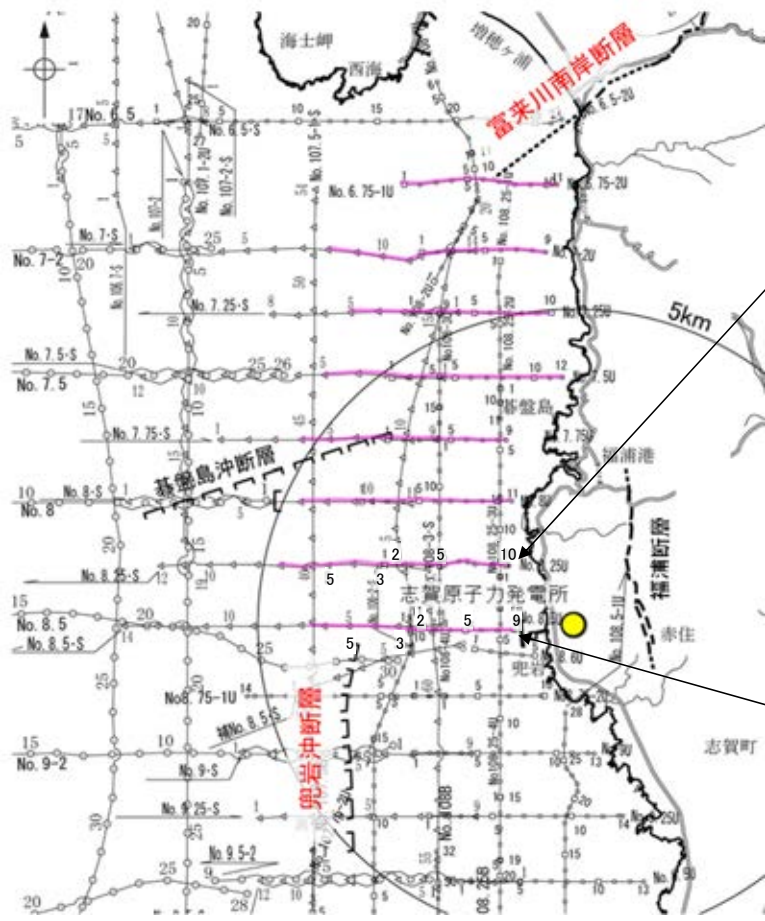


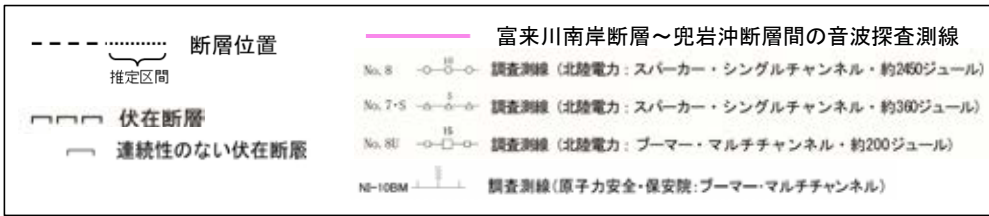
富来川南岸断層～兜岩冲断層間

【No.8.25・S測線, No.8.25U測線, No.8.5・S測線, No.8.5U測線】

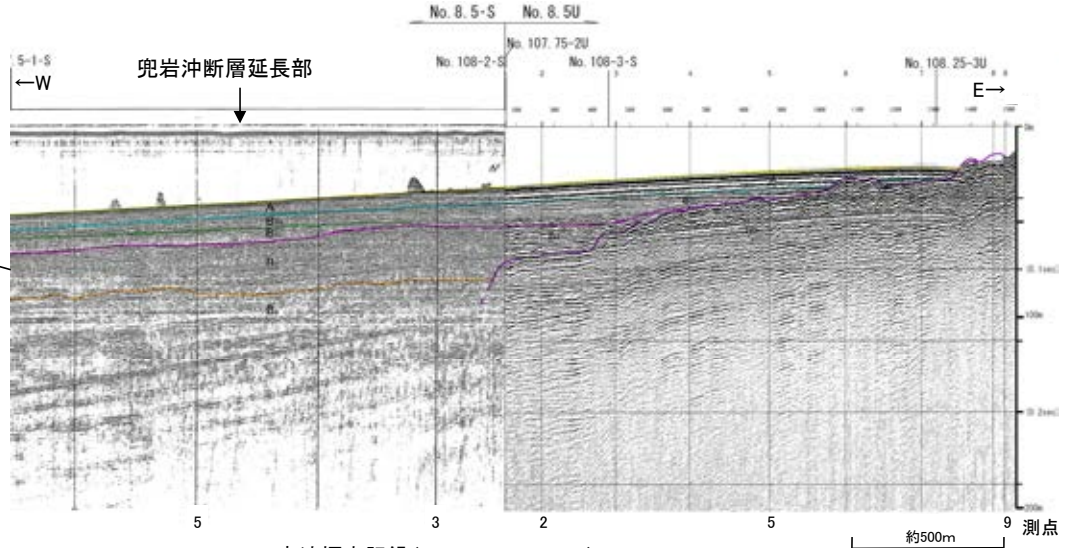
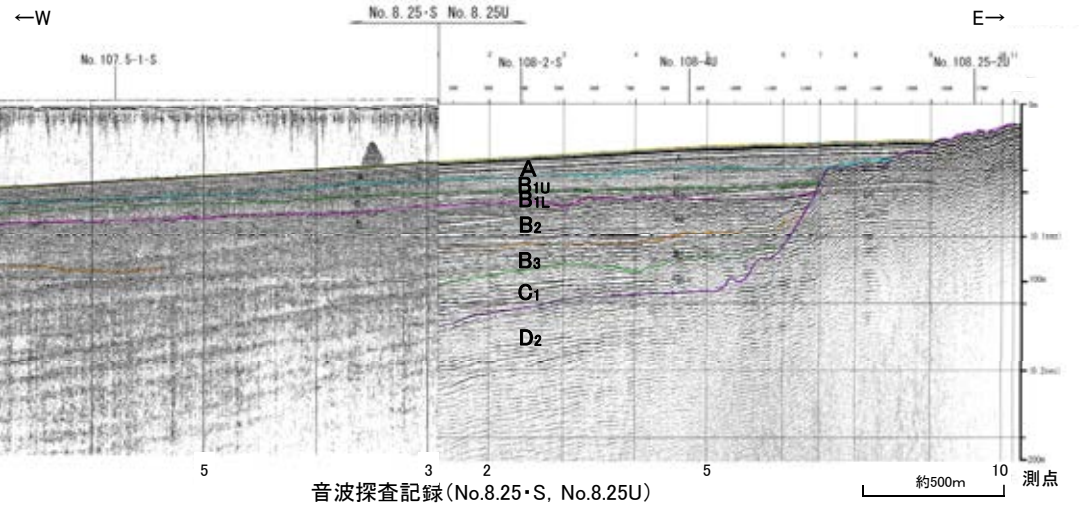


0 5km

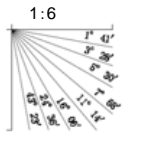
凡例



音波探査測線図



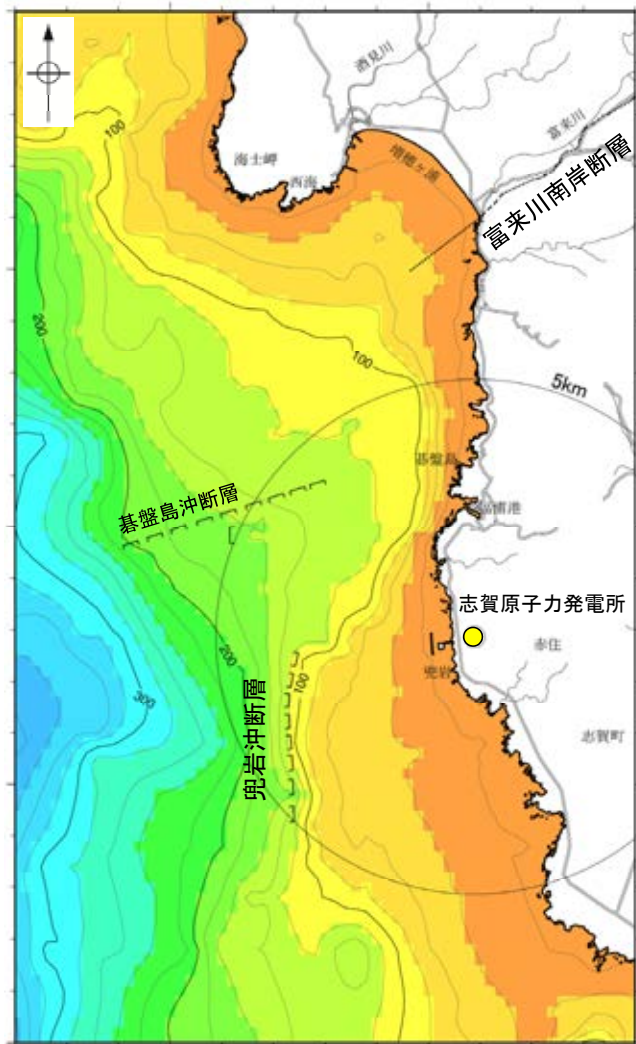
| 地層時代 | 地層層序 |
|------|--------|
| 更新世 | 定常層 A層 |
| | 前期 B1層 |
| | 中期 B2層 |
| 新第三紀 | 前期 B3層 |
| | 前期 C1層 |
| 中新世 | C2層 |
| | D1層 |
| 古第三紀 | D2層 |
| | 第三紀 |



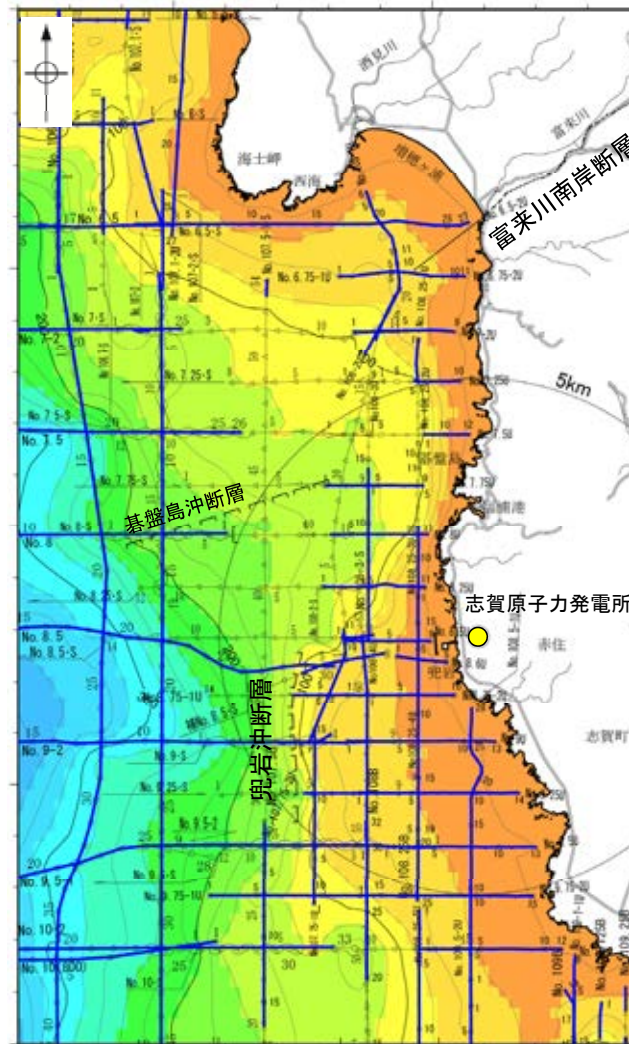
5.15-1-7

富来川南岸断層～兜岩沖断層間の海域の地質構造調査 - 海上音波探査(D₂層上面深度) -

- 富来川南岸断層～兜岩沖断層間において、断層構造の連続性を検討するために、海域のD₂層上面(陸域の岩稲階の別所岳安山岩類に対比)の形状を確認した。
- 富来川南岸断層の海域延長部では、D₂層上面は南西方向に深度を増し、断層を挟んでD₂層上面深度に差は認められない。
- 兜岩沖断層周辺の世界では、D₂層上面は海岸線から断層位置まで緩やかに深度を増し、断層位置で急激に落ち込んでいる。この傾向は兜岩沖断層の北方延長では認められず、より海岸線付近で深度を増している。なお、兜岩沖断層の南方延長では、D₂層上面深度が急激に落ち込むような形状は認められない。
- 以上より、富来川南岸断層～兜岩沖断層間のD₂層上面の形状から、両断層間に連続する構造は推定されない。



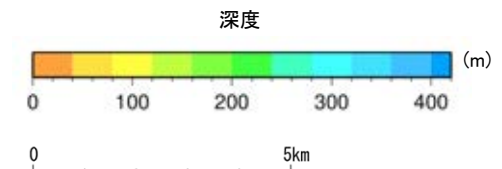
D₂層等深線図



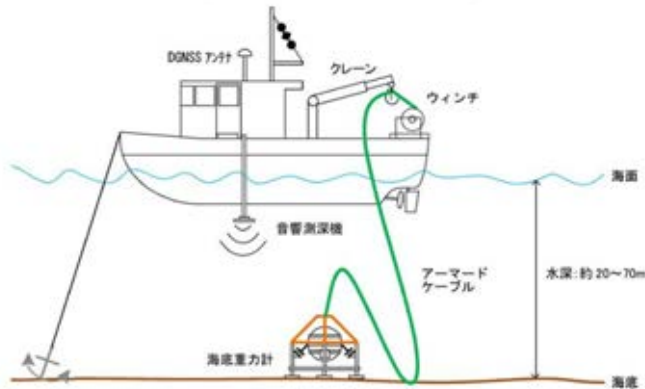
D₂層等深線図
(測線位置とD₂層上面確認位置を加筆)

・左図は、北陸電力のスーパーカーとブーマーによる海上音波探査の解析結果と産業技術総合研究所地質調査総合センター(2009)を用いて、金沢大学・当社が作成したものである。
 ・D₂層の補間処理にあたっては、水深、Q層(A層+B層)、C層、D₁層、D₂層の地層境界深度データから、各層の厚さ分布を作成し、GMT(The Generic Mapping Tools)のsurfaceコマンド(Smith and Wessel, 1990)を使用し、隣接する測線の層厚情報を用いて計算を行った。
 ・D₂層の上面深度0mの位置は、D層に対応する陸域の地質境界線を0mとした。

- 凡 例
- 伏在断層
 - 断層位置
推定区間
 - No. 8 調査測線 (北陸電力: スーパーカー・シングルチャンネル・約2450ジュール)
 - No. 7-5 調査測線 (北陸電力: スーパーカー・シングルチャンネル・約300ジュール)
 - No. 10 調査測線 (北陸電力: ブーマー・マルチチャンネル・約200ジュール)
 - D₂層確認位置



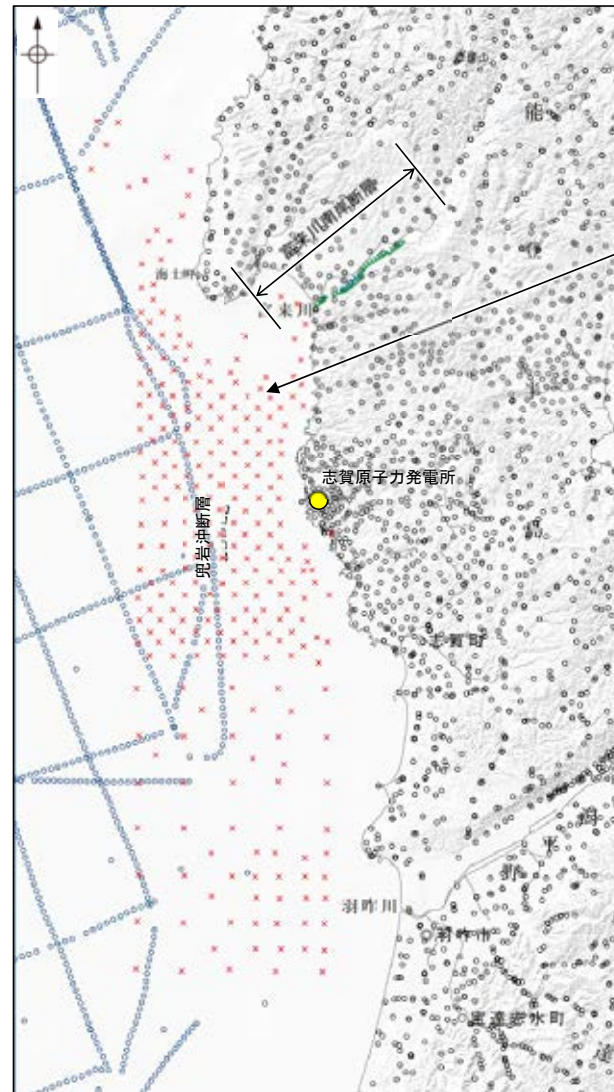
○能登半島の重力異常については、村田ほか(2018)により編集されているが、富来川南岸断層～兜岩沖断層間の海域を含む能登半島西岸の沿岸域は重力測定の空白域となっていた。
○このことから、能登半島西岸の海岸線沿い約40km×沖合い約10kmの海域で、陸上重力計と同程度の高精度なデータを取得可能な海底重力計を用いた海底重力探査(測定点数:275点)を実施した。



| 項目 | 仕様 |
|----------|-----------------------------|
| 測定分解能 | 0.001mGal [※] |
| 測定レンジ | 8,000mGal |
| 測定可能傾斜範囲 | ±25°以内 |
| 容器耐圧水深 | 600m |
| 大きさ | H92cm×W86cm×L86cm |
| 重量 | 約190kg (空中) 約100kg (海中) |
| 入力電圧 | DC24V DC36~75V (ケーブル接続時) |

※: 陸上重力計と同程度。
(なお、船上重力計の測定精度は1mGal程度(駒澤, 2003))

測定に用いられたINO海底重力計の測定概要図及び仕様
(石田ほか(2018)に一部加筆)



重力測定点分布
(村田ほか(2018)を一部編集, 海底重力測定点・断層線を加筆)

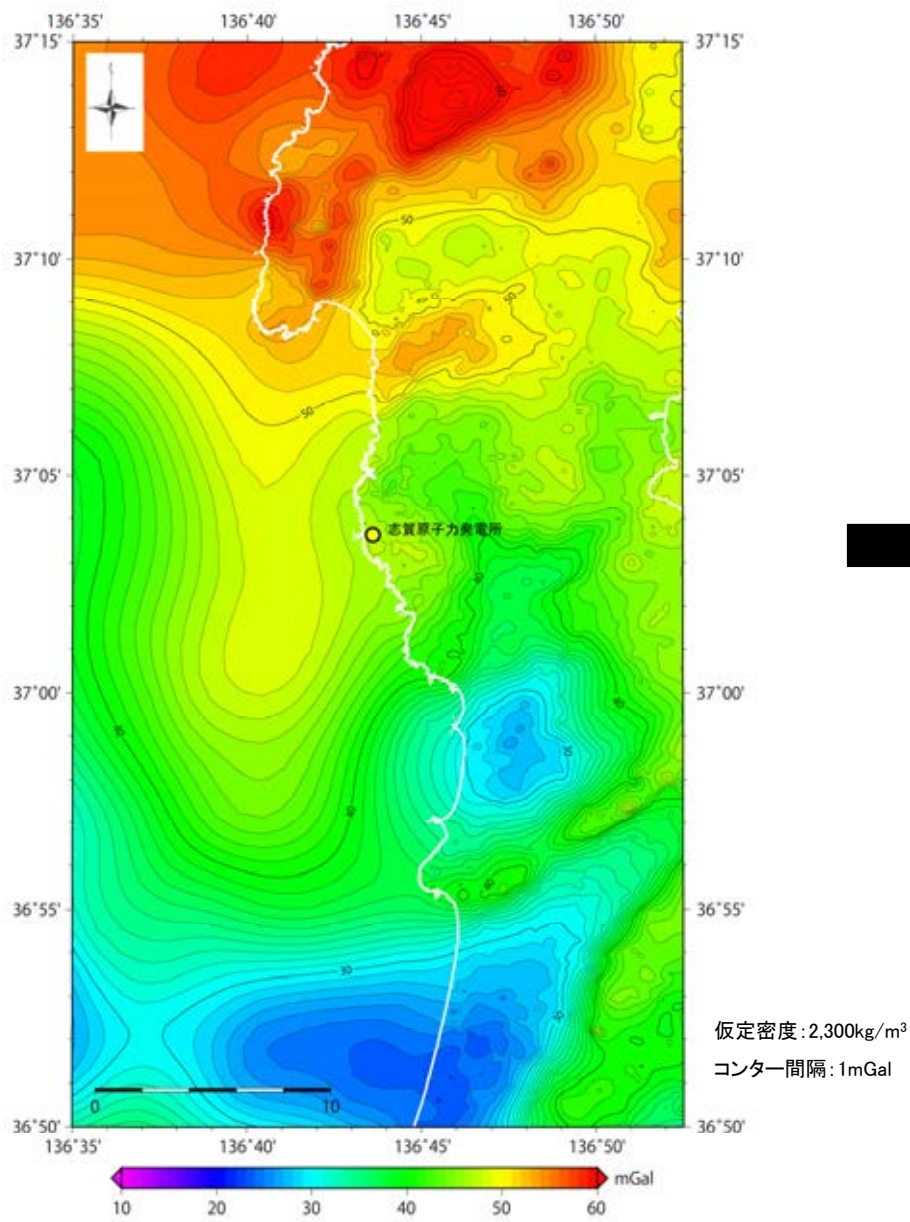
富来川南岸断層～兜岩沖断層間の海域を含む能登半島西岸の沿岸域は、重力測定が実施されていない空白域であったことから、海底重力計による測定を実施した。

凡例

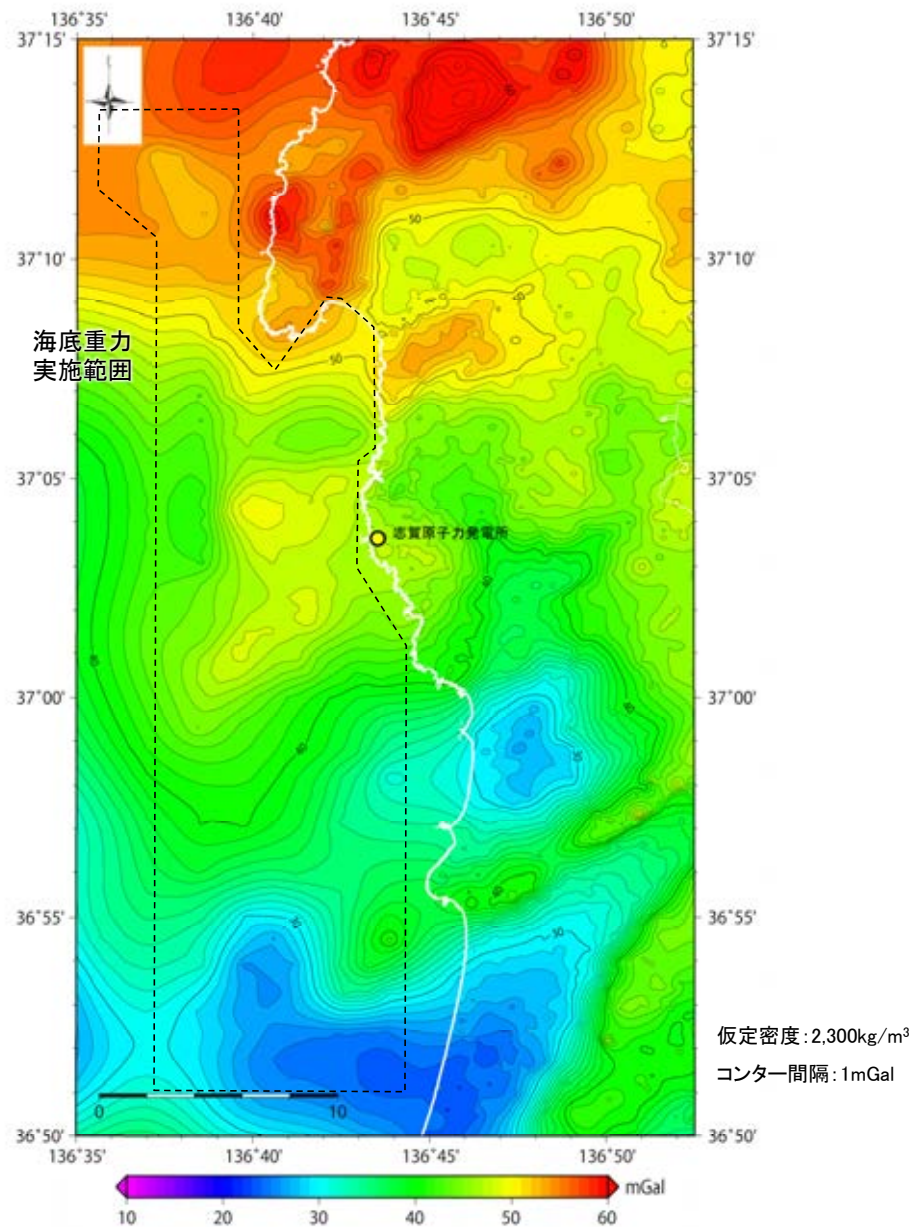
- 重力測定点
(黒: 陸上重力, 青: 船上重力)
- × 海底重力測定点(275点)
- [リニアメント・変動地形]
- Lc (変動地形である可能性が低い)
- Ls (変動地形である可能性は非常に低い)
- ケバは低下側を示す。
- □ □ 伏在断層



○陸上重力計と同程度の精度を有する海底重力計を用いて、海底重力探査を実施し、従来に比べ高精度のブーゲー異常図を作成した(石田ほか, 2018)。



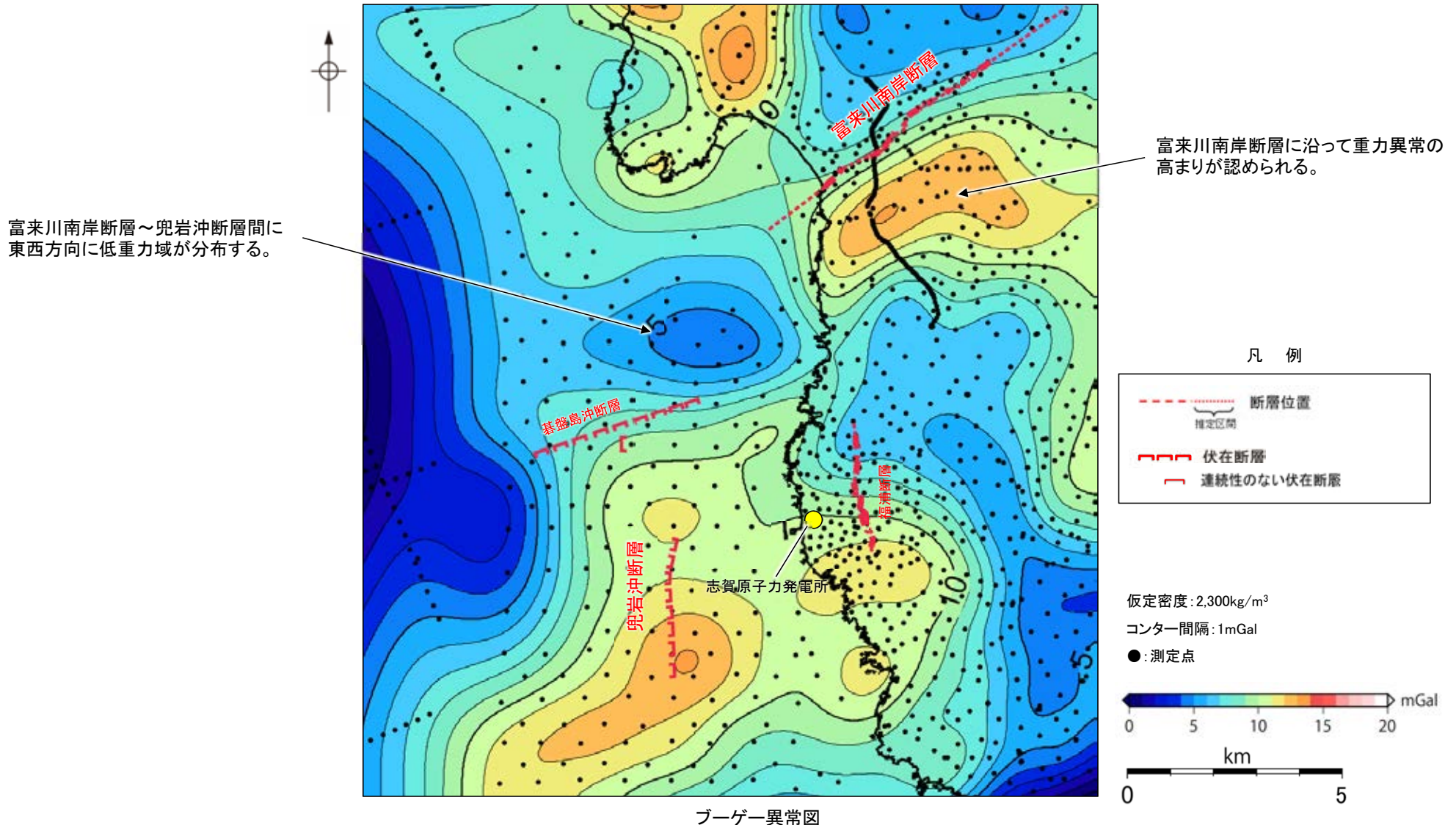
ブーゲー異常図
(海底重力探査結果なし; 石田ほか(2018))



ブーゲー異常図
(海底重力探査結果を含む; 石田ほか(2018)に一部加筆)

富来川南岸断層～兜岩沖断層間の海域の地質構造調査 - 海底重力探査(地質構造の検討) -

○高精度のブーゲー異常図によれば、富来川南岸断層に沿って南側に重力異常の高まりが認められるが、南西方海域の兜岩沖断層との間には、東西方向に低重力域が分布しており、富来川南岸断層と兜岩沖断層が連続するような重力構造は認められない。
○また、同データを用いた重力勾配テンソル解析の結果からも、富来川南岸断層の地下構造は、周囲の断層と連続構造を示さない(Hiramatsu et al., 2019)。



・上図は、陸域は本多ほか(2012)、国土地理院(2006)、The Gravity Research Group in Southwest Japan (2001)、Yamamoto et al. (2011)、Hiramatsu et al. (2019)、海域は産業技術総合研究所地質調査総合センター(2013)、石田ほか(2018)を用いて、金沢大学・当社が作成した。
・ブーゲー異常図は、対象とする断層の規模、調査密度を考慮し、平面トレンド成分の除去及び遮断波長3kmのローパスフィルター処理を行っている。
・なお、フィルター処理については、富来川南岸断層の地下構造について議論しているHiramatsu et al. (2019)を参考にした。

富来川南岸断層～兜岩沖断層間の海域の地質構造調査 ーまとめー

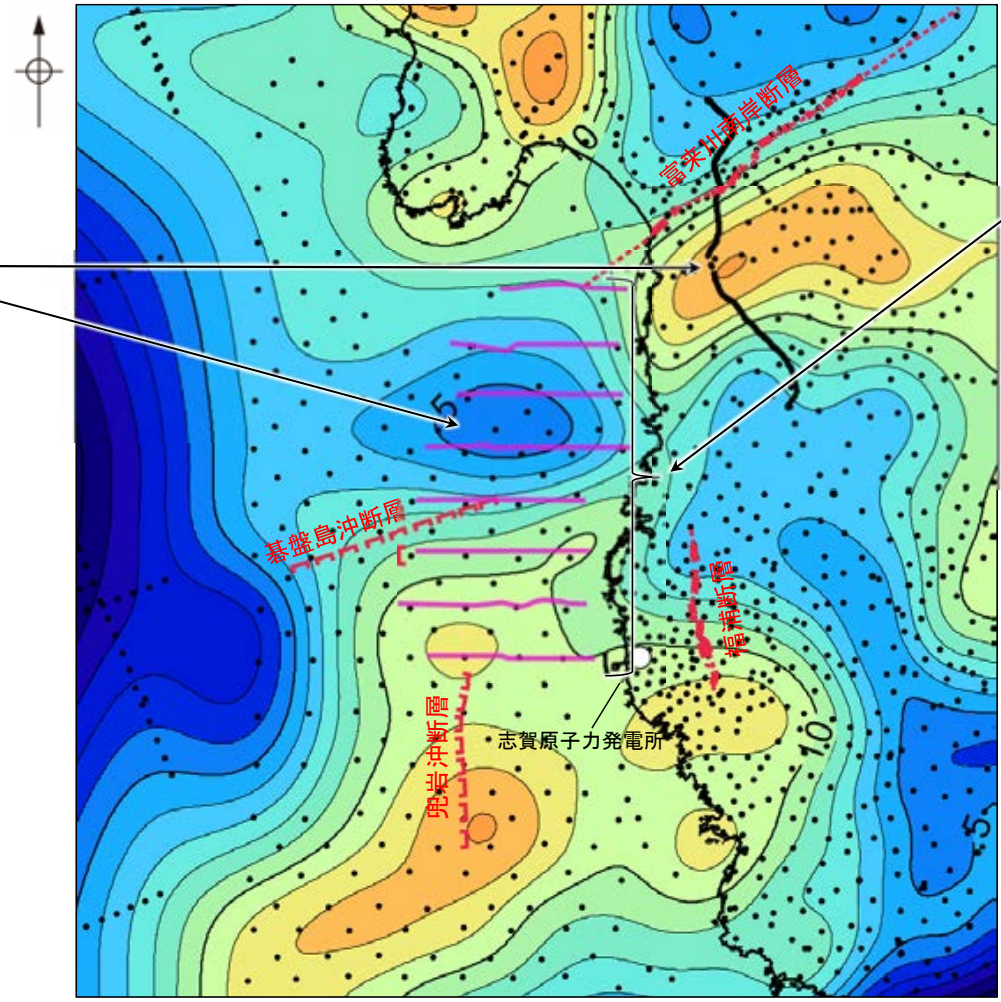
○富来川南岸断層～兜岩沖断層間における海域の地質構造について、海上音波探査、海底重力測定による重力異常データにより、以下の結果を得た。

- ・海上音波探査の結果、富来川南岸断層～兜岩沖断層間の海底において、いずれの地層にも断層が推定できるような変位、変形は認められない。また、断層構造の連続性を検討するために、海域のD₂層上面の形状を確認した結果、富来川南岸断層から兜岩沖断層に連続する構造は推定されない。
- ・重力探査結果から作成したブーゲー異常図から、富来川南岸断層に沿って南側に重力異常の高まりが認められるが、南西方海域の兜岩沖断層との間には連続する重力構造は認められない。

○これらを踏まえると、富来川南岸断層から兜岩沖断層に連続する構造は認められず、文献により指摘された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は認められない。

【重力探査】
富来川南岸断層に沿って南側に重力異常の高まりが認められるが、兜岩沖断層との間には連続する構造は認められない。

【海上音波探査】
・いずれの地層にも断層が推定できるような変位、変形は認められない。
・海域のD₂層上面の形状を確認した結果、富来川南岸断層から兜岩沖断層に連続する構造は推定されない。



凡例

- 断層位置 (推定区間)
- 伏在断層
- 連続性のない伏在断層
- 海上音波探査測線

仮定密度: 2,300kg/m³
コンター間隔: 1mGal
●: 測定点

0 5 10 15 20 mGal

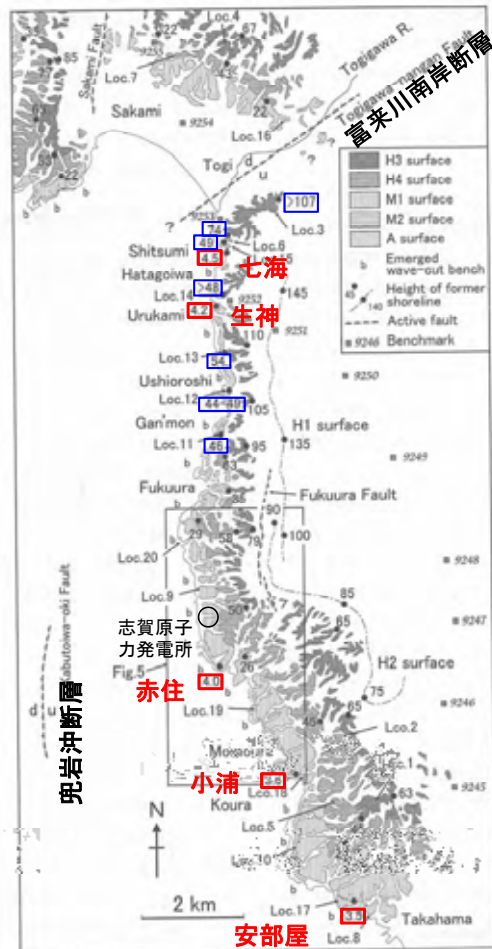
0 5 km

ブーゲー異常図

・上図は、陸域は本多ほか(2012)、国土地理院(2006)、The Gravity Research Group in Southwest Japan (2001)、Yamamoto et al. (2011)、Hiramatsu et al. (2019)、海域は産業技術総合研究所地質調査総合センター(2013)、石田ほか(2018)を用いて、金沢大学・当社が作成した。
・ブーゲー異常図は、対象とする断層の規模、調査密度を考慮し、平面トレンド成分の除去及び遮断波長3kmのローパスフィルター処理を行っている。
・なお、フィルター処理については、富来川南岸断層の地下構造について議論しているHiramatsu et al.(2019)を参考にした。

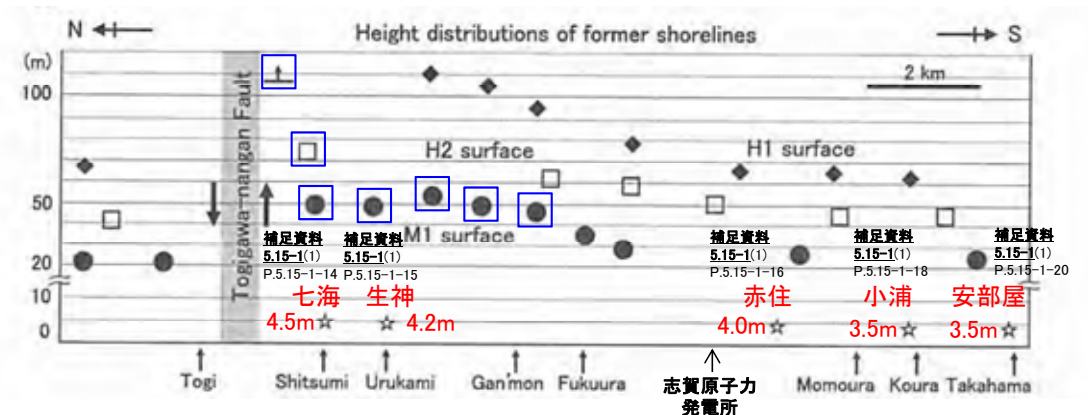
(参考) 富来川南岸断層～兜岩沖断層間の地形面の地質調査 - 海岸地形(A面・離水ベンチ) -

- 能登半島西岸域において、渡辺ほか(2015)は、完新世に形成された2段に大別されるベンチ(低位から離水ベンチ, A面)が、間欠的な隆起を示唆すると指摘しており、これを富来川南岸断層から兜岩沖断層に連続する構造を推定する根拠としている。
- このA面と離水ベンチの関係を検討するため、A面においてボーリング、トレンチ調査を行った結果、赤住、小浦、安部屋のA面は、下位のベンチとほぼ同程度の高さ(標高約2m)である海成堆積物や岩盤の上面を人工改変土や陸成堆積物が覆っている地形面であることを確認した。
- また、七海、生神のA面は、河川により侵食されたと考えられる岩盤を、陸成堆積物が厚く覆っていることから、間欠的な隆起に関して検討対象となる地形面ではないことを確認した。
- 上記の調査結果から、本地域において完新世の2段のベンチは認められないと評価した。

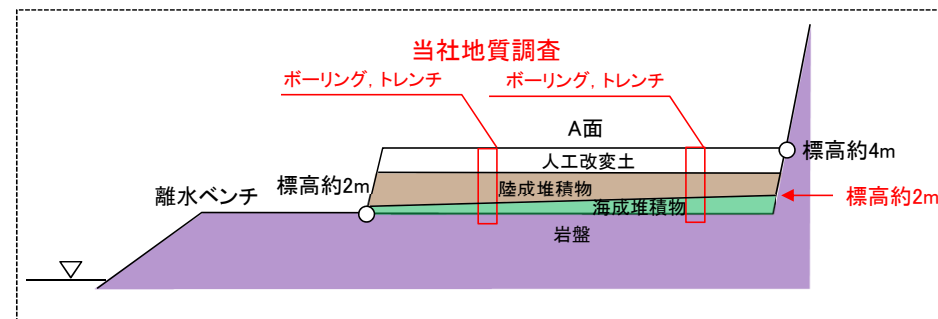


能登半島西岸域の海成段丘面分類図
(渡辺ほか, 2015に一部加筆)

・渡辺ほか(2015)が示すM1面, H面のうち、富来川南岸断層南方の地形面(左図及び右図に青枠で示した地点)については、当社の調査の結果、表層に厚い風成砂層や河川堆積物が分布することから、海成段丘面ではなく古砂丘、古期扇状地面であると評価した(第1064回審査会合 資料1 P.209～212)。



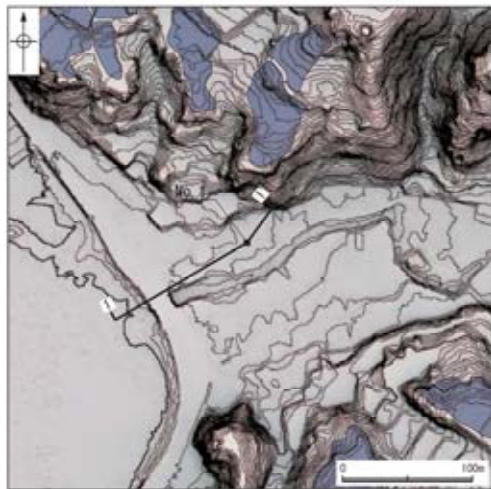
海成段丘面の旧汀線高度分布
(渡辺ほか(2015)を編集, 一部加筆)



当社地質調査結果に基づくA面と離水ベンチの関係

【海岸地形の調査結果】 しつみ (七海地点)

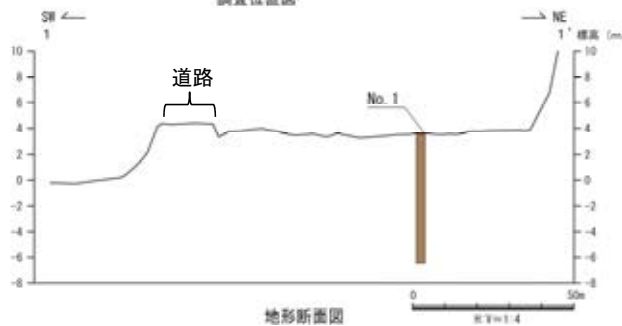
- 七海地点における地形面を構成する地層は、上位より、シルト質砂層、砂礫層、シルト混じり砂層等である。
- シルト質砂層は、シルトを主体とする層相であり、波の営力を受けていない地層と推定されることから、陸成堆積物と判断した。
- 砂礫層は、一部で比較的淘汰のよい砂層を挟むが、全体として基質の淘汰が悪い砂礫層が主体であり、波の営力による分級作用を受けていないと推定されることから、陸成堆積物と判断した。
- シルト混じり砂層は、植物根をしばしば含むことから、陸成堆積物と判断した。
- また、本地形面は河川沿いに位置する。
- よって、本地点は、岩盤が河川により侵食され、陸成堆積物が厚く分布することから、間欠的な隆起に関して検討対象となる地形面ではないことを確認した。



調査位置図



柱状図
凡例



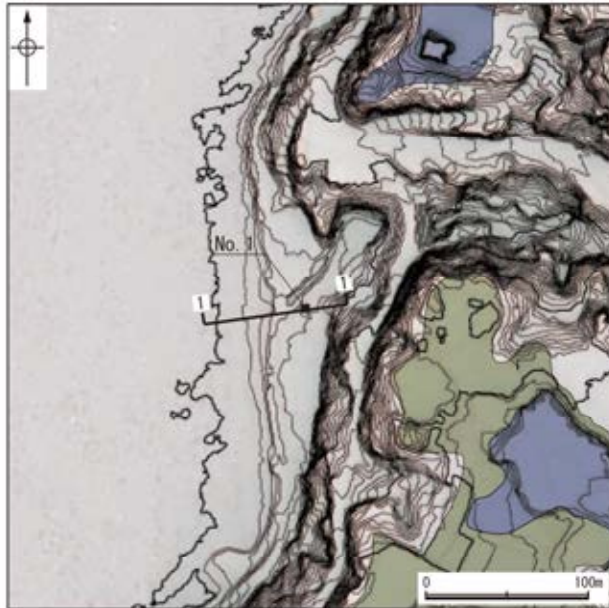
地形断面図



コア写真

【海岸地形の調査結果】 うるかみ (生神地点)

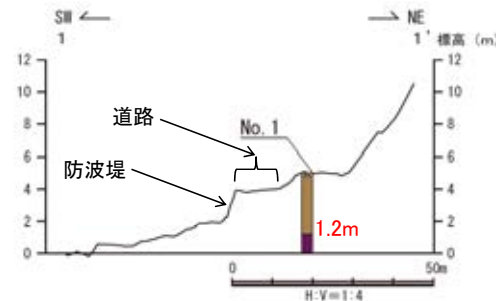
- 生神地点における地形面を構成する地層は、上位より人工改変土、礫混じり粘土層、砂礫層である。
- 礫混じり粘土層は、粘土を主体とし、波の営力を受けていない地層と推定されることから、陸成堆積物と判断した。
- 砂礫層は、基質がシルト混じり砂～極粗粒砂からなり淘汰が悪く、波の営力による分級作用を受けていないと推定されることから、陸成堆積物と判断した。
- また、本地形面は河口付近に位置する。
- よって、本地点は、河川により侵食されたと考えられる岩盤上面を、直接人工改変土や陸成堆積物が覆っていることから、間欠的な隆起に関して検討対象となる地形面ではないことを確認した。



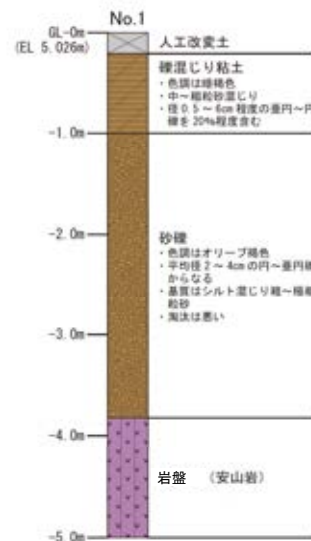
調査位置図

凡例

| 【調査位置図】 | 【地形断面図】 | 【柱状図】 |
|-------------|---------|-------|
| 古砂丘 | 人工改変土 | 粘土 |
| 古期扇状地面 | 陸成堆積物 | 砂礫 |
| ・No. 1 調査位置 | 岩盤 | 礫混じり |
| 1/1 断面線 | | 人工改変土 |
| | | 陸成堆積物 |
| | | 海成堆積物 |
| | | 岩盤 |



地形断面図



柱状図

深度 (m)



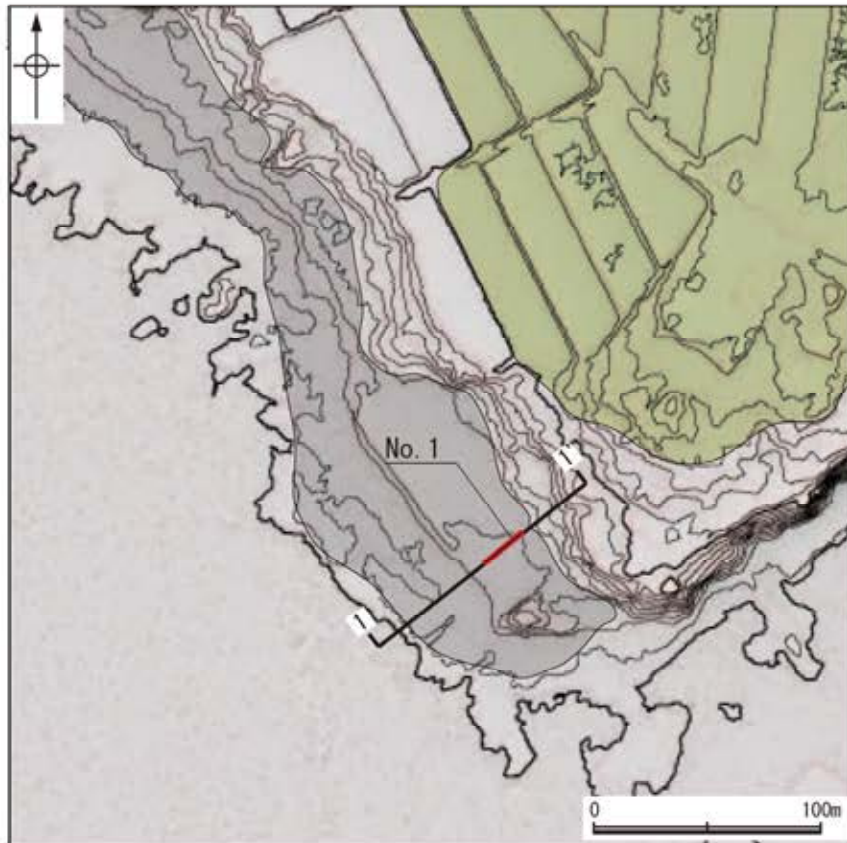
コア写真

深度 (m)

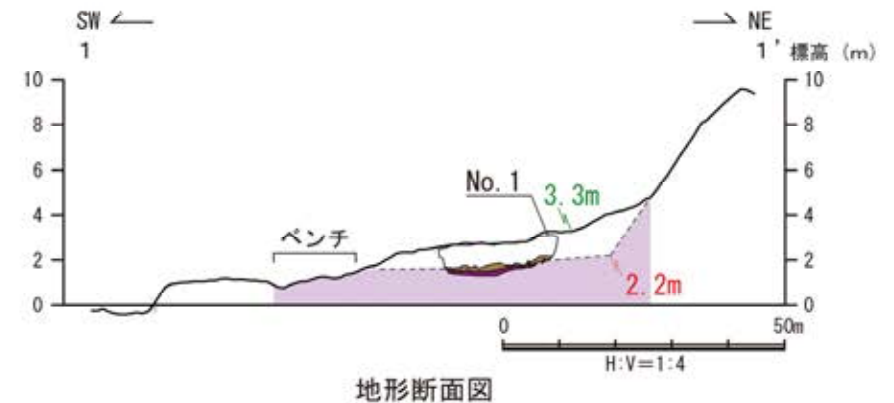
【海岸地形の調査結果】

あかすみ
(赤住地点)

- 赤住地点における地形面(当社の沖積段丘面に対応)を構成する地層は、人工改変土、砂礫層であり、砂礫層は腐植質で炭化木片を含む部分が多いことから、陸成堆積物(被覆層)と判断した。
- よって、本地点は、下位のベンチからほぼ同程度の高さ(標高約2m)で連続する岩盤の上面を、人工改変土や陸成堆積物が覆っている地形面である。



調査位置図



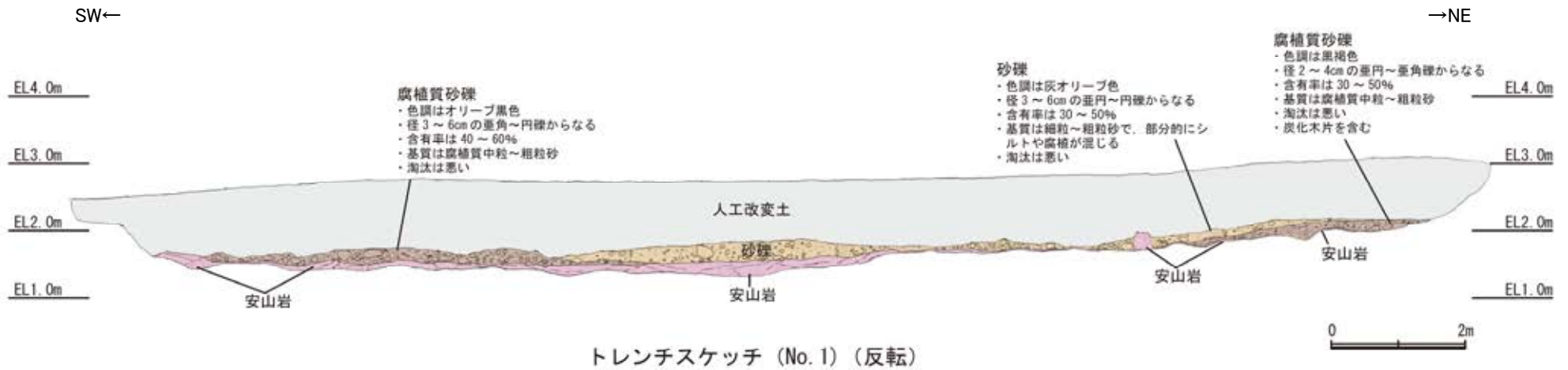
地形断面図

凡 例

| [調査位置図] | | [地形断面図] | |
|---------|------------|---------|-------------|
| | 中位段丘I面 | | 人工改変土 |
| | 沖積段丘面 | | 陸成堆積物(被覆層) |
| | No. 1 調査位置 | | 岩盤 |
| | 1' 断面線 | | 23m 段丘面内縁標高 |
| | | | 20.0m 旧汀線高度 |

富来川南岸断層～兜岩沖断層間

(赤住地点 南東壁面 トレンチスケッチ, 写真)



凡 例

| | |
|--|-----------------|
| | 人工改変土 |
| | 陸成堆積物 (被覆層) (1) |
| | 陸成堆積物 (被覆層) (2) |
| | 岩盤 |

【海岸地形の調査結果】 おうら (小浦地点)

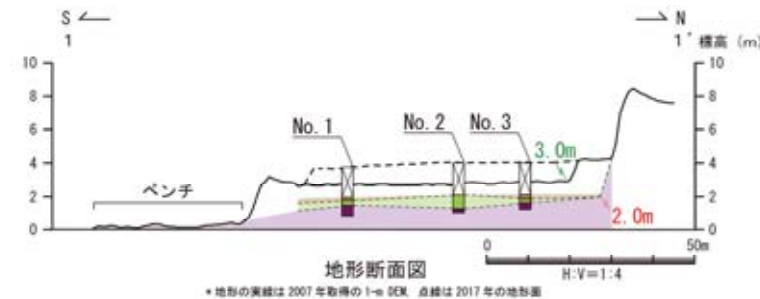
- 小浦地点における地形面(当社の沖積段丘面に対応)を構成する地層は、上位より、人工改変土、礫混じり～砂質シルト層、シルト混じり細粒砂層、砂礫層である。
- 礫混じり～砂質シルト層は、シルトを主体とし、波の営力を受けていない地層と推定されることから、陸成堆積物(被覆層)と判断した。
- また、シルト混じり細粒砂層は砂質で淘汰が中程度であること、砂礫層は、基質が中粒～細粒砂からなることから、海成堆積物と判断した。
- よって、本地点は、下位のベンチからほぼ同程度の高さ(標高約2m)で連続する岩盤及び海成堆積物の上面を、人工改変土や陸成堆積物が覆っている地形面である。



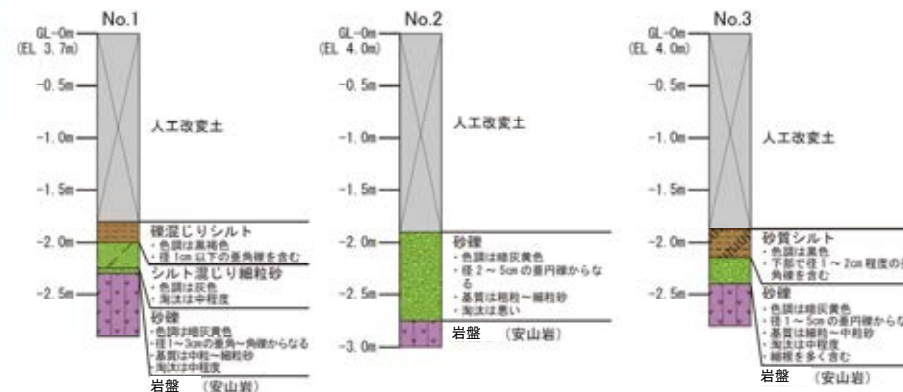
調査位置図

凡例

| 【調査位置図】 | 【地形断面図】 | 【柱状図】 |
|------------|-------------|------------|
| 中位段丘I面 | 人工改変土 | シルト |
| 沖積段丘面 | 陸成堆積物(被覆層) | 砂 |
| ●No.1 調査位置 | 海成堆積物 | 砂礫 |
| 1:1 断面縮 | 岩盤 | シルト混じり |
| | 23m 段丘面内縁標高 | 砂質 |
| | 20.0m 旧灯標高度 | 礫混じり |
| | | 人工改変土 |
| | | 陸成堆積物(被覆層) |
| | | 海成堆積物 |
| | | 岩盤 |



地形断面図
*地形の測線は2007年取得の1:5000、点線は2017年の地形図



柱状図

(小浦地点 コア写真)



No.1 コア写真

深度0.0～0.15m, 深度1.0～1.05m及び深度2.0～2.15mは, コアサンプラーの打撃により圧縮されているため, 見掛け上コアが欠如している。



No.2 コア写真

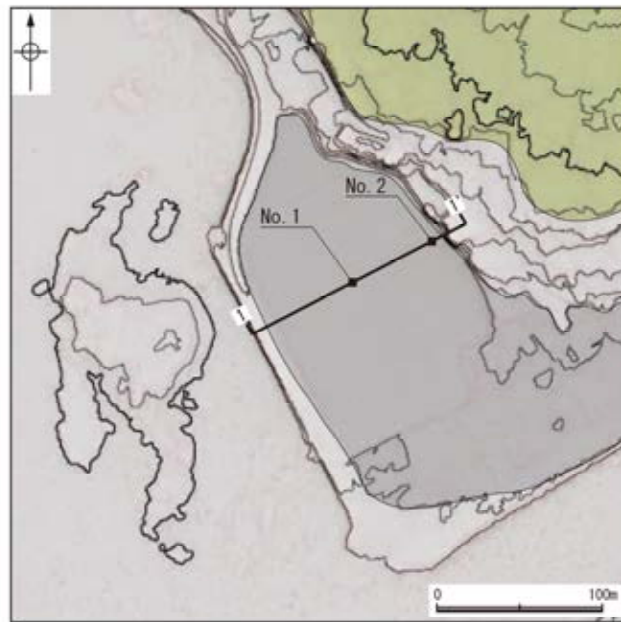
深度0.0～0.1m及び深度2.0～2.22mは, コアサンプラーの打撃により圧縮されているため, 見掛け上コアが欠如している。



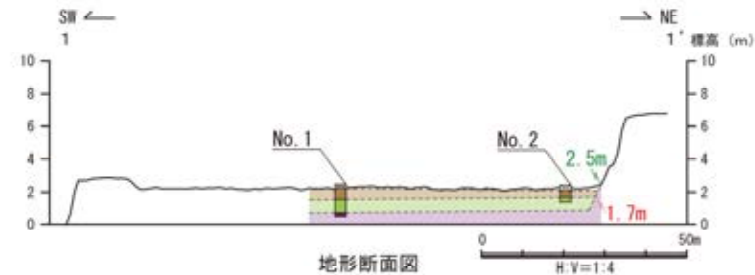
No.3 コア写真

【海岸地形の調査結果】 (安部屋地点)

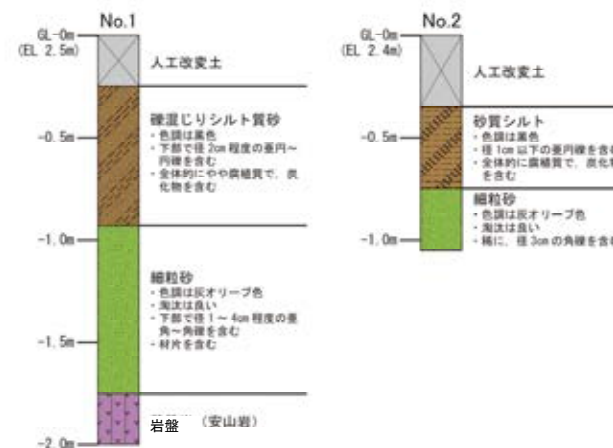
- 安部屋地点における地形面(当社の沖積段丘面に対応)を構成する地層は、上位より、人工改変土、礫混じりシルト質砂～砂質シルト層、細粒砂層である。
- 礫混じりシルト質砂～砂質シルト層は、全体的に腐植質で炭化物を含むことから、陸成堆積物(被覆層)と判断した。
- また、細粒砂層は、砂が主体で淘汰が良いことから、海成堆積物と判断した。
- よって、本地点は、周辺のベンチとほぼ同程度の高さ(標高約2m)で分布する海成堆積物の上面を、人工改変土や陸成堆積物が覆っている地形面である。



調査位置図
凡例



地形断面図



柱状図

富来川南岸断層～兜岩冲断層間

(安部屋地点 コア写真)



No.1 コア写真

深度0.0～0.28m及び深度1.0～1.29mは、コアサンプラーの打撃により圧縮されているため、見掛け上コアが欠如している。



No.2 コア写真

深度0.0～0.44mは、コアサンプラーの打撃により圧縮されているため、見掛け上コアが欠如している。

余白

補足資料5. 16－1

鉍物脈法(薄片観察)による活動性評価結果

鉱物脈法(薄片観察)による活動性評価結果 -S-1~S-5-

| 評価対象断層 | 評価地点 | | | 評価に用いた鉱物脈 | 断層活動(最新面及び最新ゾーン)と鉱物脈の関係 | | | 評価結果 | |
|-----------|---------------|-----|---------|-----------|-------------------------|------|------|--|---|
| | | | | | 断層の年代 | 最新面 | | | 最新ゾーン |
| | 孔名 | 薄片名 | 確認範囲 | | | 最新面1 | 最新面2 | | |
| S-1 | H-6.7孔 | 薄片① | 範囲A | I/S混合層 | Ⓐ | ○ | — | — | ・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面1を横断して分布し、最新面1が不連続になっており、不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められないことから、S-1(最新面1)の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。 |
| | | | 範囲B | I/S混合層 | Ⓐ | — | △ | — | ・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面2付近に分布し、最新面2が不連続になるものの、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面2を明瞭に横断しておらず、最新面2と粘土鉱物(I/S混合層)との切り合い関係が不明確である。 |
| | | 薄片② | 範囲A | I/S混合層 | Ⓐ | ○ | — | — | ・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を横断して分布し、最新面が不連続になっており、不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められないことから、S-1の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。 |
| | | | 範囲B | I/S混合層 | Ⓐ | — | ○ | — | ・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を横断して分布し、最新面が不連続になっており、不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められないことから、S-1の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。 |
| | H-6.6-1孔 | 薄片① | 範囲A | I/S混合層 | Ⓐ | ○ | — | — | ・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を横断して分布し、最新面が不連続になっており、不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められないことから、S-1の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。 |
| | | | 範囲B | I/S混合層 | Ⓐ | — | ○ | — | ・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を横断して分布し、最新面が不連続になっており、不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められないことから、S-1の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。 |
| | M-12.5"孔 | 薄片① | 範囲A | 碎屑岩脈 | Ⓐ | ○ | — | ○ | ・碎屑岩脈が最新面及び最新ゾーン全体を横断して分布し、横断箇所に変位・変形は認められないことから、S-1の最新活動は、碎屑岩脈の形成以前である。 |
| | | | 範囲B | 碎屑岩脈 | Ⓐ | — | ○ | | |
| | 岩盤調査坑 No.25切羽 | 薄片① | 範囲A | I/S混合層 | Ⓐ | — | △ | — | ・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面付近に分布し、最新面が不連続になるものの、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を明瞭に横断しておらず、最新面と粘土鉱物(I/S混合層)との切り合い関係が不明確である。 |
| | H-6.5-2孔 | 薄片① | 範囲A | I/S混合層 | Ⓐ | △ | — | — | ・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面1付近に分布し、最新面1が不連続になるものの、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面1を明瞭に横断しておらず、最新面1と粘土鉱物(I/S混合層)との切り合い関係が不明確である。 |
| 範囲B | | | I/S混合層 | Ⓐ | — | △ | — | ・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面2付近に分布し、最新面2が不連続になるものの、薄片作成時等の乱れの影響を受けている可能性があり、最新面2と粘土鉱物(I/S混合層)との切り合い関係が不明確である。 | |
| K-10.3SW孔 | 薄片① | 範囲A | I/S混合層 | Ⓐ | ○※ | — | — | ・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面1を横断して分布し、最新面1が不連続になっており、不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められない。 ※同一孔(K-10.3SW孔)において、最新面2と粘土鉱物(I/S混合層)との切り合い関係を明確にできなかったことから、範囲AだけではS-1の最新活動による変位・変形がないことが確認できないと判断した。 | |
| | | 範囲B | I/S混合層 | Ⓐ | — | △ | — | ・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面2付近に分布し、最新面2が不連続になるものの、薄片作成時等の乱れの影響を受けている可能性があり、最新面2と粘土鉱物(I/S混合層)との切り合い関係が不明確である。 | |
| S-2・S-6 | F-8.5'孔 | 薄片① | 範囲A | I/S混合層 | Ⓐ | ○ | — | ・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を横断して分布し、最新面が不連続になっており、不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められない。 また、この不連続箇所において、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を遮るように高角度で分布し、この粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められないことから、S-2・S-6の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。 | |
| | K-6.2-2孔 | 薄片① | 範囲A | I/S混合層 | Ⓐ | ○ | ○ | — | ・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を横断して分布し、最新面が不連続になっており、不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められないことから、S-2・S-6の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。 |
| | | | 範囲B | I/S混合層 | Ⓐ | — | △ | — | ・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面付近に分布し、最新面が不連続になるものの、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を明瞭に横断しておらず、最新面と粘土鉱物(I/S混合層)との切り合い関係が不明確である。 |
| E-8.5-2孔 | 薄片① | 範囲A | I/S混合層 | Ⓐ | — | △ | — | ・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面付近に分布し、最新面が不連続になるものの、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を明瞭に横断しておらず、最新面と粘土鉱物(I/S混合層)との切り合い関係が不明確である。 | |
| S-4 | E-8.60孔 | 薄片① | 範囲A | I/S混合層 | Ⓐ | ○ | — | — | ・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を横断して分布し、最新面が不連続になっており、不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められないことから、S-4の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。 |
| | | | 範囲A | I/S混合層 | Ⓐ | ○ | △ | — | ・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面1を横断して分布し、最新面1が不連続になっており、不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められないことから、S-4(最新面1)の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。 また、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面2付近に分布し、最新面2が不連続になるものの、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面2を明瞭に横断しておらず、最新面2と粘土鉱物(I/S混合層)との切り合い関係が不明確である。 |
| | E-8.50"孔 | 薄片② | 範囲A | I/S混合層 | Ⓐ | ○ | ○ | — | ・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を横断して分布し、最新面が不連続になっており、不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められないことから、S-4の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。 |
| | | | 範囲B | I/S混合層 | Ⓐ | — | ○ | — | ・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を横断して分布し、最新面が不連続になっており、不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められないことから、S-4の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。 |
| | E-11.1SE-2孔 | 薄片① | 範囲A | I/S混合層 | Ⓐ | △ | — | — | ・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面付近に分布し、最新面が不連続になるものの、薄片作成時等の乱れの影響を受けている可能性があり、最新面と粘土鉱物(I/S混合層)との切り合い関係が不明確である。 |
| 範囲B | | | I/S混合層 | Ⓐ | △ | △ | — | ・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面付近に分布し、最新面が不連続になるものの、薄片作成時等の乱れの影響を受けている可能性があり、最新面と粘土鉱物(I/S混合層)との切り合い関係が不明確である。 | |
| S-5 | R-8.1-1-2孔 | 薄片① | 範囲A | I/S混合層 | Ⓐ | ○ | — | — | ・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を横断して分布し、最新面が不連続になっており、不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められないことから、S-5の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。 |
| | R-8.1-1-3孔 | 薄片① | 範囲A | I/S混合層 | Ⓐ | — | △ | — | ・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面付近に分布し、最新面が不連続になるものの、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を明瞭に横断しておらず、最新面と粘土鉱物(I/S混合層)との切り合い関係が不明確である。 |
| | H-5.4-4E孔 | 薄片① | 主せん断面付近 | — | — | — | △ | — | ・最新ゾーンは、周辺の固結した破砕部と類似した性状を有し、Y面は認められないことから、固結した破砕部形成以降の活動はないと考えられるものの、その形成年代については明確に判断できない。 ・最新ゾーンには明瞭な変質鉱物が認められず、変質鉱物と最新活動との関係が明確でない。 |

○:最新面を横断する鉱物脈あるいは最新ゾーン中の鉱物脈に変位・変形が認められない

△:断層による変位・変形の有無を明確に判断することができない

Ⓐ:約12~13万年前以前に生成(形成)した

Ⓑ:年代を明確に判断できない

—:当該範囲では確認できない

緑色:断層の後期更新世以降の活動を否定するにあたり、鉱物脈の年代及び断層による変位・変形がないことが明確に確認できるデータ(主たる根拠)

黄色:緑色のうち、各評価対象断層の中で、最新面と鉱物脈との切り合い関係が最も明確であると評価したデータ

鉱物脈法(薄片観察)による活動性評価結果 —S-7~K-18—

| 評価対象断層 | 評価地点 | | | 評価に用いた鉱物脈 | 断層活動(最新面及び最新ゾーン)と鉱物脈の関係 | | | 評価結果 | | |
|----------|-------------------|---------|---------|-----------|-------------------------|-------|---|--|---|--|
| | | | | | 最新面 | 最新ゾーン | | | | |
| | 孔名 | 薄片名 | 確認範囲 | | | 年代 | 最新面1 | | 最新面2 | |
| S-7 | H-5.7'孔 | 薄片① | 範囲A | I/S混合層 | Ⓐ | ○ | — | — | ・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面1を横断して分布し、最新面1が不連続になっており、不連続箇所粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められないことから、S-7(最新面1)の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。 | |
| | | | 範囲B | I/S混合層 | Ⓐ | — | △ | — | ・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面2付近に分布し、最新面2が不連続になるもの、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面2を明瞭に横断しておらず、最新面2と粘土鉱物(I/S混合層)との切り合い関係が不明確である。 | |
| | | 薄片② | 範囲A | I/S混合層 | Ⓐ | — | ○ | — | ・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面2を横断して分布し、最新面2が不連続になっており、不連続箇所粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められないことから、S-7(最新面2)の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。 | |
| | | | 範囲B | I/S混合層 | Ⓐ | — | ○ | — | ・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面2を横断して分布し、最新面2が不連続になっており、不連続箇所粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められないことから、S-7の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。 | |
| S-8 | F-6.75孔 | 薄片① | 範囲A | I/S混合層 | Ⓐ | ○ | — | — | ・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を横断して分布し、最新面が不連続になっており、不連続箇所粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められないことから、S-8の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。 | |
| | | | 範囲B | I/S混合層 | Ⓐ | ○ | — | — | ・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を横断して分布し、最新面が不連続になっており、不連続箇所粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められないことから、K-2の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。 | |
| K-2 | G-1.5-80孔 | 薄片③ | 範囲A | I/S混合層 | Ⓐ | ○ | — | — | ・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を横断して分布し、最新面が不連続になっており、不連続箇所粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められないことから、K-2の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。 | |
| | | | 薄片② | 範囲A | I/S混合層 | Ⓐ | ○ | — | — | ・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を横断して分布し、最新面が不連続になっており、不連続箇所粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められないことから、K-2(最新面2)の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。 |
| | | | 薄片① | 範囲A | I/S混合層 | Ⓐ | ○ | — | — | ・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面1を横断して分布し、最新面1が不連続になっており、不連続箇所粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められないことから、K-2(最新面1)の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。 |
| | H-1.1-87孔 | 薄片① | 範囲A | I/S混合層 | Ⓐ | ○ | △ | — | ・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面1を横断して分布し、最新面1が不連続になっており、不連続箇所粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められないことから、K-2(最新面1)の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。 | |
| | | | 範囲B | I/S混合層 | Ⓐ | — | ○ | — | ・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面2を横断して分布し、最新面2が不連続になっており、不連続箇所粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められないことから、K-2(最新面2)の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。 | |
| | H-1.1孔 | 薄片① | 範囲A | オパールCT | Ⓑ | ○ | — | — | ・オパールCTが最新面及び最新ゾーン全体を横断して分布し、横断箇所に変位・変形は認められないもの、オパールCTはI/S混合層より低温で生成される変質鉱物であり、その生成年代については明確に判断できない。 | |
| 範囲B | | | オパールCT | Ⓑ | ○ | — | ○ | ・オパールCTが最新面及び最新ゾーン全体を横断して分布し、横断箇所に変位・変形は認められないもの、オパールCTはI/S混合層より低温で生成される変質鉱物であり、その生成年代については明確に判断できない。 | | |
| 範囲C | | | オパールCT | Ⓑ | ○ | — | — | ・オパールCTが最新面及び最新ゾーン全体を横断して分布し、横断箇所に変位・変形は認められないもの、オパールCTはI/S混合層より低温で生成される変質鉱物であり、その生成年代については明確に判断できない。 | | |
| K-2露頭a地点 | 薄片① | 主せん断面付近 | — | — | △ | △ | ・最新ゾーンは、破砕流動が認められる固結した破砕部からなり、封圧の小さな地表付近ではなく、地下深部で形成されたと判断されるもの、その形成年代については明確に判断できない。 | | | |
| K-3 | M-2.2孔 | 薄片①ほか | 破砕部全体 | I/S混合層 | Ⓐ | △ | ○ | ・最新ゾーンでは岩片間の基質中に粘土鉱物(I/S混合層)が網目状に分布し、その網目状の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められない。 ・また、最新ゾーン中の一部の岩片においては、微細な脈状の粘土鉱物(I/S混合層)が、岩片付近の基質中の変質部から岩片の内部まで連続的に分布し、この粘土鉱物(I/S混合層)に礫の回転による変位・変形は認められないことから、K-3の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。 | | |
| | N-2.3-1孔、K-2露頭a地点 | 薄片① | 主せん断面付近 | — | — | △ | △ | ・最新ゾーンは、破砕流動が認められる固結した破砕部からなり、封圧の小さな地表付近ではなく、地下深部で形成されたと判断されるもの、その形成年代については明確に判断できない。 | | |
| K-14 | H--0.3-80孔 | 薄片① | 範囲A | I/S混合層 | Ⓐ | ○ | — | — | ・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を横断して分布し、最新面が不連続になっており、不連続箇所粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められないことから、K-14の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。 | |
| | H'--1.3孔 | 薄片① | 範囲A | フィリップサイト | Ⓐ | △ | — | — | ・最新面に接してフィリップサイトの柱状結晶や、最新面直下にフィリップサイトの十字状の自形結晶が晶出しており、これらの結晶に破砕や変形は認められないもの、フィリップサイトが最新面を明瞭に横断しておらず、最新面とフィリップサイトとの切り合い関係が不明確である。 | |
| K-18 | H-0.2-75孔 | 薄片② | 範囲A | I/S混合層 | Ⓐ | ○ | — | — | ・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を横断して分布し、最新面が不連続になっており、不連続箇所粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められない。 ・また、最新面の延長位置に認められる最新面と同じ方向の割れ目は、上部で途切れて不連続になっており、この不連続箇所において、粘土鉱物(I/S混合層)が割れ目や最新面を遮るよう高角度で分布し、この粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められないことから、K-18の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。 | |
| | | | 薄片① | 範囲A | I/S混合層 | Ⓐ | △ | — | — | ・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面付近に分布し、最新面が不連続になるもの、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を明瞭に横断しておらず、最新面と粘土鉱物(I/S混合層)との切り合い関係が不明確である。 |
| | | 薄片③ | 範囲A | I/S混合層 | Ⓐ | △ | — | — | ・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面付近に分布し、最新面が不連続になるもの、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を明瞭に横断しておらず、最新面と粘土鉱物(I/S混合層)との切り合い関係が不明確である。 | |
| | H-0.2-60孔 | 薄片① | 範囲A | I/S混合層 | Ⓐ | △ | — | — | ・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面付近に分布し、最新面が不連続になるもの、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を明瞭に横断しておらず、最新面と粘土鉱物(I/S混合層)との切り合い関係が不明確である。 | |
| 薄片② | | 範囲A | I/S混合層 | Ⓐ | △ | — | — | ・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面付近に分布し、最新面が不連続になるもの、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を明瞭に横断しておらず、最新面と粘土鉱物(I/S混合層)との切り合い関係が不明確である。 | | |

○:最新面を横断する鉱物脈あるいは最新ゾーン中の鉱物脈に変位・変形が認められない

△:断層による変位・変形の有無を明確に判断することができない

Ⓐ:約12~13万年前以前に生成(形成)した

Ⓑ:年代を明確に判断できない

—:当該範囲では確認できない

緑色:断層の後期更新世以降の活動を否定するにあたり、鉱物脈の年代及び断層による変位・変形がないことが明確に確認できるデータ(主たる根拠)

黄色:緑色のうち、各評価対象断層の中で、最新面と鉱物脈との切り合い関係が最も明確であると評価したデータ

余白

補足資料5. 17－1

有識者会合の評価を踏まえた調査・検討

(1) 有識者会合の評価を踏まえた調査・検討(概要)

有識者会合の評価を踏まえた調査・検討(概要)

○有識者会合※1は、S-1及びS-2・S-6の活動性について、以下のとおり評価している。

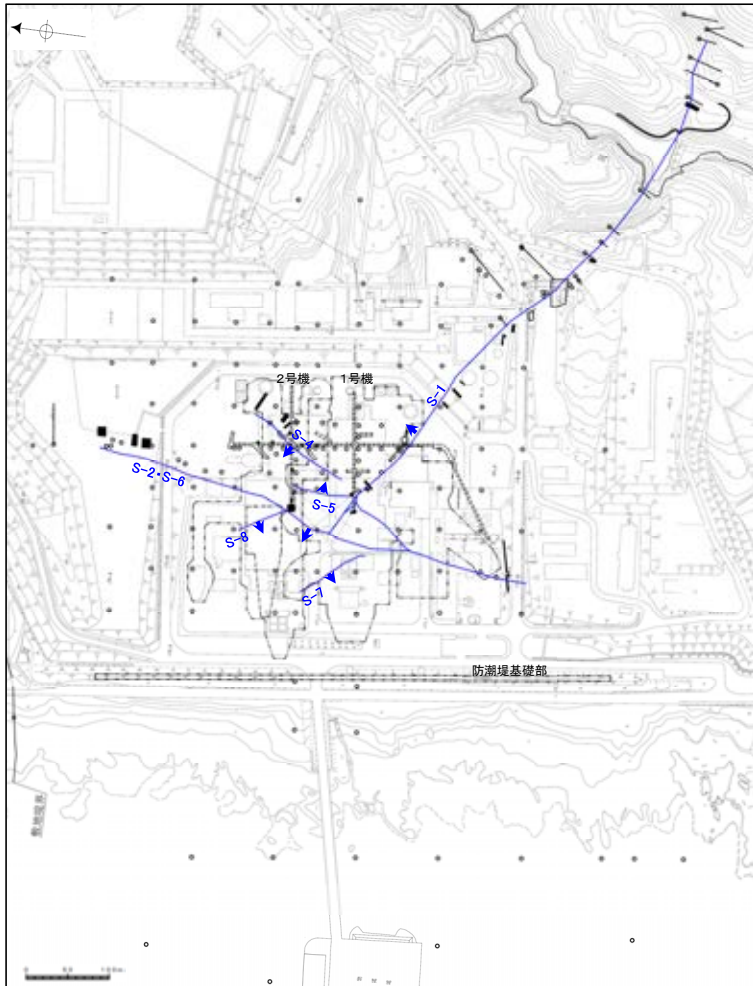
- S-1の北西部については、後期更新世以降に、北東側隆起の逆断層活動により変位したと解釈するのが合理的と判断する。
- S-2・S-6は、後期更新世以降に、西側隆起の逆断層として活動した可能性がある。この際、S-2・S-6の地下延長部の断層が活動し、地表付近に変形を及ぼしたものと判断する。
- 今回の評価は、限られた資料やデータに基づいて行われており、より正確・確実な評価にするためには、「今後の課題」(次頁、次々頁)に示すデータ等の拡充が必要と考える。

○また、当社は第453回審査会合(平成29年3月10日)以降、検討すべき構造を連続性を有する未固結な粘土質薄層(シーム)ではなく、敷地に分布する構造を網羅的に評価する観点から、破碎部を有する構造を検討すべき構造として抽出した。

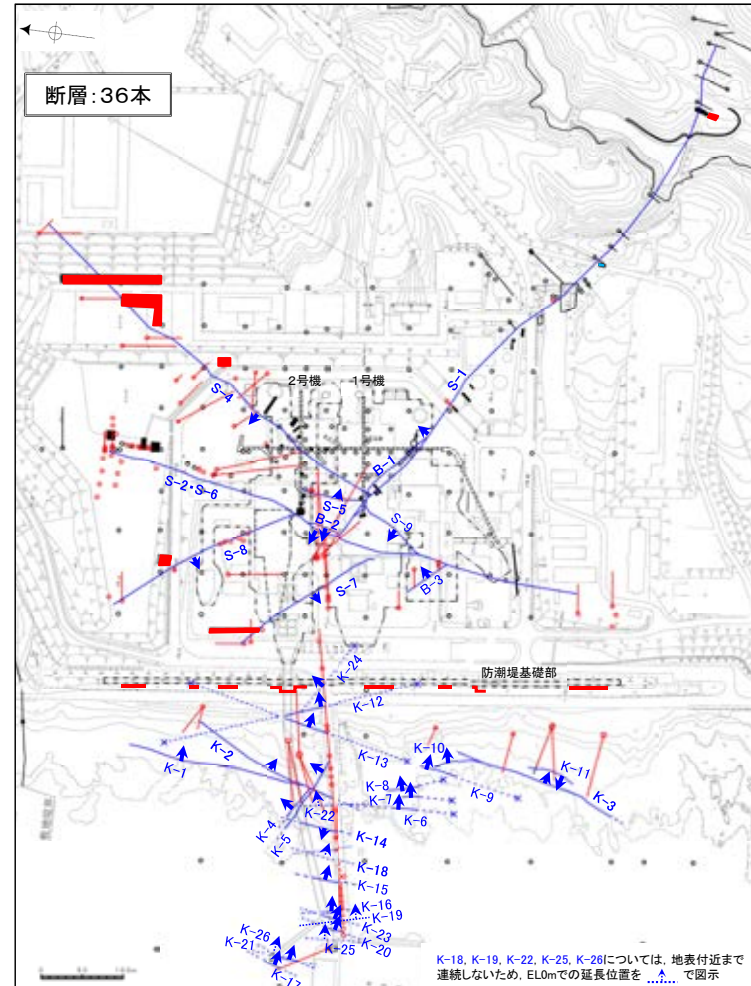
○上記の有識者会合による評価及び「今後の課題」、新規制基準適合性審査での審議を踏まえ、敷地内断層(36断層)の抽出・性状の確認、評価対象断層(10断層)の活動性評価に係るデータ拡充を実施した(右下図)。

○その結果、S-1、S-2・S-6等の敷地内断層は、いずれも将来活動する可能性のある断層等ではないと評価した。

【有識者会合時の調査データ】



【有識者会合以降の調査データ】



※1: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

▲ 敷地内断層(矢印は傾斜方向)
陸域:EL-4.7m, 海岸部:EL0m

赤色:有識者会合以降の追加データ

| 凡例 | |
|-----|------------|
| ○ | 鉛直ボーリング孔 |
| ● | 水平ボーリング孔 |
| ⊙ | 斜めボーリング孔 |
| — | トレンチ |
| □ | 表土はぎ |
| --- | 試験坑・試験坑・斜坑 |
| ⊕ | 岩盤調査坑 |
| ⊞ | 基礎掘削面 |

K-18, K-19, K-22, K-25, K-26については、地表付近まで連続しないため、EL0mでの延長位置を▲で図示

(2) 有識者会合による「今後の課題」を踏まえたデータ拡充とその評価結果

有識者会合による「今後の課題」を踏まえたデータ拡充とその評価結果

○「今後の課題②, ③」を踏まえ, S-1, S-2・S-6等の断層破碎部に認められる粘土鉱物(少なくとも後期更新世以降に生成したものではないI/S混合層)を用いて, 鉱物脈法による評価(詳細は5章)を行った結果, S-1, S-2・S-6等の最新活動はいずれもI/S混合層の生成以前であると評価したことから, S-1, S-2・S-6等は将来活動する可能性のある断層等ではない。

○「今後の課題①, ④~⑥」についても, データ拡充を行った結果, 周辺の活断層の影響も含め, 上記評価(S-1, S-2・S-6等は将来活動する可能性のある断層等ではない)と整合することを確認した。

| 有識者会合による「今後の課題」 | データ拡充 | | 掲載箇所 |
|--|--|--|---|
| | 調査項目 | 結果 | |
| <p>①1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。</p> <p>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。</p> | <p>【建設時のデータ】</p> <ul style="list-style-type: none"> 建設時の掘削法面の写真, スケッチ(1箇所) | <ul style="list-style-type: none"> 旧A・Bトレンチと同じ中位段丘 I 面上に位置する有識者会合において未提示の建設時の掘削法面の写真やスケッチについて確認を行った。 その結果, S-1を挟んでMIS5eの波食面に高度差は認められない。 | <p>補足資料5.17-1 P.5.17-1-15~18</p> <p>参考資料5.4-1(2)-2 P.5.4-1-54~57</p> |
| <p>②S-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。</p> <p>S-1, S-2・S-6等の水平的及び深部方向への連続性や形成環境を検討するために, 断層破碎帯及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。</p> | <p>【断層破碎帯や母岩の鉱物学的・地球化学的分析】</p> <ul style="list-style-type: none"> XRD分析(粘土分濃集)による結晶構造 EPMA分析(定量)による化学組成 CEC分析, XAFS分析, HRTEM観察 温度検層(1孔) 文献調査(敷地周辺の地温分布, 能登半島の火成活動) 敷地周辺の変質に関する調査(7箇所) 斜長石の曹長石化検討 変質鉱物と第四系との関係(4箇所) 等 | <ul style="list-style-type: none"> 敷地の断層破碎部に認められる粘土鉱物を対象に, 粘土分を濃集したXRD分析による結晶構造判定, EPMA分析による化学組成の検討等を実施した結果, 破碎部に認められる粘土鉱物は, 数十%のイライトが混合するI/S混合層であることを確認した。 このI/S混合層は, 変質鉱物の生成環境等の検討結果から, 少なくとも後期更新世以降に生成したものではない。 | <p>→ 5.3(1) で詳細に検討を実施</p> |
| <p>③S-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。</p> <p>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。</p> | <p>【鉱物脈法による評価】</p> <ul style="list-style-type: none"> ボーリング調査(16孔) 最新面の認定(コア観察, CT画像観察, 薄片観察) 鉱物の同定(EPMA分析(定量), XRD分析(粘土分濃集)) 変質鉱物の分布と最新面との関係(EPMA分析(マッピング), 薄片観察) | <ul style="list-style-type: none"> S-1の旧A・Bトレンチより北西側, S-2・S-6の複数箇所及びその周囲のせん断面(S-7, S-8等)を対象に, 鉱物脈法による評価を行った。 粘土鉱物(I/S混合層)がS-1, S-2・S-6等の最新面を横断して分布し, 最新面が不連続になっており, 不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められない。 仮に, S-1北西部が北東側隆起の逆断層活動により変位したとした場合, S-1破碎部中の粘土鉱物(I/S混合層)にも同センスの変位が生じると考えられるが, S-1の最新面を横断して分布する粘土鉱物(I/S混合層)にそのような変位の痕跡は認められない。 また仮に, S-2・S-6の地下延長部の断層が西側隆起の逆断層活動により変位し, 地表付近に変形を与えた場合, S-2・S-6, S-2・S-6の下盤側直近及び上盤側の岩盤中の断層(S-1北西部, S-7, S-8)の破碎部中の粘土鉱物(I/S混合層)に変位を与えると考えられるが, S-2・S-6, S-7, S-8の最新面を横断して分布する粘土鉱物(I/S混合層)にそのような変位の痕跡は認められない。 | <p>→ 5.4.2, 5.5.2, 5.6.2, 5.7.1, 5.8.1, 5.9.1, 5.10.1, 5.11.1, 5.12.1, 5.13.1 で詳細に検討を実施</p> <p>補足資料5.17-1 P.5.17-1-26</p> <p>補足資料5.17-1 P.5.17-1-52</p> |

| 有識者会合による「今後の課題」 | データ拡充 | | 掲載箇所 |
|---|--|--|---|
| | 調査項目 | 結果 | |
| <p>④S-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。</p> <p>(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。</p> <p>(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。</p> <p>(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。</p> <p>(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。</p> | <p>【S-2・S-6の海側の地形等】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・発電所建設以前の地形解析 ・ボーリングデータに基づく岩盤上面高度分布 <p>【S-2・S-6南方延長】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ボーリング調査(4孔) ・海上音波探査記録の解析 | <ul style="list-style-type: none"> ・S-2・S-6の活動による断層上盤側の変形の有無を確認するため、S-2・S-6の海側(西側)の改変前の地形及び岩盤上面が山側へ傾く範囲について、確認を行った。 ・S-2・S-6の海側(西側)の地形及び岩盤上面が山側へ傾くのは、エリア5の局所的な範囲に限られ、その他のエリアでは山側への傾きは認められず、S-2・S-6に沿った全線で海側(西側)の地形及び岩盤上面の系統的な山側への傾きがないことを確認した。 <ul style="list-style-type: none"> ・ボーリング調査により、S-2・S-6の南端を把握し、S-2・S-6は南方延長の中位段丘I面及び海岸部露岩域まで連続していないことを確認した。 ・さらに南方延長海域における音波探査記録の再解析の結果、S-2・S-6南方延長海域の3測線において断層は認められない。 | <p>補足資料5.5-1(2) P.5.5-1-53~56</p> <p>補足資料5.5-1(4) P.5.5-1-90~97</p> <p>補足資料5.17-1 P.5.17-1-55~62</p> |
| <p>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。</p> <p>兜岩冲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。このため兜岩冲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。</p> | <p>【福浦断層】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ボーリング調査(7孔) ・反射法地震探査(4測線) <p>【富来川南岸断層】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ボーリング調査(1孔) ・反射法地震探査(1測線) ・重力探査(重力勾配テンソル解析, 2次元タルワニ法解析) ・海上音波探査記録の解析 <p>【基盤島冲断層, 兜岩冲断層】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・海底重力探査(測定点:275点) ・海上音波探査記録の解析 <p>【敷地地下深部】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・反射法地震探査・VSP探査(1測線) | <ul style="list-style-type: none"> ・敷地近傍の4断層(福浦断層, 富来川南岸断層, 基盤島冲断層, 兜岩冲断層)の分布形態を検討し、敷地深部へ連続する可能性のある断層については、反射法地震探査及びVSP探査により、敷地内断層との連続性を検討した。 ・基盤島冲断層は、敷地から遠ざかる方向に傾斜する断層であり、敷地深部へ連続しない。 ・富来川南岸断層は、南西方海域において連続性が途絶えており、敷地深部へ連続しない。 ・福浦断層, 兜岩冲断層は、敷地に向かって傾斜し、敷地深部へ連続する可能性があるが、反射法地震探査・VSP探査によれば、福浦断層と兜岩冲断層の間の敷地地下深部に、花崗岩上面に変位を与える断層は認められない。 ・よって、敷地近傍の4断層(福浦断層, 富来川南岸断層, 基盤島冲断層, 兜岩冲断層)は、いずれも敷地内断層と連続するものではない。 | <p>5.15.1</p> <p>補足資料5.17-1 P.5.17-1-63, 64</p> |
| <p>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。</p> <p>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、兜岩冲断層や富来川南岸断層への連続性や敷地内破砕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、兜岩冲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。</p> | <p>【海域の地下構造】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・海上音波探査記録の解析 ・海底重力探査(測定点:275点) ・重力勾配テンソル解析 <p>【地形面の地質調査】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ボーリング調査(7孔) ・トレンチ調査(1箇所) | <ul style="list-style-type: none"> ・富来川南岸断層～兜岩冲断層間の海域の地質構造について、既存の海上音波探査結果に加え、新たに実施した海底重力測定の結果を用いて、検討した。 ・海上音波探査の結果、富来川南岸断層～兜岩冲断層間の海底において、いずれの地層にも断層が推定できるような変位・変形は認められない。また、断層構造の連続性を検討するために、海域のD₂層上面の形状を確認した結果、富来川南岸断層から兜岩冲断層に連続する構造は推定されない。 ・海底重力探査の結果を加えたブーゲー異常図から、富来川南岸断層に沿って南側に重力異常の高まりが認められるが、南西方海域の兜岩冲断層との間には連続する重力構造は認められない。 ・上記の結果を踏まえ、富来川南岸断層から兜岩冲断層に連続する構造は認められず、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は認められない。 ・よって、敷地内及び周辺に分布する断層と連続する断層はない。 <ul style="list-style-type: none"> ・渡辺ほか(2015)が富来川南岸断層から兜岩冲断層に連続する構造を推定する根拠としているA面と離水ベンチの関係を検討するため、ボーリング、トレンチ調査を行った。 ・A面は、下位のベンチとほぼ同程度の高さ(標高約2m)である海成堆積物や岩盤の上面を人工改変土や陸成堆積物が覆っている地形面、あるいは河川により侵食されたと考えられる基盤岩を、陸成堆積物が厚く覆っている地形面であることを確認した。 ・上記の調査結果から、本地域において完新世の2段のベンチは認められない。 | <p>5.15.2</p> <p>補足資料5.15-1(1) P.5.15-3~21</p> |

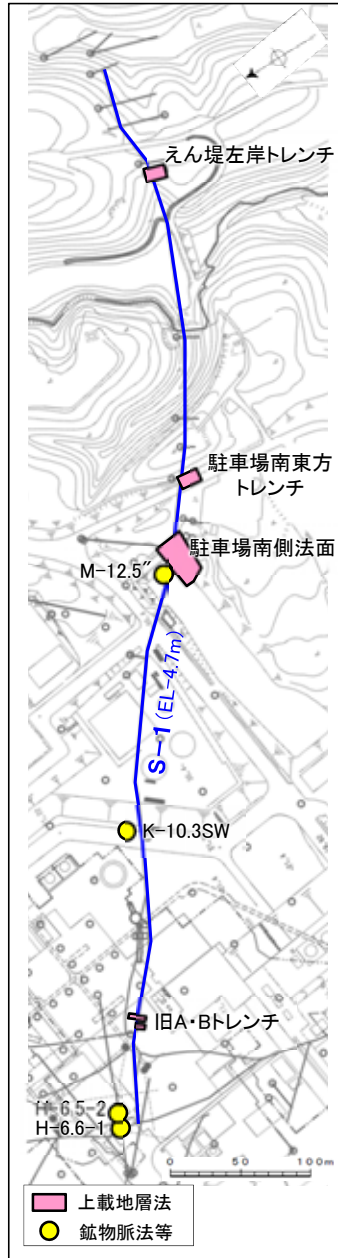
(3) S-1に関する調査・検討結果

S-1に関する調査・検討結果 一概要一

OS-1の活動性については、有識者会合において議論、評価がされている。

○同会合における当社及び有識者の評価と、両者で評価の異なるもの及び同会合が示した「今後の課題」を踏まえ実施した追加検討について以下に示す。

【有識者会合の評価(概要)】



【当社の評価】

(えん堤左岸トレンチ)

S-1を含む岩盤の上面及びその上位の高位段丘I面の堆積物に変位・変形は認められず、少なくとも12~13万年前以降の活動はない。

(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高位段丘I面の堆積物に変位・変形は認められず、少なくとも12~13万年前以降の活動はない。

(駐車場南側法面)

S-1を含む岩盤の上面及びその上位の高位段丘I面相当の堆積物に変位・変形は認められず、12~13万年前以降の活動はない。

(旧A・Bトレンチ)

旧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から、中位段丘面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。(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。)

【S-1の活動性評価】

S-1は、少なくとも12~13万年前以降の活動は認められない。

【有識者の評価】

赤字: 当社との評価と異なるもの及び今後の課題

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。

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。

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、**上載層は再堆積である可能性が高く、S-1の後期更新世以降の活動を判断することができない。**

旧A・Bトレンチは、4つ全ての壁面において、
 ③S-1に沿ってMIS5eの波食面の岩盤上面に**一様な段差が認められる。**
 ⑥段差沿い及び肩部分に**軟質な凝灰質な細粒部が分布する。**
 ⑦上位の堆積物の層理面は**全て南西側に傾斜し、一部の壁面を除き、段差直上で層理面の増傾斜も認められる。**
 以上から、S-1は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。**

S-1南東部は、後期更新世以降の活動はないと判断する。
S-1北西部は、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。

【今後の課題】

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。

- ①1号原子炉建屋等建設時における、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。
- ②S-1、S-2・S-6等の断層破砕帯やその母岩の鉱物学的・地球化学的分析。
- ③S-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。

【新たな追加検討(内容・結果)】

○新たにS-1北西部で実施した鉱物脈法等による評価(検討3)により、S-1北西部に後期更新世以降の活動は認められない。

| 検討内容 | 検討結果 | 記載頁 |
|---|--|----------------------------------|
| 検討3 旧A・Bトレンチ地下延長部において、鉱物脈法等による評価を実施した。 | 旧A・Bトレンチ地下延長部において、S-1の最新面が不明瞭かつ不連続になっており、不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層、少なくとも後期更新世以降に生成されたものではない)に変位・変形は認められない。 | 補足資料 5.17-1 P.5.17-1-25~26 |

○有識者の評価に至った個別事象についても追加の検討(検討1、2)を行い、当社との評価の妥当性を再確認した。

| 検討内容 | 検討結果 | 記載頁 |
|--|--|---------------------------------|
| 検討1 駐車場南側法面の堆積物を被覆する赤色土壌等について、CT画像観察等を行い、再堆積の可能性について検討する。 | 赤色土壌には明瞭な斑紋構造が認められ、この斑紋構造は数万年スケールの時間で生じるとされていることから、再堆積の可能性はない。 | 補足資料 5.17-1 P.5.17-1-9~12 |

| 検討内容 | 検討結果 | 記載頁 |
|---|--|----------------------------------|
| 検討2 (1) 旧A・Bトレンチ周辺の地形と岩盤上面形状のデータから、旧A・Bトレンチの岩盤上面の段差の成因を検討する。 | 同段差は、河川の侵食作用によりS-1沿いに形成されたものと考えられる。 | 補足資料 5.17-1 P.5.17-1-13~19 |
| (2) 軟質と評価された凝灰質な細粒部について、針貫入試験を行い、硬軟を確認する。 | 同細粒部は岩盤と同程度の硬度を有しており、段差部において侵食されずに残ったものと考えられる。 | 補足資料 5.17-1 P.5.17-1-20~21 |
| (3) 旧A・Bトレンチを模擬した堆積実験及び断層変位実験を行い、層理面の傾斜の成因について検討する。 | 同傾斜は、S-1の変位により形成されたものではなく、段差を埋める堆積構造であると考えられる。 | 補足資料 5.17-1 P.5.17-1-22~24 |

【S-1において実施した追加検討結果(まとめ)】
 OS-1北西部に後期更新世以降の活動は認められない。

検討1：赤色土壌の再堆積に関する検討（駐車場南側法面）

【斑紋構造の観察】

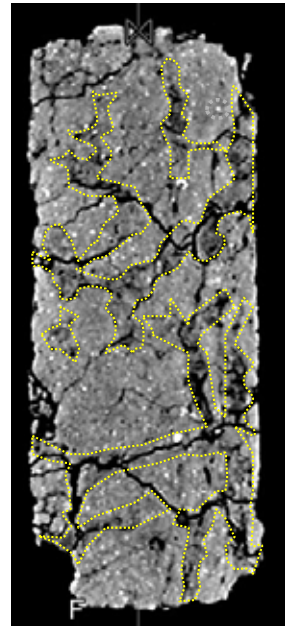
【再堆積の検討の着目点】

- ・肉眼観察において、斑紋が明瞭。(CT画像において、密度のコントラストが明瞭。)
- ・肉眼観察において、斑紋が認められない。(CT画像において、乱れている。)

⇒再堆積ではない(=整然相)
⇒再堆積物を含んでいる可能性



肉眼観察



XCT画像
(密度の高い部分が白く映る)

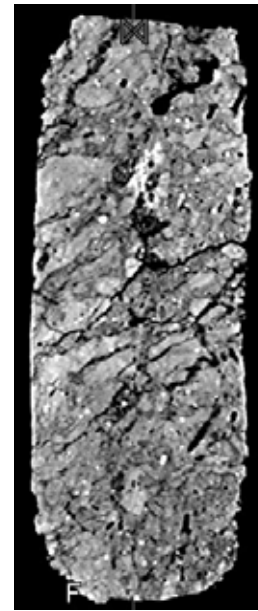
試料4: 赤色土壌

- ・肉眼観察において、赤色部を呈した土壌中に、淡色の明瞭な斑紋(図中黄枠部)が認められる。
- ・CT画像において、密度のコントラストが明瞭。(図中黄枠部が密度が高く、肉眼観察の斑紋に相当)

⇒ 再堆積ではない(=整然相)



肉眼観察

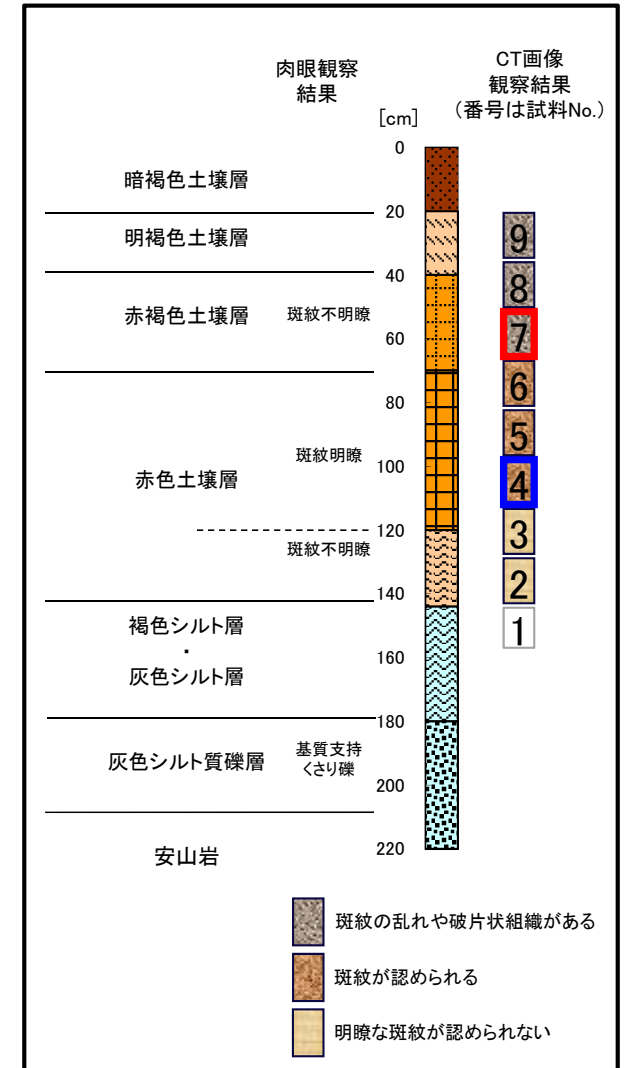


XCT画像
(密度の高い部分が白く映る)

試料7: 赤褐色土壌

- ・肉眼観察において、全体的に赤褐色を呈しており、色調のコントラストが不明瞭であり、斑紋が認められない。
- ・CT画像において、全体的に乱れている。

⇒ 再堆積物を含む可能性



肉眼観察及びCT画像観察結果

【斑紋構造の形成期間や再堆積との関係等に関する知見(濱田・幡谷, 2015)】

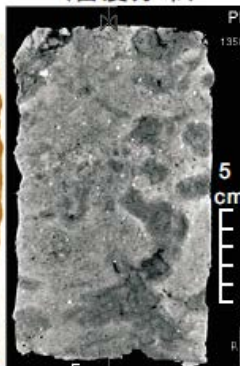
・能登半島中部西岸の中位段丘及び高位段丘の土壌を対象に、斑紋構造を肉眼観察・X線CT・X線顕微鏡により詳細観察し、斑紋を赤色部・淡色部に分離し、XRD・XRF・遊離酸化鉄分析等を実施。

① 高位段丘被覆層の露頭(Loc.1)における整然相と破片状相(=整然相が崩れて再堆積したもの)における組織の特徴

X線顕微鏡画像
(鉄の分布)

肉眼観察

X線CT画像
(密度分布)



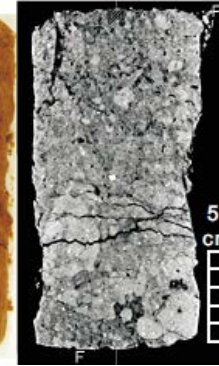
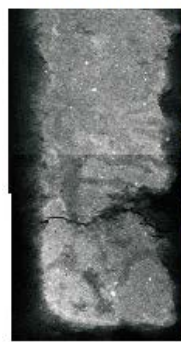
整然相

・肉眼観察で斑紋が明瞭。
・鉄の濃集度、密度のコントラストに、斑紋の構造に相当する管状組織が認められる。

X線顕微鏡画像
(鉄の分布)

肉眼観察

X線CT画像
(密度分布)



破片状相

・肉眼観察では、赤色化した小さな塊、パッチが認められる。
・管状組織が壊され、パッチ状の破片になっているのが認められる。

➤ 整然相では破片状相に比べて、斑紋が明瞭であり、斑紋構造に相当するように、鉄の濃集度や密度のコントラストが明瞭。



調査地点

整然相に関する観察結果

② 斑紋構造の成因

⇒ 赤色部は褐色部よりも密度及び鉄の含有率が高いことから、斑紋構造は鉄の濃集を伴う疑似グライ化によるものと判断。(疑似グライ化作用は生物作用が活発になる温暖期により進む。)

③ 赤色部と褐色部の比較

⇒ 赤色部は褐色部よりも赤鉄鉱の割合が多く、結晶化していることから、赤色部は疑似グライ化後の酸化・結晶化により赤鉄鉱が増加したことによるもの。
・一旦酸化・結晶化した赤鉄鉱は、非常に安定でほとんど移動しない。
・赤鉄鉱は高温条件の場合に形成。

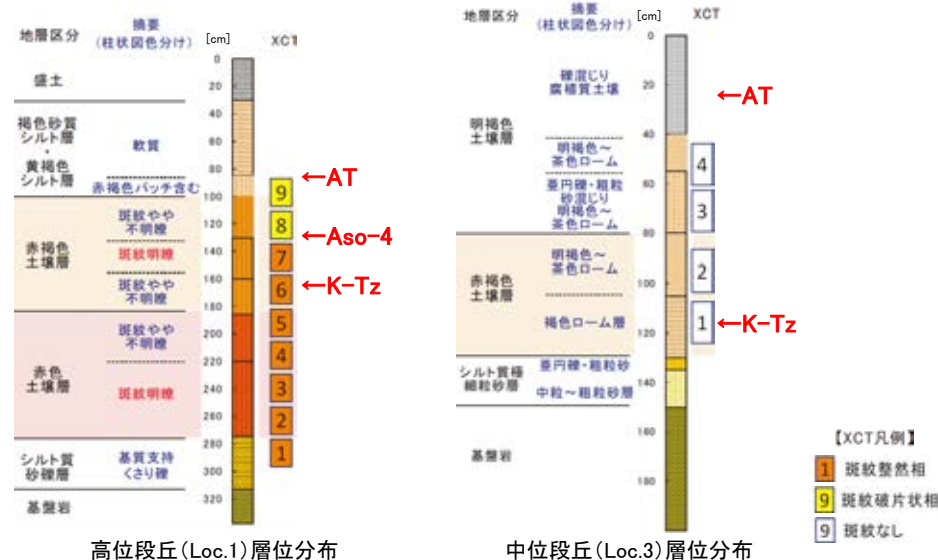
➤ 斑紋の赤色化は赤鉄鉱の含有量に相関し、赤鉄鉱形成が高温時であることから、赤鉄鉱の増加は、主に過去の温暖期に形成されたと考えられる。

④ 赤色土壌と赤褐色土壌の比較

⇒ 赤色土壌は赤褐色土壌よりも鉄の含有率及び赤鉄鉱の割合が高く、結晶化していることから、赤色土壌のほうが、より長期の温暖期の風化を受けている。

➤ 斑紋構造中の赤鉄鉱の増加は、数万年スケールの時間で生じる。

⑤ 赤色土壌の形成年代: 考察



高位段丘(Loc.1)層位分布

中位段丘(Loc.3)層位分布

【XCT凡例】
1 斑紋整然相
9 斑紋破片状相
9 斑紋なし

➤ 高位段丘には赤色土壌と赤褐色土壌の両方が認められるが、中位段丘には赤褐色土壌しか認められない。また、赤色土壌の斑紋構造は、K-Tz(9.5万年前)等を含む赤褐色土壌より下位に位置し、より長期の温暖化の風化を受けていることから、その形成年代は少なくとも12~13万年前以前と判断される。

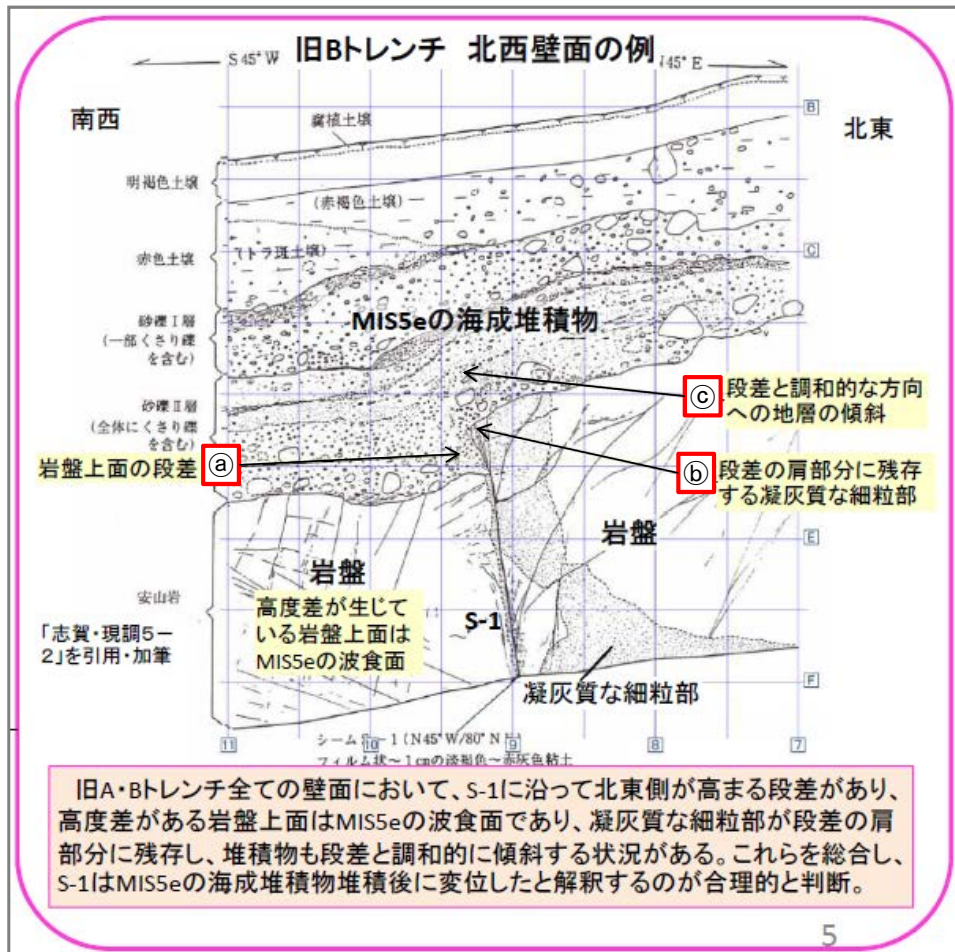
検討2:旧A・Bトレンチに関する検討

検討2: 旧A・Bトレンチに関する検討 — 検討内容 —

○有識者会合は、旧A・Bトレンチにおいて、S-1に沿ってMIS5eの波食面である岩盤上面にほぼ一様な段差が認められること(下図①)、その段差沿い及び肩部分の岩盤には軟質な細粒部が認められること(下図②)、堆積物の層理面はすべて南西側(段差と調和的な方向)に傾斜しており、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と(下図③)から、S-1は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であると評価している。

○この有識者会合の評価について、下記右に示す検討(1)～(3)を行った。

○なお、有識者会合は、旧A・Bトレンチの岩盤の上位に分布する砂礫I層・II層を「MIS5eの海成堆積物」としているが、前述した海成堆積物の認定基準(5.2節)に基づき、海成段丘堆積物を認定することができないことから、陸成堆積物の可能性も考慮して検討を行った。



有識者会合の評価

データ拡充・検討内容

① 岩盤上面の段差

- 旧A・Bトレンチにおいて、S-1に沿って岩盤上面にほぼ一様な段差が認められる。
- 岩盤上面はMIS5eの波食面であり、波食面に系統的な段差が認められることは、岩盤上面がほぼ平坦に削削された後に、S-1のずれによって段差が生じたことを示唆する。

(1) 岩盤上面の段差の検討
(建設時のデータによる検討) 今後の課題①に対応

内容: 旧A・Bトレンチ付近に位置する建設時の掘削法面において、岩盤上面の段差の連続性の有無を確認した(P.5.17-1-15~18)。また、発電所建設前の地形との関係から、旧A・Bトレンチの岩盤上面の段差の成因について考察を行った(P.5.17-1-19)。

② 岩盤部の凝灰質な細粒部

- 段差沿い及び肩部分には軟質な細粒部が分布する。
- 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。

(2) 凝灰質な細粒部の硬さに関する検討
(細粒部の針貫入試験)

内容: 段差の地下延長部にあたる岩盤調査坑において、S-1沿いに分布する凝灰質な細粒部(固結した破砕部)と周辺の母岩(凝灰角礫岩)の硬さを、針貫入試験により比較した(P.5.17-1-20, 21)。

③ 堆積物の変位・変形の有無

- 上位の堆積物の層理面は全て南西側に傾斜しており、一部の壁面を除けば段差直上において層理面の増傾斜も認められる。
- これらの地層の傾斜は、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も解釈できる。

(3) 層理面の傾斜等に関する検討
(堆積実験, 断層変位実験)

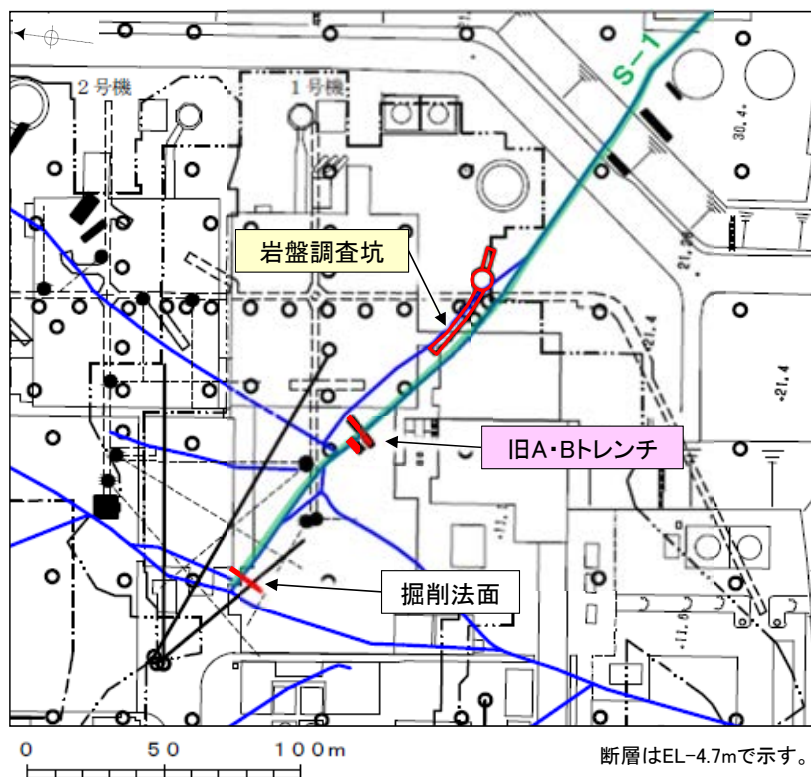
内容: 段差と調和的な方向への地層の傾斜が、堆積構造か、断層運動によるものか判断するための知見を得るため、旧A・Bトレンチを模擬した堆積実験・断層変位実験を行った(P.5.17-1-22~24)。

有識者会合による旧A・Bトレンチの評価

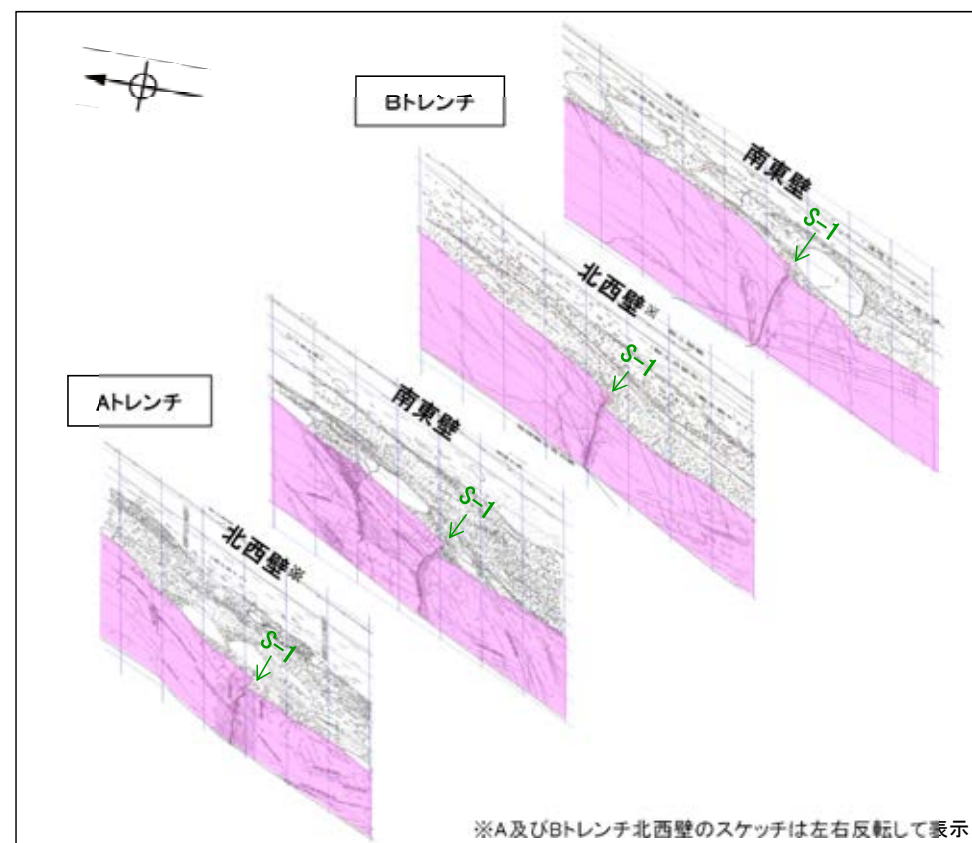
(「北陸電力株式会社志賀原子力発電所の敷地内破砕帯の評価について(報告) 平成28年4月27日原子力規制庁」に加筆)

(1) 旧A・Bトレンチの岩盤上面の段差の検討 ー概要ー

- 有識者会合は、旧A・Bトレンチの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(右下図)、この岩盤上面はMIS5eの波食面であることから、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と評価している。
- 有識者会合は、上記評価は限られた資料やデータに基づいて行われていることから、より正確・確実な評価にするために、1号原子炉建屋建設時等における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を今後の課題①としている。
- 今後の課題①を踏まえ、仮にS-1のずれにより、MIS5eの波食面に高度差が生じたとした場合、同じ中位段丘I面上に位置する建設時の掘削法面にも同程度の高度差を持つ段差が認められるはずであるが、そのような状況が見られるか否かについて検討を行った(補足資料5.17-1P.5.17-1-15~18)。
- また、旧A・Bトレンチの4つの壁面と人工改変前の地形との関係から、段差の成因について考察を行った(補足資料5.17-1P.5.17-1-19)。
- 以上の検討の結果、旧A・Bトレンチの岩盤上面の段差は、河川の侵食作用によりS-1沿いに形成されたものと考えられる。



調査位置図

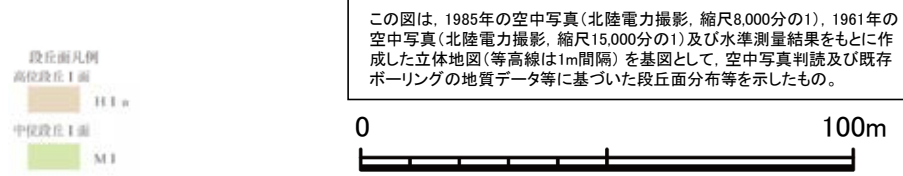
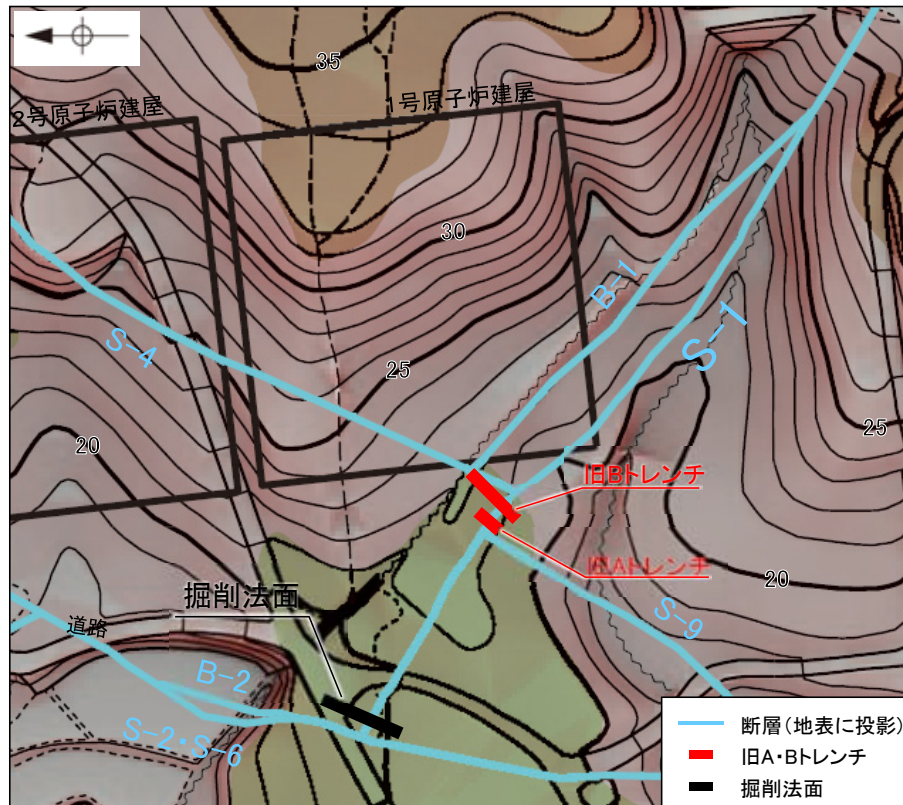


トレンチ壁面の位置関係

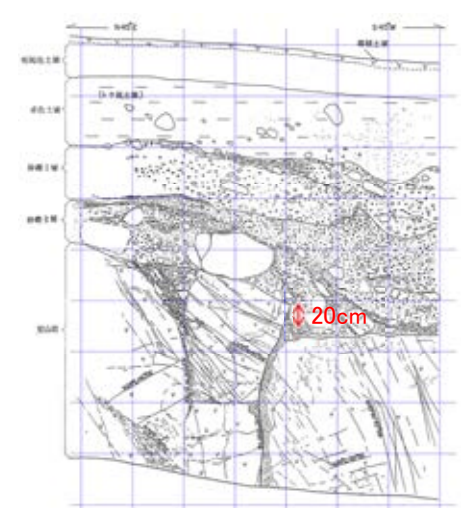
(1) 旧A・Bトレンチの岩盤上面の段差の検討 — 掘削法面との比較 —

- 旧A・Bトレンチにおいては、岩盤上面がS-1を境にして北東側が南西側に対して見かけ20~35cm高い段差が認められる。
- 仮にS-1のずれにより、MIS5eの波食面に高度差が生じた場合、同じ中位段丘 I 面上に位置する建設時の掘削法面にも同程度の高度差を持つ段差が認められるはずであるが、掘削法面における調査の結果、そのような波食面の高度差は認められない(次頁)。
- このことから、旧A・Bトレンチの岩盤上面の段差は、後期更新世以降にS-1の変位により形成されたものではないと判断される。

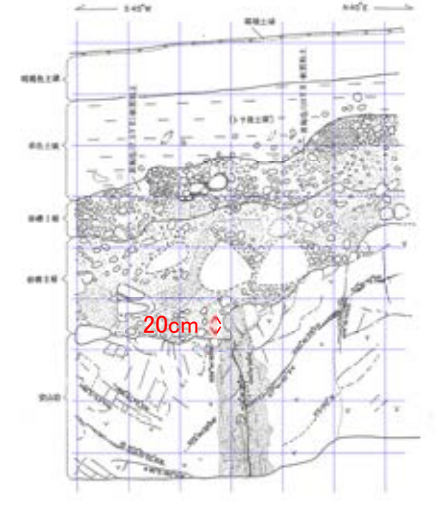
【旧A・Bトレンチ 位置図及びスケッチ】



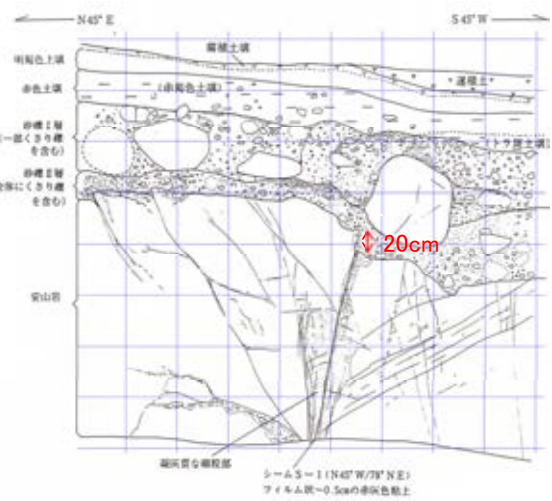
旧地形図(立体地図)



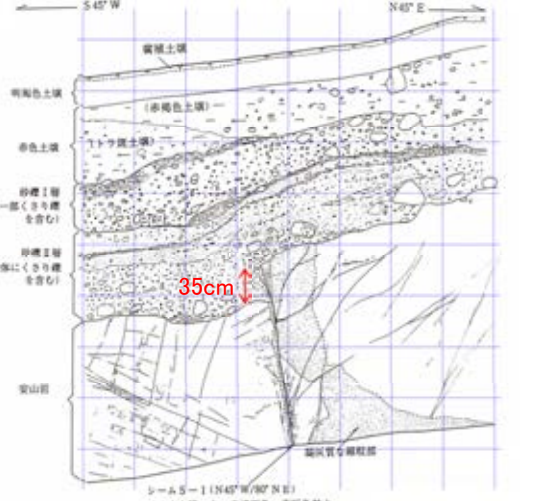
0 1m



0 1m

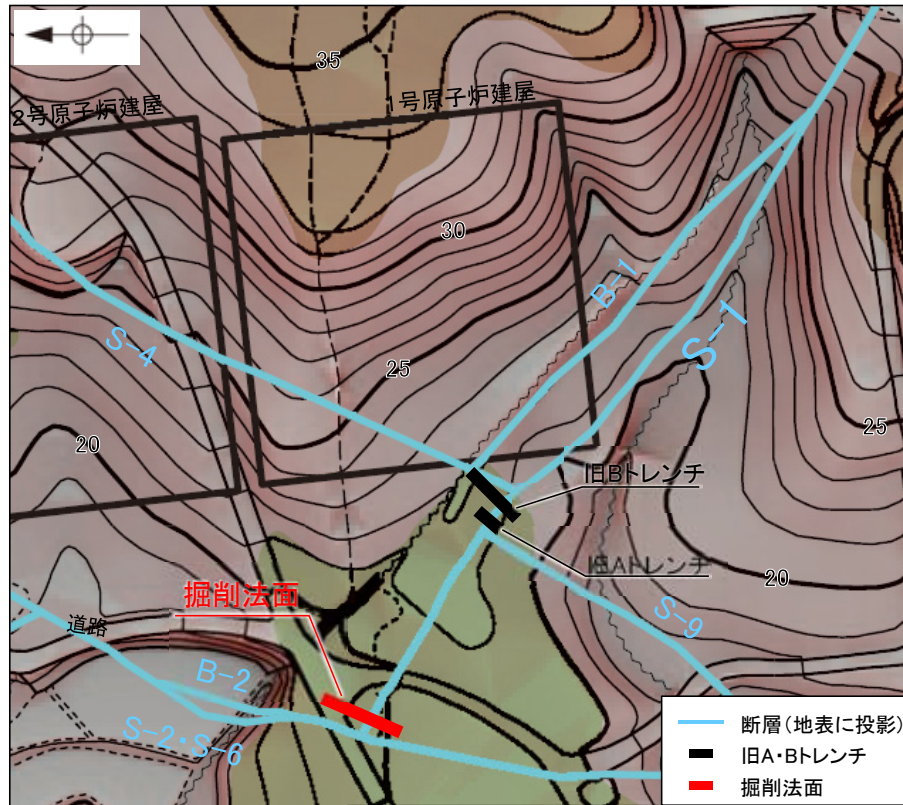


0 1m



0 1m

【掘削法面 位置図及びスケッチ】

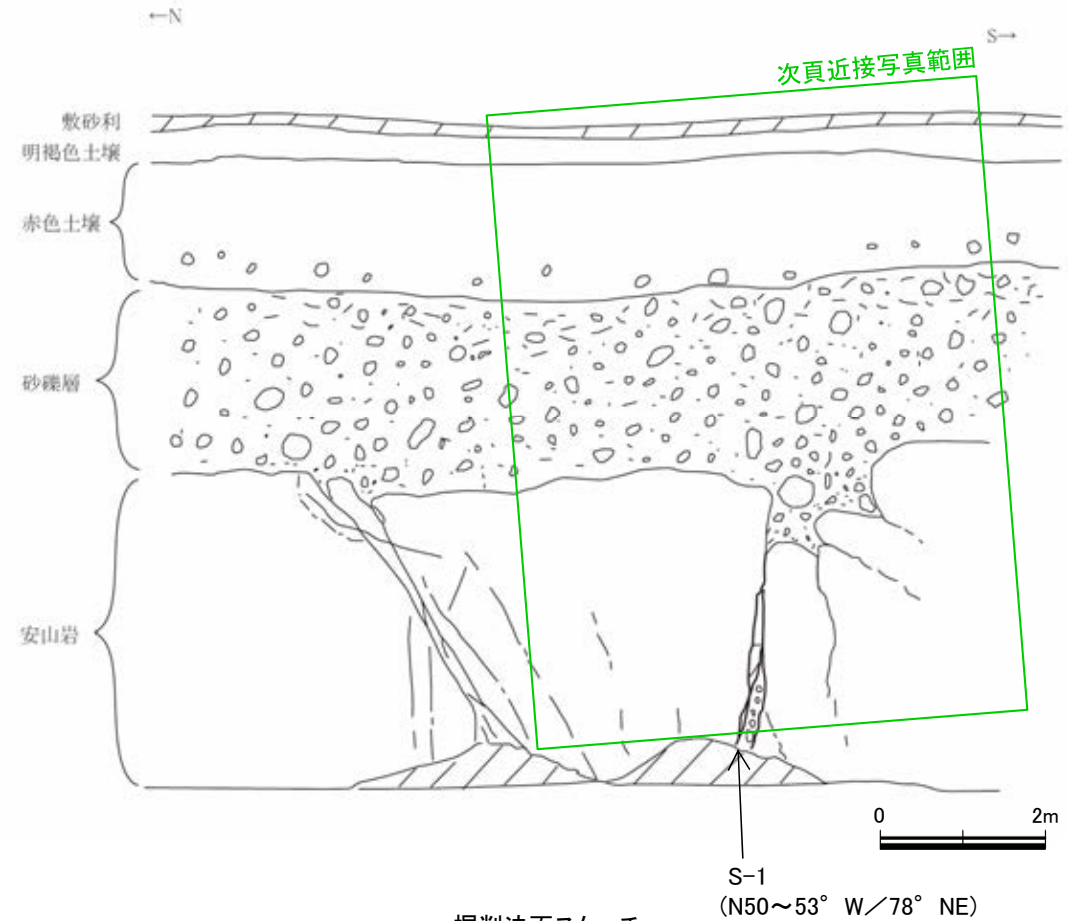


この図は、1985年の空中写真(北陸電力撮影、縮尺8,000分の1)、1961年の空中写真(北陸電力撮影、縮尺15,000分の1)及び水準測量結果をもとに作成した立体地図(等高線は1m間隔)を基図として、空中写真判読及び既存ボーリングの地質データ等に基づいた段丘面分布等を示したものである。

段丘面凡例
高位段丘1面
H1a
中位段丘1面
M1



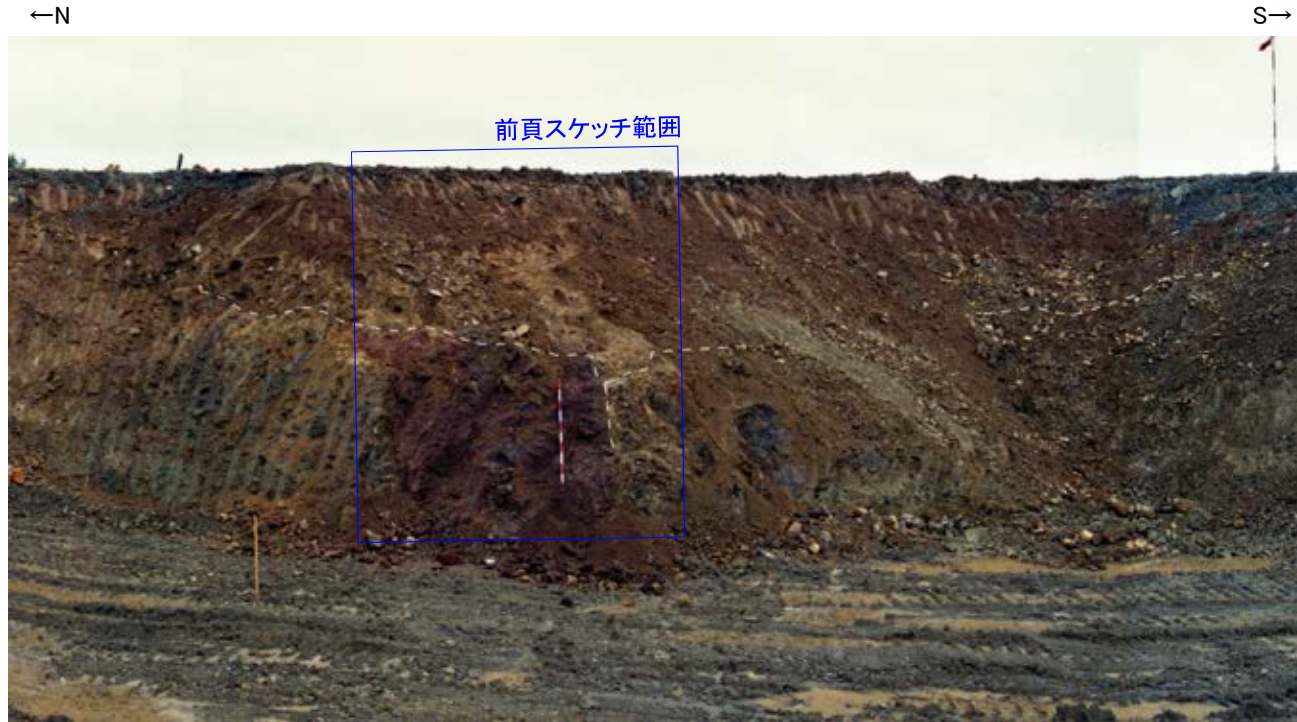
旧地形図(立体地図)



掘削法面スケッチ

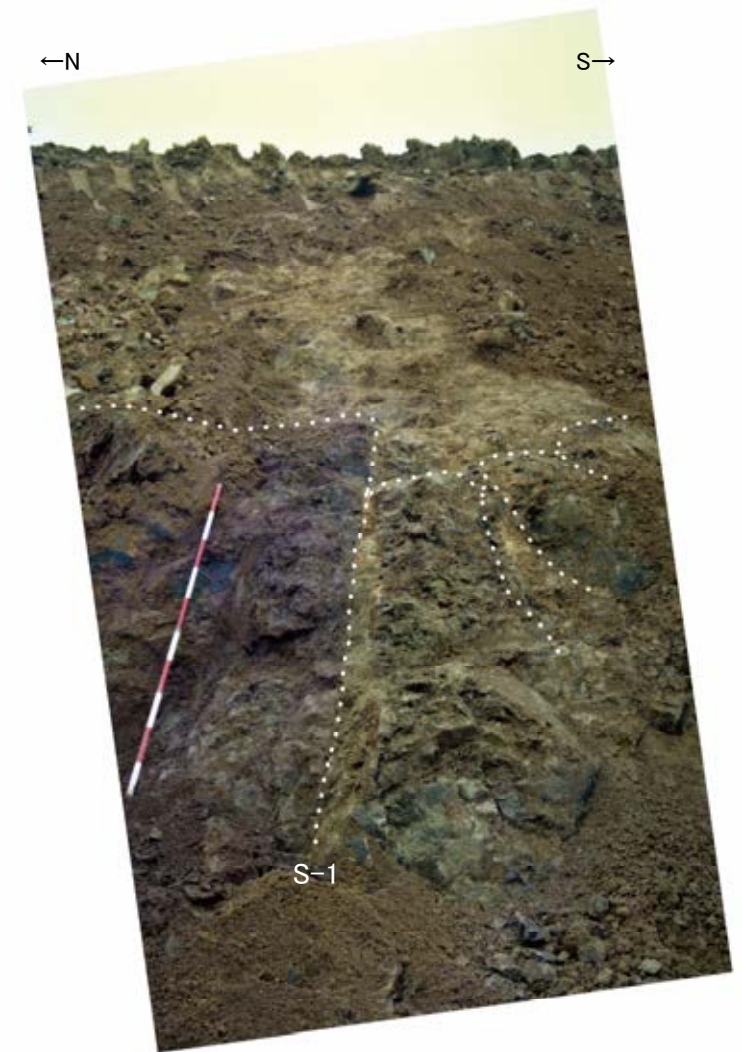
・S-1沿いに侵食による岩盤の窪みが認められるものの、その窪みを挟んで岩盤上面の高度差は認められない。

【掘削法面 S-1近接写真】



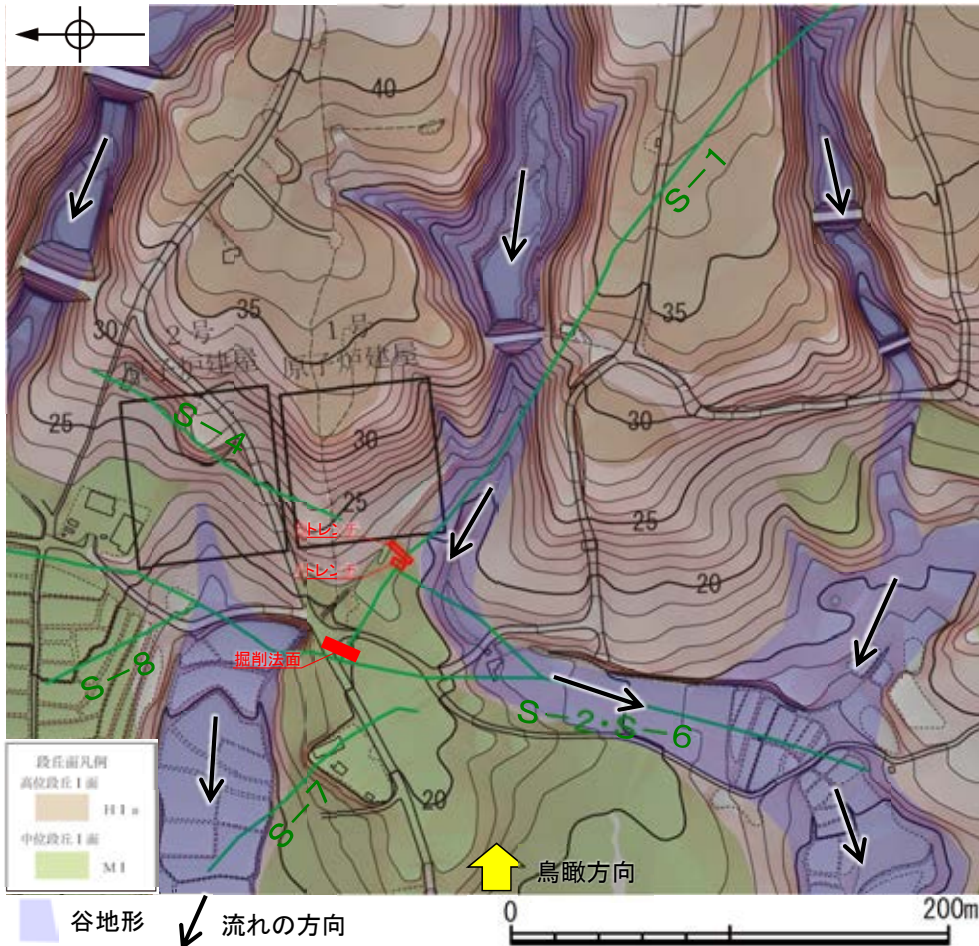
掘削法面 全景写真
(岩盤上面, S-1を白破線で加筆)

※全景写真, 拡大写真にある赤白ポールの高さは2m
(赤, 白部分が20cmで交互に色分けされている)

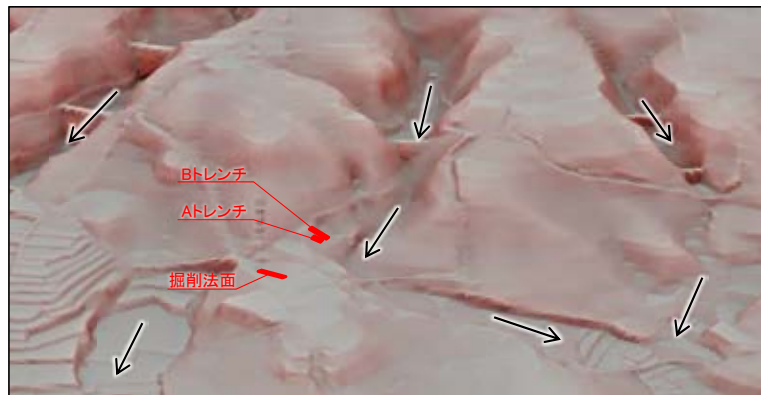


掘削法面 近接写真
(岩盤上面, 割れ目, S-1を白点で加筆)

(1) 旧A・Bトレンチの岩盤上面の段差の検討 — 段差の成因の考察 —

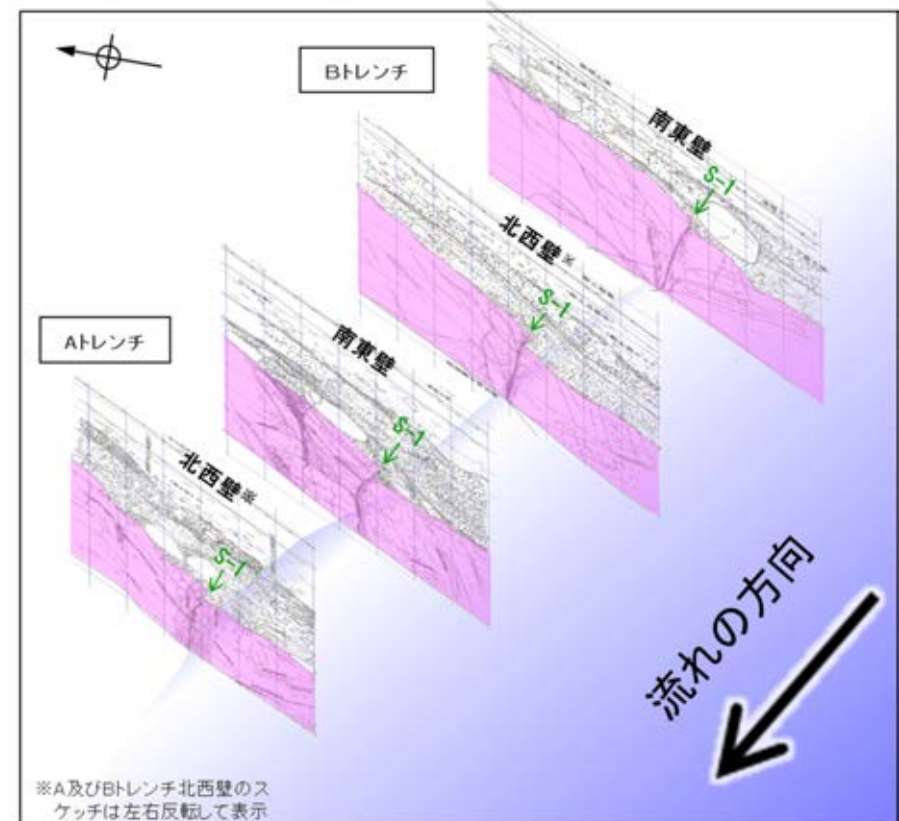


旧トレンチ周辺の赤色立体地図



鳥瞰図(H:V=1:3)

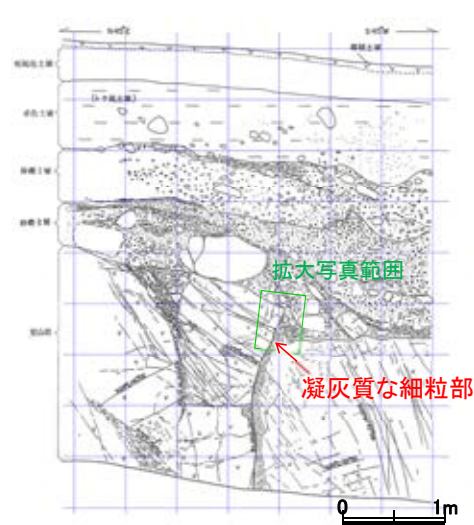
- 旧A・Bトレンチでは岩盤上面に段差が認められたが、掘削法面では岩盤上面に高度差が認められなかったことについて、地形の観点から考察を行った。
- 旧A・Bトレンチは、中位段丘I面の縁辺部に位置し、南側には高位段丘Ia面と中位段丘I面を開析する谷が近接しているため、同トレンチの南西側は河川の営力を受けやすい位置関係にある。
- それに対して、掘削法面は、中位段丘I面上で、河川の営力を受けにくい位置にある。
- このことから、旧A・Bトレンチでは、S-1の割れ目を介して、南西側の一部の岩盤が侵食作用を受け、段差が形成されたものと考えられる。



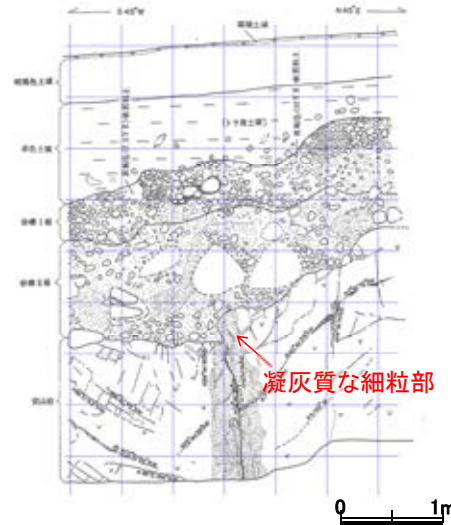
トレンチ壁面の位置関係

(2) 凝灰質な細粒部の硬さに関する検討 ー概要ー

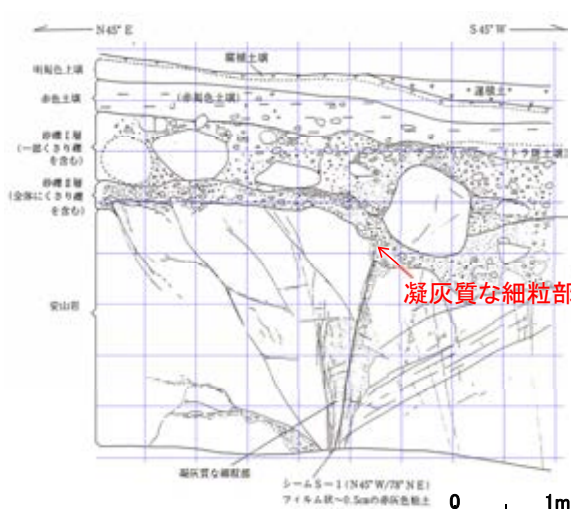
- 有識者会合は、旧A・Bトレンチにおいて、岩盤上面の段差沿い及び肩部分の岩盤には“軟質な”細粒部が存在することから、S-1沿いの差別侵食ではなく、S-1のずれによって段差が生じたことを示唆すると評価している。
- 当社は、当時のスケッチの記載での「凝灰質な細粒部」は固結した破碎部あるいは細粒凝灰岩であり、周辺母岩と同程度の硬さを有していることから、当該細粒部は、差別侵食により段差が形成された際に、侵食されずに残ったものと評価している。
- この評価を検証するために、旧A・Bトレンチに近接した位置にある岩盤調査坑において、針貫入試験により、S-1に沿って分布する凝灰質な細粒部の硬度について定量的に測定を行った結果、凝灰質な細粒部は岩盤と同程度の硬度を有している(次頁)。
- したがって、旧A・Bトレンチの段差の肩部分や壁面に分布する細粒部は、段差部において侵食されずに残ったものと考えられる。



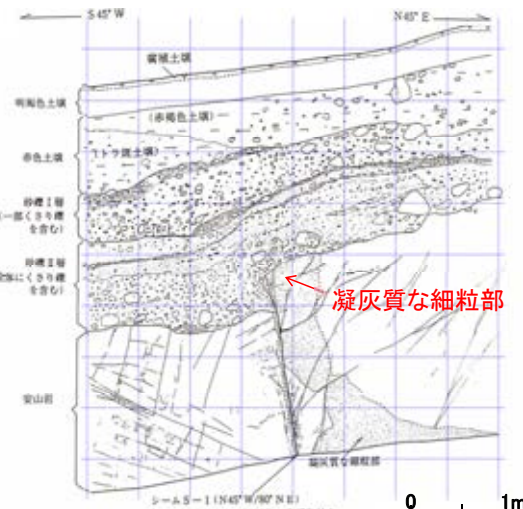
旧Aトレンチ南東壁面スケッチ



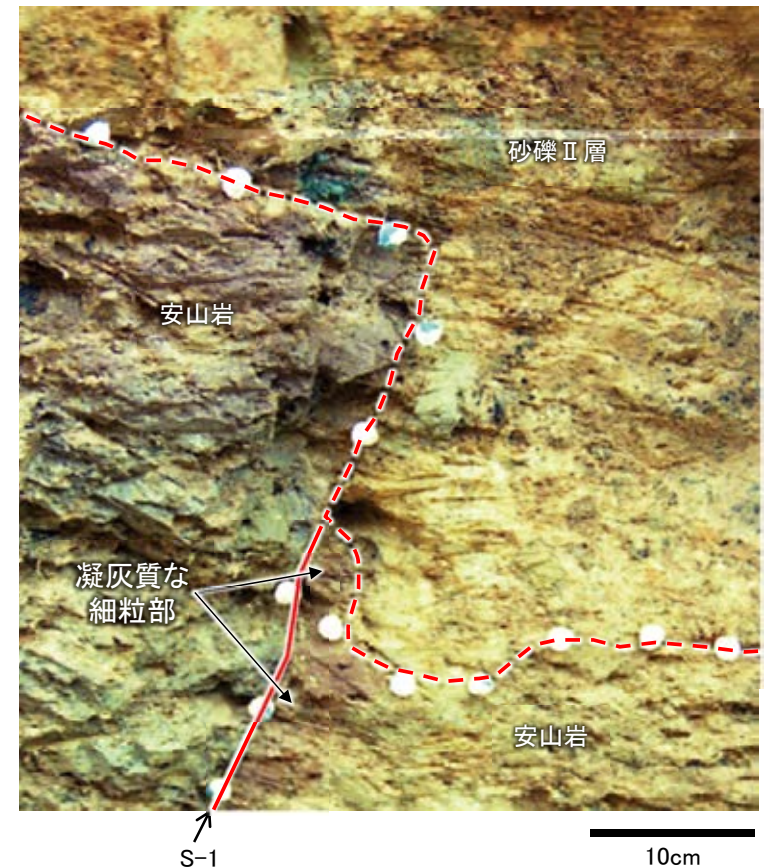
旧Aトレンチ北西壁面スケッチ



旧Bトレンチ南東壁面スケッチ



旧Bトレンチ北西壁面スケッチ



旧Aトレンチ南東壁面 シーム付近拡大写真
(シーム及び岩盤/堆積物境界を加筆)

・旧Aトレンチ南東壁において、S-1に沿って分布する凝灰質な細粒部は、段差の下側のみに存在しており、差別侵食により段差が形成された際に残ったものと考えられる。

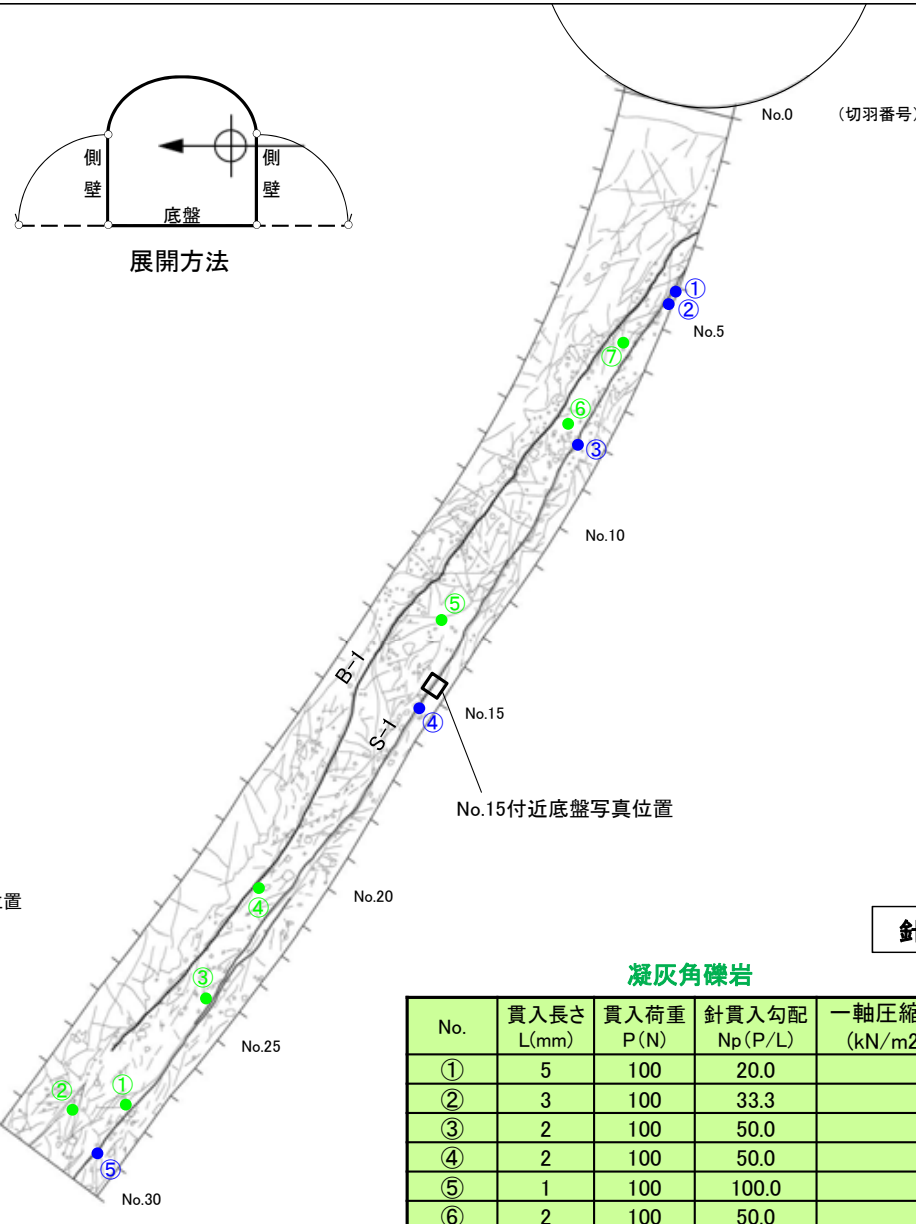
(2) 凝灰質な細粒部の硬さに関する検討 — 針貫入試験 —

○旧A・Bトレンチに近接した位置にある岩盤調査坑において、S-1に沿って分布する凝灰質な細粒部の硬度を定量的に測定するために、針貫入試験を行った結果、周辺の凝灰角礫岩と同程度の値を示しており、敷地の別所岳安山岩類の安山岩(角礫質)や凝灰角礫岩と同程度の硬度を有している。



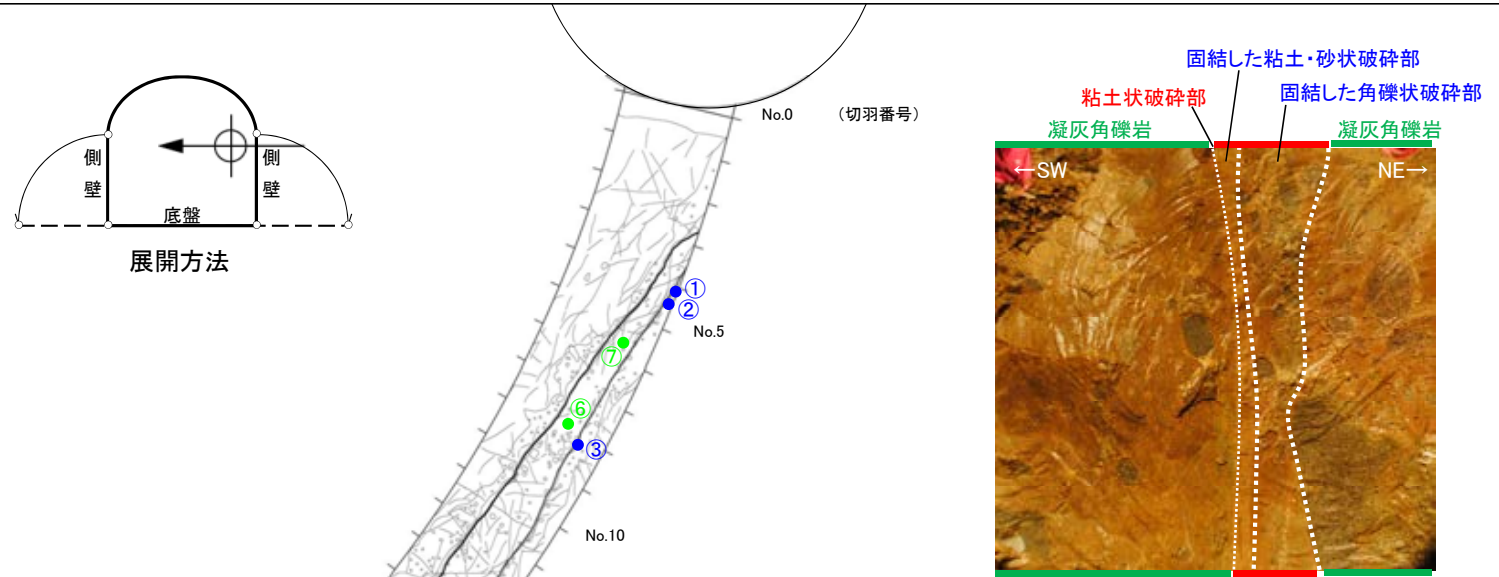
断層はEL-4.7mで示す。

位置図



岩盤調査坑 針貫入試験実施位置

- 凝灰角礫岩の針貫入試験実施位置
- 凝灰質な細粒部(固結した破砕部)の針貫入試験実施位置



No.15付近底盤写真

※針貫入勾配からの一軸圧縮強度の換算式(宗村・北村, 2009)

$$y = 0.978x + 2.621 \text{ (相関係数 } 0.914 \text{)}$$

y: 一軸圧縮強度の対数値

x: 針貫入勾配 ($N_p = \text{貫入力(N)}/\text{貫入量(mm)}$)の対数値

針貫入試験結果

凝灰角礫岩

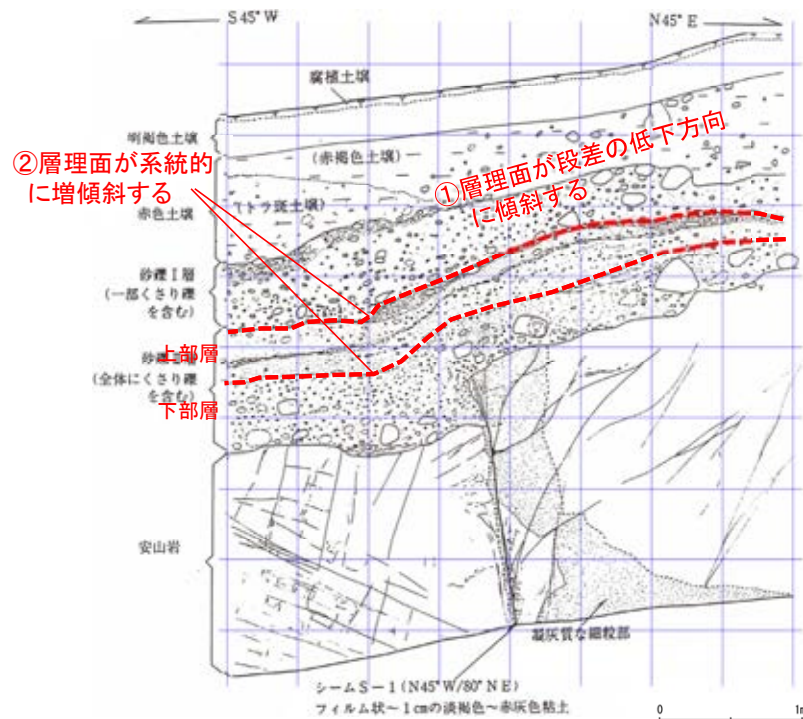
| No. | 貫入長さ L(mm) | 貫入荷重 P(N) | 針貫入勾配 $N_p(P/L)$ | 一軸圧縮強度 (kN/m^2)※ |
|-----|---------------|--------------|---------------------|-------------------------|
| ① | 5 | 100 | 20.0 | 7824 |
| ② | 3 | 100 | 33.3 | 12894 |
| ③ | 2 | 100 | 50.0 | 19169 |
| ④ | 2 | 100 | 50.0 | 19169 |
| ⑤ | 1 | 100 | 100.0 | 37757 |
| ⑥ | 2 | 100 | 50.0 | 19169 |
| ⑦ | 2 | 100 | 50.0 | 19169 |
| 全平均 | | | 50.48 | 19347 |

凝灰質な細粒部(固結した破砕部)

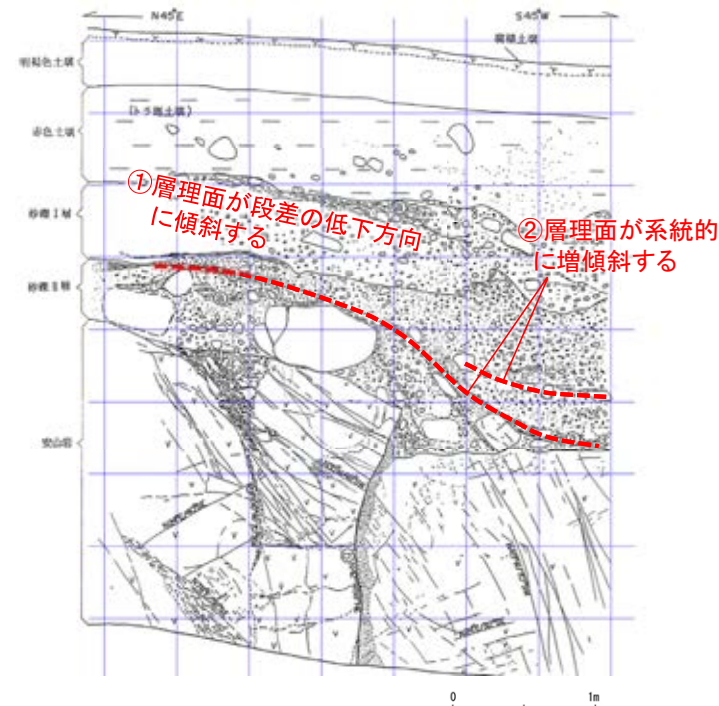
| No. | 貫入長さ L(mm) | 貫入荷重 P(N) | 針貫入勾配 $N_p(P/L)$ | 一軸圧縮強度 (kN/m^2)※ |
|-----|---------------|--------------|---------------------|-------------------------|
| ① | 3 | 100 | 33.3 | 12894 |
| ② | 2 | 100 | 50.0 | 19169 |
| ③ | 2 | 100 | 50.0 | 19169 |
| ④ | 2 | 100 | 50.0 | 19169 |
| ⑤ | 3 | 100 | 33.3 | 12894 |
| 全平均 | | | 43.33 | 16665 |

(3) 旧A・Bトレンチの層理面の傾斜等に関する検討 一概要一

- 有識者会合は、旧A・Bトレンチにおいて、岩盤の上位に分布する堆積物の層理面は、全て南西側(S-1の段差と調和的な方向)に傾斜しており(下図①)、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(下図②)ことから、この堆積物(砂礫Ⅱ層)の堆積後にS-1が変位したと解釈するのが最も合理的であると評価している。
- 当社は、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から、上記①②は、既存の段差を砂礫層が埋めるように堆積した堆積構造を示していると評価している。
- この評価を検証するために、既存の段差を陸側(山側)からの堆積物が埋めるケースを模擬した堆積実験(次頁)及び砂礫層が断層変位を受けたケースを模擬した断層変位実験(次々頁)を実施し、旧A・Bトレンチの堆積物でみられる構造との比較検討を行った。
- 検討の結果、層理面の傾斜等は、S-1の変位により形成されたものではなく、段差を埋める堆積構造であると考えられる。



Bトレンチ北西壁 スケッチ



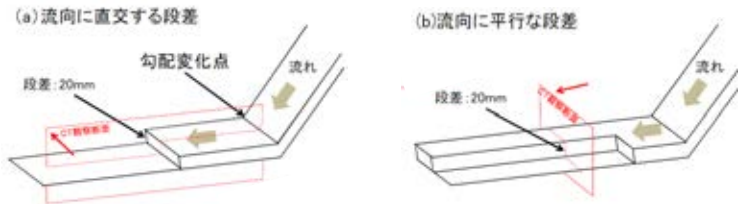
Aトレンチ南東壁 スケッチ

○旧A・Bトレンチを模擬して、既存の段差を陸側(山側)からの堆積物(砂礫)が埋める場合の段差付近の砂礫層内部に見られる構造の特徴について確認した。

○実験の結果、旧A・Bトレンチに見られる砂礫層の構造について、既存の段差を砂礫層が埋積したとする評価を支持する知見が得られた。

実験条件

装置: アクリル製小型水路
 基盤の段差: 水平区間の底盤に段差を配置
 段差の形状: 高さ20mm, 傾斜は90° とオーバーハングで60° と75°
 段差の向き: 流向に対して平行と直交
 材料: 1号砂利, 3号砂利, 8号珪砂, 水の混合
 (砂礫含有量は約50vol%)
 (粒子径は中央値でそれぞれ約6, 2, 0.08mm)
 撮影: 堆積時をビデオカメラで,
 堆積後に医療用X線CTで撮影

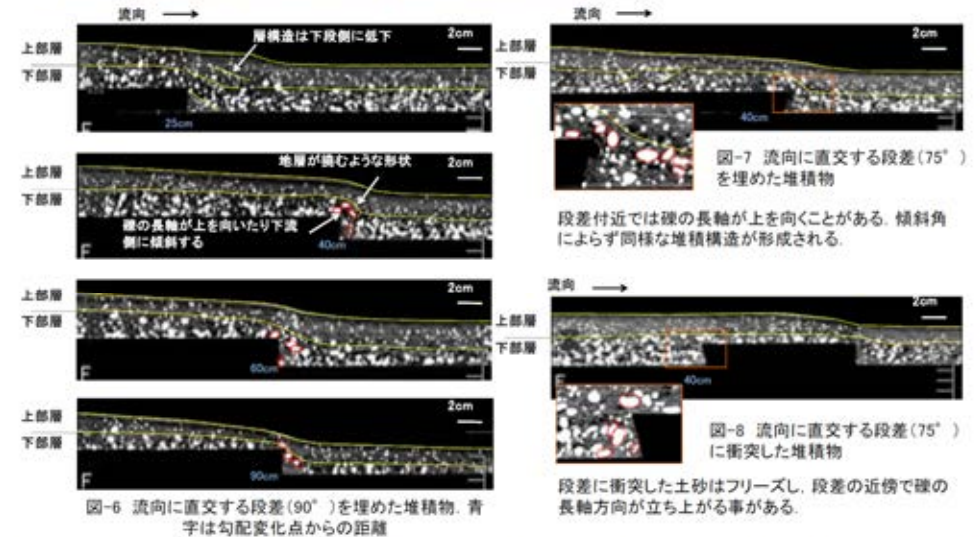


【主な成果】

- 礫を含む高濃度密度流を模擬した堆積物は、粗粒な礫に富む下部層と砂に富む上部層に分けられた。
- 基盤岩に段差がある場合、段差が流向に直交する場合も平行な場合も、段差の直近では礫の長軸が立ち上がることや下段方向に傾斜することが確認された。
- 段差近傍で上段から下段に層構造が傾斜すること、地層が撓むような形状を示すことが確認された。

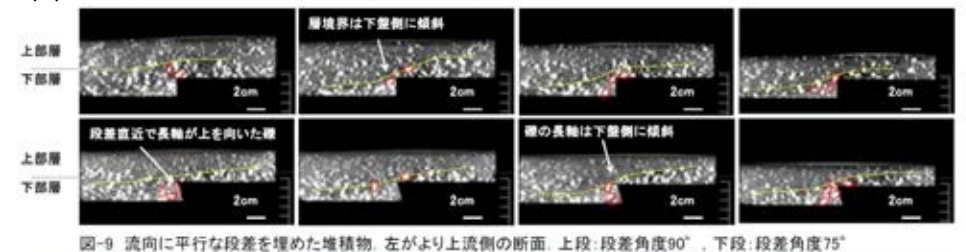
堆積作用によっても断層の直近で礫の長軸が急傾斜になることや地層が撓むような構造が生じることが確認できた。

(a) 流向に直交する段差がある場合の堆積構造



段差付近では礫の長軸が上を向いたり下流側に傾斜する。下部層と上部層を分ける層構造は段差の直上もしくはやや下流側で地層が上に撓むような形状を示す(図-6, 7)。

(b) 流向に平行な段差がある場合の堆積構造



段差の上段から下段の方向に層構造が緩く傾斜する。段差近傍の下段側では礫の長軸方向が鉛直方向に近くなったり、下段側に傾斜する。段差の傾斜角によらず同様な傾向が見られた(図-9)

- 有識者会合は、淘汰の悪い砂礫層の場合や、含水条件で流動性を持つ場合、せん断面や地層の擾乱は必ずしも判断できないため、旧A・Bトレンチの砂礫Ⅱ層が変位・変形を受けている可能性は否定できないと評価している。
- そこで、砂礫層の断層運動による変形様式を実験的に検討することを目的に、乾燥状態・浸水状態における砂礫の混合試料を用いた断層変位実験を実施した結果、いずれの場合も同様にせん断面や地層の擾乱が生じることが確認された。
- この知見を踏まえると、旧A・Bトレンチの砂礫Ⅱ層にはせん断面や地層の擾乱が認められないことから、断層運動による変位・変形を受けていないと判断される。

実験条件

装置：アクリル製土槽（2種類）（図-3）

地盤材料：砂（8号珪砂），礫（3号砂利，1号砂利）

礫層配合：8号珪砂：3号砂利：1号砂利=15：2：3（重量比）

層厚：約40～50mm

湿潤状態：乾燥状態¹⁾，湿潤状態（含水比約26%），浸水状態（図-4）

断層運動：逆断層運動（傾斜角=60°，75°）

変位速度：0.01mm/s（鉛直成分）

撮影：変位量2mm毎にX線CTで撮影

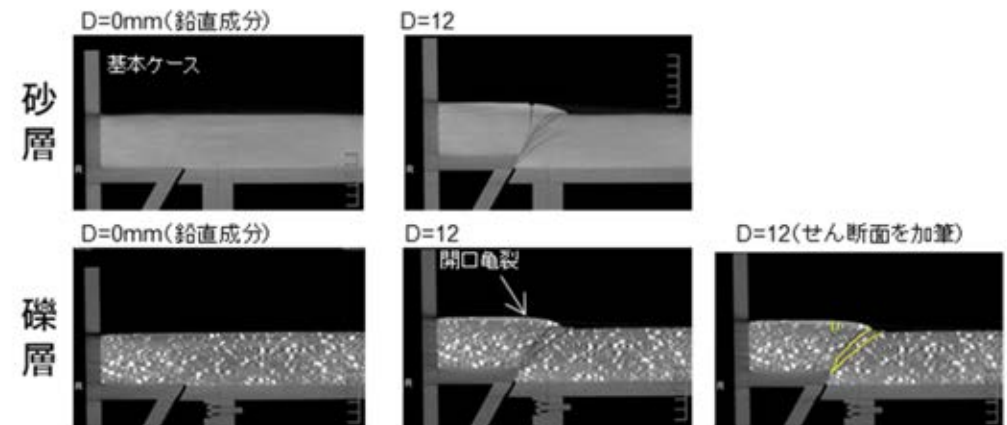


図-3 断層模型実験に用いたアクリル製の土槽（写真は水中用）

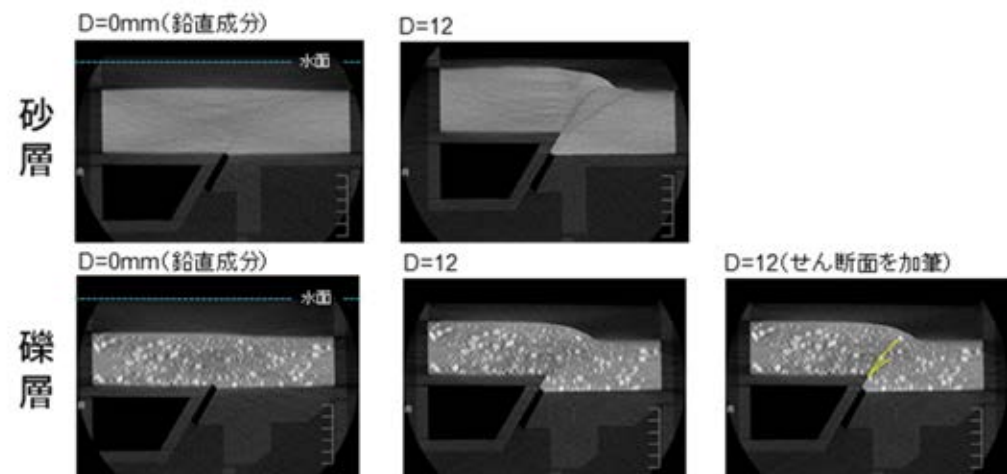


図-4 土槽を浸水させることで水中の未固結堆積物を模擬

(a) 乾燥状態



(b) 浸水状態（水中）



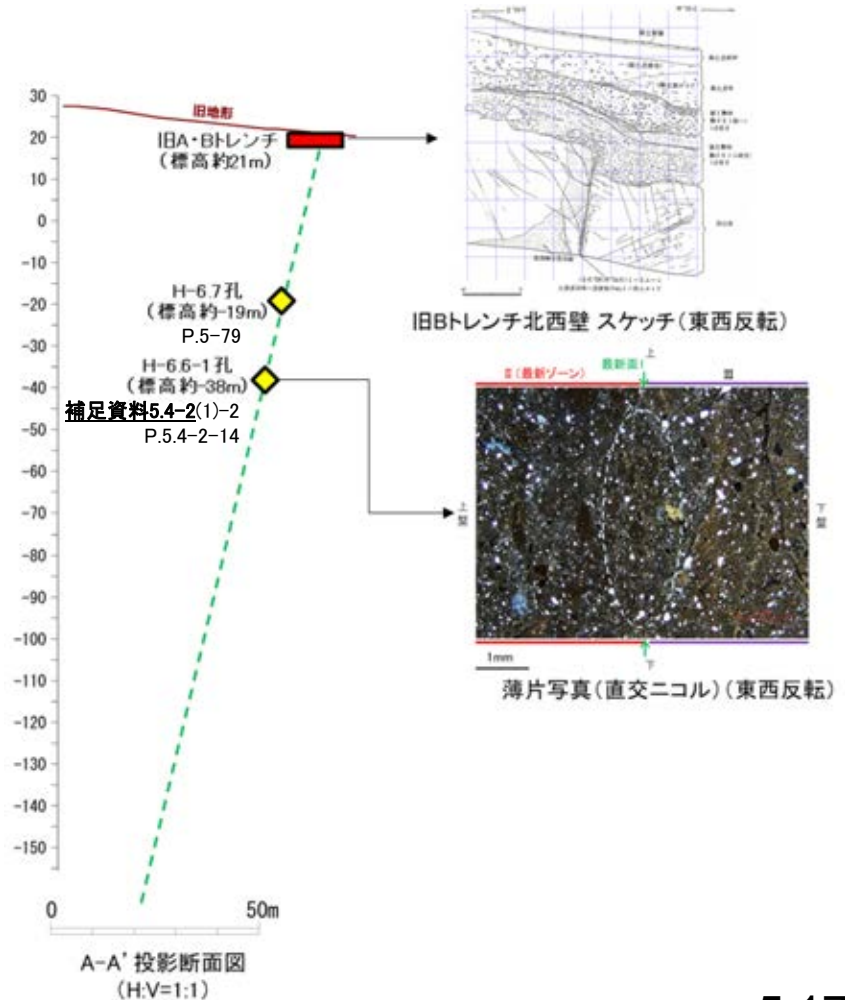
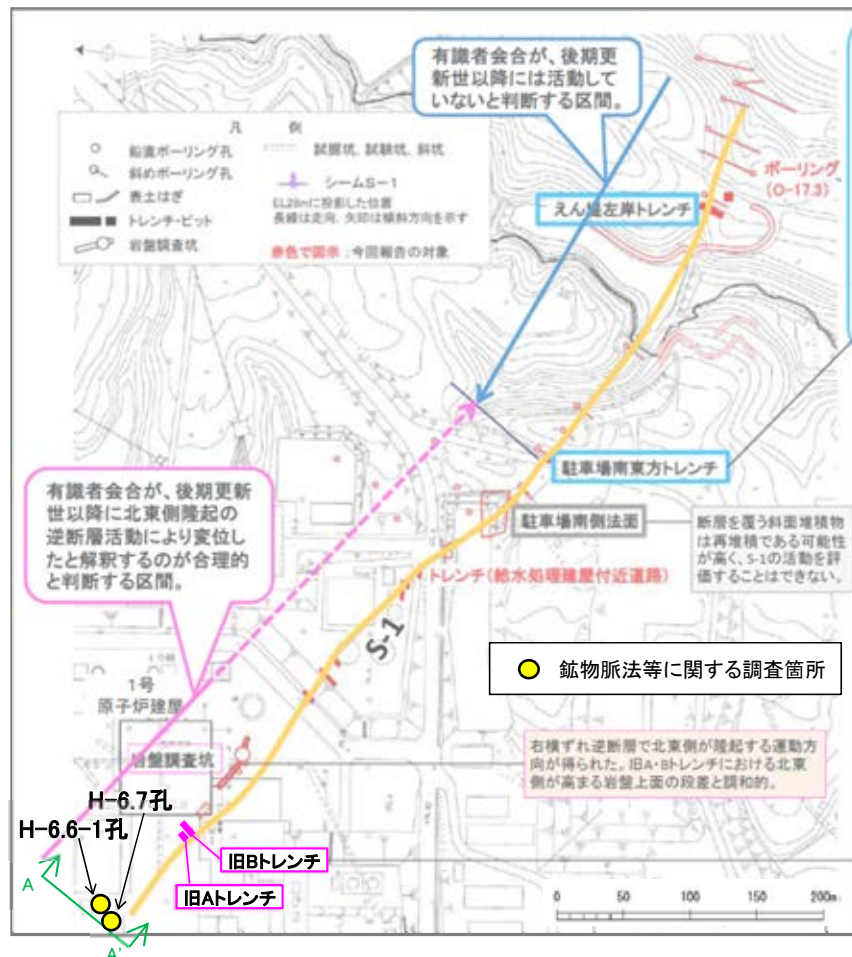
【主な成果】

- 乾燥状態，浸水状態（水中）いずれにおいても、礫層が変位・変形を受けた場合、淘汰の良い砂層の場合と同様に、せん断面や礫の回転が生じることが確認された。

検討3：S-1北西部の鉱物脈法等による評価

検討3: S-1北西部の鉱物脈法等による評価

- 有識者会合は、S-1の南東部については後期更新世以降の活動はないと評価しているが、旧A・Bトレンチ既往スケッチ及び写真等の情報から、S-1の北西部については、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であると評価している。
- 有識者会合によれば、上記評価は、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、「今後の課題」に示すデータ等の拡充が必要としていることから、「今後の課題」を踏まえ、旧A・Bトレンチ地下延長部において、鉱物脈法等による評価を実施した。
- 仮にS-1北西部が北東側隆起の逆断層活動により変位したとした場合、地下延長部のS-1も同センスの変位が生じているはずであるが、鉱物脈法等による評価の結果、S-1の最新面が不明瞭かつ不連続になっており、不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層、少なくとも後期更新世以降に生成されたものではない)に変位・変形は認められない。



(「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(報告) 平成28年4月27日原子力規制庁」に加筆)

S-1の有識者会合の評価と追加検討 まとめ

○新たにS-1北西部で実施した鉱物脈法等による評価(検討3)により、S-1北西部に後期更新世以降の活動は認められない。

| 検討内容 | | 検討結果 | 記載頁 |
|------|------------------------------------|--|------------------------------|
| 検討3 | 旧A・Bトレンチ地下延長部において、鉱物脈法等による評価を実施した。 | S-1の最新面が不明瞭かつ不連続になっており、不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層、少なくとも後期更新世以降に生成されたものではない)に変位・変形は認められない。 | 補足資料5.17-1 P.5.17-1-25～26 |

○有識者の評価に至った個別事象についても追加の検討(検討1, 2)を行い、当社の評価の妥当性を再確認した。

| 検討内容 | | 検討結果 | 記載頁 |
|------|---|--|-----------------------------|
| 検討1 | 駐車場南側法面の堆積物を被覆する赤色土壌等について、CT画像観察等を行い、再堆積の可能性について検討する。 | 赤色土壌には明瞭な斑紋構造が認められ、この斑紋構造は数万年スケールの時間で生じるとされていることから、再堆積の可能性はない。 | 補足資料5.17-1 P.5.17-1-9～12 |

| 検討内容 | | 検討結果 | 記載頁 |
|------|--|--|------------------------------|
| 検討2 | (1) 旧A・Bトレンチ周辺の地形と岩盤上面形状のデータから、旧A・Bトレンチの岩盤上面の段差の成因を検討する。 | 同段差は、河川の侵食作用によりS-1沿いに形成されたものと考えられる。 | 補足資料5.17-1 P.5.17-1-13～19 |
| | (2) 軟質と評価された凝灰質な細粒部について、針貫入試験を行い、硬軟を確認する。 | 同細粒部は岩盤と同程度の硬度を有しており、段差部において侵食されずに残ったものと考えられる。 | 補足資料5.17-1 P.5.17-1-20～21 |
| | (3) 旧A・Bトレンチを模擬した堆積実験及び断層変位実験を行い、層理面の傾斜の成因について検討する。 | 同傾斜は、S-1の変位により形成されたものではなく、段差を埋める堆積構造であると考えられる。 | 補足資料5.17-1 P.5.17-1-22～24 |



【S-1において実施した追加検討結果(まとめ)】

S-1北西部に後期更新世以降の活動は認められない。

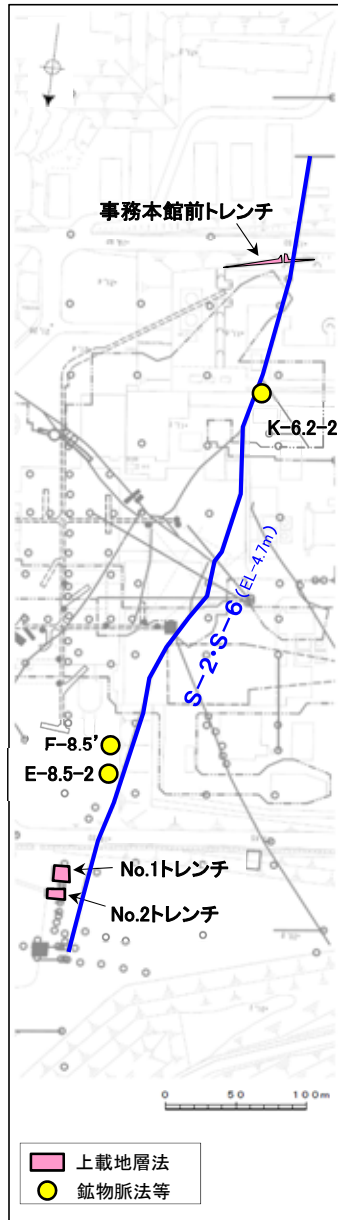
(4) S-2・S-6に関する調査・検討結果

S-2・S-6に関する調査・検討結果 一概要一

○S-2・S-6の活動性については、有識者会合において議論、評価がされている。

○同会合における当社及び有識者の評価と、両者で評価の異なるもの及び同会合が示した「今後の課題」を踏まえ実施した追加検討について以下に示す。

【有識者会合の評価(概要)】



S-2・S-6の調査位置図

【当社の評価】

(地形)

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。

(事務本館前トレンチ)

S-2・S-6は、5,970±40yBPの木片を含む堆積物に覆われ、同堆積物に変位・変形は認められない。

(No.1トレンチ)

S-2・S-6は、ATを含む再堆積した地層に覆われ、同堆積物に変位・変形は認められない。

(No.2トレンチ)

S-2・S-6は、岩盤の上面及びその直上のMIS5eの海成堆積層に変位・変形が認められないことから、12万～13万年前以降の活動はない。

【S-2・S-6の活動性評価】

S-2・S-6 は、少なくとも12～13万年前以降の活動は認められない。

【有識者の評価】

赤字: 当社の評価と異なるもの及び今後の課題

S-2・S-6付近では、地形、岩盤上面高度ともに、S-2・S-6通過位置の海側(西側)の方が高く、山側(東側)が低い傾向が認められる。

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。

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。

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の海成堆積物の層理面が山側(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。

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。

【今後の課題】

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。

- ②S-1, S-2・S-6等の断層破砕帯やその母岩の鉱物学的・地球化学的分析。
- ③S-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。
- ④S-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。
- 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。

【新たな追加検討(内容・結果)】

○ No.2トレンチでは、MIS5eの海成堆積物中の層理等が山側に向かって一様に傾斜する傾向は認められない(検討2)。

| 検討内容 | 検討結果 | 記載頁 |
|---|--|----------------------------------|
| 検討2 山側に傾斜する層理等を含めトレンチ内の全ての層理等について、傾斜の有無(層理の傾斜と断層との関係等)を定量的に確認する。 | MIS5eの海成堆積物中の層理等が山側に向かって一様に傾斜する傾向は認められないことを確認した。 | 補足資料 5.17-1 P.5.17-1-43~50 |

・No.2トレンチ周辺は建設時に地盤改良等の人工改変を受けており、MIS5eの海成堆積物の堆積構造に関する更なるデータの取得は困難であることから、より広域的な検討(検討3, 1, 4)を行うこととした。

○ S-2・S-6, S-2・S-6の下盤側直近のS-1北西部及び上盤側のS-7, S-8の最新面が不明瞭かつ不連続になっており、不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層、少なくとも後期更新世以降に生成されたものではない)に変位・変形は認められないことを確認した(検討3)。

| 検討内容 | 検討結果 | 記載頁 |
|--|---|----------------------------------|
| 検討3 S-2・S-6, S-2・S-6の下盤側直近及び上盤側の岩盤中のせん断面(S-1北西部, S-7, S-8)に対して、鉱物脈法等による評価を実施した。 | S-2・S-6, S-2・S-6の下盤側直近のS-1北西部及び上盤側のS-7, S-8の最新面が不明瞭かつ不連続になっており、不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められない。 | 補足資料 5.17-1 P.5.17-1-51~53 |

○ 地形、岩盤上面ともにS-2・S-6に沿って一様に海側が高い傾向は認められず、さらに、地下深部に変位を与える断層はない(検討1, 4)。

| 検討内容 | 検討結果 | 記載頁 |
|--|--|----------------------------------|
| 検討1 S-2・S-6付近の地形及び岩盤上面形状を確認し、指摘された「凸状地形」付近でボーリング調査を行い、S-2・S-6の海側隆起の有無を検討する。 | 地形、岩盤上面ともにS-2・S-6に沿って一様に海側が高い傾向は認められず、また、指摘の「凸状地形」の地下には、同地形を隆起させる断層がないことを確認した。 | 補足資料 5.17-1 P.5.17-1-31~42 |
| 検討4 S-2・S-6の南方延長への連続性をボーリング及び音波探査記録で確認し、地下深部への連続性を反射法・VSP探査により確認する。 | S-2・S-6は南方延長や地下深部へは連続しないことを確認した。 | 補足資料 5.17-1 P.5.17-1-54~64 |

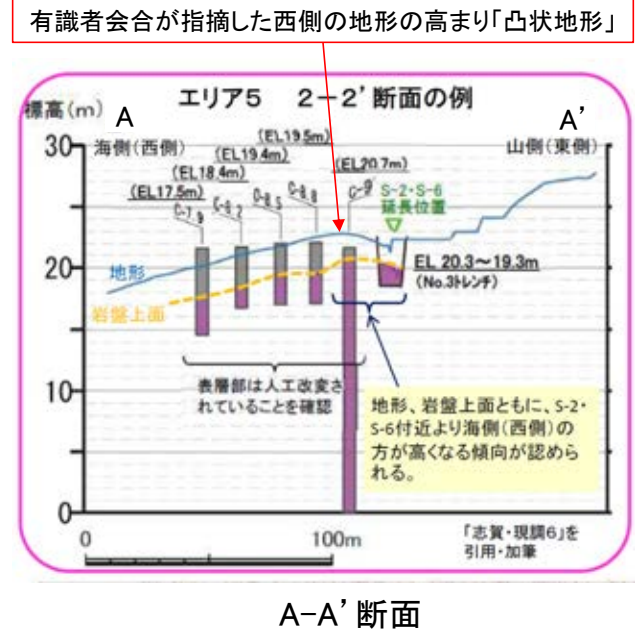
【S-2・S-6において実施した追加検討結果(まとめ)】

○ 「S-2・S-6の地下延長部の断層が活動し、地表付近の上部更新統等に変形を及ぼした」との評価は考え難い。

検討1 : S-2・S-6付近の地形等に関する検討

検討1: S-2・S-6付近の地形等に関する検討 ー概要ー

- 有識者会合は、下表左に示す(1), (2)のことから、S-2・S-6付近の地形、岩盤上面の高まりは、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と評価している。
- これらの評価に対して、下表右に示すデータ拡充及び検討を行った。
- 検討の結果、地形及び岩盤上面ともにS-2・S-6に沿って一様に海側が高い傾向は認められず、また、有識者会合が指摘した西側の地形の高まり(以下、「凸状地形」)の地下には、同地形を隆起させる断層がないことを確認した。



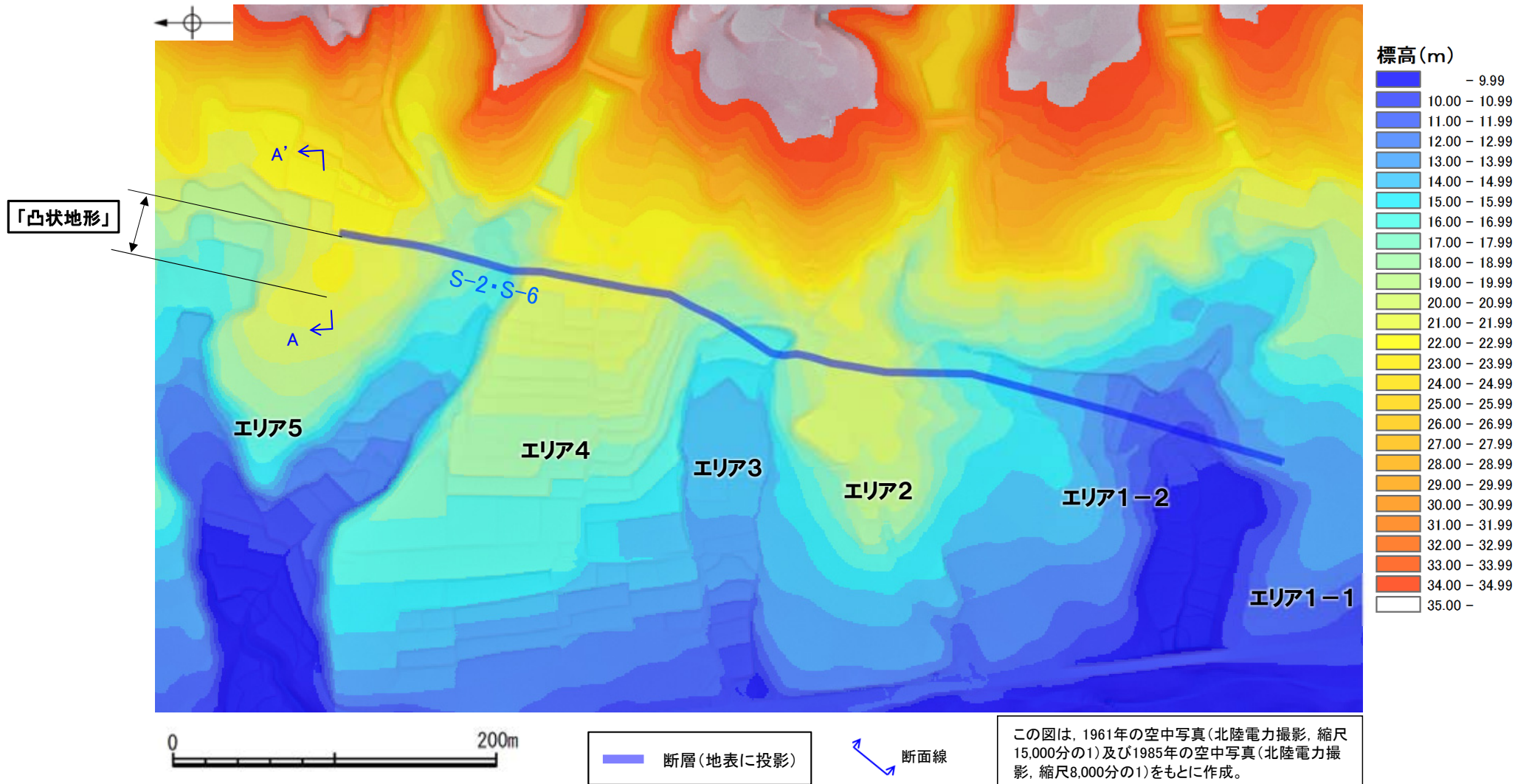
(「北陸電力株式会社志賀原子力発電所の敷地内破砕帯の評価について(報告)平成28年4月27日原子力規制庁」に加筆)

| 有識者会合の評価 | | 有識者会合以降のデータ拡充 | 検討内容 |
|----------|--|--|--|
| (1) | <ul style="list-style-type: none"> エリア2のC-C'断面において、敷地造成前の地形に、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。 エリア4のB-B'断面において、敷地造成前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。 | <ul style="list-style-type: none"> S-2・S-6付近の地形、岩盤上面分布の作成 | 仮に海側(西側)隆起の変動地形であれば、地形、岩盤上面ともにS-2・S-6全線に沿って一様に海側が高まるないしは減傾斜すると考えられるが、エリア2、エリア4を含むS-2・S-6全線に沿ってそのような傾向が認められるか否かについて確認を行う(補足資料5.17-1P.5.17-1-33~35)。 |
| (2) | <ul style="list-style-type: none"> エリア5のA-A'断面において、敷地造成前の地形は、S-2・S-6通過位置の海側(西側)が高く、山側(東側)が低くなる特徴が認められる。また岩盤上面の高度についても、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。 | <ul style="list-style-type: none"> 「凸状地形」周辺のボーリング調査 | エリア5でみられる地形、岩盤上面ともに海側(西側)の高まりについては、ボーリング調査により深部の断層の有無の確認を行い、さらに「凸状地形」の成因について考察を行う(補足資料5.17-1P.5.17-1-36~42)。 |

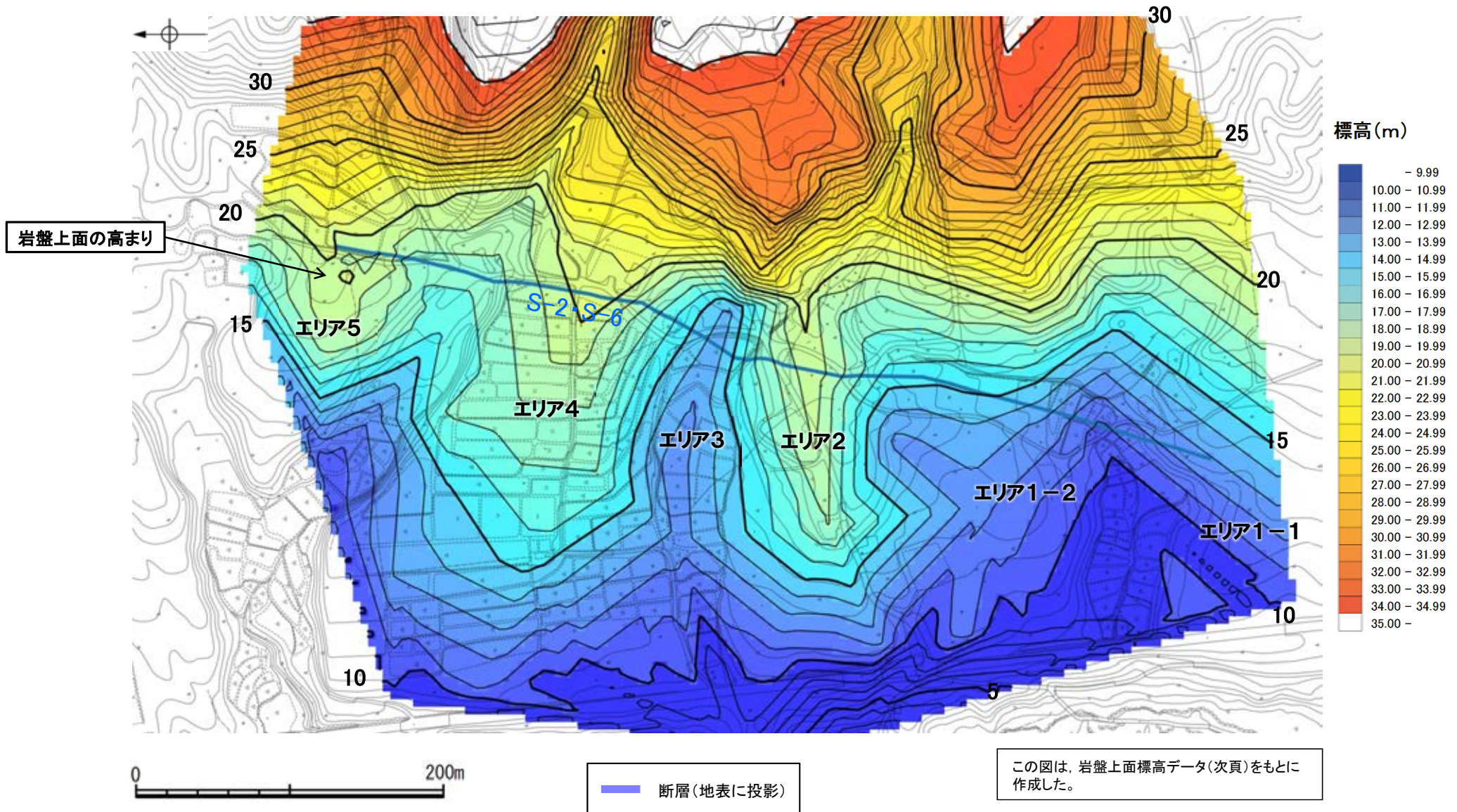
各エリアの調査結果は、補足資料5.5-1(2) P.5.5-1-46~52

- S-2・S-6北部に位置するエリア5において、「凸状地形」が認められる(A-A'断面*)。
- これをS-2・S-6の活動による変動地形と考えた場合、S-2・S-6の南北全線にわたって同様に地形の高まりが生じると考えられる。
- しかしながら、実際のS-2・S-6付近の地形は、海側(西側)に向かって徐々に低下しており、S-2・S-6より海側がエリア5と同様に一樣に高まるないしは減傾斜する傾向は認められない。

※A-A'断面は補足資料5.17-1P.5.17-1-37



OS-2・S-6北部に位置するエリア5において、岩盤上面の高まりが認められる。
 ○これをS-2・S-6の活動による変動地形と考えた場合、S-2・S-6の南北全線にわたって同様に岩盤上面の高まりが生じると考えられる。
 ○しかしながら、実際のS-2・S-6付近の岩盤上面は、海側(西側)に向かって徐々に低下しており、S-2・S-6より海側がエリア5と同様に一様に高まるないしは減傾斜する傾向は認められない。

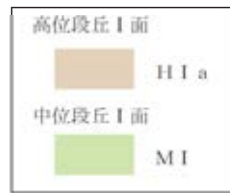


岩盤上面標高段彩図

【岩盤上面標高データ】



エリア5周辺の拡大図



- ボーリング孔(1号機建設時)
- ボーリング孔(2号機建設時)
- ボーリング孔(2号機建設以降)
- No.1~No.3トレンチ
- 断層(地表に投影)

数字は岩盤上面の標高(m)

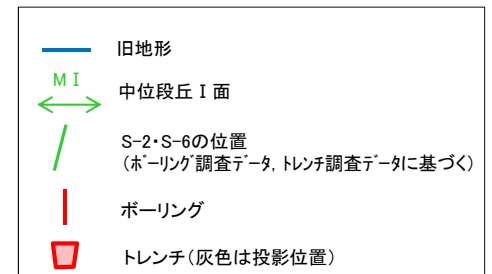
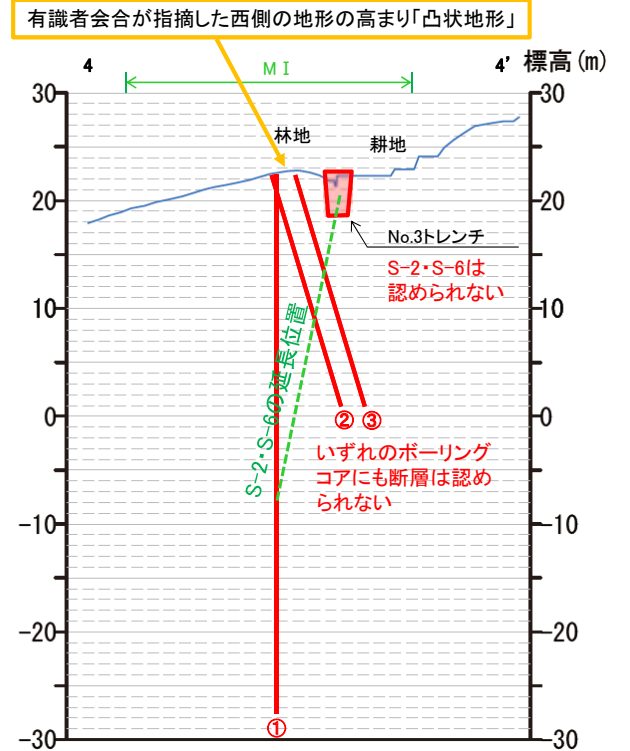
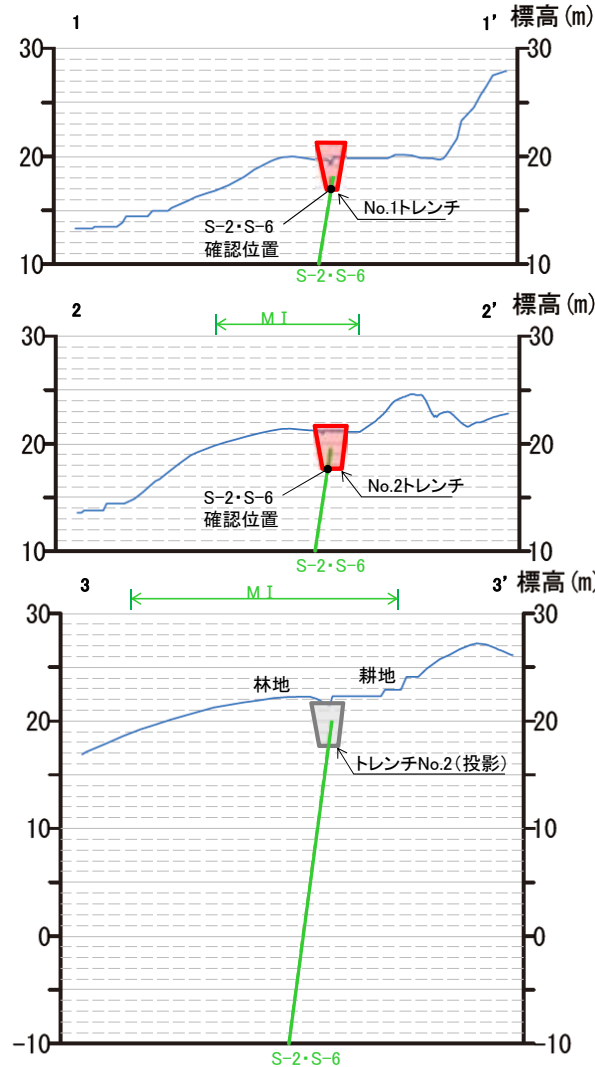
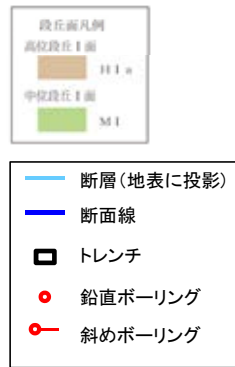
この図は、1961年の空中写真(北陸電力撮影、縮尺15,000分の1)及び1985年の空中写真(北陸電力撮影、縮尺8,000分の1)をもとに作成した地形図(等高線は1m間隔)に、空中写真判読及び既存ボーリングの地質データ等に基づいた段丘面分布を示したものの。



○有識者会合は、エリア5において、地形、岩盤上面ともにS-2・S-6付近より海側(西側)の方が高くなることを指摘しているが、ボーリング調査の結果、西側を隆起させるような断層は認められない(次頁)。
 ○また、「凸状地形」の頂部付近には、相対的に堅硬である安山岩(均質)が周辺よりもやや優勢に分布している(補足資料5.17-1P.5.17-1-39, 40)ことから、「凸状地形」は、波蝕台形成時における岩盤上面の起伏を反映した局所的なものと推定される(補足資料5.17-1P.5.17-1-41, 42)。



位置図(エリア5)

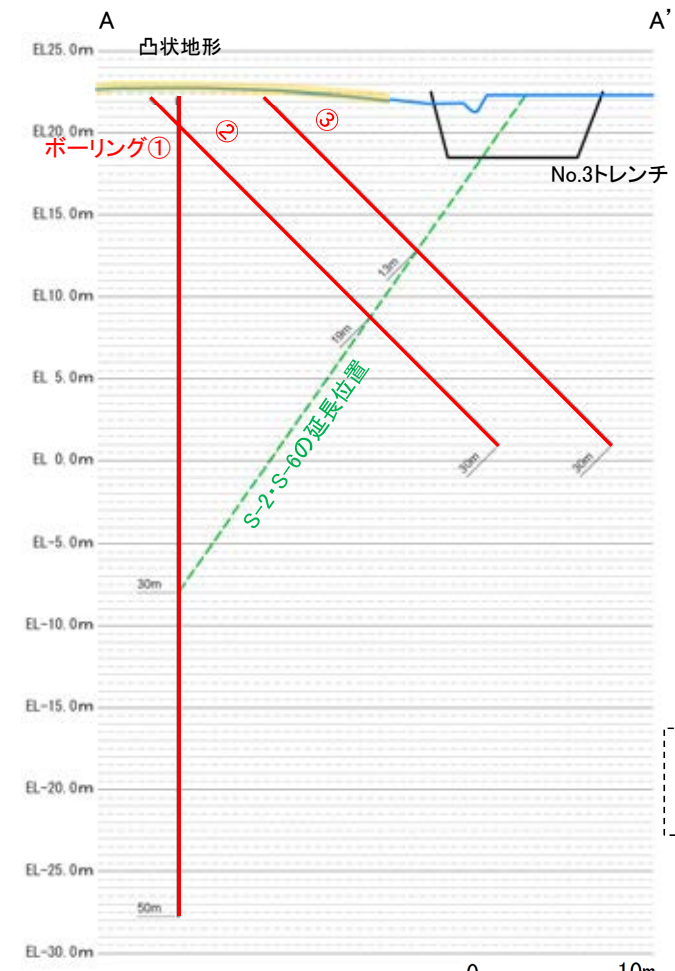


地形断面図(H:V=1:5)

- エリア5において、S-2・S-6の北方に西側が高い「凸状地形」が認められたことから、この基部において、西側を隆起させるような断層の有無を確認するために、凸部の頂部付近から3本のボーリング調査を実施した。
- その結果、いずれのボーリングコアにも深部に断層は認められないことが確認された(次頁)。
- また、S-2・S-6はNo.1, No.2トレンチでは確認されるが、「凸状地形」が最も顕著に表れているNo.3トレンチにおいては確認されない。



調査位置図



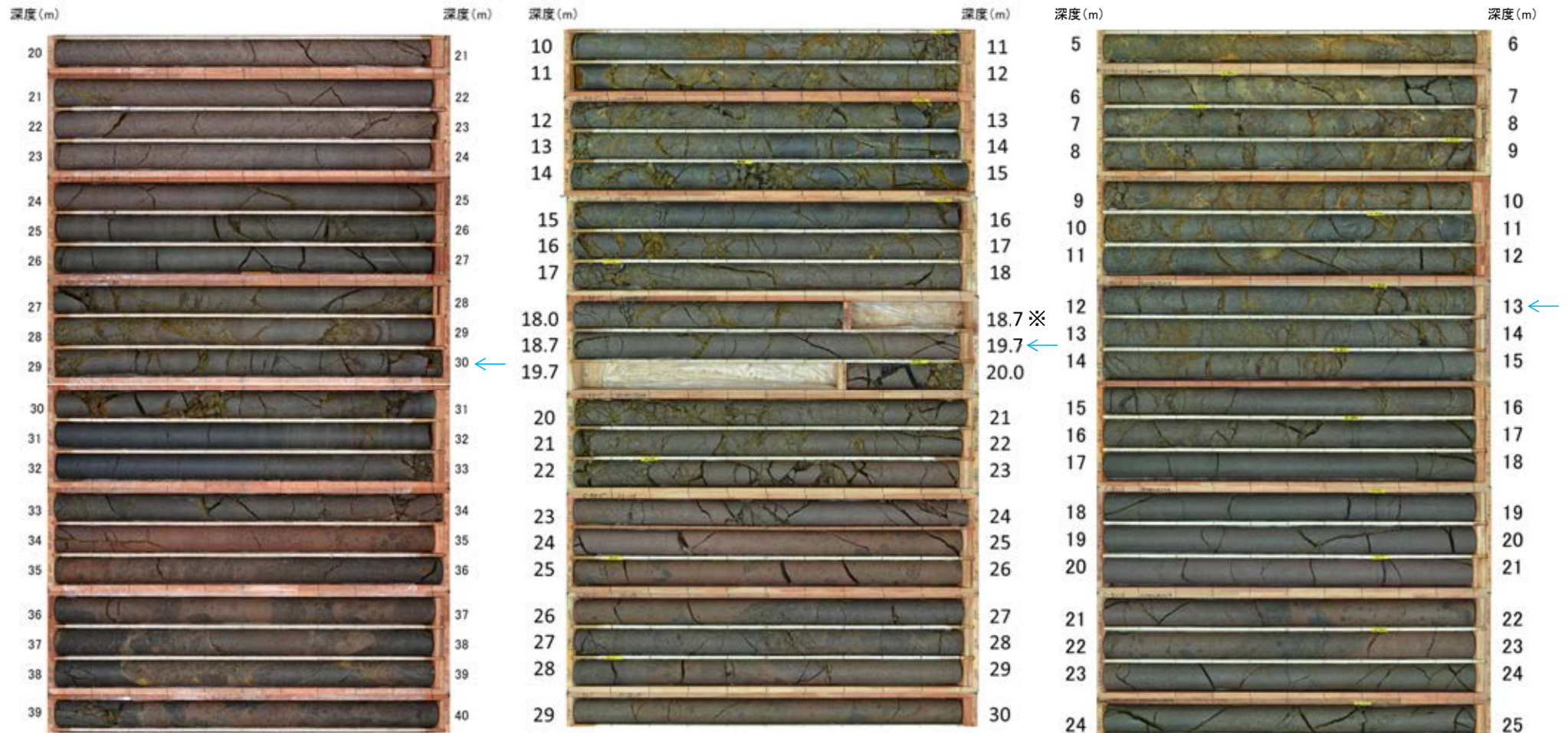
No.3トレンチの露頭調査結果は、[補足資料5.5-1](#) (3)P.5.5-1-65~68

・いずれのボーリングコアにも断層は認められない。

投影断面図

【「凸状地形」の深部における断層の有無 ボーリングコア写真】

← S-2・S-6想定延長位置



ボーリング①
コア写真(深度20~40m)
(S-2・S-6想定深度30m)

ボーリング②
コア写真(深度10~30m)
(S-2・S-6想定深度19m)

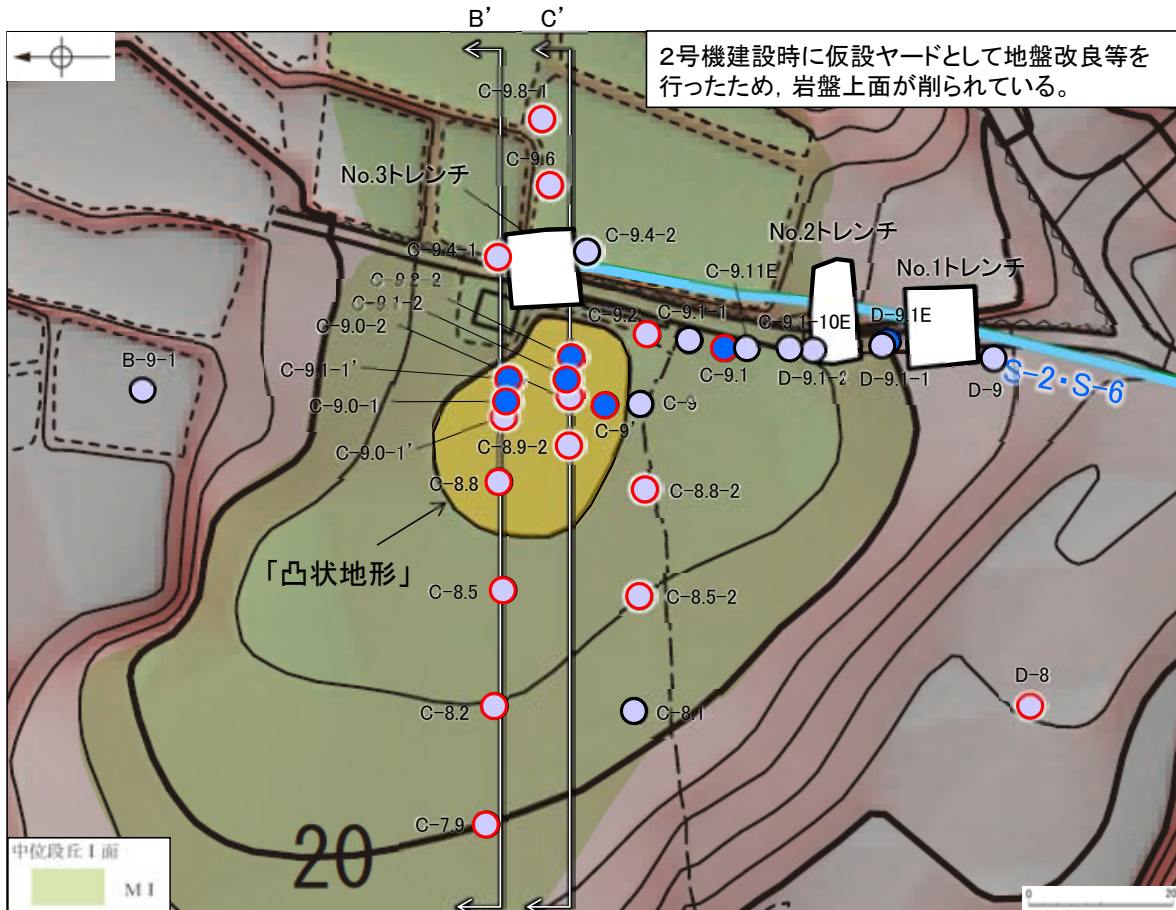
ボーリング③
コア写真(深度5~25m)
(S-2・S-6想定深度13m)

※18.7~19.7m間はS-2・S-6の想定延長位置にあたり、割れ目の詳細観察のため、コアの切断位置を変更した。

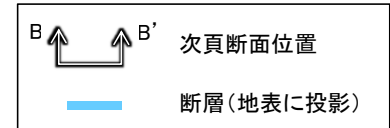
ボーリングコア全長の柱状図・コア写真については、[補足資料5.5-1](#) (3) P.5.5-1-69~78

○このエリアの表層部については2号機建設工事の際に人工改変を受けている(一度掘削した後、埋土・盛土により現地盤に整地されている)ことから、岩盤上面の地質の状況を直接確認することはできないが、現状の地質の状況が分かる範囲で「凸状地形」の成因について検討するため、周辺で群列ボーリングを実施し、岩盤の性状について検討した。

○群列ボーリングの結果、「凸状地形」の頂部付近の浅層部は、相対的に堅硬である安山岩(均質)が周辺よりやや優勢に分布していることが確認された(本頁に平面図、次頁に断面図を示す)。



2号機建設時に仮設ヤードとして地盤改良等を行ったため、岩盤上面が削られている。



地質分布図

(基図は旧地形の段丘面分布図)

岩盤最上位の岩種
(赤丸箇所は岩盤上面が改変されているため、埋土・盛土直下位の岩種を示す)

- 別所岳安山岩類 安山岩(均質)
- 別所岳安山岩類 安山岩(角礫質)・凝灰角礫岩

(参考)岩石試験一覧表※

| 岩種 | 安山岩(均質) | | 安山岩(角礫質) | | 凝灰角礫岩 | |
|-------------------|---------|---------|----------|--------|--------|----|
| | Aa | Ba | Bb | Bb | Bb | Bb |
| 試験個数 | 21 | 123 | 317 | 151 | | |
| 密度 (g/cm³) | 平均値 | 2.71 | 2.68 | 2.27 | 2.28 | |
| | 標準偏差 | 0.06 | 0.05 | 0.09 | 0.08 | |
| 吸水率 (%) | 平均値 | 1.12 | 1.34 | 12.58 | 12.14 | |
| | 標準偏差 | 0.58 | 0.56 | 2.45 | 2.92 | |
| 有効孔隙率 (%) | 平均値 | 2.98 | 3.53 | 25.28 | 21.62 | |
| | 標準偏差 | 1.41 | 1.37 | 3.61 | 4.40 | |
| 試験個数 | 21 | 123 | 317 | 151 | | |
| P波速度 (km/s) | 平均値 | 5.65 | 5.53 | 3.79 | 3.77 | |
| | 標準偏差 | 0.23 | 0.25 | 0.41 | 0.42 | |
| S波速度 (km/s) | 平均値 | 3.06 | 2.98 | 1.90 | 1.89 | |
| | 標準偏差 | 0.10 | 0.18 | 0.23 | 0.22 | |
| 動弾性係数 (×10³ N/m²) | 平均値 | 65.1 | 61.9 | 21.8 | 21.8 | |
| | 標準偏差 | (66.4) | (63.1) | (22.2) | (22.2) | |
| 動ポアソン比 | 平均値 | 4.9 | 7.5 | 5.7 | 5.5 | |
| | 標準偏差 | (5.0) | (7.6) | (5.8) | (5.6) | |
| 試験個数 | 21 | 123 | 317 | 151 | | |
| | 試験個数 | 21 | 123 | 317 | 151 | |
| 一軸圧縮強度 (N/m²) | 平均値 | 156.2 | 147.9 | 14.9 | 16.4 | |
| | 標準偏差 | (1,593) | (1,508) | (152) | (167) | |
| 試験個数 | 34.9 | 33.8 | 6.1 | 6.4 | | |
| | (356) | (345) | (62) | (65) | | |
| 弾性係数 (×10³ N/m²) | 平均値 | 59.6 | 57.3 | 12.0 | 12.3 | |
| | 標準偏差 | (60.8) | (58.4) | (12.2) | (12.5) | |
| 試験個数 | 7.4 | 8.5 | 5.5 | 4.8 | | |
| | (7.5) | (8.7) | (5.6) | (4.9) | | |
| 試験個数 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.24 | | |
| | 標準偏差 | 0.02 | 0.03 | 0.06 | 0.07 | |
| 試験個数 | 4 | 33 | 65 | 42 | | |
| | 試験個数 | 4 | 33 | 65 | 42 | |
| 引張強度 (N/m²) | 平均値 | 10.8 | 9.8 | 1.5 | 1.7 | |
| | 標準偏差 | (110) | (100) | (15) | (17) | |
| 試験個数 | — | 2.6 | 0.6 | 0.6 | | |
| | 標準偏差 | — | (26) | (6) | (6) | |

● 別所岳安山岩類の3岩種のうち、安山岩(均質)は他の2岩種に比べて硬質である。

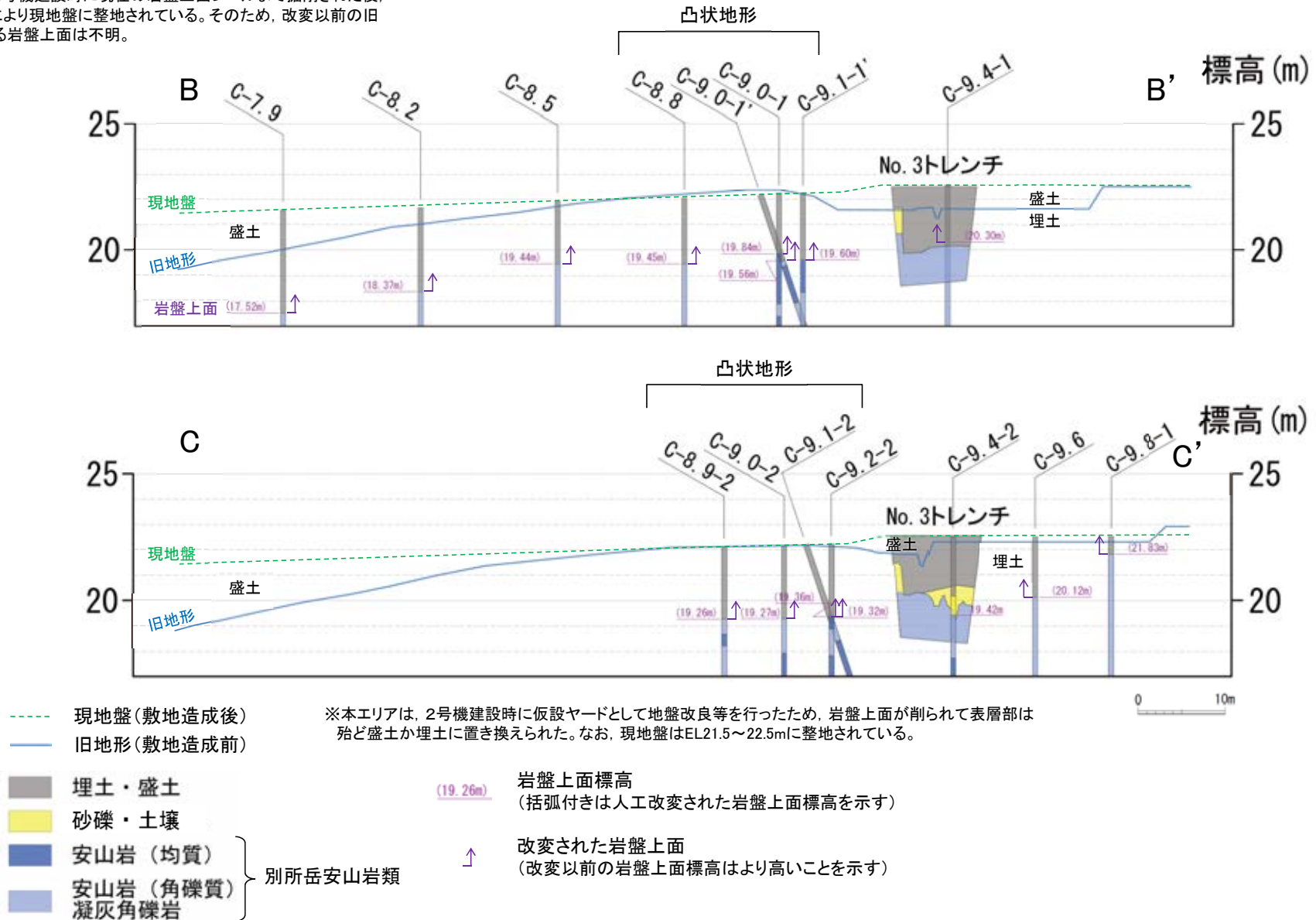
● 安山岩(角礫質)及び凝灰角礫岩は、ほぼ同程度の硬さである。

※ 敷地全域のボーリングコア等による3岩種の平均物性値(志賀原子力発電所 原子炉設置変更許可申請書(2号原子炉の増設)参照)

各ボーリングデータについては、[補足資料5.5-1](#) (3) P.5.5-1-79~88

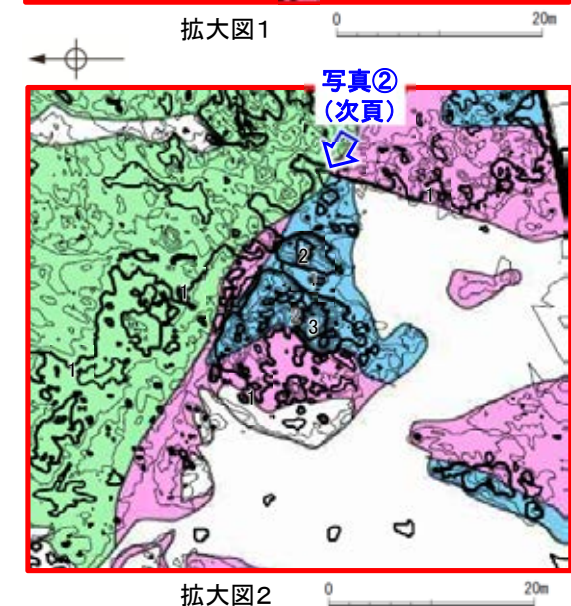
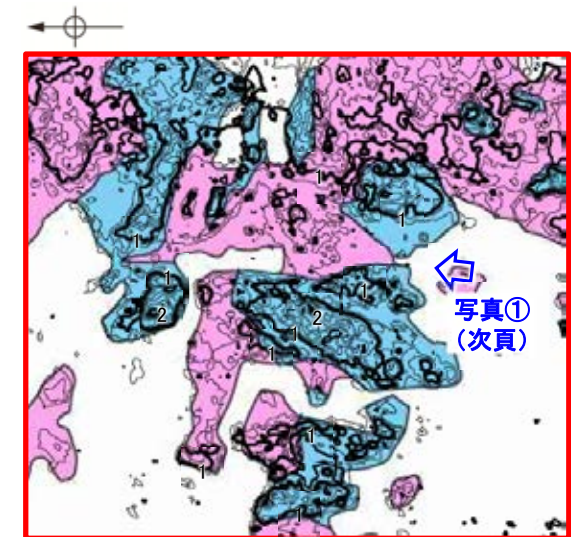
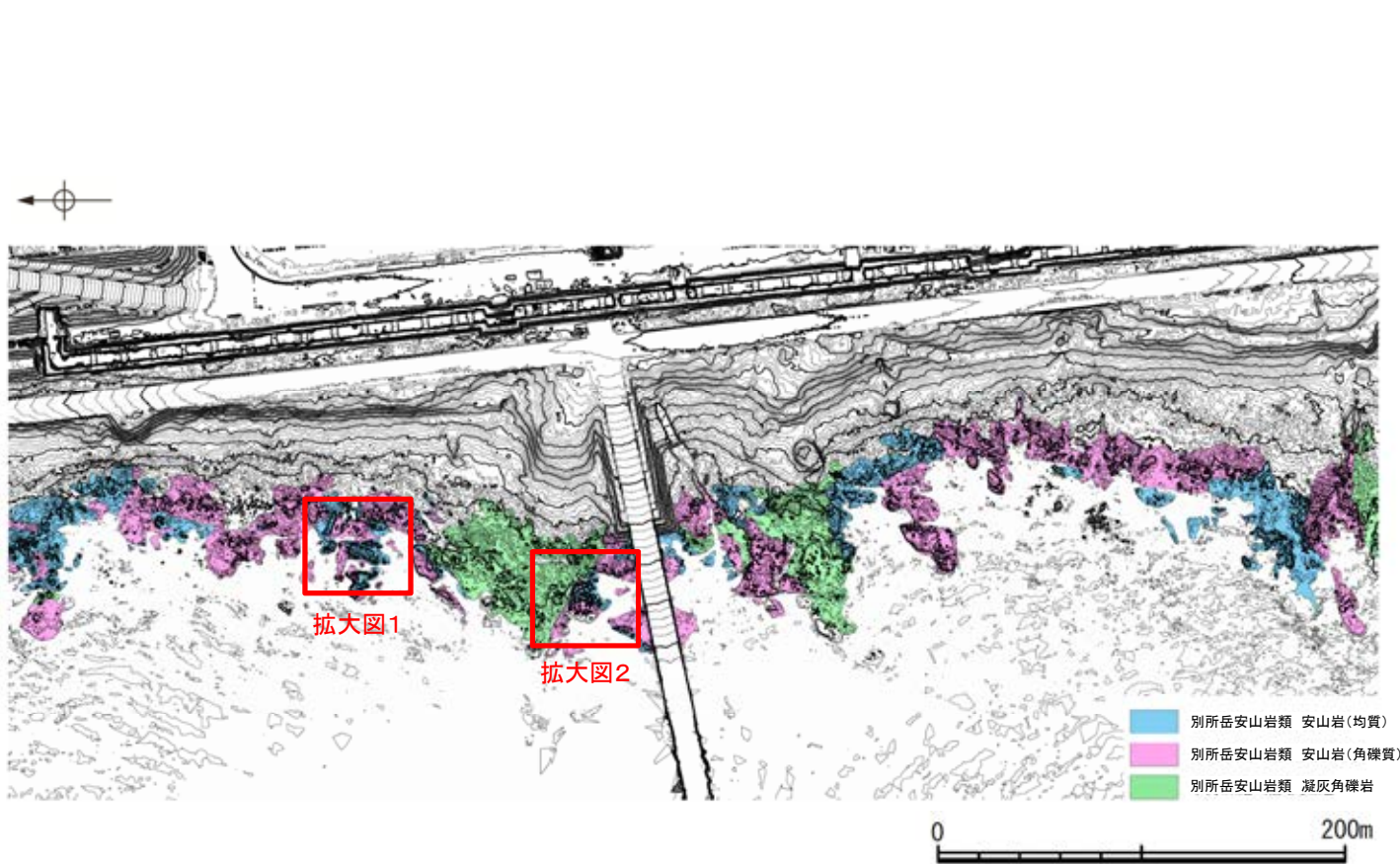
【「凸状地形」と周辺岩盤の硬軟の関係 ー断面図ー】

旧地形は、2号機建設時に現在の岩盤上面レベルまで掘削された後、埋土・盛土により現地盤に整地されている。そのため、変更以前の旧地形における岩盤上面は不明。



地形地質断面図 (H:V=1:3)

○敷地内と同じ別所岳安山岩類の安山岩が広く分布する海岸部では、岩盤上面の形状が凹凸に富む状況が確認されるとともに、安山岩(角礫質)と安山岩(均質)が接して分布する箇所において、相対的に堅硬な安山岩(均質)が高まりとして残る状況が確認される(本頁, 次頁)。
○「凸状地形」付近で実施したボーリング調査によれば、断層は認められず、「凸状地形」の頂部付近には、相対的に堅硬である安山岩(均質)が周辺よりもやや優勢に分布していることから、「凸状地形」は、波蝕台形成時における岩盤上面の起伏を反映した局所的なものと推定される。



【安山岩(均質)と安山岩(角礫質)の硬軟の差による段差の例】

←W(海側)

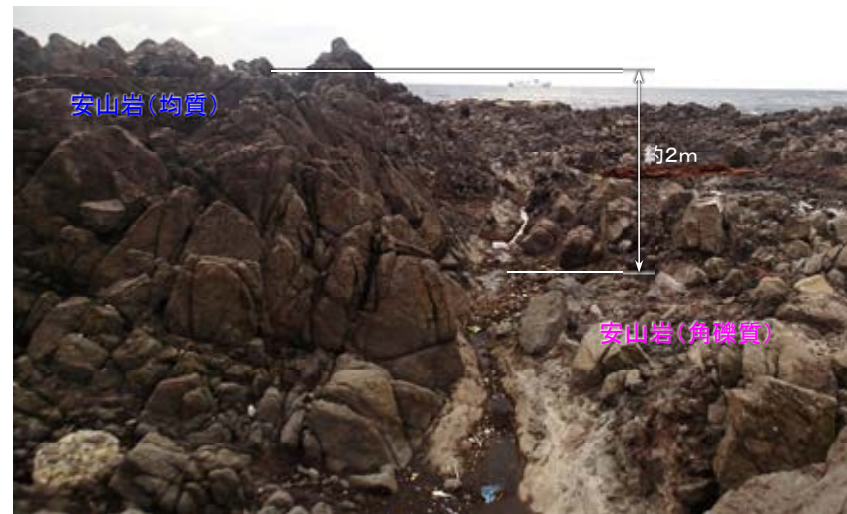
E(山側)→

←SW

NE→



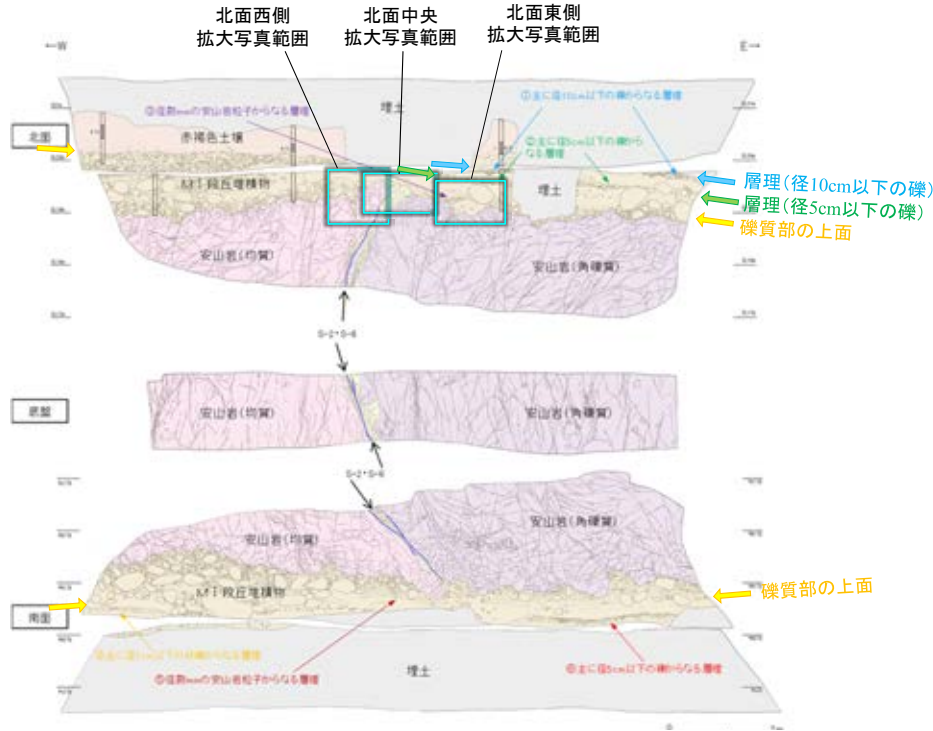
写真①



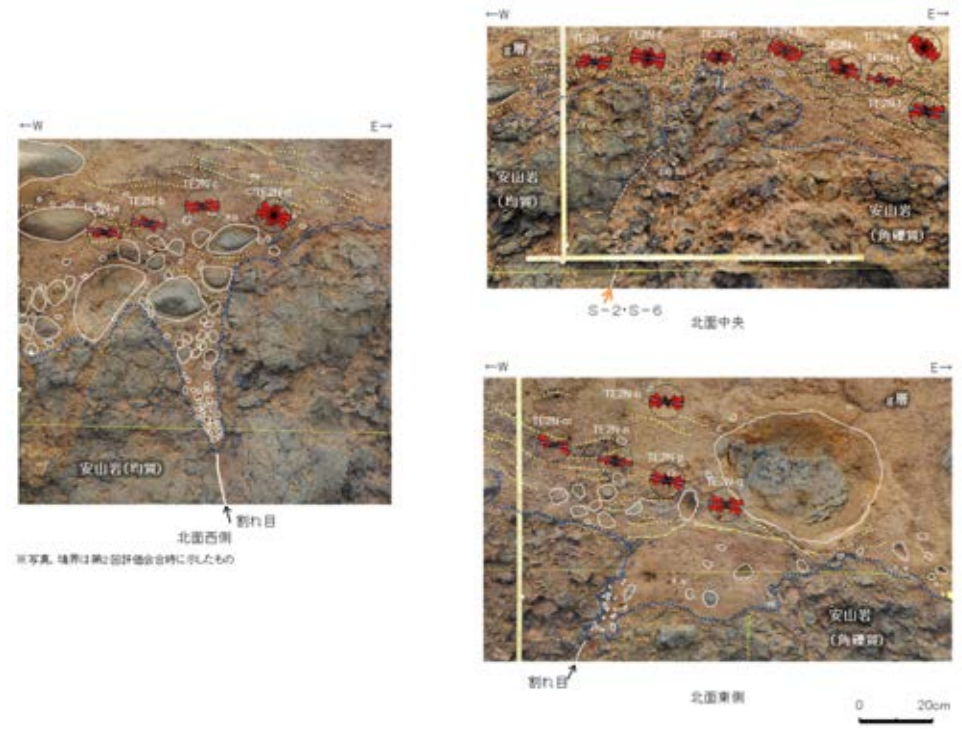
写真②

検討2: No.2トレンチの層理面等の傾斜に関する検討

- 有識者会合は、下表(1), (2)のことから、No.2トレンチのM I 段丘堆積物が山側(東側)に傾斜すると評価している。
- これらの評価に対して、下表右に示すデータ拡充及び検討を行った。
- 検討の結果、MIS5eの海成堆積物中の層理等が山側に向かって一様に傾斜する傾向は認められないことを確認した。



No.2トレンチスケッチ 展開図
(有識者が示した層理, 礫質部の上面を加筆)



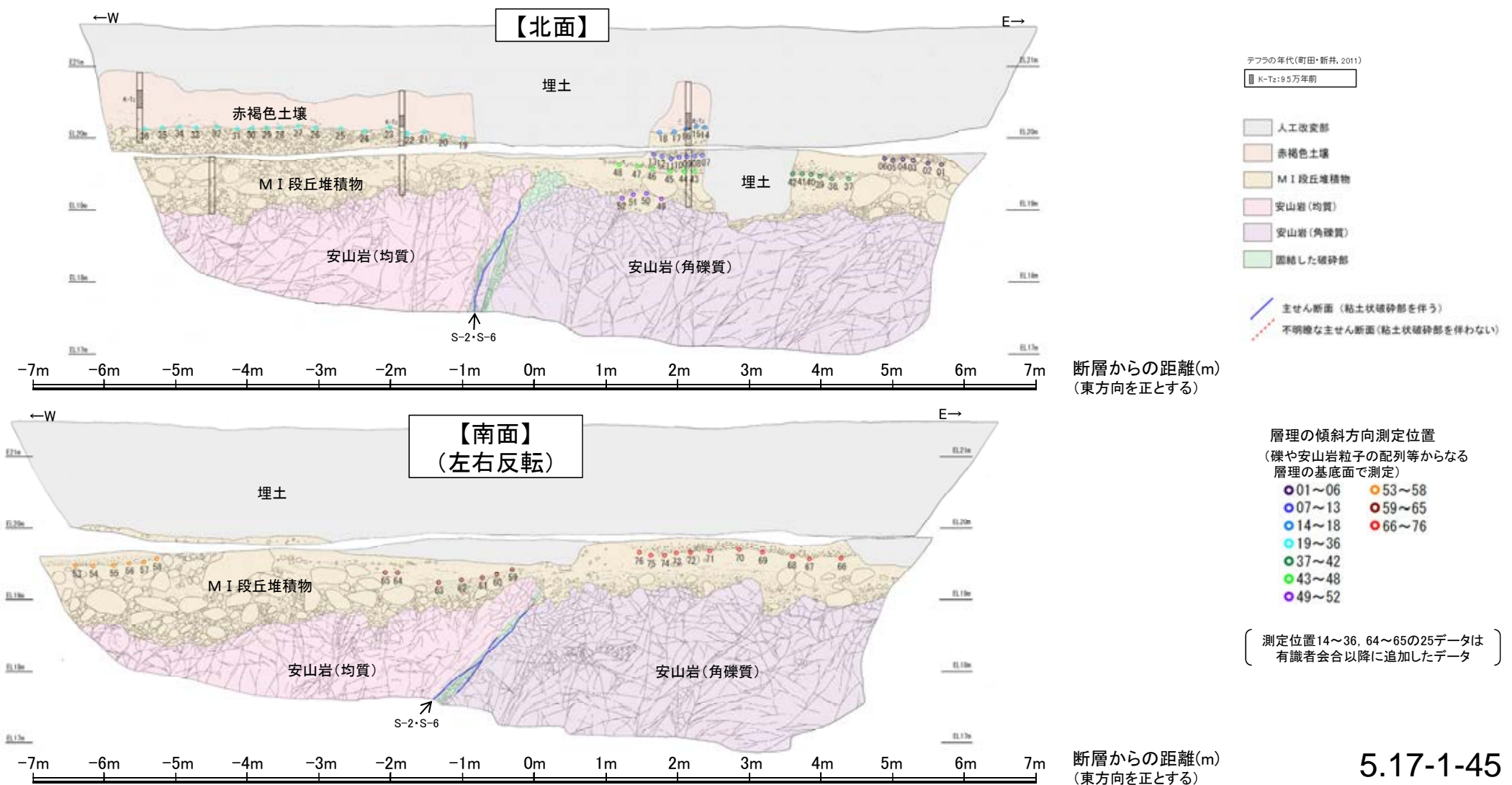
拡大写真

| 有識者会合の評価 | |
|----------|---|
| (1) | <ul style="list-style-type: none"> 南北両面において、岩盤上位のM I 段丘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(左上図の黄色矢印)。No.2トレンチではM I 段丘堆積物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、M I 段丘堆積物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(左上図の緑色・青色矢印)。 |
| (2) | <ul style="list-style-type: none"> M I 段丘堆積物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(右上図)。 |

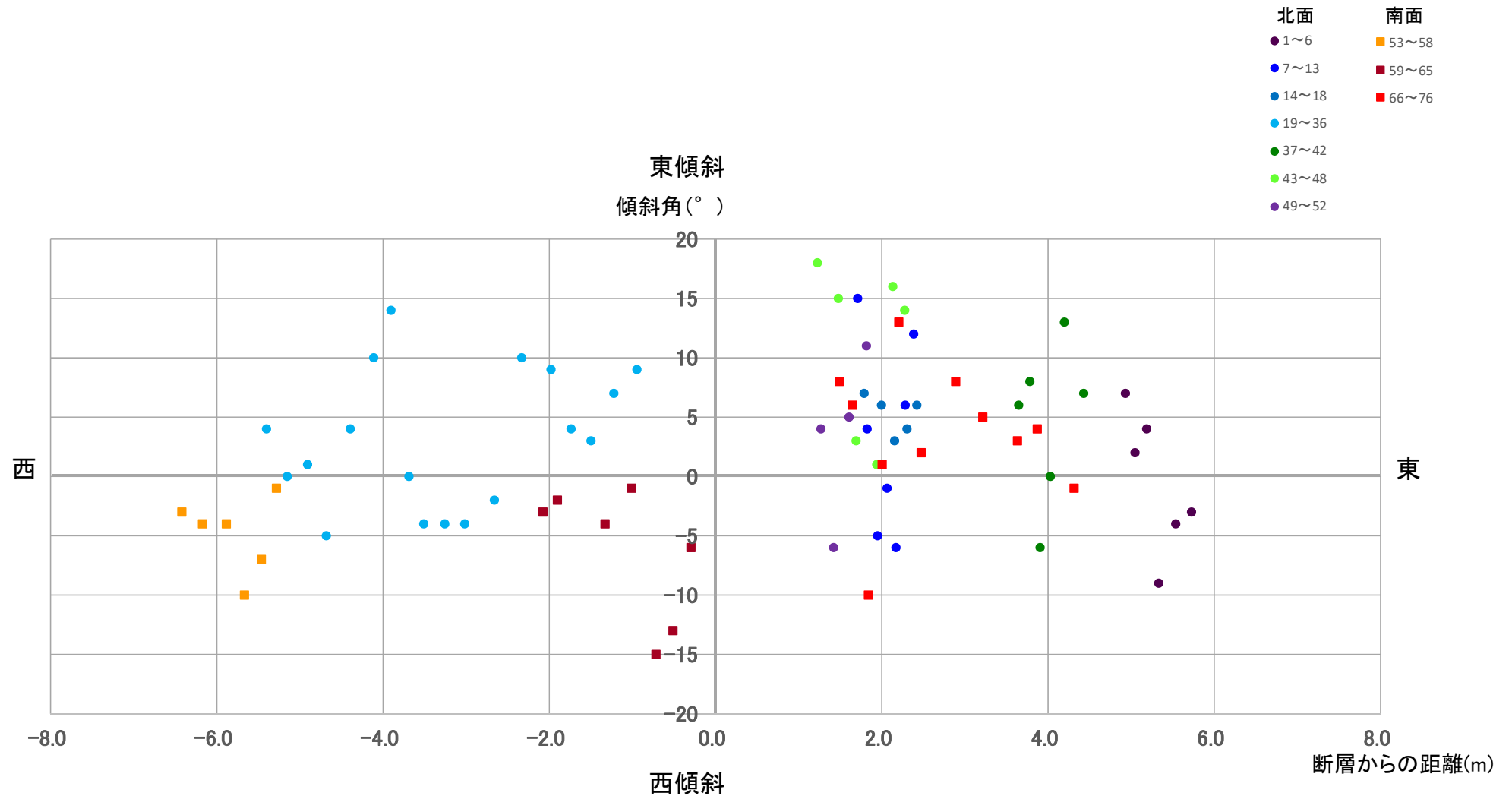
| 有識者会合以降のデータ拡充 | 検討内容 |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> 層理の傾斜等のデータ分析 | M I 段丘堆積物の山側(東側)への傾斜の有無についてより定量的に分析するために、トレンチ両面のM I 段丘堆積物中に認められる層理について、有識者会合以降に測定データを25データ追加し、層理の傾斜と断層との関係を確認する(補足資料5.17-1 P.5.17-1-45~47)。 |
| <ul style="list-style-type: none"> 礫の長軸角度分布解析 | 有識者会合が礫の長軸の東傾斜を指摘した箇所以外も含め、トレンチ全体において礫の長軸の角度分布解析を実施し、礫の長軸が山側に傾く傾向がみられるかを確認する(補足資料5.17-1 P.5.17-1-48~50)。 |

検討2: No.2トレンチの層理面等の傾斜に関する検討 - 層理の傾斜等のデータ分析 -

- 有識者会合は、No.2トレンチのM I 段丘堆積物が山側(東側)に傾斜すると評価している。
- M I 段丘堆積物の山側(東側)への傾斜の有無についてより定量的に分析するために、トレンチ両面のM I 段丘堆積物中に認められる層理について、有識者会合以降に測定データを25データ追加し、層理の傾斜と断層との関係を確認することにより、S-2・S-6の断層活動による影響について検討を行った。
- その結果、層理の傾斜角は、北面・南面のそれぞれにおいて、断層からの距離に関係なくばらつきが認められる。また、断層の直近で急傾斜となる傾向や、断層から離れるにしたがって緩傾斜となるような傾向は認められない(次頁)。
- 層理の一部(測定位置37~48)では東傾斜の傾向が認められるものの、トレンチ全体の層理の傾斜方向を三次元的にみると、北面、南面とも全体的に南傾斜が卓越しており、系統的に東西のどちらか一方に傾斜する傾向は認められない。トレンチ周辺の岩盤上面高度は南側にいくにしたがって低くなることから、この層理の南傾斜はM I 段丘堆積物の堆積時の岩盤上面の傾斜を反映したものであると考えられる(次々頁)。
- No.2トレンチ南北両面において、M I 段丘堆積物中の礫等の長軸が一様に山側(東側)に傾斜する傾向は認められない(補足資料5.17-1P.5.17-1-48~50)。

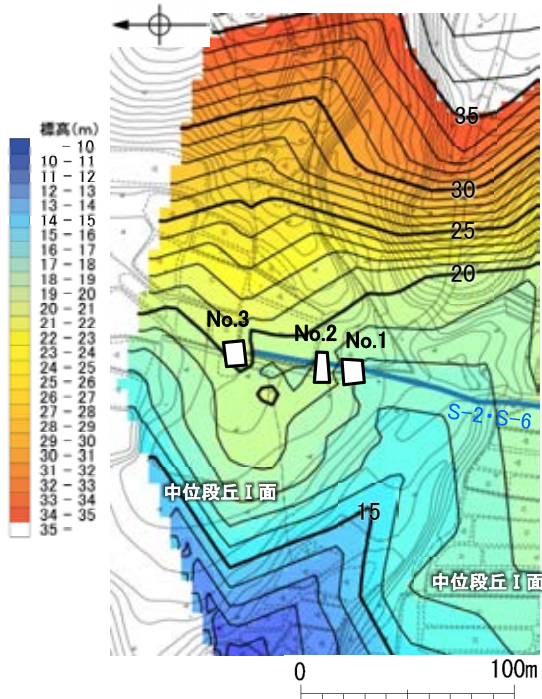


【層理の傾斜角と断層からの距離の関係】



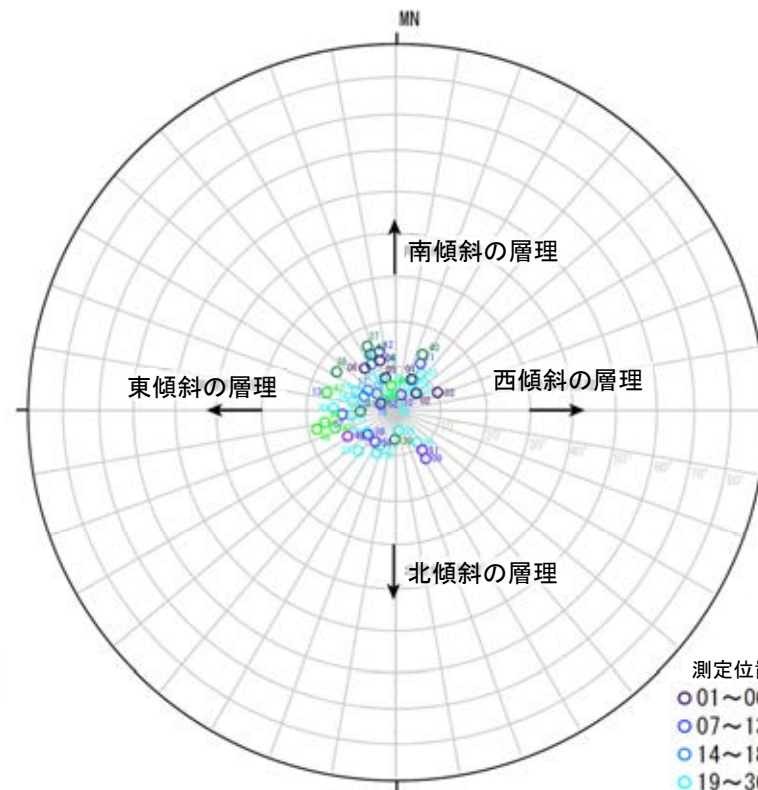
- ・層理の傾斜角は、北面・南面のそれぞれにおいて、断層からの距離に関係なくばらつきが認められる。
- ・また、断層の直近で急傾斜となる傾向や、断層から離れるにしたがって緩傾斜となるような傾向は認められない。

【層理の傾斜方向(北面・南面)】



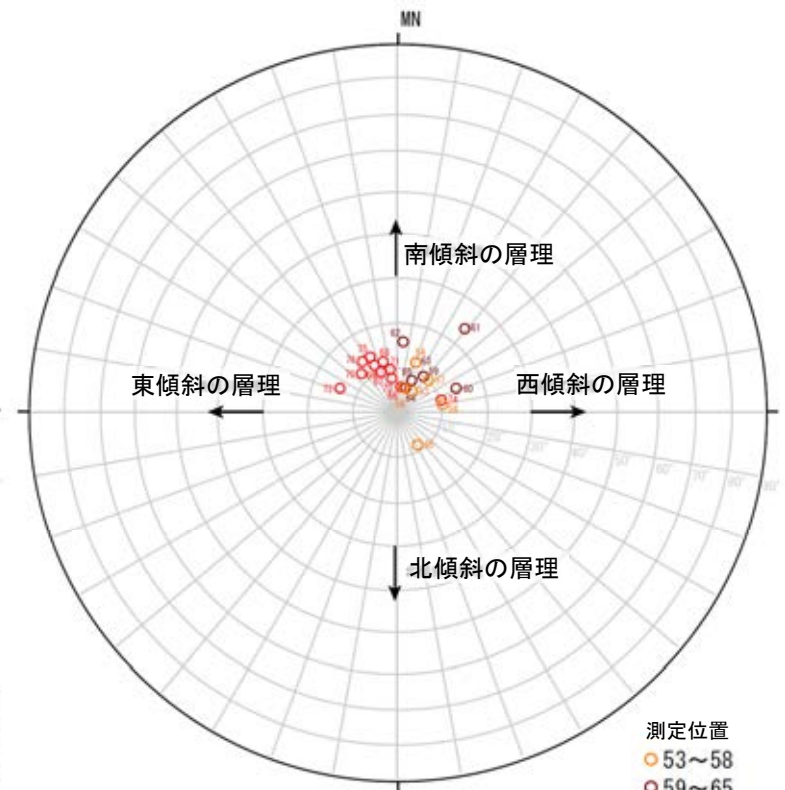
・トレンチ周辺の岩盤上面高度は、南側にいくにしたがって低くなる。

トレンチ周辺の
岩盤上面標高段彩図



シュミットネット 下半球投影
(北面 層理の走向・傾斜を基に作成)

測定位置14~36は
有識者会合以降に
追加したデータ



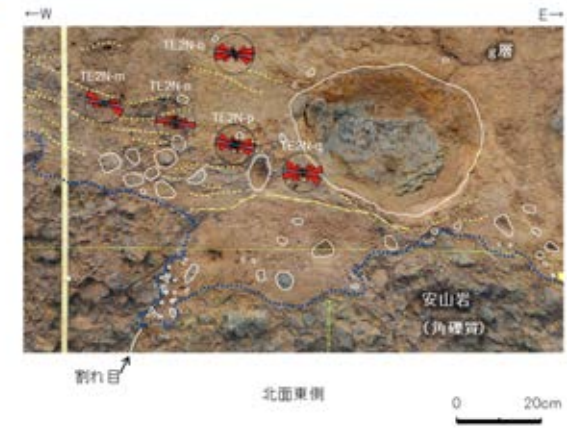
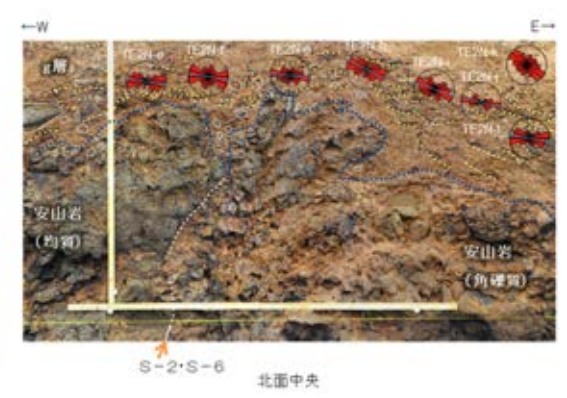
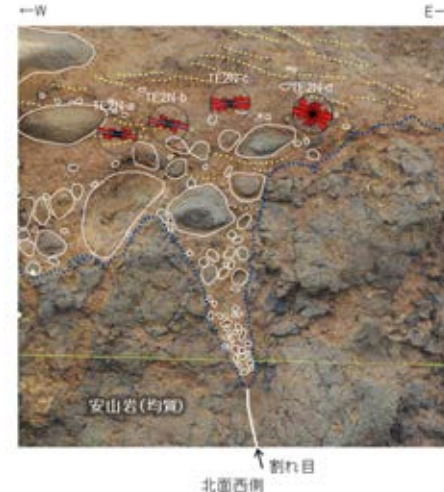
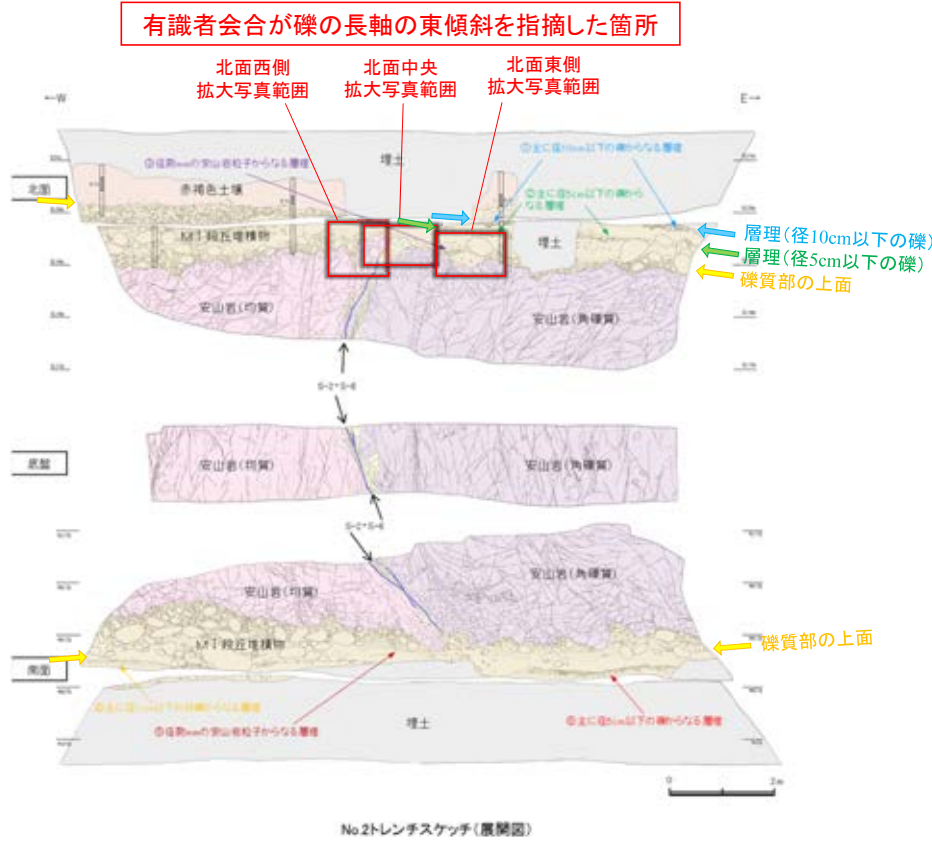
シュミットネット 下半球投影
(南面 層理の走向・傾斜を基に作成)

測定位置
53~58
59~65
66~76
測定位置64~65は
有識者会合以降に
追加したデータ

- ・層理の一部(測定位置37~48)では東傾斜の傾向が認められるものの、トレンチ全体の層理の傾斜方向を三次元的にみると、北面、南面とも全体的に南傾斜が卓越しており、系統的に東西のどちらか一方に傾斜する傾向は認められない。
- ・岩盤上面標高段彩図(左図)によれば、トレンチ周辺の岩盤上面高度は南側にいくにしたがって低くなることから、この層理の南傾斜はM I 段丘堆積物の堆積時の岩盤上面の傾斜を反映したものであると考えられる。

- 有識者会合は、M I 段丘堆積物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)に緩く傾斜すると評価している。
- 当社は、有識者会合が指摘した箇所以外に、No.2トレンチ南北両面においてM I 段丘堆積物中の礫等の長軸の角度分布を確認しているが、礫等の長軸が一様に山側(東側)に傾斜する傾向は認められない(次頁、次々頁)。

【有識者会合が指摘した箇所の調査結果】



※写真、境界は第2回評価会合時に示したもの ※水平を基準(0°)とし、左回りを正とする。

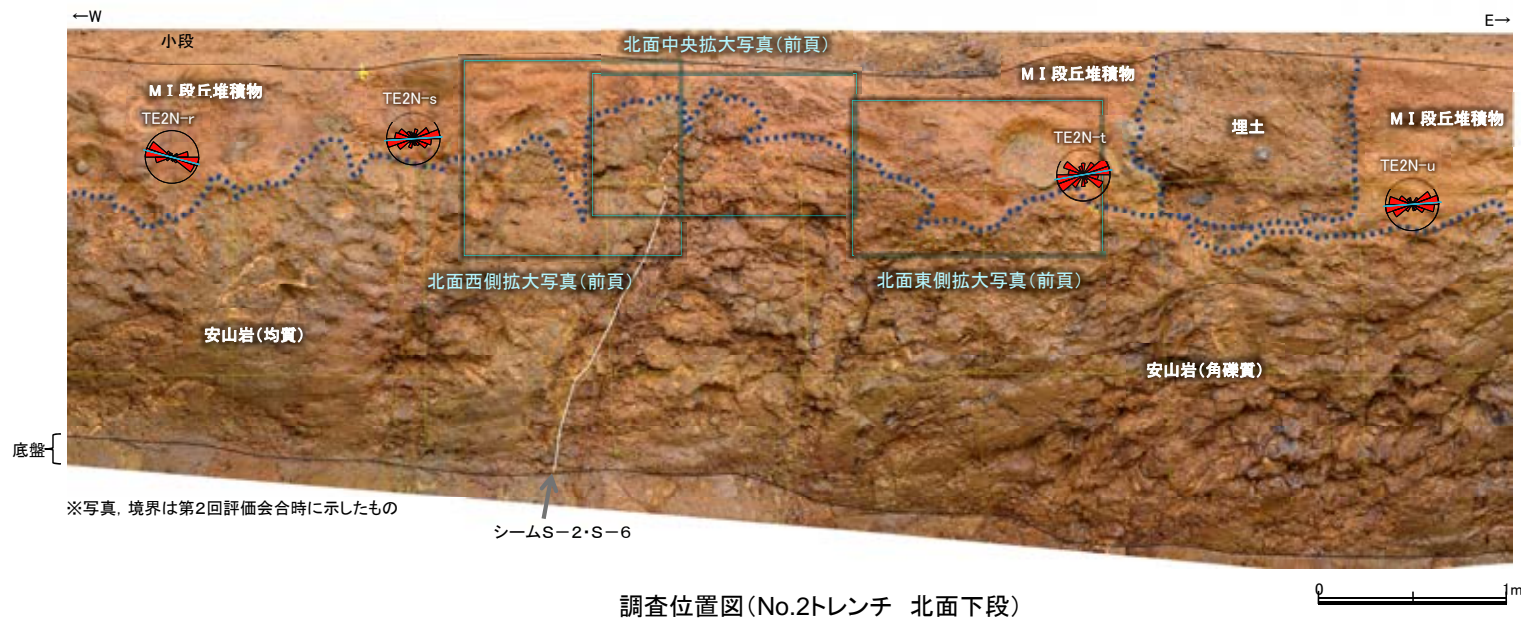
| 薄片番号 | 粒子数 | 平均角度(°) | 有意確率(%) |
|--------|-----|---------|------------------------|
| TE2N-a | 120 | -6.43 | 1.22×10^{-10} |
| TE2N-b | 136 | -11.68 | 4.25×10^{-6} |
| TE2N-c | 95 | 3.59 | 4.33×10^{-5} |
| TE2N-d | 131 | -26.14 | 9.73 |
| TE2N-e | 122 | -6.33 | 6.44×10^{-8} |
| TE2N-f | 88 | -7.97 | 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。

礫の長軸の東傾斜が認められる箇所(有識者会合による)

・上写真の調査範囲においては、礫の長軸方向は10°程度山側(東側)に傾斜する傾向がみられる。

【有識者会合が指摘した箇所以外の調査結果 (No.2トレンチ北面)】



解析結果

| 薄片番号 | 粒子数 | 平均角度 (°) | 有意確率 (%) |
|--------|-----|----------|------------------------|
| TE2N-r | 105 | -14.77 | 7.18×10^{-15} |
| TE2N-s | 81 | 3.60 | 1.88×10^{-2} |
| TE2N-t | 45 | 9.84 | 1.27 |
| TE2N-u | 80 | 3.98 | 2.81×10^{-7} |

いずれの試料も有意確率5%未満であり、礫等の長軸方向に定向性が認められる。

・礫の長軸方向が一様に山側(東側)に傾斜する傾向は見られない。

【有識者会合が指摘した箇所以外の調査結果 (No.2トレンチ南面)】



解析結果

| 薄片番号 | 粒子数 | 平均角度 (°) | 有意確率 (%) |
|--------|-----|----------|------------------------|
| TE2S-j | 111 | 1.32 | 9.92×10^{-17} |
| TE2S-k | 115 | -0.41 | 8.52×10^{-10} |
| TE2S-l | 14 | -7.41 | 2.00 |
| TE2S-m | 59 | -4.32 | 4.72×10^{-4} |

いずれの試料も有意確率5%未満であり、礫等の長軸方向に方向性が認められる。

※写真、境界は第2回評価会合時に示したもの

調査位置図 (No.2トレンチ 南面下段)



解析結果

| 薄片番号 | 粒子数 | 平均角度 (°) | 有意確率 (%) |
|--------|-----|----------|-----------------------|
| TE2S-a | 94 | 14.39 | 7.30×10^{-7} |
| TE2S-b | 116 | 19.08 | 3.51×10^{-3} |
| TE2S-c | 65 | -5.24 | 9.42×10^{-6} |
| TE2S-d | 37 | 10.20 | 2.93×10^{-1} |
| TE2S-e | 69 | -2.79 | 1.19 |
| TE2S-f | 90 | -24.76 | 2.77×10^{-3} |
| TE2S-g | 80 | 6.33 | 1.51×10^{-7} |
| TE2S-h | 63 | -15.35 | 1.50×10^{-1} |
| TE2S-i | 77 | -8.87 | 6.56×10^{-4} |

いずれの試料も有意確率5%未満であり、礫等の長軸方向に方向性が認められる。

※写真、境界は第2回評価会合時に示したもの

南面 拡大写真 (解析結果等を加筆)

・礫の長軸方向が一様に山側(東側)に傾斜する傾向は見られない。

検討3：S-2・S-6及びその周辺の岩盤中のせん断面における
鉍物脈法等による評価

S-2・S-6及びその周辺の岩盤中のせん断面における鉤物脈法による評価

(有識者会合の評価)

① S-1の活動性評価

- ・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。
- ・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の活動性評価

- ・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。

③ S-2・S-6 地下延長部の断層の活動がS-1に及ぼす影響

- ・S-2・S-6の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。(有識者会合による数値計算については次頁)

(有識者会合の評価に対する検討)

- 有識者会合の評価(左記)を踏まえると、有識者会合は、③の数値計算による検討の結果、S-2・S-6地下延長部の断層の活動(②)により、S-1南東部は変位せず、S-1北西部のみ変位が生じる(①)と評価していると考えられる。
- したがって、左記②及び①に対して、下記の検討を行った。

S-2・S-6及びその周辺の岩盤中のせん断面における鉤物脈法による評価

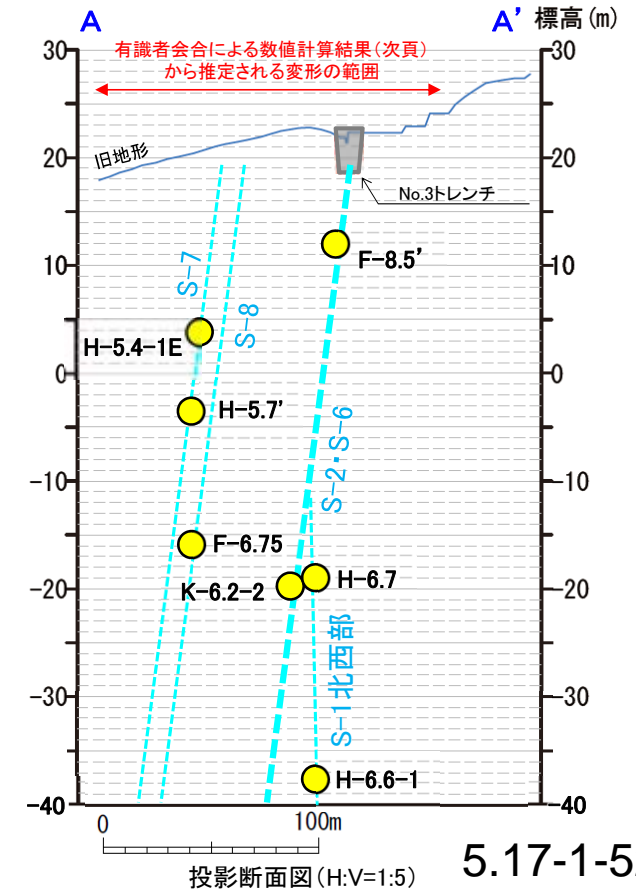
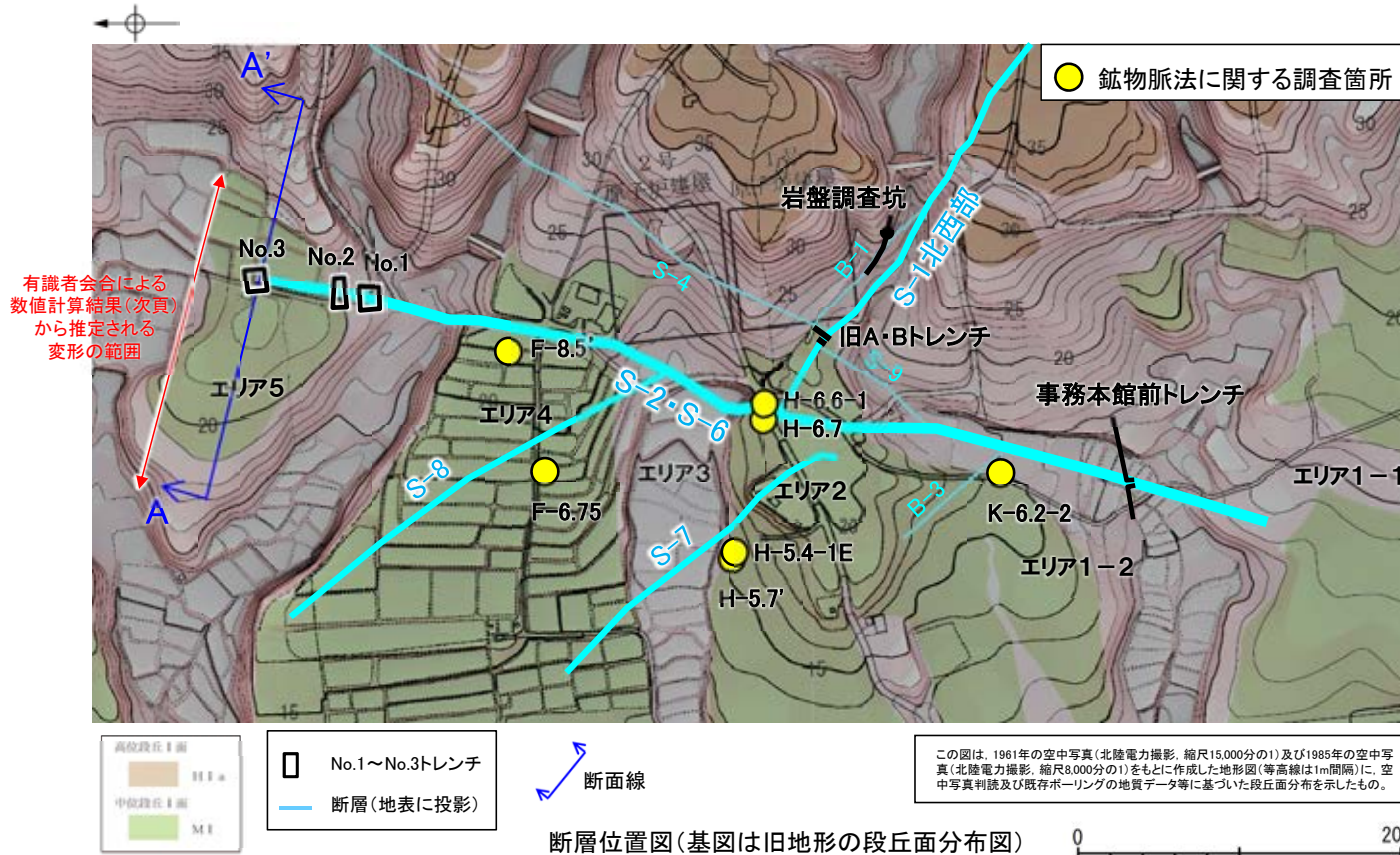
②に対する検討

- ・S-2・S-6の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、有識者会合による数値計算結果(次頁)から推定される変形の範囲内に分布するせん断面(S-2・S-6, S-7, S-8)において、薄片観察(微視的観察)により微小な変位が認められるものと考えられるが、S-2・S-6の2箇所(K-6.2-2孔, F-8.5'孔)及びその上盤側のS-7, S-8(H-5.7'孔, H-5.4-1E孔, F-6.75孔)における鉤物脈法による評価の結果、最新面を横断する粘土鉤物(I/S混合層)に変位・変形は認められない。

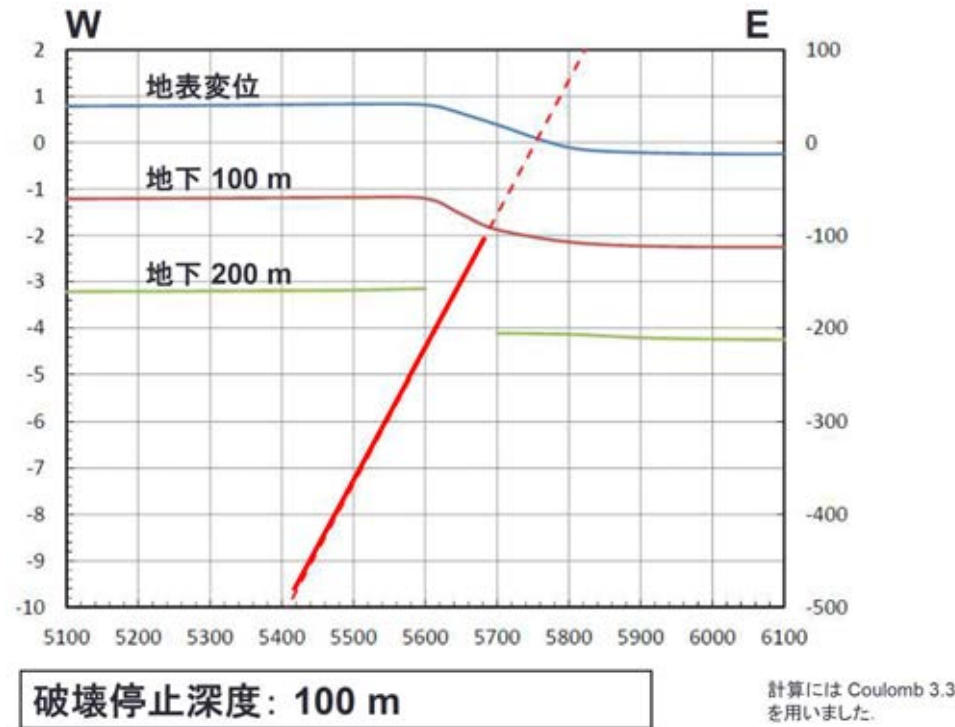
①に対する検討

- ・S-1北西部の2箇所(H-6.6-1孔, H-6.7孔)における鉤物脈法による評価の結果、最新面を横断する粘土鉤物(I/S混合層)に変位・変形は認められない。よって、S-1北西部について、後期更新世以降に北東側隆起の逆断層活動による変位は認められない。
- 以上より、S-2・S-6の地下延長部の断層が活動した場合、S-2・S-6及びその上盤側のS-7, S-8に微小な変位が認められ、下盤側直近のS-1北西部にも変位が認められるものと考えられるが、鉤物脈法による評価の結果、そのような変位は認められない。

S-2・S-6の地下延長部の断層が後期更新世以降に活動し、地表付近に変形を及ぼしたことはない。

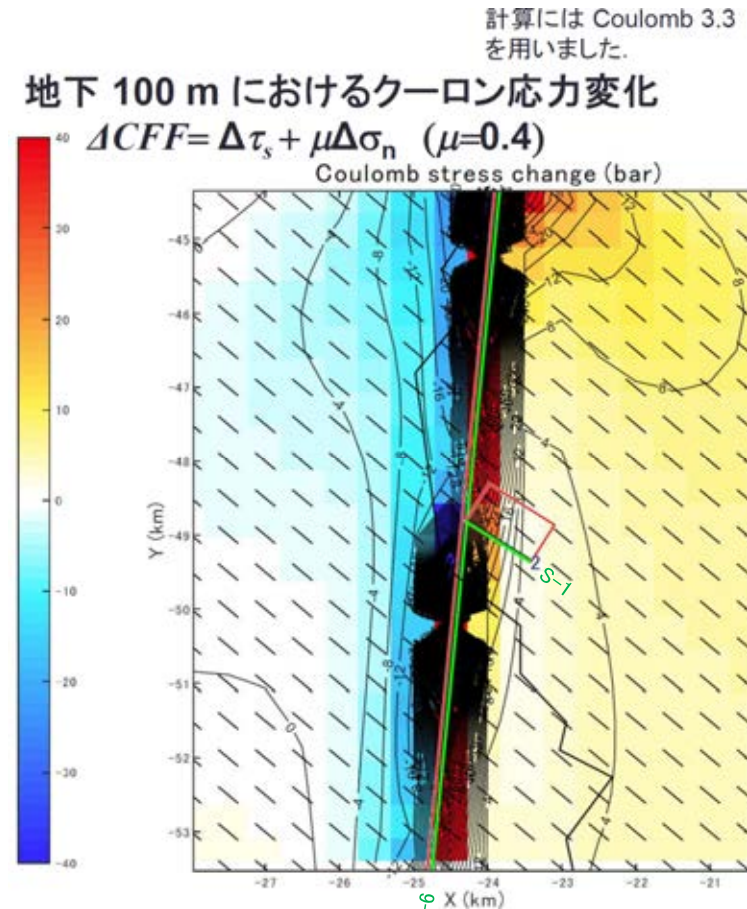


【(参考)S-2・S-6地下延長部の断層の活動がS-1 に及ぼす影響】
(有識者会合による数値計算)



第6回評価会合 (H27.5.13) 資料
「志賀・現調7-1」を引用

・有識者会合による数値計算の結果、S-2・S-6の破壊停止深度が100mの場合、S-2・S-6の位置から100mの範囲に変曲点が認められる。

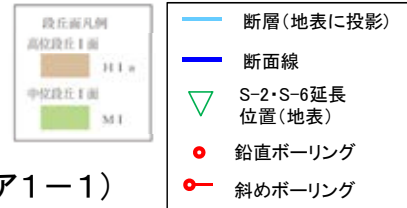
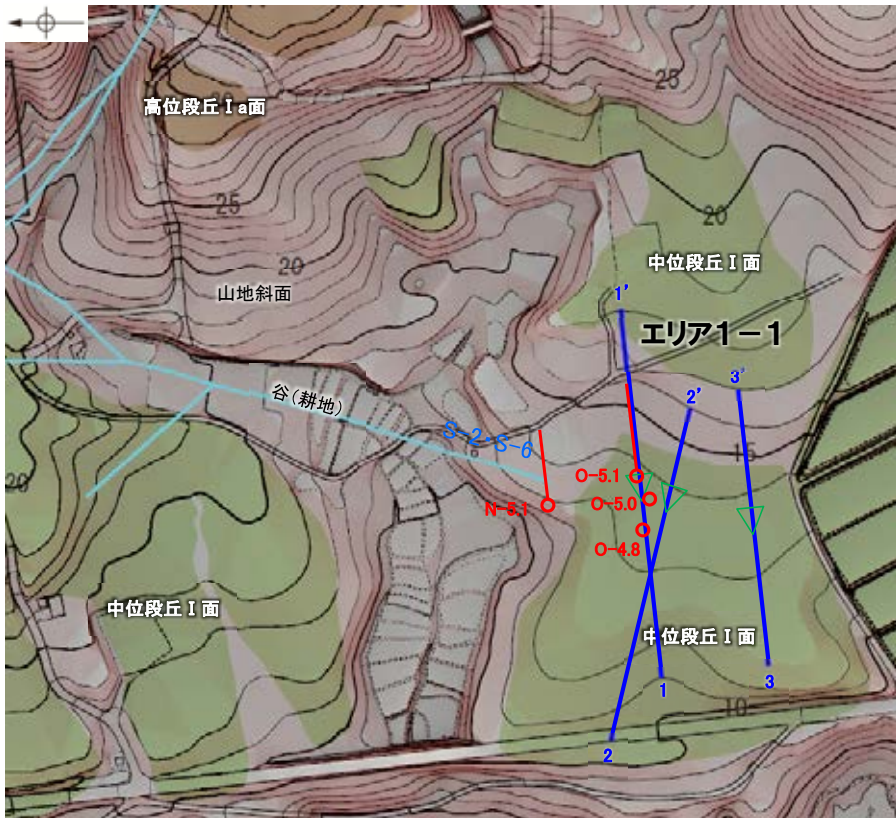


第6回評価会合 (H27.5.13) 資料
「志賀・現調7-1」に一部加筆

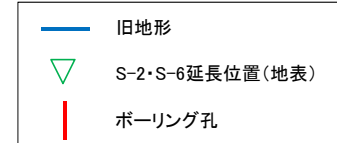
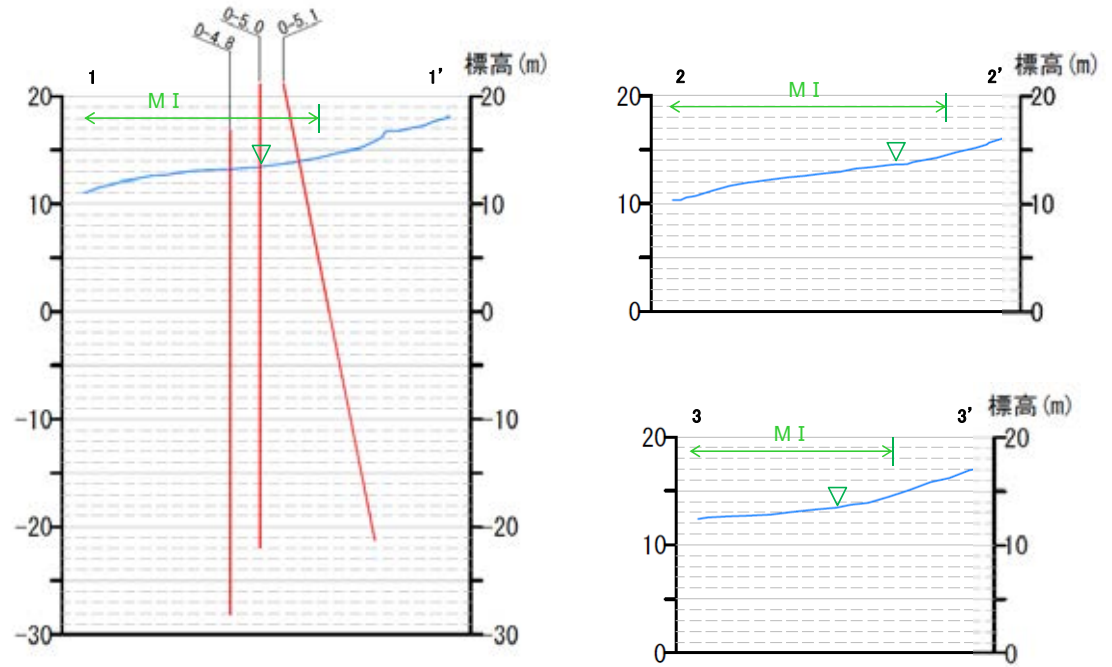
・有識者会合による数値計算の結果、S-2・S-6地下延長部の断層が活動し、海側(西側)隆起の変形を及ぼした場合に、S-2・S-6下盤側直近(S-1の北西部)でS-1の動きを促進する局所的な応力変化が生じる。

検討4：S-2・S-6の連続性（深部方向，走向延長方向）の検討

○有識者会合は、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ことを今後の課題④(2)、S-2・S-6南方延長(エリア1-1)における中位段丘I面堆積物との関係を調査することを、今後の課題④(3)としている。
○ボーリング調査の結果、S-2・S-6は、N-5.1孔以南に認められないことから(補足資料5.17-1P.5.17-1-56~61)、南方延長の中位段丘I面及び露岩域まで連続しない。



位置図(エリア1-1)



地形断面図(H:V=1:5)

・ボーリング調査の結果によれば、S-2・S-6はN-5.1孔以南のボーリング孔では認められない。

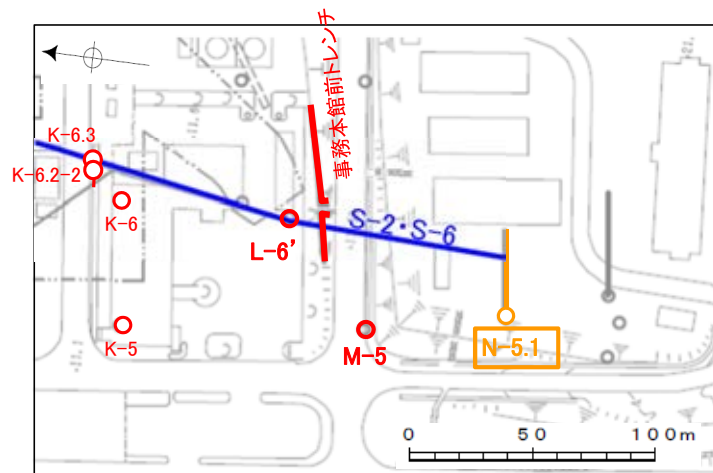
【ボーリング調査結果 N-5.1孔①】

【S-2・S-6南端の評価】

- ・基礎掘削面から南方に追跡した結果、L-6' 孔、事務本館前トレンチ、M-5孔付近までS-2・S-6を確認。
- ・L-6' 孔と事務本館前トレンチで確認したS-2・S-6の位置、走向・傾斜を考慮して、南方への想定延長範囲を設定。
- ・N-5.1孔の想定延長範囲内に、S-2・S-6が認められないため、S-2・S-6はこれ以上連続しない。

【N-5.1孔の評価】

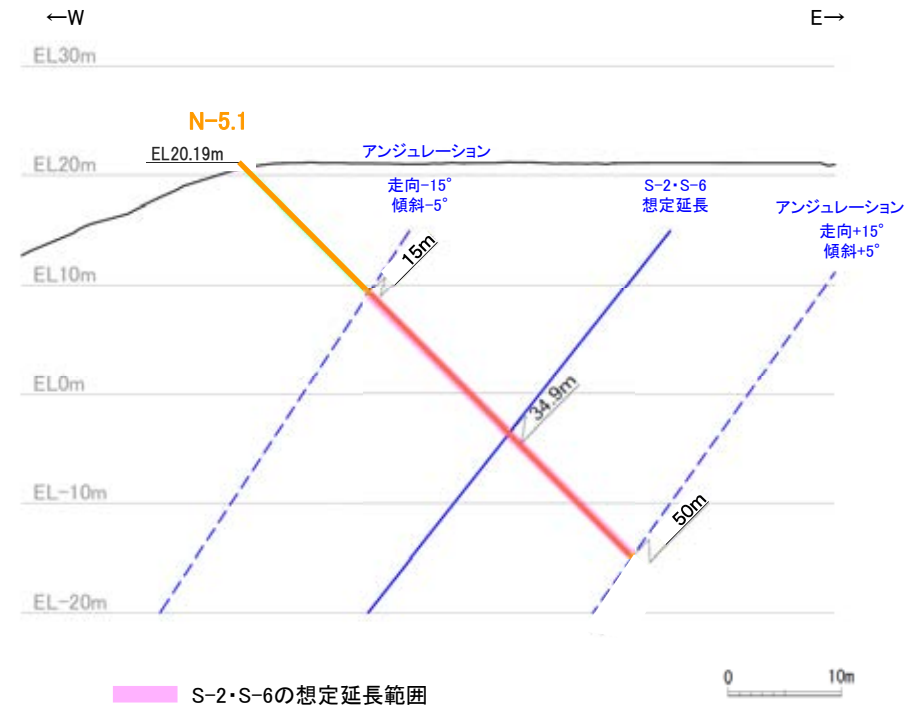
- ・右の断面図に示すとおり、S-2・S-6の想定延長範囲は、深度15～50mとなる。
- ・想定延長範囲において、S-2・S-6は認められない。
- （想定延長範囲のコア写真は、次頁）



調査位置図

— S-2・S-6(EL-4.7m)

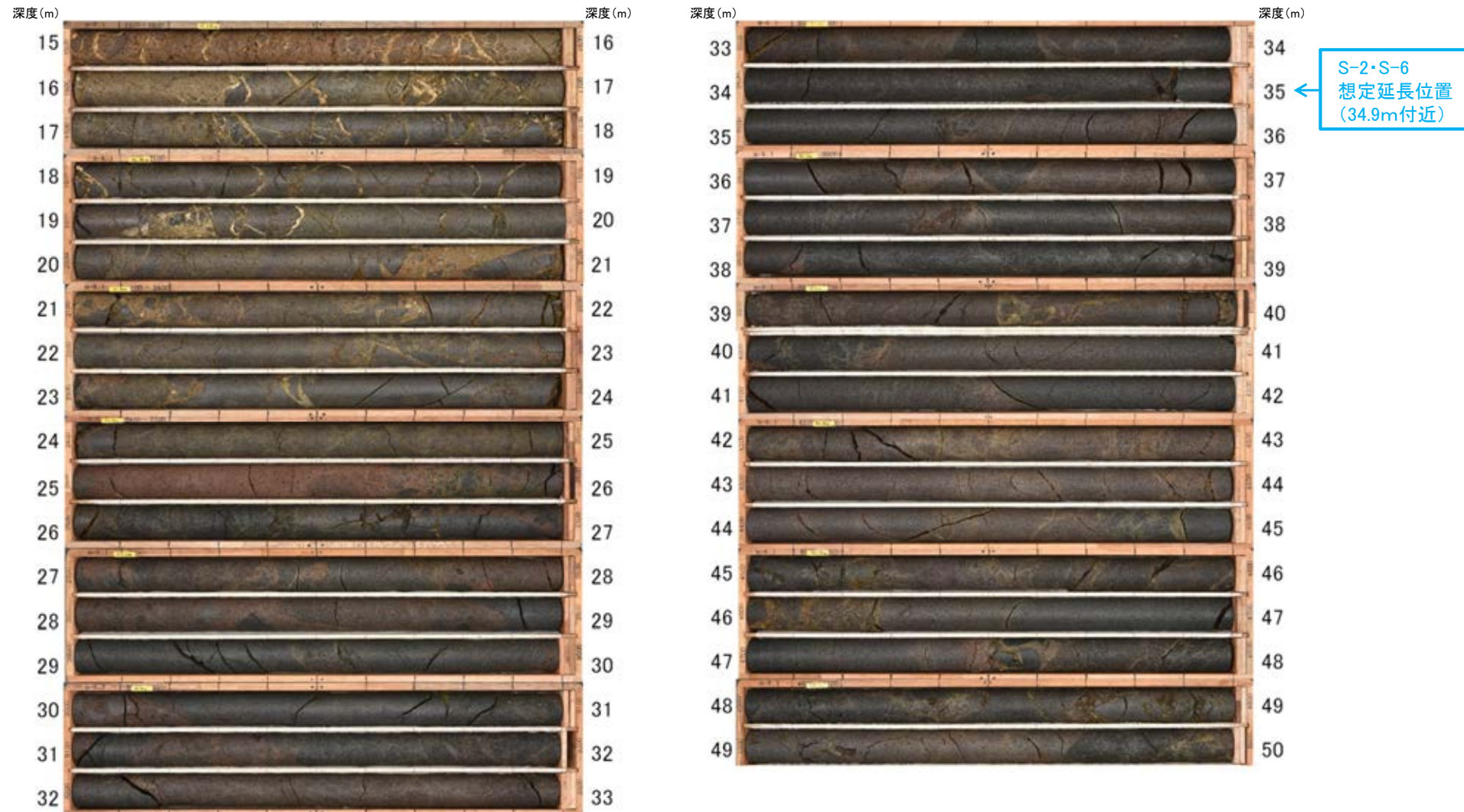
赤: S-2・S-6が認められる箇所
 橙: S-2・S-6端部においてS-2・S-6が認められない箇所



N-5.1孔断面図
 (掘進方向)

【ボーリング調査結果 N-5.1孔②】

N-5.1孔(孔口標高20.19m, 掘進長50m, 傾斜45°)



コア写真(深度15~50m)

N-5.1孔において、S-2・S-6の想定延長範囲(深度15~50m)にS-2・S-6は認められない。

【ボーリング調査結果 O-4.8孔】

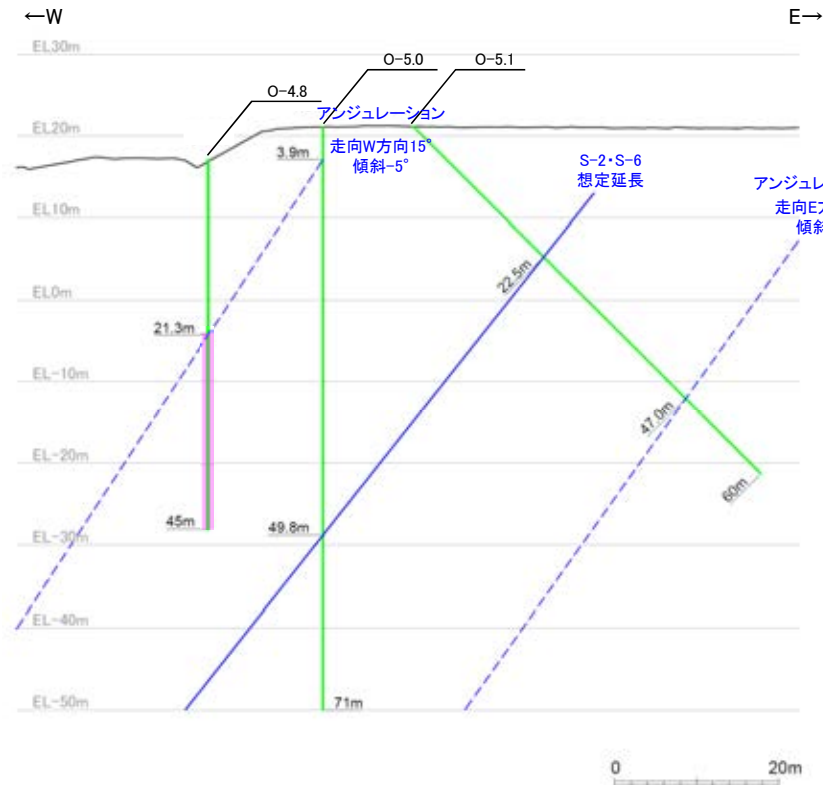
【S-2・S-6南西延長の評価】

・S-2・S-6は、さらに延長部でも、O-4.8孔、O-5.0孔及びO-5.1孔の3孔で連続しないことを確認している。

【O-4.8孔の評価】

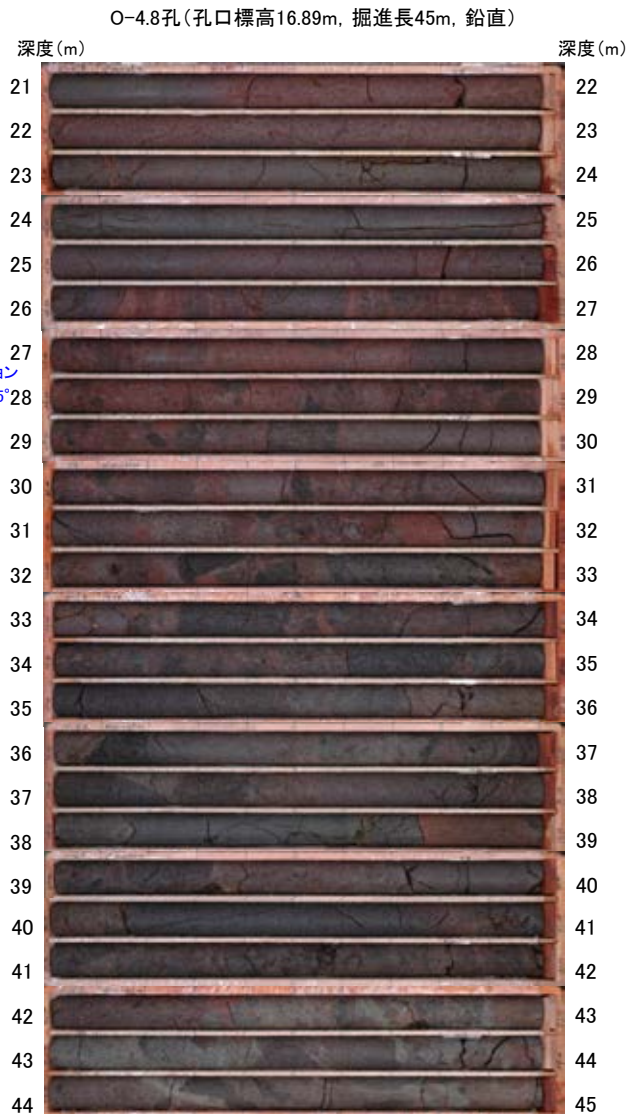
・下の断面図に示すとおり、S-2・S-6の想定延長範囲は、深度21.3m～孔底以深となる。

・想定延長範囲において、S-2・S-6に対応する破砕部は認められない。

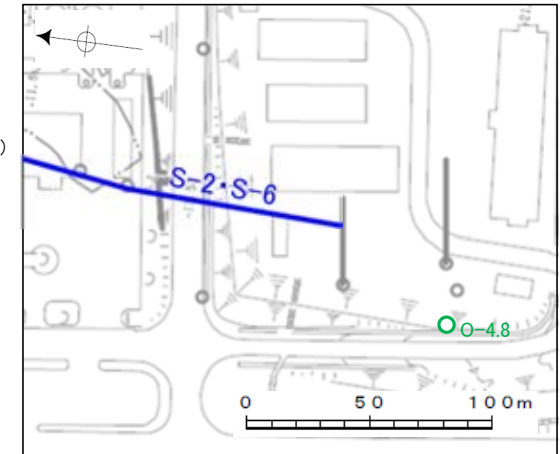


■ S-2・S-6の想定延長範囲
■ ボーリング孔O-4.8, O-5.0, O-5.1

断面図 (掘進方向)



コア写真 (深度21~45m)



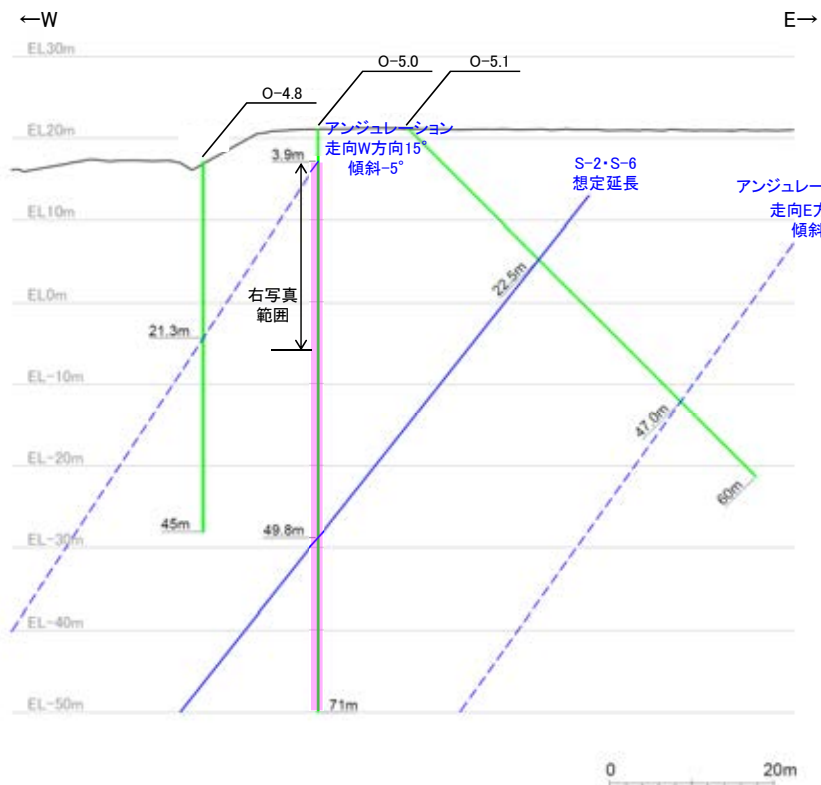
調査位置図

— S-2・S-6 (EL-4.7m)
○ ボーリング箇所

【ボーリング調査結果 O-5.0孔①】

【O-5.0孔の評価】

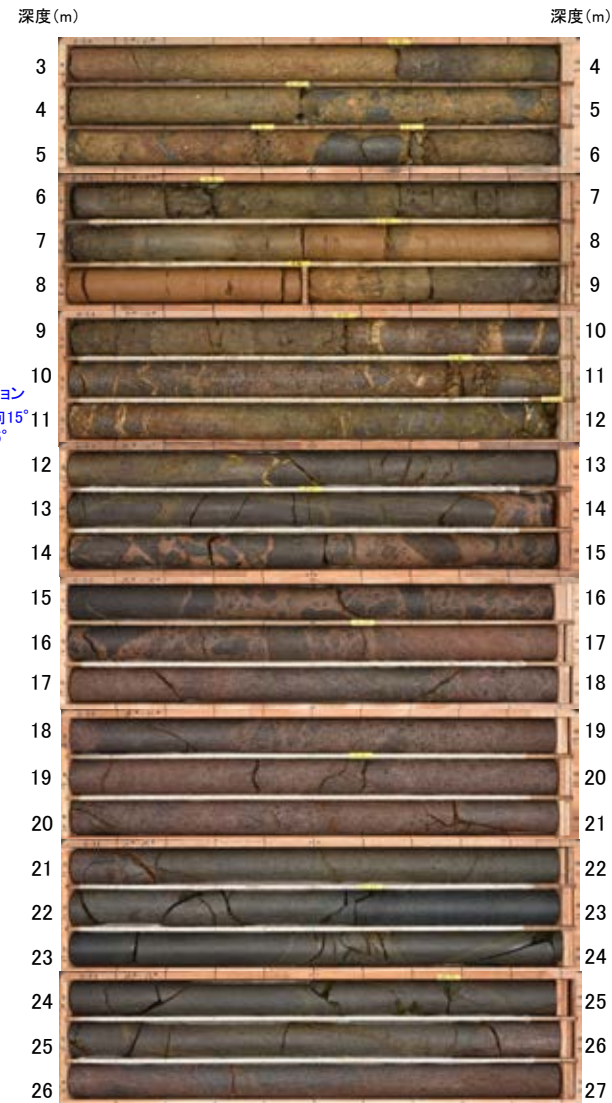
- ・下の断面図に示すとおり、S-2・S-6の想定延長範囲は、深度3.9m～孔底以深となる。
- ・想定延長範囲において、S-2・S-6に対応する破碎部は認められない。



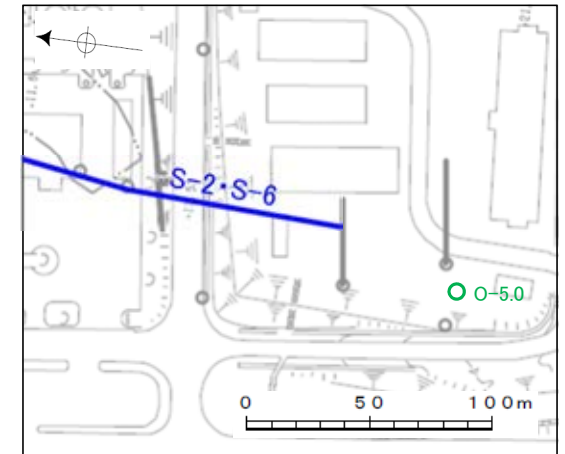
■ S-2・S-6の想定延長範囲
■ ボーリング孔O-4.8, O-5.0, O-5.1

断面図(掘進方向)

O-5.0孔(孔口標高21.08m, 掘進長71m, 鉛直)



コア写真(深度3~27m)



調査位置図

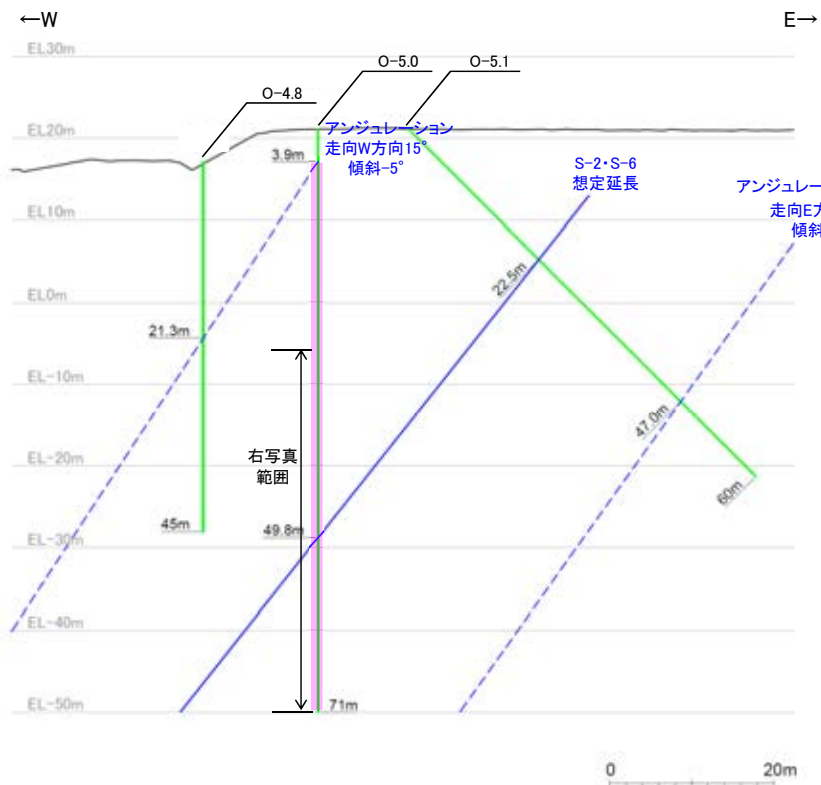
— S-2・S-6(EL-4.7m)
○ ボーリング箇所

【ボーリング調査結果 O-5.0孔②】

O-5.0孔(孔口標高21.08m, 掘進長71m, 鉛直)

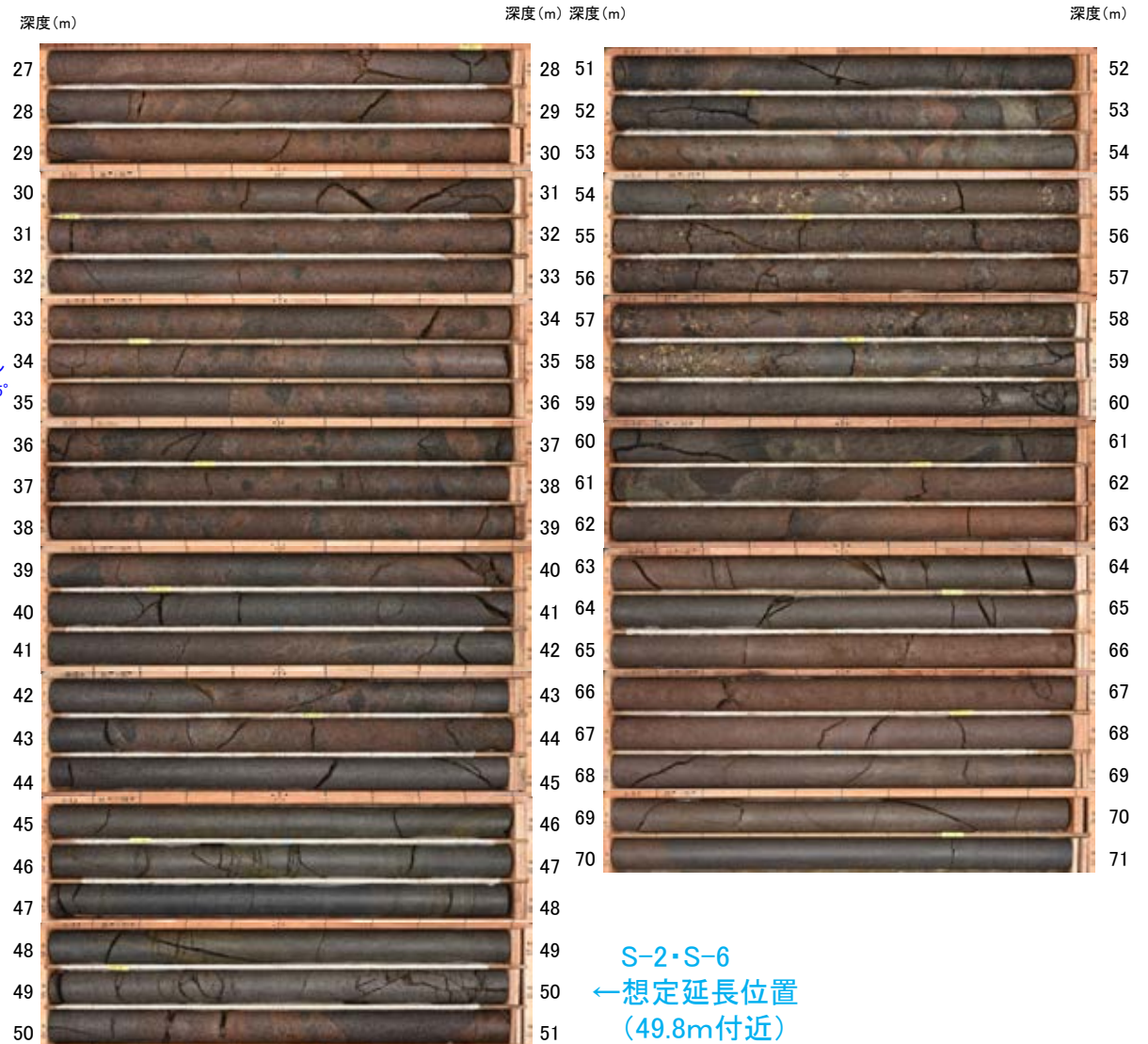
【O-5.0孔の評価】

- 下の断面図に示すとおり, S-2・S-6の想定延長範囲は, 深度3.9m～孔底以深となる。
- 想定延長範囲において, S-2・S-6に対応する破砕部は認められない。



- S-2・S-6の想定延長範囲
- ボーリング孔O-4.8, O-5.0, O-5.1

断面図(掘進方向)



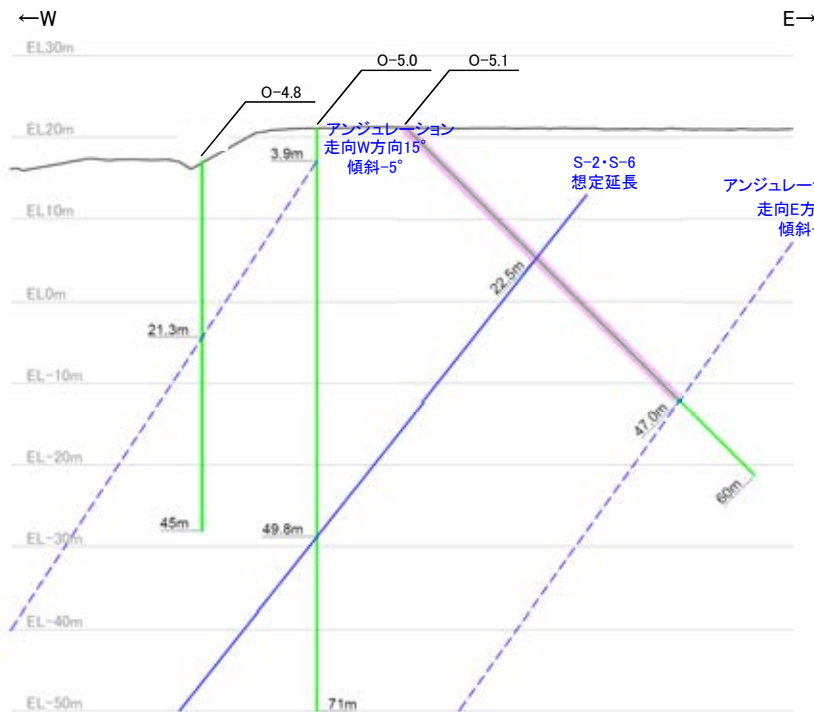
コア写真(27～71m)

【ボーリング調査結果 O-5.1孔】

【O-5.1孔の評価】

・下の断面図に示すとおり、S-2・S-6の想定延長範囲は、孔口以浅～深度47.0mとなる。

・想定延長範囲において、S-2・S-6に対応する破砕部は認められない。

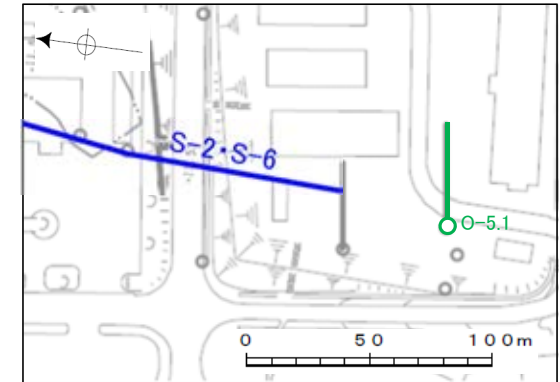


■ S-2・S-6の想定延長範囲
■ ボーリング孔O-4.8, O-5.0, O-5.1
 断面図(掘進方向)

→ S-2・S-6
 想定延長位置
 (22.5m付近)

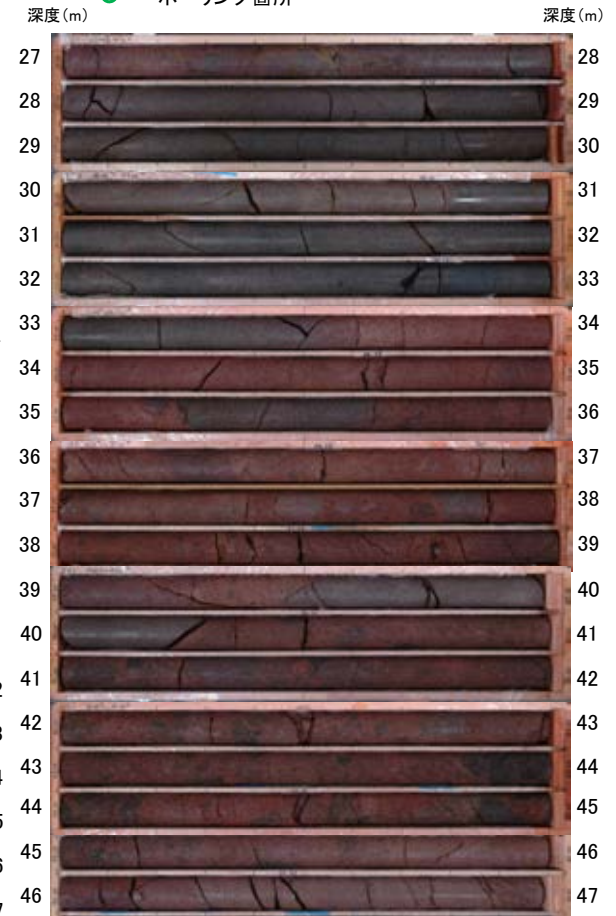


コア写真(深度0～47m)



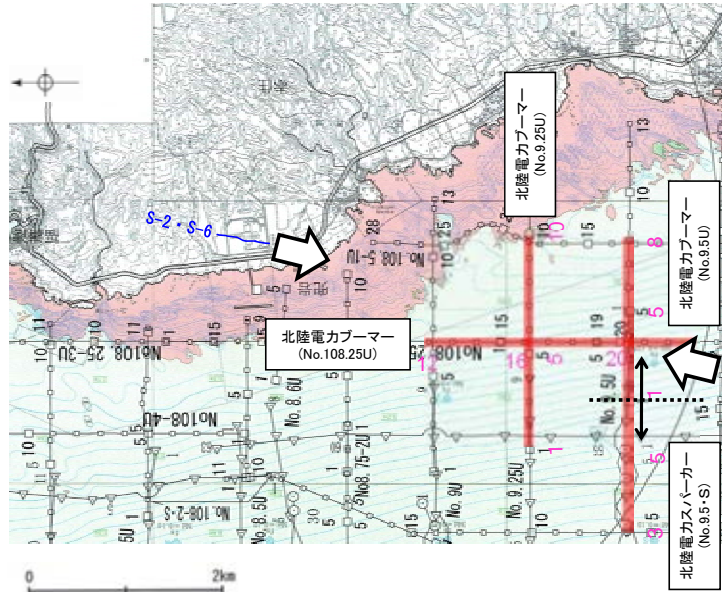
調査位置図

— S-2・S-6(EL-4.7m)
○ ボーリング箇所



検討4:S-2・S-6の連続性(深部方向, 走向延長方向)の検討 - 南方延長海域 -

- 有識者会合は, 南方延長海域における音波探査記録結果を再検討することを, 今後の課題④(4)としている。
- 音波探査記録の解析の結果, S-2・S-6の南方延長海域において断層は認められない。



位置図(石川県(1997)に一部加筆)

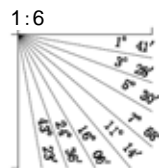
- No.8 調査測線(北陸電力:スパーク・シングルチャンネル・約2450ジュール)
- No.9-S 調査測線(北陸電力:スパーク・シングルチャンネル・約360ジュール)
- No.8U 調査測線(北陸電力:ブーマー・マルチチャンネル・約200ジュール)

石川県(1997)の底質凡例

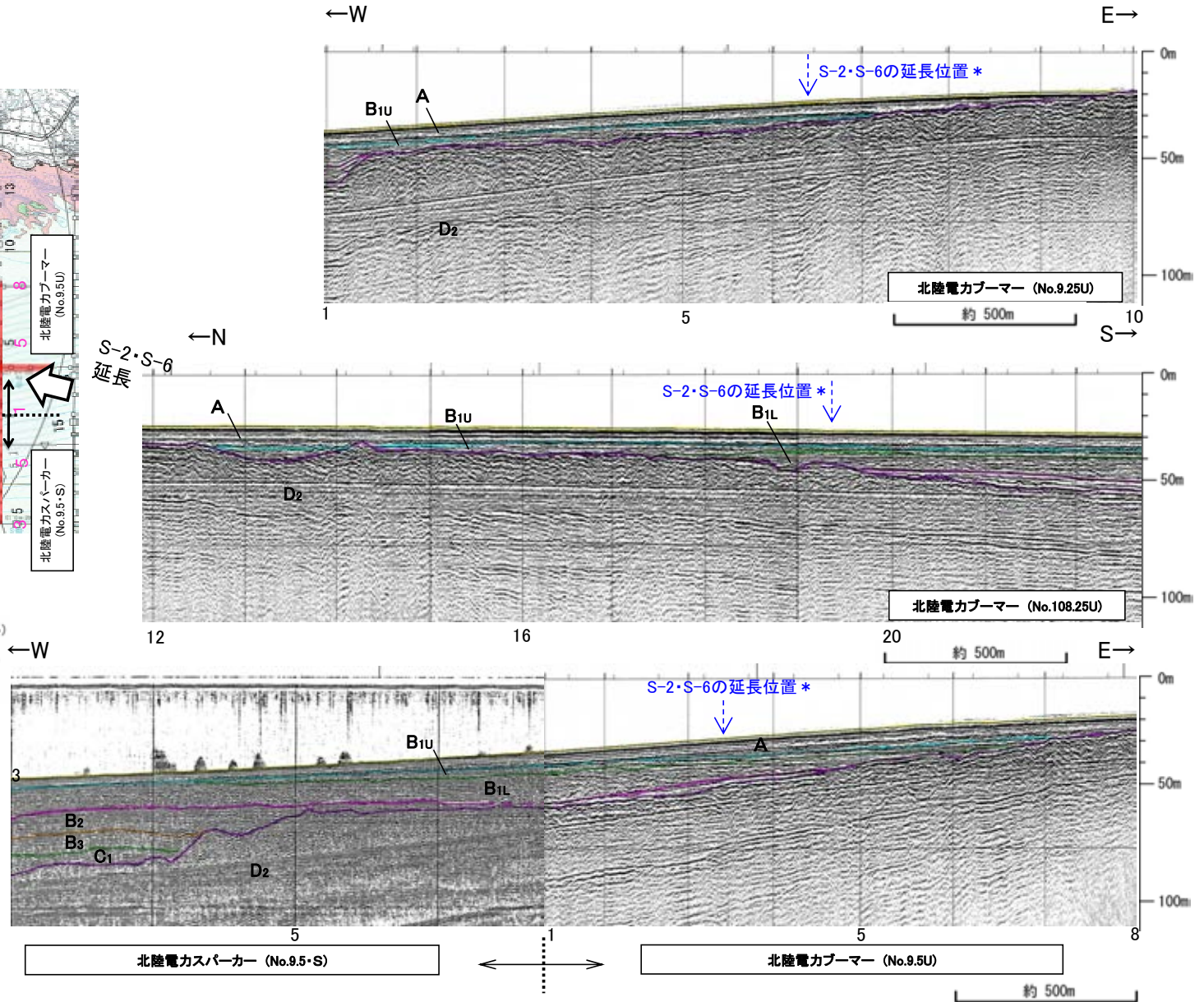
- S-2・S-6(EL-4.7m)
- 右図記録範囲

- 岩石
- 中砂
- 細砂

石川県(1997):1:33,000漁場環境図「富来・志賀・羽咋海域」, 石川県

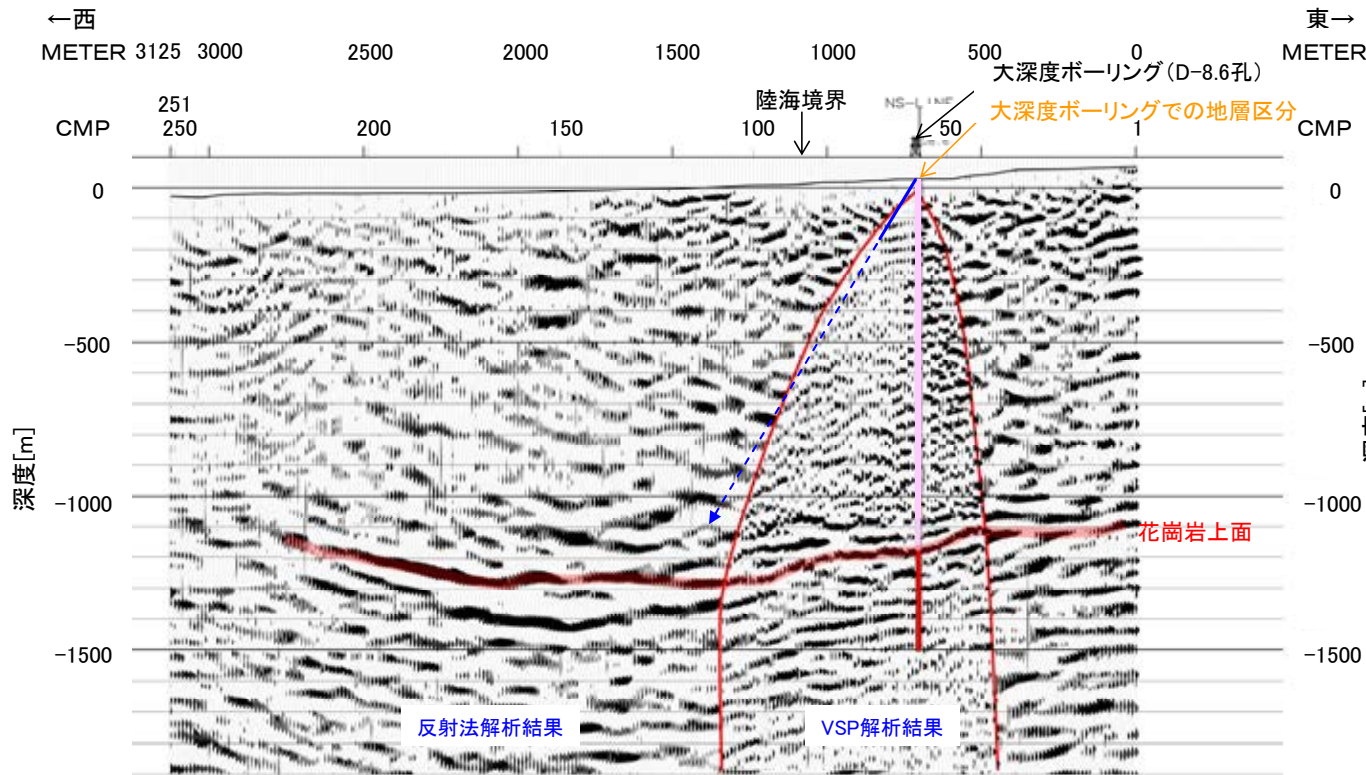


| 地質時代 | 地質層序 |
|------|---------------------------------------|
| 第四紀 | 完新世 A層 |
| | 後期 B ₁ 層 B _{1L} 層 |
| | 中期 B ₂ 層 B _{2L} 層 |
| 第三紀 | 前期 C ₁ 層 C ₂ 層 |
| | 後期 D ₁ 層 D ₂ 層 |
| 古第三紀 | D ₃ 層 |
| 白第三紀 | D ₄ 層 |
| 白第三紀 | D ₅ 層 |



* S-2・S-6の延長位置は, S-2・S-6の平均走向・平均傾斜角に基づき, 海底面での位置を図示している。

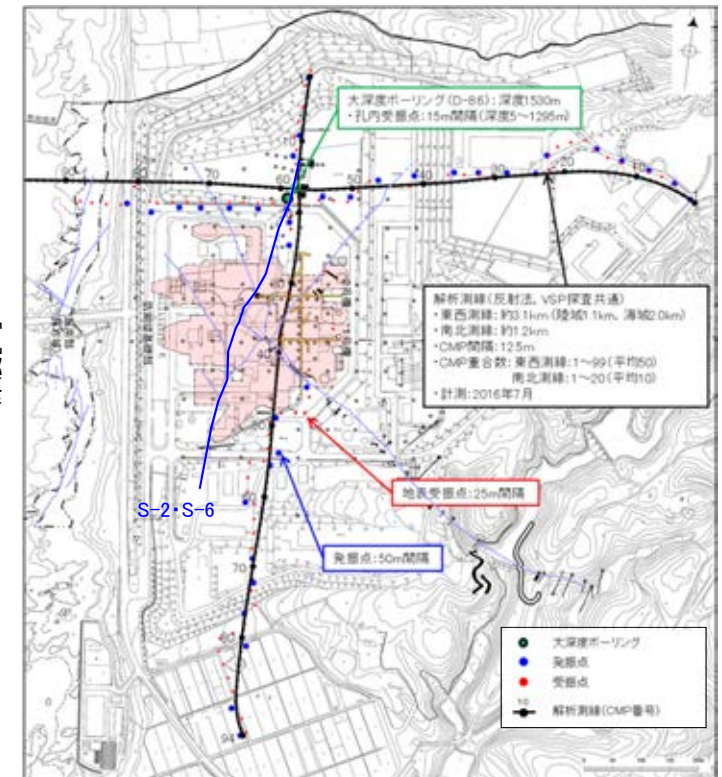
- 有識者会合は、広域的枠組みの中での敷地の地形・地質構造に関する検討として、ボーリングで得られた点情報だけでなく、VSP探査などの物理探査により、敷地内の断層の連続性と敷地周辺の断層との関係を明らかにすることを今後の課題⑤としている。
- 反射法・VSP探査の結果、S-2・S-6の地下延長の花崗岩上面に相当する反射面に、変位を与える断層は認められない。



凡例

- : 古第三系～新第三系
- : 花崗岩

--- S-2・S-6の地下延長

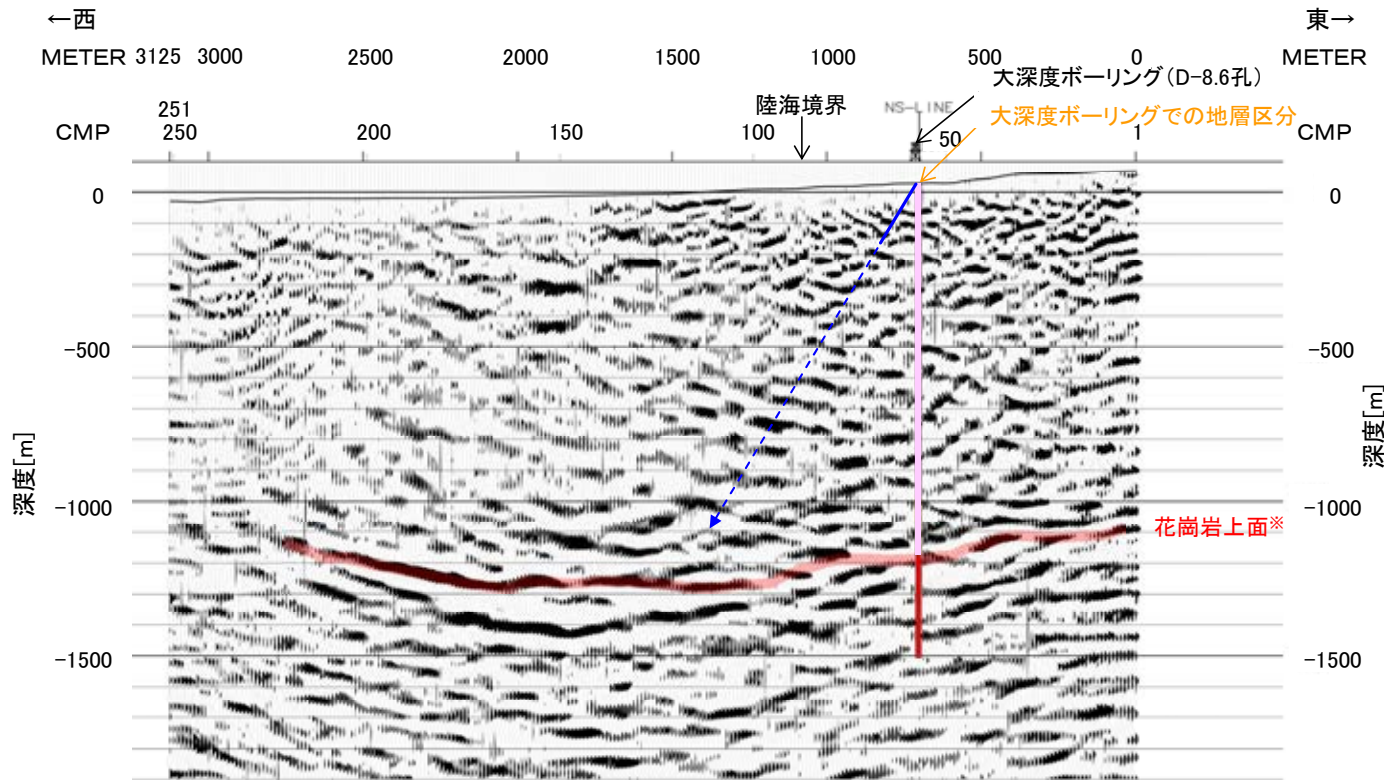


調査位置図

反射法・VSP探査結果(東西測線: 深度断面)※

※マイグレーション処理後の時間断面から深度変換を行い作成

【反射法のための断面】



凡 例

- :古第三系～新第三系
- :花崗岩

↘ S-2・S-6の地下延長

※VSP探査結果に基づいて花崗岩上面をトレース

反射法地震探査結果(東西測線:深度断面)※

※マイグレーション処理後の時間断面から深度変換を行い作成

S-2・S-6の有識者会合の評価と追加検討 まとめ

S-2・S-6の有識者会合の評価と追加検討 まとめ

○No.2トレンチでは、MIS5eの海成堆積物中の層理面等が山側に向かって一様に傾斜する傾向は認められない(検討2)。

| | 検討内容 | 検討結果 | 記載頁 |
|-----|--|--|------------------------------|
| 検討2 | 山側に傾斜する層理等を含めトレンチ内の全ての層理等について、傾斜の有無(層理の傾斜と断層との関係等)を定量的に確認する。 | MIS5eの海成堆積物中の層理等が山側に向かって一様に傾斜する傾向は認められないことを確認した。 | 補足資料5.17-1 P.5.17-1-43~50 |

・No.2トレンチ周辺は建設時に地盤改良等の人工改変を受けており、MIS5eの海成堆積物の堆積構造に関する更なるデータの取得は困難であることから、より広域的な検討(検討3, 1, 4)を行うこととした。

○S-2・S-6及びその上盤側のS-7, S-8の最新面が不明瞭かつ不連続になっており、不連続箇所(粘土鉱物(I/S混合層, 少なくとも後期更新世以降に生成されたものではない)に変位・変形は認められないことを確認した(検討3)。

| | 検討内容 | 検討結果 | 記載頁 |
|-----|---|---|------------------------------|
| 検討3 | S-2・S-6, S-2・S-6の下盤側直近及び上盤側の岩盤中のせん断面(S-1北西部, S-7, S-8)に対して、鉱物脈法等による評価を実施した。 | S-2・S-6, S-2・S-6の下盤側直近のS-1北西部及び上盤側のS-7, S-8の最新面が不明瞭かつ不連続になっており、不連続箇所(粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められない。 | 補足資料5.17-1 P.5.17-1-51~53 |

○地形, 岩盤上面ともにS-2・S-6に沿って一様に海側が高い傾向は認められず、さらに、地下深部に変位を与える断層はない(検討1, 4)。

| | 検討内容 | 検討結果 | 記載頁 |
|-----|---|---|------------------------------|
| 検討1 | S-2・S-6付近の地形及び岩盤上面形状を確認し、指摘された「凸状地形」付近でボーリング調査を行い、S-2・S-6の海側隆起の有無を検討する。 | 地形, 岩盤上面ともにS-2・S-6に沿って一様に海側が高い傾向は認められず、また、指摘の「凸状地形」の地下には、同地形を隆起させる断層がないことを確認した。 | 補足資料5.17-1 P.5.17-1-31~42 |
| 検討4 | S-2・S-6の南方延長への連続性を音波探査記録で確認し、地下深部への連続性を反射法・VSP探査により確認する。 | S-2・S-6は南方延長や地下深部へは連続しないことを確認した。 | 補足資料5.17-1 P.5.17-1-54~64 |

【S-2・S-6において実施した追加検討結果(まとめ)】

「S-2・S-6の地下延長部の断層が活動し、地表付近の上部更新統等に変形を及ぼした」との評価は考え難い。

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.
- Adisaputra, M. K., Kusnida, D.(2010): Paleocene postgenetic Accumulation of Nannoplankton on the Phillipsite Minerals in Roo Rise, Indian Ocean, Jurnal Geologi Indonesia, Vol.5 No.1 Maret 2010 : 49-56.
- 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, 日本土壤肥料学雑誌, 74, 623-630.
- 雨宮健太(2008):X線分光の現在 IV. X線吸収微細構造分光法, 分光研究, 第57巻, 第4号, 205-215.
- Ando, K(2013): CIP-based numerical analysis about generations of fault-related flexures in unconsolidated sediments, Tokyo Metropolitan University.
- 青木かおり・町田洋(2006):日本に分布する第四紀後期広域テフラの主元素組成-K₂O-TiO₂図によるテフラの識別, 地質調査研究報告, 57, 239-258.
- 防災科学技術研究所(2001):地すべり地形分布図 第12集「金沢・七尾・輪島」, 防災科学技術研究所研究資料, 第210号.
- 物理探査学会(2008):物理探査適用の手引き-土木物理探査マニュアル2008-, 物理探査学会.
- 物理探査学会(2016):物理探査ハンドブック増補改訂版, 物理探査学会.
- 地質調査所(編)(1956):日本鉱産誌 B I -b 主として金属原料となる航跡-銅・鉛・亜鉛-, 工業技術院地質調査所.
- 藤原治・柳田誠・三箇智二・守屋俊文(2005):地層処分からみた日本列島の隆起・侵食に関する研究, 原子力バックエンド研究, Vol.11, No.2, 113-124.
- 古澤明・中村千怜(2009):石英に含まれるガラス包有物の主成分分析によるK-Tzの識別, 地質学雑誌, 115, 10, 544-547.
- 濱田崇臣・幡谷竜太(2015):能登半島志賀町に分布する海成段丘のローム層に発達する斑紋構造の形成時期, 日本地質学会第122年学術大会講演要旨, 301.
- 濱田麻希・瀧川哲也・奥野正幸(2018):石川県羽咋郡志賀町富来鉱山に産する金および銀鉱物の産状, 日本鉱物科学会2018年年会講演要旨, R7-P04.
- Hamada, M., Takikawa, T., Takuda, A., Kobayashi, W., Ishida, S., Hiramatsu, Y., Hasebe, N. (2019): Au-Ag mineralization in Togi vein type deposits, Ishikawa, Japan, Goldschmidt Abstracts, 1262.
- 服部貴志・浜田昌明・高山陶子・小野田敏・坂下学・山口弘幸・平松良浩(2014):古砂丘・古期扇状地に関する空中写真を活用したDEM解析による地形特性の検討, 地形, Vol.35, no.4.
- 平井佐利(2004MS):能登半島志賀町・富来町の穴水累層安山岩類の岩石学:洪水安山岩の可能性, 金沢大学自然科学研究科修士論文.
- Hoshino, K., Koide, H., Inami, K., Iwamura, S., Mitsui, S. (1972): Mechanical properties of Japanese Tertiary sedimentary rocks under high confining pressures, Geol. Surv. Jpn., Rep. No.244.
- 池田安隆・今泉俊文・東郷正美・平川一臣・宮内崇裕・佐藤比呂志(2002):第四紀逆断層アトラス, 東京大学出版会.
- 池原研・井上卓彦・村上文敏・岡村行信(2007):能登半島西方沖の堆積作用・完新世堆積速度と活断層の活動間隔, 東京大学地震研究所彙報, 82, 313-319.
- 石川県(1997):1:33,000漁場環境図「富来・志賀・羽咋海域」, 石川県.
- Itaya, T., Doi, M., Ohira, T.(1996): Very low potassium analysis by flame photometry using ultra low blank chemical lines : an application of K-Ar method to ophiolites, Geochemical Journal, Vol.30, 31-39.
- 狩野謙一・村田明広(1998):構造地質学, 朝倉書店.
- 関西電力株式会社(2016):美浜発電所3号炉 地盤(敷地の地質・地質構造)について, 平成28年5月20日 第361回審査会合, 机上配布資料2, 22-27.
- 加藤碩一・杉山雄一(編)(1985):50万分の1活構造図「金沢」, 地質調査所.
- Lisiecki, L. E., Raymo, M. E. (2005): A Pliocene-Pleistocene stack of 57 globally distributed benthic δ¹⁸O records, Paleoceanography, 20, PA1003, doi:10.1029/2004PA001071.
- 町田洋・新井房夫(2011):新編 火山灰アトラス[日本列島とその周辺](第2刷), 東京大学出版会.
- 松原聰(2002):沸石の種類, 岩石鉱物科学31, 261-267.
- 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, 資源研究所彙報, 64.
- Miyashiro, A. (1974): Volcanic rock series in island arc and active continental margins. American Journal of Science, 274, 321-355.

参考文献

- 溝口一生・上原真一・谷口友規・飯塚幸子・飯田高弘・渡辺剛士(2019): 高間隙な凝灰角礫岩の脆性-延性遷移に関する三軸変形試験: 能登半島に産する中新世穴水累層を例として, 日本地質学会第126年学術大会, R13-P-9.
- Mogi, K.(1965): Deformation and fracture of rocks under confining pressure (2), Elasticity and plasticity of some rocks. Bull, Earthquake Res. Inst., Tokyo Univ. 43, 349-379.
- 長橋良隆・佐藤孝子・竹下欣宏・田原敬治・公文富士夫(2007): 長野県, 高野層ポーリングコア(TKN-2004)に挟在する広域テフラ層の層序と編年, 第四紀研究, 46-4, 305-325.
- 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 Reference to the Age of Red-Yellow Soils, The Quaternary Research,40,137-147.
- 中田英二・千木良雅弘(1996): 安山岩の貫入が珪藻土に与える地球科学的影響(その1) 鉱物の分布とオパール の結晶構造の変化, 電力中央研究所報告.
- Nakata, E., Yukawa, M., Okumura, H., Hamada, M. (2019): K-Ar dating by smectite extracted from bentonite formations, E3S Web of Conference, 98, 12015.
- 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.
- 日本金山誌編纂委員会(編)(1994): 日本金山誌, 第4編, 101-106.
- 日本粘土学会(編)(2009): 粘土ハンドブック 第3版, 技報堂出版.
- 日本XAFS研究会(編)(2017): XAFSの基礎と応用, 講談社.
- 野原幸嗣・野口猛雄・穴田文浩・浜田昌明・小野田敏・沼田洋一・山野芳樹・鈴木雄介・佐藤比呂志(2007): 航空レーザ計測による2007年能登半島地震の地殻変動, 82, 321-331.
- Odin, G. S., Desprairies, A., Fullagar, P. D., Bellon, H., Decarreau, A., Frohlich, F., Zelvelder, M. (1988): Chapter D Nature and geological significance of celadonite, Odin, G. S. editor., Developments in Sedimentology, 45, Elsevier, Amsterdam, 337-398.
- 太田陽子・国土地理院地理調査部(1997): 「能登半島」1:100,000, 地殻変動土地条件図, 国土地理院技術資料, D.1-No.347, 国土地理院.
- Paterson, M. S., Wong, T. (2005): Experimental Rock Deformation – The Brittle Field (Second, Completely Revised and Updated Edition), Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Ricker, N.(1953): Wavelet contraction, wavelet expansion, and the control of seismic resolution, Geophysics, 18, 769-792.
- Rowe, C. D., Kirkpatrick, J. D., Brodsky, E. E. (2012): Fault rock injections record paleo-earthquakes, Earth and Planetary Science Letters, 335-336, 154-166.
- 榊原辰雄・加藤正司・吉村優治・澁谷啓(2008): 砂のような粒状材料のせん断挙動および断層に与える粒子形状の影響, 土木学会論文集, C, 64-3, 183-195.
- 三條暢久(1992): 粘土鉱物の判定のしかた, 協会誌「大地」, No.09, 12-19.
- 産業技術総合研究所: 地質図navi<<https://gbank.gsj.jp/geonavi>>(参照2019-8-22).
- 産業技術総合研究所地質調査総合センター: 活断層データベース <<https://gbank.gsj.jp/activefault/>>(参照2021-4-21).
- Sato, H. (1989): Study on genetic environment of high-magnesian andesites, Report for JSPS grant, General Study C, 1988, pp. 99.
- Sheppard, R. A., Fitzpatrick, J. J.(1989): Phillipsite from silicic tuffs in saline, alkaline-lake deposits, Clays and Clay Minerals, Vol.37, No.3, 243-247.
- Siddall, M., Chappell, J., Potter E. K.(2006): Eustatic sea level during past interglacials, Sirocko, F., Litt, T., Claussen, M., Sanchez-Goni, M. F. editors. The climate of past interglacials, Elsevier, Amsterdam, 75-92.
- 白水晴雄(2010): 粘土鉱物学(新装版)ー粘土科学の基礎ー, 朝倉書店.
- Srodon, J., Eberl, D. D. (1984): Illite, Micas (Reviews in Mineralogy, vol 3), S. W. BEILEY, editor., Mineralogical Society of America, 495-544.
- 菅野三郎・奥村清(1978): 地学の調べ方, コロナ社.
- 杉戸信彦・堤浩之(2010): 1:25,000 都市圏活断層図, 邑知潟断層帯とその周辺「邑知潟」「邑知潟西南部」解説書, 国土地理院技術資料, D・1-No.561, 国土地理院.
- 周藤賢治・小山内康人(2002): 岩石学概論・上 記載岩石学ー岩石学のための情報収集マニュアル, 共立出版.
- 高橋明久(2017): わかりやすい物理探査 反射法地震探査(その2: 反射法断面図と垂直分解能), 物理探査ニュース, No35, 1-3.

参考文献

- 高木秀雄(1998):破碎—塑性遷移領域の断層岩類, 地質学論集, 第50号, 59-72.
- 田中姿郎(2017):断層模型実験による礫層に発達する変形構造の検討(その2), 日本応用地質学会平成29年度研究発表会講演論文集, 263-264.
- 田中姿郎(2018):基盤岩の段差を埋める礫層の構造に関する検討, 日本地球惑星科学連合2018年大会, HCG24-P09.
- 遠田晋次・井上大栄・高瀬信一・久保内明彦・富岡伸芳(1994):阿寺断層の最新活動時期:1586年天正地震の可能性, 地震第2輯, 第47巻, 73-77.
- 上田圭一, 谷和夫(1999):基盤の断層変位に伴う第四紀層及び地表の変形状況の検討(その2)—正断層, 逆断層模型実験—, 電研報告U98048.
- 宇波謙介・福士圭介・高橋嘉夫・板谷徹丸・丹羽正和(2019a):能登半島西岸域の中新世安山岩中に認められる変質鉱物中のカリウムの存在状態とK-Ar年代の意義, 2019年度 日本地球化学会年会, 3P19.
- 宇波謙介・福士圭介・高橋嘉夫・丹羽正和(2019b):能登半島西岸域の中新世安山岩中に認められる粘土鉱物中のカリウムの存在状態, 第63回粘土科学討論会, P11.
- 渡辺隆(1981):イライト／モンモリロナイト混合層鉱物の混合層構造の判定, 鉱物学雑誌, 第15巻 特別号, 32-41.
- 渡辺隆(1986):混合層粘土鉱物の構造解析と判定法の諸問題, 粘土科学, 第26巻, 第4号, 238-246.
- 吉見雅行・竿本英喜(2006):埼玉県鴻巣市における綾瀬川断層の被覆層の50 mボーリング, PS検層および三軸圧縮試験結果, 活断層・古地震研究報告, No.9, 1-9.
- 吉村尚久(2001):粘土鉱物と変質作用, 地学団体研究会.