

志賀原子力発電所2号炉 敷地の地質・地質構造について

敷地内断層の活動性評価

平成30年7月6日
北陸電力株式会社

本資料には商業機密または防護上の観点から公開できないデータを含んでいます。

本日の説明内容

- 当社は、設置変更許可申請(H26.8)以降、有識者会合で示された今後の課題^{※1}やこれまでの審査会合のコメントを、追加調査する上での重要なポイントと認識した上で、各種の調査検討を実施してきた。本日は、これらのデータによる敷地内断層の活動性の評価結果について説明する。
- まず、第1章、第2章において、敷地内断層の活動性評価に係る基礎的な情報として、敷地及び敷地周辺の地形、地質・地質構造、敷地内断層の性状等について説明する。
- 次に、第3章において、敷地内断層のうち、現段階において評価対象断層^{※2}として選定することが確定している5本の断層(S-1, S-2・S-6, S-4, K-2, K-3)の活動性評価の結果について説明する。
- 最後に、活動性評価の一連の説明(第1～3章)に含まれていないコメントへの対応については、コメント回答としてとりまとめた。(コメント回答[1]～[6])

※1 有識者会合が取りまとめた評価書(H28.4.27)では、「S-1及びS-2・S-6の活動性評価は、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拡充が必要と考える。」としている。

※2 評価対象断層の選定については、第553回審査会合(H30.3.2)においてコメントを受け現在検討中であり、次回以降に回答する。

目次

敷地の地質・地質構造に関するコメント一覧	……3
コメント回答の概要	……4
活動性に関するデータ拡充の内容	……5
<u>1. 敷地及び敷地周辺の地形, 地質・地質構造</u>	……7
1. 1 敷地周辺(敷地30km範囲)の地形, 地質・地質構造	……8
1. 2 敷地近傍(敷地5km範囲)の地形, 地質・地質構造	……16
1. 3 敷地の地形, 地質・地質構造	……22
<u>2. 敷地内断層の分布, 性状, 運動方向</u>	……30
2. 1 調査位置図	……31
2. 2 断層の抽出	……32
2. 3 断層の分布	……33
2. 4 断層の性状, 運動方向	……39
<u>3. 敷地内断層の活動性</u>	……40
3. 1 活動性評価の方針	……41
3. 2 S-1	……73
3. 3 S-2・S-6	……111
3. 4 S-4	……142
3. 5 K-2, K-3	……159
3. 6 活動性評価のまとめ	……179
<u>コメント回答</u>	……181
〔1〕 土壌の遊離酸化鉄分析について	……182
〔2〕 S-2・S-6周辺の地形について	……186
〔3〕 S-4の北東方への延伸について	……199
〔4〕 S-4トレンチについて	……210
〔5〕 K-Ar年代について	……214
〔6〕 斜長石のアルバイト化の検討	……231

敷地の地質・地質構造に関するコメント一覧

No.14, 15のコメントの内容について、
下線部をわかりやすく修正した

区分	No.	コメント			回答	備考
		開催回	日付	内容		
年代評価	12	第368回	H28.6.10	遊離酸化鉄分析結果で用いている永塚(1975)のデータが志賀サイトで適用できるか確認すること。	今回説明	
S-2・S-6	14	第368回	H28.6.10	S-2・S-6の北方に認められる西側が高い地形(凸状地形)の部分だけではなく、S-2・S-6に沿った全体の地形について説明すること。	今回説明	
S-2・S-6	15	第368回	H28.6.10	S-2・S-6の北方に認められる西側が高い地形(凸状地形)は岩盤上面の起伏を反映した組織地形であるとの評価について、平面図だけでなく断面図も提示して説明すること。	今回説明	
S-4	16	第368回	H28.6.10	S-4の走向データについて、トレンチ壁面と全体平面図の走向が違っているように見えることについて説明すること。	今回説明	
S-4	17	第368回	H28.6.10	S-4トレンチ南西壁のスケッチについて、説明文にある凝灰質な細粒部の分布について説明すること。	今回説明	
K-Ar年代	18	第368回	H28.6.10	K-Ar年代分析については、シーム及び周辺の安山岩での試料採取箇所、測定物、カリウムの含有量、非放射性アルゴンの含有量等を整理して提示し、年代値が示す意味を考察すること。	今回説明	
鉬物脈	20	第368回	H28.6.10	今後の課題への対応の中で、鉬物脈の確認が6月末となっているが、判断のもとになるようなものを見つけるようトライし、見つかったところで報告してほしい。	今回説明	
鉬物脈	21	第478回	H29.6.23	高温で形成された鉬物脈は確認されていないものの、低温で形成された粘土鉬物(スメクタイト)が粘土土中に存在することから、このような脈についても検討を行うこと。	今回説明	
K-Ar年代	22	第453回	H29.3.10	安山岩のK-Ar年代について、年代測定の精度が低い可能性があることからデータの吟味を行うこと。	今回説明	
全般	28	第453回	H29.3.10	断層の端部を止めていない断層については、端部の状況を説明すること。S-4の北東端についても同様。	今回説明	S-4に関して今回説明
段丘面	33	第531回	H29.12.8	中位段丘面について、堆積物の状況を踏まえた上で、海成段丘面であることを説明すること。	今回説明	敷地周辺の地質・地質構造に関するコメント
段丘面	34	第531回	H29.12.8	I 測線柱状図等について、今回の調査と過去の調査で評価の信頼性が異なる場合は、その旨を明記すること。	今回説明	敷地周辺の地質・地質構造に関するコメント
評価対象断層の選定	43	第553回	H30.3.2	陸域の評価対象断層の選定フローにおいて、「動きやすさの検討」の根拠としている複数の観点のうち、主たる根拠は何であるかを明確に整理すること。		次回以降説明予定
評価対象断層の選定	44	第553回	H30.3.2	重要な安全機能を有する施設の直下に分布する断層のうち、 ・S-7, S-8については、評価対象断層に選定しない根拠の妥当性を整理して説明すること。 ・S-5については、断層規模の観点に加え、断層間の関係性、分布規制の観点も加味し、整理して説明すること。		次回以降説明予定
評価対象断層の選定	45	第553回	H30.3.2	断層の変位量、運動方向について個別断層同士の解釈だけでなく、断層全体の解釈について整理を行うこと。		次回以降説明予定
鉬物組成	46	第553回	H30.3.2	過去の審査会で示したXRD分析結果を含めて、説明すること。なお、測定時期の異なるXRD分析については、凡例を変えるか、別表にする等その違いをわかるようにして、整理すること。		次回以降説明予定
鉬物組成	47	第553回	H30.3.2	輝石のような固溶体では、ピーク自体が大きくないことや斜長石のピークの間にあることから、XRD分析では斜方輝石や単斜輝石と判断せずに、輝石類と判断すること。		次回以降説明予定
鉬物組成	48	第553回	H30.3.2	斜長石のアルバイト化の検討が行われている場合は、その結果を示すこと。	今回説明	
鉬物組成	49	第553回	H30.3.2	S-2・S-6の固結した破碎部の薄片観察において、赤色の鉬物は斜方輝石であるかどうか確認しておくこと。		次回以降説明予定

コメント回答の概要

No.14, 15のコメントの内容について、
下線をわかりやすく修正した

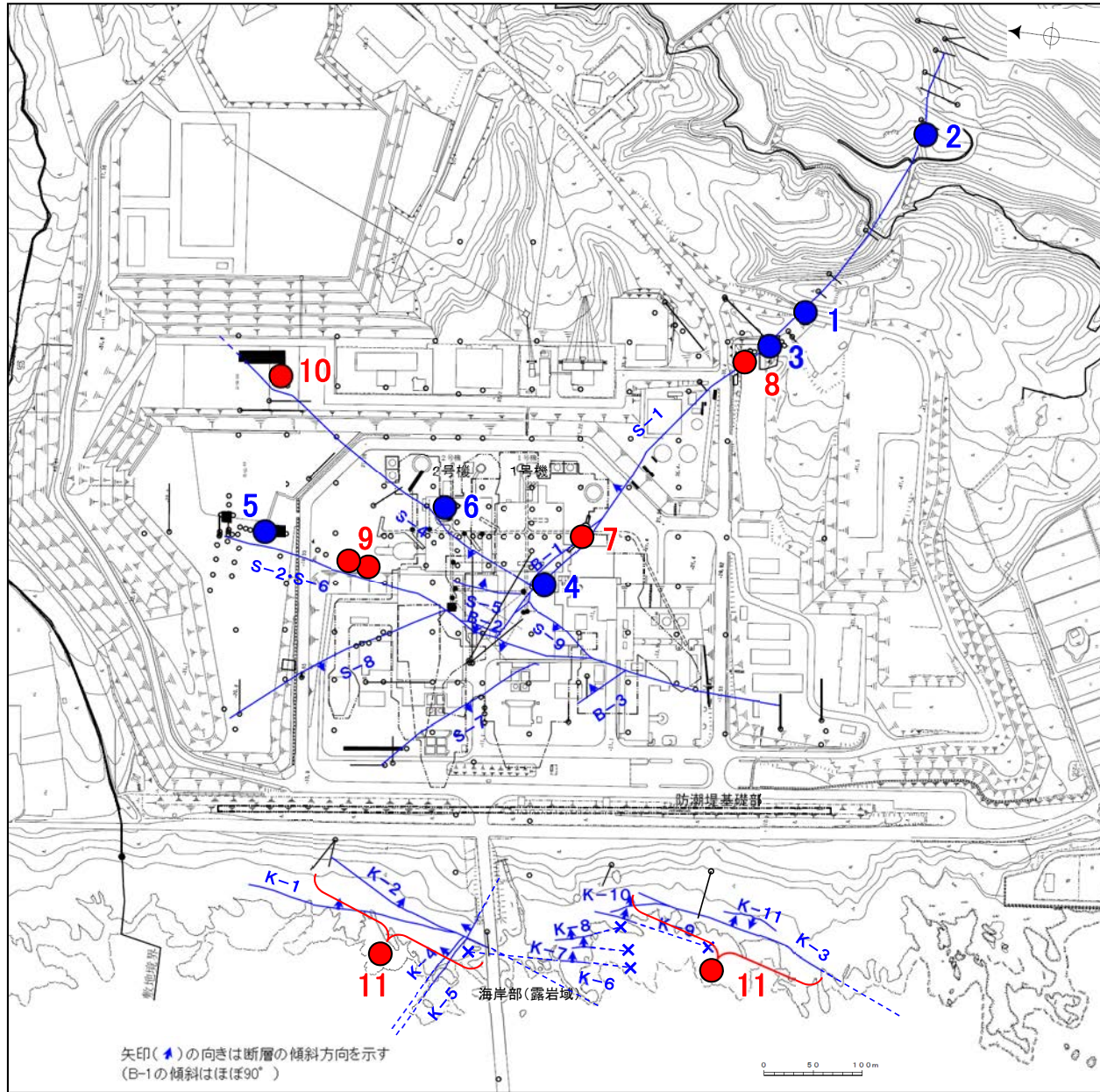
No	コメント	回答概要	記載頁
12	遊離酸化鉄分析結果で用いている永塚(1975)のデータが志賀サイトで適用できるか確認すること。	・敷地を含む能登半島の赤色土壌(高位段丘面)の結晶化指数は、赤褐色土壌(中位段丘面)より大きい傾向が認められることから、永塚(1975)の遊離酸化鉄分析は、土壌化程度の指標として敷地においても適用できる。	コメント回答[1] P.182~185
14	S-2・S-6の北方に認められる西側が高い地形(凸状地形)の部分だけではなく、S-2・S-6に沿った全体の地形について説明すること。	・S-2・S-6に沿って地形の特徴を基にエリアごとに分割し、詳細に調査した結果、S-2・S-6沿いにはリニアメント・変動地形は認められない。	コメント回答[2]
15	S-2・S-6の北方に認められる西側が高い地形(凸状地形)は岩盤上面の起伏を反映した組織地形であるとの評価について、平面図だけでなく断面図も提示して説明すること。	・ボーリング調査結果を踏まえた「凸状地形」付近の断面図を作成した。 ・「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。	コメント回答[2] P.186~198
16	S-4の走向データについて、トレンチ壁面と全体平面図の走向が違っているように見えることについて説明すること。	・S-4トレンチでの走向は、真北補正を行うと南西壁ではN52° E、北東壁ではN44° ~60° Eとなり、平面図におけるS-4トレンチ近傍の走向とほぼ同じである。 ・本資料において、断層の走向データは、建設時のスケッチを除き、全て真北基準で示した。	コメント回答[4] P.210~213
17	S-4トレンチ南西壁のスケッチについて、説明文にある凝灰質な細粒部の分布について説明すること。	・当時の記載によると、岩盤の下半部には粘土状破砕部(シーム)及び固結した粘土・砂状破砕部(凝灰質な細粒部)が分布し、岩盤の上半部には固結した粘土・砂状破砕部(凝灰質な細粒部)のみ分布する。	
20	今後の課題への対応の中で、鉱物脈の確認が6月末となっているが、判断のもとになるようなものを見つけるようトライし、見つかったところで報告してほしい。	・薄片観察により、最新面付近における鉱物脈などの分布を確認し、そのずれの状況の観察を行った。 ・S-1については、最新面を横断する後期中新世以前の粘土鉱物脈及び碎屑岩脈にずれは認められない。	P.65~72 P.93~105 P.127~137
21	高温で形成された鉱物脈は確認されていないものの、低温で形成された粘土鉱物(スメクタイト)が粘土脈中に存在することから、このような脈についても検討を行うこと。	・S-2・S-6については、最新面を横断する後期中新世以前の粘土鉱物脈にずれは認められない。	
18	K-Ar年代分析については、シーム及び周辺の安山岩での試料採取箇所、測定物、カリウムの含有量、非放射性アルゴンの含有量等を整理して提示し、年代値が示す意味を考察すること。	・K-Ar年代分析に用いた試料の採取箇所等について一覧表としてまとめた。 ・粘土鉱物(スメクタイト)の年代値については、測定物のXRD分析、粒径別XRD分析、TEM観察、EDS分析により信頼性を確認した。 ・複数箇所から採取した試料の年代分析結果に大きなばらつきは認められず、測定物の特定により粘土鉱物のK-Ar年代分析の信頼性が確認できたことから、粘土鉱物のK-Ar年代値は妥当であると判断した。	コメント回答[5] P.214~230
22	安山岩のK-Ar年代について、年代測定の精度が低い可能性があることからデータの吟味を行うこと。	・薄片観察において斜長石の変質が顕著なものはデータから取り除いた。	
28	断層の端部を止めていない断層については、端部の状況を説明すること。S-4の北東端についても同様。	・追加調査の結果、既往調査によるS-4の北東方に新たに固結した破砕部及び粘土状破砕部を確認した。 ・これら破砕部は、既往調査によるS-4と、走向・傾斜が調和的であること、3次元的に連続して分布していることから、S-4は35m盤トレンチまで連続しているものと評価した。 ・さらに、破砕部の幅に大きな違いが認められないこと及び最新面の条線のレイクが同様の傾向が認められることも確認している。	コメント回答[3] P.199~209
33	中位段丘面について、堆積物の状況を踏まえた上で、海成段丘面であることを説明すること。	・中位段丘I面(12~13万年前の海成段丘面)におけるピット・表土はぎ調査の結果、基盤岩の直上に海成堆積物が認められた。	P.48~53
34	I測線柱状図等について、今回の調査と過去の調査で評価の信頼性が異なる場合は、その旨を明記すること。	・1号機建設前に取得したボーリングコアには、コアの状況が悪く、海成堆積物であることを確認することが困難な場合がある。そのような場合には、「コアの状況が悪く、海成堆積物の識別が困難」と明記した。第531回審査会合時の机上配布資料1のP.10-10を一部修正。	データ集1 (第531回審査会合 机上 配布資料1 P.10-10修正)
48	斜長石のアルバイト化の検討が行われている場合は、その結果を示すこと。	・EPMA分析の結果、母岩、固結した破砕部及び粘土状破砕部の斜長石は概ね曹灰長石を示している。 ・母岩、固結した破砕部及び粘土状破砕部の分析結果に大きな違いは認められないことから、粘土状破砕部に沿った熱水は曹灰長石を促進させるような温度帯ではなかったものと考えられる。	コメント回答[6] P.231~238

活動性に関するデータ拡充の内容 – 設置変更許可申請(H26.8)以降 –

	申請時(H26.8)の活動性データ			申請以降のデータ拡充の内容		
	位置No.	調査手法 (場所)	調査結果	位置No.	調査手法 (場所)	調査結果
S-1	1	トレンチ調査 (駐車場南東方トレンチ)	S-1は、約12～13万年前より古い高海面期に堆積したHIa段丘堆積物に変位・変形を与えていない。	7	薄片観察 (岩盤調査坑)	S-1北西部の最新面を横断する後期中新世以前(約9Ma以前)の粘土鉱物脈及び碎屑岩脈にずれは認められない。
	2	トレンチ調査 (えん堤左岸トレンチ)				
	3	表土はぎ調査 (駐車場南側法面)	S-1は、少なくとも約12～13万年前以前の堆積物に変位・変形を与えていない。	8	薄片観察 (M-12.5"孔)	
	4	建設時トレンチ調査 (旧A・Bトレンチ)	S-1は、中位段丘I面を構成する堆積層に変位・変形を与えていない。			
S-2・S-6	5	トレンチ調査 (No.2トレンチ)	S-2・S-6は、約12～13万年前に堆積したMI段丘堆積物に変位・変形を与えていない。	9	薄片観察 (F-8.5'孔) (E-8.5-2孔)	S-2・S-6の最新面を横断する後期中新世以前(約9Ma以前)の粘土鉱物脈にずれは認められない。
S-4	6	建設時トレンチ調査 (S-4トレンチ)	S-4は、少なくとも約12～13万年前以前の堆積物に変位・変形を与えていない。	10	トレンチ調査 (35m盤トレンチ)	S-4は、約12～13万年前より古い高海面期に堆積したHIa段丘堆積物に変位・変形を与えていない。
K-2	-	-	-	11	露頭観察 薄片観察等	K-2, K-3は、中期中新世以前(約15Ma以前)に活動した断層と判断され、それ以降に活動した痕跡は認められない。
K-3						

(※)有識者会合(H28.4.27)の「今後の課題(6項目)」に対するデータ拡充の状況は、資料2-3に示す。

【 データ拡充の位置図 】



● 申請時の活動性データ
 ● 申請以降のデータ拡充
 (数字は前頁の位置No.に対応)

- 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
 - - - 試掘坑・試験坑・斜坑
 - ⌘ 岩盤調査坑
 - 基礎掘削面
 - 断層(破線はさらに延長する可能性のある箇所)
 - - - x 断層延長部の露岩域で断層が認められないことを確認したもの
 - - - 断層端部を確認していないもの
 - ⊗ (陸域 EL-4.7m)
 - (海岸部 地表面)

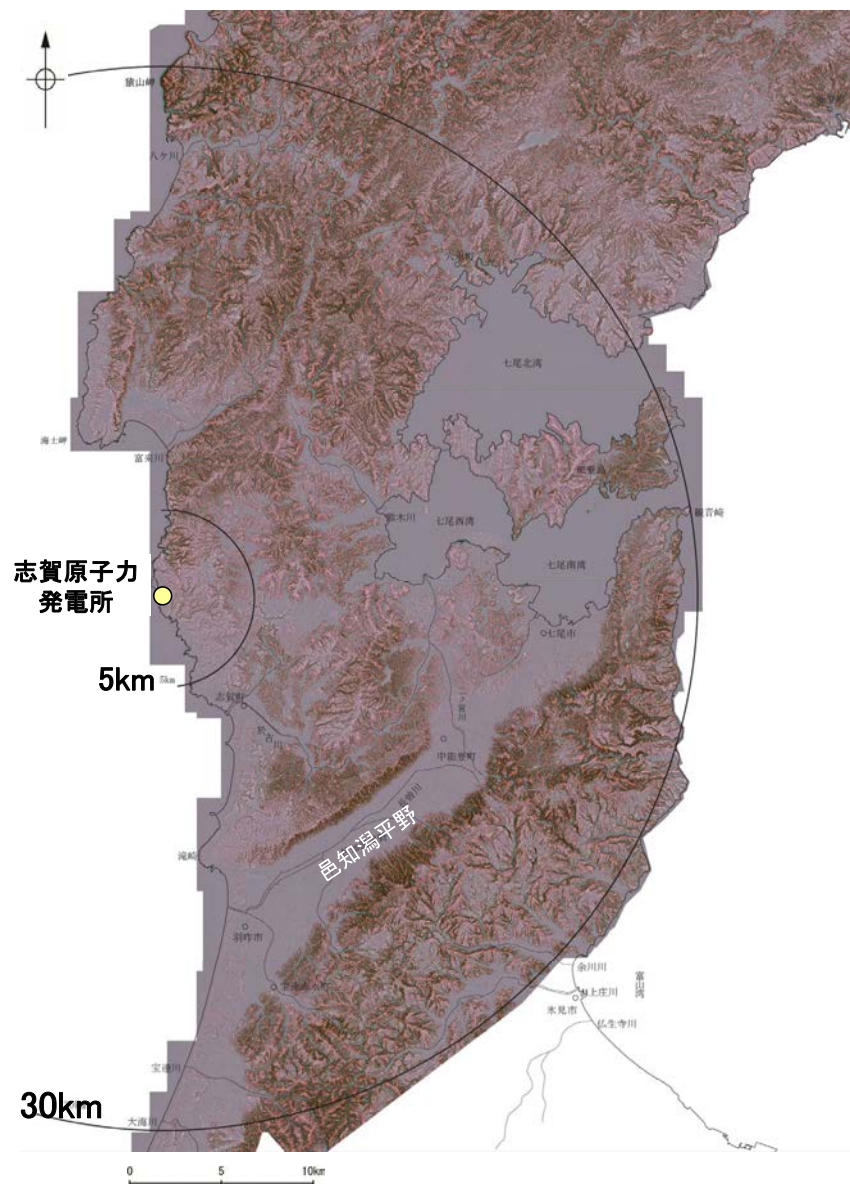
1. 敷地及び敷地周辺の地形, 地質・地質構造

1. 1 敷地周辺(敷地30km範囲)の地形, 地質・地質構造

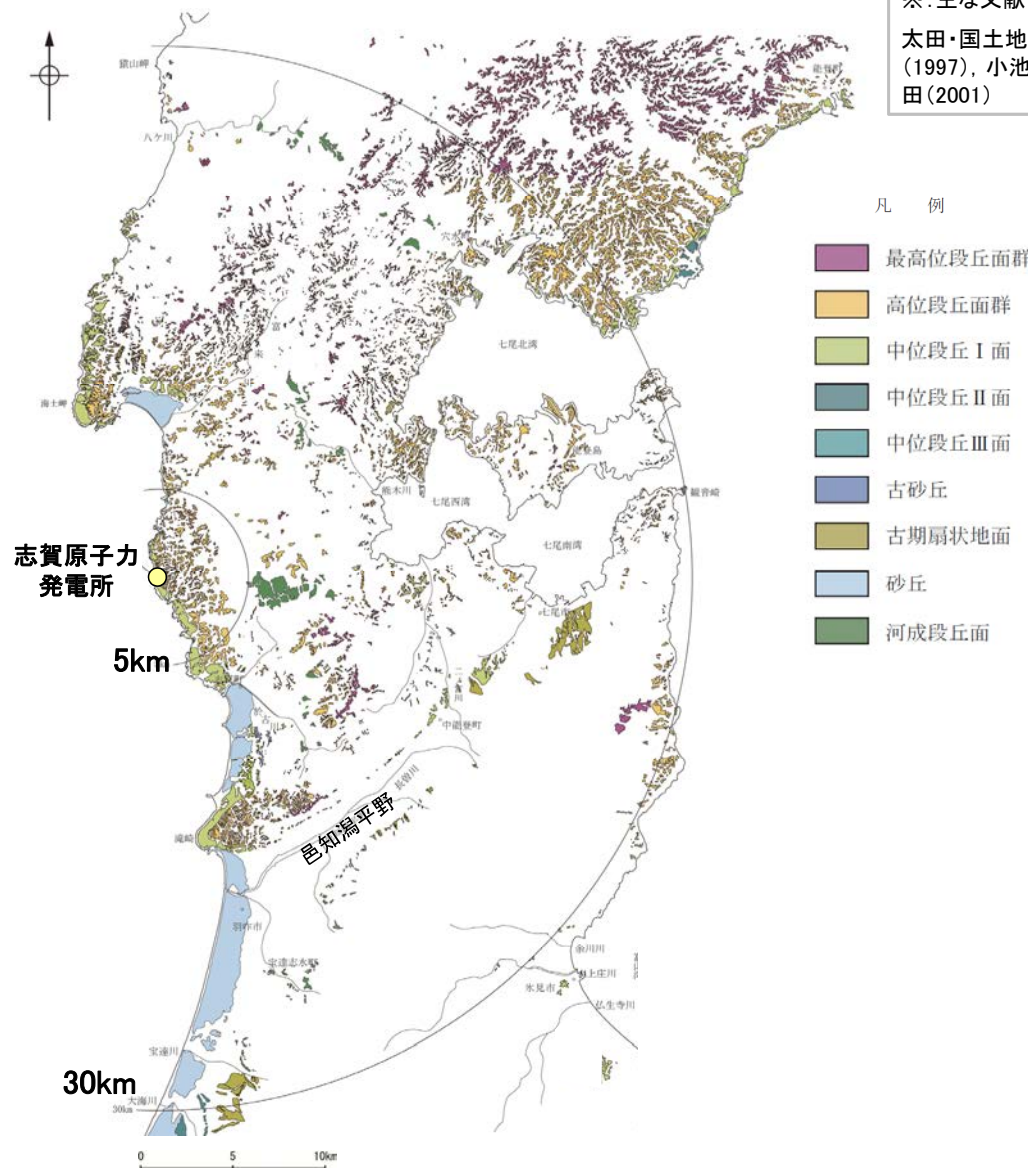
1.1(1) 敷地周辺陸域の地形 一段丘面分布図

○敷地周辺の地形を把握するため、文献調査※を踏まえ、空中写真判読、航空レーザ計測による地形データを用いて、赤色立体地図(左下図1)及び段丘面分布図(右下図2)を作成した。

○敷地周辺には、海成段丘面が広く連続して分布している。



(図1) 敷地周辺陸域の赤色立体地図
(航空レーザ計測による地形データを基に作成)



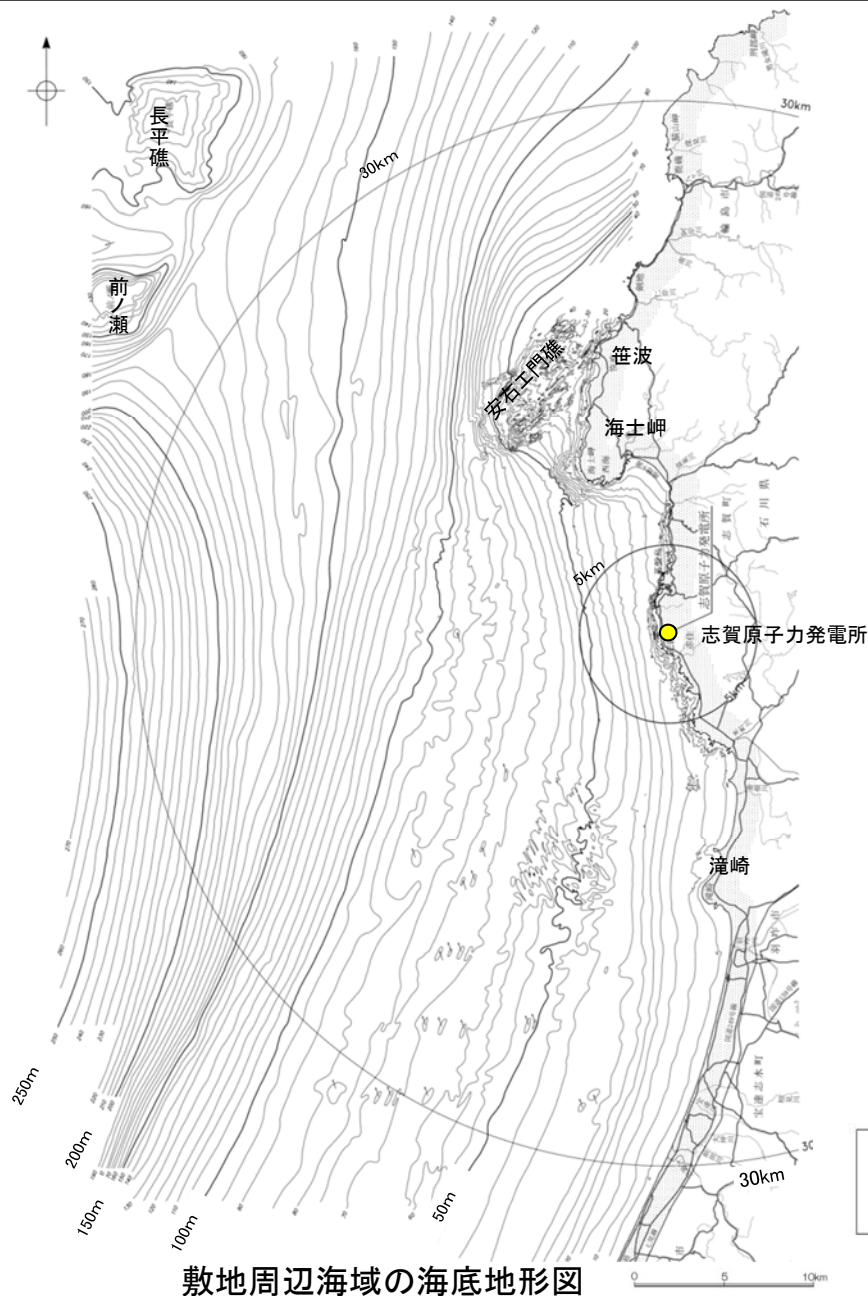
※:主な文献
太田・国土地理院
(1997), 小池・町
田(2001)

- 凡 例
- 最高位段丘面群
 - 高位段丘面群
 - 中位段丘Ⅰ面
 - 中位段丘Ⅱ面
 - 中位段丘Ⅲ面
 - 古砂丘
 - 古期扇状地面
 - 砂丘
 - 河成段丘面

(図2) 敷地周辺陸域の段丘面分布図

1.1(2) 敷地周辺海域の地形 — 海底地形図 —

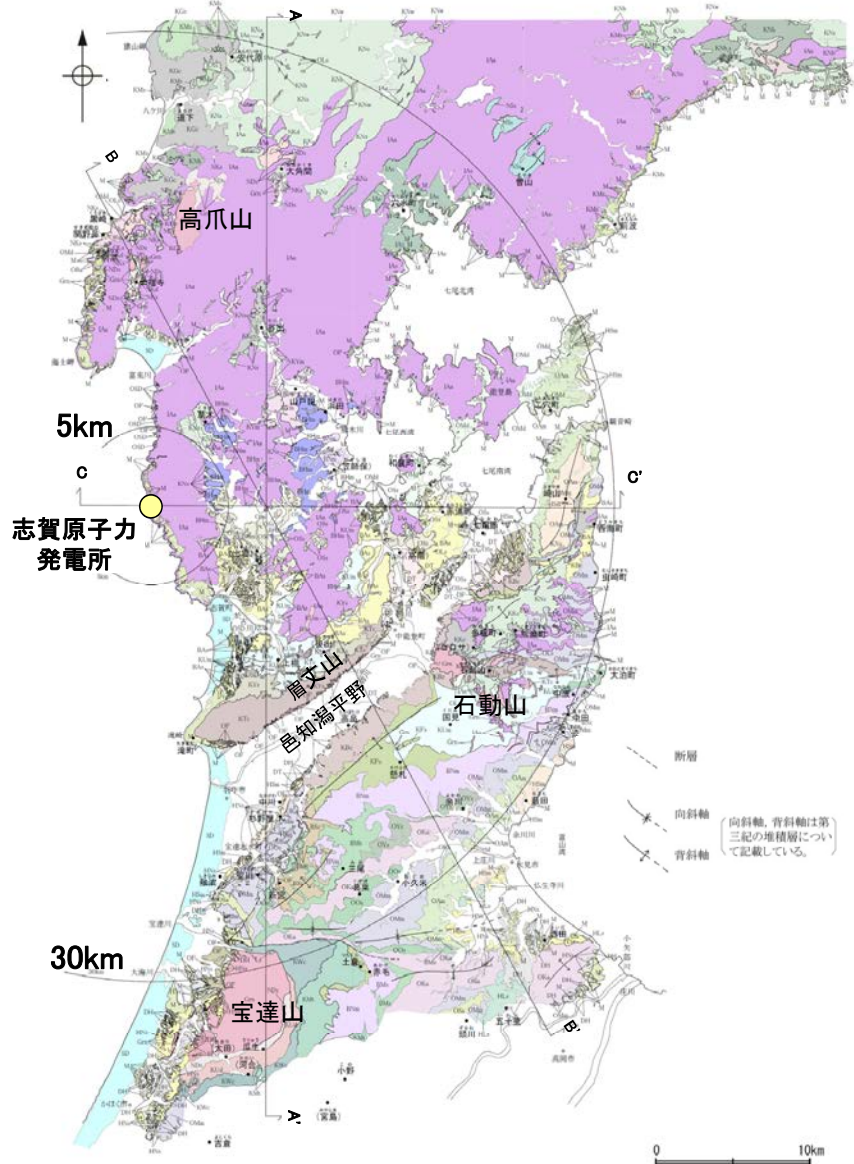
- 敷地周辺の海底地形を把握するため、音響測深により取得したデータを基に海底地形図を作成した。
- 水深約250m以浅の大陸棚は、小規模な起伏を伴う平坦な形状を示し、3/1,000～10/1,000 程度の緩い勾配で沖合いに向かって傾斜する。



この海底地形図は、北陸電力による調査結果、石川県発行の「漁場環境図、富来・志賀・羽咋海域」から編集したもの（等深線は5m間隔）である。

1.1(3) 敷地周辺陸域の地質・地質構造 —地質分布図及び地質断面図—

- 敷地周辺の地質・地質構造を把握するため、文献調査※を踏まえ、地表地質調査や各種分析の結果を加味し、地質分布図(下図1)及び地質断面図(次頁図2)を作成した。
- 敷地周辺の地質は、基盤の花崗岩等が高爪山、眉丈山南東縁、石動山、宝達山周辺に分布し、新第三紀以降の地層が基盤を覆って分布する。敷地近傍及びその北方では、岩稻階の穴水累層が広く分布する。

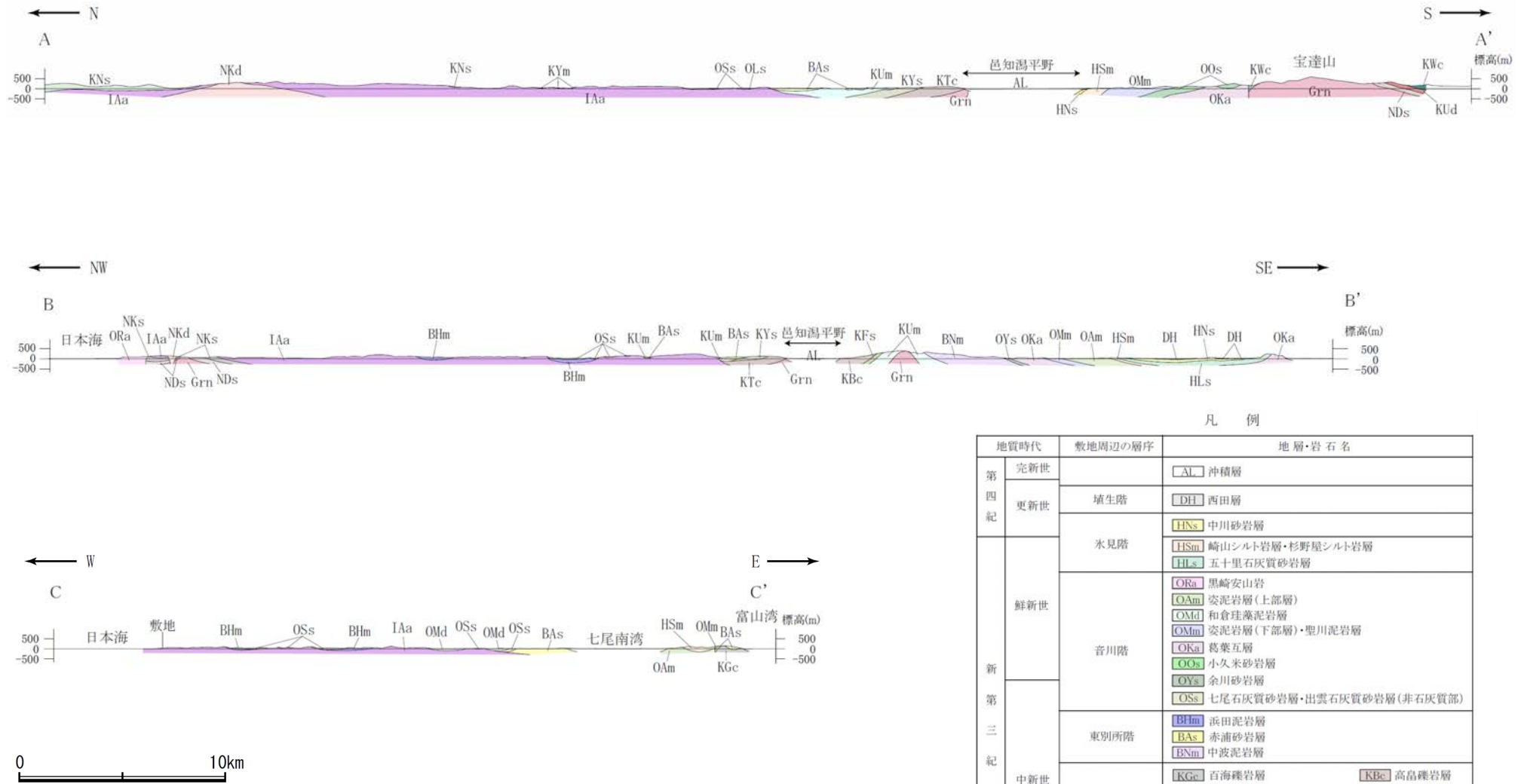


※:主な文献
紘野(1993)

地質時代	敷地周辺の層序	地層・岩石名	
第四紀	完新世	SD 砂丘砂層 沖積層	
	更新世	M 中位段丘堆積層 DT 高階層	OSD 古砂丘砂層 OF 古期扇状地堆積層・河成段丘堆積層
鮮新世	埋生階	DH 埋生累層・西田層	
	氷見階	HNs 中川砂岩層・村上シルト岩層・矢田砂岩層 HSm 崎山シルト岩層・杉野屋シルト岩層・藪田シルト岩層 HLs 五十里石灰質砂岩層	
新第三紀	音川階	ORa 黒崎安山岩 OMd 前浜泥岩層・和倉珪藻泥岩層 OMm 虫崎泥岩層・姿泥岩層(下部層)・聖川泥岩層・吉倉泥岩層	OAm 二穴シルト岩層・姿泥岩層(上部層) OKa 葛葉互層
		OSa 敷波互層・頭川互層 OYs 余川砂岩層 OSs 七尾石灰質砂岩層・出雲石灰質砂岩層(非石灰質部)	OOs 小久米砂岩層
	OLs 前波石灰質砂岩層・関野鼻石灰質砂岩層・七尾石灰質砂岩層・出雲石灰質砂岩層・安代原石灰質砂岩層(石灰質部)		
	東別所階	BHm 浜田泥岩層 BAs 赤浦砂岩層 BSc 新宮砂礫岩層	BNT 中田凝灰岩層(挟み層) BMs 三尾砂岩層・小野砂岩層 BNm 中波泥岩層・赤毛泥岩層・笠師保泥岩層
		黒瀬谷階	KMs 東印内互層・皆月砂岩泥岩層 KGe 道下礫岩層・百海礫岩層 KBc 高島礫岩層 KFf 懸札砂岩層・土倉砂岩層 KYm 山戸田泥岩層 KNs 縄又互層・草木互層・多根互層・柳田累層 KNw 溶結凝灰岩 KNb 玄武岩 KUd 瓜生累層
岩稻階	IAa 穴水累層 別所岳安山岩類(安山岩・安山岩質火砕岩・石英安山岩質火砕岩及び石英安山岩) IAs 高洲山安山岩類(安山岩・安山岩質火砕岩) 熊淵火山岩類(岩及び石英安山岩) 穴水累層(泥岩・砂岩・礫岩)		
古第三紀	NSs 曾山層 NKs 大角間層		NKd 石英安山岩・溶結凝灰岩 NDs 大福寺砂岩層・太田累層
	先第三紀		Grn 花崗岩・片麻岩

(図1) 敷地周辺陸域の地質分布図

【地質断面図】



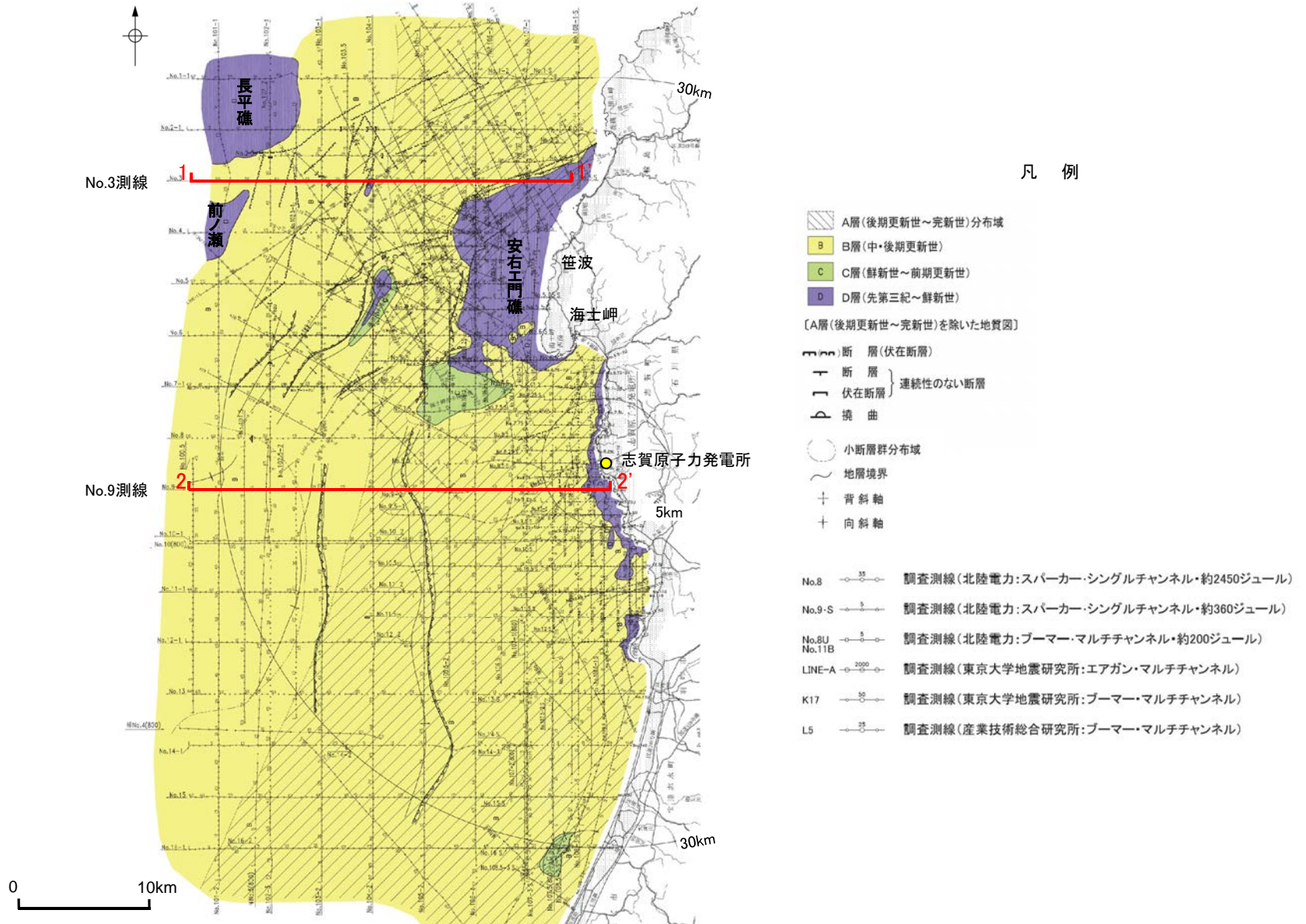
凡 例

地質時代	敷地周辺の層序	地層・岩石名
第四紀	完新世	AL 沖積層
	更新世	DH 西田層
新第三紀	水見階	HNs 中川砂岩層
		HSm 崎山シルト岩層・杉野屋シルト岩層
		HLs 五十里石灰質砂岩層
	音川階	ORa 黒崎安山岩
		OAm 安泥岩層(上部層)
		OMd 和倉珪藻泥岩層
		OMm 安泥岩層(下部層)・聖川泥岩層
		OKa 葛葉互層
		OOS 小久米砂岩層
		OYs 余川砂岩層
OSs 七尾石灰質砂岩層・出雲石灰質砂岩層(非石灰質部)		
東別所階	BHm 浜田泥岩層	
	BAs 赤浦砂岩層	
中新世	BNm 中波泥岩層	
	黒瀬谷階	KGc 百海礫岩層
		KUm 上棚泥岩層
		KYm 山戸田泥岩層
	岩橋階	KWc 河合砂礫岩層
		KYs 後山砂岩層
IAa 穴水累層(別所岳安山岩類・高洲山安山岩類)		
古第三紀	椴原階	NKd 石英安山岩・溶結凝灰岩
		NKs 大角間層
		NDs 太田累層
先第三紀	Grn 花崗岩・片麻岩	

(図2) 敷地周辺陸域の地質断面図

1.1(4) 敷地周辺海域の地質・地質構造 — 海底地質図及び海底地質断面図 —

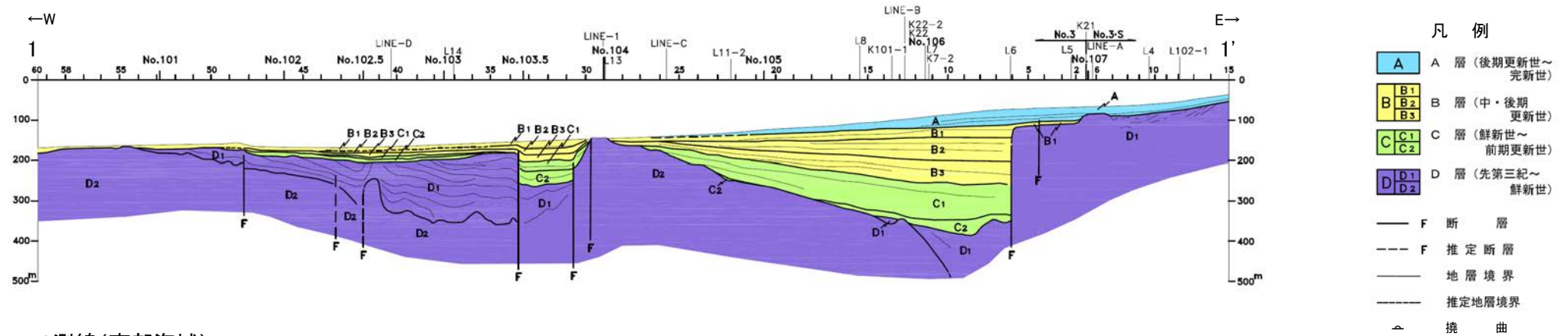
○敷地周辺海域において、音波探査により取得したデータ等を基に、海底地質図(下図1)及び海底地質断面図(次頁図2)を作成した。
 ○北部海域は、笹波沿岸及び前ノ瀬・長平礁周辺の顕著なD層(先第三紀～鮮新世)の隆起で特徴づけられる。南部海域は、厚く堆積するC層(鮮新世～前期更新世)及びB層(中・後期更新世)で特徴づけられる。



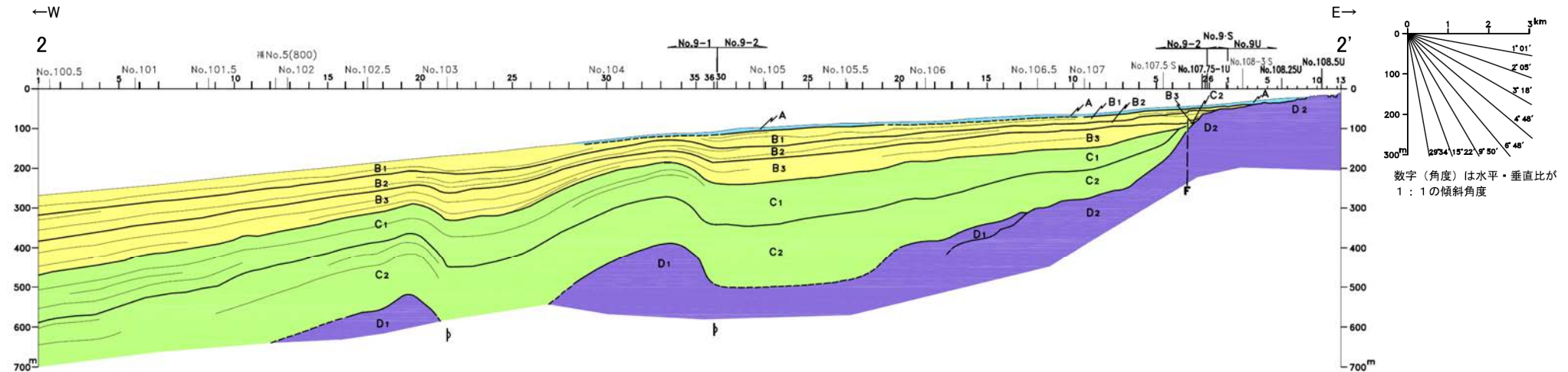
(図1) 敷地周辺海域の海底地質図

【海底地質断面図】

No.3測線(北部海域)



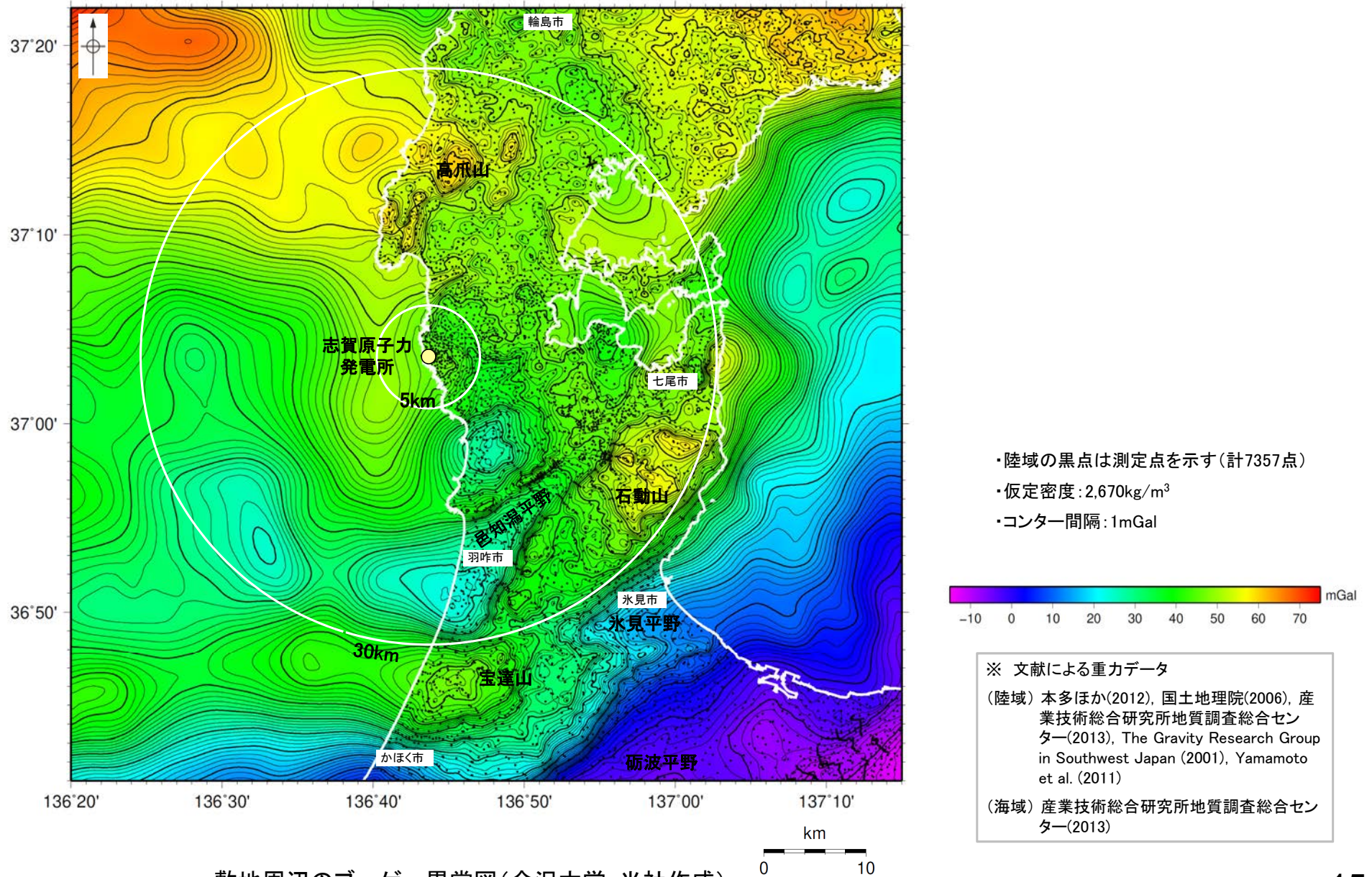
No.9測線(南部海域)



(図2) 敷地周辺海域の海底地質断面図

1.1(5) 敷地周辺の地質・地質構造 ー重力異常図ー

- 敷地周辺の地下深部構造を把握するため、文献による重力データ※を用いて、重力異常図を作成した。
- 規模が大きく直線的に連続する重力異常急変部は、邑知潟平野の北西縁及び南東縁、石動山地と氷見平野との境界及び宝達山地と砺波平野との境界と、宝達山北部及び南部に認められる。

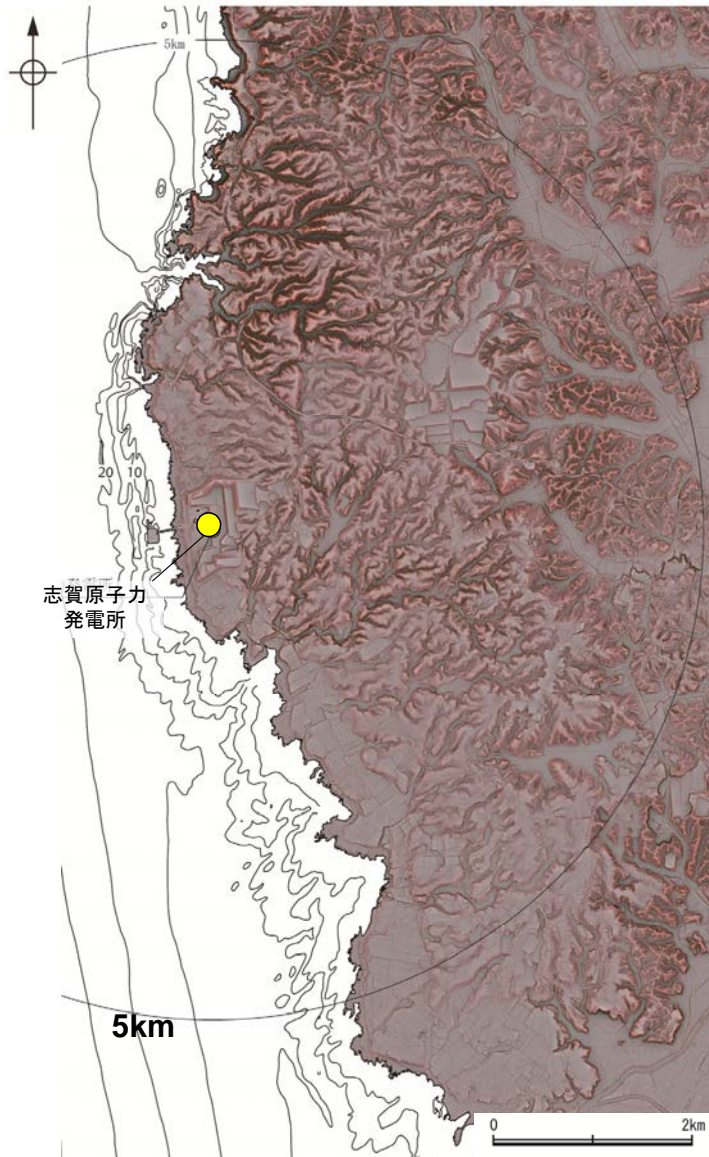


敷地周辺のブーゲー異常図(金沢大学・当社作成)

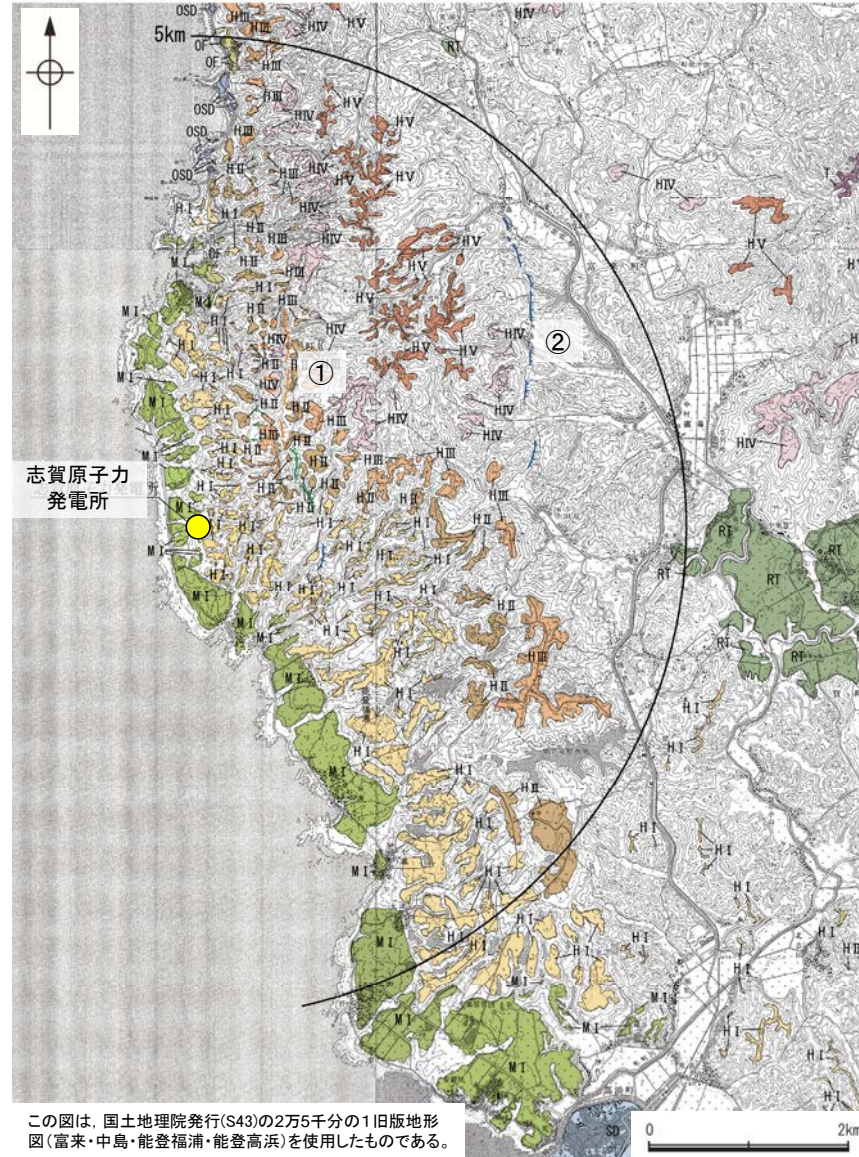
1. 2 敷地近傍(敷地5km範囲)の地形, 地質・地質構造

1.2(1) 敷地近傍陸域の地形 一段丘面分布図

○敷地近傍には、海岸線に沿って海成の中位段丘 I 面・高位段丘 I ~ V 面，最高位段丘面群が発達する(右下図2)。
○中位段丘 I 面は、開析がほとんど進んでおらず、明瞭な平坦面が残っており、背後の海食崖との境界も明瞭で連続性がよい(左下図1)。



(図1) 敷地近傍陸域の赤色立体地図
(航空レーザ計測による地形データを基に作成)



この図は、国土地理院発行(S43)の2万5千分の1旧版地形図(富来・中島・能登福浦・能登高浜)を使用したものである。

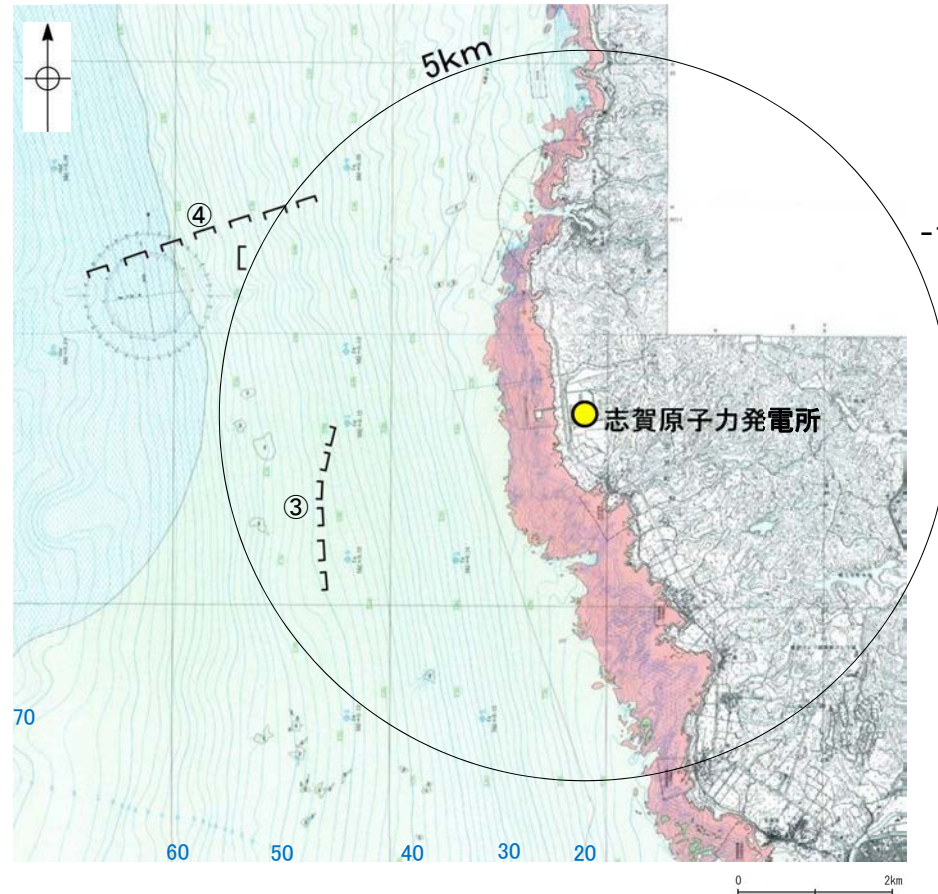
- 凡 例
- | | | |
|-----------------|-----------------------|--|
| [段丘面] | | |
| T 最高位段丘面群 | MI 中位段丘 I 面 | |
| HV 高位段丘 V 面 | OSD 古砂丘 | |
| HIV 高位段丘 IV 面 | OF 古期扇状地面 | |
| HIII 高位段丘 III 面 | SD 砂丘 | |
| HII 高位段丘 II 面 | RT 河成段丘面 | |
| HI 高位段丘 I 面 | | |
| [リニアメント・変動地形] | | |
| —+—+—+—+— | Lb (変動地形である可能性がある) | |
| —+—+—+—+— | Lc (変動地形である可能性が低い) | |
| —+—+—+—+— | Ld (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。
↓ は地形面の傾斜の向きを示す。

- ①:「福浦断層」の位置のリニアメント・変動地形
②:「長田付近の断層」の位置のリニアメント・変動地形

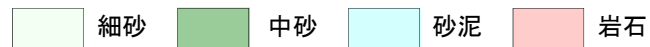
(図2) 敷地近傍陸域の段丘面分布図

1.2(2) 敷地近傍海域の地形 — 海底地形図 —

○敷地近傍の海域は、水深約50m以浅の大陸棚からなり、沿岸部では水深約15mまでは凹凸に富んだ岩礁帯を形成している。



凡 例

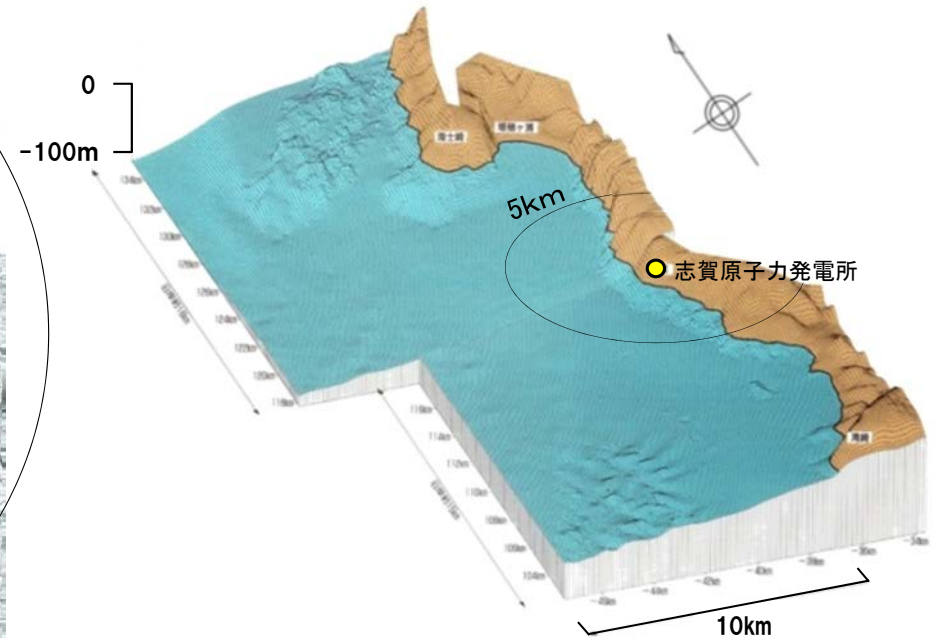


┌┐┌ 伏在断層

③: 兜岩沖断層

④: 基盤島沖断層

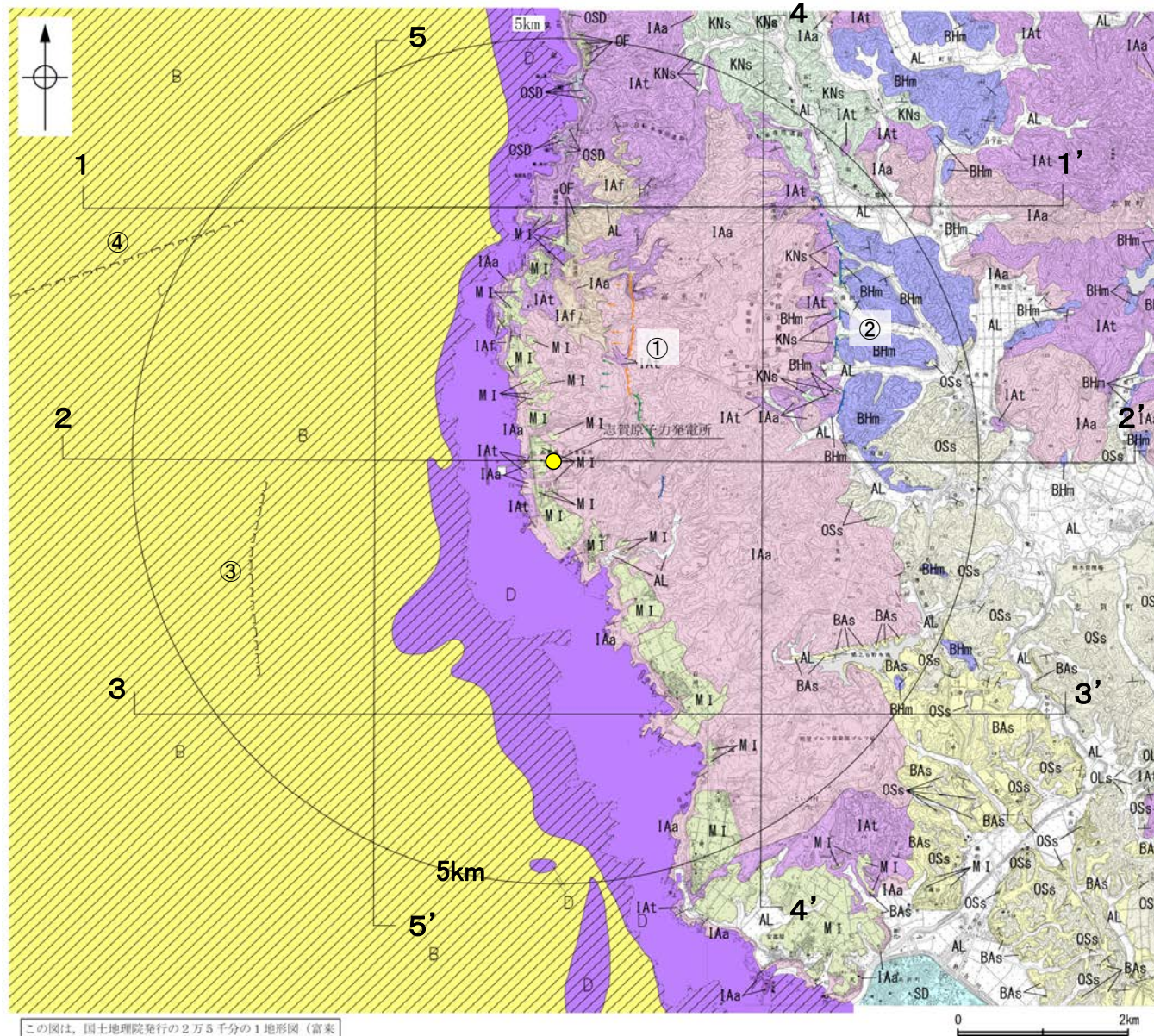
敷地近傍海域の海底地形図(石川県(1997)に一部加筆)



敷地近傍海域の海底地形鳥瞰図(石川県(1997)に一部加筆)

1.2(3) 敷地近傍の地質・地質構造 —地質分布図及び地質断面図—

- 敷地近傍の地質調査結果を踏まえ、敷地近傍の地質分布図(下図1)及び地質断面図(次頁図2)を作成した。
- 陸域では、岩稻階の穴水累層が広く分布し、東部では草木互層、浜田泥岩層などが穴水累層上面の凹地を埋積している。
- 海域では、海岸に露出する穴水累層は海域のD₂層に対比され、D₂層は沖合い方向に徐々に深度を増し、その上部にはC層、B層、A層が堆積する。



[地質]		凡 例	
地質時代	敷地周辺の層序	陸域 地層・岩石名	海域 地層名
第四紀	完新世	SD 砂丘砂層 AL 沖積層	A層
	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
鮮新世	埴生階		
	水見階		C層
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 稻 階		IAa 穴水累層 安山岩 IAt 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)	

[記号]
 地層の走向・傾斜 節理の走向・傾斜
 地質断面線

[リニアメント・変動地形]
 LB (変動地形である可能性がある)
 LC (変動地形である可能性が低い)
 LD (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。↓は地形面の傾斜の向きを示す。

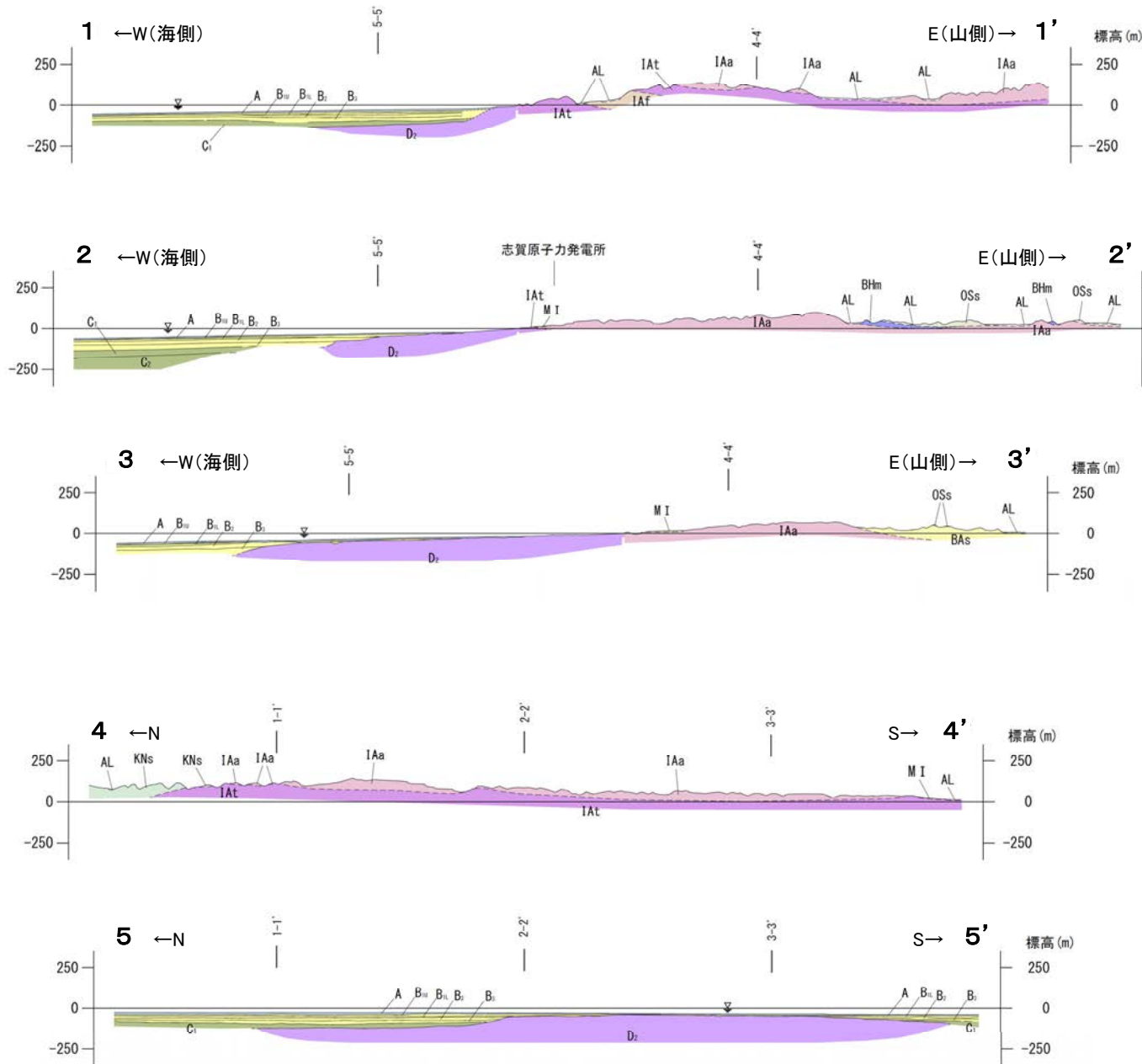
[海域]
 伏在断層 地層境界

- ①:「福浦断層」の位置のリニアメント・変動地形
- ②:「長田付近の断層」の位置のリニアメント・変動地形
- ③:兜岩冲断層
- ④:基盤島冲断層

この図は、国土地理院発行の2万5千分の1地形図(富来・中島・能登高浜)を使用したものである。

(図1)敷地近傍の地質分布図

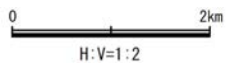
【地質断面図】



凡例

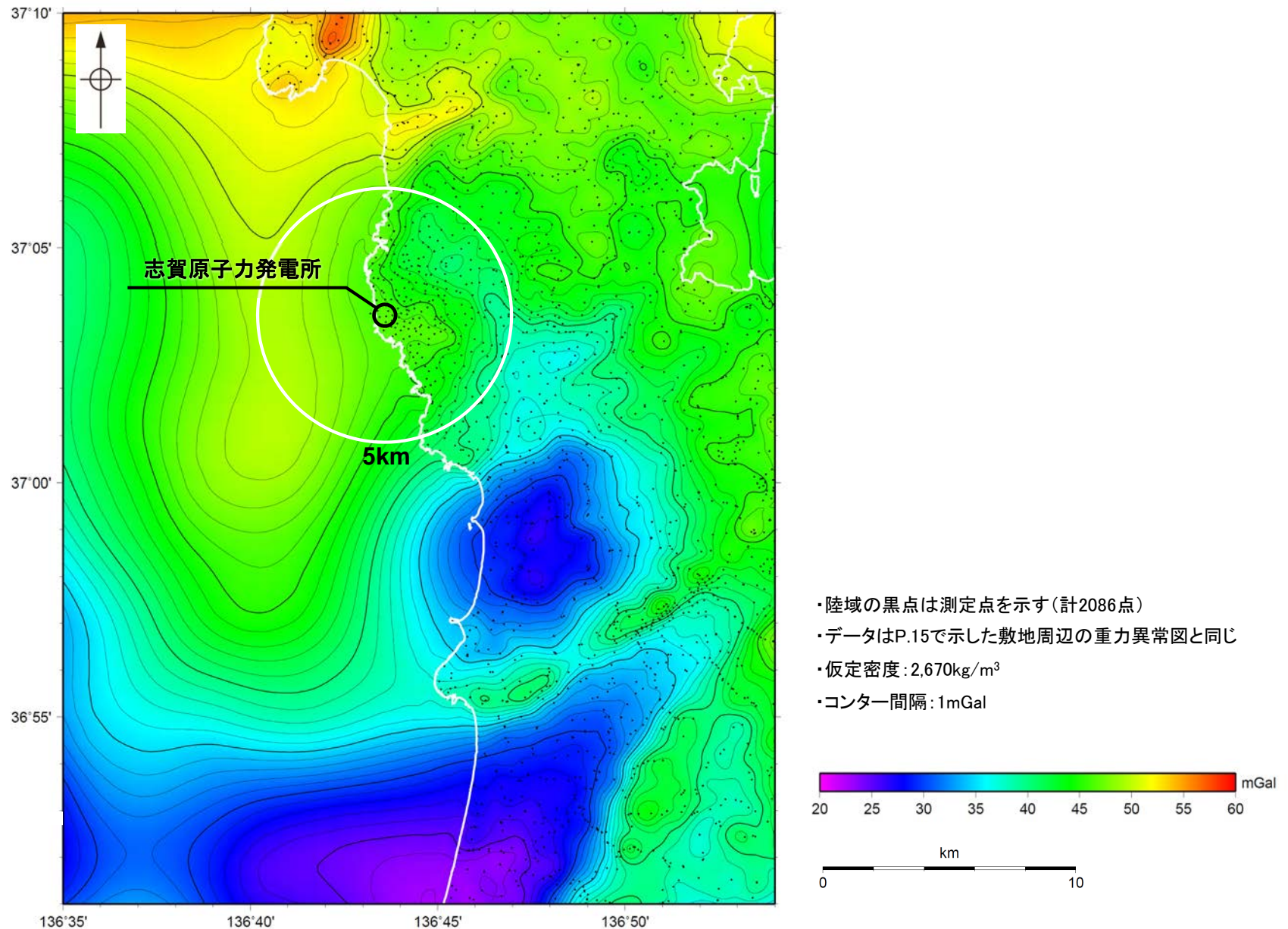
[地質]		陸域 地層・岩石名	海域 地層名
第四紀	完新世	AL 沖積層	A A層
	更新世	MI 中段段丘 I 面堆積層	B ₁ , B ₂ , B ₃ B層
		水見階	
新第三紀	鮮新世 百川階	OS _s 出雲石灰質砂岩層 (非石灰質部)	
	中新世	BA _s 赤浦砂岩層	D ₁ D ₁ 層
		BH _m 浜田泥岩層	
	上新世	KN _s 草木互層	
白堊紀	岩稲階	IA _a 穴水累層 安山岩	D ₂ D ₂ 層
		IA _t 穴水累層 安山岩質火砕岩 (凝灰角礫岩)	
		IA _f 穴水累層 安山岩質~石英安山岩質火砕岩 (凝灰岩)	

(図2) 敷地近傍の地質断面図



1.2(4) 敷地近傍の地質・地質構造 ー重力異常図ー

○敷地近傍(敷地5km範囲)の重力異常値はほぼ一定であり、高重力異常域と低重力異常域との境界は明瞭ではなく、敷地近傍には規模の大きな断層の存在を示唆する顕著な線状の重力異常急変部は認められない。



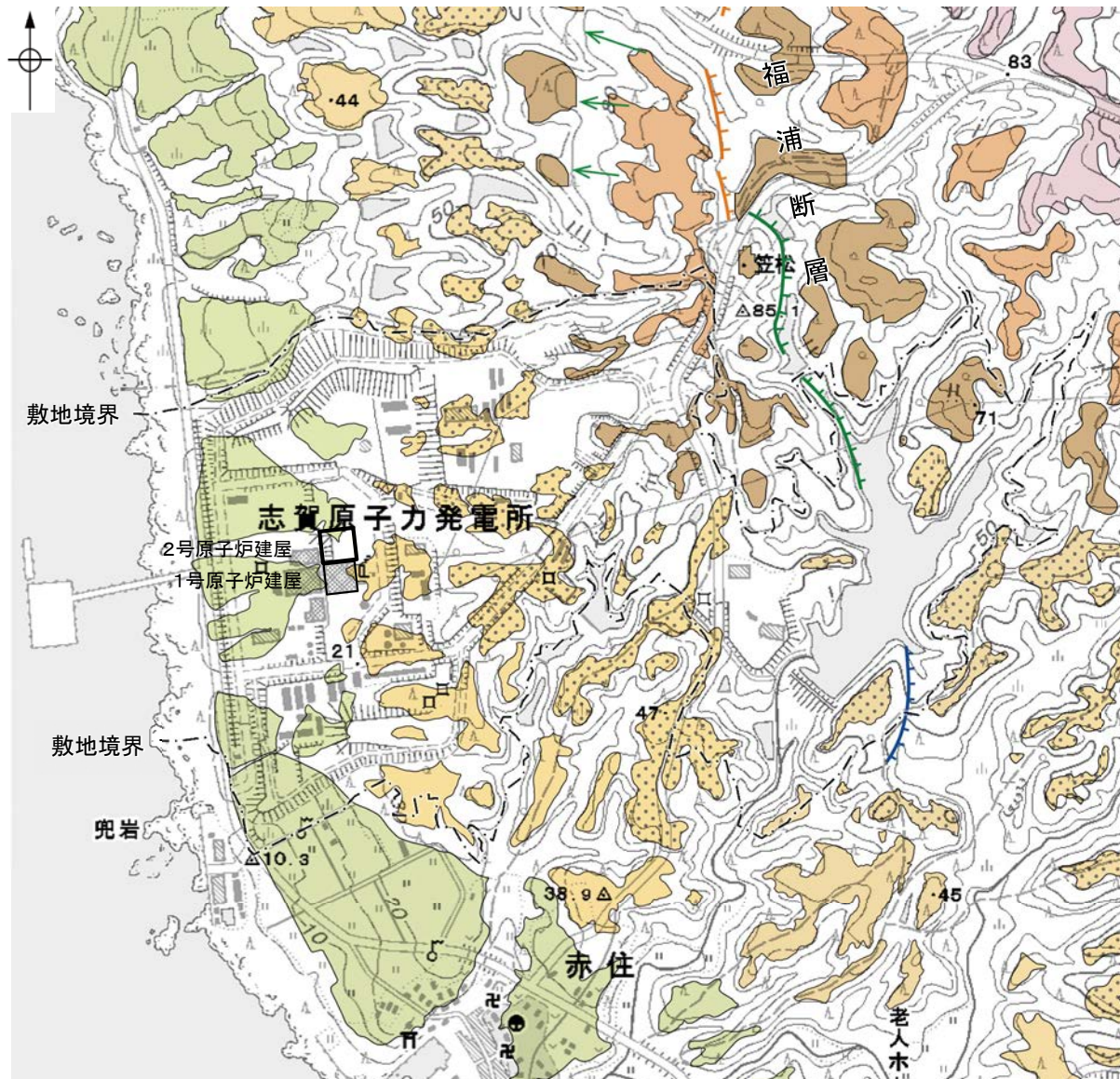
敷地近傍のブーゲー異常図(金沢大学・当社作成)

1. 3 敷地の地形, 地質・地質構造

1.3(1) 敷地の地形 一段丘面分布図及び赤色立体地図一

- 海岸線に沿って中位段丘 I 面, 高位段丘 I ~ III面が分布する(高位段丘 I 面は, I a面と I b面に細区分される)(下図1)。
- 原子炉建屋の約1km東方に福浦断層が分布し, それ以外にリニアメント・変動地形は認められない(下図1)。
- 地形判読によれば, 敷地には地すべり地形は認められず(次頁図2), また, 文献※には地すべり地形は示されていない。

※: 主な文献
 防災科学技術研究所(2001),
 太田・国土地理院(1997)



凡例

〔段丘面〕

- | | |
|-------------------|-------------------|
| 高位段丘IV面
HIV | 高位段丘 I 面
H I b |
| 高位段丘III面
H III | 高位段丘 I 面
H I a |
| 高位段丘 II 面
H II | 中位段丘 I 面
M I |

〔リニアメント・変動地形〕

- LB (変動地形である可能性がある)
- LC (変動地形である可能性が低い)
- LD (変動地形である可能性は非常に低い)

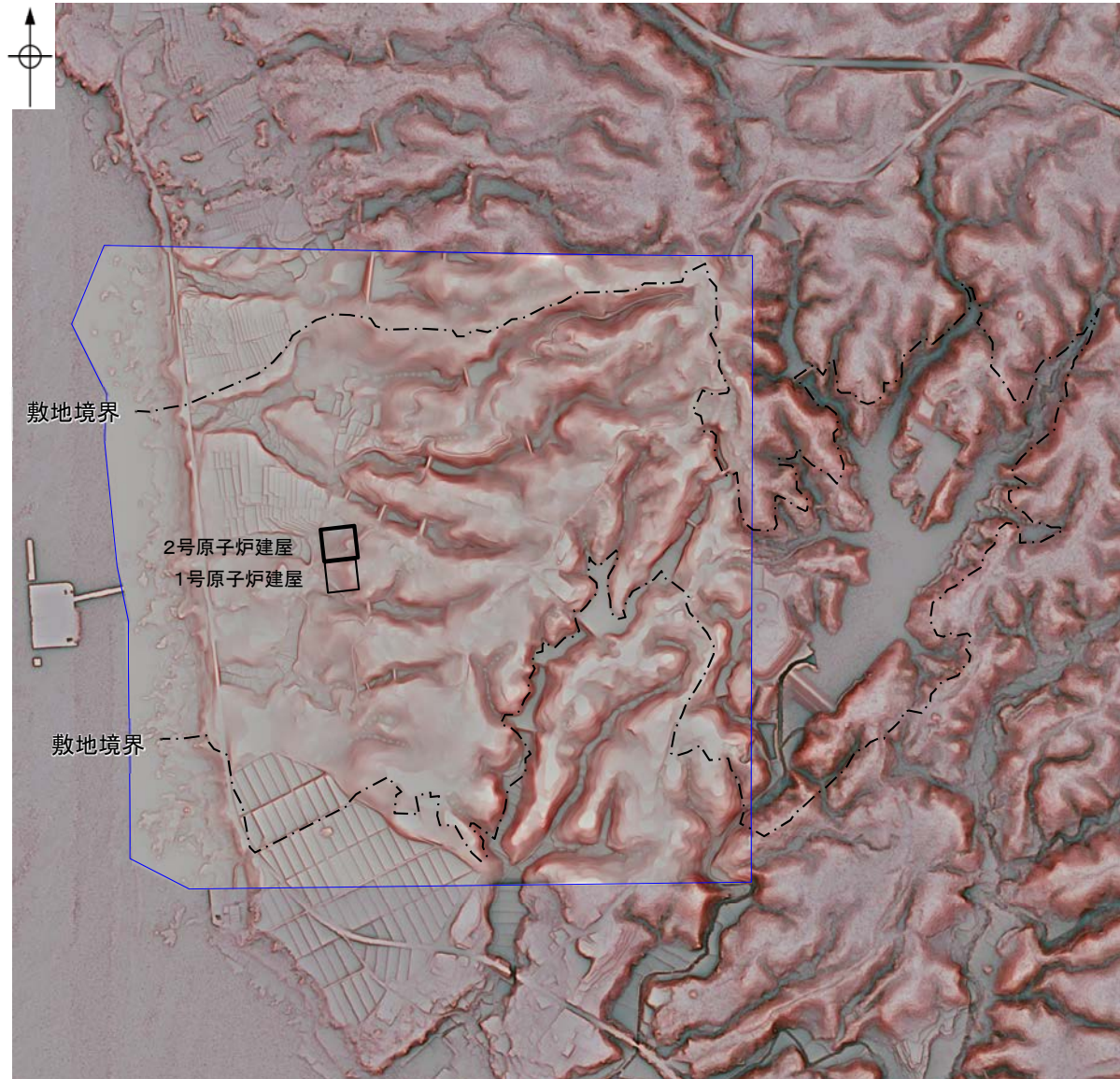
ケバは低下側を示す。
 ↓は地形面の傾斜の向きを示す。

この図は, 国土地理院発行の2万5千分の1版地形図を使用したものである。



(図1) 敷地の段丘面分布図

【赤色立体地図】

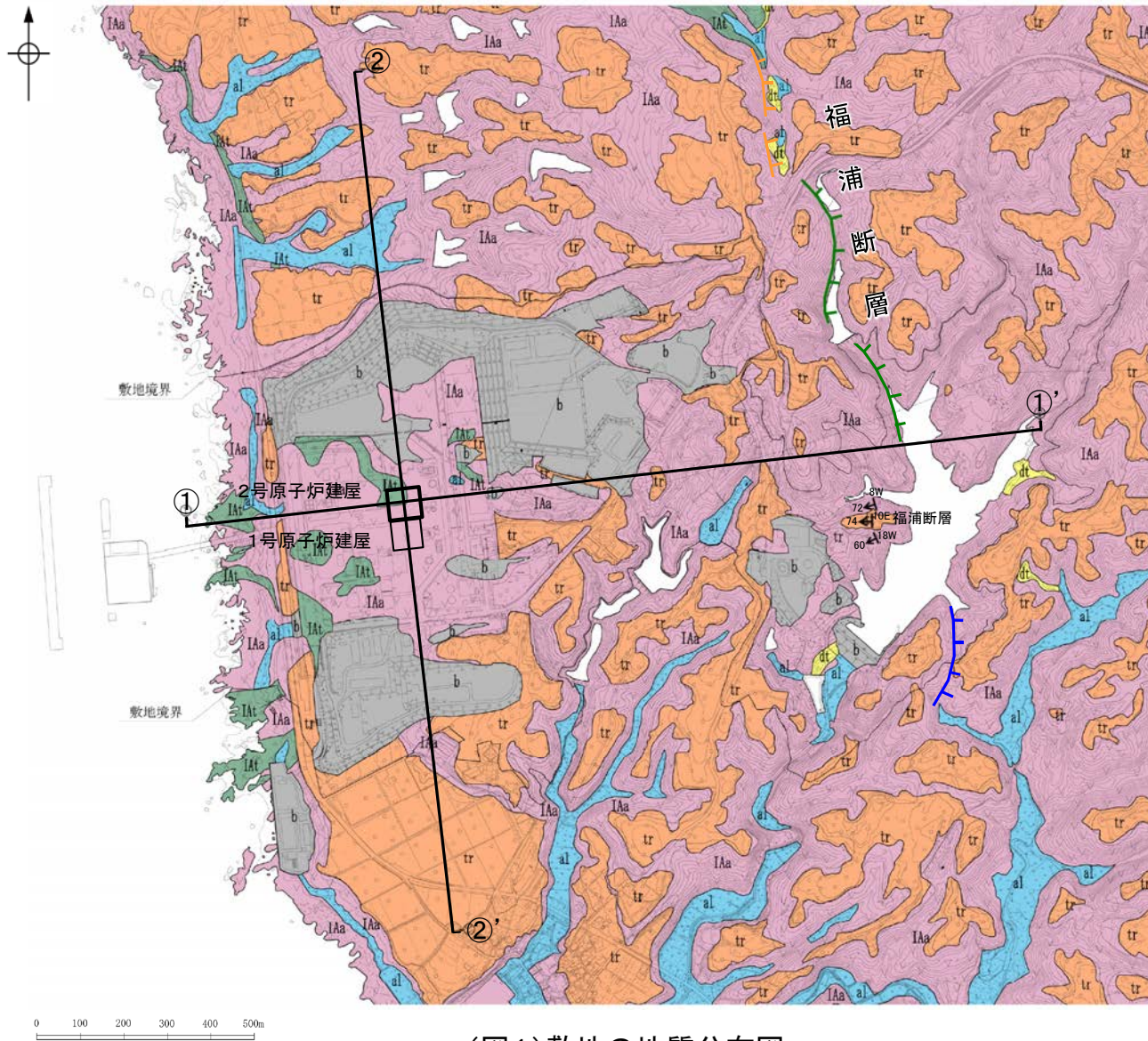


青枠内は1985年及び1961年撮影の空中写真により作成した数値標高モデル(DEM), それ以外の部分は, 航空レーザ計測により作成したDEMを用いた。

(図2)敷地の赤色立体地図

1.3(2) 敷地の地質・地質構造 —地質分布図及び地質断面図—

- 敷地の地質は、岩稲階の穴水累層と、これを覆う第四系の堆積物からなる。
- 第四系は、段丘堆積層、崖錐堆積層及び沖積層からなる。



凡 例

地質時代		地層名	記号	主要構成地質
新 生 代	第四系	盛 土	b	礫, 砂, 粘土
		沖 積 層	al	礫, 砂, 粘土
		崖錐堆積層	dt	礫, 砂, 粘土
新 第三 紀	更新世	段丘堆積層	tr	礫, 砂, 粘土
	中新世	穴水累層 (岩稲階)	IaA IAt	安 山 岩 凝灰角礫岩類

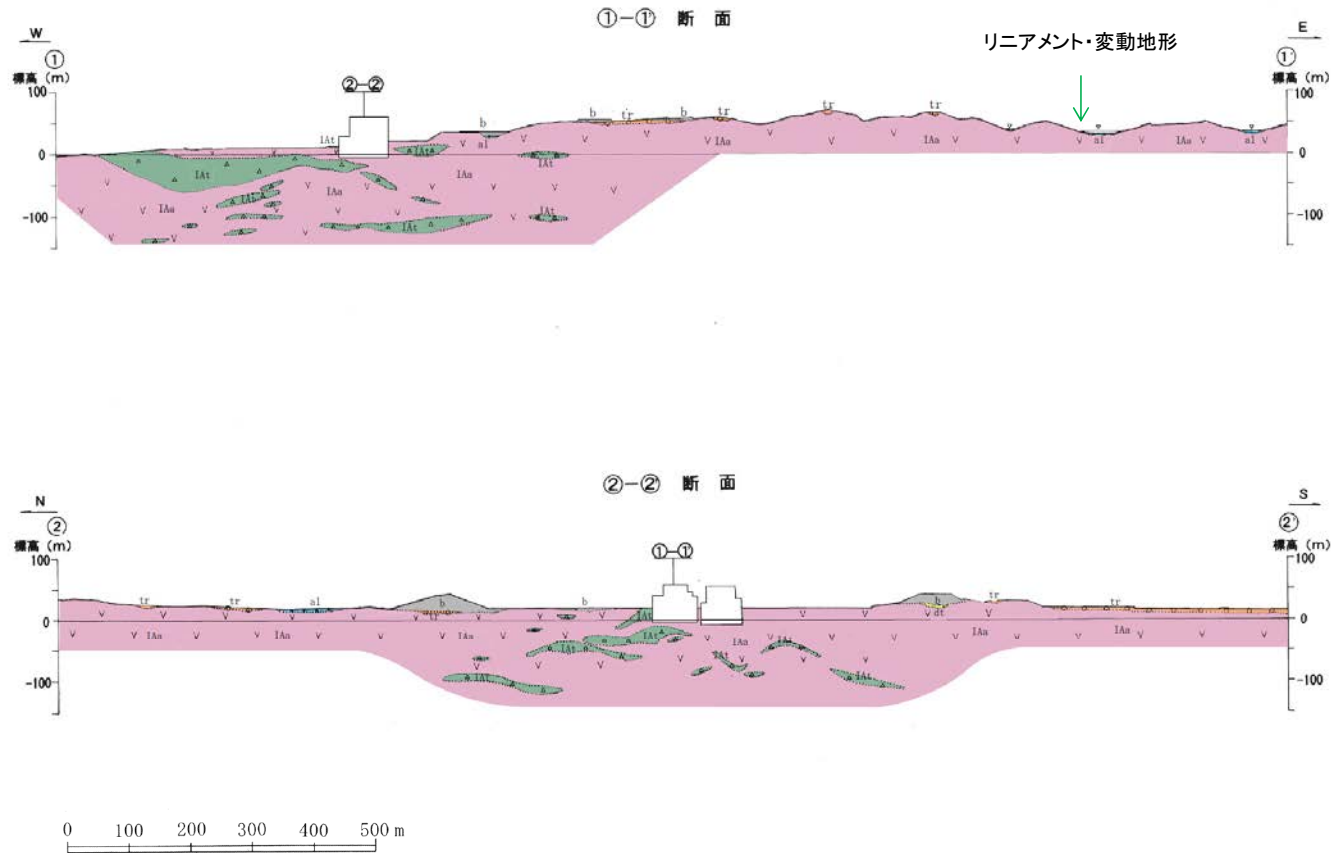
〔リニアメント・変動地形〕

- LB (変動地形である可能性がある)
 - Lc (変動地形である可能性が低い)
 - Ld (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。

20W
60 断層(長軸は走向, 矢印は傾斜方向を示す)

(図1) 敷地の地質分布図

【地質断面図】



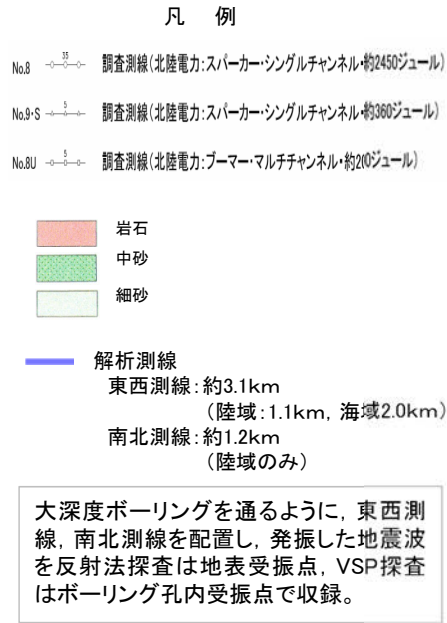
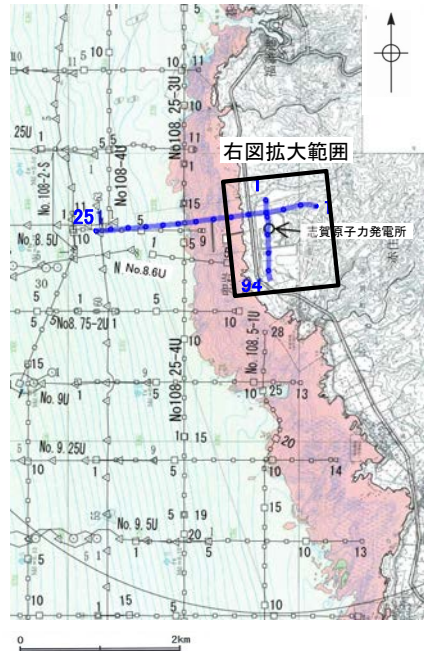
凡例

地質時代		地層名	記号	主要構成地質
新生代	第四紀	盛土	b	礫, 砂, 粘土
		沖積層	al	礫, 砂, 粘土
		崖錐堆積層	dt	礫, 砂, 粘土
	更新世	段丘堆積層	tr	礫, 砂, 粘土
新第三紀	中新世	穴水累層 (岩福階)	IaA	安山岩
			IAt	凝灰角礫岩類

(図2)敷地の地質断面図

1.3(3) 敷地の地質・地質構造 — 反射法・VSP探査 —

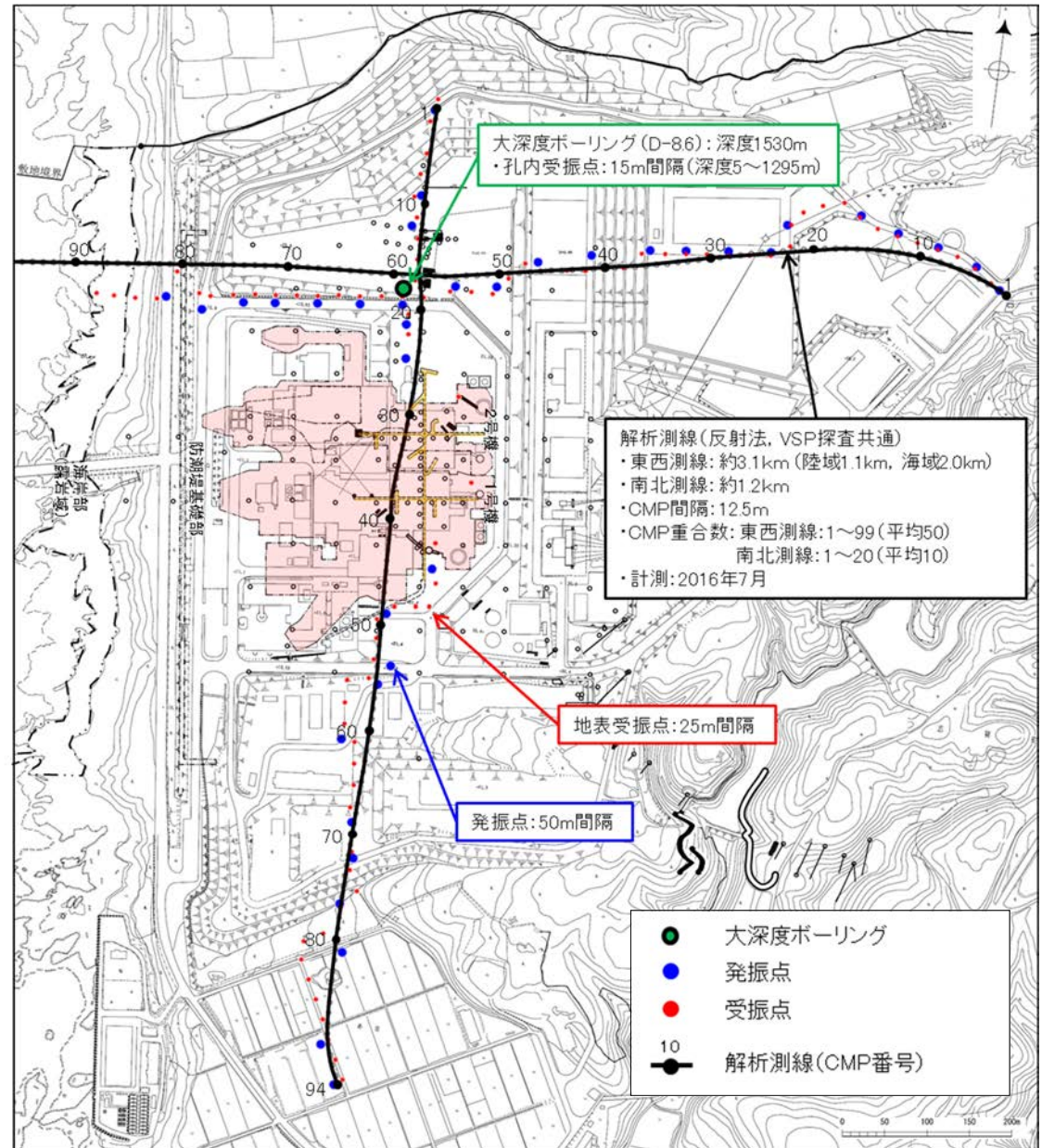
○敷地の地下深部構造を把握するため、ボーリング孔を用いたVSP探査及び海陸連続で測線を配置した反射法探査を実施した。
○その結果、花崗岩上面に相当する反射面に、変位を与える断層は認められない。



調査位置図(石川県(1997))に一部加筆

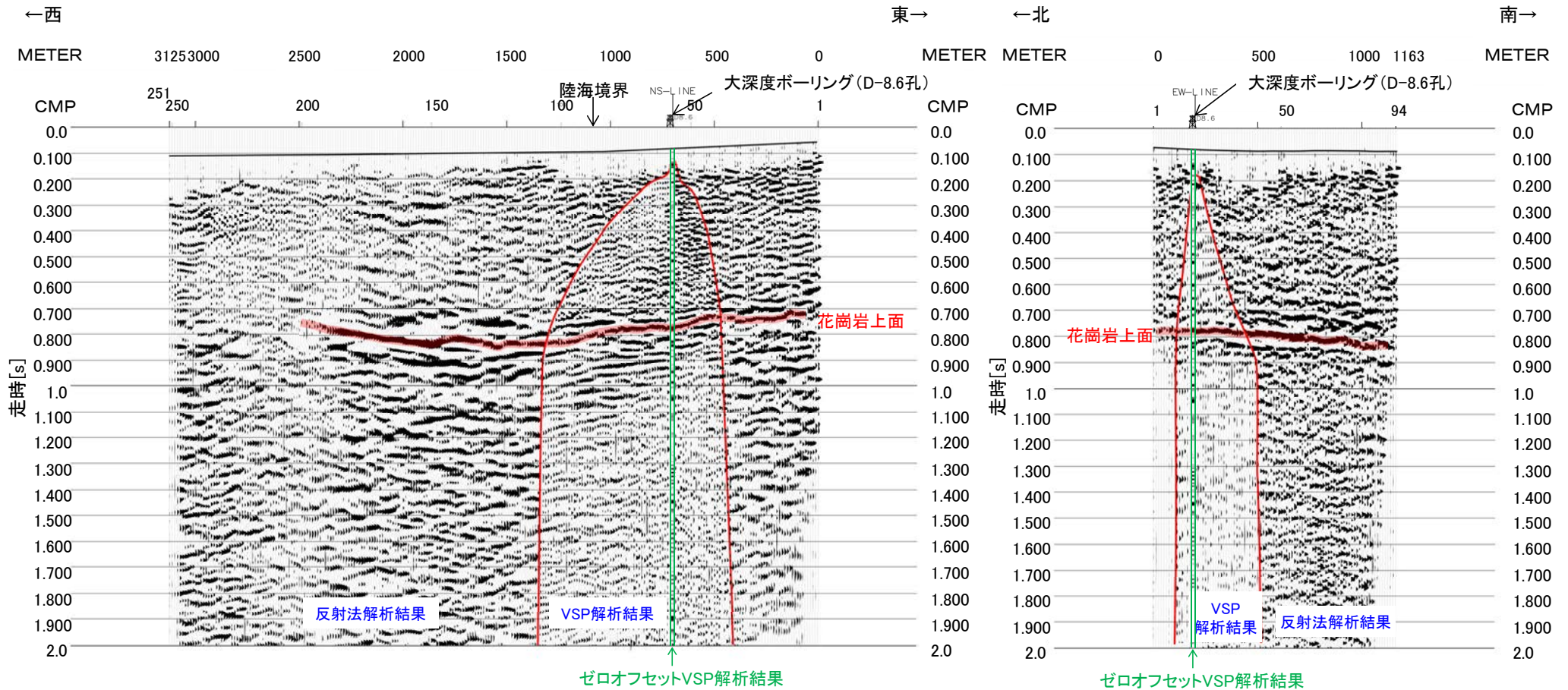
発振源仕様

	発振源	仕様	発振間隔
陸域	大型パイプレータ	・18t×2台 ・起振マス: 3t(最大荷重13.6t) ・発振周波数: 10-70Hz	50m
海域	エアガン	・480cu.in	50m



調査位置図

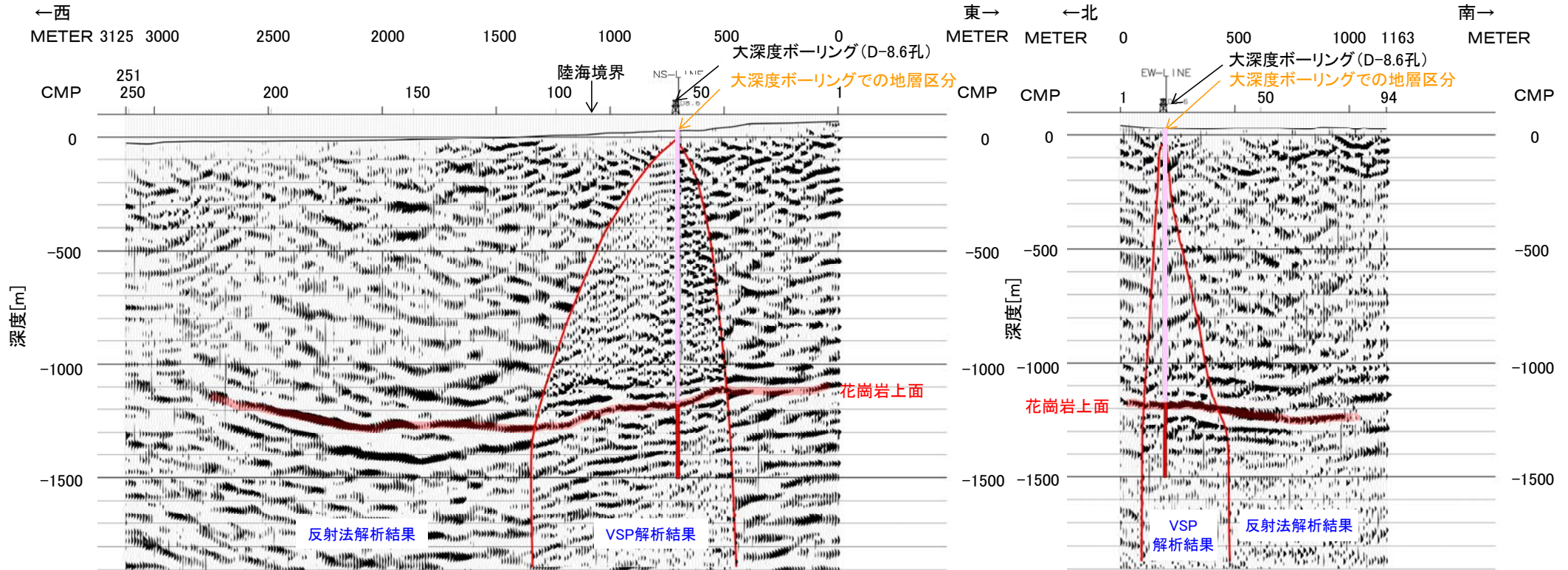
【反射法・VSP探査結果(時間断面)】



反射法・VSP探査結果(東西測線:時間断面)

反射法・VSP探査結果(南北測線:時間断面)

【反射法・VSP探査結果(深度断面)】



凡例

- : 古第三系～新第三系
- : 花崗岩

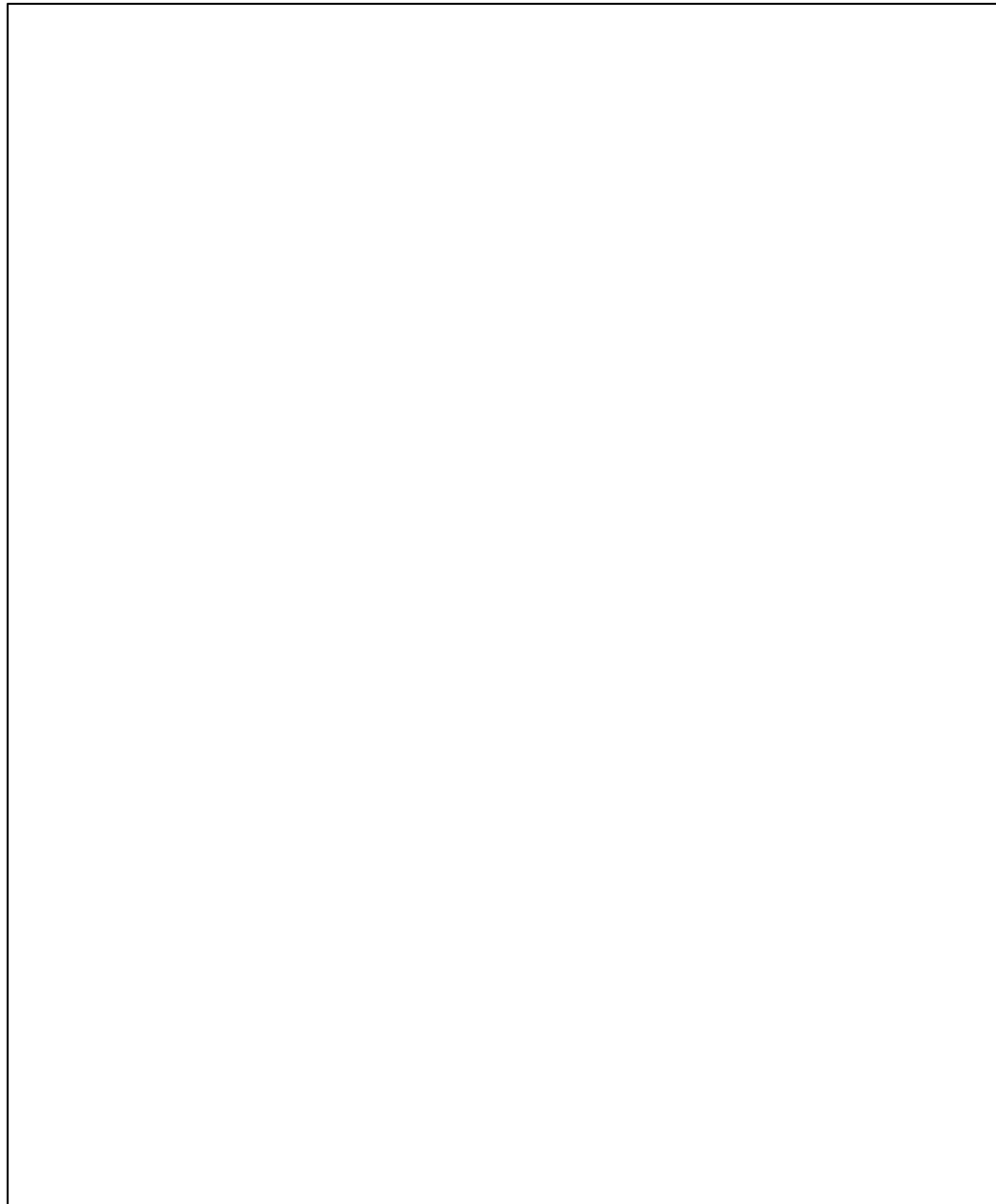
反射法・VSP探査結果(東西測線:深度断面)

反射法・VSP探査結果(南北測線:深度断面)

2. 敷地内断層の分布, 性状, 運動方向

2.1 調査位置図

○敷地において、断層の有無を確認するため、重要な安全機能を有する施設を中心に露頭調査やボーリング調査等を行った。
調査位置を以下に示す。



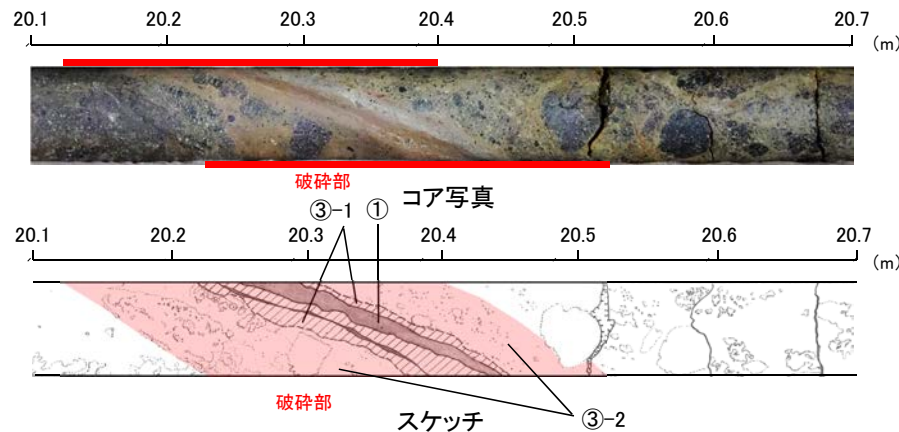
- 凡 例
- 鉛直ボーリング孔
 - 水平ボーリング孔
 - 斜めボーリング孔
 - トレンチ
 - 表土はぎ
 - 試掘坑・試験坑・斜坑
 - 岩盤調査坑
 - 基礎掘削面(1・2号機建設時の掘削範囲)
 - 露頭調査範囲
- （
・基礎掘削面(1・2号機建設時の掘削範囲)
・重要な安全機能を有する施設の基礎
・防潮堤基礎部
・海岸部(露岩域)
）
- 重要な安全機能を有する施設
(検討中のものを含む)
- 耐震重要施設
 - 重大事故等対処施設

2.2 断層の抽出 — 破砕部の分類 —

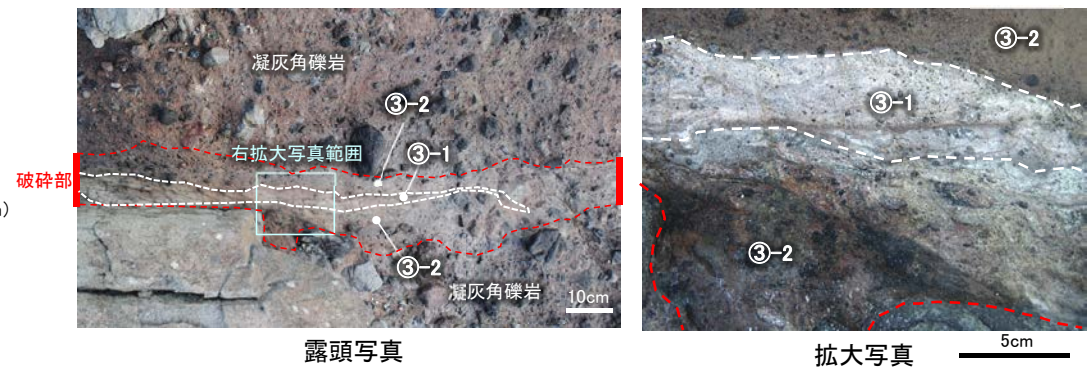
○断層の抽出にあたっては、穴水累層中のすべての不連続面から連続性を有する破砕部を抽出した。
なお、破砕部の抽出にあたっては、狩野・村田(1998)による分類を参考とし、下記の表に基づいて実施した。

志賀原子力発電所における破砕部	狩野・村田(1998)による分類	
① 粘土状破砕部	断層ガウジ	断層岩の中で、手でこわせるほど軟弱で、粘土状の細粒な基質部が多いもの。
②-1 砂状破砕部 ②-2 角礫状破砕部	断層角礫	断層ガウジに比べて基質が少なく、角礫状の岩片が多いもの。
③-1 固結した粘土・砂状破砕部 ③-2 固結した角礫状破砕部	破砕岩 または カタクレーサイト	基質と岩片が固結しているもの。

③-1, ③-2併せて、以下、「固結した破砕部」という。



ボーリングにおける破砕部の事例(O-16孔)

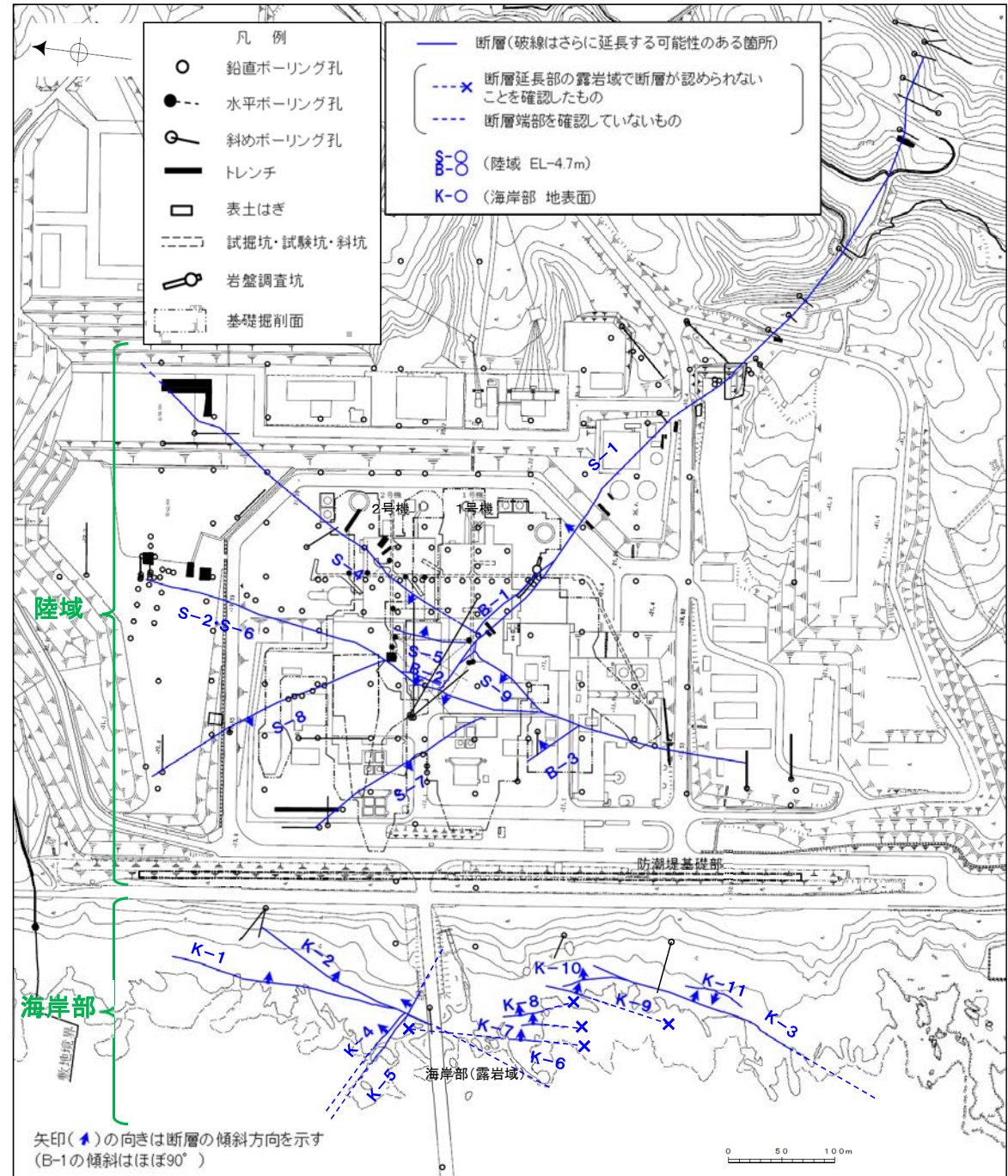


露頭における破砕部の事例(海岸部K-4)

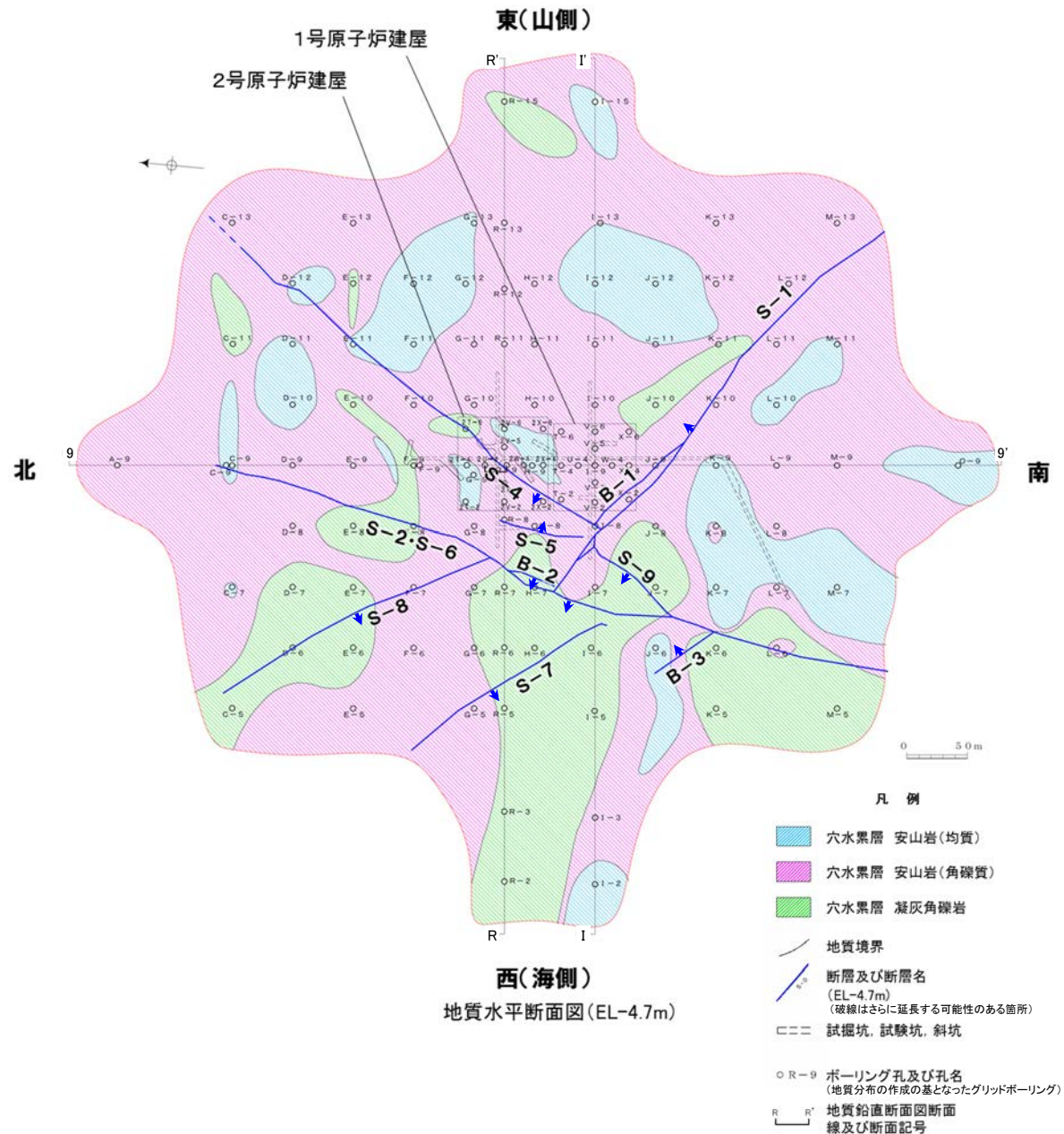
2.3 断層の分布

○調査の結果、陸域においては、S-1, S-2・S-6, S-4, S-5, S-7~S-9, B-1~B-3の断層が認められ、海岸部においては、K-1~K-11の断層が認められる。

○陸域、海岸部のそれぞれの断層の分布について、地質分布と併せて、次頁以降に示す。



2.3 断層の分布 —陸域—



敷地の穴水累層

岩種	産状
安山岩(均質)	岩相が比較的均質な安山岩質溶岩。暗灰色を呈し、緻密で堅硬である。節理は比較的多く認められる。岩石組織は一様である。
安山岩(角礫質)	角礫状を呈する安山岩質溶岩。暗灰色ないし赤褐色を呈し、安山岩の大小の礫を含む。基質は比較的堅硬である。また、節理も少なく塊状であり、礫と基質の境界は不明瞭な場合が多い。
凝灰角礫岩	節理が少なく塊状で、色調の異なる安山岩質の小礫から中礫を含み、礫と基質の境界は明瞭であり密着している。また、堆積構造が認められる場合がある。



安山岩(均質)



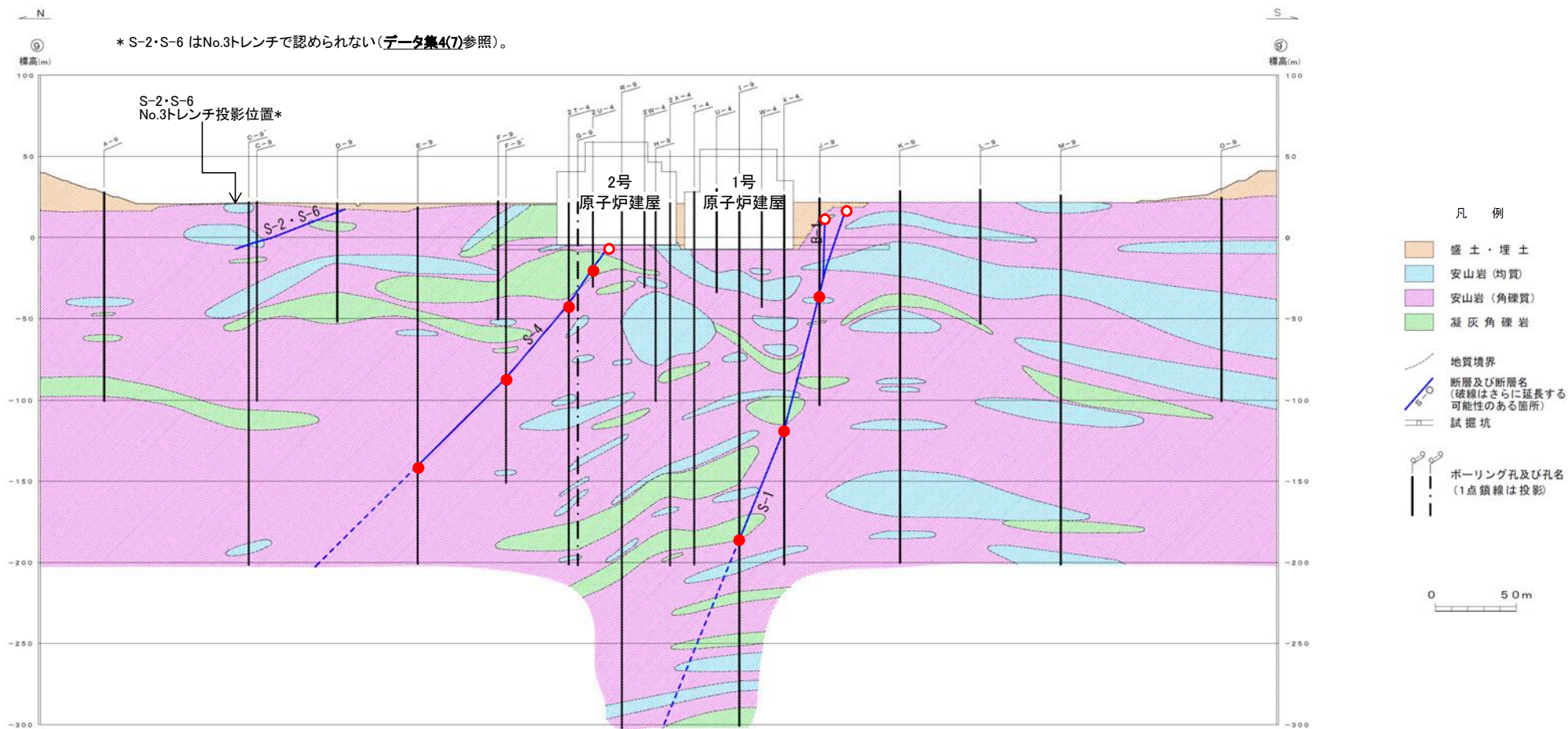
安山岩(角礫質)



凝灰角礫岩

矢印(▲)の向きは断層の傾斜方向を示す (B-1の傾斜はほぼ90°)

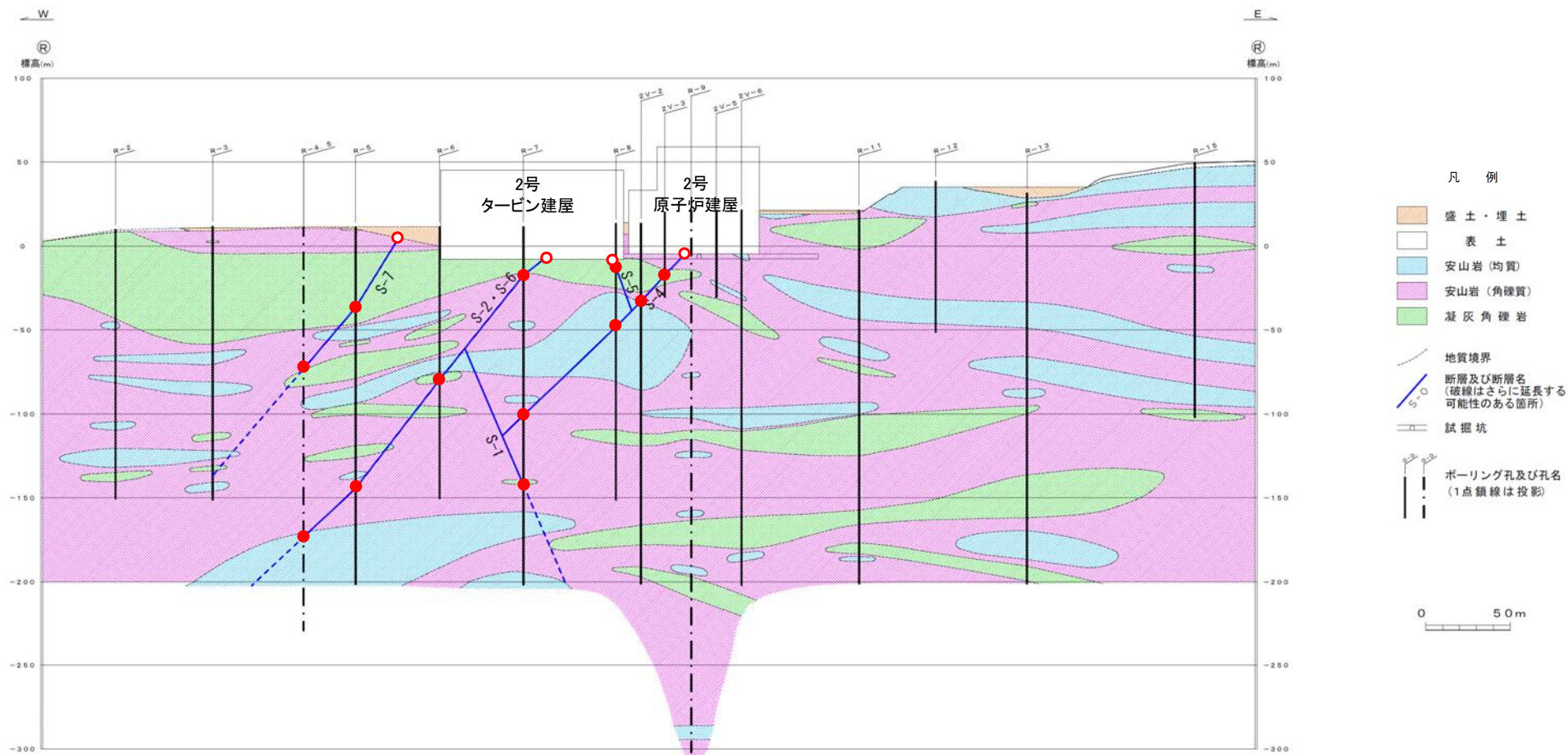
【9-9' 断面】



地質鉛直断面図(9-9' 断面)

- 露頭での破砕部確認位置
- ボーリングでの破砕部確認位置

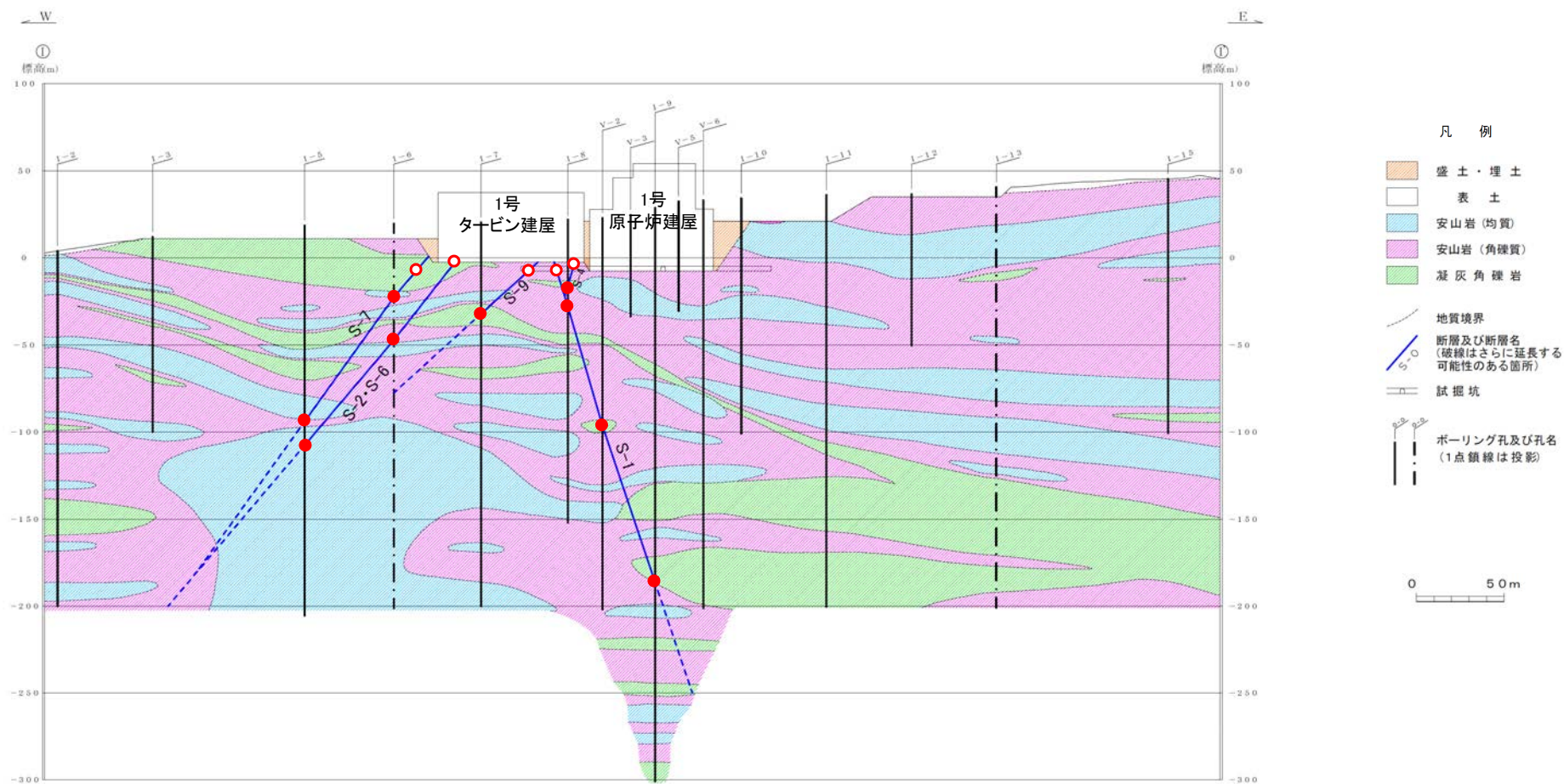
【R-R' 断面】



地質鉛直断面図(R-R' 断面)

- 露頭での破砕部確認位置
- ボーリングでの破砕部確認位置

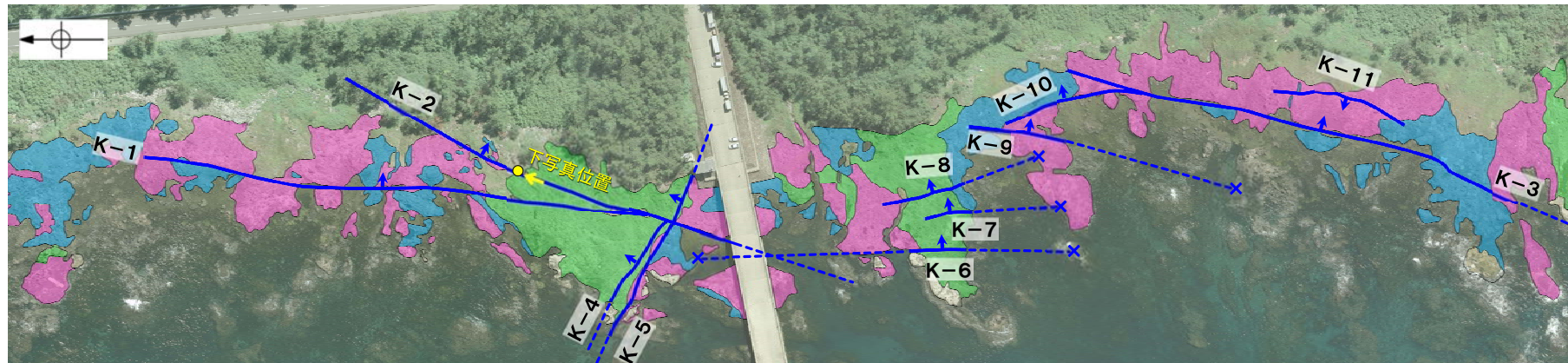
【 I - I ' 断面】



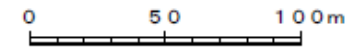
地質鉛直断面図(I-I' 断面)

- 露頭での破砕部確認位置
- ボーリングでの破砕部確認位置

2.3 断層の分布 —海岸部—



地質図(地表面)



凡例

- 穴水累層 安山岩(均質)
- 穴水累層 安山岩(角礫質)
- 穴水累層 凝灰角礫岩

- 断層(地表面)
(破線はさらに延長する可能性のある箇所)
- × 断層延長部の露岩域で断層が認められないことを確認したもの
- 断層端部を確認していないもの

実線矢印(↑)の向きは断層の傾斜方向を示す



海岸部の断層の事例



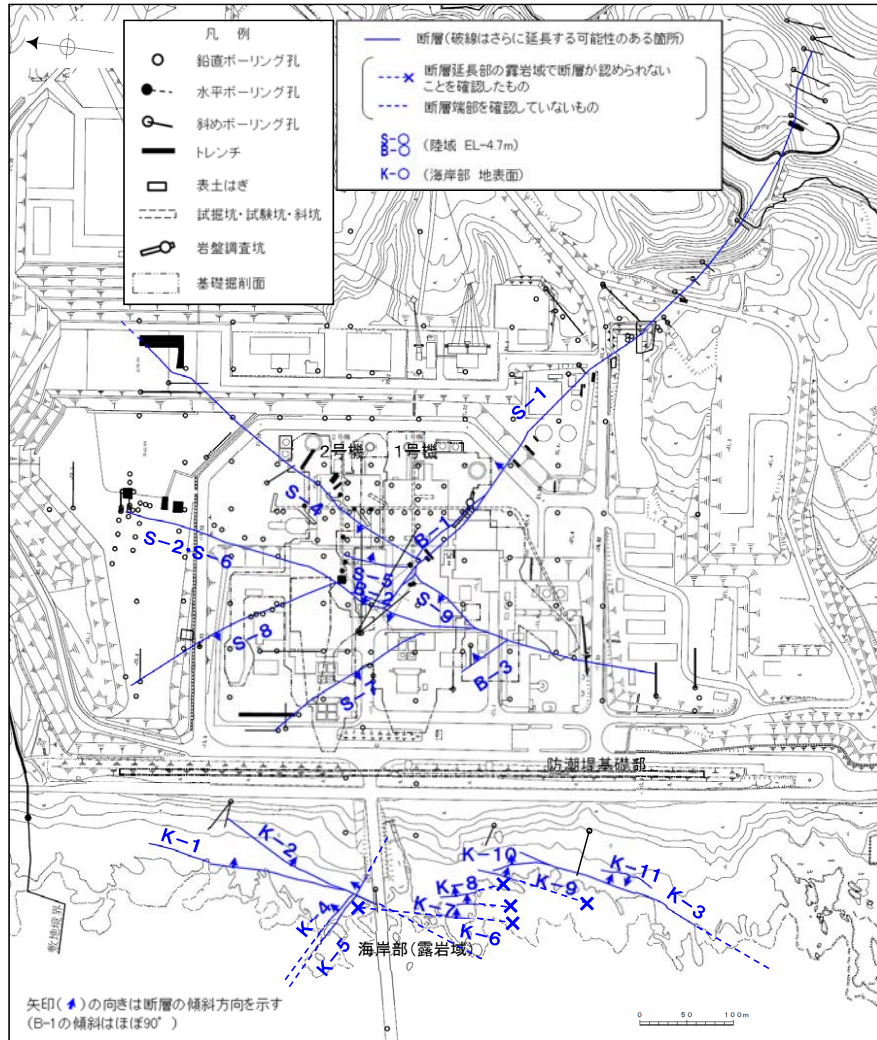
海岸部の断層の事例(断層位置を加筆)

2.4 断層の性状，運動方向

○調査により確認された各断層の性状，運動方向について，整理した結果を以下に示す。

○なお，これらの断層のうち，S-1, S-2・S-6, S-4, K-2, K-3の5本の断層の活動性評価について，第3章で詳述する。

断層一覧表



(走向の系統) I : NW-SE系 II : N-S~NE-SW系
(傾斜の確認位置) ※1:岩盤調査坑 ※2:トレンチ ※3:試掘坑 ※4:ボーリング ※5:基礎掘削面 ※6:海岸部露頭

(鉱物組成の略名) Crs:クリストバライト Trd:トリディマイト Pl:斜長石 Px:輝石類 Sm:スメクタイト Hem:赤鉄鉱

断層名	一般走向と系統 (真北)	傾斜	断層長さ*1	性状			運動方向			条線有無
				破砕部の幅*2	粘土状破砕部の幅*3	破砕部の分類	破砕物組成	固結した破砕部*4	粘土状破砕部	
S-1	N60° W I	80~70° NE※1	780m	14cm (27cm)	1cm (6cm)	固結した破砕部 (粘土状破砕部を介在)	Crs,Pl,Sm, Hem	正断層	右横ずれ逆断層	あり
S-2・S-6	N11° E II	60° NW※2	600m	31cm (76cm)	3cm (17cm)	固結した破砕部 (粘土状破砕部を介在)	Crs,Pl,Sm, Hem	見かけ右横ずれ正断層	左横ずれ逆断層	あり
S-4	N29° E II	66° NW※3	370m以上	7cm (20cm)	2cm (10cm)	固結した破砕部 (粘土状破砕部を介在)	Pl,Sm	正断層	左横ずれ逆断層	あり
S-5	N4° E II	70° SE※4	70m	2cm (3cm)	2cm (3cm)	固結した破砕部 (粘土状破砕部を介在)	Crs,Pl,Px, Sm,Hem	—	左横ずれ正断層	あり
S-7	N41° W I	60° SW※4	190m	10cm (25cm)	2cm (5cm)	固結した破砕部 (粘土状破砕部を介在)	Crs,Pl,Px, Sm,Hem	センス不明	右横ずれ逆断層	あり
S-8	N28° W I	58° SW※2	250m	11cm (18cm)	1cm (2cm)	固結した破砕部 (粘土状破砕部を介在)	Crs,Trd,Pl, Px,Sm,Hem	正断層	右横ずれ (左横ずれ) 逆断層	あり
S-9	N35° E II	50° NW※3	85m	9cm (19cm)	フィルム状 (19cm)	固結した破砕部 (粘土状破砕部を介在)	Crs,Pl,Px, Sm,Hem	—	センス不明	あり
B-1	N49° W I	86° NE※5	100m	6cm (10cm)	0.3cm (0.5cm)	固結した破砕部 (粘土状破砕部を介在)	Crs,Pl,Sm, Hem	—	センス不明	あり
B-2	N12° E II	60° NW※5	50m	6cm (10cm)	3cm (3cm)	固結した破砕部 (粘土状破砕部を介在)	Pl,Sm,Hem	—	センス不明	あり
B-3	N42° W I	82° NE※5	60m	3cm (3cm)	2cm (2cm)	固結した破砕部 (粘土状破砕部を介在)	Crs,Trd,Pl, Sm,Hem	正断層	右横ずれ逆断層	あり
K-1	N4° E II	58° SE※6	205m	10cm (19cm)	—	固結した破砕部	Pl,Px,Sm	正断層	—	なし
K-2	N19° E II	72° SE※6	180m以上	20cm (46cm)	—	固結した破砕部	Pl,Px,Sm	見かけ右横ずれ正断層	—	なし
K-3	N16° E II	70° SE※6	200m以上	15cm (19cm)	—	固結した破砕部	Crs,Pl,Px, Sm,Hem	見かけ右横ずれ正断層	—	なし
K-4	N56° W I	85° NE※6	45m以上	14cm (26cm)	—	固結した破砕部	Pl,Px,Sm	正断層	—	なし
K-5	N63° W I	64° NE※6	75m以上	12cm (18cm)	—	固結した破砕部	Pl,Sm	正断層	—	なし
K-6	N2° W II	60° NE※6	25m以上 160m以下	7cm (9cm)	—	固結した破砕部	Pl,Sm,Hem	—	—	なし
K-7	N8° W II	88° NE※6	20m以上 55m以下	8cm (11cm)	—	固結した破砕部	Pl,Px,Sm	—	—	なし
K-8	N15° W II	80° NE※6	35m以上 70m以下	11cm (21cm)	—	固結した破砕部	Pl,Px,Sm	—	—	なし
K-9	N10° E II	88° SE※6	40m以上 120m以下	7cm (12cm)	—	固結した破砕部	Pl,Px,Sm	—	—	なし
K-10	N16° W II	62° NE※6	60m	9cm (10cm)	—	固結した破砕部	Crs,Pl,Px, Sm,Hem	—	—	なし
K-11	N14° E II	70° NW※6	60m	9cm (9cm)	—	固結した破砕部	Pl,Px,Sm, Hem	—	—	なし

位置図

*1: 露頭もしくはボーリングにより破砕部が認められないことを確認した地点までの長さ。端部が確認できなかったものをOm以上と記載。海岸部に於いて，延長部が海中となる箇所は，断層を直接確認した長さ及び延長の露岩域で断層が確認されなかった地点までの長さをそれぞれ算定し，Om以上Om以下という記載とした。

*2: 粘土状破砕部，固結した破砕部を含めた破砕部全体の平均値 (下段括弧内は最大値)

*3: 粘土状破砕部の幅の平均値 (下段括弧内は最大値)

*4: — は確認していないもの

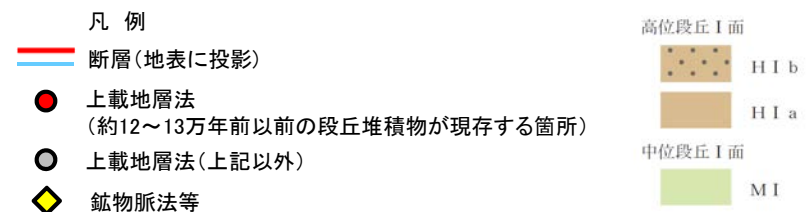
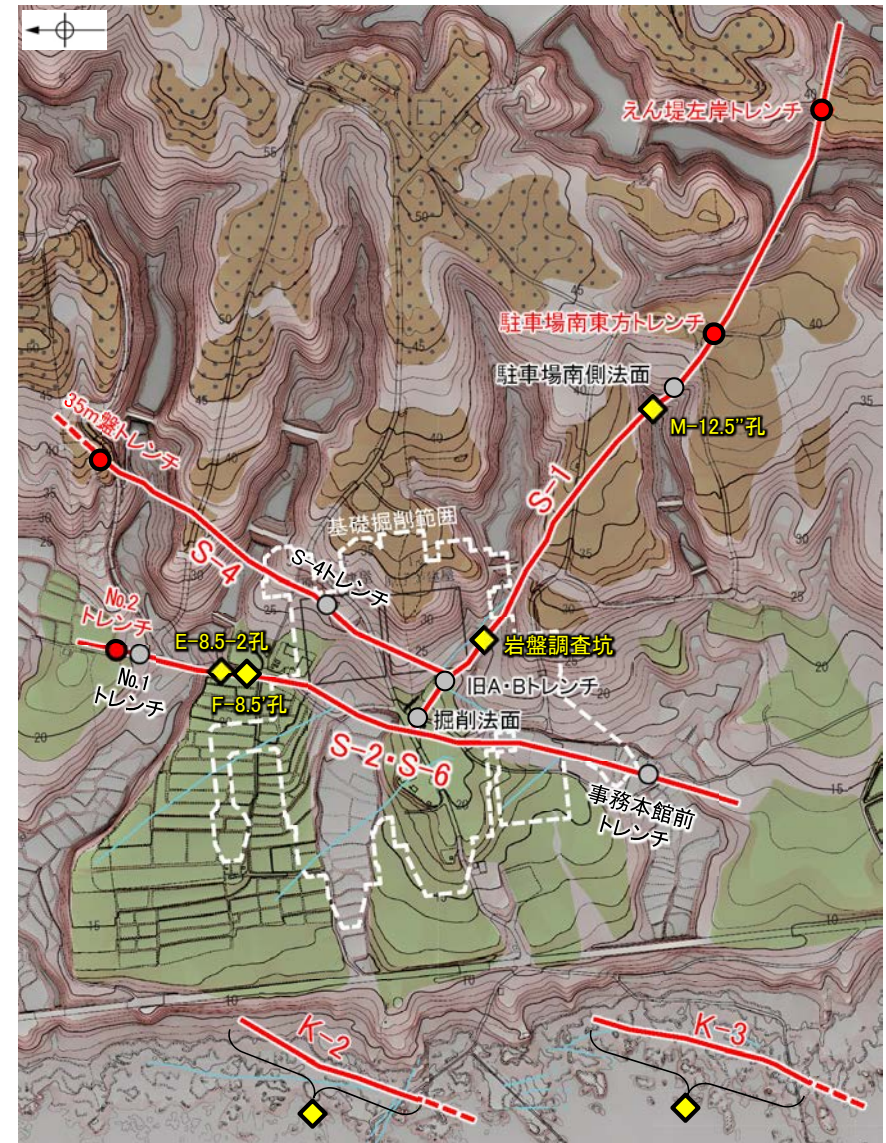
3. 敷地内断層の活動性

3. 1 活動性評価の方針

3.1 活動性評価の方針

- 約12~13万年前以前の段丘堆積物が現存する箇所で、地層の変位・変形構造による評価(上載地層法)を行うことを基本とする。
- 上記評価を実施できない場合には、断層破砕部の詳細性状による評価(鉞物脈法等)を行う。

断層	各断層の活動性評価の考え方
S-1	<ul style="list-style-type: none"> ・高位段丘 I a面で、地層の変位・変形構造による評価(上載地層法)を行った。(駐車場南東方トレンチ, えん堤左岸トレンチ) ・有識者会合において、「駐車場南東方トレンチより北西側(以下, S-1北西部)については、後期更新世以降に変位したと解釈するのが合理的と判断する」と評価されたことに対しては、S-1北西部において、新たに上載地層法による調査が実施できないことから、断層破砕部の詳細性状による評価(鉞物脈法)を行った。(M-12.5"孔, 岩盤調査坑)
S-2・S-6	<ul style="list-style-type: none"> ・中位段丘 I 面で、地層の変位・変形構造による評価(上載地層法)を行った。(No.2トレンチ) ・有識者会合において、「後期更新世以降に、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」と評価されたことに対しては、新たに上載地層法による調査が実施できないことから、断層破砕部の詳細性状による評価(鉞物脈法)を行った。(F-8.5'孔, E-8.5-2孔)
S-4	<ul style="list-style-type: none"> ・高位段丘 I a面で、地層の変位・変形構造による評価(上載地層法)を行った。(35m盤トレンチ)
K-2 K-3	<ul style="list-style-type: none"> ・断層破砕部の詳細性状による評価(岩石の変位・変形構造)を行った。



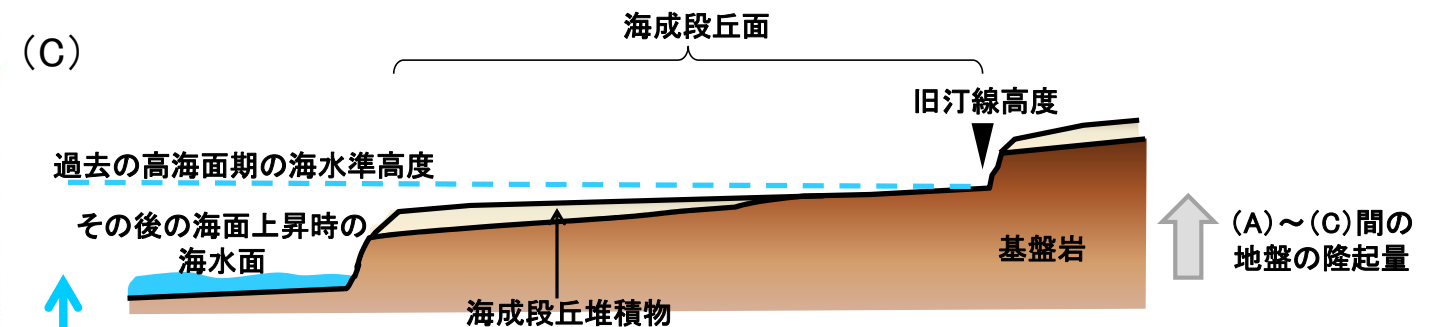
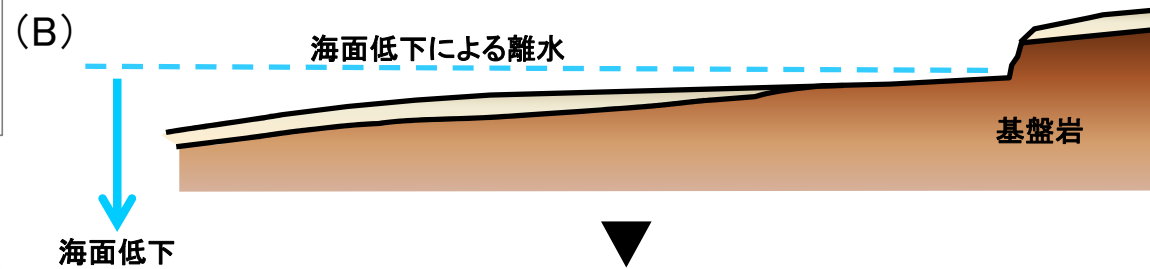
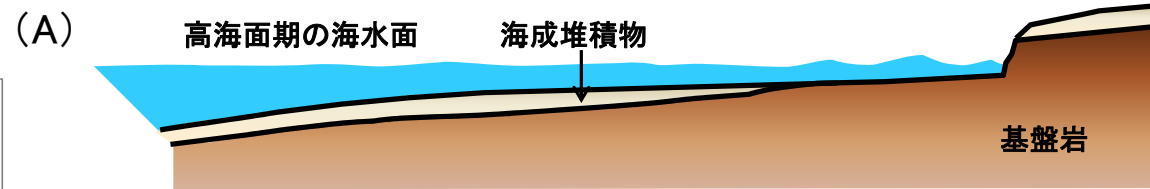
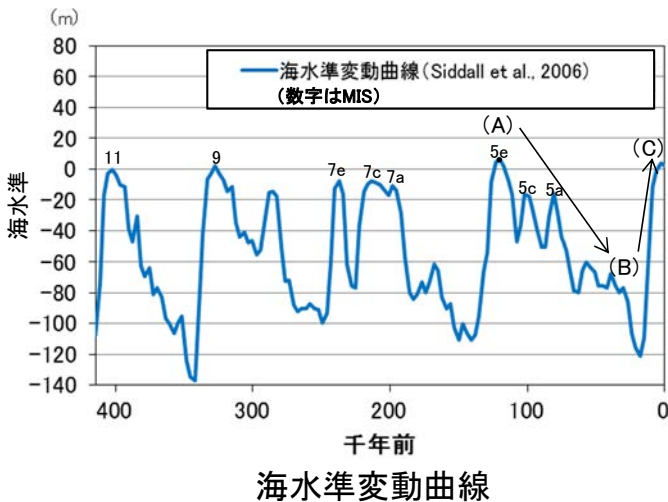
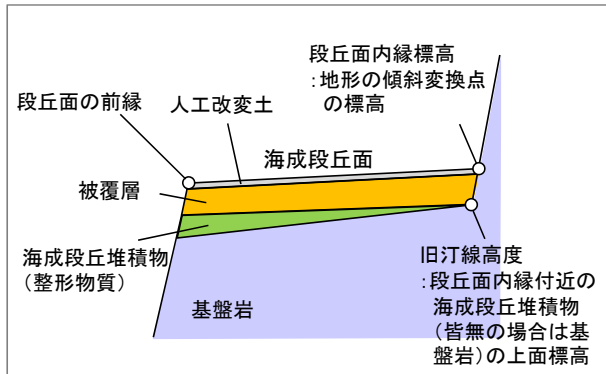
調査位置図(基図は旧地形の段丘面分布図)

3. 1. 1 上載地層法に用いる海成段丘堆積物

3.1.1 上載地層法に用いる海成段丘堆積物

- 海成段丘面を構成する海成段丘堆積物は、高海面期に堆積したものであり、海面低下により離水し、地盤の隆起によりその後の海面上昇でも浸食されずに保存されたものである。
- よって、この高海面期を海洋酸素同位体ステージ(Marine Isotope Stage, MIS)と対比させることにより、海成段丘堆積物の年代を特定することができる。
- 上載地層法にあたっては、海成段丘堆積物について、堆積年代が約12~13万年前(MIS5e)以前であることを特定したうえで、活動性評価に用いる。

海成段丘面に関する用語

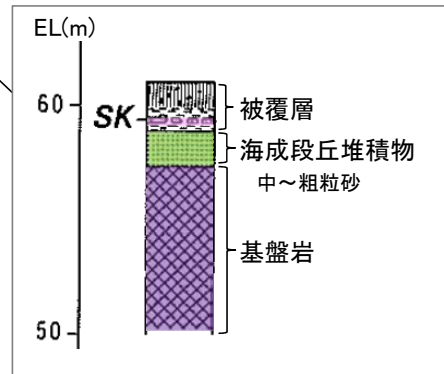
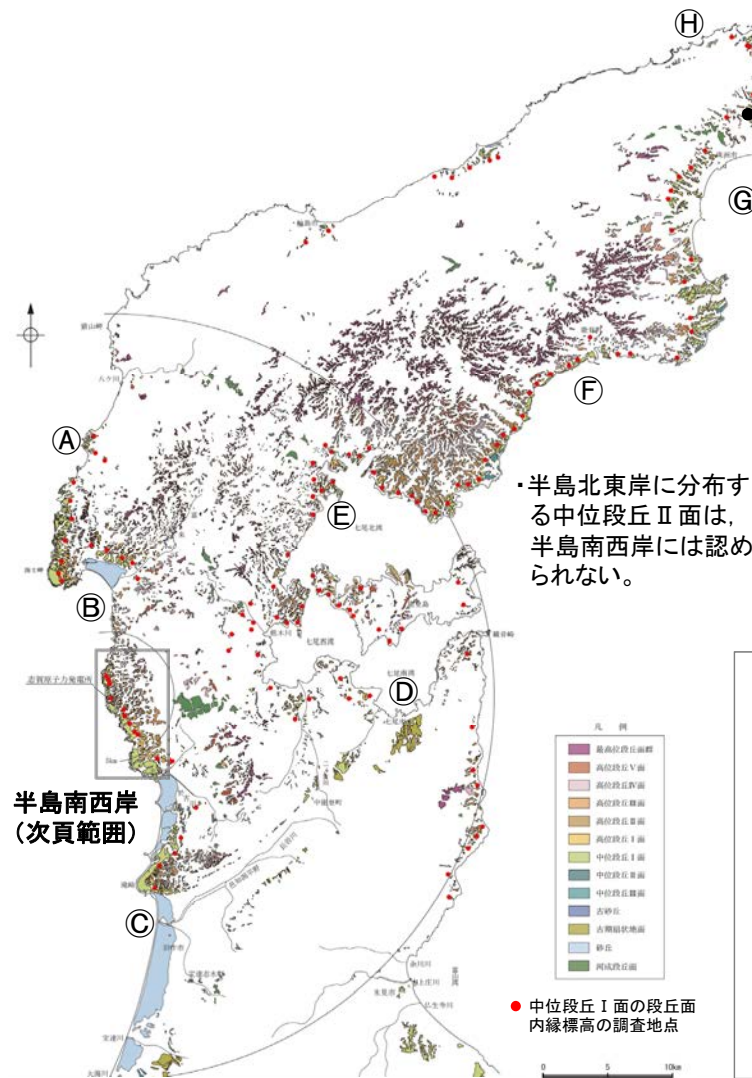


海成段丘面の形成プロセス

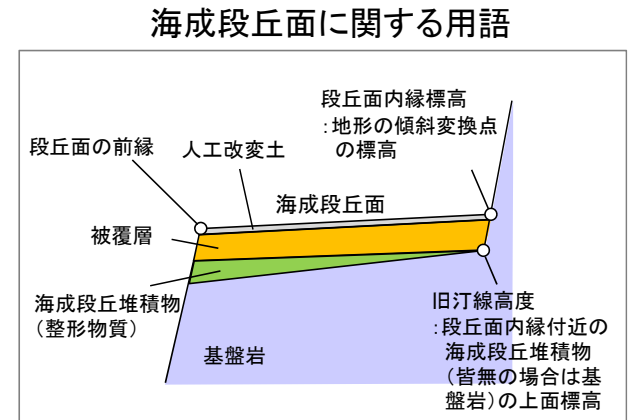
3.1.1(1) 海成段丘面 —能登半島のMIS5eの段丘面—

- 能登半島の海成段丘面のうち、中位段丘 I 面※の形成年代については、能登半島北東岸において、被覆層中に三瓶木次 (SK) テフラが確認されたこと等から、MIS5eとされている(小池・町田, 2001)。
- 中位段丘 I 面の段丘面内縁は、地形面の連続性や明瞭さに優れており、半島北東岸から南西岸にかけて連続的に追跡できる。

※: 小池・町田(2001)では、M1面と表記されている。

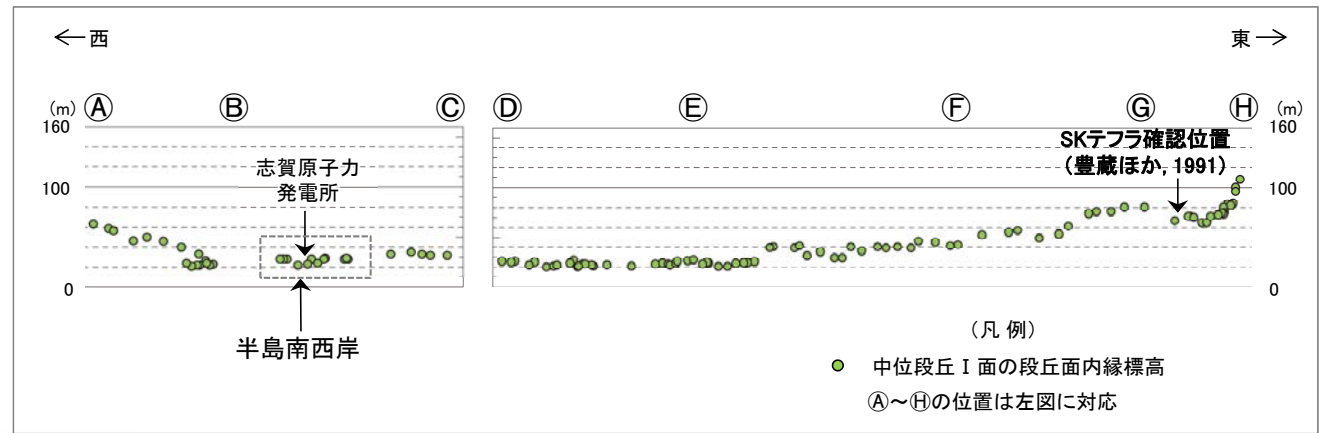


SKテフラ確認位置の柱状図
豊蔵ほか(1991)に加筆



海成段丘面に関する用語

テフラの年代
(町田・新井, 2011)
SK: 10.5万年前

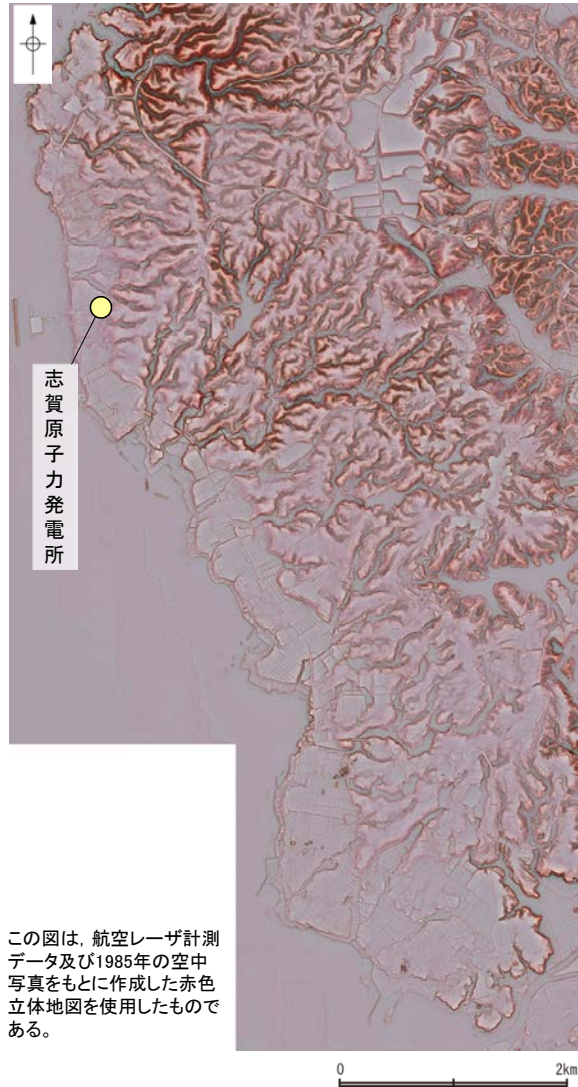


能登半島の段丘面区分図

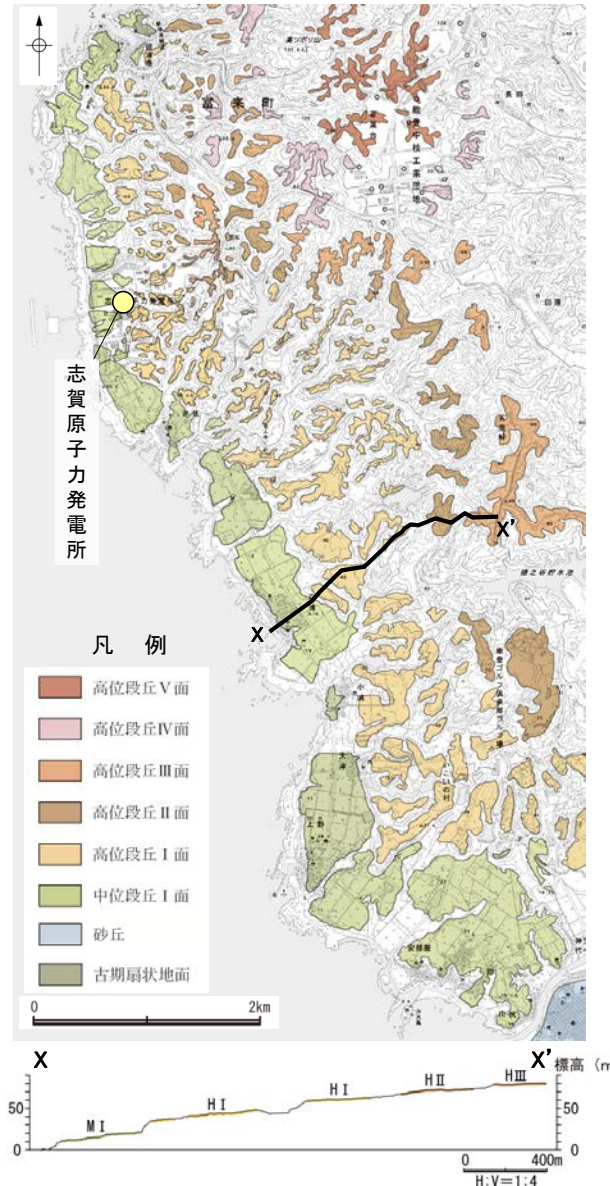
中位段丘 I 面の段丘面内縁標高

3.1.1(1) 海成段丘面 ー半島南西岸のMIS5eの段丘面ー

- 敷地を含む半島南西岸では、海岸線に平行な海食崖で境された平坦面が階段状に分布しており、下位から中位段丘 I 面および高位段丘 I ~ V 面に区分される。上位の段丘面ほど、開析が進んでいる(左下図, 中下図)。
- 中位段丘 I 面の発達はよく、段丘面内縁は明瞭で(左下図, 中下図, 詳細断面は次頁), 文献(小池・町田, 2001)で示される MIS5e の旧汀線の位置(右下図)とほぼ同じである。



赤色立体地図(当社作成)



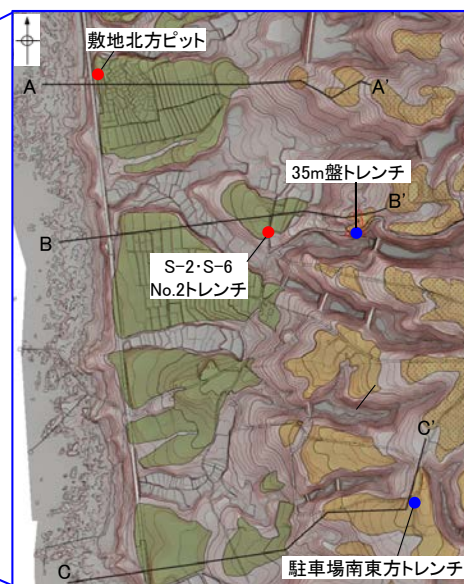
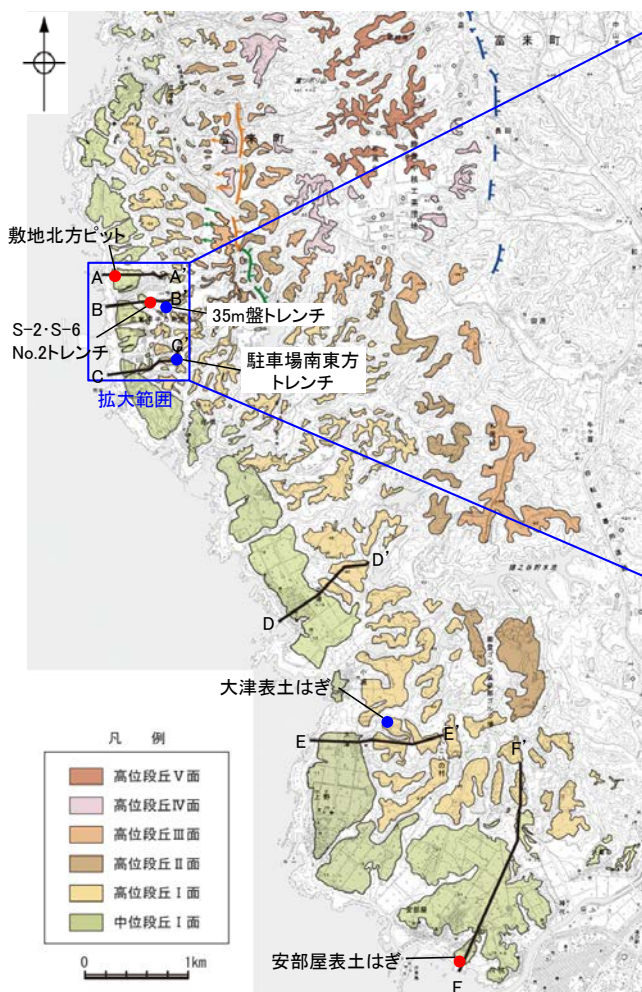
段丘面分布図及び断面図(当社作成)



段丘面分布図

(小池・町田(2001)に一部加筆)

【半島南西岸の地形断面】



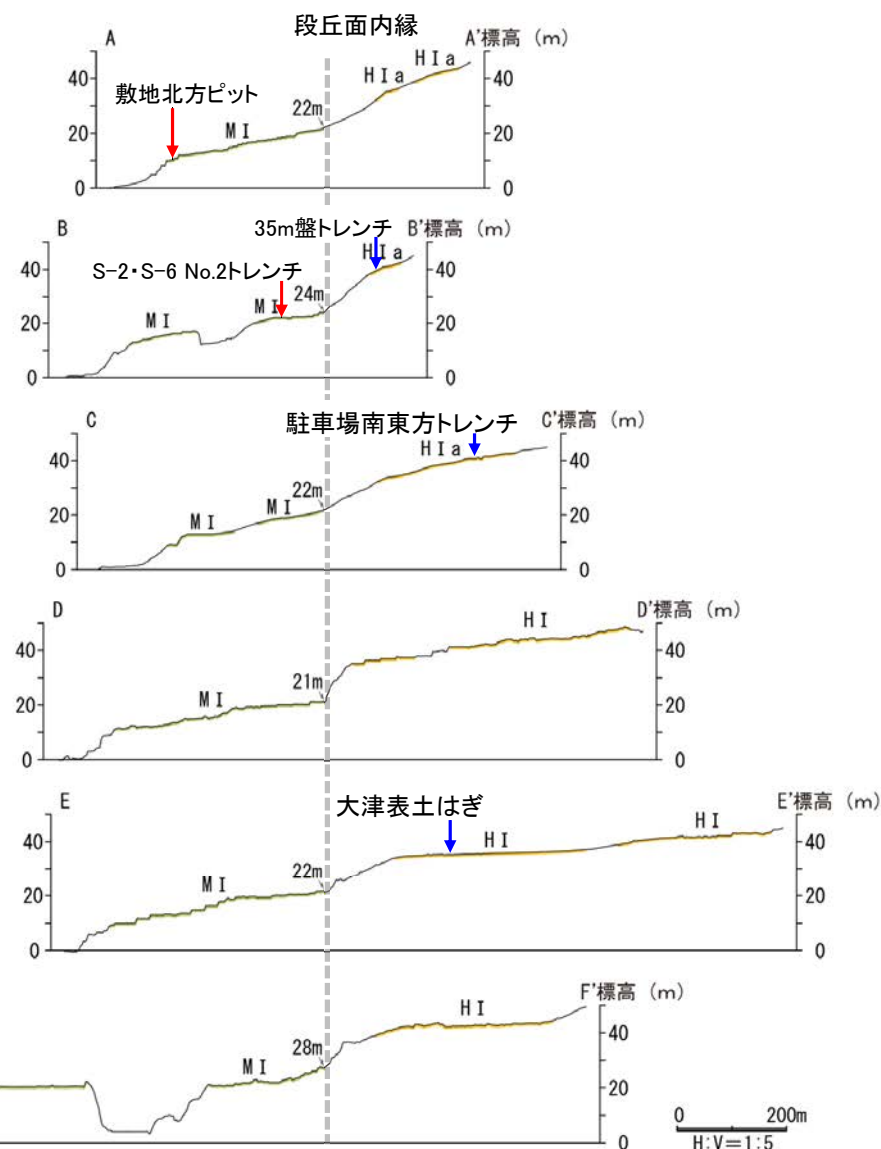
拡大図

- ↓ 中位段丘 I 面調査地点
- ↓ 高位段丘 I 面調査地点

- 中位段丘 I 面調査地点
- 高位段丘 I 面調査地点

地形断面の測線及び調査地点位置図

・各地点の調査結果は次頁参照



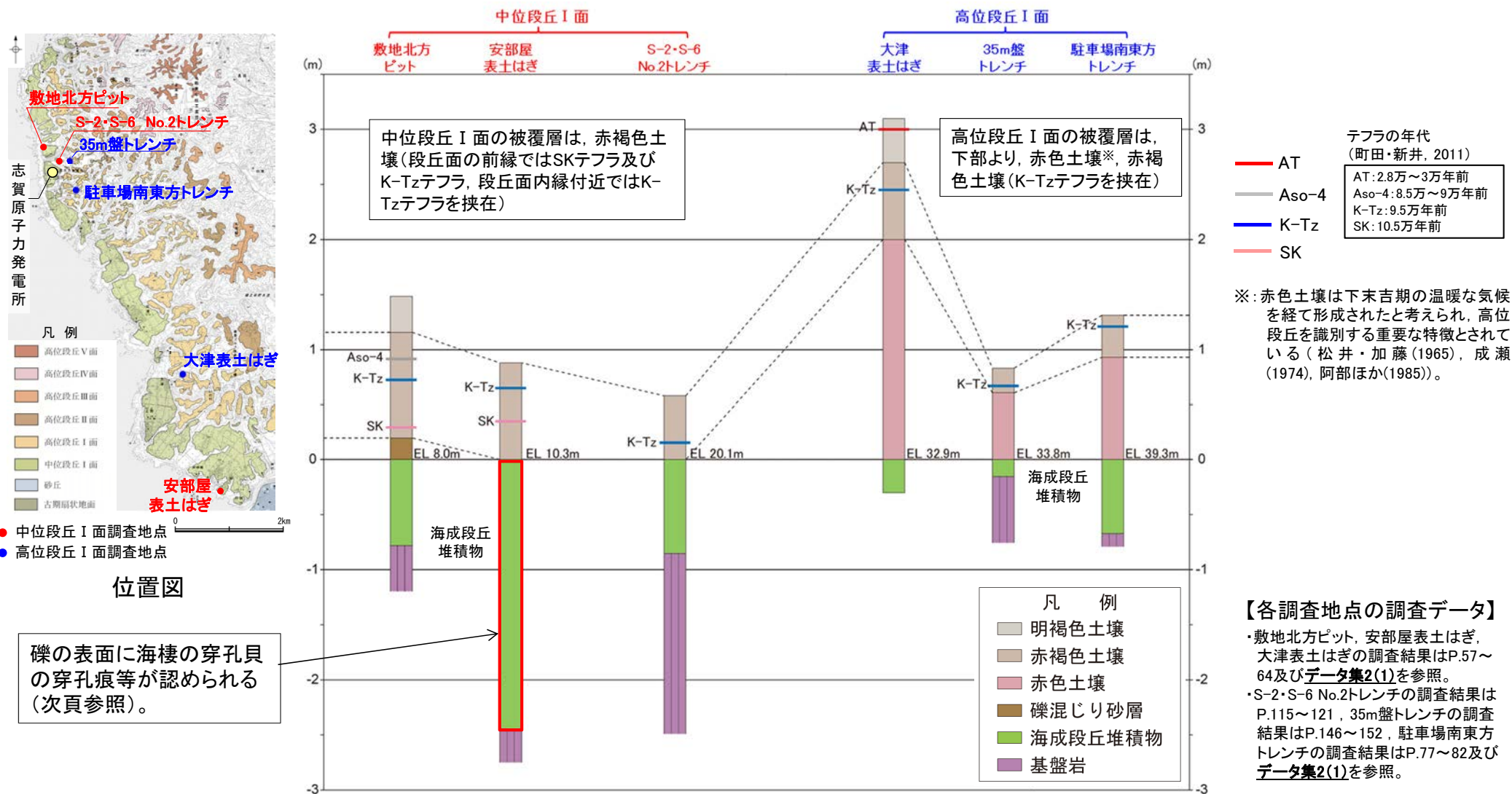
地形断面図

・地形断面図は、航空レーザ計測及び地形改変前の空中写真測量により作成した数値標高モデル (DEM) を用いて作成した。

3.1.1(2) 海成段丘堆積物の詳細調査 — 総合柱状図 —

○文献でMIS5eとされている中位段丘 I 面及びその上位の高位段丘 I 面は、敷地において広く分布するため、両段丘面を対象に詳細な地表地質調査を行い、結果を総合柱状図としてとりまとめた。

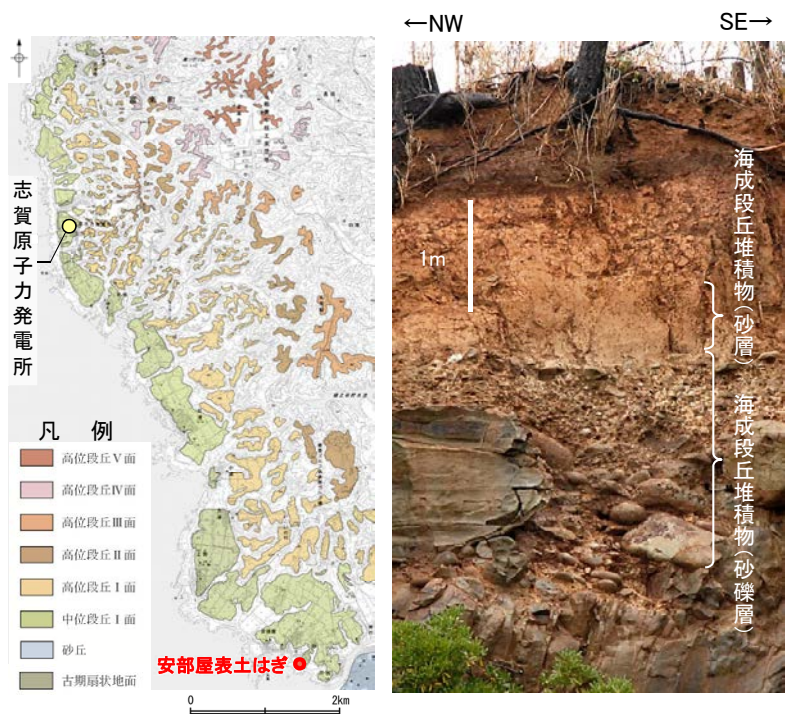
○なお、海成段丘堆積物の認定(P.53参照)は、海岸付近の堆積物の一般的特徴や、典型的な海成段丘堆積物が認められた安部屋地点の露頭観察及び顕微鏡観察による特徴(次頁以降参照)を踏まえて行った。



海成段丘堆積物の上面高度を0mとした総合柱状図

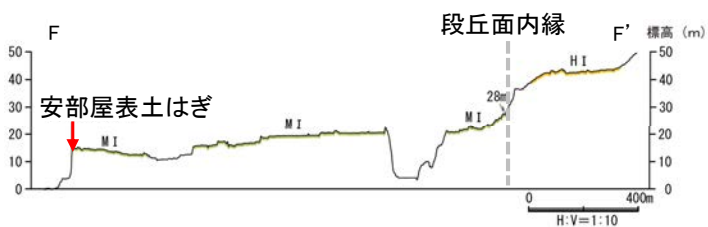
3.1.1(2) 海成段丘堆積物の詳細調査 — 安部屋地点：露頭観察 —

- 中位段丘 I 面の前縁に位置する安部屋地点において、堆積物中の礫の表面に、海棲の穿孔貝の穿孔痕が認められたことから、この地点を海成段丘堆積物(段丘面形成時の海成堆積物)の模式地とした。
- この海成段丘堆積物について、詳細な観察を実施した結果、砂層には「淘汰が良い」、「層理が認められる」、砂礫層には「亜円～円礫を主体とする」、「礫の含有率が高い」という特徴が認められた。
- 上記の砂層、砂礫層の特徴については、現在の海岸の堆積物においても確認できる(次頁参照)。



位置図

露頭写真

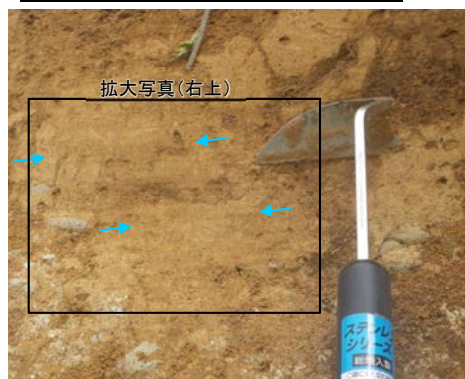


地形断面図

・断面位置はP.47参照

【海成段丘堆積物にみられる特徴】

海成段丘堆積物(砂層)の特徴



淘汰が良い砂からなり
層理が認められる



層理が認められる

海成段丘堆積物(砂礫層)の特徴



亜円～円礫を主体とする
礫の含有率が高い(多いところ50%以上)

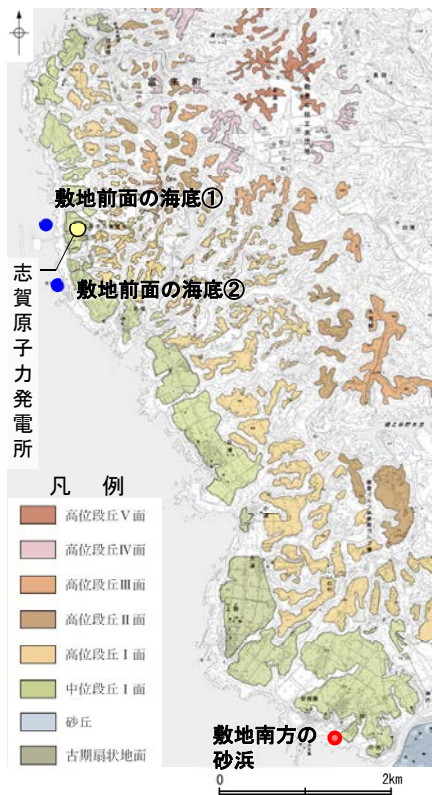


礫の表面に穿孔貝の穿孔痕が認められる



円礫が認められる

【現在の海岸の堆積物】



位置図



敷地前面の海底① 写真



敷地前面の海底② 写真

現在の海底における礫の堆積状況
 ・礫の含有率が高く、垂円～円礫が主体である。



敷地南方の砂浜写真



海岸砂の写真

→ ← 層理

現在の砂浜の状況
 ・淘汰が良い砂層に弱い層理が認められる。

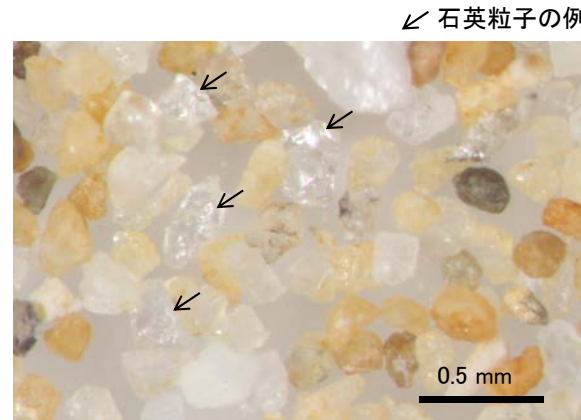
3.1.1(2) 海成段丘堆積物の詳細調査 — 安部屋地点：顕微鏡観察 —

○さらに、安部屋地点の海成段丘堆積物中の砂について、実体顕微鏡観察及びXRD分析を行った結果、砂は粒径0.1～0.2mm主体の石英粒子を含むことが確認された。

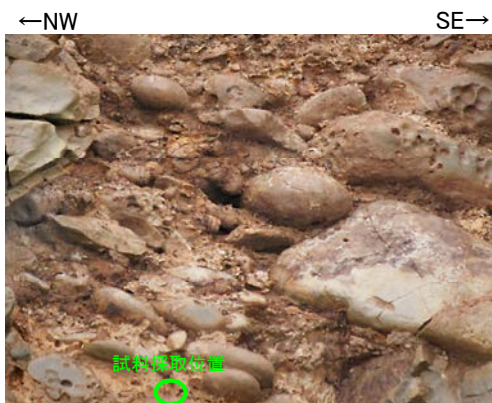
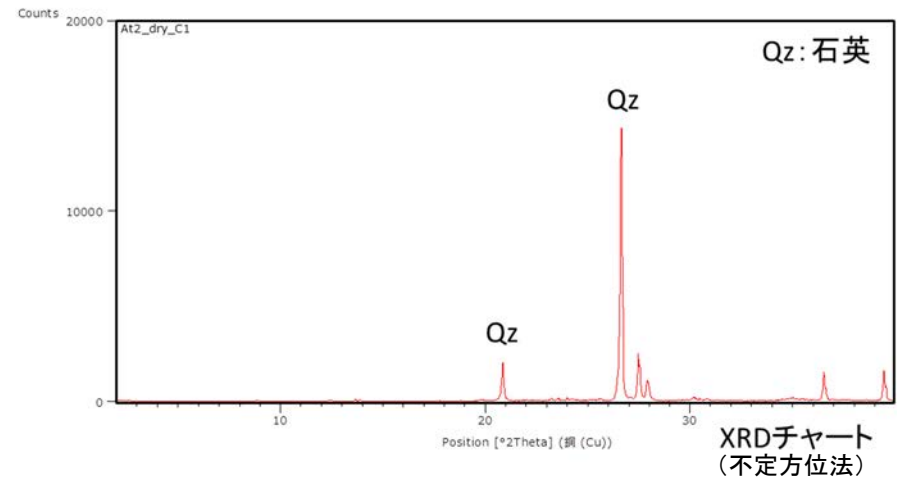
○現在の海岸砂にも同程度の粒径の石英が含まれること(次頁参照)、段丘面上流に広く分布する穴水累層安山岩には、石英はほとんど含まれない(P.71参照)ことを踏まえると、粒径0.1～0.2mm主体の石英粒子は、海を介して運ばれたものと考えられる。



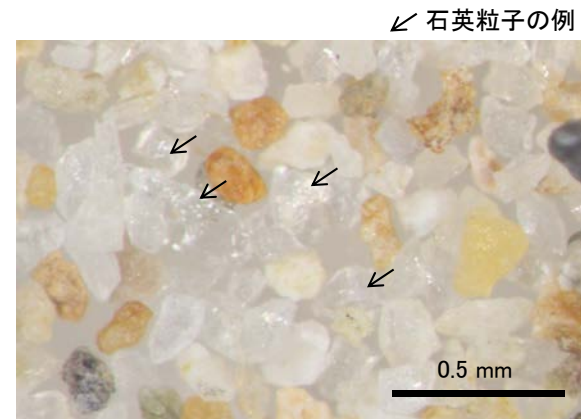
安部屋地点の海成段丘堆積物(砂層)
試料採取位置



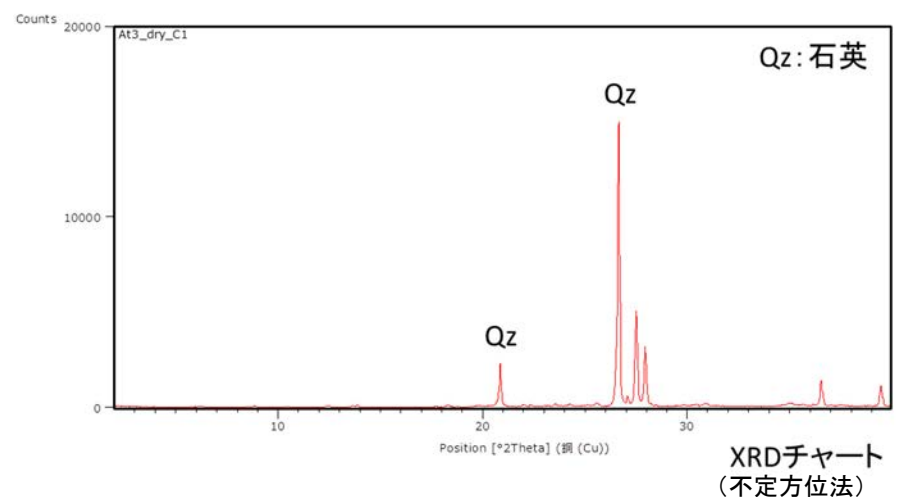
実体顕微鏡写真



安部屋地点の海成段丘堆積物(砂礫層)
試料採取位置



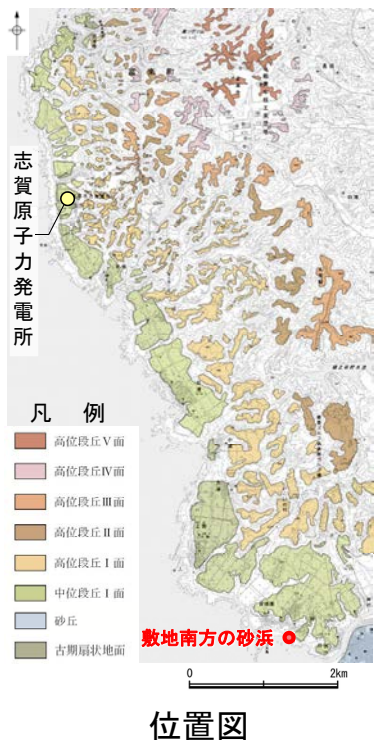
実体顕微鏡写真



- 【方法】
- ・未乾燥試料約20gを供試
 - ・乳鉢で軽くほぐした試料に蒸留水を加え、パンニング(わん掛け法)しながら細粒分を少しずつ除去し、粗粒分(ほぼ細粒砂以上)を分離
 - ・パンニングの途中で上澄みがほぼ透明になるまで超音波洗浄(30秒, 20kHz)を繰り返し実施
 - ・細粒分の除去が終了後、スミアスライド用試料とXRD分析用試料に区分
 - ・作成したスミアスライドは実体顕微鏡で観察し、写真を撮影
 - ・XRD分析用試料は60°Cで乾燥後、メノウ乳鉢で粉砕し、粉末法により右記の条件で分析

装置名:スペクトリス(株)社(PANalytical)製 PW3040
 X線管球:Cu、波長:CuK α , 1.54178 Å
 電圧・電流:40kV・50mA
 測定角度・測定速度:2~40°, 2°/分
 サンプル幅:0.02°
 スリット条件:DS:AS:RS=15 mm:15 mm:0.2mm
 ※DS(発散スリット), AS(散乱防止スリット), RS(受光スリット)

【現在の海岸砂】



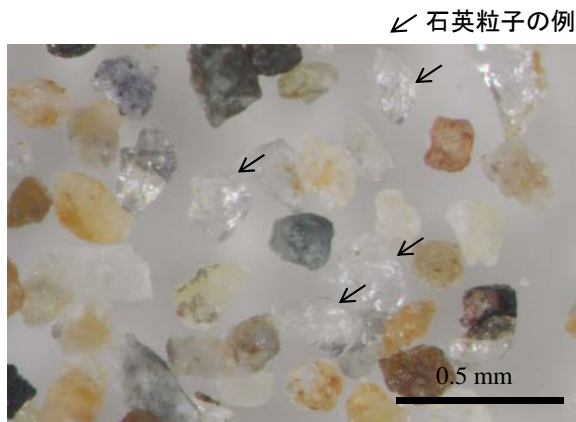
敷地南方の砂浜
試料採取位置



試料採取位置(近接)

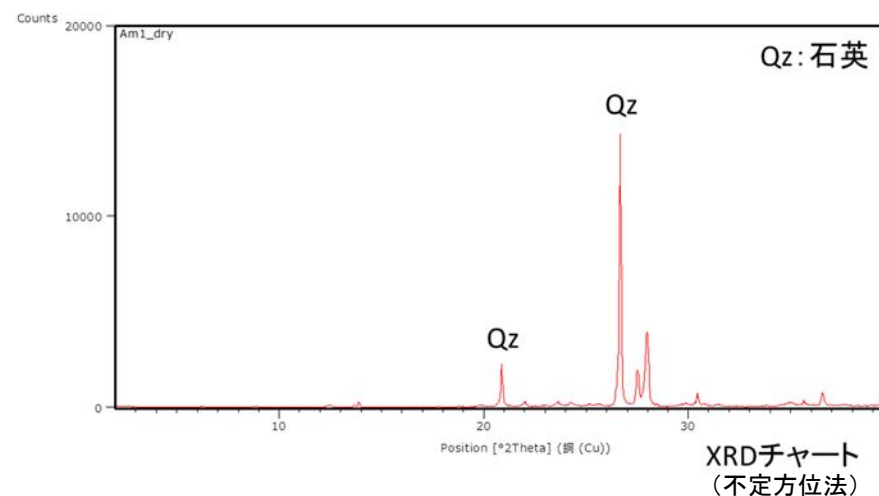
貝殻片の例

・堆積物中に貝殻片を含む



実体顕微鏡写真

・粒径0.1~0.2mm主体の石英粒子が含まれる



【方法】

- ・未乾燥試料約20gを供試
- ・乳鉢で軽くほぐした試料に蒸留水を加え、パンニング(わん掛け法)しながら細粒分を少しずつ除去し、粗粒分(ほぼ細粒砂以上)を分離
- ・パンニングの途中で上澄みがほぼ透明になるまで超音波洗浄(30秒, 20kHz)を繰り返し実施
- ・細粒分の除去が終了後、スミアスライド用試料とXRD分析用試料に区分
- ・作成したスミアスライドは実体顕微鏡で観察し、写真を撮影
- ・XRD分析用試料は60°Cで乾燥後、メノウ乳鉢で粉砕し、粉末法により右記の条件で分析

装置名:スペクトリス(株)社(PANalytical)製 PW3040
 X線管球:Cu、波長:CuK α , 1.54178 Å
 電圧・電流:40kV・50mA
 測定角度・測定速度:2~40°, 2° /分
 サンプリング幅:0.02°
 スリット条件:DS:AS:RS=15 mm:15 mm:0.2mm
 ※DS(発散スリット), AS(散乱防止スリット), RS(受光スリット)

3.1.1(2) 海成段丘堆積物の詳細調査 — 海成段丘堆積物の認定 —

○海成段丘堆積物の認定にあたっては、当該堆積物が海岸付近で堆積したと推定されることを確認する必要がある。
 ○一般的な海成堆積物の特徴については、現在の海岸及び安部屋地点においても認められる特徴である。よって、これらの特徴(下表 □)と比較した結果、下記5地点(下表 □)の堆積物を海成段丘堆積物として認定した。

各地点における海成段丘堆積物の認定根拠

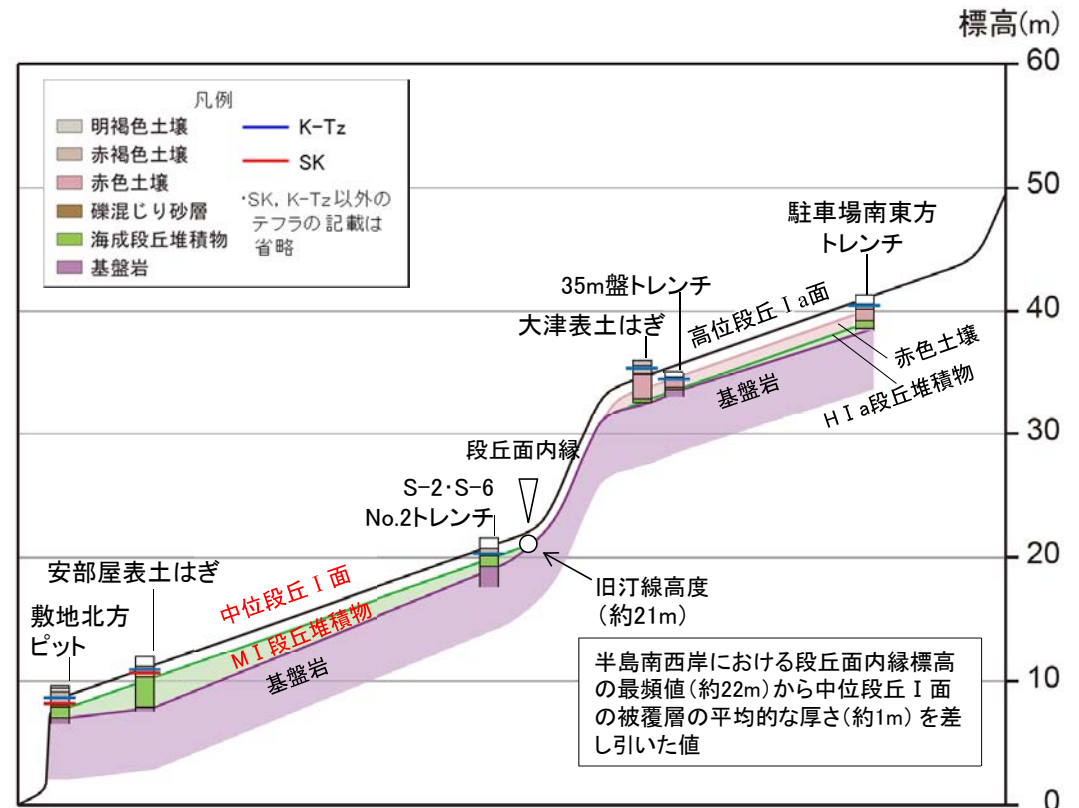
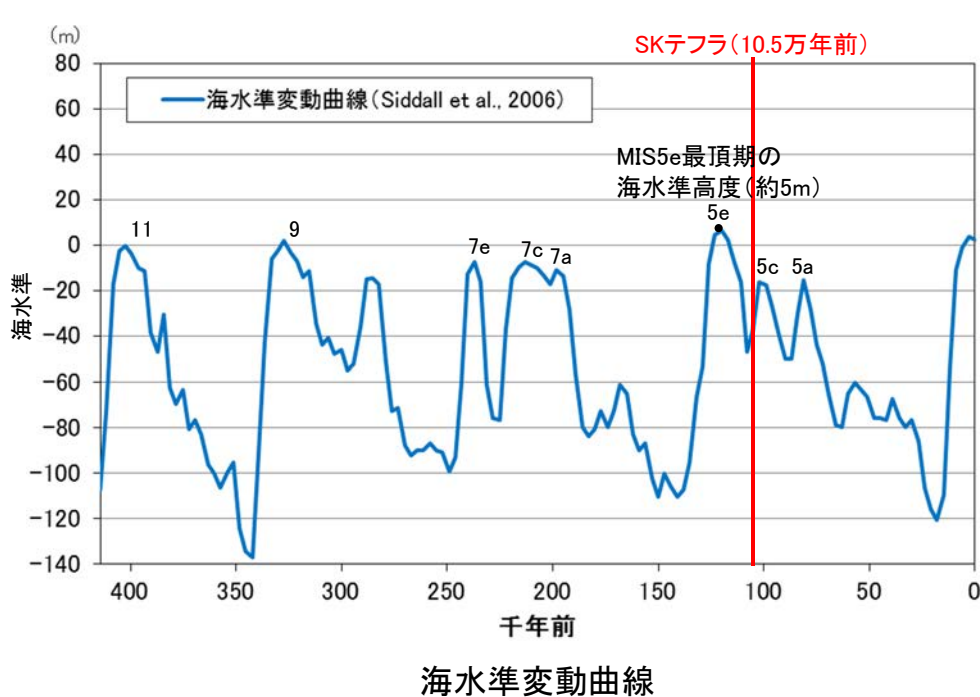
一般的な海成堆積物の特徴		現在の海岸 (P.50, 52)	安部屋表土はぎ 〔模式地点〕 (P.49, 51)	敷地北方ピット (P.57~59, データ集2(1))	S-2・S-6 No.2トレンチ (P.116)	大津表土はぎ (P.64)	35m盤トレンチ (P.147)	駐車場南東方 トレンチ (P.78)
			砂層, 砂礫層	砂礫層	砂礫層	砂礫層	砂礫層	砂礫層
砂浜	分級が進み淘汰が良い	淘汰が良い	砂層は淘汰が良い	○ (基質部)	-	-	-	-
	波浪の影響により形成された層理が認められる	層理が認められる	砂層に層理が認められる	-	○	-	-	-
礫浜	波浪により堆積物が定常的に動かされるため、礫の円磨度が高い	亜円～円礫が主体	亜円～円礫が主体	○	○	○	○	○
	礫の含有率が高い	礫の含有率が高い	礫の含有率が高い	○	○	-	○	○
	礫の配列からなる覆瓦状構造が海側からの水流を示す (菅野・奥村, 1978)	-	-	-	-	-	-	○
沿岸流により遠方から運搬されたことを示す	径0.1～0.2mm主体の石英粒子を含む※ ¹	径0.1～0.2mm主体の石英粒子を含む※ ¹	*	○	*	○	○	
海棲生物の化石や生痕化石を含む	貝殻片を含む	礫の表面に穿孔貝の穿孔痕が認められる	-	-	-	-	-	

※¹ 本地域においては、段丘面上流に広く分布する穴水累層安山岩に、石英はほとんど含まれないことから、沿岸流により遠方から運搬されたことを示す。

○ 該当する特徴が認められる - 該当する特徴が認められない * 分析未実施

3.1.1(3) 海成段丘堆積物の年代の特定 —M I 段丘堆積物—

- 文献(小池・町田, 2001)によれば, 能登半島の中位段丘 I 面の形成年代はMIS5eとされている。
- 詳細調査の結果, 半島南西岸の中位段丘 I 面の前縁付近において, 海成段丘堆積物を覆う赤褐色土壌の最下部にSKテフラ(10.5万年前)が確認されたことから, 中位段丘 I 面を構成する海成段丘堆積物は, 10.5万年前直前の高海面期(MIS5e: 約12~13万年前)に堆積したものである。
- よって, 中位段丘 I 面を構成するMIS5eに堆積した海成段丘堆積物(M I 段丘堆積物)は, 上載地層法による活動性評価に有効である。
- なお, MIS5eの最頂期(約12.3万年前(Lisiecki and Raymo, 2005))の海水準高度は約5mであるのに対し, 半島南西岸では旧汀線は約21mに分布する。この差(約16m)は, 約12.3万年間の半島南西岸の地盤の隆起量(平均隆起速度: 約0.13m/千年)を示す。



半島南西岸の段丘面の模式断面図

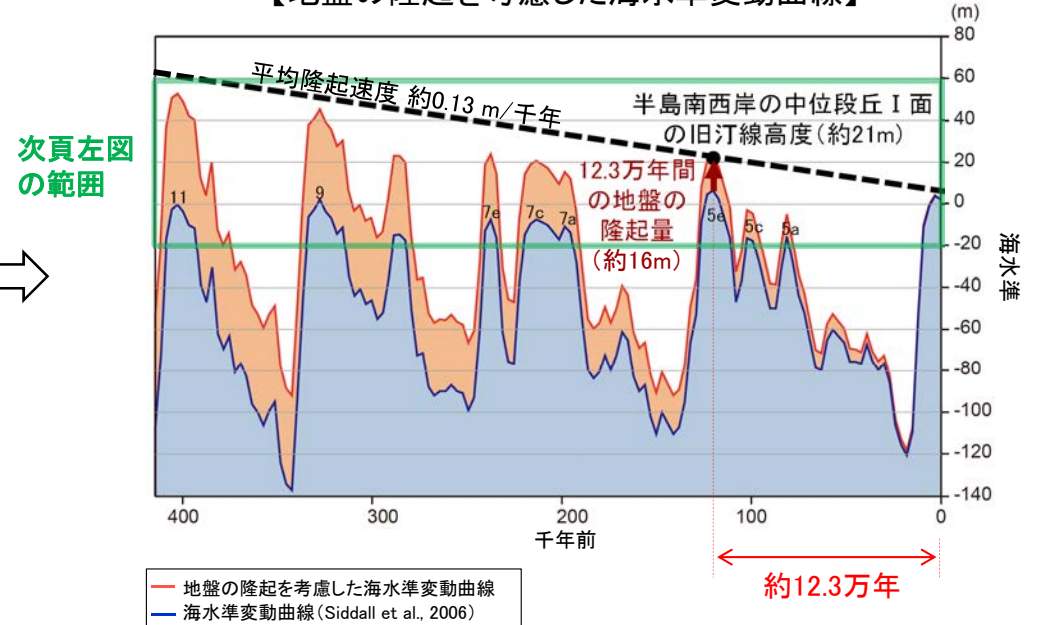
3.1.1(3) 海成段丘堆積物の年代の特定 —H I a段丘堆積物(1/2)—

- 中位段丘 I 面の一つ上位に分布する高位段丘 I a面を構成する段丘堆積物の堆積時期については、過去の海水準高度との比較が必要となる。
- 半島南西岸における地盤の平均隆起速度(約0.13m/千年)を考慮した海水準変動曲線について、下記のとおり推定した。

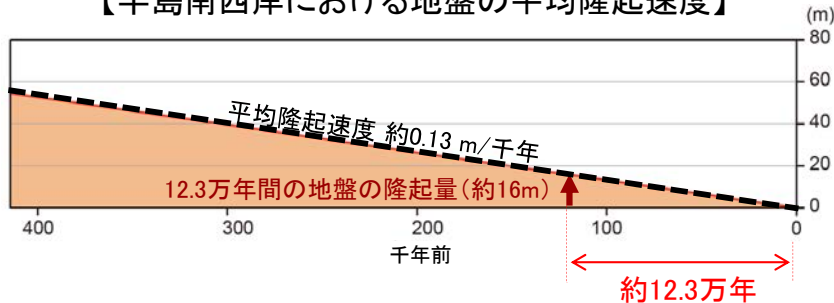
【地盤の隆起を考慮しない海水準変動曲線】



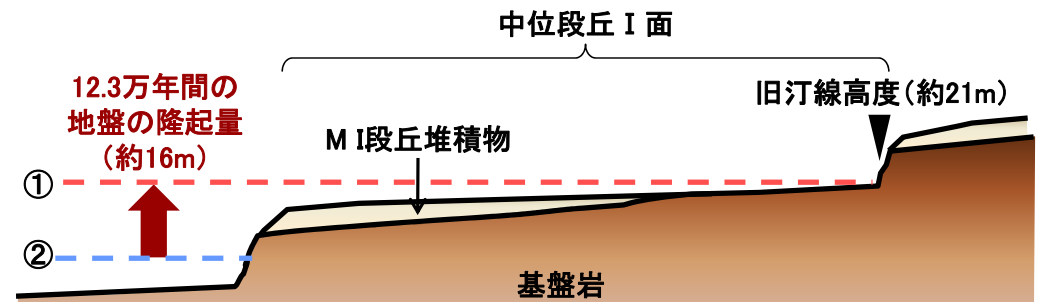
【地盤の隆起を考慮した海水準変動曲線】



【半島南西岸における地盤の平均隆起速度】



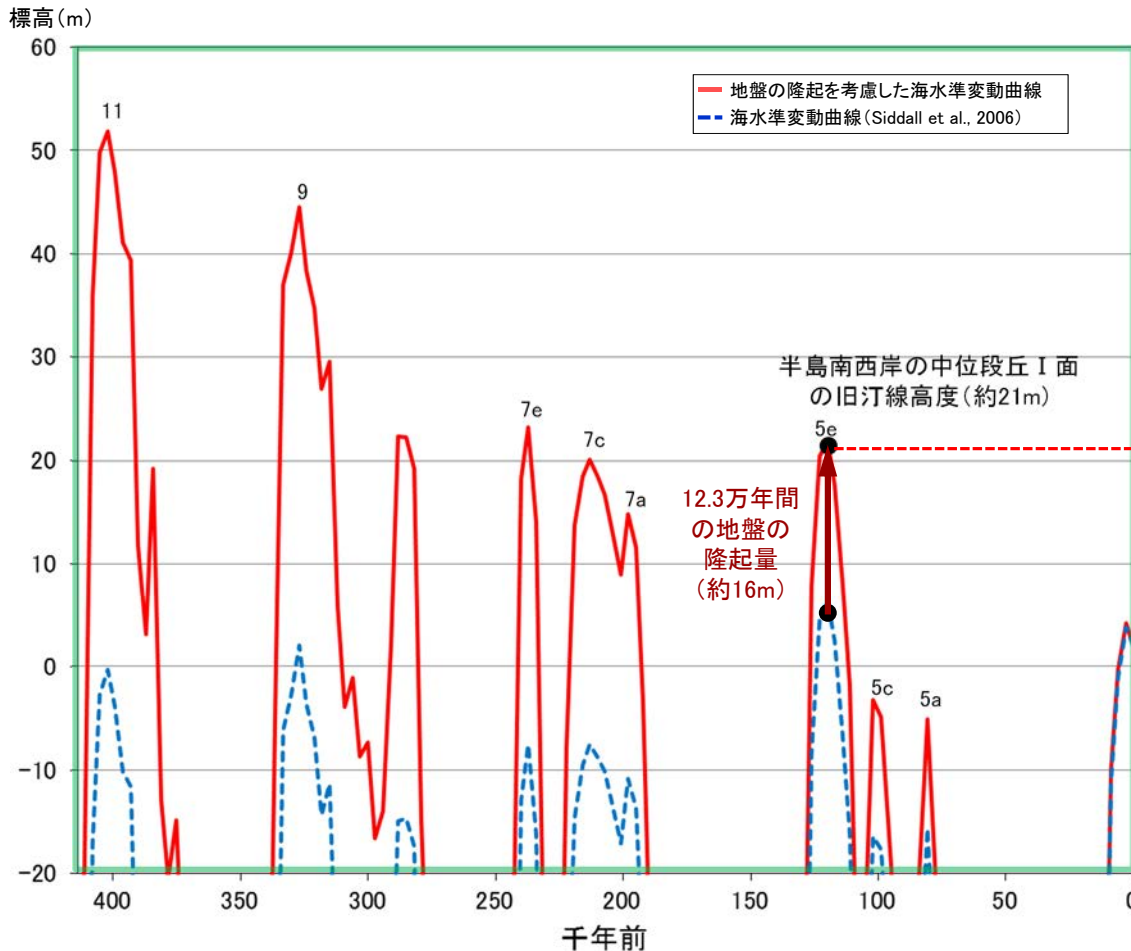
平均隆起速度 = $16\text{m} \div 12.3\text{万年} = 0.13\text{m/千年}$



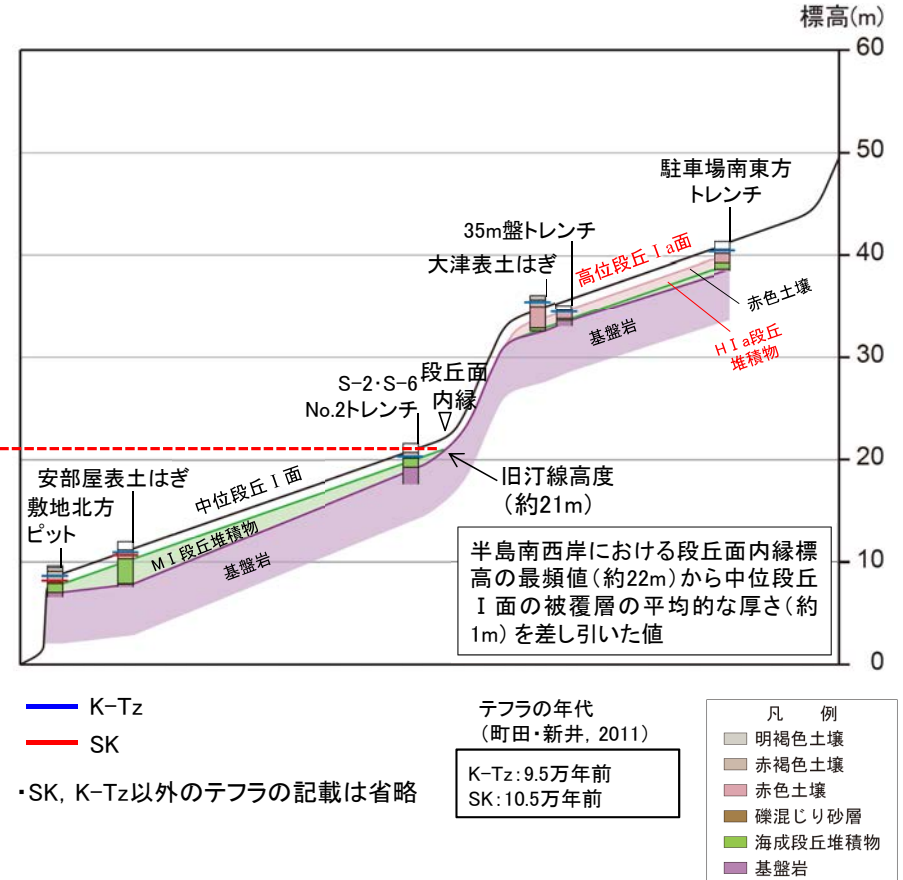
- ①地盤の隆起を考慮したMIS5e最頂期の海水準高度(約21m)
- ②地盤の隆起を考慮しない場合のMIS5e最頂期の海水準高度(約5m)

3.1.1(3) 海成段丘堆積物の年代の特定 —H I a段丘堆積物(2/2)—

- 半島南西岸における地盤の平均隆起速度(約0.13m/千年)を考慮した海水準変動曲線によれば, 高位段丘 I a面を構成する海成段丘堆積物は, MIS5e(約12~13万年前)より古い高海面期に堆積し, MIS5e以降の海面が到達できない標高まで隆起したため, 浸食されずに保存されたものである。
- よって, 高位段丘 I a面を構成するMIS5e(約12~13万年前)より古い高海面期に堆積した海成段丘堆積物(H I a段丘堆積物)は, 上載地層法による活動性評価に有効である。



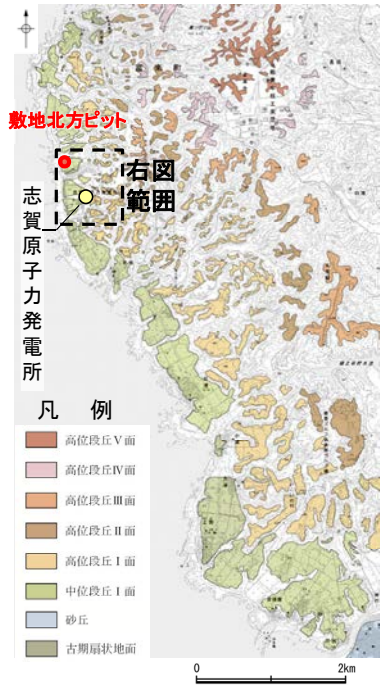
地盤の隆起を考慮した海水準変動曲線



半島南西岸の段丘面の模式断面図

代表地点の調査結果(中位段丘 I 面)

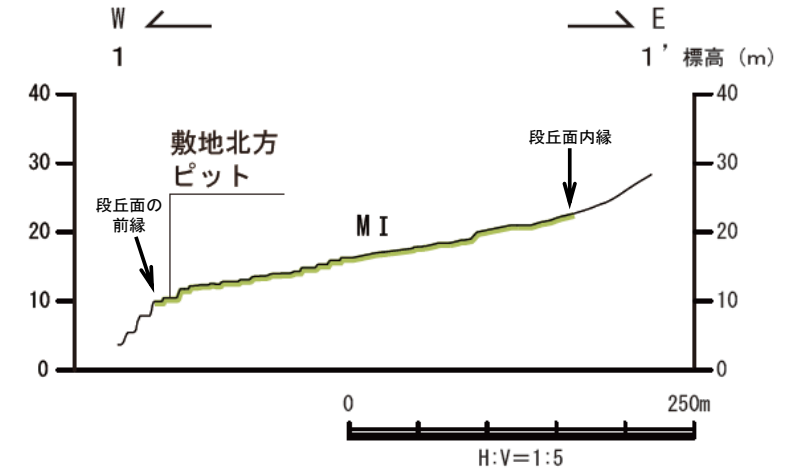
【 敷地北方ピット地点 調査位置 】



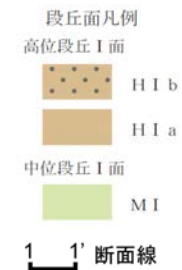
位置図



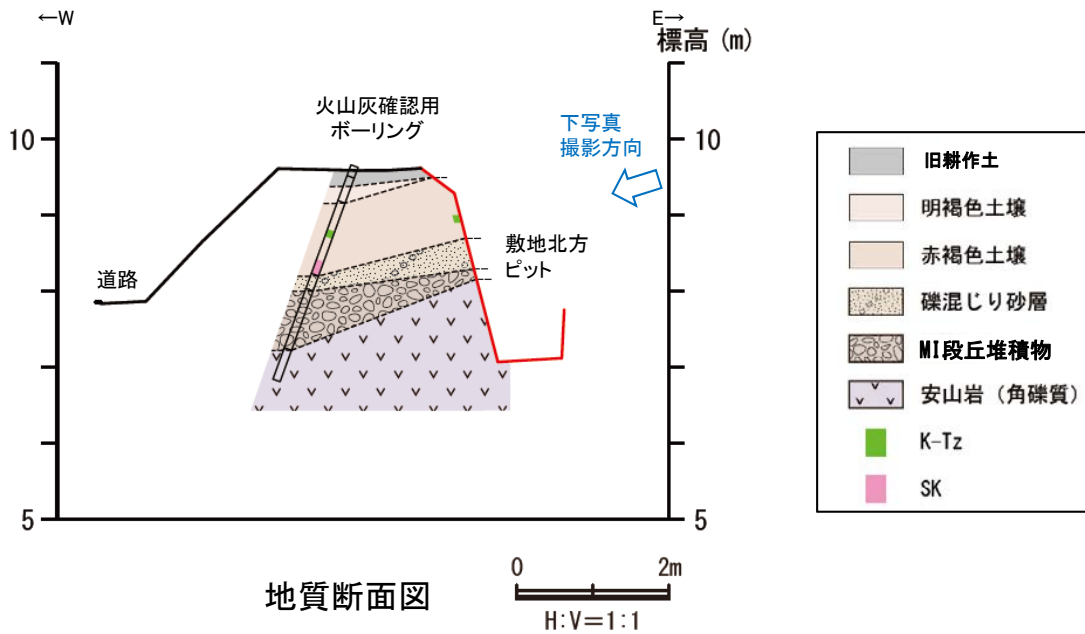
調査位置図



地形断面図



【 敷地北方ピット地点 調査結果 】



地質断面図



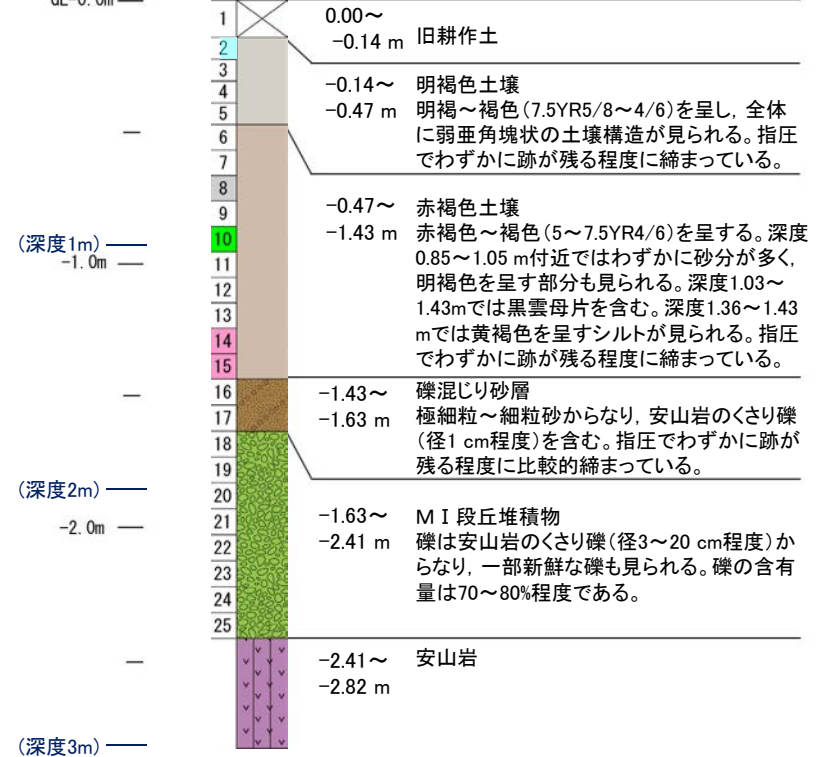
MI段丘堆積物

- ・基質は淘汰のよい極細粒砂からなる。
- ・礫は安山岩垂円～垂角礫主体で、円礫を含む。
- ・礫の含有率が高い。

敷地北方ピット※ 西壁面写真

※調査結果の詳細はデータ集2(1)を参照。

<柱状図>
(EL. 9.6 m)
GL-0.0m



火山灰確認用ボーリング調査結果

DKP混在	■
Aso-4	■
K-Tz	■
SK	■

テフラの年代
(町田・新井, 2011)

DKP: 5.5万年前以前
Aso-4: 8.5万～9万年前
K-Tz: 9.5万年前
SK: 10.5万年前

- ・P.53において海成段丘堆積物と認定した敷地北方ピットのMI段丘堆積物は、基質は淘汰のよい砂からなり、礫は垂円～垂角礫主体で、礫の含有率が高いという特徴を有する。
- ・MI段丘堆積物を覆う赤褐色土壌の最下部に、SKテフラ(10.5万年前)が挟在している。

【 敷地北方ピット地点 火山灰分析結果 】

試料番号	テフラ名	火山ガラスの形態別含有量 (/3000粒子)	重鉱物の含有量 (/3000粒子)			β石英 (/3000粒子)	備考	火山ガラスの屈折率 (nd)		斜方輝石の屈折率 (γ)			角閃石の屈折率 (n2)		
			Opx	GHo	Cum			1.500	1.510	1.700	1.710	1.720	1.670	1.680	1.690
1															
2	DKP混在														
3															
4															
5															
6															
7															
8	Aso-4						Aso-4 Ho含む								
9															
10	K-Tz														
11															
12															
13															
14	SK						Biotite rich								
15															
16															
17															
18															
19															
20															
21															
22															
23															
24															
25															

試料は10cm間隔

■ バブルウォール(Bw)タイプ
□ 低発泡(0)タイプ

■ Opx:斜方輝石
■ GHo:緑色普通角閃石
■ Cum:カミングトン閃石

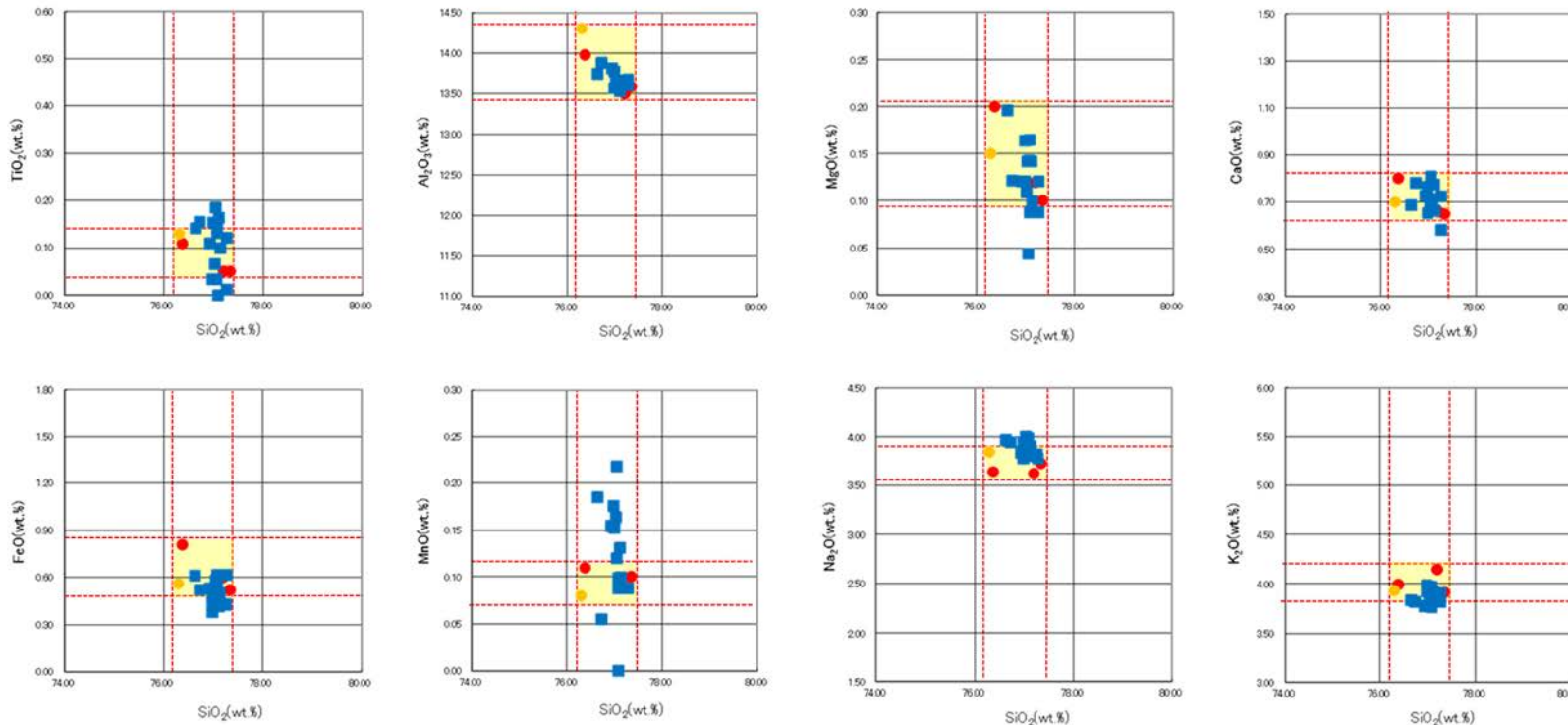


※K-Tzの降灰層準と認定した箇所よりも下に検出されたβ石英は、浸透等によるものと判断。

火山灰分析結果

【SKの岩石記載的特徴(町田・新井, 2011)】

- ・火山ガラス屈折率 1.494-1.498
- ・黒雲母流紋岩質の降下軽石

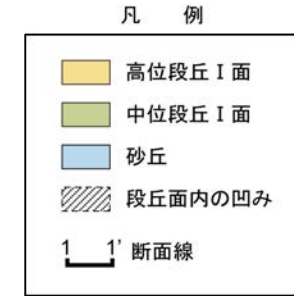
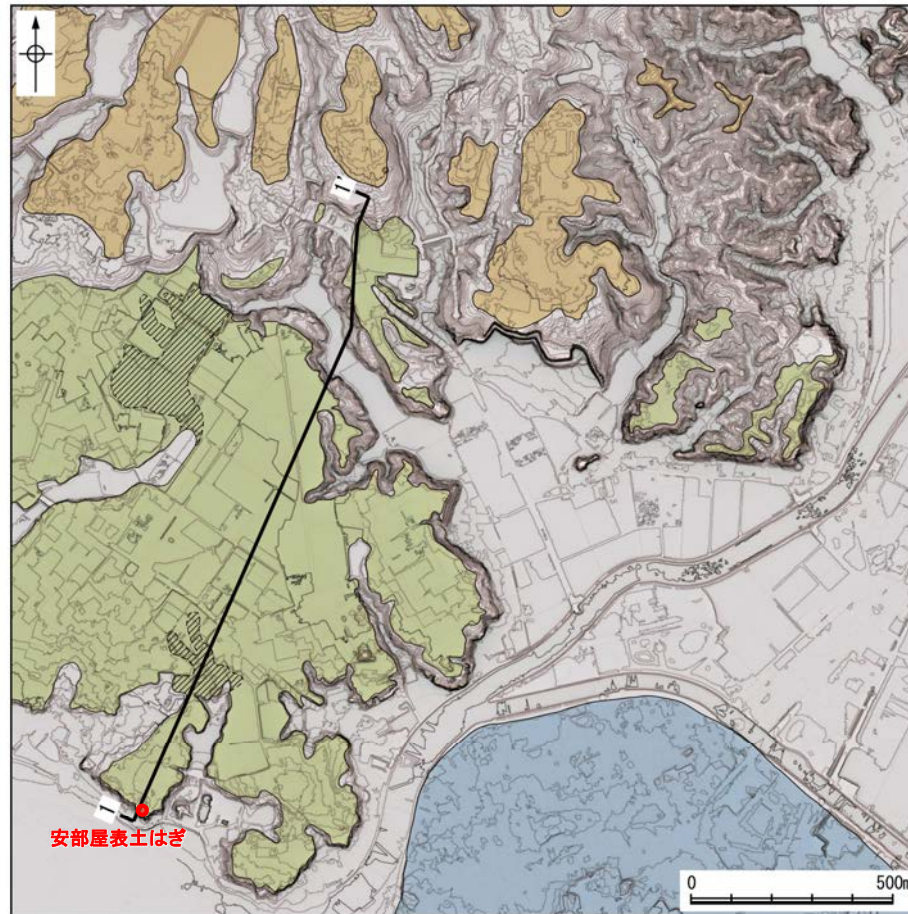
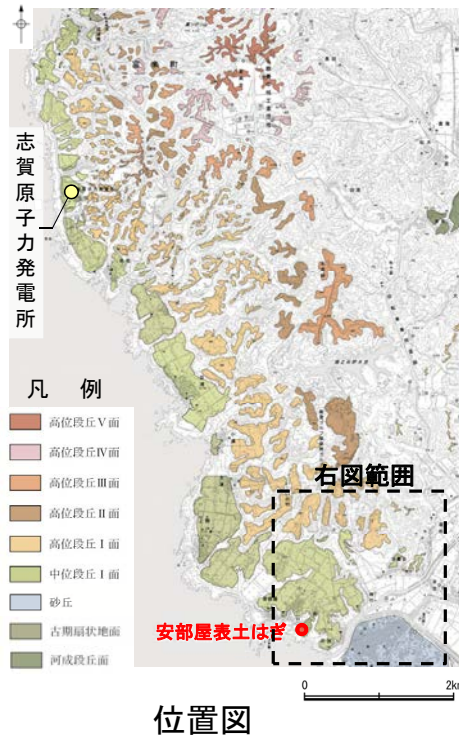


- 試料番号14における火山ガラスの主成分
- 青木・町田(2006)におけるSKに含まれる火山ガラス
- 長橋(2007)におけるSKに含まれる火山ガラス
- 文献によるSKの分布範囲

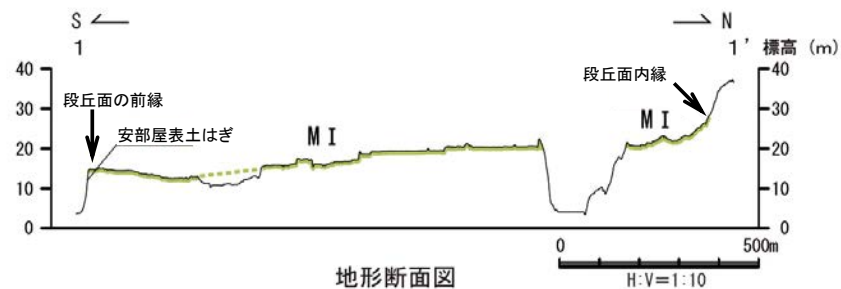
試料番号14, 15は、火山ガラス、黒雲母を多く含むこと、火山ガラスの屈折率(試料番号15)および主成分分析結果(試料番号14)が文献におけるSKの分析結果と整合的であることから、SKテフラ(10.5万年前)の降灰層準として認定できる。

火山ガラスの主成分分析結果: 試料番号14

【 安部屋表土はぎ地点 調査位置 】

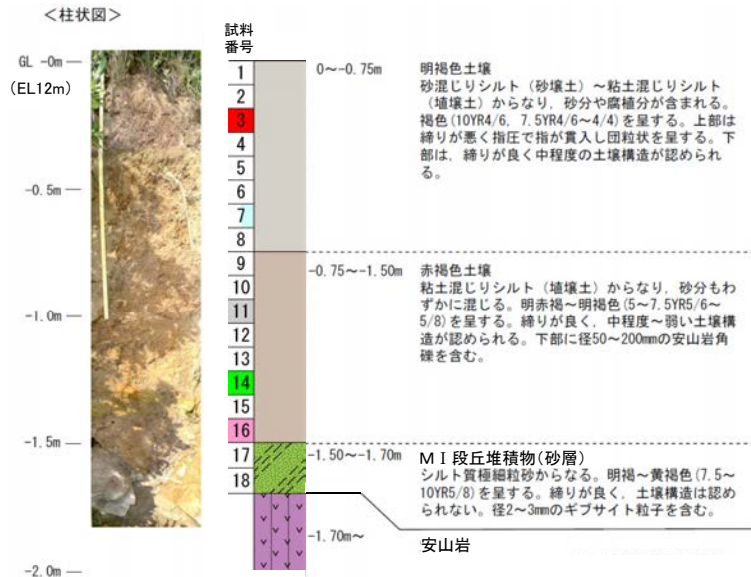


調査位置図



地形断面図

【安部屋表土はぎ地点 調査結果】

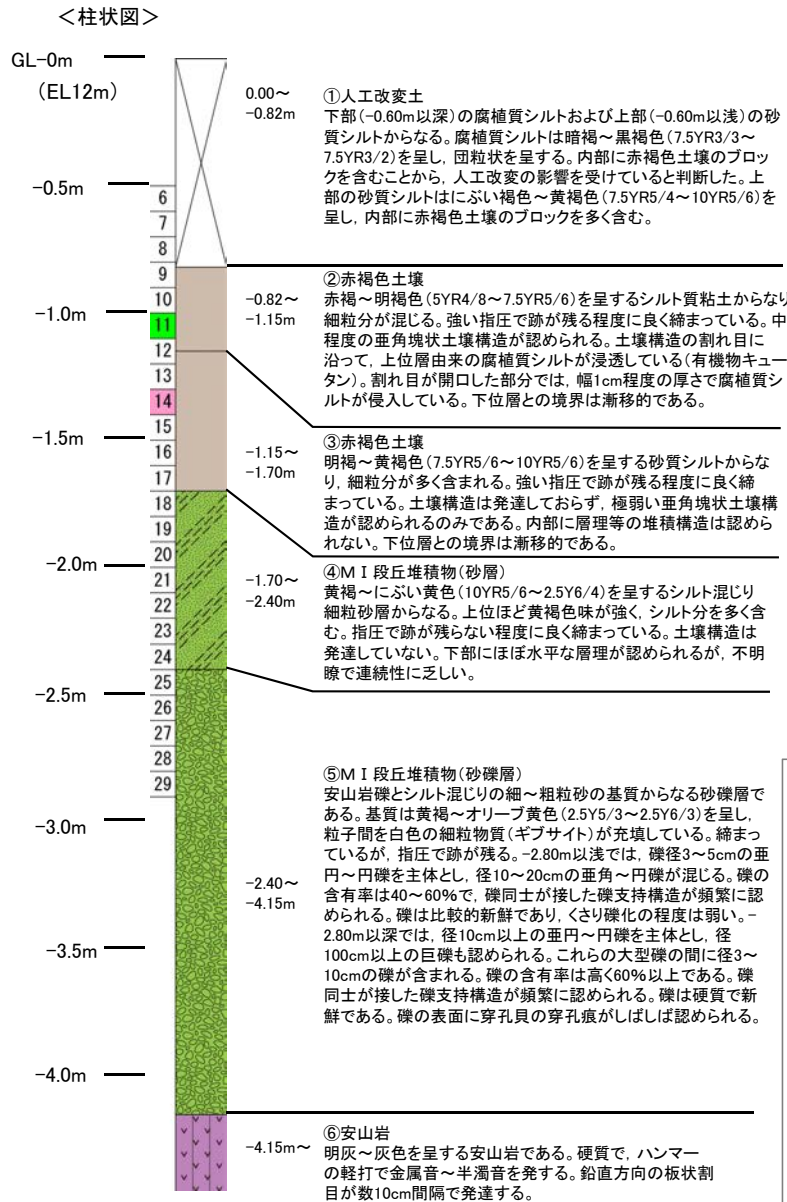


安部屋表土はぎ 測線1 調査結果

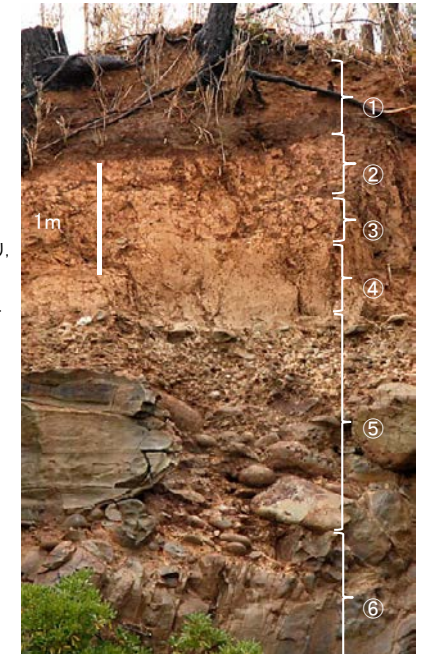


調査地点遠景

AT	■	テフラ的年代
DKP混在	■	(町田・新井, 2011)
Aso-4	■	AT: 2.8万~3万年前
K-Tz	■	DKP: 5.5万年前以前
SK	■	Aso-4: 8.5万~9万年前
		K-Tz: 9.5万年前
		SK: 10.5万年前



安部屋表土はぎ 測線2 調査結果



- ・P.53において海成段丘堆積物の模式地とした安部屋表土はぎ地点のM I 段丘堆積物は、砂層は淘汰がよい砂からなり、層理が認められるという特徴、砂礫層は垂円~円礫主体で、礫の含有率が高く、礫の表面に穿孔貝の穿孔痕が見られるという特徴を有する。
- ・M I 段丘堆積物を覆う赤褐色土壌の最下部に、SKテフラ(10.5万年前)が挟在している。

【安部屋表土はぎ地点 測線1 火山灰分析結果】

試料番号	テフラ名	火山ガラスの形態別含有量 (/3000粒子)	重鉱物の含有量 (/3000粒子)			β 石英 (/3000粒子)	備考	火山ガラスの屈折率 (nd)		斜方輝石の屈折率 (γ)		角閃石の屈折率 (n2)	
			Opx	GHo	Cum			1.500	1.510	1.700	1.710	1.680	1.690
1													
2													
3	AT												
4													
5													
6													
7	DKP混在												
8													
9													
10													
11	Aso-4					Aso-4 Ho含む							
12													
13													
14	K-Tz												
15													
16	SK												
17													
18													

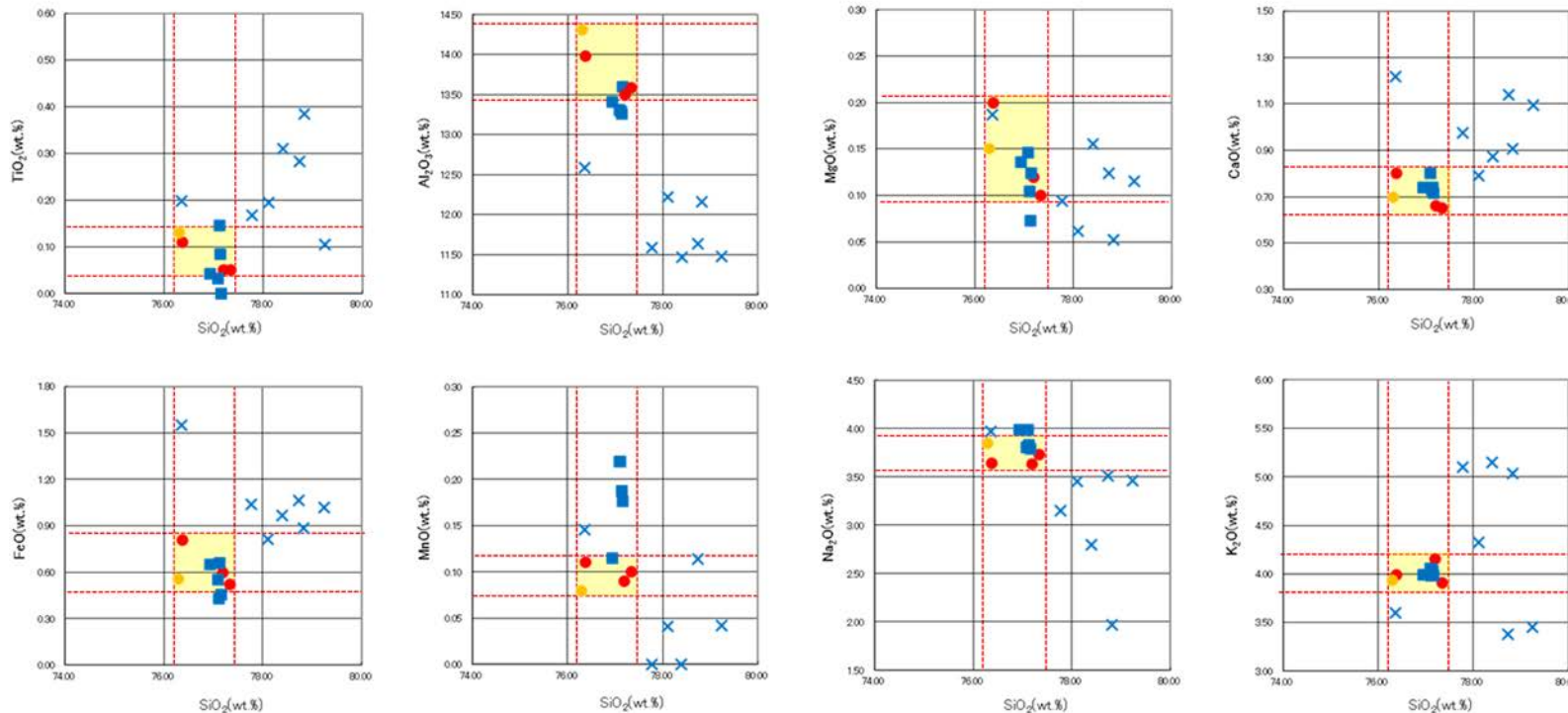
試料は10cm間隔

■ バブルウォール (Bw) タイプ
■ パミス (Pm) タイプ
■ 低発泡 (l) タイプ

Opx: 斜方輝石
GHo: 緑色普通角閃石
Cum: カミングトン閃石

Count数
20
0

火山灰分析結果(安部屋表土はぎ 測線1)



- 試料番号16におけるSKの火山ガラス
- × 試料番号16における給源不明の火山ガラス
- 青木・町田(2006)におけるSKに含まれる火山ガラス
- 長橋(2007)におけるSKに含まれる火山ガラス
- 文献によるSKの分布範囲

試料番号16は、火山ガラスの屈折率および主成分分析結果が文献におけるSKの分析結果と整合的であることから、SKテフラ(10.5万年前)の降灰層準として認定できる。

【安部屋表土はぎ地点 測線2 火山灰分析結果】

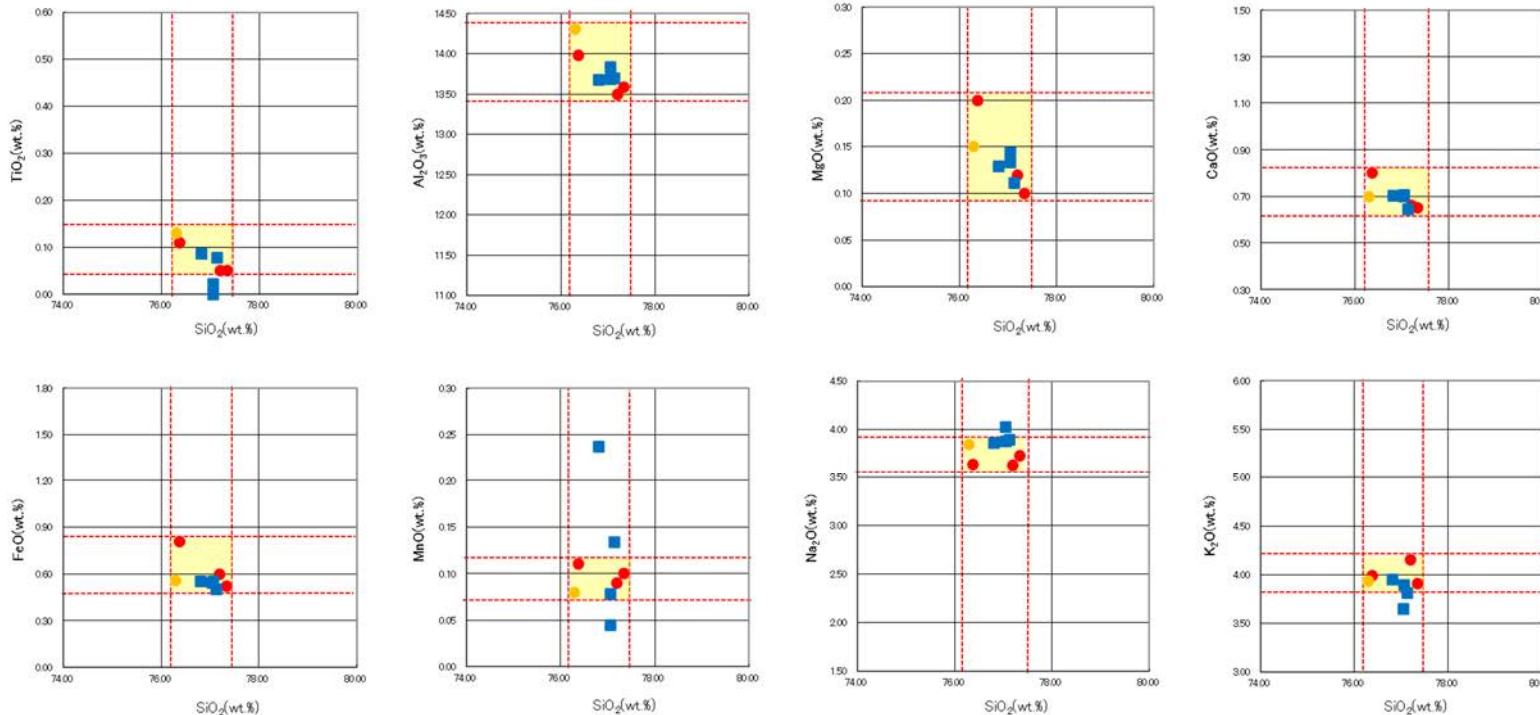
試料番号	テフラ名	火山ガラスの形態別含有量 (/3000粒子)	重鉱物の含有量 (/3000粒子)			β石英 (/3000粒子)	備考	火山ガラスの屈折率 (nd)	
			Opx	GHo	Cum			1.500	1.510
6									
7									
8									
9									
10									
11	K-Tz								
12									
13									
14	SK								
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									

■ パブルウォール (Bw) タイプ ■ Opx:斜方輝石
■ 低発泡 (0) タイプ ■ GHo:緑色普通角閃石
■ ■ Cum:カミントン閃石

【SKの岩石記載の特徴(町田・新井, 2011)】

- ・火山ガラス屈折率 1.494-1.498
- ・黒雲母流紋岩質の降下軽石

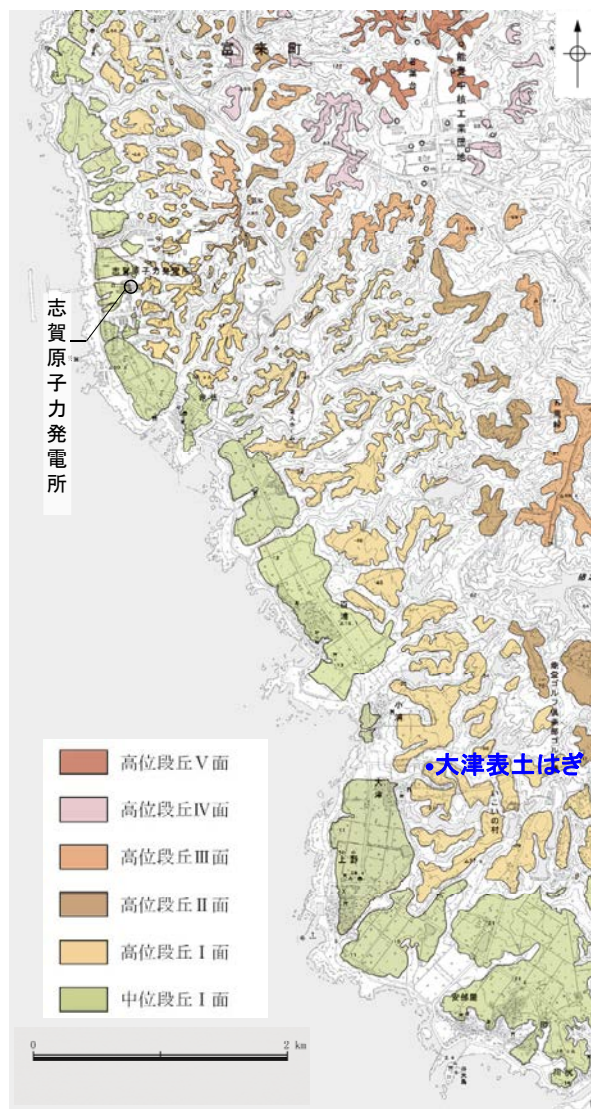
火山灰分析結果(安部屋表土はぎ 測線2 試料番号14)



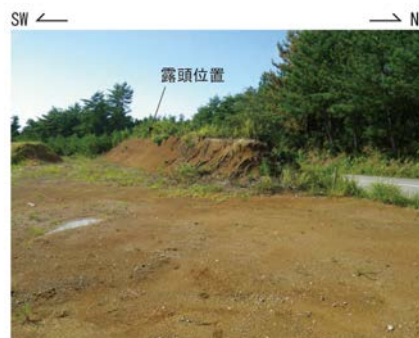
- 試料番号14における火山ガラス
- 青木・町田(2006)におけるSKに含まれる火山ガラス
- 長橋(2007)におけるSKに含まれる火山ガラス
- 文献によるSKの分布範囲

試料番号14は、火山ガラスの主成分分析結果が文献におけるSKの分析結果と整合的であることから、SKテフラ(10.5万年前)の降灰層準として認定できる。

【 大津表土はぎ地点 調査結果 】



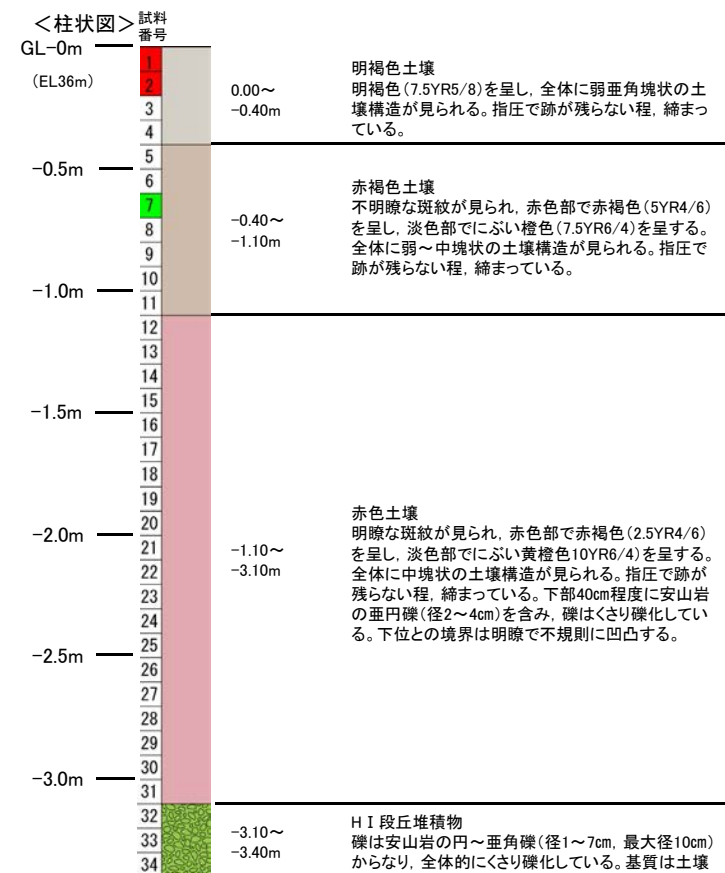
調査位置図



遠景写真



近景写真



露頭調査結果



テフラの年代(町田・新井, 2011)

AT: 2.8万~3万年前
K-Tz: 9.5万年前

- ・P.53において海成段丘堆積物と認定した大津表土はぎ地点のHI段丘堆積物は、礫は円~亜角礫主体という特徴を有する。
- ・本地点のHI段丘堆積物は、MIS5e以降の海面が到達できない標高に位置する(P.56参照)。

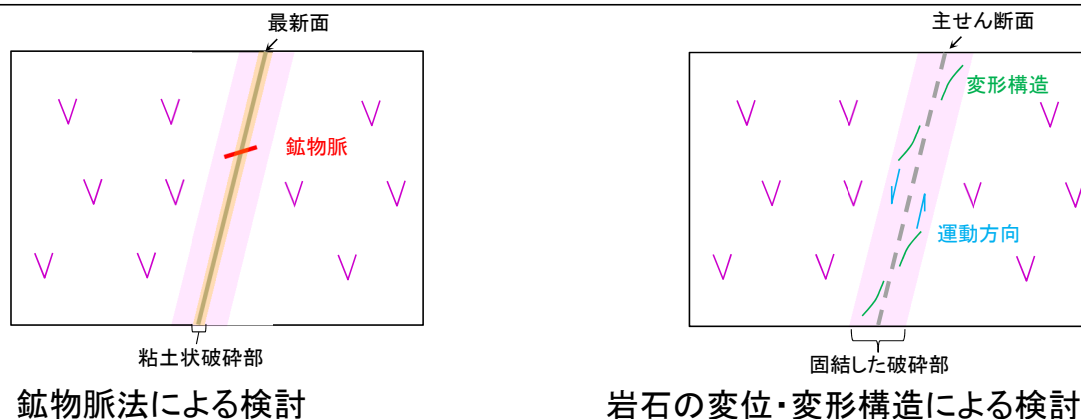
3. 1. 2 鉍物脈法等における年代評価と検討の考え方

3.1.2(1) 年代評価の考え方

○断層破碎部の詳細性状による評価(鉱物脈法等)については、敷地が位置する能登半島の構造運動や火成活動の変遷と関係することから、これらについて整理しておくことが重要となる。

○尾崎(2010)や日本地質学会(2006)等により評価されている能登半島の構造運動及び火成活動の変遷は下表に示すとおりであり、これらの知見と敷地の断層の調査結果を比較することにより、断層の活動性評価を行うこととする。

- ・鉱物脈法による検討: 最新面を横断する鉱物脈の形成年代を火成活動の変遷と対応づけることにより、最新活動の年代を評価。
- ・岩石の変位・変形構造による検討: 破碎部の運動方向や性状を構造運動・火成活動の変遷と対応づけることにより、最新活動の年代を評価。



		30	25	20	15	10	5	0 (Ma)
地質時代		古第三紀		新第三紀				第四紀
		漸新世	中新世			鮮新世		
		前期			中期	後期		
能登半島	構造運動 (尾崎(2010))※	← 背弧堆積盆拡大 (正断層群の形成) →				← 背弧堆積盆短縮 (逆断層群の形成) →		
	火成活動 (日本地質学会(2006)及び産業技術総合研究所(2013))※	高洲山層 (30~26Ma)	神和住層 (23~19Ma)	別所岳安山岩類 (17~15Ma)	黒崎火山岩類 (9Ma)			
		← 能登半島における火成活動時期 →					← 能登半島に火成活動なし →	
敷地	地層名	穴水累層					第四系	
	K-Ar年代値 (当社)P.215参照	安山岩 (22~15Ma)						

※詳細は、次頁参照

能登半島の構造運動(尾崎, 2010)

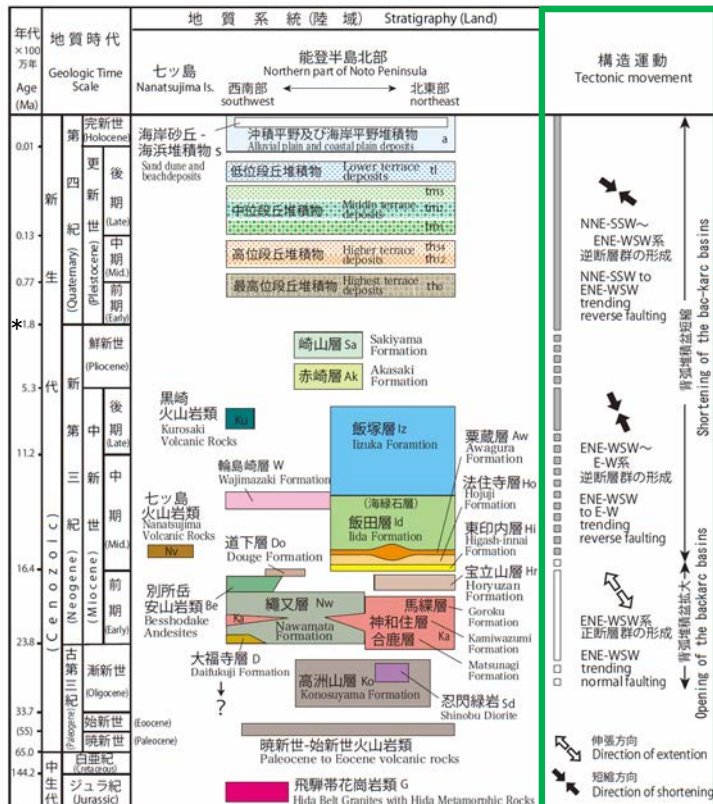
- ・中新世中期以前に背弧堆積盆拡大に伴う正断層群の形成, 中新世中期以降に背弧堆積盆短縮に伴う逆断層群の形成が示されている(下図**緑枠**)。

能登半島の火成活動(日本地質学会, 2006)

- ・敷地付近(下図**赤枠**)に, 中新世前期末(15~17Ma)の別所岳安山岩類が示されている。
- ・敷地北方約20km(下図**青枠**)に, 能登半島で最も若い火山岩である中新世後期(9Ma)の黒崎火山岩類が示されている。

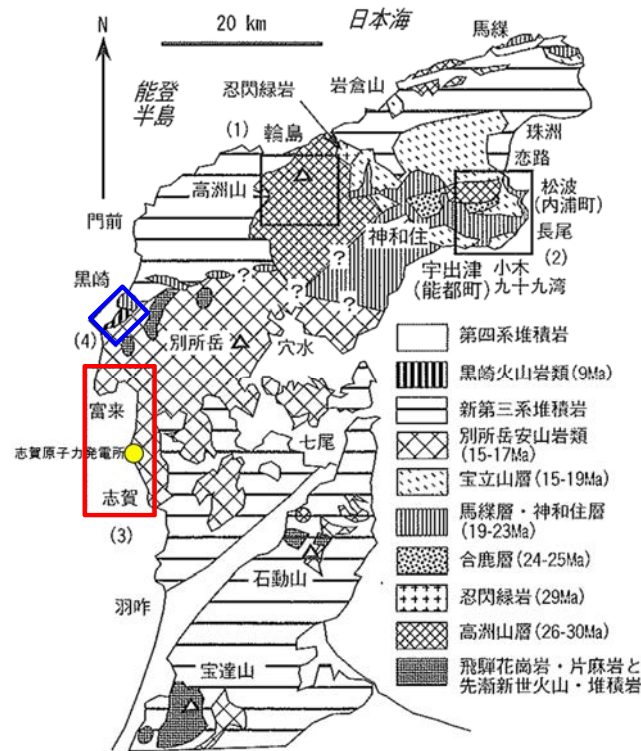
能登半島の第四紀火山(産業技術総合研究所, 2013)

- ・能登半島に第四紀火山は図示されていない。

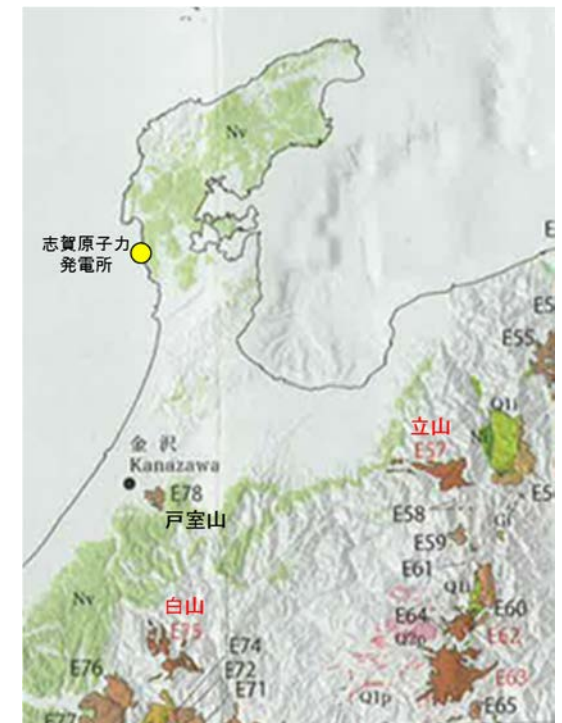


*: 新第三紀/第四紀境界の年代は, IUGS(国際地質科学連合)の年代層序表において2.58Maに改訂されている。

能登半島における構造運動図 (尾崎(2010)に一部加筆)



能登半島の火山岩類の地質概略図 (日本地質学会(2006)に一部加筆)



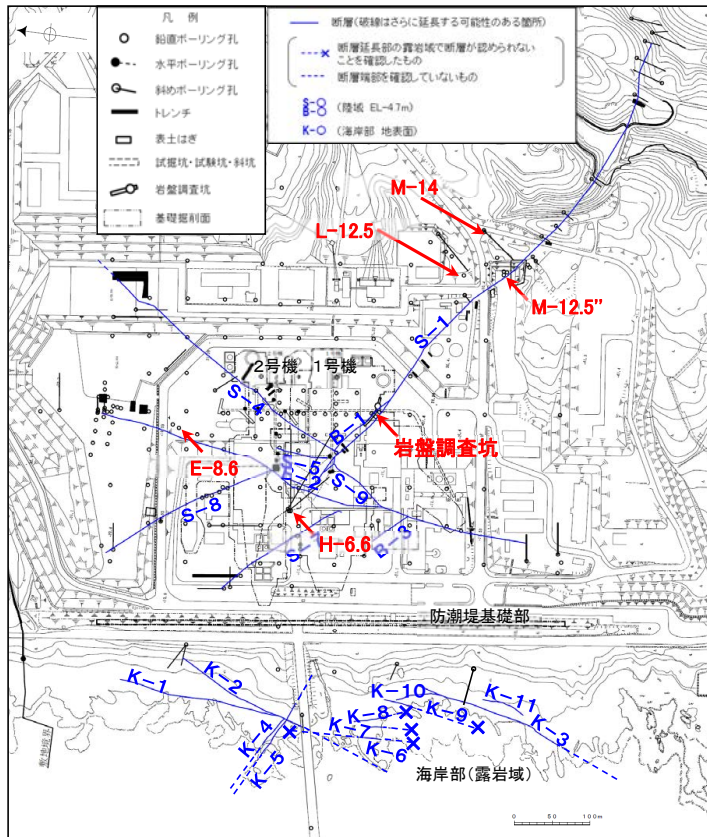
能登半島における第四紀火山分布図 (産業技術総合研究所(2013)に一部加筆)

3.1.2(2) 鉱物脈法による検討の考え方 — 敷地に認められる鉱物脈 —

○鉱物脈法は、破碎部中の最新面と「鉱物脈又は貫入岩等との接触関係を解析する」手法である。そこで、敷地において、鉱物脈や貫入岩が認められるのか否か、認められる場合、どのような鉱物や貫入岩が分布しているのかについて、ボーリングコア観察などにより確認した。

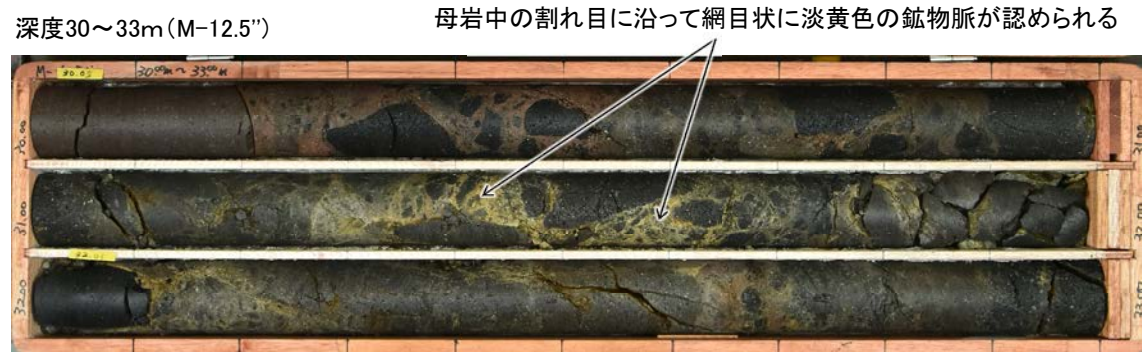
○その結果、様々な深度で、母岩中の割れ目に沿って主に粘土鉱物からなる鉱物脈が網目状に入り込む様子が認められる(右下コア写真1)。また、破碎部及びその周辺の母岩においても、破碎部やその周辺の母岩中の割れ目に沿って主に粘土鉱物からなる鉱物脈が認められる(右下コア写真2)。

○敷地に認められる鉱物脈の右下コア写真以外の事例については、次頁以降に示す。

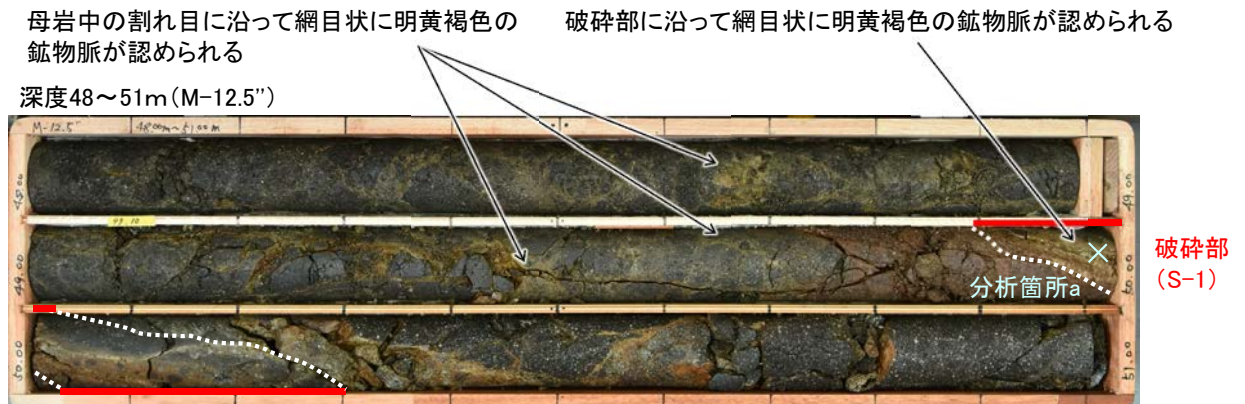


位置図

写真位置



コア写真1 (母岩中の割れ目に沿って鉱物脈が認められる事例)



コア写真2 (破碎部やその周辺の母岩中の割れ目に沿って鉱物脈が認められる事例)

*:分析箇所aの結果については、P.71参照

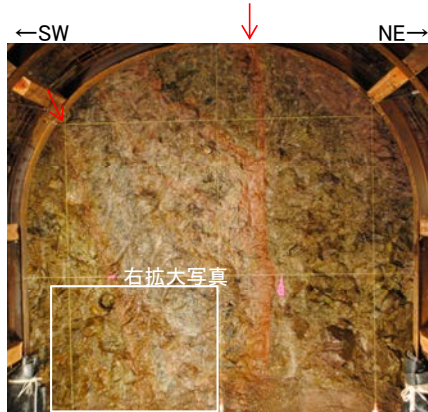
【敷地に認められる鉱物脈の例①】

深度54~57m (M-12.5)

母岩中の割れ目に沿って網目状に淡黄色の鉱物脈が認められる



コア写真



破砕部(S-1) ↑
No.9切羽 ↑ 破砕部(B-1)

岩盤調査坑(底盤 深度39m)



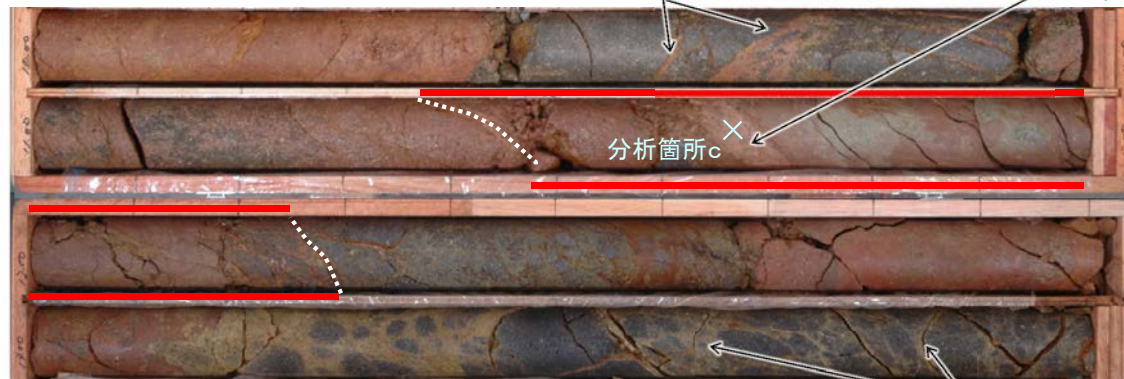
破砕部に沿って褐色の鉱物脈が認められる

破砕部(S-1) ↑
拡大写真

深度10~14m (E-8.6)

母岩中の割れ目に沿って網目状に赤褐色の鉱物脈が認められる

破砕部に沿って淡赤褐色の鉱物脈が認められる



コア写真

母岩中の割れ目に沿って網目状に黄褐色の鉱物脈が認められる

*:分析箇所b, cの結果については, P.71参照

【敷地に認められる鉱物脈の例②】

深度180~183m(L-12.5)

母岩中の割れ目に沿って暗緑色の鉱物脈が認められる



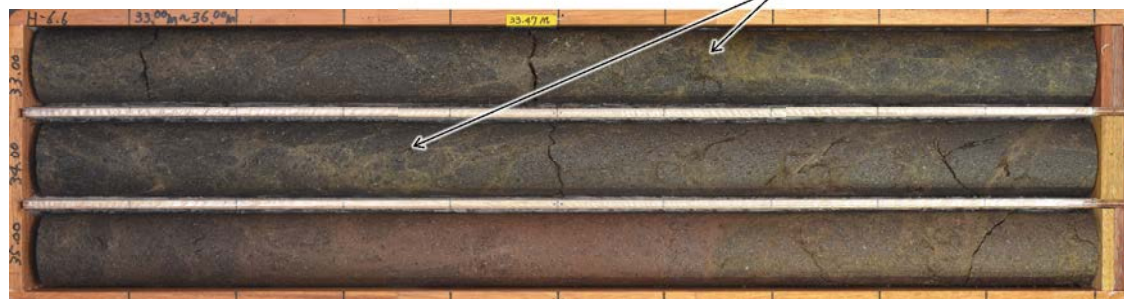
深度133~136m(M-14)

母岩中の割れ目に沿って黄褐色の鉱物脈が認められる



深度33~36m(H-6.6)

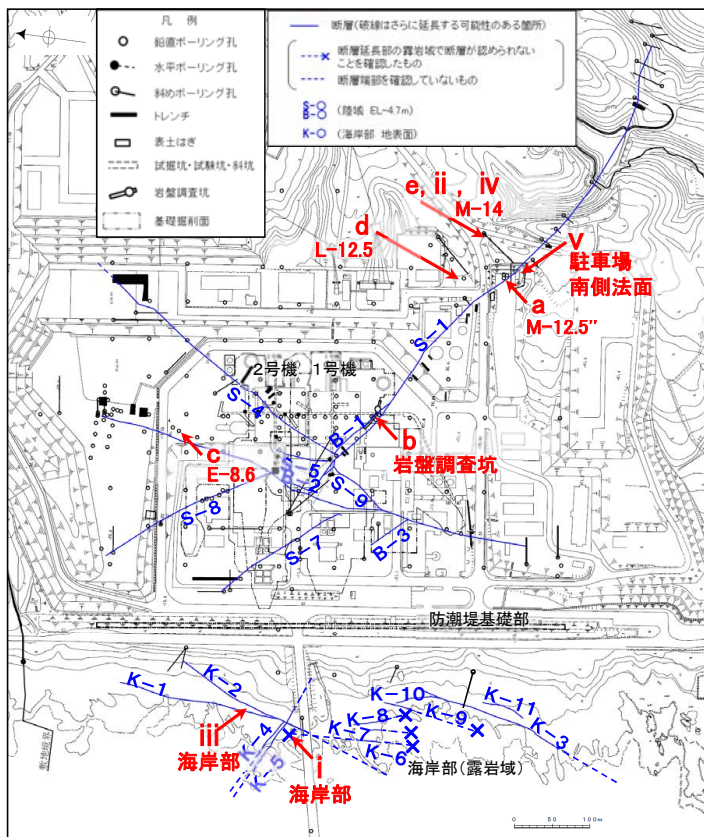
母岩中の割れ目に沿って網目状に黄褐色の鉱物脈が認められる



3.1.2(2) 鉱物脈法による検討の考え方 — 鉱物脈の成因の検討(XRD分析) —

- 前述した鉱物脈の成因として考えられるのは、風化変質あるいは熱水変質作用である。この変質作用の要因を特定するため、XRD分析による検討を行った。
- XRD分析の結果、鉱物脈(XRD分析結果)には、変質鉱物として、スメクタイト、クリストバライト、赤鉄鉱が主に検出され、その中で粘土鉱物であるスメクタイトが、どの試料にも共通して検出される。このことから、スメクタイトが変質作用に関わっていると考えられる。
- また、鉱物脈(XRD分析結果)と新鮮な母岩(XRD分析結果)を比較すると、鉱物脈は、新鮮な母岩に比べて、変質鉱物であるスメクタイトの割合が相対的に多い。
- さらに、明らかに風化変質作用を受けている地表面付近の風化した母岩(XRD分析結果)には、スメクタイトは検出されず、風化変質鉱物であるハロイサイトが検出される。
- 以上より、鉱物脈中のスメクタイトは、風化変質でなく、母岩中の割れ目や破碎部沿いに浸透した熱水による変質作用の影響を受けているものと判断され、この熱水変質作用を受けた時期について、火成活動の変遷と対応づけることにより年代を評価する。

XRD分析結果



位置図

試料採取位置

試料採取箇所		検出鉱物										
		石英	クリストバライト	斜長石	輝石類	雲母鉱物	7Å型ハロイサイト	スメクタイト	磁鉄鉱	赤鉄鉱	磁赤鉄鉱	針鉄鉱
a	M-12.5"			△		±		+		±	+	
b	岩盤調査坑			△		±		+		±	+	
c	E-8.6			△		±		+		±	+	
d	L-12.5			△		±		+		±	+	
e	M-14			△		±		+		±	+	
i	海岸部			△	○	+						
ii	M-14			△		±						
iii	海岸部			○		±				+		
iv	M-14			△		±				±	±	
v	駐車場南側法面			±				△		±	±	

XRD分析チャートについては、**データ集8**参照

XRD分析 測定諸元

装置: 理学電気製 MultiFlex	Divergency Slit: 1°
Target: Cu (K α)	Scattering Slit: 1°
Monochromator: Graphite 湾曲	Receiving Slit: 0.3mm
Voltage: 40KV	Scanning Speed: 2° /min
Current: 40mA	Scanning Mode: 連続法
Detector: SC	Sampling Range: 0.02°
Calculation Mode: cps	Scanning Range: 2~61°

- : 中量 (2,500~5,000cps)
 - △: 少量 (500~2,500cps)
 - +: 微量 (250~500cps)
 - ±: きわめて微量 (<250cps)
- 標準石英最強回折線強度 (3回繰り返し測定, 平均53.376cps)



新鮮な母岩(安山岩)の例
M-14ボーリング EL-157m

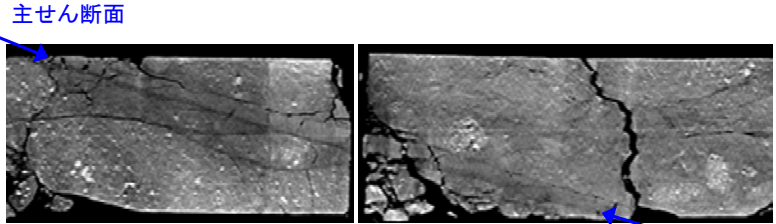


風化した母岩(安山岩)の例
駐車場南側法面 EL 32m


3.1.2(2) 鉱物脈法による検討の考え方 — 最新面認定の考え方 —

○鉱物脈法の適用にあたっては、前述した鉱物脈の成因に加え、断層の最新活動時期を表す最新面を適切に認定することが重要となる。

○この認定にあたっては、以下のとおり、巨視的観察により主せん断面を認定し、さらに微視的観察により最新面を認定する。

巨視的観察	<p>露頭観察 ボーリングコア観察 CT画像観察 研磨片観察</p>	<p>主せん断面認定 ・巨視的観察において、最も直線性・連続性がよく、明確に分帯でき、細粒化が進んでいる断層面。</p>	 <p>巨視的観察の例 (M-12.5"孔, CT画像)</p>
-------	--	---	---

↓ 主せん断面を微視的に観察

微視的観察	<p>薄片観察</p>	<p>最新面認定 ・主せん断面※で見られる、最も直線的で他に切られることのない不連続面。</p>	 <p>微視的観察の例 (M-12.5"孔, 薄片写真(直交ニコル))</p>
-------	-------------	---	---

※微視的観察における主せん断面は、細粒部を伴う連続性のよい不連続面(最新面)を含むゾーン

余白

3. 2 S-1

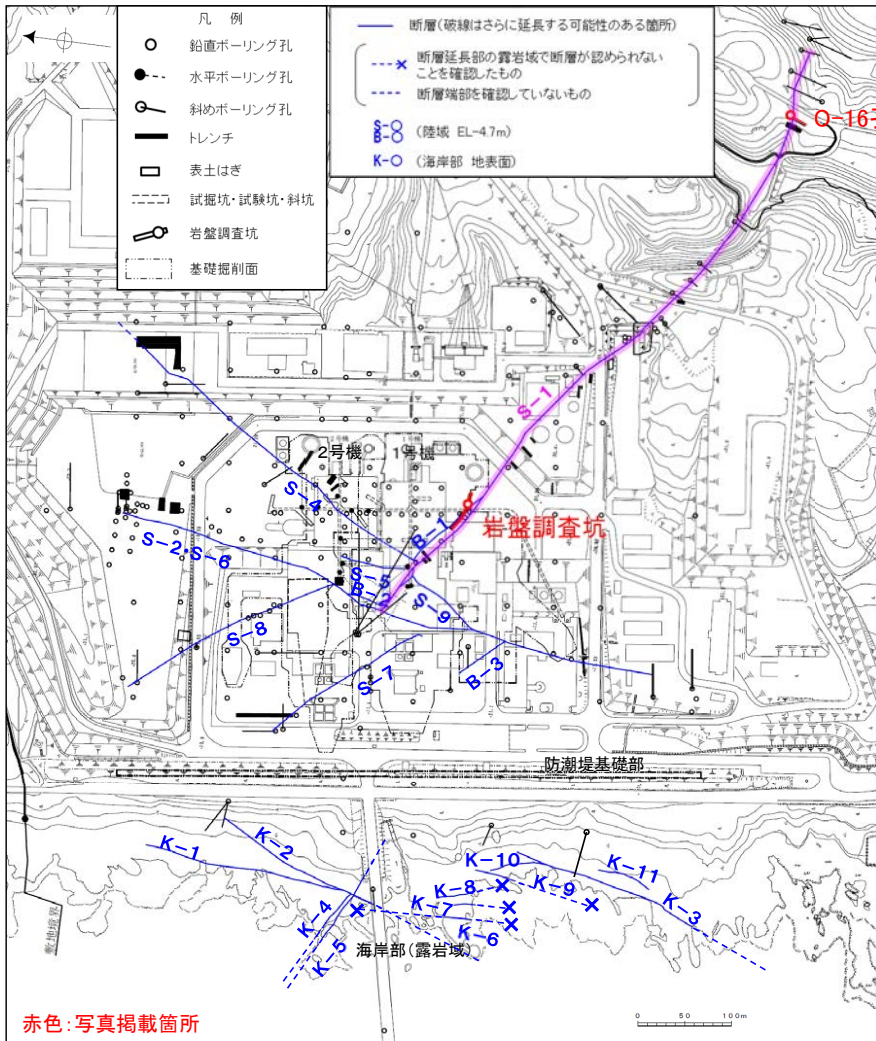
3.2.1 S-1の性状

○S-1断層

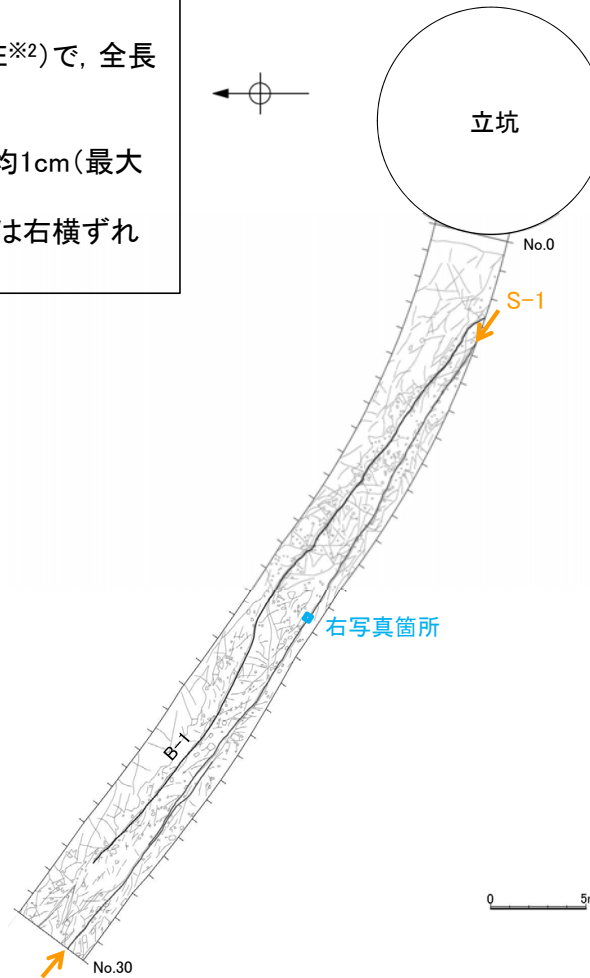
- ・概ね北西-南東走向(一般走向N60° W※1), 北東傾斜(80~70° NE※2)で, 全長780mであり, 南東部では東西走向に近づく。
- ・破碎部は, 粘土状破碎部, 固結した破碎部からなる。
- ・破碎部全体の幅は平均14cm(最大27cm), 粘土状破碎部の幅は平均1cm(最大6cm)である(データ集3(1))。
- ・固結した破碎部の運動方向は正断層で, 粘土状破碎部の運動方向は右横ずれ逆断層である(データ集3(2))。

※1 一般走向は真北基準で示す

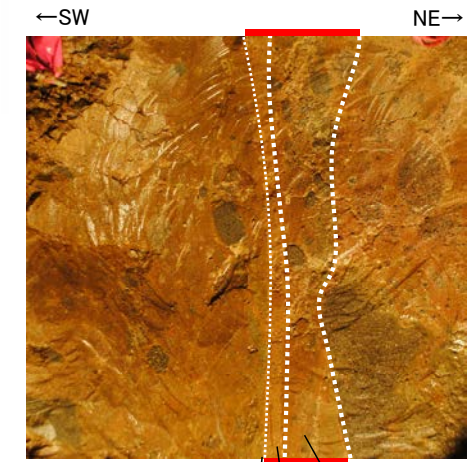
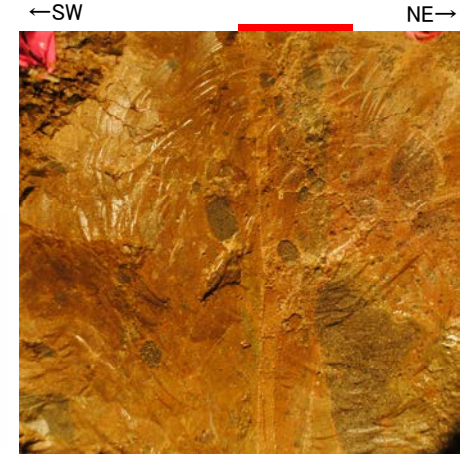
※2 傾斜の確認位置: 岩盤調査坑



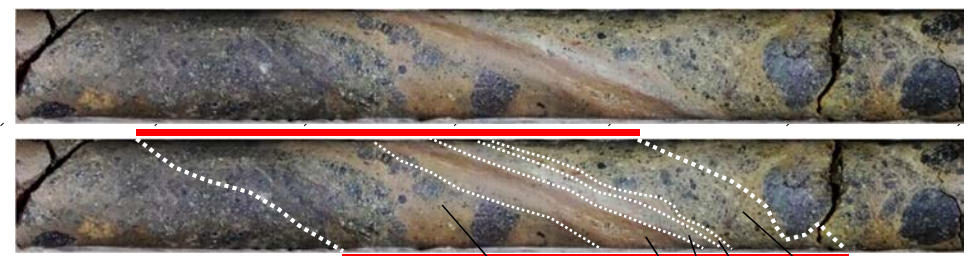
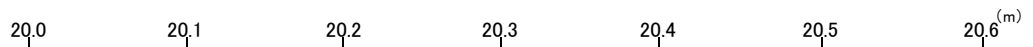
位置図



岩盤調査坑底盤 スケッチ



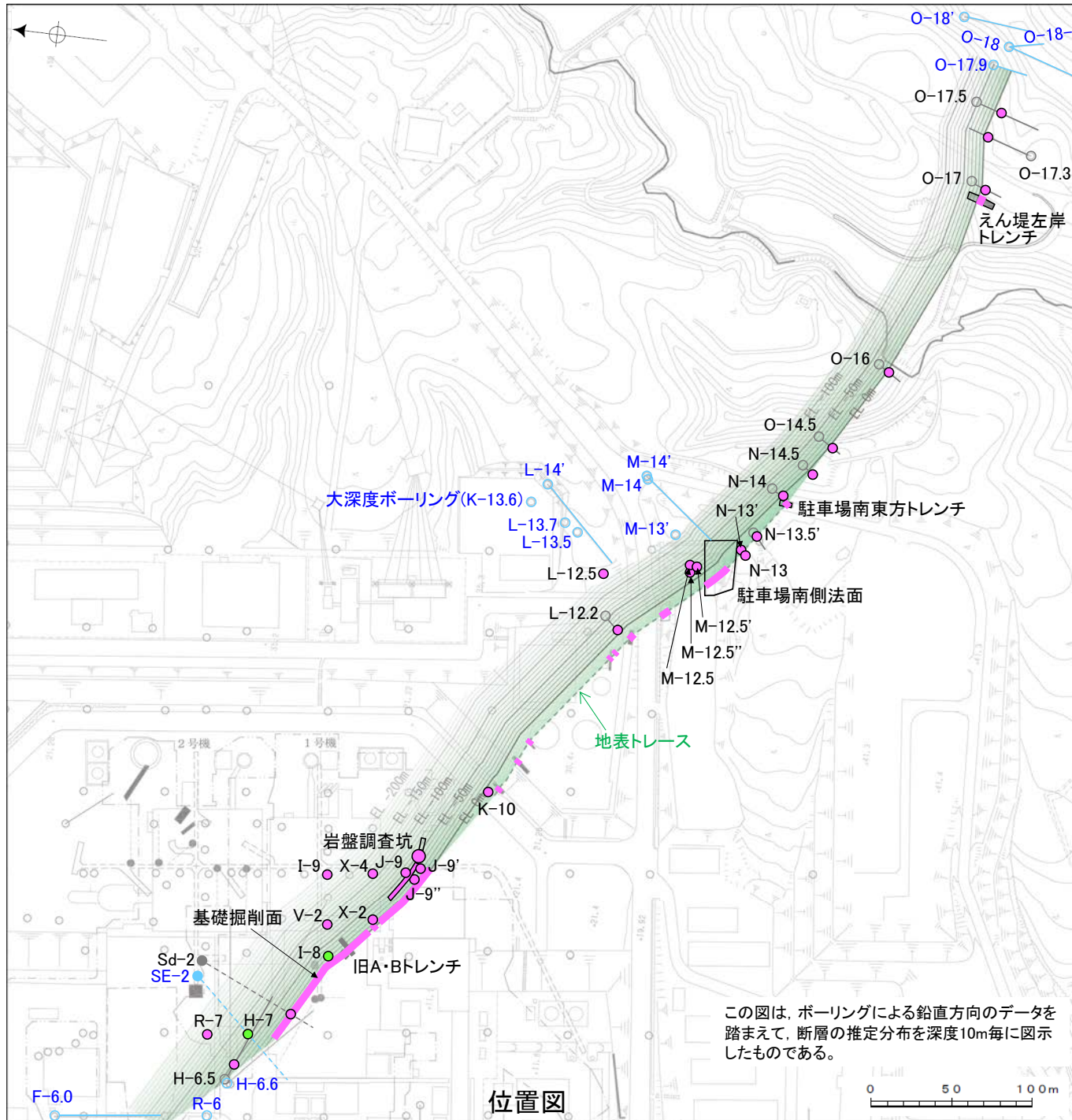
No.15付近底盤写真(下写真は破碎部加筆)



- ① 粘土状破碎部
- ③-1 固結した粘土・砂状破碎部
- ③-2 固結した角礫状破碎部

S-1写真(O-16孔)(下写真は破碎部加筆)

3.2.1 S-1の性状 ー固結した破砕部・粘土状破砕部の分布状況ー



- 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
- ボーリングで確認した破砕部
- 固結した破砕部+粘土状破砕部
 - コア形状が不良で破砕部の分類等が特定できない
- 露頭(基礎掘削面, トレンチ等)で確認した破砕部
- 固結した破砕部+粘土状破砕部
- 想定位置に破砕部が認められないボーリング (孔名を青字で示したもの)
- 鉛直ボーリング
 - 斜めボーリング
 - 水平ボーリング

ボーリング孔による破砕部確認深度

孔名	確認深度 (m)	標高 (m)	孔名	確認深度 (m)	標高 (m)
R-7	153.35	EL-142.07	L-12.5	174.18	EL-138.38
H-6.5	65.45	EL-46.77	M-12.5	63.43	EL-35.33
H-7	82.85	EL-66.93	M-12.5'	51.65	EL-26.59
Sd-2	62.71	EL-6.54	M-12.5''	50.00	EL-23.90
I-8	49.73	EL-27.83	N-13	11.10	EL26.53
V-2	119.55	EL-96.37	N-13'	23.39	EL15.13
X-2	37.38	EL-15.99	N-13.5'	10.90	EL29.74
I-9	214.83	EL-186.18	N-14	30.97	EL11.78
X-4	143.95	EL-118.01	N-14.5	21.31	EL26.25
J-9	58.65	EL-34.50	O-14.5	26.93	EL14.42
J-9'	28.67	EL-7.52	O-16	20.36	EL12.72
J-9''	29.33	EL-8.23	O-17	16.28	EL25.11
K-10	16.95	EL15.64	O-17.3	41.82	EL8.81
L-12.2	41.93	EL-10.97	O-17.5	25.29	EL22.77

延長部のボーリング孔での想定位置

孔名	想定深度 (m)	標高 (m)	孔名	想定深度 (m)	標高 (m)
F-6.0	127	EL-111	M-13'	156	EL-118
R-6	34	EL-23	M-14	300	EL-265
H-6.6	38	EL-27	M-14'	140	EL-100
SE-2	60	EL-6.46	O-17.9	23	EL19
L-14'	230	EL-189	O-18	16	EL18
L-13.5	302	EL-267	O-18-2	19	EL16
L-13.7	336	EL-301	O-18'	58	EL-11
K-13.6	439	EL-404			

この図は、ボーリングによる鉛直方向のデータを踏まえて、断層の推定分布を深度10m毎に図示したものである。

3.2.2 S-1の活動性評価 – 評価の考え方, 調査位置 –

OS-1の活動性評価の考え方及び調査位置は下記のとおり。

(1) 高位段丘 I a面での上載地層法による調査

OMIS5e以前の段丘堆積物が現存する位置において、上載地層法による調査を行った。

評価手法	調査位置	記載頁
上載地層法	駐車場南東方トレンチ	P.77~85
	えん堤左岸トレンチ	P.86~92

(2) 有識者会合の評価に対する調査(S-1北西部での鉤物脈法による調査)

【有識者会合のS-1の活動性評価】

・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。一方、南東部は後期更新世以降の活動はないと判断する。

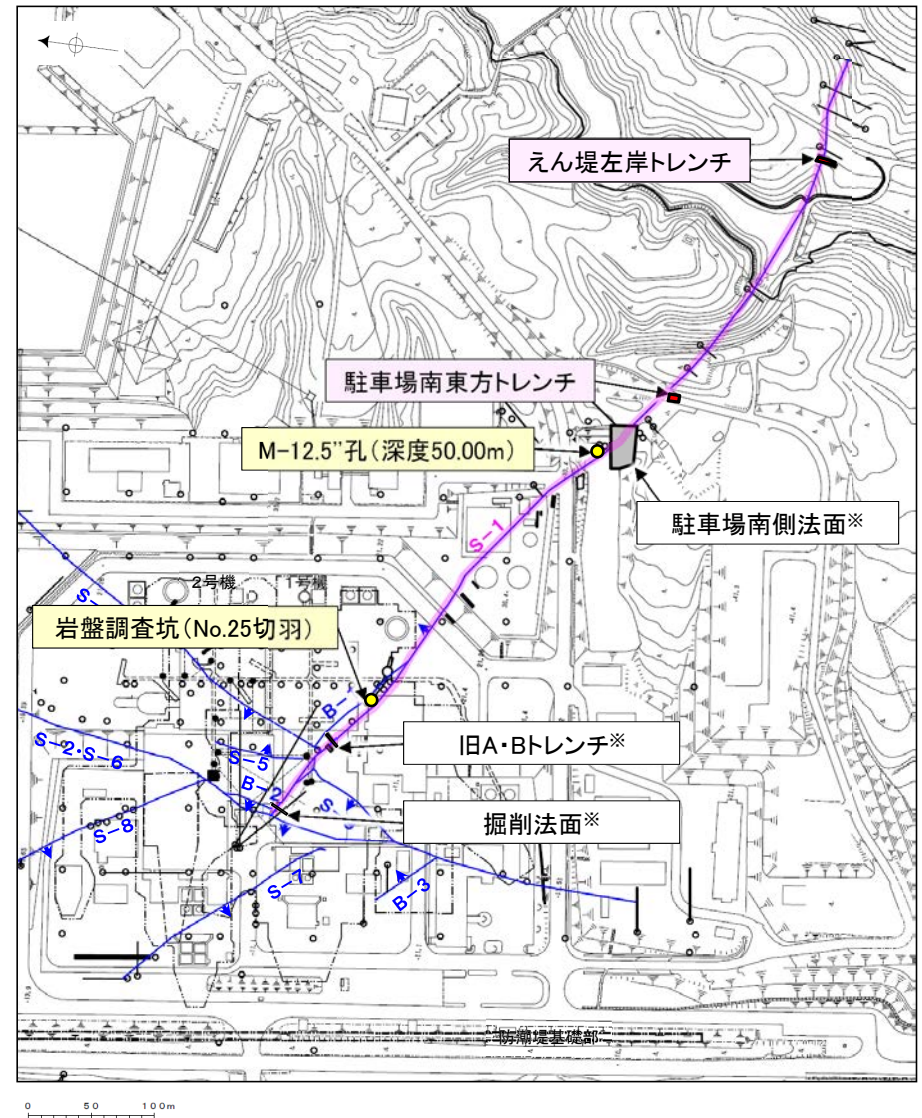
OS-1北西部において、上載地層法による調査が実施できないことから、鉤物脈法による調査を行った。

評価手法	調査位置	記載頁
S-1北西部での鉤物脈法(薄片観察)	岩盤調査坑(No.25切羽)	P.94~97
	M-12.5"孔(深度50.00m)	P.98~104

(参考)有識者会合の評価に関連して、下記の検討を行った。

検討の内容	記載頁
検討1: 鉤物脈法の結果を踏まえた岩盤上面の段差の検討	P.107~110
検討2: 旧A・Bトレンチを模擬した室内実験	
検討3: S-1北西部のみの単独活動の可能性検討	

S-1の活動性評価

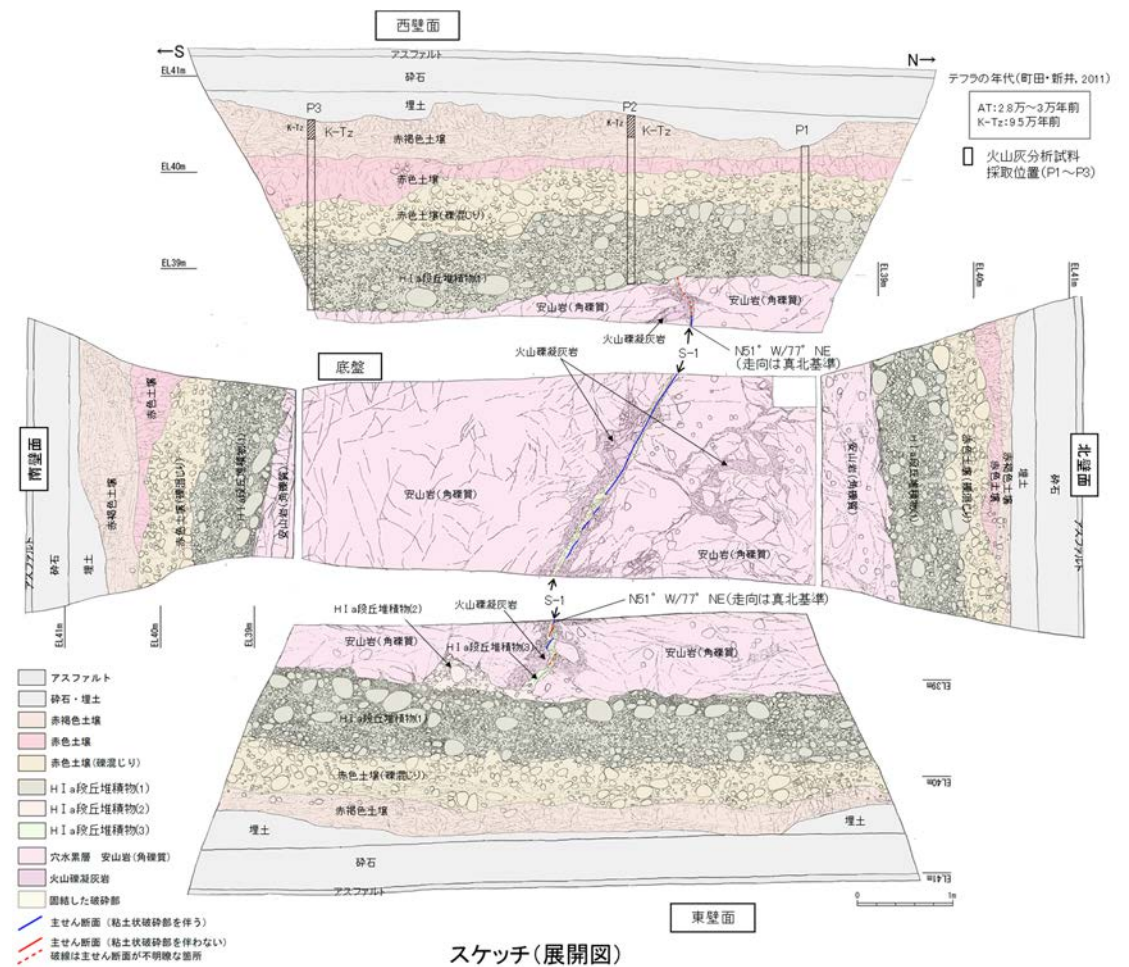
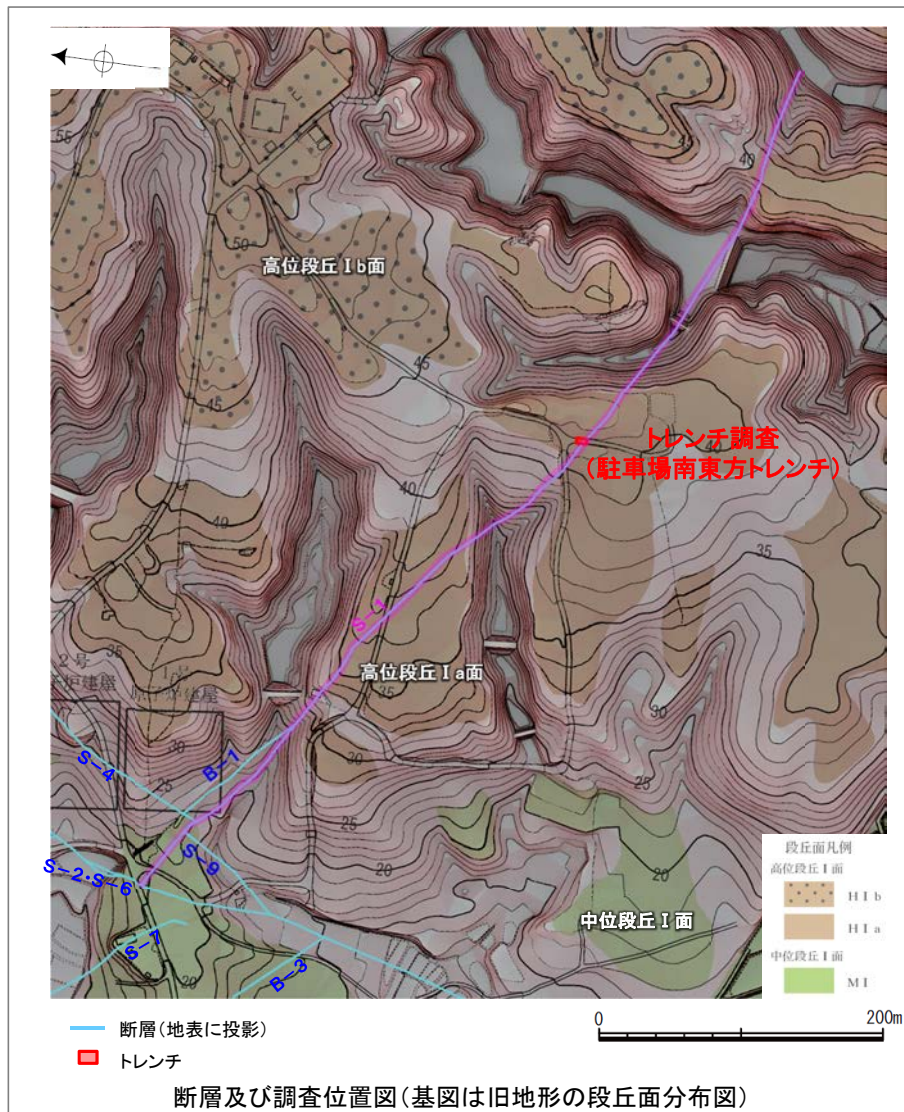


調査位置図(S-1関連)

※駐車場南側法面, 旧A・Bトレンチ, 掘削法面上の上載地層法による調査データは、データ集3(6)~(8)参照

3.2.3(1) S-1 上載地層法(駐車場南東方トレンチ) ー概要ー

- S-1の活動性評価を行うため、高位段丘 I a面を判読した位置において、トレンチ調査(駐車場南東方トレンチ)を実施した。
- 駐車場南東方トレンチにおいて、幅5~10cmの固結した破碎部及びフィルム状の粘土状破碎部からなるS-1を確認。
- 基盤の安山岩(角礫質)の上位には、下位からH I a段丘堆積物(1)~(3), 赤色土壌(礫混じり), 赤色土壌, 赤褐色土壌が分布する。
- S-1は基盤直上の約12~13万年前より古い高海面期に堆積したH I a段丘堆積物に変位・変形を与えていない。

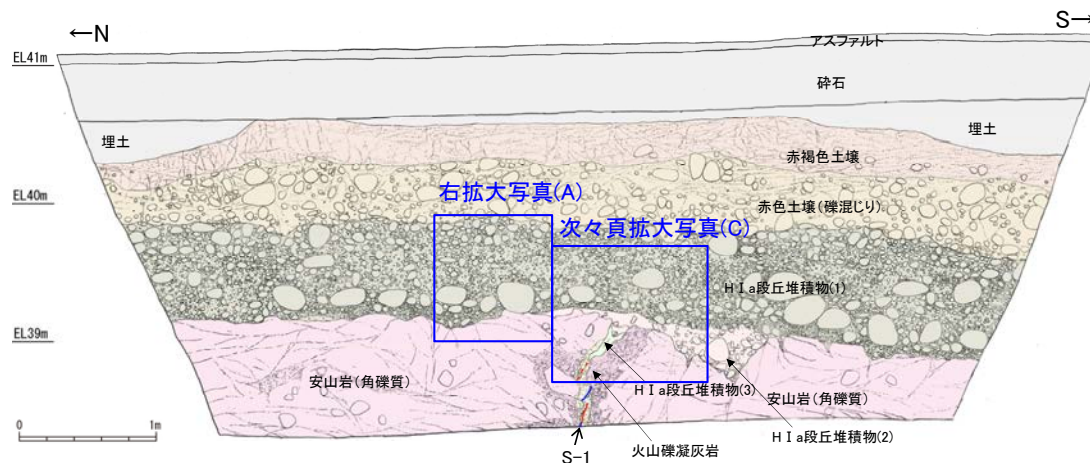


3.2.3(1) S-1 上載地層法(駐車場南東方トレンチ) -H I a段丘堆積物の特徴-

OP.53において海成段丘堆積物と認定した駐車場南東方トレンチのH I a段丘堆積物は、以下の特徴を有する。

- ・亜円～円礫主体で、礫の含有率が高い(本頁)。
- ・南壁面において、礫が上流側へ斜めに傾いて堆積した覆瓦状構造が認められ、海側からの水流を示す(P.79)。
- ・基質中に粒径0.1～0.8mm主体の石英粒子を含む(P.80)。

【東壁面】



東壁面スケッチ

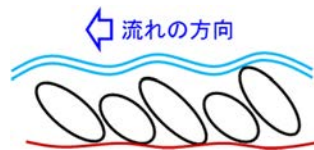
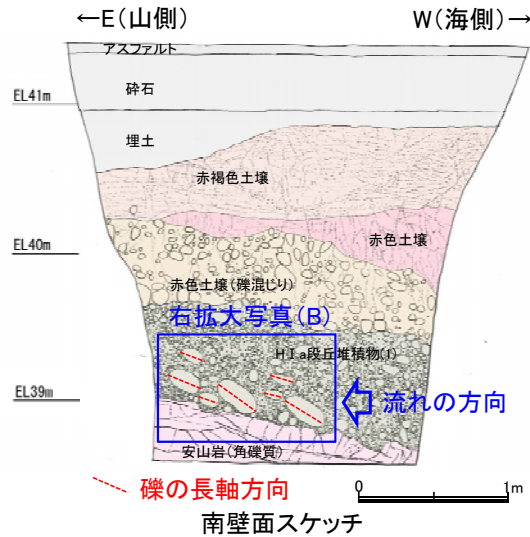


拡大写真(A)

0 20cm

亜円～円礫主体で、礫の含有率が高い

【南壁面】



覆瓦状構造 (imbricate structure)

水流によって運ばれてきた板状あるいは円体状のレキは、水流から受ける抵抗を小さくするために、水底面に対し、上流側へ斜めに傾いて堆積したものです。このようなレキの配列は、あたかも屋根に瓦をふくような見かけを呈すところから、覆瓦状構造とよばれています。覆瓦状構造は、しばしば海岸に打ち上げられたレキや川原のレキなどにも見ることができ、前者では、レキは海側に、後者では、レキは川上に傾いています。したがって、覆瓦状構造から、レキの運搬方向を知ることができます。(菅野・奥村, 1978)

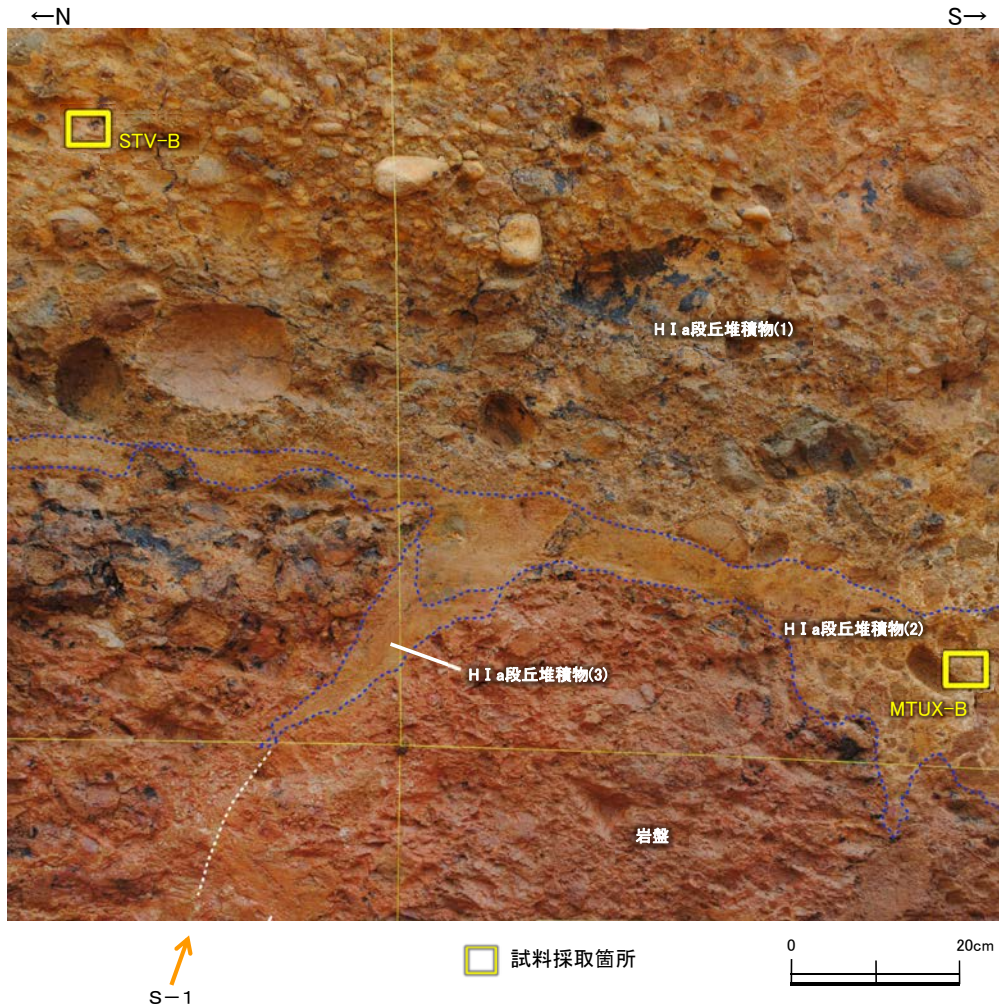


拡大写真(B)

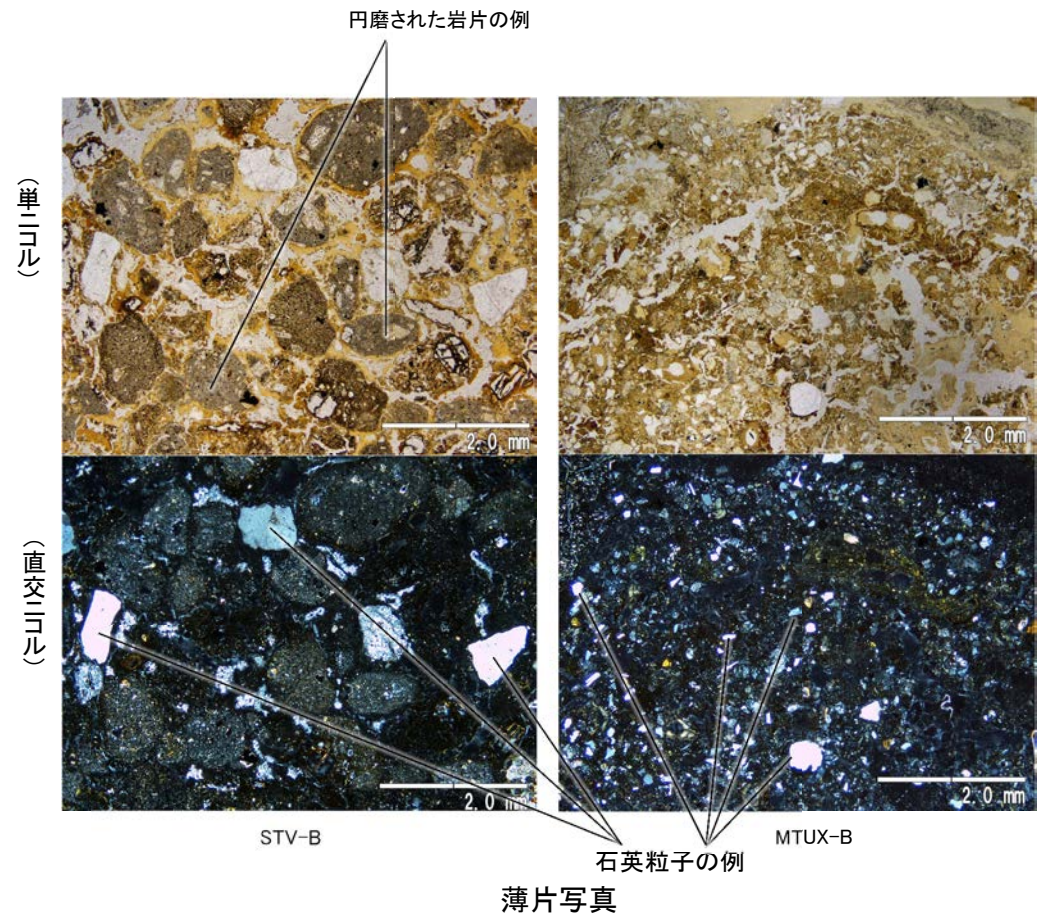
0 20cm

- ・南壁面において、礫が上流側へ斜めに傾いて堆積した覆瓦状構造が認められ、海側からの水流を示す。

【薄片観察】



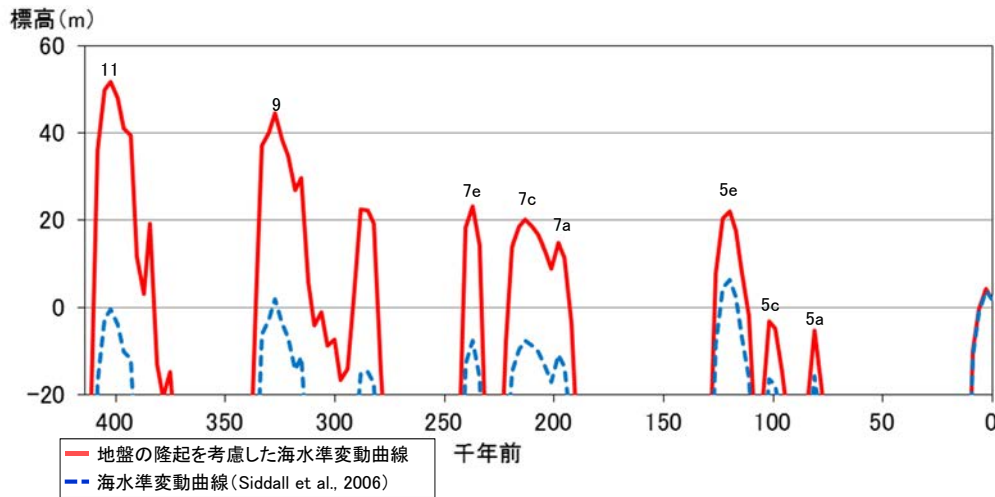
拡大写真(C)



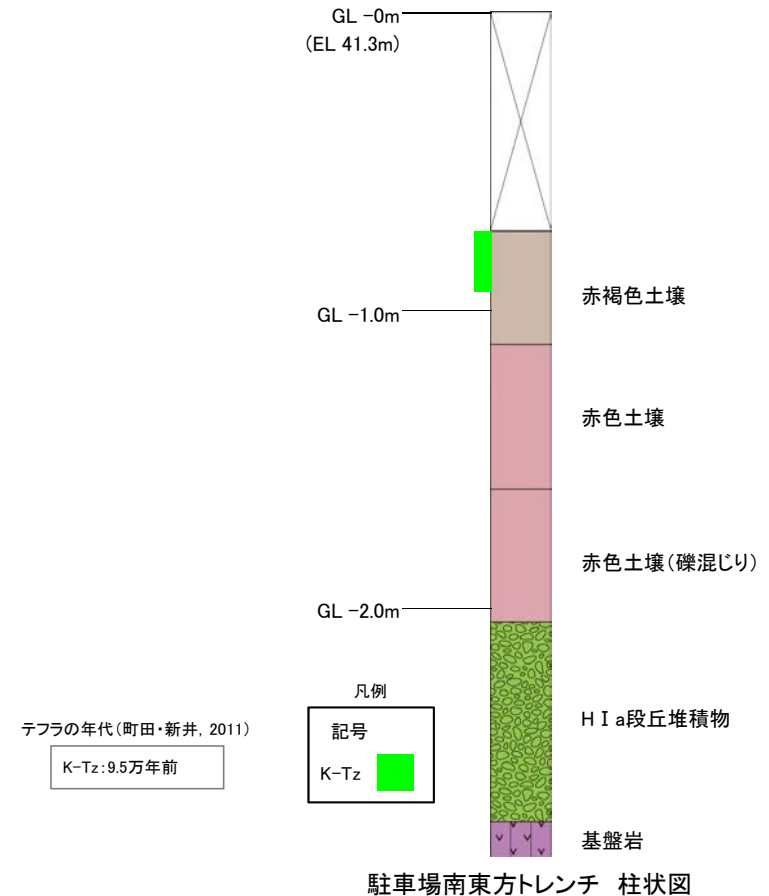
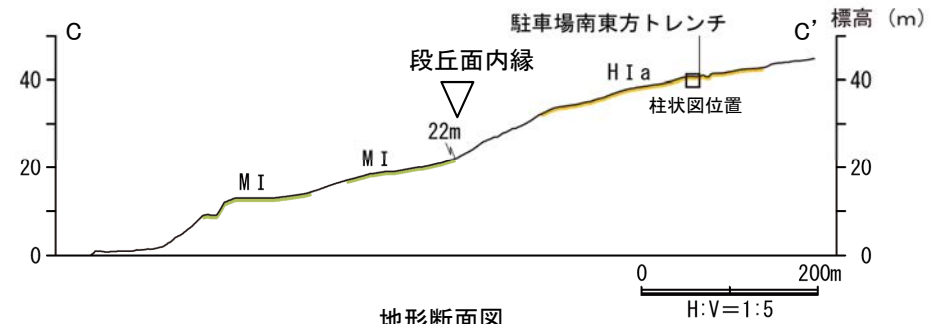
- (特徴)
- ・粒径0.1~0.8mm主体の石英粒子を含む
 - ・円磨された岩片(安山岩)を含む

3.2.3(1) S-1 上載地層法(駐車場南東方トレンチ) — 調査位置と過去の海水準との関係 —

OP.56においてMIS5e(約12~13万年前)より古い高海面期に堆積したと判断した駐車場南東方トレンチのH I a段丘堆積物について、その位置する標高と過去の海水準との関係を、断面図と柱状図により示す。



敷地の平均隆起速度(0.13m/千年)をもとに補正した海水準変動曲線



3.2.3(1) S-1 上載地層法(駐車場南東方トレンチ) —被覆層の特徴—

○駐車場南東方トレンチのH I a段丘堆積物の上位に分布する被覆層について観察・分析を行った。

○H I a段丘堆積物の上位には高位段丘面(MIS5eより古い高海面期に形成)に特徴的な赤色土壌※が認められ、その上位に赤褐色土壌(K-Tzの降灰層準含む)が認められる。

※: 赤色土壌は下末吉期の温暖な気候を経て形成されたと考えられ、高位段丘を識別する重要な特徴とされている(松井・加藤(1965), 成瀬(1974), 阿部ほか(1985))。

赤褐色土壌

- ・色調5YR4/6~2.5YR4/6(赤褐色部), 7.5YR5/8(淡色部)。
- ・水平方向のトラ斑あり。赤褐色部と淡色部の割合は同程度。

赤色土壌

- ・色調5YR4/6~2.5YR4/8(赤色部), 7.5YR5/8(淡色部)。
- ・トラ斑あり。赤色部が卓越し、淡色部は少ない。

赤色土壌(礫混じり)

- ・基質は砂混じりシルト質粘土。
- ・色調5YR4/6(赤色部), 7.5YR5/8(淡色部)。
- ・主に上部にトラ斑あり。
- ・径3~25cmの安山岩垂円~円礫を20~30%含む。
- ・径10cm以下の礫は砂粒子とともにくさり礫化し、軟質であり、それ以上の礫は半くさり礫である。

遊離酸化鉄分析・火山灰分析結果

- ・赤色土壌について実施した遊離酸化鉄分析の結果、能登半島の赤色土壌の分布範囲に含まれている。(データ集2(2))
- ・火山灰分析の結果、P2, P3において、赤褐色土壌の上部からK-Tzが認められる(データ集3(4))。

テフラの年代(町田・新井, 2011)

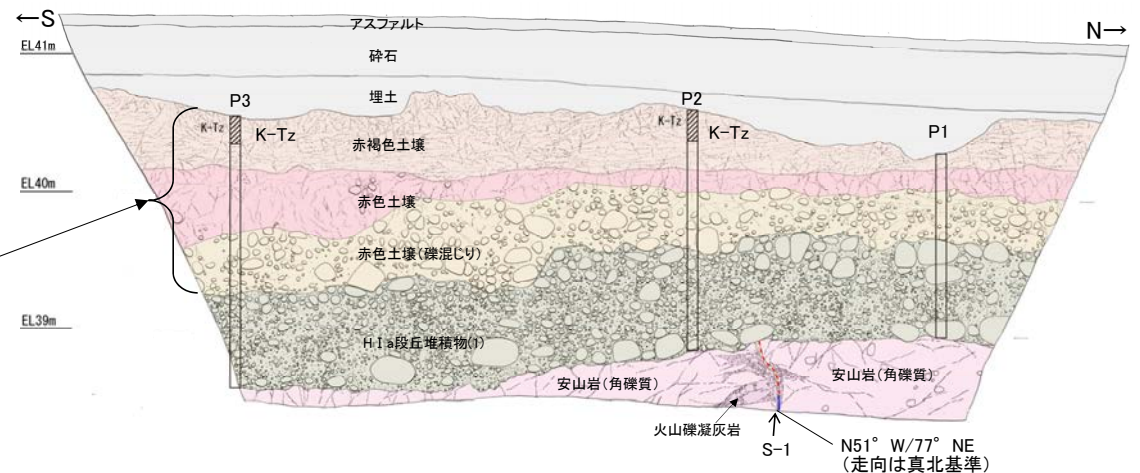
AT: 2.8万~3万年前
K-Tz: 9.5万年前

火山灰分析試料採取位置(P1~P3)

・高位段丘面に特徴的な赤色土壌が認められ、その上位に赤褐色土壌(K-Tzの降灰層準含む)が認められる



西壁面写真



西壁面スケッチ

3.2.3(1) S-1 上載地層法(駐車場南東方トレンチ) -S-1と上載地層の関係-

○上載地層との関係を詳細に観察した結果, S-1は基盤直上のH I a段丘堆積物に変位・変形を与えていない(P.84, 85)。

赤褐色土壌

- ・色調5YR4/6~2.5YR4/6(赤褐色部), 7.5YR5/8(淡色部)。
- ・水平方向のトラ斑あり。赤褐色部と淡色部の割合は同程度。

赤色土壌

- ・色調5YR4/6~2.5YR4/8(赤色部), 7.5YR5/8(淡色部)。
- ・トラ斑あり。赤色部が卓越し, 淡色部は少ない。

赤色土壌(礫混じり)

- ・基質は砂混じりシルト質粘土。
- ・色調5YR4/6(赤色部), 7.5YR5/8(淡色部)。
- ・主に上部にトラ斑あり。
- ・径3~25cmの安山岩垂円~円礫を20~30%含む。
- ・径10cm以下の礫は砂粒子とともにくさり礫化し, 軟質であり, それ以上の礫は半くさり礫である。

H I a段丘堆積物(1)

- ・砂礫層からなり, 基質は中~粗粒砂であり, 砂粒子の間隙をシルト~粘土分が充填する。
- ・径2~10cmの安山岩垂円~円礫を50~70%含む, 最大40cmの礫が混じる。
- ・礫は全体に円磨されており, 硬質である。
- ・基質の砂粒子は, 一部の礫とともにくさり礫化し, 軟質である。
- ・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プリケーションを示す。

H I a段丘堆積物(2)

- ・砂礫層からなり, 基質はシルト質細~中粒砂である。
- ・径2~5cmの安山岩垂円~円礫を30~50%含む, 最大15cmの礫が混じる。
- ・礫のほとんどは砂粒子とともにくさり礫化し, 軟質である。

H I a段丘堆積物(3)

- ・シルト質細~中粒砂からなる。

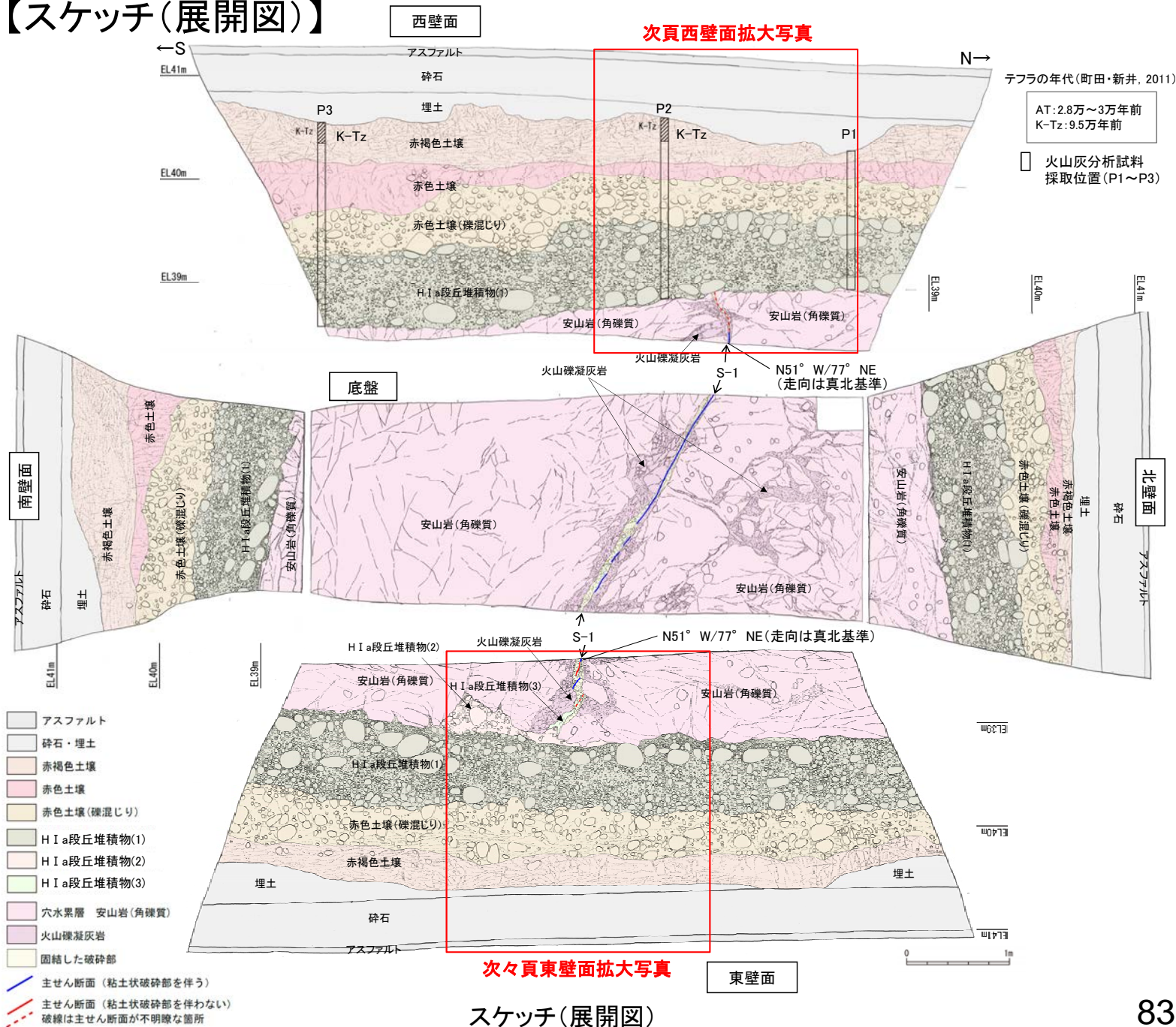
S-1

- ・S-1は, 走向・傾斜N51° W/77° NE(走向は真北基準)で, 幅5~10cmの固結した破碎部及びフィルム状の灰褐色~褐色を呈する粘土状破碎部からなり, 穴水層の岩盤の上面まで認められる。
- ・S-1は, 基盤直上のH I a段丘堆積物に変位・変形を与えていない。

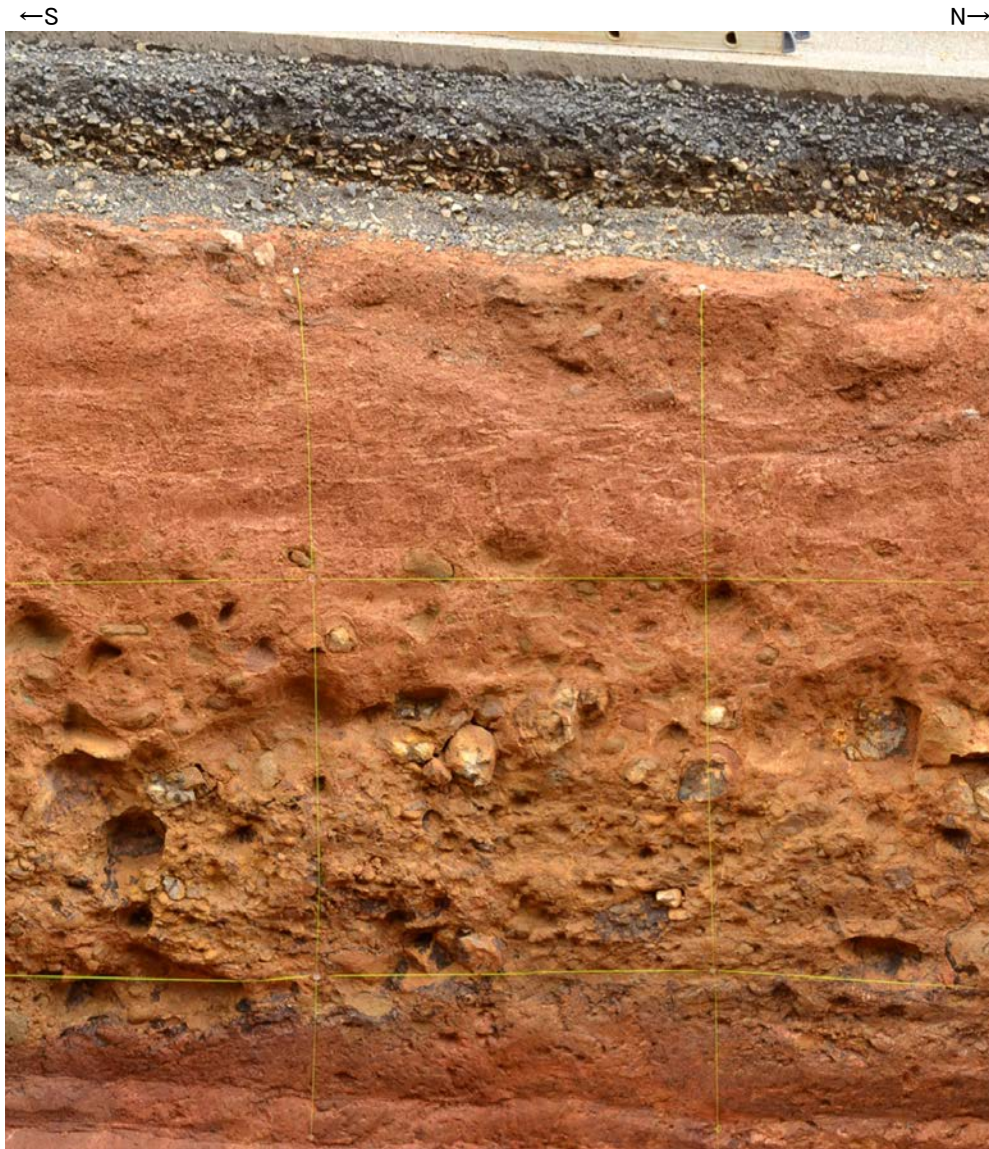
遊離酸化鉄分析・火山灰分析結果

- ・赤色土壌について実施した遊離酸化鉄分析の結果, 能登半島の赤色土壌の分布範囲に含まれている。(データ集2(2))
- ・火山灰分析の結果, P2, P3において, 赤褐色土壌の上部からK-Tzが認められる。

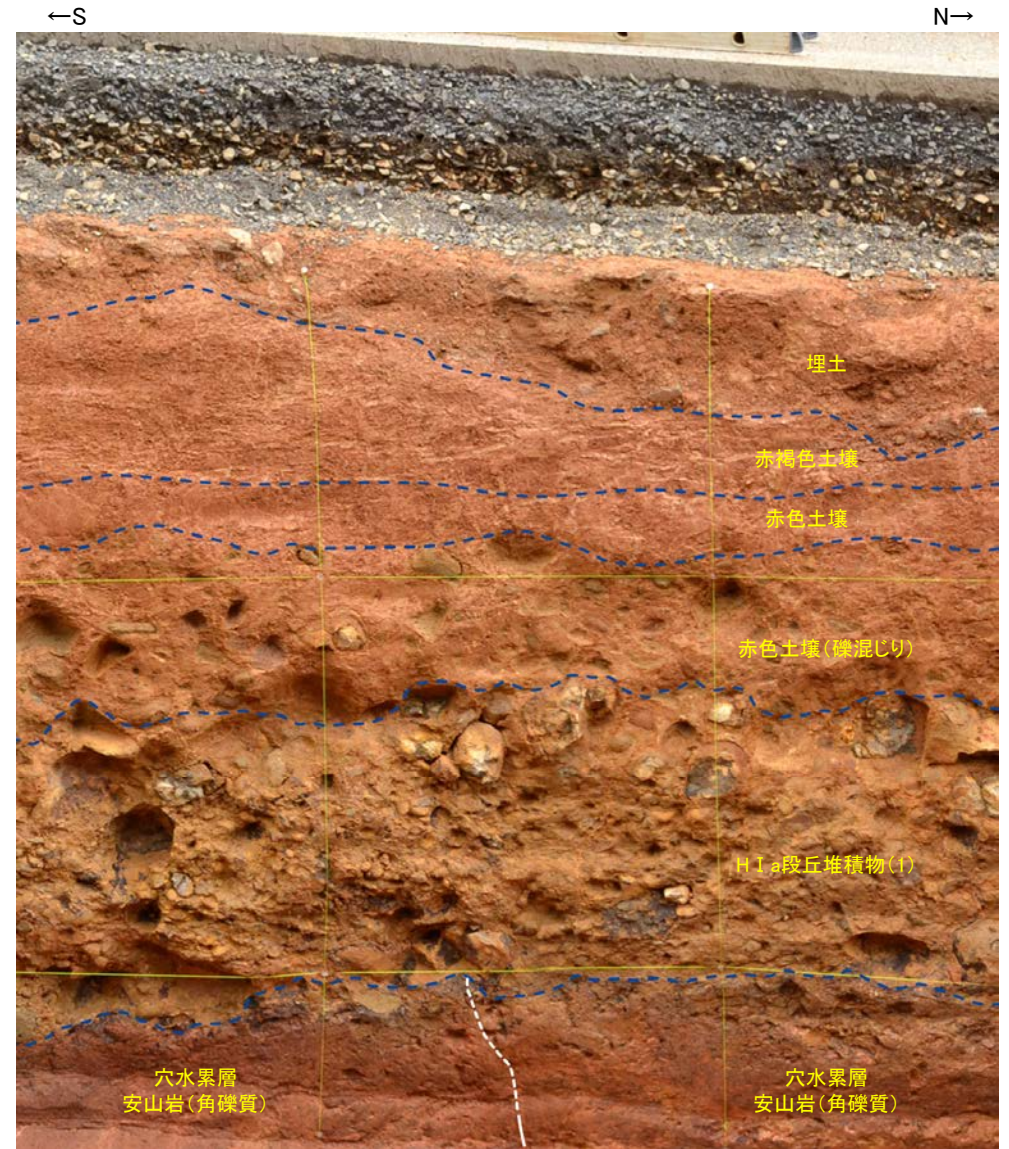
【スケッチ(展開図)】



【西壁面拡大写真】



西壁面拡大写真

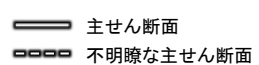
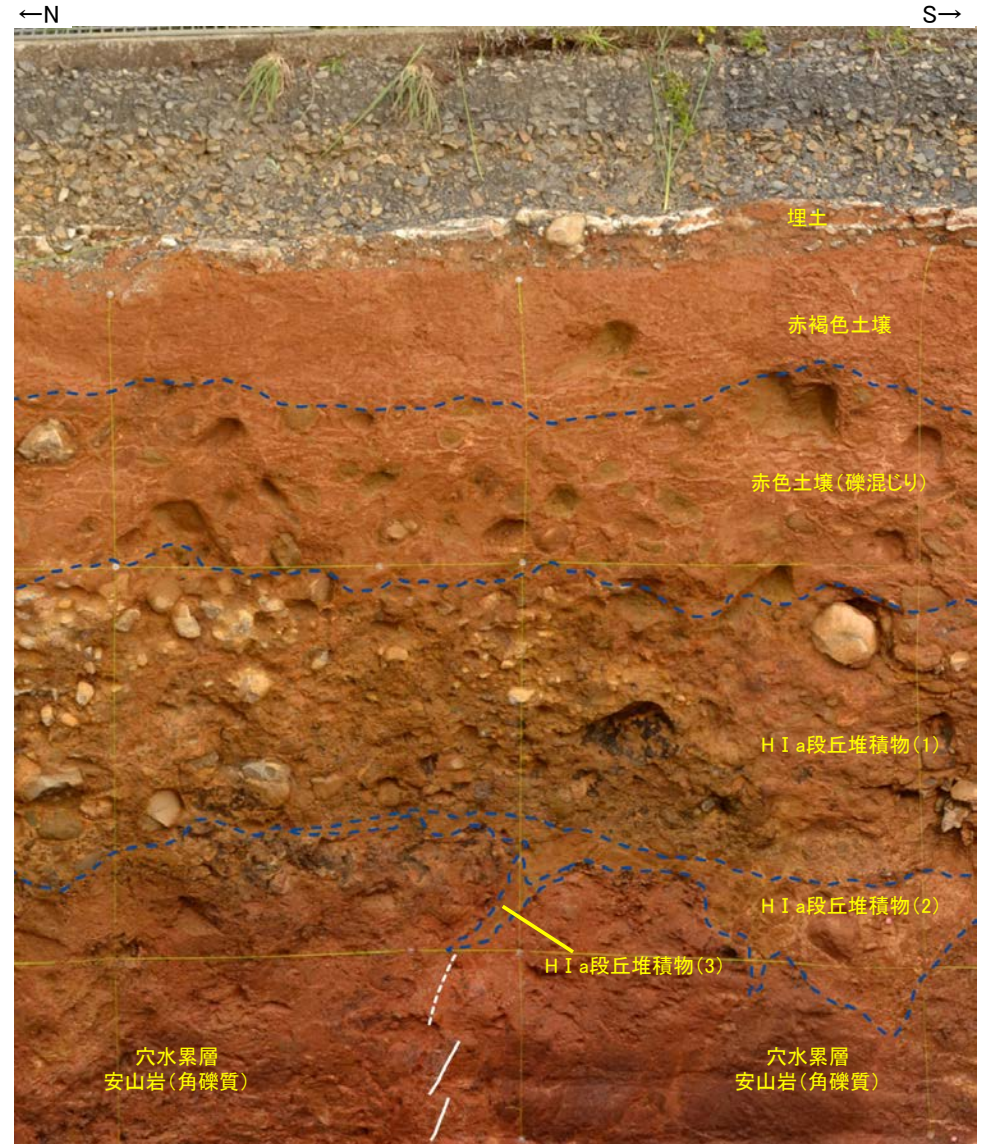


西壁面拡大写真(S-1等を加筆)

【東壁面拡大写真】



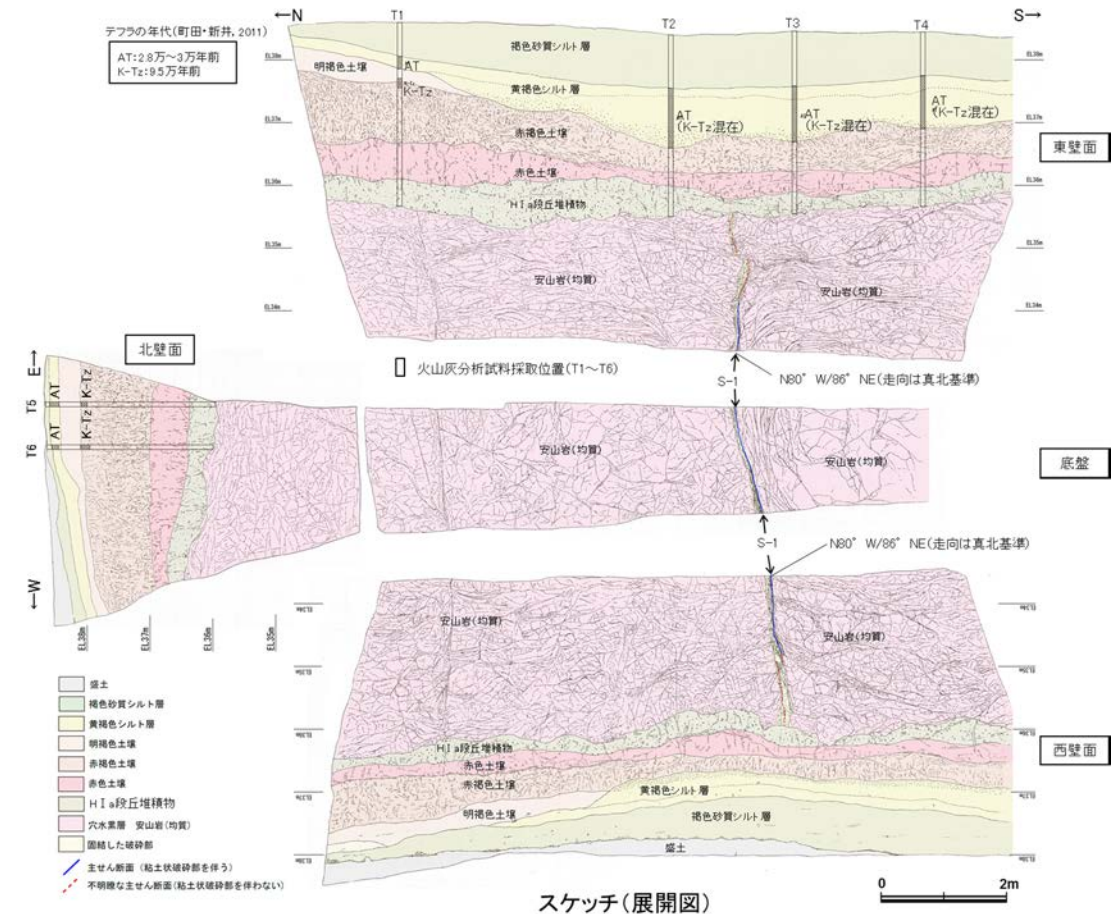
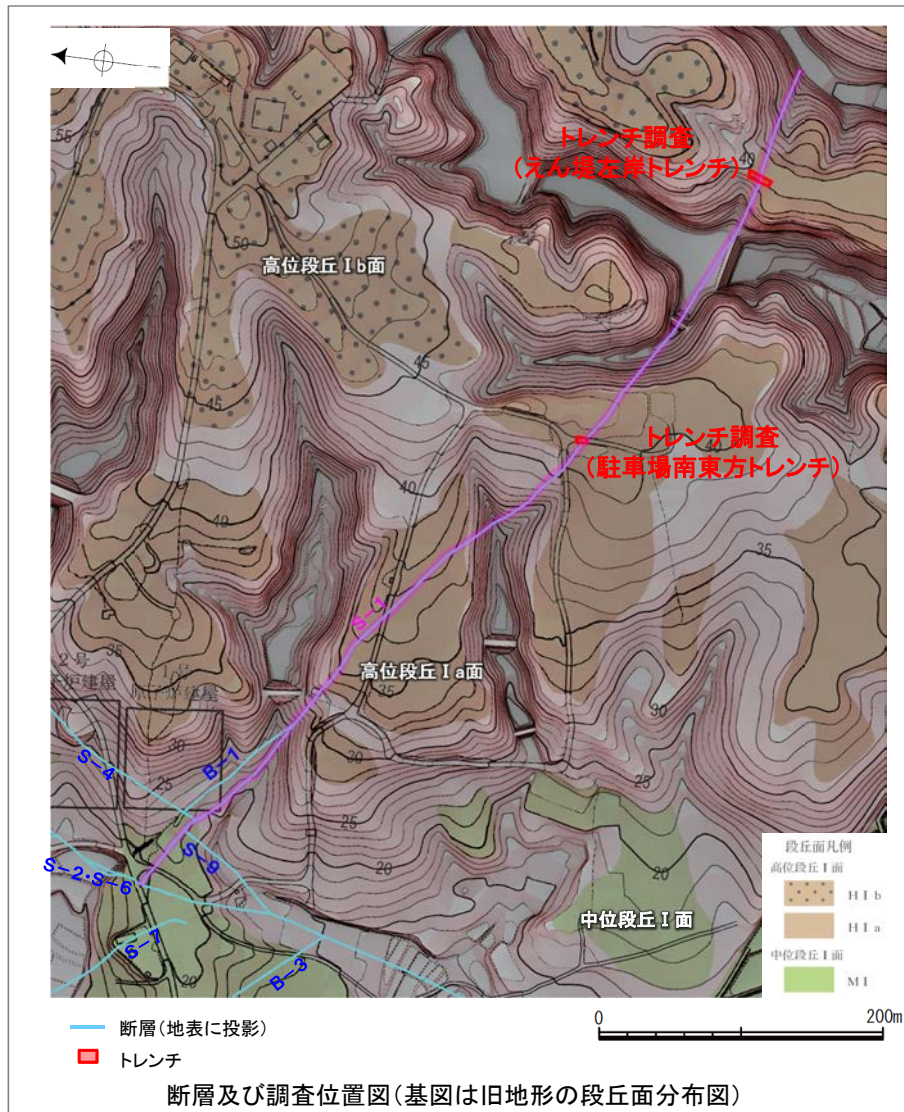
東壁面拡大写真



東壁面拡大写真(S-1等を加筆)

3.2.3(2) S-1 上載地層法(えん堤左岸トレンチ) ー概要ー

- 駐車場南東方トレンチと同様に高位段丘 I a面を判読した位置において、トレンチ調査(えん堤左岸トレンチ)を実施した。
- えん堤左岸トレンチにおいて、幅20~30cmの固結した破碎部及び幅フィルム状~3.5cmの粘土状破碎部からなるS-1を確認。
- 基盤の安山岩(均質)の上位には、下位からH I a段丘堆積物、赤色土壌、赤褐色土壌、明褐色土壌、黄褐色シルト層、褐色砂質シルト層が分布する。
- S-1は基盤直上の約12~13万年前より古い高海面期に堆積したH I a段丘堆積物に変位・変形を与えていない。

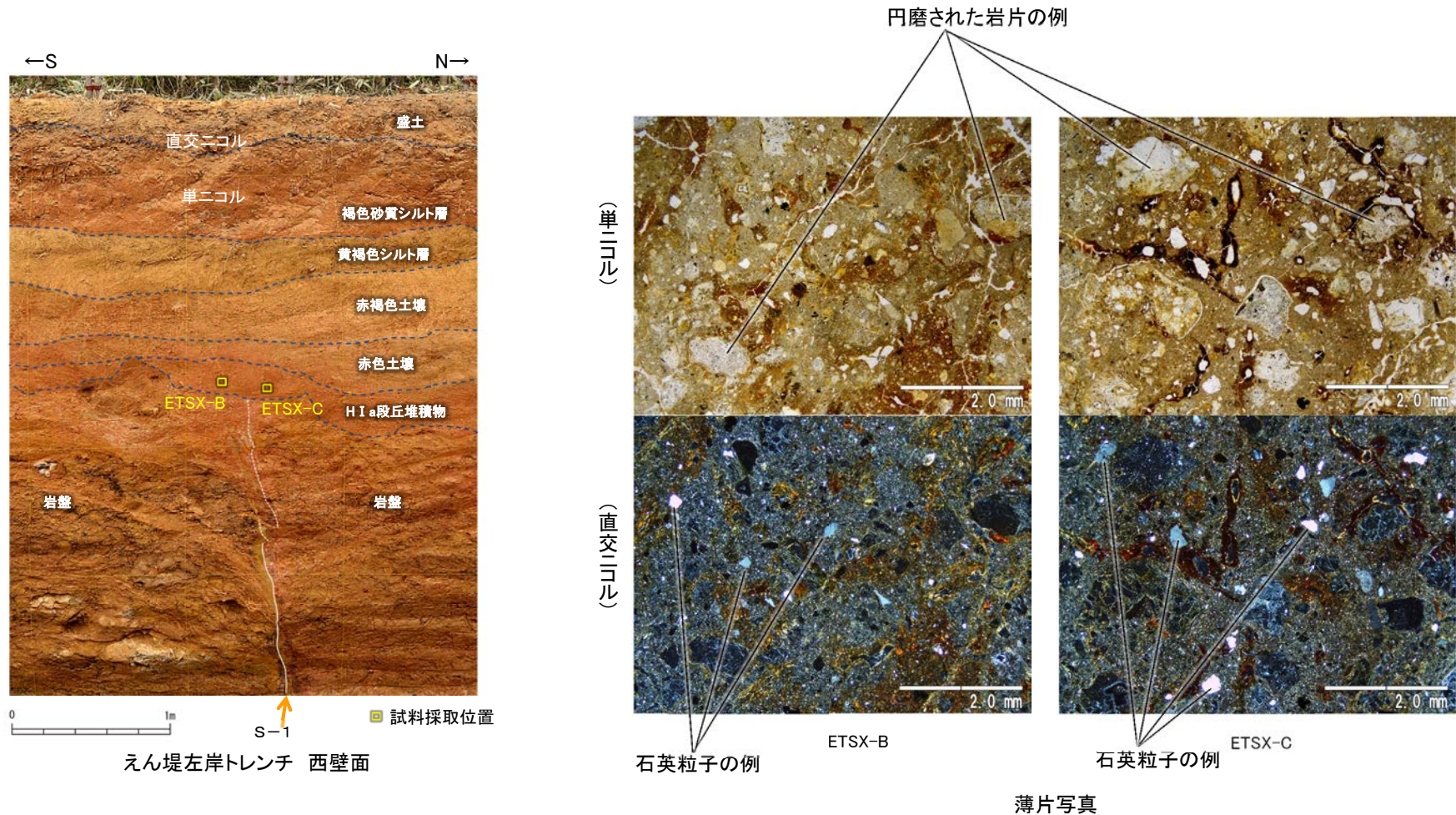


3.2.3(2) S-1 上載地層法(えん堤左岸トレンチ) – H I a段丘堆積物の特徴–

○えん堤左岸トレンチについては、高位段丘 I a面の旧汀線付近に位置し、堆積物の層厚は薄いこと、また、風化が進んでいることから、層相の肉眼観察による海成段丘堆積物の判断は困難である。

○海成段丘堆積物と認定したえん堤左岸トレンチのH I a段丘堆積物は、以下の特徴を有する。

- ・基質中に粒径0.1~0.2mm主体の石英粒子を含む。

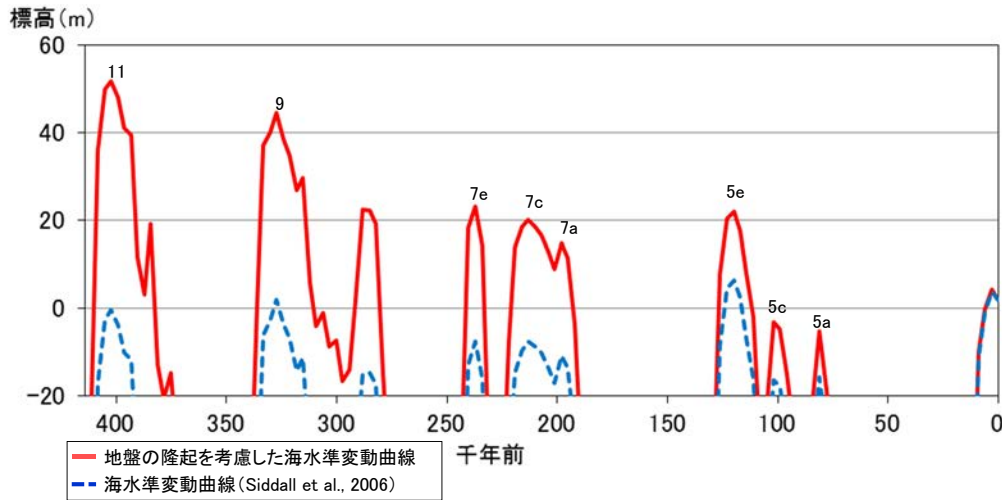


(特徴)

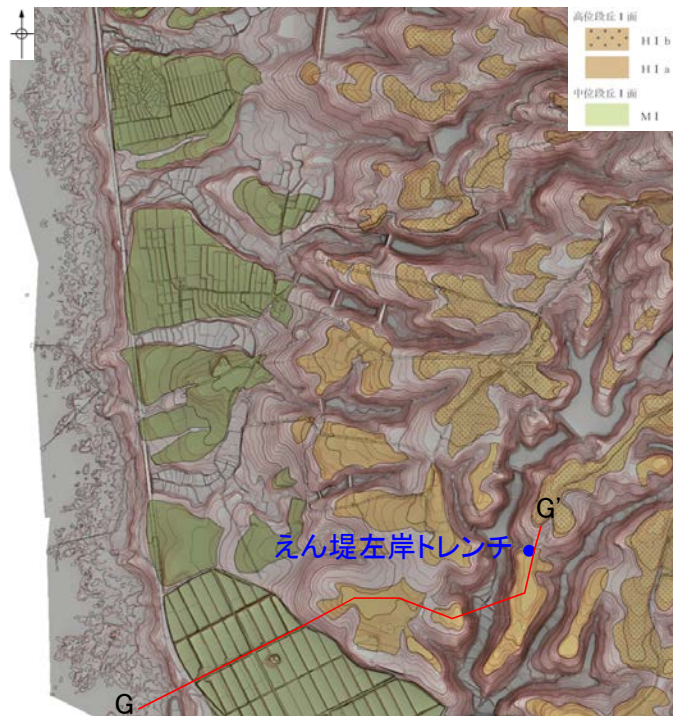
- ・粒径0.1~0.2mm主体の石英粒子を含む
- ・円磨された岩片(安山岩, 凝灰岩)を含むことが多い

3.2.3(2) S-1 上載地層法(えん堤左岸トレンチ) — 調査位置と過去の海水準との関係 —

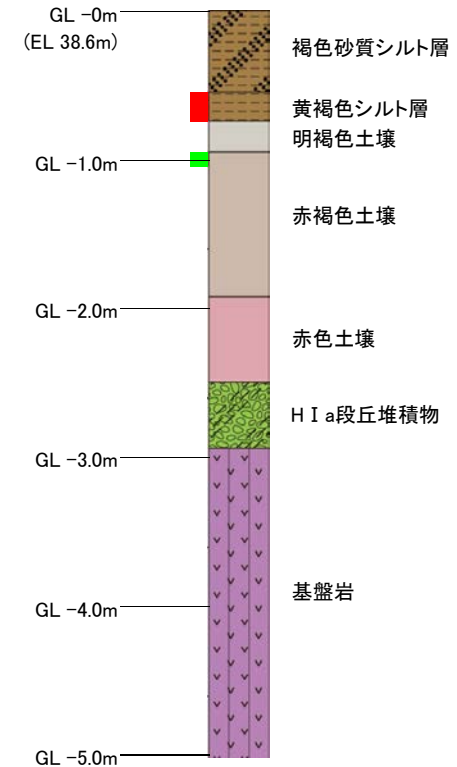
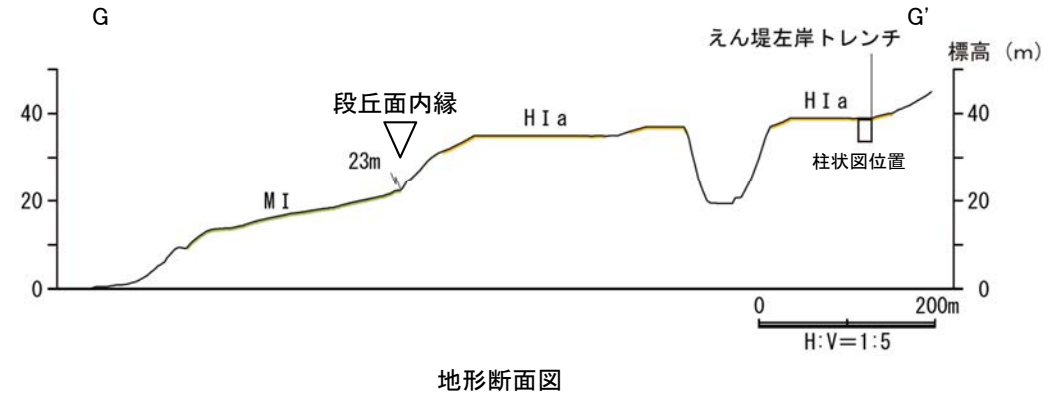
○MIS5e(約12~13万年前)より古い高海面期に堆積したと判断したえん堤左岸トレンチのH I a段丘堆積物について、その位置する標高と過去の海水準との関係を、断面図と柱状図により示す。



敷地の平均隆起速度(0.13m/千年)をもとに補正した海水準変動曲線



位置図



えん堤左岸トレンチ 柱状図



3.2.3(2) S-1 上載地層法(えん堤左岸トレンチ) –被覆層の特徴–

○えん堤左岸トレンチのH I a段丘堆積物の上位に分布する被覆層について観察・分析を行った。

○H I a段丘堆積物の上位には高位段丘面(MIS5eより古い高海面期に形成)に特徴的な赤色土壌※が認められ、その上位に赤褐色土壌(K-Tzの降灰層準含む)が認められる。

※: 赤色土壌は下末吉期の温暖な気候を経て形成されたと考えられ、高位段丘を識別する重要な特徴とされている(松井・加藤(1965), 成瀬(1974), 阿部ほか(1985))。

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。

遊離酸化鉄分析・火山灰分析結果

・赤色土壌について実施した遊離酸化鉄分析の結果、能登半島の赤色土壌と同程度である。(データ集2(2))

・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(データ集3(5))。

*火山灰分析試料採取位置T5, T6については次頁の北壁面のスケッチ参照。

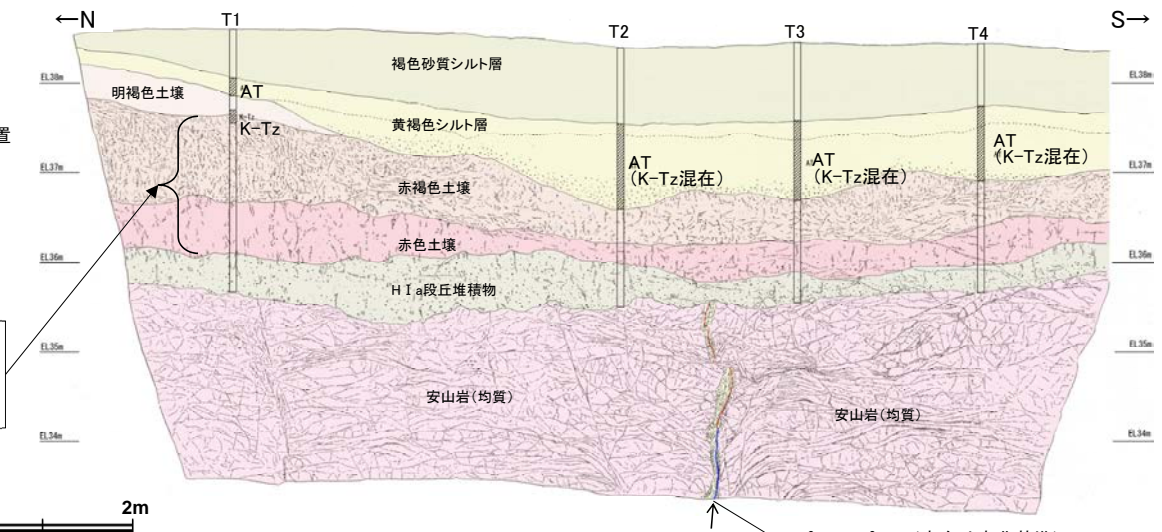
テフラの年代(町田・新井, 2011)

AT: 2.8万~3万年前
K-Tz: 9.5万年前

□ 火山灰分析試料採取位置(T1~T4)



東壁面写真



高位段丘面に特徴的な赤色土壌が認められ、その上位に赤褐色土壌(K-Tzの降灰層準含む)が認められる

3.2.3(2) S-1 上載地層法(えん堤左岸トレンチ) -S-1と上載地層の関係-

○上載地層との関係を詳細に観察した結果, S-1は基盤直上のH I a段丘堆積物に変位・変形を与えていない(P.91, 92)。

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。

H I a段丘堆積物

・シルト質砂礫層。

・基質はシルト質な細~中粒砂。

・径0.5~5cmの垂角~亜円礫を5~10%含む。

・礫は安山岩くさり礫からなり、軟質である。

S-1

・S-1は、走向・傾斜N80° W/86° NE(走向は真北基準)で、幅20~30cmの固結した破碎部及び幅フィルム状~3.5cmの明灰緑~明灰褐色を呈する粘土状破碎部からなり、穴水累層の岩盤の上面まで認められる。

・S-1は、基盤直上のH I a段丘堆積物に変位・変形を与えていない。

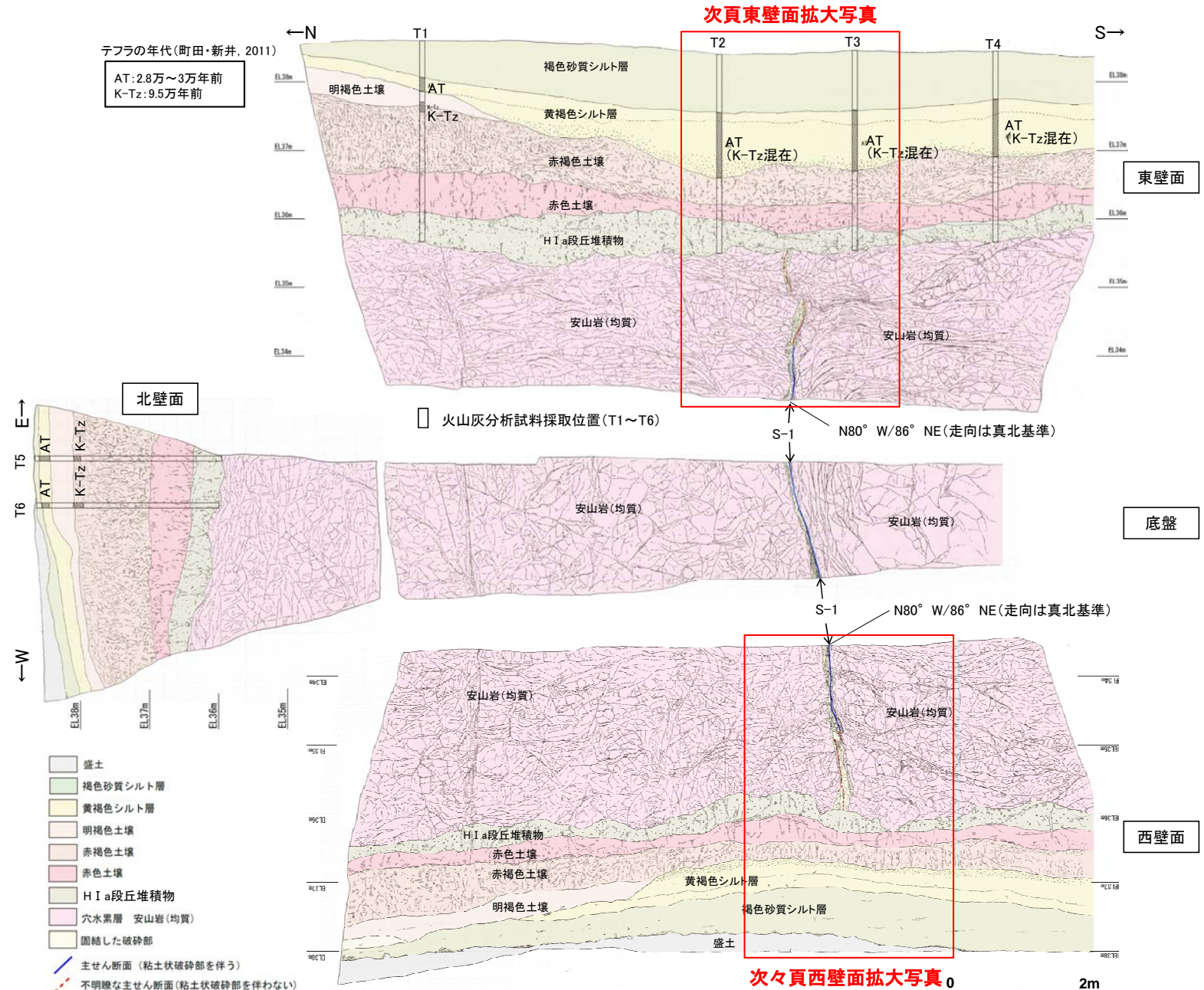
遊離酸化鉄分析・火山灰分析結果

・赤色土壌について実施した遊離酸化鉄分析の結果、能登半島の赤色土壌と同程度である。(データ集2(2))

・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※1。

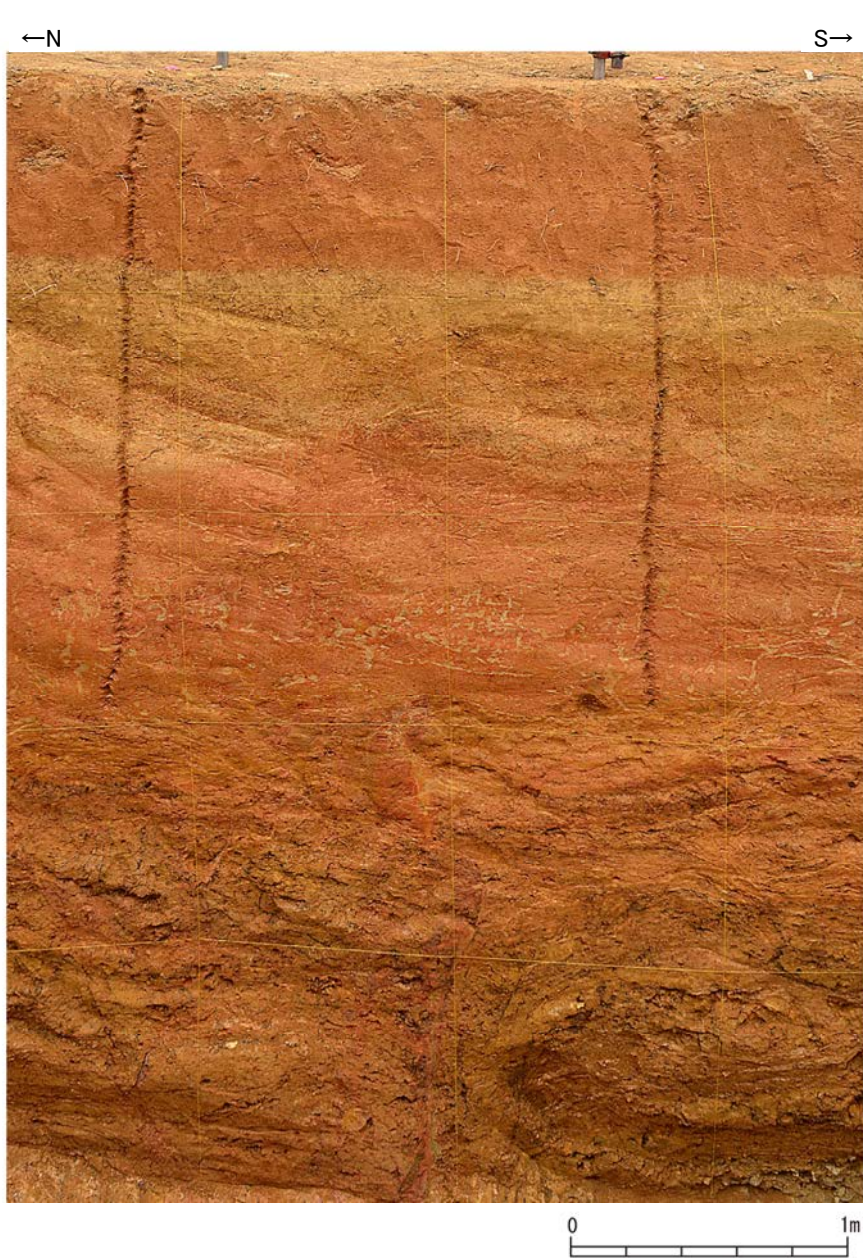
※1: T2~T4で赤褐色土壌においてK-Tzが認められないのは、赤褐色土壌の上位層である黄褐色シルト層等がK-Tzの降灰層を削り取ったためであり、その際に黄褐色シルト層中にK-Tzのβ石英がリワークにより混入したものと考えられる。



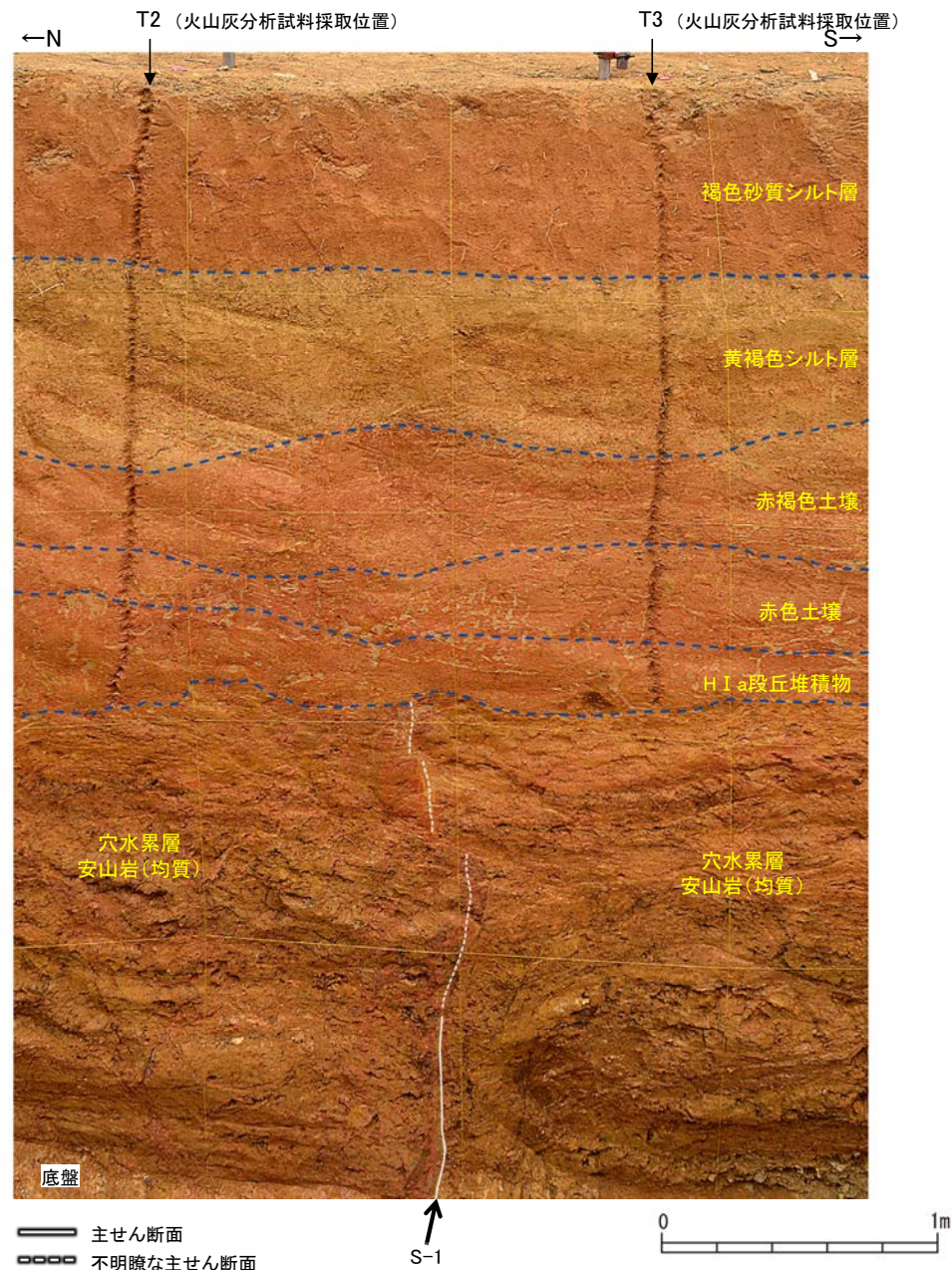
次々頁西壁面拡大写真

スケッチ(展開図)

【東壁面拡大写真】

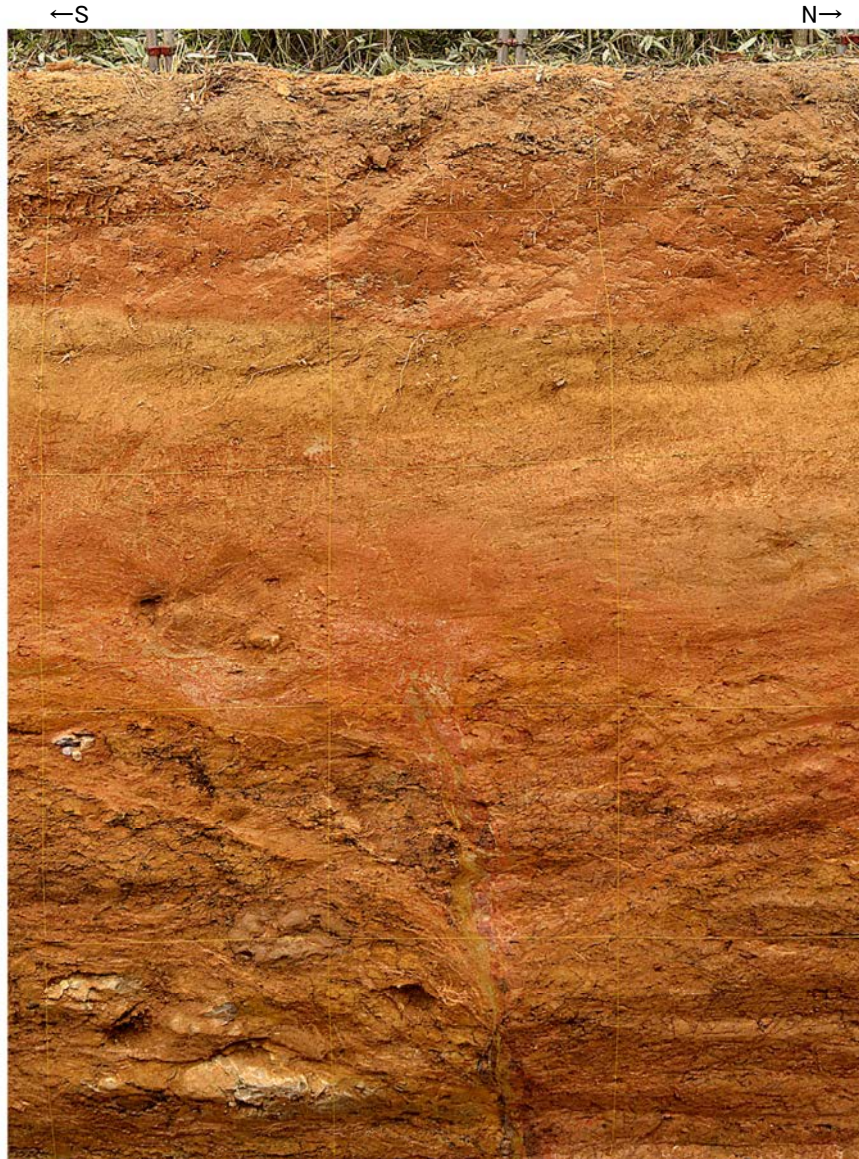


東壁面拡大写真

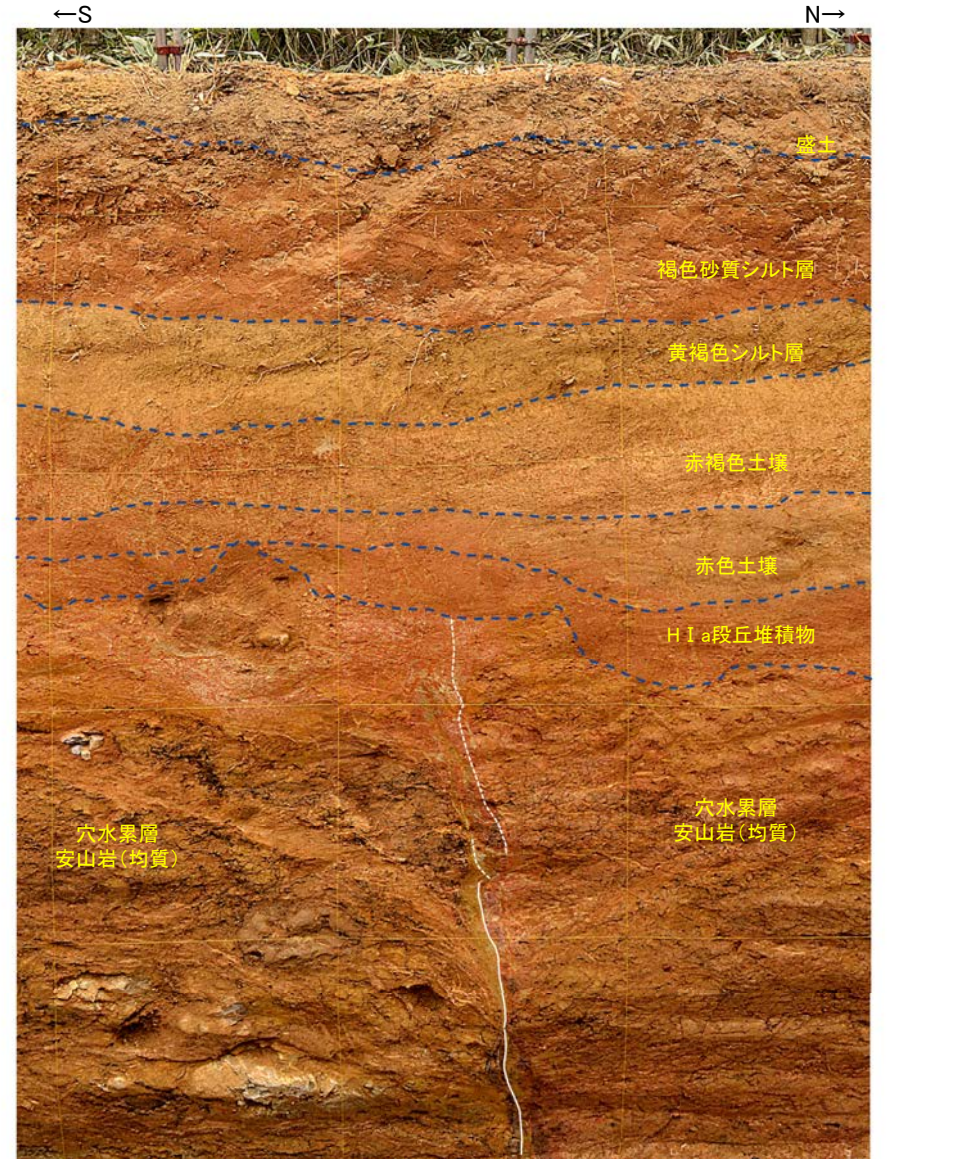


東壁面拡大写真(S-1等を加筆)

【西壁面拡大写真】



西壁面拡大写真



——— 主せん断面
 □□□□ 不明瞭な主せん断面

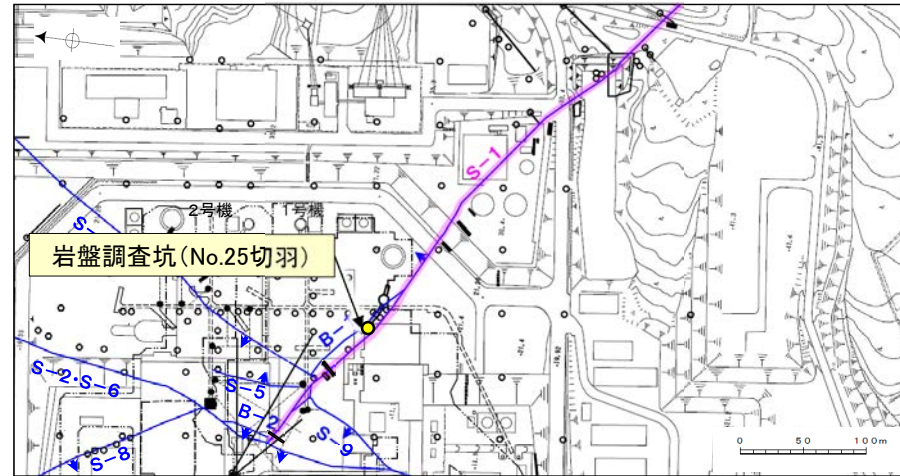
↑
S-1

西壁面拡大写真(S-1等を加筆)

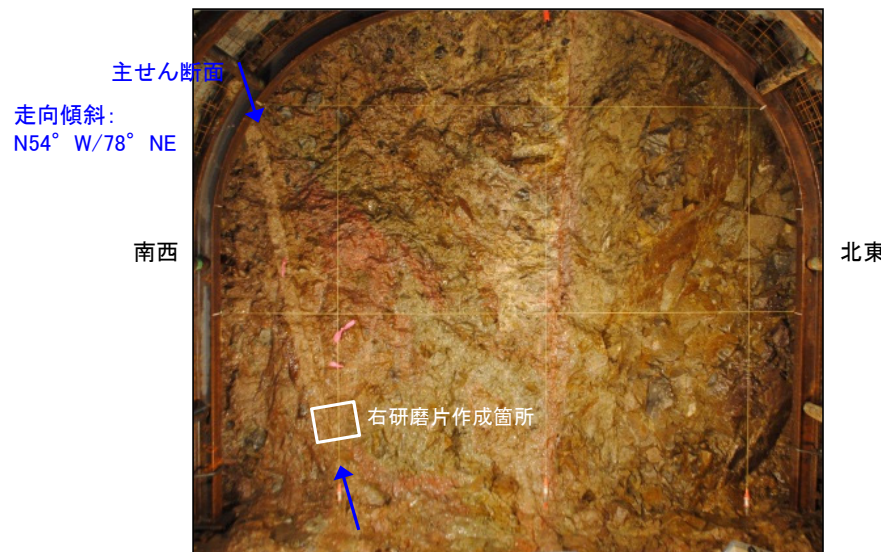
3. 2. 4 S-1 鉍物脈法による調査

3.2.4(1) S-1 鉱物脈法(岩盤調査坑No.25切羽) – 主せん断面の認定 –

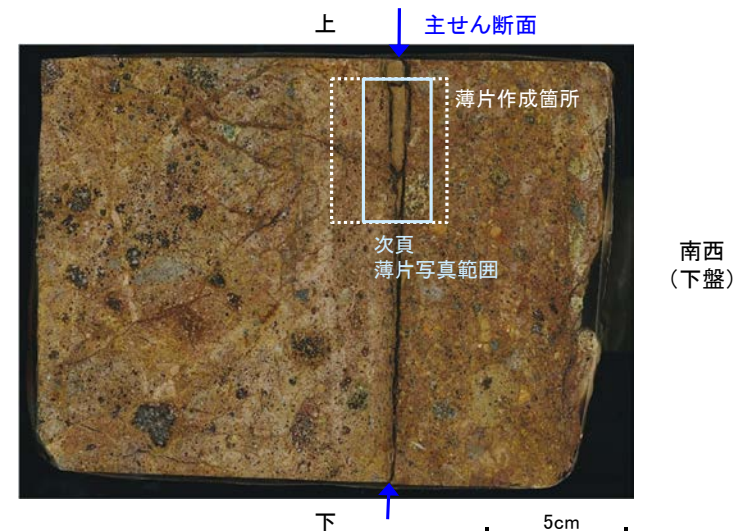
- 岩盤調査坑No.25切羽から採取した試料(左下露頭写真)を用いて、鉱物脈法による調査を行った。
- 岩盤調査坑No.25切羽で確認されたS-1を対象に行った巨視的観察(露頭観察, 研磨片観察)において、最も直線性・連続性がよく、明確に分帯でき、細粒化が進んでいる断層面を主せん断面と認定した(右下研磨片写真)。
- 主せん断面における条線観察の結果、40° Rの条線(データ集3(10))が確認されたことから、条線方向で薄片を作成した(右下研磨片写真)。



調査位置図



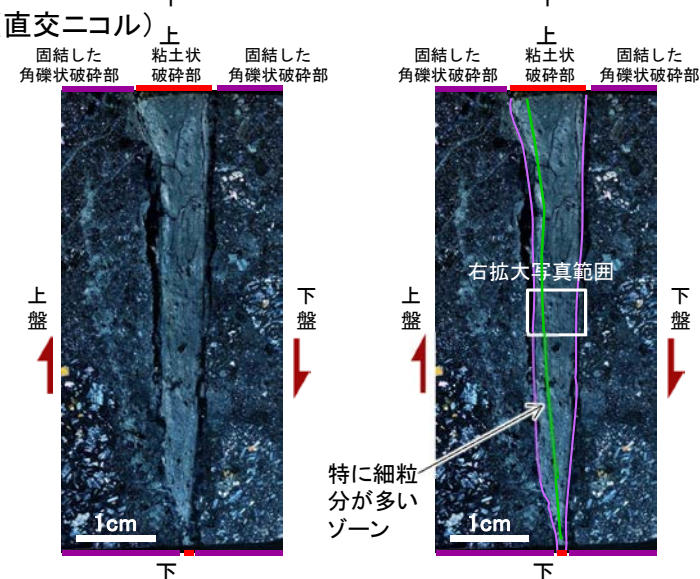
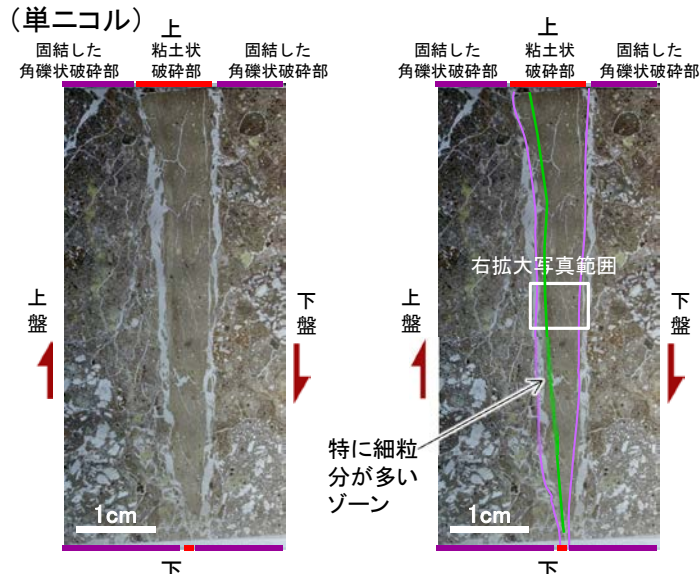
露頭写真 (No.25切羽)



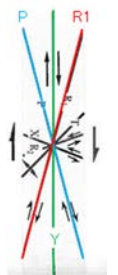
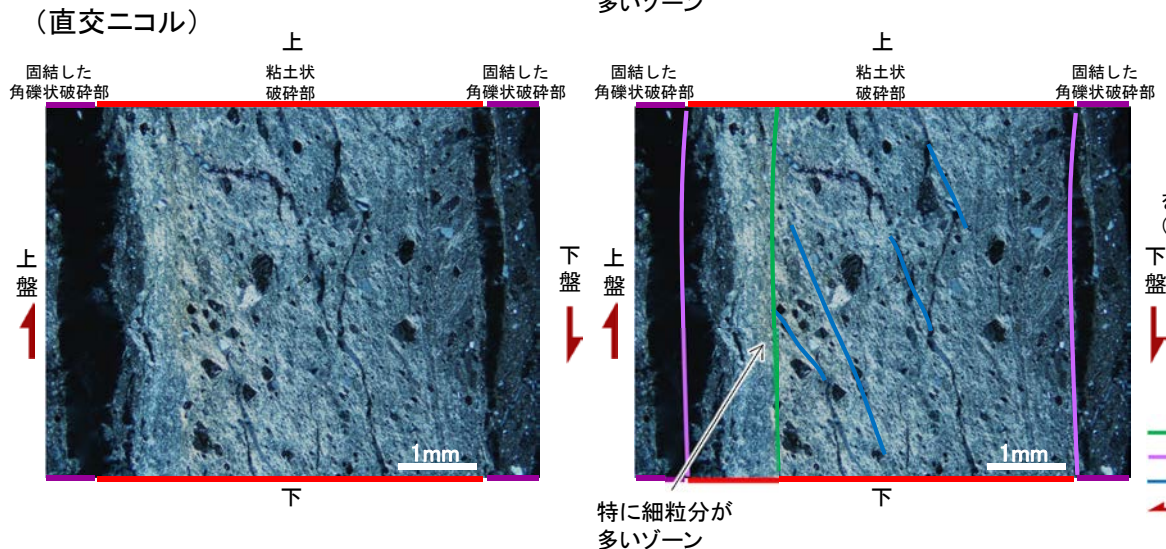
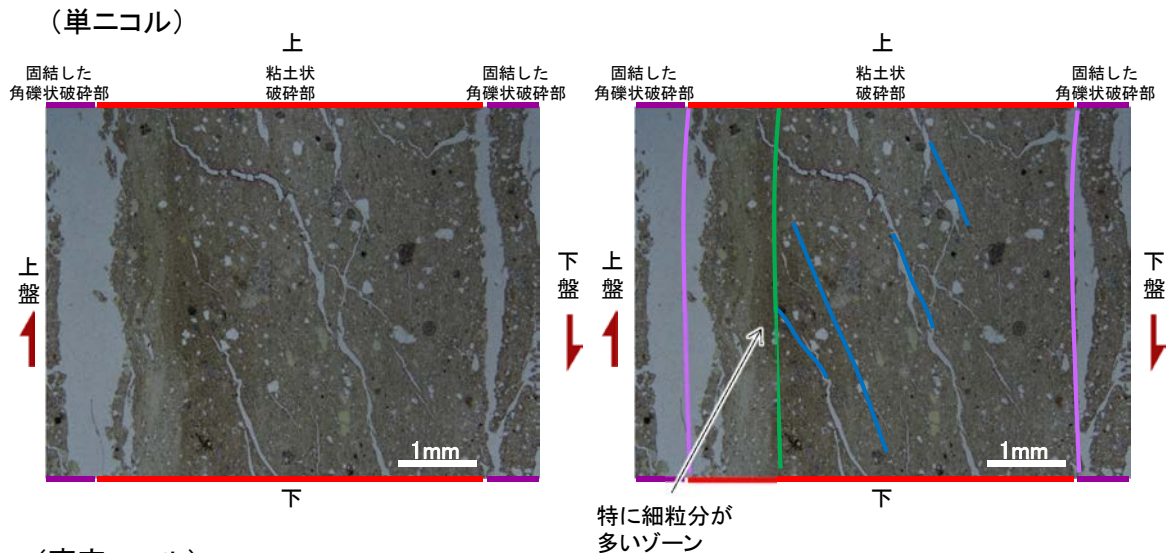
研磨片写真 (No.25-2_40R)

3.2.4(1) S-1 鉱物脈法(岩盤調査坑No.25切羽) – 最新面の認定 –

- 上盤側から、固結した角礫状破碎部、粘土状破碎部、固結した角礫状破碎部に分帯される(左下薄片写真)。
- 薄片観察の結果、比較的連続性のよいY面が3本認められる。そのうち、粘土状破碎部中で特に細粒分が多いゾーンの下盤側に認められる、最も直線的な面(左下薄片写真緑線)を最新面とした。
- また、最新面付近におけるP面の配置から、見かけ逆断層センスが認められ(右下拡大写真), 断層の走向傾斜が $N54^{\circ} W/78^{\circ} NE$, 条線のレイクが $40^{\circ} R$ であることから、最新活動は右横ずれを伴う逆断層センスである。



薄片写真(No.25-2_40R_1)(右は構造等を加筆)

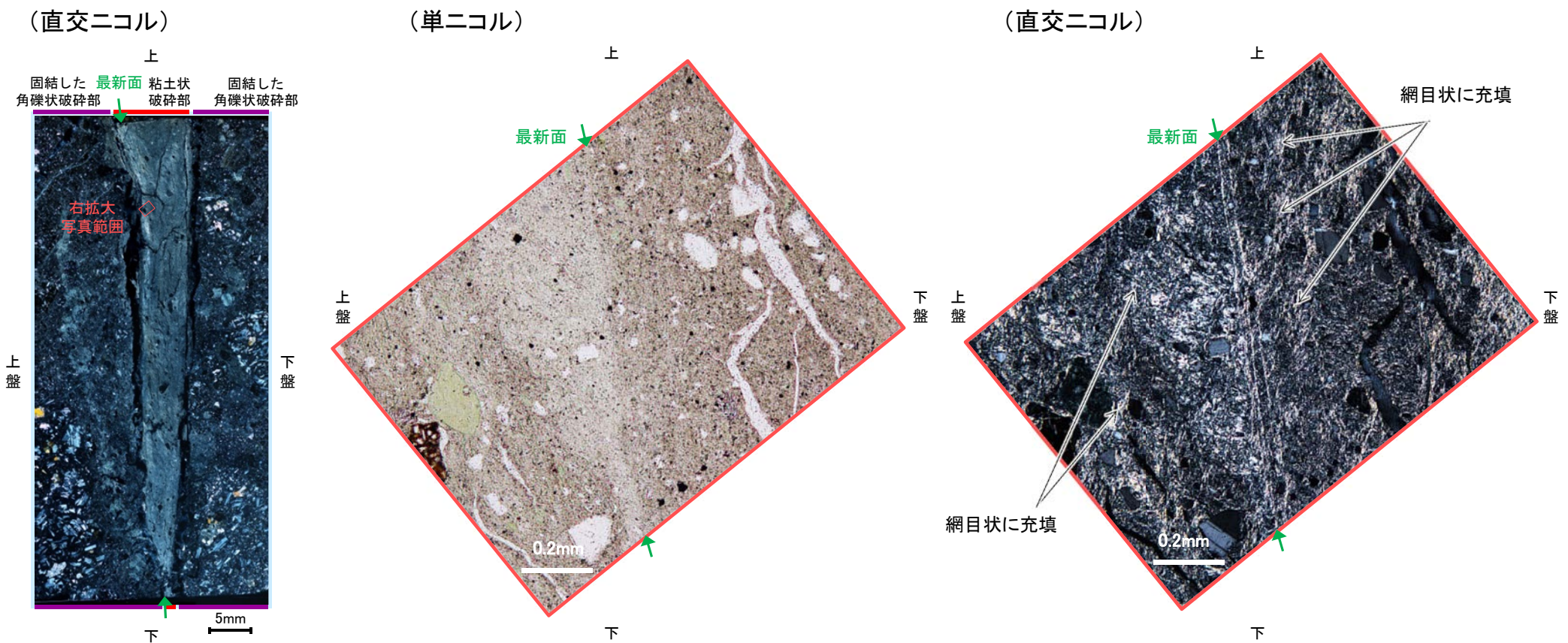


せん断センスを示す複合面構造(狩野・村田(1998)に加筆)

- 凡例
- Y面(最新面)
 - Y面(その他)
 - P面
 - ↔ 変位方向

拡大写真(右は構造等を加筆)

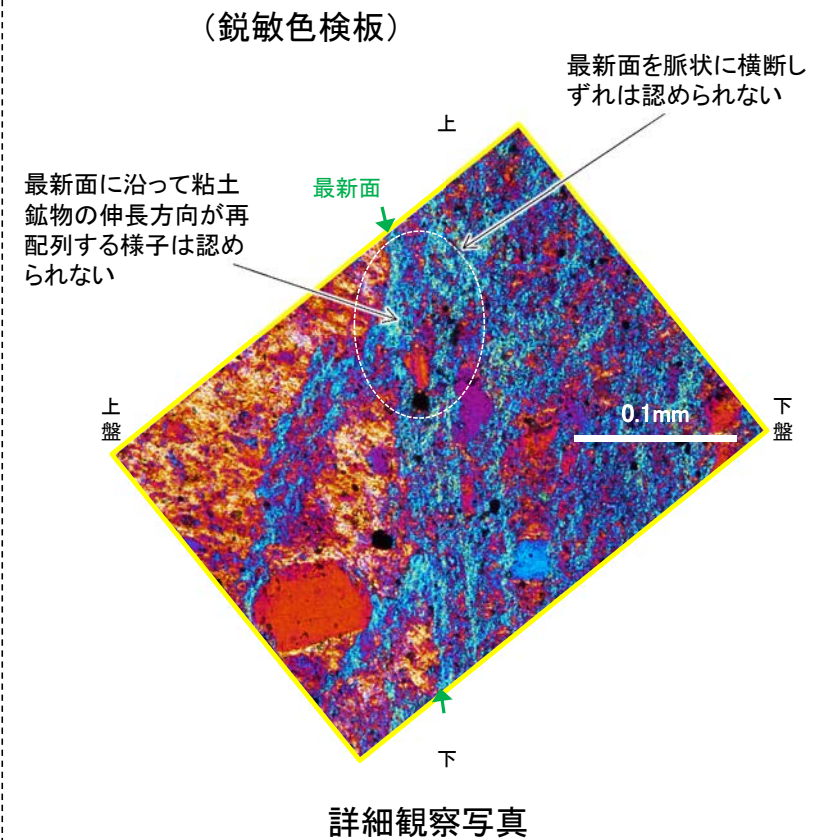
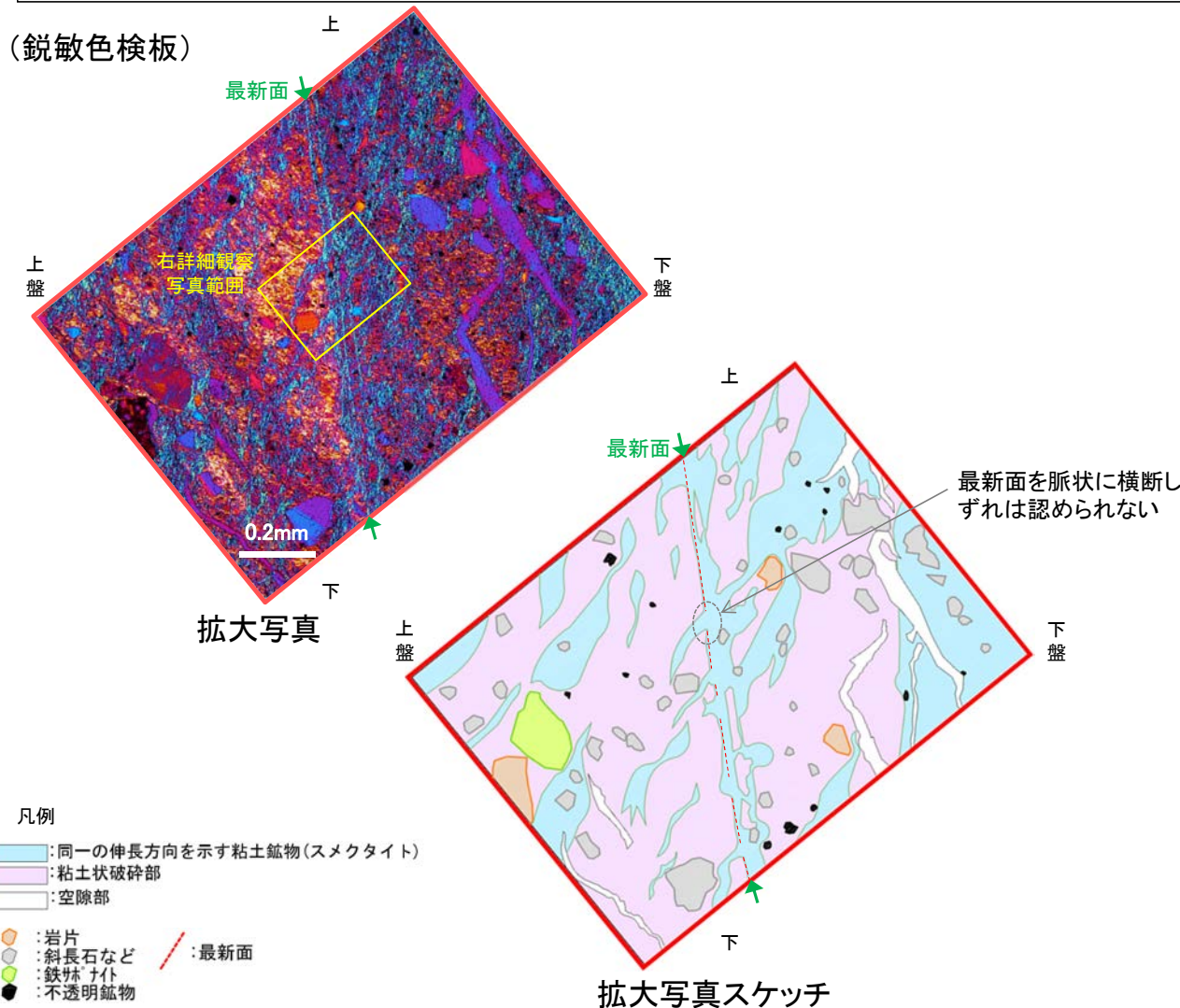
- 薄片観察の結果, 最新面を含む粘土状破碎部には, 直交ニコルの画像(右下拡大写真右)で, 微細で白色の色調を呈する粘土鉱物が認められる。この粘土鉱物は, 最新面やその周辺を網目状に充填しながら, 最新面を不明瞭にしている。
- また, この粘土鉱物は, XRD分析を踏まえると, スメクタイトであると判断される(P.71)。
- 最新面と粘土鉱物の関係を詳細に観察することを目的に, 同一鉱物でもその結晶の伸長方向の差異を確認できる鋭敏色検板を用いた観察を行った。
- 鋭敏色検板を用いて詳細に観察した結果を, 次頁に示す。



薄片写真(No.25-2_40R_1)

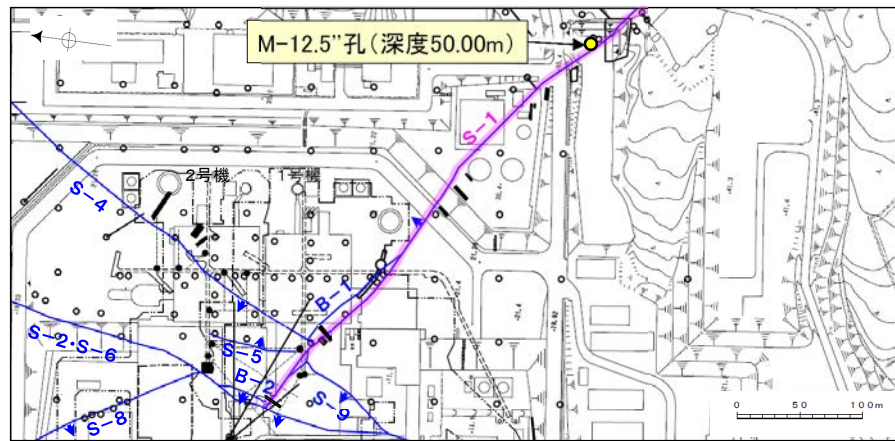
拡大写真

- 鋭敏色検板での観察の結果, 同一の伸長方向を示す青系の色調を呈する粘土鉱物と, その他の色調を呈する粘土鉱物に大別される(左下拡大写真)。
- そのうち, 青系の色調を呈する粘土鉱物は, 最新面を脈状に横断し, ずれが認められない(左下拡大写真)。
- さらに, 最新面に沿って粘土鉱物の伸長方向が再配列する様子は認められない(右下詳細観察写真)。
- 以上より, 「粘土鉱物は, 最新面やその周辺を網目状に充填しながら, 最新面を不明瞭にしている(前頁)」こと, 及び「最新面を脈状に横断する粘土鉱物にずれは認められず, 最新面に沿って粘土鉱物の伸長方向が再配列する様子は認められない(上記)」ことから, S-1の最新活動は粘土鉱物脈形成以前に限られる。



3.2.4(2) S-1 鉱物脈法(M-12.5"孔) —主せん断面の認定—

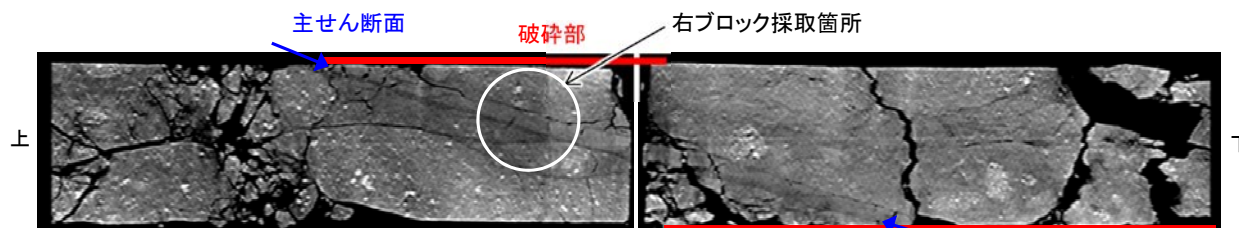
- 前述した粘土鉱物脈に加え, M-12.5"孔のS-1において粘土鉱物ではない横断脈が確認されたことから, その調査結果について本頁以降で示す。
- M-12.5"孔の深度50.00mで確認されたS-1を対象に行った巨視的観察(ボーリングコア観察, CT画像観察)において, 最も直線性・連続性が高く, 明確に分帯でき, 細粒化が進んでいる断層面を主せん断面と認定した(左下ボーリングコア写真, CT画像)。
- 主せん断面における条線観察の結果, 65° R(下盤換算)の条線(データ集3(10))が確認されたことから, 条線方向で薄片を作成した(右下ブロック写真)。



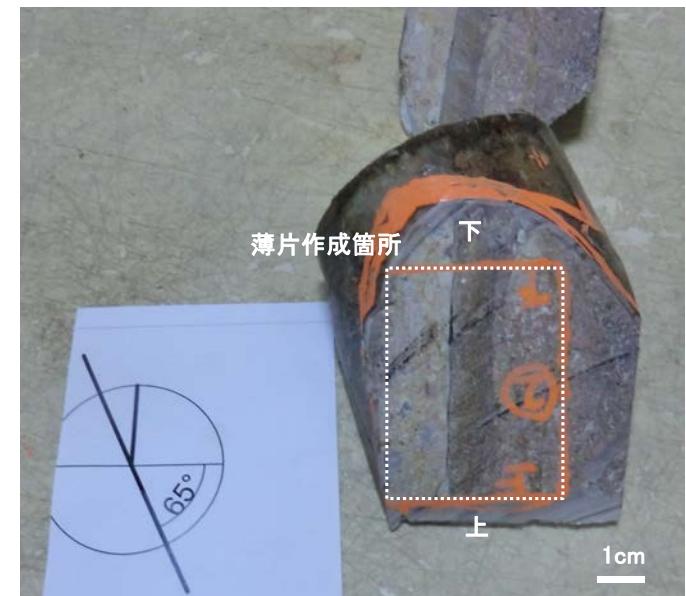
調査位置図



ボーリングコア写真



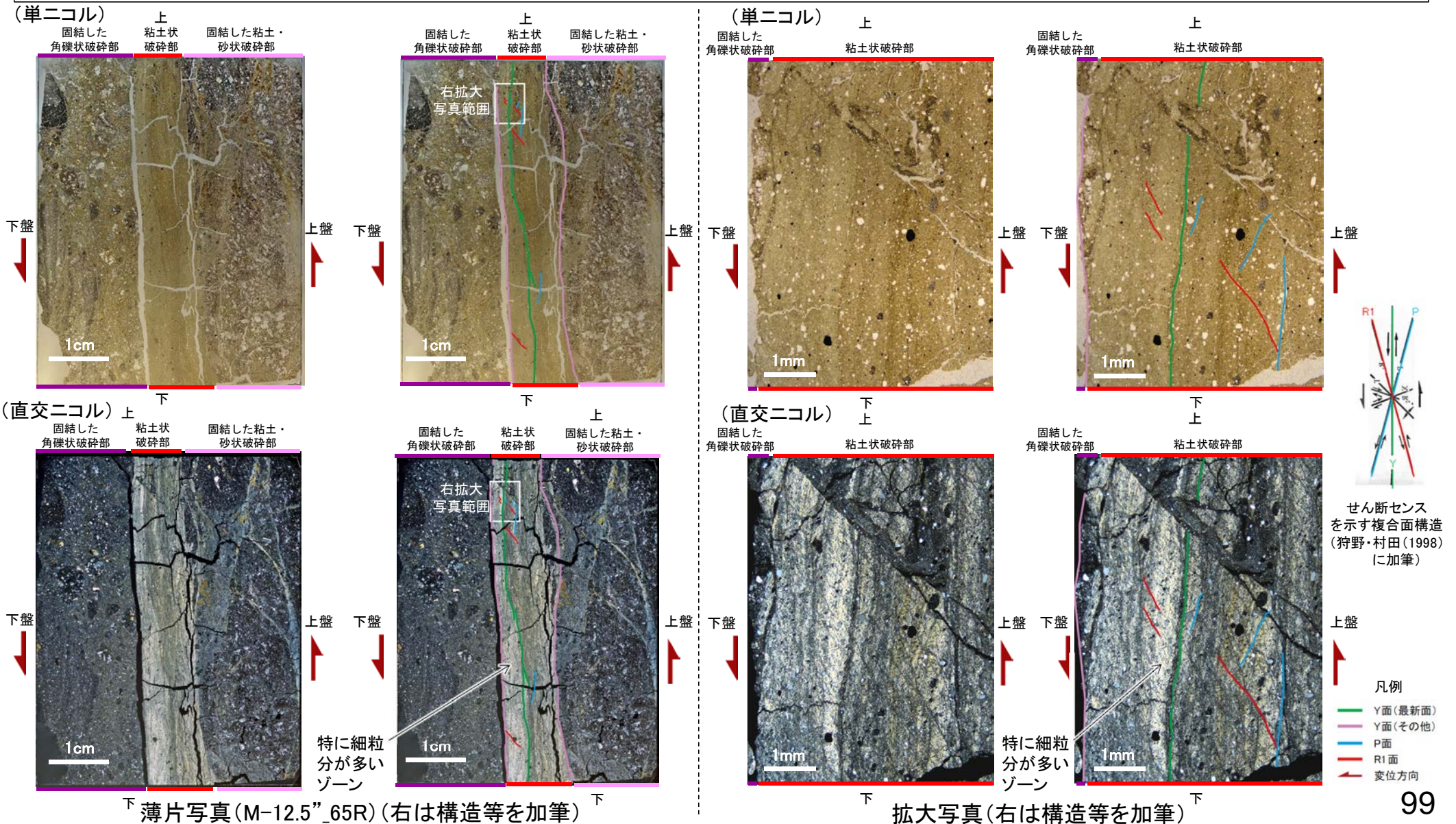
CT画像



ブロック写真

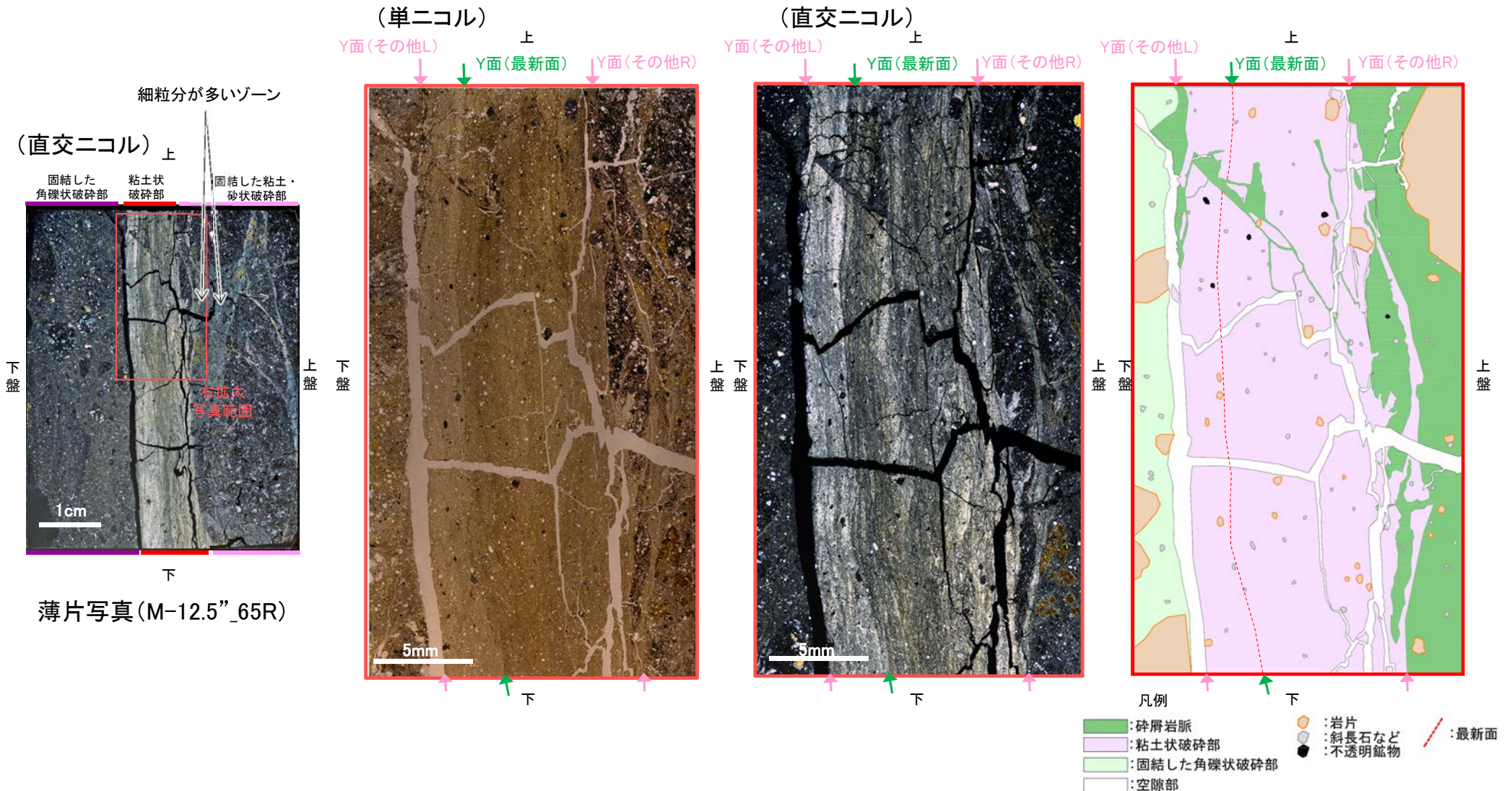
3.2.4(2) S-1 鉦物脈法(M-12.5"孔) - 最新面の認定 -

- 上盤側から、固結した粘土・砂状破碎部、粘土状破碎部、固結した角礫状破碎部に分帯される(左下薄片写真)。
- 薄片観察の結果、比較的連続性のよいY面が3本認められる。そのうち、粘土状破碎部中で特に細粒分が多いゾーンの上盤側に認められる、最も直線的な面(左下薄片写真緑線)を最新面とした。
- また、最新面付近におけるP面やR1面の配置から、見かけ逆断層センスが認められ(右下拡大写真), 断層の走向傾斜が $N51^{\circ} W/79^{\circ} NE$, 条線のレイクが $65^{\circ} R$ であることから、最新活動は右横ずれを伴う逆断層センスである。



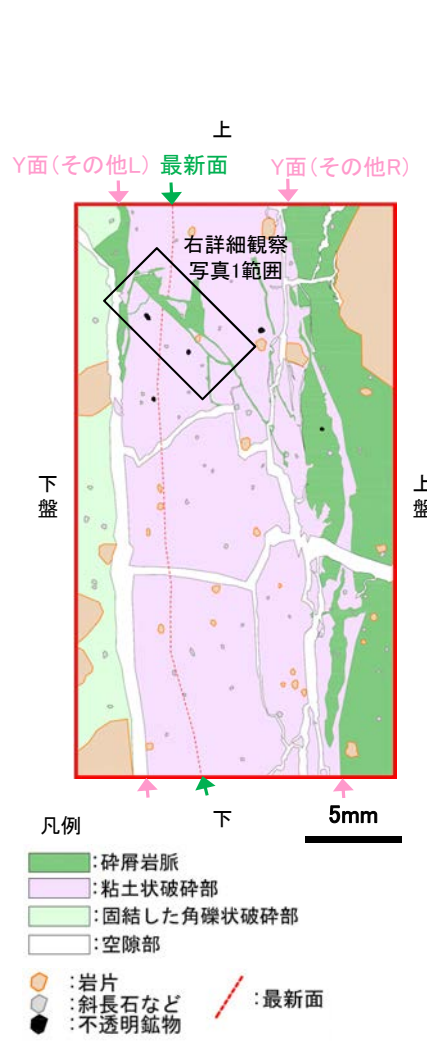
3.2.4(2) S-1 鉋物脈法(M-12.5"孔) –最新面と碎屑岩脈–

- 薄片観察の結果, 最新面を含む粘土状破碎部を岩脈状に横断している碎屑物が認められる(下拡大写真)。
- この碎屑物の分布は, 上盤側の固結した粘土・砂状破碎部中に, 周辺と比べて細粒分が多いゾーンとして確認でき(左下薄片写真), 最新面だけでなくY面(その他)も含め, 粘土状破碎部全体を横断して, 下盤側の固結した角礫状破碎部まで達している(下拡大写真)。(以下, この碎屑物を「碎屑岩脈」と呼ぶ。)
- 碎屑岩脈と最新面(Y面(その他)を含む)との関係について, 詳細に観察した結果を次頁以降に示す。

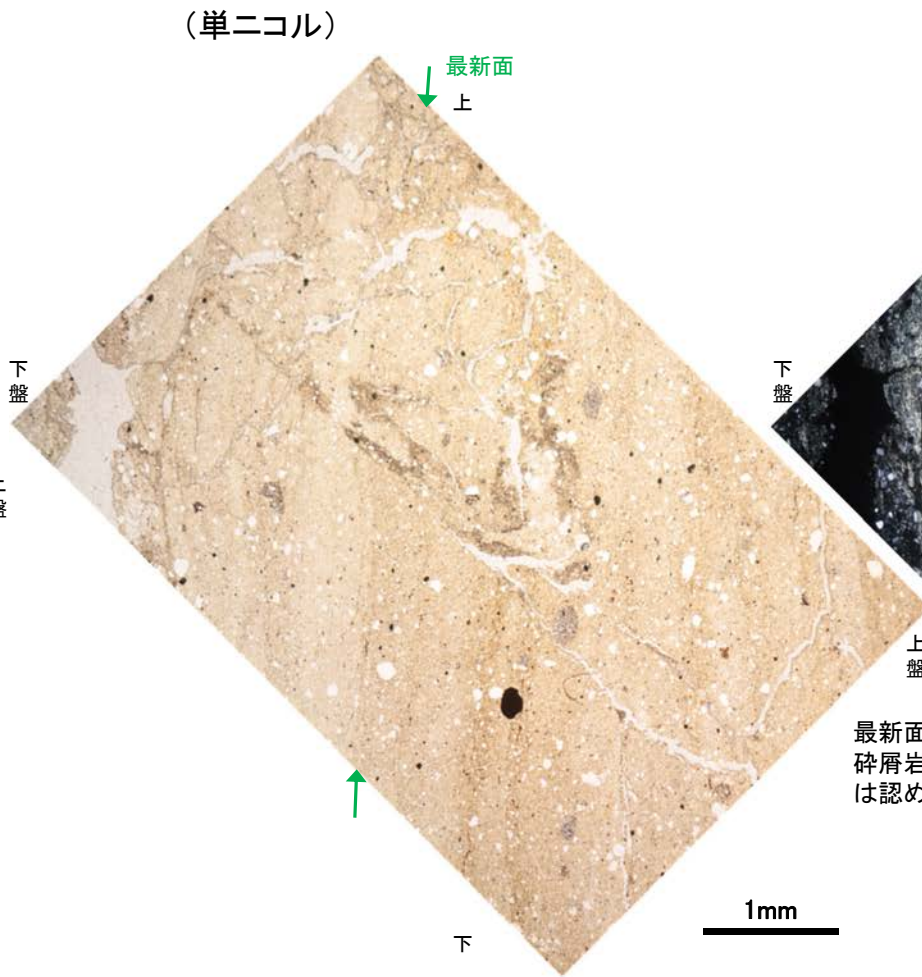


3.2.4(2) S-1 鉬物脈法(M-12.5"孔) –最新面と碎屑岩脈 詳細観察–

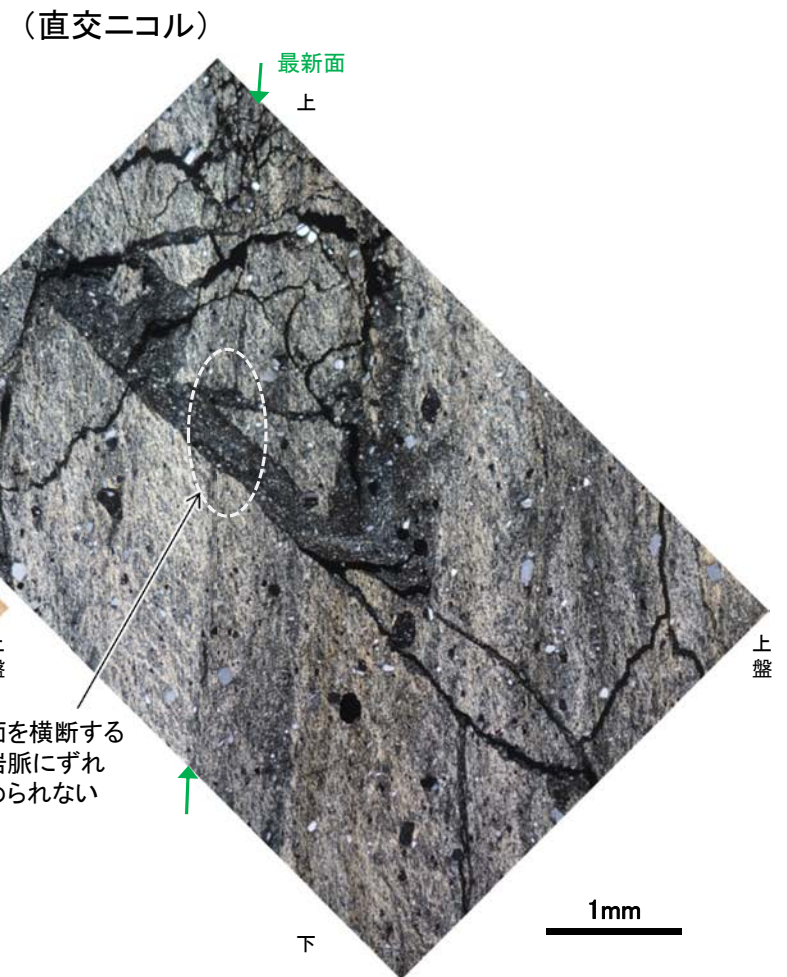
○碎屑岩脈と最新面との関係を詳細に観察した結果、最新面を横断する碎屑岩脈にずれは認められない(下詳細観察写真1)ことから、S-1の最新活動は碎屑岩脈の形成以前に限られる。



拡大写真スケッチ



1mm

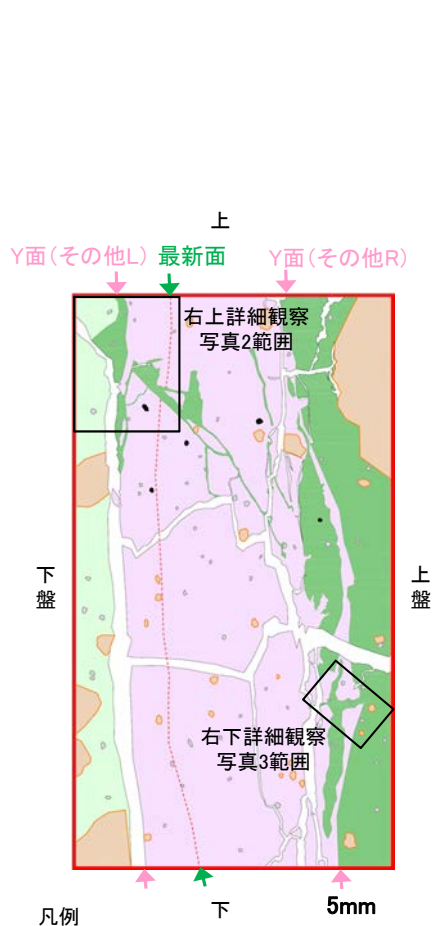


1mm

詳細観察写真1

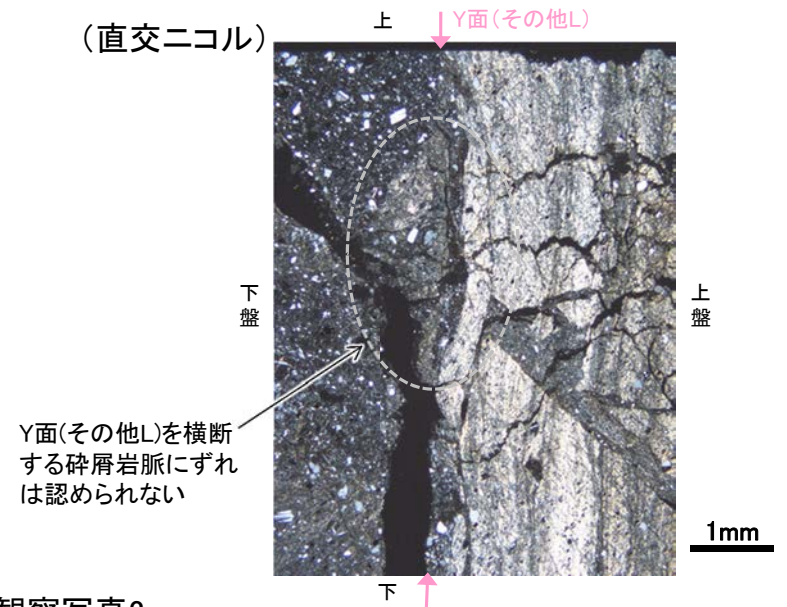
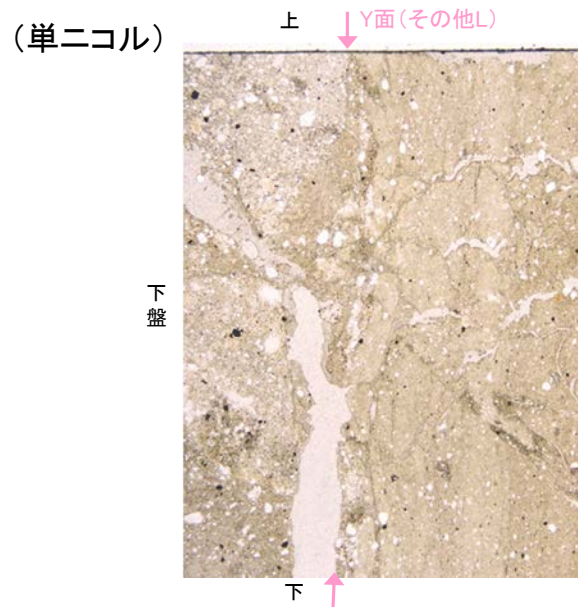
3.2.4(2) S-1 鉱物脈法(M-12.5"孔) -Y面(その他)と碎屑岩脈 詳細観察-

○碎屑岩脈とY面(その他)との関係を詳細に観察した結果, Y面(その他)を横断する碎屑岩脈にずれは認められない(下詳細観察写真2, 3)。

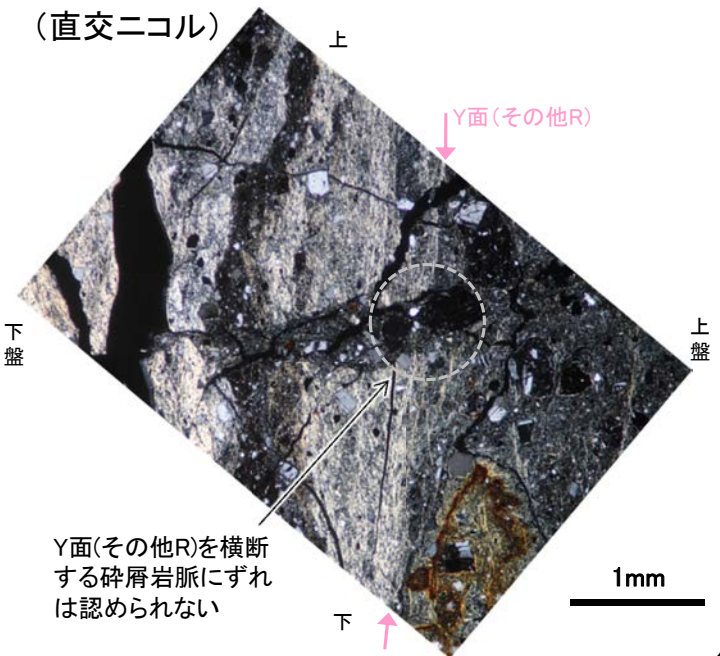
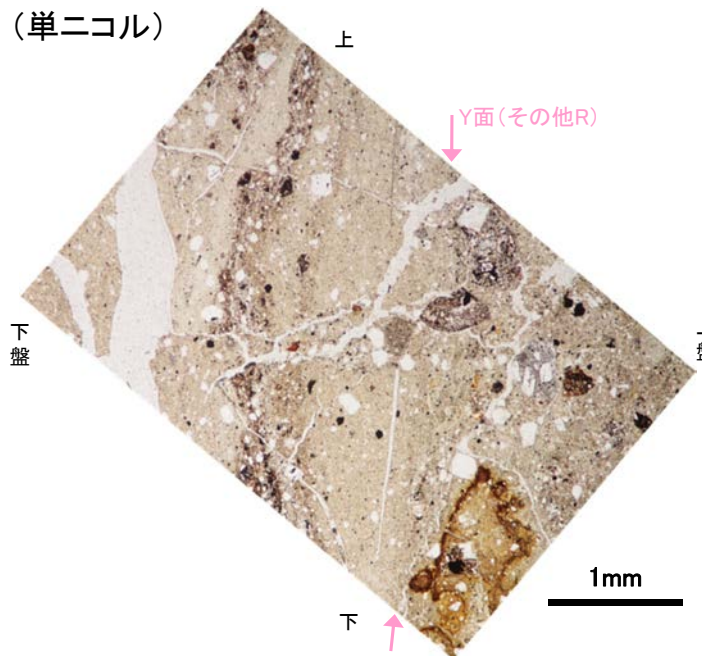


- 凡例
- : 碎屑岩脈
 - : 粘土状破砕部
 - : 固結した角礫状破砕部
 - : 空隙部
 - : 岩片
 - : 斜長石など
 - : 不透明鉱物
 - : 最新面

拡大写真スケッチ



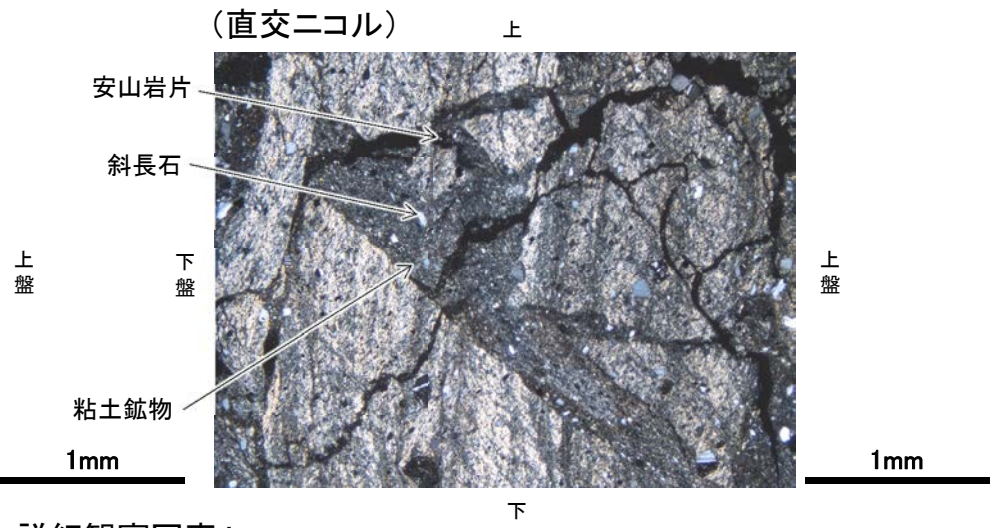
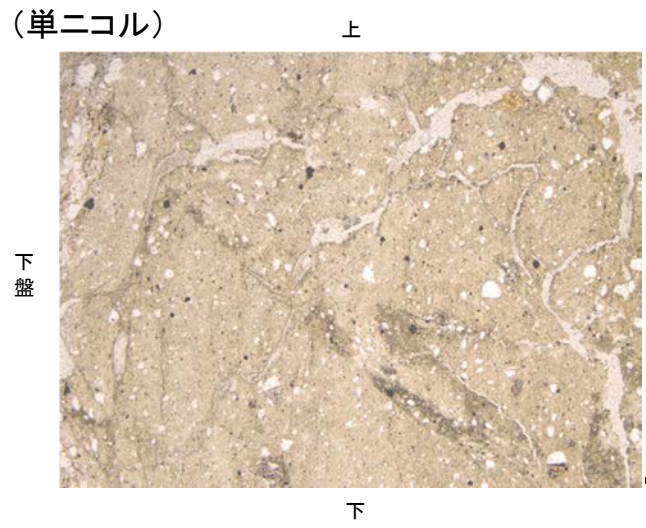
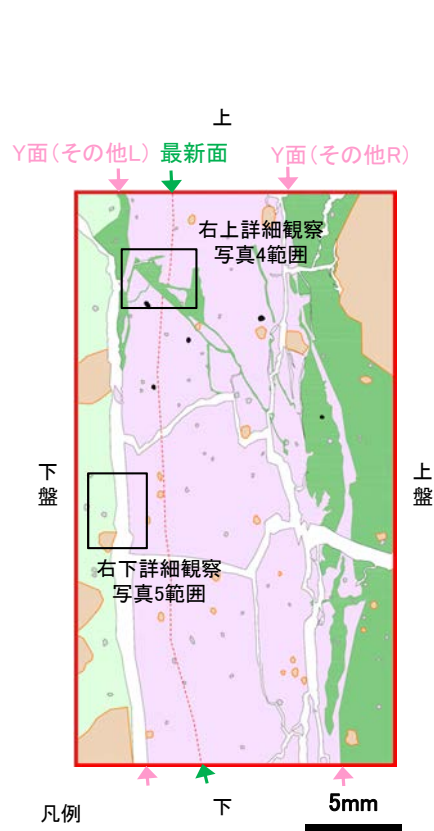
詳細観察写真2



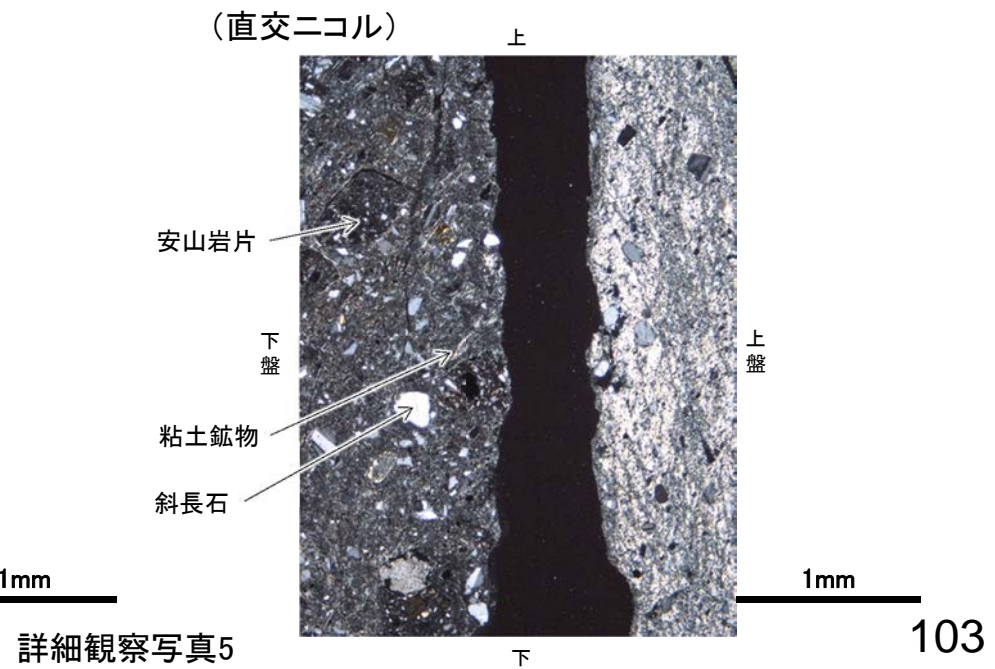
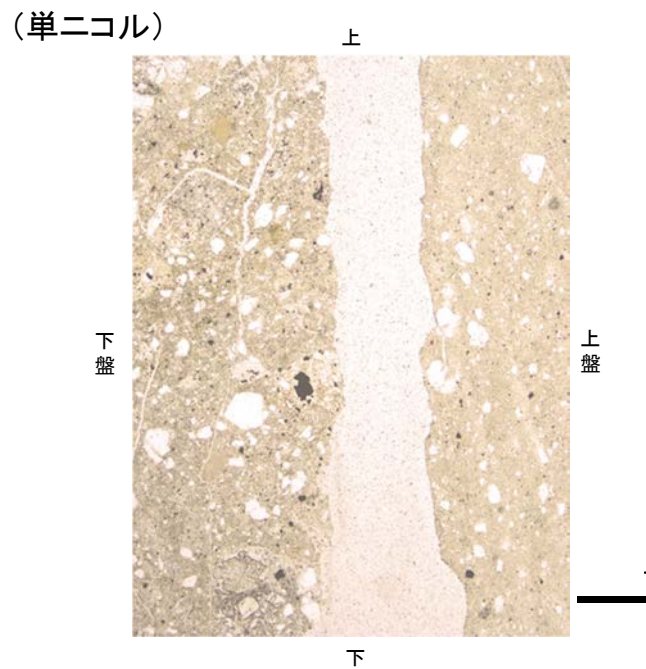
詳細観察写真3

3.2.4(2) S-1 鉬物脈法(M-12.5"孔) - 碎屑岩脈の形成環境(1/2) -

- 碎屑岩脈の構成物については、主に細粒の長石類、粘土鉱物、安山岩片からなる(下詳細観察写真4)。
- 一方、碎屑岩脈の周辺に分布する固結した角礫状破碎部も主として、長石類、粘土鉱物、安山岩片からなる(下詳細観察写真5)。
- 碎屑岩脈と固結した角礫状破碎部は、長石類等の細粒化の程度に違いはあるものの、構成鉱物の種類や、細粒な基質の割合が多いという特徴が類似している。



詳細観察写真4

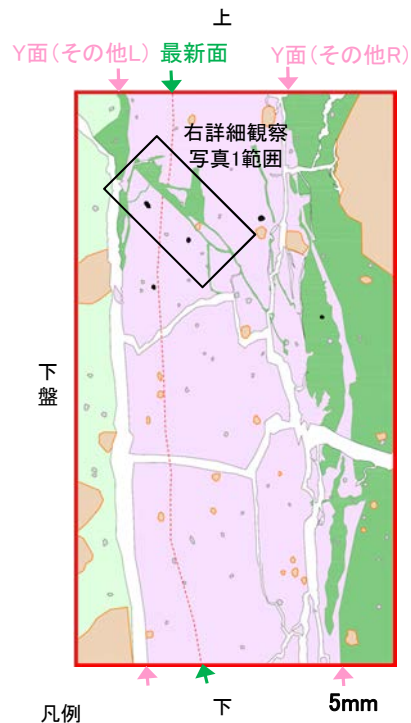


詳細観察写真5

3.2.4(2) S-1 鉬物脈法(M-12.5"孔) - 碎屑岩脈の形成環境(2/2) -

- 碎屑岩脈の分布については、複雑に枝分かれしながら貫入している(下詳細観察写真1)。
- また、その内部を観察すると流動状の構造が認められる(下詳細観察写真1)。
- 以上より、「碎屑岩脈の構成物は、高温下で形成された固結した角礫状破碎部*の構成物の特徴と類似している(前頁)」こと、及び「碎屑岩脈の分布及び内部構造は、碎屑岩脈が冷え固まる前に、未固結な状態で貫入した産状を示している(上記)」ことから、碎屑岩脈は火成活動の影響を受けている環境下で形成されたものと判断される。

*: 固結した角礫状破碎部が高温下で形成されたことについては、K-2, K-3(固結した破碎部からなる)の活動性評価(P.178)参照

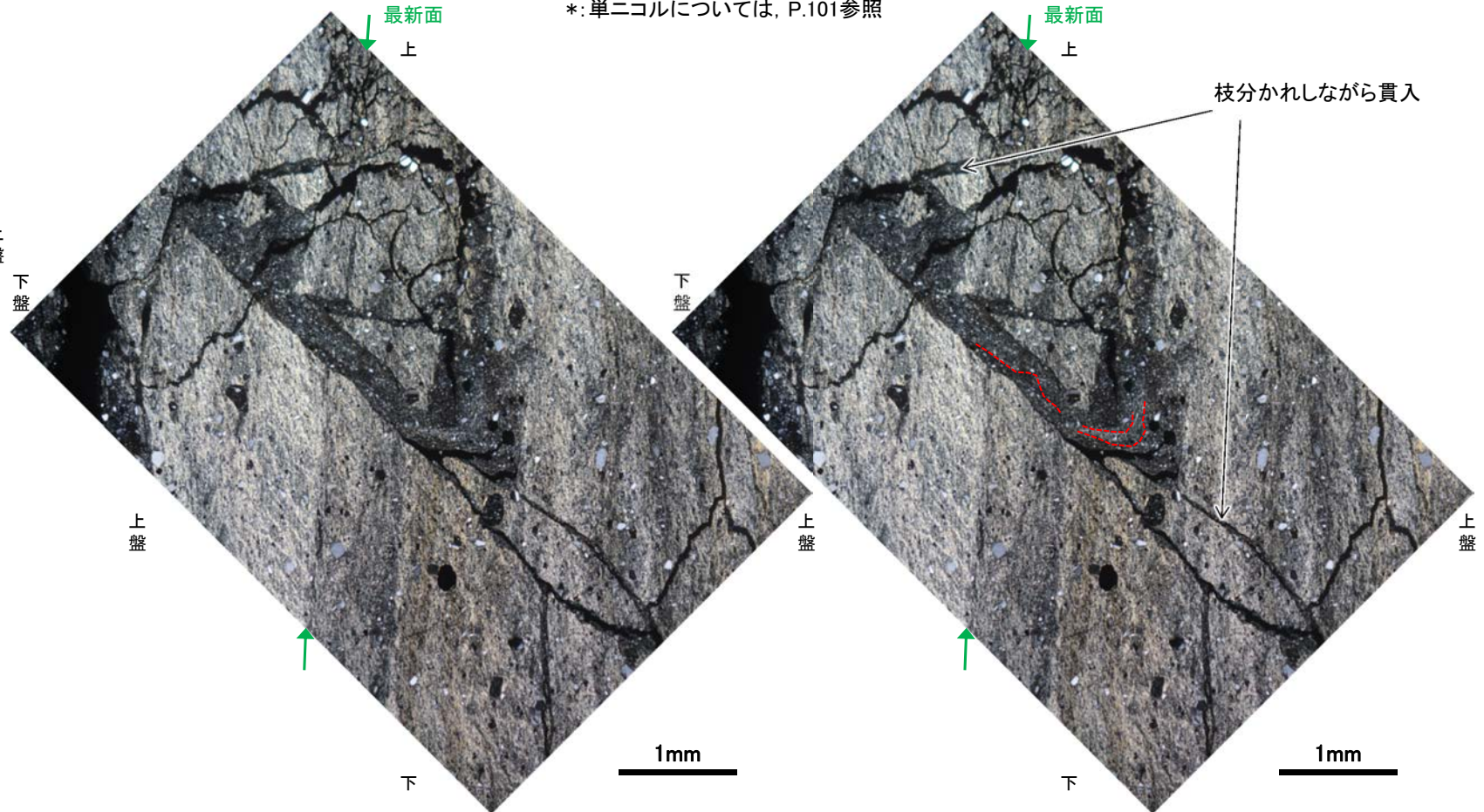


- 凡例
- : 碎屑岩脈
 - : 粘土状破碎部
 - : 固結した角礫状破碎部
 - : 空隙部
 - : 岩片
 - : 斜長石など
 - : 不透明鉬物
 - : 最新面

拡大写真スケッチ

(直交ニコル)

*: 単ニコルについては、P.101参照



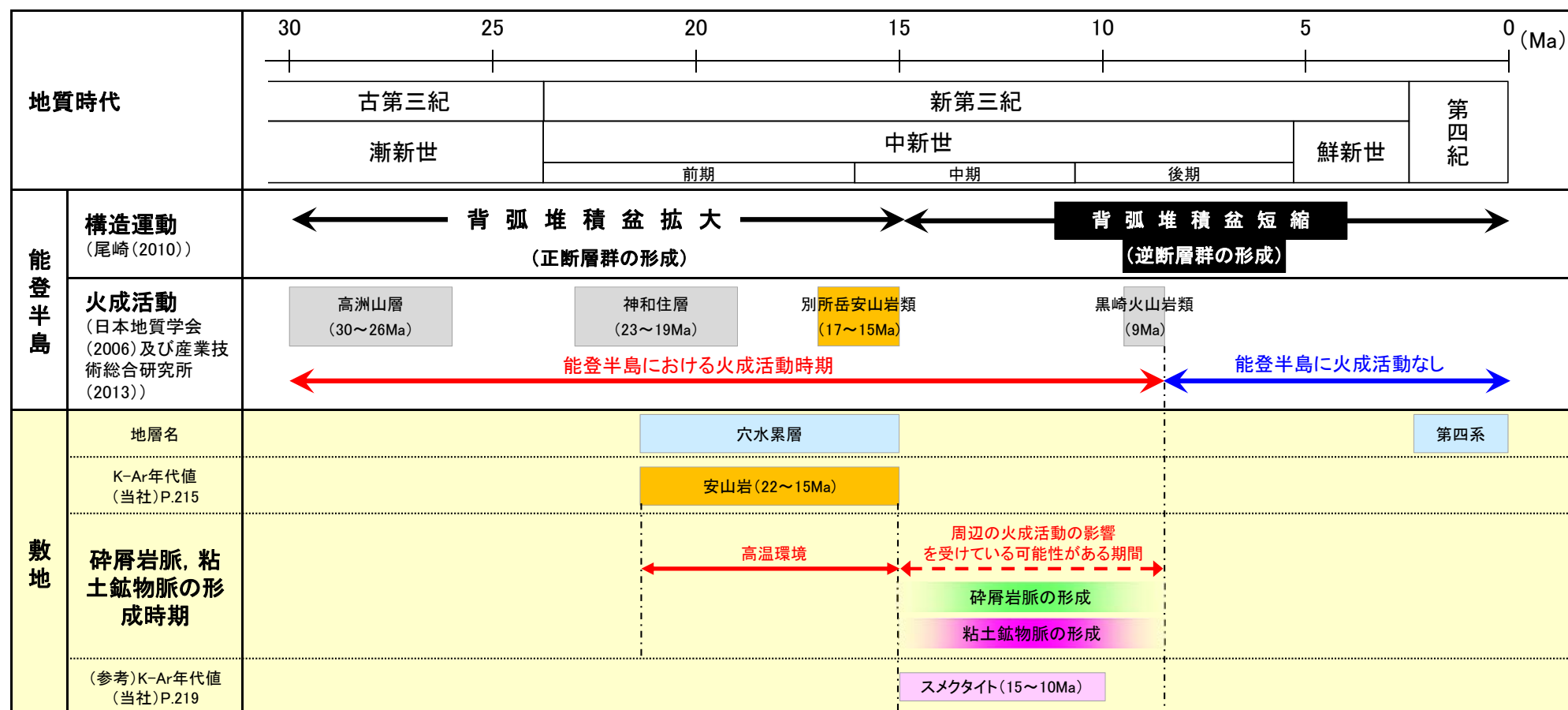
詳細観察写真1
(右は流動状の構造を加筆)

赤点線: 流動状の構造

3.2.4(3) 鉱物脈法によるS-1の最新活動時期

- 能登半島、敷地の構造運動・火成活動の変遷の観点から、粘土鉱物脈や碎屑岩脈の形成年代について検討した結果を以下に示す。
- 粘土鉱物脈は熱水変質作用を受けて形成されたものであると判断されること(P.71)、及び碎屑岩脈は冷え固まる前に未固結な状態で貫入した産状を示していること(P.104)から、いずれも敷地において火成活動の影響を受けている環境下で形成されたものと考えられる。
 - 敷地において火成活動の影響を受けている可能性がある期間は、能登半島の火成活動史に基づけば、黒崎火山岩類形成(9Ma)以降は認められないことから、粘土鉱物脈や碎屑岩脈は、後期中新世以前に形成されたと考えられる。
 - また、粘土鉱物脈や碎屑岩脈は、逆断層センスを示す最新面を横断し、ずれは認められないことから、これらは別所岳安山岩類形成期末期に対応する構造運動の転換期(正断層群形成期⇒逆断層群形成期)以降のイベントであると考えられる。
 - なお、上記は、参考で示したS-1の最新面付近の粘土中に含まれるスメクタイトのK-Ar年代値※(15~10Ma)とも整合している。
- 以上より、最新面を横断する粘土鉱物脈や碎屑岩脈は、後期中新世以前に形成されたと考えられることから、S-1の最新活動は後期中新世以前であると判断される。

※:K-Ar年代分析結果の詳細については、[コメント回答\[5\]](#)参照



能登半島、敷地の構造運動・火成活動の変遷

3.2.5 S-1の活動性評価 ーまとめー

○S-1の活動性評価の結果を以下に示す。

(1) 高位段丘 I a面での上載地層法による調査結果

調査位置	調査結果
えん堤左岸トレンチ	S-1は、約12～13万年前より古い高海面期に堆積したHIa段丘堆積物に変位・変形を与えていない。
駐車場南東方トレンチ	

(2) 有識者会合の評価に対する調査結果(S-1北西部での鉞物脈法による調査結果)

調査位置	調査結果
岩盤調査坑(No.25切羽)	S-1北西部の最新面を横断する後期中新世以前の粘土鉞物脈及び碎屑岩脈にずれは認められない。
M-12.5"孔(深度50.00m)	

(参考として、有識者会合の評価に関連して行った検討については、次頁以降に示す。)

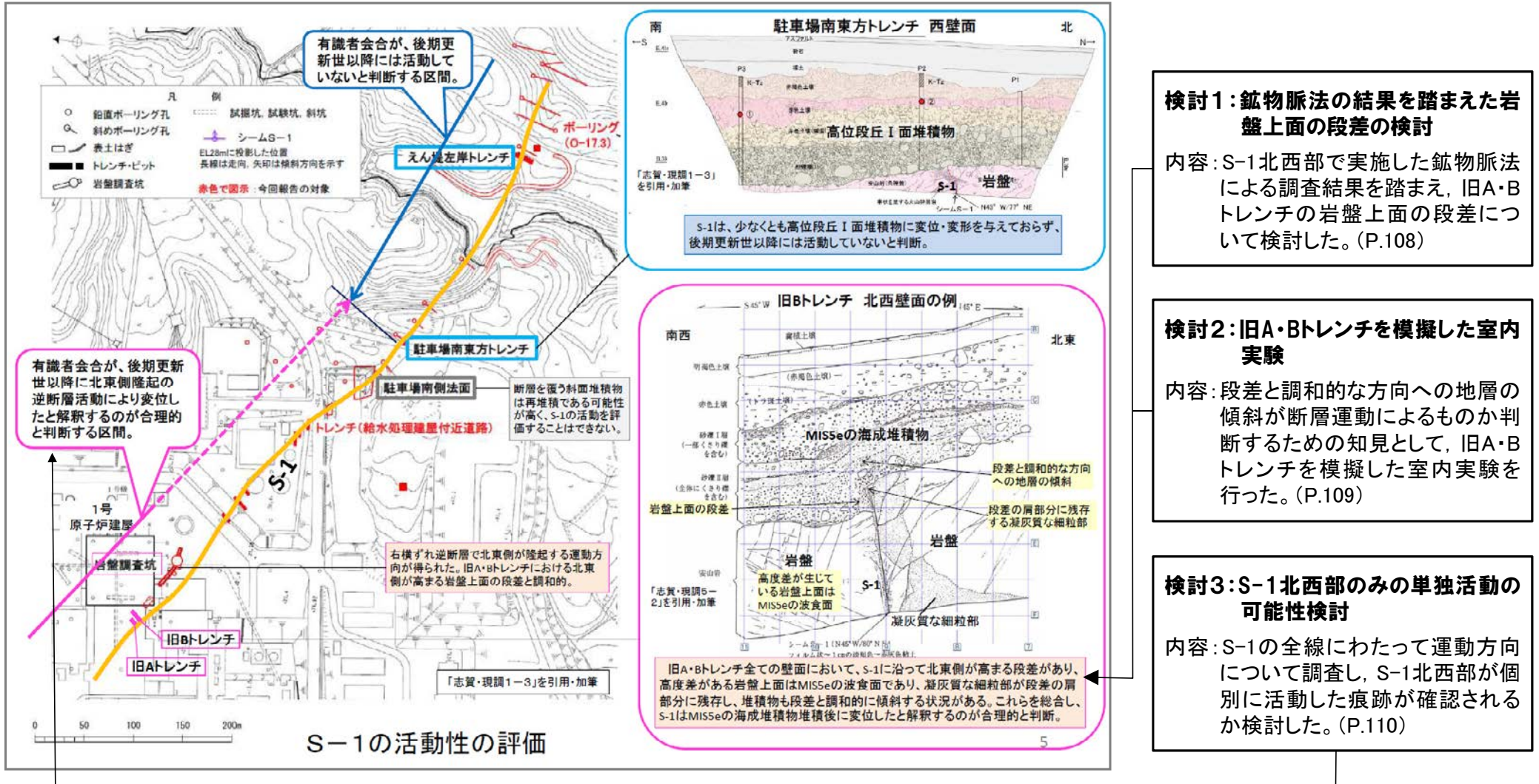


S-1の活動性評価

- 上載地層法による評価を行った結果、S-1に後期更新世以降(約12～13万年前以降)の活動は認められない。
- 有識者会合の評価に対する調査として、S-1北西部において鉞物脈法による調査を行った結果、S-1に後期更新世以降(約12～13万年前以降)の活動は認められない。

(参考) S-1 有識者会合の評価に関連して行った検討 — 検討の内容 —

OS-1の有識者会合の評価に関連して、下記右に示す検討を行った(検討1~3)。

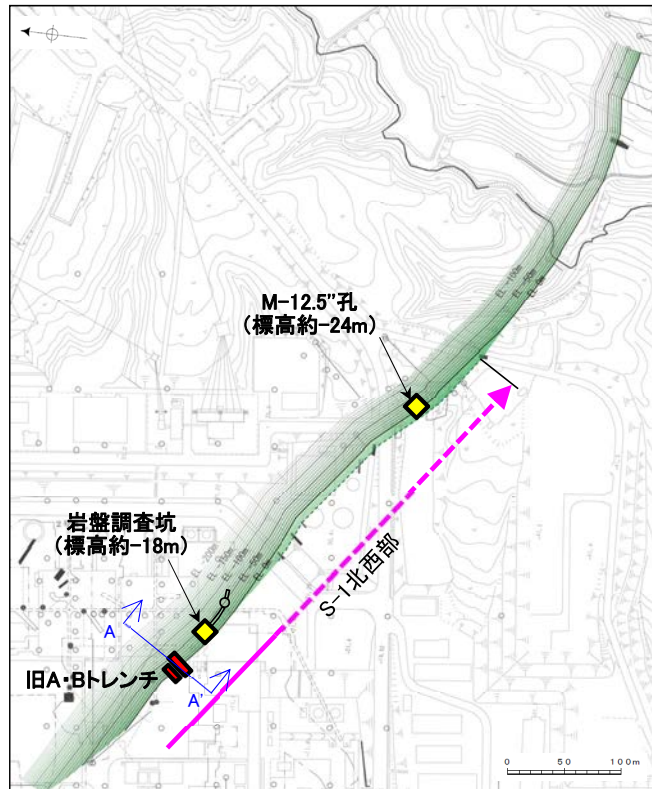


有識者会合のS-1の活動性評価

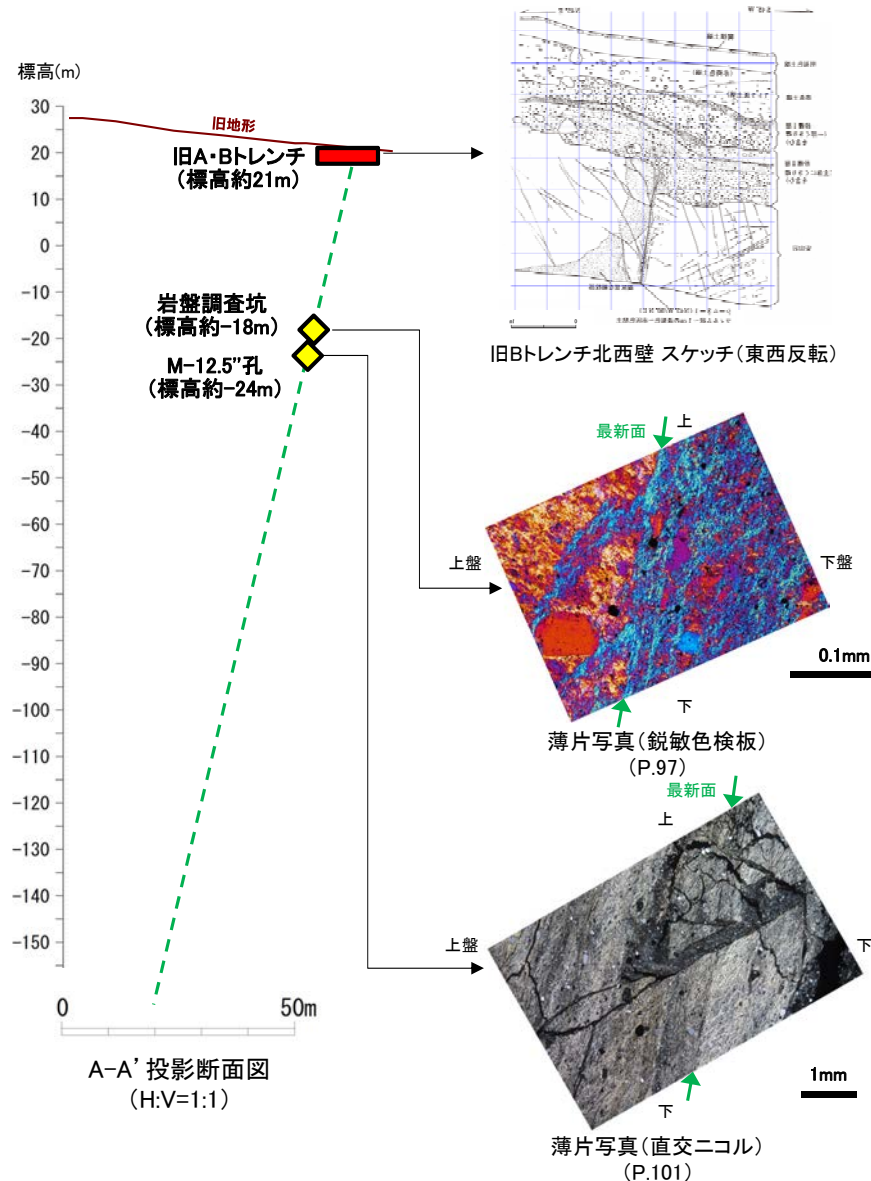
(「北陸電力株式会社志賀原子力発電所の敷地内破碎帯の評価について(報告)平成28年4月27日原子力規制庁」から引用)

(参考) 検討1: 鉍物脈法の結果を踏まえた旧A・Bトレンチの検討

OS-1北西部で実施した鉍物脈法による調査結果を踏まえ、旧A・Bトレンチの岩盤上面の段差について検討した。



旧A・Bトレンチ及び鉍物脈法の調査位置
(P.75の図を編集)



【鉍物脈法による調査結果】
S-1北西部の最新面を横断する後期中新世以前の粘土鉍物脈及び碎屑岩脈にずれは認められない。

【検討結果】

旧A・Bトレンチの岩盤上面の段差が、MIS5eの波食面の断層変位であれば、地下のS-1も同センスの変位が生じているはずであるが、S-1北西部の2箇所での鉍物脈法による調査結果では、後期中新世以前の粘土鉍物脈及び碎屑岩脈にずれは認められない。つまり、当該段差は、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。

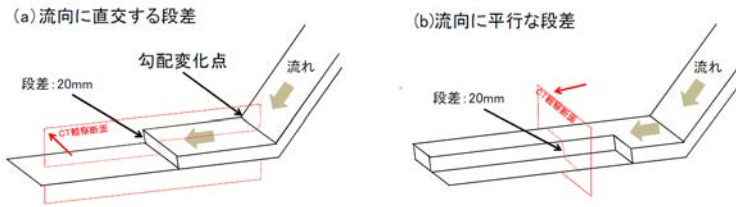
⇒この判断の妥当性を検証するために、段差を埋積する堆積物の構造等に関する知見を得るために、旧A・Bトレンチを再現した室内実験を行った(次頁)。

(参考) 検討2: 旧A・Bトレンチを模擬した室内実験

- 旧A・Bトレンチを模擬して、既存の段差を砂礫層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

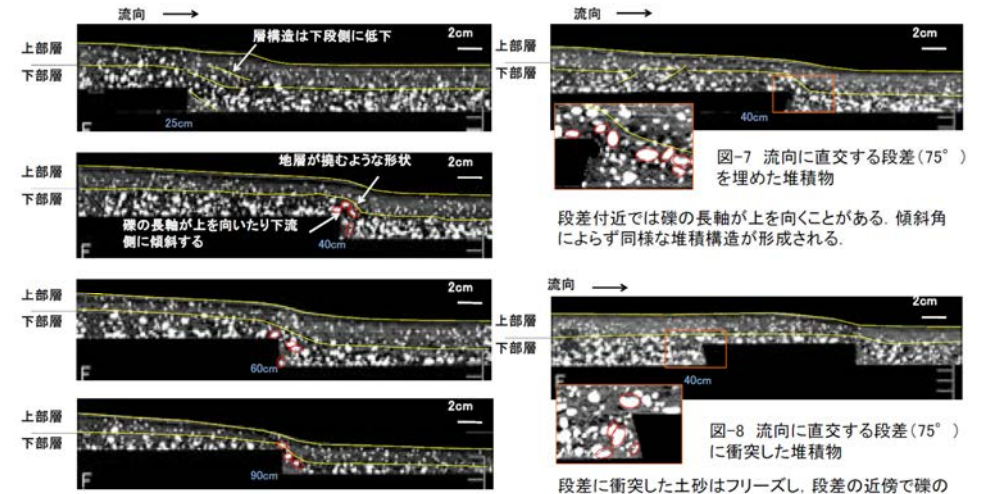


図-6 流向に直交する段差(90°)を埋めた堆積物。青字は勾配変化点からの距離

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

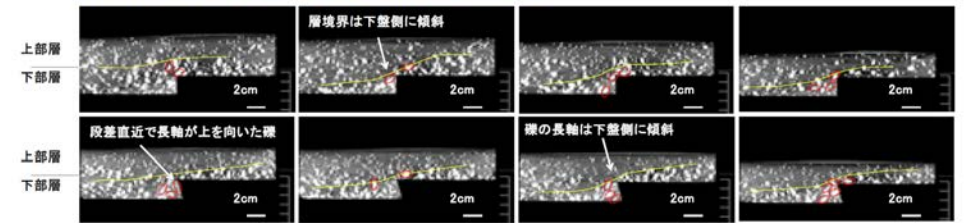
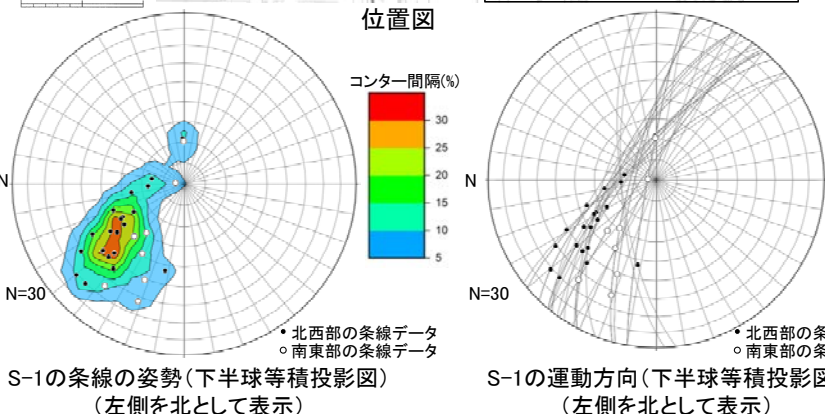
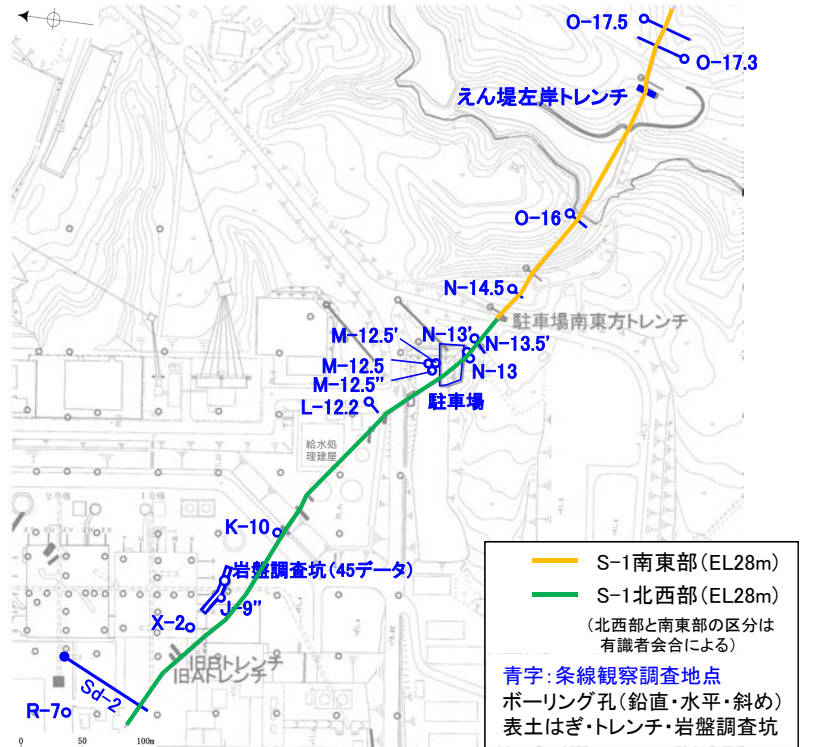


図-9 流向に平行な段差を埋めた堆積物。左がより上流側の断面。上段: 段差角度90°, 下段: 段差角度75°

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)

(参考) 検討3: S-1北西部のみの単独活動の可能性検討

- S-1が北西部と南東部に活動セグメントとして区分されるか検討するために、S-1の全線にわたり、運動方向の詳細について調査した。
- 調査の結果、S-1の運動方向は、北西部から南東部にかけて全線でその傾向は同様であり、北西部のみが単独に活動した痕跡は認められない。



調査地点	粘土状破砕部の幅(cm)	走向/傾斜 (走向は真北)	条線のレイク	変位センス (条線観察)	変位センス (薄片観察※1)
R-7 深度153.35m	0.3~0.7	N62° W/70° NE	55° R	右横ずれ逆断層	—
Sd-2(水平ボーリング)	1	N62° W/70° NE	63° R	右横ずれ逆断層	—
岩盤調査坑※2	水平ボーリングNo.23-1	N57° W/72° NE	60° R	(不明)	右横ずれ逆断層
	No.24-2ブロック(1)	N61° W/73° NE	45° R	右横ずれ逆断層	右横ずれ逆断層
	No.25-2ブロック(1)	N54° W/78° NE	40° R	右横ずれ逆断層	右横ずれ逆断層
X-2 深度37.38m	フィルム状~0.1	N40° W/78° NE	30° R 80° R	(不明) (不明)	— —
J-9' 深度29.33m	0.25	N83° E/73° NW	50° R	(不明)	—
K-10 深度16.95m	フィルム状	N69° W/66° NE	40° R	(不明)	—
L-12.2 深度41.93m	0.1~0.15	N38° W/79° NE	40° R	右横ずれ逆断層	—
M-12.5 深度63.43m	フィルム状~0.5	N62° W/72° NE	60° R 45° R	(不明) (不明)	— —
M-12.5' 深度51.65m	1.4~1.8	N51° W/76° NE	40° R	右横ずれ逆断層	右横ずれ逆断層
M-12.5" 深度50.00m	0.7~0.9	N51° W/79° NE	65° R	(不明)	右横ずれ逆断層
駐車場底盤ボーリングNo.1	2.5~5	N50° W/77° NE	20° R	(不明)	—
			40° R	(不明)	—
			70° R	(不明)	—
駐車場底盤ボーリングNo.2	3.5~5	N46° W/74° NE	20° R	(不明)	—
			105° R	(不明)	—
N-13 深度11.10m	0.1~0.4	N50° W/75° NE	50° R	(不明)	—
N-13' 深度23.39m	フィルム状~0.2	N52° W/69° NE	60° R	(不明)	—
N-13.5' 深度10.90m	0.1~0.4	N87° E/73° NW	90°	逆断層	—
N-14.5 深度21.31m	0.1~0.2	N55° W/84° NE	56° R	(不明)	—
			26° R	(不明)	—
O-16 深度20.36m	0.6~1.4	N63° NW/87° NE	51° R	(不明)	—
えん堤左岸トレンチ 底盤	0.25~0.3	N80° W/86° NE	90° R	(不明)	—
			110° R	(不明)	—
O-17.3 深度41.82m	0.1~0.2	N75° W/78° NE	28° R 63° R	(不明) 右横ずれ逆断層	— —
O-17.5 深度25.29m	0.2~0.3	N76° W/80° NE	40° R	(不明)	—

有識者会合による北西部

有識者会合による南東部

・S-1は、おもに北西-南東走向、北東傾斜であり、条線は北西方向の中角度である。
 ・変位センスが判読できるものは全て逆断層センスであり、条線のレイクを考慮すると、S-1の運動方向は右横ずれ逆断層センスとなる。

※1: 条線のレイクの方向で切断した薄片を作成し、薄片観察において変位センスを確認。
 ※2: 岩盤調査坑については、全45データのうち、上表には例として3データを掲載。

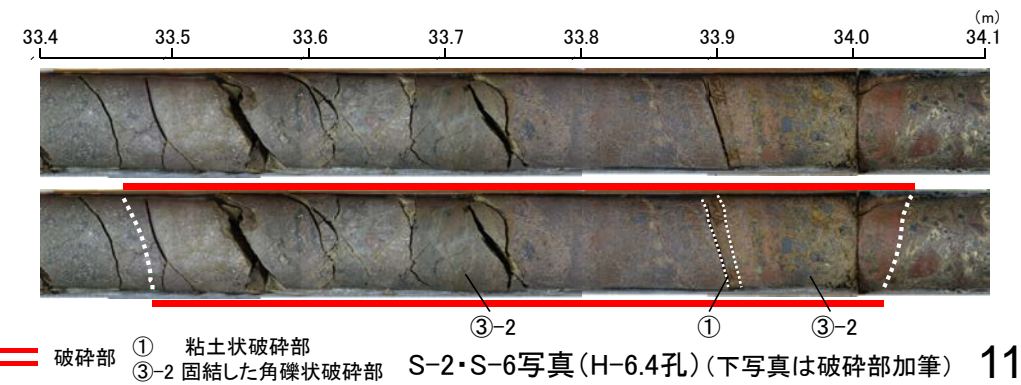
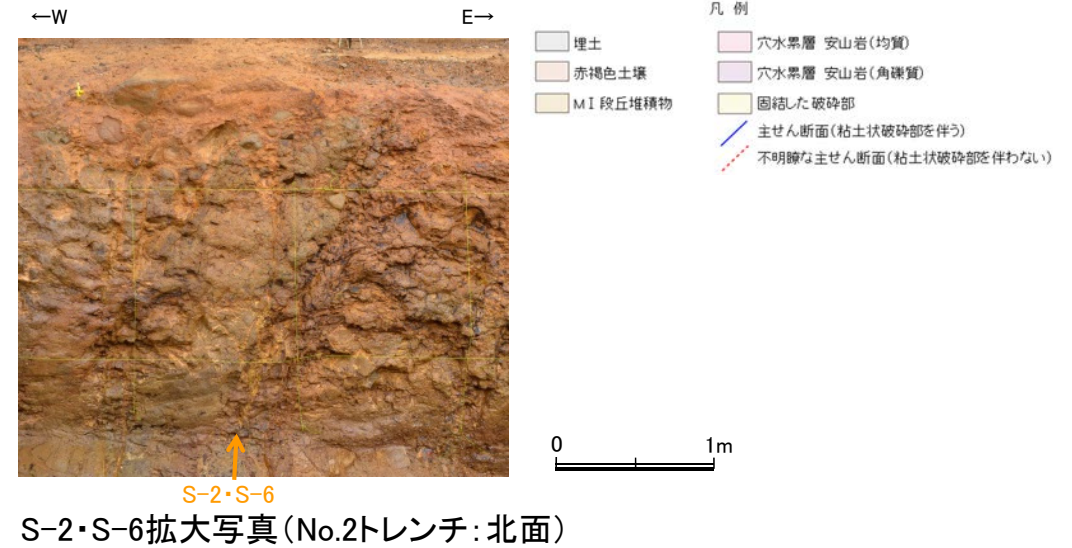
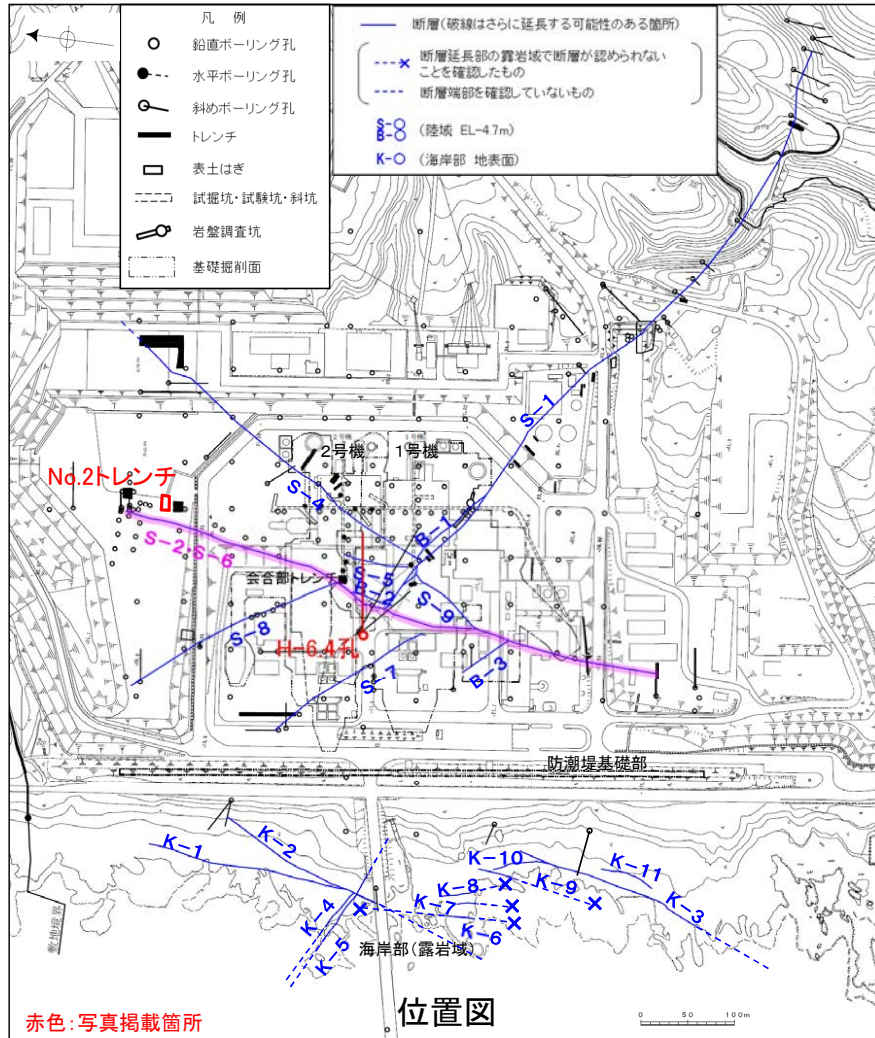
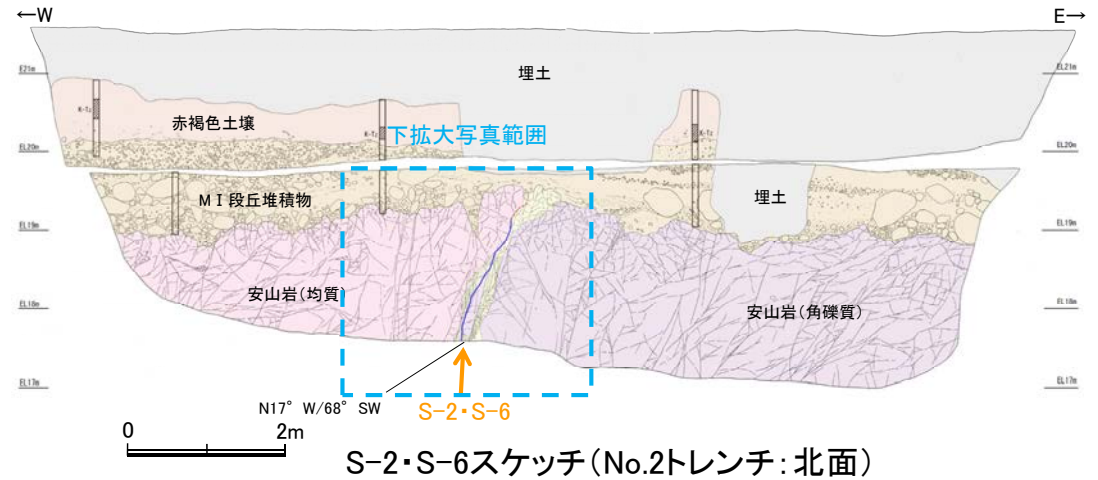
3. 3 S-2·S-6

3.3.1 S-2・S-6の性状

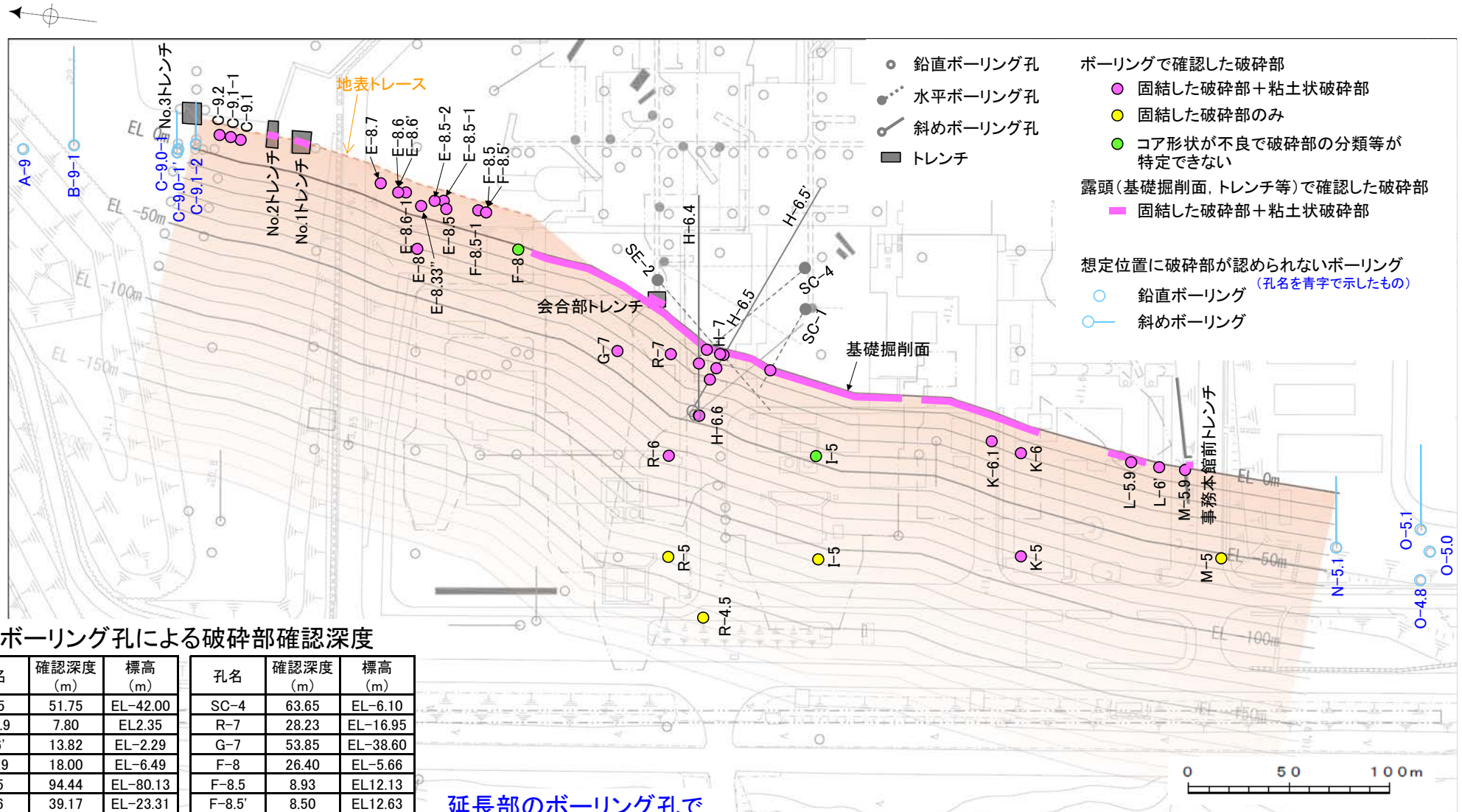
○S-2・S-6断層

- ・概ね南北走向(一般走向N11° E※¹), 西傾斜(60° NW※²)で, 全長600mである。
- ・破砕部は, 粘土状破砕部, 固結した破砕部からなり, 粘土状破砕部が認められない箇所もある。
- ・破砕部全体の幅は平均31cm(最大76cm), 粘土状破砕部の幅は平均3cm(最大17cm)である(データ集4(1))。
- ・固結した破砕部の運動方向は見かけ右横ずれ※³正断層で, 粘土状破砕部の運動方向は左横ずれ逆断層である(データ集4(2))。

※1 一般走向は真北基準で示す ※2 傾斜の確認位置: 会合部トレンチ
※3 建設時のS-2・S-6とS-8の会合部のスケッチ, 写真より判断(第553回審査会合 資料2 P.111参照)



3.3.1 S-2・S-6の性状 — 固結した破砕部・粘土状破砕部の分布状況 —



ボーリング孔による破砕部確認深度

孔名	確認深度 (m)	標高 (m)	孔名	確認深度 (m)	標高 (m)
M-5	51.75	EL-42.00	SC-4	63.65	EL-6.10
M-5.9	7.80	EL2.35	R-7	28.23	EL-16.95
L-6'	13.82	EL-2.29	G-7	53.85	EL-38.60
L-5.9	18.00	EL-6.49	F-8	26.40	EL-5.66
K-5	94.44	EL-80.13	F-8.5	8.93	EL12.13
K-6	39.17	EL-23.31	F-8.5'	8.50	EL12.63
K-6.1	31.50	EL-20.50	F-8.5-1	8.66	EL12.45
I-5	126.15	EL-107.91	E-8.5	14.40	EL6.74
I-6	67.20	EL-47.27	E-8.5-1	8.33	EL12.78
R-4.5	184.44	EL-173.37	E-8.5-2	8.55	EL12.66
R-5	155.50	EL-144.38	E-8.33"	15.70	EL7.48
SC-1	36.27	EL-6.20	E-8	38.05	EL-21.91
SE-2	52.18	EL-6.46	E-8.6-1	8.52	EL12.70
H-7	20.59	EL-4.67	E-8.6'	11.40	EL9.75
H-6.6	53.80	EL-42.70	E-8.6	11.70	EL9.41
H-6.5	37.62	EL-22.20	E-8.7	10.09	EL10.93
H-6.5'	34.55	EL-13.41	C-9.1	10.82	EL11.03
H-6.4	33.90	EL-12.88	C-9.1-1	10.67	EL11.32
R-6	90.90	EL-79.67	C-9.2	10.56	EL11.52

延長部のボーリング孔での想定位置

孔名	想定深度 (m)	標高 (m)
A-9	63	EL-35
B-9-1	28	EL3
C-9.0-1	30	EL-8
C-9.0-1'	19	EL9
C-9.1-2	13	EL13
N-5.1	35	EL-4
O-4.8	孔底以深	EL-46
O-5.0	50	EL-29
O-5.1	23	EL5

この図は、ボーリングによる鉛直方向のデータを踏まえて、断層の推定分布を深度10m毎に図示したものである。

3.3.2 S-2・S-6の活動性評価 — 評価の考え方, 調査位置 —

OS-2・S-6の活動性評価の考え方及び調査位置を下記に示す。

(1) 中位段丘 I 面での上載地層法による調査

OMIS5e以前の段丘堆積物が現存する位置において、上載地層法による調査を行った。

評価手法	調査位置	記載頁
上載地層法	No.2トレンチ	P.115～126

(2) 有識者会合の評価に対する調査

【有識者会合の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、地表付近に変形を及ぼしたものと判断する。

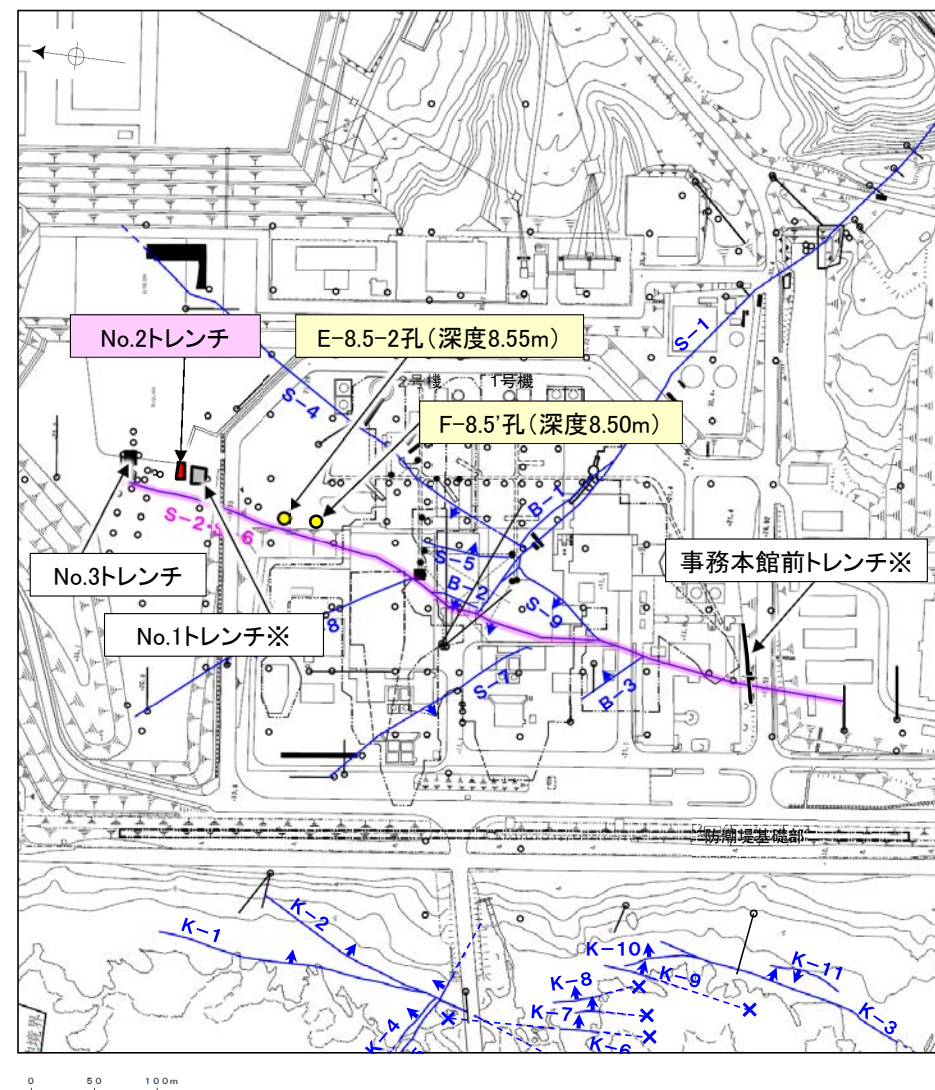
○S-2・S-6において、No.2トレンチ以外で上載地層法による調査が実施できないことから、鉤物脈法による調査を行った。

評価書法	調査位置	記載頁
鉤物脈法(薄片観察)	F-8.5'孔(深度8.50m)	P.128～131
	E-8.5-2孔(深度8.55m)	P.132～136

(参考)有識者会合の評価に関連して下記の検討を行った。

調査検討の内容	記載頁
S-2・S-6の地下延長部の断層に関する検討	P.139～141

S-2・S-6の活動性評価

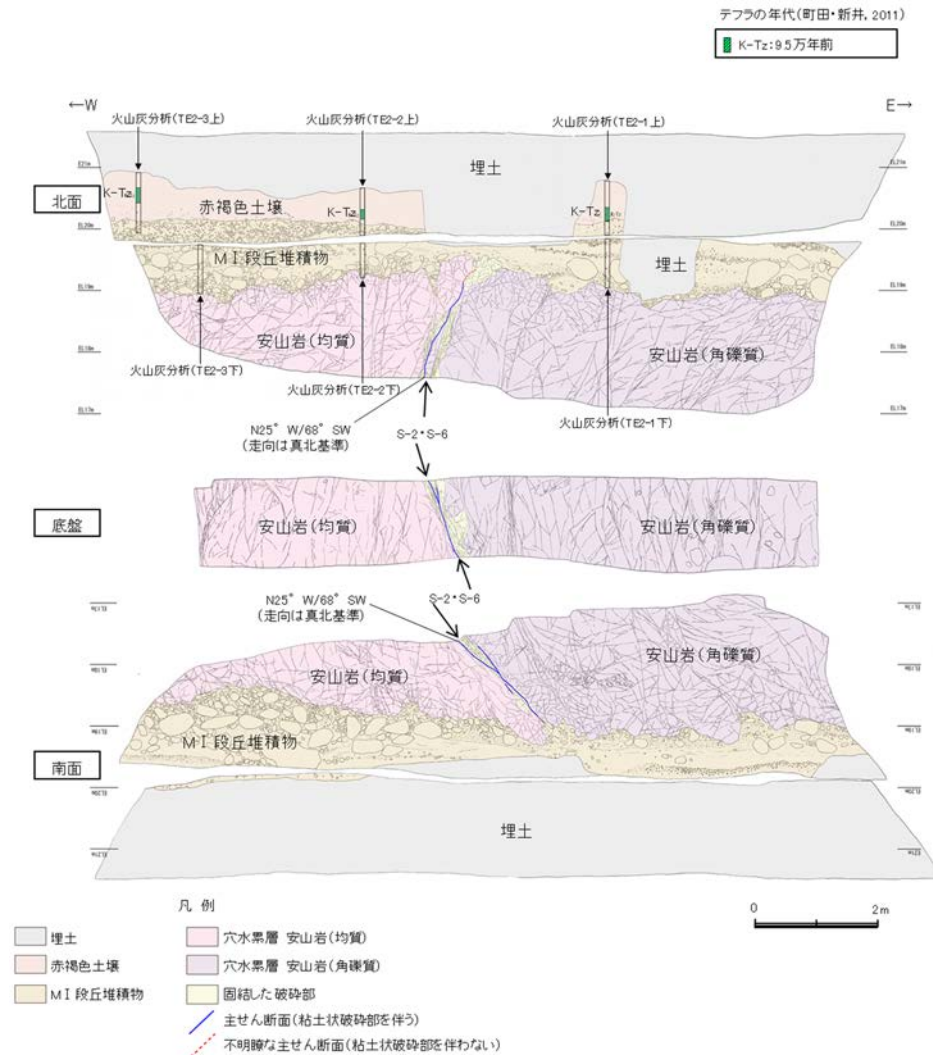
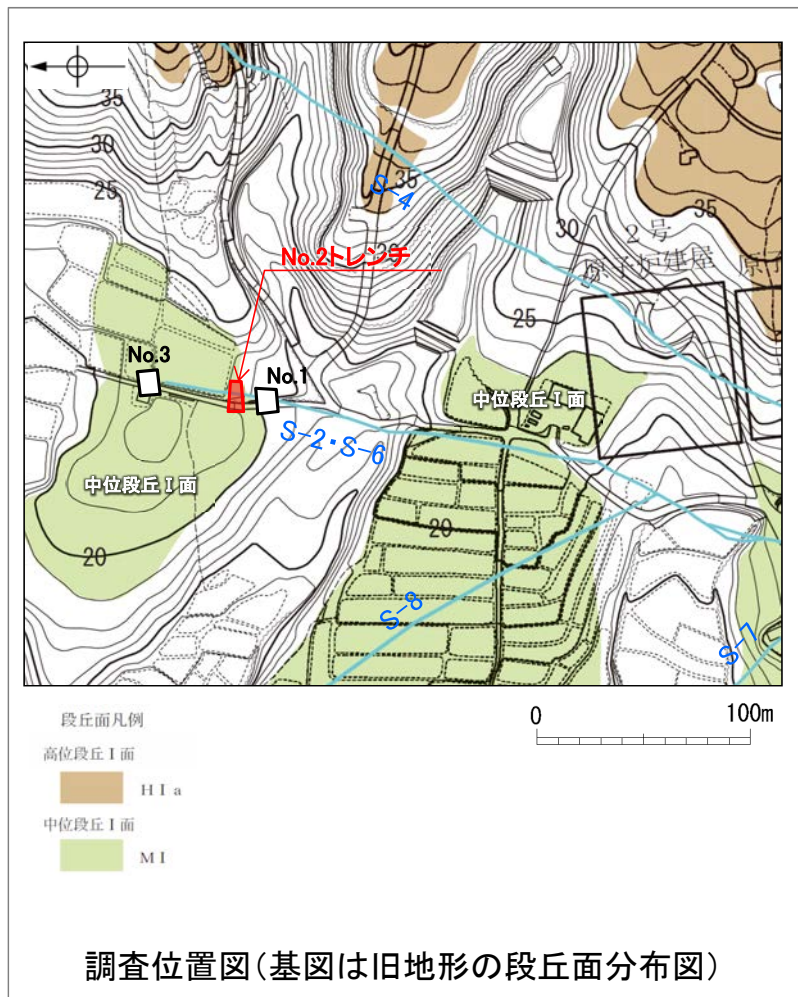


調査位置図(S-2・S-6関連)

※No.1トレンチ, 事務本館前トレンチの上載地層法による調査データは、データ集4(5)参照。

3.3.3 S-2・S-6 上載地層法 (No.2トレンチ) ー概要ー

- S-2・S-6の活動性評価を行うため、中位段丘 I 面を判読した位置において、トレンチ調査 (No.2トレンチ) を実施した。
- No.2トレンチにおいて、幅5~40cmの固結した破碎部及び幅フィルム状~2mmの粘土状破碎部からなるS-2・S-6を確認。
- 基盤の安山岩 (均質) 及び安山岩 (角礫質) の上位には、下位からM I 段丘堆積物、赤褐色土壌が分布する。
- S-2・S-6は基盤直上の約12~13万年前に堆積したM I 段丘堆積物に変位・変形を与えていない。



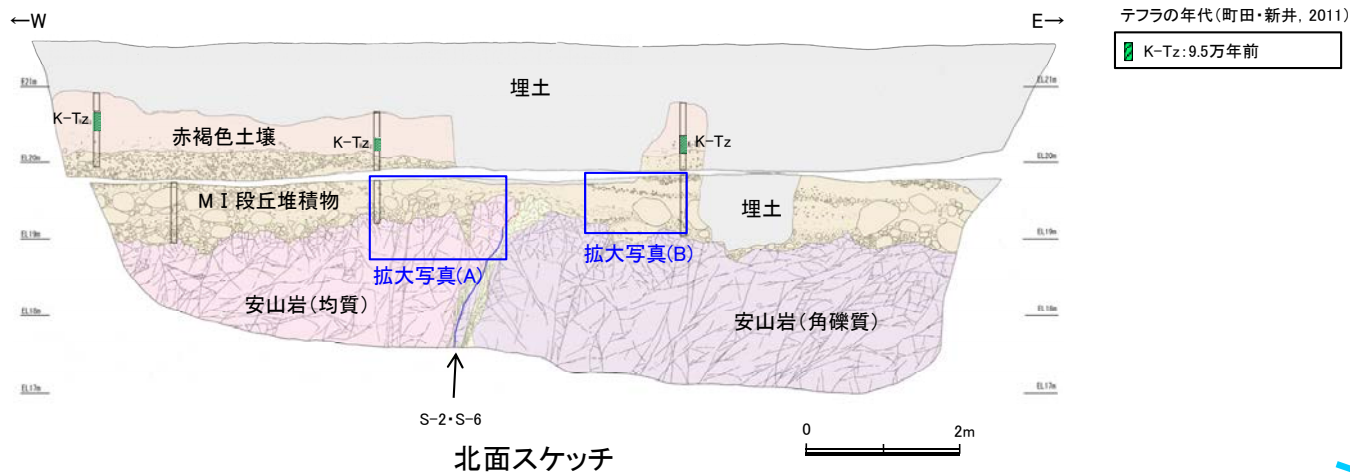
No.2トレンチスケッチ (展開図)

3.3.3 S-2・S-6 上載地層法 (No.2トレンチ) - M I 段丘堆積物の特徴 -

OP.53において海成段丘堆積物と認定したNo.2トレンチのM I 段丘堆積物は、以下の特徴を有する。

- ・砂が多い部分では層理が認められる(本頁, P.117)。
- ・礫が多い部分では亜円～亜角礫主体で、礫の含有率が高い(本頁, P.117)。
- ・基質中に粒径0.1～0.2mm主体の石英粒子を含む(P.118, 119)。

【北面】



層理が認められる箇所

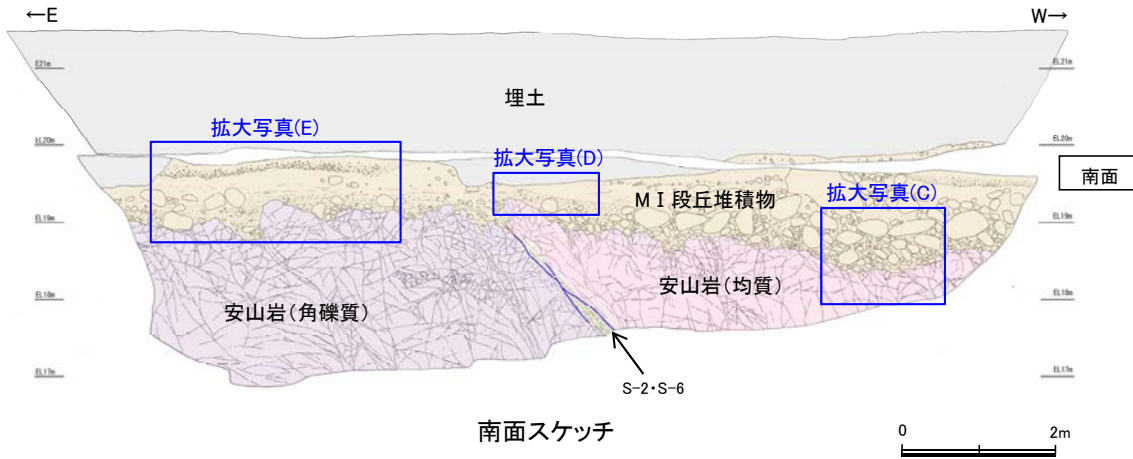


拡大写真(A)
 亜円～亜角礫主体で、礫の含有率が高い



拡大写真(B)
 層理が複数認められる

【南面】



拡大写真(C) 0 40cm
 亜円～亜角礫主体で、礫の含有率が高い



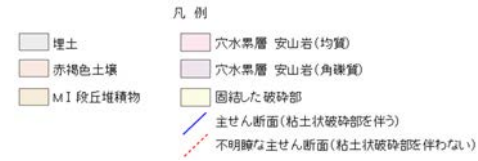
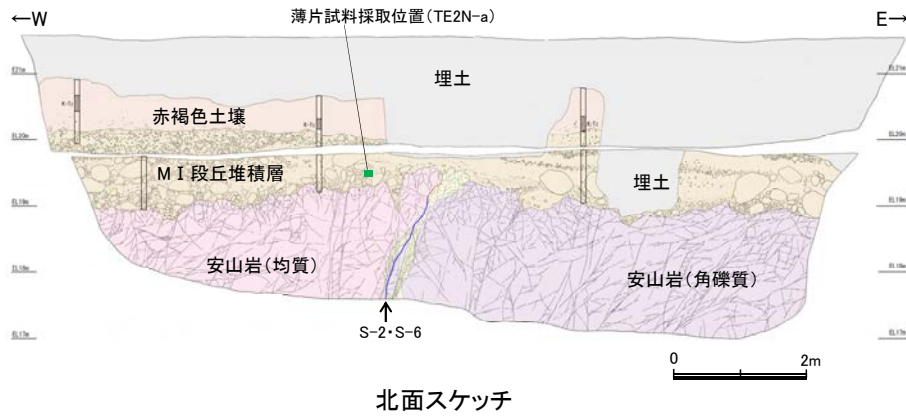
拡大写真(E)
 層理が認められる



拡大写真(D)
 層理が認められる

←E ←E 層理が認められる箇所 W→

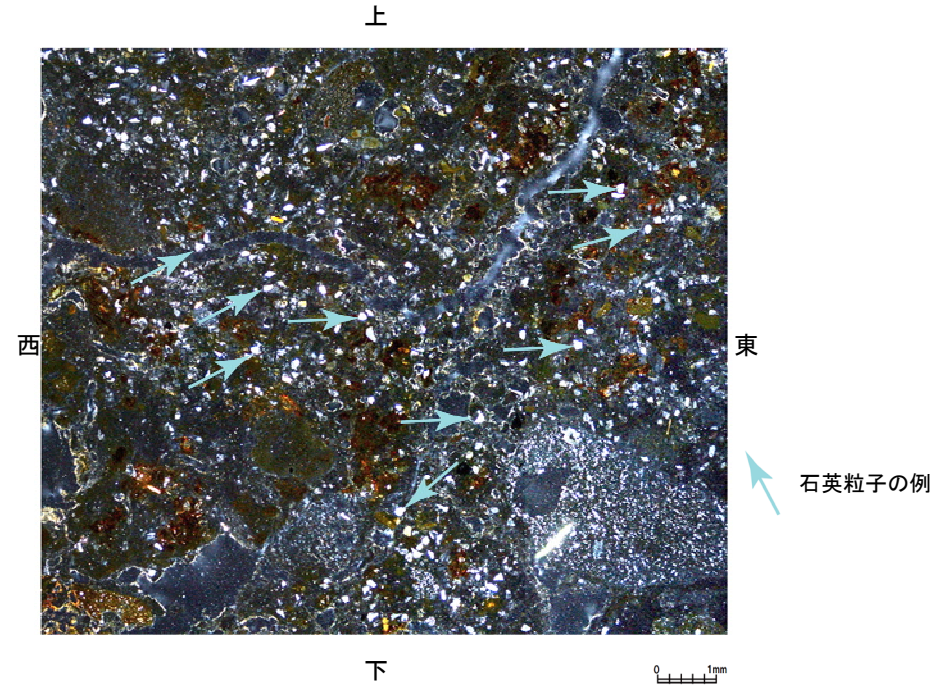
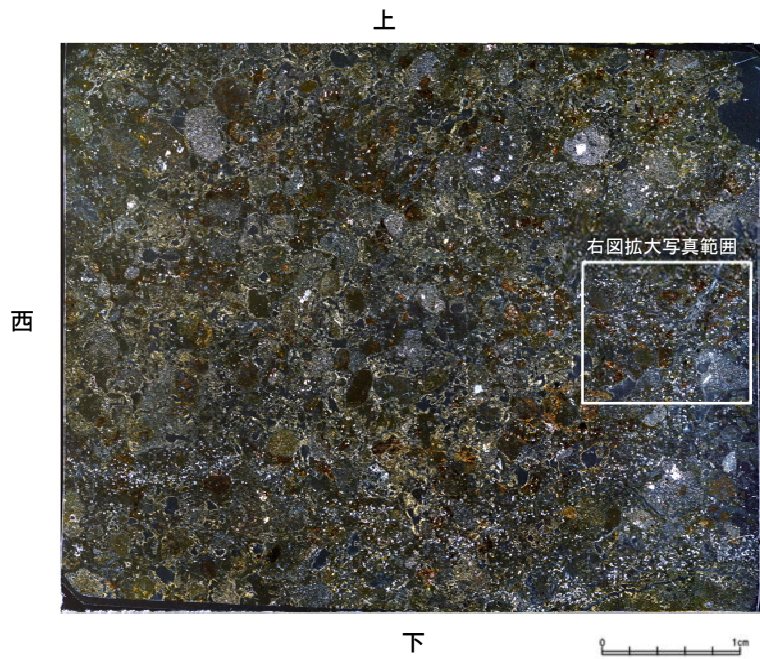
【薄片観察】



(顕微鏡下における観察結果)※
 拡大写真中の基質中に白く見えるものの大部分が石英で、
 その粒径は0.1~0.2mm主体である。
 その他白く見えるものとして斜長石やカリ長石が含まれる。

※基質中に白く見える粒子の鉱物を定量的に確認するために実施したEPMA分析結果については、次頁参照。

*その他の薄片観察写真については、[データ集4\(4\)](#)参照。



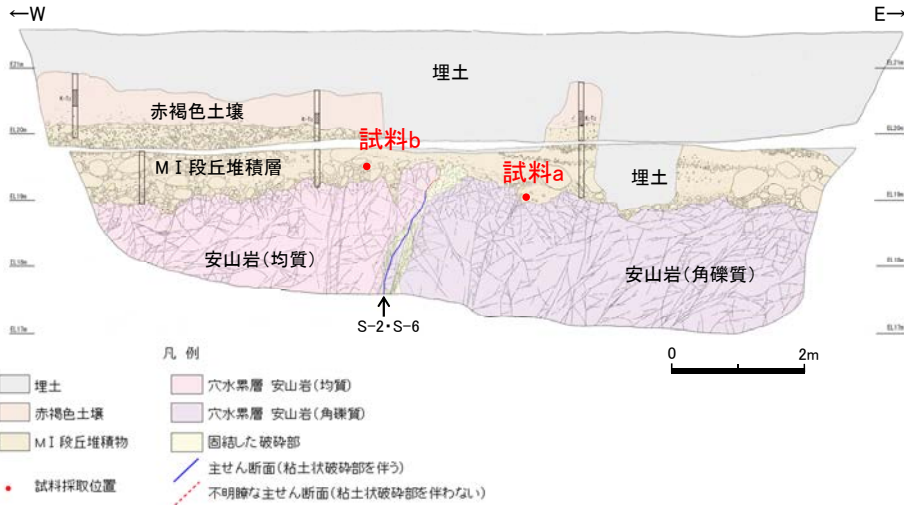
No.2トレンチ薄片例 TE2N-a
 (直交ニコル 東西反転)

拡大写真

【EPMA分析】

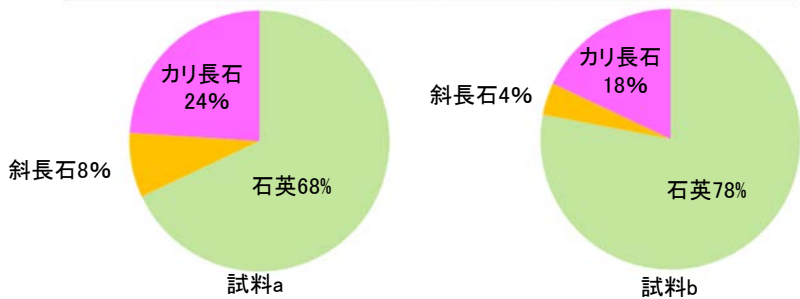
(EPMA分析結果)

EPMA分析の結果、顕微鏡下(直交ニコル)において基質中に白く見える粒子は、石英を主体とし、その他の鉱物としてカリ長石や斜長石を含むことが定量的に確認され、顕微鏡下の薄片による観察結果と整合する。



EPMA分析結果(50粒子/1試料)

試料名		鉱物名			合計
		石英	斜長石	カリ長石	
試料a	個数	34	4	12	50
	%	68.0	8.0	24.0	100.0
試料b	個数	39	2	9	50
	%	78.0	4.0	18.0	100.0



顕微鏡下(直交ニコル)で確認された
基質中の白い粒子の割合

EPMA分析結果 試料a (100%ノーマライズデータ)

鉱物名	(wt.%)									
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	SO ₃	FeO	MgO	CaO	BaO	Na ₂ O	K ₂ O	total
Qz	100.00	-	-	-	-	-	-	-	-	100.00
Pl	69.41	19.19	-	-	-	-	-	11.40	-	100.00
Pl	68.52	19.92	-	-	-	0.57	-	10.99	-	100.00
Kf	63.84	17.91	-	-	-	-	-	0.62	17.63	100.00
Qz	100.00	-	-	-	-	-	-	-	-	100.00
Qz	100.00	-	-	-	-	-	-	-	-	100.00
Qz	100.00	-	-	-	-	-	-	-	-	100.00
Kf	63.62	17.97	-	-	-	-	0.20	18.21	-	100.00
Qz	100.00	-	-	-	-	-	-	-	-	100.00
Kf	63.97	17.90	-	-	-	-	0.74	17.40	-	100.00
Qz	100.00	-	-	-	-	-	-	-	-	100.00
Kf	63.58	18.11	-	-	-	-	0.64	17.67	-	100.00
Qz	100.00	-	-	-	-	-	-	-	-	100.00
Qz	100.00	-	-	-	-	-	-	-	-	100.00
Kf	63.85	18.05	-	-	-	-	0.71	17.39	-	100.00
Qz	99.43	0.57	-	-	-	-	-	-	-	100.00
Qz	100.00	-	-	-	-	-	-	-	-	100.00
Qz	100.00	-	-	-	-	-	-	-	-	100.00
Kf	63.87	17.87	-	-	-	-	0.50	17.77	-	100.00
Qz	100.00	-	-	-	-	-	-	-	-	100.00
Qz	100.00	-	-	-	-	-	-	-	-	100.00
Qz	100.00	-	-	-	-	-	-	-	-	100.00
Qz	100.00	-	-	-	-	-	-	-	-	100.00
Qz	100.00	-	-	-	-	-	-	-	-	100.00
Kf	68.86	19.39	-	-	-	-	11.17	0.58	-	100.00
Kf	63.78	18.25	-	-	-	-	0.78	17.19	-	100.00
Qz	100.00	-	-	-	-	-	-	-	-	100.00
Kf	63.86	18.02	-	-	-	-	0.96	17.15	-	100.00
Qz	100.00	-	-	-	-	-	-	-	-	100.00
Qz	100.00	-	-	-	-	-	-	-	-	100.00
Qz	100.00	-	-	-	-	-	-	-	-	100.00
Qz	100.00	-	-	-	-	-	-	-	-	100.00
Qz	100.00	-	-	-	-	-	-	-	-	100.00
Qz	100.00	-	-	-	-	-	-	-	-	100.00
Qz	100.00	-	-	-	-	-	-	-	-	100.00
Pl	69.16	19.45	-	-	-	-	11.39	-	-	100.00
Qz	100.00	-	-	-	-	-	-	-	-	100.00
Qz	100.00	-	-	-	-	-	-	-	-	100.00
Kf	63.59	18.03	-	-	-	-	0.68	17.71	-	100.00
Qz	100.00	-	-	-	-	-	-	-	-	100.00
Qz	100.00	-	-	-	-	-	-	-	-	100.00
Pl	68.74	19.65	-	-	-	0.29	11.31	-	-	100.00
Qz	100.00	-	-	-	-	-	-	-	-	100.00
Kf	63.65	17.78	-	-	-	-	0.51	18.05	-	100.00
Qz	100.00	-	-	-	-	-	-	-	-	100.00
Qz	100.00	-	-	-	-	-	-	-	-	100.00
Kf	65.43	18.76	-	-	-	-	3.12	12.69	-	100.00
Qz	100.00	-	-	-	-	-	-	-	-	100.00
Qz	100.00	-	-	-	-	-	-	-	-	100.00
Qz	100.00	-	-	-	-	-	-	-	-	100.00
Qz	100.00	-	-	-	-	-	-	-	-	100.00
Kf	63.87	17.89	-	-	-	-	0.36	18.07	-	100.00
Qz	100.00	-	-	-	-	-	-	-	-	100.00
Kf	63.08	18.26	-	-	-	1.08	0.73	16.85	-	100.00

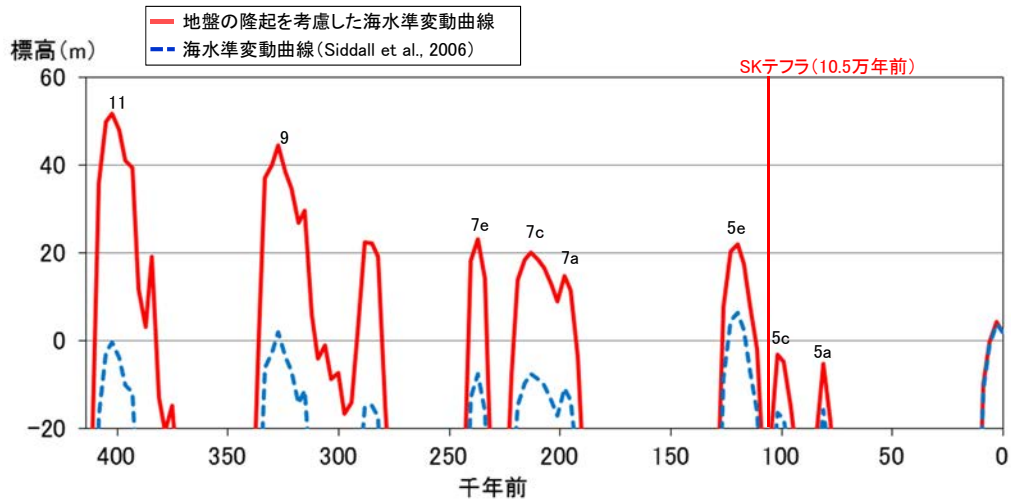
EPMA分析結果 試料b (100%ノーマライズデータ)

鉱物名	(wt.%)									
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	SO ₃	FeO	MgO	CaO	BaO	Na ₂ O	K ₂ O	total
Qz	100.00	-	-	-	-	-	-	-	-	100.00
Qz	100.00	-	-	-	-	-	-	-	-	100.00
Qz	100.00	-	-	-	-	-	-	-	-	100.00
Qz	96.84	2.20	-	-	-	-	-	-	0.96	100.00
Qz	100.00	-	-	-	-	-	-	-	-	100.00
Qz	98.47	0.81	-	0.72	-	-	-	-	-	100.00
Qz	100.00	-	-	-	-	-	-	-	-	100.00
Qz	100.00	-	-	-	-	-	-	-	-	100.00
Qz	100.00	-	-	-	-	-	-	-	-	100.00
Kf	63.58	18.12	-	-	-	-	-	0.74	17.56	100.00
Qz	100.00	-	-	-	-	-	-	-	-	100.00
Qz	100.00	-	-	-	-	-	-	-	-	100.00
Qz	100.00	-	-	-	-	-	-	-	-	100.00
Kf	63.70	18.27	-	-	-	-	-	0.59	17.44	100.00
Kf	63.95	17.67	-	-	-	-	-	0.60	17.78	100.00
Qz	100.00	-	-	-	-	-	-	-	-	100.00
Qz	100.00	-	-	-	-	-	-	-	-	100.00
Qz	100.00	-	-	-	-	-	-	-	-	100.00
Qz	100.00	-	-	-	-	-	-	-	-	100.00
Qz	100.00	-	-	-	-	-	-	-	-	100.00
Kf	63.99	17.99	-	-	-	-	-	0.84	17.18	100.00
Kf	63.71	17.97	-	-	-	-	-	0.44	17.88	100.00
Qz	100.00	-	-	-	-	-	-	-	-	100.00
Qz	100.00	-	-	-	-	-	-	-	-	100.00
Qz	100.00	-	-	-	-	-	-	-	-	100.00
Kf	63.70	18.27	-	-	-	-	-	0.59	17.44	100.00
Kf	63.95	17.67	-	-	-	-	-	0.60	17.78	100.00
Qz	100.00	-	-	-	-	-	-	-	-	100.00
Qz	100.00	-	-	-	-	-	-	-	-	100.00
Qz	100.00	-	-	-	-	-	-	-	-	100.00
Qz	100.00	-	-	-	-	-	-	-	-	100.00
Qz	100.00	-	-	-	-	-	-	-	-	100.00
Kf	63.70	18.27	-	-	-	-	-	0.59	17.44	100.00
Qz	99.75	0.25	-	-	-	-	-	-	-	100.00
Qz	100.00	-	-	-	-	-	-	-	-	100.00
Pl	62.43	23.50	-	-	-	5.58	-	8.21	0.29	100.00
Kf	63.54	17.85	-	-	-	-	-	0.29	18.32	100.00
Qz	100.00	-	-	-	-	-	-	-	-	100.00
Qz	100.00	-	-	-	-	-	-	-	-	100.00
Qz	100.00	-	-	-	-	-	-	-	-	100.00
Qz	100.00	-	-	-	-	-	-	-	-	100.00
Pl	69.28	19.36	-	-	-	-	-	11.36	-	100.00
Qz	100.00	-	-	-	-	-	-	-	-	100.00
Qz	100.00	-	-	-	-	-	-	-	-	100.00
Qz	100.00	-	-	-	-	-	-	-	-	100.00
Kf	63.87	17.89	-	-	-	-	-	0.36	18.07	100.00
Qz	100.00	-	-	-	-	-	-	-	-	100.00
Kf	63.08	18.26	-	-	-	-	1.08	0.73	16.85	100.00

Qz : 石英, Pl : 斜長石, Kf : カリ長石

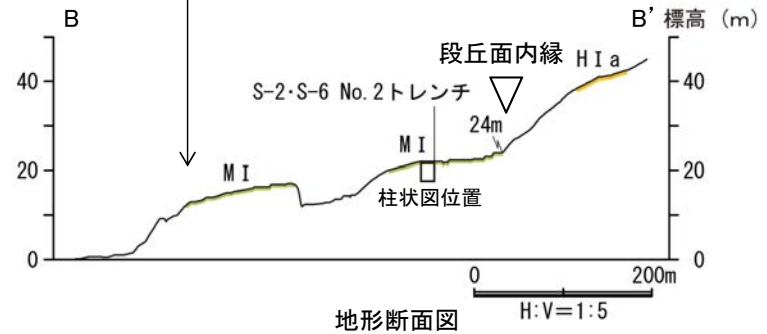
3.3.3 S-2・S-6 上載地層法 (No.2トレンチ) — 調査位置と過去の海水準との関係 —

OP.54においてMIS5e(約12~13万年前)の高海面期に堆積したと判断したNo.2トレンチのM I 段丘堆積物について、その位置と過去の海水準との関係を、断面図と柱状図により示す。

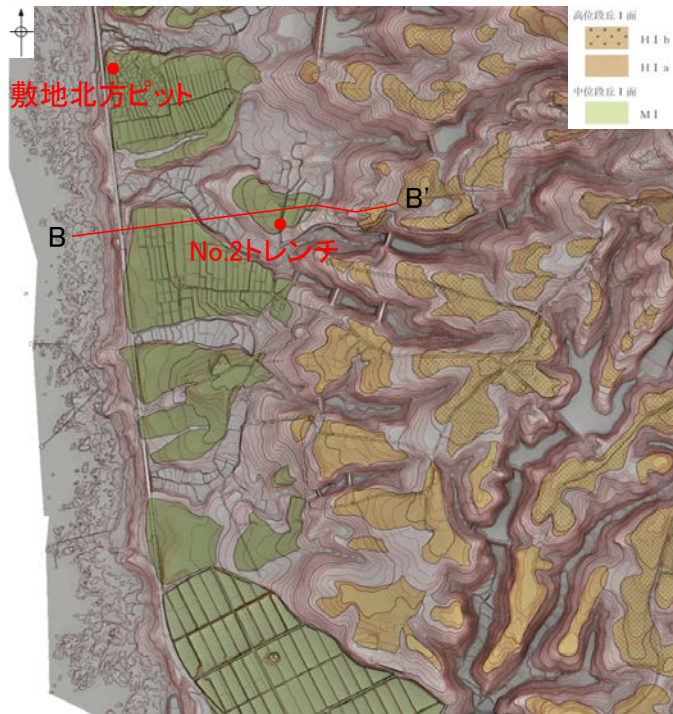


敷地の平均隆起速度(0.13m/千年)をもとに補正した海水準変動曲線

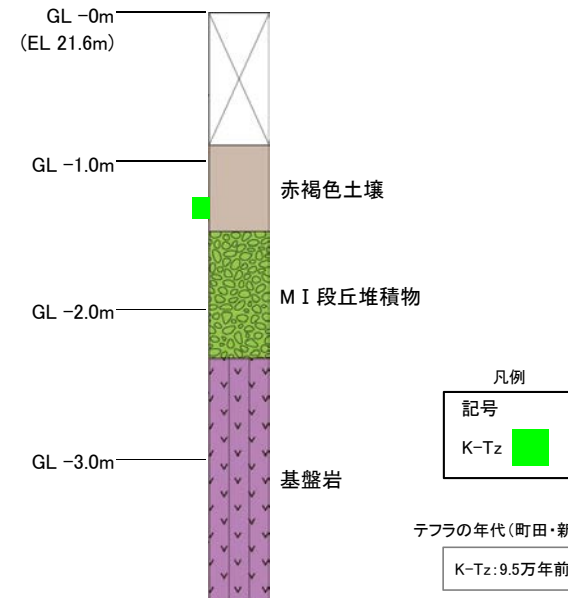
・中位段丘 I 面の前縁付近の敷地北方ピットにおいて、M I 段丘堆積物を覆う赤褐色土壌の最下部にSKテフラ(10.5万年前)を確認(P.57~59)。



地形断面図



位置図



テフラの年代(町田・新井, 2011)

K-Tz: 9.5万年前

S-2・S-6 No.2トレンチ 柱状図

3.3.3 S-2・S-6 上載地層法 (No.2トレンチ) —被覆層の特徴—

○No.2トレンチのM I 段丘堆積物の上位に分布する被覆層について観察・分析を行った。
 ○M I 段丘堆積物の上位には、赤褐色土壌 (K-Tzの降灰層準含む) が認められる。



北面全景写真

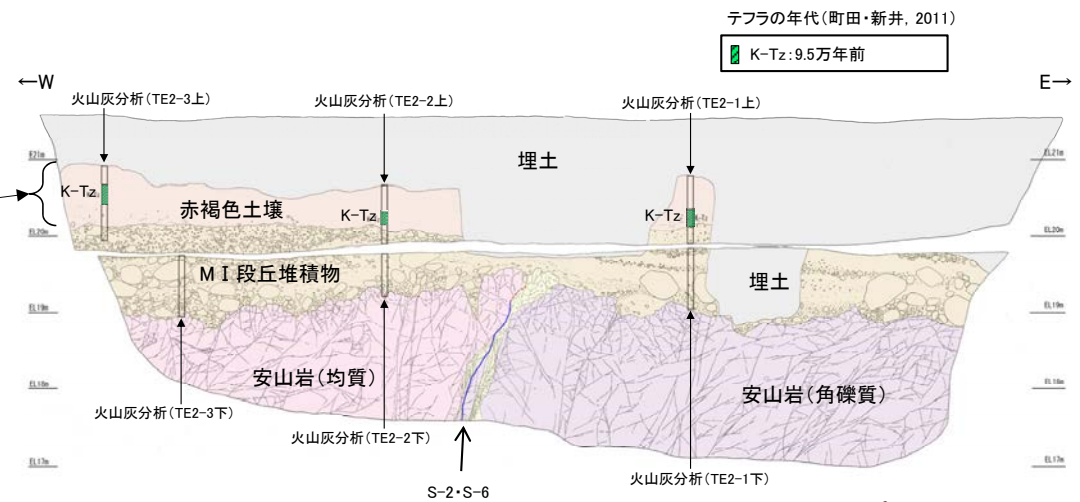
赤褐色土壌

- ・色調5YR4/8および7.5YR5/6, ごく一部で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, 中程度の亜角塊状土壌構造が認められる。

【火山灰分析結果】

- ・赤褐色土壌中から, K-Tz (9.5万年前) が認められる (**データ集4(3)**)。

・赤褐色土壌 (K-Tzの降灰層準含む) が認められる



北面スケッチ

余白

3.3.3 S-2・S-6 上載地層法 (No.2トレンチ) - S-2・S-6と上載地層との関係 -

○上載地層との関係を詳細に観察した結果、S-2・S-6は基盤直上のMI段丘堆積物に変位・変形を与えていない(P.123~124)。
 ○なお、北面東側においてやや東傾斜する層理(下スケッチ図赤矢印)が認められたことから、この層理の成因を確認するため、トレンチ全体で認められる層理及び周辺のNo.3トレンチも含めて、地層の傾斜を確認した。その結果、地層が一方向に傾斜する傾向は認められないことから、この層理の傾斜は局所的な堆積構造を表していると考えられ、撓曲構造ではないと判断した(P.125~126)。

赤褐色土壌

- ・色調5YR4/8および7.5YR5/6、ごく一部で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、中程度の垂角塊状土壤構造が認められる。

MI段丘堆積物

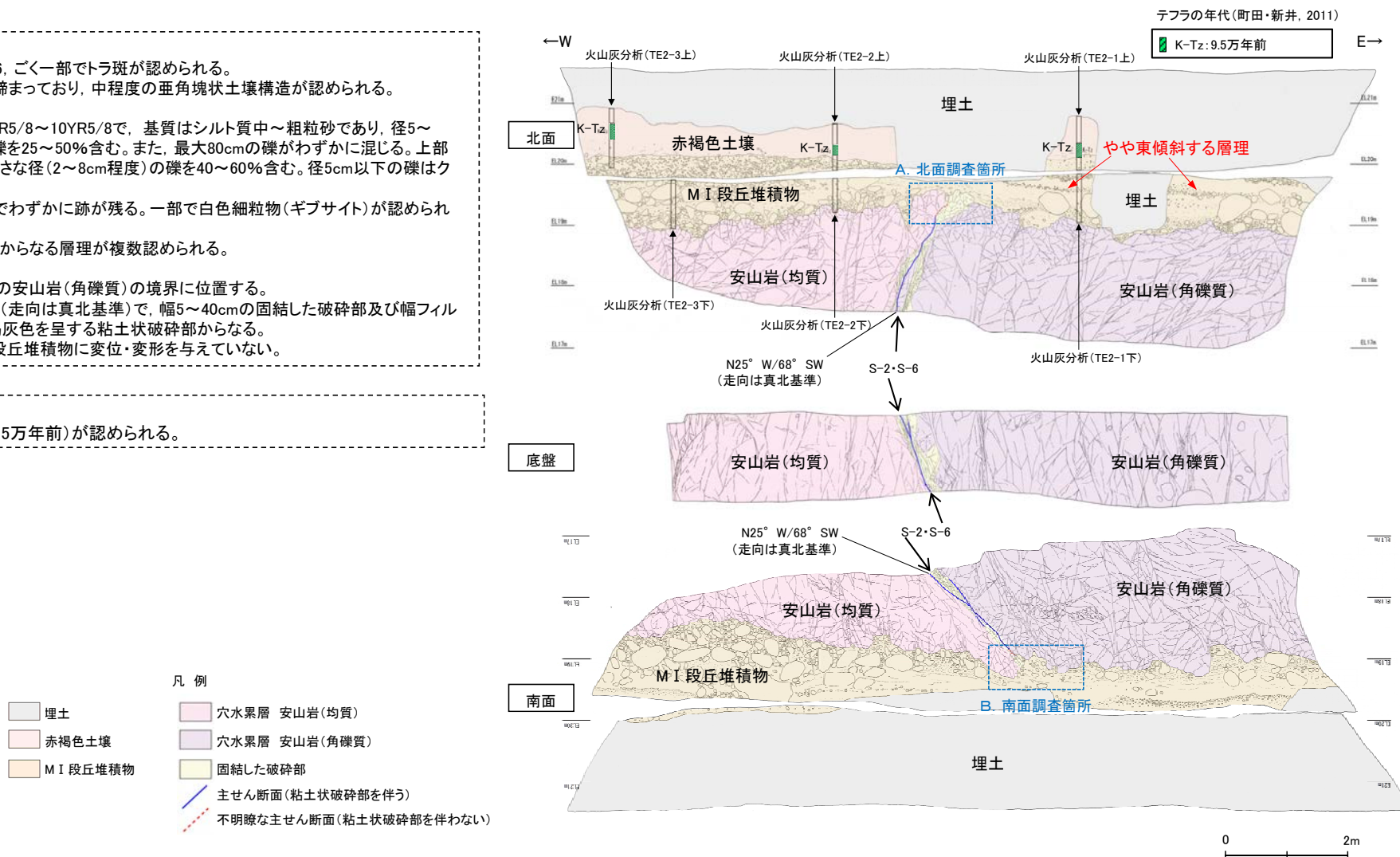
- ・砂礫層からなり、色調は7.5YR5/8~10YR5/8で、基質はシルト質中~粗粒砂であり、径5~20cmの安山岩垂円~垂角礫を25~50%含む。また、最大80cmの礫がわずかに混じる。上部20~40cm間では、比較的小さな径(2~8cm程度)の礫を40~60%含む。径5cm以下の礫はクサリ礫化が進む。
- ・よく締まっており、強い指圧でわずかに跡が残る。一部で白色細粒物(ギブサイト)が認められる。
- ・径数mm~10cm以下の礫等からなる層理が複数認められる。

S-2・S-6

- ・西側の安山岩(均質)と東側の安山岩(角礫質)の境界に位置する。
- ・走向・傾斜N25° W/68° SW(走向は真北基準)で、幅5~40cmの固結した破砕部及び幅フィルム状~2mmの明褐色~明褐色を呈する粘土状破砕部からなる。
- ・S-2・S-6は基盤直上のMI段丘堆積物に変位・変形を与えていない。

【火山灰分析結果】

- ・赤褐色土壌中から、K-Tz(9.5万年前)が認められる。



No.2トレンチスケッチ(展開図)

【北面拡大写真】



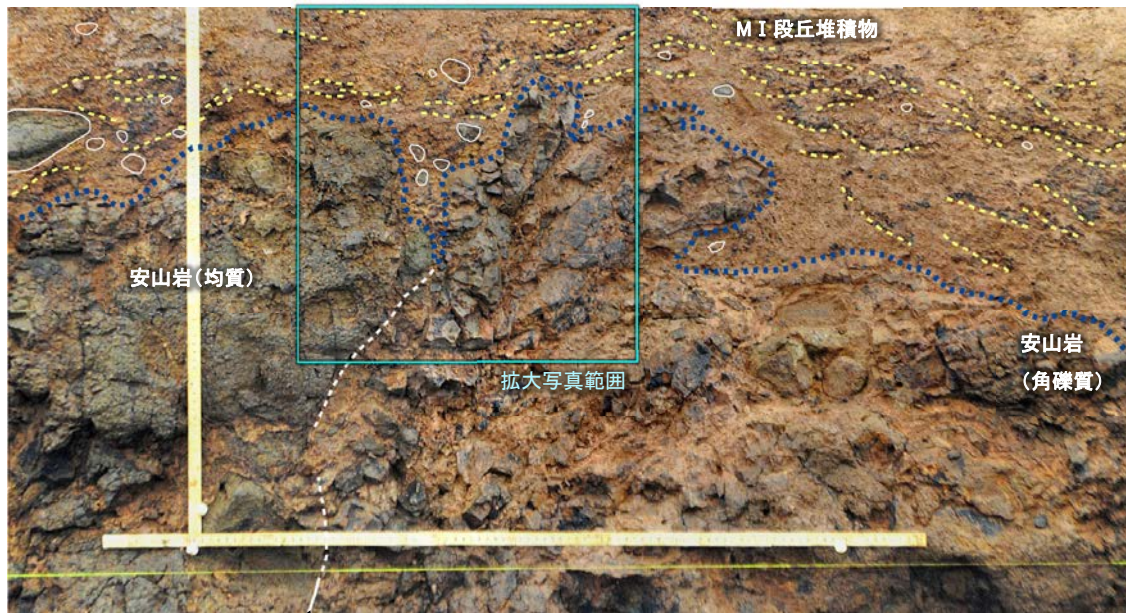
A.北面調査箇所



S-2・S-6

S-2・S-6上部付近拡大写真

- 礫
- 堆積構造
- 岩盤上面
- 主せん断面
- 不明瞭な主せん断面



S-2・S-6

A.北面調査箇所(礫, 構造等を加筆)

- ・S-2・S-6付近の岩盤上面(図中青点線)の凹部には、MI段丘堆積物が入り込むように堆積している。
- ・凹部を挟んで両側のMI段丘堆積物の基底は、ほぼ同じ高さである。
- ・S-2・S-6直上のMI段丘堆積物中には、せん断面は認められない。
- ・S-2・S-6上方のMI段丘堆積物中には、堆積構造(図中黄点線)が認められ、この堆積構造に乱れは認められない。

【南面拡大写真】

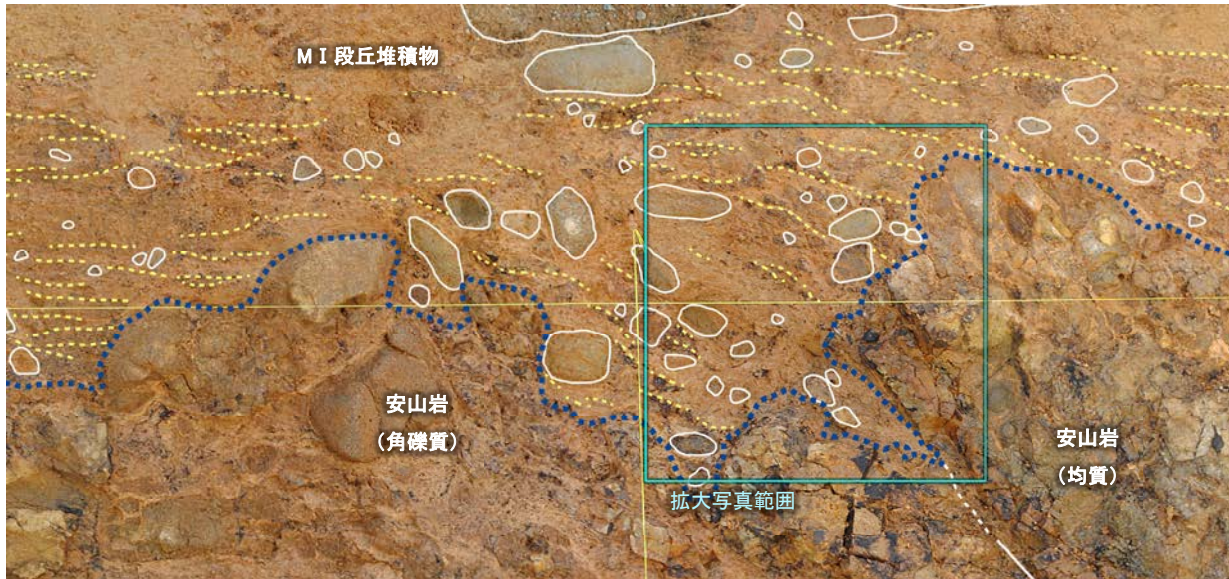


B. 南面調査箇所



0 10cm

S-2·S-6



0 20cm

S-2·S-6

- 礫
- 堆積構造
- 岩盤上面
- 主せん断面
- 不明瞭な主せん断面

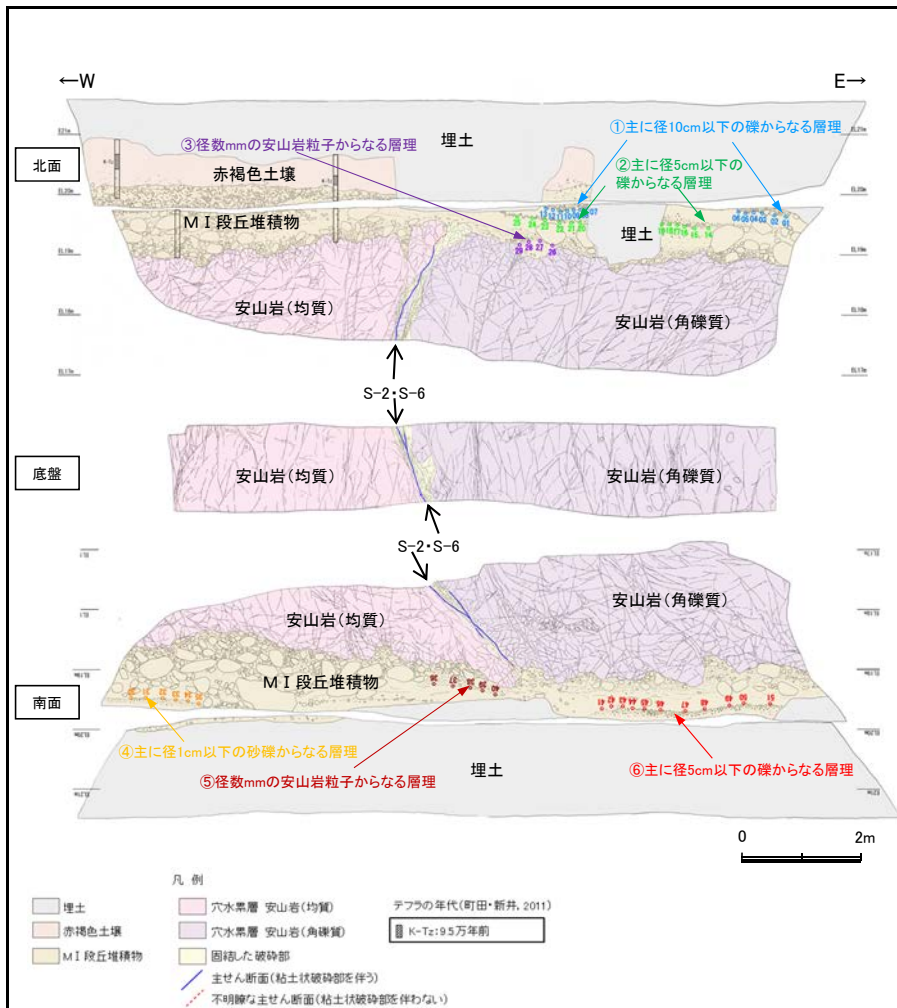
S-2·S-6上部付近拡大写真

- ・ S-2・S-6付近の岩盤上面(図中青点線)の凹部には、M I 段丘堆積物が入り込むように堆積している。
- ・ 凹部を挟んで両側のM I 段丘堆積物の基底は、ほぼ同じ高さである。
- ・ S-2・S-6直上のM I 段丘堆積物中には、せん断面は認められない。
- ・ S-2・S-6上方のM I 段丘堆積物中の凹部には、西側の岩盤面に対してアバットする堆積構造(図中黄点線)が認められ、この堆積構造に乱れは認められない。

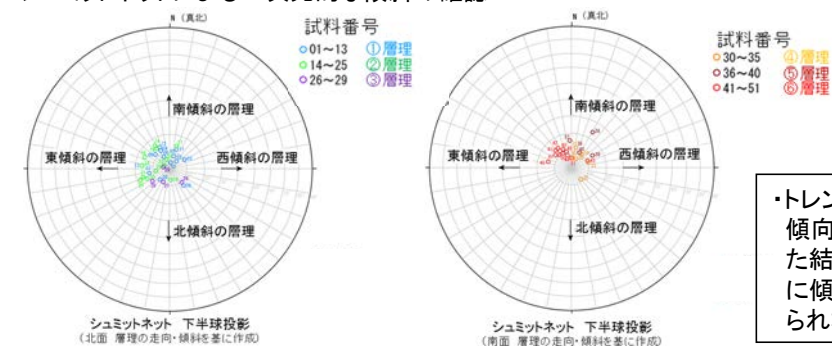
B. 南面調査箇所(礫, 構造等を加筆)

3.3.3 S-2・S-6 上載地層法 (No.2トレンチ) 一層理の傾斜に関する検討一

○No.2トレンチの北面東側において認められた東傾斜の層理(下スケッチ図②層理)の成因を確認するために、No.2トレンチの南北両面の全ての層理面等について詳細な調査分析(目視観察, シュミットネットによる三次元的傾斜の確認, 礫の長軸角度分布解析, M I 段丘堆積物上面標高測量)を行った。
 ○さらに、より広い範囲での状況を確認するため、No.2トレンチ付近でM I 段丘堆積物が残存するNo.3トレンチにおいても調査を行った(次頁)。
 ○これらの調査検討の結果、地層が一方向へ傾斜する傾向は認められないことから、No.2トレンチ北面東側において認められたやや東傾斜する層理は、局所的な堆積構造を表しているものと判断される。



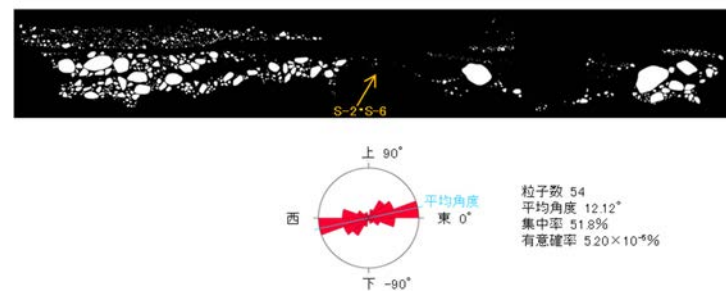
シュミットネットによる三次元的な傾斜の確認



・トレンチ両面の層理の傾向を定量的に確認した結果、層理が一方向に傾斜する傾向は認められない。

礫の長軸の角度分布解析

北面において抽出したM I 段丘堆積物中の礫



・礫の長軸の角度分布解析結果によれば、礫の長軸方向は、水平～やや西側に傾斜する。

M I 段丘堆積物の上面標高測量



・M I 段丘堆積物上面は、S-2・S-6を挟んで概ね水平に分布する。

目視観察

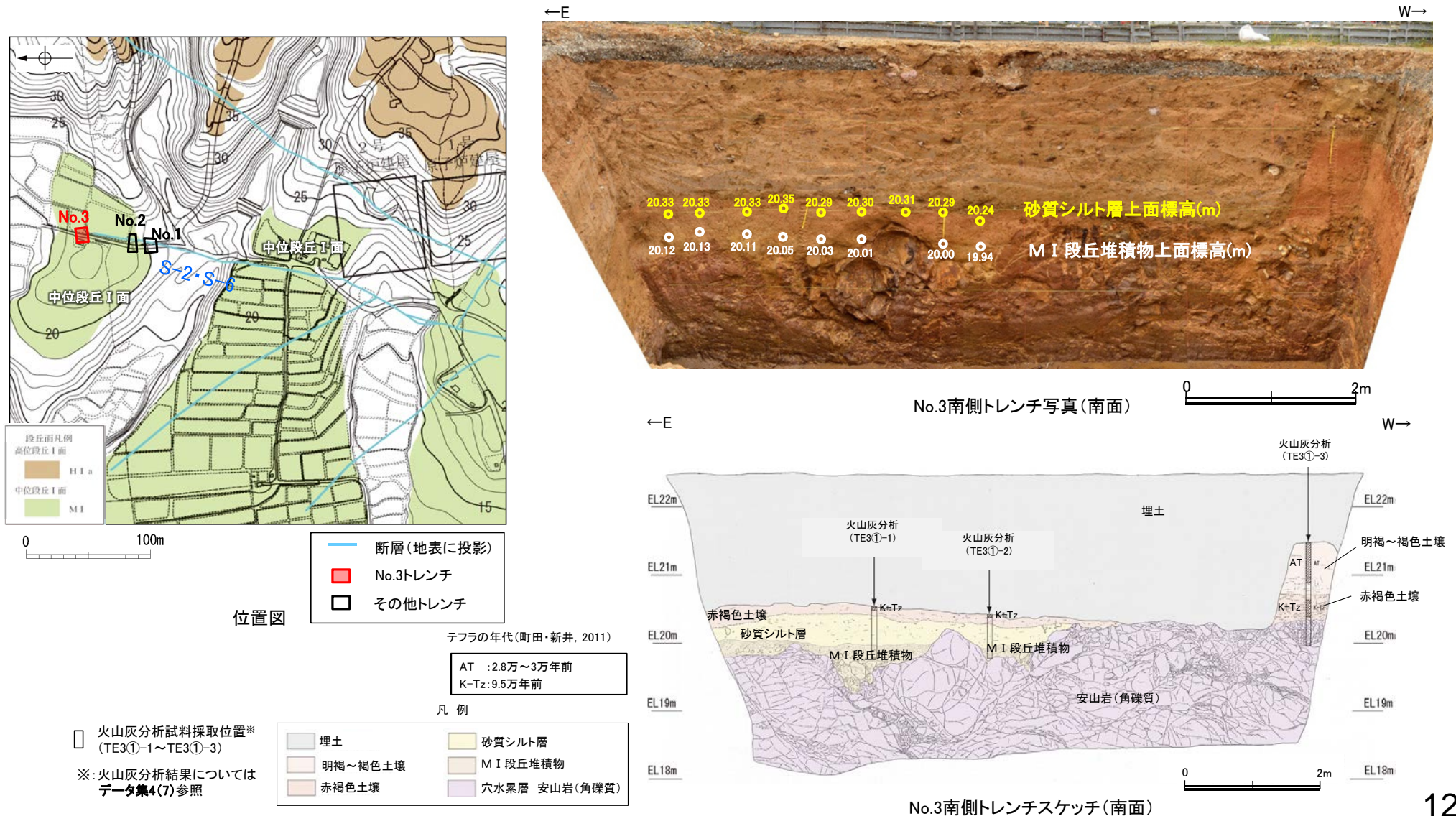
No.2トレンチスケッチ(展開図)

・トレンチ両面に認められる①～⑥の層理の傾向を見ると、層理が一方向に傾斜する傾向は認められない。

【No.3トレンチでの調査】

○No.2トレンチ付近に位置し、同じ中位段丘 I 面内にあるNo.3トレンチにおいても、M I 段丘堆積物が確認される。このことから、堆積物の傾斜について広範囲に確認するために、No.3トレンチのM I 段丘堆積物及びその上位の砂質シルト層の上面標高を確認した。

○その結果、No.3トレンチのM I 段丘堆積物は19.94~20.13mの範囲でほぼ水平に分布し、No.2トレンチのM I 段丘堆積物上面標高20.08~20.13mとほぼ同じであることが確認された。また、No.3トレンチにおいては、M I 段丘堆積物上位の砂質シルト層もほぼ水平に分布することが確認された(No.3トレンチ全体の写真, スケッチについてはデータ集4(7)を参照)。



余白