

北陸電力株式会社志賀原子力発電所の
敷地内破碎帯の評価について

平成28年4月27日

原子力規制委員会
志賀原子力発電所敷地内破碎帯の
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. 地形・地質の概要	2
IV. 評価	4
1. S-1 の評価	4
1. 1. 旧 A・B トレンチ等既往データの解釈	4
1. 2. S-1 と線状地形との関係	14
1. 3. 岩盤調査坑	15
1. 4. S-1 のトレンチ調査	17
1. 5. S-1 の深部への連続性	20
1. 6. S-1 の運動方向の検討	21
1. 7. S-1 の活動性評価	22
2. S-2・S-6 の評価	24
2. 1. S-2・S-6 と線状地形との関係	24
2. 2. S-2・S-6 のトレンチ調査・ボーリング調査	27
2. 3. S-2・S-6 の深部への連続性	34
2. 4. S-2・S-6 の運動方向の検討	36
2. 5. S-2・S-6 の活動性評価	37
3. 福浦断層の評価	38
4. S-1 に他の断層の活動が及ぼす影響	40

V. 今後の課題	43
VI. まとめ	44
参考文献	46
添付図及び表（図 1 ～図 9 2）	48
参考（1 ～ 4）	140

I. 本有識者会合の役割

本有識者会合の役割は、北陸電力株式会社(以下、「北陸電力」という。)志賀原子力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、北陸電力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

旧原子力安全・保安院(以下「旧保安院」という。)では東北地方太平洋沖地震後の耐震バックチェック再開の一環として、全国の原子力発電所敷地内の破砕帯について、評価を改めて整理することとし、平成 24 年 7 月に旧保安院の意見聴取会の審議において、志賀原子力発電所の敷地内における S-1 破砕帯の活動性について、専門家の意見を聴取した。その結果、活動性がある断層ではないかとの意見が多数で、周辺の断層との関連性も含めた調査の必要性や、地層の年代の議論等が必要との指摘を受け、旧保安院は、北陸電力に対して、敷地内破砕帯の追加調査計画の策定を指示した。

これらの経緯を踏まえ、北陸電力は、追加調査計画を策定して敷地内破砕帯の活動性及び敷地内破砕帯と周辺断層との関連性について地質調査や数値解析等を実施し、平成 25 年 12 月 19 日、「志賀原子力発電所敷地内シームに関する追加調査 最終報告書」を規制委員会に提出するとともに、その後もデータ拡充のための自主的な調査を継続した。

これらを評価するため、平成 26 年 2 月に「志賀原子力発電所敷地内破砕帯の調査に関する有識者会合」が組織され、平成 28 年 3 月 3 日までに延べ 9 回の評価会合（うち 1 回は事前会合）と平成 27 年 11 月 20 日にピア・レビュー会合を実施し、北陸電力が行った調査結果及び 2 回の現地調査での観察結果に基づき、敷地内破砕帯の活動性等について検討を行った（評価書作成に係る経緯の詳細は【参考 1 及び 2】を参照。）。本評価書は、これら有識者会合の検討結果を取りまとめたものである。

Ⅲ．地形・地質の概要

敷地近傍及び敷地の地形・地質について、北陸電力は、以下のとおり説明している。

○地形

敷地近傍の陸域地形は、標高約 20～150m の西側低下の低平な平頂丘陵地よりなり、海岸線に沿って西から東へ沖積段丘面、中位段丘面、高位段丘面が発達する【図 1、図 2】。敷地付近では、低位より沖積段丘面、中位段丘 I 面、高位段丘 I 面、高位段丘 II 面、高位段丘 III 面に区分され、更に高位段丘 I 面は I a 面と I b 面に 2 分される【図 2】。

敷地近傍の海底地形は、約 10/1,000 の緩い勾配を示す水深約 50m 以浅の大陸棚からなり、沿岸部では水深約 20m までは凹凸に富んだ岩礁帯を形成している【図 1】。

○地質

敷地近傍の陸域の地質は、新第三系及び第四系からなる【図 3】。新第三系は、下位の中新統穴水累層と上位の中新・鮮新統堆積岩よりなる。第四系は、段丘堆積層、古期扇状地堆積層、古砂丘砂層及び沖積層からなる。

敷地の地質は、岩盤として穴水累層が分布し【図 3、図 4、図 5】、その上位を第四系が不整合で覆う【図 2、図 3】。

穴水累層は、安山岩（均質）、安山岩（角礫質）、凝灰角礫岩からなる。岩盤調査坑の安山岩（均質）のカリウム－アルゴン法（以下、「K-Ar 法」という。）年代値は、斜長石で概ね 15-16Ma を示すが、大深度ボーリングの最深部の安山岩（均質）の斜長石は約 23.5Ma の年代値を示す【図 6】。

敷地内の高位段丘面構成層は、下位より段丘堆積物（礫層等）、赤色土壌、赤褐色土壌、明褐色土壌からなる。敷地内の中位段丘構成層は、下位より段丘堆積物（砂礫層等）、赤褐色土壌、明褐色土壌からなる。

敷地近傍の海域の地層は、上位から A 層（上部更新統～完新統）、B 層（中部～上部更新統）、C 層（鮮新統～下部更新統）及び D 層（先第三系～鮮新統）の 4 層に分類される【図 7】。

○地質構造

敷地近傍の断層としては、敷地東方約 1.4km の山地内に福浦断層が、西南西方約 4km 沖に兜岩沖断層、北西方約 6km 沖に碁盤島沖断層が認められる【図 1】。

福浦断層は N-S 方向に延びる長さ 2.7km の西側隆起の逆断層で、高位段丘 I b 面形成以降、9.5 万年前以前に断層活動があったとされる。また、兜岩沖断層は N-S 方向に延びる長さ約 3.0km の東側隆起の断層、碁盤島沖断層は ENE-WSW に延びる北北西側隆起の断層で、何れも B 層の最上部（上部更新統）に変位を与えていないことから、後期更新世以降の活動は認められない。

敷地内には S-1～S-8 の 8 本のシーム（後述）が確認され、1 号原子炉建屋基礎底面には S-1 及び S-4 が、2 号原子炉建屋基礎底面には S-4 が通っている【図 4、図 5】。ここで、「シーム」とは中新統の穴水累層（以下、「岩盤」という。）の間隙に挟まれた粘土などの軟弱物質の薄層のことをいう【図 8】。シームには、条線、鏡肌を伴う。シーム周辺には平面的または断面的に見て帯状に分布する凝灰角礫岩や火山礫凝灰岩や凝灰質な細粒部からなる「帯状を呈する火山碎屑岩」が分布し、さらに「帯状を呈する火山碎屑岩」のうちシームに沿った部分では赤褐色等を呈する「凝灰質な細粒部」が認められる。シームは、帯状を呈する火山碎屑岩の弱部に沿って熱水変質作用により生成されたと考えられる。

これらのシームの走向は、概ね NW-SE 方向と NE-SW～N-S 方向の 2 方向で、傾斜は高角度であり、性状はほぼ同様である。これらのうち S-1、S-3、S-7、S-8 が概ね NW-SE 方向であり、このうち S-1 が最も長い。S-2、S-4、S-5 及び S-6 は概ね NE-SW 方向である。なお、S-2 と S-6 については、当初は別のものとしていたが、延長上に位置していること、後に行った調査では条線の姿勢及び運動方向にも大き

な差異が認められなかったこと等から、連続しているものとする（以下、「S-2・S-6」と表記）。S-2・S-6は、NE-SW方向のシームとしては最も長い。

○広域応力場

敷地の北方約18kmにおいて2007年3月25日に能登半島地震が発生している。この際の余震を中心とした地震の震源メカニズム解より応力テンソル逆解析が行われている（Kato et al.,2011）。これによると、深度0～4kmの範囲では最大圧縮主応力（ σ_1 ）の方位はWNW-ESE、最小圧縮主応力（ σ_3 ）の方位はNNE-SSWである【図9】。

能登半島の構造運動は既往研究（尾崎2010、岡村2007a、2007b、2007c）の結果より、①漸新世～前期中新世のNW-SE方向の伸長場、②後期中新世のほぼN-S方向の圧縮場、③後期鮮新世～第四紀のほぼEW方向の圧縮場に区分される【図10】。

以上が北陸電力の説明であるが、これら「シーム」は、後述のとおり条線など過去の変位の痕跡がせん断面内に認められることから、本評価書では断層として扱い、特に必要な場合を除いてシームという呼称を用いず、S-1～S-8の個別名称で記述している。

IV. 評価

1. S-1の評価

1. 1. 旧A・Bトレンチ等既往データの解釈

発電所建設前に、現在1号原子炉建屋がある場所の西側の場所において旧A・Bトレンチ調査が行われた。S-1に沿いAトレンチが北西側、Bトレンチが南東側に位置する【図11】。

旧A・Bトレンチについては、いずれの壁面の観察結果においてもS-1に沿い岩盤上面に、北東側が20～35cm程度高くなる段差が認められた。この段差の両側では、連続的に分布する一連の堆積物の基底面（岩盤上面との不整合面）に、北東側が1m程度高くなる高度差がある【図12、図13】。また岩盤の上には、不整合で下位から順に砂

礫Ⅱ層、砂礫Ⅰ層が載り、さらにその上を土壌が覆っている。

(1) 旧 A・B トレンチの解釈

＜北陸電力の説明＞

旧 A・B トレンチについては、いずれの壁面の観察結果においても、段差部において、S-1 の上方延長部分の左右にある岩盤と砂礫Ⅱ層の境界に沿って粘土は分布しない。段差部や段差部直上の砂礫Ⅱ層では、S-1 の延長位置や周辺に断層変位を示唆するようなせん断面や地層の擾乱は認められないこと等から、中位段丘Ⅰ面を構成する堆積層に断層活動の影響は及んでいない。

国内で実施された活断層調査等の文献調査では、「断層活動の影響あり」と評価されている段差直上の砂礫層等において、せん断面・地層の擾乱が認められない事例は確認されず、少なくとも段差直上付近にせん断面や地層の擾乱が報告されている。この結果は、模型実験や数値計算からも支持される。すなわち、岩盤が断層運動により変位し段差が形成された場合、その段差直上の砂礫層中には必ずせん断面や地層の擾乱が生じると考えられる。

また、旧トレンチはほぼ平坦な地形面（中位段丘Ⅰ面）上に位置し、旧トレンチ位置には傾斜変換等の地形の異常は認められない。

なお、S-1 の岩盤上面の形状等（岩盤上面の段差形状とその上位で堆積層が傾斜する形状）と同様な状況は、侵食作用を受けている海岸部や防潮堤基礎部でも多く見られる。旧 A・B トレンチに見られる段差は差別侵食によると考えるのが妥当である。

各トレンチ壁面の詳細観察結果は、以下のとおりである。

①旧 A トレンチ北西壁【図 1 4、図 1 5】

岩盤部では、S-1 は厚さフィルム状～1cm の褐灰色～暗黄灰色を呈する粘土であり、S-1 に沿う岩盤に破砕はない。段差部直下の岩盤中では S-1 は不明瞭になる。砂礫Ⅱ層では段差部の凸部直上に巨礫が分布し、これに段差部が断層変位した場合に想定される凹地側への倒れ込みや回転は認められない。段差部とこの巨礫間に、矩形を呈する様に映る礫については、調査鎌での削り痕によるものである。

②旧 A トレンチ南東壁【図 1 6、図 1 7、図 1 8】

岩盤部では、S-1 は厚さフィルム状～1cm の明黄色～赤灰色を呈

する粘土であり、S-1 に沿う岩盤に破碎はない。段差部の基部の位置は、S-1 より海側に位置し、その下方延長にもシームや割れ目は存在しない。砂礫Ⅱ層では、段差を埋積する際に形成された礫や砂の配列からなる堆積構造が認められ、S-1 の延長位置で、この堆積構造に変位や擾乱は認められない。段差部に近接して位置する径約5 cm の礫については、同礫周辺の堆積物に擾乱や再配列を示唆する傾向は認められない。

③旧 B トレンチ北西壁【図 19、図 20】

岩盤部では、S-1 は厚さフィルム状～1cm の淡褐色～赤灰色を呈する粘土であり、S-1 に沿う岩盤に破碎はない。段差部付近の砂礫Ⅱ層上面に認められる地層の曲りを想定させるような形状については、同様の形状が他の3壁面には認められないこと及び砂礫Ⅱ層中には断層変位を示唆するようなせん断面や地層の擾乱は認められないことから、岩盤上面の段差形状を反映した堆積構造と考えられる。また、段差部の上方延長に認められる黒っぽいゾーンは、詳細観察のため複数回にわたり調査鎌による削り込みの結果形成された壁面の凹凸を反映したものである。

④旧 B トレンチ南東壁【図 21、図 22】

岩盤部では、S-1 は厚さフィルム状～0.5cm の赤灰色を呈する粘土であり、S-1 に沿う岩盤に破碎はない。段差部の山側約2 m の2箇所、西側傾斜の節理に沿った岩盤上面に小さな段差が認められるが、砂礫Ⅱ層に埋積されており、また、山側の節理は岩盤下方まで連続しない。なお、このような岩盤上面の段差は、岩盤が露出する海岸部の随所で見られる事象である【図 23】。

以上を、【図 24】にまとめる。

<有識者による評価>

ア. 各壁面の状況

旧 A・B トレンチは現存せず、地質状況の確認はできない。このため、既存のスケッチ及び写真に基づき S-1 の活動性を検討した。既往スケッチ及び写真のみのデータは、追加調査によるデータと比べて得られる情報には限界があるものの、資料からは以下の事実を読み取る

ことができる。

①旧 A トレンチ北西壁

旧 A トレンチ北西壁では、岩盤上面に S-1 に沿う段差があり、北東側が見かけ約 20cm 高い【図 1 4】。さらに、トレンチ全体を見ると、岩盤上面は S-1 の北東側約 2m の傾斜している部分を除くと起伏の少ないほぼ平坦な形状をしており、S-1 を境にして北東側が 1 m 程度高くなる高度差がある【図 1 2】。S-1 に沿う岩盤には、凝灰質な細粒部（以下、「細粒部」という。）が認められる。この細粒部は、S-1 の北東側（S-1 に沿う岩盤上面の段差の高い側）の、段差部の縁にも分布する【図 1 4】。

岩盤の直上には、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）の堆積物とされる砂礫Ⅱ層が分布する。砂礫Ⅱ層には、スケッチにせん断面の記載はない。また、写真でもせん断面は明瞭ではない【図 1 4】。ただし、当壁面の写真では、S-1 上方の砂礫Ⅱ層中に色境界となる縦の筋（以下、「色境界」という。）が見られる【図 1 5】。

なお、スケッチの S-1 に関する記事【図 1 4】には、「面の表面には鏡肌が認められ一部に縦ずれ性条線が刻されている」との記載や、「砂礫Ⅱ層と岩盤の境界付近で粘土は不明瞭となり鏡肌は断続的となる」との記載がある。

②旧 A トレンチ南東壁

旧 A トレンチ南東壁では、岩盤上面に S-1 に沿う段差があり、北東側が見かけ約 20cm 高い【図 1 6】。さらに、トレンチ全体を見ると、岩盤上面は S-1 の北東側約 2m の傾斜している部分を除くと起伏の少ないほぼ平坦な形状をしており、S-1 を境にして北東側が 1 m 程度高くなる高度差がある【図 1 2】。S-1 に沿う岩盤には、S-1 の南西側に細粒部が分布する。細粒部は、段差の基部から、S-1 に沿って上載層（砂礫Ⅱ層）中に突出した状態で分布する【図 1 6】。

岩盤の直上には、MIS5e の堆積物とされる砂礫Ⅱ層が分布する。砂礫Ⅱ層には、スケッチにせん断面の記載はない。また、写真でもせん断面は明瞭ではない【図 1 6、図 1 7】。ただし、砂礫Ⅱ層中の層理面は S-1 に沿う岩盤上面の段差と調和的な方向（南西）に傾

斜しており、かつ当該段差の直上付近では系統的な増傾斜が認められる【図16】。

なお、スケッチの S-1 に関する記事【図16】には、「面の表面には鏡肌が認められ一部に縦ずれ性条線が刻されている」との記載や、「砂礫Ⅱ層と岩盤の境界付近で粘土は不明瞭となり鏡肌は断続的となる」との記載がある。

③旧 B トレンチ北西壁

旧 B トレンチ北西壁面では、岩盤上面に S-1 に沿う段差があり、北東側が見かけ約 35cm 高い【図19】。さらに、トレンチ全体を見ると、岩盤上面は S-1 の北東側約 2m の傾斜している部分を除くと起伏の少ないほぼ平坦な形状をしており、S-1 を境にして北東側が 1 m 程度高くなる高度差がある【図13】。S-1 に沿う岩盤には細粒部が分布している。この細粒部は、S-1 の北東側（S-1 に沿う岩盤上面の段差の高い側）の段差部の縁にも認められる【図19】。

岩盤の直上には、MIS5e の堆積物とされる砂礫Ⅱ層が分布する。当壁面の砂礫Ⅱ層は、北陸電力による既往スケッチでは「上部層」と「下部層」に区分されている。上部層の層相は、礫が安山岩の細礫で、基質が上部層は粗粒砂と白色状物質が主体とされている。また、上部層は、下部層に比べ層理の識別が可能とされている【図19】。下部層の層相は、礫が最大径 30cm・平均 1～3cm の安山岩亜角～亜円礫主体で、基質が上部層と同質の粗粒砂及び細礫よりなるとされている。これら上部層と下部層との関係については、既往スケッチの記事では「上部層と下部層との境界は上盤側ではやや不明瞭」とされており、図中にも壁面の北東側には上部層／下部層の境界線は描かれていない【図19】。

また、全体スケッチ【図13】において、S-1 から北東側に約 5m 離れた箇所の割れ目には、岩盤上面に見かけ北東側下がりの小段差があり、砂礫Ⅱ層が段差に入り込む状況が認められる。

堆積層中の構造については、砂礫Ⅱ層下部層及び同上部層ともに、スケッチにせん断面の記載はない。また写真でもせん断面は明瞭ではない【図19、図20】。ただし、このことをもって堆積物がせん断の影響を受けていないと判断できるか否かは、イ．b.b-1 で後述する。堆積物の層理面は、砂礫Ⅱ層上部層／下部層境界、砂礫Ⅱ

層上部層ともに、S-1 に沿う段差と調和的な方向（南西）に傾斜し、S-1 直上付近では増傾斜している様子が認められる【図 1 9】。

堆積層の層厚については、北陸電力による既往スケッチでは、砂礫Ⅱ層下部層は S-1 の段差の北東側（高い側）では約 30～40cm、南西側（低い側）では約 50～60cm であり、南西側の方が厚いとされている。一方、砂礫Ⅱ層上部層、その上位の砂礫Ⅰ層は、ともに S-1 の段差直上を挟んで層厚が大きく変わらないとされている【図 1 9】。ただし、先述のとおり上／下部層境界自体が S-1 の北東側において不明瞭であることから、少なくとも既往スケッチからは、下部層の層厚が S-1 の北東側よりも南西側が厚いとの確かな事実関係は認められなかった。

なお、スケッチの S-1 に関する記事【図 1 9】には、「面の表面には鏡肌が認められ一部に縦ずれ性条線が刻されている」との記載や、「砂礫Ⅱ層と岩盤の境界付近で粘土は不明瞭となる」との記載がある。

④旧 B トレンチ南東壁

旧 B トレンチ南東壁では、岩盤上面に S-1 に沿う段差があり、北東側が見かけ約 20cm 高い【図 2 1】。さらに、トレンチ全体を見ると、岩盤上面は S-1 の北東側約 2m の傾斜している部分を除くと起伏の少ないほぼ平坦な形状をしており、S-1 を境にして北東側が 1 m 程度高くなる高度差がある【図 1 3】。S-1 に沿う岩盤には細粒部が認められる。この細粒部は、S-1 の北東側（S-1 に沿う岩盤上面の段差の高い側）の段差の縁にも認められる【図 2 1】。

岩盤の直上には、MIS5e の堆積物とされる砂礫Ⅱ層が分布する。砂礫Ⅱ層には、スケッチにせん断面の記載はない。また、写真でもせん断面は明瞭ではない【図 2 1、図 2 2】。ただし、砂礫Ⅱ層上面の層理面は、S-1 の段差と調和的な方向（南西）に傾斜している。

また、S-1 の北東側（S-1 に沿う岩盤上面の段差の高い側）には、S-1 から約 2m 離れた箇所に、S-1 とは逆傾斜（見かけ南西傾斜）の構造（複数の平行な割れ目）があり、その構造を境として岩盤上面に見かけ北東側下がり的小段差が複数認められる【図 2 1】。この小段差直上に分布する砂礫Ⅱ層には、スケッチにせん断面の記載はなく、写真でもせん断面は明瞭ではない。

なお、スケッチの S-1 に関する記事【図 2 1】には、「面の表面には鏡肌が認められ一部に縦ずれ性条線が刻されている」との記載や、「砂礫Ⅱ層と岩盤の境界付近で粘土は不明瞭となる」との記載がある。

イ. 考察

a. 全ての壁面に共通する評価

旧 A・B トレンチに関して、既往のデータに基づき把握された以上の情報を俯瞰すると、旧 A・B トレンチの 4 壁面全てにおいて、以下の共通点が認められた。

S-1 に沿って岩盤上面に段差が認められ、段差を介し北東側が南西側に対し見かけ 20～35cm 程度高い。さらにトレンチ全体を見ると、S-1 の北東側の一部を除くと岩盤上面は起伏の少ないほぼ平坦な形状をしており、S-1 を境にして北東側が 1 m 程度高くなる高度差が認められる【図 1 2、図 1 3】。岩盤上面は、岩盤を覆う MIS5e の海成堆積物と考えられる砂礫Ⅱ層との不整合面であり、旧 A・B トレンチのある中位段丘 I 面が形成された時代の波食面を示している。S-1 に沿ってこの波食面に系統的な高度差が認められることは、岩盤上面がほぼ平坦に削剥された後に、S-1 のずれによって段差が生じたことを示唆する。スケッチの記事にある「面の表面には鏡肌が認められ一部に縦ずれ性条線が刻されている」との記載も、S-1 のずれが縦ずれであることを示唆する。

また、S-1 沿いの岩盤には軟質と思われる細粒部が分布し、この細粒部は、S-1 の北東側（S-1 に沿う岩盤上面の段差の高い側）にあたる段差の縁、すなわち段差の肩部分や壁面に、段差形状を維持して存在している。北陸電力が説明するように段差が侵食により形成された場合、S-1 の南西側の硬質な安山岩だけが侵食され、軟質と思われる細粒部が肩部分や壁面に残ることは難しいと思われる。実際、現在の海岸に分布する別の“シーム”は、周囲の細粒部全体が一様に侵食されて平坦になっており【図 2 5】、旧 A・B トレンチの既往スケッチの状況とは異なる。

さらに、旧 A・B トレンチでは岩盤の上位に砂礫Ⅱ層及び砂礫Ⅰ層が分布するが、これらの堆積物の層理面は、全ての壁面において岩盤

の段差の低下方向と調和的な方向（南西）に傾斜している【図19】。また一部の壁面を除き、岩盤の段差直上において、層理面の系統的な増傾斜も認められる。これら地層の傾斜は、個々には、堆積構造と解釈する余地もあるが、S-1の変位によって形成されたと解釈できる。

以上の状況は、4壁面全てに共通して見られることから、ある地点に偶然かつ局所的に生じたものではない。

なお、既往スケッチには堆積物にせん断面の記載がなく、写真でもせん断面は明瞭ではない。この点に関し北陸電力は、文献調査、および模型実験、数値実験から、断層運動により岩盤上面に段差が形成された場合、段差直上付近の砂礫層中には必ずせん断面や地層の擾乱が生じるとした。ただし、砂礫Ⅱ層のような淘汰の悪い砂礫層の場合、せん断面や地層の擾乱の識別が難しい。また、砂礫は含水条件では流動性を持つ。他の活断層の調査では、せん断面が認められない例もある。これらの状況を踏まえると、既往スケッチ及び写真から砂礫Ⅱ層中にせん断面や地層の擾乱の有無は必ずしも判断できていないと考える。

b. 個別の壁面の状況

旧A・Bトレンチ全体の評価は上記a.のとおりであるが、個別の壁面で見られる特徴的な状況についても、以下に記載する。

b-1. 旧Bトレンチ北西壁の状況

旧A・Bトレンチでは、旧Bトレンチ北西壁の既往スケッチのみ、砂礫Ⅱ層が上部層と下部層に区分されている。このうち特に上部層は下部層に比べて細粒で、層理の識別が可能とされている。このことから、同層堆積後にS-1の活動により直下の岩盤上面が変位すれば、せん断面が上部層に生じるとの指摘がある。

しかしながら、先述のとおり、砂礫層中のせん断面や地層の擾乱の有無の判断は困難である。また、上部層の方が下部層に比べて相対的に細粒であるものの、先述（＜有識者による評価＞ア.③）のとおり、上・下部層ともに粗粒砂や礫からなる“砂礫層”である。変位・変形による明瞭なせん断面や地層の擾乱は認識しがたいと考えられる。したがって、砂礫Ⅱ層上・下部層は、変位・変形を受けている可能性は否定できない。

さらに、旧 B トレンチ北西壁では砂礫Ⅱ層が上・下部層に区分されることに着目し、下部層の層厚が S-1 の両側で異なることから【図 1 9】、下部層は既存の段差を埋めるように堆積したとの解釈が妥当との指摘もある。

しかしながら、先述（〈有識者による評価〉ア. ③）のとおり、上部層・下部層境界は壁面の北東側では不明瞭である。よって、下部層の層厚が南西側で厚く北東側で薄いと判断することはできない。すなわち、砂礫Ⅱ層下部層と上部層とを厳密に区分することには疑問であり、少なくとも既往スケッチの知見では、上部層と下部層の層厚に基づいて S-1 の活動性に関する詳しい議論はできないと考える。なお、上部層と下部層を区分せず砂礫Ⅱ層全体で見れば、S-1 を挟んだ壁面の北東側と南西側で層厚に大きな違いはない。

以上のとおり、旧 B トレンチ北西壁において、堆積物中にせん断面が認められない（見えない）との指摘、及び砂礫Ⅱ層下部層の層厚が S-1 を挟んだ北東側と南西側で異なるとの指摘は、先述（イ. a.）した、S-1 が MIS5e の海成堆積物堆積後に変位したとの解釈を妨げるものではない。

b-2. B トレンチ北西壁以外の状況

旧 B トレンチ南東壁のスケッチでは、S-1 の北東側（S-1 に沿う岩盤上面の段差の高い側）の岩盤中に、せん断面の可能性のある見かけ南西傾斜（S-1 とは逆傾斜）の割れ目が複数認められる。その割れ目は、中位段丘Ⅰ面形成時の波食面である岩盤上面（砂礫Ⅱ層基底）に見かけ北東側下がりの小段差を伴う【図 2 1】。これらの小段差を伴う割れ目は、S-1 の北東側（S-1 に沿う岩盤上面の段差の高い側）にあること、北東側下がりであることから、S-1 が活動した際のバックスラスト*と解釈される。

旧 A トレンチ北西壁及び南東壁では、砂礫Ⅱ層と岩盤の境界付近で断続的に鏡肌が認められるとのスケッチの記事があり、これは、砂礫Ⅱ層と岩盤の境界部が断層変位したことを示唆するものである。

なお、旧 A トレンチ北西壁、同南東壁、旧 B トレンチ南東壁の 3 壁面とも、B トレンチ北西壁と同様、堆積物中にはスケッチにせん

断面の記載はなく、写真でもせん断面は明瞭ではない。しかし、淘汰の悪い砂礫層中において、せん断面や地層の擾乱の有無の判断が困難であることは、先述のとおりである。

※バックスラスト：逆断層の上盤側に生ずる、当該逆断層とは逆向きに傾斜する衝上断層。

c. 旧 A・B トレンチにおける S-1 の評価

旧 A・B トレンチにおいては、4つの全ての壁面において、S-1 に沿って岩盤上面にほぼ一様な段差が認められ、その段差沿い及び肩部分の岩盤には軟質な細粒部が存在する。岩盤上面は MIS5e の波食面であり、波食面に系統的な高度差が認められることは、岩盤上面がほぼ平坦に削剥された後に、S-1 のずれによって段差が生じたことを示唆する。さらに、上位の堆積物の層理面は、全て南西側（S-1 の段差と調和的な方向）に傾斜しており、一部の壁面を除けば段差直上において層理面の系統的な増傾斜も認められる。確かに、各々の壁面のみの状況を個別に見れば、S-1 沿いの差別侵食及び堆積構造と解釈する余地もある。しかしながら、4つの全ての壁面において例外なく上記の構造が認められることを考慮すれば、旧 A・B トレンチでは、MIS5e の海成堆積物堆積後に S-1 が変位したと解釈するのが最も合理的と判断する。

なお、この解釈は、冒頭述べたように、現在は直接確認できない露頭の情報（既往スケッチ及び写真）に基づくものである。そのため、上記解釈が唯一無二のものであるとは考えないが、少なくとも既往スケッチ等から判断する限りにおいては、最も合理的な解釈である。S-1 が上部更新統に変位・変形を及ぼしたとの解釈を明確に否定する根拠があるとは言えない。

(2) 旧 A・B トレンチ以外の既往データの解釈

<北陸電力の説明>

1号炉原子炉建屋底盤（EL-7.1m）で確認された S-1 では、旧 B トレンチと今回掘削した岩盤調査坑（後述）との間の複数箇所において、帯状を呈する火山碎屑岩（以下、「帯状火砕岩」という。）が S-1 を分

断するように分布しており、そこに破断等の変状は認められていなかった【図26、図27、図28】。

このことは、そこに変位の繰り返しがあったとは考えがたく、旧 A・B トレンチにおいて「シーム S-1 は活動性が問題となるものではない」と評価したことを支持している。

<有識者による評価>

1号炉建屋底盤は、現在では確認することができず、評価は既存のスケッチ及び写真に基づく。

1号炉建屋底盤では、帯状火砕岩が S-1 を分断する箇所がある【図27、図28】。しかし、写真①【図27】では、S-1 が湾曲し帯状火砕岩を迂回するような、せん断面状の構造が認められる。

また、帯状火砕岩は、岩相からは、形成当初は流動性を有していたものと考えられる。すなわち、帯状火砕岩は、S-1 の活動性を確実に否定する指標とはならない。

さらに、新たに掘削された岩盤調査坑の調査結果によれば、S-1 を介して帯状火砕岩 I と II が接しており（【図29】に No.30 切羽の例）、S-1 には条線も認められている（1.3 節で後述）ことから、S-1 が帯状火砕岩を変位させたことを示している。一方で、1号炉建屋底盤の既存スケッチは、帯状火砕岩が変位していないように描かれている。すなわち、1号炉建屋底盤の既存スケッチの記載は、新たに掘削された岩盤調査坑での観察事実と異なっている。

以上より、帯状火砕岩は、1号炉建屋底盤における S-1 の変位の有無を判断するための適切なマーカーではない。すなわち、1号炉原子炉建屋底盤の既往データからは、S-1 の活動性を判断できない。

1. 2. S-1 と線状地形との関係

有識者会合は、第1回評価会合において、S-1 及び S-2・S-6 とほぼ一致する位置に線状地形が認められることを指摘した【図30】。以下では、このうち S-1 とほぼ一致する線状地形について、北陸電力による検討結果と有識者の評価を記載する。

<北陸電力の説明>

S-1 と有識者が指摘する線状的様相を呈する地形との関係について、

発電所建設以前の空中写真にもとづき、詳細な地形解析を実施した。また、トレンチ調査結果や既往ボーリングデータ等の地質データも踏まえ、線状の様相を呈する地形の成因について考察した【図31】。

その結果、線状の様相を呈する地形は、南東部は S-1 周辺の岩盤弱部が差別侵食を受けて形成されたものと推定され、北西部は中位段丘 I 面の旧汀線と推定される。

○線状の様相を呈する地形の南東部は直線状の谷、北西部は直線状の山地斜面基部が見られるが、両地点の地形は連続しない。

○直線状の谷は、その上流部はシーム S-1 の位置にほぼ一致することから、シーム S-1 周辺の岩盤弱部が差別侵食を受けて形成されたものと推定される。

○山地斜面基部の地形については、以下の状況が確認されることから、当該地形は中位段丘 I 面の旧汀線と推定される。

- ・南東方では当該地形が消滅し上記の谷とは連続しない
- ・当該地形の北西方では中位段丘 I 面に高度不連続がない。
- ・当該地形とシーム S-1 の位置は一致しない。
- ・当該地形は中位段丘 I 面の旧汀線位置にほぼ一致する。

<有識者による評価>

S-1 沿いの線状地形については、差別侵食によって形成された可能性もあるが、仮に差別侵食によるものとしても、後述(1.7)のとおり、S-1 の後期更新世以降の活動を否定するものではない。

1. 3. 岩盤調査坑

<北陸電力の説明>

S-1 の性状等を確認するために岩盤調査坑を掘削し、S-1 を直接調査した【図11、図32】。

横坑の北東側壁(No.7~No.15間では両側壁)には堅硬な穴水累層の安山岩(均質)が分布し、南西側壁及び底盤には、異色礫や円礫~垂角礫を含む帯状火砕岩が分布している。帯状火砕岩は、複数の岩相からなり、主として凝灰角礫岩からなる部分を「帯状火砕岩 I」、基質が黄灰色を呈する主として火山礫凝灰岩からなる部分を「帯状火砕岩 II」、細粒な部分を「凝灰質な細粒部」とした。

S-1 は、褐色～赤褐色を呈する粘土からなり、帯状火砕岩中に認められ、概ね凝灰質な細粒部や帯状火砕岩Ⅱに沿って分布する。

S-1 の北東側には、S-1 とほぼ並行して、褐色～赤褐色を呈する粘土からなるシーム（以下、S-1'という。）が分布する。

S-1'は、全体として直線性に乏しく、割れ目に沿って屈曲している部分が認められる。また、S-1'は No.27 切羽付近より北西側では認められなくなる。

S-1 については、以下の性状が確認されたことから、安山岩礫に破断等の変状を与えるような変位の繰り返しがあったとは考えがたく、このことは、旧 A・B トレンチにおいて「シーム S-1 は活動性が問題となるものではない」と評価したことを支持している。

- ・岩盤調査坑で、S-1 の走向・傾斜は概ね $N41^{\circ} W \cdot 80^{\circ} NE \sim N67^{\circ} W \cdot 70^{\circ} NE$ である。
- ・S-1 の周辺では、S-1 に漸近するにしたがって、割れ目の増加や礫の細粒化の傾向は認められない【図 2 9】。
- ・S-1 及びその近傍の詳細な観察の結果、礫がシーム S-1 中に入り込んでいるように分布している【図 3 3】。
- ・S-1 周辺では、帯状火砕岩中の R1 面と碎屑物の配列から想定される P 面より、正断層センスが推定される。一方、S-1 の条線から推定される変位センスは、右横ずれの逆断層センスである【図 3 4】。

<有識者による評価>

岩盤調査坑では、S-1 中に礫が入り込む状況が認められる。しかし、この礫は S-1 を完全には分断していない【図 3 3】。よって、この礫は、S-1 の変位マーカーとして用いるには不適切である。

また、岩盤調査坑における S-1 は、NW-SE 走向で北東傾斜であり、北西方向に沈下する条線が認められ、条線の変位センスは逆断層である【図 3 4】。このことは、S-1 の運動により北東側が上昇したことを示す。この動きは、先述した旧 A・B トレンチにおける S-1 に沿う段差は北東側が高いこと、スケッチの記事に「縦ずれ性条線が刻されている」との記載があること【図 1 4、図 1 6、図 1 9、図 2 1】と調和的であり、旧 A・B トレンチの段差が S-1 の北東側隆起の逆断層活

動による変位と考えると矛盾はない。

1. 4. S-1 のトレンチ調査

S-1 の連続性確認のため、北陸電力により、1号原子炉建屋から南東方向の約0.6km間において、ボーリング調査、トレンチ調査、ピット調査及び表土剥ぎ取り調査を約30箇所で行った【図11】。このうち、上載地層とS-1の関係が確認されたのは、駐車場南側法面、駐車場南東方トレンチ及びえん堤左岸トレンチの3箇所である。

以下では、上記3箇所におけるS-1の活動性評価を記載する。

<北陸電力の説明>

① 駐車場南側法面

当法面において、S-1は、穴水累層の岩盤の上面付近まで認められているが、岩盤上面付近において、有識者から指摘があったようなくさび状に上位の堆積物が落ち込む状況は見られず、S-1を含む岩盤の上面及びその上位のシルト質礫層及びシルト層に変位・変形は認められない【図35】。

岩盤上位に分布するシルト質礫層及びシルト層については、以下を根拠として、高位段丘I面相当の堆積物であると考えられる【図36】。

- ・S-1付近の岩盤上位にはシルト質礫層及びシルト層が分布し、その上には下位より、明瞭なトラ斑を伴う周辺の高位段丘の土壌と同様な赤色土壌、淡いトラ斑を伴う赤褐色土壌、明褐色土壌等が分布する。それらの標高は33～39m程度である。
- ・明瞭なトラ斑を伴う赤色土壌は、松井・加藤(1965)、成瀬(1974)、阿部他(1985)、Nagatsuka and Maejima(2001)、赤木他(2003)等によれば、下末吉期の温暖な気候下で形成されたと考えられ、いずれも高位段丘を識別する重要な特徴とされている。
- ・赤色土壌について実施した遊離酸化鉄分析の結果、永塚(1975)が区分した赤色土に相当する。
- ・火山灰分析の結果、主に明褐色土壌中に始良Tnテフラ(AT:約2.6万年前～約2.9万年前:町田・新井(2003))、赤褐色土壌中に鬼界葛原テフラ(K-Tz:約9.5万年前:町田・新井(2003))が認められる。

以上より、S-1 は 12～13 万年前以降の活動はない。

② 駐車場南東方トレンチ

S-1 を含む岩盤の上面及びその上位の砂礫層等に変位・変形は認められない。岩盤と堆積物との境界にはウェッジ（くさび）状の構造が認められるが、薄片観察など各種分析で詳細に検討したところ、そこに堆積する砂質シルト層に礫等の定向配列や堆積構造の乱れは認められず、その上位の砂礫層(1)に変位・変形は認められない【図 37】。

岩盤の上位に分布する砂礫層については、以下を根拠として、高位段丘 I 面の堆積物であると判断している【図 38】。

- ・ S-1 付近の岩盤の上位には、円礫が卓越し、礫支持構造である砂礫層が分布する。南壁面において、礫の長軸は西側に傾斜し、西側からの水流を反映するインブリケーションを示す。
- ・ その上には下位より、赤色土壌（礫混じり）、周辺の高位段丘の土壌と同様な赤色土壌、赤褐色土壌が分布、それらの標高は 38～40m 程度である。
- ・ 火山灰分析の結果、測線 P2、P3 において、赤褐色土壌の上部から K-Tz が認められる。
- ・ 赤色土壌について実施した遊離酸化鉄分析の結果、永塚（1975）が区分した赤色土に相当する。

以上より、S-1 は少なくとも 12～13 万年前以降の活動はない。

③ えん堤左岸トレンチ

肉眼観察のほか、薄片観察等で詳細に検討したところ、S-1 を含む岩盤の上面及びその上位のシルト質砂礫層に変位・変形は認められない【図 39、図 40】。

岩盤の上位に分布するシルト質砂礫層については、以下を根拠として、高位段丘 I 面の堆積物であると判断している【図 40】。

- ・ S-1 付近の岩盤の上位にはシルト質砂礫層が分布する。その上には下位より、周辺の高位段丘の土壌と同様な赤色土壌、赤褐色土壌等が分布し、それらの標高は 35～39m 程度である。
- ・ 火山灰分析の結果、明褐色土壌及び赤褐色土壌が分布する T1、

T5、T6 では、赤褐色土壌の上部において K-Tz が認められる。なお、黄褐色シルト層において AT 及び K-Tz (β 石英再堆積) が認められる。T2～T4 で赤褐色土壌において K-Tz が認められないのは、赤褐色土壌の上位層である黄褐色シルト層等が K-Tz の降灰層を削剥したためであり、その際に黄褐色シルト層中に K-Tz の β 石英が再堆積により混入したものと考えられる。

- ・赤色土壌について実施した遊離酸化鉄分析の結果、永塚(1975) が区分した赤色土に相当する。

以上より、S-1 は少なくとも 12～13 万年前以降の活動はない。

<有識者による評価>

① 駐車場南側法面

駐車場南側法面では、S-1 及びその周囲を含め岩盤の上面に変位・変形は認められない。岩盤の上位に分布するいずれの堆積物にも、変位・変形は認められない【図 3 5、図 3 6】。

堆積物の年代については、北陸電力は、前述のとおり岩盤直上のシルト質礫層及びシルト層よりも上位の地層を対象に様々な分析を行い、その結果をもとに、岩盤直上のシルト質礫層及びシルト層が高位段丘 I 面相当の堆積物であるとしている。しかしながら、当法面は高位段丘 I 面の端部の斜面であり、法面最上部の地表面は見かけ 10° 程度で西(海)方向へ傾斜し、層理面も地表面と同様に傾き下がることから、堆積物は斜面堆積物であり、テフラやそれを含む赤色土が再堆積である可能性が高い。したがって、当法面で見られる地層が、高位段丘 I 面堆積物であるとは言えない。

以上のことから、駐車場南側法面では、S-1 は岩盤上面や堆積物に変位・変形を与えた様子は認められないものの、断層を覆う斜面堆積物の堆積年代は 12～13 万年前より新しいと判断される。従って、当法面に基づき S-1 の活動を評価することはできない。

② 駐車場南東方トレンチ

駐車場南東方トレンチでは、S-1 及びその周囲を含め岩盤上面には変位・変形は認められない【図 3 7、図 3 8】。ただし、東壁面の岩盤上面には、S-1 に沿って堆積物がくさび状に落ち込んでいる様子が認められている。くさび状の落ち込みが S-1 の活動で形成さ

れたものかどうかは明確ではないが、上位を高位段丘 I 面堆積物の砂礫層(2)が覆っており、そこに変位・変形が見られないことから、S-1 には、少なくとも後期更新世以降の活動はないと判断する。

堆積物の年代については、当トレンチが高位段丘 I 面上に位置すること、周囲の高位段丘の構成層上位に分布する土壌と同様な赤色土壌、赤褐色土壌が分布し、それらの標高は 38～40m 程度であること、円礫が卓越する砂礫層よりさらに上位の赤褐色土壌の上部から K-Tz が産出することから、少なくとも後期更新世よりは古いと考えられる。

以上のことから、駐車場南東方トレンチでは、S-1 は少なくとも高位段丘 I 面堆積物に変位・変形を与えておらず、後期更新世以降には活動していないと考えられる。

③ えん堤左岸トレンチ

えん堤左岸トレンチでは、岩盤の上面には S-1 及びその周囲を含め変位・変形は認められない【図 39、図 40】。岩盤の上位に分布する堆積物も、岩盤直上のシルト質砂礫層を含め、いずれの堆積層にも変位・変形は認められない。

堆積物の年代については、当トレンチが高位段丘 I 面上に位置すること、周囲の高位段丘の構成層上位に分布する土壌と同様な赤色土壌、赤褐色土壌が分布し、それらの標高は 35～39m 程度であること、赤褐色土壌の上部から K-Tz が産出することから、少なくとも後期更新世よりは古いと考えられる。

以上のことから、えん堤左岸トレンチでは、S-1 は岩盤上面及び高位段丘 I 面堆積物に変位・変形を与えておらず、後期更新世以降には活動していないと考えられる。

1. 5. S-1 の深部への連続性

<北陸電力の説明>

- ・ S-1 の深部への連続性を確認する L 測線【図 41】では、給水処理建屋付近道路トレンチ、L-12.2(斜孔)、L-12.5 で認められた S-1 の延長方向において、L-13.5、L-14' (斜孔)、L-13.7、大深度ボーリングのいずれの孔でも、シームが認められず、下方には連続していない。なお、L-13.5 の深度 293.88m の「シームを伴う割れ目」に

については、従来 S-1 と評価していたが、走向が $N2^{\circ} W \cdot 85^{\circ} NE$ であり、S-1 とは調和的でないこと等から S-1 ではないと再評価した。

- ・同様に M 測線【図 4 1】においては、駐車場南側法面及び M-12.5 で認められた S-1 の延長方向において、M-13'、M-14'（斜孔）、M-14 のいずれの孔でもシームが認められず、下方には連続していない。M-14' の深度 181.96m に「シームを伴う割れ目」が認められたが、連続性から考慮してシーム S-1 ではないと判断した。

<有識者による評価>

L 測線では、S-1 の深部延長に相当する L-13.5 の深度 293.9m 付近に、北陸電力が当初 S-1 と認定していた「シームを伴う割れ目」が存在する。L-13.7 の深度 314.6m 付近には、走向傾斜などが S-1 に調和的な「シームを伴う割れ目」が存在する。また、L-14' にも、シームは伴わないものの、シルトの付着する鏡肌は数か所で確認されている。また大深度ボーリングにおいても、深度 490m 付近に条線を持つ割れ目が数か所に存在している。

M 測線では、M-14' の深度 182m 付近、および M-14 の深度 361.7m 付近に走向・傾斜が $N51^{\circ} W \cdot 68^{\circ} NE$ と、その付近の浅部の S-1 に調和的な「シームを伴う割れ目」が存在する。断面図上で浅部の S-1 の直線延長とは少しずれるが、M 測線付近において S-1 が若干屈曲していることを考えると、断層面の屈曲や、他構造への変位の乗り移りの可能性もある。

以上より、現在のところ、L 測線、M 測線ともに、深部における S-1 の存在について、十分に検討できるだけの情報がないと考える。したがって、現時点では、S-1 の深部延長について結論を出すことはできない。

1. 6. S-1 の運動方向の検討

<北陸電力の説明>

岩盤調査坑においては、条線観察、研磨片・薄片観察から S-1 は右横ずれの逆断層センスを示す【図 3 4】。また岩盤調査坑以外で変位センスが確認できた場所はいずれも右横ずれの逆断層センスを示す【図 4 2】。

多重逆解法（山路他,2011）により S-1 で得られた 23 個のデータを用いて断層の古応力場を解析した結果、NNW-SSE 圧縮に近い応力場が求められた【図 4 3】。また Kato et al.(2011)の深度 0~4 km の範囲の応力逆解析の結果を図読して現応力とし、それと S-1 で得られた断層運動方向とのミスフィット角（応力テンソルから計算される断層の理論的運動方向のレイクと実際の条線のレイクの角度差）を計算した。全データについてミスフィット角は 120~180° であり、現在の応力場では S-1 の動きを説明することはできない【図 4 4】。なお、第 2 回評価会合で有識者の指摘を受けて実施した、敷地内シームが広域応力場の影響を受けると仮定した場合の能登半島の構造発達史との照合の結果、S-1 は後期中新世のほぼ N-S 方向の圧縮場【図 1 0】の構造運動に対応する可能性がある。

<有識者による評価>

S-1 で観察される条線から逆解析した応力場は、類似したデータに基づく解であり、解の妥当性に疑問がある。一方、北陸電力による Kato et al. (2011) が求めた能登半島の応力場に基づくミスフィット角の解析は妥当なものとする。すなわち、条線に基づく S-1 の運動方向は、現在の広域的な応力場によっては説明できないと考える【図 4 4】。

なお活動時期については、運動方向にのみ基づき結論は出せないこと、北陸電力の応力逆解析の妥当性に問題があることからここでは評価できない。

1. 7. S-1 の活動性評価

1.1 節~1.6 節の検討に基づいて、S-1 の活動性評価を行う。

<北陸電力の説明>

S-1 は、岩盤中において、S-2・S-6 との接点から南東方向に約 780m 連続する。S-1 の北西部に位置する旧 A・B トレンチでは、S-1 に岩盤上面の段差が認められるが、中位段丘 I 面の堆積物にせん断面や地層の擾乱は認められず、活断層調査事例等の知見に照らしても、この岩盤上面の段差を断層変位とする具体的な根拠は認められない。仮に、旧トレンチ位置での岩盤上面の段差（数 10cm）が断層変位によるものと仮定した場合、長さ約 780m の S-1 の区間で、北西部の約 70m 区

間のみに変位が出現したこととなり、広域的な応力場にも合わない状況の中で非常に不自然な動きであり、このようなことが起こったとは考えにくい【図45】。海岸部や防潮堤基礎部では差別侵食により形成されたシーム沿いの段差が多く見られており、旧A・Bトレンチ壁面の詳細観察結果も踏まえると、旧A・Bトレンチの岩盤上面の段差は差別侵食によるものと考えられる。

また、建設時の1号機基礎掘削底面でもS-1が帯状火砕岩に分断されていたこと、追加のトレンチ調査でも高位段丘I面堆積物に変位・変形が認められないこと等、少なくとも12～13万年前以降にS-1が活動した根拠は認められない。

このことは、地形解析で旧トレンチ位置には傾斜変換等の地形の異常は認められないこと、応力解析により広域的な応力場ではS-1の動きを説明することができないこと、周辺断層の活動を想定した場合の応力計算でも旧トレンチ付近が動きやすい傾向は認められないこと等と調和的である。

以上より、S-1は、少なくとも12～13万年前以降の活動は考えられず、将来活動する可能性のある断層等ではないと判断する【図46】。

<有識者による評価>

1.1節～1.6節の検討により、S-1の活動性について以下のとおり評価する。各々の調査位置は、図11を参照のこと。

S-1の北西部に位置する旧A・Bトレンチでは、既往スケッチ及び写真等に基づく検討【図12～図25】から、MIS5eの海成堆積物堆積後に変位したと解釈するのが合理的と判断した(1.1.(1)節)。また、旧A・Bトレンチ近傍の岩盤調査坑では、S-1に右横ずれ逆断層で北東側が隆起する運動方向が得られており【図34】、このことは旧A・BトレンチにおけるS-1に沿う岩盤上面の段差で北東側が高まっていること、スケッチの記事に「縦ずれ性条線が刻されている」との記載があること(1.1.(1)節)と調和的である(1.3節)。

旧A・Bトレンチよりも南東側では、1号炉建屋底盤の既往データ【図26～図28】、また岩盤調査坑でも、S-1の変位の有無を判断するための適切な変位マーカーが認められなかった(1.1.(2)節及び1.3節)。一方で、岩盤調査坑等で確認された条線に基づくS-1の運動方

向は現在の広域的な応力場によっては説明できないと判断した【図 4 4】(1.6 節)。

さらに、S-1 の南東部に位置する駐車場南東方トレンチ及びえん堤左岸トレンチでは、S-1 は、少なくとも高位段丘 I 面堆積物に変位・変形を与えておらず【図 3 8、図 4 0】、後期更新世以降には活動していないと判断した(1.4 節)。なお、駐車場南側法面では、上載層が再堆積である可能性が高く【図 3 6】、S-1 の後期更新世以降の活動を判断することができなかった(1.4 節)。

以上のことから、S-1 の北西部については、旧 A・B トレンチ既往スケッチ及び岩盤調査坑で確認された運動方向の情報から、後期更新世以降に、北東側隆起の逆断層活動により変位したと解釈するのが合理的と判断する【図 1 1、図 4 5】。一方、駐車場南東方トレンチを含めて、それより南東部については後期更新世以降の活動はないと判断する。

2. S-2・S-6 の評価

2. 1. S-2・S-6 と線状地形との関係

有識者が指摘した S-2・S-6 とほぼ一致する線状地形についての、北陸電力による検討結果と、有識者の評価を記載する

<北陸電力の説明>

発電所建設以前の空中写真にもとづき詳細な地形解析を実施し、トレンチ調査結果や既往ボーリングデータ等の地質データも踏まえ、有識者から指摘された線状的様相を呈する地形の成因について考察した【図 3 0】。検討は、図 3 0 に示すエリアごとに行った。

その結果、線状的様相を呈する地形は、シーム周辺の岩盤性状を反映して形成された組織地形や人工改変により形成されたものと推定される。

[エリア 1 : 直線状の谷、山地斜面基部【図 4 7】]

○谷の東側縁辺の基部は直線性を呈する。

○S-2・S-6 は、直線状の谷のほぼ中央に位置する。

○1 号機基礎掘削データ及びトレンチ調査の結果によれば、山地斜面基部には、シーム等の構造は認められない。

- S-2・S-6 の位置を考慮すると、S-2・S-6 周辺の岩盤が相対的弱部となり差別侵食を受けて形成されたものと推定される。
- 直線性を呈する山地斜面基部は、地質データを踏まえると、上記の谷周辺に耕地を整備したことにより形成されたものと推定される。

[エリア 2 : 段丘面上の凹地【図 4 8】]

- 段丘面上に凹地が認められる。S-2・S-6 は、この凹地の位置とは一致しない。
- 凹地及び S-2・S-6 を挟んで、中位段丘 I 面下の岩盤上面高度は、海側に向かって徐々に低下する。(1-1'断面【図 4 8】より)
- 凹地及び S-2・S-6 を挟んで、丘陵平坦部はほぼ同一勾配となっており、傾斜変換等は認められない。
- 段丘面上の凹地は、S-2・S-6 の位置及び地質データを踏まえると、道路建設による改変により形成されたものと推定される。

[エリア 3 : 上流部で閉塞状を呈する谷の縁辺【図 4 9】]

- 上流部で閉塞状を呈する谷が認められる。S-2・S-6 は、この谷の上流縁辺部とは方向・位置がやや異なる。
- 閉塞状を呈する谷の位置には、人工的に改変された地形（道路）が認められる。
- 当該縁辺の上流にも谷が認められ、この谷と閉塞状を呈する谷の谷底高度はほぼ連続する(1-1'断面【図 4 9】より)
- 谷（耕地）は、谷幅に比べて浅く、また谷を横断する道路より上流部の谷の長さに比べて谷幅が広いことから、耕地を整備したことにより拡幅されたことが推定される。
- 閉塞状を呈する谷は、道路建設及び耕地を整備したことによる改変により形成されたものと推定される。

[エリア 4 : 段丘面の南北縁辺に認められる谷【図 5 0】]

- 段丘面の南北縁辺に認められる谷。S-2・S-6 は、この谷とほぼ一致する。
- S-2・S-6 を挟んで、中位段丘 I 面下の岩盤上面高度は、海側に向かって徐々に低下する。(3-3'断面【図 5 0】より)
- 一方で段丘面の中央部では谷が認められない(3-3'、4-4'断面【図 5 0】より)。

○谷及び S-2・S-6 を挟んで、段丘面ではほぼ同一勾配となっており、傾斜変換等は認められない。

○段丘面の南北縁辺に認められる谷は、S-2・S-6 の位置及び地質データをも考慮すると、S-2・S-6 周辺の岩盤が相対的弱部となり側方侵食により形成されたものと推定される。

[エリア5：段丘面の傾斜変換（海側が凸状を呈する）【図5 1】]

○段丘面上の傾斜変換部（海側が凸状を呈する）が認められる。S-2・S-6 は、この位置とほぼ一致する。

○傾斜変換部の位置におけるトレンチ調査の結果、岩盤中に S-2・S-6 が認められ、同岩盤を覆う堆積物に変位・変形は認められない（詳細は 2.2 節で後述）。

○傾斜変換部北方延長におけるボーリング調査（B-9-1 孔）の結果、シーム等の構造は認められない。

○凸状を呈する地形の頂部付近を横断して群列ボーリングを実施したが、当該地形周辺の浅層部は改変を受けており、地質の状況（岩盤上面形状含む）は確認できなかった【図5 2】。

○エリア5付近に見られる凸状を呈する地形については、改変により地質状況を確認できなかった。ただし、当該地形は他のエリアには見られない局所的なものであり、防潮堤基礎部や海岸部では岩盤上面に凸状を呈する形状が一般的に見られ、さらに、当該地形の縁辺部に分布する S-2・S-6 のトレンチでは 12 万～13 万年前以降の活動はないと評価している。これらを考慮すると、当該地形の成因は、波食台形成時における岩盤上面の起伏を反映したものと推定される。

<有識者による評価>

断面図の名称は、同じ位置でも資料によって異なるため、以下では、第2回評価会合（H26.7.11）資料「志賀・現調3-1」で示された断面図の名称に統一して記述する。

エリア5の敷地造成前（既に開墾されている）の地形は、2-2' 断面（「志賀・現調6」資料では 6-6'）において、S-2・S-6 通過位置の海側（西側）の地形が高く、山側（東側）が低くなる特徴が認められる【図5 2】。また岩盤上面の高度についても、S-2・S-6 より

海側の凸状地形の位置で掘削されたボーリングでは標高 20.67m (C-9'孔: 改変あり) ないし 20.94m (C-9 孔) であるのに対し、S-2・S-6 付近とされる No.3 トレンチ(改変なし)では標高 19.3m~20.7m ※である。S-2・S-6 より海側(西側)は発電所建設のために改変され、岩盤上部が掘削・除去されているにもかかわらず、海側の岩盤上面の方が、改変されていない S-2・S-6 付近の岩盤上面よりも高い【図 5 2 の断面図】。なお、エリア 5 内に位置する No.2 トレンチでは、地形及び岩盤上面の傾向と同様、M1 面堆積物の層理面が山側(東側)へ緩やかに傾斜する(2.2 節で後述)。

エリア 4 では、3-3'断面において、敷地造成前(既に開墾されている)の地形は単調に海側(西側)に向かい低くなる傾向を示すのに対し、1 号機設置時のボーリングコア試料に基づく岩盤上面形状は、S-2・S-6 付近で山側(東側)に傾きを減じる(減傾斜する)【図 5 3 下の断面図】。

エリア 2 でも、2-2'断面において敷地造成前(既に開墾されている)の地形に、S-2・S-6 通過位置の海側(西側)が高く、山側(東側)が低くなる傾向が認められる【図 5 3 上の断面図】。

以上のように、S-2・S-6 周辺では、地形、岩盤上面ともに、複数の箇所では海側の方が高まるないしは減傾斜する傾向が認められた。この傾向は、線状地形が組織地形や人工改変によるものではなく、S-2・S-6 の後期更新世以降の活動で生じた、海側(西側)隆起の変動地形であることを示唆する。

※第 6 回評価会合資料「参考資料 3」で示された値。

2. 2. S-2・S-6 のトレンチ調査・ボーリング調査

S-2・S-6 では、北陸電力により、旧 S-2 を対象に事務本館前トレンチの 1 箇所、旧 S-6 を対象に No.1~No.3 トレンチの 3 箇所の、計 4 箇所でトレンチ調査が実施された【図 5 4】。また S-2・S-6 の連続性を確認するため複数のボーリング調査が実施された。以下では、上記 4 箇所におけるトレンチ調査結果と、C-9.2 孔及び B-9-1 孔のボーリング調査結果を記載する。

<北陸電力の説明>

S-2・S-6 に沿って行われたトレンチのうち、No. 2 と No. 3 トレンチは中位段丘 I 面内（小池・町田, 2001 の mT5e に対応）に位置しており、No. 3 トレンチについては、同段丘面のほぼ中央にあたる。一方、No. 1 トレンチは中位段丘 I 面を開析した谷付近に位置し、その標高は周辺の中位段丘 I 面より低い【図 5 5】。

①事務本館前トレンチ

事務本館前トレンチでは、通路西側トレンチにおいて S-2・S-6 を確認した【図 5 6、図 5 7】。S-2・S-6 は東側の安山岩（角礫質）と西側の凝灰角礫岩の境界に分布し、走向・傾斜は N20° E・70° NW を示す。幅 2～5cm の灰白色粘土からなる。

岩盤上位の砂礫層中には、堆積構造の乱れや礫の定向配列は認められない。砂礫層最下部に含まれる木片の放射性炭素年代測定（¹⁴C 年代測定）値は、5,970±40yBP（暦年補正）である。

②No.1 トレンチ

No.1 トレンチにおいて、穴水累層の岩盤の上面まで S-2・S-6 を確認した【図 5 8、図 5 9】。

岩盤を覆う堆積物は、下位から c 層、b 層及び a 層に区分される。岩盤直上を覆う c 層は、基質はシルト混じり細～粗粒砂からなり、比較的新鮮で硬質な角～亜円礫を含む。火山灰分析の結果、c 層上部には AT 及び K-Tz 火山灰が混在していることから、同層は再堆積したものであると考えられ、堆積年代は AT 降灰時期（2.6 万～2.9 万年前）以降と考えられる【図 6 0、図 6 1】。

[北面]

- ・ S-2・S-6 は厚さフィルム状～0.3cm 程度の黄灰色を呈する粘土からなり、走向・傾斜は N20° E・74° NW である。
- ・ 岩盤上面に凹凸はあるものの、岩盤上面高度は S-2・S-6 の両側でほぼ等しく、S-2・S-6 を含む岩盤の上面及びその上位のシルト混じり砂礫層等に変位、変形は認められない。
- ・ S-2・S-6 部分を詳細に見ても、岩盤を不整合に覆うシルト混じり砂礫層中には断層運動を示唆する堆積構造の乱れや礫の定向配列は認められない。

[南面]

- ・ S-2・S-6 は厚さはフィルム状～0.3cm 程度の黄灰色を呈する粘土からなり、走向・傾斜は N6° W・78° SW である。
- ・ 岩盤上面に凹凸はあるものの、岩盤上面高度は S-2・S-6 の両側でほぼ等しく、岩盤上位のシルト混じり砂礫層等に変位、変形は認められない。
- ・ S-2・S-6 部分を詳細に見ても、岩盤の上面に小さな段差が認められるものの、S-2・S-6 直上において、岩盤を不整合に覆うシルト混じり砂礫層中には断層運動を示唆する堆積構造の乱れや礫の定向配列は認められない。

③No.2 トレンチ

No.2 トレンチにおいて、穴水累層の岩盤の上面まで S-2・S-6 を確認した【図 6 2、図 6 3】。

岩盤を覆う堆積物は、下位から g 層及び e 層に区分される。岩盤直上を覆う g 層は、基質はシルト質中～粗粒砂からなり、一部くさり礫化が進んだ亜円～亜角礫を含む。また、岩盤上面とほぼ平行な複数の層理が認められる。火山灰分析の結果、g 層上位の e 層には K-Tz 火山灰の降灰層準（9.5 万年前）が認められる。これらのこと等から、No.2 トレンチの砂礫層（g 層）は、MIS5e の海成の堆積物であると考えられる【図 6 0、図 6 1】。

No.2 トレンチでは、以下のとおり S-2・S-6 が確認された北面中央、南面及びその周辺の比較的連続性のよい明瞭な割れ目がある北面西側、北面東側を中心に調査したが、いずれの箇所でも岩盤の上面及びその直上の MIS5e の海成の堆積物 g 層に変位・変形が認められないことが確認されることから、12 万～13 万年前以降の活動はない。

[北面中央]【図 6 4】

- ・ S-2・S-6 は厚さフィルム状～0.2cm の明褐色～明褐灰色を呈する粘土からなり、走向・傾斜は N17° W/68° SW である【図 6 3】。
- ・ S-2・S-6 付近の岩盤上面の凹部には、g 層が入り込むように堆積している。
- ・ 凹部を挟んで両側の岩盤は、ほぼ同じ高さである。
- ・ S-2・S-6 直上の g 層中には、せん断面は認められない。
- ・ 上方の g 層中に認められる堆積構造は、岩盤上面とほぼ平行に分布

し、堆積構造の乱れは認められない【図65】。

〔北面西側〕【図66】

- ・岩盤中には割れ目が認められ、割れ目付近の岩盤上面のくさび部には、g層が入り込むように堆積している。
- ・くさび部を挟んで両側の岩盤は、ほぼ同じ高さである。
- ・割れ目直上のg層中には、せん断面は認められない。
- ・くさび部を埋めるように堆積するg層中の礫には定向性を示す傾向は認められず、また上方のg層中に認められる堆積構造は、岩盤上面とほぼ平行に分布し、堆積構造の乱れは認められない【図65】。

〔北面東側〕【図67】

- ・岩盤中には割れ目が認められ、割れ目付近の岩盤上面の凹部には、g層が入り込むように堆積している。
- ・凹部を挟んで両側の岩盤は、ほぼ同じ高さである。
- ・割れ目直上のg層中には、せん断面は認められない。
- ・上方のg層中に認められる堆積構造や層理は、岩盤上面とほぼ平行に分布し、堆積構造の乱れは認められない【図65】。
- ・当初の掘削面では、凹地西側で岩盤に沿う礫が認められたものの、薄片観察を実施した結果、割れ目の延長線上にはせん断面が認められず、また、再整形することによりその背面には岩盤が分布し、岩盤境界は緩やかな凹地形状を呈することが確認された【図68】。

〔南面〕【図69】

- ・S-2・S-6は厚さフィルム状～0.2cmの明褐色～明褐灰色を呈する粘土からなり、走向・傾斜はN17°W・68°SWである。
- ・S-2・S-6付近の岩盤上面の凹部には、g層が入り込むように堆積している。
- ・凹部を挟んで両側の岩盤は、ほぼ同じ高さである。
- ・S-2・S-6及び割れ目(北面東側に連続するもの)直上のg層中には、せん断面は認められない。
- ・上方のg層中に認められる堆積構造は、岩盤上面とほぼ平行ないし西側の岩盤上面に対してアバットしており、堆積構造の乱れは認められない。

④C-9.2 孔ボーリング

C-9.2 ボーリング孔は No.2 と No.3 トレンチの間で行われた掘削深度 20m のボーリング孔である。深度 10.56m においてシームを伴う割れ目を確認した【図 7 0】。この割れ目はフィルム状、黄褐色を呈する粘土から成り、走向傾斜は $N12^{\circ} E \cdot 56^{\circ} NW$ である。この割れ目は凝灰質の細粒部を伴わないものの、C-9.1 ボーリング孔で確認された S-2・S-6 の可能性のある割れ目の想定延長範囲に位置することから、S-2・S-6 の可能性がある割れ目として抽出した。

⑤No.3 トレンチ

S-2・S-6 の可能性のある割れ目を抽出したボーリング C-9.1、C-9.2 孔の北方において No.3 トレンチ調査を実施した。トレンチは中壁をはさみ南側と北側に分かれている。ここでは、No.3 トレンチのうち上載層が相対的に残存している南側トレンチについてその性状を示す【図 7 1】。

No.3 トレンチでは、C-9.2 孔で抽出した S-2・S-6 の可能性がある割れ目の北方延長付近にシームは認められなかった【図 7 1、図 7 2】。

岩盤を覆う堆積物は、下位から g' 層、f 層、e 層及び d 層に区分される。岩盤直上を覆う g' 層は、基質はシルト質細～粗粒砂からなり、一部くさり礫化が進んだ円～亜角礫を含む。火山灰分析の結果、g' 層上位の e 層には K-Tz 火山灰の降灰層準（9.5 万年前）が認められる【図 7 2】。

⑥B-9-1 孔ボーリング

B-9-1 孔は、No.3 トレンチの北側で行われた、掘削長 70m・掘進傾斜角 45° （東方向）のボーリング孔である【図 5 4】。C-9.2 孔で抽出した S-2・S-6 の可能性のある割れ目の想定延長範囲 11～45 m にシームは認められない【図 7 3】。

<有識者による評価>

①事務本館前トレンチ

事務本館前トレンチでは、S-2・S-6 が穴水累層の凝灰角礫岩と安山岩（角礫質）との境界になっている。S-2・S-6 を含む岩盤は砂礫層に不整合に覆われており、不整合面に変位は認められない。ただ

し、砂礫層は、最下部に含まれる木片から $5,970 \pm 40$ yBP の放射性炭素年代測定値（暦年補正）が得られており、非常に新しい堆積物であると考えられる【図 5 6、図 5 7】。したがって、当トレンチでは、後期更新世における S-2・S-6 の活動性を評価することはできないと判断する。

②No.1 トレンチ

No.1 トレンチでは、S-2・S-6 が穴水累層の安山岩（均質）と安山岩（角礫質）との境界になっている。S-2・S-6 及びその周囲を含め岩盤上面には変位・変形は認められない。岩盤上位に分布するいずれの堆積物にも、変位・変形は認められない【図 5 9】。

No.1 トレンチは中位段丘 I 面を開析する谷の谷壁斜面で掘削されており【図 5 2】、砂礫層上面の標高が低く、火山灰分析の結果 AT 及び K-Tz が混在することから、岩盤岩直上に分布するシルト混じり砂礫層（c 層）は、MIS2 以降に谷の上流から供給されて再堆積した堆積物である可能性が高い【図 5 5、図 6 0、図 6 1】。堆積物の堆積時期は AT 降灰以降と考えられることから、当トレンチでは、後期更新世における S-2・S-6 の活動性を評価することはできないと判断する。

③No.2 トレンチ

No.2 トレンチでは、S-2・S-6 が穴水累層の安山岩（均質）と安山岩（角礫質）との境界になっている。岩盤の上面は、岩盤を覆う g 層が MIS5e の海成堆積物と考えられることから、中位段丘 I 面が形成された時代の波食面である。南北両面とも、S-2・S-6 及びその周囲を含め MIS5e の波食面には明瞭な変位（ズレ）は認められず、岩盤上位に分布するいずれの堆積物にも明瞭な変位は認められない【図 6 2、図 6 3】。

しかしながら、南北両面において、岩盤上位の g 層（MIS5e の海成の堆積物）最下部に位置する礫質部の上面が、全体として山側（東側）が低くなっている【図 6 3】。No.2 トレンチでは g 層全体が同様に山側が低くなる傾向があり、特に北面においては、g 層中で上記礫質部の数 10cm 上位に認められる“主に径 5cm 以下の礫からな

る層理” と、その上位の径 10cm 以下の礫からなる層理において、その傾向が明瞭に確認できる。さらに、g 層中の礫等の長軸の角度分布も、北面中央、北面西側及び北面東側の全ての場所において、山側（東側）に緩く傾斜する【図 6 5】。このように、No.2 トレンチでは、MIS5e の海成堆積物 g 層が山側（東側）へ傾斜する状況が確認された。

なお、トレンチでは岩盤中に多くの断層が認められるが、北面の S-2・S-6 の約 2m 東側（北面東側箇所）にある断層を境に岩盤上面形状は凹状を呈しており、断層近傍で凹地中の堆積物に含まれる礫が立つ様子が認められたため、北陸電力により再掘削・再観察が行われた【図 6 7、図 6 8】。再掘削された観察面においても、凹地より上の部分は層理面が平行であり変形した可能性は低い【図 6 5、図 6 7】。しかし凹地部の g 層との関係では、断層に沿って砂層がくさび状に細長く入り込む様子が観察され、上下方向の直線状のマンガン濃集部も認められている【図 6 8 中央の写真】。仮に当箇所にせん断構造が認められれば、g 層堆積後に生じたずれと推定されるが、現時点ではせん断構造の存否は確認できていない。

④No.3 トレンチ

No.3 トレンチの大部分は、過去の造成により岩盤上面まで掘削され、岩盤の一部や堆積物がほとんど埋土に置き換えられている【図 7 1、図 7 2】。このため、No.3 トレンチでは、上載層により S-2・S-6 の後期更新世における活動性を評価するだけの、十分な情報を得ることはできなかった。

なお、No.3 北側・南側トレンチともに、S-2・S-6 と走向・傾斜が類似する、直線性及び連続性に乏しい割れ目が認められるものの、確認できた範囲では、これらの割れ目が岩盤上面や堆積物に明瞭な変位・変形を及ぼしている様子はなかった。

S-2・S-6 を対象に調査されたトレンチでは、No.2 トレンチのみ、MIS5e の海成堆積物と考えられる地層が分布している。No.2 トレンチでは S-2・S-6 に沿う明瞭な変位は認められない。一方、MIS5e の海成堆積物である g 層と礫質部の上面が山側（東側）に向かって緩や

かに傾斜している【図 6 3】。現在の海岸には侵食による岩盤上面の凹凸が認められるが、その規模は高さ 1m 程度であり、落差の傾向も系統的ではない【図 1 8、図 2 3】。対して、S-2・S-6 付近では、前述のように地形、堆積物の層理面及び岩盤上面ともに、海側の方が系統的に高まる傾向が複数箇所を確認されている。このことは、S-2・S-6 に沿う地形、岩盤上面ともに海側（西側）の方が山側（東側）に対して高いこと(2.1 節で先述)と同様の傾向である。S-2・S-6 のトレンチ調査結果は、S-2・S-6 の地下延長部が後期更新世以降に活動し、地表付近に海側（西側）隆起の変形を及ぼしたことを示唆する。

2. 3. S-2・S-6 の深部への連続性

<北陸電力の説明>

S-2・S-6 は、当初、連続しない別のものと評価し、個別に深部への連続性を検討していた。S-2 の深部への連続性は、I-7 孔において検討した。I-7 孔の深度 58m 付近に S-2 の延長が想定されるが、コアで確認されない【図 7 4】。S-6 の深部への連続性は、I-6 孔及び R-5 孔【図 5 4】において検討した。I-6 孔の深度 65m 付近【図 7 5】、R-5 孔の深度 154m 付近【図 7 6】に S-6 の延長が想定されるが、コアでは確認されない。以上のことから、S-2 と S-6 は、上記深度以深へは連続しないものと判断される。

なお、S-2 と S-6 との関係については、再検討の結果、S-2（南部）が S-6 の SSW 方向延長に位置すること【図 7 7】、S-2（南部）と S-6 の条線の姿勢及び運動方向に大きな差異は認められないこと【図 7 7】、S-6 の南端付近に位置する I-6 孔の想定範囲には、平滑な面はないが凝灰質な細粒部等に沿って砂～粘土が付着する岩片がある【図 7 8、図 7 9】ことから、S-2（南部）と S-6 は連続するもの（「S-2・S-6」と命名）としている。この S-2・S-6 は、NE-SW 系の“シーム”で最も長く（550m）、他の“シーム”に切られず、また、延長方に横断する“シーム”もないことから、最も新しい構造と考えられる。

<有識者による評価>

S-2・S-6 は敷地内で最も長い断層であり、その分布を正確に把握することは重要である。しかしながら、北陸電力により深部への連続性

が十分に検討されているとは言い難い。

S-2・S-6の個々のトレースは、連続性が乏しい。例えばS-6の区間ではC-9.2孔ボーリングを北端とし、約360m南方でトレースが途切れる。S-2の区間についてもS-1と交差する付近から約230m南方までしか連続せず、トレースの南端付近のボーリングM-5孔には連続しない【図54】。トレースが連続しないという状況は、ある程度深い場所においても確認できる。北陸電力の資料によるとK-6孔の深度39.17m、K-5孔の深度94.44mにおいてS-2を確認している。一方、I-7孔の深度58m付近ではS-2は確認できていない【図77】。同じ深度58m付近であってもK測線ではS-1は深部に延び、I測線では深部には延びていない【図77】。このような状況から、S-2・S-6は発達途上の未成熟な断層^{*}であることが推定される。

北陸電力が深部に延長しない根拠とするI-6孔、I-7孔、R-5孔はS-2・S-6の地表トレースが途切れる付近である。従って地表と同様にこの部分で深部へ連続しないことはむしろ自然なことと考えられる。すなわち、上記のような限られた結果をもって深部延長を判断することはできない。

また、北陸電力は、I測線のデータから深度65m以深にはS-2が連続しないと解釈しているが、これはK-5孔で深度94.44mにおいてS-2を確認したとの結果【図77】とも矛盾している。さらに、当初I-6孔は深部へS-6が連続しない根拠とされていたが、後に北陸電力は同孔の深度67.00～67.40mに「凝灰質な細粒部等に沿って砂～粘土が付着する岩片」がある【図78、図79】ことをもってS-2（南部）とS-6が連続すると判断したこととも矛盾している。そして、R-5孔の想定深度付近（154m付近）には、鏡肌のある箇所（130.10～137.55m）や細かく砕け軟らかくなっている箇所（149.00～149.75m）があり、S-2・S-6の延長を疑わせる【図76】。

以上より、北陸電力による、S-2・S-6が深部へは連続しないと解釈には大きな問題があり、深部へ連続する可能性は否定できない。

※未成熟な断層：断層発達過程の初期の段階にあり、地下浅部の地層にはまだ明瞭な断層面が形成されていない断層。

2. 4. S-2・S-6の運動方向の検討

<北陸電力の説明>

ボーリングやブロックサンプルにおいて S-2・S-6 周辺で、他の構造に切られていない直線的な面を最新すべり面として、実体顕微鏡を用いて条線を観察した。変位センスが確認できた場所はいずれも逆断層センスを示す。条線の姿勢は主に北西方向の中角度（ 40° ～ 60° ）である【図80】。

多重逆解法（山路他,2011）により 25 個のデータを用いて断層の古応力場を解析した結果、S-2・S-6 では NW-SE 圧縮の応力場が求められた【図81】。第2回評価会合における有識者の指摘を受けて、敷地内シームの運動方向が広域応力場を反映していると仮定し、能登半島の構造発達史【図10】と照合すると、S-2・S-6 から求めた応力は、②の後期中新世の南北圧縮（S-1 と対応）と③の後期鮮新世～第四紀のほぼ東西方向の圧縮（福浦断層と対応）の中間的な方位を向いている【図82】。このことは S-2・S-6 が②と③の間の地質時代に活動した可能性を示すものと考えられる。

<有識者による評価>

S-2・S-6 では、地形、岩盤上面、段丘堆積物の層理面ともに、山側に緩やかに傾斜する傾向が認められており、その傾向は、S-2・S-6 条線から推定される運動方向と一致する。

また、能登半島地震の発震機構と S-2・S-6 の条線の方角を比較すると、S-2・S-6 は震源断層と共役方向の節面と、断層面の方向と運動方向ともに近い方向にある【図83】。すなわち、震源断層と共役方向の節面は NNW-SSE 走向、西傾斜で左横ずれ逆断層であるのに対し S-2・S-6 は NNE-SSW ないし N-S 走向、西傾斜で左横ずれ逆断層である。したがって S-2・S-6 の運動方向は現在の応力場と整合的である。

なお、北陸電力が求めた応力解は、解析に用いたデータ数、複数解が存在する可能性、解のばらつきなどの問題が検討されておらず、妥当性の検証を行う必要がある。また、北陸電力が比較に用いた応力解の応力比は 0.74 と大きな値を持つのに対し、最大圧縮主応力、最小圧縮主応力の方位が同じ解の応力比は 0.4 未満と、実際に計算で求まっ

た解と著しく異なる【図 8 1】。したがって、現時点では、評価に有用な情報にはなっていない。

また北陸電力が最大圧縮主応力の方位に基づき活動時期に言及したことに関しては、より古いとされる NW-SE 圧縮の応力場による構造に、より新しいとされる N-S 圧縮 (S-1 と対応) の応力場が重複している状況が観察されるはずである。しかし、このことを示す実測データは、示されていない。このことから北陸電力の応力テンソル逆解析の結果に基づき、S-2・S-6 の活動時期を評価することはできないと判断する。

以上のことから、S-2・S-6 の運動方向は、地形やトレンチ調査から示唆される海側 (西側) 隆起の変形と整合的である。また S-2・S-6 は、現在の応力場でも動き得る断層であると判断する。

2. 5. S-2・S-6 の活動性評価

ここでは、2.1 節～2.4 節の検討に基づいて、S-2・S-6 の活動性評価を行う。

<北陸電力の説明>

S-2・S-6 周囲の地形は、周辺の岩盤性状を反映して形成された組織地形や人工改変により形成されたものと推定される【図 4 7～図 5 2】。

No.2 トレンチでは、岩盤の上面及びその直上の MIS5e の海成の堆積物 g 層に変位・変形が認められない【図 6 3】。

S-2・S-6 の条線から推定される応力場は、NW-SE 圧縮となる。能登半島の構造発達史【図 1 0】と照合すると、最大圧縮主応力軸の方位が、②「後期中新世の N-S 圧縮」と③「後期鮮新世～第四紀のほぼ EW 方向の圧縮場」の中間的な方位を向いている【図 8 2】。このことは、S-2・S-6 が②と③の間の地質時代に活動した可能性を示している。

以上より、S-2・S-6 は、少なくとも 12～13 万年前以降の活動は考えられず、将来活動する可能性のある断層等ではないと判断する。

<有識者による評価>

S-2・S-6 付近の地形は、エリア 5 及びエリア 2 において、S-2・S-6 通過位置の海側 (西側) の方が高く、山側 (東側) が低い特徴が認められる【図 5 2、図 5 3 上の断面図】。S-2・S-6 付近の岩盤上面は、

中位段丘 I 面形成時の波食面を示すと考えられ、初生的には海側へ緩やかに傾くと考えられる。しかしながらその高度は、エリア 5 では海側に高まりが認められ、高まり付近は造成のため岩盤上部が掘削・除去されているにもかかわらず、S-2・S-6 付近の No.3 トレンチ位置よりも岩盤上面高度が高い【図 5 2 の断面図】。エリア 4 の岩盤上面は、S-2・S-6 付近で山側（東側）に向かって傾きを減じる【図 5 3 下の断面図】。また、No.2 トレンチでは S-2・S-6 に沿う明瞭な変位は認められないが、MIS5e の海成堆積物である g 層最下部に位置する礫質部の上面及び層理面が、ともに山側（東側）に向かって緩やかに傾斜している状況が認められた【図 6 3】。これらのことは、S-2・S-6 の地下延長部の断層が後期更新世以降に変位し、地表付近に海側（西側）隆起の変形を及ぼしたことを示唆する。

さらに S-2・S-6 の断層面は、N-S から NNE-SSW 走向で西傾斜である【図 8 1】。運動方向を示す条線の方位は主に NW 方向の中角度（ 40° ～ 60° ）を示し、変位センスが確認できた場所はいずれも逆断層センスを示す。このことは、地形やトレンチ調査で認められた西側隆起の変形を示唆する情報と整合的である。また S-2・S-6 の断層面の姿勢と運動方向は、能登半島地震の発震機構の震源断層と共役方向の節面に近い【図 8 3】。このことから、S-2・S-6 は現在の広域応力場でも動き得る断層であると考えられる。

なお、S-2・S-6 は深度 65m 付近以深に連続しないとする北陸電力の解釈には問題があり、深部まで連続する可能性は否定できない。

以上を総合すると、S-2・S-6 は、後期更新世以降に、左横ずれ成分を持つ西側隆起の逆断層として活動した可能性がある。この際、S-2・S-6 の地下延長部の断層が活動し、地表付近の新第三系及び上部更新統に変形を及ぼしたものと判断する。ただし、一般には、地表付近に変形を及ぼした断層が、将来、地表に変位を及ぼす可能性は否定できない。

3. 福浦断層の評価

<北陸電力の説明>

- ・福浦断層は、敷地東方の志賀町福浦港東方から同町赤住北東方までの長さ約 2.7 km の範囲に西側隆起の断層として認められる【図 8 4】。

- ・福浦断層の南部において、1箇所のトレンチと複数箇所の表土剥ぎを実施した【図85】。このうち高位段丘Ib面上で実施した大坪川ダム右岸のトレンチにおいて、穴水累層の岩盤の西側を隆起させる比高差約2.5mの逆断層を確認した。断層の走向・傾斜は、北壁面ではN10°E・74°W、南壁面ではN10°~12°W・51°~68°Wである。これらの走向は、おおよそN-S走向の福浦断層と概ね一致している【図86】。
- ・断層は、鏡肌が認められ、下部で明灰色～黄灰色の粘土を厚さ0.5~1cm、上部で赤紫灰色の粘土を厚さ0.2~0.5cmで挟む。断層を挟んで幅25~35cm程度の破碎部が認められる。
- ・断層はその付近の岩盤の上面を約40cm変位させ、岩盤に不整合で載る砂礫層と砂層（層理部）中まで認められ、その上方延長付近の灰色粘土層の下部には変形が想定される。その上位に堆積する灰色粘土層の中・上部及び赤色土壌は内部構造が不明瞭であることから変形の有無は判断できないが、赤色土壌の基底の形状が、灰色粘土層下部以深の変形の形状と調和的な形状を示す。
- ・赤色土壌については、火山灰分析結果から9.5万年前の地層（明褐色土壌：K-Tzが認められる）の下位に位置し、下末吉期（MIS5e）を経て赤色土壌化したものと判断される。
- ・赤色土壌の上位にある明褐色土壌の基底は、断層を挟み、東傾斜5°の同一傾斜で東側に緩やかに傾斜し、その下位の変形の形状と調和的な傾向は認められない。
- ・以上より、確認された断層は、高位段丘Ib面形成以降、9.5万年前以前に活動があったと考えられる。
- ・岩盤上面～砂層（層理部）の比高差と赤色土壌基底の比高差には、断層をまたいで有意な差が認められること等から、複数回の断層活動イベントが推定される。
- ・以上の結果から、福浦断層は後期更新世以降の活動が否定できないと判断し、将来活動する可能性のある断層等として評価する。
- ・なお、有識者の指摘を受けて多重逆解法（山路他,2011）により断層の古応力場を解析した結果、福浦断層ではWNW-ESE圧縮の応力場が求められた【図87】。

<有識者による評価>

大坪川ダム右岸トレンチでは、北陸電力の説明どおり、断層は、南北両面において岩盤の上面を変位させ、砂礫層及び砂層まで続き、灰色粘土層下部までは地層の変形が認められる【図86】。また、下末吉期を経て赤色土壌化したと判断されている地層が、灰色粘土層下部以深の変形の形状と調和的な形状を示し、その上位の K-Tz (約 9.5 万年前) を含む地層には変形が及んでいないことから、高位段丘 I b 面形成以降、9.5 万年前以前に断層活動があったと考えられる。

また、岩盤上面～砂層 (層理部) の比高差と赤色土壌基底の比高差に断層をまたいで有意な差が認められること等から、複数回の断層活動イベントが推定される。

以上より、大坪川ダム右岸トレンチで確認された断層は、後期更新世以降に活動した可能性があるかと判断する。

ただし、大坪川ダム右岸トレンチは、正確には福浦断層の地表トレースに対応するリニアメントには位置しておらず、リニアメントの約 100m 西側に並行する谷の南方延長部に位置している【図85】。したがって、当トレンチで確認された断層は福浦断層の一部であり、福浦断層の活動の一部を捉えているにすぎない。このため、トレンチで把握された一回の変位量や平均変位速度などは、福浦断層本体の評価としては過小評価である。

4. S-1 に他の断層の活動が及ぼす影響

<北陸電力の説明>

敷地内のシームは、将来活動する可能性のある断層等はないと判断される。一方で、広域的な応力場では動きを説明できない S-1 について、有識者が北西部 (旧トレンチ付近) のみが後期更新世以降に活動した可能性を指摘したことから、敷地近傍の福浦断層の活動により、S-1 の北西部 (旧トレンチ付近) だけが付随的に動く可能性について、応力解析による検討を行った。

○検討内容

- ・解析により、福浦断層の活動による S-1 周辺の応力変化を求め、S-1 の北西部 (旧トレンチ付近) の動きやすさについて検討する【図88】。

- ・検討にあたっては、福浦断層の長さに関するパラメータスタディを実施するとともに、断層長さに対応したすべり量を与えた。(ケース①～④)
- ・なお、分解せん断応力による評価については、逆断層としての S-1 周辺の大局的な挙動に係る傾向を把握する。(逆断層センス: すべり角 90°)

○検討結果

検討により、以下の結果が得られた

- ・S-1 面上の最大せん断方向は、いずれのケースにおいても正断層センスとなり、条線観察結果による S-1 の運動方向（右横ずれ逆断層センス）【図 3 4、図 4 2】とは異なる【図 8 9】。
- ・また、S-1 北西部は、2箇所の特レンチ調査により 12 万～13 万年前以降の活動がないことを確認した S-1 南東部と同様の傾向であり、S-1 北西部だけが動きやすいという状況はない。
- ・S-1 面上の分解せん断応力は、いずれのケースにおいても逆断層センスに対して抑制側となる。
- ・なお、福浦断層の活動を想定した場合、S-1 周辺は引張場（S-1 に対しては正断層センス）となることから、法線応力は正（断層面から離れる向き）となるため、逆断層センスを促進させるものではない。
- ・参考として、敷地西側にある兜岩沖断層が仮に活動した場合の S-1 周辺の応力変化を求めた結果、S-1 面上の最大せん断方向は、条線観察結果による S-1 の運動方向（右横ずれ逆断層センス）とは異なる【図 9 0】。
- ・以上から、他の断層の活動が及ぼす影響を考慮しても、有識者が主張するよう北西部（旧特レンチ付近）だけが後期更新世以降に活動するという事は起こりえないと判断する。

<有識者による評価>

ア. 福浦断層の活動が S-1 に及ぼす影響

有識者会合は、福浦断層の活動に対し北陸電力と同様の計算を行った。計算には Coulomb 3.3 (Toda et al., 2005; Lin and Stein, 2004)

を用いた。仮定した断層は、西傾斜 60° 、すべり方向はレイク角 80° (L 80°) の逆断層で、長さに対応したすべり量を与えた【図 8 8、図 8 9】。北陸電力の解析と同様に、S-1 面上の分解せん断応力は負となり、逆断層センスに対しては抑制傾向という結果を得た【図 9 1】。なお、法線応力は引っ張り傾向になるという結果が得られており、このことは断層面上の摩擦抵抗が減少するため、断層運動は促進されることを意味する。しかし、上記のとおり、そもそも S-1 の動きは広域的な応力場では説明できず(2.4 節で先述)、また分解せん断応力が抑制傾向に働く。少なくとも、仮定した福浦断層の活動によって S-1 が動くとの結果は得られなかった。

イ. S-2・S-6 地下延長部の断層の活動が S-1 に及ぼす影響

有識者会合では、S-2・S-6 の活動による応力変化が S-1 に及ぼす影響について、同様に数値計算により検討した。

断層モデルは、S-2・S-6 の平均的な値である、N $6E$ ・ $55W$ の断層面と、レイク角 60° (L 60°) の逆断層成分を持つすべりを与えた【図 8 1】。また、北陸電力が行った福浦断層の検討【図 8 8】を参考に、岩石のヤング率を 33.1GPa 、ポアソン比を 0.277 と仮定した。計算の結果、S-1 については S-2・S-6 の下盤側(東側)直近のみで大きな分解せん断応力が発生するとともに、S-2・S-6 の下盤側(東側)直近のみ法線応力が小さいという結果を得た。これは、S-2・S-6 の下盤側(東側)直近のみでクーロン応力が正、すなわち S-1 の動きが促進されることを意味する【図 9 2】。

計算で用いた、変位量や破壊停止深度に関する条件は、必ずしも妥当ではない可能性がある。しかし、S-2・S-6 の下盤側(東側)直近のみで S-1 の動きが促進される局所的な応力変化を生じるという点は、定性的には変位量や破壊停止深度によらない。したがってこの計算では、地形やトレンチ調査から推定されるように S-2・S-6 地下延長部の断層が活動し、海側(西側)隆起の変形を及ぼした場合に、S-2・S-6 下盤側直近(S-1 の北西部)で S-1 の動きを促進する局所的な応力変化が生じる。

V. 今後の課題

以上の評価は、限られた資料やデータに基づいて行われており、より正確・確実な評価にするためには、以下に示すデータ等の拡充が必要と考える。

- ① 1号原子炉建屋等建設時等における、S-1とその周囲の形状を示す未提示の写真やスケッチの提示。

変位が疑われる、S-1の北西部及びその周囲に存在するせん断面の活動性の判断に資する資料として、1号原子炉建屋やタービン建屋の建設時の掘削・整地作業の際に現れた露頭及び旧A・Bトレンチにおける、S-1とその周囲の形状を示す未提示の写真やスケッチを改めて探して提示する。

- ② S-1、S-2・S-6等の断層破碎帯やその母岩の鉱物学的・地球化学的分析。

S-1、S-2・S-6等の水平的および深部方向への連続性や形成環境を検討するために、断層破碎帯および母岩を構成する物質の、より詳細で多面的な鉱物学的・地球化学的分析を通じて比較検討する。

- ③ S-1、S-2・S-6及びこれらの周囲に存在するせん断面について、これらを横断する鉱物脈の有無（ある場合はその構成鉱物）、条線を含む構造同士の切断関係に関する検討。

敷地内に分布するせん断面形成の時期を検討する上では、せん断面を横断する鉱物脈を検討することが有効と思われる。また、「将来活動する可能性のある断層等」を判断する上では、最も新しい構造を判断することが重要である。このため、敷地内の断層同士の切断関係や、せん断面上の条線同士に新旧関係がないかについて検討する。

- ④ S-1、S-2・S-6の連続性（深部方向、走向延長方向）及び活動性に関する地質・地質構造に関する調査。

(1) No. 2 トレンチ付近でS-2・S-6の海側（西側）においてMIS5eの海成堆積物と考えられる地層が山側へ傾く範囲を確認する。(2) S-2・S-6南方延長における断層露頭の有無とその状況を確認する。(3) S-2・S-6南方延長にお

いて中位段丘 I 面堆積物との関係を調査する。(4) S-2・S-6 南方延長海域における音波探査記録結果を再検討する。

- ⑤ 敷地周辺に分布する断層の調査（平面方向及び地下方向）と、その広域的枠組みの中での敷地の地形・地質構造に関する詳細な検討。

兜岩沖断層や富来川南岸断層、福浦断層など周辺活断層も含めた広域的な枠組みの中で、敷地内の断層の位置付け等も検討する。このため S-1、S-2・S-6 などの敷地内の断層の連続性と、敷地周辺に分布する断層との関係を明らかにする。岩盤中の地質構造の調査にあたっては、ボーリング調査は点の情報であるため、VSP（Vertical Seismic Profile）探査などの物理探査により、ボーリングで得られた点情報を面として繋ぐことを試みる必要がある。

- ⑥ “沖積段丘”と称されている完新世段丘の形成要因や高度分布に関する調査・検討。完新世段丘の存在と高度分布から海底に推定される断層と、既知の敷地内及び周辺に分布する断層との連続性、活動時期・履歴に関する調査。

敷地周辺から福浦～富来間では、2 段の完新世段丘面が報告され(渡辺ほか、2015)、M 面や H 面も同様に北方へ高くなる。この隆起運動は間欠的な地震性隆起を示唆しており、段丘面形成要因として渡辺ほか(2015)によって指摘される海底活断層の位置形状、兜岩沖断層や富来川南岸断層への連続性や敷地内破碎帯への地下延長方向を含めた連続性の検討、及び活動時期・履歴を検討する。特に、兜岩沖断層との関係については、同断層の活動性や規模、活動時期・履歴等の判断に必要な情報を検討する。

VI. まとめ

以上の検討の結果、S-1 及び S-2・S-6 の活動性について、下記の通り評価する。

<S-1 について>

S-1 についての検討（IV・1 章）から、S-1 の北西部については、旧

A・B トレンチの既往スケッチ・写真及び岩盤調査坑で確認された運動方向の情報から、S-1 は、後期更新世以降に、北東側隆起の逆断層活動により変位したと解釈するのが合理的と判断する。一方、駐車場南東方トレンチを含めて、それより南東部については後期更新世以降の活動はないと判断する。

<S-2・S-6 について>

S-2・S-6 についての検討（IV・2章）から、S-2・S-6 は、後期更新世以降に、左横ずれ成分を持つ西側隆起の逆断層として活動した可能性がある。この際、S-2・S-6 の地下延長部の断層が活動し、地表付近に変形を及ぼしたものと判断する。

なお、今回の評価は S-1 及び S-2・S-6 を対象としたものであり、敷地内の他の“シーム”の活動性については、評価対象としていない。

今回の評価は、限られた資料やデータに基づいて行われており、より正確・確実な評価にするためには、以下に示すデータ等の拡充が必要と考える。

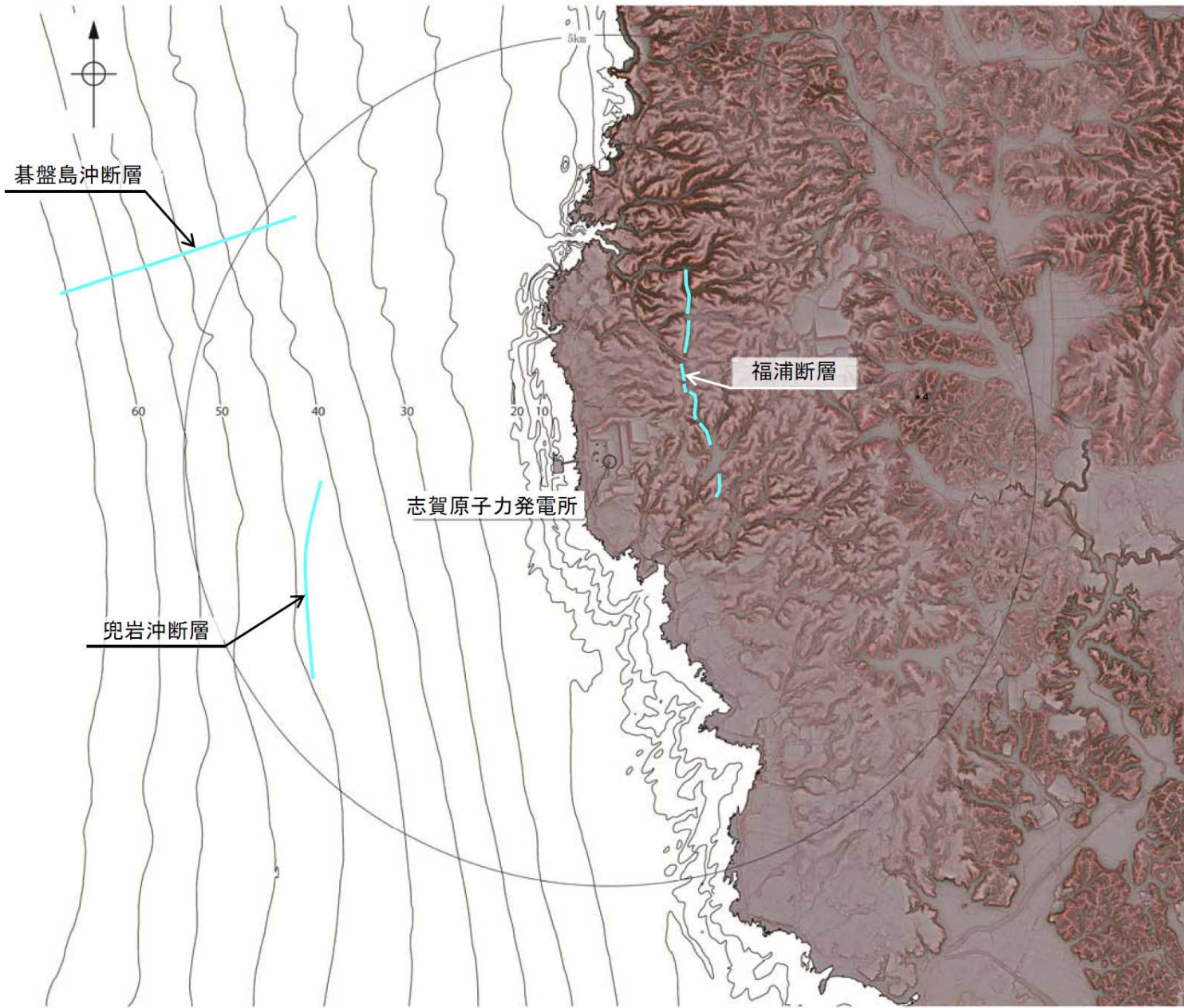
- ① 1号原子炉建屋等建設時等における、S-1 とその周囲の形状を示す未提示の写真やスケッチの提示。
- ② S-1、S-2・S-6 等の断層破碎帯やその母岩の鉱物学的・地球化学的分析。
- ③ S-1、S-2・S-6 及びこれらの周囲に存在するせん断面について、これらを横断する鉱物脈の有無（ある場合はその構成鉱物）、条線を含む構造同士の切断関係に関する検討。
- ④ S-1、S-2・S-6 の連続性（深部方向、走向延長方向）及び活動性に関する地質調査。
- ⑤ 敷地周辺に分布する断層の調査（平面方向及び地下方向）と、その広域的枠組みの中での敷地の地形・地質構造に関する検討。
- ⑥ 完新世段丘の形成要因や高度分布に関する調査・検討。完新世段丘の存在と高度分布から海底に推定される断層と、既知の敷地内及び周辺に分布する断層との連続性、活動時期・履歴に関する調査。

[参考文献]

- 阿部勝征・岡田篤正・垣見俊弘（1985）：地震と活断層，アイ・エス・ユー株式会社，580-585.
- 赤木功・井上弦・長友由隆(2003)：九州南部に分布する赤黄色土（古赤色土）の産状，日本土壤肥料學雜誌，**74**，623-630.
- Kato,A., et al.(2011)：Anomalous depth dependency of the stress field in the 2007 Noto Hanto, Japan, earthquake: Potential involvement of a deep fluid reservoir, *Geophysical research letters*, **38**, L06306, doi:10.1029/2010GL046413.
- 小池一之・町田洋（編）（2001）：日本の海成段丘アトラス，東京大学出版会.
- Lin, J., Stein, R. S., （2004）：Stress triggering in thrust and subduction earthquakes, and stress interaction between the southern San Andreas and nearby thrust and strike-slip faults, *Journal of Geophysical Research*, **109**, B02303, doi:10.1029/2003JB002607.
- 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.
- 松井健・加藤芳朗（1965）：中国・四国地方およびその周辺における赤色土の産状と生成時期－西南日本の赤色土の生成にかんする古土壌学的研究第2報，資源科学研究所彙報，**64**，31-48.
- 永塚鎮男（1975）：西南日本の黄褐色森林土および赤色土の生成と分類に関する研究，農業技術研究所報告B第26号別刷.
- Nagatsuka,S. Maejima,Y.(2001):Dating of Soils on the Raised Coral Reef Terraces of Kikai Island in the Ryukyus,Southwest Japan: With Special Referece to the Age of Red-Yellow Soils, *Quaternary Research*,**40**,137-147.
- 成瀬洋（1974）：西南日本太平洋岸地域の海岸段丘に関する2・3の考察，大阪経大論集，**99**，89-126.
- 岡村行信（2007a）：20万分の1能登半島西方海底地質図及び同説明書，海洋地質図，no.61（CD），地質調査総合センター.

- 岡村行信(2007b): 能登半島及びその周辺海域の地質構造発達史と活構造, 活断層・古地震研究報告, No.7, 197-207.
- 岡村行信(2007c): 能登半島周辺の地質構造と地震との関係, 活断層研究センターニュース, 66, 1-3.
- 尾崎正紀・駒澤正夫・井上卓彦(2010) 能登半島北部及び周辺海域 20 万分の 1 地質-重力図及び説明書, 海陸シームレス地質情報集, 「能登半島北部沿岸域」. 数値地質図 S-1, 地質調査総合センター
- Toda, S., Stein, R. S., Richards-Dinger, K., Bozkurt, S., (2005): Forecasting the evolution of seismicity in southern California: Animations built on earthquake stress transfer, *Journal of Geophysical Research*, 110, B05S16, doi:10.1029/2004JB003415.
- 山路敦・佐藤活志・大坪誠(2011): Multiple Inverse Method Software Package User's Guide.
- 渡辺満久・中村優太・鈴木康弘(2015): 能登半島南西岸変動地形と地震性隆起, 地理学評論, 88, 235-250.

事前会合 (H26.2.14) 資料
「志賀・現調1-3」p.3を引用



- ・敷地近傍の陸域地形は、海岸線に沿って海成の沖積段丘・中位段丘・高位段丘が発達する標高約20～150mの西側低下の低平な平頂丘陵地よりなる。
- ・敷地近傍の海底地形は、約10/1,000の緩い勾配を示す水深約50m以浅の大陸棚からなり、沿岸部では水深約20mまでは凹凸に富んだ岩礁帯を形成している。

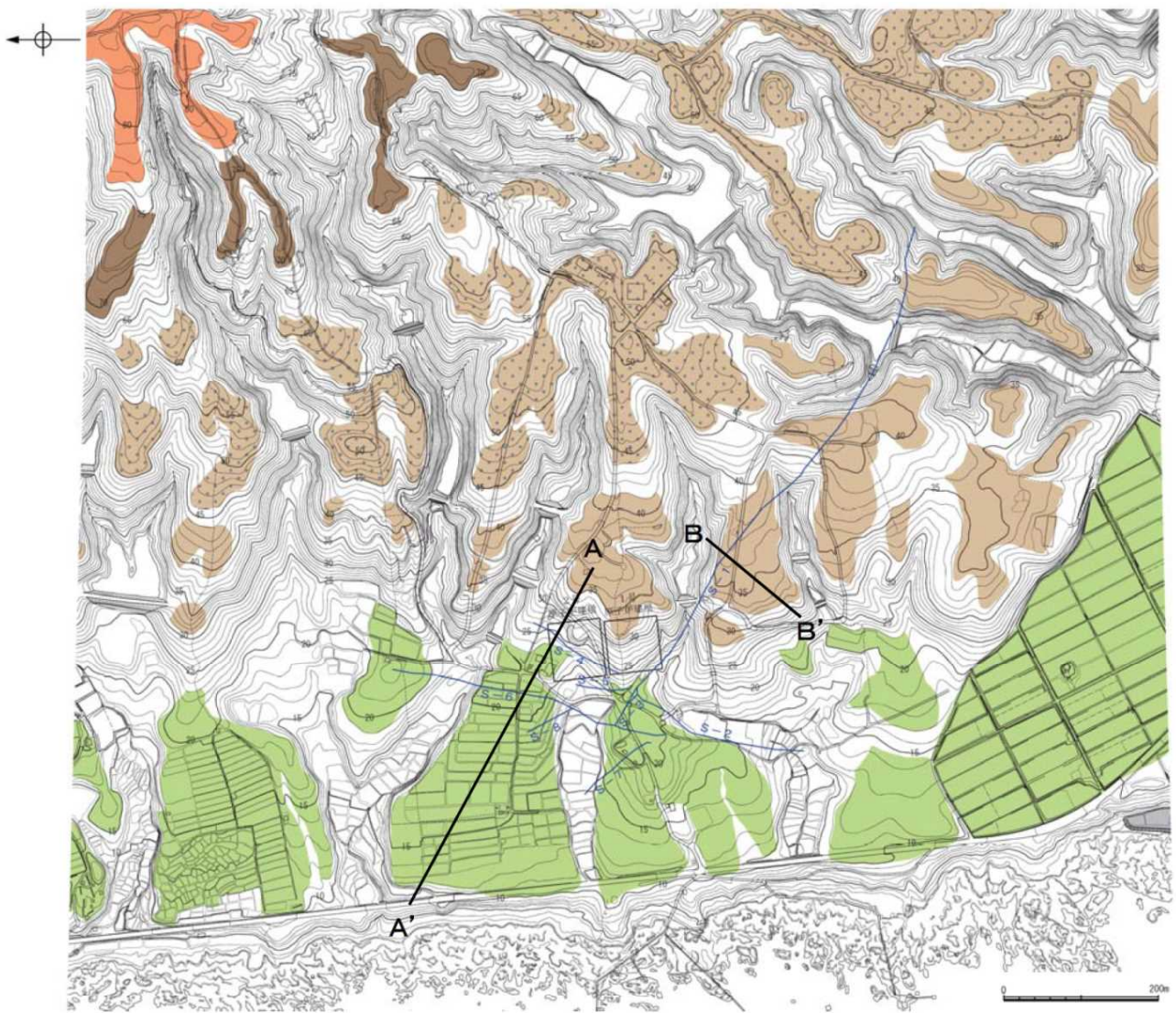
この図は、陸域については、航空レーザ計測データから作成した赤色立体地図を使用したものであり、海域については、北陸電力による調査結果、石川県発行の「漁場環境図、富永・志賀・羽咋海域」（等深線は5m間隔）から編集したものである。

0 2km

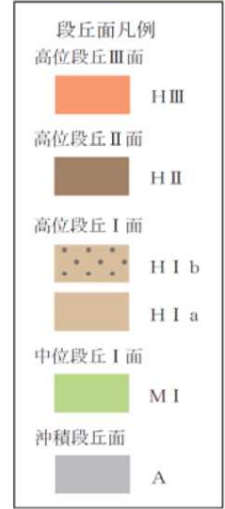
断層

〔海域は音波探査記録から推定した断層位置を、陸域は地形調査から推定した断層位置を图示。〕

図1 志賀原子力発電所 敷地近傍の地形



地形断面図の詳細については、調査報告書（最終）、P2-7, P2-8参照



事前会合(H26.2.14)資料
「志賀・現調1-3」p.10を引用

—— 断面線
—— シーム(EL-4.7m)

この図は、1961年の空中写真(北陸電力撮影、縮尺15,000分の1)及び1985年の空中写真(北陸電力撮影、縮尺8,000分の1)をもとに作成した地形図(等高線は1m間隔)に、空中写真判読及び既存ボーリングの地質データ等に基づいた段丘面分布を示したもの。

- ・敷地付近には、低位より沖積段丘面、中位段丘Ⅰ面、高位段丘Ⅰ面、高位段丘Ⅱ面、高位段丘Ⅲ面が分布し、高位段丘Ⅰ面は2面に細区分される。
- ・敷地付近には、活断層の存在を示唆する変動地形は判読されない。

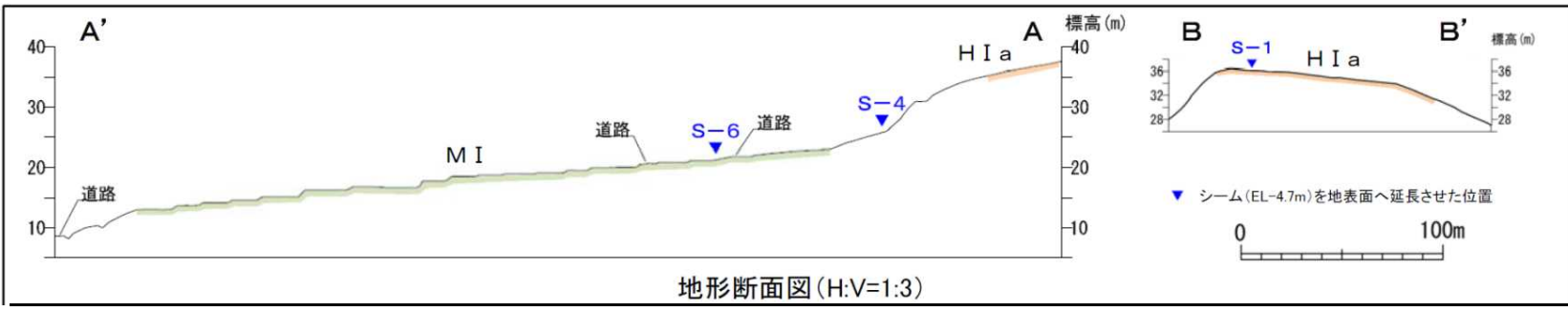
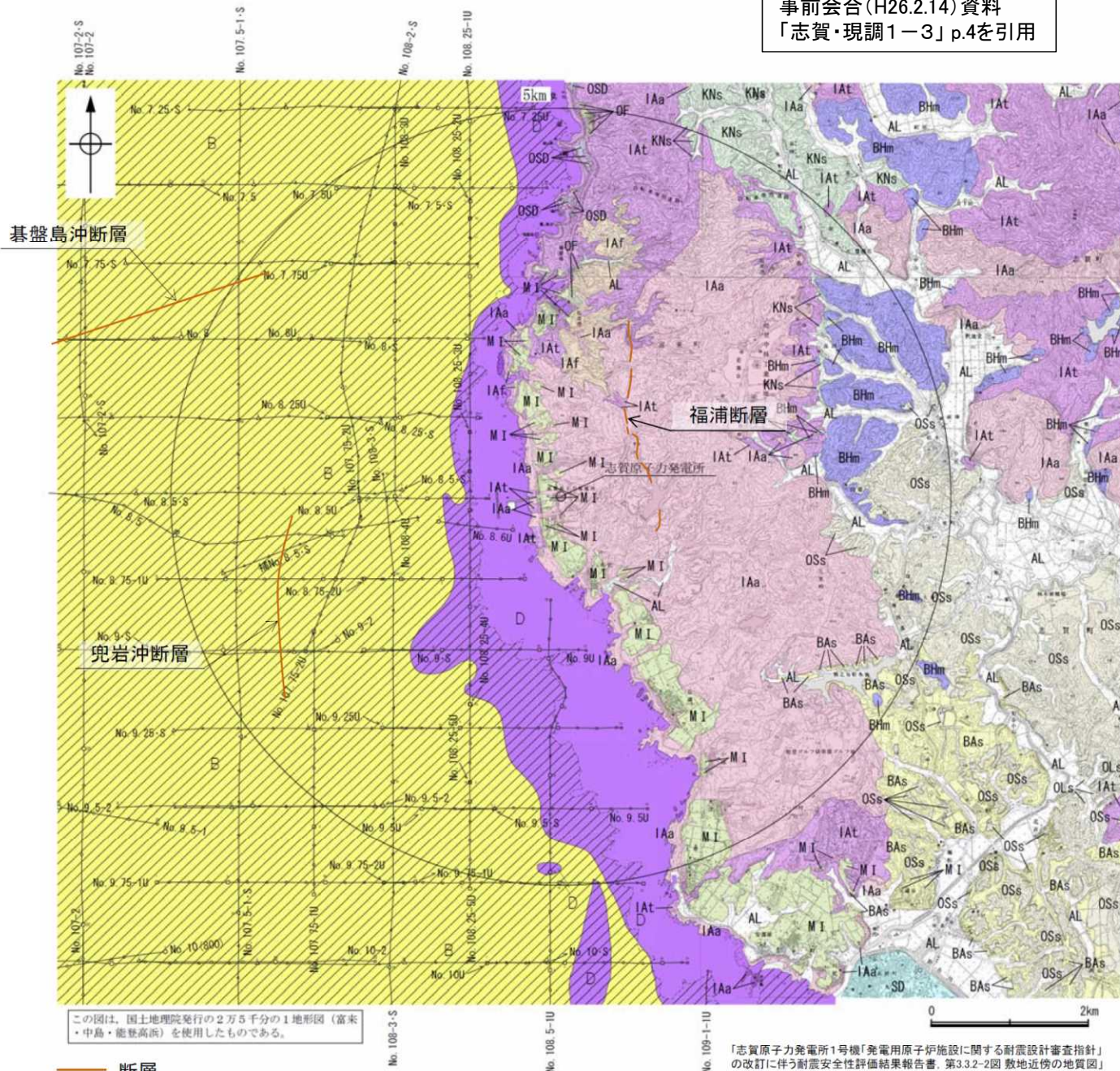


図2 志賀原子力発電所 敷地付近の段丘面分布図

事前会合(H26.2.14)資料
「志賀・現調1-3」p.4を引用



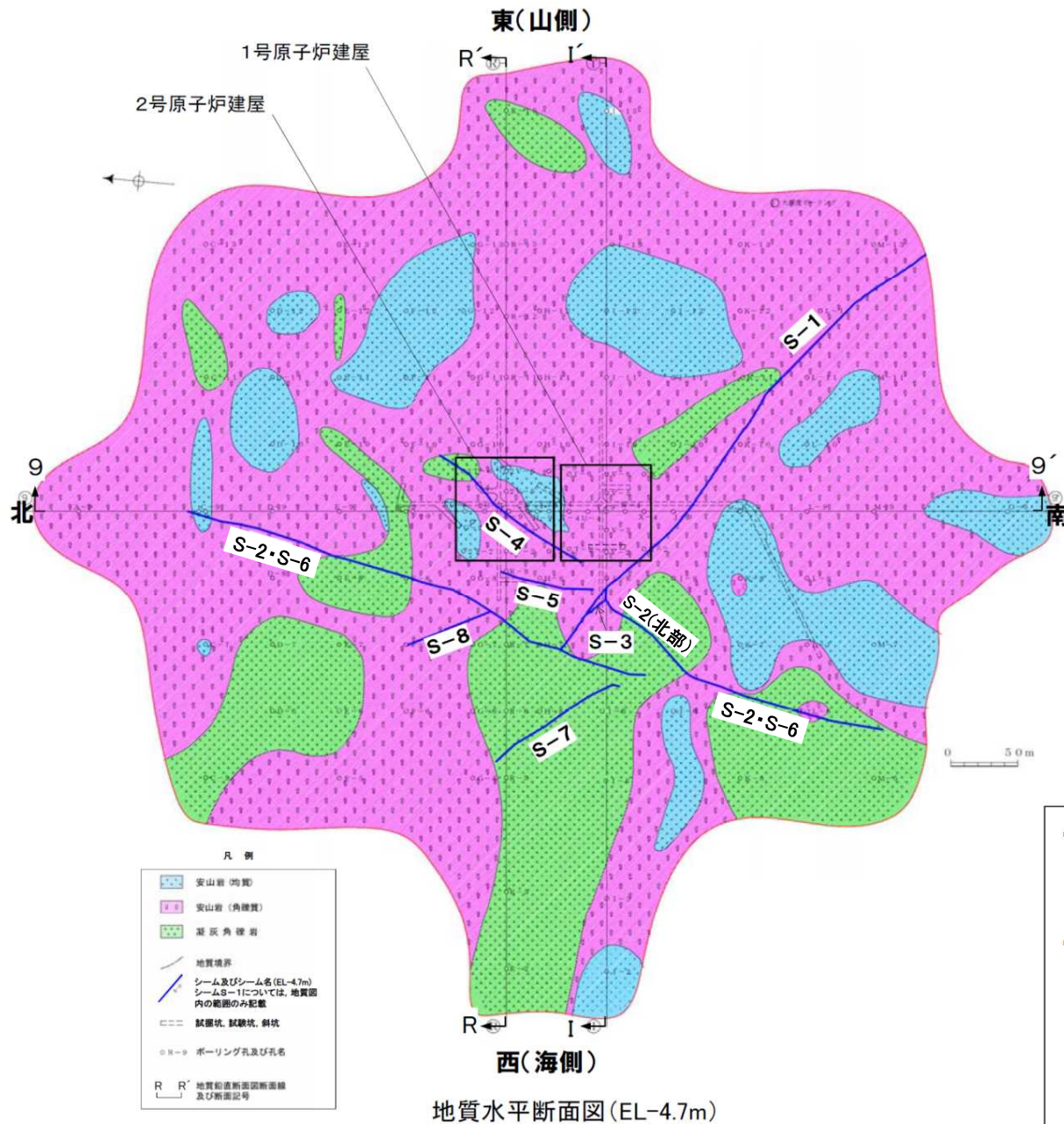
[地質]		陸域 地層・岩石名	海域 地層名
地質時代	敷地周辺の層序		
	完新世	SD 砂丘砂層 AL 沖積層	A層
第四紀	更新世	OSD 古砂丘砂層 OF 古期扇状地堆積層 MI 中位段丘I面堆積層	B層
	埋生階		
	水見階		C層
	鮮新世		
新第三紀	音川階	OSs 出雲石灰質砂岩層 (非石灰質部) OLs 出雲石灰質砂岩層 (石灰質部)	D層
	東別所階	BAAs 赤浦砂岩層 BHm 浜田泥岩層	
	黒瀬谷階	KNs 草木互層	
	岩稲階	IAa 穴水累層 安山岩 IAAt 穴水累層 安山岩質火砕岩 (凝灰角礫岩) IAF 穴水累層 安山岩質~石英安山岩質火砕岩 (凝灰岩)	
[海域]			
	No. 8	調査測線 (北陸電力: スーパー・シングルチャンネル・約2450ジュール)	
	No. 9-S	調査測線 (北陸電力: スーパー・シングルチャンネル・約360ジュール)	
	No. 8U	調査測線 (北陸電力: プーマー・マルチチャンネル・約200ジュール)	
[A層 (後期更新世~完新世)を除いた地質図]			

- ・敷地近傍の陸域の地質は、新第三系及び第四系からなる。新第三系は、下位より岩稲階、黒瀬谷階、東別所階及び音川階からなる。なお、敷地には岩稲階が分布する。第四系は、段丘堆積層、古期扇状地堆積層、古砂丘砂層及び沖積層からなる。
- ・敷地近傍の海域の地層は、上位からA層、B層、C層及びD層の4層に分類される。

断層
[海域は音波探査記録から推定した断層位置を、陸域は地形調査から推定した断層位置を图示。]

「志賀原子力発電所1号機「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」の改訂に伴う耐震安全性評価結果報告書、第3.3.2-2図「敷地近傍の地質図」を一部編集

図3 志賀原子力発電所 敷地近傍の地質図



地質水平断面図 (EL-4.7m)

「志賀原子力発電所「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」の改訂に伴う耐震安全性評価結果 中間報告書 第3.4.2-3図(1) 地質水平断面図(EL-4.7m)」を一部編集

	厚さ(cm)	走向/傾斜	性状
シームS-1	0.1~3.5	N45°W/73°NE*1	岩片混じりの赤褐色ないし黄褐色粘土
		N45°W/85°NE ~ *1	
		N41°W/80°NE ~ *4 N67°W/70°NE	
シームS-2	0.5~2.0	N58°E/50°NW*1	岩片混じりの赤褐色粘土
シームS-3	0.5~1.0	N55°W/87°NE*1	岩片混じりの赤褐色粘土
シームS-4	0.5~10.0	N45°E/66°NW*1	岩片混じりの赤褐色ないし黄褐色粘土
シームS-5	0.1~3.0	N15°E/88°NW*1	岩片混じりの赤褐色ないし黄褐色粘土
シームS-6	0.5~5.0	N27°E/60°NW*2	岩片混じりの赤褐色ないし黄褐色粘土
シームS-7	5.0	N41°W/60°SW*3	岩片混じりの淡褐色粘土
シームS-8	0.5~2.0	N22°W/58°SW*2	岩片混じりの暗赤褐色ないし黄褐色粘土

・走向/傾斜の確認位置

*1: 試掘坑または試験坑 *2: トレンチ *3: ボーリング *4: 岩盤調査坑

注) S-2とS-6については、当初は別のものでしていたが、延長上に位置しており、また両者の条線の姿勢及び運動方向にも大きな差異が認められないこと等から、連続しているものとする(「S-2・S-6」と表記)。

- ・敷地の基盤は、中新統岩稲階の穴水累層の安山岩(均質)*5、安山岩(角礫質)*6、凝灰角礫岩からなり、シームS-1~シームS-8の8本が確認されている。
- ・これらのシームについて、
 - ・走向は、概ねNW-SE方向とNE-SW方向の2方向がある。
 - ・傾斜は高角度であり、性状はほぼ同様である。
 - ・X線分析結果によれば、鉱物組成はほぼ同様である。
- また、クリストバライト、スメクタイトを含んでいることから、熱水変質の影響を受けていると考えられる。

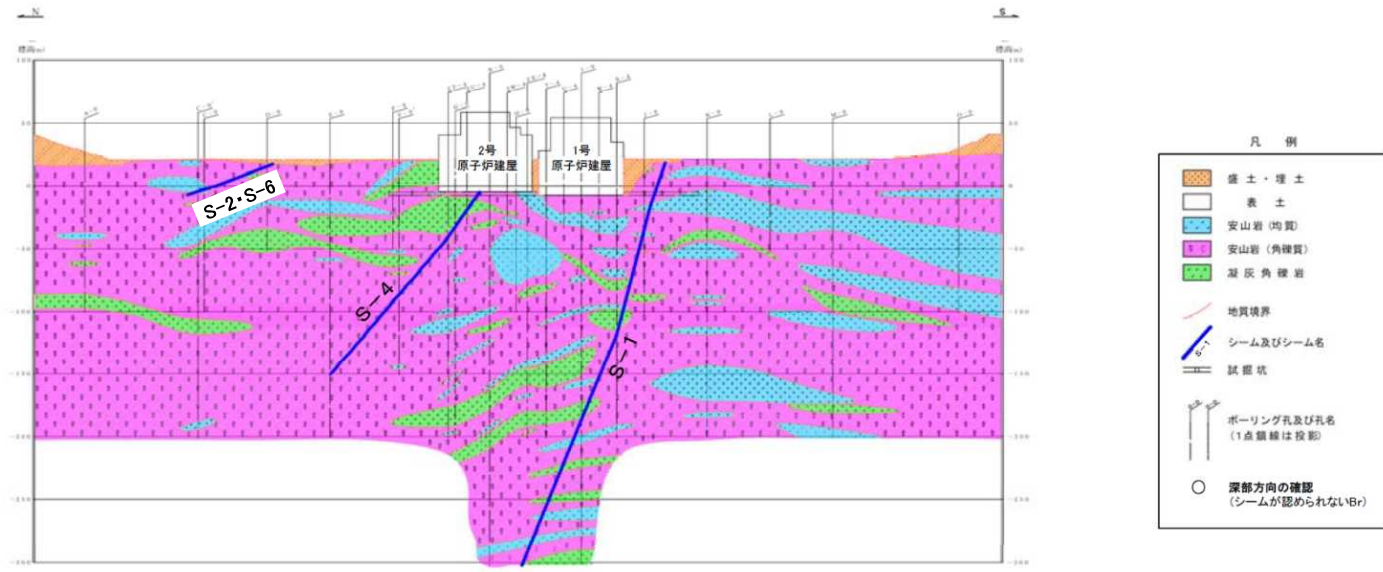
事前会合(H26.2.14)資料「志賀・現調1-3」p.5を引用・加筆

*5: 安山岩(均質) : 岩相が比較的均質で暗灰色を呈する安山岩質溶岩
 *6: 安山岩(角礫質) : 角礫岩状で暗灰色ないし赤褐色を呈する安山岩質溶岩

図4 志賀原子力発電所 敷地内シームの分布、性状 等

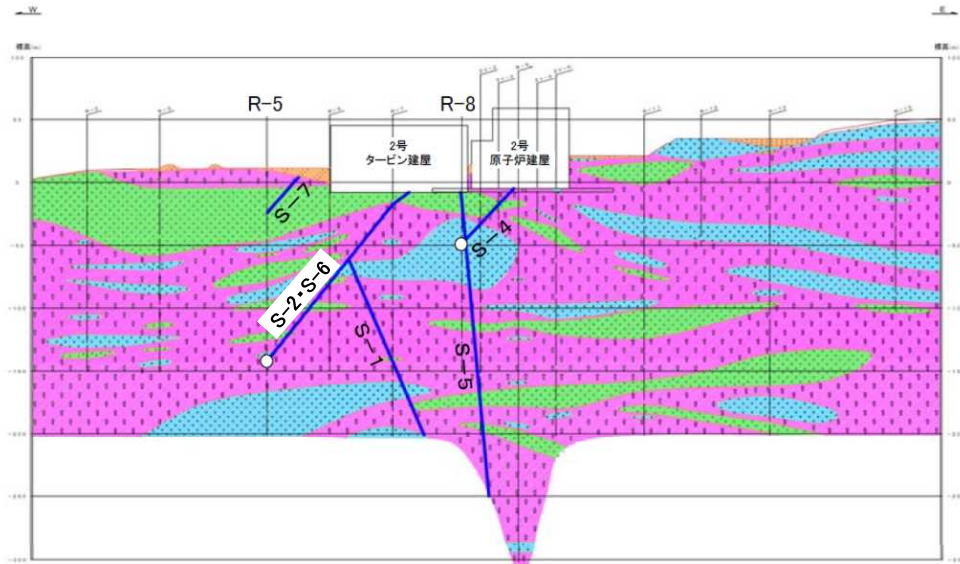
事前会合(H26.2.14)資料
「志賀・現調1-3」p.6を引用・加筆

注)S-2とS-6については、当初は別のものとしていたが、延長上に位置しており、また両者の条線の姿勢及び運動方向にも大きな差異が認められないことから、連続しているものとする(「S-2・S-6」と表記)。



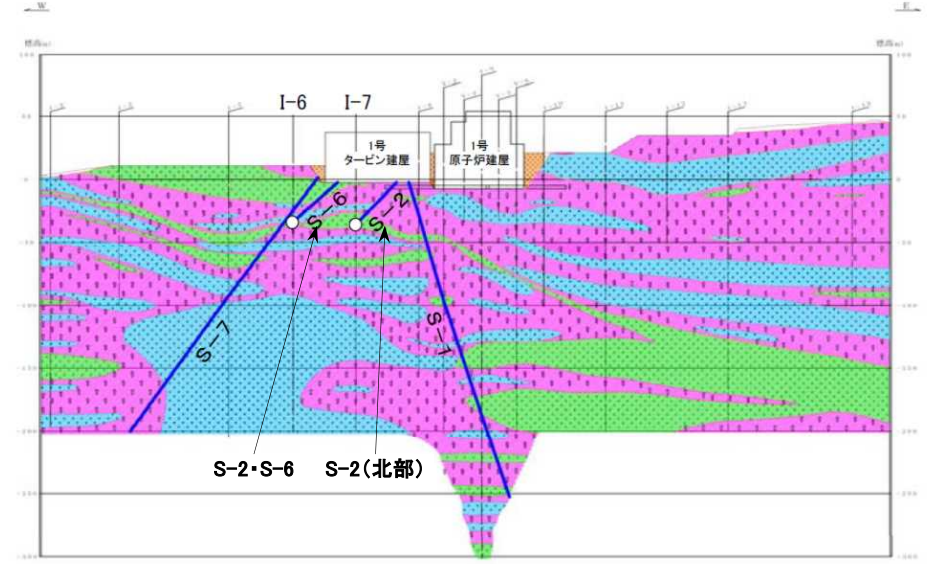
「志賀原子力発電所 1号機「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」の改訂に伴う耐震安全性評価結果報告書、第3.4.2-3図(2) 地質鉛直断面図(X-X')」を一部編集

9-9'断面



R-R'断面

「志賀原子力発電所「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」の改訂に伴う耐震安全性評価結果 中間報告書、第3.4.2-3図(2) 地質鉛直断面図(R-R')」を一部編集



I-I'断面

「志賀原子力発電所 1号機「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」の改訂に伴う耐震安全性評価結果報告書、第3.4.2-3図(3) 地質鉛直断面図(Y-Y')」を一部編集

・1号原子炉建屋基礎底面にはシームS-1及びシームS-4が、2号原子炉建屋基礎底面にはシームS-4が確認されている。

図5 志賀原子力発電所 地質鉛直断面図

■岩盤調査坑の切羽及び底盤の岩石とシームを対象に、K-Ar年代分析を実施した。

年代分析結果

	対象物	試料採取箇所	測定物 (粒径)	カリウム含有量 (wt. %)	放射性起源 ⁴⁰ Ar (10 ⁻⁹ cc STP/g)	K-Ar年代 (Ma)	非放射性起源 ⁴⁰ Ar (%)
岩盤調査坑 (底盤EL-18.25m)	安山岩(均質)	No.7~8付近底盤 南西側	斜長石 (#150-200)	0.133 ± 0.007	8.04 ± 0.15	15.51 ± 0.82	40.7
		No.30切羽 北東側		0.204 ± 0.004	12.24 ± 0.20	15.39 ± 0.40	36.0
	帯状を呈する火山砕屑岩 I 基質	No.23~24付近底盤	斜長石 (#200-300)	0.156 ± 0.008	11.66 ± 0.25	19.2 ± 1.0	45.9
		No.26~27付近底盤		0.147 ± 0.007	10.36 ± 0.20	18.06 ± 0.96	41.0
	帯状を呈する火山砕屑岩 II 基質	No.19~20付近底盤	斜長石 (#200-300)	0.168 ± 0.008	12.40 ± 0.84	18.9 ± 1.6	79.4
		No.28~29付近底盤		0.147 ± 0.007	10.29 ± 0.75	18.0 ± 1.6	80.7
	シームS-1	No.15~16付近底盤	スメクタイト (0.2-0.4 μm)	0.652 ± 0.013	26.12 ± 4.01	10.3 ± 1.6	90.4
		No.16~17付近底盤		0.382 ± 0.008	16.17 ± 2.95	10.9 ± 2.0	91.8
		No.24切羽, No.25切羽		0.689 ± 0.014	30.75 ± 7.51	11.5 ± 2.8	93.6
	(参考) 大深度ボーリング (孔口EL35.22m)	安山岩(均質)	深度754.10~754.50m	斜長石 (#150-250)	0.442 ± 0.009	25.06 ± 0.44	14.55 ± 0.39
深度1018.00~1018.30m			斜長石 (#150-250)	0.213 ± 0.004	13.80 ± 0.82	16.6 ± 1.0	76.6
深度1075.00~1075.25m			斜長石 (#150-250)	0.208 ± 0.004	14.82 ± 0.77	18.3 ± 1.0	74.2
深度1107.90~1108.20m			斜長石 (#150-250)	0.100 ± 0.005	9.18 ± 0.54	23.5 ± 1.8	76.4

STP: 標準状態(0°C, 1気圧)
Ma: 100万年前

最終報告書(H25.12.19) p.2-41を引用

図6 北陸電力によるs-1及び周辺の岩石の年代分析結果

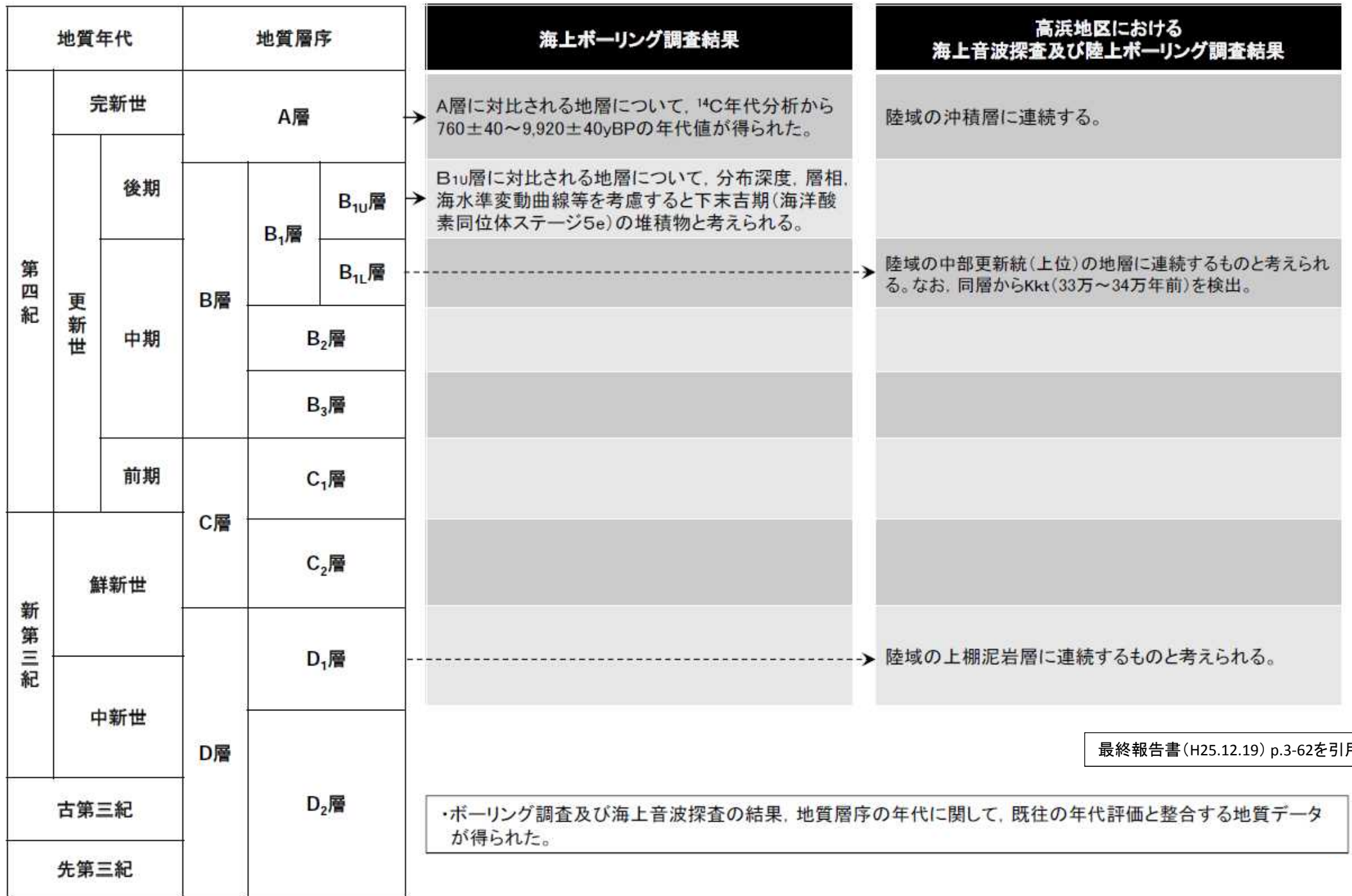


図7 北陸電力による陸上ボーリング調査結果と海域の地質層序の比較

■ シーム周辺には概ね帯状を呈する火山砕屑岩や凝灰質な細粒部が分布している。

シーム

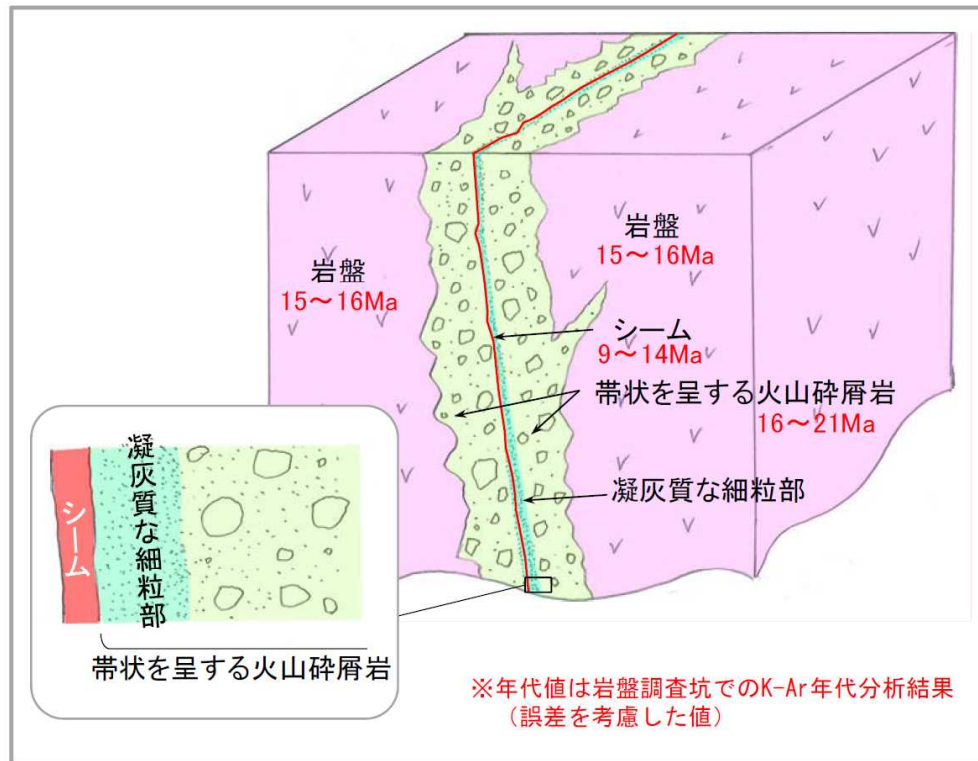
岩盤中の間隙に挟まれた粘土などの軟弱物質の薄層のことをいう。

帯状を呈する火山砕屑岩

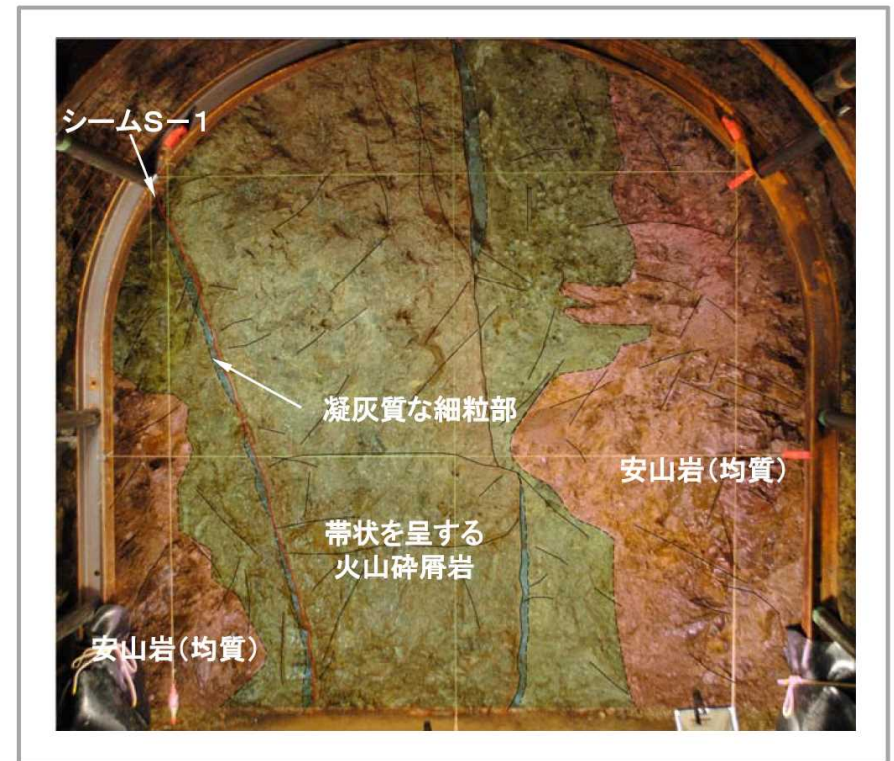
中新統の穴水累層中において、平面的または断面的に見て帯状に分布している凝灰角礫岩や火山礫凝灰岩等をいう。周辺岩盤との境界は、凹凸に富んでいることが多く、不明瞭(漸移的)な箇所もある。周辺岩盤に比較し、礫径が小さいこと、基質の比率が大きいこと等から識別される。

凝灰質な細粒部

帯状を呈する火山砕屑岩中において、主として凝灰質な細粒分が集中して分布する部分をいい、色調は赤褐色等を呈する。



シーム及びシーム周辺の地質(概念図)



シーム及びシーム周辺の地質
岩盤調査坑(No.8切羽)の事例(別添資料集、P別添-1-8参照)

事前会合(H26.2.14)資料
「志賀・現調1-3」p.7を引用

図8 北陸電力によるシーム及びシーム周辺の地質の説明

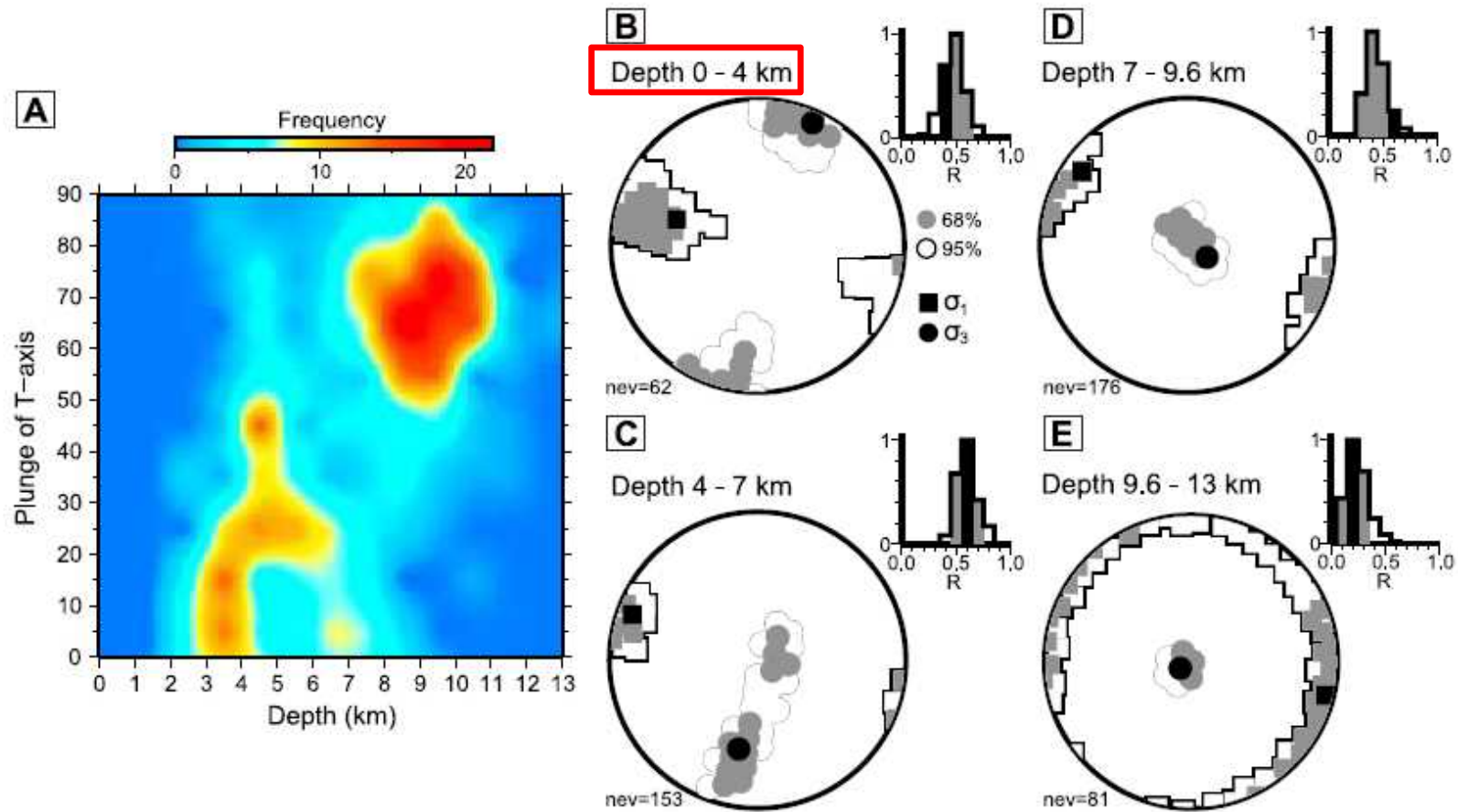


Figure 2. (a) Frequencies of T-axis plunge angles plotted against the depth. Results of first motion stress inversion (MOTSI code) for four depth ranges: (b) 0–4 km, (c) 4–7 km, (d) 7–9.6 km, and (e) 9.6–13 km, showing lower-hemisphere equal-area projections of the orientations of σ_1 (squares) and σ_3 (circles), each with their marginal confidence limits. Black-filled symbols, optimal solutions. Gray shades, 68% confidence limits. Open contours, 95% confidence limits. In the top right margins, frequency histograms of the R -values, with 68% and 95% confidence intervals denoted by gray and open bars, respectively. In the bottom left margins, the number of events is shown.

Aitaro Kato et al.(2011) : Anomalous depth dependency of the stress field in the 2007 Noto Hanto, Japan, earthquake: Potential involvement of a deep fluid reservoir, GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, VOL. 38, L06306, doi:10.1029/2010GL046413.

■尾崎(2010), 岡村(2007a)等の文献のほか, GPS連続観測や条線観察等の自社解析の結果を踏まえて, 能登半島の地質構造発達史についてまとめる。

年代 ×100 万年 Age (Ma)	地質時代 Geologic Time Scale		尾崎(2010)	岡村(2007a, 2007b, 2007c)	GPS連続観測網(GEONET)から求めた定常ひずみ速度	福浦断層の運動方向	応力場
	第4新統 (Quaternary)	第3新統 (Neogene)					
0.01	更新世 (Holocene)	漸新世 (Oligocene)	(4)中-後期更新世以降 ○北西-南東方向の短縮場 ・北東-南西方向の逆断層	第四紀 ○東西応力 ・南北から北東-南西方向の逆断層及び褶曲	敷地周辺の広域応力場 ・主ひずみの短縮方向 ⇒南北方向から時計まわりに101.2° (WNW-ESE圧縮) P1-33参照	・福浦断層の条線の姿勢は, 主に西北西方向 ・福浦断層の条線から推定される応力場はWNW-ESE圧縮 P2-6, 2-12参照	③ほぼ東西方向の圧縮場
0.13	更新世(後期) (Late)	中新世(後期) (Late)	(3)鮮新世末~第四紀前半 ・北北東-南南西~南北方向の逆断層 ・北東-南西方向の逆断層	後期中新世 ○南北圧縮 ・東西から東北東-西南西方向の逆断層・褶曲	—	—	②ほぼ南北方向の圧縮場
0.77	更新世(中期) (Mid.)	中新世(中期) (Mid.)	(2)中期?~後期中新世末 ○北北西-南南東方向の短縮場 ・東北東-西南西~東西方向の逆断層群	前期中新世 ○地殻の伸張 ・東-西から東北東-西南西方向に伸びる小規模なりフト	—	—	①北西-南東方向の伸張場
1.8	更新世(前期) (Early)	中新世(前期) (Early)	(1)漸新世~前期中新世 ○北西-南東方向の伸張場 ・北東-南西方向の正断層群				
5.3	中新世(後期) (Late)	中新世(後期) (Late)					
11.2	中新世(中期) (Mid.)	中新世(中期) (Mid.)					
16.4	中新世(前期) (Early)	中新世(前期) (Early)					
23.8	漸新世 (Oligocene)	漸新世 (Oligocene)					
33.7	始新世 (Eocene)	始新世 (Eocene)					
55	白垩紀 (Cretaceous)	白垩紀 (Cretaceous)					
65.0	白垩紀(前期) (Early)	白垩紀(前期) (Early)					
144.2	中生代 (Jurassic)	中生代 (Jurassic)					

能登半島北部の地質構造
(尾崎他(2010)を一部編集)

第4回評価会合(H26.12.26)資料
「志賀・現調5-2」p.2-18を引用

・能登半島の構造運動は尾崎他(2010), 岡村(2007a)等から, 陸域, 海域ともに断層・褶曲等の走向, 変形している地質の年代等から, 大きく以下の3つに区分される。

- ①漸新世~前期中新世の北西-南東方向の伸張場
- ②後期中新世のほぼ南北方向の圧縮場
- ③後期鮮新世~第四紀のほぼ東西方向の圧縮場

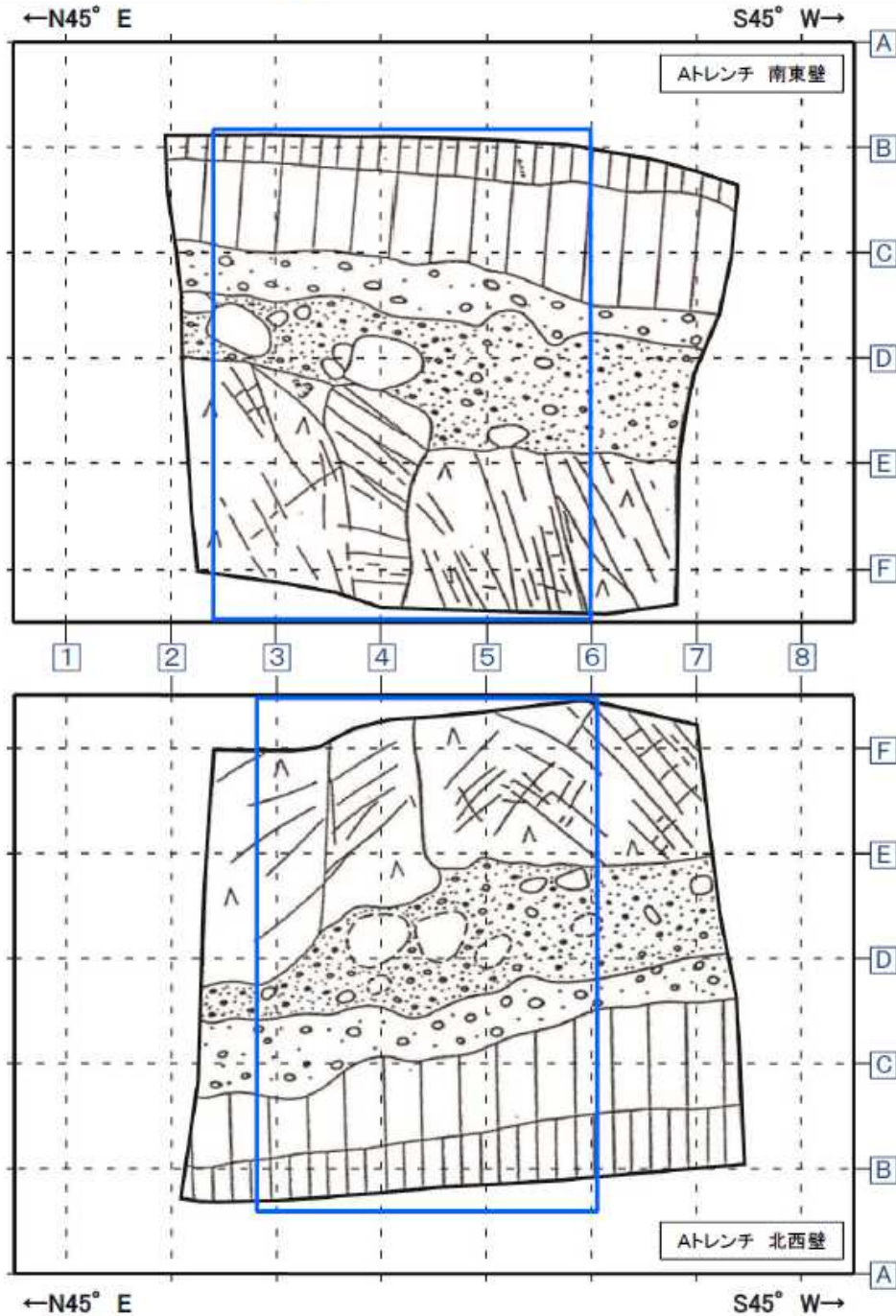
岡村行信(2007a): 20万分の1能登半島西方海底地質図及び同説明書, 海洋地質図, no.61(CD), 地質調査総合センター。
 岡村行信(2007b): 能登半島及びその周辺海域の地質構造発達史と活構造, 活断層・古地震研究報告, No.7, P.197-207。
 岡村行信(2007c): 能登半島周辺の地質構造と地震との関係, 活断層研究センターニュース, 66, 1-3。
 尾崎正紀(2010): 能登半島北部20万分の1地質図及び説明書, 海陸シームレス地質情報集, 「能登半島北部沿岸域」, 数値地質図S-1, 地質調査総合センター。
 尾崎正紀・駒澤正夫・井上彦彦(2010): 能登半島北部及び周辺海域20万分の1地質-重力図及び説明書, 海陸シームレス地質情報集, 「能登半島北部沿岸域」, 数値地質図S-1, 地質調査総合センター。

図10 北陸電力によるシームS-1及びその周辺の形成史の考察

シームS-1 Aトレンチ スケッチ(縮尺1/50)

第4回評価会合(H26.12.26)資料
「志賀・現調5-2」p.参考-3-2を引用

- 壁面写真から確認できる測量基準点を利用して、縮尺1/50で作成した展開図に、基準線枠(1mメッシュ)を重ねて表示した。(横軸は水平、縦軸は鉛直を示す。)
- シームS-1周辺についてのみ、縮尺1/20の詳細スケッチを作成している。
- 上記の縮尺1/50の展開図と縮尺1/20の詳細スケッチのみ作成した。



凡例

	礫積土
	明褐色土壌
	赤色土壌
	砂礫I層
	砂礫II層
	安山岩
	樫 (成線は縄跡)

縮尺1/20のスケッチを作成した範囲

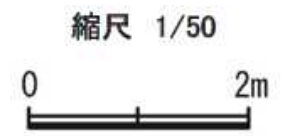


図12 旧Aトレンチ全体のスケッチ

シームS-1 Bトレンチ スケッチ(縮尺1/50)

第4回評価会合(H26.12.26)資料
「志賀・現調5-2」p.参考-3-3を引用

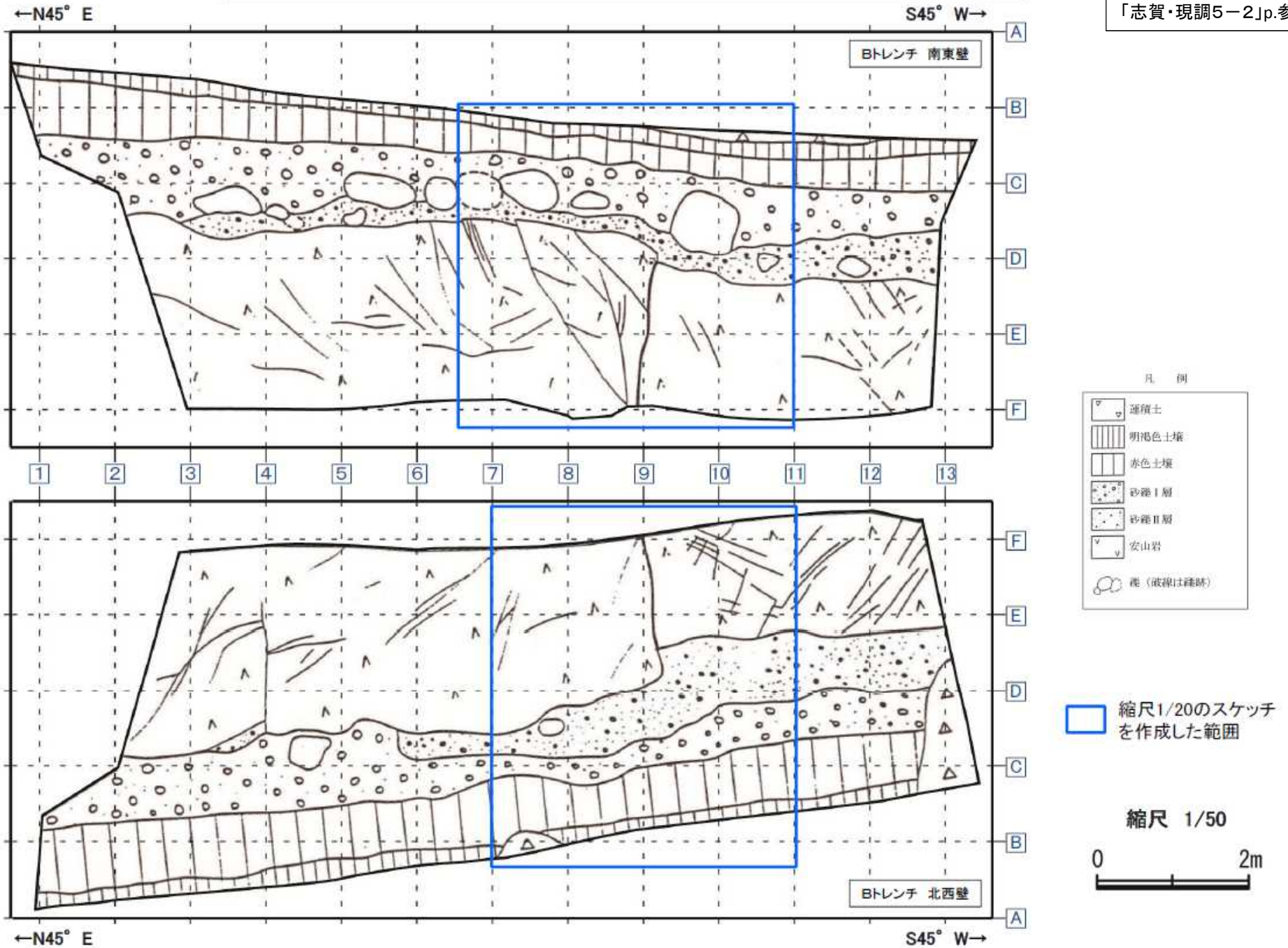


図13 旧Bトレンチ全体のスケッチ

明褐色土壌 (軽植土)
色調 7.5YR5/6. 無構造

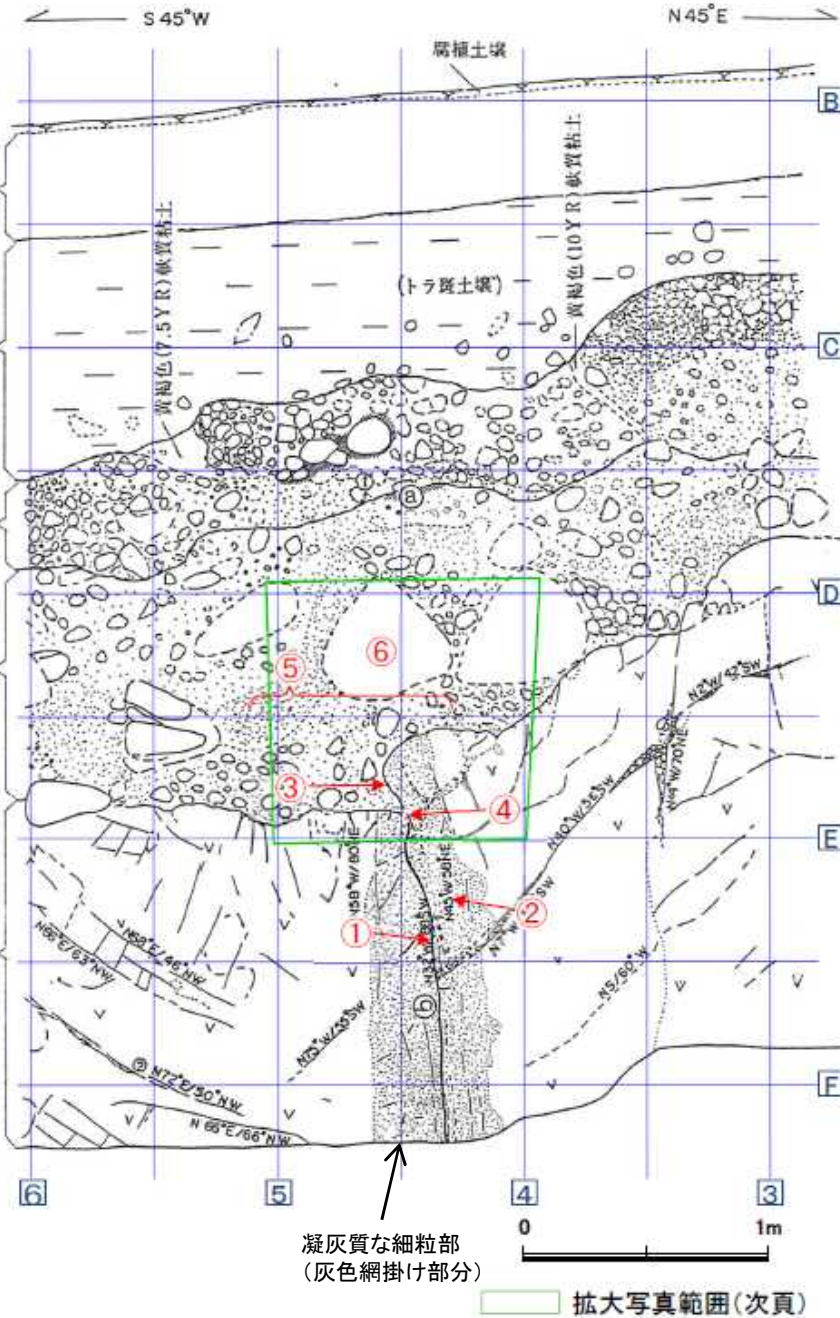
赤色土壌
トラ斑土壌 (軽植土)
色調: 2.5YR4/8 と 7.5YR7/3 からなる明瞭な横線～まだら状の斑紋が認められる。
土壌構造: 中～強度、細～中粒亜角塊状構造
礫: 径1～8cm程度の安山岩くさり礫が点在する。
砂礫1層との境界は比較的明瞭。

砂礫1層
色調: 黄褐色～暗褐色。
礫: 最大径20cm, 平均径2～5cm, 安山岩亜角～亜円礫主体、一部くさり礫化。
基質: 固結した粗粒砂～細礫で安山岩片及び石英・長石を主体とする。粒子間は淡黄褐色膠結物質が充填する。
砂礫2層との境界はおおむね明瞭

砂礫2層
全体にくさり礫を多数含有し砂礫1層と比較して軟質である。
色調: 明褐色～暗褐色。
礫: 最大径80cm, 平均径1～4cm, 安山岩亜角～亜円礫主体、くさり礫多い。
基質: 安山岩起源の粗粒砂及び細礫よりなる。

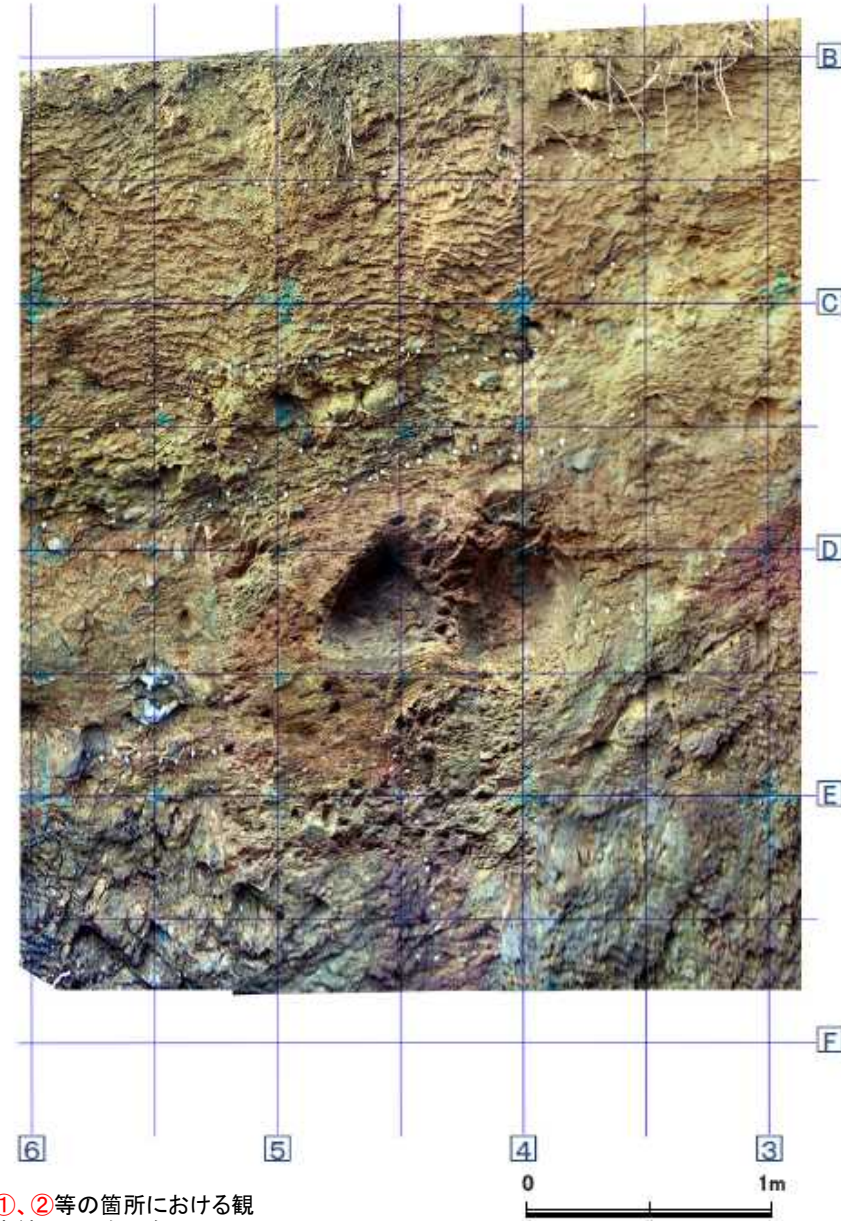
① 厚さ2～8cm, 白色軟質物質が砂礫1層・II層中に局部的に分布する。

② シームS-1
幅フィルム状～1cmの褐色～暗黄灰色粘土走向傾斜 N32°W/88°SW。比較的明瞭な面が連続しないは一割断続する。面の表面には縞肌が見られ一部に縦ずれ性条線が刻されている。
砂礫II層と岩盤の境界付近では粘土は不明瞭となり縞肌は断続的となる。
岩盤上表面の見掛け上の段差は20cm。



凝灰質な細粒部
(灰色網掛け部分)

スケッチ



①、②等の箇所における観察結果は、次図参照。

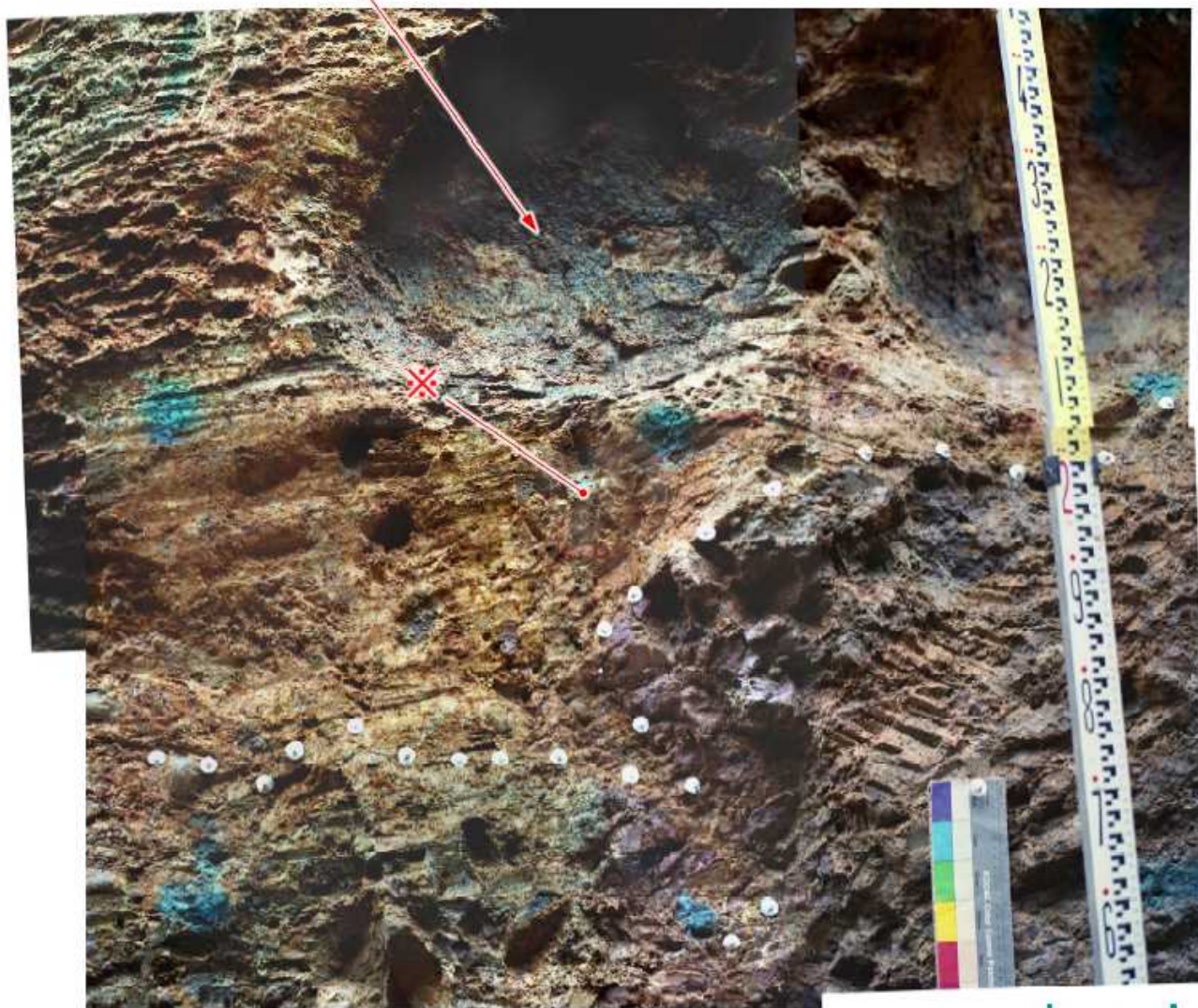
全景写真

第4回評価会合 (H26.12.26) 資料
「志賀・現調5-2」p.1-14を引用

図14 北陸電力による旧Aトレンチ北西壁の観察結果

⑥砂礫Ⅱ層では段差部の凸部直上に巨礫が分布し、これに段差部が断層変位とした場合に想定される凹地側への倒れ込みや回転は認められない。

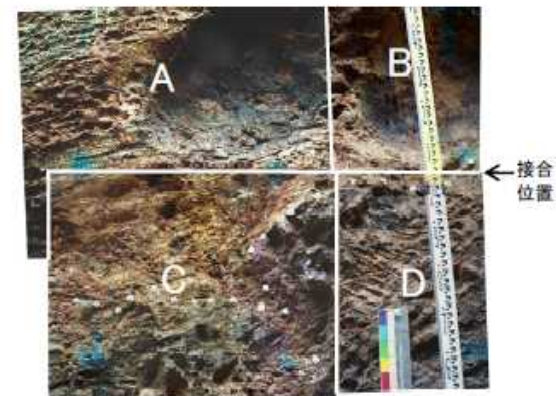
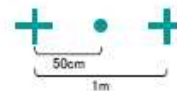
⑤段差部や段差部直上の砂礫Ⅱ層では、S-1の延長位置や周辺に断層変位を示唆するようなせん断面や地層の擾乱は認められない。



この写真は別添-1-13に再掲

拡大写真

シームS-1



左拡大写真は上記の4枚の写真を接合したもの
(A:別添-1-14, B:別添-1-15, C:別添-1-16, D:別添-1-17)

	観察結果
岩盤部	①S-1は岩盤中で幅フィルム状～1cmの褐灰色～暗黄灰色粘土。S-1に沿う岩盤に破碎はない。 ②S-1に沿って凝灰質な細粒部が分布する。
段差部	③段差部において、S-1上方延長位置の岩盤(凝灰質な細粒部)と砂礫Ⅱ層の境界に沿って粘土(断層ガウジ)は分布しない。また、同境界はS-1延長位置より海側に張り出し、湾曲した形状を示す。 ④段差部直下の岩盤中ではS-1は不明瞭となる。
堆積物	⑤段差部や段差部直上の砂礫Ⅱ層では、S-1の延長位置や周辺に断層変位を示唆するようなせん断面や地層の擾乱は認められない。 ⑥砂礫Ⅱ層では段差部の凸部直上に巨礫が分布し、これに段差部が断層変位とした場合に想定される凹地側への倒れ込みや回転は認められない。 ※拡大写真において、段差部と上記巨礫間に、矩形を呈する様に映る礫については、調査録での削り痕(礫芯部を確認)によるものである。

第4回評価会合(H26.12.26)資料
「志賀・現調5-2」p.1-15を引用

図15 北陸電力による旧Aトレンチ北西壁の観察結果(拡大)

■旧トレンチにおけるS-1の岩盤部、段差部及び堆積物の状況について、スケッチの観察結果を整理するとともに、写真においても確認した。

■下記スケッチ及び全景写真は、トレンチ壁面に記録された測量基準点を利用し、基準線枠(50cmメッシュ)を重ねて表示した。横軸は水平、縦軸は鉛直を示す(アルファベットは4壁面で同一の標高)。(参考資料3参照)

明褐色土壌(軽塩土)
色調: 7.5YR5/6 ~ 10YR5/4,
土壌構造: きわめて弱い

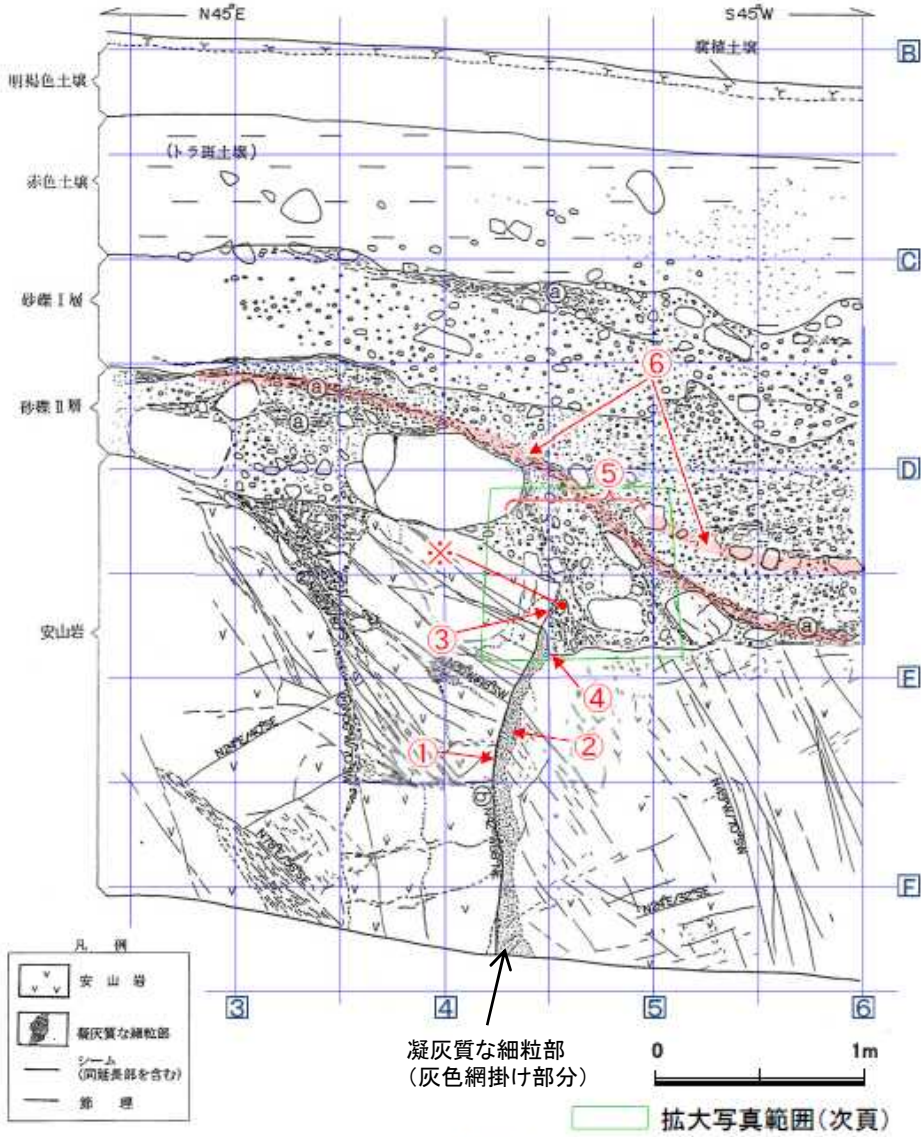
赤色土壌
トラ斑土壌(軽塩土)
色調: 2.5YR4/8 と 7.5YR7/3 からなるやや明
瞭な横縞~まだら状の斑紋が認められる。
土壌構造: 中~強度, 細粒重角塊状構造。
礫: 径1~20cm程度の安山岩半くさり~く
さり礫が存在する。
砂礫I層との境界は比較的明確。

砂礫I層
色調: 黄褐色~緑色。
礫: 最大径20cm, 平均径3~5cm, 安山岩角
~亜円礫主体, 一部くさり礫化。
基質: 団結した粗粒部~細粒部で安山岩片及び石
英・長石を主体とする。粒子間には淡黄色
色膠結物質が充填する。
砂礫II層との境界はおおむね明確

砂礫II層
全体にくさり礫を多数含有し砂礫I層と比較
して軟質である。
色調: 明褐色~緑色。
礫: 最大径85cm, 平均径1~3cm, 安山岩
角~亜円礫主体, くさり礫多い。
基質: 安山岩起源の粗粒砂及び細礫を主体と
する。しまり良好。

① 厚さ2~10cm, 白色軟質物質が水平~網目
状に分布する。砂礫II層の上部~下部にか
けて及び砂礫I層上部に分布する。

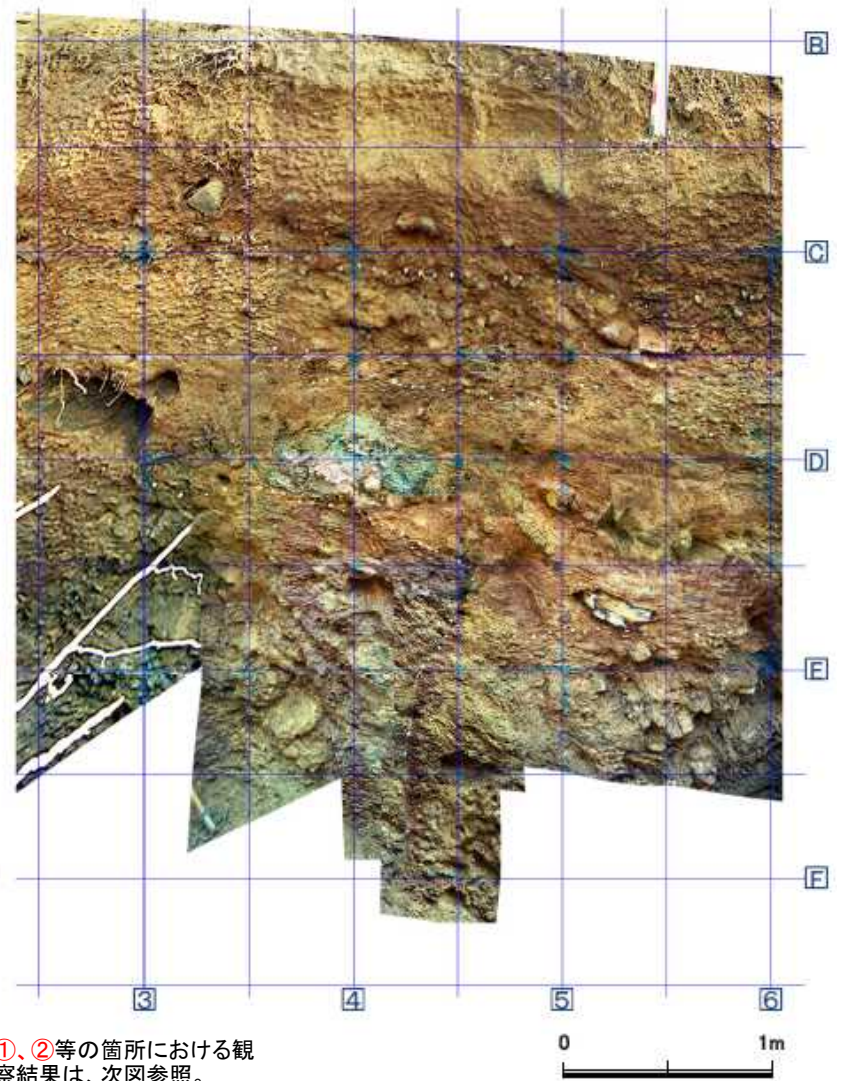
② シームS-1
幅フィルム状~1cmの明黄色~赤灰色粘土。
走向傾斜 N45°E/66° ~ 88°NE。
比較的明確な面が緩く波曲しながら上方ほど
低角となる。面の表面には鱗肌が認められ一
部に縦ずれ性条線が刻されている。
砂礫II層と岩盤の境界付近では粘土は不明瞭
となり鱗肌は断続的となる。
岩盤上表面の見掛け上の段差は20cm。



凝灰質な細粒部
(灰色網掛け部分)

拡大写真範囲(次頁)

スケッチ



①, ②等の箇所における観
察結果は、次図参照。

全景写真

第4回評価会合(H26.12.26)資料
「志賀・現調5-2」p.1-12を引用

S-1周辺部については上記の詳細スケッチ(原縮尺1/20)を作成しており、壁面全体に
ついては展開図(原縮尺1/50)を作成している(参考資料3参照)。(他3断面も同様)

壁面写真から確認できる測量基準点(青色のスプレー)を利用して、基準線枠(50cmメッ
シュ)に合わせて、壁面写真を加工した(参考資料3参照)。(他3断面も同様)

図16 北陸電力による旧Aトレンチ南東壁の観察結果

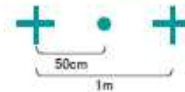
⑤段差部や段差部直上の砂礫Ⅱ層では、S-1の延長位置や周辺に断層変位を示唆するようなせん断面や地層の擾乱は認められない。



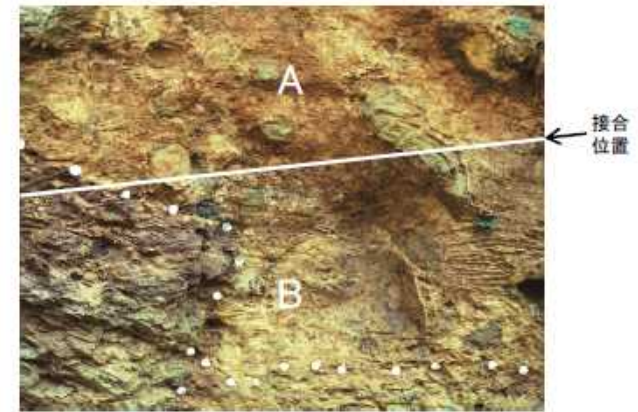
この写真は別添-1-7に再掲

シームS-1

④段差部の基部(段差壁面の最下点)の位置は、S-1より海側に位置し、その下方延長にもシームや割れ目は存在しない。



拡大写真



左拡大写真は上記の2枚の写真を接合したもの
(A:別添-1-8, B:別添-1-9)

	観察結果
岩盤部	①S-1は岩盤中で幅フィルム状～1cmの明黄色～赤灰色粘土。S-1に沿う岩盤に破碎はない。 ②S-1に沿って下盤側に凝灰質な細粒部*1が分布する。
段差部	③段差部において、S-1上方延長位置の岩盤と砂礫Ⅱ層の境界に沿って粘土(断層ガウジ)は分布しない*2。 ④段差部の基部(段差壁面の最下点)の位置は、S-1より海側に位置し、その下方延長にもシームや割れ目は存在しない。
堆積物	⑤段差部や段差部直上の砂礫Ⅱ層では、S-1の延長位置や周辺に断層変位を示唆するようなせん断面や地層の擾乱は認められない。 ⑥砂礫Ⅱ層では、段差を埋積する際に形成された礫や砂の配列からなる堆積構造が認められ、S-1の延長位置で、この堆積構造に変位や擾乱は認められない。 ※段差部に近接して位置する径約5cmの礫(長軸方向が高角度で傾斜)については、同礫周辺の堆積物に擾乱(引きずりの構造)や再配列を示唆する傾向(段差に沿って複数の礫が配列する)は認められない。なお、このような礫は、防潮堤基礎部で侵食により形成された凹部を埋める堆積物中においても確認される(別添資料集1(5)参照)。

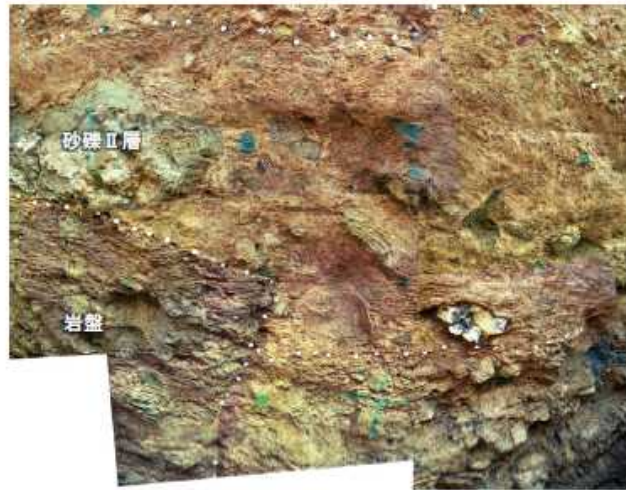
*1 “帯状を呈する火山砕屑岩”中の細粒岩相。シームは凝灰質な細粒部に沿って分布する。(他3壁面の記載についても同様)

*2 壁面スケッチの記載によれば、「礫層Ⅱ層と岩盤の境界付近で粘土は不明瞭となり…」とある。これは、岩盤中のS-1は薄い粘土の挟み層であるが、段差部の岩盤と堆積物の境界には、詳細な観察によっても粘土が確認できなかったことを記載したものである。(この状況については、再度、当時実際に壁面観察を行いスケッチ作成にかかわった地質技術者に確認した。)(他3壁面の記載についても同様)

第4回評価会合(H26.12.26)資料
「志賀・現調5-2」p.1-13を引用

図17 北陸電力による旧Aトレンチ南東壁の観察結果(拡大)

シームS-1(1号設置許可時のAトレンチ南東壁)



シームS-1

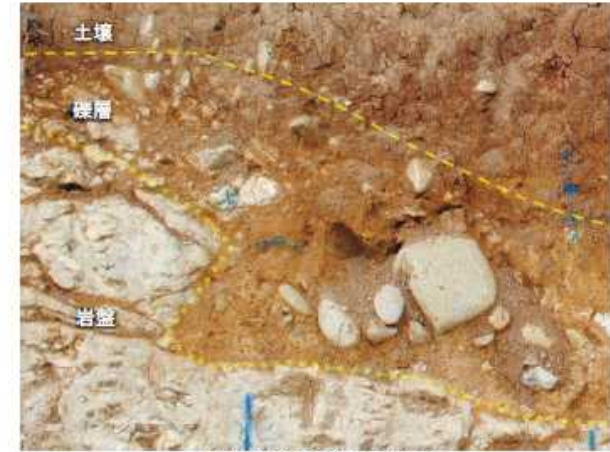


- ・岩盤上面には、オーバーハングしたシャープな段差形状が見られる。
- ・岩盤の段差を埋めるように傾斜して堆積する礫層の中には、礫の長軸方向が急傾斜するなど不規則に堆積する状況が見られる。なお、砂礫Ⅱ層は全体的にくさり礫化している。

防潮堤基礎部(17-18BL・42BL)・海岸部(K-2)



防潮堤基礎部(17-18BL)



防潮堤基礎部(42BL)



- ・岩盤上面には、オーバーハングしたシャープな段差形状が見られる。
- ・岩盤の凹地を埋めるように傾斜して堆積する礫層の中には、礫の長軸方向が急傾斜するなど不規則に堆積する状況が見られる。



海岸部(K-2)

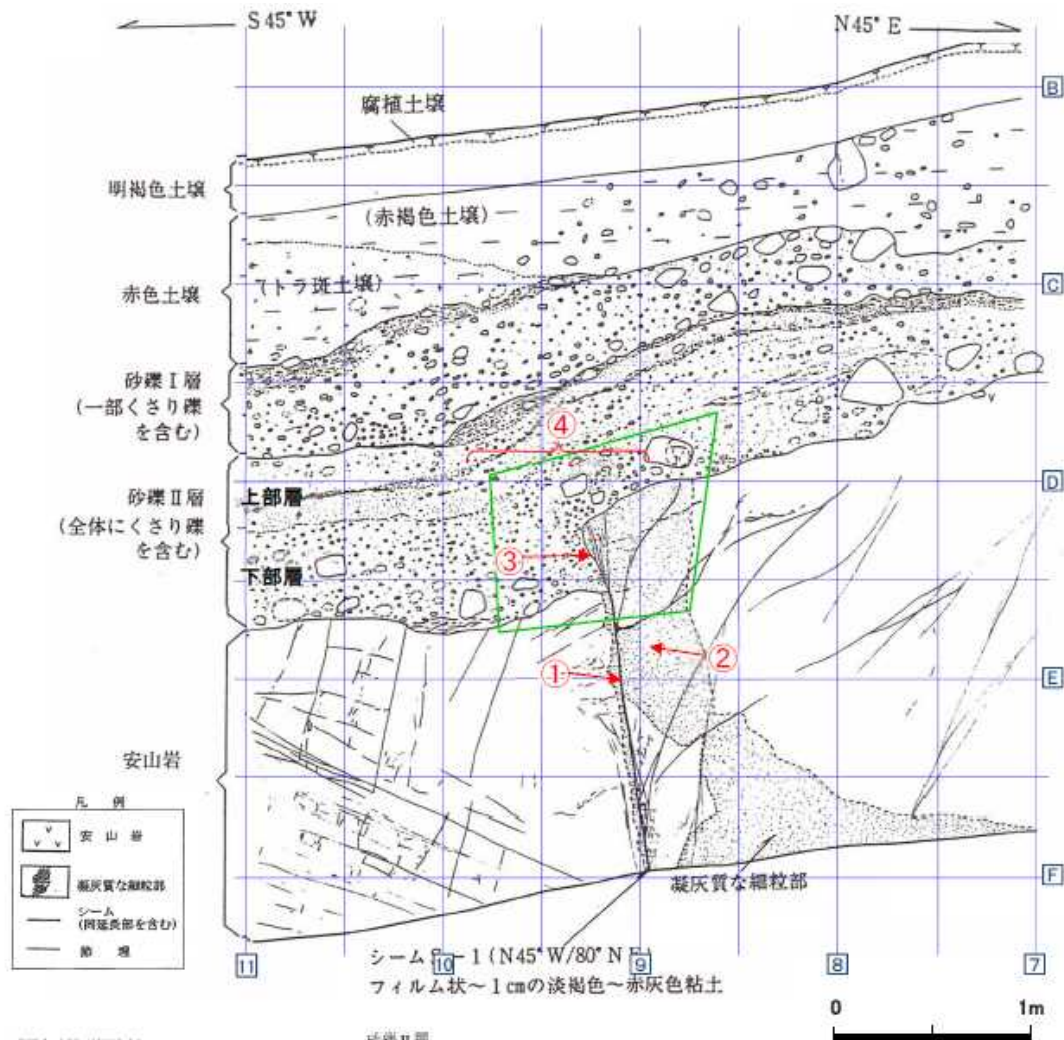


- ・岩盤上面には、オーバーハングしたシャープな段差形状が見られる。

第4回評価会合(H26.12.26)資料
「志賀・現調5-2」p.別添-1-31を引用

・1号設置許可時のトレンチ調査におけるシームS-1の岩盤上面の形状等(岩盤上面の段差形状とその上位で堆積層が傾斜する形状)と同様な状況は、侵食作用を受けている海岸部や防潮堤基礎部でも多く見られる。

図18 海岸部等で見られるシャープな段差地形及び堆積物の状況



明褐色土層 (軽壤土)
色調 7.5YR5/6 ~ 10Y5/4, 無構造

赤色土層
(赤褐色土層 (軽壤土 ~ 壤土))
色調: 5YR4.5/8
土層構造: 中 ~ 弱度, 粗 ~ 中粒歪角地状構造
礫: 最大径 25cm, 平均径 9 ~ 5cm, 安山岩
歪角礫が存在する。
下部で一部にトラ斑土層が認められる。
トラ斑土層 (軽壤土)
色調: 5YR4.5/8, キューラン 2.5YR5/8, 斑点
状に弱い直紋が認められる。
土層構造: 中 ~ 弱度, 粗粒歪角地状構造。
礫: 径 1 ~ 8cm 程度の安山岩くさり礫存在。
砂礫 I 層との境界は比較的明確。

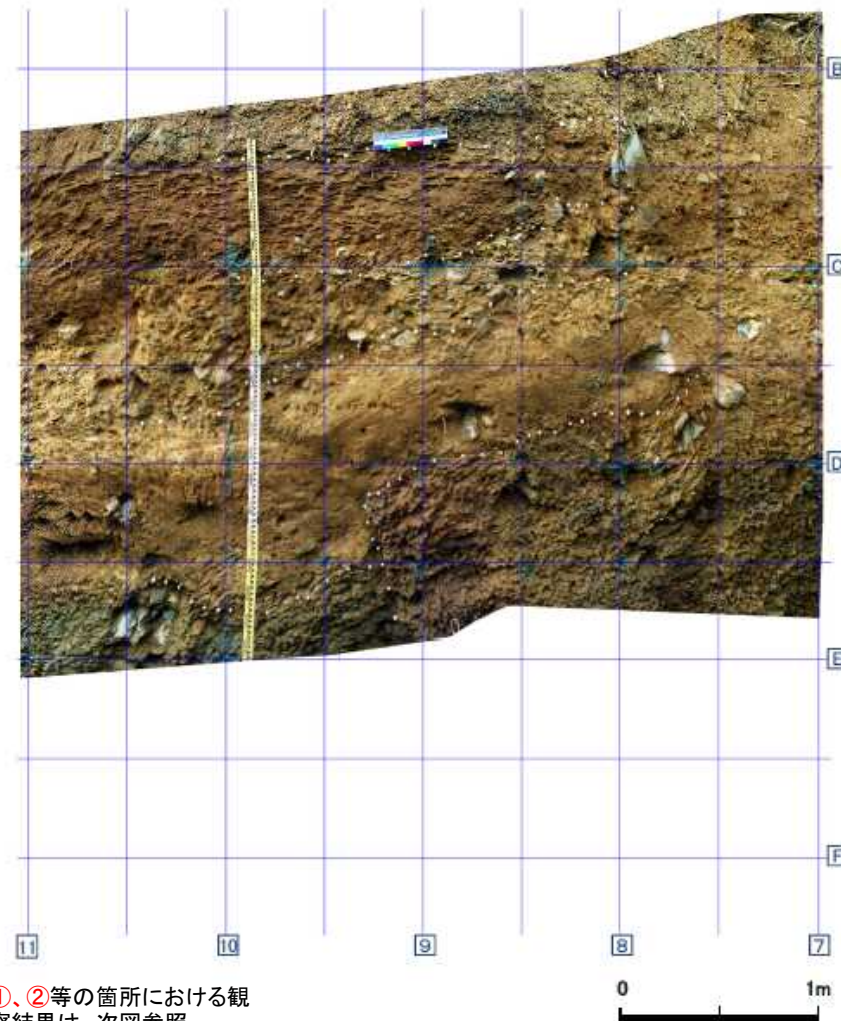
砂礫 I 層
黄褐色 ~ 雑色
礫: 最大径 20cm, 平均径 9 ~ 5cm, 安山岩
歪角 ~ 亜円礫主体, 一部くさり礫化。
基質: 固結した粗粒砂 ~ 細礫で安山岩片及び石
英・長石を主体とする。粒子間は淡黄褐色
膠結物質が充填する。
砂礫 II 層との境界は比較的明確

砂礫 II 層
明褐色 ~ 雑色, 全体にくさり礫を多数含有し
砂礫 I 層と比較して軟質である。
上部層: 厚さ 30 ~ 40cm
礫: 安山岩起源の細礫
基質: 粗粒砂と白色粒状物質を主体とす
る。しまり良好。
下部層に比べ層理の識別が可能。
下部層: 厚さ 30 ~ 40cm (上盤側) 及び 50
~ 60cm (下盤側)。
礫: 最大径 30cm, 平均径 1 ~ 3cm, 安
山岩歪角 ~ 亜円礫主体, くさり礫
が多い。
基質: 上部層と同質の粗粒砂及び細礫よ
りなる。しまり良好。白色粒状物
質の混入は減少する。
上部層と下部層の境界は上盤側ではやや
不明瞭。

シーム S-1
幅フィルム状 ~ 1cm の淡褐色 ~ 赤灰色粘
土。
走向傾斜 N45°W/80°NE。
比較的明確な面が連続しないし一部断続す
る。
面の表面には鏡肌が認められ一部に縦ず
れ性条線が刻されている。
砂礫 II 層と岩盤の境界付近では粘土は不
明瞭となる。
岩盤上盤面の見掛け上の段差は 35cm。
上盤側の岩盤には N40°E/80°NW ~ 80°SE
の断裂が分布する。

拡大写真範囲 (次頁)

スケッチ

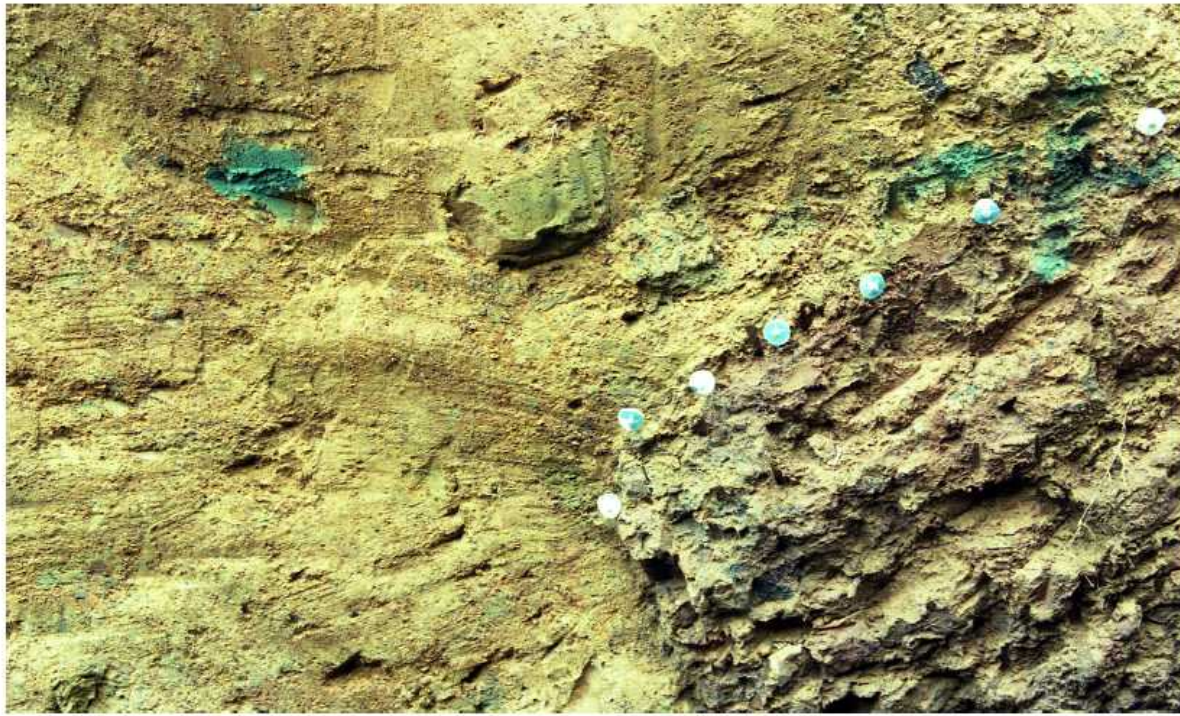


①、②等の箇所における観
察結果は、次図参照。

全景写真

第4回評価会合 (H26.12.26) 資料
「志賀・現調5-2」p.1-18を引用

図19 北陸電力による旧Bトレンチ北西壁の観察結果



シームS-1上方延長

10cm

第4回評価会合(H26.12.26)資料
「志賀・現調5-2」p.別添1-28を引用

④段差部や段差部直上の砂礫Ⅱ層では、S-1の延長位置や周辺に断層変位を示唆するようなせん断面や地層の擾乱は認められない。



この写真は別添-1-29に再掲

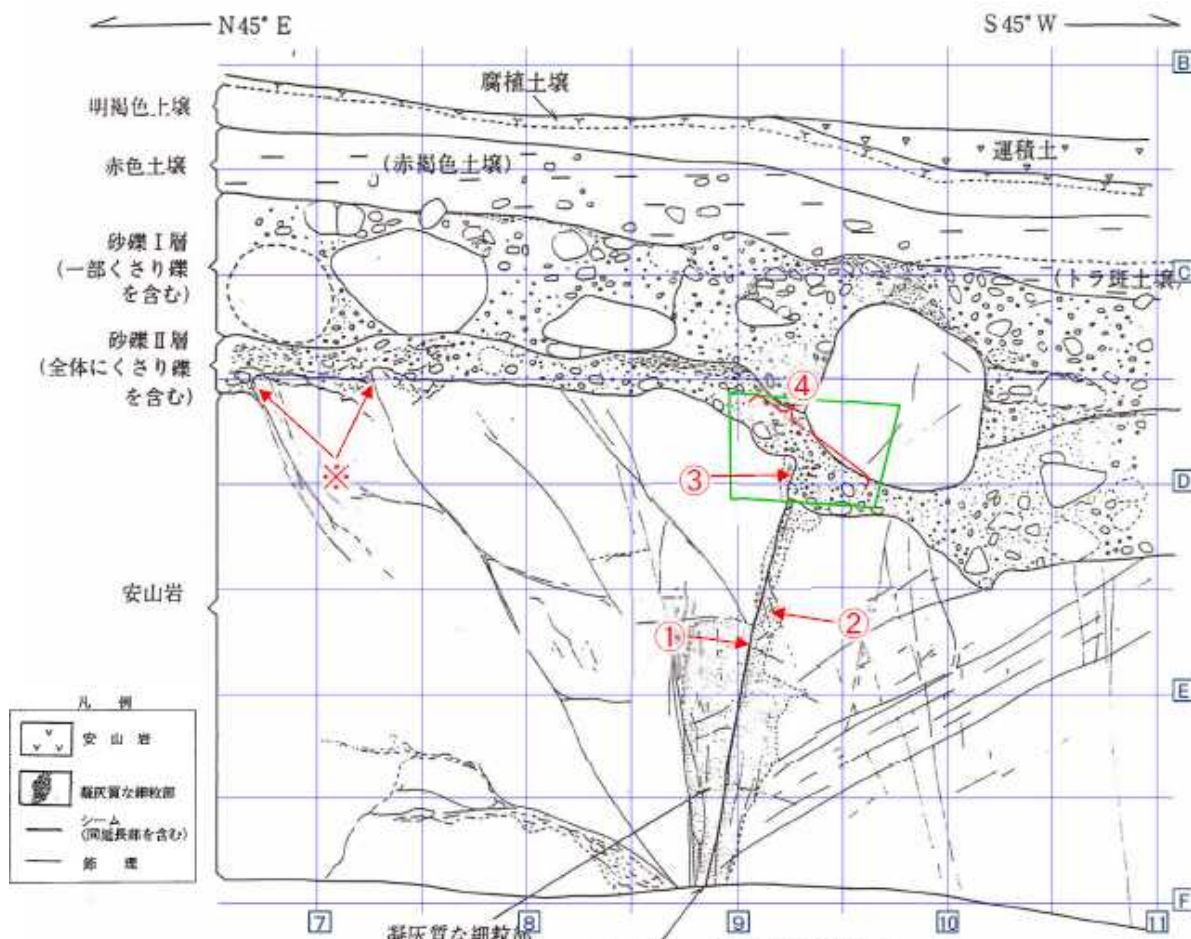
シームS-1

50cm
1m

観察結果	
岩盤部	①S-1は岩盤中で幅フィルム状~1cmの淡褐色~赤灰色粘土。S-1に沿う岩盤に破碎はない。 ②S-1に沿って凝灰質な細粒部が分布する。
段差部	③段差部において、S-1上方延長位置の岩盤(凝灰質な細粒部)と砂礫Ⅱ層の境界に沿って粘土(断層ガウジ)は分布しない。
堆積物	④段差部や段差部直上の砂礫Ⅱ層では、S-1の延長位置や周辺に断層変位を示唆するようなせん断面や地層の擾乱は認められない。 ※段差部付近の砂礫Ⅱ層上面に認められる地層の曲りを想定させるような形状については、同様の形状が他の3壁面には認められないこと及び上述④のとおり、砂礫Ⅱ層中には断層変位を示唆するようなせん断面や地層の擾乱は認められないことから、岩盤上面の段差形状を反映した堆積構造と考えられる。

第4回評価会合(H26.12.26)資料
「志賀・現調5-2」p.1-19を引用

図20 北陸電力による旧Bトレンチ北西壁の観察結果(拡大)



- 凡例
- 安山岩
 - 凝灰質な細粒部
 - シーム (円延長部を含む)
 - 節理

明褐色土壌 (軽塩土)
色調: 7.5YR5/6 ~ 10Y5/4, 無構造

赤色土壌
赤褐色土壌 (軽塩土 ~ 塩漬土)
色調: 5YR4.5/8
土壌構造: 中 ~ 弱度, 中粒亜角塊状構造。
礫: 最大径 15cm, 平均径 3 ~ 5cm, 安山岩亜角礫が散在する。
下部で一部にトラ斑土壌が認められる。

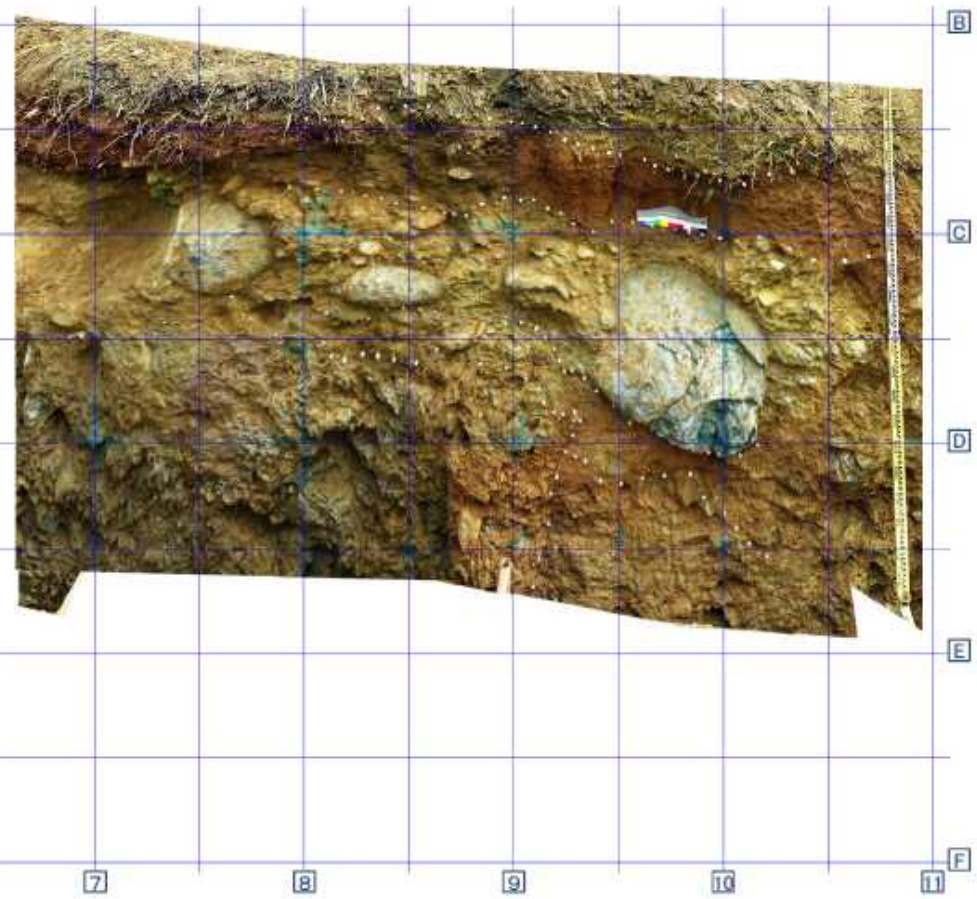
トラ斑土壌 (軽塩土)
色調: 5YR4/8, キュータン 2.5YR5/8, 斑点状に弱い斑紋が認められる。
土壌構造: 中 ~ 弱度, 細粒亜角塊状構造。
砂礫Ⅰ層との境界は比較的明瞭。

砂礫Ⅰ層
明色 ~ 雑色
種: 最大径 90cm, 平均径 3 ~ 5cm, 安山岩亜角 ~ 亜円礫主体, 一部くさり礫化。
基質: 固結した粗粒砂 ~ 細砂で安山岩片及び石英・長石を主体とする。粒子間には淡黄褐色膠結物質が充填する。
砂礫Ⅱ層との境界はおおむね明瞭

砂礫Ⅱ層
明色 ~ 雑色, 全体にくさり礫を多数含有し砂礫Ⅰ層と比較して軟質である。
種: 最大径 30cm, 平均径 1 ~ 3cm, 安山岩亜角 ~ 亜円礫主体, くさり礫が多い。
基質: 安山岩起源の粗粒砂及(砂礫よりなる。締まり良好。

シームS-1
幅フィルム状 ~ 0.5cmの赤灰色粘土。走向傾斜 N45° W/78° NE。比較的明瞭な面が連続ないし一部断続する。面の表面には鏡眼が認められ一部に縦ずれ性条線が刻されている。砂礫Ⅱ層と岩盤の境界付近では粘土は不明瞭となる。岩盤上表面の見掛け上の段差は 20cm

拡大写真範囲(次頁)



①、②等の箇所における観察結果は、次図参照。

全景写真

第4回評価会合(H26.12.26)資料「志賀・現調5-2」p.1-16を引用

スケッチ

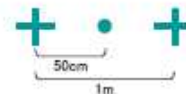
図21 北陸電力による旧Bトレンチ南東壁の観察結果

④段差部や段差部直上の砂礫Ⅱ層では、S-1の延長位置や周辺に断層変位を示唆するようなせん断面や地層の擾乱は認められない。



この写真は別添-1-21に再掲

シームS-1上方延長



拡大写真

	観察結果
岩盤部	①S-1は岩盤中で幅フィルム状～0.5cmの赤灰色粘土。S-1に沿う岩盤に破碎はない。 ②S-1に沿って凝灰質な細粒部が分布する。
段差部	③段差部において、S-1上方延長位置の岩盤(凝灰質な細粒部)と砂礫Ⅱ層の境界に沿って粘土(断層ガウジ)は分布せず、同境界はS-1延長位置より山側に弧状に入り込む形状を示す。 ※段差部の山側約2mの2箇所、西側傾斜の節理に沿った岩盤上面に小さな段差が認められるが、砂礫Ⅱ層に埋積されており、また、山側の節理は岩盤下方まで連続しない。なお、このような岩盤上面の段差は、岩盤が露出する海岸部の随所で見られる事象である(別添資料集1(6)参照)。
堆積物	④段差部や段差部直上の砂礫Ⅱ層では、S-1の延長位置や周辺に断層変位を示唆するようなせん断面や地層の擾乱は認められない。

第4回評価会合(H26.12.26)資料
「志賀・現調5-2」p.1-17を引用

図22 北陸電力による旧Bトレンチ南東壁の観察結果(拡大)

第4回評価会合
 (H26.12.26)資料
 「志賀・現調5-2」p.
 別添-1-33を引用



K-2上盤側の岩盤上面形状



K-3上盤側の岩盤上面形状①



K-2上盤側の岩盤上面形状(段差の位置等を加筆)



K-3上盤側の岩盤上面形状①(段差の位置等を加筆)

海岸シーム上盤側の陸側が低い段差の位置

図23 海岸シーム上盤側の岩盤上面形状の例

トレンチ壁面の詳細観察(まとめ)

	Aトレンチ		Bトレンチ	
	南東壁	北西壁	南東壁	北西壁
岩盤部	<p>①S-1は岩盤中で幅フィルム状～1cmの明黄色～赤灰色粘土。S-1に沿う岩盤に破碎はない。</p> <p>②S-1に沿って下盤側に凝灰質な細粒部が分布する。</p>	<p>①S-1は岩盤中で幅フィルム状～1cmの褐灰色～暗黄灰色粘土。S-1に沿う岩盤に破碎はない。</p> <p>②S-1に沿って凝灰質な細粒部が分布する。</p>	<p>①S-1は岩盤中で幅フィルム状～0.5cmの赤灰色粘土。S-1に沿う岩盤に破碎はない。</p> <p>②S-1に沿って凝灰質な細粒部が分布する。</p>	<p>①S-1は岩盤中で幅フィルム状～1cmの淡褐色～赤灰色粘土。S-1に沿う岩盤に破碎はない。</p> <p>②S-1に沿って凝灰質な細粒部が分布する。</p>
段差部	<p>③段差部において、S-1上方延長位置の岩盤と砂礫Ⅱ層の境界に沿って粘土は分布しない。</p> <p>④段差部の基部の位置は、S-1より海側に位置し、その下方延長にもシームや割れ目は存在しない。</p>	<p>③段差部において、S-1上方延長位置の岩盤と砂礫Ⅱ層の境界に沿って粘土は分布しない。また、同境界はS-1延長位置より海側に張り出し、湾曲した形状を示す。</p> <p>④段差部直下の岩盤中ではS-1は不明瞭となる。</p>	<p>③段差部において、S-1上方延長位置の岩盤と砂礫Ⅱ層の境界に沿って粘土は分布せず、同境界はS-1延長位置より山側に弧状に入り込む形状を示す。</p>	<p>③段差部において、S-1上方延長位置の岩盤と砂礫Ⅱ層の境界に沿って粘土は分布しない。</p>
堆積物	<p>⑤段差部や段差部直上の砂礫Ⅱ層では、S-1の延長位置や周辺に断層変位を示唆するようなせん断面や地層の擾乱は認められない。</p> <p>⑥砂礫Ⅱ層では、段差を埋積する際に形成された礫や砂の配列からなる堆積構造が認められ、S-1の延長位置で、この堆積構造に変位や擾乱は認められない。</p>	<p>⑤段差部や段差部直上の砂礫Ⅱ層では、S-1の延長位置や周辺に断層変位を示唆するようなせん断面や地層の擾乱は認められない。</p> <p>⑥砂礫Ⅱ層では段差部の凸部直上に巨礫が分布し、これに段差部が断層変位とした場合に想定される凹地側への倒れ込みや回転は認められない。</p>	<p>④段差部や段差部直上の砂礫Ⅱ層では、S-1の延長位置や周辺に断層変位を示唆するようなせん断面や地層の擾乱は認められない。</p>	<p>④段差部や段差部直上の砂礫Ⅱ層では、S-1の延長位置や周辺に断層変位を示唆するようなせん断面や地層の擾乱は認められない。</p>

下線：4壁面共通に見られる事象

・ A、Bトレンチについては、いずれの壁面においても、段差部周辺の砂礫Ⅱ層には断層変位を示唆するようなせん断面や地層の擾乱は認められないこと等から、中位段丘Ⅰ面を構成する堆積層に断層活動の影響は及んでいるものではない。

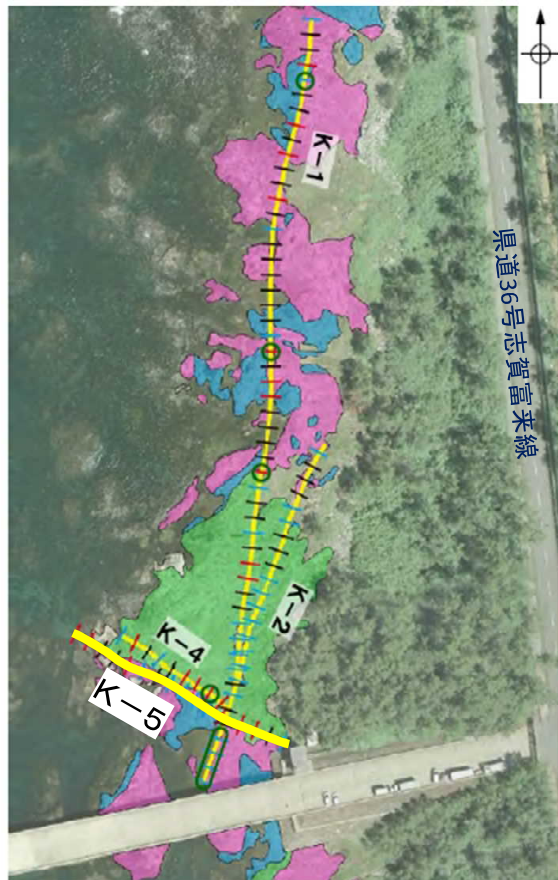
※志賀1号安全審査における現地調査では、トレンチ壁面を直接確認している(参考資料4参照)。

第4回評価会合(H26.12.26)資料
「志賀・現調5-2」p.1-20を引用

図24 北陸電力による旧ABトレンチの評価(まとめ)

海岸沿いの破砕帯の様子(K-5)

K-5の位置



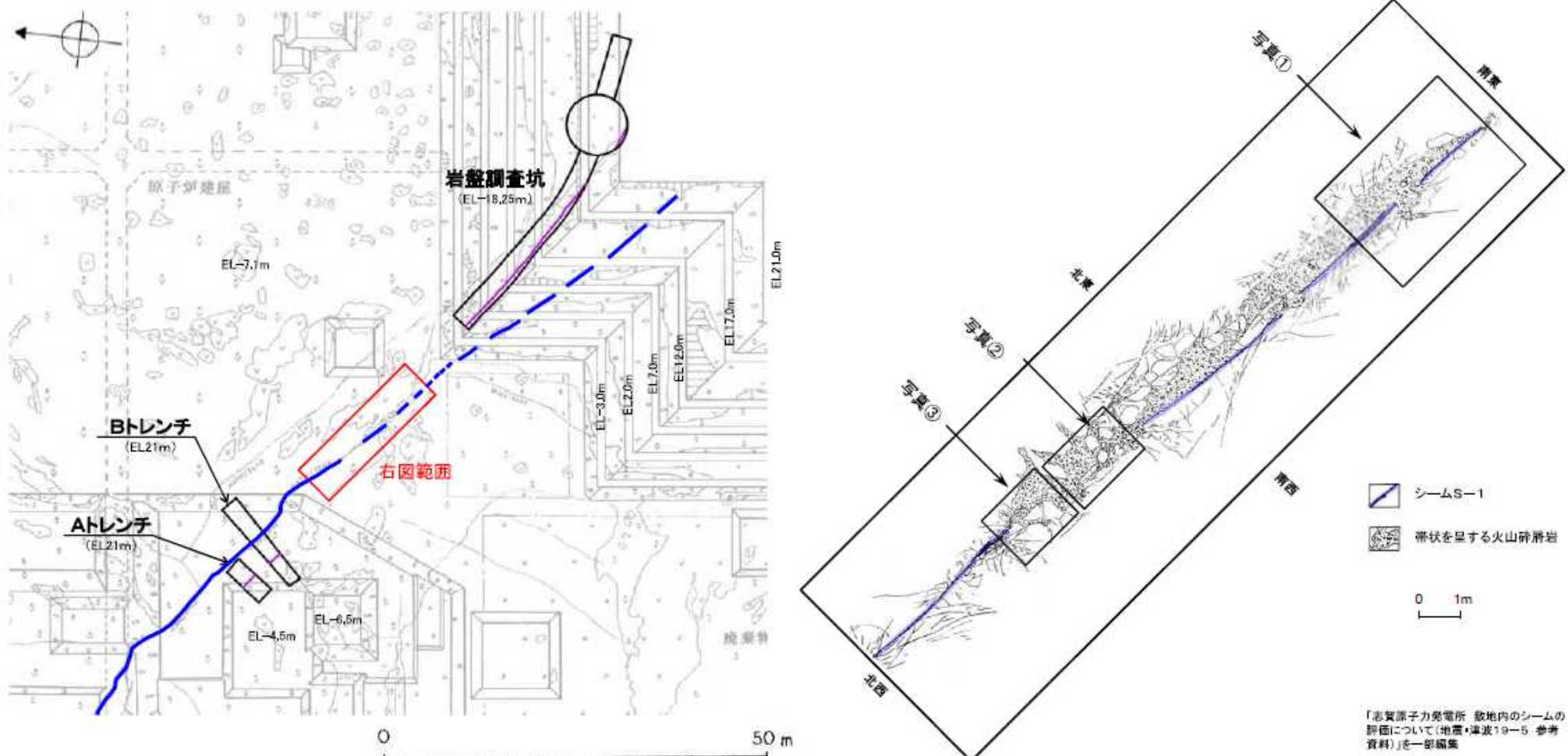
最終報告書(H25.12.19) p.2-130を引用・加筆



シーム(ガウジ)だけでなく、周囲の帯状の火砕岩(破砕帯)も侵食されている。^{K-5}

第6回評価会合(H27.5.13)資料
「志賀・現調7-3」を引用

図25 海岸で確認されるK-5の性状



地質平面図凡例

	火山灰(空)
	火山灰(海)
	火山灰(陸)
	火山灰(川)
	シームS-1
	境界
	道路
	鉄道
	地質学的構造

シームS-1(トレンチ, 岩盤調査坑における確認位置)

平面図

(1号機基礎掘削面地質平面図にトレンチ, 岩盤調査坑の位置等を加筆)

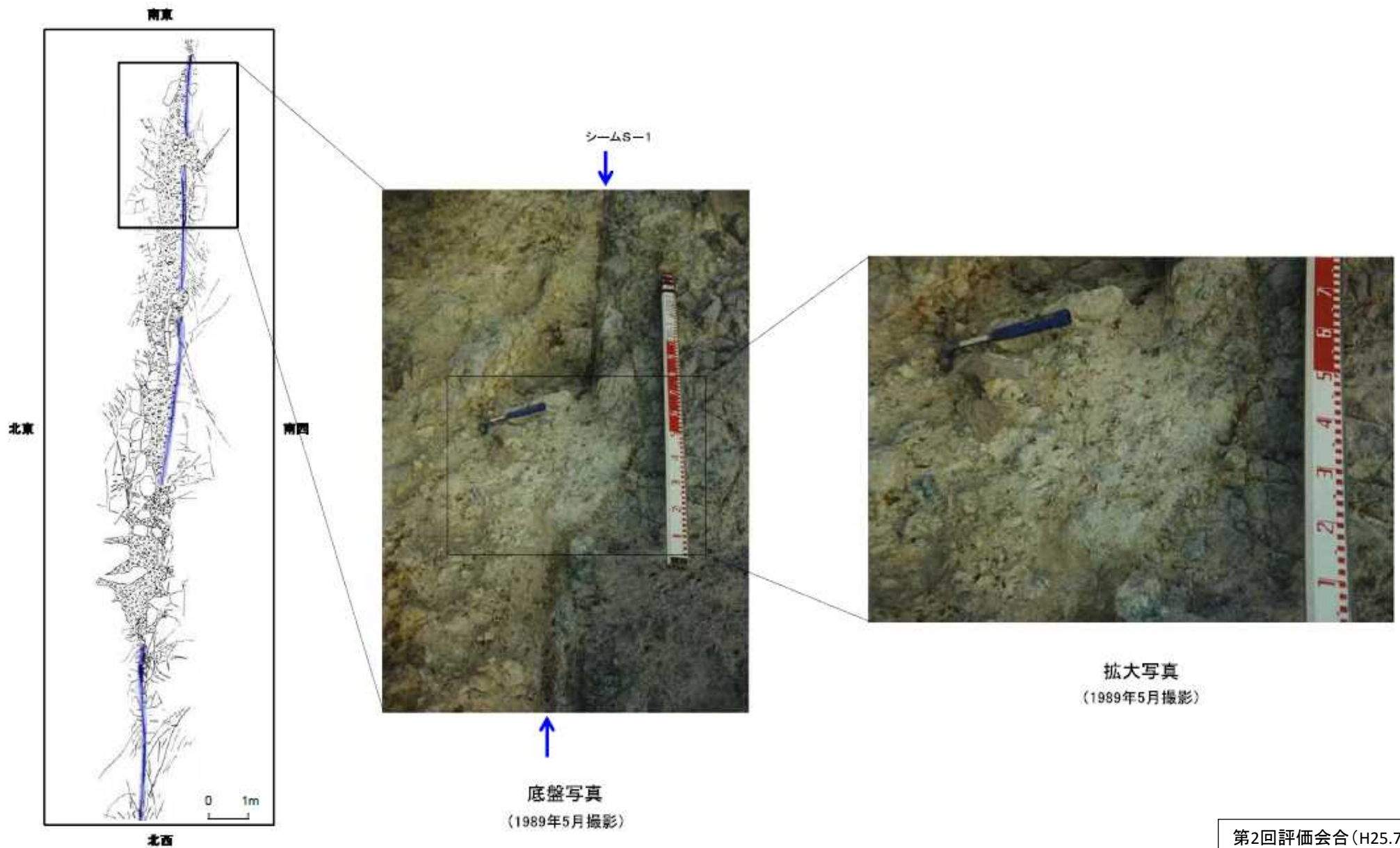
原子炉建屋底盤(EL-7.1m)に認められるシームS-1の詳細スケッチ

・1号原子炉建屋底盤には、带状を呈する火山碎屑岩を破断させるようなシームS-1の活動は認められない。(P3-28~P3-30参照)



シームS-1の活動が認められない位置は、A・Bトレンチのほぼ直下にあたる。このことは、A・Bトレンチにおいて「シームS-1は活動性が問題となるものではない」と評価したことを支持している。

第2回評価会合(H25.7.11)資料「志賀・現調3-1」p.3-27を引用

図26 1号炉原子炉建屋底盤(EL-7.1m)で確認されたS-1



原子炉建屋底盤(EL-7.1m)に認められる
シームS-1の詳細スケッチ

-  シームS-1
-  帯状を呈する火山碎屑岩

第2回評価会合(H25.7.11)資料
「志賀・現調3-1」p.3-28を引用

・帯状を呈する火山碎屑岩がシームS-1を分断するように分布し、そこに破断等の変状は認められない。

図27 1号炉原子炉建屋底盤(EL-7.1m)で確認されたS-1 写真①

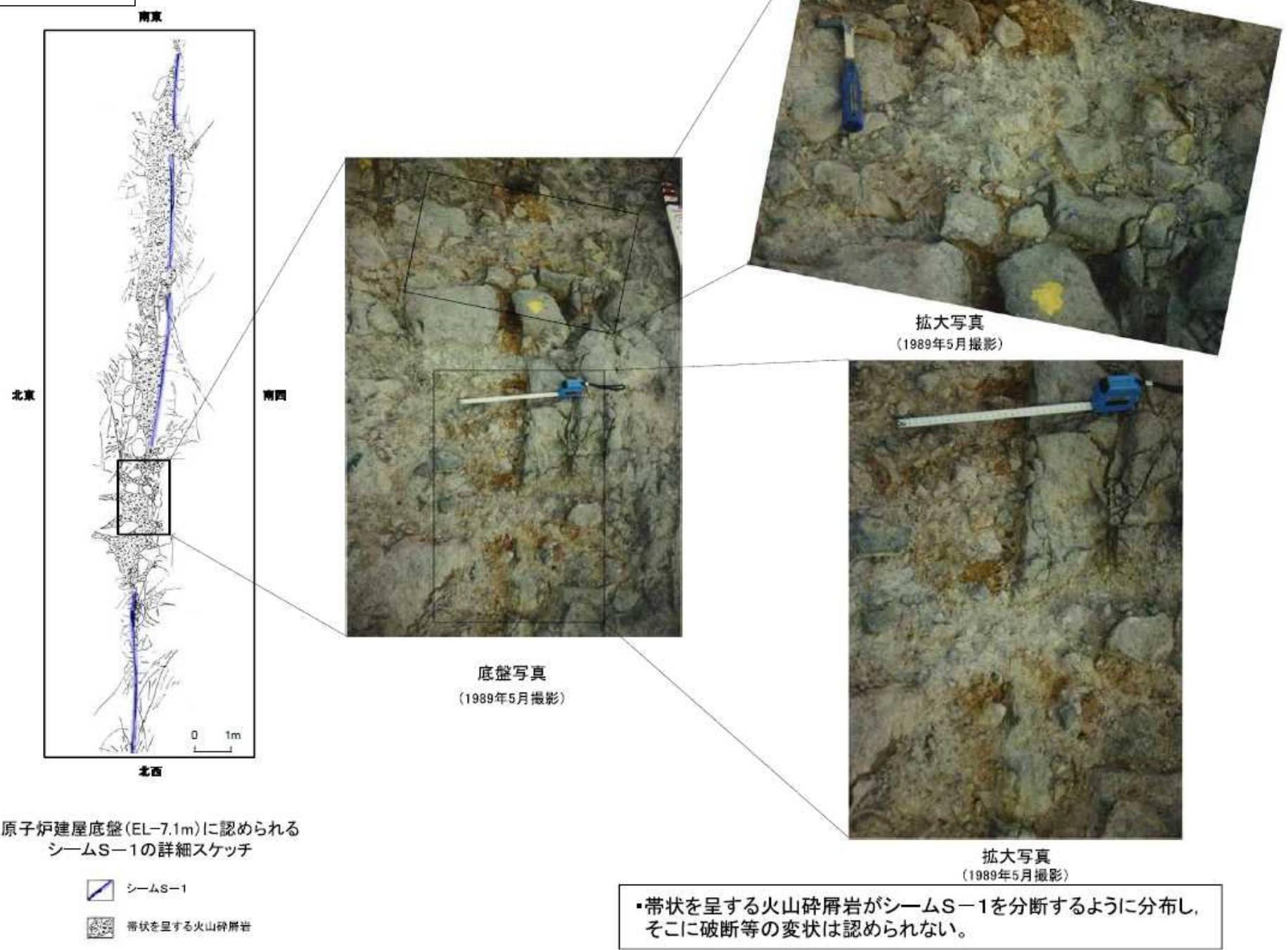
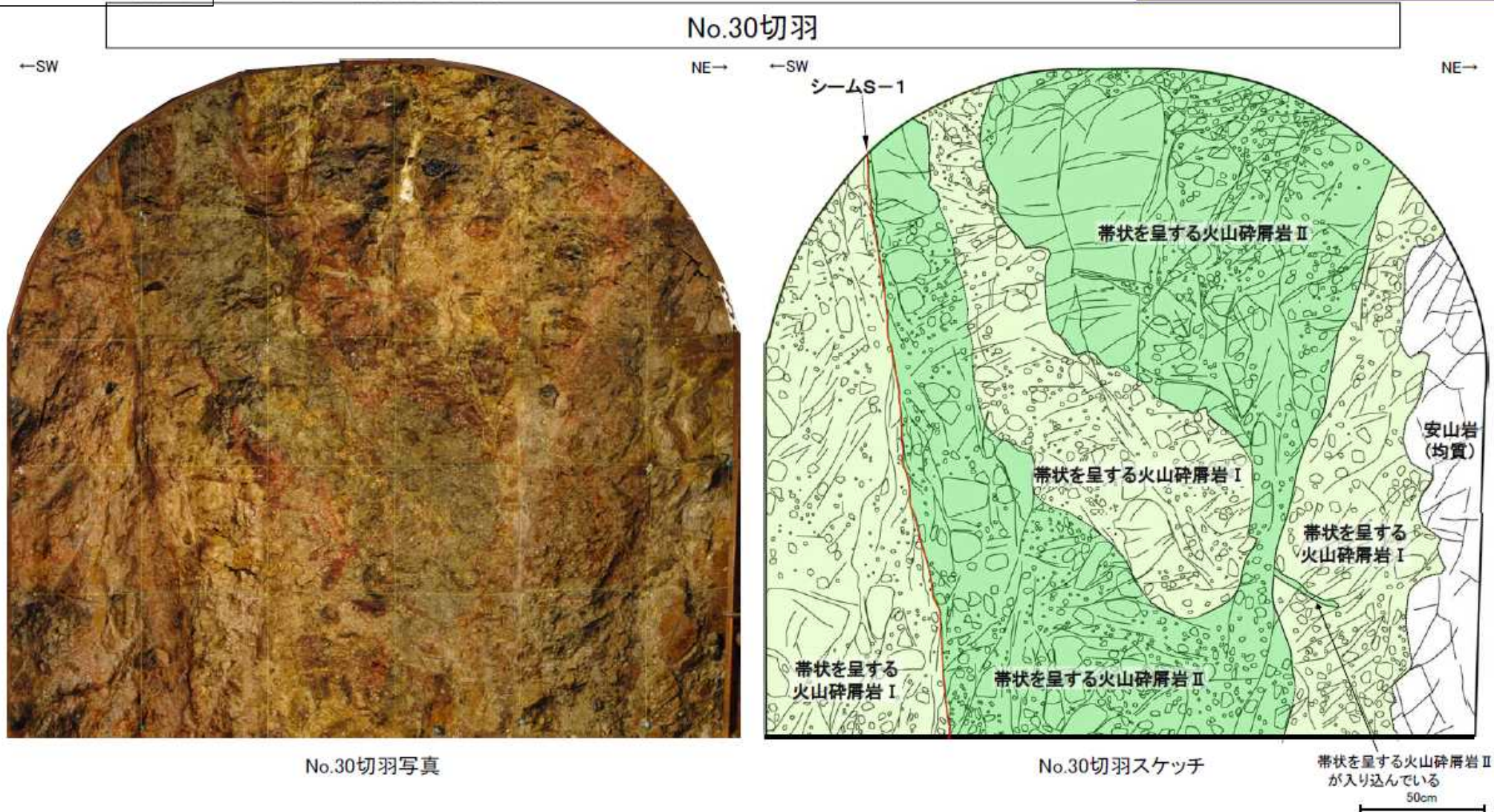


図28 1号炉原子炉建屋底盤(EL-7.1m)で確認されたS-1 写真②



No.30切羽写真

No.30切羽スケッチ

帯状を呈する火山碎屑岩 I : 主として凝灰角礫岩からなる部分
帯状を呈する火山碎屑岩 II : 基質が黄灰色を呈する主として火山礫凝灰岩からなる部分

- ・シームS-1は、帯状を呈する火山碎屑岩 I と II との境界に認められる。
- ・切羽全体に割れ目は認められるが、シームS-1に漸近するにしたがって割れ目が増加する傾向は認められない。
- ・シームS-1の近傍の礫径は周辺部と同程度であり、シームS-1に漸近するにしたがって礫が細粒化する傾向は認められない。

図29 岩盤調査坑切羽 (No.30)

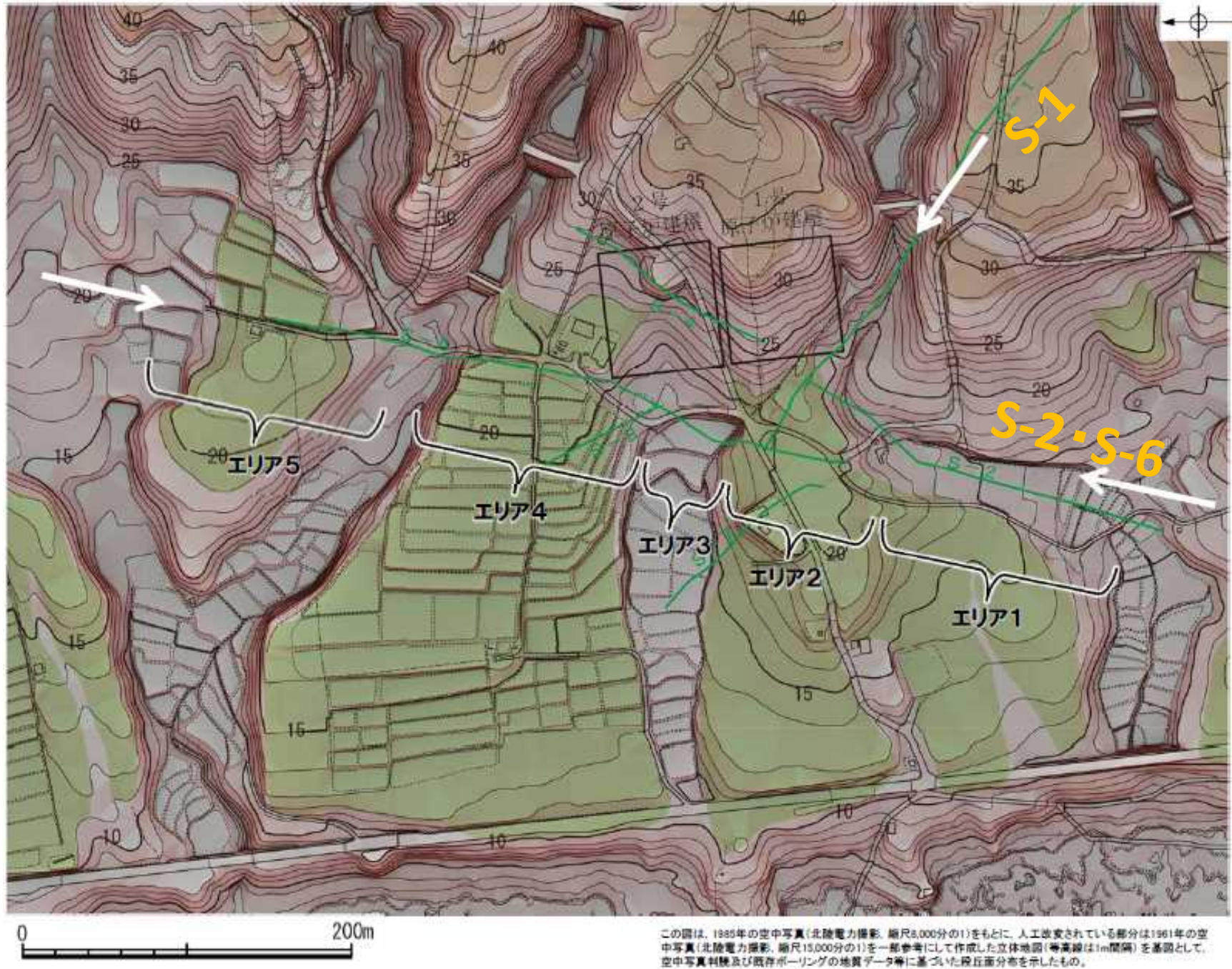
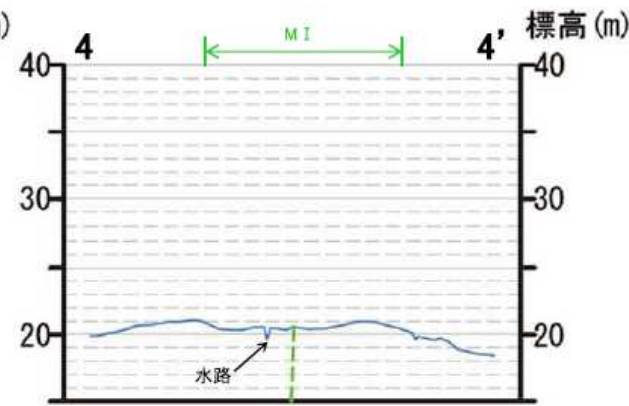
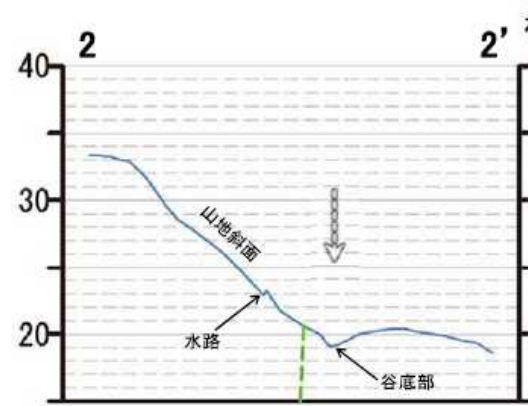
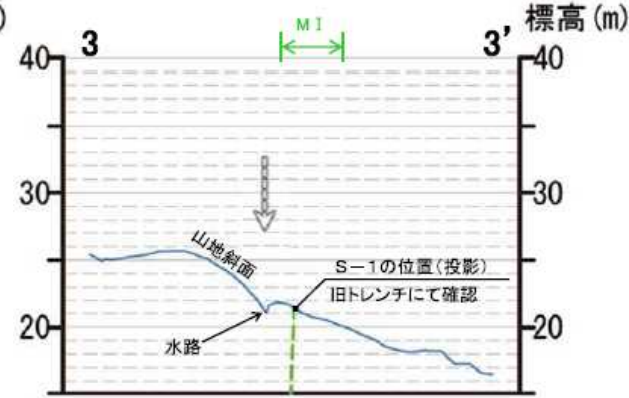
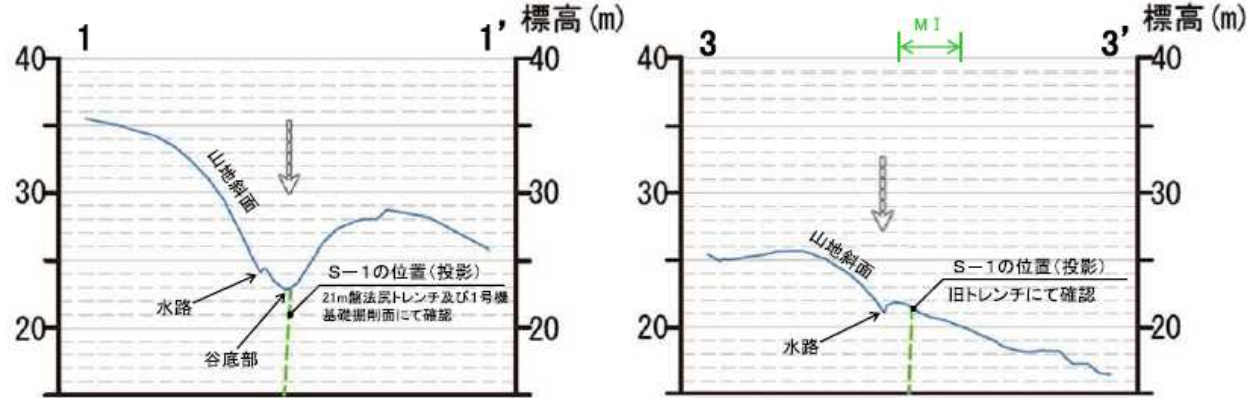
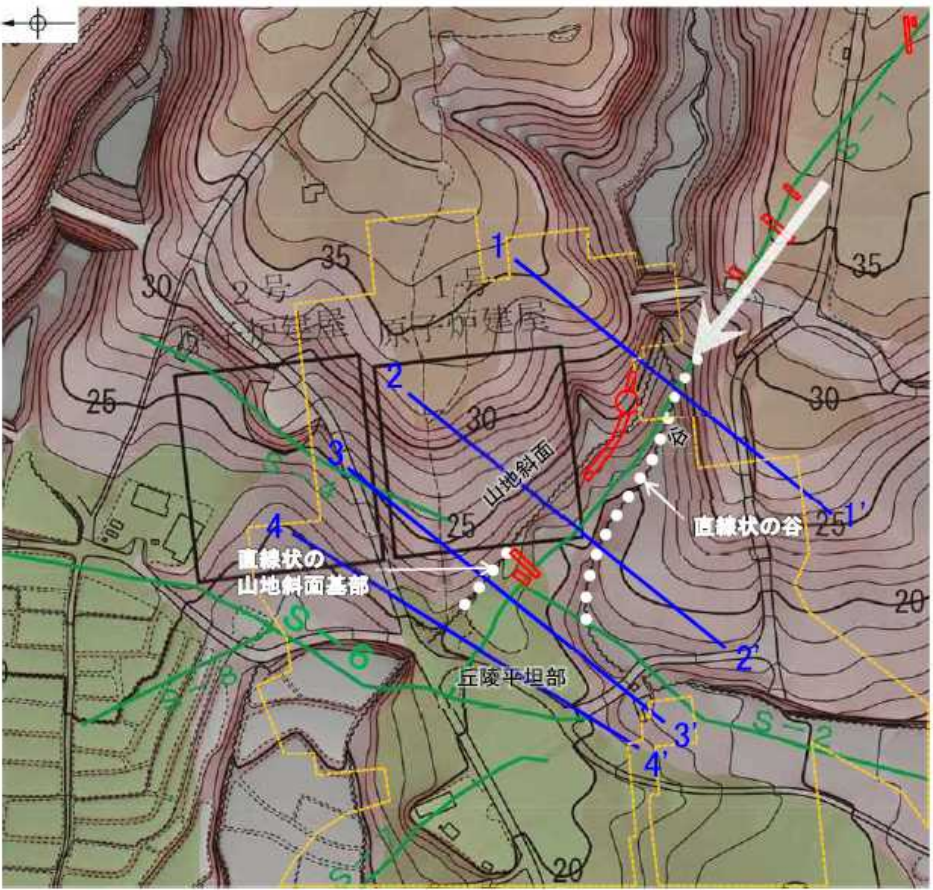
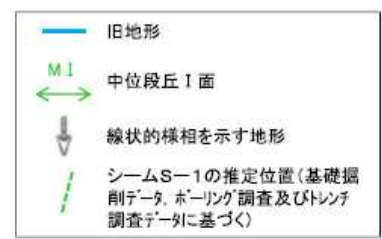


図30 S-1及びS-2・S-6と線状地形との関係



地形断面図 (H:V=1:5)



第2回評価会合 (H25.7.11) 資料
「志賀・現調3-1」p.2-14,2-15を引用

図31 S-1と線状地形との関係

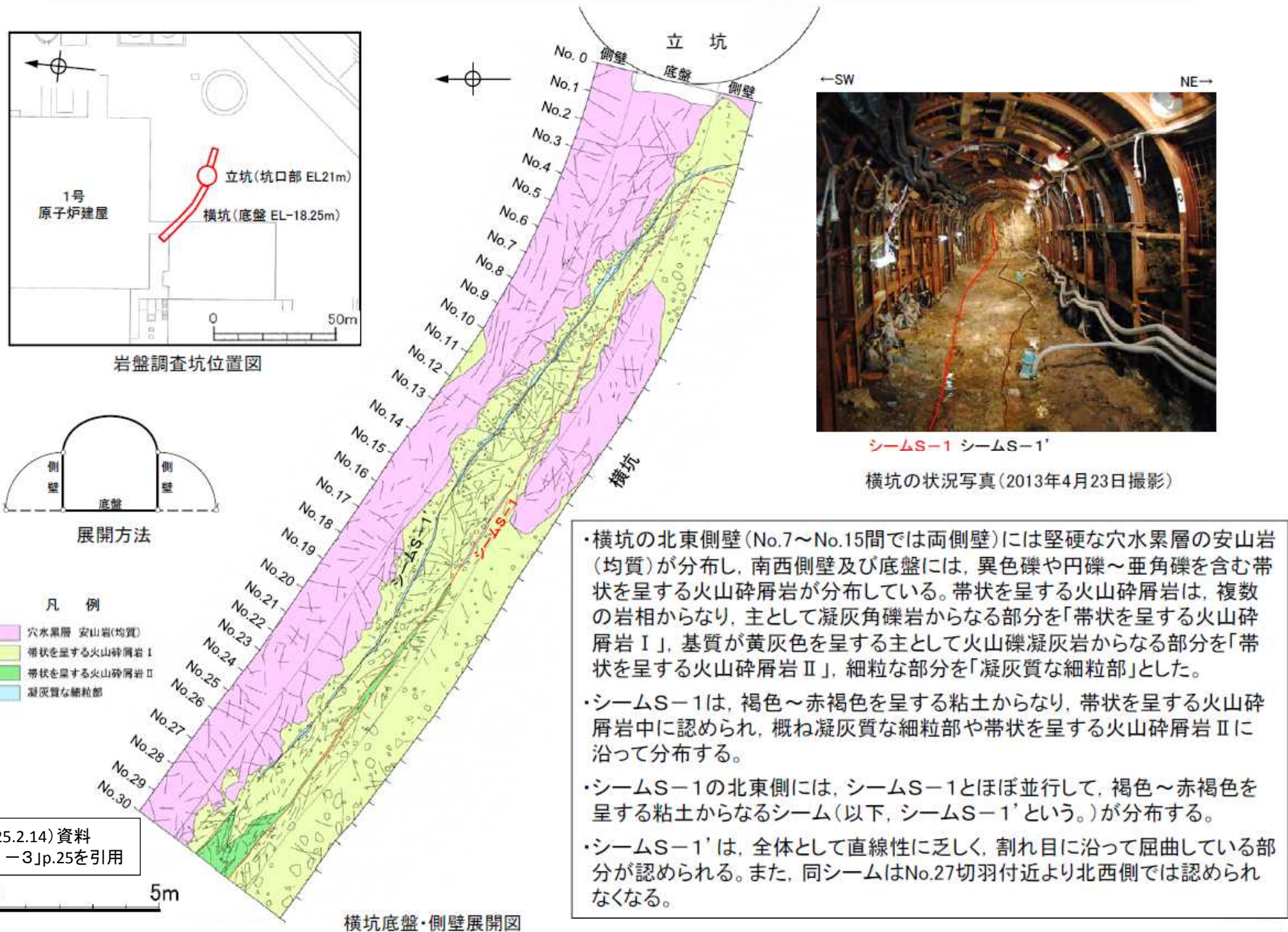
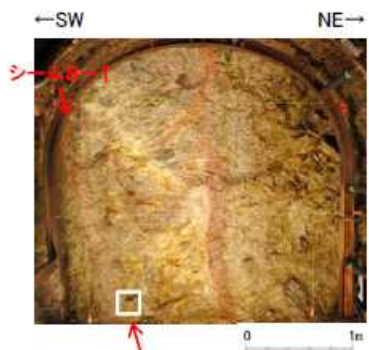
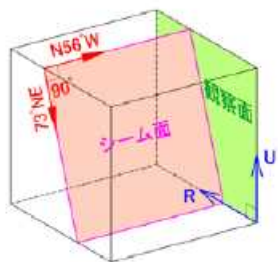


図32 北陸電力による岩盤調査坑におけるS-1の調査結果(概要)

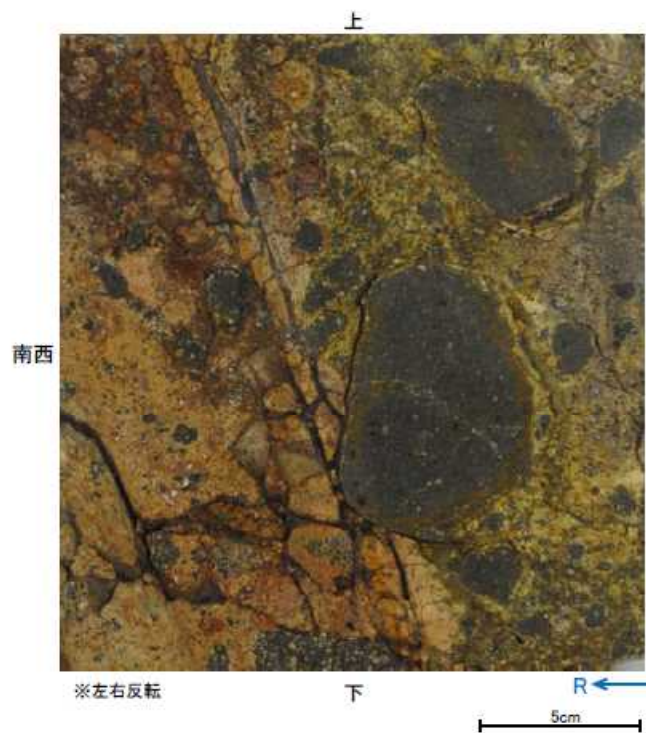
その他の研磨面観察結果については、調査報告書(最終)、P2-22、P2-23参照



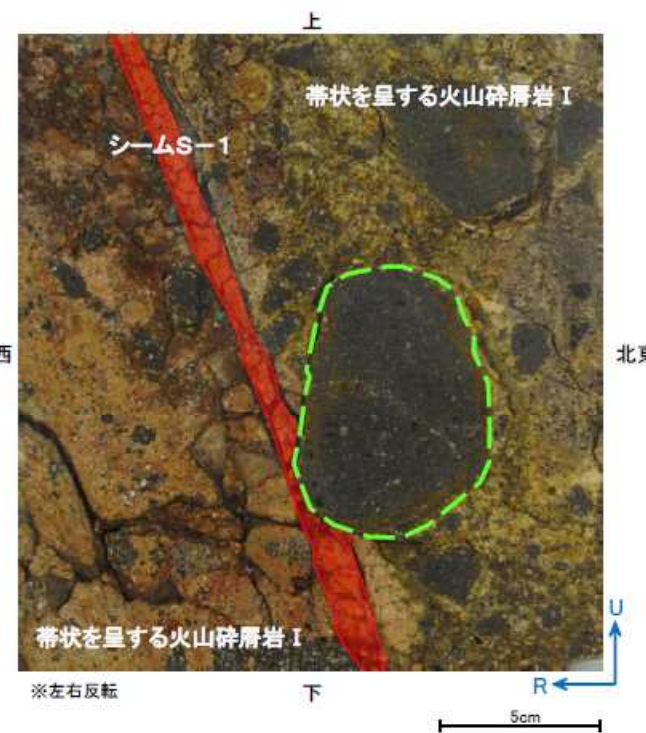
試料採取位置付近(No.17切羽)



観察面概念図(No.17-1_90)



研磨面写真



研磨面写真(シームS-1等を加筆)

事前会合(H25.2.14)資料
「志賀・現調1-3」p.32を引用

・シームS-1中に礫が入り込む状況が認められる。

図33 北陸電力による岩盤調査坑におけるS-1の調査結果(概要)

■シームS-1の条線観察結果について、調査報告書(最終)(H25.12.19)以降に追加したデータを含めて整理し、取得したデータを統計的に処理し、条線の姿勢を把握。

○複数の条線データが確認される場合の取り扱い

- ・最新すべり面において、複数の条線が確認される場合は、観察面における条線データの上書き状況の観察から、新旧関係が確認できるかどうかを検討する。
- ・新旧関係が判断できる場合は、最新の条線データを一覧表に記載している。
- ・新旧関係が判断できない場合は、確認されたすべての条線データを一覧表に記載している。

シームS-1(岩盤調査坑)

試料番号		条線のレイク*	変位センス
鉛直ボーリングNo.6V	下盤側	40° R	右横ずれ逆断層
	上盤側	75° R	(不明)
		40° R	右横ずれ逆断層
鉛直ボーリングNo.7V	上盤側	35° R	右横ずれ逆断層
鉛直ボーリングNo.8V	下盤側	50° R	(不明)
	上盤側	55° R	(不明)
		25° R	(不明)
鉛直ボーリングNo.10V	下盤側	85° R	右横ずれ逆断層
鉛直ボーリングNo.11V	下盤側	30° R	(不明)
	上盤側	30° R	右横ずれ逆断層
鉛直ボーリングNo.12V	下盤側	35° R	(不明)
鉛直ボーリングNo.13V	下盤側	40° R	(不明)
	上盤側	40° R	(不明)
		60° R	(不明)
鉛直ボーリングNo.15V	下盤側	35° R	(不明)
	上盤側	65° R	(不明)
鉛直ボーリングNo.16V	下盤側	70° R	右横ずれ逆断層
	上盤側	35° R	(不明)
鉛直ボーリングNo.17V	下盤側	35° R	右横ずれ逆断層
水平ボーリングNo.13-2	下盤側	30° R	(不明)
		65° R	(不明)
水平ボーリングNo.14	下盤側	80° R	右横ずれ逆断層
水平ボーリングNo.18-1	下盤側	65° R	(不明)
	上盤側	20° R	右横ずれ逆断層
水平ボーリングNo.19	下盤側	25° R	(不明)

試料番号		条線のレイク*	変位センス
水平ボーリングNo.20(1)	下盤側	60° R	(不明)
水平ボーリングNo.20(2)	下盤側	25° R	(不明)
		40° R	右横ずれ逆断層
水平ボーリングNo.22-1	下盤側	40° R	(不明)
	上盤側	50° R	右横ずれ逆断層
水平ボーリングNo.23-1	下盤側	60° R	(不明)
水平ボーリングNo.25-1	下盤側	40° R	(不明)
		60° R	(不明)
水平ボーリングNo.25-2	下盤側	40° R	右横ずれ逆断層
水平ボーリングNo.26-1	下盤側	25° R	右横ずれ逆断層
		40° R	(不明)
水平ボーリングNo.27-1	下盤側	40° R	右横ずれ逆断層
水平ボーリングNo.27-2	上盤側	45° R	(不明)
		30° R	(不明)
No.24-2ブロック(1)	下盤側	35° R	(不明)
		45° R	右横ずれ逆断層
No.24-2ブロック(2)	下盤側	40° R	右横ずれ逆断層
No.25-2ブロック(1)	下盤側	40° R	右横ずれ逆断層
No.25-2ブロック(2)	下盤側	40° R	右横ずれ逆断層
水平ボーリングT-1(深度3.34m)	下盤側	25° R	右横ずれ逆断層
水平ボーリングT-2(深度2.85m)	下盤側	40° R	(不明)
水平ボーリングT-3(深度2.55m)	下盤側	40° R	(不明)
		75° R	(不明)
		18° R	(不明)

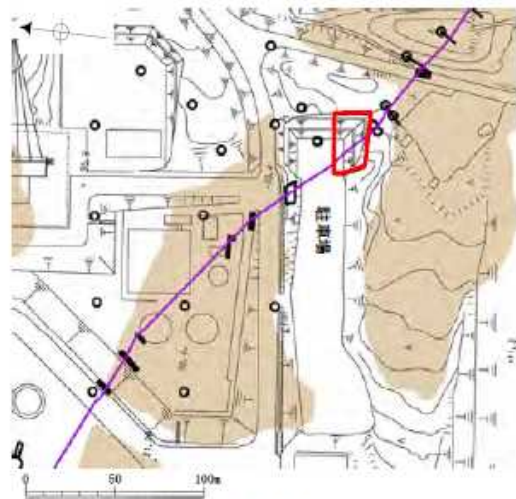
青字:調査報告書(最終)(H25.12.19)以降追加したデータ

第4回評価会合(H26.12.26)資料
「志賀・現調5-2」p.2-3を引用

※上盤側で確認したレイクは下盤側に換算して示す

■は、条線データが重複しているため、データ数に含めない

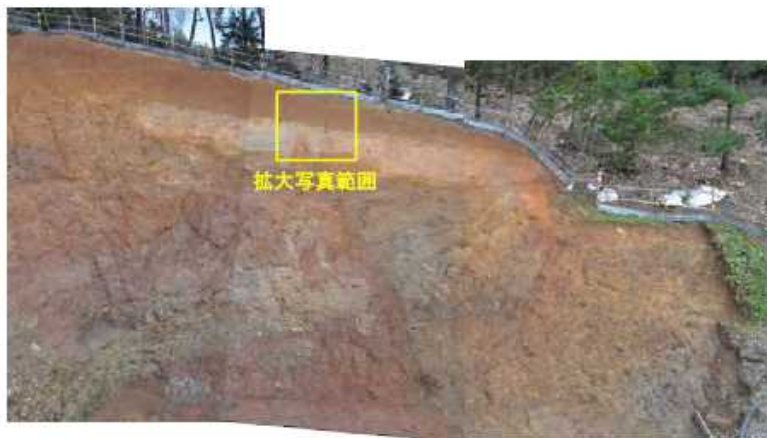
図34 岩盤調査坑におけるS-1の条線観察結果



位置図

- シームS-1 (EL28m)
- 表土はぎ・トレンチ箇所
(駐車場南側・東側法面・底盤)
- 高位段丘 I a面

←E W→



拡大写真範囲

法面写真(南側法面)



シームS-1

拡大写真
(法面に対してほぼ垂直に撮影)

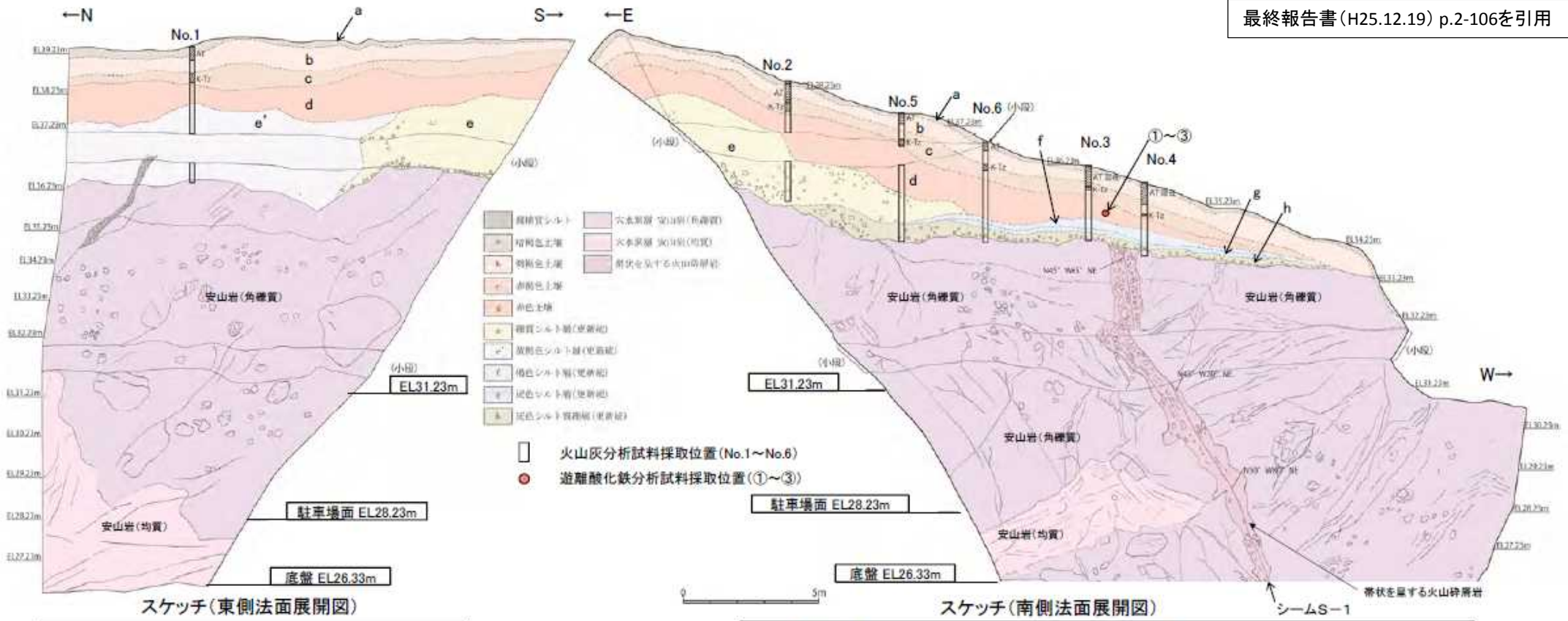
火山灰分析試料採取位置

・シームS-1は、穴水累層の岩盤の上面付近まで認められる。

・シームS-1を含む岩盤の上面及びその上位のシルト質礫層及びシルト層に変位、変形は認められない。

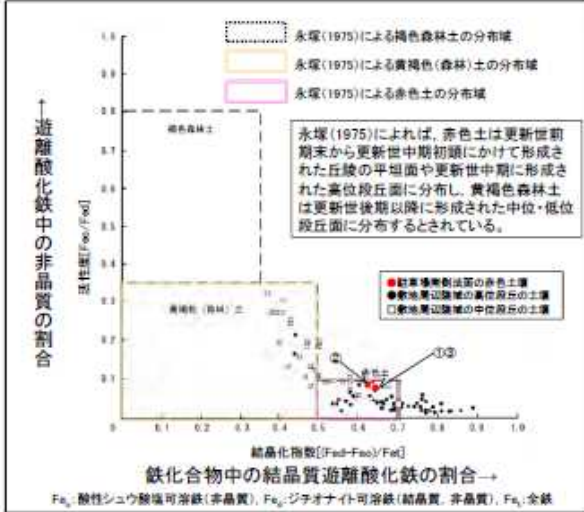
最終報告書(H25.12.19) p.2-105を引用

図35 駐車場南側法面の写真



スケッチ(東側法面展開図)

スケッチ(南側法面展開図)



遊離酸化鉄分析結果

テフラの年代(町田・新井, 2003)
 AT: 2.6万~2.9万年前
 K-Tz: 9.5万年前

- a. 暗褐色土層
 - ・色調7.5YR5/3。
- b. 明褐色土層
 - ・色調7.5YR4/6。
- c. 赤褐色土層
 - ・色調5YR4/8。
 - ・淡いトラ斑あり。
- d. 赤色土層
 - ・色調2.5YR4/6(赤色部)~7.5YR6/4(淡色部)。
 - ・明瞭なトラ斑あり。
 - ・縦方向のクラックが分布する。
- e. 礫質シルト層
 - ・径3~8cm程度の黄灰色角礫~角礫を30%程度含む。
- e'. 黄褐色シルト層
 - ・クラックが発達する。
- f. 褐色シルト層
 - ・クラックが発達し、1~2cmの角礫状に分離する。
- g. 灰色シルト層
 - ・クラックが発達し、1~3cmの角礫状に分離する。
- h. 灰色シルト質礫層
 - ・基底部に径1~10cm程度の円~垂円礫(一部垂角礫)を含む。
 - ・礫は安山岩くさり礫からなる。

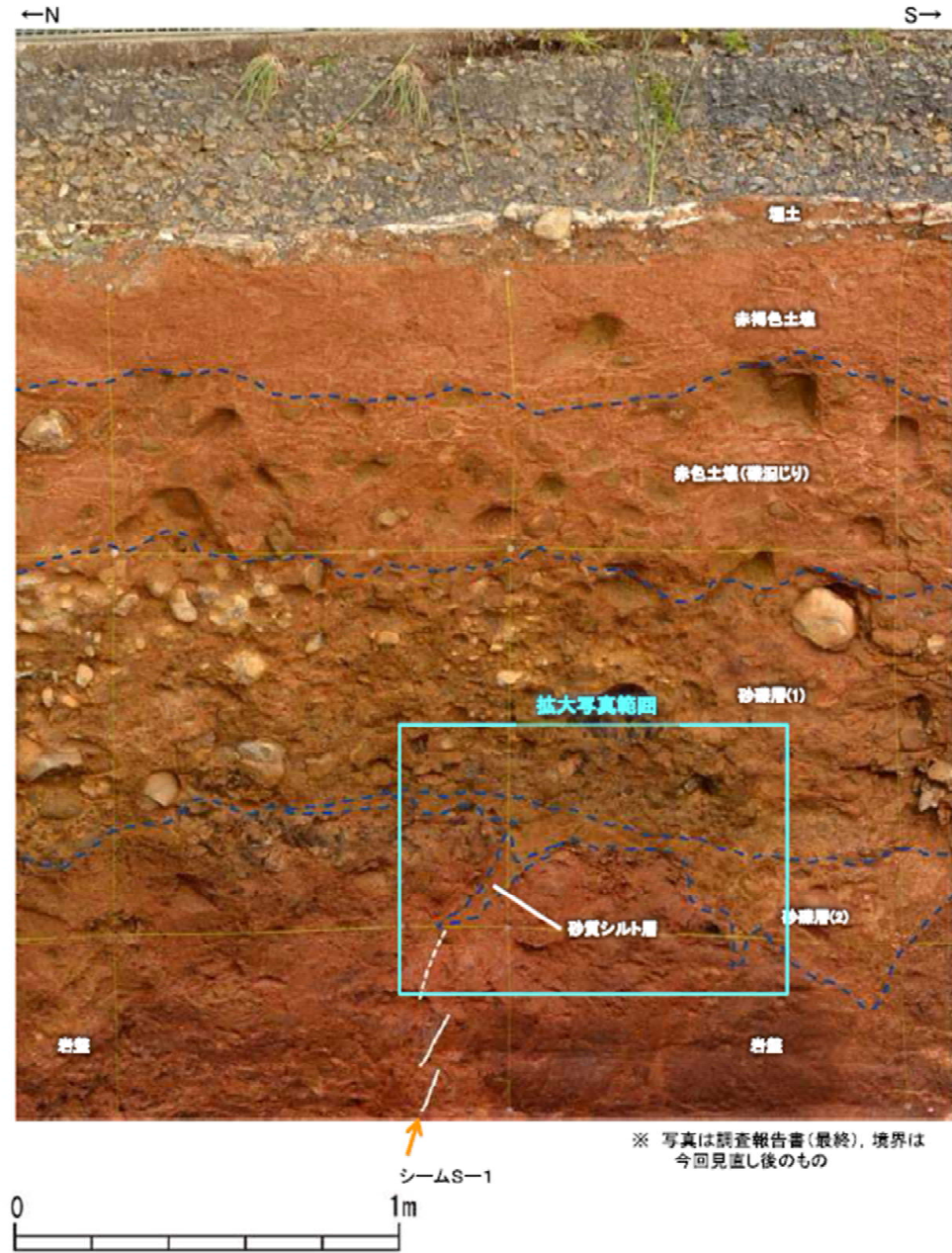
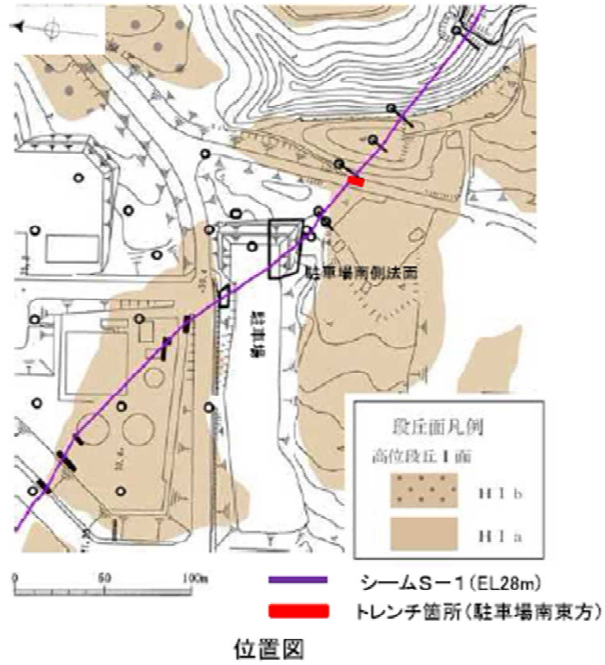
・シームS-1付近の岩盤上位には、シルト質礫層及びシルト層が分布する。その上には下位より、明瞭なトラ斑を伴う周辺の高位段丘の土壌と同様な赤色土壌、淡いトラ斑を伴う赤褐色土壌、明褐色土壌等が分布し、それらの標高は33~39m程度である。
 ・明瞭なトラ斑を伴う赤色土壌は、松井・加藤(1965)、成瀬(1974)、阿部他(1985)、Nagatsuka, S. and Maejima, Y. (2001)、赤木他(2003)等によれば、下末吉期の温暖な気候下で形成されたと考えられ、いずれも高位段丘を識別する重要な特徴とされている。
 ・赤色土壌について実施した遊離酸化鉄分析の結果、永塚(1975)が区分した赤色土に相当する。
 ・火山灰分析の結果、主に明褐色土壌中からAT、赤褐色土壌中からK-Tzが認められる。

・岩盤上位に分布するシルト質礫層及びシルト層は高位段丘 I 面相当の堆積物であると考えられる。

図36 北陸電力による駐車場南側法面のスケッチ及び堆積物の年代検討結果

■第1回評価会合で指摘を受けた、東壁面のシームS-1付近の岩盤と堆積物の境界付近において、詳細観察を実施した。

第2回評価会合 (H25.7.11) 資料
「志賀・現調3-1」p.1-36を引用

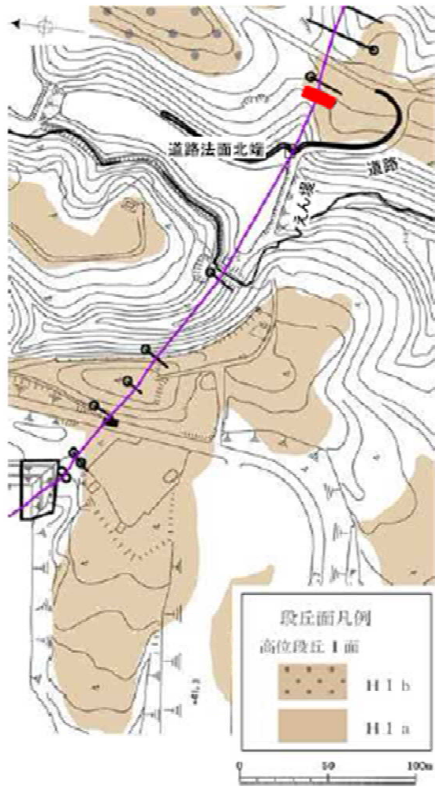


※写真は調査報告書(最終), 境界は今回見直し後のもの

調査位置図(駐車場南東方トレンチ 東壁面)

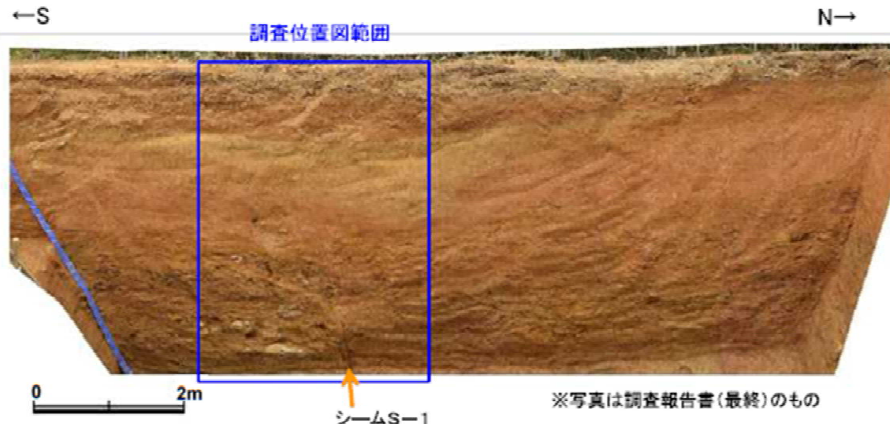
図37 北陸電力による駐車場南東方トレンチ東壁面の写真

■西壁面のシームS-1付近の岩盤と堆積物の境界付近において詳細観察を実施した。

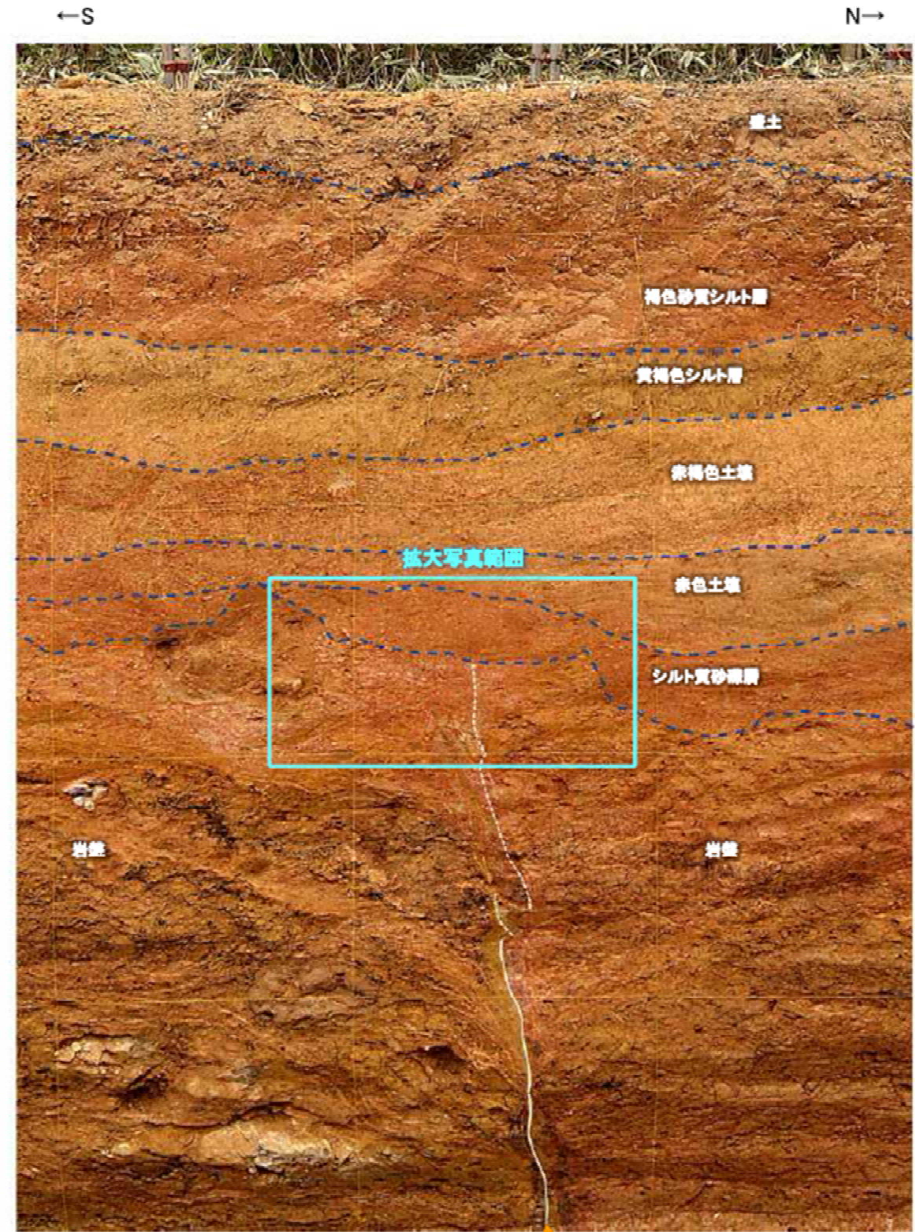


位置図

シームS-1 (EL28m)
 トレンチ箇所(えん堤左岸)



えん堤左岸トレンチ西壁面全景写真



※写真は調査報告書(最終)のもの

シームS-1

第2回評価会合(H25.7.11)資料
 「志賀・現調3-1」p.1-40を引用

図39 北陸電力によるえん堤左岸トレンチ西壁面の写真

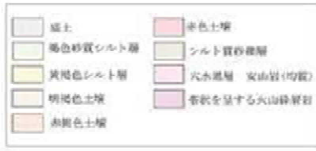
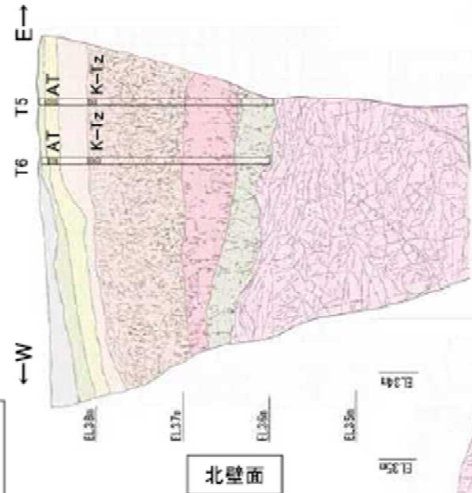
■えん堤左岸トレンチにおいて、北壁面のT5, T6で火山灰分析を新たに実施。

- シームS-1付近の岩盤上位にはシルト質砂礫層が分布する。その上には下位より、周辺の高位段丘の土壌と同様な赤色土壌、赤褐色土壌等が分布し、それらの標高は35~39m程度である。
- 火山灰分析の結果、明褐色土壌及び赤褐色土壌が分布するT1, T5, T6では、赤褐色土壌の上部においてK-Tzが認められる。なお、黄褐色シルト層においてAT及びK-Tz(β石英リワーク)が認められる。*
- 赤色土壌について実施した遊離酸化鉄分析の結果、永塚(1975)が区分した赤色土に相当する。

※ T2~T4で赤褐色土壌においてK-Tzが認められないのは、赤褐色土壌の上位層である黄褐色シルト層等がK-Tzの降灰層を削刺したためであり、その際に黄褐色シルト層中にK-Tzのβ石英がリワークにより混入したものと考えられる。

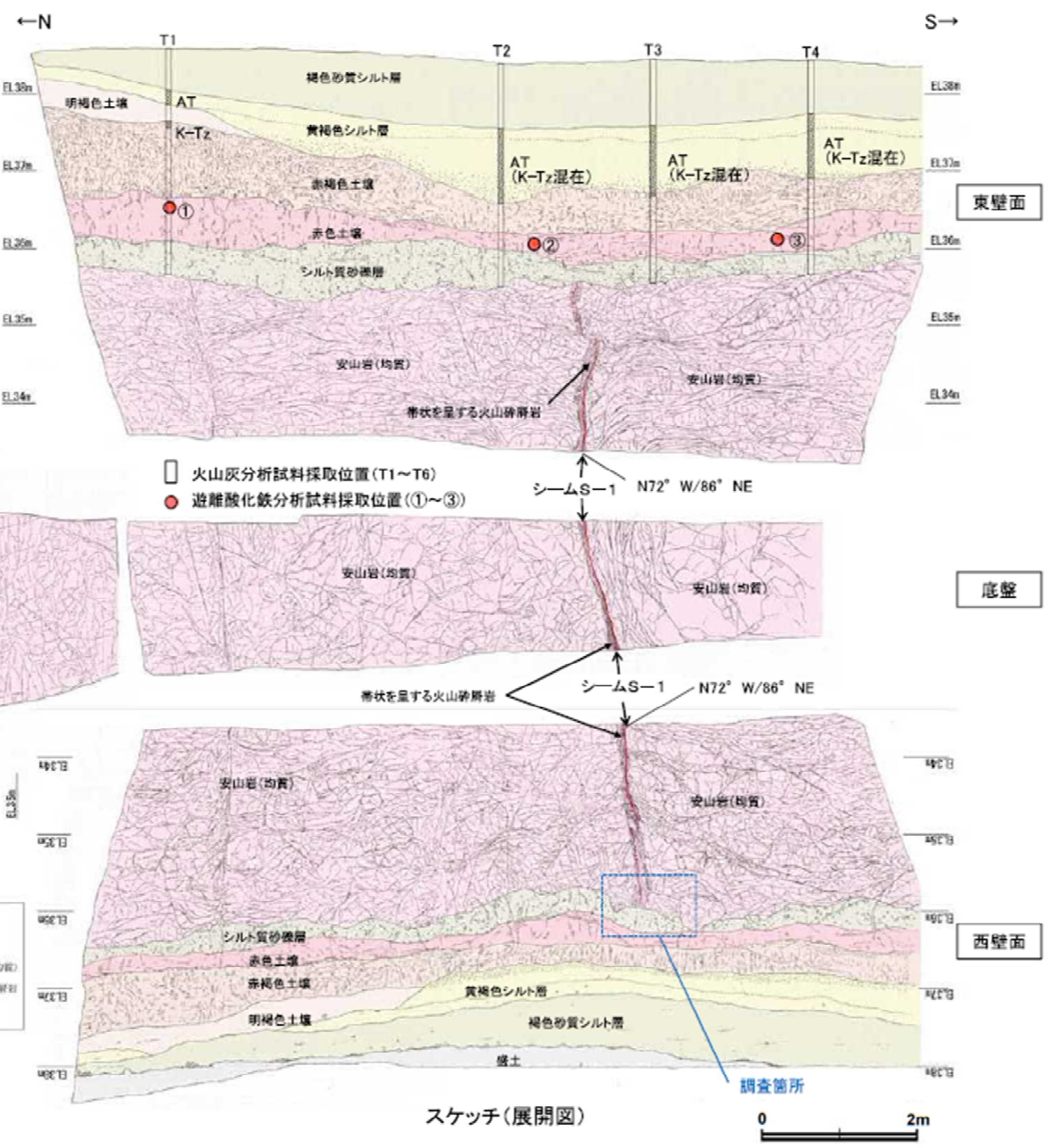
第2回評価会合(H25.7.11)資料「志賀・現調3-1」p.1-42を引用

- 褐色砂質シルト層**
- ・色調5YR4/6~7.5YR5/4。
- 黄褐色シルト層**
- ・色調10YR5/6~7.5YR5/4。
- 明褐色土壌**
- ・色調7.5YR5/6~4/6。
- 赤褐色土壌**
- ・色調5YR4/8~2.5YR4/6(赤褐色部)。
 - 7.5YR5/3~10YR5/4(淡色部)。
 - ・明瞭なトラ斑あり。赤褐色部と淡色部の割合は同程度。
- 赤色土壌**
- ・色調2.5YR4/8~10R4/6(赤色部)。
 - 7.5YR5/3~10YR5/4(淡色部)。
 - ・トラ斑あり。赤色部が卓越し、淡色部は少ない。
- シルト質砂礫層**
- ・基底はシルト質な細~中粒砂。
 - ・径0.5~5cmの重角~重円礫を5~10%含む。
 - ・礫は安山岩くさり礫からなり、軟質である。
- 穴水層 安山岩(均質)**
- ・風化により褐~黄灰色を呈する。
 - ・低角な割れ目に沿って明褐色の粘土が流入する。



テフラの年代(町田・新井, 2003)

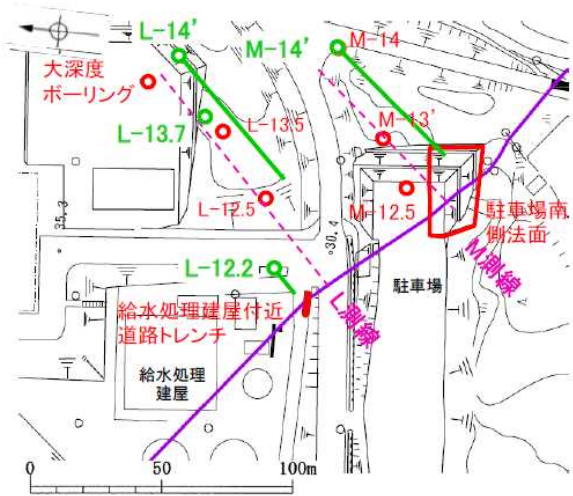
AT: 2.8万~2.9万年前
K-Tz: 9.5万年前



・シームS-1を含む岩盤の上面及びその上位の高位段丘I a面の堆積物であるシルト質砂礫層に変位、変形は認められないことから、シームS-1は少なくとも、12万~13万年前以降の活動はない。

永塚 鎮男(1975): 西南日本の黄褐色森林土および赤色土の生成と分類に関する研究, 農業技術研究所報告第26号別刷。
町田 洋・新井 朋夫(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。

図40 北陸電力によるえん堤左岸トレンチの写真スケッチ及び堆積物の年代検討結果



位置図

シームS-1 (EL28m)

	鉛直ボーリング孔	赤字: 現地調査 (H26.2) 前に調査
	斜めボーリング孔	緑字: 現地調査 (H26.2) 以降に調査
	トレンチ	
	表土はぎ	

追加ボーリング調査目的

孔名	目的
L-12.2 70m 斜め(傾斜80°)	・給水処理建屋付近道路トレンチ(地表付近)及びL-12.5で確認したシームS-1の連続性を確認する。
L-14' 247m 斜め(傾斜77°)	・L-12.5で確認したシームS-1の深部延長を確認する。
L-13.7 600m 鉛直	・L-12.5で確認したシームS-1の深部延長を確認する。
M-14' 194m 斜め(傾斜73°)	・M-12.5で確認したシームS-1の深部延長を確認する。

第5回評価会合 (H27.2.27) 資料
「志賀・現調6」p.2-2を引用

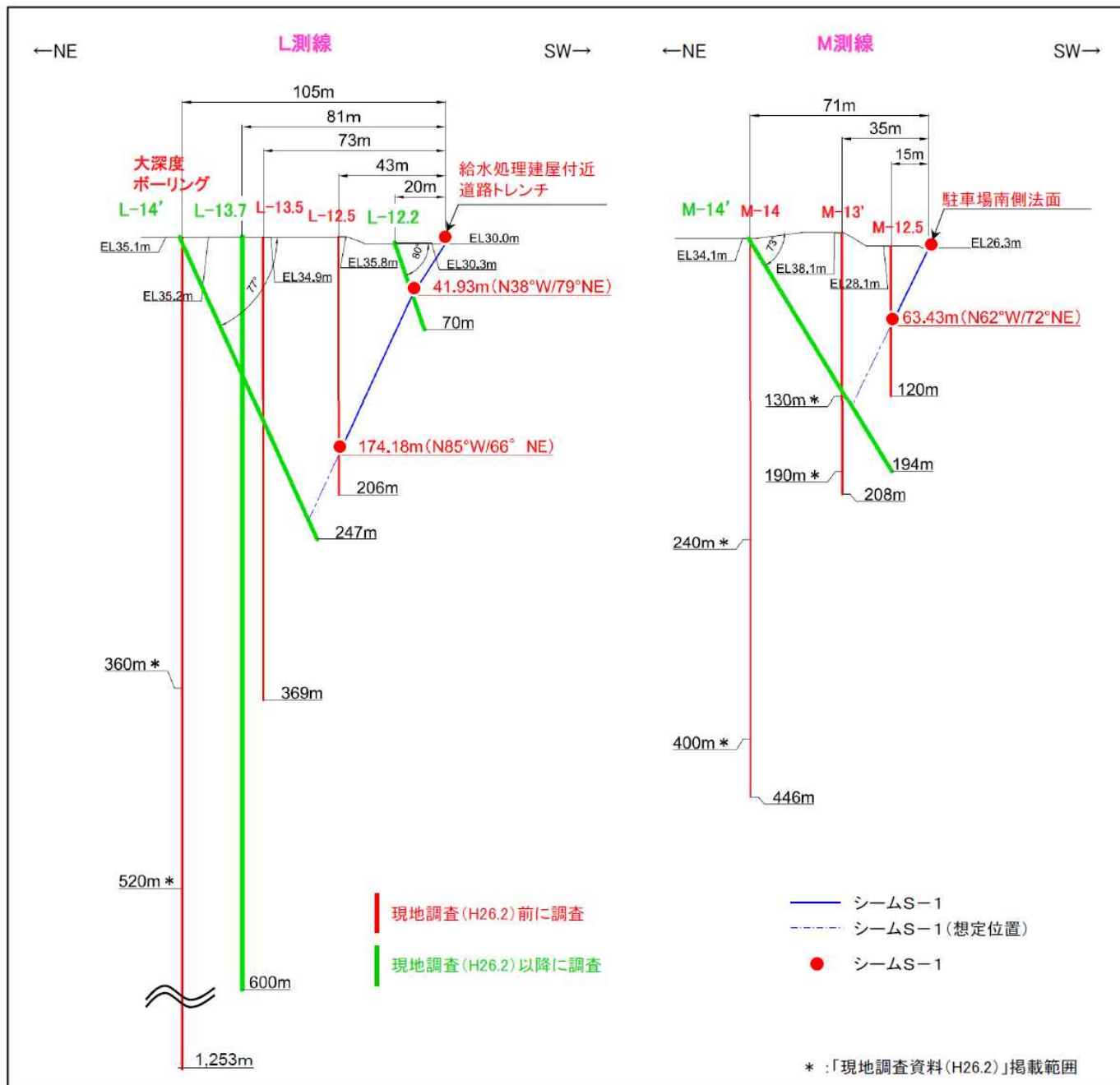
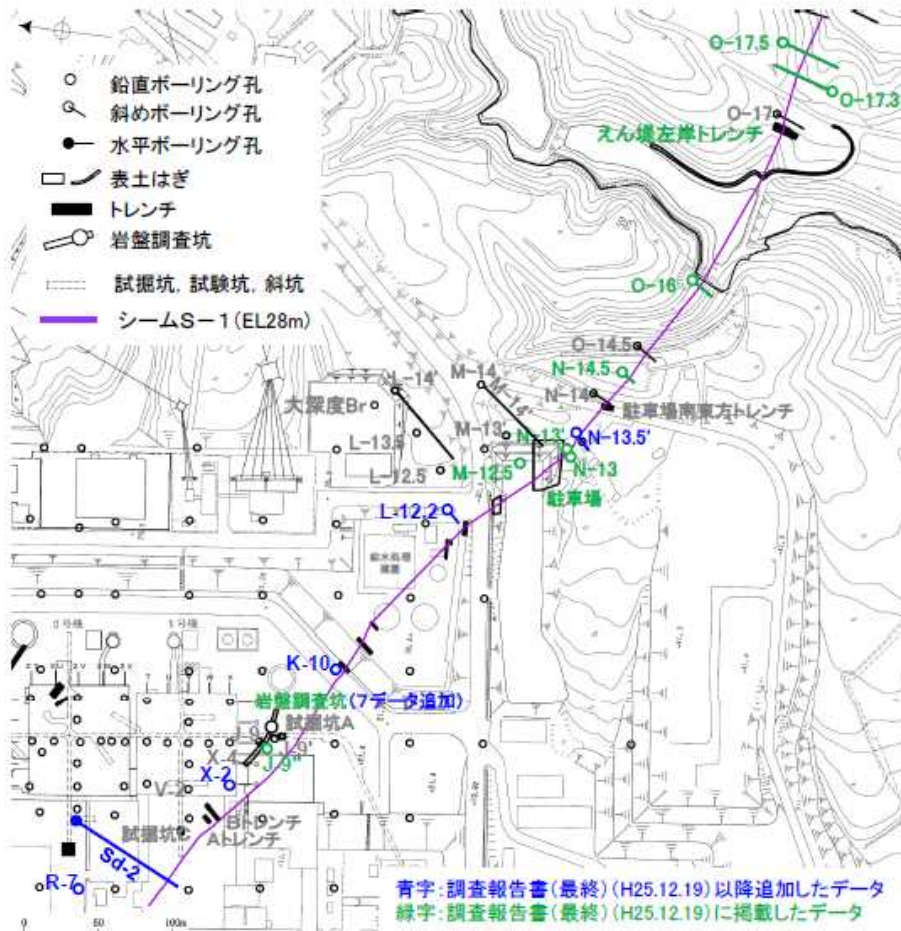
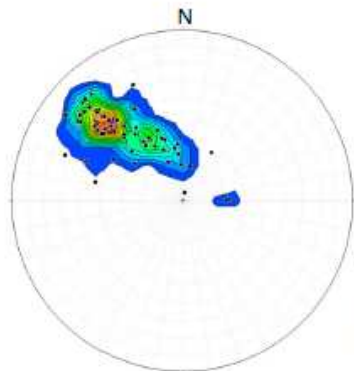


図41 S-1の深部方向への連続性 投影断面図 (H:V=2:1)



位置図



データ数70個
最大集中方向N45° W/41° N

シームS-1の条線の姿勢
(コンターダイアグラム(下半球投影))

シームS-1			
試料番号		条線のレイク*	変位センス
ボーリングR-7(深度153.35m)	上盤側	55° R	右横ずれ逆断層
水平ボーリングSd-2(深度62.71m)	下盤側	63° R	右横ずれ逆断層
ボーリングX-2(深度37.38m)	下盤側	30° R	(不明)
		80° R	(不明)
ボーリングJ-9'(深度29.33m)	上盤側	50° R	(不明)
ボーリングK-10(深度16.95m)	下盤側	40° R	(不明)
ボーリングL-12.2(深度41.93m)	上盤側	40° R	右横ずれ逆断層
ボーリングM-12.5(深度63.43m)	下盤側	60° R	(不明)
		45° R	(不明)
ボーリング駐車場No.1	下盤側	20° R	(不明)
		40° R	(不明)
ボーリング駐車場No.2	下盤側	70° R	(不明)
		20° R	(不明)
		70° R	(不明)
ボーリング駐車場No.2	上盤側	105° R	(不明)
ボーリングN-13(深度11.10m)	下盤側	50° R	(不明)
ボーリングN-13'(深度23.39m)	上盤側	60° R	(不明)
ボーリングN-13.5'(深度10.90m)	上盤側	90° R	逆断層
ボーリングN-14.5(深度21.31m)	下盤側	56° R	(不明)
		26° R	(不明)
ボーリングO-16(深度20.36m)	下盤側	51° R	(不明)
えん堤左岸トレンチ底盤	下盤側	90° R	(不明)
		110° R	(不明)
ボーリングO-17.3(深度41.82m)	下盤側	28° R	(不明)
		63° R	右横ずれ逆断層
ボーリングO-17.5(深度25.29m)	下盤側	40° R	(不明)

※上盤側で確認したレイクは下盤側に換算して示す

青字: 調査報告書(最終)(H25.12.19)以降追加したデータ

■は、条線データが重複しているため、データ数に含めない

第4回評価会合(H26.12.26)資料
「志賀・現調5-2」p.2-4を引用

- ・シームS-1の条線の姿勢は、主に北西方向の中角度(30~50°)である。
- ・70データのうち、23データで逆断層センスが認められる。

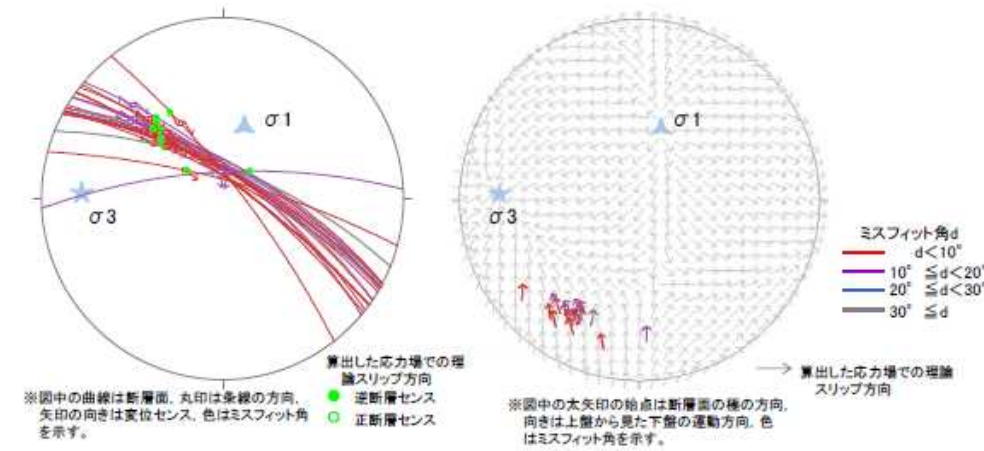
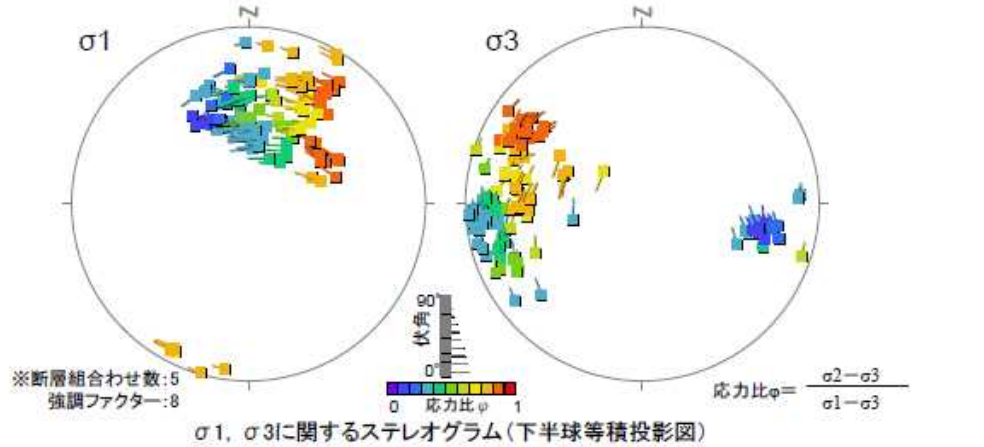
図42 岩盤調査坑以外におけるS-1の条線観察結果

■前頁の解析において、ミスフィット角の信頼性が高いシームS-1と信頼性が低いシームS-2・S-6及び福浦断層に分けて逆解法を行い、それぞれの応力場を算出。

■山路他(2011)による多重逆解法により、シームS-1の条線から推定される応力場を算出。

■算出した応力場から計算される理論的なレイクと実際の条線のレイクとのミスフィット角を算出し、ミスフィット角が30°未満のデータ数を把握することで、算出した応力場の妥当性を確認。

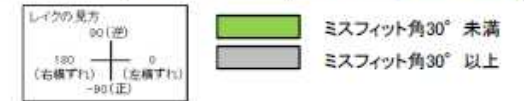
第4回評価会合 (H26.12.26) 資料
「志賀・現調5-2」p.2-9を引用



大円による投影
Tangent-lineation diagramによる投影
応力場の算出に用いた試料のスリップデータ(下半球等角投影図)

・シームS-1の条線から推定される応力場
 ・▲σ1: 方位角16.7°, 伏角44.9°
 ・★σ3: 方位角272.6°, 伏角13.8°
 ・応力比φ=0.51
 ⇒ N-S圧縮, E-W引張

条線観察				ミスフィット角[°]	
試料番号	走向/傾斜 (走向は真北)	条線のレイク[°]			
ボーリング R-7	N62° W/70° NE	125		15.0	
水平ボーリング Sd-2	N62° W/70° NE	117		23.1	
シームS-1 (23データ) 変位センス判明	岩盤調査坑	鉛直ボーリング No.6V	N61° W/77° NE	140	4.6
		鉛直ボーリング No.7V	N62° W/68° NE	145	2.9
		鉛直ボーリング No.10V	N61° W/74° NE	95	42.6
		鉛直ボーリング No.11V	N52° W/73° NE	150	3.9
		水平ボーリング No.14	N68° W/70° NE	100	32.9
		鉛直ボーリング No.16V	N60° W/73° NE	110	29.4
		鉛直ボーリング No.17V	N59° W/74° NE	145	5.5
		水平ボーリング No.18-1	N50° W/72° NE	160	11.4
		水平ボーリング No.20(2)	N56° W/73° NE	140	2.9
		水平ボーリング No.22-1	N62° W/72° NE	130	8.2
		No.24-2ブロック(1)	N61° W/73° NE	135	3.3
		No.24-2ブロック(2)	N61° W/73° NE	140	1.7
		水平ボーリング No.25-2	N54° W/78° NE	140	0.6
		No.25-2ブロック(1)	N54° W/78° NE	140	0.6
		No.25-2ブロック(2)	N54° W/78° NE	140	0.6
水平ボーリング No.26-1	N56° W/71° NE	155	10.1		
水平ボーリング No.27-1	N51° W/77° NE	140	3.4		
水平ボーリング T-1	N60° W/68° NE	155	10.7		
ボーリング L-12.2	N38° W/79° NE	140	8.0		
ボーリング N-13.5'	N87° E/73° NW	90	17.5		
ボーリング O-17.3	N75° W/78° NE	117	1.4		



・23データ中21データがミスフィット角30°未満であり、シームS-1の条線は、算出した応力場でほぼ説明可能である。

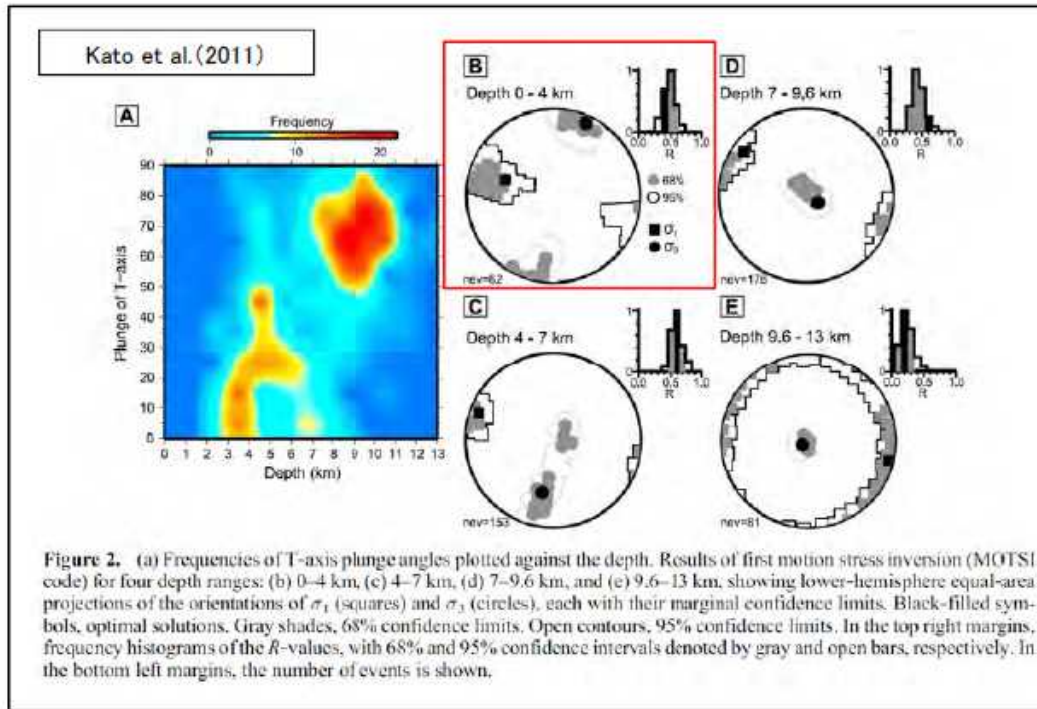
・シームS-1の条線データにより個別に逆解法を行った結果、シームS-1の条線はN-S圧縮・E-W引張の応力場で説明可能となる。

山路 敦・佐藤 活志・大坪 誠(2011): Multiple Inverse Method Software Package User's Guide.

図43 北陸電力によるS-1の条線から推定される応力場の検討

■前頁で算出したシームS-1の条線から推定される応力場と現応力場(Kato et al.(2011)による)との比較を行う。

■現応力場から計算される理論的なレイクと実際の条線のレイクとの角度差(ミスフィット角)を算出し、ミスフィット角が30°未満の試料数を把握することで、現応力場と実際の条線との整合性を確認する。



- ・Kato et al.(2011)は、2007年能登半島地震の余震(2007年3月25日～5月22日)の震源メカニズム解より、深度ごとの応力場を逆解析により算出している。
- ・シームS-1の条線から推定される応力場との比較には、深度0～4kmの結果を用いる。

・能登半島の現応力場※

- ・ σ_1 : 方位角290.8°, 伏角29.0°
- ・ σ_2 : 方位角119.1°, 伏角60.7°
- ・ σ_3 : 方位角22.8°, 伏角3.5°
- ・応力比 $\phi=0.48$

・現応力場は**WNW-ESE圧縮, NNE-SSW引張**を示す。

※:Kato et al.(2011) Fig 2(B)より図読(上図赤枠)

・現応力場は、シームS-1の条線から推定される応力場とは整合しない。

ミスフィット角の算出結果

条線観察				ミスフィット角
試料採取位置	試料番号	走向・傾斜	条線のレイク[°]	
岩盤調査坑	鉛直ボーリング No.6V	N61° W77° NE	140	170.1
	鉛直ボーリング No.7V	N62° W68° NE	145	159.3
	鉛直ボーリング No.10V	N61° W74° NE	95	146.7
	鉛直ボーリング No.11V	N52° W73° NE	150	171.4
	水平ボーリング No.14	N68° W70° NE	100	170.5
	鉛直ボーリング No.16V	N60° W73° NE	110	160.2
	鉛直ボーリング No.17V	N59° W74° NE	145	167.2
	水平ボーリング No.18-1	N50° W72° NE	160	163.0
	水平ボーリング No.20	N56° W73° NE	140	176.4
	水平ボーリング No.22-1	N62° W72° NE	130	175.4
	No.24-2ブロック	N61° W73° NE	135	172.8
	水平ボーリング No.25-2	N54° W78° NE	140	177.7
	No.25-2ブロック	N54° W78° NE	140	177.7
	水平ボーリング No.26-1	N56° W71° NE	155	160.4
水平ボーリング No.27-1	N51° W77° NE	140	175.2	
シームS-1南東部	ボーリング O-17.3	N75° W78° NE	117	129.2

走向は真北で示す。



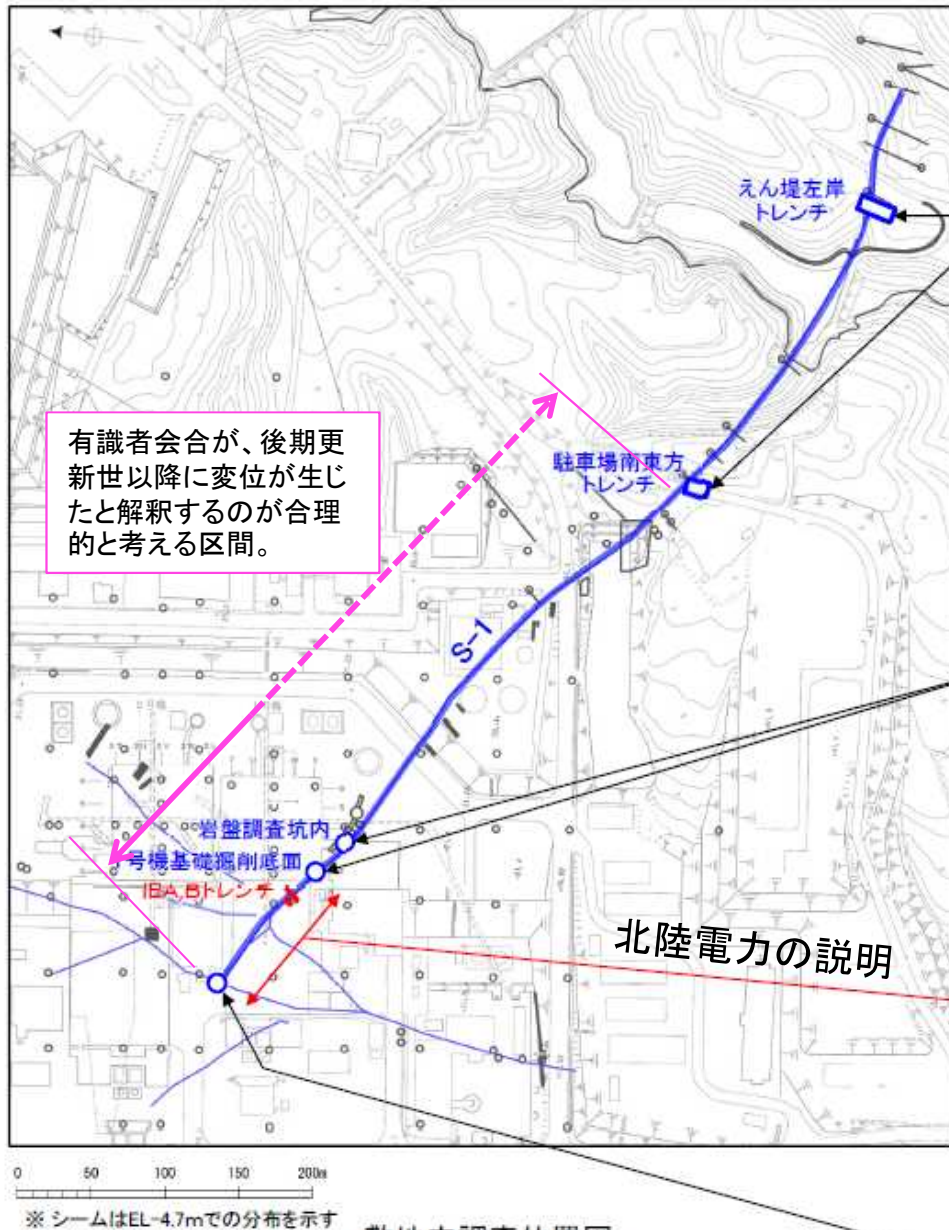
・全16試料がミスフィット角30°以上であり、現応力場はシームS-1の条線から推定される応力場として説明できない。

・シームS-1の条線から推定される応力場は、現応力場とは整合しない。

最終報告書(H25.12.19) p.2-130を引用

Aitaro Kato et al.(2011): Anomalous depth dependency of the stress field in the 2007 Noto Hanto, Japan, earthquake: Potential involvement of a deep fluid reservoir, GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, VOL. 38, L06306, doi:10.1029/2010GL046413.

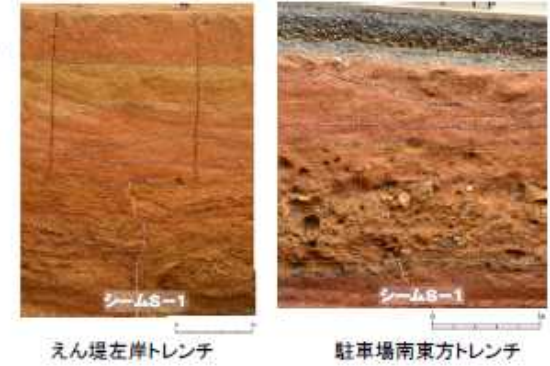
図44 北陸電力によるS-1の条線から推定される応力場と現応力場との比較



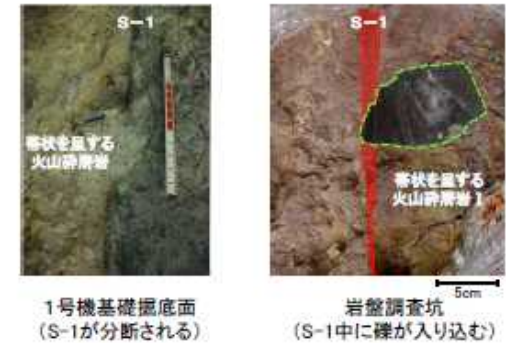
敷地内調査位置図

第6回評価会合 (H27.5.13) 資料
「参考資料2」p.11を引用・一部加筆

➤ 駐車場南東方トレンチやえん堤左岸トレンチ調査の結果、少なくとも12～13万年前以降の活動は認められない(有識者より妥当との評価)



➤ 1号機基礎掘削底面や岩盤調査坑において、S-1は分断されたり、安山岩礫が入り込む状況が見られる



【S-1の分布からみた旧トレンチの段差の考察】

➤ 仮に、旧トレンチ位置での岩盤上面の段差(数10cm)が断層変位によるものと仮想した場合、長さ約780mのS-1の区間で、北西部の約70m区間のみに変位が出現したこととなる。

➤ しかし、このことは、地形解析結果※1、応力解析結果※2等に照らして考え難く、旧トレンチ壁面の詳細観察結果※3も踏まえると、旧トレンチの岩盤上面の段差を断層変位とする具体的な根拠は認められない。

※1 旧トレンチ位置には傾斜変換等の地形の異常は認められない

※2 周辺断層の活動を想定した場合の応力計算でも、旧トレンチ付近が動きやすい傾向は認められない

※3 中位段丘I面の堆積物にせん断面や地層の擾乱は認められず、活断層調査事例等の知見に照らしても、断層活動の影響が及んでいるものではない

➤ S-1は、S-2・S-6に切られる。

図45 S-1の水平方向への連続性・活動性検討

旧トレンチ周辺に関する調査結果

I-1. 旧トレンチ周辺の地形

・建設当時の水準測量結果及び写真記録から、旧トレンチはほぼ平坦な地形(中位段丘I面)に位置し、旧トレンチ位置には傾斜変換等の地形の異常は認められない。また、旧トレンチ北東方の斜面には傾斜変換部が見られるが、S-1から約30m離隔があり、崖地形は存在せず、地下にシーム等は認められない。

I-2. 旧トレンチの評価

・段差直上の堆積物にせん断面や地層の擾乱は認められず、国内で実施された活断層調査の事例、模型実験及び数値シミュレーションの知見に照らしても、断層活動の影響が及んでいるものではない。

※S-1の段差形状と同様な状況は、海岸部等でも多く見られる。

I-3. 旧トレンチ付近に関する応力解析

・福浦断層及び兜岩冲断層の活動を想定した場合でも、旧トレンチ付近が動きやすいという傾向は認められない。

1号機原子炉建屋底盤の状況

(旧トレンチのほぼ直下にあたる位置)

・帯状を呈する火山砕屑岩がS-1を分断するように分布し、そこに破断等の変状は認められない。



海岸部の調査結果

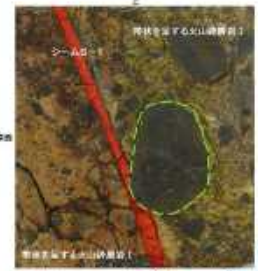
・岩盤上面には、オーバーハングしたシャープな段差形状が見られる。



岩盤調査坑による調査結果

(旧トレンチのほぼ直下にあたる位置)

・S-1中に礫が入り込む状況が認められる。



S-1 南東部の調査結果

上載地層法による調査結果

・高位段丘I面の堆積物に変位、変形は認められない。



駐車場南東方トレンチ

応力場に関する検討結果

II-1. シームS-1, S-2・S-6等の運動方向データ

・S-1の条線の姿勢は、主に北西方向の中角度で、逆断層センスが認められる(S-1北西部にあたるSd-2孔及びR-7孔でも同様のセンスとなっている)。

II-2. シームS-1, S-2・S-6等の多重逆解法による応力場の推定

・S-1はN-S圧縮・E-W引張、S-2・S-6はNW-SE圧縮、福浦断層はWNW-ESE圧縮の応力場と推定される。

II-3. 能登半島の地質構造発達史との関係

・S-1から推定される応力場は、ほぼ南北圧縮であり、能登半島の地質構造発達史に照らせば、後期中新世ごろの構造運動に対応している。

シームS-1の活動性について(総合評価)

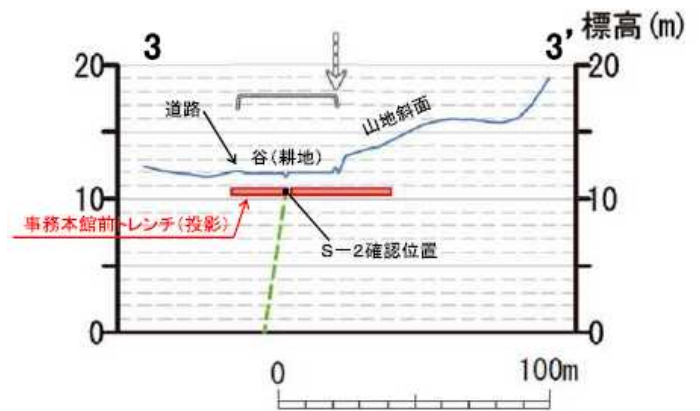
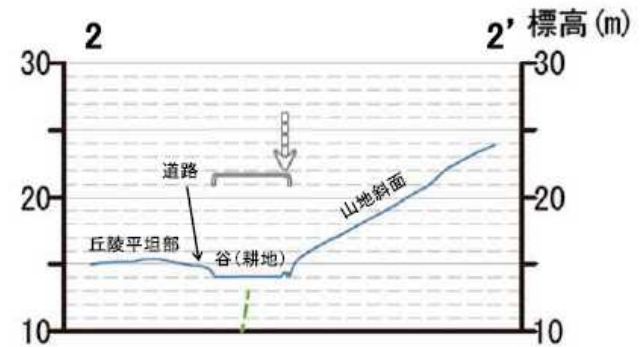
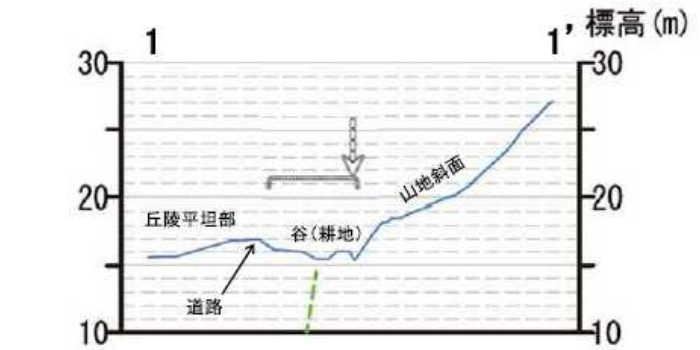
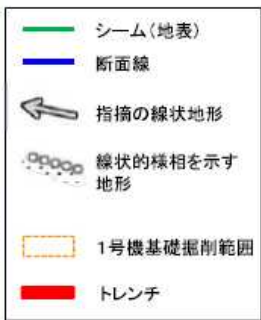
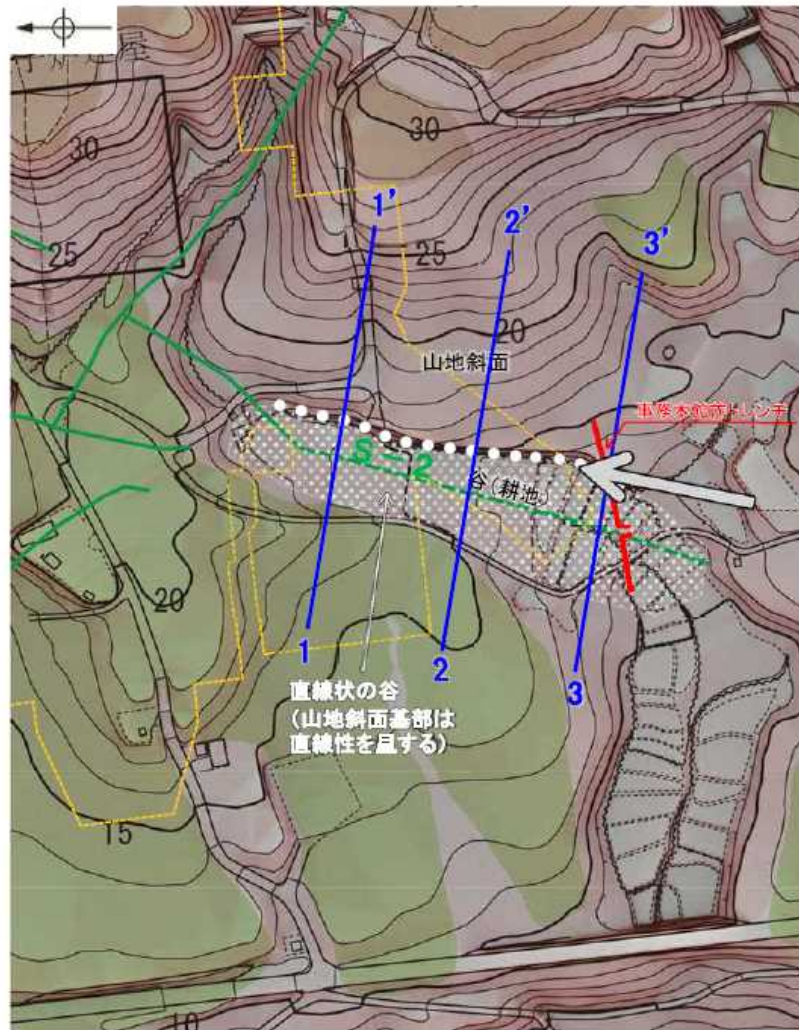
活動性に関するデータを総合すれば、少なくとも12~13万年前以降の活動は考えられず、S-1は将来活動する可能性のある断層等ではない。



敷地内調査位置図

第4回評価会合(H26.12.26)資料
「志賀・現調5-2」p.3-2を引用

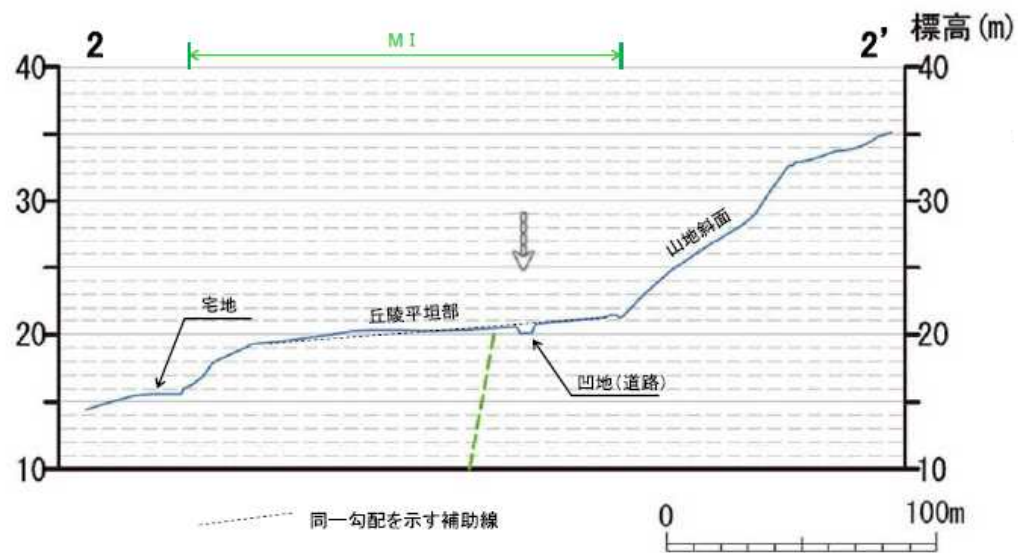
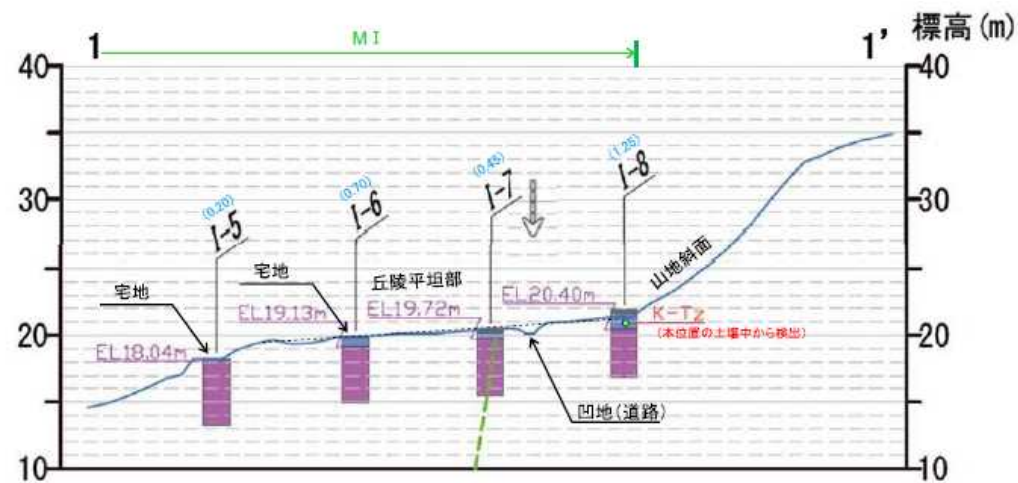
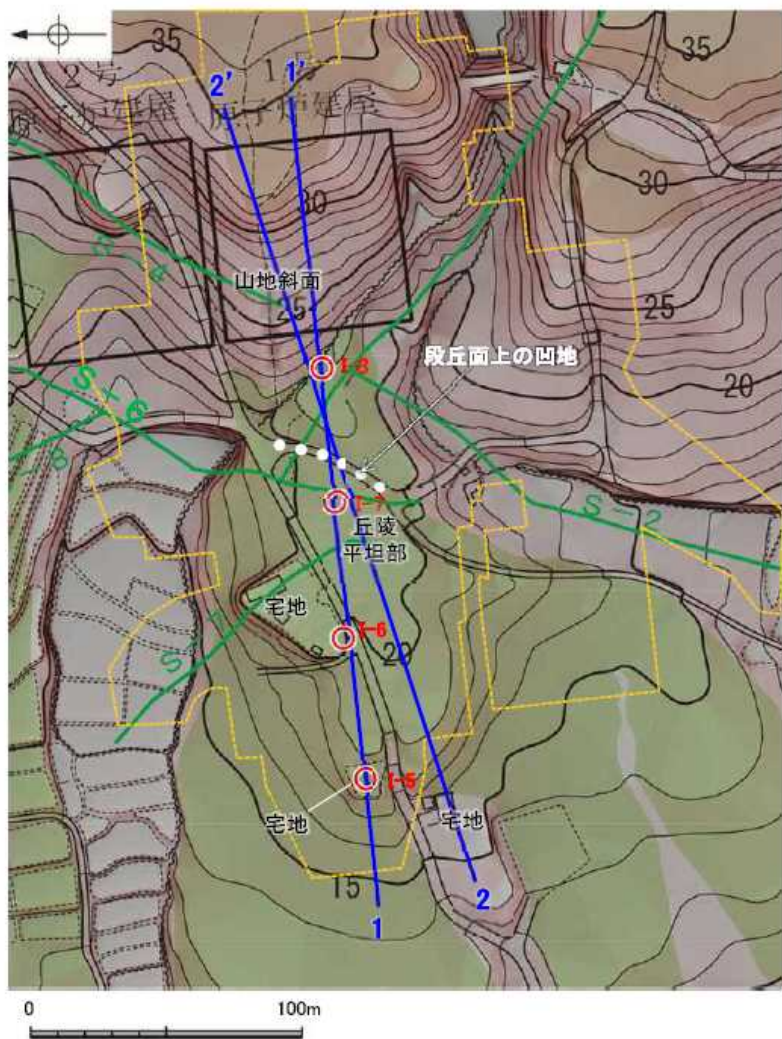
図46 北陸電力によるS-1の活動性評価のまとめ



地形断面図 (H:V=1:5)

第2回評価会合 (H25.7.11) 資料
「志賀・現調3-1」p.2-4,2-5を引用

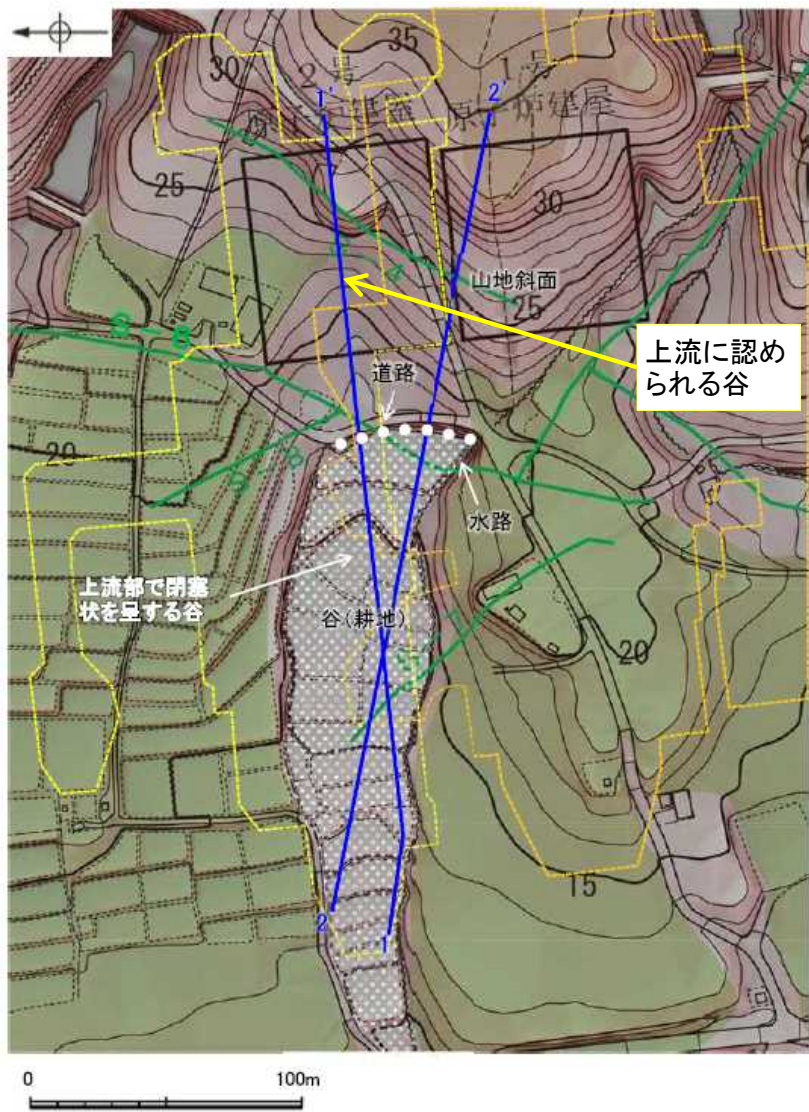
図47 S-2・S-6と線状地形との関係(エリア1)



地形断面図 (H:V=1:5)

第2回評価会合 (H25.7.11) 資料
「志賀・現調3-1」p.2-6,2-7を引用

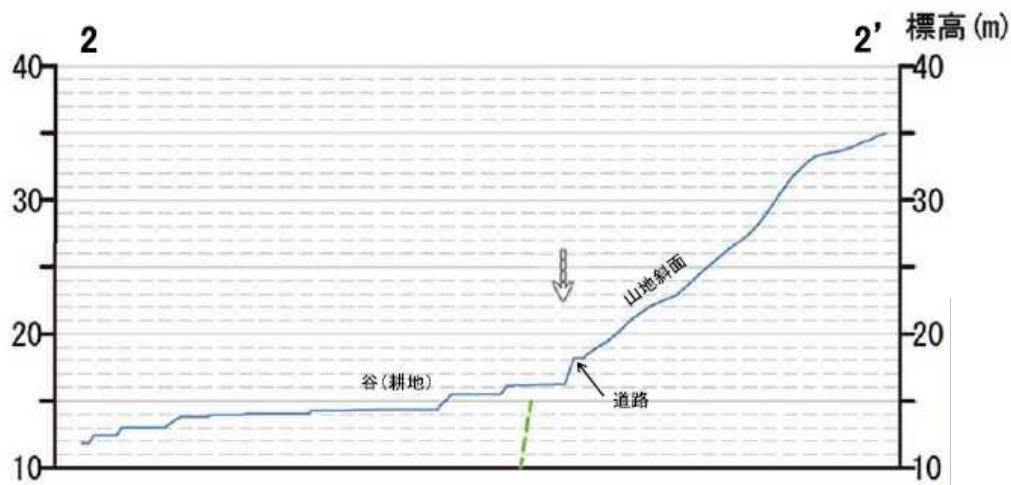
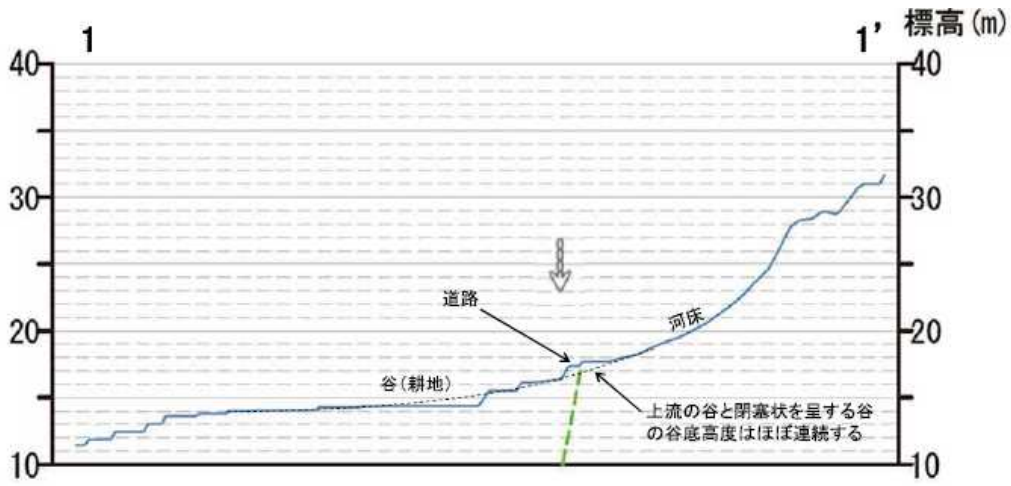
図48 S-2・S-6と線状地形との関係(エリア2)



上流に認められる谷

上流部で閉塞状を呈する谷

- 段丘面凡例
- 高位段丘I面 H1a
- 中位段丘I面 M1
- シーム(地表)
- 断面線
- 線状的様相を示す地形
- 1号機基礎掘削範囲
- 2号機基礎掘削範囲



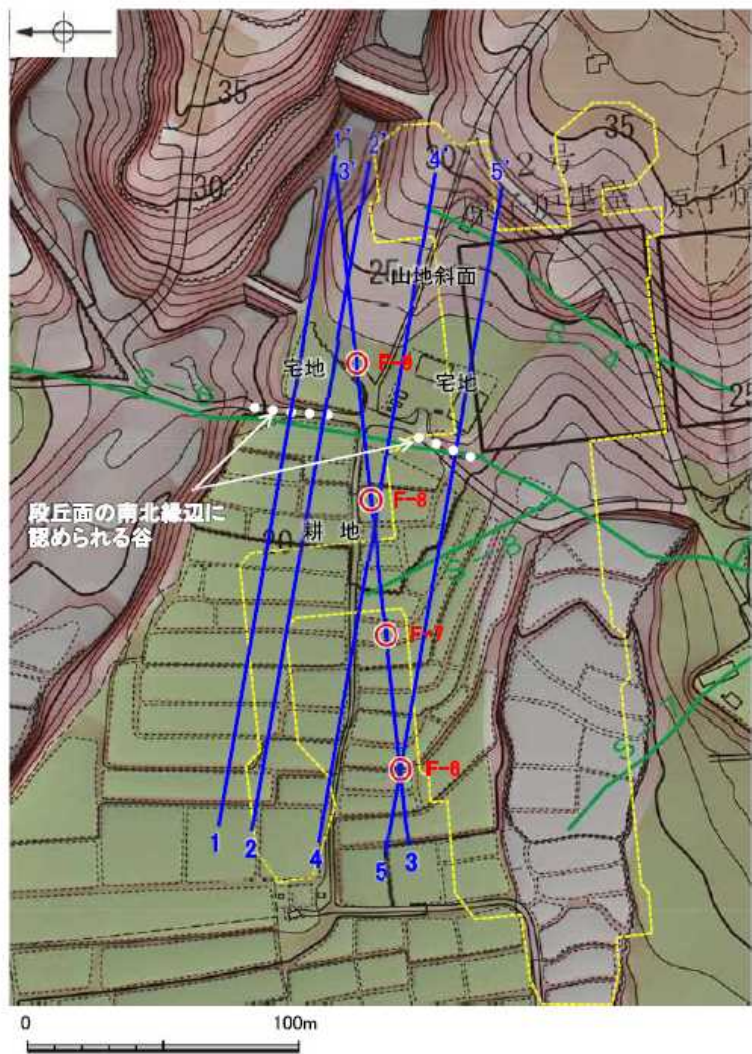
- 旧地形
- 線状的様相を示す地形 (閉塞状を呈する谷の上流縁辺)
- シームS-6の推定位置 (基礎掘削データ、ボーリング調査データに基づく)



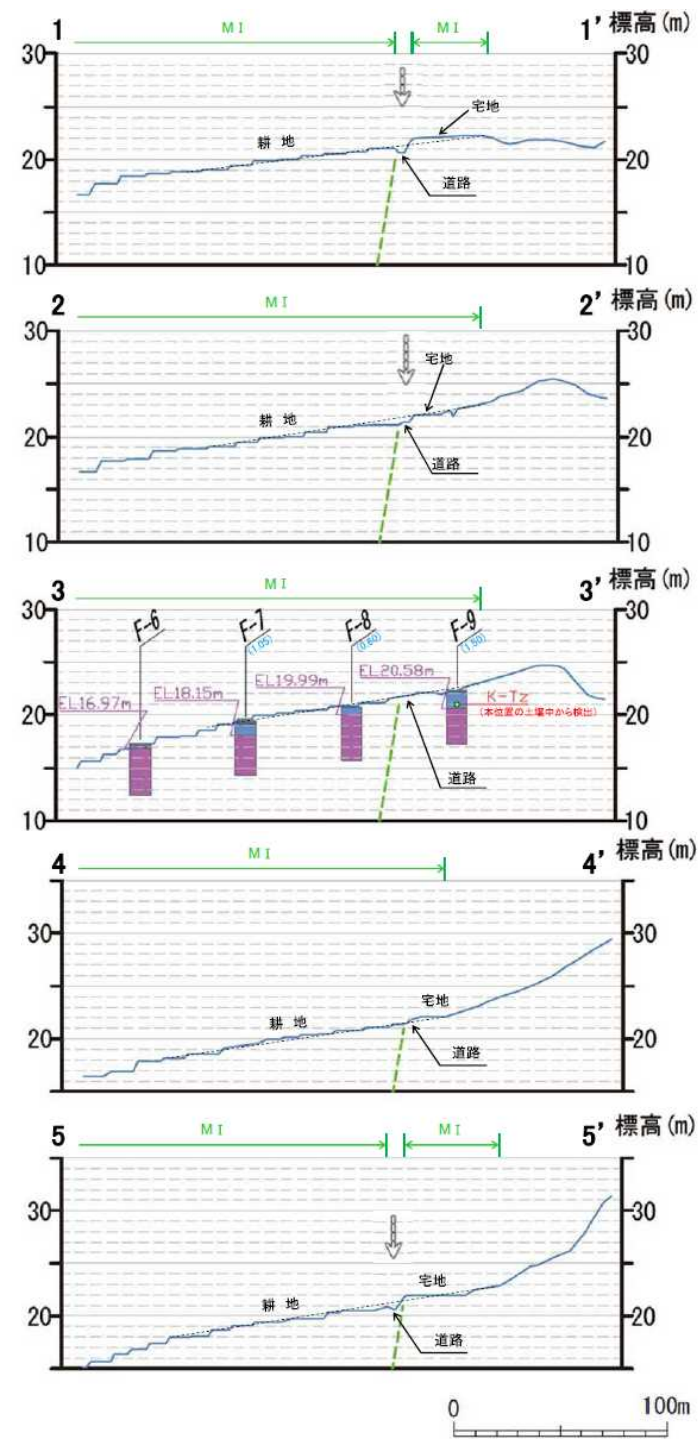
地形断面図(H:V=1:5)

第2回評価会合(H25.7.11)資料
「志賀・現調3-1」p.2-8,2-9を引用・加筆

図49 S-2・S-6と線状地形との関係(エリア3)

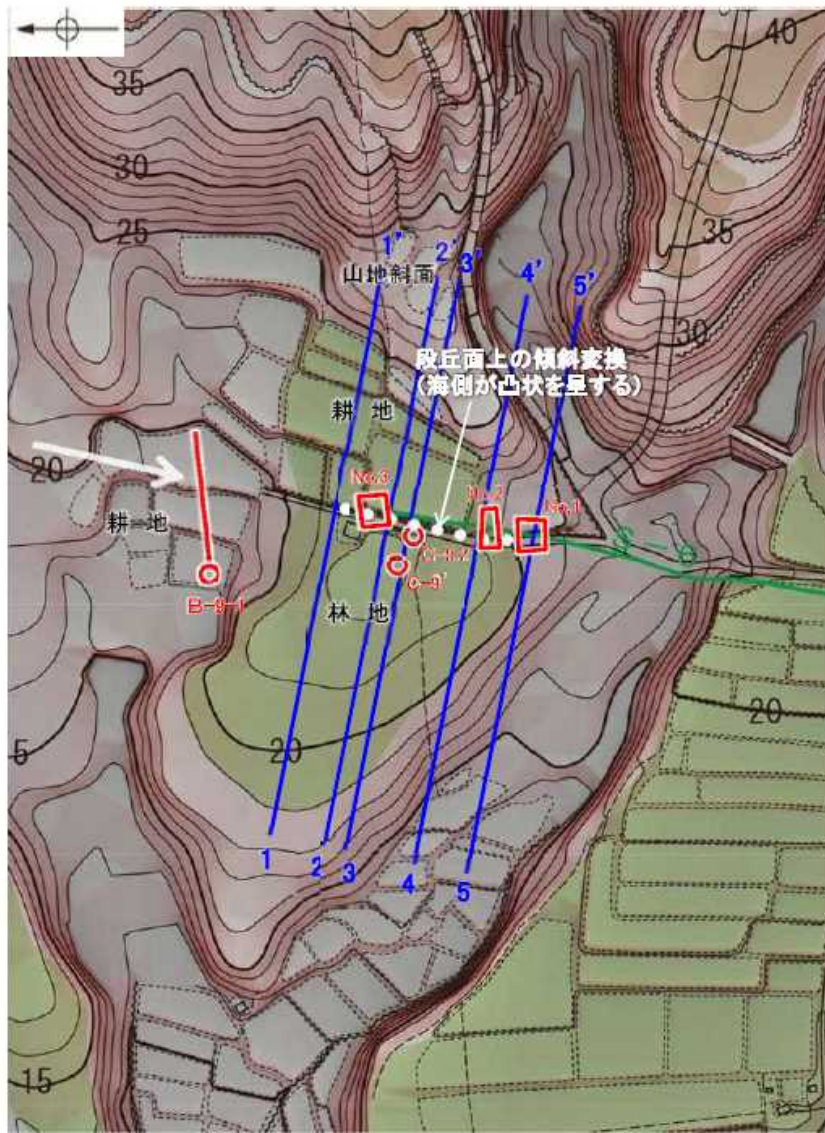


地形断面図(H:V=1:5)

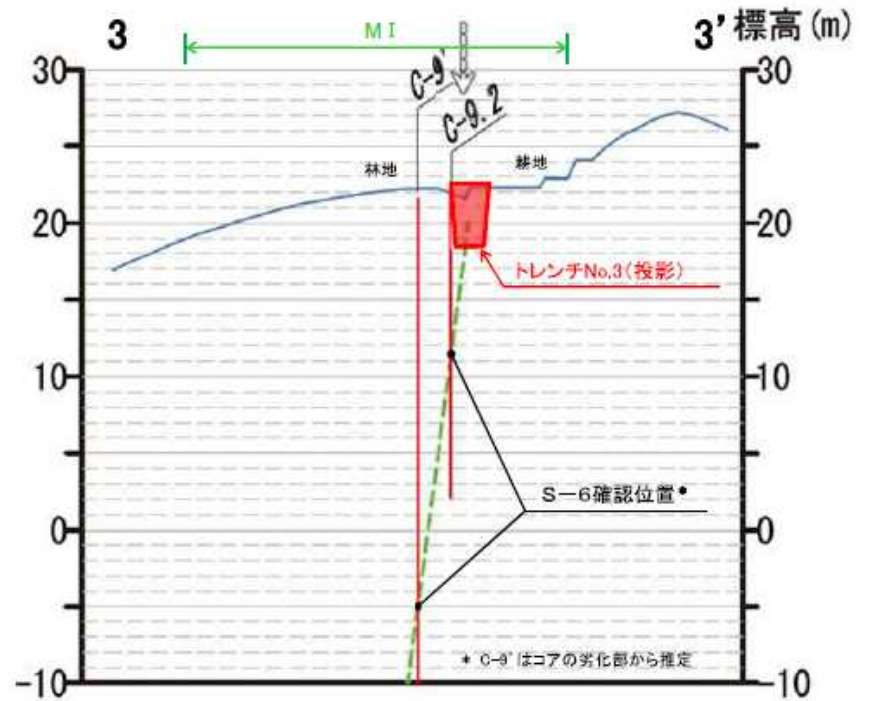
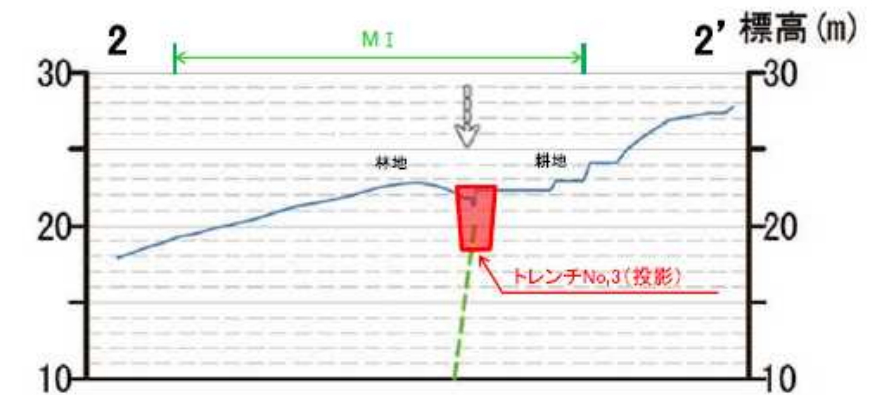


第2回評価会合(H25.7.11)資料
「志賀・現調3-1」p.2-10,2-11を引用

図50 S-2・S-6と線状地形との関係(エリア4)



- 段丘面凡例
- 高位段丘I面 (H I a)
 - 中位段丘I面 (M I)
- シーム(地表)
- 断面線
- 線状の様相を示す地形
- 指摘の線状地形
- トレンチ
- 鉛直ボーリング
- 斜めボーリング

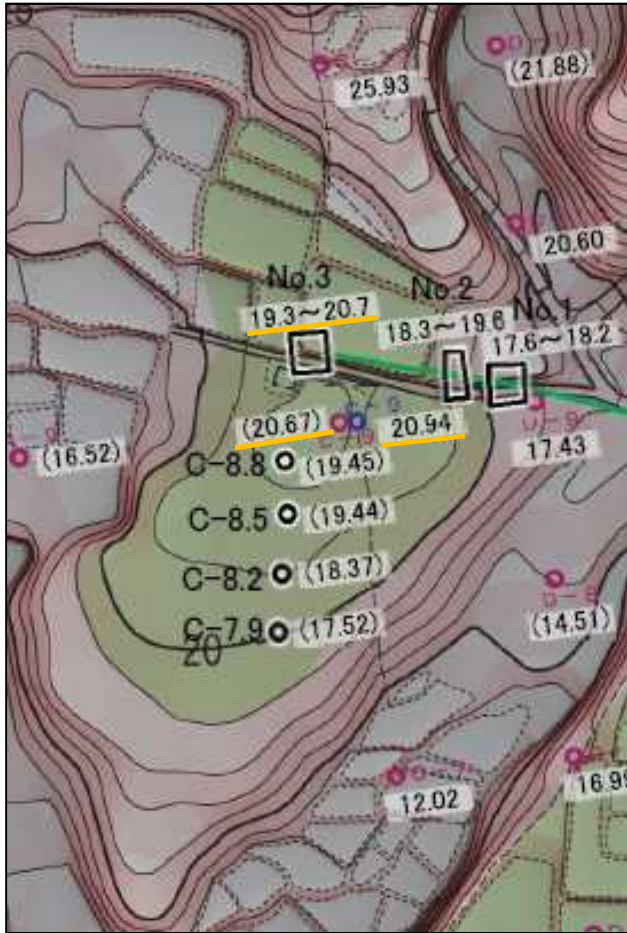


地形断面図(H:V=1:5)

第2回評価会合(H25.7.11)資料
「志賀・現調3-1」p.2-12,2-13を引用

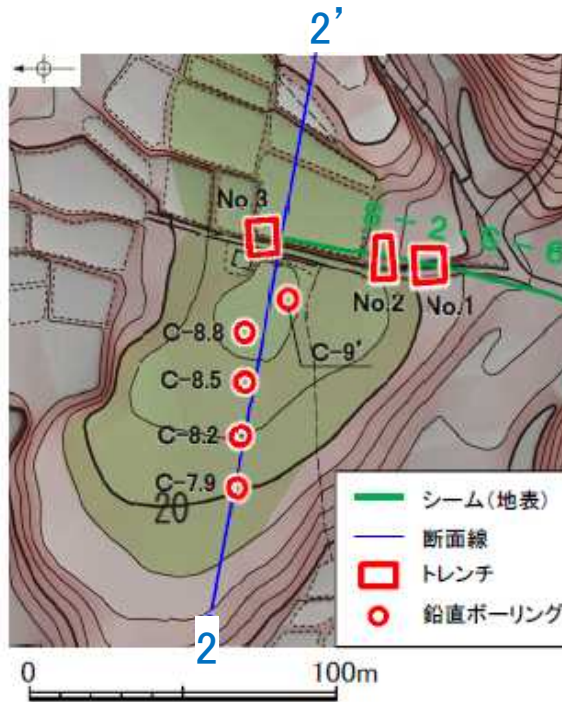
図51 S-2・S-6と線状地形との関係(エリア5)

エリア5付近の基盤上面標高



16.09 岩盤上面の標高(m)
 ()内の数字は、人工改変された岩盤上面標高を示す。
 ※岩盤上面の標高が極端に低い一部データは、発電所建設に伴う掘削の影響である。

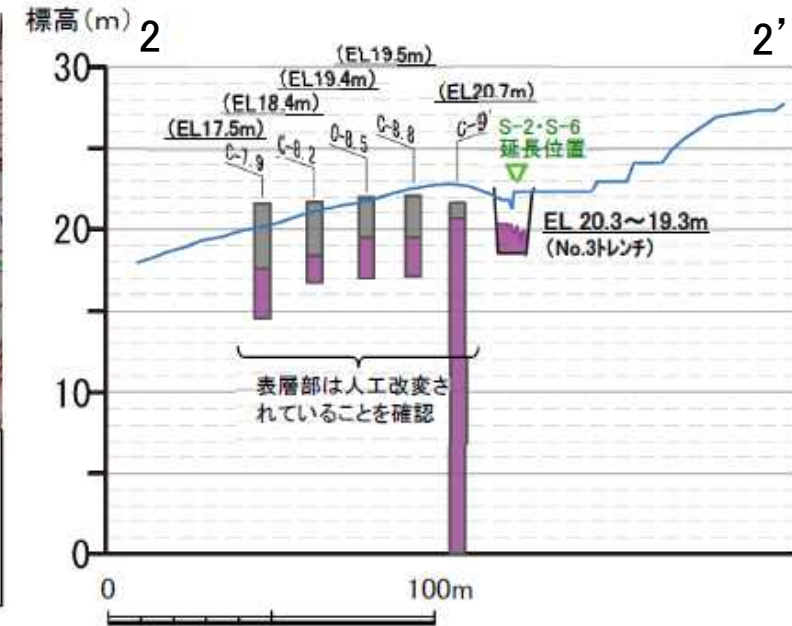
第6回評価会合(H27.5.13)資料
 「参考資料3」p.11の一部を抜粋



エリア5付近平面図

第5回評価会合(H27.2.27)資料
 「志賀・現調6」p.参考-7を引用

注)No.3トレンチにおける岩盤上面標高は、第5回と第6回評価会合資料とは、一部異なる値が記載されている。本文には、第6回評価会合資料の値を用いている。



2-2'断面(エリア5) 断面図(H:V=1:5)

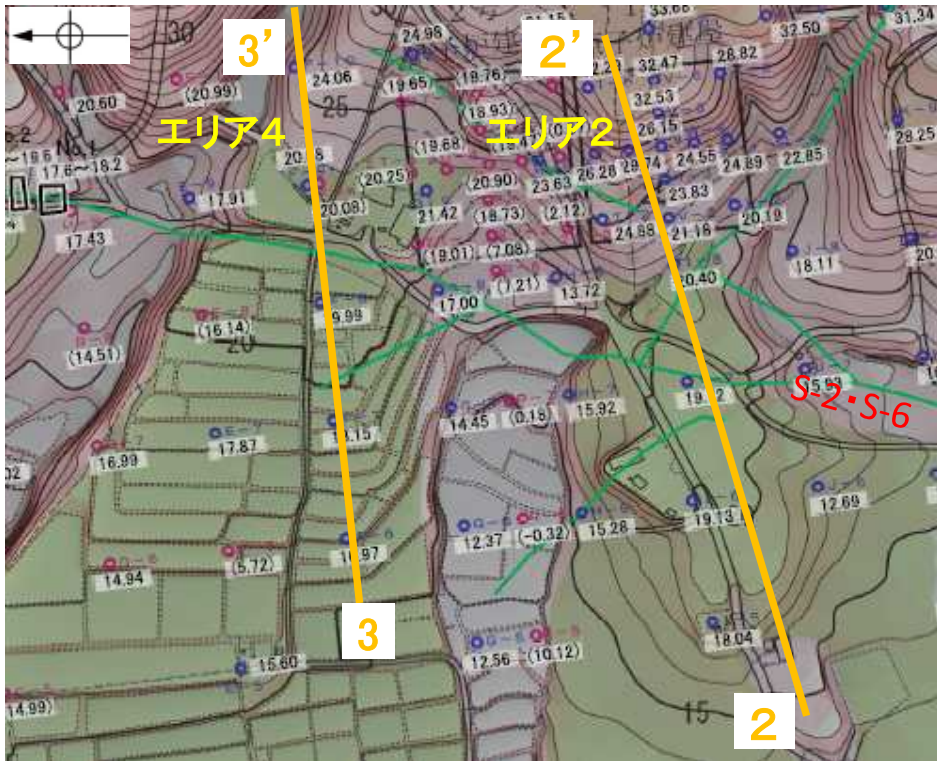
※志賀・現調7-2資料
 では6-6'と表記

ELOOm: 岩盤上面標高
 ()付きは人工改変された岩盤上面標高を示す

旧地形
 トレンチ及び岩盤の分布
 (ボーリング柱状図)
 埋土
 岩盤

・凸状を呈する地形の頂部付近を横断して群列ボーリングを実施したが、当該地形周辺の浅層部は改変を受けており、地質の状況(岩盤上面形状含む)は確認できなかった。

図52 北陸電力によるエリア5の岩盤上面高度の検討

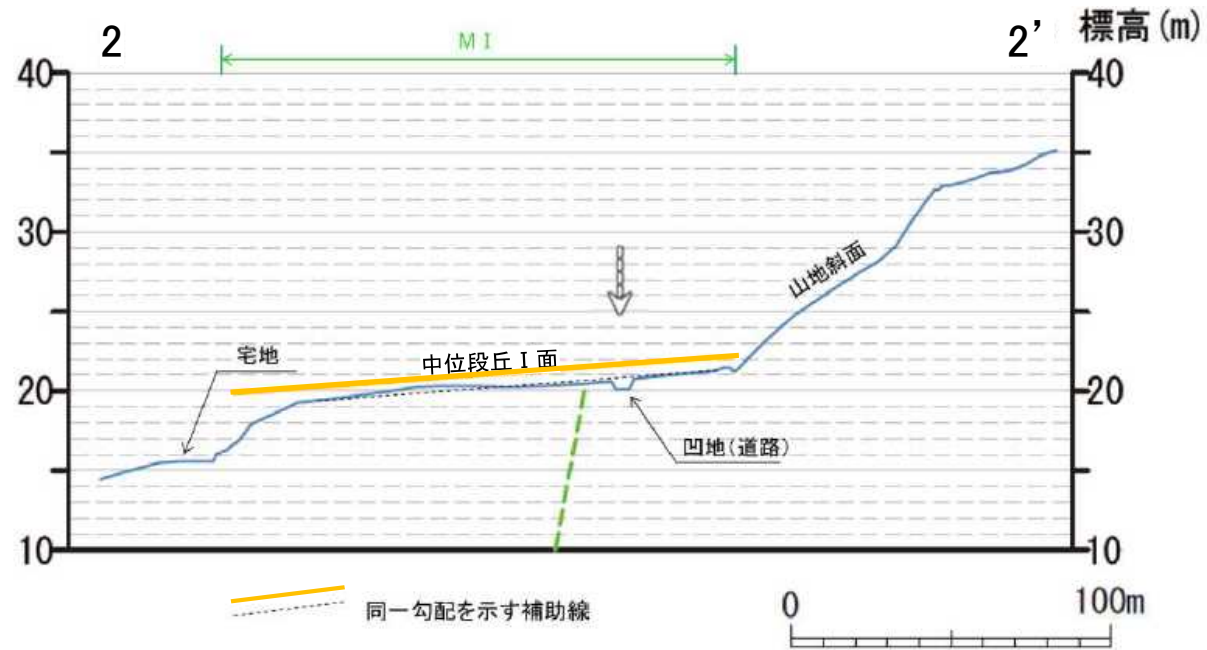


図中の数値は、岩盤上面の標高(m)。なお、()内の数字は、人工改変された岩盤上面標高を示す。

○エリア2の1-1'断面では、S-2・S-6より西(海)側に高まりが認められる。

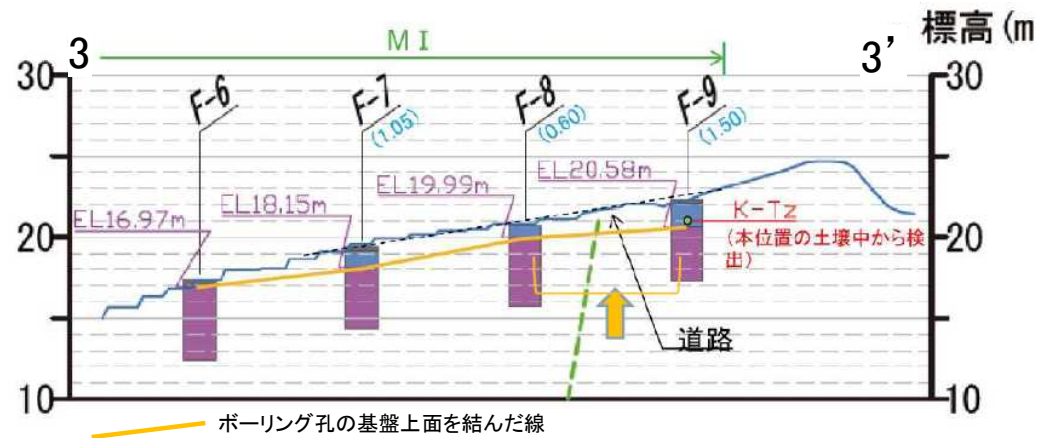
○エリア4の3-3'断面は、地形に明瞭な起伏は認められないものの、ボーリングで確認された堆積物／基盤境界は、S-2・S-6付近で山(東)側に減傾斜する。

第6回評価会合(H27.5.13)資料
「志賀・現調7-2」、「参考資料3」を引用・加筆



2-2'断面(エリア2)

※志賀・現調7-2資料では2-2'と表記



3-3'断面(エリア4)

※志賀・現調7-2資料では1-1'と表記

図53 エリア2及びエリア4の地形及び岩盤上面高度の検討

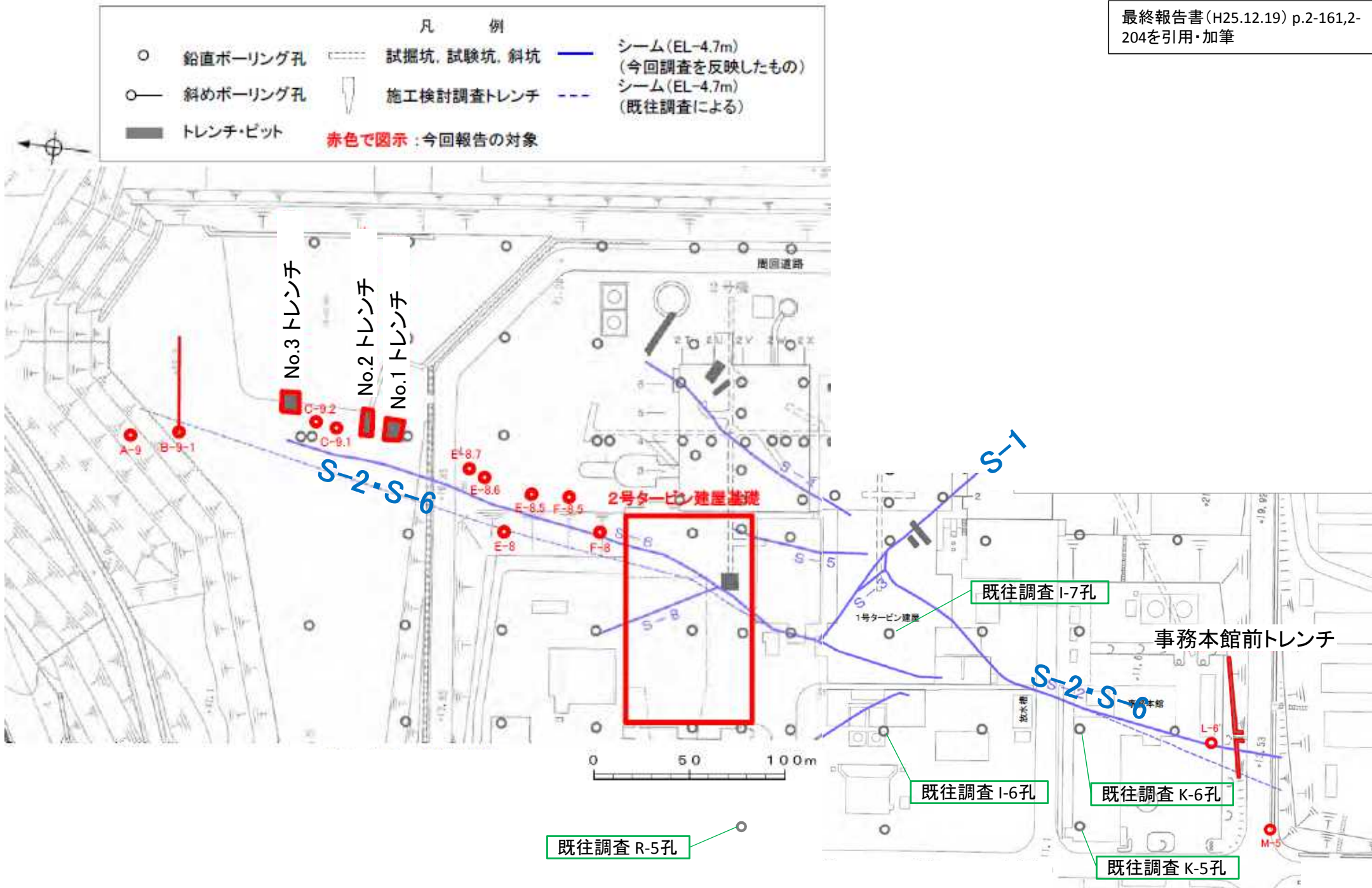
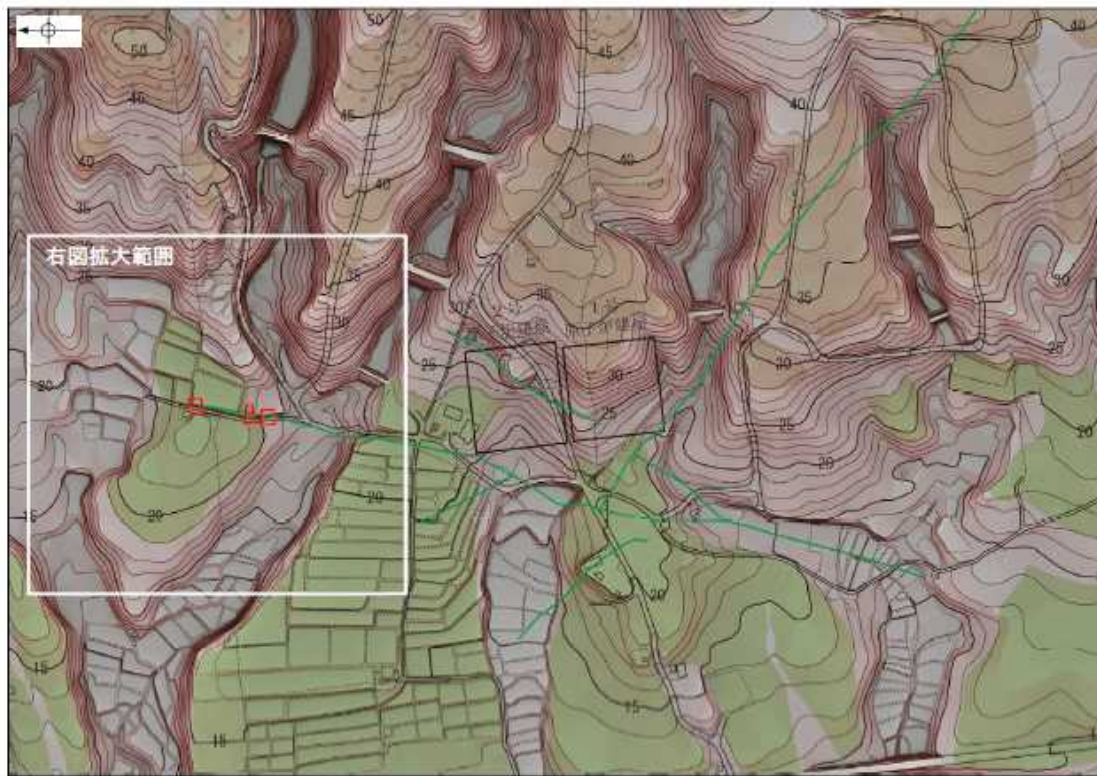
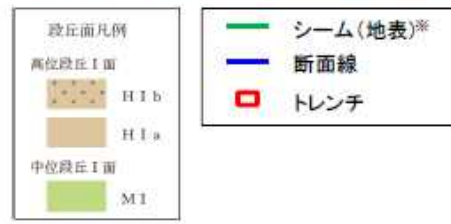


図54 北陸電力によるS-2・S-6の調査位置



0 200m



第5回評価会合(H27.2.27)資料
「志賀・現調6」p.1-9を引用

S-2・S-6周辺の地形

・No.2, No.3トレンチは、中位段丘I面内(小池・町田, 2001*1のmT5eに対応)に位置しており、No.3トレンチについては、同段丘面のほぼ中央にあたる。
 ・一方、No.1トレンチは、中位段丘I面を開析した谷付近に位置し、その標高は周辺の中位段丘I面より低い。

※S-2・S-6の地表位置に関するデータ等については参考資料参照

*1 小池 一之・町田 洋(編)(2001):日本の海成段丘アトラス, 東京大学出版会.



0 100m

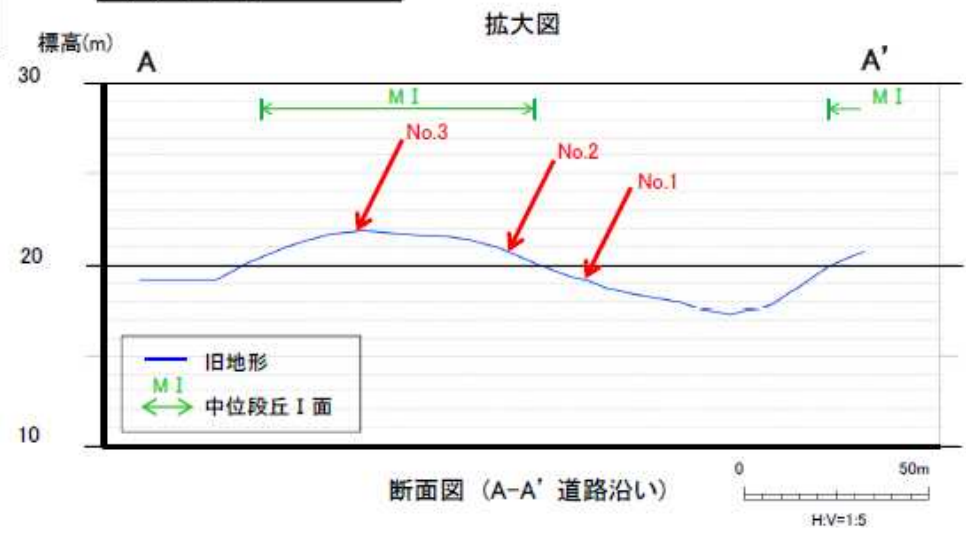
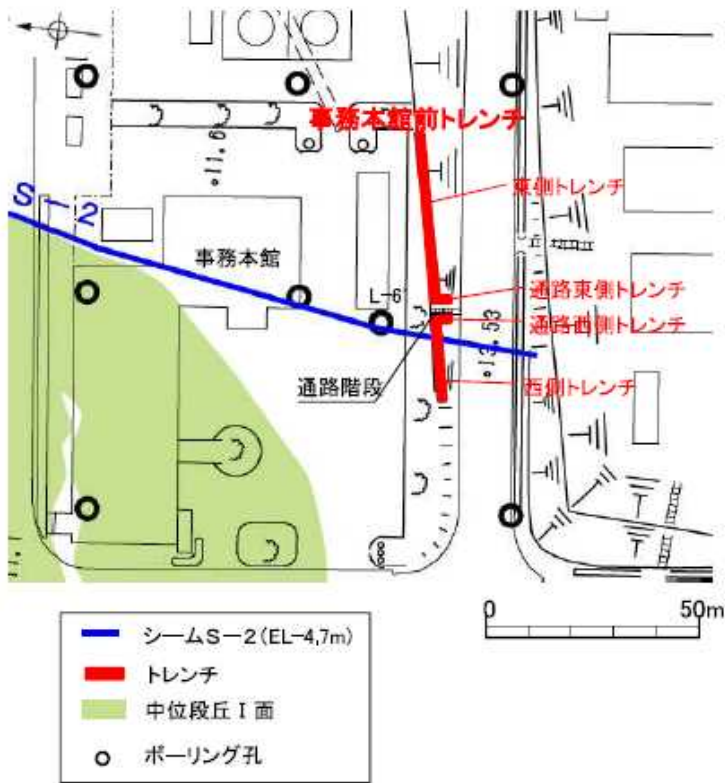
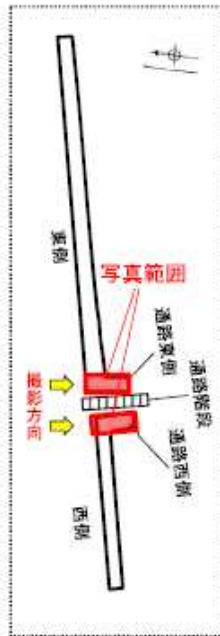


図55 北陸電力によるS-2・S-6のトレンチ(No.1~No.3)位置と地形等の関係



位置図



写真位置図



通路東側トレンチ 全景写真



通路西側トレンチ 全景写真

- ・シームS-2の想定範囲を横断するように、通路階段を挟んで全長約60mのトレンチを掘削。
(西側トレンチ・・・延長約20m, 東側トレンチ・・・延長約40m)
- ・通路階段に沿って南北方向にトレンチを掘削。
(通路西側トレンチ・・・延長約3m, 通路東側トレンチ・・・延長約3m)

第2回評価会合(H25.7.11)資料
「志賀・現調3-1」p.7-2を引用

・通路西側トレンチにおいてシームS-2を確認した。
・通路東側トレンチにおいてシームは認められない。

図56 北陸電力によるS-2・S-6事務本館前トレンチの調査結果

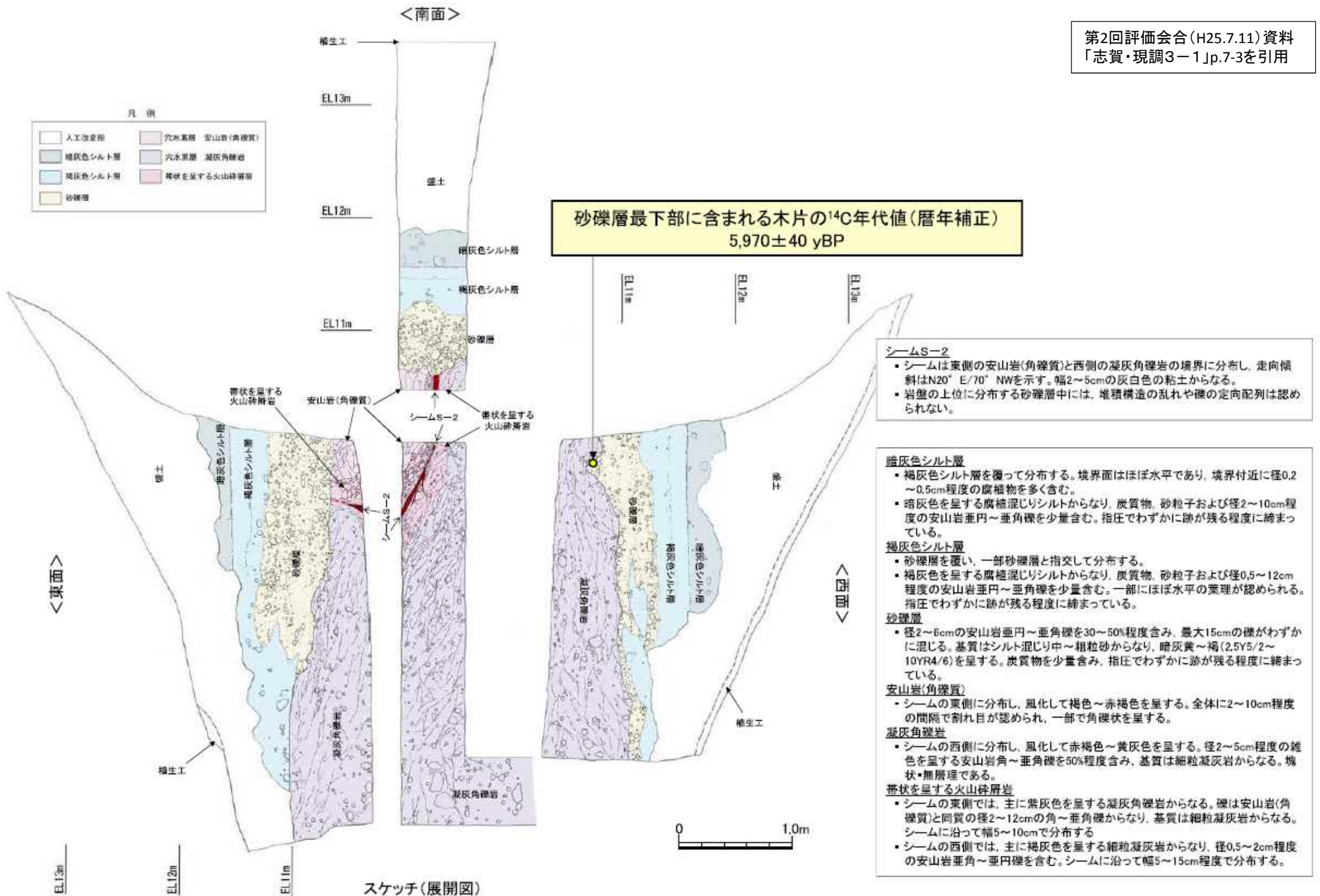
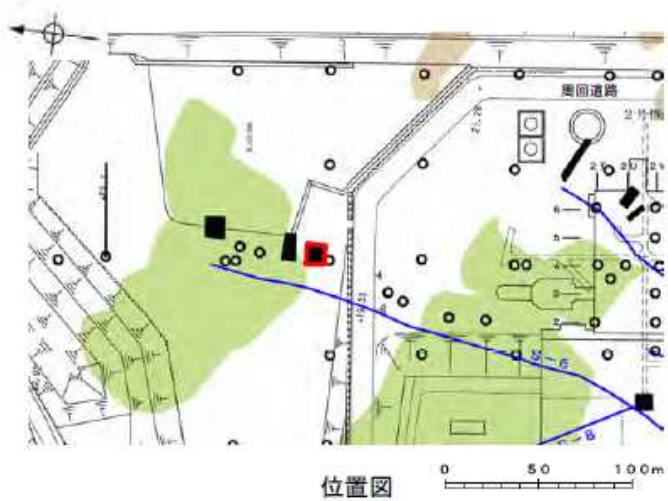


図57 北陸電力によるS-2・S-6事務本館前トレンチの調査結果

■ボーリングで確認したシームS-6の延長位置でトレンチ調査を実施。



- シーム(EL-4.7m)
- トレンチ箇所(周回道路北側No.1)
- 中位段丘I面
- 高位段丘I面



小段

小段

最終報告書(H25.12.19)
p.2-169を引用



底盤

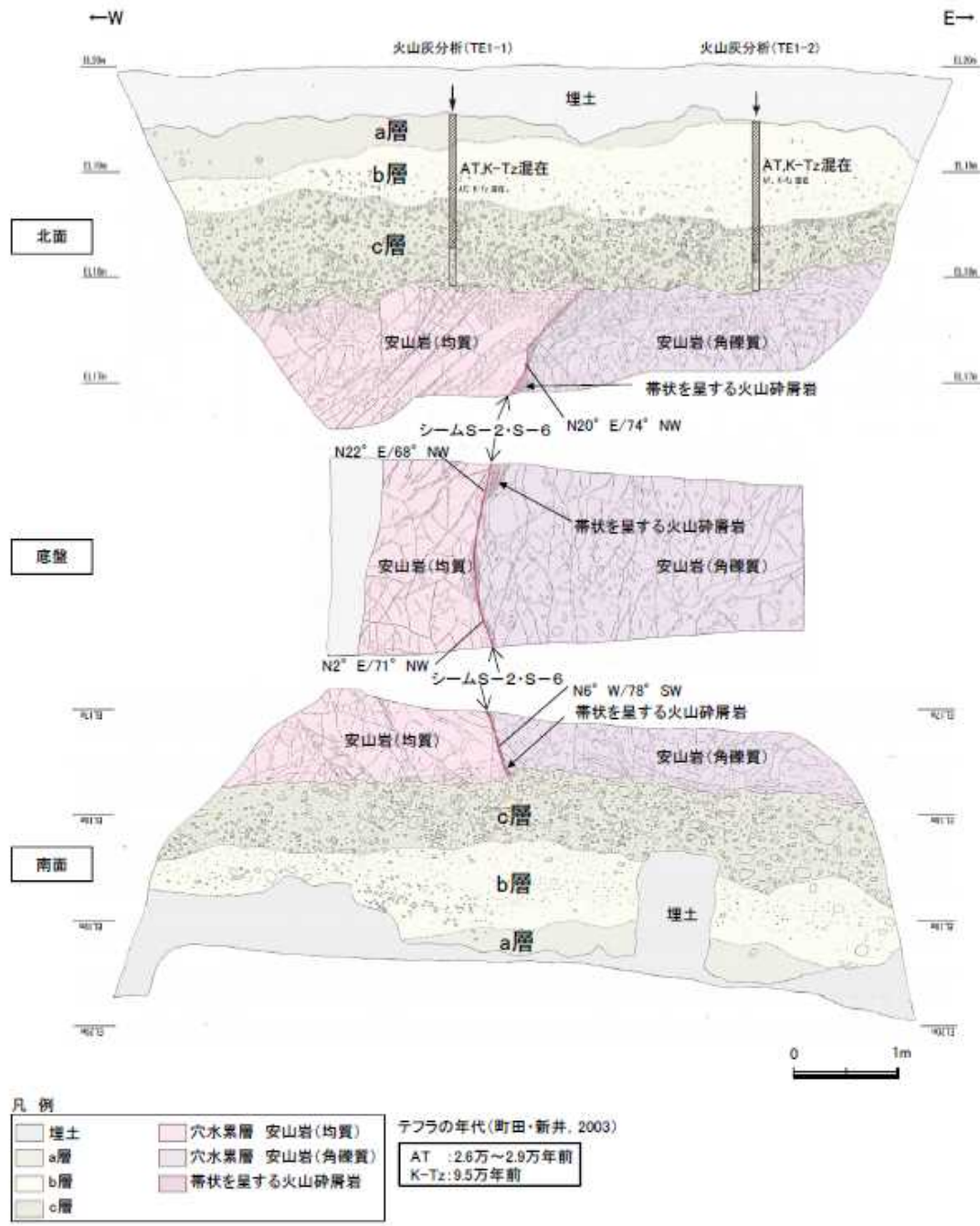


トレンチ写真



・周回道路北側No.1トレンチにおいてシームS-6を確認。

図58 北陸電力によるS-2・S-6 No.1トレンチの写真



堆積物の特徴

- a層. 砂質シルト層**
- ・色調7.5YR6/3~10YR6/6
 - ・径2~10cmの安山岩角~亜円礫が僅かにまじる。
 - ・やや締まっているが、指圧で跡が残る。
- b層. シルト質砂層**
- ・色調7.5YR6/3~10YR6/6
 - ・やや締まっているが、指圧で跡が残る。
- c層. シルト混じり砂礫層**
- ・色調5YR6/3~10YR6/6
 - ・基質はシルト混じり細~粗粒砂からなり、淘汰は悪い。
 - ・径2~15cmの角~亜円礫を10~30%含み、最大25cmの礫が混じる。
 - ・礫は比較的新鮮で硬質。
 - ・やや締まっているが、指圧で跡が残る。

・岩盤直上を覆うc層は、基質はシルト混じり細~粗粒砂からなり、比較的新鮮で硬質な角~亜円礫を含む。

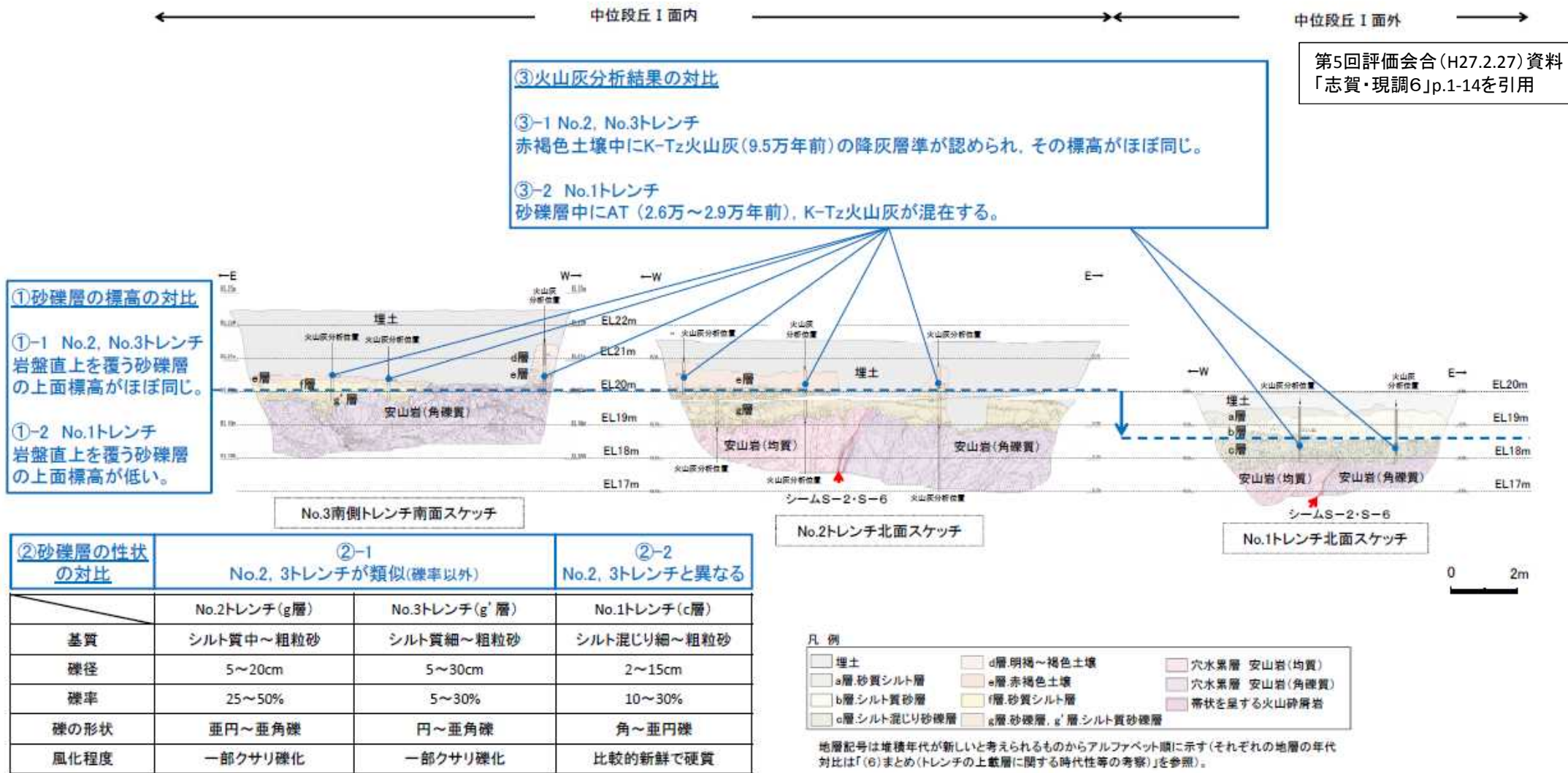
・火山灰分析※2の結果、c層上部にはAT及びK-Tz火山灰が混在していることから、再堆積したものであると考えられ、堆積年代はAT降灰時期(2.6万~2.9万年前)以降と考えられる。

※1 スケッチの詳細は別添資料集(1)参照
 ※2 火山灰分析結果は別添資料集(2)参照

スケッチ(展開図)※1

図59 北陸電力によるS-2・S-6 No.1トレンチの調査結果

■No.1～No.3トレンチ壁面で認められた地層について、標高等を対比して示す。



No.1～No.3トレンチ壁面の地層の対比

- ①中位段丘 I 面内にあるNo.2トレンチの岩盤直上を覆う砂礫層(g層)の上面標高は、No.3トレンチの岩盤直上を覆う砂礫層(g'層)の上面標高とほぼ同じである(①-1)。一方、No.1トレンチは、中位段丘 I 面外にあり、No.2, No.3トレンチに比べて砂礫層上面の標高は低い(①-2)。
- ②No.2トレンチの砂礫層(g層)とNo.3トレンチの砂礫層(g'層)は、基質、礫径、礫の形状・風化程度等の性状が類似する(②-1)。一方、No.1トレンチの砂礫層(c層)の性状はNo.2, No.3トレンチと異なる(②-2)。
- ③No.2, No.3トレンチの砂礫層上位の赤褐色土壌(e層)中には、K-Tzの降灰層準が認められ、その標高がほぼ同じである(③-1)。一方、No.1トレンチの砂礫層(c層)中のAT及びK-Tz火山灰については、混在していることから、同層は再堆積したものと考えられる(③-2)。

図60 北陸電力によるNo.1～No.3トレンチ壁面の地層の対比

No.1～No.3トレンチの岩盤直上の砂礫層の比較

調査箇所	地形等による調査, 検討		堆積物の堆積構造及び性状等の調査, 検討		まとめ	第5回評価会合 (H27.2.27) 資料 「志賀・現調6」p.1-24を引用
	① 地形面	② 砂礫層上面 標高(m)	③ 堆積構造 (薄片下)	④ 基質, 礫径, 礫率, 風化程度等 礫の形状 (真円度分布図)		
No.2 g層	中位段丘 I面内 <small>[文献にも記載]</small>	20.2	有 <small>(岩盤上面と概ね平行)</small>	<ul style="list-style-type: none"> 基質シルト質中～粗粒砂 礫径5～20cm 亜円～亜角礫25～50% 一部クサリ礫化 上位赤褐色土壤にK-Tzの降灰層準あり 	1,132～5,745 平均3,253 砂サイズ主体	<p>1. No.2トレンチの砂礫層(g層)は, 中位段丘 I 面のほぼ中央に位置するNo.3トレンチの砂礫層(g'層)と砂礫層上面の標高がほぼ同じである(①, ②)。</p> <p>2. No.2トレンチの砂礫層(g層)には, No.3トレンチの砂礫層(g'層)と同様に岩盤上面と概ね平行な堆積構造が認められる(③)。特に, No.2トレンチの砂礫層については, 目視観察でも複数の層理が認められる。</p> <p>3. No.2トレンチの砂礫層(g層)は, No.3トレンチの砂礫層(g'層)と性状(基質, 礫径, 礫の風化程度・形状等)が類似する(④)。</p> <p>4. No.2トレンチの砂礫層(g層)には, No.3トレンチの砂礫層(g'層)と同様に基盤岩である穴水泉層安山岩には含まれない砂サイズの石英が多く認められ, それらの最強ピーク値はほぼ同程度である(⑤)。また, 同じ中位段丘 I 面下に分布する防潮堤の礫層ともほぼ同程度である。</p> <p>No.2トレンチの砂礫層(g層)は, MIS5eの海成の堆積物であると考えられる。</p>
No.3 g'層	中位段丘 I面内 <small>[文献にも記載]</small>	20.3	有 <small>(岩盤上面と概ね平行)</small>	<ul style="list-style-type: none"> 基質シルト質細～粗粒砂 礫径5～30cm 円～亜角礫5～30% 一部クサリ礫化 上位赤褐色土壤にK-Tzの降灰層準あり 	1,699～5,651 平均3,198 砂サイズ主体	
No.1 c層	中位段丘 I面外	18.8	無	<ul style="list-style-type: none"> 基質シルト混じり細～粗粒砂 礫径2～15cm 角～亜円礫10～30% 比較的新鮮 AT及びK-Tzが混在 	692～3,088 平均1,538	

(参考)トレンチで認められた各地層の堆積物等の年代(推定)

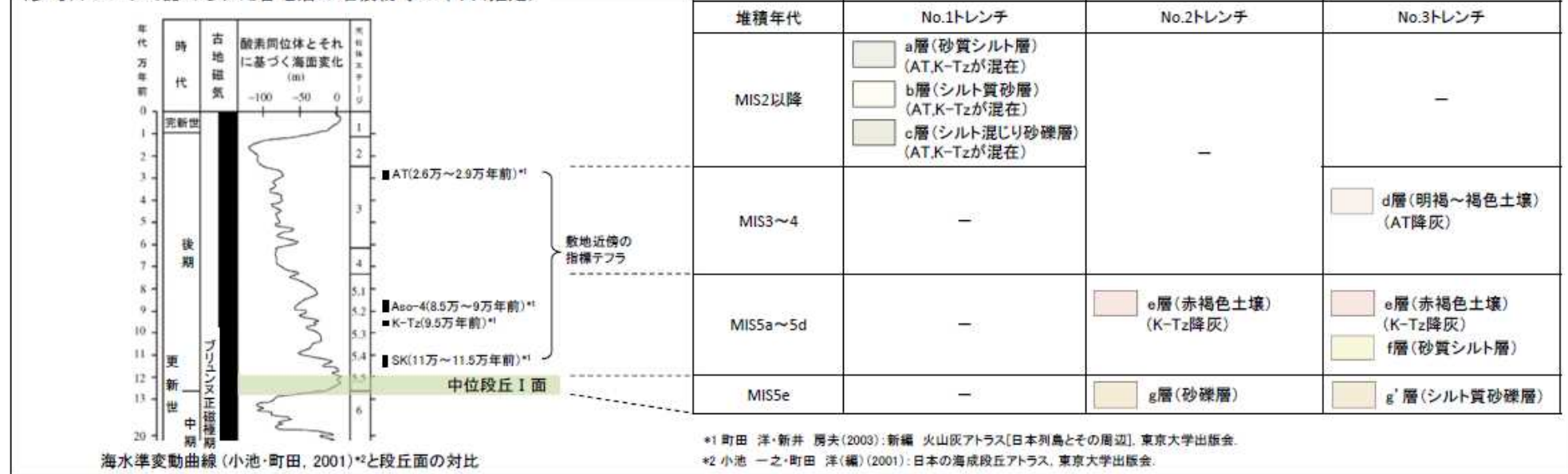
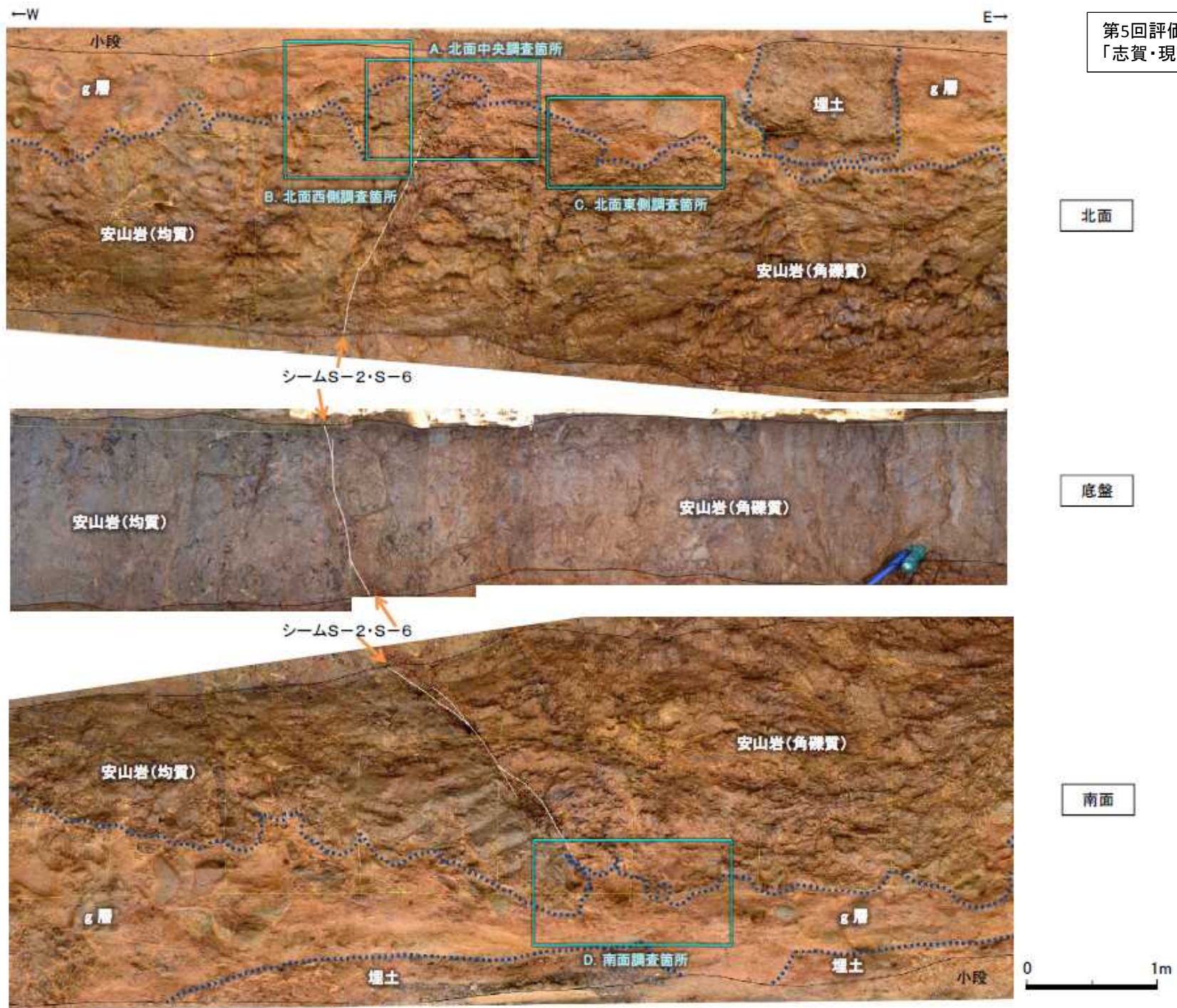


図61 北陸電力によるトレンチの上載層に関する時代性等の考察



※写真, 境界は第2回評価会合時に示したもの

トレンチ写真(シーム等を加筆)

図62 北陸電力によるS-2・S-6 No.2トレンチの写真(全景)

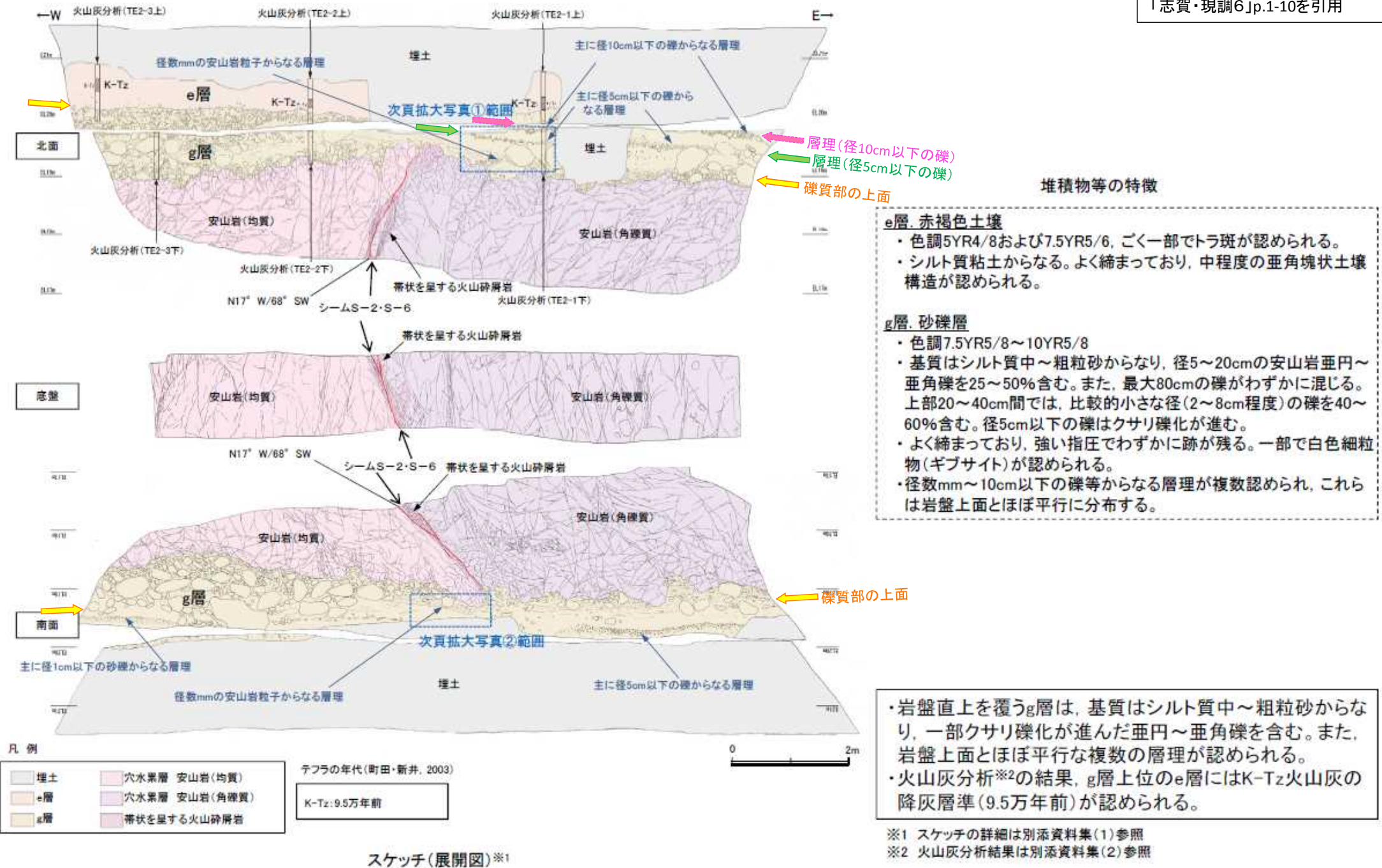


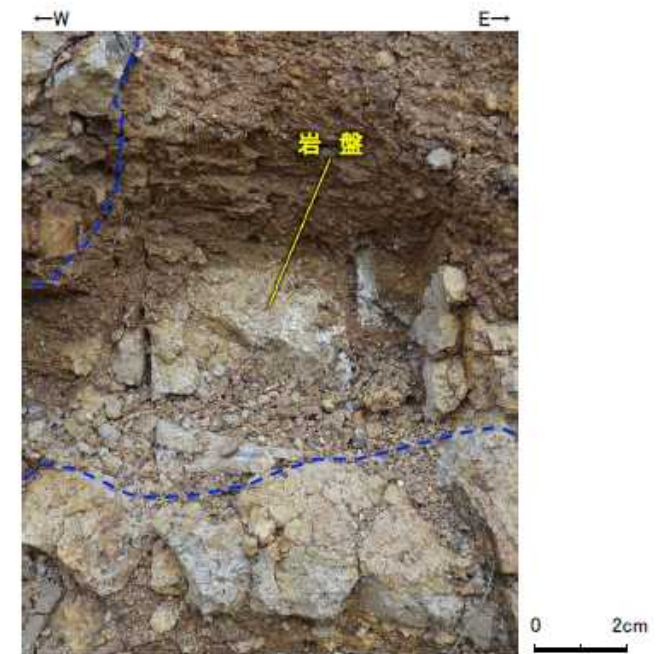
図63 北陸電力によるS-2・S-6 No.2トレンチの調査結果



A. 北面中央調査箇所 拡大写真



※写真、境界は第2回評価会合時に示したもののシームS-2・S-6 A. 北面中央調査箇所 拡大写真(礫、構造等を加筆)



拡大写真

・薄片試料採取等の際にくさび部付近を削り込んだところ、くさび部背面には岩盤が分布していることを確認した。このことから、この形状は連続的に続くものではなく、局所的な現象であったと判断される(第2回評価会合時に説明済)。

第5回評価会合(H27.2.27)資料「志賀・現調6」p.1-27を引用

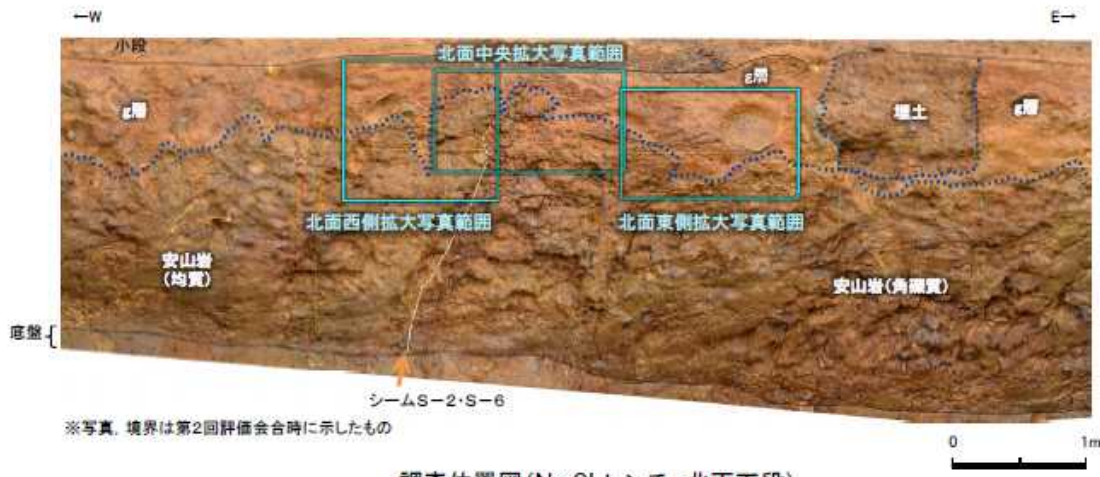
- ・シームS-2・S-6付近の岩盤上面の凹部には、g層が入り込むように堆積している。
- ・凹部を挟んで両側の岩盤は、ほぼ同じ高さである。
- ・シームS-2・S-6直上のg層中には、せん断面は認められない(次頁拡大写真参照)。
- ・上方のg層中に認められる堆積構造(図中黄点線)は、岩盤上面とほぼ平行に分布し、堆積構造の乱れは認められない。

図64 北陸電力によるNo.2トレンチ北面中央の調査結果

■No.2トレンチ北面での解析結果を示す。解析結果は、試料採取位置にローズダイアグラムを重ね合わせて示す。

※定方位による薄片観察を行い、顕微鏡レベルで礫等の長軸の角度分布を確認したもの。

第5回評価会合(H27.2.27)資料「志賀・現調6」p.1-16を引用



調査位置図 (No.2トレンチ 北面下段)

解析結果※1

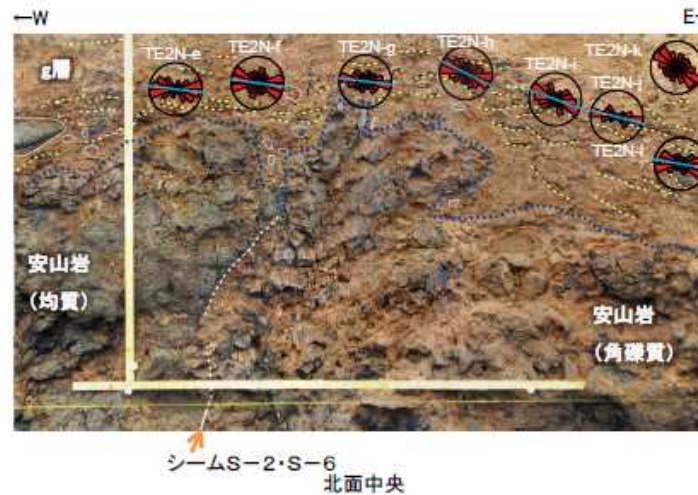
薄片番号	粒子数	平均角度 (°)	有意確率 (%)
TE2N-a	120	-6.43	1.22×10^{-10}
TE2N-b	136	-11.68	4.25×10^{-6}
TE2N-c	95	3.59	4.33×10^{-5}
TE2N-d	131	-26.14	9.73
TE2N-e	122	-6.33	6.44×10^{-8}
TE2N-f	88	-7.97	1.11
TE2N-g	150	-6.28	3.77×10^{-3}
TE2N-h	115	-25.74	2.03×10^{-3}
TE2N-i	94	-19.59	1.83×10^{-1}
TE2N-j	100	-14.76	1.49×10^{-12}
TE2N-k	74	-32.74	9.46
TE2N-l	116	-9.51	6.43×10^{-6}
TE2N-m	112	-13.30	7.01×10^{-14}
TE2N-n	115	-16.00	2.55×10^{-3}
TE2N-o	86	-8.55	3.83×10^{-6}
TE2N-p	78	-12.06	4.56×10^{-3}
TE2N-q	69	-4.09	3.96×10^{-3}

17試料中15試料で、有意確率5%未満であり、礫等の長軸方向に定向性が認められる。

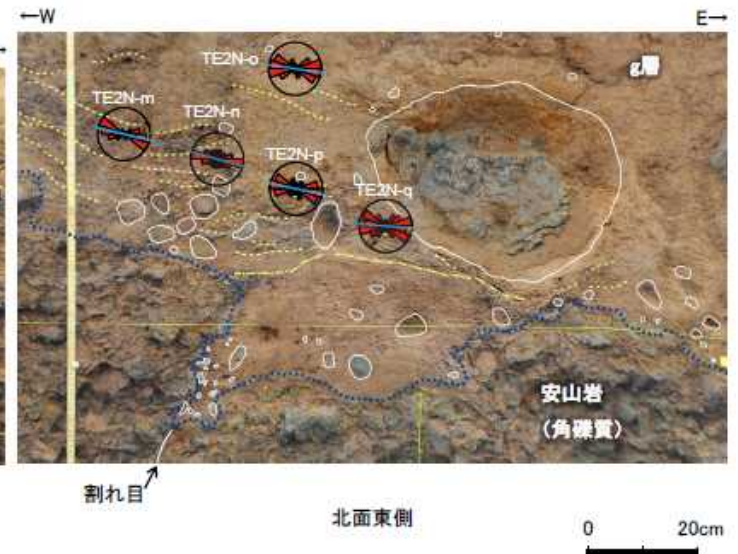
※1 解析結果の詳細は別添資料集(3)参照



※写真、境界は第2回評価会合時に示したもの



拡大写真(解析結果等を加筆)

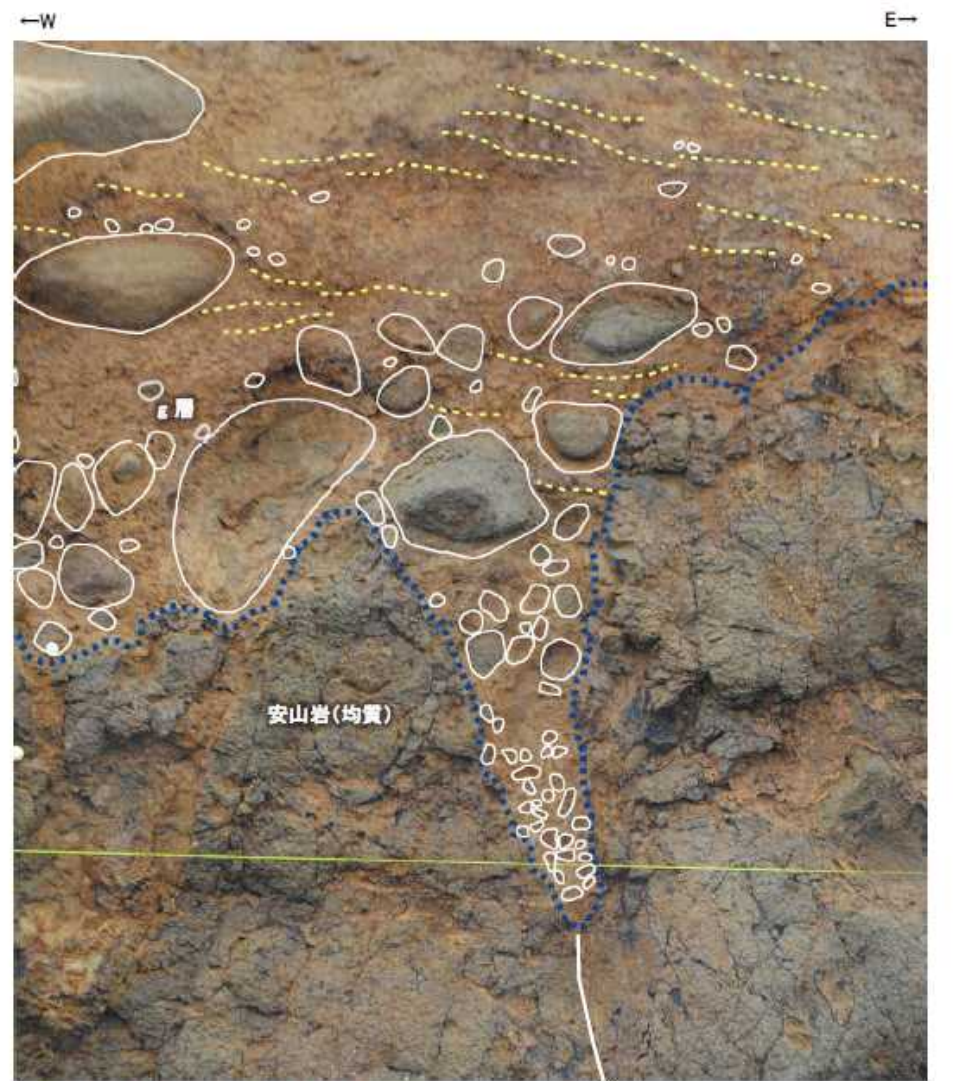


・礫等の長軸方向に定向性が認められ、その方向は、第2回評価会合で示した酸化鉄や酸化マンガンの沈着部(図中黄点線)の方向性と調和的である。

図65 北陸電力によるNo.2トレンチ北面の堆積構造に関する調査結果



B. 北面西側調査箇所 拡大写真



※写真、境界は第2回評価会合時に示したもの

B. 北面西側調査箇所 拡大写真(礫、構造等を加筆)

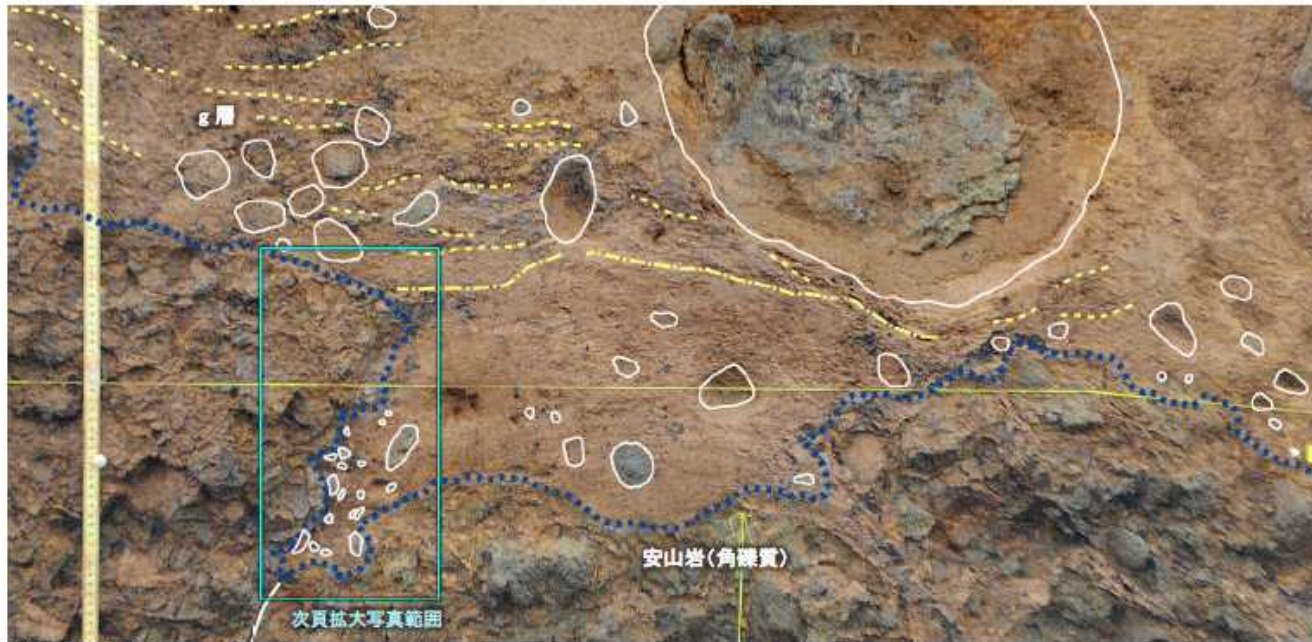
第5回評価会合(H27.2.27)資料
「志賀・現調6」p.1-29を引用

- ・岩盤上面のくさび部には、g層が入り込むように堆積している。
- ・くさび部を挟んで両側の岩盤は、ほぼ同じ高さである。
- ・割れ目直上のg層中には、せん断面は認められない(次頁拡大写真参照)。
- ・くさび部を埋めるように堆積するg層中の礫には定向性を示す傾向は認められず、また上方のg層中に認められる堆積構造(図中黄点線)は、岩盤上面とほぼ平行に分布し、堆積構造の乱れは認められない。

図66 北陸電力によるNo.2トレンチ北面西側の調査結果



C. 北面東側調査箇所 拡大写真



※写真、境界は第2回
評価会合時に示したもの
割れ目

- ・割れ目付近の岩盤上面の凹部には、g層が入り込むように堆積している。
- ・凹部を挟んで両側の岩盤は、ほぼ同じ高さである。
- ・割れ目直上のg層中には、せん断面は認められない(次頁参照)。
- ・上方のg層中に認められる堆積構造(図中黄点線)や層理(図中黄一点鎖線)は、岩盤上面とほぼ平行に分布し、堆積構造の乱れは認められない。

※凹部西側下部の岩盤と堆積物の境界付近に認められる段差に沿う礫についての詳細検討結果を次頁以降に示す。

C. 北面東側調査箇所 拡大写真(礫、構造等を加筆)

0 20cm

図67 北陸電力によるNo.2トレンチ北面東側の調査結果

■薄片試料採取後、割れ目箇所付近において、再整形を実施した。



※写真、境界は第2回評価会合時に示したもの

試料採取前拡大写真

薄片採取後
再整形
→



※写真、境界は今回再整形後のもの

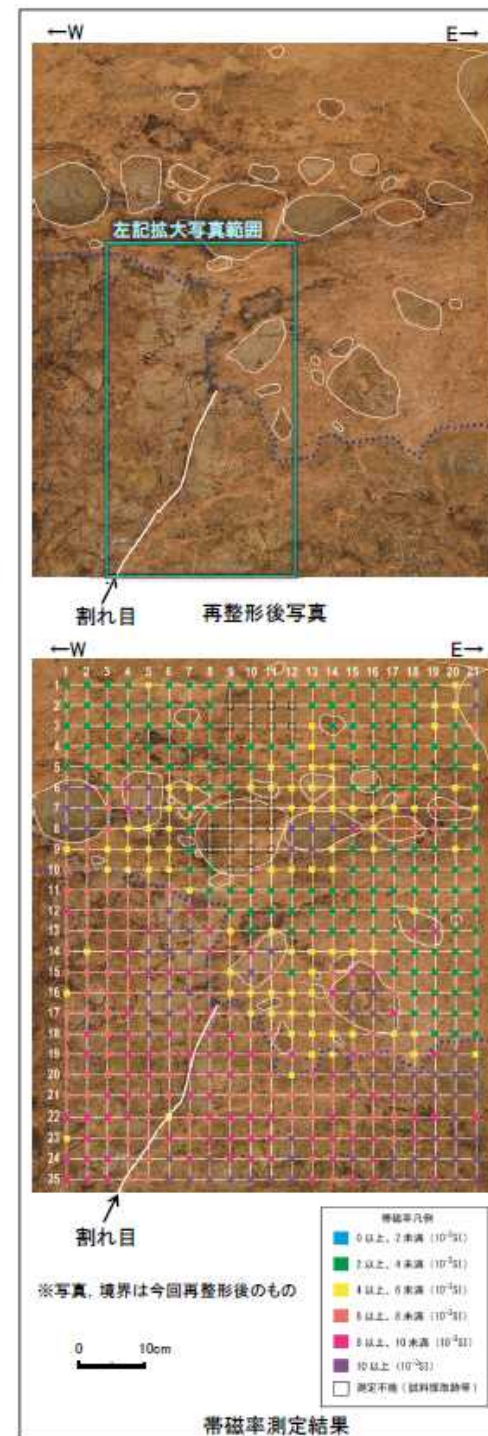
再整形後拡大写真(当初観察面より約10cm掘り込み)

くさび状の砂層
と直線状のマン
ガン濃集部

岩盤堆積物境界は
帯磁率測定により補間



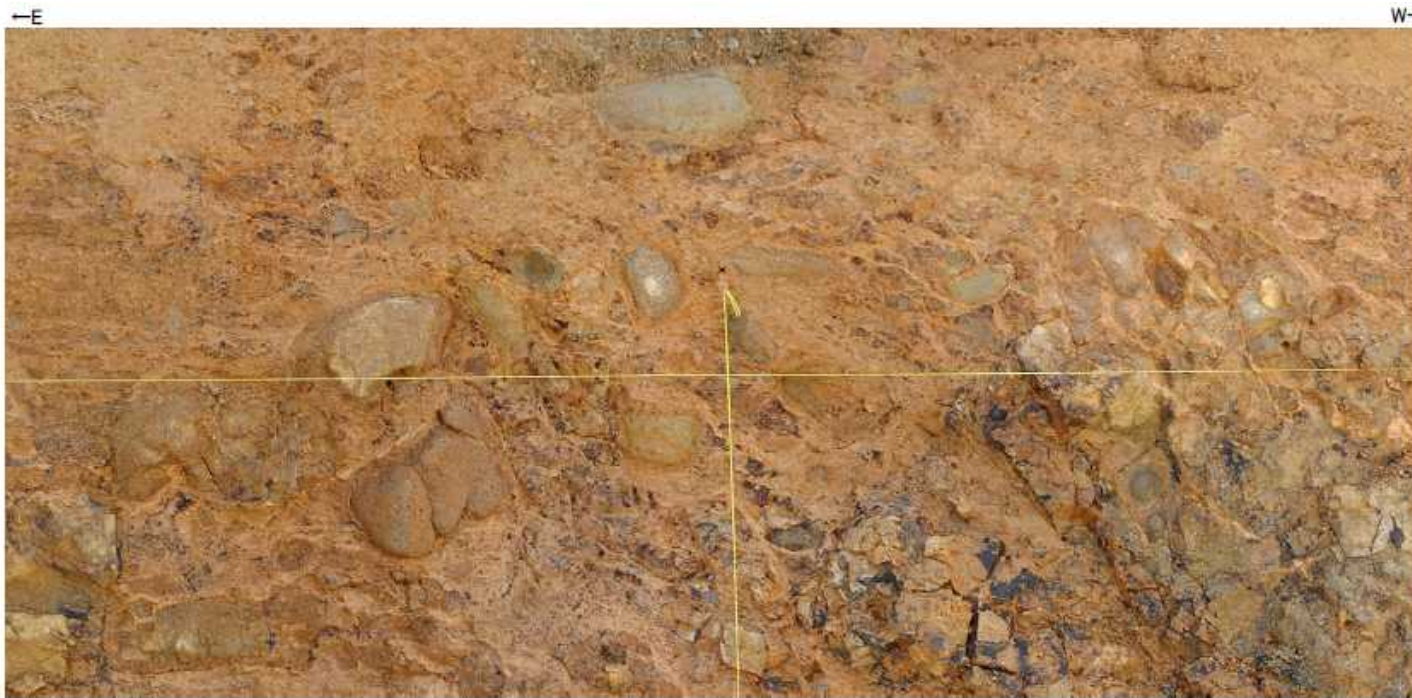
帯磁率測定の結果、目
視による岩盤・堆積物
境界と調和的な結果が
得られた。



第5回評価会合(H27.2.27)資料
「志賀・現調6」p.1-33を引用・加筆

・当初凹地西側で岩盤に沿う礫が認められたものの、再整形することによりその背面には岩盤が分布し、岩盤境界は緩やかな凹地形状を呈することが確認された。

図68 北陸電力によるNo.2トレンチ北面東側の調査結果(拡大・再掘削)



D. 南面調査箇所 拡大写真

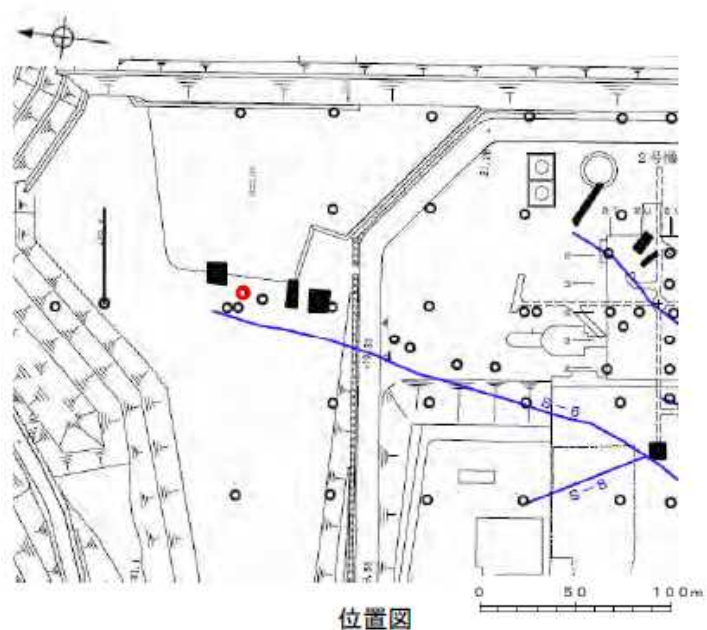


- ・シームS-2・S-6付近の岩盤上面の凹部には、g層が入り込むように堆積している。
- ・凹部を挟んで両側の岩盤は、ほぼ同じ高さである。
- ・シームS-2・S-6及び割れ目(北面東側に連続するもの)直上のg層中には、せん断面は認められない(次頁拡大写真参照)。
- ・上方のg層中に認められる堆積構造(図中黄点線)は、岩盤上面とほぼ平行ないし西側の岩盤面に対してアバットする分布が認められ、堆積構造の乱れは認められない。

※写真、境界は第2回評価会合時に示したもの

D. 南面調査箇所 拡大写真(礫、構造等を加筆)

図69 北陸電力によるNo.2トレンチ南面の調査結果



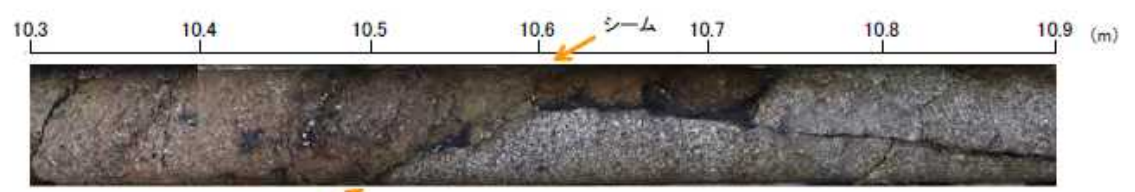
— シーム (EL-4.7m)
 ● ボーリング箇所 (C-9.2)



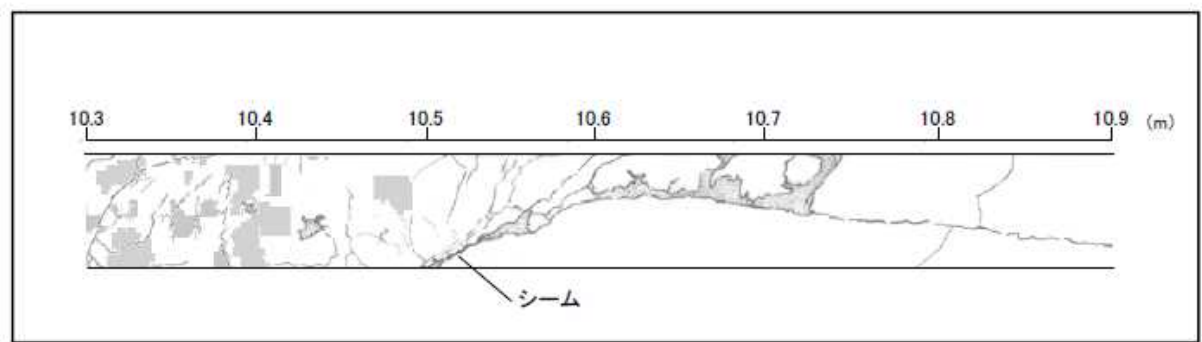
コア写真 (深度6~15m) 拡大範囲

・深度10.56mにおいてシームを伴う割れ目を確認。
 ・深度10.56mの割れ目は厚さはフィルム状、黄褐色を呈する粘土からなり、走向・傾斜は $N12^{\circ} E/56^{\circ} NW$ (BHTV) である。
 ・深度10.56mの割れ目は凝灰質な細粒部を伴わないものの、ボーリングC-9.1孔で確認されたシームS-6の可能性がある割れ目の想定延長範囲に位置することから、シームS-6の可能性がある割れ目として抽出。

※走向は真北で示す。



シーム コア写真 (シーム付近拡大)

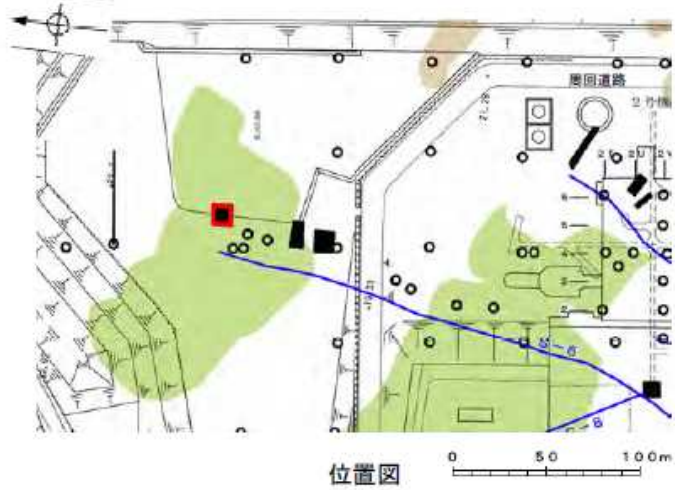


スケッチ (シーム付近)

最終報告書 (H25.12.19) p.2-189を引用

図70 北陸電力によるC-9.2孔の観察結果

■シームS-6の可能性がある割れ目を抽出したボーリングC-9.1, C-9.2孔の北方においてトレンチ調査を実施。



- シーム (EL-4.7m)
- ▭ トレンチ箇所 (周回道路北側No.3)
- 中位段丘I面
- 高位段丘I面

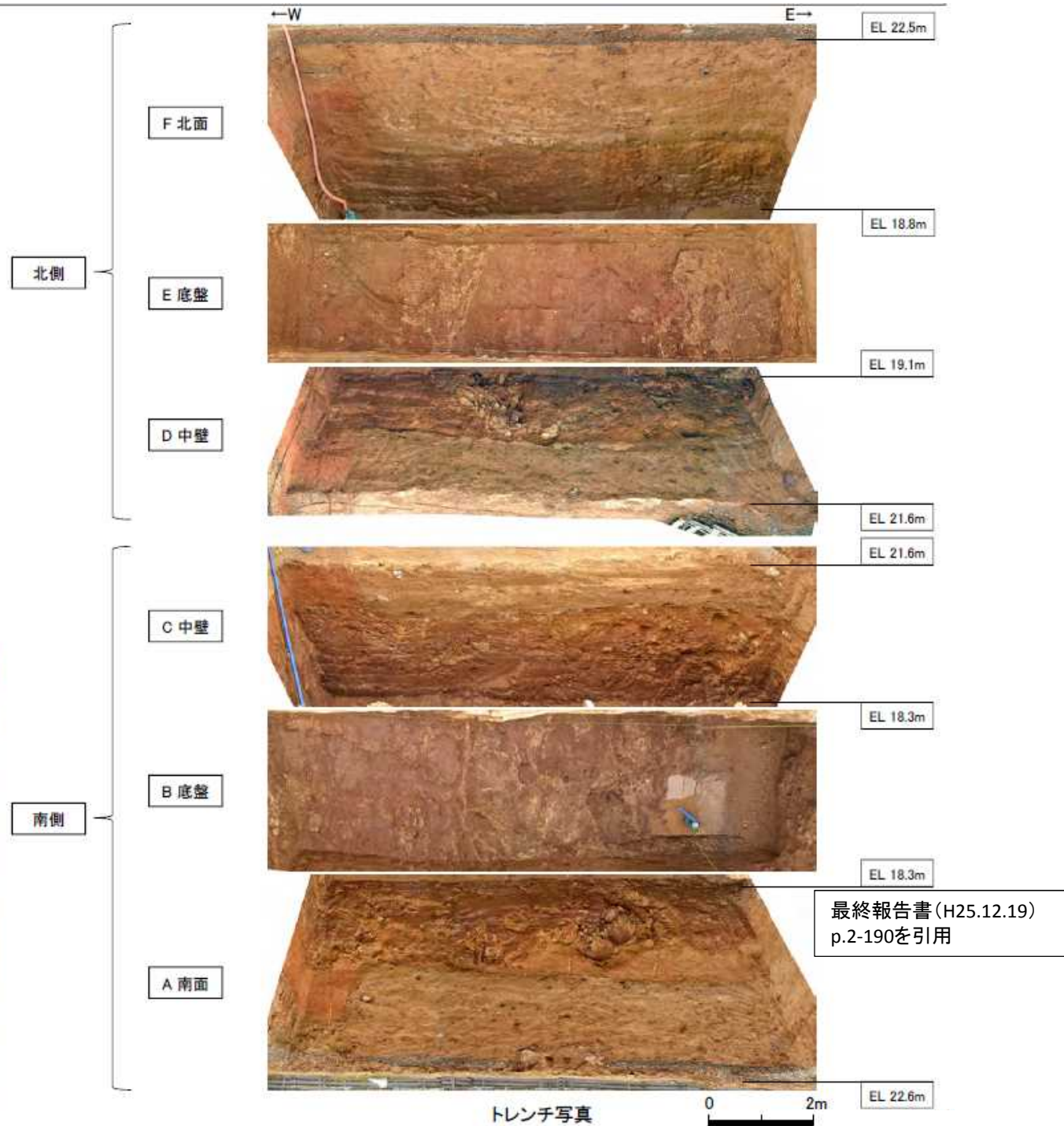
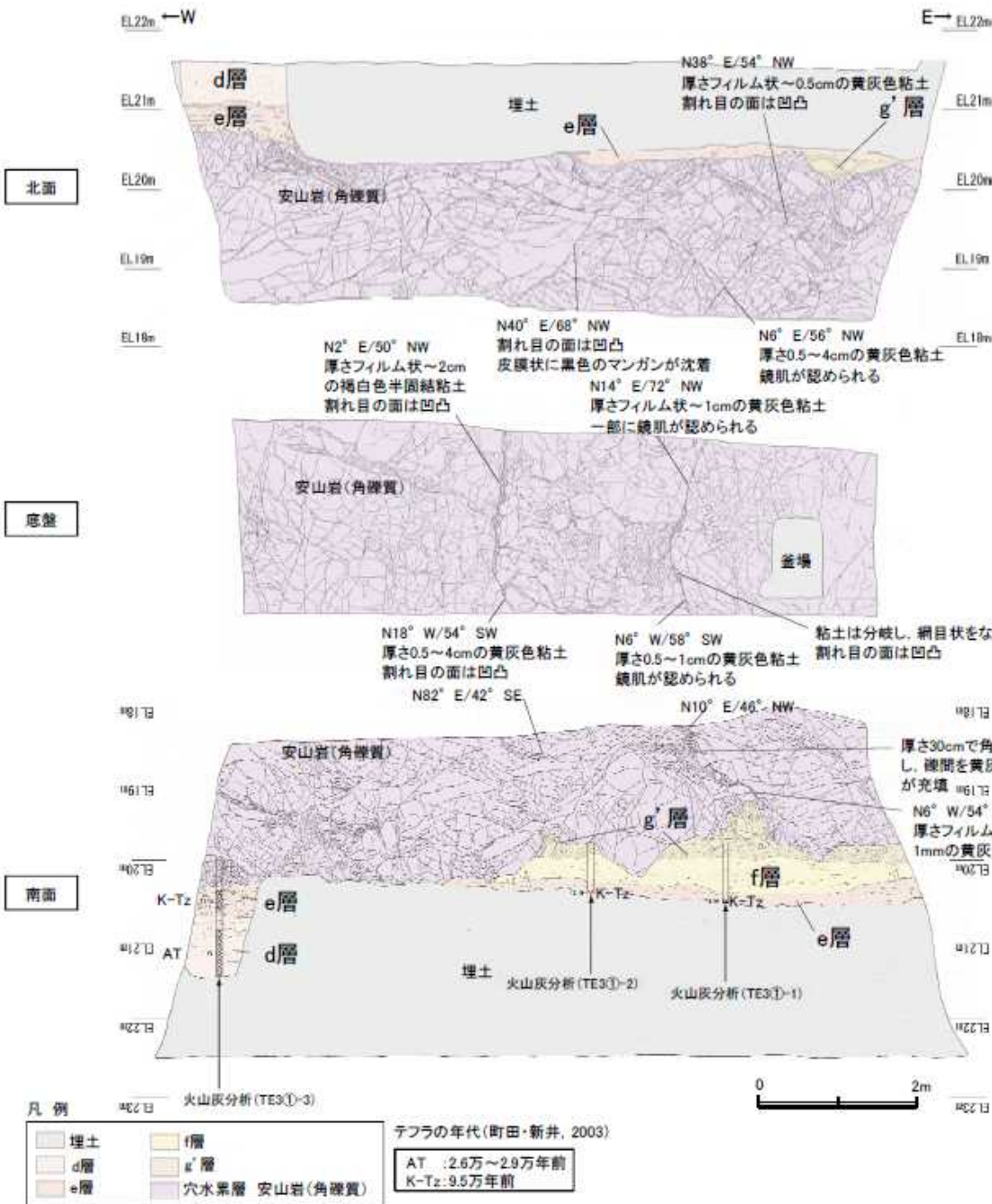


図71 北陸電力によるS-2・S-6 No.3トレンチの写真



堆積物等の特徴

d層. 明褐~褐色土壌

- ・色調7.5YR5/6~5/4を呈し、一部で7.5YR4/6を帯びる。
- ・シルト質粘土からなる。
- ・締まっているが、指圧で跡が残る。
- ・壁状~弱い亜角塊状土壌構造が認められる。

e層. 赤褐色土壌

- ・色調5YR4/8~7.5YR5/6、ごく一部で弱いトラ斑が認められる。
- ・シルト質粘土からなる。
- ・よく締まっており、強い指圧で僅かに跡が残る。
- ・中程度の亜角塊状土壌構造が認められる。

f層. 砂質シルト層

- ・色調7.5YR5/4~6/6
- ・シルトからなり、砂分が混じる。
- ・よく締まっており、強い指圧で僅かに跡が残る。
- ・径10cm程度の安山岩亜円礫が僅かに含まれる。

g'層. シルト質砂礫層

- ・色調2.5YR6/2~7.5YR/5/3
- ・基質はシルト質細~粗粒砂からなり、径5~30cmの安山岩円~亜角礫を5~30%含む。径5cm以下の礫はクサリ礫化が進む。
- ・よく締まっており、強い指圧で僅かに跡が残る。北面では基質部は風化により粘土化し、褐色を帯びる。

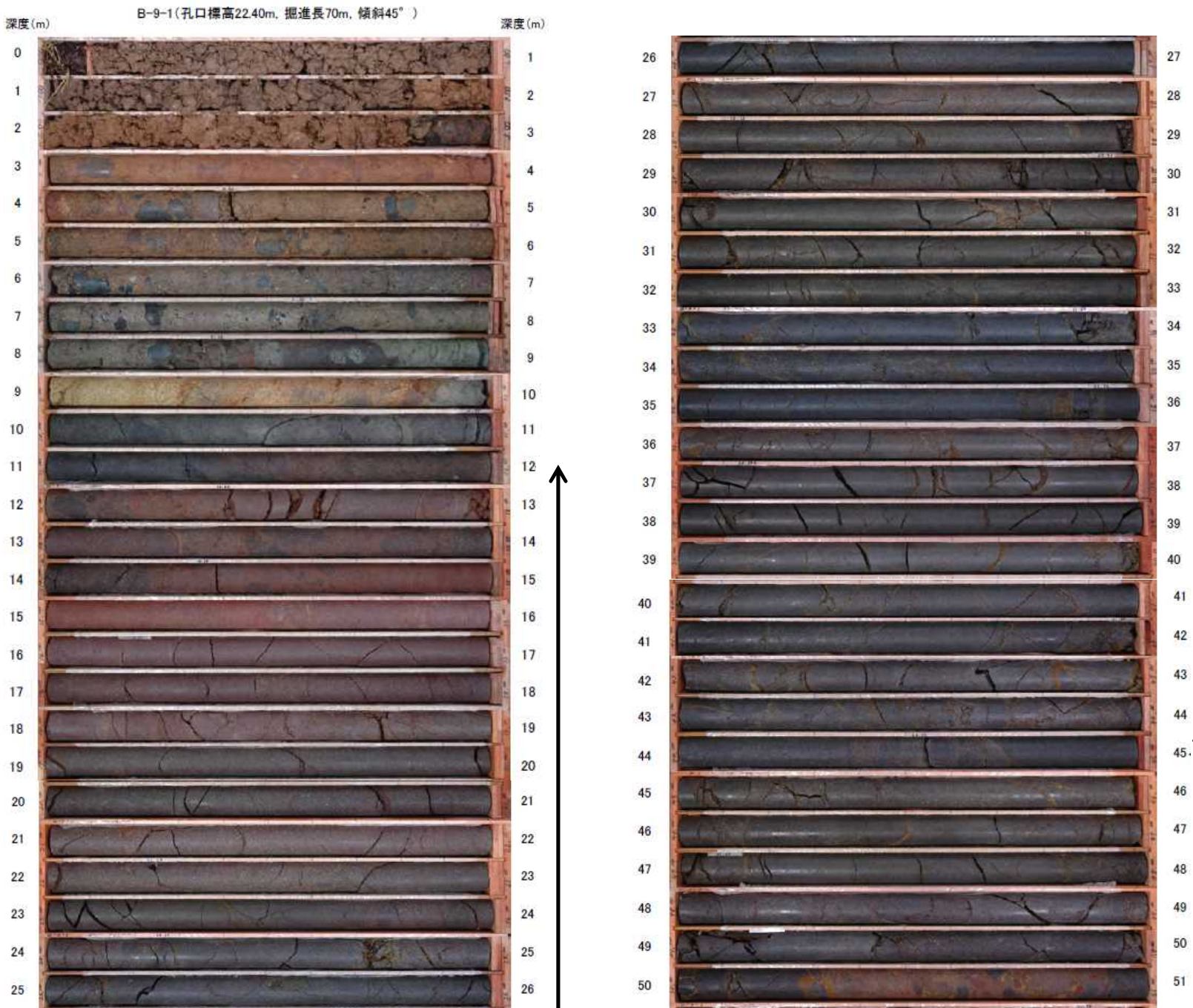
- ・岩盤直上を覆うg'層は、基質はシルト質細~粗粒砂からなり、一部クサリ礫化が進んだ円~亜角礫を含む。
- ・火山灰分析※2の結果、g'層上位のe層にはK-Tz火山灰の降灰層準(9.5万年前)が認められる。

※1 スケッチの詳細は別添資料集(1)参照
※2 火山灰分析結果は別添資料集(2)参照

スケッチ(展開図)※1

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.

図72 北陸電力によるS-2・S-6 No.3トレンチの調査結果(南側トレンチ)



最終報告書(H25.12.19)
p.2-195,196,197を一部引用・加筆

C-9.2孔で抽出したシームS-6の可能性のある割れ目の想定延長範囲(11~45m)

【北陸電力の説明】
C-9.2孔で抽出したシームS-6の可能性のある割れ目の想定延長範囲11~45mにシームは認められない。

図73 北陸電力によるS-2・S-6北方延長の確認(B-9-1孔 掘進長0m~50mを抜粋)

I-7

GL = 20.47m

L = 220.68m

標尺 (m)	標高 (m)	深度 (m)	柱状図	地質名	色調	岩級区分	コアの硬さ	コアの形状				R Q D (%)	記事
								30	20	40	80		
40			V V V V	安山岩 (角礫質)	暗灰	Ba	2 a	22				42.80~44.30・44.70~45.05 細片状~半柱状コア。	
	-25.23	45.79	V V V V					38					
	-26.33	46.89	V V V V					0					
45			V V V V	安山岩 (角礫質)	暗灰	Ca	2 a	20					
	-26.33	46.89	V V V V					29					
			V V V V	暗青灰	Bb	2 b		20					
			V V V V					55					
50			△ △ △ △	暗青灰	Bb	2 b		57					
			△ △ △ △					97					
			△ △ △ △	暗灰角礫岩	Bb	2 b		88				52.50~59.00 岩質は周囲よりやや軟質。	
			△ △ △ △					70					
55			△ △ △ △	暗灰角礫岩	Bb	2 b		75					
			△ △ △ △					100					
			△ △ △ △	暗灰	Bb	2 b		100				58m S-2 推定位置 (シームなし)	
			△ △ △ △					51					
60			△ △ △ △	暗灰	Bb	2 b		85					
	-38.99	59.46	△ △ △ △					100					
			△ △ △ △	暗灰	Bb	2 b		92				64.70~71.65 断壁面に暗青灰色~暗緑灰色の細粒物質が付着。	
			△ △ △ △					100					
65			△ △ △ △	暗灰	Bb	2 b		86					
	-44.23	64.70	△ △ △ △					100					
			△ △ △ △	暗灰	Ba	2 a		93					
			△ △ △ △					12					
70			△ △ △ △	暗灰	Ba	2 a		35				71.00~71.51 主として半柱状コア。	
			△ △ △ △					47					
			△ △ △ △	暗赤褐 暗灰 (赤赤 紫灰を含む)	Bb	2 b		90					
			△ △ △ △					72					
75			△ △ △ △	暗灰	Bb	2 b		50				77.00~78.00 多孔質。	
	-51.18	71.65	△ △ △ △					15					
			△ △ △ △	暗灰	Bb	2 b		92					
			△ △ △ △					100					
80			△ △ △ △	暗灰	Bb	2 b		100					
			△ △ △ △					95					
			△ △ △ △	暗灰	Bb	2 b		90					
			△ △ △ △					90					
			△ △ △ △	暗灰	Bb	2 b		90					
			△ △ △ △					90					



最終報告書 別添資料 (H25.12.19)
p.別添-6-24を引用

58m付近
シームS-2
想定位置

図74 北陸電力による旧S-2の深部への連続性確認 (I-7孔)

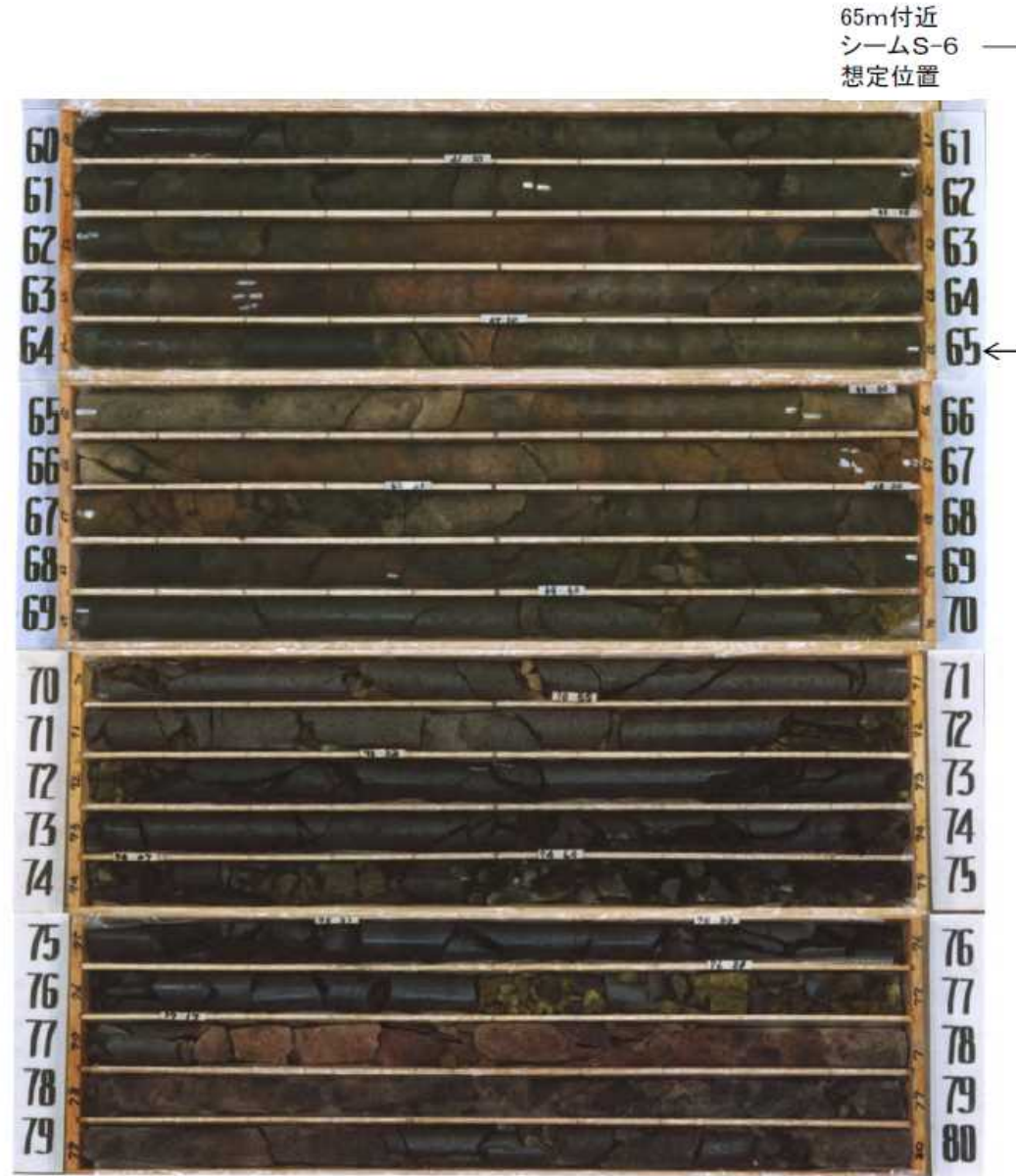
1-6

GL = 19.93m

L = 221.67m

標尺 (m)	標高 (m)	深度 (m)	柱状図	地質名	色調	岩級区分	コアの硬さ	コアの形状					R Q D (%)	記事
								①	②	③	④	⑤		
40	-22.97	42.90	V V V V	安山岩 (角礫質)	オリーブ黒	Ca	3 a	3 a	2 a	0	0	0	14	
								3 a	2 a	0	0	0	0	
45	-27.57	47.50	V V V V	安山岩 (角礫質)	暗赤・暗褐・黒褐など	Bb	2 b	0	0	0	0	0	43	
								0	0	0	0	0	0	
50	-34.47	54.40	V V V V	安山岩 (角礫質)	オリーブ黒・暗灰	Ca	3 a	0	0	0	0	0	60	47.50~49.00・53.00~54.40 岩片の間隙を充填した細粒物質が充填。 48.00~49.00 細片状~柱状コア。 49.70~53.40 細片状~半柱状コア。
								0	0	0	0	0	0	
55	-35.77	55.70	V V V V	安山岩 (角礫質)	暗赤~赤褐・黒褐	Bb	2 b	0	0	0	0	0	0	53.40~54.10 土砂状コア。 54.10~54.60 細片状コア。
								0	0	0	0	0	0	
60	-37.82	57.75	V V V V	安山岩 (角礫質)	暗赤・暗褐・黒褐	Bb	2 b	0	0	0	0	0	86	
								0	0	0	0	0	0	
65	-45.87	68.80	V V V V	安山岩 (角礫質)	地灰・オリーブ灰・黒褐 に赤褐・赤褐 (染をまむ) オリーブ灰・黒褐・に赤褐など	Bb	2 b	0	0	0	0	0	81	60.90~62.30 節理面にオリーブ黒色の細粒物質が付着。 65m S-6 推定位置 (シームなし) 65.00~72.95 節理面に黄褐色の細粒物質が付着。 67.00~67.40 細片状~半柱状コア。
								0	0	0	0	0	0	
70	-57.17	77.10	V V V V	安山岩 (角礫質)	暗赤	Ca	3 b	0	0	0	0	0	44	73.80~75.31・75.50~77.70 細片状~半柱状コア。 74.30 節理に充填した暗緑灰色の細粒物質が検出。 77.10~77.80 岩質は節理より軟質。
								0	0	0	0	0	0	
80								0	0	0	0	0	43	

コア写真範囲



最終報告書 別添資料 (H25.12.19)
p.別添-6-34を引用

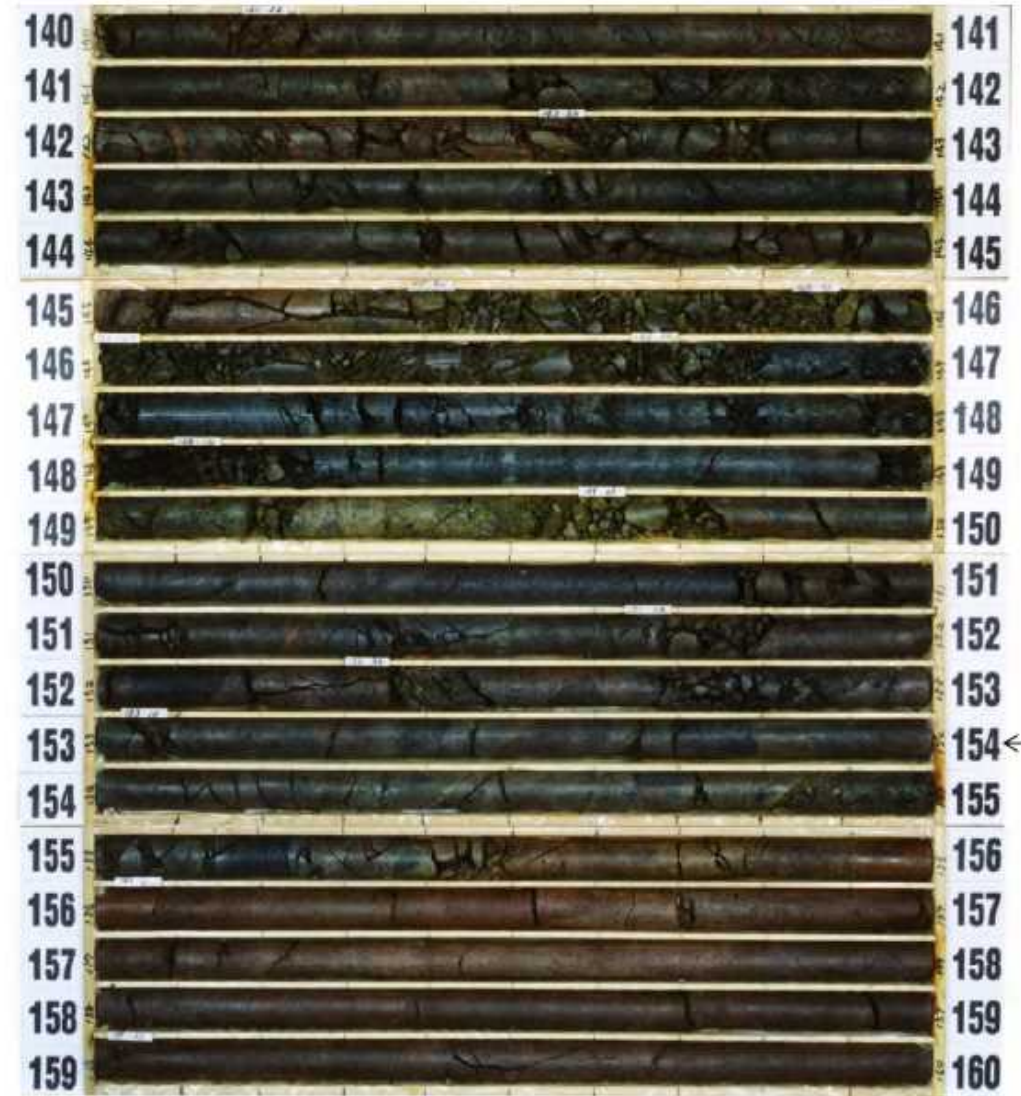
図75 北陸電力による旧S-6の深部への連続性確認 (I-6孔)

最終報告書 別添資料(H25.12.19)
p.別添-6-38を引用

R-5 GL = 11.12m L = 212.55m

標尺 (m)	標高 (m)	深度 (m)	柱状図	地質名	色調	岩級区分	コアの硬さ	コアの形状				RQD (%)	記事
								①	②	③	④		
120	-110.28	121.40	▽▽	安山岩 (角礫質)	暗赤褐	Bb	2 b					75	
	-110.48	121.60											
125			▽▽	安山岩 (角礫質)	暗赤褐 (暗赤褐を云む)	Bb	2 b					64	121.60 傾斜角65°の断層面に鏡面あり。
130	-118.98	130.16	▽△△	凝灰角礫岩	暗赤褐	Bb	2 b					99	130.10~131.55 緑灰色・黄褐色の礫あり。 断層面に鏡面あり。
135	-129.43	137.55	▽△△	凝灰角礫岩	暗赤褐	Cb	0					55	134.35~137.00 干渉して細片状~半柱状コア。
140	-134.18	143.30	▽▽	安山岩 (角礫質)	暗赤褐	Bb	2 b					57	142.70~142.80・144.05~144.15 細片状コア。
145	138.53	149.75	▽▽	安山岩 (角礫質)	暗赤褐	Ca	2 a					0	147.40~147.90・149.00~149.15 岩質は層理より軟質。
150			▽▽	安山岩 (角礫質)	暗赤褐	Bb	2 b					77	151.00~151.10・151.70~151.80 152.35~152.45・152.70~152.85 細片状コア。
155			▽▽	安山岩 (角礫質)	暗赤褐	Bb	2 b					39	154.85~155.00 細片状コア。
160			▽▽	安山岩 (角礫質)	暗赤褐	Bb	2 b					86	154.85~155.00 細片状コア。

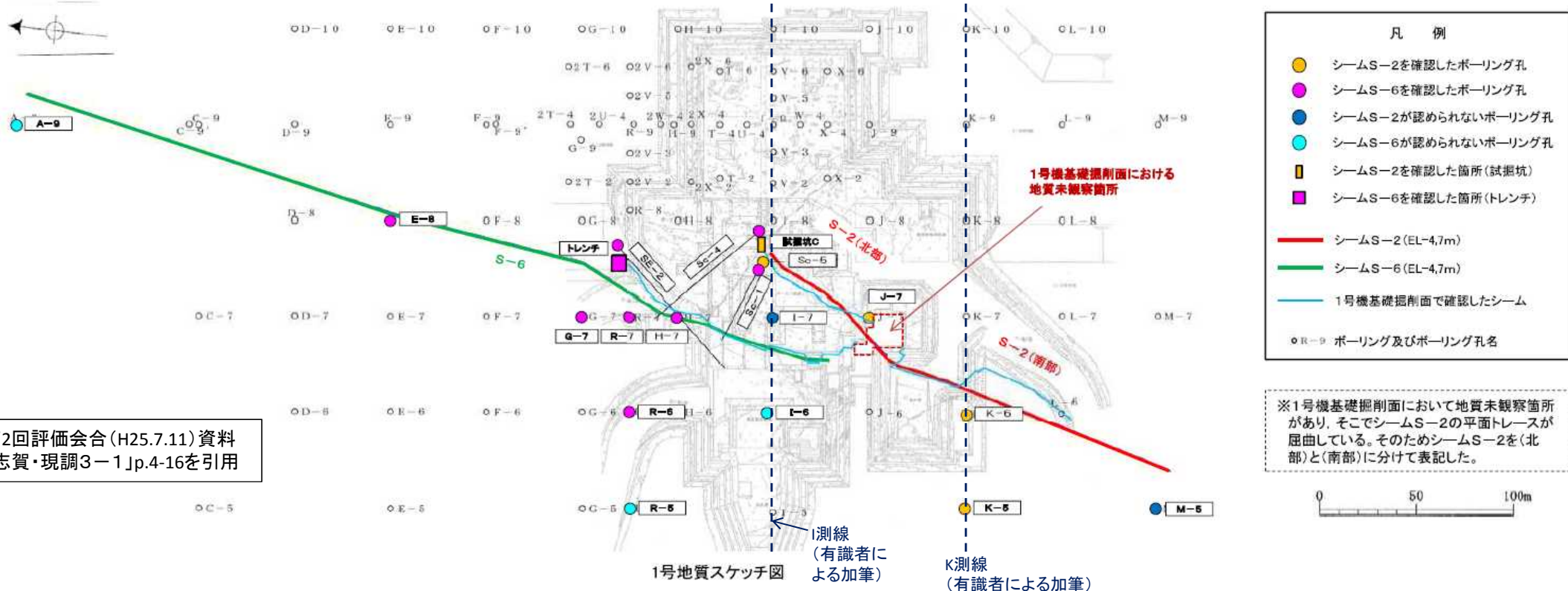
コア写真範囲



154m付近
シームS-6
想定位置

図76 北陸電力による旧S-6の深部への連続性確認(R-5孔)

■シームS-2とシームS-6の連続性に関し、「シームの連続性の考え方」(P8-3参照)に基づき、試掘坑調査結果、ボーリング調査結果等を再整理。



第2回評価会合(H25.7.11)資料
「志賀・現調3-1」p.4-16を引用

※1号機基礎掘削面において地質未観察箇所があり、そこでシームS-2の平面トレスが屈曲している。そのためシームS-2を(北部)と(南部)に分けて表記した。

シーム名	調査地点	深度(m)	挟在物			凝灰質な細粒部の有無	走向・傾斜
			色	物	厚さ(cm)		
S-2 (北部)	試掘坑C	-	赤褐色	岩片混じり粘土	0.5~2.0	有	N58° E/50° NW
	SC-5(水平)	10.39	赤褐色	岩片混じり粘土	フィルム状	有	N35° E/41° NW
	1号タービン 建屋基礎底盤	(EL.-10.5m)	-	-	-	有	N40° E/53° NW N32° E/56° NW
	J-7	13.51	黄褐色	岩片・砂混じり粘土	フィルム状	有	N36° E/72° NW
S-2 (南部)	K-6	39.17	赤褐色~黄褐色	岩片混じり粘土	2.0	有	N35° E/60° NW
	K-5	94.44	赤黒色~赤灰色	岩片混じり粘土	フィルム状	無	70° *
	1号放水槽 基礎底盤	(EL.-8.0m)	-	-	-	有	N18° E/54° NW
S-6	E-8	38.05	黄褐色	岩片混じり粘土	1.5	有	N18° E/77° NW
	トレンチNo.3 (EL.9.8m;底盤)		赤褐色~黄褐色	岩片混じり粘土	0.5~5.0	有	N27° E/60° NW
	G-7	53.85	赤褐色	岩片混じり粘土	1.0	有	N12° E/60° NW
	R-7	28.23	暗赤色	粘土	1.5~2.0	有	N14° E/32° NW
	SC-4(水平)	63.65	黄褐色	岩片混じり粘土	1.0	有	-
	H-7	20.59	赤灰色~黄褐色	岩片混じり粘土	1.5	有	N17° E/50° NW
	R-6	90.90	赤灰色	粘土	0.5~1.5	有	N8° E/64° NW
	SE-2(水平)	52.18	赤褐色	岩片混じり粘土	3.0	有	-
	SC-1(水平)	36.27	赤灰色~赤褐色	岩片混じり粘土	3.0	有	N24° E/44° NW
	サービス建屋 基礎底盤	(EL.-0.2m)	-	-	-	有	N40° E/50° NW
1号タービン 建屋基礎底盤	(EL.-7.4m)	-	-	-	有	N15° E/56° NW	

シームS-2

- シームS-2は、試掘坑Cから南南西方向に追跡し、Sc-5孔、J-7孔で確認した。
- 1号機基礎掘削面における地質未観察箇所を挟んで、さらにK測線(K-6孔、K-5孔)で確認したが、M-5孔では認められない。

シームS-6

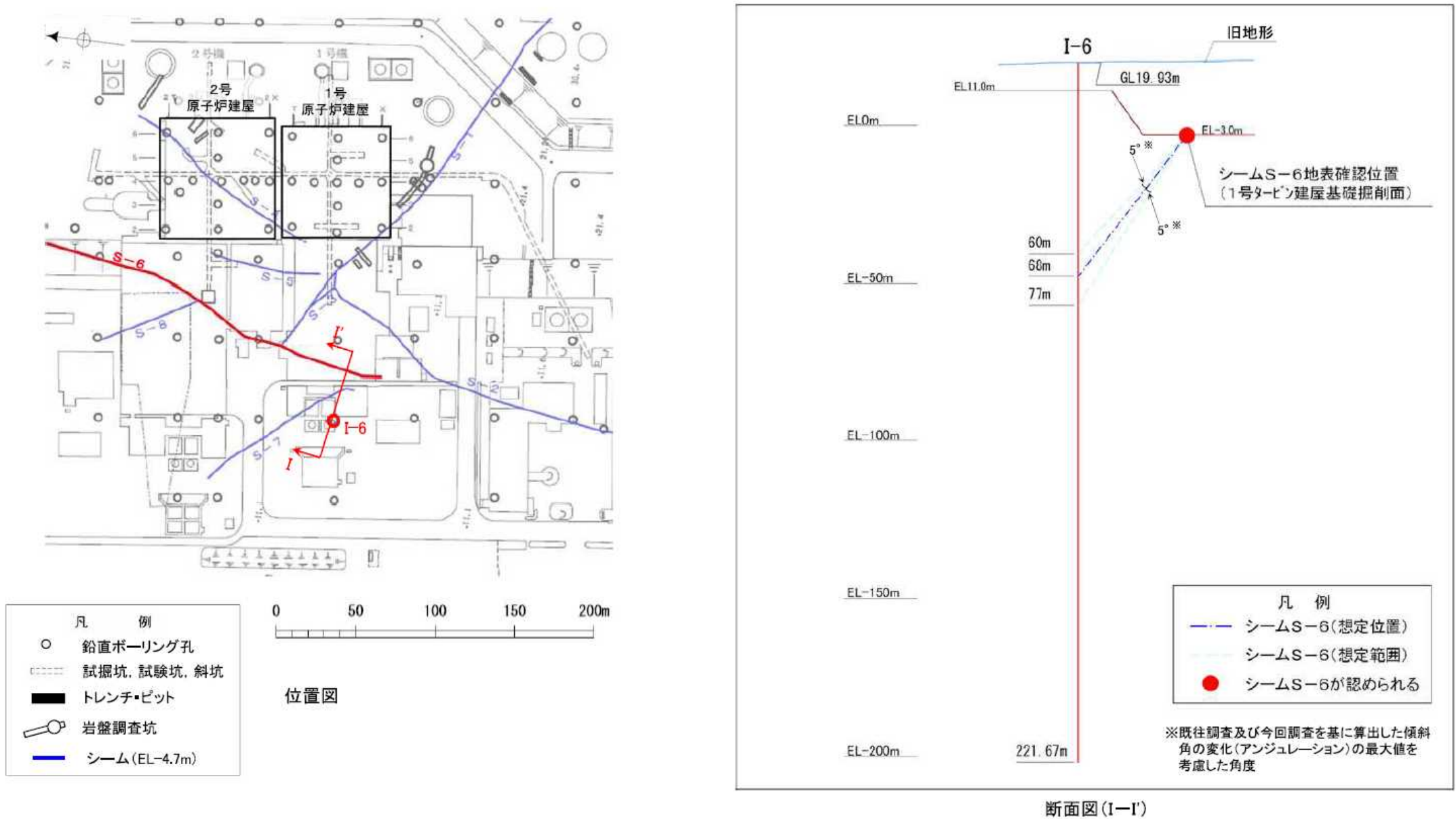
- シームS-6は、1号機基礎掘削面に出現し、1号機基礎掘削面における地質未観察箇所の北側まで確認した。
- シームS-6近傍のボーリングでは、G、R、Hの各測線(G-7孔、R-7孔、H-7孔)で確認した。
- I測線では、I-6孔の想定範囲において、平滑な面は認められないが、岩片に凝灰質な細粒部等を伴い砂~粘土が付着することを確認した。

シームS-6の南端付近に位置するI-6孔の想定範囲には、平滑な面はないが凝灰質な細粒部等に沿って砂~粘土が付着する岩片がある。

※:ポアホールカメラによる値(走向は真北で示す)
*:BHTVによる値(走向は真北で示す)
◆:コア観察による傾斜

図77 北陸電力によるS-2・S-6の連続性の再整理

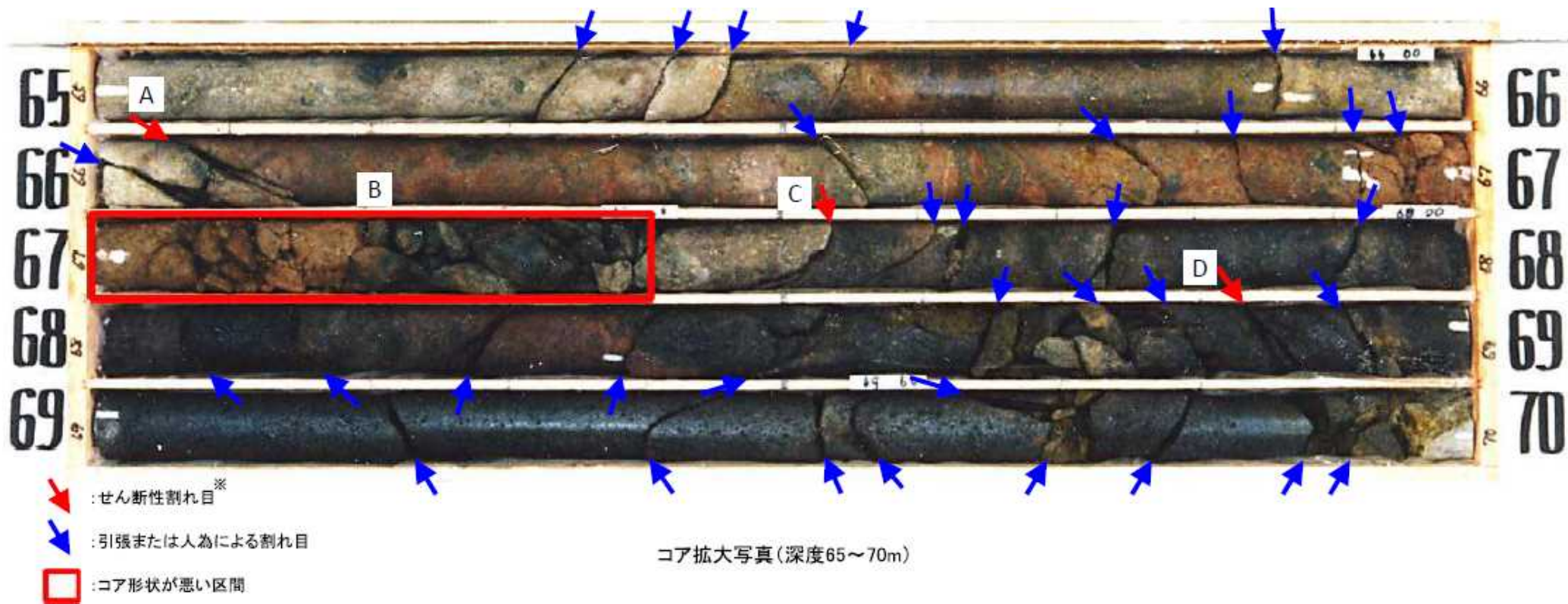
■シームS-6の南端付近に位置するI-6孔の想定範囲について、「シームの連続性の考え方」(P8-3参照)に基づき再整理を実施。



第2回評価会合(H25.7.11)資料
「志賀・現調3-1」p.4-18を引用

・シームS-6の南端付近に位置するI-6孔の想定範囲には、平滑な面はないが凝灰質な細粒部等に沿って砂～粘土が付着する岩片が認められる。(P4-19～4-23参照)

図78 北陸電力によるS-2・S-6の連続性の再整理(I-6)



番号	深度(m)	詳細観察結果
A	66.10	<ul style="list-style-type: none"> ・挟在物なし ・一部に条線・鏡肌を伴うものの、面は凹凸し、凝灰質な細粒部も認められない
B	67.00~67.40	<ul style="list-style-type: none"> ・細片状~岩片状コア ・岩片に赤褐色の砂混じり粘土や灰褐色の砂~シルトが付着し、一部に凝灰質な細粒部が認められるが、条線や鏡肌を伴う平滑な面は認められない
C	67.52	<ul style="list-style-type: none"> ・暗褐色の砂が付着 ・条線を伴うものの、面は凹凸し、凝灰質な細粒部も認められない
D	68.85	<ul style="list-style-type: none"> ・オリーブ灰色の砂が付着 ・条線を伴うものの、面は凹凸し、凝灰質な細粒部も認められない

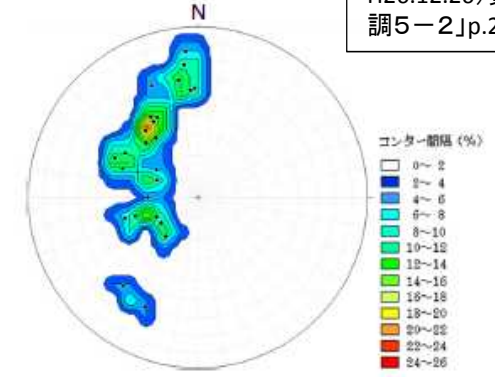
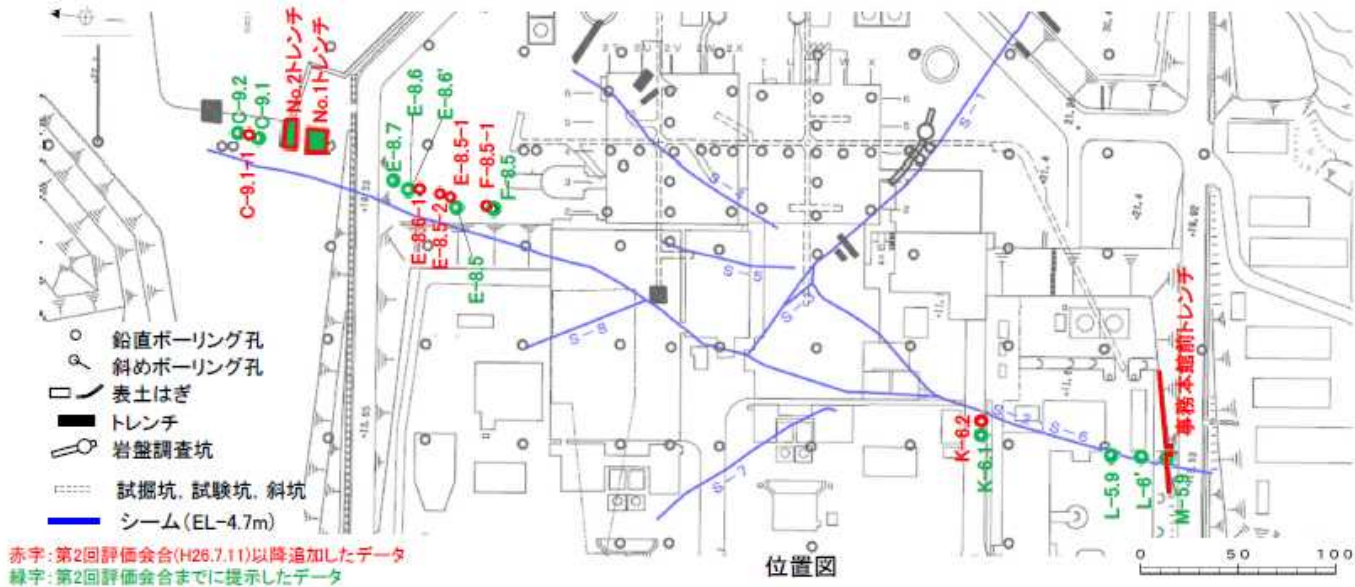
※条線、鏡肌を伴う割れ目のこと。

第2回評価会合(H25.7.11)資料
「志賀・現調3-1」p.4-21を引用

図79 北陸電力によるS-2・S-6の連続性の再整理(I-6孔コア写真 深度65~70m)

■シームS-2・S-6の運動方向のデータの充実を目的として、ボーリングやブロックサンプルにおいて、シームS-2・S-6周辺で、他の構造に切られていない直線的な面を最新すべり面として、実体顕微鏡を用いて条線観察を行い、取得したデータを統計的に処理し、条線の姿勢を把握。また、ボーリングやブロックサンプルにおいて、薄片を作成し、シーム内部で変位センスを確認した。

第4回評価会合
H26.12.26)資料「志賀・現調5-2」p.2-5を引用



データ数25個
最大集中方向N37° W/48° N

シームS-2・S-6の条線の姿勢
(コンターダイアグラム(下半球投影))

赤字:第2回評価会合(H26.7.11)以降追加したデータ
緑字:第2回評価会合までに提示したデータ

位置図

シームS-2・S-6(第2回評価会合以降追加したデータ)

試料名	条線観察結果		薄片観察結果	
	条線のレイク ^{※1}	変位センス	薄片番号	変位センス
事務本館前トレンチ	下盤側	140° R	(不明)	-
ボーリングF-8.5-1(深度8.66m)	下盤側	150° R	左横ずれ逆断層	-
ボーリングE-8.5-1(深度8.33m)	下盤側	140° R	左横ずれ逆断層	E-8.5-1_140R
ボーリングE-8.5-2(深度8.55m)	上盤側	105° R	(不明)	E-8.5-2_105R
		160° R	(不明)	E-8.5-2_160R
ボーリングE-8.6-1(深度8.52m)	下盤側	145° R	(不明)	E-8.6-1_145R
No.1トレンチ-1	下盤側	100° R	(不明)	-
No.1トレンチ-2	下盤側	80° R	(不明)	-
		105° R	(不明)	-
		130° R	(不明)	-
No.2トレンチ-1	上盤側	100° R	(不明)	-
No.2トレンチ-2	下盤側	90° R	(不明)	-
ボーリングC-9.1-1(深度10.67m)	下盤側	110° R	(不明)	-

シームS-2・S-6(第2回評価会合までに提示したデータ)

試料名	条線観察結果		薄片観察結果	
	条線のレイク ^{※1}	変位センス	薄片番号	変位センス
ボーリングM-5.9(深度7.80m)	下盤側	80° R	右横ずれ逆断層	-
ボーリングL-6'(深度13.82m)	下盤側	160° R	(不明)	-
		120° R	左横ずれ逆断層	-
ボーリングL-5.9(深度18.00m)	下盤側	125° R	左横ずれ逆断層	-
		35° R	(不明)	-
ボーリングK-6.1(深度31.50m)	下盤側	100° R	(不明)	K-6.2_100R ^{※4}
ボーリングE-8.6'(深度11.40m)	上盤側	100° R	(不明)	E-8.6'_100R
ボーリングE-8.6(深度11.70m)	上盤側	50° R	(不明)	-
ボーリングE-8.7(深度10.09m)	下盤側	75° R	(不明)	-
No.1トレンチ	下盤側	120° R	(不明)	No.1トレンチ_120R_TE1
No.2トレンチ	下盤側	80° R	(不明)	No.2トレンチ_80R_TE2
ボーリングC-9.1(深度10.82m)	下盤側	135° R	(不明)	-
ボーリングC-9.2(深度10.56m)	下盤側	115° R	(不明)	-
		160° R ^{※2}	-	-
ボーリングF-8.5(深度8.93m)	上盤側	140° R ^{※2}	-	-
ボーリングE-8.5(深度14.40m)	上盤側	140° R ^{※2}	-	-

※1. 上盤側で確認したレイクは下盤側に換算して示す
 ※2. 条線が不明瞭かつ局所的な分布であることから、信頼性に欠けるデータと判断
 ※3. 新旧関係が明らかとなった条線。120° Rが新、160° Rが旧
 ※4. 第2回評価会合以降追加したデータ
 ■は、※2,※3による理由のため、データ数に含めない

・シームS-2・S-6の条線の姿勢は、主に北西方向の中角度(40~60°)である。
 ・25データのうち、9データで逆断層センスが認められる。

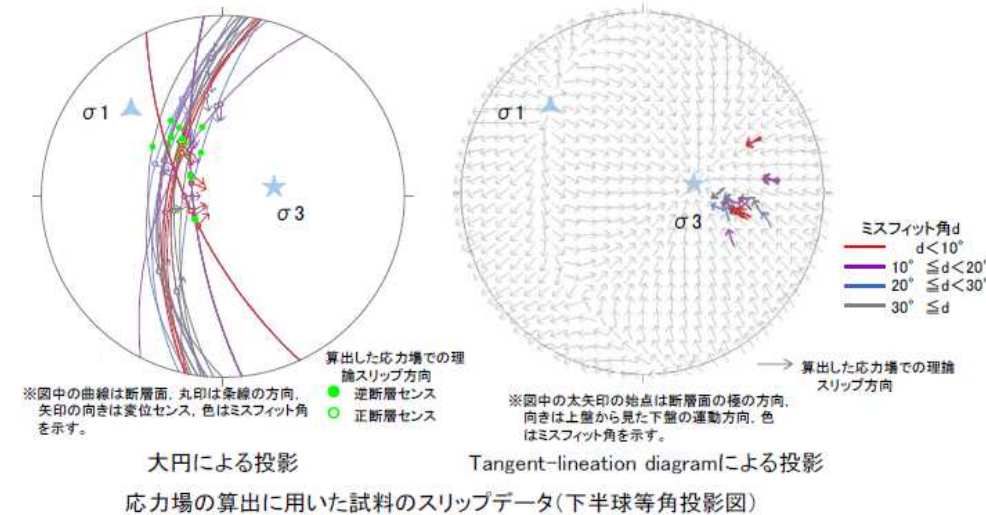
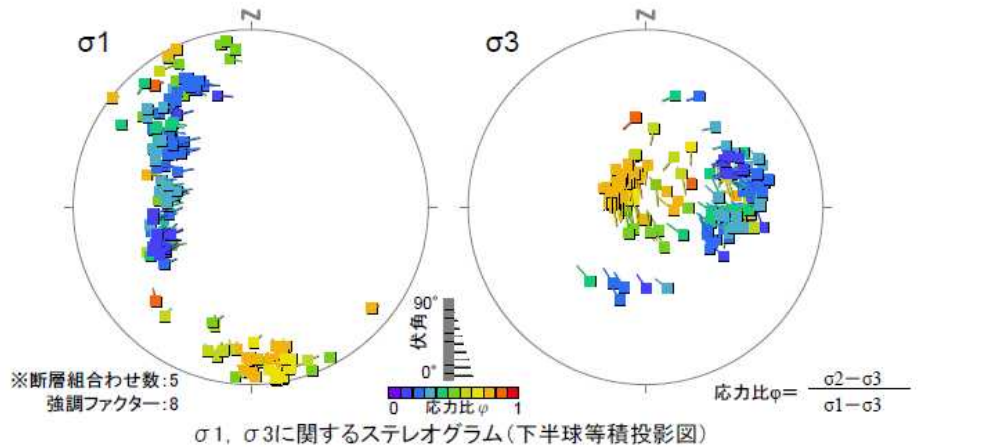
図80 北陸電力によるS-2・S-6の条線、薄片観察結果

■シームS-2・S-6、福浦断層を個別に逆解法を行い、応力場が細分される可能性について検討を実施。

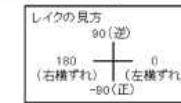
■山路他(2011)による多重逆解法により、シームS-2・S-6の条線から推定される応力場を算出。

■算出した応力場から計算される理論的なレイクと実際の条線のレイクとのミスフィット角を算出し、ミスフィット角が30°未満のデータ数を把握することで、算出した応力場の妥当性を確認。

第4回評価会合H26.12.26)資料
「志賀・現調5-2」p.2-11を引用



条線観察				ミスフィット角[°]
試料番号	走向/傾斜 (走向は真北)	条線のレイク[°]		
ボーリング M-5.9	N3° E/60° NW	100		30.8
事務本館前トレンチ	N12° E/70° NW	40		27.1
ボーリング L-6'	N12° E/58° NW	60		4.1
ボーリング L-5.9	N6° E/59° NW	55		12.2
		145		77.9
ボーリング K-6.1	N5° E/52° NW	80		15.3
ボーリング F-8.5-1	N14° E/51° NW	30		29.2
ボーリング E-8.5-1	N5° E/51° NW	40		24.0
ボーリング E-8.5-2	N8° E/51° NW	75		12.9
		20		42.1
ボーリング E-8.6-1	N7° E/65° NW	35		33.2
		80		24.2
ボーリング E-8.6	NS/45° W	130		66.3
ボーリング E-8.7	N10° E/56° NW	105		41.0
No.1トレンチ-1	N6° W/71° SW	80		4.1
		100		24.1
		75		0.9
No.1トレンチ-2	N6° W/71° SW	50		25.9
		60		15.9
No.1トレンチ	N6° W/71° SW	60		4.4
No.2トレンチ	N25° W/68° SW	100		4.4
No.2トレンチ-1	N25° W/68° SW	80		15.6
		90		5.6
ボーリング C-9.1	N27° E/57° NW	45		15.5
ボーリング C-9.1-1	N11° E/59° NW	70		5.2
ボーリング C-9.2	N12° E/56° NW	65		1.9



ミスフィット角30°未満
ミスフィット角30°以上

・25データ中19データがミスフィット角30°未満であり、シームS-2・S-6の条線は、算出した応力場でほぼ説明可能である。

・シームS-2・S-6の条線から推定される応力場

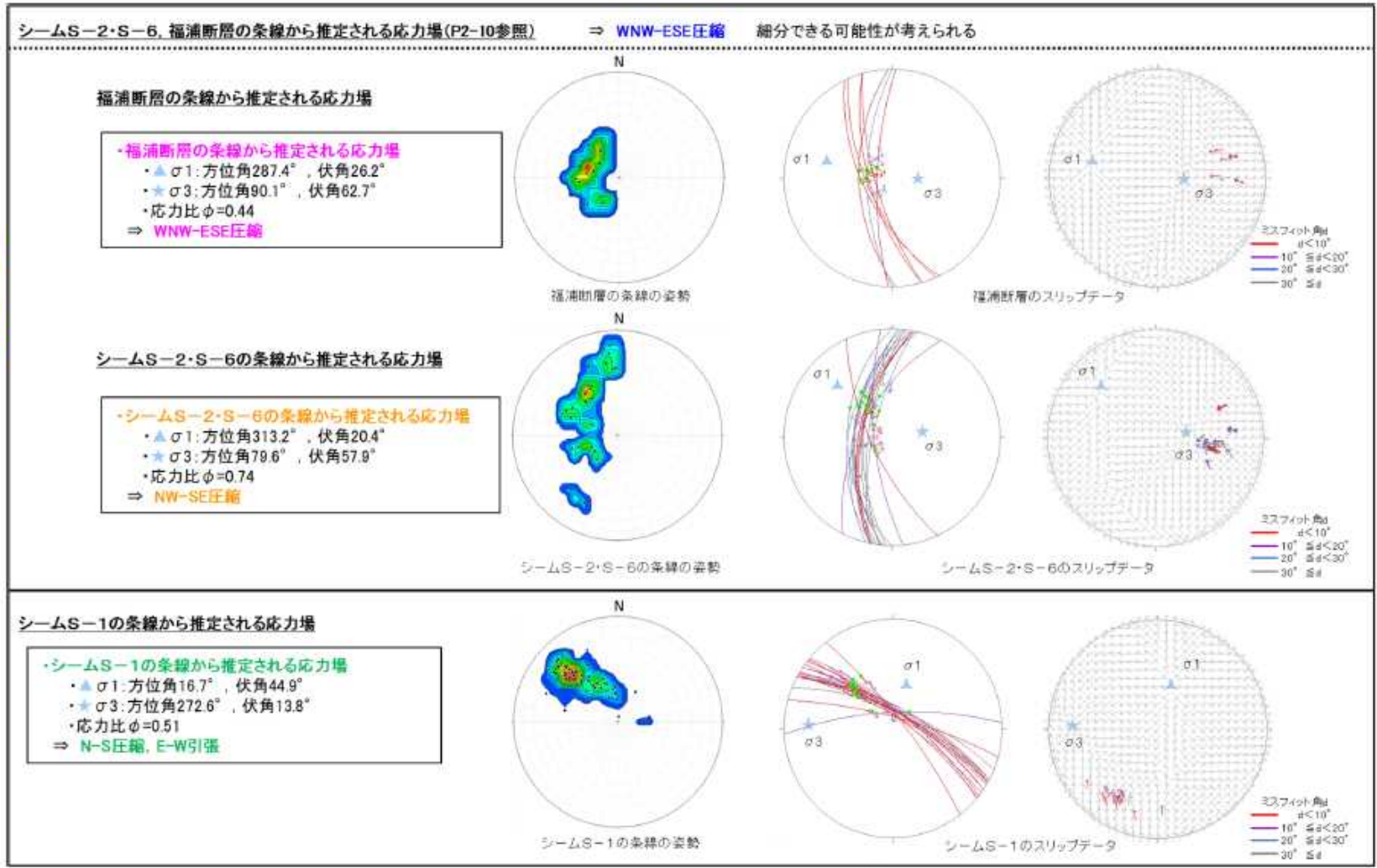
- ▲σ₁:方位角313.2°, 伏角20.4°
- ★σ₃:方位角79.6°, 伏角57.9°
- ・応力比 $\phi = 0.74$

⇒ NW-SE圧縮

・シームS-2・S-6の条線データにより個別に逆解法を行った結果、シームS-2・S-6の条線はNW-SE圧縮の応力場で説明可能となる。

図81 北陸電力によるS-2・S-6の条線から推定した応力場

年代 ×100 万年 Age (Ma)	地質時代 Geologic Time Scale
0.01	完新世 Holocene
0.13	更新世 Quaternary (Late)
0.77	更新世 Quaternary (Mid)
1.8	更新世 Quaternary (Early)
5.3	鮮新世 Pliocene
11.2	中新世 Miocene (Late)
16.4	中新世 Miocene (Mid)
23.8	中新世 Miocene (Early)
33.7 (55)	漸新世 Oligocene
65.0	始新世 Eocene
144.2	白亜紀 Cretaceous
	中生代 Jurassic



シームS-1, S-2・S-6, 福浦断層の条線から推定される応力場のまとめ

- 福浦断層の条線から推定される応力場に対応
- シームS-2・S-6の条線から推定される応力場に対応
- シームS-1の条線から推定される応力場に対応

第5回評価会合(H27.2.27)資料
「志賀・現調6」p.3-11を引用

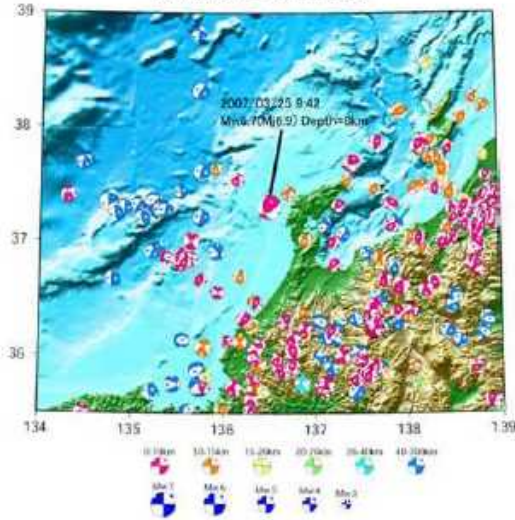
敷地内シームが広域応力場の影響を受けると仮定した場合、

- ・シームS-1の条線から推定される応力場は概ねN-S圧縮, E-W引張の応力場となることから、**後期中新世ごろの構造運動に対応すると考えられる。**
- ・福浦断層の条線から推定される応力場は、概ねWNW-ESE圧縮となることから、**後期鮮新世～第四紀の構造運動に対応すると考えられる。**
- ・なお、シームS-2・S-6から推定される応力場は、NW-SE圧縮となり、シームS-1と対応するN-S圧縮, 福浦断層と対応するWNW-ESE圧縮の両者の構造運動の間の地質時代に相当する可能性が考えられる。

図82 北陸電力によるS-1, S-2・S-6等の条線から推定される応力場と地質構造発達史の関係の検討/153

○防災科学技術研究所F-netによる本震のモーメントテンソル解析結果

能登半島周辺のMT解分布
1997/01/01 - 2007/03/25

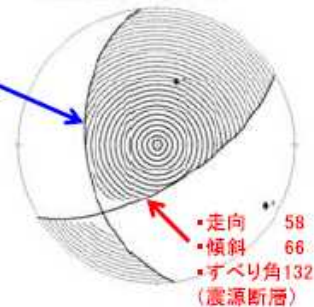


Strike=58 ; 173
 Rake =132 ; 34
 Dip =66 ; 48
 Mo =1.36e+26
 Mw =6.7
 Percent DC=95
 Percent CLVD=5
 Variance=4.71e-04
 Var. Red=9.31e+01
 RES/Pdc=4.97e-06

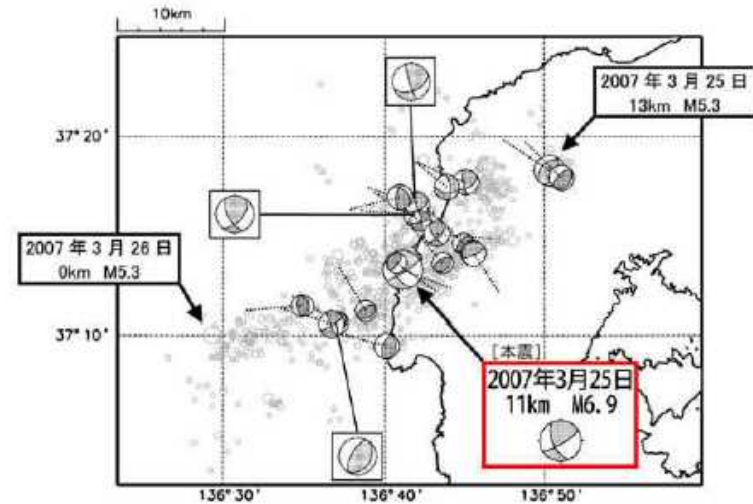
気象庁による震源情報					
地震発生時刻(JST)	緯度	経度	深さ	マグニチュード	震源地
2007/03/25 09:41	37.2N	136.7E	11km	Mj 6.9	能登半島沖

手動メカニズム決定結果						
走向	傾斜	すべり角	モーメント	深さ	マグニチュード	品質
58 ; 173	66 ; 48	132 ; 34	1.36e+19 Nm	8km	Mw 6.7	30.06

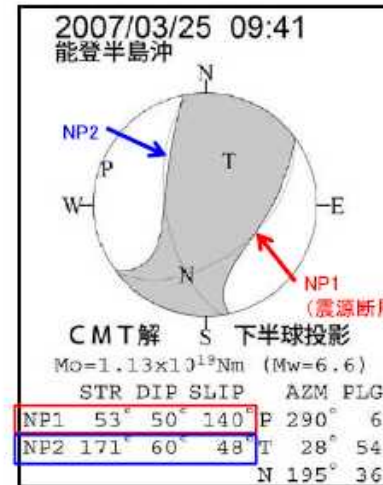
・走向 173
 ・傾斜 48
 ・すべり角34



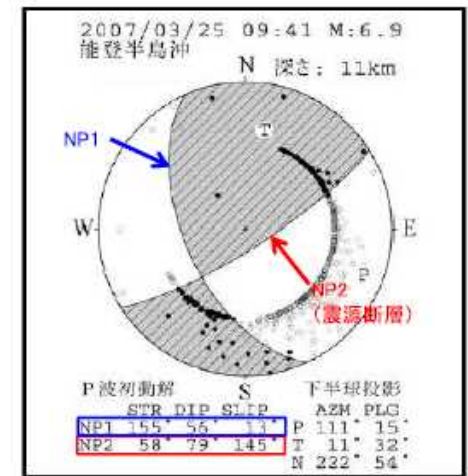
○気象庁 CMT解, P波初動解



発震機構分布



CMT解



P波初動解

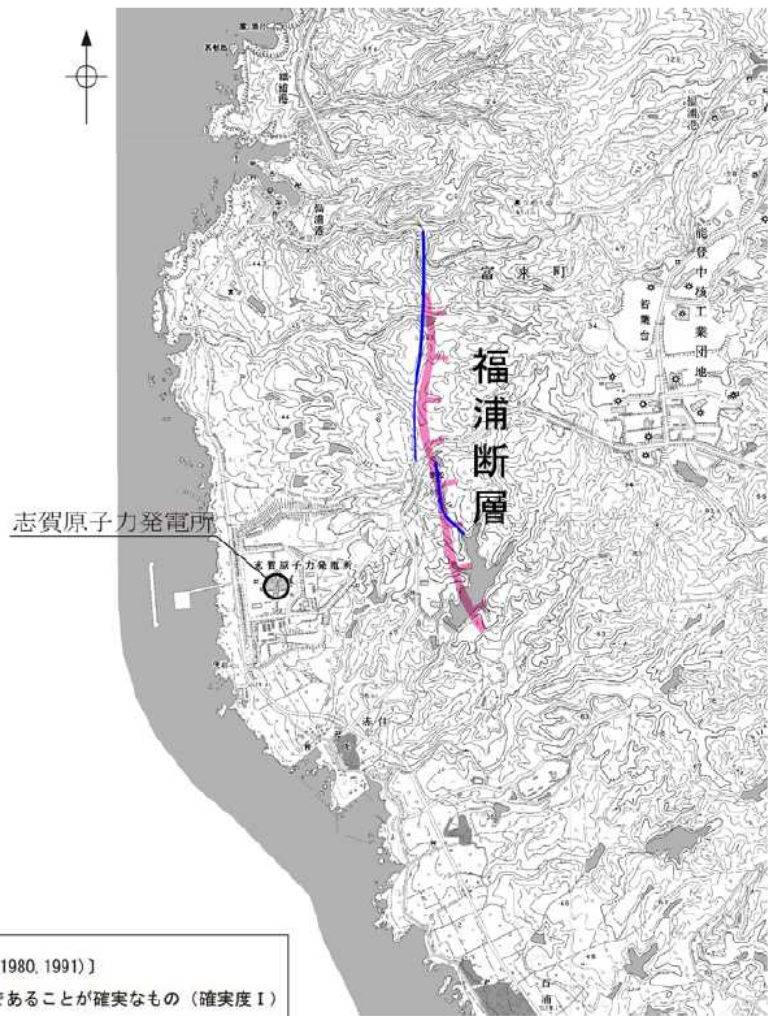
防災科学技術研究所HP:「<http://www.hinet.bosai.go.jp/topics/noto070325/?LANG=ja&m=mecha>」に一部加筆

気象庁:「災害時地震・津波速報 平成19年(2007年)能登半島地震」に一部加筆

第2回評価会合(H25.7.11)資料
「志賀・現調3-1」p.4-8を引用

・能登半島地震の発震機構として、北東-南西走向、南東傾斜、右横ずれ逆断層の節面(震源断層)及び北北西-南南東走向、西傾斜、左横ずれ逆断層の節面(震源断層と共役方向)が得られている。

図83 2007年能登半島地震の発震機構



【活断層研究会 (1980, 1991)】
 活断層であることが確実なもの (確実度 I)
 短線は縦ずれの低下側を示す。
 国土地理院(1997)を参考にしたおおよその位置を図示。
 【中田・今泉 (2002)】
 推定活断層

位置図

活断層研究会(編)(1980):日本の活断層一分布図と資料一,東京大学出版会。
 活断層研究会(編)(1991):新編 日本の活断層一分布図と資料一,東京大学出版会。
 国土地理院(編)(1997):100,000分の1地殻変動土地条件図「能登半島」,国土地理院。
 太田 陽子・松田 時彦・平川 一臣(1976):能登半島の活断層,第四紀研究,Vol.15, no.3。
 中田 高・今泉 俊文(編)(2002):活断層詳細デジタルマップ,東京大学出版会。



位置図

【活断層研究会 (1980, 1991)】

- ・長さ2.5km
- ・活動度C
- ・確実度 I
- ・西側の海成段丘H₂面が約20m隆起

事前会合 (H26.2.14) 資料
 「事前会合説明資料」p.3-5を引用

地形面	形成時代(太田他, 1976)
H ₁ 面, H ₂ 面	22万年前より前
H ₃ 面	M ₁ 面のもう一つ前の間氷期として22万年前
M ₁ 面	下末吉面(最終間氷期)に対比して12万年前

【中田・今泉(2002)】

- ・推定活断層を図示し, 西側の高位面(20万年前)が5~15m隆起と記載している

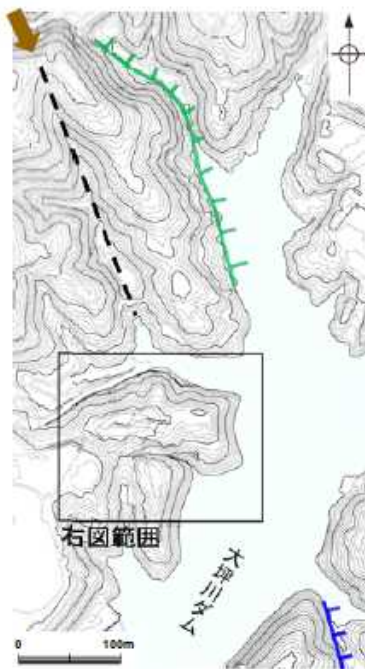
・文献調査結果によれば, 志賀原子力発電所東方の志賀町福浦港東方から同町赤住北東方までの間に西側隆起の断層を図示している。

図84 北陸電力による福浦断層の既往文献調査結果

■ 大坪川ダム右岸北道路法面及び南道路底盤における表土はぎ調査の結果、福浦断層と判断される断層を確認したことから、その活動性を評価するために、それら2つの断層間に分布する高位段丘 I b 面においてトレンチ調査を実施した。



位置図



調査箇所付近地形図

リニアメント・変動地形と並行する谷

国土地理院(1997)が図示する福浦断層のおおよその位置



凡例

- : 表土はぎ調査による確認箇所
- : 断層(長線は走向、矢印は傾斜方向を示す)
- : トレンチ調査による確認箇所
- : 高位段丘 I b 面

トレンチ調査 位置図

事前会合(H26.2.14)資料
「事前会合説明資料」p.3-14を引用

・大坪川ダム右岸北道路法面及び南道路底盤で確認された断層間に分布する高位段丘 I b 面において、西側隆起の逆断層を確認した。

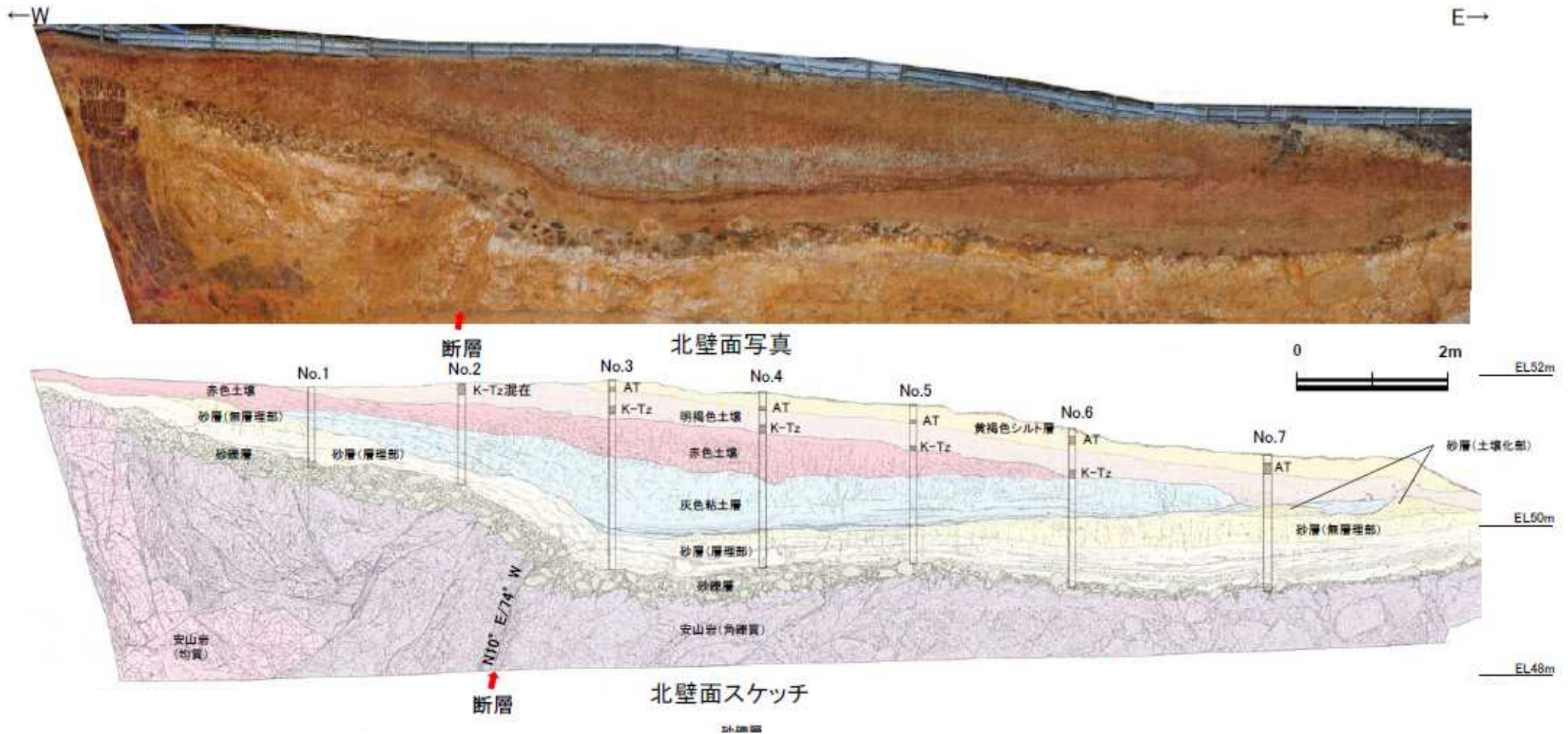


【地質】

地質時代	地層・岩石名
第四紀	AL 沖積層
更新世	OF 古期扇状地堆積層
	MT 中位段丘 I 面堆積層
新第三紀	IAa 穴水累層 安山岩
	IAc 穴水累層 安山岩質火砕岩(凝灰角礫岩)
	IAF 穴水累層 安山岩質火砕岩(凝灰岩)

国土地理院(編)(1997):100,000分の1地殻変動土地条件図「能登半島」,国土地理院。

図85 北陸電力による福浦断層の調査位置図



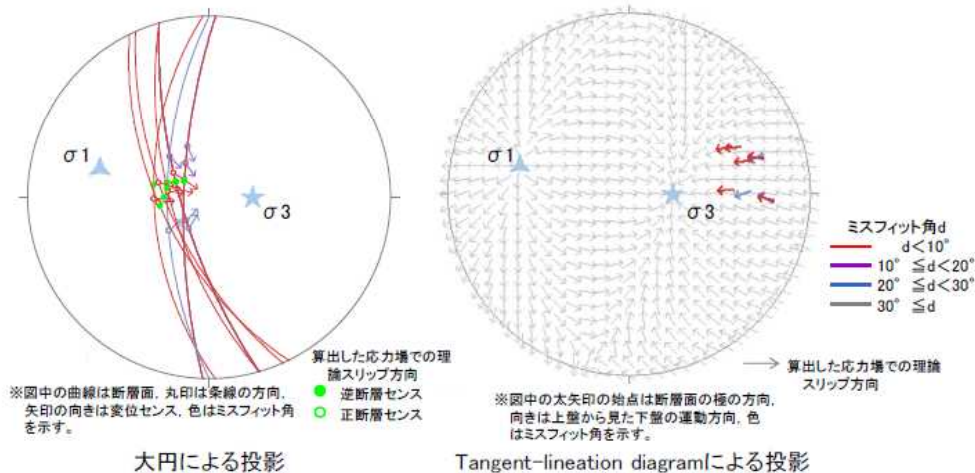
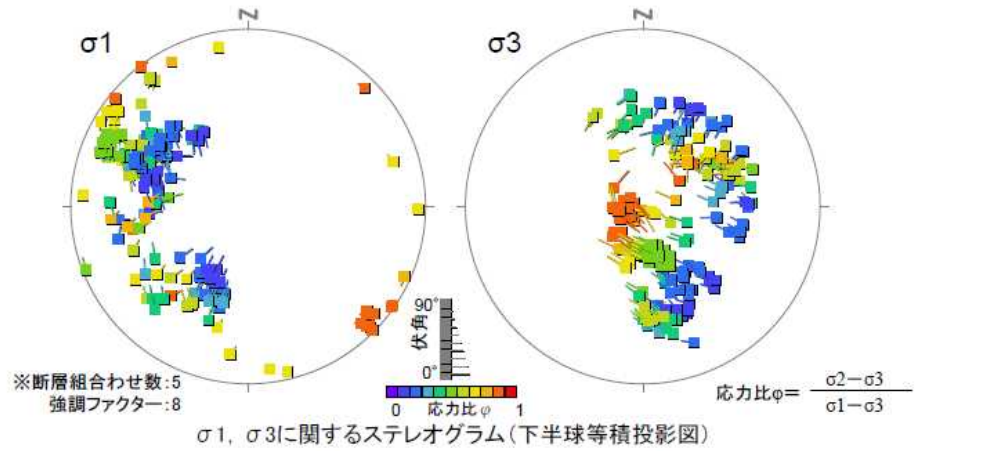
- ・穴水果層の岩盤を西側に隆起させる比高差約2.5mの逆断層を確認した。その走向・傾斜は、N10° E/74° Wである。断層は、鏡肌が認められ、下部で明灰色～黄灰色の粘土を厚さ0.5～1cm、上部で赤紫灰色の粘土を厚さ0.2～0.5cmで挟む。断層を挟んで幅25～35cm程度の破碎部が認められる。
- ・断層はその付近の岩盤上面を約40cm変位させ、砂礫層と砂層(層理部)中まで認められ、その上方延長付近の灰色粘土層の下部には変形が想定される。その上位に堆積する灰色粘土層の中・上部及び赤色土壌は内部構造が不明瞭であることから変形の有無は判断できないが、赤色土壌の基底の形状が、灰色粘土層下部以深の変形の形状と調和的な形状を示す。
- ・赤色土壌については、火山灰分析結果から9.5万年前の地層の下位に位置し、下末吉期(海洋酸素同位体ステージ5e)を経て赤色土壌化したものと判断される。

事前会合(H26.2.14)資料
「事前会合説明資料」p.3-16を引用

図86 北陸電力による大坪川ダム右岸トレンチの調査結果(北壁面の例)

■山路他(2011)による多重逆解法により、福浦断層の条線から推定される応力場を算出。

■算出した応力場から計算される理論的なレイクと実際の条線のレイクとのミスフィット角を算出し、ミスフィット角が30°未満の試料数を把握することで、算出した応力場の妥当性を確認。



※図中の曲線は断層面、丸印は条線の方向、矢印の向きは変位センス、色はミスフィット角を示す。

大円による投影

※図中の太矢印の始点は断層面の極の方向、向きは上盤から見た下盤の運動方向、色はミスフィット角を示す。

Tangent-lineation diagramによる投影

応力場の算出に用いた試料のスリップデータ(下半球等角投影図)

条線観察				ミスフィット角[°]
試料番号	走向/傾斜 (走向は真北)	条線のレイク[°]		
福浦断層 (13データ) 変位センス不明含む (逆断層と仮定)	北道路(1)	N16° W/72° SW	60	14.1
	北道路(2)	N16° W/72° SW	100	25.9
			80	5.9
	北道路(3)	N16° W/72° SW	105	30.9
			70	4.2
	トレンチ(1)	N2° E/74° NW	60	18.2
	トレンチ(2)	N2° E/74° NW	70	8.3
	トレンチ(3)	N2° E/74° NW	80	1.7
	トレンチ(4)	N2° W/56° SW	90	10.1
	トレンチ(5)	NS/64° W	110	30.8
	南道路(1)	N26° W/60° SW	80	1.8
	南道路(2)	N16° W/66° SW	80	3.4
	南道路(3)	N24° W/64° SW	70	8.5



ミスフィット角30°未満
ミスフィット角30°以上

・13データ中11データがミスフィット角30°未満であり、福浦断層の条線は、算出した応力場でほぼ説明可能である。

・福浦断層の条線から推定される応力場

- ・▲σ1: 方位角287.4°, 伏角26.2°
- ・★σ3: 方位角90.1°, 伏角62.7°
- ・応力比 $\phi = 0.44$
- ⇒ WNW-ESE圧縮

・福浦断層の条線データにより個別に逆解法を行った結果、福浦断層の条線はWNW-ESE圧縮の応力場で説明可能となる。

第4回評価会合H26.12.26)資料「志賀・現調5-2」p.2-12を引用

図87 北陸電力による福浦断層の条線から推定した応力場

有識者のコメント

- ・福浦断層の活動によるS-1への影響の検討について、計算条件として断層長さ2.7kmに対して変位量1.5mは大きすぎる。
- ・福浦断層の南側の端点はS-1の真下であり、端点は計算上の特異点ともなる。端点位置のパラスタをして、全てのケースについて否定する必要がある。
- ・ミスフィット角の計算については、応力の絶対値の評価は難しいことから、S-1の条線データを用いて分解せん断応力の正負を評価したらどうか。正なら動きやすく、負なら動きにくいと判断できる。

■目的

- ・福浦断層の活動により、シームS-1の北西部(旧トレンチ付近)だけが付随的に動く可能性について、応力解析による検討を行う

○これまで(第4回評価会合時)のパラメータの考え方

- ・断層の形状としては、地震動評価における孤立した短い断層(長さ21.2km)を基本ケースとして考えており、すべり量については、この形状を基に算出。
- ・ただし、端点が敷地に近いほうが、応力変化として、より保守的な評価になると考え、断層長さのみ地形調査結果による長さとした。

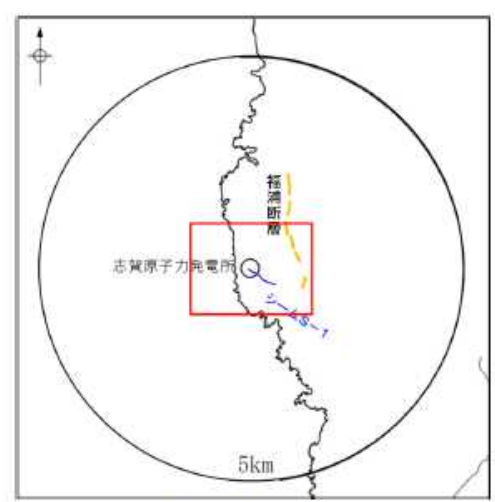
調査報告書(最終)(H25.12)
P3-101を一部編集

	断層の幾何学的形状				断層のすべり	
	長さ(km)	傾斜角(°)	幅(km)	上端深さ(km)	すべり角(°)	すべり量(cm)
福浦断層	2.7	60(西傾斜)	14.1	0	80	153
根拠	地形、地質調査結果による	地震動評価における孤立した短い断層の長さ(21.2km)を基に、津波評価技術※により算出		地形等により確認できる	条線観察結果による	地震動評価における孤立した短い断層の長さ(21.2km)を基に、津波評価技術※により算出

※:「原子力発電所の津波評価技術(平成14年2月 社団法人土木学会 原子力土木委員会 津波評価部会)」

■検討内容

- ・解析により、福浦断層の活動によるシームS-1周辺の応力変化を求め、シームS-1の北西部(旧トレンチ付近)の動きやすさについて検討する。
- ・検討にあたってはコメントを踏まえ、福浦断層の長さに関するパラメータスタディを実施するとともに、断層長さに対応したすべり量を与える。(ケース①~④)
- ・なお、分解せん断応力による評価については、逆断層としてのS-1周辺の大局的な挙動に係る傾向を把握する。(逆断層センス:すべり角90°)



周辺断層位置図
□ 次頁以降解析結果範囲

福浦断層パラメータスタディケース

起震断層	ケース	断層の幾何学的形状			断層のすべり		
		長さ(km)	傾斜角(°)	幅(km)	上端深さ(km)	すべり角(°)	すべり量(cm)
福浦断層	①	21.2	60(西傾斜)	14.1	0	80	153
	②	15		10.0			108
	③	10		6.7			72
	④	5		3.3			36

シームS-1パラメータ

	長さ(km)	傾斜角(°)	幅(km)	上端深さ(km)
レシーバ	0.73	74(北傾斜)	0.3	0

地盤モデルパラメータ

地盤構造	ポアソン比	剛性率(MPa)
※1 単層モデル	※2 0.277	3.31 × 10 ⁴

※1 他地点での公的機関による検討実績がある。
※2 敷地の地下構造に係る既検討結果による。

図88 北陸電力による福浦断層の活動によるS-1北西部への影響検討(諸元)

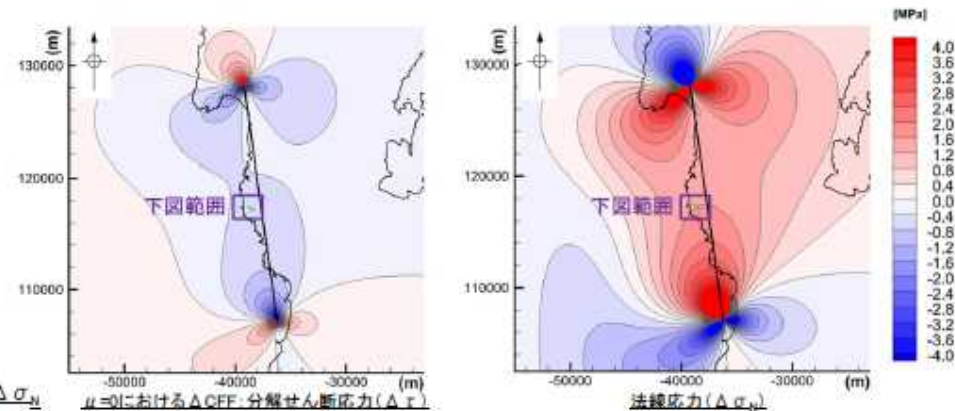
【ケース①: 福浦断層長さ21.2km】

パラメータ

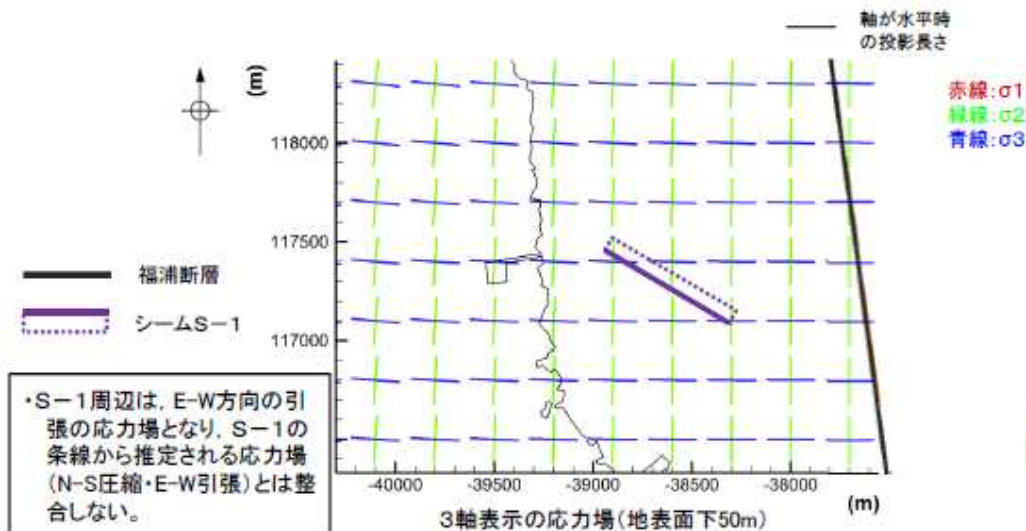
断層	断層の幾何学的形状				断層のすべり		地盤モデル		
	長さ (km)	傾斜角 (°)	幅 (km)	上端深さ (km)	すべり角 (°)	すべり量 (cm)	地盤構造	ポアソン比*	剛性率* (MPa)
起震断層: 福浦断層	21.2	60 (西傾斜)	14.1	0	80	153	単層モデル	0.277	3.31×10^4
レシーバ: S-1	0.73	74 (北傾斜)	0.3	0	-	-			

※解析にあたっては、深さ5.5~18kmにおける地震波速度構造から求めた物性値を単層モデルとして一様に与えていることから、下図に示す応力値は過大な値となっている。

逆断層センス(すべり角90°)における ΔCFF の評価

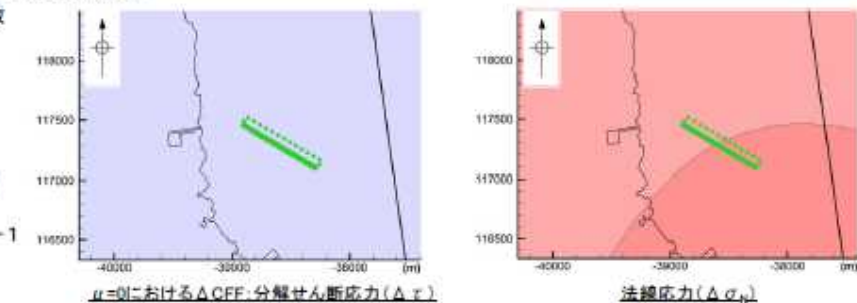


地表面下50mにおける水平スライス上の応力変化(広域)

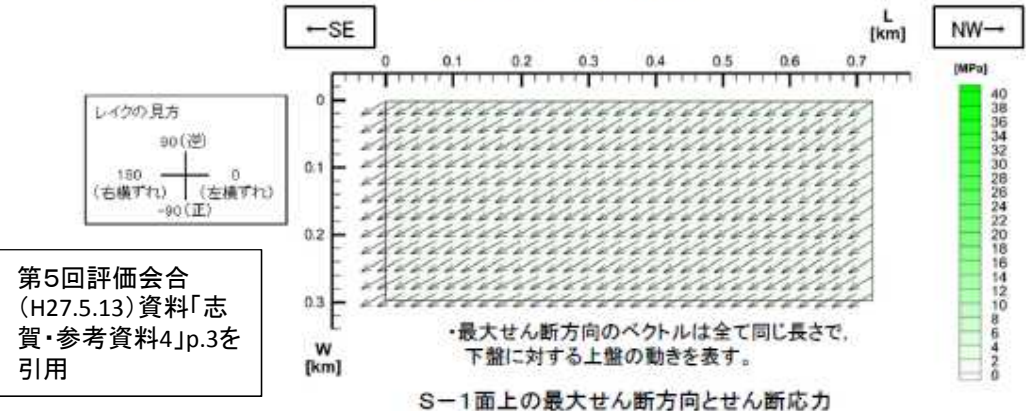


・S-1周辺は、E-W方向の引張の応力場となり、S-1の条線から推定される応力場(N-S圧縮・E-W引張)とは整合しない。

$\Delta CFF = \Delta \tau + \mu \Delta \sigma_N$
 τ :せん断応力
 σ_N :法線応力
 (断層面から離れる向きを正)
 μ :静摩擦係数



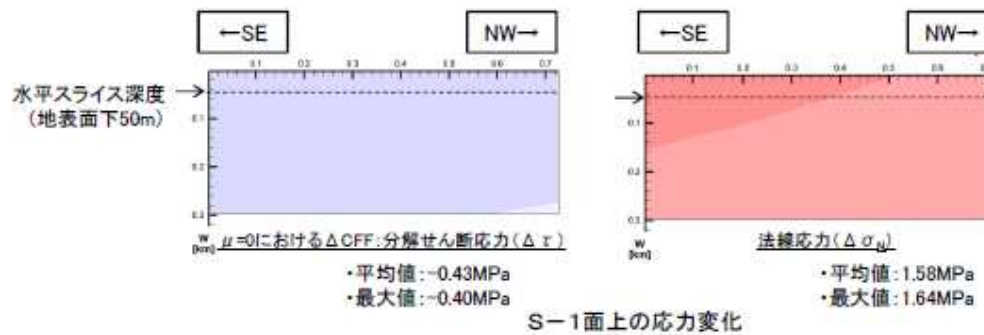
地表面下50mにおける水平スライス上の応力変化



第5回評価会合 (H27.5.13)資料「志賀・参考資料4」p.3を引用

・最大せん断方向のベクトルは全て同じ長さで、下盤に対する上盤の動きを表す。

S-1面上の最大せん断方向とせん断応力



S-1面上の応力変化

・S-1面上の分解せん断応力は負となり、逆断層センスに対して抑制傾向である。
 ・なお、福浦断層の活動を想定した場合、S-1周辺は引張場(S-1に対しては正断層センス)となることから、法線応力は正(断層面から離れる向き)となるため、逆断層センスを促進させるものではない。

・S-1面上の最大せん断方向は、右横ずれ正断層センスとなり、条線観察結果によるS-1の運動方向(右横ずれ逆断層センス)とは異なる。

図89 福浦断層の活動によるs-1周辺への応力変化の検討例(北陸電力のケース①)

■目的

・周辺断層の活動により、シームS-1の北西部(旧トレンチ付近)だけが付随的に動く可能性について、応力解析による検討を行う。

■検討内容

① 解析により、福浦断層の活動によるシームS-1周辺の応力変化を求め、シームS-1の北西部(旧トレンチ付近)の動きやすさについて検討する。

また、敷地西側にある兜岩沖断層についても、併せて検討する。

② ①で求めた応力変化に敷地周辺の広域応力場を重畳した場合の理論的なレイクを求め、シームS-1の条線観察結果との比較を行う。

周辺断層パラメータ

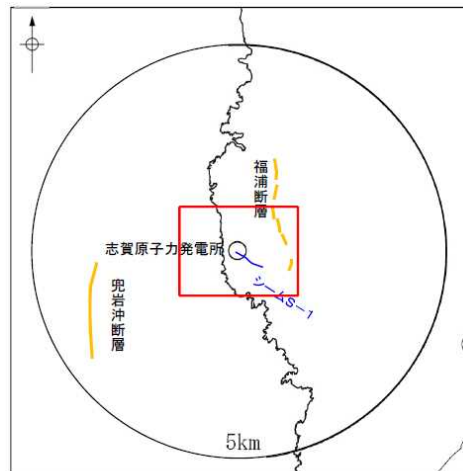
断層名	断層の幾何学的形状				断層のすべり		地盤モデル		
	長さ (km)	傾斜角 (度)	幅 (km)	上端深さ (km)	すべり角 (度)	すべり量 (cm)	地盤構造	ポアソン比	剛性率 (MPa)
福浦	2.7	60 (西傾斜)	14.1	0	80*	153	単層モデル	0.277	3.31 × 10 ⁴
兜岩沖	3.0	60 (東傾斜)	14.1		57.2				

各パラメータの根拠については、「調査報告書(最終)(H25.12.19)」P3-101参照

※: 福浦断層のすべり角は条線観察結果を用いている。「調査報告書(最終)(H25.12.19)」P3-21

シームS-1パラメータ

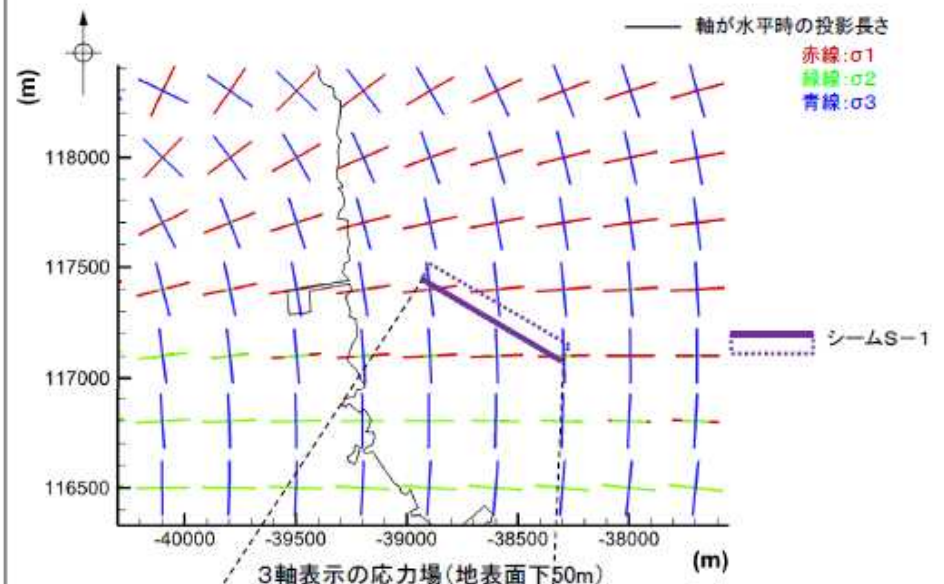
	長さ (km)	傾斜角 (度)	幅 (km)	上端深さ (km)
S-1	0.73	74 (北傾斜)	0.3	0



周辺断層位置図

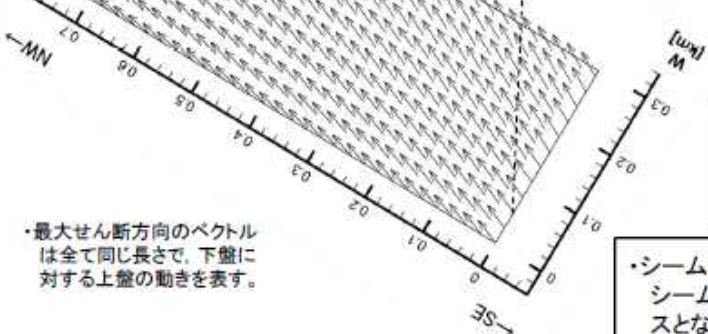
第4回評価会合H26.12.26資料「志賀・現調5-2」p.1-31,1-32を引用

【解析結果(兜岩沖断層)】



3軸表示の応力場(地表面下50m)

・シームS-1周辺は、E-W方向の圧縮、N-S方向の引張の応力場となり、シームS-1の条線から推定される応力場とは整合しない。



シームS-1面上の最大せん断方向

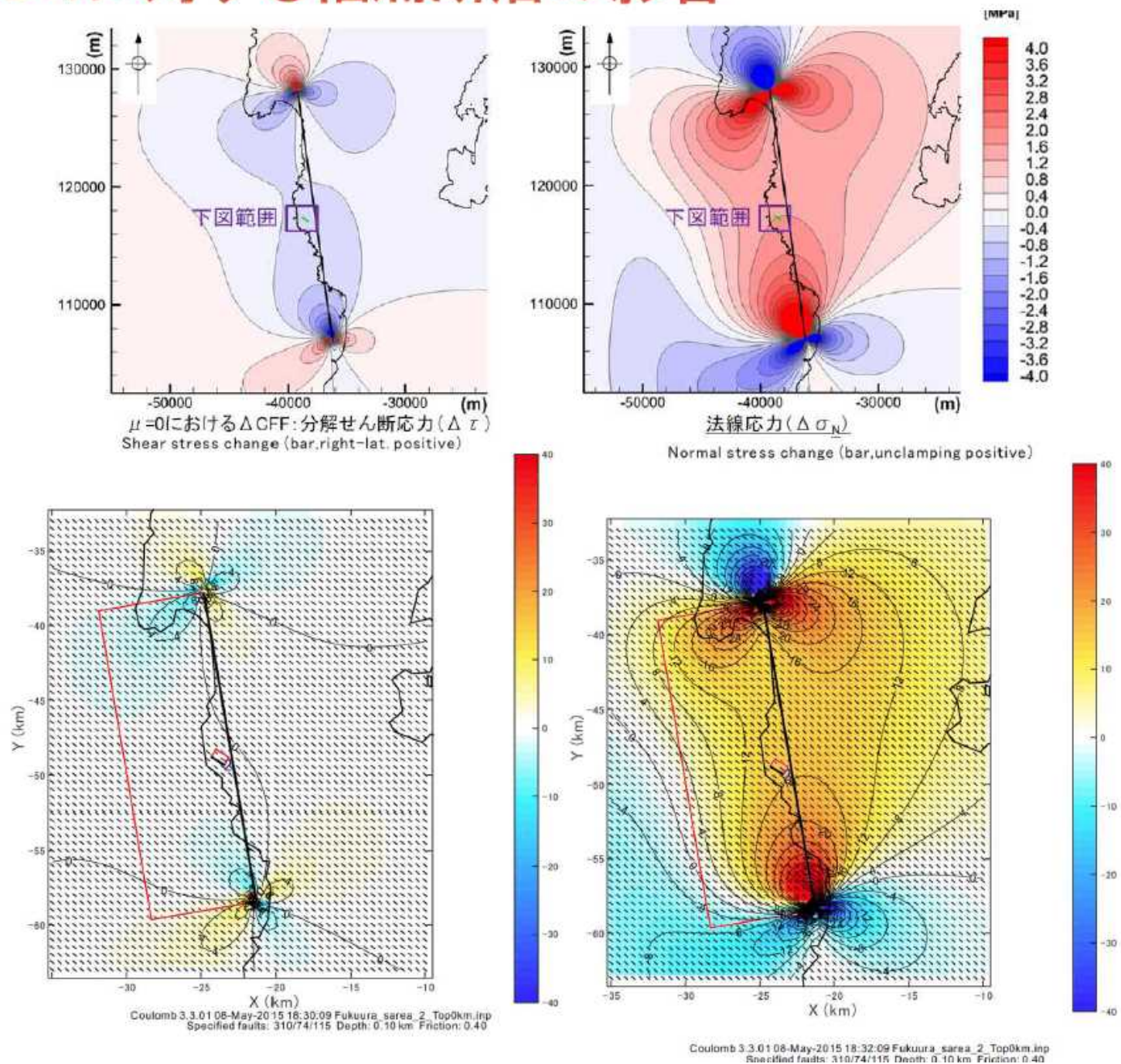


・シームS-1面上の最大せん断方向は、シームS-1全体で左横ずれ断層センスとなり、条線観察結果によるシームS-1の運動方向とは異なる。

・福浦断層及び兜岩沖断層の活動により、シームS-1面上に作用する最大せん断方向は、実際のシームS-1の運動方向に対して抑制側となることから、シームS-1の北西部(旧トレンチ付近)が動きやすいという傾向は認められない。

図90 北陸電力による兜岩沖断層の活動によるs-1周辺への応力変化の検討例

② S-1に対する福浦断層の影響

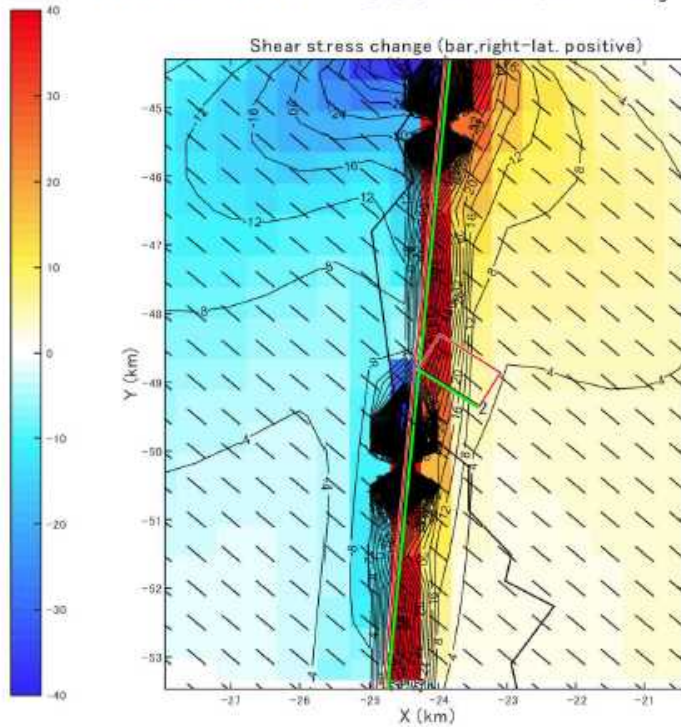


第6回評価会合 (H27.5.13) 資料
「志賀・現調7-1」を引用

計算には Coulomb 3.3
を用いました。

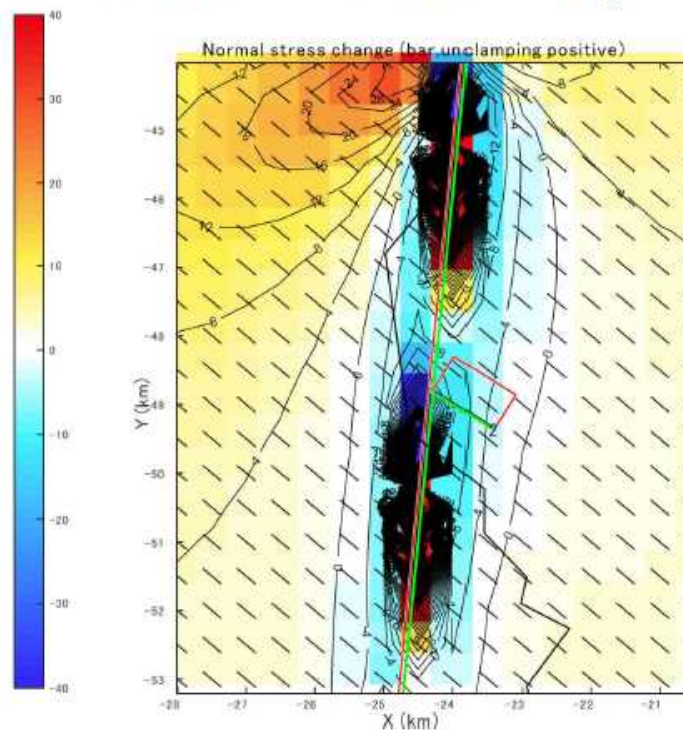
図91 有識者会合による北陸電力の解析結果の検証

地下 100 m における分解剪断応力変化 $\Delta\tau_s$



S-1 に対しては、S-6・S-2の下盤側直近でのみ大きな分解剪断応力が発生。

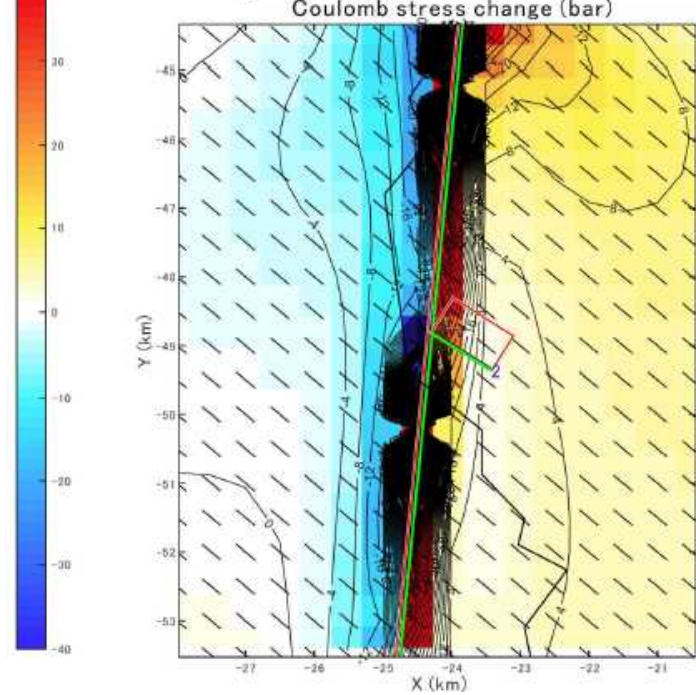
地下 100 m における法線応力変化 $\Delta\sigma_n$



S-1 に対しては、S-6・S-2の下盤側直近で法線応力が小さい。

地下 100 m におけるクーロン応力変化

$$\Delta CFF = \Delta\tau_s + \mu\Delta\sigma_n \quad (\mu=0.4)$$



S-6・S-2の下盤側直近のみでS-1の動きが促進される。

第6回評価会合 (H27.5.13) 資料「志賀・現調7-1」を引用

図92 有識者によるS-2・S-6の活動によるS-1への影響の検討結果

【参考 1】

志賀原子力発電所敷地内の破碎帯の調査に関する経緯

○昭和 63 年 8 月

志賀原子力発電所発電所 1 号機設置許可

シームについては、その延長上で中位段丘面を構成する段丘堆積層に変位・変形が認められないことから、いずれも安全評価上活動性に関して問題となるものではないと判断した。

○昭和 11 年 4 月

志賀原子力発電所発電所 2 号機設置許可

シームについては、その上方延長上で中位段丘面を構成する段丘堆積層に変位、変形が認められないことから、いずれも安全評価上活動性に関して問題となるものではないと判断した。

○平成 21 年 2 月 12 日

旧原子力安全・保安院は、2 号機について耐震バックチェック中間評価をとりまとめ、旧原子力安全委員会に報告。

中間評価では、シームの活動性に関する評価はない。

○平成 22 年 2 月 18 日

旧原子力安全委員会は、旧保安院の中間報告を妥当なものとして認め、決定。

○平成 24 年 7 月 3 日

旧原子力安全・保安院は、東北地方太平洋沖地震後の耐震バックチェック再開の一環として、全国の原子力発電所敷地内の破碎帯について、評価を改めて整理することとし、個々の発電所ごとに審議を開始。

○平成 24 年 7 月 18 日

旧原子力安全・保安院は、地震・津波に関する意見聴取会等

において、専門家からの意見を聴取した結果、志賀原子力発電所敷地内における S-1 破砕帯は活動性がある断層ではないかとの意見が多数で、周辺の断層との関連性も含めた調査の必要性や、地層の年代の議論が必要との意見があったことを受け、追加調査等が必要と判断し、同社に対し、志賀原子力発電所敷地内破砕帯に係る追加調査、周辺の小規模な断層との関連性等の調査計画を策定し提出するよう指示。

○平成 24 年 7 月 25 日

北陸電力は、旧保安院の指示に対して「敷地内破砕帯の追加調査計画」を策定し、旧保安院に提出。

○平成 25 年 12 月 19 日

北陸電力は、「志賀原子力発電所敷地内破砕帯に関する追加調査 調査報告書（最終）」をとりまとめ、原子力規制委員会に提出。

【参考2】

現地調査、評価会合等の開催実績

【平成26年】

- 2月5日（水） 原子力規制委員会
 - ・志賀原子力発電所の敷地内破砕帯の現地調査・評価等を行う有識者会合を開催することを了承。
- 2月14日（金） 事前会合開催
 - ・過去の審議経過、北陸電力による追加調査結果等を説明。
- 2月22日（土）～23日（日） 現地調査実施
- 3月24日（月） 第1回評価会合開催
 - ・敷地内破砕帯の活動性を適切に評価するには、さらに地質調査データが必要である旨、北陸電力に対し指摘。
- 7月11日（金） 第2回評価会合開催
 - ・北陸電力は、データ拡充を行い、敷地内の破砕帯は12～13万年前以降に活動していない旨、改めて説明。
- 10月3日（金） 第3回評価会合開催
 - ・前回会合までに北陸電力から提示されたデータに基づき、有識者間で敷地内破砕帯の活動性についての議論を実施。
- 12月26日（金） 第4回評価会合開催
 - ・前回会合での有識者会合の指摘事項に対し、北陸電力から、拡充されたデータ等に基づいて敷地内の破砕帯が12～13万年前以降に活動していない旨、改めて説明。当会合での議論を整理した上で、次回会合では議論を継続することとした。

【平成27年】

- 2月27日（金） 第5回評価会合開催
 - ・前回会合での有識者会合の指摘事項に対し、北陸電力から、拡充されたデータ等に基づいて敷地内の破砕帯が12～13万年前以降に活動していない旨、改めて説明。次回会合では、有

識者間で敷地内破砕帯の活動性について議論を行うこととした。

○4月17日（金） 第2回現地調査実施

○5月13日（水） 第6回評価会合開催

- ・第5回評価会合までに北陸電力が示した調査結果、第2回現地調査での観察結果、及び第2回現地調査後に北陸電力が追加提出した資料に基づき、敷地内破砕帯の活動性について、有識者間での議論を実施。S-1の北西部、S-2・S-6ともに、M1面段丘堆積物堆積後の活動が否定できないとの意見で概ね一致。

○7月17日（金） 第7回評価会合開催

- ・有識者間で、評価書案について議論を実施。

○11月20日（金） ピア・レビュー会合開催

- ・評価書案についての議論を実施。レビュワーからのコメントについては、有識者会合の責任でまとめる。

【平成28年】

○3月3日（木） 第8回評価会合開催

- ・有識者間で、評価書案について議論を実施。

【参考3】

志賀原子力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）
重松 紀生	産業技術総合研究所 活断層・火山研究部門 地震テクニクス研究グループ 主任研究員
廣内 大助	信州大学 教育学部 教授
藤本 光一郎	東京学芸大学 教育学部 准教授
吉岡 敏和	産業技術総合研究所 活断層・火山研究部門 活断層評価研究グループ 上級主任研究員

【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。