

2024/12/20 青森地裁口頭弁論

**六ヶ所断層の存在と活動性
を示す変動地形学上の根拠**

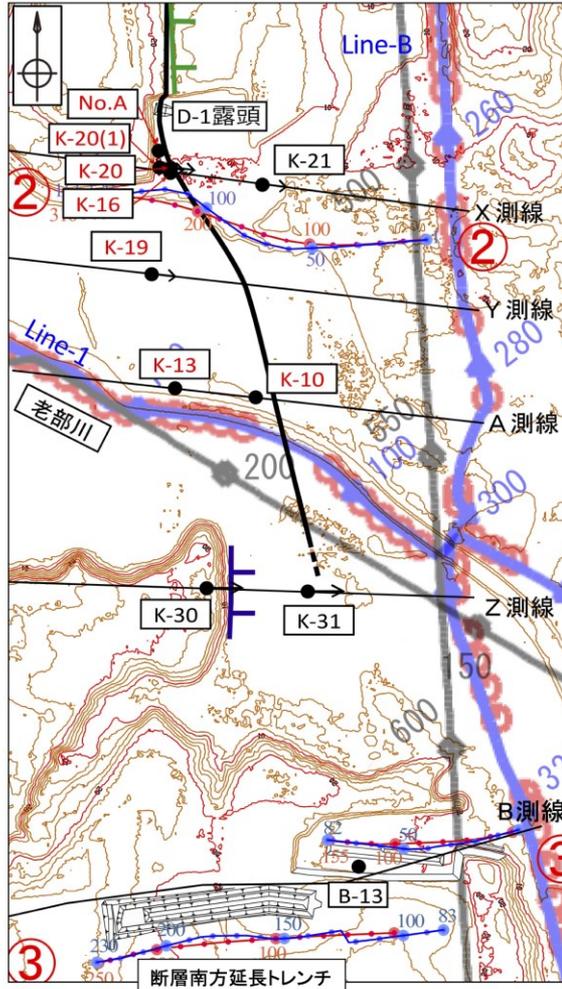
**について (原告準備書面(214))を中心に、
原告準備書面(189)(188)の説明を補充する。)**

**原告代理人弁護士 海渡 雄一
原告本人 上澤 千尋**

1. 六ヶ所断層が存在することを示す 層面すべり断層

(1)六ヶ所断層の存在を裏付ける、日本原燃の出戸西方断層南端以南の調査

南方への連続性に関する検討結果



- D-1露頭から断層南方延長トレンチ間における出戸西方断層の連続性を確認する目的で、ボーリング調査、反射法地震探査等を実施した。
- 各D-1露頭での観察結果から、出戸西方断層が南方へ連続していることを確認した。
- X、Y、A測線で出戸西方断層が認められたが、Z測線では出戸西方断層は認められなかった。確認された出戸西方断層は、粘土状破碎部の幅は1cm~3cm程度であり、最新面の運動センスは全て逆断層センスである。
- 反射法地震探査については、②測線及びLine1で、その深部への連続性を含めて出戸西方断層を確認した。
- ボーリング調査や露頭観察で確認された地表付近の出戸西方断層の位置・性状は、反射法地震探査で推定されるものと整合的である。



Z測線以南には出戸西方断層は認められない。

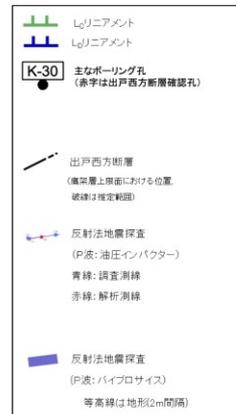


図1

(2)地形面の変形と露頭で見える地下の地層の連続と傾き

-露頭4の海成段丘（M1）を構成する砂層が変形を受けつつ地下へ連続していることがあきらか-

・東洋大学の渡辺満久教授は「広い撓曲崖を形成する六ヶ所断層—原子力規制委員会による適正な審査のために」（甲D第240号証『科学』，88巻，No.1，2018年1月号）において，海成段丘面M1と海成段丘面M2の地形・地質断面を示し，六ヶ所断層の存在について説明している（図2）。

・なお，M1面は約12.5万年前の浅海底がおもに地盤の隆起によって陸地化したものであり，M2面は約10万年前の浅海底がおもに地盤の隆起によって陸地化したものである。

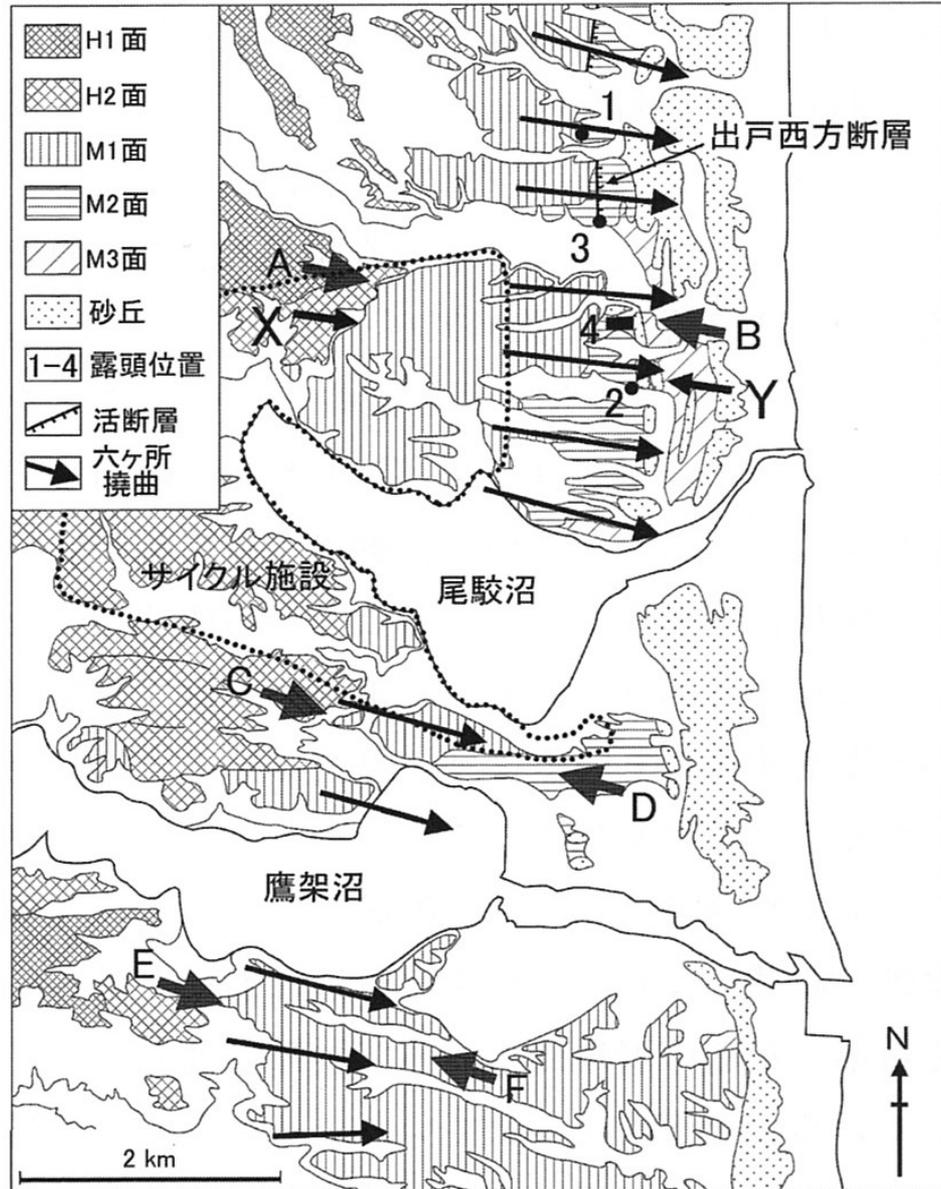


図2—六ヶ所原子燃料サイクル施設周辺の地形と六ヶ所撓曲
M1面がMIS 5e，M2面がMIS 5cの海成段丘面である。A—B・C—D・E—FおよびX—Yは，地形・地質断面の位置を示す。

これは、出戸西方断層南端部以南の C-D断面の傾斜を示す図である

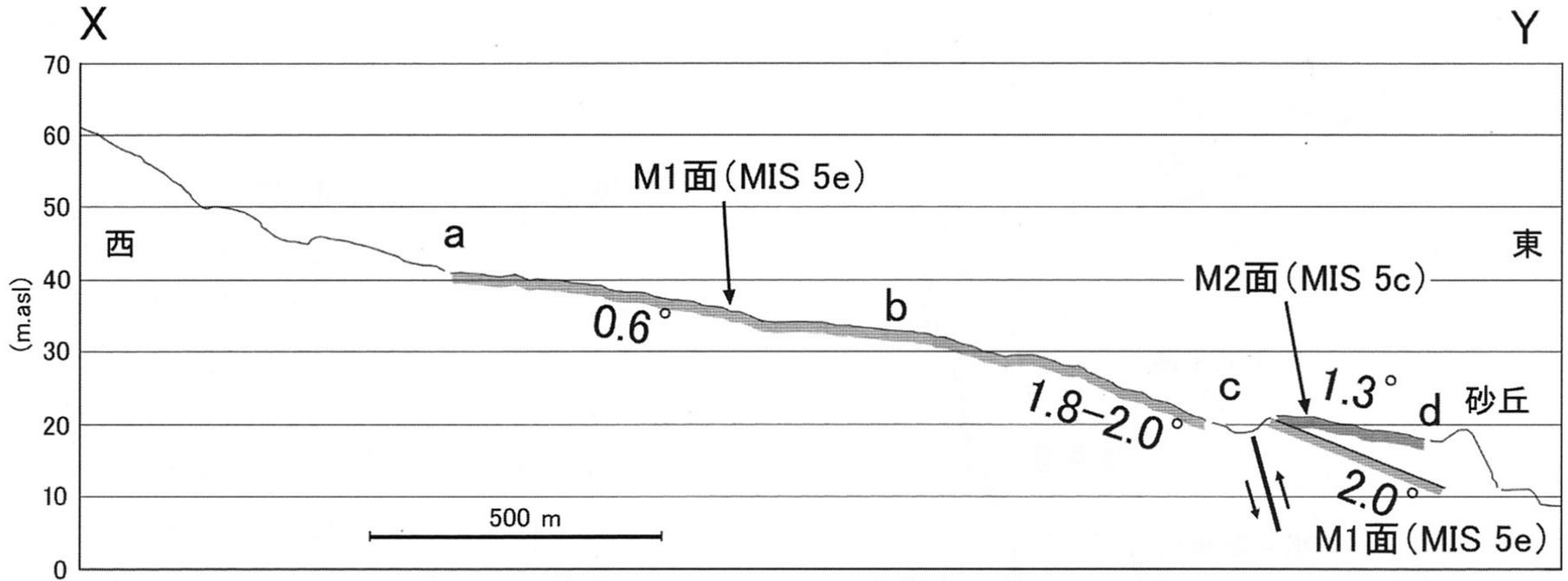


図3—M1面(MIS 5e)・M2面(MIS 5c)の変形を示す地形・地質断面(図2のX—Y)

地点b付近から東方ではM1面の傾斜が増している。地点c—d間の地下においても東方へ急斜するM1面が認められ、これを覆うM2面(MIS 5c)も東方に傾斜を増すように変形している。地点c付近には、東上がりの活断層が存在している。

- 図2のX—Yに沿う地形・地質断面が図3に示されている。
- 図3をみると、a地点からb地点まで 0.6° とほとんど水平に近い状態で広がっていたM1面は、b地点からc地点にかけて $1.8\sim 2.0^{\circ}$ に傾きを増している。
- c地点にすこしギャップ（地層のずれ）があって、その東側（海側）c地点からd地点にかけてM2面がM1面に覆いかぶさるように堆積しており、そこでのM2面の傾きは 1.3° となっている。

東へ1.3°傾くM2面の下には，東へ2.0°傾くM1面が分布しており，東西幅約1km（図3中のb地点からd地点まで）にわたってM1面が東へ2.0°という異常な傾斜で傾いていることがあきらかになった。このような構造は，M1面傾いて存在しているところに，M2面を構成する砂の層が水平にぶつかるように堆積し，さらにM2面も撓曲していることを示している。

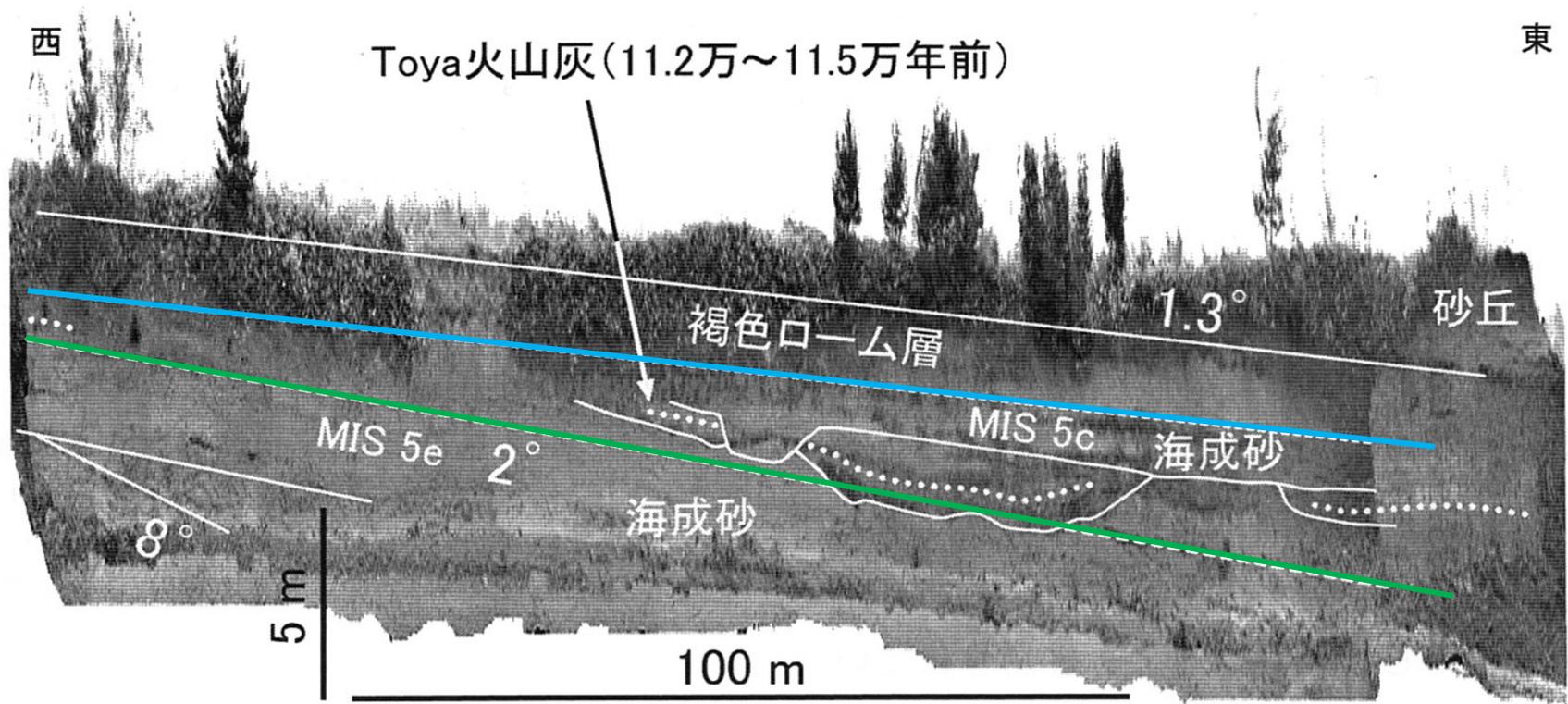


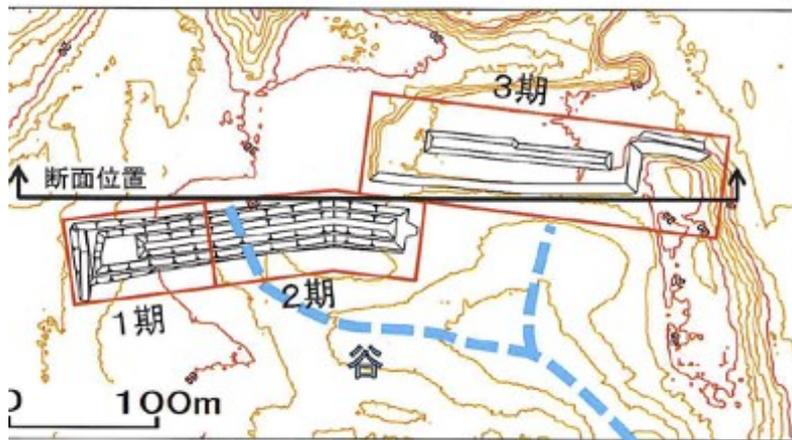
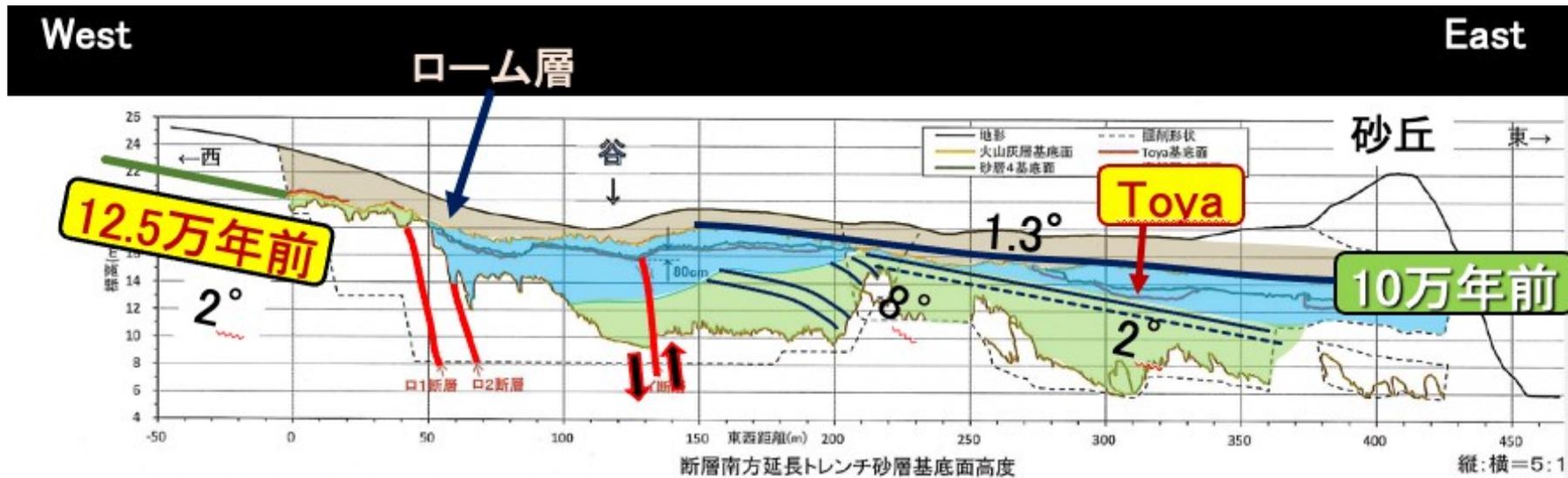
図4—露頭スケッチ(図2の露頭4)

北向きの露頭スケッチの東西を反転し，鉛直方向を5倍に強調してある。

小括

地形面の変形に加えて、露頭4における地層観察によって海成段丘（M1）を構成する砂の層が変形を受けながら地下へ連続することがあきらかになった。またM2面も変形を受けていることがわかった。これは、M1面およびM2面を変形させる活断層（六ヶ所断層）が地下に存在することを意味する。

**(3)イ断層は10万年前の地層を变形させる
逆断層 = 層面すべり断層である**



- トレンチ付近の地形勾配は東傾斜約2%である。起伏は鷹架の凹部と概ね一致することから、鷹架層上面の浸食形状を組織地形と考えられる。
- 砂層4の基底面高度は、東傾斜約2%であり、地形と調和的である。
- 洞爺火山灰(Toya)は、標高21m以上の西端付近では火山灰風成で分布し、東側では砂層3中に分布する。砂層3中の洞爺灰(Toya)の分布形状は、鷹架層上面の凹部に沿うように分布する。

日本原燃(2015)

図5

トレンチ調査で見つかった小断層が六ヶ所断層の活動性の動かぬ証拠

- ・ 前述の渡辺教授の論文中（pp.74～75）に下記のような記述があり，日本原燃のトレンチ調査で見つかった小さな逆断層が六ヶ所断層の存在を示す強力な証拠であると説明されている。
- ・ 「ところで，図3を見ると，地点c付近で東側が2m程度隆起しているように見える。ここに，東上がりの活断層が想定できる。それは，日本原燃のトレンチ調査によって確認されている。日本原燃の記載によれば，地点c付近において東へ傾く新第三紀層の層理面にそって逆断層運動が発生していることが図示されている。その鉛直変位量は約0.8mとされているが，筆者が見る限り，その2倍程度はありそうである。M1面の鉛直変位量は2m以上あるので，この断層だけでは高度差を説明できないかもしれない。しかし，鉛直変位量の計測の仕方によっても数値は異なるし，別の活断層が存在する可能性もあるので，矛盾はない。
- ・ なお，X-Y周辺では，多数のボーリング調査が行われ，複数の地形・地質断面図が作成されている。これらによれば，六ヶ所撓曲と一致する範囲で新第三紀層が東へ傾斜していることが明示されている。この新第三紀層を東へ傾斜させる運動が「活着している」から，層面すべり断層が発生するのである。」

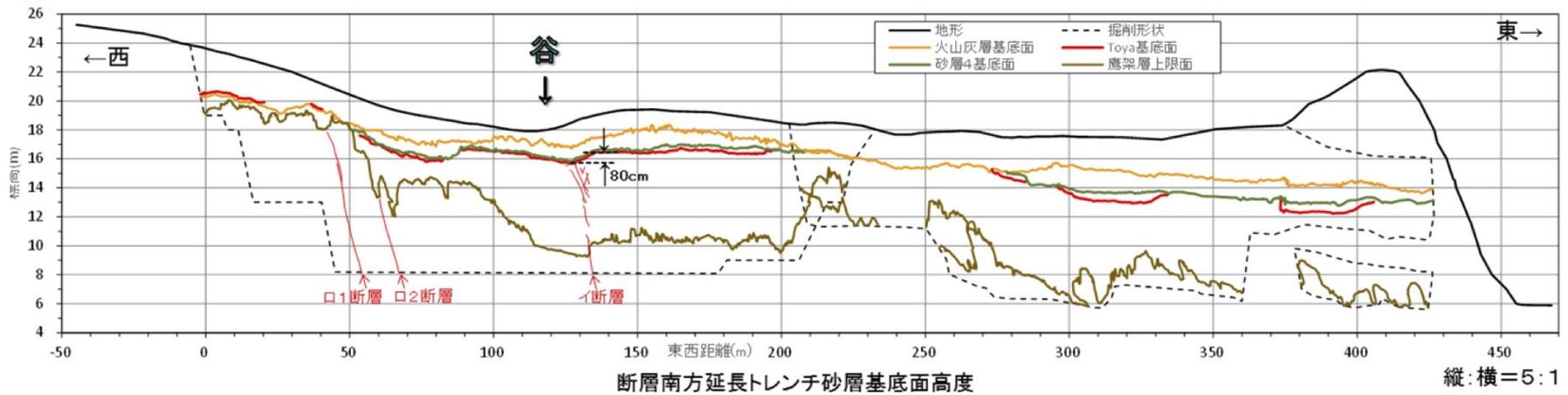
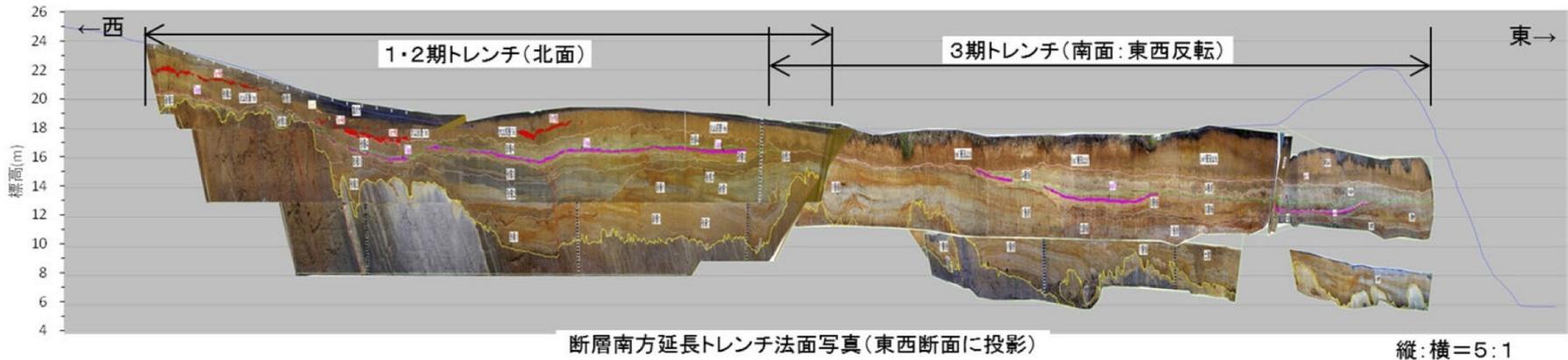
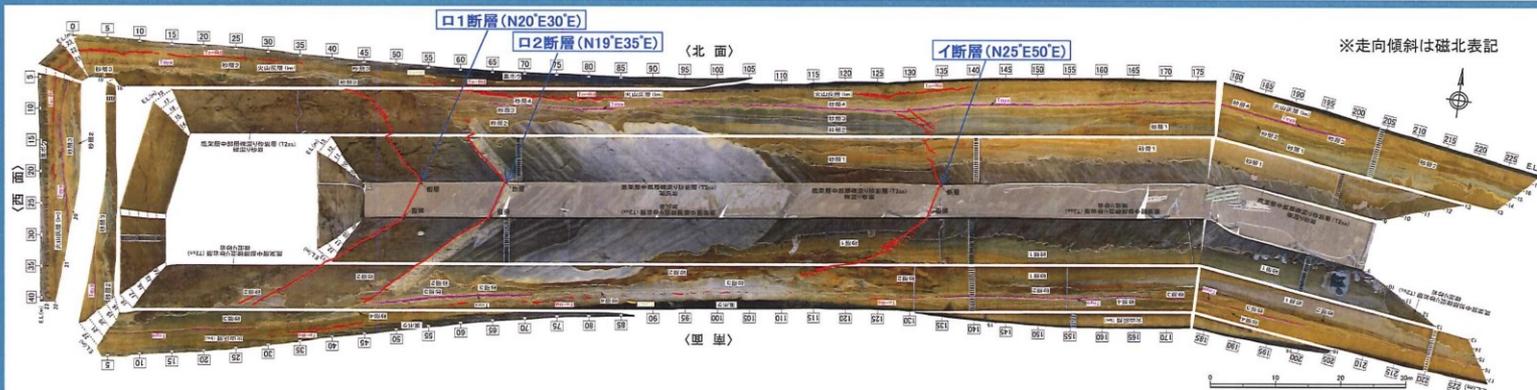


図6

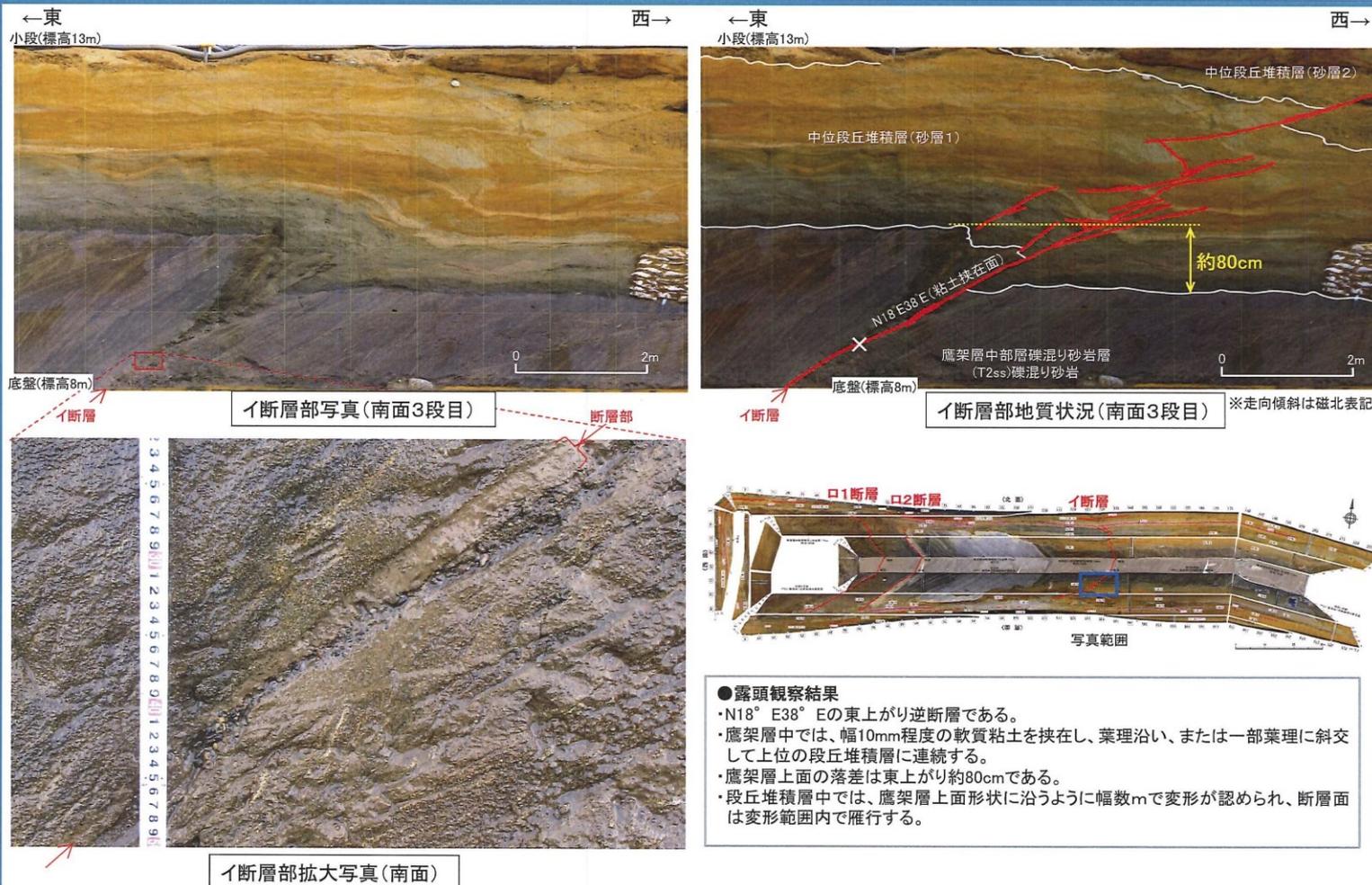
3.6.4 トレンチ内に認められる断層



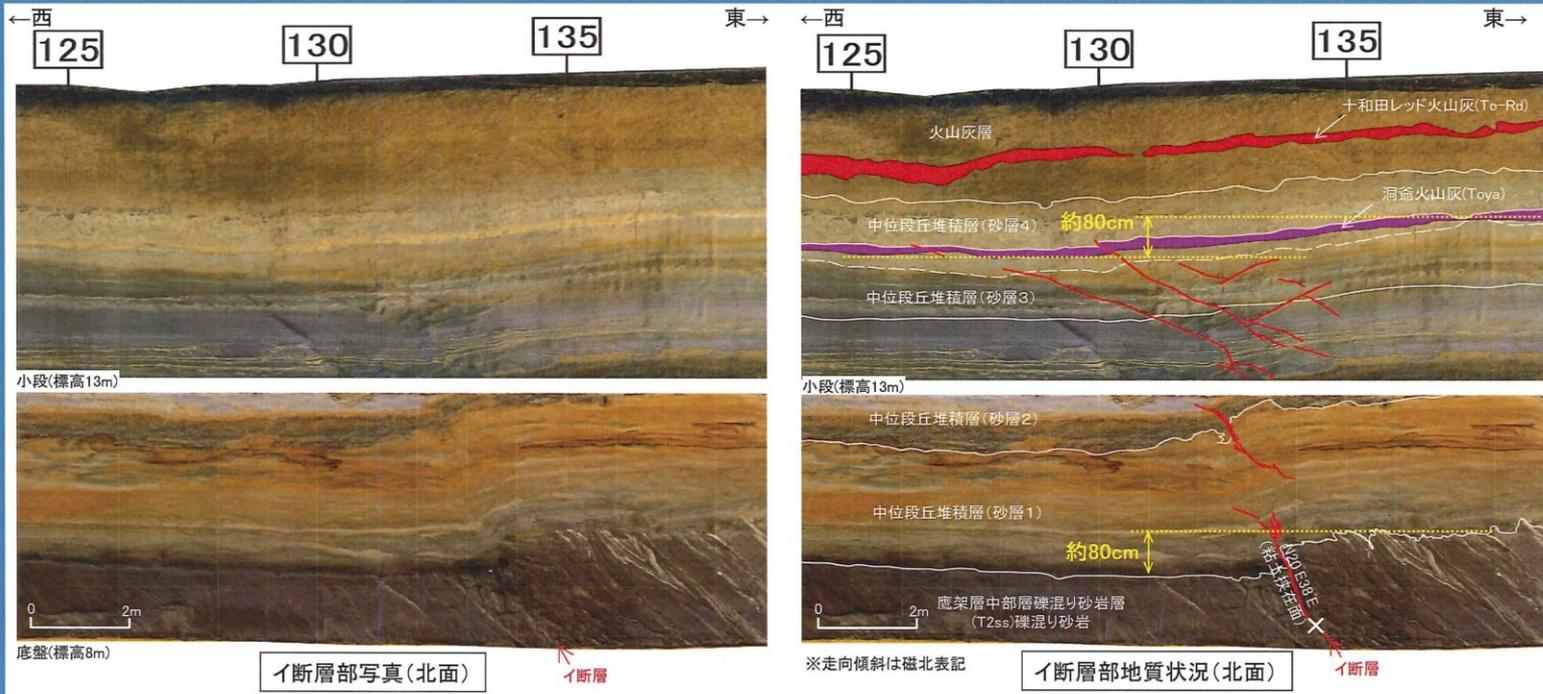
- ・トレンチ内には、出戸西方断層と同じ変位センスを持つ断層(西傾斜、西上がりの逆断層)は認められない。
- ・ただし、複数の小規模な断層が認められる。これらの断層は、活動時期の観点から大きく下表のとおり分類される。

| 断層の分類 | | 活動時期 | 活動性の知見 | 主な性状・特徴 | 変位センス |
|-------|---|----------|---------------------------------------|--|----------------|
| イ断層 | 鷹架層の層理面沿いあるいは斜交して認められ、中位段丘堆積層中の洞爺火山灰(Toya)層準まで変位・変形を与える断層 | 段丘堆積層堆積後 | 段丘堆積層の基底面及びToyaに変位・変形を与える。 | ・鷹架層中では砂岩の層理面沿い、一部層理面に斜交して認められ、幅10mm程度の軟質粘土を挟在する。 ・段丘堆積層中では雁行する。 | 東傾斜・東上がり逆断層センス |
| 口1断層 | 鷹架層の層理面沿いに認められ、中位段丘堆積層基底面に変位・変形を与える断層 | | 段丘堆積層の基底面に変位・変形を与えるが、Toyaに変位・変形を与えない。 | ・鷹架層中では砂岩の層理面沿いに認められ、幅数mmの軟質粘土を挟在する。 ・鷹架層中では、凝灰岩と砂岩との境界付近の層理面沿いに認められ、幅数mmの砂～シルトを挟在する。 | |
| 口2断層 | 鷹架層中の断層 | | 段丘堆積層堆積前 | 段丘堆積層の基底面に変位・変形を与えない。 | |

3.6.4 トレンチ内に認められる断層(イ断層の詳細(1)南面の状況)



3.6.4 トレンチ内に認められる断層(イ断層の詳細(2)北面の状況)



小段(標高13m)

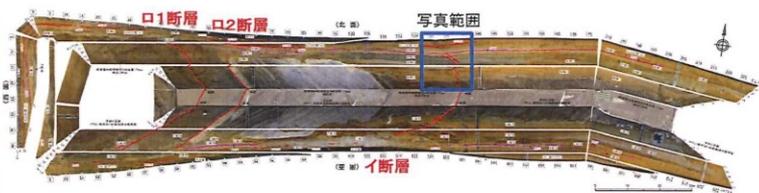
小段(標高13m)

底盤(標高8m)

鷹架層中部層礫混り砂岩層 (T2ss)礫混り砂岩

イ断層部写真(北面)

イ断層部地質状況(北面)



- 露頭観察結果
- ・北面においても南面と同様の分布・性状が確認される。
 - ・鷹架層上面に見られる落差は東上がり約80cmである。
 - ・段丘堆積層中では、鷹架層上面形状に沿うように幅数mで変形が認められる。断層面は変形範囲内で雁行しながらToyaに変位を与える。
 - ・Toya層準の変形量は鷹架層上面の落差と同程度である。
 - ・段丘堆積層堆積後の活動に累積性は認められない。

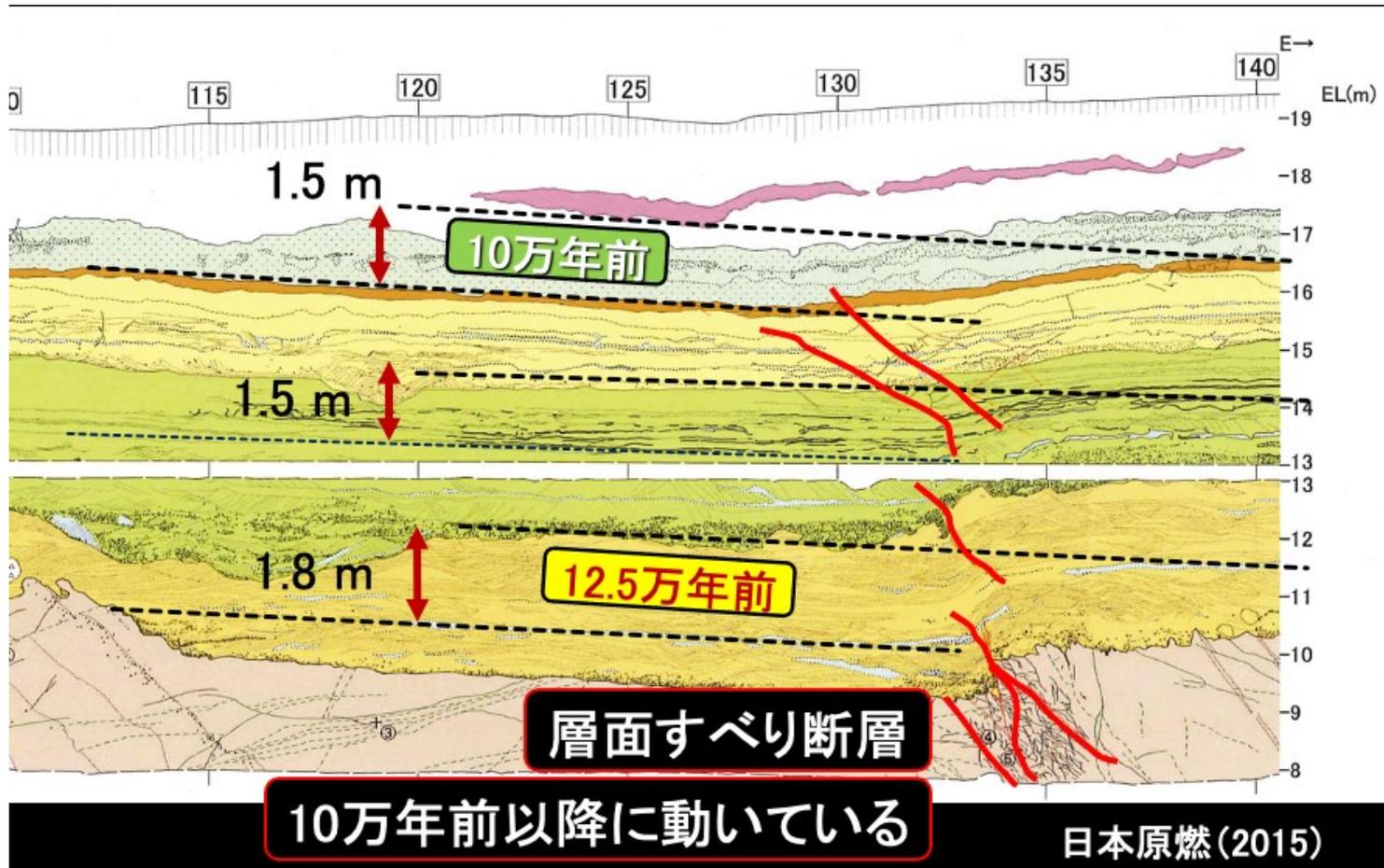


図10

- M1面を構成する12.5万年前の砂の層（うす緑）が分布して、その上にM2面を構成する10万年前の砂の層（うす青）が堆積し、さらにそのうえにローム層がある。M1面の地層の傾きは 2.0° 、M2面の地層の傾きは 1.3° となって、これらは図3とまったく同じ値である。
- 図3のc地点にあたる位置に断層（イ断層）があり、地層を変形させ地面の食い違いを生じさせている。その西側にも2本の断層（口1断層、口2断層）が記載されていて、こちらの方は地層を変形させていない。
- **イ断層、口1断層、口2断層ともに海側（東側）に傾き下がっており、海側（東側）の地面（地盤）が持ち上がる逆断層であると日本原燃の資料に記載されている。この点は出戸西方断層とは異なっているので、日本原燃はこれらの3本の断層は出戸西方断層の延長ではないと結論している。さらに、日本原燃の資料には、イ断層について「段丘堆積物の基底及びToyaに変位・変形を与える」と記載され（図7）、イ断層が12.5万年前の砂の層（M1面の構成層）と11.5万年前に噴出した洞爺火山の火山灰をふくむ10万年前の地層（M2面の構成層）を変形させる活断層であることがあきらかにされている（図8～図10）。**

層面滑り断層とは何か？

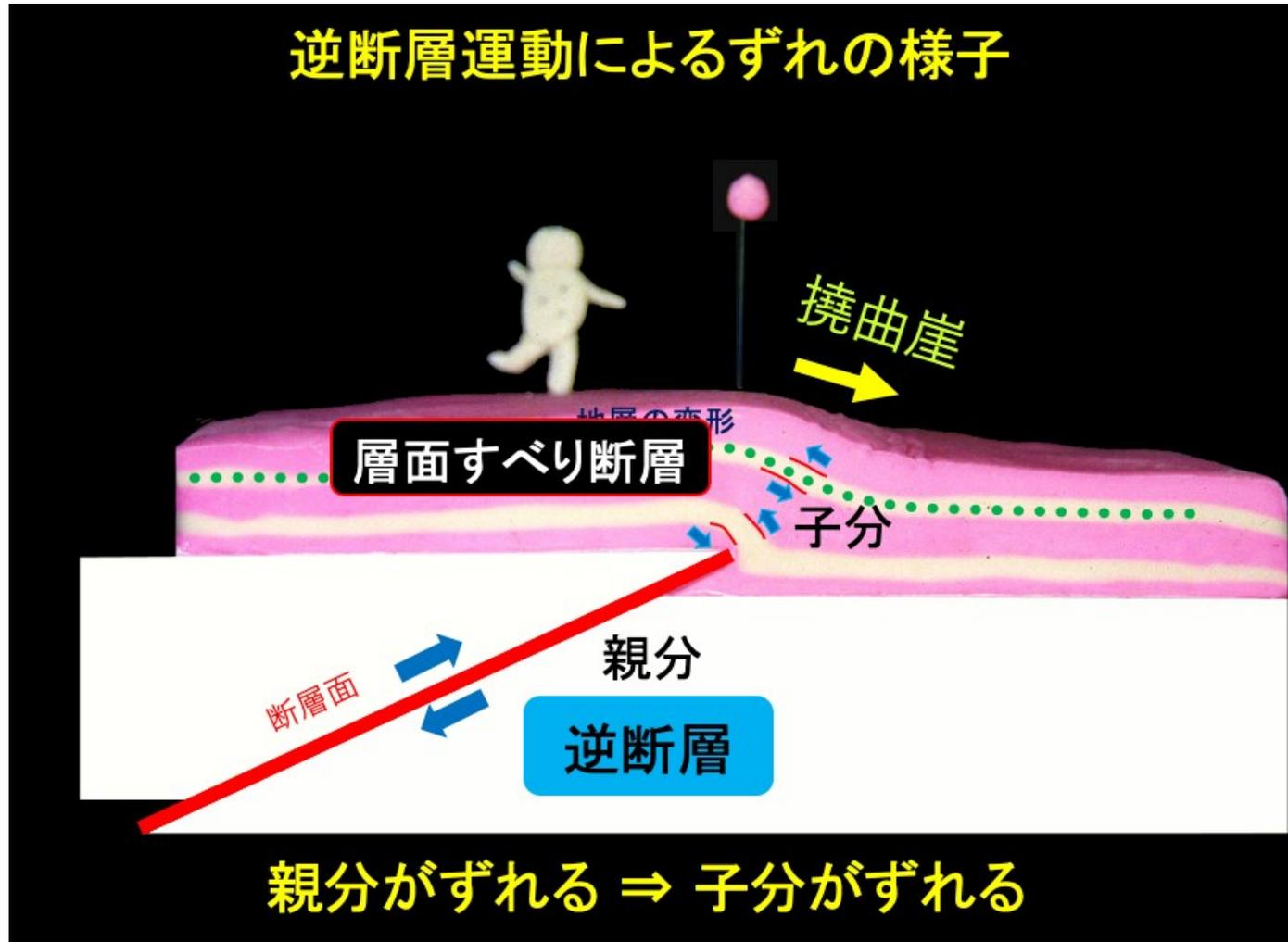
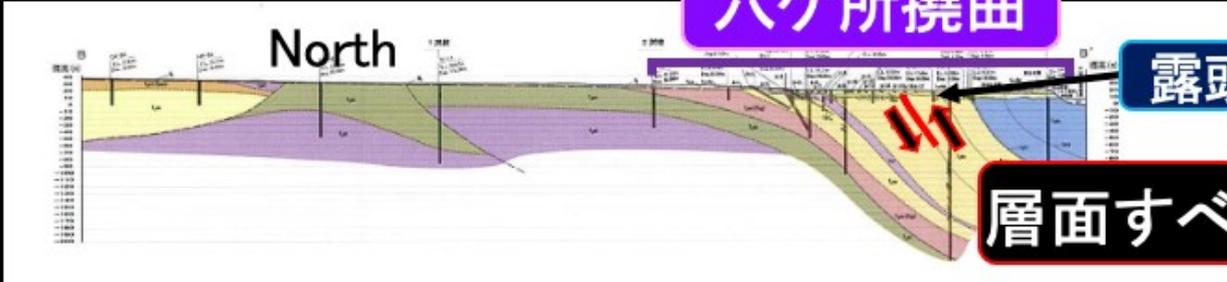


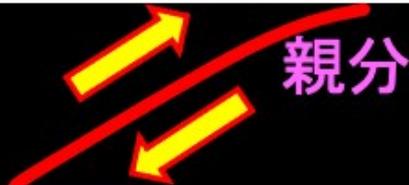
図11

海成段丘面の撓曲

六ヶ所撓曲



10万年前
以降にずれている



六ヶ所断層



海成段丘面の変形＝地下構造

図12

渡辺満久作成

イ断層は10万年前以降に動いたことがあきらかな層面すべり断層である

- イ断層付近のスケッチ（図10）をみると、下の方の立ち上がった古い地層（新第三紀層）中の地層と地層の境界がずれ動かされて、上に堆積した新しい地層をも変形させている様子が逆断層として記載されている。
- 地層の変形量は1.5～1.8mで、古い地層の変形量がより大きい。
- イ断層は層面すべり断層といわれるもので、10万年前以降に動いたことがあきらかな活断層である。

2. 鷹架沼南岸の露頭調査について

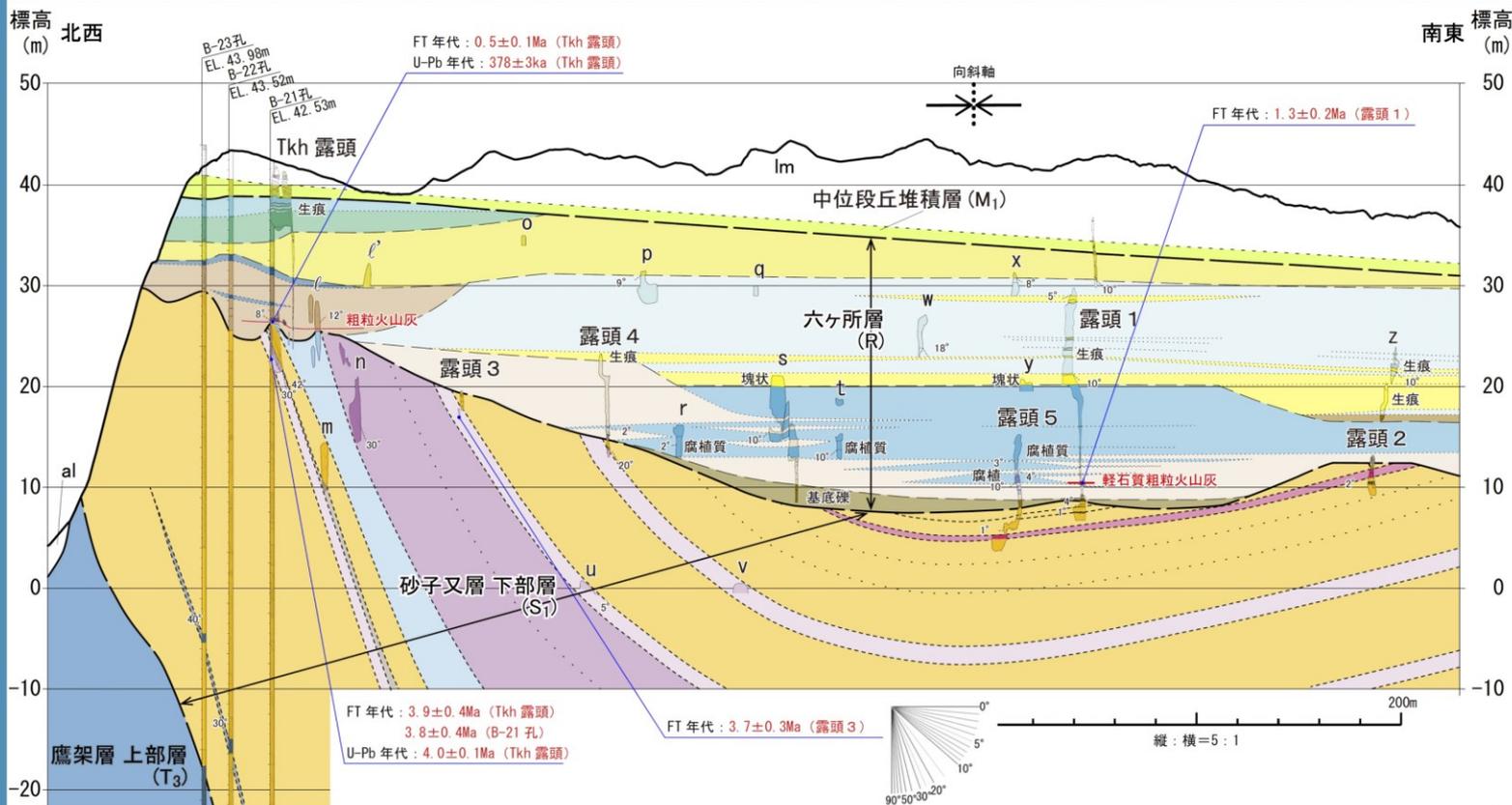
・日本原燃は「鷹架沼南岸の地質調査結果（地質断面図：拡大）」（図13）を示して、六ヶ所層は水平に堆積していて活断層の影響を受けていないと説明している。・しかし、この図は図14に示すように針でひっかいただけのようなごくごくわずかな露頭のはぎとり調査のコマ切れの情報を主に作成された、想像上の地質断面図であるのでこれを根拠に十分に科学的な議論はできない。

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
 (2019.12.20)
 資料1-1 p364 加除修正

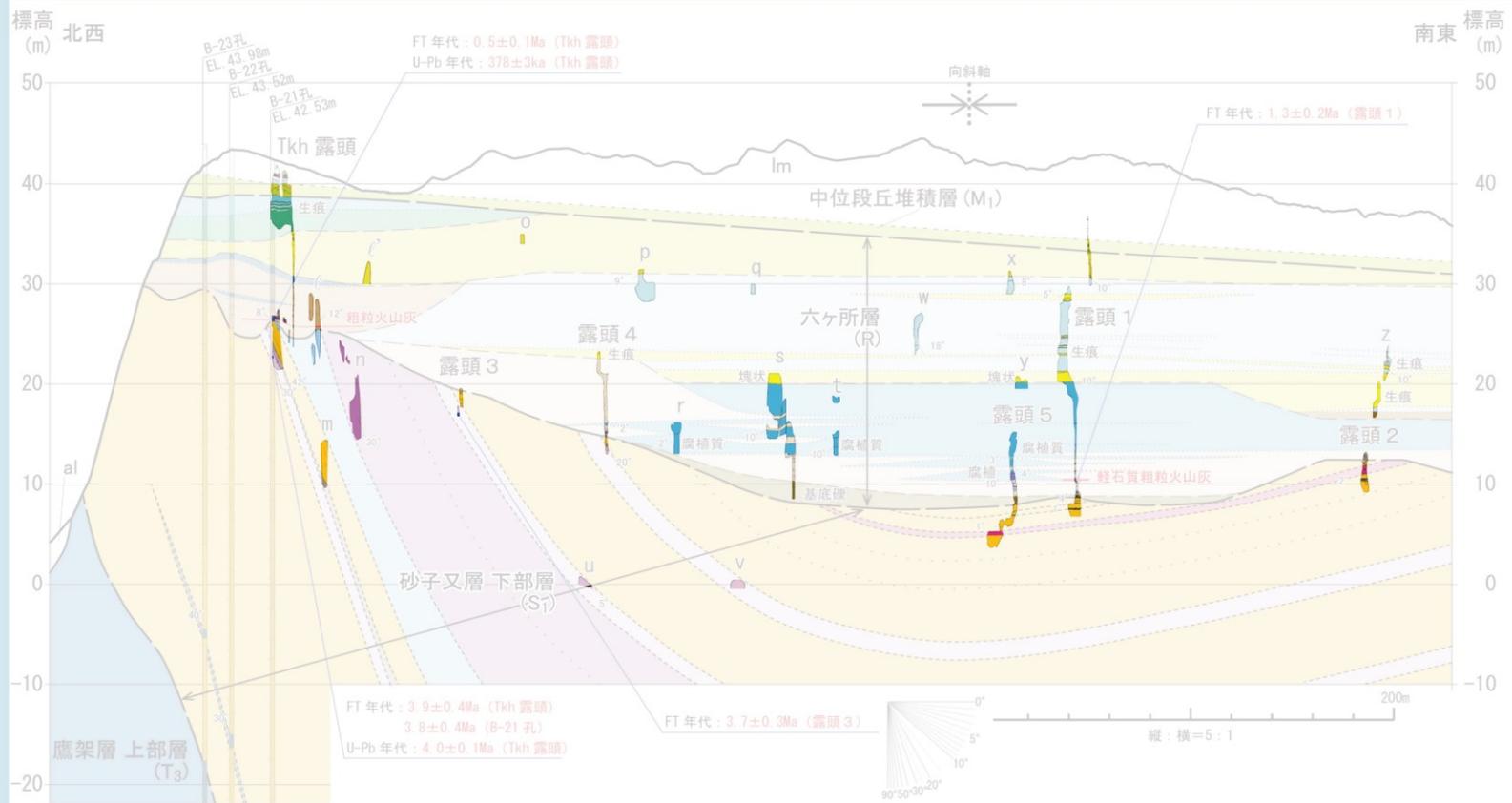


鷹架沼南岸の地質調査結果(地質断面図:拡大)



- 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)」を除いていずれ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。

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)」を除いていずれ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、⑪測線のM₁面の勾配1.1%と調和的である。

図14

ボーリングの実データがあるのは、この色付きの部分のみ。
 残りは想像で描いている。

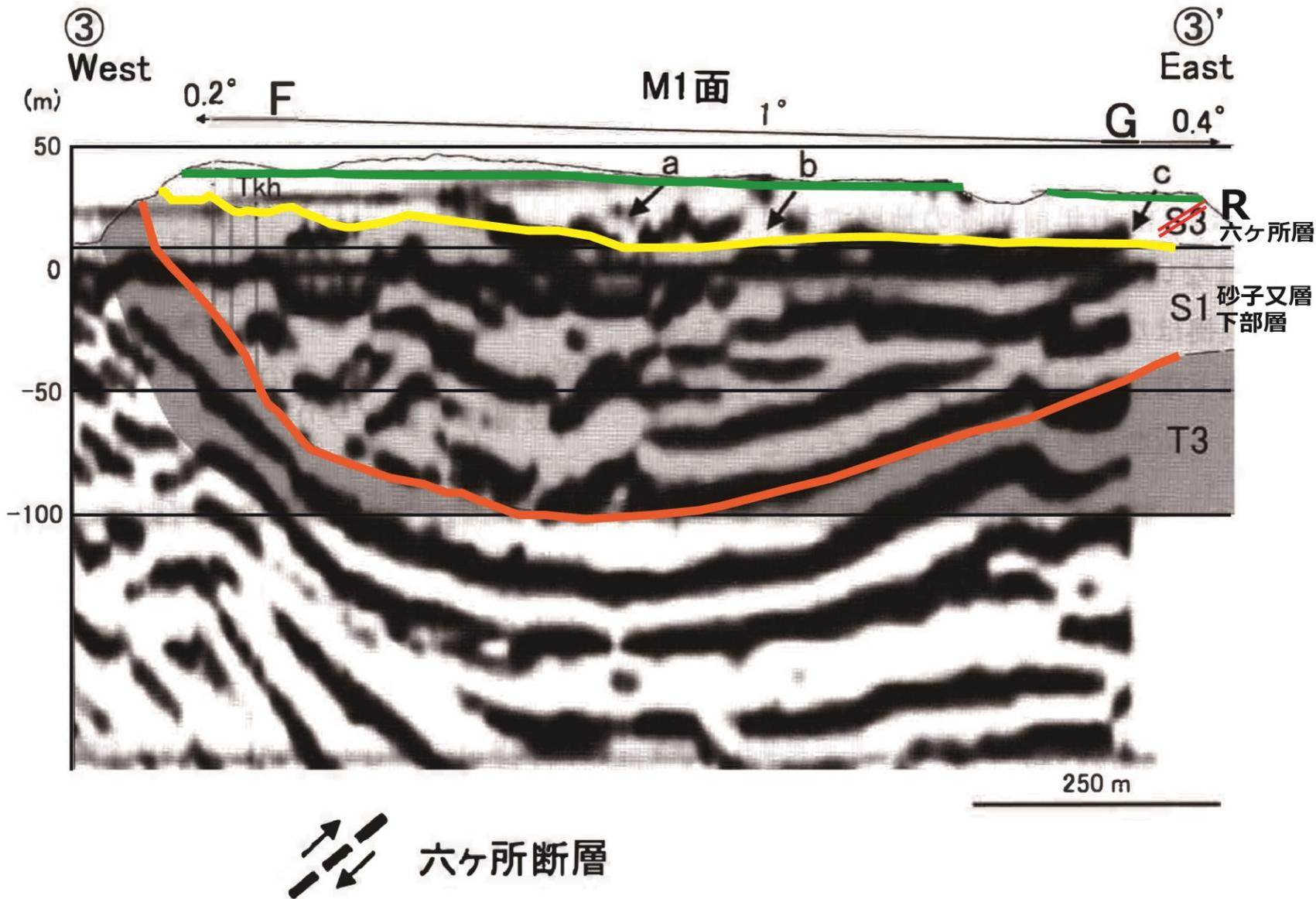


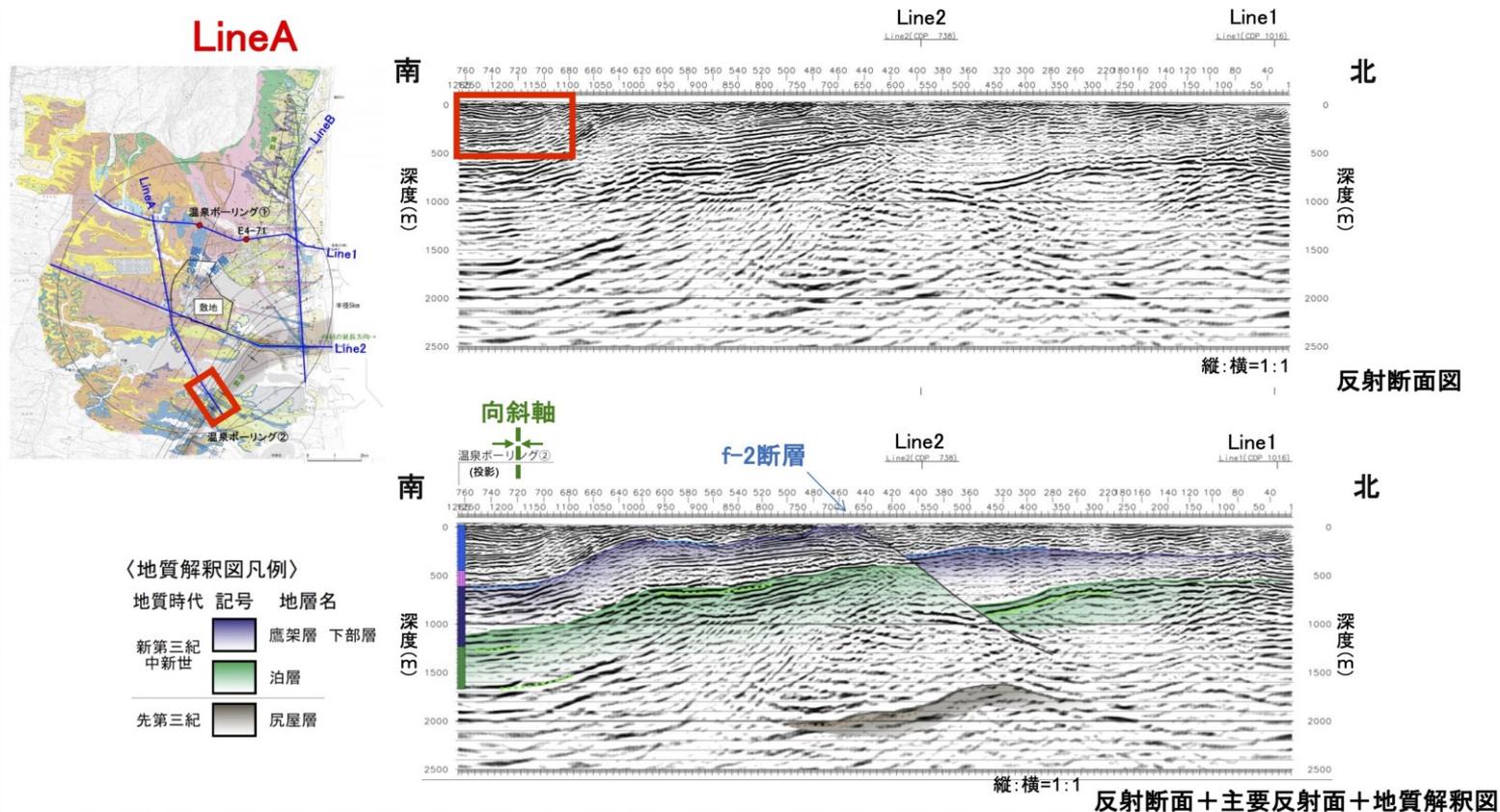
図7—鷹架沼南岸の地形・地質断面

図15

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

反射法地震探査結果(バイプロサイズ:LineA)



- ・南北測線の反射面は大局的に緩く南へ傾斜しており、地表地質踏査やボーリング調査等で確認される「北東-南西走向で南東傾斜の地質構造」を反映した特徴を示す。
- ・反射面の分布から、LineAでは測線中央付近におけるf-2断層と、その南側の向斜軸が推定される。
- ・これらの位置や構造は、地表地質踏査や敷地内外のボーリング調査で確認される構造と調和的である。

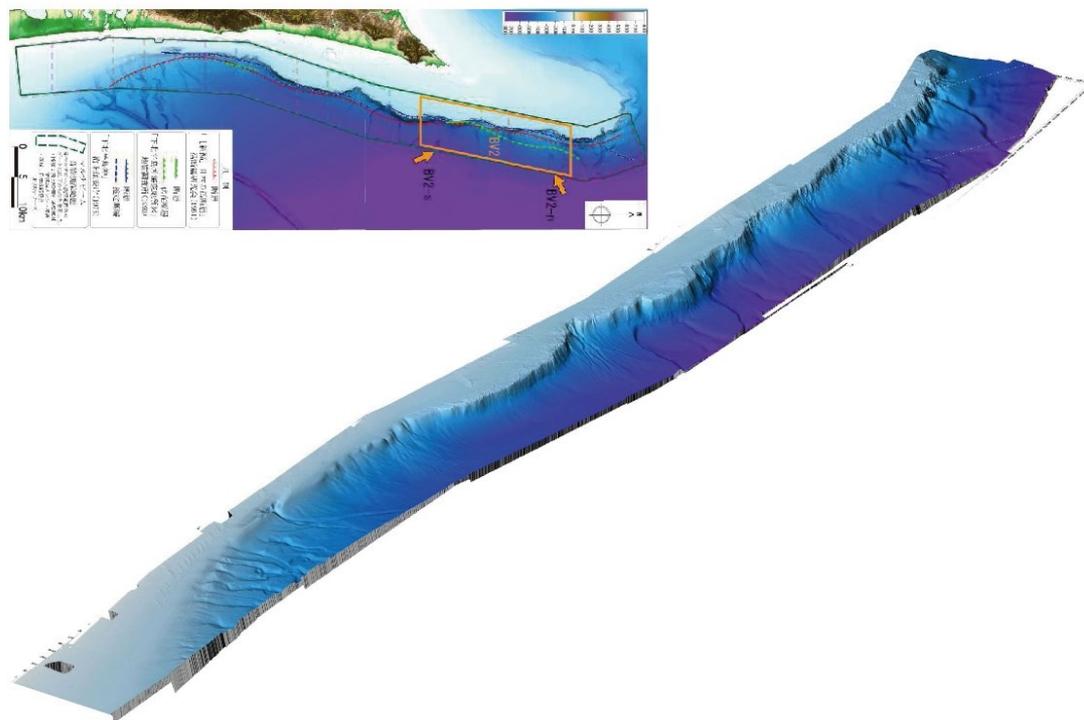
- 「鷹架沼南岸の地形・地質断面図」を示す。
- これは、地震波探査の結果とボーリング調査をもとに作成された地質図を縮尺等を合わせた上で重ね合わせたものである。
- 図示されているのは、日本原燃資料の図16の赤い四角の範囲で、上記の「鷹架沼南岸の地質調査結果（地質断面図：拡大）」とほぼ同じ範囲である。
- 地層境界が見やすくなるように色づけし、かつてS3層（砂子又層上部層）と呼ばれていたものを現在のR層（六ヶ所層）であることがわかるようにするなどの加筆を原告がおこなった。

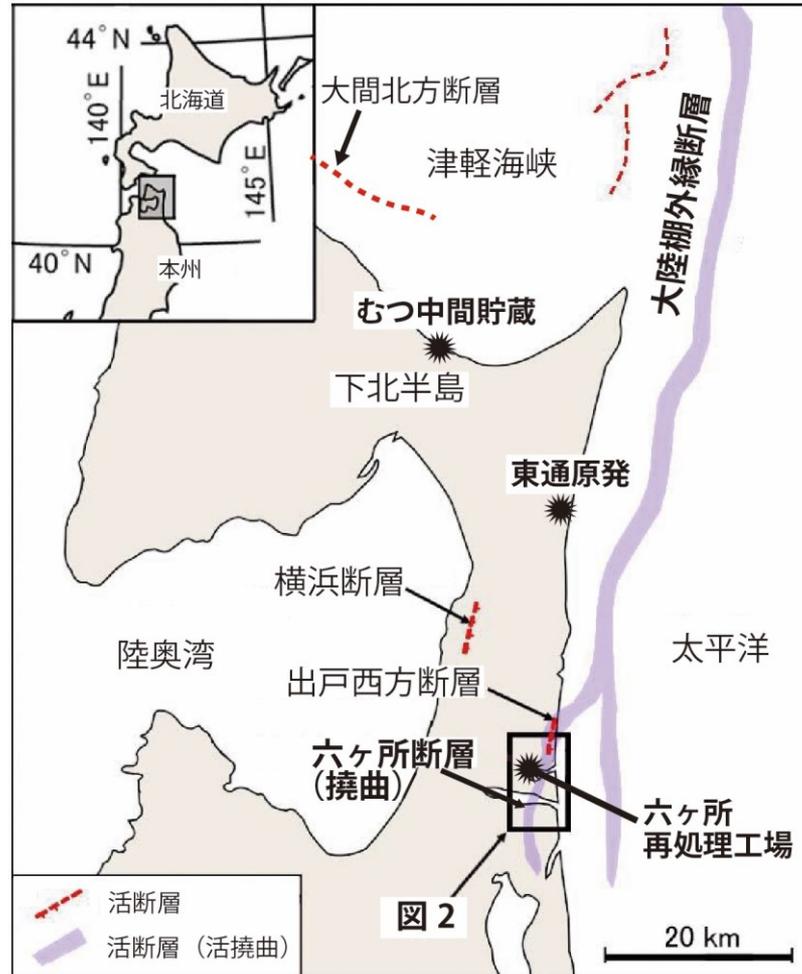
日本原燃は、地下の断層状構造、地層の傾斜の成因が説明できていない。

- 渡辺教授はこの論文の中で、「原燃はS3全体と海成段丘面構成層はほぼ水平に分布しており、非対称な向斜構造は活断層ではないと結論した。ところが、このS3下部層は、ほぼ水平に堆積する部分もあるが、数～10度程度東方向へ傾斜していることも図示されている。したがって、原燃が図示したように、S3全体がほぼ水平に連続してゆくとは限らない。」と、現在R層（六ヶ所層）と日本原燃が呼んでいる層全体が全体としてほぼ水平に分布しているとは言えないと述べている。
- この領域での地下の構造について渡辺教授は、「原燃がS1（鮮新統）とした中には、地層が変形してずれていることを示すような構造が読みとれる（図7【本稿では図15】の矢印a～c）。この断層状の構造は、地下深くには連続しないかもしれないが、向斜構造の中で副次的に破断を生ずることはおかしなことではない。矢印a・bの断層状構造の地表への延長部付近では、S3【R】が数度以上、南～南東に傾いていることも報告されている」と、S1層やR層のなかに断層状の構造が見られることを指摘している。
- 日本原燃は図13においては、渡辺教授が指摘したような地下の断層状構造や地層の傾斜について説明ができていない。このことから図13の科学的な信頼性の無さが裏づけられた。

3 大陸棚外延断層について

下北半島の沖合にはこんな巨大な崖が続いている。





下北半島周辺の活断層と六ヶ所再処理工場

2. 敷地を中心とする半径30km範囲の断層の評価 2.1 大陸棚外縁断層の評価

コメント①



2.1.6 大陸棚外縁断層の活動性評価(文献の指摘に対する当社の見解②)

【池田(2012)の主な論点に対する当社の見解】

- ▶ 尻屋海脚東縁部から東通村老部川沖の大陸棚外縁部を経て鷹架沼沖の大陸棚に至る海域において、西側隆起の断層が推定され、全区間においてC_p層下部に変位あるいは変形が認められるものの、いずれの測線においても、少なくともB_p/C_p境界に変位及び変形は認められないことから、大陸棚外縁断層は少なくとも第四紀後期更新世以降の活動はない。
- ▶ 池田(2012)の解釈によると、棚下から連続するpost-rift期(正断層の活動期の後)の地層が棚上まで連続するとしているが、今回実施した海上ボーリングの結果等から、大陸棚外縁断層が推定される位置付近においてE層に落差(約200m)が確認され、棚下から棚上まで連続するpost-rift期の地層は認められない。
 - ◆ 大陸棚上の地層は、有孔虫化石 *G.rikuchuensis*(約12.6~11.5Ma)、*D.lauta*帯(約16.0~14.6Ma)に対比される珪藻化石群集等を確認したことから、新第三紀中期中新世に堆積した地層(当社はE層と評価)である。
 - ◆ 一方、棚下の地層は、火山灰分析の結果Os-2(約0.27Maの軽石)を、微化石分析の結果約1.03Maの放射虫化石等を確認したことから、第四紀前期更新世~第四紀後期更新世に堆積した地層(当社はC_p層~B_p層と評価)である。

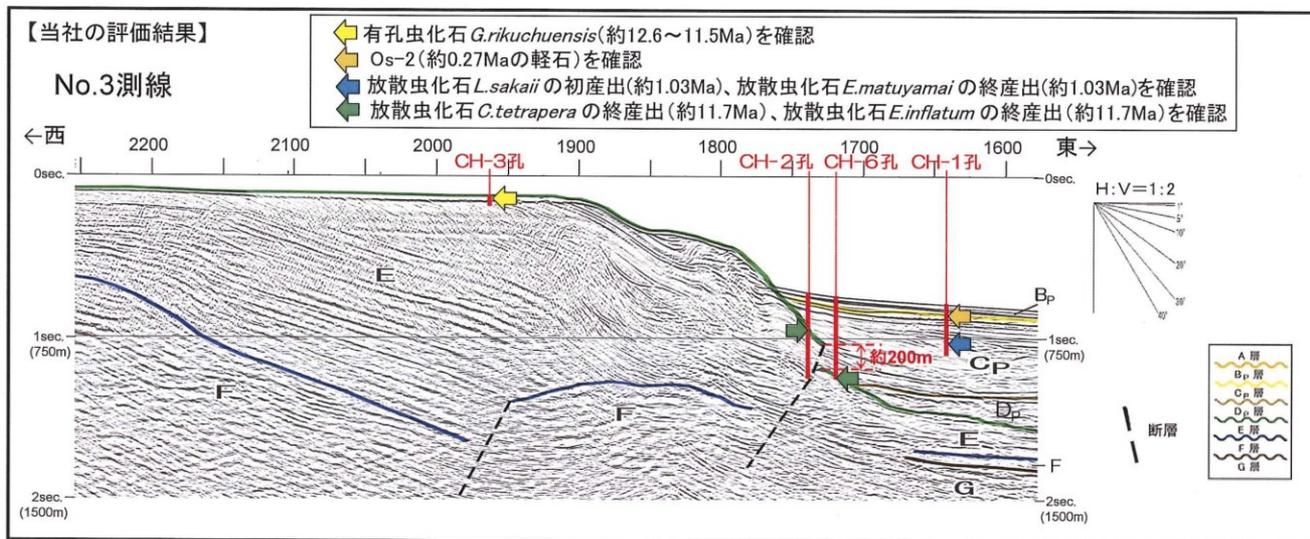


図17

日本原燃による断層評価線の引き方は恣意的である

- 原告らは準備書面189（2022年3月4日）ほかにおいて、大陸棚外縁断層が活断層であることを池田安隆氏の論文と資料をもとに説明し、その際、日本原燃による池田氏の説への反論が間違っていることを述べ、日本原燃の説明を受入れた原子力規制委員会の審査内容に重大な瑕疵・過誤があることを述べた。
- 日本原燃による反論における間違いのポイントのひとつは大陸棚外縁断層として想定された断層の形状である。図17に示すNo.3測線において日本原燃は、横軸の1700から1800の間の深さ750mから1300mぐらいの位置に西下がりの断層線を引き、これが大陸棚外縁断層であると仮定している。
- その上で、その断層線の海底方向への延長線上の地層に注目し、それらの比較的新しい地層に変位・変形が見られないから、仮定した断層線位置に大陸棚外縁断層がある場合にはそれは活断層ではない、と説明している。
- しかし、この断層線のひき方について池田氏は、海上音波探査の反射断面図からは日本原燃のようには解釈できず、恣意的なものだと批判している。つまり、日本原燃による仮定が間違っているので、その先の結論、すなわち大陸棚外縁断層が活断層ではないという結論は間違っているということになる。

大陸棚外延断層と六ヶ所断層は連続している 国が認めている出戸西方断層は、そのごく一部が 地表面に現れた部分に過ぎない

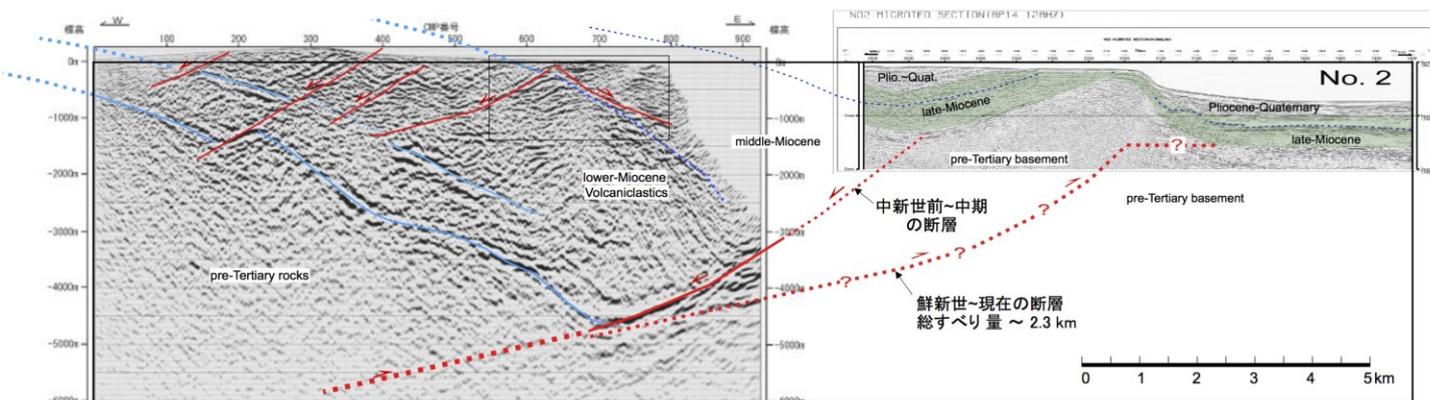
- 問題となっているのは大陸棚外延断層と六ヶ所断層
- 大陸棚外延断層は東大出版会の「日本の活断層」に載っている。
- 古くは、米倉教授、宮内崇裕千葉大学教授(原告準備書面101)、近時には池田安隆教授(原告準備書面117.118.151.198)が、その活動性を認めている。
- 六ヶ所断層は渡辺満久教授が発見した。

▶池田安隆・奈良大教授は、海上音波探査記録の詳細な解析によって、大陸棚外縁断層は現在も活動を続けている活断層である、と認定している。

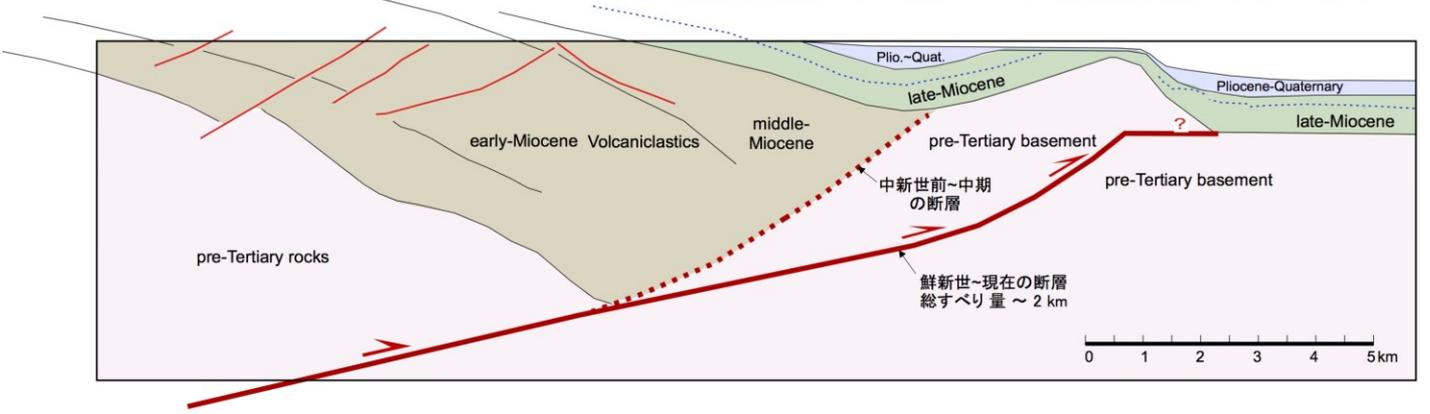
▶下北半島の形成過程に大陸棚外縁断層は深い関わりがある。**500-350万年前までは正断層として活動し、それ以降は現在まで逆断層として陸地を生成する役割を果たしている。**

池田氏は、過去の地震の例、とりわけ中国の四川省で大地震(M.7.9)をおこした龍門山断層の活動例を紹介し、「まれにしか動かないけれども、いったん動くと止めどなく破壊が伝播して規模の大きい地震をおこす断層が存在する」ことを明らかにしている。そしてこのような地震に備えるには、断層の連続性を把握することが重要であるとしている(準備書面117)。

▶日本原燃による大陸棚外縁断層についての線のひき方は、海上音波探査記録と整合せず、恣意的。これをもとに断層の活動性は否定できない。

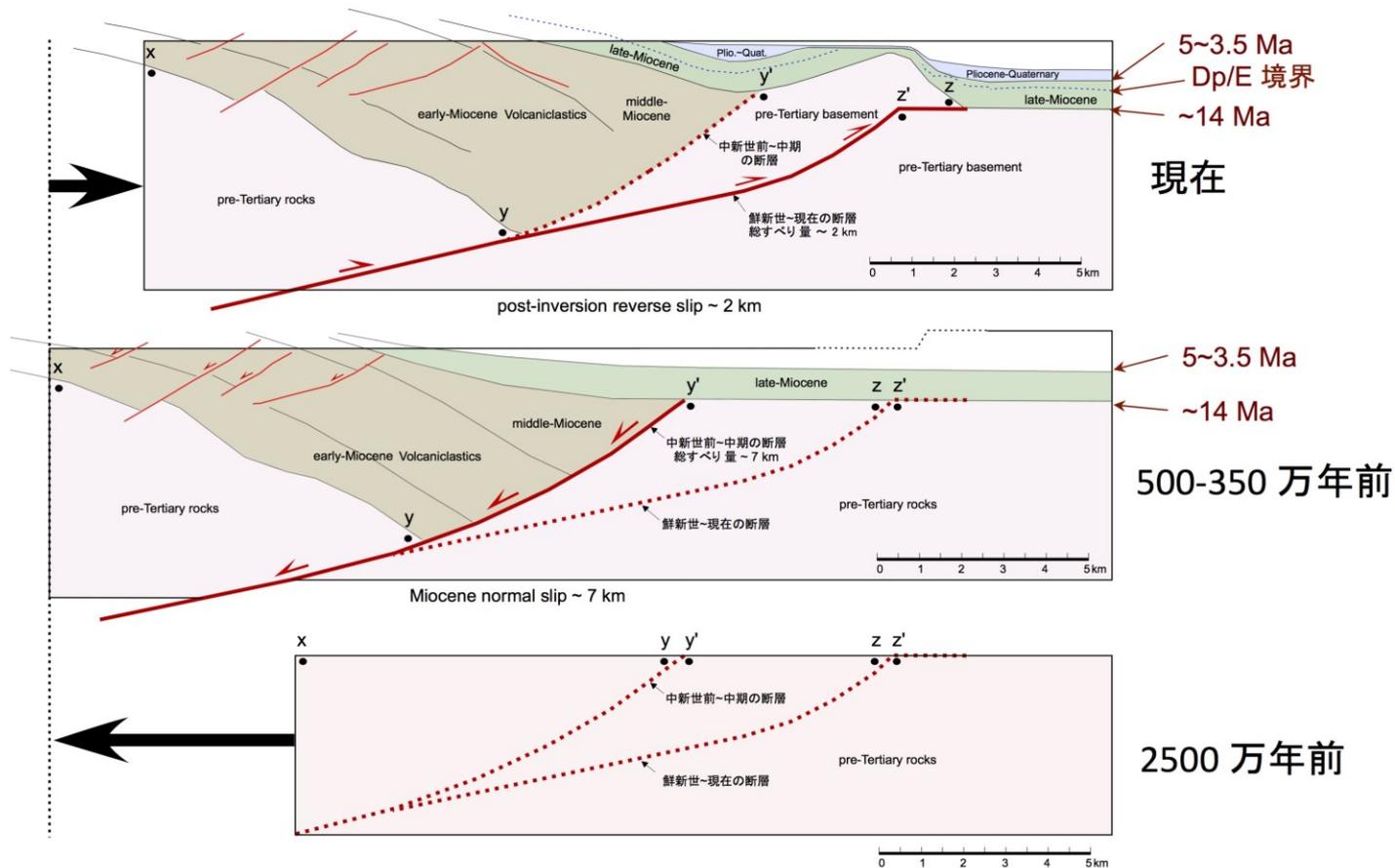


↓ 地殻変動様式に基づいて地層を色分けしてある



東通原子力発電所近傍を通り陸棚外縁に至る東西方向の地質断面図(池田安隆, 未公表資料, 2013). 作図に用いたデータは, 東通原子力発電所の近傍を東西に横切る大深度反射法地震探査断面(左上背景図)および No. 3 測線に沿う反射法地震探査断面(右上背景図)(いずれも, 東北電力, 2010, 原子力安全委員会地震・地震動評価委員会及び施設健全性評価委員会ワーキング・グループ4 提出資料, http://www.nsc.go.jp/senmon/shidai/taishin_godo_WG4/taishin_godo_WG4_34/siryu8.pdf, の一部). 図中の解釈線および注記はすべて池田安隆による.

池田(2014, 未公表)



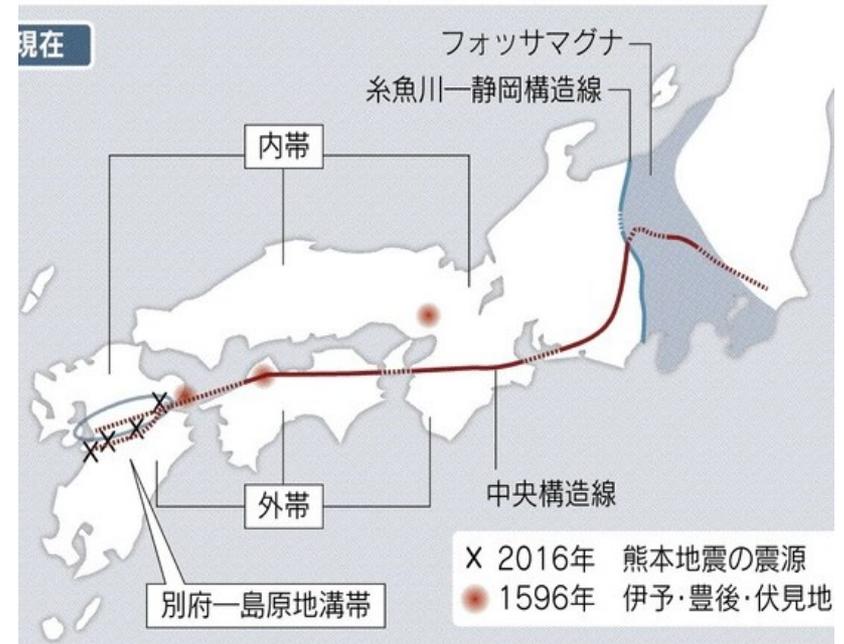
東通原子力発電所近傍を通り陸棚外縁に至る東西方向の地質構造の形成過程(池田安隆, 未公表資料, 2013). [下図]日本海拡大以前(約2500万年前)の状態, [中図]約500万年前. 日本海の拡大期(2500-1400万年前)に大陸棚外縁断層(の深部)は正断層として活動した. それに伴って, 断層の西側には厚い地層(薄茶色で示す)が堆積した. その後静穏な時代が約500万年前まで続く; その間に堆積した地層(薄緑色で示す)は断層を横切って広がる. [上図]現在の状態, 日本列島が圧縮場に転じたことに伴って大陸棚外縁断層が逆断層として再活動を始める. この断層の浅部は, 低角化して前方に分岐する場合(No.2 測線; 上図)と, しない場合(たとえば No.3 測線)があるらしい.

池田(2014, 未公表)に予測年代を加筆

中央構造線も古傷断層である。 (原告準備書面188)

- 中央構造線の元になった断層は、今から1億年以上前、日本列島が南中国地塊の一部だったところに誕生した。白亜紀に、海洋プレートが運んできた陸地が大陸にぶつかり、その後、大陸の端が大きく横ずれして巨大な断層ができたと考えられている。(旧中央構造線)。
- この地殻内の古傷が新しい圧縮応力の下で、再活動を始めているのだといえる。
- 政府の地震調査研究推進本部は、2017年「中央構造線断層帯については、近畿地方から四国西部までの360kmを貫くとされていた範囲を見直し、九州東部までの444kmと認定した。全体が同時に活動すればM8級の地震となる恐れもある」とした。

中央構造線にはひずみが集中し、周辺には活断層帯が:



列島の「合わせ目」である中央構造線の周辺に多数の活断層が分布して1596年にはマグニチュード7級の地震が連続して起きた

日本原燃は大陸棚外延断層は、正断層として活動したのちに休止期があり、のちに逆断層として活動するようになったことを見落としている。

・池田氏は図18のように、海上音波探査の反射断面図の解釈図を示し、大陸棚外縁断層の形状を西下がりの線がほぼ水平になったあとゆるく東下がりのもので描いている（主断層）。主断層が、東西方向の圧縮の力によって動くとき、その上の地層の中に（地層と地層の間の弱い部分など）、地層をたわませる副次的な断層が幾筋も引き起こし、さらに上部の新しい地層を变形させている、と説明している。したがって大陸棚外縁断層は活断層であると結論している。

・日本原燃は、池田氏に対する反論において、地層の区分に対する意図的な混乱（正断層活動期と正断層活動後の両方を含むE層を、あたかも正断層活動期しか含まないかのように言い換えをした）を引き起こして強引に池田氏の説を否定しようとしたものであり、その主張には理由がない（準備書面189を参照のこと）。

4. 結論

- **大陸棚外延断層と六ヶ所断層とは、その位置関係や運動方向性からも、連動し、同時に活動する可能性がある。**
- **その場合には、距離的には100キロを超えるような断層運動を引き起こし、その場合にはM8を超える地震、2000ガル程度の地震動を引き起こし、能登半島地震の例を見れば、一時に5メートル程度の地盤隆起を引き起こす可能性がある。**
- **本件施設の耐震設計、さらには、レッドセル内の機器の耐震補強が不可能であることも考え合わせると、このような地震に対して、本件施設の耐震安全性を確保することは到底不可能であることは明らかである。**