

- 福浦断層は、先行サイトの審査実績を踏まえ、地表最短距離、地震規模及び耐専式の適用性に基づき「震源が敷地に極めて近い場合」に該当しないと判断し、「レシピ」により評価を行う。
- 福浦断層は長さが短い孤立した活断層であることから、基本震源モデルの設定においては地質調査結果から想定される地震規模に対して大きな地震規模を設定する。

1 (1). 先行サイトの審査実績を踏まえたレシピの使用について

- 規則の解釈及び審査ガイドには、「震源が敷地に極めて近い場合」の適用に係る閾値は明記されていないが、先行サイトの審査実績においては、以下のA～Cを総合的に考慮して、「震源が敷地に極めて近い場合」に該当しないと判断されている。
 - 地表最短距離が敦賀発電所と浦底断層との間の距離（約250m）ほど至近距離にあるものではない
 - 地震規模が比較的小規模である
 - 耐専式の適用範囲内である
- 福浦断層は地表最短距離が1km程度であり、敦賀発電所と浦底断層との間の距離ほど至近距離にあるものではない（図1）。また、福浦断層の地震動評価において、基本震源モデルの地震規模はM_j6.8と設定しており、比較的小規模である。さらに、地震動評価における地震規模と等価震源距離が、耐専式の策定に用いられた観測記録や耐専式の適用性が確認された観測記録の地震と同程度であることから、耐専式の適用範囲内である（先行サイトにおいて耐専式を適用した断層による地震とも同程度である、図2）。
- 福浦断層は、上記のA～Cの全てに該当することから、福浦断層は「震源が敷地に極めて近い場合」に該当しないと判断し、レシピにより評価を行う。なお、敷地と断層の位置関係が同様で、「震源が敷地に極めて近い場合」に該当しないと判断された美浜サイトの敷地近傍の断層（白木-丹生断層及びC断層）の諸元等と比較しても大きな違いはない（表1）。

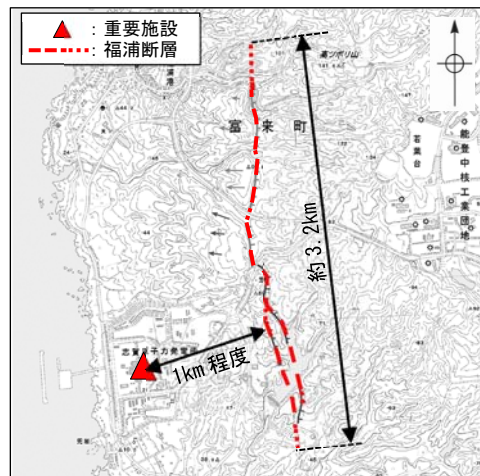


図1 福浦断層の位置図

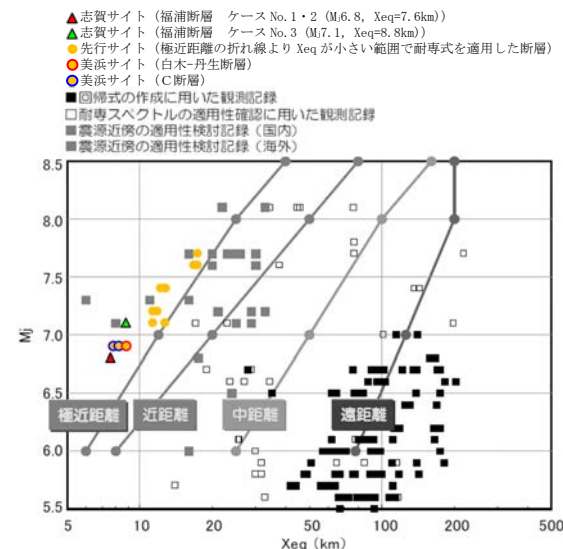


図2 耐専式の適用性検討
東京電力(2009)に一部加筆

表1 福浦断層と美浜サイトの敷地近傍の断層との比較

項目	志賀サイト	【参考】美浜サイト※1	
	福浦断層 [3.2km※2]	白木-丹生断層 [15km※2]	C断層 [18km※2]
地表最短距離	1km程度(図1)	1km程度	2km以上
地震規模	M _j 6.8※3	M _j 6.9	M _j 6.9
耐専式	適用範囲内	適用範囲内	適用範囲内

※1:美浜サイトの審査資料から当社読み取り ※2:地表断層長さ ※3:基本震源モデルの諸元

1 (2). 福浦断層の地表調査結果を踏まえたレシピの使用について

【地表に変位を伴う断層全体を考慮することの主旨について】

- 規則の解釈や審査ガイドでは、「震源が敷地に極めて近い場合」に地表に変位を伴う断層全体を考慮することを要求しているが、先行サイトの審査実績によれば、この要求は断層のずれにより生じる永久変位の影響を地震動評価に反映するためとされている。
- また、震源断層の長さや面積が小さければ、地震のスケーリング則に従って地震規模が小さくなることに伴い、震源断層面上のすべり量も小さくなり、その結果、永久変位の影響が小さくなることとされることから、すなわち、地震規模が小さい場合、地表に変位を伴う断層全体を考慮する必要はなく、レシピにより評価することが可能であると考えられる。

【福浦断層の地表調査結果】

- 地表に明瞭な永久変位が認められた地震として、2016年熊本地震(M_j7.3)や2014年長野県北部の地震(M_j6.7)があるが、この地震の規模に比べると、福浦断層の断層長さ3.2kmから想定される地震規模はMw5.9(M_j6.2)と小規模である。
- また、福浦断層の活動性は、大坪川ダムトレンチ調査の結果などから、平均変位速度は0.0083m/千年、単位変位量は0.05~0.2mと推定される。一方、2016年熊本地震の震源断層の布田川断層帯の平均変位速度は0.2m/千年(右横ずれ成分)、0.1~0.3m/千年(上下成分)、単位変位量は2.2mであり、2014年長野県北部地震の震源断層の神城断層の平均変位速度は1~3m/千年、単位変位量は0.8mであり、福浦断層の活動性はそれら活断層に比較して十分に小さい。

【福浦断層の地表調査結果を踏まえたレシピの使用について】

- 以上のことから、福浦断層の地震活動における永久変位は小さく、断層のずれにより生じる永久変位が地震動へ与える影響は小さいと考えられることから、地震動評価においては地表に変位を伴う断層全体を考慮する必要はなくレシピにより評価することができると考えられる。
- なお、福浦断層の地表断層長さ3.2kmから想定される地震規模はMw5.9であるが、基本震源モデルの設定においては、安全側に、地震規模のスケーリングの観点からM₀=7.5×10¹⁸(N・m)(Mw6.5)を考慮する。これにより、短周期側の地震動は、地質調査結果から想定される地震規模の短周期側の地震動に対して、約2倍になることから、地質調査結果から想定される地震規模に対して十分大きな地震規模を設定している(表2)。

表2 地質調査結果に基づく地震動と基本震源モデルに基づく地震動の比較

項目	地表断層長さ	Mw	地震モーメント	短周期レベル	短周期側地震動の大きさ (地質調査結果に対する比)
地質調査結果	3.2 km	5.9	8.9×10 ¹⁷ N・m	5.10×10 ¹⁸ N・m/s ²	1.0
基本震源モデル	23.0 km	6.5	7.5×10 ¹⁸ N・m	1.04×10 ¹⁹ N・m/s ²	2.0

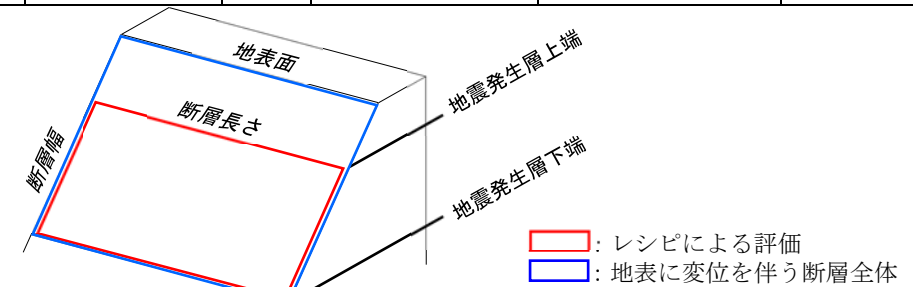


図3 地震動評価において考慮する断層面のイメージ

2. 地震動評価について

(1) 基本震源モデルの設定

- 基本震源モデルの断層パラメータは、**地質調査結果、レシピに基づき設定**する。
- 断層傾斜角**は、反射法地震探査等の地質調査結果では70°であることを踏まえ、**70°**とする。
- ただし、能登半島周辺の地質構造の特徴(インバージョンテクトニクス)や敷地近傍で発生した2007年能登半島地震の震源断層である笹波沖断層帯(東部)の断層傾斜角が60°(反射法地震探査や余震分布を用いた検討により深さ10km程度まで推定)であることを踏まえ、60°とすることも検討中。
- 地震発生層**は、申請時以降の知見も踏まえ、敷地周辺の地震の震源分布や速度構造データ等を用いた検討により、**3~18km**と設定する。
- 地震規模**は、**地質調査結果**から想定すると**最大でもM_j6.2**(地表断層長さ→M_w→M_j(Stirling et al. (2002), 武村(1990)))と小規模であるが(表3 No. i), 審査ガイドを踏まえ、**地震発生層を飽和する断層面**(断層長さ=断層幅=16.0km)を**考慮**することとし、**M_j6.8**と設定する(表3 No. ii)。さらに、断層モデル手法を用いた地震動評価においては、**安全側に**地震規模のスケージングの観点から**M₀=7.5×10¹⁸N・m**を**考慮**する(表3 No. iii)。
- 震源断層面**及び**アスペリティ**は、地質調査結果に対して**敷地に最も近づくように配置**する(図3)。

表3 地震規模の設定過程

No.	ケース	地震規模	
		M _j	地震モーメント
i	地表断層長さ3.2kmから推定される断層面	6.2	8.9×10 ¹⁷ N・m
ii	地震発生層を飽和する断層面	6.8	3.6×10 ¹⁸ N・m
iii	基本震源モデル	6.8	7.5×10 ¹⁸ N・m

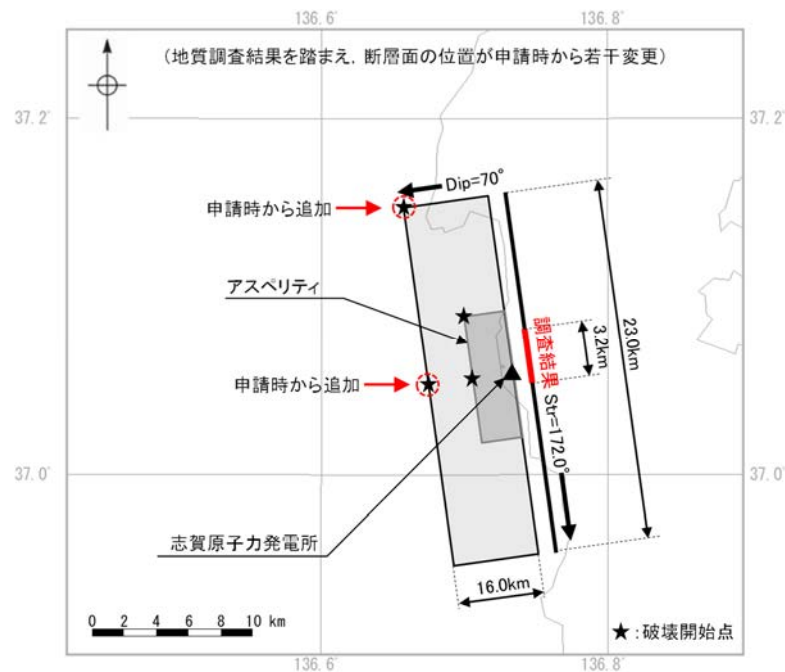


図3 基本震源モデル

(2) 地震動評価

【不確かさの考慮】

- 敷地に及ぼす影響が大きいと考えられるパラメータ**(アスペリティの応力降下量及び断層傾斜角)について**不確かさを考慮**する(認識論的不確かさについてはそれぞれ単独で不確かさを考慮し、**偶然的****不確かさ**については事前の把握が困難であるため、**認識論的不確かさと重量**させて考慮)。

【応答スペクトルに基づく地震動評価】

- 耐専式の適用範囲内であることから、**耐専式を用いて評価**を行う。

【断層モデル手法を用いた地震動評価】

- 敷地に及ぼす影響が大きくなるよう**に破壊が敷地に向かうような**複数の破壊開始点を設定**する(図3)。

表4 福浦断層の地震動評価ケース

No.	ケース	断層長さ	断層幅	アスペリティ 応力降下量	断層傾斜角	アスペリティ 位置	破壊開始点
1	基本震源モデル	23.0km	16.0km	レシピ	70°	敷地に 近い位置	複数設定
2	アスペリティの応力降下量の 不確かさを考慮したケース	23.0km	16.0km	レシピ×1.5	70°	敷地に 近い位置	複数設定
3	断層傾斜角の不確かさを考慮 したケース	23.0km	21.2km	レシピ	45°	敷地に 近い位置	複数設定

■ : 認識論的不確かさ □ : 偶然的な不確かさ

注:基本震源モデルの断層傾斜角を60°とする場合は、不確かさを考慮したケースを再考する。

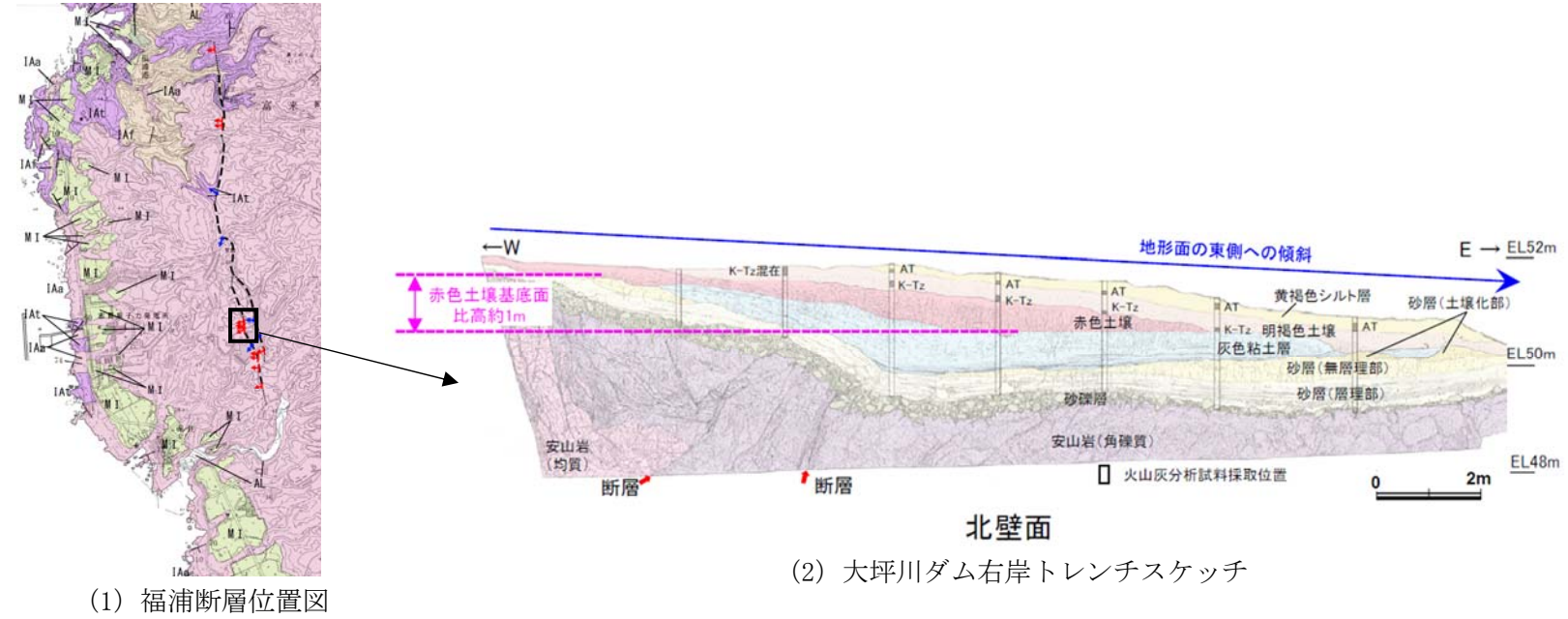
以上

福浦断層の単位変位量について

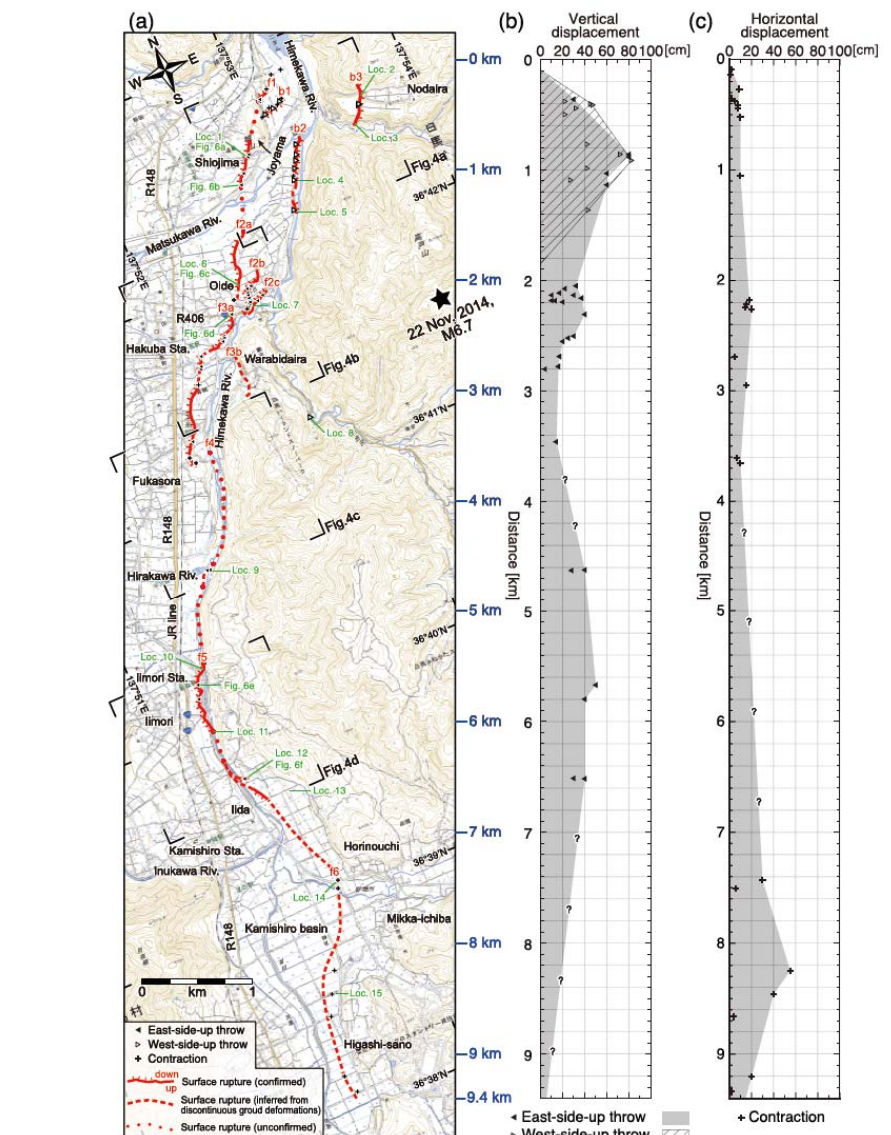
- ・福浦断層は、永久変位が明確に発生した 2016 年熊本地震や 2014 年長野県北部の地震とは異なり、地表にわずかな傾動が認められる程度であり永久変位が生じた明確な痕跡は認められない。
- ・また、大坪川ダム右岸トレンチの北壁面において約 12 万年前以降に約 1m の上下変位量があったことを確認している。(赤色土壌基底面の比高に基づく。参考図-1 参照。)
- ・ただし、調査結果からは活動回数を直接確認することはできず単位変位量を算定することができないことから、以下のとおり地震調査研究推進本部の知見を参考に単位変位量を算定した。
- ・地震調査研究推進本部によれば、活断層の平均活動間隔は、主要活断層帯のうち評価の信頼度が高い断層セグメントについては一般に 6,000 年より長くなることが多く、**最長のケースでも 24,000 年** (松浦ほか (2019)) となっている。
- ・前述の平均活動間隔に基づくと、調査で確認した約 12 万年前以降の約 1m の上下変位量は、5 回~20 回程度^(※)の複数の断層活動により形成されたと考えられる。

※ 5 回 = 12 万年 / 2.4 万年, 20 回 = 12 万年 / 0.6 万年

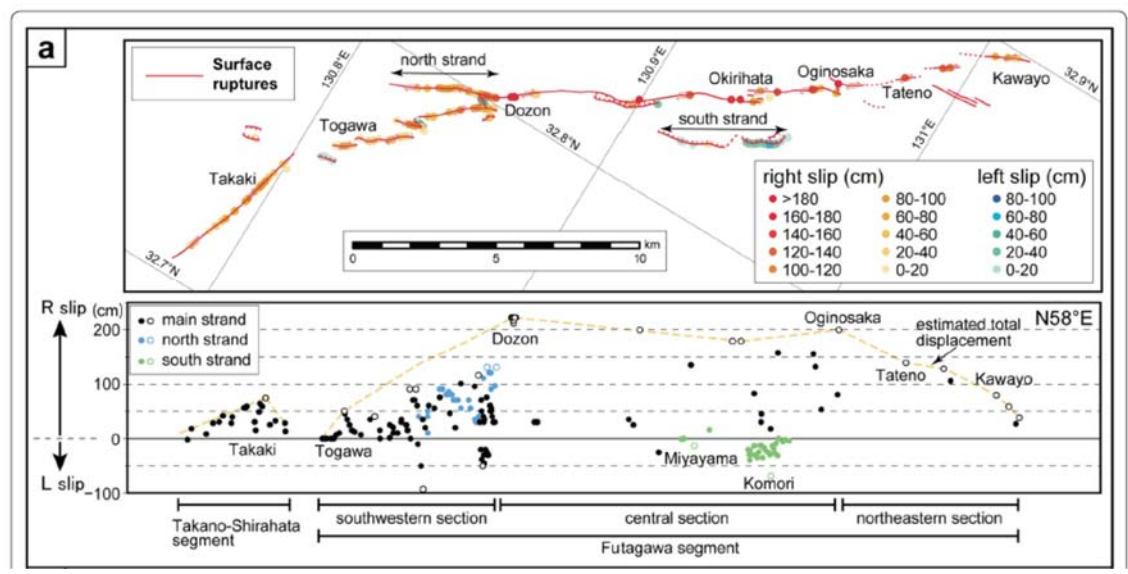
- ・その場合、福浦断層の単位変位量は、**0.05m ~ 0.2m** となる。
- ・この単位変位量は、永久変位が確認された **2016 年熊本地震**の布田川断層での地表での**最大変位量 2.2m**や **2014 年長野県北部の地震**の神城断層の地表での**最大変位量 0.8m**に対して**十分に小さい**。



参考図-1 福浦断層の上下変位量



第2図 (a) 2014年長野県北部の地震に伴う地震断層の分布、(b) 地震断層に沿った上下変位量の分布、および (c) 水平変位量の分布。 石村ほか (2015)



Shirahama et al. (2016)によれば、2016年熊本地震の際、布田川断層で2.2m (Dozon地点)の最大変位(水平)が生じたとされている。

Shirahama et al. (2016)

参考図-2 2016年熊本地震の変位量

石村ほか(2015)によれば、2014年長野県北部の地震の際、塩島付近で0.8mの最大変位(鉛直)が生じたとされている。

参考図-3 2014年長野県北部の地震の変位量