

# 中国電力資料

## (前回説明範囲の補足説明)

### 【説明順】

・論点項目<6>

宍道断層と鳥取沖西部・東部断層が連動することはないか

・論点項目<8>

宍道断層・海域三連動の地震動評価において、基本震源モデルのパラメータ設定根拠は何か

・論点項目<11>

2000年鳥取県西部地震, 2004年北海道留萌支庁南部地震を基準地震動とした理由は何か

・論点項目<22>

基準津波はどのような想定か

---

- ・論点項目<6>

宍道断層と鳥取沖西部・東部断層が連動することはないか。

## [補足説明2]

### 敷地周辺の重力異常

# (参考)重力異常の概要

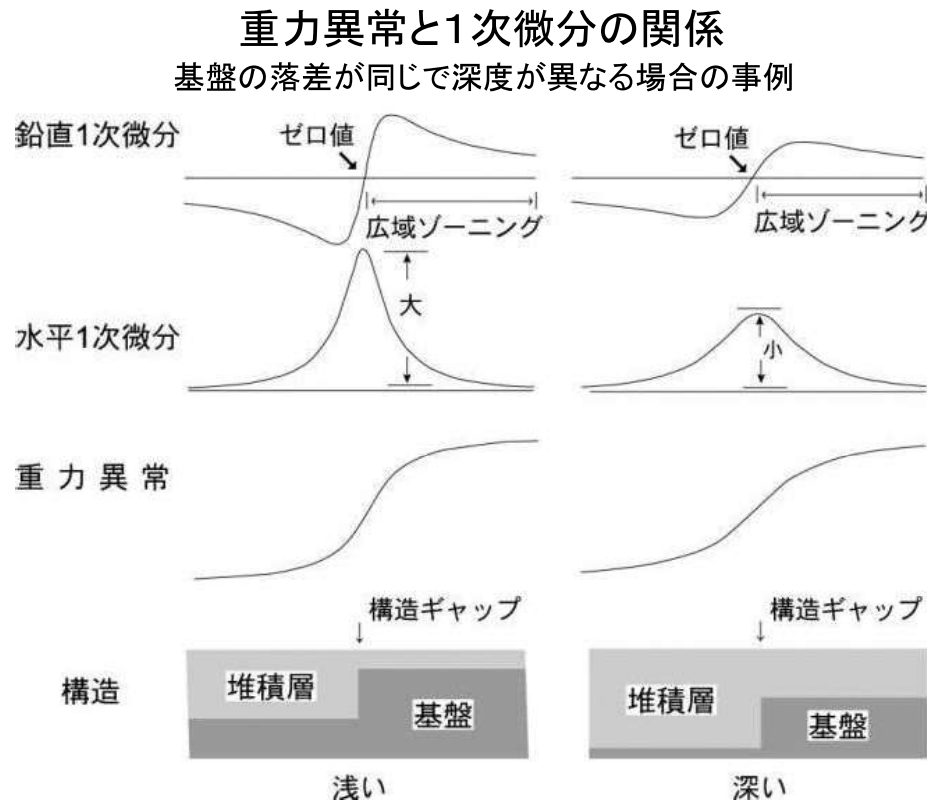
・重力異常は、断層等に伴う基盤の落差や異なる岩体の密度差による構造境界を境に重力変化が大きく生じる。このような構造境界の抽出には、重力異常分布の水平1次微分(水平勾配)や鉛直1次微分が有効である。

**【水平1次微分(水平勾配)分布の性質】**

比較的ノイズに強く、常に正の値をとり、その最大値の箇所が、基盤等の鉛直な段差構造の直上に位置する。

**【鉛直1次微分分布の性質】**

比較的ノイズに強く、かつ、鉛直1次微分=0(鉛直1次微分のゼロコンター)が基盤等の鉛直な段差構造の直上に位置する。また、断層面が傾斜している逆断層や正断層の場合にも、そのゼロコンターが断層面の中央直上に位置する。

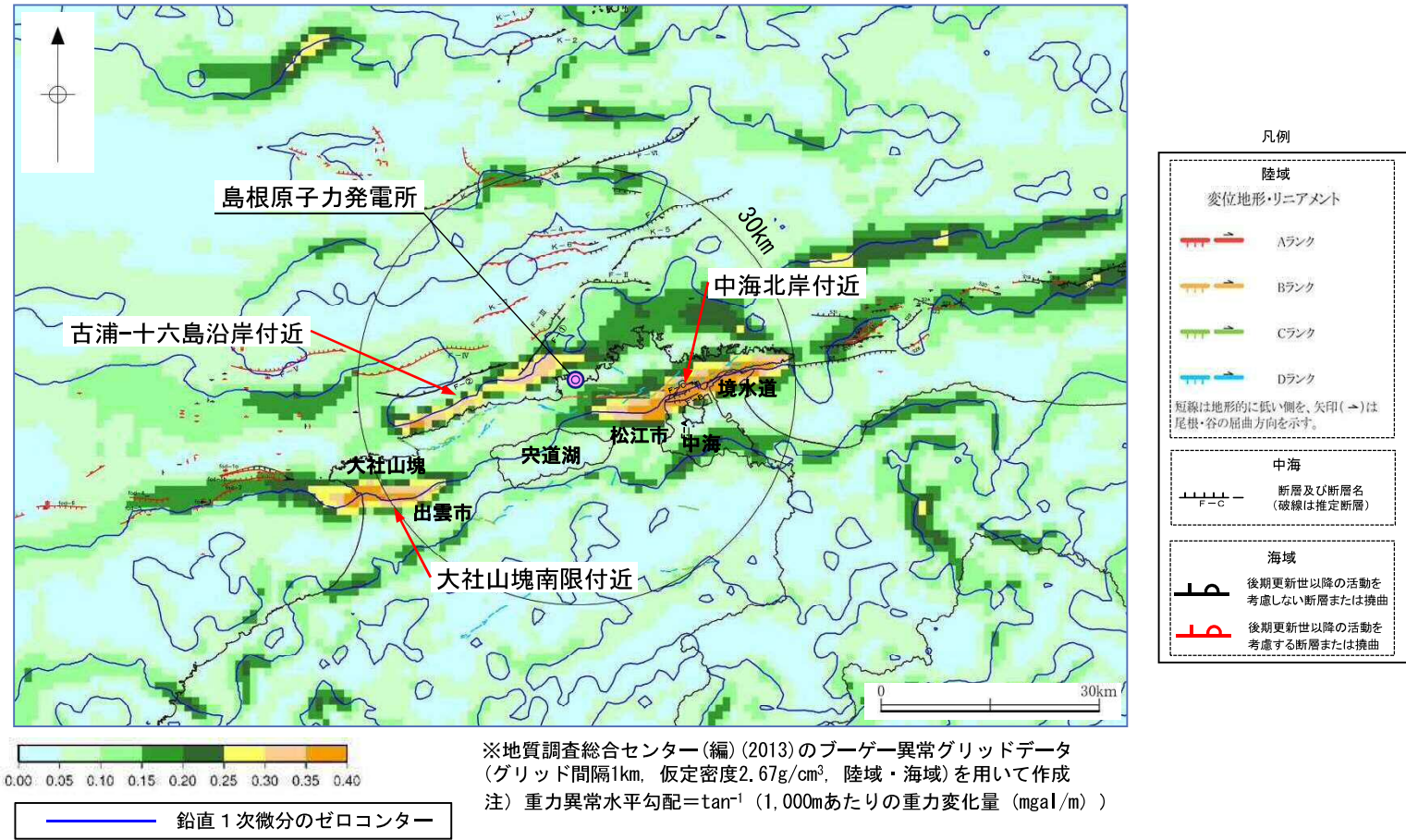


- ・鉛直1次微分は、フィルタリング※と呼ばれる重力異常から地質構造を推定する手法を用いている。
- ・「水平1次微分の値がある程度大きい地域」かつ「鉛直1次微分のゼロコンターが通過している箇所」に着目することにより、断層等の構造境界の抽出が可能となる。

※フィルタリングは、重力異常や磁気異常から有為な情報を抽出し、定性的な解析・解釈を進めるのに有効な手法である(フーリエ級数法を用いて、コンボルーション積分(積和)のウェイトを計算する方法など)。  
重力解析で構造抽出に利用されるものに、大規模・深部構造に対応する長波長成分を抽出するローパス・フィルター、微細・浅部構造に対応する短波長成分を抽出するハイパス・フィルターがある。鉛直1次微分は過度のハイパス・フィルターにならず、広域ゾーニング地域となり構造境界が把握しやすくなることがある。



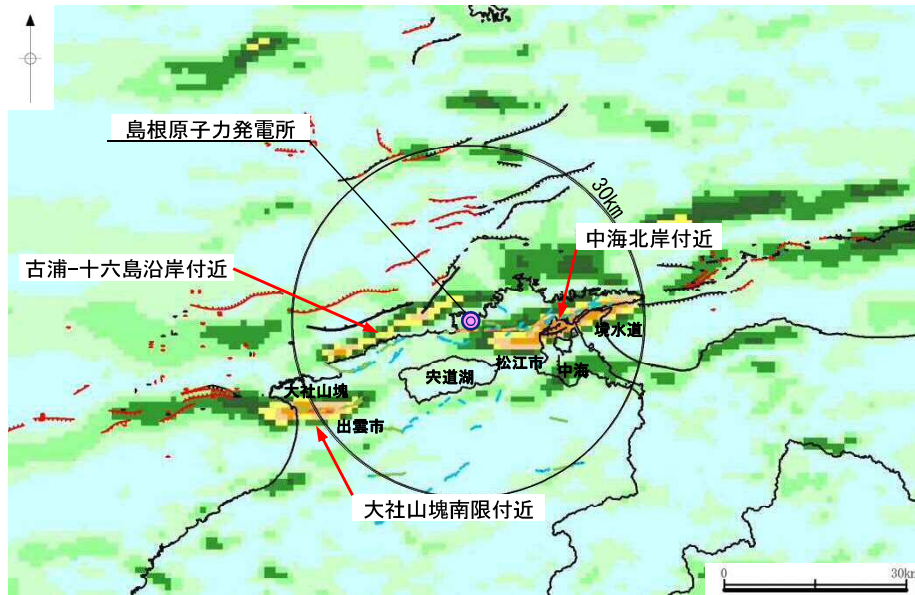
(参考)水平1次微分図(水平勾配図)及び鉛直1次微分図



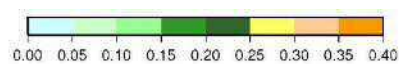
・最新の重力データベースである「日本の重力データベース DVD版」(地質調査総合センター編, 2013)のデータセットを用いて敷地周辺の重力異常の水平勾配図及び鉛直1次微分図を作成した結果, 鉛直1次微分のゼロコンターが通過し, 重力異常水平勾配値の大きい地域(重力コンターの急傾斜部)として, ①中海北岸付近及び②大社山塊南限付近にそれぞれ東北東-西南西方向及び東西方向に帯状の分布が確認される。また, 鉛直1次微分のゼロコンターが通過し, やや不明瞭であるが重力異常水平勾配値の大きい地域(重力コンターの傾斜部)として, ③古浦-十六島沿岸付近に東北東-西南西方向に帯状の分布が確認される。

(参考)水平1次微分図(南北方向, 東西方向)

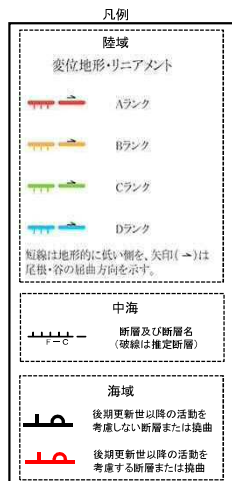
○水平1次微分図(南北方向)



○水平1次微分図(東西方向)



※地質調査総合センター(編)(2013)のブーゲー異常グリッドデータ  
(グリッド間隔1km, 仮定密度2.67g/cm<sup>3</sup>, 陸域・海域)を用いて作成  
注) 重力異常水平勾配=tan<sup>-1</sup>(1,000mあたりの重力変化量(mgal/m))

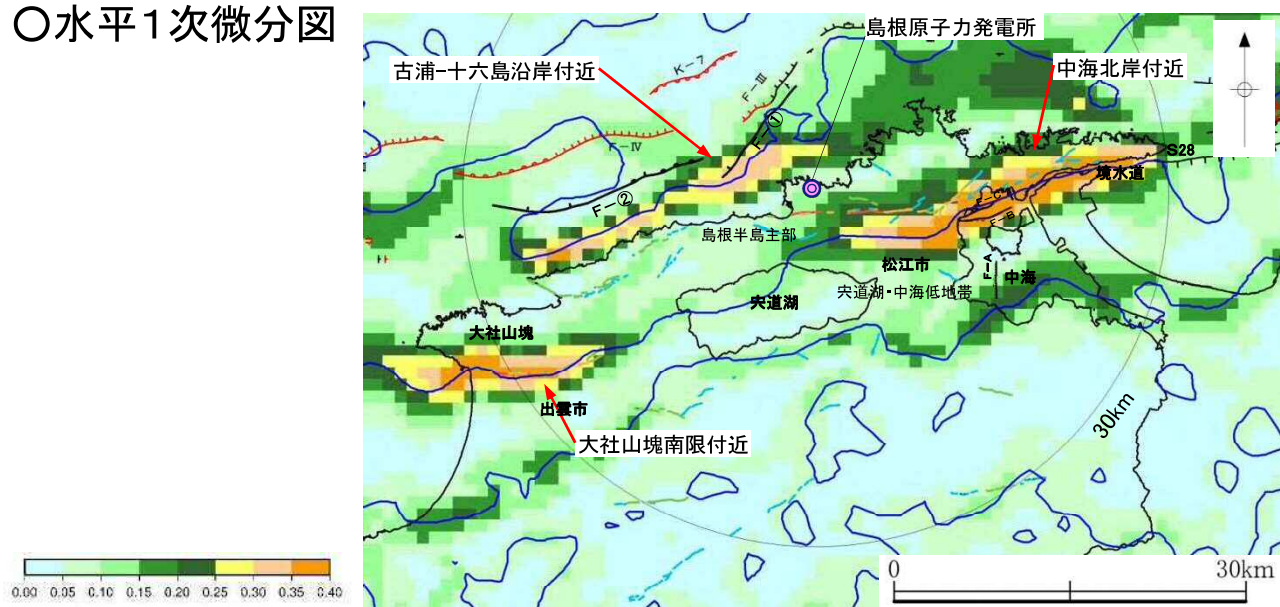


- ・水平1次微分図(水平勾配図)は、南北方向と東西方向の微分値を足し合わせて求めている。
- ・重力変化が卓越する方向を確認するため、南北方向及び東西方向の水平1次微分図を作成した。
- ・水平1次微分図(南北方向)によると、南北方向と東西方向を合成して作成した水平1次微分図と同様に、「中海北岸付近」、「大社山塊南限付近」及び「古浦-十六島沿岸付近」に重力コンターの急傾斜部が認められる。
- ・一方、水平1次微分図(東西方向)によると、重力コンターの急傾斜部は認められない。
- ・以上のことから、敷地周辺の重力変化は南北方向が卓越し、東西方向の走向を有する断層等の構造境界が想定される。



# (参考)水平1次微分図(南北方向, 東西方向) 拡大図

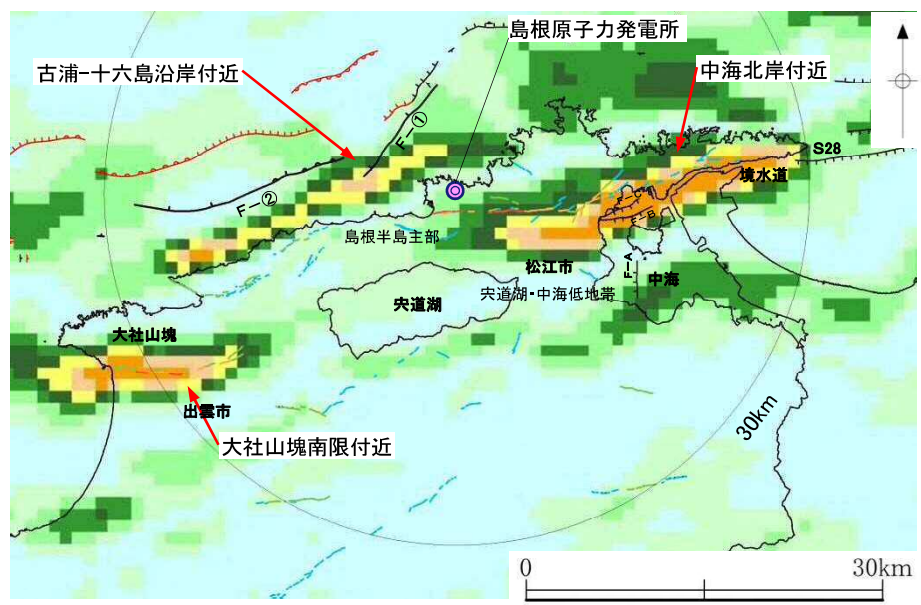
## ○水平1次微分図



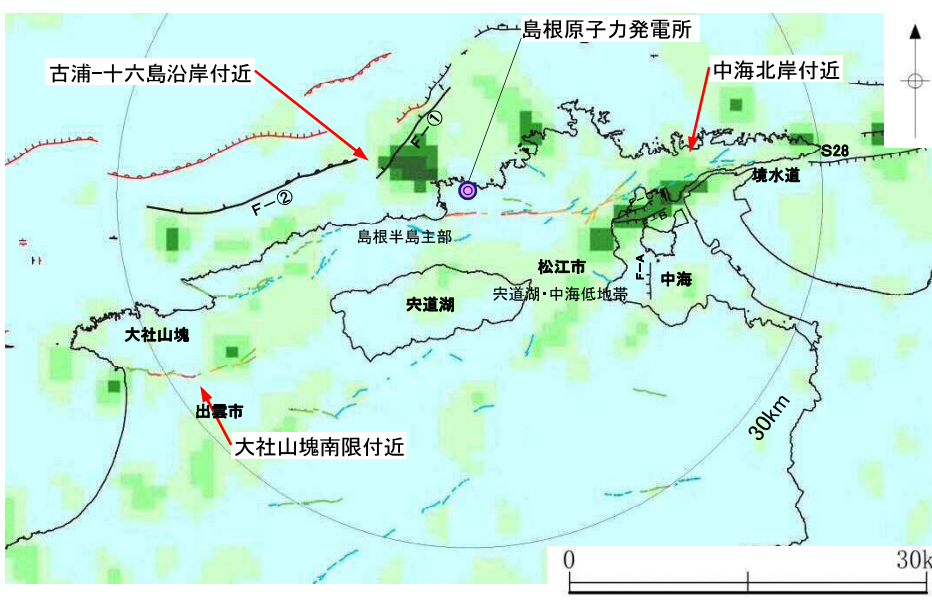
鉛直1次微分のゼロコンター

※地質調査総合センター(編)(2013)のブーゲー異常グリッドデータ(グリッド間隔1km, 仮定密度2.67g/cm<sup>3</sup>, 陸域・海域)を用いて作成  
 注) 重力異常水平勾配 =  $\tan^{-1}$  (1,000mあたりの重力変化量(mgal/m))

## ○水平1次微分図(南北方向)

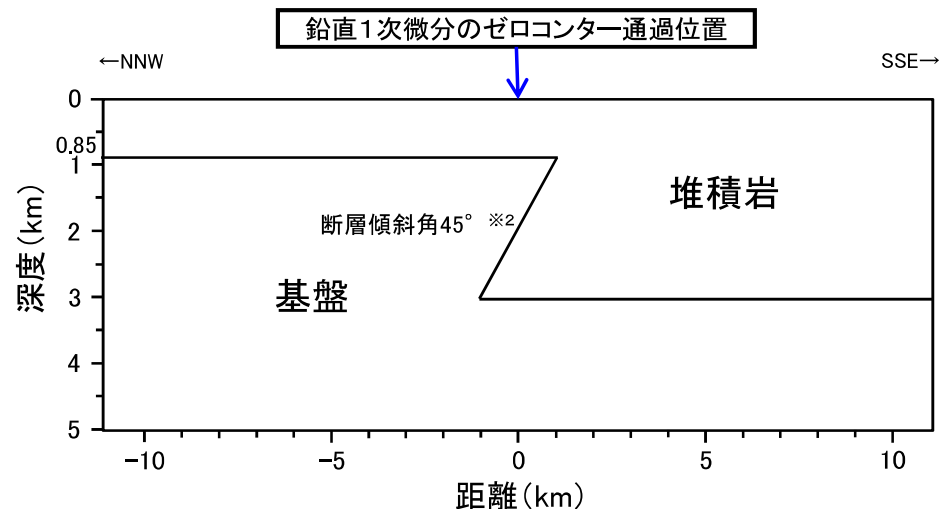


## ○水平1次微分図(東西方向)



# 重力データ解析モデル(中海北岸付近)

- ・中海北岸付近に認められる重力コンターの急傾斜部は、F-C断層及びF-B断層に伴う基盤の落差を反映したものと考えられる。
- ・既存の文献をもとに基盤の深度や落差を推定し、堆積岩と基盤の2層からなる均質地盤モデルを作成し、基盤の落差に焦点を当てた重力データ解析を行った。



※2  
中海で実施した音波探査結果より断層傾斜角を設定

密度の設定

地層	密度 (g/cm <sup>3</sup> )	設定根拠
堆積岩	2.1	宍道湖北岸で実施したボーリング孔 (GL-56m~GL-232m) における速度検層結果 Vp=2.6km/s より, Ludwig et al. (1970) の関係図から設定
基盤	2.67	基盤岩 (花崗岩) ※1

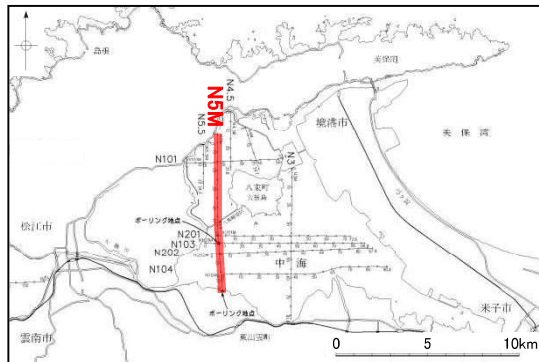
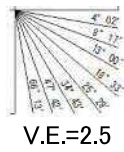
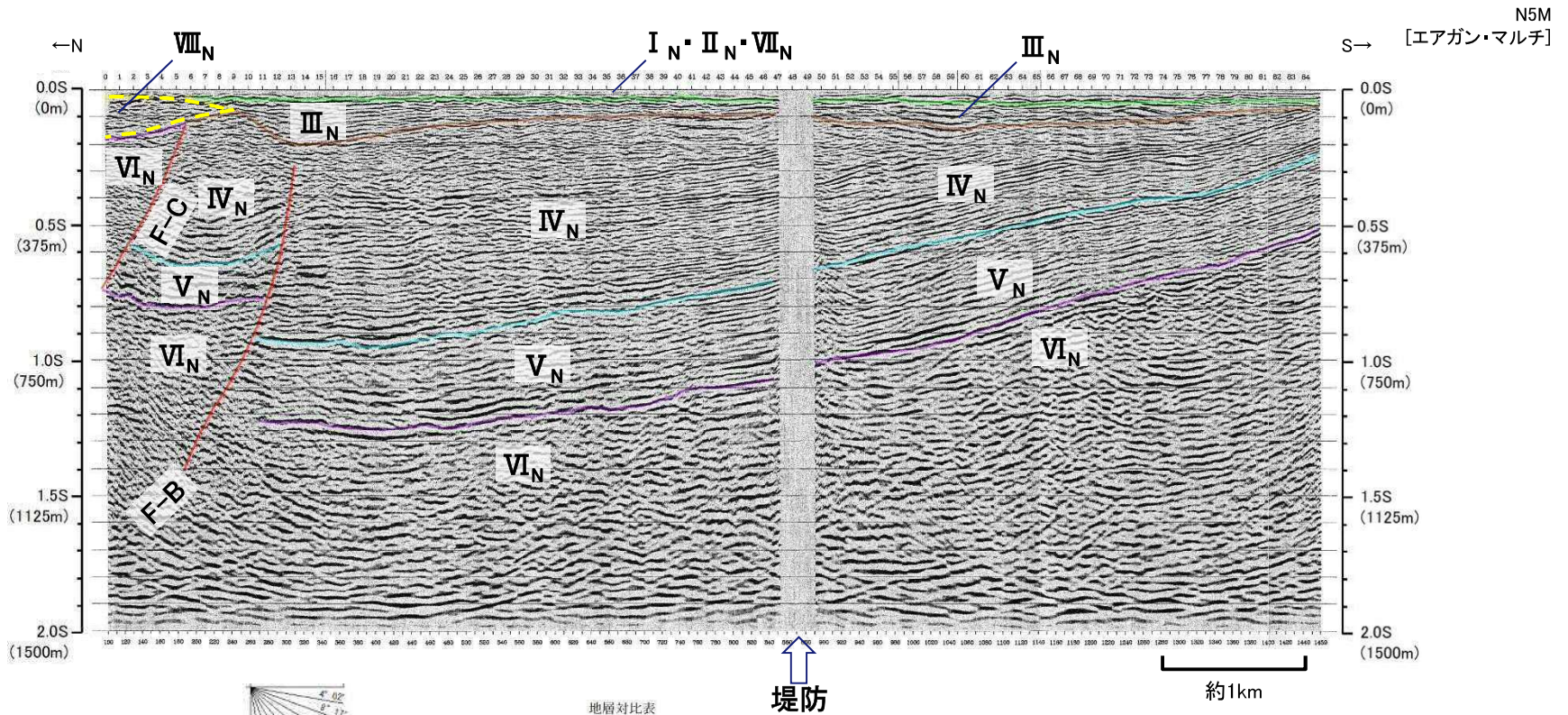
基盤深度の設定

基盤	深度 (km)	設定根拠
上盤	0.85	山内(2000)による中海北岸の美保関町万原にて実施したボーリング結果より設定 (基盤深度約853m)
下盤	3.0	鳥取県(2004)による反射法地震探査結果より設定 (境水道付近の基盤深度約3km)

※1 産業技術総合研究所の岩石物性値データベースにおける北島根地域の花崗岩の密度平均値



# 断層の姿勢根拠 中海北岸(N5M測線 音波探査解析図)



地層対比表

地質年代	中海の地質	陸城の地質		
		宍道湖南方地域	島根半島主部 大社山塊 宍道湖・中海低地帯	
第四紀 更新世	完新世	完新統		
	後期	中部～上部更新統		
	中期			
前期	-			
新第三紀	鮮新世	-		
	後期	松江層		
	中期	IVs	布志名層	古江層
		Vs	大森層	牛切層
前期	VI <sub>s</sub>	久利層・川合層	成相寺層	
新第三紀	VII <sub>s</sub>	貫入岩		

断層(変位) VII<sub>N</sub>:大根島溶岩  
VIII<sub>N</sub>:新第三紀貫入岩

- ・中海の音波探査結果によると、F-C断層及びF-B断層が認められる。
- ・F-C断層は、中部中新統までに変位が認められるが、中部～上部更新統以上に変位や変形は認められない。
- ・F-B断層は、中部中新統までに変位が認められるが、上部中新統以上に変位や変形は認められない。

# 基盤深度(上盤)設定根拠 文献調査(中海北岸付近の地質構造) 9

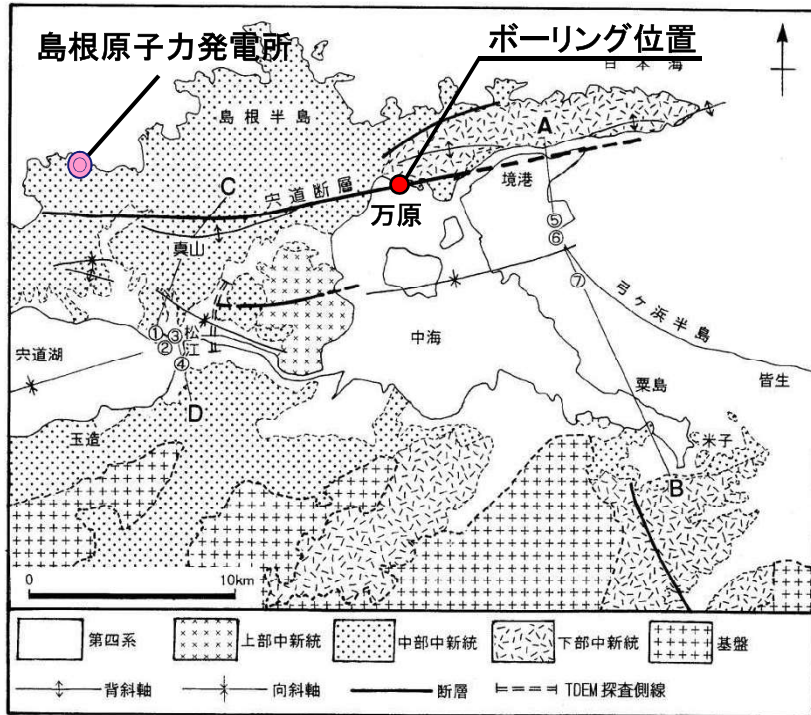


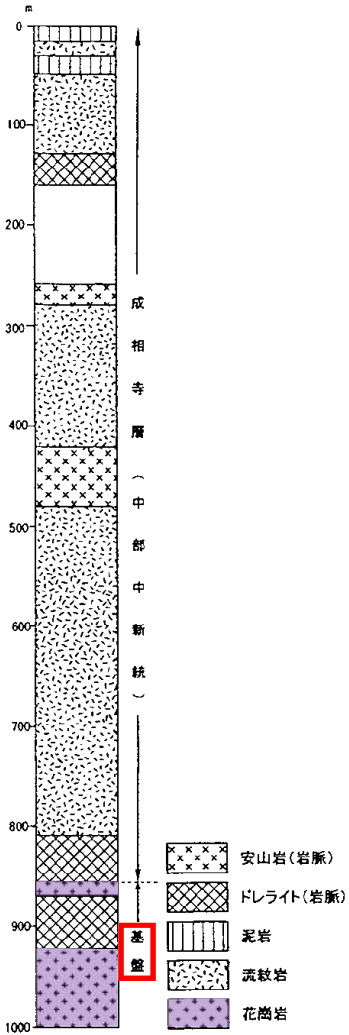
図-1 宍道低地帯東部の地質図 ①～⑦は1,000m級の井戸を、A-BとC-Dは図-4.5の断面図の位置をそれぞれ示す。

山内・岩田(1998)より引用・加筆

・山内(2000)は、中海北岸の美保関町万原にて掘削を行い、深度約853mで基盤の花崗岩に達したとしている。

基盤	深度 (km)	設定根拠
上盤	0.85	山内(2000)による中海北岸の美保関町万原にて実施したボーリング結果より設定(基盤深度約853m)

美保関町万原泉源



山内(2000)より引用・加筆

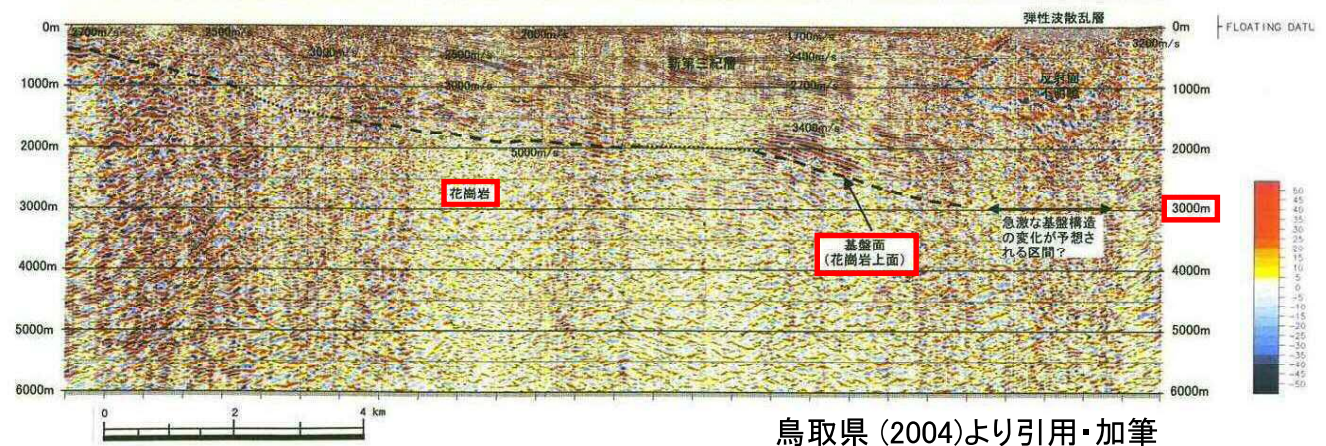
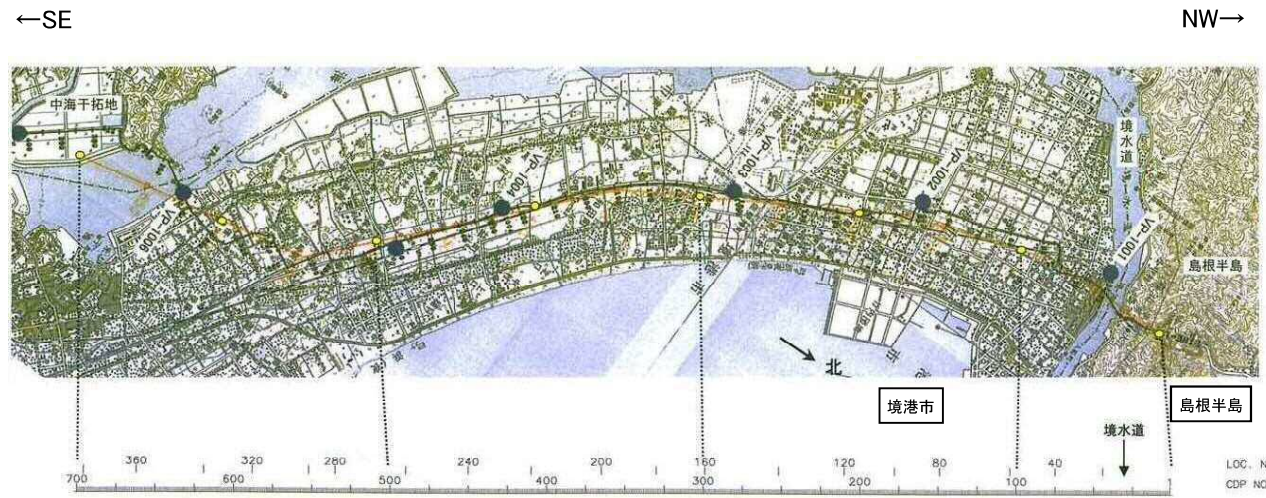


# 基盤深度(下盤)設定根拠 文献調査(中海北岸付近の地質構造) 10



〰〰〰 重力コンターの急傾斜部

基盤	深度 (km)	設定根拠
下盤	3.0	鳥取県(2004)による反射法地震探査結果より設定(境水道付近の基盤深度約3km)



鳥取県(2004)より引用・加筆

- ・鳥取県(2004)は、反射法地震探査結果から境港市の北部地区の基盤深度を約2,500~3,000mとしており、また、速度構造等から基盤岩を花崗岩と推定している。
- ・なお、鳥取県(2004)は、反射面が不明瞭なため、その詳細な構造変化は捕捉できていないが、境水道の北側の島根半島には古浦層(中新統)が分布し、地表近くで約3,200m/sのP波速度を示す一方、境港市北部は沖積層で被覆され、表層基底では1,700m/sのP波速度を示すことから、その境界で急激な基盤構造の変化が予想されるとしている。

# 堆積岩の密度設定根拠 文献調査(速度値と密度の関係)

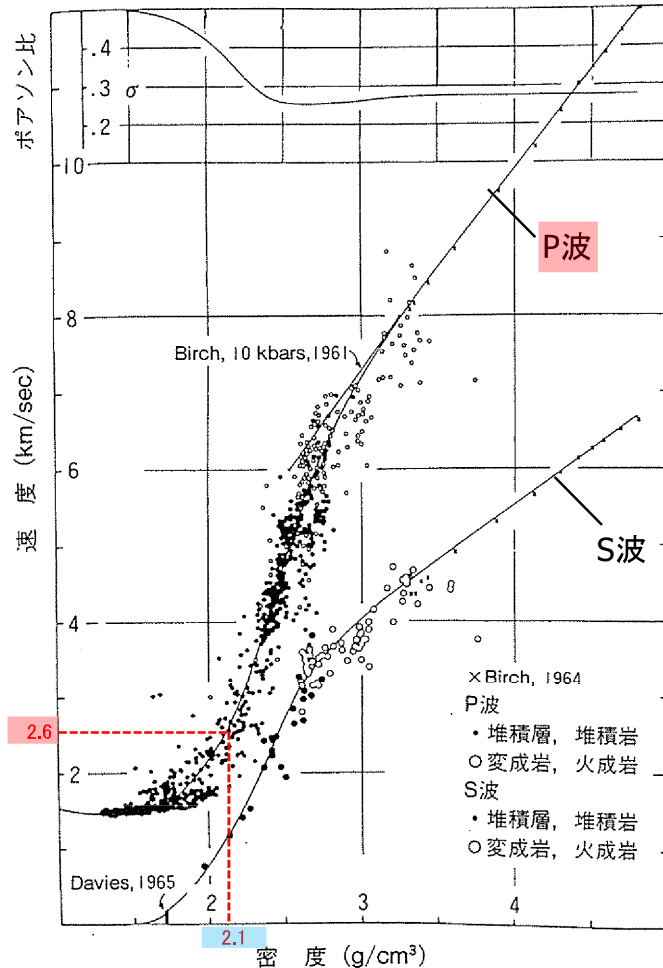


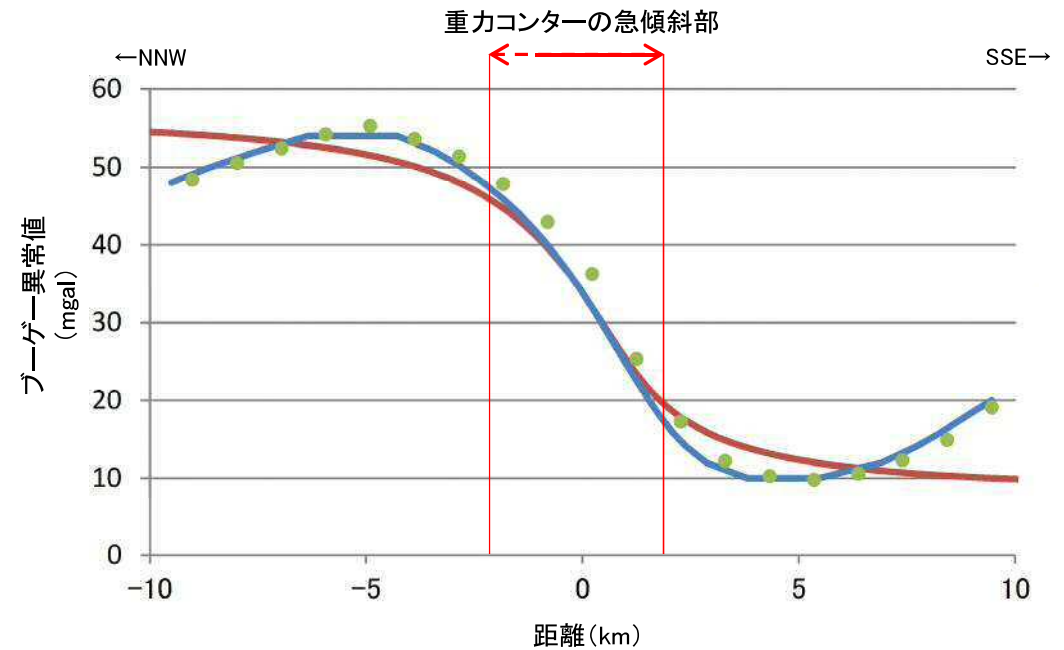
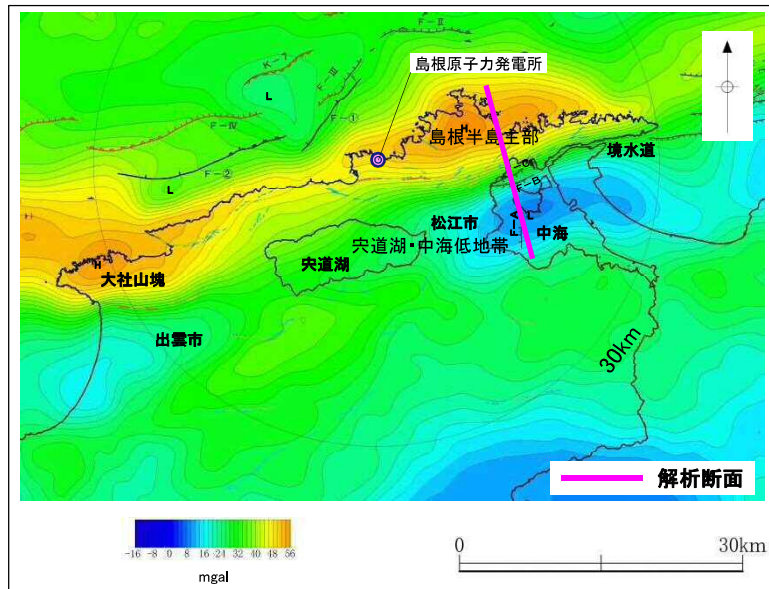
図6 P波速度と密度の関係<sup>6)</sup>  
 上図はポアソン比と密度の関係 (Ludwig, et al., 1970 in the Sea, vol. 4, part I より)  
 物理探査学会編(1998)より引用・加筆

地層	密度 (g/cm <sup>3</sup> )	設定根拠
堆積岩	2.1	宍道湖北岸で実施したボーリング孔(GL-56m~GL-232m)における速度検層結果Vp=2.6km/sより, Ludwig et al. (1970)の関係図から設定
基盤	2.67	基盤岩(花崗岩) <sup>※1</sup>

・重力データ解析における密度値の設定については, Ludwig et al. (1970)の関係図を用いた。



# 重カデータ解析結果(中海北岸付近)

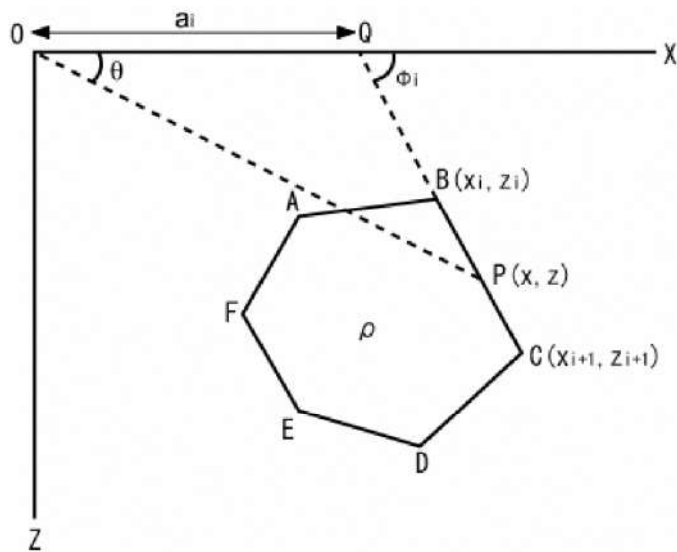


<p>↔ 重カ異常水平勾配 0.35~</p> <p>↔ 重カ異常水平勾配 0.25~0.35</p>	<p>— 日本重カデータベース(ブーゲー異常図のコンターライン(コンター間隔:2mgal)より読取)</p> <p>●●●● 日本重カデータベース(グリッドデータ(グリッド間隔:約1km)より読取)</p> <p>— 解析値</p>
---	--

・基盤の落差を仮定した重カデータ解析の結果、解析値は重力変化(日本の重カデータベース(地質調査総合センター編, 2013))を概ね表現している。

## (参考)重力データ解析の概要

- ・タルワニの方法(Talwani et al.(1959)による二次元多層モデル解析を実施した。
- ・この方法は、周辺との密度差が存在する多角形領域による引力の影響を評価する手法であり、密度差からX軸上の任意の点の重力値を計算することができる。
- ・なお、物理探査学会編(1998)によると、本手法は、「地震探査等で既に構造が得られている場合のチェックとして、モデルを入力してそのレスポンスを求めるのに利用する簡便で従来より用いられてきた手法」とされている。
- ・本解析では、重力異常の要因分析の観点から、層構造モデルと密度を仮定し相対的な重力変化を求め、日本の重力データベース(地質調査総合センター編(2013))との比較を行った。



2次元の多角形モデル

原点Oにおける重力異常は、以下に示す線積分で表される(Hubbert(1948))。

$$g = 2G\rho \oint z d\theta$$

ここに、G:万有引力定数、 $\rho$ :物体の密度、Z:物体表面上の点Pまでの深度  
 $\theta$ :x軸とOPのなす角

Talwani et al.(1959)は、上記の線積分をもとに、断面形状が多角形で表される二次元物体による重力異常値の解析解を示した。

例として、左図に示す断面形状が多角形ABCDEFで表される二次元物体を考えた場合、上記の線積分は、多角形の線積分を足し合わせたものに等しい。

$$\oint z d\theta = \oint_{AB} z d\theta + \oint_{BC} z d\theta + \dots + \oint_{EF} z d\theta + \oint_{FA} z d\theta$$

・論点項目<8>

宍道断層・海域三連動の地震動評価において、基本震源モデルのパラメータ設定根拠は何か

## 海域三連動の断層傾斜角の設定

断層傾斜角については、以下のレシピの考え方にに基づき、①～③の順に、より信頼性の高い情報を考慮して設定する。

### ◆断層傾斜角の設定に関するレシピの考え方

- ①対象とする断層についての反射法探査結果等、断層の傾斜角を推定する資料がある場合にはそれを参照する。
- ②また、周辺にある同じタイプの断層から傾斜角が推定できる場合には、それを参照する。
- ③上記のような資料が得られない場合は、横ずれ断層の傾斜角は90°を基本とする。

基本震源モデルの断層傾斜角は、以下に基づき安全側に70°に設定し、その傾斜方向は敷地に近づく方向(南傾斜)に設定。

- ✓ ①として、B層(中期～後期更新世堆積層)の明瞭な分布が確認できていないF-Ⅲ断層+F-Ⅳ断層+F-Ⅴ断層の深部においては、地質調査結果より、東北東-西南西走向の低角(南傾斜)逆断層が認められ、その傾斜角は、音波探査記録を参照すると、それぞれの区間で地質構造上の類似性が認められることから、断層全体を傾斜角の設定区間と考え、平均すると35°程度である。但し、当該断層は、更新世以降において、南側隆起(北側沈降)の逆断層運動を示唆するB層の堆積盆の形成は認められず、横ずれ運動を示唆する花卉構造や引きずり込み構造などの特徴的な反射パターンも認められないことから、後期更新世以降の活動様式は不明である。従って、本調査結果を基本震源モデルの断層傾斜角として採用することは適切でないと考える。
- ✓ 次に、②として、F-Ⅲ断層+F-Ⅳ断層+F-Ⅴ断層が、現在の東西圧縮で活動する場合、主に横ずれの断層活動を示すと考えられることから、当該断層の周辺で発生したM7クラスの横ずれ断層による大規模地震及び主な中小地震の断層傾斜角を参照する。

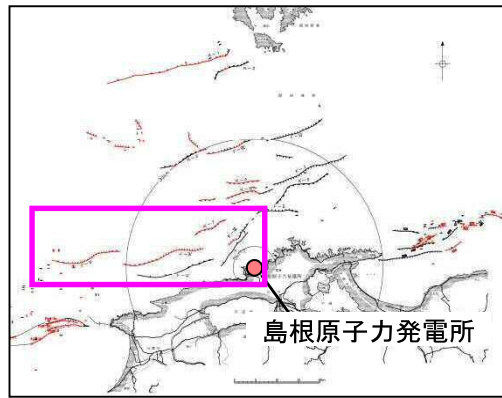
#### <大規模地震>

対象となる1943年鳥取地震(M7.2)及び2000年鳥取県西部地震(M7.3)は、佐藤ほか(1989)及び地震調査委員会(2002)により、それぞれ「断層傾斜角90°」とされている。

#### <主な中小地震>

対象となる中小地震の断層傾斜角は、平均的には80°程度であり、最も傾斜しているもので71°である。





凡 例

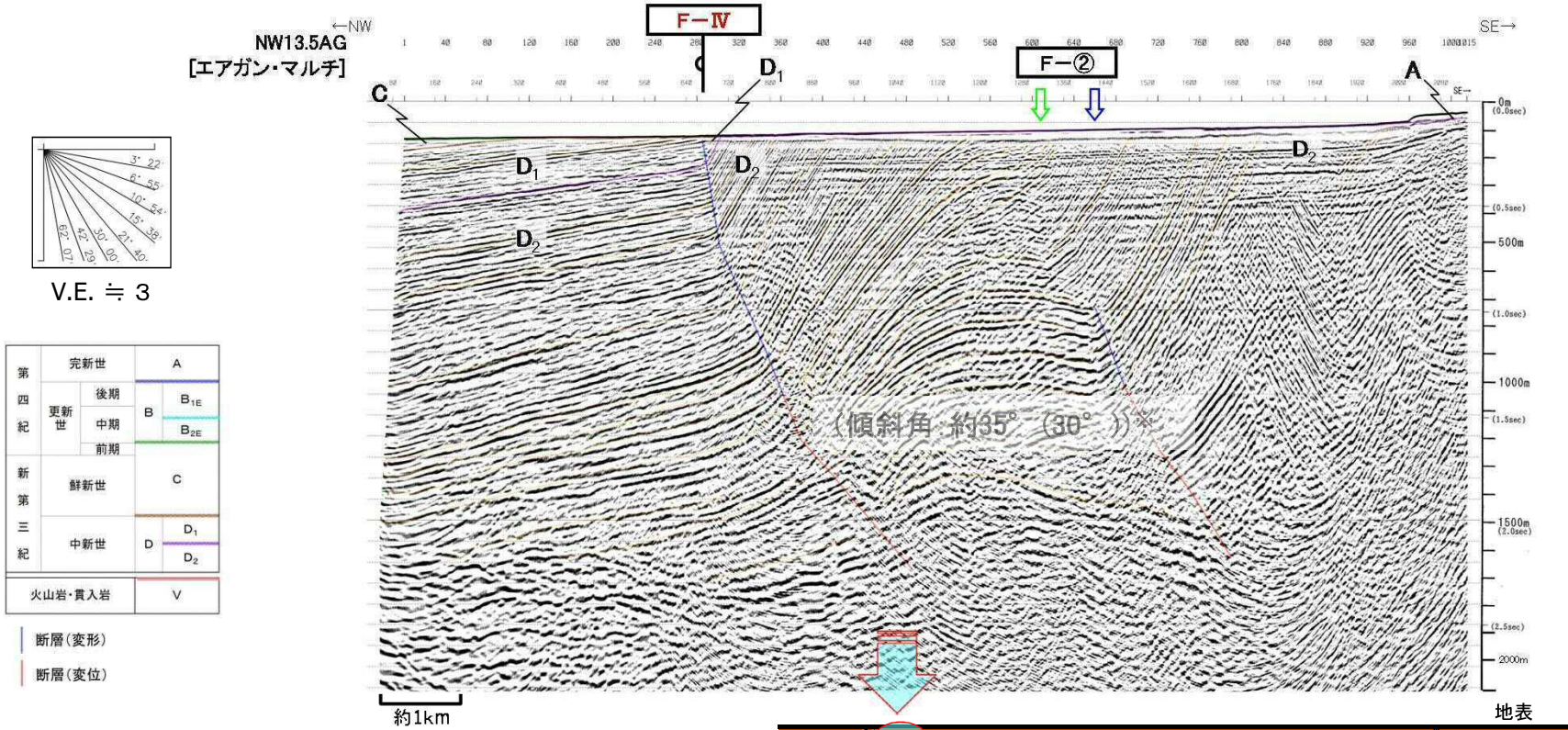
	主な断層のうち後期更新世以降の活動が認められないもの	<p>地質図に記載された断層線の端点は断層が確認される測線と確認されない測線との中点までを表示している。</p> <p>※A層を取除いた地質図</p>
	主な断層のうち後期更新世以降の活動が否定できないもの	
	中国電力(株)音波探査測線 (スーパーカー)	
	中国電力(株)音波探査測線 (エアガン・マルチチャンネル)	
	中国電力(株)音波探査測線 (ウォーターガン・マルチチャンネル)	
	中国電力(株)音波探査測線 (ブーマー・マルチチャンネル)	
	マルチチャンネル測線により認められたB層分布域	

	A 層: 完新世堆積層	第四 紀
	B 層: 中期~後期更新世堆積層	
	C 層: 鮮新世~前期更新世堆積層	新第三 紀
	D <sub>1</sub> 層	
	D <sub>2</sub> 層	中新世堆積層
	V 層: 火山岩・貫入岩	

- ・F-III断層、F-IV断層及びF-V断層は、敷地前面海域の沿岸部隆起帯の北縁に沿って分布し、大局的には東北東-西南西走向の低角度(南傾斜)の逆断層である。
- ・F-III断層、F-IV断層及びF-V断層は、音波探査の分解能上、B層の明瞭な分布が確認できていないこと等から、後期更新世以降の活動を考慮する断層と評価する。
- ・F-III断層、F-IV断層及びF-V断層は、更新世以降において、南側隆起(北側沈降)の逆断層運動を示唆するB層の堆積盆の形成は認められず、また、横ずれ運動を示唆する花卉構造や引きずり込み構造などの特徴的な反射パターンも認められないことから、後期更新世以降の活動様式は不明である。
- ・F-III断層、F-IV断層及びF-V断層は、地質構造上の類似性が認められ、断層間の距離が近いことから、連動するものとして、東端をF-III断層の東端となるNW2測線とし、西端をF-V断層の西端となるNo.42測線とする、最大約48.0kmを評価した。

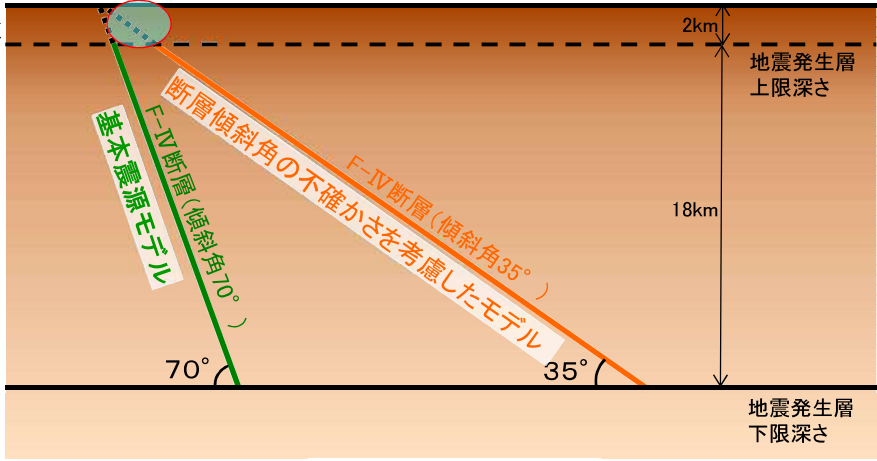
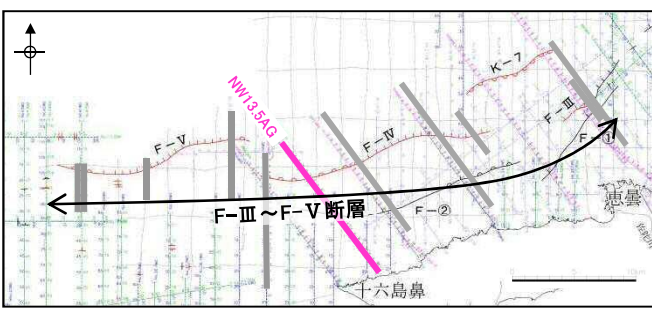


F-IV断層(NW13.5AG測線 音波探査解析図)



断層線と音波探査測線が斜交する関係にあることから、音波探査記録に基づくみかけの傾斜角から真の傾斜角に変換(カッコ内の角度はみかけの傾斜角)

断層想定位置 (直上)  
断層想定位置 (傾斜延長)



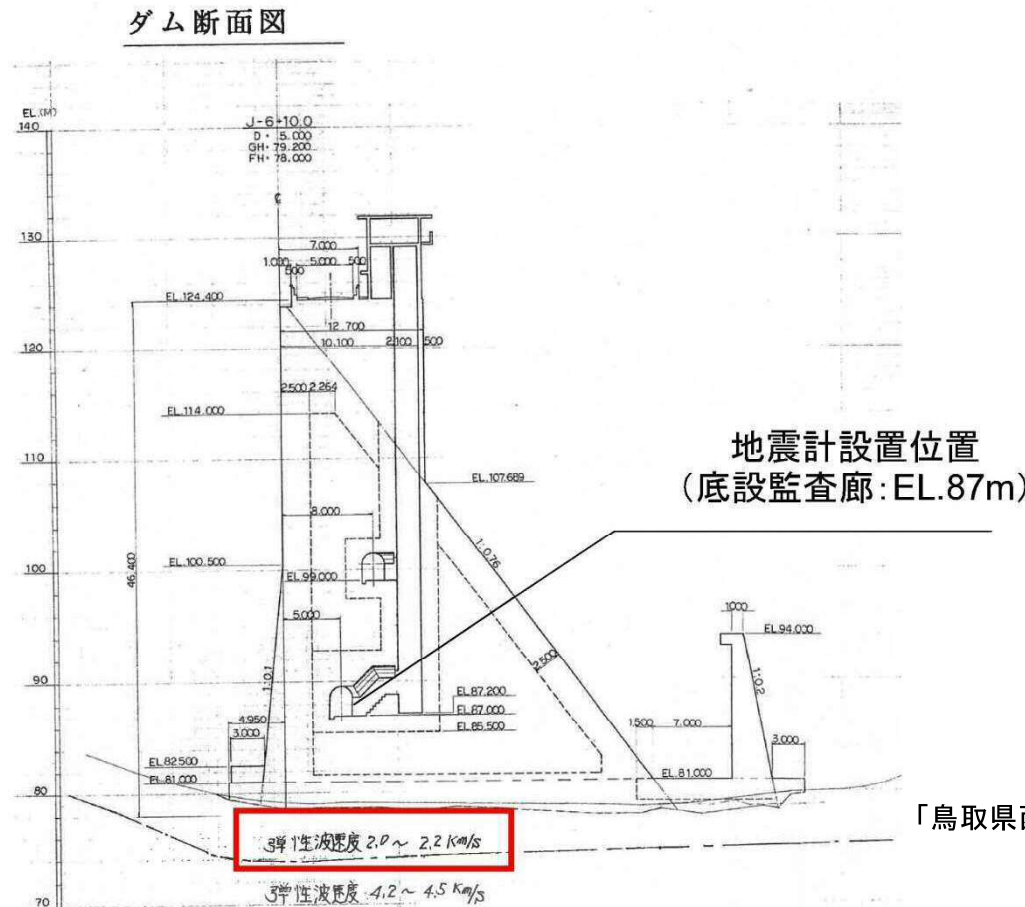
震源断層モデルの断面図

---

▪ 論点項目<11>

2000年鳥取県西部地震, 2004年北海道留萌支庁  
南部地震を基準地震動とした理由は何か

- 賀祥ダム堤体は、基礎岩盤として $V_p=2.0\sim 2.2\text{km/s}$ のCM級岩盤に設置されているため、監査廊における観測記録は、ダム構造物の影響が全くないとはいえないものの、島根原子力発電所の解放基盤表面( $V_s=1.5\text{km/s}$ )に比べれば、速度の遅い岩盤上( $V_s=1.2\sim 1.3\text{km/s}$ 程度)の記録であると判断されることから、観測記録をそのまま検討対象にすることは問題ないと考えられる。



ダム堤体底部はCM級岩盤に設置  
 $V_p=2.0\sim 2.2\text{km/s}$

↓  $V_p$ と $V_s$ の一般的な関係式  
 $(V_p=1.73 \times V_s)$ を適用

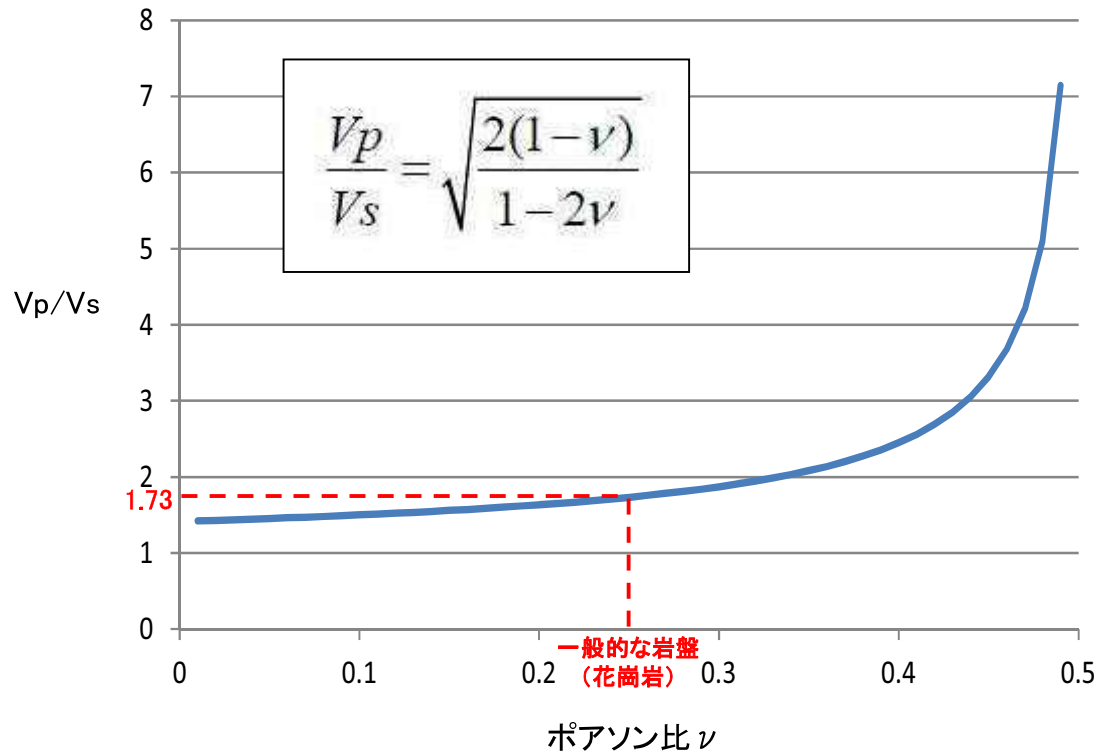
$V_s=1.2\sim 1.3\text{km/s}$

「鳥取県西部総合事務所」提供資料による

弾性波探査結果



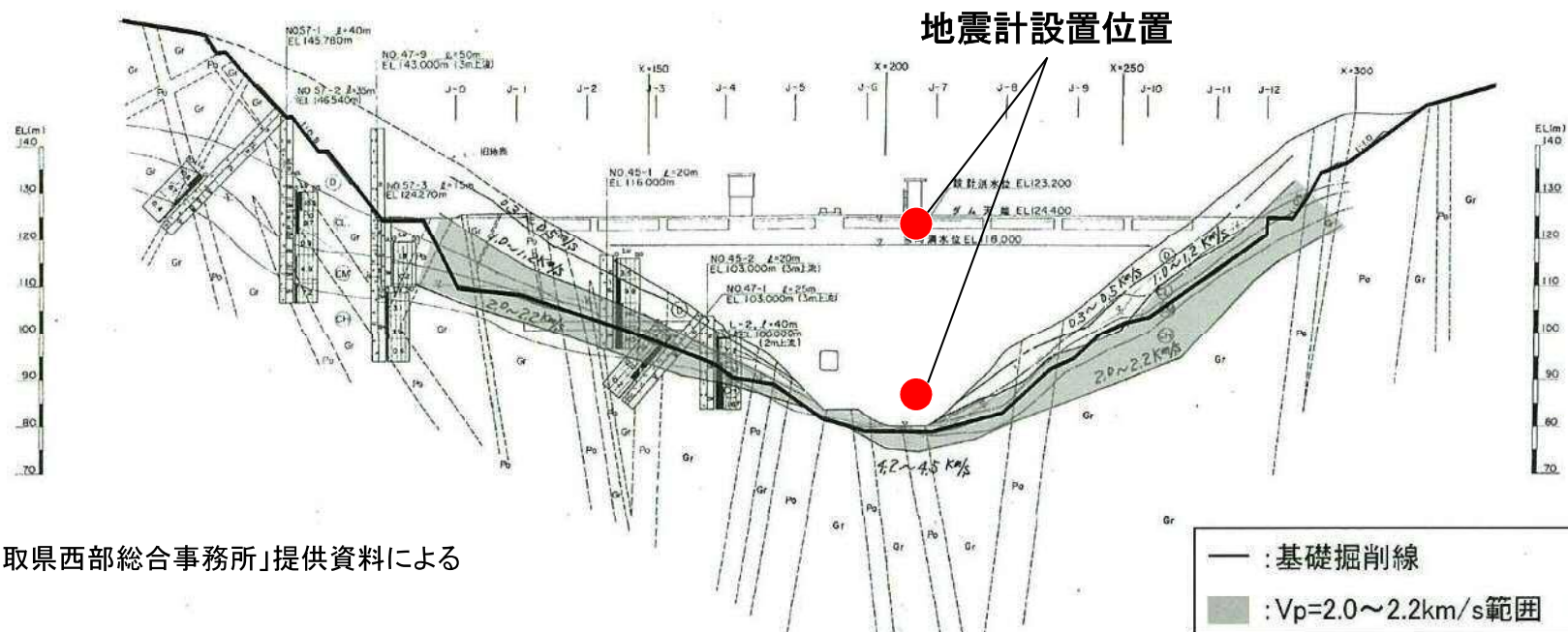
- $V_p=1.73 \times V_s$ の「1.73」は、一般的な岩盤(花崗岩)のポアソン比0.25を用いて下式から計算される値であるが、賀祥ダム堤体底部の $V_p$ は2.0~2.2km/sであり、ポアソン比は0.25よりも大きいと考えられる。
- ポアソン比が0.25よりも大きい場合、 $V_p/V_s$ は1.73よりも大きくなるため、 $V_p$ 2.0km/sから換算した $V_s$ は1.2km/sよりも更に小さくなり、島根サイトの解放基盤表面における $V_s=1.5$ km/sと比較して小さいことから、「1.73」を用いて換算することは安全側の評価と考えられる。



賀祥ダム(監査廊)観測記録を島根サイト解放基盤波とすることの妥当性について

■ 賀祥ダム(監査廊)での観測記録を島根サイトの解放基盤波とみなすことの妥当性について以下のとおり検討する。

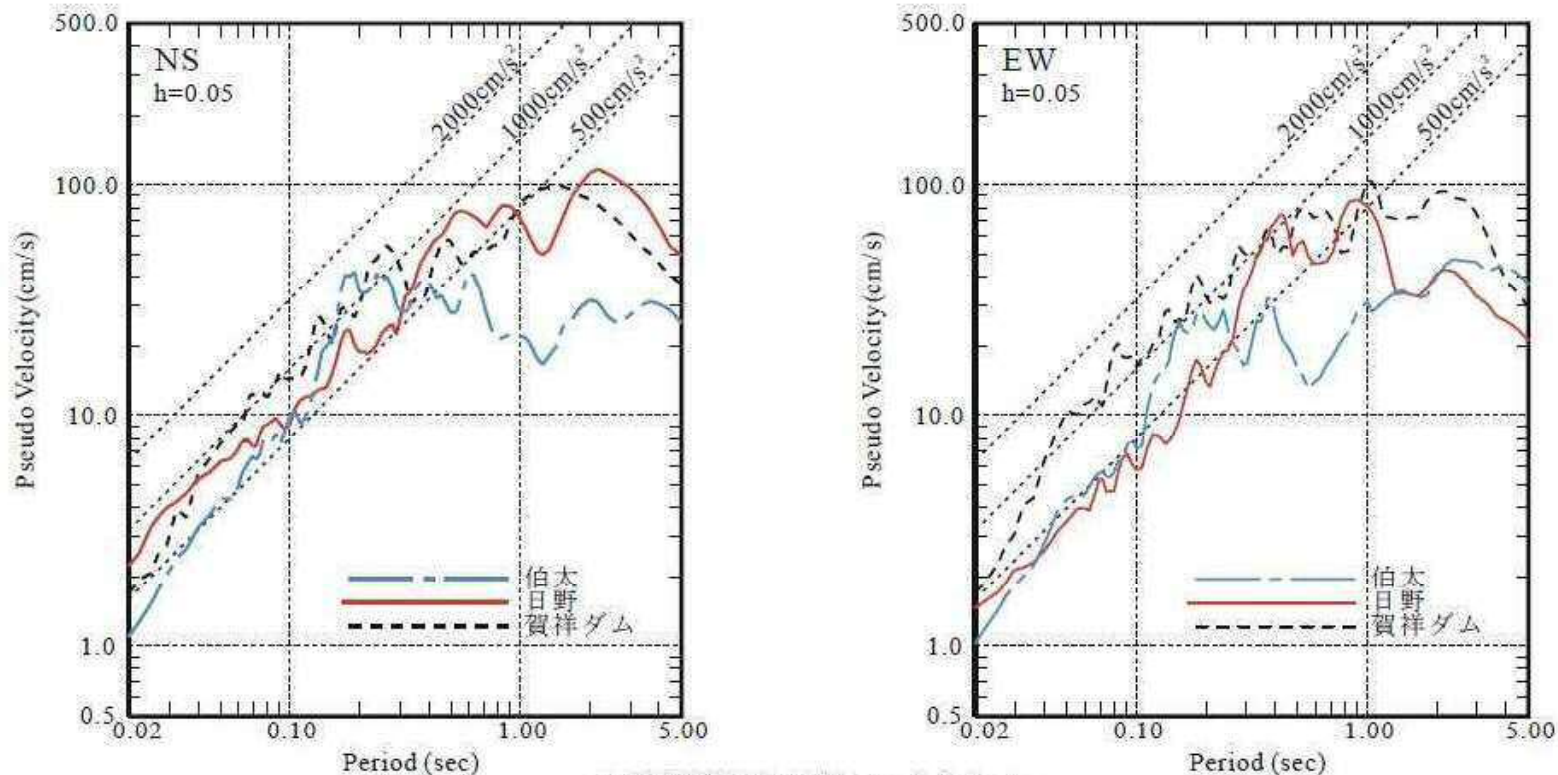
- (1) 賀祥ダムでの記録については、ダムの振動による影響が一部の周期で表れている可能性があるとの指摘(翠川・藤本(2001), 大町・小島(2001)など)もあるが、物性値等の情報が少なく精度の高いはざと解析は困難であることから、震源近傍の他の観測点における基盤地震動との比較により、監査廊の観測記録は基盤地震動のレベルとして妥当なものであることを確認する。
- (2) また、 $V_p=2.0\text{km/s}\sim 2.2\text{km/s}$ の層は厚さ5m~15mで拡がりを持って分布しているが、その下に $V_p=4.2\text{km/s}\sim 4.5\text{km/s}$ 程度の層が厚く拡がっていることから、監査廊での記録を $V_p=4.2\sim 4.5\text{km/s}$ 程度の岩盤上での記録として島根サイトにおける解放基盤表面上での地震動を算定し、監査廊での記録を島根サイトの解放基盤表面( $V_p=3.24\text{km/s}$ )での地震動とみなすことは問題ないことを確認する。



「鳥取県西部総合事務所」提供資料による

賀祥ダム(監査廊)観測記録を島根サイト解放基盤波とすることの妥当性について

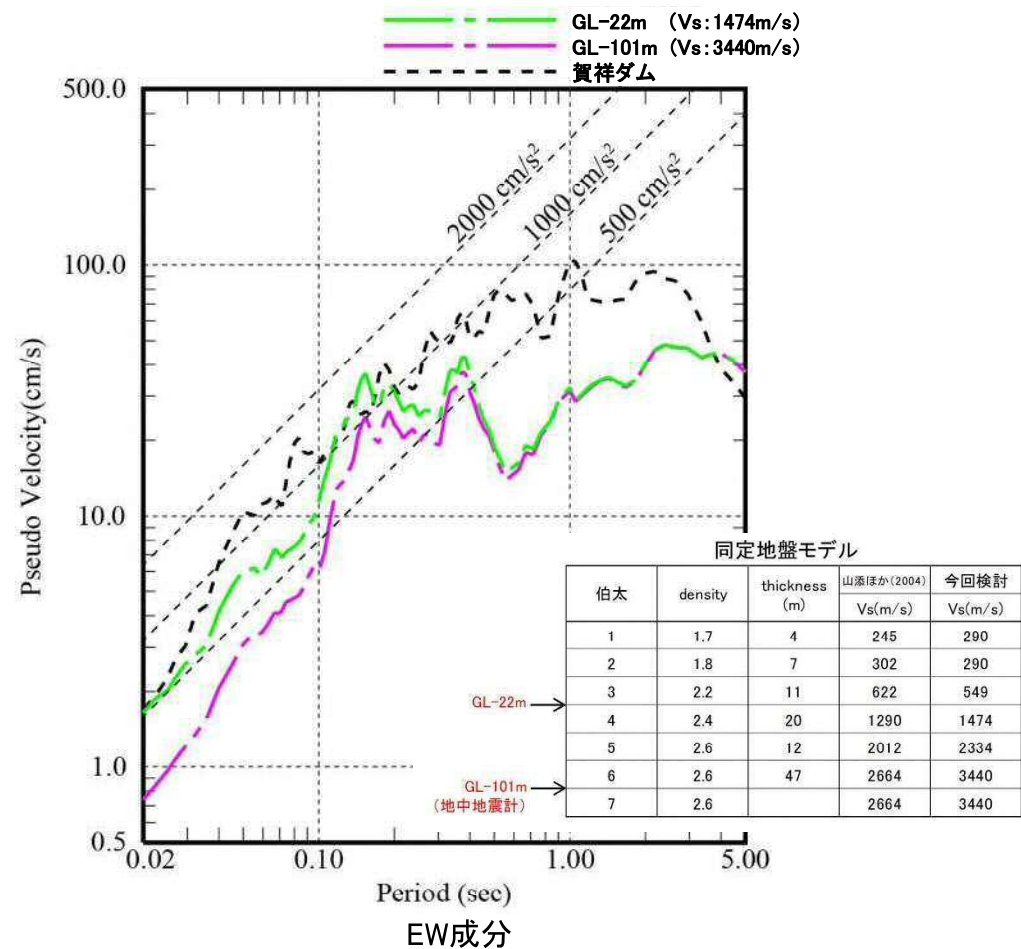
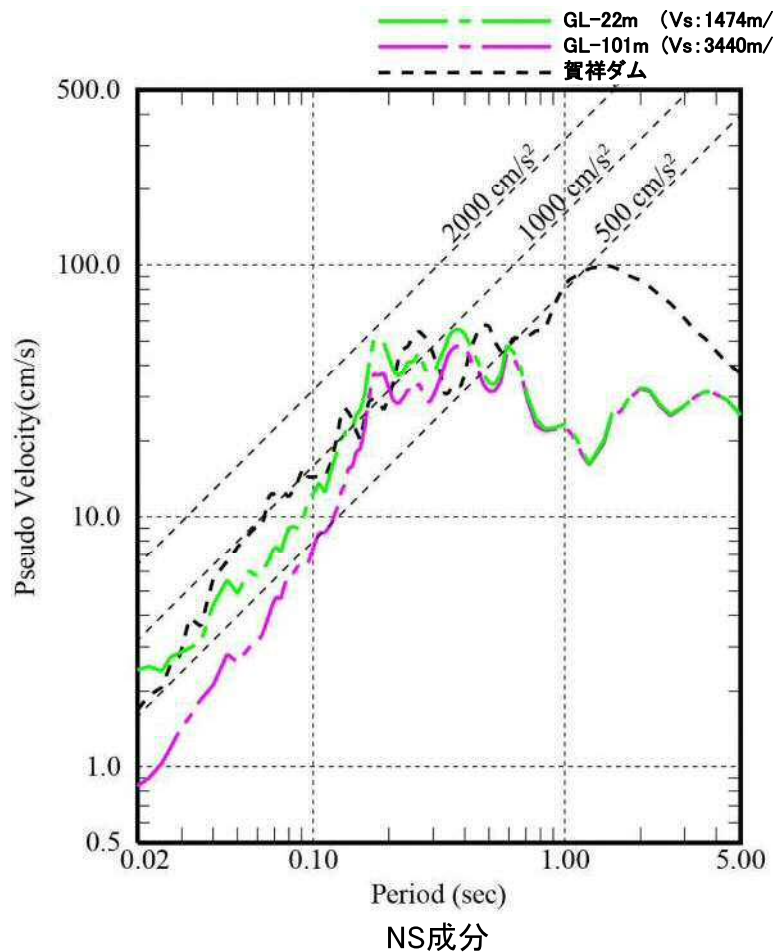
- 山添ほか(2004)では、日野及び伯太地点の基盤地震動の評価結果と賀祥ダム(監査廊)での観測記録を比較し、「賀祥ダムの観測記録はダム提体内の記録ではあるが、硬質地盤上の既往の観測地震動のレベルと概ね対応した、基盤地震動相当の記録であると推測される」とされている。
- 賀祥ダム(監査廊)の記録のレベルは日野及び伯太地点の基盤地震動と比較して同等以上であり、日野地点の地盤が $V_s=1530\text{m/s}$ 程度、伯太地点の地盤が $V_s=2660\text{m/s}$ 程度であるのに対し、賀祥ダム(監査廊)が $V_s=1.2\sim 1.3\text{km/s}$ であることに整合する。
- 特に短周期側については賀祥ダム(監査廊)の記録は日野及び伯太地点より大きい地震動となっている。



(c)擬似速度応答スペクトル

賀祥ダム(監査廊)観測記録を島根サイト解放基盤波とすることの妥当性について

- 山添ほか(2004)では伯太地点の基盤地震動をVs=2660m/s程度(GL-101m)で算定しているため、賀祥ダム(監査廊)と同程度の地盤における基盤地震動を評価(地盤モデルを再同定し、Vs=1474m/sの基盤地震動を評価)した結果、ほとんどの周期帯で賀祥ダム(監査廊)での記録を下回る。
- 以上の検討から、賀祥ダム(監査廊)での記録は、基盤地震動のレベルとして妥当なものであると考えられる。



賀祥ダム(監査廊)観測記録を島根サイト解放基盤波とすることの妥当性について

- 地震計設置位置直下の $V_p=2.0\sim 2.2\text{km/s}$ の層は厚さが5m程度と薄いことから、その下の $V_p=4.2\sim 4.5\text{km/s}$ 程度の岩盤上の記録であるとみなし、島根サイトの $V_p=4.2\sim 4.5\text{km/s}$ 相当の層(標高-345m)に賀祥ダム(監査廊)の記録を入力し、解放基盤表面における地震動を算定する。

島根サイトの地下構造モデル

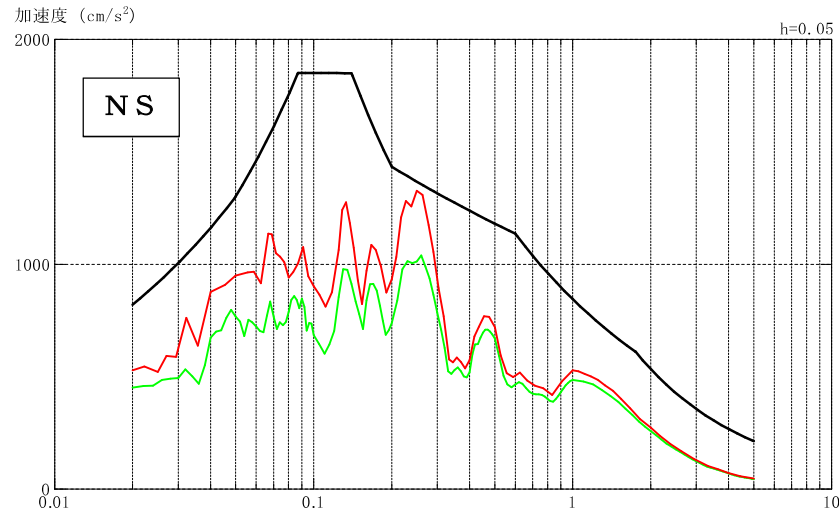
層番号	標高 (m)	層厚 (m)	S波 速度 (m/s)	P波 速度 (m/s)	密度 ( $\text{kg/m}^3$ )	減衰定数(%)	
						$h_s(f)$	$h_p(f)$
	-10						
1	-10	14	1520	3240	2500	$24.7f^{-0.733}$	$62.0f^{-0.733}$
2	-24	116	1900	3860	2570	$13.1f^{-0.463}$	$26.9f^{-0.463}$
3	-140	32	2100	4150	2490	$22.8f^{-0.739}$	$33.8f^{-0.739}$
4	-172	43	1770	3800	2560	$25.9f^{-0.817}$	$27.8f^{-0.817}$
5	-215	130	2530	5220	2680	$7.62f^{-0.363}$	$8.53f^{-0.363}$
6	-345	610	2190	4350	2650	$5.01f^{-0.497}$	$5.40f^{-0.497}$
7	-955	555	2730	5160	2640	$9.46f^{-0.920}$	$9.67f^{-0.920}$
8	-1510	530	3020	5220	2620	0.250	0.125
9	-2040	$\infty$	3570	6180	2720	0.185	0.091

fは振動数を表す

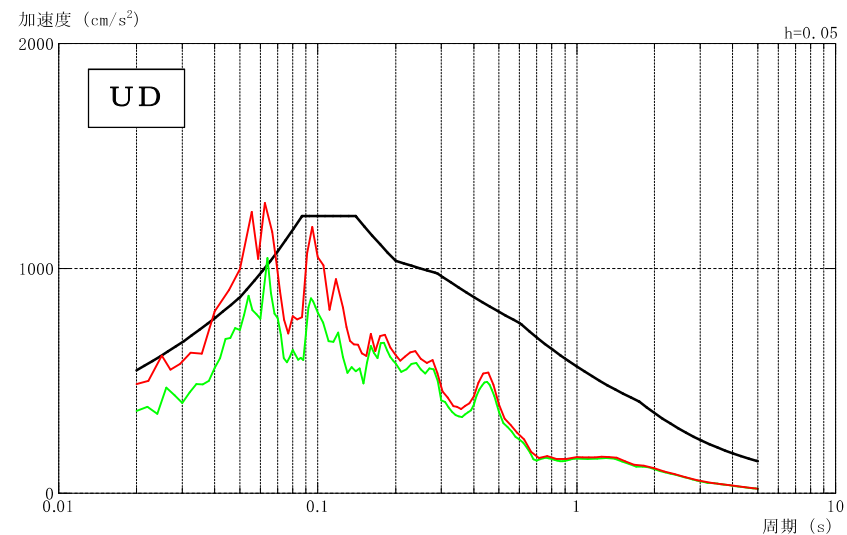
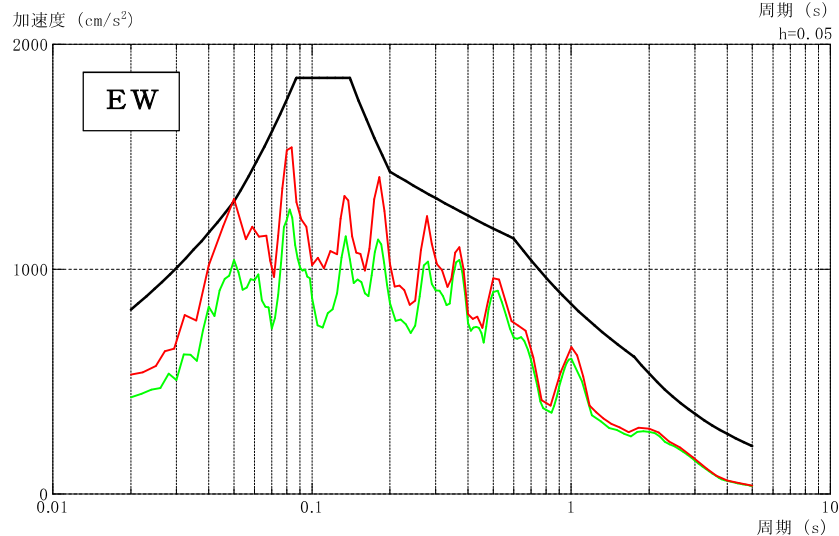


賀祥ダム(監査廊)観測記録を島根サイト解放基盤波とすることの妥当性について

- $V_p=4.2\sim 4.5\text{km/s}$ 相当の層に賀祥ダム(監査廊)の記録(Ss-N2)を入力し、解放基盤表面での地震動を算定した結果、その応答波は全周期帯でSs-N2を下回る。
- 以上のことから、賀祥ダム(監査廊)の記録が $V_p=4.2\sim 4.5\text{km/s}$ 相当の岩盤上での記録とした場合でも、島根サイトの解放基盤表面での地震動とみなすことは問題ないと考えられる。



— 基準地震動Ss-D  
 — 基準地震動Ss-N2  
 — Ss-N2引き上げ波 (標高-345m→標高-10m)



【補足】その他の地震に関する検討(Mw6.5未満)

- Mw6.5未満の地震のうち、影響の大きい5地震について整理した結果※を以下に示す。
- 信頼性のある基盤地震動が評価できたと考えられる留萌支庁南部地震を震源を特定せず策定する地震動として考慮する。

		2004年 北海道留萌支庁南部地震	2013年 栃木県北部地震	2011年 和歌山県北部地震	2011年 茨城県北部地震	2011年 長野県北部地震
地盤モデル	使用モデル	・佐藤ほか(2013)のボーリング結果に基づく地盤モデル	・KiK-net観測記録に基づく地盤同定モデル	・KiK-net観測記録に基づく地盤同定モデル	・KiK-net観測記録に基づく地盤同定モデル	・地盤情報が少なく、地盤モデルを構築できない
	既往の知見との整合性	・微動探査による地盤データと整合 ・知見で指摘されている非線形性を考慮	・KiK-net地盤データと整合しない ・知見で指摘されている減衰、方位依存性の影響が不明	・KiK-net地盤データと整合しない ・知見で指摘されている減衰の影響が不明	・観測記録の伝達関数及びKiK-net地盤データと整合しない ・知見で指摘されている減衰の影響が不明	・地盤モデルに関する既往の知見がない
		○	×	×	×	×
	更なる知見収集・検討事項	—	・地盤モデルの改良 ・知見で指摘されている特性に係るデータの取得と影響度合いの評価	・地盤モデルの改良 ・知見で指摘されている特性に係るデータの取得と影響度合いの評価	・地盤モデルの改良 ・知見で指摘されている特性に係るデータの取得と影響度合いの評価	・地質調査、微動探査等による地盤情報の取得
はぎとり解析	解析手法	・非線形性を考慮した等価線形解析	・線形解析	・線形解析	・線形解析	・地盤モデルが構築できないため、解析できない
	精度	・観測記録と整合	・はぎとり解析の適用性が不明	・はぎとり解析の適用性が不明	・はぎとり解析の適用性が不明	・はぎとり解析の適用性が不明
		○	×	×	×	×
	更なる知見収集・検討事項	—	・地表及び地中観測記録の再現解析	・地表及び地中観測記録の再現解析	・地表及び地中観測記録の再現解析	・地表観測記録の再現解析
	結果の信頼性	○	×	×	×	×

※ 電力事業者による検討結果

○: 結果の信頼性あり  
×: はぎとり解析に課題あり

---

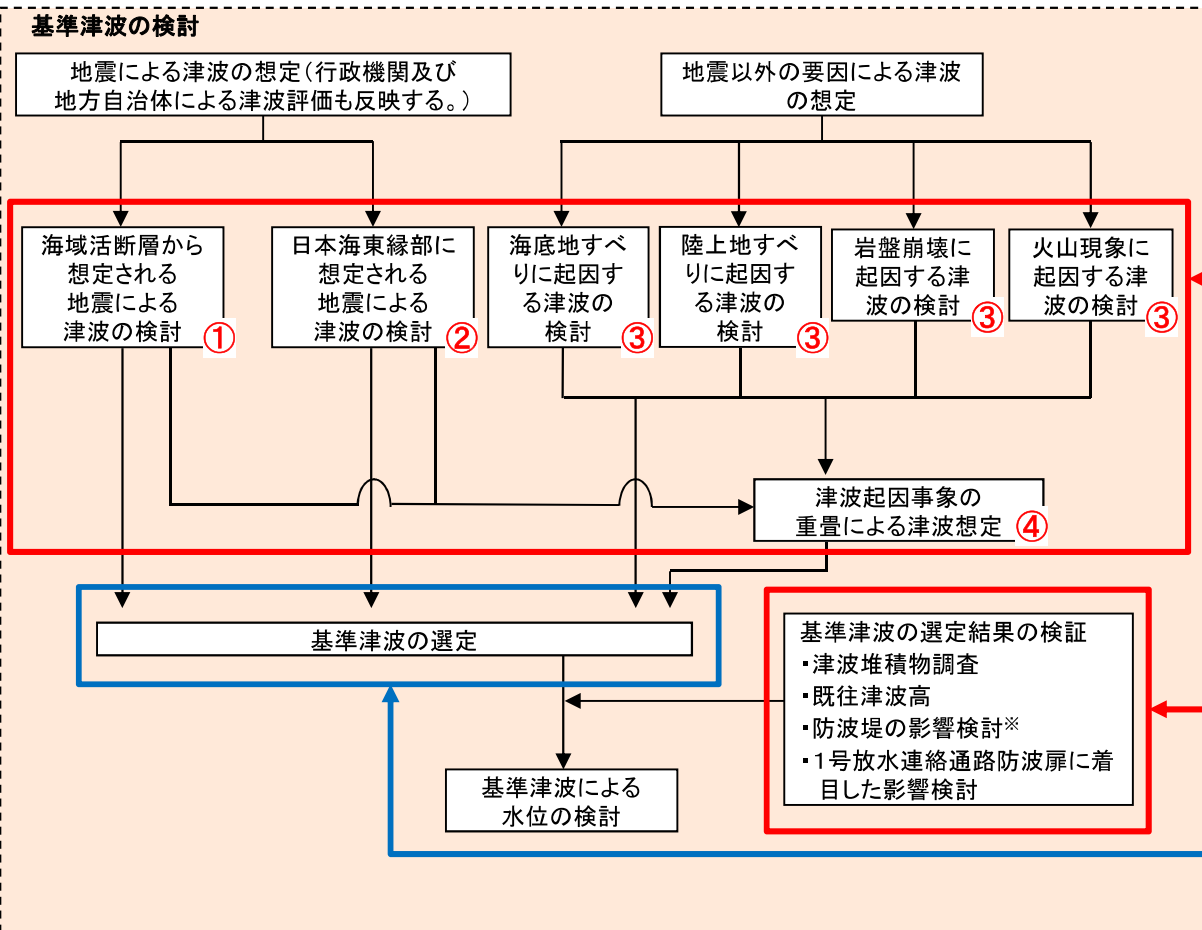
- ・論点項目<22>

基準津波はどのような想定か



# 論点項目<22> 基準津波の想定 各検討における評価地点の考え方

・基準津波の策定に当たっては、以下の検討フローに基づき検討を実施した。評価結果は次頁以降に示す。



(津波評価における各検討の評価地点の考え方)  
 ・各検討における水位上昇側の評価地点は「施設護岸又は防波壁」(「1号放水口護岸又は1号放水連絡通路防波扉」を含む)、水位下降側の評価地点は「2号炉取水口」とする。  
 ・評価地点は上記を基本とするが、日本海東縁部に想定される地震による津波の検討のうち、地震発生領域の連動を考慮した検討の水位下降側については、2号炉取水口において比較的水位変動が大きくなり、基準津波に選定される可能性が考えられることから、管路計算による応答のばらつきを考慮し「2号炉取水槽」を評価地点とする。

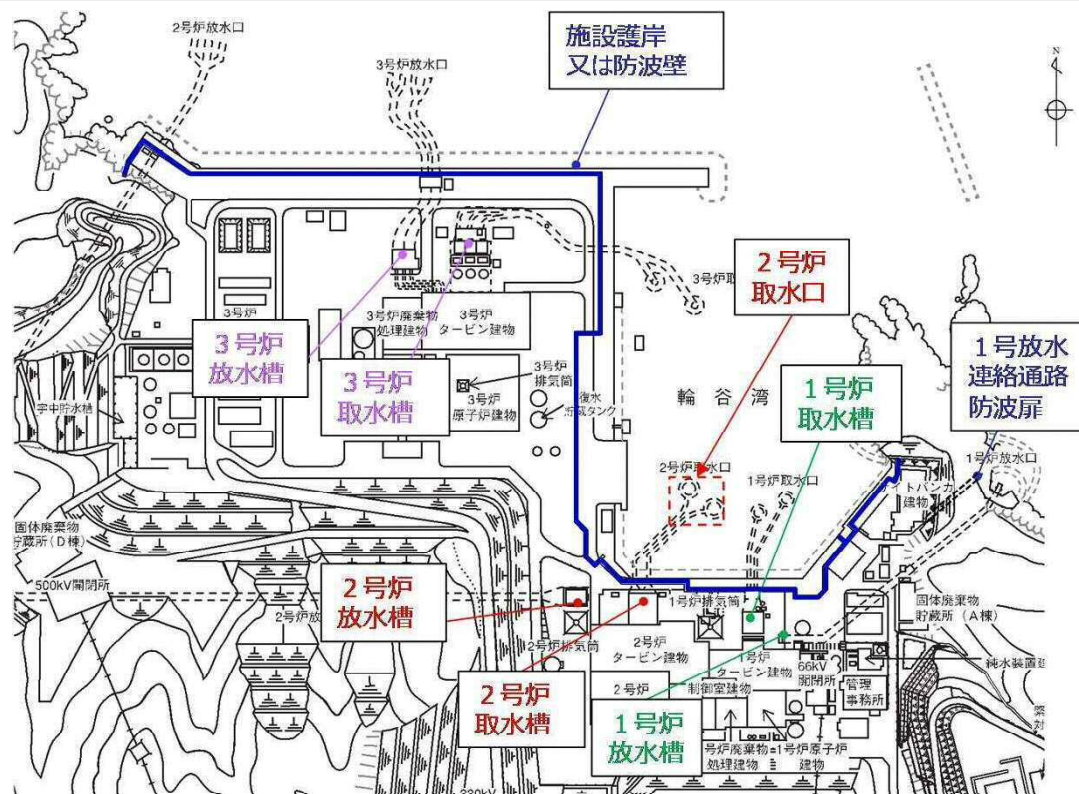
(基準津波の選定の評価地点の考え方)  
 ・津波の評価における各検討より抽出されたケースから、水位上昇側は「施設護岸又は防波壁」(「1号放水口護岸又は1号放水連絡通路防波扉」を含む)の評価水位が最高となる波源及び水位下降側は「2号炉取水口」の評価水位が最低となる波源を基準津波として選定する。また、上記で選定された波源の1～3号炉取・放水槽の評価水位を上回る、または、ほぼ同値となる波源についても安全側の評価を行う観点から基準津波として選定する。

※ 選定された基準津波に対して、防波堤の有無が基準津波の選定に与える影響を確認するため、防波堤有りケースと同様の手順で防波堤無しケースのパラメータスタディを実施する。

## 論点項目<22> 基準津波の想定 津波評価における評価地点(1/2)

3

- 津波防護対象施設等はT.P.+8.5m以上の敷地に設置されており、敷地高さT.P.+8.5mを越える津波に対しては防波壁(天端高さT.P.+15.0m)等により津波を防護する。

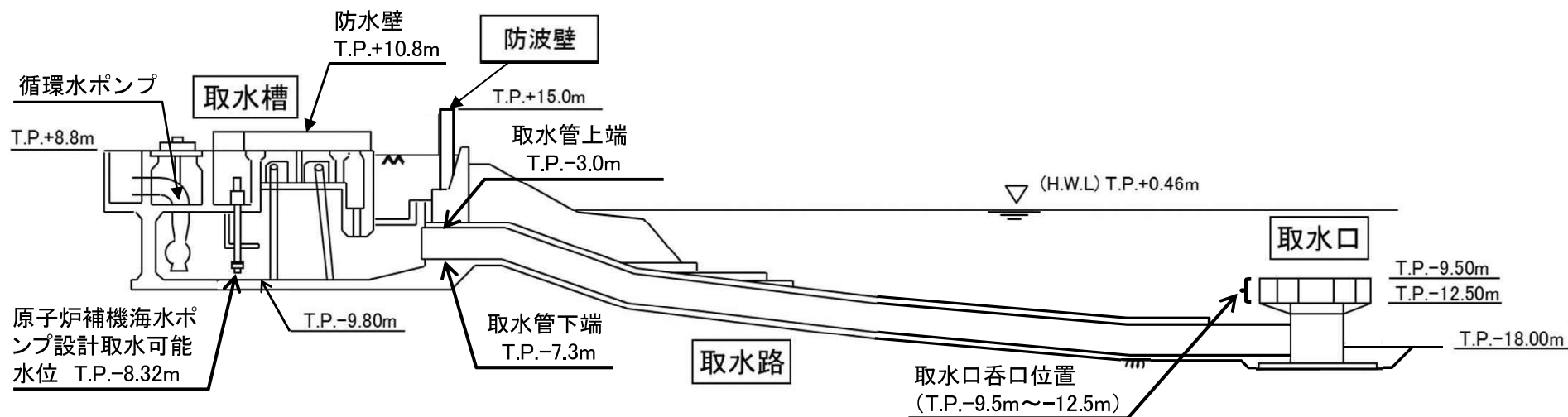


津波評価における評価位置

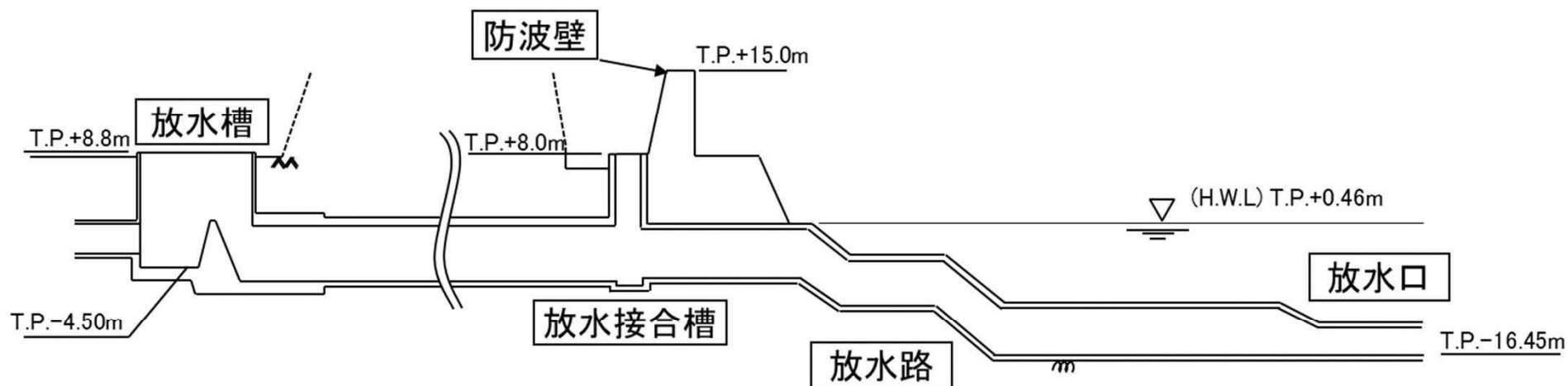
- 基準津波の波源の選定においては、津波防護対象施設等への津波の影響を確認するため、津波水位の上昇側の評価地点は施設護岸とする。なお、施設護岸を越えた津波は防波壁に到達することから防波壁も対象とする。また、1号放水連絡通路防波扉については、「施設護岸又は防波壁」に含めて一連の評価地点として設定する。
- 引き津波に対する影響を確認するため、津波水位の下降側の評価地点は2号炉取水口とする。
- また、ドライサイト及び海水ポンプの取水性を確認する観点から、上昇側については1～3号炉の取・放水槽、下降側については2号取水槽の評価水位についても確認する。

# 論点項目<22> 基準津波の想定 津波評価における評価地点(2/2)

## 2号炉取水施設



## 2号炉放水施設



# 論点項目<22> 基準津波の想定

## ① 海域活断層から想定される地震による津波の評価結果

5

・地震による津波の検討(海域活断層から想定される地震による津波の検討)の評価水位最高ケース及び評価水位最低ケースは以下のとおり。

※ 評価水位は地盤変動量( )内の数値(m)及び潮位(水位上昇側については+0.46m, 水位下降側については-0.02m)を考慮している。  
[ ]内の数値は評価水位の小数点第二位まで記載。

### 評価水位最高ケース(水位上昇側)

■ : 施設護岸又は防波壁において評価水位最高

検討ケース	波源モデル						ポンプ 運転 状況	評価水位(T.P. m)※						
	断層 長さ (km)	モーメント マグニチュー ドMw	傾斜角 (°)	すべり角 (°)	上縁深 さ(km)	大 すべり域		施設護岸 又は防波壁	1号炉 取水槽	2号炉 取水槽	3号炉 取水槽	1号炉 放水槽	2号炉 放水槽	3号炉 放水槽
土木学会に基づく検討(F-Ⅲ～F-V断層)	48.0	7.27	90	130, 180	0	-	運転	+3.6[+3.59]	+1.9(+0.27)	+1.4(+0.27)	+1.3(+0.28)	+2.7(+0.25)	+2.8(+0.32)	+2.1(+0.30)
							停止	(+0.32)	+2.2(+0.27)	+2.0(+0.27)	+2.9(+0.28)	+1.3(+0.25)	+2.7(+0.32)	+2.4(+0.30)
国土交通省・内閣府・文部科学省(2014)に 基づく検討(F56断層)	49.0	7.2	60	143, 215	1	中央	運転	+1.9	+1.9(0.00)	+1.6(0.00)	+1.1(-0.01)	+2.8(0.00)	+3.1(-0.01)	+2.4(-0.01)
							停止	(0.00)	+2.1(0.00)	+2.2(0.00)	+1.8(-0.01)	+1.3(0.00)	+1.5(-0.01)	+1.5(-0.01)
国土交通省・内閣府・文部科学省(2014)の横ずれ断層に 対するすべり角の知見を踏まえた検討	48.0	7.27	90	130, 215	0	-	運転	+3.6[+3.56]	+2.0(+0.25)	+1.5(+0.25)	+1.4(+0.26)	+2.7(+0.24)	+2.9(+0.30)	+2.1(+0.29)
							停止	(+0.30)	+2.3(+0.25)	+2.1(+0.25)	+3.1(+0.26)	+1.4(+0.24)	+2.5(+0.30)	+2.4(+0.29)
地方自治体独自の波源モデルを対象とした検討	-						断層長さ及び敷地からの距離を考慮すると、地方自治体独自の波源モデルから想定される地震による津波の敷地への影響は、当社が評価している海域活断層から想定される地震による津波の敷地への影響と同程度以下と考えられる。							

### 評価水位最低ケース(水位下降側)

■ : 2号炉取水口において評価水位最低

検討ケース	波源モデル						ポンプ 運転 状況	評価水位(T.P. m)※		
	断層 長さ (km)	モーメント マグニチュー ドMw	傾斜角 (°)	すべり角 (°)	上縁深 さ(km)	大 すべり域		2号炉 取水口(東)	2号炉 取水口(西)	2号炉 取水槽
土木学会に基づく検討(F-Ⅲ～F-V断層)	48.0	7.27	90	115, 180	0	-	運転	-3.9	-3.9	-5.9[-5.84] (+0.34)
							停止	(+0.34)	(+0.34)	-4.8(+0.34)
国土交通省・内閣府・文部科学省(2014)に 基づく検討(F56断層)	49.0	7.2	60	143, 215	1	隣接LR	運転	-1.0	-1.0	-1.5(+0.01)
							停止	(+0.01)	(+0.01)	-1.1(+0.01)
国土交通省・内閣府・文部科学省(2014)の横ずれ断層に 対するすべり角の知見を踏まえた検討	48.0	7.27	90	115, 215	0	-	運転	-3.8	-3.8	-5.8(+0.34)
							停止	(+0.32)	(+0.32)	-4.8(+0.34)
地方自治体独自の波源モデルを対象とした検討	-						断層長さ及び敷地からの距離を考慮すると、地方自治体独自の波源モデルから想定される地震による津波の敷地への影響は、当社が評価している海域活断層から想定される地震による津波の敷地への影響と同程度以下と考えられる。			

・海域活断層から想定される地震による津波の検討においては、「施設護岸又は防波壁」の評価水位が最高となること及び、2号炉取水口の評価水位が最低となることから、上昇側・下降側ともに「土木学会に基づく検討(F-Ⅲ～F-V断層)」を基準津波の選定に反映する。

# 論点項目<22> 基準津波の想定

## ②日本海東縁部に想定される地震による津波の評価結果

・地震による津波の検討(日本海東縁部に想定される地震による津波の検討)の評価水位最高ケース及び評価水位最低ケースは以下のとおり。

※ 評価水位は地盤変動量(0m)及び潮位(水位上昇側については+0.46m, 水位下降側については-0.02m)を考慮している。  
[ ]内の数値は評価水位の小数点第二位まで記載。

### 評価水位最高ケース(水位上昇側)

  : 施設護岸又は防波壁において評価水位最高

検討ケース	断層モデル							ポンプ 運転 状況	評価水位(T.P. m)※						
	断層 長さ (km)	モーメント マグニチュード Mw	傾斜角 (°)	すべり角 (°)	上縁 深さ (km)	大 すべり 域	施設護岸 又は 防波壁		1号炉 取水槽	2号炉 取水槽	3号炉 取水槽	1号炉 放水槽	2号炉 放水槽	3号炉 放水槽	
土木学会に基づく検討	E2,E3領域	131.1	7.85	60	90	0	-	運転	+7.6	-	+3.3	+2.5	-	+3.5	+4.1
								停止	+4.9	+4.6	+4.4	+3.0	+3.9	+4.4	
	E1領域	131.1	7.85	60	90	0	-	運転	+7.2	-	+6.4	+4.9	-	+5.3	+4.4
								停止	+6.9	+8.1	+6.3	+2.3	+4.3	+5.5	
地震発生領域の連動を 考慮した検討(断層長さ350km)	350	8.09	60	90	0	IV V	運転	+7.2	-	+6.5	+5.0	-	+5.3	+4.4	
							停止	+6.9	+8.2	+6.3	+2.3	+4.4	+5.4		
国土交通省・内閣府・文部 科学省(2014)に基づく検討	F24断層	132	7.9	30	74, 80	1	隣接 LLLR	運転	+8.7	-	+6.9	+6.1	-	+6.1	+4.4
								停止	+7.1	+9.0[8.91]	+7.2	+3.0	+6.5	+4.9	
地方自治体独自の波源モデルに 基づく検討(鳥取県(2012))	222.2	8.16	60	90	0	-	運転	+3.8	-	+3.8	+2.6	-	+3.5	+3.5	
							停止	+5.0	+5.0	+4.2	+2.1	+3.8	+3.4		
地方自治体独自の波源モデルに 基づく検討(鳥取県(2012))	222.2	8.16	60	90	0	-	運転	+10.5	-	+7.0	+5.9	-	+6.8	+6.6	
							停止	+7.6	+9.0[9.00]	+7.0	+4.0	+7.1	+6.4		

### 評価水位最低ケース(水位下降側)

  : 2号炉取水口において評価水位最低

検討ケース	断層モデル							ポンプ 運転 状況	評価水位(T.P. m)※		
	断層 長さ (km)	モーメント マグニチュード Mw	傾斜角 (°)	すべり角 (°)	上縁 深さ (km)	大 すべり 域	2号炉 取水口(東)		2号炉 取水口(西)	2号炉 取水槽	
土木学会に基づく検討	E2, E3領域	131.1	7.85	60	90	1	-	運転	-4.2	-4.1	-5.4
								停止	-4.2	-4.1	-5.1
地震発生領域の連動を 考慮した検討(断層長さ350km)	350	8.09	60	90	0	IV VI	運転	-4.5	-4.5	-5.9[-5.88]	
							停止	-4.5	-4.5	-5.2	
国土交通省・内閣府・文部 科学省(2014)に 基づく検討	F24断層	132	7.9	30	74, 80	1	中央	運転	-2.4	-2.4	-3.4
								停止	-2.4	-2.4	-3.3
地方自治体独自の波源モデルに 基づく検討(鳥取県(2012))	222.2	8.16	60	90	0	-	運転	-5.0	-5.0	-5.9[-5.81]	
							停止	-5.0	-5.0	-5.4	

・日本海東縁部に想定される地震による津波の検討においては、「施設護岸又は防波壁」の評価水位が最高となること及び、2号炉取水口の評価水位が最低となることから、上昇側・下降側ともに「地方自治体独自の波源モデルに基づく検討(鳥取県(2012))」を基準津波の選定に反映する。  
・また、上記波源の2号炉取水槽及び3号炉取水槽の評価水位を上回る又はほぼ同値となること及び2号炉取水槽のポンプ運転時の評価水位が最低となることから「地震発生領域の連動を考慮した検討(断層長さ350km)」についても基準津波の選定に反映する。(該当箇所を表中に   として示す。)



# 論点項目<22> 基準津波の想定

## ③地震以外の要因による津波の評価結果

7

・地震以外の要因による津波の検討の評価水位最高ケース及び評価水位最低ケースは以下のとおり。

※ 評価水位は潮位(水位上昇側については+0.46m, 水位下降側については-0.02m)を考慮している。

### 評価水位最高ケース(水位上昇側)

  : 施設護岸又は防波壁において評価水位最高

検討ケース	ポンプ 運転状況	評価水位(T.P. m)**						
		施設護岸 又は防波壁	1号炉 取水槽	2号炉 取水槽	3号炉 取水槽	1号炉 放水槽	2号炉 放水槽	3号炉 放水槽
海底地すべりに 起因する津波(地すべり①)	運転	+4.7	+3.5	+3.2	+2.3	+3.4	+4.3	+4.0
	停止		+4.0	+4.5	+4.0	+2.1	+3.8	+4.2
陸上地すべりに 起因する津波(Ls26)	運転	+2.5	+1.0	+0.7	+0.5	+2.6	+2.4	+1.8
	停止		+1.1	+1.1	+1.0	+1.1	+1.0	+0.8
岩盤崩壊に起因する津波	-	Huber and Hager(1997)の予測式による津波高さ(全振幅)が陸上地すべりの津波高(全振幅)を下回ることから、敷地への影響は小さいと考えられる。						
火山現象に起因する津波	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>・鬱陵島: 山体崩壊を伴うような爆発的噴火の可能性は低いことから、敷地に与える影響が大きい津波は発生することはないと考えられる。</li> <li>・隠岐島後: 山体崩壊を伴うような爆発的噴火の可能性は低いことから、敷地に与える影響が大きい津波は発生することはないと考えられる。</li> <li>・渡島大島: 観測津波水位は、日本海東縁部に想定した地震による津波水位を下回ると考えられる。</li> </ul>						

### 評価水位最低ケース(水位下降側)

  : 2号炉取水口において評価水位最低

検討ケース	ポンプ 運転状況	評価水位(T.P. m)**		
		2号炉 取水口(東)	2号炉 取水口(西)	2号炉 取水槽
海底地すべりに 起因する津波(地すべり①)	運転	-2.8	-2.7	-3.7
	停止			-3.3
陸上地すべりに 起因する津波(Ls26)	運転	-0.5	-0.5	-1.1
	停止			-0.7
岩盤崩壊に起因する津波	-	Huber and Hager(1997)の予測式による津波高さ(全振幅)が陸上地すべりの津波高(全振幅)を下回ることから、敷地への影響は小さいと考えられる。		
火山現象に起因する津波	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>・鬱陵島: 山体崩壊を伴うような爆発的噴火の可能性は低いことから、敷地に与える影響が大きい津波は発生することはないと考えられる。</li> <li>・隠岐島後: 山体崩壊を伴うような爆発的噴火の可能性は低いことから、敷地に与える影響が大きい津波は発生することはないと考えられる。</li> <li>・渡島大島: 上昇側の評価より、敷地に与える影響は小さいと考えられる。</li> </ul>		

・地震以外の要因による津波の検討においては、「施設護岸又は防波壁」の評価水位が最高となること及び、2号炉取水口の評価水位が最低となることから、上昇側・下降側ともに「海底地すべりに起因する津波(地すべり①)」を基準津波の選定に反映する。

# 論点項目<22> 基準津波の想定

## ④津波起因事象の重畳による津波の評価結果

・津波起因事象の重畳による津波の検討の評価水位最高ケース及び評価水位最低ケースは以下のとおり。

※ 評価水位は地盤変動量( )内の数値(m)及び潮位(水位上昇側については+0.46m, 水位下降側については-0.02m)を考慮している。  
[ ]内の数値は評価水位の小数点第二位まで記載。

### 評価水位最高ケース(水位上昇側)

■ : 施設護岸又は防波壁において評価水位最高

検討ケース			ポンプ 運転 状況	評価水位(T.P. m)※						
地震による 津波	地震以外の要因による 津波	検討方法		施設護岸 又は防波壁	1号炉 取水槽	2号炉 取水槽	3号炉 取水槽	1号炉 放水槽	2号炉 放水槽	3号炉 放水槽
F-Ⅲ～F-V 断層	陸上地すべり Ls26	水位の 足し合わせ	運転 停止	+3.8[+3.71] (+0.32)	—	—	—	—	—	—
		一体 シミュレーション	運転 停止	+3.8[+3.74] (+0.32)	+1.5(+0.27)	+1.1(+0.27)	+1.0(+0.28)	+2.7(+0.26)	+2.8(+0.32)	+1.9(+0.30)
	その他の地すべり (陸上地すべりLs7・ 海底地すべり①～④)	水位の 足し合わせ	—	—	F-Ⅲ～F-V断層と海底地すべり①～③との位置関係から、これらの重畳は考慮しない。また、F-Ⅲ～F-V断層から想定される地震による津波の最大水位上昇量の発生時に、陸上地すべりLs7及び海底地すべり④に起因する津波は到達しないため、重畳を考慮しても評価水位に影響はない。					
			—	—	+1.8(+0.27)	+1.7(+0.27)	+2.7(+0.28)	+1.2(+0.26)	+2.6(+0.32)	+2.4(+0.30)
日本海東縁部に 想定される 津波	陸上地すべり・ 海底地すべり	水位の 足し合わせ	—	日本海東縁部に想定される地震の波源は、陸上地すべりLs7・Ls26及び海底地すべり①～④と十分に離れていることから、それらの重畳を考慮しない。						

### 評価水位最低ケース(水位下降側)

■ : 2号炉取水口において評価水位最低

検討ケース			ポンプ 運転 状況	評価水位(T.P. m)※			
地震による 津波	地震以外の要因による 津波	検討方法		2号炉 取水口(東)	2号炉 取水口(西)	2号炉 取水槽	
F-Ⅲ～F-V 断層	陸上地すべり Ls26	水位の 足し合わせ	運転 停止	-3.7[-3.62] (+0.34)	-3.6 (+0.34)	—	
		一体 シミュレーション	運転 停止	-3.7[-3.69] (+0.34)	-3.7 (+0.34)	-5.7(+0.34)	
	その他の地すべり (陸上地すべりLs7・ 海底地すべり①～④)	水位の 足し合わせ	—	—	F-Ⅲ～F-V断層と海底地すべり①～③との位置関係から、これらの重畳は考慮しない。また、F-Ⅲ～F-V断層から想定される地震による津波の最大水位下降量の発生時に、陸上地すべりLs7及び海底地すべり④に起因する津波は到達しないため、重畳を考慮しても評価水位に影響はない。		
			—	—	-4.7(+0.34)		
日本海東縁部に 想定される 津波	陸上地すべり・ 海底地すべり	水位の 足し合わせ	—	日本海東縁部に想定される地震の波源は、陸上地すべりLs7・Ls26及び海底地すべり①～④と十分に離れていることから、それらの重畳を考慮しない。			

・津波起因事象の重畳による津波の検討においては、「施設護岸又は防波壁」の評価水位が最高となること及び、2号炉取水口の評価水位が最低となることから、上昇側・下降側ともに「F-Ⅲ～F-V断層から想定される地震による津波」と「陸上地すべりに起因する津波(Ls26)」の重畳ケースを基準津波の選定に反映する。

# 論点項目<22> 基準津波の想定 津波評価結果のまとめ

・各検討結果より選定した評価水位最高ケース及び評価水位最低ケースは以下のとおり。

※ 評価水位は地盤変動量及び潮位を考慮している。(P4~7参照)  
[ ]内の数値は評価水位の小数点第二位まで記載。

## 水位上昇側

  : 施設護岸又は防波壁において評価水位最高   : 左記波源の1~3号炉取・放水槽の評価水位を上回る, またはほぼ同値となる水位

波源	検討ケース	断層長さ (km)	モーメント マグニチュード Mw	傾斜角 (°)	すべり角 (°)	上縁深さ (km)	大すべり域	ポンプ 運転 状況	評価水位(T.P. m)※						
									施設護岸 又は 防波壁	1号炉 取水槽	2号炉 取水槽	3号炉 取水槽	1号炉 放水槽	2号炉 放水槽	3号炉 放水槽
海域活断層	土木学会に基づく検討 (F-Ⅲ~F-V断層)	48.0	7.27	90	130,180	0	-	運転	+3.6	+1.9	+1.4	+1.3	+2.7	+2.8	+2.1
								停止	+3.6	+2.2	+2.0	+2.9	+1.3	+2.7	+2.4
日本海東縁部	地方自治体独自の波源モデルに基づく検討(鳥取県(2012))	222.2	8.16	60	90	0	-	運転	+10.5	-	+7.0	+5.9	-	+6.8	+6.6
								停止	+10.5	+7.6	+9.0[9.00]	+7.0	+4.0	+7.1	+6.4
日本海東縁部	(追加)地震発生領域の運動を考慮した検討(断層長さ350km)	350	8.09	60	90	0	IV V	運転	+8.7	-	+6.9	+6.1	-	+6.1	+4.4
								停止	+8.7	+7.1	+9.0[8.91]	+7.2	+3.0	+6.5	+4.9
海底地すべり	海底地すべりに起因する津波(地すべり①)	-						運転	+4.7	+3.5	+3.2	+2.3	+3.4	+4.3	+4.0
								停止	+4.7	+4.0	+4.5	+4.0	+2.1	+3.8	+4.2
津波起因事象の重畳	F-Ⅲ~F-V断層 + 陸上地すべりLs26	一体シミュレーション						運転	+3.8	+1.5	+1.1	+1.0	+2.7	+2.8	+1.9
								停止	+3.8	+1.8	+1.7	+2.7	+1.2	+2.6	+2.4

## 水位下降側

  : 2号炉取水口において評価水位最低   : 左記波源の2号炉取水槽を上回る水位

波源	検討ケース	断層長さ (km)	モーメント マグニチュード Mw	傾斜角 (°)	すべり角 (°)	上縁深さ (km)	大すべり域	ポンプ 運転 状況	評価水位(T.P. m)※		
									2号炉 取水口(東)	2号炉 取水口(西)	2号炉 取水槽
海域活断層	土木学会に基づく検討 (F-Ⅲ~F-V断層)	48.0	7.27	90	115,180	0	-	運転	-3.9	-3.9	-5.9[-5.84]
								停止	-3.9	-3.9	-4.8
日本海東縁部	地方自治体独自の波源モデルに基づく検討(鳥取県(2012))	222.2	8.16	60	90	0	-	運転	-5.0	-5.0	-5.9[-5.81]
								停止	-5.0	-5.0	-5.4
日本海東縁部	地震発生領域の運動を考慮した検討(断層長さ350km)	350	8.09	60	90	0	IV VI	運転	-4.5	-4.5	-5.9[-5.88]
								停止	-4.5	-4.5	-5.2
海底地すべり	海底地すべりに起因する津波(地すべり①)	-						運転	-2.8	-2.7	-3.7
								停止	-2.8	-2.7	-3.3
津波起因事象の重畳	F-Ⅲ~F-V断層 + 陸上地すべりLs26	一体シミュレーション						運転	-3.7	-3.7	-5.7
								停止	-3.7	-3.7	-4.7

・各検討結果より選定した評価水位最高ケース及び評価水位最低ケースから、「施設護岸又は防波壁」の評価水位が最高となる波源及び2号炉取水口の評価水位が最低となる波源を基準津波として選定する。また、上記波源の1~3号炉取・放水槽の評価水位を上回る, または、ほぼ同値となる波源についても安全側の評価を行う観点から基準津波として選定する。



# 論点項目<22> 基準津波の想定 基準津波の選定

・地震による津波の検討，地震以外の要因による津波の検討及び津波起因事象の重畳による津波の検討の結果，鳥取県(2012)が日本海東縁部に想定した地震による津波を基準津波1，日本海東縁部に想定される地震発生領域の運動を考慮した検討の評価水位最高ケースを基準津波2，評価水位最低ケースを基準津波3として選定する。また，敷地近傍に位置する海域活断層(F-Ⅲ～F-V断層)から想定される地震による津波を基準津波4として選定する。

※ 評価水位は地盤変動量及び潮位を考慮している。(P4.5参照)  
[ ]内の数値は評価水位の小数点第二位まで記載。

水位上昇側   : 施設護岸又は防波壁において評価水位最高   : 左記波源の1～3号炉取・放水槽の評価水位を上回る，またはほぼ同値となる水位

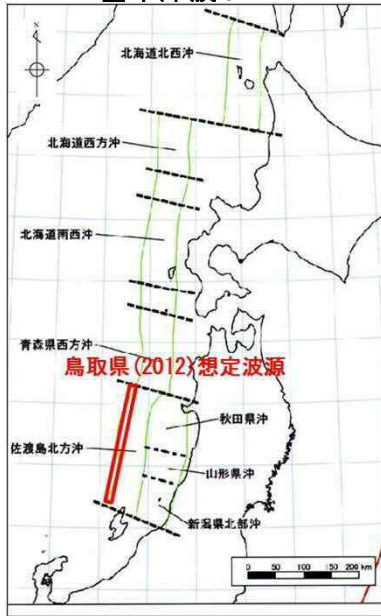
基準津波	波源域	検討ケース	断層長さ(km)	モーメントマグニチュード Mw	傾斜角(°)	すべり角(°)	上縁深さ(km)	大すべり域	走向	東西位置	防波堤有無	ポンプ運転状況	評価水位(T.P. m)※						
													施設護岸又は防波壁	1号炉取水槽	2号炉取水槽	3号炉取水槽	1号炉放水槽	2号炉放水槽	3号炉放水槽
基準津波1	日本海東縁部	地方自治体独自の波源モデルに基づく検討(鳥取県(2012))	222.2	8.16	60	90	0	-	-	-	有	運転	+10.5	-	+7.0	+5.9	-	+6.8	+6.6
												停止		+7.6	+9.0[9.00]	+7.0	+4.0	+7.1	+6.4
基準津波2	日本海東縁部	地震発生領域の運動を考慮した検討(断層長さ350km)	350	8.09	60	90	0	IV V	走向一定	(3)	有	運転	+8.7	-	+6.9	+6.1	-	+6.1	+4.4
												停止		+7.1	+9.0[8.91]	+7.2	+3.0	+6.5	+4.9

水位下降側   : 2号炉取水口において評価水位最低   : 左記波源の2号炉取水槽を上回る水位

基準津波	波源域	検討ケース	断層長さ(km)	モーメントマグニチュード Mw	傾斜角(°)	すべり角(°)	上縁深さ(km)	大すべり域	走向	東西位置	防波堤有無	ポンプ運転状況	評価水位(T.P. m)※		
													2号炉取水口(東)	2号炉取水口(西)	2号炉取水槽
基準津波1	日本海東縁部	地方自治体独自の波源モデルに基づく検討(鳥取県(2012))	222.2	8.16	60	90	0	-	-	-	有	運転	-5.0	-5.0	-5.9[-5.81]
												停止			-5.4
基準津波3	日本海東縁部	地震発生領域の運動を考慮した検討(断層長さ350km)	350	8.09	60	90	0	IV VI	走向一定	(3)	有	運転	-4.5	-4.5	-5.9[-5.88]
												停止			-5.2
基準津波4	海域活断層	土木学会に基づく検討(F-Ⅲ～F-V断層)	48.0	7.27	90	115,180	0	-	-	-	有	運転	-3.9	-3.9	-5.9[-5.84]
												停止			-4.8

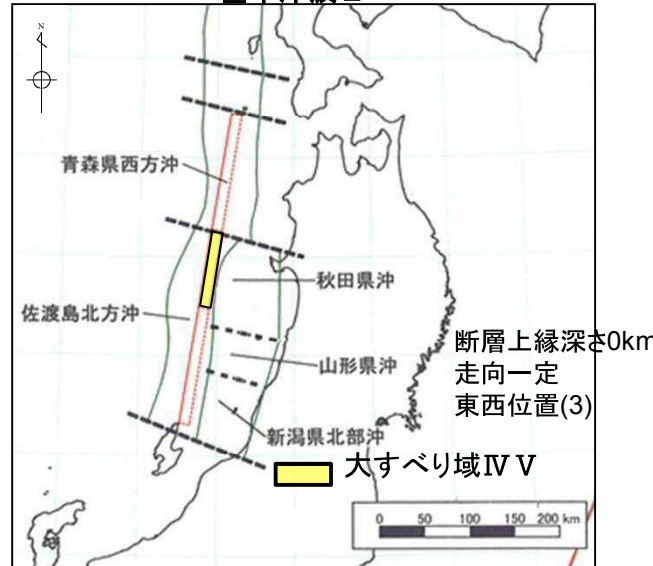
# 論点項目<22> 基準津波の想定 基準津波の波源

基準津波1



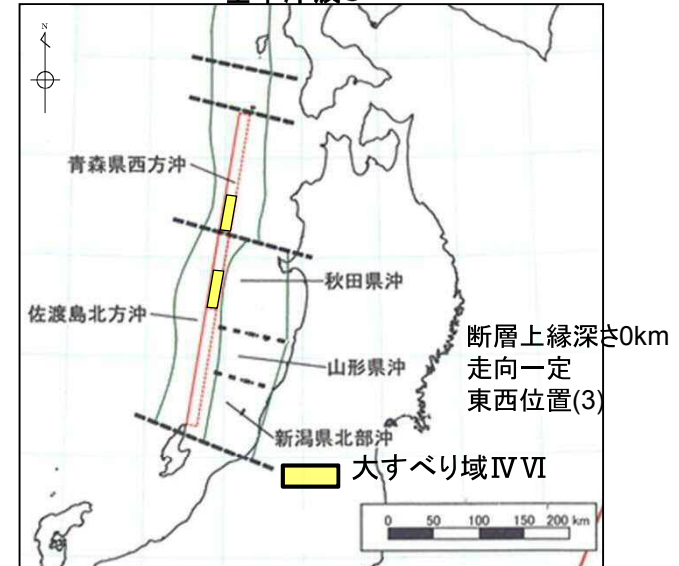
地方自治体独自の波源モデルに基づく検討(鳥取県(2012))

基準津波2

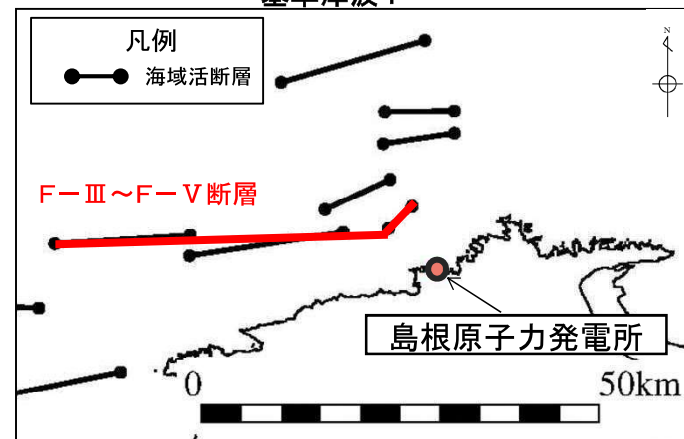


地震発生領域の運動を考慮した検討(断層長さ350km)

基準津波3



基準津波4



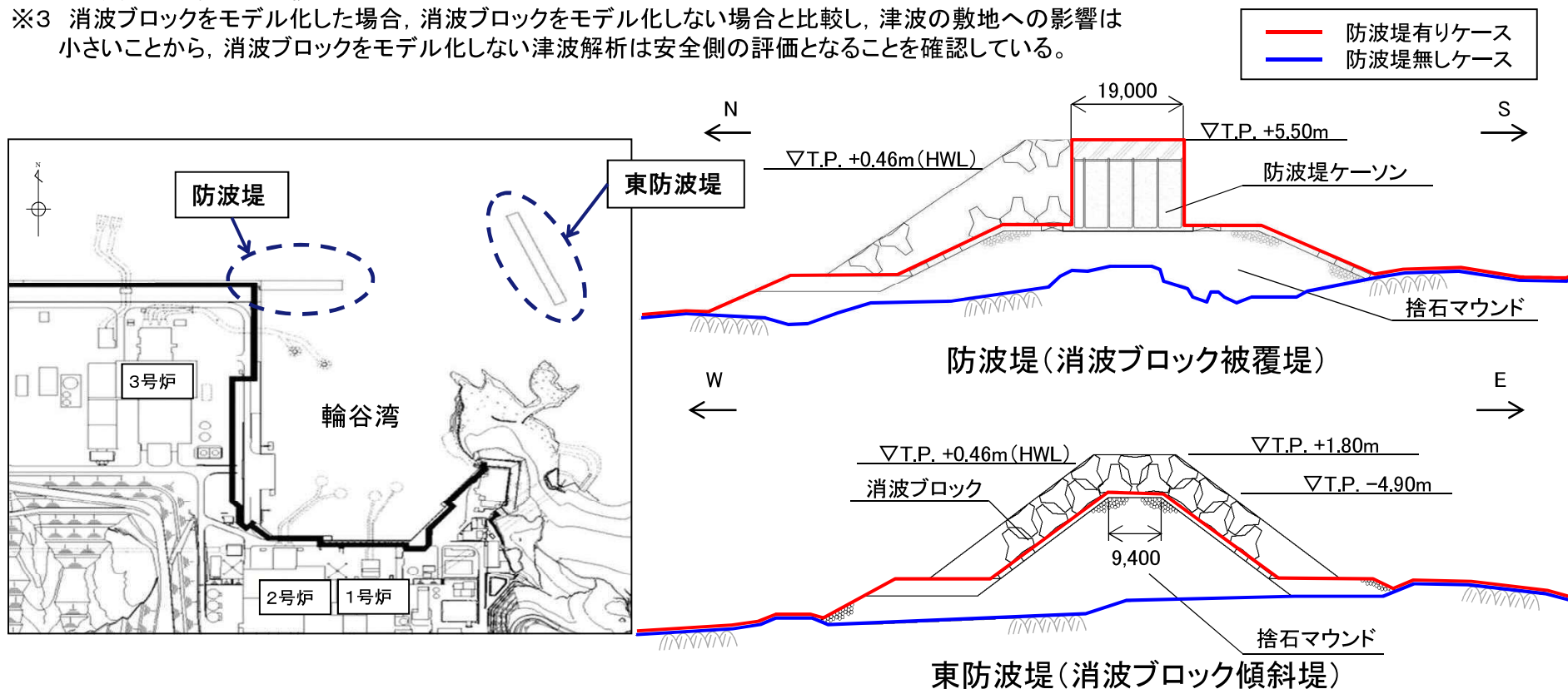
土木学会に基づく検討(F-III~F-V断層)

# 論点項目<22> 基準津波の想定

## 基準津波の選定結果の検証 防波堤の影響検討(1/4)

- ・島根原子力発電所では、輪谷湾に防波堤(捨石マウンド+防波堤ケーソン)及び東防波堤(捨石マウンド+消波ブロック)を設置※1している。
- ・防波堤の有無によるモデル化については、防波堤有りのケースでは、防波堤ケーソン、捨石マウンドをモデル化しており、防波堤無しケースでは、防波堤ケーソン、捨石マウンドを全て取り除いた状態で実施している。
- ・なお、消波ブロック※2は、透過性を有するため、防波堤有りケースにおいては、安全側の評価となるよう消波ブロックをモデル化しないもの※3としている。

※1 防波堤は、敷地周辺の地震、津波により損傷する可能性は否定できないことから、津波影響軽減施設とせず、自主設備とする。  
 ※2 一般に消波ブロックは短周期の波浪に対する軽減効果を持つとされており、土木学会(2016)においても構造物(消波ブロック)が無いものとして取り扱うことが多いと記載されている。  
 ※3 消波ブロックをモデル化した場合、消波ブロックをモデル化しない場合と比較し、津波の敷地への影響は小さいことから、消波ブロックをモデル化しない津波解析は安全側の評価となることを確認している。



# 論点項目<22> 基準津波の想定

## 基準津波の選定結果の検証 防波堤の影響検討(2/4)

防波堤の有無に関する影響検討の結果は以下のとおり。

- ・基準津波1(鳥取県(2012)が日本海東縁部に想定した地震による津波)は, 防波堤無しケースで最大を示す波源は防波堤有りケースと同様であったため, 基準津波の選定に与える影響はないことを確認した。
- ・基準津波2, 3(日本海東縁部に想定される地震発生領域の連動を考慮した検討による津波)は, 防波堤無しケースで最大を示す波源は防波堤有りケースと異なったため, 基準津波の選定に与える影響があることを確認した。このため, 水位上昇側の最大を示す波源を基準津波5, 水位下降側の最大を示す波源を基準津波6として選定する。
- ・基準津波4(海域活断層(F-Ⅲ~F-V断層)から想定される地震による津波)は, 防波堤無しケースで最大を示す波源は防波堤有りケースと同様であったため, 基準津波の選定に与える影響はないことを確認した。

※ 評価水位は地盤変動量(0m)及び潮位(水位上昇側については+0.46m, 水位下降側については-0.02m)を考慮している。  
[ ]内の数値は評価水位の小数点第二位まで記載。

### 水位上昇側

  : 防波堤の有無に関する影響検討より追加した波源

波源域	検討ケース	断層長さ(km)	モーメントマグニチュードMw	傾斜角(°)	すべり角(°)	上縁深さ(km)	大すべり域	走向	東西位置	防波堤有無	ポンプ運転状況	評価水位(T.P. m)※						備考	
												施設護岸又は防波壁	1号炉取水槽	2号炉取水槽	3号炉取水槽	1号炉放水槽	2号炉放水槽		3号炉放水槽
日本海東縁部	地方自治体独自の波源モデルに基づく検討(鳥取県(2012))	222.2	8.16	60	90	0	-	-	-	有	運転	+10.5	-	+7.0	+5.9	-	+6.8	+6.6	基準津波1
										停止	+7.6	+9.0	+7.0	+4.0	+7.1	+6.4			
										無	運転	+11.6	-	+9.0	+6.4	-	+6.1	+6.4	
										停止	+9.0	+10.4	+7.7	+4.1	+7.2	+6.3			
	地震発生領域の連動を考慮した検討(断層長さ350km)	350	8.09	60	90	0	IV V	走向一定	(3)	有	運転	+8.7	-	+6.9	+6.1	-	+6.1	+4.4	基準津波2
										停止	+7.1	+9.0	+7.2	+3.0	+6.5	+4.9			
地震発生領域の連動を考慮した検討(断層長さ350km)	350	8.09	60	90	0	VI VII 南30km	走向一定-10°変化	(3)から東15.9km	無	運転	+11.2	-	+8.3	+5.8	-	+5.5	+6.8	基準津波5	
									停止	+8.0	+10.2	+7.5	+2.6	+5.4	+7.3				

# 論点項目<22> 基準津波の想定 基準津波の選定結果の検証

## 防波堤の影響検討(3/4)

※ 評価水位は地盤変動量(日本海東縁部:0m, 海域活断層:+0.34m)及び潮位(水位上昇側については+0.46m, 水位下降側については-0.02m)を考慮している。  
[ ]内の数値は評価水位の小数点第二位まで記載。

### 水位下降側

  : 防波堤の有無に関する影響検討より追加した波源

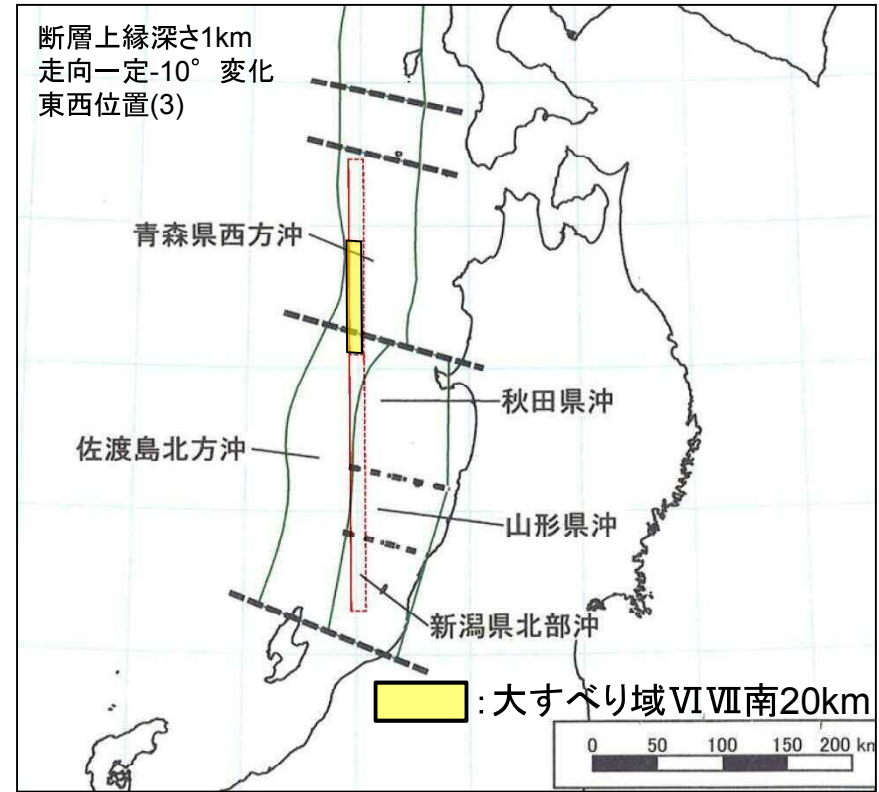
波源域	検討ケース	断層長さ(km)	モーメントマグニチュードMw	傾斜角(°)	すべり角(°)	上縁深さ(km)	大すべり域	走向	東西位置	防波堤有無	ポンプ運転状況	評価水位(T.P. m)※			備考
												2号炉取水口(東)	2号炉取水口(西)	2号炉取水槽	
日本海東縁部	地方自治体独自の波源モデルに基づく検討(鳥取県(2012))	222.2	8.16	60	90	0	-	-	-	有	運転	-5.0	-5.0	-5.9[-5.81]	基準津波 1
											停止	-5.0	-5.0	-5.4	
	地震発生領域の運動を考慮した検討(断層長さ350km)	350	8.09	60	90	0	IV VI	走向一定	(3)	有	運転	-5.9	-5.9	-7.5	
											停止	-5.9	-5.9	-5.5	
海域活断層	土木学会に基づく検討(F-III~F-V断層)	48.0	7.27	90	115,180	0	-	-	-	有	運転	-4.5	-4.5	-5.9[-5.88]	基準津波 3
											停止	-4.5	-4.5	-5.2	
海域活断層	土木学会に基づく検討(F-III~F-V断層)	48.0	7.27	90	115,180	0	-	-	-	有	運転	-6.0	-5.9	-7.8	基準津波 6
											停止	-6.0	-5.9	-5.7	
海域活断層	土木学会に基づく検討(F-III~F-V断層)	48.0	7.27	90	115,180	0	-	-	-	有	運転	-3.9	-3.9	-5.9[-5.84]	基準津波 4
											停止	-3.9	-3.9	-4.8	
海域活断層	土木学会に基づく検討(F-III~F-V断層)	48.0	7.27	90	115,180	0	-	-	-	有	運転	-4.1	-4.1	-6.3	
											停止	-4.1	-4.1	-5.0	



基準津波5 (水位上昇側, 防波堤無し)



基準津波6 (水位下降側, 防波堤無し)



地震発生領域の連動を考慮した検討(断層長さ350km)

## [補足説明1]

### 津波堆積物調査について

# 当社による津波堆積物調査について(1/2)

・宮本・玉井(2014)に従い、当社による津波堆積物調査の概要を記す。

## 1. 調査時期

2013年4月～2014年3月

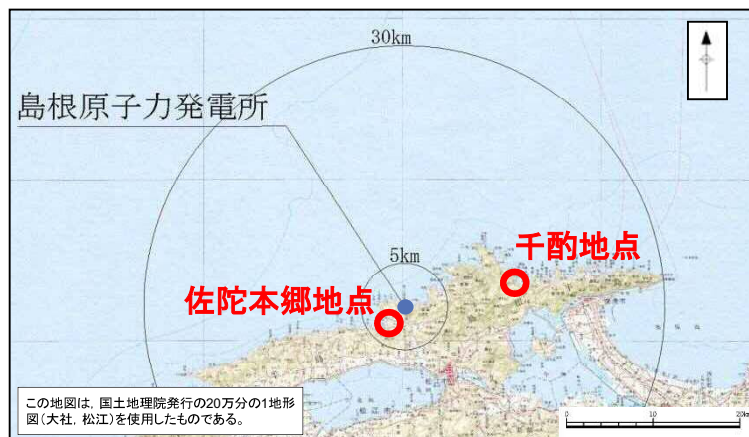
## 2. 調査位置

以下の2点を考慮し、松江市鹿島町佐陀本郷地点、及び松江市美保関町千酌地点を調査位置として選定した。

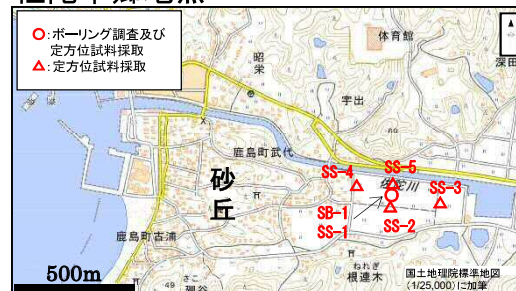
- ①海岸に砂州堆積物や砂丘堆積物が認められ津波堆積物が保存されやすい地形である。
- ②内陸に平野が広がり、津波の遡上範囲・高さの追跡が可能である。

## 3. 調査・評価方法

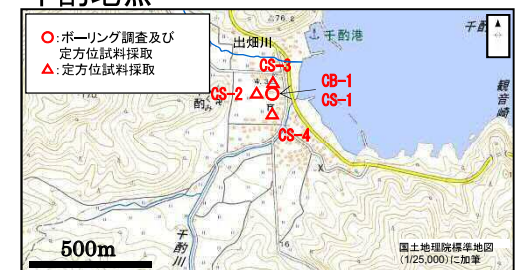
- ・ボーリング調査(岩着まで:掘進長20m程度)及び定方位試料採取(地表面から4～5m程度)によりコア採取を実施した。
- ・肉眼観察によりイベント堆積物の可能性のある地層(以下、異質層という)を抽出した。
- ・現海水準と同じ海水準であった時代以降(約4,000年前以降)に形成されたと考えられる異質層を検討対象とした。
- ・検討対象とした異質層に対して、年代測定、微化石分析(珪藻), CNS分析等を実施し、異質層の成因を考察した。
- ・調査にあたっては、専門家の指導の下、実施した。



佐陀本郷地点



千酌地点



調査地点	ボーリング調査	定方位試料採取
佐陀本郷地点	1本	5本
千酌地点	1本	4本

## 当社による津波堆積物調査について(2/2)

### 4. 調査結果

- ・佐陀本郷地点及び千酌地点について、津波由来を示す積極的な証拠は見出せなかった。

#### 【共通】

- ・複数の異質層が認められたが、大半は、①微化石分析結果より海水生珪藻の割合が低いこと、②年代測定結果より上下層との年代関係に逆転が認められないこと、③帯磁率分析結果より帯磁率の変化傾向に特異性が無いことから、津波由来を示す積極的な証拠は無いと判断した。津波由来を否定できない異質層については、以下のとおり検討・評価した。

#### 【佐陀本郷地点】

- ・①軟X線観察結果より人工改変によるもの、②鉱物鑑定結果より砂丘形成時の飛沫により海水生の珪藻が混入した可能性が高いものと判断し、津波由来を示す積極的な証拠は無いと判断した。

#### 【千酌地点】

- ・CNS分析結果より淡水成に区分されるものと評価されることから、津波由来を示す積極的な証拠は無いと判断した。

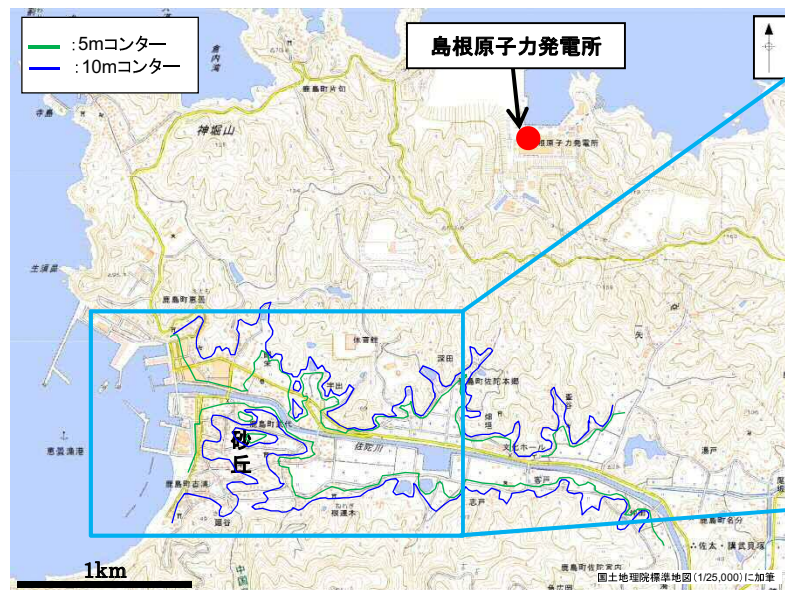


# (参考)当社による津波堆積物調査:佐陀本郷地点(1/2)

## 調査概要

- ・調査地点は島根原子力発電所の南西約2kmの地点に位置する。
- ・調査地点北側には佐陀川が東から西に流下しており、調査地点西側の河口付近には、湾頭砂州や砂丘堆積物が分布している。
- ・ボーリング調査は佐陀川沿いの標高約1.0mの水田で実施した。また、定方位試料採取位置は、堆積物の面的広がりを把握するため、ボーリング調査位置の周辺(標高0.8~1.4m)において、汀線に直交及び平行方向に配置した。

佐陀本郷地点



調査地点	ボーリング調査	定方位試料採取
佐陀本郷地点	1本 (岩着まで)	5本 (地表面から4~5m程度)



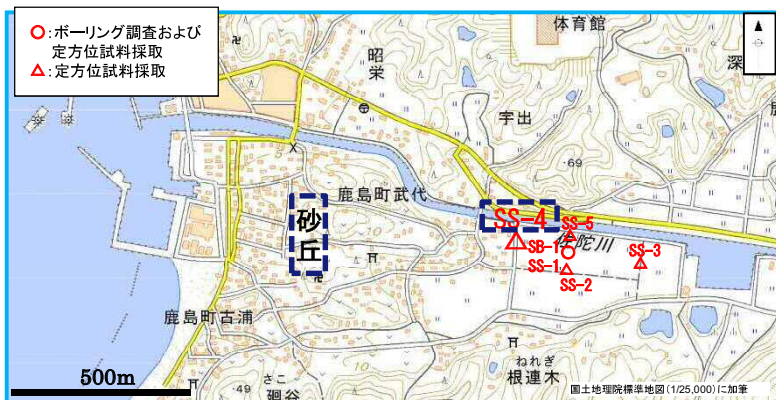
# (参考)当社による津波堆積物調査:佐陀本郷地点(2/2)

## 【詳細分析:SS-4-①】

SS-4-①について、砂質粘性土に含まれる貝殻片や付近の砂層に着目した堆積環境の検討を行った。

### 【異質層SS-4-①】

- ・異質層SS-4-①の上位に分布する砂は、淘汰が良く、全体に微細貝殻片が含まれ、西側(海側)には砂丘が広く分布していることから、砂丘砂と考えられる。
- ・異質層は粘性土層(下位層)と砂丘砂層(上位層)に挟まれており、下位層から上位層に向かって年代が若くなる。従って、異質層、粘性土層(下位層)及び砂丘砂層(上位層)は、SS-4地点付近に成長してきた砂丘の影響を受けて形成された堆積物(粘性土層→砂質粘性土層→砂丘砂層)と考えられる。
- ・また、異質層の下位層及び上位層との境界に乱れが認められない。



年代測定試料	年代測定値
試料①	620
試料②	700
試料③	1,080

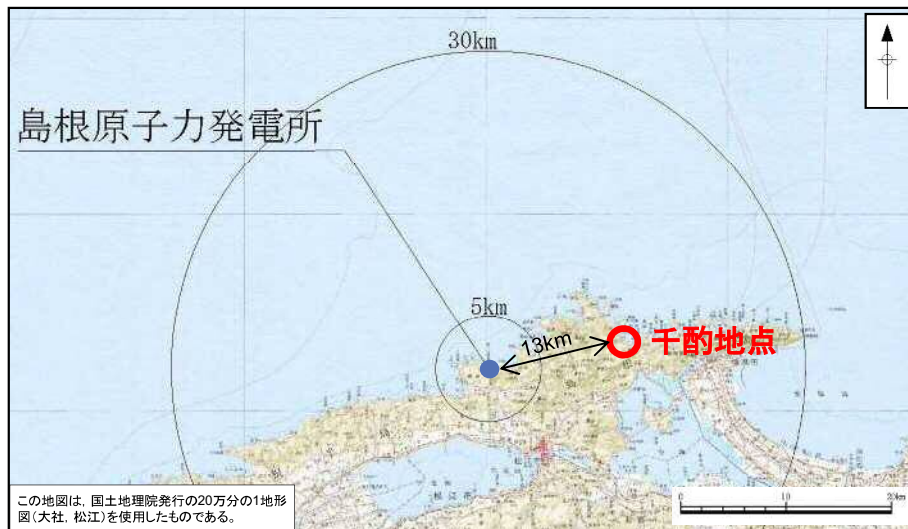
### 【調査結果】

・異質層SS-4-①には、津波由来を示す積極的な証拠は無いと判断した。

## 千酌地点

### 地形概要

- ・調査地点は島根原子力発電所の東北東約13kmの地点に位置する。
- ・調査地は谷底平野であり、平野の北側に出畑川、南側に千酌川がそれぞれ西から東に流下しており、海岸付近には砂州堆積物が分布している。
- ・ボーリング調査は砂州後背の標高約3.9mの低地で実施した。また、定方位試料採取位置は、堆積物の面的広がりを把握するため、ボーリング調査位置の周辺(標高3.6~3.9m)において、汀線に直交及び平行方向に配置した。

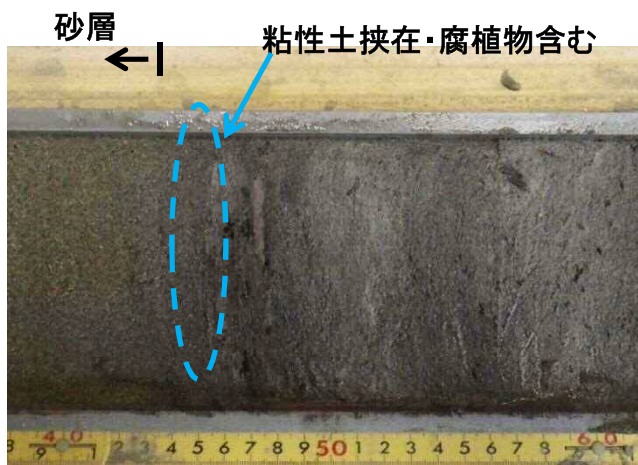
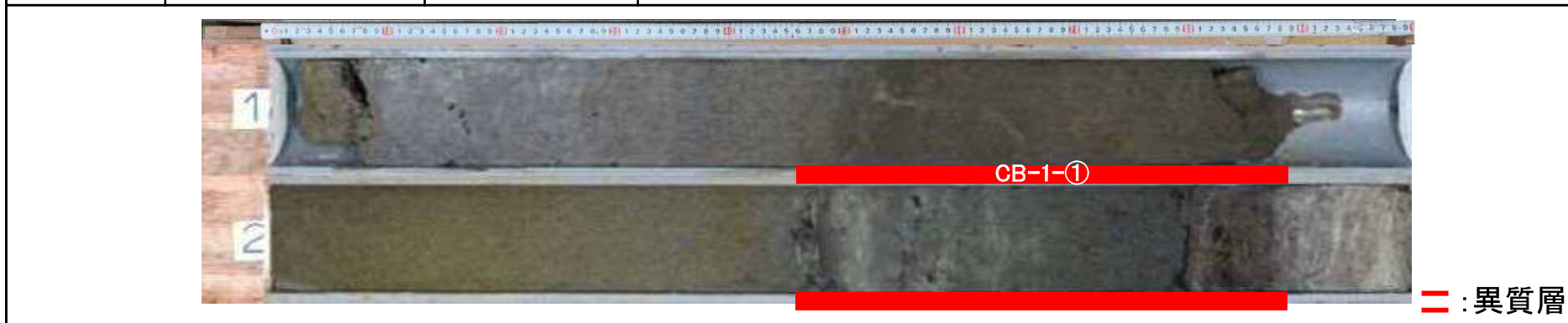


調査地点	ボーリング調査	定方位試料採取
千酌地点	1本 (岩着まで)	4本 (地表面から4m程度)

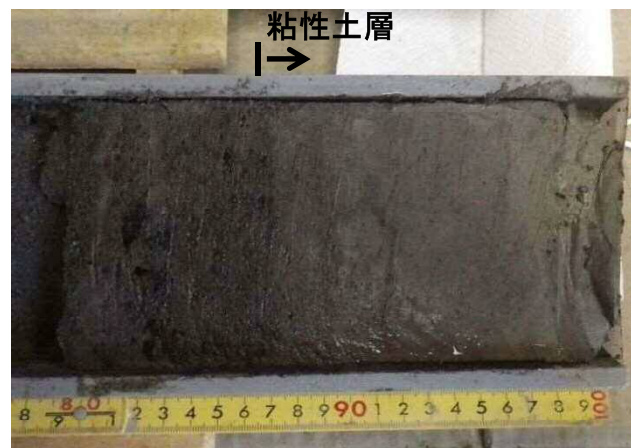
# (参考) 当社による津波堆積物調査：千酌地点(2/3)

ボーリングコアの肉眼観察の結果、異質層を1箇所抽出した。

異質層	異質層の深度 (GL-m)	年代値 (Cal BP)	異質層の特徴
CB-1-①	-2.46m~-2.88m	3,900~2,410	粘性土層中に挟在する砂層。



CB-1-①(-2.4~-2.6m)



CB-1-①(-2.8~-3.0m)



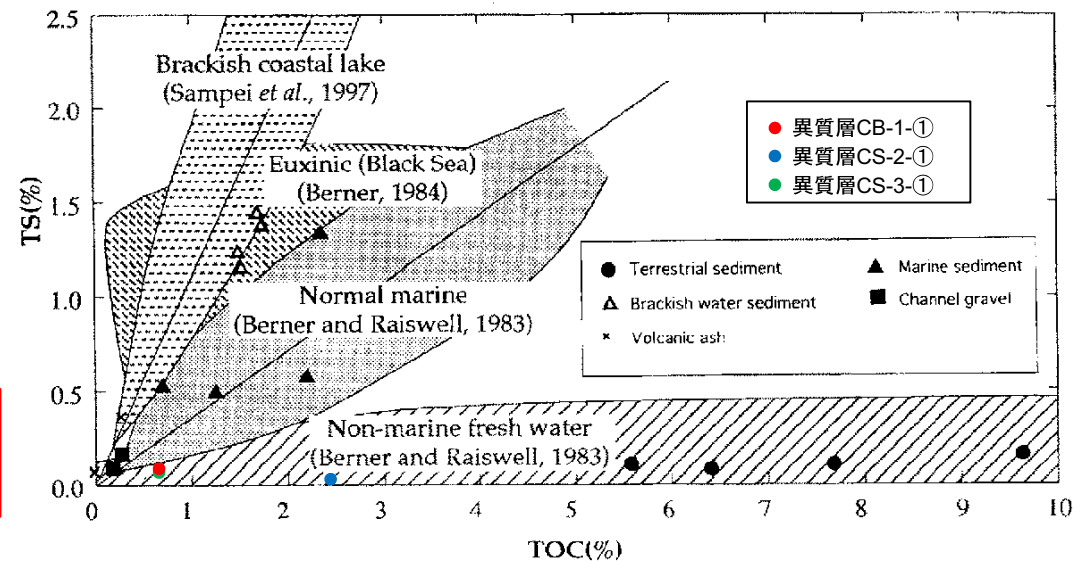
# (参考)当社による津波堆積物調査:千酌地点(3/3)

## 【詳細分析(CNS分析)】

- 抽出した異質層についてCNS分析を実施した。
- 亀井ほか(2002)の有機炭素/全窒素比(C/N比), 有機炭素/全硫黄比(C/S比)の指標によると, 異質層CB-1-①, CS-2-①, CS-3-①に含まれる有機物は, 陸成有機物が支配的と考えられる。また, 全硫黄(TS)と有機炭素(TOC)の関係図に, CB-1-①, CS-2-①, CS-3-①のCNS分析結果をプロットした結果, それらは淡水成の領域に区分される。  
⇒河川からの洪水堆積物と砂丘の砂が混在した可能性がある。

異質層	有機炭素 TOC %	全窒素 TN %	C/N	全硫黄 TS %	C/S
CB-1-①	0.62	0.06	10.33	0.11	5.64
CS-2-①	2.45	0.20	12.25	0.043	56.98
CS-3-①	0.61	0.06	10.17	0.098	6.22
備考	C/N: 有機炭素/全窒素の割合で表示 C/S: 有機炭素/全硫黄の割合で表示				

C/N比による判断基準	C/S比による判断基準
15以上 : 陸成有機物	5.0以上 : 淡水成堆積物
約6~7 : 海成有機物	2.8±0.8 : 標準的な海成堆積物
	1.1±0.4 : 還元的な海成堆積物



亀井ほか(2002)を引用・加筆

## 【調査結果】

- 千酌地点で認められた異質層は, 津波由来を示す積極的な証拠は無いと判断した。

# 津波堆積物に関する文献調査結果(1/2)

・山陰地方における津波堆積物の文献調査の結果について、各地点におけるイベント堆積物の有無等を整理し、基準津波への反映を検討した。

調査結果						関連文献	基準津波への反映
地点	調査	イベント堆積物の有無	イベントの時代	標高※	層厚※		
大田市久手町	ボーリング2本	有り	2000年前	T.P.-5.6m	5cm	④	対応する歴史地震の記録がないこと、イベント堆積物の標高がT.P.-5.6mと低いことから、評価対象外とする。
松江市鹿島町佐陀本郷	ボーリング1本(約20m) 定方位試料採取5本	無し	—	—	—	⑥(当社実施)	津波由来を示す積極的な証拠はないとされていることから、評価対象外とする。
松江市美保関町千酌	ボーリング1本(約20m) 定方位試料採取4本	無し	—	—	—	⑥(当社実施)	
島前海士町諏訪湾	ボーリング4本	有り	約180年前、約600年前、約2000年前、約5000～6000年前	海面下2.4m	3cm	④、⑤	イベント堆積物の標高が海面下であることから、評価対象外とする。
島後隠岐の島町重栖湾	コア2本(64cm、95cm)	有り	西暦1833年	海面下5.8m	5cm	①-4、③、⑤	層厚の厚いイベント堆積物は津波の規模を反映したものではないと考えられ、米子空港周辺のイベント堆積物の層厚としては10cm程度と評価する。
米子空港周辺	ハンディジオスライサー調査3本 ジオスライサー調査3本	有り	西暦1833年	T.P.+0.5m	23cm	①-1、①-3	
	コア12本(2m以下)	有り	西暦1833年	T.P.+0.5～2.3m	8～70cm	①-2、①-3、①-4、①-5、⑤	
	ハンディジオスライサー調査(約70cm)	有り	西暦1833年	T.P.+0.9m	7cm	②	
米子市淀江町	コア8本(2m以下)	無し	—	—	—	①-2、①-4	津波由来を示す積極的な証拠はないとされていることから、評価対象外とする。
北栄町大谷	コア1本	有り	約5700年前	T.P.+3.5m	12cm	①-2、①-4、④、⑤	対応する歴史地震の記録がないこと等から、評価対象外とする。
北栄町由良宿	コア2本	無し	—	—	—	①-2、①-4	
北栄町瀬戸	コア4本(約2～10m)	有り	約2000年前	T.P.-3.2m	20cm	①-1、①-3、①-4、④、⑤	
湯梨浜町	コア5本(2m以下)	無し	—	—	—	①-2、①-4	津波由来を示す積極的な証拠はないとされていることから、評価対象外とする。
鳥取市気高町日光	コア2本(10m)	有り	西暦1833年	海面下0.8m	9cm	①-2、①-4、⑤	イベント堆積物の標高が海面下であることから、評価対象外とする。
岩美町	コア19本(2m以下) コア1本(10m)	有り	西暦1200年以降～1600年頃	T.P.0m	21cm	①-2、①-4	対応する歴史地震の記録がないこと、イベント堆積物の標高がT.P.0m以下と低いことから、評価対象外とする。

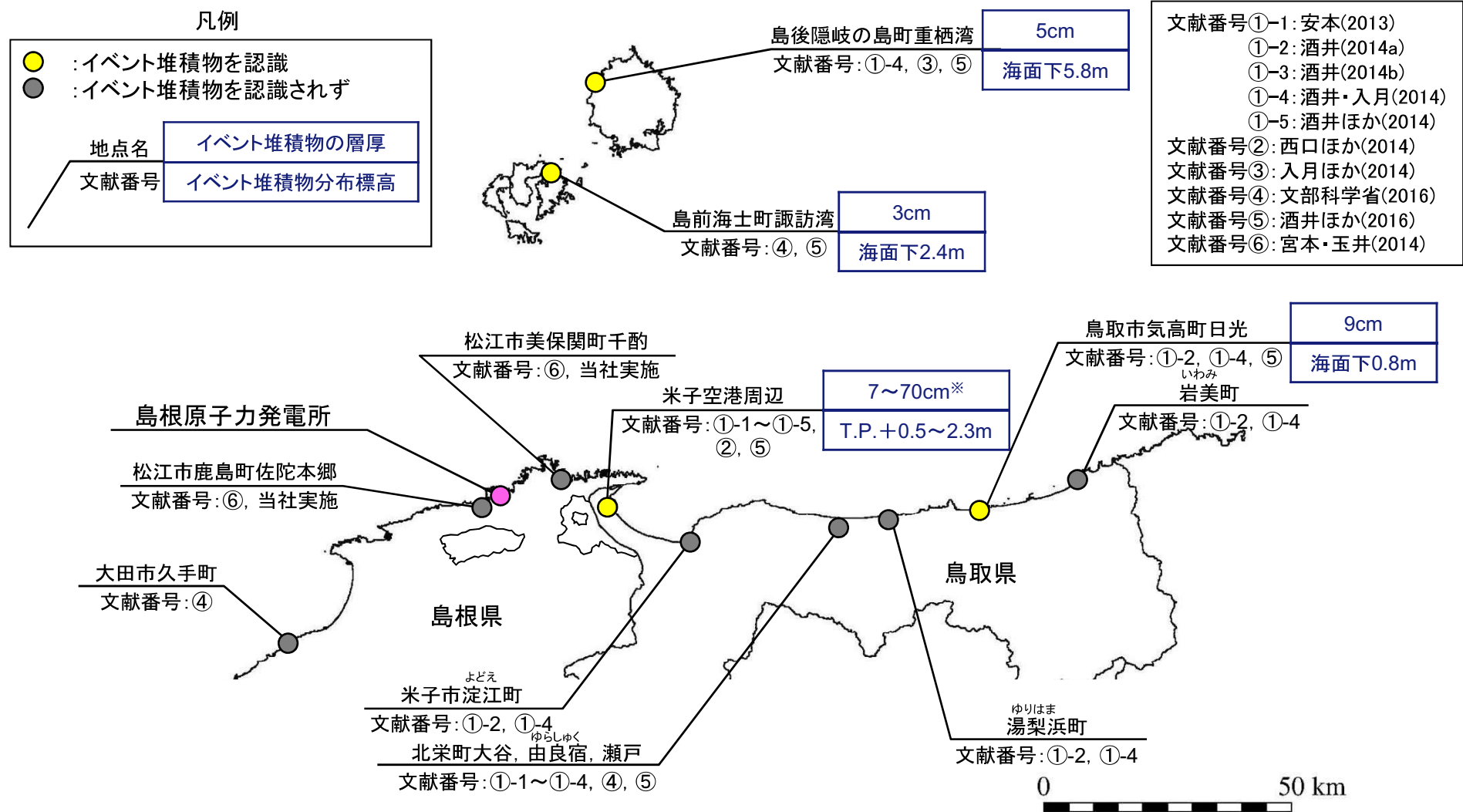
: イベント堆積物を認識

※ 文献に数値の記載がない場合、図より読み取った値を記載。複数のイベント層がある場合は最大値を記載。



# 津波堆積物に関する文献調査結果(2/2)

・文献に示されている1833年山形・庄内沖地震によるイベント堆積物について、層厚及び分布標高を整理した。



※ 堤間低地においてイベント堆積物が厚くなったものと考え、別地点で川沿いに遡上した津波が堆積させた10cm程度と評価する。(次頁参照)

# (参考)米子空港周辺地点の津波堆積物の調査結果



調査点名	HGS14	HGS13	HGS12	HGS11	HGS9	HGS8	HGS7	HGS6	HGS5	HGS4	HGS3	西口ほか(2014)	GS2
当社見解 イベント堆積物の層厚(cm)	8	10	中浜				堤間低地						
分布標高(T.P. +m)	0.9~1.0	1.3~1.4	イベント堆積物認められず				イベント堆積物は認められるが、複雑な堆積環境のため層厚評価には採用しない						

- 米子空港周辺地点において、堤間低地内のGS2地点～HGS7地点では、層厚の厚いイベント堆積物が認められたが、その層厚について検討Ⅰ～Ⅴにより当時の地形や津波堆積物の知見に基づき検討した結果、その要因は当該地点が全体的に堤間低地に位置すること及び複雑な堆積環境によるものと考えられる。
- 堤間低地外のHGS8地点～HGS12地点はイベント由来が疑われる堆積物が認められるものの、堆積物の層相等に基づきイベント堆積物ではないと考えられる。
- さらに、中海側のHGS13地点及びHGS14地点では、層厚10cm程度のイベント堆積物が認められる。これらの地点は、当時の海岸線から内陸へ約1km、川沿いに遡上した津波によってもたらされたイベント堆積物と評価する。
- 浸水深と津波堆積物厚さの関係を検討した結果、河川遡上した津波堆積物の場合、陸上遡上した津波堆積物に基づくGotoの相関による津波規模の評価は適用できないと考えられる。また、海岸線からの離隔距離と津波堆積物厚さの関係を検討した結果、津波が河川遡上した複数の事例を確認し、河川遡上した津波は陸上遡上した津波に比べより内陸まで到達すること及び、河川遡上した堆積物分布末端付近において、堆積物が厚く分布することを確認した。また、津波が河川遡上した場合、流速等の違いにより陸上遡上に比べより内陸まで堆積物を運搬・堆積させたと考えられる。

以上のことから、米子空港周辺の堤間低地で認められた層厚の厚いイベント堆積物は津波の規模を反映したものではないと考えられ、米子空港周辺のイベント堆積物の層厚としては川沿いに遡上した津波が堆積させた10cm程度(HGS13地点)と評価し、イベント堆積物の分布標高を、HGS13地点の最大標高T.P.+1.4mと評価する。

## (参考)津波堆積物に関する参照文献

- ①-1 安本善征(2013):鳥取沿岸津波堆積物調査の途中経過報告,平成25年度 中国地質調査協会鳥取支部第15回技術講演
- ①-2 酒井哲弥(2014a):鳥取県内での津波堆積物検出作業の経過報告,鳥取沿岸津波堆積物調査報告会(第2回),鳥取県,配布資料,(2014/7/10発表).
- ①-3 酒井哲弥(2014b):山陰に押し寄せた津波の痕跡を探る:2012年度津波堆積物検出調査の結果報告,山陰防災フォーラム 2013年春の講演会, <http://www.geo.shimane-u.ac.jp/sdpf/Sakai-2013-Spring-SYDPF.pdf>, (2014/5/17発表).
- ①-4 酒井哲弥・入月俊明(2014):山陰地域における自然災害データベースの構築および防災研究拠点の形成 研究成果報告書 津波堆積物調査報告,島根大学研究機構戦略的研究推進センター「萌芽研究部門」平成24~25年度プロジェクト, p.57~62, (2014/3発表).
- ①-5 酒井哲弥・瀬戸浩二・安本善征・林照悟・田代誠士(2014):鳥取県西部弓ヶ浜半島で見つかった津波由来の可能性のある堆積物とその意義,日本地質学会第121年学術大会講演要旨, p.104, (2014/9/15発表).
- ② 西口幹人・佐藤慎司・山中悠資・竹森涼(2014):海岸堆積砂のルミネッセンス計測に基づく歴史津波の分析,土木学会論文集 B2(海岸工学), Vol.70, No.2, I\_291-I\_295.
- ③ 入月俊明・横地由美・河野重範・吉岡薫・野村律夫(2014):隠岐島後重栖における津波堆積物の報告,山陰防災フォーラム 2014春の講演会, 予稿集
- ④ 文部科学省(2016):日本海地震・津波調査プロジェクト 平成27年度成果報告書, [http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/project/Japan\\_Sea/JSH27Report/PDF/11\\_H27JSPJ-C3.2.1.2.pdf](http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/project/Japan_Sea/JSH27Report/PDF/11_H27JSPJ-C3.2.1.2.pdf)
- ⑤ 酒井哲弥・入月俊明・藤原勇樹・安井絵美(2016):山陰での津波堆積物調査とその成果,日本地質学会学術大会講演要旨, 123st, pp.181.
- ⑥ 宮本新平・玉井孝謙(2014):島根半島における津波堆積物調査について(佐陀本郷および千酌の事例),日本応用地質学会中国四国支部研究発表会発表論文集, 2014, p.65-70.