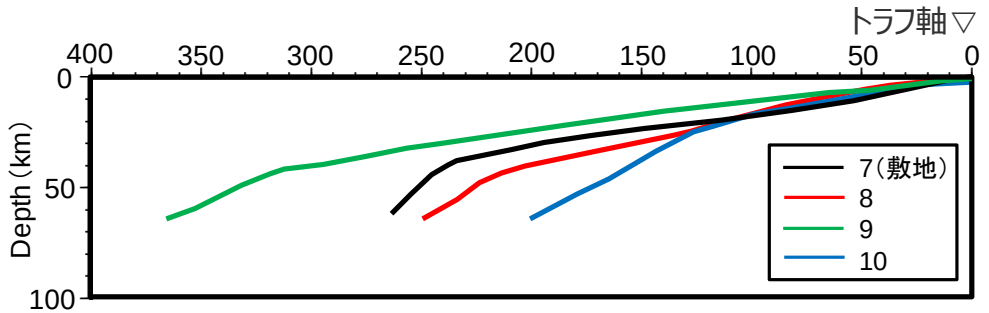
○トラフ軸から水平距離200km程度において、フィリピン海プレートは、東海～四国（No.7～9）ではほぼ一定の角度で緩やかに沈み込み、九州（No.10）では水平距離100～150km程度で沈み込み角度が変化（増加）する傾向が見られる。

太平洋プレート

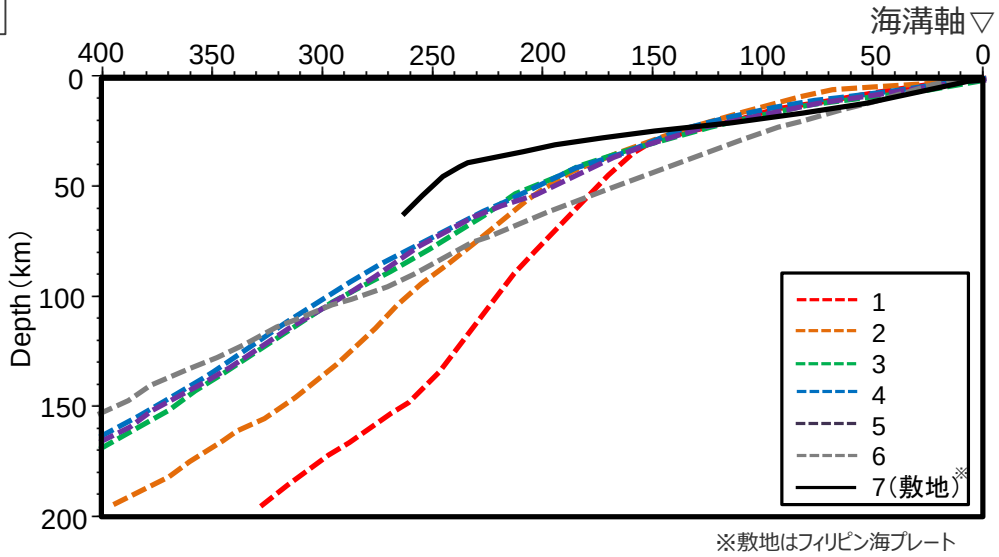
○太平洋プレート（No.1～6）は、沈み込みに伴い、沈み込み角度が徐々に増加する傾向が見られる。



（断面図の位置）



（フィリピン海プレートの比較）



※敷地はフィリピン海プレート

（太平洋プレートの比較）

＜海洋プレートの沈み込み断面図＞

・プレート境界面のデータは弘瀬冬樹HP（気象庁気象研究所地震火山研究部）による。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

<補足説明資料④-25 沈み込む海洋プレートの特徴>

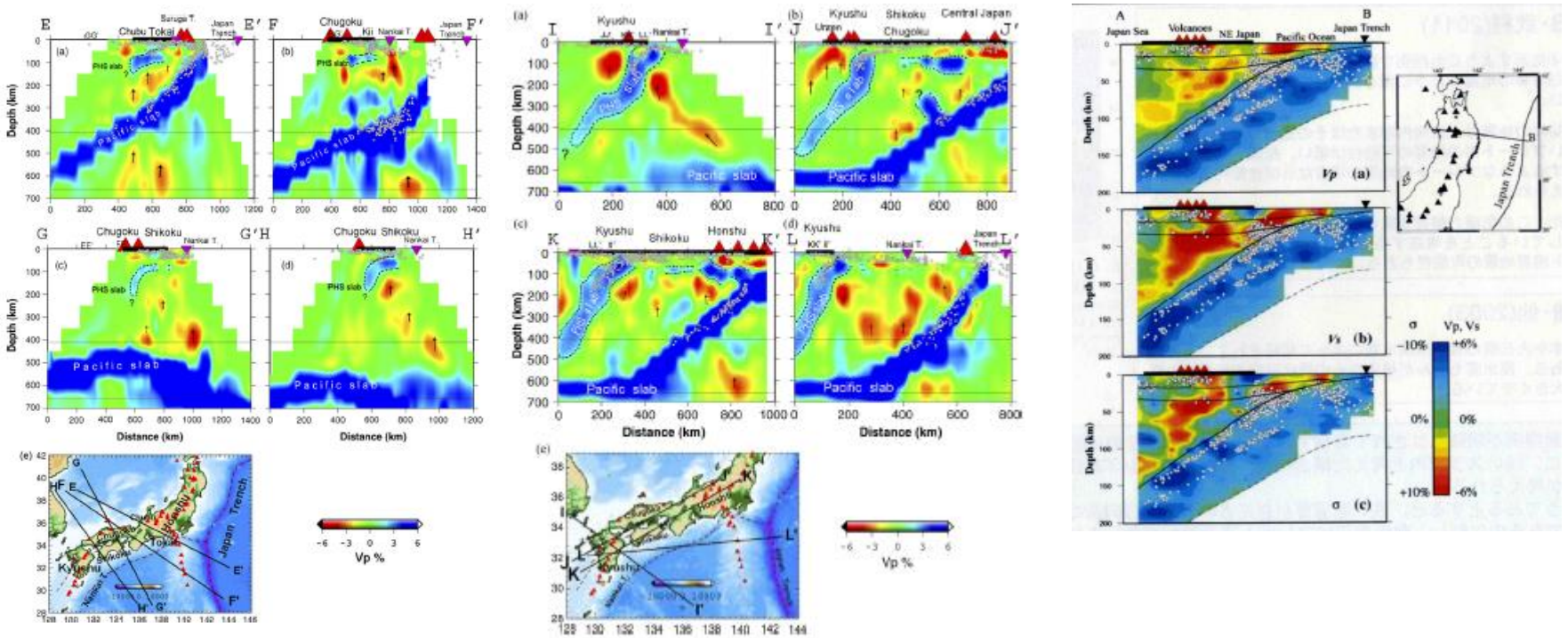
日本周辺の沈み込む海洋プレートの特徴
（厚さ）

フィリピン海プレート

Adbelwahed and Zhao(2007)
○フィリピン海プレートの厚さは、中部、東海、紀伊半島下で40km以下、四国で30～50km、九州で60km以下である。

太平洋プレート

Zhao(2009)
○スラブの厚さは年代によると考えられ、東北日本やトンガは90～100kmである。



<日本列島に沈み込むプレートの厚さ>
（Adbelwahed and Zhao(2007)、Zhao(2009)による）

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

<補足説明資料④-25 沈み込む海洋プレートの特徴>

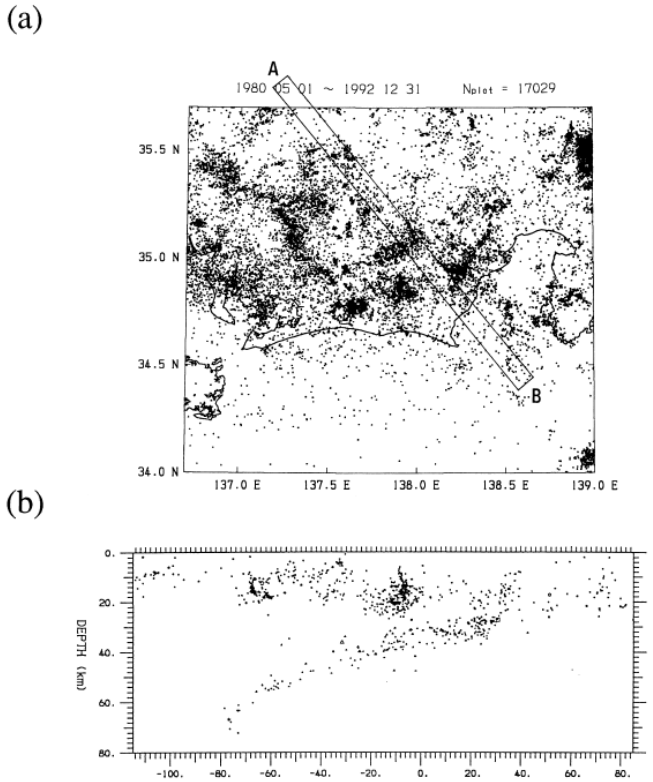
日本周辺の沈み込む海洋プレートの特徴
（地震活動）

第253回
資料2-1 p.24再掲

フィリピン海プレート：東海域

Seno et al.(1999)

○西方に傾いた深さ60kmより浅い地震活動は、一重面として続いている。

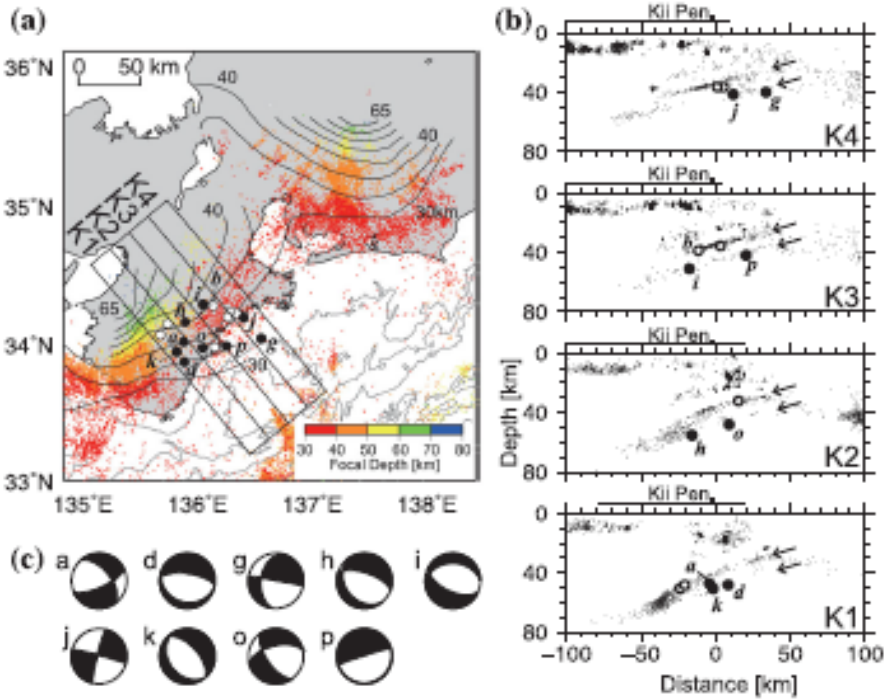


<東海域の震源分布>
（Seno et al.(2001)による）

フィリピン海プレート：紀伊半島

Miyoshi et al.(2012)

○紀伊半島下には，はっきりとした二重地震面が見られる。



<紀伊半島の震源分布>
（Miyoshi et al.(2012)による）

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

<補足説明資料④-25 沈み込む海洋プレートの特徴>

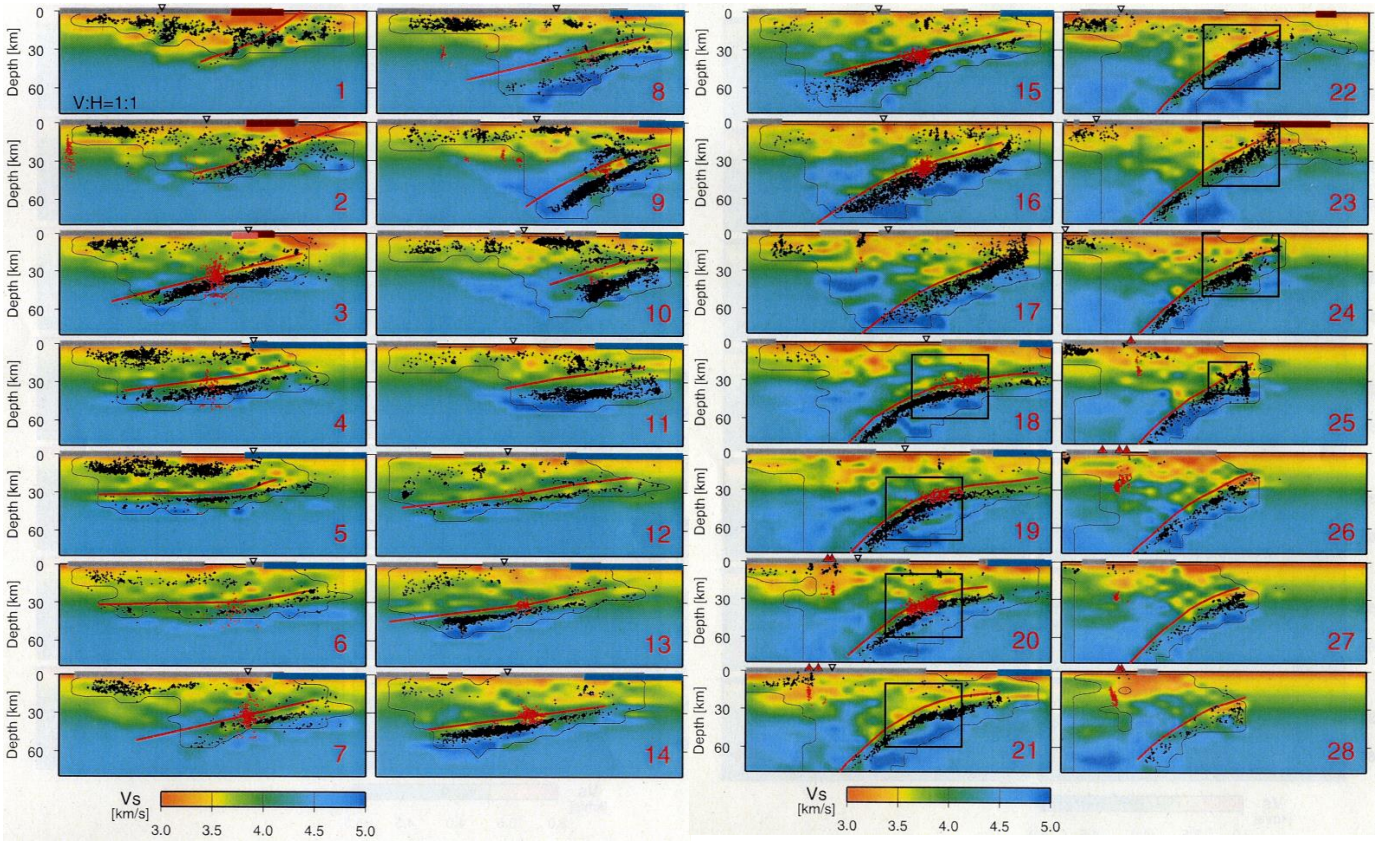
日本周辺の沈み込む海洋プレートの特徴
（地震活動）

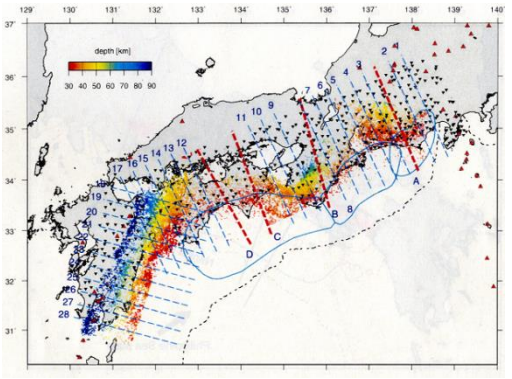
第253回
資料2-1 p.25再掲

フィリピン海プレート：東海域～九州

弘瀬・他(2007)

○二重地震面の下面は、地域によって地震活動度の違いはあるものの、伊勢湾から九州南部まで存在が読み取れる。





＜東海域から九州までの震源鉛直分布＞
（弘瀬・他(2007)による）

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

<補足説明資料④-25 沈み込む海洋プレートの特徴>

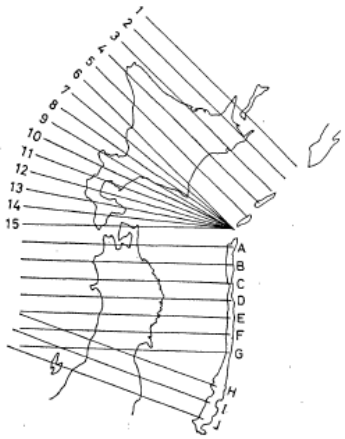
日本周辺の沈み込む海洋プレートの特徴
（地震活動）

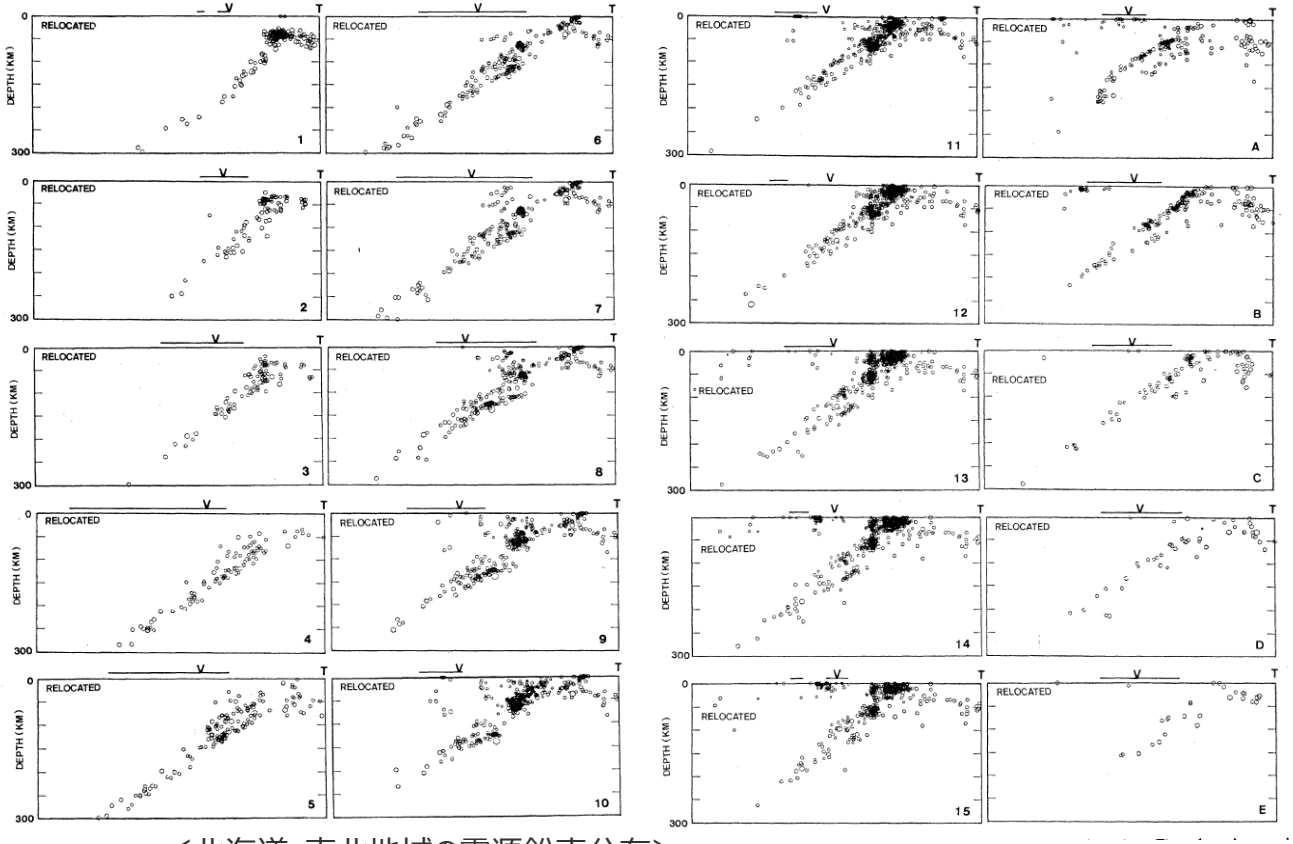
第253回
資料2-1 p.26再掲

太平洋プレート

長谷川・他(1983)

○ 得られた高精度の震源分布より、北海道から東北地方に至るはほぼ全域にわたって、二重深発地震面が連続して存在することが確かめられた。これと海野・長谷川(1962)の結果と合わせると、東北日本弧全域、千島弧との会合部、千島弧南西部(北海道)を含む海溝軸に平行に長さ1,000km以上の広い領域にわたって、二重深発地震面が連続して分布していることになる。





<北海道・東北地域の震源鉛直分布>
（長谷川・他(1983)による）

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

<補足説明資料④-25 沈み込む海洋プレートの特徴>

第253回
資料2-1 p.27一部修正

日本周辺の沈み込む海洋プレートの特徴
（地震発生下端深さ）

フィリピン海プレート

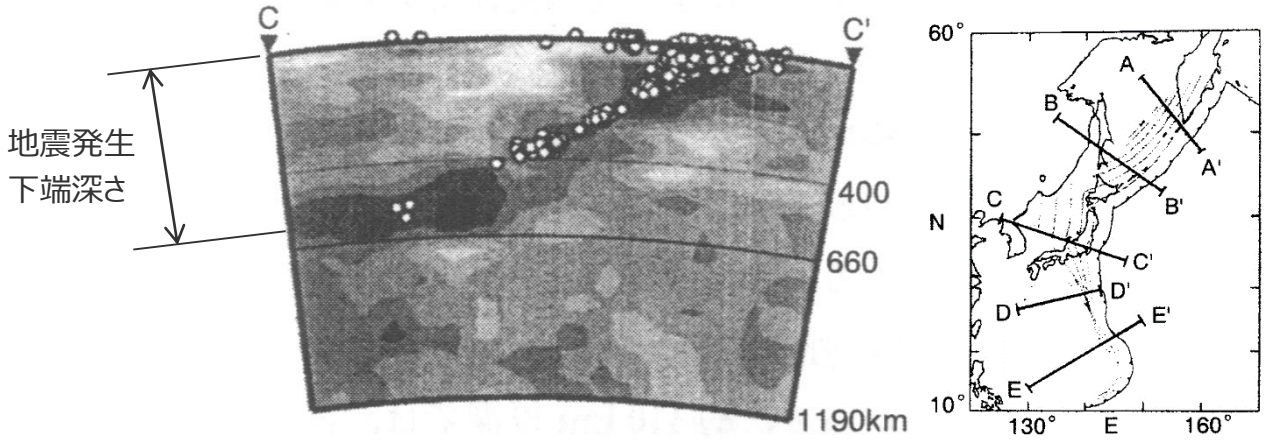
高橋(2000)

○西南日本弧では、深発地震面は、関東、中部、近畿、四国の各領域にほぼ相当する4つの大きなセグメントに分かれているが、その傾斜角はいずれも20－30度程度とゆるやかであり、またその到達深度は、中部で約60km、近畿で約70km、四国で40kmである。
○深発地震面は、中部九州では70度あまりの高角度で深さ約160km程度まで到達している。
○南九州から琉球列島北部の29°Nのトカラ海峡以北の地域では、深発地震は約70度の高角度で深度約200km付近まで達している。
○トカラ海峡以南では、沈み込み角度40-50kmとゆるやかになるが、海洋リソスフェアは深度250～300km付近まで沈み込んでいる。

太平洋プレート

高橋(2000)

○東北日本弧は、北海道中部でカムチャツカ・千島弧と、本州中部で伊豆・小笠原弧とそれぞれ会合している。東北日本弧では、深発地震面は深さ600km余りまで達している。



<地震発生下端深さ>
（高橋(2000)に地震発生下端深さの位置を加筆）

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

・下線（＿＿）は、一部修正箇所を示す。

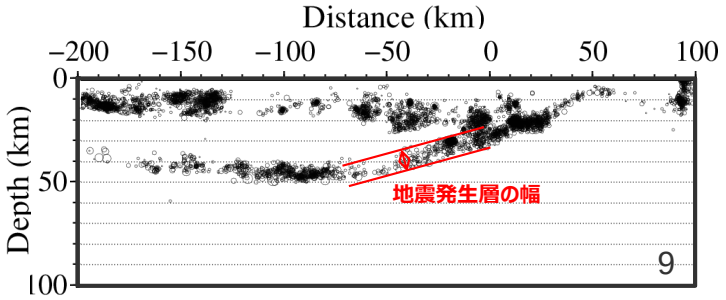
<補足説明資料④-25 沈み込む海洋プレートの特徴>

第253回
資料2-1 p.28一部修正

日本周辺の沈み込む海洋プレートの特徴
（地震発生層の幅）

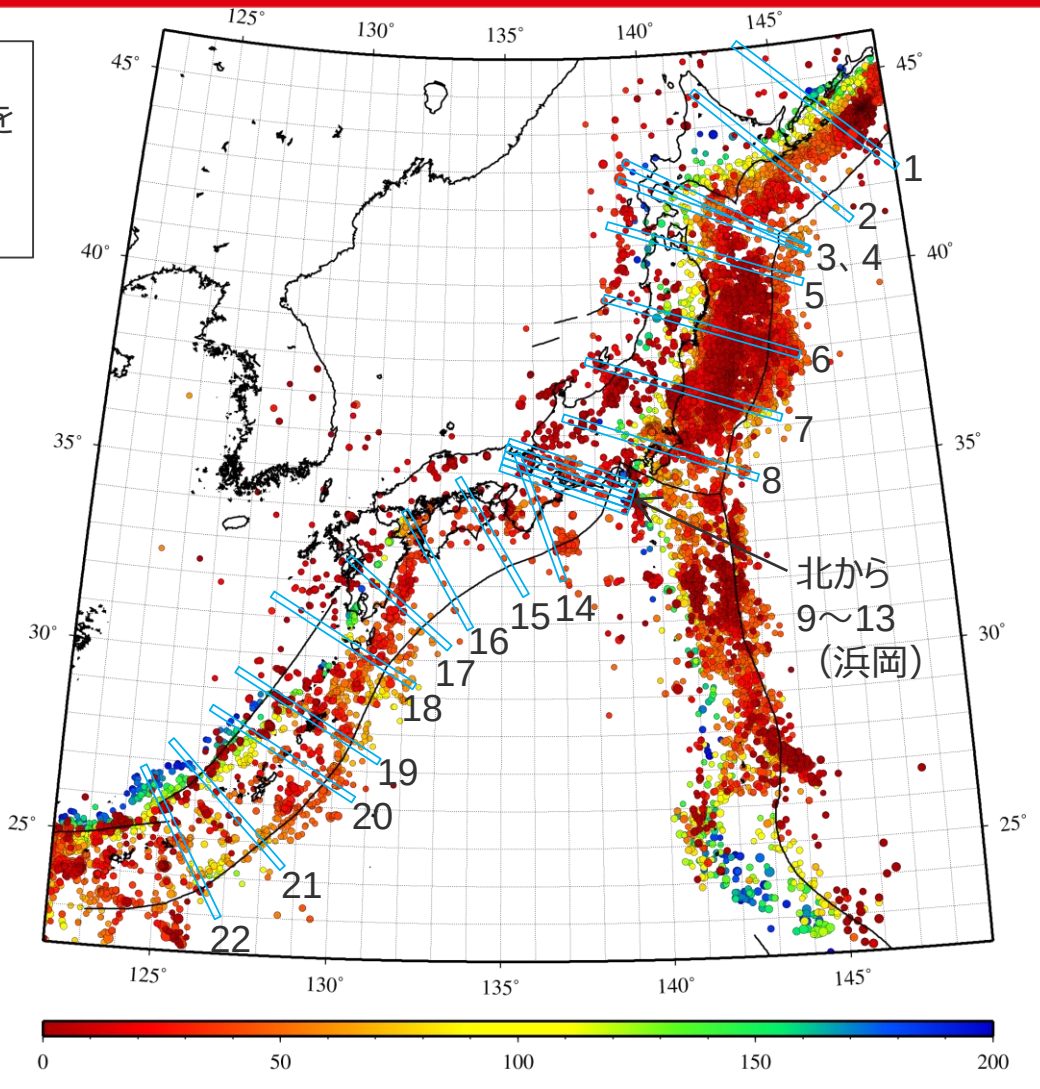
○北海道から南西諸島までを対象として、海溝（トラフ）軸に直交する方向の震源鉛直分布（No.1～22）を作成し、地震発生層の幅を測定。

⇒日本周辺の地震発生層の幅について検討。



＜地震発生層の幅の測定例＞
（震源鉛直分布：M_{JMA}≧1、深さ200km以浅）

・気象庁による「地震・火山月報（カタログ編）平成25年3月」の一元化カタログを使用。期間は1997年10月～2013年3月。
・地震発生層の幅の測定の詳細は、第253回審査会合資料2-2参照。



＜地震発生層の幅の測定位置＞
（震源平面分布：M_{JMA}≧4、深さ200km以浅）

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

・下線（＿＿）は、一部修正箇所を示す。

<補足説明資料④-25 沈み込む海洋プレートの特徴>

第253回
資料2-1 p.29一部修正

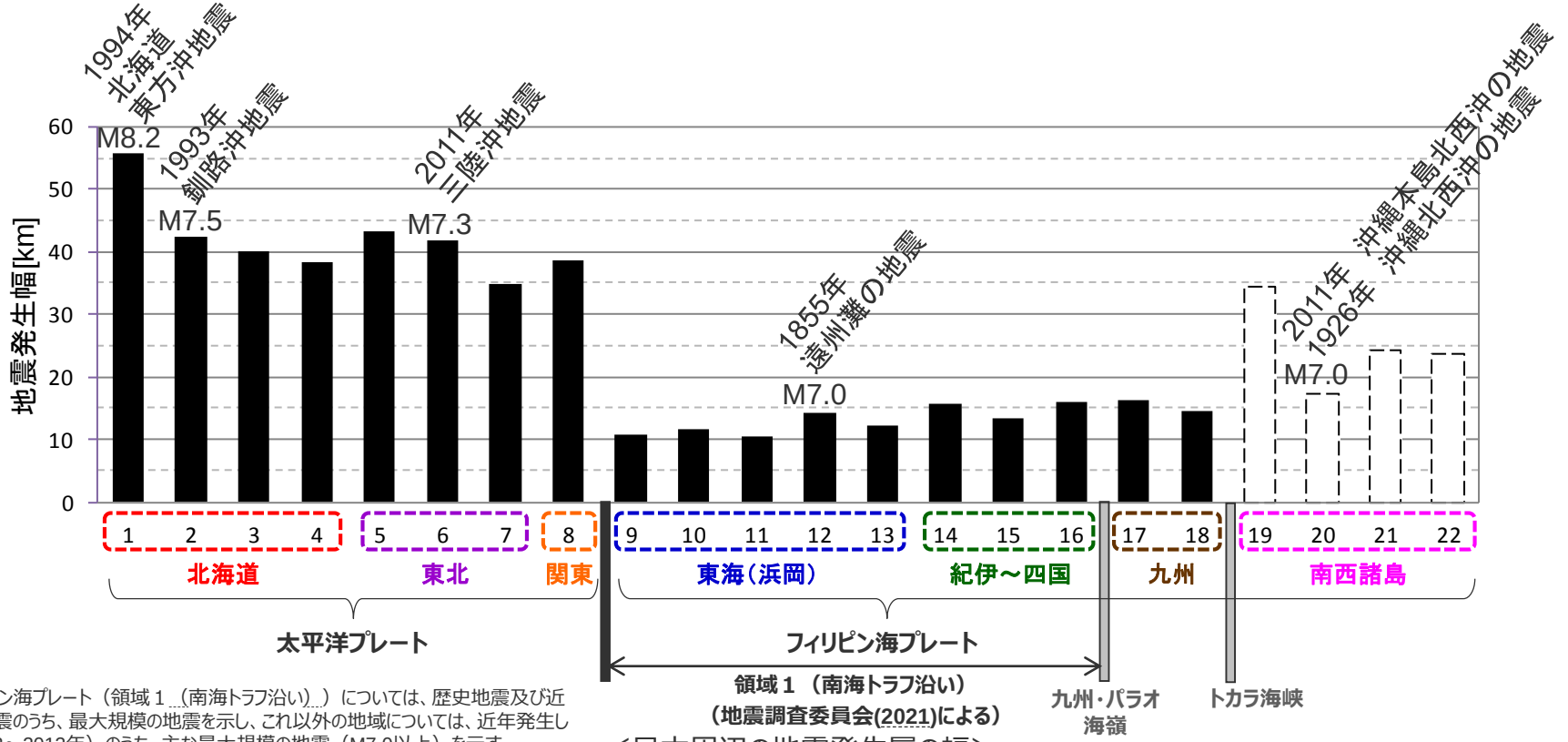
日本周辺の沈み込む海洋プレートの特徴
（地震発生層の幅）

フィリピン海プレート

○浜岡原子力発電所が位置する東海（No.9～13）から紀伊～四国～九州（No.14～18）にかけて、地震発生層の幅は10km程度であり、南西諸島（No.19～22）の地震発生層の幅は20～30km程度である。

太平洋プレート

○北海道（No.1～4）から東北（No.5～7）、関東（No.8）にかけて、地震発生層の幅は40～50km程度と厚く、規模の大きい地震が発生している。



＜日本周辺の地震発生層の幅＞

・浜岡が位置するフィリピン海プレート（領域１（南海トラフ沿い））については、歴史地震及び近年発生したスラブ内地震のうち、最大規模の地震を示し、これ以外の地域については、近年発生したスラブ内地震（1923～2012年）のうち、主な最大規模の地震（M7.0以上）を示す。
・南西諸島の地震発生層の幅については、震源鉛直分布の精度を踏まえて参考扱いとする。また、No.19で発生した1911年喜界島の地震（M8.0）については、後藤(2013)により震源再決定が行われ、プレート境界地震の可能性が高いとされている。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

・下線（＿＿）は、一部修正箇所を示す。

<補足説明資料④-25 沈み込む海洋プレートの特徴>

日本周辺の沈み込む海洋プレートの特徴（まとめ）

第482回
資料2-1 p.38一部修正

○浜岡原子力発電所が位置する東海域に沈み込むフィリピン海プレートの特徴は、東北地方に沈み込む太平洋プレートと大きく異なる。また、地震発生層が厚い太平洋プレートでは、規模の大きい地震が発生している。

フィリピン海プレートと太平洋プレートの特徴

No.	諸元	フィリピン海プレート（東海域）	太平洋プレート
1	プレート年代	27～9Ma	130Ma程度
2	沈み込み速度	49mm/年	86mm/年
3	沈み込み形状	湾曲	直線的
4	沈み込み角度	緩やかでほぼ一定	沈み込みに伴い増加
5	スラブ厚さ	40km以下	90～100km
6	地震活動	一重	二重
7	地震発生下端深さ	60km程度	600km程度
8	地震発生層の幅	10km程度	40～50km程度

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

・「赤字：修正箇所（括弧内の数字は修正前の値）」を削除。
・表中の過去審査会合での記載を削除。

<補足説明資料④-25 沈み込む海洋プレートの特徴>

日本周辺の沈み込む海洋プレートの特徴（まとめ）

第482回
資料2-1 p.39一部修正

○フィリピン海プレートの各地域の特徴について、東海～紀伊～四国にかけては類似しているが、九州・パラオ海嶺を境として変化しており、同じフィリピン海プレートにおいても、その特徴は沈み込む地域によって異なる。

フィリピン海プレートの各地域の特徴

No.	諸元	東海	紀伊	四国	九州	南西諸島
1	プレート年代	27~9Ma	19～15Ma	27～15Ma	50Ma以前	
2	沈み込み速度	49mm/年	53mm/年	54mm/年	59mm/年	61～73mm/年
3	沈み込み形状	湾曲	湾曲	湾曲・直線的	直線的	直線的
4	沈み込み角度	緩やかでほぼ一定			途中で高角に変化	緩やかに変化
5	スラブ厚さ	40km以下	40km以下	30～50km	60km以下	–
6	地震活動	一重	二重	二重	二重	–
7	地震発生の下端深さ	60km程度	70km程度	40km程度	160～200km程度	250～300km程度
8	地震発生層の幅	10km程度	10km程度	10km程度	10km程度	20-30km程度

△ 九州・パラオ海嶺　△ トカラ海峡

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

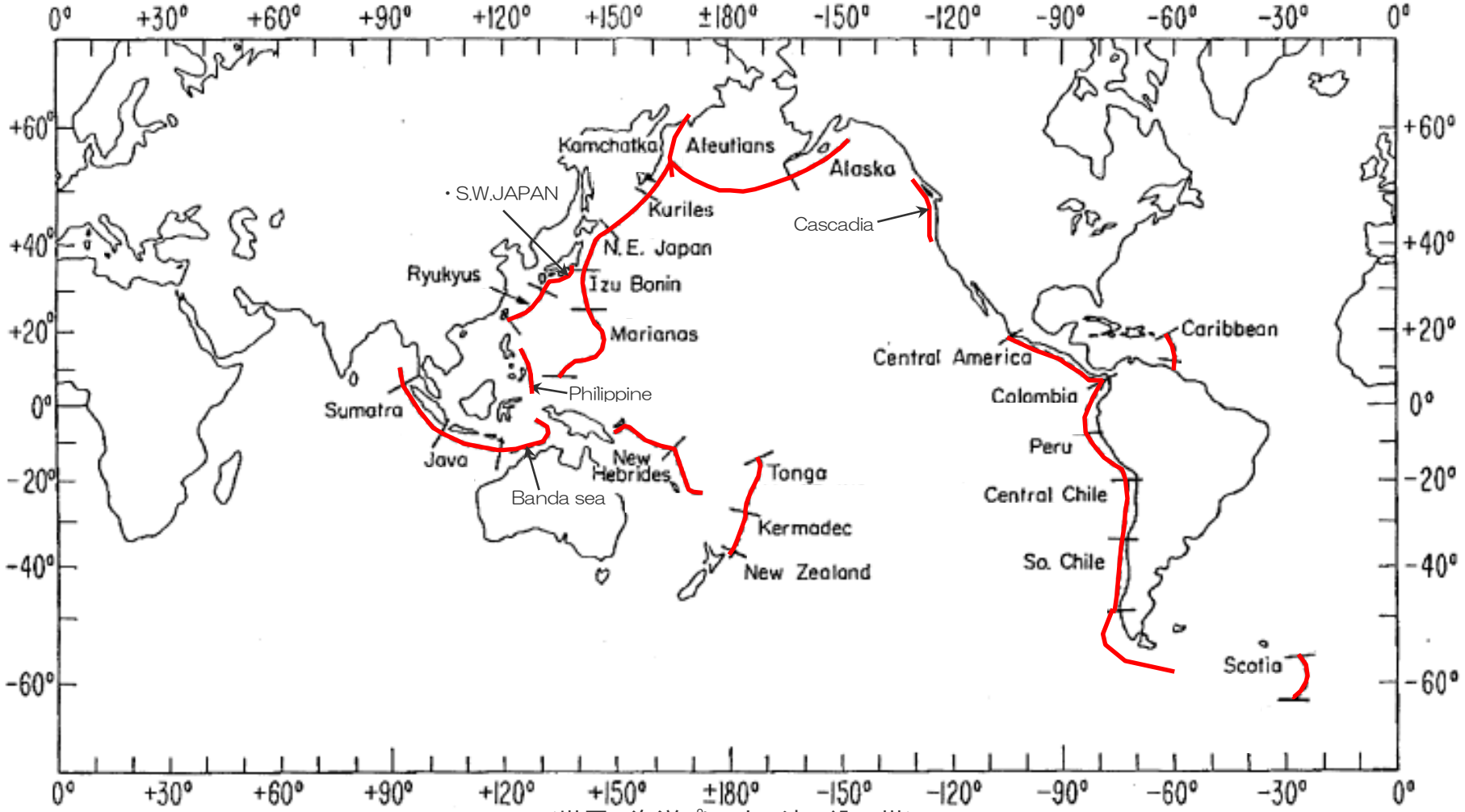
・「赤字：修正箇所（括弧内の数字は修正前の値）」を削除。
・表中の過去審査会合での記載を削除。

<補足説明資料④-25 沈み込む海洋プレートの特徴>

第253回
資料2-1 p.32一部修正

世界の沈み込む海洋プレートの特徴
（概要）

○世界の沈み込み帯毎に海洋プレートの特徴を整理して、浜岡原子力発電所が位置するS.W.Japanと類似する沈み込み帯について検討する。



<世界の海洋プレートの沈み込み帯>
（Ruff and Kanamori(1980)に沈み込み帯を表す赤線・地域名を加筆）

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

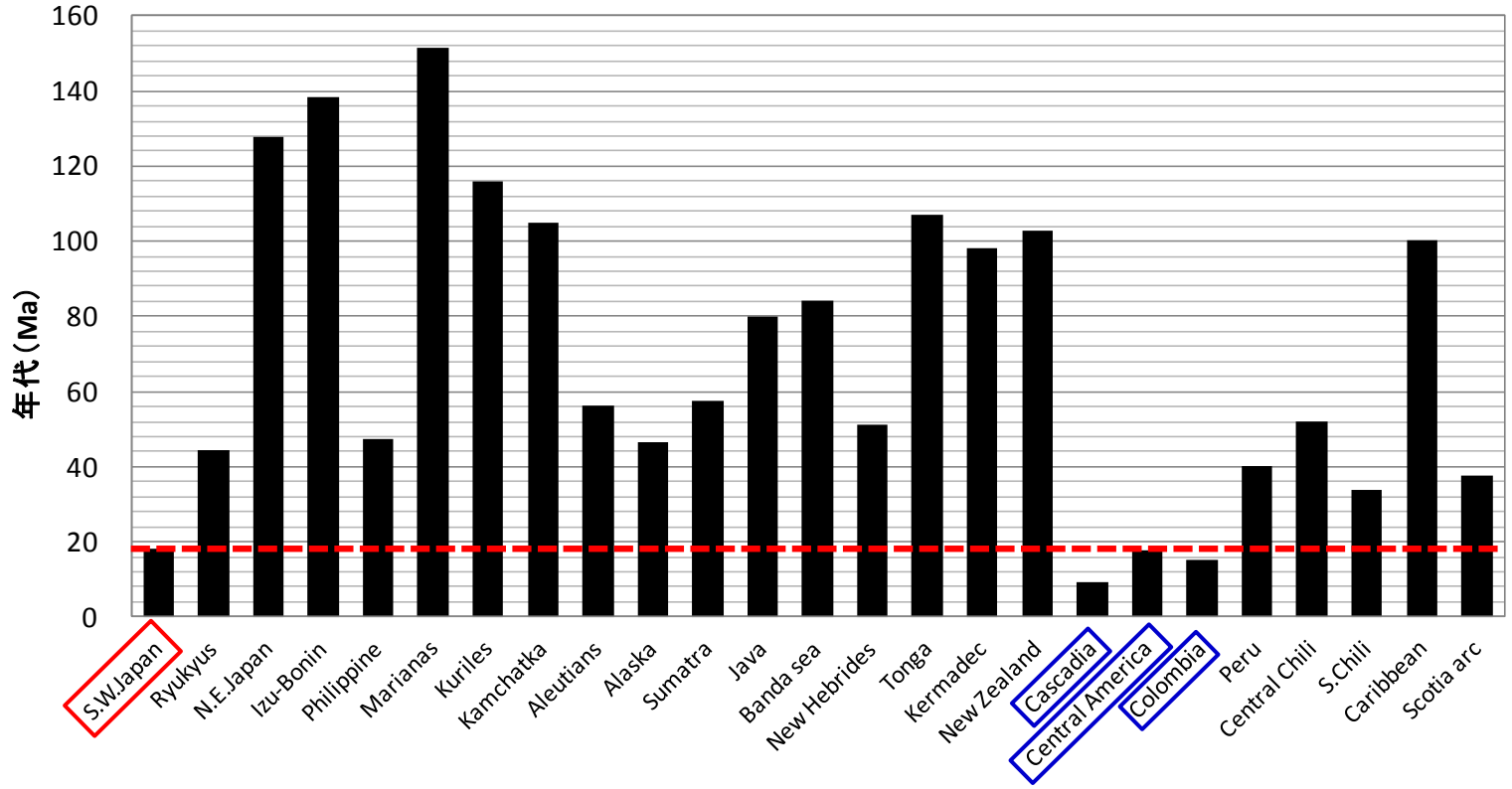
・下線（＿＿）は、一部修正箇所を示す。

<補足説明資料④-25 沈み込む海洋プレートの特徴>

第253回
資料2-1 p.33一部修正

世界の沈み込む海洋プレートの特徴
（年代）

○海洋プレートの年代は、沈み込み帯により異なり多様である。
○S.W.Japanのプレート年代は約20Maであり、これと類似する沈み込み帯はCascadia、Central America、Colombiaである。



<世界の沈み込み帯におけるプレートの年代>

•Muller et al.(1997)に基づき作成。

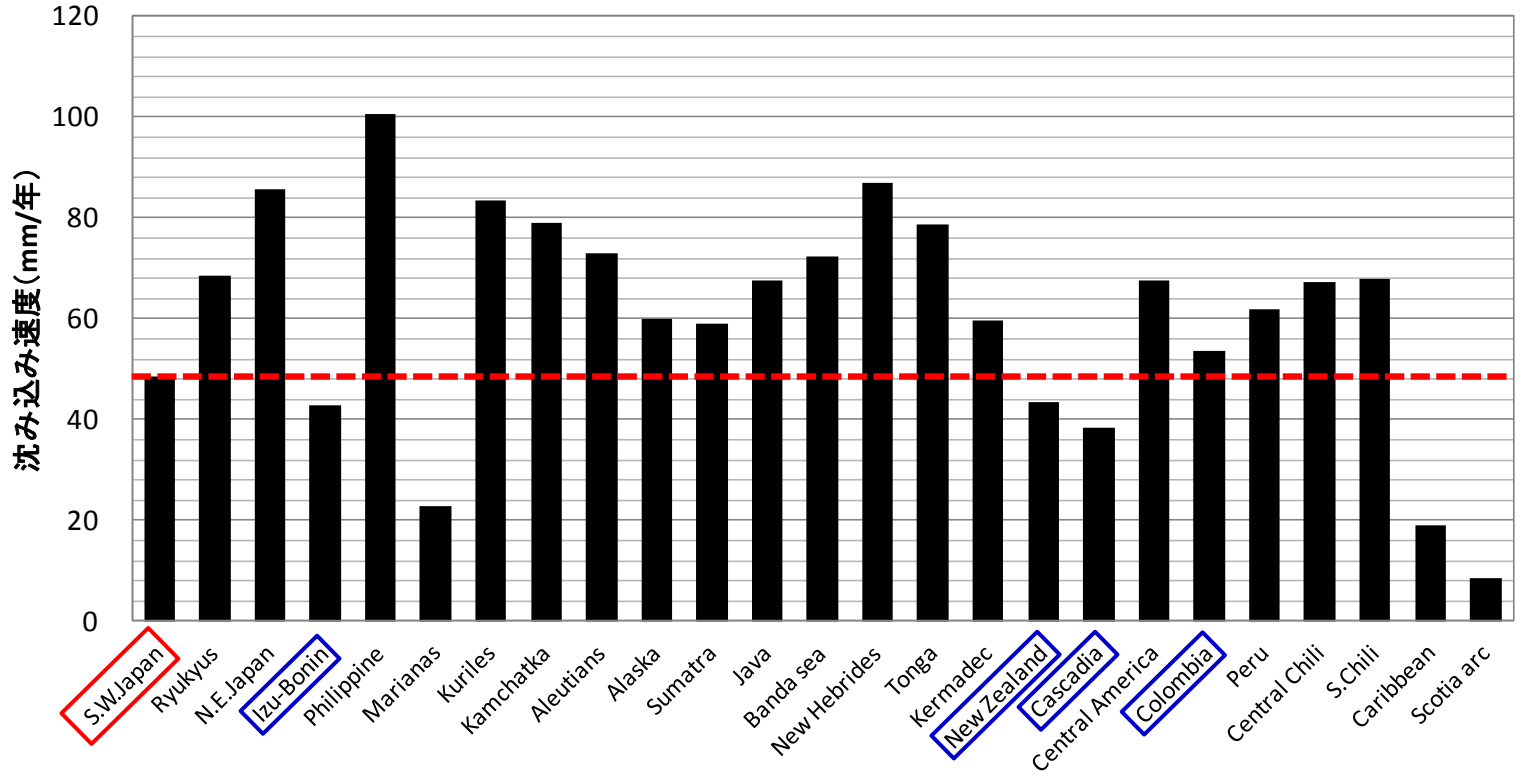
Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

<補足説明資料④-25 沈み込む海洋プレートの特徴>

第253回
資料2-1 p.34再掲

世界の沈み込む海洋プレートの特徴
（沈み込み速度）

○海洋プレートの沈み込み速度は、沈み込み帯により異なり多様である。
○S.W.Japanの沈み込み速度は約50mm/年であり、これと類似する沈み込み帯はIzu-Bonin、New Zealand、Cascadia、Colombiaである。



<世界の沈み込み帯におけるプレートの沈み込み速度>

・海洋プレートの沈み込み速度は、GPS等の宇宙測地観測結果を使用して作成されたGEODVELモデル（Argus et al.(2010)）およびMORVELモデル（DeMets et al.(2010)）に基づき、UNAVCOのPlate Motion Calculaterプログラムを用いて算出。

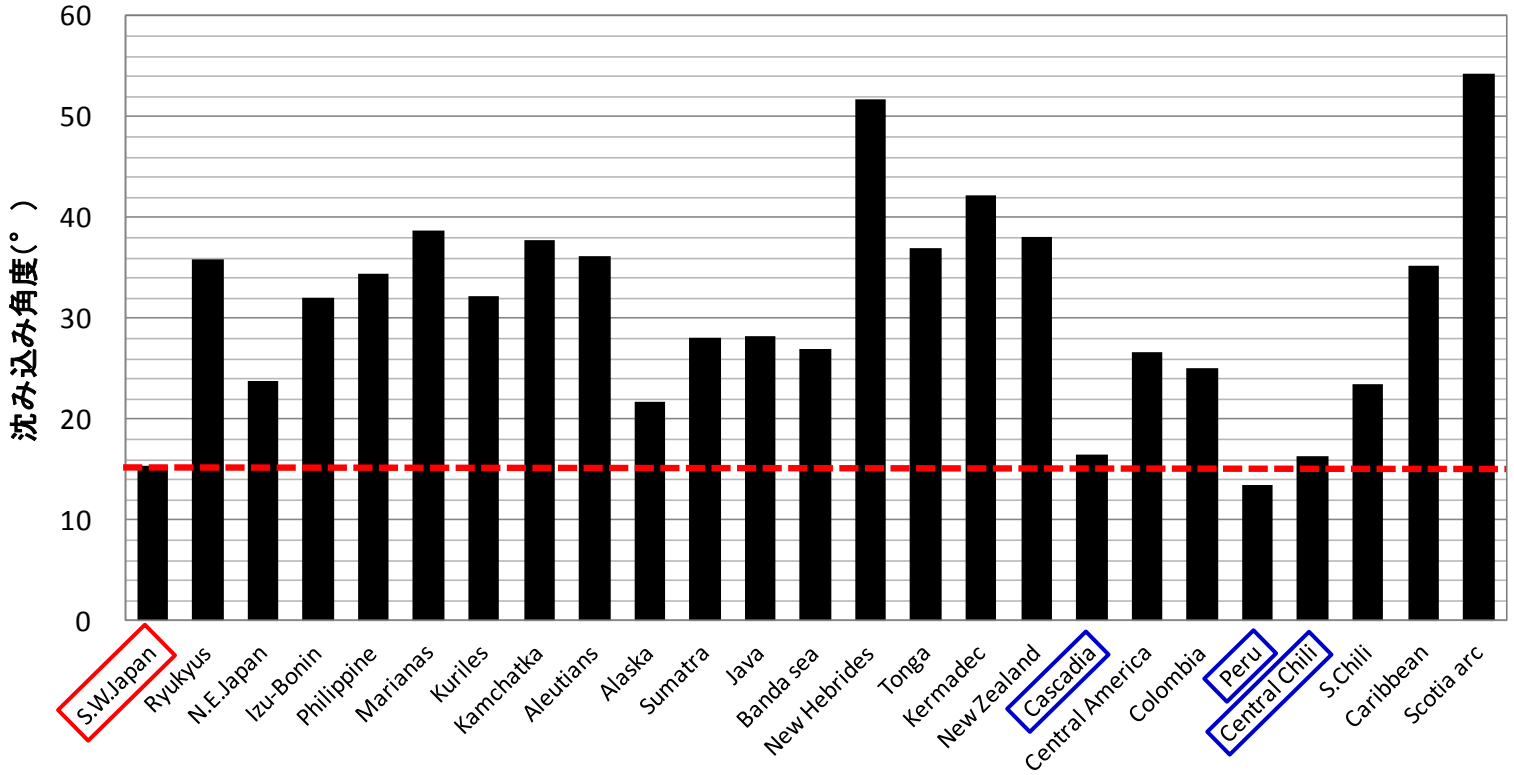
Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

<補足説明資料④-25 沈み込む海洋プレートの特徴>

第253回
資料2-1 p.35一部修正

世界の沈み込む海洋プレートの特徴
（沈み込み角度）

○海洋プレートの沈み込み角度は、沈み込み帯により異なり多様である。
○S.W.Japanの沈み込み角度は約15°であり、これと類似する沈み込み帯はCascadia、Peru、Central Chiliである。



<世界の沈み込み帯におけるプレートの沈み込み角度>

•Lallemand et al.(2005)に基づき作成。

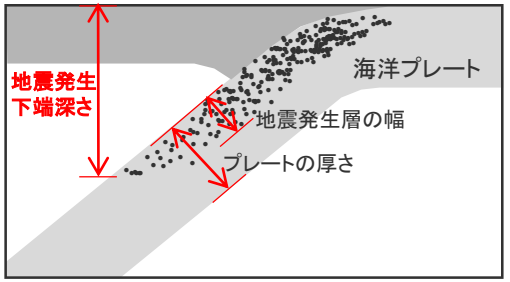
Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

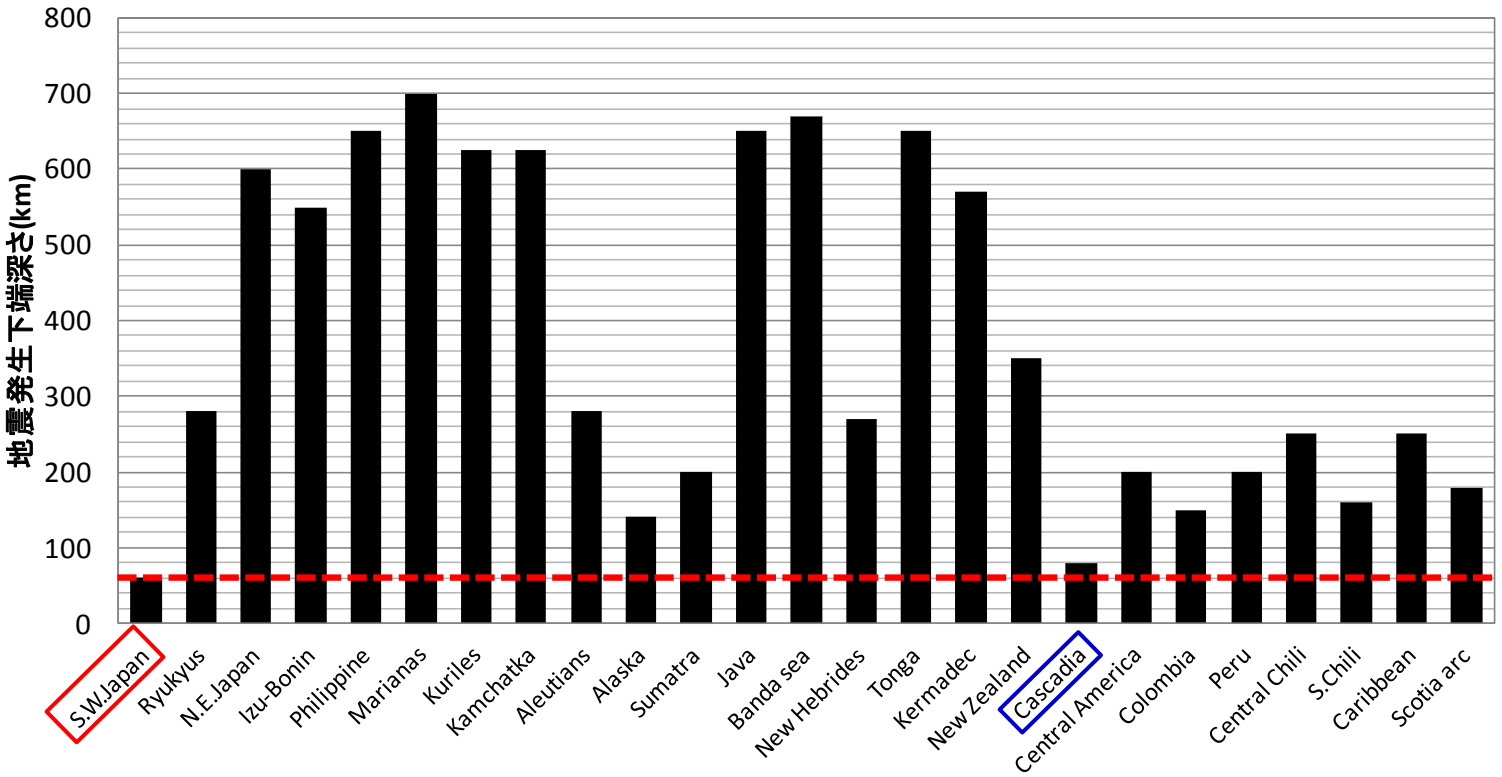
<補足説明資料④-25 沈み込む海洋プレートの特徴>

第253回
資料2-1 p.36一部修正

世界の沈み込む海洋プレートの特徴
（地震発生下端深さ）

○地震発生下端深さは、沈み込み帯により異なり多様である。
○S.W.Japanの地震発生下端深さは約60kmであり、これと類似する沈み込み帯はCascadiaである。





<世界の沈み込み帯における地震発生下端深さ>

- Ruff and Kanamori(1980に基づき作成。
- S.W.Japanは高橋(2000)、Philippine、Banda SeaはUSGS(2012)等、CascadiaはWada et al.(2010)に基づき作成。

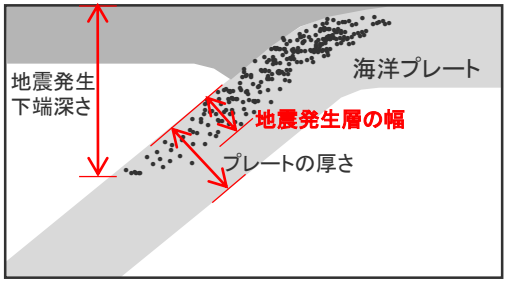
Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

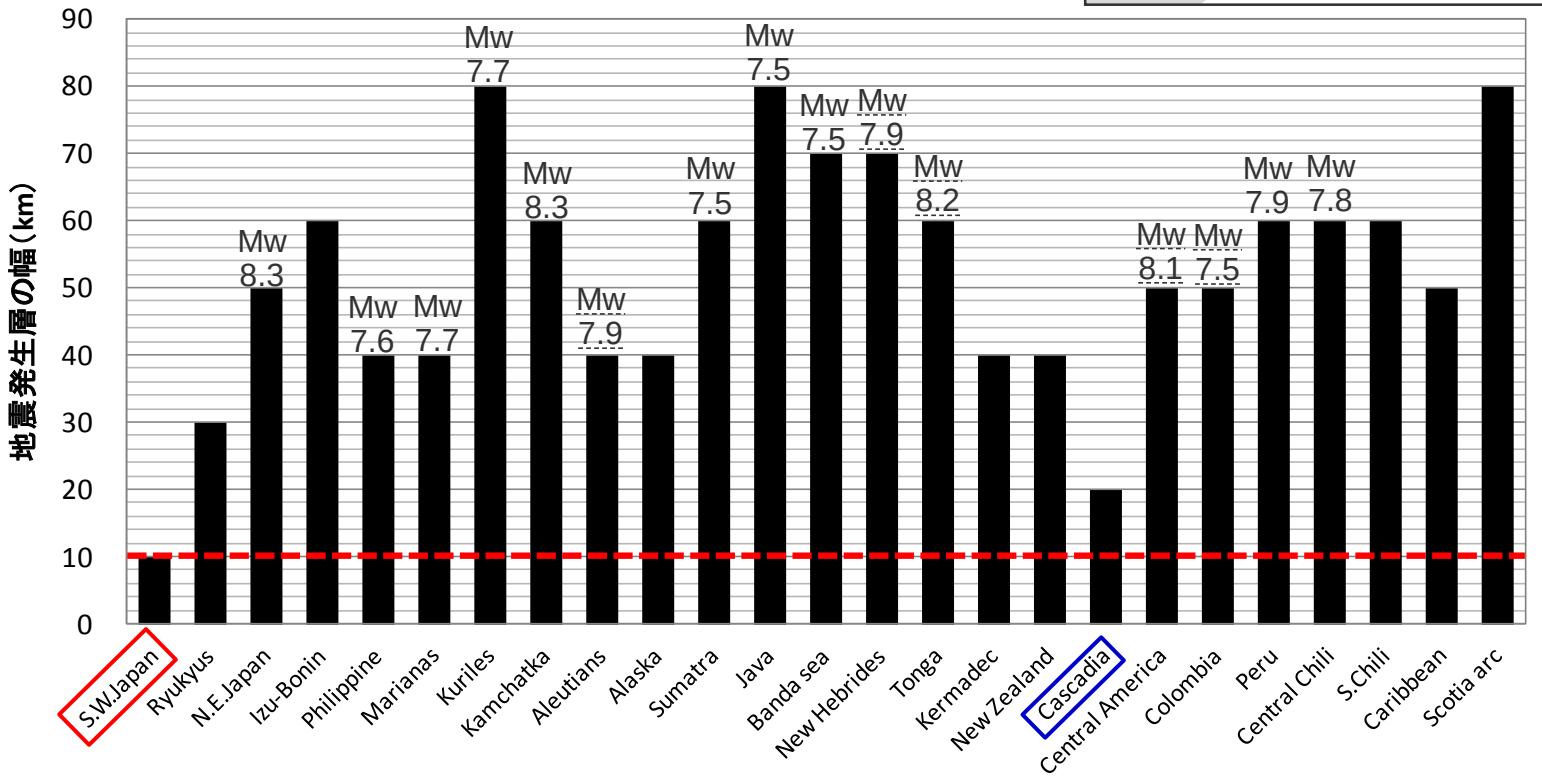
<補足説明資料④-25 沈み込む海洋プレートの特徴>

第253回
資料2-1 p.37一部修正

世界の沈み込む海洋プレートの特徴
（地震発生層の幅）

○地震発生層の幅は、沈み込み帯により異なり多様である。
○S.W.Japanの地震発生層の幅は約10kmであり、これに比較的近い沈み込み帯はCascadiaで約20kmである。
○Mw7.5以上の巨大地震は、地震発生層の幅が厚い沈み込み帯で発生している傾向がある。





<世界の各沈み込み帯における地震発生層の幅>

- 地震発生層の幅は気象庁地震・火山月報、USGS等の震源鉛直分布に基づき測定。
- Mwの値は、気象庁地震・火山月報（防災編）（2021年3月まで）またはSeno and Yoshida(2004)に記載されたスラブ内地震のMwのうち最大の値を示す（Mw7.5以上）。
- 地震発生層の幅の測定の詳細は、第253回審査会合資料2-2参照。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

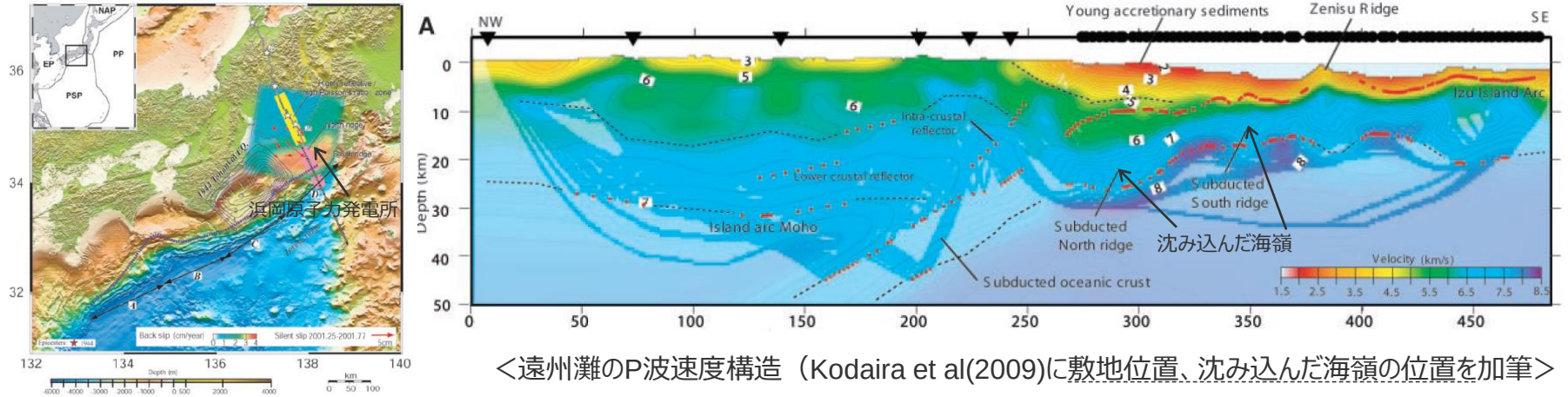
<補足説明資料④-25 沈み込む海洋プレートの特徴>

第482回
資料2-1 p.41一部修正

世界の沈み込む海洋プレートの特徴（台湾周辺の沈み込み帯に関する検討）
（浜岡原子力発電所周辺に沈み込むフィリピン海プレート）

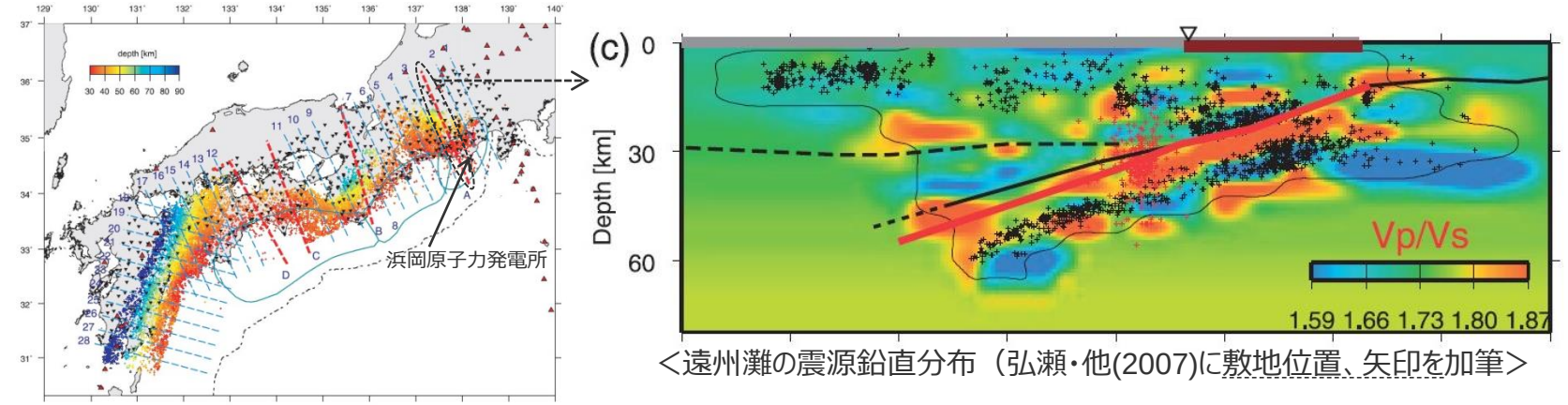
○高橋(1997)、Kodaira et al.(2008)他により、伊豆・小笠原島弧で大陸性の特徴を有する中部地殻の存在が示され、伊豆弧の西側に北東－南西の走向を持って存在する海嶺（背弧雁行海山群）でも、同様に中部地殻の存在が示されている。

○Kodaira et al.(2004)他によれば、敷地が位置する遠州灘周辺において沈み込んだ海嶺が示されており、遠州灘周辺における沈み込むフィリピン海プレートの構造としては、大陸性の特徴を有する中部地殻が沈み込んでいると考えられる。



<遠州灘のP波速度構造（Kodaira et al(2009)に敷地位置、沈み込んだ海嶺の位置を加筆>

○海洋プレート内地震の地震動評価において、上記に示す構造の特徴は敷地周辺の地震活動に含まれており、この地震活動（震源鉛直分布等）を踏まえて、前述のとおり、地震発生層の幅等の海洋プレートの特徴を整理している。



<遠州灘の震源鉛直分布（弘瀬・他(2007)に敷地位置、矢印を加筆>

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

・下線（＿＿）は、一部修正箇所を示す。

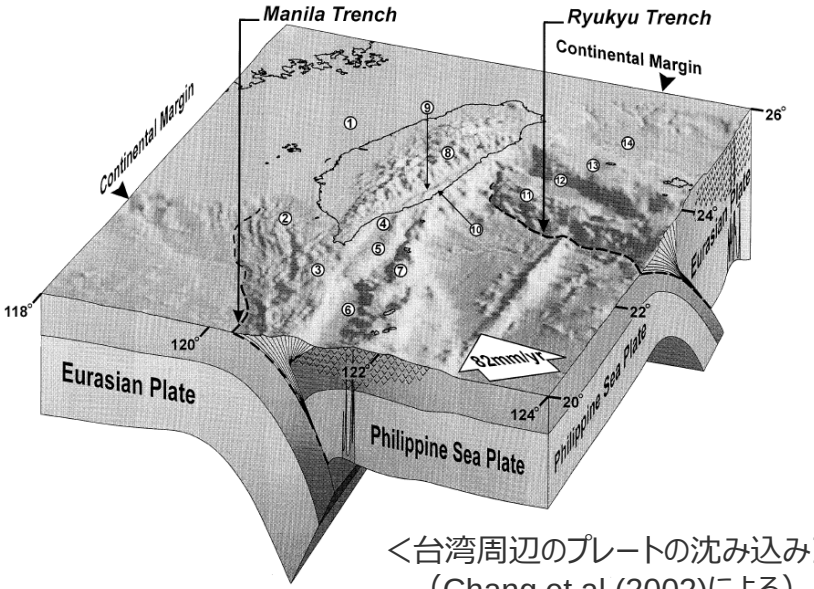
<補足説明資料④-25 沈み込む海洋プレートの特徴>

世界の沈み込む海洋プレートの特徴（台湾周辺の沈み込み帯に関する検討）
（台湾～ルソン島周辺に沈み込むユーラシアプレート）

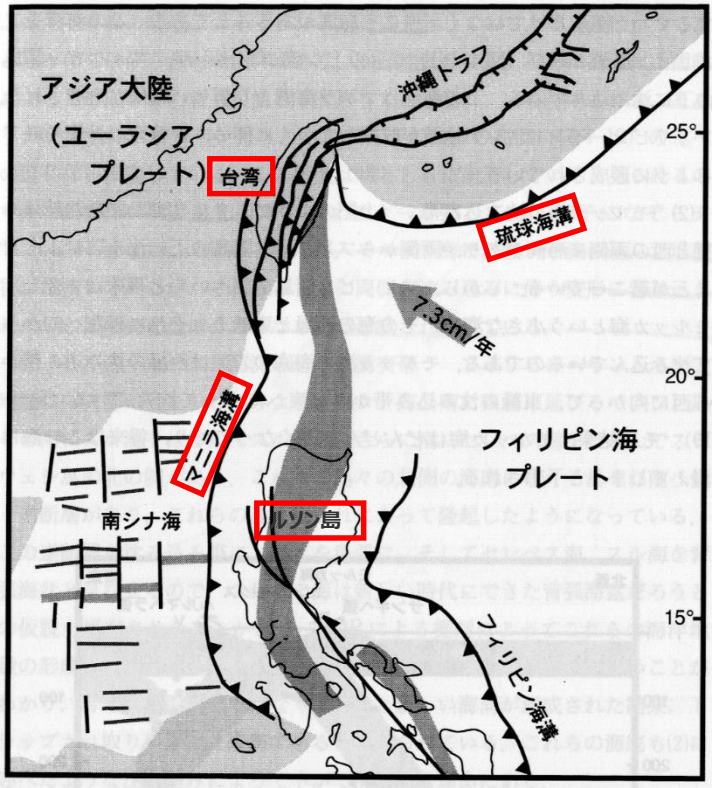
第482回
資料2-1 p.42一部修正

**台湾～ルソン島周辺に沈み込むユーラシアプレートの特徴を整理し、
浜岡原子力発電所周辺に沈み込むフィリピン海プレートの特徴と比較する。**

○台湾周辺では、フィリピン海プレートとユーラシアプレートの沈み込む関係が複雑である。
○台湾の東側では、琉球海溝からユーラシアプレートの下にフィリピン海プレートが沈み込んでいるのに対し、台湾の南側では、マニラ海溝からフィリピン海プレートの下にユーラシアプレートが沈み込んでおり、台湾周辺で両プレートの衝突境界が形成されている。



<台湾周辺のプレートの沈み込み>
（Chang et al.(2002)による）



<台湾周辺のプレートの沈み込み>
（木村(2002)に赤い四角を加筆）

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

・上段箱書き「コメントを踏まえて、」を削除。
・下線（＿＿）は、一部修正箇所を示す。

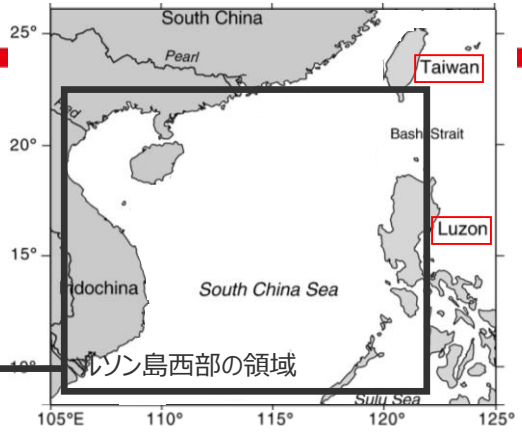
<補足説明資料④-25 沈み込む海洋プレートの特徴>

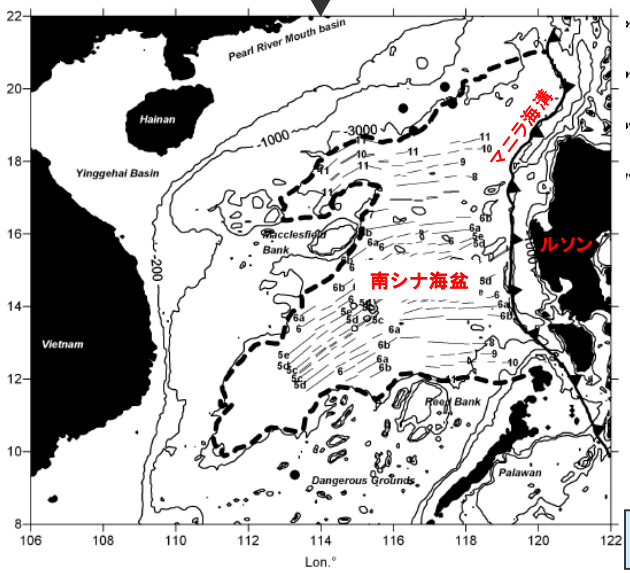
第482回
資料2-1 p.43一部修正

世界の沈み込む海洋プレートの特徴（台湾の沈み込み帯に関する検討）

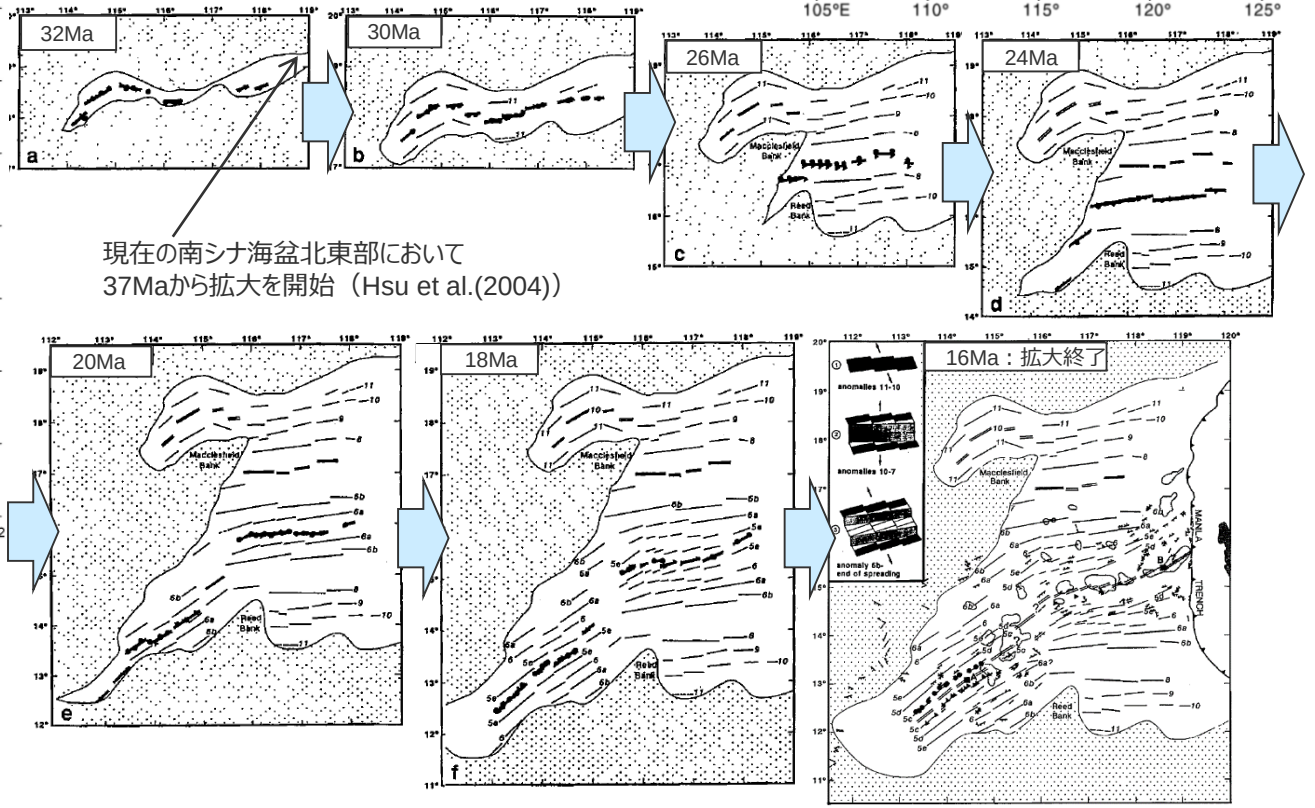
（台湾～ルソン島周辺に沈み込むユーラシアプレート）

○マニラ海溝は、台湾南西部からルソン島西部にかけて位置し、ルソン島西部においては、ユーラシアプレートの南シナ海盆が沈み込んでいる。
○Briais et al.(1993)、Hsu et al.(2004)によれば、南シナ海盆は現在の海盆北東部から37Maに拡大を開始し、拡大軸の位置を南に変えながら拡大を続け、16Maに拡大が終了している。





<南シナ海盆の沈み込み>
（Braitenberg et al.(2006)に地形名称を加筆）



現在の南シナ海盆北東部において
37Maから拡大を開始（Hsu et al.(2004)）

<南シナ海盆の形成>（Briais et al.(1993)に年代を加筆）

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

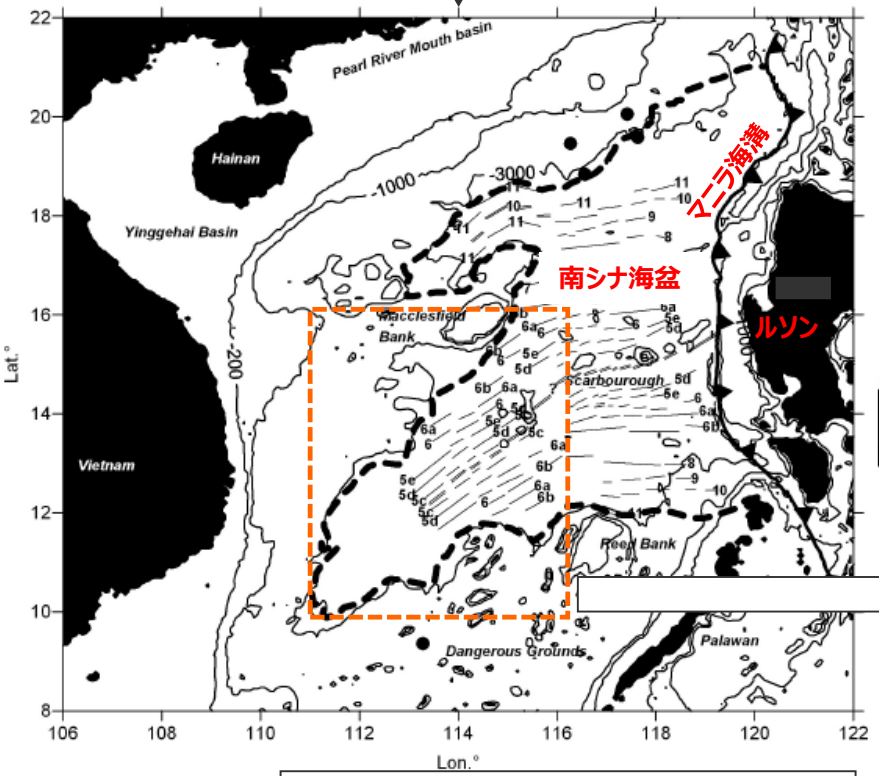
・下線（＿＿）は、一部修正箇所を示す。

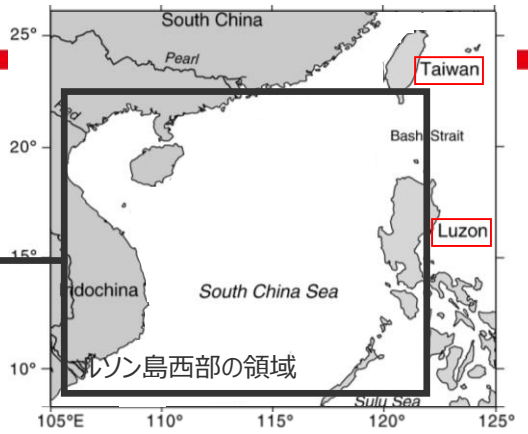
<補足説明資料④-25 沈み込む海洋プレートの特徴>

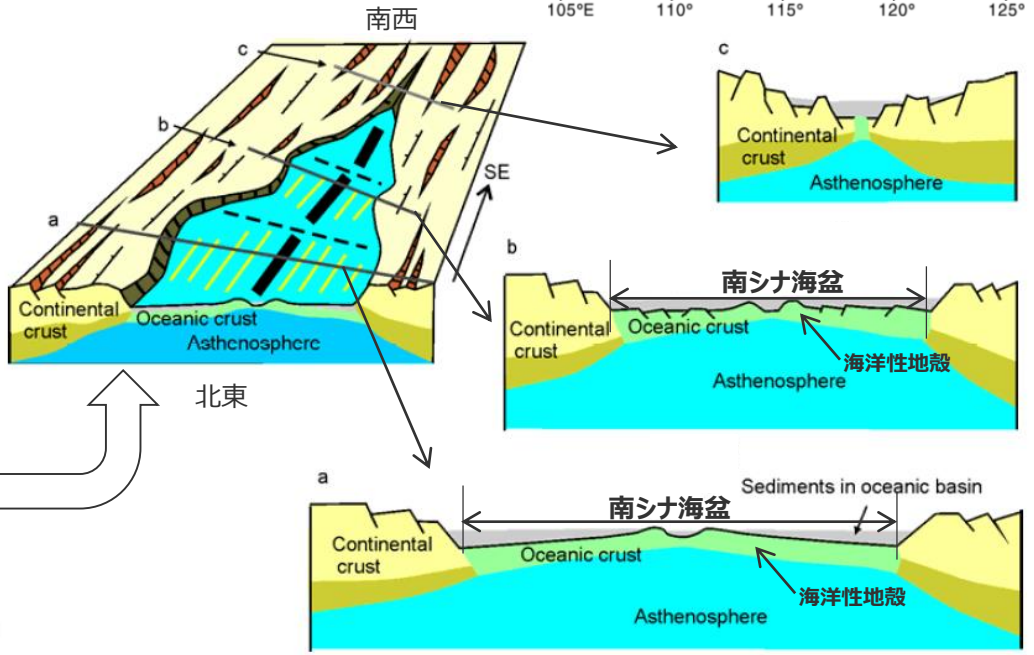
世界の沈み込む海洋プレートの特徴（台湾周辺の沈み込み帯に関する検討）

（台湾～ルソン島周辺に沈み込むユーラシアプレート）

○ユーラシアプレートの大部分は大陸性地殻を有する大陸プレートであるが、Li et al.(2012)によると、南シナ海盆は海洋性地殻を有している。







---- ：大陸性地殻と海洋性地殻の境界

<南シナ海における大陸性地殻と海洋性地殻の境界>
（Braitenberg et al.(2006)に地形名称、範囲を示す四角を加筆）

<南シナ海における地殻構造>
（Li et al.(2012)に海盆名称、矢印、方位を加筆）

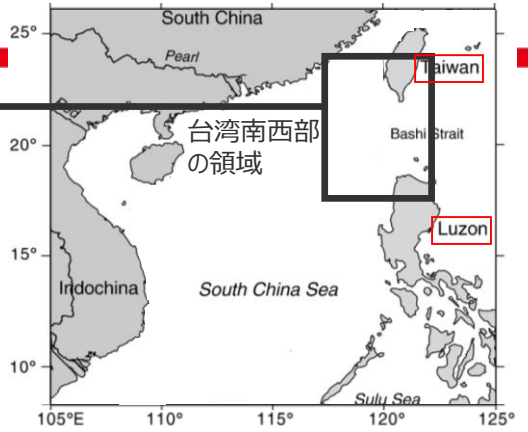
Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

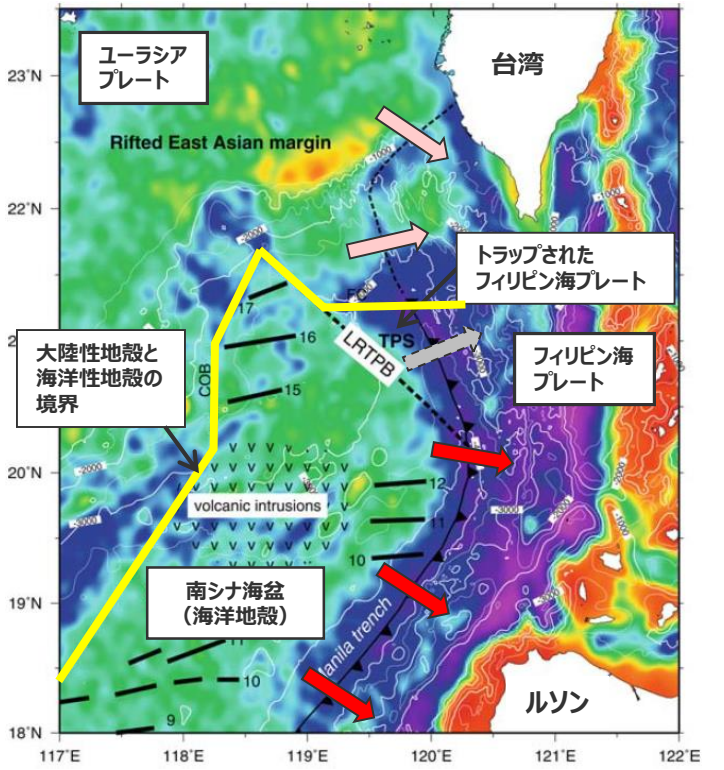
<補足説明資料④-25 沈み込む海洋プレートの特徴>

第482回
資料2-1 p.45一部修正

世界の沈み込む海洋プレートの特徴（台湾周辺の沈み込み帯に関する検討）

（台湾～ルソン島周辺に沈み込むユーラシアプレート）





：ユーラシアプレート（大陸性地殻）の沈み込み
：ユーラシアプレートの南シナ海盆（海洋性地殻）の沈み込み
：トラップされたフィリピン海プレートの沈み込み

<南シナ海におけるプレートの沈み込み>
（Hsu et al.(2004)に地域名称、地形名称、矢印を加筆）

○前述のとおり、海洋性地殻を有する南シナ海盆は、ルソン島西部のマニラ海溝からフィリピン海プレートの下に沈み込んでいる。

○Hsu et al.(2004)によれば、南シナ海盆の北端付近に、ルソン－琉球トランスフォーム境界（LRTPB）が存在する。これより北部では、トラップされたフィリピン海プレート、さらに北部では、大陸性地殻を有するユーラシアプレートがマニラ海溝からフィリピン海プレートの下に沈み込んでおり、大陸性地殻と海洋性地殻の境界（COB）が存在する。

⇒ルソン島西部では、海洋性地殻を有する南シナ海盆が、マニラ海溝からフィリピン海プレートの下に沈み込み、台湾南西部では、大陸性地殻と海洋性地殻との遷移帯が、マニラ海溝からフィリピン海プレートの下に沈み込んでいる。

○以降では、台湾南西部に沈み込むユーラシアプレート（遷移帯）及びルソン島西部に沈み込むユーラシアプレート（海洋性地殻：南シナ海盆）の特徴やそこで発生した地震を整理し、浜岡原子力発電所周辺に沈み込むフィリピン海プレートの特徴と比較する。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

・下線（＿）は、一部修正箇所を示す。

<補足説明資料④-25 沈み込む海洋プレートの特徴>

第482回
資料2-1 p.46一部修正

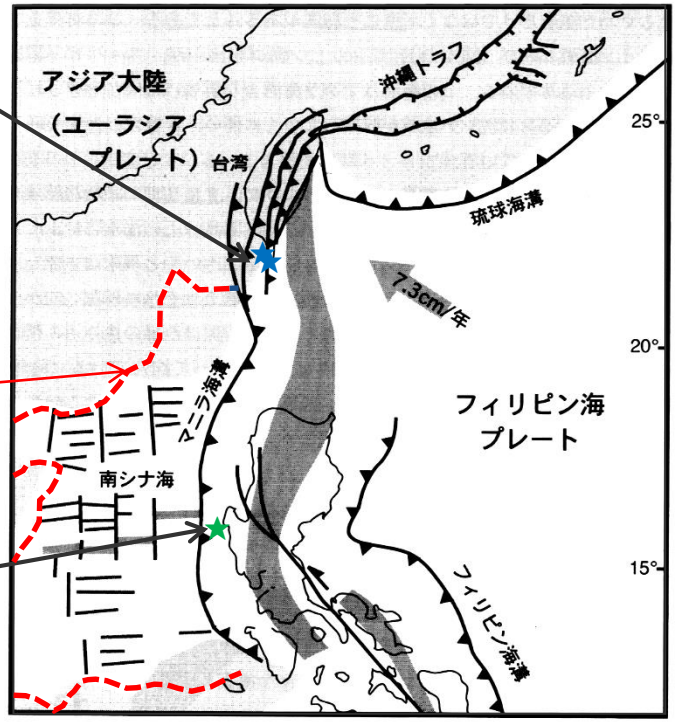
世界の沈み込む海洋プレートの特徴（台湾周辺の沈み込み帯に関する検討）
（ユーラシアプレートで発生した沈み込んだプレート内地震）

○気象庁沖縄気象台(2007)によれば、台湾南西部から沈み込んだユーラシアプレート（遷移帯）の内部において、2006年12月26日21時26分にMj6.9の地震、この地震の8分後に、21時26分の地震とほぼ同じ場所でMj7.2の地震が発生している。
○Seno and Yoshida(2004)によれば、ルソン島西部から沈み込んだユーラシアプレート（海洋性地殻：南シナ海盆）の内部において、1999年にMw7.2の地震が発生している。

台湾南西部から沈み込んだユーラシアプレート（遷移帯）の内部で発生した地震（2006年：Mj6.9,7.2）（気象庁沖縄気象台(2007)による）

大陸性地殻と海洋性地殻の境界（Braitenberg et al.(2006)及びHsu et al.(2004)による）

ルソン島西部から沈み込んだユーラシアプレート（海洋性地殻：南シナ海盆）の内部で発生した地震（1999年：Mw7.2）（Seno and Yoshida(2004)による）



<マニラ海溝から沈み込んだユーラシアプレートで発生した沈み込んだプレート内地震>
（木村(2000)に地震の諸元、震央位置、海盆の範囲を加筆）

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

・下線（＿＿）は、一部修正箇所を示す。

<補足説明資料④-25 沈み込む海洋プレートの特徴>

第482回
資料2-1 p.47一部修正

世界の沈み込む海洋プレートの特徴（台湾周辺の沈み込み帯に関する検討）
（フィリピン海プレートとユーラシアプレートの特徴の比較（年代））

フィリピン海プレート（東海）

Okino et al.(1994)他

○東海地域に沈み込むフィリピン海プレートの年代は27～9Maである。

ユーラシアプレート（台湾南西部・ルソン島西部）

Briais et al.(1993)、Hsu et al.(2004)

＜ルソン島西部＞

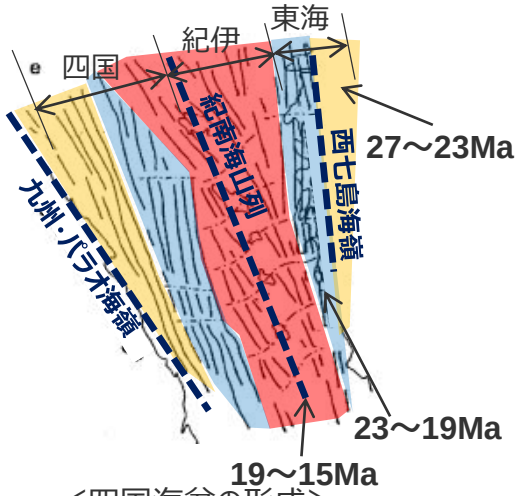
○ルソン島西部に沈み込むユーラシアプレート（海洋性地殻：南シナ海盆）の年代は37～16Maである。

＜台湾南西部＞

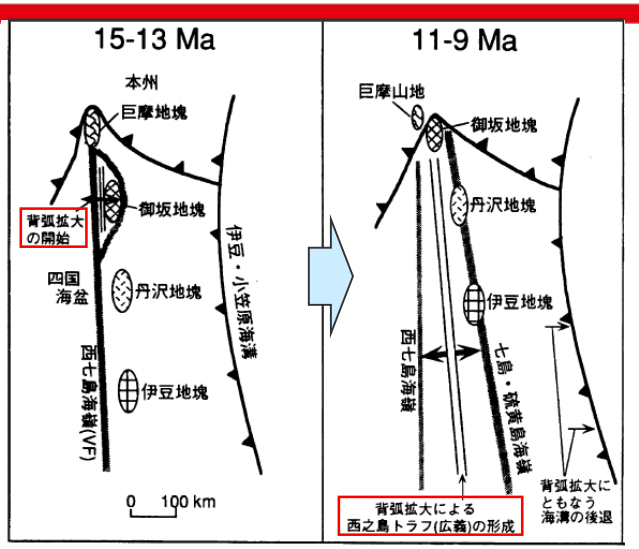
○台湾南西部では、大陸性地殻と海洋性地殻との遷移帯を有するユーラシアプレートが沈み込んでいる。

○Hsu et al.(2004)等によれば、南シナ海盆（海洋性地殻）の北端付近の年代は37～32Maであり、これより北側の大陸性地殻は、南シナ海盆拡大以前から存在し、その年代は37Ma以前である。

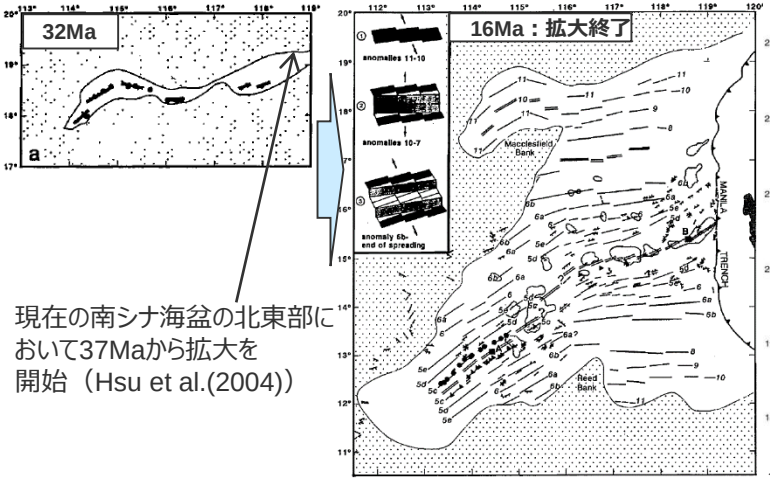
⇒台湾南西部に沈み込むユーラシアプレート（遷移帯）の年代は32Ma以前である。



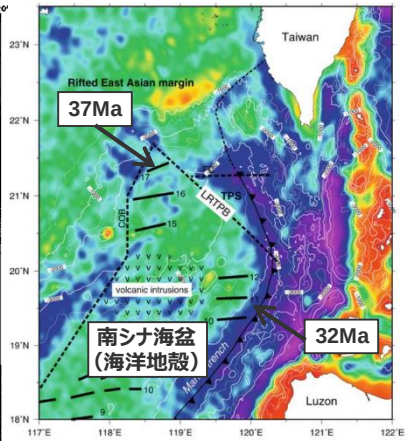
＜四国海盆の形成＞
（Okino et al.(1994)に地形名称、年代を加筆、ハッチングを重ね描き）



＜北部伊豆小笠原島弧の形成＞
（高木・他(1993)に矢印、赤い四角を加筆）



＜南シナ海盆の形成＞
（Briais et al.(1993)に年代、Hsu et al.(2004)の説明を加筆）



＜南シナ海盆北端部の年代＞
（Hsu et al.(2005)に年代、海盆を加筆）

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

・下線（＿＿）は、一部修正箇所を示す。

<補足説明資料④-25 沈み込む海洋プレートの特徴>

第482回
資料2-1 p.48一部修正

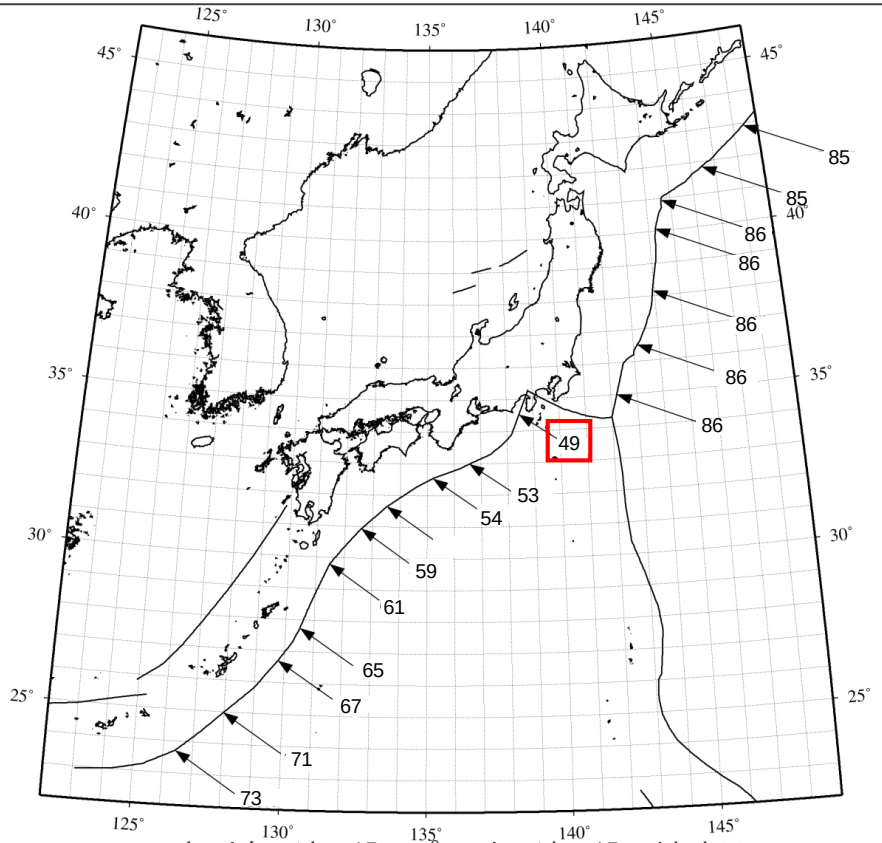
世界の沈み込む海洋プレートの特徴（台湾周辺の沈み込み帯に関する検討）
（フィリピン海プレートとユーラシアプレートの特徴の比較（沈み込み速度））

フィリピン海プレート（東海）

○東海域におけるフィリピン海プレートの沈み込み速度※は、東海域で49mm/年である。

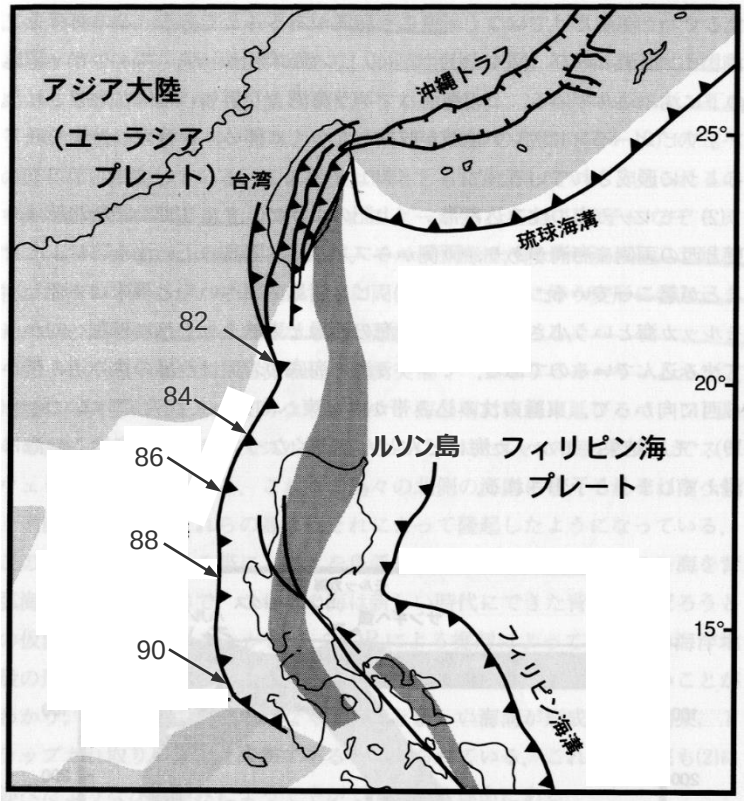
ユーラシアプレートプレート（台湾南西部・ルソン島西部）

○台湾南西部におけるユーラシアプレート（遷移帯）の沈み込み速度※は、82mm/年である。
○ルソン島西部におけるユーラシアプレート（海洋性地殻：南シナ海盆）の沈み込み速度※は、84～90mm/年である。



<日本列島に沈み込むプレートの沈み込み速度※>

※海洋プレートの沈み込み速度は、GPS等の宇宙測地観測結果を使用して作成されたGEODVELモデル（Argus et al.(2010)）及びMORVELモデル（DeMets et al.(2010)）に基づき、UNAVCOのPlate Motion Calculaterプログラムを用いて算出。



<台湾～ルソン島周辺に沈み込むプレートの沈み込み速度※>
（木村(2002)に「ルソン島」、沈み込み速度を加筆）

←は沈み込み方向、数字は沈み込み速度（mm/年）を表す。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

・下線（　）は、一部修正箇所を示す。

<補足説明資料④-25 沈み込む海洋プレートの特徴>

第482回
資料2-1 p.49一部修正

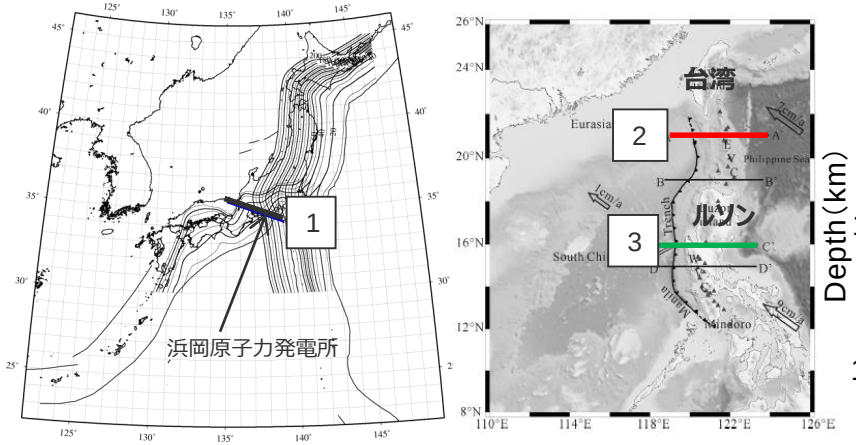
世界の沈み込む海洋プレートの特徴（台湾周辺の沈み込み帯に関する検討）
（フィリピン海プレートとユーラシアプレートの特徴の比較（沈み込み角度））

フィリピン海プレート（東海）

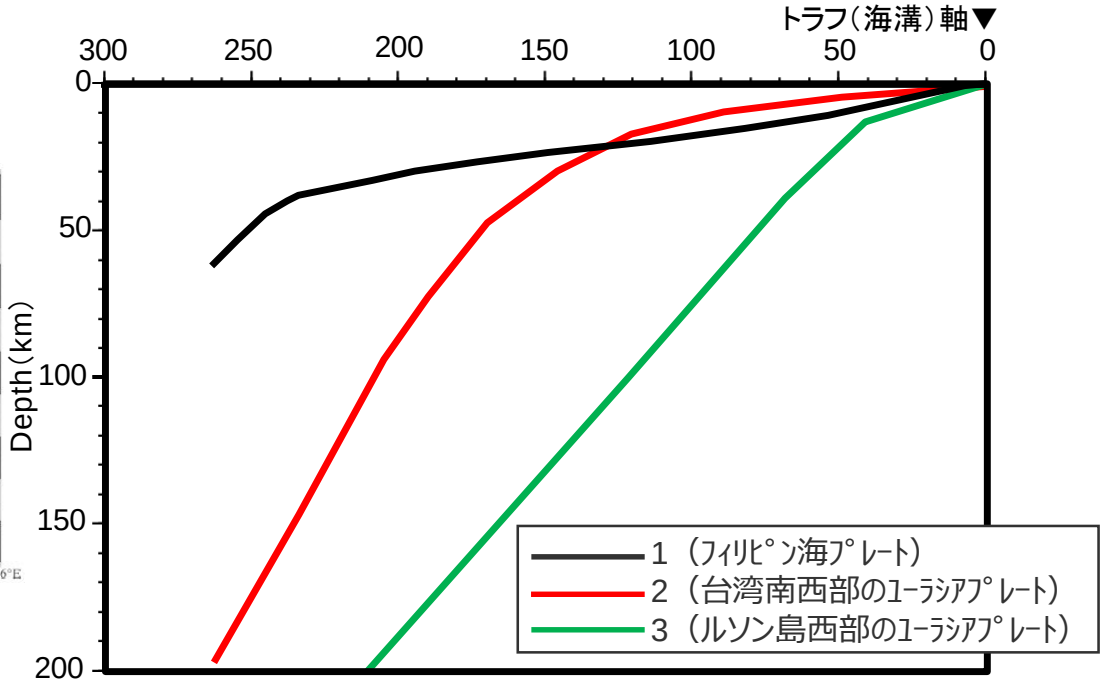
○東海域に沈み込むフィリピン海プレートは、トラフ軸から水平距離200km程度において、ほぼ一定の角度で緩やかに沈み込んでいる。

ユーラシアプレート（台湾南西部・ルソン島西部）

○台湾南西部に沈み込むユーラシアプレート（遷移帯）は、沈み込みに伴い沈み込み角度が徐々に増加する傾向が見られる。
○ルソン島西部に沈み込むユーラシアプレート（海洋性地殻：南シナ海盆）は、海溝軸から40km程度で沈み込み角度を急激に変え、以降ほぼ一定の高角度で沈み込んでいる。



（描画位置）



<海洋プレートの沈み込み断面図>

・フィリピン海プレート境界面のデータは弘瀬冬樹HP（気象庁気象研究所地震火山研究部）による。
・ユーラシアプレートは、Gao et al.(2012)による。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

・下線（＿＿）は、一部修正箇所を示す。

<補足説明資料④-25 沈み込む海洋プレートの特徴>

第482回
資料2-1 p.50一部修正

世界の沈み込む海洋プレートの特徴（台湾周辺の沈み込み帯に関する検討）
（フィリピン海プレートとユーラシアプレートの特徴の比較（地震発生下端深さ））

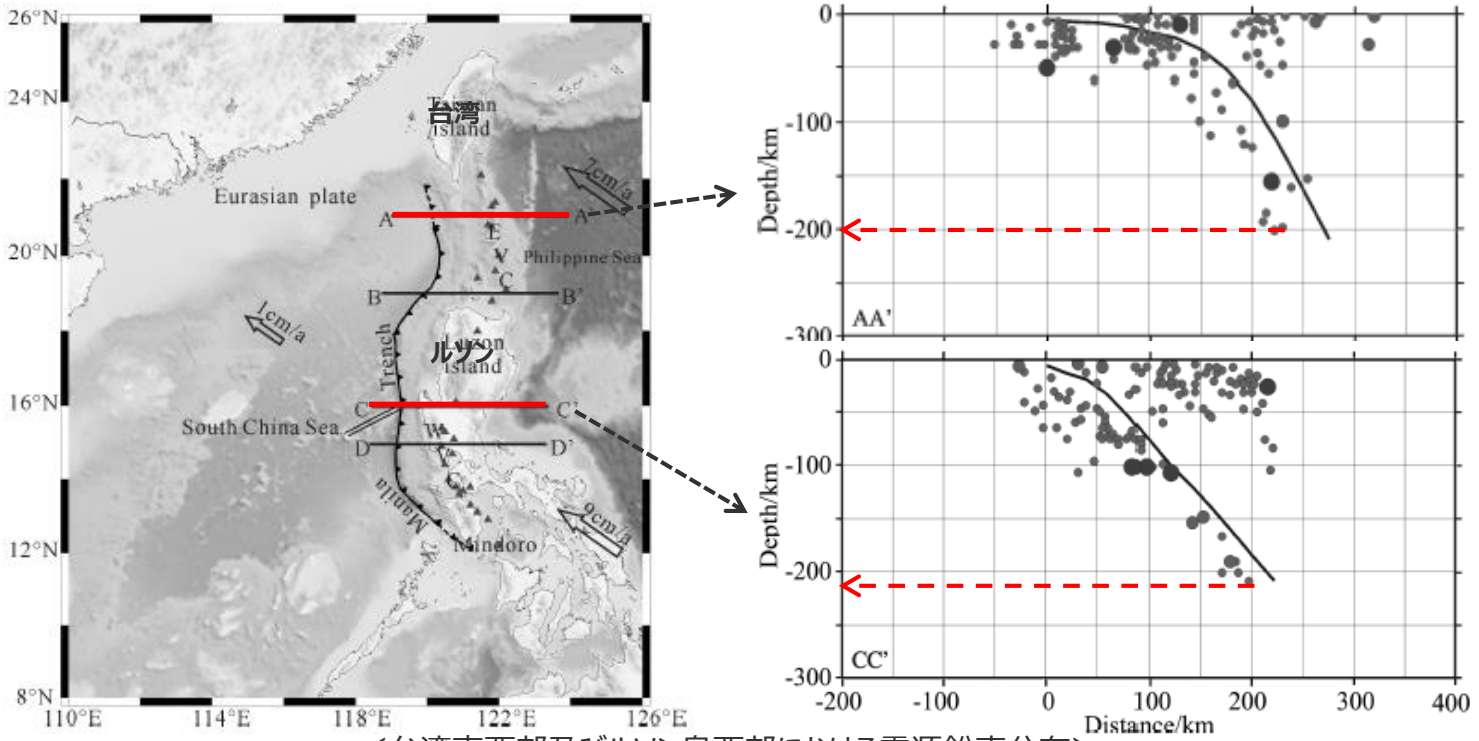
フィリピン海プレート（東海）

高橋(2000)

○西南日本弧では、深発地震面は、関東、中部、近畿、四国の各領域にほぼ相当する4つの大きなセグメントに分かれているが、その傾斜角はいずれも20－30度程度とゆるやかであり、またその到達深度は、中部で約60km、近畿で約70km、四国で40kmである。

ユーラシアプレート（台湾南西部・ルソン島西部）

○台湾南西部およびルソン島西部に沈み込むユーラシアプレート内部では、深さ約200～210kmまで地震が発生している。



<台湾南西部及びルソン島西部における震源鉛直分布>
（Gao et al.(2012)に地域名称、測線位置、矢印を加筆）

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

・下線（　）は、一部修正箇所を示す。

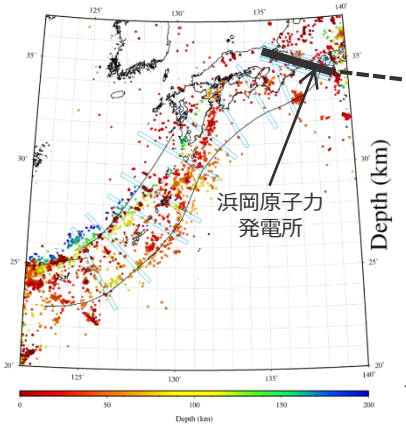
<補足説明資料④-25 沈み込む海洋プレートの特徴>

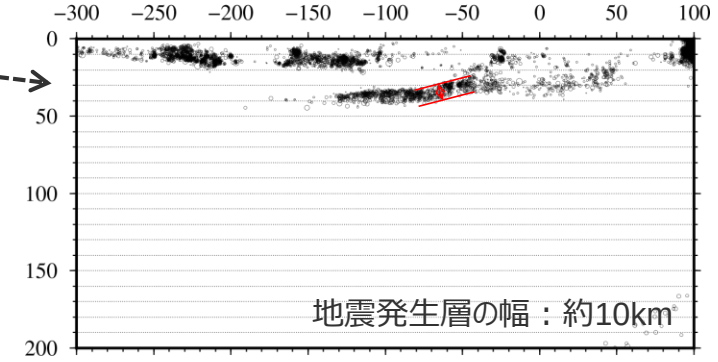
第482回
資料2-1 p.51一部修正

世界の沈み込む海洋プレートの特徴（台湾周辺の沈み込み帯に関する検討）
（フィリピン海プレートとユーラシアプレートの特徴の比較（地震発生層の幅））

フィリピン海プレート（東海）

○東海域に沈み込むフィリピン海プレートの地震発生層の幅は約10kmである。

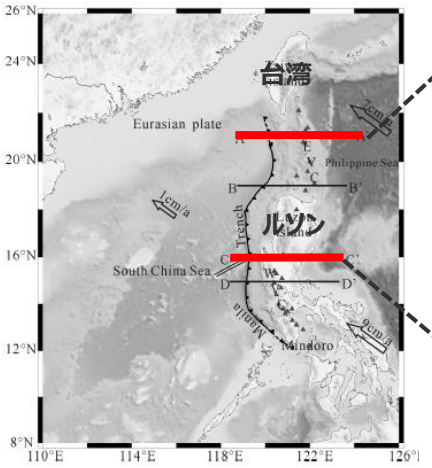


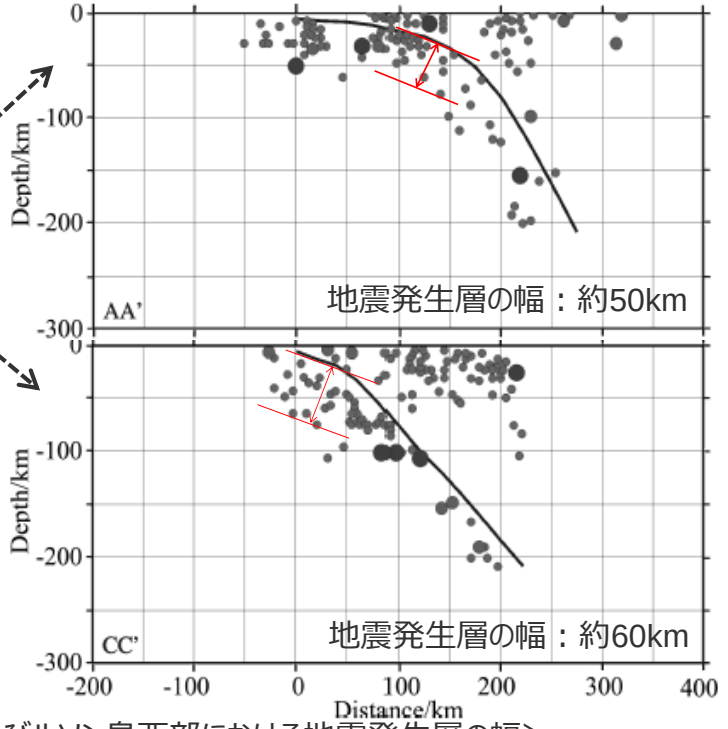


<東海域における地震発生層の幅>

ユーラシアプレート（台湾南西部・ルソン島西部）

○台湾南西部に沈み込むユーラシアプレート（遷移帯）の地震発生層の幅は約50kmである。
○ルソン島西部に沈み込むユーラシアプレート（海洋性地殻：南シナ海盆）の地震発生層の幅は約60kmである。





<台湾南西部及びルソン島西部における地震発生層の幅>
（Gao et al.(2012)に地域名称、測線位置、地震発生層の幅の位置を加筆）

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.
・下線（＿＿）は、一部修正箇所を示す。

<補足説明資料④-25 沈み込む海洋プレートの特徴>

第482回
資料2-1 p.52再掲

世界の沈み込む海洋プレートの特徴（台湾周辺の沈み込み帯に関する検討）
（フィリピン海プレートとユーラシアプレートの特徴の比較（まとめ））

○浜岡原子力発電所が位置する東海域に沈み込むフィリピン海プレートの特徴は、台湾南西部に沈み込むユーラシアプレート（遷移帯）及びルソン島西部に沈み込むユーラシアプレート（海洋性地殻）の特徴と大きく異なる。

フィリピン海プレート（東海域）とユーラシアプレート（台湾南西部・ルソン島西部）の特徴

No.	諸元	フィリピン海プレート（東海域）	ユーラシアプレート	
			台湾南西部（遷移帯）	ルソン島西部（海洋性地殻）
1	プレート年代	27～9Ma	＞32Ma	37～16Ma
2	沈み込み速度	49mm/年	82mm/年	84～90mm/年
3	沈み込み角度	緩やかでほぼ一定	沈み込みに伴い増加	高角でほぼ一定
4	地震発生下端深さ	60km程度	200km程度	210km程度
5	地震発生層の幅	10km程度	50km程度	60km程度

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

<補足説明資料④-25 沈み込む海洋プレートの特徴>

世界の沈み込む海洋プレートの特徴（まとめ）

第482回
資料2-1 p.53一部修正

○総合的な特徴として、浜岡原子力発電所が位置するS.W.Japanと類似する沈み込み帯はCascadiaである。

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

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

<補足説明資料④-25 沈み込む海洋プレートの特徴>

第482回
資料2-1 p.54一部修正

類似する沈み込み帯で発生したスラブ内地震
（沈み込み帯Cascadiaで発生したスラブ内地震）

○S.W.Japanと類似する沈み込み帯Cascadiaで過去に発生したスラブ内地震の最大規模は、1949年にOlympiaで発生した地震と2001年にNisquallyで発生した地震のMw6.8である。

＜CascadiaとS.W.Japanの諸元の比較＞

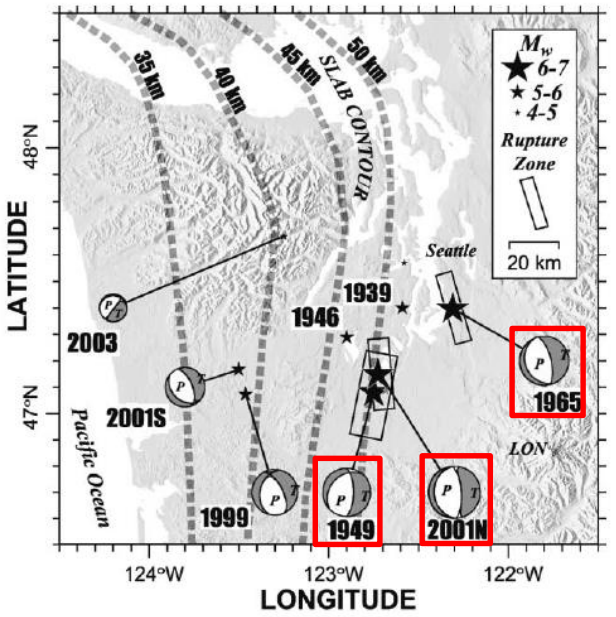
諸元	Cascadia	S.W.Japan
海洋プレート	ファンデフカ	フィリピン海
プレート年代	9Ma	27～9Ma
沈み込み速度	39mm/年	49mm/年
沈み込み角度	17°	15°
地震発生下端深さ	80km程度	60km程度
地震発生層の幅	20km程度	10km程度

＜Cascadia沈み込み帯で発生した海洋プレート内地震の諸元※1＞

発生日	発生場所	Mw	震源深さ（km）
1949.4.13	Olympia	6.8	60
1965.4.29	Seattle	6.6	60
2001.2.28	Nisqually	6.8	56

※1：CREW（Cascadia Region Earthquake Workgroup）(2008)により、当該地域において過去150年に起きた被害の大きい深発地震を示す。その諸元について、発生日、発生場所はCREW(2008)、Mw、震源深さはIchinose(2004)、Ichinose(2006)による。

○ファンデフカプレート（沈み込み帯Cascadia）で発生した地震について、敷地で考慮する地震規模の想定に反映する。



＜Cascadia沈み込み帯で発生した海洋プレート内地震のメカニズム＞
（Ichinose et al.(2006)に赤い四角を加筆）

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

・下線（＿＿）は、一部修正箇所を示す。

まとめ

日本周辺の沈み込む海洋プレートの特徴

○浜岡原子力発電所が位置する東海域に沈み込むフィリピン海プレートの特徴は太平洋プレートと異なり、同じフィリピン海プレートにおいても、九州・パラオ海嶺を境としてその特徴は異なる。

○地震発生層の幅が厚い太平洋プレートでは規模の大きい地震が発生している。

世界の沈み込む海洋プレートの特徴

○海洋プレートの特徴は、沈み込み帯により異なり多様である。

○フィリピン海プレート（東海域）と類似する海洋プレートはCascadia沈み込み帯に沈み込むファンデフカプレートであり、そこで発生した地震の最大規模はMw6.8である。

○地震発生層の幅が厚い沈み込み帯の海洋プレートでは規模の大きい地震が発生している。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

<補足説明資料④-25 沈み込む海洋プレートの特徴>

第482回
資料2-1 p.34一部修正

南海トラフから沈み込むフィリピン海プレートの年代

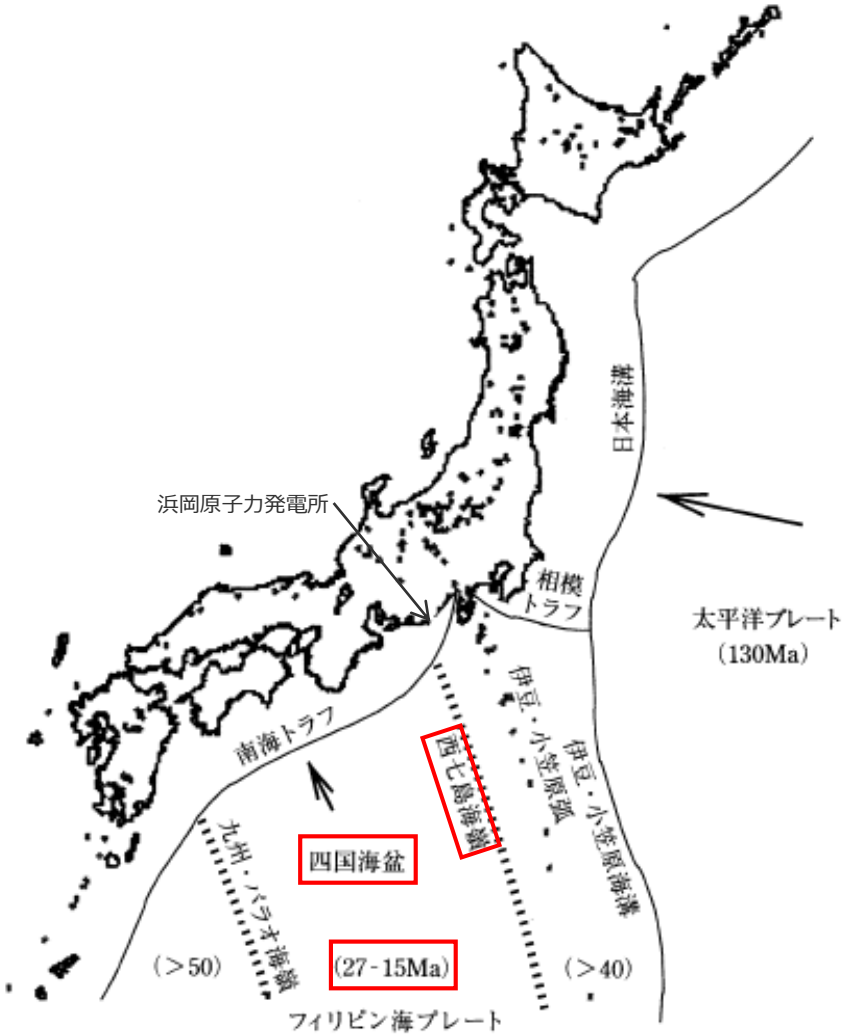
（検討概要）

○第253回審査会合で報告した日本周辺に沈み込む海洋プレートの年代（笠原・他(2003)）のうち、フィリピン海プレート（四国海盆）の年代は、Okino et al.(1994)に基づいている。

フィリピン海プレートの年代

○フィリピン海プレートの年代は領域により異なり、伊豆・小笠原弧では約40Ma以前、四国海盆では約27～15Ma、九州パラオ海嶺から西側では約50Ma以前となる。

○以降では、コメントを踏まえて、西七島海嶺以西の四国海盆の形成（Okino et al.(1994)等）や西七島海嶺以東の北部伊豆小笠原島弧の形成（高木・他(1993)）に基づき、各領域（東海、紀伊、四国）に沈み込むフィリピン海プレートの年代を整理する。



<日本列島に沈み込むプレートの配置、構造と年代>
（笠原・他(2003)に赤い四角を加筆）

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

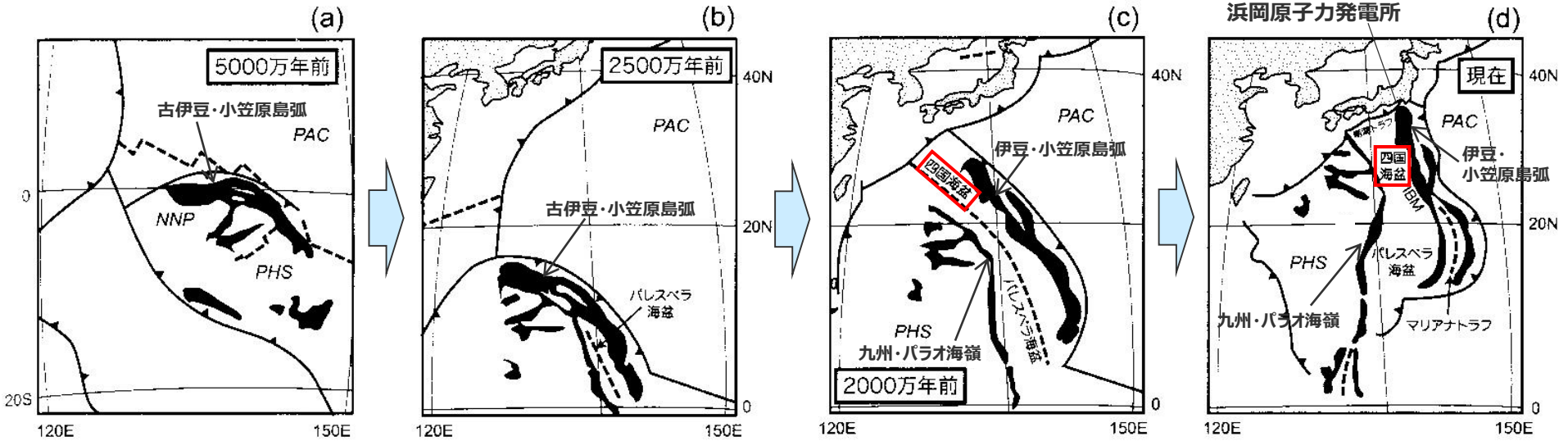
・下線（＿）は、一部修正箇所を示す。

<補足説明資料④-25 沈み込む海洋プレートの特徴>

第482回
資料2-1 p.35一部修正

南海トラフから沈み込むフィリピン海プレートの年代
（四国海盆の形成）

○南海トラフ沿いの東海域から四国域に沈み込んでいる四国海盆は、約5000万年前に赤道付近で誕生した古伊豆・小笠原島弧が、約2500万年前から九州・パラオ海嶺と伊豆・小笠原島弧に分裂し、拡大して形成された海盆である。



・赤道付近において、古伊豆・小笠原島弧が誕生

・古伊豆・小笠原島弧の南部で島弧が分裂を開始

・分裂が北部にも及び、九州・パラオ海嶺を置き去りにして伊豆・小笠原島弧が東へ移動し、四国海盆が拡大
・1500万年前に拡大終了

・フィリピン海プレートの南海トラフでの沈み込み
・伊豆・小笠原島弧の北進と本州弧への衝突

＜四国海盆の形成＞
（巽(2011)に敷地位置、島弧・海嶺の位置、赤い四角を加筆）

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

・下線（＿＿）は、一部修正箇所を示す。

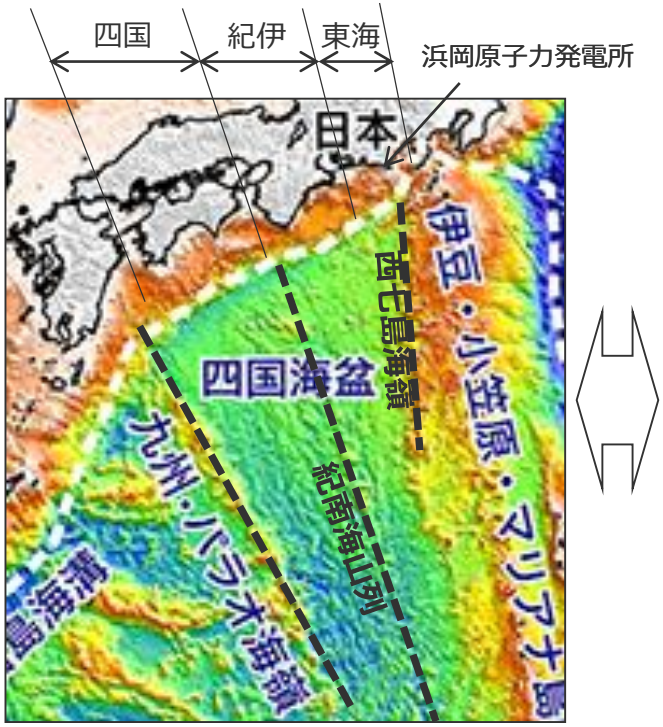
<補足説明資料④-25 沈み込む海洋プレートの特徴>

第482回
資料2-1 p.36一部修正

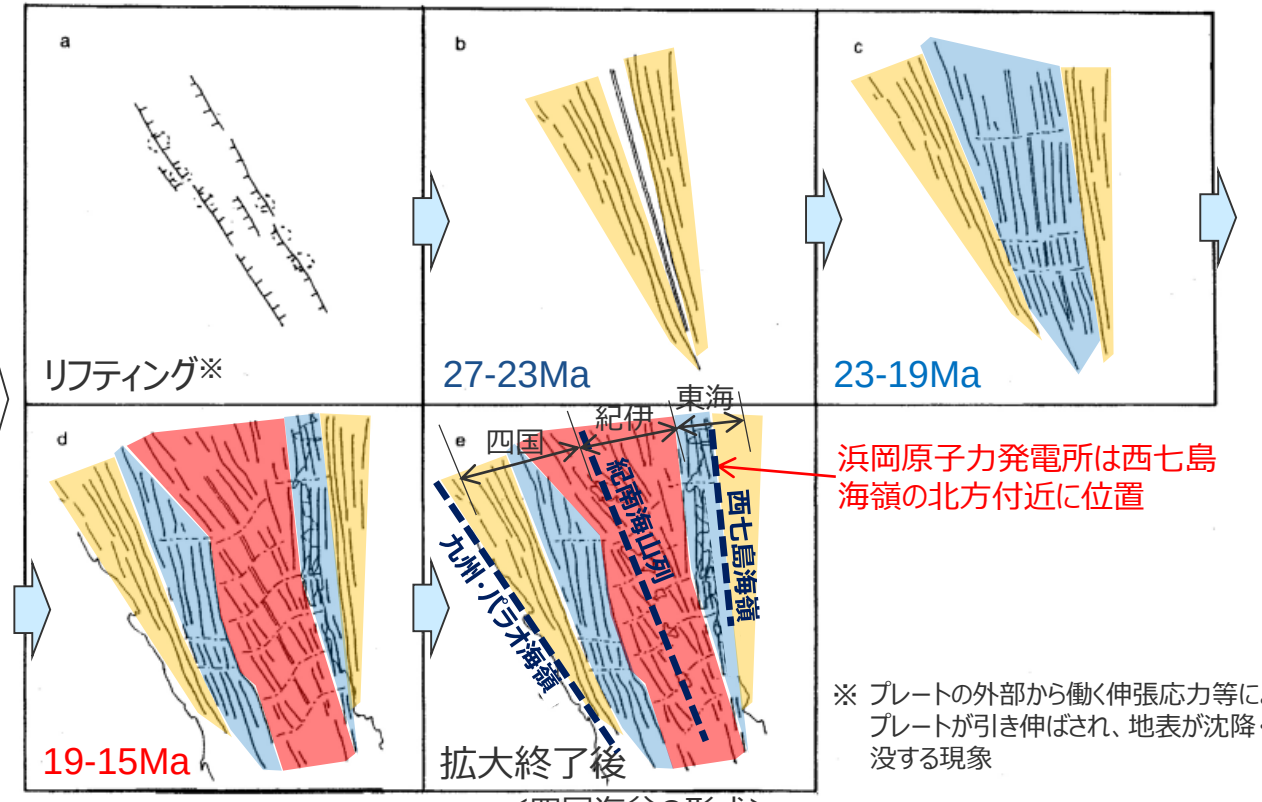
南海トラフから沈み込むフィリピン海プレートの年代
（四国海盆の形成）

○四国海盆について、西側には九州パラオ海嶺、中央には紀南海山列、東側には西七島海嶺が存在し、浜岡原子力発電所は西七島海嶺の北方付近に位置する。
○各領域（東海、紀伊、四国）に沈み込むフィリピン海プレートの年代について、フィリピン海プレートの地形と四国海盆の形成（Okino et al.(1994)、沖野(1999)）との対比によると、東海域では27～19Ma、紀伊では19～15Ma、四国では27～15Maである。

○東海域に沈み込むフィリピン海プレートについては、上記に示す西七島海嶺以西の四国海盆の形成の他、フィリピン海プレートの沈み込み方向を考慮すると、西七島海嶺以東の北部伊豆小笠原島弧の形成も関連することから、以降では、北部伊豆小笠原島弧の形成も踏まえて、年代を整理する。



<フィリピン海プレートの地形>
（地震調査研究推進本部HPに敷地位置、地域名称、地形名称を加筆）



※ プレートの外部から働く伸張応力等によりプレートが引き伸ばされ、地表が沈降・陥没する現象

<四国海盆の形成>
（Okino et al.(1994)に年代、ハッチング、矢印、地域名称、地形名称、敷地位置に関する記載を加筆）

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

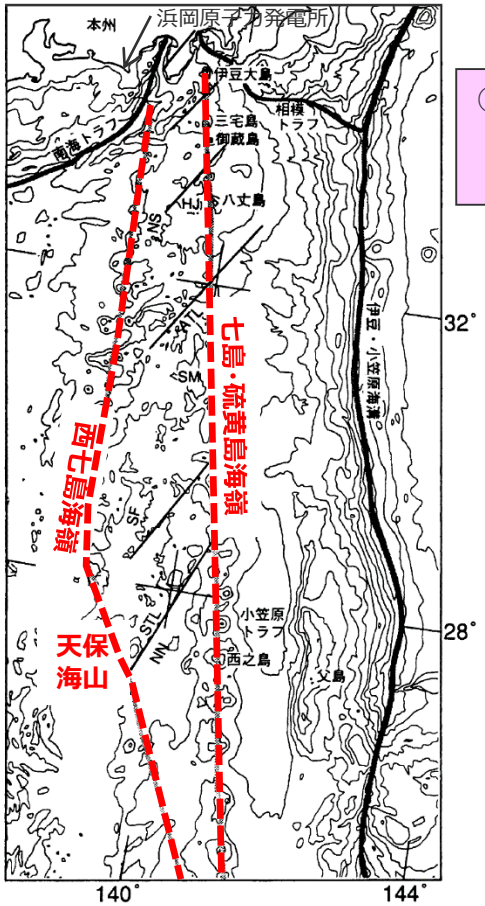
・下線（＿＿）は、一部修正箇所を示す。

<補足説明資料④-25 沈み込む海洋プレートの特徴>

第482回
資料2-1 p.37一部修正

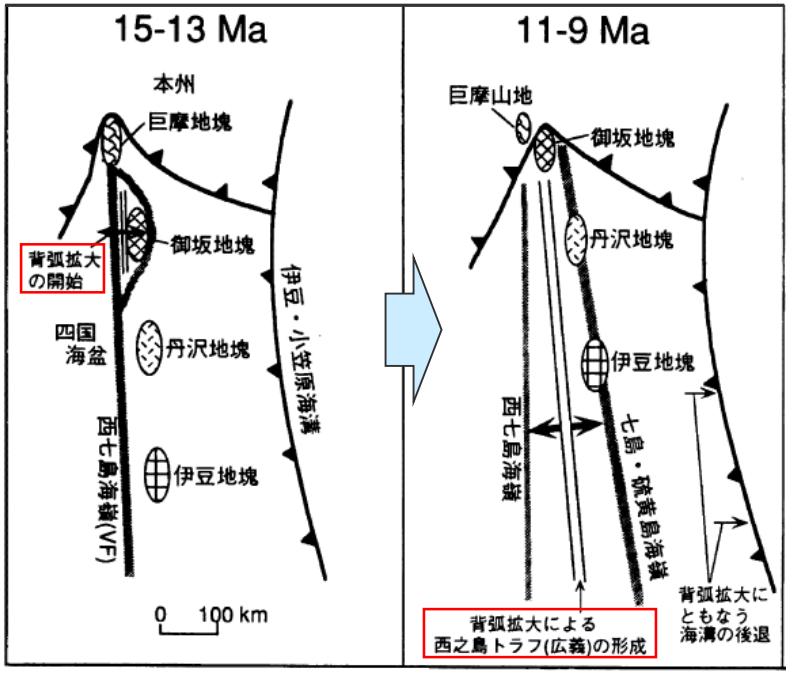
南海トラフから沈み込むフィリピン海プレートの年代
（北部伊豆小笠原島弧の形成）

○北部伊豆小笠原島弧の形成に関して、西七島海嶺は浜岡原子力発電所の南方付近に存在し、その東側には、現在の火山フロントである七島・硫黄島海嶺が存在する。高木・他(1993)によると、七島・硫黄島海嶺は背弧拡大により西七島海嶺を残留島弧として分離・移動した海嶺であり、背弧拡大は15～9Maの間に起こったとしている。
○なお、碇(1991)によると、西七島海嶺のうち天保海山以北の海山は、堆積物の年代と磁気異常データから、四国海盆拡大後から鮮新世までの間に形成された島弧火山であると推定している。



<北部伊豆小笠原島弧の地形>
（高木・他(1993)に敷地位置、地形名称を加筆）

○東海域に沈み込むフィリピン海プレートの年代について、西七島海嶺以西（四国海盆の形成）では27～19Ma、西七島海嶺以東（北伊豆小笠原島弧の形成）では15～9Maであり、総じて27～9Maであると考えられる。



<北部伊豆小笠原島弧の形成>（高木・他(1993)に赤い四角、矢印を加筆）

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

補足説明資料④-26
海洋プレート内地震の地震発生層の地域性を考慮した地震規模の検討

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

第253回
資料2-1 p.42一部修正

検討概要

沈み込む海洋プレートの特徴（再掲）

【日本周辺の沈み込む海洋プレート】

○浜岡原子力発電所が位置する東海域に沈み込むフィリピン海プレートの特徴は太平洋プレートと異なり、同じフィリピン海プレートにおいても、九州・パラオ海嶺を境としてその特徴は異なる。

○地震発生層の幅が厚い太平洋プレートでは規模の大きい地震が発生している。

【世界の沈み込む海洋プレート】

○海洋プレートの特徴は、沈み込み帯により異なり多様であり、その中で、フィリピン海プレート（東海域）と類似する海洋プレートはCascadia沈み込み帯に沈み込むファンデフカプレートであり、そこで発生した地震の最大規模はMw6.8である。

○地震発生層の幅が厚い沈み込み帯の海洋プレートでは規模の大きい地震が発生している。

地震発生層の地域性を考慮した地震規模の想定

○地震発生層の幅は地震規模と相関があると考えられることから、地震規模（地震モーメント）と地震発生層の幅（断層幅）に関するスケーリング則（M_0－W関係）を検討する。

○このスケーリング則について、フィリピン海プレート（東海域）と太平洋プレート（北海道）で発生した既往最大地震に対する適用を検討し、フィリピン海プレート（東海域）における最大規模を想定する。

＜太平洋プレート（北海道）＞
・地震発生層の幅：40km程度
・地震規模：日本周辺の太平洋プレートで発生した地震の最大規模M8.2（1994年北海道東方沖地震）

＜フィリピン海プレート（東海域）＞
・地震発生層の幅：10km程度
・地震規模：フィリピン海プレート（領域１（南海トラフ沿い））で発生した地震の最大規模M7.0（1855年遠州灘の地震）

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

第253回
資料2-1 p.43一部修正

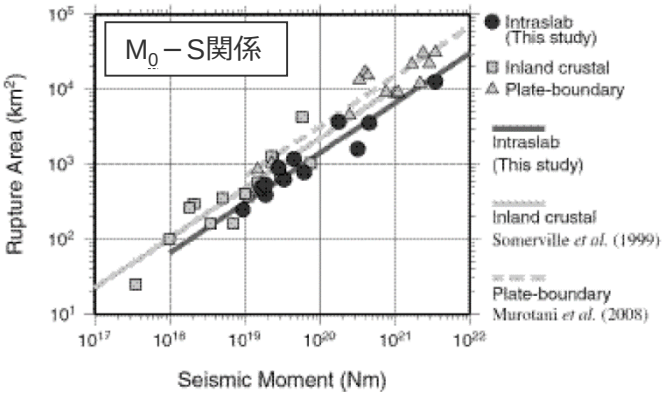
検討結果

地震モーメントM_0－断層面積Sの関係

○ 岩田・浅野(2010)では、国内外11個のスラブ内地震（Mw6.6-8.3、深さ120km程度）の震源モデルに基づき、以下のM_0－S関係が示されている。

$S=6.57\times10^{-11}M_0^{2/3}$
（S：断層面積(km^2)、M_0：地震モーメント(Nm)）

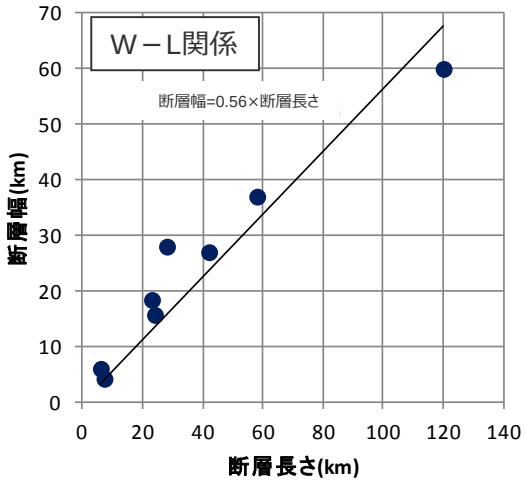
$S \propto M_0^{2/3}$ （$M_0 \propto S^{3/2}$）



断層幅W－断層長さLの関係

○ 国内で発生したスラブ内地震の断層幅W（km）と断層長さL（km）との関係を検討した結果、両者は比例関係にある。

$W \propto L$



地震	断層長さ(km)	断層幅(km)	地震規模M	出典
1993年釧路沖地震	58	37	7.5	Takeo et al. (1993)
1994年北海道東方沖地震	120	60	8.2	Morikawa and Sasatani (2004)
2003年宮城県沖	28	28	7.1	浅野・他 (2004)
2011年宮城県沖	42	27	7.2	芝・野口 (2012)
2001年静岡県中部	7.2	4.2	5.3	森川・他 (2002)
2009年駿河湾	24	15.7	6.5	佐藤 (2010)
2011年駿河湾	6	6	6.2	国土地理院 (2012)
2001年芸予地震	23	18.4	6.7	森川・他 (2002)

地震モーメントMo－断層幅Wの関係

○スラブ内地震の地震モーメントM_0は断層幅Wの3乗と比例関係にある。

M_0－S関係 ⇒$M_0 \propto S^{3/2}$

W－L関係 ⇒$W \propto L$

M_0－W関係 ⇒$M_0 \propto W^3$

次ページに続く

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

第253回
資料2-1 p.44一部修正

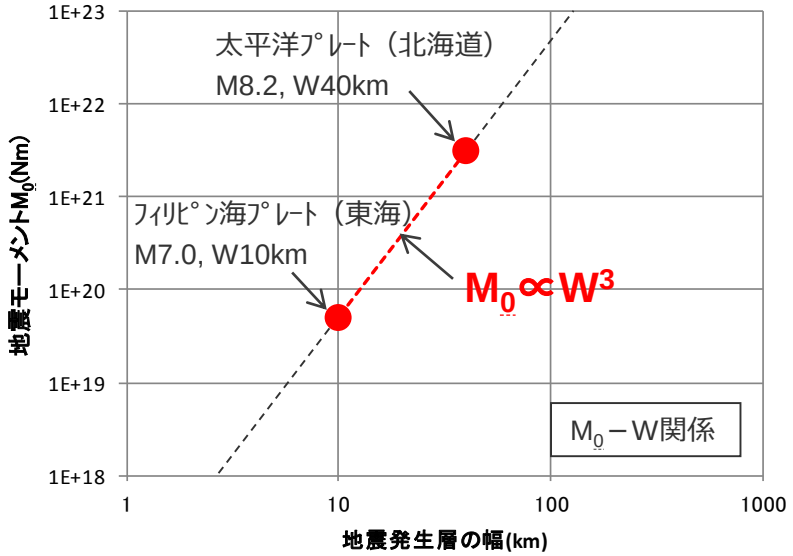
検討結果

前ページからの続き

各地域の既往最大地震に対するM_0－W関係の適用

○「太平洋プレート（北海道）における地震発生層の幅及び最大規模」と「フィリピン海プレート（東海域）における地震発生層の幅及び最大規模」で表される２点を通る直線は、地震モーメントM_0と断層幅Wのスケーリング則（$M_0 \propto W^3$）で説明される。

**地震発生層の地域性を考慮すると、太平洋プレート（北海道）でM8クラスの地震が発生することと
フィリピン海プレート（東海域）でM7クラスの地震が発生することは等価であると考えられる。**



＜太平洋プレート（北海道）＞
・地震発生層の幅：40km程度
・地震規模：日本周辺の太平洋プレートで発生した地震の最大規模M8.2
（1994年北海道東方沖地震）

＜フィリピン海プレート（東海域）＞
・地震発生層の幅：10km程度
・地震規模：フィリピン海プレート（領域１（南海トラフ沿い））で発生した地震の最大規模M7.0
（1855年遠州灘の地震）

・地震規模Mから地震モーメントM_0を求める際には佐藤(1989)のM_0－M関係式を用いる。
$\log M_0$(dyne-cm) = 1.5M + 16.2

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

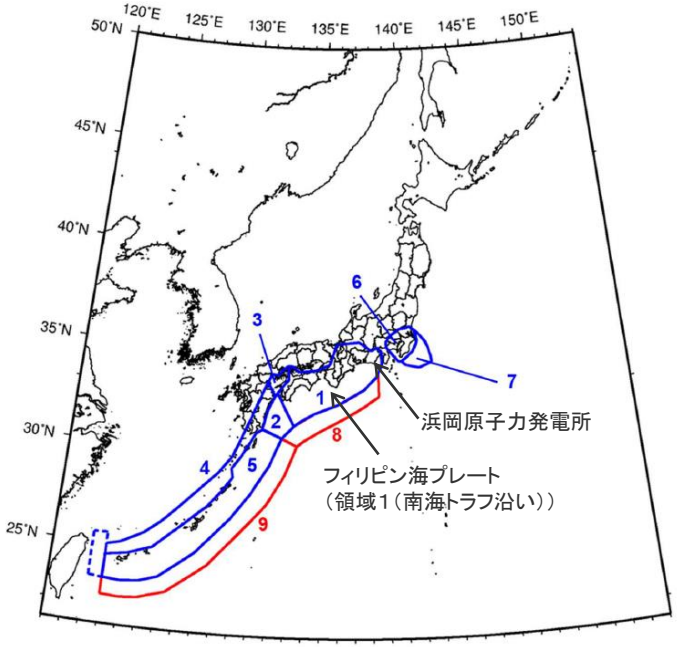
補足説明資料④-27
海洋プレート内地震の地震規模に関する検討

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

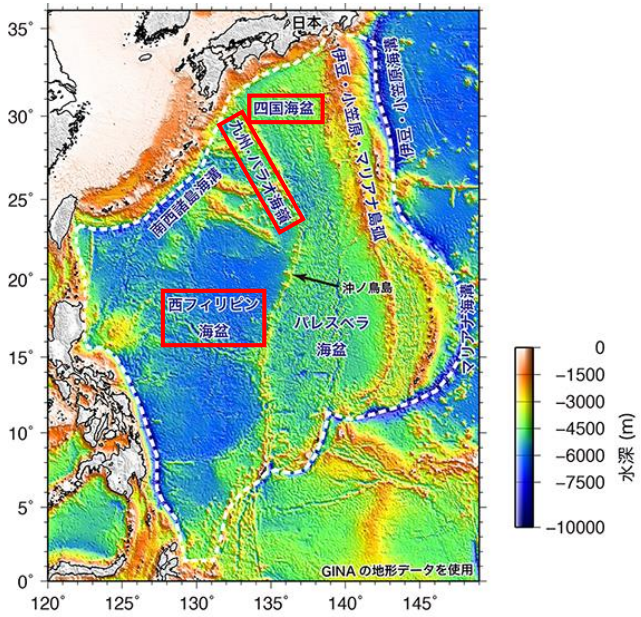
<補足説明資料④-27 海洋プレート内地震の地震規模に関する検討>

浜岡原子力発電所周辺に沈み込むフィリピン海プレート

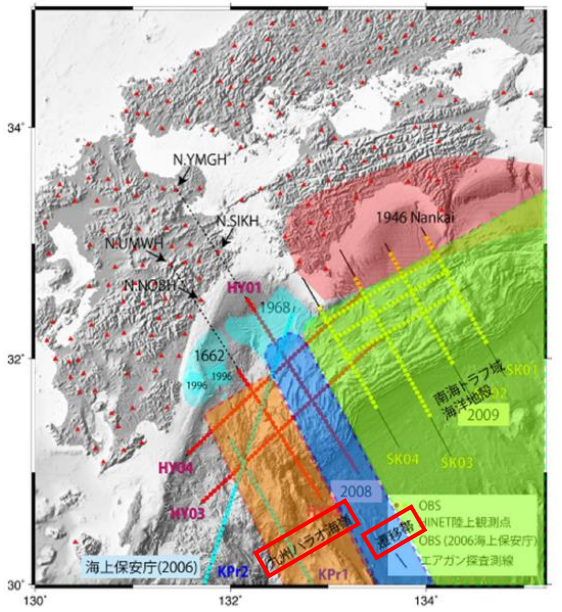
○浜岡原子力発電所は、フィリピン海プレートが沈み込む領域のうち、地震調査委員会(2021)による領域１（南海トラフ沿い）の東端に位置する。
○フィリピン海プレートでは、九州・パラオ海嶺を境として形成年代の異なる海盆が沈み込み、この海嶺より東側には若い四国海盆が、西側には古い西フィリピン海盆が沈み込んでいる。
○領域１（南海トラフ沿い）は四国海盆が沈み込む領域（東海～紀伊～四国）に位置し、プレートの特徴が類似している。また、領域１（南海トラフ沿い）の西端は、四国海盆と九州・パラオ海嶺の間に位置する遷移帯と概ね一致し、その以西ではプレートの特徴が変化している。



<震源を予め特定しにくい地震の地域区分>
（地震調査委員会(2021)に敷地位置、領域の説明を加筆）



<フィリピン海プレートの海底地形>
（地震調査研究推進本部HPに赤い四角を加筆）



<フィリピン海プレートの構造変化>
（地震調査委員会(2013b)に赤い四角を加筆）

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

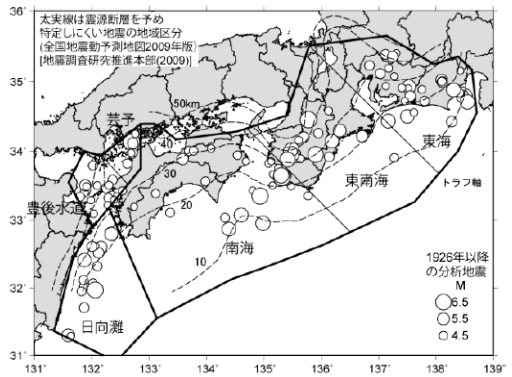
・下線（＿）は、一部修正箇所を示す。
・震源を予め特定しにくい地震の地域区分の図を変更。

<補足説明資料④-27 海洋プレート内地震の地震規模に関する検討>

フィリピン海プレートで発生した地震の地震規模（領域１（南海トラフ沿い））

○地震規模の検討に際して、海洋プレート内地震は内陸地殻内地震やプレート間地震に比べ短周期地震波の励起が大きいため、主に内陸地殻内地震の地震規模を推定するために用いられてきた従来の手法を海洋プレート内地震の歴史地震に適用すると、地震規模は過大に評価される可能性がある。
○そこで、神田・武村(2013)等では、地域的な距離減衰特性や観測地点の揺れ易さを考慮した海洋プレート内地震の特性を検討し、フィリピン海プレートで発生した海洋プレート内地震の歴史地震について地震規模を再評価している。

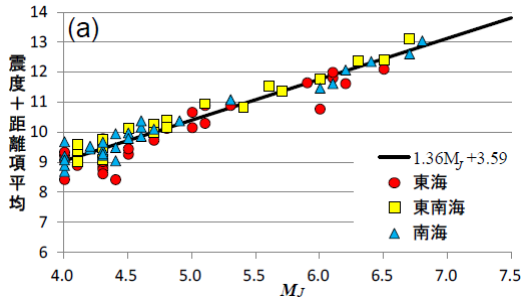
地震規模の再評価の概要（神田・武村(2013)による）



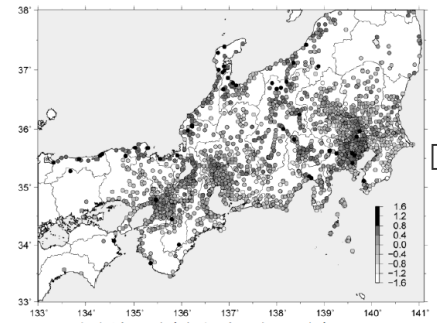
<分析に用いるスラブ内地震の震央分布>

作成した震度距離減衰式

$$I = -4.37 \log X + 1.36 M_J + 3.59$$

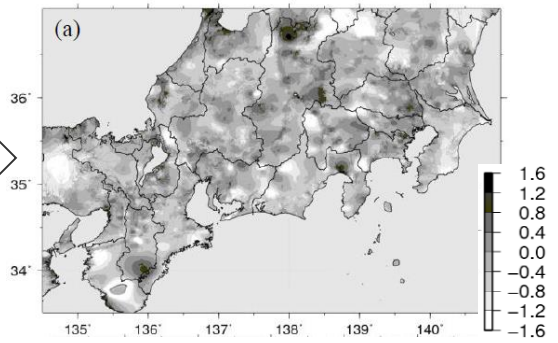


<マグニチュードに対する距離で補正した震度>

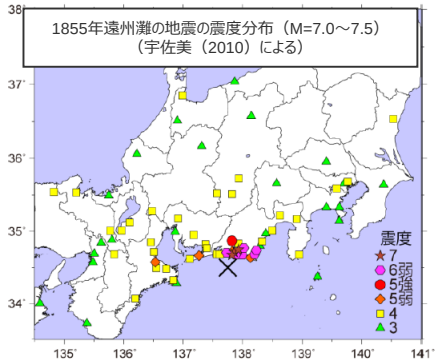


<東海域の震度観測点の相対震度I_r>

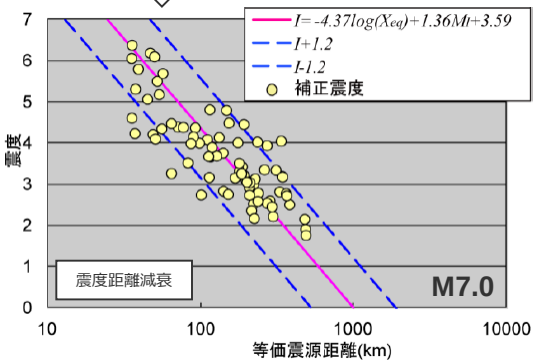
J-SHISに基づく地盤増幅率（Vs400m/s以浅）により、観測点間の相対震度を補完



<地盤増幅率により補完した相対震度I_r分布>



宇佐美（2010）の震度分布に相対震度を考慮した補正震度をターゲットとし、作成した震度距離減衰式を用いてMを再推定



<地震規模の再評価の例>
（1855年遠州灘の地震）

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

<補足説明資料④-27 海洋プレート内地震の地震規模に関する検討>

フィリピン海プレートで発生した地震の地震規模（領域１（南海トラフ沿い））

第482回
資料2-1 p.58一部修正

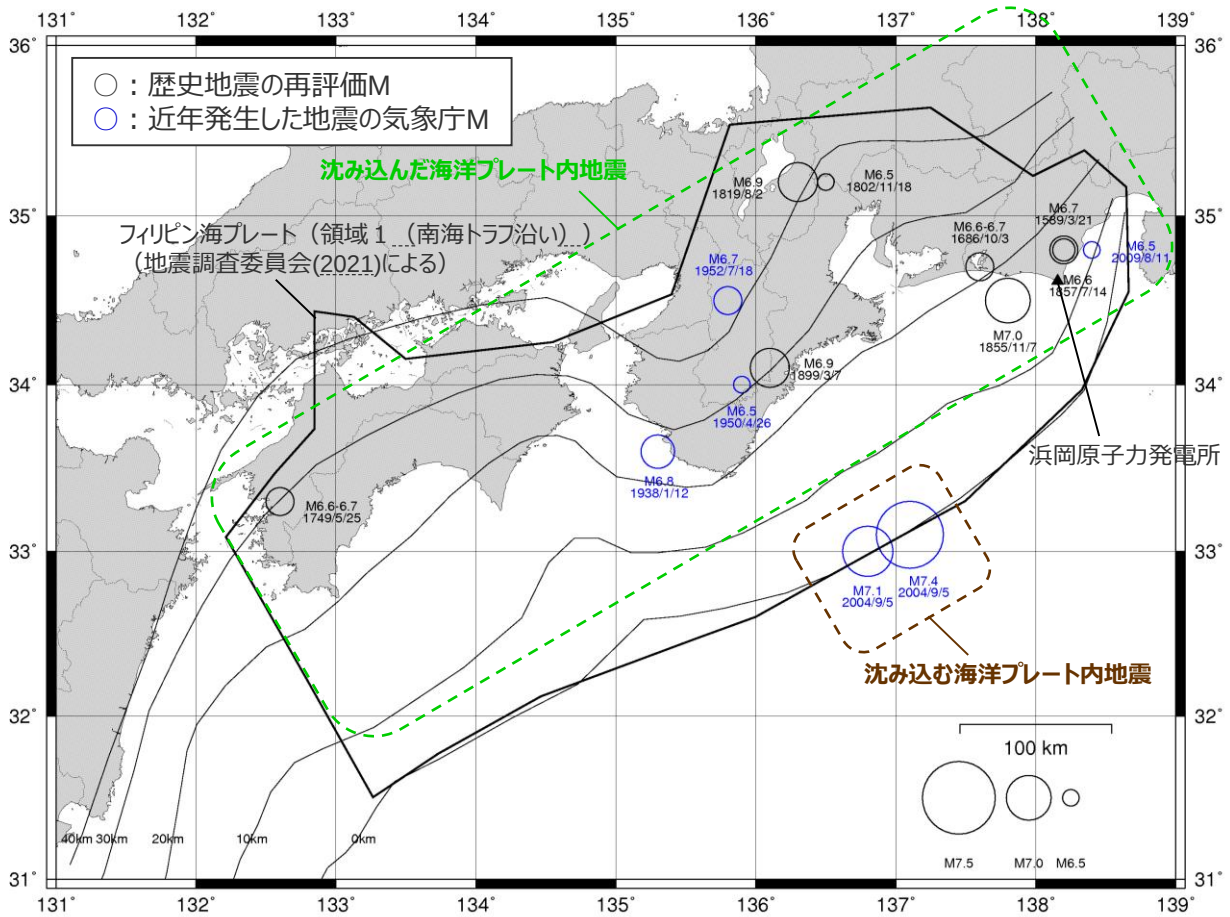
○フィリピン海プレート（領域１（南海トラフ沿い））を対象として、神田・武村(2013)等による歴史地震の地震規模の再評価結果に気象庁による近年発生した主な地震の地震規模を加えて、海洋プレート内地震の地震規模について検討する。

【沈み込んだ海洋プレート内地震】

○敷地に近い地震として、1589年駿河・遠江の地震及び1686年遠江・三河の地震及び2009年駿河湾の地震（本震）の規模はM6.5～6.7となっており、敷地から200km程度離れているが、1819年伊勢・美濃・近江の地震及び1899年紀伊半島南東部の地震の規模はM6.9となっている。
また、1854年安政東海地震の最大余震である1855年遠州灘の地震の規模はM7.0となっている。

【沈み込む海洋プレート内地震】

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



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

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

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

・下線（＿）は、一部修正箇所を示す。

<補足説明資料④-27 海洋プレート内地震の地震規模に関する検討>

検討概要
（全体）

第482回
資料2-1 p.59一部修正

検討①：1769年日向･豊後の地震

○1769年日向･豊後の地震に関する検討及び当該地震が発生したプレートの特徴を整理する。

○1769年日向･豊後の地震が発生したプレートの特徴は、浜岡原子力発電所が位置する東海域におけるプレートの特徴と大きく異なることを確認した。

検討②：1911年奄美大島近海の地震

○地震調査委員会(2014a)に示された1911年奄美大島近海の地震に関する検討及び当該地震が発生したプレートの特徴を整理する。

○1911年奄美大島近海の地震はプレート間地震の可能性が高いこと、当該地震が発生したプレートの特徴は、浜岡原子力発電所が位置する東海域におけるプレートの特徴と大きく異なることを確認した。

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
（補足説明資料④-22参照）

国内外でフィリピン海プレート（南海トラフ沿い）と類似したプレートで発生した地震
（補足説明資料④-25参照）

地震発生層の地域性を考慮した地震規模の想定
（補足説明資料④-26参照）

台湾南西部（遷移帯）で発生した地震
（補足説明資料④-25参照）

検討用地震（地震動の顕著な増幅をしない）の選定における沈み込む海洋プレート内地震に係る検討
（補足説明資料④-29参照）

敷地で考慮する検討用地震の地震規模を設定する。

･基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）：M7.0
･地震規模の不確かさ：M7.4

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

･下線（＿）は、一部修正箇所を示す。
･下段の記載を修正。

<補足説明資料④-27 海洋プレート内地震の地震規模に関する検討>

第482回
資料2-1 p.60一部修正

検討概要
（1769年日向・豊後の地震）

1769年日向・豊後の地震に関する検討及び当該地震が発生したプレートの特徴を整理する。

1769年日向・豊後の地震に関する検討

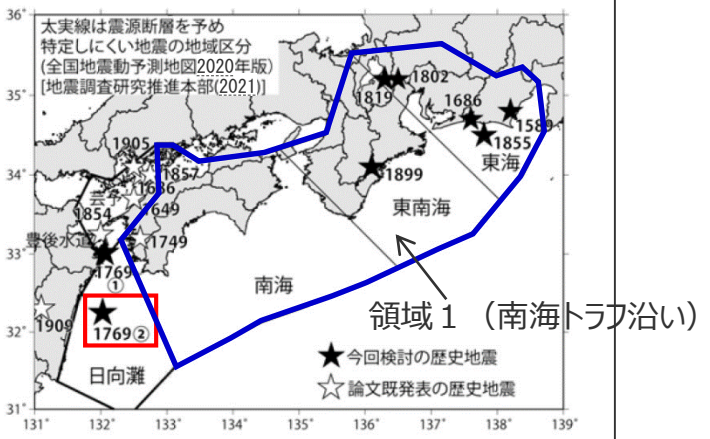
<地震規模の再評価に係る文献調査>

○神田・武村(2013)では、1769年日向・豊後の地震の地震規模について、松浦・他(2003)による震度分布に基づき、Mj7.4として再評価している。

○松浦・他(2003)による震度分布について、同論文では広範囲の大規模風水害の影響が加わっていること等を指摘している。

<プレート間地震の可能性に係る検討>

○神田・武村(2013)による指摘や当該地震の震央周辺で近年発生した地震を踏まえると、1769年日向・豊後の地震はプレート間地震の可能性がある。



<1769年日向・豊後の地震>
(神田・武村(2013)に領域名、赤い四角を加筆、領域を青線で重ね描き)

1769年日向・豊後の地震が発生したプレートの特徴

○1769年日向・豊後の地震の震央位置は九州・パラオ海嶺や曲げフロントの延長線上に位置する。
- 九州・パラオ海嶺はフィリピン海プレートの特徴が変化する分岐線であり、地殻が厚く、年代が古いといった特徴を有する。
- 曲げフロントはプレートの傾斜が急になる変曲点であり、他の領域に比べて曲げによる大きな力がプレートにかかり、プレートの応力状態も変化している。

1769年日向・豊後の地震が発生したプレートの特徴は、浜岡原子力発電所が位置する東海域におけるプレートの特徴と大きく異なることを確認した。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

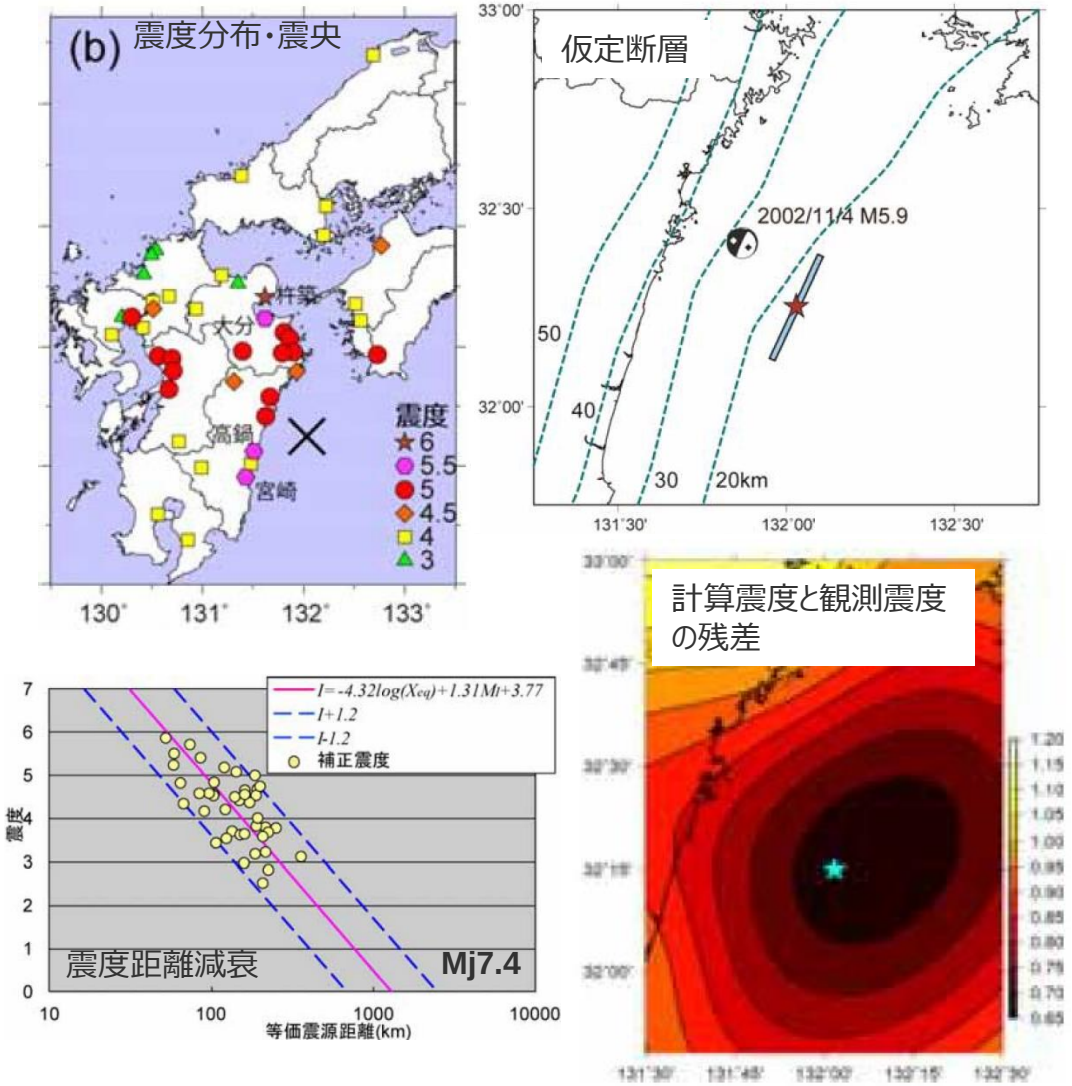
・上段箱書き「コメントを踏まえて、」を削除。
・下線（＿＿）は、一部修正箇所を示す。

<補足説明資料④-27 海洋プレート内地震の地震規模に関する検討>

1769年日向・豊後の地震に関する検討
（地震規模の再評価に係る文献調査）

第482回
資料2-1 p.61一部修正

○神田・武村(2013)では、1769年日向・豊後の地震の地震規模について、松浦・他(2003)による震度分布に基づき、スラブ内地震としてMj7.4と再評価している。
○また、断層位置を変えたグリッドリサーチから観測震度と計算震度の残差を求め、残差の最も小さくなる領域が松浦・他(2003)による震央位置（日向灘）と重なることから、1769年日向・豊後の地震は日向灘で発生した可能性が高いとしている。



＜1769年日向・豊後の地震の再評価＞
（神田・武村(2013)に図名称を加筆）

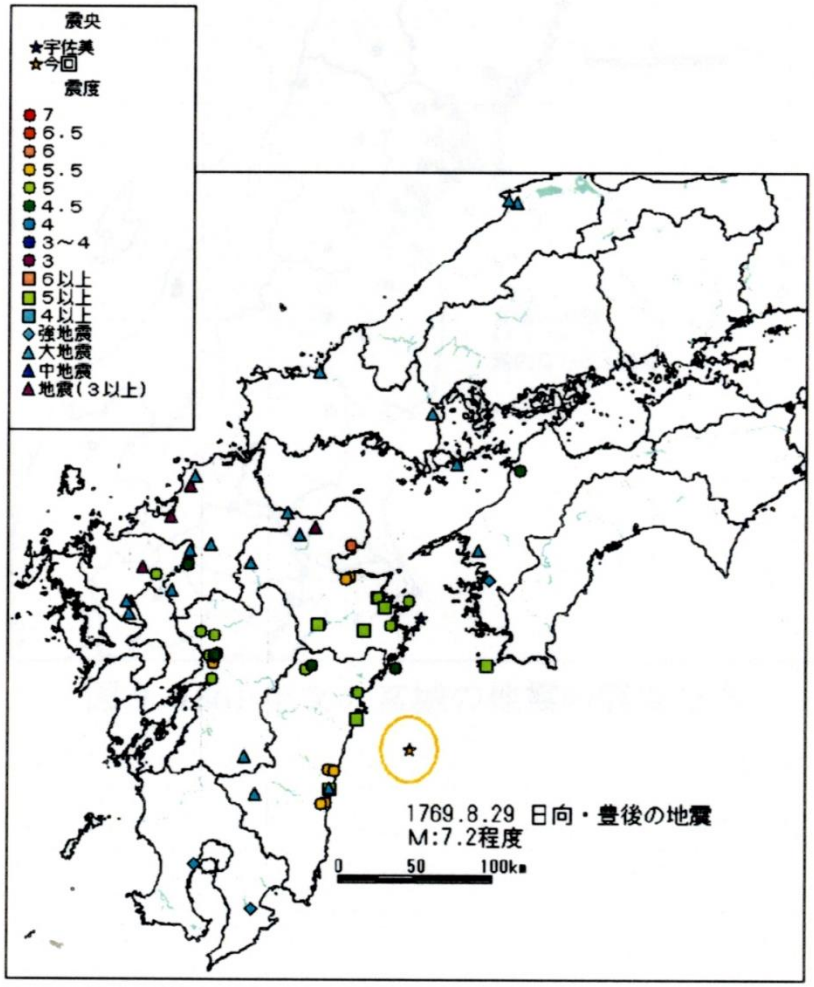
Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

・下線（＿＿）は、一部修正箇所を示す。

<補足説明資料④-27 海洋プレート内地震の地震規模に関する検討>

1769年日向・豊後の地震に関する検討
（地震規模の再評価に係る文献調査）

○前述のとおり、神田・武村(2013)では、1769年日向・豊後の地震について、松浦・他(2003)による震度分布に基づき、地震規模を再評価している。
○松浦・他(2003)による震度分布に関して、同論文では「地震発生前の多量の降雨、地震発生後の低気圧の通過による広範囲の大規模風水害の影響が加わっていること」、「原文書不明で信憑性が低い情報が含まれていること」が指摘されている。
○また、宮崎県側の被害や風雨により増幅された被害の割引等を考慮して、この地震の規模をM7.2程度と再評価している。



＜1769年日向・豊後の地震の震度分布＞
（松浦・他(2003)による）

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

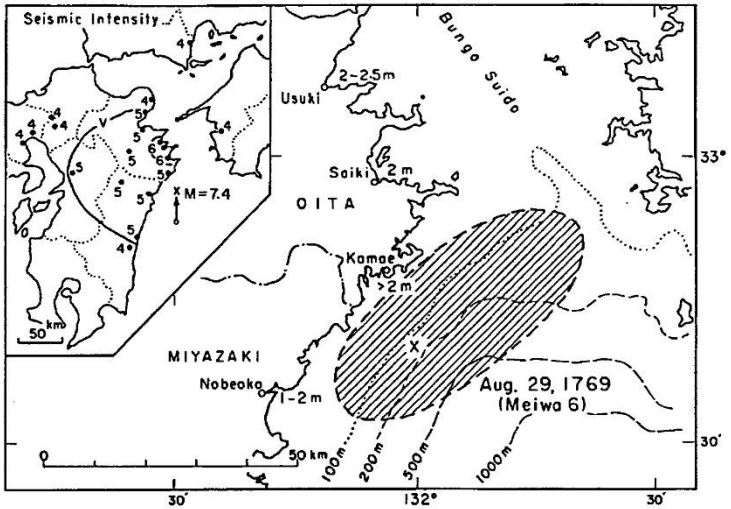
<補足説明資料④-27 海洋プレート内地震の地震規模に関する検討>

1769年日向・豊後の地震に関する検討
（プレート間地震の可能性に係る検討）

第482回
資料2-1 p.63一部修正

○神田・武村(2013)では、スラブ内地震として1769年日向・豊後の地震の地震規模（Mj7.4）を再評価しているが、以下の観点から、当該地震がプレート間地震の可能性もあると指摘している。
・羽鳥(1985)は、当該地震の津波の波源域を特定している。
・LT型（プレート間地震）である1941年の地震（M7.2）における震度５の分布の広がりが当該地震と類似している。
○その他、1769年日向・豊後の地震が発生した日向灘において、1926年から1996年に発生した地震（Mj≧6.5、体感震度3以上）のほぼ全てがプレート間地震であることを、神田・武村(2013)に示されている。

1769年日向・豊後の地震は、プレート間地震の可能性があると考えられる。



<1769年日向・豊後の地震の津波波源>
（羽鳥(1985)による）

<近年日向灘沖で発生した地震（Mj≧6.5、体感震度3以上）>
（神田・武村(2013)にプレート間地震を示す赤い四角を加筆）

番号	年	月日	時刻	経度	緯度	M_J	深さ (km)	震源*)
①	1929	522	1:35	131.888	31.748	6.9	59	―
②	1931	1102	19:02	132.002	31.790	7.1	28	―
③	1939	320	12:22	131.747	32.083	6.5	57	LT 型
④	1941	1119	1:46	132.133	32.118	7.2	33	LT 型
⑤	1961	227	3:10	131.887	31.645	7.0	37	LT 型
⑥	1968	401	9:42	132.533	32.283	7.5	30	LT 型
⑦	1969	421	16:19	132.117	32.150	6.5	10	LT 型
⑧	1970	726	7:41	132.033	32.067	6.7	10	LT 型
⑨	1984	807	4:06	132.153	32.383	7.1	33	LT 型
⑩	1987	318	12:36	132.062	31.973	6.6	48	スラブ内
⑪	1996	1019	23:44	132.008	31.798	6.9	34	LT 型
⑫	1996	1203	7:17	131.680	31.768	6.7	38	LT 型

プレート間地震

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

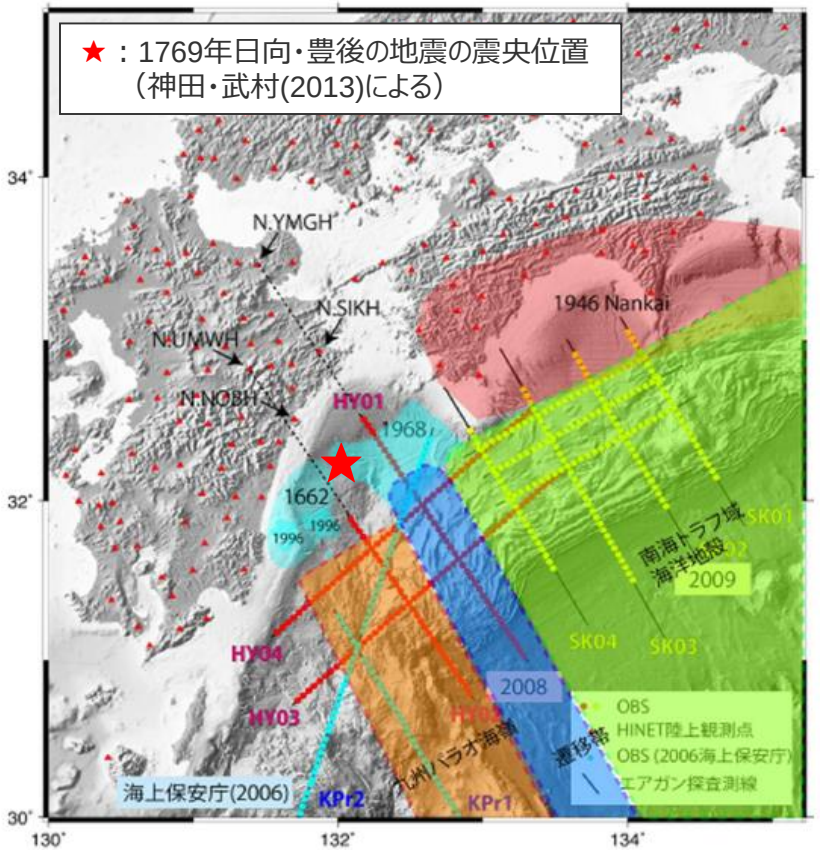
・下線（＿＿）は、一部修正箇所を示す。

<補足説明資料④-27 海洋プレート内地震の地震規模に関する検討>

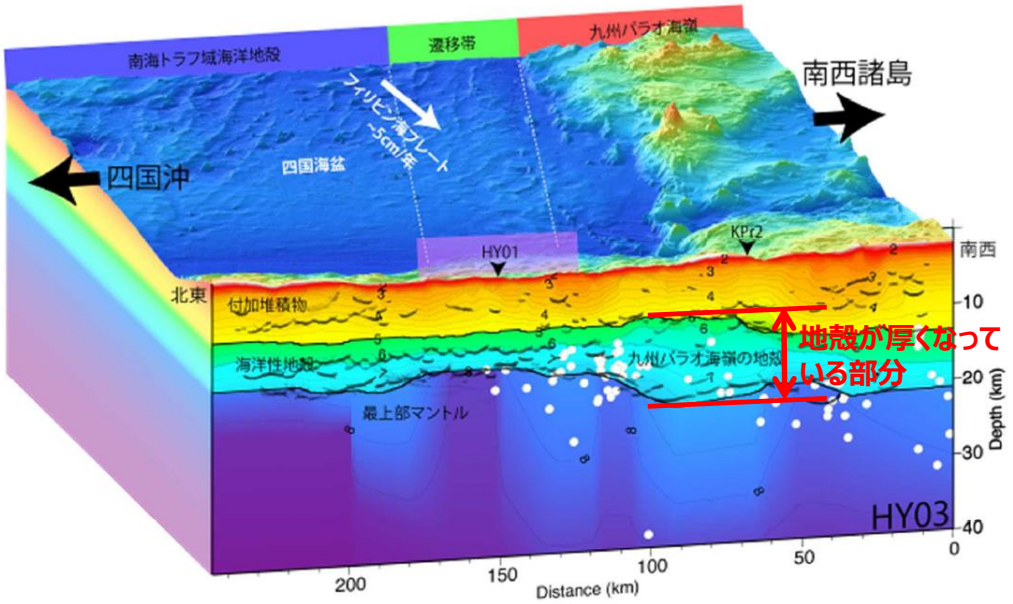
第482回
資料2-1 p.64一部修正

1769年日向・豊後の地震が発生したプレートの特徴
（九州・パラオ海嶺）

○1769年日向・豊後の地震の震央位置とフィリピン海プレートの構造との関係によると、1769年日向・豊後の地震の震央は九州・パラオ海嶺の延長線上に位置する。
○九州・パラオ海嶺は、フィリピン海プレートの特徴が変化する分岐線であり、この海嶺の特徴の一つとして、他の領域に比べ地殻が厚くなっている。



＜1769年日向・豊後の地震の震央位置とフィリピン海プレートの構造との関係＞
（地震調査研究推進本部(2013)に1769年日向・豊後の地震の震央位置を加筆）



＜九州周辺に沈み込むフィリピン海プレートの断面＞
（地震調査研究推進本部(2013)に九州パラオ海嶺の地殻の説明を加筆）

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

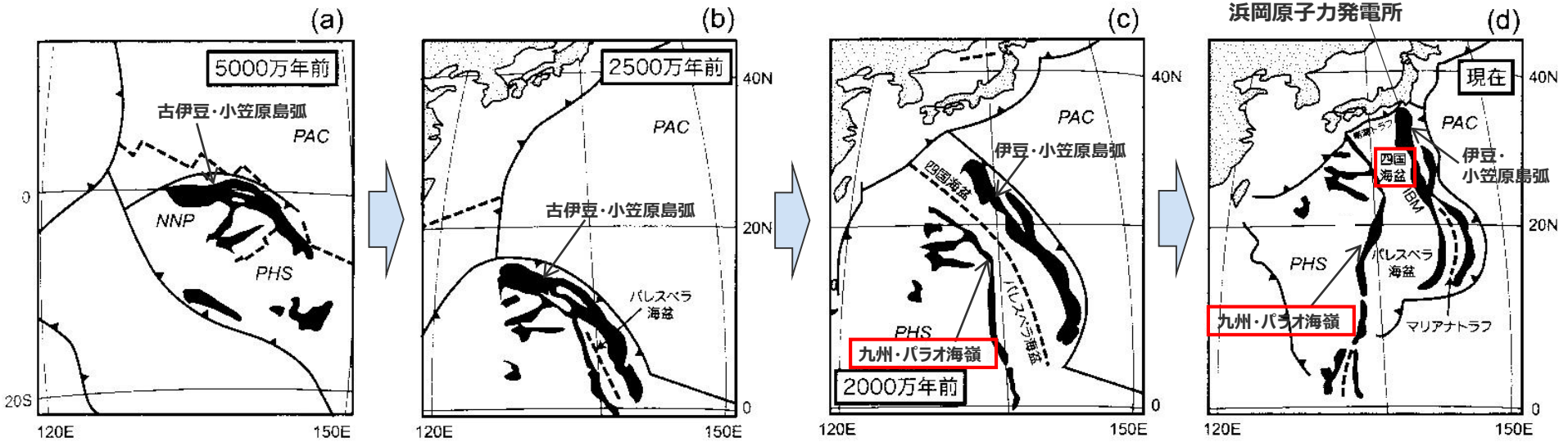
・下線（＿＿）は、一部修正箇所を示す。

<補足説明資料④-27 海洋プレート内地震の地震規模に関する検討>

第482回
資料2-1 p.65一部修正

1769年日向・豊後の地震が発生したプレートの特徴
（九州・パラオ海嶺）

○九州パラオ海嶺は、約5000万年前に赤道付近で誕生した古伊豆・小笠原島弧が、約2500万年前に九州・パラオ海嶺と伊豆・小笠原島弧に分裂した際の残留島弧であり、その年代は、浜岡原子力発電所が位置する東海域の下に沈み込む四国海盆（27～9Ma）に比べ古い。



・赤道付近において、古伊豆・小笠原島弧が誕生

・古伊豆・小笠原島弧の南部で島弧が分裂を開始

・分裂が北部にも及び、九州・パラオ海嶺を置き去りにして伊豆・小笠原島弧が東へ移動し、四国海盆が拡大
・1500万年前に拡大終了

・フィリピン海プレートの南海トラフでの沈み込み
・伊豆・小笠原島弧の北進と本州弧への衝突

＜四国海盆の形成＞
（巽(2011)に敷地位置、島弧・海嶺の位置、赤い四角を加筆）

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

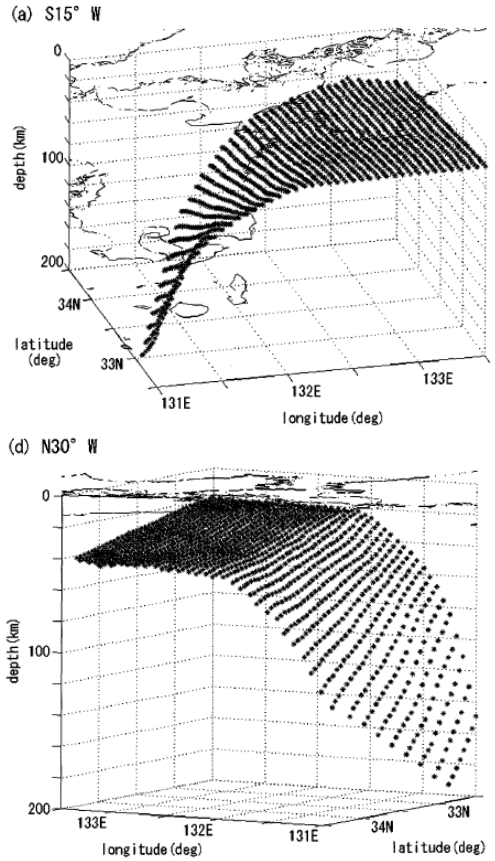
・下線（＿＿）は、一部修正箇所を示す。

<補足説明資料④-27 海洋プレート内地震の地震規模に関する検討>

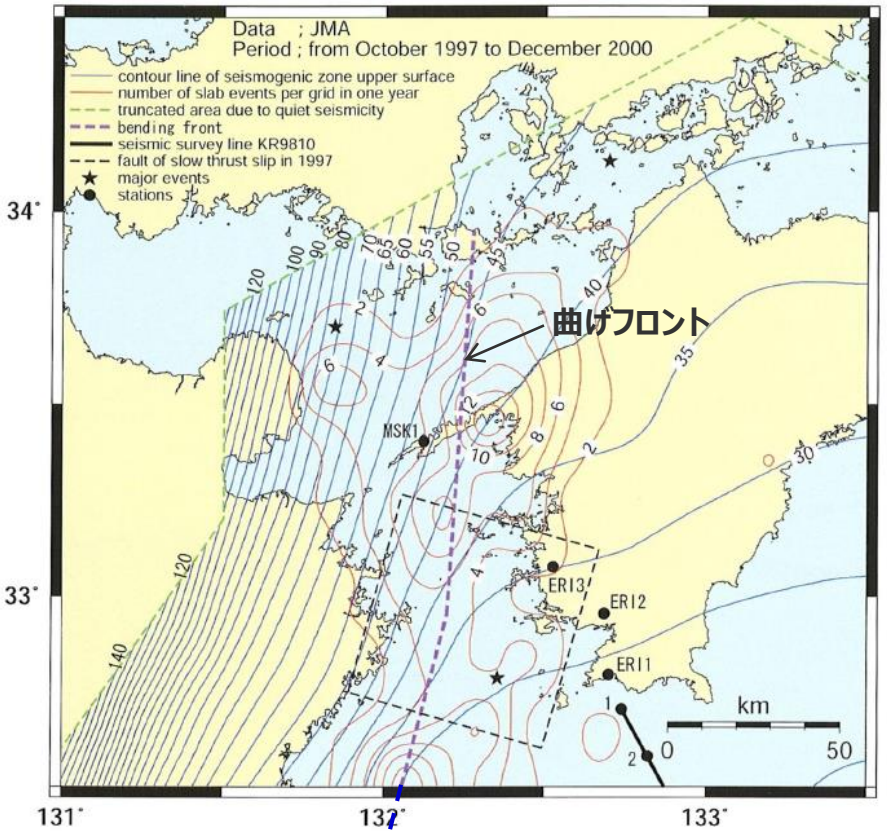
第482回
資料2-1 p.66一部修正

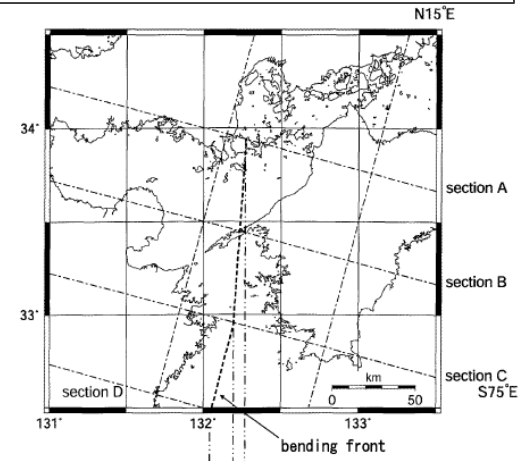
1769年日向・豊後の地震が発生したプレートの特徴（曲げフロント）

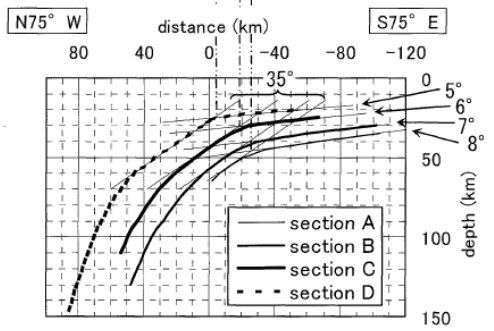
○松崎・他(2003)では、九州と四国の間に、プレートの傾斜が急になる変曲点として、曲げフロントを求めている。
○1769年日向・豊後の地震の震央は、この曲げフロントの延長線上に位置しており、他の領域に比べて、曲げによる大きな力がプレートに働いていると考えられる。



<九州周辺に沈み込むフィリピン海プレートで発生したスラブ内地震の上面コンター>
（松崎・他(2003)による）







松崎・他(2003)による曲げフロントの延長線

1769年日向・豊後の地震の震央位置（神田・武村(2013)による）

<九州周辺に沈み込むフィリピン海プレートで発生したスラブ内地震の傾斜及び曲げフロント>
（松崎・他(2003)に曲げフロント、1769年日向・豊後の地震の震央位置を加筆）

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

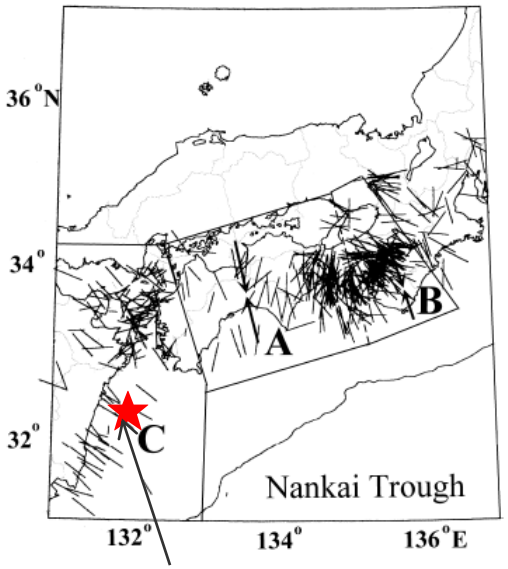
・下線（＿＿）は、一部修正箇所を示す。

<補足説明資料④-27 海洋プレート内地震の地震規模に関する検討>

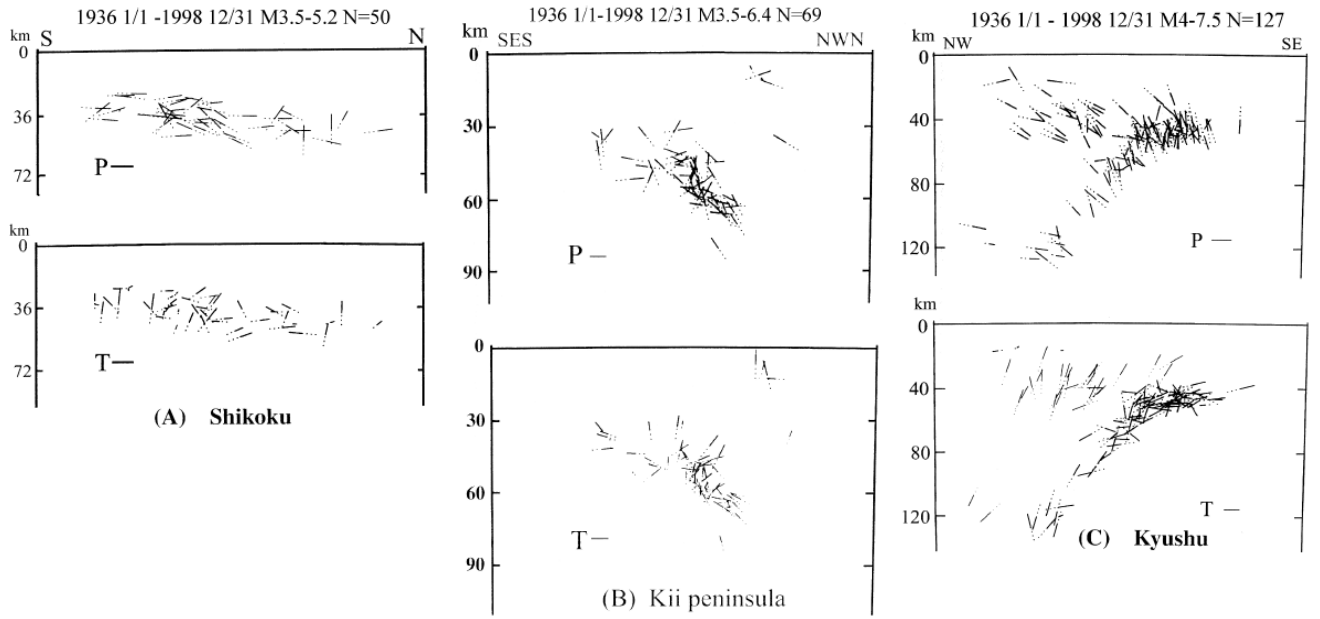
第482回
資料2-1 p.67一部修正

1769年日向・豊後の地震が発生したプレートの特徴
（プレートの応力状態）

○Xu and Kono(2002)によると、南海トラフのスラブ内地震には2つの応力場があり、西四国から紀伊半島にかけてのダウンディップコンプレッション型（DDC型）（下図の(A), (B)）と西四国から九州にかけてのダウンディップエクステンション型（DDE）（下図の(C)）に分けられるとしている。
○これらの違いは、スラブの年代、深さ、傾斜、プレートのカップリングに起因するとして、西四国から紀伊では、若いスラブが低角で沈み込み、スラブの先端では大きな抵抗力が働いているためDDC型となっているに対し、西四国から九州では、古いスラブが160kmの深さまで沈み込んでいるため、DDE型となっているとしている。
○1769年日向・豊後の地震の震央は下図の(C)に相当する。



1769年日向・豊後の地震の震央位置
（神田・武村(2013)による）



<南海トラフから沈み込むフィリピン海プレート内で発生したスラブ内地震のP,T軸分布>
（Xu and Kono(2002)に1769年日向・豊後の地震の震央位置を加筆）

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

・下線（＿＿）は、一部修正箇所を示す。

<補足説明資料④-27 海洋プレート内地震の地震規模に関する検討>

小括
（1769年日向・豊後の地震）

第482回
資料2-1 p.68一部修正

1769年日向・豊後の地震に関する検討及び当該地震が発生したプレートの特徴を整理する。

1769年日向・豊後の地震に関する検討

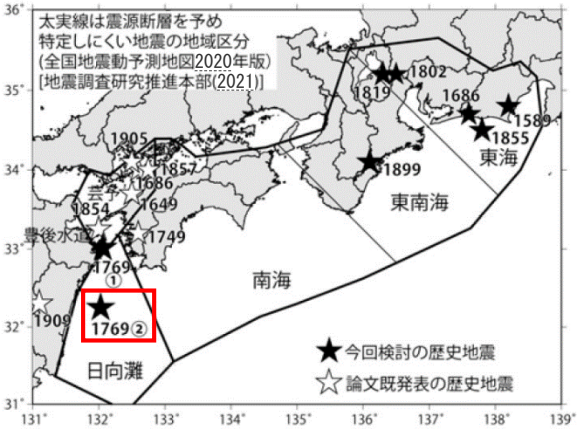
<地震規模の再評価に係る文献調査>

○神田・武村(2013)では、1769年日向・豊後の地震の地震規模について、松浦・他(2003)による震度分布に基づき、Mj7.4として再評価している。

○松浦・他(2003)による震度分布について、同論文では広範囲の大規模風水害の影響が加わっていること等を指摘している。

<プレート間地震の可能性に係る検討>

○神田・武村(2013)による指摘や当該地震の震央周辺で近年発生した地震を踏まえると、1769年日向・豊後の地震はプレート間地震の可能性がある。



<1769年日向・豊後の地震>
（神田・武村(2013)に赤い四角を加筆）

1769年日向・豊後の地震が発生したプレートの特徴

○1769年日向・豊後の地震の震央位置は九州・パラオ海嶺や曲げフロントの延長線上に位置する。
- 九州・パラオ海嶺はフィリピン海プレートの特徴が変化する分岐線であり、地殻が厚く、年代が古いといった特徴を有する。
- 曲げフロントはプレートの傾斜が急になる変曲点であり、他の領域に比べて曲げによる大きな力がプレートにかかり、プレートの応力状態も変化している。

1769年日向・豊後の地震が発生したプレートの特徴は、浜岡原子力発電所が位置する東海域におけるプレートの特徴と大きく異なることを確認した。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

・上段箱書き「コメントを踏まえて、」を削除。
・下線（＿＿）は、一部修正箇所を示す。

<補足説明資料④-27 海洋プレート内地震の地震規模に関する検討>

第482回
資料2-1 p.69一部修正

検討概要
（1911年奄美大島近海の地震）

地震調査委員会(2014a)に示された1911年奄美大島近海の地震に関する検討及び当該地震が発生したプレートの特徴を整理する。

1911年奄美大島近海の地震に関する検討

○ 地震調査委員会による全国地震動予測地図では、地震調査委員会(2014a)において、地震活動モデルの不確実性を大きくとった検討用モデルを基本に、地震動予測地図を作成しており、敷地が位置する領域１（南海トラフ沿い）のプレート内地震の最大規模について、1911年奄美大島近海の地震と同程度の地震が発生し得ると仮定し、M8.0と設定している。以降、2020年度版まで、領域１（南海トラフ沿い）のプレート内地震の最大規模としてM8.0が設定されている。

⇩

○1911年奄美大島近海の地震の震源要素について、理科年表や新編日本地震総覧等に記載された値（深さ100km、M8.0）が通説となっており、この震源要素は宇津(1979)に示されたものである。

⇩

○ 後藤(2013)によると、通説となっている震源要素について、この震央付近でのプレート境界の深さは10km程度であり、深さ100kmで地震が発生することは現在の地震学の常識では考えにくいこと等を指摘している。
○ また、最新の知見に基づき震源を再決定した結果、1911年奄美大島近海の地震は、深さ10km程度で発生したプレート間地震の可能性が大きいとしている。

⇨

○通説のとおり、1911年奄美大島近海の地震が深さ100km程度で発生した深いスラブ内地震であると仮定しても、敷地周辺は浅いスラブ内地震が発生する地震発生環境（深さ20～30km程度）にあるため、このような深いスラブ内地震は発生しない。

1911年奄美大島近海の地震が発生したプレートの特徴

○ フィリピン海プレートの特徴は、九州パラオ海嶺やトカラ海峡を境として変化しており、1911年奄美大島近海の地震が発生した南西諸島領域のプレートの特徴は浜岡原子力発電所が位置する東海域と大きく異なる。

⇩

○ 1911年奄美大島近海の地震はプレート間地震の可能性が高いこと、当該地震が発生したプレートの特徴は、浜岡原子力発電所が位置する東海域におけるプレートの特徴と大きく異なることを確認した。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

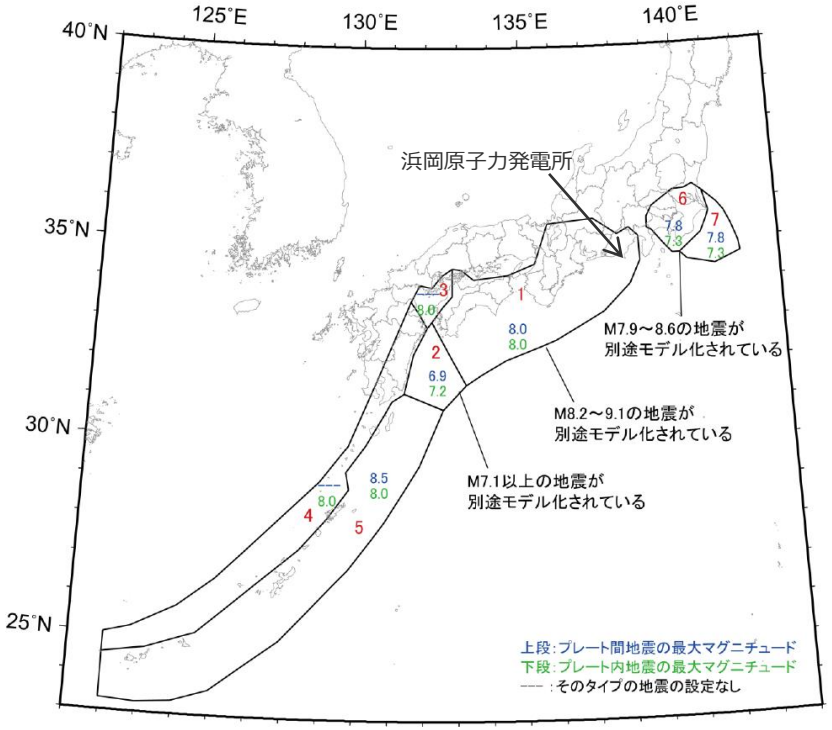
・上段箱書き「コメントを踏まえて、」を削除。
・下線（＿＿）は、一部修正箇所を示す。

<補足説明資料④-27 海洋プレート内地震の地震規模に関する検討>

1911年奄美大島近海の地震に関する検討
（地震調査委員会(2014a)）

第482回
資料2-1 p.70一部修正

○地震調査委員会による全国地震動予測地図では、地震調査委員会(2014a)において、地震活動モデルの不確実性を大きくとった検討用モデルを基本に、地震動予測地図を作成しており、敷地が位置する領域１（南海トラフ沿い）のプレート内地震の最大規模について、1911年奄美大島近海の地震と同程度の地震が発生し得ると仮定し、M8.0と設定している。
○以降、2020年度版まで、領域１（南海トラフ沿い）のプレート内地震の最大規模としてM8.0が設定されている。



<フィリピン海プレートの震源断層を予め特定しにくい地震の地域区分>
（地震調査委員会(2014a)に敷地位置を加筆）

<地域区分毎の最大マグニチュードと設定根拠>
（地震調査委員会(2014a)に赤い四角を加筆）

No.		最大 M	設定根拠
1	プレート間	8.0	長期評価の改訂に伴い変更
	プレート内	8.0	奄美大島近海と同程度の地震が発生し得ると仮定
2	プレート間	6.9	M7.0以上は別途モデル化（日向灘のプレート間地震）。
	プレート内	7.2	長期評価の記載に基づき設定
3	プレート内	8.0	長期評価（安芸灘～伊予灘～豊後水道）
4	プレート内	8.0	1911.06.15 奄美大島近海
5	プレート間	8.5	1938.6.10 宮古島北北西沖
	プレート内	8.0	奄美大島近海と同程度の地震が発生し得ると仮定
6	プレート間	7.8	M7.9以上は別途モデル化（相模トラフ沿いの M8クラス）
	プレート内	7.3	長期評価の記載に基づき設定
7	プレート間	7.8	M7.9以上は別途モデル化（相模トラフ沿いの M8クラス）
	プレート内	7.3	長期評価の記載に基づき設定

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

・下線（＿＿）は、一部修正箇所を示す。

<補足説明資料④-27 海洋プレート内地震の地震規模に関する検討>

1911年奄美大島近海の地震に関する検討（宇津(1979)）

第482回
資料2-1 p.71再掲

○後藤(2013)によると、1911年奄美大島近海の地震の震源要素は、理科年表や新編日本被害地震総覧等に記載された北緯28.0度、東経130.0度、深さ100km、M8.0が通説となっており、この震源要素は、先行研究である宇津(1979)の値が引用されている。

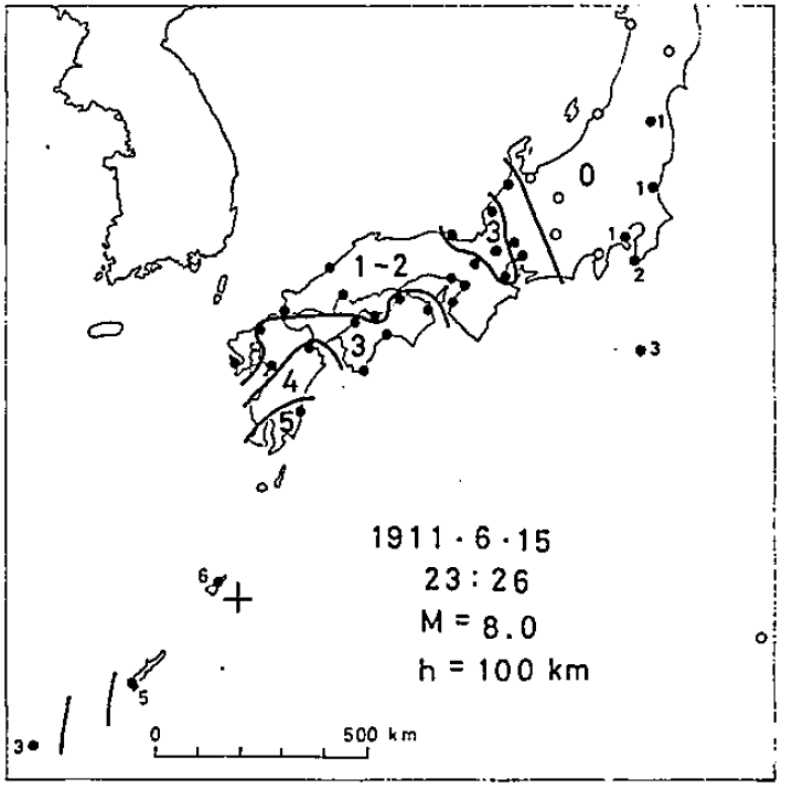
宇津(1979)

○S-P時間からは震央は決まらないが、喜界島での被害が最も大きかったことからその付近とみるのが自然である。

○津波があったことや、被害が大きかったことから深さ160kmではやや深すぎるが、震度5の範囲が遠くまで及んでいる割に震央付近の被害が甚だしくないこと、地震記録（今村(1913)）を見るとごとく浅い地震ではないようにみえること、余震が多数観測されたことなどから、深さを100km程度と考えた。

○27か所の最大振幅を用いてMを求めると7.8となる。

○震度4の区域の半径を450kmとみて、浅発地震用の式をそのまま用いるとM8.3となり、また最大有感距離は1200kmに及ぶので、浅い地震ならば優にM8は超えていることになる。ここではM8.0としておく。



＜1911年奄美大島近海の地震の震源要素及び震度分布＞
（宇津(1979)による）

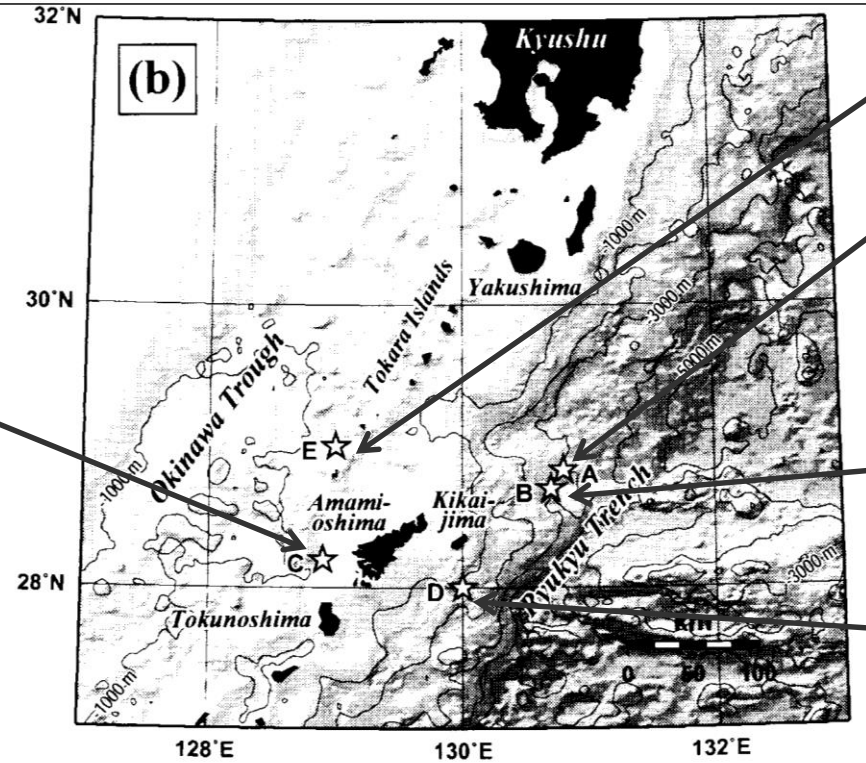
Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

<補足説明資料④-27 海洋プレート内地震の地震規模に関する検討>

1911年奄美大島近海の地震に関する検討
（後藤(2013)）

第482回
資料2-1 p.72一部修正

○通説となっている1911年奄美大島近海の地震の震源要素について、後藤(2013)は以下のとおり指摘している。
- 喜界島の南方沖およそ30kmに位置する震央付近でのプレート境界の深さは10km程度であり、深さ100kmで地震が発生することは現在の地震学の常識では考えにくい。
- 震源の深さは、宇津(1979)によって新規に導入された定性的な推測値にすぎない。
- 1911年奄美大島近海の地震については、Kawasumi(1951)、Central Meteorological Observatory(1952)、Gutenberg and Richter(1954)などの報告があるが、震央のばらつきが大きい。
- 宇津(1979)が震源の深さを100kmとした理由のひとつに、明文化はされていないが、津波が小さかった（と思われていた）ことがあると推測される。



Kawasumi(1951)
Gutenberg and Richter(1954)

大森(1911)

志田(1991)

今村(1913)

Central Meteorological Observatory(1952)
宇津(1979、1982)

<各研究者による1911年奄美大島近海の地震の震央位置>（後藤(2013)に各震央位置の根拠となる文献を加筆）

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.
・下線（＿＿）は、一部修正箇所を示す。

<補足説明資料④-27 海洋プレート内地震の地震規模に関する検討>

1911年奄美大島近海の地震に関する検討（後藤(2013)）

第482回
資料2-1 p.73再掲

○後藤(2013)では、前述のとおり、宇津(1979)が震源の深さを100kmとした理由のひとつに、明文化はされていないが、津波が小さかった（と思われていた）ことがあると推測している。

○同論文では、1911年奄美大島近海の地震のマグニチュードが宇津(1979)やKawasumi(1951)、Gutenberg and Richter(1954)が示したM8.0～8.2から大きく変わらないとすると、都司(1997)や筆者が口頭伝承から明らかにした津波の高さ（下記参照）は地震の規模と比べて標準的な値であり、すなわち、口承されている津波の高さは、1911年奄美大島近海の地震は稍深発地震ではなく、津波を伴う通常の（浅い）地震と考えてよいことを示している。

＜都司(1997)＞

・口頭伝承であるが、喜界島赤連の市街に浸水した津波は、中心街を超えて「丘のふもとまで」達した、と伝えられている。この伝承の通りだとすれば、津波は赤連で標高8mほどのところまで達したことになる。
・荒木では、海岸道路から約200mはいった市街地内T字路に海水が達したと伝承されており、このT字路の山側にお住まいの久保氏宅の敷地に浸水した。この標高は5.5mであって、明治奄美大島近海地震津波の大きさの一端を知ることができる。

＜岩本・後藤(2013)＞

・著者のひとりは奄美大島の龍郷で標高5m程度まで浸水したとの話を聞いた。
・明治喜界島近海地震によって励起された津波については、喜界島で34、奄美大島で19、加計呂間島で2つの情報が得られた。
・喜界島の西海岸では5m以上の津波が到来している。
・奄美大島では5m以上の津波が到来しており、概して東海岸の方が西海岸より大きかった。
・なお、聞き取り調査から推定された津波高の最高値は喜界島中里で10mである。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

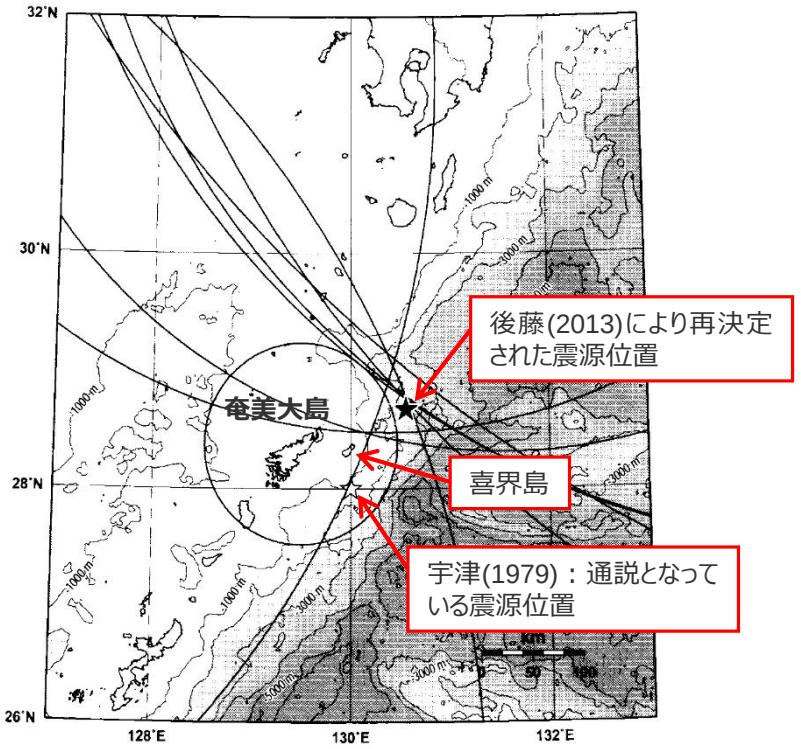
<補足説明資料④-27 海洋プレート内地震の地震規模に関する検討>

1911奄美大島近海の地震に関する検討（後藤(2013)）

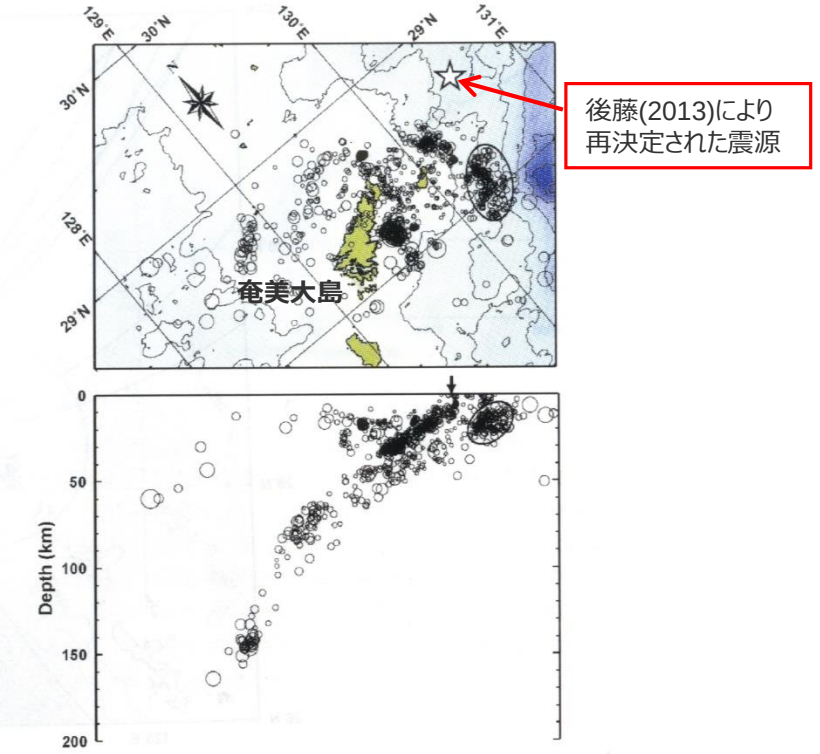
第482回
資料2-1 p.74一部修正

○ 後藤(2013)では、前述の指摘を踏まえ、観測記録を収集し、再検測したS-P時間を用いて、以下のとおり、1911年奄美大島近海の地震の震源決定を行っている。
- 推定された震源は北緯28.7度、東経130.6度であり、通説となっていた北緯28.0度、東経130.0度とは喜界島を挟んで逆方向におよそ100km離れた結果となっている。
- 震源深さについては、震源決定からは60kmと求まったものの、後藤・他(2008)によるこの領域の最新の震源分布を参考にすると、実際には深さ10km程度であったと考えた方がよいとし、それによるS-P時間のrmsも大差がない。

⇒1911年奄美大島近海の地震は、喜界島の北東60km付近の深さ10km程度で発生したプレート間地震の可能性が大きいとしている。



<1911年奄美大島近海の地震の震央位置>
（後藤(2013)に各島名称、各震源位置の情報を加筆）



<奄美大島近海の最新の震源分布>
（後藤(2013)に島名称、震源位置の情報を加筆）

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

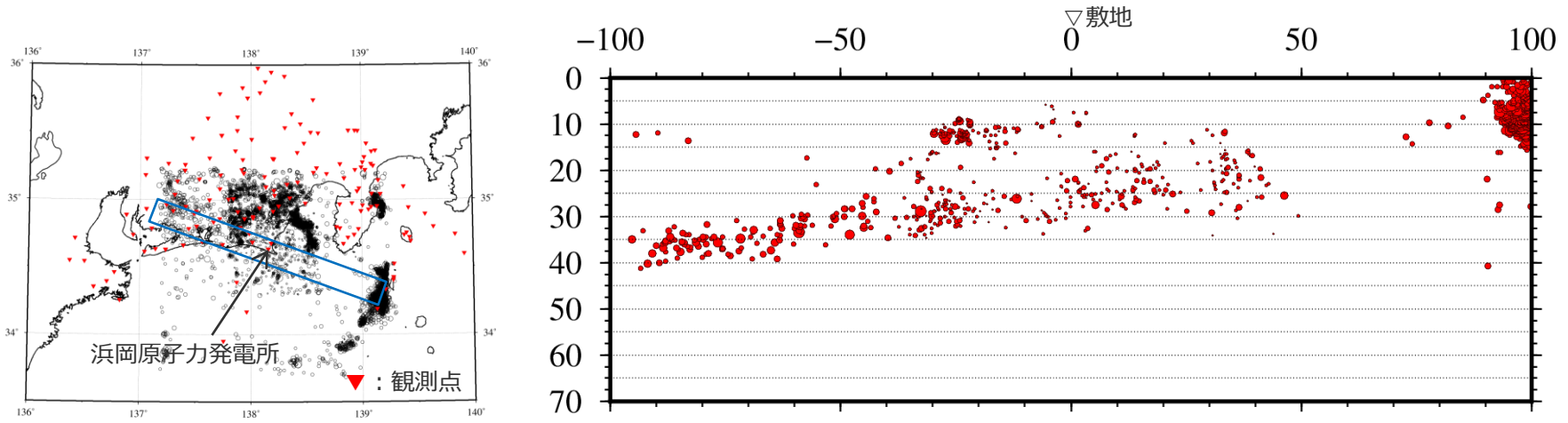
<補足説明資料④-27 海洋プレート内地震の地震規模に関する検討>

1911奄美大島近海の地震に関する検討
（敷地周辺の地震発生環境）

第482回
資料2-1 p.75一部守勢

○通説のとおり、1911年奄美大島近海の地震が深さ100km程度で発生した深いスラブ内地震（M8.0）であると仮定しても、敷地周辺は浅いスラブ内地震が発生する地震発生環境（深さ20～30km程度）であるため、このような深いスラブ内地震は発生しない。

・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。



<敷地周辺の震源鉛直分布（震源再決定）>
（観測分析期間：1997年10月～2013年7月）

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

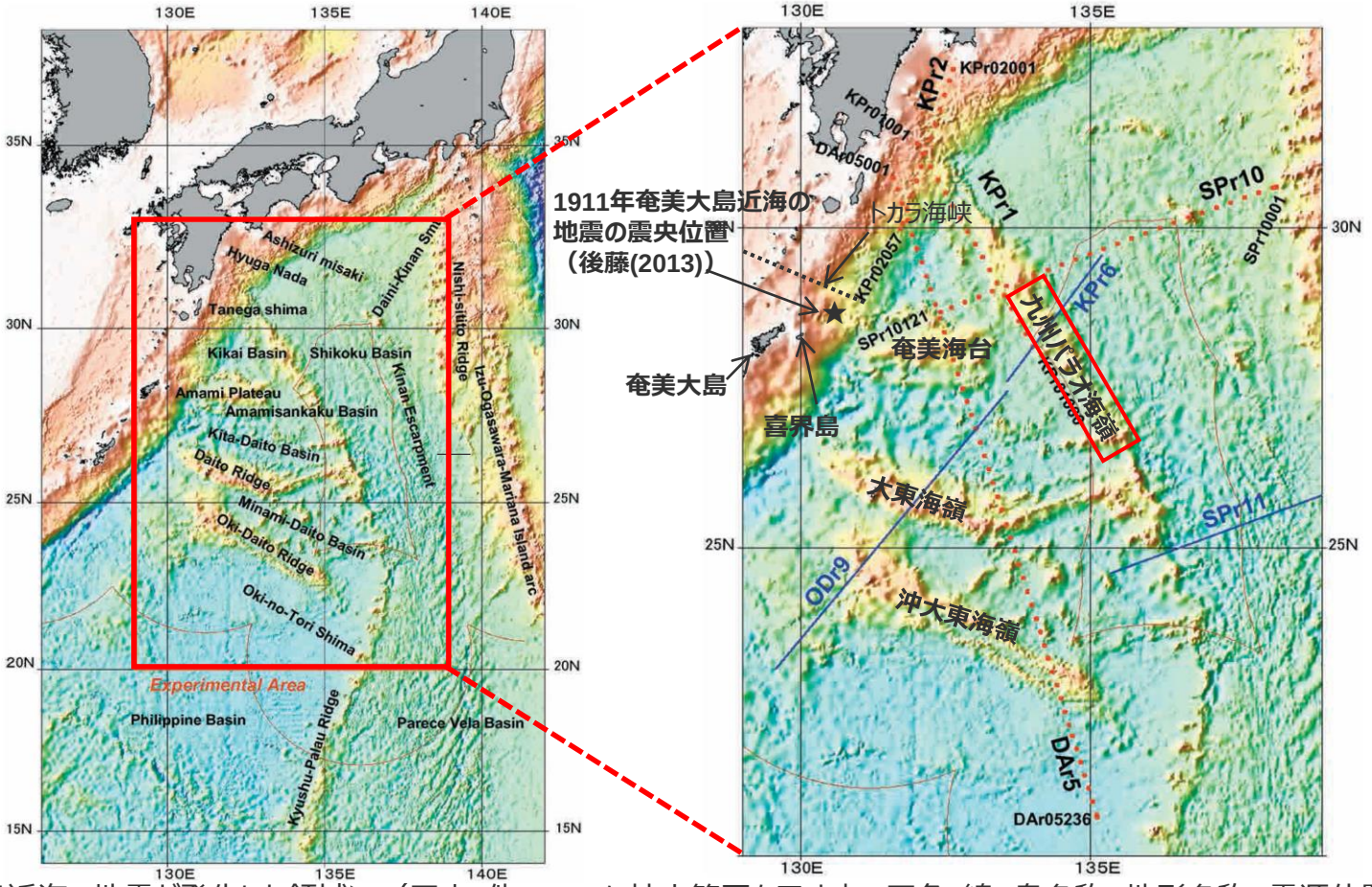
・下線（＿＿）は、一部修正箇所を示す。

<補足説明資料④-27 海洋プレート内地震の地震規模に関する検討>

第482回
資料2-1 p.76一部修正

1911年奄美大島近海の地震が発生したプレートの特徴（概要）

○1911年奄美大島近海の地震の震央（後藤(2013)による）は、九州パラオ海嶺より南西側の琉球海溝からユーラシアプレートの下にフィリピン海プレートが沈み込んでいる南西諸島領域に位置している。
○琉球海溝から沈み込むフィリピン海プレートには、九州パラオ海嶺と同じ古島弧である奄美海台、大東海嶺、沖大東海嶺が存在しており、年代は50Ma以前である。



<1911年奄美大島近海の地震が発生した領域>（田中・他(2008)に拡大範囲を示す赤い四角・線、島名称、地形名称、震源位置の情報を加筆）

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

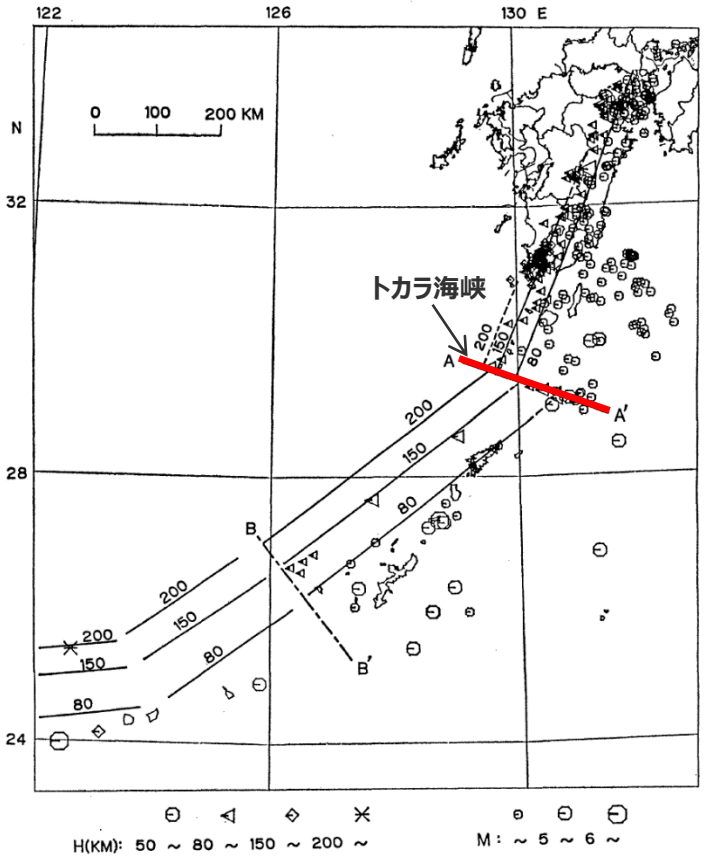
・下線（＿＿）は、一部修正箇所を示す。

<補足説明資料④-27 海洋プレート内地震の地震規模に関する検討>

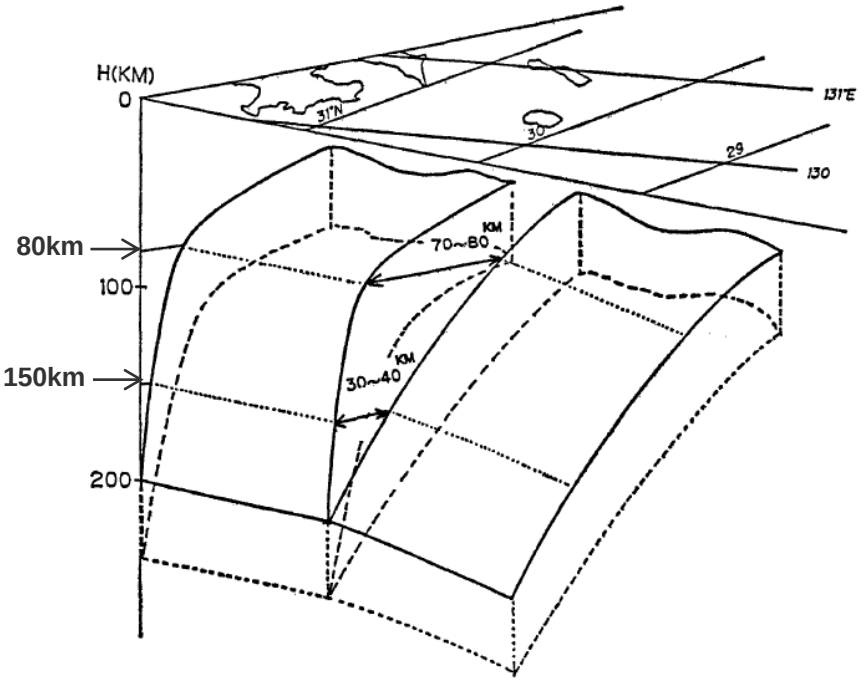
第482回
資料2-1 p.77一部修正

1911年奄美大島近海の地震が発生したプレートの特徴
（トカラ海峡を境としたプレートの特徴の変化）

○長宗(1987)によると、トカラ海峡付近を境にして、その北と南とでは等深線の間隔及び走向が大きく違っており、プレートの沈み込みについて、トカラ海峡の北では途中で高角に変化しているのに対し、トカラ海峡の南では緩やかに変化している。



<沈み込んだフィリピン海プレートの等深線>
（長宗(1987)にトカラ海峡の位置を加筆）



<琉球海溝から沈み込んだフィリピン海プレートの形状>
（長宗(1987)に深さを加筆）

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

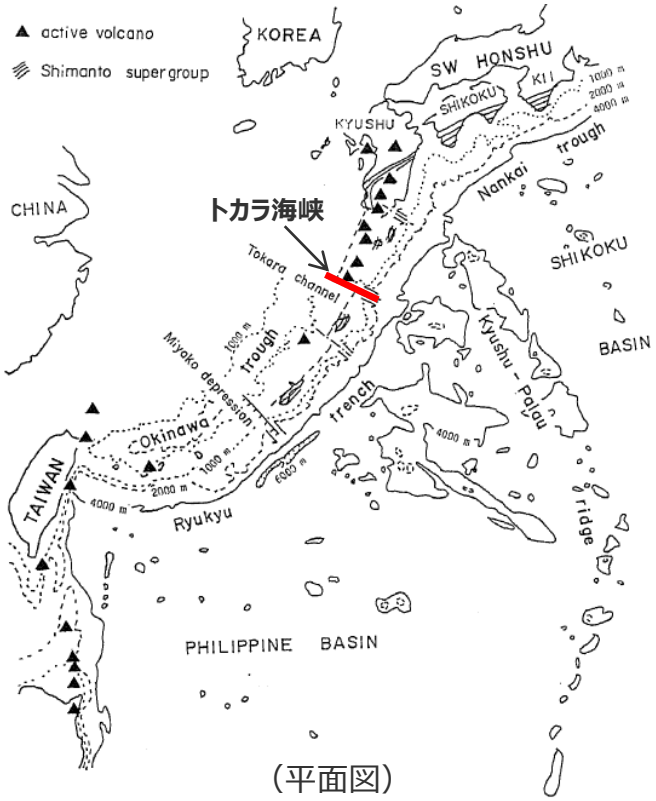
・下線（＿＿）は、一部修正箇所を示す。

<補足説明資料④-27 海洋プレート内地震の地震規模に関する検討>

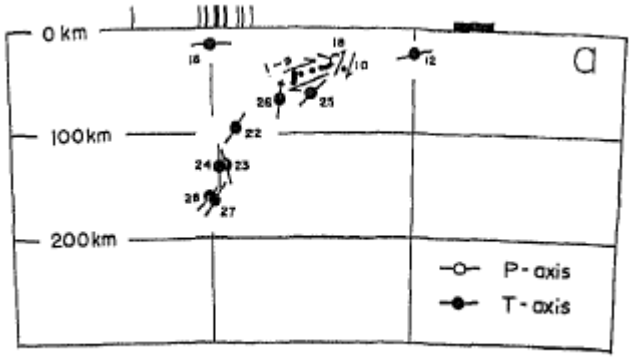
第482回
資料2-1 p.78一部修正

1911年奄美大島近海の地震が発生したプレートの特徴
（トカラ海峡を境としたプレートの特徴の変化）

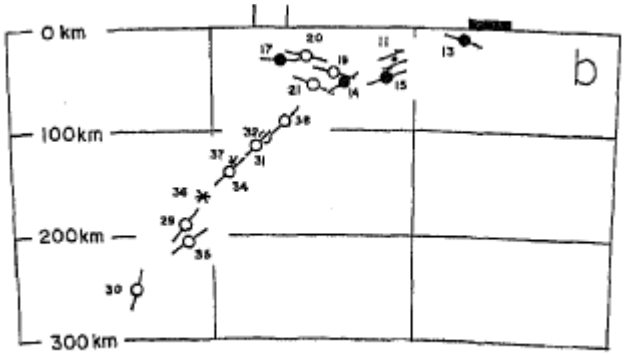
○Shiono et al.(1980)によると、トカラ海峡を境として、やや深発地震の発震機構が異なっており、プレートの応力状態は、トカラ海峡より北ではダウンディップテンション型、トカラ海峡より南ではダウンディップコンプレッション型となっている。



（平面図）



（トカラ海峡より北側）



（トカラ海峡より南側）

＜九州から南西諸島領域におけるプレートの応力状態＞
（Shiono et al.(1980)にトカラ海峡の位置を加筆）

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

・下線（＿＿）は、一部修正箇所を示す。

<補足説明資料④-27 海洋プレート内地震の地震規模に関する検討>

第482回
資料2-1 p.79再掲

1911年奄美大島近海の地震が発生したプレートの特徴
（フィリピン海プレートの各地域の特徴）

○フィリピン海プレートの特徴は、九州パラオ海嶺やトカラ海峡を境として変化しており、1911年奄美大島近海の地震が発生した南西諸島領域のプレートの特徴は、浜岡原子力発電所が位置する東海域と大きく異なる。

1911年奄美大島近海の地震が発生した領域

フィリピン海プレートの各地域の特徴

No.	諸元	東海	紀伊	四国	九州	南西諸島
1	プレート年代	27~9Ma	19～15Ma	27～15Ma	50Ma以前	
2	沈み込み速度	49mm/年	53mm/年	54mm/年	59mm/年	61～73mm/年
3	沈み込み形状	湾曲	湾曲	湾曲・直線的	直線的	直線的
4	沈み込み角度	緩やかでほぼ一定			途中で高角に変化	緩やかに変化
5	スラブ厚さ	40km以下	40km以下	30～50km	60km以下	–
6	地震活動	一重	二重	二重	二重	–
7	地震発生の下端深さ	60km程度	70km程度	40km程度	160～200km程度	250～300km程度
8	地震発生層の幅	10km程度	10km程度	10km程度	10km程度	20-30km程度

浜岡原子力発電所が位置する領域

△ **九州・パラオ海嶺**

△ **トカラ海峡**

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

第482回
資料2-1 p.80一部修正

小括
（1911年奄美大島近海の地震）

地震調査委員会(2014a)に示された1911年奄美大島近海の地震に関する検討及び当該地震が発生したプレートの特徴を整理する。

1911年奄美大島近海の地震に関する検討

○ 地震調査委員会による全国地震動予測地図では、地震調査委員会(2014a)において、地震活動モデルの不確実性を大きくとった検討用モデルを基本に、地震動予測地図を作成しており、敷地が位置する領域１（南海トラフ沿い）のプレート内地震の最大規模について、1911年奄美大島近海の地震と同程度の地震が発生し得ると仮定し、M8.0と設定している。以降、2020年度版まで、領域１（南海トラフ沿い）のプレート内地震の最大規模としてM8.0が設定されている。

⇩

○ 1911年奄美大島近海の地震の震源要素について、理科年表や新編日本地震総覧等に記載された値（深さ100km、M8.0）が通説となっており、この震源要素は宇津(1979)に示されたものである。

⇩

○ 後藤(2013)によると、通説となっている震源要素について、この震央付近でのプレート境界の深さは10km程度であり、深さ100kmで地震が発生することは現在の地震学の常識では考えにくいこと等を指摘している。
○ また、最新の知見に基づき震源を再決定した結果、1911年奄美大島近海の地震は、深さ10km程度で発生したプレート間地震の可能性が大きいとしている。

⇨

○通説のとおり、1911年奄美大島近海の地震が深さ100km程度で発生した深いスラブ内地震であると仮定しても、敷地周辺は浅いスラブ内地震が発生する地震発生環境（深さ20～30km程度）にあるため、このような深いスラブ内地震は発生しない。

1911年奄美大島近海の地震が発生したプレートの特徴

○ フィリピン海プレートの特徴は、九州パラオ海嶺やトカラ海峡を境として変化しており、1911年奄美大島近海の地震が発生した南西諸島領域のプレートの特徴は浜岡原子力発電所が位置する東海域と大きく異なる。

⇩

○ 1911年奄美大島近海の地震はプレート間地震の可能性が高いこと、当該地震が発生したプレートの特徴は、浜岡原子力発電所が位置する東海域におけるプレートの特徴と大きく異なることを確認した。

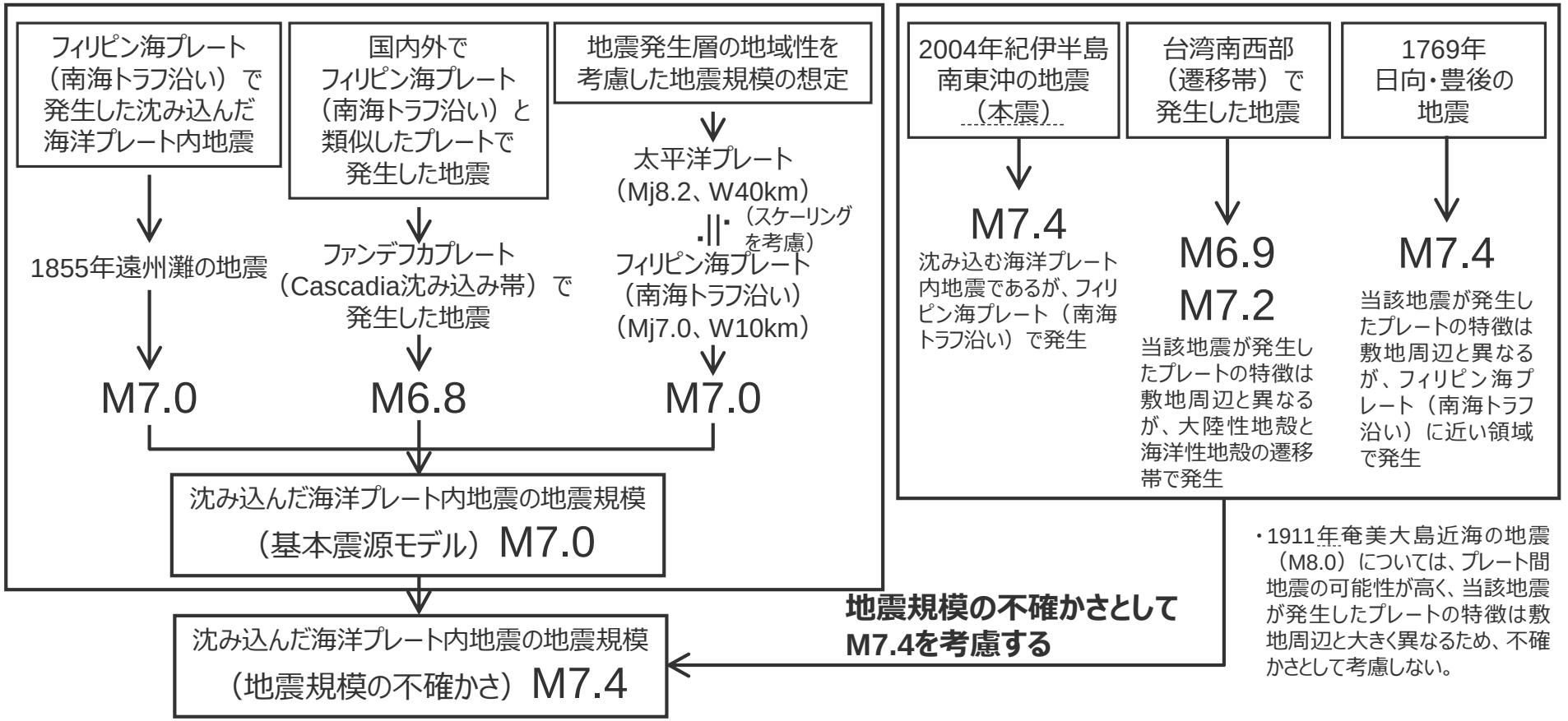
Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

・上段箱書き「コメントを踏まえて、」を削除。
・下線（＿＿）は、一部修正箇所を示す。

第882回
資料1-3 p.73一部修正

地震規模の想定

○ 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（本震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。



・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。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

・下線（ ）は、一部修正箇所を示す。
・過去の審査会合回の記載を削除。

補足説明資料④-28
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）の設定（補足）

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

<補足説明資料④-28 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）の設定（補足）>

基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の断層傾斜角の設定

基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）

○基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の断層傾斜角は、敷地周辺で発生した地震のうち、最大規模の地震であり、敷地への影響が最も大きかった2009年駿河湾の地震（本震M6.5）の知見に基づき設定する。

○2009年駿河湾の地震の余震分布、CMT解（共役断層）、特性化震源モデルに基づき断層傾斜角を整理した結果、35°～68°となり、平均値は47.1°となった。

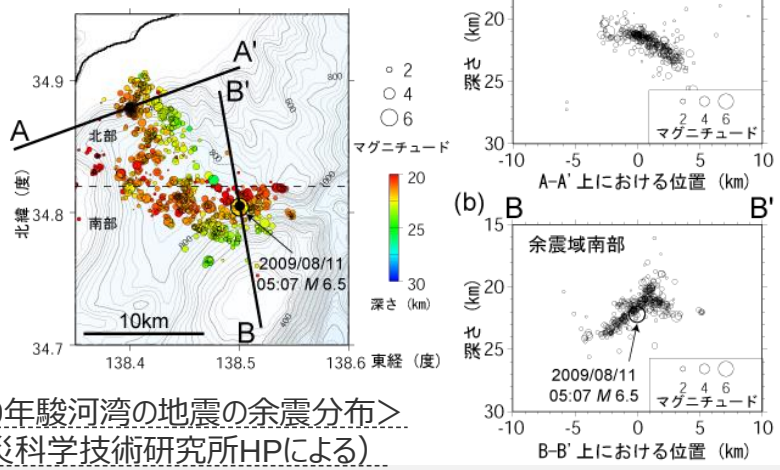
⇒基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の断層傾斜角は、平均値に基づき45°として設定し、整理結果の幅（35°～68°）は、以降に示す断層傾斜角の不確かさとして考慮する。

＜2009年駿河湾の地震の断層傾斜角＞

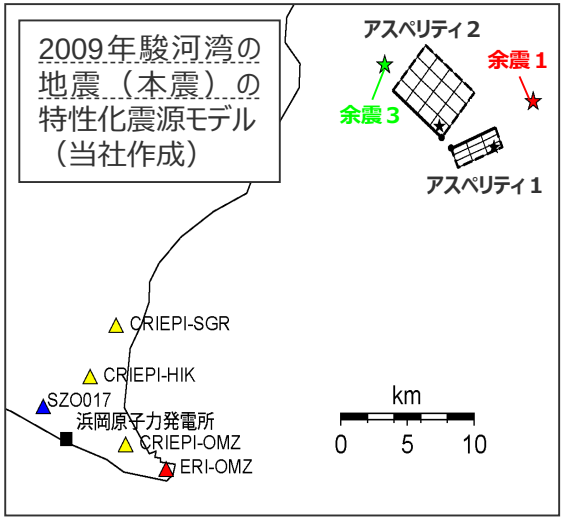
文献等		断層傾斜角（°）	
		北部	南部
余震分布		35	50
CMT解		47（51※）	
特性化震源モデル	当社モデル	37	68
	川辺・他(2009)	47	
	倉橋・他(2009)	35	50
	浅野・岩田(2010)	37	58
	(財)地域地盤環境研究所(2010)	47	59
	佐藤(2010b)	35	50
平均値		**47.1（35～68）**	

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

余震分布



＜2009年駿河湾の地震の余震分布＞
（防災科学技術研究所HPによる）



Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

<補足説明資料④-28 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）の設定（補足）>

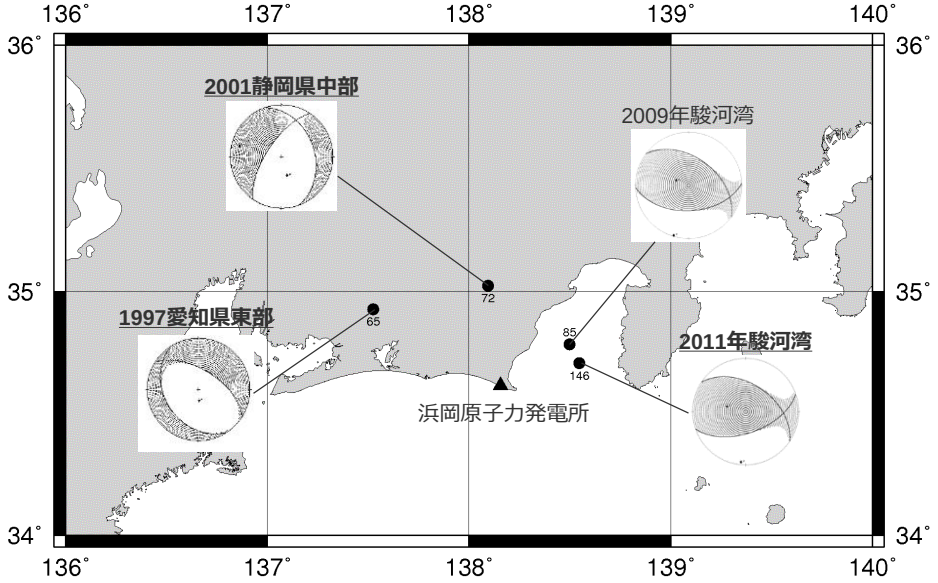
断層傾斜角の不確かさの考慮
（検討方針）

第482回
資料2-1 p.89一部修正

断層傾斜角の不確かさの考慮（検討方針）

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

整理①：敷地周辺で発生した地震



<敷地周辺で発生した地震のCMT解>（CMT解は防災科学研究所HPによる）

・敷地周辺で発生した地震の断層傾斜角を整理。
⇒31°～66°

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

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

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

・箱書き「コメントを踏まえて、」を削除。
・下線（＿＿）は、一部修正箇所を示す。

第482回
資料2-1 p.90一部修正

断層傾斜角の不確かさの考慮

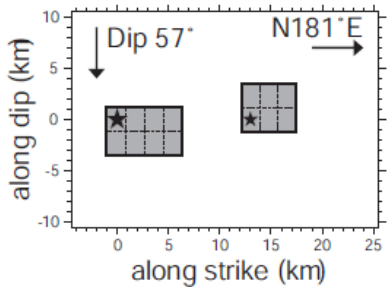
整理②：その他のフィリピン海プレートで発生した地震（2001年芸予地震）

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

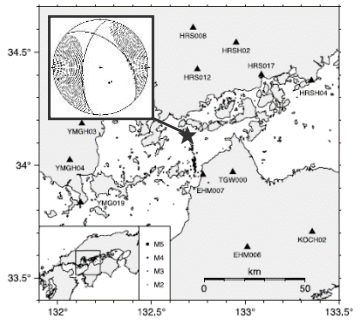
⇒45°～70°

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

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



＜特性化震源モデル＞
（Asano et al.(2004)による）

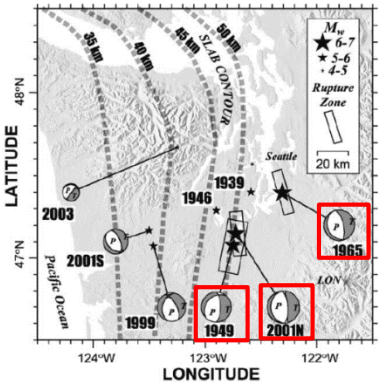


＜CMT解＞
（Kakehi et al.(2004)及び防災科学技術研究所に震源位置を加筆）

整理③：類似する海洋プレート（ファンデフカプレート）で発生した地震

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

⇒22°～70°



（Ichinoce et al.(2006)に赤い四角を加筆）

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

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

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

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

・下線（＿＿）は、一部修正箇所を示す。

断層傾斜角の不確かさの考慮

整理④：プレートの摩擦や作用する応力の観点から想定される断層傾斜角

○プレートの沈み込みに伴い、プレートに加わる沈み込み方向の力による起震応力（P）を仮定する。

○この起震応力が断層面にかかるとき、断層面に平行方向の応力（せん断応力）をτ、垂直方向の応力（垂直応力）をσとすると、摩擦係数μは以下の式で表される。

$$\mu = \tau / \sigma$$

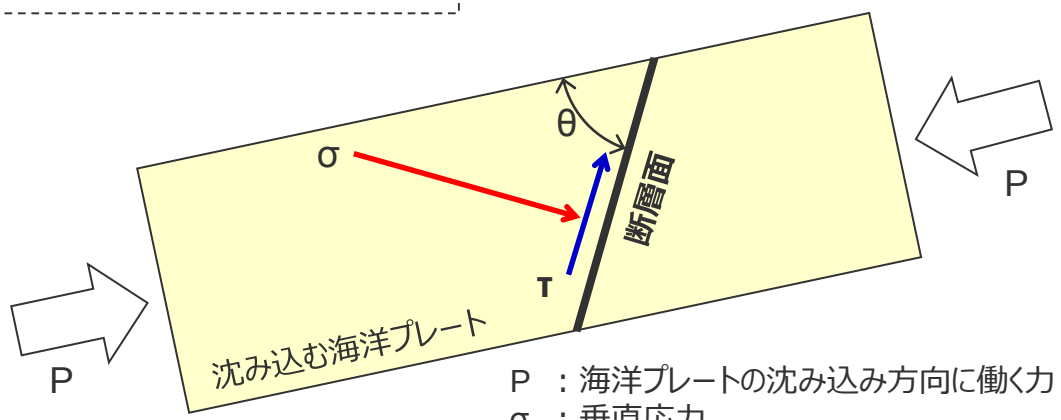
↓

○断層や岩石の摩擦に関する研究は、1960年代からScholzやByerlee等により行われており、一般に、岩石同士の接触面の摩擦係数は約0.6～0.8である（海洋研究開発機構(2011)等）。

○力のつりあいから、摩擦係数0.6～0.8になる場合を想定すると、断層面がプレート上面となす角度θは、51～59度である。

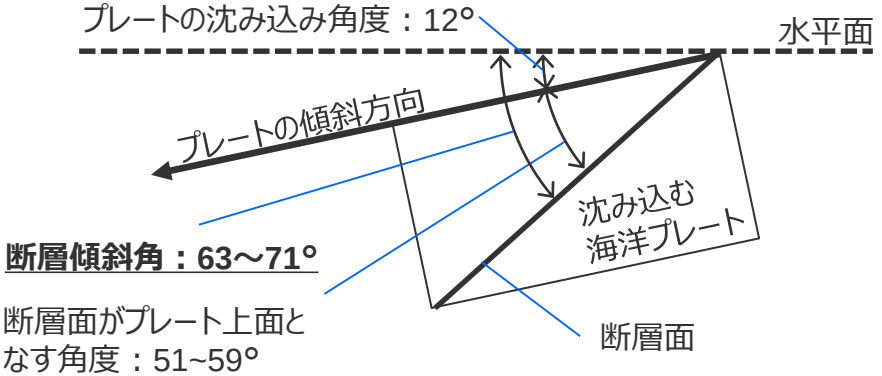
↓

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



P ：海洋プレートの沈み込み方向に働く力
σ ：垂直応力
τ ：せん断応力

＜断層面と作用する応力の関係＞



＜敷地直下のプレートの傾斜を考慮した断層傾斜角＞

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

<補足説明資料④-28 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）の設定（補足）>

断層傾斜角の不確かさの考慮（まとめ）

第482回
資料2-1 p.92一部修正

断層傾斜角の不確かさの考慮（まとめ）

○前述のとおり、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の断層傾斜角は、敷地周辺で発生した最大規模の地震で、敷地への影響が最も大きかった2009年駿河湾の地震の断層傾斜角の平均値に基づき、45°として設定する。

○断層傾斜角の不確かさについて、断層傾斜角の整理結果（共役断層面を含む）によると、20°～70°程度であるが、安全評価上、敷地に対して最も厳しいディレクティビティ効果を考慮することとし、低角の20°及び高角の90°としたケースを考慮する。

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

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

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

・下線（　）は、一部修正箇所を示す。
・表「（コメント回答）」を削除。

第482回
資料2-1 p.93一部修正

（参考）特性化震源モデル等の断層傾斜角の設定根拠

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

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

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

補足説明資料④-29
海洋プレート内地震の検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の選定に関する検討

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

<補足説明資料④-29 海洋プレート内地震の検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の選定に関する検討>

第482回
資料2-1 p.4一部修正

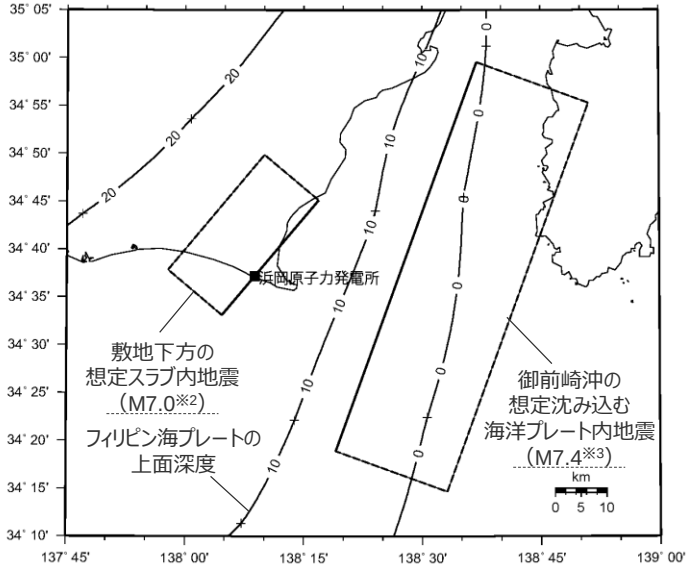
沈み込む海洋プレート内地震の影響検討

（海洋プレート内地震の検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の選定（震源モデル））

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

・沈み込んだ浅い海洋プレート内地震
⇒「敷地下方の想定スラブ内地震」

・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」



<断層位置>

<諸元>

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

※1：海洋プレート内地震の断層位置を予め特定することは困難と考え、安全評価上、断層位置を敷地に近づけることを前提とする。
※2：フィリピン海プレート（領域１（南海トラフ沿い））で発生した沈み込んだ海洋プレート内地震の最大規模の他、当該プレートと特徴が類似した海洋プレートで発生した地震の最大規模や地震発生層の地域性を考慮した地震規模の想定を踏まえて、M7.0を用いる。
※3：フィリピン海プレート（領域１（南海トラフ沿い））で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（本震）のM7.4を用いる。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

・下線（　）は、一部修正箇所を示す。

<補足説明資料④-29 海洋プレート内地震の検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の選定に関する検討>

第482回
資料2-1 p.5一部修正

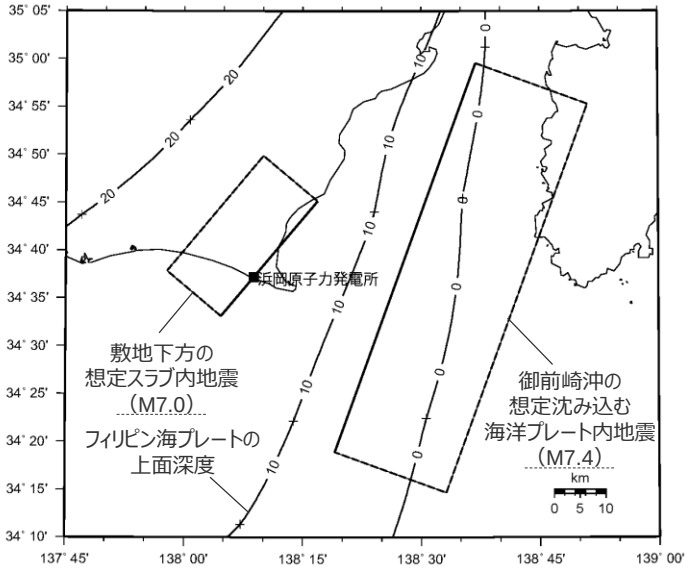
沈み込む海洋プレート内地震の影響検討

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

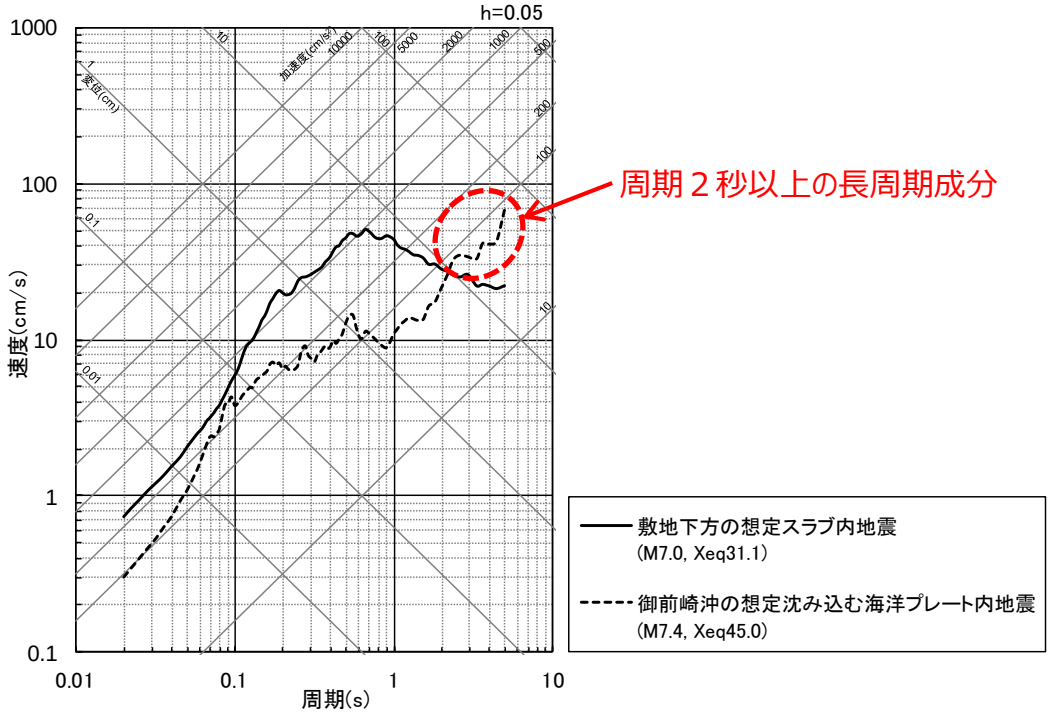
○沈み込んだ浅い海洋プレート内地震「敷地下方の想定スラブ内地震」と沈み込む海洋プレート内地震「御前崎沖の想定沈み込む海洋プレート内地震」の震源モデルについて、Noda et al.(2002)の方法による地震動評価結果（応答スペクトル）の比較により、施設の主要周期帯を含む周期２秒以下では「敷地下方の想定スラブ内地震」の方が大きい。

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

○以降では、周期２秒以上の長周期成分で「御前崎沖の想定沈み込む海洋プレート内地震」の方が大きくなっている要因を分析し、敷地への影響の詳細を確認するため、断層モデルを用いた手法による地震動評価を行う。



<断層位置>



<Noda et al.(2002)の方法による地震動評価結果の比較>

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

・下線（　）は、一部修正箇所を示す。
・「コメントを踏まえて、」「コメント箇所」を削除。

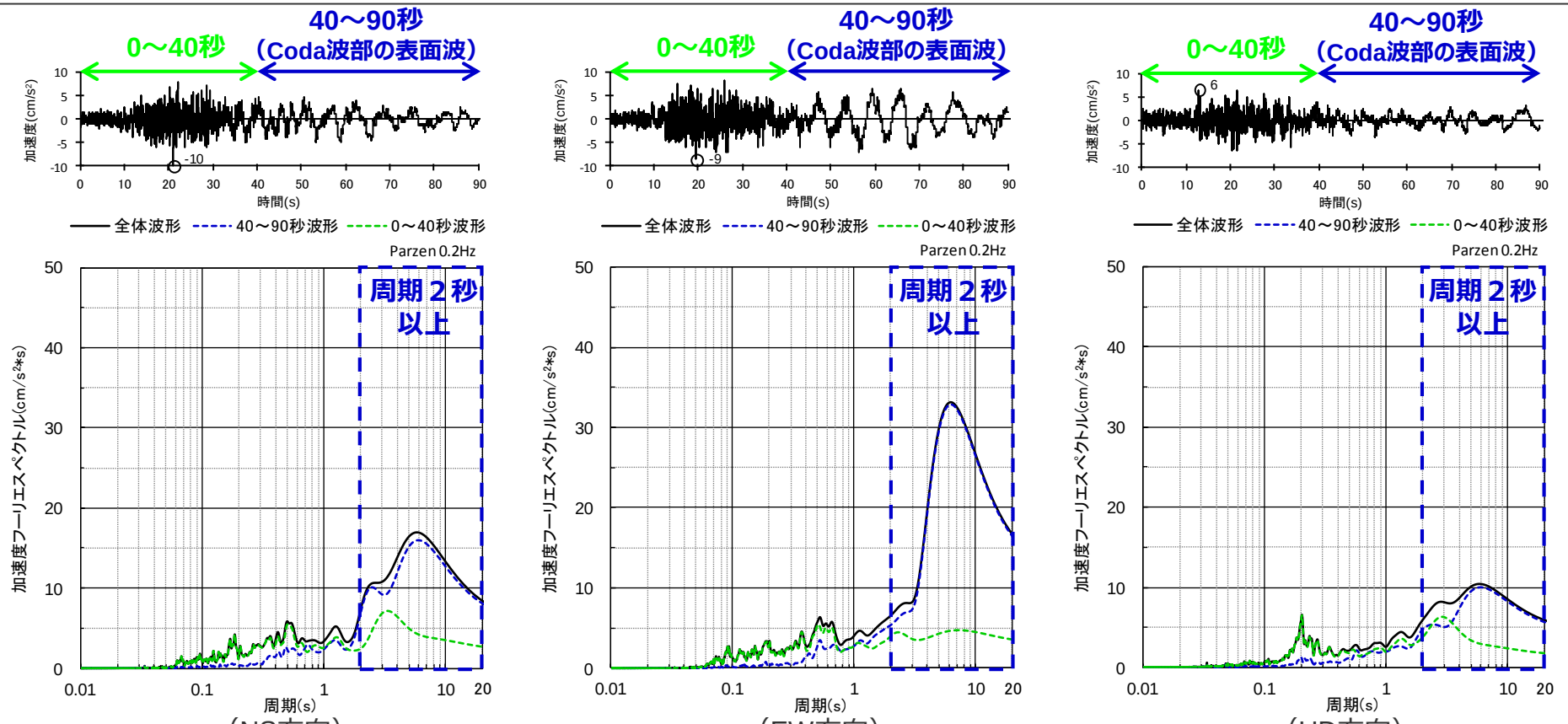
<補足説明資料④-29 海洋プレート内地震の検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の選定に関する検討>

第482回
資料2-1 p.6一部修正

沈み込む海洋プレート内地震の影響検討

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

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



（NS方向） （EW方向） （UD方向）

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

・観測記録は、PN基準。
・下線（＿＿）は、一部修正箇所を示す。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

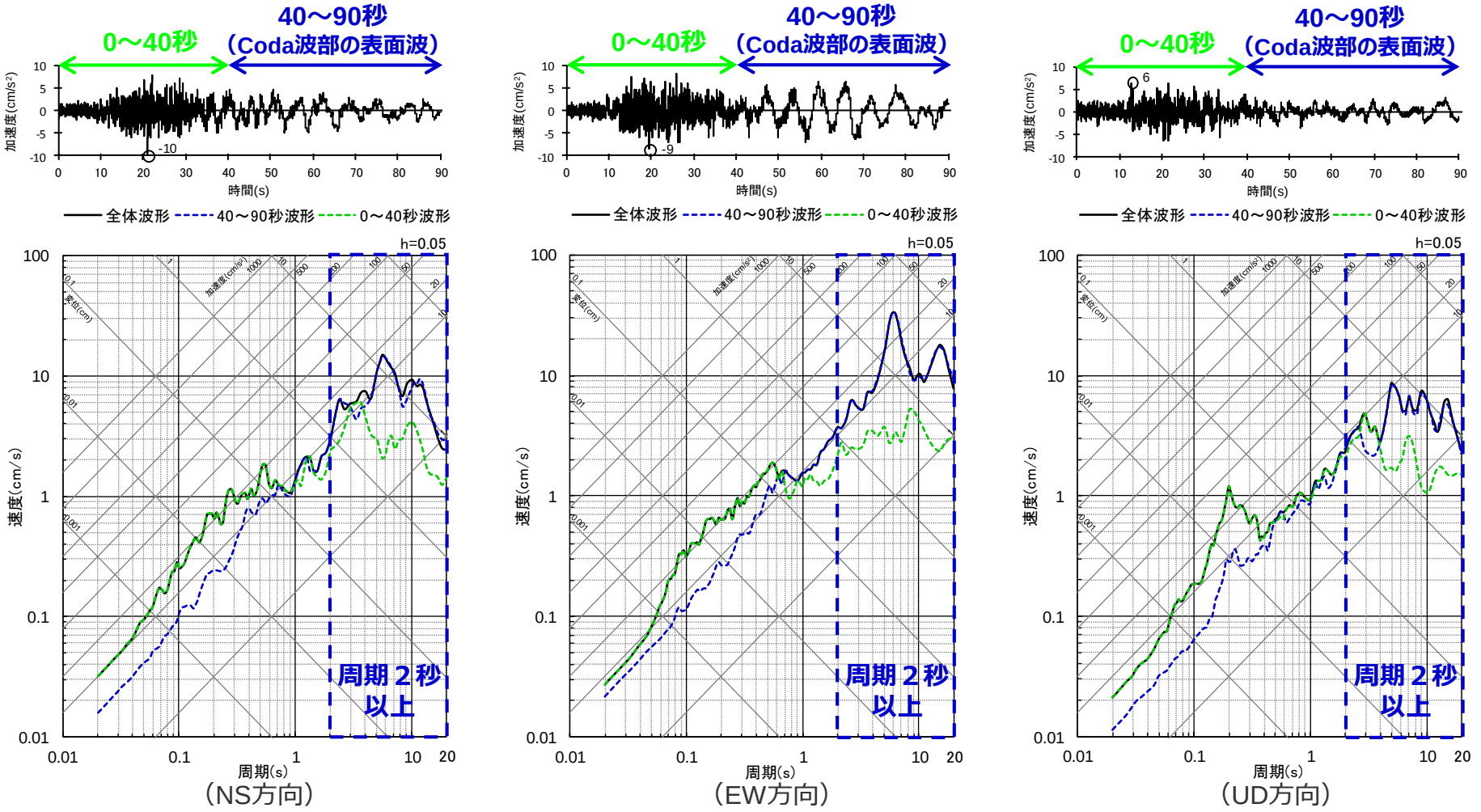
<補足説明資料④-29 海洋プレート内地震の検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の選定に関する検討>

第482回
資料2-1 p.7一部修正

沈み込む海洋プレート内地震の影響検討

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

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



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

・観測記録は、PN基準。
・下線（　）は、一部修正箇所を示す。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

<補足説明資料④-29 海洋プレート内地震の検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の選定に関する検討>

第482回
資料2-1 p.8一部修正

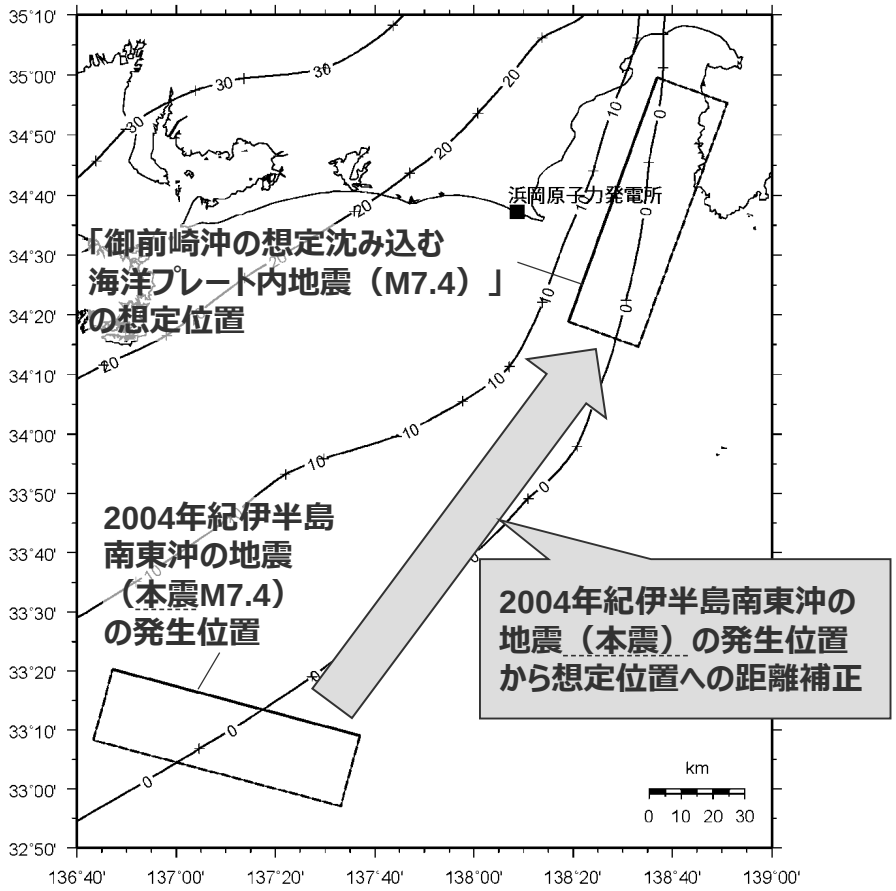
沈み込む海洋プレート内地震の影響検討

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

○前述のとおり、敷地からの距離が離れた2004年紀伊半島南東沖の地震（本震M7.4）の観測記録を用いて、トラフ軸沿いの敷地に最も近い位置に想定した「御前崎沖の想定沈み込む海洋プレート内地震（M7.4）」の応答スペクトル（Noda et al.(2002)の方法による）を補正している。これは、2004年紀伊半島南東沖の地震（M7.4）の観測記録について、地震発生位置から想定位置への距離補正を行っていることに相当する。

○Noda et al.(2002)の方法は、地震規模Mjと等価震源距離Xeqを入力パラメータとする簡便法であり、上記距離補正における幾何減衰は、実体波の1/X（X：距離）として考慮される。一方、前述の周期２秒以上の長周期成分は表面波による影響と考えられ、表面波の幾何減衰は（1/X）$^{0.5}$で表されるため、実体波として距離補正を行うと、周期２秒以上の長周期成分が過大に評価されている可能性がある。

○以降では、 実体波や表面波等を評価可能な詳細法として、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と波数積分法とのハイブリッド合成法）を行う。



<2004年紀伊半島南東沖の地震（本震）の距離補正のイメージ>

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

・下線（＿）は、一部修正箇所を示す。

<補足説明資料④-29 海洋プレート内地震の検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の選定に関する検討>

第482回
資料2-1 p.9一部修正

沈み込む海洋プレート内地震の影響検討

（断層モデルを用いた手法による地震動評価（震源モデルの設定））

○「御前崎沖の想定沈み込む海洋プレート内地震（M7.4）」の震源モデルの設定に際して、震源特性には2004年紀伊半島南東沖地震（本震）の震源特性を反映することとし、具体的には、同地震の短周期レベルと同程度である壇・他(2001)によるM_0－A関係、Park and Mori(2005)による地震モーメント及びすべり分布等を参考として、断層パラメータを設定する。

【震源パラメータ】

○震源位置
・安全評価上、トラフ軸沿いの敷地に最も近い位置に想定。断層上端深さは微小地震分布等に基づき、プレート境界面とする。

○地震モーメント、断層の面積・長さ・幅・傾斜角
・Park and Mori(2005)による。

○破壊開始点
・破壊の伝播方向が敷地へ向かうよう設定。

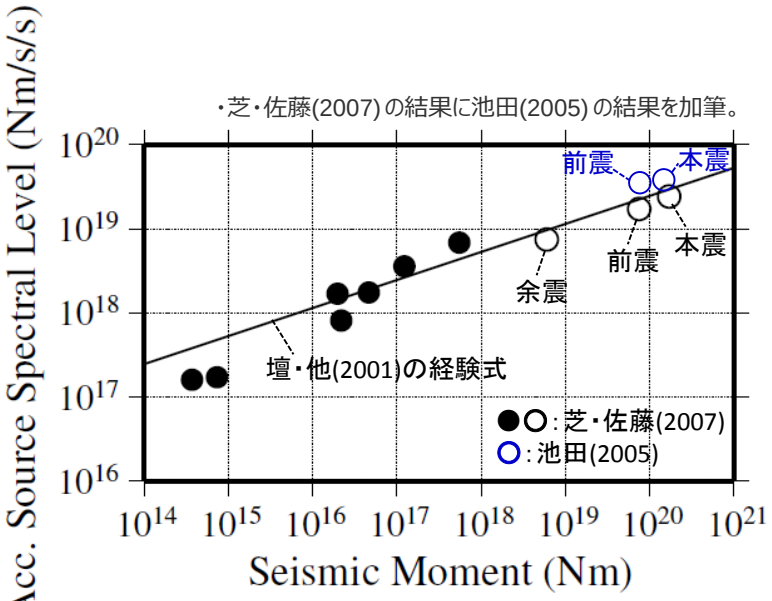
○強震動生成域の数・位置
・Park and Mori(2005)のすべり分布に基づき、強震動生成域の面積を設定し、数は１つとして、震源断層の上端に設定。

○強震動生成域の応力降下量
・壇・他(2001)によるM_0－A関係に基づき設定。

・Park and Mori(2005)に黒い四角を加筆。

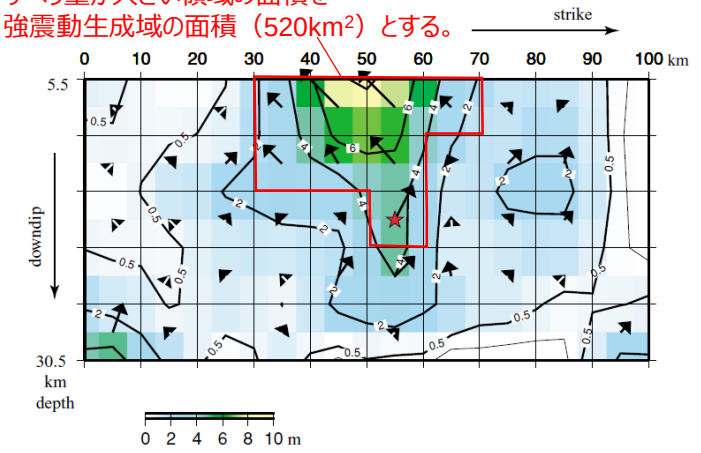
Latitude	Longitude	Depth	Strike	Dip	Rake	Seismic moment	Mw
33.1403°	137.1637°	18 km	105°	40°	94°	2.1×10^{27} dyne · cm	7.5

・芝・佐藤(2007)の結果に池田(2005)の結果を加筆。



<2004年紀伊半島南東沖の地震（本震）のM_0－A関係>

すべり量が大きい領域の面積を
強震動生成域の面積（520km²）とする。



<2004年紀伊半島南東沖の地震（本震）の震源インバージョン結果>
（Park and Mori(2005)にすべり量が大きい領域を加筆）

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

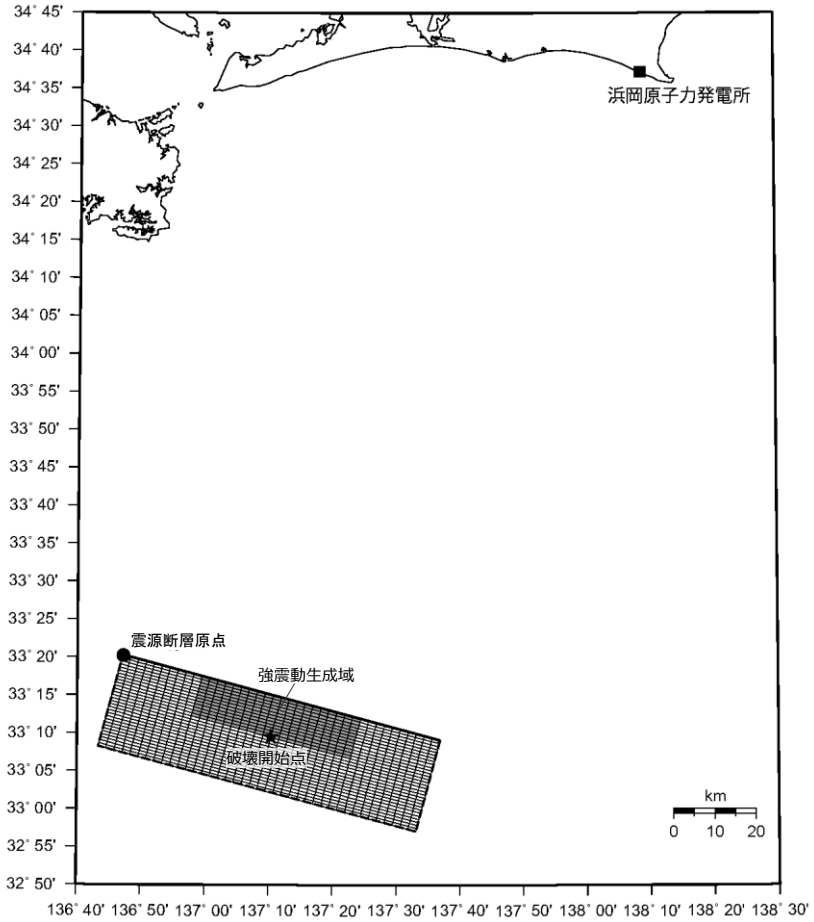
・下線（＿）は、一部修正箇所を示す。

<補足説明資料④-29 海洋プレート内地震の検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の選定に関する検討>

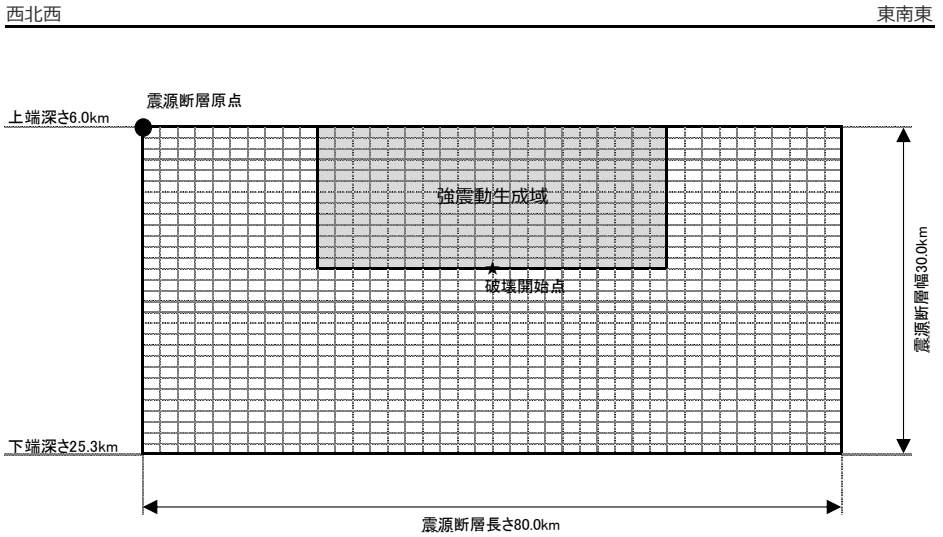
沈み込む海洋プレート内地震の影響検討

（2004年紀伊半島南東沖の地震（本震）のシミュレーション）

○2004年紀伊半島南東沖の地震（本震M7.4）の震源特性を反映した震源モデルについて、まず、同地震の震源位置に配置して断層モデルを用いた手法による地震動評価を行い、長周期が卓越した地震動が得られた敷地における地震観測記録との比較を行う。



（地表面投影図）



（展開図）

<2004年紀伊半島南東沖の地震（本震）の震源特性を反映した震源モデル>

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

<補足説明資料④-29 海洋プレート内地震の検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の選定に関する検討>

沈み込む海洋プレート内地震の影響検討
（2004年紀伊半島南東沖の地震（本震）のシミュレーション）

<2004年紀伊半島南東沖の地震（本震）の震源特性を反映した震源モデル>

震源断層パラメータ	設定方法	設定結果
震源断層原点	2004年紀伊半島南東沖の地震（本震）の震源位置に設定	北緯33.3379度 東経136.7860度
走向	Park and Mori(2005)による	105 °
傾斜角	Park and Mori(2005)による	40 °
すべり角	Park and Mori(2005)による	94 °
震源断層長さ	L:Park and Mori(2005)による	80.0 km
震源断層幅	W:Park and Mori(2005)による	30.0 km
震源断層面積	$S=L\times W$	2400.0 km^2
等価半径	$R=(S/\pi)^{0.5}$	27.6 km
震源断層上端深さ	内閣府(2012)のプレート境界面の深さによる	6 km
地震モーメント	M_0:Park and Mori(2005)による	2.10E+20 Nm
モーメントマグニチュード	$M_w=(\log M_0-9.1)/1.5$	7.5
気象庁マグニチュード	M_j：2004年紀伊半島南東沖の地震（本震）	7.4
剛性率	$\mu=\rho\beta^2$（β：3.54km/s, ρ：2.76g/cm^3（地下構造調査結果等に基づく一次元地下構造モデルによる））	3.46E+10 N/m^2
平均すべり量	$D=M_0/(\mu S)$	2.53 m
破壊伝播速度	$V_R=0.72\beta$（Geller(1976)）	2.55 km/s
短周期レベル	$A=2.46\cdot10^{10}\cdot(M_0\cdot10^7)^{1/3}$(壇・他(2001))	3.15E+19 Nm/s^2
f_{max}	中央防災会議(2004)による	6.0 Hz

震源断層パラメータ		設定方法	設定結果
強震動生成域	等価半径	$r_{SMGA}=(S_{SMGA}/\pi)^{0.5}$	12.87 km
	地震モーメント	$M_{0SMGA}=\mu S_{SMGA} D_{SMGA}$	9.10E+19 Nm
	面積	S_{SMGA}:Park and Mori(2005)による	520.0 km^2
	平均すべり量	$D_{SMGA}=2D$	5.06 m
	応力降下量	$\Delta\sigma_{SMGA}=A/(4\pi\beta^2)(\pi/S_{SMGA})^{0.5}$	15.55 MPa
背景領域	地震モーメント	$M_{0back}=M_0-M_{0SMGA}$	1.19E+20 Nm
	面積	$S_{back}=S-S_{SMGA}$	1880.0 km^2
	平均すべり量	$D_{back}=M_{0back}/(\mu S_{back})$	1.83 m
	実効応力	$\sigma_{back}=(D_{back}/W_{back})/(D_{SMGA}/W_{SMGA})\,\Delta\sigma_{SMGA}$, $W_{SMGA}=1.0\times13$, $W_{back}=W$	2.44 MPa

○ 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、その間は対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（震源断層パラメータに基づく）を用いる。

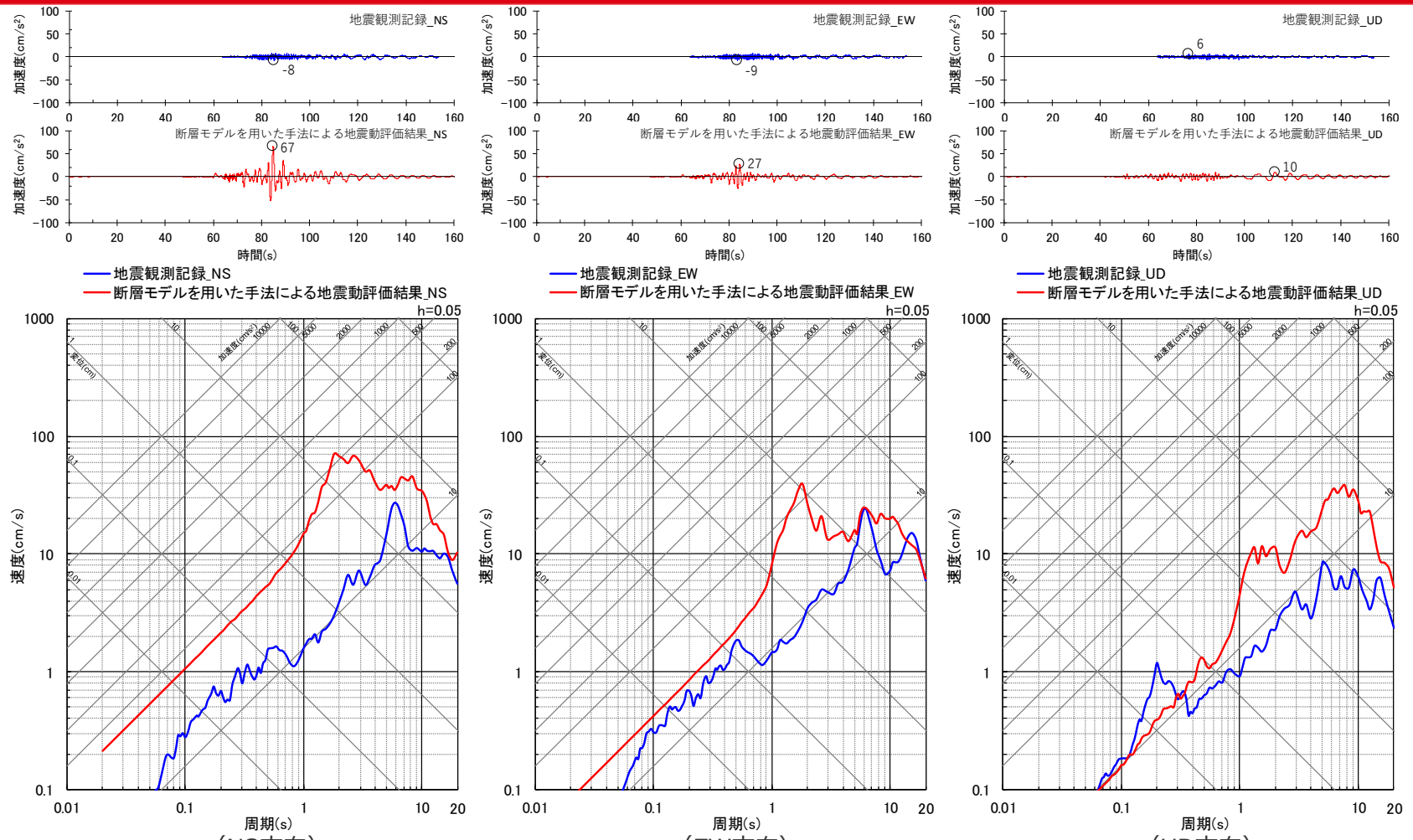
・強震動生成域の短周期レベルは、壇・他(2001)による関係式（$A=4\pi r_{SMGA}\Delta\sigma_{SMGA}\beta^2$）に基づく。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

<補足説明資料④-29 海洋プレート内地震の検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の選定に関する検討>

沈み込む海洋プレート内地震の影響検討

（2004年紀伊半島南東沖の地震（本震）のシミュレーション）



（NS方向）　（EW方向）　（UD方向）

<2004年紀伊半島南東沖の地震（本震）の敷地における地震観測記録と2004年紀伊半島南東沖の地震（本震） の震源特性を反映した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の比較（上図：加速度時刻歴波形、下図：応答スペクトル）>

・接続周期は0.67秒（遷移周期帯：0.56～0.83秒）。

○ 2004年紀伊半島南東沖の地震（本震）の震源特性を反映した震源モデルを用いた地震動評価結果の地震動レベルは、長周期が卓越した地震動が得られた敷地における地震観測記録と同程度以上となっていることを確認した。

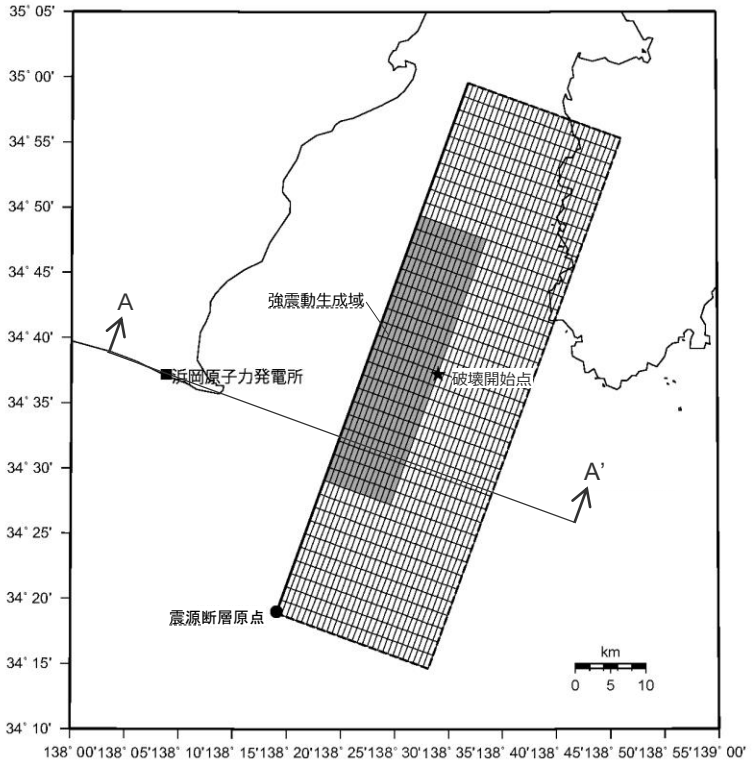
Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

<補足説明資料④-29 海洋プレート内地震の検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の選定に関する検討>

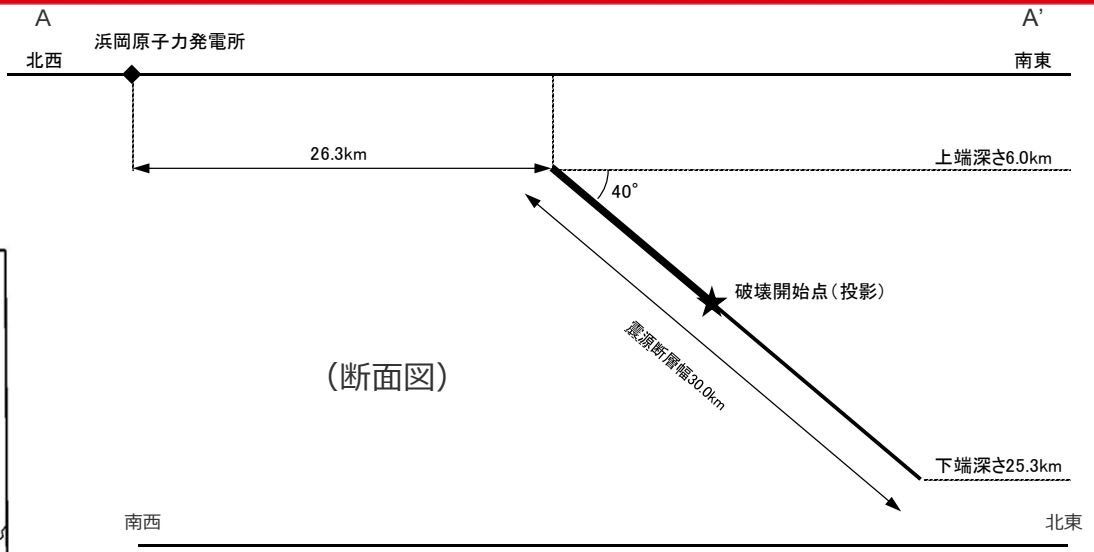
第482回
資料2-1 p.10一部修正

沈み込む海洋プレート内地震の影響検討

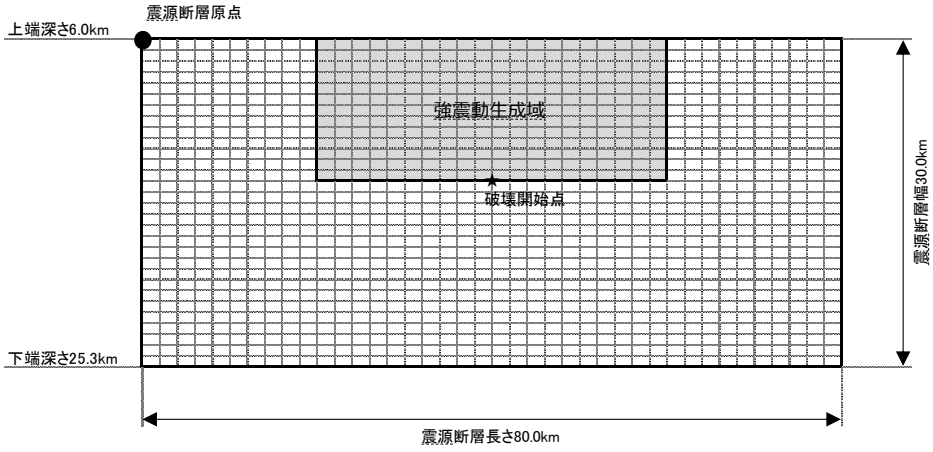
（断層モデルを用いた手法による地震動評価（震源モデルの設定））



（地表面投影図）



（断面図）



（展開図）

<「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（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

・下線（　）は、一部修正箇所を示す。

<補足説明資料④-29 海洋プレート内地震の検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の選定に関する検討>

第482回
資料2-1 p.11一部修正

沈み込む海洋プレート内地震の影響検討
（断層モデルを用いた手法による地震動評価（震源断層パラメータ））

<「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（地震動の顕著な増幅を考慮しない）>

震源断層パラメータ	設定方法	設定結果
震源断層原点	トラフ軸沿いで敷地に近い位置に設定	北緯34.3150度 東経138.3176度
走向	Park and Mori(2005)による	20 °
傾斜角	Park and Mori(2005)による	40 °
すべり角	Park and Mori(2005)による	94 °
震源断層長さ	L:Park and Mori(2005)による	80.0 km
震源断層幅	W:Park and Mori(2005)による	30.0 km
震源断層面積	$S=L\times W$	2400.0 km^2
等価半径	$R=(S/\pi)^{0.5}$	27.6 km
震源断層上端深さ	内閣府(2012)のプレート境界面の深さによる	6 km
地震モーメント	M_0:Park and Mori(2005)による	2.10E+20 Nm
モーメントマグニチュード	$M_w=(\log M_0-9.1)/1.5$	7.5
気象庁マグニチュード	M_j：2004年紀伊半島南東沖の地震（本震）	7.4
剛性率	$\mu=\rho\beta^2$（β：3.54km/s, ρ：2.76g/cm^3（地下構造調査結果等に基づく一次元地下構造モデルによる））	3.46E+10 N/m^2
平均すべり量	$D=M_0/(\mu S)$	2.53 m
破壊伝播速度	$V_R=0.72\beta$（Geller(1976)）	2.55 km/s
短周期レベル	$A=2.46\cdot10^{10}\cdot(M_0\cdot10^7)^{1/3}$(壇・他(2001))	3.15E+19 Nm/s^2
f_{max}	中央防災会議(2004)による	6.0 Hz

震源断層パラメータ		設定方法	設定結果
強震動生成域	等価半径	$r_{SMGA}=(S_{SMGA}/\pi)^{0.5}$	12.87 km
	地震モーメント	$M_{0SMGA}=\mu S_{SMGA} D_{SMGA}$	9.10E+19 Nm
	面積	S_{SMGA}:Park and Mori(2005)による	520.0 km^2
	平均すべり量	$D_{SMGA}=2D$	5.06 m
	応力降下量	$\Delta\sigma_{SMGA}=A/(4\pi\beta^2)(\pi/S_{SMGA})^{0.5}$	15.55 MPa
背景領域	地震モーメント	$M_{0back}=M_0-M_{0SMGA}$	1.19E+20 Nm
	面積	$S_{back}=S-S_{SMGA}$	1880.0 km^2
	平均すべり量	$D_{back}=M_{0back}/(\mu S_{back})$	1.83 m
	実効応力	$\sigma_{back}=(D_{back}/W_{back})/(D_{SMGA}/W_{SMGA})\,\Delta\sigma_{SMGA}$, $W_{SMGA}=1.0\times13$, $W_{back}=W$	2.44 MPa

・強震動生成域の短周期レベルは、壇・他(2001)による関係式（$A=4\pi r_{SMGA}\Delta\sigma_{SMGA}\beta^2$）に基づく。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

・下線（＿）は、一部修正箇所を示す。

<補足説明資料④-29 海洋プレート内地震の検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の選定に関する検討>

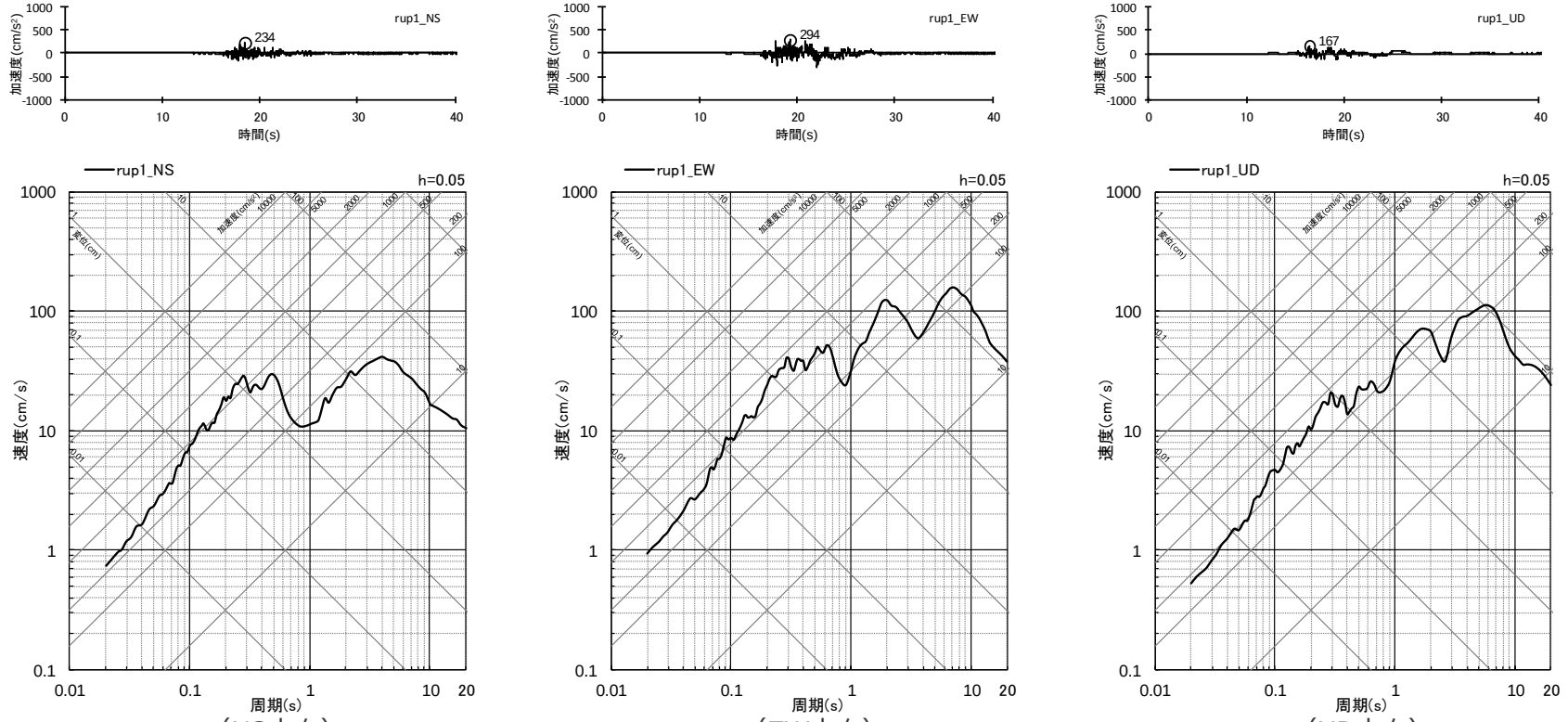
第482回
資料2-1 p.12一部修正

沈み込む海洋プレート内地震の影響検討

（断層モデルを用いた手法による地震動評価（地震動評価結果））

○「御前崎沖の想定沈み込む海洋プレート内地震」について、断層モデルを用いた手法による地震動評価を実施。

○ 長周期地震動が卓越する「御前崎沖の想定沈み込む海洋プレート内地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果」について、敷地ごとに震源を特定して策定する地震動において、地震規模が大きく、より長周期地震動が卓越すると考えられる「プレート間地震の各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果」と比較した。



（NS方向）　（EW方向）　（UD方向）

＜断層モデルを用いた手法による地震動評価結果（上図：加速度時刻歴波形、下図：応答スペクトル）＞
（御前崎沖の想定沈み込む海洋プレート内地震）

・接続周期は0.67秒（遷移周期帯：0.56～0.83秒）。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

・下線（　）は、一部修正箇所を示す。

<補足説明資料④-29 海洋プレート内地震の検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の選定に関する検討>

第882回
資料1-3 p.36一部修正

沈み込む海洋プレート内地震の影響検討
（プレート間地震の地震動評価）

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）

＝ 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④-12参照。

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。

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））

【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）※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）※3

※2 強震動予測レシピ(2020)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。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

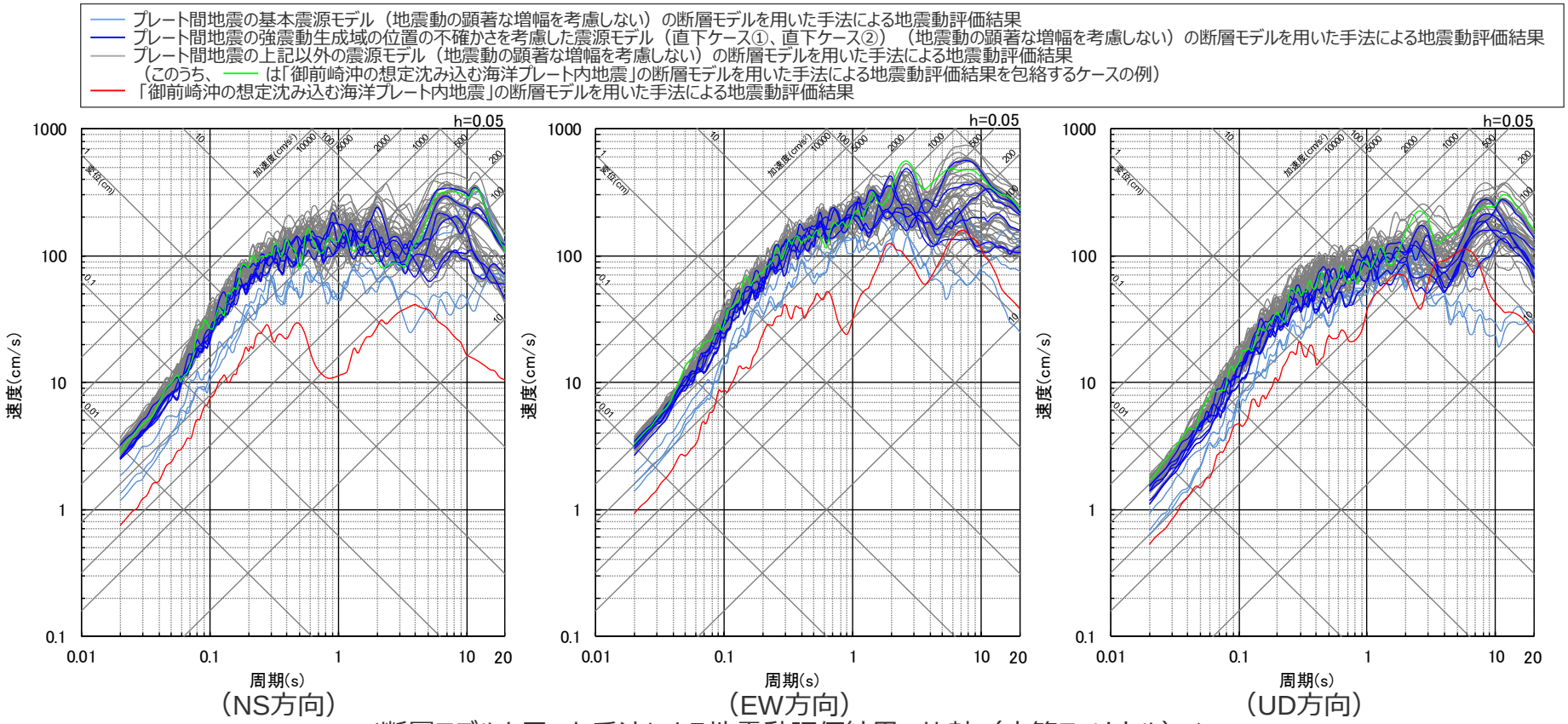
・下線（＿＿）は、一部修正箇所を示す。

<補足説明資料④-29 海洋プレート内地震の検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の選定に関する検討>

沈み込む海洋プレート内地震の影響検討
（プレート間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の比較）

○ 長周期地震動が卓越する「御前崎沖の想定沈み込む海洋プレート内地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果」について、敷地ごとに震源を特定して策定する地震動において、地震規模が大きく、より長周期地震動が卓越すると考えられる「プレート間地震の各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果」と比較したところ、長周期を含め、「御前崎沖の想定沈み込む海洋プレート内地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価結果」の応答スペクトルは、プレート間地震の不確かさの考慮におけるベースモデルと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①、直下ケース②）の地震動評価結果の応答スペクトルの概ね同レベル以下であることを確認した。
なお、プレート間地震については、不確かさの考慮において長周期を含め敷地に及ぼす影響が大きいケースを考慮している。

⇒ 御前崎沖の想定沈み込む海洋プレート内地震の影響は、プレート間地震の断層モデルを用いた手法による地震動評価で代表できることを確認した。



<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）>

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

アウターライズ地震（銭洲断層系）の影響検討

（検討概要）

第482回
資料2-1 p.14一部修正

伊豆小笠原島弧の構造の特徴

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

銭洲断層系の評価

○銭洲断層系に関して、既往評価には徳山・他(2001)、中田・他(2013)があり、海洋研究開発機構は近年、大規模な地下構造探（反射法地震探査）を実施している。
○これらの既往評価や海洋研究開発機構による反射法地震探査、伊豆小笠原島弧の構造の特徴に基づき、銭洲断層系を評価した結果、海洋性地殻である銭洲海嶺の南西端から、海洋性地殻と異なる構造となっている銭洲海嶺の東部（伊豆小笠原島弧との接合部付近）までの約126kmを一連の活断層として評価する。

銭洲断層系による地震の震源モデルの設定

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

Noda et al.(2002)の方法による地震動評価結果の比較検討

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

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

・下線（　）は、一部修正箇所を示す。

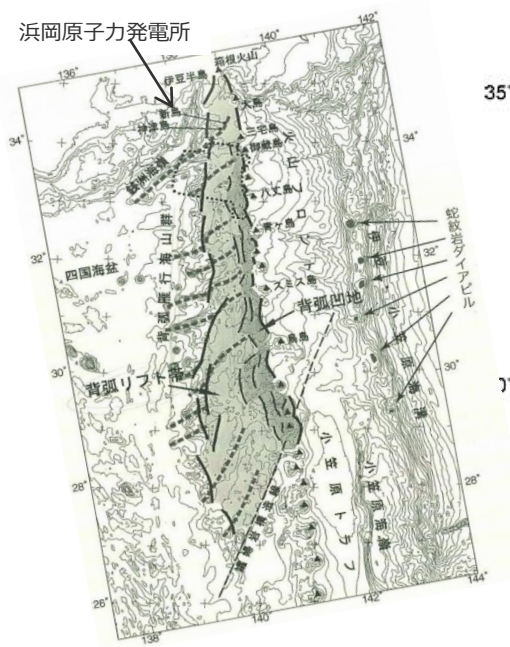
<補足説明資料④-29 海洋プレート内地震の検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の選定に関する検討>

アウターライズ地震（銭洲断層系）の影響検討

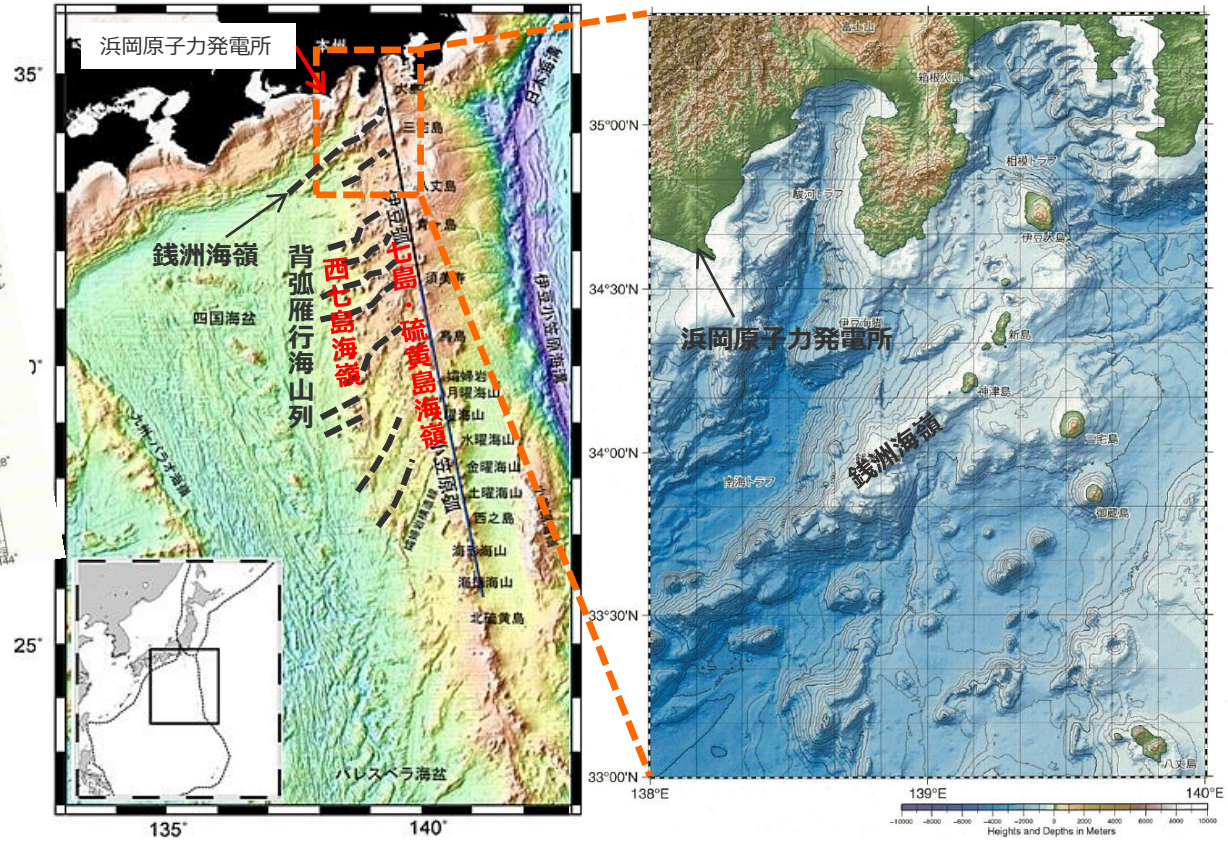
（伊豆小笠原島弧の構造の特徴（伊豆小笠原島弧の地形））

第482回
資料2-1 p.15一部修正

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



<伊豆小笠原島弧の地形>
（平(2004)に敷地位置を加筆）



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

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

・下線（　）は、一部修正箇所を示す。

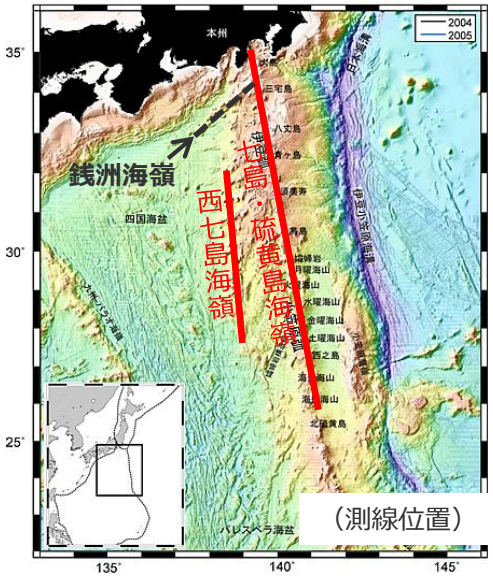
<補足説明資料④-29 海洋プレート内地震の検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の選定に関する検討>

第482回
資料2-1 p.16一部修正

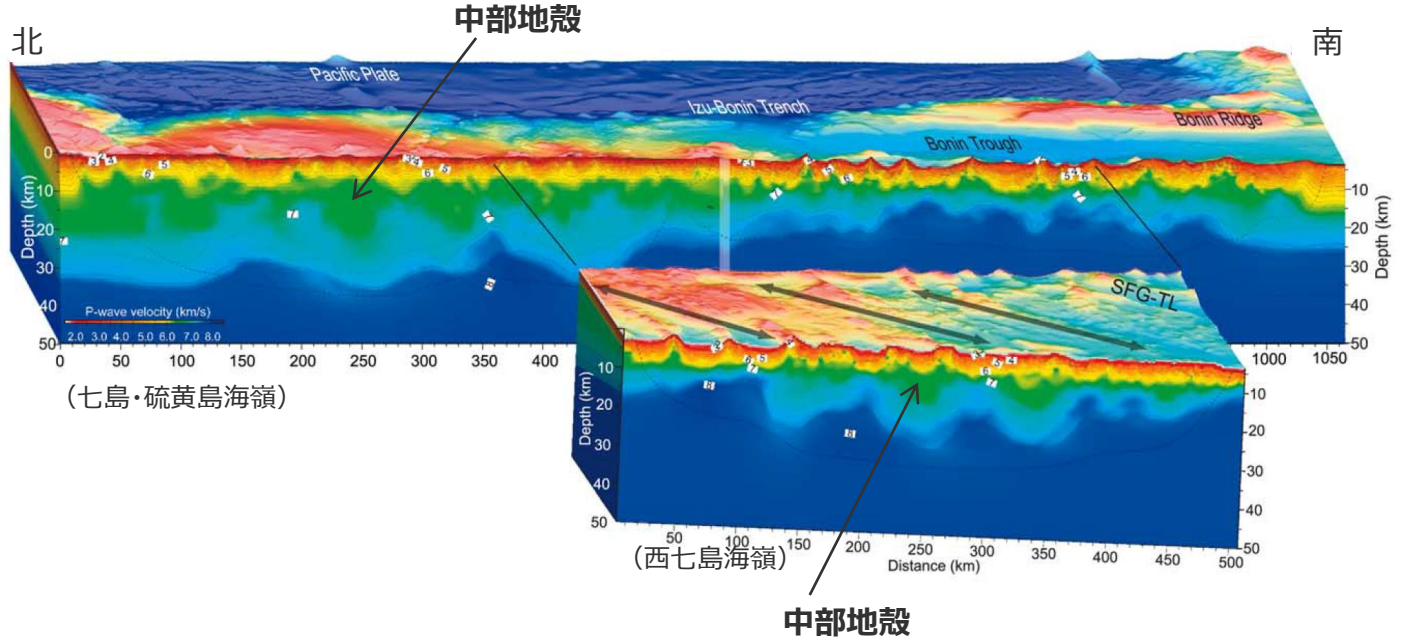
アウターライズ地震（銭洲断層系）の影響検討

（伊豆小笠原島弧の構造の特徴（伊豆小笠原島弧（南北方向）の速度構造））

○海洋研究開発機構は、伊豆小笠原島弧において、大規模な地下構造探査を実施している。
○Kodaira et al.(2008)他によると、伊豆小笠原島弧の南北方向として、七島・硫黄島海嶺（現在の火山フロント）や西七島海嶺（過去の火山フロント）のP波速度構造が示されている。これによると、伊豆小笠原島弧では大陸性の特徴を有する中部地殻（Vp6.0～6.8km/s）が広く分布しており、南側に比べて北側の方が厚く分布している傾向が認められる。
○海洋研究開発機構(2007)によると、中部地殻の厚さは火山列に沿って大きく変動しており、火山の直下で極大値を取るとしている。



（測線位置）



（七島・硫黄島海嶺）
（西七島海嶺）

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

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

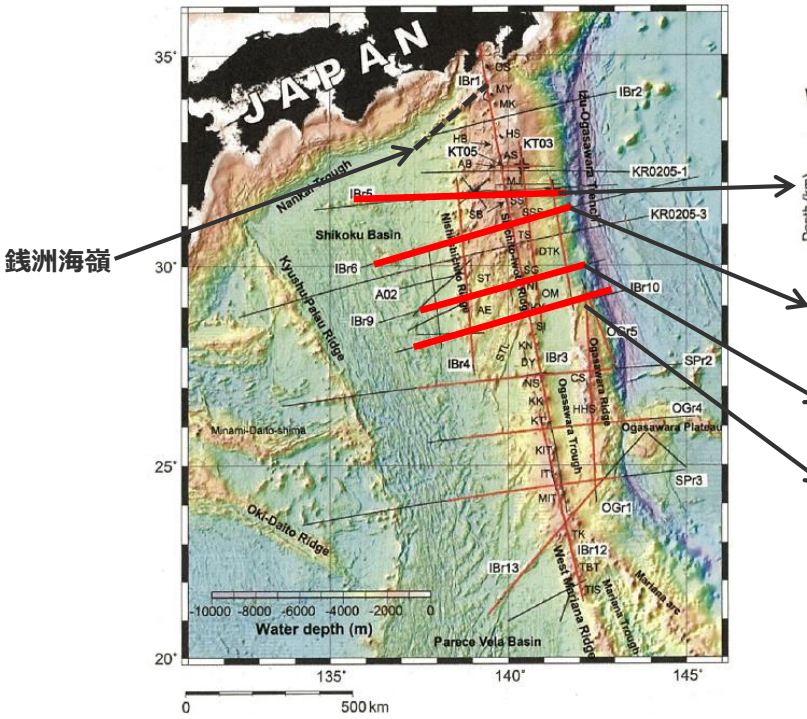
・下線（＿＿）は、一部修正箇所を示す。

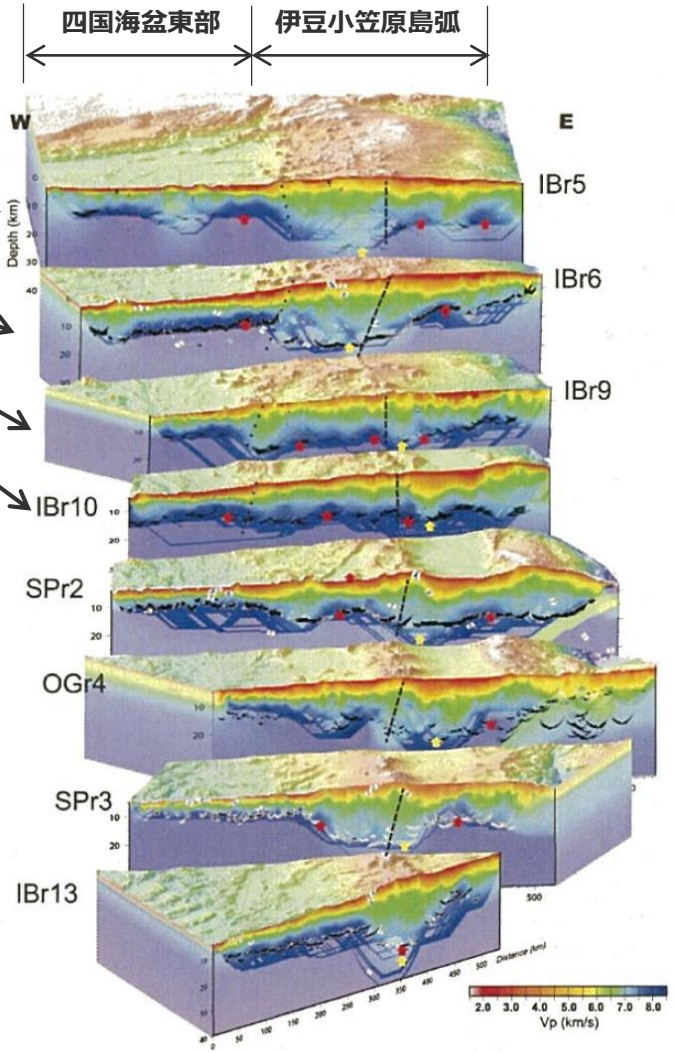
<補足説明資料④-29 海洋プレート内地震の検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の選定に関する検討>

第482回
資料2-1 p.17一部修正

アウターライズ地震（銭洲断層系）の影響検討

（伊豆小笠原島弧の構造の特徴（伊豆小笠原島弧（東西方向）の速度構造））





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

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

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

・下線（＿＿）は、一部修正箇所を示す。

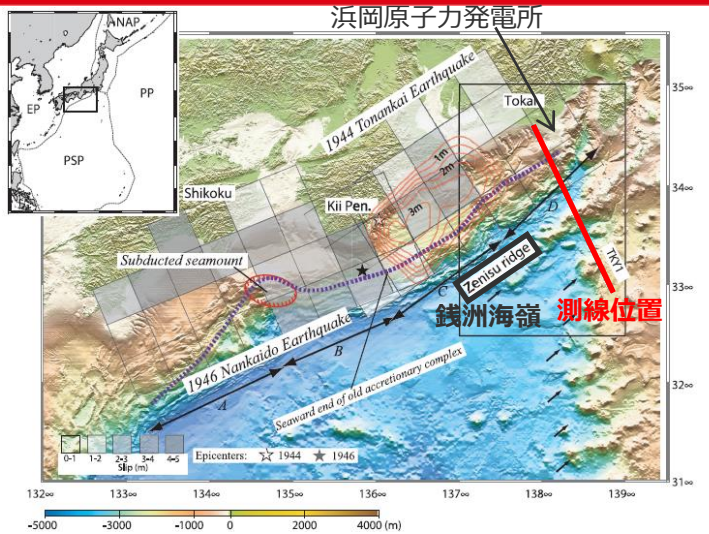
<補足説明資料④-29 海洋プレート内地震の検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の選定に関する検討>

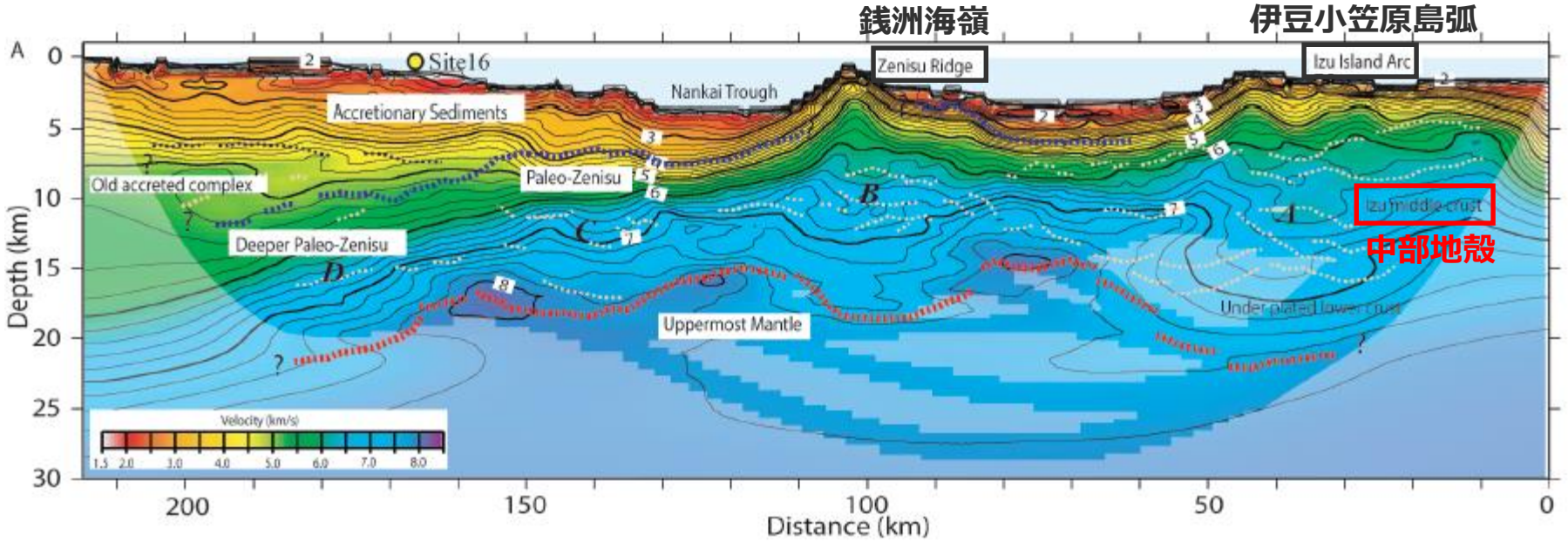
第482回
資料2-1 p.18一部修正

アウターライズ地震（銭洲断層系）の影響検討

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

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





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

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

・下線（　）は、一部修正箇所を示す。

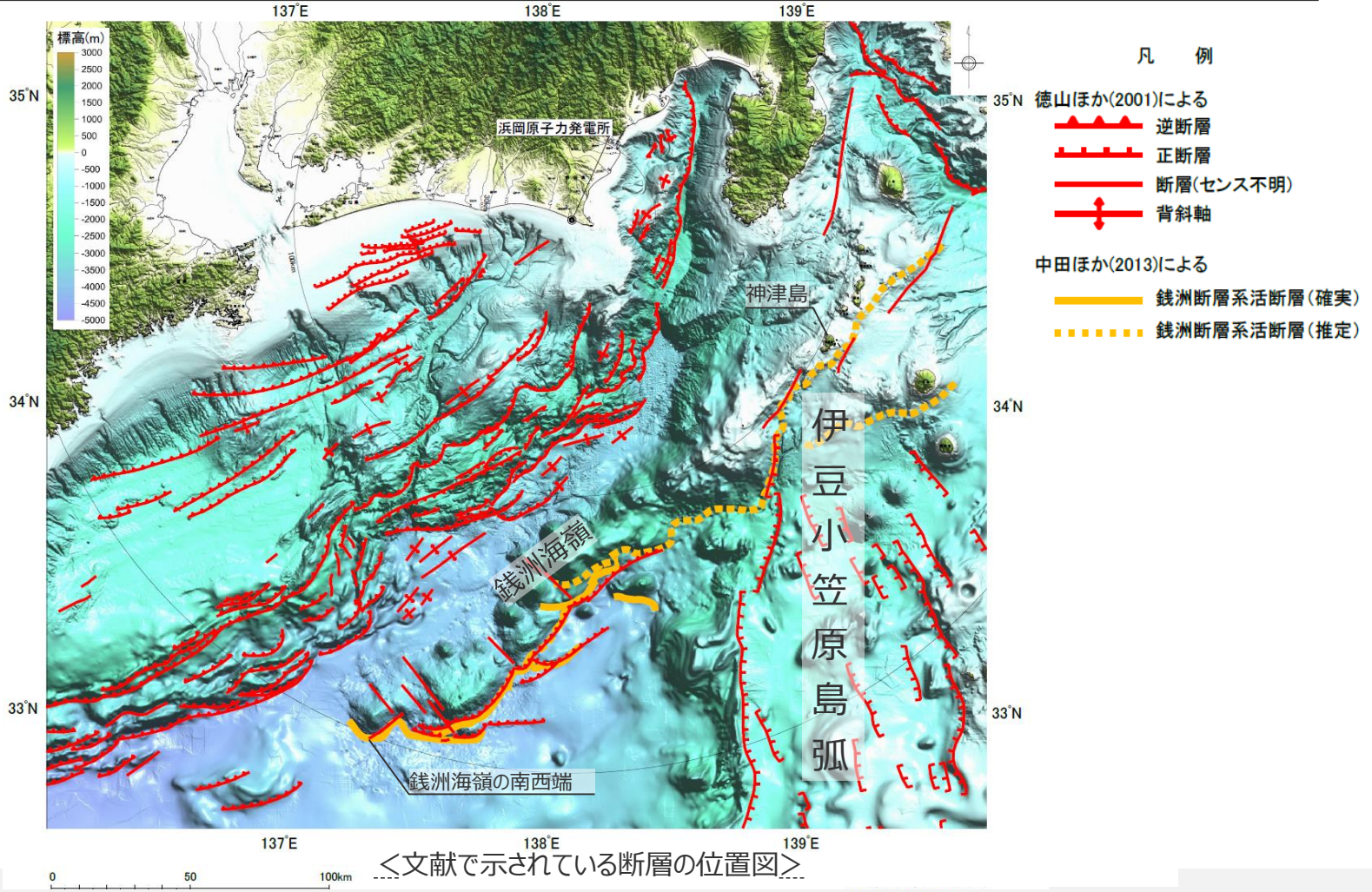
<補足説明資料④-29 海洋プレート内地震の検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の選定に関する検討>

アウターライズ地震（銭洲断層系）の影響検討

（銭洲断層系の評価（文献調査））

第482回
資料2-1 p.19一部修正

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



<文献で示されている断層の位置図>

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

・下線（　）は、一部修正箇所を示す。

<補足説明資料④-29 海洋プレート内地震の検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の選定に関する検討>

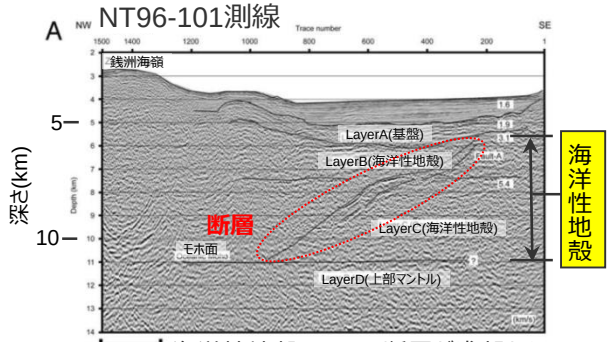
アウターライズ地震（銭洲断層系）の影響検討

（銭洲断層系の評価（反射法地震探査））

第482回
資料2-1 p.20一部修正

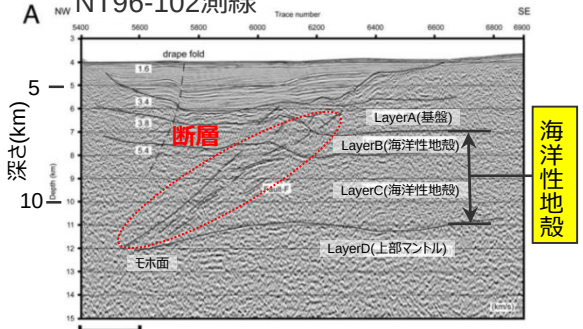
○Takahashi et al.(2002)では、海洋研究開発機構・東京大学・パリ高等師範学校(ENS)と共同で、大容量エアガンによる反射法地震探査を実施し、銭洲海嶺周辺の断層構造を検討している。その結果、NT96-101測線およびNT96-102測線では、海洋性地殻において、断層が浅部から深部まで連続して認められるが、NT96-103測線では、海洋性地殻と異なる速度構造となっており、断層は認められないとしている。内閣府の「南海トラフの巨大地震モデル検討会(2011)」においても、銭洲海嶺周辺の断層構造について同様の解釈を示している。
○また、Takahashi et al.(2002)によ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

NT96-101測線



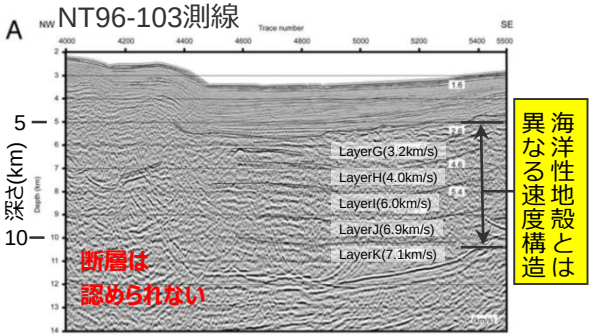
海洋性地殻において断層が浅部から深部まで連続して認められる。

NT96-102測線



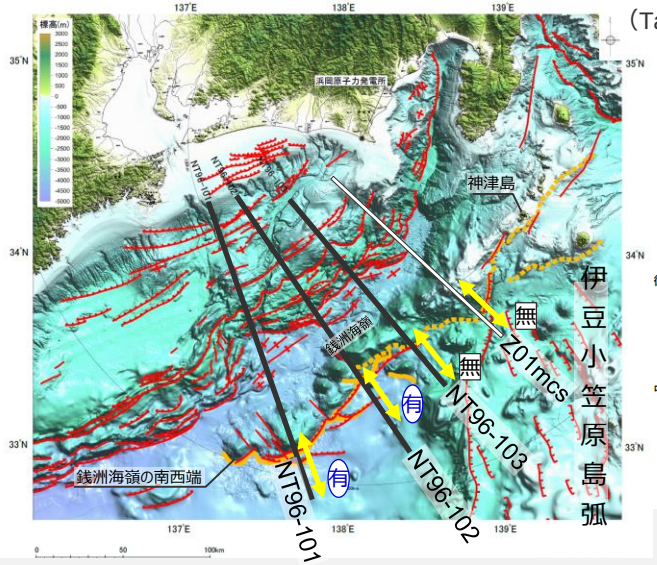
海洋性地殻において断層が浅部から深部まで連続して認められる。

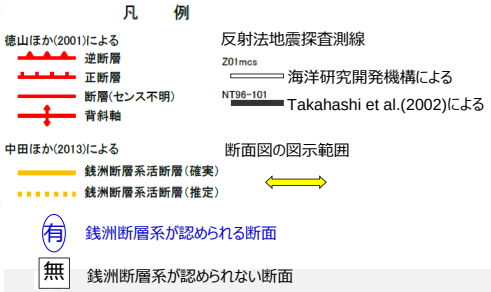
NT96-103測線



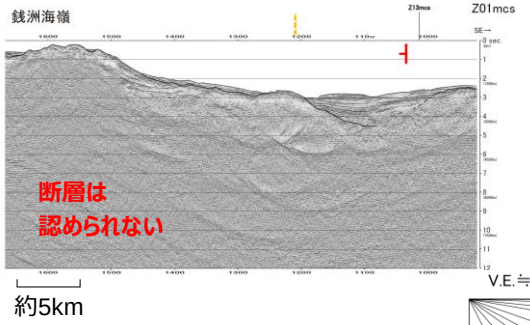
海洋性地殻とは異なる速度構造となっており、断層は認められない。

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





Z01mcs測線



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

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

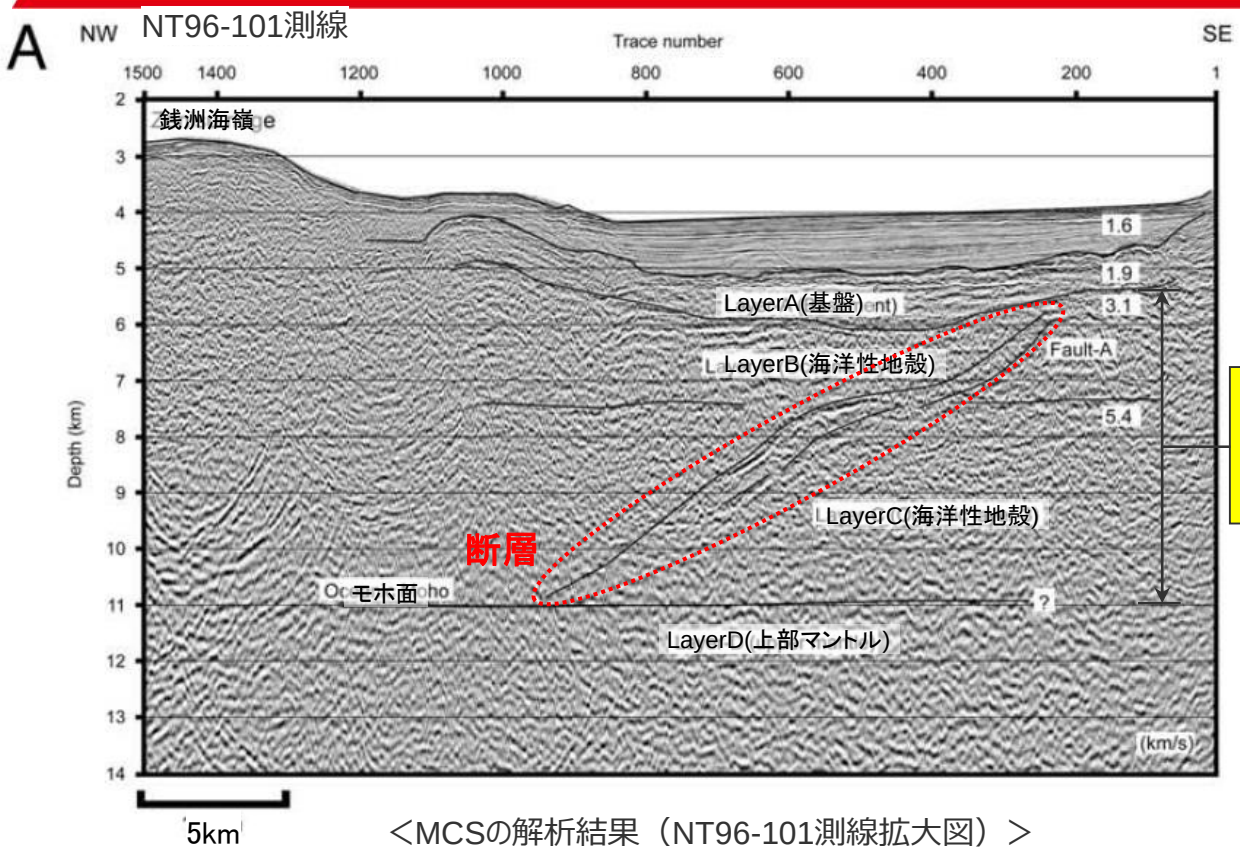
・下線（＿＿）は、一部修正箇所を示す。

<補足説明資料④-29 海洋プレート内地震の検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の選定に関する検討>

第482回
資料2-1 p.21一部修正

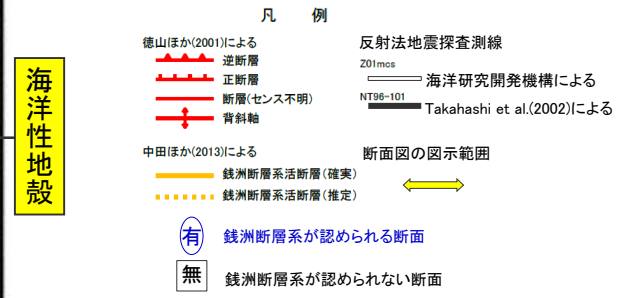
アウターライズ地震（銭洲断層系）の影響検討

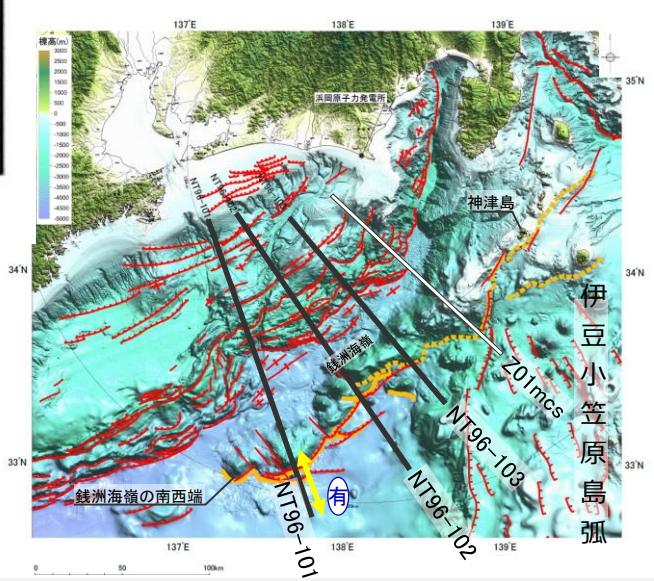
（銭洲断層系の評価（反射法地震探査（NT96-101測線拡大図））



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

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





Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

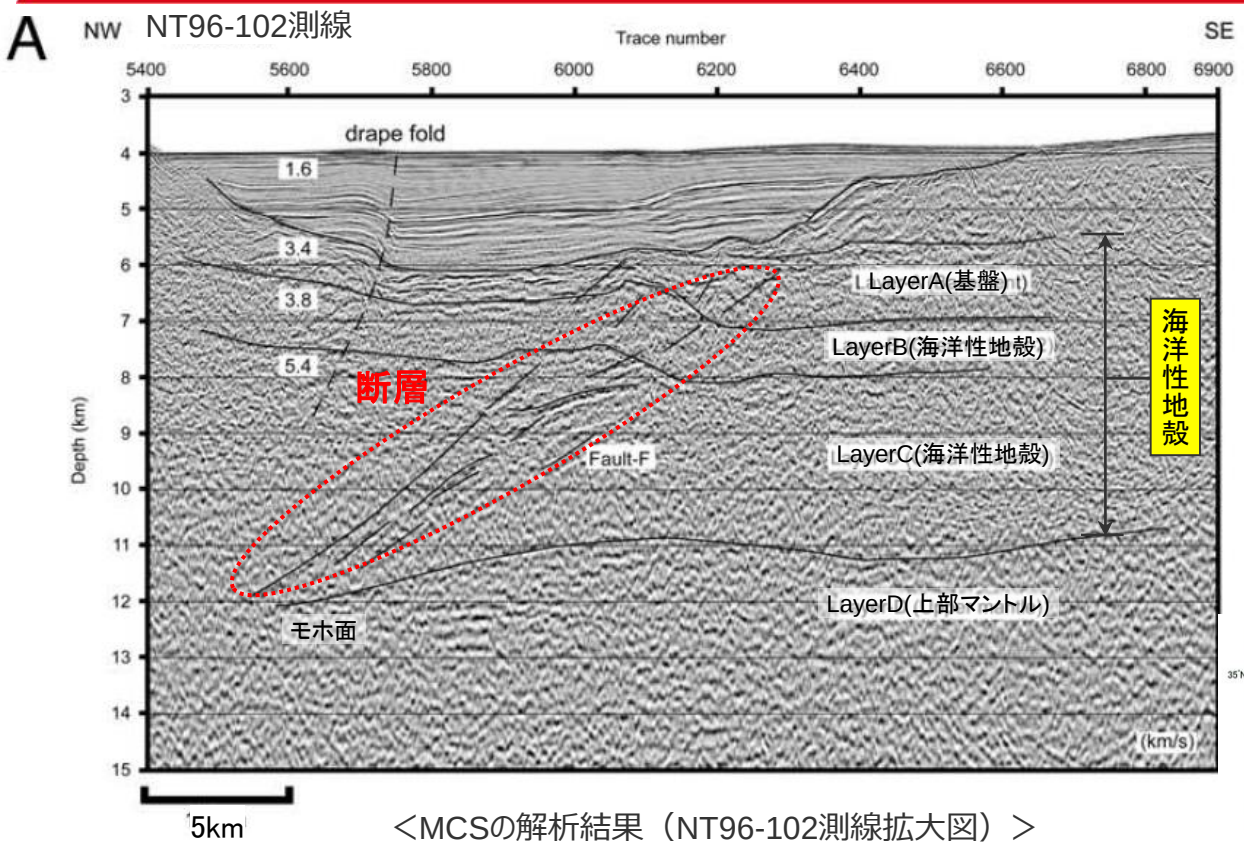
・下線（＿＿）は、一部修正箇所を示す。

<補足説明資料④-29 海洋プレート内地震の検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の選定に関する検討>

第482回
資料2-1 p.22一部修正

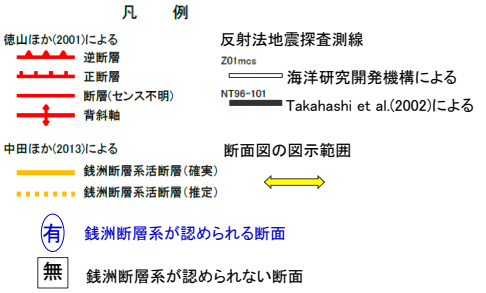
アウターライズ地震（銭洲断層系）の影響検討

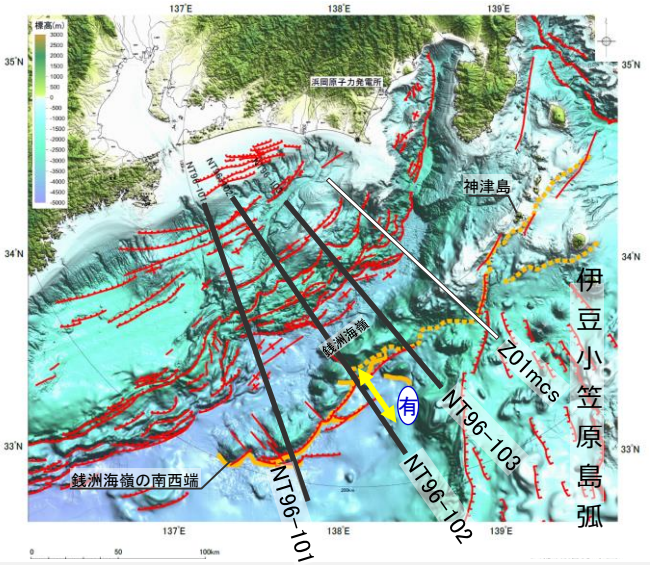
（銭洲断層系の評価（反射法地震探査（NT96-102測線拡大図））



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

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





Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

・下線（＿＿）は、一部修正箇所を示す。

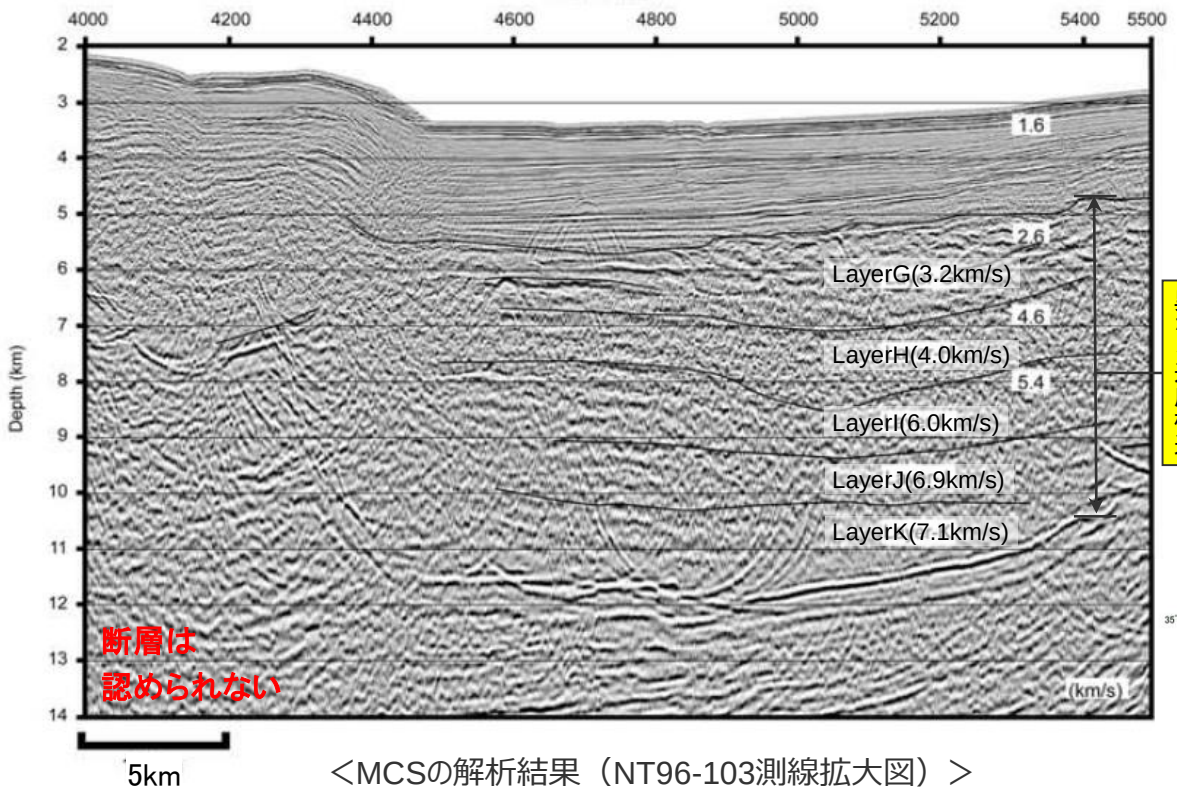
<補足説明資料④-29 海洋プレート内地震の検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の選定に関する検討>

第482回
資料2-1 p.23一部修正

アウターライズ地震（銭洲断層系）の影響検討

（銭洲断層系の評価（反射法地震探査（NT96-103測線拡大図））

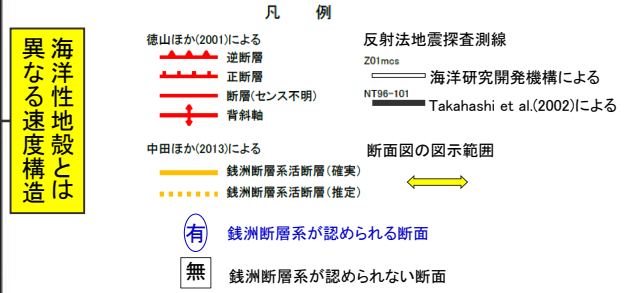
A NW NT96-103測線 SE

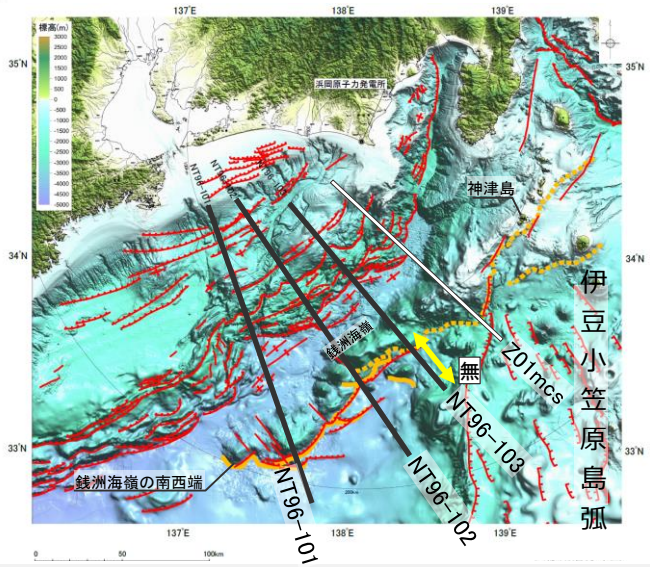


海洋性地殻とは異なる速度構造

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

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





Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

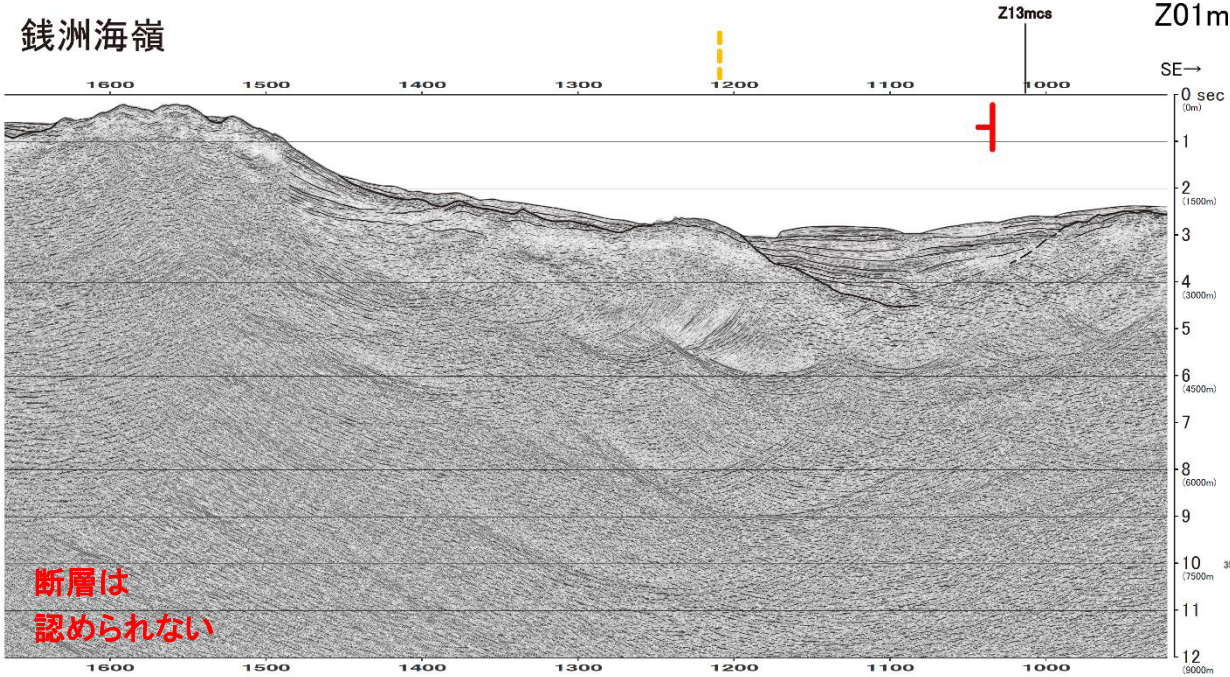
・下線（＿＿）は、一部修正箇所を示す。

<補足説明資料④-29 海洋プレート内地震の検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の選定に関する検討>

アウターライズ地震（銭洲断層系）の影響検討

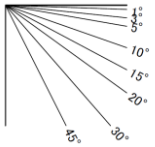
（銭洲断層系の評価（反射法地震探査（Z01mcs測線拡大図））

第482回
資料2-1 p.24再掲



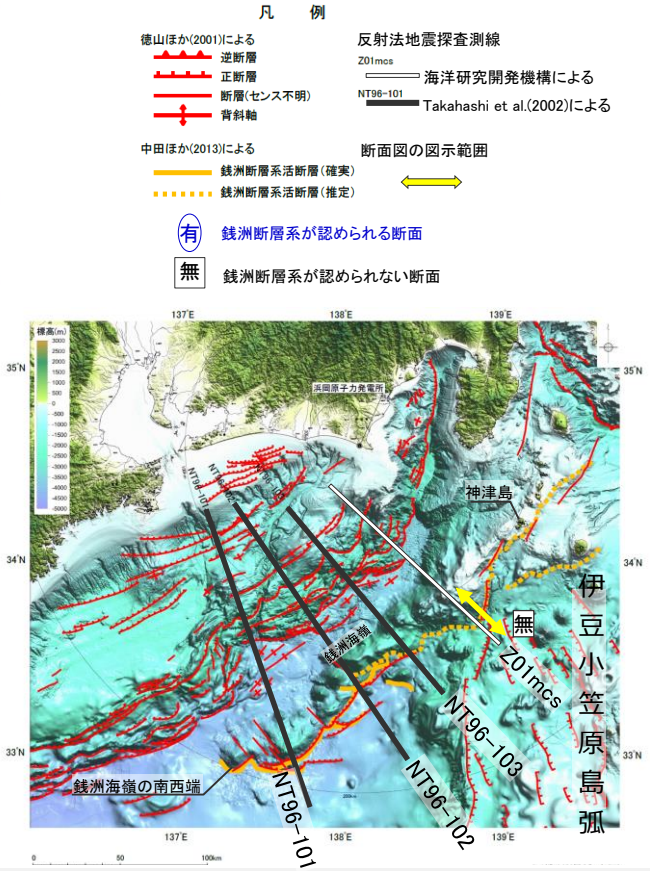
約5km

V.E.≒2



<MCS※の解析結果（当社解析・解釈）>
（Z01mcs測線）
※データ元：海洋研究開発機構「地殻構造探査データベース」

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



Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

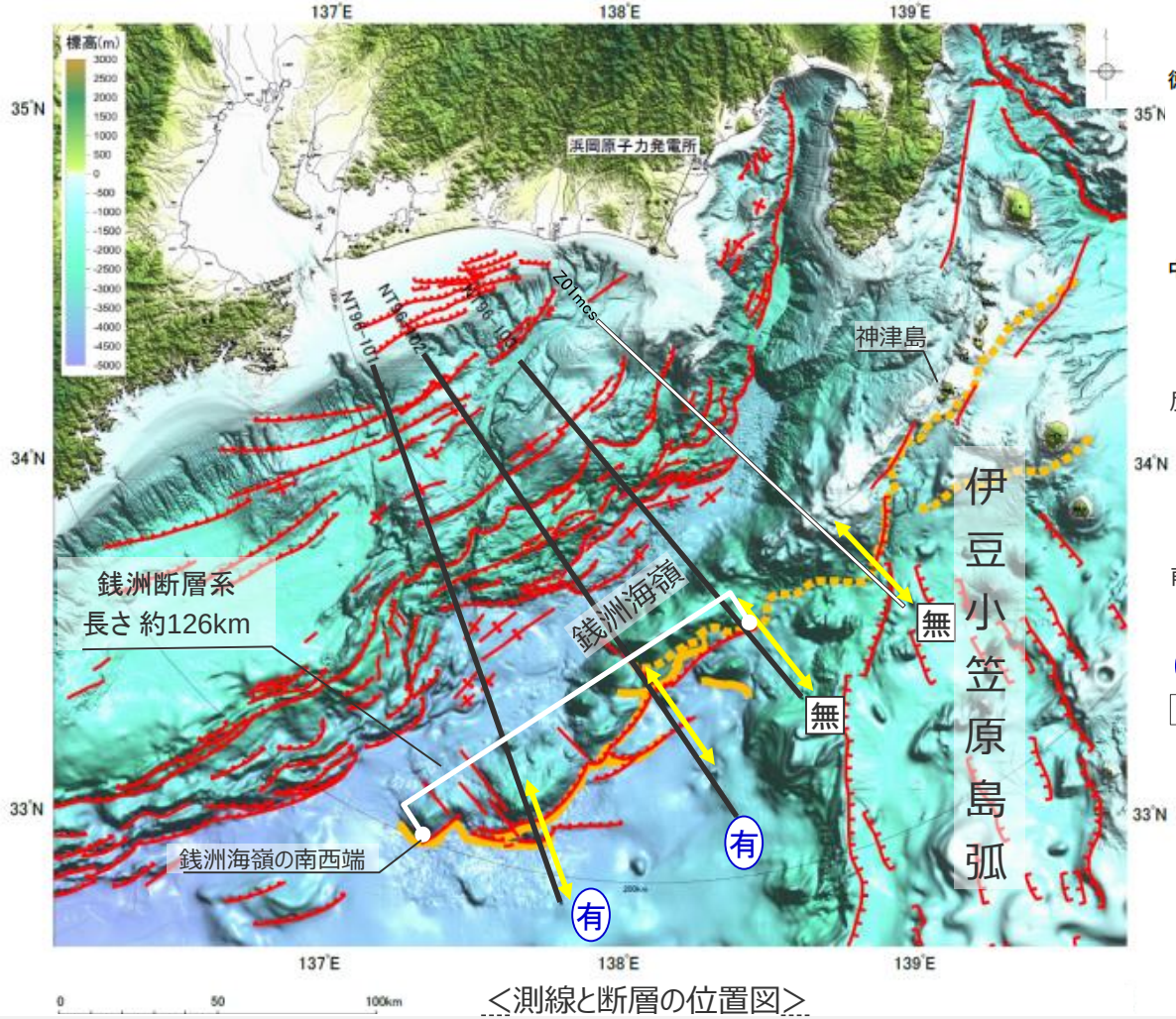
<補足説明資料④-29 海洋プレート内地震の検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の選定に関する検討>

第482回
資料2-1 p.25一部修正

アウターライズ地震（銭洲断層系）の影響検討

（銭洲断層系の評価（まとめ））

○銭洲断層系について、既往文献における評価、海洋研究開発機構による反射法地震探査結果、伊豆小笠原島弧の構造の特徴に基づき評価した結果、海洋性地殻である銭洲海嶺の南西端から、海洋性地殻と異なる構造となっている銭洲海嶺の東部（伊豆小笠原島弧との接合部付近）までの約126kmを一連の活断層として評価する。



<測線と断層の位置図>

凡　例

徳山ほか(2001)による
- 逆断層
- 正断層
- 断層(センス不明)
- 背斜軸

中田ほか(2013)による
- 銭洲断層系活断層(確実)
- 銭洲断層系活断層(推定)

反射法地震探査測線

Z01mcs　海洋研究開発機構による

NT96-101　Takahashi et al.(2002)による

前ページ断面図の図示範囲

有　銭洲断層系が認められる測線

無　銭洲断層系が認められない測線

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

・下線（＿＿）は、一部修正箇所を示す。

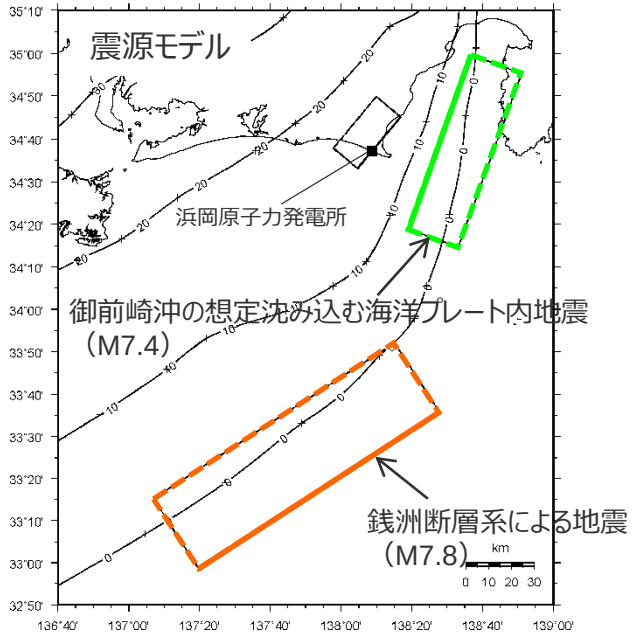
<補足説明資料④-29 海洋プレート内地震の検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の選定に関する検討>

第482回
資料2-1 p.26一部修正

アウターライズ地震（銭洲断層系）の影響検討
（銭洲断層系による地震の震源モデルの設定）

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

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



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

■巨視的断層パラメータの設定

断層長さL=80km
断層幅W=30km
断層面積S=2400km^2
地震モーメントM_0=2.1×10^{20}Nm

⇒地震規模M=7.4

銭洲断層系による地震（M7.8）

■巨視的断層パラメータの設定

断層長さL=125.8km **活断層評価結果による**
断層幅W=47.2km（**W∝L**）
断層面積S=5930km^2（**S∝W^2（L^2）**）
地震モーメントM_0=8.2×10^{20}Nm（**M_0∝S$^{3/2}$**）

⇒地震規模M=7.8

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

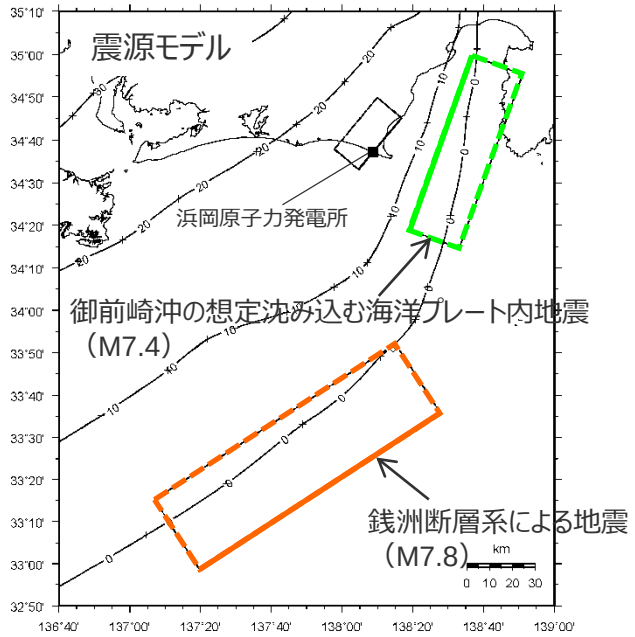
・下線（　）は、一部修正箇所を示す。

<補足説明資料④-29 海洋プレート内地震の検討用地震（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の選定に関する検討>

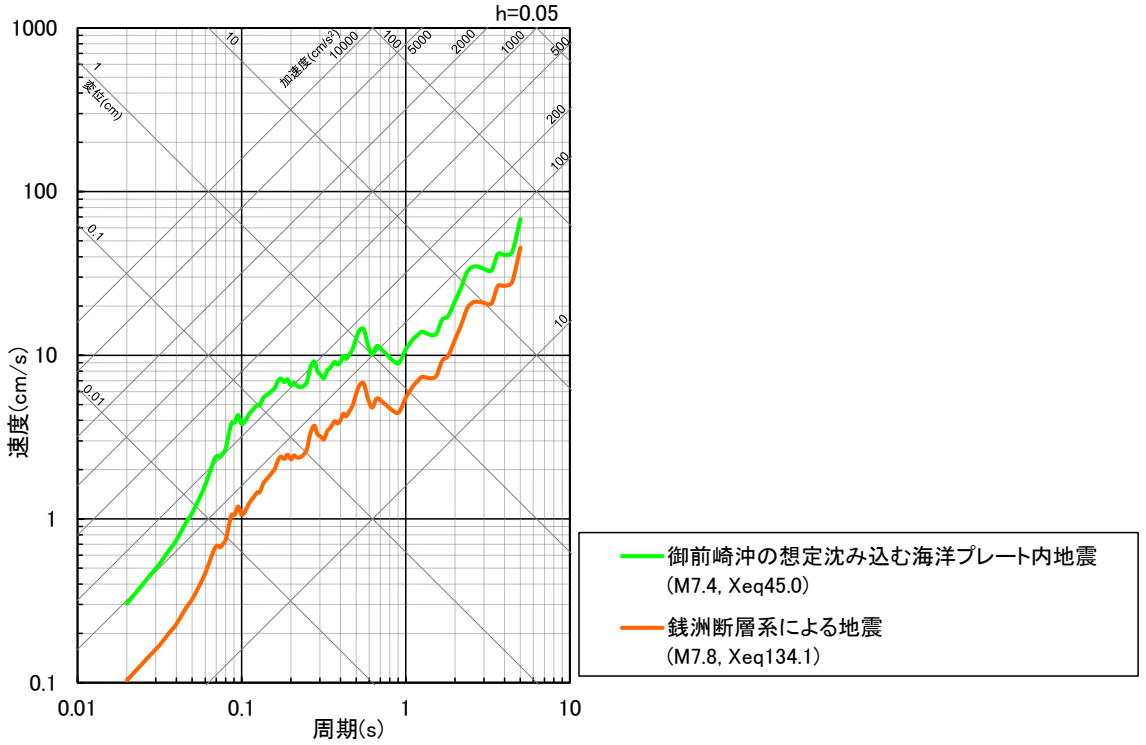
第482回
資料2-1 p.27一部修正

アウターライズ地震（銭洲断層系）の影響検討
（Noda et al.(2002)の方法による地震動評価結果の比較検討）

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



<震源モデル>



<Noda et al.(2002)の方法による地震動評価結果の比較>

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

・下線（＿＿）は、一部修正箇所を示す。

補足説明資料④-30
海洋プレート内地震の基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の各震源断層パラメータの設定（補足）

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

<補足説明資料④-30 海洋プレート内地震の基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の各震源断層パラメータの設定（補足）>

第882回
資料1-3 p.58一部修正

設定方針及び震源断層パラメータ

【設定方針】

○「敷地下方の想定スラブ内地震」の基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の設定には、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（短周期レベルは強震動予測レシピ(2020)より保守的な設定（後述参照））。

【震源断層パラメータ】

○ 地震規模
・地震規模は、フィリピン海プレートで発生した沈み込んだ海洋プレート内地震の最大規模等※1を踏まえて、M7.0として設定。

○ 断層位置
・断層位置は、安全評価上、敷地下方に想定。

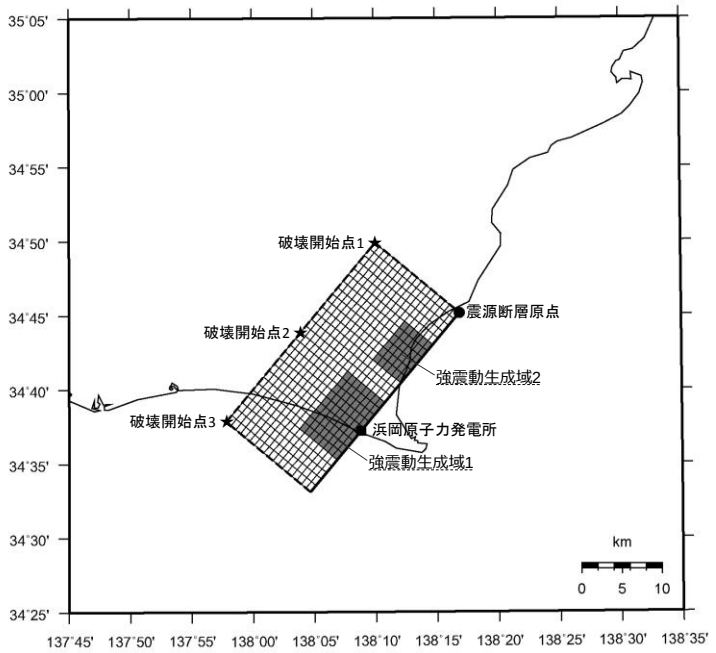
○ 震源深さ
・2009年駿河湾の地震（本震）の知見に基づき23kmとして設定。

○ 震源断層面積
・地震モーメントから震源断層面積を算定。

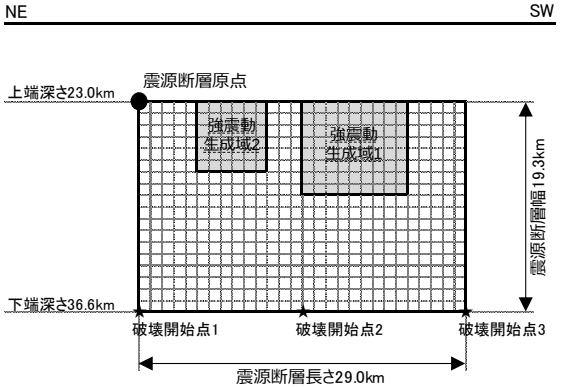
○ 傾斜角
・2009年駿河湾の地震（本震）の知見に基づき45°の逆断層として設定。

○ 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。



（地表面投影図）



（展開図）

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

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

※2: 強震動生成域の数について、2009年駿河湾の地震（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。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

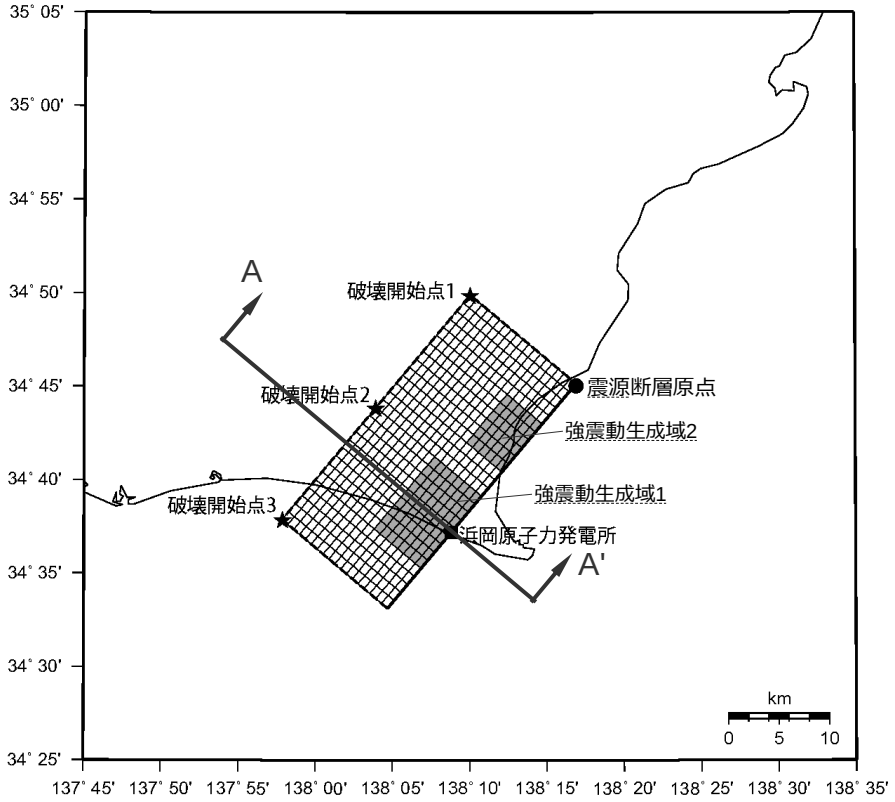
・下線（　）は、一部修正箇所を示す。

<補足説明資料④-30 海洋プレート内地震の基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の各震源断層パラメータの設定（補足）>

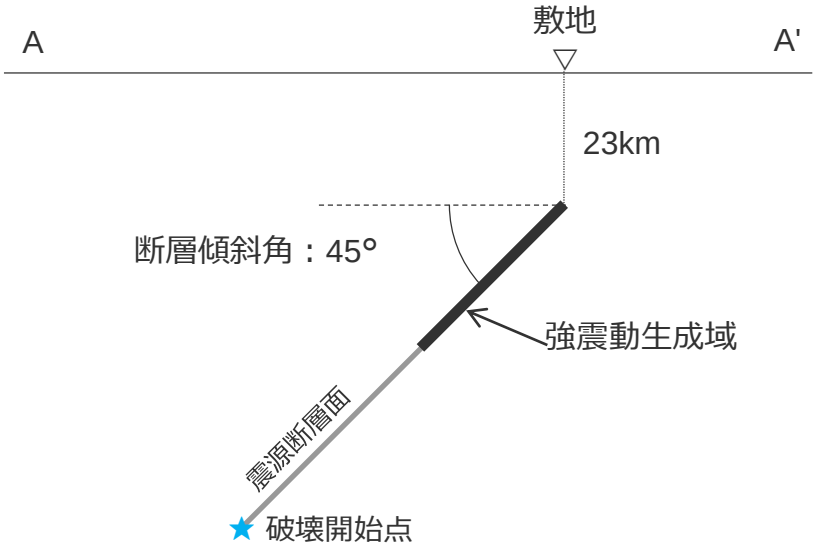
第532回
資料1-1 p.15一部修正

断層位置

○基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の断層位置は、安全評価上、敷地下方に想定する。



（地表投影図）



（断面模式図（A－A'断面））

<基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と敷地との位置関係>

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

・下線（　）は、一部修正箇所を示す。

<補足説明資料④-30 海洋プレート内地震の基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の各震源断層パラメータの設定（補足）>

第532回
資料1-1 p.16一部修正

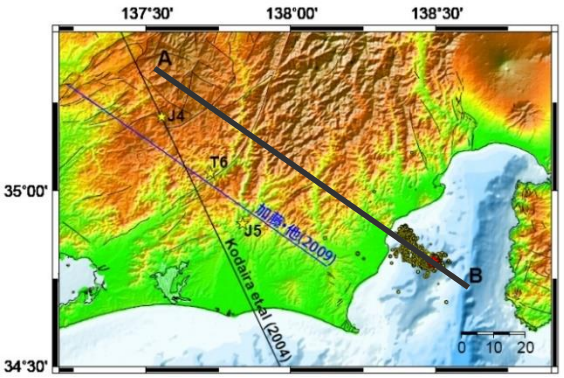
震源深さ

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

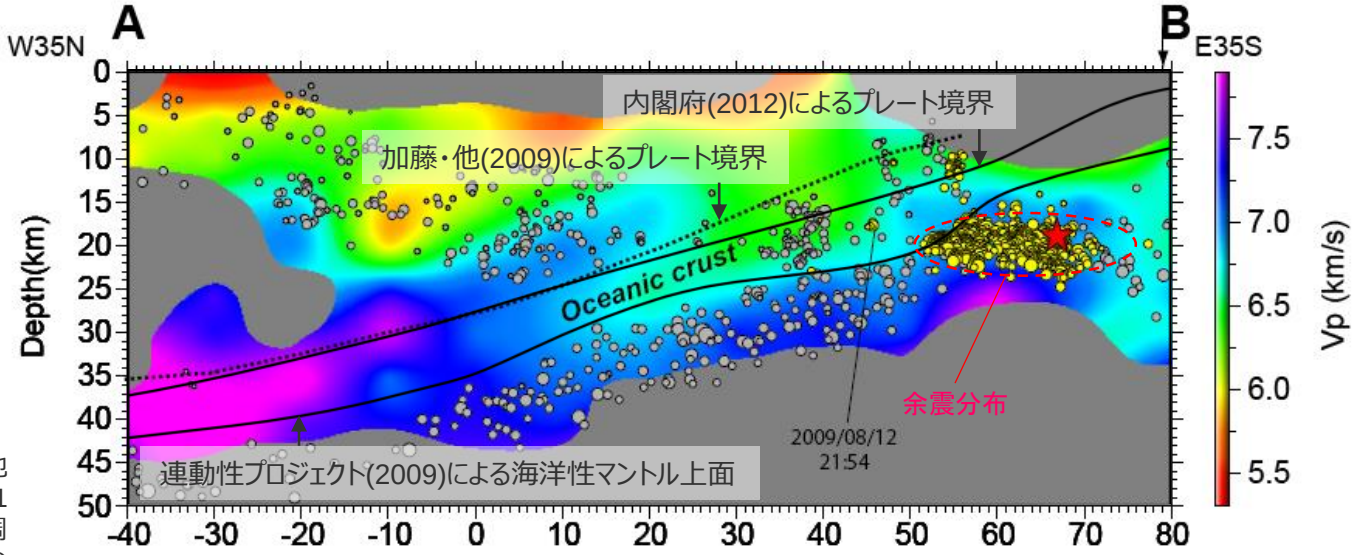
【2009年駿河湾の地震の余震】

○加藤・他(2009)では、2009年駿河湾の地震の余震（161個）、気象庁一元化処理震源（2069個）及び臨時観測中の地震（695個）の走時データを用いて、2009年駿河湾の地震の震源域を含む東海地域広域の3次元地震波速度構造を推定しており、「2009年駿河湾の地震の多くの余震は、プレート境界よりも10～15km程度深い場所に位置する」と記載されている。

○また、加藤・他(2009)による2009年駿河湾の地震の余震分布と、プレート境界面及び海洋性マントル上面（地下構造探査結果等に基づく）の重ね描きによると、2009年駿河湾の地震の余震は、主に海洋性マントル内で発生している。



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



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

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

・下線（　）は、一部修正箇所を示す。

<補足説明資料④-30 海洋プレート内地震の基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の各震源断層パラメータの設定（補足）>

第532回
資料1-1 p.17一部修正

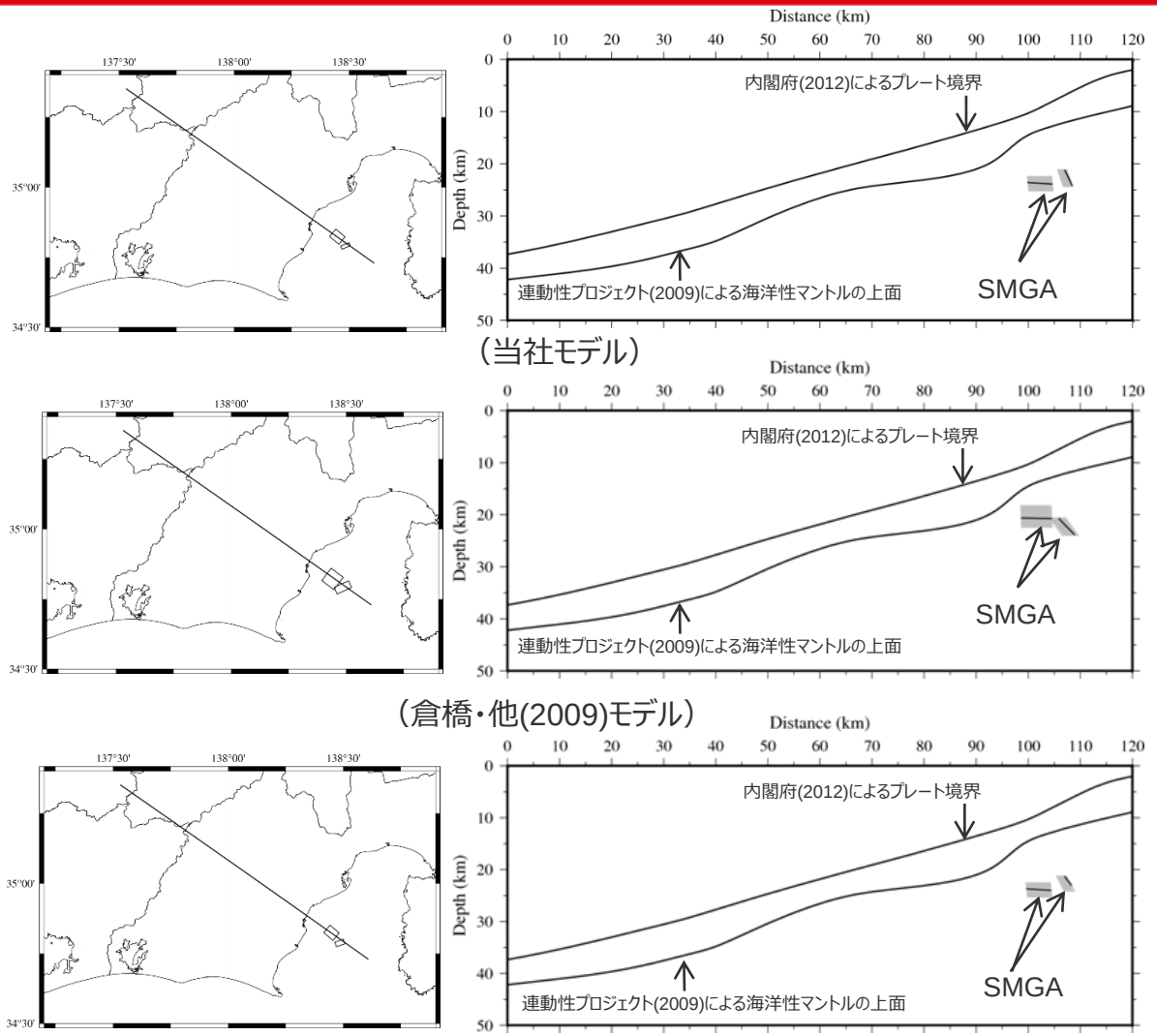
震源深さ

【2009年駿河湾の地震（本震）の特性化震源モデル】

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

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

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



（当社モデル）

（倉橋・他(2009)モデル）

（浅野・岩田(2010)モデル）

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

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

・下線（　）は、一部修正箇所を示す。

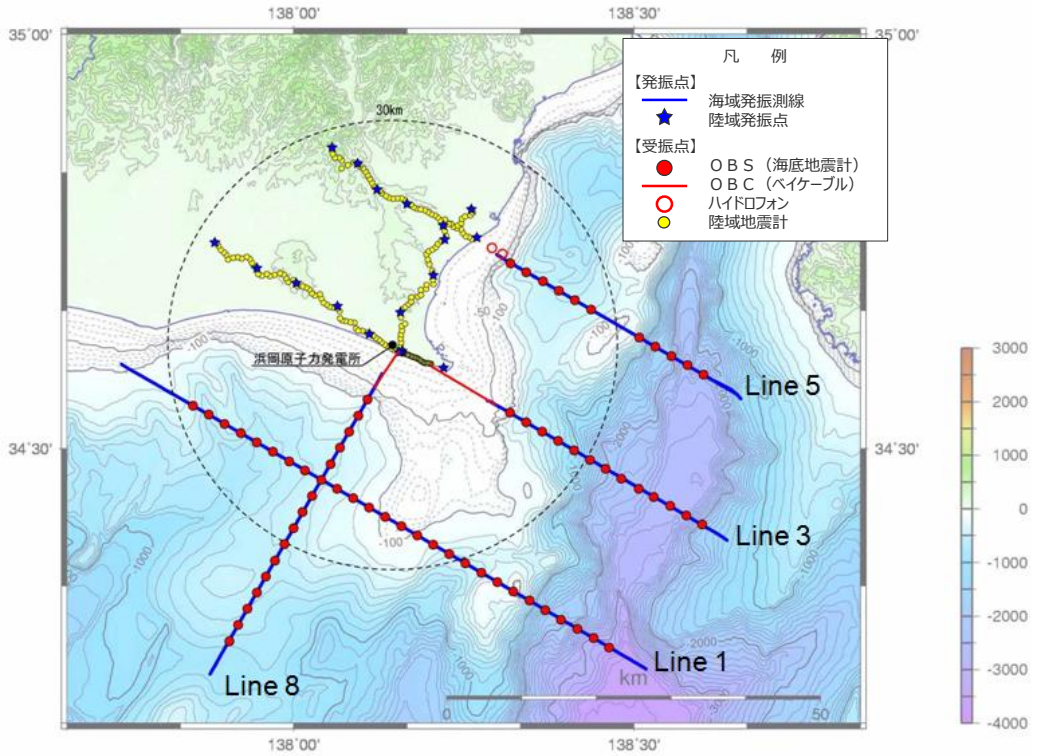
<補足説明資料④-30 海洋プレート内地震の基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の各震源断層パラメータの設定（補足）>

震源深さ

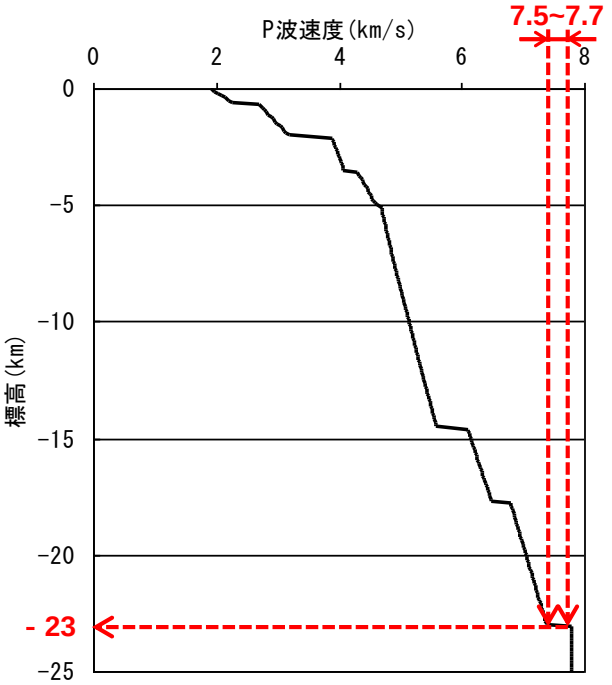
【敷地周辺のフィリピン海プレートの構造】

○浜岡原子力発電所では、敷地から概ね半径30kmで実施した屈折法地震探査（Line1, 3, 5, 8）によって、深部までの詳細なP波速度構造が得られている。

○一般的な海洋性マントルのP波速度は7.6km/s～程度と考えられ、敷地直下では深さ23kmにVp=7.5～7.7km/sの明確な速度ギャップが認められることから、敷地直下の海洋性マントル上面深さは23kmであると考えられる。



<屈折法地震探査（Line1, 3, 5, 8）の測線>



<敷地直下のP波速度構造>

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

<補足説明資料④-30 海洋プレート内地震の基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の各震源断層パラメータの設定（補足）>

第532回
資料1-1 p.19一部修正

震源深さ

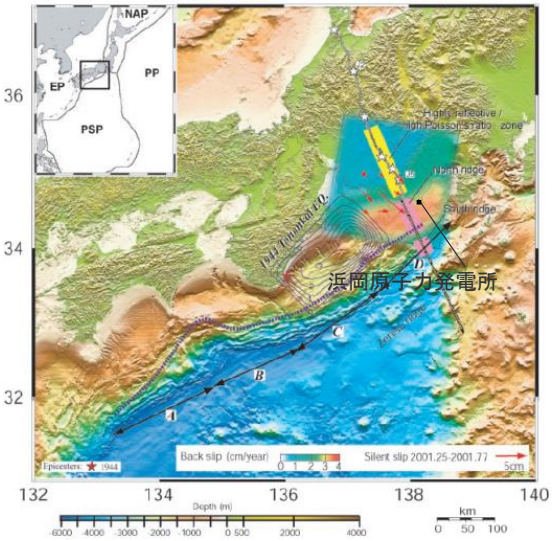
【敷地周辺のフィリピン海プレートの構造】

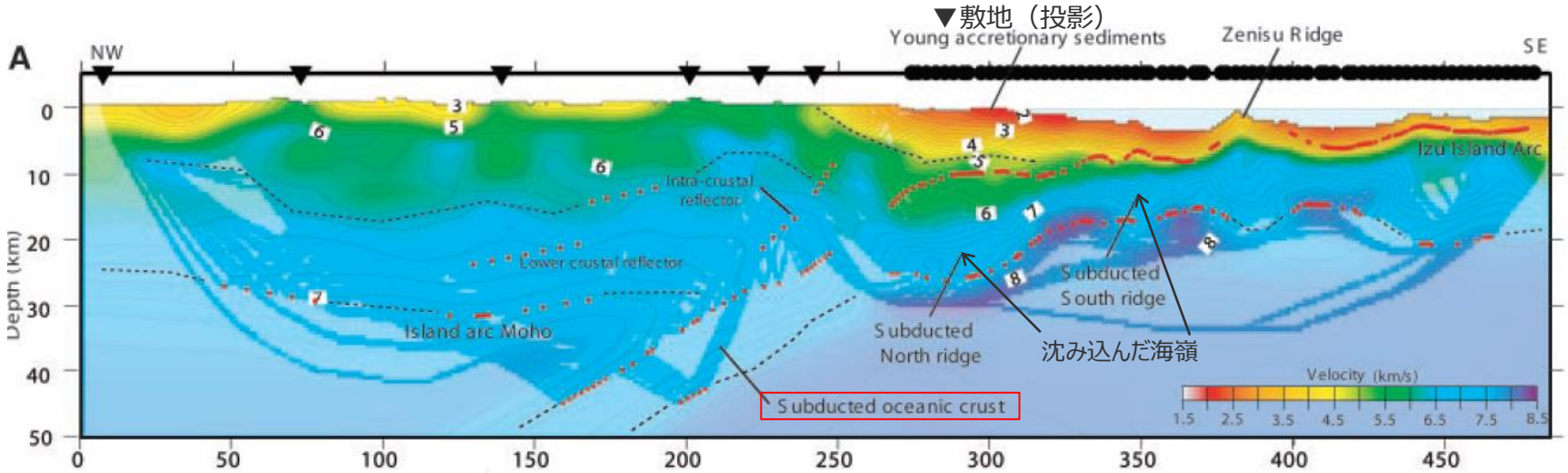
○ 高橋(1997)、Kodaira et al.(2008)他により、伊豆・小笠原島弧で大陸性の特徴を有する中部地殻の存在が示され、伊豆弧の西側に北東－南西の走向を持って存在する海嶺（背弧雁行海山群）でも、同様に中部地殻の存在が示されている。

○ Kodaira et al.(2004)他によれば、敷地が位置する遠州灘周辺において沈み込んだ海嶺が示されており、遠州灘周辺における沈み込むフィリピン海プレートの構造としては、大陸性の特徴を有する中部地殻が沈み込んでいると考えられる。

○ Kodaira et al.(2004)によれば、敷地周辺直下の海洋性マントル上面深さは25～27km程度である。

⇒ 敷地周辺に沈み込む大陸性地殻の影響は、地震活動に反映されていると考えられるため、以降では敷地周辺の海洋プレート内の地震活動について検討する。





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

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

・下線（　）は、一部修正箇所を示す。
・下図中、不要な矢印を削除。

<補足説明資料④-30 海洋プレート内地震の基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の各震源断層パラメータの設定（補足）>

第532回
資料1-1 p.20一部修正

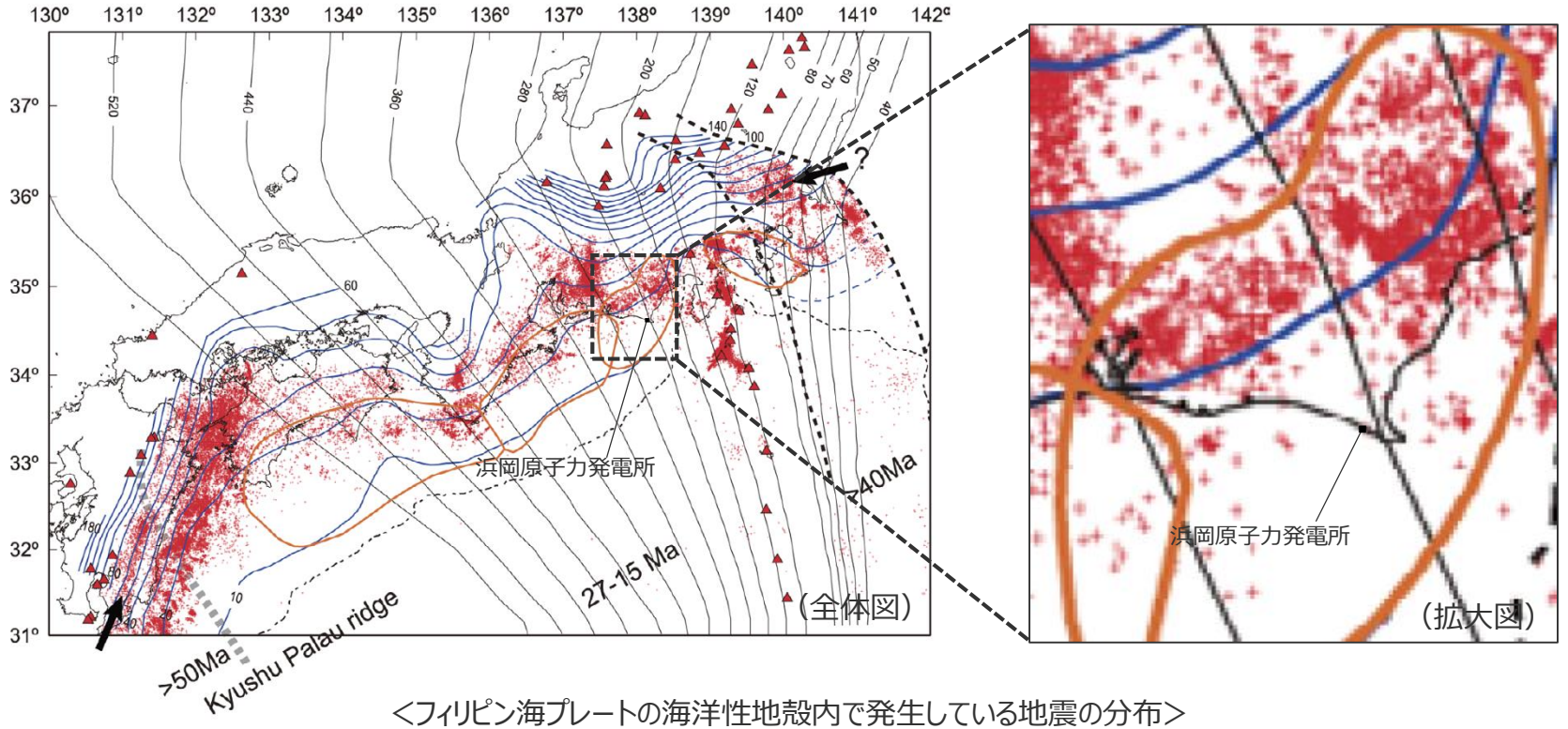
震源深さ

【敷地周辺の海洋プレート内の地震活動】

○長谷川・他(2010)は、フィリピン海プレートの海洋性地殻内で発生していると推定される地震として、Hirose et al.(2008)によるプレート境界面から10km下方までの範囲において発生したスラブ内地震※の平面分布を示している。

○長谷川・他(2010)に示されたフィリピン海プレートの海洋性地殻内で発生した地震の分布によると、敷地周辺ではフィリピン海プレートの海洋性地殻内で顕著な地震活動は認められない。

※プレート境界地震を含むとされている。



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

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

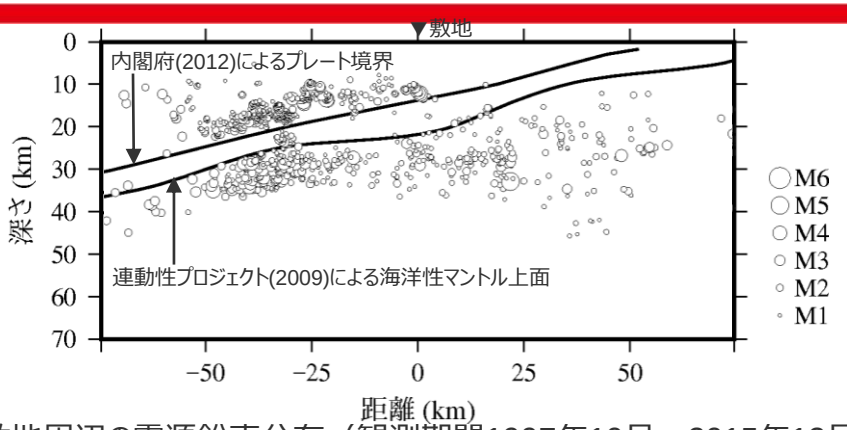
・下線（＿＿）は、一部修正箇所を示す。

<補足説明資料④-30 海洋プレート内地震の基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の各震源断層パラメータの設定（補足）>

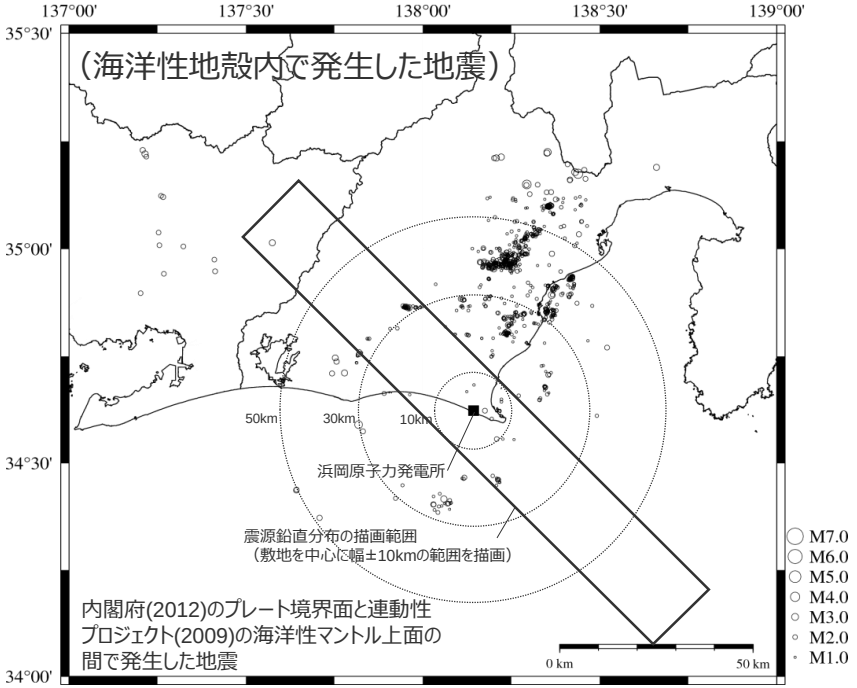
震源深さ

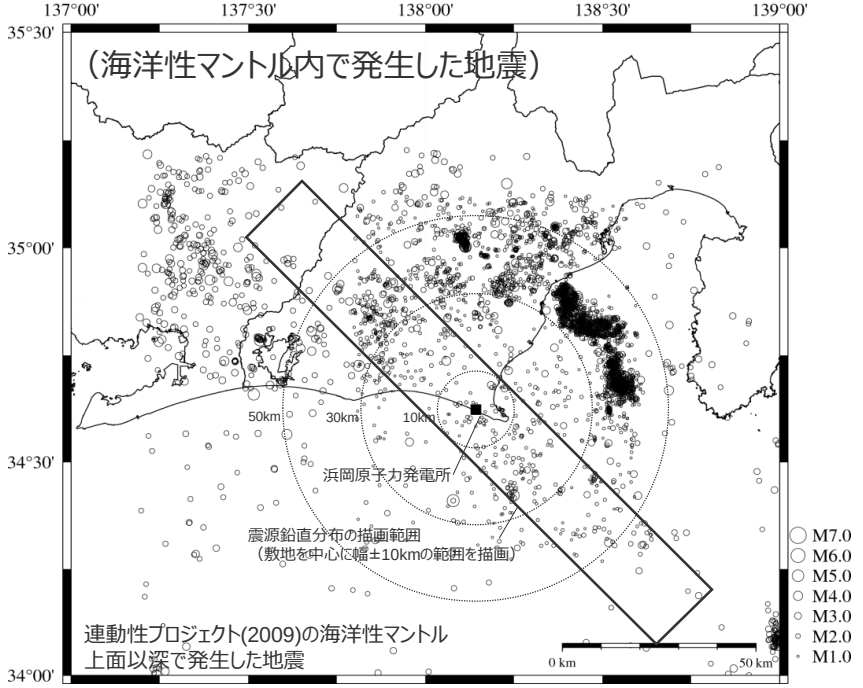
【敷地周辺の海洋プレート内の地震活動】

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



<敷地周辺の震源鉛直分布（観測期間1997年10月～2015年12月）>





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

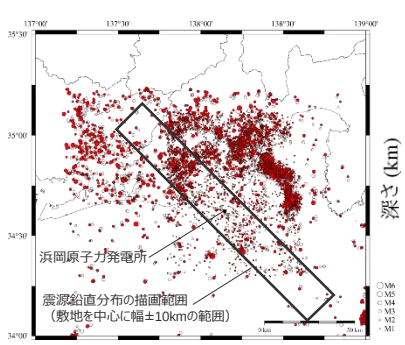
Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

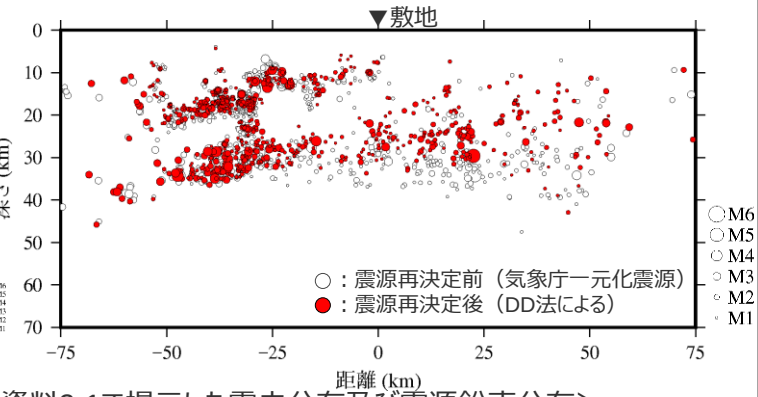
<補足説明資料④-30 海洋プレート内地震の基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の各震源断層パラメータの設定（補足）>

第532回
資料1-1 p.22一部修正

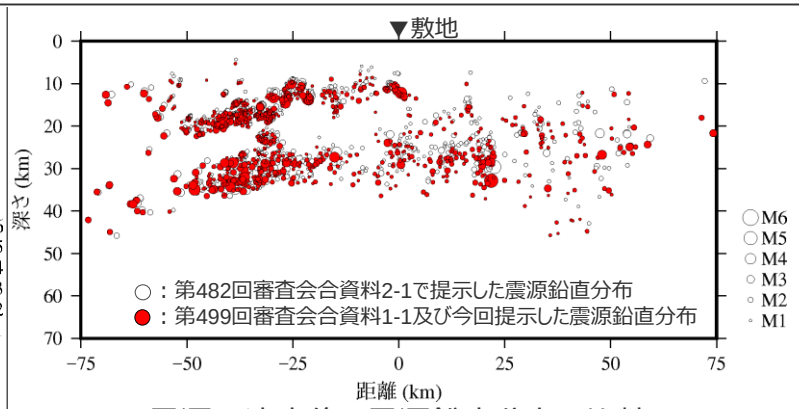
震源深さ
（Double-difference Tomography法による震源再決定）

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

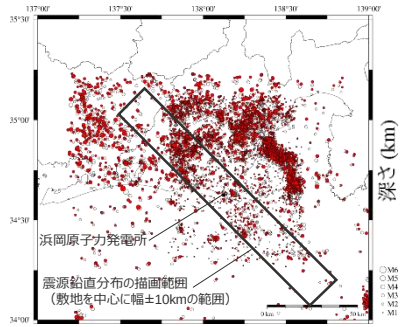


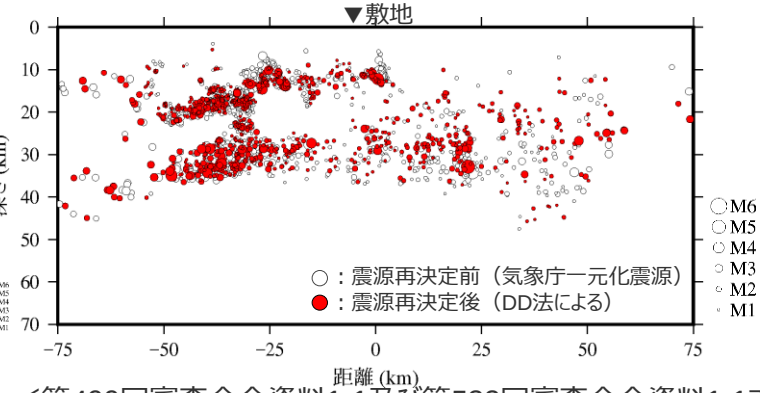


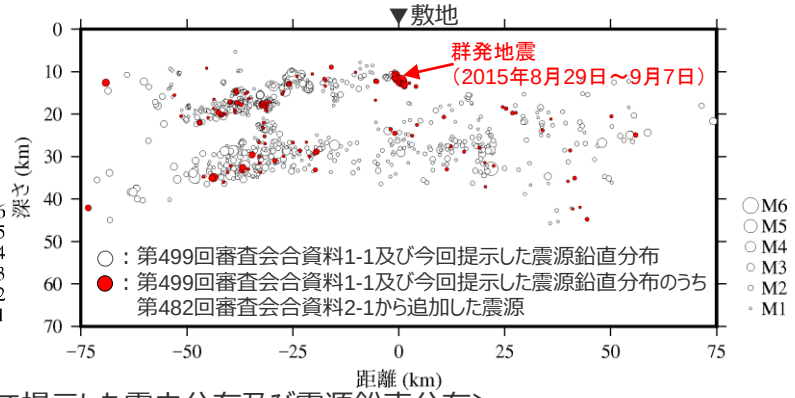
<第482回審査会合資料2-1で提示した震央分布及び震源鉛直分布>
データ期間:1997年10月～2013年7月、震源の数:10,836個、走時の数:1,957,494本



<震源再決定後の震源鉛直分布の比較>







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

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

・下線（＿＿）は、一部修正箇所を示す。

<補足説明資料④-30 海洋プレート内地震の基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の各震源断層パラメータの設定（補足）>

第532回
資料1-1 p.23一部修正

震源深さ

<2009年駿河湾の地震（本震）に関する知見>

○加藤・他(2009)によれば、「2009年駿河湾の地震（本震M6.5）の余震分布は、プレート境界よりも10～15km程度深い場所に位置する」と記載されている。

○加藤・他(2009)による2009年駿河湾の地震の余震分布とプレート境界面及び海洋マントル上面の重ね描きによると、2009年駿河湾の地震の余震は、主に海洋性マントル内で発生している。

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

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

<敷地周辺のフィリピン海プレートの構造>

○敷地周辺で実施された屈折法地震探査から得られたP波速度構造によると、敷地直下における海洋性マントルの上端深さは23kmである。

○Kodaira et al.(2004)に示された敷地周辺のP波速度構造によると、敷地周辺（投影）における海洋性マントルの上面深さは25～27km程度である。

⇒敷地周辺における海洋性マントルの上面深さは23～27km程度である。

<敷地周辺の海洋プレート内の地震活動>

○敷地周辺に沈み込む海洋性地殻には、大陸性の特徴を有する中部地殻が含まれており、これらの影響は敷地周辺の地震活動に反映されていると考えられる。

○長谷川・他(2010)に示されたフィリピン海プレートの海洋性地殻内で発生した地震の分布によると、敷地周辺ではフィリピン海プレートの海洋性地殻内で顕著な地震活動は認められない。

○敷地を中心として広域で発生した地震についてDouble-Difference Tomography法により震源再決定を行った震源分布によると、敷地周辺の海洋プレート内地震は海洋性マントル内では発生しているが、海洋性地殻内ではほとんど発生していない。

⇒敷地周辺の海洋プレート内地震は、主に海洋性マントルで発生している。

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

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

・下線（　）は、一部修正箇所を示す。

<補足説明資料④-30 海洋プレート内地震の基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の各震源断層パラメータの設定（補足）>

第532回
資料1-1 p.24一部修正

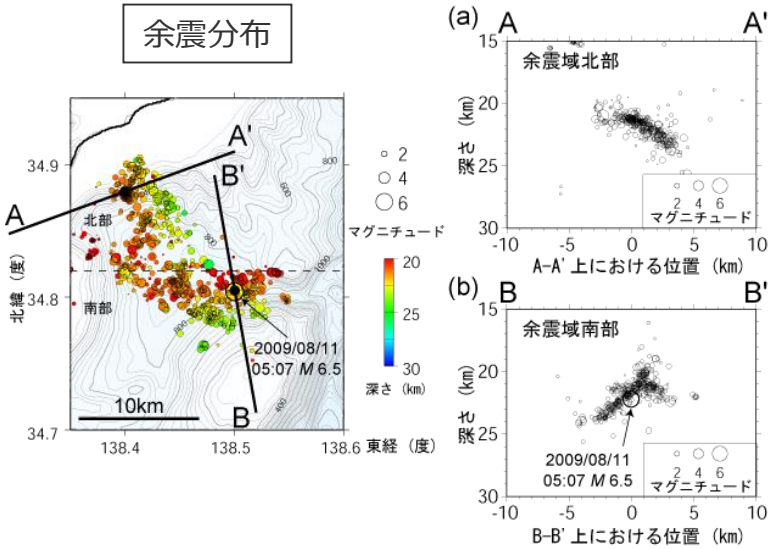
断層傾斜角

○基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の断層傾斜角は、敷地周辺で発生した地震のうち、最大規模の地震であり、敷地への影響が最も大きかった2009年駿河湾の地震（本震M6.5）の知見に基づき設定する。

○2009年駿河湾の地震の余震分布、CMT解（共役断層）、特性化震源モデルに基づき断層傾斜角を整理した結果、35°～68°となり、平均値は47.1°となった。

⇒以上を踏まえ、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の断層傾斜角は、45°として設定する。

余震分布

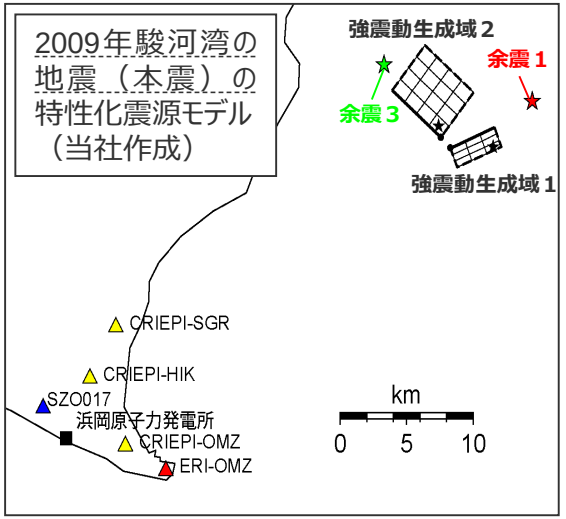


<2009年駿河湾の地震の余震分布>
（防災科学技術研究所HPによる）

<2009年駿河湾の地震（本震）の断層傾斜角>

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

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



Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

・下線（ ）は、一部修正箇所を示す。

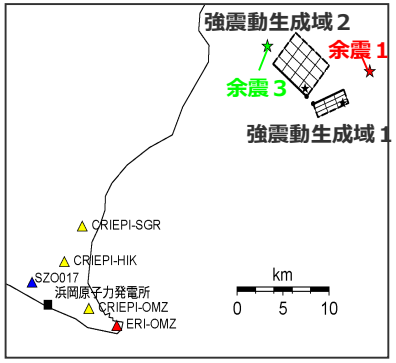
<補足説明資料④-30 海洋プレート内地震の基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の各震源断層パラメータの設定（補足）>

第532回
資料1-1 p.25一部修正

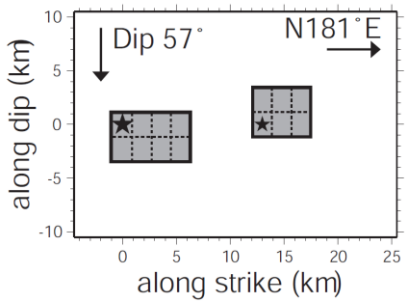
強震動生成域の数

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

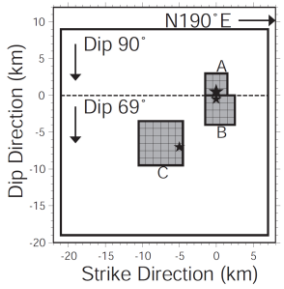
⇒以上を踏まえ、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の強震動生成域の数は２つとして設定する。



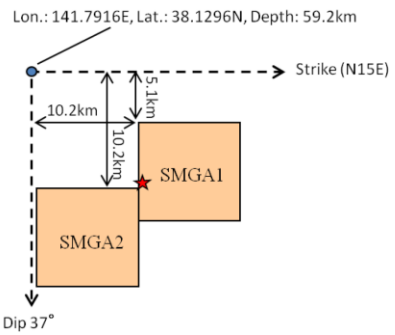
（2009年駿河湾の地震（本震）、当社）



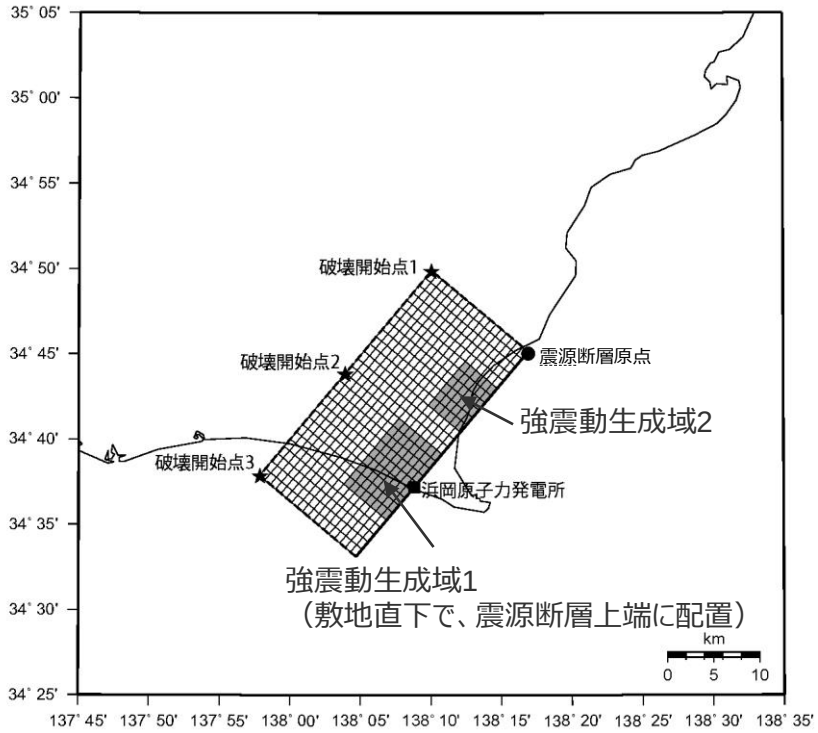
（2001年芸予地震、Asano et al.(2004)）



（2003年宮城県沖の地震
Asano et al.(2004)）



（2011年宮城県沖の地震
Harada et al.(2012)）



＜基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）＞

＜各地震の特性化震源モデル＞

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

・下線（＿＿）は、一部修正箇所を示す。

<補足説明資料④-30 海洋プレート内地震の基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の各震源断層パラメータの設定（補足）>

第532回
資料1-1 p.26一部修正

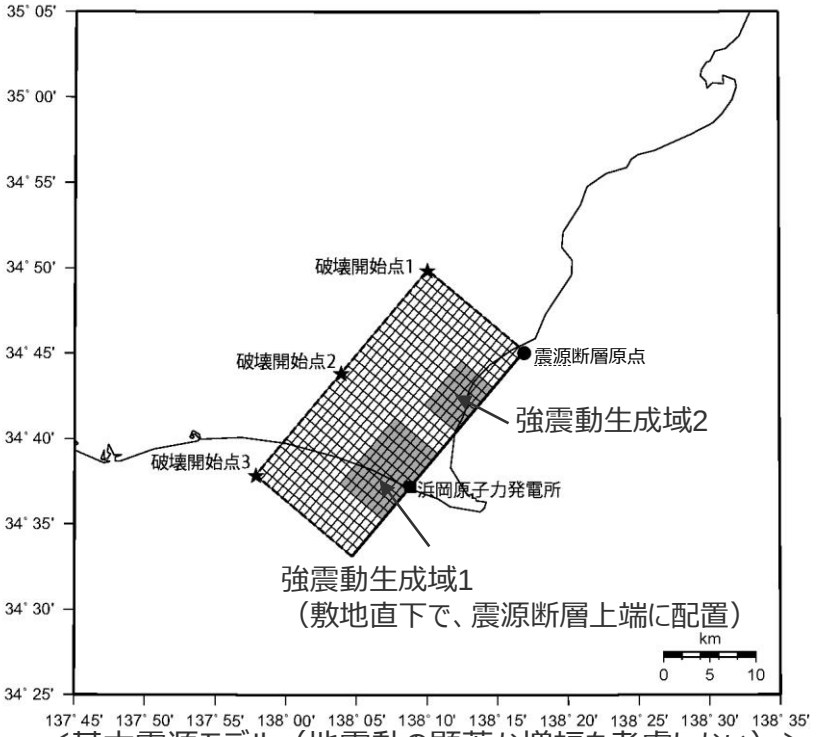
強震動生成域の面積比

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

⇒以上を踏まえ、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の強震動生成域の面積比は２：１とし、面積が大きい方の強震動生成域（強震動生成域１）を敷地の直下で震源断層の上端に設定する。

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

文献	面積(km²)		面積比（SMGA2：SMGA1）
	SMGA2	SMGA1	
当社モデル	23.0	13.0	1.8：1
川辺・他(2009)	25.0	25.0	1：1
倉橋・他(2009)	45.0	16.2	2.8：1
浅野・岩田(2010)	23.0	13.0	1.8：1
(財)地域地盤環境研究所(2010)	31.4	16.0	2：1
佐藤(2010b)	12.0	6.0	2：1
		平均	**1.9:1**



＜基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）＞

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

・下線（＿＿）は、一部修正箇所を示す。

<補足説明資料④-30 海洋プレート内地震の基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の各震源断層パラメータの設定（補足）>

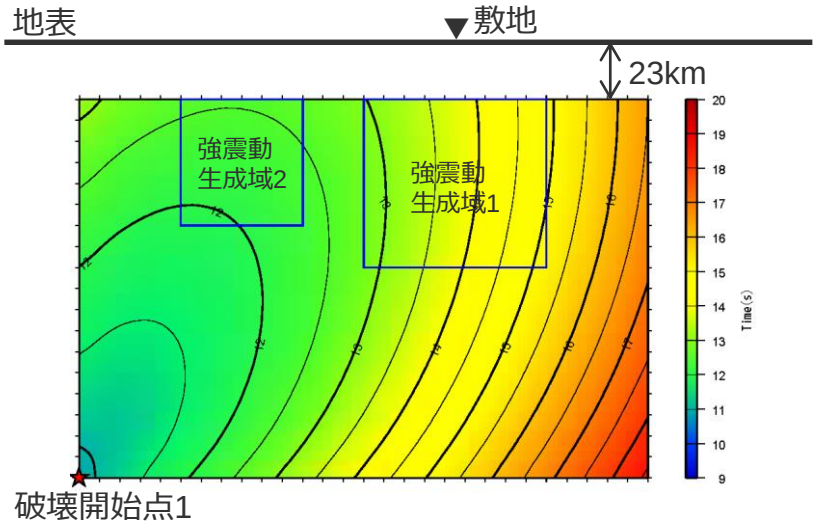
第532回
資料1-1 p.27一部修正

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）の破壊開始点は、破壊の伝播方向が敷地へ向かうよう複数設定。

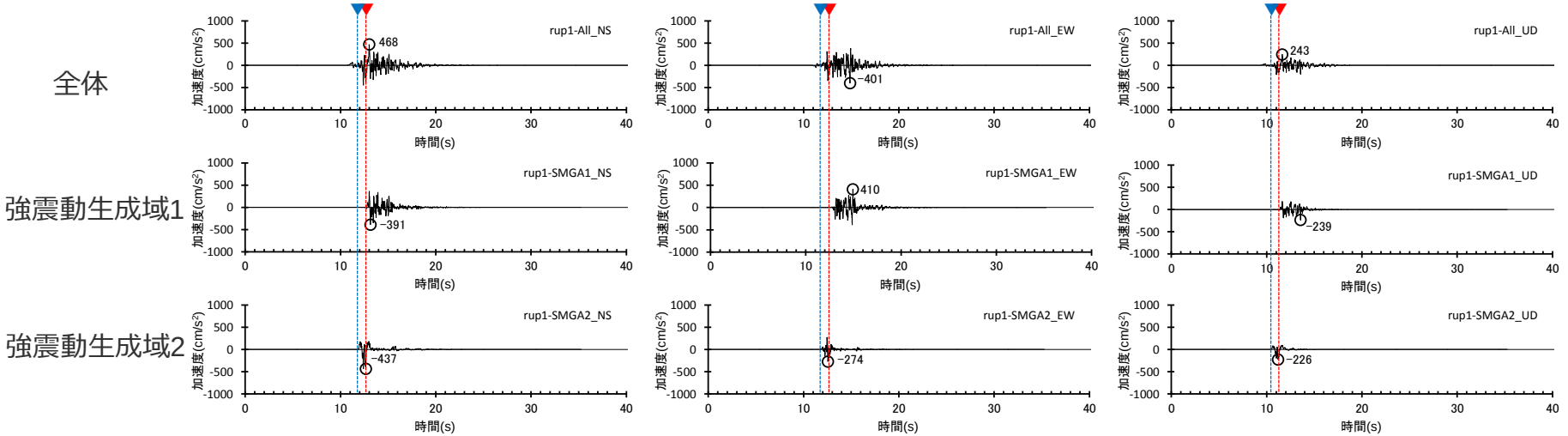
○基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）（破壊開始点1～3）を対象に、統計的グリーン関数法による地震動評価を行い、各強震動生成域から敷地に到達する地震波の伝播を確認する。

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



<アイソクロン（水平動）>

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



<加速度時刻歴波形（破壊開始点1）>

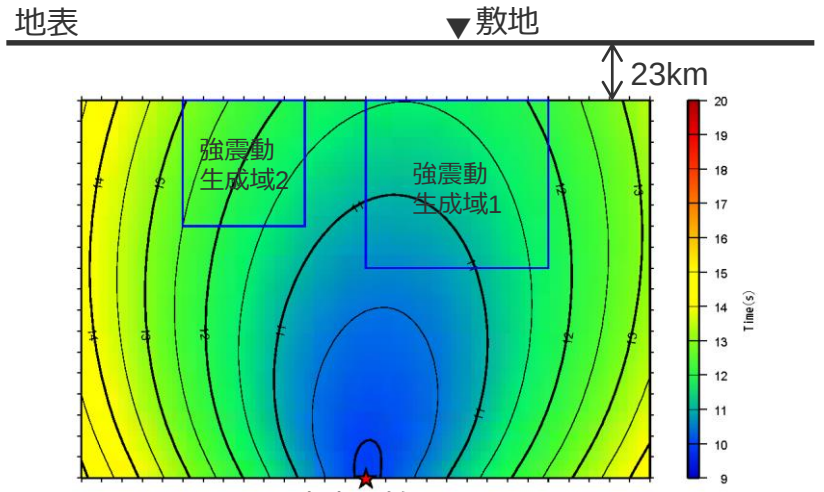
Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

・下線（＿）は、一部修正箇所を示す。

<補足説明資料④-30 海洋プレート内地震の基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の各震源断層パラメータの設定（補足）>

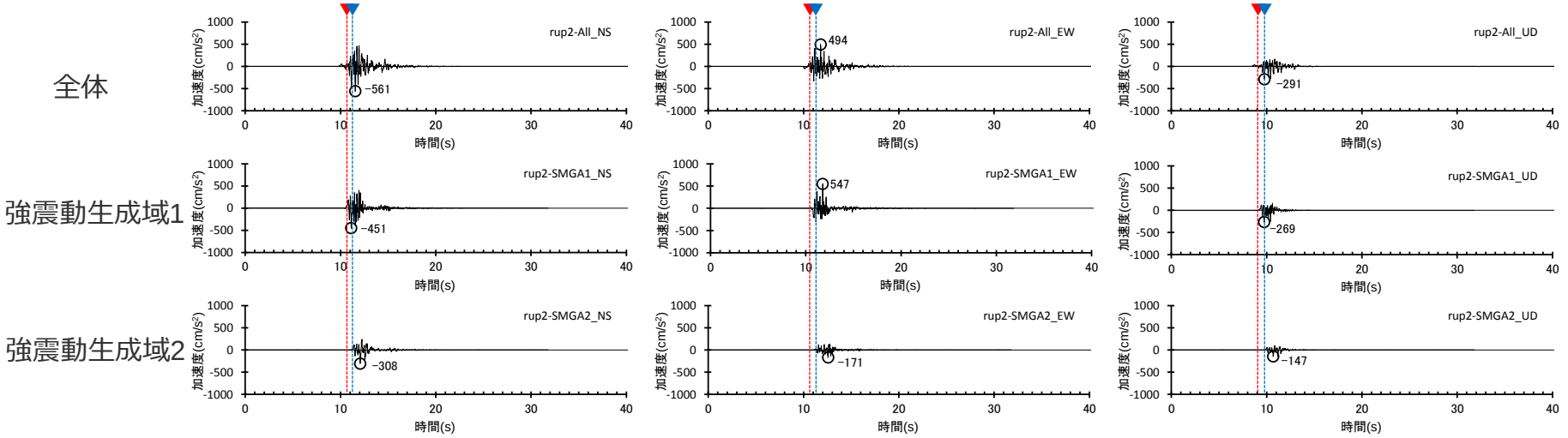
破壊開始点

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



破壊開始点2
<アイソクロン（水平動）>

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



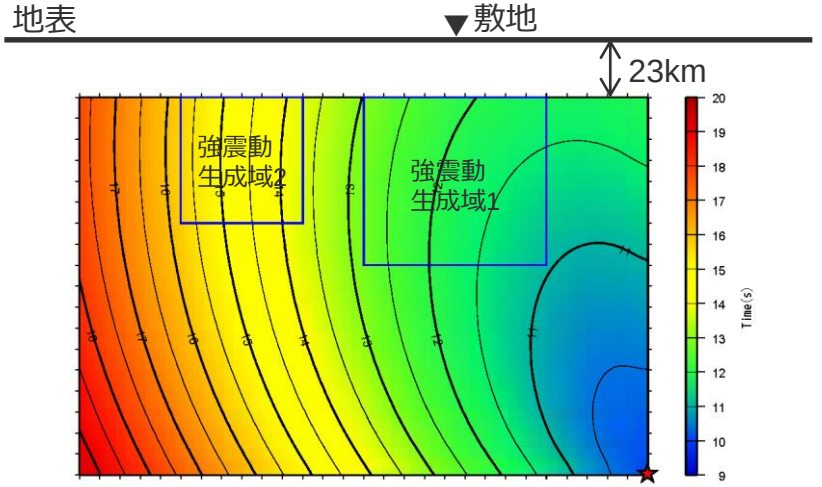
<加速度時刻歴波形（破壊開始点2）>

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

<補足説明資料④-30 海洋プレート内地震の基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の各震源断層パラメータの設定（補足）>

破壊開始点

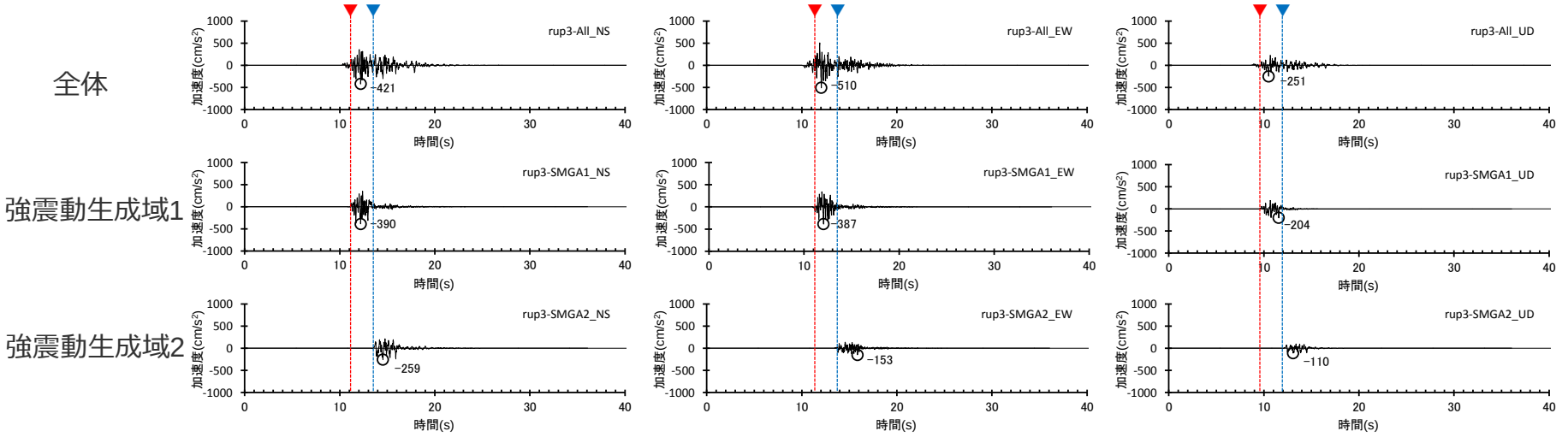
○破壊開始点3から破壊するケースでは、先に強震動生成域1からの地震波が敷地に到達後、強震動生成域2からの地震波が敷地に到達する。



破壊開始点3

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

<アイソクロン（水平動）>



<加速度時刻歴波形（破壊開始点3）>

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

<補足説明資料④-30 海洋プレート内地震の基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の各震源断層パラメータの設定（補足）>

第532回
資料1-1 p.5一部修正

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

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



※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

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

・下線（＿＿）は、一部修正箇所を示す。

<補足説明資料④-30 海洋プレート内地震の基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の各震源断層パラメータの設定（補足）>

第532回
資料1-1 p.6一部修正

震源断層パラメータの設定（新井・他(2015)及び強震動予測レシピ(2020)との比較による妥当性の確認）

（基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の震源断層パラメータの設定（設定フロー））

基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の震源断層パラメータの設定フロー

地震規模・地震モーメント・短周期レベル

地震規模	：Mj（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$M_0=4.6\times10^{18}$Nm）の$32^{0.5}$倍）
短周期レベル	：A（2009年駿河湾の地震（本震）のM_0-A関係及びスケーリング則（Aは$M_0^{1/3}$に比例）による）

↓

強震動生成域の面積・地震モーメント・平均すべり量・応力降下量

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

↓

平均すべり量・断層面積・平均応力降下量

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

↓

背景領域のパラメータの設定

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

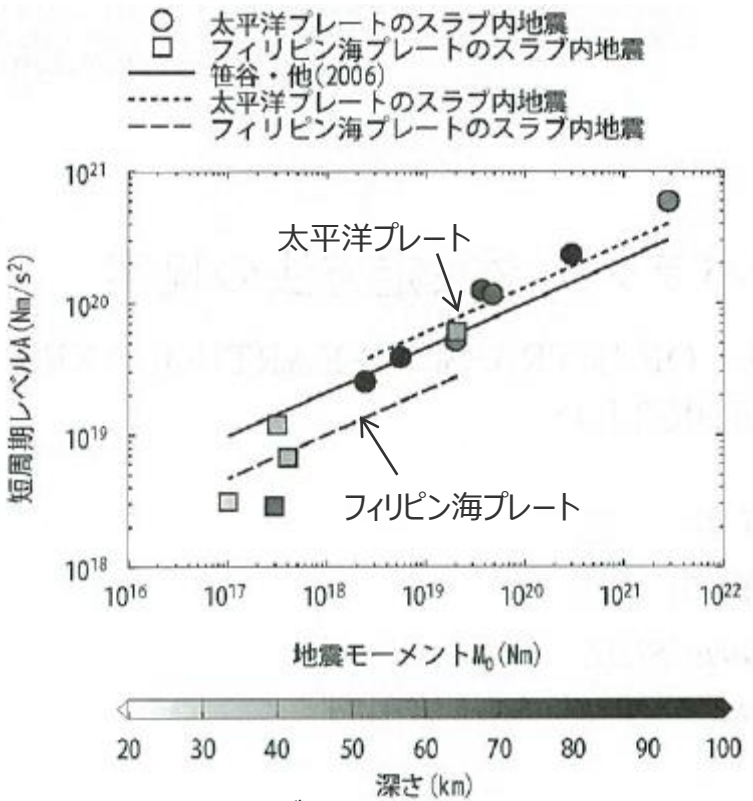
Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

<補足説明資料④-30 海洋プレート内地震の基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の各震源断層パラメータの設定（補足）>

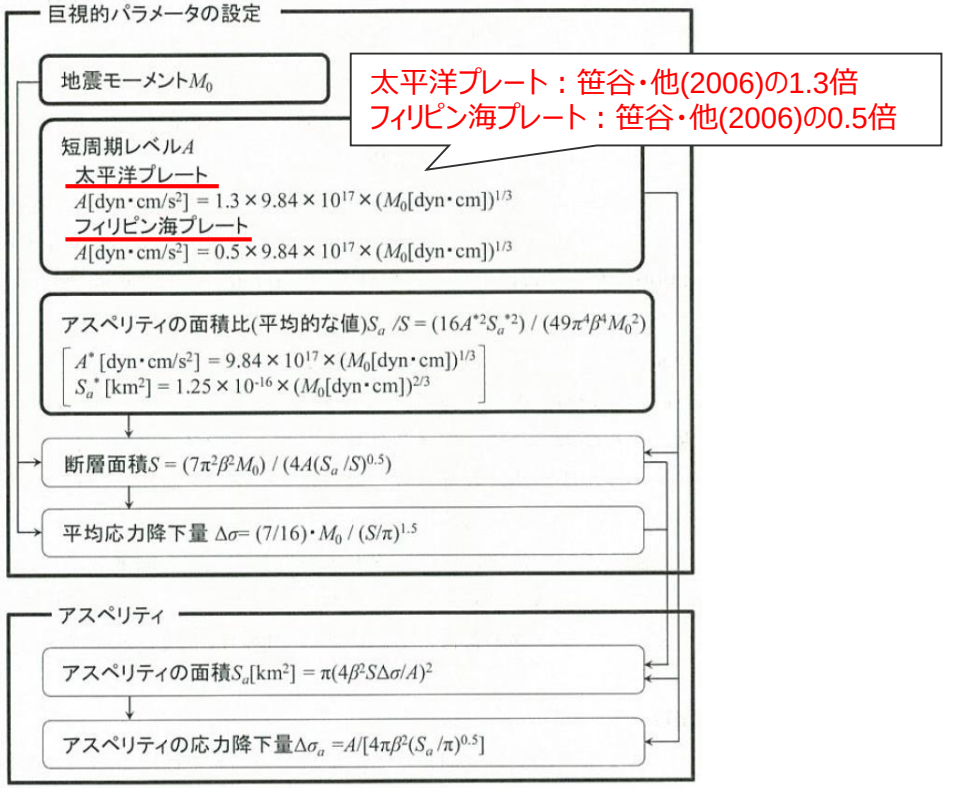
震源断層パラメータの設定（新井・他(2015)及び強震動予測レシピ(2020)との比較による妥当性の確認）（スラブ内地震の震源断層パラメータの設定方法に関する知見：新井・他(2015)）

第532回
資料1-1 p.7一部修正

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



<スラブ内地震のM_0-A関係>
（新井・他(2015)に対応する海洋プレートを加筆）



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

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.
・下線（＿＿）は、一部修正箇所を示す。

<補足説明資料④-30 海洋プレート内地震の基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の各震源断層パラメータの設定（補足）>

第532回
資料1-1 p.8一部修正

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

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

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

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

ここで、$A=9.84\times10^{10}\times(M_0\times10^7)^{1/3}$,
$S_a=1.25\times10^{-16}\times(M_0\times10^7)^{2/3}$
（笹谷・他(2006)）

ケース②：壇・他(2006)による組み合わせ

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

ここで、$A=1.13\times10^{11}\times(M_0\times10^7)^{1/3}$,
$S_a=1.71\times10^{-16}\times(M_0\times10^7)^{2/3}$
（壇・他(2006)）

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

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

<補足説明資料④-30 海洋プレート内地震の基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の各震源断層パラメータの設定（補足）>

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

第532回
資料1-1 p.9一部修正

新井・他(2015)による震源断層パラメータの設定フロー

地震規模・地震モーメント・短周期レベル

地震規模	：Mj（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$M_0=4.6\times10^{18}$Nm）の$32^{0.5}$倍）
短周期レベル	：$A=0.5\times(9.84\times10^{10}\times(M_0\times10^7)^{1/3})$

↓

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

強震動生成域の面積比

強震動生成域の面積比	：$S/S_{SMGA}=16A^{*2}S_a^{*2}/(49\pi^4\beta^4M_0^2)$ ここで、$A^*=9.84\times10^{10}\times(M_0\times10^7)^{1/3}$, $S_a^*=1.25\times10^{-16}\times(M_0\times10^7)^{2/3}$

↓

震源断層面積・平均応力降下量

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

↓

強震動生成域の面積・応力降下量

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

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

<補足説明資料④-30 海洋プレート内地震の基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の各震源断層パラメータの設定（補足）>

第532回
資料1-1 p.10一部修正

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

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

・下線（　）は、一部修正箇所を示す。

地震規模・地震モーメント・短周期レベル

地震規模　：Mj（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$M_0=4.6\times10^{18}$Nm）の$32^{0.5}$倍）
短周期レベル　：$A=0.5\times(9.84\times10^{10}\times(M_0\times10^{7})^{1/3})$

↓

強震動生成域の面積比

強震動生成域の面積比　：$\gamma_{SMGA}=16A^2S_a{}^2/(49\pi^4\beta^4M_0{}^2)$
ここで、$A=9.84\times10^{10}\times(M_0\times10^{7})^{1/3}$, $S_a=1.25\times10^{-16}\times(M_0\times10^{7})^{2/3}$（笹谷・他(2006)）

↓

震源断層面積・平均すべり量・平均応力降下量

震源断層面積　：$S=7\pi^2\beta^2M_0/(4A\gamma_{SMGA}{}^{0.5})$, ここで、$A=0.5\times(9.84\times10^{10}\times(M_0\times10^{7})^{1/3})$
平均すべり量　：$D=M_0/(\mu S)$
平均応力降下量　：$\Delta\sigma=(7/16)\cdot M_0/(S/\pi)^{1.5}$

↓

強震動生成域の面積・平均すべり量・地震モーメント・応力降下量

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

↓

背景領域のパラメータの設定

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

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

<補足説明資料④-30 海洋プレート内地震の基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の各震源断層パラメータの設定（補足）>

第532回
資料1-1 p.11一部修正

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

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

・下線（　）は、一部修正箇所を示す。

地震規模・地震モーメント・短周期レベル

地震規模　：Mj（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$M_0=4.6\times10^{18}$Nm）の$32^{0.5}$倍）
短周期レベル　：$A=0.5\times(9.84\times10^{10}\times(M_0\times10^7)^{1/3})$

↓

強震動生成域の面積比

強震動生成域の面積比　：$\gamma_{SMGA}=16A^2S_a{}^2/(49\pi^4\beta^4M_0{}^2)$
ここで、$A=1.13\times10^{11}\times(M_0\times10^7)^{1/3}$, $S_a=1.71\times10^{-16}\times(M_0\times10^7)^{2/3}$（壇・他(2006)）

↓

震源断層面積・平均すべり量・平均応力降下量

震源断層面積　：$S=7\pi^2\beta^2M_0/(4A\gamma_{SMGA}{}^{0.5})$, ここで、$A=0.5\times(9.84\times10^{10}\times(M_0\times10^7)^{1/3})$
平均すべり量　：$D=M_0/(\mu S)$
平均応力降下量　：$\Delta\sigma=(7/16)\cdot M_0/(S/\pi)^{1.5}$

↓

強震動生成域の面積・平均すべり量・地震モーメント・応力降下量

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

↓

背景領域のパラメータの設定

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

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

<補足説明資料④-30 海洋プレート内地震の基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の各震源断層パラメータの設定（補足）>

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

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

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

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

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

※$M_{0SMGA}=\mu D_{SMGA}S_{SMGA}$で算出

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

・下線（＿＿）は、一部修正箇所を示す。

<補足説明資料④-30 海洋プレート内地震の基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の各震源断層パラメータの設定（補足）>

第532回
資料1-1 p.13一部修正

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

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

	震源断層パラメータ	基本震源モデル （地震動の顕著な増幅を考慮しない） （M7.0）	強震動予測レシピ(2020) に基づく震源モデル （ケース①、②）（M7.0）
巨視的断層パラメータ	地震規模Mj	①地震規模に関する検討結果から設定	①地震規模に関する検討結果から設定
	断層面積(km^2)	⑥$S=M_0/(\mu D)$	⑤$S=7\pi^2\beta^2M_0/(4A\gamma_{SMGA})$, ここで、$A=0.5\times(9.84\times10^{10}\times(M_0\times10^7)^{1/3})$
	地震モーメント(Nm)	②2009年駿河湾の地震（本震）（鈴木・他(2009)の$M_0=4.6\times10^{18}$Nm）の$32^{0.5}$倍	②2009年駿河湾の地震（本震）（鈴木・他(2009)の$M_0=4.6\times10^{18}$Nm）の$32^{0.5}$倍
	平均すべり量(m)	⑤$D=D_{SMGA}/\gamma_D$, $\gamma_D=2.0$	⑥$D=M_0/(\mu S)$
	平均応力降下量	⑦$\Delta\sigma=(7/16)\cdot M_0/(S/\pi)^{1.5}$	⑥$\Delta\sigma=(7/16)\cdot M_0/(S/\pi)^{1.5}$
微視的断層パラメータ	短周期レベル(Nm/s^2)	③2009年駿河湾の地震（本震）のM_0-A関係による（Aは$M_0^{1/3}$に比例）	③$A=0.5\times(9.84\times10^{10}\times(M_0\times10^7)^{1/3})$ （笹谷・他(2006)の0.5倍）
	強震動生成域の応力降下量(MPa)	④$\Delta\sigma_{SMGA}=A/(4\pi r_{SMGA}\beta^2)$, $r_{SMGA}=(S_{SMGA}/\pi)^{0.5}$	⑨$\Delta\sigma_{SMGA}=(S/S_{SMGA})\cdot\Delta\sigma$
	強震動生成域の面積(km^2)	③2009年駿河湾の地震（本震）のM_0-S_{SMGA}関係及びスケーリング則による（S_{SMGA}は$M_0^{2/3}$に比例）	⑦$S_{SMGA}=\gamma_{SMGA}\times S$
	強震動生成域の面積比(−)	S_{SMGA}/S	④$\gamma_{SMGA}=16A^2S_a^{\,2}/(49\pi^4\beta^4M_0^{\,2})$ ここで、A及びS_aは、笹谷・他(2006)又は壇・他(2006)のM_0-S関係式及びM_0-S_a関係式に基づく。
	強震動生成域の地震モーメント(Nm)	③2009年駿河湾の地震（本震）のM_0-M_{0SMGA}関係及びスケーリング則による（M_{0SMGA}はM_0に比例）	⑩$M_{0SMGA}=\mu D_{SMGA}S_{SMGA}$
	強震動生成域の平均すべり量(m)	④$D_{SMGA}=M_{0SMGA}/(\mu S_{SMGA})$	⑧$D_{SMGA}=\xi\times D$, $\xi=2.0$

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

第532回
資料1-1 p.30一部修正

断層位置及び強震動生成域の面積比に関するケーススタディ（検討方針）

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

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

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

ケーススタディモデル①：２つの強震動生成域の地震波が敷地に同時に到達するよう震源断層を配置したモデル
ケーススタディモデル②：２つの強震動生成域の地震波が敷地に同時に到達するよう震源断層を配置したモデル
ケーススタディモデル③：強震動生成域の面積比を１：１として、２つの強震動生成域の地震波が敷地に同時に到達するよう震源断層を配置したモデル
ケーススタディモデル④：強震動生成域１に対する等価震源距離が最短となるよう震源断層を配置したモデル
ケーススタディモデル⑤：強震動生成域１の南端中央に敷地が位置するよう震源断層を配置したモデル（地震動の顕著な増幅を考慮する地震動評価に用いるモデル（後述参照））

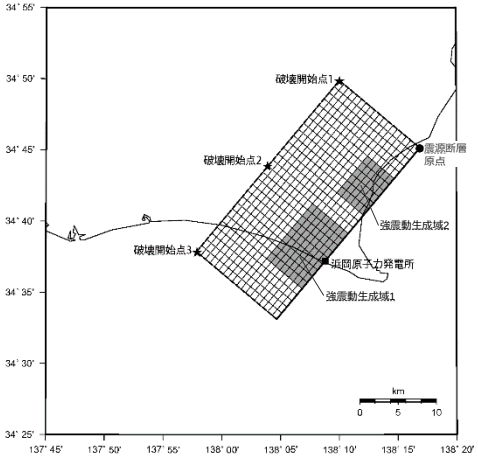
Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

・下線（　）は、一部修正箇所を示す。
・下段箱書き「（第482回審査会合審査資料における妥当性確認モデル）」を削除。

<補足説明資料④-30 海洋プレート内地震の基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の各震源断層パラメータの設定（補足）>

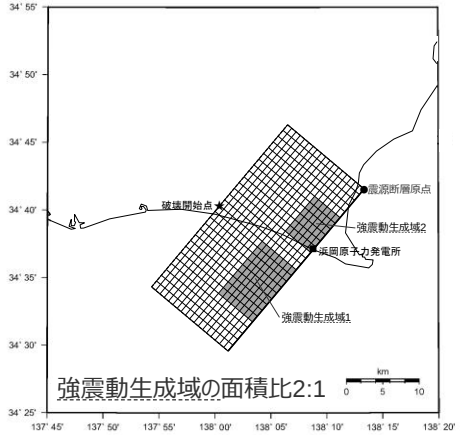
第532回
資料1-1 p.31一部修正

断層位置及び強震動生成域の面積比に関するケーススタディ（ケーススタディモデル）

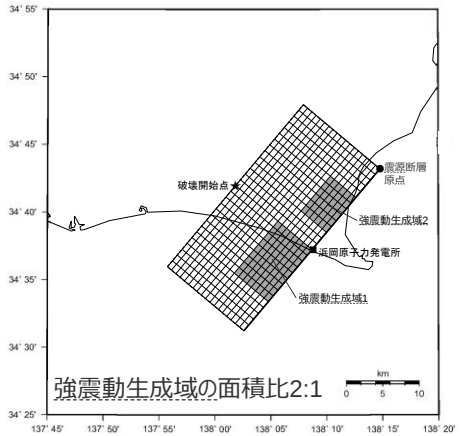


（基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない））

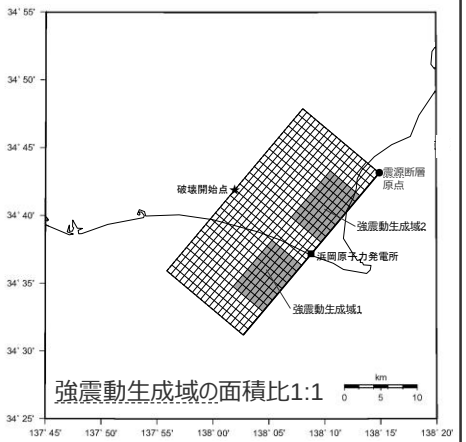
ケーススタディモデル



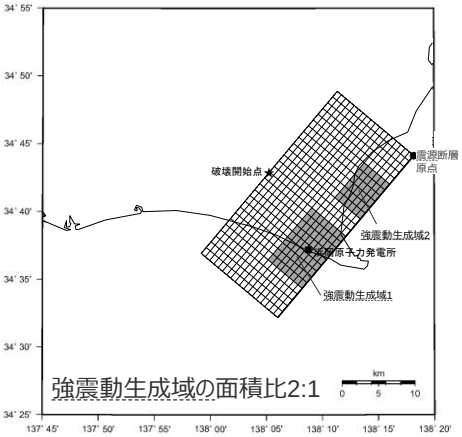
（ケーススタディモデル①）



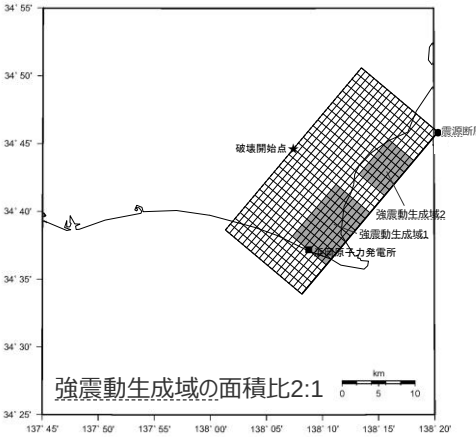
（ケーススタディモデル②）



（ケーススタディモデル③）



（ケーススタディモデル④）



（ケーススタディモデル⑤）

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

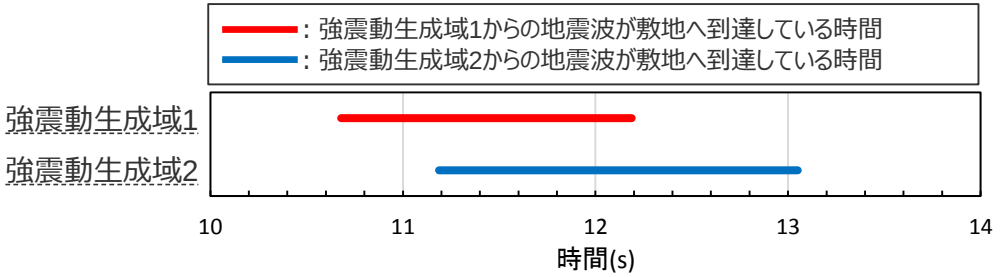
・下線（＿＿）は、一部修正箇所を示す。

<補足説明資料④-30 海洋プレート内地震の基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の各震源断層パラメータの設定（補足）>

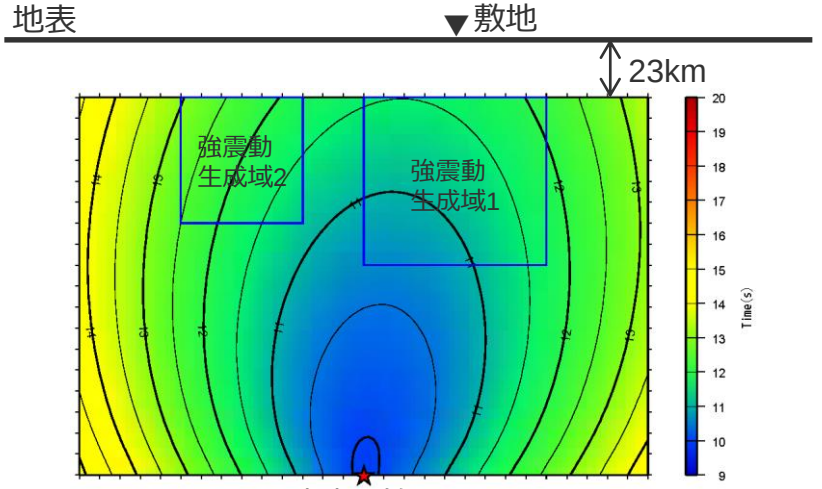
第532回
資料1-1 p.32一部修正

断層位置及び強震動生成域の面積比に関するケーススタディ
（基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない））

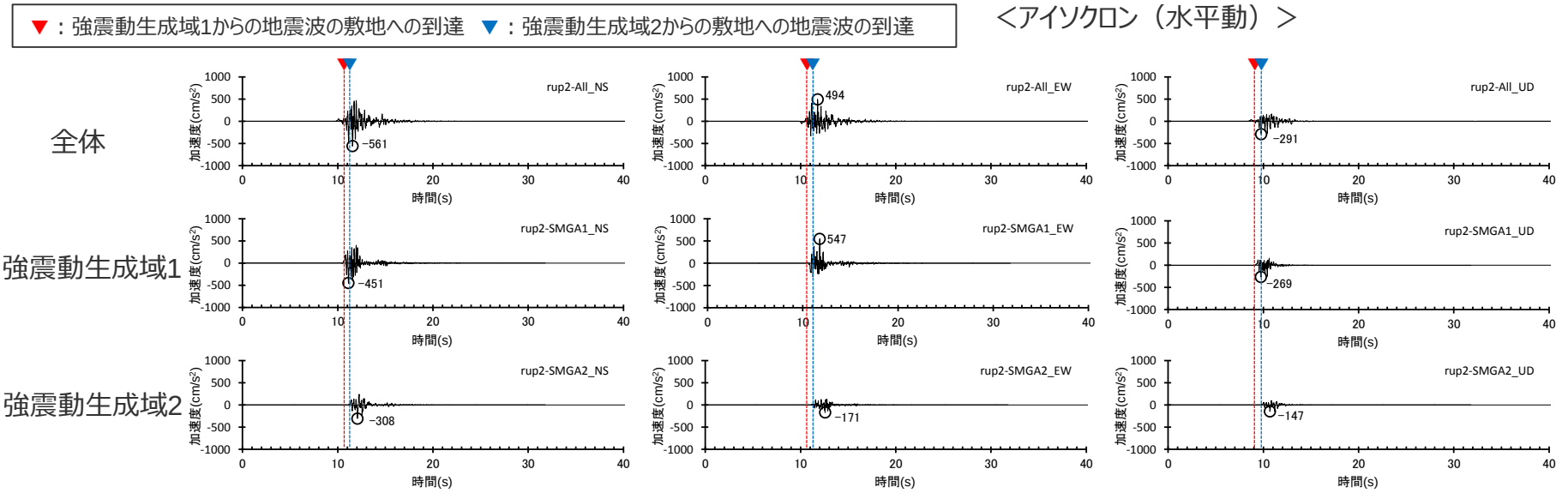
○基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）（破壊開始点2）から破壊するケースでは、強震動生成域1からの地震波と強震動生成域2からの地震波は、ほぼ同時に敷地に到達する。



<各強震動生成域からの地震波の重なり>



破壊開始点2
<アイソクロン（水平動）>



<加速度時刻歴波形（破壊開始点2）>

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

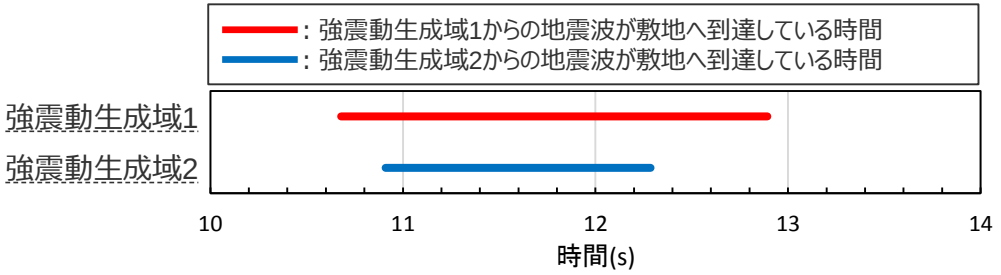
・下線（＿＿）は、一部修正箇所を示す。

<補足説明資料④-30 海洋プレート内地震の基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の各震源断層パラメータの設定（補足）>

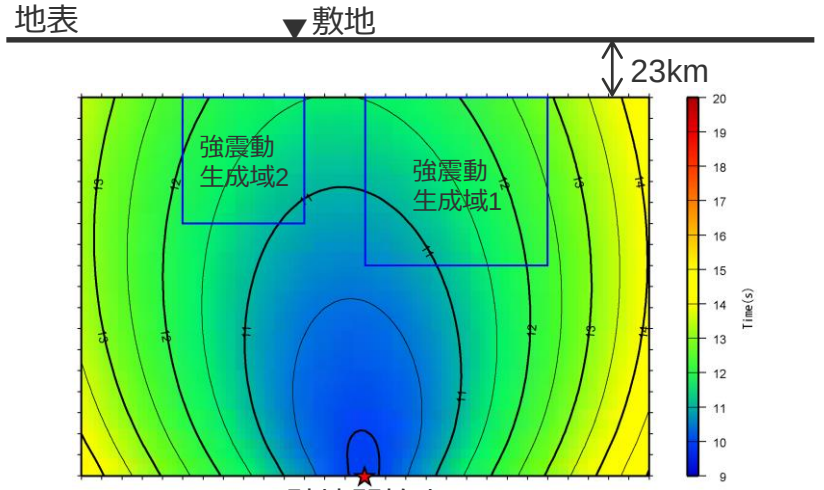
第532回
資料1-1 p.33一部修正

断層位置及び強震動生成域の面積比に関するケーススタディ（ケーススタディモデル①）

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



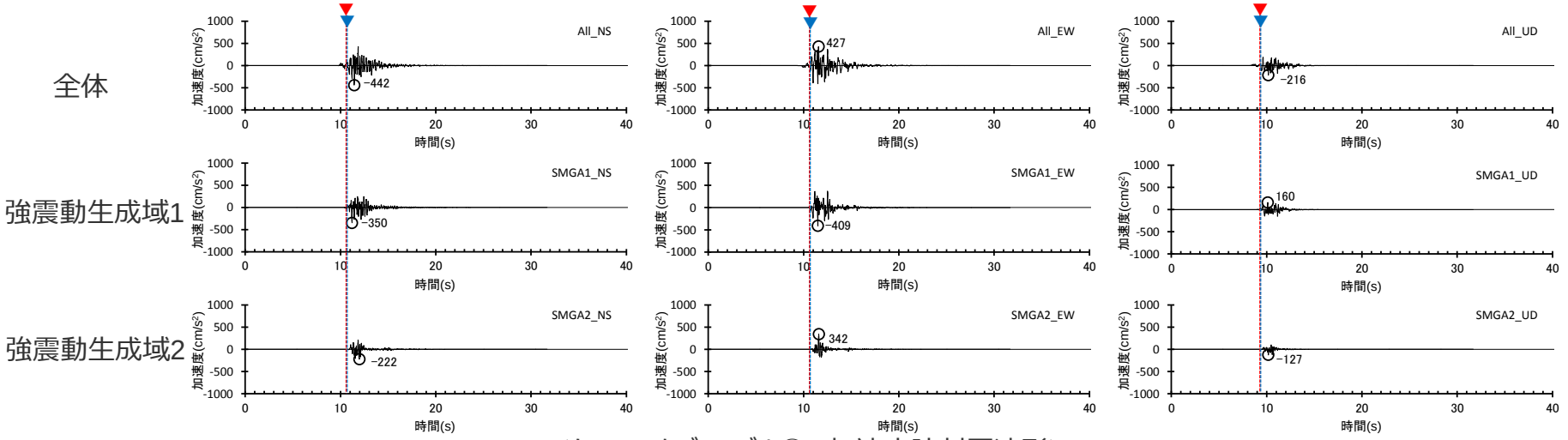
<各強震動生成域からの地震波の重なり>



破壊開始点

<アイソクロン（水平動）>

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



<ケーススタディモデル①の加速度時刻歴波形>

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

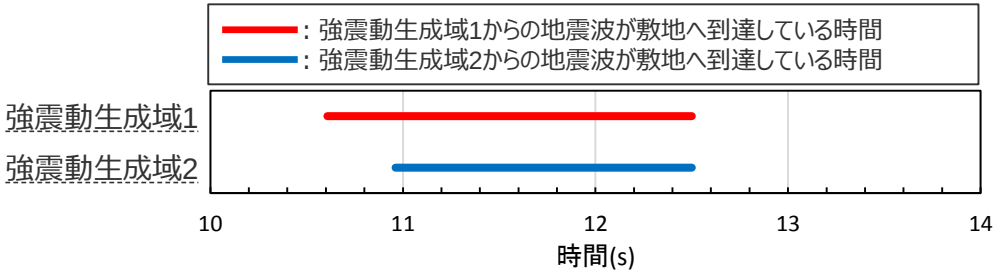
・箱書き「（（第482回審査会合資料２－１における妥当性確認モデル））」を削除。
・下線（＿）は、一部修正箇所を示す。

<補足説明資料④-30 海洋プレート内地震の基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の各震源断層パラメータの設定（補足）>

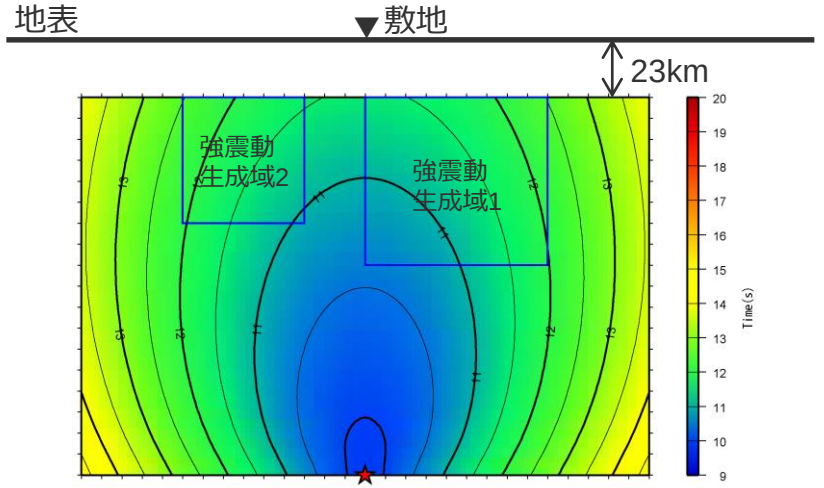
第532回
資料1-1 p.34一部修正

断層位置及び強震動生成域の面積比に関するケーススタディ（ケーススタディモデル②）

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

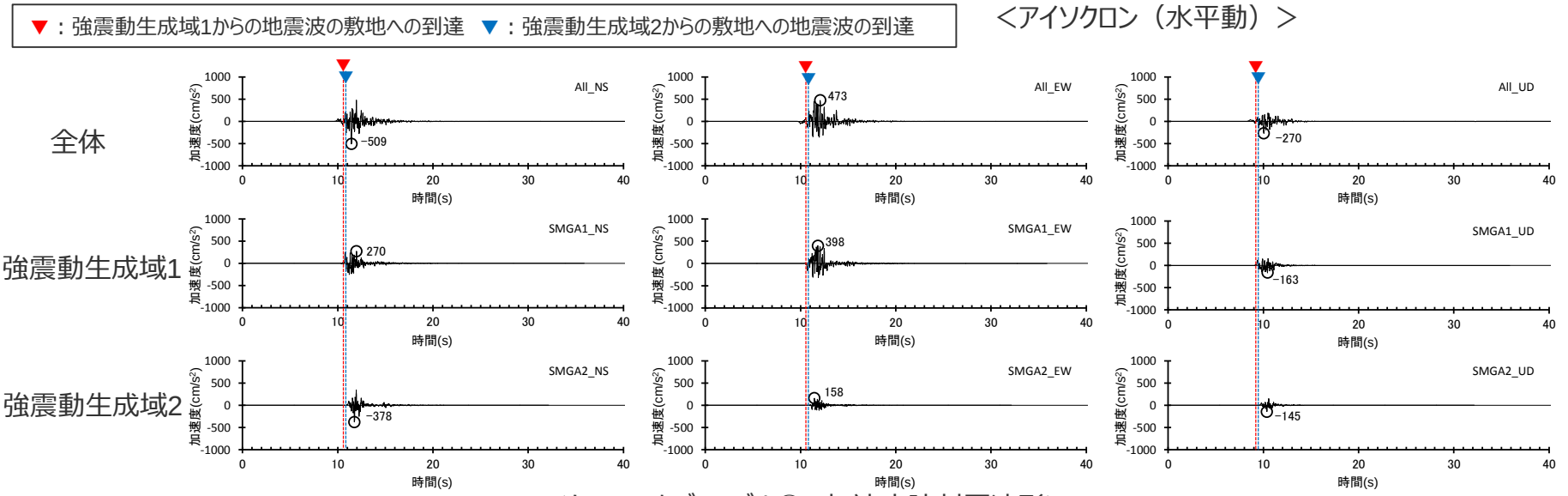


<各強震動生成域からの地震波の重なり>



破壊開始点

<アイソクロン（水平動）>



<ケーススタディモデル②の加速度時刻歴波形>

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

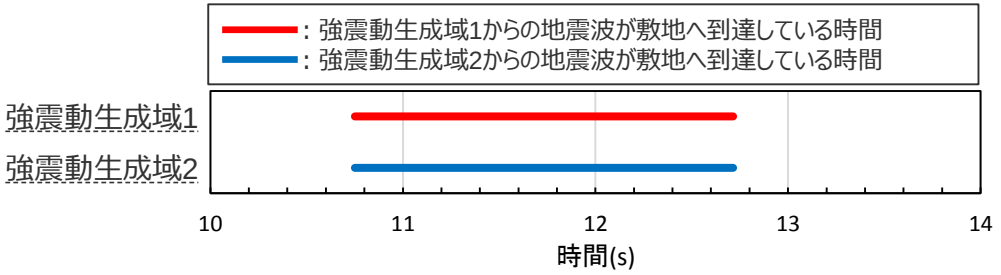
・下線（＿＿）は、一部修正箇所を示す。

<補足説明資料④-30 海洋プレート内地震の基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の各震源断層パラメータの設定（補足）>

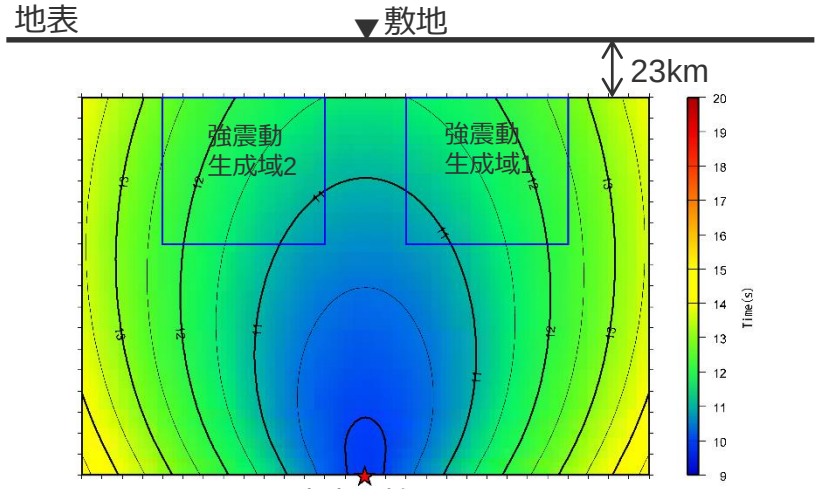
第532回
資料1-1 p.35一部修正

断層位置及び強震動生成域の面積比に関するケーススタディ（ケーススタディモデル③）

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



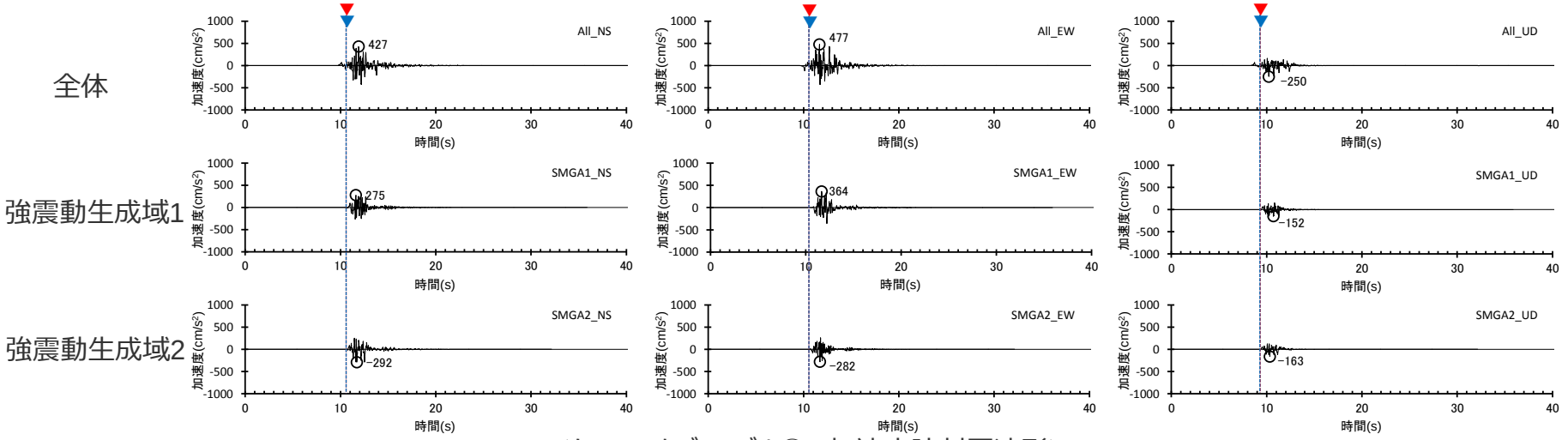
<各強震動生成域からの地震波の重なり>



破壊開始点

<アイソクロン（水平動）>

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



<ケーススタディモデル③の加速度時刻歴波形>

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

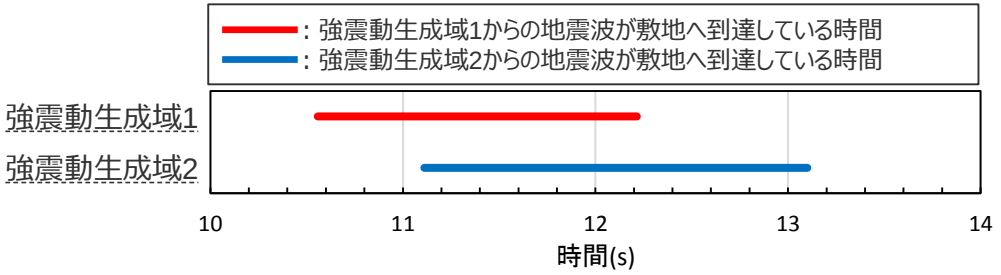
・下線（＿＿）は、一部修正箇所を示す。

<補足説明資料④-30 海洋プレート内地震の基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の各震源断層パラメータの設定（補足）>

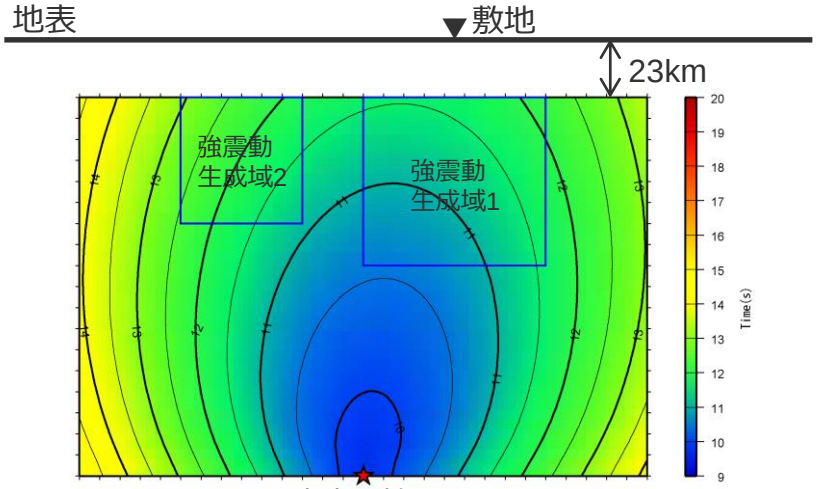
第532回
資料1-1 p.36一部修正

断層位置及び強震動生成域の面積比に関するケーススタディ（ケーススタディモデル④）

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



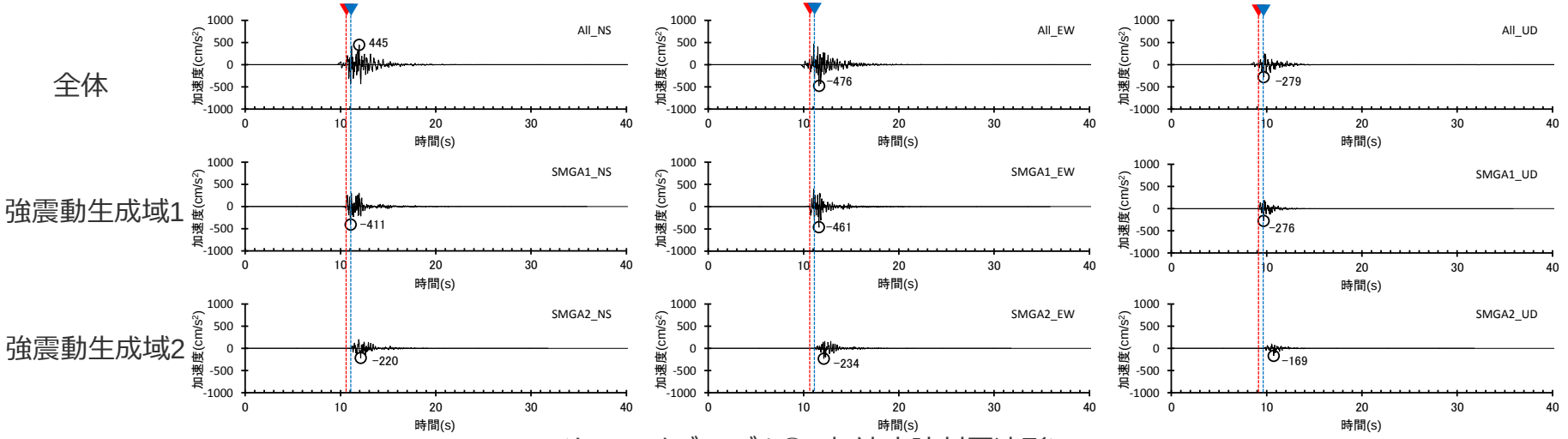
<各強震動生成域からの地震波の重なり>



破壊開始点

<アイソクロン（水平動）>

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



<ケーススタディモデル④の加速度時刻歴波形>

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

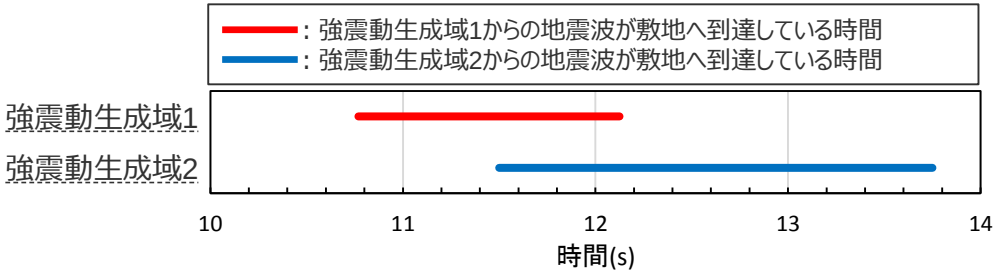
・下線（＿＿）は、一部修正箇所を示す。

<補足説明資料④-30 海洋プレート内地震の基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の各震源断層パラメータの設定（補足）>

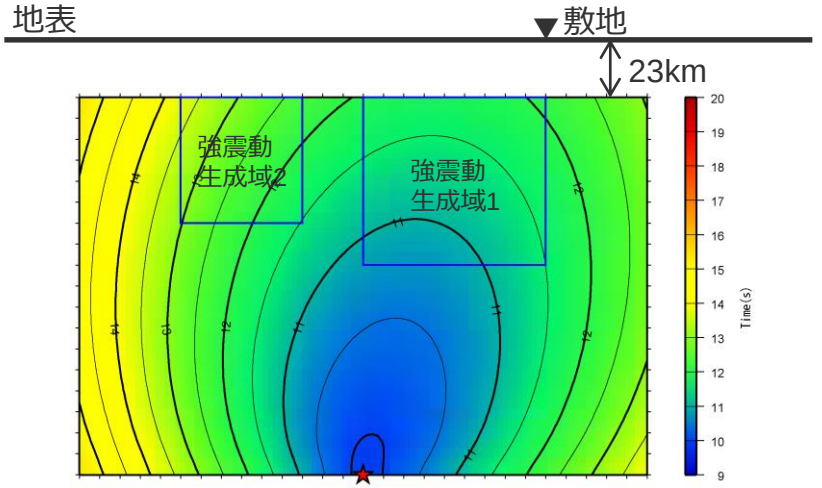
第532回
資料1-1 p.37一部修正

断層位置及び強震動生成域の面積比に関するケーススタディ（ケーススタディモデル⑤）

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



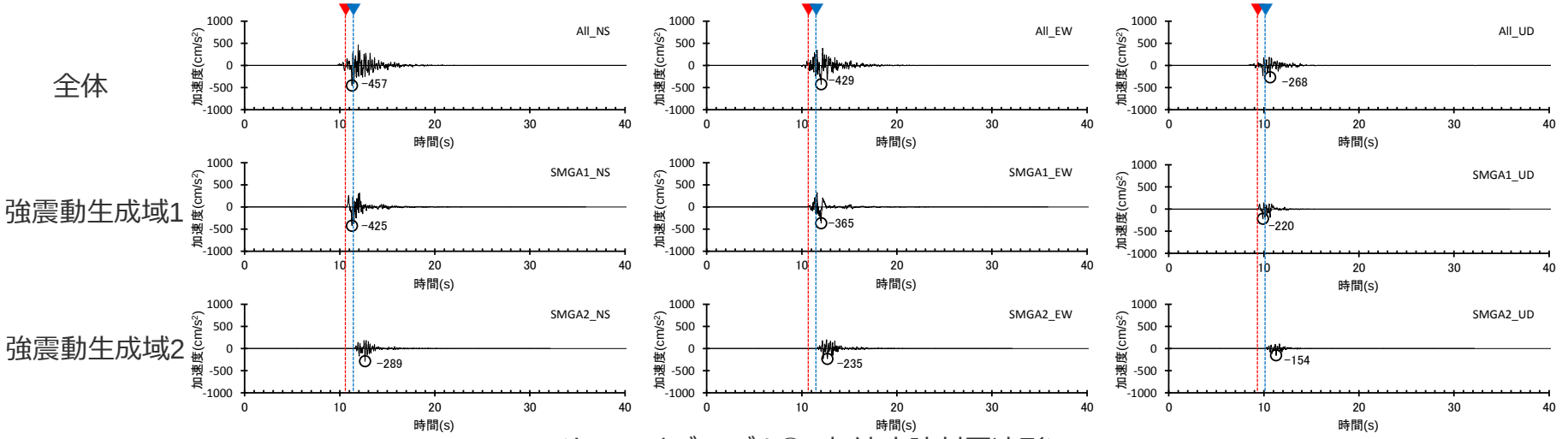
<各強震動生成域からの地震波の重なり>



破壊開始点

<アイソクロン（水平動）>

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



<ケーススタディモデル⑤の加速度時刻歴波形>

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

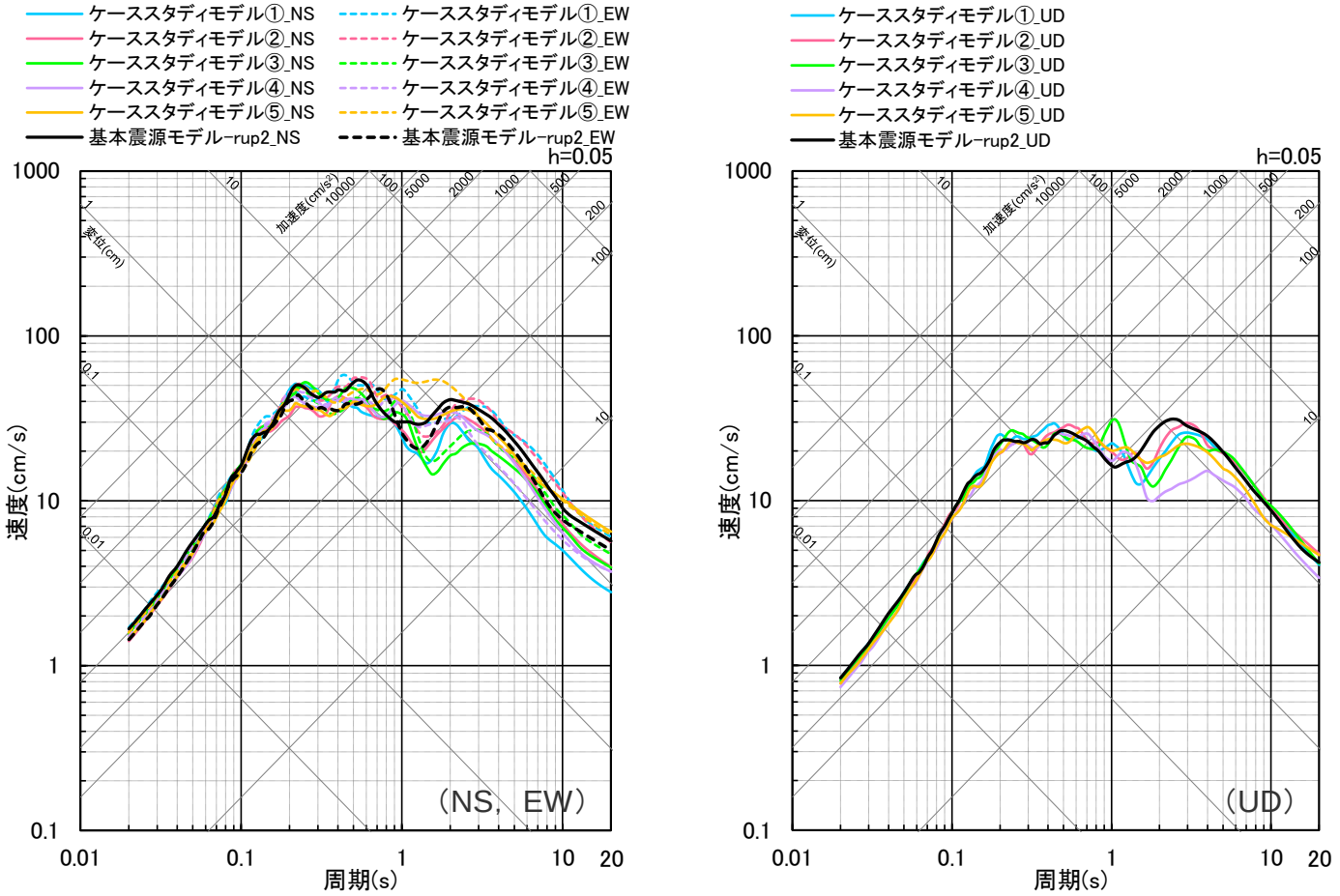
・下線（＿＿）は、一部修正箇所を示す。

<補足説明資料④-30 海洋プレート内地震の基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の各震源断層パラメータの設定（補足）>

第532回
資料1-1 p.38一部修正

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

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



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

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

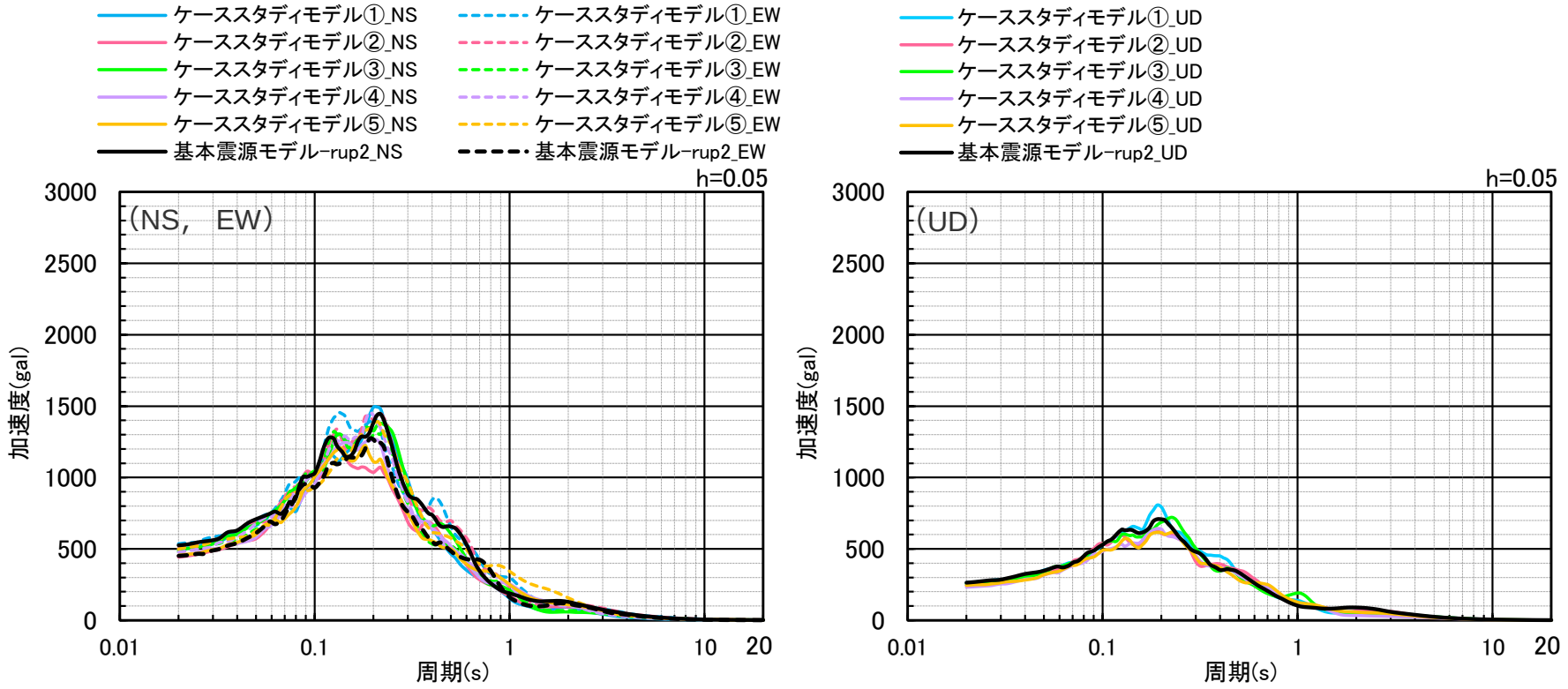
・下線（＿＿）は、一部修正箇所を示す。

<補足説明資料④-30 海洋プレート内地震の基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の各震源断層パラメータの設定（補足）>

第532回
資料1-1 p.39一部修正

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

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



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

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

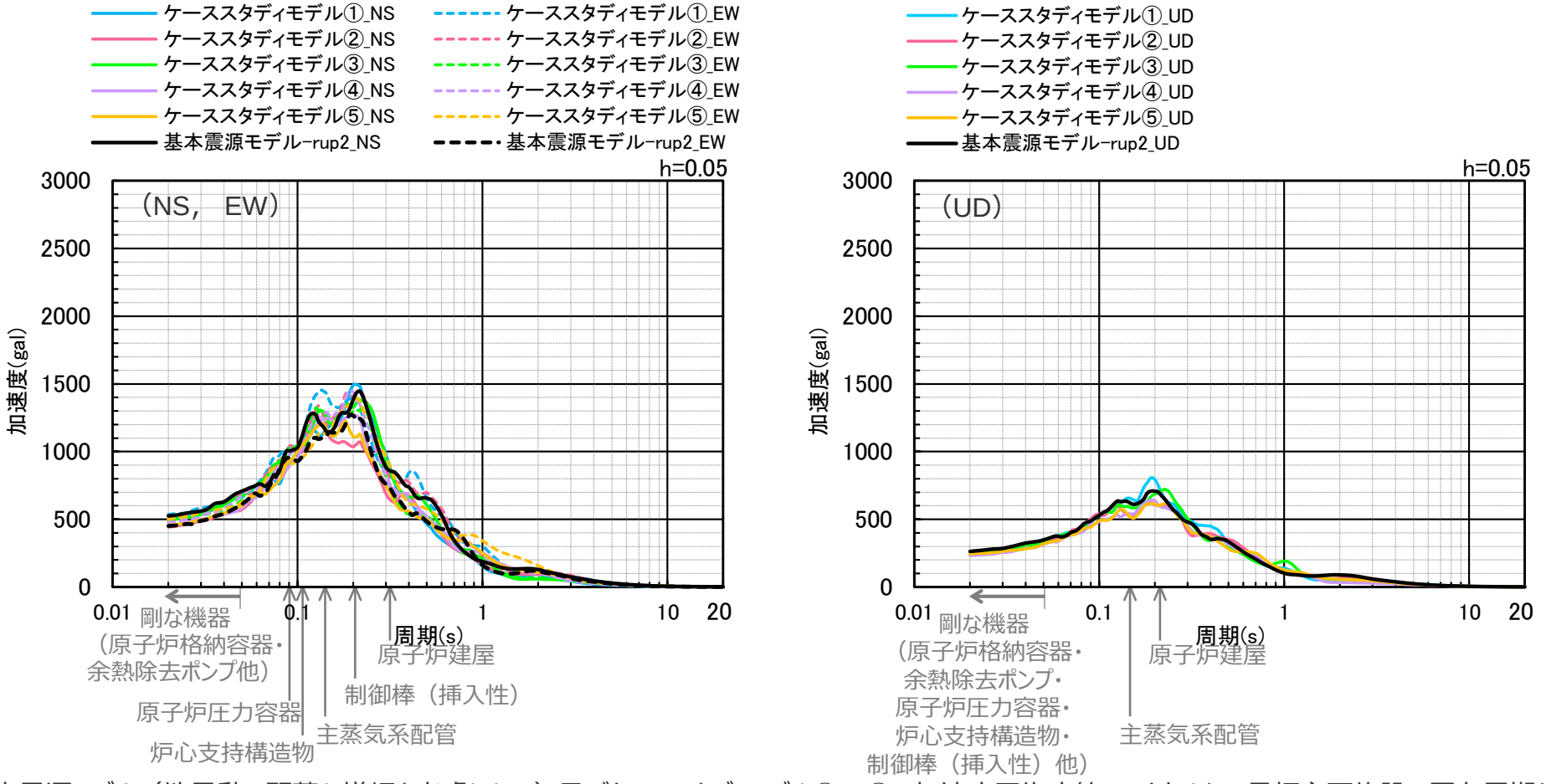
・下線（＿＿）は、一部修正箇所を示す。

<補足説明資料④-30 海洋プレート内地震の基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の各震源断層パラメータの設定（補足）>

第532回
資料1-1 p.40一部修正

断層位置及び強震動生成域の面積比に関するケーススタディ
（主要施設の固有周期との関係）

○以上の検討から、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の地震動レベルは、ケーススタディモデル①～⑤の地震動レベルと同程度であることから、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の代表性に支障がないことを確認した。
○ただし、ケーススタディモデル①※については、４号炉主要施設の固有周期において、周期0.1～0.2秒付近にピークが見られることを踏まえ、強震動生成域1と強震動生成域2の地震波が敷地に同時に到達するよう断層位置を配置した当該モデルを断層位置の不確かさを考慮した震源モデルとし、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と同様の各不確かさを考慮して地震動評価を行い、基準地震動Ssの策定に反映する。



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

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

・下線（　）は、一部修正箇所を示す。
・「※第482回審査会合資料２－１の妥当性確認モデルに該当」を削除。

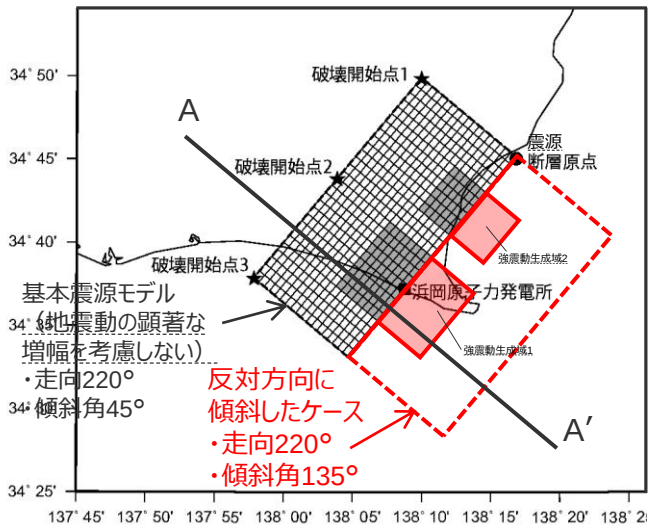
<補足説明資料④-30 海洋プレート内地震の基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の各震源断層パラメータの設定（補足）>

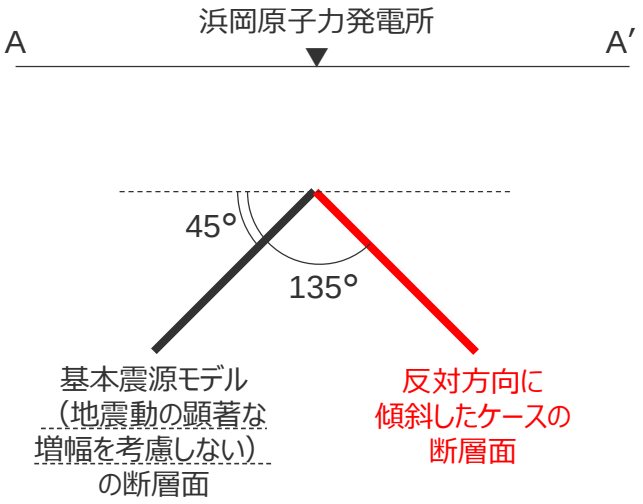
第532回
資料1-3 p.1一部修正

断層面の傾斜方向・走向の影響検討
（検討概要）

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

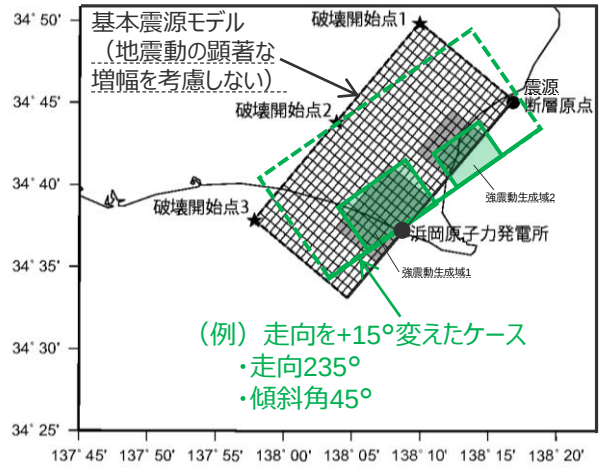
断層面を反対方向に傾斜したケース

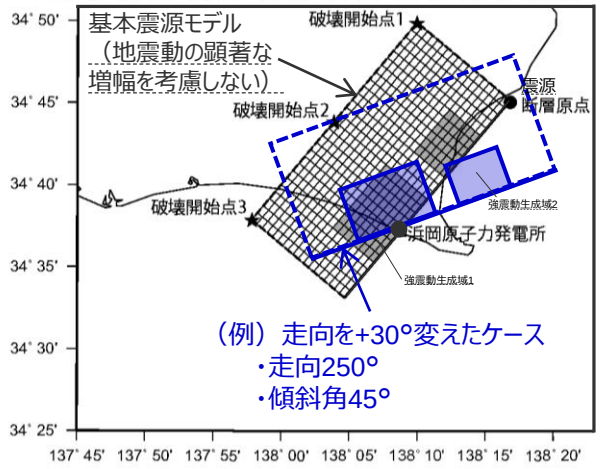




断層面の走向を変えたケース

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





Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

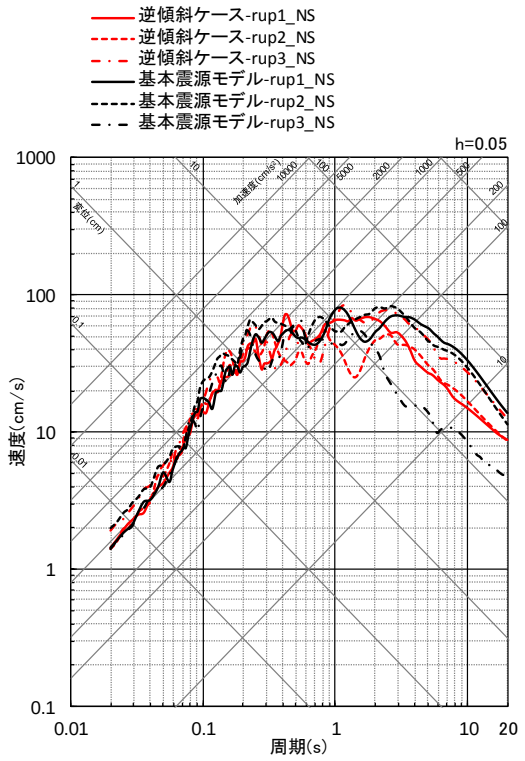
・下線（＿＿）は、一部修正箇所を示す。

<補足説明資料④-30 海洋プレート内地震の基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の各震源断層パラメータの設定（補足）>

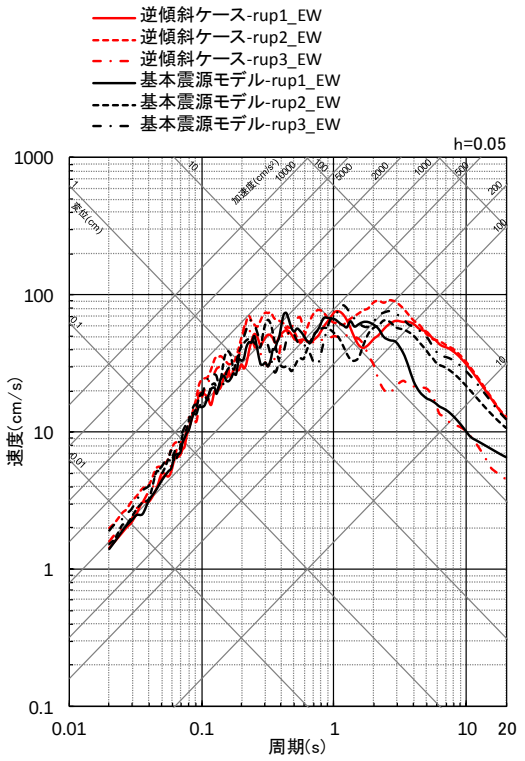
第532回
資料1-3 p.2一部修正

断層面の傾斜方向・走向の影響検討
（断層面の傾斜方向の影響検討）

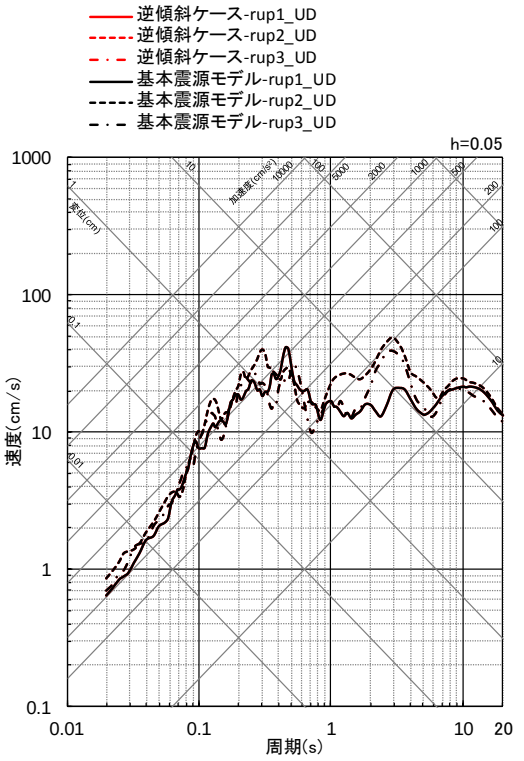
○基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と「断層面を反対方向に傾斜したケース」の地震動評価結果を比較した結果、同程度になっている。



（NS方向）



（EW方向）



（UD方向）

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

・統計的グリーン関数法と波数積分法のハイブリッド合成法。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

・下線（＿＿）は、一部修正箇所を示す。

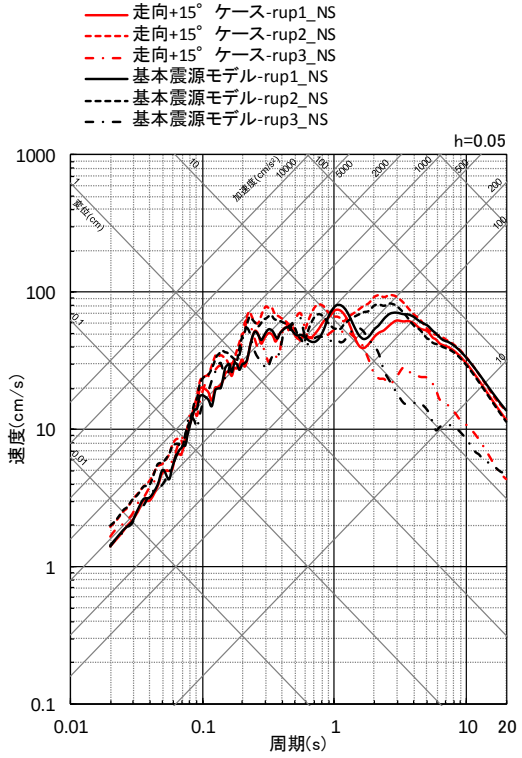
<補足説明資料④-30 海洋プレート内地震の基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の各震源断層パラメータの設定（補足）>

第532回
資料1-3 p.3一部修正

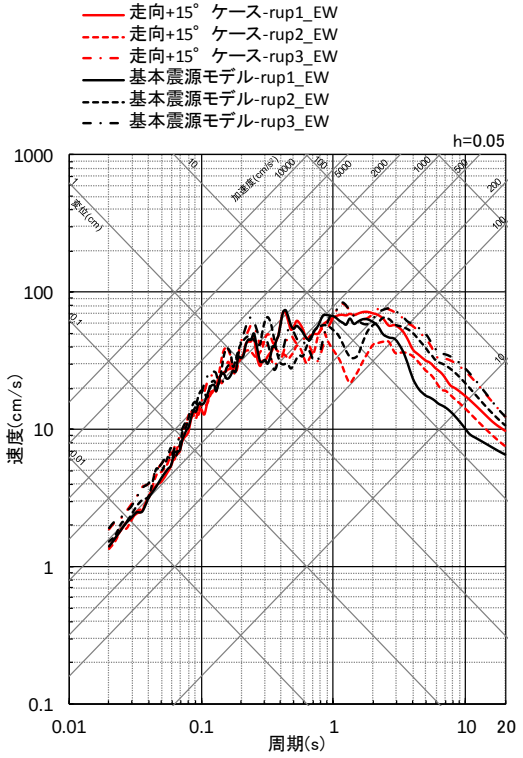
断層面の傾斜方向・走向の影響検討

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

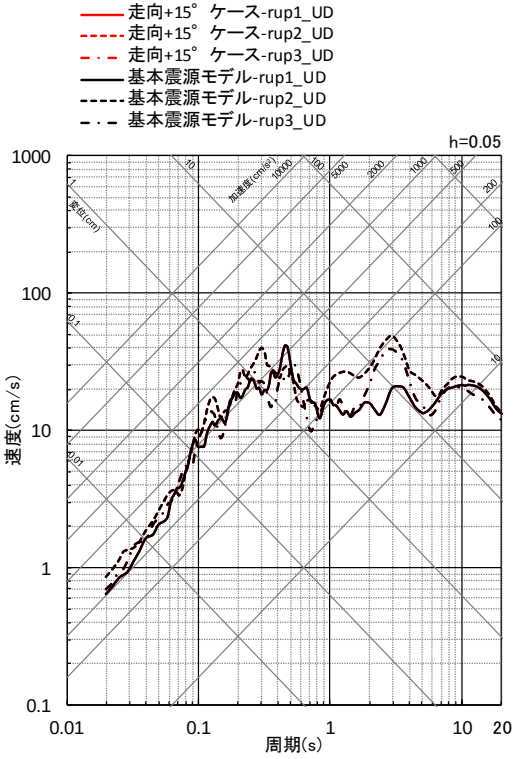
○基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と「断層面の走向を変えたケース（+15°）」の地震動評価結果を比較した結果、同程度になっている。



（NS方向）



（EW方向）



（UD方向）

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

・統計的グリーン関数法と波数積分法のハイブリッド合成法。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

・下線（　）は、一部修正箇所を示す。

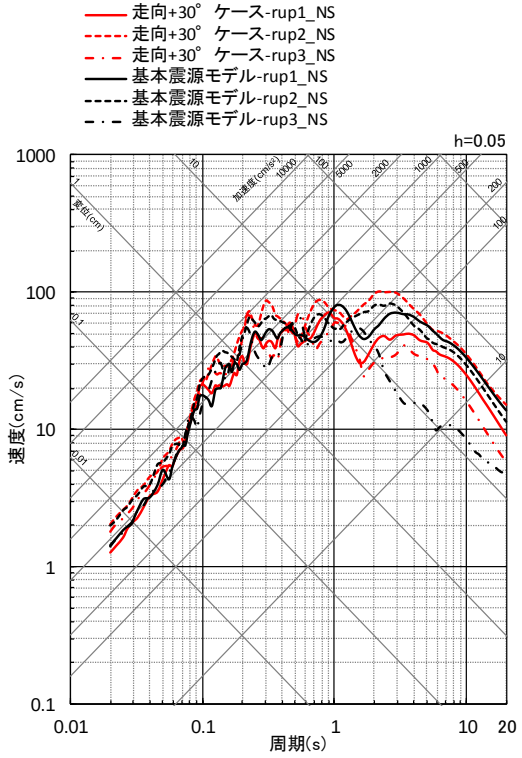
<補足説明資料④-30 海洋プレート内地震の基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の各震源断層パラメータの設定（補足）>

第532回
資料1-3 p.4一部修正

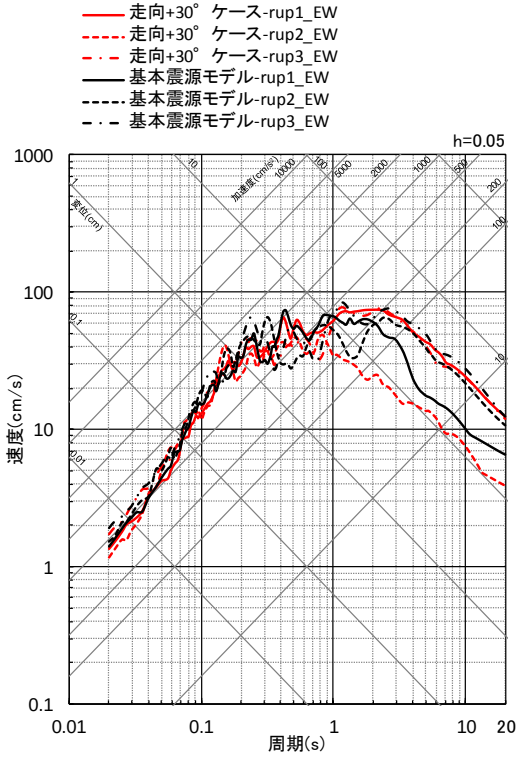
断層面の傾斜方向・走向の影響検討

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

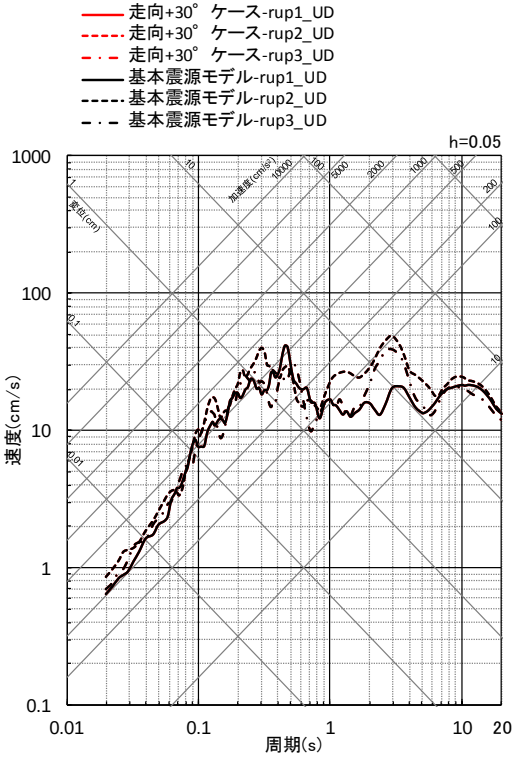
○基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と「断層面の走向を変えたケース（+30°）」の地震動評価結果を比較した結果、同程度になっている。



（NS方向）



（EW方向）



（UD方向）

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

・統計的グリーン関数法と波数積分法のハイブリッド合成法。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

・下線（＿＿）は、一部修正箇所を示す。

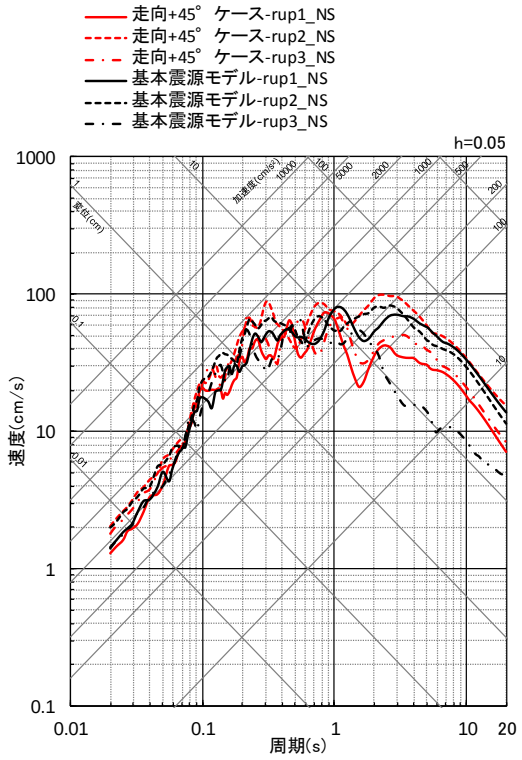
<補足説明資料④-30 海洋プレート内地震の基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の各震源断層パラメータの設定（補足）>

第532回
資料1-3 p.5一部修正

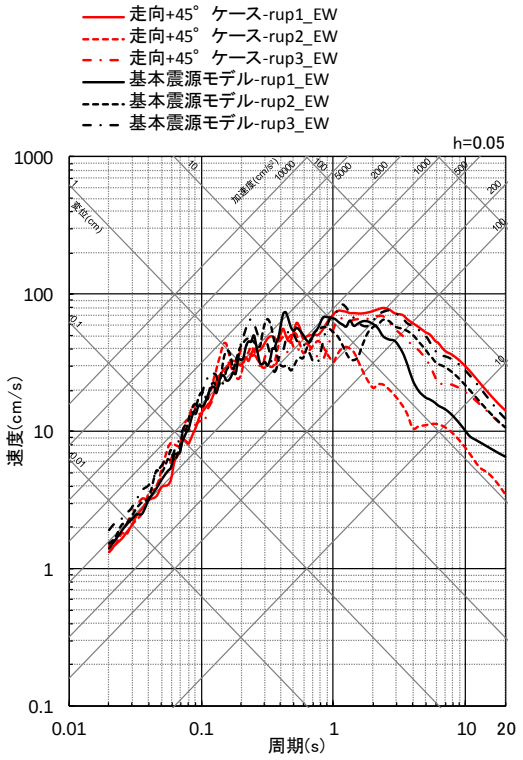
断層面の傾斜方向・走向の影響検討

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

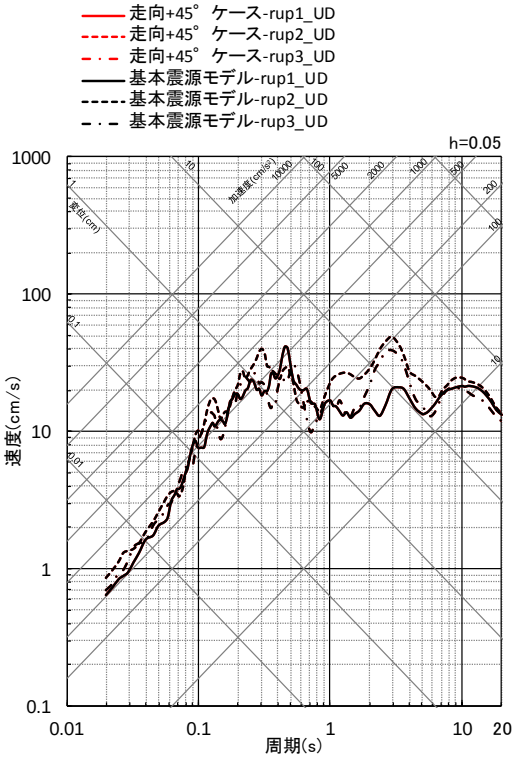
○基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と「断層面の走向を変えたケース（+45°）」の地震動評価結果を比較した結果、同程度になっている。



（NS方向）



（EW方向）



（UD方向）

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

・統計的グリーン関数法と波数積分法のハイブリッド合成法。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

・下線（＿＿）は、一部修正箇所を示す。

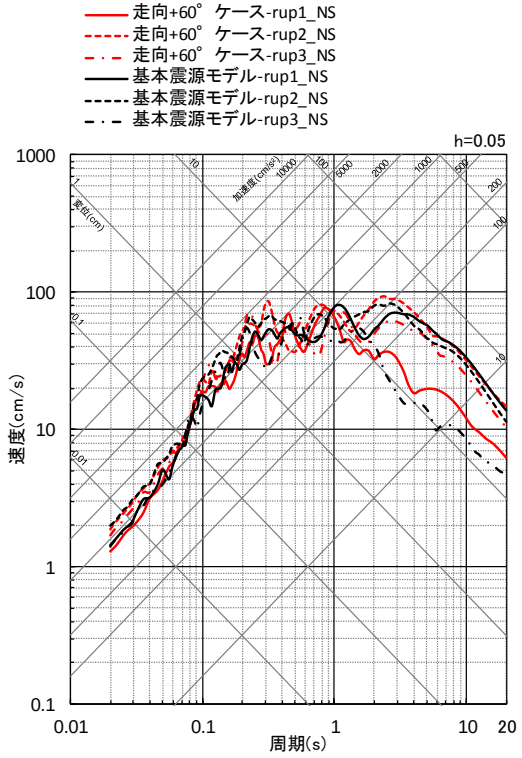
<補足説明資料④-30 海洋プレート内地震の基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の各震源断層パラメータの設定（補足）>

第532回
資料1-3 p.6一部修正

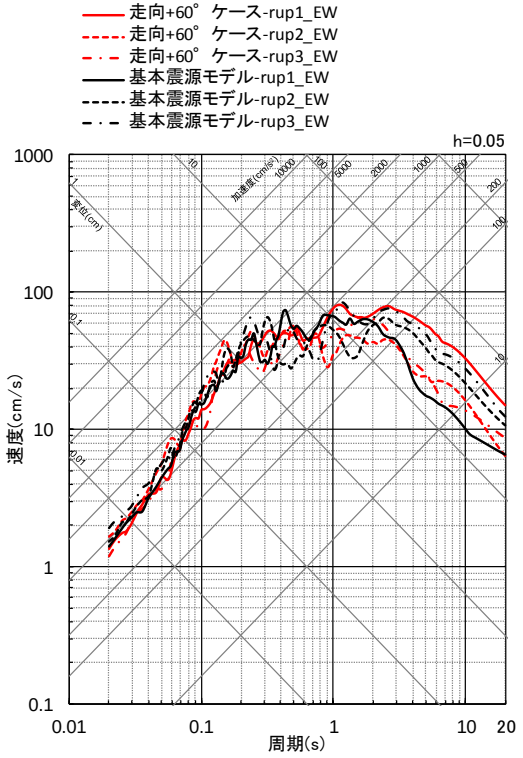
断層面の傾斜方向・走向の影響検討

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

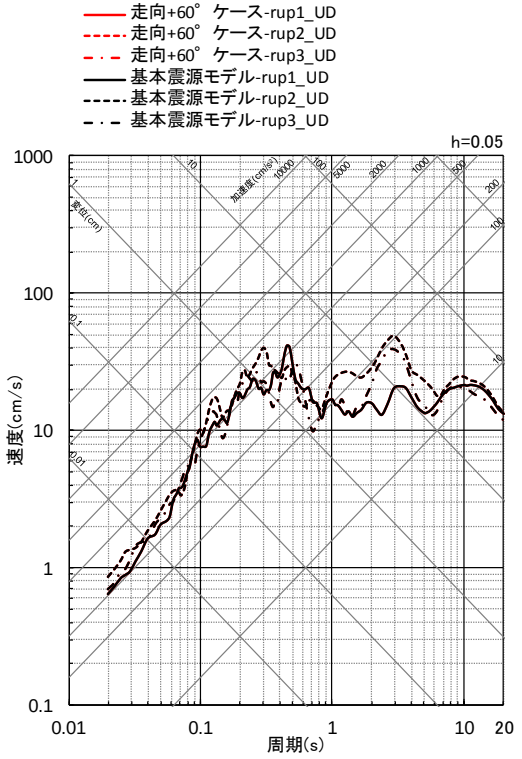
○基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と「断層面の走向を変えたケース（+60°）」の地震動評価結果を比較した結果、同程度になっている。



（NS方向）



（EW方向）



（UD方向）

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

・統計的グリーン関数法と波数積分法のハイブリッド合成法。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

・下線（　）は、一部修正箇所を示す。

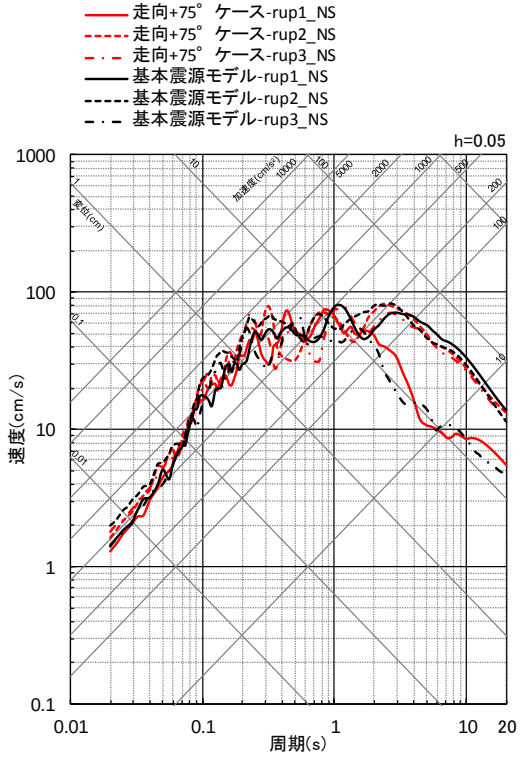
<補足説明資料④-30 海洋プレート内地震の基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の各震源断層パラメータの設定（補足）>

第532回
資料1-3 p.7一部修正

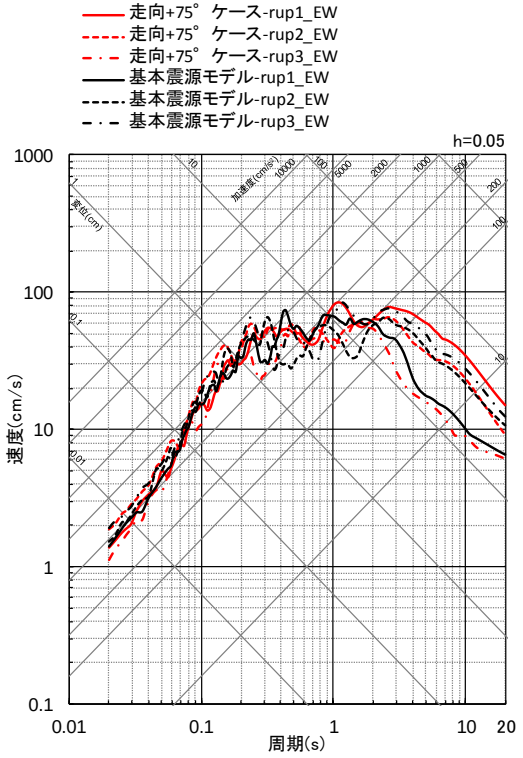
断層面の傾斜方向・走向の影響検討

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

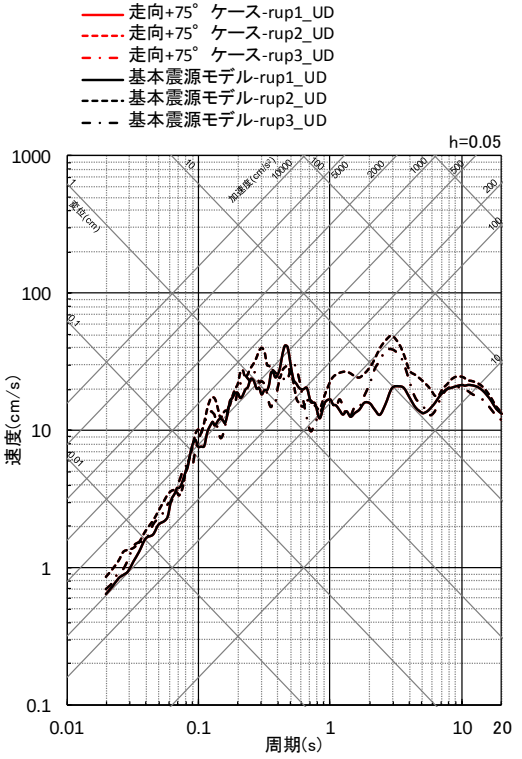
○基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と「断層面の走向を変えたケース（+75°）」の地震動評価結果を比較した結果、同程度になっている。



（NS方向）



（EW方向）



（UD方向）

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

・統計的グリーン関数法と波数積分法のハイブリッド合成法。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

・下線（　）は、一部修正箇所を示す。

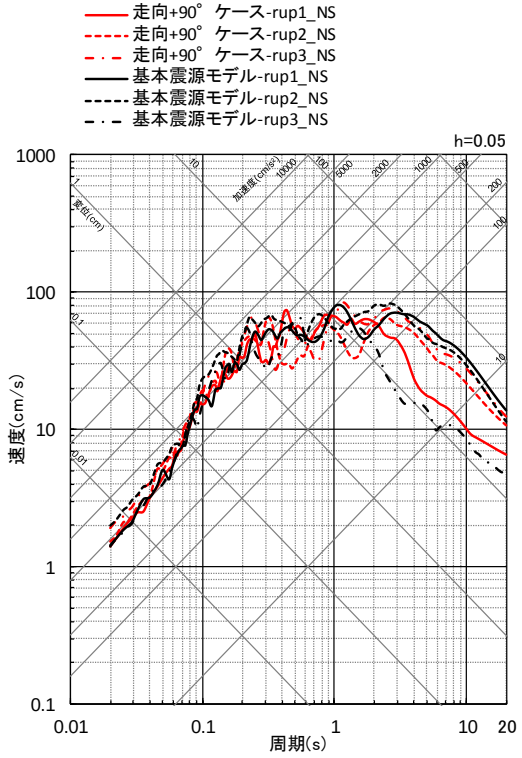
<補足説明資料④-30 海洋プレート内地震の基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の各震源断層パラメータの設定（補足）>

第532回
資料1-3 p.8一部修正

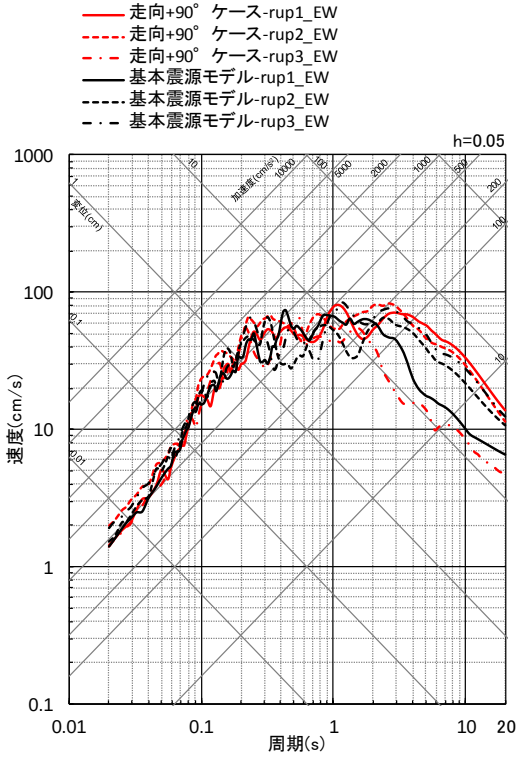
断層面の傾斜方向・走向の影響検討

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

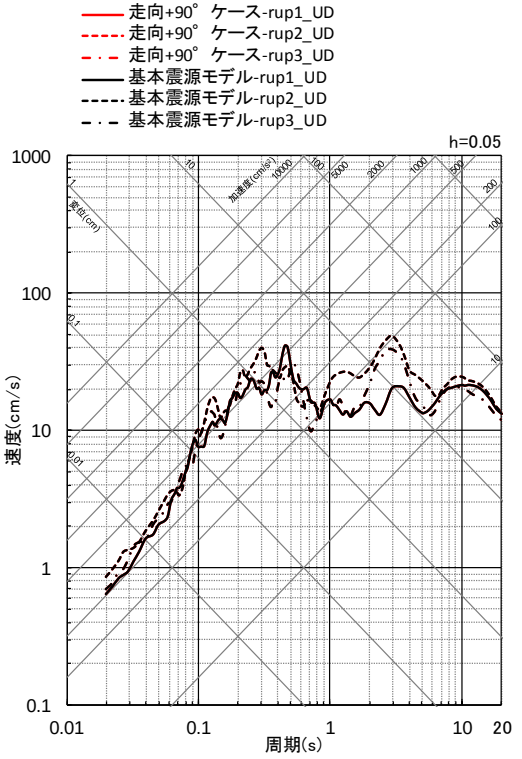
○基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と「断層面の走向を変えたケース（+90°）」の地震動評価結果を比較した結果、同程度になっている。



（NS方向）



（EW方向）



（UD方向）

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

・統計的グリーン関数法と波数積分法のハイブリッド合成法。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

・下線（＿＿）は、一部修正箇所を示す。

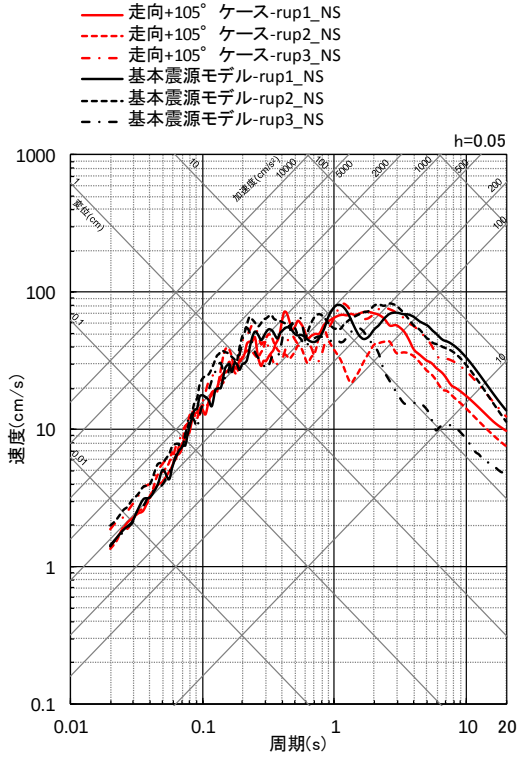
<補足説明資料④-30 海洋プレート内地震の基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の各震源断層パラメータの設定（補足）>

第532回
資料1-3 p.9一部修正

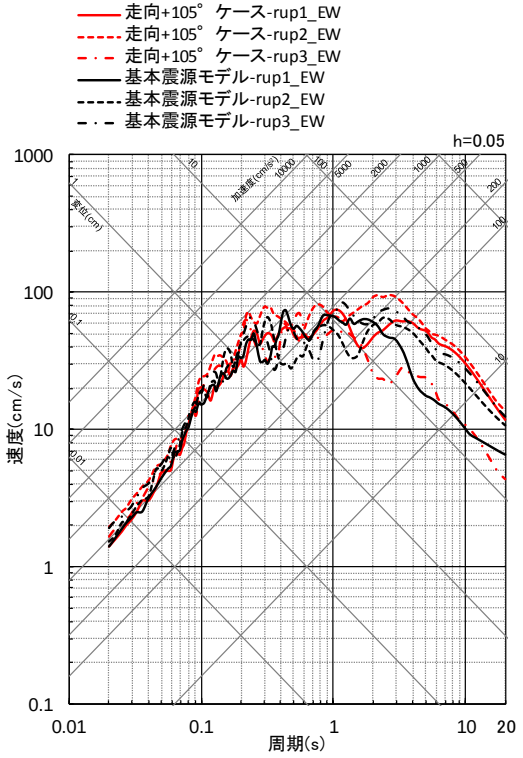
断層面の傾斜方向・走向の影響検討

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

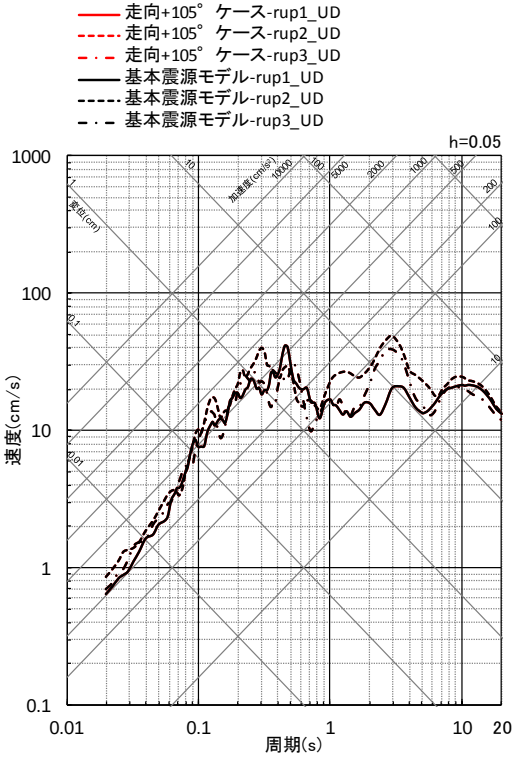
○基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と「断層面の走向を変えたケース（+105°） 」の地震動評価結果を比較した結果、同程度になっている。



（NS方向）



（EW方向）



（UD方向）

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

・統計的グリーン関数法と波数積分法のハイブリッド合成法。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

・下線（＿＿）は、一部修正箇所を示す。

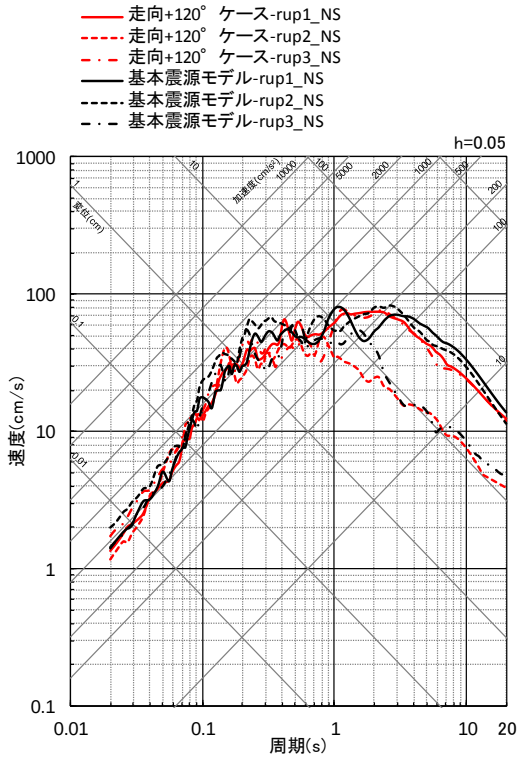
<補足説明資料④-30 海洋プレート内地震の基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の各震源断層パラメータの設定（補足）>

第532回
資料1-3 p.10一部修正

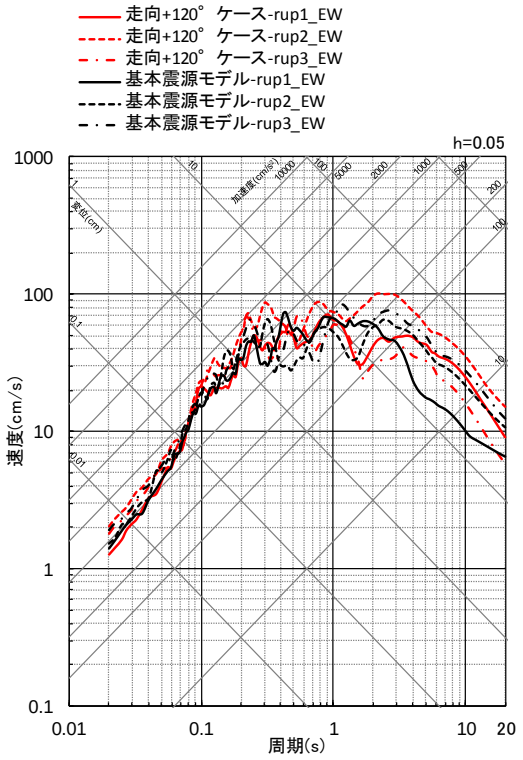
断層面の傾斜方向・走向の影響検討

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

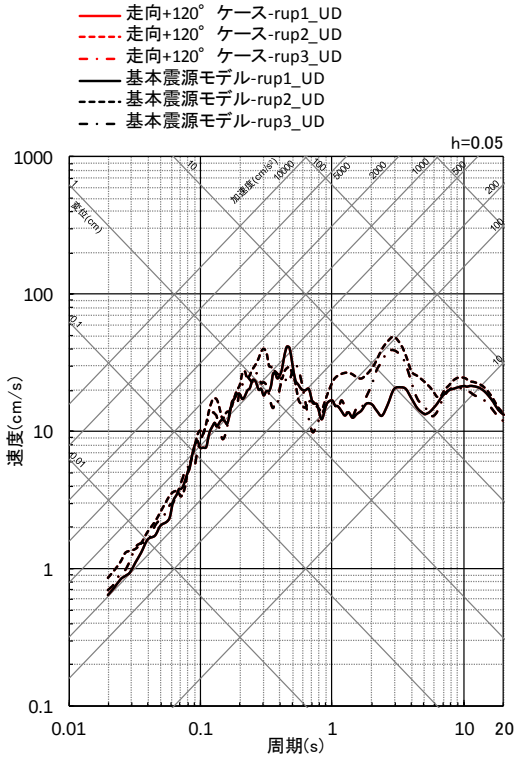
○基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と「断層面の走向を変えたケース（+120°） 」の地震動評価結果を比較した結果、同程度になっている。



（NS方向）



（EW方向）



（UD方向）

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

・統計的グリーン関数法と波数積分法のハイブリッド合成法。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

・下線（ ）は、一部修正箇所を示す。

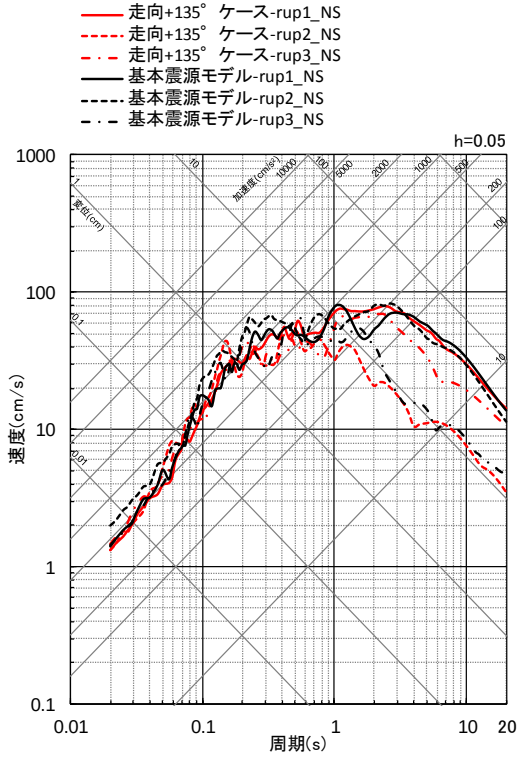
<補足説明資料④-30 海洋プレート内地震の基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の各震源断層パラメータの設定（補足）>

第532回
資料1-3 p.11一部修正

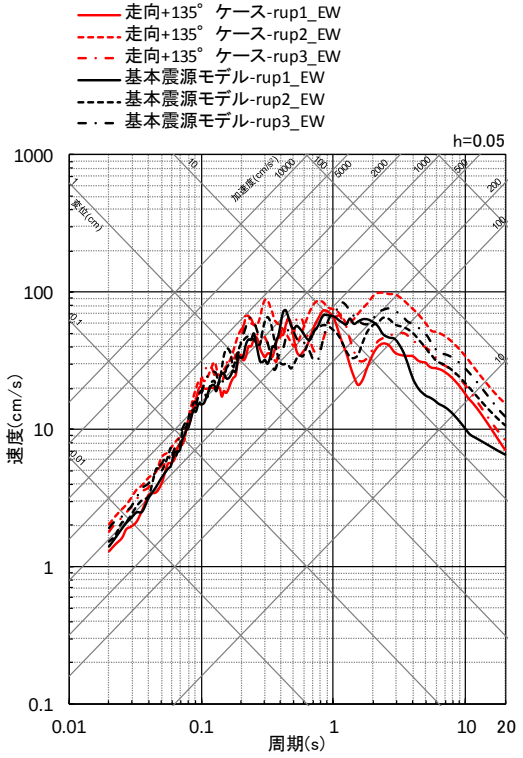
断層面の傾斜方向・走向の影響検討

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

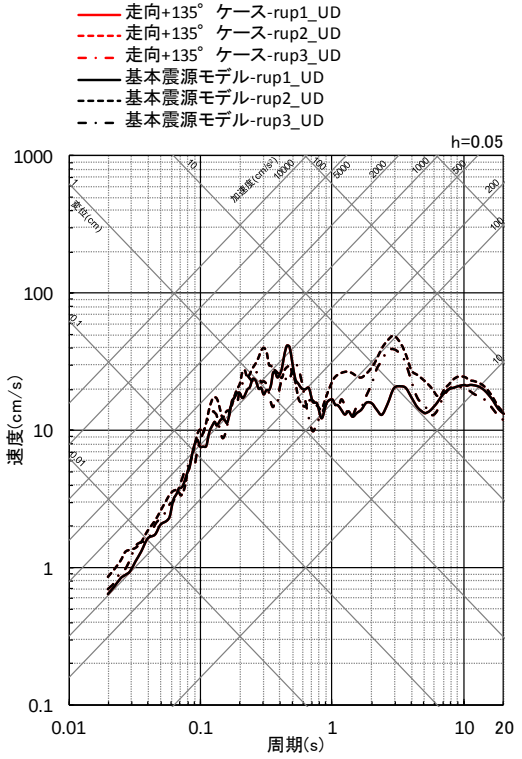
○基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と「断層面の走向を変えたケース（+135°） 」の地震動評価結果を比較した結果、同程度になっている。



（NS方向）



（EW方向）



（UD方向）

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

・統計的グリーン関数法と波数積分法のハイブリッド合成法。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

・下線（ ）は、一部修正箇所を示す。

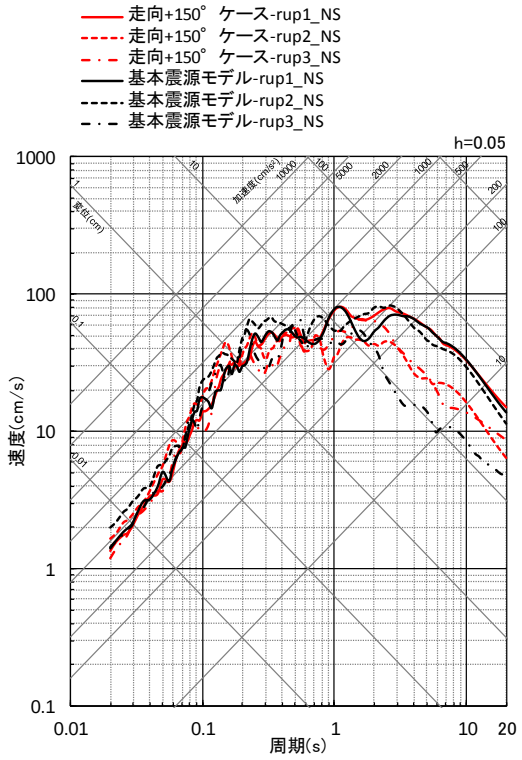
<補足説明資料④-30 海洋プレート内地震の基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の各震源断層パラメータの設定（補足）>

第532回
資料1-3 p.12一部修正

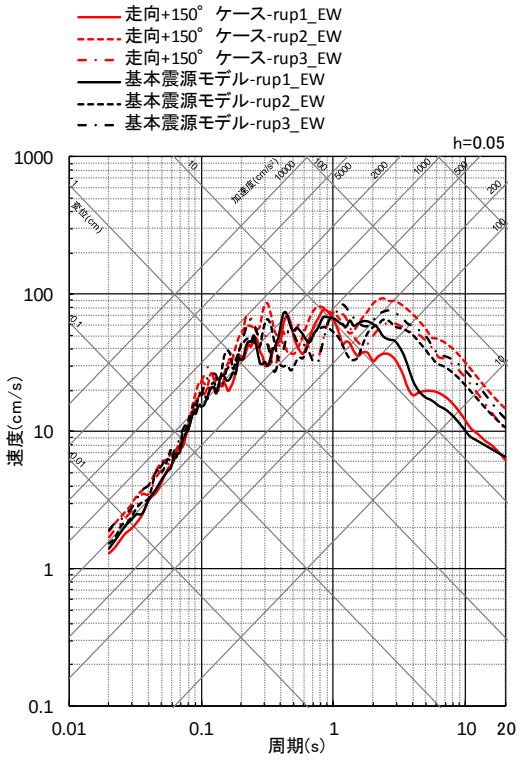
断層面の傾斜方向・走向の影響検討

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

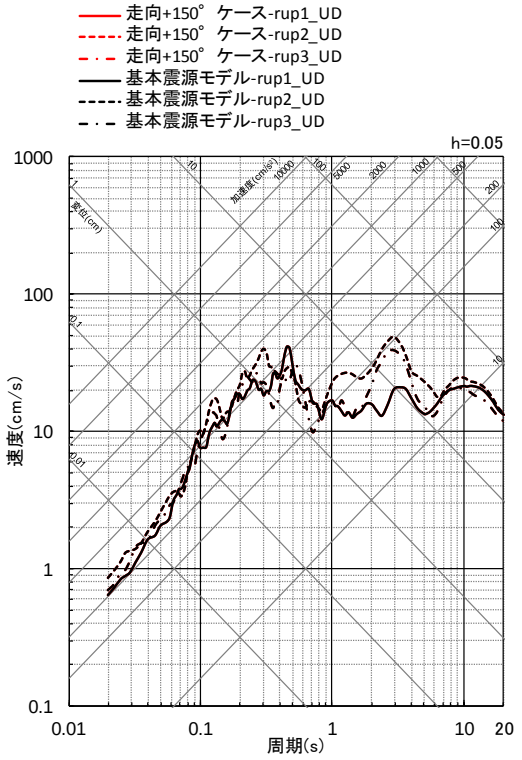
○基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と「断層面の走向を変えたケース（+150°） 」の地震動評価結果を比較した結果、同程度になっている。



（NS方向）



（EW方向）



（UD方向）

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

・統計的グリーン関数法と波数積分法のハイブリッド合成法。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

・下線（＿＿）は、一部修正箇所を示す。

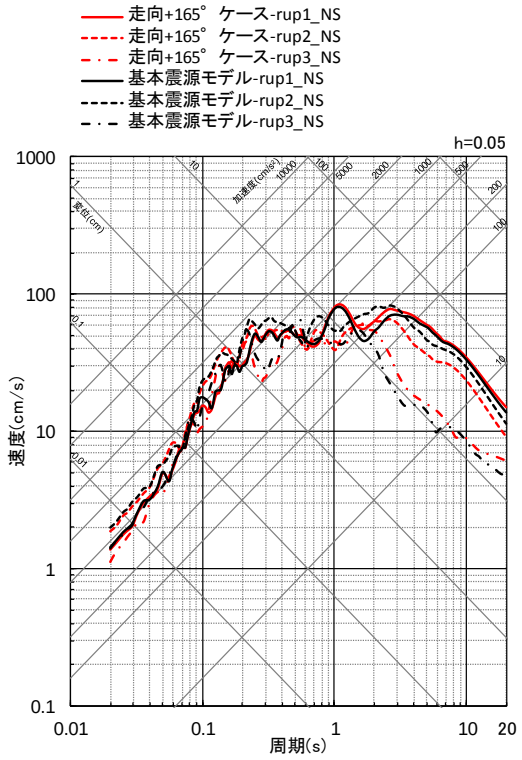
<補足説明資料④-30 海洋プレート内地震の基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の各震源断層パラメータの設定（補足）>

第532回
資料1-3 p.13一部修正

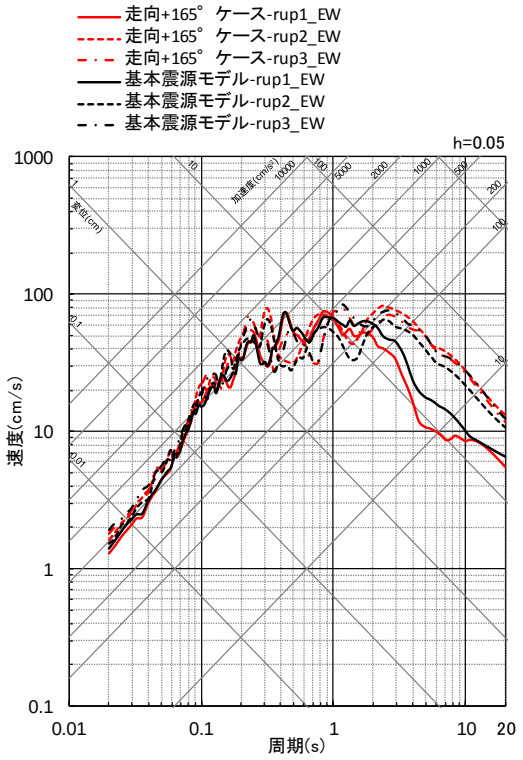
断層面の傾斜方向・走向の影響検討

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

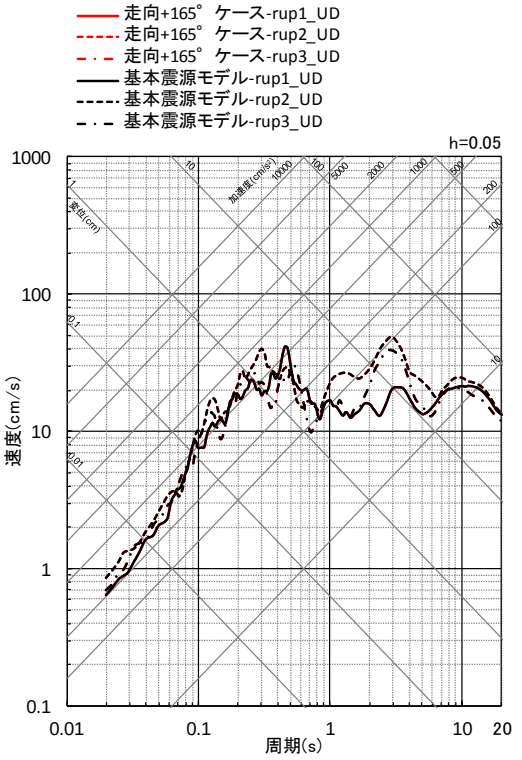
○基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と「断層面の走向を変えたケース（+165°） 」の地震動評価結果を比較した結果、同程度になっている。



（NS方向）



（EW方向）



（UD方向）

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

・統計的グリーン関数法と波数積分法のハイブリッド合成法。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

・下線（ ）は、一部修正箇所を示す。

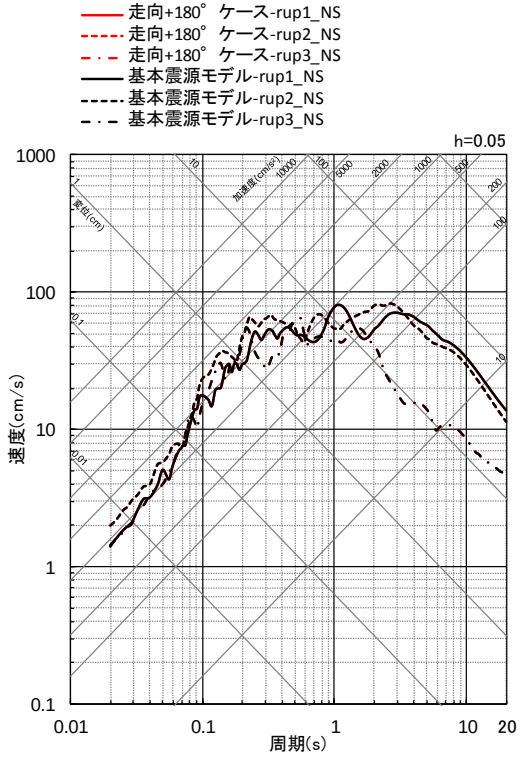
<補足説明資料④-30 海洋プレート内地震の基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の各震源断層パラメータの設定（補足）>

第532回
資料1-3 p.14一部修正

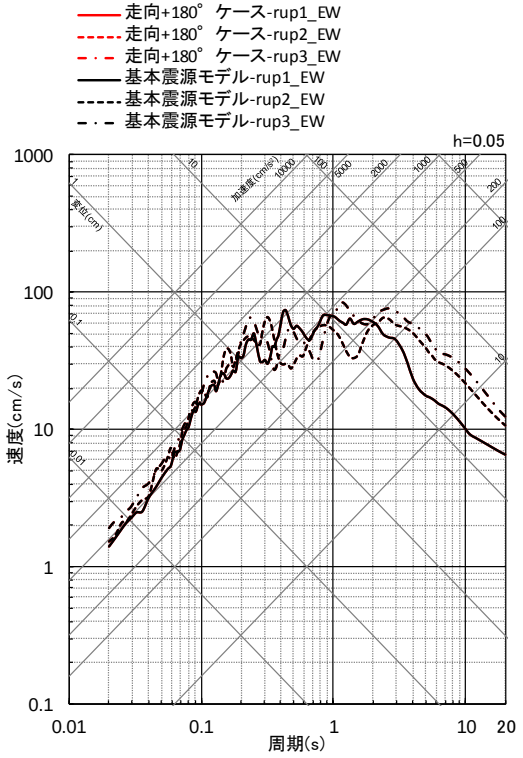
断層面の傾斜方向・走向の影響検討

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

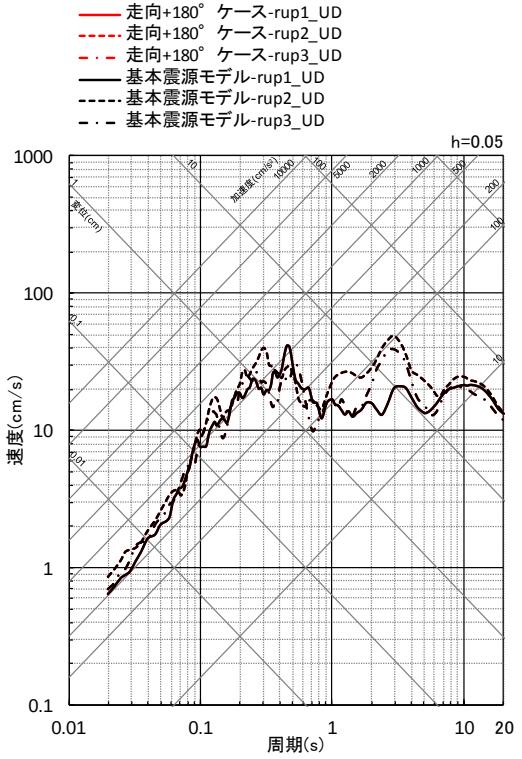
○基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と「断層面の走向を変えたケース（+180°） 」の地震動評価結果を比較した結果、同程度になっている。



（NS方向）



（EW方向）



（UD方向）

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

・統計的グリーン関数法と波数積分法のハイブリッド合成法。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

・下線（＿＿）は、一部修正箇所を示す。

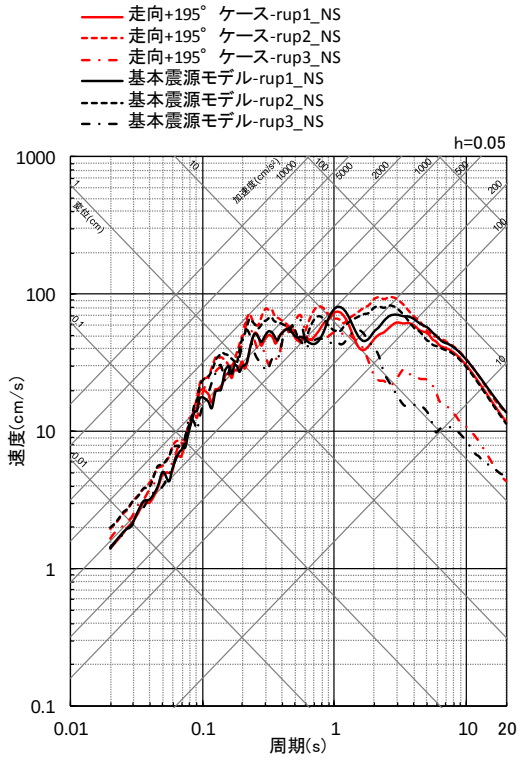
<補足説明資料④-30 海洋プレート内地震の基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の各震源断層パラメータの設定（補足）>

第532回
資料1-3 p.15一部修正

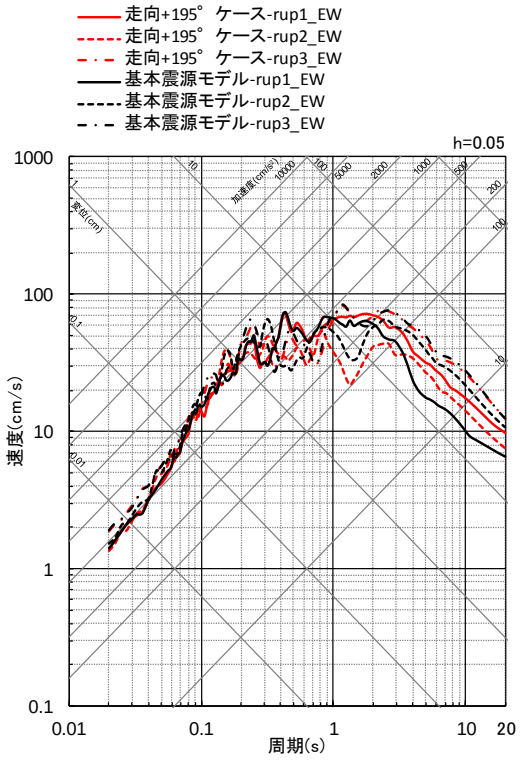
断層面の傾斜方向・走向の影響検討

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

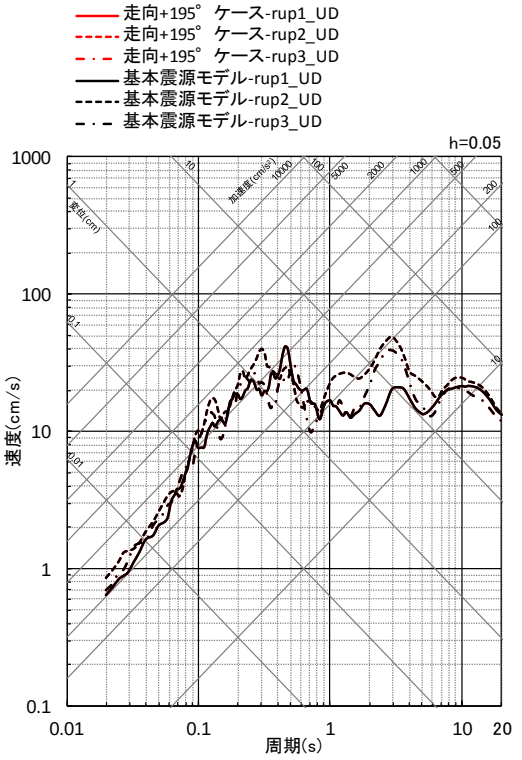
○基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と「断層面の走向を変えたケース（+195°） 」の地震動評価結果を比較した結果、同程度になっている。



（NS方向）



（EW方向）



（UD方向）

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

・統計的グリーン関数法と波数積分法のハイブリッド合成法。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

・下線（＿＿）は、一部修正箇所を示す。

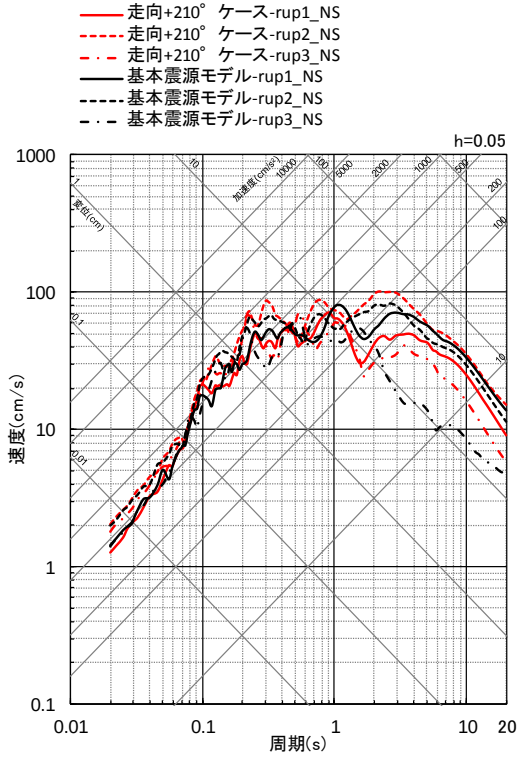
<補足説明資料④-30 海洋プレート内地震の基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の各震源断層パラメータの設定（補足）>

第532回
資料1-3 p.16一部修正

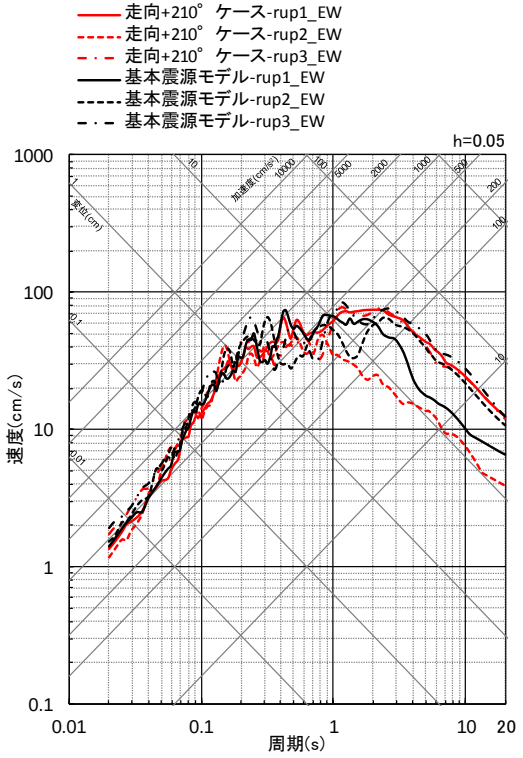
断層面の傾斜方向・走向の影響検討

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

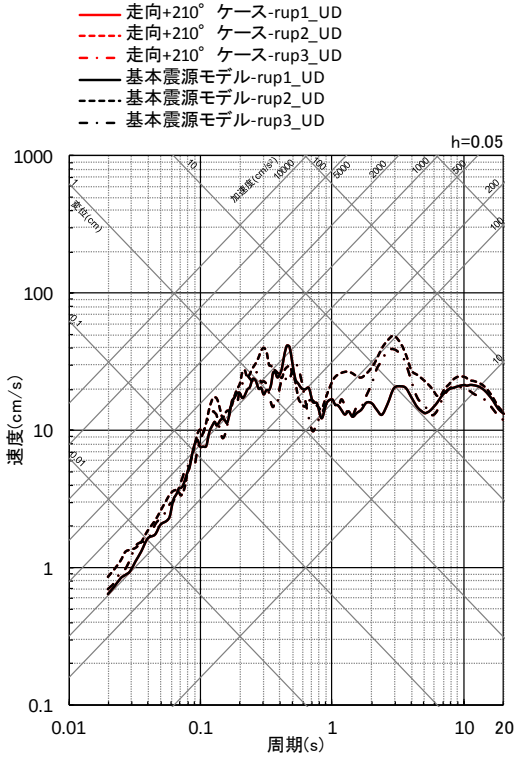
○基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と「断層面の走向を変えたケース（+210°） 」の地震動評価結果を比較した結果、同程度になっている。



（NS方向）



（EW方向）



（UD方向）

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

・統計的グリーン関数法と波数積分法のハイブリッド合成法。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

・下線（ ）は、一部修正箇所を示す。

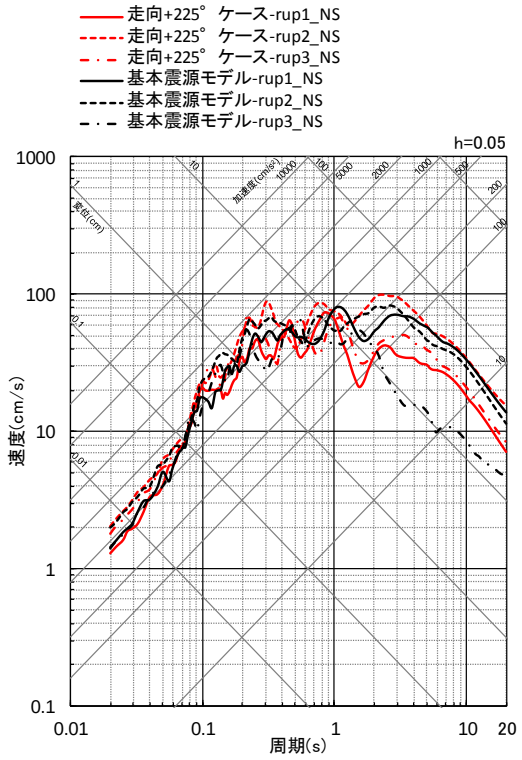
<補足説明資料④-30 海洋プレート内地震の基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の各震源断層パラメータの設定（補足）>

第532回
資料1-3 p.17一部修正

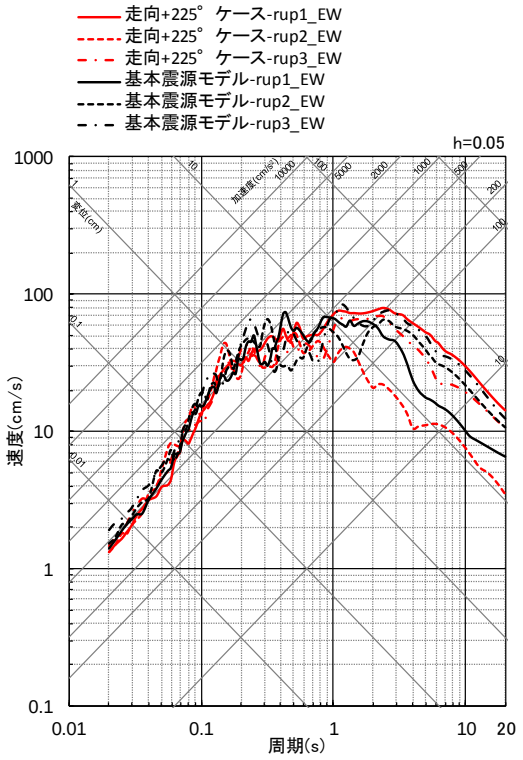
断層面の傾斜方向・走向の影響検討

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

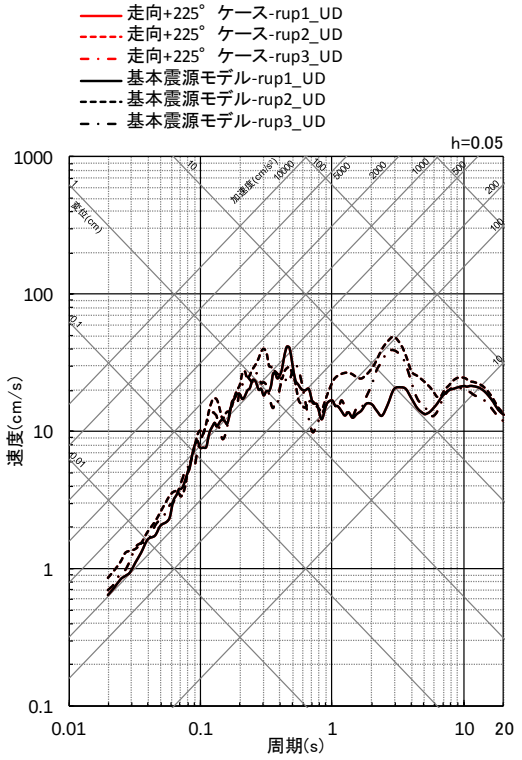
○基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と「断層面の走向を変えたケース（+225°） 」の地震動評価結果を比較した結果、同程度になっている。



（NS方向）



（EW方向）



（UD方向）

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

・統計的グリーン関数法と波数積分法のハイブリッド合成法。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

・下線（ ）は、一部修正箇所を示す。

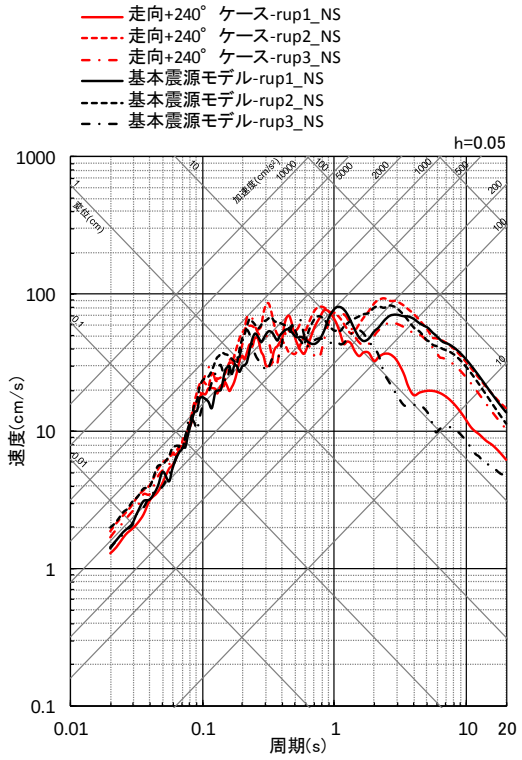
<補足説明資料④-30 海洋プレート内地震の基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の各震源断層パラメータの設定（補足）>

第532回
資料1-3 p.18一部修正

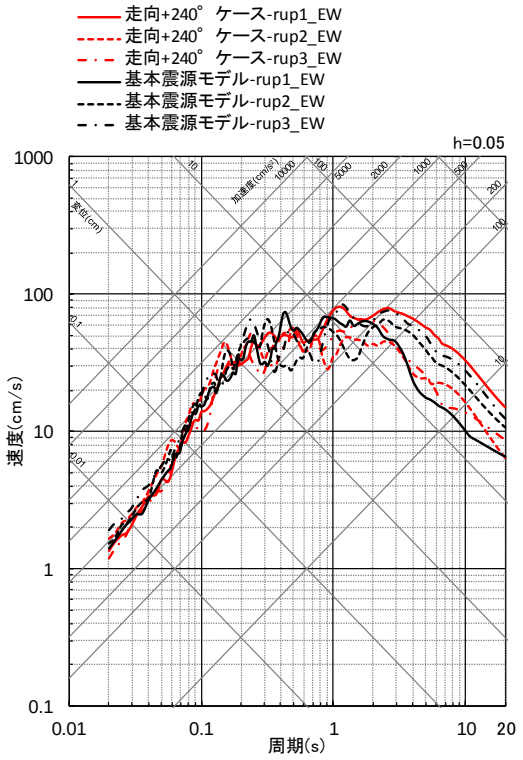
断層面の傾斜方向・走向の影響検討

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

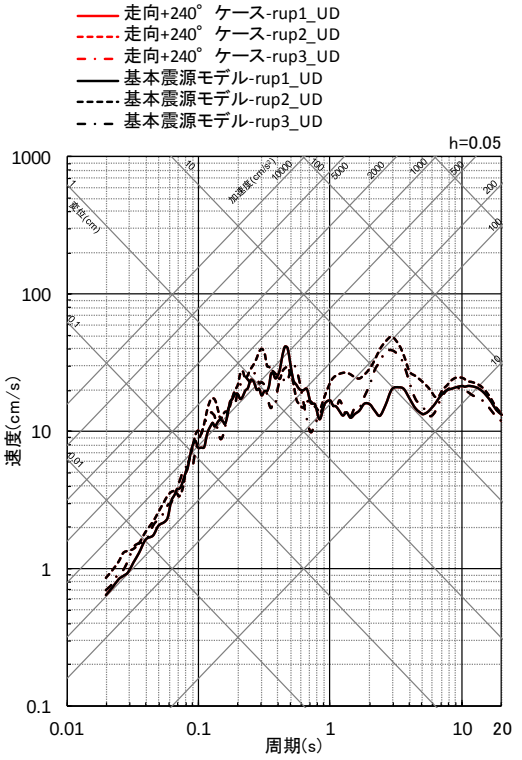
○基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と「断層面の走向を変えたケース（+240°） 」の地震動評価結果を比較した結果、同程度になっている。



（NS方向）



（EW方向）



（UD方向）

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

・統計的グリーン関数法と波数積分法のハイブリッド合成法。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

・下線（ ）は、一部修正箇所を示す。

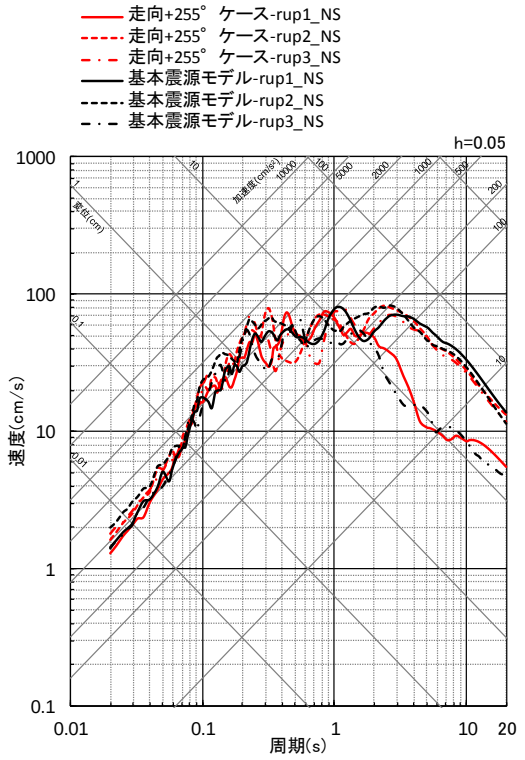
<補足説明資料④-30 海洋プレート内地震の基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の各震源断層パラメータの設定（補足）>

第532回
資料1-3 p.19一部修正

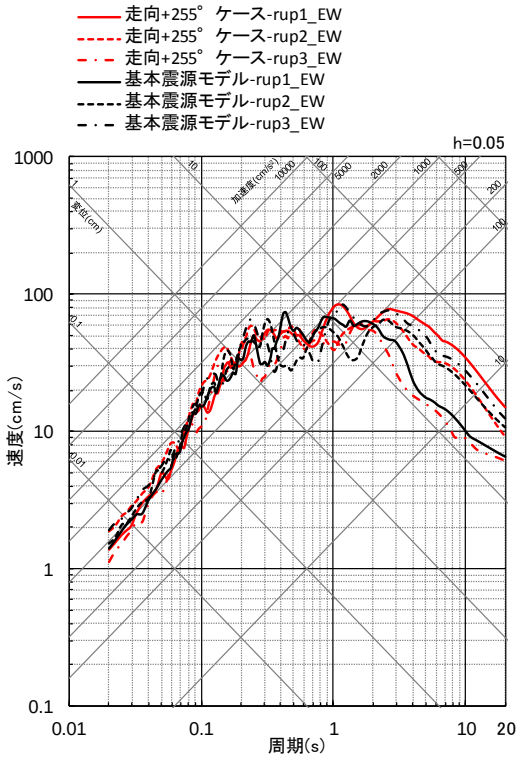
断層面の傾斜方向・走向の影響検討

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

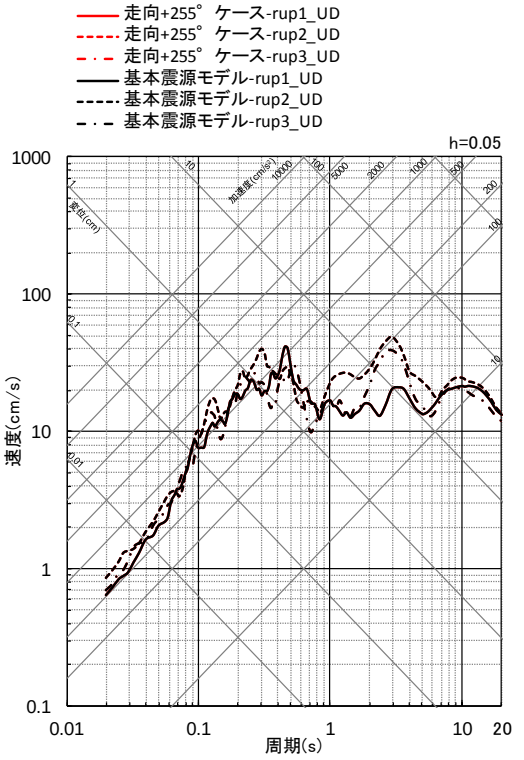
○基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と「断層面の走向を変えたケース（+255°） 」の地震動評価結果を比較した結果、同程度になっている。



（NS方向）



（EW方向）



（UD方向）

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

・統計的グリーン関数法と波数積分法のハイブリッド合成法。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

・下線（＿＿）は、一部修正箇所を示す。

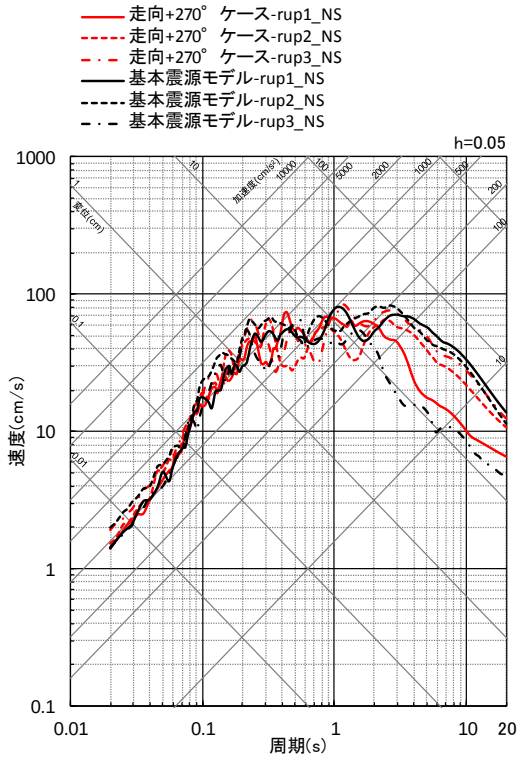
<補足説明資料④-30 海洋プレート内地震の基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の各震源断層パラメータの設定（補足）>

第532回
資料1-3 p.20一部修正

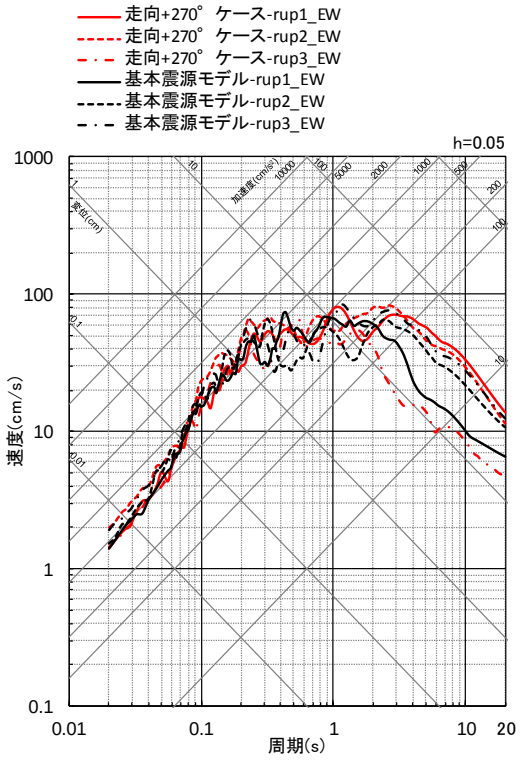
断層面の傾斜方向・走向の影響検討

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

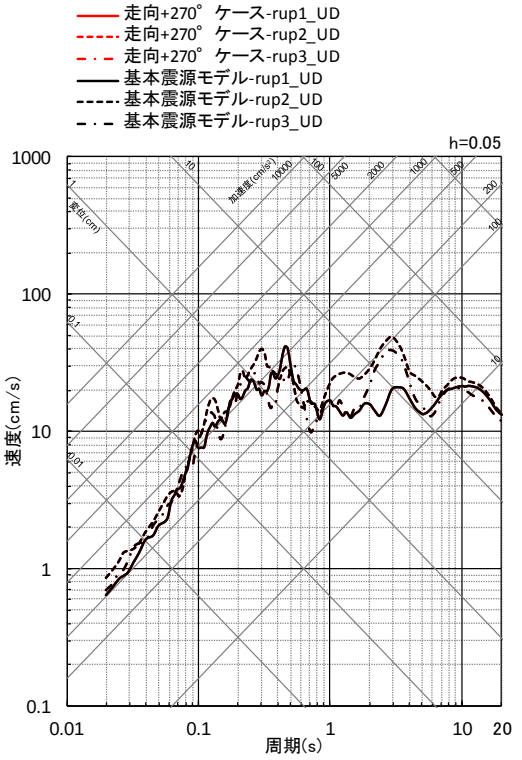
○基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と「断層面の走向を変えたケース（+270°） 」の地震動評価結果を比較した結果、同程度になっている。



（NS方向）



（EW方向）



（UD方向）

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

・統計的グリーン関数法と波数積分法のハイブリッド合成法。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

・下線（＿＿）は、一部修正箇所を示す。

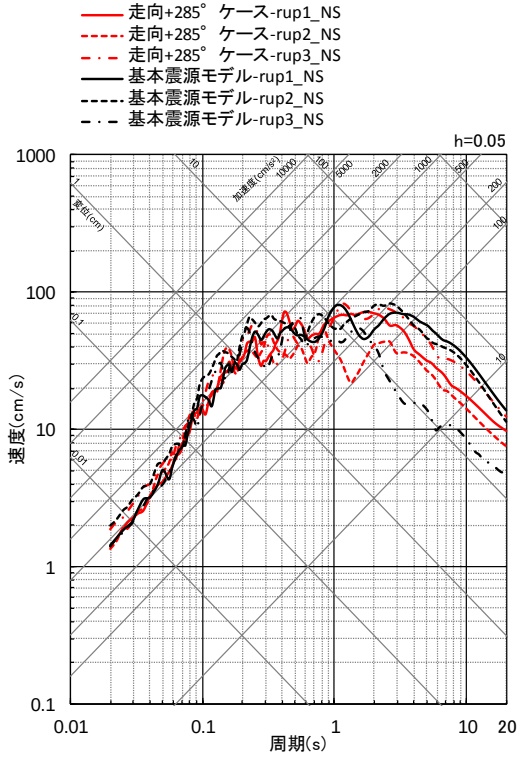
<補足説明資料④-30 海洋プレート内地震の基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の各震源断層パラメータの設定（補足）>

第532回
資料1-3 p.21一部修正

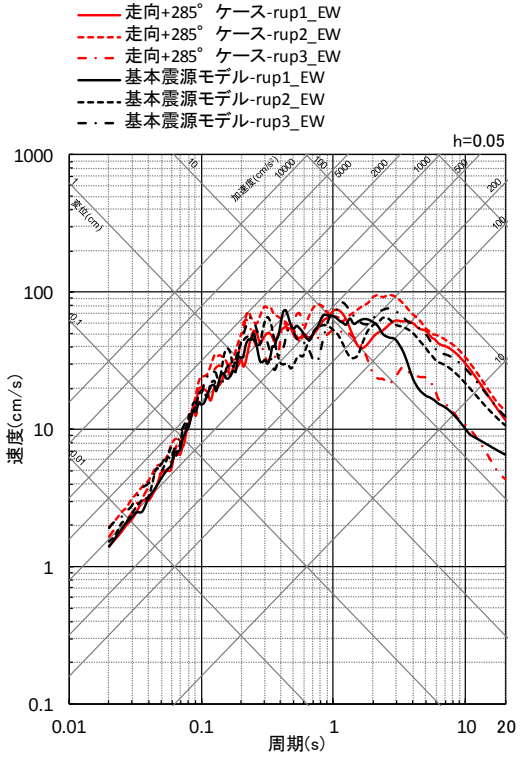
断層面の傾斜方向・走向の影響検討

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

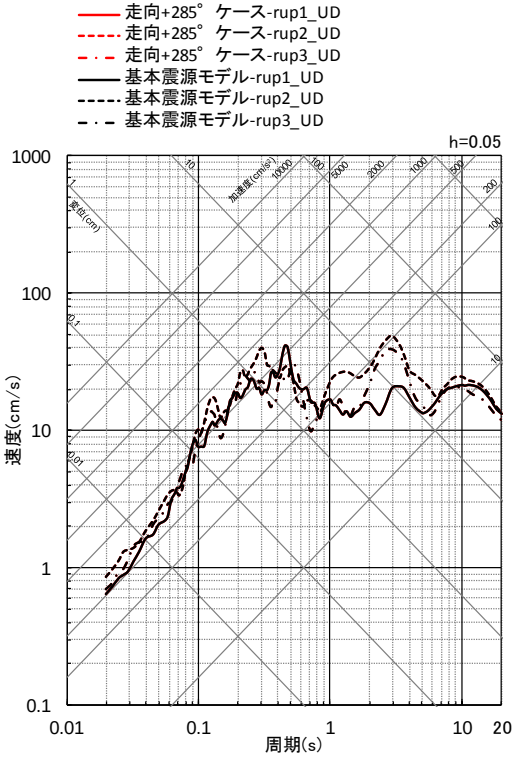
○基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と「断層面の走向を変えたケース（+285°） 」の地震動評価結果を比較した結果、同程度になっている。



（NS方向）



（EW方向）



（UD方向）

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

・統計的グリーン関数法と波数積分法のハイブリッド合成法。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

・下線（＿＿）は、一部修正箇所を示す。

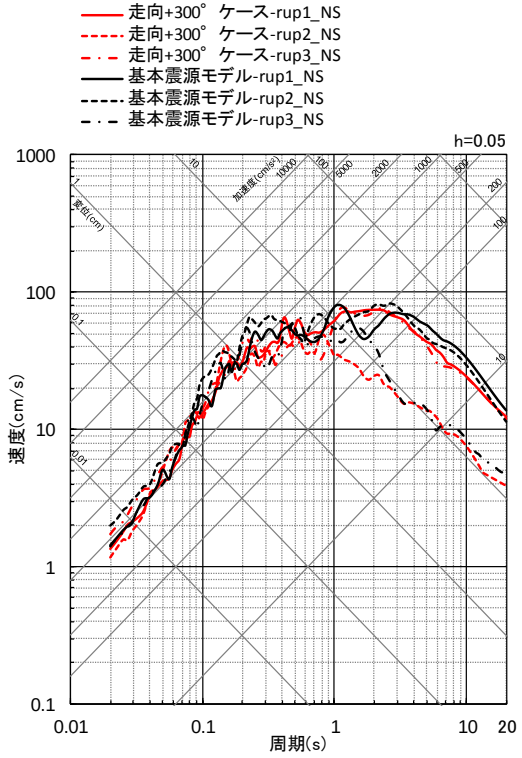
<補足説明資料④-30 海洋プレート内地震の基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の各震源断層パラメータの設定（補足）>

第532回
資料1-3 p.22一部修正

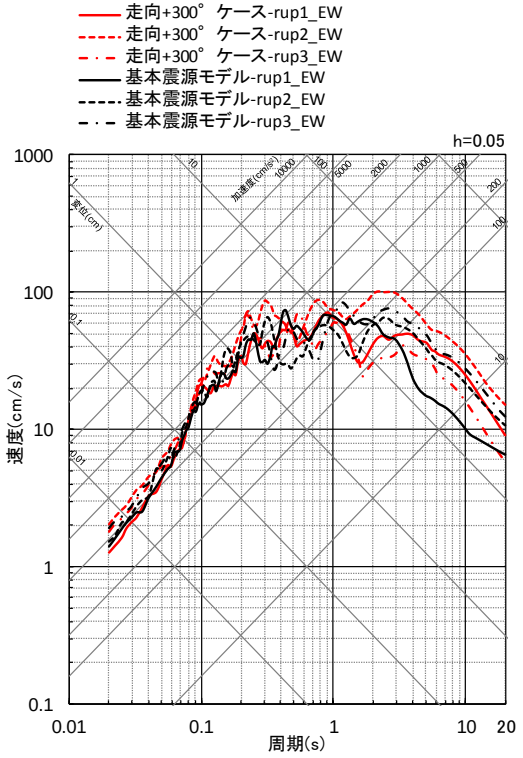
断層面の傾斜方向・走向の影響検討

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

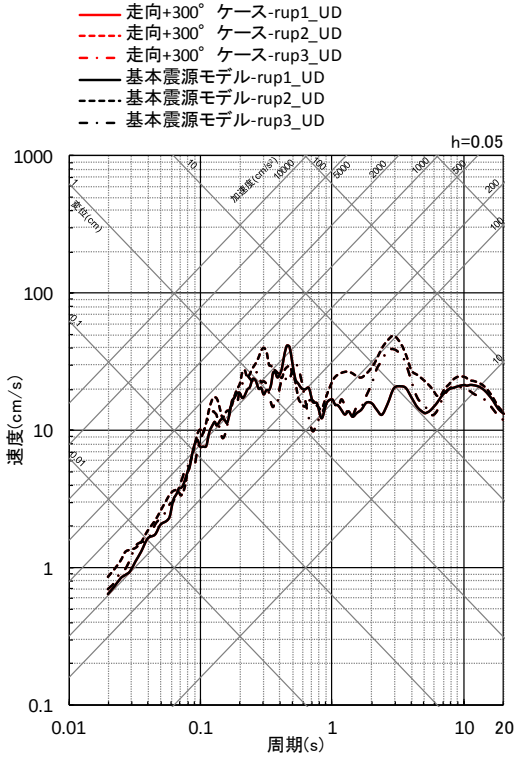
○基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と「断層面の走向を変えたケース（+300°） 」の地震動評価結果を比較した結果、同程度になっている。



（NS方向）



（EW方向）



（UD方向）

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

・統計的グリーン関数法と波数積分法のハイブリッド合成法。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

・下線（ ）は、一部修正箇所を示す。

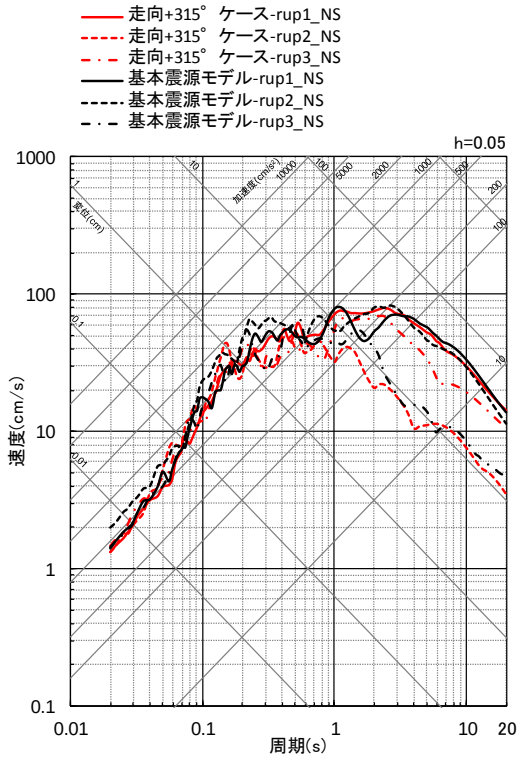
<補足説明資料④-30 海洋プレート内地震の基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の各震源断層パラメータの設定（補足）>

第532回
資料1-3 p.23一部修正

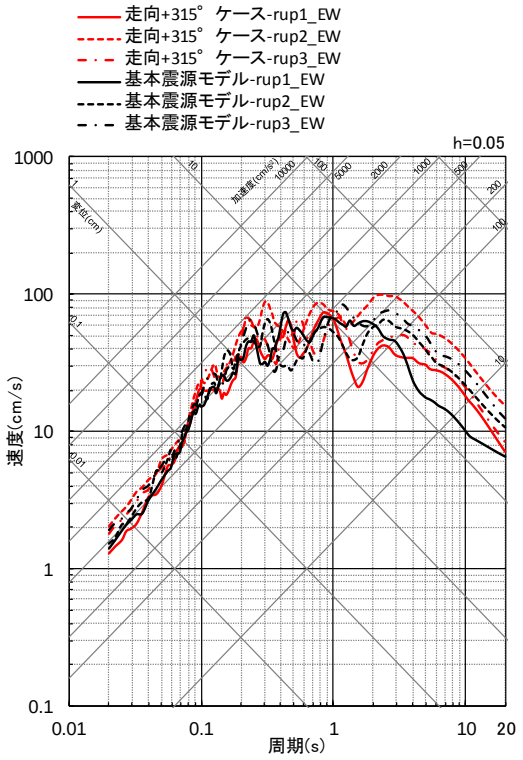
断層面の傾斜方向・走向の影響検討

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

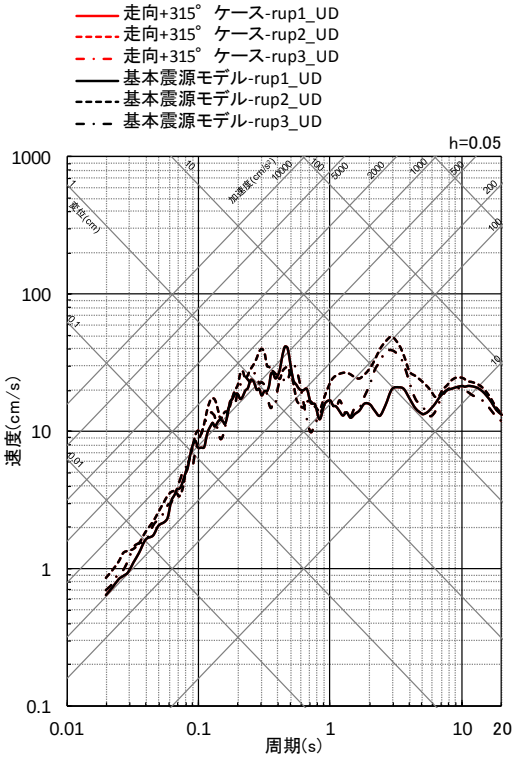
○基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と「断層面の走向を変えたケース（+315°） 」の地震動評価結果を比較した結果、同程度になっている。



（NS方向）



（EW方向）



（UD方向）

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

・統計的グリーン関数法と波数積分法のハイブリッド合成法。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

・下線（＿）は、一部修正箇所を示す。

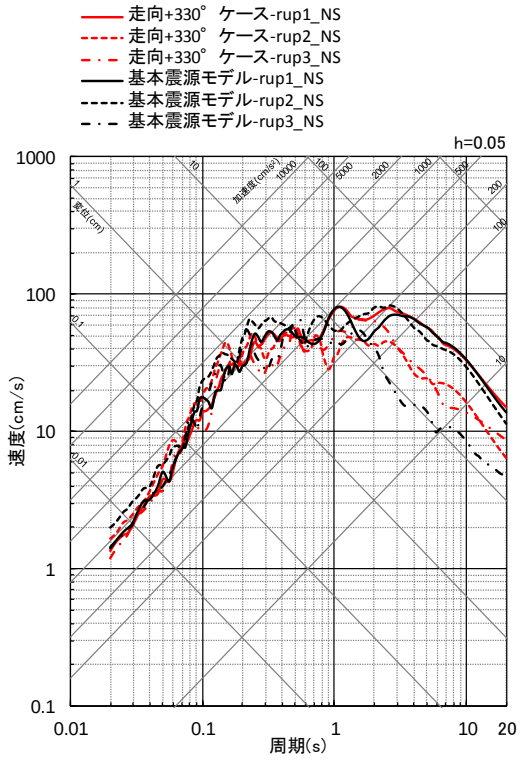
<補足説明資料④-30 海洋プレート内地震の基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の各震源断層パラメータの設定（補足）>

第532回
資料1-3 p.24一部修正

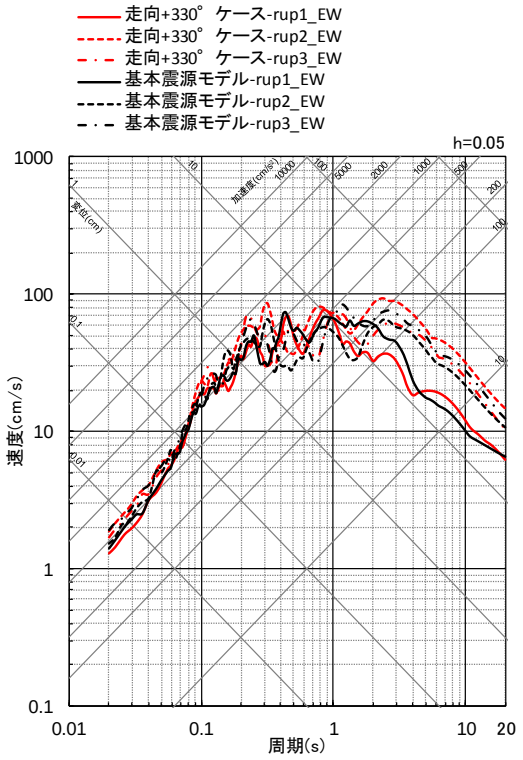
断層面の傾斜方向・走向の影響検討

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

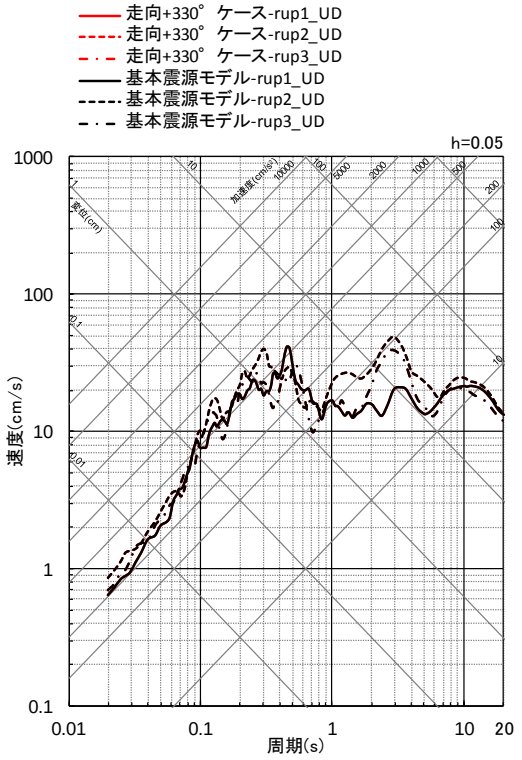
○基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と「断層面の走向を変えたケース（+330°） 」の地震動評価結果を比較した結果、同程度になっている。



（NS方向）



（EW方向）



（UD方向）

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

・統計的グリーン関数法と波数積分法のハイブリッド合成法。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

・下線（ ）は、一部修正箇所を示す。

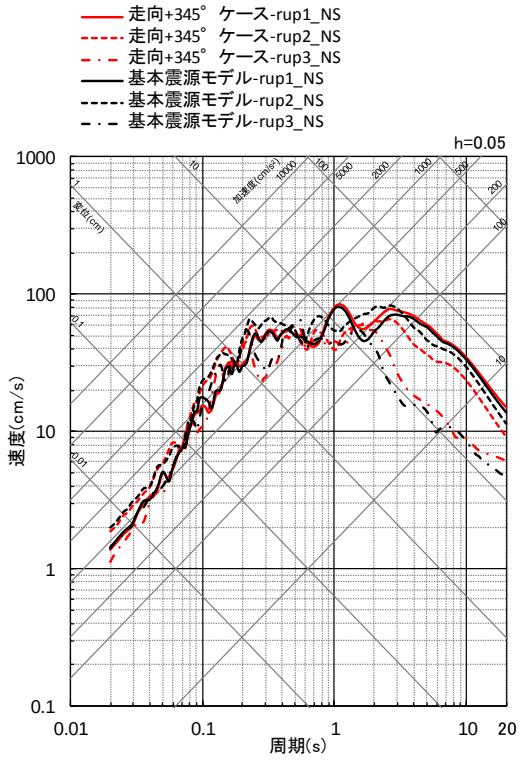
<補足説明資料④-30 海洋プレート内地震の基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の各震源断層パラメータの設定（補足）>

第532回
資料1-3 p.25一部修正

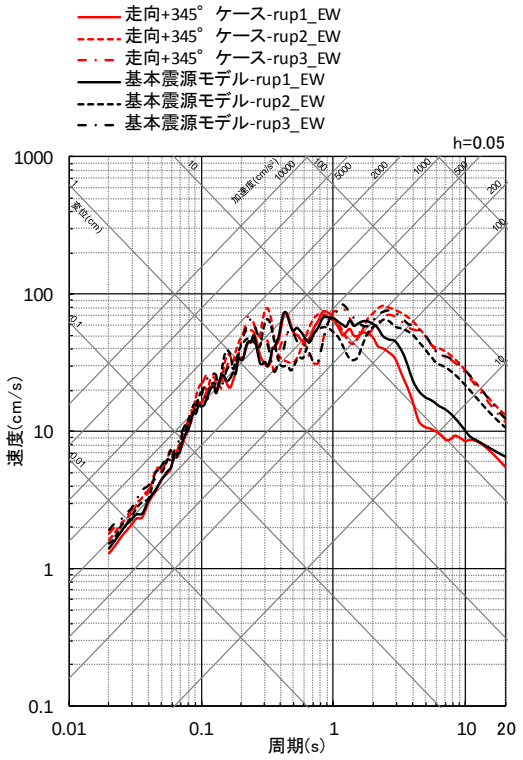
断層面の傾斜方向・走向の影響検討

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

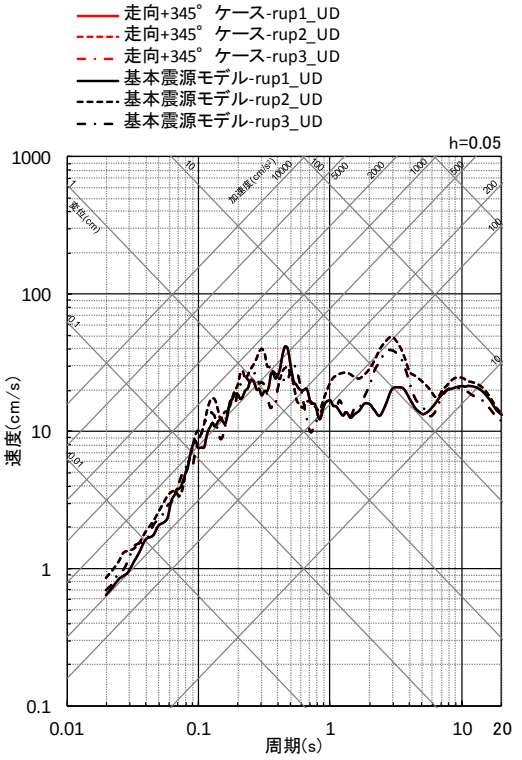
○基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）と「断層面の走向を変えたケース（+345°） 」の地震動評価結果を比較した結果、同程度になっている。



（NS方向）



（EW方向）



（UD方向）

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

・統計的グリーン関数法と波数積分法のハイブリッド合成法。

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

・下線（＿＿）は、一部修正箇所を示す。

補足説明資料④-31
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）の強震動生成域から敷地に到達する地震波の重なりの確認

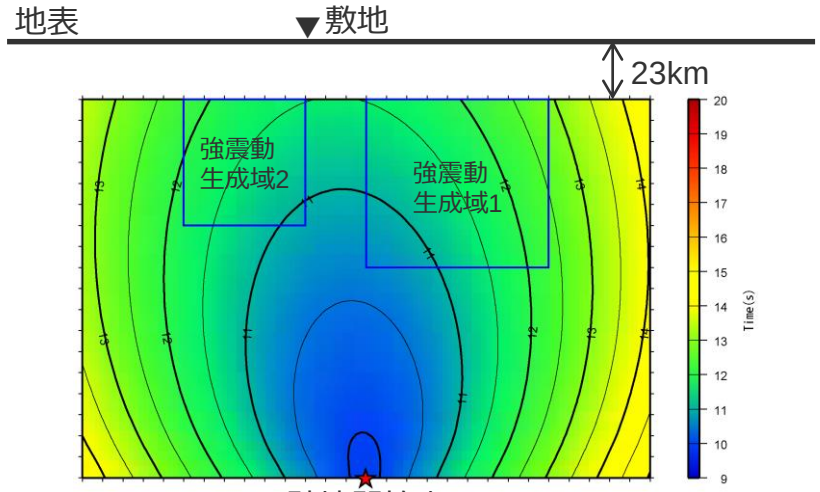
Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

<補足説明資料④-31 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）の強震動生成域から敷地に到達する地震波の重なりの確認>

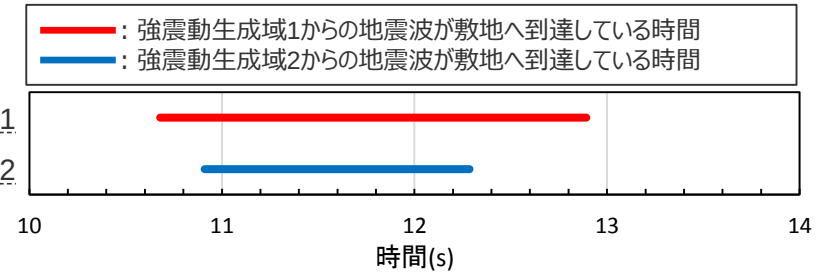
第532回
資料1-1 p.52一部修正

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）及びこの震源モデルに基づき不確かさを考慮した各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）について、強震動生成域1からの地震波と強震動生成域2からの地震波は、同時に敷地に到達する。

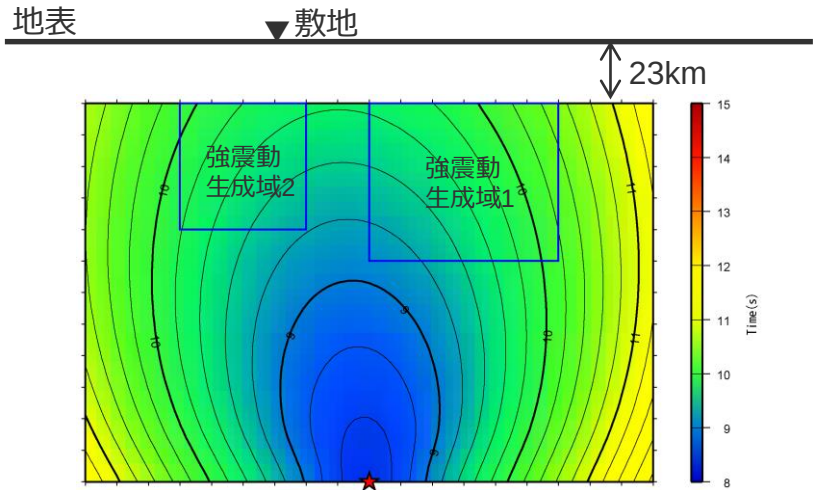


（アイソクロン（水平動））

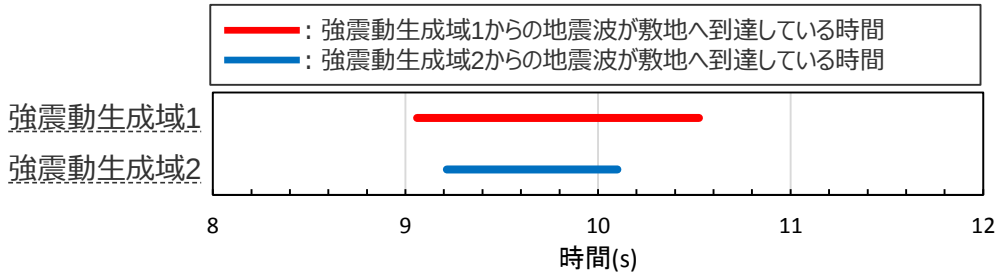


（各強震動生成域からの地震波の重なり）

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



（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）

＜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）＞

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

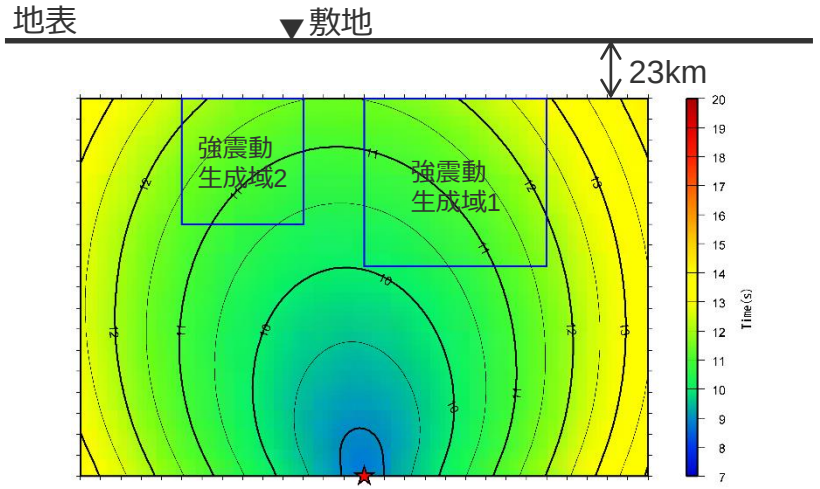
・下線（　）は、一部修正箇所を示す。

<補足説明資料④-31 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）の強震動生成域から敷地に到達する地震波の重なりの確認>

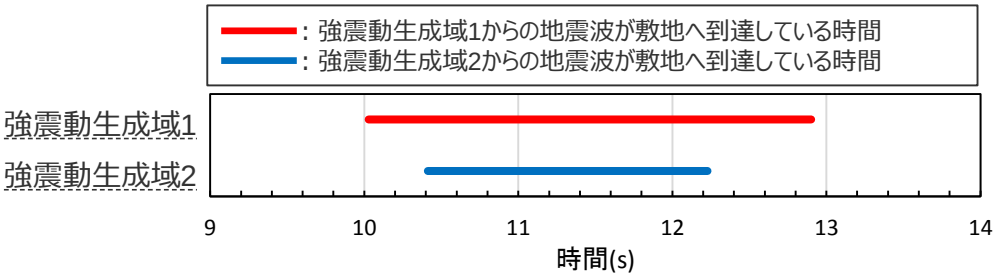
第532回
資料1-1 p.53一部修正

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

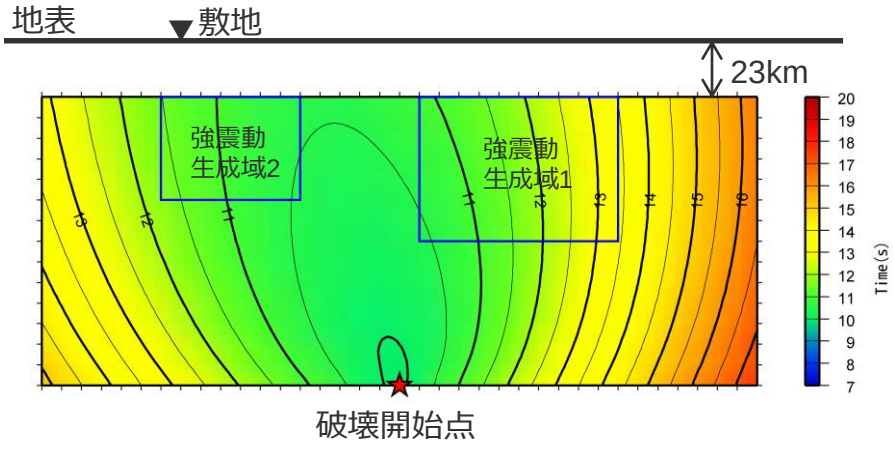
○断層位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）に基づき不確かさを考慮した各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）について、強震動生成域1からの地震波と強震動生成域2からの地震波は、同時に敷地に到達する。



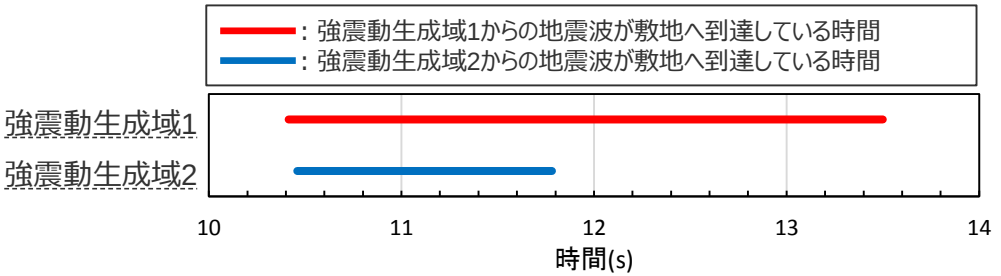
（アイソクロン（水平動））



（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）>



（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）>

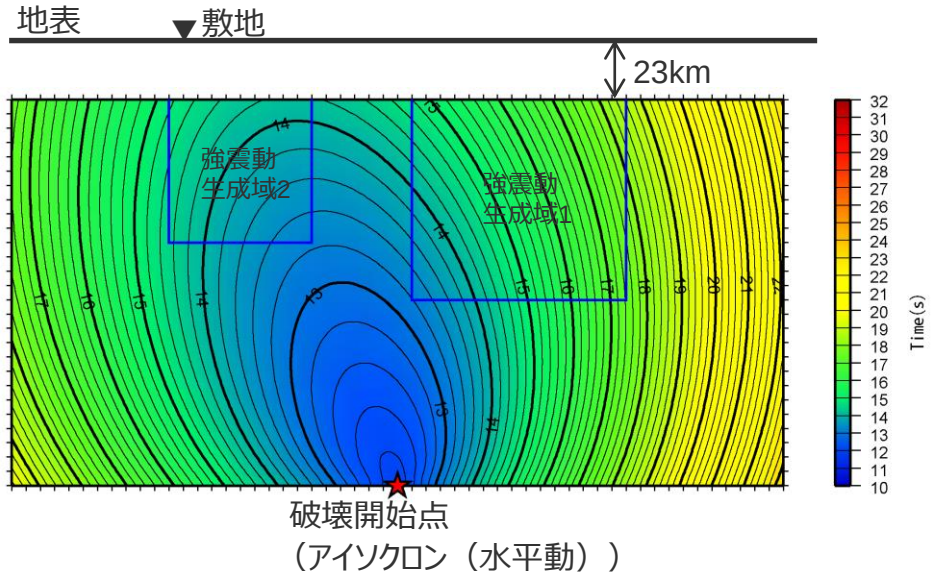
Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

・下線（＿＿）は、一部修正箇所を示す。

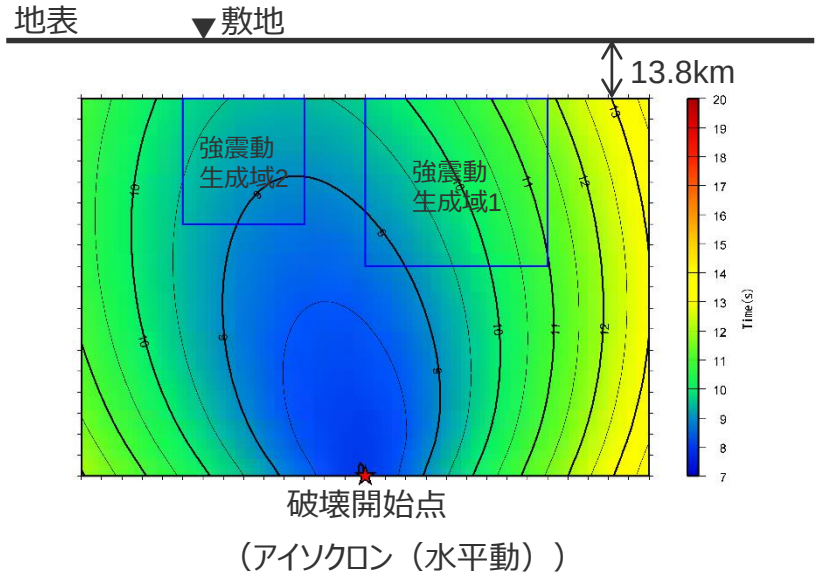
第532回
資料1-1 p.54一部修正

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

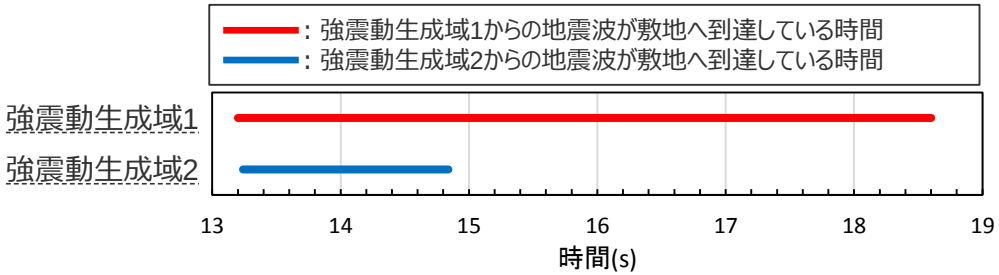
○断層位置の不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）に基づき不確かさを考慮した各震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）について、強震動生成域1からの地震波と強震動生成域2からの地震波は、同時に敷地に到達する。



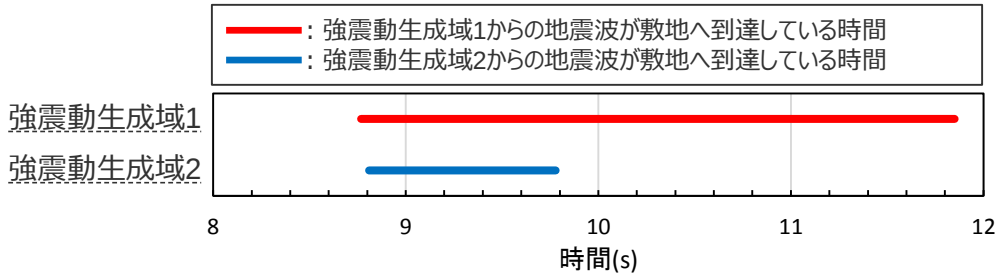
（アイソクロン（水平動））



（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）
＜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）＞



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

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

補足説明資料④-32
海洋プレート内地震の破壊伝播速度の影響検討

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

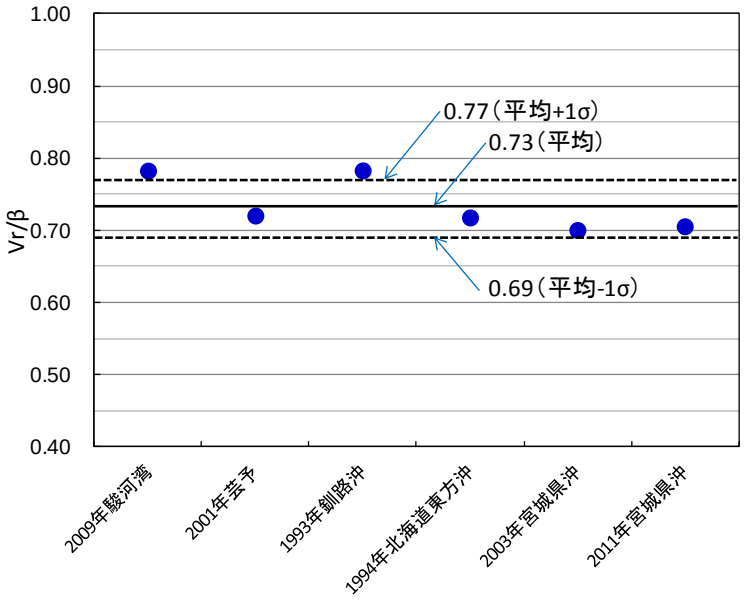
第253回
資料2-1 p.71一部修正

海洋プレート内地震の破壊伝播速度の文献調査

○基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の破壊伝播速度Vrは、2009年駿河湾の地震（本震）の観測記録のシミュレーション解析（特性化震源モデル）に基づき、3.4km/sとして設定しており、S波速度β（3.99km/s）に対するVrの比率（Vr/β）は0.85である。

○一方、日本周辺で発生したスラブ内地震（特性化震源モデル）のVr/βを調査・整理した結果、平均は0.73（標準偏差0.04）となった。

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



＜スラブ内地震のVr/β＞

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

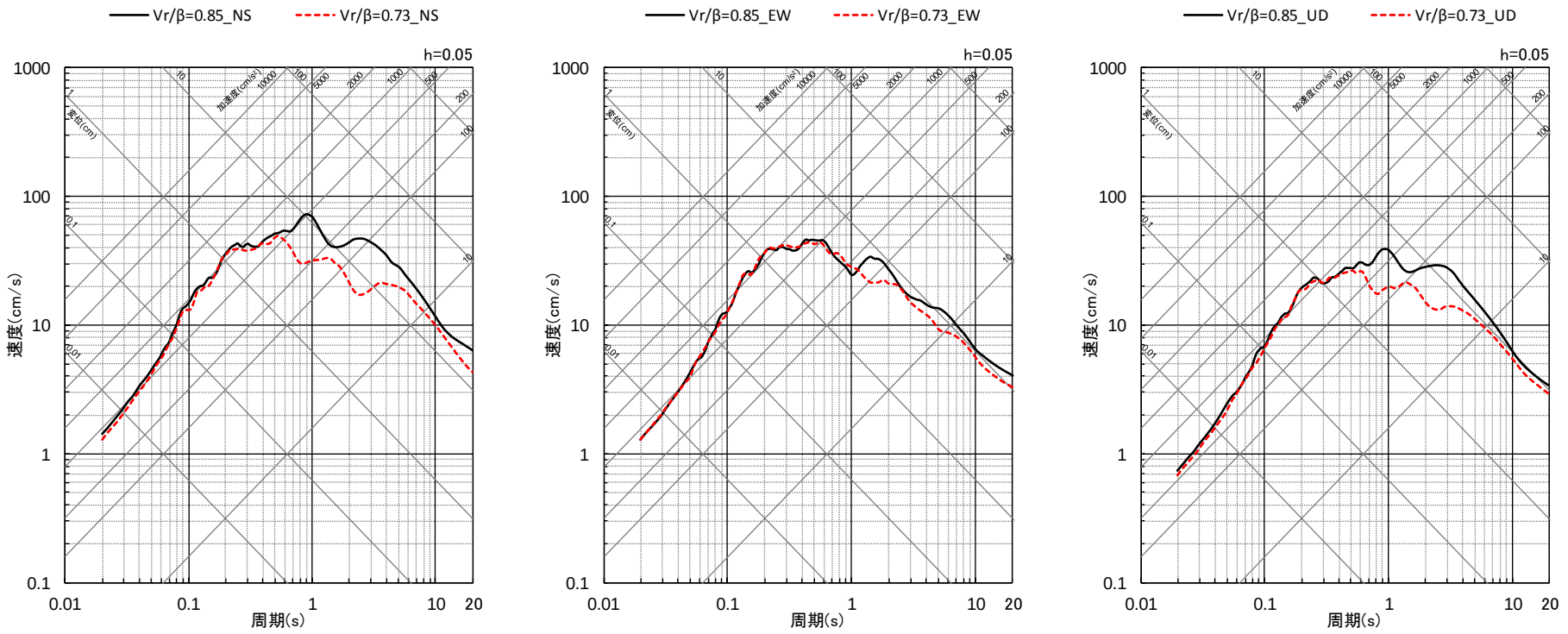
平均0.73、標準偏差0.04

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

第253回
資料2-1 p.72一部修正

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



（NS方向）　（EW方向）　（UD方向）

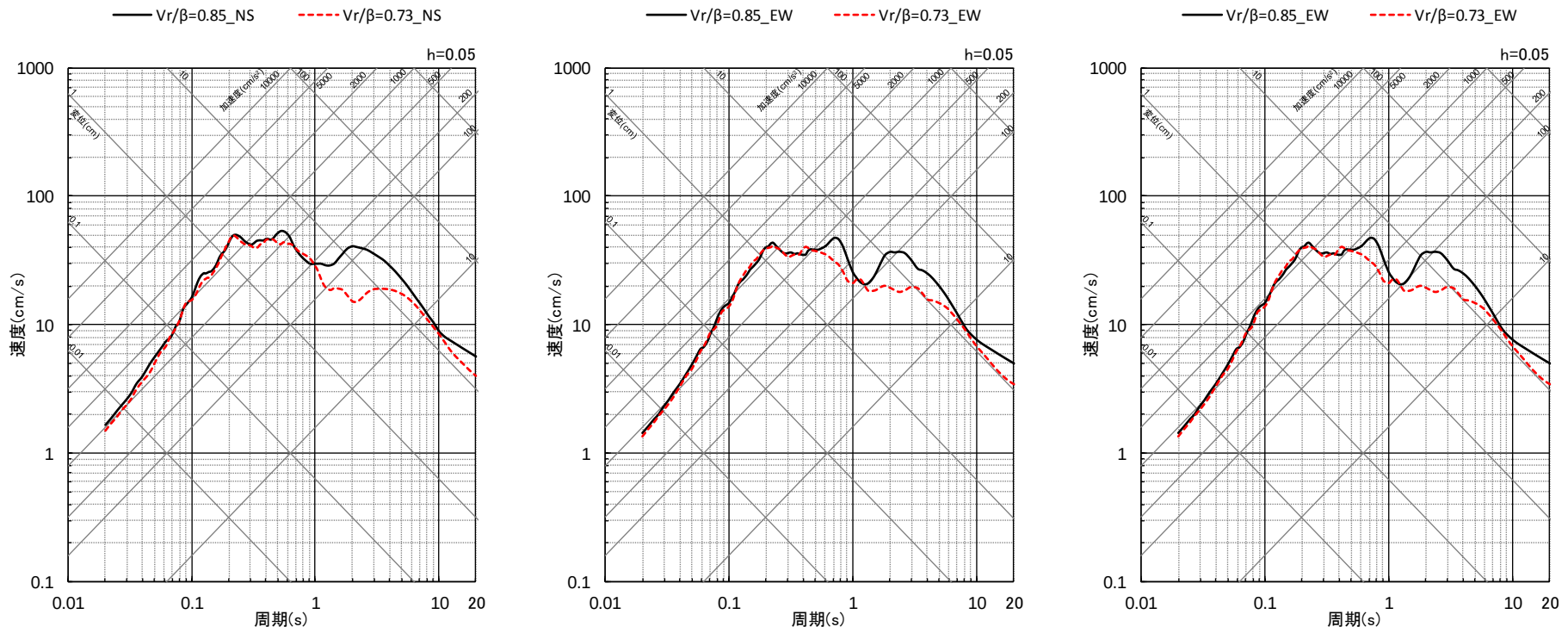
＜各破壊伝播速度の地震動評価結果の比較（平均応答スペクトル）＞
（基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）（破壊開始点1））

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

第253回
資料2-1 p.73一部修正

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



（NS方向）　（EW方向）　（UD方向）

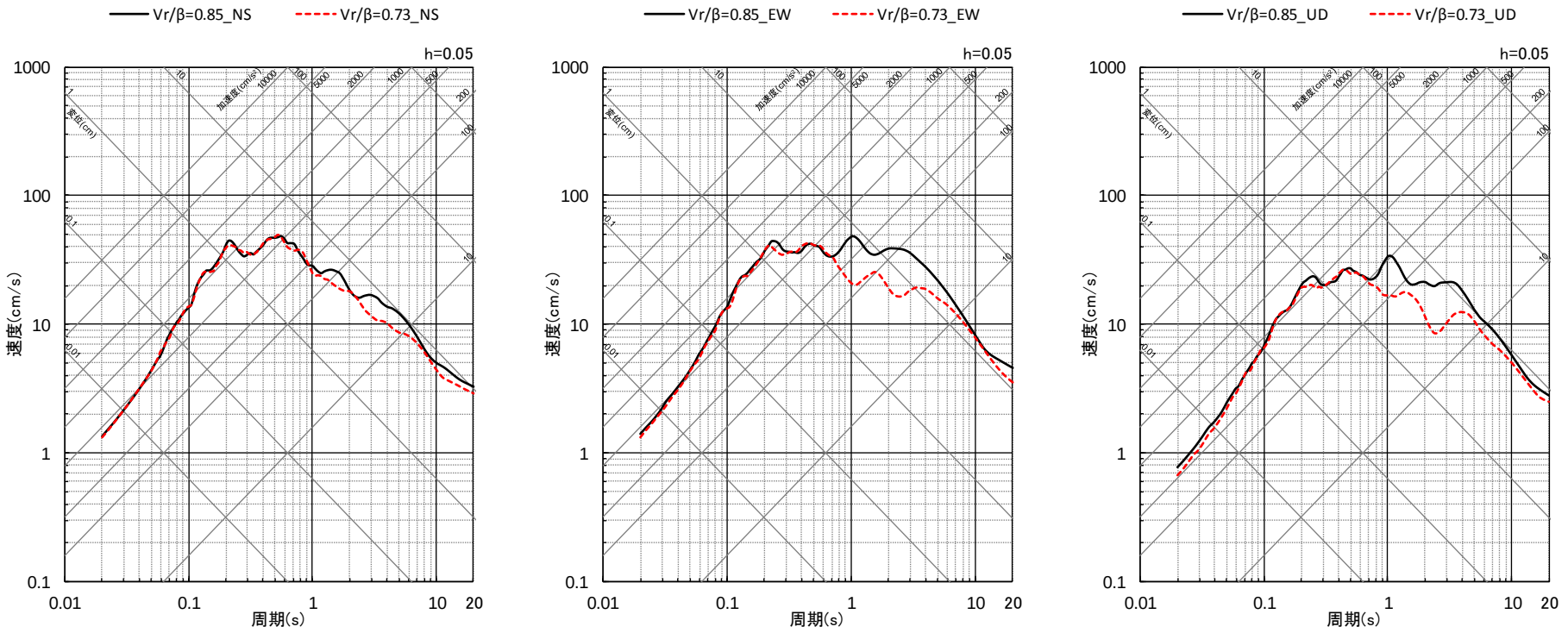
＜各破壊伝播速度の地震動評価結果の比較（平均応答スペクトル）＞
（基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）（破壊開始点2））

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

第253回
資料2-1 p.74一部修正

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



（NS方向）　（EW方向）　（UD方向）

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

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

補足説明資料④-33
海洋プレート内地震の短周期レベルの不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の応答スペクトルに基づく地震動評価で用いる距離減衰式

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

<補足説明資料④-33 海洋プレート内地震の短周期レベルの不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の応答スペクトルに基づく地震動評価で用いる距離減衰式>

Noda et al.(2002)以外の距離減衰式

○短周期レベルの不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）については、沈み込んだ深い海洋プレート内地震の震源特性を反映しており、この震源特性を反映するための観測記録（補正係数）は得られていないため、断層モデルを用いた手法による地震動評価を重視することとするが、参考として、Noda et al.(2002)の方法とは異なる、その他の距離減衰式を用いた地震動評価を行う。

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

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

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

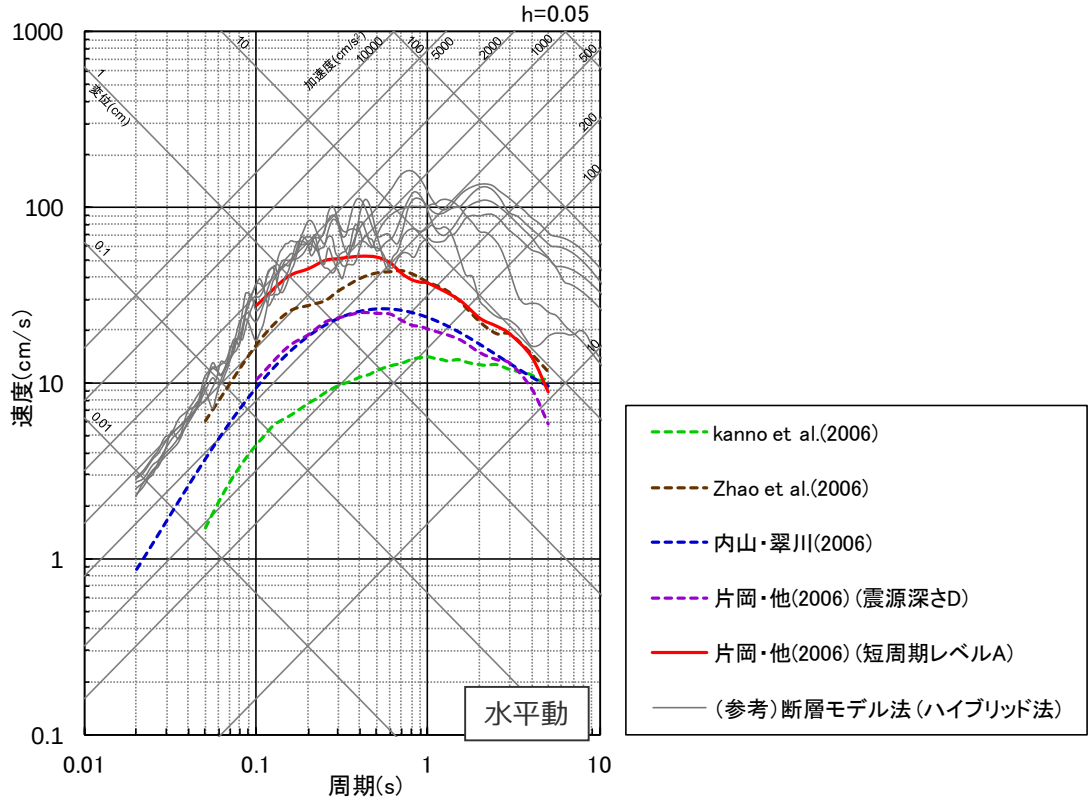
・下線（　）は、一部修正箇所を示す。
・箱書き「前述のとおり、」を削除。

<補足説明資料④-33 海洋プレート内地震の短周期レベルの不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の応答スペクトルに基づく地震動評価で用いる距離減衰式>

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

○各距離減衰式と断層モデルを用いた手法による地震動評価結果を比較すると、短周期レベルを考慮した片岡・他(2006)の方法が断層モデルを用いた手法に最も近い結果となった。

⇒短周期レベルの不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）の地震動評価（応答スペクトル法）においては、参考として、短周期レベルを考慮した片岡・他(2006)による距離減衰式を用いることとする。



<応答スペクトルに基づく地震動評価結果（Noda et al.(2002)以外の距離減衰式）>
（短周期レベルの不確かさを考慮した震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない））

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

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

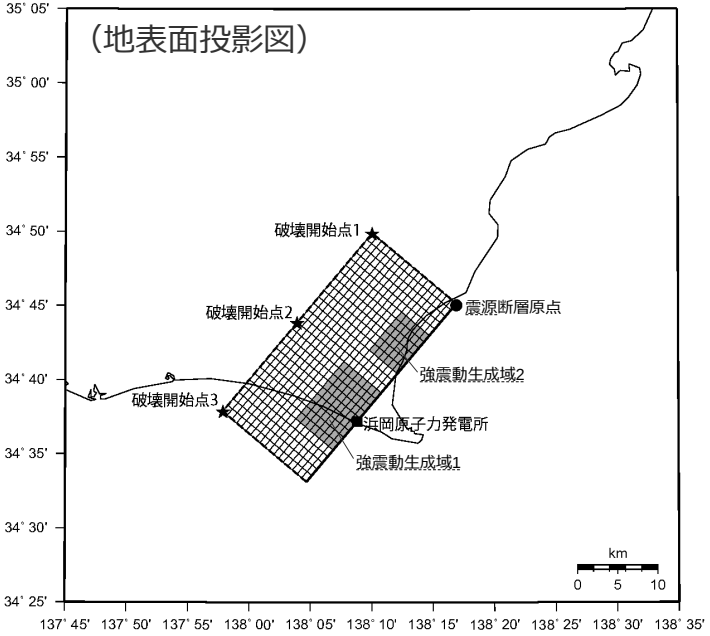
・下線（＿）は、一部修正箇所を示す。

補足説明資料④-34
海洋プレート内地震の統計的グリーン関数法と経験的グリーン関数法の地震動評価結果の比較

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

検討概要

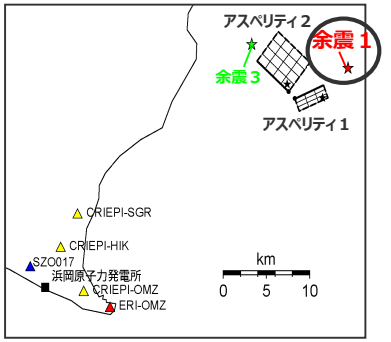
○断層モデルを用いた手法による地震動評価には、一次元地下構造モデルの妥当性を確認した統計的グリーン関数法（長周期は波数積分法のハイブリッド合成法）を用いることとし、当該評価手法の代表性を確認するため、基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）を対象として、経験的グリーン関数法（長周期は波数積分法のハイブリッド合成法）による地震動評価結果との比較・検討を行う。

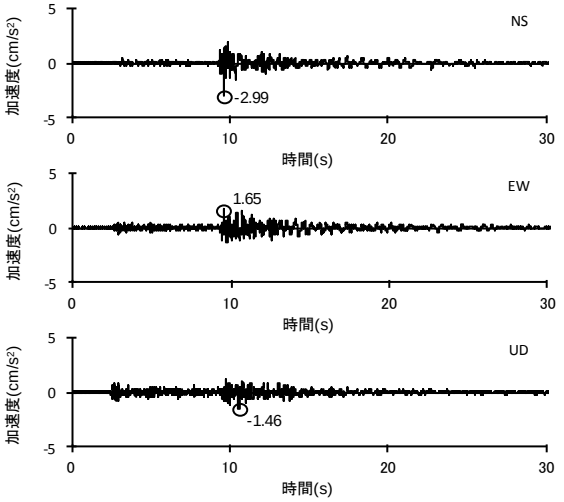


＜基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）＞

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

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





＜要素地震（余震①）＞

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

・下線（ ）は、一部修正箇所を示す。
・箱書き「前述のとおり、」を削除。

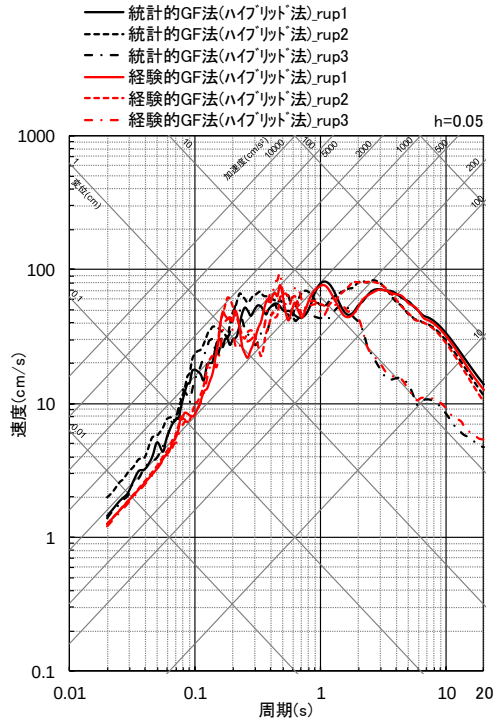
<補足説明資料④-34 海洋プレート内地震の統計的グリーン関数法と経験的グリーン関数法の地震動評価結果の比較>

第253回
資料2-1 p.94一部修正

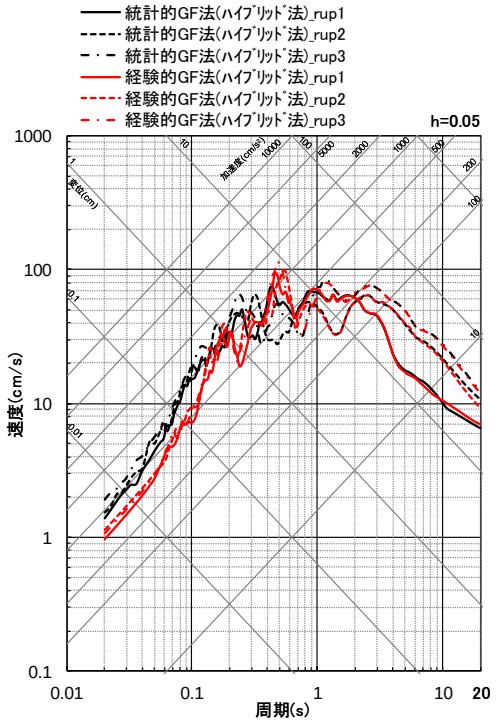
地震動評価結果の比較

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

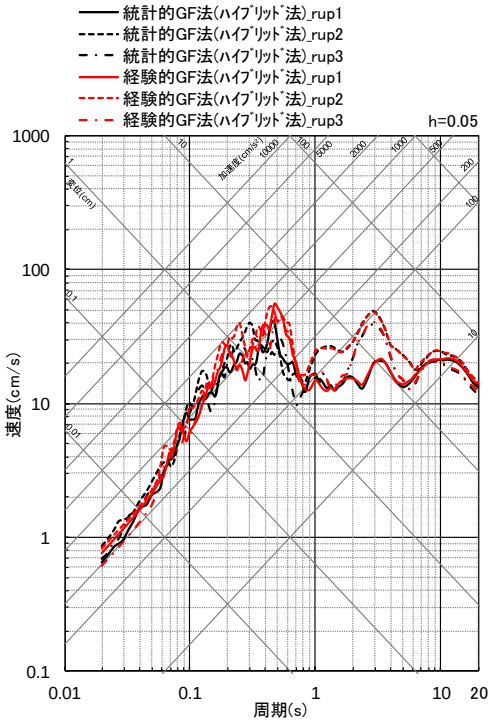
・統計的、経験的グリーン関数とも、長周期に波数積分法を用いたハイブリッド合成法とする。



（NS方向）



（EW方向）



（UD方向）

<統計的グリーン関数法と経験的グリーン関数法の比較（応答スペクトル）>
（基本震源モデル（地震動の顕著な増幅を考慮しない）（破壊開始点1～3））

Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

・下線（　）は、一部修正箇所を示す。
・箱書き⇒以降の記載を削除。