

GMCのHazard Significant Issuesと議論の進め方
/Hazard Significant Issues of GMC and Proceeding of Discussion

September 23, 2016
CRIEPI/NRRC

GMC Lead/ H. Fujiwara

I . 検討方針

Examination Policy of WS1

I . 1 GMCにおけるWS1のゴール

Goal of WS1 of GMC

I . 2 伊方サイト周辺の地震環境と地震ハザードモデルとの関係

Relationship between seismic environment around Ikata site and seismic hazard model

I . 3 地震ハザードのパラメータ・定義地盤と地震動評価手法との関係

Relationship between Parameters/rock property of hazard definition point and methodology of seismic motion evaluation

I . 4 地震動の3特性（震源特性、伝播特性、サイト地盤増幅特性）とそれらの不確実さ要因との関係

Relationship between Seismic motion characteristics (Seismic Source, Propagation and Site amplification) and their uncertainties

I . 1 GMCにおけるWS1のゴール

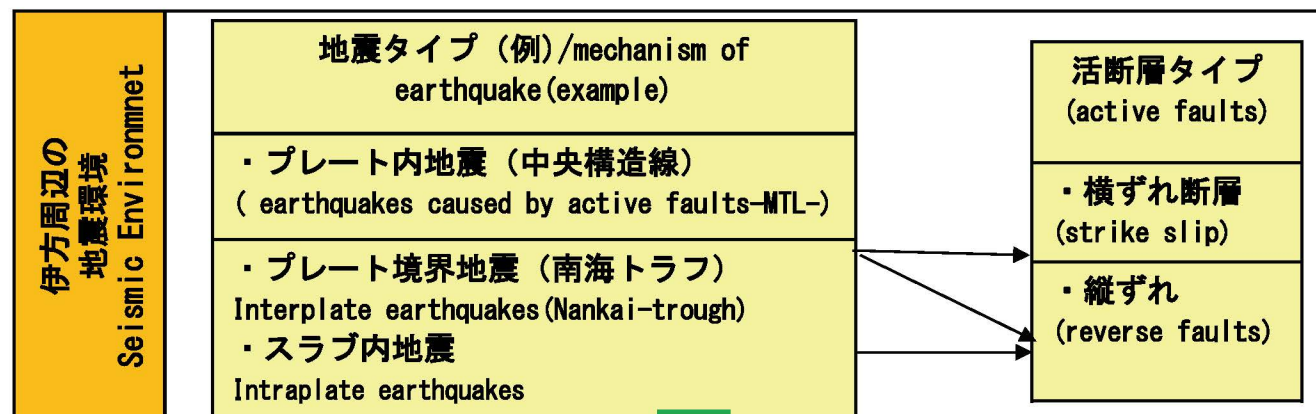
Goal of WS1 on GMC

■ Work Shop 1

- (1) Hazard Significant Issue に関するTI Leadからの紹介/
Introduction of hazard significant issues from TI lead
- (2) Hazard Significant Issue を特定する根拠となった感度解析結果に関するHazard Analysisからの紹介
/Introduction of results of sensitivity analysis that are evidences for identification of hazard significant issues
- (3) Hazard Significant Issueを議論していく上で必要となるDataに関する、REからのプレゼン及びRE～TI-teamのDataの内容に関する議論/
Presentations from REs regarding important data and discussion between TI members and REs

I.2 伊方サイト周辺の地震環境と地震ハザードモデルとの関係

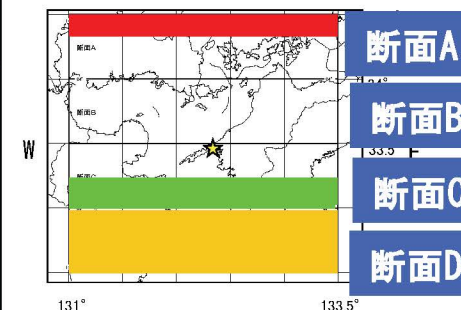
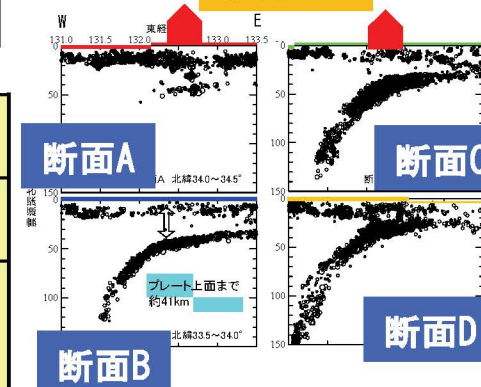
Relationship between seismic environment around Ikata site and seismic hazard model



地震ハザード モデル Seismic hazard Model	対象地震 Target	パラメータ parameters		地震動評価手法 Methodology of estimation of ground motion	
				断層モデル Fault rupture model	距離減衰式 Attenuation equations
	特定震源 Specific source	地震 Seismic source	位置 location	○	○
			規模 Scale		
			発生頻度 Frequency		
		地震動 Ground motion	中央値 mean value		
			対数標準偏差 standard deviation		
			位置 location	△	○
			規模 scale		
			発生頻度 frequency		
	領域震源 Regional source	地震 Seismic source	中央値 mean value		
			対数標準偏差 Standard deviation		

中小地震の震央 分布 (鉛直・EW)

伊方NPP



I.3 地震ハザードのパラメータ・定義地盤と地震動評価手法との関連

Relationship between Parameter/Defined soil and methodology of seismic motion evaluation

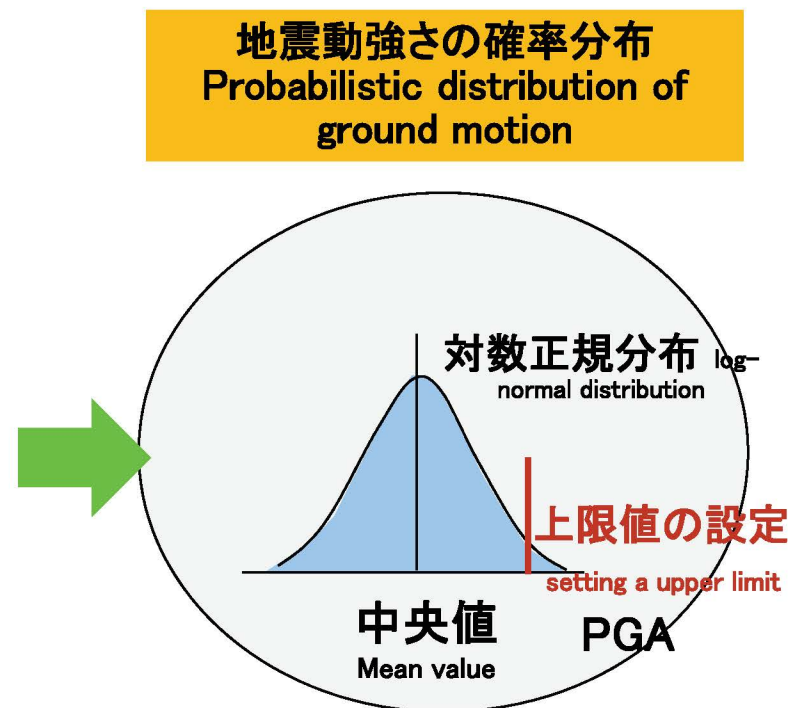
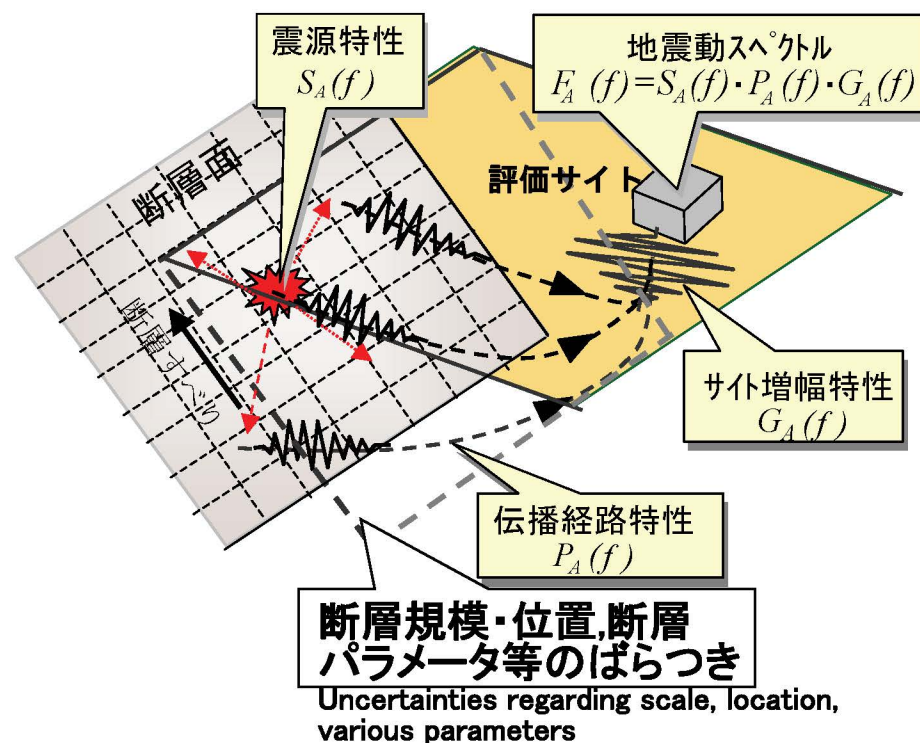
地震動評価手法 Methodology of GM estimation	パラメータ/地震ハザード定義地盤 Parameters/hazard definition point				定義地盤 (せん断波速 度Vs: m/s) Shear Velocity of hazard definition point
	地震動成分 Component of ground motion		出力パラメータ Output		
	水平 Horizontal	上下 Vertical	PGA	スペクトル(Acc) Spectrum	
断層モデル Fault rupture model	○	○	同上 same as above	同上 same as above	2600m/s
距離減衰式 Attenuation equations	○	○	同上 same as above	同上 same as above	

(注) 地震ハザードと fragility 評価との係り： 建屋・機器の fragility 評価における現実的応答評価では、解放基盤表面で定義される確率論的ハザード曲線に基づく入力地震動を用いて応答解析が実施される。この入力地震動のスペクトル形状の設定に係る不確かさは、fragility 評価側で考慮されるため、本検討での考慮は不要である。

Remarks : Uncertainties regarding the spectrum shape in the analysis of response analysis for the building should be considered in the fragility assessment that will be done out side of the PSHA. PSHA does not need to consider these effects.

I.4 地震動の3特性(震源特性、伝播特性、サイト地盤増幅特性)とそれらの不確かさ要因

Relationship between Seismic motion characteristics (Source /Propagation/Site amplification) and their uncertainties



◆不確かさ要因(Uncertainty factors)

- ・ 震源特性(Source)
- ・ 伝播特性(Propagation)
- ・ サイト地盤増幅特性 (Site amplification)

- ・ 現象論的不確かさ (Aleatory Uncertainty)
- ・ 認識論不確かさ (Epistemic Uncertainty)

II. GMCの資料に関する説明/議論

Introduction regarding Hazard significant Issues/Available Data of GMC

II.1 Hazard Significant Issueの選定/

Selection of Hazard Significant Issue (HSI)

II.2 Hazard Significant Issueに係る感度解析/

Sensitive analysis related to HSI

II.3 Hazard Significant Issueに係るData/情報とRE

Data/ Information related to HSIs and Resource Expert (RE)

II.4 GMCからSSCへの検討要請事項

Items to be studied in SSC/Requests from GMC

Ⅱ. 1 Hazard Significant Issueの選定

Selection of Hazard Significant Issue

- (1) **評価対象の距離の範囲に伴う地震動の不確実さの取り扱い/**
Treatment of uncertainty of seismic motion related to distance from site to seismic source
- (2) **地震動評価手法（断層モデル/距離減衰式）の取り扱い/**
Treatment related to selection of methods for evaluating seismic motion (Fault rupture model/ Empirical attenuation model)
- (3) **断層モデルによる地震動評価の取り扱い**
Treatment of seismic motion evaluation related to fault rupture model
- (4) **距離減衰式の選択の取り扱い**
Treatment related to selection of empirical attenuation model
- (5) **震源・伝播経路・サイト特性の取り扱い*/**
Treatment regarding to seismic source, seismic propagation and site amplification characteristics *

*** : SSCと共通Issues/ Common Issues with SSC**

Ⅱ. 1 Hazard Significant Issueの選定

Selection of Hazard Significant Issue (Cont.)

- (6) 中央構造線断層帯（特に伊予灘）のモデル化の取り扱い/
Treatment regarding modeling of MTL (Iyonada active fault)
- (7) サイト周辺の中規模活断層のモデル化の取り扱い
Treatment regarding modeling of active faults of moderate scale around site
- (8) 陸側プレートの特定しにくい地震のモデル化の取り扱い（
領域震源） * /
Treatment regarding modeling of regional seismic sources in seismic plate (diffuse seismicity) *
- (9) 地震ハザード評価における地震動上限値の取り扱い/
Treatment regarding upper limited value of seismic motion on seismic hazard evaluation

* : SSCと共通Issues/ Common Issues with SSC

HSI	HSIの細分化項目 Detailed Items to be studied
(1) 対象距離範囲の取り扱い (Treatment of distance range)	1-1) 近傍の不確かさの取扱い treatment of uncertainty of seismic motion which are caused by near seismic sources. 1-2) 遠方の不確かさの取扱い treatment of uncertainty of seismic motion which are caused by distant seismic sources.
(2) 地震動評価手法の取り扱い (fault rupture model/attenuation model)	2-1) サイトから対象震源までの距離と地震動評価手法の適用範囲関連 applicability of existing methods depending on the distance from seismic source to site 2-2) 震源タイプ(特定震源及び領域震源)と地震動評価手法との適用範囲関連 evaluation of ground motion of different type of seismic sources (specific source/diffuse seismicity)
(3) 断層モデルの取り扱い (treatment of fault rupture model)	3-1) SCEC BBPの活用 utilization of SCEC BBP 3-2) 各種提案モデルの取り扱い(経験的、統計的、ハイブリッド) treatment of various proposed models 3-3) ごく近傍への適用性 applicability for very near source 3-4) 断層モデル自体の不確かさの取扱い treatment of uncertainties of modeling

HSI	HSIの細分化項目 Detailed Items to be studied
(4) 距離減衰式の取り扱い Treatment of empirical attenuation model	4-1) 距離減衰式の選択において、各式別毎の幾何減衰特性関連 damping characteristics of various attenuation models 4-2) 地震ハザード定義位置への地震動伝播評価手法毎の引き戻しに関わる不確かさ (Vs2. 6km/sへの適用性について) uncertainties for deconvolution at the hazard definition point
(5) 震源・伝播・サイト特性 Source/Propagation/site amplification	5-1) サイト補正（地下構造 (Vs, Q値他) による地盤増幅特性）の考慮関連 underground geological structure that might affect amplification characteristics 5-2) 到来方向による補正の取り扱い correction factor depending direction 5-3) サイトにおける観測記録と地震動評価結果の差異（バラツキ） difference between observation records and estimated seismic motion at site

HSI	HSIの細分化項目
(6) 中央構造線 モデル modeling of MTL	6-1) 各パラメータの影響について（感度の大きい主パラメータの抽出） contribution of each parameter 6-2) 一回り小さい規模地震の考慮 smaller earthquake consideration/frequency is short
(7) 中規模活断 層 moderate scale active faults	7-1) ハザードへの寄与度の大きい中規模活断層の抽出 extraction of dominant moderate scale faults 7-2) 一回り小さい規模地震の考慮 smaller earthquake consideration/frequency is short
(8) 陸域特定せ ずモデル（領域 震源） regional source of inland	8-1) 領域震源に対する地震動評価手法適用関連 ground motion evaluation as seismo-tectonic zone 8-2) 震源の深さ方向の取り扱い consideration of depth of source
(9) ハザード上 限值 upper limit of hazard curves	9-1) 地震ハザード曲線のトランケート関連 truncation of hazard curves

Ⅱ. 2 Hazard Significant Issueに係る感度解析

Sensitive analysis of Seismic hazard related to HSI

HISに係る地震ハザードの感度解析 Sensitivity analysis of seismic hazard evaluation related to Hazard Significant Issue (HSI)	HSIの 番号 No. of HSI	感度解析の番 号 No. of Fig.
① 地震分類（特定震源、領域震源）の影響/ Classification of seismic sources (specific sources- MTL, moderate active faults and regional sources	(1)、(6)、 (7)	Fig.2-1(1) Fig.2-1(2)
② 断層モデルと距離減衰式の比較 comparison between fault rupture model and attenuation equation	(2)	Fig.2-2
③ 中央構造線を対象とした場合の断層モデルにおけ る断層パラメータ/Parameters of fault rupture model for MTL	(3)	Fig.2-3
④ 複数の距離減衰式の比較/Comparison of various empirical attenuation equations	(4)	Fig.2-4

Ⅱ. 2 Hazard Significant Issueに係る感度解析

Sensitive analysis of Seismic hazard related to Hazard Significant Issues (Con.)

HISに係る地震ハザードの感度解析 Sensitivity analysis of seismic hazard evaluation related to Hazard Significant Issue (HSI)	HSIの 番号 No. of HSI	感度解析の番 号 No. of Fig.
⑤ 領域震源における地震地体構造マップの違い/ Comparison of various seismo-tectonic structure maps on regional sources	(8)	Fig.2-5
⑥ 領域震源における同一マップ内の地震領域の違い /Comparison of regional zones in the same seismo- tectonic structure map on regional sources	(7)	Fig.2-6
⑦ 地震ハザード評価におけるトランケートの有無/ Truncation of seismic motion on seismic hazard evaluation	(9)	原子力地震 PRA実施基準 AESJ seismic PRA standard

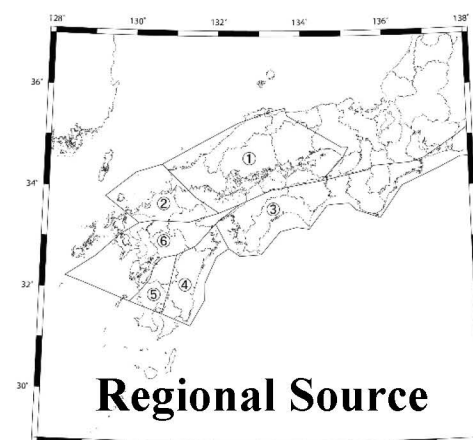
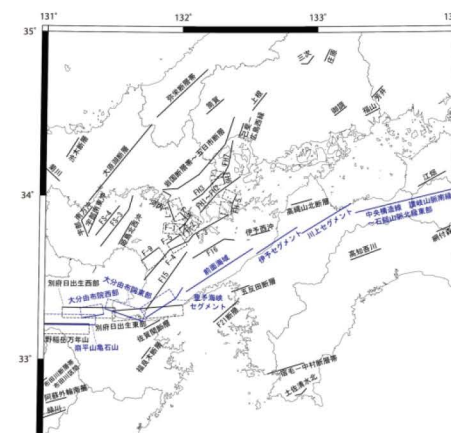
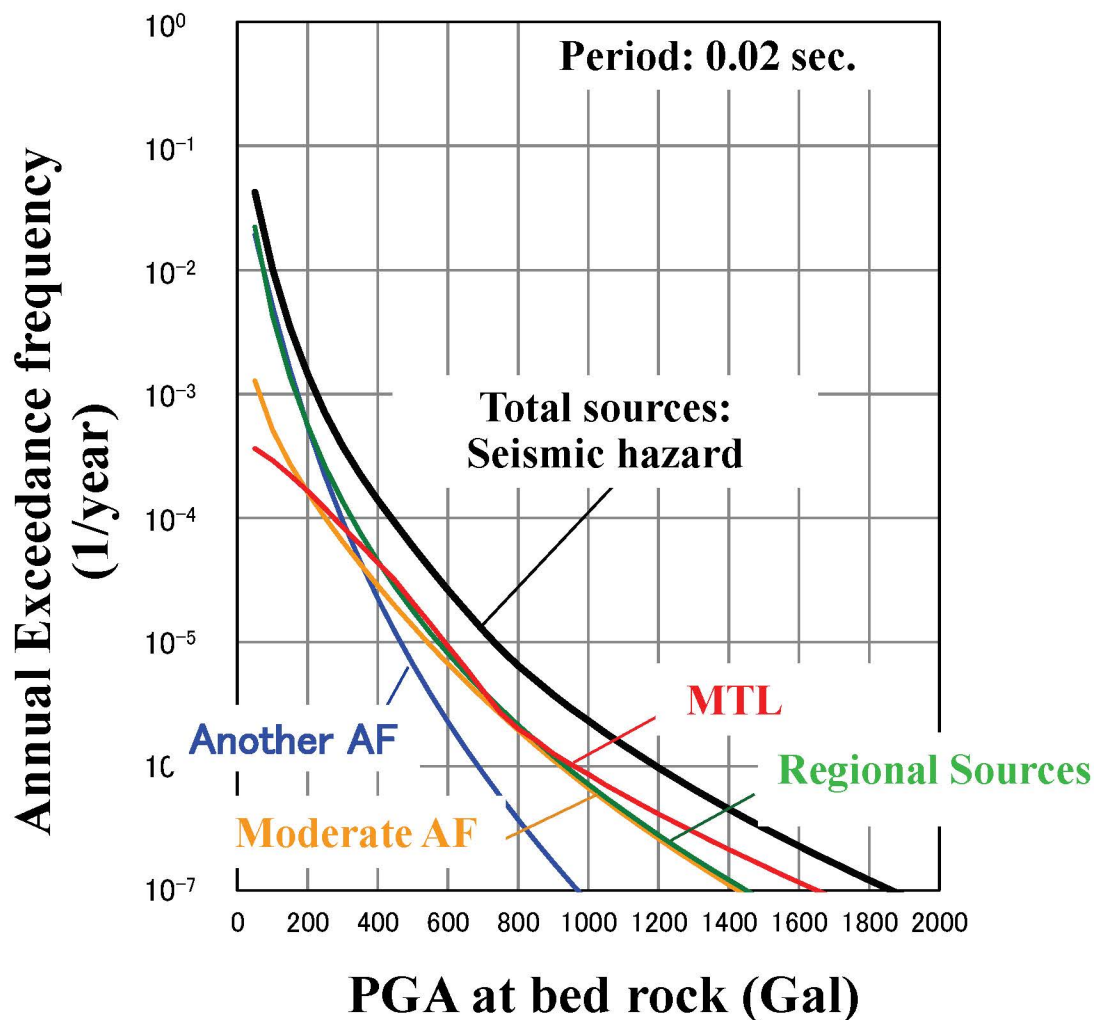
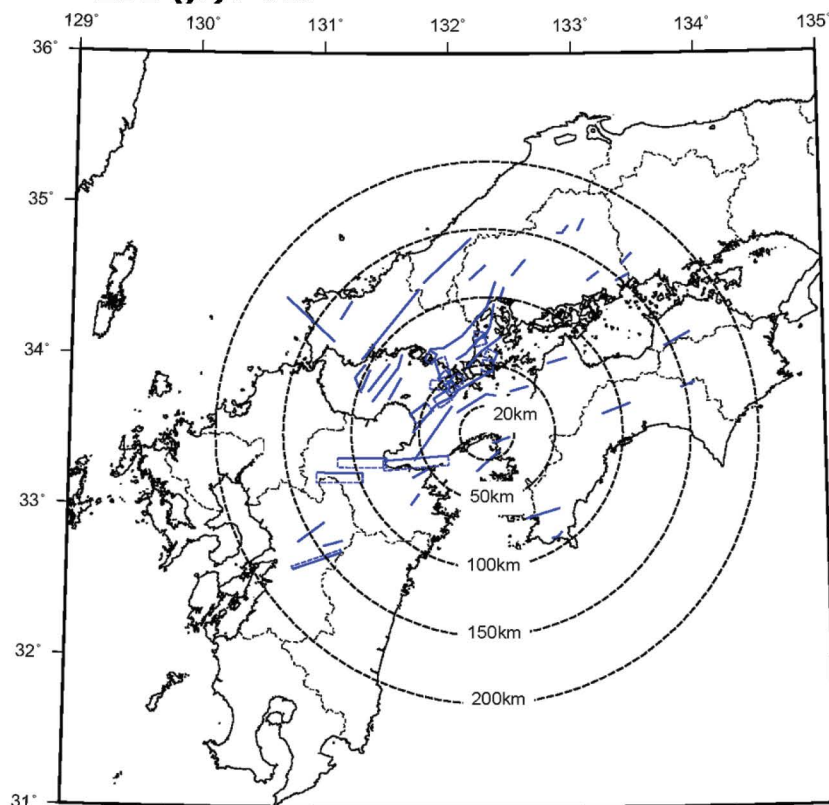


Fig.2-1(1) Comparison of various seismic sources on seismic hazard evaluation (MTL, Moderate AF, Another AF and Regional sources)

■ Calculation condition:
 GMPE : Taisen spectrum (補正無し)
 LSD(β): 0.5



※ 等価震源距離によって判定

Annual Exceedance frequency
 (1/year)

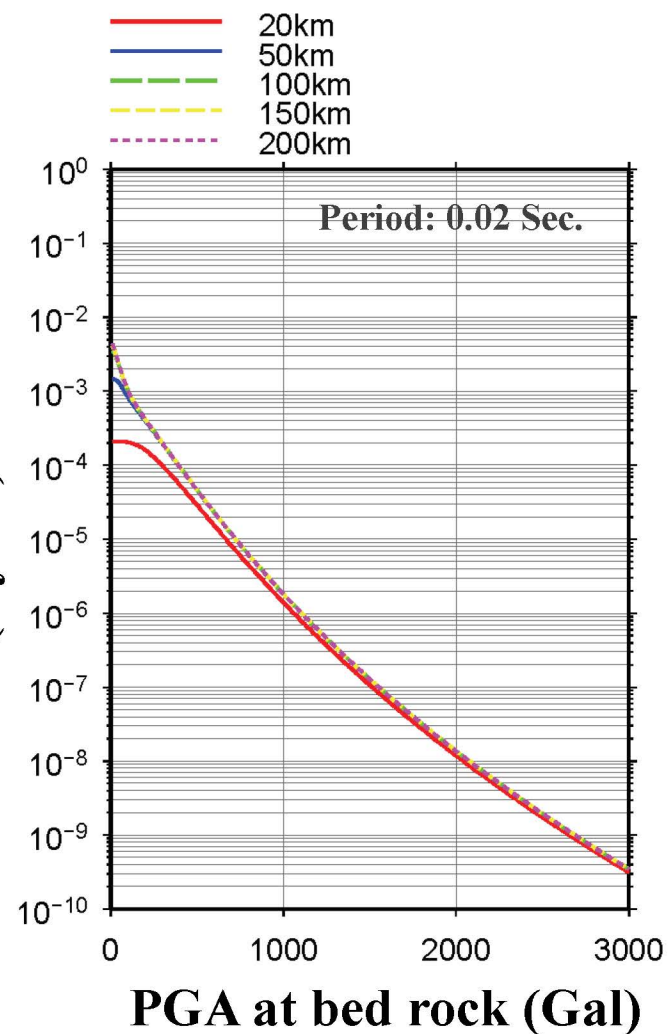


Fig.2-1(2) Comparison of contribution of distance for Another AF

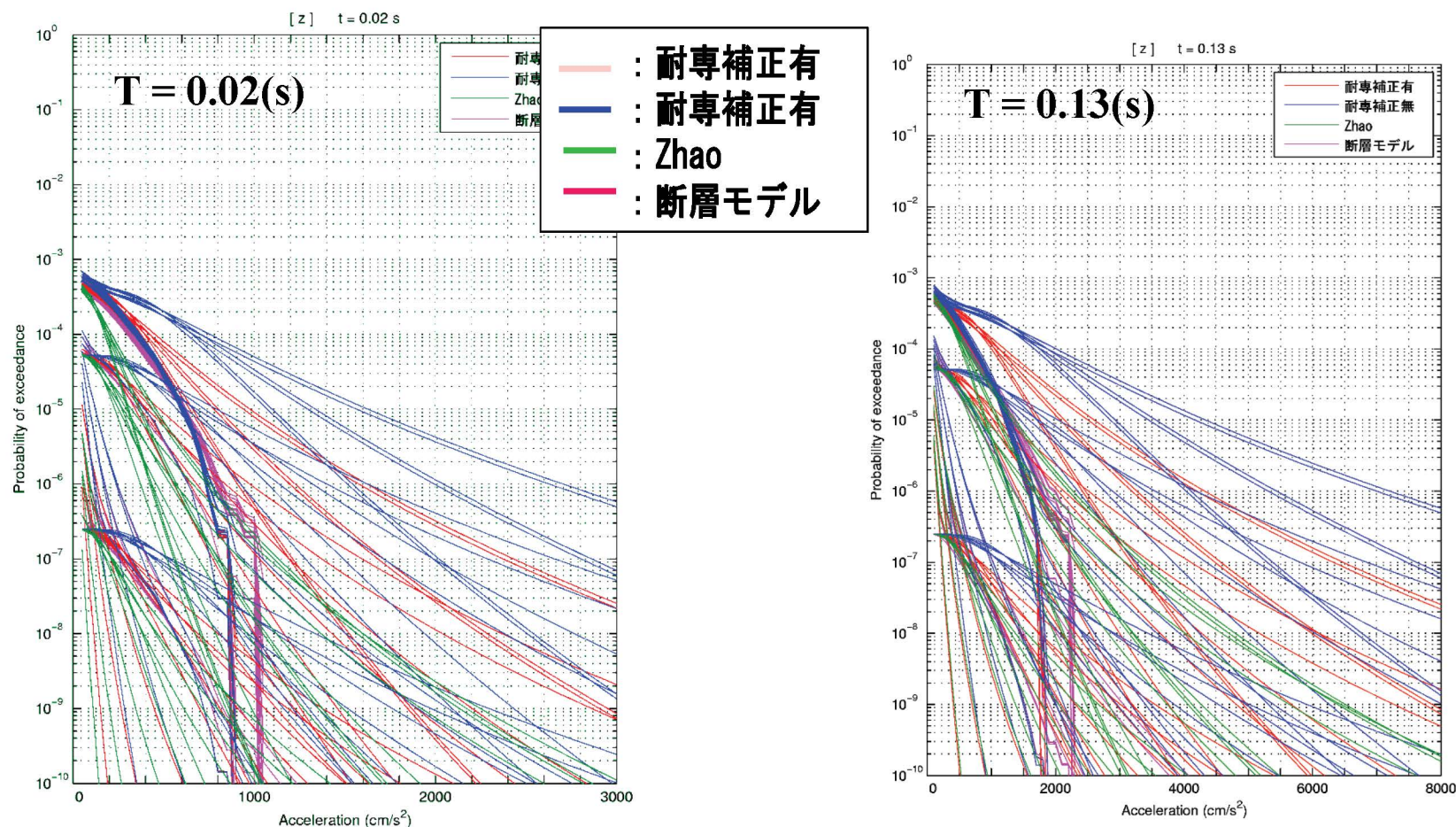


Fig.2-2 Comparison of fault rupture model and empirical attenuation model (Horizontal Component)

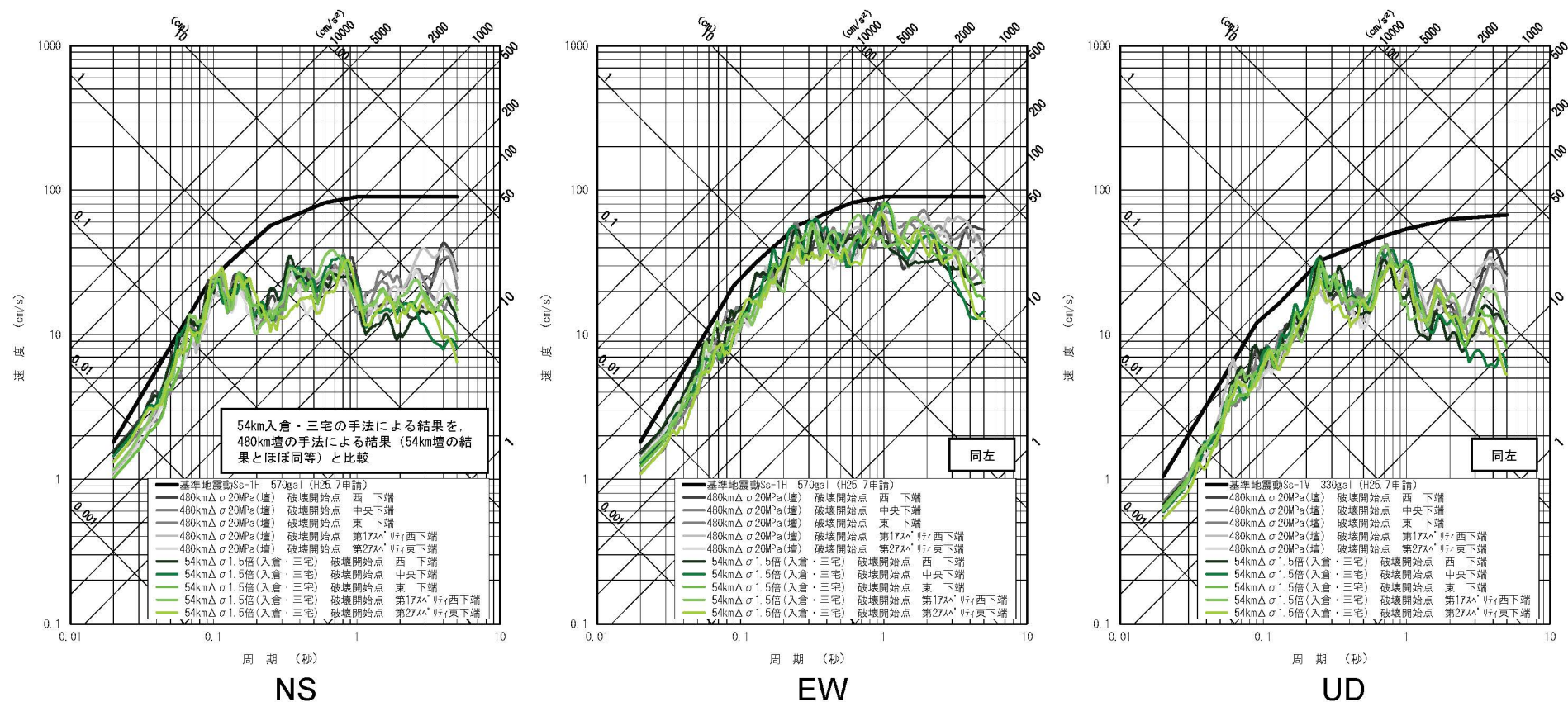


Fig.2-3 Comparison of various seismic sources on seismic hazard evaluation (specific sources-MTL, moderate active faults and regional sources)

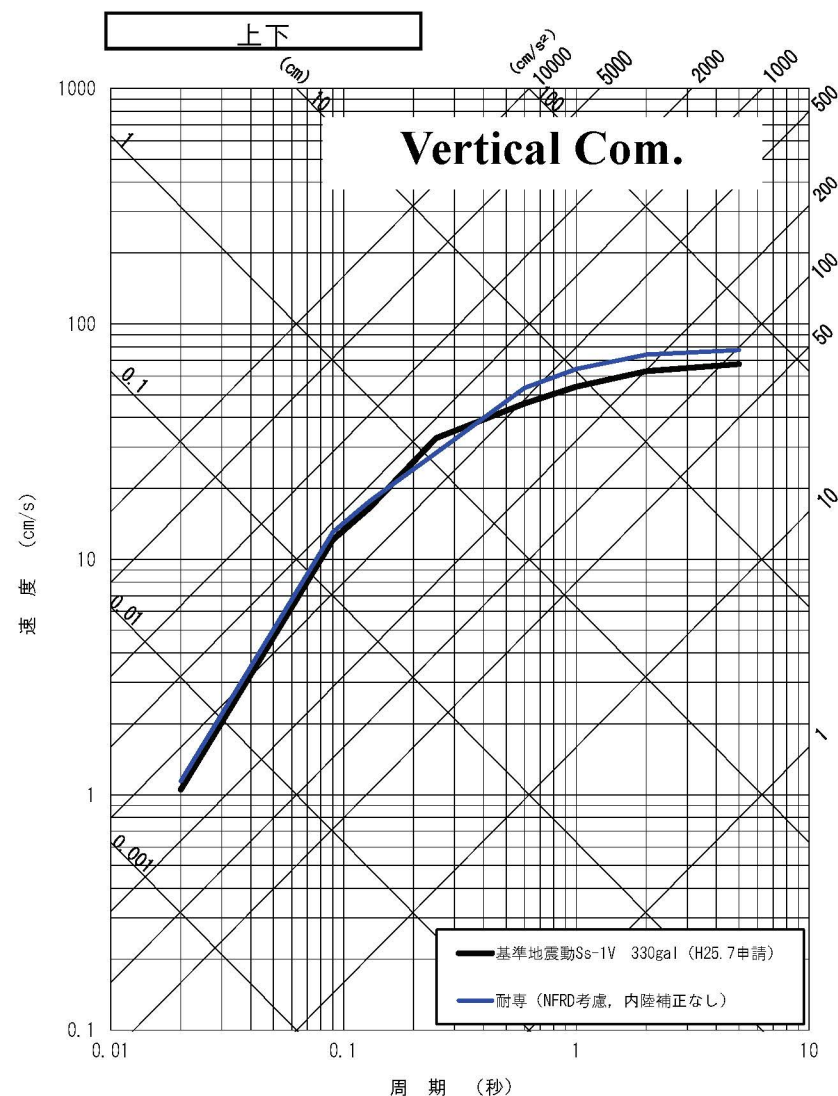
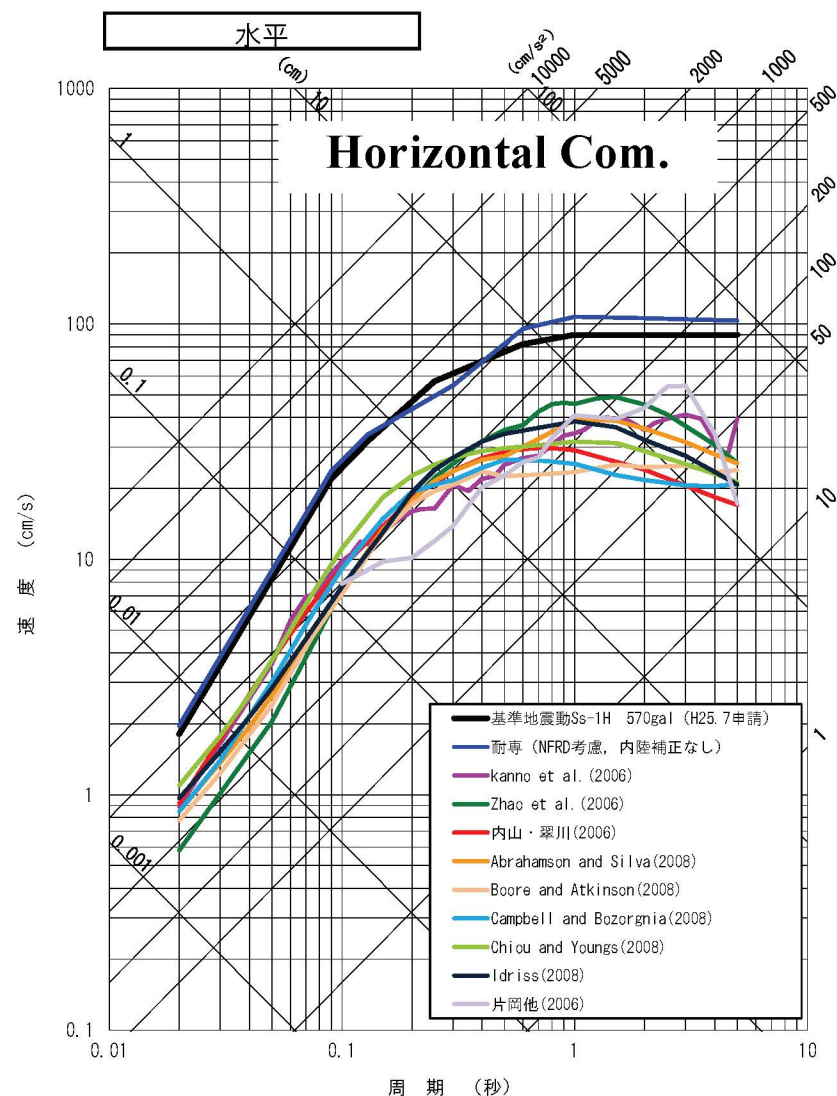
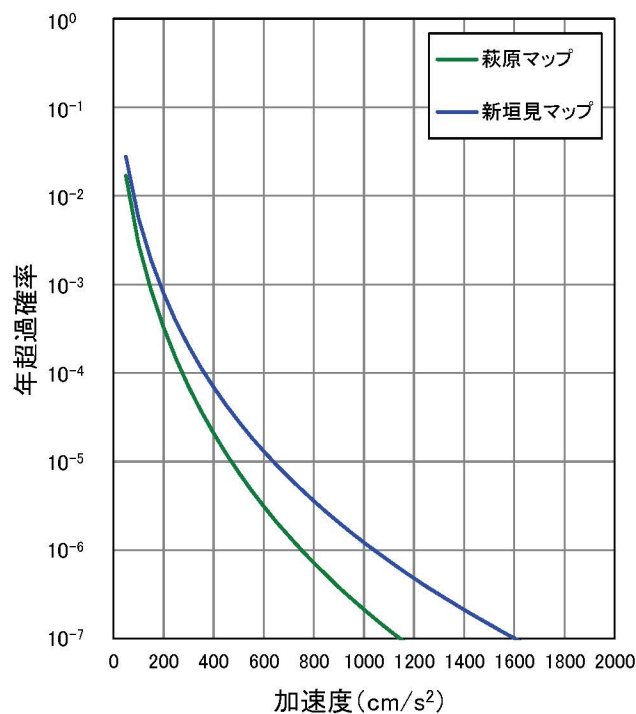
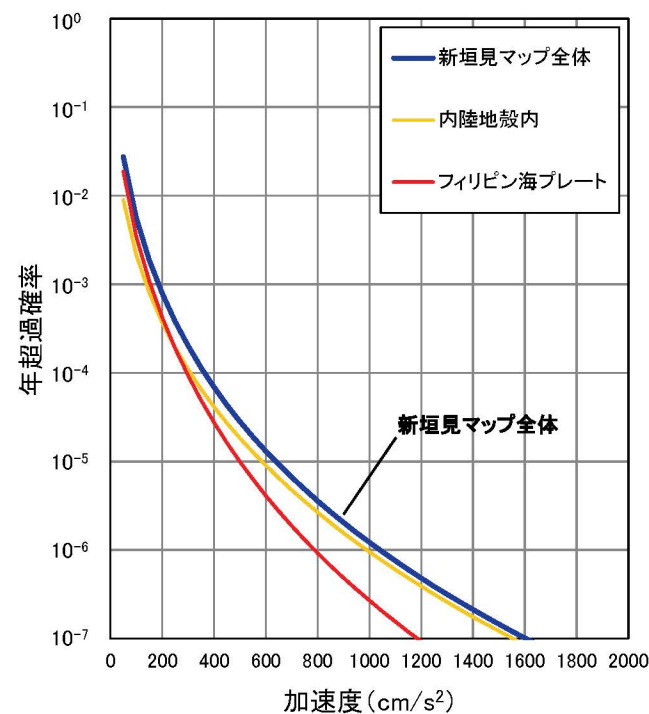


Fig.2-4 Comparison of various empirical attenuation models



萩原マップと新垣見マップの比較
Comparison between Hagiwara-Map and
Revised Kakimi-Map



新垣見マップの内訳
(内陸地殻内とフィリピン海プレート)
Contribution among revised Kakimi-
Map

Fig.2-5 Comparison of various seismo-tectonic structure maps on regional sources

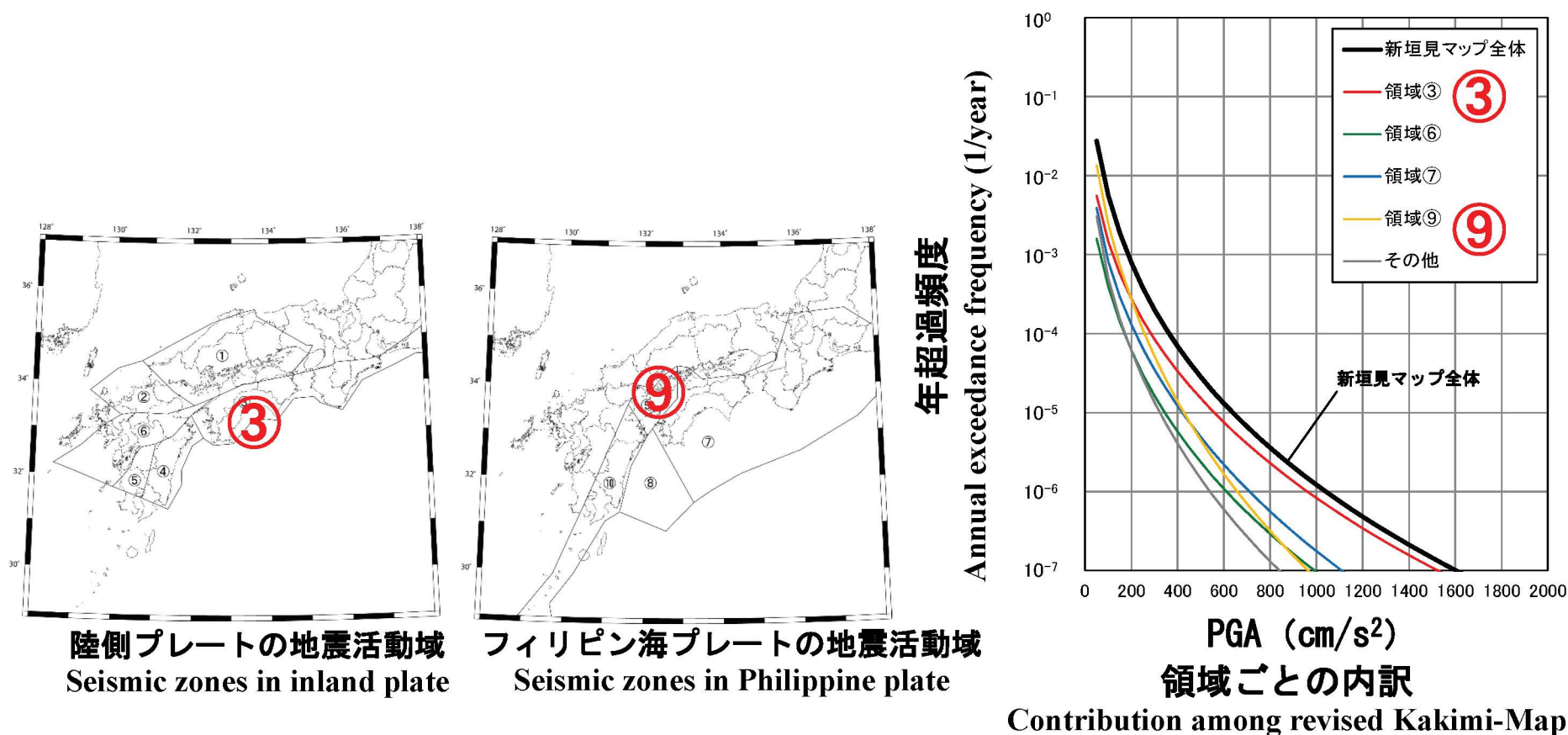


Fig.2-6 Comparison of regional zones in the same seismo-tectonic structure map on regional source

Ⅱ.3 SSC及びGMC共通課題の一覧

List of Common Hazard Significant Issues both SSC and GMC

Mont h/day	Expert Names	List of Common Hazard Significant Issues both SSC and GMC
9/23	西坂 直樹	敷地周辺の検討対象地震
	汐見 勝彦	四国および周辺の地震活動
	野田 朱美	四国および周辺のGPS観測データ
	宮腰 淳一	地震ハザード解析に用いる地震カタログ
	西坂 直樹	深部地震計設置工事及び敷地周辺の地震発生層の厚さ
	小川 裕	伊方発電所の地震観測記録を用いた地下構造評価
	佐藤 浩章	伊方発電所の深部地震観測記録とQ値
9/25	青柳 恭平	地震地体構造区分の事例及び活断層との対応が明確でない地震の事例
	壇 一男	領域震源における震源断層の出現率と地震規模の関係
	大島 光貴	地震本部の「地表の証拠からは活動の痕跡を認めにくい地震」と「活断層が特定されていない場所で発生する地震」
	松多 信尚	固有規模より小さい地震に関する議論

Ⅱ.3 GMCにおけるHazard Significant Issuesの一覧とRE /List of Hazard Significant Issues of GMC and RE

Mont h/day	Names of RE	Hazard Significant Issues (HSIs)	Contents of HSIs
9/24	宮腰 淳一	各距離減衰式の特徴、 適用範囲とばらつき	・ PSHA評価に採用する距離減衰式を選定するため ・ 地震動のVsによる剥ぎ取り（補正）について
	池浦 友則	同一地点における距離減衰式によるバラツキ	・ 伊方サイトに特化したPSHAを実施するにあたり、距離減衰式のばらつきのうち、同一地点に限定した場合のバラツキ（single station σ）について、一般的な知見を把握したい。
	司 宏俊	硬質岩盤かつ断層近傍に適用可能な距離減衰式	・ PSHA評価における距離減衰式の適用範囲は、震源距離の適用範囲によって左右される。 ・ 断層近傍へ適用性の高い司式について、その適用範囲、バラツキ等について確認し、地震動評価手法選定の根拠としたい。
	森川 信之	強震動予測レシピの概要（長大断層含む）	・ 断層モデルのパラメータ設定の根拠となるレシピについて確認するとともに、MTLのような長大断層への適用についても確認したい。

Ⅱ.3 GMCにおけるHazard Significant Issuesの一覧とRE（続き）

/List of Hazard Significant Issues of GMC and RE (Cont.)

Mont h/day	Names of RE	Hazard Significant Issues (HSIs)	Contents of HSIs
9/24	引田 智樹	断層モデルのパラメータの不確実さ及びその影響	断層モデルの各パラメータについて、ばらつきの程度、評価結果への影響について確認し、論点となるパラメータ抽出、ばらつき設定の根拠材料としたい。
	三宅 弘恵 岩城 麻子	SCECのBBPにおける地震動計算手法の概要	断層モデルの採用にあたり、海外で採用実績のあるSCEC BBPとの比較検証を行う予定である。ここでは、それに先立ち、SCEC BBPの概要・評価手法等について確認したい。
	久田 嘉章	断層近傍の記録と距離減衰式、断層モデル評価結果との差異、ばらつき	サイト近傍の断層に適用する地震動評価手法を選定および不確かさの設定のため。
	宮腰 淳一	地震観測記録と要素地震の選定	伊方地点における観測地震記録と要素地震の採用事例
	鶴来 雅人	fmax、 κ における日米の考え方の違いとその影響	PSHA評価における、高周波数帯域のスペクトル低減特性を設定するにあたり、日米で採用されるfmax、 κ の違いについて確認したい。

Ⅱ. 4 GMCからSSCへの検討要請事項 Items to be studied in SSC/Requests from GMC

SSCのSignificant Issues

■ 共通

Common Parameters

- ・ 地震発生層（上端深さ、下端深さ）
seismo-geneic layer, upper and lower depth
- ・ 地震地体構造
seismo-tectonic structure, seismo-tectonic map

■ 断層モデル巨視的パラメータ Macro parameters

- ・
- ・

■ 断層パラメータ微視的パラメータ Micro parameters

- ・
- ・

GMCのSignificant Issues

■ 特定震源

◆ 中央構造線断層帯 MTL

- ・ 断層モデル Fault rupture model
 - ・ 巨視的パラメータ Macro parameters
 - ・ 地震発生層、上端深さ seismo-geneic layer, upper depth
 - ・ 微視的パラメータ Micro parameters
 - ・ アスぺリティ位置 Asperity location
 - ・ 破棄開始点 start point of rupture
 - ・ 応力降下量 Stress drop
 - ・ fmax
- ・ 一回り小さい規模の断層 small earthquake consideration

- ・ 発生頻度 frequency

◆ 中規模活断層 moderate scale active fault

- ・ 一回り小さい規模の断層 ditto
- ・ 発生頻度 ditto

■ 領域震源（距離減衰式） Regional source (attenuation model)

- ・ 出巖率（横ずれ、縦ずれ） Surface fault appearance rate (dip and strike-slip faults)
- ・ 最大マグチュード Mmax

