

敦賀発電所 敷地内破砕帯の評価の概要

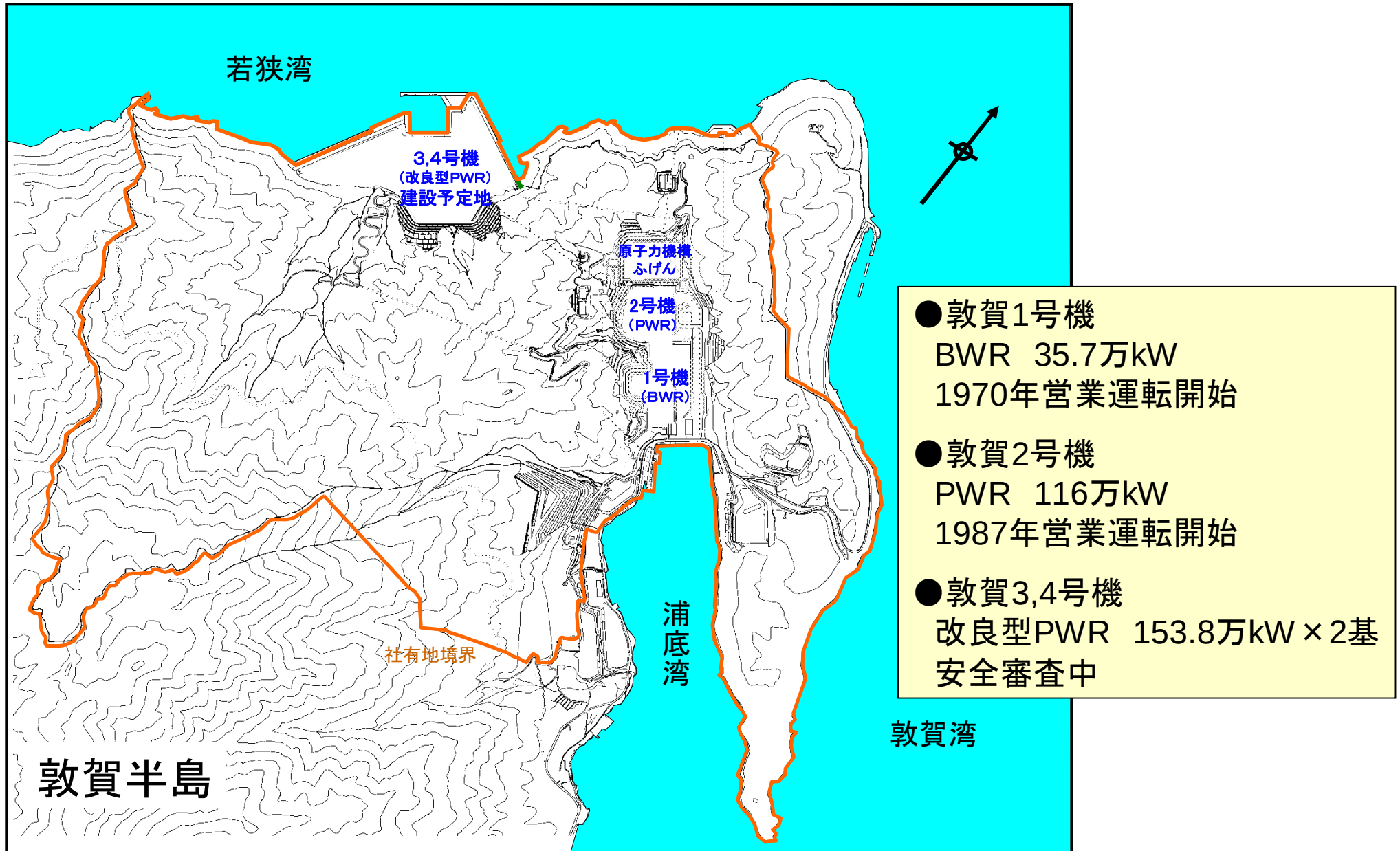
《 2号炉原子炉建屋直下を通るD-1破砕帯の評価 》

敦賀発電所敷地内破砕帯調査を報告する会

平成25年8月1日

日本原子力発電株式会社

敦賀発電所 全体配置図



敦賀発電所 破砕帯の分布

活断層:

原子力発電所の耐震設計審査指針では、後期更新世以降(12万～13万年前以降)の活動が否定できない断層を活断層として考慮する。

新規制基準では「後期更新世以降(約12～13万年前以降)の活動が否定できない断層」を含めて「将来活動する可能性のある断層等」としている。

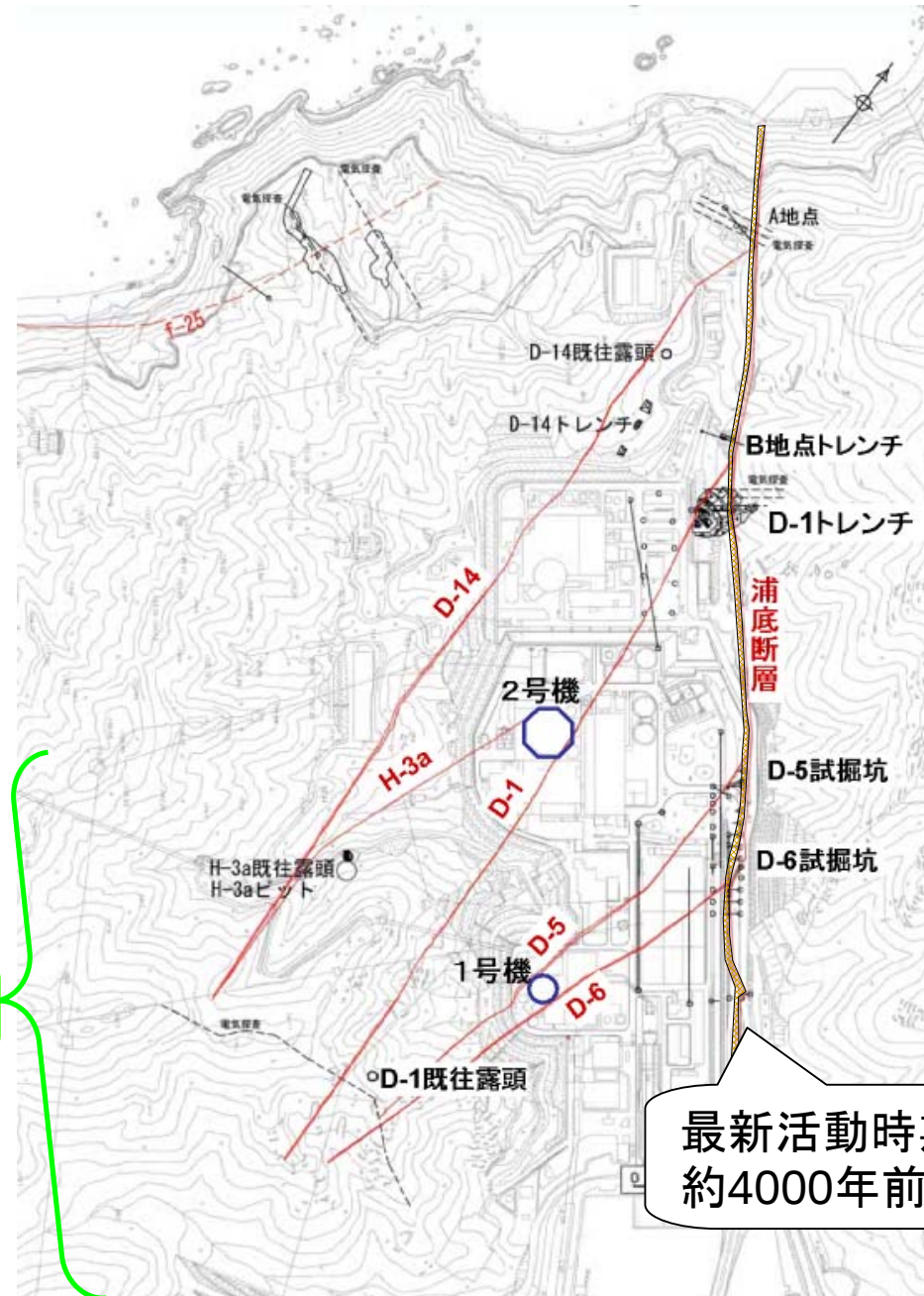
破砕帯:

岩盤中の割れ目で、熱水の影響などによって周囲の岩盤より脆弱になっているもの。

古い時代の断層活動などで生じたものも含む。

破砕帯

※敦賀発電所敷地内の岩盤は花崗岩で、形成年代は約6,500万年前。



最新活動時期は
約4000年前以降

敦賀破砕帯に関する主な経緯

□平成23年

3月：東北地方太平洋沖地震発生

11月：耐震バックチェックの審議再開

保安院より東北地方太平洋沖地震から得られた知見を踏まえた検証を各社に指示

□平成24年

2月：更なる知見の拡充のため、破砕帯の活動性に係る調査を実施することとした

4月：保安院「地震・津波に関する意見聴取会」による破砕帯現地調査

同日、保安院より、「早急に追加調査計画を取りまとめ、速やかに調査を実施する」よう指示。

5月：意見聴取会にて追加調査計画案を説明し、了承。

6月：許認可手続き等の準備を整え、追加調査に着手。

9月：原子力規制委員会発足

11月27日：事前会合

※ 事業者出席

12月1～2日：現地調査

12月10日：※評価会合（第1回）「D-1破砕帯は活断層として活動」

12月12日：原子力規制委員会（第16回）

□平成25年

1月28日：評価会合（第2回）報告書案審議、結論変わらず

3月8日：※評価会合（第3回）、ピア・レビュー 評価会合退席後取り纏め

4月24日：※評価会合（第4回）技術的決着をつけないまま一方的に議論を打ち切り

5月15日：評価会合（第5回）評価書案確定「D-1破砕帯は活断層である」

5月22日：原子力規制委員会 評価書を了承

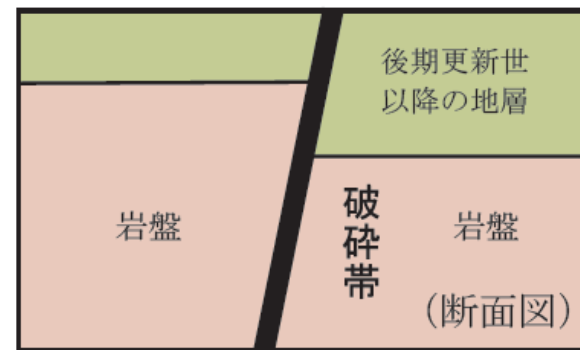
旧原子力安全・保安院 意見聴取会による調査の基本的考え方(1)

- ・調査は上載地層法による評価を基本とすること。

上載地層法: 破砕帯を覆う地層(上載地層)の年代を特定することで、破砕帯の活動時期を判断する方法



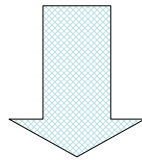
破砕帯は、後期更新世以降
(12万～13万年前以降)に動いていない。



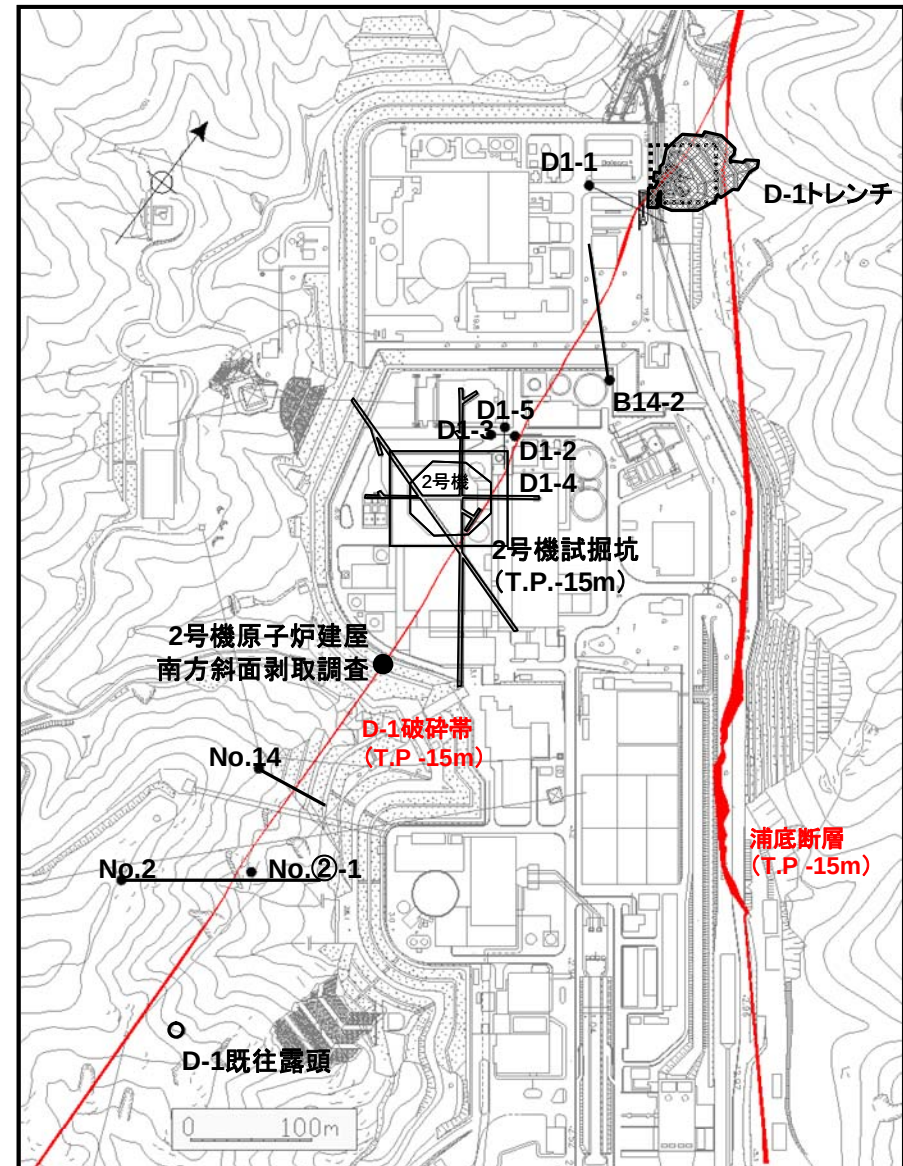
破砕帯は、後期更新世以降
(12万～13万年前以降)に動いている。

旧原子力安全・保安院 意見聴取会による調査の基本的考え方(2)

- ・破砕帯は浦底断層に近づくほど、影響をより強く受けていることから、浦底断層近傍で調査を行うこと。



- ・ボーリング調査データ等を慎重に分析し、D-1破砕帯を浦底断層近傍まで追跡
- ・岩盤を露出させ、上載地層との関係について観察できるように大規模なトレンチを掘削

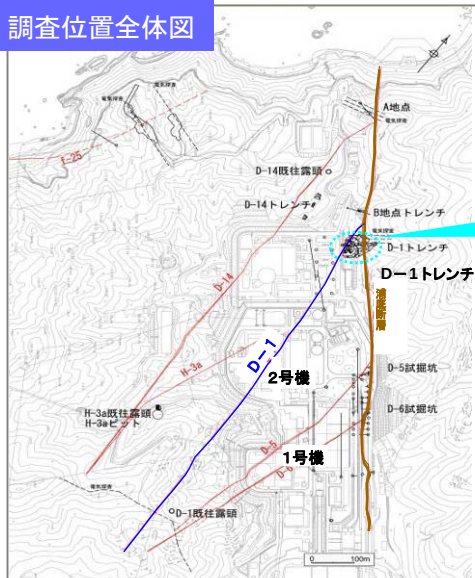


平成25年4月までの調査状況

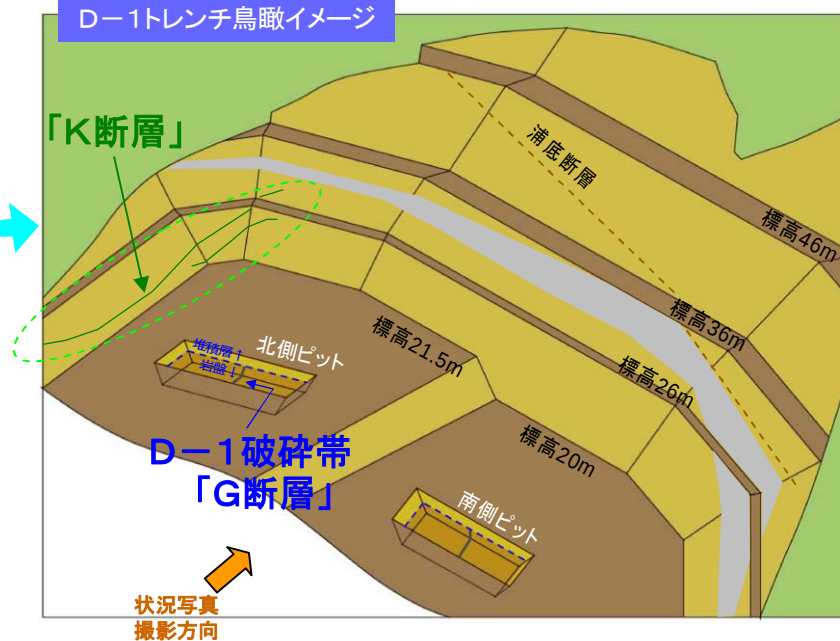
5/22 原子力規制委員会において「D-1破砕帯が活断層である」
との判断がなされた時点の知見

D-1 破砕帯調査のためのトレンチ掘削

調査位置全体図



D-1 トレンチ鳥瞰イメージ



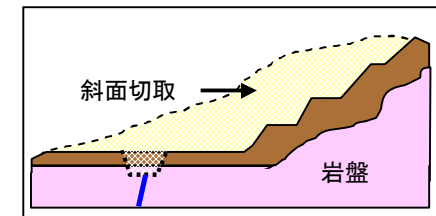
D-1 トレンチの大きさ

間口：6.2 m

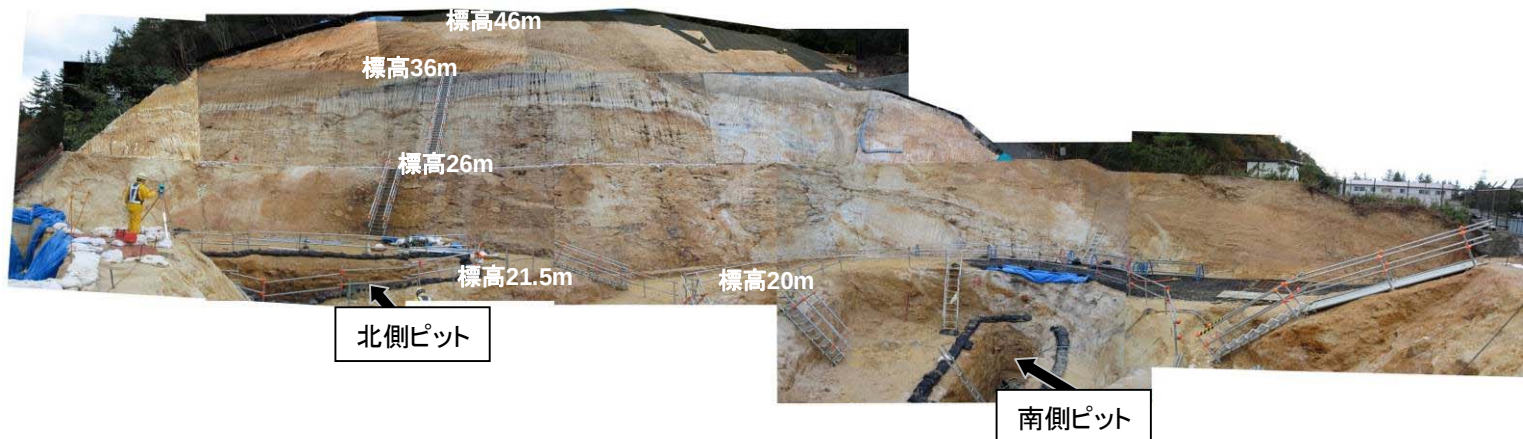
奥行：7.7 m

深さ：4.4 m

<イメージ断面>

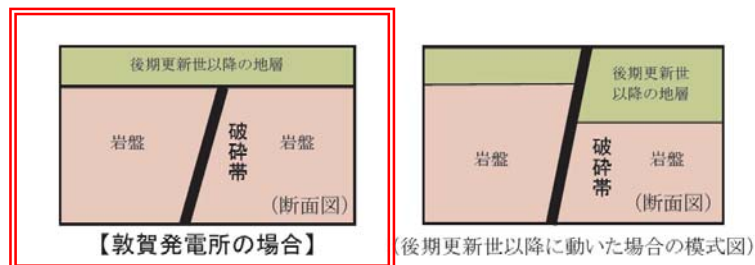
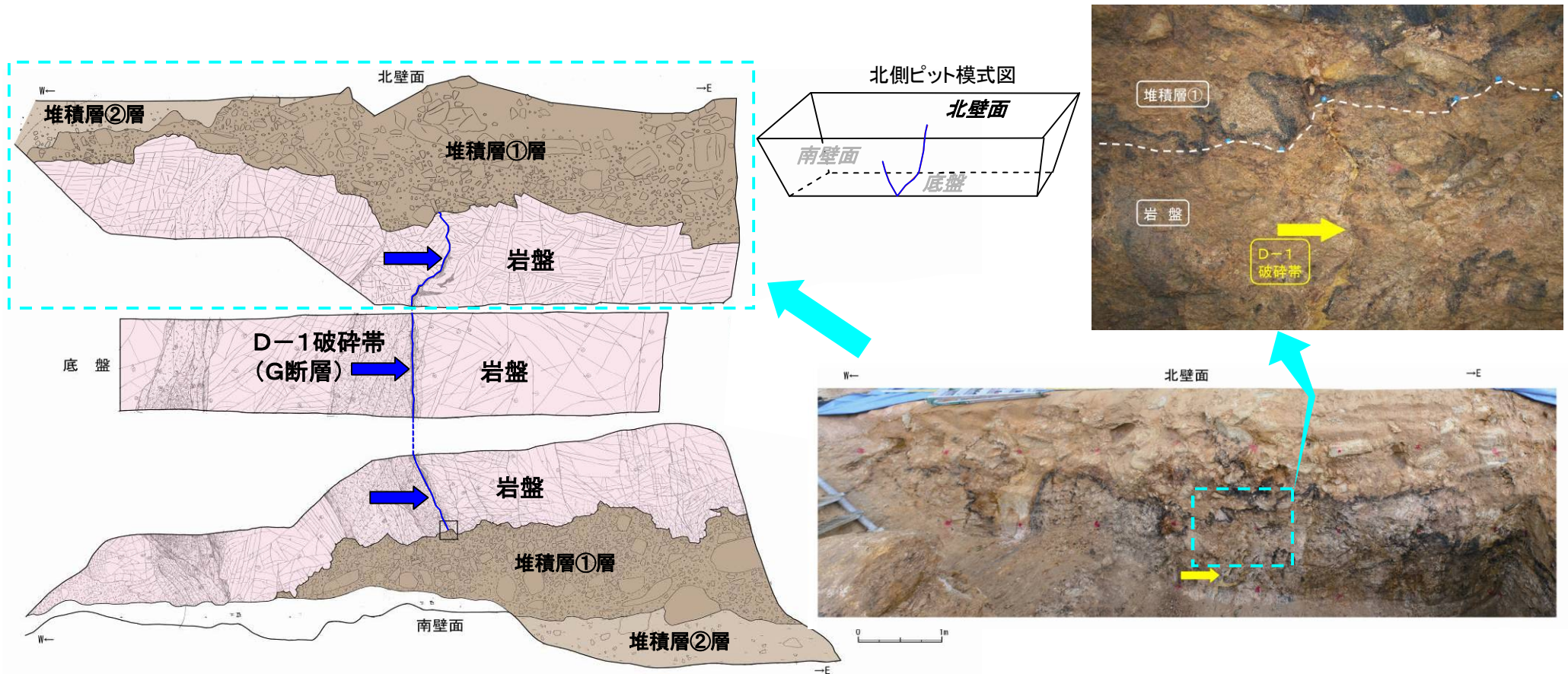


D-1 トレンチ状況写真



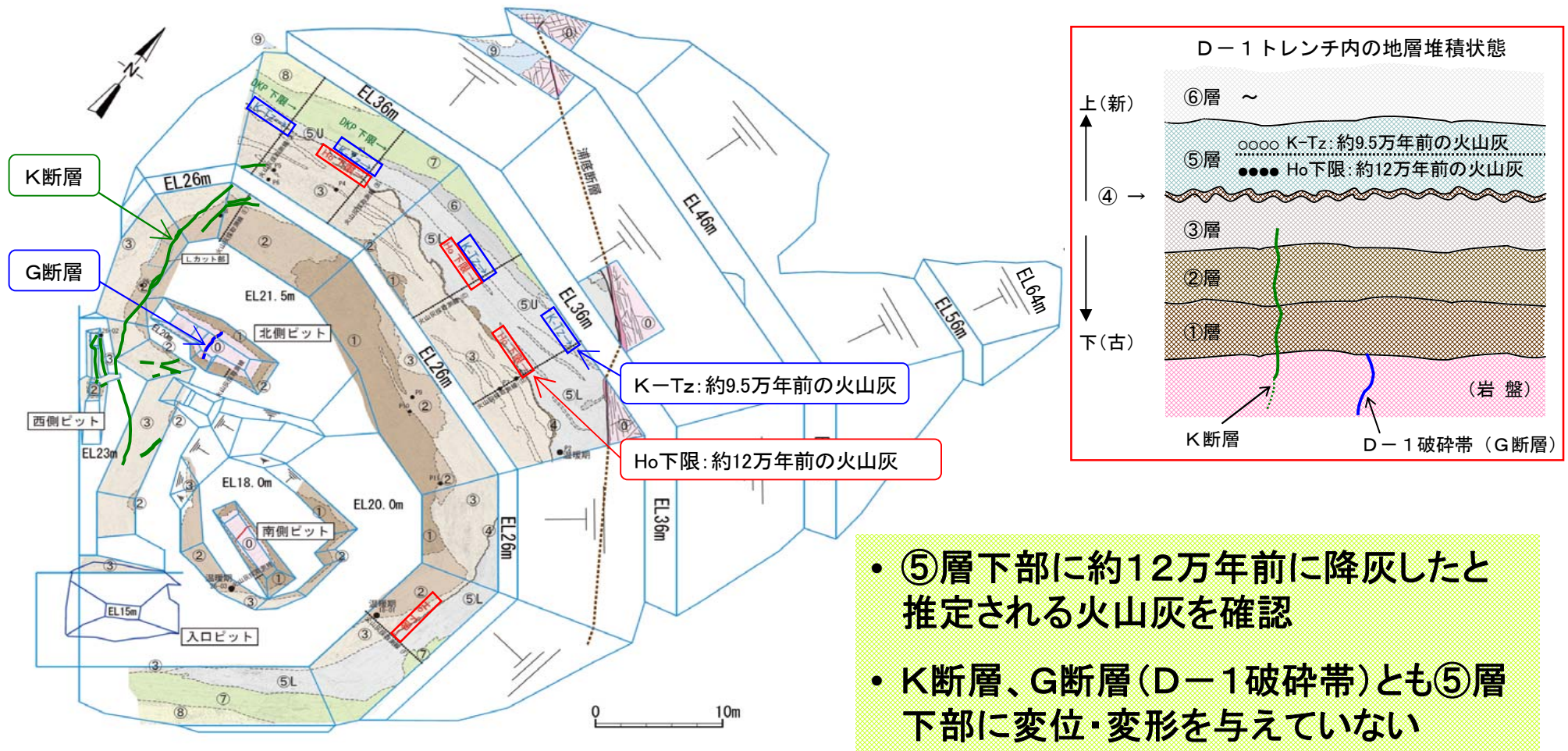
注：有識者会合評価書では、北側ピットの破砕帯を「G断層」、堆積物中のせん断面を「K断層」と呼称している。

D-1破碎帯(G断層)と上載地層の関係



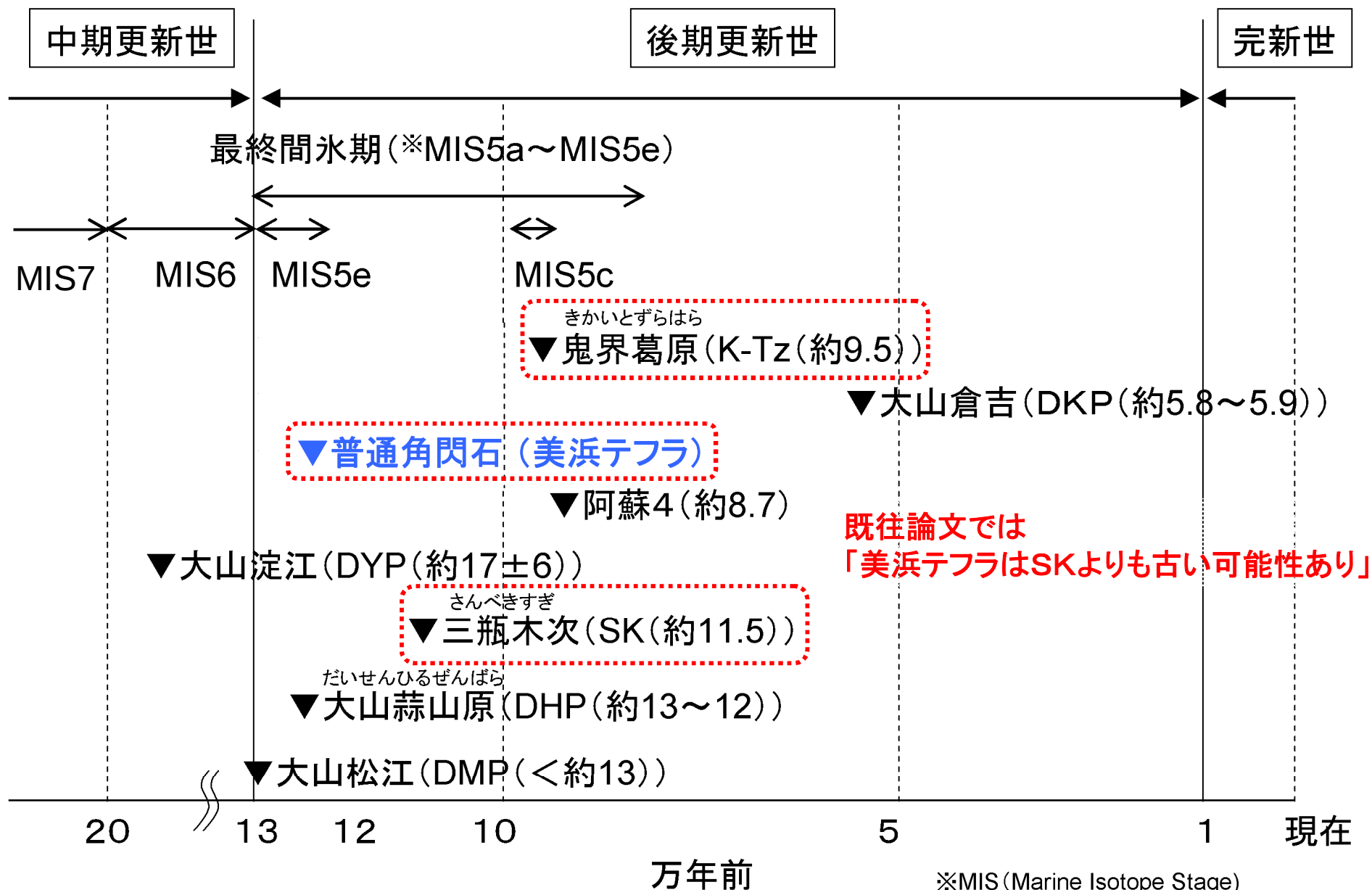
D-1破碎帯(G断層)は、上載地層(①層)に変位・変形を与えていない。

D-1トレンチにおける上載地層の年代評価



K断層、G断層(D-1破碎帯)とも耐震設計上考慮すべき活断層ではない

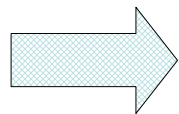
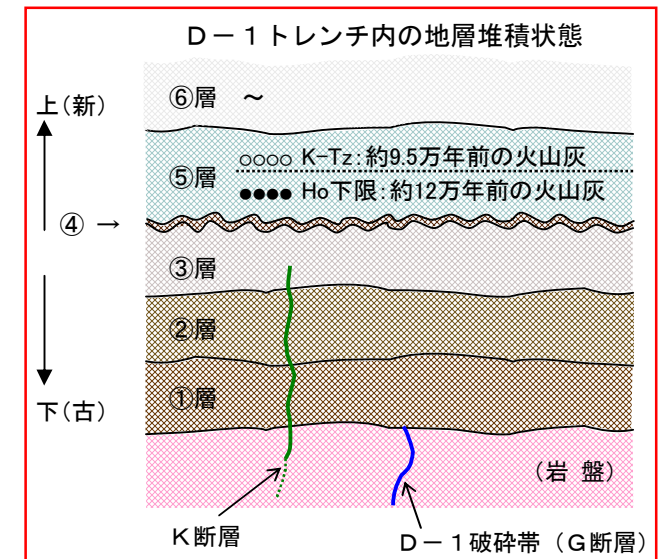
地質時代・後期更新世の指標テフラ(火山灰)



K断層とG断層及びD-1破砕帯の活動時期

【有識者会合の見解】

1. ⑤層下部を約12万年前の地層と特定するには、
降灰層準の認定及び火山灰の同定が不十分であるため
困難
 - ・ D-1トレンチにおける火山灰の検出頻度が低い
 - ・ 引用した文献ではSK(約11.5万年)よりも古い可能性があるということしか言えない
 - ・ D-1トレンチの1箇所だけで確認したのでは信頼性が低い
2. ③層と⑤層はそれ程堆積時期に差がなく、③層は後期
更新世に堆積した地層の可能性はある
 - ・ ③層中の礫は⑤層と同様比較的新鮮

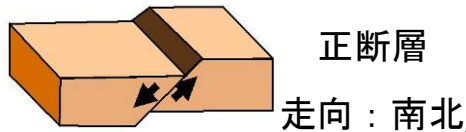


③層に変位・変形を与えているK断層は
「耐震設計上考慮すべき活断層」

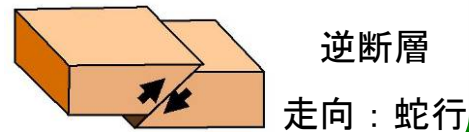
K断層、G断層、D-1破砕帯の連続性について

◆変位センス(ずれの向き)・走向

D-1破砕帯(G断層)



K断層

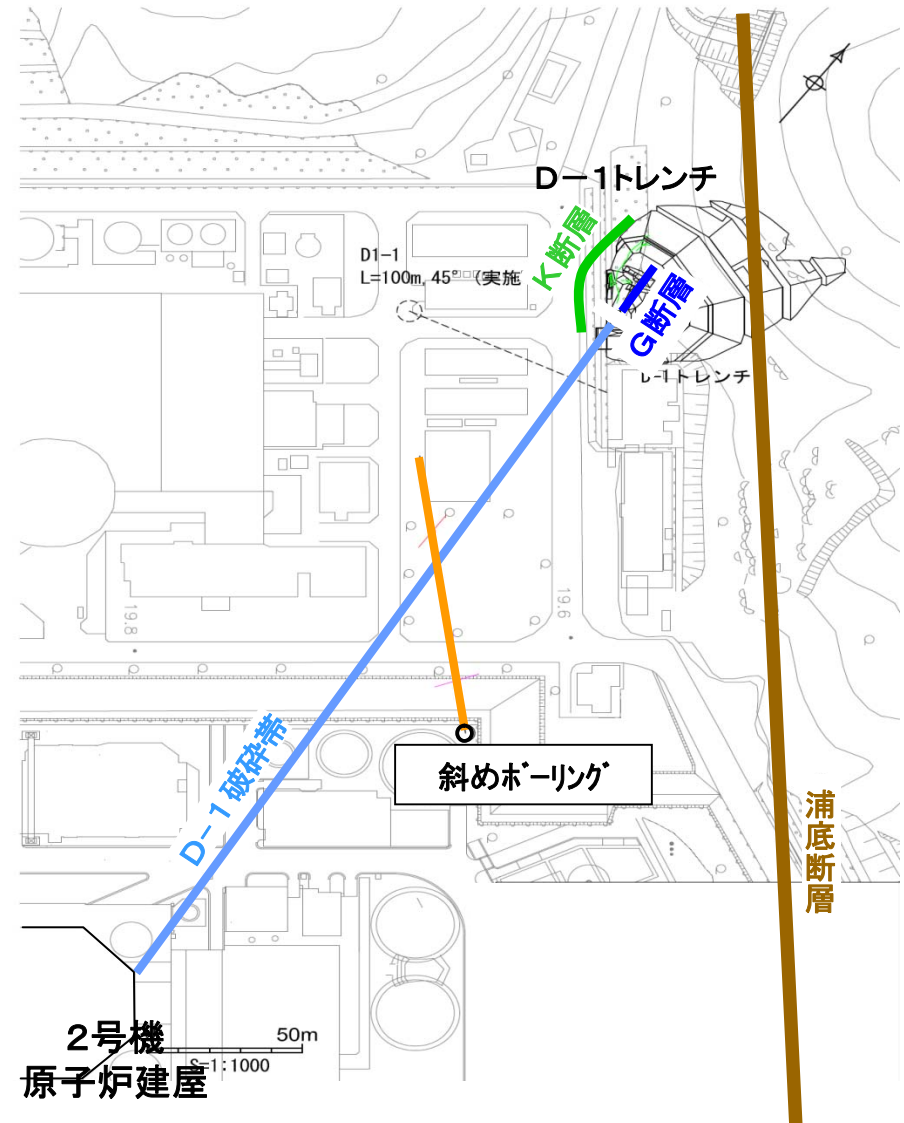


2号機原子炉建屋とD-1トレンチの間を横切る斜めボーリング

・ボーリングコアに破砕部を3箇所確認(1つはD-1破砕帯)。
顕微鏡観察の結果、いずれも最新活動面は「正断層」であり、
K断層と同じ「逆断層」は認められなかった。



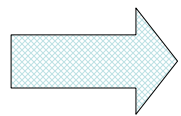
- ・ D-1破砕帯はG断層と一連であり、K断層とは一連ではない。
- ・ K断層は少なくともボーリング孔よりも南方(2号機原子炉建屋側)に延長していない



K断層とG断層及びD－1破砕帯の連続性

【有識者会合の見解】

1. 適切に最新活動面の変位センスを認定していない可能性があるため、G断層とD－1破砕帯が同一のものであるとは特定できない。
 - ・ 変位センスの比較で複数の断層の連続性の有無を特定しているが、変位センスの分析手法には限界がある
2. 明瞭なずれを伴うK断層は南方へさらに延びる可能性が高い。また、一般的に断層は直線的に延びるとは限らず、屈曲したり、途切れて並走したり、分岐したりすることから、K断層及びG断層とD－1破砕帯は一連の構造である可能性が高い。

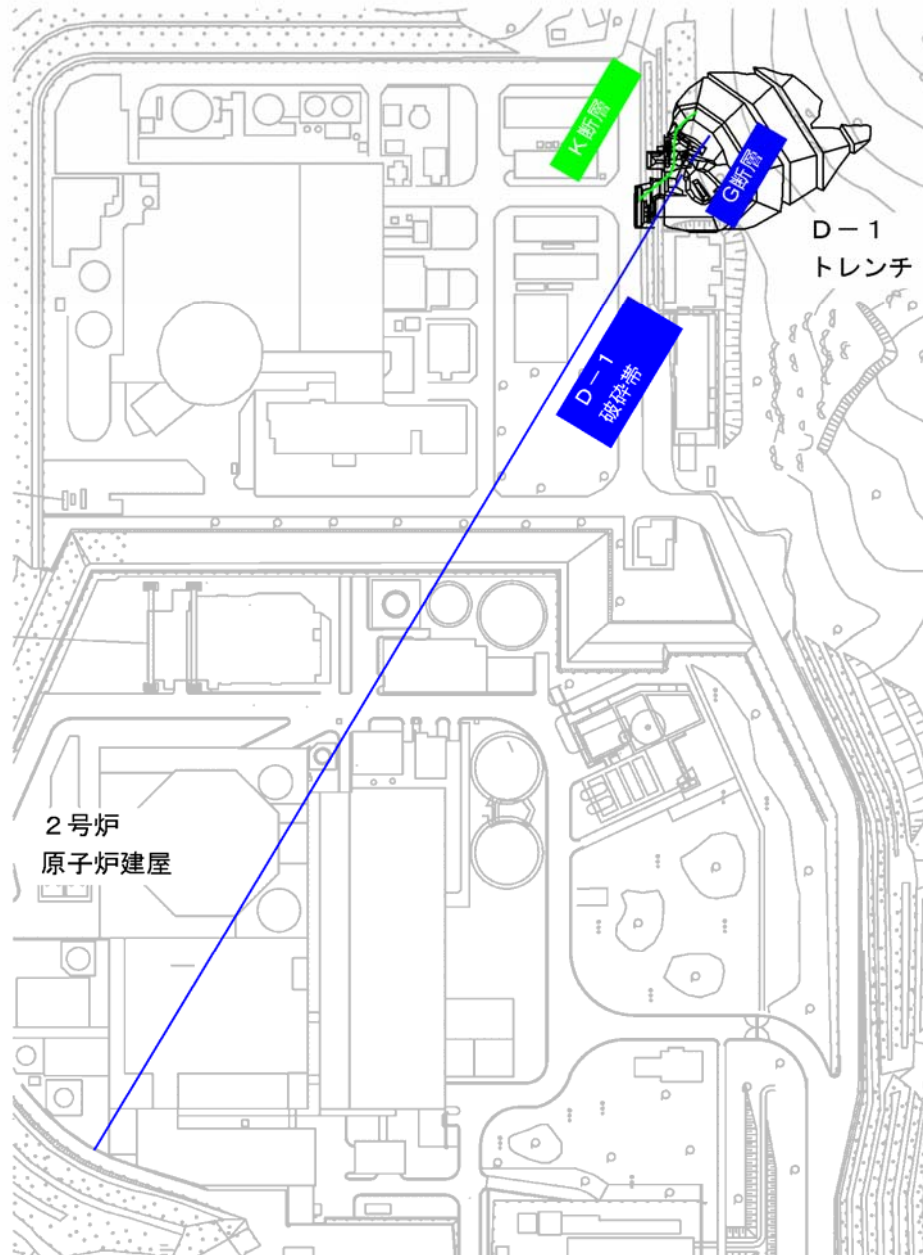


K断層が「耐震設計上考慮すべき活断層」であることと総合的に判断すると2号炉原子炉建屋直下を通るD－1破砕帯は「耐震設計上考慮すべき活断層」

平成25年4月以降の調査状況

4/24 第4回評価会合以降
6月末までの調査により得られた「新知見」

当社と有識者会合との見解の相異に関する主な論点



議論のポイント

1. K断層とG断層及びD-1
破砕帯の**活動時期**
2. K断層とG断層及びD-1
破砕帯の**連続性**

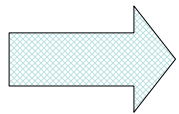
K断層とG断層及びD－1破砕帯の活動時期(1)

1. ⑤層下部を約12万年前の地層と特定するには、降灰層準の認定及び火山灰の同定が不十分であるため困難

・D－1トレンチにおいて水平方向により細かなピッチでサンプルを採取（測線を2倍以上に増加）。その結果、

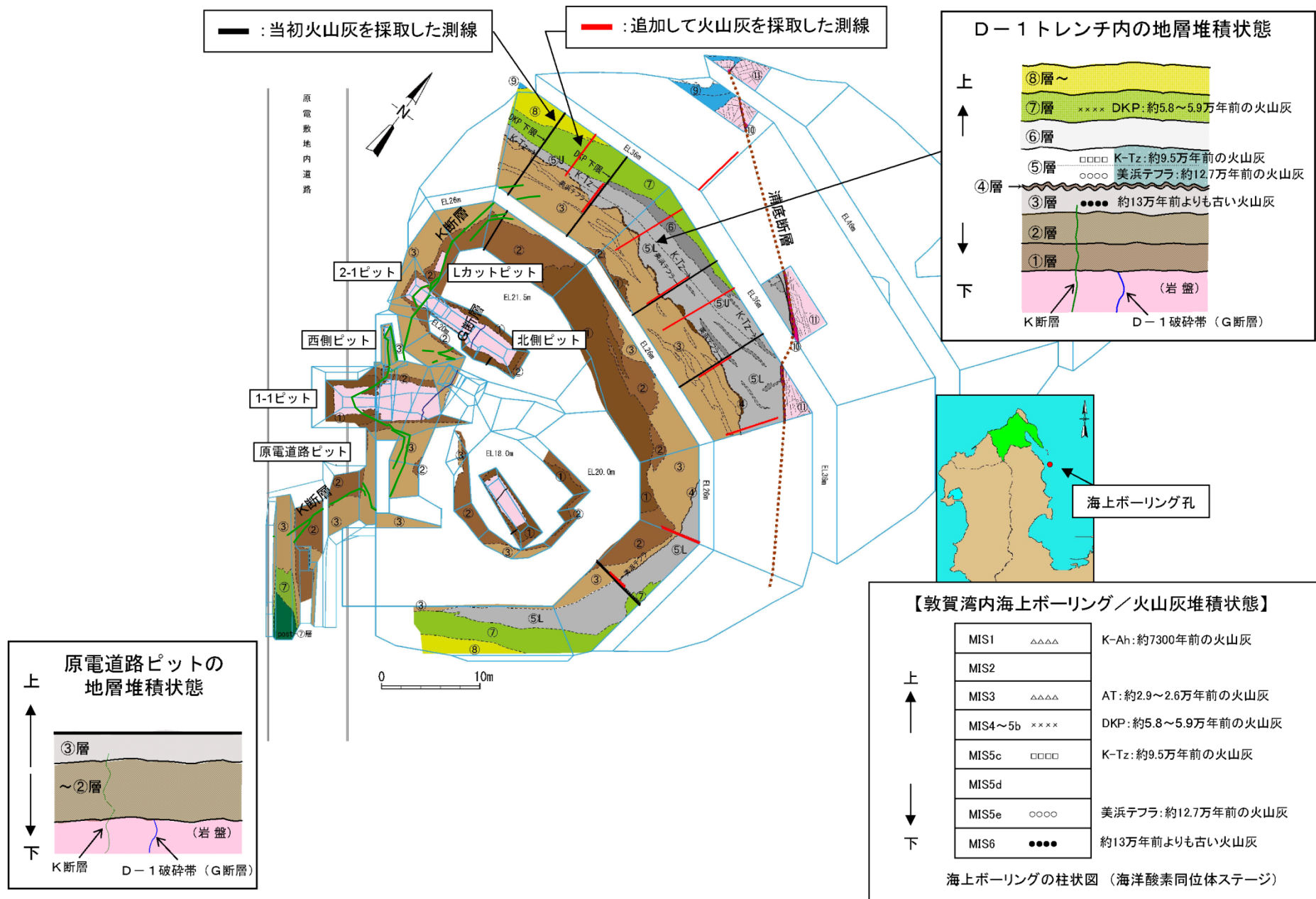
- ⑤層下部の火山灰(角閃石)がより多く検出できた。また降灰層準を示すピークを確認できた。
- より上方に新しい年代の火山灰が分布
- ⑤層下部の火山灰(角閃石)は側方に広がりをもって分布
- ⑤層下部の火山灰は③層には分布しない

・堆積状態が長期間にわたり保存される海底の堆積物を海上ボーリングにより分析した結果、D－1トレンチと同じ順番で堆積していることが判明。



⑤層下部の火山灰は、周りの地層と混ざり合うことなく、整然と堆積していることから、降灰層準と認定できる。

K断層とG断層及びD-1破碎帯の活動時期(2)



K断層とG断層及びD－1破砕帯の活動時期(3)

1. ⑤層下部を約12万年前の地層と特定するには、降灰層準の認定及び火山灰の同定が不十分であるため困難(つづき)

- ・美浜テフラの年代を特定するため、美浜テフラとそれ以外の様々な火山灰について、文献調査や実際にサンプルを入手して分析し相互比較を実施。

その結果、

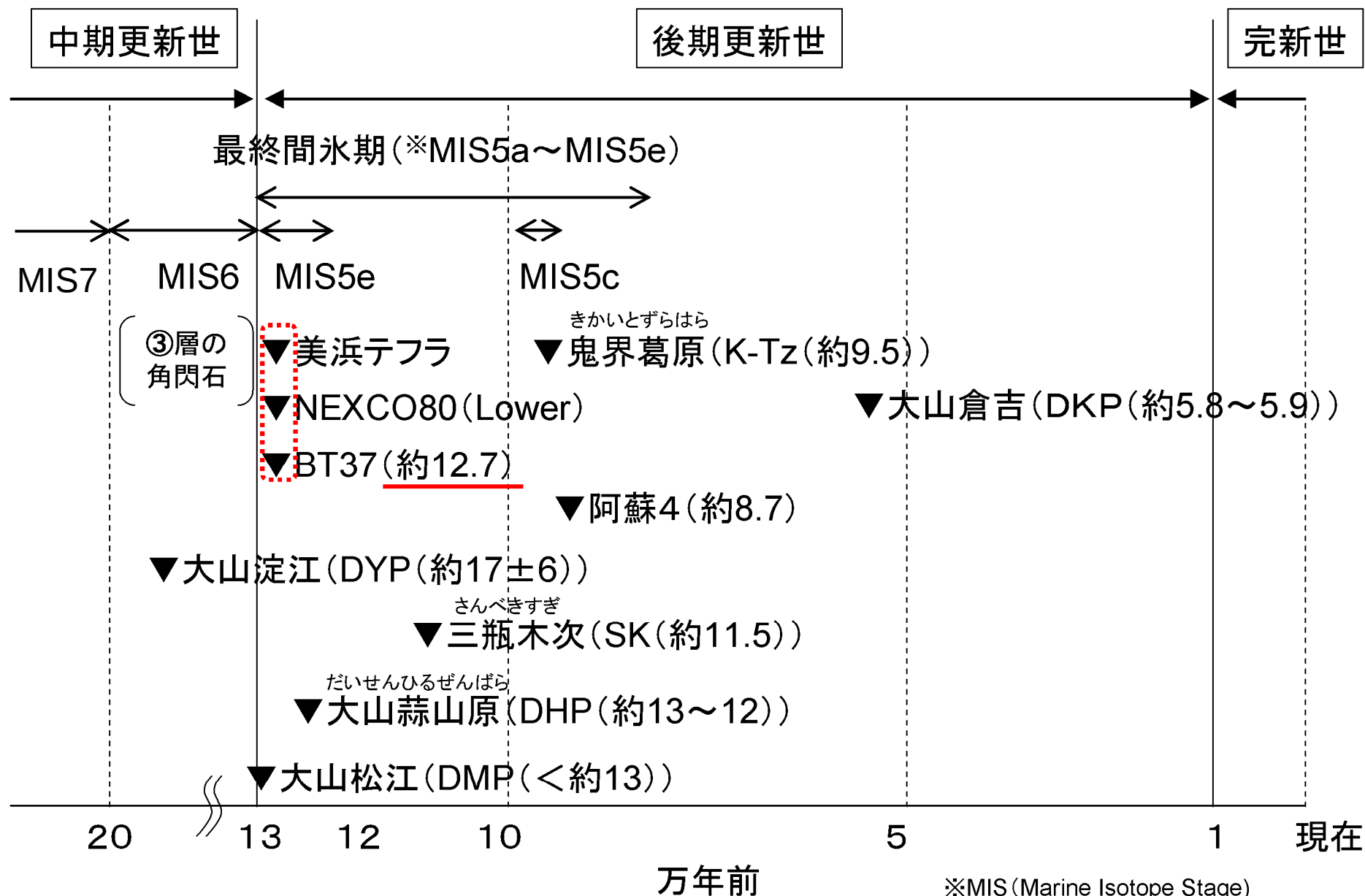
- 美浜テフラが12.7万年前に降灰した火山灰であることが判明

- 美浜テフラは広範囲にわたって降灰した火山灰であることが判明

→ ⑤層下部の火山灰は、約12.7万年前の火山灰であることが同定できた。

- ・ K断層の活動時期については、D－1トレンチ北壁面1箇所を確認していたが、新たにトレンチ外の道路を掘削したピットにおいても、③層上部に覆われていることを確認(2箇所で確認)

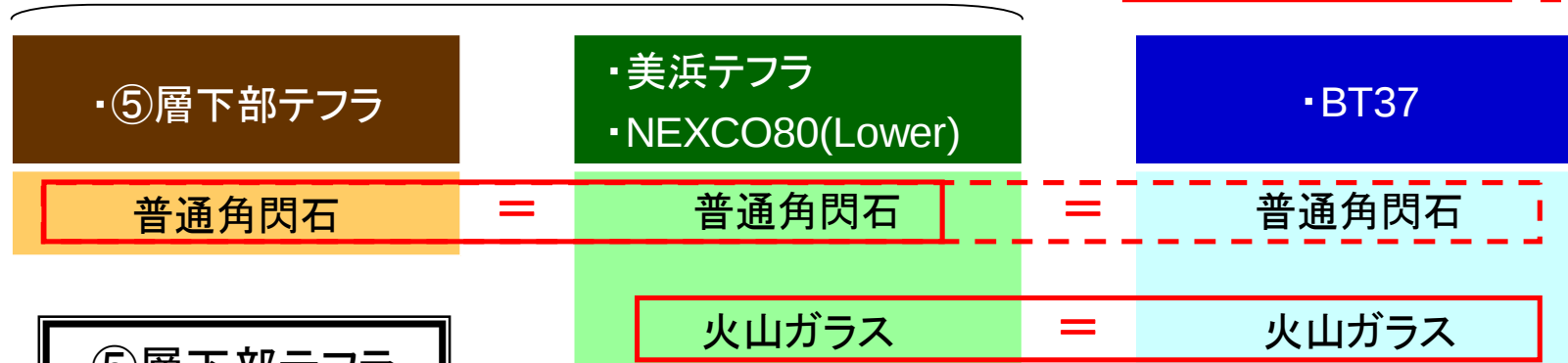
K断層とG断層及びD-1破砕帯の活動時期(4)



※MIS (Marine Isotope Stage)
海洋酸素同位体ステージ

K断層とG断層及びD-1破砕帯の活動時期(5)

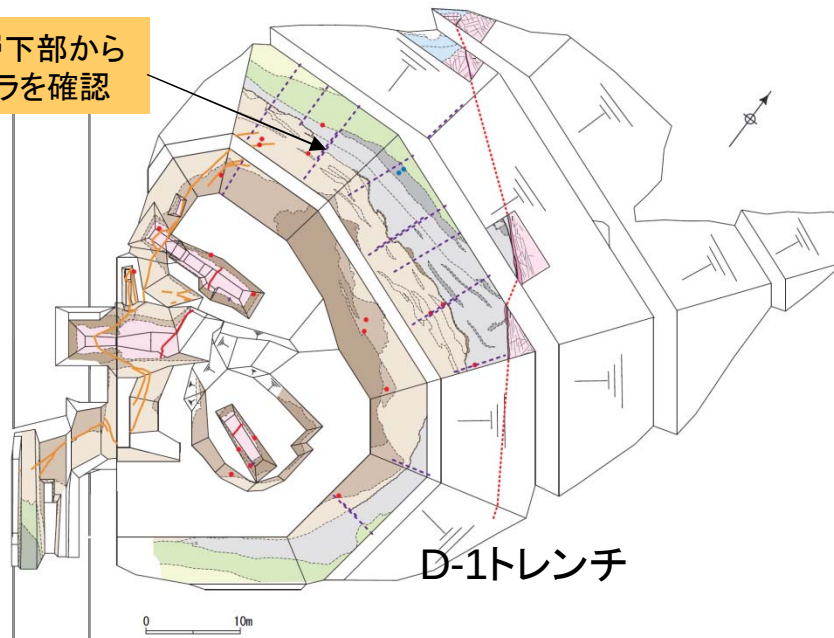
今回分析したテフラ



⑤層下部テフラ
の降灰年代
約12.7万年前

長橋他(2004):
12.76万年前

⑤層下部から
テフラを確認



(空きページ)

K断層とG断層及びD-1破碎帯の活動時期(6)

2. ③層と⑤層はそれ程堆積時期に差がなく、③層は後期更新世に堆積した地層の可能性はある

◆ テフラ分析

- ・⑤層下部の火山灰は美浜テフラで約12.7万年前の地層である。
- ・③層で確認された角閃石は、敦賀湾内での海上ボーリングの結果から中期更新世(約13万年前以前)の地層で確認された角閃石であることが判明。



◆ 花粉分析

- ・⑤層下部及び②層から、温暖な気候を示す花粉が検出された。
- ・これは、⑤層下部及び②層を、それぞれ温暖な気候であるMIS5e(後期更新世)、MIS7(中期更新世)とし、③層を寒冷な気候であるMIS6(中期更新世)とした評価と矛盾しない。

→ ⑤層は後期更新世の地層であり、③層は中期更新世の地層であることが明らかとなった。

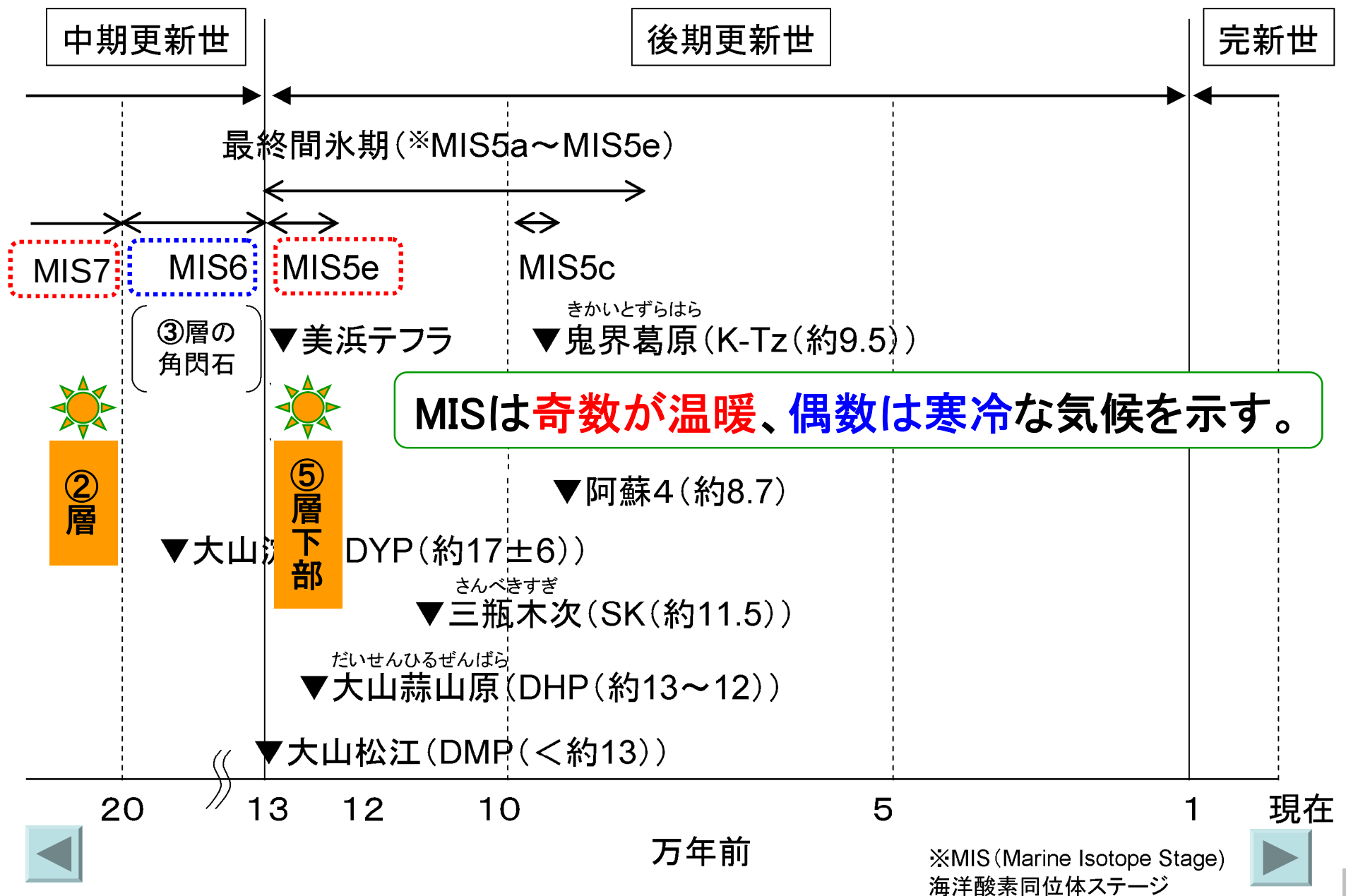
K断層とG断層及びD-1破碎帯は、

⑤層下部(美浜テフラを含む地層)に変位・変形を与えておらず、
後期更新世以降(約12~13万年前以降)は活動していない。

したがって、「耐震設計上考慮すべき活断層」ではない。



K断層とG断層及びD-1破砕帯の活動時期(7)



K断層とG断層及びD－1破砕帯の連続性(1)

1. 適切に最新活動面の変位センスを認定していない可能性があるため、G断層とD－1破砕帯が同一のものであるとは特定できない。

- ・顕微鏡による薄片観察に基づく変位センスの認定については、評価会合における有識者の指摘を受けた後は、全て指摘どおりに実施。

- ・走向と変位センスだけで判断するのではなく、多角的な観点から連続性を評価
 - 破砕帯の粘土部(ガウジ)の構造、構成鉱物、色調など



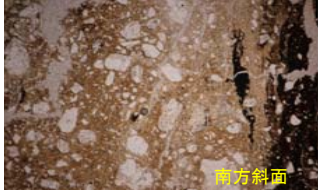
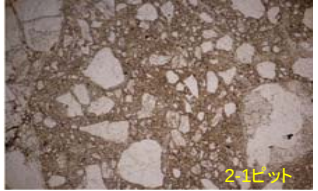
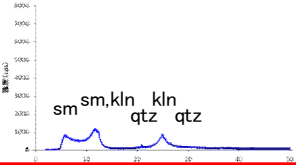
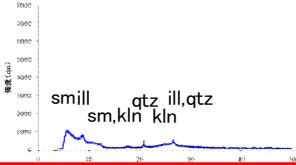
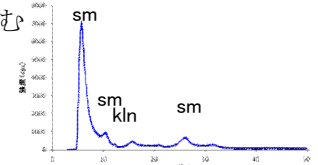
- ・2号機建設時に掘削した岩盤を直接観察した情報から、2号炉原子炉建屋付近のD－1破砕帯の位置を把握。D－1トレンチまでの延長については、ボーリング調査を行いG断層との連続性を確認。



→ G断層とD－1破砕帯は一連であり、K断層とは一連ではないことが改めて明確となった。



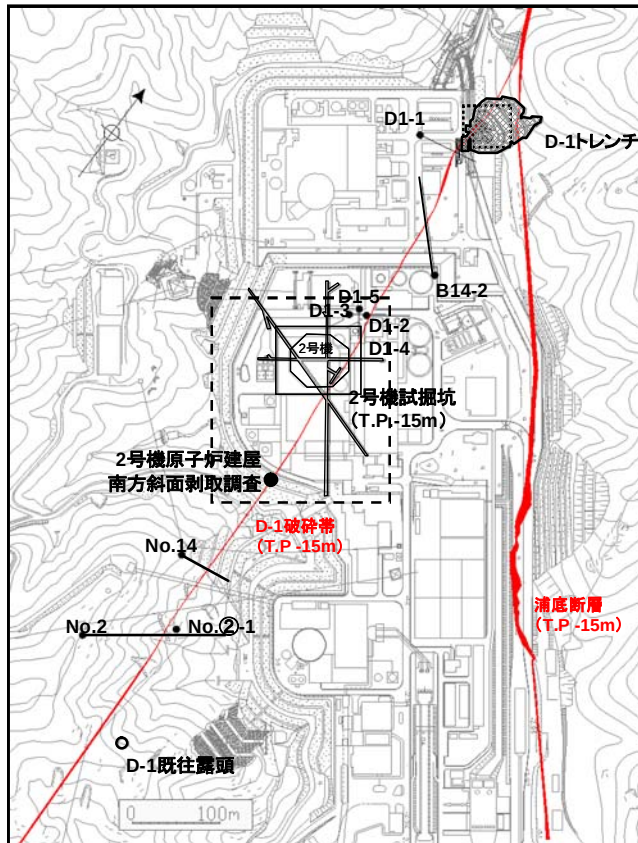
K断層とG断層及びD-1破碎帯の連続性(2)

性状	D-1破碎帯 (2号機原子炉建屋背後斜面、D1-2～1-5孔)		G断層 (D-1トレンチ北側ピット他)		K断層 (D-1トレンチ1-1ピット他)	
走 向	おおむねN-S		N-S		基盤岩中で大きく蛇行(N-S ～ NE-SW)	
変位センス	正断層		正断層		逆断層	
断層ガウジ の微細構造	・構成粒子が円磨されている ・面構造が発達し、比較的明瞭 		・構成粒子が円磨されている ・面構造が発達し、比較的明瞭 		・構成粒子が角礫状 ・面構造が不明瞭 	
断層ガウジ の構造	縞状		縞状		無構造	
断層ガウジ の色調	黄色、褐色、茶色等		黄橙色、褐色		灰赤色、灰白色等	
断層幅	狭 い		狭 い		広 い	
断層ガウジ の硬さ	締まっている		締まっている		軟らかい	
X線回折分析	スメクタイト(sm)含む カオリナイト(kln)含む 石英(qtz)含む 		スメクタイト(sm)含む カオリナイト(kln)含む 石英(qtz)含む 		スメクタイト(sm)多量含む カオリナイト(kln)含む 石英(qtz)含まず 	



K断層とG断層及びD-1破砕帯の連続性(3)

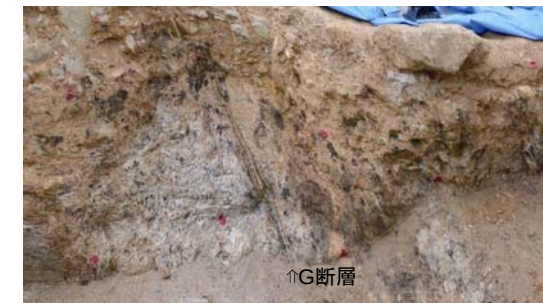
- ① 2号機原子炉建屋直下のD-1破砕帯は、2号機原子炉建屋南方に連続
D-1破砕帯の特徴を観察した結果、D-1トレンチのG断層と類似



2号機原子炉建屋直下の破砕帯(2号機建設時)



D-1破砕帯(2号機原子炉建屋南方斜面)



G断層(D-1トレンチ)

- ② D-1破砕帯の延長について、ボーリング調査等で確認

- ③ D-1破砕帯の活動性について、D-1トレンチで評価

K断層とG断層及びD－1破碎帯の連続性(4)

2. 明瞭なずれを伴うK断層は南方へさらに延びる可能性が高い。また、一般的に断層は直線的に延びるとは限らず、屈曲したり、途切れて並走したり、分岐したりすることから、K断層及びG断層とD－1破碎帯は一連の構造である可能性が高い。

- ・K断層をD－1トレンチから南方に向かって掘削し、追跡を実施。その結果、
 - D－1トレンチ付近の基盤岩の中で大きく蛇行
 - 変位を急激に減少し、極めて狭い範囲で変位がほぼ認められなくなる(消滅している)。



→ K断層は、活断層とは大きく異なる特徴を示し、かつ、2号炉原子炉建屋の方向には延びていない。

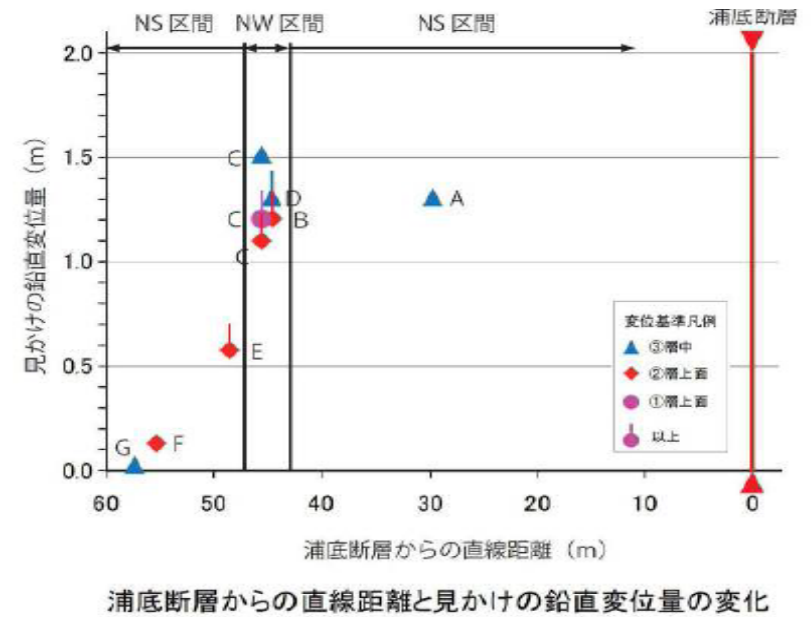
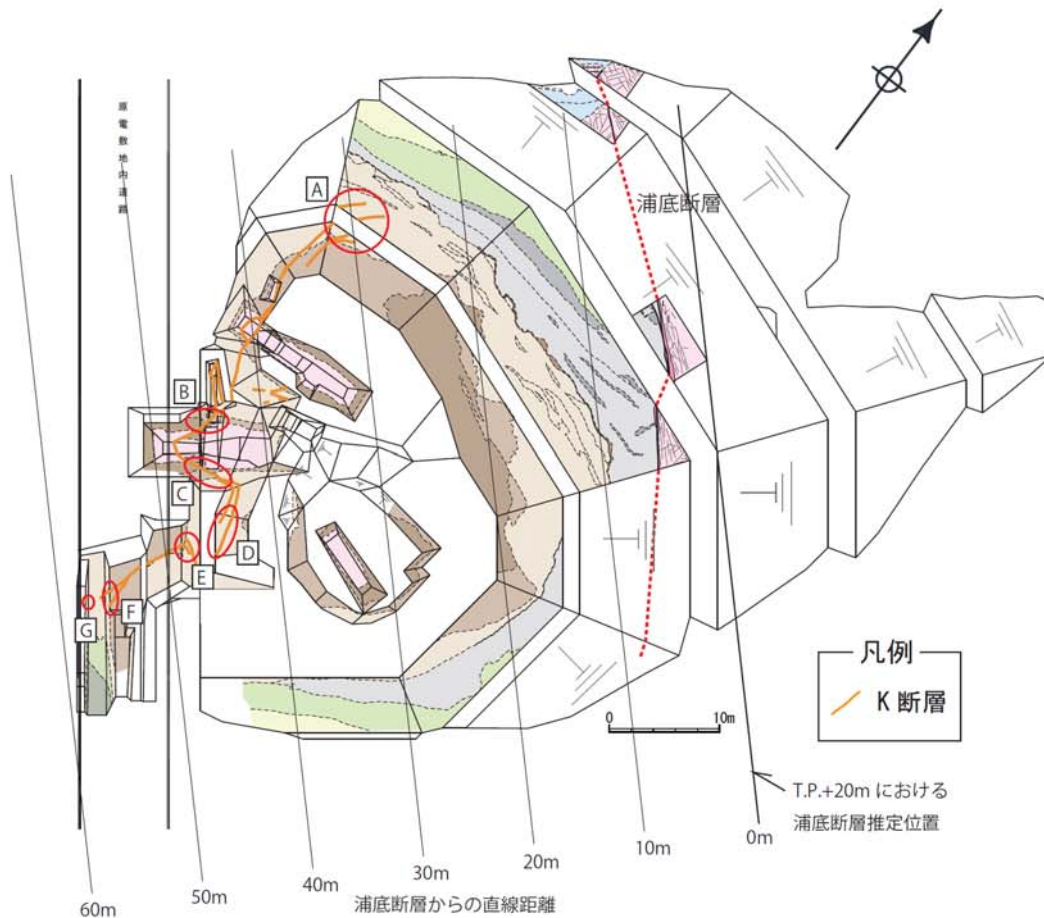
以上より、

K断層は消滅し、2号炉原子炉建屋の方向には延びていない。

また、G断層及びD－1破碎帯は、一連の構造であるが、K断層は一連ではない。



K断層とG断層及びD-1破碎帯の連続性(5)



K断層は、短区間で変位量が急激に減少し、原電道路ピット西向き法面部付近でほぼ変位が認められなくなり、③層上部に変位・変形を与えていない。

結 論

- K断層とG断層及びD-1破砕帯は、⑤層下部（美浜テフラを含む地層）に変位・変形を与えておらず、後期更新世以降（約12～13万年前以降）は活動していない。したがって、連続性を問うまでもなく、「耐震設計上考慮すべき活断層」ではない。
- K断層は消滅し、2号炉原子炉建屋の方向には延びていない。また、G断層及びD-1破砕帯は一連の構造であるが、K断層は一連ではない。