

バーチャル核燃裁判

2025年12月19日口頭弁論

大陸棚外縁断層と六ヶ所断層の 活動性について

2026年1月23日

上澤千尋

原子力資料情報室

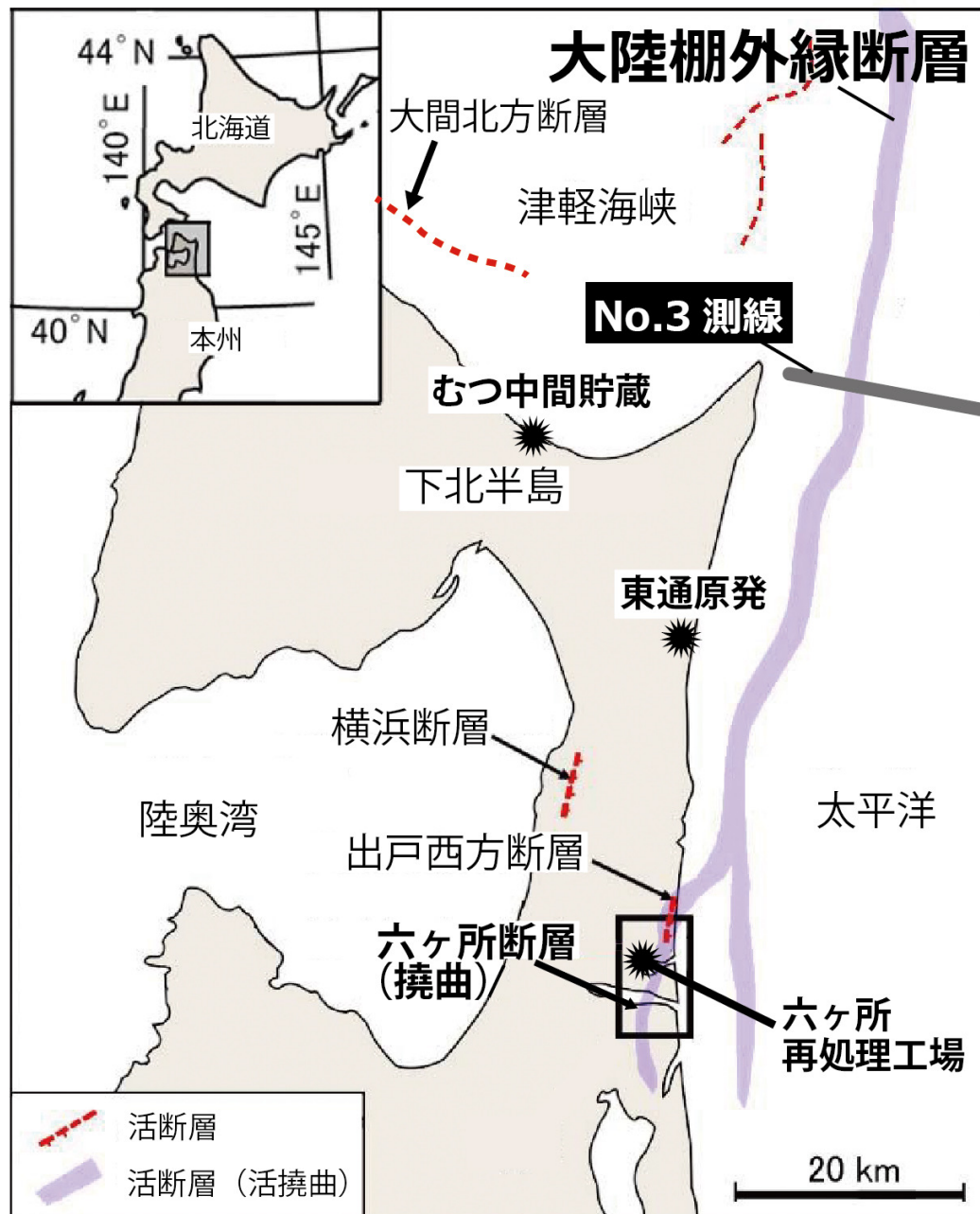


図1 下北半島周辺の活断層と六ヶ所再処理工場
(渡辺 2016 の図1 をもとに筆者改変)

下北半島の東側に沿って海底に南北によこたわっているのが**大陸棚外縁断層**であり、総延長は150kmにもおよぶ。

大陸棚外縁断層の南端付近では、活断層は2つに分かれていて、一方はそのまま海底下を南方に延長している。

もう一方は陸側に潜り込んでいき、日本原燃の核燃料サイクル施設の敷地内をとおって、鷹架沼南岸まで達しているとみられる。

陸側部分は渡辺満久・東洋大教授によって**六ヶ所断層**（**六ヶ所撓曲（とうきょく）**）と名付けられている。

大陸棚外縁断層の存在と活動性

1. 大陸棚外縁の崖が連続している
(高さ200mが約100km続く)
2. 海成段丘が広く分布する
3. 海上音波探査の地質学的解釈
4. 海上ボーリングのコア (地層サンプル) データ

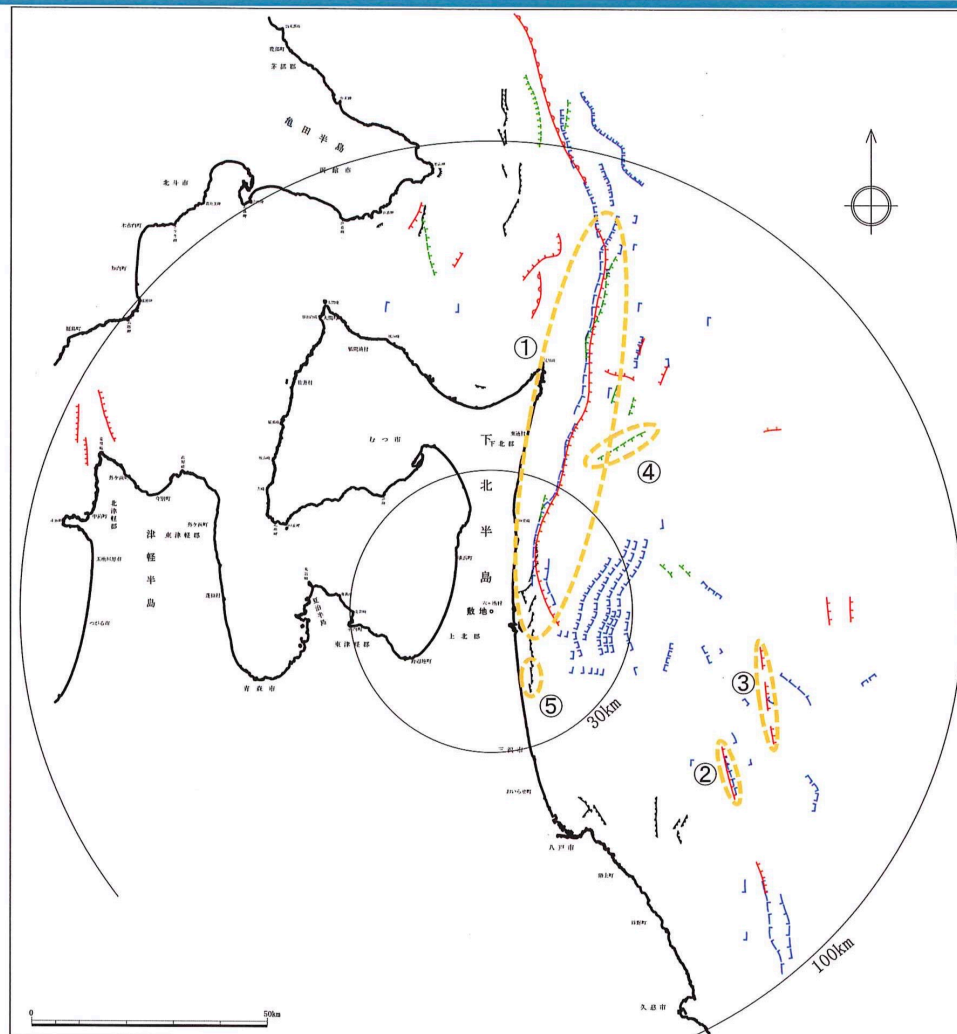
六ヶ所断層の存在と活動性

1. 海成段丘が撓曲（とうきょく）している
2. 露頭の地層で地層の変形がわかる
3. 地震波探査で断層が認定できる
4. トレンチで地層の変形と層面すべり断層の存在

1. 敷地周辺海域の地形、地質・地質構造の概要

1.3 敷地周辺海域の主要断層(文献)

審査会合 (H26.3.28)
資料1 p30 再掲



【敷地を中心とする半径30km範囲の断層】

- ①大陸棚外縁断層
- ⑤F-d断層

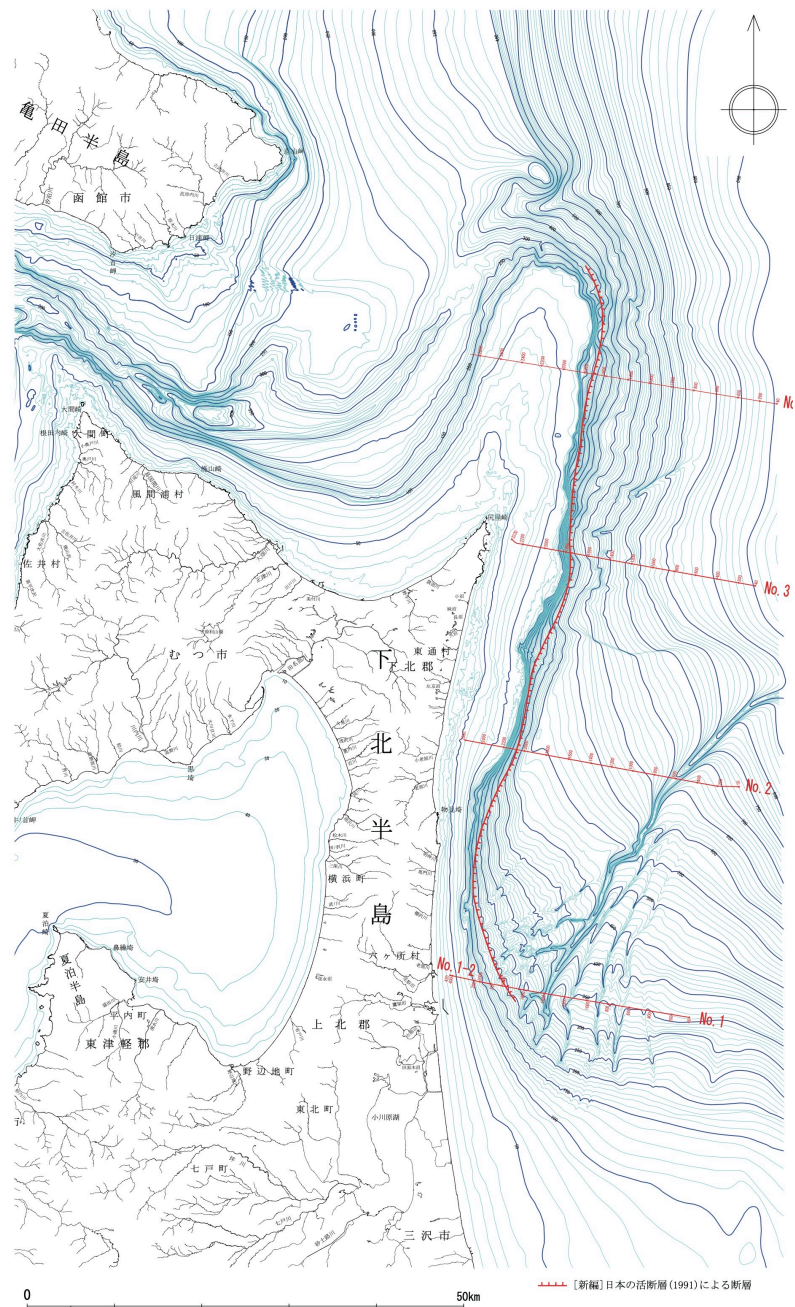
【敷地を中心とする半径30km以遠の断層】

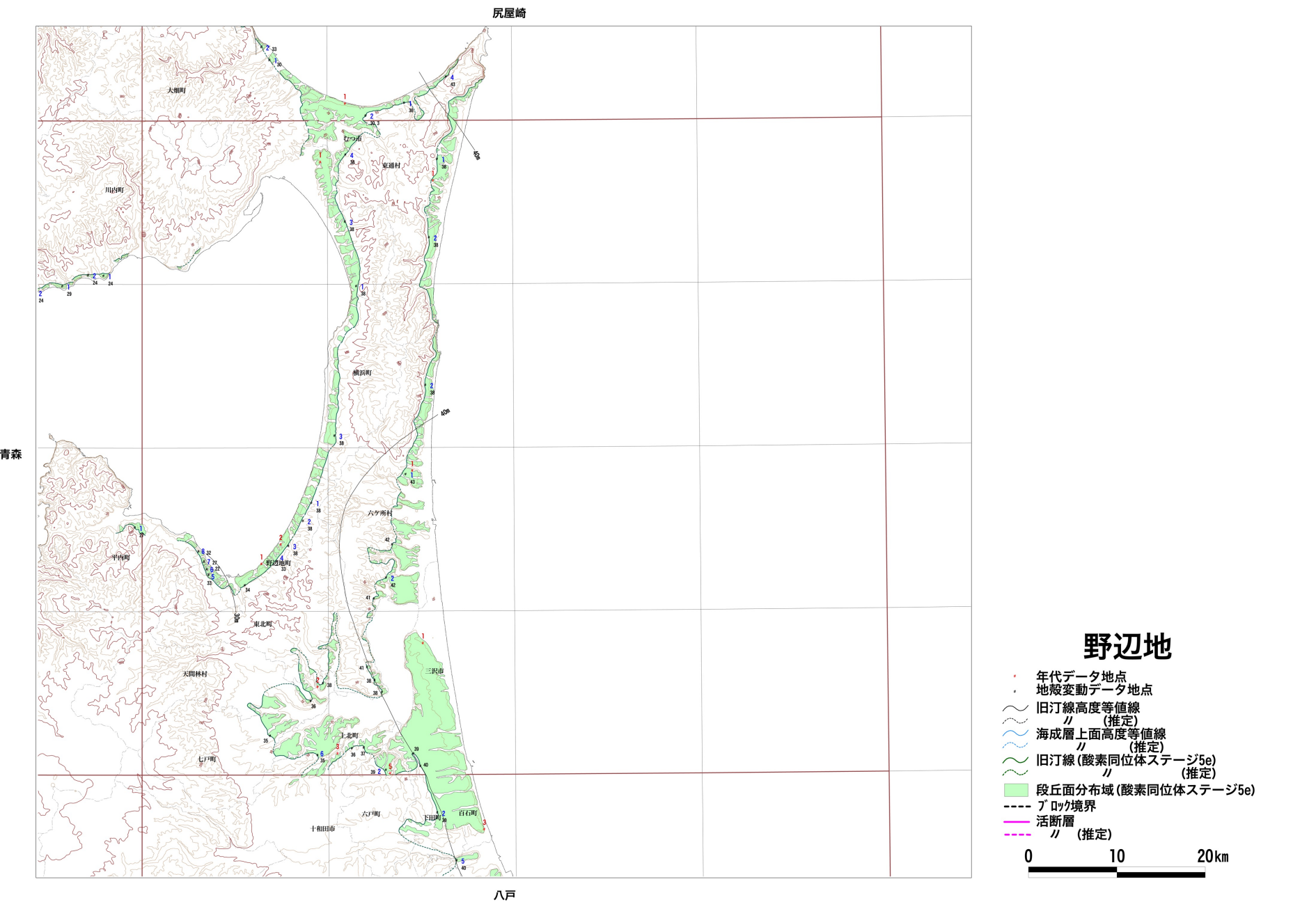
- ②F-a断層
- ③F-b断層
- ④F-c断層

凡 例

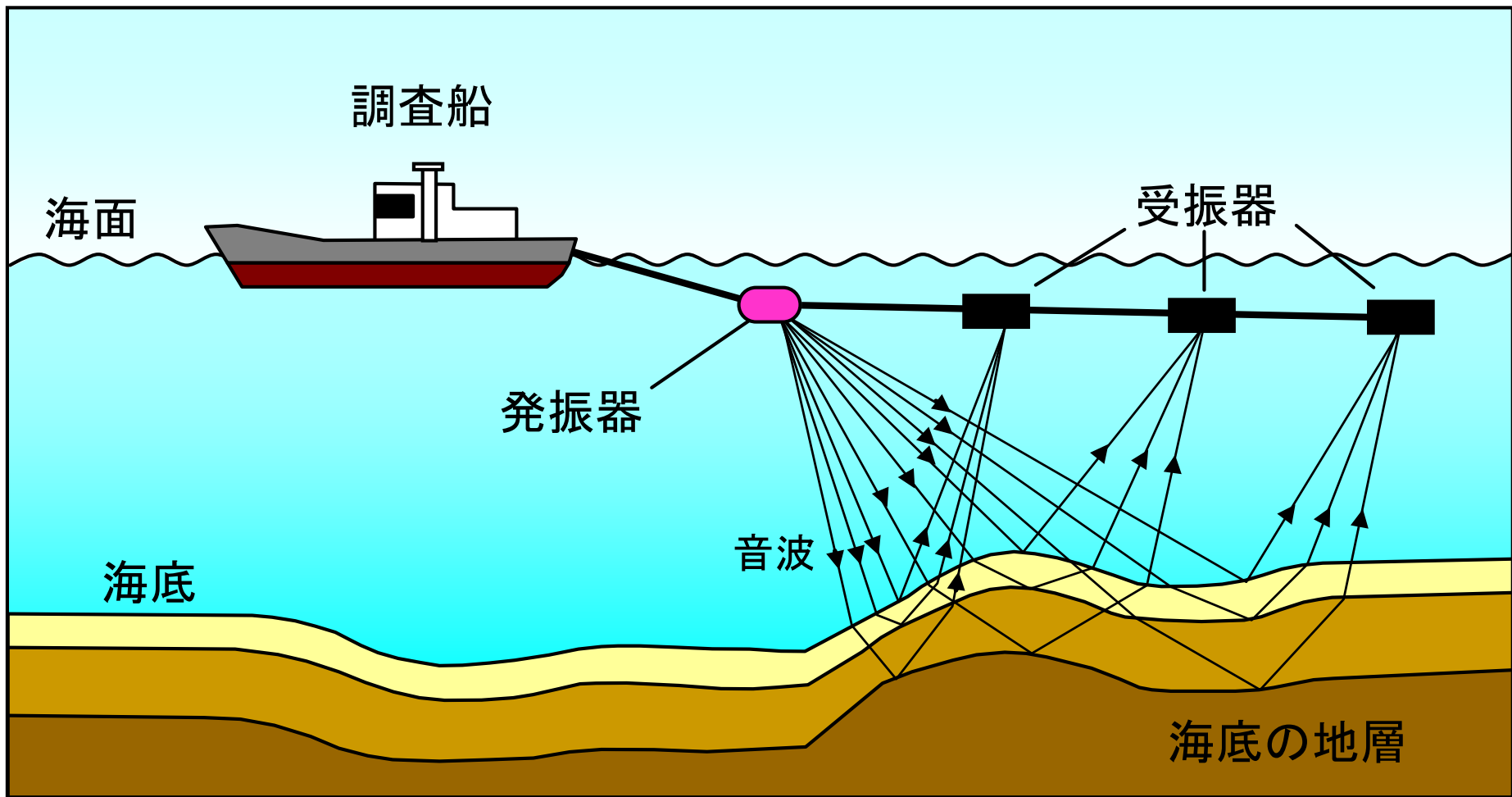
- 活断層 「[新編] 日本の活断層」(活断層研究会, 1991)
- 活拗曲
- 断層 20万分の1海洋地質図
- 伏在断層 「下北半島沖海底地質図」(地質調査所, 1993) *1
- 「八戸沖海底地質図」(地質調査所, 1978)
- 断層 20万分の1海底地質構造図
- 推定断層 「下北半島沖」(海上保安庁, 1975)
- 「八戸沖」(海上保安庁, 1973)
- 断層 5万分の1海底地質構造図
- 伏在断層 「恵山岬」(海上保安庁, 1981)
- 「尻屋埼」(海上保安庁, 1998)
- 伏在推定断層 「むつ小川原」(海上保安庁, 1982)
- 「八戸」(海上保安庁, 1996)

*1 (現 独立行政法人産業技術総合研究所地質調査総合センター)





海上音波探査のしくみ



中部電力WEBページより

大陸棚外縁断層のおもな測線の探查記録の例

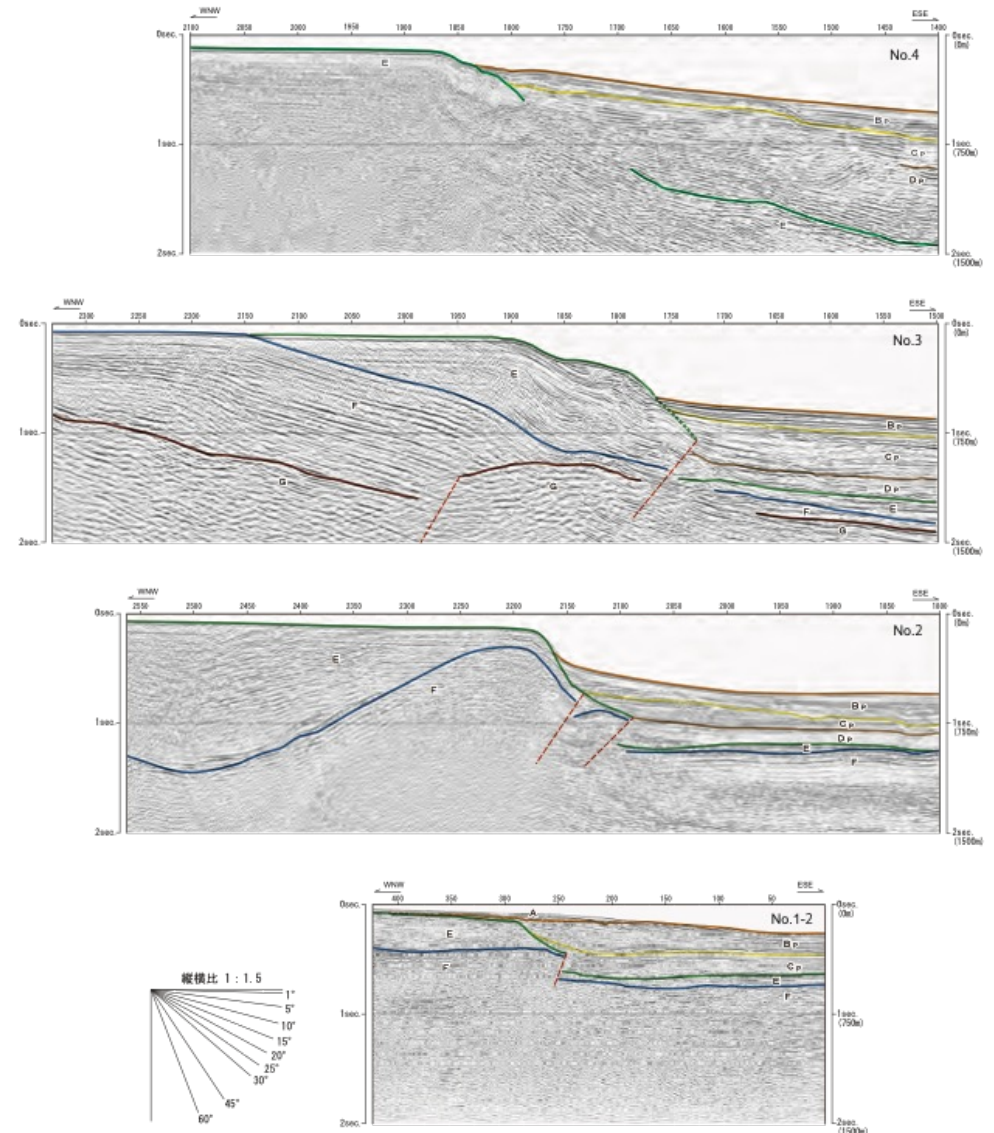
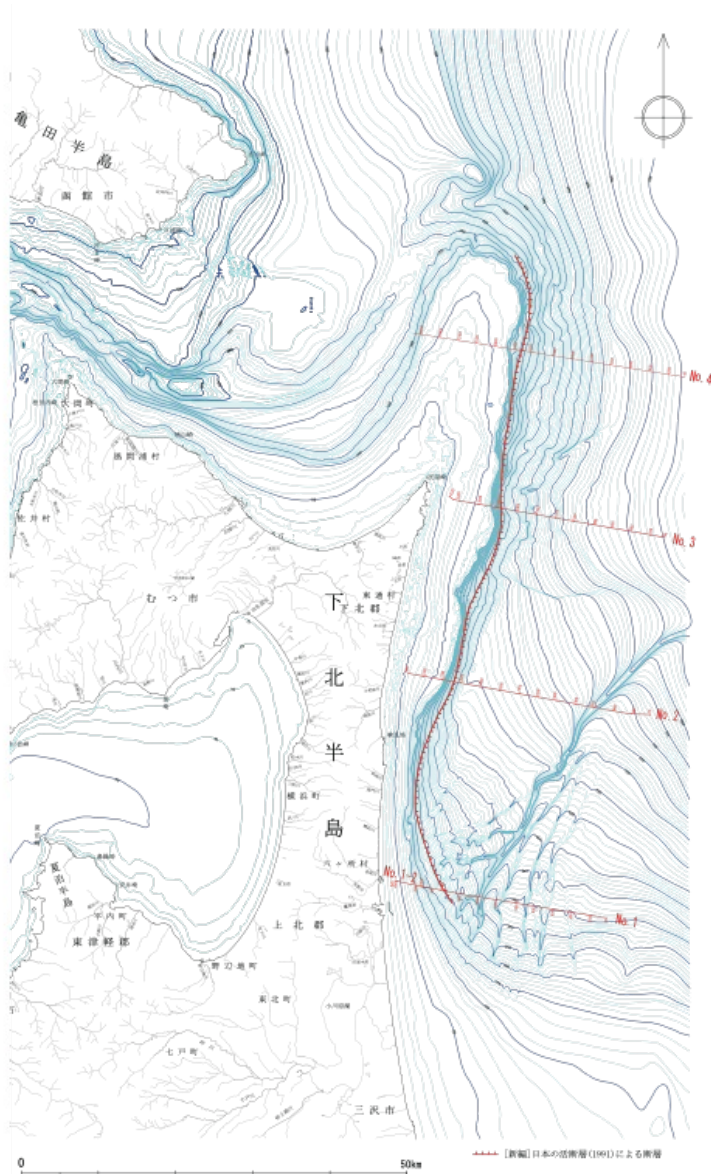


図 1-3 大陸棚外縁部における主要測線の解釈断面図

日本原燃によるNo.3測線の地質学解釈

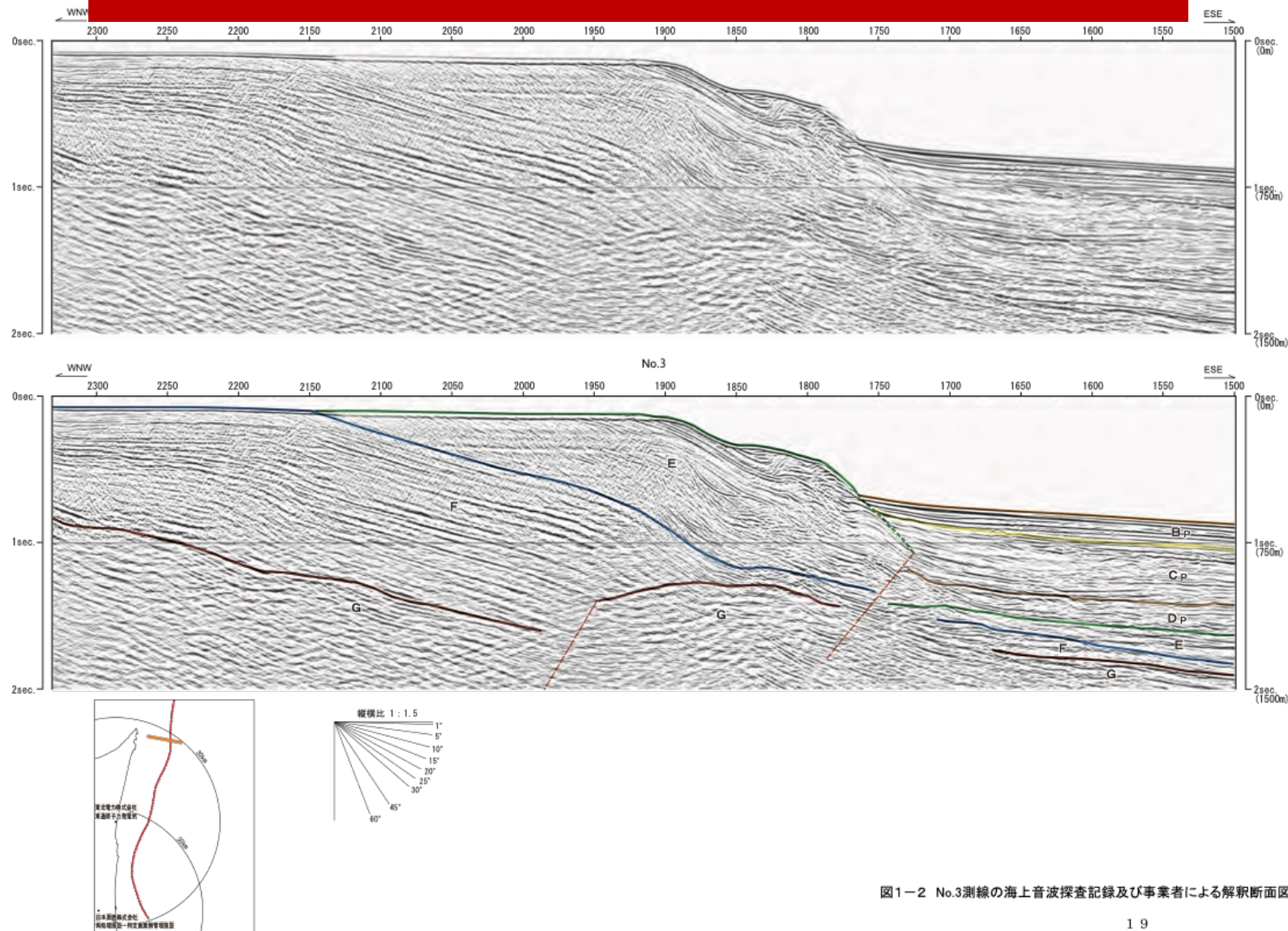
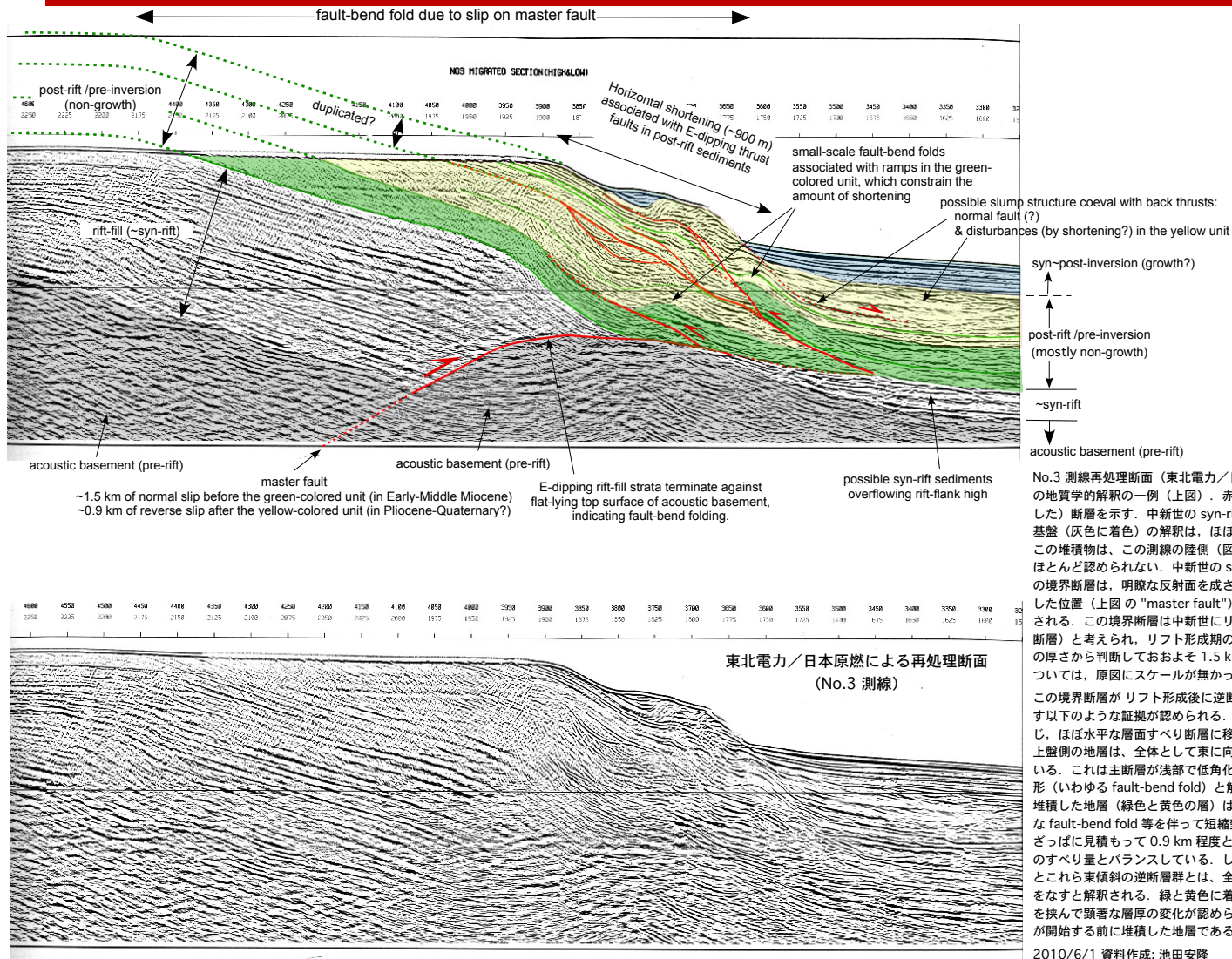


図1-2 No.3測線の海上音波探査記録及び事業者による解釈断面図

池田安隆氏によるNo.3測線の地質学的解釈



No.3 測線再処理断面（東北電力／日本原燃による；下図）とその地質学的解釈の一例（上図）。赤い線は（鮮新世以降に活動した）断層を示す。中新世の syn-rift 堆積物（無着色）と音響基盤（灰色に着色）の解釈は、ほぼ事業者の解釈と一致する。この堆積物は、この測線の陸側（図の左方）で厚く、海側にはほとんど認められない。中新世の syn-rift 堆積物と音響基盤との境界断層は、明瞭な反射面を成さないが、おおよそ上図に示した位置（上図の“master fault”）にある西傾斜の断層と推定される。この境界断層は中新世にリフトを形成した主断層（正断層）と考えられ、リフト形成期のすべり量は syn-rift 堆積物の厚さから判断しておおよそ 1.5 km ぐらいである（すべり量については、原因にスケールが無かったため、正確ではない）。

この境界断層がリフト形成後に逆断層として再活動した事を示す以下のような証拠が認められる。境界断層は浅部で傾斜を減じ、ほぼ水平な層面すべり断層に移行する様に見える；主断層上盤側の地層は、全体として東に向かって大きく境み下がっている。これは主断層が浅部で低角化することに伴う上盤側の変形（いわゆる fault-bend fold）と解釈される。リフト形成後に堆積した地層（緑色と黄色の層）は、東傾斜の逆断層や小規模な fault-bend fold 等を伴って短縮変形している。短縮量はおおよそ見積もって 0.9 km 程度と推定され、ほぼ主断層面上でのすべり量とバランスしている。したがって、西傾斜の主断層とこれら東傾斜の逆断層群とは、全体として wedge thrust 構造をなすと解釈される。緑と黄色に着色した地層は、この断層帯を挟んで顕著な層厚の変化が認められないので、この短縮変形が開始する前に堆積した地層である可能性が高い。

2010/6/1 資料作成: 池田安隆

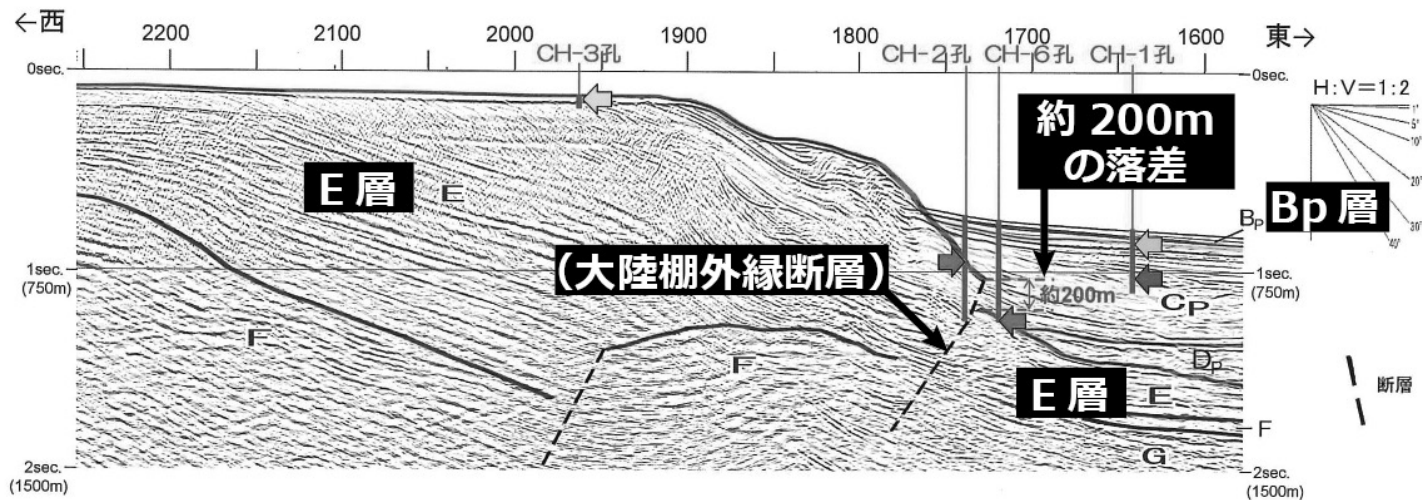
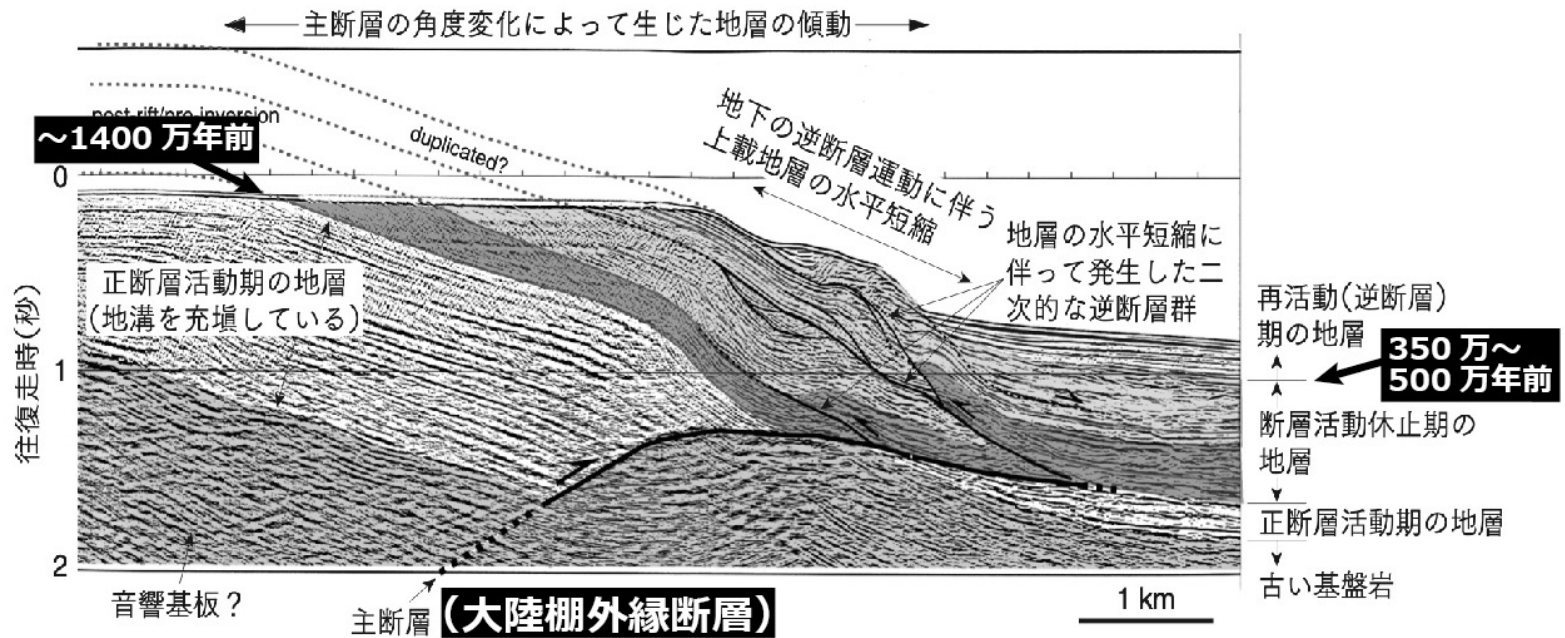


図2 No.3 測線上の海上音波探査反射断面図に基づく地質学的解釈

上：池田安隆，「科学」，2012 年 6 月号（白抜き文字など筆者加筆）

下：日本原燃，第 85 回審査資料，2015 年 11 月 27 日（白抜き文字など筆者加筆）

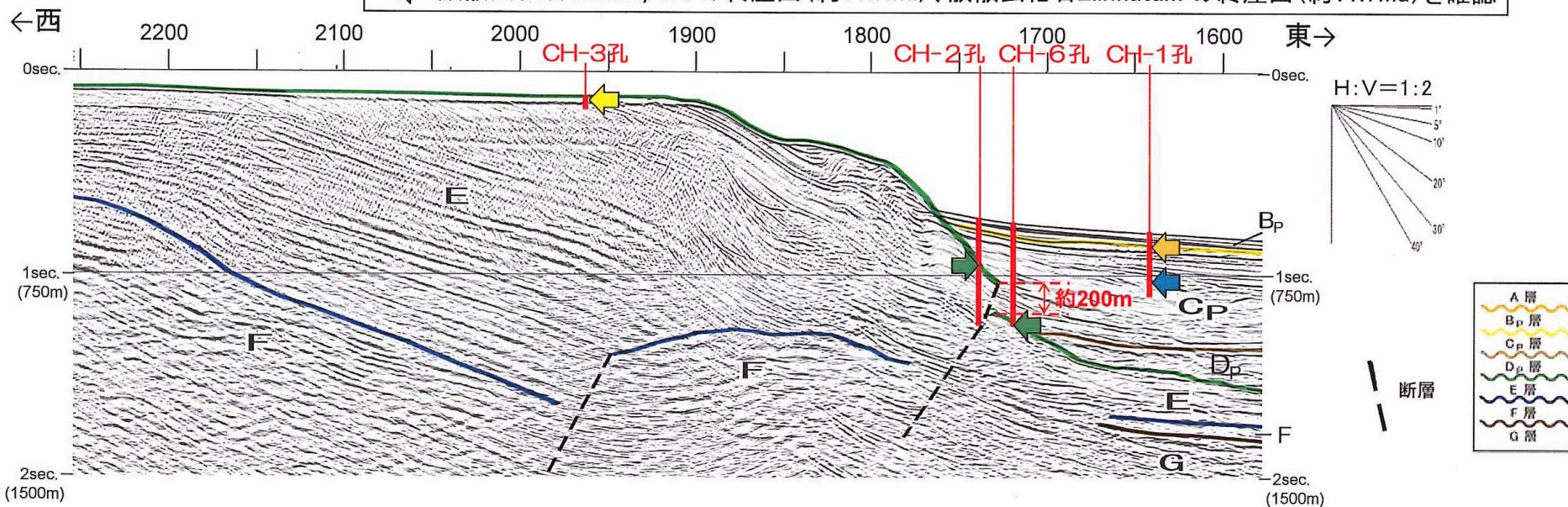
**2つの解釈のもっとも大きな違いは
大陸棚外縁断層の位置と形状**

海上ボーリング調査位置 (No.3測線)

【当社の評価結果】

No.3測線

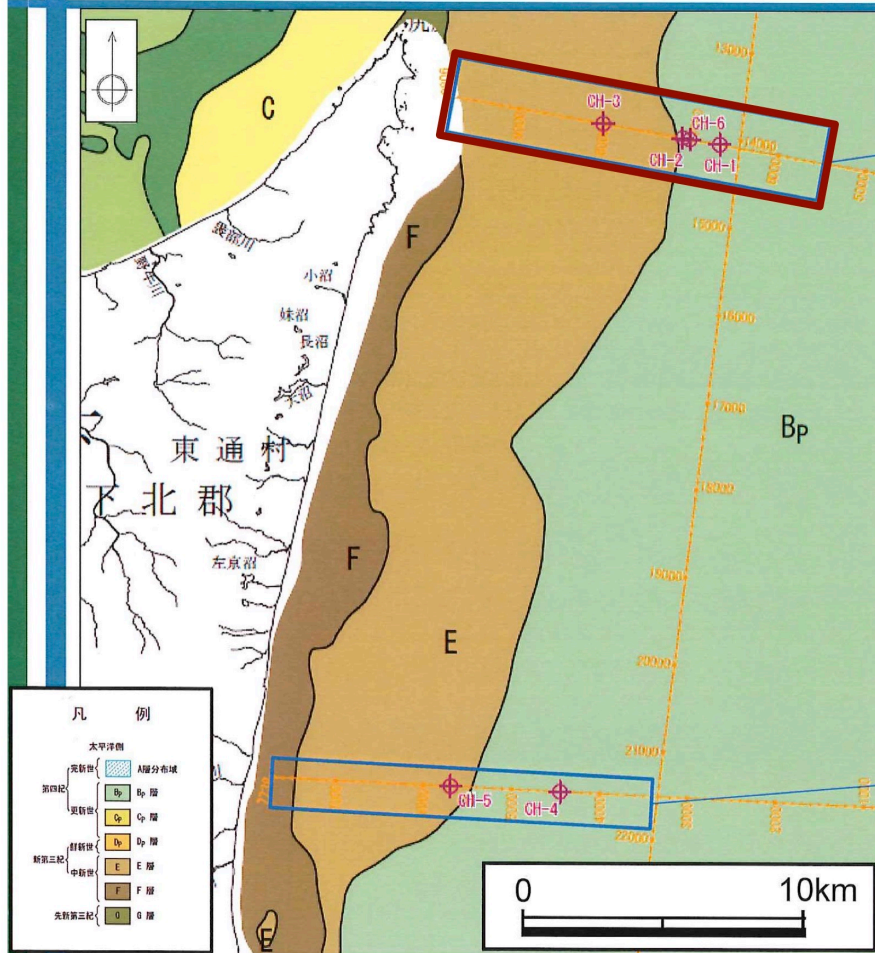
- 有孔虫化石 *G.rikuchensis* (約12.6~11.5Ma) を確認
- Os-2 (約0.27Maの軽石) を確認
- 放散虫化石 *L.sakaii* の初産出(約1.03Ma)、放散虫化石 *E.matuyamai* の終産出(約1.03Ma) を確認
- 放散虫化石 *C.tetrapera* の終産出(約11.7Ma)、放散虫化石 *E.inflatum* の終産出(約11.7Ma) を確認



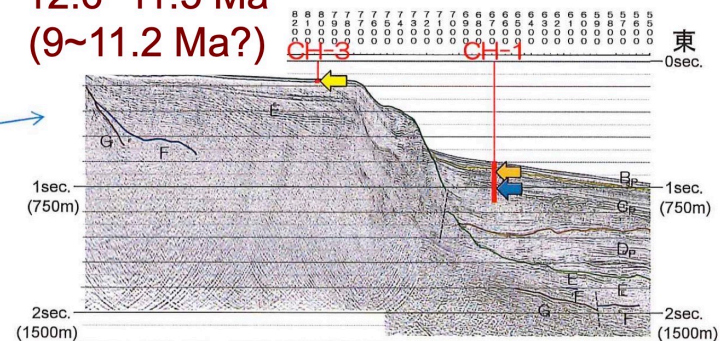
2. 敷地を中心とする半径30km範囲の断層の評価

2. 1 大陸棚外縁断層の評価

2. 1. 4 棚上及び棚下の地層の堆積年代に係る調査(海上ボーリング調査結果(まとめ))

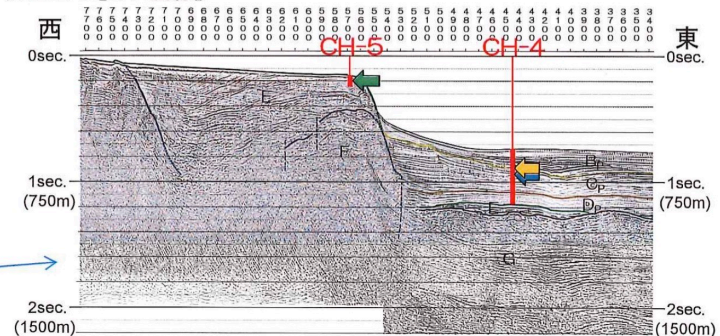


12.6~11.5 Ma
(9~11.2 Ma?)



- 有孔虫化石 *G.rikuchensis* (約12.6~11.5Ma) を確認
- Os-2 (約0.27Ma) の軽石を確認
- 放散虫化石 *L.sakaii* の初産出(約1.03Ma)、
放散虫化石 *E.matuyamai* の終産出(約1.03Ma)を確認

【12ML-01_2014測線】

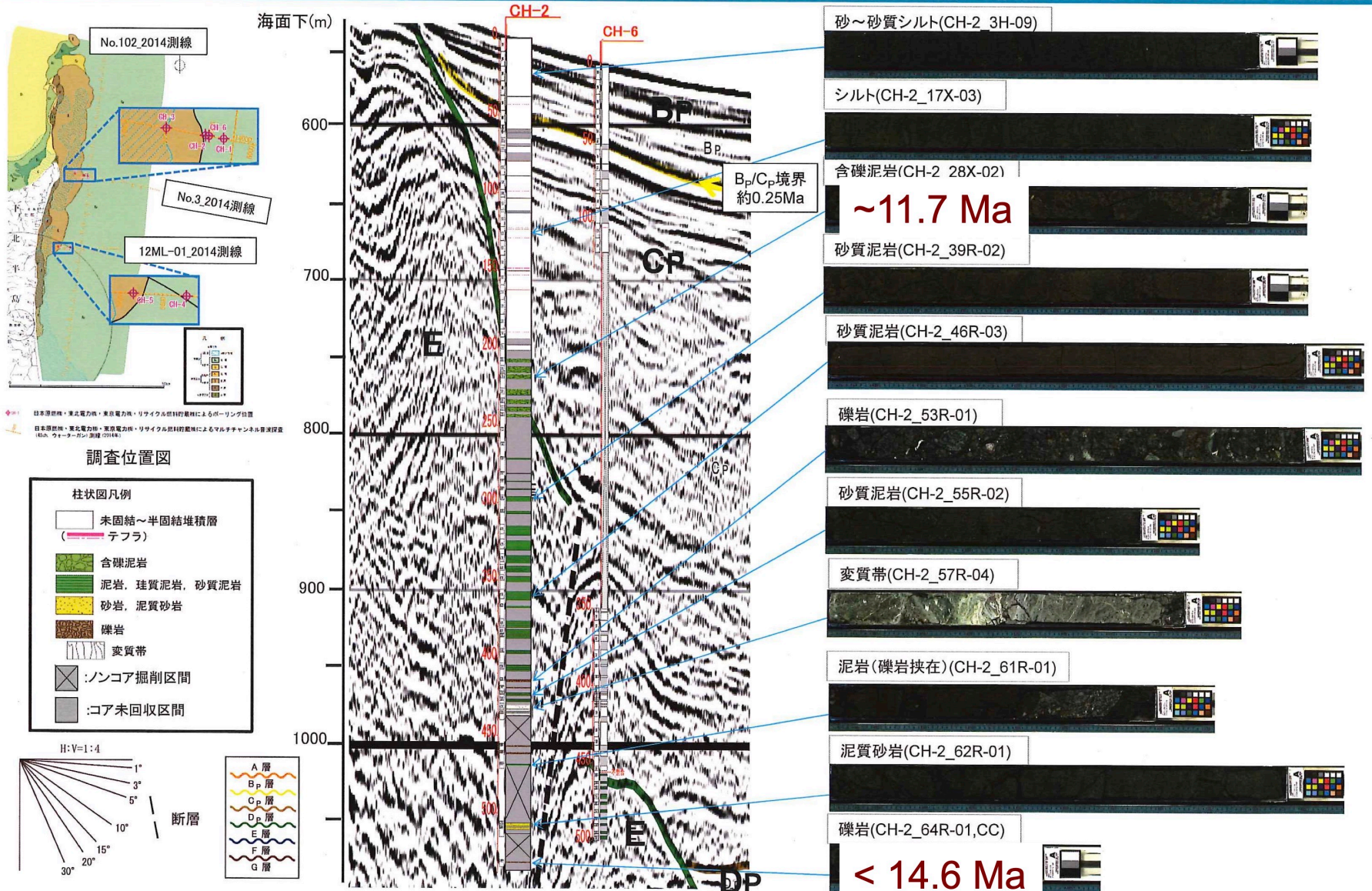


- D.lauta* 帯 (約16.0~14.6Ma) に対比される珪藻化石群集を確認
- Os-2 (約0.27Ma) の軽石を確認
- 放散虫化石 *L.sakaii* の初産出(約1.03Ma)、
放散虫化石 *E.matuyamai* の終産出(約1.03Ma)を確認

- 棚上で採取した試料の微化石分析の結果、CH-3孔から有孔虫化石 *G.rikuchensis* (約12.6~11.5Ma) が、CH-5孔から *D.lauta* 帯 (約16.0~14.6Ma) に対比される珪藻化石群集が確認されたことから、棚上の地層は陸域の蒲野沢層相当の地層であり、E層に区別されると考えられる。
- 棚下で採取した試料の火山灰分析の結果、CH-1孔及びCH-4孔の両孔でOs-2 (約0.27Ma) の軽石を確認した。
- これらは、既往の調査結果を踏まえた解釈と整合的である。

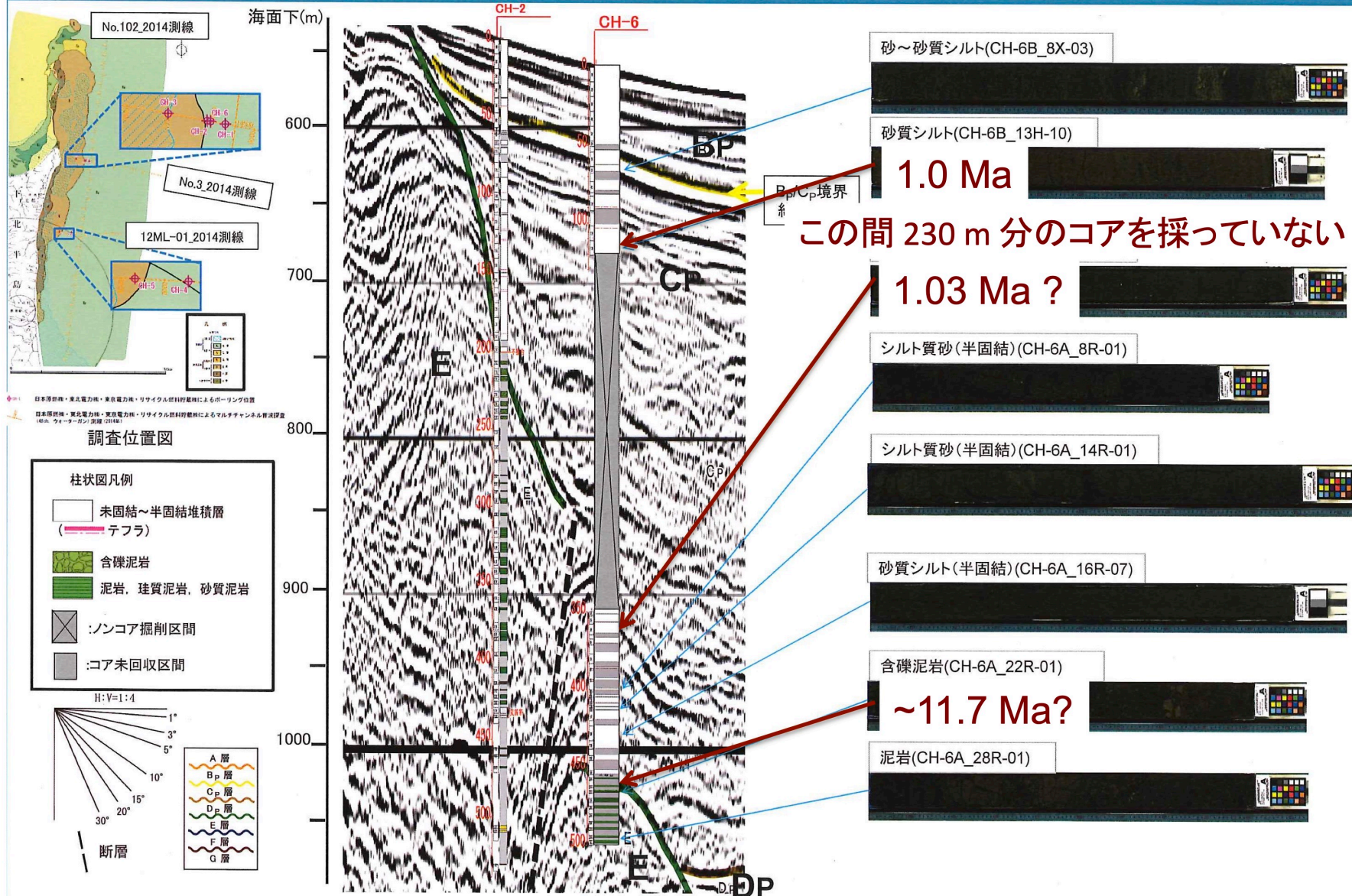
2. 敷地を中心とする半径30km範囲の断層の評価 2.1 大陸棚外縁断層の評価

2.1.5 海上音波探査結果(No.3_2014測線のE層の落差に係る検討③(海上ボーリング調査結果(CH-2孔①)))



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

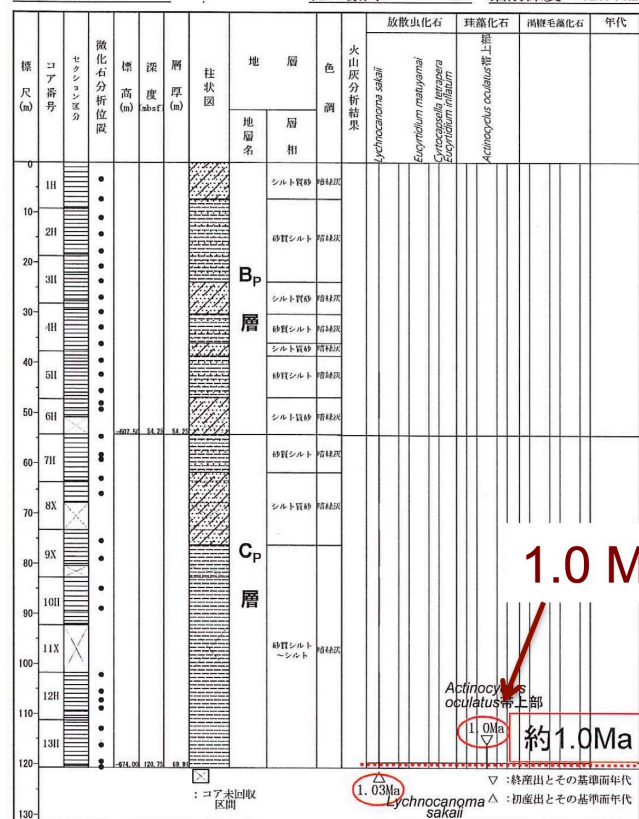
2.1.5 海上音波探査結果(No.3_2014測線のE層の落差に係る検討⑤(海上ボーリング調査結果(CH-6孔①)))



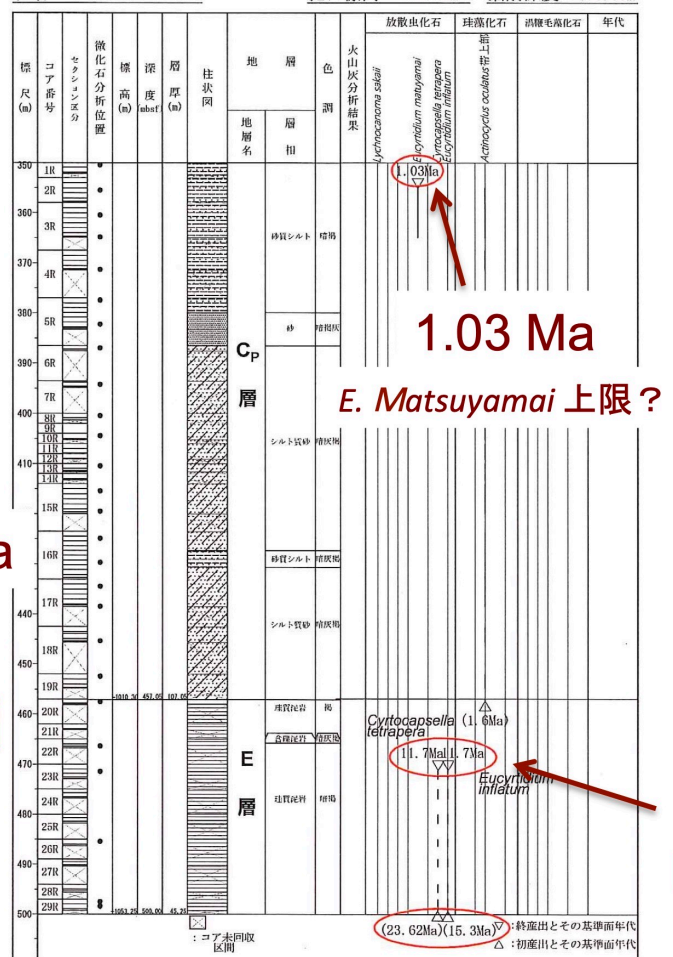
2. 敷地を中心とする半径30km範囲の断層の評価 2. 1 大陸棚外縁断層の評価

2. 1. 5 海上音波探査結果(No.3_2014測線のE層の落差に係る検討⑥(海上ボーリング調査結果(CH-6孔②)))

掘削深度(0~120.75m)
孔名 CH-6 孔口標高 -553.25m 掘削深度 120.75m



掘削深度(350~500m)
孔名 CH-6 孔口標高 -553.25m 掘削深度 150.00m



【CH-6孔の地質概要】

- 深度457m以浅は主に砂質シルト、シルト質砂からなる。
- 深度457m以深は主に泥岩からなる。
- 深度約120m付近(C_p層中)においては、微化石分析の結果、珪藻化石*A. oculatus*の終産出(約1.0Ma; *A. oculatus*帯上部の上限)等が確認された。
- 深度457m以深(E層中)に分布する泥岩は、微化石分析の結果、放散虫化石*C. tetrapera*の終産出(約11.7Ma)、放散虫化石*E. inflatum*の終産出(約11.7Ma)が確認されたことから、陸域の蒲野沢層相当の地層であるE層に相当すると判断される。
- これらは、既往の調査結果を踏まえた解釈と整合的である。

11.7 Ma
Post-rifting 期

※火山灰及び微化石の年代値の根拠については参考資料参照

コアを採らずに掘った区間(深度 120~350 m)で何故か年代が変わらない
→ 異常に早い堆積速度 ??????

大陸棚外縁断層の存在と活動性

1. 大陸棚外縁の崖が連続している
(高さ200mが約100km続く)

2. 海成段丘が広く分布する

3. 海上音波探査の地質学的解釈

違いの大きな2つの地質学的解釈

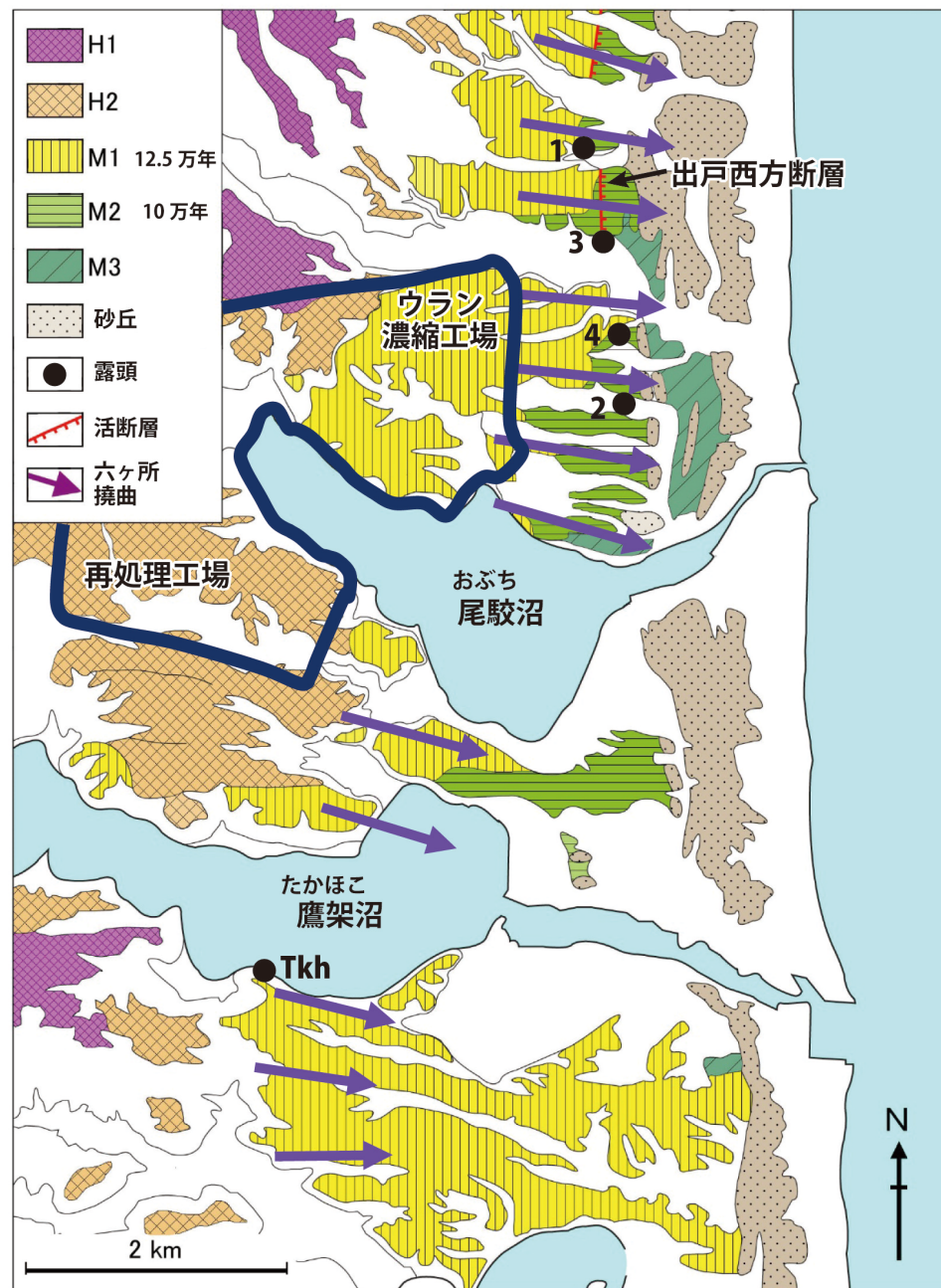
4. 海上ボーリングのコア (地層サンプル) データ

コアデータに信頼性がない→

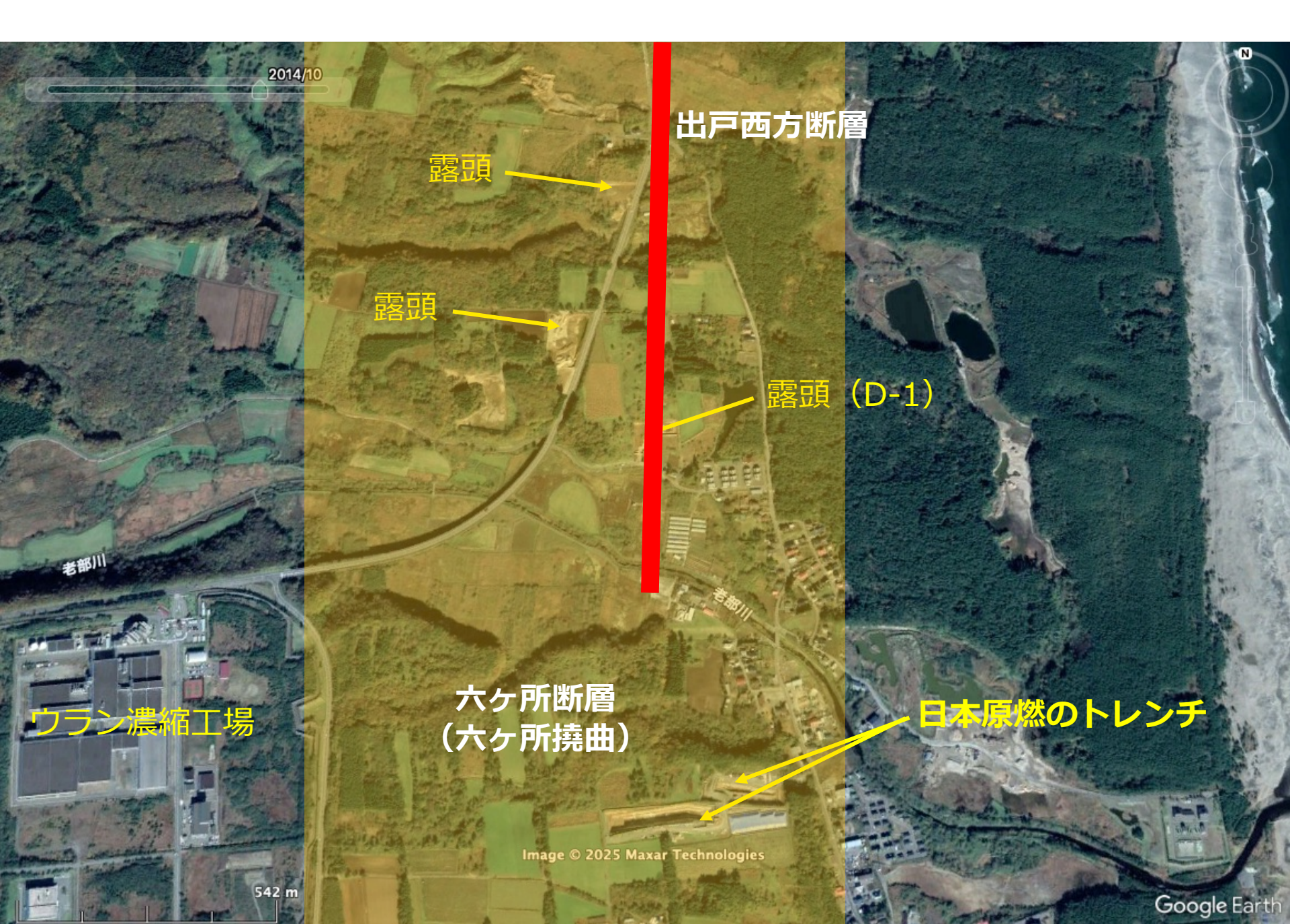
大陸棚外縁断層の日本原燃の説明に根拠なし

六ヶ所断層の存在と活動性

1. 海成段丘が撓曲（とうきょく）している
2. 露頭の地層で地層の変形がわかる
3. 地震波探査で断層が認定できる
4. トレンチで地層の変形と層面すべり断層の存在



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)



2014/10

出戸西方断層

露頭

露頭

露頭 (D-1)

老部川

ウラン濃縮工場

六ヶ所断層
(六ヶ所撓曲)

日本原燃のトレンチ

Image © 2025 Maxar Technologies

542 m

Google Earth

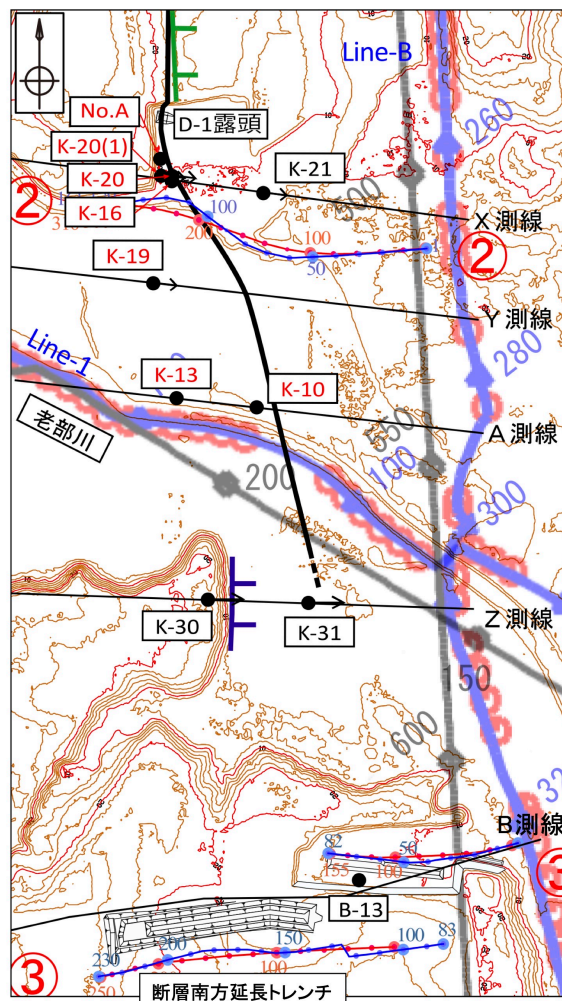
2. 敷地周辺陸域の断層等の評価

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

南方への連続性に関する検討結果

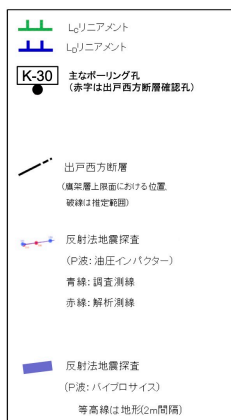
まとめ資料
(2018.10.31)
資料1-3 p55 再掲



- 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、粘土状破砕部の幅は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。



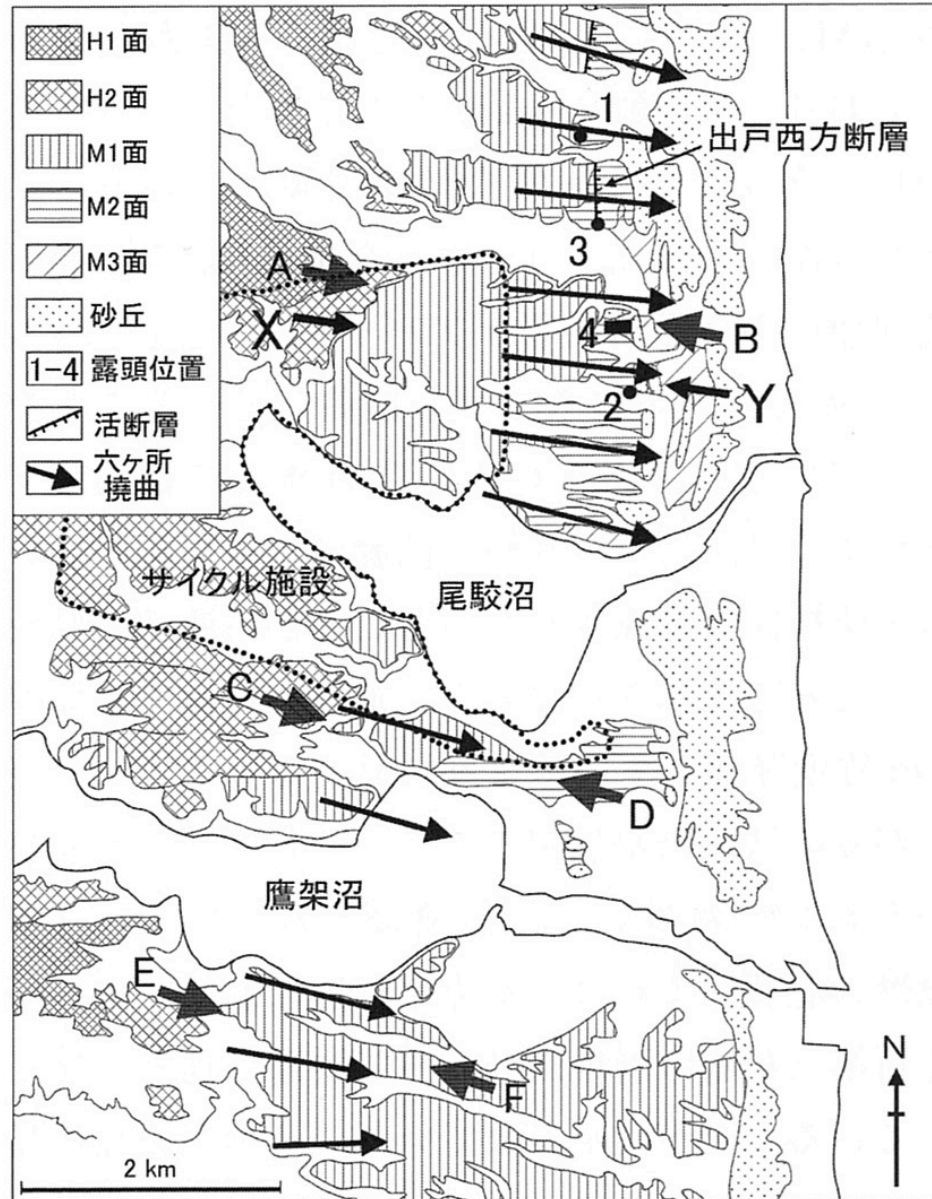


図2—六ヶ所原子燃料サイクル施設周辺の地形と六ヶ所撓曲
M1面がMIS 5e, M2面がMIS 5cの海成段丘面である。A—B・C—D・E—FおよびX—Yは、地形・地質断面の位置を示す。

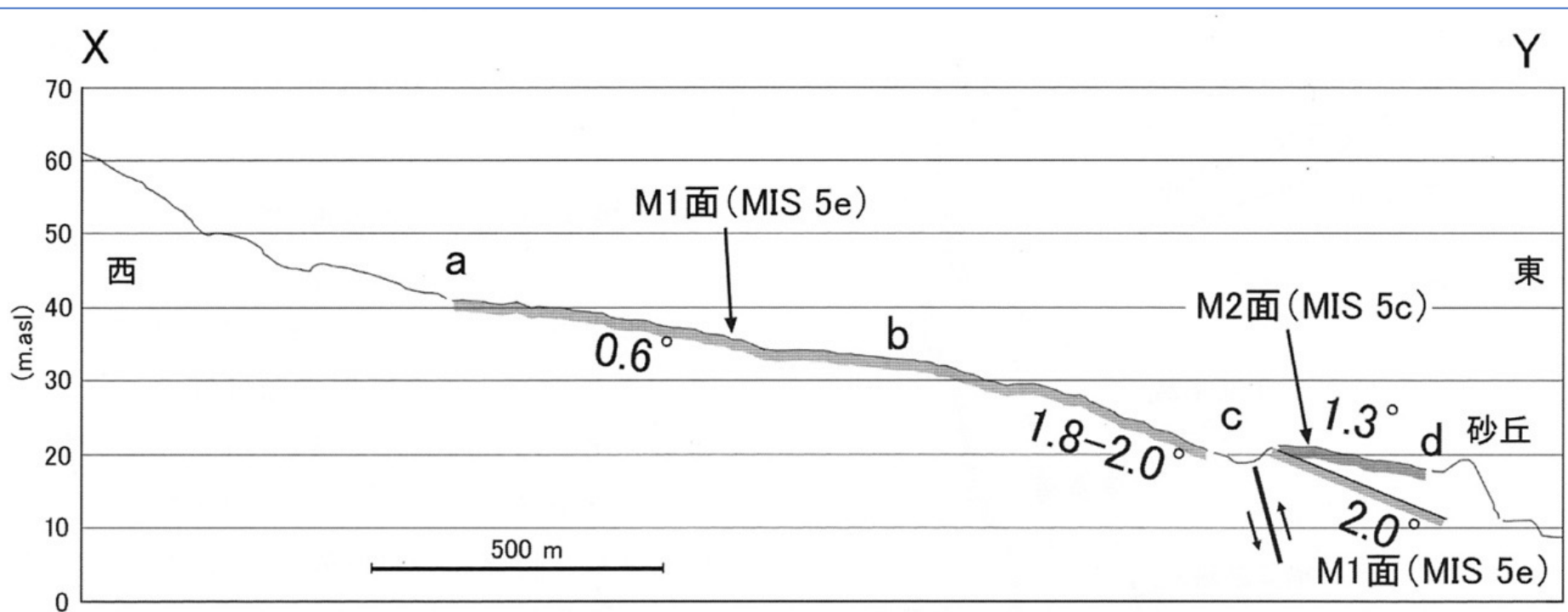


図3—M1面(MIS 5e)・M2面(MIS 5c)の変形を示す地形・地質断面(図2のX—Y)

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。

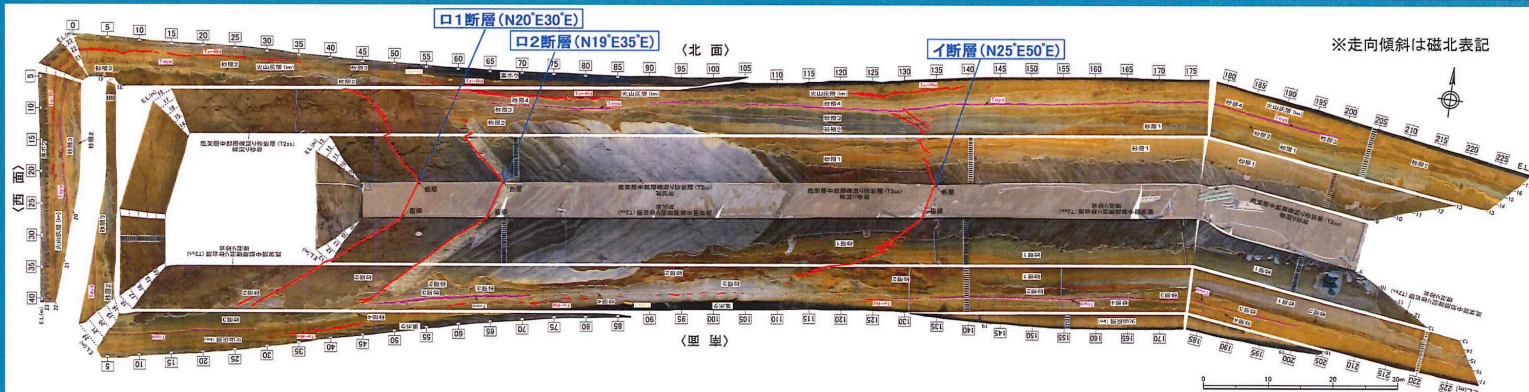
準備書面(214)の図3 M1面とM2面の変形を示す地形・地質断面(図2のX—Y)
 甲D第240号証, 渡辺満久, 「広い撓曲崖を形成する六ヶ所断層—原子力規制委員会による適正な審査のために」(『科学』, 88巻, No.1, 2018年1月号)より.

3. 出戸西方断層南端付近の地質・地質構造 3. 6断層南方延長トレンチ調査結果

審査会合 (H26.11.21)
資料1 p109 再掲



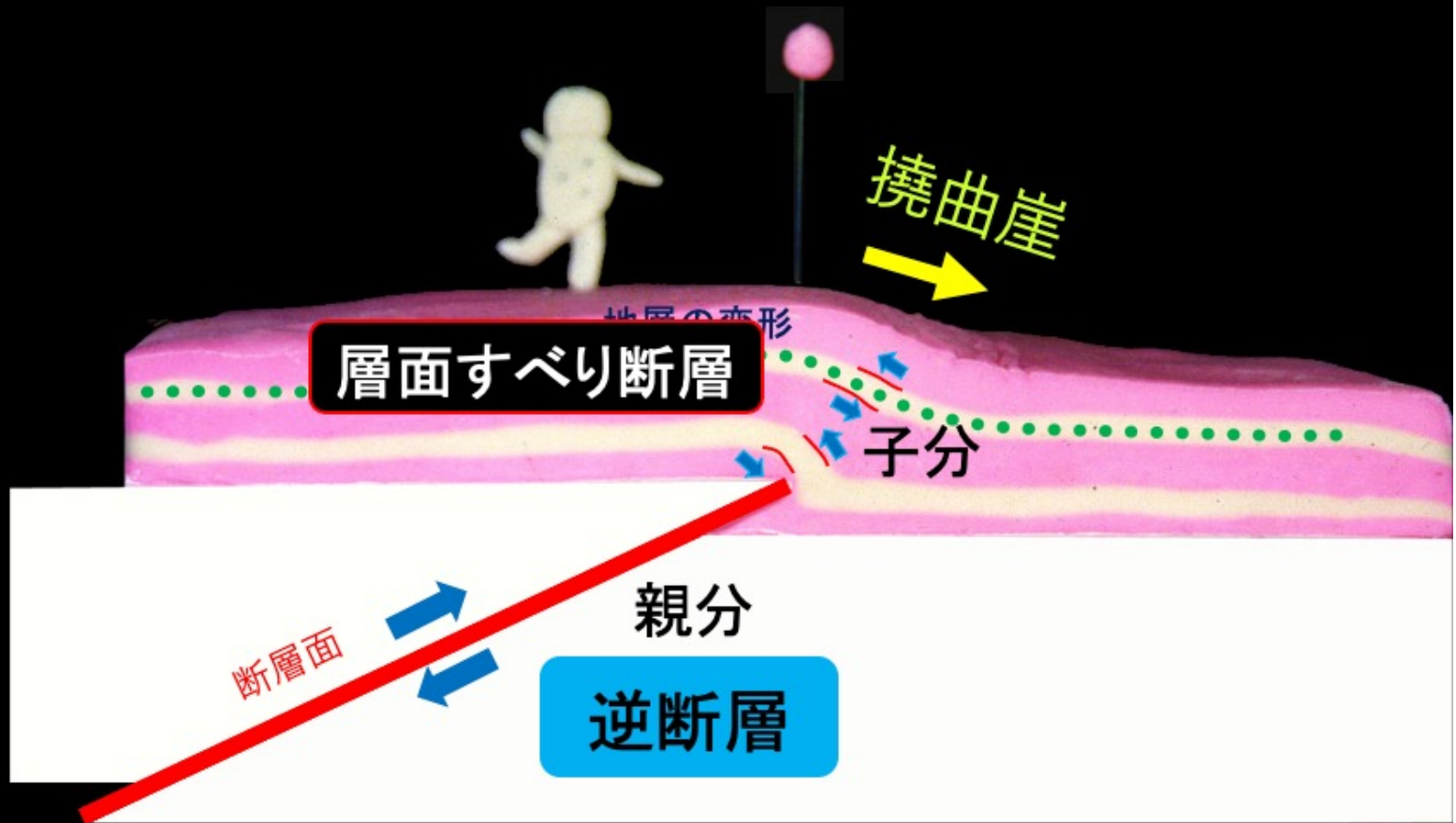
3.6.4 トレンチ内に認められる断層



- ・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。	
口2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、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。	
ハ系断層	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。	・固結細粒物を挟在する。層理面沿い及び層理面に斜交するもの両方が認められる。	正断層・逆断層共に認められる。

逆断層運動によるずれの様子



親分がずれる ⇒ 子分がずれる

海成段丘面の撓曲

六ヶ所撓曲

露頭位置

層面すべり断層

10万年前
以降にずれている

親分

子分

六ヶ所断層

新第三紀層

日本原燃(2016)

West

South

East

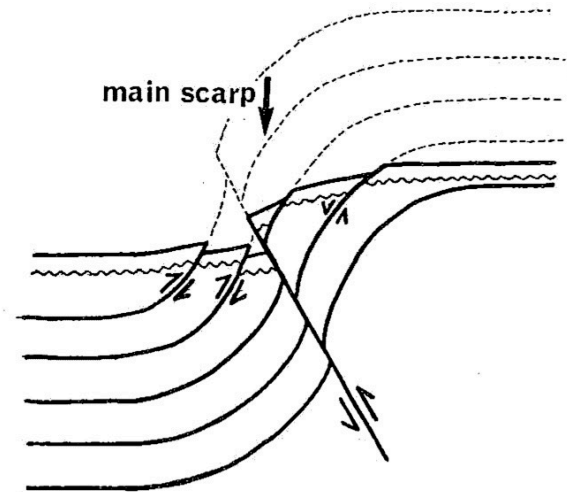
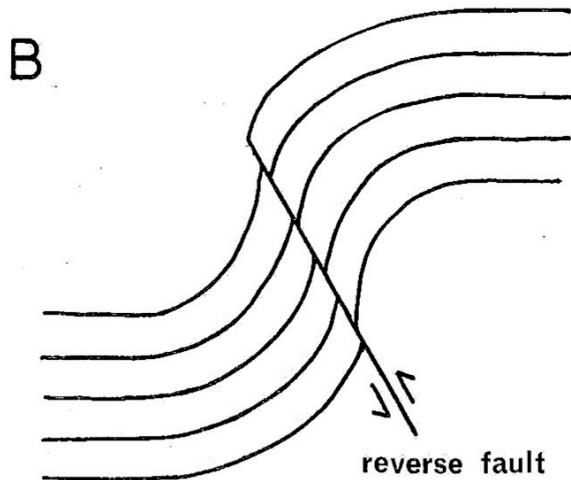
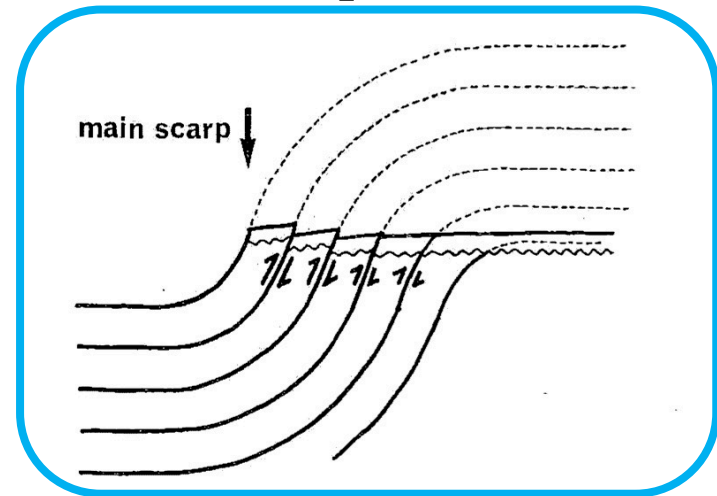
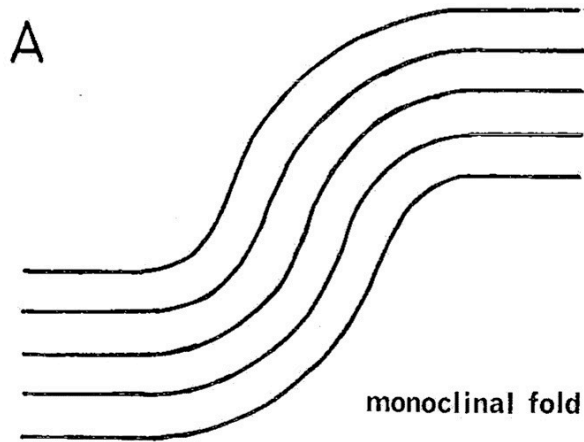
海成段丘面の変形＝地下構造

準備書面 (214) の図12 層面すべり断層 (イ断層) は六ヶ所断層の存在の根拠
渡辺満久, 「六ヶ所再処理工場周辺における活断層評価への疑問」, 六ヶ所学習
会 (連合会館 2019年6月28日) 資料より.

**「褶曲に伴う層面すべり断層」
（吉岡敏和，産総研）の図4について**

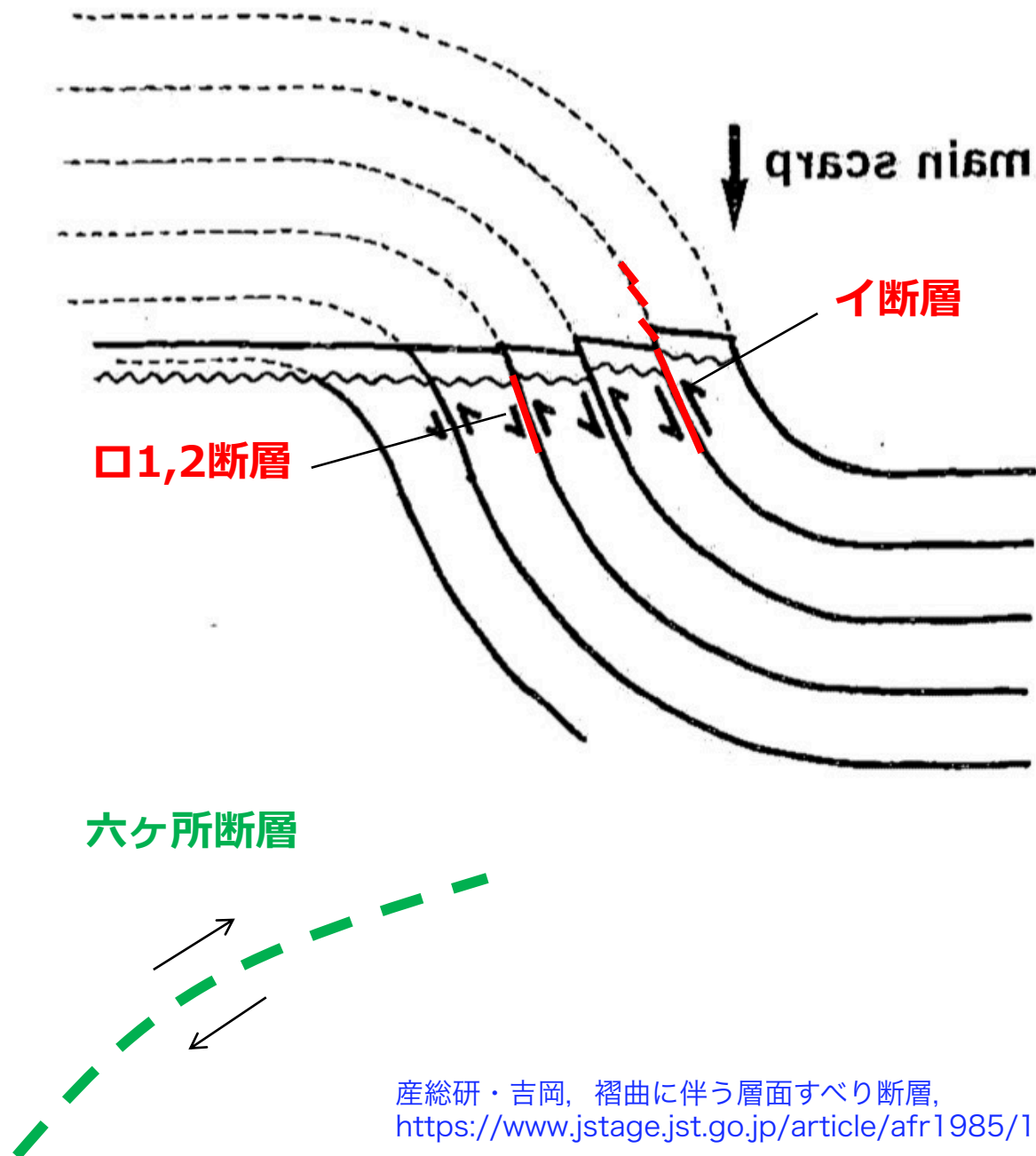
ここでは基盤の断層運動に伴う撓曲(monoclinalfold)の場合について説明する。第4図Aのように,基盤の断層が地表に達しない場合,両端の水平な部分では層面すべりは生じず,地層が最も傾斜している部分で層面すべりの量は最大になる。このとき擁曲の隆起側が侵食され,地層の急斜部が地表に露出すると,そこに地表を切る断層として層面すべり断層が現れる。

「基盤の断層運動に伴う褶曲の場合」



第4図 撓曲に伴う層面すべり断層

A の場合は崖の上部に逆向きの低断層崖が生じるが、
B の場合は崖の基部に逆向きの低断層崖が生じる。

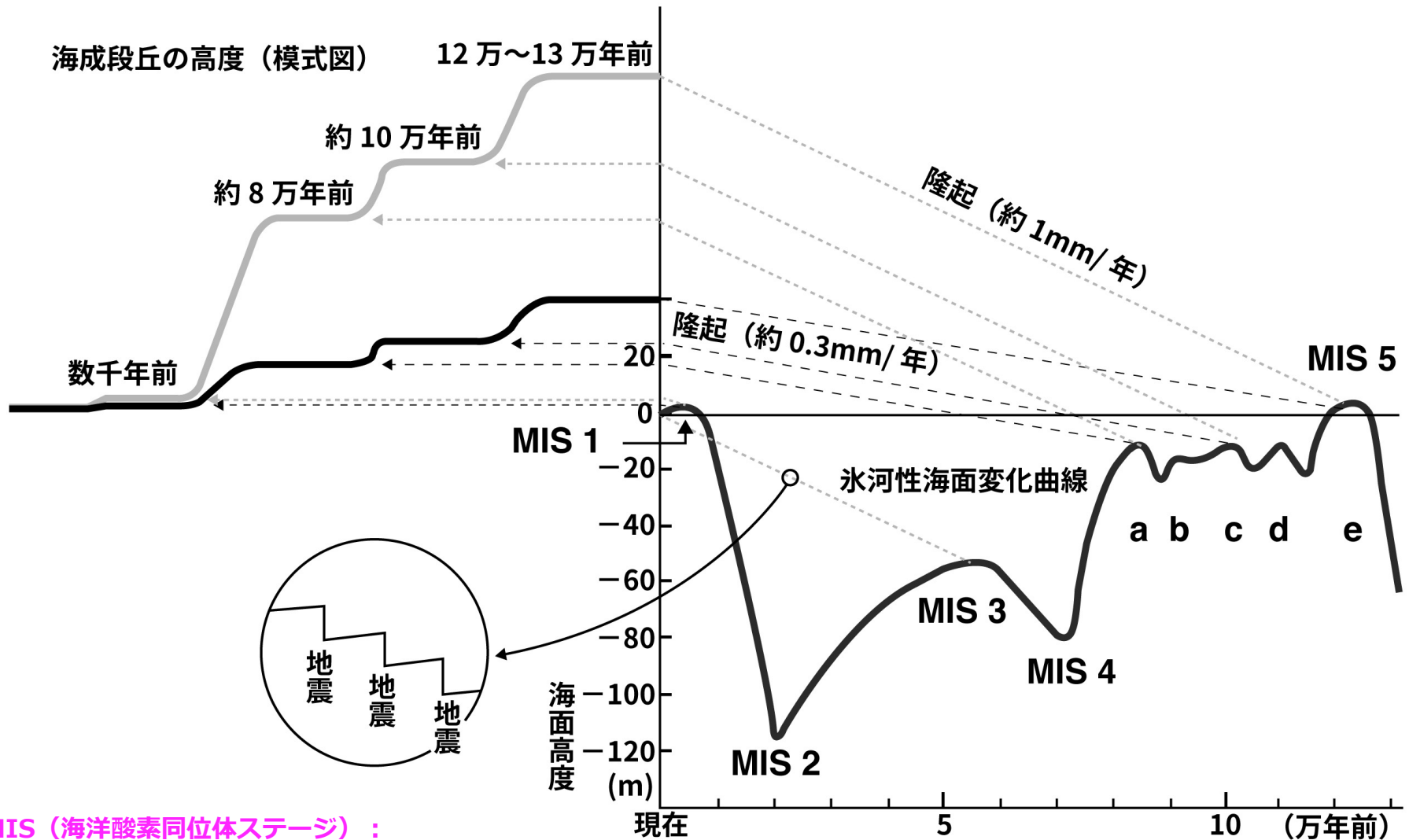


六ヶ所断層の存在と活動性

1. 海成段丘が撓曲（とうきょく）している
2. 露頭の地層で地層の変形がわかる
3. 地震波探査で断層が認定できる
4. トレンチで地層の変形と層面すべり断層の存在
六ヶ所断層なしでは存在し得ない「イ断層」

付録

海面変化と海成段丘の成因



MIS（海洋酸素同位体ステージ）：
海水中の酸素同位体の濃度比（ $18\text{O}/16\text{O}$ ）をもとにして作成した時代区分。
酸素18から構成される水（ H_2O ）より、酸素16だけで構成される水の方が蒸発しやすい。