

# 震源極近傍地震動について2

背景地図



+  
-

Google

2 km

Google

活断層データベース

表示データについて：  
 本サイトは「活断層データベース」で公開されている情報を取得し表示しています。データの内容については配信元である活断層データベースのウェブサイトをご覧ください。

# 本件特別考慮規定策定の経緯

甲 8

H24.12.7 発電用軽水型原子炉施設の地震・津波に関わる新安全設計基準に関する検討チーム第3回会合

現状の強震動の評価手法で使っているさまざまな計算手法は、断層面を、要素断層に分けて、影響を重ね合わせるという、割と簡便、断層モデルを用いた方法といえども、近似手法がとられているということで、**要素断層よりも距離的に近いサイトですね、数km以内、例えば 1 kmとか 2 km以内のサイトについては、物理モデルとして波動論的な計算手法が破綻する領域になっている**ということで、そんな近いところでの精度を保証する形での評価がこれまで行われてきていない方法論を用いた評価を**実際行っている**

ただ、それを本当の直近のサイトに近づけたときの妥当性については、**まだわからないところも多いし**、実際には、不均一さというふうなものが一体どの程度の大きさを持っているのか。これも遠くで見れば、それがだんだん平均化されてしまう。ただ、それが近くで、もしかしたら評価で用いている値以上の大きな不均一さを持っているかもわからない。この部分を何らかの形で考慮せざるを得ないのではないのか。

ですから、非常に一般の方の目線から見れば、  
もともと**評価手法すら確立されていないような断層域直近**に施設  
をつくられて、**不完全な手法**で安全性を審査すること自体に  
問題があるというふうな議論もあろうかと思うのですけれども、  
そこはもし百歩譲って、それでも安全性を審査しなければならない  
というふうな基準づくりだというふうにすれば、  
恐らく**今我々が持っている手法が破綻をしかけている**ようなところ  
なので、**その不確実さを何らかの形で定量的に上乘せをする**。  
それで初めて、多くの人たちに説得できる値をつくることのできるの  
ではないのかということで、  
ここでは、どの程度の不確かさを上乘せすれば、少なくとも安全性  
を評価したと説明できるのかどうかという議論をしないと、  
短期的に手法を本当に改善するというのは難しいのではないのか  
と思っています。

本当にここ10年間で断層近傍の記録が幾つかとれています。  
**岩手・宮城**ですと、ほぼ逆断層真上でとれた記録は、深さ260mの地中  
ですら、**時系列で加速度記録で1 Gを超えるような値にもなっている**。  
そういう、たまたまとれた1点の記録でも、すごく大きな値、  
それが全てを語っているわけではないという、  
**そういう不確実さの中に我々がいる**ことを考えますと、断層の本当に近い  
ところにあるサイトについては、**そういったものを十分な考慮をする方法、  
枠組みをさらに上乘せするという**ことをしてほしいなと思っています



# 本件特別考慮規定策定の経緯

甲 1 1 9

H25.1.22 発電用軽水型原子炉施設の地震・津波に関わる新安全設計基準に関する検討チーム第7回会合

これまでごく断層近傍の地震動の評価という観点から、幾つか発言させていただいたことをもう一回言っておきますと、これに加えて私は、なお、断層の本当のごく近傍領域での地震動の評価においては、こういったこれまで考えられてきた起震断層だけでなく、Capable Fault全体ですね、この変位を起こす、ずれを起こす断層面全体から生じる地震動の影響を評価した上で、その地震動の妥当性を。

引きずられて動くこの断層面は、あまり地震動は出さないのではないのかというふうに思われている。それはそうだと思いますし、ただ、そこから出る地震動というのは、単に長周期だけではなくて、**短周期の地震動も出ている**。ただ、そういう引きずられて動く断層面の微細な構造というものは大きくまとまったものでないために、遠くで見たときには見えない。ただ、**本当に近いところ、そういったところの地震動として、もしかしたら大きく可能性があるということが、今、否定し切れないと私は思っていますので。**



防災科学技術研究所 藤原広行領域長

## 「实用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」 (別記2) 第4条5項二

④上記①で選定した検討用地震ごとに、下記 i) の応答スペクトルに基づく地震動評価及び ii) の断層モデルを用いた手法による地震動評価を実施して策定すること。なお、地震動評価に当たっては、敷地における地震観測記録を踏まえて、地震発生様式及び地震波の伝播経路等に応じた諸特性（その地域における特性を含む。）を十分に考慮すること。

### i) 応答スペクトルに基づく地震動評価

検討用地震ごとに、適切な手法を用いて応答スペクトルを評価のうえ、それらを基に設計用応答スペクトルを設定し、これに対して、地震の規模及び震源距離等に基づき地震動の継続時間及び振幅包絡線の経時的変化等の地震動特性を適切に考慮して地震動評価を行うこと。

### ii) 断層モデルを用いた手法に基づく地震動評価

検討用地震ごとに、適切な手法を用いて震源特性パラメータを設定し、地震動評価を行うこと。

⑤上記④の基準地震動の策定過程に伴う各種の不確かさ（震源断層の長さ、地震発生層の上端深さ・下端深さ、断層傾斜角、アスペリティの位置・大きさ、応力降下量、破壊開始点等の不確かさ、並びにそれらに係る考え方及び解釈の違いによる不確かさ）については、敷地における地震動評価に大きな影響を与えると考えられる支配的なパラメータについて分析した上で、必要に応じて不確かさを組み合わせるなど適切な手法を用いて考慮すること。

⑥内陸地殻内地震について選定した検討用地震のうち、震源が敷地に極めて近い場合は、地表に変位を伴う断層全体を考慮した上で、震源モデルの形状及び位置の妥当性、敷地及びそこに設置する施設との位置関係並びに震源特性パラメータの設定の妥当性について詳細に検討するとともに、これらの検討結果を踏まえた評価手法の適用性に留意の上、上記⑤の各種の不確かさが地震動評価に与える影響をより詳細に評価し、震源の極近傍での地震動の特徴に係る最新の科学的・技術的知見を踏まえた上で、さらに十分な余裕を考慮して基準地震動を策定すること。

⑦検討用地震の選定や基準地震動の策定に当たって行う調査や評価は、最新の科学的・技術的知見を踏まえること。また、既往の資料等について、それらの充足度及び精度に対する十分な考慮を行い、参照すること。なお、既往の資料と異なる見解を採用した場合及び既往の評価と異なる結果を得た場合には、その根拠を明示すること。

⑧施設の構造が免震構造である場合は、やや長周期の地震応答が卓越するため、その周波数特性に着目して地震動評価を実施し、必要に応じて他の施設とは別に基準地震動を策定すること。

## 基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド

### I 3.3.2 断層モデルを用いた手法による地震動評価

#### ④ 震源が敷地に極めて近い場合の地震動評価

- 1) 震源が敷地に極めて近い場合の地震動評価においては、地表に変位を伴う断層全体（地表地震断層から震源断層までの断層全体）を考慮した上で、震源モデルの形状及び位置の妥当性、敷地及びそこに設置する施設との位置関係、並びに震源特性パラメータの設定の妥当性について詳細に検討されていることを確認する。
- 2) これらの検討結果を踏まえた評価手法の適用性に留意の上、各種の不確かさが地震動評価に与える影響をより詳細に評価し、震源の極近傍での地震動の特徴に係る最新の科学的・技術的知見を踏まえた上で、さらに十分な余裕を考慮して地震動が評価されていることを確認する。特に、評価地点近傍に存在する強震動生成領域（アスペリテリィ）での応力降下量などの強震動の生成強度に関するパラメータ、強震動生成領域同士の破壊開始時間のずれや破壊進行パターンの設定において、不確かさを考慮し、破壊シナリオが適切に考慮されていることを確認する。
- 3) なお、震源の極近傍での地震動の特徴に係る最新の科学的・技術的知見を取り込んだ手法により、地表に変位を伴う国内外被害地震の震源極近傍の地震動記録に対して適切な再現解析を行い、震源モデルに基づく短周期地震動、長周期地震動及び永久変位を十分に説明できていることを確認する。この場合、特に永久変位・変形についても実現象を適切に再現できていることを確認する。さらに、浅部における断層のずれの進展の不均質性が地震動評価へ及ぼす影響を検討するとともに、浅部における断層のずれの不確かさが十分に評価されていることを確認する。
- 4) 震源が敷地に極めて近い場合の地震動評価においては、破壊伝播効果が地震動へ与える影響について、十分に精査されていることを確認する。また、水平動成分に加えて上下動成分の評価が適切に行われていることを確認する。

# 敷地内のどの地点までの距離？

債務者の主張；炉心  
約 2 km

債権者の主張；敷地境界  
約 1.3 km

Google

# 基準地震動が使われている施設、斜面、地盤等

## 实用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則（の解釈）

第三条  
 設計基準対象施設は、次条第二項の規定により算定する地震力（設計基準対象施設のうち、地震の発生によって生ずるおそれがあるその安全機能の喪失に起因する放射線による公衆への影響の程度が特に大きいもの（以下「耐震重要施設」という。）及び兼用キャスクにあっては、同条第三項に規定する**基準地震動**による地震力を含む。）が作用した場合においても当該設計基準対象施設を十分に支持することができる**地盤**に設けなければならない。

第四条  
 3 **耐震重要施設**は、その供用中に当該耐震重要施設に大きな影響を及ぼすおそれがある地震による加速度によって作用する地震力（以下「**基準地震動**による地震力」という。）に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。  
 4 耐震重要施設は、前項の地震の発生によって生ずるおそれがある**斜面の崩壊**に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。

第61条（緊急時対策所）  
 1 第1項及び第2項の要件を満たす**緊急時対策所**とは、以下に掲げる措置又はこれらと同等以上の効果を有する措置を行うための設備を備えたものをいう。  
 a) **基準地震動**による地震力に対して緊急時対策所の機能を喪失しないようにするとともに、基準津波の影響を受けないこと。

第三十八条 重大事故等対処施設は、次に掲げる施設の区分に応じ、それぞれ次に定める**地盤**に設けなければならない。

一 **重大事故防止設備**のうち常設のもの（以下「常設重大事故防止設備」という。）であって、耐震重要施設に属する設計基準事故対処設備が有する機能を代替するもの（以下「常設耐震重要重大事故防止設備」という。）が設置される**重大事故等対処施設**（特定重大事故等対処施設を除く。）**基準地震動**による地震力が作用した場合においても当該重大事故等対処施設を十分に支持することができる**地盤**

三 **重大事故緩和設備**のうち常設のもの（以下「常設重大事故緩和設備」という。）が設置される**重大事故等対処施設**（特定重大事故等対処施設を除く。）**基準地震動**による地震力が作用した場合においても当該重大事故等対処施設を十分に支持することができる**地盤**

四 **特定重大事故等対処施設** 第四条第二項の規定により算定する地震力が作用した場合及び**基準地震動**による地震力が作用した場合においても当該特定重大事故等対処施設を十分に支持することができる**地盤**

第三十九条 重大事故等対処施設は、次に掲げる施設の区分に応じ、それぞれ次に定める要件を満たすものでなければならない。

一 **常設耐震重要重大事故防止設備が設置される重大事故等対処施設**（特定重大事故等対処施設を除く。）**基準地震動**による地震力に対して重大事故に至るおそれがある事故に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがないものであること。

三 **常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設**（特定重大事故等対処施設を除く。）**基準地震動**による地震力に対して重大事故に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがないものであること。

四 **特定重大事故等対処施設** 第四条第二項の規定により算定する地震力に十分に耐えることができ、かつ、**基準地震動**による地震力に対して重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがないものであること。

2 重大事故等対処施設は、**第四条第三項の地震**の発生によって生ずるおそれがある**斜面の崩壊**に対して重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。



債務者ホームページより

# 極近傍は断層から 2 km 程度以内

平成 26 年度 事後評価調査票

## (D05) 福島第一事故を踏まえた震源極近傍の地震動評価の高度化

安全規制管理官（地震・津波安全対策担当）付  
安全技術管理官（地震・津波担当）付

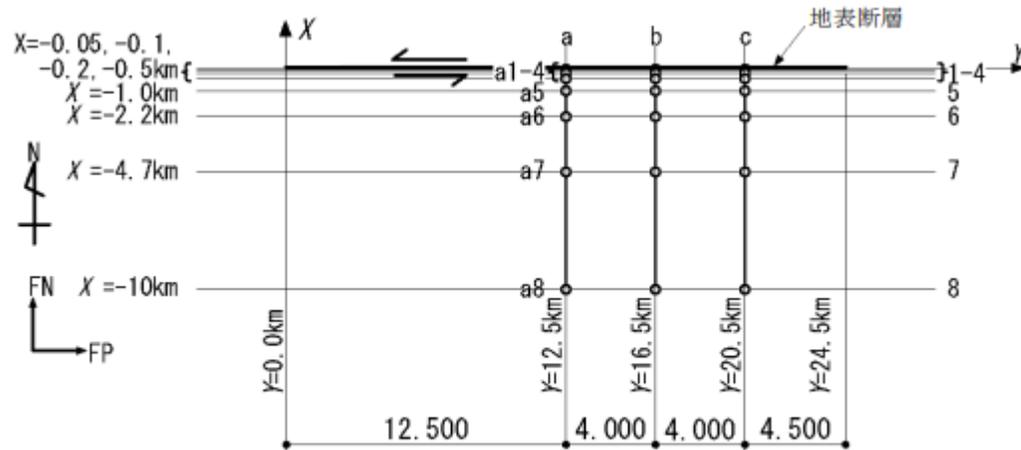


図 5 地表地震断層と評価地点の配置図（平面）

震源域別の寄与度計算の結果、断層極近傍において、FN 成分においては地震発生層の地震動が全体の 90%程度を占め、FP 成分は表層地盤の震源域の地震動が全体のほぼ 100%を占めることが分かった。また、断層から 2km 以上離れると、表層地盤の震源域による影響は無視できる程度に下がることが分かる。上下成分は FP 成分とほぼ同じ傾向にあるが、地震動の大きさは小さい

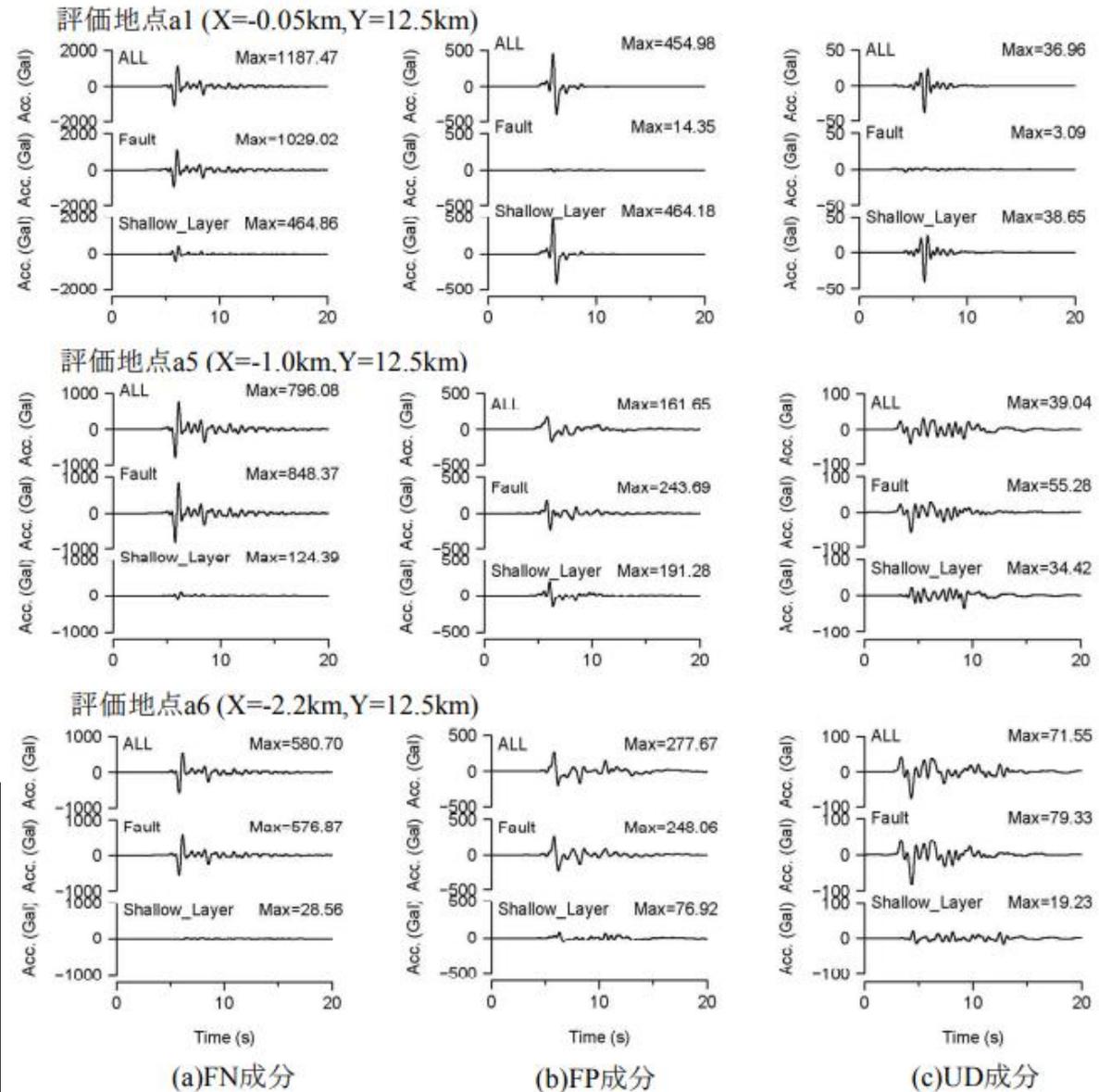
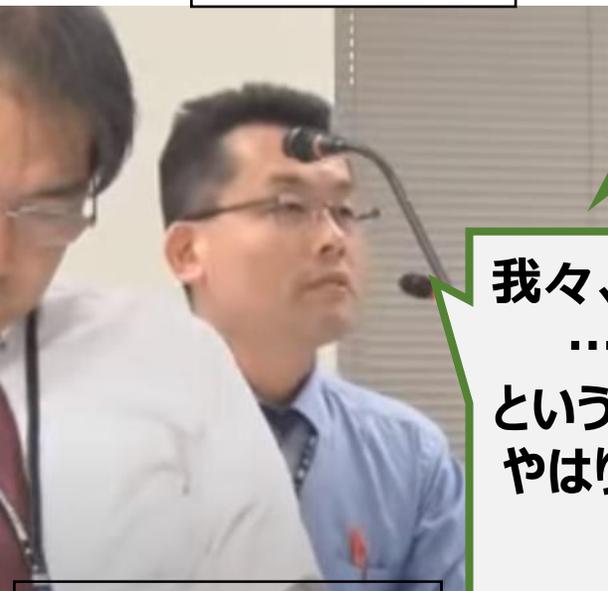


図 6 ケース 1 による加速度時刻歴波形の比較



野田審査官

これ、前回の審査会合でもお伝えしましたが、今まさに議論になっている  
**宍道断層**というのは、ガイドの中で震源が極めて近い場合、  
このケースに当たっていて、その場合の地震動評価というのは、  
さらに十分な余裕を見て行ってくださいということが書いておりますけど。  
今の地震発生層、断層幅の話もそうですし、それ以外の各種パラメータ、あと、評  
価ケースの組み合わせですね、こういったところを今現状で申し上げると、  
まだそういった域には達していないかなと思っていますので、  
私もそうですし、ほかの方からもコメントがあるかと思うんですけど、そういった  
認識を再度持っていて、十分な検討を今後進めていただければと思います。



小林技術研究調査官

先ほど野田のほうで、御社の宍道断層に対して置かれている条件、それが審査ガイド  
でいう**震源が敷地に極近い場合、いわゆる極近傍の地震動に値する**ということですね。

我々、規制庁のほうでも2015年辺りにいろんな検討をしまして、基本的な考え方としては、  
…おおよそ距離にして**2kmより近い場合**、very nearの場合がやはりそこが影響が出る  
ということで。御社のサイティングを見まして、少し詳細なマップで距離を私なりに少し見ますと、  
やはり**断層最短距離が2km弱ぐらい**なんですね。これがどう影響を及ぼすかというのは定かじゃ  
ないんですけど、こういった観点の審査ガイド上の我々の確認事項に対して、  
現時点、御社はどのように考えているかをお伺いします

島根原子力発電所2号炉 審査資料	
資料番号	EP(E)-041改16
提出年月	平成29年12月13日

## H29.12.13 規制庁のヒアリング

### 島根原子力発電所 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動について (コメント回答)

①

#### 審査会合における指摘事項

平成29年12月13日  
中国電力株式会社

No.	指摘事項	審査会合	説明
1	宍道断層は発電所の敷地の近傍に位置するが、浅部の破壊による影響が無い事を確認した根拠を示すこと。	第414回審査会合 (平成28年11月11日)	本日

②

#### 宍道断層の浅部の破壊による影響について

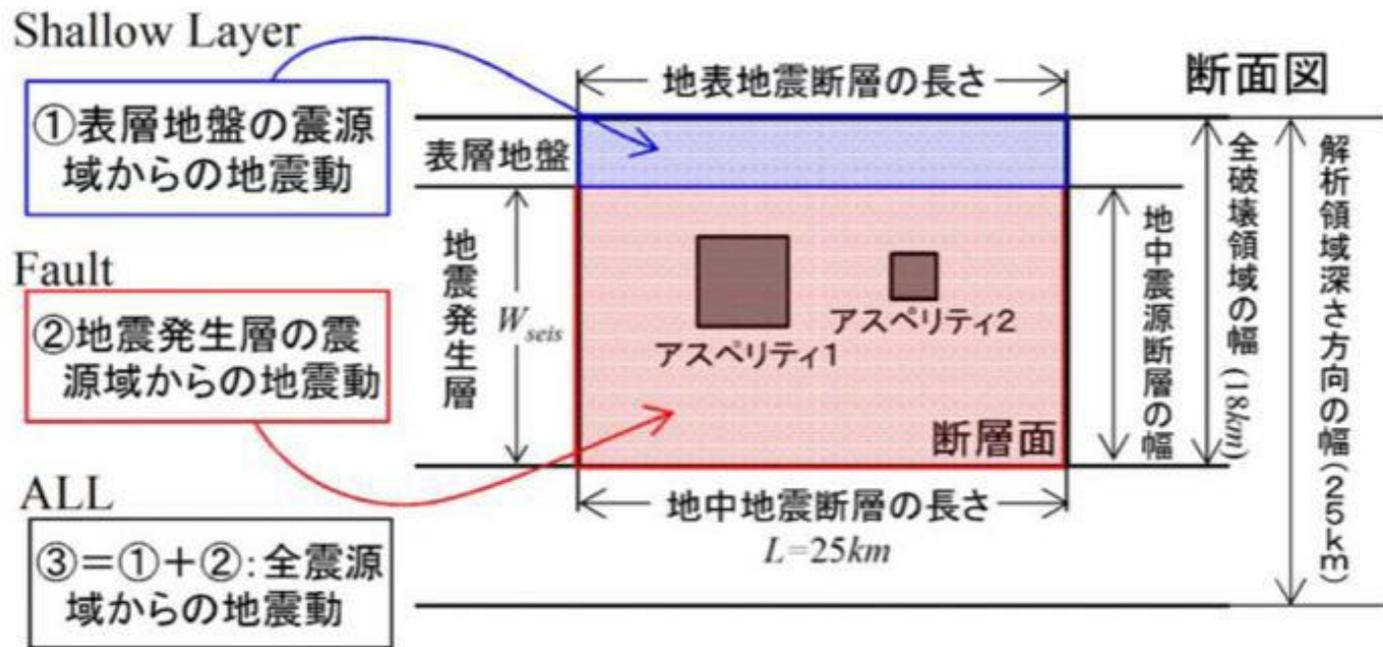
- 宍道断層による地震について、以下に示す「浅部の破壊シナリオを考慮した地震動評価」を実施し、浅部の破壊による影響が無い事を確認する。

##### 〔浅部の破壊シナリオを考慮した地震動評価【当社は深部モデルのみで評価】〕

宍道断層の震源断層(深部モデル)に表層地盤の震源域(浅部モデル)を加えてモデル化(浅部モデル+深部モデル)して地震動評価を実施。

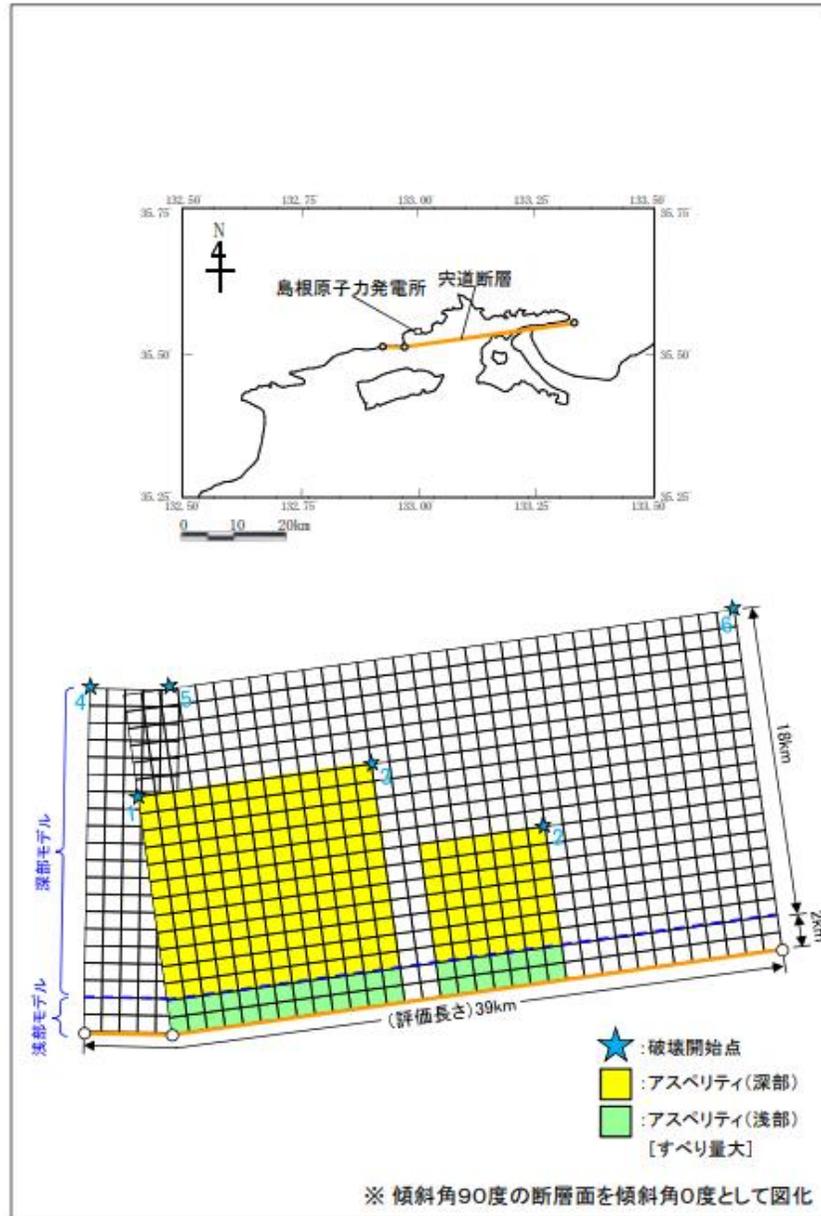
浅部の破壊シナリオを考慮した地震動評価(評価手法)

- 震源が敷地に近い場合の影響については、原子力規制委員会(2015)<sup>(1)</sup>及び入江ほか(2015)<sup>(2)</sup>によると、「断層から2km程度以上離れると、表層地盤の震源域による影響は無視できる程度に下がる」とされている。
- 宍道断層は島根原子力発電所の敷地から水平距離で2km程度離れていることから、表層地盤の震源域による影響は無視できる程度に小さいと考えられるが、念のため、原子力規制委員会(2015)<sup>(1)</sup>を参考に、基本震源モデル及び破壊開始点の不確かさケースの震源断層(深部モデル)に表層地盤の震源域(浅部モデル)を加えてモデル化(浅部モデル+深部モデル)し、統計的グリーン関数法(釜江ほか(1991)<sup>(3)</sup>及び入倉ほか(1997)<sup>(4)</sup>)と理論的手法(Hisada(1994)<sup>(5)</sup>)によるハイブリッド合成法により地震動評価を実施する。



地表まで含めた断層全体の震源モデル化イメージ  
(原子力規制委員会(2015)<sup>(1)</sup>による。)

乙101 ■ 宍道断層(浅部モデル+深部モデル)の断層モデル図及び断層パラメータ



項目		浅部モデル	深部モデル	設定値表					
断層基準点	女鳥	北緯		全アスぺリティ	面積	$S_a$	( $\text{km}^2$ )	40.0	
	古浦	東経			モデル面積	-	( $\text{km}^2$ )	40.0	
走向	古浦より西側	$\theta$			面積比( $S_a/S$ )	-	-	-	
	古浦より東側				地震モーメント	$M_{0a}$	(Nm)	-	
断層評価長さ	L				平均すべり量	$D_a$	(cm)	-	
断層上端長さ	-				応力降下量	$\Delta\sigma_a$	(MPa)	-	
断層下端長さ	-				第一アスぺリティ	面積	$S_a$	( $\text{km}^2$ )	26.0
断層傾斜角	$\delta$					モデル面積	-	( $\text{km}^2$ )	26.0
断層上端深さ	H					地震モーメント	$M_{0a1}$	(Nm)	-
断層幅	W					平均すべり量	$D_{a1}$	(cm)	309.8
断層面積	S			応力降下量		$\Delta\sigma_{a1}$	(MPa)	-	
破壊伝播様式	-			第二アスぺリティ		面積	$S_a$	( $\text{km}^2$ )	14.0
S波速度	$V_s$					モデル面積	-	( $\text{km}^2$ )	14.0
破壊伝播速度	$V_r$					地震モーメント	$M_{0a2}$	(Nm)	-
剛性率	$\mu$					平均すべり量	$D_{a2}$	(cm)	309.8
密度	$\rho$					応力降下量	$\Delta\sigma_{a2}$	(MPa)	-
地震モーメント	$M_0$				背景領域	面積	$S_b$	( $\text{km}^2$ )	38.0
モーメントマグニチュード	$M_w$					モデル面積	-	( $\text{km}^2$ )	38.0
気象庁マグニチュード	M					地震モーメント	$M_{0b}$	(Nm)	-
平均すべり量	D					平均すべり量	$D_b$	(cm)	130.0
すべり角	-					実効応力	$\sigma_b$	(MPa)	-
平均応力降下量	$\Delta\sigma$								
高周波帯逆断層波数	$f_{max}$								
短周期レベル	A								
Q値	-								
全アスぺリティ	面積	$S_a$							
	モデル面積	-							
	面積比( $S_a/S$ )	-							
	地震モーメント	$M_{0a}$							
	平均すべり量	$D_a$							
第一アスぺリティ	面積	$S_a$							
	モデル面積	-							
	地震モーメント	$M_{0a1}$							
	平均すべり量	$D_{a1}$							
	応力降下量	$\Delta\sigma_{a1}$							
第二アスぺリティ	面積	$S_a$							
	モデル面積	-							
	地震モーメント	$M_{0a2}$							
	平均すべり量	$D_{a2}$							
	応力降下量	$\Delta\sigma_{a2}$							
背景領域	面積	$S_b$							
	モデル面積	-							
	地震モーメント	$M_{0b}$							
	平均すべり量	$D_b$							
	実効応力	$\sigma_b$							



# 地震本部の中間報告

甲 1 2 2

令和 4 年 3 月 14 日  
地震調査研究推進本部  
地震調査委員会  
強震動評価部会

## 2016 年熊本地震 ( $M_j$ 7.3) の観測記録に基づく 強震動評価手法の検証について (中間報告)

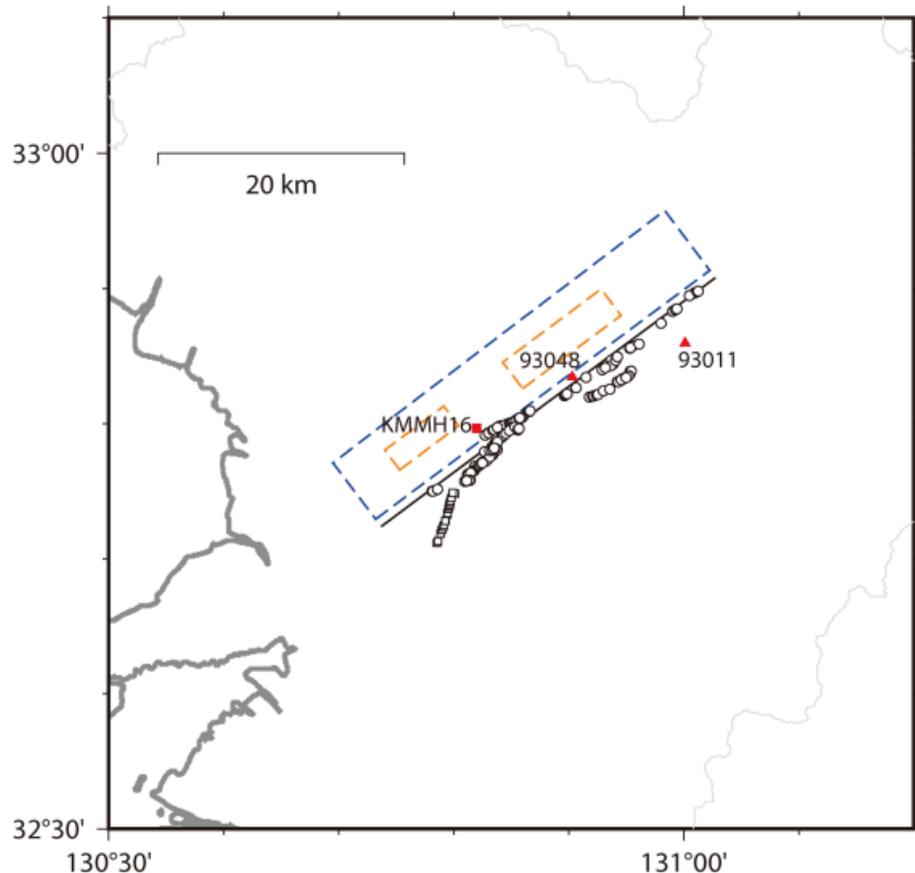


図 5 Model-I の震源断層モデル及びアスペリティの地表投影位置及び Shirahama et al. (2016) による地表地震断層の確認位置



図 32 本検討で使用した震源断層モデルのモデル図 (その 1)

(j) Model-II\_U1\_S1\_L4\_NM\_HYBshal\*

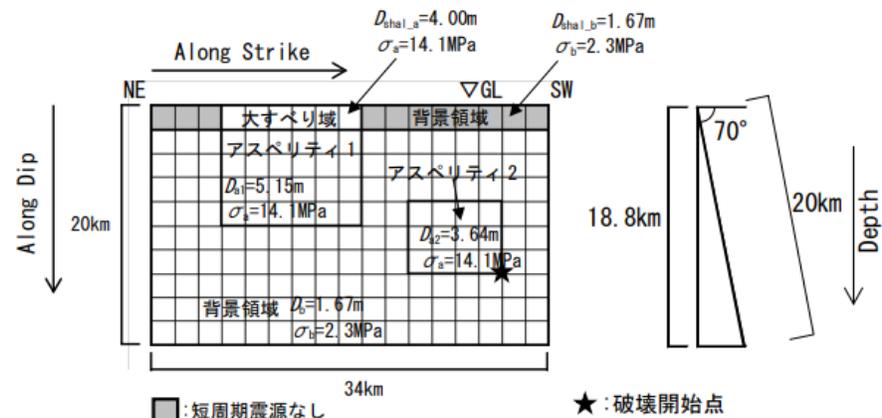


図 32 本検討で使用した震源断層モデルのモデル図 (その 4)

浅部領域における短周期地震動の発生能力について意見が分かれていることから、本付録では…浅部領域で設定されたすべり速度時間関数の違いや浅部領域への短周期震源の設定が地震動に与える影響についても追加検討する。