

# 日本原子力発電株式会社敦賀発電所の 敷地内破砕帯の評価について (その2)

平成27年3月25日

原子力規制委員会  
敦賀発電所敷地内破砕帯の  
調査に関する有識者会合

## 目 次

I. 本有識者会合の役割	1
II. 本評価書作成に係る経緯	1
III. 個別評価	3
1. 地層の堆積年代についての評価	3
1. 1. 層相全般	3
1. 2. ⑤層の堆積年代	4
1. 2 (1). ⑤層下部テフラの降灰層準	5
1. 2 (2). ⑤層下部テフラの同定	6
1. 2 (3). 花粉分析	7
1. 2 (4). 堆積年代の評価	8
1. 3. ③層の堆積年代	8
2. K断層の活動性についての評価	9
2. 1. K断層の最新活動時期	9
2. 2. K断層の変位の累積性	13
2. 3. K断層の運動像	14
3. K断層の連続性についての評価	14
IV. 総合評価	17
添付図（図1～図17）	19
参考（1～4）	44

## I. 本有識者会合の役割

本有識者会合の役割は、日本原子力発電株式会社（以下、「日本原電」という。）敦賀発電所敷地内の破砕帯について、現地調査を実施するとともに、事業者が行った調査結果等を用いて、これが現行の「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」（平成 25 年 6 月 28 日原子力規制委員会規則第 5 号。以下、「設置許可基準規則」という。）及び「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」（原規技発第 1306193 号（平成 25 年 6 月 19 日原子力規制委員会決定）。以下、「設置許可基準規則解釈」という。）に規定する「将来活動する可能性のある断層等」であるかどうかの評価を行い、その結果を原子力規制委員会（以下、「規制委員会」という。）に報告することである。

評価は、「設置許可基準規則」、「設置許可基準規則解釈」のほか、「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」（原管地発第 1306191 号（平成 25 年 6 月 19 日原子力規制委員会決定）。以下、「ガイド」という。）などを勘案して行った。

## II. 本評価書作成に係る経緯

平成 17 年 2 月、旧原子力安全・保安院（以下、「旧保安院」という。）は、敦賀発電所設置変更許可（3/4 号炉増設）に係る安全審査の過程において、日本原電に対し、敦賀発電所の敷地周辺の活断層に係るデータについて、一層充実するために追加調査を指示した。その指示を受け、日本原電は、平成 20 年 3 月、追加調査結果の報告書を旧保安院に提出し、1 号炉及び 2 号炉の原子炉建屋から約 200～300m の位置にある従来活断層ではないとしていた浦底断層について、後期更新世以降に繰り返し活動した活断層であり、最新の活動時期が 4000 年前以降であるとの評価を報告した。併せて、浦底断層以外の敷地内の破砕帯については、後期更新世以降の活動がないと報告した。

平成 22 年 9 月 14 日、旧保安院の耐震・構造設計小委員会地震・津波、地質・地盤合同ワーキンググループ C サブグループで、委員から敦賀発電所敷地内の破砕帯について、浦底断層が至近距離にあるため、変位等について、さらに検討が必要との指摘があった。これに対して、旧保安院は、東北地方太平洋沖地震後の平成 23 年 11 月 11 日、日本原電に、

浦底断層の至近距離にある敷地内の破砕帯の活動性に関する評価を実施するよう指示した。

平成 24 年 4 月 24 日、旧保安院の地震・津波に関する意見聴取会が、敷地内破砕帯に関する現地調査を実施した。敷地内には、多数の破砕帯が存在し、原子炉建屋直下を通り浦底断層付近まで連続しているものとして、1号炉については D-5 及び D-6、2号炉については D-1 及び D-14 から派生する H-3a 等の破砕帯が存在する（【図 1】に敦賀発電所敷地内の主要破砕帯について示す。）。意見聴取会では、D-1 及び D-14（及び派生する H-3a を含む。）破砕帯を中心に現地調査を行い、意見聴取会の複数の委員から、「今の時点だとやはり活断層である可能性を否定できない。」「浦底断層が動くことによって、局所的に引張場ができることもあるため、正断層センスの破砕帯が動くこともあり得る。」等の指摘を受けた。

平成 24 年 11 月 14 日原子力規制委員会は、「敦賀発電所敷地内破砕帯の調査に関する有識者会合」（以下、「有識者会合」という。）の設置を了承し、平成 24 年 11 月 27 日事前会合を開催した。有識者会合は、旧保安院意見聴取会におけるこれらの指摘を踏まえるとともに、敦賀発電所設置許可申請時の資料等も参考にした上で、平成 24 年 12 月に現地調査を行った。現地では、調査時点で直接観察可能であった浦底断層並びに D-1 及び D-14 から派生する H-3a 破砕帯について、トレンチや露頭等で詳細な調査を行うとともに、ボーリング調査のコア観察や空中写真判読等を実施した。有識者会合は、その現地調査の際、D-1 破砕帯と浦底断層との関連を調べるために掘られた大規模なトレンチ（以下「D-1 トレンチ」という。）内の西側ピット等において第四系を変位させる新たな断層を確認したため、以後、D-1 破砕帯の活動性を中心に評価を行うこととした（【図 2】に敦賀発電所 2 号炉と D-1 トレンチ及び断層との位置関係を示す。）。

その後の検討を経て、有識者会合は、「敦賀発電所 2 号炉原子炉建屋直下を通る D-1 破砕帯については、後期更新世以降の活動が否定できないものであり、したがって、発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針（平成 18 年 9 月 19 日原子力安全委員会決定）における「耐震設計上考慮する活断層」である。」旨の評価結果を、平成 25 年 5 月 15 日、『日本原子力発電株式会社敦賀発電所の敷地内破砕帯の評価について』（以下、

「前回評価書」という。)にとりまとめた。

平成 25 年 7 月 11 日、日本原電から『敦賀発電所 敷地の地質・地質構造 調査報告書』(以下、「追加報告書」という)が規制委員会に提出され、敦賀発電所敷地内の D-1 破砕帯は後期更新世以降の活動がないとの調査結果が改めて示された。

平成 25 年 12 月 18 日、規制委員会は、日本原電が追加報告書等で新たに示したデータを踏まえ、前回評価書の見直しの要否を有識者会合で議論する必要があるとした。

このため、有識者会合は、平成 25 年 12 月 24 日に開催した追加調査事前会合以降、日本原電が提出した追加報告書、追加調査評価会合の資料及び現地調査で確認した事項などに基づき、前回評価書の見直しの要否、具体的には D-1 破砕帯の後期更新世以降の活動の可能性について、改めて検討を行った。

なお、本評価書については、平成 26 年 12 月 10 日に開催したピア・レビュー会合での議論を踏まえたものである。

### Ⅲ. 個別評価

#### 1. 地層の堆積年代についての評価

##### 1. 1. 層相全般

D-1 トレンチに分布する地質は、花崗斑岩とそれを覆う第四系からなり、第四系は層相から下位より①層～⑨層に区分される【図 3】。後述のとおり、D-1 トレンチにおいては、基盤から③層までは K 断層による明瞭な変位が認められ、その上位の⑤層の変形の有無が問題になるため、以下では、その活動性評価に関連する③層と⑤層の層相について主に記載する。各層の堆積年代についての評価は、⑤層はⅢ.1.2 に、③層はⅢ.1.3 において後述する。なお、④層は平成 24 年 12 月の現地調査時点では③層上端の酸化帯として層序区分されていたが、時間面を示すものではないとして層序からは削除されている。

③層は、砂礫主体で、シルト層やシルト質砂層を層状～レンズ状に挟在する。

⑤層は、堆積構造の違いから上部と下部に細分される。

⑤層下部はシルト質砂礫を主体としており、層状を呈する不連続なシルト層～シルト質砂層及び腐植質シルトを含む。北壁面の東方に向かって基底面が低くなり、層厚が厚くなっているとともに、下位の③層

を削り込んで堆積している。また、西方に向かって層厚が薄くなっており、D-1 トレンチ北西面の中央付近より西側には分布しない。

⑤層上部はシルト質砂礫を主体とし、シルト部は腐植質なことが多く、比較的水平で一定の層厚を示す。

#### <日本原電の説明>

日本原電は、⑤層上部が比較的水平で一定の層厚を示す一方で、⑤層下部は北壁面の東方に向かって基底面が低くなり層厚が厚くなっているとともに、下位層を大きく削りこんでいることから、⑤層下部と下位の③層とは不整合関係で接するとしている。

また、⑤層はシルト質砂礫を主体とする成層構造を有する地層であることから、比較的静穏な環境で堆積した地層であり、「崖錐性堆積物」ではないとしている。さらに③層についても静穏な環境において概ね水平に堆積し、変形の有無が明確に判断できるとしている。

#### <有識者による評価>

D-1 トレンチにおける地層の堆積環境について、③層を構成する堆積物の粒径は非常に不均質で（一部では巨礫サイズの角礫を含む）、③層中の砂や礫の層も不連続なことが多く、かつ走向・傾斜も一定でないため、静水状態において堆積したものとは言えない。また、⑤層の堆積環境も、③層のそれと比べると相対的には静穏であることを示しているが、一部では傾斜が大きく、⑤層下部の分布は限定的である。

よって、これらの地層全てが静穏な環境で堆積したものであるとする日本原電の説明は受け入れられず、堆積環境の解釈や断層による変形の有無に関しては慎重な判断が必要である。

### 1. 2. ⑤層の堆積年代

日本原電は、テフラ分析結果や花粉分析結果などを総合的に判断し、⑤層下部の堆積時期を海洋酸素同位体ステージ(以下、「MIS」という。)5e(後期更新世初期の最終間氷期最盛期:約12~13万年前)であると判断している【図4】。以下では、その判断根拠としたテフラ分析結果(「降灰層準の認定」と「テフラの同定」とに分けて)及び花粉分析結果について記載する。

## 1. 2 (1). ⑤層下部テフラの降灰層準

日本原電が試料採取・分析を行ったほとんどの測線において、⑤層下部に普通角閃石が検出されている。日本原電は、それらの濃集分析を行い、以下のとおり説明している。

<日本原電の説明>

日本原電は、⑤層下部にはテフラの純層（注；テフラ起源のもののみから構成される層）が確認されなかったが、10 cm間隔で連続サンプリングを行うとともに、D-1 トレンチの広い範囲においてテフラ分析を実施（全 13 測線）し、以下の根拠に基づき⑤層下部にテフラの降灰層準を認定したとしている。

- ・ ⑤層下部テフラについて、テフラの通常分析（濃集処理を行わない分析）と、濃集分析を行った結果、降灰を示す普通角閃石のピークが認められる。
- ・ ⑤層下部テフラの降灰のピークは、全てのテフラ分析測線で確認されている。（D-1 トレンチ全体に広がりをもって分布している）
- ・ ⑤層下部テフラ降灰層準は、年代が既知の上位のテフラ（K-Tz（約 9.5 万年前；町田他(2003)）及び DKP（約 5.9～5.8 万年前；入谷他(2005)））と層位関係が逆転していない。
- ・ ⑤層は成層構造を有する地層であり、⑤層下部テフラのピークは同一層準（礫混じりシルト質砂中）に認められる。
- ・ ⑤層下部テフラの降灰のピークより上位には、⑤層下部テフラ（後述する美浜テフラに対比）以外のものが極わずかに降灰している可能性がある。これは、海上ボーリングコアに産出する美浜テフラの上位に位置する明神沖テフラ（MIS5e）であることが確認された【図 5-1、5-2】。
- ・ 全てのテフラ分析測線において、⑤層最下部（⑤層下部テフラの降灰層準よりも下位）にはテフラ起源の鉱物が一切含まれない範囲がある。

<有識者による評価>

- ・ 通常分析では、テフラ由来の鉱物（普通角閃石）の含有率は 3,000 粒子中数個程度であり、前回評価書とりまとめ時点と同様に依然として極めて低い【図 5-3】。
- ・ 濃集分析によりテフラ由来の鉱物（普通角閃石）の検出数が増し、

その含有率にピークは認められる【図5-3】。

- ・しかし、測線 E や測線 G のようにピークが複数認められるところもあり、そのピークの出現形態は必ずしも同じではないため、これは降灰層準を示す本質的な根拠であるとは言いがたい【図5-3】。
- ・普通角閃石は「礫混じりシルト質砂」からのみ検出され、その下位に検出されない層（⑤層の最下部）があることが降灰層準とであることの重要な根拠とされているが、⑤層の最下部は「砂礫層」である。したがって、その検出の有無は、地層の堆積状況や粒度に支配され、粗粒な地層には保存されなかった可能性がある。「礫混じりシルト質砂」からのみの普通角閃石の検出は、当該地層を降灰層準と判断する根拠にはならない。
- ・海上ボーリングで約 8m の深度差がある明神沖テフラと美浜テフラには、相当程度の年代差が推定される【図5-1】。D-1 トレンチでは両テフラ相当とされる普通角閃石に層序の逆転はないものの、非常に近接しほぼ同層準に認められている【図5-2】。このことは、D-1 トレンチの⑤層下部で認められる普通角閃石が両テフラ起源であるとしても、それらは侵食と堆積プロセスの中で再堆積したものである可能性を示唆している。

これらに基づくと、日本原電が説明する“⑤層下部テフラの降灰層準”は、再堆積の可能性がある。ここで、「降灰層準」とは噴出した火山灰が降下し堆積した層準であり火山灰の噴出とほぼ同時に堆積したとみなされるが、「再堆積」とは一度堆積した火山灰層が侵食・運搬されて別の場所に再度堆積したものであり、その堆積時期は当該火山灰の噴出とは同時ではなく、その後であるとしか判断できない。再堆積の可能性が否定できない“⑤層下部テフラ”を含む⑤層下部は、同テフラが降灰した時期よりも後に堆積した可能性があるとするのが妥当である。

## 1. 2 (2). ⑤層下部テフラの同定

日本原電によるテフラ分析の結果からは、⑤層下部からは普通角閃石及び斜方輝石等が産出すること、それらの主成分分析値が美浜テフラ、NEXCO80 (Lower)、BT37 及び敦賀湾内の海上ボーリングの

MIS5e テフラと類似すること、が確認される。

<日本原電の説明>

日本原電は、テフラ分析の結果、普通角閃石と斜方輝石の屈折率及び主成分組成が、⑤層下部テフラ、美浜テフラ、NEXCO80 (Lower) (石村他, 2010)、琵琶湖高島沖コアの BT37 (吉川他, 1991, 長橋他, 2004, Satoguchi et. al., 2008)、敦賀湾内の海上ボーリングの MIS5e 期のテフラ (深度 74.85~74.90m, 孔口標高-18.84m) のそれらと類似していること、また火山ガラスの屈折率及び主成分組成が、NEXCO80 と琵琶湖高島沖コアの BT37 で類似していることから、⑤層下部テフラはこれらのテフラと対比されるとしている。また BT37 の年代が、堆積速度とテフラ年代に基づき 127.6ka とされている (長橋他, 2004) ことから、⑤層下部テフラの降灰年代は、約 12.7 万年前であるとしている。

<有識者による評価>

⑤層下部テフラの同定に関するデータが拡充されたため、⑤層下部にみられる普通角閃石等の有色鉱物の産出層準が日本原電が示す美浜テフラに対比される可能性は、前回評価書とりまとめ時点に比べて高まったと判断される。ただし、現状では、美浜テフラの給源火山や周辺地域における分布状況等に関する情報が少ないことから、「⑤層下部テフラは美浜テフラに対比される可能性がある。」との評価にとどまる。

### 1. 2 (3). 花粉分析

日本原電が実施した D-1 トレンチ北西壁面及び北壁面における⑤層の花粉分析結果 (2 試料) では、⑤層最上部から採取した試料は花粉化石の産出状況が悪く古気候の推定に適していないが、⑤層最下部で採取した試料からは比較的温暖な気候を示す花粉化石が産出している。

<日本原電の説明>

花粉分析の結果、⑤層最下部から採取した試料において温暖な時期の花粉が検出されたことから、⑤層下部の堆積時期は温暖期と判断される【図 6】。

<有識者による評価>

花粉分析試料が 2 試料のみであること、P2 試料は北西法面に分布する⑤層下部よりも層序的に下位にあたること等から明確な判断は難し

いが、花粉の産出結果からは、少なくとも P2 試料が温暖な時期に堆積した可能性があると考え【図 6】。

#### 1. 2(4). ⑤層の堆積年代の評価

以上のように、⑤層下部からは再堆積の可能性が否定できないものの“⑤層下部テフラ”由来の普通角閃石等の産出が認められること、同テフラは美浜テフラ（約 12.7 万年前）に対比される可能性があること、⑤層下部の花分析結果によれば同層が温暖な時期に堆積した可能性があること、⑤層上部から約 9.5 万年前と推定される K-Tz がみとまられることから、⑤層下部の堆積年代は後期更新世の MIS5 c~5e の可能性がある判断される。

#### 1. 3. ③層の堆積年代

日本原電による調査結果および現地調査における観察結果から、③層は⑤層の下位に位置していること、⑤層下部が③層を削り込んで堆積していること、③層には⑤層下部テフラが含まれないこと、③層の礫の風化度は下位の②層と比べて小さいことが確認される。

<日本原電の説明>

日本原電は、③層の堆積時期については、テフラ分析結果や花粉分析結果など以下の根拠に基づき判断した結果、MIS6（中期更新世末期の寒冷期：約 13~18 万年前）以前であるとしている。

- ・ ③層には見掛け概ね水平方向の層理面が認められるのに対して、⑤層下部には見掛け南東方向に傾斜した層理面が認められることから両者は不整合関係で接している。
- ・ ③層最上部には土壌化した地層が認められ、⑤層下部はその一部を削り込んで堆積していることから、両者は不整合関係で接している。
- ・ ③層には、⑤層下部テフラである美浜テフラ（約 12.7 万年前）が含まれない。
- ・ ③層では、16 測線中 7 測線で行った火山灰分析において、主に普通角閃石が断片的に確認されるものの、降灰層準の認定には至っていない。この普通角閃石は、海上ボーリングの MIS6 に相当する深度から得られた普通角閃石の主成分化学組成と一致する。なお、海上ボーリングの MIS6 の地層中のテフラは概ね 2 つのグループに分け

られ(深度 88.45～88.50m,深度 88.70～88.75m, 孔口標高-18.84m)、③層のテフラは、このうちの一つのグループと一致する【図 7-1、7-2】。

- ・③層の最上部には土壌化した地層が認められ、当該箇所遊離酸化鉄の分析結果及び既往研究例との比較から、高位段丘堆積物相当と判断できる【図 8-1、8-2】。
- ・③層からは花粉は検出されていないが、⑤層下部及び②層から温暖な気候を示す花粉が確認された【図 6】。

<有識者による評価>

③層は⑤層の下位に位置していること、⑤層下部が③層を削り込んで堆積していること、③層には⑤層下部テフラが含まれないこと、③層の礫の風化度は下位の②層と比べて小さく③層は間氷期を多く経験していないと推定されることなどから、③層の堆積した時代は、中期更新世の MIS6 である可能性がある。ただし、Ⅲ.1.2(2)で述べたとおり⑤層下部テフラが確実に美浜テフラ(12.7 万年前)に対比されることは言えないため、⑤層下部より下位の③層が必然的に MIS6 となることは言えないこと、⑤層下部が③層を削り込んで堆積していることをもって必ずしも長い時間間隙を示すとは限らないこと、③層の礫の風化度からは 20 万～30 万年前までさかのぼるほど古い地層とは判断できないこと等から、③層の堆積年代は日本原電が説明する「MIS6 以前」ではなく、「古くとも MIS6」であると判断される。

なお、日本原電が説明する“③層最上部における土壌化した地層”(おおよそ旧④層の一部)についてはさほど明瞭ではないこと、⑤層下に埋没し土壌化が中断した地層であること、比較した遊離酸化鉄の研究例は母岩や気候も異なる土壌形成の例であること等の理由から、遊離酸化鉄の活性度を指標にして、③層を高位段丘堆積物相当と判断することはできないと判断される。

## 2. K断層の活動性についての評価

### 2. 1. K断層の最新活動時期

D-1 トレンチ北西法面から原電道路ピットの間複数箇所において、第四系をずらす K 断層が確認されている【図 3】。K 断層は、基盤上面、①層及び②層を変位させ、その上位の③層まで明瞭な変位・変形

を及ぼしている様子が確認される【図 9-1、図 9-2、図 9-3】。  
なお、D-1 トレンチ内の北側ピットにおいては「G 断層」が確認されているが、同断層は①層に変位を与えていない【図 3】。

＜日本原電の説明＞

日本原電は、K 断層の活動性については、追加報告書において、D-1 トレンチ北西法面及び原電道路ピット西向き法面部で③層上部に変位・変形を与えていないとしていた【図 10、図 11】。その後も観察を継続し、D-1 トレンチ北西法面における③層内をさらに a 層～o 層に細分し、細分した各層と K 断層との関係から、K 断層の活動性を検討した。その結果、第 4 回追加調査評価会合（平成 26 年 9 月 4 日）時点においては、j 層直上の k 層が j 層をほぼ水平に覆っており、また j 層の層厚が西側で薄くなっていることから、当初西下がりの傾斜で堆積していた j 層が撓曲を受けて西上がりの傾斜となり、その後に j 層の上部が削剥されて、その上位を k 層がほぼ水平に不整合で覆ったと解釈し、K 断層により変形しているのは j 層までであるとした【図 10、図 12-1、12-2】。

また、D-1 トレンチ北西法面において K 断層による地層の変形がどこまで及んでいるのかを判断するため、③層内の地層の走向・傾斜を計測し、その値を用いて補足的な検討としてシュミットネット解析を行ったところ、走向・傾斜の値は「K 断層付近に位置するデータ群」と「それ以外のデータ群」の 2 つのグループに分かれることが明確になったとしている【図 13-1、図 13-2】。「K 断層付近に位置するデータ群」は、K 断層の走向に近いものが多く、その傾斜の多くは東傾斜を示す一方で、「それ以外のデータ群」は、前者とは異なり、その傾斜はいずれも南傾斜ないしは西傾斜を示すとしている。日本原電は、以上のことから、「K 断層付近に位置するデータ群」は K 断層の影響を受けて変形したものであると判断され、j 層で計測されたデータはこのデータ群に含まれることから、j 層も K 断層によって変形したと判断している。

これらのことから、日本原電は、K 断層は③層に変位・変形を与えているが、上方に向かって鉛直変位量が減少する傾向は認められず、少なくとも k 層に変位・変形を与えていないとし、後期更新世以降の活動はないとしている。

一方、原電道路ピットにおいても、K断層は③層上部に変位・変形を与えていないとしている【図11】。なお、「③層上部」等の呼称については、日本原電は、③層中の特定の層準を指したのではなく、各地点ごとに、K断層によって変位・変形を受けている地層を「③層下部」、変位・変形を受けていない地層を「③層上部」としている。

<有識者による評価>

#### a. ③層における評価

K断層と③層との関係が比較的良好に観察できるD-1トレンチ北西法面及び原電道路ピットの2箇所の評価について、以下記載する。

〔D-1トレンチ北西法面〕

日本原電は、K断層の最新活動による変形が③層中のj層まで及んでいると評価している。しかし、③層は粗粒・不均質な堆積物から構成され、また、もともとの堆積構造が明確な地層ではない。日本原電によるスケッチの履歴においてもK断層の位置・分布が追加報告書（平成25年7月）以降に変更されて上端部が約3m伸びるなど複数回の変更と地層区分の変更がなされている。これらは、D-1トレンチの③層は、観察時期や観察者により、また露頭表面の侵食等により、事実認定や解釈が変わりうる再現性の悪い地質状況であることを示している。特にK断層直上付近に分布するo層は、周辺の地層を削り込んで、j層下部に侵入するように堆積した極めて粗粒・不均質な砂礫の層相を示すことから、K断層の活動があったとしてもそれが認識できない可能性が十分にある【図12-1、12-2】。また、o層に分断されていてその分布がほぼK断層の西側に限られているk層についても、もとの堆積構造が不明であることから、変位・変形を受けたかの判断をすることが難しい【図12-1、12-2】。日本原電による「j層が当初西下がりの傾斜で堆積していた」との仮定にも任意性がある。さらに、③層内の地層の走向・傾斜を用いたシュミットネット解析については、上記のとおり元の堆積構造が明確ではない③層においては、その解析結果をもって変形の範囲を特定できないと考える。

これらより、有識者会合は、③層中の各層の走向・傾斜に基づいて活動層準に関する明確な議論を行うことが困難であり、同層は、最新活動時期の層準を確定し、その後の活動性を否定する基準とし

ては適切ではないと判断した。なお、日本原電が示す、“j層まで変形を及ぼし、その上位をk層が傾斜不整合で覆う”との解釈も一概に否定されるものではないが、先述した③層の地質状況を考慮すると、それが唯一の解釈であるとの考えは受け入れられない。

〔原電道路ピット〕

原電道路ピットで観察しうる限りにおいては、K断層による変位は、②層及び「③層下部」と称される層準には認められるが、「③層上部」と称される層準まで及ぶ様子は認められない。また、当ピットにおける③層（上部と下部）が、おおよそD-1トレンチの③層に相当することは、壁面や底盤等で地層を追跡することにより確認されていると考える。しかしながら、当ピットの「③層上部」と「③層下部」は、先述のとおり当ピットにおけるK断層の変位・変形の有無により区分されたものであり、これらがD-1トレンチ北西法面の③層上部・下部と具体的にどのような対応関係にあるかは明確ではなく、各々の堆積時期についても明らかにされていない。また、原電道路ピットでは、②層よりも下位や③層より上位におけるK断層の状況が十分確認されていないため、撓み等の変形の全貌が不明である。したがって、当ピットにおいては、K断層の活動時期が具体的にいつであるかを確実に判断することはできない。

#### b. ⑤層における評価

D-1トレンチ北西法面において、⑤層下部は、K断層の変形ゾーンの全体を覆っていないこと、K断層による変形が断層先端部では枝分かれした断層に分散し小さくなっていることを踏まえると、活動性を判断する基準として用いるには適切な地層ではない。一方、D-1トレンチ北西法面で観察しうる限りにおいては、上位の⑤層上部は、K断層の変形ゾーンの全体を覆っており、明瞭な変位・変形が及んでいる様子は認められない。

以上のことから、D-1トレンチにおいては、⑤層上部堆積よりも前の時期については、K断層が活動した可能性を明確に否定することはできないと考える。⑤層上部堆積以降については、同層とK断層との関係がD-1トレンチ北西法面でしか確認できないこと、K断層による変形は断層先端部では枝分かれした断層に分散し小さくなっているこ

とから確定的な判断は難しいが、少なくとも同法面で観察しうる限りにおいては、K断層の変形ゾーン全体を覆っている⑤層上部の堆積時期、すなわち K-Tz 降灰年代（約 9.5 万年前）以後には活動していない可能性が高いと考える【図 1 4】。

なお、先の 1.2(1)において「“⑤層下部テフラの降灰層準”は、再堆積である可能性が否定できない」としたが、仮に⑤層下部の堆積時期が美浜テフラ降灰時期（約 12.7 万年前）と認定できたとしても、K断層の変形ゾーン全体を覆っていない⑤層下部をもって活動性を否定することはできないため、活動時期についての上記判断が変わることはない。

## 2. 2. K断層の変位の累積性

D-1 トレンチ 1-1 ピット南面においては、K断層により、①層～③層ともに約 1m の鉛直変位が認められる【図 9 - 2】。同じく 1-1 ピット北面においては、②層上面に約 1m の鉛直変位が認められる【図 9 - 3】。また、D-1 トレンチ北西面においても、③層にほぼ同様の鉛直変位が認められる【図 1 0、図 1 2 - 1】。

<日本原電の説明>

日本原電は、K断層の活動回数については、D-1 トレンチのすべての調査箇所において、地層を対比し、複数の変位基準を設けて、鉛直変位量を整理した結果、変位の累積性は認められなかったことから、①層堆積後、K断層に複数回活動した痕跡は認められないとしている。

<有識者による評価>

①層及び②層は、仮に変位分の 1m を元に戻したとしても断層の両側で層厚が大きく異なる。また 1-1 ピット北面では、K断層が枝分かれしているなど、必ずしも K断層の活動履歴が 1 回のみであると確実に判断できるとは言いがたい【図 9 - 3】。また、断層を挟む地層の高度差は、下位ほど大きい傾向もある【図 9 - 2】。さらに、少なくとも基盤内には断層活動の累積を示唆する断層破碎物質が認められる。

以上のことから、有識者会合は、K断層の活動の履歴については現状のデータでは確実な評価は難しく、中期更新世以降に複数回活動した可能性を否定できないと判断した。

## 2. 3. K断層の運動像

現地調査による観察および日本原電が示すデータによれば、D-1 トレンチにおいて、西傾斜の K 断層を介して基盤岩上面及び地層境界ともに西側が上がっていること、また、K 断層の断層面に認められる条線が高角度であることが確認される。また、K 断層は、ボーリング調査により、深部方向へは少なくとも基盤内の標高 2～3m 付近まで続くことも確認される。

<日本原電の説明>

日本原電は、K 断層の断層面に認められる条線方向が高角度であること、K 断層の上盤側が隆起していること、薄片観察結果から K 断層の最新活動面の変位センスが逆断層卓越であること、等から K 断層の最も新しい活動の変位センスは逆断層卓越であるとしている。

<有識者による評価>

有識者会合は、露頭観察及び日本原電が示すデータから、K 断層は、少なくとも標高数 m 付近以浅の基盤中までは続いており、その変位センスについては、少なくとも最新の活動では、西側を隆起させる縦ずれ主体の逆断層として活動したものと判断した。

## 3. K断層の連続性についての評価

敦賀発電所敷地内には、多数の南北走向の破砕帯が存在し、このうち原子炉建屋直下を通り、浦底断層付近まで連続しているものとして、2号炉については D-1 ほか多数の破砕帯が存在する【図 15】。本評価の対象である D-1 破砕帯と、後期更新世以降の活動が否定できない K 断層との連続性について、以下のとおり評価する。

K 断層は、D-1 トレンチにおける掘削面の観察により、少なくとも北西面から原電道路ピットまで連続する様子が確認される。また、地下の基盤中では、ボーリング調査によって、K 断層が原電道路ピット付近まで、またそれ以南は「K 断層延長部」の可能性のある破砕部がふげんピット付近まで認められている。なお、K 断層と G 断層は、近接しつつも別の破砕帯として認められている。

<日本原電の説明>

日本原電は、D-1 トレンチ内及びその外側周辺でピット調査、道路

等の剥取調査などを行った結果、“K断層は、D-1トレンチ北壁面で③層下部の堆積層内のN-S方向のせん断面として出現”し、その後D-1トレンチ内の西側ピット付近でNW-SE方向に向きを変え、擁壁撤去法面付近で再度N-S方向に変化するなど蛇行しなはずれ(変位量)が急激に減少し、D-1トレンチ外南側の原電道路ピットの③層内で変位がほぼ認められなくなることを確認したとしている【図16】。

また、断層(破碎帯)の走向・傾斜や最新活動面の変位センス(K断層は逆断層卓越、D-1破碎帯とG断層はいずれも正断層卓越)に加えて、断層ガウジの構造や微細構造、構成鉱物なども含めて総合的に判断し、K断層の特徴がD-1破碎帯及びG断層とは異なることも確認したとしている。

これらのことから、日本原電は、K断層は、途中で消滅して2号炉原子炉建屋の方向には延びておらず、G断層及びD-1破碎帯とは一連のものではないと評価している。

なお、日本原電は、K断層は「将来活動する可能性のある断層等」には該当せず、その変位・変形量も原電道路ピット付近でほぼ認められなくなることから、K断層の表示は便宜的に原電道路ピットまでとしたとしている。

<有識者による評価>

**a. K断層は南方で変位・変形がほぼ認められなくなるとの日本原電の説明について**

有識者会合は、K断層が南方で変位・変形がほぼ認められなくなるとの説明について、以下の事項を確認した。

- ・日本原電によるトレンチ観察結果によれば、K断層の鉛直変位量は、北部で1m程度であるが、南方に行くにつれて急激に減少し、原電道路ピット付近でほぼ認められなくなるとされるが【図16】、原電道路ピットにおいて観察されるのは③層上部(及びそのすぐ下の地層)のみである。D-1トレンチ北西法面においても、K断層による③層の上部の変位自体の量(ずれ量)は、同じく小さい。
- ・原電道路ピットではK断層と⑤層との関係は把握できていない。
- ・K断層の南部にあたる原電道路ピットやふげんピット付近のボ

ボーリング調査に基づく断面図では、基盤上面や①層、②層に高度差があるが、それが断層変位によるものではないという十分なデータが示されていない【図17】。

これらのことから、原電道路ピットにおいては③層上部の変形しか確認できず、断層運動の南方への連続を否定するために十分なデータとは言えない。③層上部に断層変位がないとしても、撓みを含む変形については判断できない。したがって、有識者会合は、K断層がD-1トレンチ南方において基盤上面及びその上位の堆積物を変位・変形させている可能性を否定できないと判断した。また、D-1トレンチ内で認められるK断層の1m超の変位が原電道路ピットまでの数10mで急に消滅することは不自然であり、K断層に生じている断層運動は、後述するように近くの断層を乗り継いで連続していく可能性も十分にある。

#### b. K断層の南方への連続性について

K断層は著しく屈曲している。また、ほぼN-S方向の走向をもつK断層が、西側ピットや1-1ピットにおいてNNW-SSEないしNW-SE走向に変わるとされているが、当該箇所から南方へ分岐するN-S～NNE-SSW走向の断層は、いずれのピットにおいても③層や①層などの第四系に変位を与えていない。これらから、有識者会合は、K断層は1つの断層面のみに沿って整然と変位しているタイプの断層ではなく、様々な方向をもつ複数の破碎帯を変位が乗り継いでいる可能性があると考えます。また、ボーリング調査に基づく断面図ではK断層とG断層は10m程度しか離れておらずD-1トレンチ南部ではかなり近づいており、K断層は屈曲しつつも南方でまた元の走向に戻るといった状況も見られる。さらに、新たに示されたボーリングデータ等は、従来、東方へそれると説明されていたK断層が、より南方まで続いていることを示している【図17】。

なお、日本原電による断層の連続性についての検討方法（走向・傾斜、最新活動面の変位センス、断層ガウジの構造や微細構造、構成鉱物などによる判断）は、本地域のように多数の小規模な破碎帯が分布し、ボーリングコア等限られた試料しか使えないという条件下では、慎重な適用が求められる。

以上のことから、K断層がD-1トレンチ南方においてほとんど変位が認められなくなると限定することはできず、また南方へ連続している可能性も否定できない。さらに、2号炉原子炉建屋直下には、D-1破砕帯ほか多数の破砕帯が存在しており【図15】、またK断層は複数の破砕帯を変位が乗り継いでいる可能性もある。したがって、有識者会合は、K断層は、D-1破砕帯等、原子炉建屋直下を通過する破砕帯のいずれかと一連の構造である可能性が否定できないと判断した。

#### IV. 総合評価

K断層は、少なくとも基盤から③層（堆積時期は古くとも中期更新世MIS6）までを明瞭に変位させている。③層については、粗粒・不均質な堆積物から構成されており、もともとの堆積構造も明確ではないため、最新活動時期の層準を確定し活動性を判断する基準としては適当ではなく、K断層による変位・変形の上限を③層中で確認することはできない。また、その上位の⑤層下部はK断層の変形ゾーン全体を覆っていないことから、同層をもってK断層の活動性を判断し否定することはできない。一方で、D-1トレンチ北西法面において⑤層上部がK断層の変形ゾーン全体を覆って堆積しており、同層には変位・変形が見られないことから、同層の堆積時期すなわちK-Tz降灰年代（約9.5万年前）以後には活動していない可能性が高いと考える【図14】。これらより、現状のD-1トレンチで観察できる限りにおいては、K断層による変形が先端部では枝分かれした断層に分散し小さくなっていることから確定的な判断は難しいものの、K断層の最新活動時期は、③層が堆積している時期から、⑤層上部が堆積する前までの間とするのが妥当であり、後期更新世以降であることが否定できない。

K断層の連続性については、D-1トレンチ及び原電道路ピットよりも南方へ連続している可能性があり、D-1破砕帯等、原子炉建屋直下を通過する破砕帯のいずれかと一連の構造である可能性が否定できない【図15、図17】。

以上のことから、有識者会合は、D-1破砕帯等、敦賀発電所2号炉原子炉建屋直下を通過する破砕帯のいずれかは後期更新世以降の活動が否定できず、したがって、将来活動する可能性のある断層等であると結論

した。

なお、この評価書は、有識者会合のメンバーが平成 24 年 11 月 27 日の事前会合以降、平成 26 年 12 月 10 日のピア・レビュー会合までに日本原電から提供された資料と現地調査を基に、平成 25 年 12 月 24 日の追加調査事前会合以降に議論した結果を取りまとめたものである。

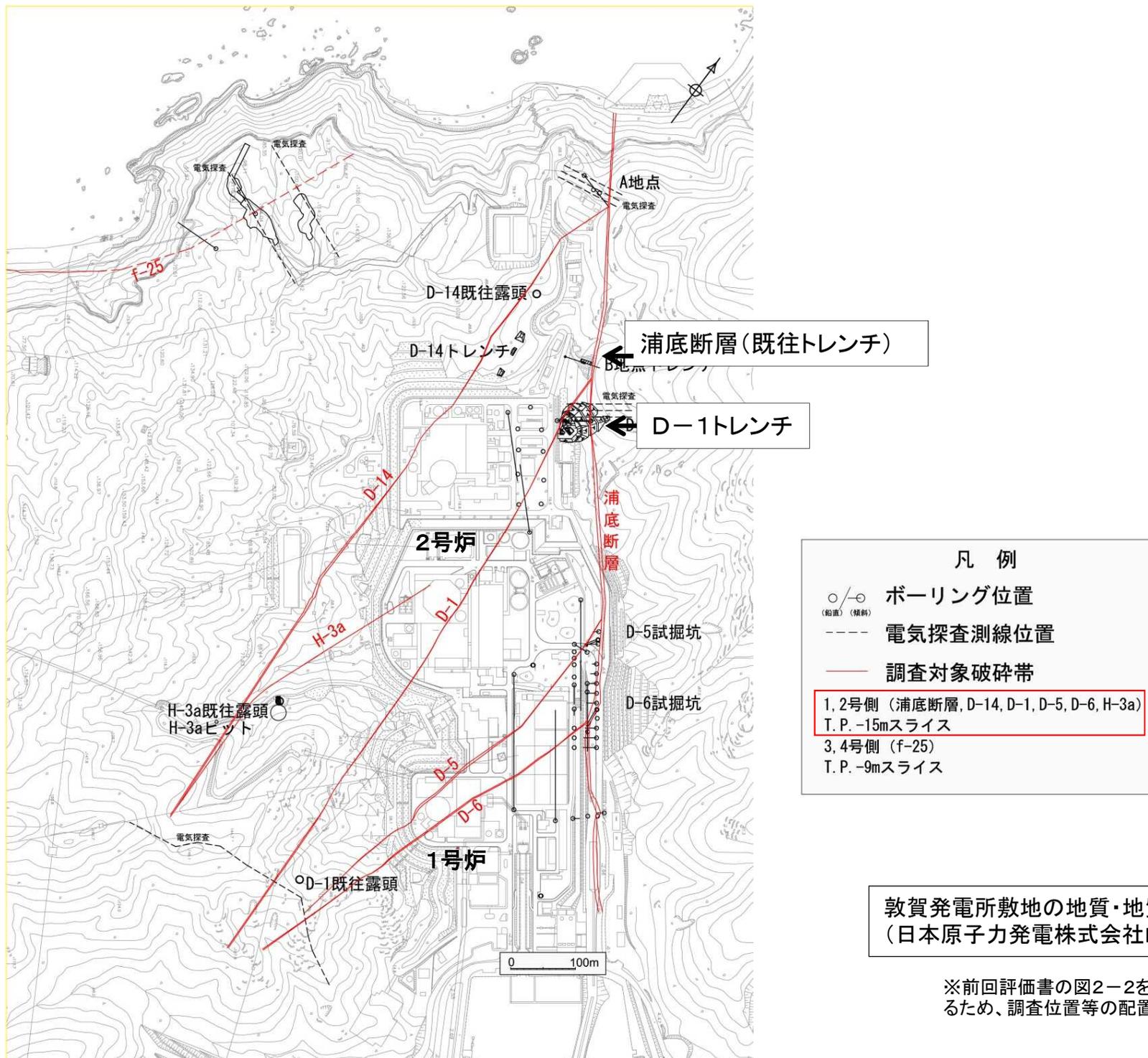
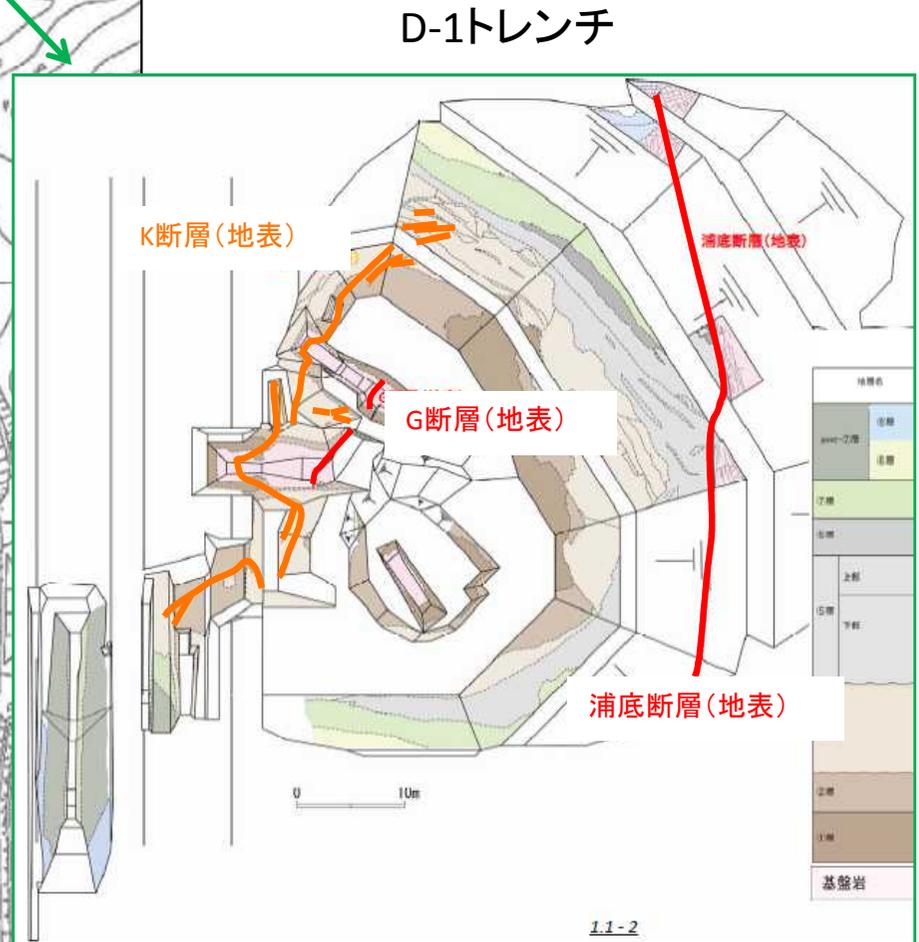
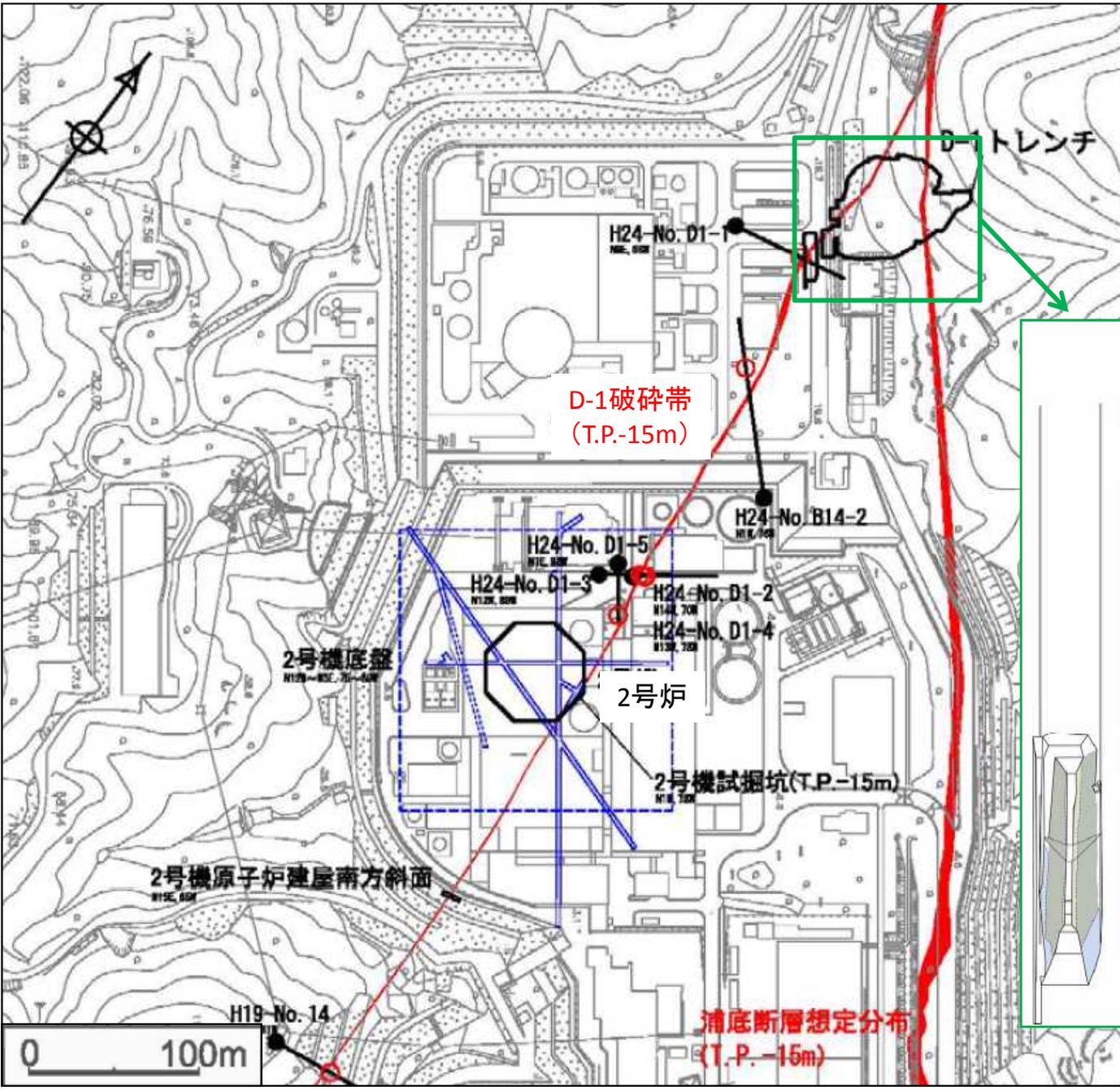


図1 敦賀発電所の主要破碎帯



第4回追加調査評価会合(H26.9.4)  
 「敦賀・追加4-2」を引用・加筆

図2 敦賀発電所2号炉とD-1トレンチ及び断層との位置関係

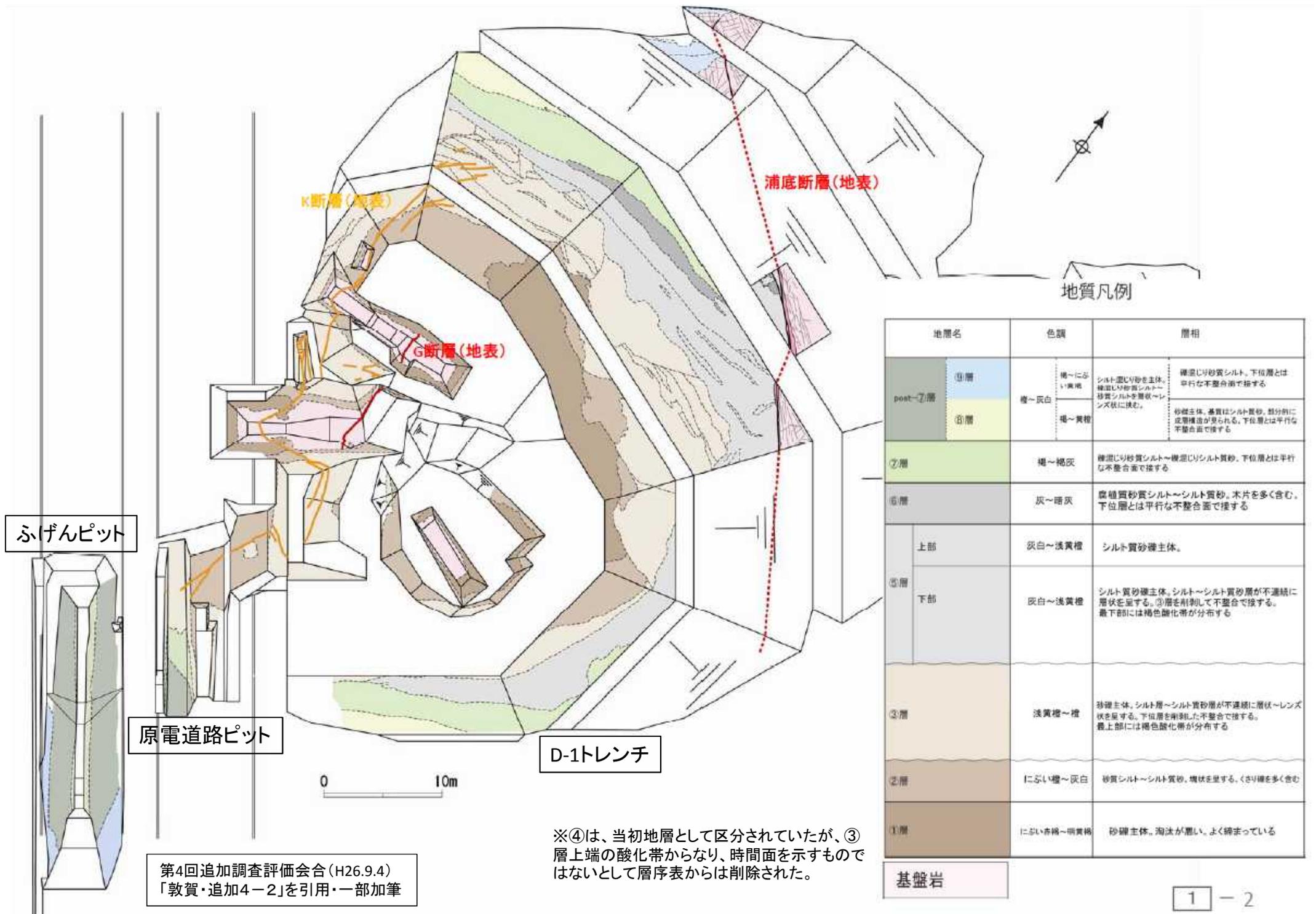


図3 D-1トレンチの層相区分

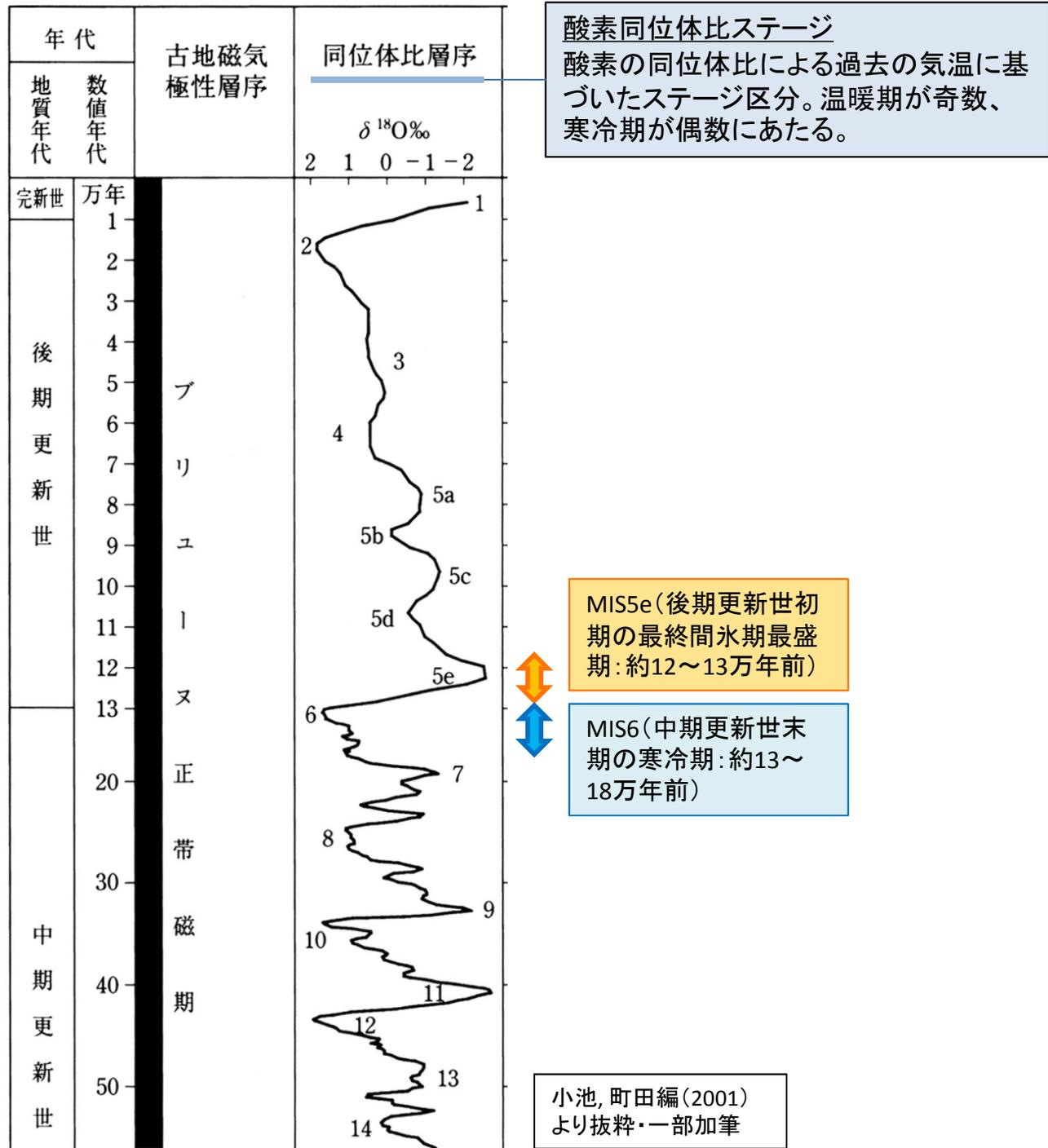
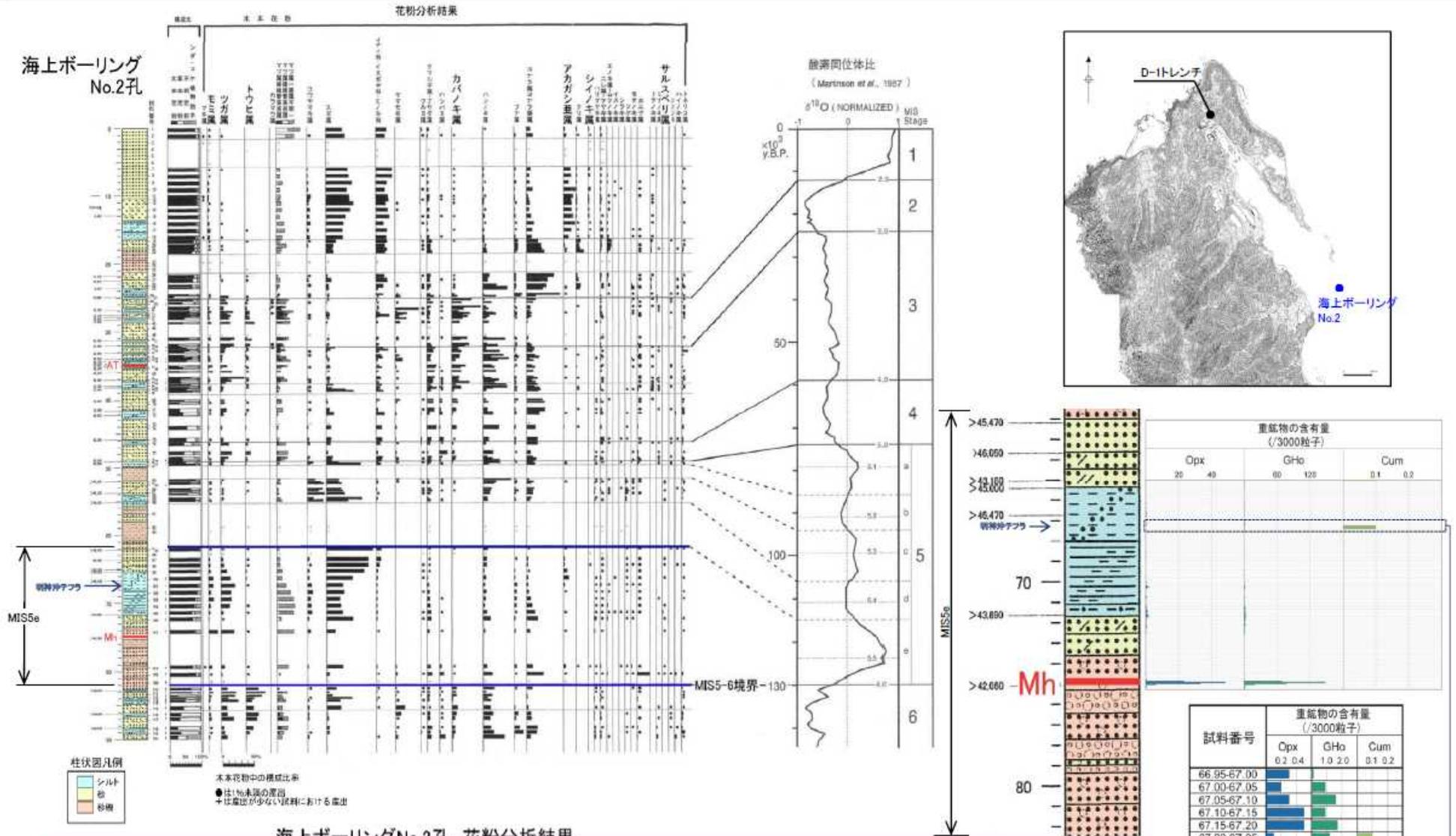


図4 海洋酸素同位体比ステージと年代

## ⑤層下部テフラの降灰層準の認定について（根拠5）



・D-1トレンチの⑤層下部テフラ中に降灰している可能性のあるカミングトン閃石に着目して、海上ボーリングのテフラについて詳細な検討を行った。

・海上ボーリングのコアにおいて、⑤層下部テフラの上位からカミングトン閃石と普通角閃石からなるテフラが確認された。以下、このテフラを明神沖テフラと仮称する。

・明神沖テフラは、花粉分析の結果に基づくMIS5eの地層に分布していることから、その降灰年代はMIS5eのピーク付近である。

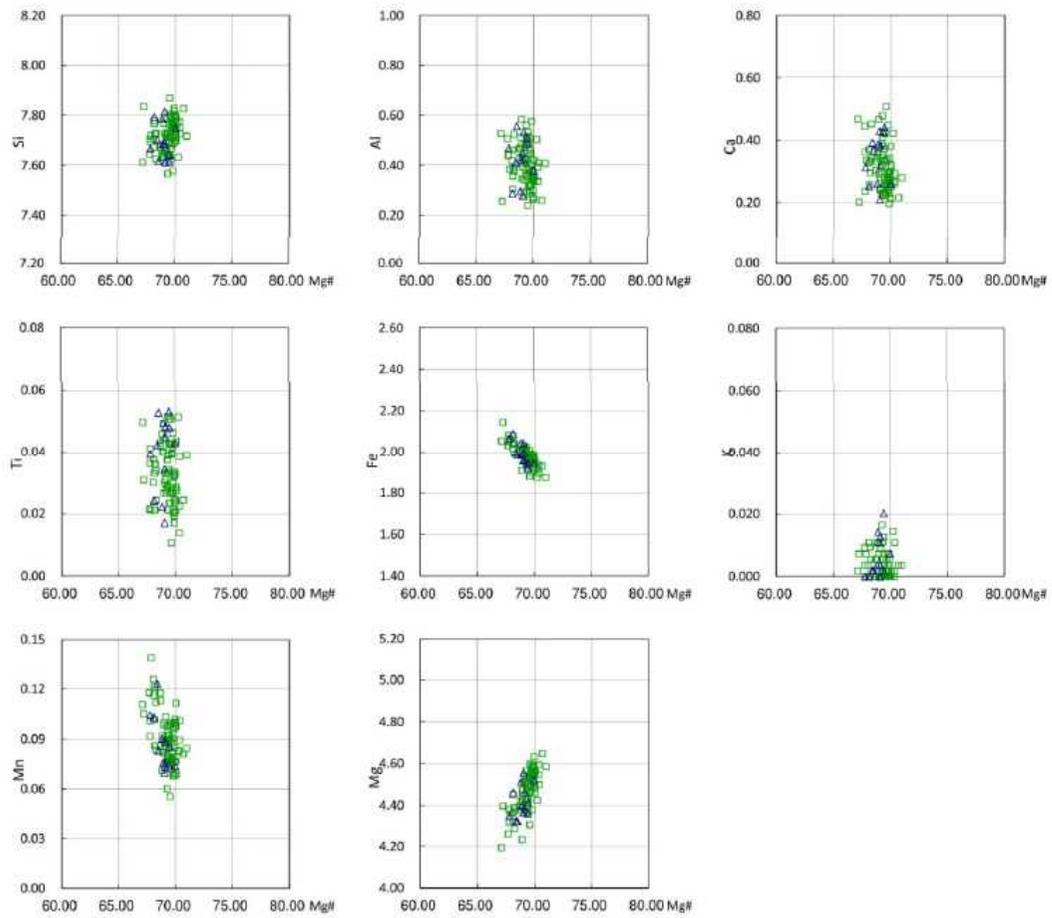
第4回追加調査評価会合(H26.9.4)  
「敦賀・追加4-2」を引用

1.2b - 14

図5-1 海上ボーリングNo.2孔柱状図（明神沖テフラ）

# ⑤層下部テフラの降灰層準の認定について（根拠5）

## カミングトン閃石



△ 明神沖テフラのカミングトン閃石  
□ ⑤層下部テフラに見られるカミングトン閃石

- ⑤層下部テフラに見られるカミングトン閃石（11点）
- ・D-1トレンチ 測線C（濃） 6.5-6.6
  - ・D-1トレンチ 測線C（濃） 7.0-7.1
  - ・D-1トレンチ 測線E（濃） 8.0-8.1
  - ・D-1トレンチ 測線E（濃） 8.1-8.2
  - ・D-1トレンチ 測線E（濃） 8.2-8.3
  - ・D-1トレンチ 測線E（濃） 8.3-8.4
  - ・D-1トレンチ 測線E（濃） 8.4-8.5
  - ・D-1トレンチ 測線G（濃） 7.7-7.9
  - ・D-1トレンチ 測線G（濃） 7.8-7.9
  - ・D-1トレンチ 測線I（濃） 3.6-3.7
  - ・D-1トレンチ 測線I（濃） 3.7-3.8
- 明神沖テフラのカミングトン閃石（4点）
- ・海上ボーリングNo.2 67.20-67.25
  - ・海上ボーリングNo.2 67.25-67.30
  - ・海上ボーリングNo.2 67.30-67.35
  - ・海上ボーリングNo.2 67.35-67.40

D-1トレンチの⑤層下部テフラ中に降灰している可能性のあるカミングトン閃石と海上ボーリングの明神沖テフラのカミングトン閃石については、主成分組成が極めて類似していることから、両者は同じテフラ起源と判断される。

第4回追加調査評価会合（H26.9.4）  
「敦賀・追加4-2」を引用

1.2b - 15

### 測線G（濃集分析）

試料番号 (深度)	総試料1g中の重鉱物含有個数			
	GHo		Cum	
	50	100	2	4
8.4-8.5				
8.3-8.4				
8.2-8.3				
8.1-8.2				
8.0-8.1				
7.9-8.0				
7.8-7.9				
7.7-7.8				
7.6-7.7				
7.5-7.6				

● :主成分分析実施深度  
→ :Mh降灰層準

第2回追加調査評価会合  
(H26.9.4)「敦賀〇〇」より

### 測線C（濃集分析）

試料番号 (深度)	総試料1g中の重鉱物含有個数			
	GHo		Cum	
	100	200	4	8
7.7-7.8				
7.6-7.7				
7.5-7.6				
7.4-7.5				
7.3-7.4				
7.2-7.3				
7.1-7.2				
7.0-7.1				
6.9-7.0				
6.8-6.9				
6.7-6.8				
6.6-6.7				
6.5-6.6				
6.4-6.5				
6.3-6.4				
6.2-6.3				
6.1-6.2				
6.0-6.1				
5.9-6.0				

● :主成分分析実施深度  
→ :Mh降灰層準

### 測線E（濃集分析）

試料番号 (深度)	総試料1g中の重鉱物含有個数			
	GHo		Cum	
	150	300	2	4
8.6-8.9				
8.7-8.8				
8.6-8.7				
8.5-8.6				
8.4-8.5				
8.3-8.4				
8.2-8.3				
8.1-8.2				
8.0-8.1				
7.9-8.0				
7.8-7.9				
7.7-7.8				
7.6-7.7				
7.5-7.6				
7.4-7.5				

● :主成分分析実施深度  
→ :Mh降灰層準

### 測線G（通常分析）

試料番号 (深度)	重鉱物の含有量 (/3000粒子)			
	GHo		Cum	
	0.5	1.0	0.3	0.6
8.0-8.1				
7.9-8.0				
7.8-7.9				
7.7-7.8				
7.6-7.7				
7.5-7.6				
7.4-7.5				
7.3-7.4				
7.2-7.3				
7.1-7.2				
7.0-7.1				

● :主成分分析実施深度  
→ :Mh降灰層準

### 測線I（濃集分析）

試料番号 (深度)	総試料1g中の重鉱物含有個数			
	GHo		Cum	
	400	800	0.3	0.6
3.8-3.9				
3.7-3.8				
3.6-3.7				
3.5-3.6				
3.4-3.5				
3.3-3.4				
3.2-3.3				
3.1-3.2				
3.0-3.1				
2.9-3.0				

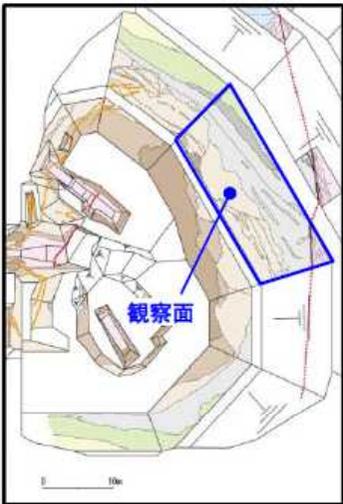
● :主成分分析実施深度  
→ :Mh降灰層準

図5-2 日本原電による⑤層下部中のカミングトン閃石の検討

W←

→E

T.P. 36m→



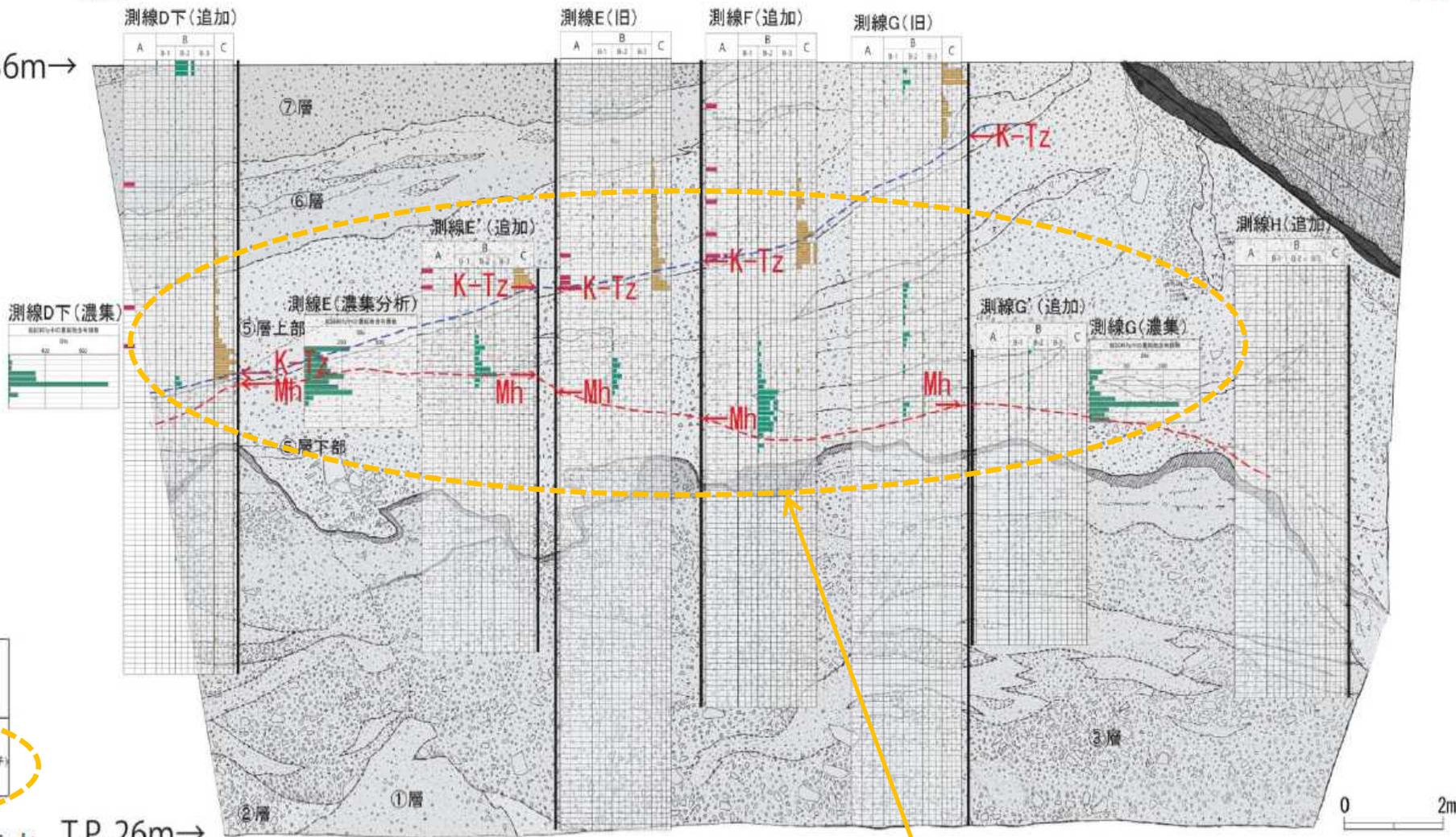
調査位置図

凡例

A	B			C
	B-1	B-2	B-3	
火山ガラスの 形態別含有量 (/3000粒子)	重結物の含有量 (/3000粒子)			β石英 (/3000粒子)
0.1 0.2	Opx 1 2	GHo 1 2	Cum 1 2	1 2 3

\* : 3/3000粒子以上を示す

T.P. 26m→



テフラ由来の鉱物(角閃石)の含有率は前回評価書とリまとめ時点と同様に依然として極めて低い。

濃集分析の結果において検出された普通角閃石の統計的ピークの出現形態は必ずしも同じではない。

第4回追加調査評価会合(H26.9.4)  
「敦賀・追加4-2」を引用・加筆

図5-3 D-1トレンチにおける火山灰分析結果の例



試料P2の採取位置  
(⑤層最下部)



⑤層最上部(P1)

・検出した花粉は針葉樹とシダ類孢子にほぼ限られるため、古気候は推定できない。

⑤層最下部(P2)

・針葉樹のマツ属、スギ属が優勢し、他に広葉樹のコナラ属を含む組成は比較的温暖な気候を示す。

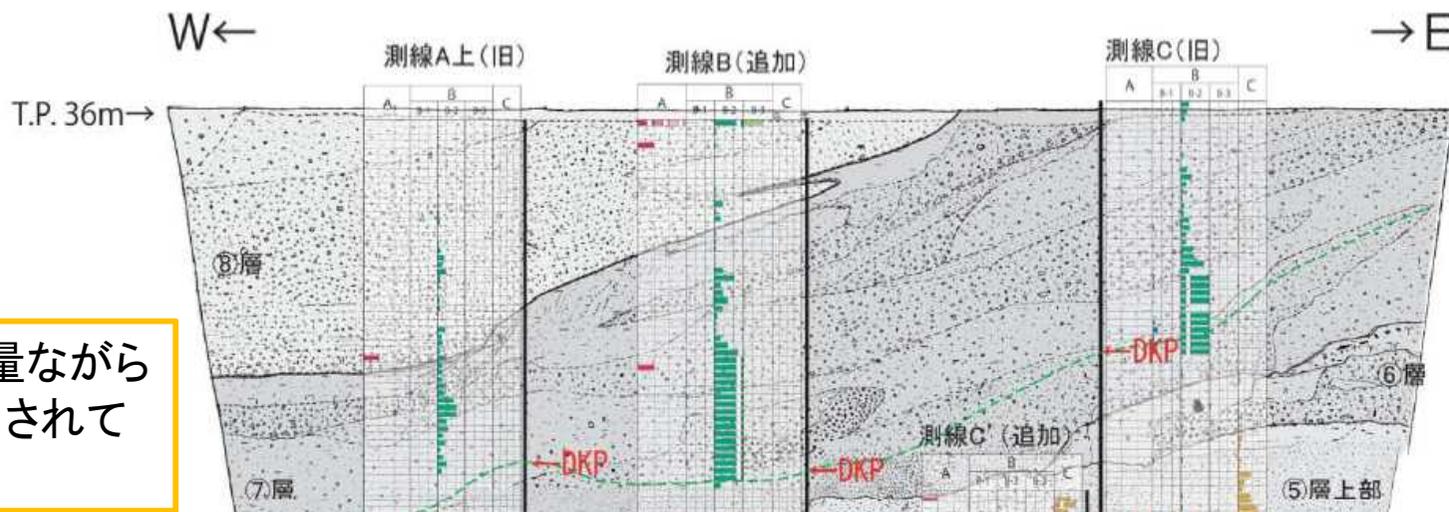
第3回追加調査評価会合(H26.6.21)  
「敦賀〇〇」を一部引用・加筆

図6 日本原電による⑤層の花粉分析結果

凡例

A	B			C
	B-1	B-2	B-3	
火山ガラスの 数量(含有量 (/3000粒子))	重結物の含有量 (/3000粒子)			β石英 (/3000粒子)
0.1 0.2	0.5 1.0	1.5 2.0	2.5 3.0	1.0 1.5

\* : 3/3000粒子以上を示す



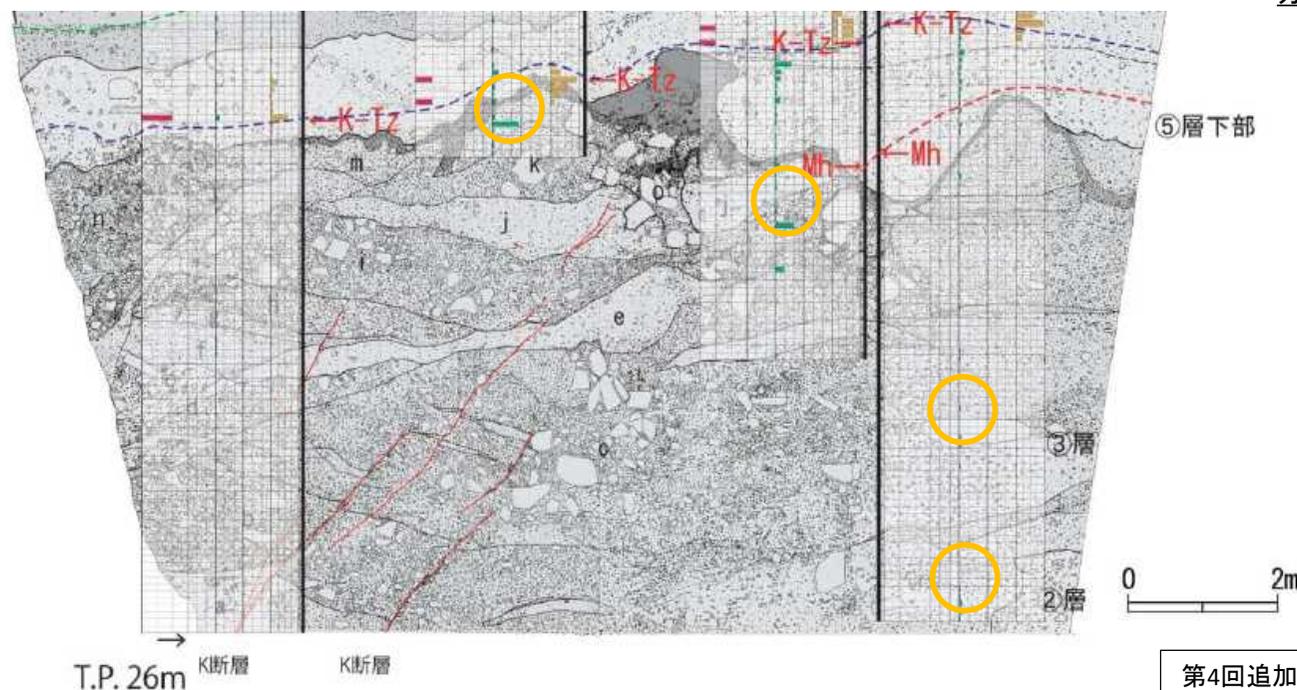
③層中からは、微量ながら普通角閃石が検出されている。

分析試料採取位置

- ③層(4試料)
  - B 0.4-0.5
  - C 2.4-2.7
  - C 0.1-0.4
  - C' 1.8-1.9
  
- C 6.0-6.5
  - ※ 試料名
  - ※ 測線下部からの試料

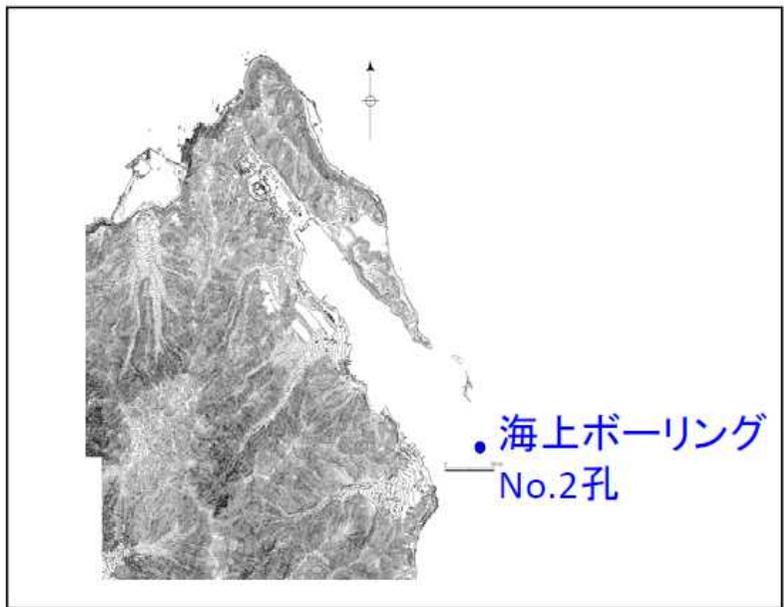
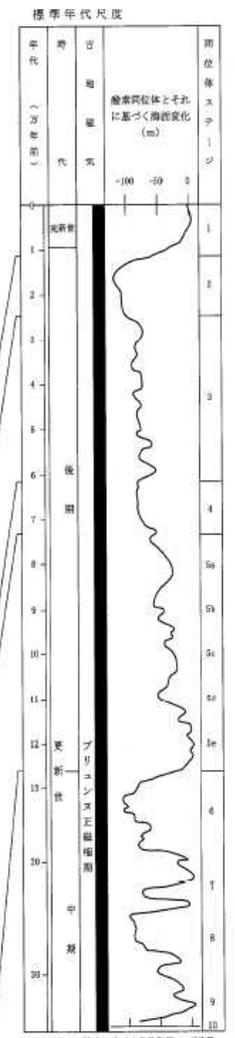
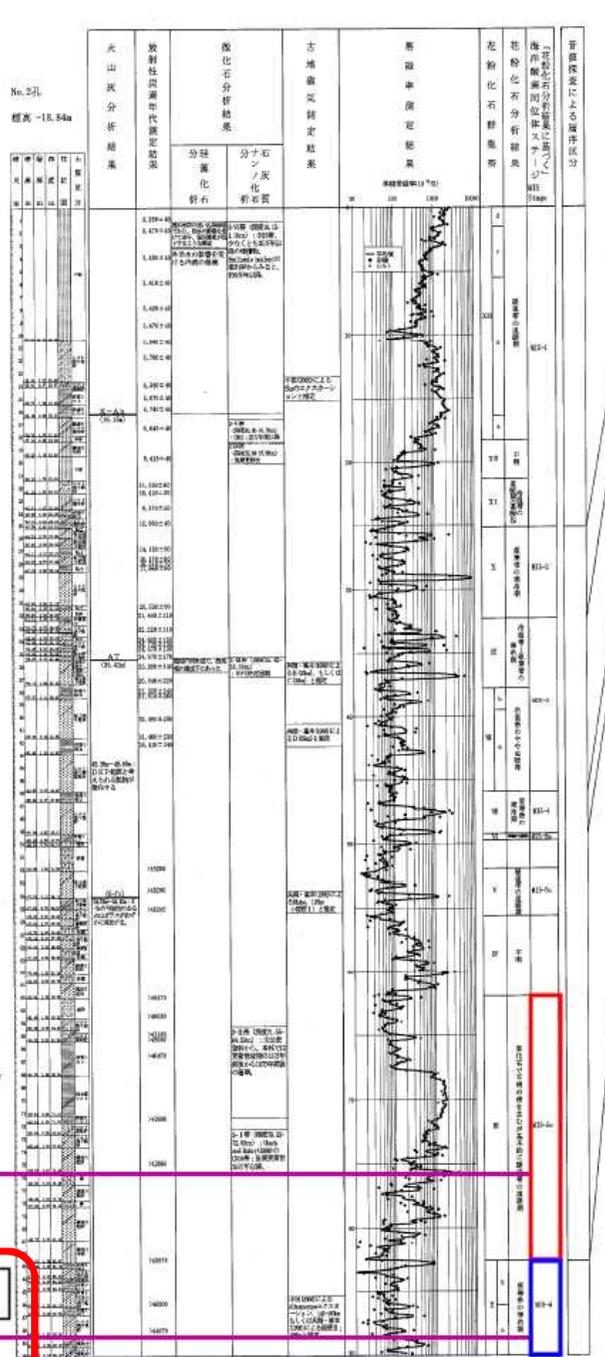


調査位置図



第4回追加調査評価会合(H26.9.4)  
「敦賀・追加4-2」を引用・加筆

図7-1 日本原電による③層テフラ分析結果 採取位置



No.2

試料番号	テフラ名	重量物の含有量 (3000粒/子)			片石率 (1000粒/子)	備考	斜方輝石の屈折率(γ)		
		Qps	Qhs	Cum			1.700	1.710	1.720
74.55-74.60									
74.70-74.75									
74.75-74.80									
74.80-74.85									
74.85-74.90	黒色テフラ								
74.90-74.95									
74.95-75.00									
75.00-75.05									
75.05-75.10									
75.10-75.15									
75.15-75.70									

試料番号	テフラ名	重量物の含有量 (3000粒/子)			片石率 (1000粒/子)	備考
		Qps	Qhs	Cum		
88.25-88.30						
88.30-88.35						
88.35-88.40						
88.40-88.45						
88.45-88.50						
88.50-88.55						
88.55-88.60						
88.60-88.65						
88.65-88.70						
88.70-88.75						
88.75-88.80						
88.80-88.85						
88.85-88.90						
88.90-88.95						
88.95-89.00						
89.00-89.05						
89.05-89.10						
89.10-89.15						
89.15-89.20						
89.20-89.25						
89.25-89.30						
89.30-89.35						
89.35-89.40						
89.40-89.45						
89.45-89.50						
89.50-89.55						
89.55-89.60						
89.60-89.65						
89.65-89.70						
89.70-89.75						
89.75-89.80						
89.80-89.85						
89.85-89.90						
89.90-89.95						
89.95-90.00						

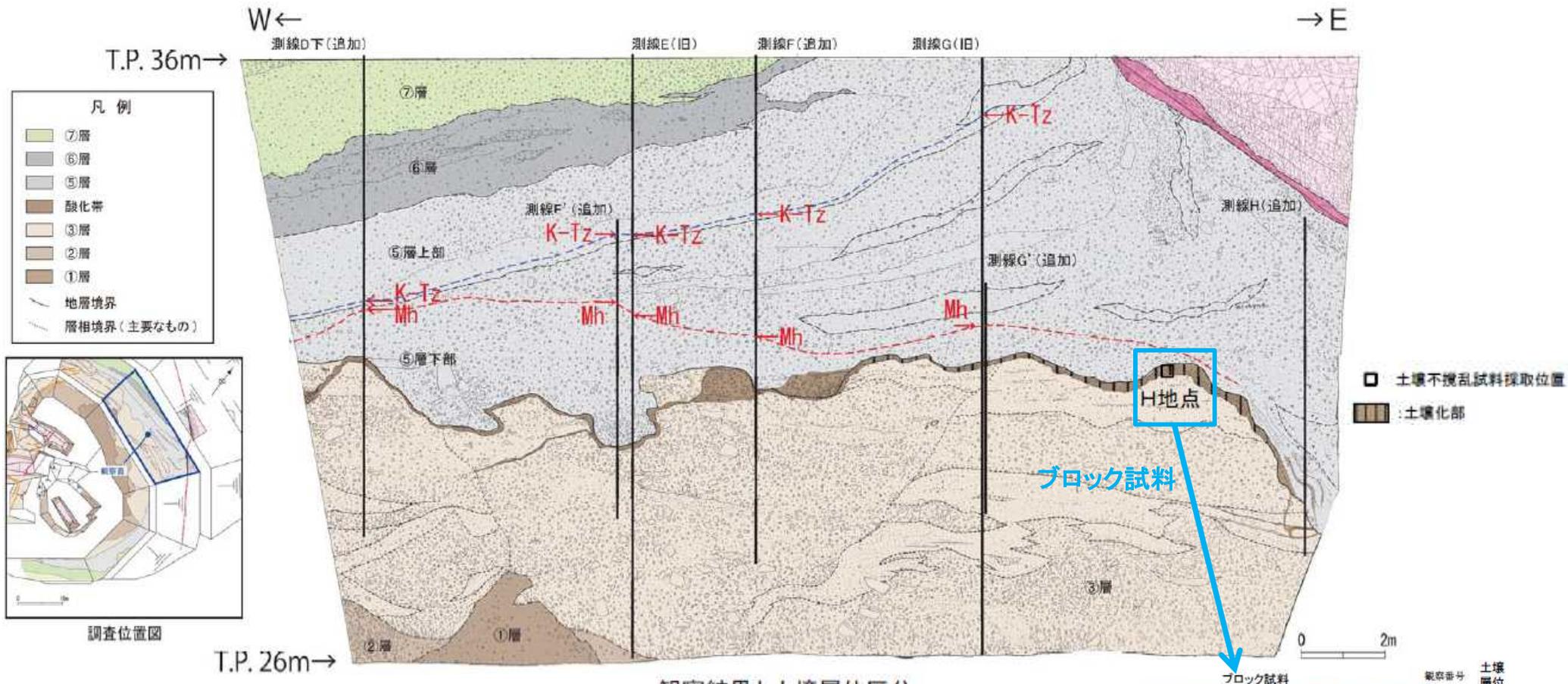
⑤層下部テフラ  
74.85-90m

88.45-50,88.70-75m  
③層の  
普通角閃石

・⑤層下部テフラと対比される普通角閃石をMIS5eに相当するコア中から確認した。  
・③層中の普通角閃石と対比される普通角閃石がMIS6に相当するコア中に混在する。

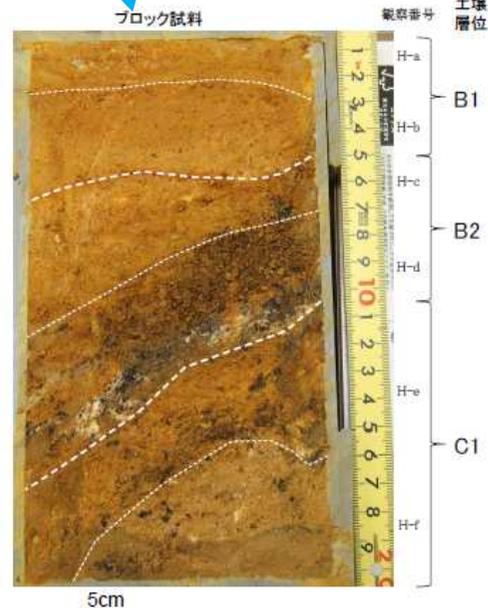
第4回追加調査評価会合(H26.9.4)  
「敦賀・追加4-2」を引用・加筆

1.3-6  
図7-2 海上ボーリングNo.2孔柱状図 (MIS6相当層中の普通角閃石)



### 観察結果と土壌層位区分

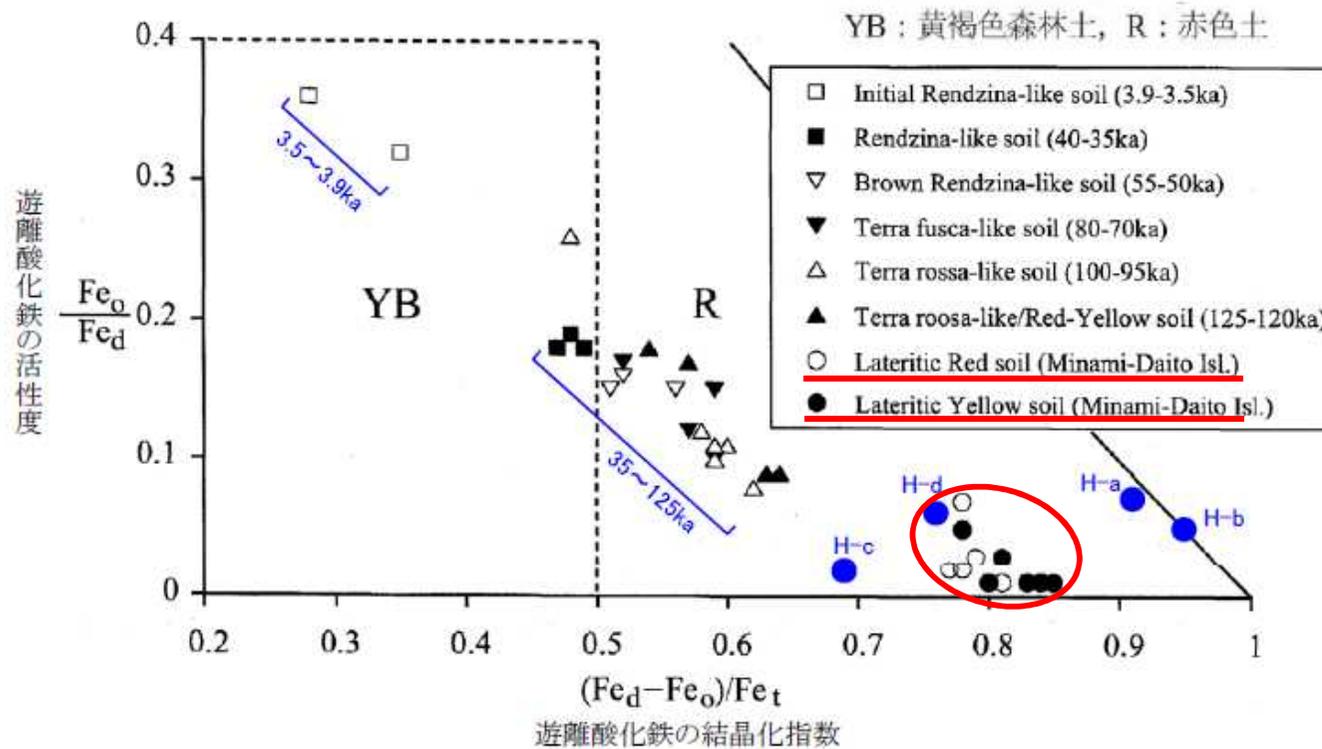
観察番号	腐植	色調	マンセルカラー	土質	土性	構造	堅密度	土壌層位
H-a	含まれない	橙色	2.5YR6/8	織流じり砂質シルト	積質壤土	かへく状	軟	B1
H-b	含まれない	橙色	7.5YR6/8	砂質シルト	積質壤土	かへく状	軟	
H-c	含まれない	黄褐色	10YR5/6	織流じり砂質シルト	壤土	かへく状~単粒状	軟	
H-d	含まれない	暗褐色 橙色	7.5YR3/4 2.5YR6/8	砂質シルト 酸化鉄 酸化マンガン	壤土	単粒状	軟	B2
H-e	含まれない	黄褐色	10YR5/6	シルト質砂	砂質壤土	単粒状 母材が見られる	堅	
H-f	含まれない	にがい黄褐色	10YR5/1	織流じりシルト質砂	砂質壤土	単粒状 母材が新鮮である	堅	



第2回追加調査評価会合(H26.6.21)  
「敦賀〇〇」を引用・一部編集

- ・ブロック試料の観察の結果、観察番号H-a~H-dは土壌化していると判断される。
- ・観察番号H-a、H-bはB1層に、観察番号H-c、H-dはB2層に区分される。
- ・堆積物の性状が明瞭になる観察番号H-e~H-fはC1層に区分される。
- ・③層最上部の年代を推定するため、B1層及びB2層を対象とした遊離酸化鉄の分析を実施した。

図8-1 日本原電による③層の土壌分析 分析試料採取位置



遊離酸化鉄の活性度—結晶化指数 (Maejima et al. (2002)に加筆)

遊離酸化鉄分析結果

試料名	活性度	結晶化指数
	$Fe_o/Fe_d$	$(Fe_d - Fe_o)/Fe_t$
H-a	0.07	0.91
H-b	0.05	0.95
H-c	0.02	0.69
H-d	0.04	0.76

・③層最上部に分布する土壌化した地層を対象に遊離酸化鉄分析を行った。

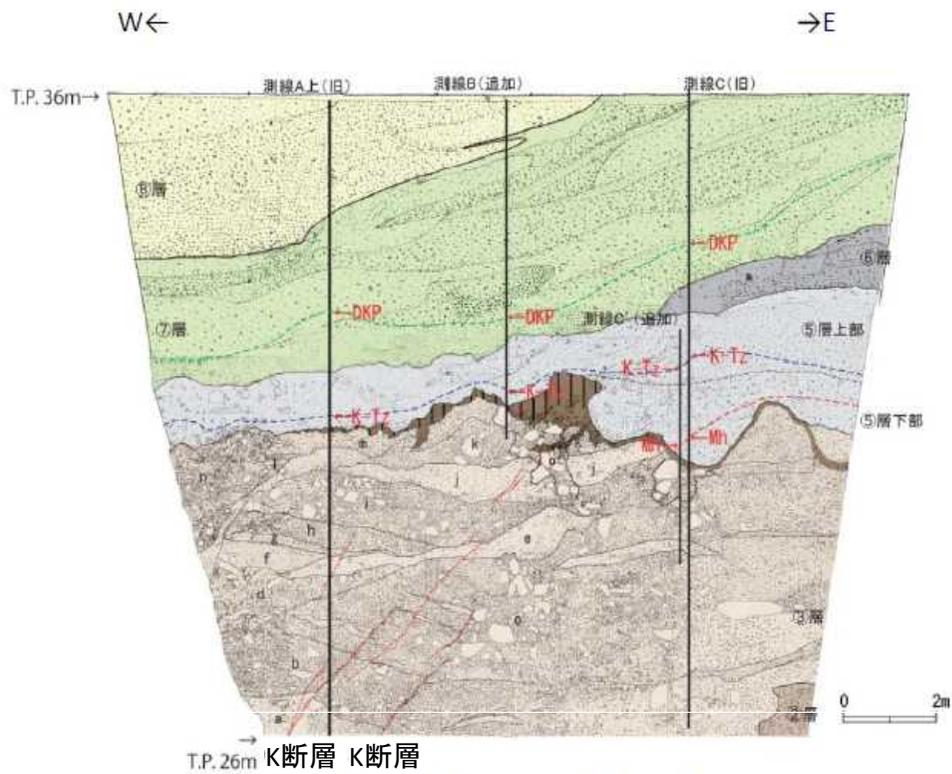
・ Maejima et al. (2002)における土壌型と活性度—結晶化指数ダイアグラムの関係によれば、すべての試料は赤色土\*1\*2に分類され、中期更新世に形成された土壌と同等の値を示しており、形成年代は少なくとも12.5万年前以前である。

\*1 永塚(1973)によると、高位段丘及び丘陵の赤色土の遊離酸化鉄の分析値は活性度 $\leq 0.4$ 、結晶化指数 $\geq 0.5$ とされている。

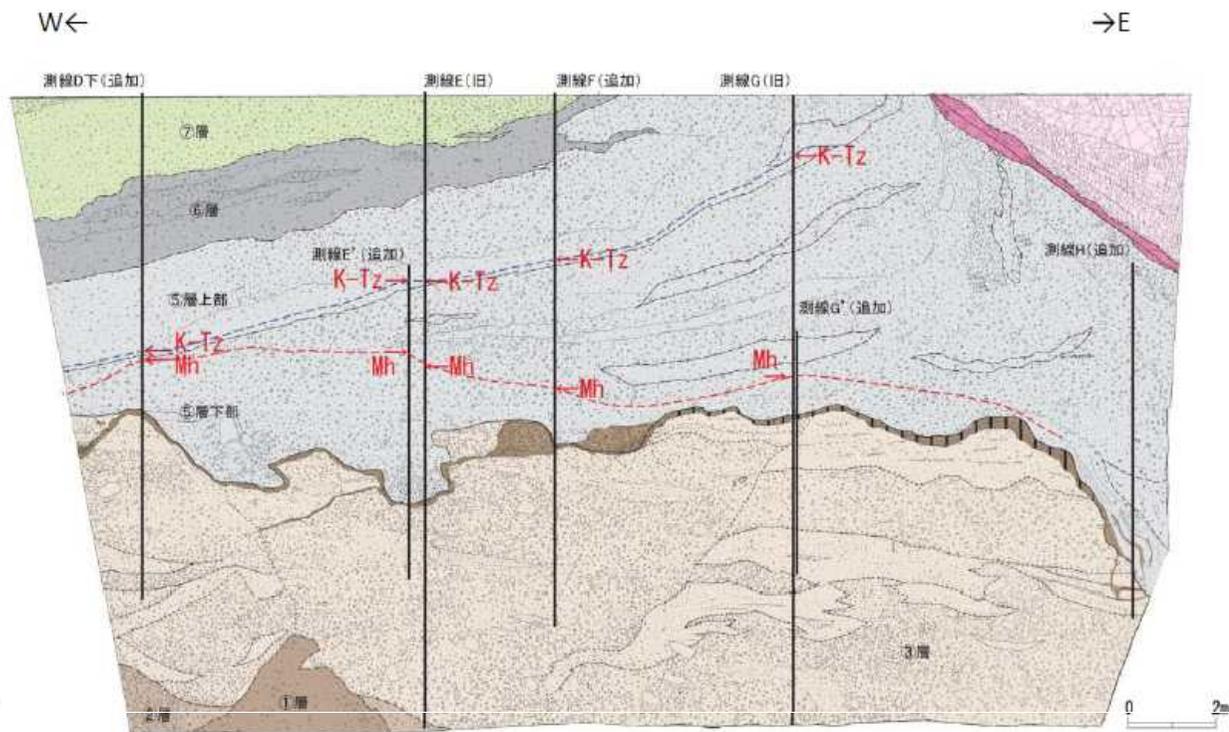
\*2 松井・加藤(1962)によると、赤色土は中位段丘以前の段丘面を被覆する地層に発達する土壌であるとされている。

第2回追加調査評価会合(H26.6.21)  
「敦賀〇〇」を引用・加筆

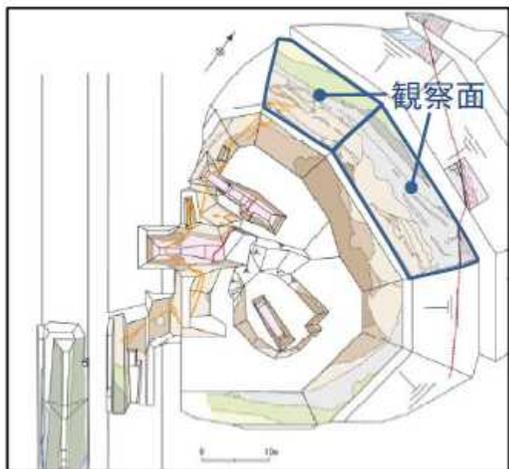
図8-2 日本原電による③層の土壌分析 分析結果



D-1トレンチ 北西法面



D-1トレンチ 北法面

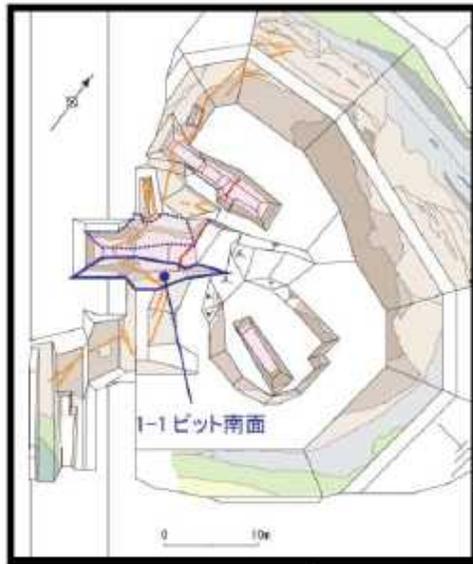


調査位置図

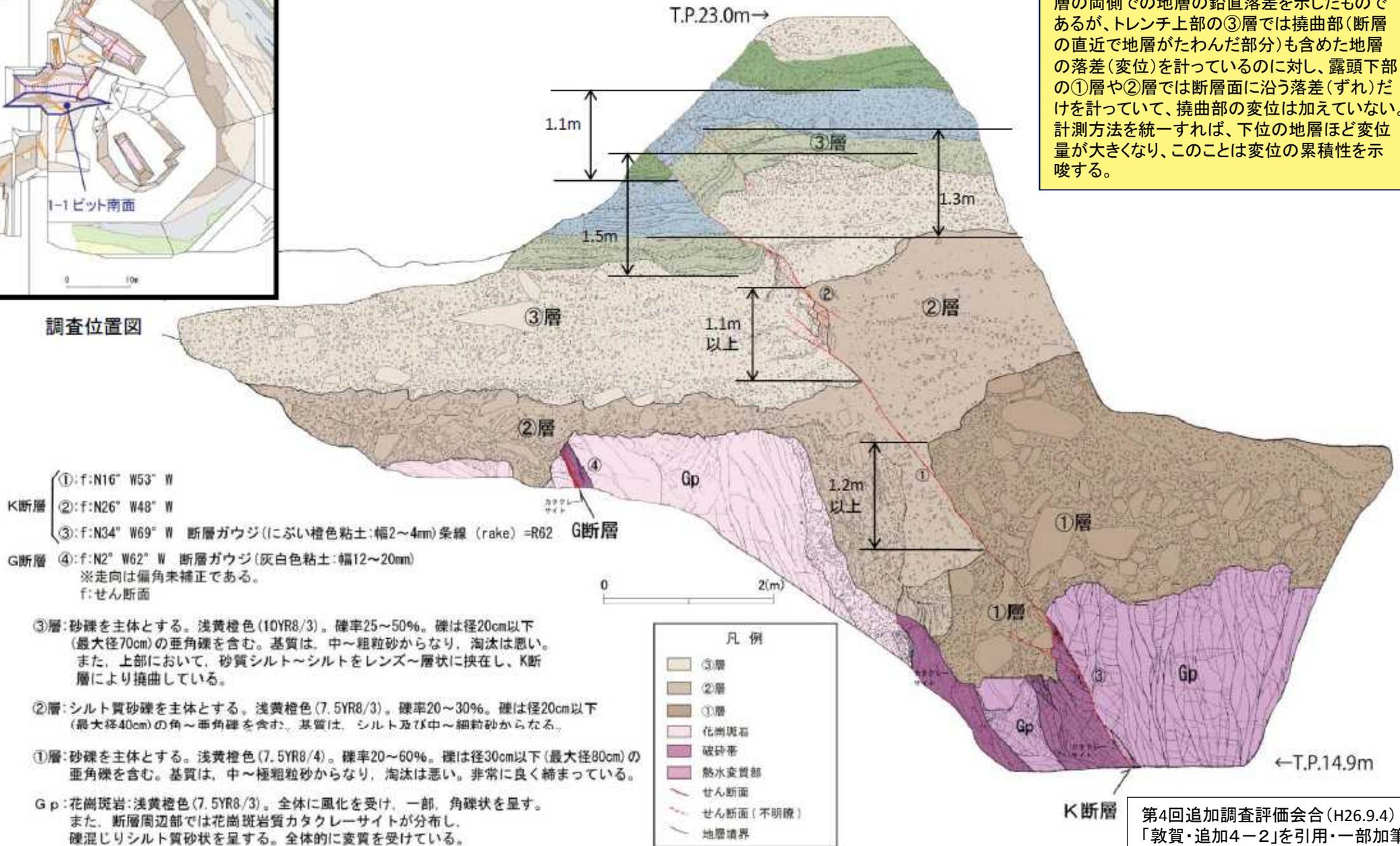


第4回追加調査評価会合(H26.9.4)  
「敦賀・追加4-2」を引用・加筆

図9-1 D-1トレンチにおけるK断層(北西法面～北法面の例)



調査位置図



矢印で示された数字は事業者が計測したK断層の両側での地層の鉛直落差を示したものであるが、トレンチ上部の③層では撓曲部(断層の直近で地層がたわんだ部分)も含めた地層の落差(変位)を計っているのに対し、露頭下部の①層や②層では断層面に沿う落差(ずれ)だけを計っていて、撓曲部の変位は加えていない。計測方法を統一すれば、下位の地層ほど変位量が大きくなり、このことは変位の累積性を示唆する。

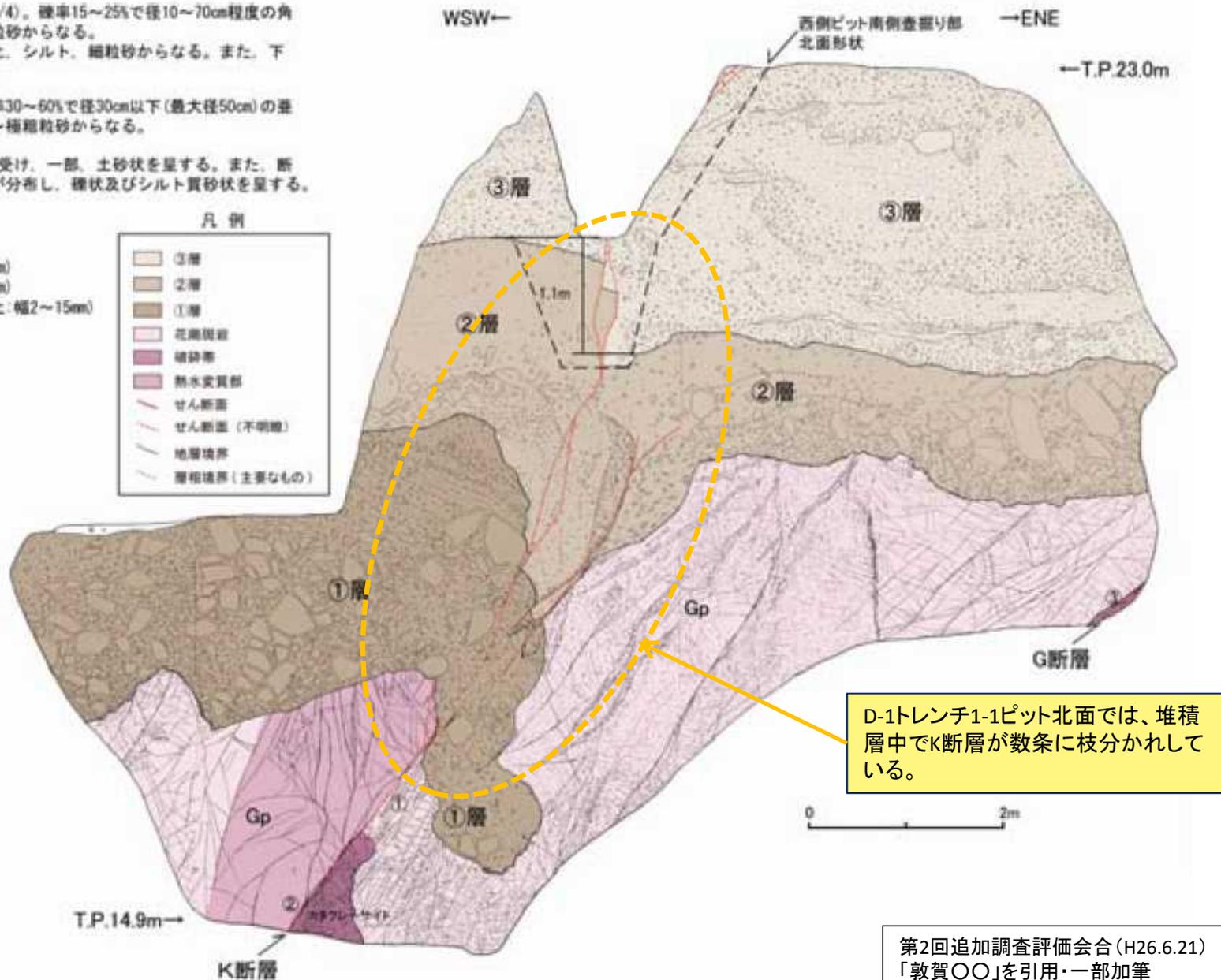
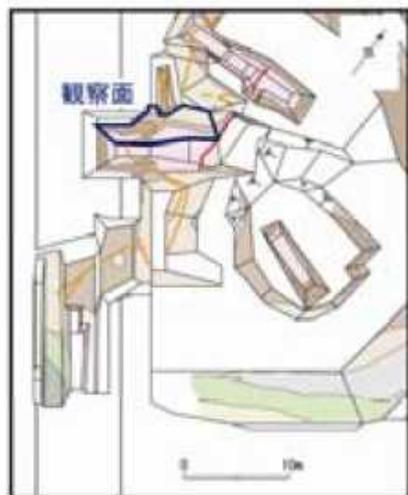
第4回追加調査評価会合(H26.9.4)「敦賀・追加4-2」を引用・一部加筆

図9-2 D-1トレンチにおけるK断層(1-1ピット南面の例)

- ③層:砂礫を主体とする。浅黄褐色(7.5YR8/3)。礫率20~40%で径10cm以下の亜角礫からなる。淘汰は良い。基質は中~粗粒砂からなり、一部、細砂及びシルトからなり、細礫を含み、葉理が発達する。
- ②層:シルト質砂礫を主体とする。にぶい橙色(5YR7/4)。礫率15~25%で径10~70cm程度の角~亜角礫からなる。基質はシルト及び中~細粒砂からなる。上部には砂礫混じりシルトが分布し、主に粘土、シルト、細粒砂からなる。また、下部の一部には、シルト質砂礫が分布している。
- ①層:砂礫を主体とする。浅黄褐色(7.5YR7/3)。礫率30~60%で径30cm以下(最大径50cm)の亜角礫からなる。淘汰は極めて悪い。基質は中~粗粒砂からなる。
- Gp:花崗斑岩:浅黄褐色(7.5YR8/4)。全体に風化を受け、一部、土砂状を呈する。また、断層周辺部では、花崗斑岩質カタクレーサイトが分布し、礫状及びシルト質砂状を呈する。全体的に変質している。

- ①:f:N7° N64° ■ 断層ガウジ(灰褐色粘土:幅2~6mm)  
 ②:f:N3° N61° ■ 断層ガウジ(灰褐色粘土:幅3~6mm)  
 ③:f:N13° E65° ■ 断層ガウジ(橙色(7.5YR6/6)粘土:幅2~15mm)

※走向は偏角未補正である。  
 f:せん断面



D-1トレンチ1-1ピット北面では、堆積層中でK断層が数条に枝分かれしている。

第2回追加調査評価会合(H26.6.21)  
 「敦賀〇〇」を引用・一部加筆

図9-3 D-1トレンチにおけるK断層(1-1ピット北面の例)

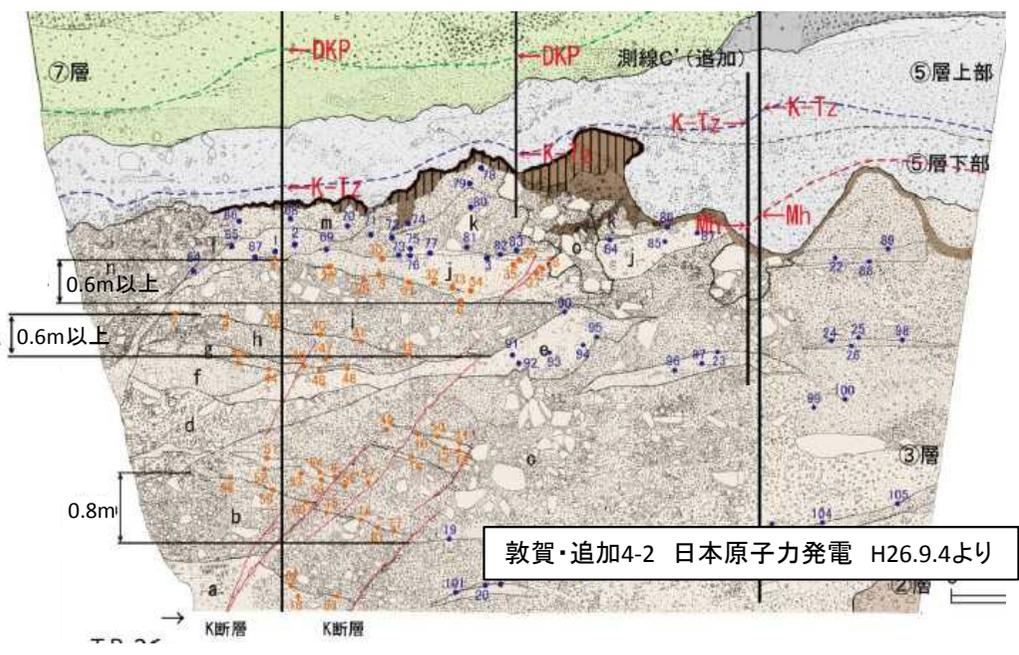
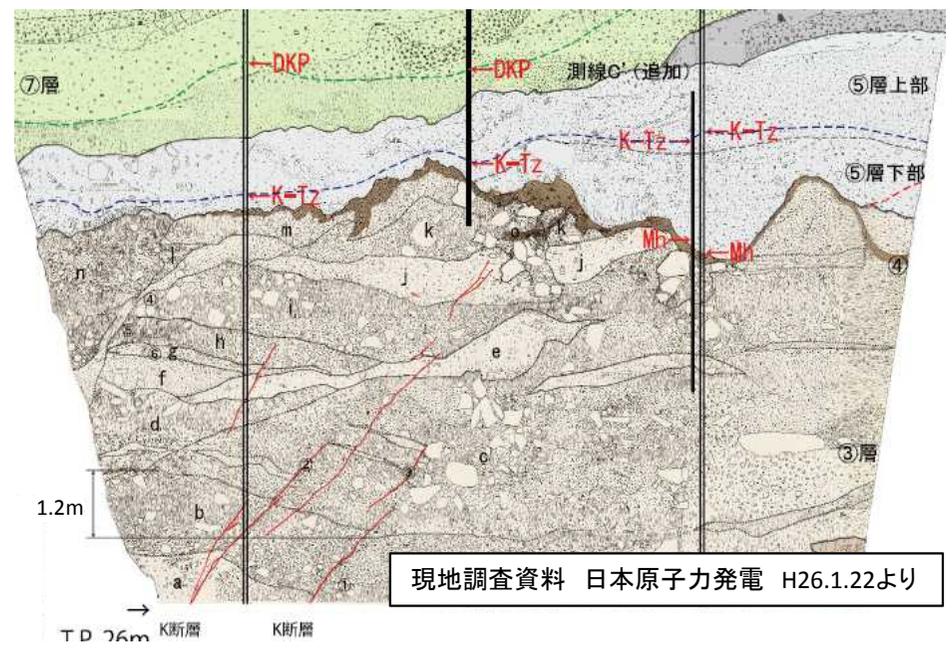
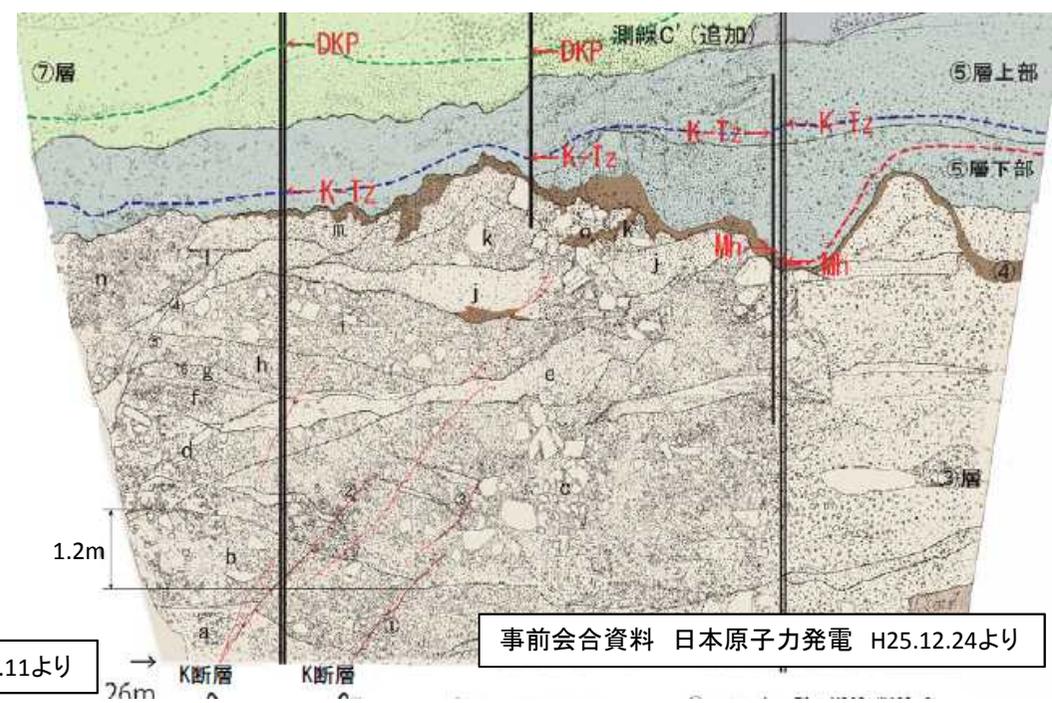
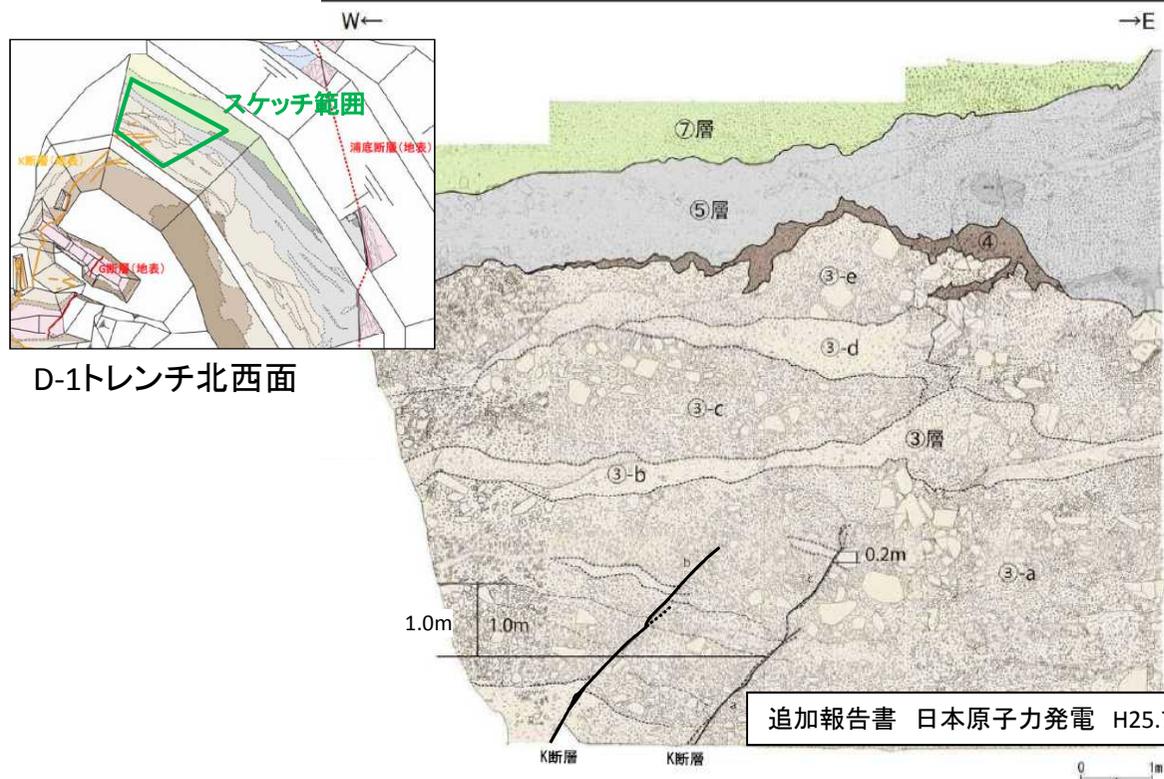
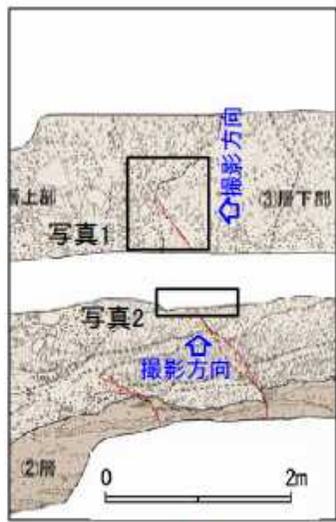


図10 日本原電によるD-1トレンチ北西法面スケッチの変遷



写真撮影位置

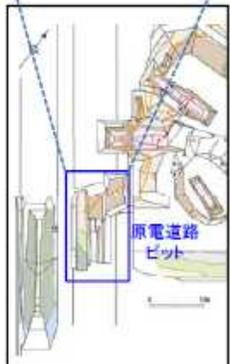
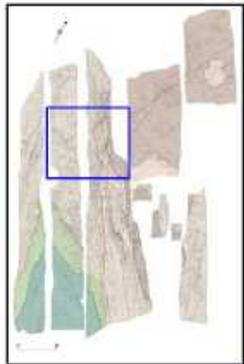
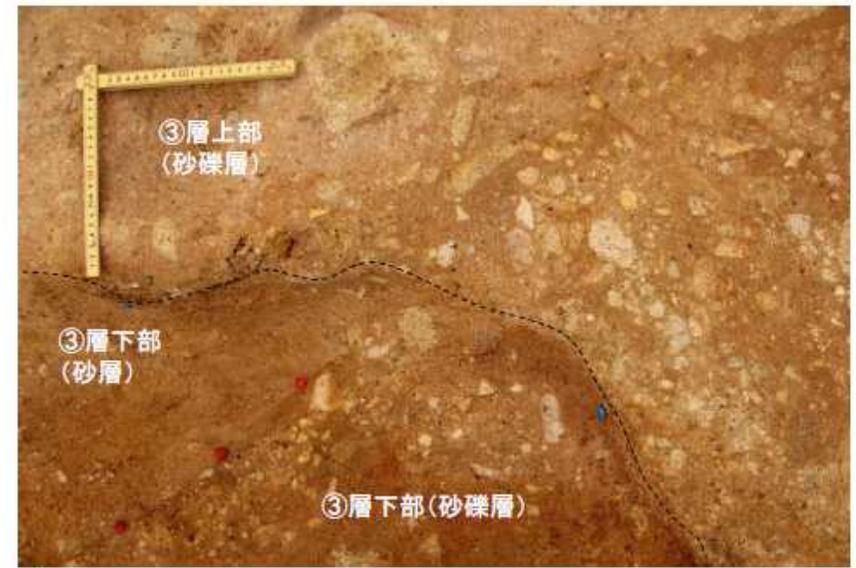


写真1  「島状頂盤部」を北西から南東方向に撮影



 K断層



写真2  東向き法面部を北東から南西方向に向けて撮影



 K断層

・K断層左側の砂層、右側の砂礫層は③層上部の砂礫層に覆われている。  
 ・K断層を覆う③層上部に変位・変形は認められない。

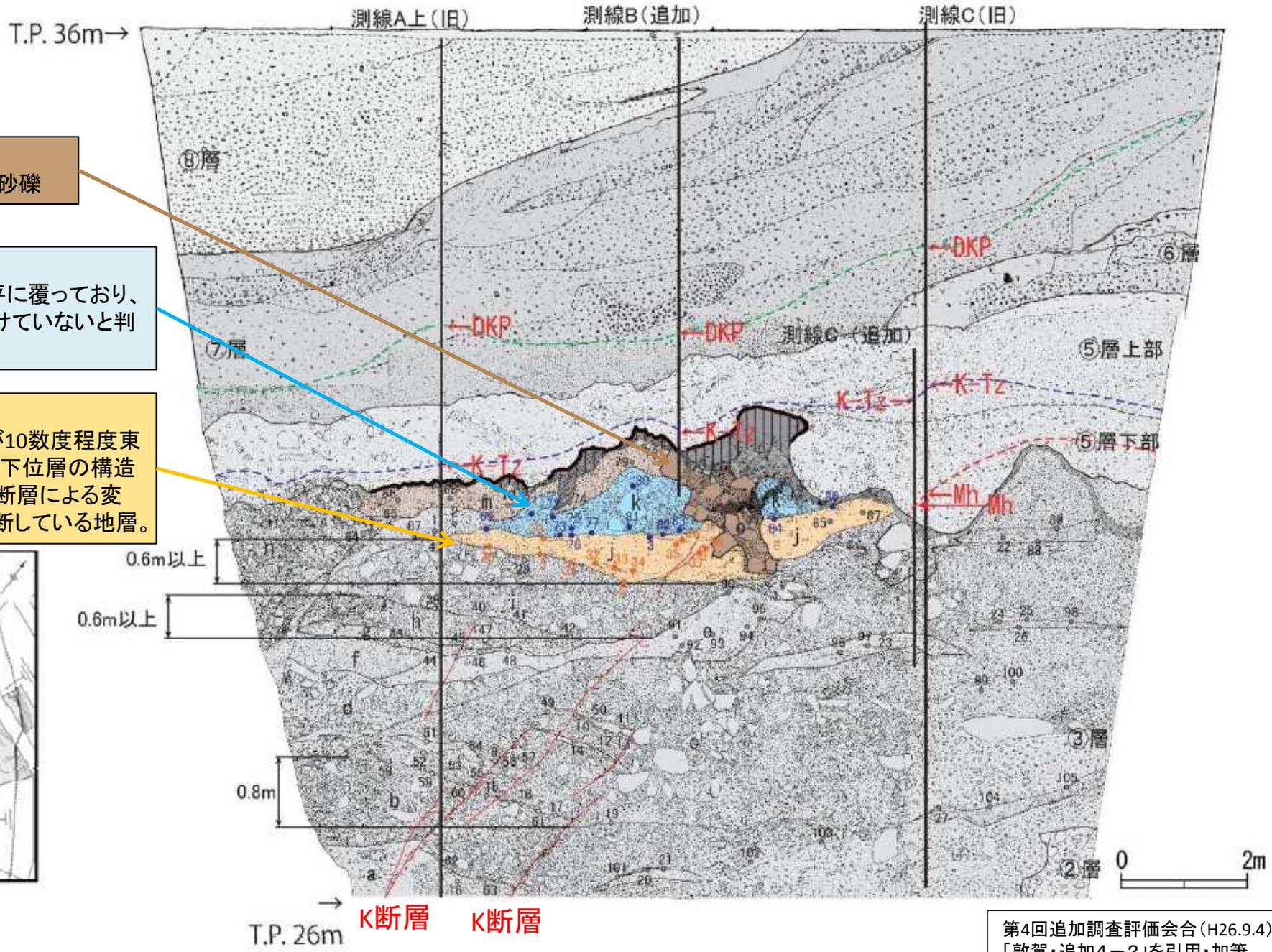
原電道路ピット K断層と③層上部写真

第4回追加調査評価会合 (H26.9.4)  
 「敦賀・追加4-2」を引用・一部加筆

図11 日本原電による原電道路ピットにおけるK断層の観察結果

W←

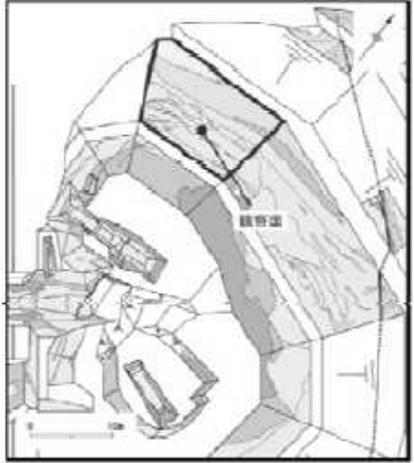
→E



《o層》  
極めて粗粒・不均質な砂礫

《k層》  
日本原電が、j層を水平に覆っており、K断層による変形を受けていないと判断している地層。

《j層》  
日本原電が、層理面が10数度程度東側へ傾斜し、i層などの下位層の構造と平行になっており、K断層による変形を反映していると判断している地層。

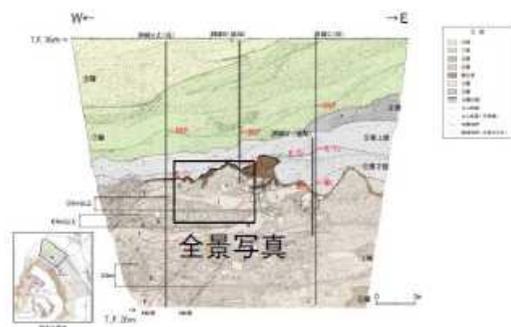


調査位置図

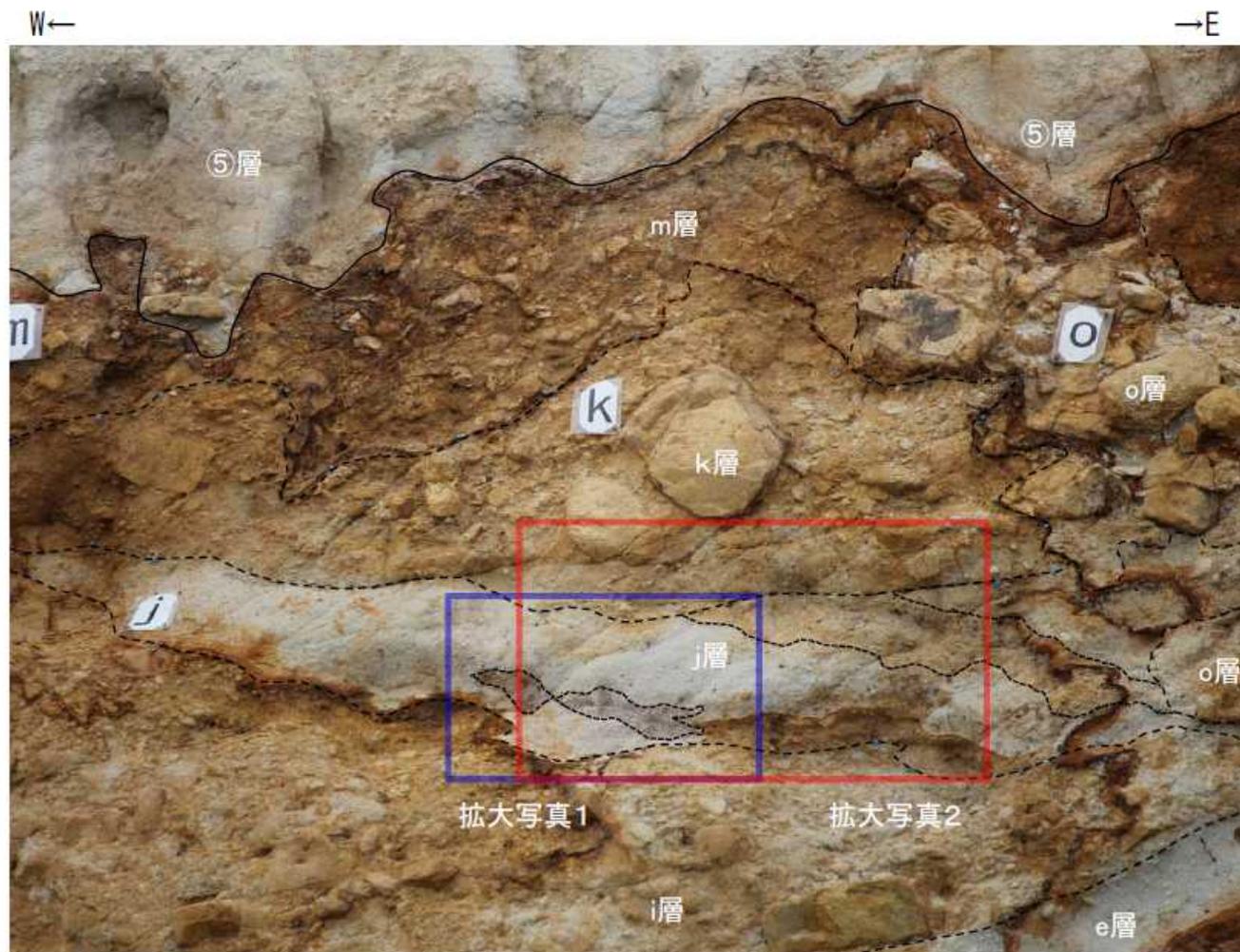
第4回追加調査評価会合(H26.9.4)  
「敦賀・追加4-2」を引用・加筆

図12-1 日本原電によるD-1トレンチ北西法面のスケッチとK断層の解釈

## 地層の走向・傾斜



D-1トレンチ 北西法面



全景写真

第4回追加調査評価会合(H26.9.4)  
「敦賀・追加4-2」を引用・加筆

- ・j層は腐植層、砂礫層などを挟在し、これらの層理面は10数度程度、東側へ傾斜し、i層などの下位層の構造と平行になっている。
- ・このj層の構造(層理面の姿勢)はK断層による変形を反映していると判断される。
- ・j層直上のk層はj層をほぼ水平に覆っており、またj層の層厚が西側で薄くなっていることから、j層とk層は不整合関係にある。

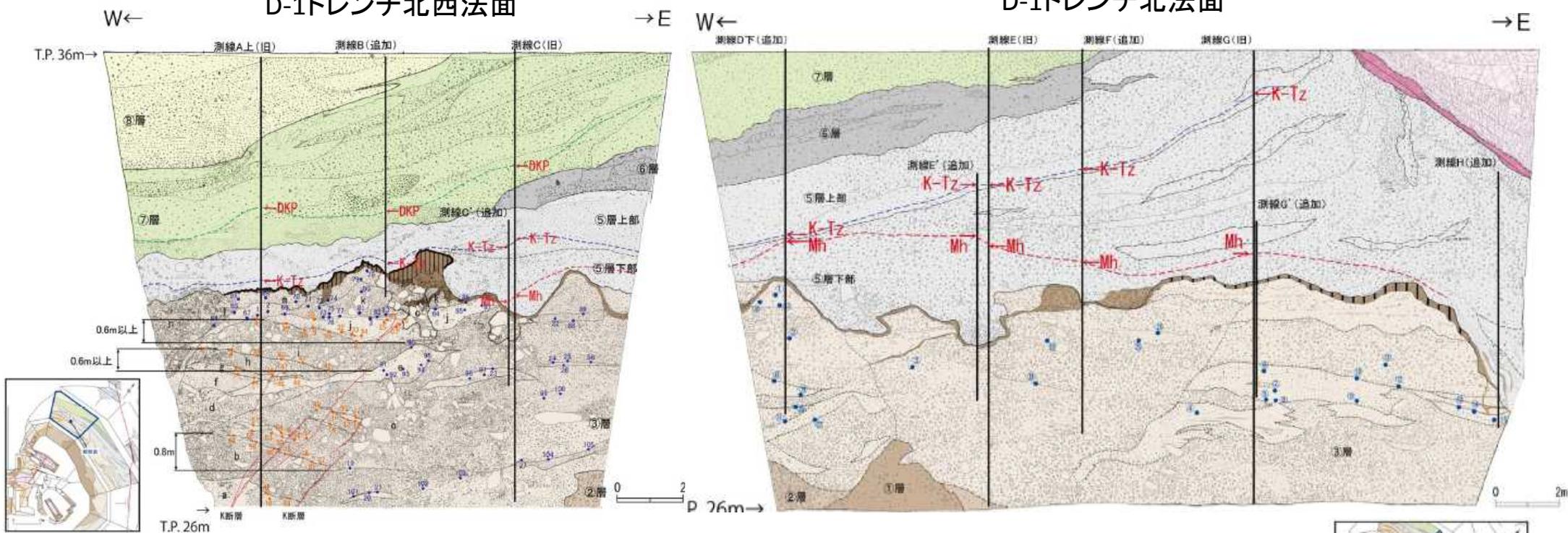
2.1-6

14~25 -11

図12-2 日本原電によるD-1トレンチ北西法面におけるj層とk層の観察

### D-1トレンチ北西法面

### D-1トレンチ北法面

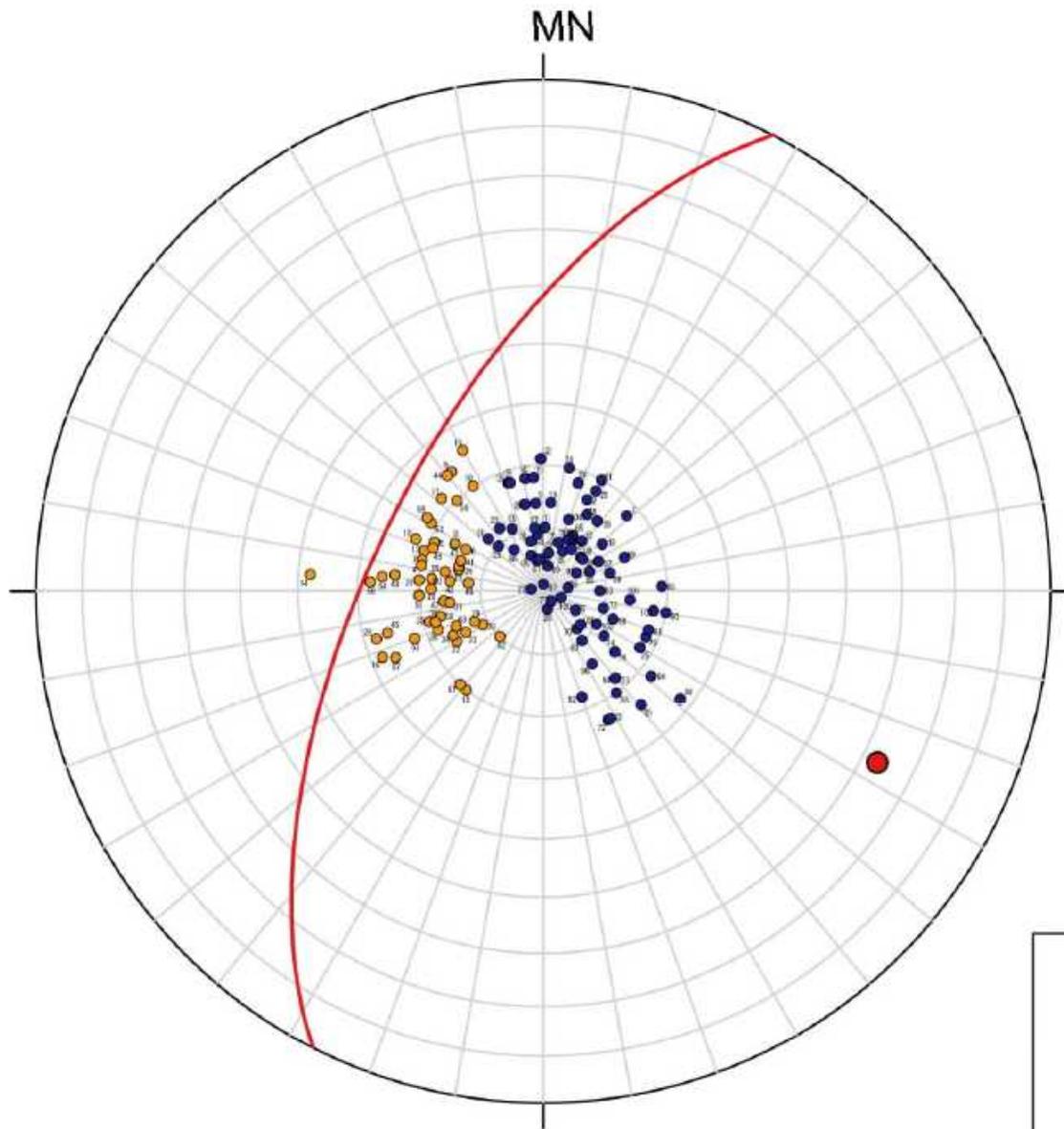


● K断層による影響を受けたと判断した地層  
 ● K断層による影響を受けていないと判断した地層  
 シュミットネット解析結果は図13-2に掲載

・K断層による地層の変形がどこまで及んでいるのか判断するため、③層内の地層の走向・傾斜について計測した。  
 ・計測は、第2回追加調査評価会合以降、計測可能な層理や葉理についても追加している。  
 ・なお、チャンネルの側壁などの局所的な構造については計測対象とはしていない。

第4回追加調査評価会合(H26.9.4)  
 「敦賀・追加4-2」を引用・一部編集

図13-1 日本原電による変形した③層と非変形の③層の対比 走向・傾斜計測位置 40 / 57



・地層の走向・傾斜の値は、「K断層付近に位置するデータ群」と「それ以外のデータ群」の2つのグループに分かれることがより明確になった。

・「K断層付近に位置するデータ群」は、K断層の走向に近いものも多く、その傾斜の多くは東傾斜を示す。  
 ・一方、「それ以外のデータ群」は、前者と異なり、その傾斜はいずれも南傾斜ないしは西傾斜を示す。



以上のことから、「K断層付近に位置するデータ群」はK断層の影響を受けて変形したものであると判断され、j層はこのデータ群に含まれることから、j層もK断層によって変形したと判断される。

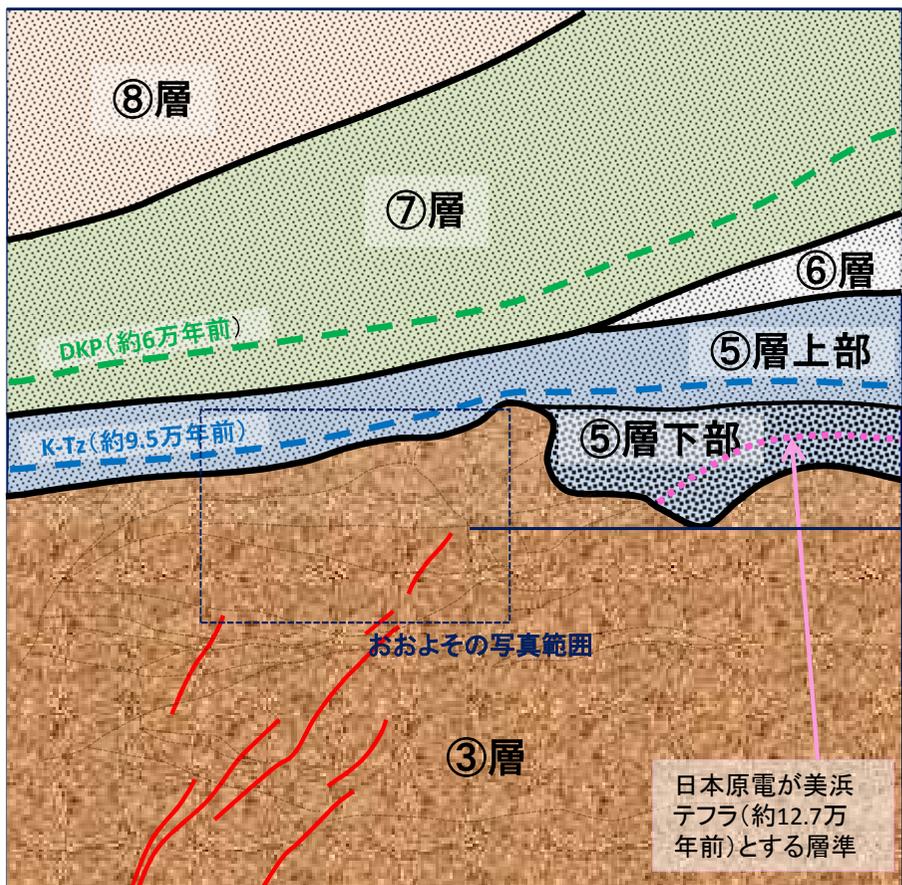
凡 例

- 北西面におけるK断層の走向・傾斜 (N27° E63° W)
- K断層による影響を受けたと判断した地層
- K断層による影響を受けていないと判断した地層

シュミットネット下半球法線投影

第4回追加調査評価会合(H26.9.4)  
「敦賀・追加4-2」を引用

図13-2 日本原電による変形した③層と非変形の③層の対比 解析結果



約9.5万年前よりも新しい地層。

K断層の変位・変形が認められない

約12.7万年前頃の可能性がある地層。

K断層の変位・変形の有無が明確には分からない

約12～13万年前頃よりも古い可能性がある地層。

K断層の変位・変形が認められる

およその写真範囲

③層

日本原電が美浜テフラ(約12.7万年前)とする層準

K断層



写真: ③層の層相は粗粒・不均質



D-1トレンチ北西法面

第4回追加調査評価会合(H26.9.4)「敦賀・追加4-2」を引用

<K断層の活動時期について>

- 基盤から③層までは、K断層による明瞭な変位・変形が及んでいる様子が確認される。
- ③層は、粗粒・不均質で(写真参照)、本来の堆積構造が明確ではないので、活動性を判断する基準として用いるには適切な地層ではない。
- ⑤層下部はK断層の変形ゾーン全体を覆っていないことなどから、K断層の活動性を判断する地層としては適切ではない。
- ⑤層上部はK断層の変形ゾーン全体を覆っており、変位・変形が見られない。
- 以上より、K断層は、③層の堆積時期から⑤層上部堆積前までの間に活動している可能性があり、後期更新世以降(約12～13万年前以降)の活動を否定することはできない。

図14 D-1トレンチ北西法面におけるK断層の活動性についての評価

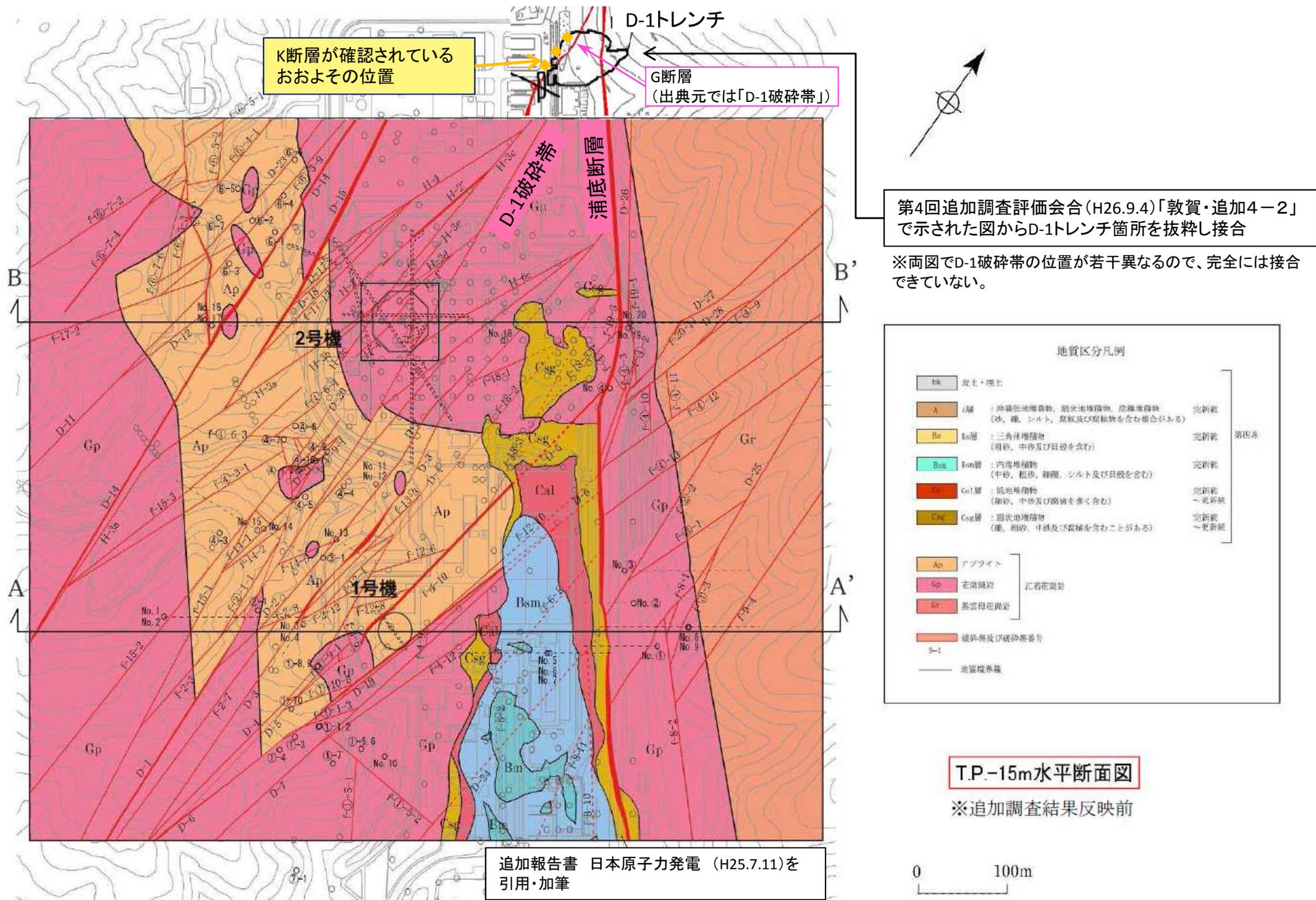
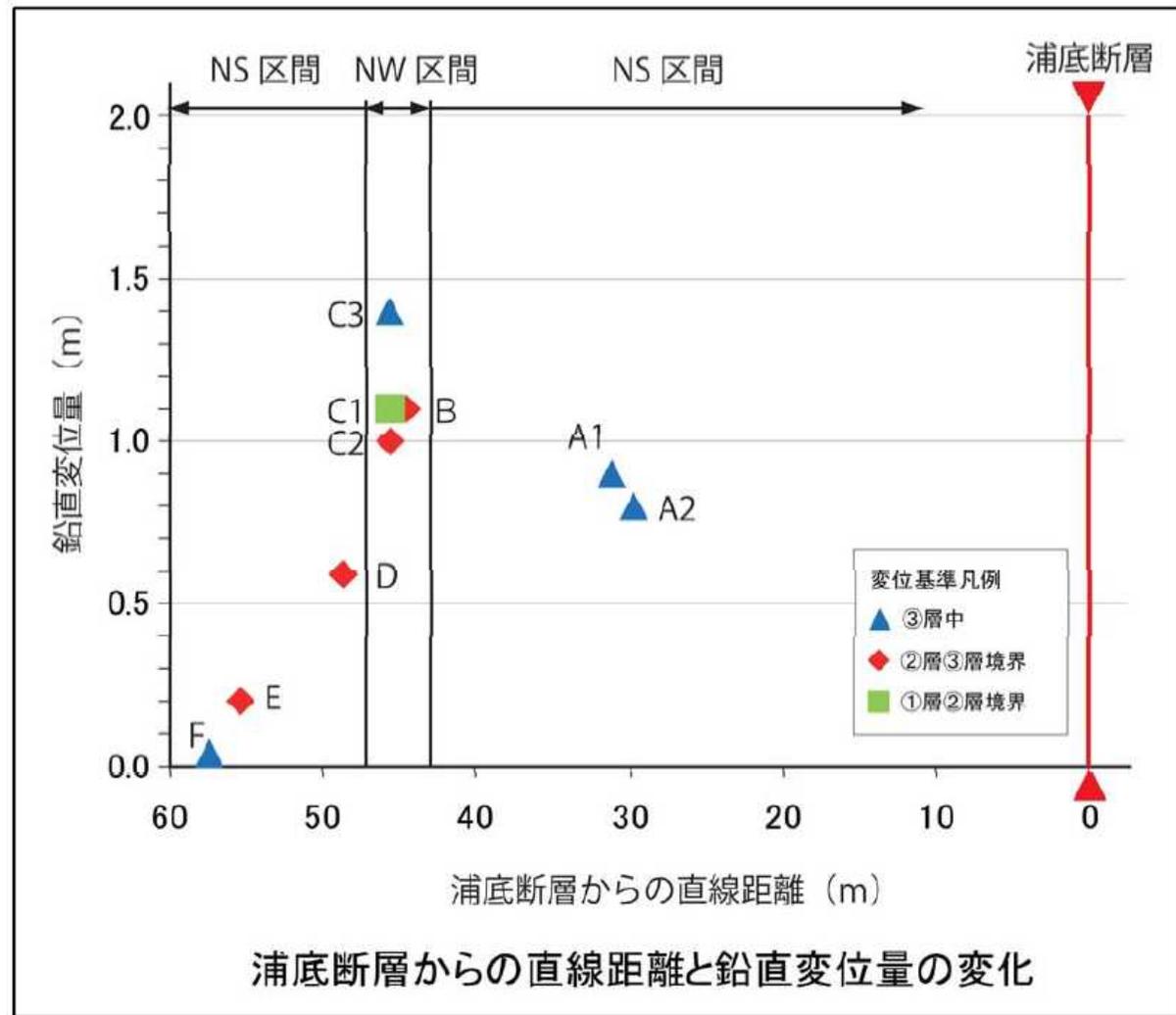
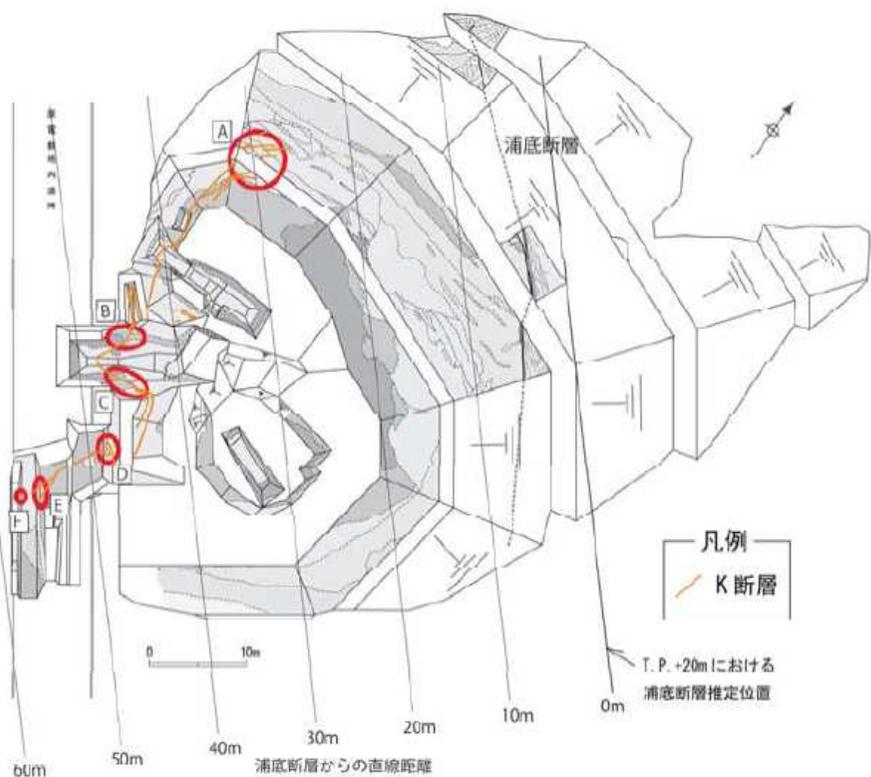


図15 D-1トレンチ南方の地質水平断面図(T.P.-15m)

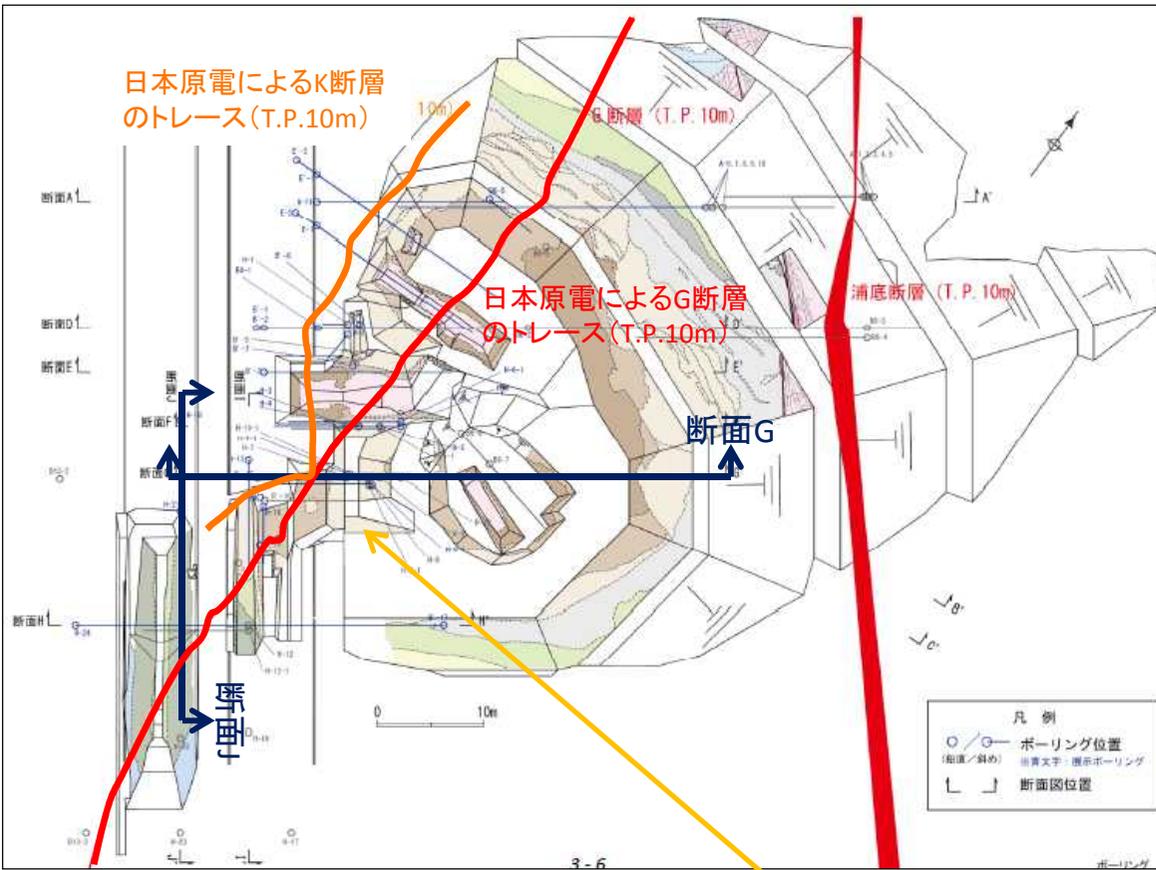


統一的方法で再整理した結果、K断層の鉛直変位量は、北部で1m程度であるが、南方にいくなにつれて急激に減少し、原電道路路ピット付近(F地点)でほぼ認められなくなる。

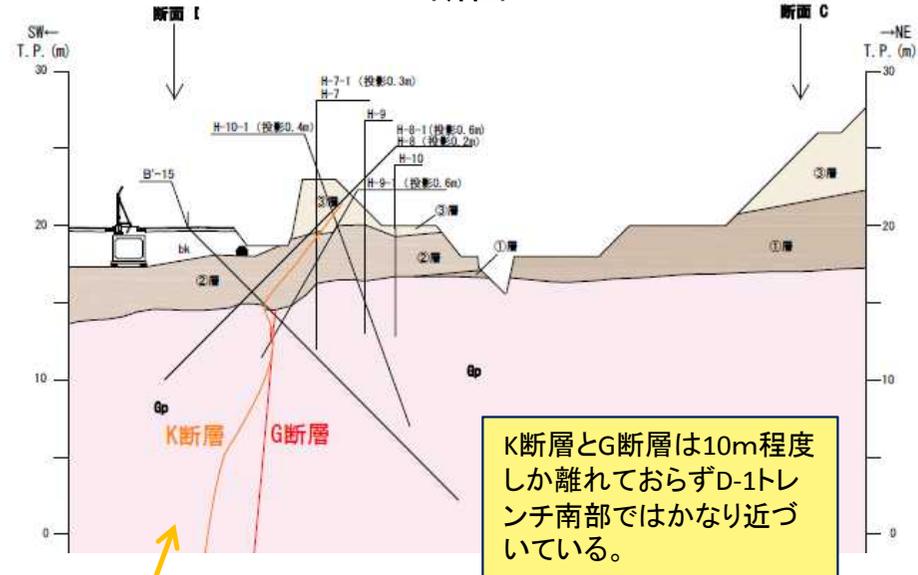
第2回追加調査評価会合(H26.6.21)  
「敦賀〇〇」を引用・加筆

図16 日本原電によるK断層の浦底断層からの直線距離と鉛直変位量の変化の検討

# D-1トレンチ

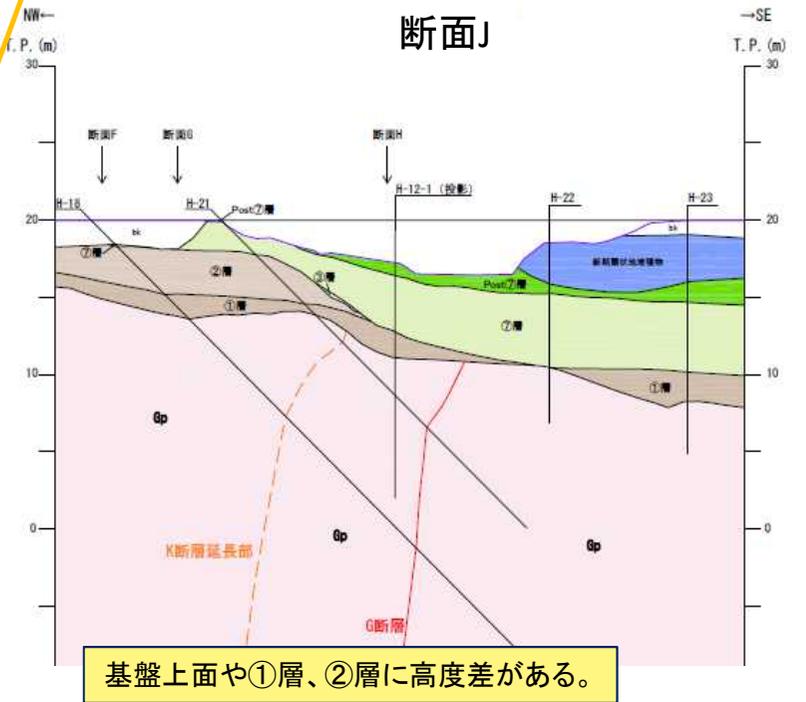


# 断面G



K断層とG断層は10m程度しか離れておらずD-1トレンチ南部ではかなり近づいている。

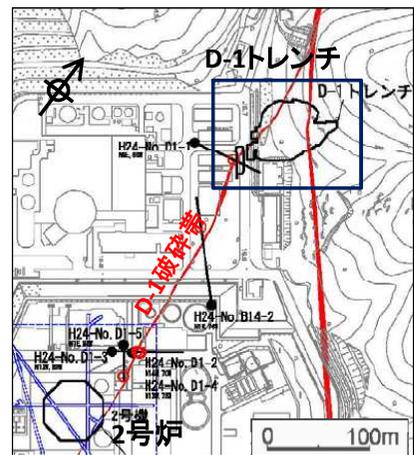
# 断面J



基盤上面や①層、②層に高度差がある。

K断層は著しく屈曲していることから、1つの断層面に沿って整然と変位しているタイプではなく、様々な方向をもつ複数の破碎帯を変位が乗り継いでいる可能性がある。

K断層がD-1トレンチ南方において基盤上面及びその上位の堆積物を変位・変形させている可能性を否定することはできず、南方へ連続している可能性も否定できない。



・第4回追加調査評価会合 (H26.9.4)「敦賀・追加4-2」  
 ・敦賀発電所敷地の地質・地質構造に関する現地確認資料 (H26.1.20,21) を引用・加筆

図17 K断層の連続性について

## 【参考1】

### 敦賀発電所敷地内の破砕帯の調査に関する経緯

○平成16年3月30日

- ・日本原電が、旧原子力安全・保安院（以下「旧保安院」という。）に対し、敦賀発電所設置変更許可（3/4号炉増設）を申請。

○平成17年2月22日

- ・当該安全審査の過程で、旧保安院が、日本原電に対し、敦賀発電所の敷地周辺の活断層に係るデータを一層充実するために追加調査を行うよう指示。

○平成18年9月19日

- ・耐震指針改訂（翌20日、旧保安院から各原子力事業者に対して耐震バックチェックを指示。）

○平成20年3月31日

- ・平成17年2月の指示に基づく追加調査結果について、日本原電が旧保安院に報告書を提出。その中で、1号炉及び2号炉の原子炉建屋から約200～300mの位置にある従来活断層ではないとしていた浦底断層について、最新の活動時期が4000年前以降の活断層であるとの評価を報告している。併せて、敷地内の破砕帯については、後期更新世以降の活動がないと報告。

○平成22年9月14日

- ・耐震バックチェックを審議した旧保安院主催の耐震・構造設計小委員会地震・津波、地質・地盤合同ワーキンググループCサブグループで、瀬瀬主査ほかの委員から、敦賀発電所敷地内の破砕帯について、浦底断層が至近距離にあるため、変位等についてさらに検討が必要、との指摘あり。

○平成23年11月11日

- ・旧保安院が、日本原電に対し、浦底断層の至近距離にある敷地内の破碎帯の活動性に関する評価を実施するよう指示。

○平成24年4月24日

- ・旧保安院の地震・津波に関する意見聴取会が、敷地内破碎帯に関する現地調査を実施。意見聴取会の複数の委員から、「今の時点だとやはり活断層である可能性を否定できない。」、「南北の古い構造は、浦底断層に近いほど、動いていると思う。」、「浦底断層が動くことによって、局所的に引張場ができることもあるため、正断層センスの破碎帯が動くこともあり得る。」との指摘あり。

○平成24年5月14日

- ・地震・津波に関する意見聴取会で、日本原電が敷地内破碎帯に関する今後の追加調査計画について報告。

## 【参考2】

### 現地調査、評価会合等の開催実績

#### ○平成24年

- ・11月14日(水) 「敦賀発電所敷地内破砕帯の調査に関する有識者会合」の開催を原子力規制委員会です承。
- ・11月27日(火) 事前会合開催(過去の審議経過等説明)
- ・12月1日(土) 現地調査実施(一部の委員は2日(日)の及び2日(日)代わりに8日(土)に実施)
- ・12月10日(月) 第1回評価会合開催(有識者会合メンバーによる調査結果報告、日本原電からの補足説明等)

#### (参考)

島崎委員及び原子力規制庁職員による準備調査実施日(計2回)

- ・平成24年11月16日
- ・同年 11月26日

#### ○平成25年

- ・1月28日(月) 第2回評価会合開催(評価書案の審議)
- ・3月8日(金) 第3回評価会合開催(日本原電からの説明・評価書案の審議)
- ・3月8日(金) ピア・レビュー会合開催(敦賀発電所敷地内破砕帯の調査に関する有識者会合以外の専門家らによるチェック)
- ・4月24日(水) 第4回評価会合開催(日本原電からの説明)
- ・5月15日(水) 第5回評価会合開催(評価書の審議)

○平成 25 年

- ・ 5 月 22 日 (水) 第 5 回評価会合でまとめた評価書を原子力規制委員会です承。
- ・ 7 月 11 日 (木) 日本原電が追加調査結果報告を提出
- ・ 7 月 24 日 (水) 日本原電からの追加調査結果については原子力規制庁で対応を検討するように原子力規制委員会から指示。
- ・ 8 月 30 日 (金) 追加調査報告に関する検討会開催 (日本原電からの説明、追加調査報告の質疑)
- ・ 11 月 26 日 (火) 原子力規制庁職員による現地調査  
及び 27 日 (水)
- ・ 12 月 18 日 (水) 原子力規制委員会は平成 25 年 5 月に有識者会合として取りまとめた評価書について、見直しの可否を検討するため、有識者等による現地調査、評価会合を行うことを了承。
- ・ 12 月 24 日 (火) 追加調査事前会合開催

○平成 26 年

- ・ 1 月 20 日 (月) 現地調査 (評価会合及びピア・レビューのメンバー合同で実施)  
及び 21 日 (火)
- ・ 4 月 14 日 (月) 第 1 回追加調査評価会合開催 (現地調査のコメント等を議論)
- ・ 6 月 21 日 (土) 第 2 回追加調査評価会合開催 (日本原電からの意見聴取)
- ・ 8 月 27 日 (水) 第 3 回追加調査評価会合開催 (論点ペーパーを基に有識者同士で議論)
- ・ 9 月 4 日 (木) 第 4 回追加調査評価会合開催 (日本原電からの意見聴取及び議論の整理案について審議)
- ・ 11 月 19 日 (水) 第 5 回追加調査評価会合開催 (評価書案の審議)

- ・12月10日(水) ピア・レビュー会合開催(評価書案について議論が行われ、コメントについては有識者会合の責任でまとめる)

### 【参考3】

#### 敦賀発電所敷地内破碎帯の調査に関する有識者会合

- 「日本活断層学会」「日本地質学会」「日本第四紀学会」「日本地震学会」の関係4学会から推薦を受けた専門家4人と、原子力規制委員会の島崎委員長代理（平成26年9月まで）、石渡委員（平成26年9月から）で構成。
- 活断層の認定、活断層調査、活断層調査計画の立案等に詳しく、これまでに個々の原子力施設の安全審査等に関わったことのない学識経験者を選定。

島崎 邦彦	原子力規制委員会 委員長代理(平成26年9月18日まで)
石渡 明	原子力規制委員会 委員 (平成26年9月19日から)
鈴木 康弘	名古屋大学 減災連携研究センター 教授
堤 浩之	京都大学大学院 理学研究科 准教授
藤本 光一郎	東京学芸大学 教育学部 准教授
宮内 崇裕	千葉大学大学院 理学研究科 教授

## 【参考4】

### 【将来活動する可能性のある断層等に関する基準の記述（抄）】

○実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則（平成25年原子力規制委員会規則第5号）

第三条 設計基準対象施設は、次条第二項の規定により算定する地震力（設計基準対象施設のうち、地震の発生によって生ずるおそれがあるその安全機能の喪失に起因する放射線による公衆への影響の程度が特に大きいもの（以下「耐震重要施設」という。）にあつては、同条第三項に規定する基準地震動による地震力を含む。）が作用した場合においても当該設計基準対象施設を十分に支持することができる地盤に設けなければならない。

- 2 耐震重要施設は、変形した場合においてもその安全機能が損なわれるおそれがない地盤に設けなければならない。
- 3 耐震重要施設は、変位が生ずるおそれがない地盤に設けなければならない。

○実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈（平成25年6月19日 原規技発第1306194号 原子力規制委員会決定）

- 2 第3条第2項に規定する「変形」とは、地震発生に伴う地殻変動によって生じる支持地盤の傾斜及び撓み並びに地震発生に伴う建物・構築物間の不等沈下、液状化及び揺すり込み沈下等の周辺地盤の変状をいう。

このうち上記の「地震発生に伴う地殻変動によって生じる支持地盤の傾斜及び撓み」については、広域的な地盤の隆起又は沈降によって生じるもののほか、局所的なものを含む。これらのうち、上記の「局所的なもの」については、支持地盤の傾斜及び撓みの安全性への影響が大きいおそれがあるため、特に留意が必要である。

- 3 第3条第3項に規定する「変位」とは、将来活動する可能性のある断層等が活動することにより、地盤に与えるずれをいう。また、同項に規定する「変位が生ずるおそれがない地盤に設け」とは、耐震重要施設が将来活動する可能性のある断層等の露頭がある地盤に設置された場合、その断層等の活動によって安全機能に重大な影響を与えるおそれがあるため、当該施設を将来活動する可能性のある断層等の露頭が無いことを確認した地盤に設置することをいう。

なお、上記の「将来活動する可能性のある断層等」とは、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等とする。その認定に当たって、

後期更新世（約 1 2 ～ 1 3 万年前）の地形面又は地層が欠如する等、後期更新世以降の活動性が明確に判断できない場合には、中期更新世以降（約 4 0 万年前以降）まで遡って地形、地質・地質構造及び応力場等を総合的に検討した上で活動性を評価すること。なお、活動性の評価に当たって、設置面での確認が困難な場合には、当該断層の延長部で確認される断層等の性状等により、安全側に判断すること。

また、「将来活動する可能性のある断層等」には、震源として考慮する活断層のほか、地震活動に伴って永久変位が生じる断層に加え、支持地盤まで変位及び変形が及ぶ地すべり面を含む。

○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（平成 25 年 6 月 19 日  
原管地発第 1306191 号 原子力規制委員会決定）

## 2. 将来活動する可能性のある断層等の認定

### 2.1 基本方針

- (1) 「将来活動する可能性のある断層等」は、後期更新世以降（約 1 2 ～ 1 3 万年前以降）の活動が否定できないものとする。
- (2) その認定に当たって、後期更新世（約 1 2 ～ 1 3 万年前）の地形面又は地層が欠如する等、後期更新世以降の活動性が明確に判断できない場合には、中期更新世以降（約 4 0 万年前以降）まで遡って地形、地質・地質構造及び応力場等を総合的に検討した上で活動性を評価すること。
- (3) なお、活動性の評価に当たって、設置面での確認が困難な場合には、当該断層の延長部で確認される断層等の性状等により、安全側に判断する必要がある。
- (4) また、「将来活動する可能性のある断層等」には、震源として考慮する活断層のほか、地震活動に伴って永久変位が生じる断層に加え、支持地盤まで変位及び変形が及ぶ地すべり面が含まれる。
- (5) 「震源として考慮する活断層」とは、地下深部の地震発生層から地表付近まで破壊し、地震動による施設への影響を検討する必要があるものをいう。

#### 〔解説〕

- (1) 約 1 2 ～ 1 3 万年前以降の複数の地形面又は連続的な地層が十分に存在する場合は、これらの地形面又は地層にずれや変形が認められないことを明確な証拠により示されたとき、後期更新世以降の活動を否定できる。なお、この判断をより明確なものとするため、活動性を評価した年代より古い（中期更新世（約 4 0 万年前）までの）地形面や地層にずれや変形が生じていないことが念のため調査

されていることが重要である。

- (2) 約12～13万年前の地形面又は地層が十分に存在しない場合には、より古い(中期更新世(約40万年前)まで)地形面又は地層にずれや変形が認められないことを明確な証拠により示されたとき、後期更新世以降の活動を否定できる。
- (3) 約40万年前から約12～13万年前までの間の地形面又は地層にずれや変形が認められる場合において、約12～13万年以降の地形面又は地層にずれや変形が確認されない場合は、調査位置や手法が不適切である可能性が高いため、追加調査の実施も念頭に調査結果について詳細に検討する必要がある。その際、地表付近の痕跡等とその起因となる地下深部の震源断層の活動時期は常に同時ではなく、走向や傾斜は必ずしも一致しないことに留意する。
- (4) 新設の場合には、敷地及び敷地の極近傍における将来活動する可能性のある断層等の活動性評価において、造成工事前の上載層がある段階で、詳細な調査が行われていることが重要である。これは、活動性の低い断層等の活動性評価を行うことが多く、活動年代が問題となるためである。
- (5) 地震活動に伴って永久変位が生じる断層及び支持地盤まで変位及び変形が及ぶ地すべり面の認定に当たっては、上記のほか、以下の点に留意する。
  - ①地震活動に伴って永久変位が生じる断層と、支持地盤まで変位及び変形が及ぶ地すべり面とは、露頭では、区別が困難な場合がある。
  - ②地震活動に伴って永久変位が生じる断層及び支持地盤まで変位及び変形が及ぶ地すべり面は、地震活動と常に同時に活動するとは限らない。このことを踏まえ、安易に、将来活動する可能性を否定してはならない。
  - ③上記のような断層等は、様々な構造を呈することがある。例えば、一つの地すべり面においても、場所により、正断層、横ずれ断層、逆断層と似た形態を呈することがある。

## 2.2 将来活動する可能性のある断層等の活動性評価

将来活動する可能性のある断層等の活動性評価に当たっては、以下の各項目が満足されていることを確認する。

- (1) 将来活動する可能性のある断層等の認定においては、調査結果の精度や信頼性を考慮した安全側の判断が行われていることを確認する。その根拠となる地形面の変位・変形は変動地形学的調査により、地層の変位・変形は地表地質調査及び地球物理学的調査により、それぞれ認定されていることを確認する。
- (2) 将来活動する可能性のある断層等が疑われる地表付近の痕跡や累積的な地殻変動が疑われる地形については、個別の痕跡等のみにとらわれることなく、その起因となる地下深部の震源断層を想定して調査が実施されていることを確認する。また、それらの調査結果や地形発達過程及び地質構造等を総合的に検討して評価が行われていることを確認する。その際、地表付近の痕跡等とその起因となる地

下深部の震源断層の活動時期は常に同時ではなく、走向や傾斜は必ずしも一致しないことに留意する。

- (3) 地球物理学的調査によって推定される地下の断層の位置や形状は、変動地形学的調査及び地質調査によって想定される地表の断層等や広域的な変位・変形の特徴と矛盾のない位置及び形状として説明が可能なことを確認する。
- (4) 将来活動する可能性のある断層等の認定においては、一貫した認定の考え方により、適切な判断が行われていることを確認する。
- (5) 将来活動する可能性のある断層等の認定においては、認定の考え方、認定した根拠及びその信頼性等が示されていることを確認する。

#### [解説]

- (1) 後期更新世以降の活動性評価には、この時代の段丘面や地層の変位・変形に注目する方法が一般的である。中でも、酸素同位体ステージ 5e に対応づけられる中位段丘面や地層は分布及び保存が良好であることから有効である。利用可能な火山灰も多いため、比較的精度の高い年代評価に基づいた断層等の活動性評価が実施されている。
- (2) 中期更新世以降の断層等の評価には、この時代の地形面や地層の変位・変形に注目することが一般的である。中でも酸素同位体ステージ 7、9、11 の温暖期（高海水準期）に対応づけられる段丘面や地層の利用が有効である。当該段丘面や地層の形成年代については、阿多鳥浜テフラ（23 万年前～25 万年前※）や加久藤テフラ（約 30 万年前※）といった火山灰を利用する方法や、微化石分析（花粉、珪藻、有孔虫、貝形虫など）や化学分析から古環境変遷を明らかにし、上記の温暖期（高海水準期）と対応づける方法等がある。

他方、対象年代が古いことから、下記の課題もある。

- ① 高位段丘面の浸食  
（特に断層付近の隆起側等）
- ② 高位段丘堆積物の浸食・風化  
（火山灰や離水時期を示す堆積物等の対比基準の消失）
- ③ 分析対象の変質・消失  
（微化石の化学的溶解や化学物質の変質等）  
（※町田洋・新井房夫、2003：新編 火山灰アトラス - 日本列島とその周辺 -、東京大学出版会、336p.）

また、中期更新世を対象とした年代評価には以下のような技術的課題があることを踏まえ、その適用限界や結果の精度に留意する必要がある。

- ① 放射性年代測定手法の適用年代範囲の限界と測定誤差  
（炭素同位体年代測定、フィッシュン・トラック法 等）
- ② 中期更新世の広域テフラに関する情報の不足

(噴出源と分布の関係、物理・化学的性質、年代 等)

- (3) 将来活動する可能性のある断層等の認定に当たっては、各調査手法には適用限界があり、すべての調査方法で断層等が確認されるとは限らないことに注意し、いずれかの調査手法によって、それらの断層等が存在する可能性が推定される場合は、調査手法の特性及び調査結果を総合的に検討する必要がある。
- (4) 基盤岩からなる山地内の河谷屈曲等が発達する場所及び海食台等侵食作用が卓越する場所等においては、堆積物の年代により断層運動の時代を特定できない場合でも活断層の存在する可能性について総合的に検討する必要がある。
- (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。
- (6) 地層が局所的に急傾斜している場所については、その地下の比較的浅いところに活断層が存在する可能性を検討する必要がある。また、広域的な隆起等の変動についての要因を活断層によらないものと判断する際には、その理由を明確にする必要がある。
- (7) 厚い沖積層が分布する地域及び個々の変動地形が短い又は不明瞭な地域等のように、活断層を見つけ出すことが困難な特性を持つ地域においては、そのことを念頭においた慎重な検討を行う必要がある。

### 3. 敷地内及び敷地極近傍における地盤の変位に関する調査

#### 3.1 調査方針

- (1) 重要な安全機能を有する施設の地盤には、将来活動する可能性のある断層等の露頭が無いことを確認する。
- (2) 敷地内及び敷地極近傍に将来活動する可能性のある断層等の露頭が存在する場合には、適切な調査、又はその組合せによって、当該断層等の性状(位置、形状、過去の活動状況)について合理的に説明されていることを確認する。
- (3) 敷地内及び敷地極近傍に将来活動する可能性のある断層等の露頭が存在する場合には、その断層等の本体及び延長部が重要な安全機能を有する施設の直下に無いことを確認する。なお、将来活動する可能性のある断層等が重要な安全機能を有する施設の直下に無い場合でも、施設の近傍にある場合には、地震により施設の安全機能に影響がないことを、「基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価に係る審査ガイド」に基づいて確認する。
- (4) 将来活動する可能性のある断層等とは、震源として考慮する活断層のほか、地震活動に伴って永久変位が生じる断層に加え、支持地盤まで変位及び変形が及ぶ

地すべり面が含まれる。

〔解説〕

- (1) 重要な安全機能を有する施設が、将来活動する可能性のある断層等の露頭がある地盤面に設置された場合、その将来の断層等の活動によって安全機能に重大な影響を与えるおそれがある。
- (2) このようなことを避けるため、敷地内及び敷地極近傍に将来活動する可能性のある断層等の存否や性状（位置、形状、過去の活動状況）等を明らかにする必要がある。

### 3.2 敷地内及び敷地極近傍の調査

- (1) 敷地内及び敷地極近傍の調査は、「4.1.2 断層等の調査手法」、「4.2 内陸地殻内地震に係る調査」及び「6. 敷地及び敷地周辺の地盤及び周辺斜面に関する調査」に基づいて確認する。
- (2) 施設に与える影響を正確に評価するための十分な調査密度や精度が保たれていることを確認する。

〔解説〕

- (1) 敷地内及び敷地極近傍においては、地盤のずれによる被害が大きな問題となるため、震源として考慮する活断層のほか、地震活動に伴って永久変位が生じる断層に加え、支持地盤まで変位及び変形が及ぶ地すべり面を対象とする。
- (2) 逆断層では、例えば、断層の変位に伴って、上盤側に局所的な引張場が形成され別の正断層が形成される場合があること、断層とは傾斜が反対の別の逆断層（バックスラスト）が形成される場合があること、これらの断層が活動して永久変位を起こすことがあることに留意する。
- (3) 伏在逆断層によって生じた断層関連褶曲に伴って、断層等が活動して永久変位を起こすことがあることに留意する。
- (4) 横ずれ断層では、例えば着目する亀裂等が横ずれ断層に伴うフラワー構造の一部である可能性に留意する。
- (5) 地すべり面は、冠頂部で正断層、側方部で横ずれ断層、末端部で逆断層と似た様相を呈することがある。