

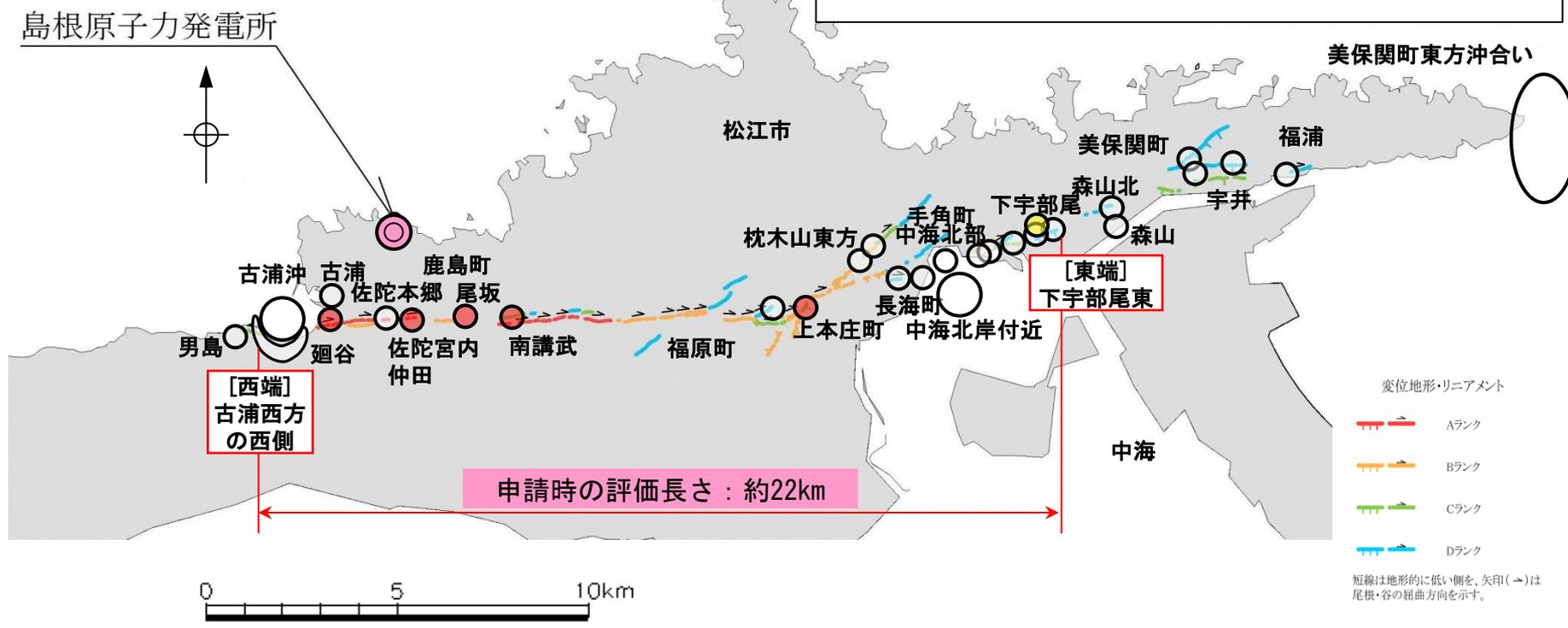
・論点項目<5>

宍道断層の端部(西端・東端)の当初申請時からの
変更理由・設定根拠は何か。

宍道断層の評価(申請時)

凡例

- : 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
- : 後期更新世以降の断層活動が認められる



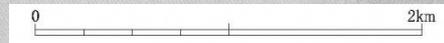
申請時の宍道断層の評価長さは、古浦西方の西側から下宇部尾東までの約22kmと評価していた。

西端の評価(1)

□ :申請時の調査結果
 □ :申請以降の追加調査結果

— 中田ほか(2008)による鹿島断層
 - - - 同上の推定活断層
 — 鹿野・中野(1986)による宍道断層
 - - - 同上の伏在断層
 ● 調査地点

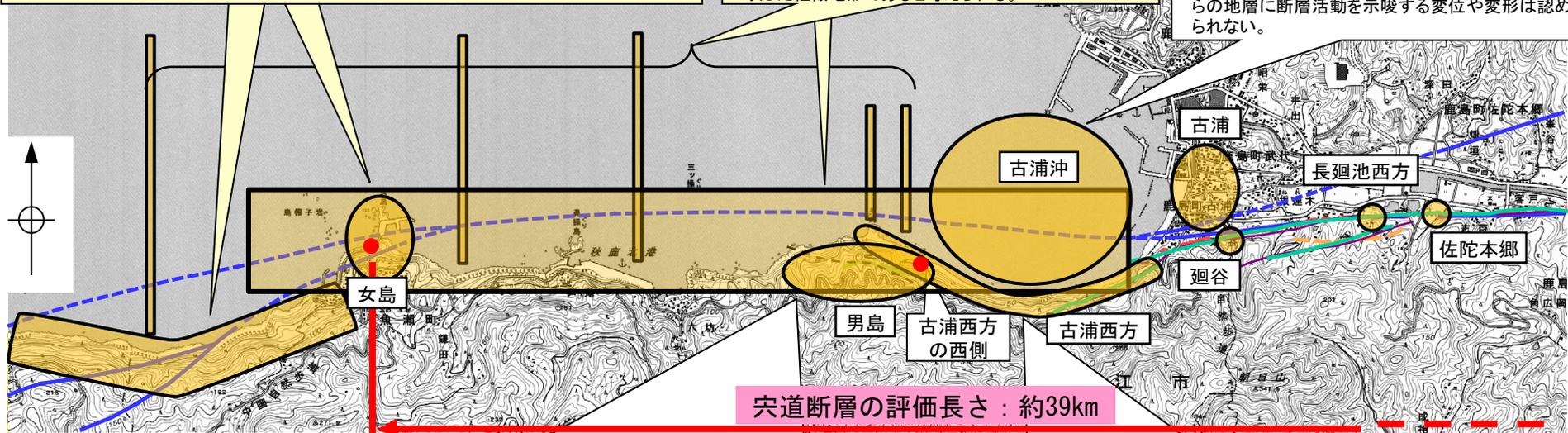
— 変位地形・リニアメント(Aランク)
 — 変位地形・リニアメント(Bランク)
 — 変位地形・リニアメント(Cランク)



女島
 1. 地表地質踏査結果
 ・急傾斜を示す古浦層と緩傾斜を示す成相寺層との間の文献断層(北側)※1通過位置付近に、南傾斜の逆断層が推定される。
 ・文献断層(南側)※1の通過位置付近に断層は認められない。
 2. ボーリング調査結果(文献断層①の存否に係る検討)
 ・古浦層内の地層は連続して分布していること及び古浦層と成相寺層が整合関係であることから、地層に顕著な不連続は想定されない。
 ・成相寺層の泥岩に貫入岩が分布しており、貫入岩と貫入境界付近に、貫入後の断層活動は認められない。
 ・文献断層①の通過位置付近において、細粒部を伴う破碎部①、②、③が認められるが、連続性、活動性、性状等の検討結果から、宍道断層の延長部に対応する断層は認められない。

古浦沖以西(古浦沖～女島(沿岸付近))
 ・音波探査の結果、沿岸付近において、D₂層(中新統)上面以上に断層活動を示唆する変状は認められない。
 ・海底面調査、潜水調査及び地表地質踏査の結果、海底面の溝地形及び地形の高まりの成因は岩質の差を反映した組織地形であると考えられる。

古浦沖
 ・音波探査の結果、Ⅲ_K層(更新統)の内部反射面及びD₂層(下部～中部中新統)上面に断層活動を示唆する反射面は確認されず、また、I_K層及びⅡ_K層(いずれも完新統)はほぼ水平に分布しており、これらの地層に断層活動を示唆する変位や変形は認められない。



宍道断層の評価長さ：約39km

男島付近(陸域)
 ・変動地形学的調査の結果、宍道断層の主要部が尾根・谷の右屈曲を示すのに対して、左屈曲、鞍部等から成る変位地形・リニアメントが認められるが、鞍部を含むピット調査の結果、断層は認められない。
 ・地表地質踏査の結果、変位地形・リニアメント及び文献断層通過位置において、断層を示唆する構造は認められない。また、文献断層※2の西端付近の海岸線にも、断層は認められない。

古浦沖以西(古浦西方から男島に至る海岸線)
 ・地表地質踏査の結果、古浦西方から男島に至る海岸線には、礫岩、砂岩及び泥岩の露頭が分布しており、断層は認められない。

※1 鹿野・中野(1986)による断層・伏在断層・推定断層
 ※2 中田ほか(2008)による鹿島断層(推定活断層)

西端の評価(2)

女島付近(女島, 女島西方)

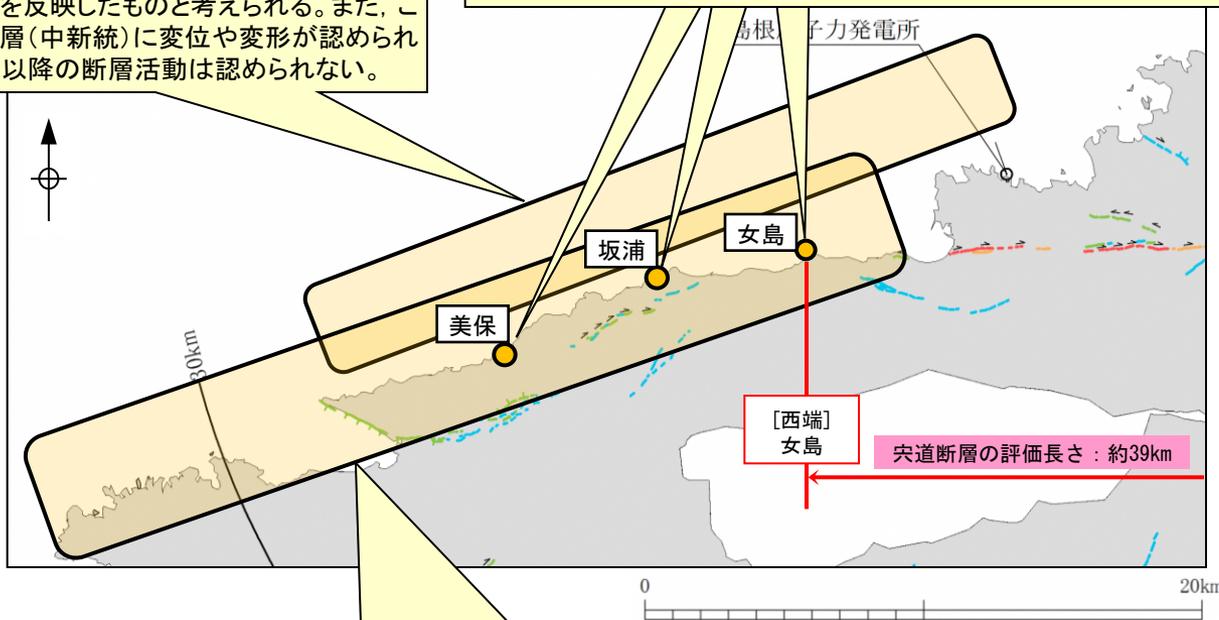
3. 女島地点の地層の急傾斜部に係る検討

- ・文献断層(北側)^{※1}の通過位置上における地層の急傾斜部は、古浦～女島～美保地点の間では女島地点と美保地点に示されているが、その他地点では示されていない。なお、坂浦地点では、文献断層の通過位置の北側に地層の急傾斜部が示されている。
- ・露頭状況の調査の結果、女島地点、美保地点の急傾斜を示す層理面沿いは固結・密着していることから、固結後の断層活動は認められない。
- ・ボーリング調査等の結果、海底地すべりに伴うスランプ構造が複数認められるが、スランプ相の分布と地層の傾斜との関係は認められず、地層の急傾斜の成因は海底地すべりによるものではなく、中期中新世頃から後期更新世頃までの南北圧縮応力場による褶曲運動の可能性が考えられる。

女島地点では、ボーリング調査範囲より更に深部に断層が存在する可能性は否定できないが、3. の調査の結果、後期更新世以降の断層活動を示す性状が認められないことから、地下深部に想定される断層は穴道断層の延長部に対応する断層ではない。

古浦～十六島沿岸付近

・音波探査等の結果、重力コンターの傾斜部は、地下深部において確認された断層に伴う音響基盤の落差(音響基盤の傾斜部)を反映したものと考えられる。また、これらの断層は、D₂層(中新統)に変位や変形が認められるが、後期更新世以降の断層活動は認められない。



古浦沖～大田沖断層(沿岸付近)

・古浦沖～大田沖断層間の音波探査の結果、D₂層(中新統)上面以上に断層活動を示唆する変状は認められない。

※1 鹿野・中野(1986)及び鹿野・竹内ほか(1991)による断層・伏在断層・推定断層

西端の評価(3)(まとめ)

	古浦沖～大田沖断層 古浦～十六島沿岸付近	美保	女島付近(女島, 女島西方)	男島付近	古浦沖, 古浦西方	古浦(廻谷)
海域 (沿岸付近を含む)	【古浦沖～大田沖断層】 ・音波探査の結果, D ₂ 層上面以上に断層活動を示唆する反射面は確認されない。	—	・音波探査の結果, D ₂ 層上面以上に断層活動を示唆する反射面は確認されない。		【古浦沖】 ・音波探査の結果, III _K 層(更新統)の内部反射面及びD ₂ 層上面に, 断層活動を示唆する反射面は確認されない。	—
陸海境界付近	【古浦～十六島沿岸付近】 ・音波探査等の結果, 重力コンターの傾斜部は地下深部において確認された断層に伴う音響基盤の落差を反映したものと考えられる。また, これらの断層は, D ₂ 層(中新統)に変位や変形が認められるが, 後期更新世以降の断層活動は認められない。	—	・海底面調査の結果, 男島付近の溝地形及び女島付近の海底地形の高まりを除き, 海底地形面には東西方向へ連続する構造は認められない。また, 溝地形及び海底地形の高まりの成因は, 潜水調査, はぎ取り調査等の結果, 岩質の差を反映した組織地形と考えられる。 ・陸海境界付近を横断する配置での群列ボーリング調査等の結果, 宍道断層の延長部に対応する断層は認められない(女島で確認された破砕部は, 南講武の活断層と性状が著しく異なる)。	・男島では泥岩及び火山円礫岩が緩やかに北に傾斜しており, 断層は推定されない。	—	—
	—	・文献断層(北側)*1の通過位置上における地層の急傾斜部は, 女島地点と美保地点に示されているが, 地層の急傾斜部の連続性は認められない。露頭状況の調査の結果, 急傾斜部に固結後の断層活動は認められない。 ・女島地点の地層の急傾斜の成因は海底地すべりによるものではなく, 南北圧縮応力場による褶曲運動の可能性が考えられる。 ・以上のことから, 女島地点の地下深部に想定される断層は宍道断層の延長部に対応する断層ではない。				
陸域	—	—	・変位地形・リニアメントは認められない。 ・地表地質踏査の結果, 緩やかな地質構造を示し, 断層は推定されず, 露頭に断層は認められない。	・左屈曲の変位地形・リニアメント(Cランク)が認められる。 ・変位地形・リニアメント直下付近でのピット調査等の結果, 断層は認められない。	【古浦西方】 ・変位地形・リニアメントは認められない。 ・古浦～男島に至る海岸線には, 礫岩, 砂岩及び泥岩の露頭が分布しており, 断層は認められない。	・右屈曲の変位地形・リニアメント(Aランク)が認められる。 ・ボーリング調査等の結果, 基盤に断層が確認され, 後期更新世以降の断層活動が認められる。 ・谷の屈曲量・屈曲率等の検討の結果, 西端付近の廻谷は, 南講武付近と比べて, 断層活動性が低下していると考えられる。
端部評価における 陸海境界付近 調査結果の 精度や信頼性	—	—	◎	○	○	—
			◎: 地表地質踏査等から得られる地表データに加え, 群列ボーリング調査から得られる地下データによる評価。	○: 地表地質踏査等から得られる地表データによる評価。		

*1 鹿野・中野(1986)及び鹿野・竹内ほか(1991)による断層・伏在断層・推定断層

女島 (宍道断層の評価長さ: 約39km)

・海域及び沿岸付近(古浦沖, 男島付近, 女島付近, 古浦沖～大田沖断層)における音波探査の結果, 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。また, 古浦～十六島沿岸付近の重力コンターの傾斜部は, 音波探査等の結果, 地下深部において確認された断層に伴う音響基盤の落差を反映したものと考えられる。またこれらの断層は, D₂層(中新統)に変位や変形が認められるが, 後期更新世以降の断層活動は認められない。

・陸海境界付近(古浦沖, 男島付近, 女島付近)における海底面調査の結果, 男島付近の溝地形及び女島付近の海底地形の高まりを除き, 海底地形面には東西方向へ連続する構造は認められない。また, 溝地形及び海底地形の高まりの成因は, 潜水調査, はぎ取り調査等の結果, 岩質の差を反映した組織地形と考えられる。さらに, 女島では陸海境界付近を横断する群列ボーリング調査, 急傾斜部における露頭調査等の結果, 活断層は認められない。

・陸域(女島付近, 男島付近, 古浦西方)における地表地質踏査, ピット調査等の結果, 断層は認められない。

海域, 陸海境界付近, 陸域のいずれの調査地点においても, 宍道断層の延長部に対応する断層は認められない。しかしながら, 端部評価にあたっては, 陸海境界付近の調査結果の不確かさを考慮し, 精度や信頼性のより高い調査結果が得られている「女島地点」を宍道断層の西端と評価する。

東端の評価(1)

■ 中田ほか(2008)による鹿島断層

● 中田ほか(2008)による推定活断層(地表)

— 原子力安全委員会のワーキンググループ3第17回参考資料第2号(2009)に記載された推定活断層の位置

— 変位地形・リニアメント(Cランク)

— 変位地形・リニアメント(Dランク)

— 鹿野・吉田(1985)及び鹿野・中野(1985)による

断層, 推定断層, 伏在断層

— 音波探査測線

— 重力異常の鉛直1次微分のゼロコンター

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

○ 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))

□ : 申請時の調査結果

■ : 申請以降の追加調査結果

下宇部尾東

・ボーリング調査の結果, 変位地形・リニアメント及び中田ほか(2008)による鹿島断層に対応する断層は認められない。
・幅広のはぎ取り調査の結果, 断層は認められない。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。

(申請時の評価長さ: 約22km)

森山北

宇井

日向浦

福浦

美保関港

美保湾

地蔵崎

美保関町
東方沖合い

下宇部尾東

下宇部尾

森山

森山

1. CMP490付近に想定される伏在断層

ボーリング調査地点～トレンチ調査地点～断層露頭に連続すると考えられる一連の断層について, 後期更新世以降の断層活動は認められない。

(1)断層露頭調査結果

・断層には, 明瞭なせん断面は認められず, 断層を覆うDMP降灰層準と考えられる崖錐堆積物3層に変位・変形は認められない。
・薄片観察等の結果, 角礫部が認められるが, 複合面構造はなく, 南講武の活断層に見られる特徴は認められない。

(2)ボーリング調査及びトレンチ調査結果

・ボーリング調査で認められた2条の断層(A断層, B断層)のうち, A断層はMIS5eより古いシルト質礫層, B断層はMIS5e以前の礫混りシルト層に変位・変形を与えていないことから, 後期更新世以降の断層活動は認められない。

2. はぎ取り調査で認められた断層

はぎ取り調査で認められた断層について, 後期更新世以降の断層活動は認められない。

(1)はぎ取り調査等結果

・推定活断層通過位置付近の断層露頭①には, 細粒部が認められるが, 複合面構造はなく, 南講武の活断層に見られる特徴は認められない。

(2)ボーリング調査結果

・断層露頭①の走向・傾斜延長付近に明瞭なせん断面は認められず, 断層の連続性は乏しい。

(3)反射法地震探査結果

・基盤岩上面, 完新統及び南側に分布する上部更新統には断層活動を示唆する変位や変形は認められない。

下宇部尾北

・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。

中海岸付近

・音波探査等の結果, 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。

また, これらの断層は, 下部～中部中新統に変位が認められるが, 中部更新統以上に変位や変形は認められない。

0 2km

東端の評価(2)

宇井～福浦(高尾山南側(北))

- ・鹿野・吉田(1985)によると、当該付近のリニアメントは組織地形であると判断されている。
- ・地表地質踏査(Loc.T-1)の結果、正断層センスを有する断層が認められる。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ものの、断層面は凹凸が著しい。また、縦ずれ優勢の条線が認められるが、現在の応力場を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。
- ・ピット調査(Loc.T-2, Loc.T-3)の結果、断層は認められない。また、Loc.T-3付近の道路改良に伴う切り土法面に断層が認められるものの、文献断層に対応する断層ではなく、またCT画像解析結果等より連続性のない小断層と考えられる。

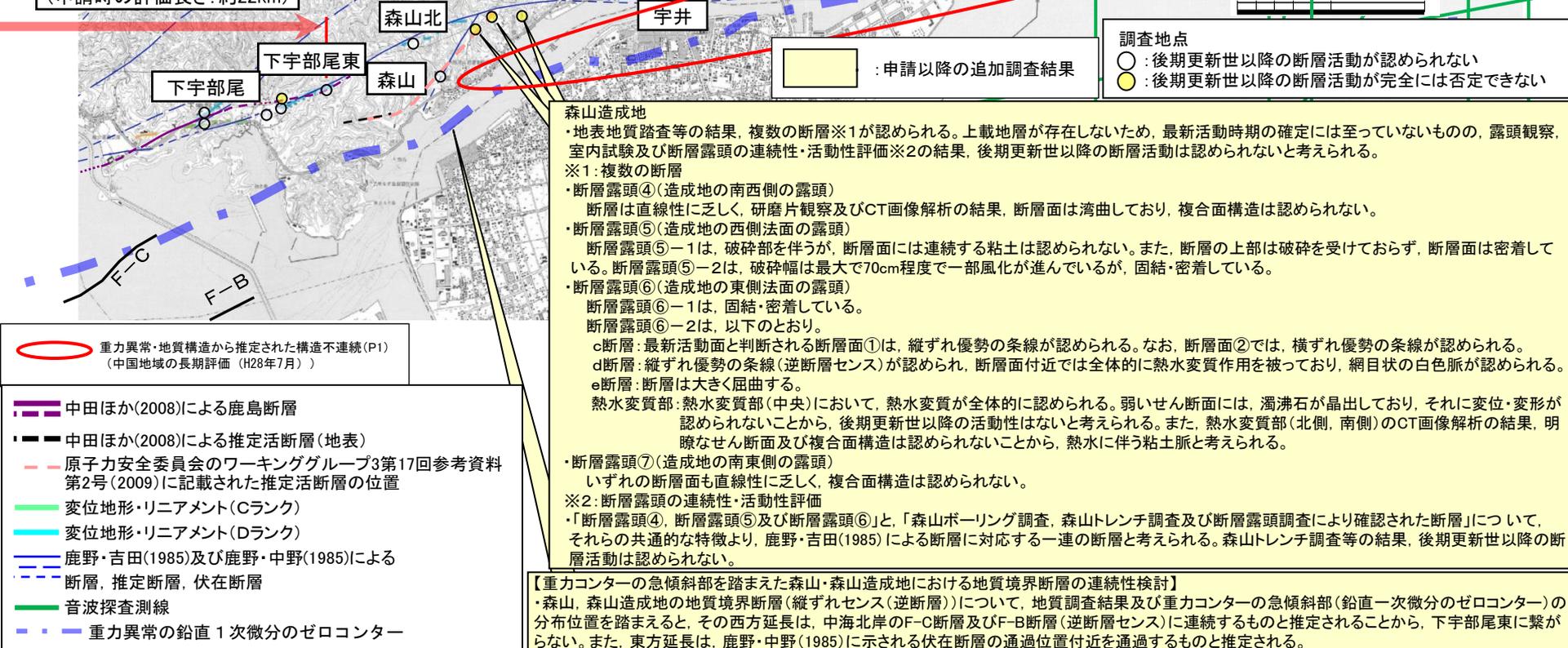
宇井～福浦(高尾山西側)

- ・地表地質踏査の結果、変位地形・リニアメント等の通過位置付近では礫岩等が連続分布しており断層は認められない。
- ・鹿野・吉田(1985)及び鹿野・中野(1985)の断層とほぼ同走向の断層が、道路沿い及びLoc.T-1付近の採石場において認められる。
- ・道路沿いの断層は正断層変位を示す。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ものの、断層面は密着しており、破碎は認められない。
- ・Loc.T-1付近の採石場における2条の正断層(a断層, b断層)は、いずれも固結・密着しており、変位量が大いa断層は、上部の泥岩に変位や変形は認められないことから、これらの断層は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。

宇井～福浦(高尾山南側(南))

- ・ピット調査(Loc.T-4)の結果、断層は認められない。
- ・地表地質踏査の結果、採石場に2条の正断層(a断層, b断層)が認められる。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ものの、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、また破碎幅の大いa断層は固結・密着している。

(申請時の評価長さ: 約22km)



東端の評価(3)

福浦～地蔵崎

- ・島根半島東部(福浦～地蔵崎間)に変位地形・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。
- ・地表地質踏査の結果、鹿野・中野(1985)に示される伏在断層及び断層(南北走向の胴切り断層)に近づくにつれて地層が急傾斜する傾向は確認されず、また地蔵崎付近を除き、地質分布の顕著な不連続は認められない。また、分水界に発達する風隙は、大局的には地質境界付近に位置することから、組織地形によるものと考えられる。
- ・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評価することは困難であるため、東方延長の地蔵崎付近の海域における音波探査記録を確認した結果、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。したがって、島根半島東部の褶曲に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。

地蔵崎

- ・文献調査及び変動地形学的調査の結果、f1断層及びf2断層について、後期更新世以降の断層活動は認められない。
- ・また、地表地質踏査及び両断層の走向延長部の音波探査記録により、上記評価の妥当性が確認された。
- ・f1断層及びf2断層は縦ずれセンスの断層であることから、南北引張応力場において形成された正断層、もしくは南北圧縮応力場において形成された逆断層に伴い、その上盤に形成された副断層(正断層)と考えられ、活断層としての宍道断層との関連性はないと推定される。

(申請時の評価長さ: 約22km)



美保湾

- ・美保関港において陸海境界を横断する音波探査を実施。
- ・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。

美保関町東方沖合い

- ・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音波探査を実施。
- ・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。

■ 中田ほか(2008)による鹿島断層

■ 中田ほか(2008)による推定活断層(地表)

■ 原子力安全委員会のワーキンググループ第3第17回参考資料第2号(2009)に記載された推定活断層の位置

■ 変位地形・リニアメント(Cランク)

■ 変位地形・リニアメント(Dランク)

■ 鹿野・吉田(1985)及び鹿野・中野(1985)による断層, 推定断層, 伏在断層

■ 音波探査測線

■ 重力異常の鉛直1次微分のゼロコンター

調査地点

○ : 後期更新世以降の断層活動が認められない

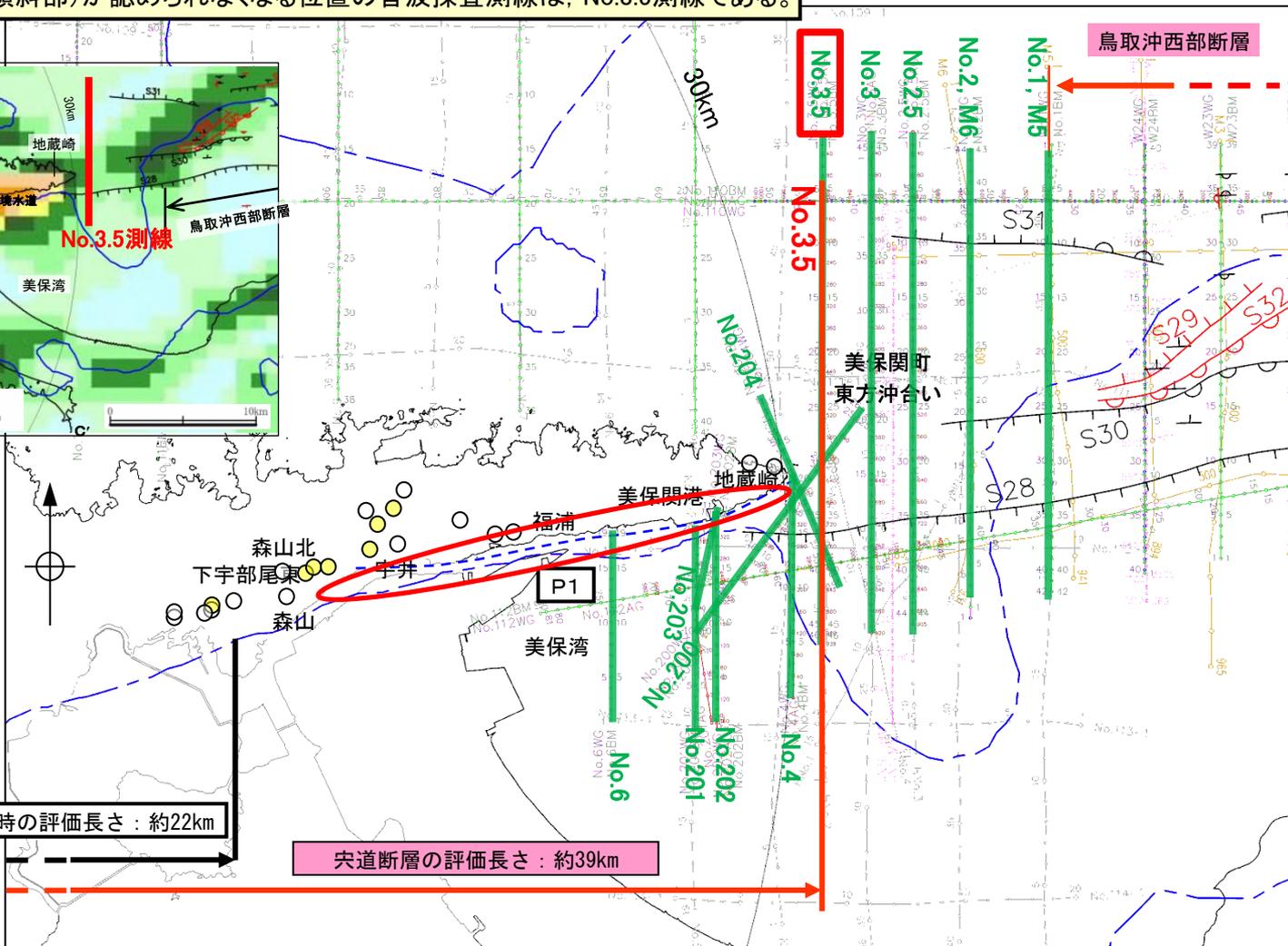
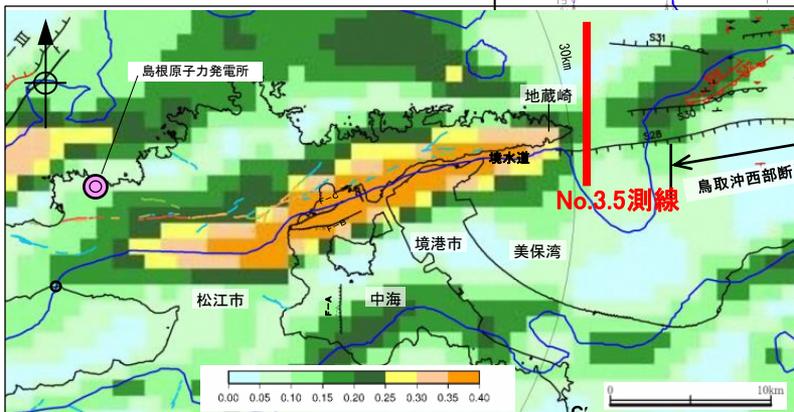
● : 後期更新世以降の断層活動が完全には否定できない

○ 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))

■ : 申請以降の追加調査結果

東端の評価(4)

・美保湾～美保関町東方沖合いにおいて、複数の音源・測線による音波探査の結果、後期更新世以降の断層活動は認められない。
 ・明瞭な重力異常(重力コンターの急傾斜部)が認められなくなる位置の音波探査測線は、No.3.5測線である。



- 凡 例
- PE 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)
 - PE 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)

- No.1 中国電力音波探査測線(スピーカー)
- No.2 中国電力音波探査測線(エアガン・マルチチャンネル)
- No.3 中国電力音波探査測線(ウォーターガン・マルチ)(2014年調査)
- No.4 中国電力音波探査測線(ブーマー・マルチ)(2014年調査)
- No.6 中国電力音波探査測線(エアガン・マルチ)(2014年調査)
- JNS-BEMMS 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)

申請時の評価長さ：約22km

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



東端の評価(5)(まとめ)

	下宇部尾付近	下宇部尾東	森山北	森山 (造成地)	宇井～福浦	福浦～地蔵崎	美保関町 東方沖合い
地質調査, 音波探査	【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】 ・トレンチ調査の結果, 断層は認められない。 【下宇部尾北トレンチ】 ・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。	・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。 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。	・ピット調査等の結果, 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。 ・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。 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。	・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。 ※連続性・活動性評価 ・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。	【高尾山南側(北)】 ・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。 ・ピット調査(Loc.T-2, Loc.T-3)の結果, 断層は認められない。 【高尾山南側(南)】 ・ピット調査(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, 破砕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。 【高尾山西側】 ・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, 破砕は認められないが, 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。	・島根半島東部に変位地形・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。 ・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。 したがって, 島根半島東部の褶曲に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。	・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。

下宇部尾東
(宍道断層:申請時の評価長さ:約22km)

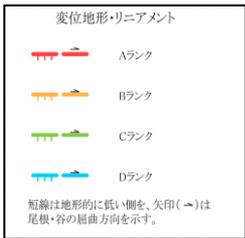
美保関町東方沖合い(宍道断層:中国地域の長期評価(H28年7月)の公表以降の追加調査を含む全ての調査結果を踏まえた評価長さ:約39km)

【中国地域の長期評価(H28年7月)の公表以降の追加調査結果】

- ・下宇部尾東より東側の森山から地蔵崎の陸域において変位地形・リニアメントにとらわれず網羅的に追加調査を実施した結果, この地域に分布する断層は, 活断層としての宍道断層との関連を示す確実な証拠は認められず, 最近の活動はないものと考えているが, 一部断層を除き上載地層が存在しないこと等から, 最新活動時期の確定には至っておらず, 後期更新世以降の断層活動が完全には否定できない。
- ・境水道沿いの重力異常と調和的な構造については, 美保関港における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が, その他の陸海境界では十分な音波探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。
- ・下宇部尾付近から地蔵崎において明瞭な重力異常(重力コンターの急傾斜部)が認められるが, 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。

・端部評価にあたっては, 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(重力コンターの急傾斜部)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(音波探査測線(No.3.5))」を地質調査結果としての東端とする。

宍道断層の評価(まとめ)



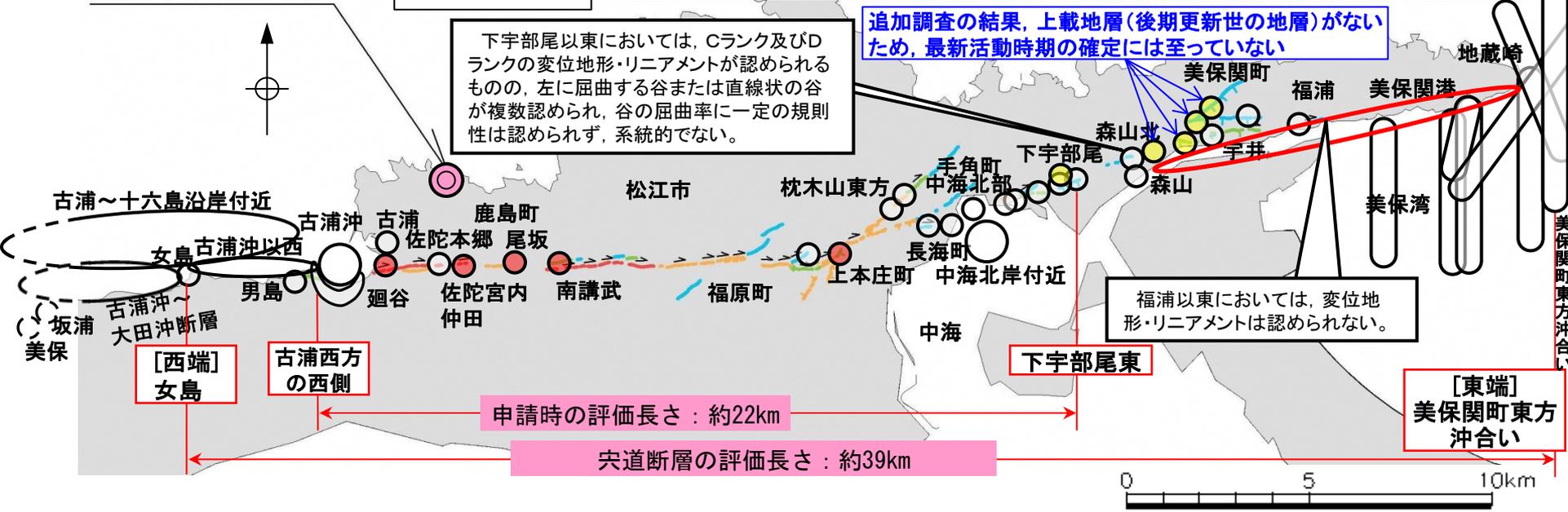
- 凡例 (調査地点)
- : 後期更新世以降の断層活動が認められない
 - : 後期更新世以降の断層活動が完全には否定できない
 - : 後期更新世以降の断層活動が認められる
 - (赤線) : 「中国地域の長期評価(H28年7月)」における活断層の可能性のある構造(P1)

島根原子力発電所

下宇部尾以东においては、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、系統的でない。

追加調査の結果、上載地層(後期更新世の地層)がないため、最新活動時期の確定には至っていない

福浦以东においては、変位地形・リニアメントは認められない。



【西端の評価】
 ○申請時の西端「古浦西方の西側」より更に西側において、海域、陸海境界、陸域で様々な調査を進めてきたが、宍道断層の延長部に対応する断層は認められない。
 ○しかしながら、審査会合における原子力規制委員会のコメントを踏まえ、発電所の安全性に万全を期す観点から、宍道断層の端部評価にあたっては、陸海境界の調査結果の不確かさを考慮し、「古浦西方の西側」と比較して、精度や信頼性のより高い調査結果が得られている「女島」を西端として評価する。

【東端の評価】
 ○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」を東端として評価する。

【評価長さ】
 ○宍道断層の西端、東端付近における追加調査を含む全ての調査結果を踏まえ、宍道断層の評価長さを約39kmとする。

・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。

宍道断層と鳥取沖西部断層の連動評価(1/2)

■宍道断層及び鳥取沖西部断層の端部評価

○ 精度や信頼性のより高い調査結果等が得られている美保関町東方沖合いの「No. 3. 5測線」を宍道断層の東端とする

(論点項目<5>参照)

- ・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。

○ 浅部から深部の地質・地質構造に関する調査結果が得られている「No. 1測線」を鳥取沖西部断層の西端とする

(資料1参照)

- ・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。

■宍道断層及び鳥取沖西部断層の末端性状

○ 変動地形学的調査の結果、宍道断層の東端付近では、断層活動性が低下している

(資料2参照)

- ・変動地形学的調査の結果、長海町から下宇部尾の間では、変位地形・リニアメントは、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ことから、南講武付近と比べて、断層活動性が低下している。

○ 音波探査の結果、鳥取沖西部断層の西端付近では、断層活動性が低下している

(資料1参照)

- ・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。

宍道断層と鳥取沖西部断層の連動評価(2/2)

■宍道断層と鳥取沖西部断層の間の地質構造

1. 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

(資料3参照)

- ・宍道断層と鳥取沖西部断層の間では, 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。また, 両断層間に雁行(ステップ)等の非単調な構造も認められない。

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

(資料4参照)

- ・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。

3. 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

(資料5参照)

- ・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, 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。

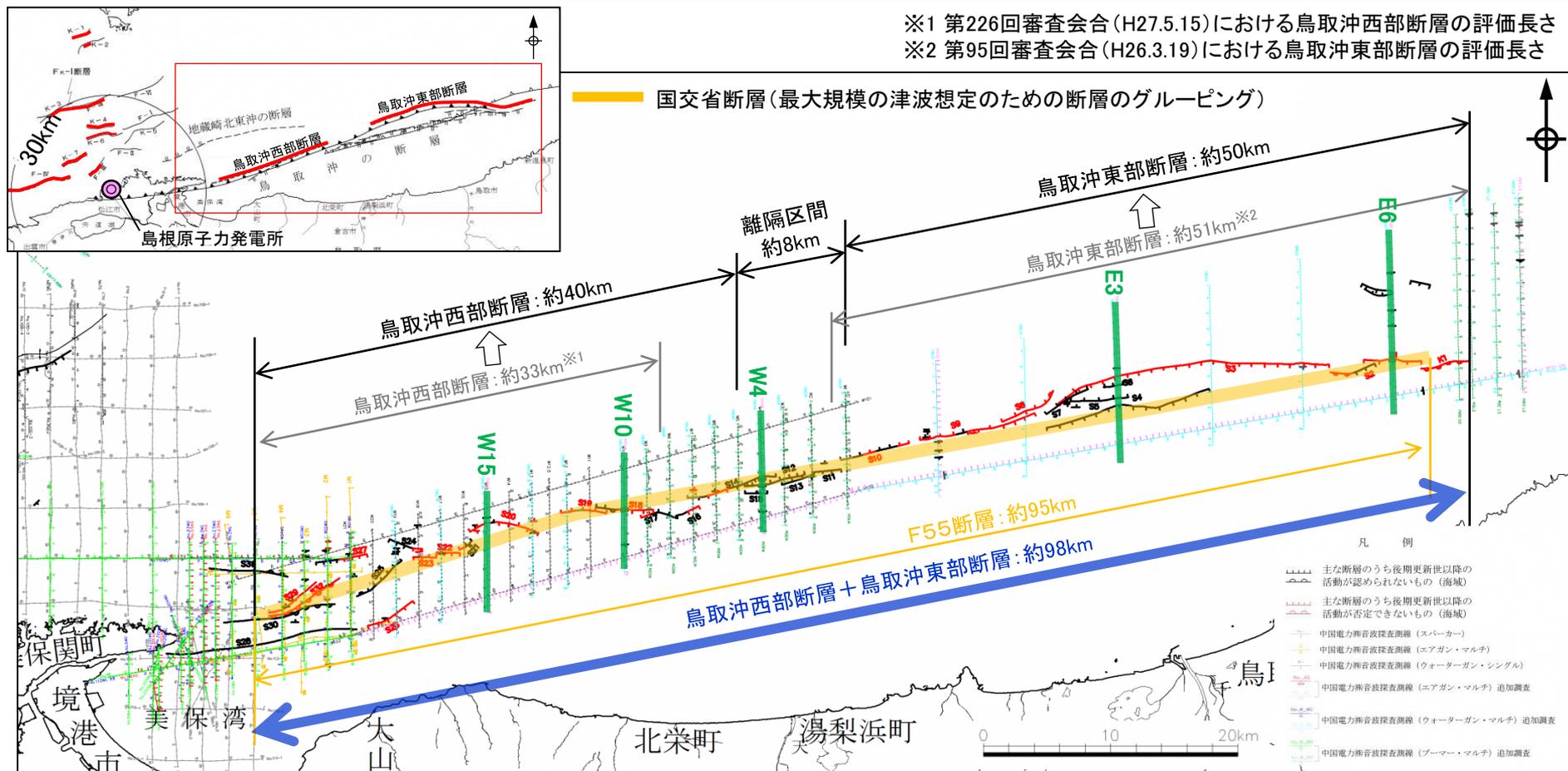


・地質調査の結果,

- ①宍道断層及び鳥取沖西部断層の端部評価について, 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
- ②宍道断層及び鳥取沖西部断層の末端性状について, 変動地形学的調査及び音波探査の結果, 端部付近では断層活動性が低下していること
- ③宍道断層と鳥取沖西部断層の間の地質構造について, 音波探査の結果, 両断層間に後期更新世以降の断層活動は認められないこと, 詳細地質構造に関する検討の結果, D₂層の高まり及びS30断層を横断する断層は認められないこと, 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ことから, 宍道断層と鳥取沖西部断層は連動しないと評価する。

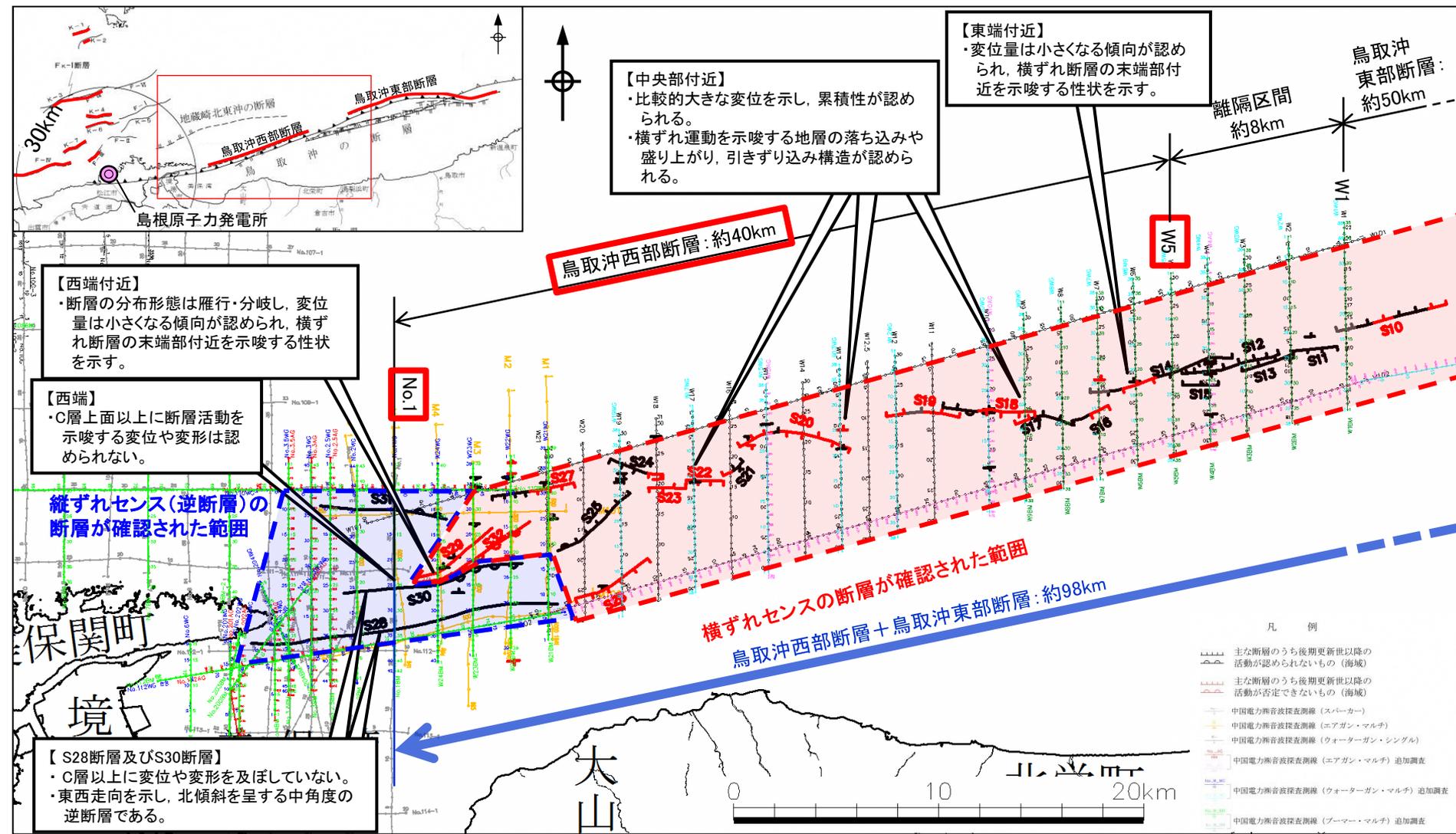
- ・地震動評価における基本震源モデルの設定については, 宍道断層及び鳥取沖西部断層の端部評価に加えて, 断層の分布形態及び変位量から断層活動性は端部に向かって低下していること, また, 両断層間については, 後期更新世以降の断層活動は認められず, 雁行(ステップ)等の非単調な構造も認められないこと, D₂層の高まり及びS30断層を横断する断層は認められないこと, 宍道断層で認められる明瞭な重力異常は, 鳥取沖西部断層へ連続しないことから, 宍道断層と鳥取沖西部断層の連動を考慮しない。

(資料1)鳥取沖の断層評価



- ・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。

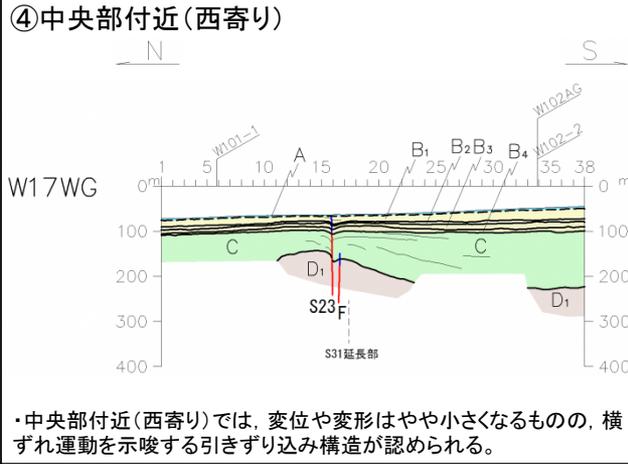
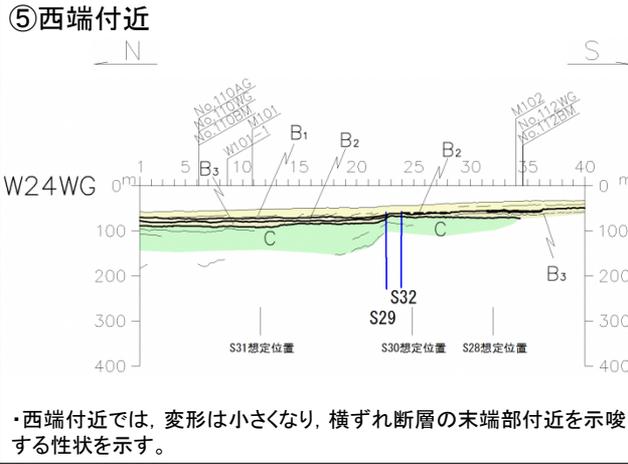
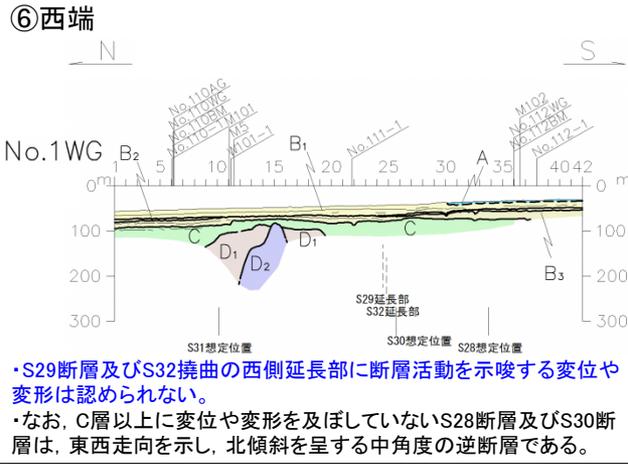
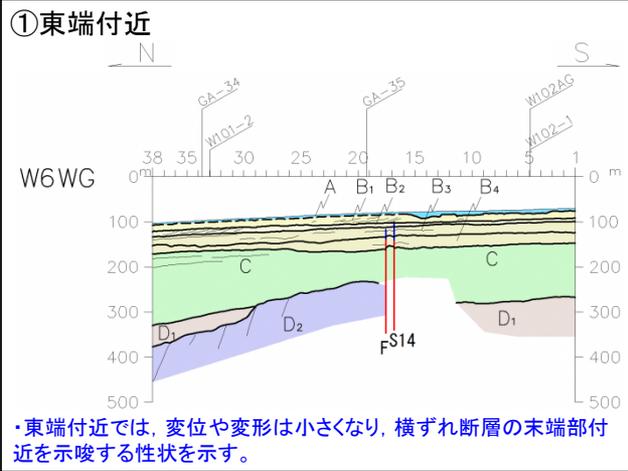
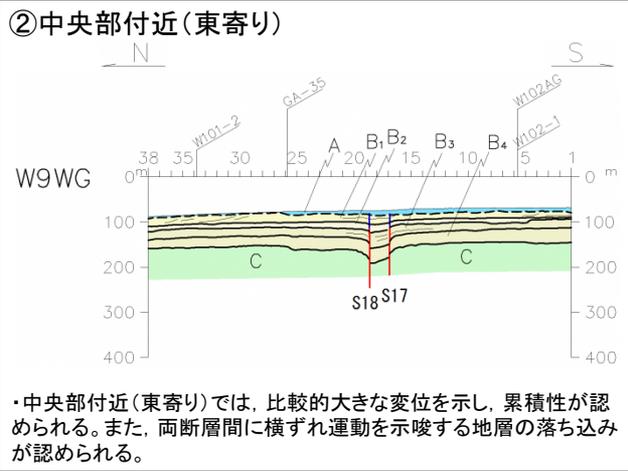
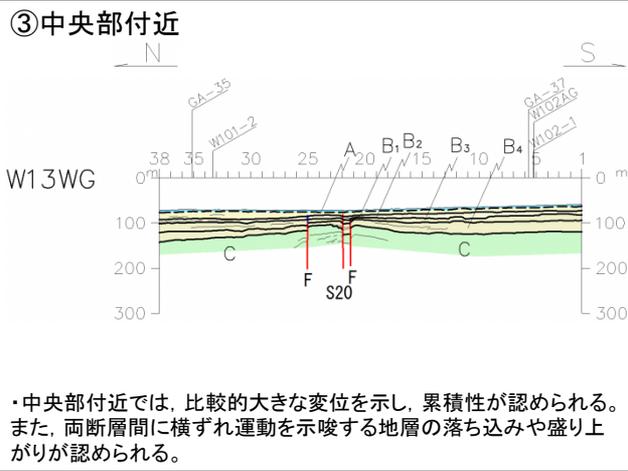
(資料1)鳥取沖西部断層の西端評価(1)



・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が認められないW5測線を東端、No.1測線を西端とし、その長さを最大約40kmとして評価する。

(資料1)鳥取沖西部断層の西端評価(2)



凡 例

	A層	完新世		断層及び番号
	B ₁ 層, B ₂ 層, B ₃ 層, B ₄ 層	後期更新世		撓曲位置及び番号
	B ₁ 層, B ₂ 層, B ₃ 層, B ₄ 層	中期更新世		断層又は撓曲の想定位置及び番号
	C層	鮮新世～前期更新世		断層又は撓曲延長位置及び番号
	D ₁ 層	中新世		断層又は撓曲延長位置及び番号
	D ₂ 層			
	V層	火山岩・貫入岩		推定地層境界

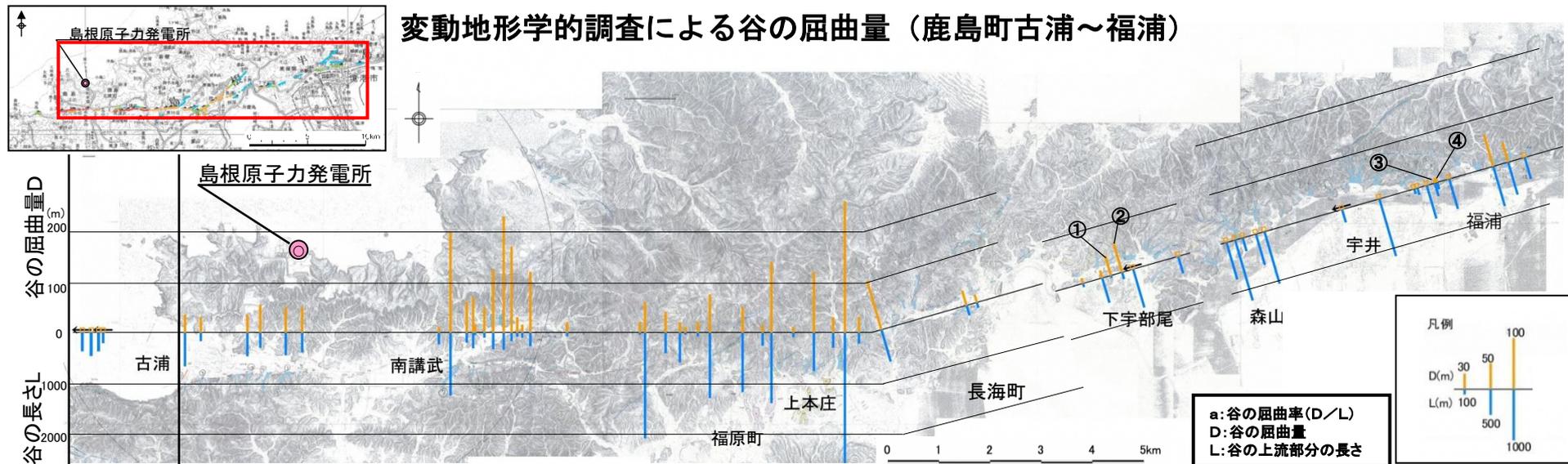
数字(角度)は水平・垂直比が1:1の傾斜角度
V.E.=10

・C層(鮮新統～下部更新統)上面以上の断層変位量について、中央部付近では、比較的大きな変位を示し、累積性が認められる。一方、東端付近及び西端付近では、中央部と比較して、変位量は小さくなる傾向が認められる。

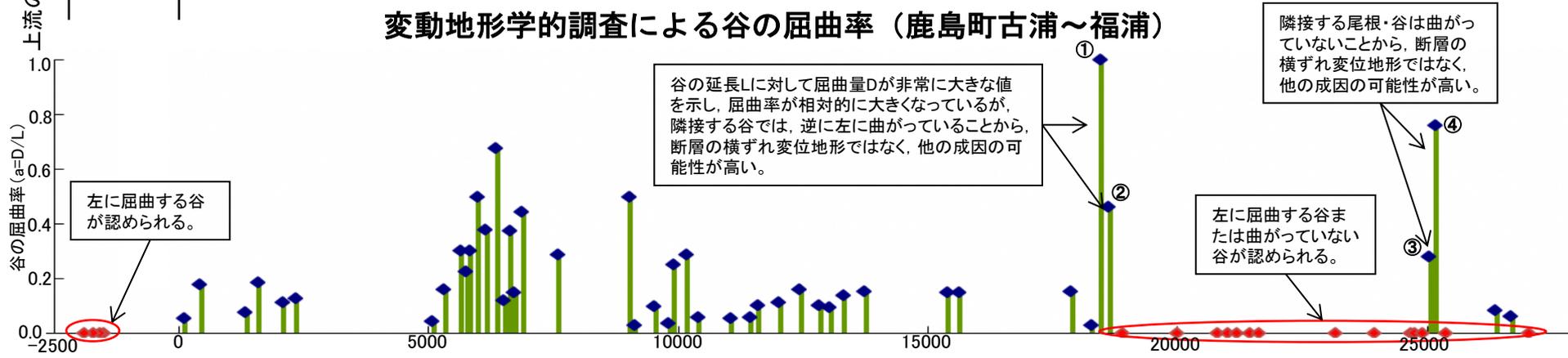
・西端では、C層(鮮新統～下部更新統)上面以上に断層活動を示唆する変位や変形は認められない。

(資料2) 突道断層の評価(谷の屈曲量・屈曲率(1))

変動地形学的調査による谷の屈曲量 (鹿島町古浦～福浦)

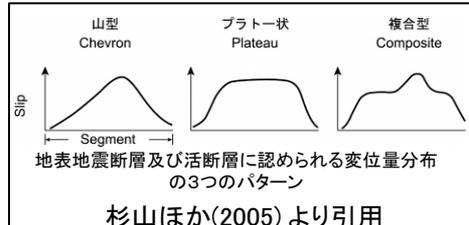


変動地形学的調査による谷の屈曲率 (鹿島町古浦～福浦)

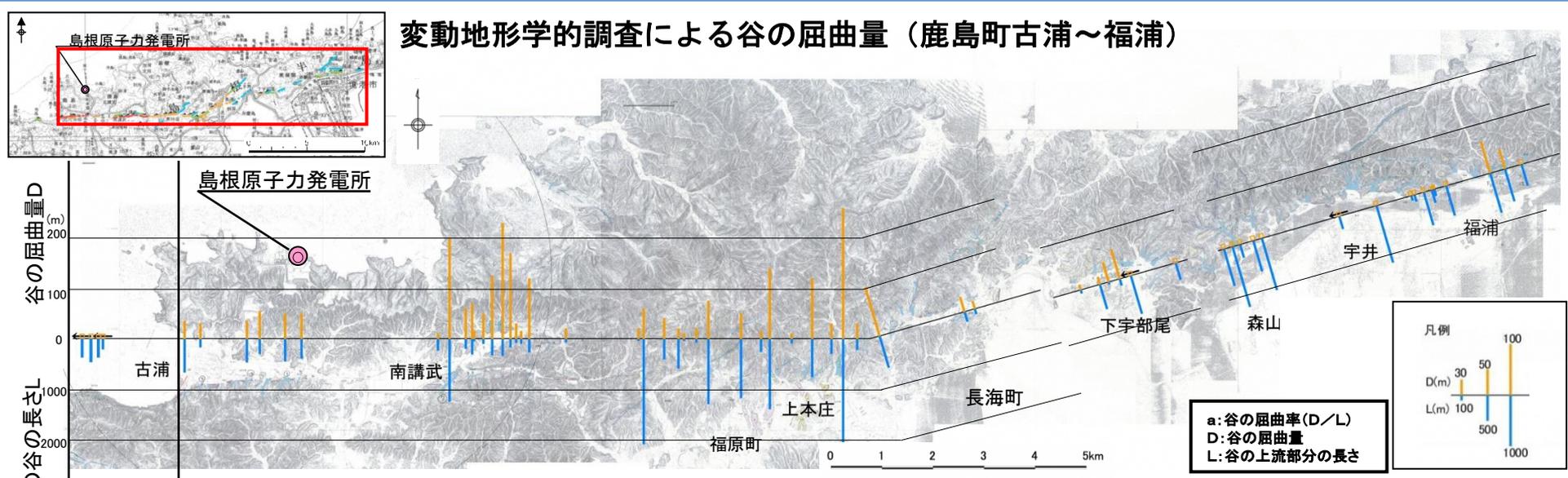


・谷の屈曲量・屈曲率について、西端付近は南講武付近と比較して、次第に小さくなる傾向が認められる。東側では、断層が東西走向で直線的な上本庄までの一部において南講武付近と同程度の屈曲量が認められるが、長海町以東の屈曲量・屈曲率は南講武付近と比較して、ばらつきは認められるものの、大局的には、次第に小さくなる傾向が認められる。

・これらの傾向は、杉山ほか(2005)で示された地表地震断層(1995年兵庫県南部地震ほか)及び活断層(立川断層ほか)に認められる変位量分布のパターン(山型・複合型)と整合的であると考えられる。



(資料2) 宍道断層の評価(谷の屈曲量・屈曲率(2))

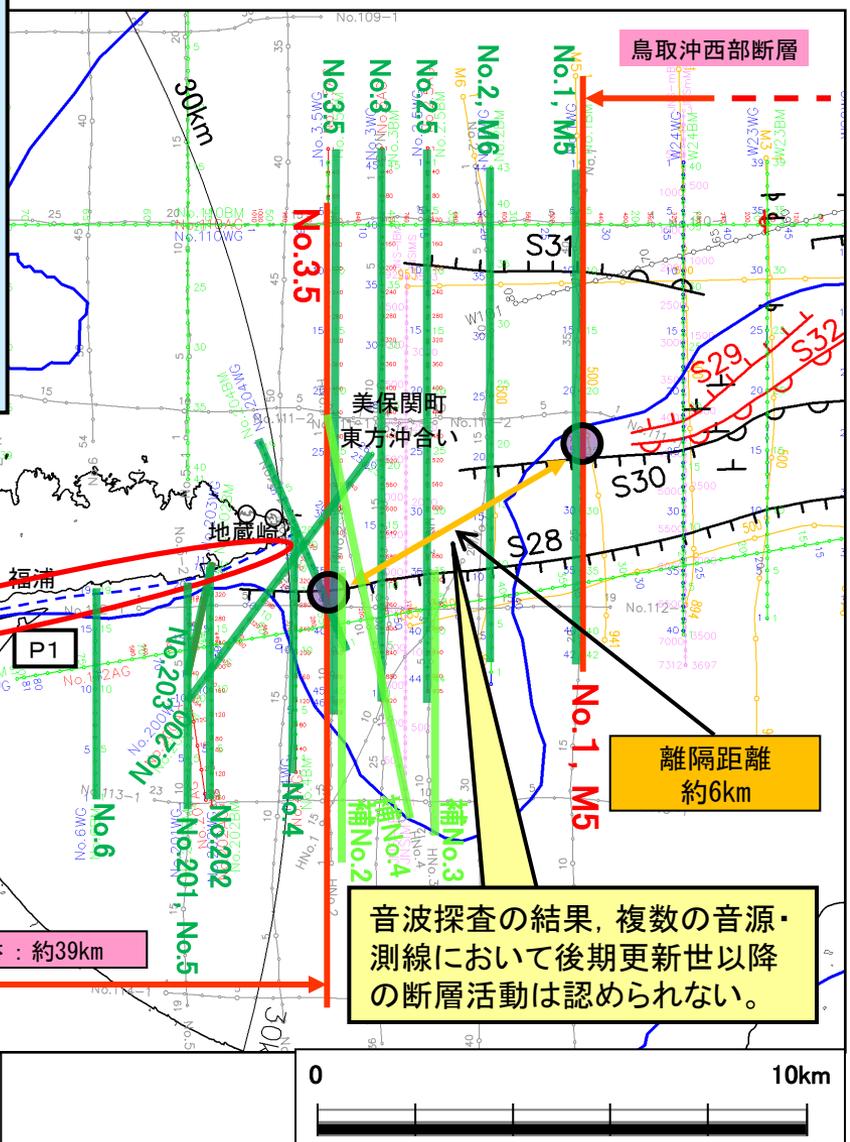


- ・Aランクの変位地形・リニアメントが認められる南講武付近では、谷の屈曲量・屈曲率が大きくなる傾向が認められる。西端付近では、Aランクの変位地形・リニアメントが認められるものの、谷の屈曲量・屈曲率は、南講武付近と比較して、次第に小さくなる傾向が認められる。
- ・長海町～下宇部尾の間では、変位地形・リニアメントは、大局的には東方に向かってBランクからDランクへ移行し、谷の屈曲量・屈曲率も同様に、大局的には東方に向かって次第に小さくなる傾向が認められる。
- ・更に東方の下宇部尾以東においては、Cランク及びDランクの変位地形・リニアメントが認められるものの、左に屈曲する谷または直線状の谷が複数認められ、谷の屈曲率に一定の規則性は認められず、系統的でない。

(資料3) 宍道断層と鳥取沖西部断層の間の地質構造(断層活動性に関する検討結果)

宍道断層と鳥取沖西部断層の間では、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、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。また、両断層間に雁行(ステップ)等の非単調な構造も認められない。

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。



凡 例

PE 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)

PE 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)

- 中国電力株式会社音波探査測線(スパーカー)
- 中国電力株式会社音波探査測線(エアガン・マルチチャンネル)
- 中国電力株式会社音波探査測線(ウォーターガン・マルチ)(2014年調査)
- 中国電力株式会社音波探査測線(ブーマー・マルチ)(2014年調査)
- 中国電力株式会社音波探査測線(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)

(申請時の評価長さ: 約22km)

宍道断層の評価長さ: 約39km

音波探査の結果、複数の音源・測線において後期更新世以降の断層活動は認められない。

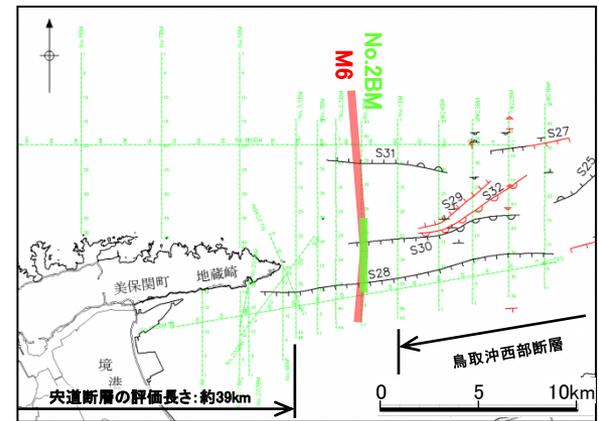
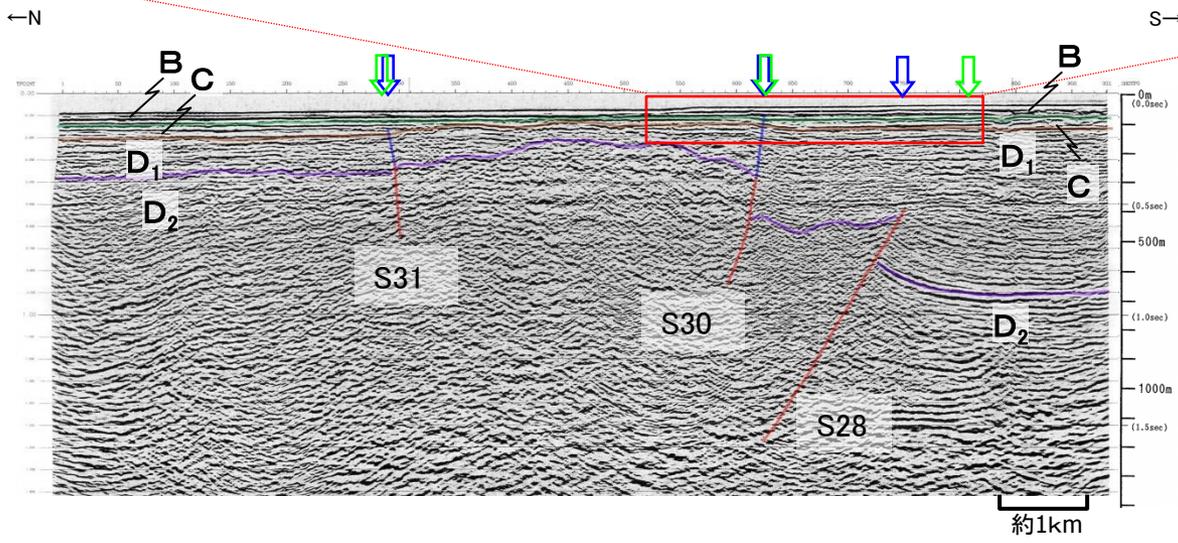
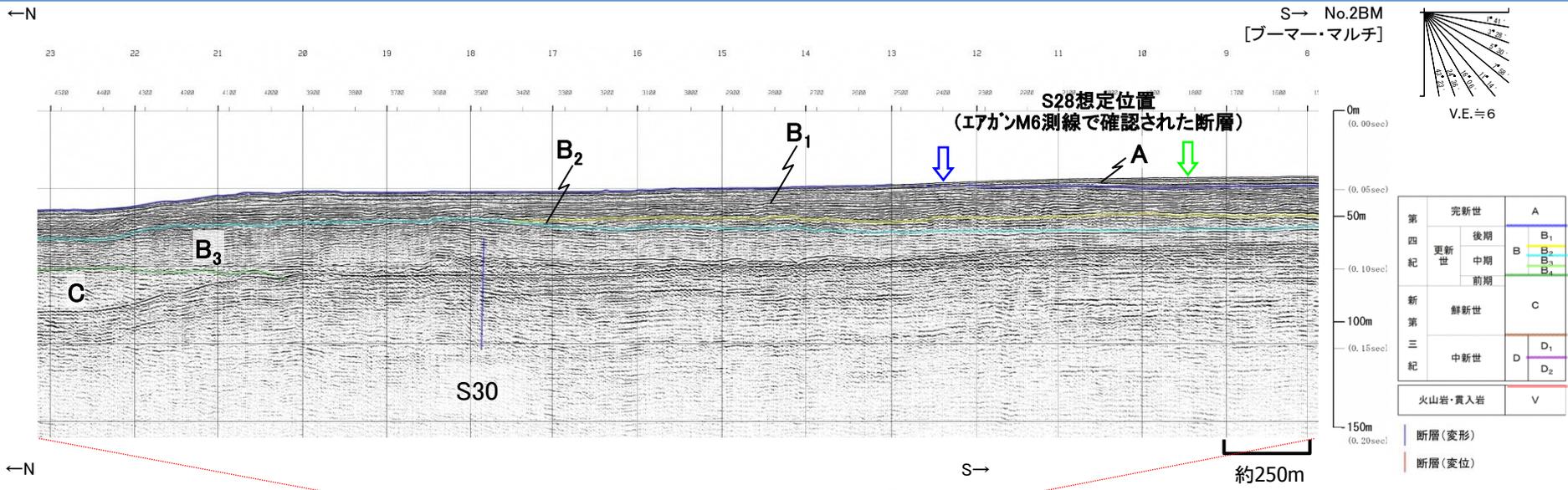
- 鉛直1次微分のゼロコンター
- 鹿野・吉田(1985)及び鹿野・中野(1985)による伏在断層(宍道断層の海域のみ記載)
- 重力異常・地質構造から推定された構造不連続(P1)(中国地域の長期評価(H28年7月))

- 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



論点項目<6>

(資料3) 宍道断層と鳥取沖西部断層の間の地質構造の一例 (M6測線とNo.2BM測線 音波探査解析図)



・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。

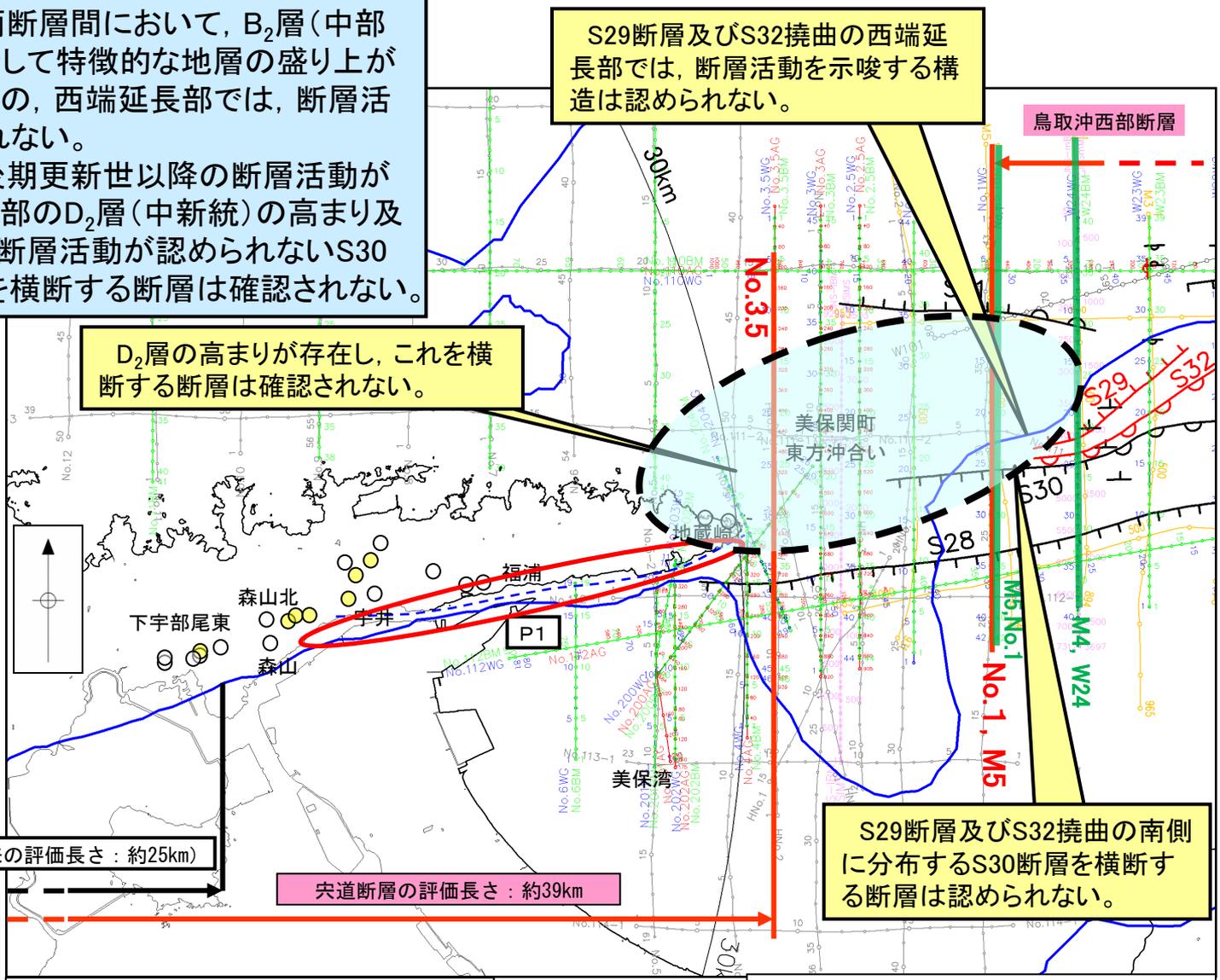
(資料4) 宍道断層と鳥取沖西部断層の間の地質構造(詳細地質構造に関する検討結果)

- ・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見え、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。

S29断層及びS32撓曲の西端延長部では、断層活動を示唆する構造は認められない。

D₂層の高まりが存在し、これを横断する断層は確認されない。

S29断層及びS32撓曲の南側に分布するS30断層を横断する断層は認められない。



凡 例

- PE 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)
- PE 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)

- No. 中国電力 seismic survey line (スパーカー)
- No. 中国電力 seismic survey line (エアガン・マルチチャンネル)
- No. 中国電力 seismic survey line (ウォーターガン・マルチ) (2014年調査)
- No. 中国電力 seismic survey line (ブーマー・マルチ) (2014年調査)
- No. 中国電力 seismic survey line (エアガン・マルチ) (2014年調査)
- JNS-SEAMAS 原子力安全・保安院 seismic survey line (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)

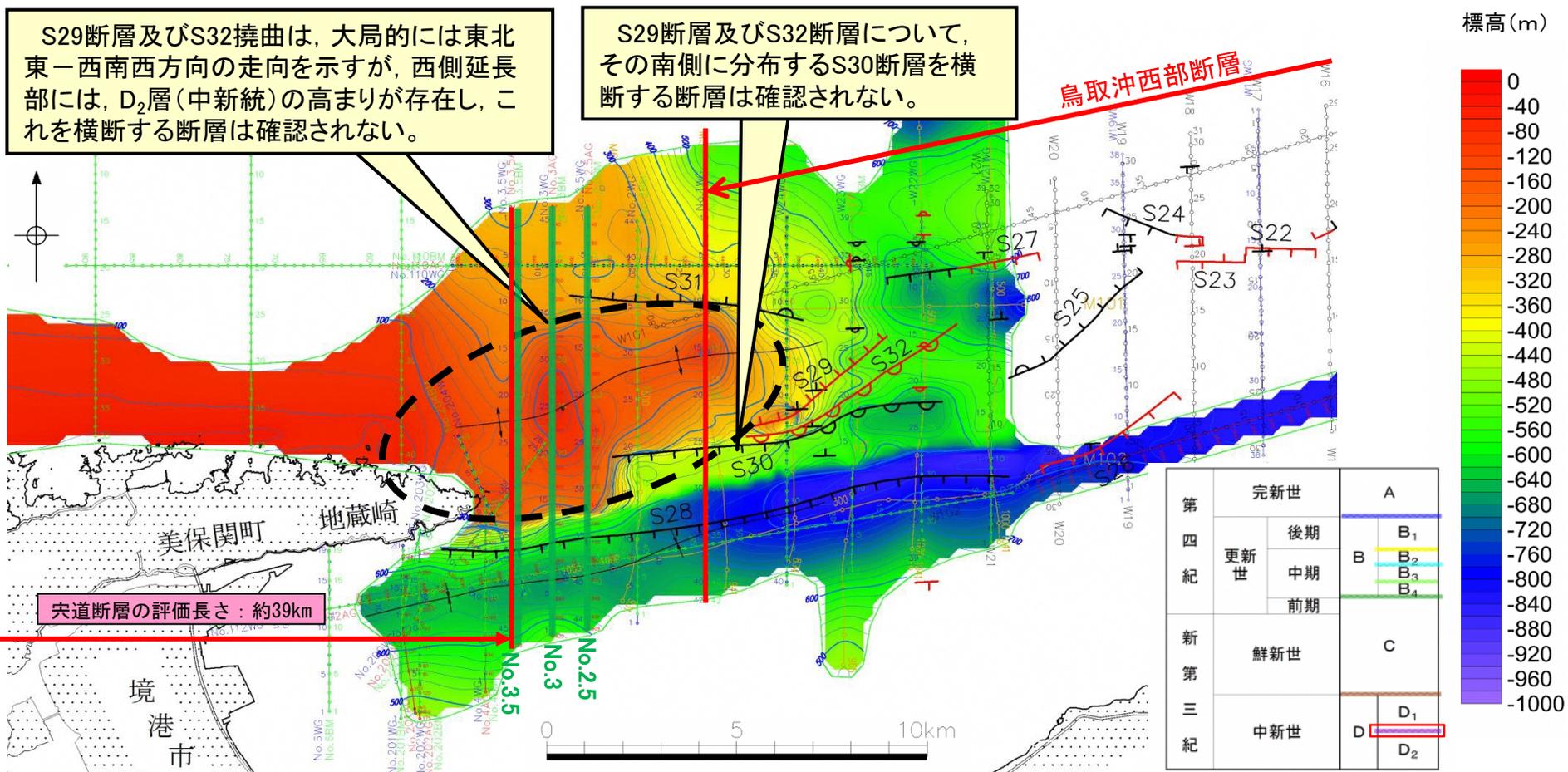
宍道断層の評価長さ: 約39km

- 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

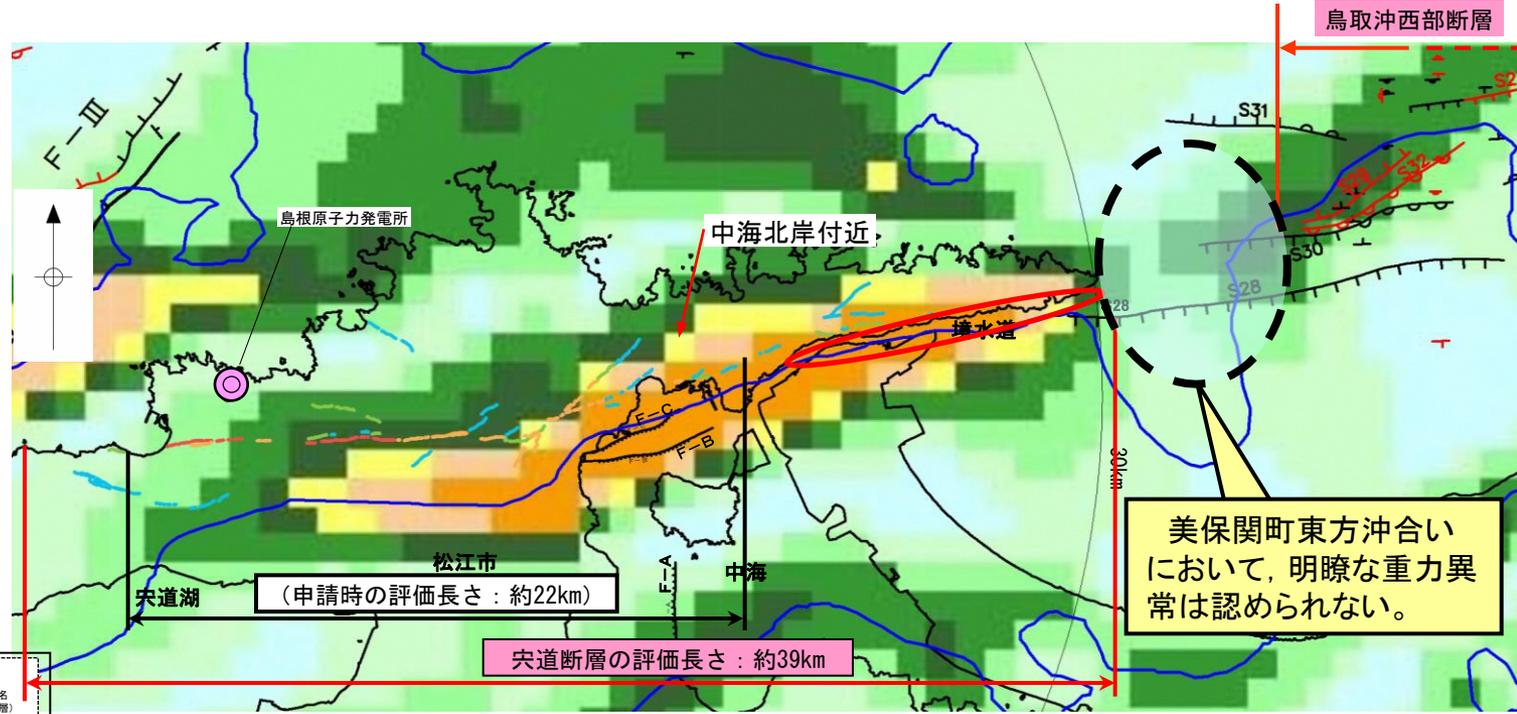


(資料4) 宍道断層と鳥取沖西部断層の間の地質構造(D₂層上面深度と断層分布の関係)

- ・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。

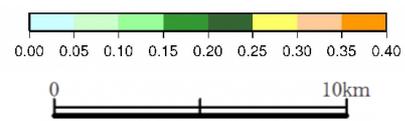
(資料5) 宍道断層と鳥取沖西部断層の間の地質構造(重力異常に関する検討結果)

水平勾配図及び鉛直1次微分図



凡例

陸域	
変位地形・リアアメント	
Aランク	
Bランク	
Cランク	
Dランク	
短線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	
断層及び断層名(破線は推定断層)	
後期更新世以降の活動を考慮しない断層または撓曲	
後期更新世以降の活動を考慮する断層または撓曲	



	鉛直1次微分のゼロコンター
	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))
注) 重力異常水平勾配 = \tan^{-1} (1,000mあたりの重力変化量 (mgal/m))	
日本重力データベースDVD版(地質調査総合センター編(2013))ブーゲー異常グリッドデータ(グリッド間隔1,000m, 密度: 2.67g/cm ³ , 陸域・海域)を用いて作成	

- ・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。

・論点項目<8>

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

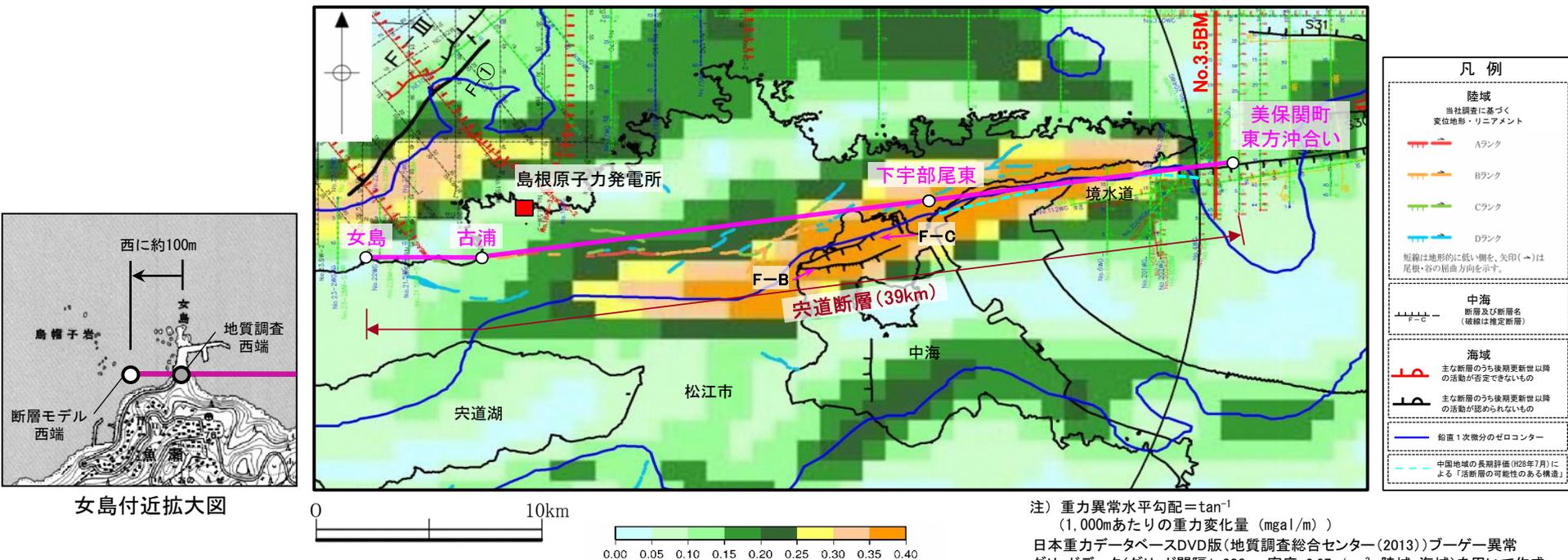
「宍道断層」及び「海域三連動断層」の基本震源モデルの各パラメータの設定根拠

断層パラメータ		宍道断層	海域三連動断層 (F-Ⅲ断層+F-Ⅳ断層+F-Ⅴ断層)
巨視的パラメータ	断層長さ	地質調査結果に基づき、女島(西端)から美保関町東方沖合い(東端)までの39kmに設定。	地質調査結果に基づき、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。
	断層幅	安全側に設定した地震発生層(上限深さ2km, 下限深さ20km)に基づき、18kmに設定。	安全側に設定した地震発生層(上限深さ2km, 下限深さ20km)に基づき、約19kmに設定。
	断層傾斜角	地質調査結果等に基づき、90° に設定。	敷地周辺における現在の応力場及びF-Ⅲ断層+F-Ⅳ断層+F-Ⅴ断層の周辺の横ずれ断層の主な地震の断層傾斜角より70° に設定し、傾斜方向は敷地に近づく方向(南傾斜)に設定。
微視的パラメータ	アスペリティ	入倉・三宅(2001)に基づき、アスペリティを2個設定し、各アスペリティの位置については、レシピに基づき、変位地形・リニアメント分布を考慮して設定。	入倉・三宅(2001)に基づき、アスペリティを東側セグメントに2個、西側セグメントに1個設定し、各アスペリティの位置については、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を考慮して設定。
	短周期レベル	レシピに基づき、壇ほか(2001)の地震モーメントと短周期レベルの経験的關係より設定。	レシピに基づき、壇ほか(2001)の地震モーメントと短周期レベルの経験的關係より設定。
	すべり角	地質調査結果及び産総研の活断層データベースによると、宍道断層は右横ずれの断層であることから、レシピに基づき、180° に設定	断層走向及び敷地周辺における現在の応力場より、F-Ⅲ断層+F-Ⅳ断層+F-Ⅴ断層は右横ずれ断層と推定されることから、レシピに基づき180° に設定。
その他のパラメータ	破壊伝播速度	レシピに基づき、Geller(1976)の地震発生層のS波速度(V_s)との関係より、0.72 V_s に設定。	レシピに基づき、Geller(1976)の地震発生層のS波速度(V_s)との関係より、0.72 V_s に設定。
	破壊開始点	レシピに基づき、第一アスペリティ下端の西端と第二アスペリティ下端の東端の2箇所	レシピに基づき、東側セグメントの第一アスペリティ下端の西端と第二アスペリティ下端の東端の2箇所

宍道断層の基本震源モデルの各パラメータの設定根拠

(1) 断層長さ

地質調査結果に基づき、以下のとおり、女島(西端)から美保関町東方沖合い(東端)までの39kmに設定。



宍道断層による地震の断層モデル(39km)

- ✓ 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・リニ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。

モデル化

宍道断層の基本震源モデルの各パラメータの設定根拠

(2) 断層幅

安全側に設定した地震発生層(上限深さ2km, 下限深さ20km)に基づき断層幅を18kmに設定。
〔地震発生層の上限・下限深さの設定根拠は、40～43ページに記載〕

(3) 断層傾斜角

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。

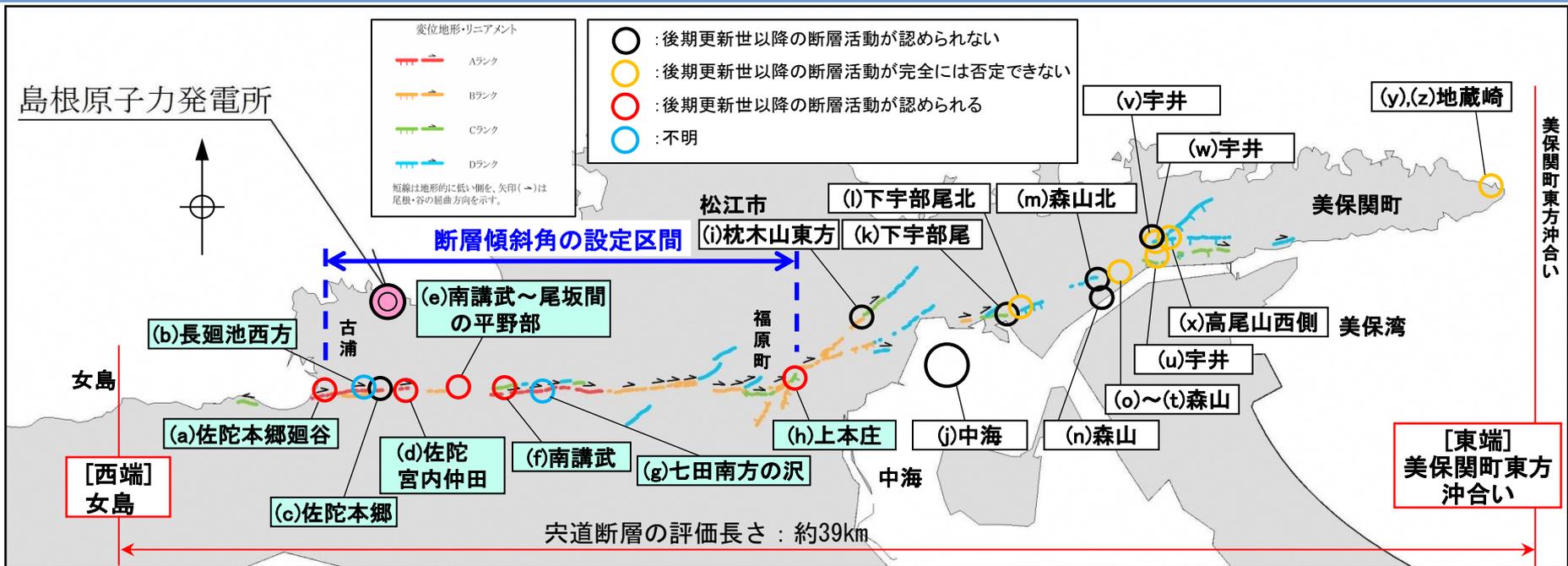
◆断層傾斜角の設定に関するレシピの考え方

- 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、宍道断層に焦点をあてたデータの充足性の観点から、宍道断層沿いの調査結果等の情報より 90° に設定。

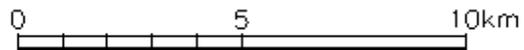
- ✓ ①として、横ずれ断層の一般的な分布形態・性状や、鹿島断層を事例とした形態的特徴に係わる文献調査結果及び、宍道断層における変動地形学的調査結果を踏まえて設定した断層傾斜角の設定区間の地質調査結果(30ページに記載)を参照すると、断層傾斜角は「南傾斜～ほぼ鉛直」である。
- ✓ 次に、①として、全国地震動予測地図2017年版の震源断層を特定した地震動予測地図における宍道(鹿島)断層による地震の評価(31ページに記載)を参照すると、断層傾斜角は 70° 北傾斜に設定されているが、これは鳥取沖での調査結果に基づいている(宍道断層から離れた鳥取沖での調査結果であることを踏まえ、不確かさとして考慮)。

突道断層の基本震源モデルの各パラメータの設定根拠



突道断層の地質調査位置

突道断層における地質調査結果(断層傾斜角及び傾斜方向)



調査地点 (調査方法)	(a) 佐陀本郷廻谷 (ボーリング調査 反射法地震探査)	(b) 長廻池西方 (露頭観察)	(c) 佐陀本郷 (ボーリング調査)	(d) ※1 佐陀宮内仲田 (トレンチ調査)	(e) 南講武~尾坂間 の平野部 (ボーリング調査 反射法地震探査)	(f) 南講武 (ボーリング調査 反射法地震探査)	(g) 七田南方の沢 (露頭観察)	(h) ※1 上本庄 (トレンチ調査)
断層傾斜角 及び傾斜方向	約66° 南東傾斜	約54° 南傾斜	ほぼ鉛直	ほぼ鉛直 (文献読取值)	約70° 南傾斜	約65° 南傾斜	約78° 南傾斜	約87° 北西傾斜 (文献値)
変位地形・ リニアメント※2	Aランク	Aランク	Aランク	Aランク	Bランク	Aランク	Aランク	Bランク
後期更新世以降 の断層活動	認められる	-※3	認められない	認められる	認められる	認められる	-※3	認められる

※1 文献調査による ※2 調査地点通過位置もしくはその延長位置の変位地形・リニアメントのランク ※3 不明(後期更新世以降の断層活動が認められる区間に位置するため、個別に評価していない)

宍道断層の基本震源モデルの各パラメータの設定根拠

■ 全国地震動予測地図2017年版

全国地震動予測地図2017年版の震源断層を特定した地震動予測地図における宍道(鹿島)断層による地震の評価において、断層傾斜角は右表のとおり中国地域の長期評価(H28年7月)に基づき、70°(北傾斜)に設定されている。

この断層傾斜角については、中国地域の予測震度分布(H28年12月)における宍道(鹿島)断層による地震の評価と同様な設定であり、この根拠としては、地震調査研究推進本部事務局によると、「宍道断層沿いのトレンチではほぼ垂直の断層が観察されること及び鳥取沖の構造探査の図等を参照し、この地域の大局的な地質構造が北傾斜であることから、今回の簡便法では70°北傾斜に仮置きした」とされている。

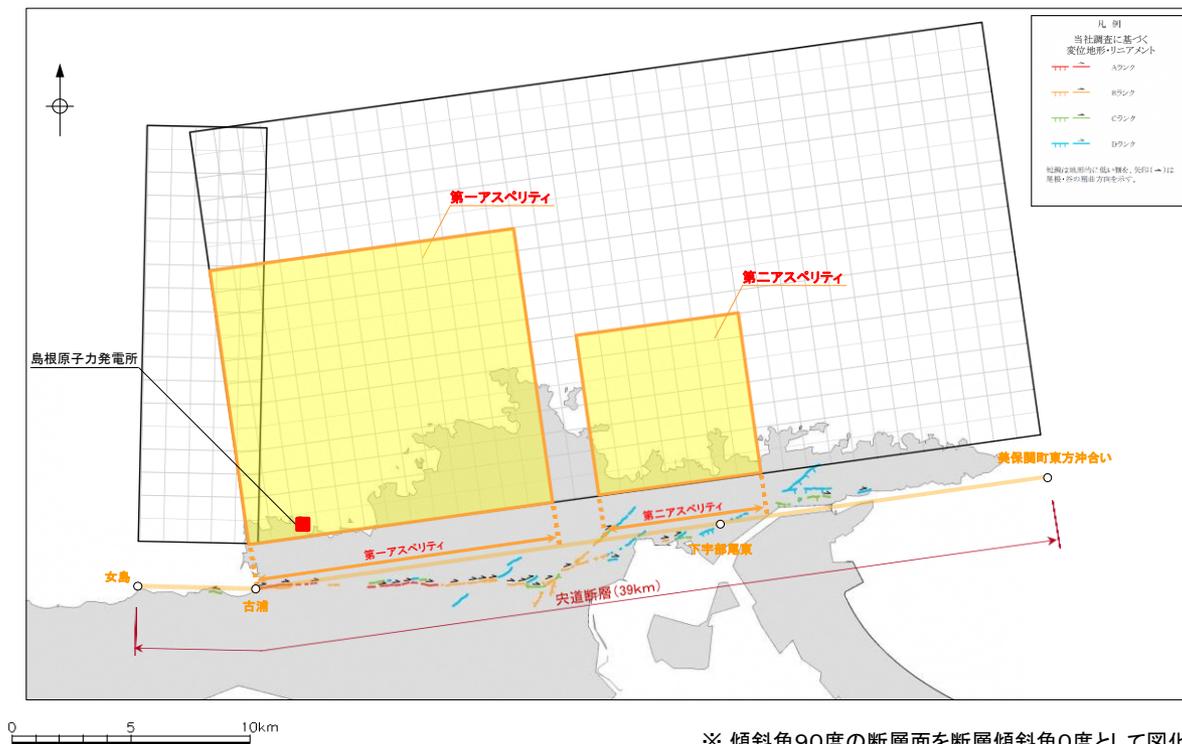
宍道(鹿島)断層による地震の断層パラメータ

巨視的震源パラメータ		「長期評価」または設定方法	設定値
断層長さ L [km]		「約21kmもしくはそれ以上」	21
地震規模 M		$M = \{\log(L) + 2.9\} / 0.6$	7.0
地震モーメント M_0 [Nm]		$\log M_0 = 1.17 \cdot M + 10.72$	8.98E+18
モーメントマグニチュード M_w		$M_w = \{\log(M_0) - 9.1\} / 1.5$	6.6
断層モデル原点(地中) [°N]		地中における端	35.552
断層モデル原点(地中) [°E]			133.223
走向 θ [度]		長期評価の端点を結んだ方向	261.8
傾斜角 δ [度]		長期評価に基づく	70
すべり角 ϵ [度]		「右横ずれ断層」	180
地震発生層上限深さ H_s [km]		地震基盤と2kmの深い方	2
地震発生層下限深さ H_d [km]		長期評価に基づく	15
断層モデル上端深さ D_{top} [km]		$D_{top} = H_s$	2
断層モデル長さ L_{model} [km]		「レシピ」の(イ)の手順に従う	26
断層モデル幅 W_{model} [km]		「レシピ」の(イ)の手順に従う	14
断層モデル面積 S_{model} [km ²]		$S_{model} = L_{model} \times W_{model}$	364
静的平均応力降下量 $\Delta\sigma$ [MPa]		$\Delta\sigma = 7/16 \cdot (M_0 / R^3), R = (S_{model}/\pi)^{1/2}$	3.2
平均すべり量 D [m]		$D = M_0 / (\mu \cdot S_{model})$	0.8
微視的震源パラメータ		設定方法	ケース1・2
短周期レベル A [Nm/s ²]		$A = 2.46 \times 10^{10} \times (M_0 \times 10^7)^{1/3}$	1.10E+19
全 ア ス ベ リ テ イ	面積 S_a [km ²]	$S_a = \pi r^2, r = (7\pi/4) \cdot \{M_0 / (A \cdot R)\} \cdot \beta^2$	72.8
	実効応力 σ_a [MPa]	$\sigma_a = \Delta\sigma_a = (S / S_a) \cdot \Delta\sigma$	15.8
	平均すべり量 D_a [m]	$D_a = \gamma_D \cdot D, \gamma_D = 2.0$	1.6
	地震モーメント M_{0a} [Nm]	$M_{0a} = \mu \cdot D_a \cdot S_a$	3.59E+18
ア ス ベ リ テ イ	面積 S_{a1} [km ²]	$S_{a1} = S_a$	72.8
	実効応力 σ_{a1} [MPa]	$\sigma_{a1} = \sigma_a$	15.8
	平均すべり量 D_{a1} [m]	$D_{a1} = D_a$	1.6
	地震モーメント M_{0a1} [Nm]	$M_{0a1} = \mu \cdot D_{a1} \cdot S_{a1}$	3.59E+18
2 ア ス ベ リ テ イ	面積 S_{a2} [km ²]	—	—
	実効応力 σ_{a2} [MPa]	—	—
	平均すべり量 D_{a2} [m]	—	—
	地震モーメント M_{0a2} [Nm]	—	—
背 景 領 域	面積 S_b [km ²]	$S_b = S_{model} - S_a$	291.2
	実効応力 σ_b [MPa]	$\sigma_b = (D_b / W_b) \cdot (\pi^{1/2} / D_a) \cdot r \cdot \Sigma \gamma_i^3 \cdot \sigma_a$	3.2
	平均すべり量 D_b [m]	$D_b = M_{0b} / (\mu \cdot S_b)$	0.6
	地震モーメント M_{0b} [Nm]	$M_{0b} = M_0 - M_{0a}$	5.39E+18

宍道断層の基本震源モデルの各パラメータの設定根拠

(4) アスペリティ

入倉・三宅(2001)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、宍道断層の断層長さ(39km)に基づき、アスペリティは2個設定。それらの位置については、レシピによると震源断層浅部の変位量分布と起震断層の変位量分布がよく対応するとされていることから、以下のとおり地質調査結果を考慮して設定。



宍道断層のアスペリティ配置と変位地形・リニアメントの関係

- | | |
|--------------|--|
| アスペリティ
位置 | ✓ 第一アスペリティ : 敷地に近いAランクのリニアメントを考慮して設定 |
| | ✓ 第二アスペリティ : 第一アスペリティ範囲のリニアメントよりも東に分布するリニアメントの中央部付近に設定 |

宍道断層の基本震源モデルの各パラメータの設定根拠

(5) 短周期レベル

レシピに基づき、壇ほか(2001)の地震モーメント(M_0)と短周期レベル(A)の以下の経験的關係より短周期レベルを設定。

$$A = 2.46 \times 10^{17} \times M_0^{1/3} \text{ (Nm/s}^2\text{)}$$

(6) すべり角

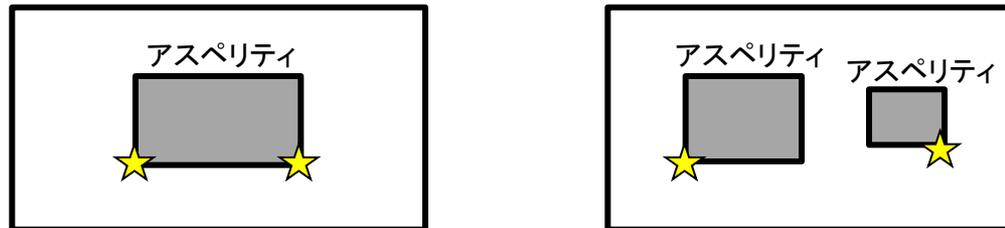
地質調査結果及び産総研の活断層データベースによると、宍道断層は右横ずれの断層であることから、レシピに基づきすべり角を 180° に設定。

(7) 破壊伝播速度

レシピに基づき、Geller(1976)の地震発生層のS波速度(V_s)との關係より破壊伝播速度を $0.72V_s$ に設定。

(8) 破壊開始点

レシピによると、「破壊開始点を特定できない場合、簡便化したパラメータ設定として、横ずれ成分が卓越する時はアスペリティ下端の左右端を基本とする。」とされ、以下のとおり設定位置が示されているので、基本震源モデルの破壊開始点は、第一アスペリティ下端の西端と第二アスペリティ下端の東端の2点に設定。

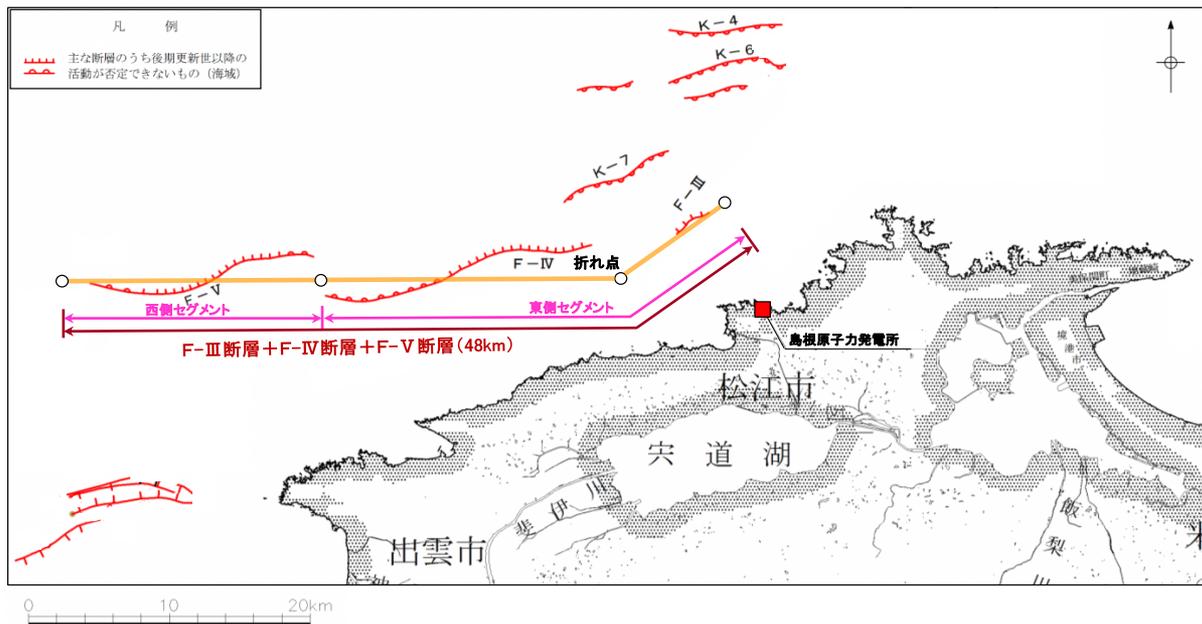


破壊開始点(★)とアスペリティの位置の一例

F-Ⅲ断層＋F-Ⅳ＋F-Ⅴ断層の基本震源モデルの各パラメータの設定根拠

(1) 断層長さ

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。



F-Ⅲ断層＋F-Ⅳ断層＋F-Ⅴ断層による地震の断層モデル

- ✓ 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)

F-Ⅲ断層＋F-Ⅳ＋F-Ⅴ断層の基本震源モデルの各パラメータの設定根拠

(2) 断層幅

後述する断層傾斜角を考慮し、安全側に設定した地震発生層(上限深さ2km, 下限深さ20km)に基づき断層幅を約19kmに設定〔地震発生層の上限・下限深さの設定根拠は、40～43ページに記載〕。

(3) 断層傾斜角

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°(敷地に近づく方向(南傾斜))に設定。

- ✓ ①として、B層(更新統)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(36ページに記載)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。(念のため断層傾斜角の不確かさとして考慮)
- ✓ 次に、②として、F-Ⅲ断層＋F-Ⅳ断層＋F-Ⅴ断層が、現在の東西圧縮応力場で活動する場合、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:37ページに記載＞

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。

F-Ⅲ断層＋F-Ⅳ＋F-Ⅴ断層の基本震源モデルの各パラメータの設定根拠

■ F-Ⅲ断層＋F-Ⅳ断層＋F-Ⅴ断層の音波探査記録に基づく断層傾斜角

F-Ⅲ断層＋F-Ⅳ断層＋F-Ⅴ断層の深部の地質構造に関する音波探査記録(エアガン記録)を参照すると、F-Ⅲ断層、F-Ⅳ断層及びF-Ⅴ断層の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、平均して傾斜角を求めると35°程度である。



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。

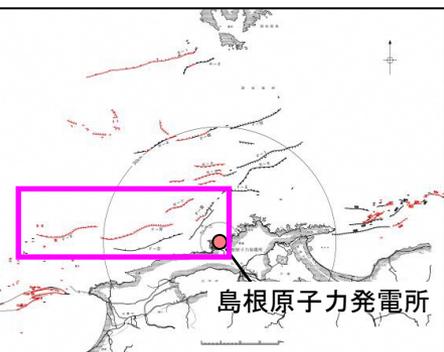
凡例

- 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
 - 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(弾音波探査測線(スパーカー))
 - 中国電力(弾音波探査測線(エアガン・マルチチャンネル))
 - 中国電力(弾音波探査測線(ウォーターガン・マルチチャンネル))
 - 中国電力(弾音波探査測線(ブーム・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
 - 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
 - D₁層
 - D₂層
 - V層: 火山岩・貫入岩
- 第四紀 (A, B, C layers)
 新第三紀 (D₁, D₂ layers)

F-Ⅲ断層、F-Ⅳ断層及びF-Ⅴ断層の音波探査記録(エアガン記録)に基づく断層傾斜角

断層	測線名	傾斜角
F-Ⅲ断層～ F-Ⅳ断層～ F-Ⅴ断層	NW3AG	25°
	NW9AG	30°
	NW12AG	45°
	NW13.5AG	35°
	No.34AG	60°

※ 平均値(5°ピッチ)とし、敷地に近づく方向に設定。



F-Ⅲ断層＋F-Ⅳ＋F-Ⅴ断層の基本震源モデルの各パラメータの設定根拠

■ F-Ⅲ断層＋F-Ⅳ断層＋F-Ⅴ断層の周辺で発生した中小地震の断層傾斜角

F-Ⅲ断層＋F-Ⅳ断層＋F-Ⅴ断層の周辺における横ずれ断層の主な中小地震の断層傾斜角を整理すると、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。

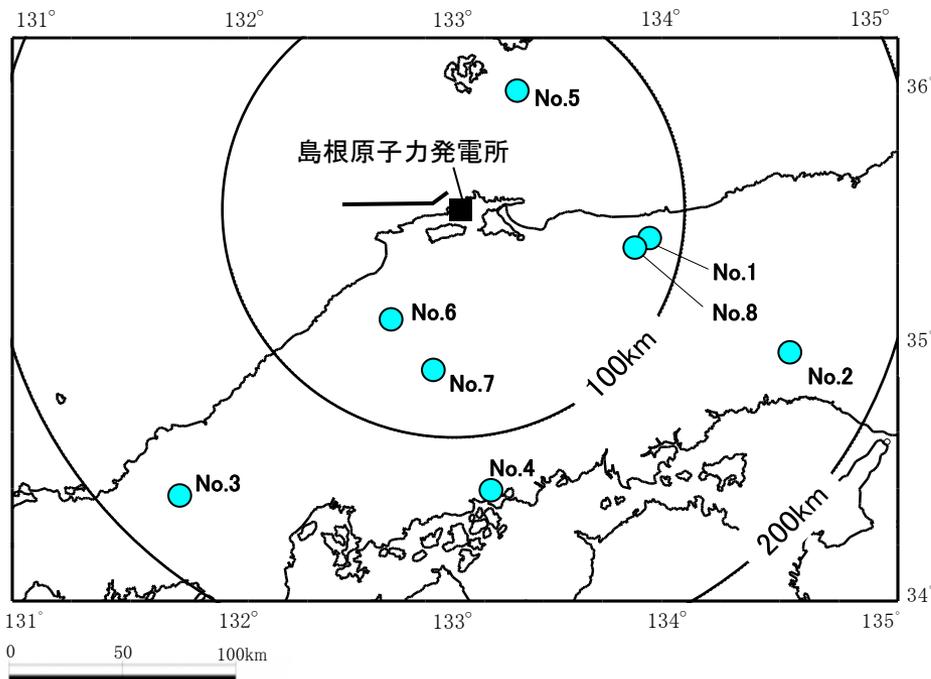
F-Ⅲ断層＋F-Ⅳ断層＋F-Ⅴ断層の周辺の横ずれ断層の
主な中小地震の断層傾斜角

No	発生日月日	地震	M※1	傾斜角※2
1	1983. 10. 31	鳥取中部の地震	6.2	85°
2	1984. 5. 30	山崎断層の地震	5.6	90°
3	1997. 6. 25	山口・島根県境の地震	6.6	76°
4	1999. 7. 16	広島県南東部の地震	4.5	83° 71°
5	2011. 4. 29	隠岐島近海の地震	4.0	80° 76°
6	2011. 6. 4	島根県東部の地震	5.2	87°
7	2011. 11. 21	広島県北部の地震	5.4	80°
8	2016. 10. 21	鳥取県中部の地震	6.6	88°

※1 気象庁地震カタログ

※2 No.1, 2 : 佐藤ほか(1989)

No.3～8: 防災科学技術研究所の広帯域地震観測網 (F-net), 余震分布より
走向を特定できる場合は、それに対応する断層面の傾斜角を記載



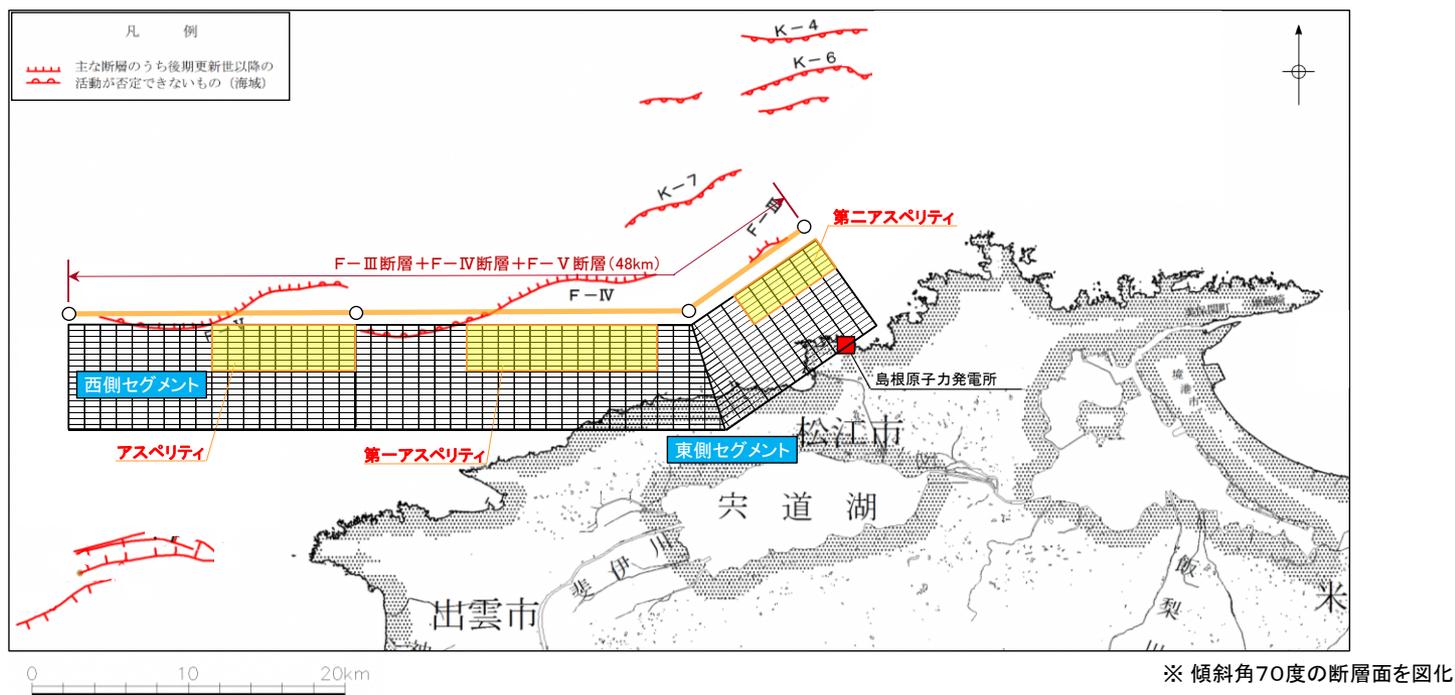
F-Ⅲ断層＋F-Ⅳ断層＋F-Ⅴ断層の周辺の横ずれ断層の
主な中小地震の震央分布

F-Ⅲ断層＋F-Ⅳ＋F-Ⅴ断層の基本震源モデルの各パラメータの設定根拠

(4) アスペリティ

入倉・三宅(2001)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

F-Ⅲ断層＋F-Ⅳ＋F-Ⅴ断層の基本震源モデルの各パラメータの設定根拠

(5) 短周期レベル

レシピに基づき、壇ほか(2001)の地震モーメント(M_0)と短周期レベル(A)の以下の経験的關係より短周期レベルを設定。

$$A = 2.46 \times 10^{17} \times M_0^{1/3} \text{ (Nm/s}^2\text{)}$$

(6) すべり角

F-Ⅲ断層＋F-Ⅳ断層＋F-Ⅴ断層の走向が東北東－西南西方向であり、また現在の応力場が東西圧縮応力場であるため、F-Ⅲ断層＋F-Ⅳ断層＋F-Ⅴ断層は右横ずれ断層と推定されることから、レシピに基づき、すべり角を 180° に設定。

(7) 破壊伝播速度

レシピに基づき、Geller(1976)の地震発生層のS波速度(V_s)との関係より破壊伝播速度を $0.72V_s$ に設定。

(8) 破壊開始点

レシピによると、「破壊開始点を特定できない場合、簡便化したパラメータ設定として、横ずれ成分が卓越する時はアスペリティ下端の左右端を基本とする。」とされていることから、基本震源モデルの破壊開始点は、敷地近傍の東側セグメントの第一アスペリティ下端の西端と第二アスペリティ下端の東端の2点に設定。

【補足】地震発生層の設定(上限・下限深さ)

■ 地震発生層の設定にあたっては、下表に示す各種検討結果を踏まえ、総合的に判断して次のとおり設定する。

◆ 敷地及び敷地周辺の地震発生層の上限深さ

・地震発生層の上限深さは、以下の表-1に示す地震発生層の設定に考慮した各種検討結果の中で最も浅い2kmに設定する。

◆ 敷地及び敷地周辺の地震発生層の下限深さ

・地震発生層の下限深さは、以下の表-1に示す地震発生層の設定に考慮した各種検討結果の中で最も深い15kmと考えられる。

・但し、以下の表-2に示す各種検討結果(参考)をみると、「中国地域の長期評価(H28年7月)によるD90」及び「気象庁一元化データによる震源鉛直分布」において上記よりも深い下限深さ(20km)が示され、また、波形インバージョン解析等による2000年鳥取県西部地震の震源モデルにおいて最大18km程度の断層幅が示されていることから、地震動評価においては、それらを参考に安全側に下限深さを20kmに設定する。

表-1 地震発生層の設定に考慮した各種検討結果

項目	検討内容	上限深さ	下限深さ
他機関の検討	全国地震動予測地図2017年版による地震発生層の設定値	2km	15km
震源鉛直分布	原子力安全基盤機構(2004)による中国地方のD10, D90	6.4km	13.1km
	気象庁一元化データによる敷地周辺(100km以内)のD10, D90	約5km	約13km
	片尾・吉井(2002)による2000年鳥取県西部地震(余震)の震源鉛直分布	約3km	約12km
地下構造調査	敷地及び敷地周辺における微動アレイ探査結果	約2km	—
その他の研究成果	岩田・関口(2002)による2000年鳥取県西部地震の波形インバージョン解析で用いられた速度構造	2km	—
	Shibutani et al.(2005)による2000年鳥取県西部地震のトモグラフィー解析	約2~4km	—
	岩崎・佐藤(2009)による鳥取県沖の地殻構造探査	—	約12km

表-2 各種検討結果(参考)

項目	検討内容	上限深さ	下限深さ
他機関の検討	中国地域の長期評価(H28年7月)による地震発生層の下限深さD90 ^{※1}	—	15~20km
震源鉛直分布	気象庁一元化データによる敷地周辺の震源鉛直分布 ^{※1,2}	—	約20km
その他の研究成果	岩田・関口(2002)による2000年鳥取県西部地震の震源モデル ^{※3}	断層幅: 17~18km程度	
	宮腰ほか(2003)による2000年鳥取県西部地震の震源モデル ^{※3}	断層幅: 17.6km	
	Yagi and Kikuchi(2000)による2000年鳥取県西部地震の震源モデル ^{※3}	断層幅: 12km	
	池田ほか(2002)による2000年鳥取県西部地震の震源モデル ^{※3}	断層幅: 16~17km程度	
	地震調査委員会(2002)による2000年鳥取県西部地震の震源モデル ^{※2,3}	2km	16km

表-2の各種検討結果を(参考)としている理由は以下による

※1「中国地域の長期評価(H28年7月)によるD90」及び「気象庁一元化データによる震源鉛直分布」における下限深さは、敷地周辺よりも震源が深い南側の山陽地域の影響により、中国地域全体として深く求まっていると考えられる。

※2上野ほか(2002)によると、震源決定に用いている速度構造(浅部の速度値を大きく設定)の影響で震源が深く求まっていると考えられる。

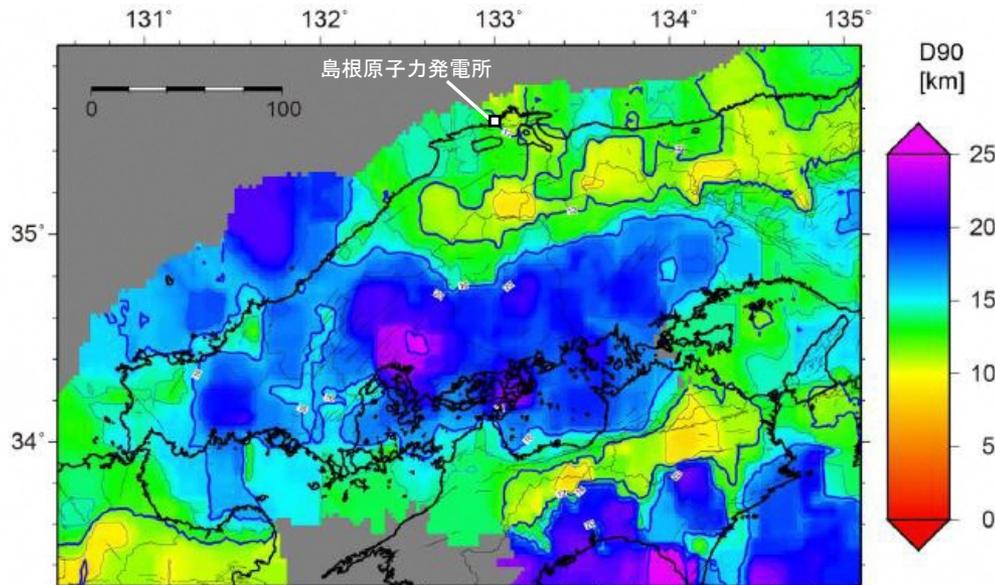
※3地震調査委員会による2000年鳥取県西部地震の地震動評価(地震調査委員会(2002))及び2005年福岡県西方沖の地震の地震動評価(地震調査委員会(2008))では、波形インバージョン解析により得られる震源断層の領域を、断層長さの設定では考慮しているが、断層幅の設定では考慮せず、余震分布を参考に推定していることから、波形インバージョン解析等の断層幅についてのデータは参考とする。

【補足】地震発生層の設定(各種検討結果の例—他機関の検討)

- 敷地及び敷地周辺における地震発生層の上限・下限深さについて、他機関の検討における中国地域の地震発生層の設定値、敷地周辺で発生した地震の震源鉛直分布、敷地及び敷地周辺における地下構造調査結果やその他の研究成果に基づき検討した。
- 中国地域の長期評価(H28年7月)では、宍道(鹿島)断層における地震発生層の下限深さD90を15km～20km程度としており、その根拠となっている下図に示すD90の分布においては、敷地周辺は約15km未満で、その南側の山陽地域等は20km程度である。

中国地域の長期評価(H28年7月)における宍道断層のパラメータ

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年前以前 後、約3,700年前以前	約3,300~4,900年

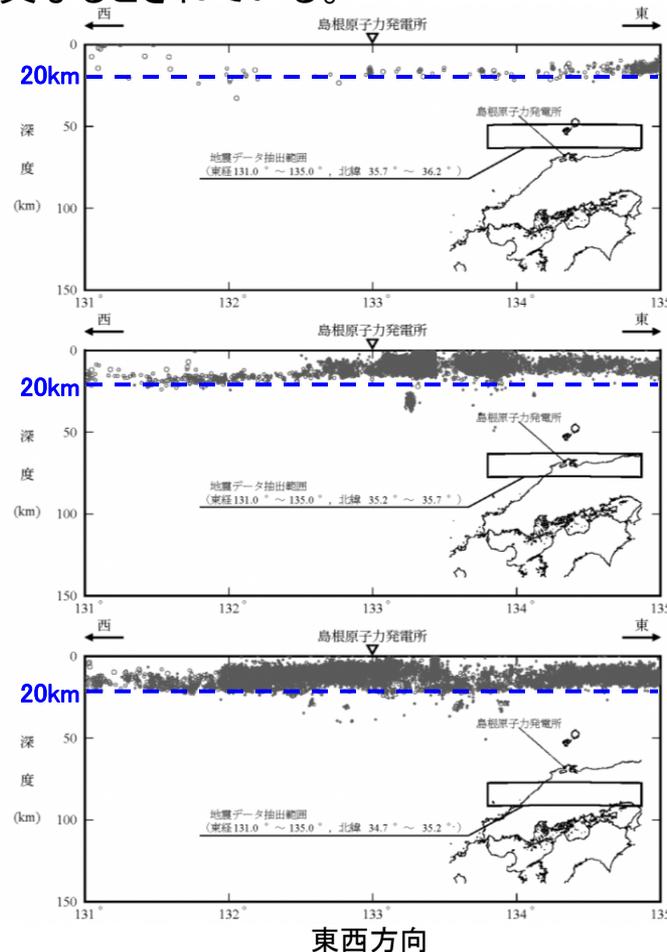
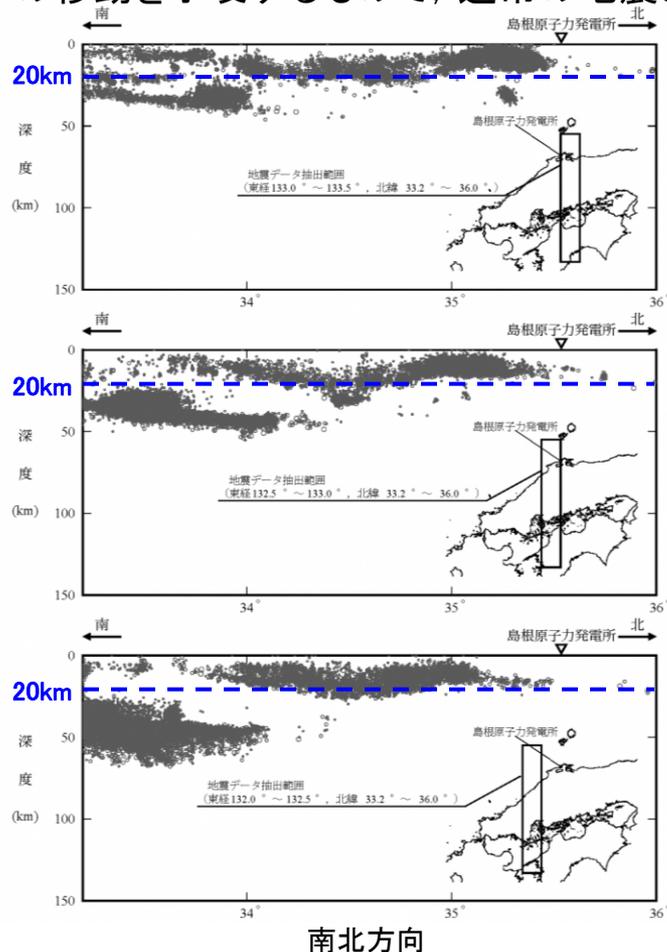


[中国地域の長期評価(H28年7月)に一部加筆。]

中国地域の地震発生層の下限(D90)の分布

【補足】地震発生層の設定(各種検討結果の例－震源鉛直分布)

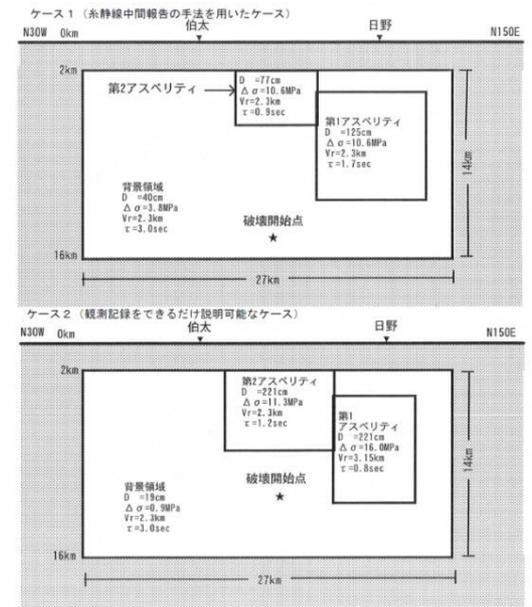
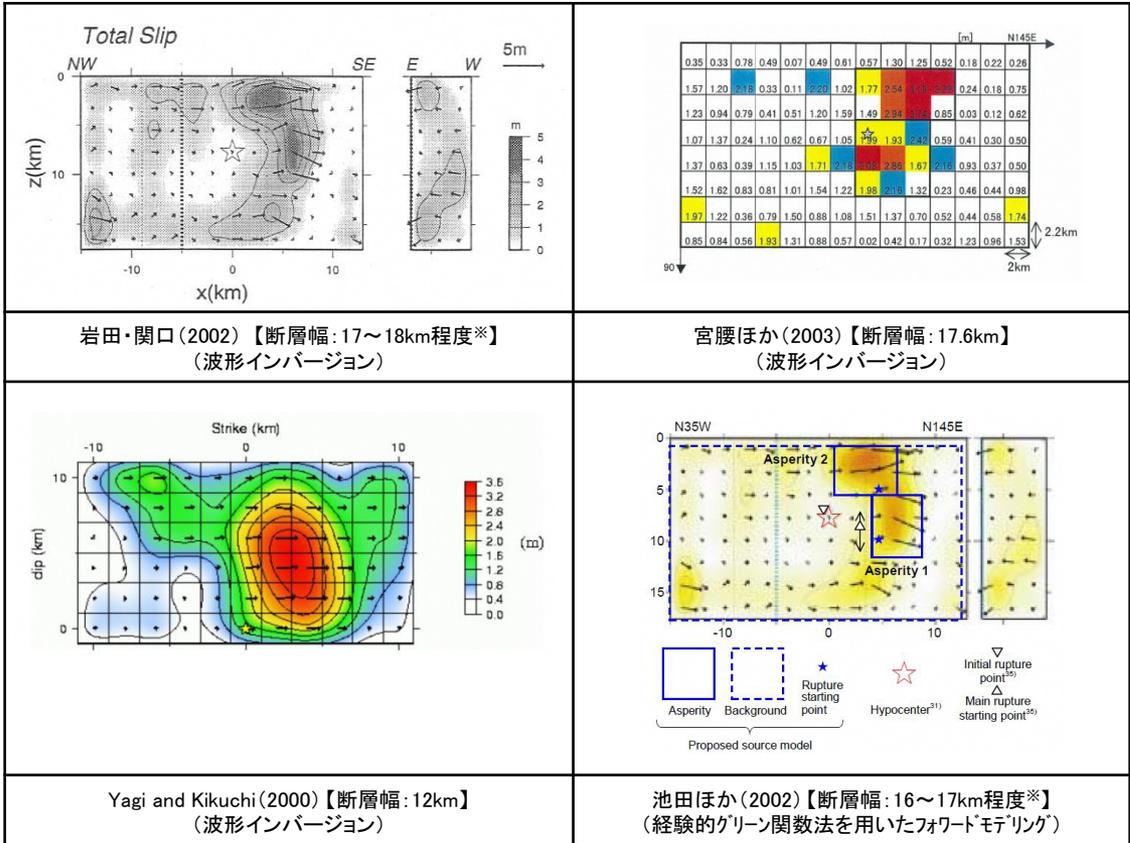
- 敷地周辺で発生した地震(M<3)の気象庁一元化データの震源鉛直分布によると、敷地周辺で発生する地震の震源深さは大部分が20km以浅であり、また敷地周辺南側の山陽地域では、震源深さが深くなる傾向が見られる。
- なお、発電所の南東方向の深さ約30kmの位置に地震の集中がみられるが、これらの地震は大見ほか(2004)によると、鳥取県西部地震の震源域で本震後に活動が活発化した深部低周波地震で、これは水等の流体の移動を示唆するもので、通常地震とは異なるとされている。



敷地周辺で発生した地震(M<3, 1997年10月～2016年10月)の震源鉛直分布 [地震諸元は「気象庁地震カタログ」による。]

【補足】地震発生層の設定(各種検討結果の例—その他の研究成果)

- 波形インバージョン等の各種解析により推定された2000年鳥取県西部地震の震源モデルの断層幅としては、岩田・関口(2002)では17~18km程度、宮腰ほか(2003)では17.6km, Yagi and Kikuchi(2000)では12km, 池田ほか(2002)では16~17km程度とされている。
- また、地震調査委員会(2002)による2000年鳥取県西部地震の地震動評価においては、断層長さは波形インバージョン解析結果に基づいて設定されているが、深さ方向については、気象庁等の余震分布を参考にして、地震発生層を2~16kmに設定している。



○震源断層の位置・長さ・幅・傾斜角・深さ・走向
 震源断層の位置・長さ・幅・傾斜角・深さ・走向は、前提条件で述べたように震源断層の形状は既知としたため、ケース1・2共通で、強震動インバージョンにより推定された関口・岩田(2000)のモデルを基に設定した。複数の強震動インバージョン結果から関口・岩田(2000)のモデルを選んだ理由は、地震動の短周期成分も含めて、解析を行って算定したためである。
ただし、インバージョンより得られる断層の領域は、ほとんど動いていない部分も含まれていて、実際の断層面よりもかなり広めに設定される傾向にある。そこで、Somerville et al.(1999)の規範に従い、インバージョンより得られた断層の領域からほとんど動いていない部分を取り除いた。その結果、インバージョンによる断層長さが33kmであったのが27kmに短縮した。深さ方向については、気象庁等の余震分布を参考にして、地震発生層を2~16kmと推定し、この部分に断層を設定した。

※ 図から読み取った値

・論点項目<9>

応答スペクトル法による地震動評価に耐専式を適用するものとししないものがある理由，適用する場合も内陸補正を用いない理由は何か。

宍道断層による地震の地震動評価(耐専式の適用性検討)

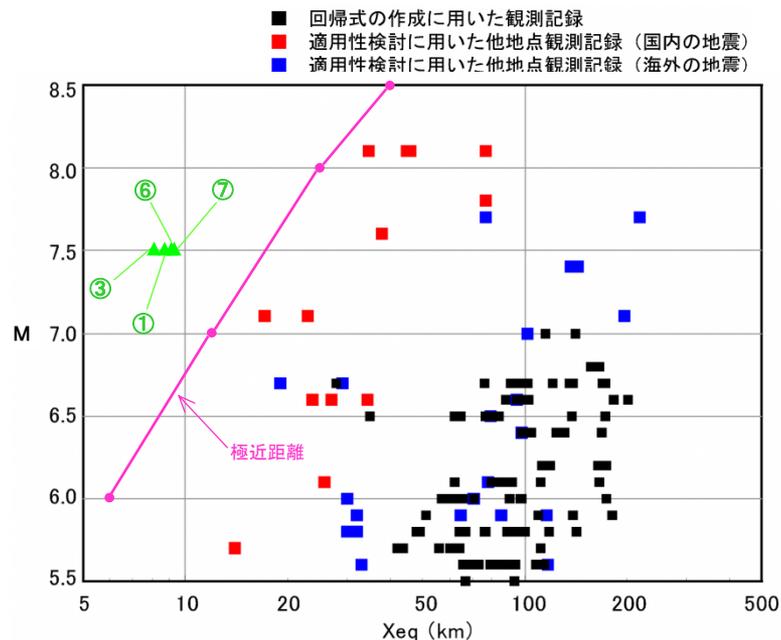
- 宍道断層による地震の応答スペクトルに基づく地震動評価においては、Mを松田(1975)により算定するが、念のため、安全側に設定した地震発生層に基づく断層面積により算出した地震モーメントを用い、武村(1990)により算定したケースについても検討した結果、**耐専式で設定されている極近距離との関係から、すべてのケースは耐専式の適用範囲外と判断した。**
- 従って、宍道断層による地震の応答スペクトルに基づく地震動評価においては、NGA等の適用可能な複数の距離減衰式を用い、基本震源モデル及び断層傾斜角の不確かさを考慮したケースについて評価する。なお、アスペリティの不確かさを考慮したケースの評価については、断層モデルを用いた手法による地震動評価により検討する。

宍道断層による地震の諸元(M及びXeq)

地震動評価ケース	M		Xeq (km)
	松田式※1	武村式※2	
①基本震源モデル	7.5	7.5	8.8
③断層傾斜角の不確かさを考慮したケース	7.5	7.5	8.2
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)	7.5	7.5	9.3
⑦アスペリティの不確かさを考慮したケース(一塊:縦長)	7.5	7.5	9.4

※1 松田(1975)による断層長さとの関係式により算定

※2 武村(1990)による地震モーメントとの関係式により算定



[平成21年5月22日原安委意見交換会資料(東京電力)に一部加筆。]
地震データの比較(M及び等価震源距離Xeq)

F-Ⅲ断層＋F-Ⅳ＋F-Ⅴ断層による地震の地震動評価(耐専式の適用性検討)

- F-Ⅲ断層＋F-Ⅳ断層＋F-Ⅴ断層による地震の応答スペクトルに基づく地震動評価においては、Mを松田(1975)により算定するが、念のため、安全側に設定した地震発生層に基づく断層面積により算出した地震モーメントを用い、武村(1990)により算定したケースについても検討した結果、耐専式で設定されている極近距離との関係から、基本震源モデル(松田(1975)及び武村(1990)によりMを算定)及び断層傾斜角の不確かさを考慮したケース(松田(1975)によりMを算定)に耐専式を適用し、その他のケースは適用範囲外と判断した。
- 耐専式の評価としては、内陸地殻内地震のため、Noda et al.(2002)による内陸補正を考慮して地震動レベルを低減できるが、本評価では安全側の評価として内陸補正を考慮せずを実施する。なお、耐専式を適用範囲外としたケースについては、断層モデルを用いた手法による地震動評価により検討する。

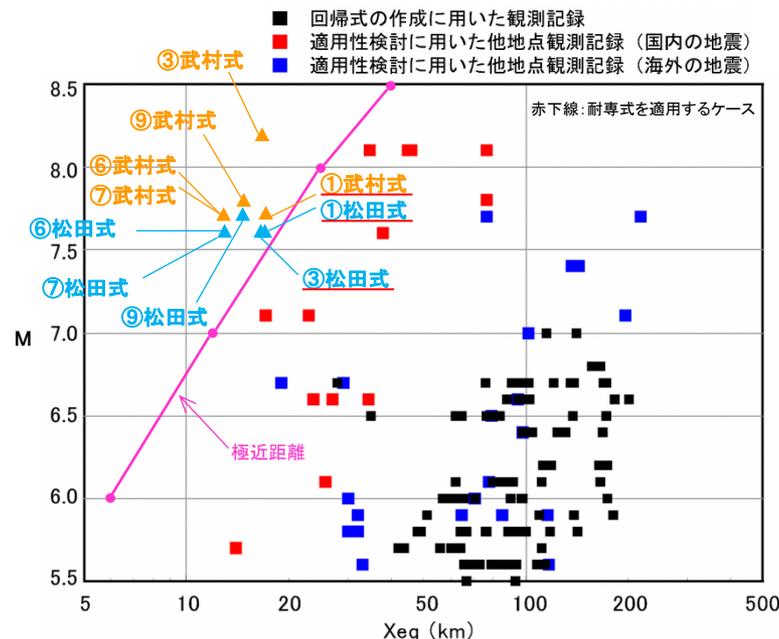
F-Ⅲ～F-Ⅴ断層による地震の諸元(M及びXeq)

地震動評価ケース	M		Xeq (km)
	松田式※1	武村式※2	
①基本震源モデル	7.6	7.7	17.3
③断層傾斜角の不確かさを考慮したケース	7.6	8.2	16.7
⑥アスペリティの不確かさを考慮したケース(一塊:横長)	7.6	7.7	13.1
⑦アスペリティの不確かさを考慮したケース(一塊:縦長)	7.6	7.7	13.2
⑨断層位置の不確かさを考慮したケース	7.7	7.8	15.0

※1 松田(1975)による断層長さとの関係式により算定

※2 武村(1990)による地震モーメントとの関係式により算定

赤下線: 耐専式を適用するケース

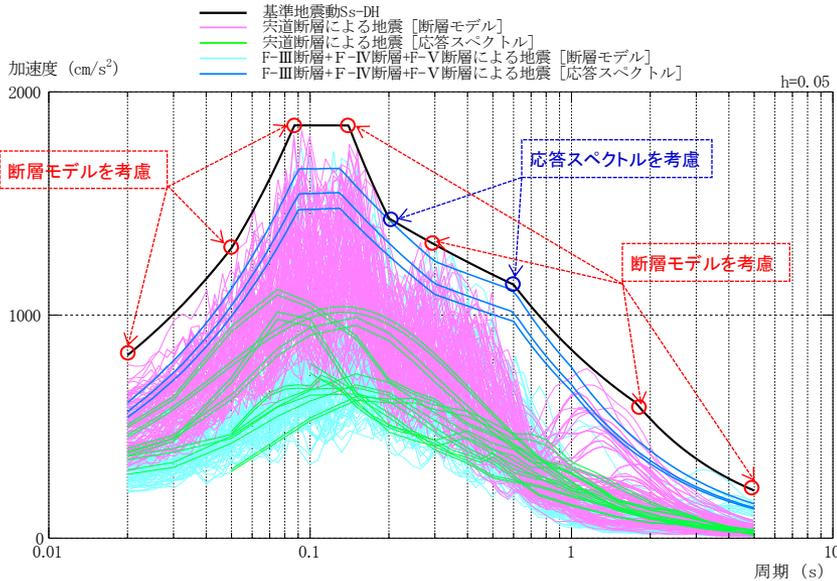


[平成21年5月22日原安委意見交換会資料(東京電力)に一部加筆。]

地震データの比較(M及び等価震源距離Xeq)

【参考】基準地震動S_s-Dの設定の考え方

■基準地震動S_s-DH(水平方向)

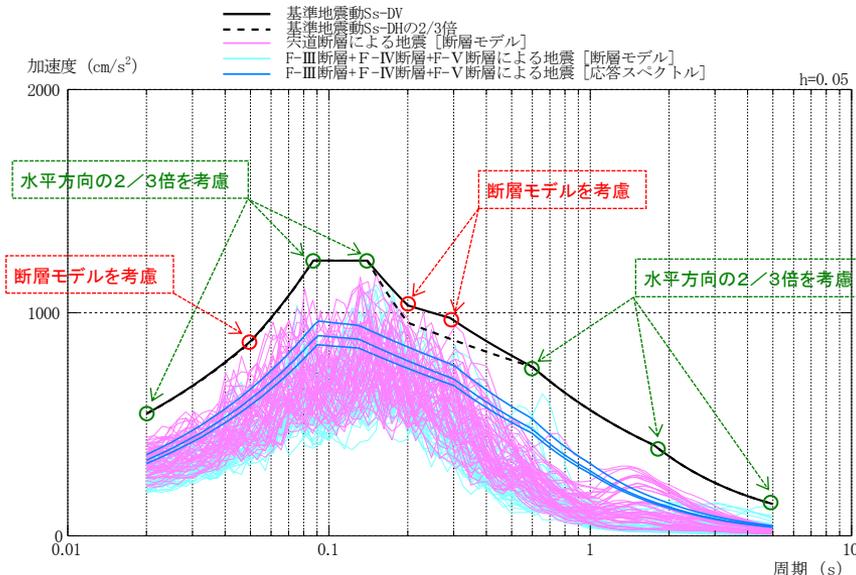


【基準地震動S_s-DHのコントロールポイントの設定の考え方】

- ・**図中○印**: 周期0.02(s), 0.05(s), 0.087(s), 0.14(s), 0.29(s), 1.75(s), 5.00(s)
「突道断層による地震」及び「F-III断層+F-IV断層+F-V断層による地震」の断層モデル手法による地震動評価結果を考慮し設定
- ・**図中○印**: 周期0.20(s), 0.60(s)
F-III断層+F-IV断層+F-V断層による地震の基本震源モデル(M: 武村(1990)⁽²⁾)の応答スペクトル手法による地震動評価結果を考慮し設定

○●: コントロールポイント

■基準地震動S_s-DV(鉛直方向)



【基準地震動S_s-DVのコントロールポイントの設定の考え方】

- ・**図中○印**: 周期0.02(s), 0.087(s), 0.14(s), 0.60(s), 1.75(s), 5.00(s)
基準地震動S_s-DH(水平方向)の2/3倍に設定
- ・**図中○印**: 周期0.05(s), 0.20(s), 0.29(s)
「突道断層による地震」及び「F-III断層+F-IV断層+F-V断層による地震」の断層モデル手法による地震動評価結果を考慮し設定

○●: コントロールポイント

・論点項目<10>

断層モデル手法による地震動計算において、どのようなパラメータの不確かさや、不確かさの組合せが考慮されているか。

宍道断層による地震の地震動評価(地震動評価ケース)

- 宍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。なお、不確かさの組合せケースについては、各ケースの断層モデルを用いた手法による地震動評価結果のうち、特に地震動レベルの大きい断層傾斜角、破壊伝播速度及び横ずれ断層の短周期レベルの不確かさを考慮したケースをそれぞれ組合せて設定した。

宍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)

F-Ⅲ断層＋F-Ⅳ＋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)

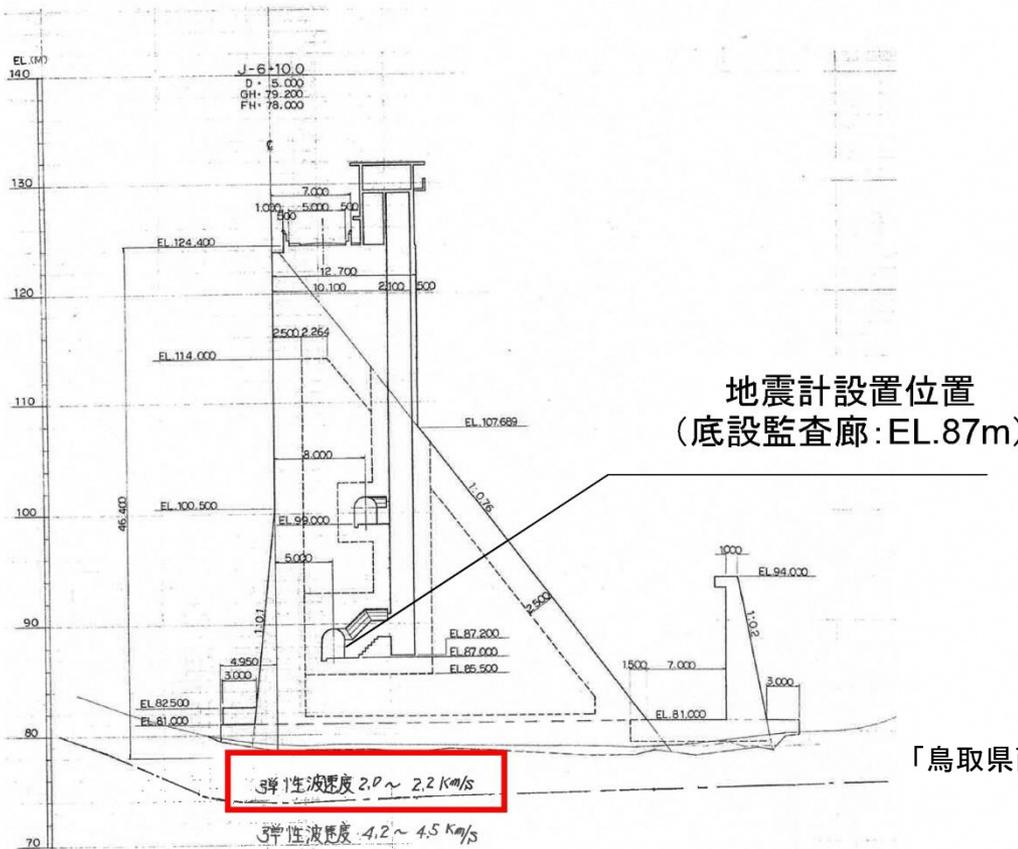
・論点項目<12>

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。

2000年鳥取県西部地震(観測記録の収集:賀祥ダム)

- 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。

ダム断面図



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

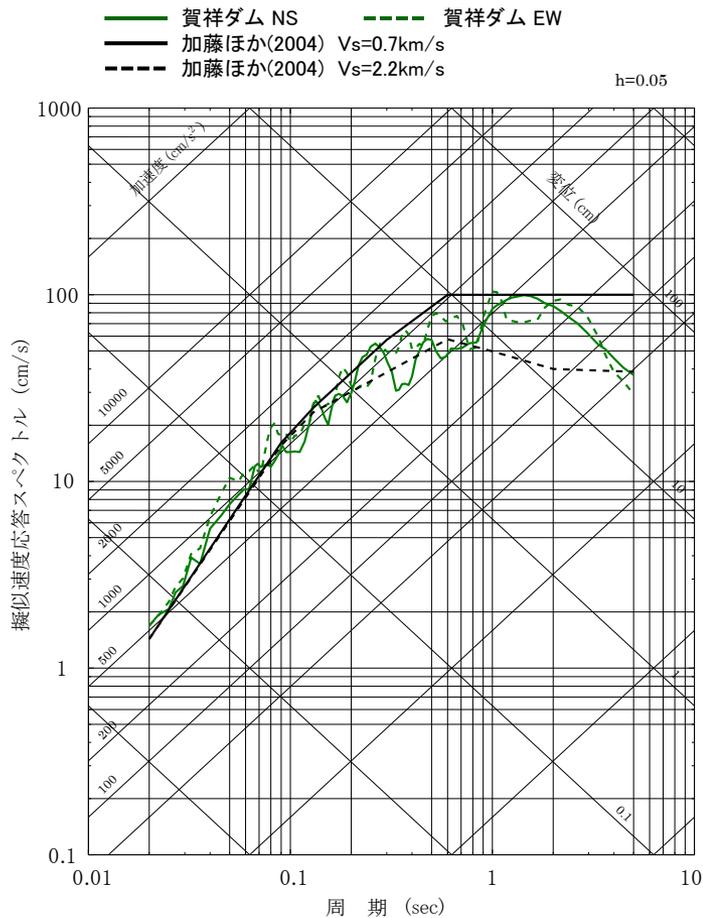
$V_s=1.2\sim 1.3\text{km/s}$

「鳥取県西部総合事務所」提供資料による

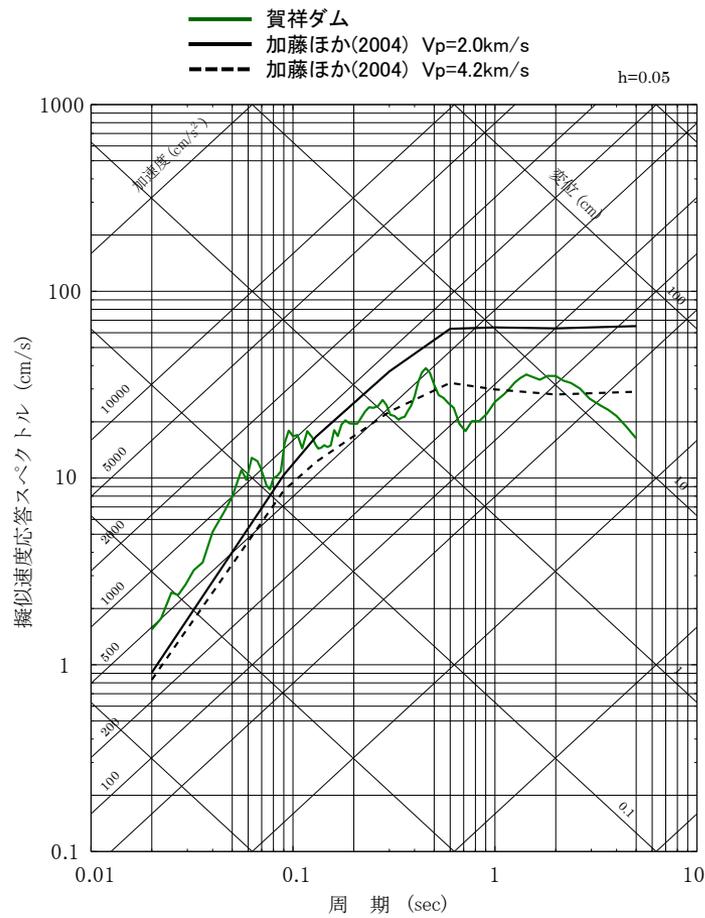
弾性波探査結果

2000年鳥取県西部地震(観測記録の収集:賀祥ダム)

■ 賀祥ダム(監査廊)の観測記録は、加藤ほか(2004)の応答スペクトルを上回る。



水平方向

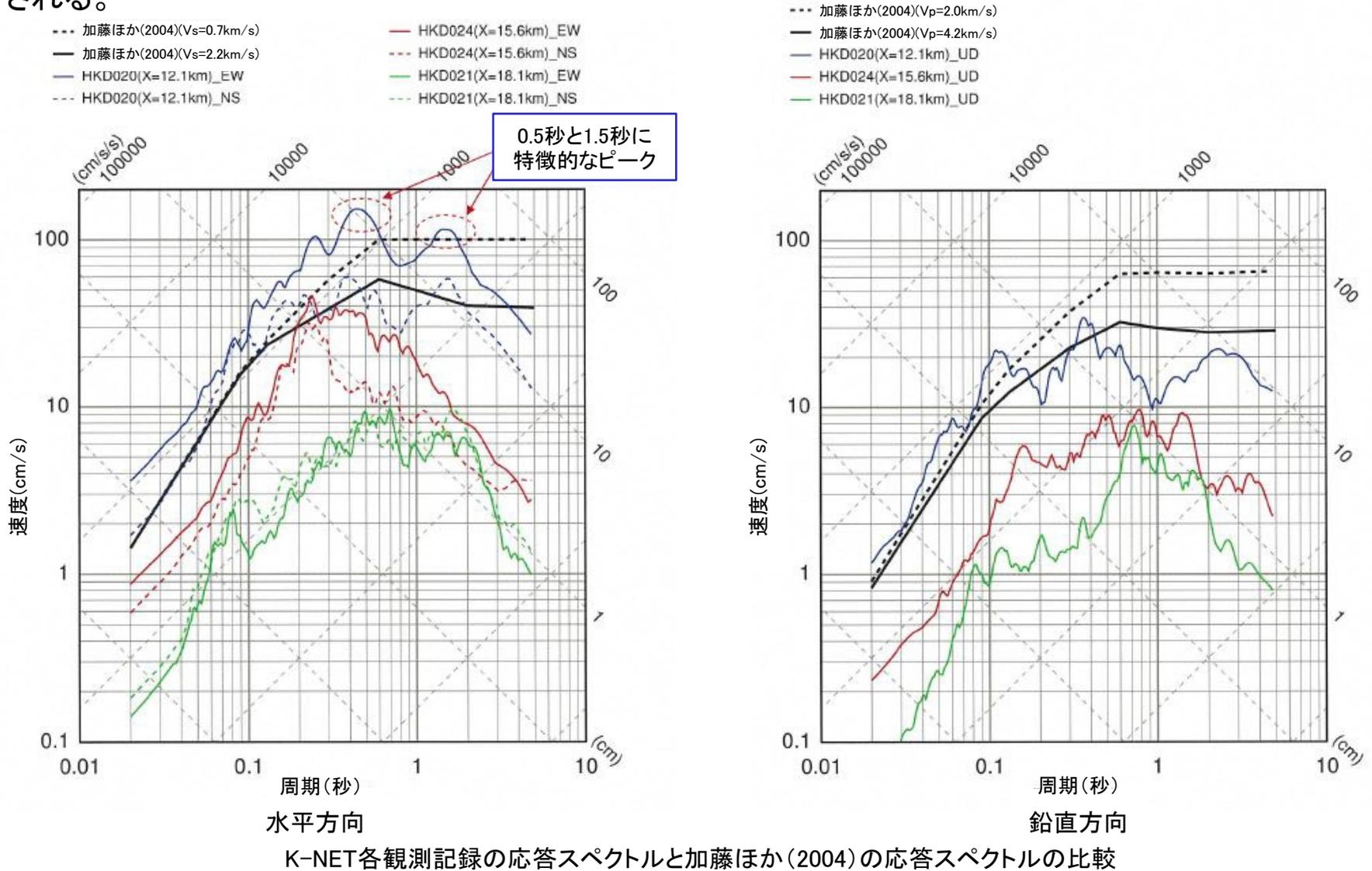


鉛直方向

賀祥ダム(監査廊)の観測記録の応答スペクトルと加藤ほか(2004)の応答スペクトルの比較

2004年北海道留萌支庁南部地震(観測記録の収集:K-NET観測点)

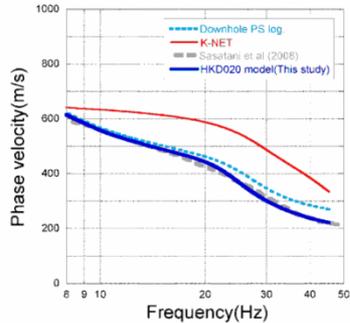
■ K-NET観測点の観測記録のうち, HKD020(港町)の観測記録は, 加藤ほか(2004)の応答スペクトルを大きく上回る。また, HKD024(達布)の観測記録は, HKD020(港町)のEW成分の観測記録に包絡される。



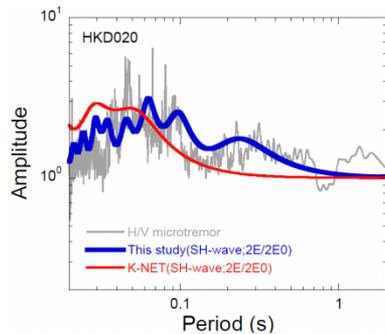
2004年北海道留萌支庁南部地震(HKD020(港町)に関する検討(佐藤(2013))

■ 佐藤ほか(2013): GL-6mまで非線形性考慮

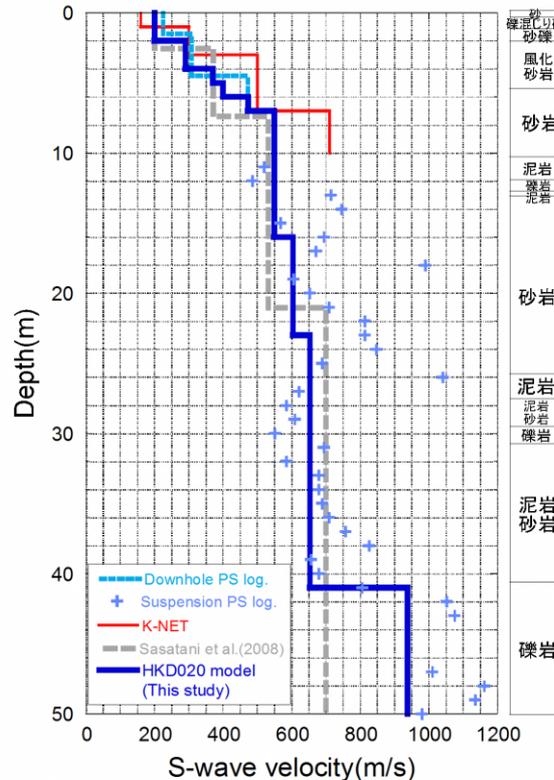
- ダウンホール法によるPS検層結果のVsが500m/s以下のGL-6mまでのS波速度を, 笹谷ほか(2008)による位相速度を説明できるように若干修正し, HKD020(港町)の地盤モデルを作成している。
- HKD020(港町)の地盤モデルによるSH波の理論増幅特性の卓越周期は, 微動H/Vスペクトルの卓越周期と周期0.02秒程度のごく短周期までよく対応している。K-NET地盤情報によるSH波の理論増幅特性は, 微動H/Vスペクトルの卓越を説明できない。
- 以上から, 本研究によるHKD020(港町)の地盤モデルは, より妥当なモデルであると結論付けている。



HKD020(港町)におけるレイリー波位相速度の比較



HKD020(港町)における微動H/Vスペクトルと地盤モデルに基づくSH波の理論増幅特性の比較



HKD020(港町)における地盤速度構造(S波速度構造)の比較

HKD020(港町)における地震動評価モデル

上面深度(m)	P波速度 Vp(m/s)	S波速度 Vs(m/s)	密度 ρ (10 ³ kg/m ³)	層厚 H(m)	減衰定数 h	非線形特性
0	457	200	1.90	0.5	0.02	砂
0.5		200	2.00	0.5	0.03	礫混じり砂
1		200	2.00	1.0	0.02	礫1
1.5	952	290	2.00	1.0	0.01	礫2
2				1.0	0.01	風化砂岩1
3		1.0	0.01	風化砂岩2		
4		1.0	0.01	風化砂岩2		
5	1722	400	2.00	1.0	0.01	—
6		473	2.00	1.0	0.01	—
7		549	2.00	9.0	0.01	—
16		604	2.06	7.0	0.01	—
23		653	2.06	18.0	0.01	—
38						—
41						—
41	2215	938	2.13	—	0.01	—

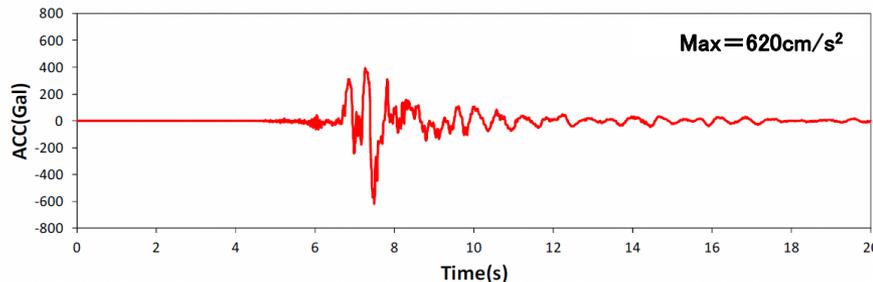
2004年北海道留萌支庁南部地震(HKD020(港町)に関する検討(追加検討))

■ 佐藤ほか(2013)による2004年北海道留萌支庁南部地震におけるHKD020(港町)の基盤地震動評価について、以下の追加検討を行った。

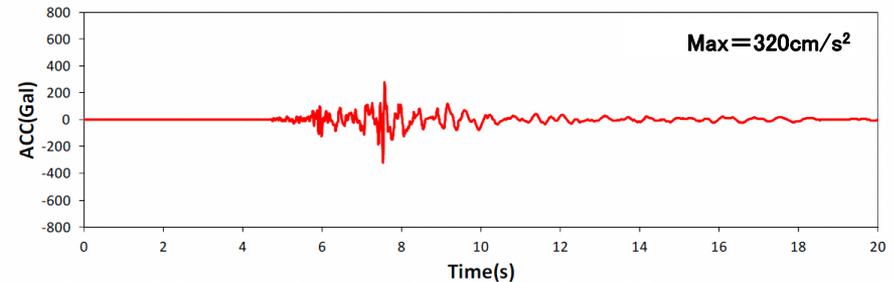
- ①GL-41mまで非線形性を考慮した基盤地震動評価(水平方向)
- ②GL-6mからGL-41mまで減衰定数を3%とした基盤地震動評価(水平方向)
- ③再測定されたPS検層結果を踏まえた基盤地震動評価(鉛直方向)
- ④地下水位の状況を踏まえGL-6mまでポアソン比一定とした基盤地震動評価(鉛直方向)

➤ 以上の検討結果より、基盤地震動の最大加速度は、水平方向についてはケース②(609cm/s^2)、鉛直方向についてはケース③(306cm/s^2)が最も大きくなった。

➤ 上記の基盤地震動について、原子力発電所の耐震性に求められる保守性を勘案して、加速度時刻歴波形を水平方向 620cm/s^2 、鉛直方向 320cm/s^2 に基準化(位相特性を変えずに振幅特性のみ変更)し、その地震動を震源を特定せず策定する地震動として考慮する。



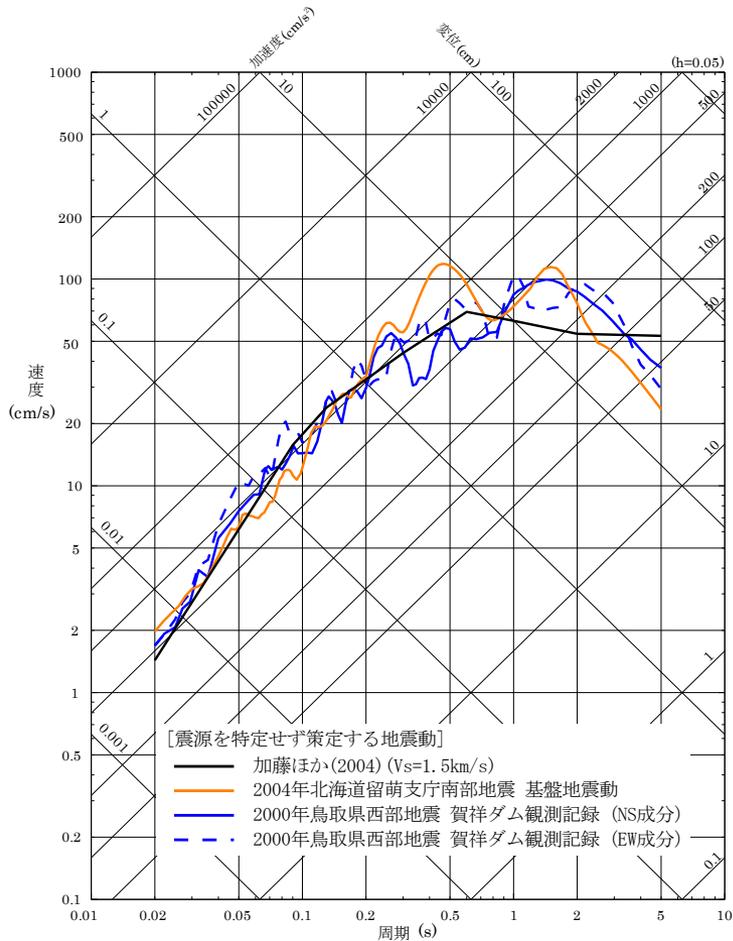
水平方向



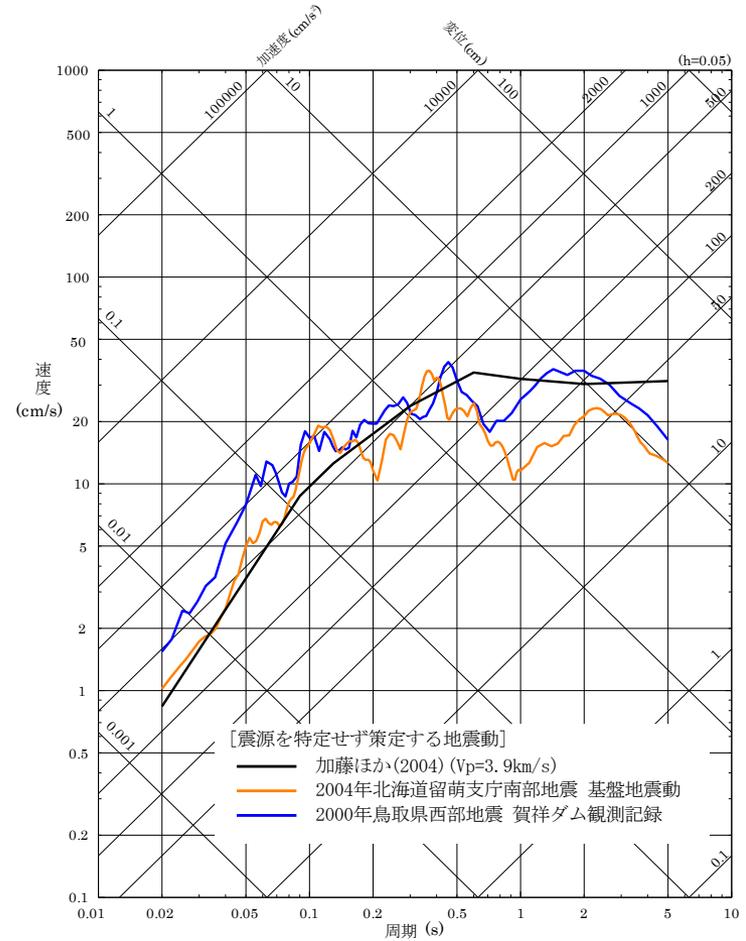
鉛直方向

「震源を特定せず策定する地震動」の策定

■ 「基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド」に示されている16地震の各観測記録の分析結果に基づき、2000年鳥取県西部地震の賀祥ダム(監査廊)の観測記録と、2004年北海道留萌支庁南部地震のHKD020(港町)の基盤地震動を、震源を特定せず策定する地震動として考慮する。



水平方向



鉛直方向

震源を特定せず策定する地震動の応答スペクトル

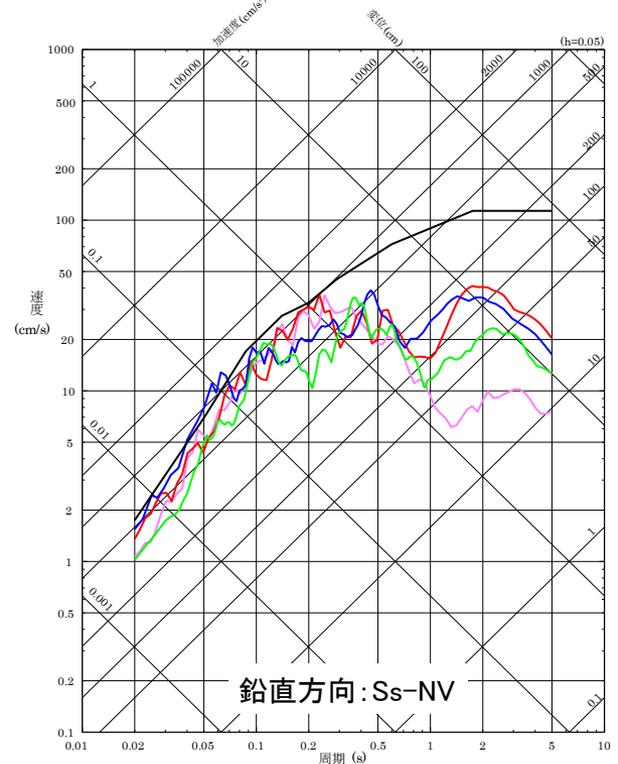
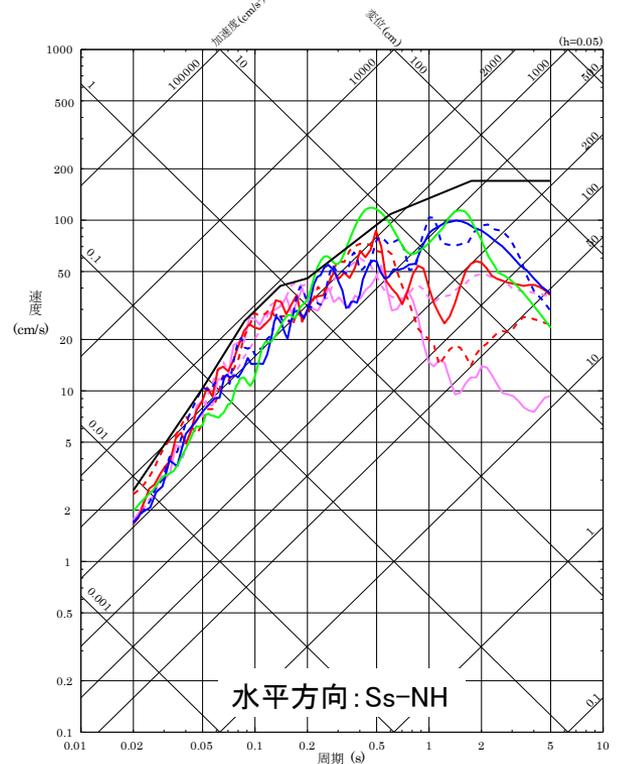
「震源を特定せず策定する地震動」による基準地震動

■ 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

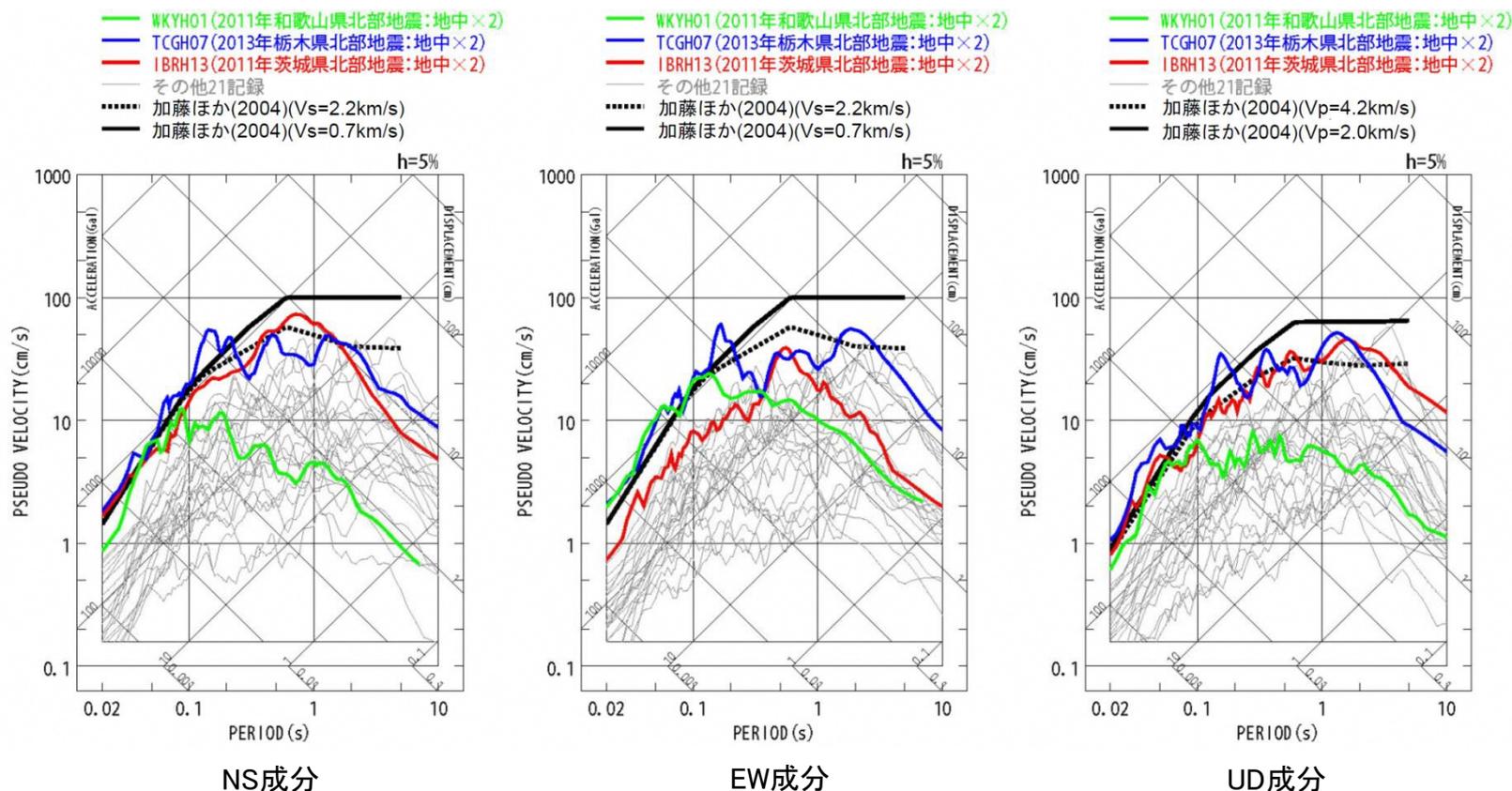
その他の地震に関する検討(Mw6.5以上:2008年岩手・宮城内陸地震)

- 2008年岩手・宮城内陸地震の震源域周辺及び島根原子力発電所周辺における地質・地質構造等を整理した結果,両地域の地質・地質構造等の特徴が異なっていることから,2008年岩手・宮城内陸地震については観測記録の収集対象外とする。

項目	2008年岩手・宮城内陸地震の震源域周辺	島根原子力発電所周辺
地質・地質構造	<ul style="list-style-type: none"> ・新第三紀以降の火山岩,堆積岩が厚く分布 ・現在の応力場に調和的に褶曲・撓曲構造が発達 	<ul style="list-style-type: none"> ・主に新第三紀の堅固な堆積岩が厚く分布 ・現在の応力場に調和しない褶曲・撓曲構造が認められる
断層センス	逆断層が卓越	横ずれ断層が卓越
ひずみ集中帯	ひずみ集中帯に位置	ひずみ集中帯ではない
地震地体構造区分	東北日本弧外帯と内帯の境界	隠岐・対馬海域
日本列島の変動タイプ	褶曲断層山脈に位置	曲隆山地に位置

【補足】その他の地震に関する検討(Mw6.5未満)

- 収集した観測記録のうち、敷地に与える影響が大きいと考えられる観測記録を用いて基盤地震動を検討する。
- KiK-net観測点の地中記録の2倍が基盤地震動に相当すると仮定し、加藤ほか(2004)の応答スペクトルと比較すると、2011年和歌山県北部地震・WKYH01(広川), 2013年栃木県北部地震・TCGH07(栗山西), 2011年茨城県北部地震・IBRH13(高萩)の観測記録が、加藤ほか(2004)の応答スペクトルを上回る。



14地震の観測記録(地中×2)の応答スペクトルと加藤ほか(2004)の応答スペクトル

【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。

		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
はざとり解析	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	・はざとり解析の適用性が不明	・はざとり解析の適用性が不明	・はざとり解析の適用性が不明	・はざ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		○	×	×	×	×