

敷地内破砕帯調査の 現実と課題

奥村晃史（広島大学文学研究科）

破砕帯（活断層）問題，最近の状況と今後の課題

1. 有識者会合：組織開始から1年
2. 第三者委員会（敦賀）の6ヶ月
3. 大飯発電所評価に見る問題点と課題
4. 新規制基準適合性に係る審査
5. これからの評価：再処理施設・志賀

敷地内破砕帯の調査に関する有識者会合の組織

短期間：2012年9月27日メール依頼

10月2日公文書・除外者リスト

10月5日締切（学会長・役員対応）

除外：安全審査・二次審査・バックチェック等

題目：破砕帯等 現地調査

要件：活断層認定，活断層調査，活断層調査計画の立案等に詳しい。(破砕帯・断層岩は要件にない，題目と矛盾)

★有識者会合の判断が施設の不適格判断に直結？

<< 上位組織無し・判断の権限所在不明

有識者・推薦母体にとって想定外ではないか？

有識者会合の組織

学会対応 3/4変動地形・活断層 1/4地質

日本地質学会：活断層専門＋断層岩専門

日本第四紀学会：経験者＋未経験者（活＋変）

日本活断層学会：変動地形専門

日本地震学会：活断層専門＋変動地形専門

変動地形専門：地形だけで断層引き専門

活断層：地形＋地質，定量的評価，地震地質

活断層が存在しない

工事以前の自然状態の地表を見る限り、
そこに地形を根拠に活断層とよべるもの
すなわち変動地形は存在しない。

破砕帯・不連続面（敦賀・大飯）

岩盤中の割れ目（志賀）

累積性のない岩盤の食い違い（東通）

調査内容と調査団は明らかにミスマッチ。

動機：科学・工学に対する不安・不信 < 東北・福島

応力場の変化・浜通り地震に関する誤解

原子力行政・電力事業者に対する不信

道具：存在しない活断層

有識者会合の現実 (2013年9月27日)

評価済み

敦賀：活断層の存在を報告 (5/15). 再調査報告 (8/30).

調査・評価中

東通：評価案 審議 (5/17). 再現地調査 (9/3-4, 10/4).

大飯：耐震設計上考慮する活断層ではない (9/2).

もんじゅ：調査継続指示 (8/26).

未着手

志賀：中間報告・追加報告 (6/6), 追加調査指示.

美浜：最終報告 (7/31).

大飯発電所3・4号機の現状に関する評価会合 (~6/24)

原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合

破砕帯（活断層）問題，最近の状況と今後の課題

1. 有識者会合：組織開始から1年
2. 第三者委員会・国際評価委員会
3. 大飯発電所評価に見る問題点と課題
4. 新規制基準適合性に係る審査
5. これからの評価：再処理施設・志賀

第三者委員会・国際評価委員会: 敦賀

敦賀発電所調査報告書の妥当性を国内・海外専門家が評価。

K. Berryman, N. Chapman, W. Epstein, P. Villamor

P. Yanev, L. Cluff, N. Abrahamson,

加藤碩一, 奥村晃史

報告書の綿密なレビュー + 現地調査

調査結果・報告書内容を妥当と評価 (=有識者に過誤)

奥村意見書 (4月24日有識者会合)

1 主要な知見の概要（報告抜粋）

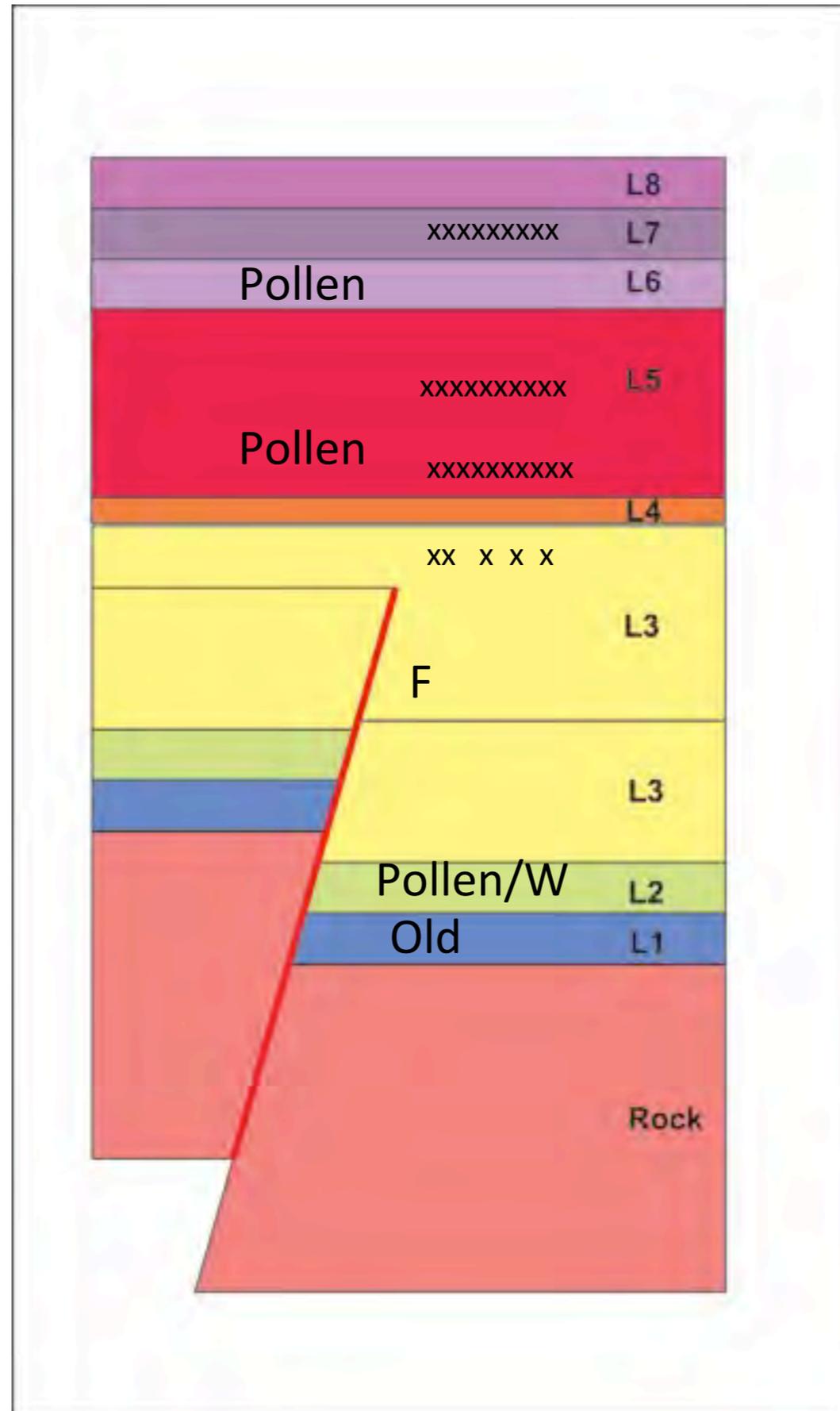
5. 日本原電は、原子力規制委員会が関心を持つ破砕帯が「活断層」ではないとする妥当かつ説得性のある証拠を、主に2013年5月からの追加調査によって示して来ている。

6. レビューチームは、それらの破砕帯が少なくとも約12~13万年前以降（おそらく、より長い間）、そのサイトで動いていないという明確な証拠があることを認めた。

7. それ故、レビューチームは、敦賀発電所2号機の直下に「活断層」が存在するか否かという、唯一かつ単純な判定基準は解決されていることから、その基準自体はアクションの根拠にはなりえないと考える。

Summary Comments on the K Fault

LAST OBSERVED
MOVEMENT IS
AFTER DEPOSITION
OF MOST OF LAYER
3 AND BEFORE
DEPOSITION OF
LAYER 5



← DKP – 58 ka
MIS 5a-c
MIS 5c
← K-Tz – 95 ka
MIS 5e
← Mihama – 127 ka

MIS 6 (130–200 ka)

MIS 7? – 200-220 ka

海外専門家：
地質学的知見に関し、
基本的に報告書を追認

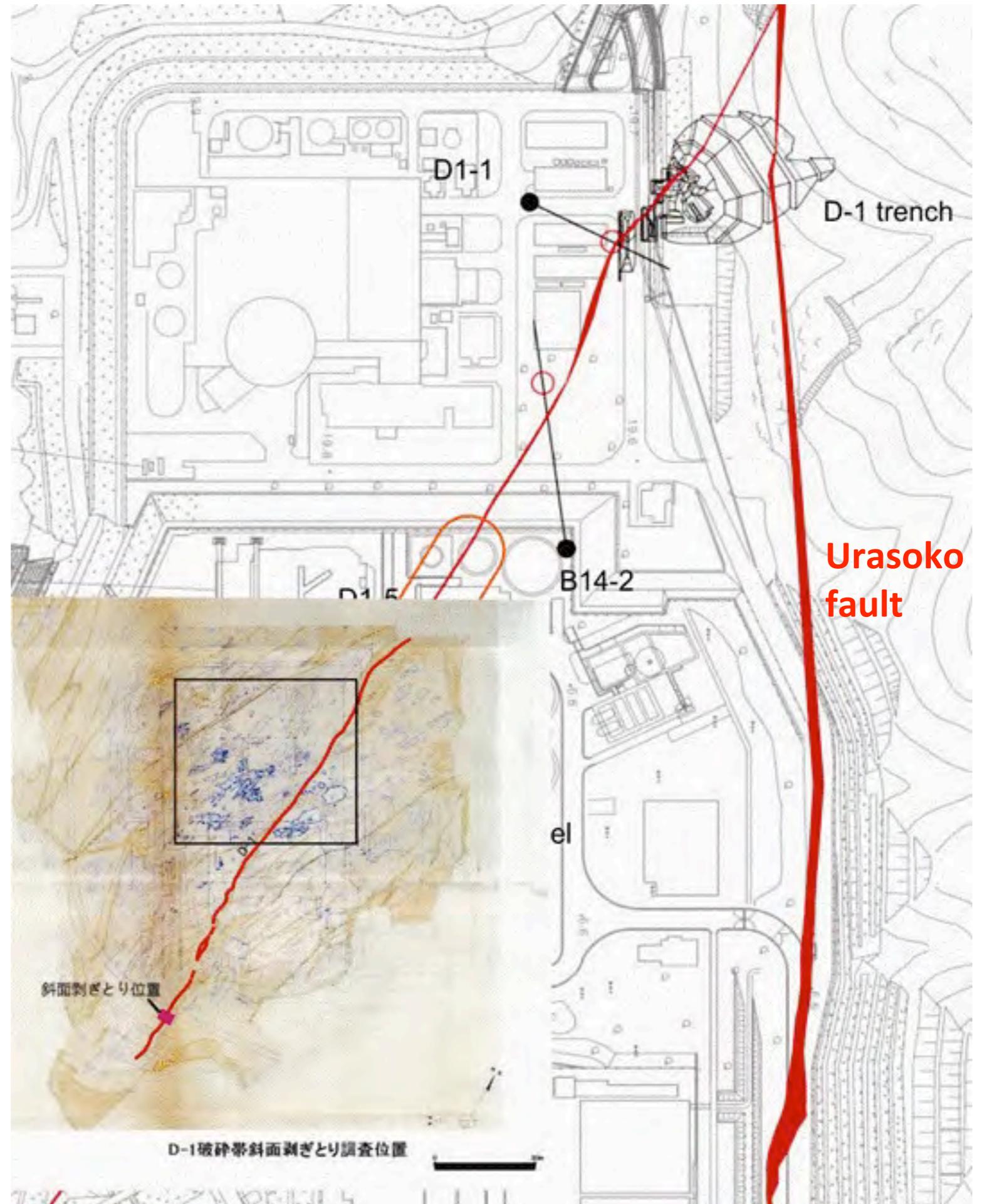
D-1 shatter zone connects with G fault:

-Mapping during construction showed the location and continuity of the D-1 shatter zone

-Characteristics of the D-1 shatter zone in the gap between the end of this map and the new excavation further north can now be studied in outcrop and in drill cores

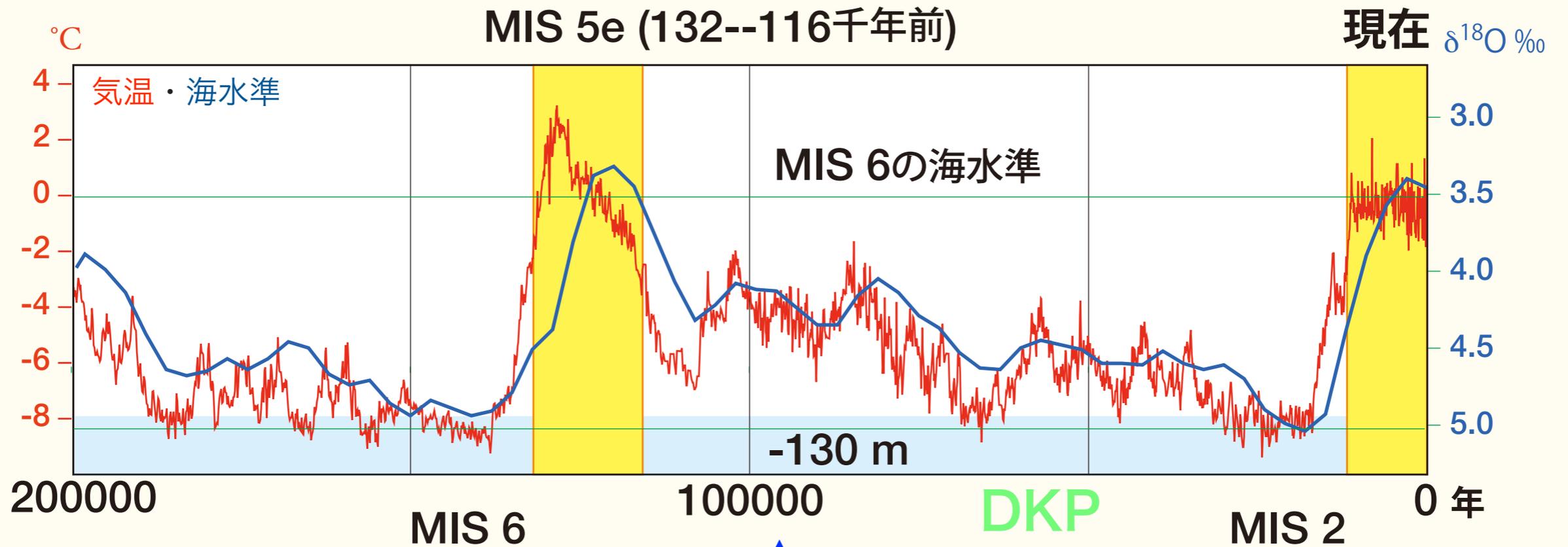
-New excavation (D-1 trench) exposes the G fault

海外専門家：
地質学的知見に関し、
基本的に報告書を追認



2) STRUCTURAL RELATIONSHIPS:
FAULT ALONG-STRIKE EXTENSION

調査結果を補強・発展させるデータ・解釈の提示



3層角閃石

(MIS 5d海面低下・不整合)

最高海水準期 120000-130000 年前

K断層最新活動

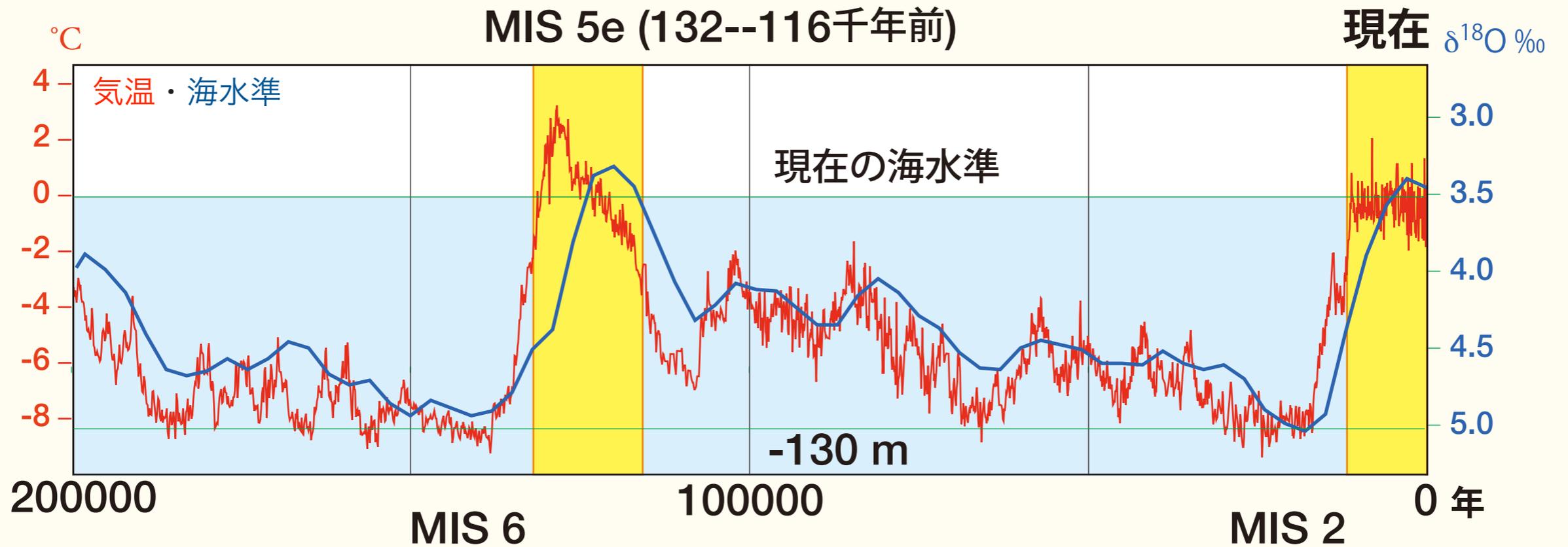
海面上昇期

5層角閃石 = 美浜火山灰

最低海水準期 135000--150000 年前

4層/5層不整合・海上ボーリング無堆積

調査結果を補強・発展させるデータ・解釈の提示



K断層最新活動

**将来活動する可能性のある断層等
(耐震設計上考慮すべき活断層)**

2 海外専門家推奨の安全施策（報告抜粋）

1. 原子力発電所の地震ハザード解析は、最新のデータや手法を用いて継続的に改善・更新することを推奨する。その際には、浦底断層の活動に伴う施設付近の破断変位の可能性を含め、**地震災害のすべての側面を含む**ように拡大されるべきである。これはIAEAの安全基準で推奨されているように、国際的なベストプラクティスと軌を一にするものであると考える。

2. 日本原電と原子力規制委員会は、そのような評価の範囲と枠組みを合意の上で定めて、協調して取り組まなければならないと考える。これは、カリフォルニアの**ディアブロキャニオン原子力発電所**でUSNRCと原子力事業者の間で行われたアプローチと類似のものである。

2 海外専門家推奨の安全施策（報告抜粋）

包括的な地震ハザード解析には、次の中間的なステップが必要で。

- (1) 断層が活動する可能性への着目
- (2) 断層変位の確率評価 (PFDHA)
- (3) 確率論的な地震動の検討 (PSHA)
- (4) 構築物・機器強度評価のための、確率論的フラジリティ解析
- (5) プラント固有の確率論的、決定論的リスク評価への統合

--有識者会議が行っているような、破砕帯に関する超保守的
ハイパー決定論で地震ハザード >> リスクは解明できない。
--この落差からわかること：有識者会議の安全＝発電所廃止。

2 海外専門家推奨の安全施策（報告抜粋）

（規制委員会による破砕帯の再評価）引き続き、原子力規制委員会と日本原電は、NRCとPG&Eとの間の合意に基づくLTSP (Long Term Seismic Program) をモデルとした敦賀発電所の継続的な耐震安全評価に関する対話を始めるべきである。

1. LTSPの実施中もDCNPPを運転継続することを認めた。

2. DCNPPは以下を要求された。

- a. すべての関連する地質学的及び地震のデータ、情報、及び解釈について確認、調査及び評価すること
- b. DCNPPの耐震設計基準とする地震の大きさを再評価すること
- c. 地震動調査を再評価すること
- d. 地震マージンを適切に確保するため、確率論と決定論の両方のリスク分析を活用し、耐震再評価の結論の意義を評価すること

3 原子力規制委員会の追加報告への対応

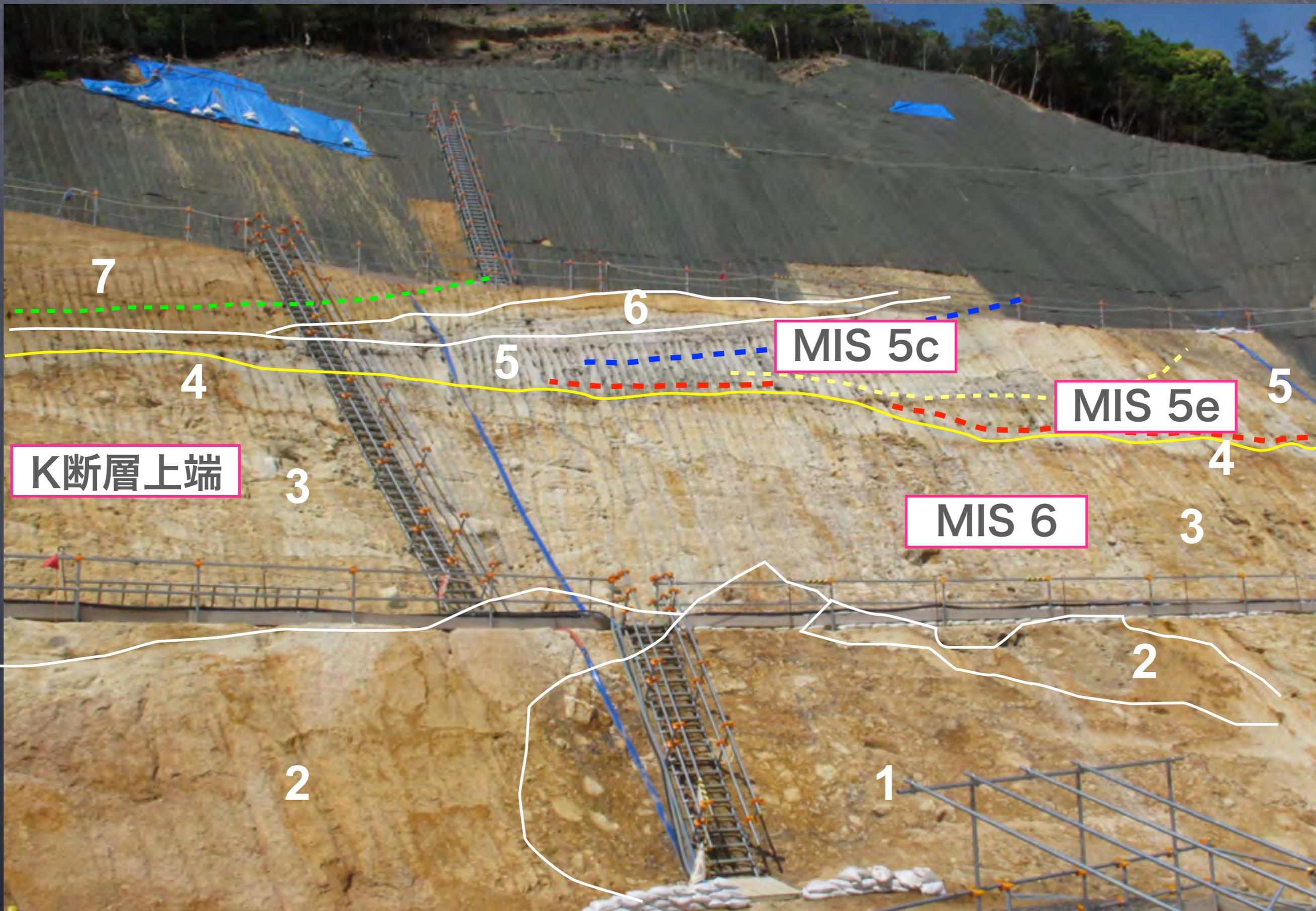
8月30日：敦賀発電所敷地内破砕帯に係る日本原子力発電からの追加調査報告（平成25年7月11日付け）に関する検討会合

第三者委員会・外部評価委員会報告の影響は不明...無視？

日本原電：追加資料に基づき有識者による再検証を要請。

規制委員会：『改めて評価書に付け加えるべきデータがあるのかどうか等に関しては、改めて規制庁で論点整理を行う必要...』

（奥村：評価書はボツ!! 根本的な欠陥と問題点を認識せよ。）



7

6

MIS 5c

5

MIS 5e

5

K断層上端

3

MIS 6

3

2

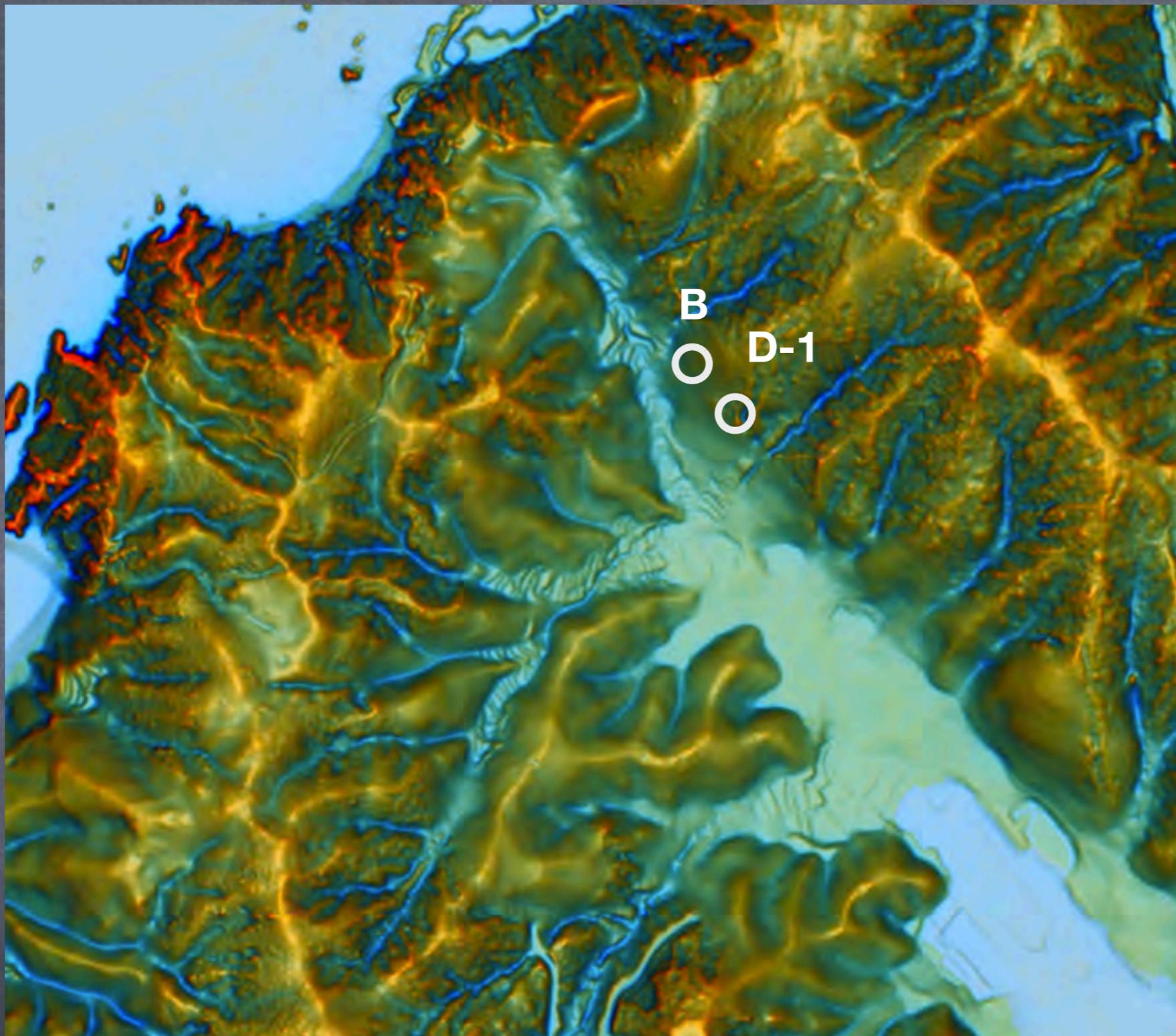
2

1

有識者会合報告書の問題点（1）

『①～⑨層は、東側丘陵のふもとに、浦底断層の活動により低下する側に、断層面を境とするように分布しており、**丘陵斜面から供給された土砂が堆積した**ものと考えられる。』

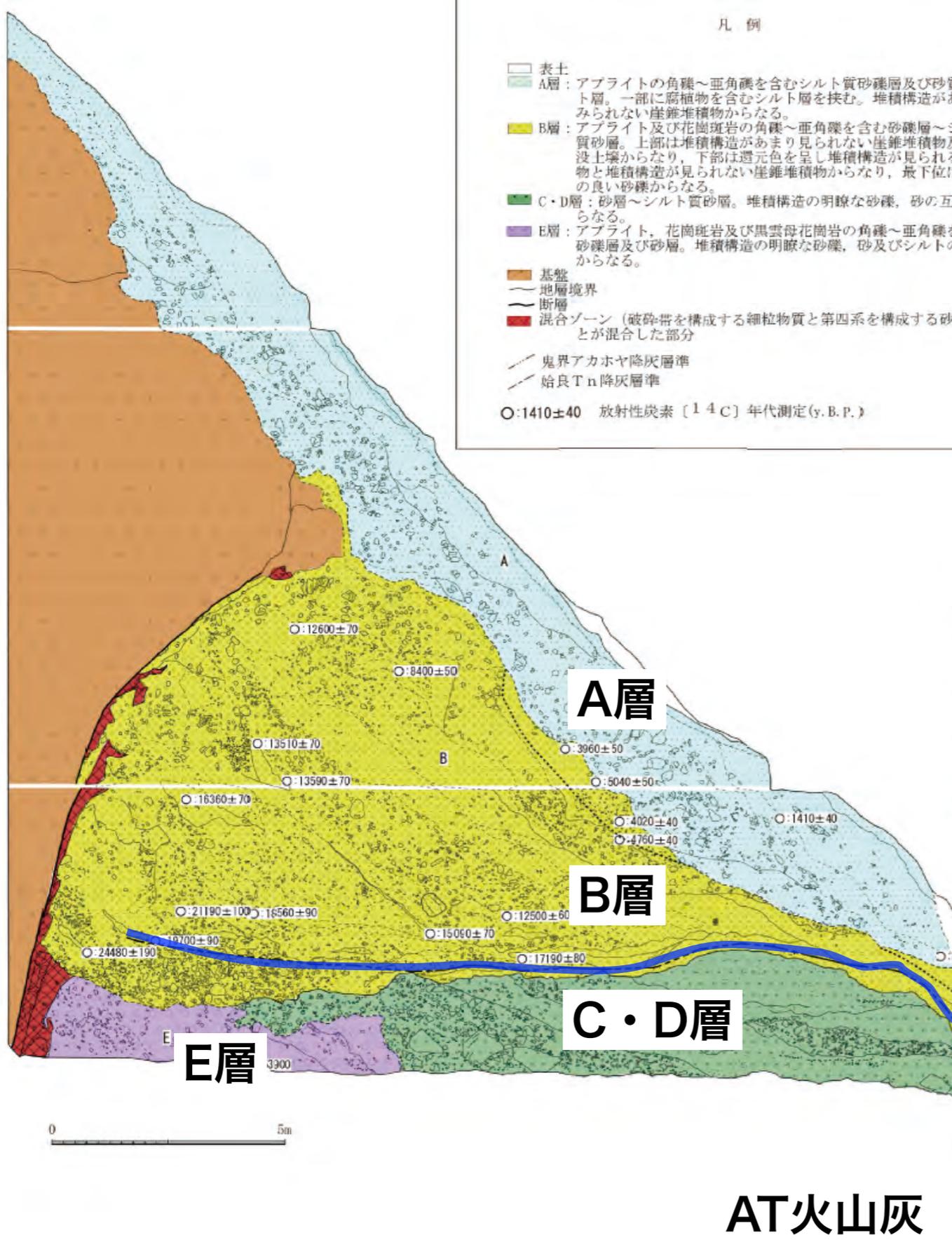
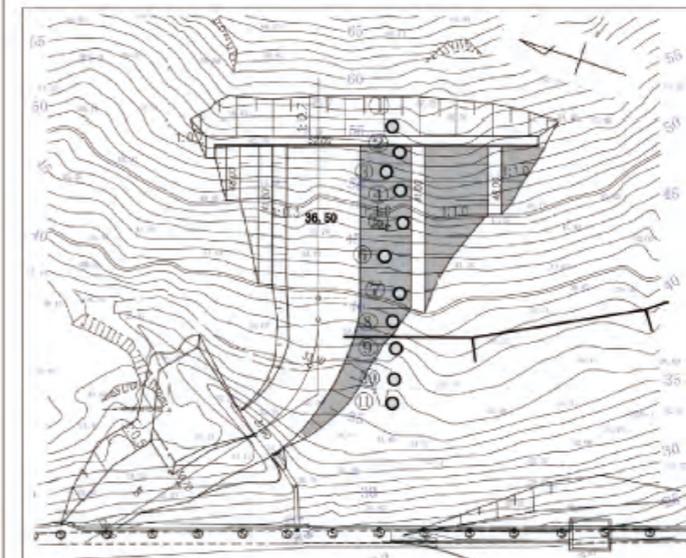
- 東側丘陵斜面起源は崩積土・土石流だけ。
- 崖錐・土石流扇状地＝斜面基部のみ。
- ①～⑨層は谷底を埋めた本流性の堆積物主体。
- 断層とは無関係に浸食・堆積が起きている。



東斜面：浦底断層崖＝崩積土， 小支流＝土石流
本流は低地西側：多量の正常河川堆積物

凡例

- 表土
- A層: アプライトの角礫～亜角礫を含むシルト質砂礫層及び砂質シルト層。一部に腐植物を含むシルト層を挟む。堆積構造があまりみられない崖錐堆積物からなる。
- B層: アプライト及び花崗斑岩の角礫～亜角礫を含む砂礫層～シルト質砂層。上部は堆積構造があまり見られない崖錐堆積物及び埋没土壌からなり、下部は還元色を呈し堆積構造が見られる堆積物と堆積構造が見られない崖錐堆積物からなり、最下位は淘汰の良い砂礫からなる。
- C・D層: 砂層～シルト質砂層。堆積構造の明瞭な砂礫、砂の互層からなる。
- E層: アプライト、花崗斑岩及び黒雲母花崗岩の角礫～亜角礫を含む砂礫層及び砂層。堆積構造の明瞭な砂礫、砂及びシルトの互層からなる。
- 基盤
- 地層境界
- 断層
- 混合ゾーン (破砕帯を構成する細粒物質と第四系を構成する砂礫等とが混合した部分)
- 鬼界アカホヤ降灰層準
- 始良Tn降灰層準
- : 1410±40 放射性炭素 [¹⁴C] 年代測定 (y.B.P.)



A層: 最新イベント後の崩積土.
 B層: 最近イベントの埋没崩積土
 最終氷期: 10~15 m 下刻.
 C層: 水平成層した砂礫層. 谷埋め・段丘形成, 約3万年前.
 D層: 水平堆積した巨礫層.
 C・D層は斜面とは無関係.
 古い崖錐堆積物? (E層)を
 浸食する本流性堆積物.

AT火山灰 (約3万年前)

Source: JAPC--NSC

A・B層は東斜面からの崖錐堆積物 C・D層は本流性

A

A'

SW
T.P. (m)
50

NE
T.P. (m)
50

5～7層：谷底を埋める砂礫～砂層

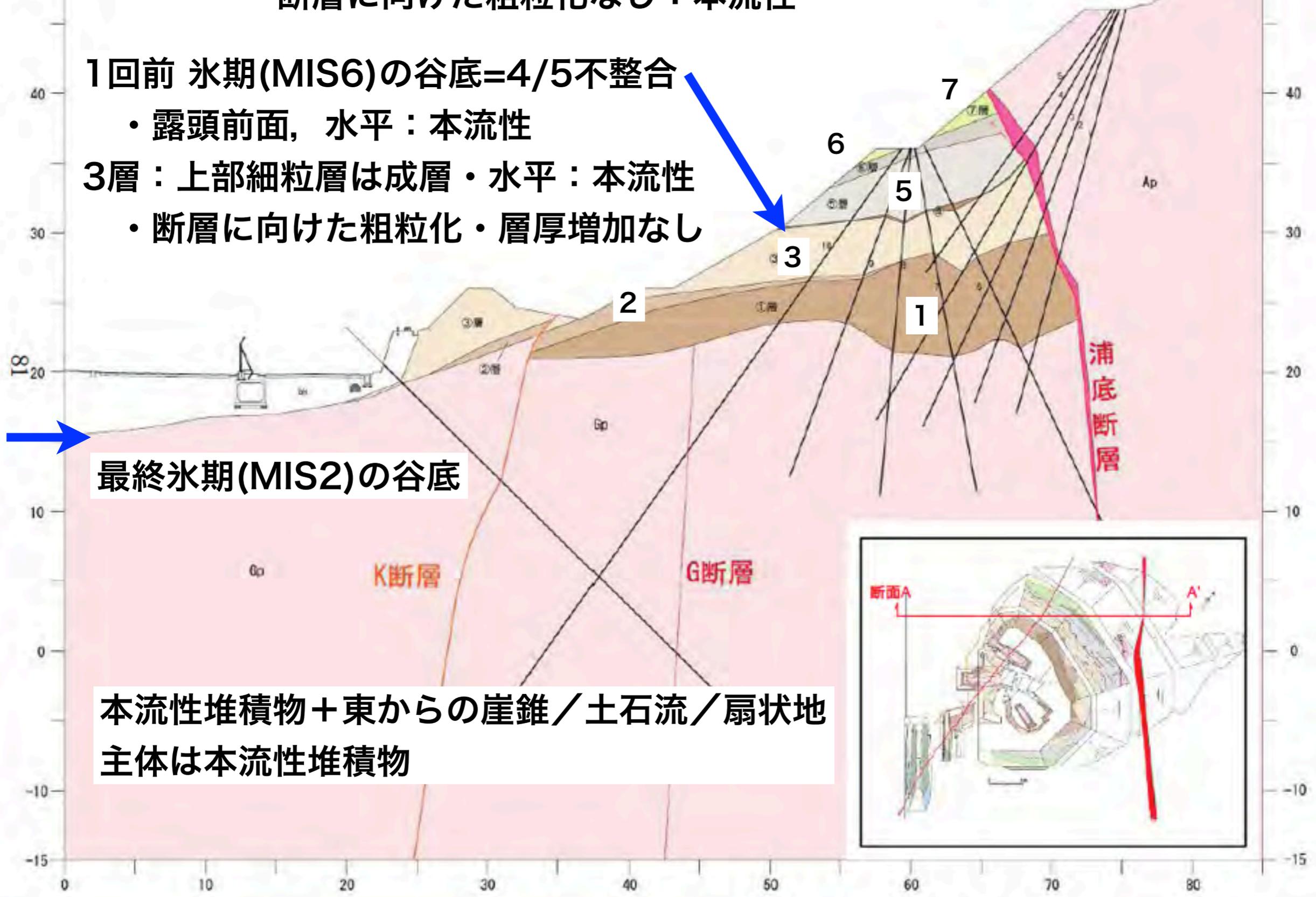
- ・ 複数の小規模不整合
- ・ 断層に向けた粗粒化なし：本流性

1回前 氷期(MIS6)の谷底=4/5不整合

- ・ 露頭前面，水平：本流性

3層：上部細粒層は成層・水平：本流性

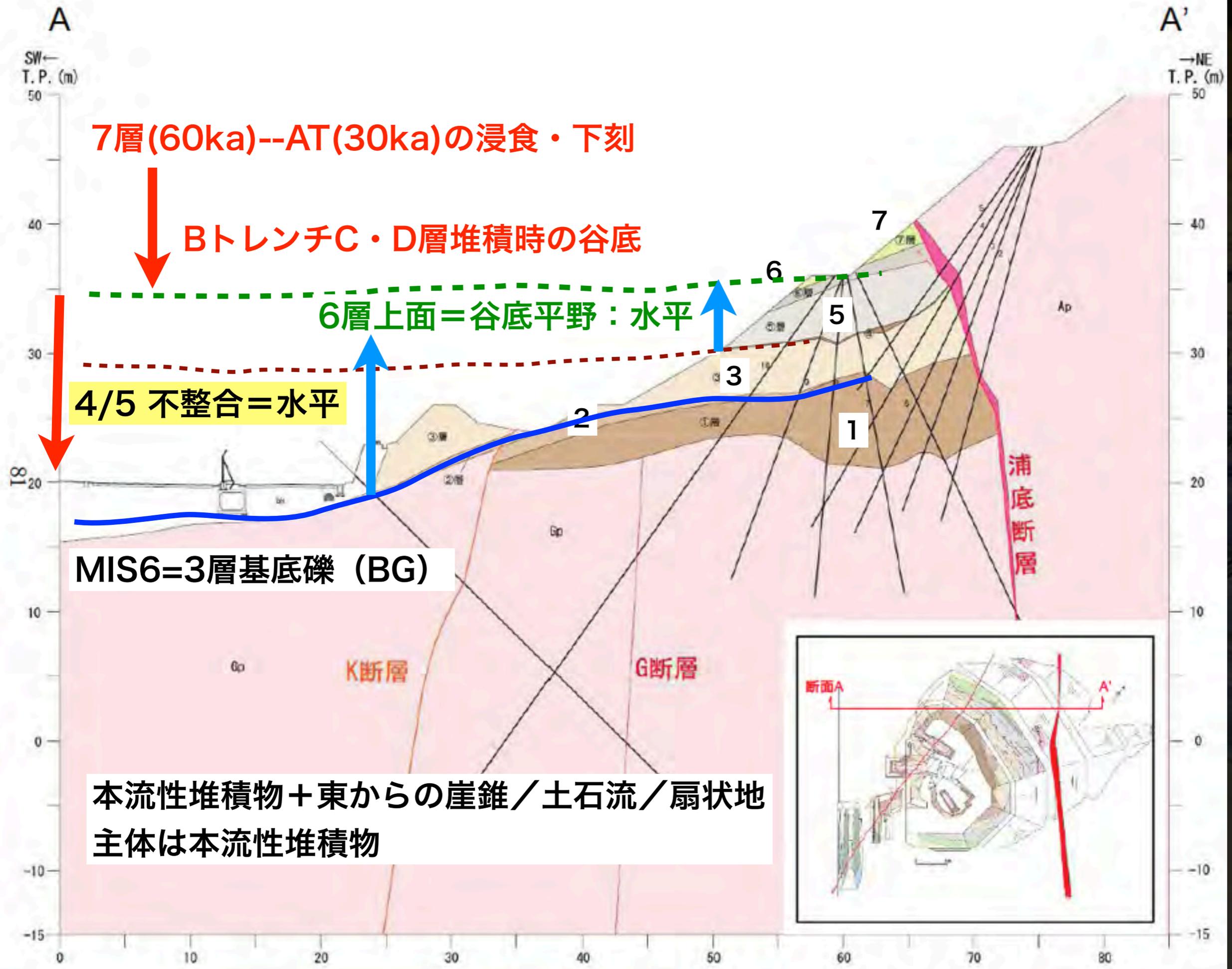
- ・ 断層に向けた粗粒化・層厚増加なし



最終氷期(MIS2)の谷底

本流性堆積物+東からの崖錐/土石流/扇状地
主体は本流性堆積物

BトレンチC・D層堆積以降の浸食・下刻



7層(60ka)--AT(30ka)の浸食・下刻

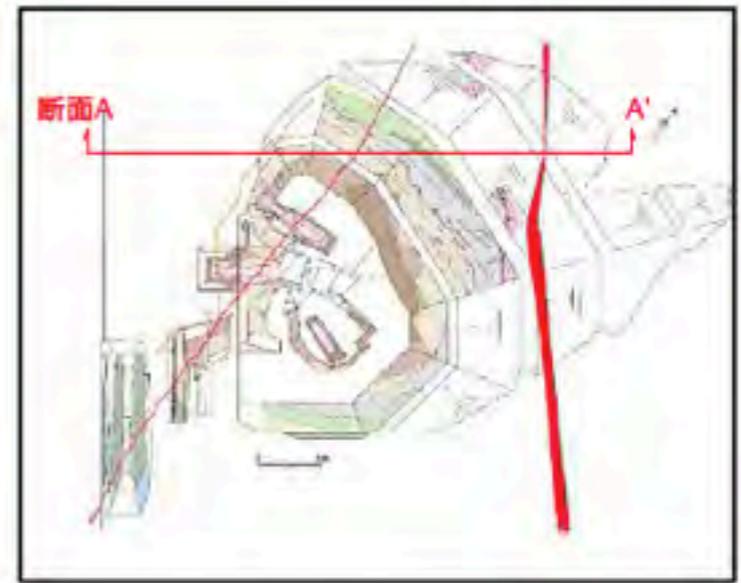
BトレンチC・D層堆積時の谷底

6層上面=谷底平野：水平

4/5 不整合=水平

MIS6=3層基底礫 (BG)

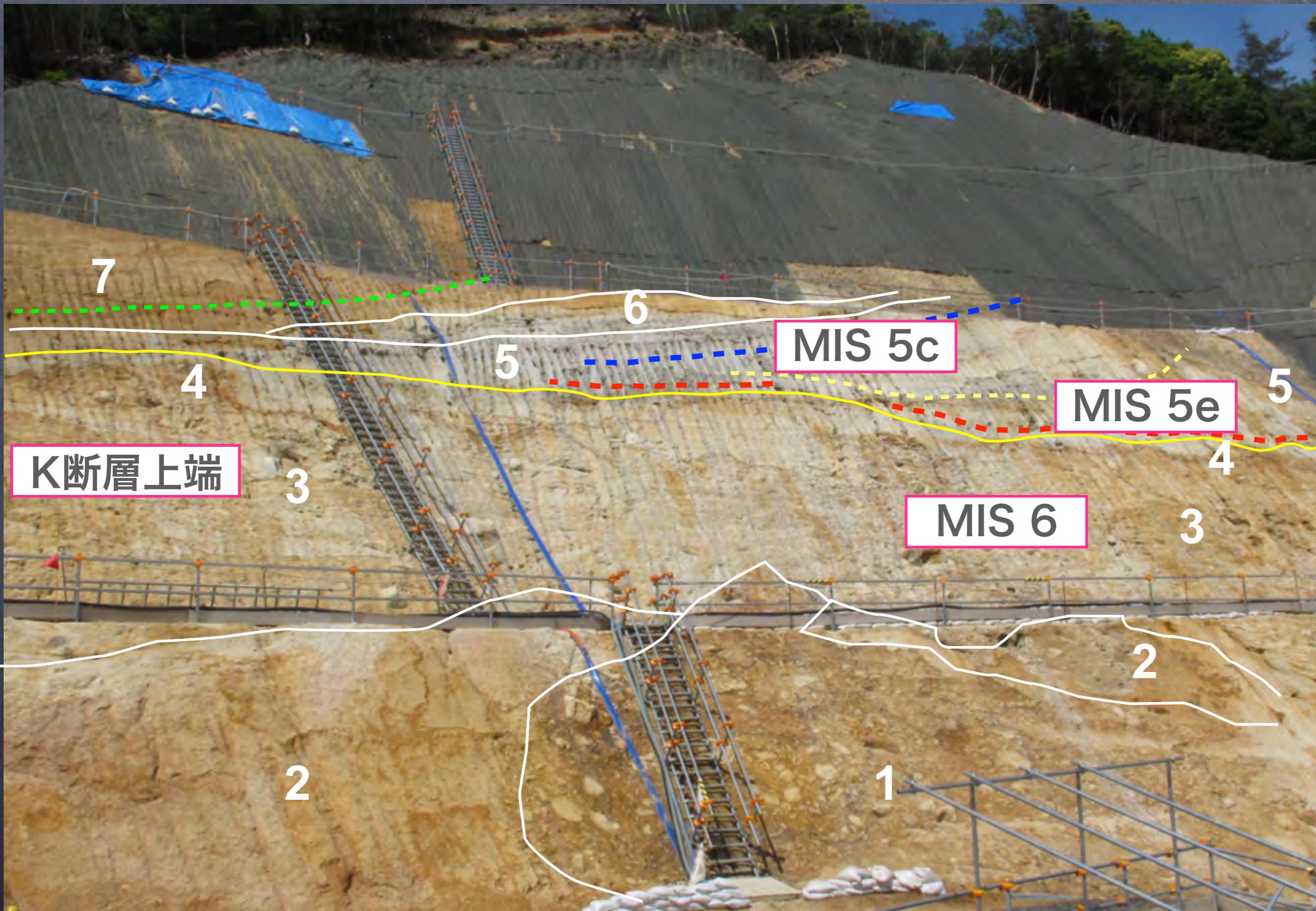
本流性堆積物+東からの崖錐/土石流/扇状地
主体は本流性堆積物



有識者会合報告書の問題点（2）

③層については、⑤層と不整合関係にあるが顕著な堆積間隙がなく、...上位③層中の礫は風化の程度が弱く、⑤層と同様に比較的新鮮である。これらのことから、③層と⑤層...は、それ程堆積時期に差がないと考えられる。

- 不整合は露頭全面・水平＝大規模。
- 仮に小規模でも、不整合＝堆積間隙不明。
- ⑤層は還元的環境（樹根健在）のため未風化。
- ③層は氷期 or ⑤層被覆＝還元のため未風化。



7

6

MIS 5c

5

MIS 5e

5

K断層上端

3

MIS 6

3

2

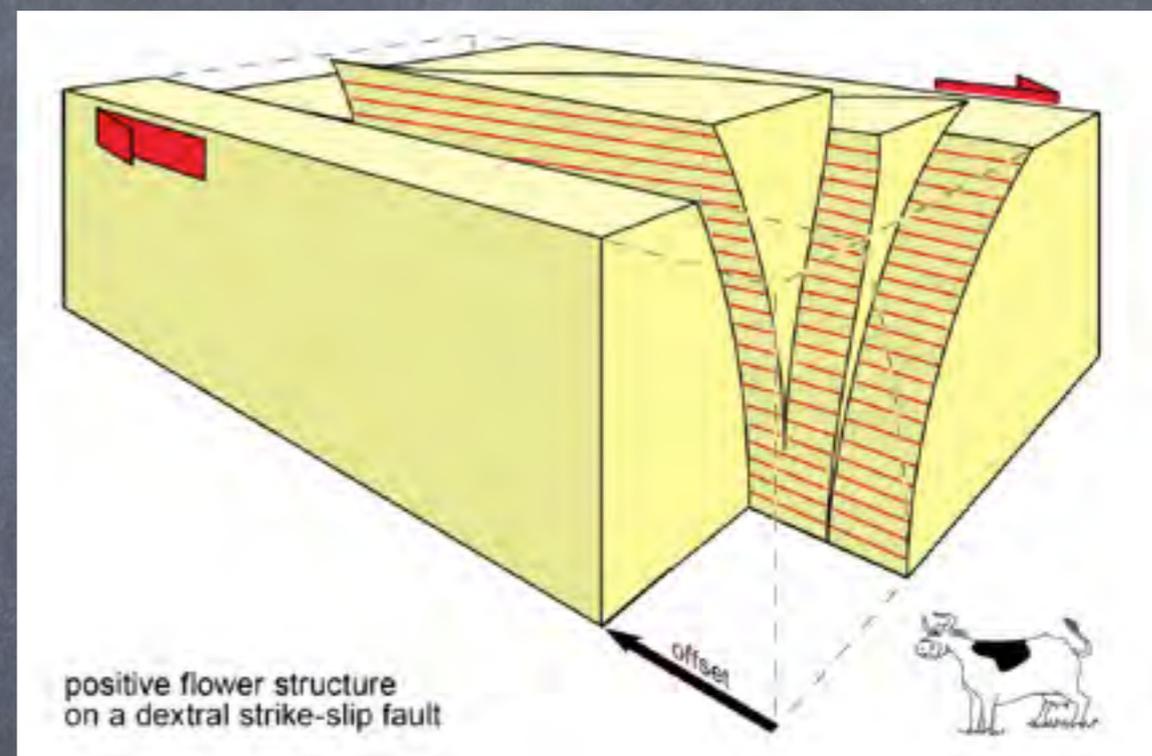
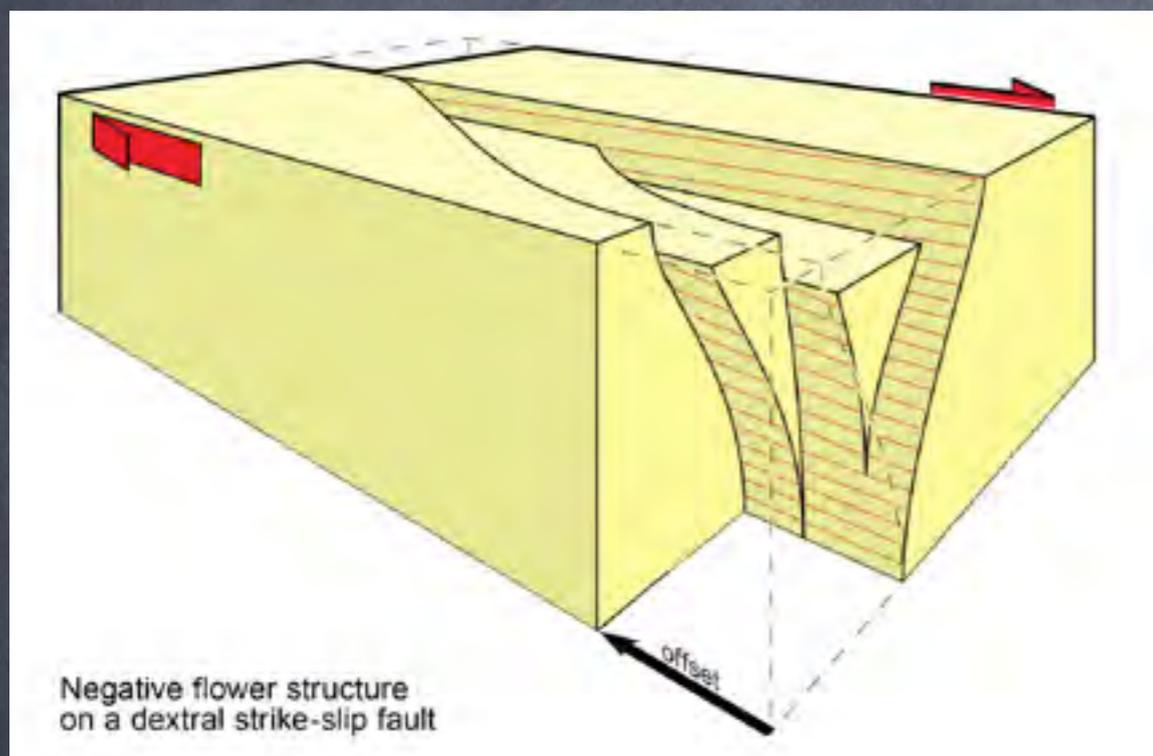
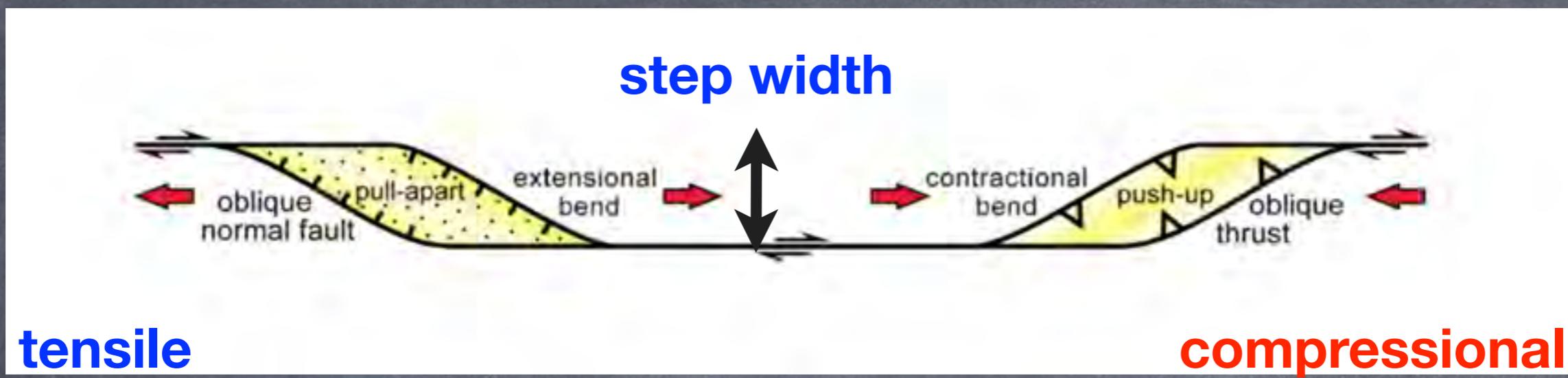
2

1

有識者会合報告書の問題点 (3)

... (K断層による) 地層のずれが確認され、このずれの下端が基盤と考えられる花崗斑岩にまで達していることが確認された。このことから、有識者会合として、K断層は、表層(堆積層)のずれだけではなく地下深部の基盤にまで及ぶ西側隆起の逆断層と判断した。

- すべての地すべりは地下深部の基盤に達する??
- ジョグ/ベンドの応力場は表層・局所的

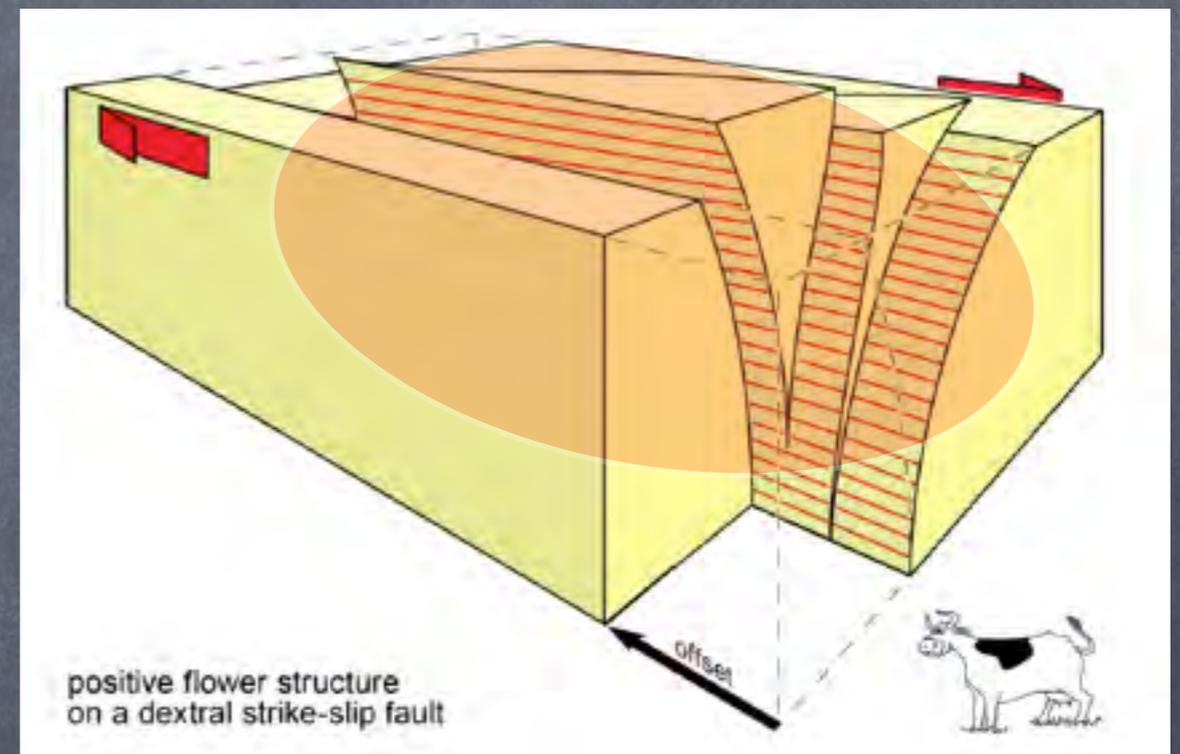
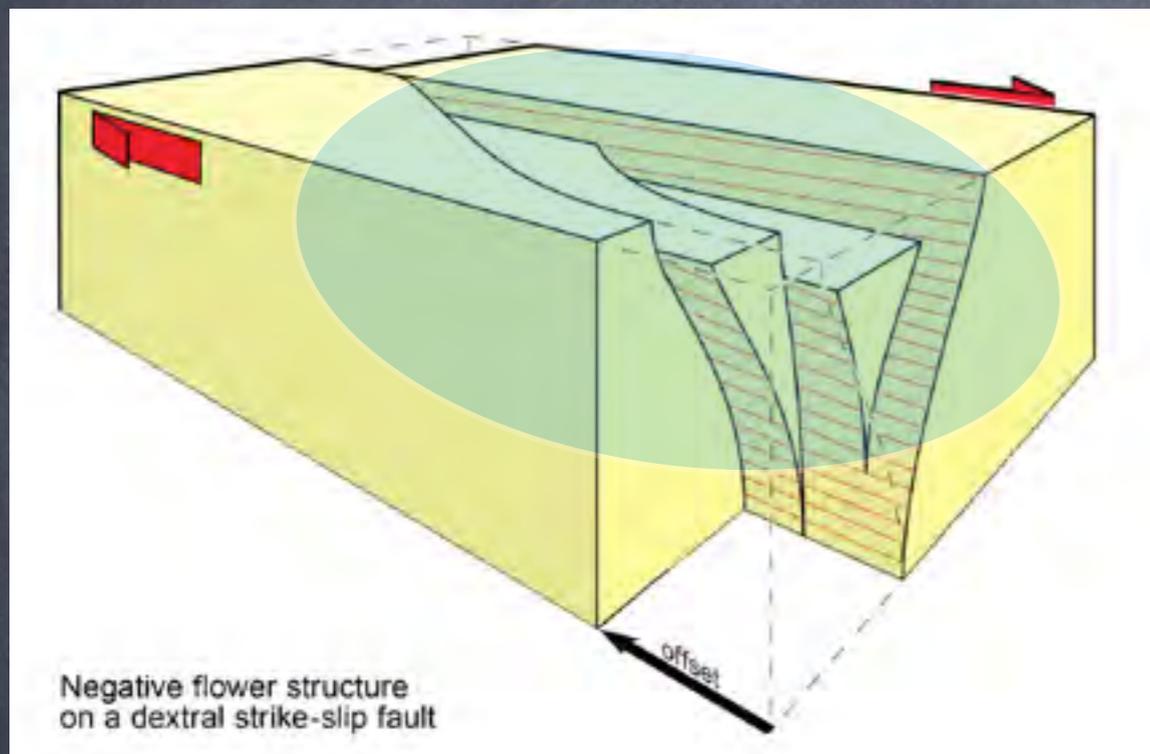
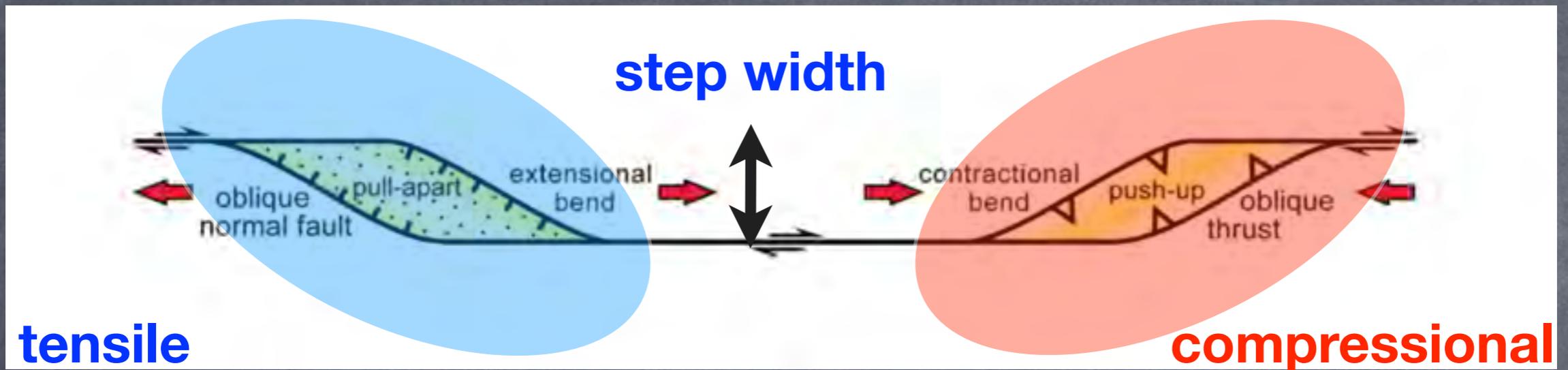


J. P. Burg [<http://www.files.ethz.ch/structuralgeology/JPB/files/struk/6Faltung.pdf>]

引張性の屈曲：pull-apart
negative flower

圧縮性の屈曲：浦底断層の構造
positive flower

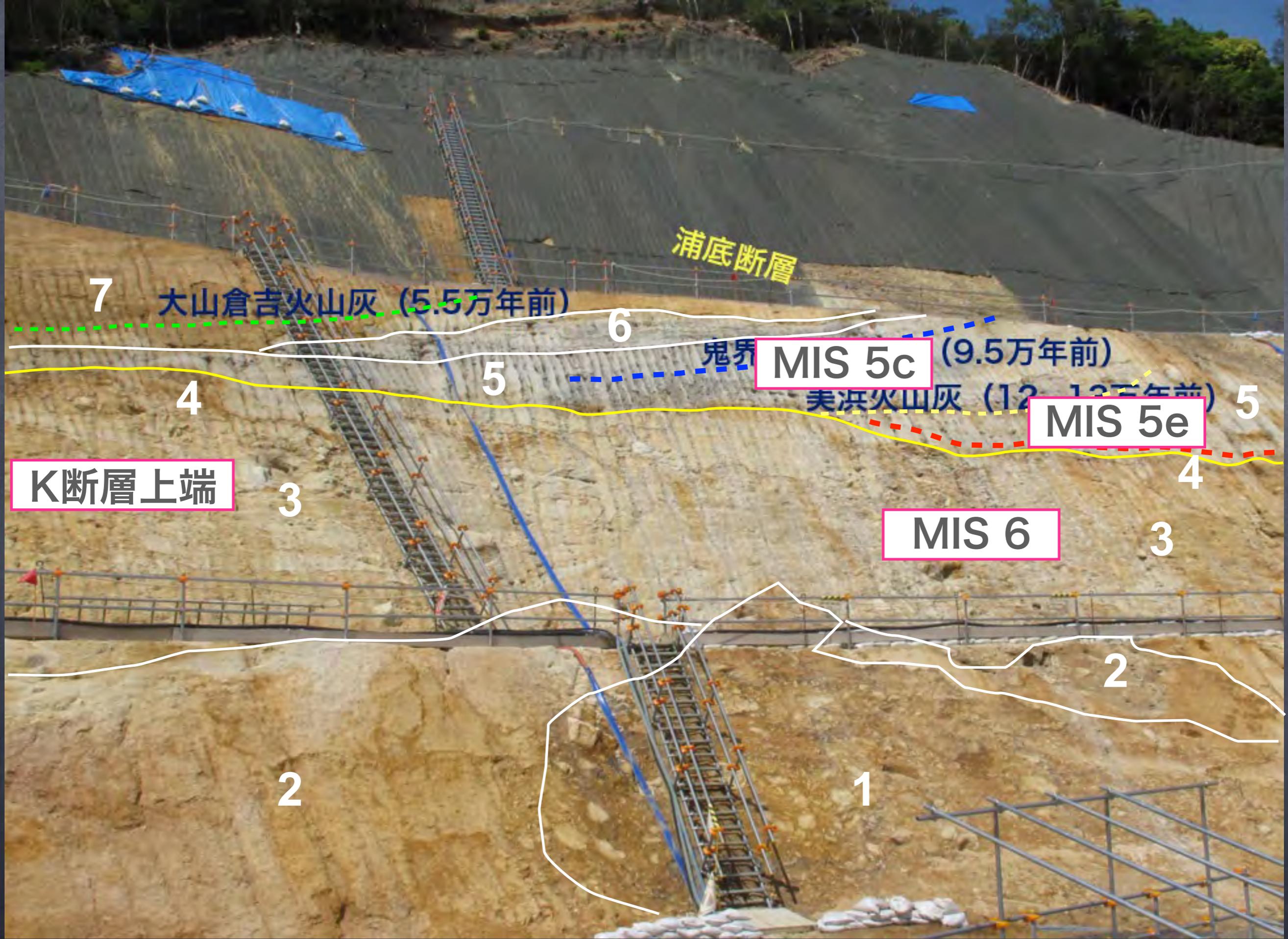
主断層と離れる方向へ傾斜する antithetic 断層も存在：K断層



J. P. Burg [<http://www.files.ethz.ch/structuralgeology/JPB/files/struk/6Faltung.pdf>]

断層面の不整形（ジョグ・ベンド）による局所応力場

- **ステップ幅**（mm～km）が局所応力場の**幅と深さ**を規定する。
- **局所応力場に基づく副次的断層は表層現象である。**



浦底断層

7 大山倉吉火山灰 (5.5万年前)

鬼界 MIS 5c (9.5万年前)

美浜火山灰 (12-13万年前) MIS 5e

K断層上端

MIS 6

D-1トレンチ

4 より多くの第三者が問題を直視すべし.

意見書 (一部)

千木良：大飯発電所 (1/17)

奥村, 徳山, 山崎：東通発電所 (4/18)

奥村：敦賀発電所 (4/24)

- 適切な意見である (反論募集中).
- 孤立した意見陳述で連携を欠く.
- 破砕帯・構造地質の専門家を幅広く取り込めていない.
- 旧保安院・安全委員会の経験者を組織できない.

知識と経験にもつづく第三者の適切な判断をまとめるべし.

破砕帯（活断層）問題，最近の状況と今後の課題

1. 有識者会合：組織開始から1年
2. 第三者委員会・国際評価委員会
3. 大飯発電所評価に見る問題点と課題
4. 新規制基準適合性に係る審査
5. これからの評価：再処理施設・志賀

1 大飯の問題は何だったのか？

写真②

南側トレンチ全体写真

既往トレンチの走向から想定される
F-6破碎帯通過位置

トレンチ概要
長さ 約70m
幅 約50m
深さ 約40m

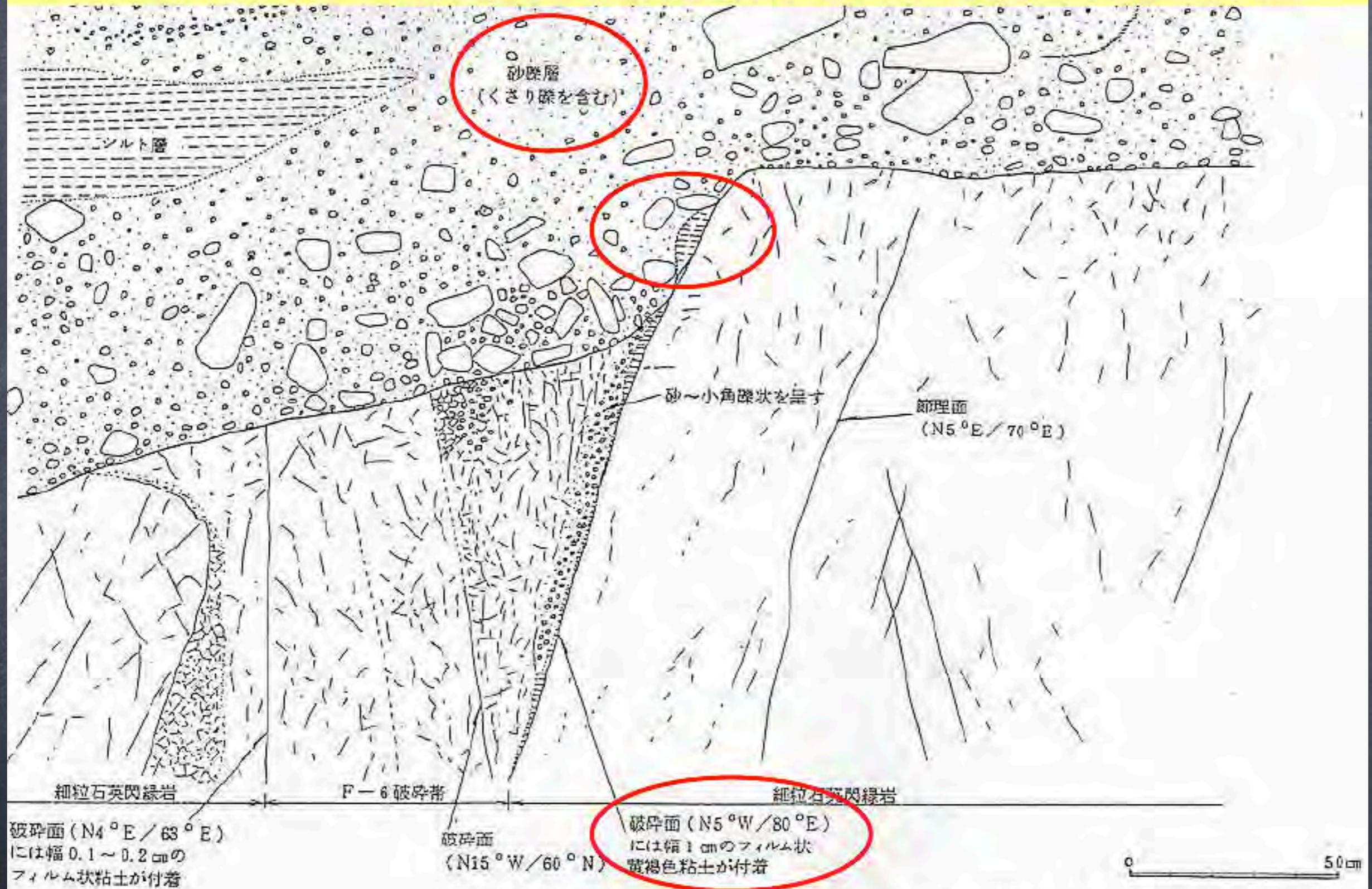
7C



7C

まったく unnecessaryな調査ではなかったか？

旧トレンチ北西側F-6付近の詳細スケッチ図：北西法面



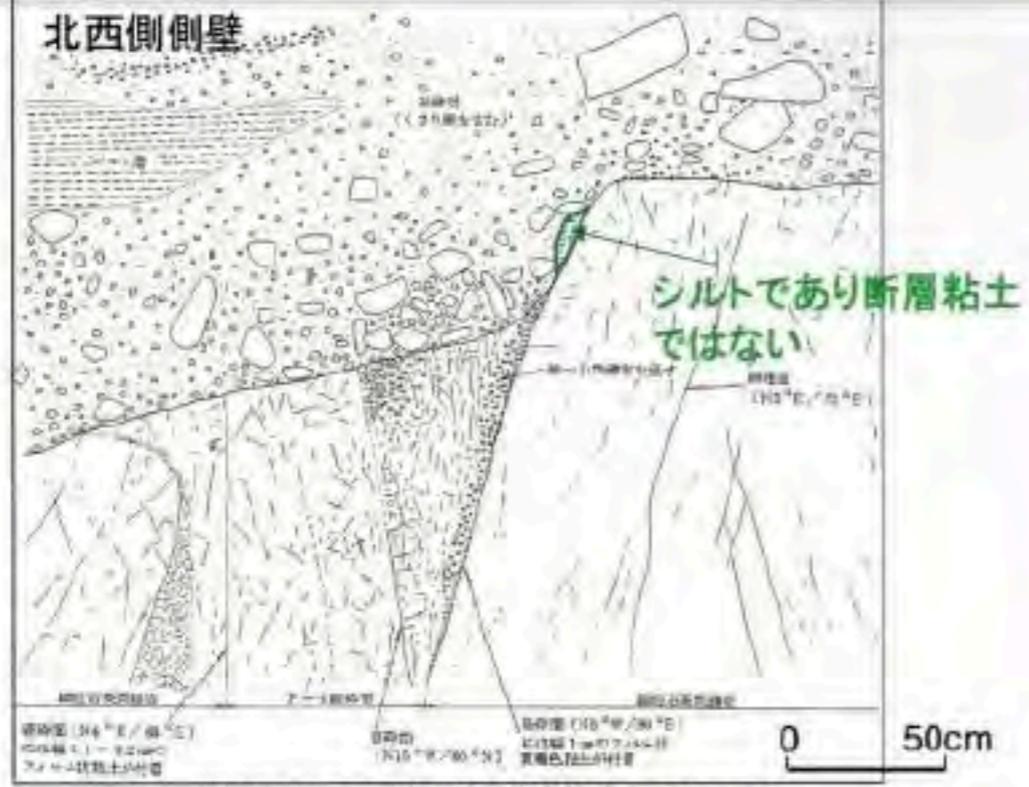
第3.22図 トレンチF-6破碎帯スケッチ(北西側側壁基底部)

唯一の発端 (岡田篤正氏の8/19会合資料より)

トレンチ北西側下部の スケッチ(原図と渡辺 解釈)

誤読・曲解が入る！！

変位の根拠は示されず



当社スケッチ(北西側側壁基部スケッチ)

※大飯発電所3・4号炉原子炉設置許可申請書
第3.4.24図 トレンチ地質展開図(その3)



渡辺委員から、当社が作成した既往トレンチスケッチ(北西側側壁基部スケッチ)について、砂礫層(くさり礫を含む)中に断層粘土が延びるように図示されているが、シルトの誤りである。また、砂礫層にも落差が認められるように着色されている。
今後当社のデータを用いて独自の解釈をされる際には、原因と合わせて提示いただきたい。
なお、当社は、基盤岩上面の分布状況や礫の配列からは、北西側側壁に見られる基盤岩上面の落差は浸食によるものと評価している。

既往トレンチスケッチについて

第3.4.22図 トレンチ地質展開図(その3)(北西側側壁基部スケッチ)
渡辺委員からの指摘(北西側側壁基部スケッチ)

その歪曲 (岡田篤正氏の8/19会合資料より)

1 大飯の問題は何だったのか？

F6破砕帯の一枚のスケッチ以外何も無い。

断層変位地形・段丘変位ともに存在しない。
(変動地形学の課題ではない。)

歪曲・誇張されたスケッチに基づく：

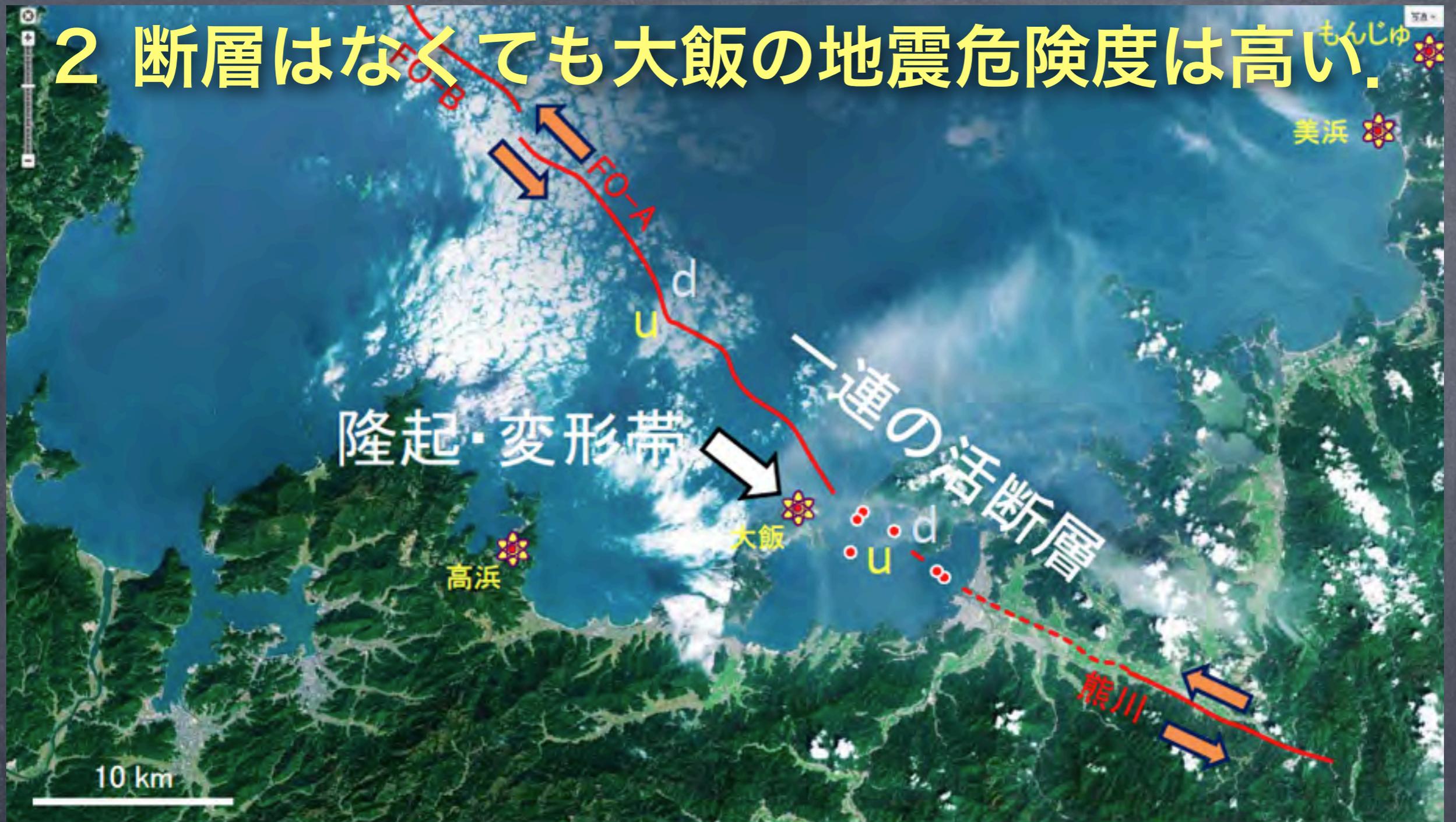
科学的仮説？ 仮説として提起されていない。

間違い？ 間違いではすまされません。

でっち上げ？ 犯罪です。

所属学会の倫理規定にもとづく処分の対象となりうる。

2 断層はなくても大飯の地震危険度は高い。



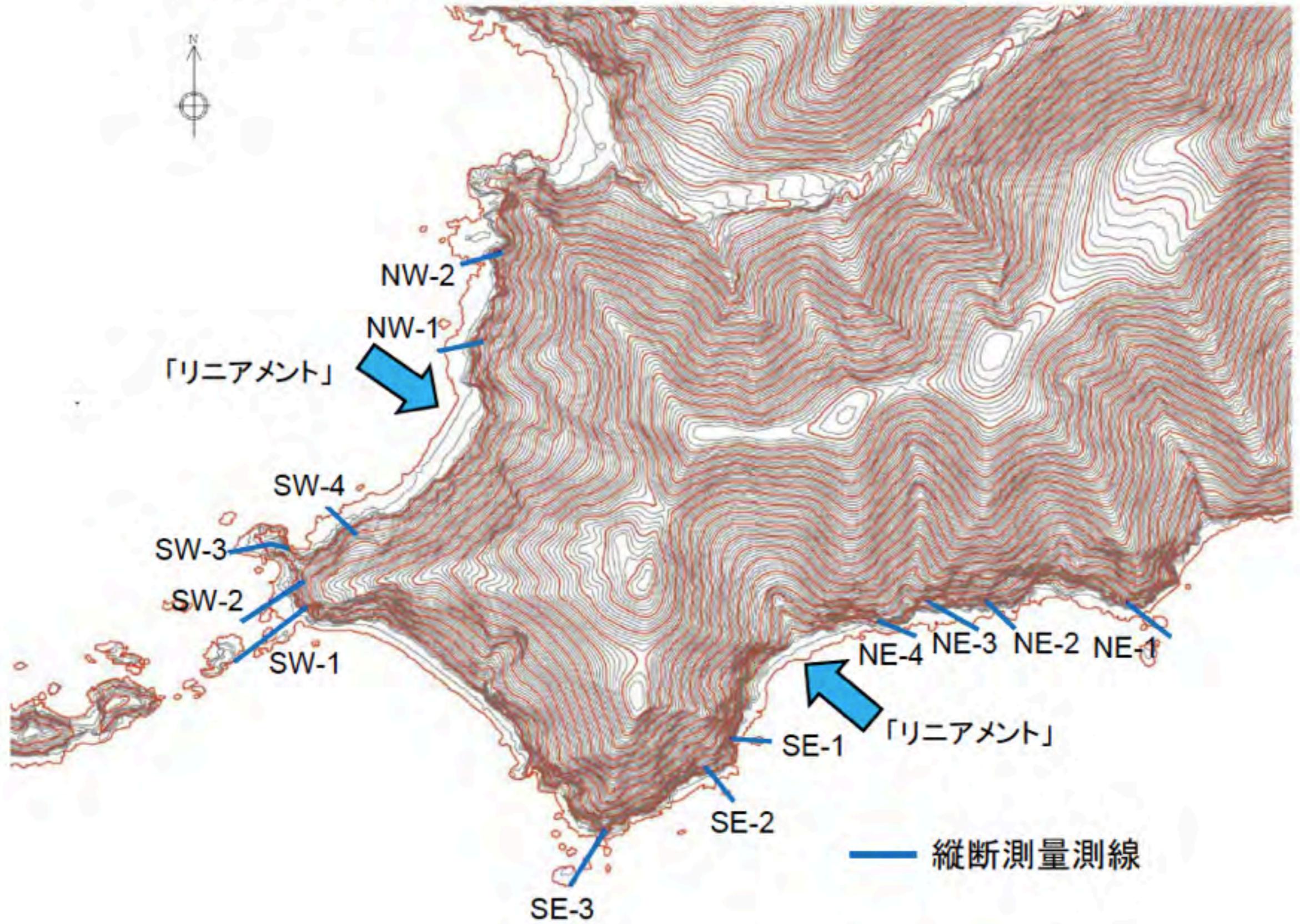
「この会合における検討事項ではない」



海域の「震源として考慮する活断層」の活動と敷地の変形を
今後の安全審査で十分に検討する必要がある。

そこで逃げ口上 (渡辺満久氏の8/19会合資料より)

内外海半島双児崎「リニアメント」調査



中田・渡辺リニアメントは存在しない（関西電力6/6資料）

小浜湾周辺の中位段丘面標高分布



※大飯発電所敷地内破碎帯の調査に関する有識者会合 第2回評価会合(H24.11.7)で説明済み

中田・渡辺断層の両側は一様に隆起 (関西電力6/6資料)

2 断層はなくても大飯の地震危険度は高い。

大飯発電所3・4号機の現状に関する評価会合 (6/24)

関西電力(株)大飯発電所3号機及び4号機の現状評価書(案)

『保安院の調査で地下の変形が認められた変形箇所付近には広く音波散乱層があり、また、一部の専門家から、双子崎南東部に北東側低下を示すリニアメントの存在を示唆されており、現時点までに関西電力から提示された反射断面だけでは、この変形が熊川断層と連続していないとは認められない。』

2 断層はなくても大飯の地震危険度は高い。

大飯発電所3・4号機の現状に関する評価会合 (6/24)
関西電力(株)大飯発電所3号機及び4号機の現状評価書(案)

関西電力から示された反射断面は、浅部の地質・地質構造を示すものであり、Fo-A断層及び熊川断層の断層面が**深部で連続する可能性を否定するデータにはならない**。深部でのFo-A断層及び熊川断層の連続性を否定できないのであれば、これらの断層の**連動を考慮したケースを基本ケース**として地震動を評価すべき。

2 断層はなくても大飯の地震危険度は高い。

大飯発電所3・4号機の現状に関する評価会合 (6/24)

関西電力(株)大飯発電所3号機及び4号機の現状評価書(案)

また、3連動地震動の評価に当たっては、震源断層と大飯発電所の距離が比較的近いことを踏まえ、地震動の斜め入射による影響を考慮するとともに、断層上端深さ、断層傾斜角、アスペリティ位置、破壊開始点及び短周期レベル(応力降下量)のそれぞれの不確かさについて考慮して評価を行うよう求めた。 >> **不確かさの重畳を認めさせる!?**

議論は

原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合

で継続

注目は再稼働へ

島崎委員＋事務局だけで審議

破砕帯（活断層）問題，最近の状況と今後の課題

1. 有識者会合：組織開始から1年
2. 第三者委員会（敦賀・東通）の6ヶ月
3. 大飯発電所評価に見る問題点と課題
4. 新規制基準適合性に係る審査
5. これからの評価：東通・再処理施設・志賀

東通：報告書(案)審議後， 現地調査

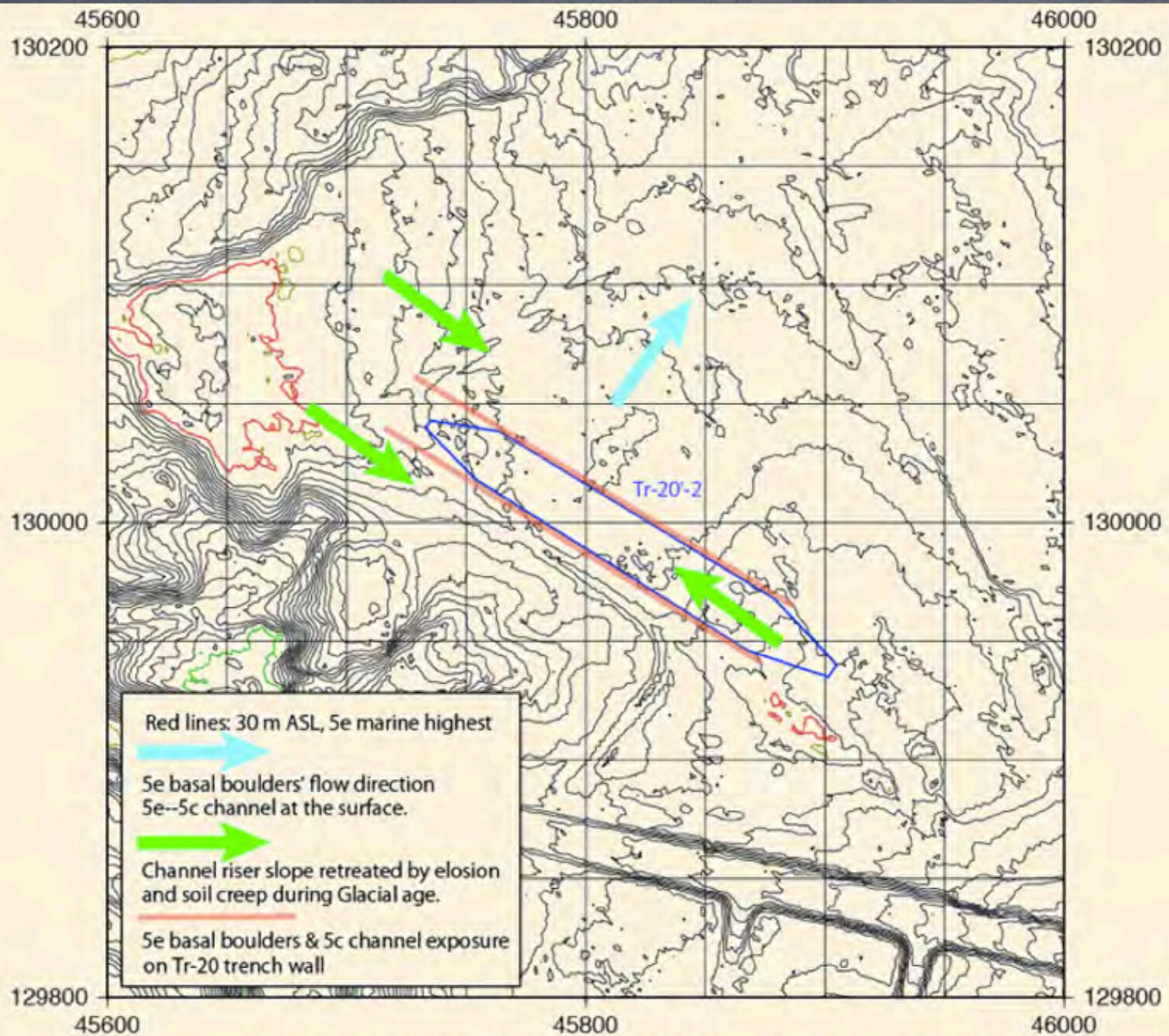
- ・ 長大トレンチ・平面掘削

専門家・有識者が指摘する断層が存在しない。

横ずれが存在しない（“一定のパターン”）。

第四紀変状がランダムに分布。

“膨潤”を支持する観察， 実例， 実験。



0.5 m contour map of 2 m mesh DEM data derived from air-bone LiDar survey of present-day topography.

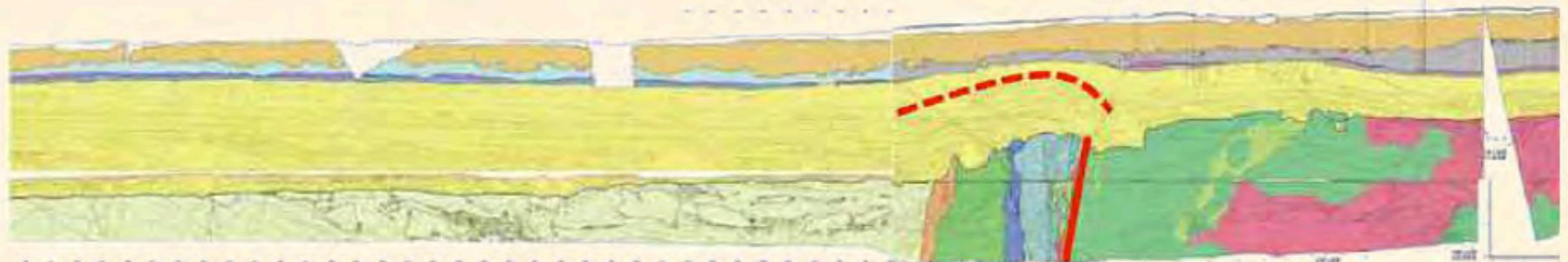
專門家：陸側低下＝活斷層

W

Erosion + Expansion
or Tectonic Tilt?

E

MIS 5e boulder and 5c channel flowing north

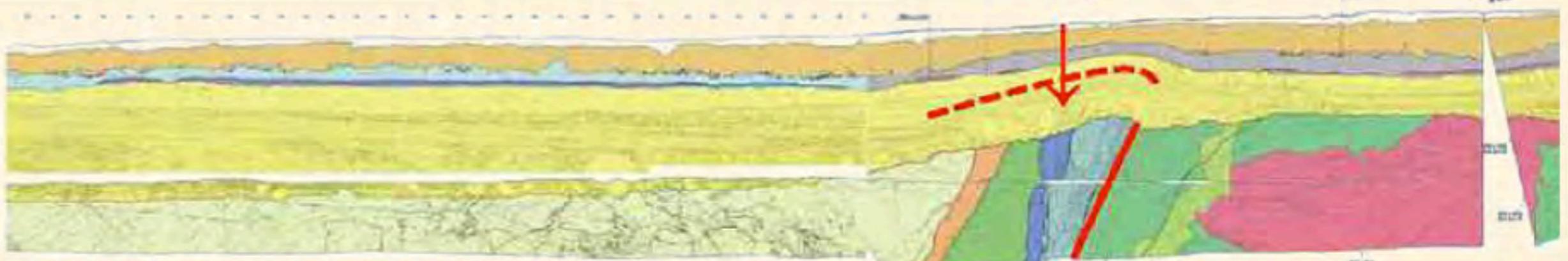


north wall



MIS 5e boulder and 5c channel flowing north

F-9 (if west-down, then normal)



south wall flipped

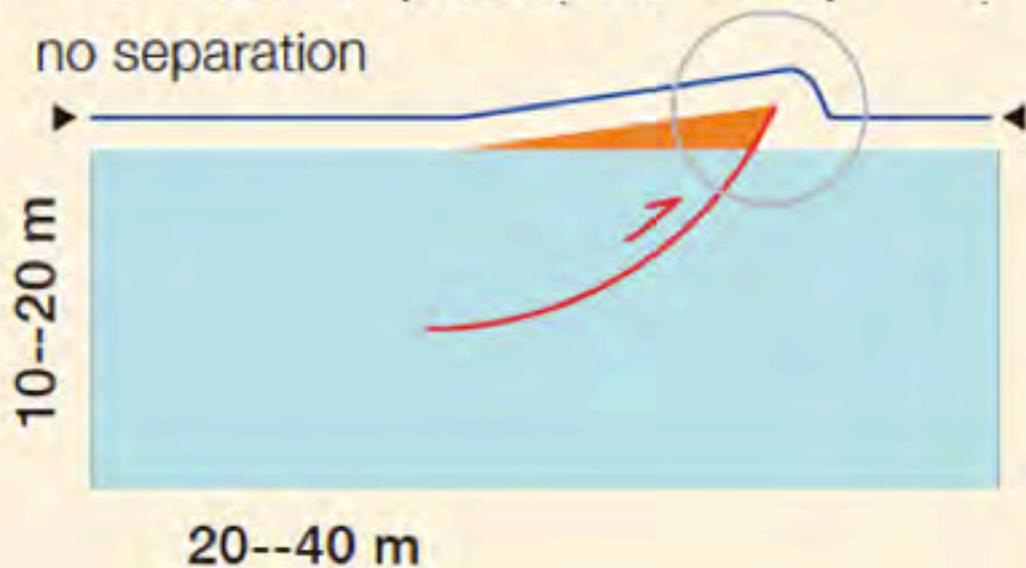


専門家・有識者が指摘する断層=河川浸食による凹地

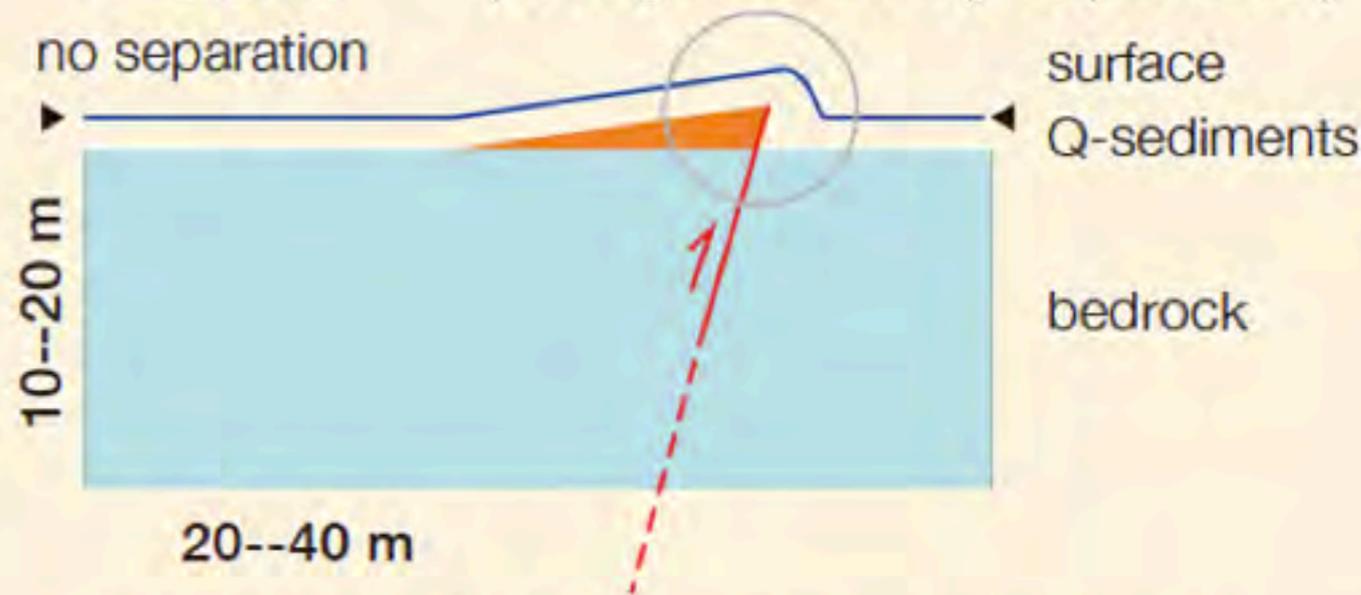


専門家・有識者が指摘する断層=河川浸食による凹地

S-faults (reverse-like)

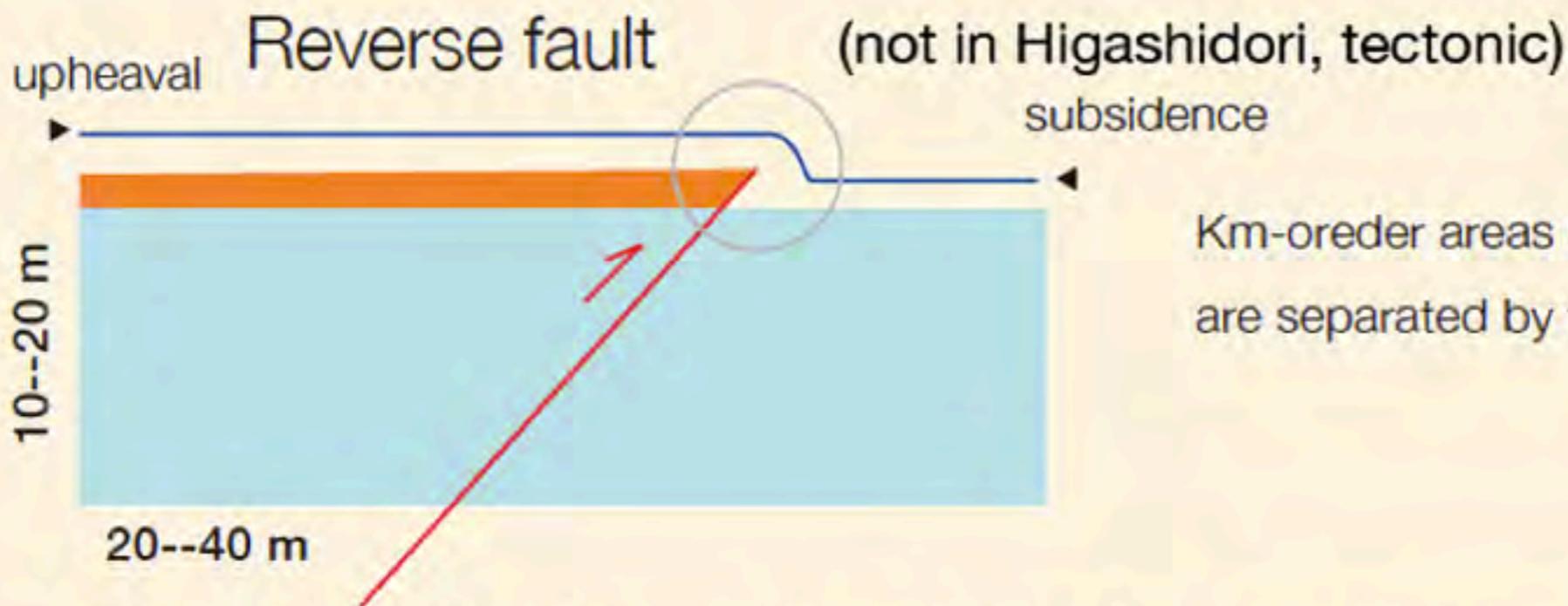


F-faults (in Higashidori by expansion)



Miocene fault zone has not ruptured recently

Very local (~10 m wide) zone of upheaval was formed, but there is no vertical separation.

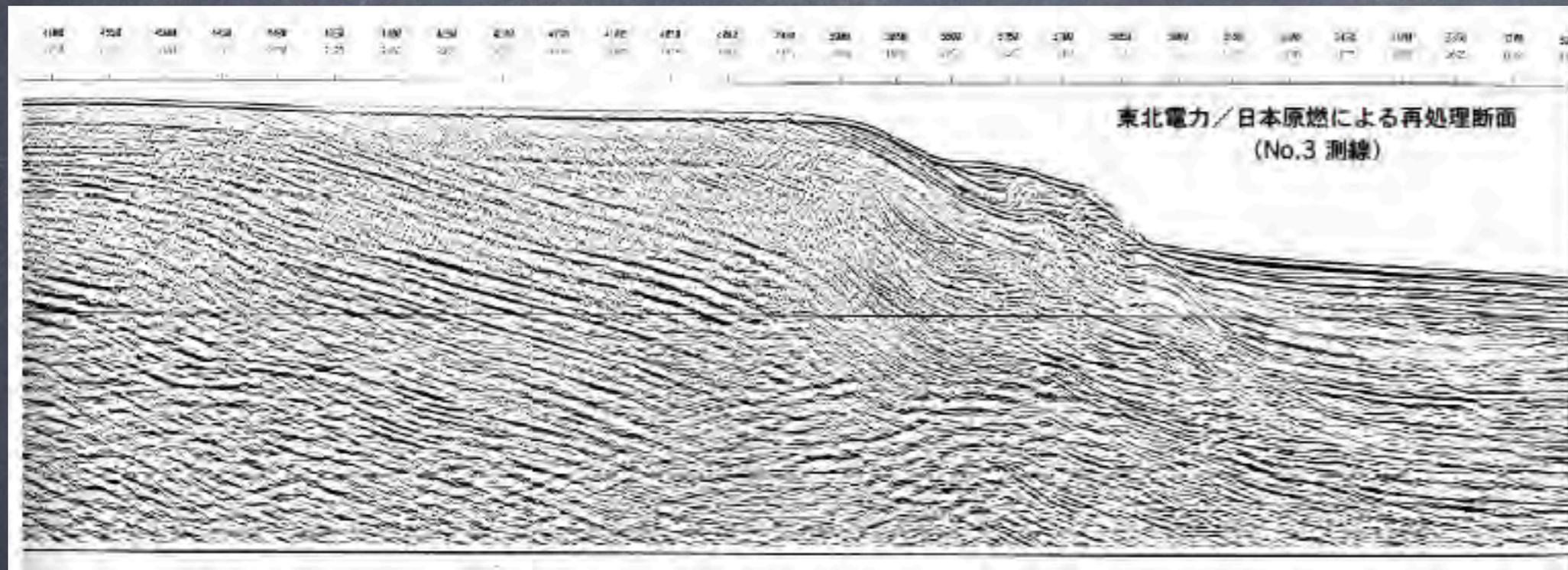


Km-order areas of upheaval and subsidence are separated by the fault.

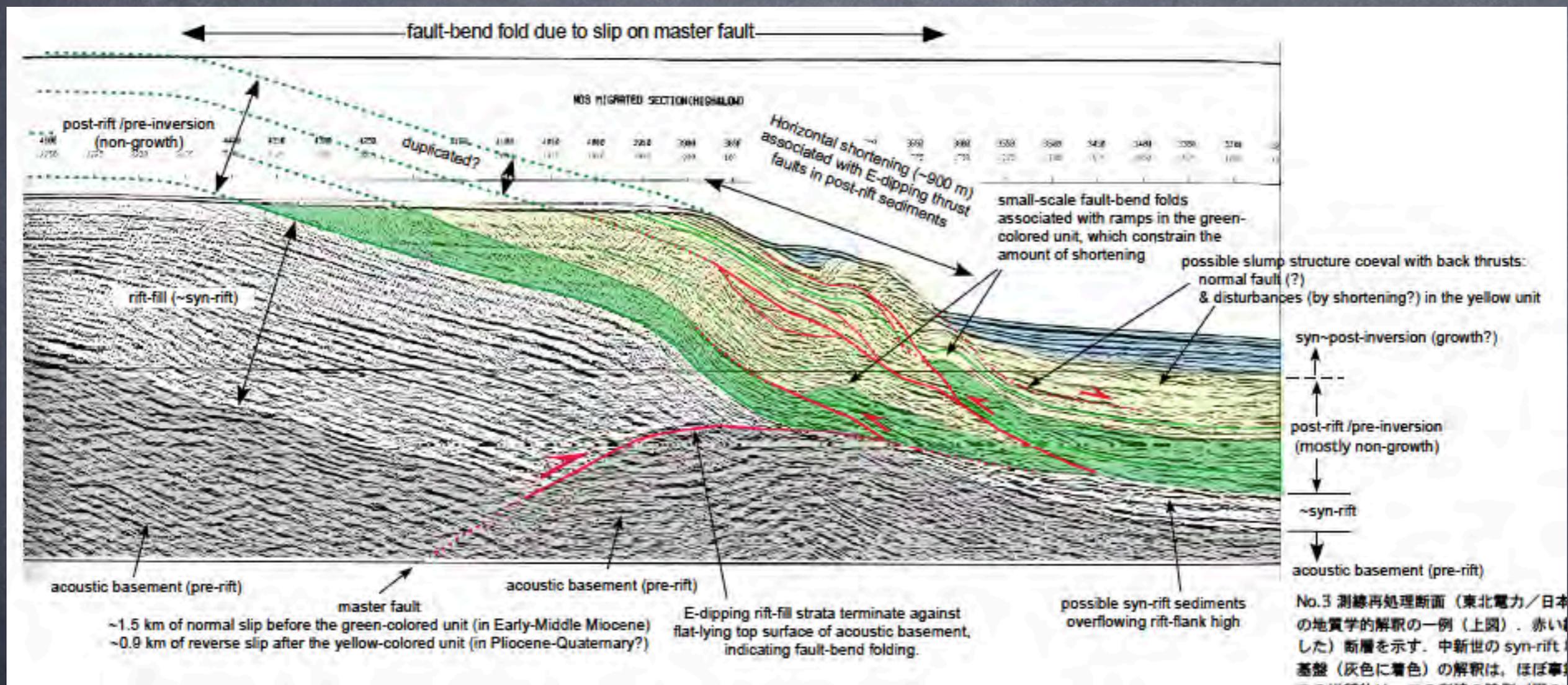
The displacement is originated in the 10--15 km down-dip seismogenic layer.

中新統の風化部 = 膨潤 >> 断層様の変形, 不連続・ランダム走向

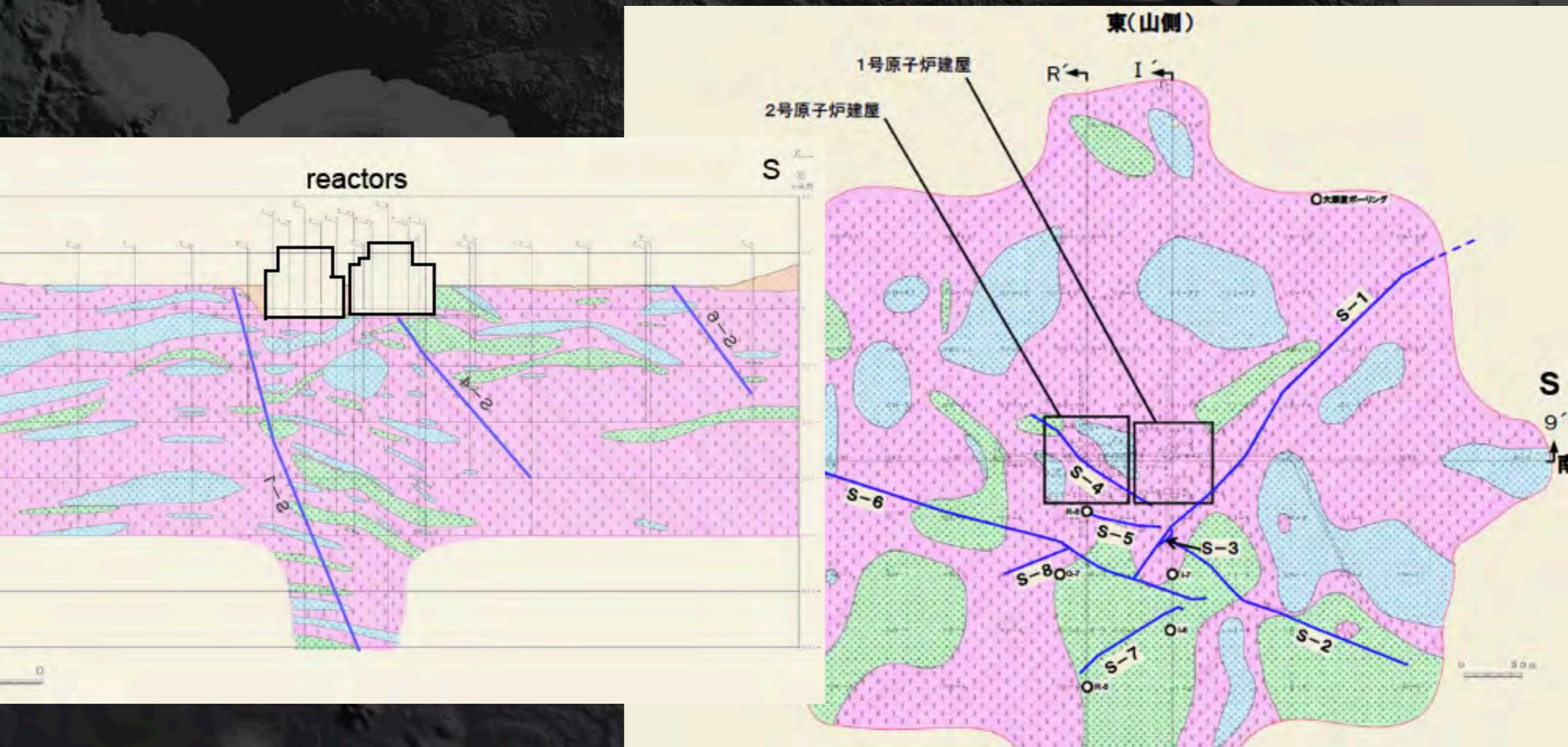
1 再処理施設 = 大陸棚外縁断層 + 破碎帯



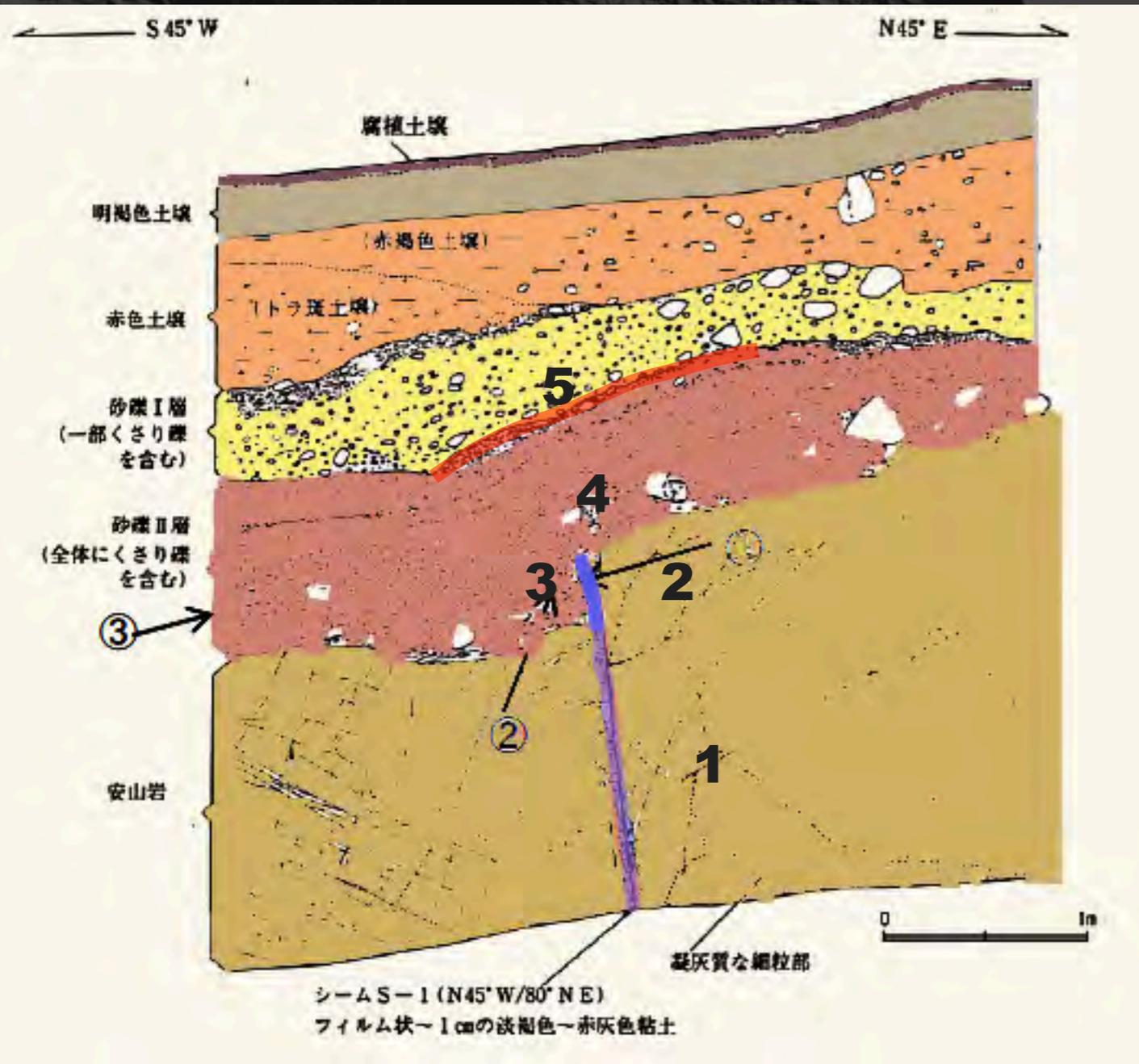
1 再処理施設 = 大陸棚外縁断層 + 破碎帯



2 志賀発電所 = 大飯/敦賀と同じ道？



The **Active Fault** or **Seam** under Shika NPP
modified from Hokuriku-Denryoku/NISA 2012



- 5 **folded by faulting**
gradually filled by sediments
- 4/5 **folded / undulation by**
deposition or erosion
- 4 **fold or distributed shear**
filled by sediments
- 3 **faulted / hanging rock face**
buried by sediments
- 2/4 **originally flat / rough-uneven**
- 2/3 **fault-juxtaposed/depositional**
- 2 **fault plane cut level surface**
differentially eroded surface
of wave-cut bench
- 1 **fault gouge**
seam: a fissure filled with
volcano-clastics. no shear

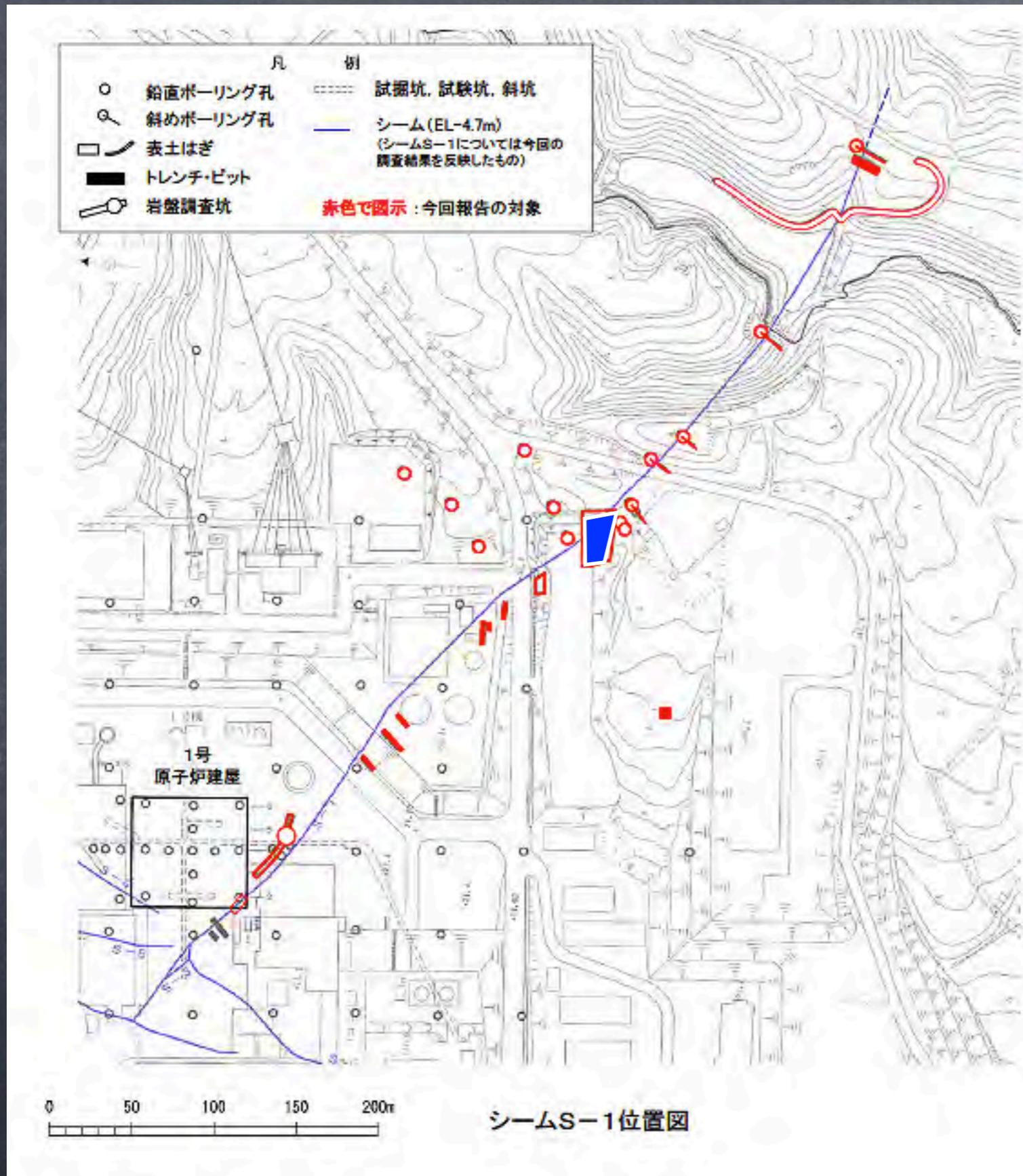
Observation and interpretation **FOR** and **AGAINST** active faulting on S-1
modified from Hokuriku-Denryoku/NISA 2012

唯一の発端 (保安院資料>>渡辺・今泉主張)

トレンチ（青）で
後期更新世活動なし。

連続性の証明は？
（敦賀シナリオ）

北陸電力中間報告



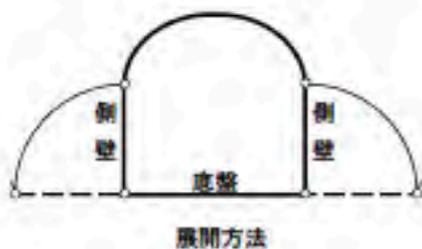
建屋直近でS-1本体 詳細調査

断層運動・破碎はほとんども認められない模様。

敷地外断層との関連調査を指示，開始延期...大飯化？



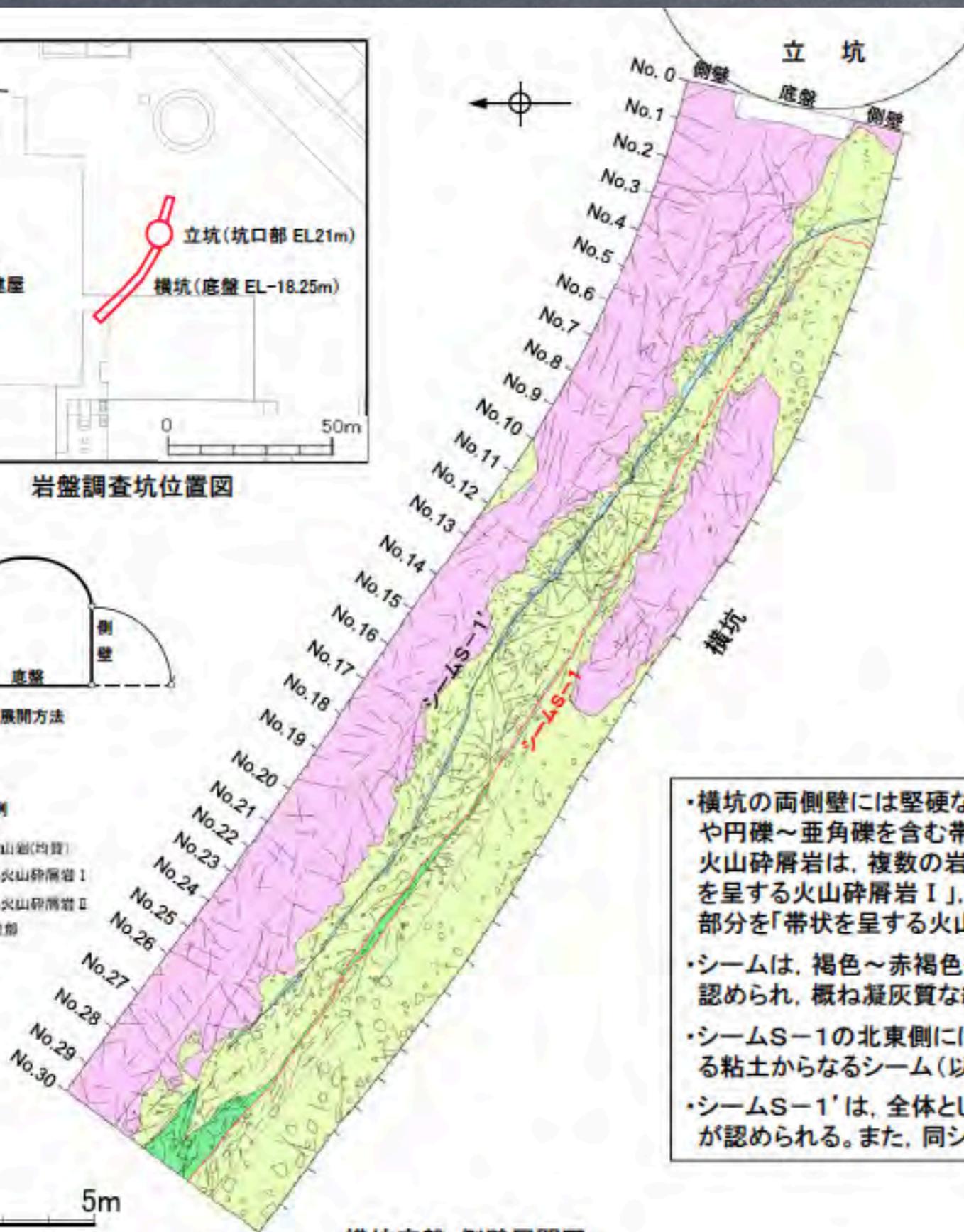
岩盤調査坑位置図



展開方法

凡例

- 穴水層 安山岩(均質)
- 帯状を呈する火山碎屑岩 I
- 帯状を呈する火山碎屑岩 II
- 凝灰質な礫砂層



横坑底盤・側壁展開図

- ・横坑の両側壁には堅硬なや円礫～亜角礫を含む帯状火山碎屑岩は、複数の岩を呈する火山碎屑岩 I、部分を「帯状を呈する火山碎屑岩 II」
- ・シームは、褐色～赤褐色を呈し、認められ、概ね凝灰質な礫砂層
- ・シームS-1の北東側には、粘土からなるシーム(以下「シームS-1'」)
- ・シームS-1'は、全体として認められる。また、同じく

破砕帯（活断層）問題，最近の状況と今後の課題

1. 有識者会合：組織開始から1年
2. 第三者委員会（敦賀・東通）の6ヶ月
3. 大飯発電所評価に見る問題点と課題
4. 新規制基準適合性に係る審査
5. これからの評価：再処理施設・志賀

大飯に学ぶ”希望”と深い”病根”

希望は正しい科学の強い主張。病根は切除。