

六ヶ所断層・大陸棚外縁断層 関連資料のよせあつめ

上澤千尋

原子力資料情報室

2024.10.25

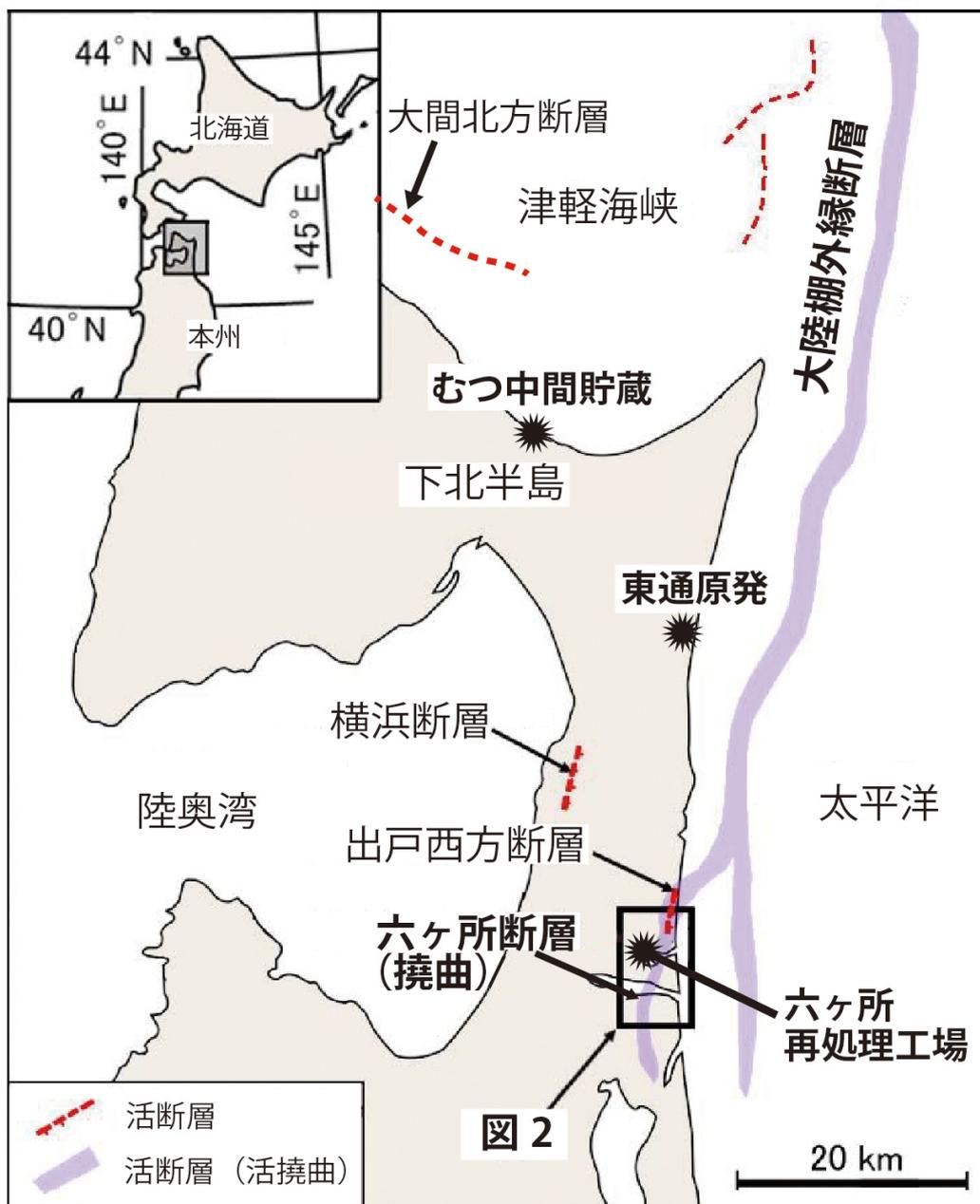


図 1 下北半島周辺の活断層と六ヶ所再処理工場
(渡辺 2016 の図 1 をもとに筆者改変)

東日本の太平洋沖に横たわる 巨大断層群



六ヶ所村周辺 の活断層



右: 池田安隆・東京大学
大学院准教授の知見を
イラスト化した。表: 産国
は「平成23～26年度科学
研究費補助金(基礎研究
(A)研究代表者(中田 嘉)
」の研究成果による。

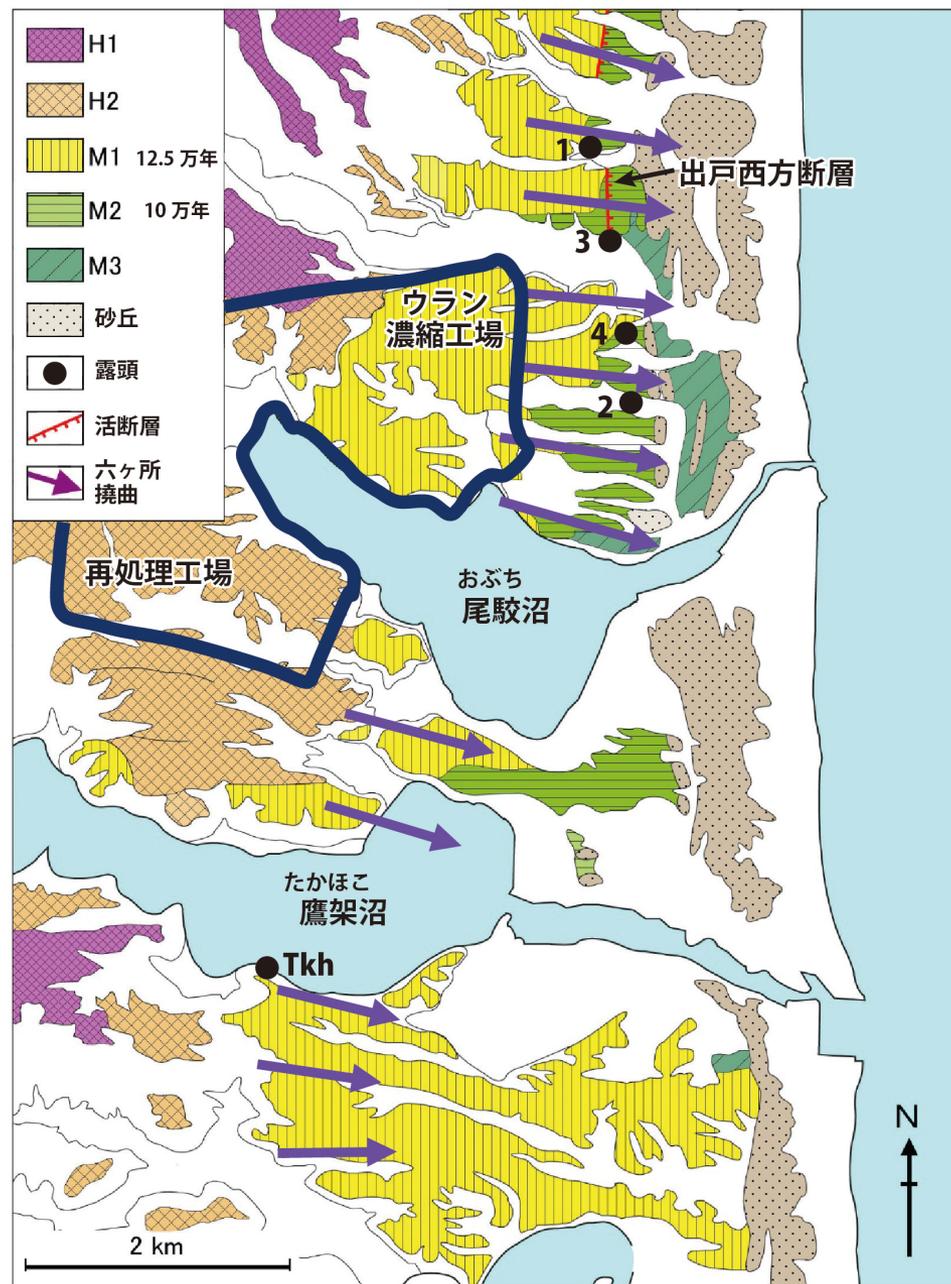


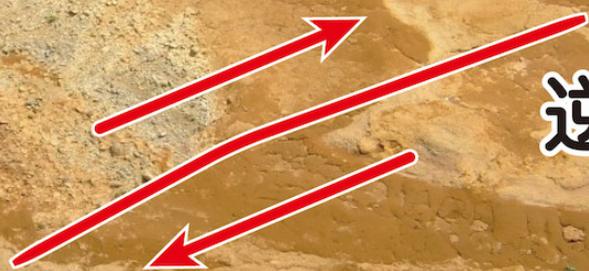
図2 六ヶ所再処理工場周辺の海成段丘と六ヶ所撓曲
 (渡辺 2016 の図 2 をもとに筆者改変)

露頭3

撓曲



逆断層面



西



東

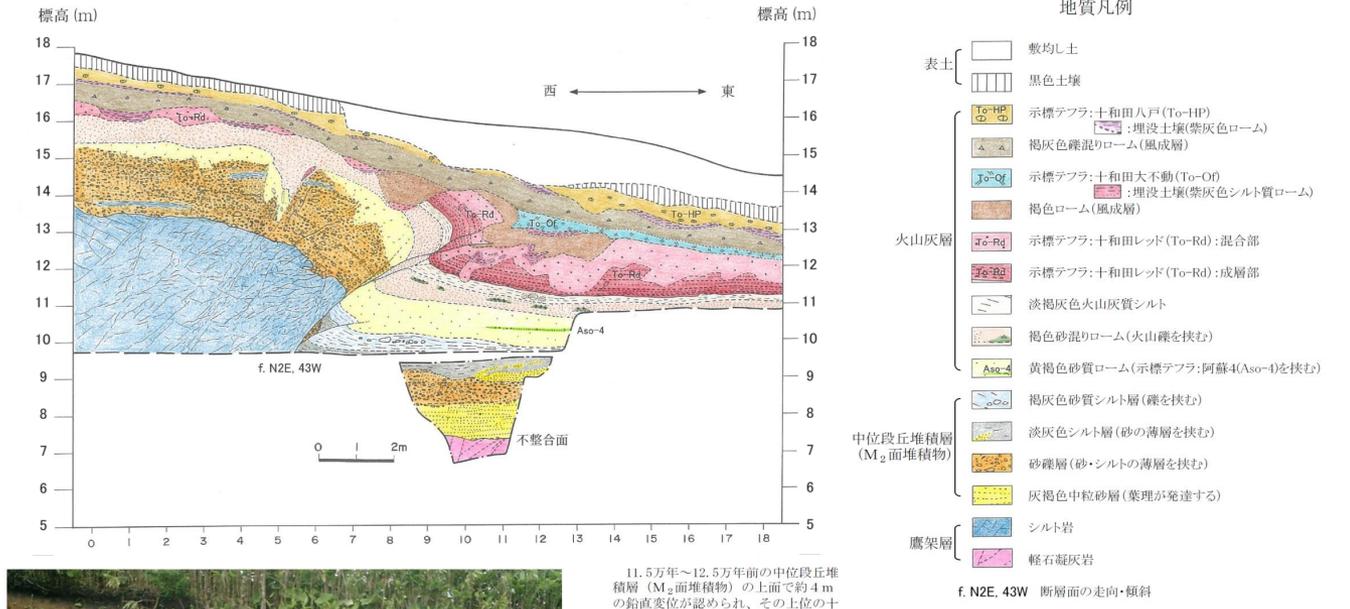


2. 敷地周辺陸域の断層等の評価 2.1 敷地近傍(敷地を中心とする半径5km範囲)の断層等
 2.1.1 出戸西方断層

まとめ資料
 (2018.10.31)
 資料1-3 p53 再掲



D-1 露頭及びD-1 露頭前トレンチ調査結果 (平成16年(H16)の調査結果(D-1 露頭(H16)法面スケッチ))



・L_cリニアメント
 に対応する位置
 において、
 中位段丘堆積
 層に変位・変
 形を与える西
 傾斜の逆断層
 が認められる。
 ・断層による変
 位量は古い地
 層ほど大きく、
 十和田大不動
 火山灰(約3.2
 万年前)にまで
 変位・変形が
 認められ、さ
 らに上位の十
 和田八戸火
 山灰(約1.5万
 年前)には及
 んでいない。



11.5万年~12.5万年前の中位段丘堆積層(M₂面堆積物)の上面で約4mの鉛直変位が認められ、その上位の十和田レッド火山灰(約8万年前)に変位が認められる。また、その上位の十和田大不動火山灰(約3.2万年前)にも変位が及んでいるもの、さらにその上位の十和田八戸火山灰(約1.5万年前)に変位及び変形が及んでいない。



地質凡例

表土	敷均し土	示標テフラ:十和田八戸(To-HP)	埋没土壌(紫灰色ローム)
	黒色土壌	示標テフラ:十和田大不動(To-OI)	埋没土壌(紫灰色シルト質ローム)
火山灰層	示標テフラ:十和田レッド(To-Rd):混合部	示標テフラ:十和田レッド(To-Rd):成層部	淡褐色火山灰質シルト
	褐色砂混りローム(火山礫を挟む)	黄褐色砂質ローム(示標テフラ:阿蘇4(Aso-4)を挟む)	褐色砂質シルト層(礫を挟む)
中位段丘堆積層(M ₂ 面堆積物)	淡灰色シルト層(砂の薄層を挟む)	砂礫層(砂・シルトの薄層を挟む)	灰褐色中粒砂層(葉理が発達する)
鷹架層	シルト岩	軽石凝灰岩	

f. N2E, 43W 断層面の走向・傾斜

記号凡例

———	地形面	———	明瞭な境界
---	観察範囲(法面)	漸移的な境界
---	観察範囲(ピット)	不鮮明な境界

*ピットは法面の約7m前方に位置する。

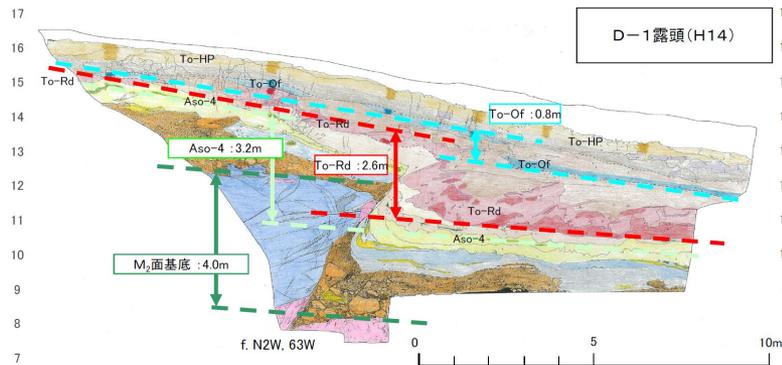
┆ L_cリニアメント

2. 敷地周辺陸域の断層等の評価 2.1 敷地近傍(敷地を中心とする半径5km範囲)の断層等
 2.1.1 出戸西方断層

まとめ資料
 (2018.10.31)
 資料1-3 p54 再掲



D-1 露頭における活動性検討結果

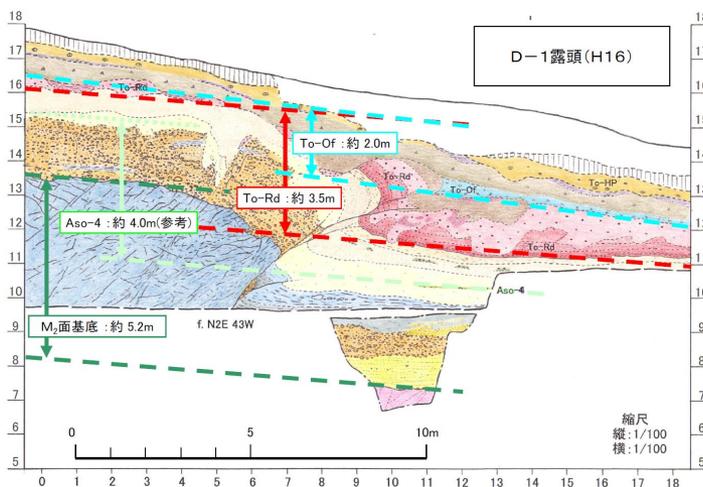


注)D-1露頭(H14)は、D-1露頭(H16)の約30m南方に位置していたが、掘削により消滅し、現存していない。

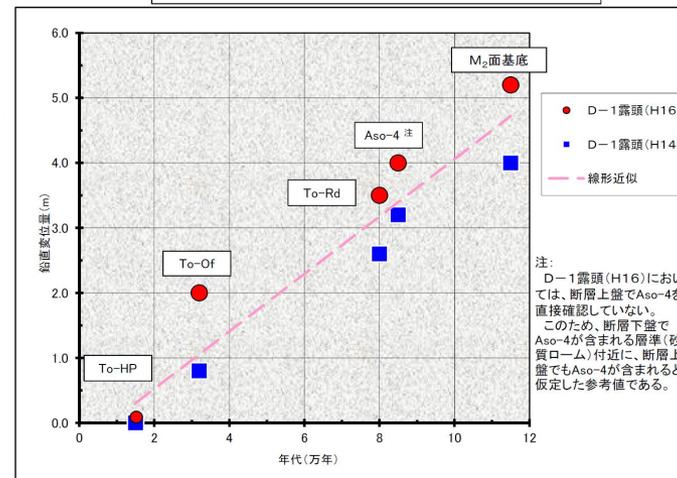
平均変位速度算出に用いたパラメータ

変位基準面	年代(万年前)	変位量(m)	
		D-1露頭(H16)	D-1露頭(H14)
To-HP	1.5	0.0	0.0
To-Of	3.2	2.0	0.8
To-Rd	8	3.5	2.6
Aso-4	8.5~9	4.0	3.2
M ₂ 面基底	11.5~12.5	5.2	4.0

※ 平均変位速度の算出には若い年代値を使用



各D-1露頭から算出される平均変位速度



注:
 D-1露頭(H16)においては、断層上盤でAso-4を直接確認していない。
 このため、断層下盤でAso-4が含まれる層準(砂質ローム)付近に、断層上盤でもAso-4が含まれると仮定した参考値である。

・露頭の観察結果から、第四紀後期更新世以降の累積的活動は明らかであり、平均変位速度は約4m/10万年と見積もられる。

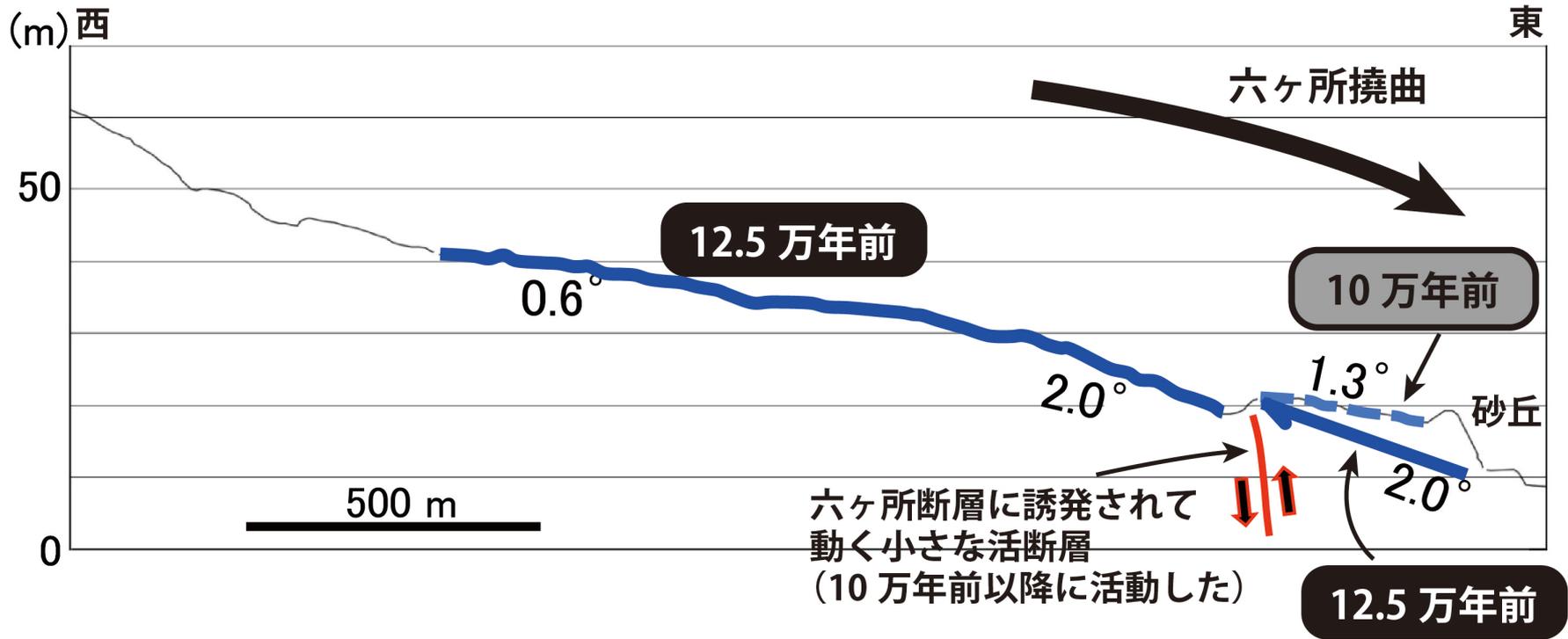
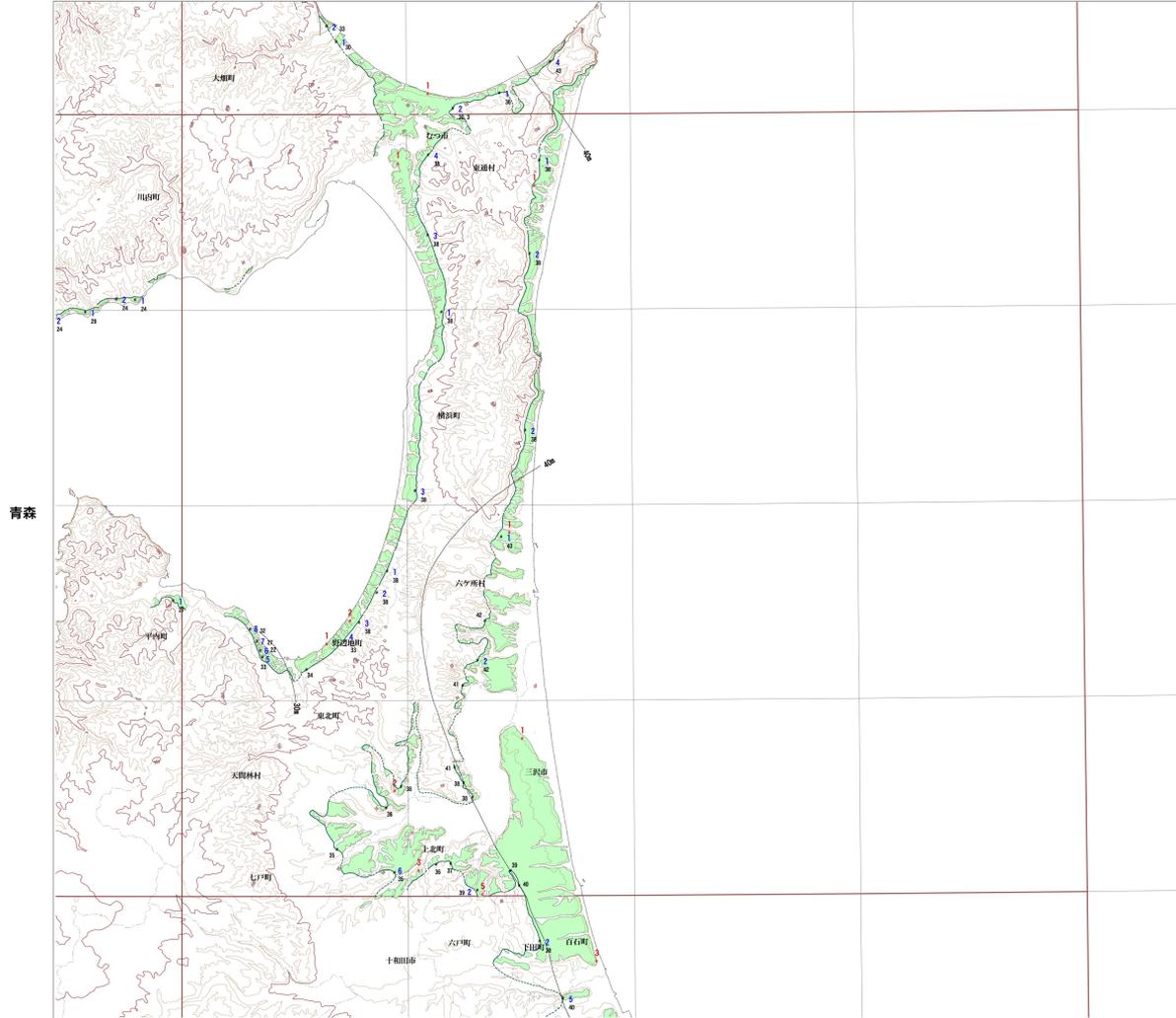


図3 露頭4 付近の東西方向の断面図 (渡辺 2018 をもとに筆者改変)

尻屋崎



青森

八戸

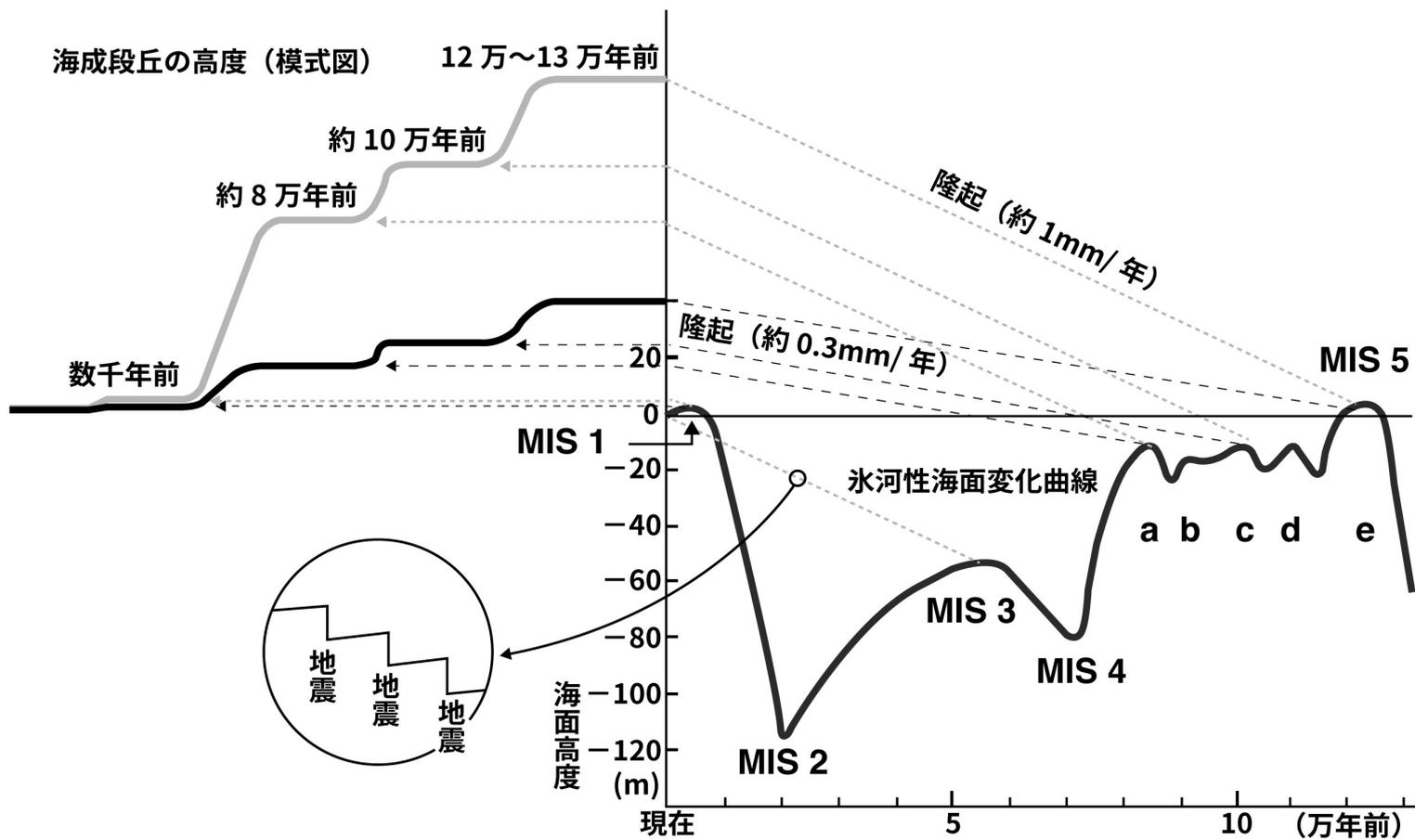
野辺地

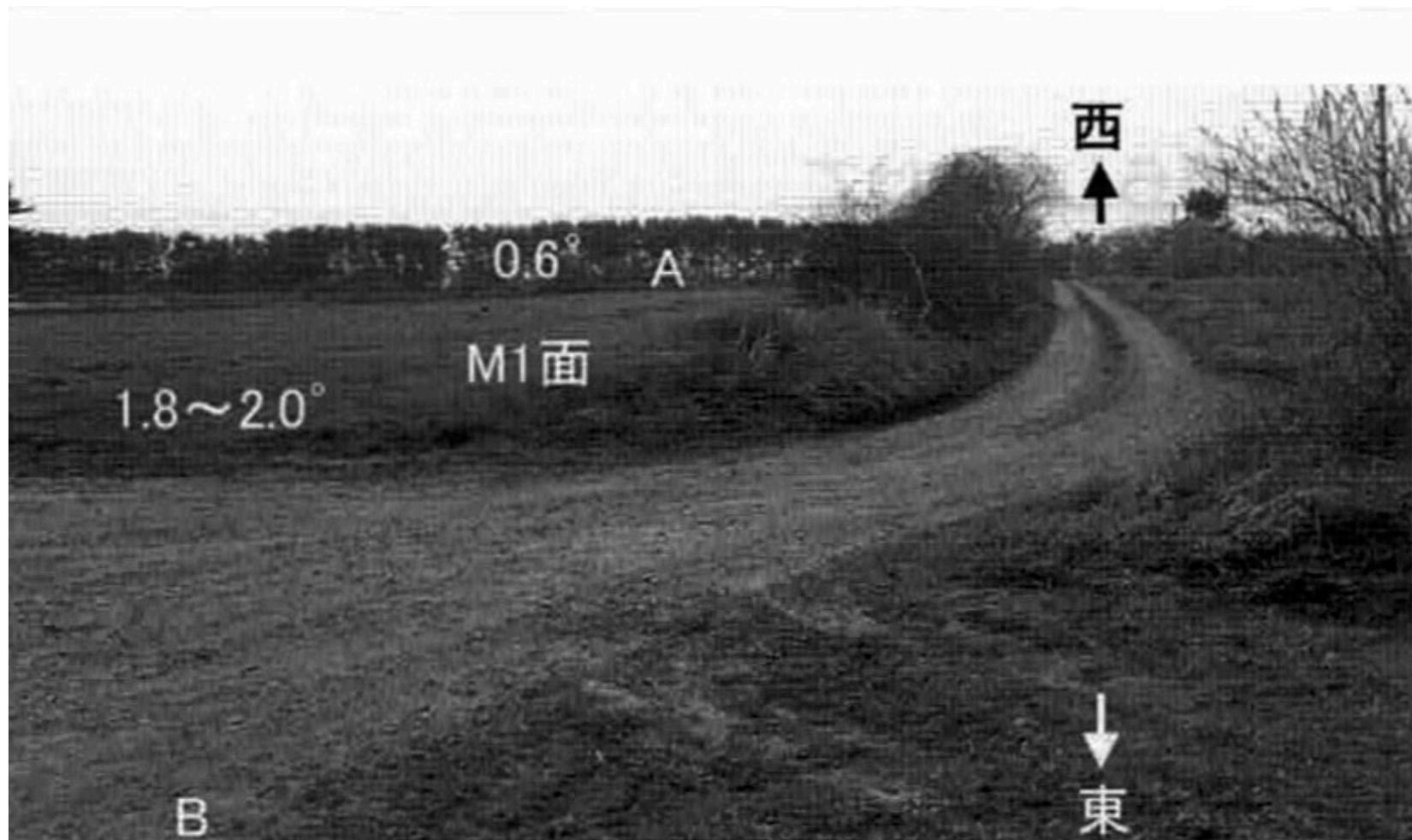
- 年代データ地点
- 地殻変動データ地点
- 〰 旧汀線高度等値線 (推定)
- 〰 海成層上面高度等値線 (推定)
- 〰 旧汀線(酸素同位体ステージ5e) (推定)
- 段丘面分布域(酸素同位体ステージ5e)
- - - ブロック境界
- 〰 活断層 (推定)

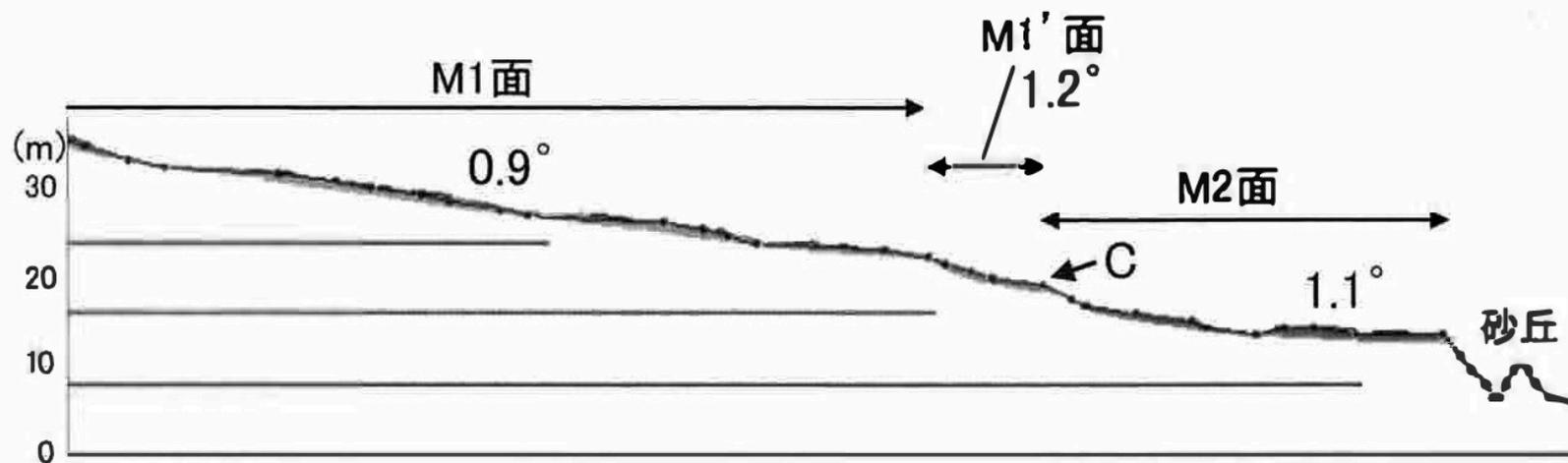
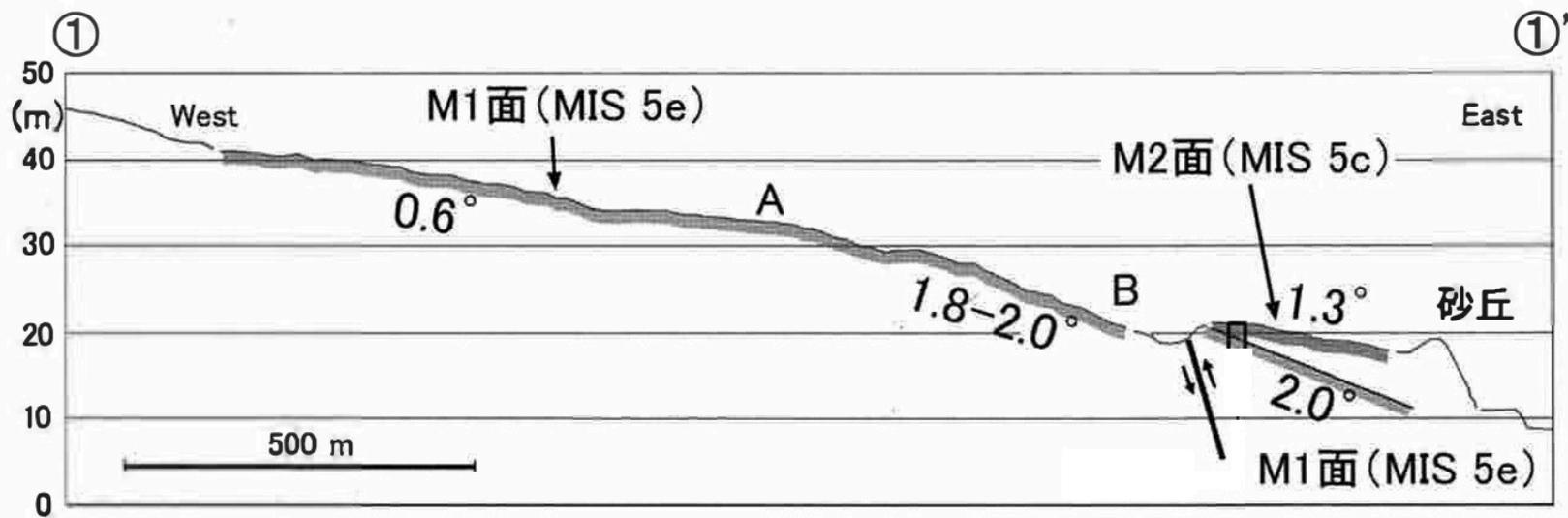
0 10 20km

海成段丘の区分の対比

海洋酸素同位体 ステージ	年代	渡辺 教授	日本原燃 (渡辺教授によ る呼称)
MIS 5e	12~13万年前	M1	M1 (M1) M2 (M1')
MIS 5c	10万年前	M2	M3 (M2)







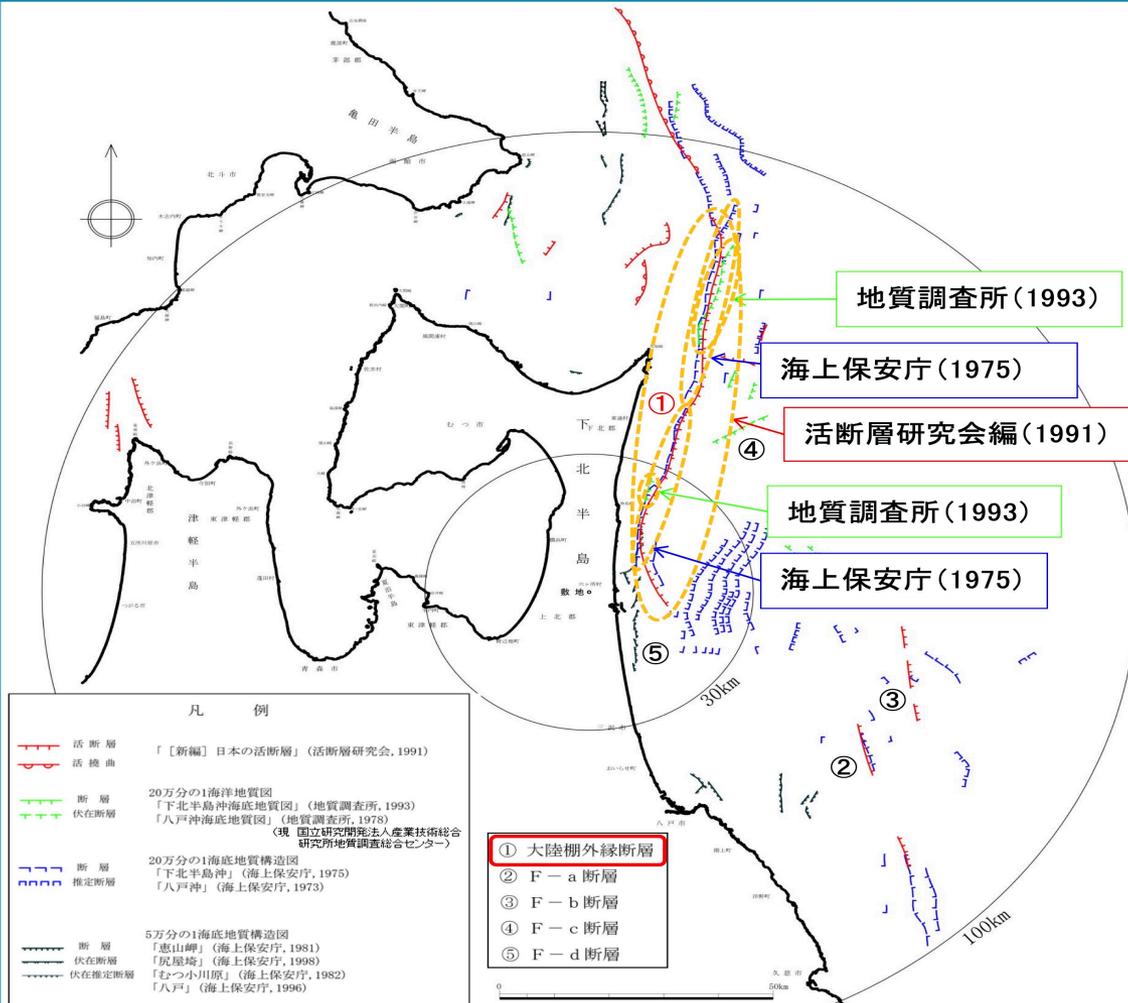
3. 敷地周辺海域の断層の評価

3.1 敷地を中心とする半径30km範囲の断層

3.1.1 大陸棚外縁断層

文献調査

まとめ資料
(2018.10.31)
資料1-3 p169 再掲



➤ 海上保安庁水路部(1975)は、六ヶ所村北部沖から東通村沖の大陸棚外縁に沿ってNNE-SSW走向、長さ約37km、東落ちの断層を示し、さらに、その北方の尻屋海脚東縁に沿って、NNE-SSW走向、長さ約45kmの東落ちの断層を示している。

➤ 活断層研究会編(1991)は、海上保安庁水路部(1975)とほぼ同位置に、崖高200m以上、長さ約84kmの東落ちの活断層を示している。

➤ 地質調査所(1993)は、尻屋海脚東縁に沿ってNNE-SSW走向、長さ約23.5kmの東落ちの断層を示し、そのうち、北部の約19.5km区間は伏在断層としている。また、その南方の物見崎沖にも、大陸棚外縁に沿ってNNE-SSW走向、長さ約6kmの伏在断層を示している。しかし、同文献は、エアガン記録の解析結果から、活断層研究会編(1991)により活断層が示されている大陸棚外縁部には少なくとも、長さ20kmを超える活断層は存在しないとしている。

➤ 海上保安庁水路部(1998)には大陸棚外縁に沿う断層は示されていない。

➤ 池田(2012)は、事業者の海上音波探査記録に筆者が地質学的解釈を加筆し、大陸棚外縁断層の動きは最近12万年間も継続していると指摘している。

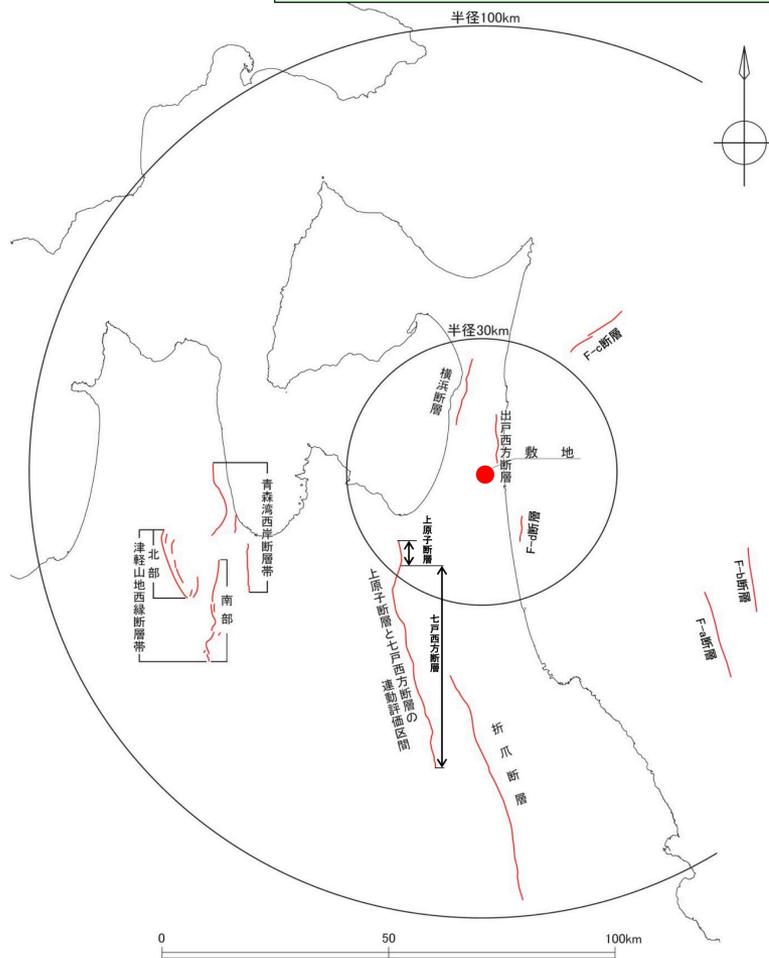
4. まとめ

敷地周辺の断層評価結果

まとめ資料
(2018.10.31)
資料1-3 p228 再掲



敷地周辺の「震源として考慮する活断層」の位置及び諸元を示す。



断層名		断層長さ (km)	マグニチュード M	震央距離 (km) ^{※3}	
陸域	出戸西方断層	11	—	8	
	横浜断層	15	6.8 ^{※1}	17	
	上原子断層	5	連動考慮 51	7.7 ^{※1}	43
	七戸西方断層	46			
	折爪断層	53	7.7 ^{※1}	71	
	青森湾西岸断層帯	31 ^{※2}	7.3 ^{※2}	57	
	津軽山地西縁断層帯	北部	16 ^{※2}	7.3 ^{※2}	71
津軽山地西縁断層帯	南部	23 ^{※2}	7.3 ^{※2}	67	
海域	F-a断層	20	7.0 ^{※1}	63	
	F-b断層	15	6.8 ^{※1}	64	
	F-c断層	15	6.8 ^{※1}	38	
	F-d断層	6	—	15	

※1: 断層長さから想定される地震のマグニチュード(松田(1975)による。)

※2: 地震調査研究推進本部(2004)における長期評価の値。ただし、評価に幅がある場合には、最大値を用いる。

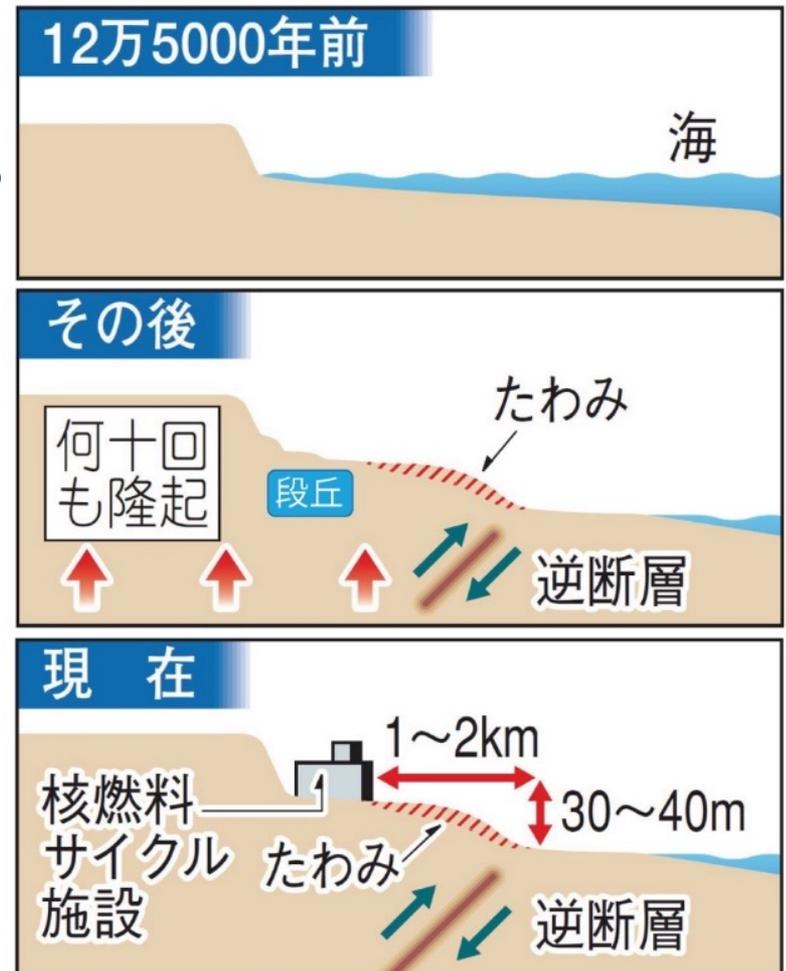
※3: 震央距離は、敷地から断層の中心までの距離

六ヶ所断層（大陸棚外縁断層）の活動による 六ヶ所再処理工場の敷地近傍の土地の変形の様子

下北半島の太平洋側の海岸線沿いには
標高30～40mの海成段丘がひろがっている

海域の大陸棚外縁断層が、過去から現在に
かけてくり返し活動し地震を起こし
陸地を隆起させてきた結果である

長大な活断層が南側で枝分かれし、
その一方が六ヶ所再処理工場の直下に潜り
込んでいて、敷地の近傍の土地を大きく
変形させている

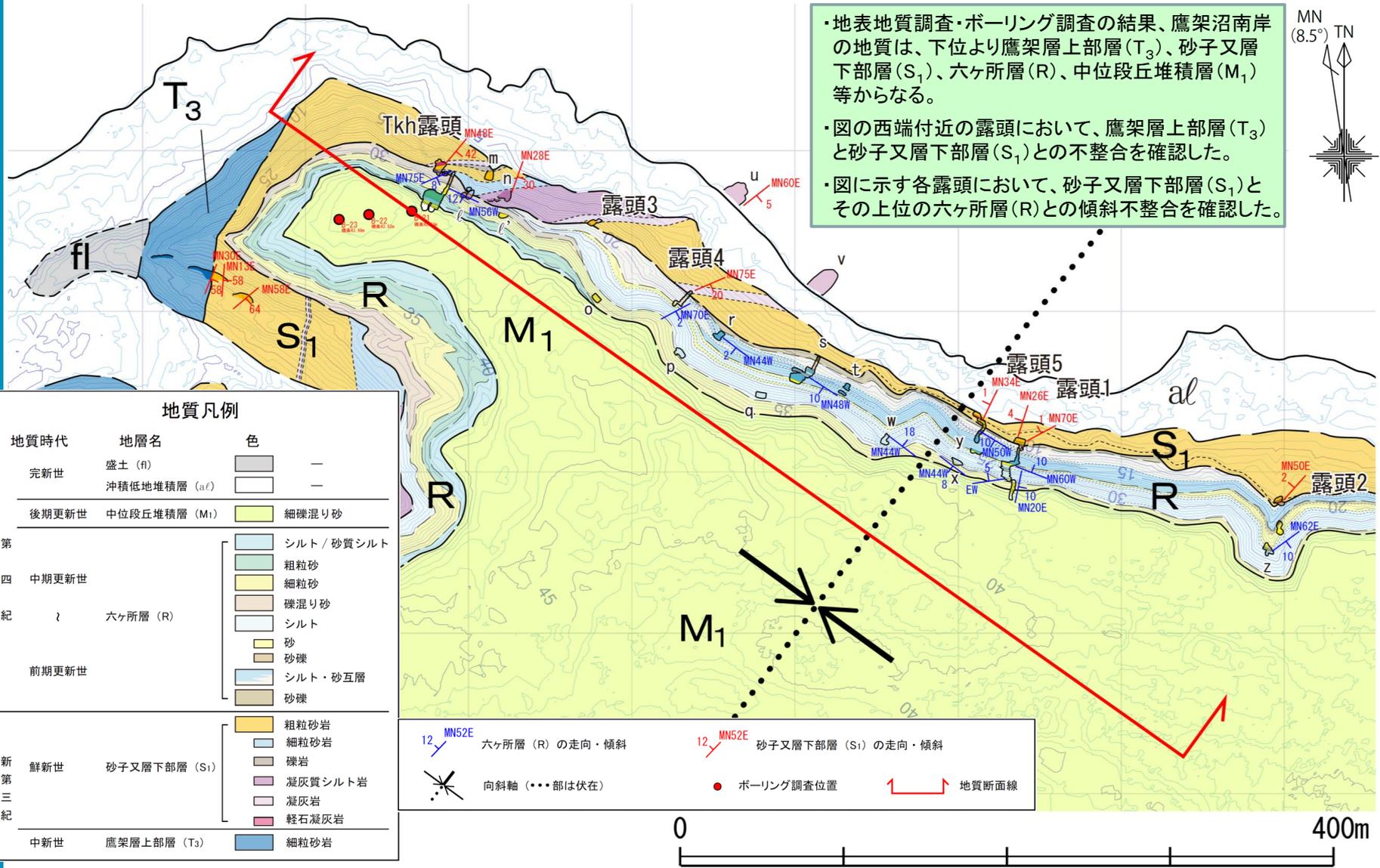


2. 敷地周辺陸域の断層等の評価 2.1 敷地近傍(敷地を中心とする半径5km範囲)の断層等

2.1.1 出戸西方断層

鷹架沼南岸の地質調査結果(地質平面図)

第325回審査会合
(2019.12.20)
資料1-1 p363 加除修正



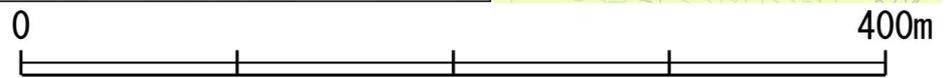
- ・地表地質調査・ボーリング調査の結果、鷹架沼南岸の地質は、下位より鷹架層上部層(T₃)、砂子又層下部層(S₁)、六ヶ所層(R)、中位段丘堆積層(M₁)等からなる。
- ・図の西端付近の露頭において、鷹架層上部層(T₃)と砂子又層下部層(S₁)との不整合を確認した。
- ・図に示す各露頭において、砂子又層下部層(S₁)とその上位の六ヶ所層(R)との傾斜不整合を確認した。

地質凡例

地質時代	地層名	色
完新世	盛土 (fl)	—
	沖積低地堆積層 (al)	—
後期更新世	中位段丘堆積層 (M ₁)	細礫混り砂
第四紀	六ヶ所層 (R)	シルト / 砂質シルト
		粗粒砂
		細粒砂
		礫混り砂
		シルト
	前期更新世	砂
		砂礫
		シルト・砂互層
		砂礫
		粗粒砂岩
新第三紀	砂子又層下部層 (S ₁)	細粒砂岩
		礫岩
	鷹架層上部層 (T ₃)	凝灰質シルト岩
		凝灰岩
		軽石凝灰岩
		細粒砂岩

12 MN52E 六ヶ所層 (R) の走向・傾斜
12 MN52E 砂子又層下部層 (S₁) の走向・傾斜

向斜軸 (・・・部は伏在)
ボーリング調査位置
地質断面線



鷹架沼南岸の地形・地質 (3)

地下構造には非対称な向斜構造

M1面が異常な傾斜を示す部分は想定される六ヶ所断層の地表延長部での変形である

S1の中には地層が変形してずれていることを示すような構造 (a,b,c)

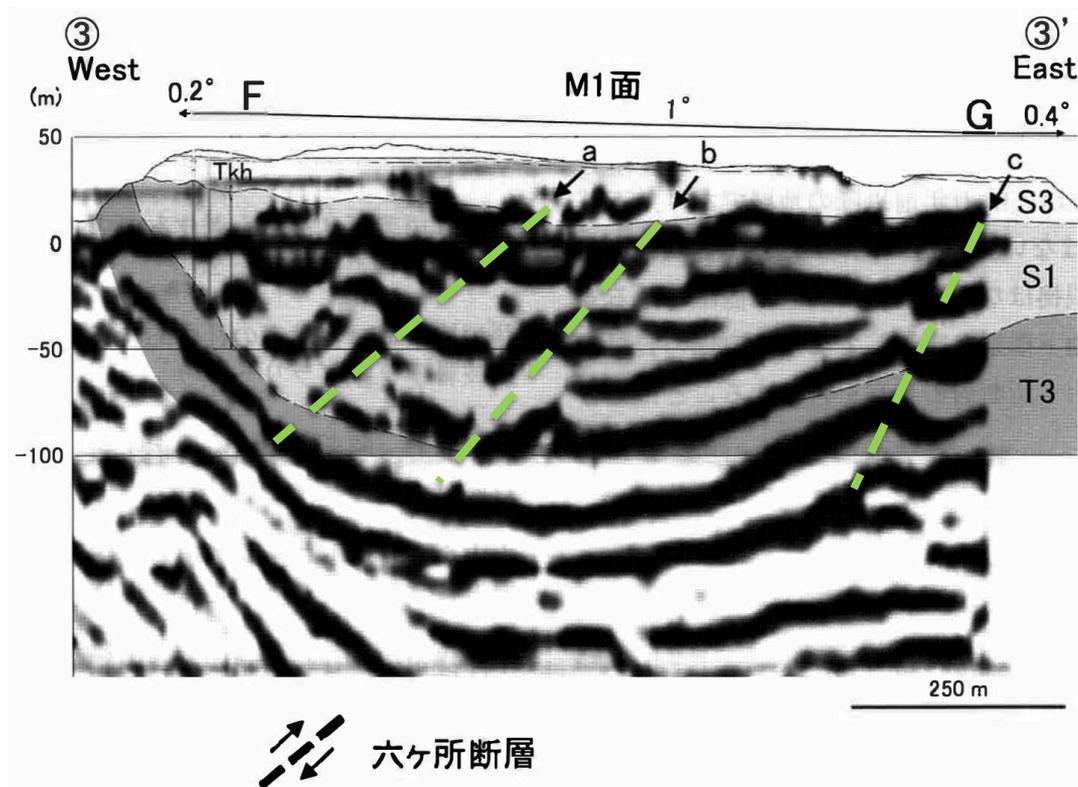
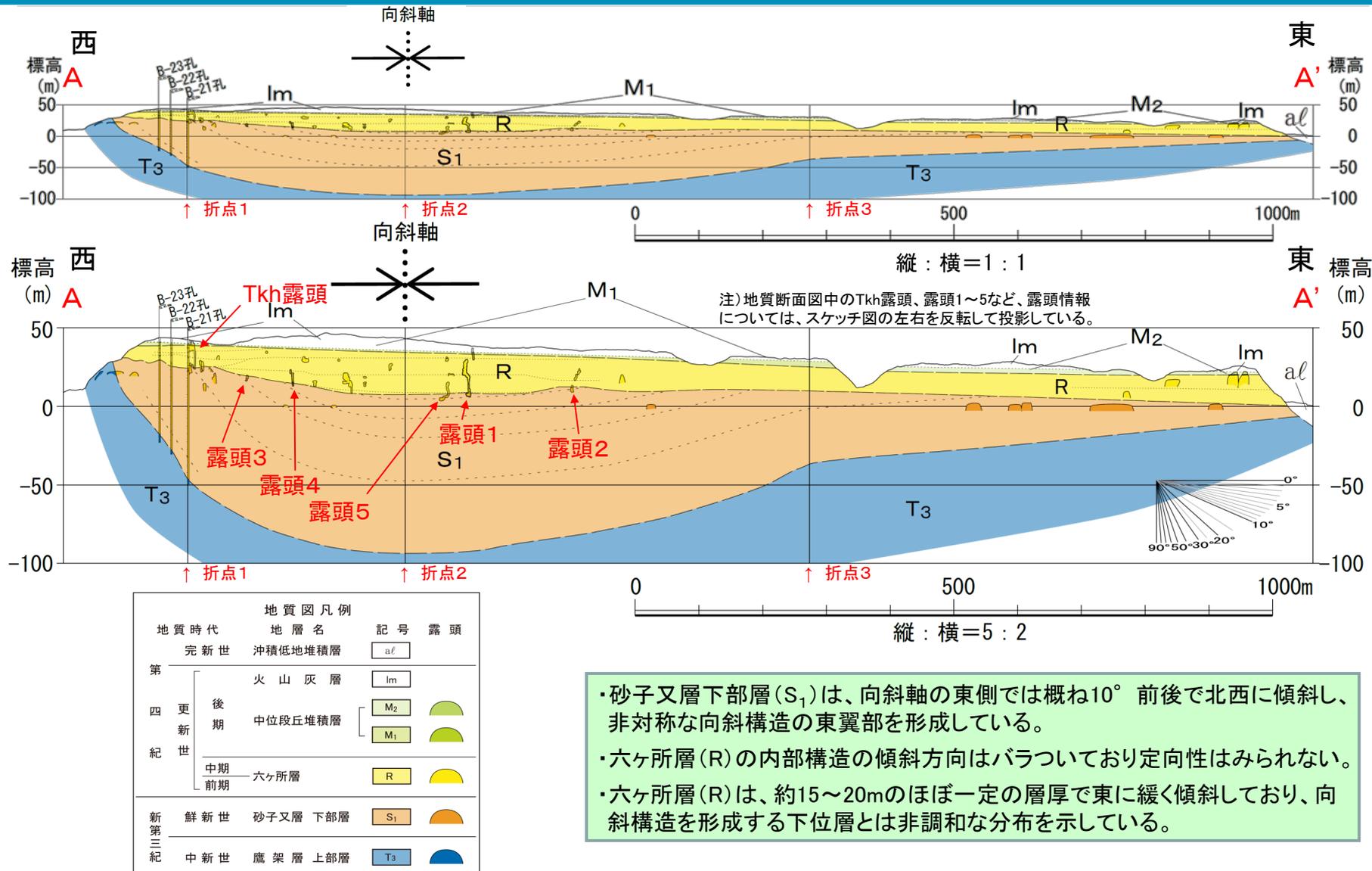


図7—鷹架沼南岸の地形・地質断面



2.1.1 出戸西方断層

鷹架沼南岸の地質調査結果(周辺)(地質断面図)



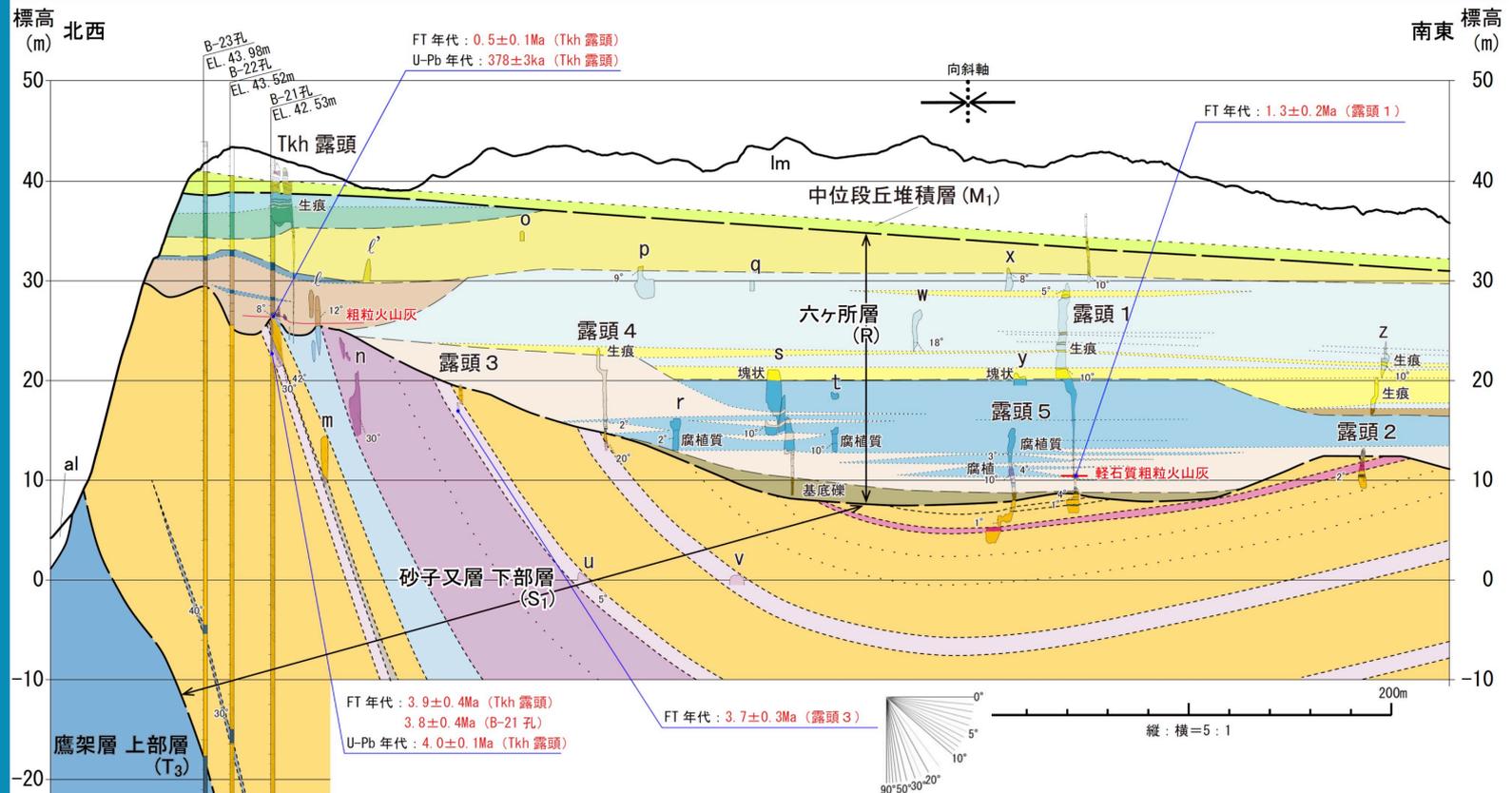
鷹架沼南岸の露頭調査の結果から地層区分を“補間して”描くことの恣意性

2. 敷地周辺陸域の断層等の評価 2.1 敷地近傍(敷地を中心とする半径5km範囲)の断層等
 2.1.1 出戸西方断層

第325回審査会合
 (2019.12.20)
 資料1-1 p364 加除修正



鷹架沼南岸の地質調査結果(地質断面図:拡大)



・六ヶ所層の内部構造に着目すると、最下位に基底礫を伴う「シルト・砂互層」、その上位に「シルト」の順に累重しており、この「シルト」を削り込んで「礫混り砂(非海成層)」が分布し、その上位に「細粒砂」「粗粒砂～シルト」が累重している。これらはチャネル状に分布すると解釈される「礫混り砂(非海成層)」を除いてもほぼ水平に分布しており、向斜構造を形成した構造運動の影響を受けていないものと判断される。

・Tkh露頭付近と露頭1のデータから算出される中位段丘堆積層(M₁面堆積物)の基底面の勾配は約1.2%であり、①測線のM₁面の勾配1.1%と調和的である。

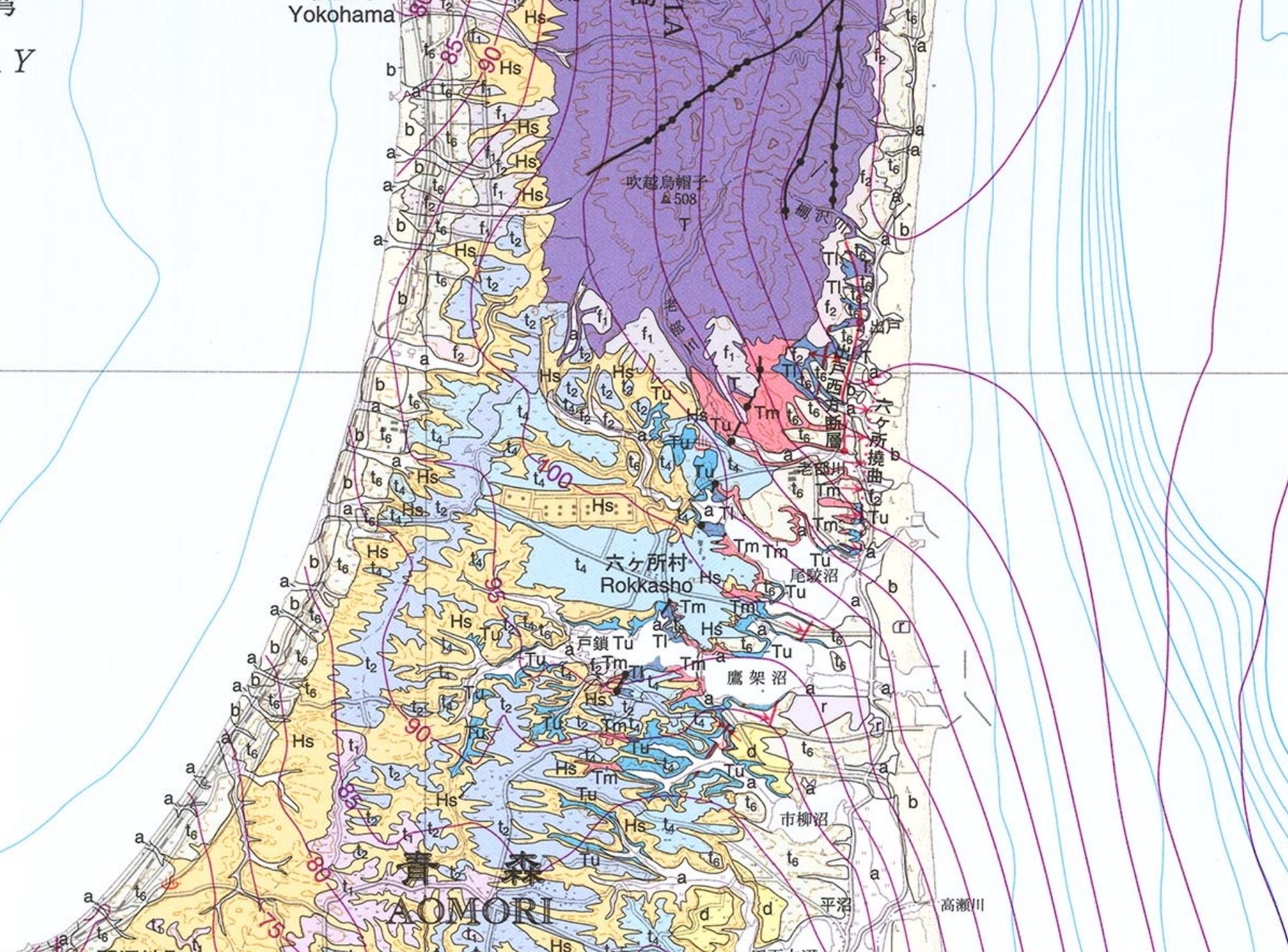
原子力規制委員会の審査は「敷地内及び敷地周辺の地質・地質構造調査に係る審査ガイド」に反する

〔解説〕

(1) ~ (4) 省略

(5) 顕著な海岸隆起によって累積的な変位が認められる地域では、弾性波探査によって断層が確認されない場合でも、これをもって直ちに活断層の存在を否定せず、累積的な変位を説明する適切な地殻変動を検討する必要がある。また、海底に顕著な変動地形が認められる場合にも、それを合理的に説明できる活断層を想定する必要がある。

渡辺教授の『科学』、Vol.89 No.12 (2019年12月) (甲D327)の冒頭でも、下北半島東部全体の隆起について指摘されている通り、**六ヶ所地域には標高30~40メートルの中位段丘が広く分布している。**にもかかわらず、六ヶ所再処理工場の審査では、この**海岸隆起を合理的に説明する活断層（大陸棚外縁断層および六ヶ所断層）が想定されていない。**このような審査は、**「敷地内及び敷地周辺の地質・地質構造調査に係る審査ガイド」に違反するものであり、このような誤りは看過しがたい重大なものである。**



Yokohama

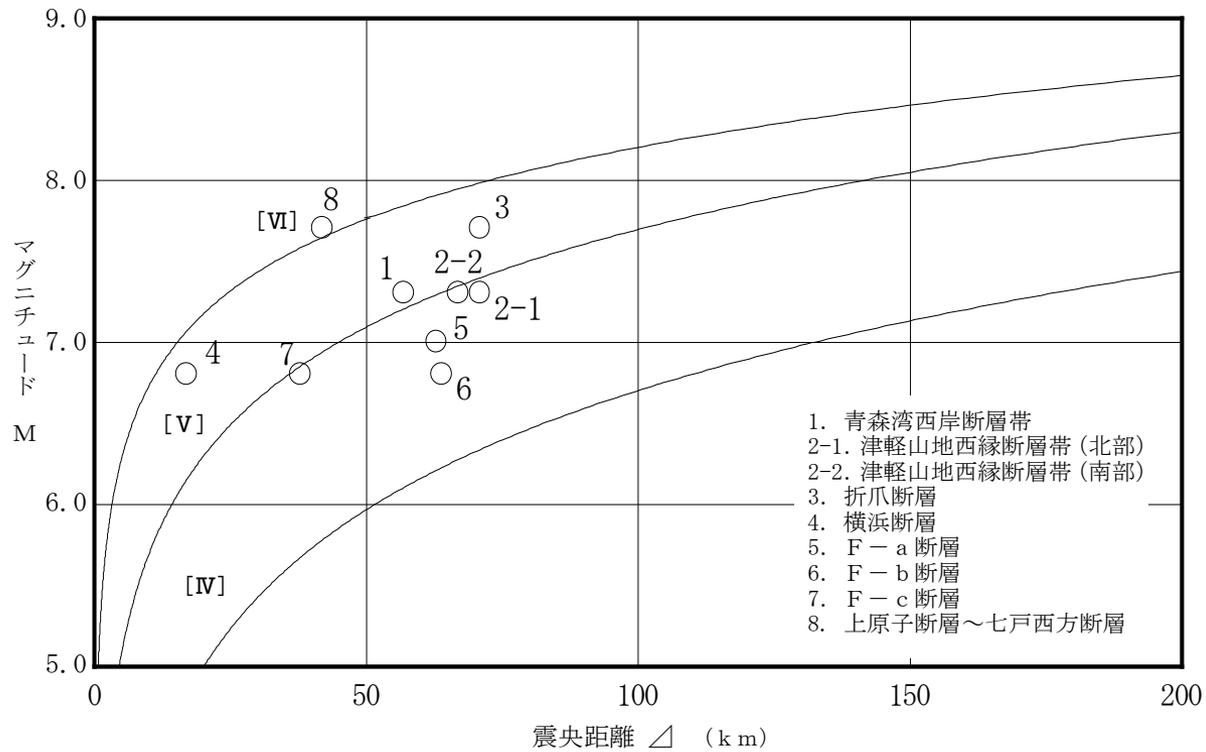
Y

吹越烏帽子
△508

六ヶ所村
Rokkasho

青森
AOMORI

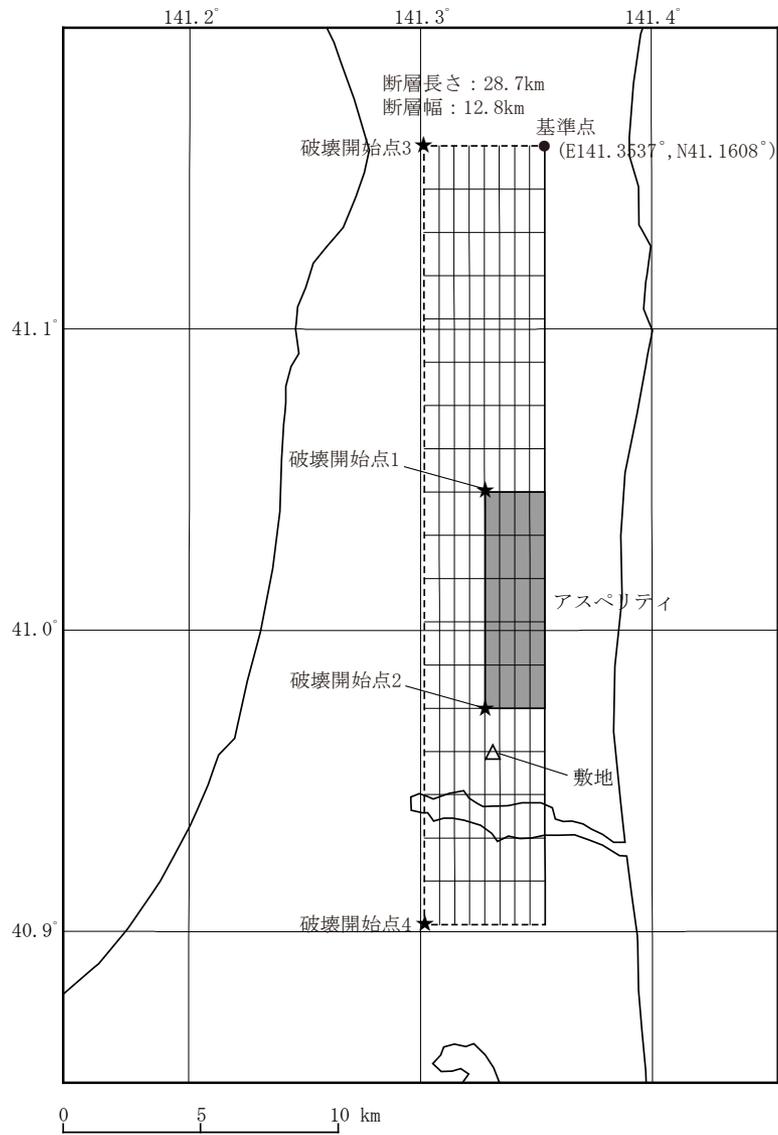
高瀬川



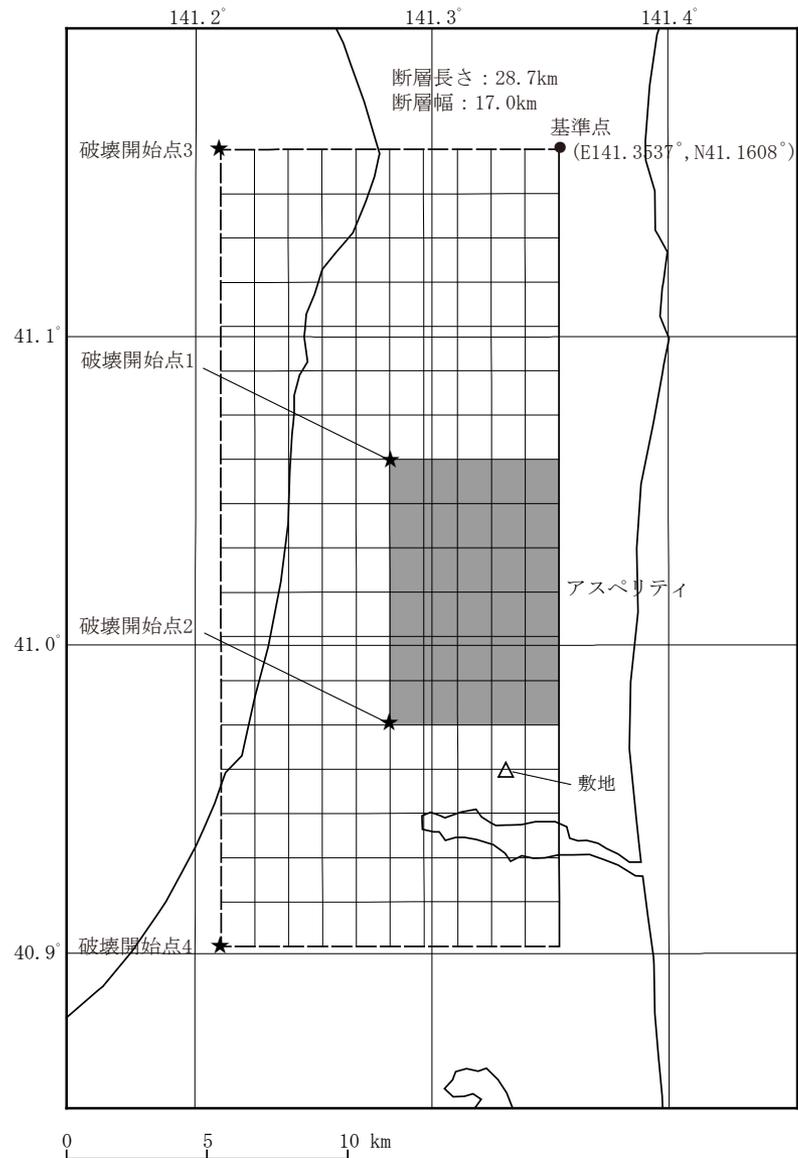
注) 震央距離 Δ は敷地から断層の中心までの距離とする。

[IV], [V], [VI] は気象庁震度階級で、村松⁽¹⁵⁾, 勝又・徳永⁽¹⁶⁾ による。

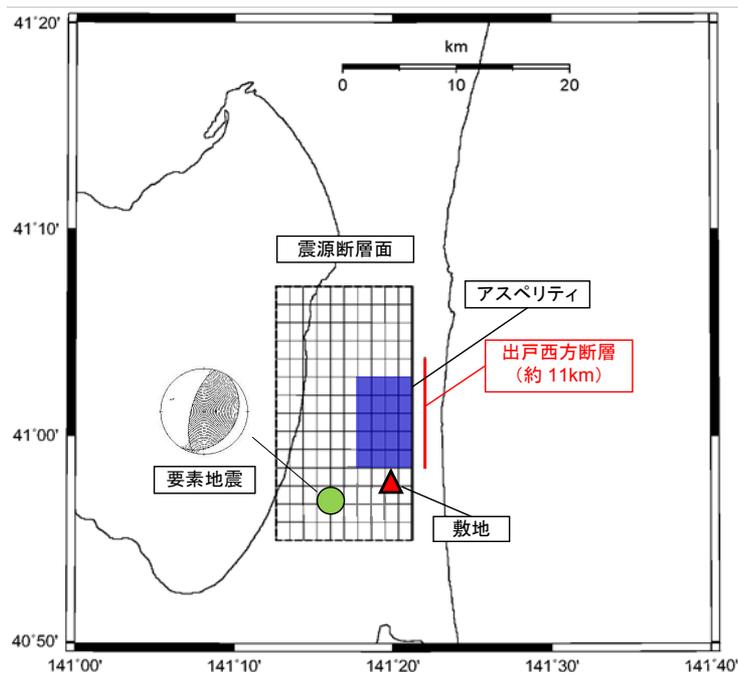
第 6.6-9 図 敷地周辺の主な活断層から想定される地震のマグニチュード-震央距離



第 6.6-24 図 「出戸西方断層による地震」の断層モデル
(基本モデル・短周期レベルの不確かさケース)

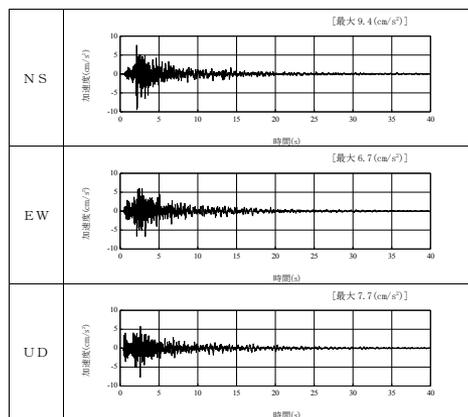


第 6.6-26 図 「出戸西方断層による地震」の断層モデル
(断層傾斜角の不確かさケース・断層傾斜角と短
周期レベルの不確かさを重畳させたケース)

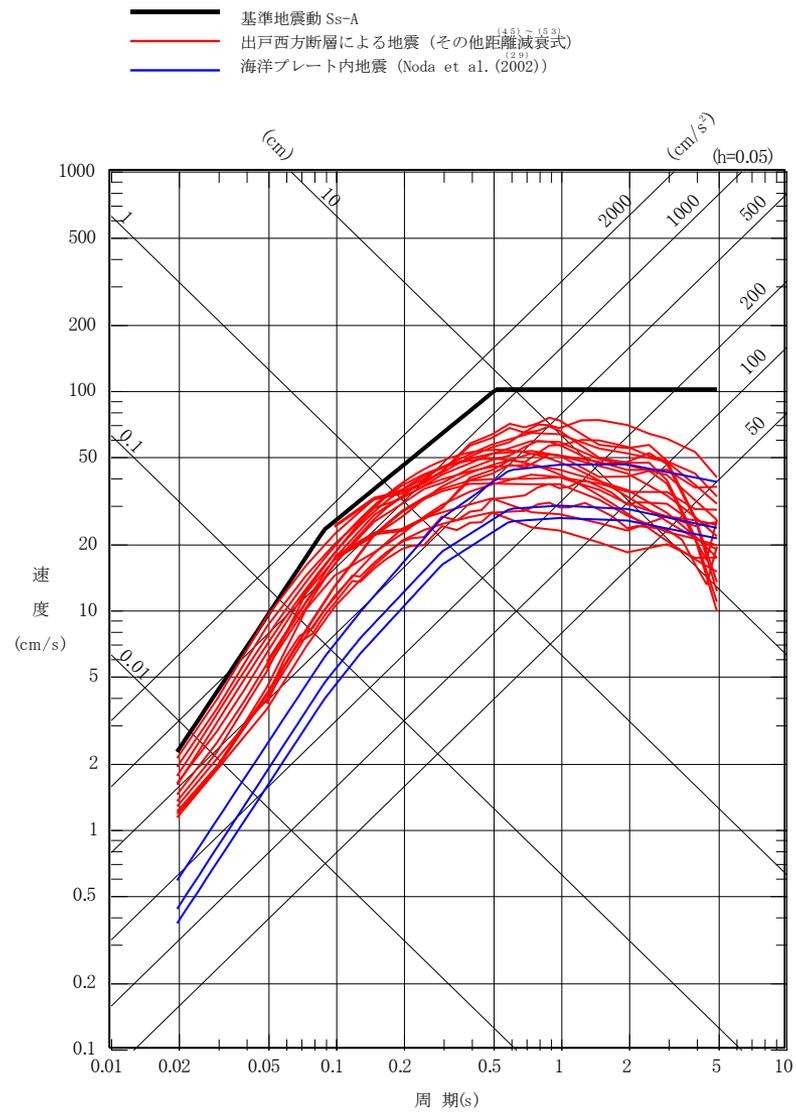


※図中の震源断層面は、断層傾斜角の不確かさケースの震源断層面を示す。

(a) 要素地震の震央位置



(b) 観測記録の波形



第 6.6-32 図(1) 応答スペクトルに基づく地震動評価結果
 と基準地震動 S s - A の比較 (水平方向)