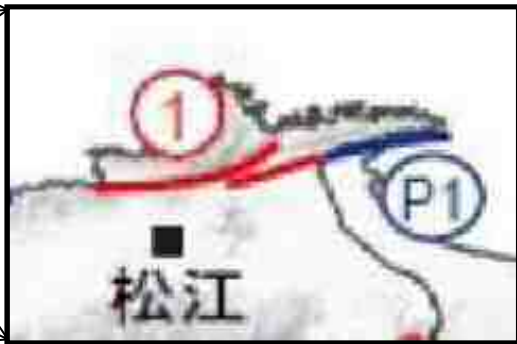
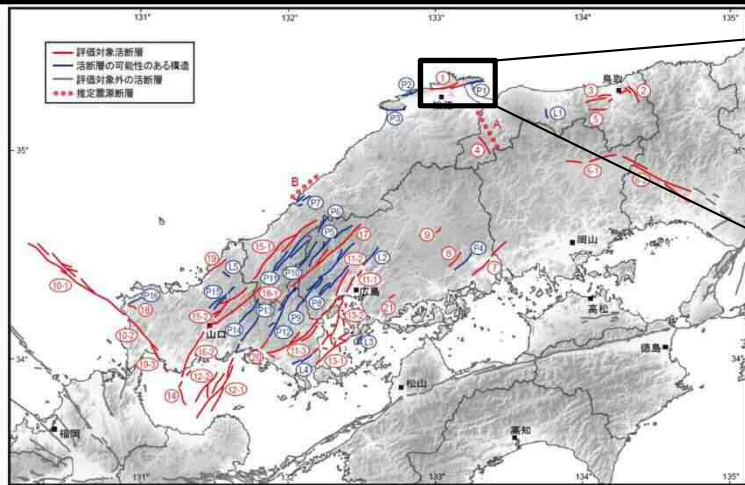


島根原子力発電所2号機の 基準地震動

平成30年3月19日
中国電力株式会社

島根原子力発電所 敷地周辺陸域の活断層評価

平成29年9月29日
中国電力株式会社



宍道(鹿島)断層 活断層の可能性のある構造(P1)

図16 中国地域及びその周辺領域において評価対象とした活断層(赤)、及び評価対象としなかった構造(青)と活断層(灰)の分布
評価対象活断層の番号は図2に対応する。評価対象外の構造のうち、青線は本評価で検討されたが評価対象外となった構造を表し、番号は付表3-1、3-2に対応する。灰線は評価対象外の活断層のトレース線を表す。Aは2000年鳥取県西部地震の震源断層、Bは1872年浜田地震の震源断層の推定位置。

宍道(鹿島)断層 活断層の特性(①)

構造の名称(図16での番号)	内容
宍道断層 東部 (P1)	高田ほか(2003)で、一部がリニアメントとして示されている。重力異常による構造不連続はあるが、活断層である確実な証拠はない。島根半島東部の地形的特徴(南側に著しく偏った分水界、分水界に良く発達する ^{せとうこく} 微頭谷、山地南縁の直線的な急斜面)が、北上がりの断層変位により形成された可能性もある。重力異常の構造と地質断層の宍道断層が概ね一致すると推定される。

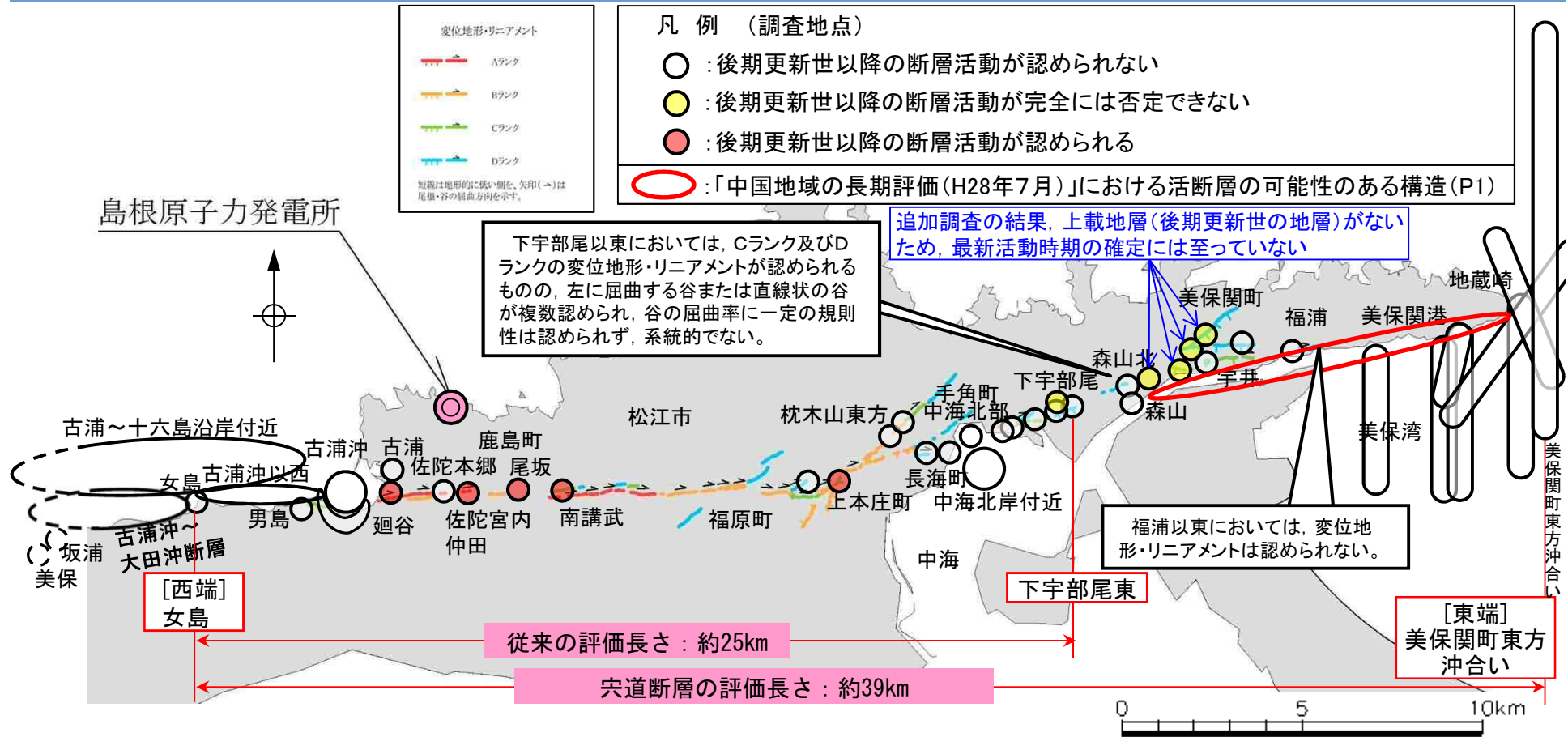
活断層のくくり (付録2)	評価単位区間 (付録2)	位置・形状					過去の活動				
		断層長	ずれの向きと種類		断層面の傾斜 (向きまたは角度)	断層面の幅	地震発生層 下限の深さD90	平均変位速度	1回のずれ量 (最大値)	最新活動時期	平均活動間隔
			断層の走向	断層の型							
宍道(鹿島)断層	宍道(鹿島)断層	約21km もしくはそれ以上	N80° E	右横ずれ	ほぼ鉛直	不明	15-20km程度	0.4-0.6m/千年程度	2m程度 もしくはそれ以上	ケース1:奈良時代以後、 鎌倉時代以前 ケース2:約5,900年前以 後、約3,700年前以前	約3,300-4,900年

・中国地域の長期評価(H28年7月)⁽¹⁰⁾において、当社が評価する宍道断層の東方延長に、活断層の可能性のある構造(P1)が記載されているが、これは活断層の可能性のあるものの、活断層としての証拠が揃っていないことから評価から外したとされている。また、活断層の可能性のある構造(P1)については、重力異常による構造不連続、島根半島東部の地形的特徴等により、東延長の海陸境界付近には、地質構造が連続する可能性があるものの、活断層としての活動性については詳細なデータが不足し判断できていないとされている。

・その後、中国地域の予測震度分布(H28年12月)⁽¹¹⁾において、宍道(鹿島)断層の断層長さについては、21km(M7.0)に設定されている。

3. 宍道断層の評価 各地点の調査結果

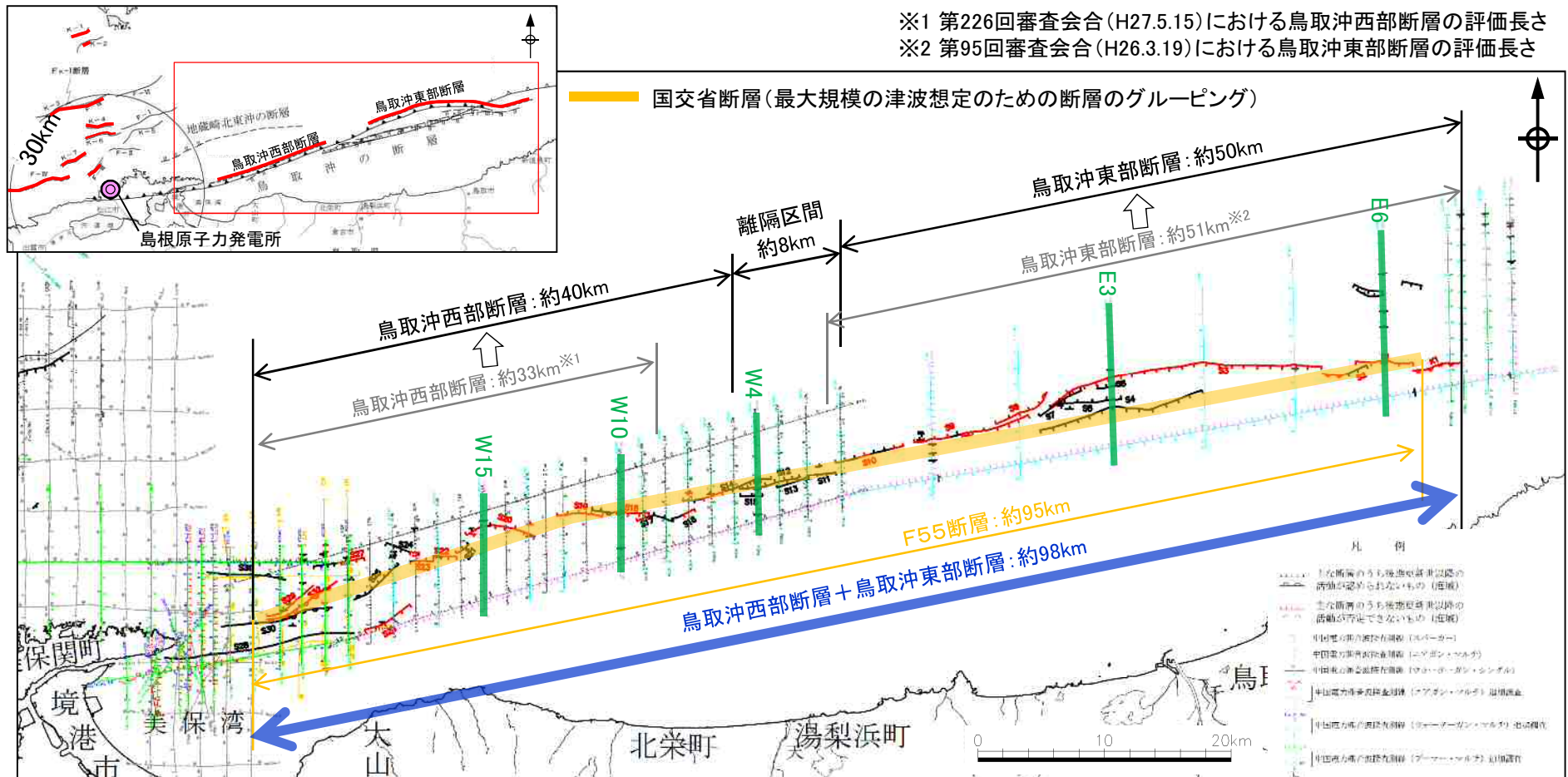
	下宇部尾付近	下宇部尾東	森山北, 森山	森山(造成地)	宇井～福浦	福浦～地蔵崎	美保関町 東方沖合い
変動地形学的調査	南講武付近ではAランクの変位地形・リニアメントが認められるものの、長海町～下宇部尾の間では、大局的には東方に向かってBランクからDランクへ移行し、谷の屈曲量・屈曲率も同様に、大局的には東方に向かって次第に小さくなる傾向が認められる。	Cランク及びDランクの変位地形・リニアメントが認められるものの、左に屈曲する谷または直線状の谷が複数認められ、谷の屈曲率に一定の規則性は認められず、系統的ではない。				変位地形・リニアメントは認められない。また、島根半島東部の南縁に後期更新世以降の隆起を示す海成段丘面は分布しない。	—
地質調査, 音波探査	<p>【下宇部尾西トレンチ(北), 下宇部尾西トレンチ(南), 下宇部尾トレンチ】</p> <ul style="list-style-type: none"> トレンチ調査の結果, 断層は認められない。 <p>【下宇部尾北トレンチ】</p> <ul style="list-style-type: none"> トレンチ調査の結果, 断層が認められ、上載地層に含まれる火山灰は再堆積したものであるとも考えられることから、後期更新世以降の断層活動を完全には否定できない。 	<ul style="list-style-type: none"> ボーリング調査の結果, 変位地形・リニアメント等に対応する断層は認められない。 はぎ取り調査の結果, 断層は認められない。 <p>また、ボーリング調査の結果, 貫入岩及び貫入境界付近に、貫入後の断層活動は認められない。</p>	<p>【森山北】</p> <ul style="list-style-type: none"> ビット調査等の結果, 断層が認められるものの、後期更新世以降の断層活動は認められない。 <p>【森山】</p> <ul style="list-style-type: none"> トレンチ調査等の結果, 断層は認められるものの、後期更新世以降の断層活動は認められない。 はぎ取り調査等の結果, 断層は認められるが、ボーリング調査等の結果, 断層の連続性は乏しい。 <p>更に、反射法地震探査の結果, 基盤岩上面等には断層活動を示唆する変位や変形は認められない。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 地表地質踏査等の結果, 複数の断層が認められる。露頭観察及び室内試験の結果, 横ずれ優勢の条線も認められたが、その他は全て縦ずれ優勢の条線であった。 また、断層露頭の連続性・活動性評価※の結果, 後期更新世以降の断層活動は認められないと考えられるが、上載地層が存在しないため、最新活動時期の確定には至っていない。 <p>※連続性・活動性評価</p> <ul style="list-style-type: none"> 森山(造成地)の複数の断層と、森山トレンチ調査等の断層は、共通的な特徴より、鹿野・吉田(1985)による断層に対応する一連の断層と考えられる。 よって、森山(造成地)の複数の断層は、森山トレンチ調査等の結果より、後期更新世以降の断層活動は認められないと考えられる。 	<p>【高尾山南側(北)】</p> <ul style="list-style-type: none"> 地表地質踏査(Loc.T-1)の結果, 断層が認められる。縦ずれ優勢の条線が確認され、東西圧縮応力場として推定されるすべり角の計算結果とは対応しないが、上載地層が存在しないため、最新活動時期の確定には至っていない。 ビット調査(Loc.T-2, Loc.T-3)の結果, 断層は認められない。 <p>【高尾山南側(南)】</p> <ul style="list-style-type: none"> ビット調査(Loc.T-4)の結果, 断層は認められない。 採石場に2条の断層が認められる。これらの断層に対応する変位地形・リニアメントは認められず、破碎幅の大きい断層は固結・密着しているが、上載地層が存在しないため、最新活動時期の確定には至っていない。 <p>【高尾山西側】</p> <ul style="list-style-type: none"> 地表地質踏査の結果, 変位地形・リニアメントの通過位置付近において断層は認められない。 道路沿いに断層が認められる。断層面が密着しており、破碎は認められないが、上載地層が存在しないため、最新活動時期の確定には至っていない。 採石場に2条の断層が認められる。いずれも固結・密着しており、変位量が大きい断層は上部の泥岩に変位や変形は認められないため、後期更新世以降の断層活動は認められないと考えられる。 	<p>【福浦～地蔵崎】</p> <ul style="list-style-type: none"> 島根半島東部の褶曲について、分水界と背斜軸の対応関係は系統的ではない。また、陸域の地質状況から直接的に褶曲の活動時期を評価することは困難であるものの、音波探査の結果, 後期更新世以降の断層活動を示唆する変位や変形は認められない。 <p>【境水道～美保湾】</p> <ul style="list-style-type: none"> 地形的特徴を活用し実施できた美保関港では陸海境界を横断する音波探査の結果, 後期更新世以降の断層活動は認められない。 しかしながら、境水道～美保湾の陸海境界においては十分な音波探査が実施できない。 	<ul style="list-style-type: none"> 島根半島の東方延長部を南北に延長し、かつ稠密な測線間隔による浅部から深部の音波探査の結果, 後期更新世以降の断層活動は認められない。
重力異常分布	明瞭な重力異常(重力コンターの急傾斜部)が認められる(注)。 (注)重力異常に関する検討の結果, 重力コンターの急傾斜部付近において後期更新世以降の断層活動は認められない。また、重力コンターの急傾斜部は、新第三紀中新世に形成された断層に伴う構造的な落差を反映したものと考えられる。						明瞭な重力異常(重力コンターの急傾斜部)は認められない。



- ・ 変動地形学的調査(変位地形・リニアメントの有無、谷の屈曲量・屈曲率等の検討)の結果、下宇部尾以东では、南講武付近と比べて、断層活動性が低下している。
- ・ 下宇部尾東におけるボーリング調査及びはぎ取り調査、森山におけるトレンチ調査等の結果、後期更新世以降の断層活動は認められないものの、更に東方の森山から地蔵崎における地質調査の結果、陸域において一部断層を除き上載地層がないこと、また、陸海境界において十分な調査が実施できないことから、後期更新世以降の断層活動が完全には否定できない。
- ・ 美保関町東方沖合いでは、島根半島の東方延長部を南北に横断し、かつ稠密な測線間隔による浅部から深部の地質・地質構造に関する音波探査の結果、後期更新世以降の断層活動は認められない。

以上のことから、音波探査により精度や信頼性のより高い調査結果が得られており、かつ、明瞭な重力異常が認められないことを確認している「美保関町東方沖合い」を東端とし、宍道断層の評価長さを約39kmとする。

4. 鳥取沖の断層の評価 (3) 鳥取沖西部断層と鳥取沖東部断層との関係 鳥取沖の断層評価(まとめ)

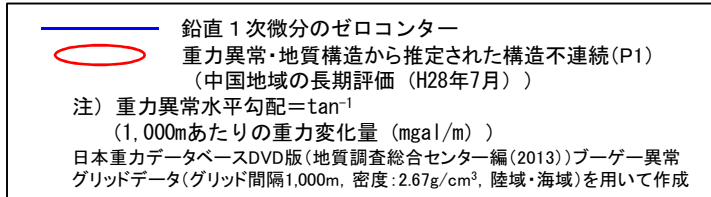
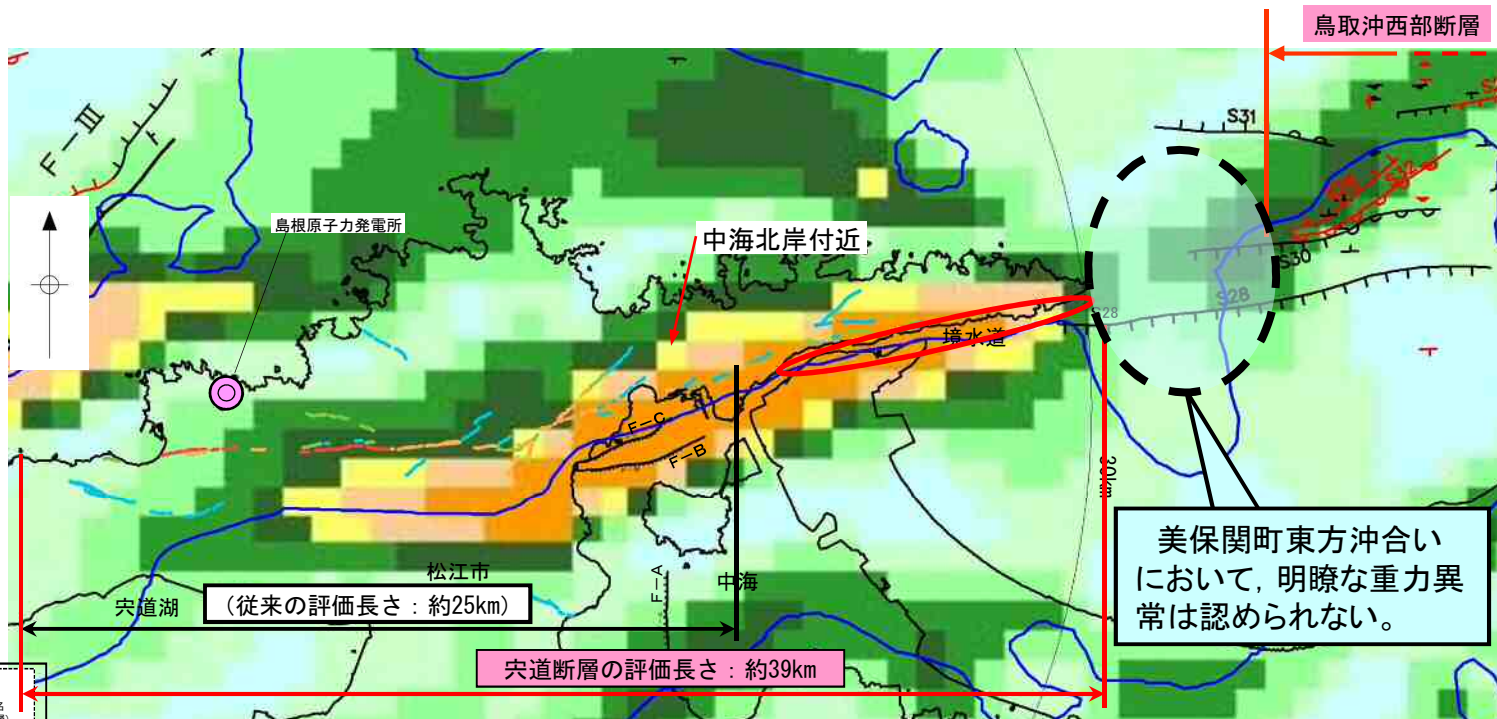


- ・鳥取沖の断層(鳥取沖西部断層及び鳥取沖東部断層)について、重力異常水平勾配値と後期更新世以降の断層活動性の関係は認められない。
- ・後期更新世以降の断層活動が認められる断層は、高角度の横ずれ断層と考えられる。また、両断層の離隔区間についても、後期更新世以降の活動は認められないものの、高角度の横ずれ断層が確認される。
- ・両断層は、離隔距離等の関係から連動する可能性は極めて低いと考えられるが、国交省報告書や調査精度を踏まえ、連動を考慮することとしている。

5. 宍道断層と鳥取沖西部断層の間の地質構造に関する検討 (1) 重力異常に関する検討

重力異常に関する検討結果

水平勾配図及び鉛直1次微分図

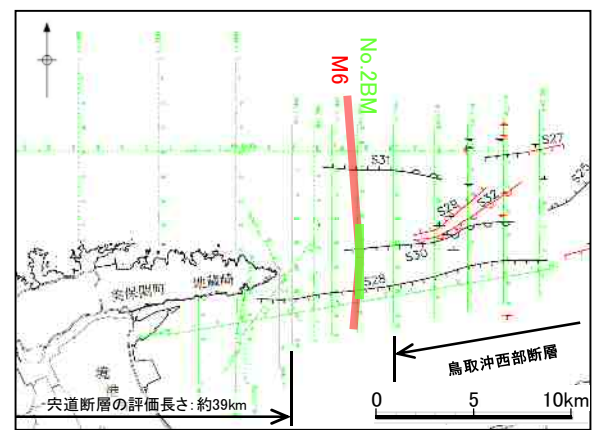
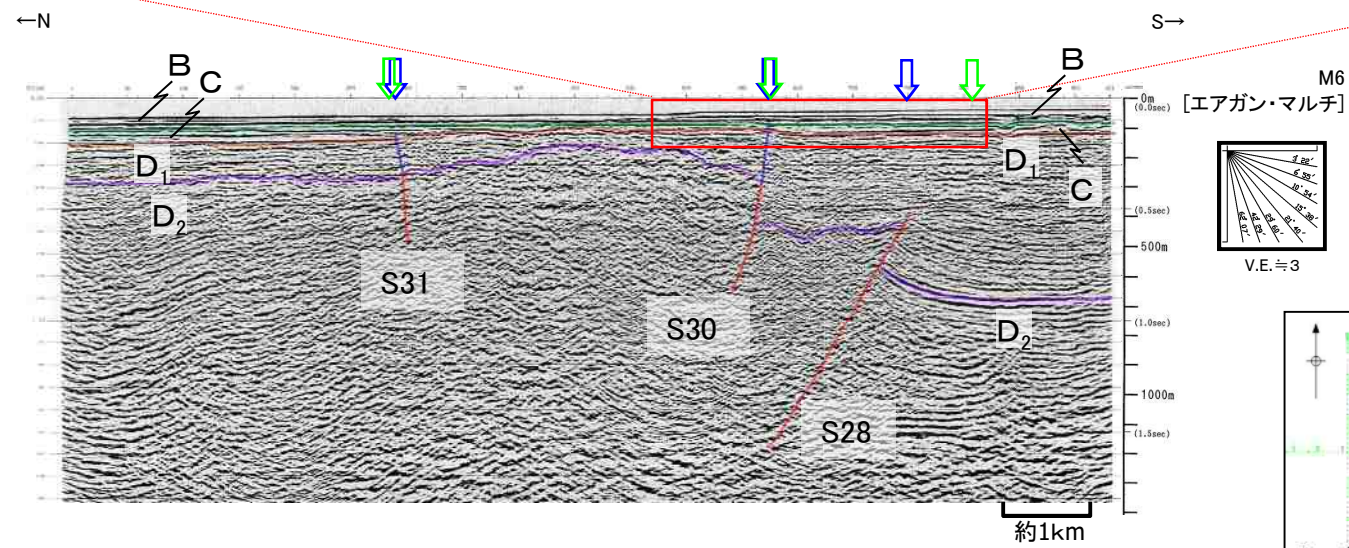
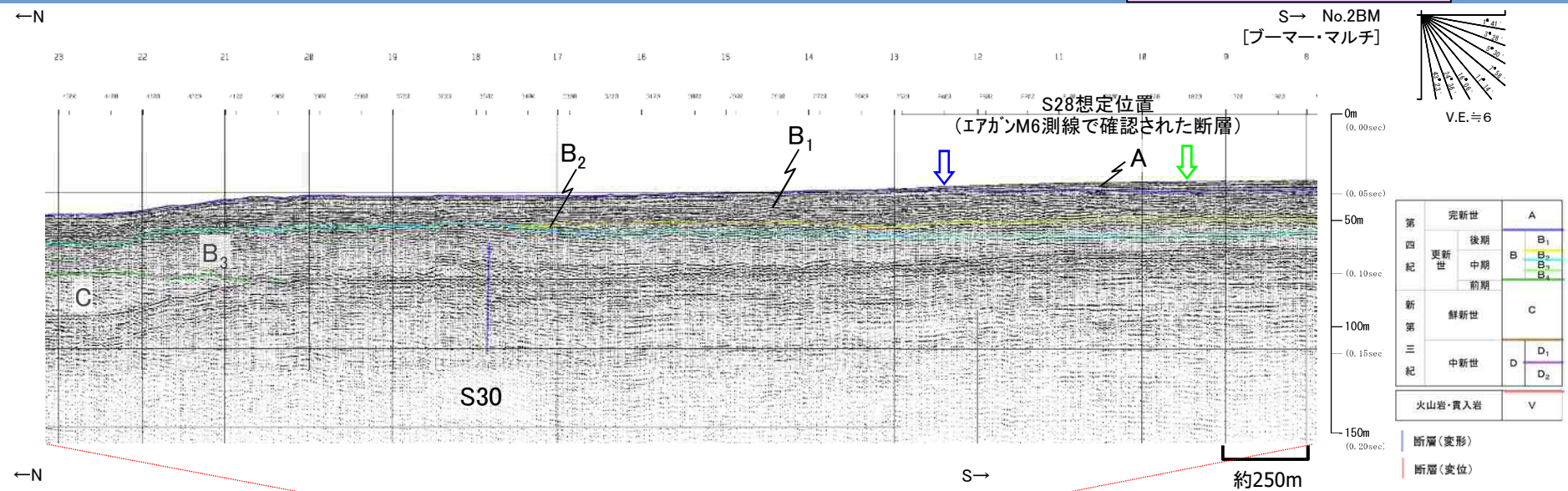


- ・重力コンターの鉛直1次微分のゼロコンターの位置と概ね対応する中海北部のF-B, F-C断層及び美保関町東方沖合いのS28断層について、音波探査結果に基づき、D₂層上面変位量分布図(時間断面)を作成した結果、D₂層上面変位量は、東方に向かって小さくなる傾向が認められる。
- ・中海北岸付近に認められる重力コンターの急傾斜部は、上記断層に伴う基盤の落差を反映したものと考えられる。
- ・基盤の落差に焦点を当てた重力データ解析を行った結果、解析値は重力変化(日本の重力データベース(地質調査総合センター編, 2013))を概ね表現している。

以上のことから、美保関町東方沖合いにおいて、明瞭な重力異常は認められない。

5. 宍道断層と鳥取沖西部断層の間の地質構造に関する検討 (2)断層活動性に関する検討
 美保関町東方沖合い(M6測線とNo.2BM測線 音波探査解析図)

第226回審査会合
 資料3 P57 加筆・修正

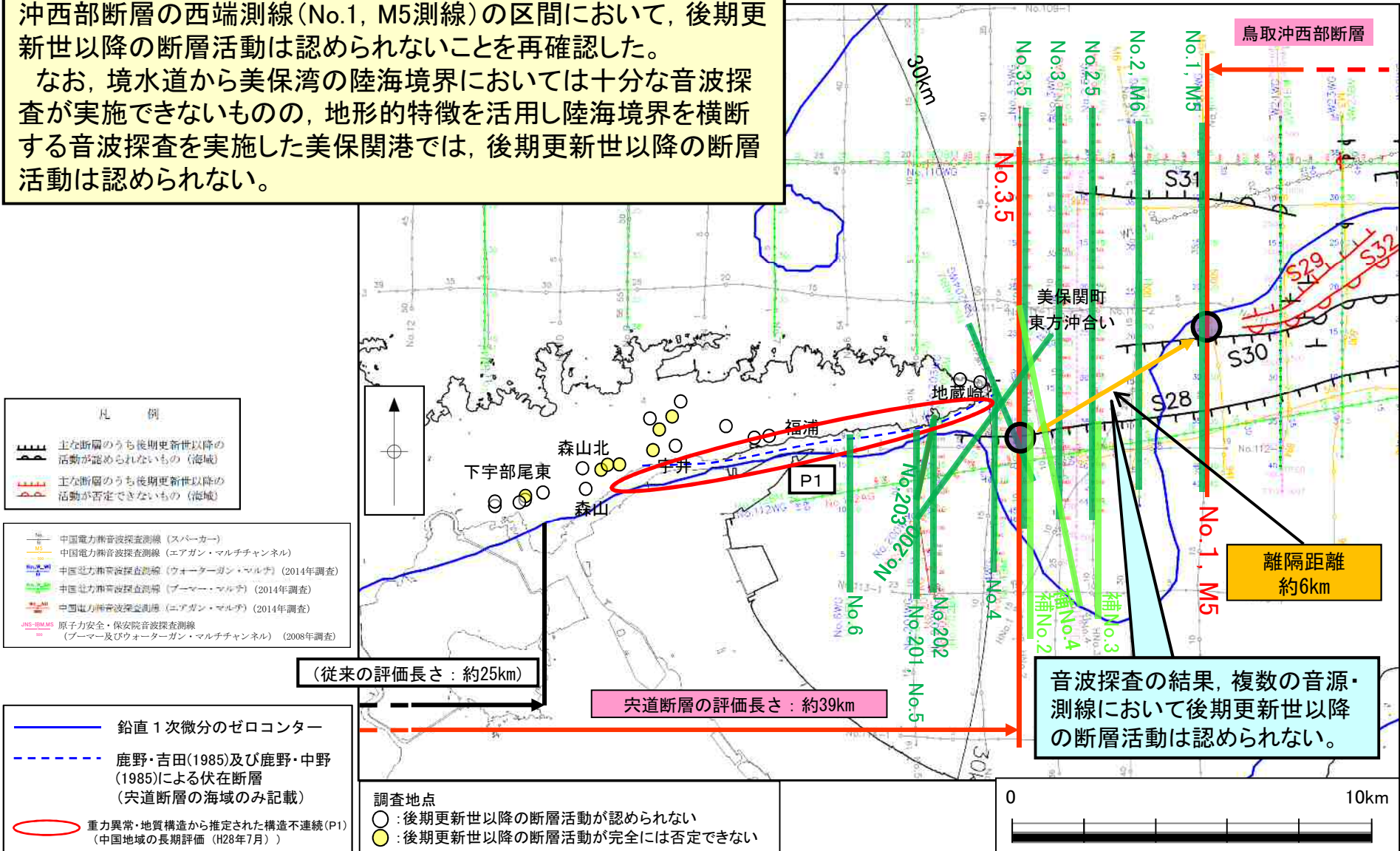


- ・エアガン記録において認められたS30断層は、ブーマー記録においてB₃層下部に変形が認められるが、B₃層上部以上に断層活動を示唆する変位や変形は認められない。
- ・エアガン記録において認められたS28断層は、ブーマー記録においてB₂層以上に断層活動を示唆する変位や変形は認められない。

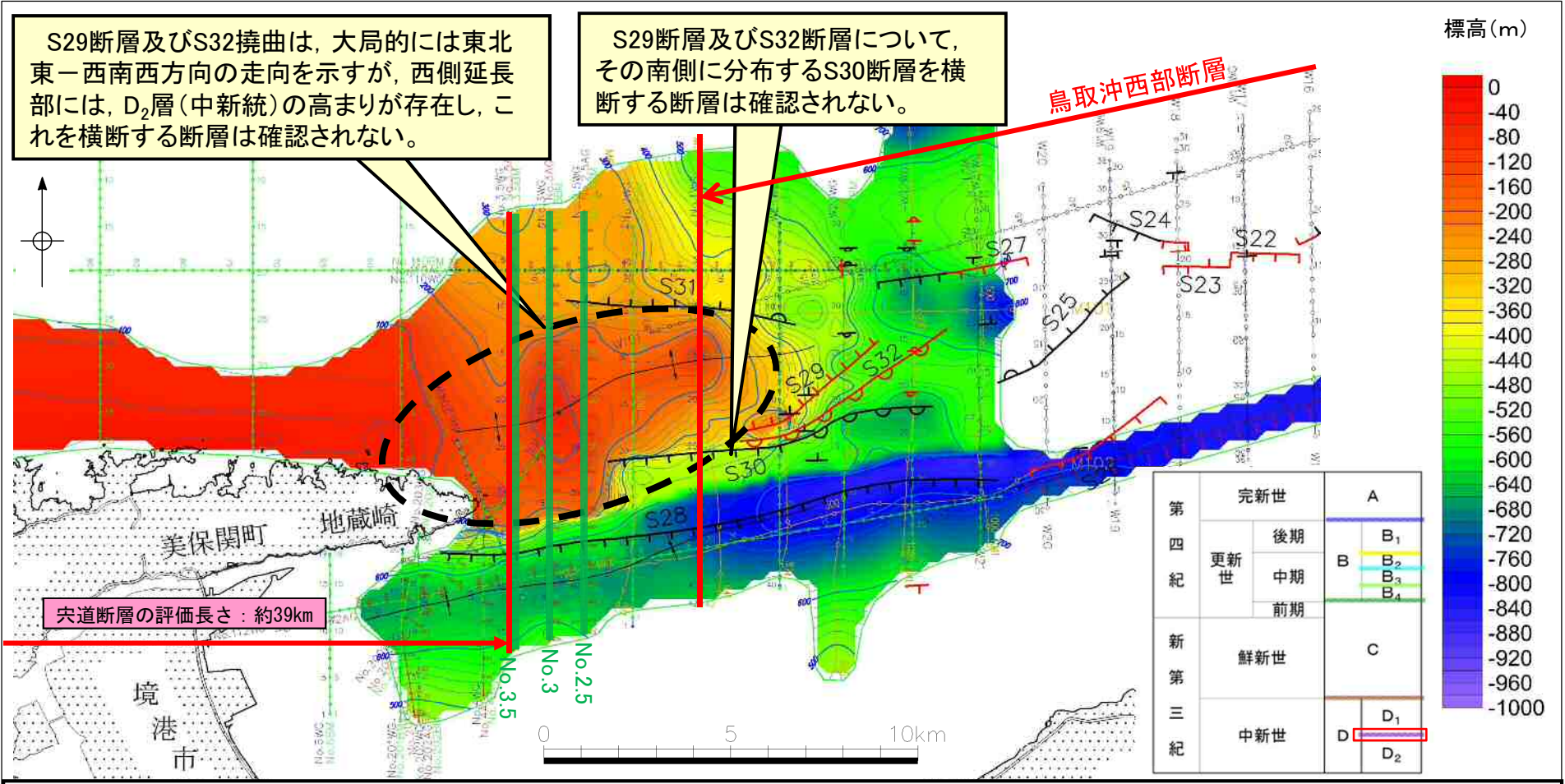
断層活動性に関する検討結果

複数の音源・測線による浅部から深部の地質・地質構造に関する音波探査の結果、宍道断層の東端測線(No.3.5測線)から鳥取沖西部断層の西端測線(No.1, M5測線)の区間において、後期更新世以降の断層活動は認められないことを再確認した。

なお、境水道から美保湾の陸海境界においては十分な音波探査が実施できないものの、地形的特徴を活用し陸海境界を横断する音波探査を実施した美保関港では、後期更新世以降の断層活動は認められない。



5. 宍道断層と鳥取沖西部断層の間の地質構造に関する検討 (3) 詳細地質構造に関する検討
 D₂層上面深度と断層分布の関係(D₂層上面等深線図)



- ・D₂層(中新統)上面は、大局的には地蔵崎周辺で浅く、更に東側では深い傾向が認められる。
- ・地蔵崎東方のD₂層(中新統)の高まりは、S28断層及びS30断層を境にD₂層上面深度の落差が認められることから、これらの断層の南北圧縮応力場(中期中新世頃～後期中新世頃)における逆断層運動に伴い、北上がりの構造を形成したと考えられる。
- ・後期更新世以降の断層活動が認められるS29断層及びS32撓曲は、大局的には東北東-西南西方向の走向を示し横ずれセンスを呈するが、西側延長部では、D₂層の高まりを横断する断層は確認されない。また、S29断層及びS32断層について、その南側に分布するS30断層を横断する断層は確認されない。
- ・以上のことから、後期更新世以降の断層活動が認められるS29断層及びS32撓曲は、後期更新世以降の断層活動が認められないS28断層及びS30断層と地質構造が異なると考えられる。

5. 宍道断層と鳥取沖西部断層の間の地質構造に関する検討

(4) 検討結果(まとめ)

(1) 重力異常に関する検討

美保関町東方沖合いにおいて、明瞭な重力異常は認められない。

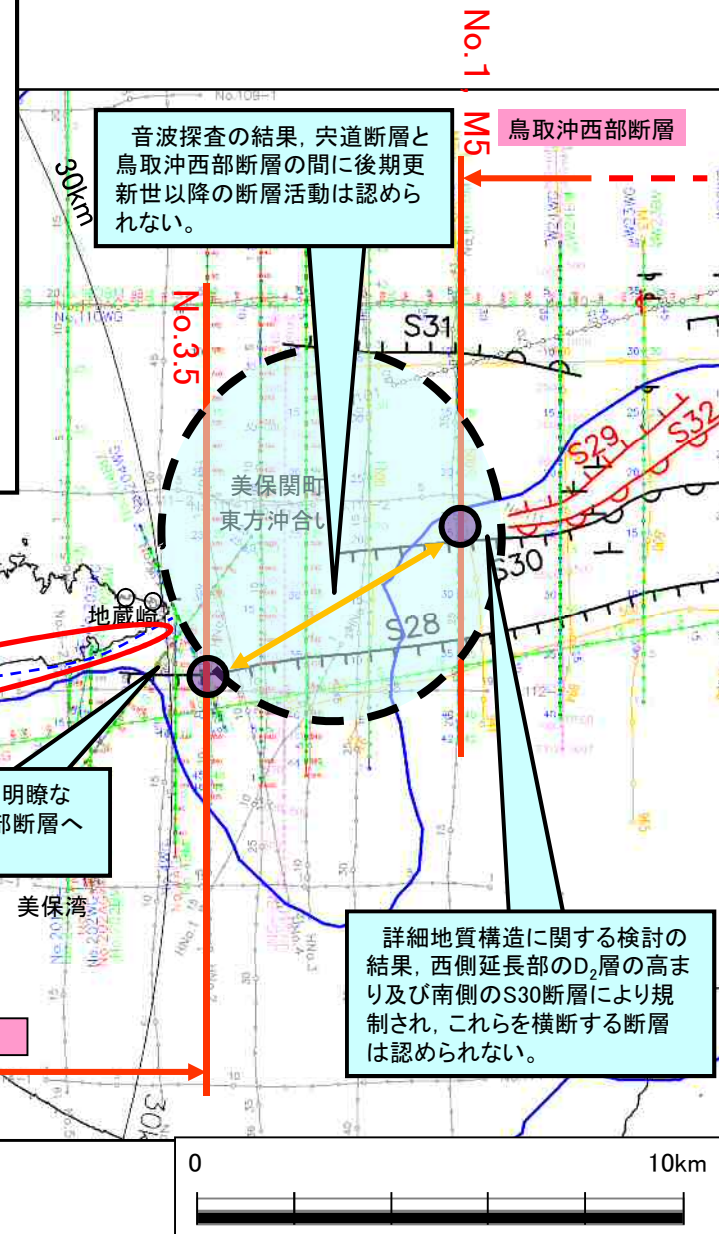
(2) 断層活動性に関する検討

複数の音源・測線による浅部から深部の地質・地質構造に関する音波探査の結果、宍道断層の東端測線(No.3.5測線)から鳥取沖西部断層の西端測線(No.1, M5測線)の区間において、後期更新世以降の断層活動は認められないことを再確認した。

(3) 詳細地質構造に関する検討

S29断層及びS32撓曲は、両断層間において、B₂層(中部更新統)上面に横ずれ断層として特徴的な地層の盛り上がりがわずかに認められるものの、西端延長部では、断層活動を示唆する構造は認められない。

S29断層及びS32撓曲は、後期更新世以降の断層活動が認められるものの、西側延長部のD₂層(中新統)の高まり及び南側の後期更新世以降の断層活動が認められないS30断層により規制され、これらを横断する断層は確認されない。



音波探査の結果、宍道断層と鳥取沖西部断層の間に後期更新世以降の断層活動は認められない。

宍道断層で認められる明瞭な重力異常は、鳥取沖西部断層へ連続しない。

詳細地質構造に関する検討の結果、西側延長部のD₂層の高まり及び南側のS30断層により規制され、これらを横断する断層は認められない。

凡 例

	主な断層のうち後期更新世以降の活動が認められないもの(海域)
	主な断層のうち後期更新世以降の活動が否定できないもの(海域)

	中国電力音波探査測線(スーパーカー)
	中国電力音波探査測線(エアガン・マルチチャンネル)
	中国電力音波探査測線(ウォーターガン・マルチ) (2014年調査)
	中国電力音波探査測線(ブーマー・マルチ) (2014年調査)
	中国電力音波探査測線(エアガン・マルチ) (2014年調査)
	原子力安全・保安院音波探査測線(ブーマー及びウォーターガン・マルチチャンネル) (2008年調査)

(従来の評価長さ: 約25km)

宍道断層の評価長さ: 約39km

	鉛直1次微分のゼロコンター
	鹿野・吉田(1985)及び鹿野・中野(1985)による伏在断層(宍道断層の海域のみ記載)
	重力異常・地質構造から推定された構造不連続(P1)(中国地域の長期評価(H28年7月))

調査地点

	: 後期更新世以降の断層活動が認められない
	: 後期更新世以降の断層活動が完全には否定できない

宍道断層と鳥取沖西部断層の連動評価

宍道断層及び鳥取沖西部断層の評価

宍道断層の末端性状及び東端評価

- ・変動地形学的調査(変位地形・リニアメントの有無, 谷の屈曲量・屈曲率の検討)の結果, 下宇部尾以東では, 南講武付近と比べて, 断層活動性が低下している。
- ・地質調査の結果, 下宇部尾東及び森山では, 後期更新世以降の断層活動は認められないものの, 更に東方において一部断層を除き上載地層がないこと等から, 後期更新世以降の断層活動が完全には否定できない。
- ・美保関町東方沖合いでは, 島根半島の東方延長部を南北に横断し, かつ稠密な測線間隔による浅部から深部の地質・地質構造に関する音波探査の結果, 後期更新世以降の断層活動は認められない。
- ・以上のことから, 音波探査により精度や信頼性のより高い調査結果が得られており, かつ, 明瞭な重力異常が認められないことを確認している美保関町東方沖合いの「No. 3. 5測線」を東端とする。

鳥取沖西部断層の末端性状及び西端評価

- ・音波探査の結果, 鳥取沖西部断層の西端付近では, 雁行・分岐し, 変形量が小さくなる傾向が認められ, 横ずれ断層の末端部付近を示唆する性状を示し, 中央部付近と比べて, 断層活動性が低下している。
- ・複数の音源・測線による浅部から深部の地質・地質構造に関する音波探査の結果, 後期更新世以降の断層活動は認められないことを確認している「No. 1測線」を西端とする。

宍道断層と鳥取沖西部断層の間の地質構造

宍道断層で認められる明瞭な重力異常は, 鳥取沖西部断層へ連続しない

- ・宍道断層(中海北岸付近)では, 明瞭な重力異常が認められるが, その東方の美保関町東方沖合いでは, 明瞭な重力異常は認められない。
- ・更に東方の鳥取沖西部断層では, 重力異常水平勾配値はわずかに大きい傾向が認められるものの, 明瞭な重力異常は認められない。
- ・以上のことから, 宍道断層で認められる明瞭な重力異常は, 鳥取沖西部断層へ連続しない。

音波探査の結果, 宍道断層と鳥取沖西部断層の間に後期更新世以降の断層活動は認められない

- ・宍道断層と鳥取沖西部断層の間では, 複数の音源・測線による浅部から深部の地質・地質構造に関する音波探査の結果, 後期更新世以降の断層活動は認められない。

詳細地質構造に関する検討の結果, D₂層(中新統)の高まり及びS30断層を横断する断層は認められない

- ・鳥取沖西部断層は, 宍道断層と鳥取沖西部断層の間のD₂層(中新統)の高まり及び南側の後期更新世以降の断層活動が認められないS30断層により規制され, これらを横断する断層は確認されない。



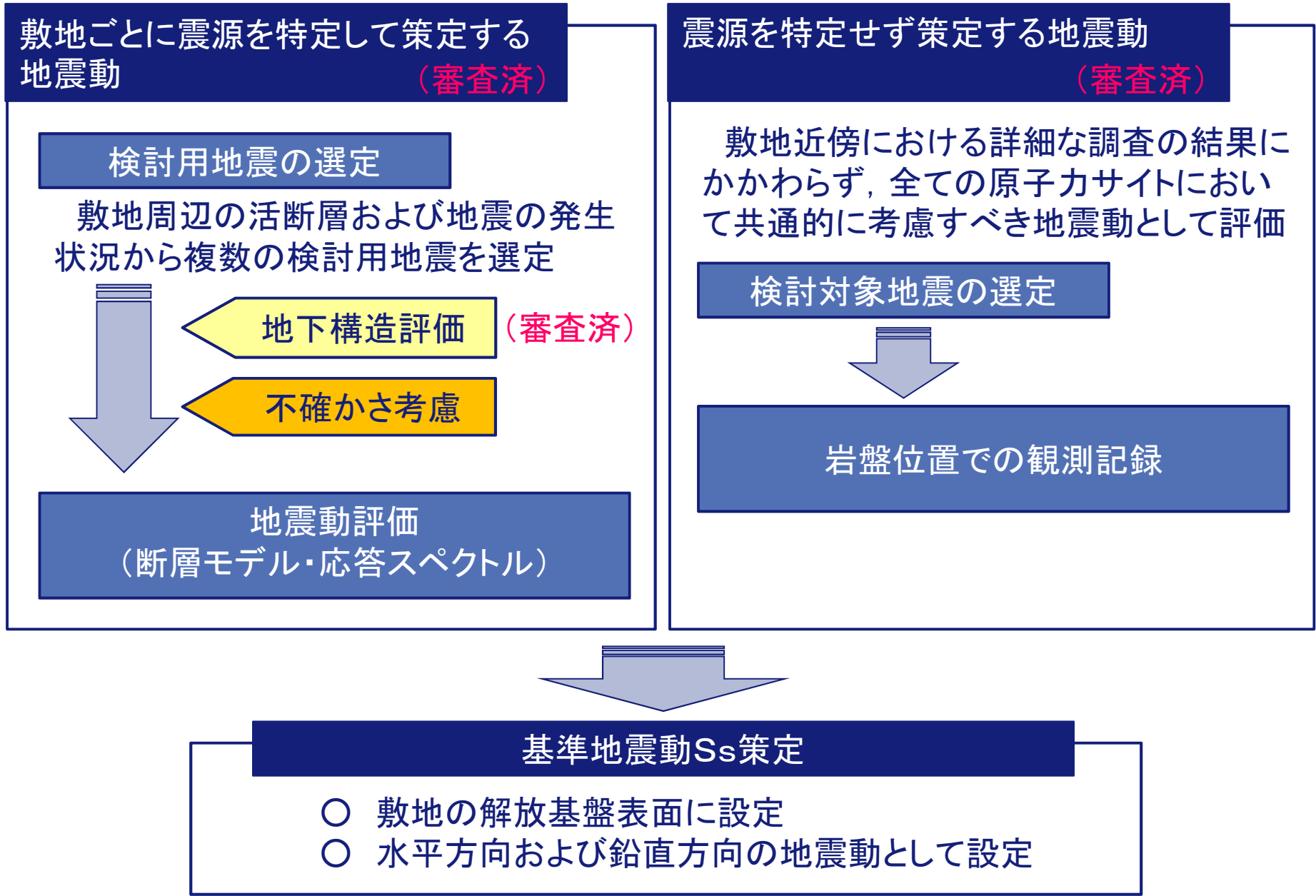
宍道断層と鳥取沖西部断層の連動評価

上記の検討結果より, 宍道断層と鳥取沖西部断層は連動しないものと考えられる。

島根原子力発電所 基準地震動S_sの策定

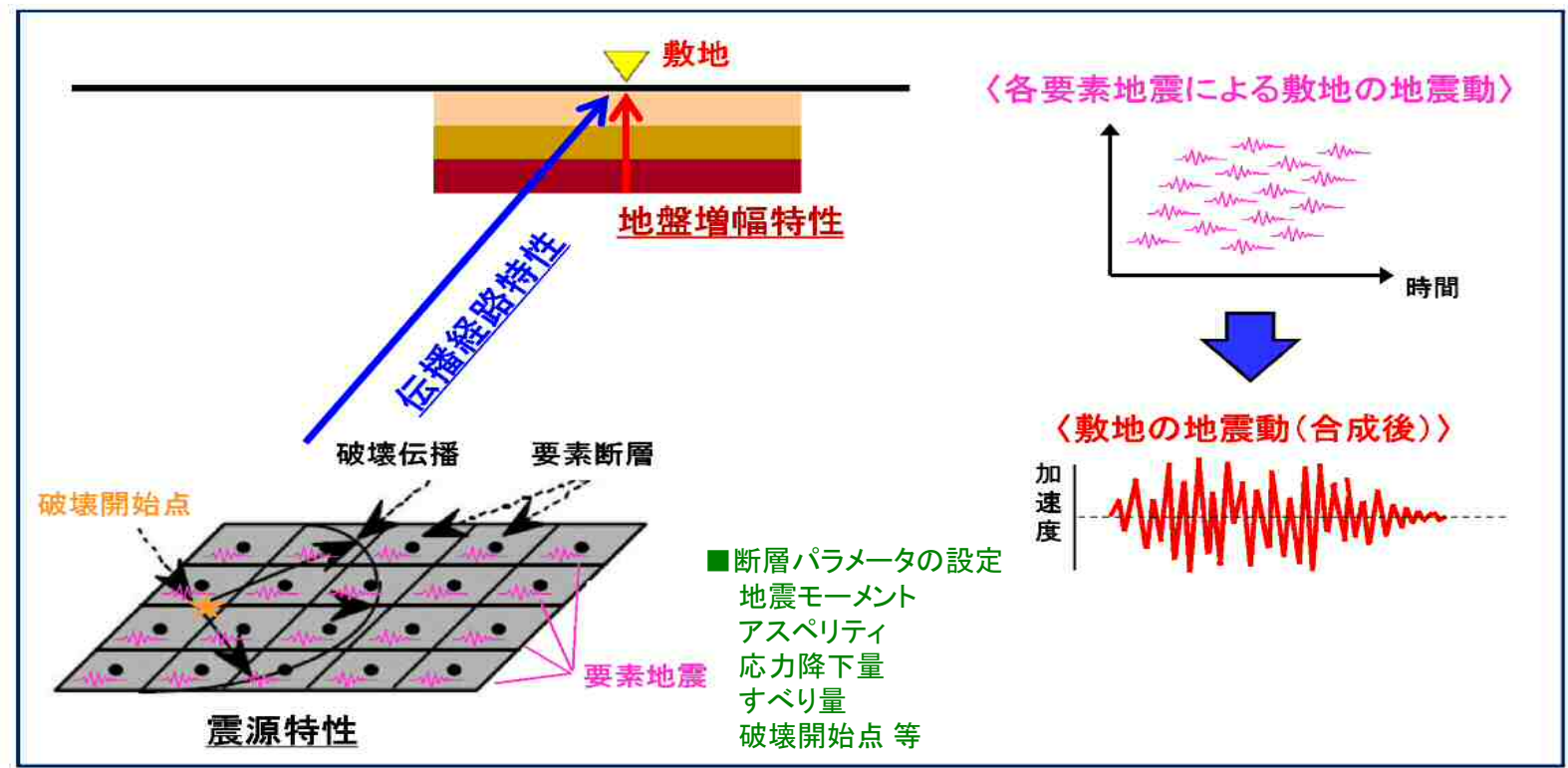
平成30年3月19日
中国電力株式会社

基準地震動Ssの策定フロー



断層モデルを用いた手法による地震動評価

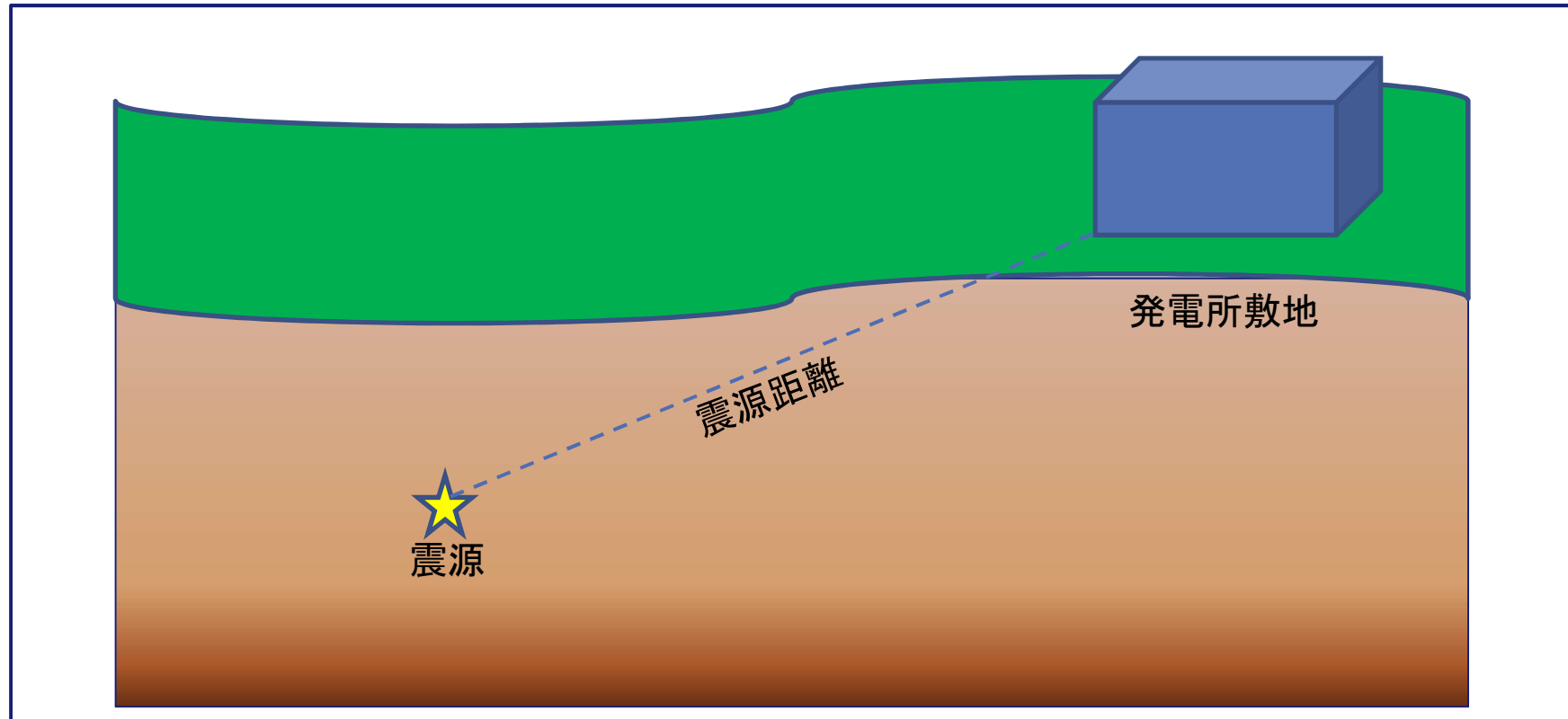
- 断層モデルを用いた手法は、断層を面として捉え、それを細かく分割し、それぞれの領域から発生する地震(要素地震)の波を合成することで、発電所敷地における揺れを評価。
(震源の面的な広がりを考慮する手法)



断層モデルを用いた手法による地震動評価の概念図

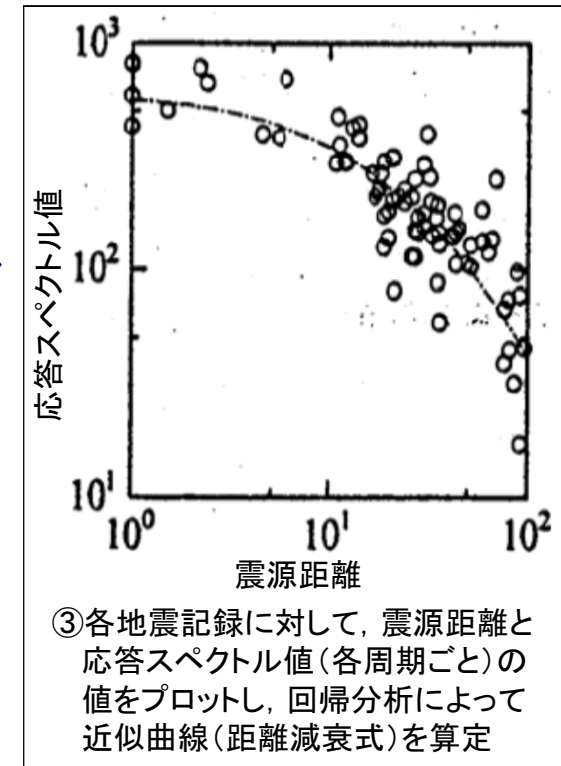
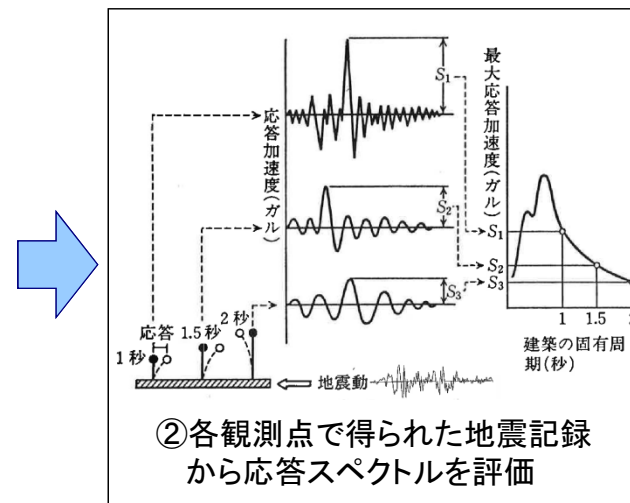
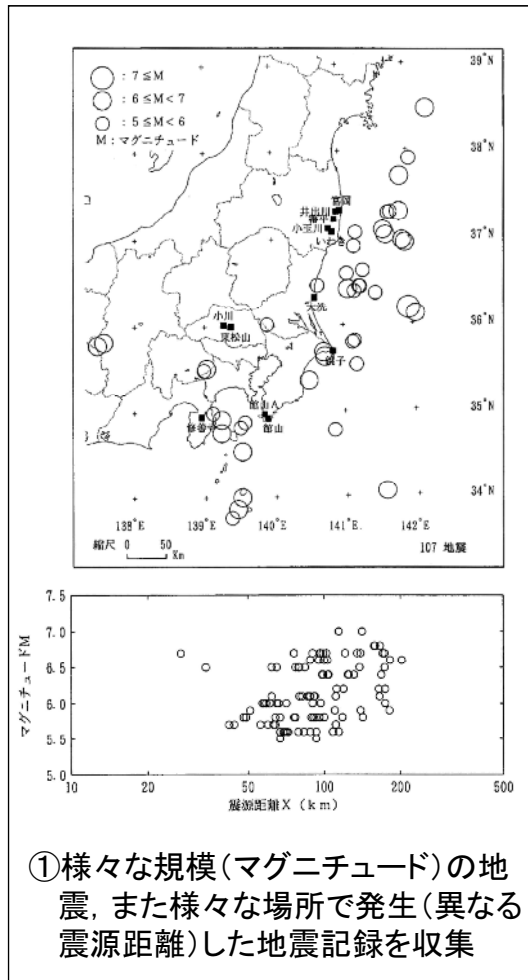
応答スペクトルに基づく地震動評価

- 応答スペクトルによる手法は、地震のマグニチュードと震源距離等に基づき、発電所敷地における揺れを評価。(震源を点と仮定して評価する経験的手法)



応答スペクトルに基づく地震動評価(参考)

- 応答スペクトルに基づく地震動評価に用いられる距離減衰式の概要を以下に示す。



$$\log S_a = aM + bX + c$$

- ④ 作成された距離減衰式の一例

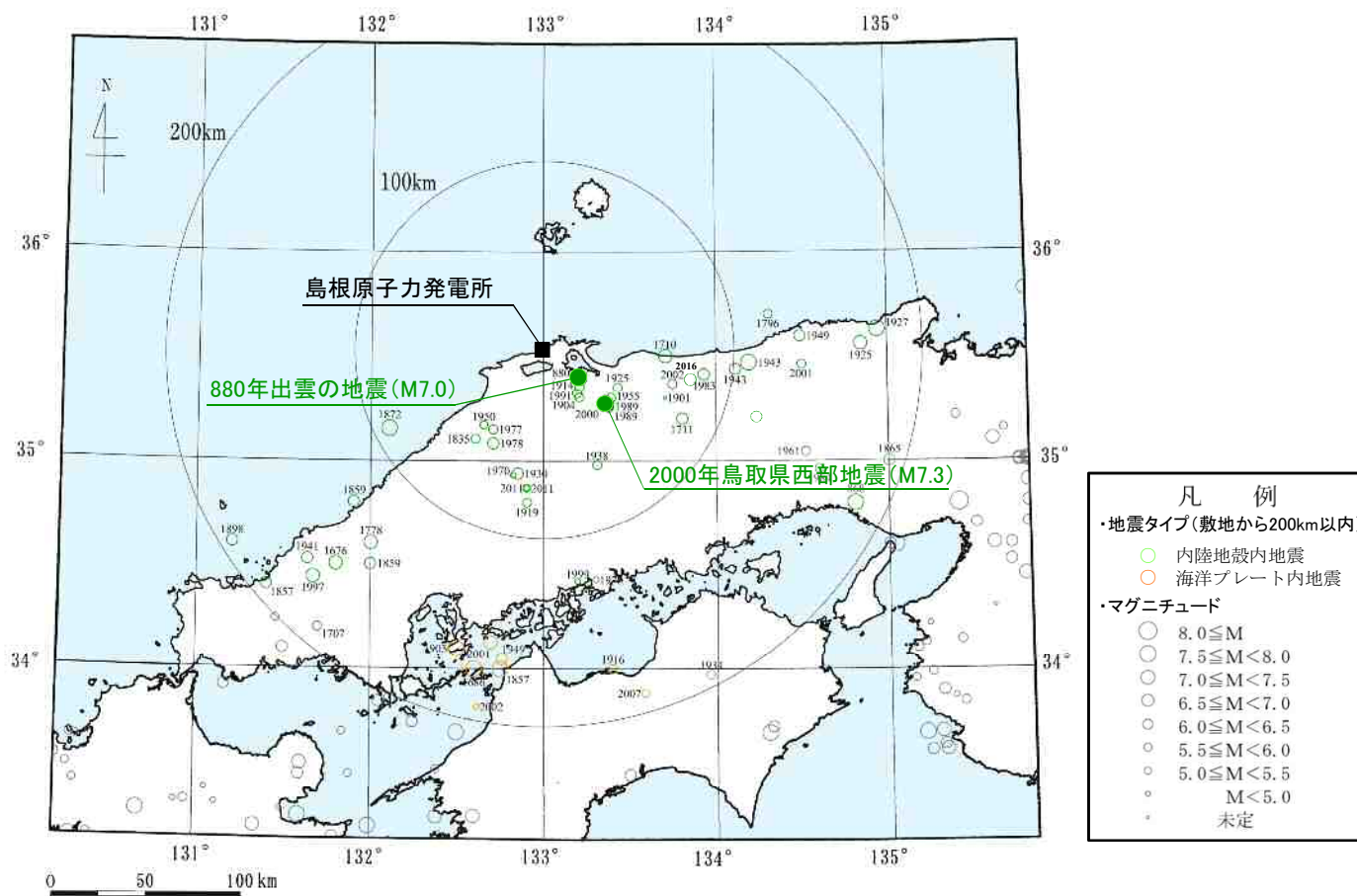
- ・マグニチュード(M)と震源距離(X)により応答スペクトル値(S_a)を算定
- ・a, b, cはそれぞれ回帰分析により求められる係数

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)

平成29年12月1日
中国電力株式会社

1. 1被害地震(内陸地殻内地震, 海洋プレート内地震) 1/3

- 敷地から200km以内の範囲で発生した内陸地殻内地震及び海洋プレート内地震の被害地震を対象として、敷地及び敷地周辺への影響について検討した。
- 上記被害地震の震央分布図を見ると、敷地周辺ではM8クラスの地震は発生しておらず、M7クラスの地震の発生も少ない。

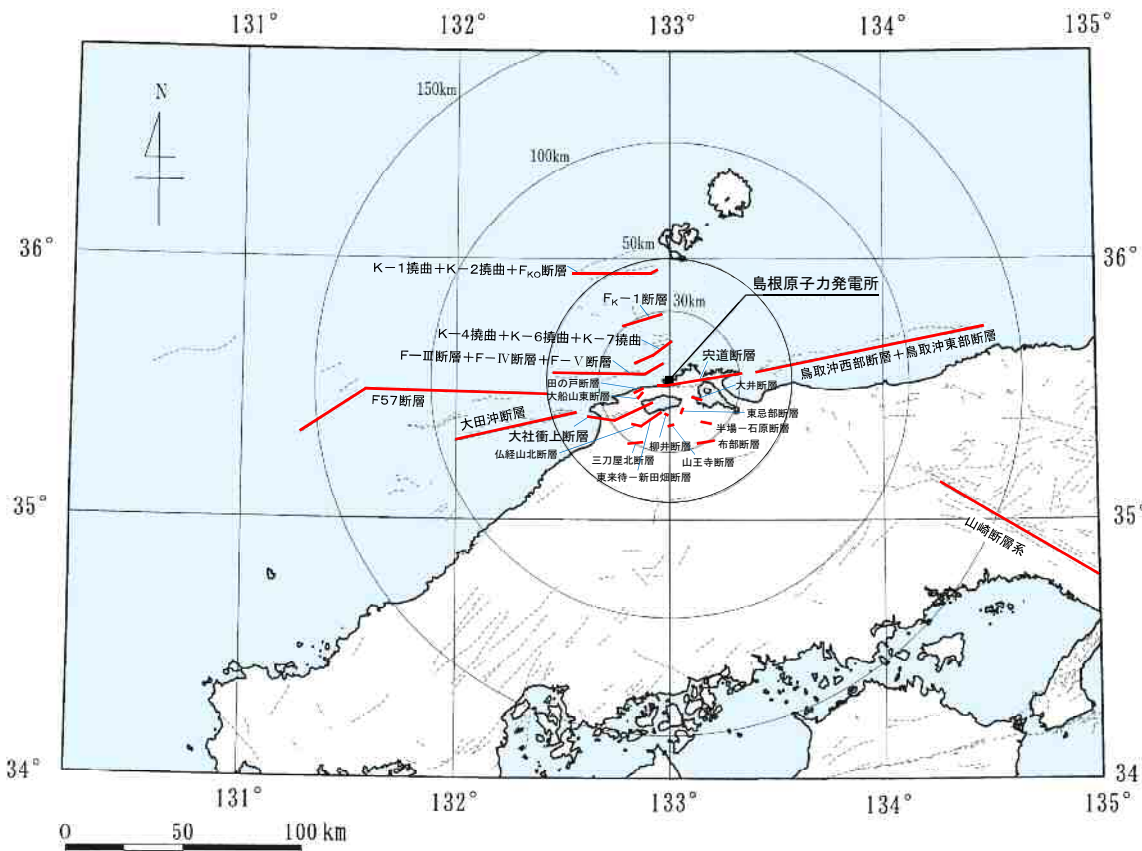


[地震諸元は宇佐美ほか(2013)⁽¹⁾及び「気象庁地震カタログ」⁽²⁾による。]

被害地震の震央分布(内陸地殻内地震, 海洋プレート内地震)

1.3 活断層の分布状況

- 敷地周辺の地質・地質構造の調査結果によると、敷地周辺の考慮する活断層のうち、陸域の主な活断層としては、敷地から30km程度の範囲に宍道断層及び大社衝上断層があり、敷地から約150km程度の位置に山崎断層系がある。
- また、海域の主な活断層としては、連動を考慮したF-Ⅲ断層＋F-Ⅳ断層＋F-Ⅴ断層及び鳥取沖西部断層＋鳥取沖東部断層、それら以外に大田沖断層及びF57断層がある。



【「新編」日本の活断層」⁽¹⁰⁾に加筆修正。】

敷地周辺の考慮する活断層

断層名	断層長さ(km)	震央距離 [*] (km)
しんじ 宍道断層	39	12.2
たいしゃしょうじょう 大社衝上断層	28	24.6
やまさき 山崎断層系	79	162.1
F-Ⅲ断層＋F-Ⅳ断層＋F-Ⅴ断層	48	25.1
F _K -1断層	19	29.3
K-4撓曲＋K-6撓曲＋K-7撓曲	19	13.8
K-1撓曲＋K-2撓曲＋F _{KO} 断層	36	51.5
とっとりおきせいぶ 鳥取沖西部断層＋鳥取沖東部断層	98	85.0
おおだおき 大田沖断層	53	67.6
F57断層	108	103.6
たと 田の戸断層	5	14.0
おおふなやまひがし 大船山東断層	4	13.6
ぶつきょうざんきた 仏経山北断層	5	22.8
ひがしきまち しんたばた 東来待一新田畑断層	11	17.4
やない 柳井断層	2	13.7
みとやきた 三刀屋北断層	7	29.4
はんば いしはら 半場一石原断層	5	23.3
ふべ 布部断層	8	29.3
ひがしんべ 東忌部断層	3	13.6
きんのうじ 山王寺断層	3	18.1
おおい 大井断層	5	13.7

※ 断層中央までの距離

敷地周辺における活断層の分布

2.2 検討用地震の選定 3/3

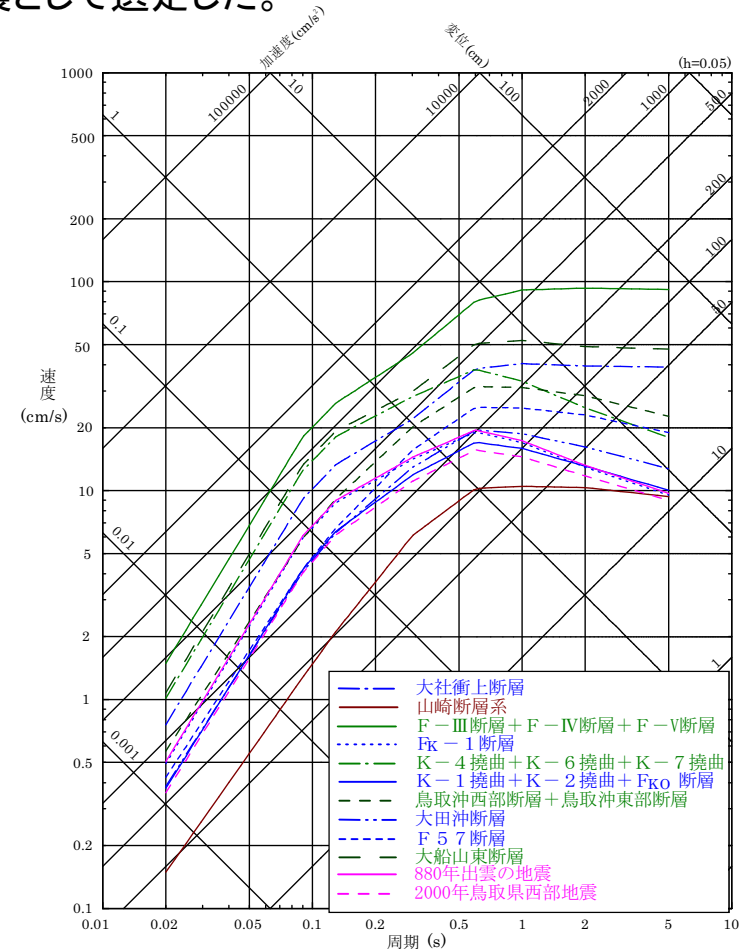
- 宍道断層以外の敷地周辺の考慮する活断層(孤立した短い活断層を含む)及び地震について, Noda et al. (2002)⁽²⁹⁾(以下「耐専式」という。)による地震動評価結果を比較すると, F-Ⅲ断層+F-Ⅳ断層+F-Ⅴ断層が, 敷地に及ぼす影響が最も大きいと考えられるため, 「F-Ⅲ断層+F-Ⅳ断層+F-Ⅴ断層による地震」を検討用地震として選定した。
- 以上より, M-Δの関係及び耐専式による地震動評価結果の比較に基づき, 「宍道断層による地震」及び「F-Ⅲ断層+F-Ⅳ断層+F-Ⅴ断層による地震」を検討用地震として選定した。

検討用地震選定のための内陸地殻内地震の諸元

No.	断層名	断層長さ (km)	マグニチュード M ^{※1}	等価震源距離 Xeq(km) ^{※2}	備考 ^{※3}
1	しんじ 宍道断層	39	7.5	12.5	耐専式適用範囲外 (92ページと同様の検討による)
2	たいしやしょうじょう 大社衝上断層	28	7.2	24.0	
3	やまさき 山崎断層系	79	8.0	158.0	
4	F-Ⅲ断層+F-Ⅳ断層+F-Ⅴ断層	48	7.6	19.4	検討用地震として選定
5	F _K -1断層	19	7.0	28.2	
6	K-4撓曲+K-6撓曲+K-7撓曲	19	7.0	15.9	
7	K-1撓曲+K-2撓曲+F _{KO} 断層	36	7.4	49.4	
8	とっとりおきせいぶ 鳥取沖西部断層+とっとりおきとうぶ 鳥取沖東部断層	98	8.2	71.1	
9	おだおき 大田沖断層	53	7.7	63.8	
10	F57断層	108	8.2	89.8	
11	たの戸断層	約19	7.0	15.7	No.12で代表させる
12	おおふなやまひがし 大船山東断層	約19	7.0	15.1	
13	ぶつきょうさんきた 仏縁山北断層	約19	7.0	23.4	No.12で代表させる
14	ひがしきまち しんたばた 東来待-新田畑断層	約19	7.0	18.7	No.12で代表させる
15	やない 柳井断層	約19	7.0	16.1	No.12で代表させる
16	みとやきた 三刀屋北断層	約19	7.0	29.3	No.12で代表させる
17	はんば いしはら 半場-石原断層	約19	7.0	23.7	No.12で代表させる
18	ふべ 布部断層	約19	7.0	29.0	No.12で代表させる
19	ひがしいんべ 東忌部断層	約19	7.0	15.6	No.12で代表させる
20	さんのうし 山王寺断層	約19	7.0	19.6	No.12で代表させる
21	おおい 大井断層	約19	7.0	15.2	No.12で代表させる
22	いずも 880年出雲の地震	-	7.0	27.7	
23	とっとりおきせいぶ 2000年鳥取県西部地震	-	7.3	47.0	

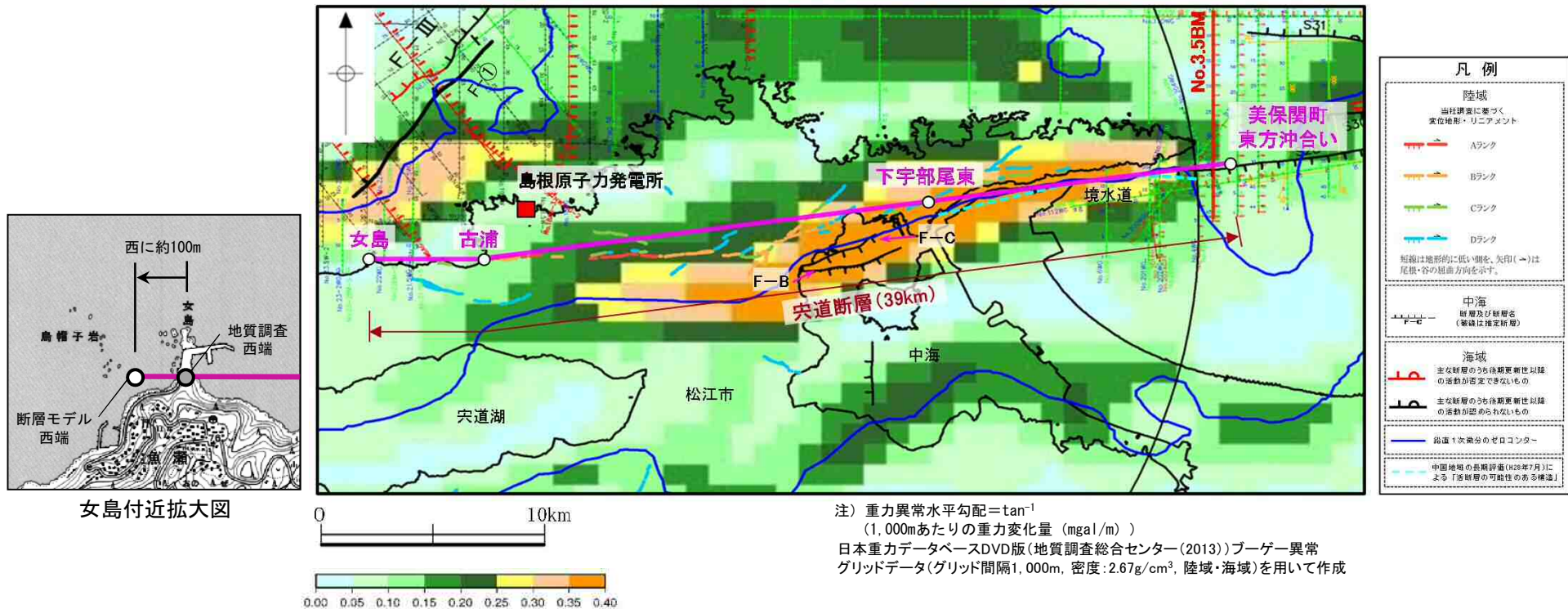
※1 松田(1975)⁽²⁸⁾による断層長さLとMの関係式により算定
 ※2 No.22,23は円形断層, No.1,13は地質調査結果等に基づき断層傾斜角90°の矩形断層, それ以外は地質調査等の十分な情報がないことから, 後述の敷地周辺で発生した主な中小地震の断層傾斜角(125ページ参照)に基づき70°の矩形断層を仮定して設定。

※3 No.11~21の孤立した短い活断層については, 等価震源距離がより近いNo.12大船山東断層で代表させる



検討用地震選定のための応答スペクトルの比較

2.4.1 宍道断層による地震の地震動評価(巨視的断層パラメータの設定根拠:断層モデル) 5/11



凡例	
陸域	
当社調査に基づく変位地形・リアメント	
	Aランク
	Bランク
	Cランク
	Dランク
短縮は地形的に低い側を、矢印(→)は尾根・谷の屈曲方向を示す。	
中海	
	断層及び断層帯(確率は推定断層)
海域	
	主な断層のうち後期更新世以降の活動が否定できないもの
	主な断層のうち後期更新世以降の活動が認められないもの
	鉛直1次微分のゼロコンター
	中国地質の長期評価(1987年7月)による「活断層の可能性のある構造」

宍道断層による地震の断層モデル(39km)

モデル化

- ✓ 美保関町東方沖合い～下宇部尾東 : 地質調査結果, 音波探査記録や重力異常分布等に基づき設定した宍道断層の東端である美保関町東方沖合いの当社探査測線(No.3.5BM)に向かい, 下宇部尾東～古浦と同様の走向により直線でモデル化。その東端はモデル化上, 測線よりも東側に設定。
- ✓ 下宇部尾東～古浦 : 地質調査結果に基づき設定した下宇部尾東と古浦の地点間を, Aランク及びBランクの変位地形・リアメント分布よりも敷地に近づくよう安全側に直線でモデル化。
- ✓ 古浦～女島 : 地質調査結果に基づき設定した古浦と女島の地点間を, 陸海境界付近の当社追加地質調査結果の不確かさを考慮し, 海岸線よりも敷地に近づくよう安全側に直線でモデル化。その西端はモデル化上, 女島地点よりも西側に設定。

2.4.1 突道断層による地震の地震動評価(地震動評価ケース)

- 突道断層による地震の地震動評価ケースとしては、以下のとおり、基本震源モデル、不確かさを考慮したケース及び不確かさの組合せケースの11ケースを設定した。

突道断層による地震の地震動評価ケース(基本震源モデル、不確かさを考慮したケース)

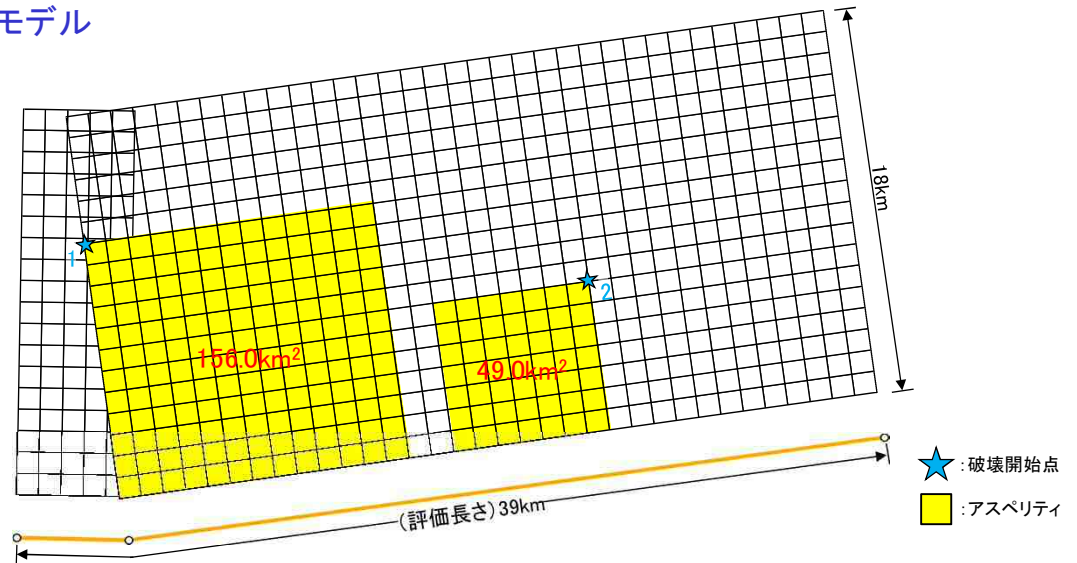
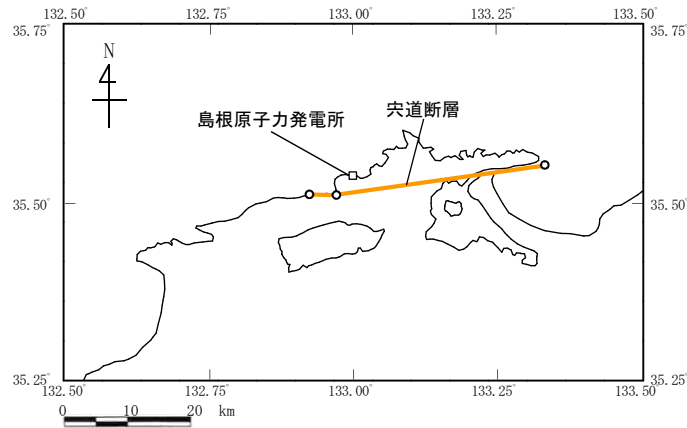
No.	評価ケース	断層長さ	断層幅	断層傾斜角	破壊伝播速度	アスペリティ	短周期レベル	すべり角	破壊開始点
①	基本震源モデル	39km	18km	90°	0.72Vs	敷地近傍(2個)	レシピ	180°	2箇所
②	破壊開始点の不確かさを考慮したケース	39km	18km	90°	0.72Vs	敷地近傍(2個)	レシピ	180°	4箇所
③	断層傾斜角の不確かさを考慮したケース	39km	約19km	70°	0.72Vs	敷地近傍(2個)	レシピ	180°	6箇所
④	破壊伝播速度の不確かさを考慮したケース	39km	18km	90°	0.87Vs	敷地近傍(2個)	レシピ	180°	6箇所
⑤	すべり角の不確かさを考慮したケース	39km	18km	90°	0.72Vs	敷地近傍(2個)	レシピ	150°	6箇所
⑥	アスペリティの不確かさを考慮したケース(一塊:正方形)	39km	18km	90°	0.72Vs	敷地近傍(1個)	レシピ	180°	5箇所
⑦	アスペリティの不確かさを考慮したケース(一塊:縦長)	39km	18km	90°	0.72Vs	敷地近傍(1個)	レシピ	180°	5箇所
⑧	中越沖地震の短周期レベルの不確かさを考慮したケース	39km	18km	90°	0.72Vs	敷地近傍(2個)	レシピ×1.5	180°	6箇所
⑨	断層傾斜角と破壊伝播速度の不確かさの組合せケース	39km	約19km	70°	0.87Vs	敷地近傍(2個)	レシピ	180°	6箇所
⑩	断層傾斜角と横ずれ断層の短周期レベルの不確かさの組合せケース	39km	約19km	70°	0.72Vs	敷地近傍(2個)	レシピ×1.25	180°	6箇所
⑪	破壊伝播速度と横ずれ断層の短周期レベルの不確かさの組合せケース	39km	18km	90°	0.87Vs	敷地近傍(2個)	レシピ×1.25	180°	6箇所

■ : 不確かさを考慮した断層パラメータ(認識論的不確かさ)

■ : 不確かさを考慮した断層パラメータ(偶然的な不確かさ)

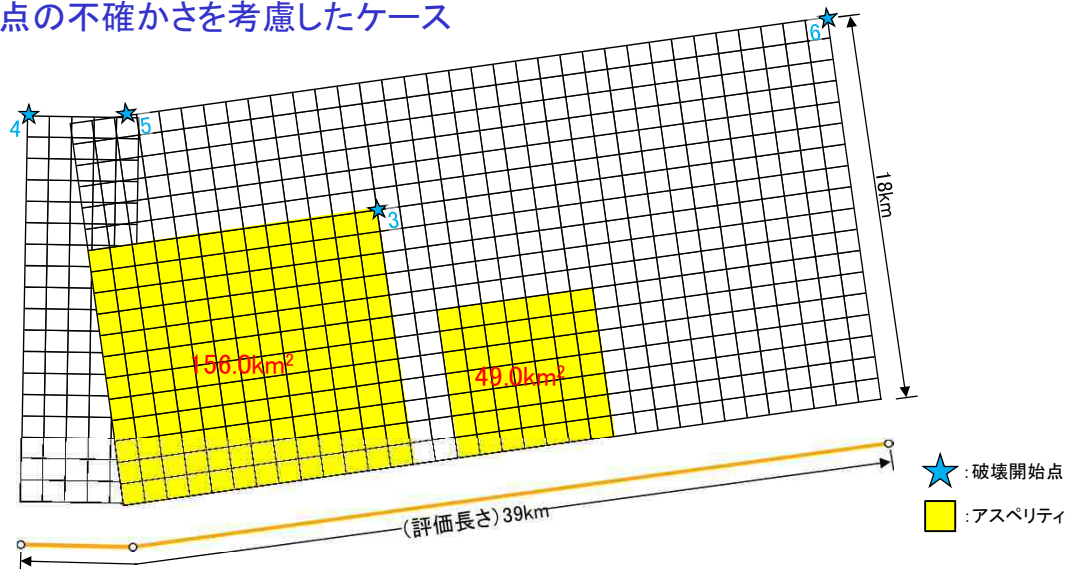
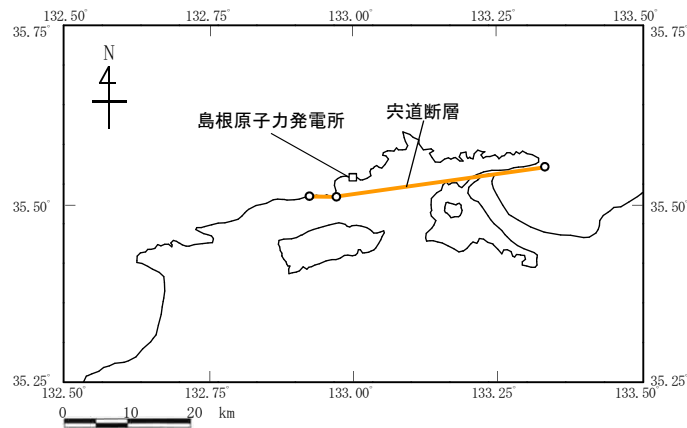
2.4.1 突道断層による地震の地震動評価(断層モデル) 1/3

➤ 突道断層による地震の断層モデル図: ①基本震源モデル



※ 傾斜角90度の断層面を傾斜角0度として図化

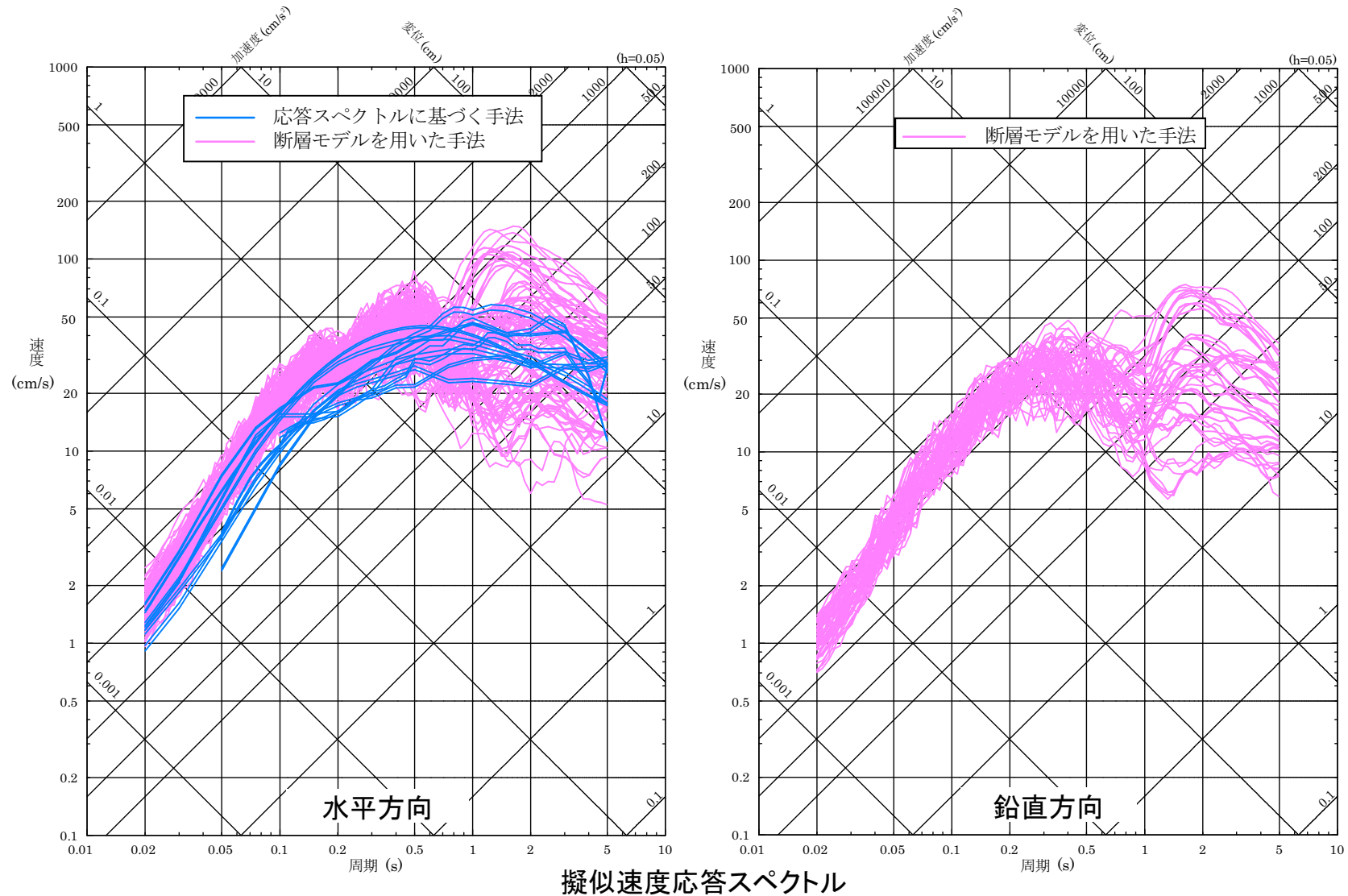
➤ 突道断層による地震の断層モデル図: ②破壊開始点の不確かさを考慮したケース



※ 傾斜角90度の断層面を傾斜角0度として図化

2.4.1 突道断層による地震の地震動評価結果(各手法の評価結果)

■ 応答スペクトルに基づく手法と断層モデルを用いた手法による地震動評価結果(全評価ケース)



※ 加速度値が最も大きくなるケース
 水平方向: 中越沖地震の短周期レベルの不確かさを考慮したケースの断層モデルを用いた手法による評価結果(破壊開始点6, EW成分, max: 777cm/s²)[108ページ参照]
 鉛直方向: 破壊伝播速度と横ずれ断層の短周期レベルの不確かさの組合せケースの断層モデルを用いた手法による評価結果(破壊開始点3, max: 441cm/s²)[114ページ参照]

2.4.2 F-Ⅲ～F-V断層による地震の地震動評価(巨視的断層パラメータの設定根拠) 1/8

■ F-Ⅲ断層+F-Ⅳ断層+F-V断層による地震の巨視的断層パラメータの設定根拠を示す。

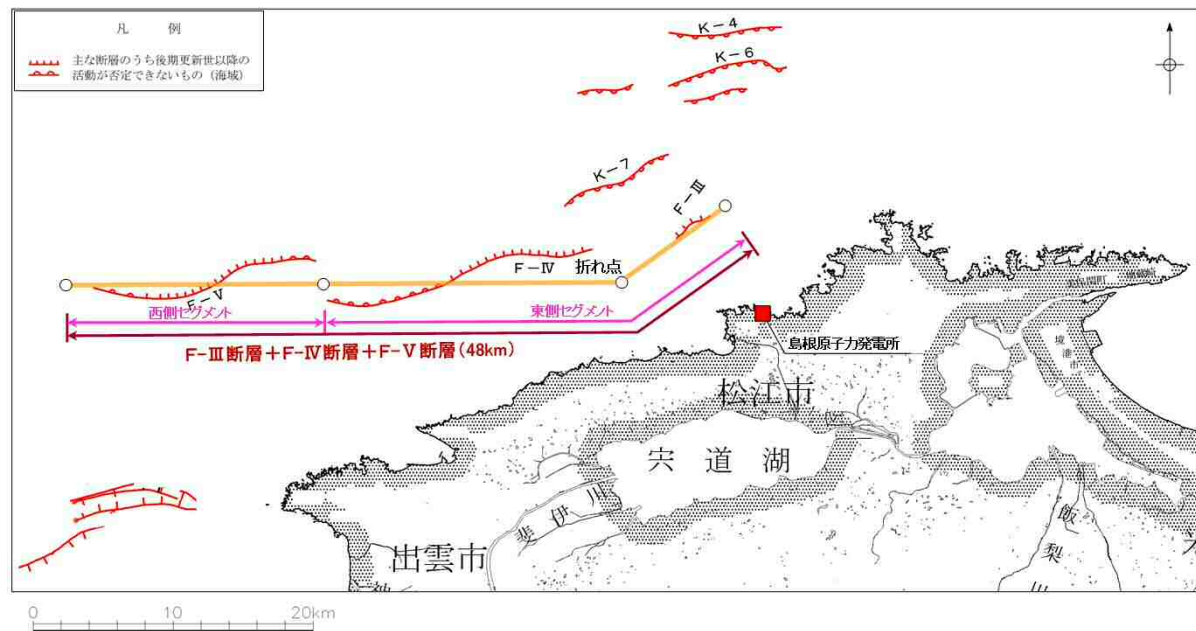
(1) 断層長さ

○基本震源モデル

追加地質調査結果に基づき、断層長さをF-Ⅲ断層、F-Ⅳ断層及びF-V断層の連動を考慮して48kmに設定。

○不確かさ

基本震源モデルの断層長さは、詳細な地質調査結果に基づき設定していることから、不確かさは設定しない。



F-Ⅲ断層+F-Ⅳ断層+F-V断層による地震の断層モデル

モデル化

- ✓ F-Ⅲ : 追加地質調査による評価区間に沿って直線でモデル化。その東端はモデル化上、評価区間よりも東側に設定。
- ✓ F-Ⅳ, F-V : 追加地質調査による湾曲した評価区間の敷地に近い東側部分が敷地に近づくよう安全側に直線でモデル化。その西端はモデル化上、評価区間よりも西側に設定。
- ✓ 折れ点 : F-Ⅲ断層の直線とF-Ⅳ断層+F-V断層の直線の交点をモデル化上の折れ点に設定。
- ✓ 連動 : 当社探査測線を考慮して各断層端部を設定し、3断層を連動させてモデル化。
(東側セグメント:F-Ⅲ断層+F-Ⅳ断層, 西側セグメント:F-V断層)

2.4.2 F-Ⅲ～F-V断層による地震の地震動評価(微視的断層パラメータの設定根拠) 1/4

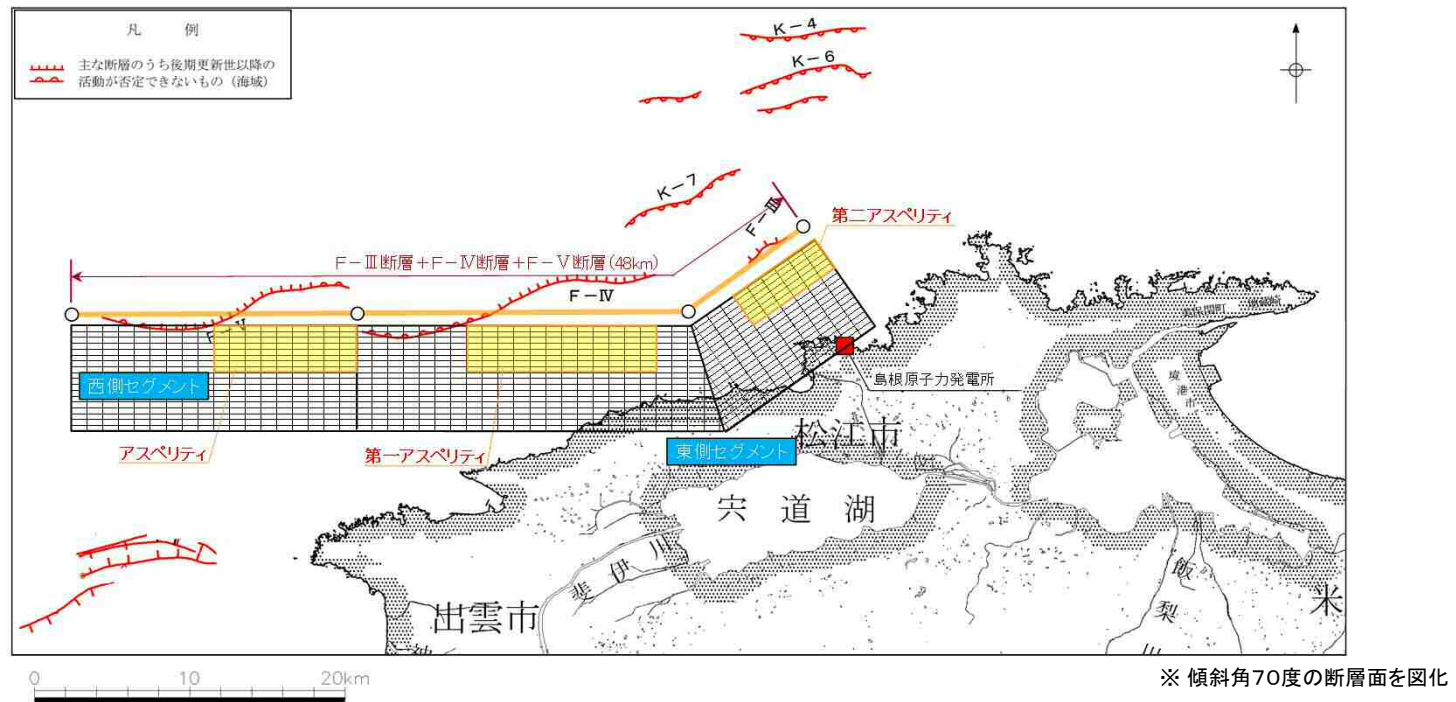
■ F-Ⅲ断層+F-Ⅳ断層+F-V断層による地震の微視的断層パラメータの設定根拠を示す。

(1) アスペリティ

○基本震源モデル

入倉・三宅(2001)⁽¹⁶⁾によると、アスペリティの個数は断層長さが20kmより短いときは1つで、それより長くなると増加するとされていることから、F-Ⅲ断層+F-Ⅳ断層+F-V断層の各セグメント長さに基づき、アスペリティは東側セグメント(30km)に2個、西側セグメント(18km)に1個設定。

それらのアスペリティの位置としては、以下のとおり、後期更新世以降の活動が否定できないと評価している各断層の評価区間を考慮して設定。



F-Ⅲ断層+F-Ⅳ断層+F-V断層のアスペリティ配置と断層の評価区間の関係

アスペリティ位置	✓ 各セグメントのアスペリティ(東側:2個, 西側:1個)については、後期更新世以降の活動が否定できないと評価している各断層の評価区間の中で最も敷地に近い位置に設定
----------	--

2.4.2 F-Ⅲ～F-V断層による地震の地震動評価(地震動評価ケース)

- F-Ⅲ断層+F-Ⅳ断層+F-V断層による地震の地震動評価ケースとしては、以下のとおり、基本震源モデル及び不確かさを考慮したケースの9ケースを設定した。

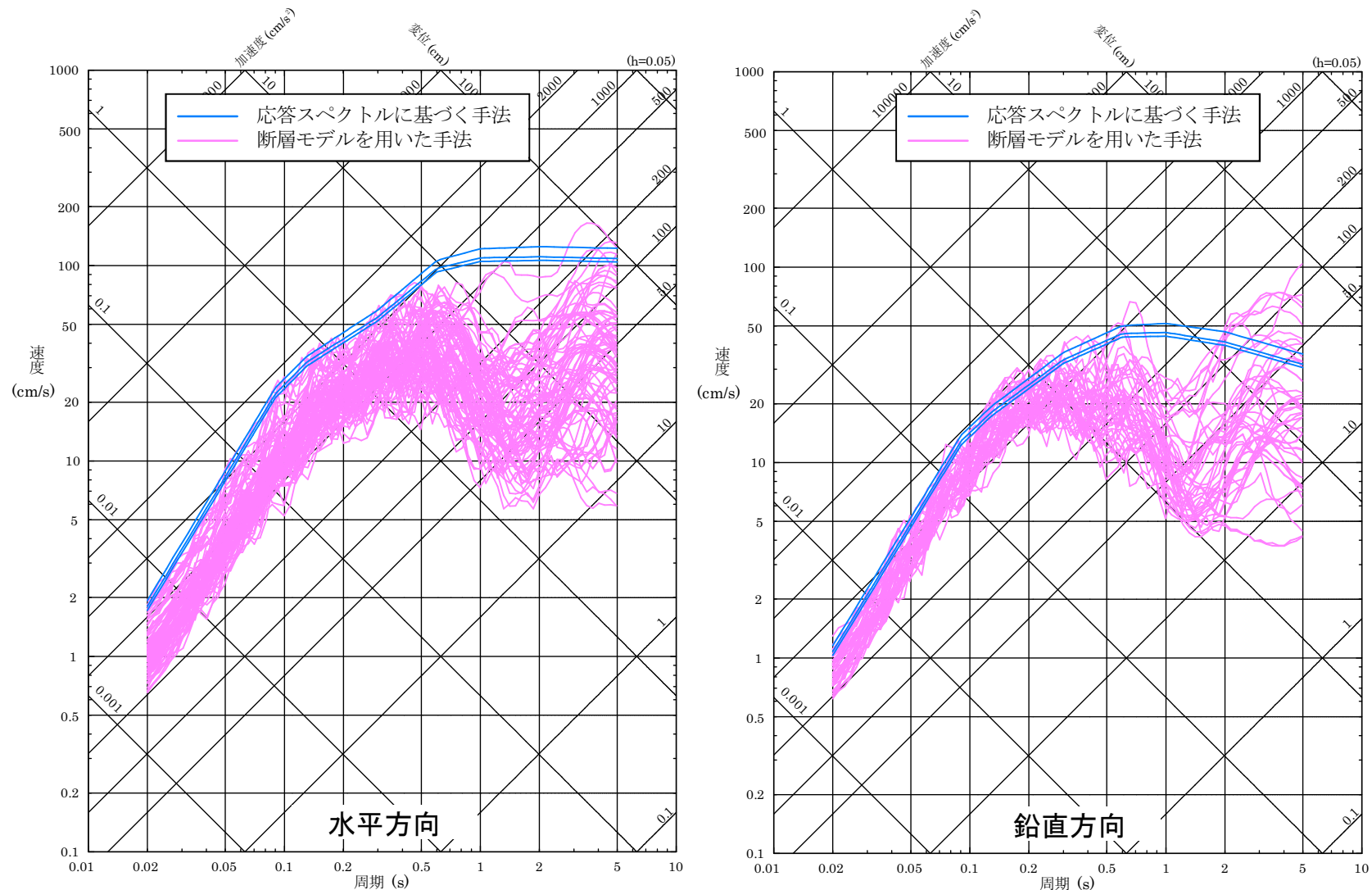
F-Ⅲ断層+F-Ⅳ断層+F-V断層による地震の地震動評価ケース(基本震源モデル、不確かさを考慮したケース)

No.	評価ケース	断層長さ	断層幅	断層位置	断層傾斜角	破壊伝播速度	アスペリティ	短周期レベル	すべり角	破壊開始点
①	基本震源モデル	48km	約19km	F-Ⅲ +F-Ⅳ +F-V	70°	0.72Vs	調査結果 (3個)	レシピ	180°	2箇所
②	破壊開始点の不確かさを考慮したケース	48km	約19km	F-Ⅲ +F-Ⅳ +F-V	70°	0.72Vs	調査結果 (3個)	レシピ	180°	4箇所
③	断層傾斜角の不確かさを考慮したケース	48km	約32km	F-Ⅲ +F-Ⅳ +F-V	35°	0.72Vs	調査結果 (3個)	レシピ	(F-Ⅲ)150° (F-Ⅳ)180° (F-V)180°	6箇所
④	破壊伝播速度の不確かさを考慮したケース	48km	約19km	F-Ⅲ +F-Ⅳ +F-V	70°	0.87Vs	調査結果 (3個)	レシピ	180°	6箇所
⑤	すべり角の不確かさを考慮したケース	48km	約19km	F-Ⅲ +F-Ⅳ +F-V	70°	0.72Vs	調査結果 (3個)	レシピ	150°	6箇所
⑥	アスペリティの不確かさを考慮したケース(一塊:横長)	48km	約19km	F-Ⅲ +F-Ⅳ +F-V	70°	0.72Vs	敷地近傍 (2個)	レシピ	180°	5箇所
⑦	アスペリティの不確かさを考慮したケース(一塊:縦長)	48km	約19km	F-Ⅲ +F-Ⅳ +F-V	70°	0.72Vs	敷地近傍 (2個)	レシピ	180°	5箇所
⑧	中越沖地震の短周期レベルの不確かさを考慮したケース	48km	約19km	F-Ⅲ +F-Ⅳ +F-V	70°	0.72Vs	調査結果 (3個)	レシピ ×1.5	180°	6箇所
⑨	断層位置の不確かさを考慮したケース	53km	約19km	F-① +F-② +F-V	70°	0.72Vs	調査結果 (3個)	レシピ	180°	6箇所

■ : 不確かさを考慮した断層パラメータ(認識論的不確かさ)

■ : 不確かさを考慮した断層パラメータ(偶然的な不確かさ)

■ 応答スペクトルに基づく手法と断層モデルを用いた手法による地震動評価結果(全評価ケース)



擬似速度応答スペクトル

※ 加速度値が最も大きくなるケース
 水平方向:断層傾斜角の不確かさを考慮したケースの断層モデルを用いた手法による評価結果(破壊開始点2, EW成分, max:611cm/s²)[150ページ参照]
 鉛直方向:断層傾斜角の不確かさを考慮したケースの断層モデルを用いた手法による評価結果(破壊開始点1, max:407cm/s²)[150ページ参照]

島根原子力発電所 基準地震動の策定について(コメント回答)

平成30年2月16日
中国電力株式会社

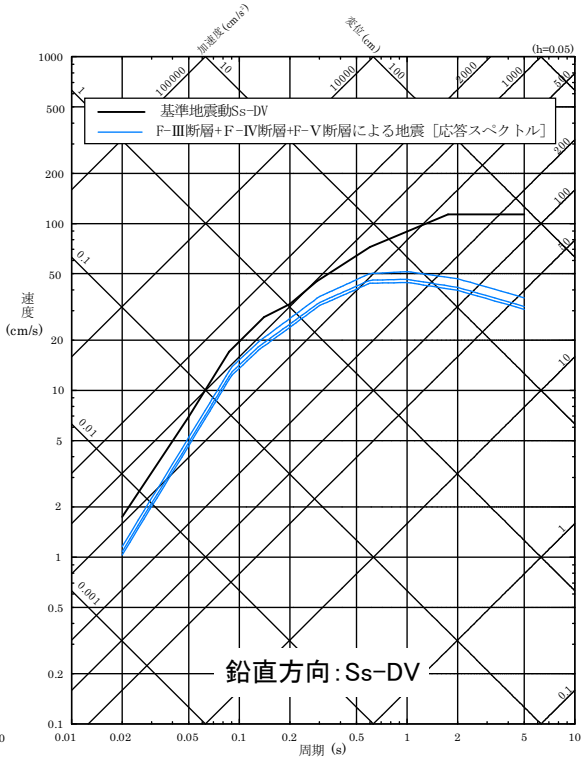
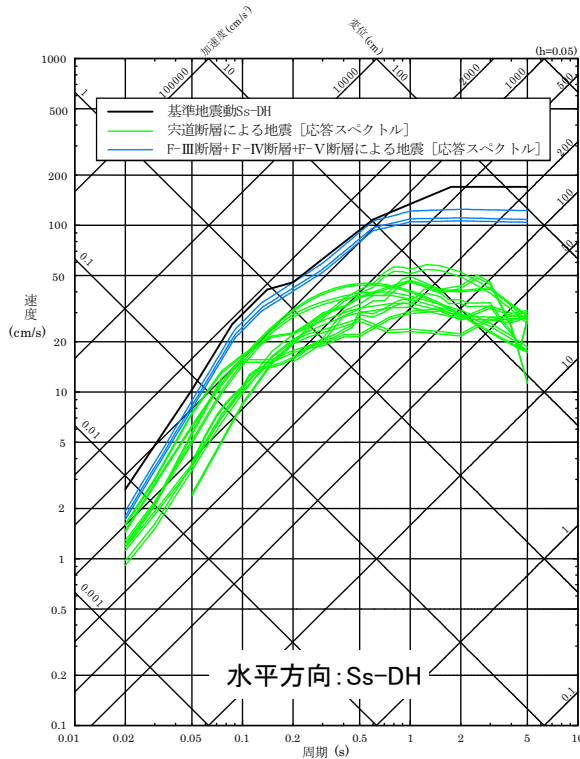
2.1.1 応答スペクトル手法による基準地震動 1/4

■ 審査ガイドでは、応答スペクトルに基づく手法による基準地震動は、検討用地震ごとに評価した応答スペクトルを下回らないように作成することを要求。



■ 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動による基準地震動として、検討用地震の応答スペクトル手法による地震動評価結果を包絡する基準地震動Ss-Dの設計用応答スペクトルを設定。この設計用応答スペクトルは、断層モデル手法による地震動評価結果を全て包絡させている(参考資料①: 37ページ参照)。
 なお、鉛直方向の設計用応答スペクトルは、水平方向の2/3倍を下回らないように設定している(参考資料①: 37ページ参照)。

Ss-D コントロール ポイント	周期(s)	0.020	0.050	0.087	0.14	0.20	0.29	0.60	1.75	5.00
	Ss-DH	速度 (cm/s)	2.611	10.35	25.62	41.22	45.63	61.16	108.5	170.0
Ss-DV	速度 (cm/s)	1.742	6.939	17.08	27.48	32.88	45.10	72.34	113.4	113.4



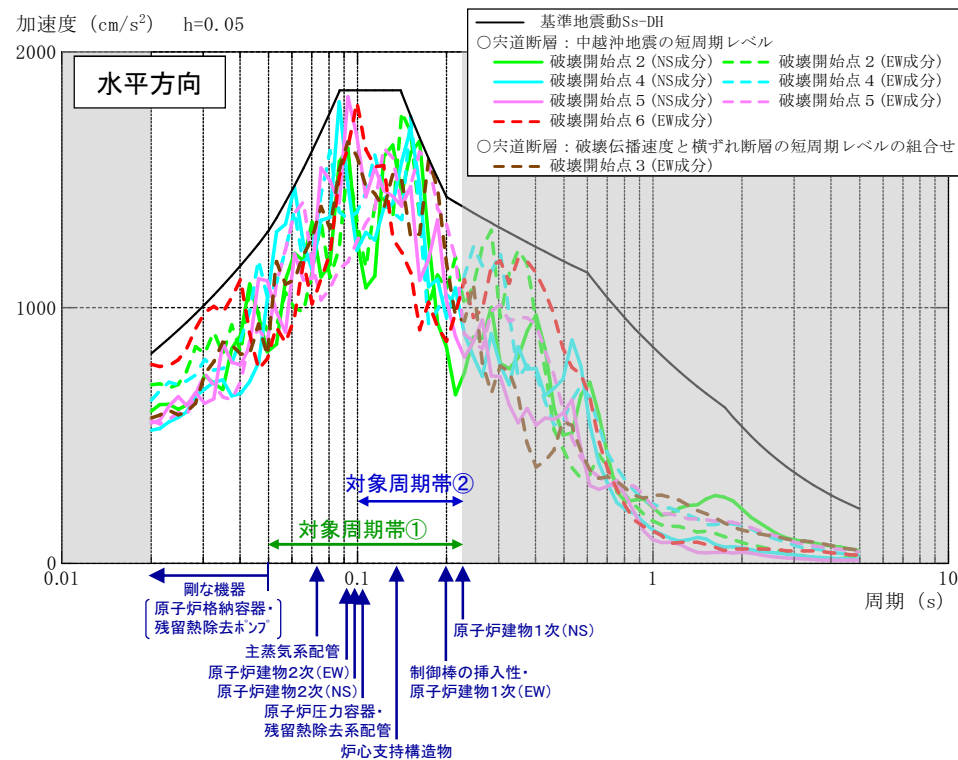
基準地震動Ss-D及び応答スペクトル手法による地震動評価結果の応答スペクトルの比較

2. 基準地震動の策定 2.1 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動による基準地震動

2.1.2 断層モデル手法による基準地震動(最大加速度値と応答スペクトルに関する検討:方針)

- ◆ 周波数特性のうち施設の耐震設計に用いる応答スペクトルについては、地震動レベル(剛な機器の耐震設計において着目する最大加速度値(0.02秒における応答スペクトル値)及び原子炉建物や炉内構造物等の主要な施設の固有周期が存在する周期帯における応答スペクトル比)を詳細に検討する。
- ◆ 応答スペクトル比については、施設の固有周期を考慮して設定した以下に示す対象周期帯①, ②において、それぞれの周期帯の範囲で各周期毎の「断層モデル/S_s-D」の平均値が大きいものを確認する。

対象周期帯①: 剛な機器を除く主要な施設の固有周期全体を考慮した周期帯
 対象周期帯②: 原子炉建物の1次, 2次固有周期及び炉内構造物等の主要な施設の固有周期を考慮した周期帯

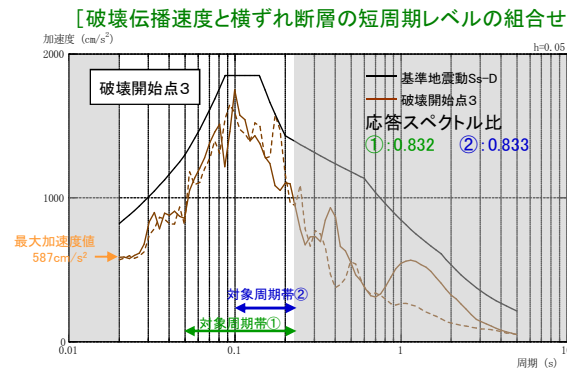
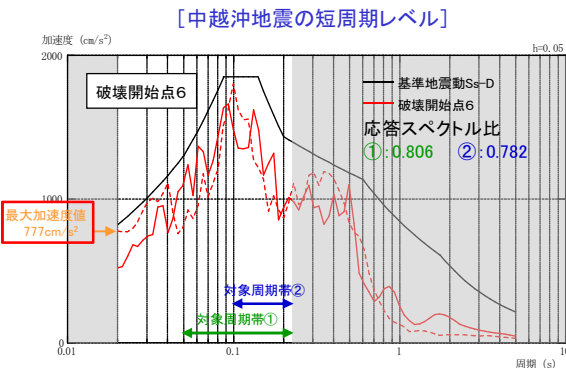
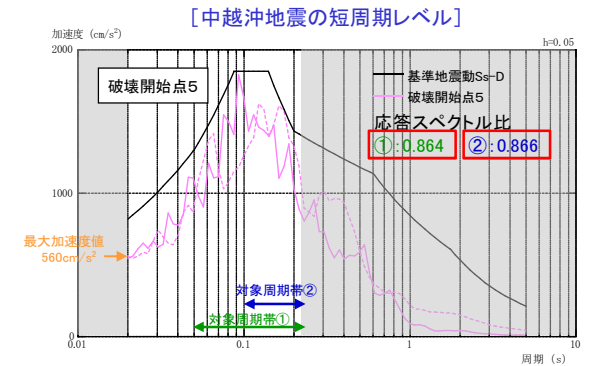
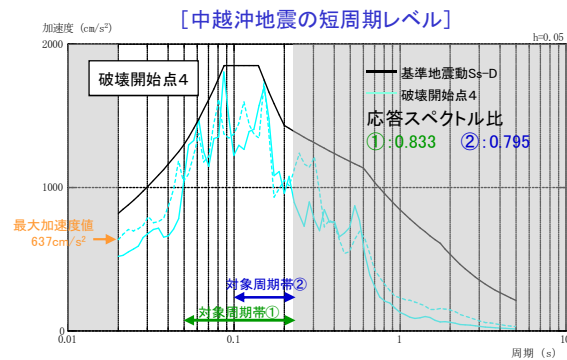
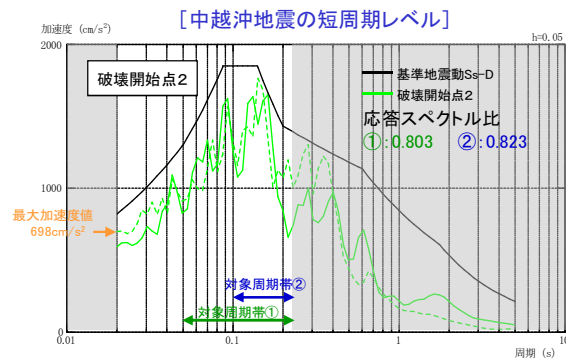


基準地震動S_s-D及び選定した断層モデル手法による地震動評価結果の応答スペクトルの比較【水平方向】

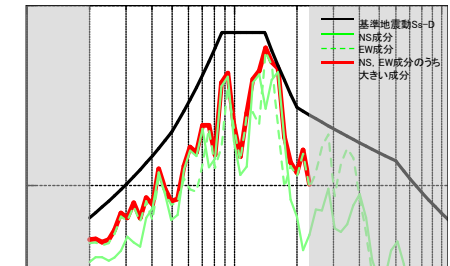
2. 基準地震動の策定 2.1 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動による基準地震動

2.1.2 断層モデル手法による基準地震動(最大加速度値と応答スペクトルに関する検討: 宍道断層(水平方向)) 1/2

- ◆ 選定した宍道断層による地震の水平方向の断層モデル手法による地震動評価結果(5ケースの破壊開始点)について、最大加速度値は「中越沖地震の短周期レベルの不確かさを考慮したケースの破壊開始点6」が最も大きい。また、応答スペクトル比は対象周期帯①、②とも「中越沖地震の短周期レベルの不確かさを考慮したケースの破壊開始点5」が最も大きい。



※施設の設計では、水平方向の各成分の建物応答のうち、大きい方の値を用いる方針としているため、水平方向の応答スペクトル比の算定においては、施設への影響を考慮し、対象周期帯の各周期の地震動レベルが大きい方の応答スペクトル(下図の赤線)を用いる。

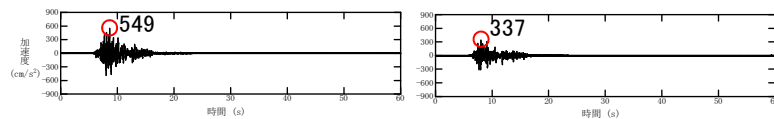


基準地震動Ss-D及び選定した断層モデル手法による地震動評価結果の加速度応答スペクトルの比較【水平方向(実線:NS成分, 点線:EW成分)】

2.1.2 断層モデル手法による基準地震動(まとめ) 2/2

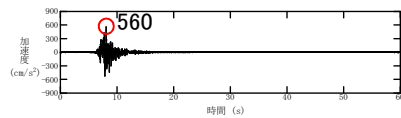
◆ 断層モデル手法による基準地震動S_s-F1及びS_s-F2

- 基準地震動S_s-DH
- 基準地震動S_s-F1H(NS成分)
- - - 基準地震動S_s-F1H(EW成分)
- 基準地震動S_s-F2H(NS成分)
- - - 基準地震動S_s-F2H(EW成分)
- 基準地震動S_s-DV
- 基準地震動S_s-F1V
- 基準地震動S_s-F2V



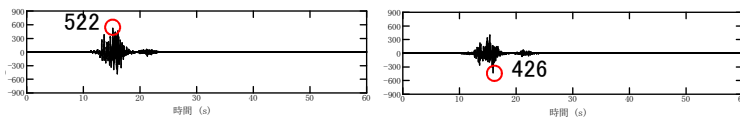
水平方向: S_s-F1H(NS成分)

鉛直方向: S_s-F1V



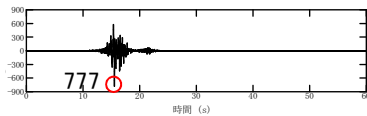
水平方向: S_s-F1H(EW成分)

基準地震動S_s-F1



水平方向: S_s-F2H(NS成分)

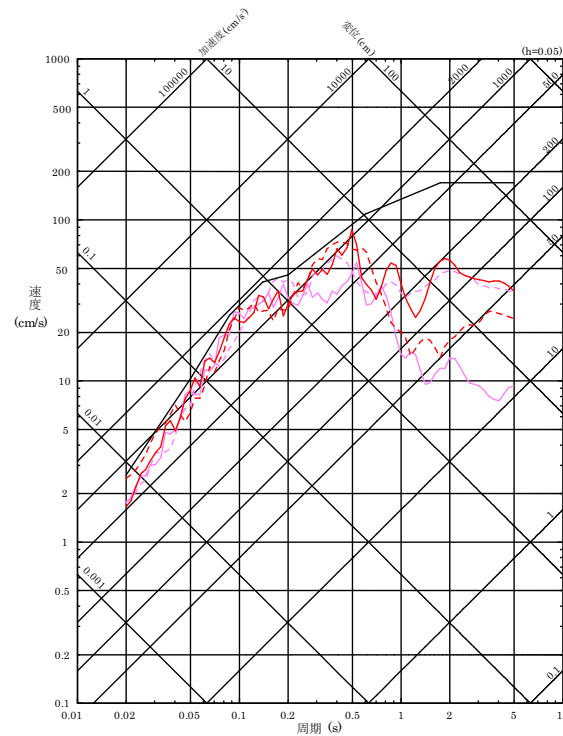
鉛直方向: S_s-F2V



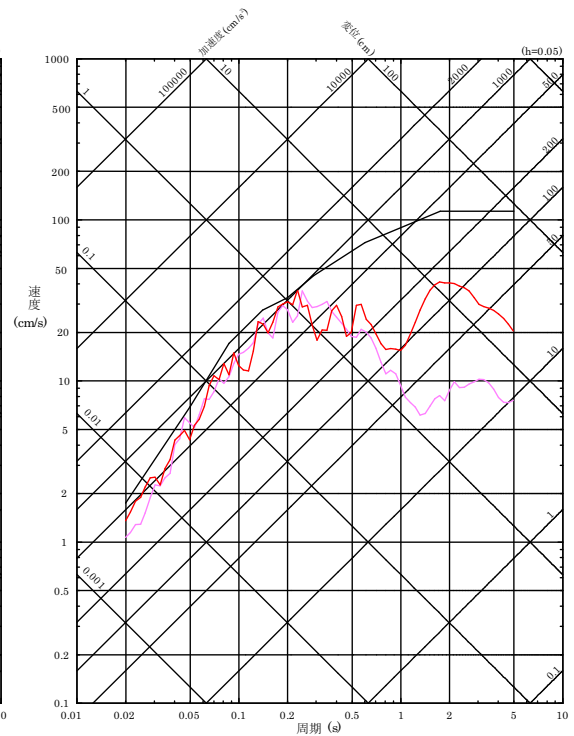
水平方向: S_s-F2H(EW成分)

基準地震動S_s-F2

基準地震動S_s-F1及びS_s-F2の加速度時刻歴波形



水平方向



鉛直方向

基準地震動S_s-F1及びS_s-F2の擬似速度応答スペクトル

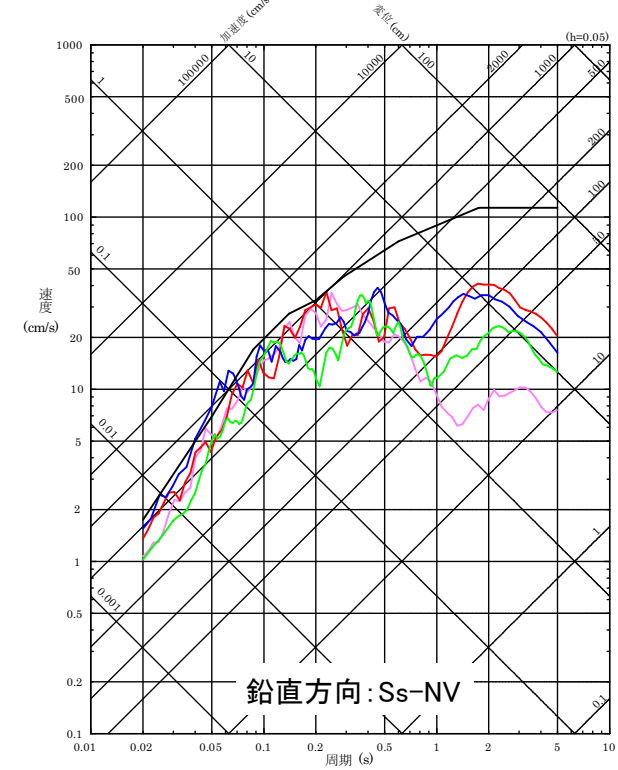
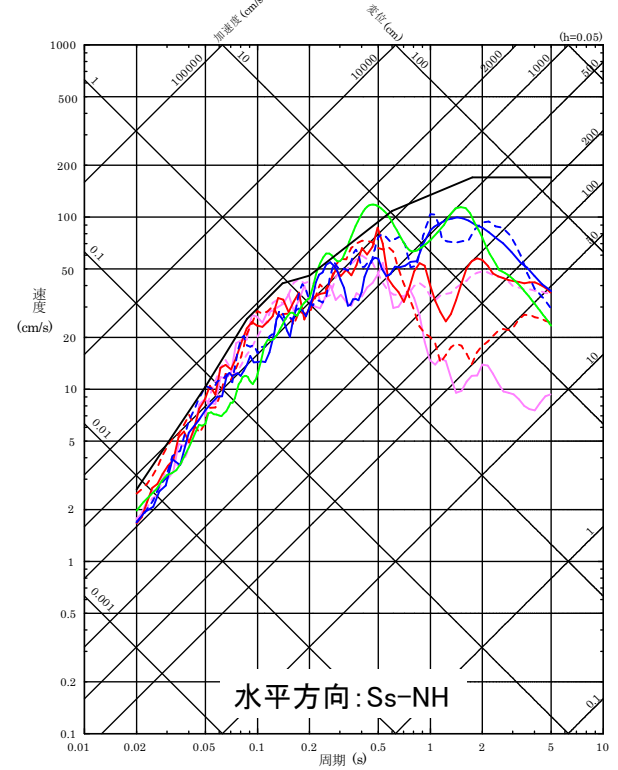
2. 2 震源を特定せず策定する地震動による基準地震動 1/2

■ 震源を特定せず策定する地震動と、敷地ごとに震源を特定して策定する地震動の評価結果に基づき設定した基準地震動S_sを比較する。



■ 2004年北海道留萌支庁南部地震(K-NET港町)の検討結果に保守性を考慮した地震動及び2000年鳥取県西部地震の賀祥ダム(監査廊)の観測記録は、敷地ごとに震源を特定して策定する地震動の評価結果に基づき設定した基準地震動S_sの応答スペクトルを一部の周期帯で上回ることから、基準地震動S_s-N1及びS_s-N2として設定する。

- 基準地震動S_s-DH
- 基準地震動S_s-F1H (NS成分)
- - - 基準地震動S_s-F1H (EW成分)
- 基準地震動S_s-F2H (NS成分)
- - - 基準地震動S_s-F2H (EW成分)
- 2004年北海道留萌支庁南部地震 (K-NET港町) 保守性考慮した地震動 [基準地震動S_s-N1H]
- 2000年鳥取県西部地震 (賀祥ダム観測記録: NS成分) [基準地震動S_s-N2H (NS成分)]
- - - 2000年鳥取県西部地震 (賀祥ダム観測記録: EW成分) [基準地震動S_s-N2H (EW成分)]
- 基準地震動S_s-DV
- 基準地震動S_s-F1V
- 基準地震動S_s-F2V
- 2004年北海道留萌支庁南部地震 (K-NET港町) 保守性考慮した地震動 [基準地震動S_s-N1V]
- 2000年鳥取県西部地震 (賀祥ダム観測記録) [基準地震動S_s-N2V]

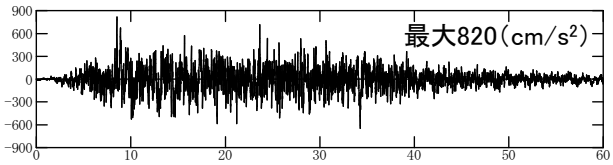
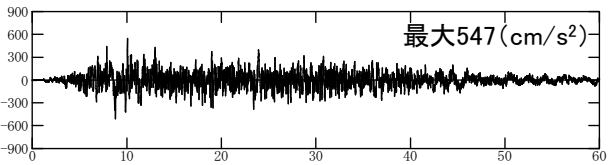
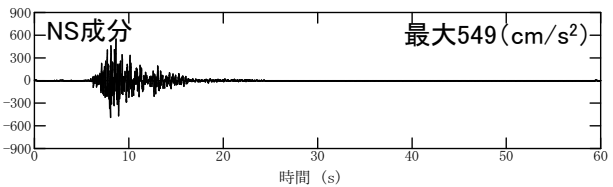
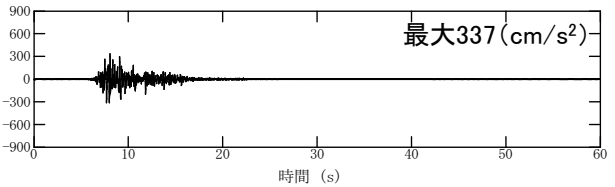
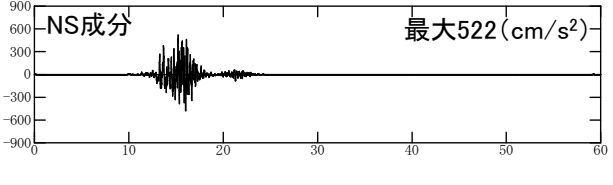
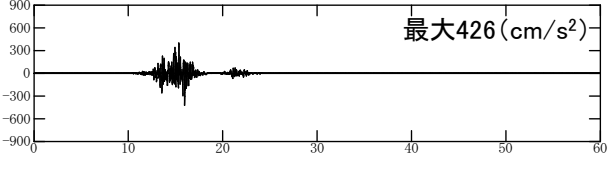


基準地震動S_s-D, 基準地震動S_s-F及び基準地震動S_s-N1・S_s-N2の比較

2.3 基準地震動の策定のまとめ(最大加速度値) 1/2

■ 策定した基準地震動の最大加速度値を以下に示す。

基準地震動の最大加速度値

基準地震動		水平方向	鉛直方向
Ss-D	敷地ごとに震源を特定して策定する地震動による基準地震動 〔応答スペクトル手法による基準地震動〕	 最大820 (cm/s ²)	 最大547 (cm/s ²)
Ss-F1	敷地ごとに震源を特定して策定する地震動による基準地震動 断層モデル手法による基準地震動 〔 央道断層による地震の中越沖地震の短周期レベルの不確かさ 破壊開始点5 〕	 NS成分 最大549 (cm/s ²) 時間 (s)	 最大337 (cm/s ²) 時間 (s)
Ss-F2	敷地ごとに震源を特定して策定する地震動による基準地震動 断層モデル手法による基準地震動 〔 央道断層による地震の中越沖地震の短周期レベルの不確かさ 破壊開始点6 〕	 NS成分 最大522 (cm/s ²) 時間 (s)	 最大426 (cm/s ²) 時間 (s)

※ 表中のグラフは各基準地震動の加速度時刻歴波形〔縦軸: 加速度 (cm/s²), 横軸: 時間 (s)〕

2.3 基準地震動の策定のまとめ(最大加速度値) 2/2

■ 策定した基準地震動の最大加速度値を以下に示す。

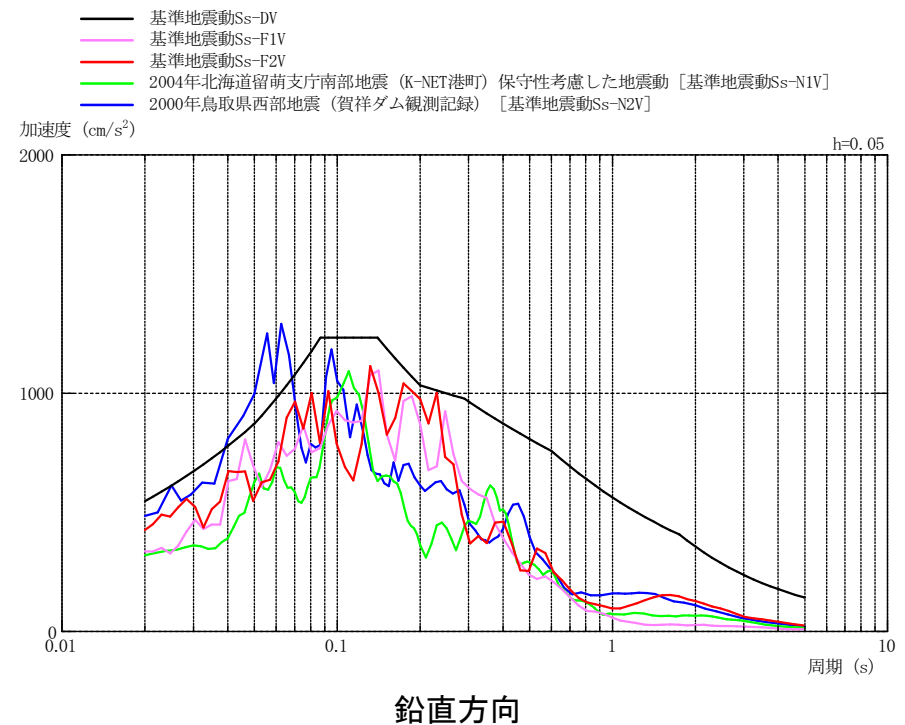
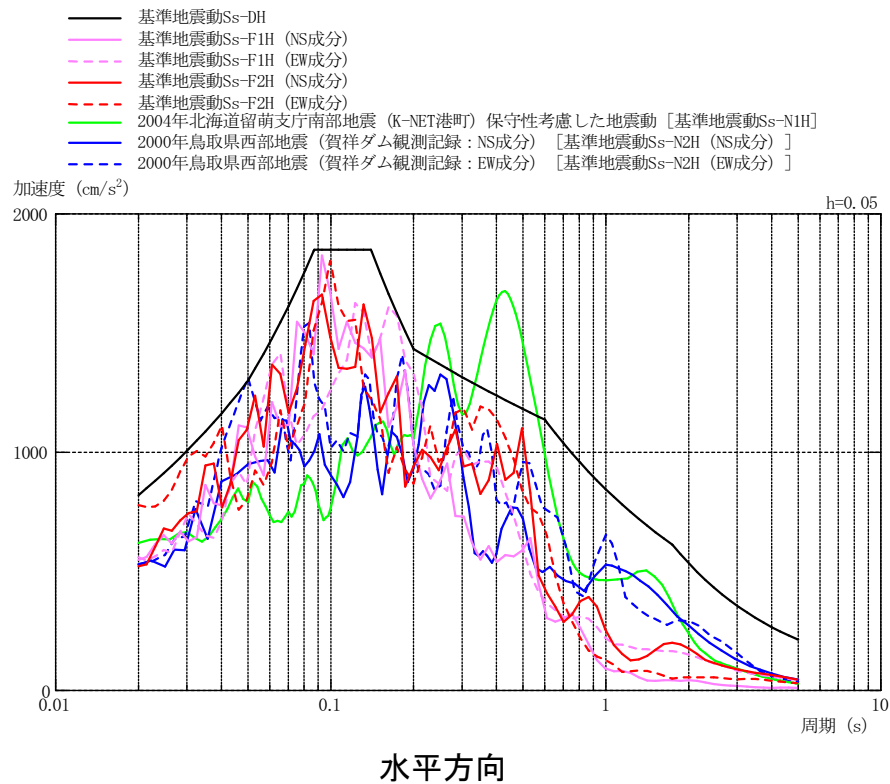
基準地震動の最大加速度値

基準地震動		水平方向	鉛直方向
Ss-N1	震源を特定せず策定する地震動による基準地震動 〔2004年北海道留萌支庁南部地震(K-NET港町)の検討結果に保守性を考慮した地震動〕	<p>最大620 (cm/s²)</p>	<p>最大320 (cm/s²)</p>
Ss-N2	震源を特定せず策定する地震動による基準地震動 〔2000年鳥取県西部地震の賀祥ダム(監査廊)の観測記録〕	<p>NS成分 最大528 (cm/s²)</p>	<p>最大485 (cm/s²)</p>
		<p>EW成分 最大531 (cm/s²)</p>	

※ 表中のグラフは各基準地震動の加速度時刻歴波形〔縦軸:加速度 (cm/s²), 横軸:時間 (s)〕

2.3 基準地震動の策定のまとめ(応答スペクトル) 2/2

■ 策定した基準地震動の応答スペクトル(加速度)を以下に示す。



基準地震動の加速度応答スペクトルの比較