

志賀原子力発電所2号炉 敷地の地質・地質構造について

2022年12月15日
北陸電力株式会社

当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。

余白

はじめに

- 敷地の地質・地質構造についてのこれまでの審査を踏まえ、敷地内断層の分布・性状等、評価対象断層の選定及びそれらの活動性評価までの評価の全体についてとりまとめた。
- とりまとめにあたっては、これまでの審査の過程で説明したコメント回答の内容を全て織り込むとともに、第1073回審査会合(2022年9月16日)及び第2回現地調査(2022年10月13, 14日)における未回答コメントの回答も含めている。
- なお、当資料の冒頭(P.4~22)において、今回とりまとめた資料の概要を以下の項目ごとに整理した。
 - I. 「敷地の地質・地質構造」の資料の全体構成
 - II. 評価の流れと評価概要
 - III. 設置変更許可申請時以降に変更した内容

I. 「敷地の地質・地質構造」の資料の全体構成

○ 「敷地の地質・地質構造」の資料構成を、下記のとおり「本資料」、「補足資料」、「参考資料」、「データ集」の4階層に区分し、とりまとめた。

本資料

1. 敷地の地形, 地質・地質構造
2. 敷地内断層の分布, 性状, 運動方向
3. 2号炉の耐震重要施設及び重大事故等対処施設と断層との位置関係
4. 評価対象断層の選定
5. 敷地内断層の活動性評価

補足資料※

- 補足資料1. 敷地の地形, 地質・地質構造に関する調査結果
文献調査結果, 調査の仕様等
- 補足資料2. 敷地内断層の分布, 性状, 運動方向に関する調査結果
露頭調査結果, 断層の端部調査結果, 性状一覧表, XRD分析結果, 運動方向調査結果等
- 補足資料5. 敷地内断層の活動性評価に関する調査結果
変質鉱物に関する調査結果 (XRD分析結果, EPMA分析結果等), 上載地層法に用いる地層に関する調査結果, 鉱物脈法に関する調査結果 (薄片観察結果等) 等

参考資料※

- 参考資料5. 活動性評価における主たる根拠以外のデータ
上載地層法・鉱物脈法に関する調査結果
(有識者会合時の評価データを含む)

・ 新規基準に適合すると判断した論理構成を説明する上で必要な内容を「本資料」としてとりまとめた。

・ 「本資料」以外で、評価の根拠に関連する資料(過去に提出したコメント回答資料を含む)を、「補足資料」としてとりまとめた。

・ 活動性評価に関して取得したデータのうち、主たる根拠以外のデータを「参考資料」としてとりまとめた。

データ集

1. ボーリング柱状図
2. ボーリングコア写真
3. BHTV
- その他. 取水路の切羽・側壁・底盤写真

・ ボーリング調査データ, 写真データを「データ集」としてまとめた。

※: 補足資料, 参考資料の構成は、現在検討中であり、当資料内の引用については変更する可能性がある。

II. 評価の流れと評価概要

各章内で【補足①～②②】で示した説明は次頁以降に示す。

1. 敷地の地形、地質・地質構造

敷地の地形、地質・地質構造を把握するために、以下の調査を行った。

- 文献調査 ・地形調査 ・地質調査
- 地球物理学的調査(重力探査, 反射法地震探査・VSP探査)

敷地の地形、地質・地質構造の把握【補足①】

- 文献によれば、敷地に活断層、地すべり地形は示されていない。
- 敷地にはリニアメント・変動地形、地すべり地形は認められない。
- 敷地の地質は、別所岳安山岩類とこれを覆う第四紀の堆積物からなる。
- 重力異常図によれば、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。
- 反射法地震探査・VSP探査の結果、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。

2. 敷地内断層の分布、性状、運動方向

敷地に分布する別所岳安山岩類は、安山岩(均質)、安山岩(角礫質)、凝灰角礫岩からなる。【補足②】

敷地において、断層の有無や性状等を以下の調査に基づき把握した。

調査【補足③】	調査結果
断層の分布 ・露頭調査 ・グリッドボーリング(建設時) ・追加ボーリング	・別所岳安山岩類中に認められるすべての不連続面から破砕部を有するものを抽出。【補足④】 ・上記破砕部を対象として、破砕部の幅と長さの検討を行い、連続性を有する破砕部を「断層」として抽出。【補足⑤⑦】 ・抽出した敷地内断層は 36本 。 S-1, S-2・S-6, S-4, S-5, S-7, S-8, S-9, B-1, B-2, B-3, K-1～K-26
断層の性状 ・露頭調査, ・グリッドボーリング(建設時) ・追加ボーリング ・XRD分析 ・薄片観察	・断層の性状について、以下を整理し、評価対象断層の選定のための基礎データとした。 ・走向・系統、傾斜、断層長さ、破砕部の幅、粘土状破砕部の幅、破砕部の分類、破砕部の鉱物組成【補足⑥】
断層の運動方向 ・露頭観察・研磨片観察, ・コア観察・条線観察, ・薄片観察	・断層の運動方向について、以下を整理し、評価対象断層の選定のための基礎データとした。 ・固結した破砕部の運動方向、粘土状破砕部の運動方向、条線方向【補足⑥】

3. 2号炉の耐震重要施設及び重大事故等対処施設と断層との位置関係

重要な安全機能を有する施設(以下、重要施設)が、将来活動する可能性のある断層等の露頭がある地盤面に設置された場合、その将来の断層等の活動によって安全機能に重大な影響を与えるおそれがあることから、重要施設(耐震重要施設及び重大事故等対処施設)と断層との位置関係を把握した。

重要施設の直下にある断層: 22本	重要施設の直下でない断層: 14本
S-2・S-6, S-4, S-5, S-7, S-8, B-2, K-2, K-4, K-5, K-12～K-18, K-20～K-23, K-25, K-26	S-1, S-9, B-1, B-3, K-1, K-3, K-6～K-11, K-19, K-24

【補足⑧】

4. 評価対象断層の選定

敷地内断層(36本)のうち、活動性評価を行う断層(評価対象断層)を選定するために、以下の手順で検討を行った。評価対象としない断層は評価対象断層に評価を代表させることとした。【補足⑨ ⑩】

隣接する断層に並走する小規模な断層の検討

B-1はS-1の一部、B-2はS-2・S-6の一部

4項目のデータに基づく系統区分

「走向」、「傾斜」、「運動方向(固結した破砕部)」、「運動方向(粘土状破砕部)」の4項目のデータに基づき区分した結果、6系統に区分

- I・西・逆系 S-8
- I・東・右系 S-1, B-3
- I・東・正系 K-4
- II・西・逆系 S-2・S-6, K-14
- II・西・左系 S-4
- II・東・逆系 K-2, K-12, K-13, K-15～K-23, K-25, K-26
- 不明 S-7, S-9, K-1, K-3, K-5～K-11, K-24

ステップ1 切り合い関係による新旧検討

評価対象断層: K-2
 評価対象としない: K-4, K-5

ステップ2 系統区分・断層規模、重要施設との位置関係による検討

系統区分・断層規模による検討

評価対象断層: S-1, S-2・S-6, S-4, S-8, K-2, K-14, K-18
 評価対象としない: B-3, K-12, K-13, K-15～K-17, K-19～K-23, K-25, K-26

重要施設との位置関係による検討

評価対象断層: S-5, S-7

ステップ3 隣接する断層との関係からの個別検討

評価対象断層: K-3
 評価対象としない: S-9, K-1, K-6～K-11, K-24

評価対象断層(10本): S-1, S-2・S-6, S-4, S-5, S-7, S-8, K-2, K-3, K-14, K-18 【補足⑪ ⑫】

5. 敷地内断層の活動性評価

選定した評価対象断層について、将来活動する可能性のある断層等であるか活動性評価(鉱物脈法、上載地層法)を行った。

鉱物脈法

鉱物脈法に用いる変質鉱物等

- XRD分析(粘土分濃集)、EPMA分析等により、敷地の粘土鉱物はI/S混合層であると判断。【補足⑬】
- 少なくとも後期更新世以降に生成したものではないと評価した変質鉱物(I/S混合層等)及び少なくとも後期更新世以降に形成したものではないと評価した碎屑岩脈を用いる。【補足⑭】

最新面等と鉱物脈の関係【補足⑮】

- 全ての評価対象断層の鉱物脈データを取得し、最新面を横断する鉱物脈に変位・変形が認められないことを確認。

敷地内断層と活断層との破砕部性状の比較【補足⑯】

- 敷地内断層の破砕部は、層状構造が認められない等、後期更新世以降の活動が否定できないと評価した福浦断層と異なる破砕部性状を有しており、このことは上記の鉱物脈法による評価と整合する。

・S-1, S-2・S-6, S-4, S-5, S-7, S-8, K-2, K-3, K-14, K-18の最新活動は、I/S混合層等の生成以前であり、後期更新世以降の活動は認められない。【鉱物脈の年代及び断層による変位・変形がないことが明確に確認できるデータに基づき評価】

上載地層法

上載地層法の適用対象

- 断層が分布する岩盤の直上に、約12～13万年前以前に堆積した地層が確認できる3断層(S-1, S-2・S-6, S-4)に上載地層法を適用。

上載地層法に用いる地層の年代評価(火山灰、分布標高、礫の真円度に基づく)【補足⑰】

- S-2・S-6(No.2トレンチ): MIS5e(約12～13万年前)に堆積したM I段丘堆積物
- S-1(駐車場南東方トレンチ), S-4(35m盤トレンチ): 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

断層と上載地層の関係【補足⑱】

- 断層は岩盤上面まで達しており、断層の直上に分布する地層に変位・変形は認められない。

・S-1, S-2・S-6, S-4の最新活動は、M I段丘堆積物あるいはH I a段丘堆積物の堆積以前であり、少なくとも後期更新世以降の活動は認められない。【地層の年代及び断層による変位・変形がないことが明確に確認できるデータに基づき評価】

敷地内に分布する36本の断層は、いずれも将来活動する可能性のある断層等ではないと評価する。【補足 ⑳ ㉑ ㉒】

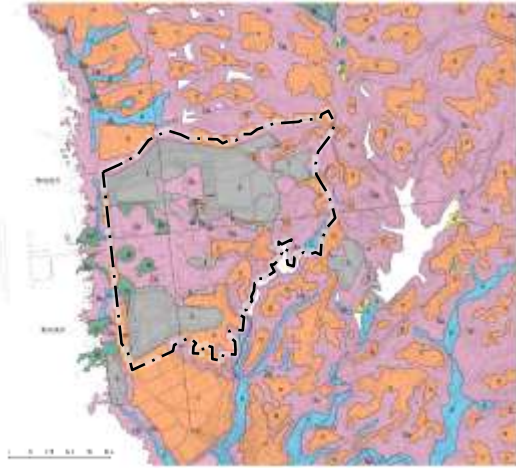
敷地内断層と敷地周辺の広域的な検討【補足⑲】

- 敷地周辺の4断層(福浦断層、富来川南岸断層、基盤島沖断層、兜岩沖断層)は、いずれも敷地内断層と連続するものではないことを確認。
- 文献により指摘された完新世段丘の存在と高度分布から海底に推定される断層は認められないことから、敷地内及び周辺に分布する断層と連続する断層は認められないことを確認。

【補足①～⑤】

【補足①】敷地の地質・地質構造

○敷地の地質は、中新世の別所岳安山岩類とこれを覆う第四紀層からなる。第四紀の堆積物は、段丘堆積層、崖錐堆積層及び沖積層からなる。



敷地の地質分布図

地質時代	地層名	記号	主要構成地質	
第四紀	更新世	盛土	b	礫、砂、粘土
		沖積層	al	礫、砂、粘土
	更新世	崖錐堆積層	dt	礫、砂、粘土
		段丘堆積層	tr	礫、砂、粘土
中新世	別所岳安山岩類	IAa	安山岩	
		IAc	凝灰角礫岩類	

敷地

【補足②】敷地に分布する別所岳安山岩類

○敷地の別所岳安山岩類は、安山岩と凝灰角礫岩からなり、安山岩は岩相により、安山岩(均質)と安山岩(角礫質)に区別される。



安山岩(均質)



安山岩(角礫質)

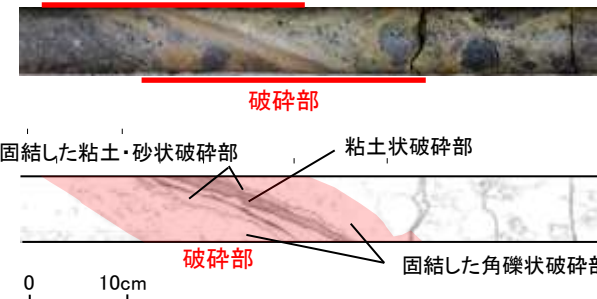


凝灰角礫岩

【補足④】破碎部の分類

○破碎部は、軟質な粘土状破碎部、砂状破碎部、角礫状破碎部と、岩盤と同程度の硬さを有する固結した粘土・砂状破碎部、固結した角礫状破碎部に分類される。

志賀原子力発電所における破碎部	狩野・村田(1998)による分類	
① 粘土状破碎部	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 砂状破碎部 ②-2 角礫状破碎部	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・砂状破碎部 ③-2 固結した角礫状破碎部	破碎岩 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。



ボーリングにおける破碎部の事例



露頭における破碎部の事例

【補足③】断層の抽出・性状・運動方向把握等のための調査

○断層の有無を確認するため、重要施設を中心に、露頭調査やボーリング調査等を行った。

凡例

- 鉛直ボーリング孔
- 水平ボーリング孔
- ◡ 斜めボーリング孔
- トレンチ
- 表土はぎ
- - - 試験坑・試験坑・斜坑
- ◡ 岩盤調査坑
- - - 基礎掘削面(1・2号機建設時の掘削範囲)
- 露頭調査範囲

重要施設
(検討中のものを含む)

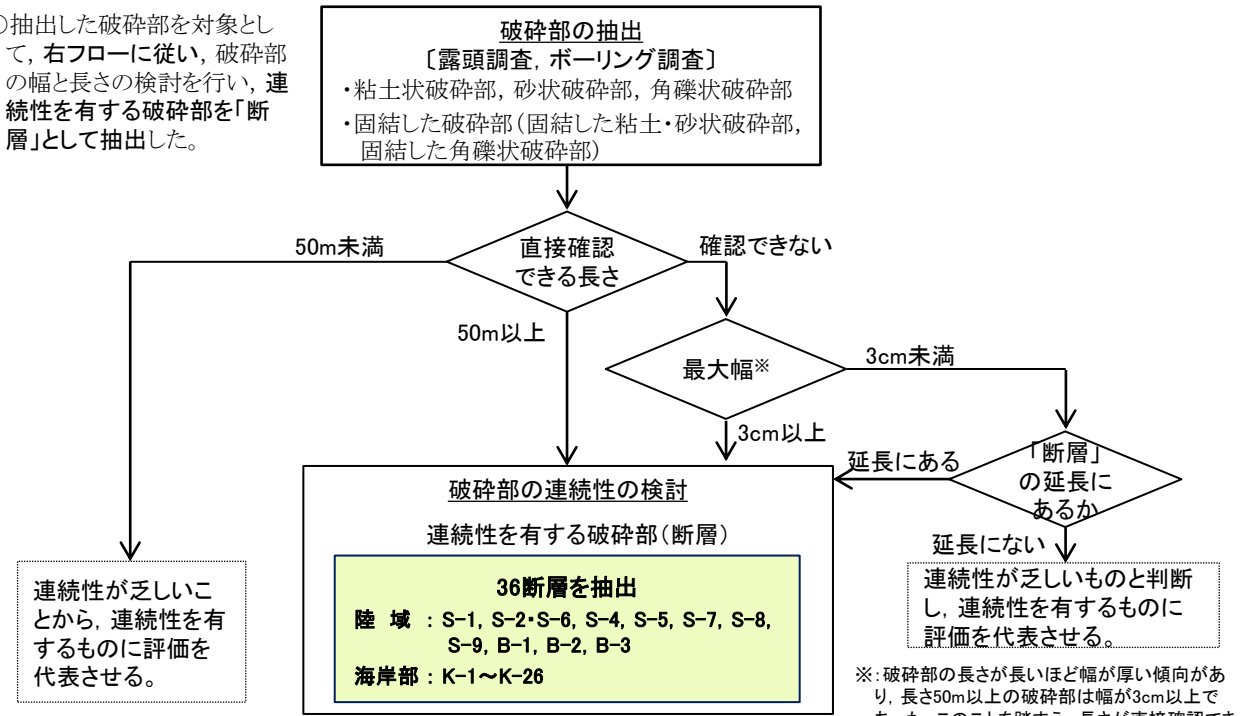
- ○ — 耐震重要施設
- ○ — 重大事故等対応施設

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

枠囲みの内容は商業機密又は防護上の観点から公開できません。

【補足⑤】敷地内断層の抽出

○抽出した破碎部を対象として、右フローに従い、破碎部の幅と長さの検討を行い、連続性を有する破碎部を「断層」として抽出した。



※: 破碎部の長さが長いほど幅が厚い傾向があり、長さ50m以上の破碎部は幅が3cm以上であった。このことを踏まえ、長さが直接確認できない破碎部においては、幅3cm以上のものを連続性検討対象とする。

【補足⑥】 抽出した断層36本の性状, 運動方向

—:存在しないもの

断層名	性状									運動方向			
	一般走向と系統 (真北)		傾斜	断層長さ	破砕部の幅		粘土状破砕部の幅		破砕部の分類	破砕部の鉱物組成	固結した破砕部	粘土状破砕部	条線 方向
					平均値	最大値	平均値	最大値					
S-1	N60° W	I	80~70° NE	780m	14cm	27cm	1cm	6cm	固結した破砕部(粘土状破砕部を介在)	Crs,Pl,Mi,Sm,Hem,Mgh	正断層	右横ずれ逆断層	横ずれ
S-2・S-6	N11° E	II	60° NW	600m	29cm	108cm	3cm	17cm	固結した破砕部(粘土状破砕部を介在)	Crs,Trd,Pl,Px,Sm,Hem	見かけ右横ずれ 正断層	左横ずれ逆断層 右横ずれ逆断層	縦ずれ
S-4	N29° E	II	66° NW	510m	7cm	20cm	2cm	10cm	固結した破砕部(粘土状破砕部を介在)	Crs,Pl,Sm,Hy,Hem	正断層	左横ずれ逆断層	横ずれ
S-5	N4° E	II	70° SE	70m	3cm	7cm	2cm	3cm	固結した破砕部(粘土状破砕部を介在)	Crs,Pl,Px,Sm,Hem	不明	左横ずれ正断層	縦ずれ
S-7	N41° W	I	60° SW	190m	10cm	25cm	2cm	5cm	固結した破砕部(粘土状破砕部を介在)	Crs,Trd,Pl,Px,Hbl,Sm,Cpt,Hem	不明	右横ずれ逆断層	縦ずれ
S-8	N28° W	I	58° SW	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,Py	正断層	左横ずれ逆断層	縦ずれ
S-9	N35° E	II	50° NW	85m	10cm	19cm	フィルム状	フィルム状	固結した破砕部(粘土状破砕部を介在)	Crs,Pl,Px,Sm,Hem	不明	不明	横ずれ
B-1	N49° W	I	86° NE	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	不明	不明	横ずれ
B-2	N12° E	II	60° NW	50m	6cm	10cm	3cm	3cm	固結した破砕部(粘土状破砕部を介在)	Pl,Sm,Hem	不明	左横ずれ逆断層	横ずれ
B-3	N42° W	I	82° NE	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	横ずれ
K-1	N4° E	II	58° SE	205m	10cm	19cm	—	—	固結した破砕部	Pl,Px,Sm	正断層	—	—
K-2	N19° E	II	72° SE	180m以上	28cm	94cm	2cm	4cm	固結した破砕部(粘土状破砕部を介在)	Qtz,Crs,Trd,Pl,Px,Sm, Sep,Hem,Php	見かけ右横ずれ 正断層	右横ずれ逆断層 左横ずれ逆断層	縦ずれ
K-3	N16° E	II	70° SE	200m以上	12cm	20cm	—	—	固結した破砕部	Crs,Pl,Px,Sm,Hem	見かけ右横ずれ 正断層	—	—
K-4	N56° W	I	85° NE	45m以上	13cm	26cm	4cm	4cm	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	左横ずれ正断層	縦ずれ
K-5	N63° W	I	64° NE	75m以上	11cm	18cm	0.6cm	0.7cm	固結した破砕部(粘土状破砕部を介在)	Crs,Pl,Sm	正断層	不明	横ずれ
K-6	N2° W	II	60° NE	25m以上 130m以下	7cm	9cm	—	—	固結した破砕部	Pl,Sm,Hem	不明	—	—
K-7	N8° W	II	88° NE	20m以上 55m以下	8cm	11cm	—	—	固結した破砕部	Pl,Px,Sm	不明	—	—
K-8	N15° W	II	80° NE	35m以上 70m以下	11cm	21cm	—	—	固結した破砕部	Pl,Px,Sm	不明	—	—
K-9	N10° E	II	88° SE	40m以上 120m以下	7cm	12cm	—	—	固結した破砕部	Pl,Px,Sm	不明	—	—
K-10	N16° W	II	62° NE	60m	9cm	10cm	—	—	固結した破砕部	Crs,Pl,Px,Sm,Hem	不明	—	—
K-11	N14° E	II	70° NW	60m	9cm	9cm	—	—	固結した破砕部	Pl,Px,Sm,Hem	不明	—	—
K-12	N21° W	II	72° NE	50m以上 310m以下	13cm	21cm	1cm	2cm	固結した破砕部(粘土状破砕部を介在)	Crs,Pl,Sm	正断層	右横ずれ逆断層	縦ずれ
K-13	N12° E	II	74° SE	55m以上 300m以下	16cm	27cm	2cm	2cm	固結した破砕部(粘土状破砕部を介在)	Pl,Sm,Hem,Px	正断層	左横ずれ逆断層	縦ずれ
K-14	N7° E	II	66° NW	40m以上	37cm	72cm	2cm	3cm	固結した破砕部(粘土状破砕部を介在)	Crs,Pl,Sm,Hem,Php	正断層	左横ずれ逆断層 右横ずれ逆断層	縦ずれ
K-15	N4° E	II	68° SE	30m以上	14cm	33cm	0.4cm	0.7cm	固結した破砕部(粘土状破砕部を介在)	Crs,Pl,Sm,Hem	正断層	逆断層	縦ずれ
K-16	N10° W	II	67° NE	20m以上	23cm	51cm	2cm	5cm	固結した破砕部(粘土状破砕部を介在)	Crs,Pl,Px,Sm,Hem	正断層	右横ずれ逆断層 左横ずれ逆断層	縦ずれ
K-17	N18° E	II	78° SE	不明	12cm	17cm	0.5cm	2cm	固結した破砕部(粘土状破砕部を介在)	Crs,Pl,Px,Tod,Sm,Hem	正断層	右横ずれ逆断層	縦ずれ
K-18	N8° E	II	78° SE	40m以上	51cm	55cm	3cm	4cm	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	縦ずれ
K-19	N12° W	II	65° NE	不明	8cm	11cm	0.2cm	0.5cm	固結した破砕部(粘土状破砕部を介在)	Crs,Pl,Px,Mi,Sm,Hem	正断層	右横ずれ逆断層	縦ずれ
K-20	N15° E	II	63° SE	不明	5cm	6cm	0.2cm	0.3cm	固結した破砕部(粘土状破砕部を介在)	Qtz,Pl,Sm	正断層	左横ずれ逆断層	縦ずれ
K-21	N4° E	II	66° SE	不明	11cm	19cm	1cm	1cm	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	縦ずれ
K-22	N9° W	II	73° NE	40m以上	7cm	11cm	0.6cm	1cm	固結した破砕部(粘土状破砕部を介在)	Pl,Px,Sm,Hem	正断層	右横ずれ逆断層	縦ずれ
K-23	N10° E	II	65° SE	20m以上	8cm	17cm	0.4cm	1cm	固結した破砕部(粘土状破砕部を介在)	Crs,Pl,Px,Sm,Hem	正断層	右横ずれ逆断層 左横ずれ逆断層	縦ずれ
K-24	N58° W	I	89° NE	105m以下	10cm	11cm	—	—	固結した破砕部(砂状破砕部を介在)	不明	不明	—	—
K-25	N1° W	II	65° NE	25m以上	12cm	20cm	0.2cm	0.2cm	固結した破砕部(粘土状破砕部を介在)	Crs,Pl,Sm,Hem	正断層	逆断層	縦ずれ
K-26	N14° E	II	68° SE	35m以上	9cm	10cm	1cm	2cm	固結した破砕部(粘土状破砕部を介在)	Pl,Sm,Hem	正断層	左横ずれ逆断層	縦ずれ

(走向系統)

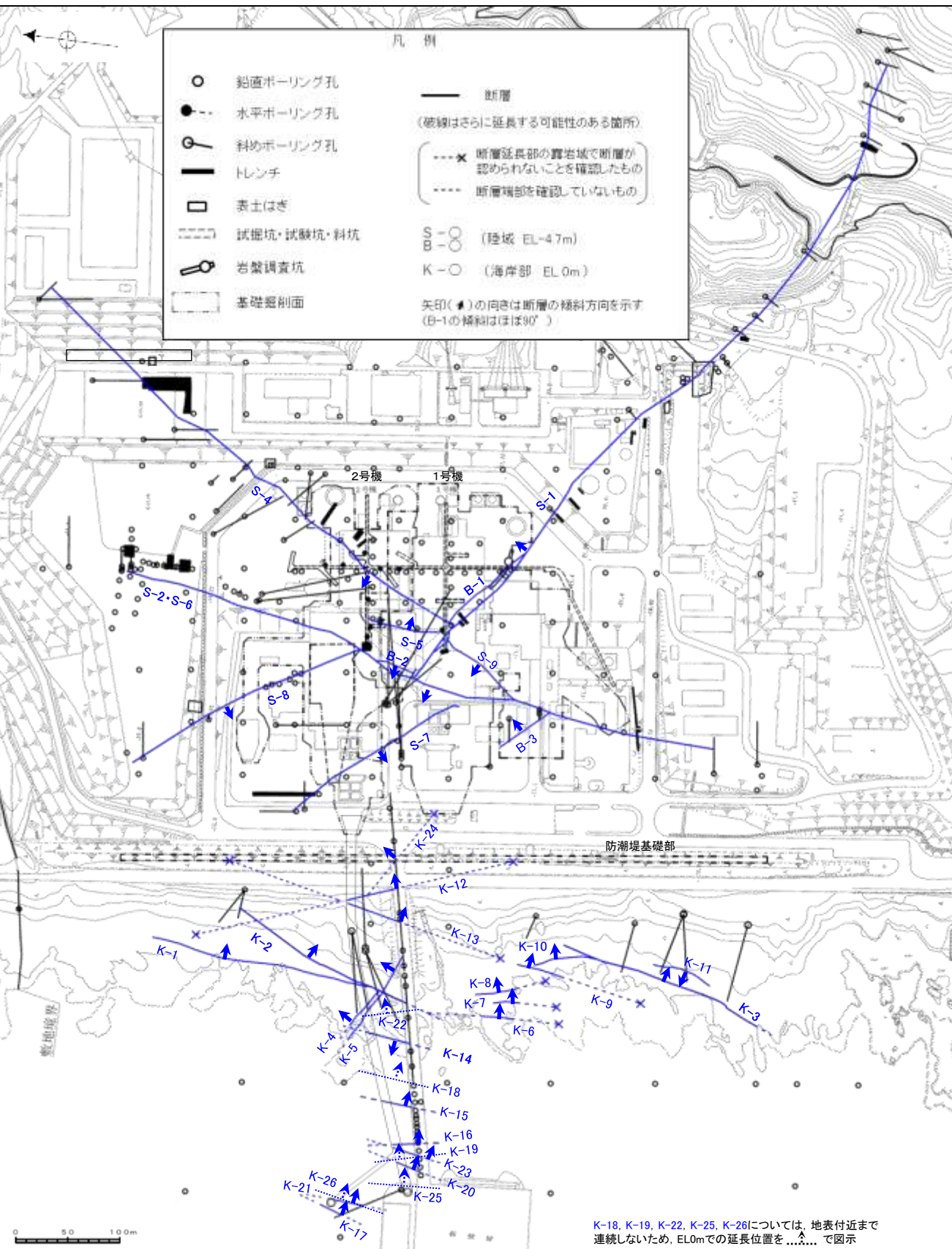
I :NW-SE系, II :N-S~NE-SW系

(鉱物組成の略名)

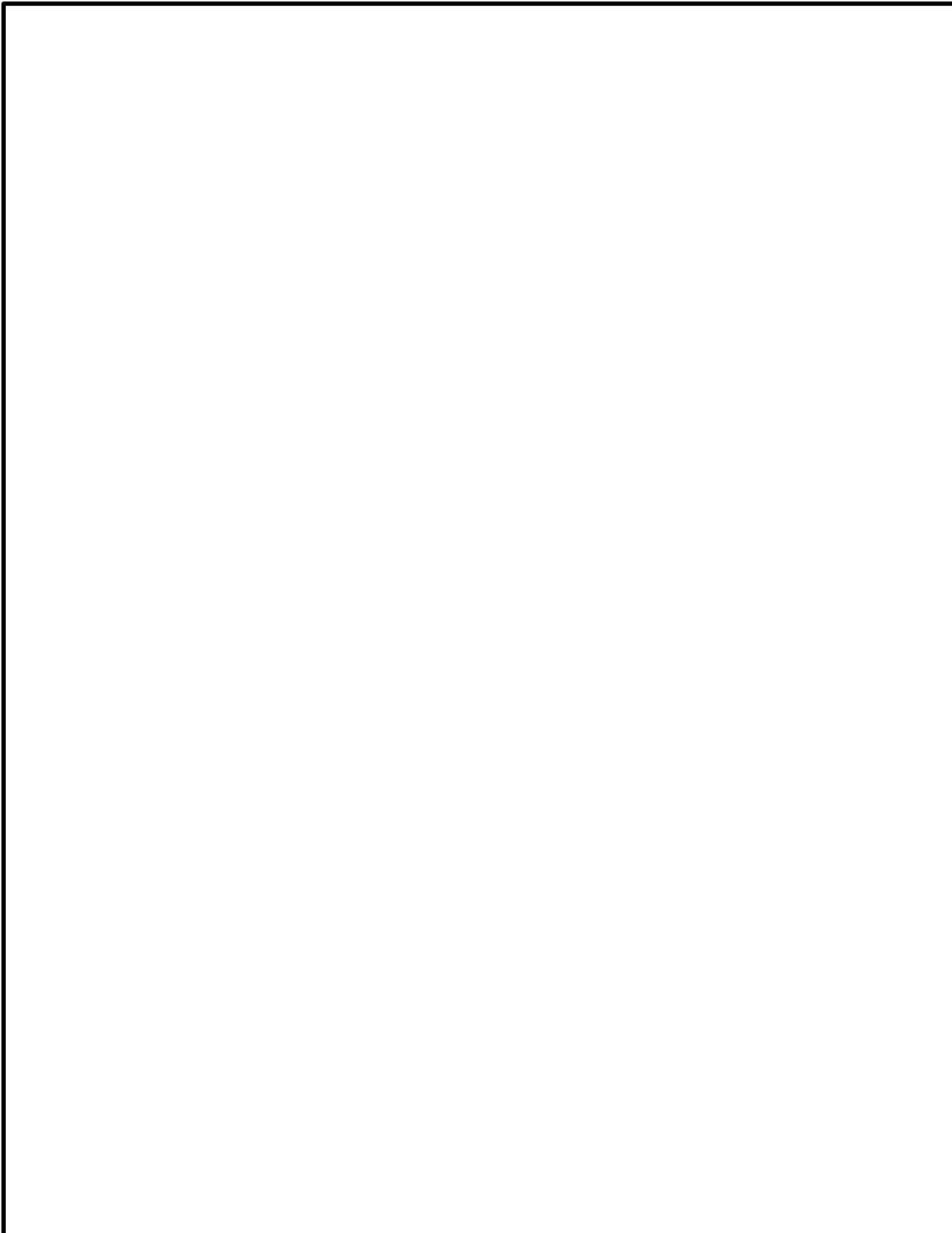
Qtz:石英 Crs:クリストバライト Trd:トリディマイト Pl:斜長石 Px:輝石類 Hbl:普通角閃石
Mi:雲母鉱物 Tod:轟石 Sm:スメクタイト Sep:セピオライト Hy:ハロイサイト Cpt:クリノタイロライト
Hem:赤鉄鉱 Py:黄鉄鉱 Mgh:磁赤鉄鉱 Php:フィリプサイト

【補足⑦, ⑧】

【補足⑦】抽出した36断層の分布 (陸域: 10本, 海岸部: 26本)



【補足⑧】重要施設と断層との位置関係



枠囲みの内容は商業機密又は防護上の観点から公開できません。

【補足⑨】評価対象断層の選定の考え方

【隣接する断層に並走する小規模な断層の検討】

隣接する断層に並走する規模が小さい断層については、水平方向や深部方向の分布の関係、断層形成過程に関する知見に照らした検討により、**隣接する断層の一部であるか否かについて検討し、一部であると判断される場合には、隣接する断層に評価を代表させる。**

【4項目のデータに基づく系統区分】

敷地の断層は、いずれも別所岳安山岩類中に分布し、固結した破碎部（一部、粘土状破碎部を介在）からなり、破碎部の鉱物組成が類似している。このため、**活動時期に関連する「走向」、「傾斜」、「運動方向（固結した破碎部）」、「運動方向（粘土状破碎部）」の4項目のデータに基づき、系統区分を行う。**

【ステップ1 切り合い関係による新旧検討】

会合部の切り合い関係により、新旧を明確に判断できる場合は、相対的に活動が新しいと判断したものを**評価対象断層**として選定し、古いと判断したものは**評価対象とせず**、新しいと判断したものに評価を代表させる。

【ステップ2 系統区分・断層規模、重要施設との位置関係による検討】

切り合い関係により、新旧を明確に判断できない場合は、系統区分の結果に基づき、同系統に区分される断層のうち、「断層規模が大きい断層」※を**評価対象断層**として選定し、同系統で「断層規模が小さい断層」は**評価対象とせず**、「断層規模が大きい断層」に評価を代表させる。

さらに、系統区分されない断層のうち、重要施設の直下にある断層は、断層規模に関わらず、変位・変形の有無を確認することとし、すべて**評価対象断層**として選定する。

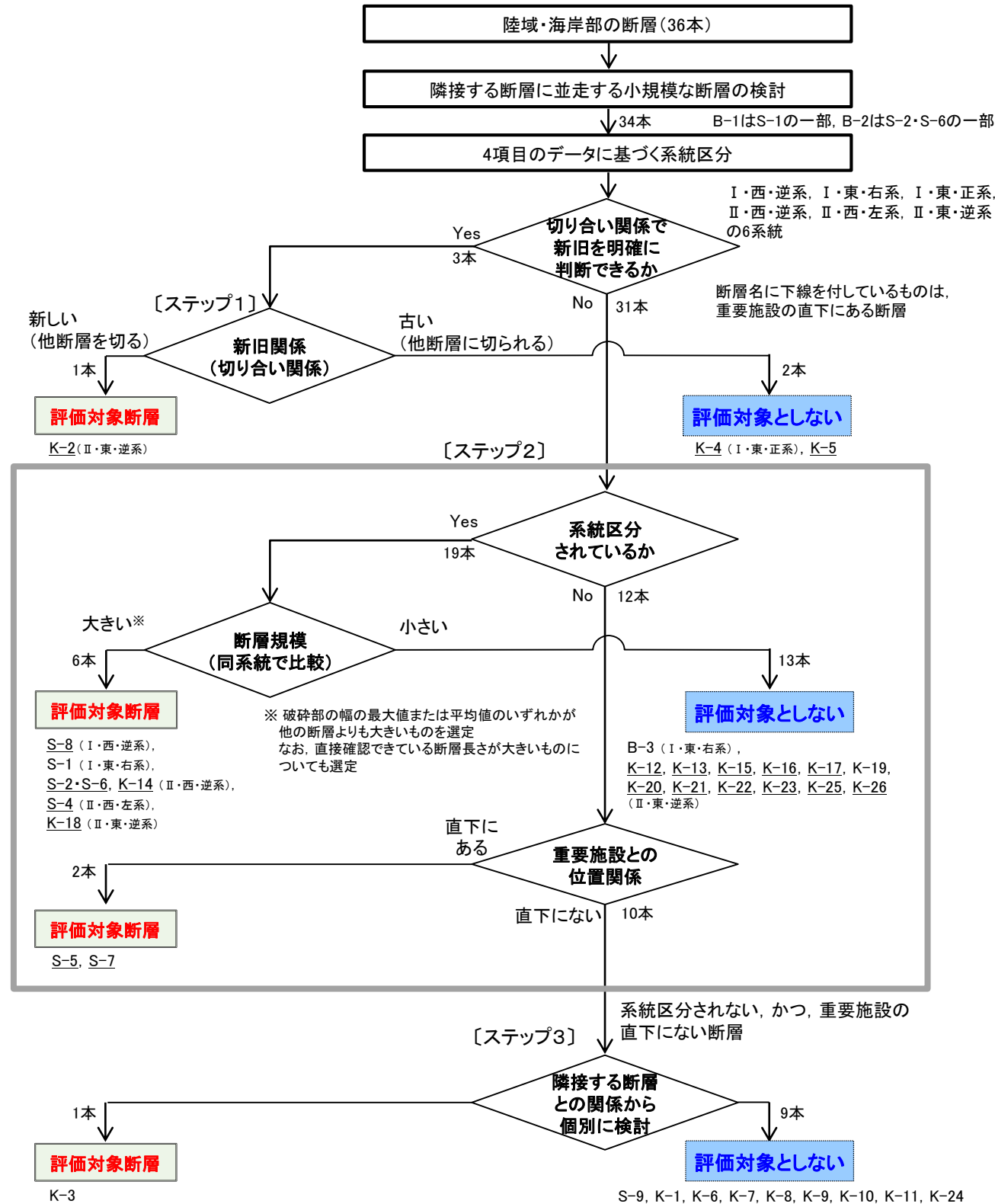
※破碎部の幅の最大値または平均値のいずれかが他の断層よりも大きいものを選定する。

なお、直接確認できている断層長さが大きいものについても選定する。

【ステップ3 隣接する断層との関係からの個別検討】

系統区分されない、かつ、重要施設の直下でない断層については、それぞれの断層について隣接する断層との関係から個別に検討し、**評価対象断層か評価対象としないか**を判断する。

【補足⑩】評価対象断層の選定フロー



断層名	一般走向と系統(真北)				性状				断層長さ	運動方向			ステップ1 切り合い関係による新旧検討	ステップ2		ステップ3 隣接する断層との関係からの個別検討	評価対象断層の選定結果		
	傾斜	破碎部の幅		破碎部の分類	破碎部の鉱物組成	固結した破碎部	粘土状破碎部	条線方向		系統区分と断層規模(太字:断層規模大)	重要施設との位置関係(○:直下に有)								
		平均値	最大値									平均値		最大値					
S-1	N60° W	I	80~70° NE	780m	14cm	27cm	1cm	6cm	固結した破碎部(粘土状破碎部を介在)	CrS,PlM,Sm,Hem,Mgh	正断層	右横ずれ逆断層	横ずれ	I・東・右系	-	隣接するS-1, S-2・S-6で評価	評価対象断層		
S-2・S-6	N11° E	II	60° NW	600m	29cm	108cm	3cm	17cm	固結した破碎部(粘土状破碎部を介在)	CrS,Trd,PlPx,Sm,Hem	見かけ右横ずれ正断層	左横ずれ逆断層 右横ずれ逆断層	縦ずれ		II・西・逆系		○	評価対象断層	
S-4	N29° E	II	66° NW	510m	7cm	20cm	2cm	10cm	固結した破碎部(粘土状破碎部を介在)	CrS,PlSm,Hy,Hem	正断層	左横ずれ逆断層	横ずれ		II・西・左系		○	評価対象断層	
S-5	N4° E	II	70° SE	70m	3cm	7cm	2cm	3cm	固結した破碎部(粘土状破碎部を介在)	CrS,PlPx,Sm,Hem	不明	左横ずれ正断層	縦ずれ		不明		○	評価対象断層	
S-7	N41° W	I	60° SW	190m	10cm	25cm	2cm	5cm	固結した破碎部(粘土状破碎部を介在)	CrS,Trd,PlPx,Hbl,Sm,Cpt,Hem	不明	右横ずれ逆断層	縦ずれ		不明		○	評価対象断層	
S-8	N28° W	I	58° SW	250m	11cm	18cm	1cm	2cm	固結した破碎部(粘土状破碎部を介在)	CrS,Trd,PlPx,Sm,Hem,Py	正断層	左横ずれ逆断層	縦ずれ		I・西・逆系		○	評価対象断層	
S-9	N35° E	II	50° NW	85m	10cm	19cm	フィルム状	フィルム状	固結した破碎部(粘土状破碎部を介在)	CrS,PlPx,Sm,Hem	不明	不明	横ずれ		不明		-	隣接するS-1, S-2・S-6で評価	(S-1, S-2・S-6で評価)
B-1	N49° W	I	86° NE	100m	6cm	10cm	0.3cm	0.5cm	固結した破碎部(粘土状破碎部を介在)	CrS,PlSm,Hem	不明	不明	横ずれ		不明		-		(S-10の一部で評価)
B-2	N12° E	II	60° NW	50m	6cm	10cm	3cm	3cm	固結した破碎部(粘土状破碎部を介在)	Pl,Sm,Hem	不明	左横ずれ逆断層	横ずれ		不明		○		(S-2・S-6の一部で評価)
B-3	N42° W	I	82° NE	60m	3cm	3cm	2cm	2cm	固結した破碎部(粘土状破碎部を介在)	CrS,Trd,Pl,Sm,Hem	正断層	右横ずれ逆断層	横ずれ		I・東・右系		-		(S-1で評価)
K-1	N4° E	II	58° SE	205m	10cm	19cm	-	-	固結した破碎部	PlPx,Sm	正断層	-	-	不明	-	隣接するK-2で評価	(K-2で評価)		
K-2	N19° E	II	72° SE	180m以上	28cm	94cm	2cm	4cm	固結した破碎部(粘土状破碎部を介在)	Qtz,CrS,Trd,PlPx,Sm, Sep,Hem,Php	見かけ右横ずれ正断層	右横ずれ逆断層 左横ずれ逆断層	縦ずれ	K-4, K-5を切る	II・東・逆系	○		評価対象断層	
K-3	N16° E	II	70° SE	200m以上	12cm	20cm	-	-	固結した破碎部	CrS,PlPx,Sm,Hem	見かけ右横ずれ正断層	-	-		不明	-	雁行して分布するK-6 ~K-10に比べ断層規模が大きい	評価対象断層	
K-4	N56° W	I	85° NE	45m以上	13cm	26cm	4cm	4cm	固結した破碎部(粘土状破碎部を介在)	CrS,Trd,PlPx,Sm,Hem	正断層	左横ずれ正断層	縦ずれ	K-2に切られる	I・東・正系	○		(K-2で評価)	
K-5	N63° W	I	64° NE	75m以上	11cm	18cm	0.6cm	0.7cm	固結した破碎部(粘土状破碎部を介在)	CrS,PlSm	正断層	不明	横ずれ	K-2に切られる	不明	○		(K-2で評価)	
K-6	N2° W	II	60° NE	25m以上 130m以下	7cm	9cm	-	-	固結した破碎部	Pl,Sm,Hem	不明	-	-		不明	-	隣接するK-2, K-3で評価	(K-2, K-3で評価)	
K-7	N8° W	II	88° NE	20m以上 55m以下	8cm	11cm	-	-	固結した破碎部	PlPx,Sm	不明	-	-		不明	-	同上	(K-2, K-3で評価)	
K-8	N15° W	II	80° NE	35m以上 70m以下	11cm	21cm	-	-	固結した破碎部	PlPx,Sm	不明	-	-		不明	-	同上	(K-2, K-3で評価)	
K-9	N10° E	II	88° SE	40m以上 120m以下	7cm	12cm	-	-	固結した破碎部	PlPx,Sm	不明	-	-		不明	-	同上	(K-2, K-3で評価)	
K-10	N16° W	II	62° NE	60m	9cm	10cm	-	-	固結した破碎部	CrS,PlPx,Sm,Hem	不明	-	-		不明	-	同上	(K-2, K-3で評価)	
K-11	N14° E	II	70° NW	60m	9cm	9cm	-	-	固結した破碎部	PlPx,Sm,Hem	不明	-	-		不明	-	隣接するK-3で評価	(K-3で評価)	
K-12	N21° W	II	72° NE	50m以上 310m以下	13cm	21cm	1cm	2cm	固結した破碎部(粘土状破碎部を介在)	CrS,PlSm	正断層	右横ずれ逆断層	縦ずれ		II・東・逆系	○		(K-2, K-18で評価)	
K-13	N12° E	II	74° SE	55m以上 300m以下	16cm	27cm	2cm	2cm	固結した破碎部(粘土状破碎部を介在)	Pl,Sm,Hem,Px	正断層	左横ずれ逆断層	縦ずれ		II・東・逆系	○		(K-2, K-18で評価)	
K-14	N7° E	II	66° NW	40m以上	37cm	72cm	2cm	3cm	固結した破碎部(粘土状破碎部を介在)	CrS,Pl,Sm,Hem,Php	正断層	左横ずれ逆断層 右横ずれ逆断層	縦ずれ		II・西・逆系	○		評価対象断層	
K-15	N4° E	II	68° SE	30m以上	14cm	33cm	0.4cm	0.7cm	固結した破碎部(粘土状破碎部を介在)	CrS,PlSm,Hem	正断層	逆断層	縦ずれ		II・東・逆系	○		(K-2, K-18で評価)	
K-16	N10° W	II	67° NE	20m以上	23cm	51cm	2cm	5cm	固結した破碎部(粘土状破碎部を介在)	CrS,PlPx,Sm,Hem	正断層	右横ずれ逆断層 左横ずれ逆断層	縦ずれ		II・東・逆系	○		(K-2, K-18で評価)	
K-17	N18° E	II	78° SE	不明	12cm	17cm	0.5cm	2cm	固結した破碎部(粘土状破碎部を介在)	CrS,PlPx,Tod,Sm,Hem	正断層	右横ずれ逆断層	縦ずれ		II・東・逆系	○		(K-2, K-18で評価)	
K-18	N8° E	II	78° SE	40m以上	51cm	55cm	3cm	4cm	固結した破碎部(粘土状破碎部を介在)	CrS,PlSm,Hem	正断層	右横ずれ逆断層	縦ずれ		II・東・逆系	○		評価対象断層	
K-19	N12° W	II	65° NE	不明	8cm	11cm	0.2cm	0.5cm	固結した破碎部(粘土状破碎部を介在)	CrS,PlPx,Mi,Sm,Hem	正断層	右横ずれ逆断層	縦ずれ		II・東・逆系	-		(K-2, K-18で評価)	
K-20	N15° E	II	63° SE	不明	5cm	6cm	0.2cm	0.3cm	固結した破碎部(粘土状破碎部を介在)	Qtz,PlSm	正断層	左横ずれ逆断層	縦ずれ		II・東・逆系	○		(K-2, K-18で評価)	
K-21	N4° E	II	66° SE	不明	11cm	19cm	1cm	1cm	固結した破碎部(粘土状破碎部を介在)	CrS,PlSm,Hem	正断層	右横ずれ逆断層	縦ずれ		II・東・逆系	○		(K-2, K-18で評価)	
K-22	N8° W	II	73° NE	40m以上	7cm	11cm	0.6cm	1cm	固結した破碎部(粘土状破碎部を介在)	PlPx,Sm,Hem	正断層	右横ずれ逆断層	縦ずれ		II・東・逆系	○		(K-2, K-18で評価)	
K-23	N10° E	II	65° SE	20m以上	8cm	17cm	0.4cm	1cm	固結した破碎部(粘土状破碎部を介在)	CrS,PlPx,Sm,Hem	正断層	右横ずれ逆断層 左横ずれ逆断層	縦ずれ		II・東・逆系	○		(K-2, K-18で評価)	
K-24	N58° W	I	89° NE	105m以下	10cm	11cm	-	-	固結した破碎部(砂状破碎部を介在)	不明	不明	-	-		不明	-	隣接するK-12(K-2, K-18で代表)で評価	(K-2, K-18で評価)	
K-25	N1° W	II	65° NE	25m以上	12cm	20cm	0.2cm	0.2cm	固結した破碎部(粘土状破碎部を介在)	CrS,PlSm,Hem	正断層	逆断層	縦ずれ		II・東・逆系	○		(K-2, K-18で評価)	
K-26	N14° E	II	68° SE	35m以上	9cm	10cm	1cm	2cm	固結した破碎部(粘土状破碎部を介在)	PlSm,Hem	正断層	左横ずれ逆断層	縦ずれ		II・東・逆系	○		(K-2, K-18で評価)	

(走向系統)

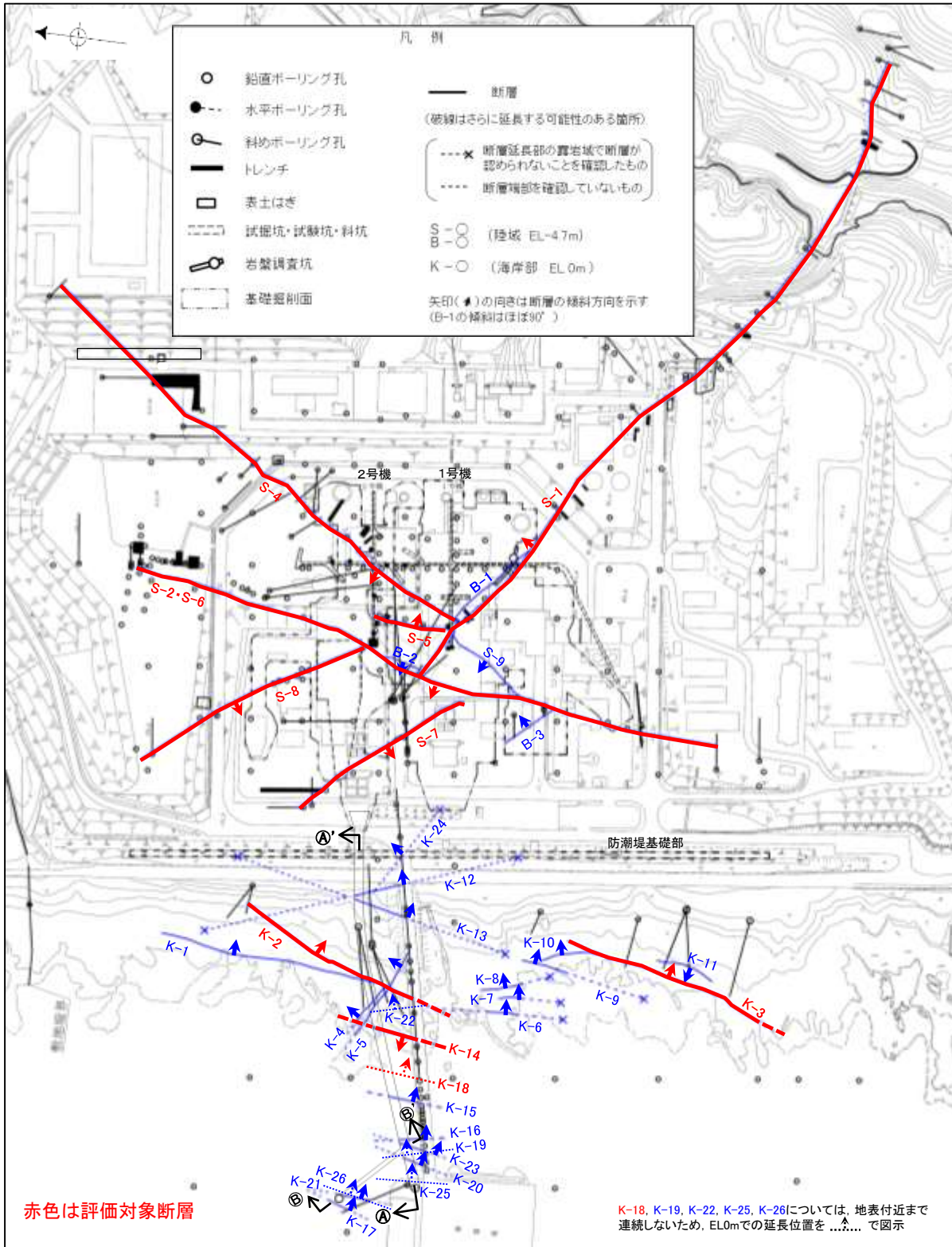
I : NW-SE系
II : N-S~NE-SW系

(鉱物組成の略名)

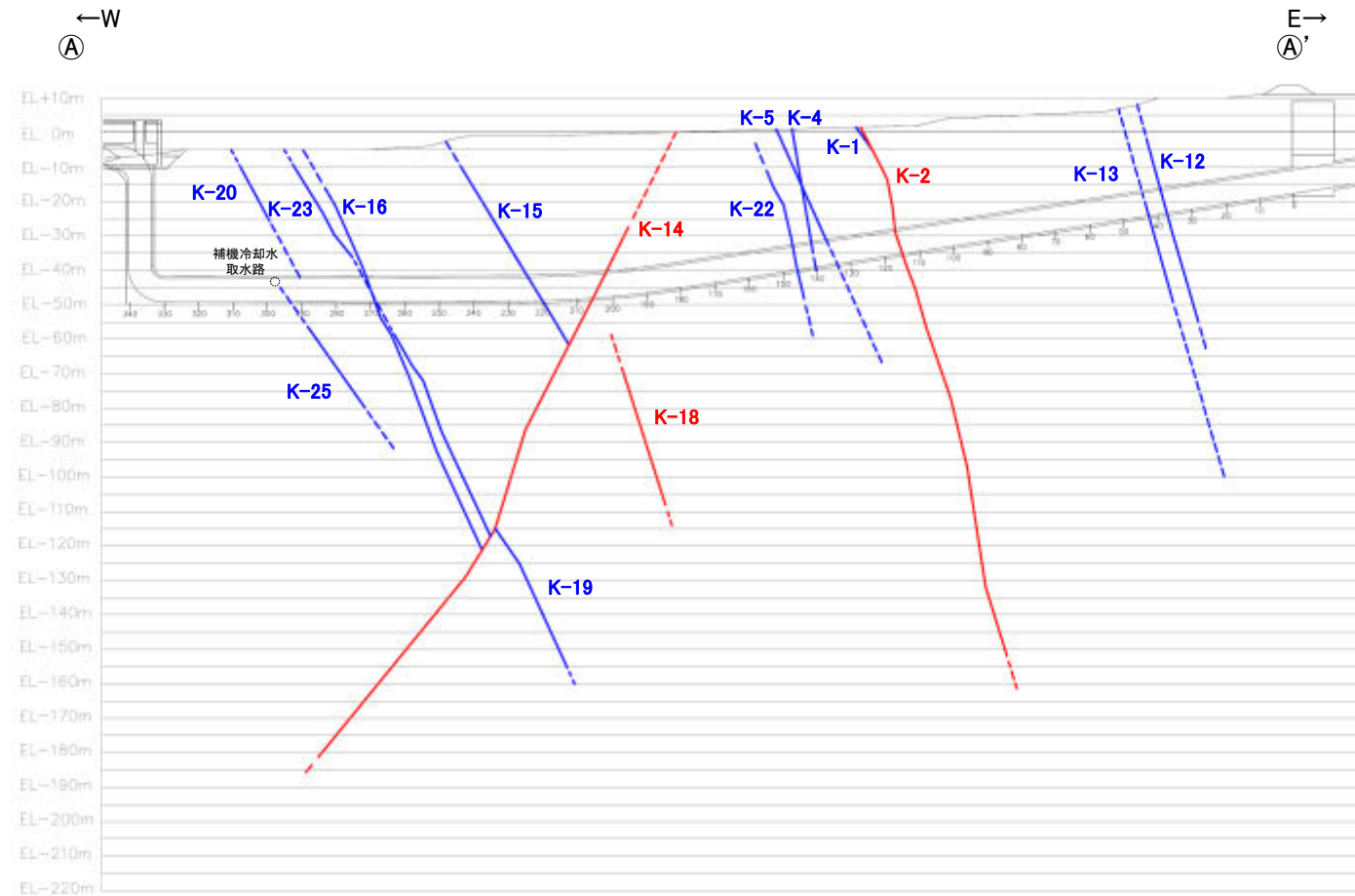
Qtz:石英 Crs:クリストバライト Trd:トリディマイト Pl:斜長石 Px:輝石類 Hbl:普通角閃石
Mi:雲母鉱物 Tod:轟石 Sm:スメクタイト Sep:セピオライト Hy:ハロイサイト Cpt:クリノタイロライト Hem:赤鉄鉱 Py:黄鉄鉱 Mgh:磁赤鉄鉱 Php:フリブサイト

【補足⑫】

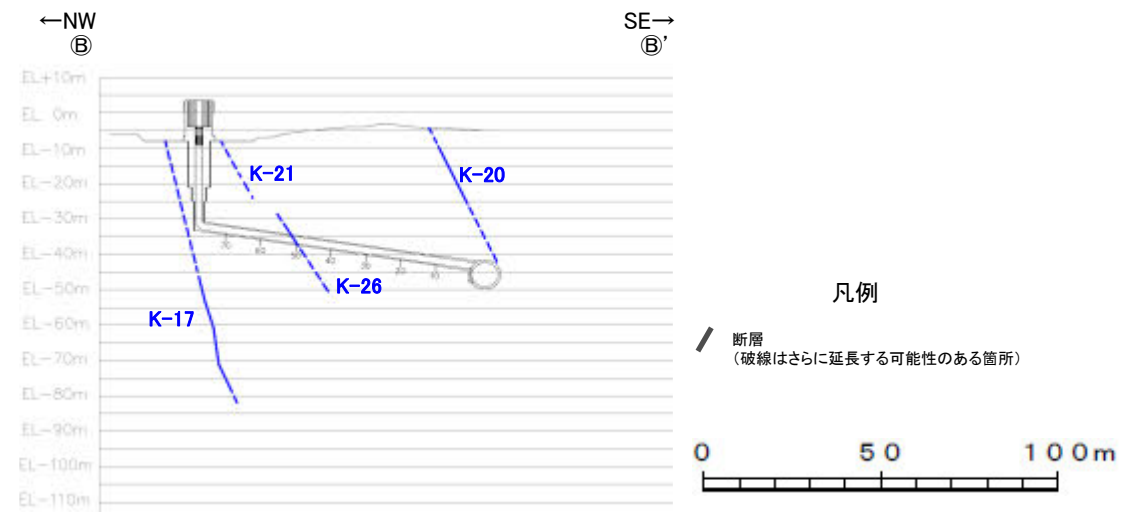
【補足⑫】評価対象断層の選定結果(位置図)



平面図



①—①' 断面図
(調査位置の断層線を走向・傾斜を基に延長した図)



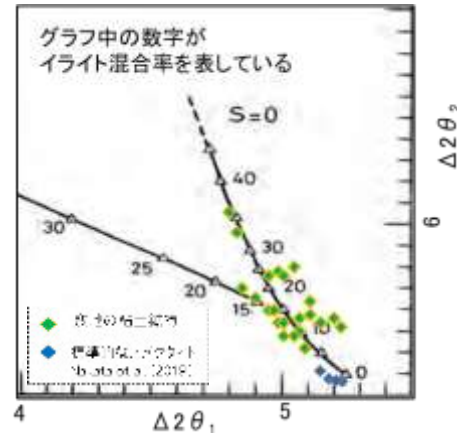
②—②' 断面図
(調査位置の断層線を走向・傾斜を基に延長した図)

【補足⑬～⑮】

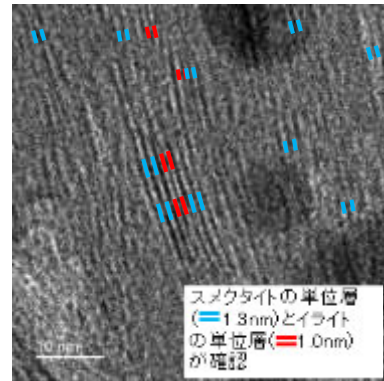
【補足⑬】変質鉱物の同定

○敷地で確認される変質鉱物の詳細

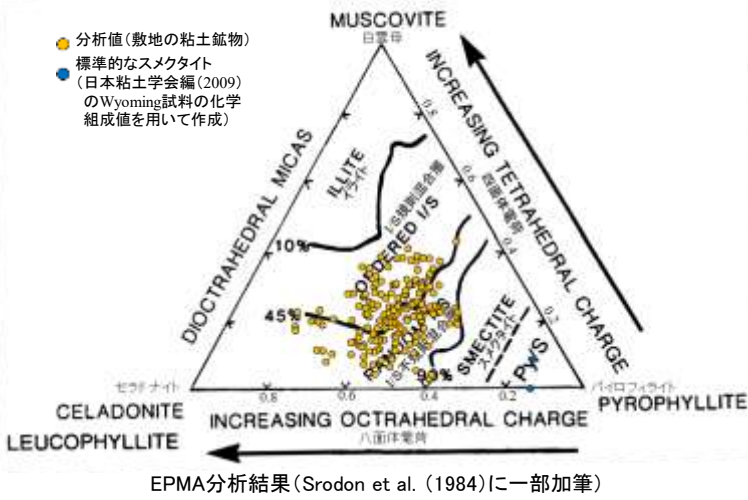
- 敷地の破碎部中において、XRD分析を実施した結果、粘土鉱物のスメクタイトが共通して認められる。この粘土鉱物は粘土分を濃集したXRD分析による結晶構造及びEPMA分析による化学組成を踏まえると、数十%のイライトが混合するイライト/スメクタイト混合層(I/S混合層)である。
- I/S混合層中に含まれるカリウムが存在状態を確認する目的で実施した、CEC分析、XAFS分析及びHRTEM観察の結果は、敷地の粘土鉱物がI/S混合層であることを支持する。



XRD分析(粘土分濃集) 渡辺(1981)に一部加筆



敷地の粘土鉱物のHRTEM観察結果



【補足⑭】評価に用いる変質鉱物等

○変質鉱物(I/S混合層等)の後期更新世以降の生成可能性の評価

- 文献に基づく変質鉱物(I/S混合層等)の生成温度の最低値は、約12~13万年前以降の敷地の推定地温分布よりも数十℃以上高いため、変質鉱物(I/S混合層等)は、約12~13万年前以降の敷地の地温分布では、その確認標高で生成せず、約12~13万年前以降に生成したものではない。

○変質鉱物(I/S混合層等)の生成環境の検討及び生成年代の推定

- I/S混合層が敷地周辺の別所岳安山岩類中にも広く認められることから、敷地周辺一帯は同じような環境下で変質を被ったと考えられることを踏まえ、敷地の変質鉱物は、地下深部で敷地周辺一帯が変質し、その後隆起して現在の位置で確認されているものと判断した。また、敷地の斜長石には曹長石化が認められないことから、敷地は、少なくとも曹長石化するような高温の熱水の影響を受けておらず、敷地の変質鉱物が地下深部で生成した可能性が高いと判断した。一方で、斜長石が曹長石化しない程度の熱水の影響を受けて生成した可能性は否定できない。
- 地下深部での生成年代は、地殻の隆起速度を一定と仮定すると、変質鉱物(I/S混合層等)の生成温度が約50℃以上であることから、約6Ma以前と推定した。なお、曹長石化しない程度の熱水により生成した場合の生成年代は9Ma以前と推定した。
- ⇒ 少なくとも後期更新世以降に生成したものではないと評価。

○砕屑岩脈の形成年代評価

- 高封圧下で形成したと考えられる砕屑岩脈の確認標高は、約12~13万年前以降、現在とほぼ同じ低封圧下であり、高封圧下で形成する砕屑岩脈は形成しないと判断した。
- ⇒ 少なくとも後期更新世以降に形成したものではないと評価。

【補足⑮】最新面等と鉱物脈の関係

○薄片観察の結果、全ての評価対象断層において、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を横断して分布し、最新面が不連続になっており、不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められないことを確認した。

粘土鉱物(I/S混合層)による鉱物脈法の例(S-1, K-2)

S-1

粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を横断して分布し、最新面が不連続になっており、不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められないことから、S-1の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。

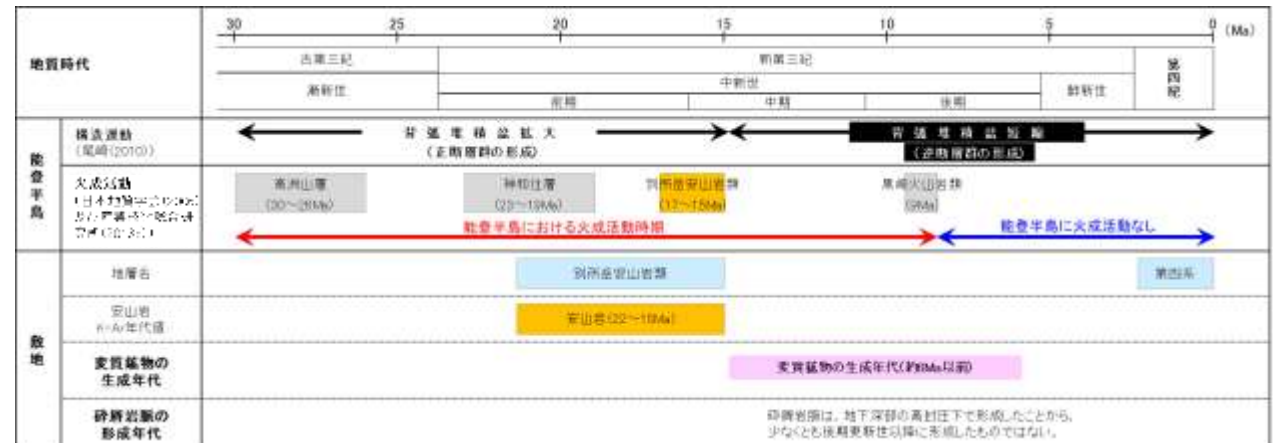
粘土鉱物(I/S混合層)による鉱物脈法の例 (S-1 H-6.7孔)

K-2

粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を横断して分布し、最新面が不連続になっており、不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められないことから、K-2の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。

粘土鉱物(I/S混合層)による鉱物脈法の例 (K-2 G-1.5-80孔)

変質鉱物等の生成年代評価のまとめ

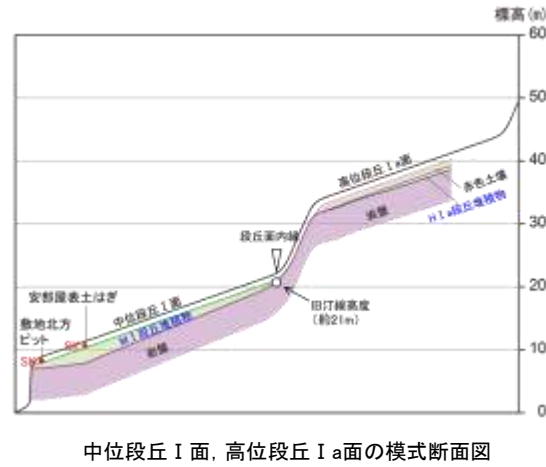
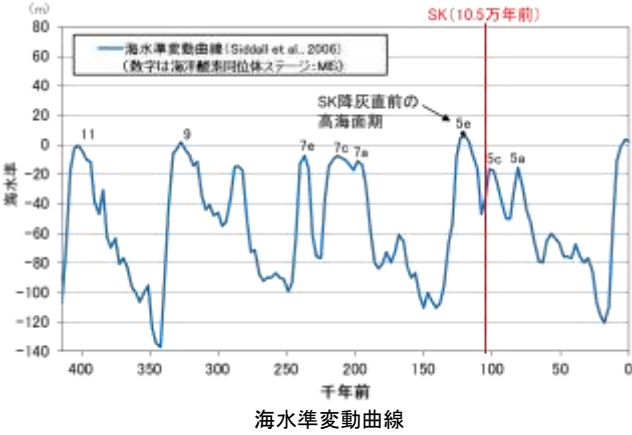


【補足⑬, ⑭】

【補足⑬】上載地層法に用いる地層の年代評価（火山灰、分布標高、礫の真円度に基づく）

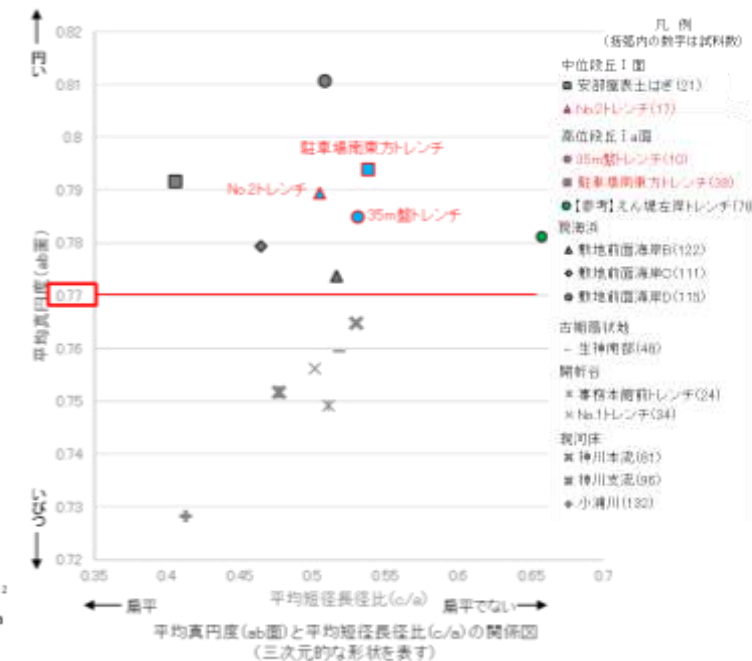
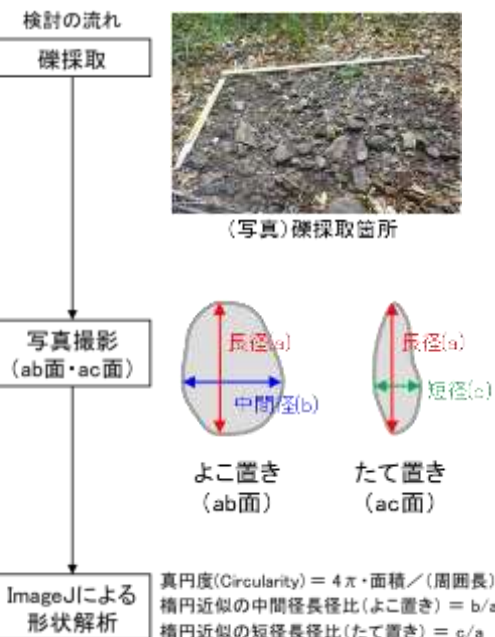
○海成段丘面の年代評価

- ・中位段丘 I 面の前縁において被覆層の下部にSK火山灰(10.5万年前)が確認されたことから、中位段丘 I 面はSK降灰直前の高海面期であるMIS5e(約12~13万年前)に形成されたと評価した。
- ・高位段丘 I a面は、MIS5eの旧汀線高度より高い標高に分布することから、約12~13万年前より古い高海面期に形成されたと評価した。



○敷地内断層上に分布する堆積物の年代評価

- ・No.2トレンチにおいて、S-2・S-6の直上に分布する中位段丘 I 面を構成する堆積物は、礫の平均真円度に基づき海成堆積物(M I 段丘堆積物)と認定されることから、中位段丘 I 面形成時のMIS5e(約12~13万年前)に堆積したものである。
- ・35m盤トレンチ及び駐車場南東方トレンチにおいて、S-4及びS-1の直上に分布する高位段丘 I a面を構成する堆積物は、礫の平均真円度に基づき海成堆積物(H I a段丘堆積物)と認定されることから、高位段丘 I 面形成時の約12~13万年前より古い高海面期に堆積したものである。



礫の平均真円度の検討の流れと検討結果

【補足⑭】断層と上載地層の関係

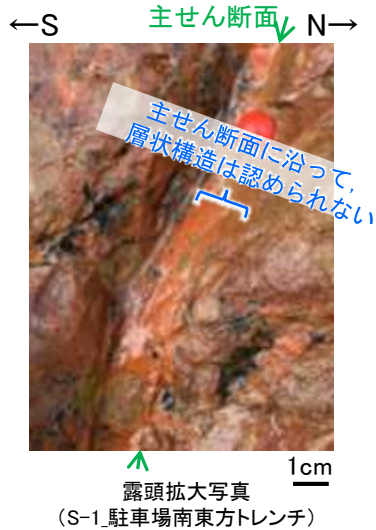
<p>S-1</p>	<p>・S-1はH I a段丘堆積物に変位・変形を与えていない。</p> <p>駐車場南東方トレンチ 西壁面スケッチ</p>	<p>H I a段丘堆積物(1)</p> <p>安山岩(角礫質)</p> <p>S-1</p> <p>西壁面拡大写真</p>
<p>S-2・S-6</p>	<p>・S-2・S-6はM I 段丘堆積物に変位・変形を与えていない。</p> <p>No.2トレンチ 北面スケッチ</p>	<p>M I 段丘堆積物</p> <p>安山岩(均質)</p> <p>安山岩(角礫質)</p> <p>S-2・S-6</p> <p>北面拡大写真</p>
<p>S-4</p>	<p>・S-4はH I a段丘堆積物に変位・変形を与えていない。</p> <p>35m盤トレンチ 新北面スケッチ</p>	<p>H I a段丘堆積物</p> <p>安山岩(角礫質)</p> <p>S-4</p> <p>新北面: 掘り込み後 壁面拡大写真</p>

【補足⑱, ⑲】

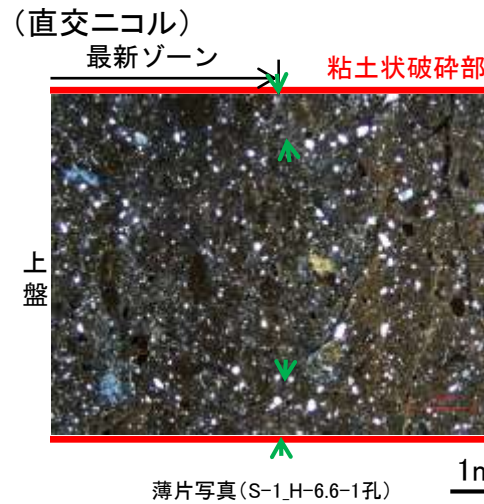
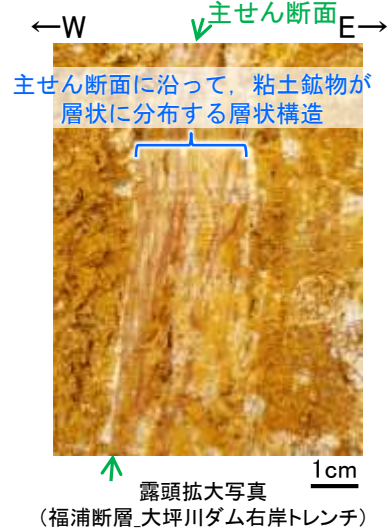
【補足⑱】敷地内断層と活断層との破碎部性状の比較

○敷地内断層の破碎部は、層状構造が認められない等、後期更新世以降の活動が否定できないと評価した福浦断層と異なる破碎部性状を有しており、敷地内断層の最新活動はI/S混合層(少なくとも後期更新世以降に生成したものではない)の生成以前と評価したことと整合する。

敷地内断層(S-1)の例



活断層(福浦断層)の例



敷地内断層と活断層との性状比較

	敷地内断層(S-1)	活断層(福浦断層)
露頭調査結果		
層状構造	なし	あり
上載地層との関係	第四系に変位・変形を与えていない。	第四系に変位・変形を与えている。
薄片観察結果		
複合面構造	不明瞭	明瞭
層状構造	なし	あり
連続的なY面	なし	複数あり
Y面と変質鉱物との関係	粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形を与えていない。	粘土鉱物(I/S混合層, ハロイサイト等)に変位・変形を与えている。

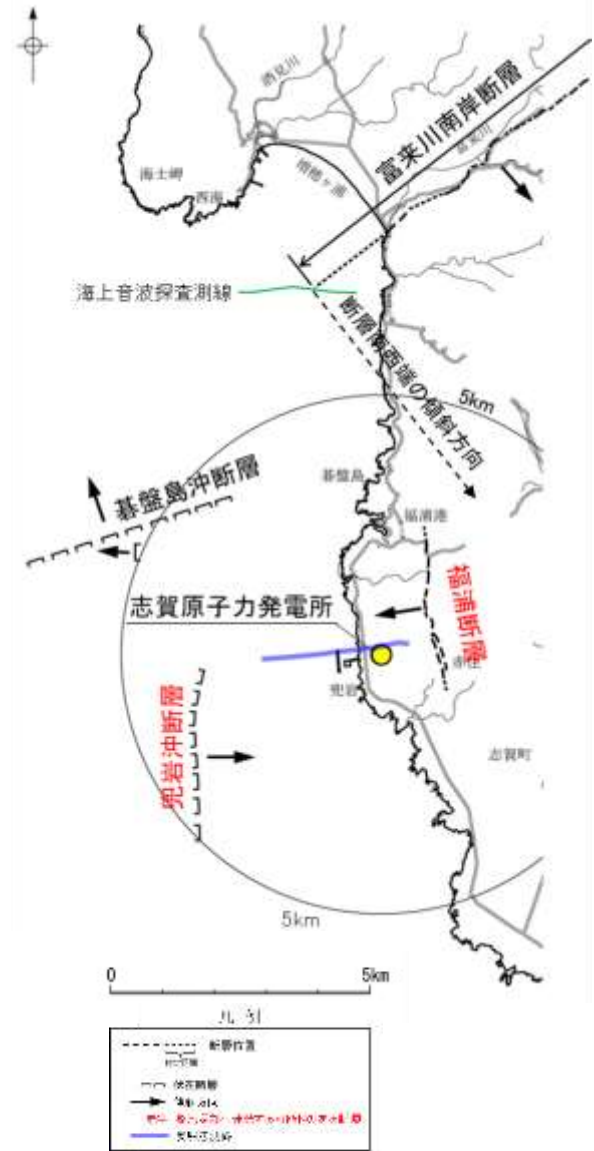
【補足⑲】敷地内断層と敷地周辺の広域的な検討

○敷地内断層と敷地周辺の断層との連続性検討

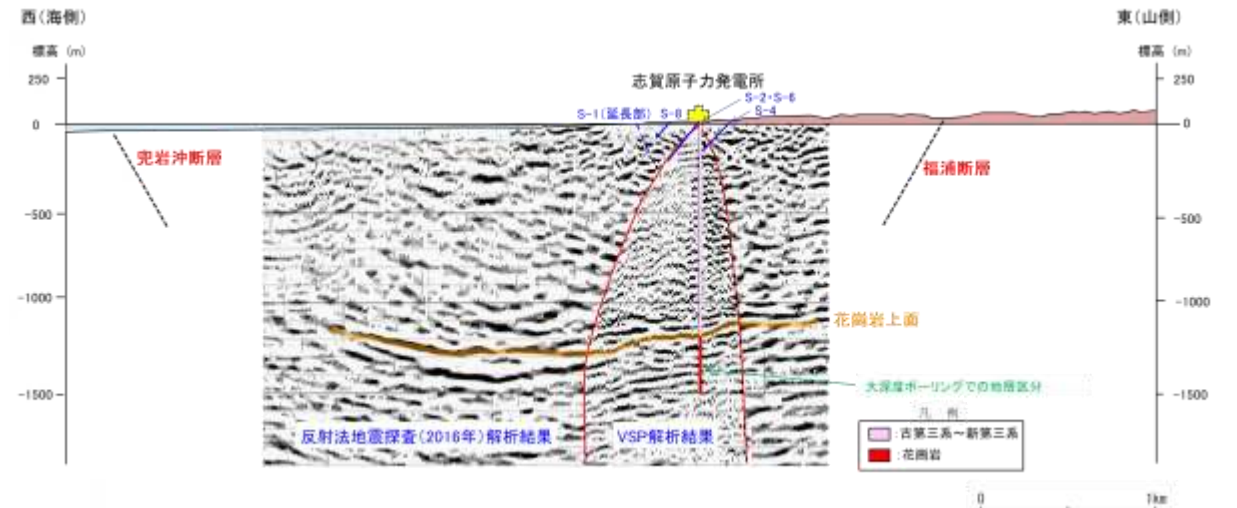
- 断層の分布形態から、基盤島沖断層、富来川南岸断層は、敷地深部へ連続しない。
- 福浦断層、兜岩沖断層は、敷地深部へ連続する可能性があるが、反射法地震探査・VSP探査の結果、敷地地下深部の花崗岩上面に変位を与える断層は認められない。
- ⇒ 敷地周辺の4断層(福浦断層, 富来川南岸断層, 基盤島沖断層, 兜岩沖断層)は、いずれも敷地内断層と連続するものではないことを確認。

○海底に推定される断層についての検討

- 海上音波探査, 重力探査の結果、富来川南岸断層から兜岩沖断層に連続する構造は認められない。
- ⇒ 文献により指摘された完新世段丘の存在と高度分布から海底に推定される断層は認められないことから、敷地内及び周辺に分布する断層と連続する断層は認められないことを確認。



能登半島西岸域の断層位置図



反射法地震探査(2016年)・VSP探査結果(東西測線: 深度断面)

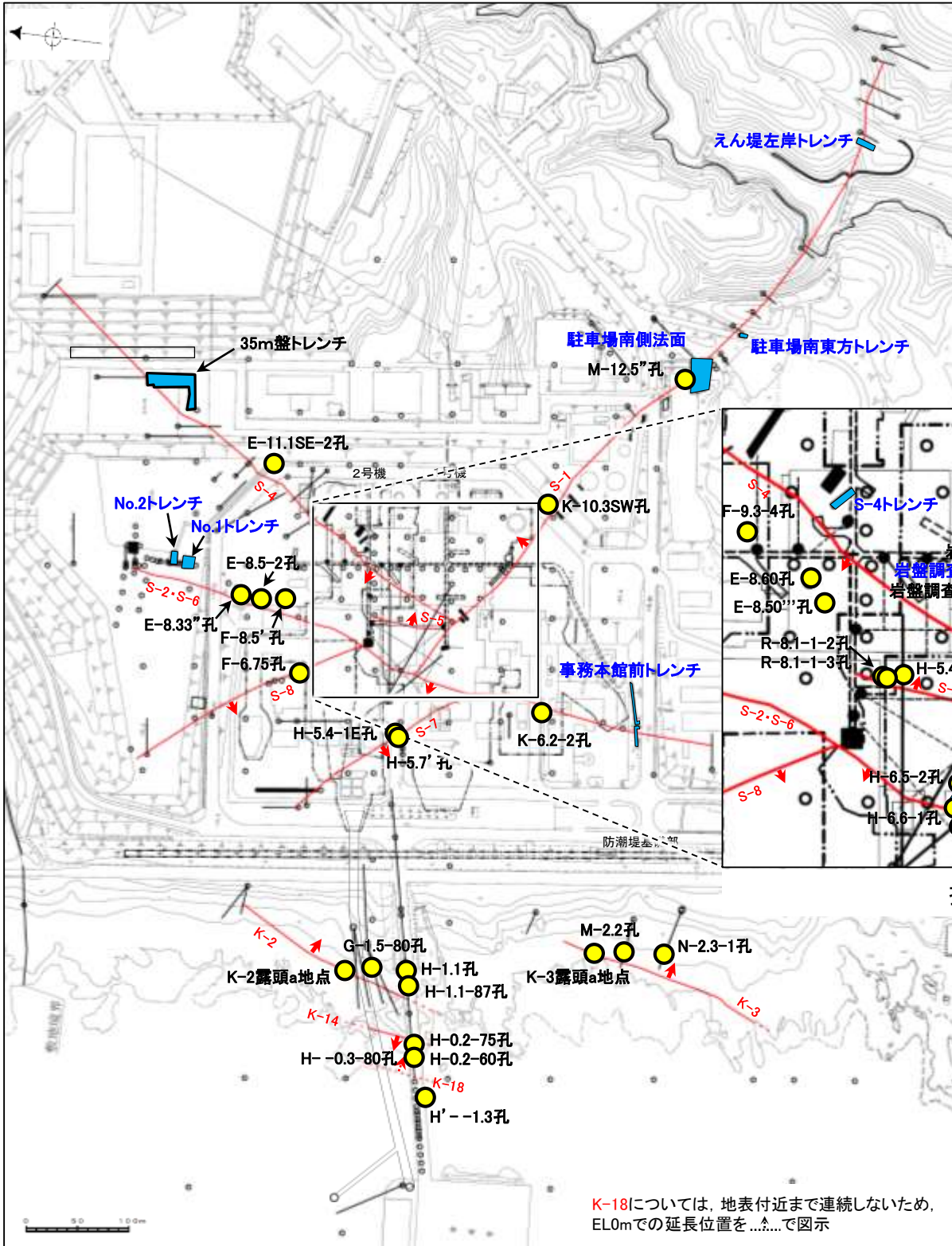
【補足⑳】

【補足⑳】敷地(陸域・海岸部)の評価対象断層の活動性評価地点

○評価対象断層(10断層)の活動性評価に関する評価地点については、有識者会合時以降に拡充したデータも含め、以下のとおりである。

各断層の活動性評価に関する評価地点

評価対象断層	上載地層法		鉦物派法	
	地点数	調査箇所	地点数	調査箇所
S-1	5地点	駐車場南東方トレンチ えん堤左岸トレンチ 駐車場南側法面 旧A・Bトレンチ 掘削法面	9地点	H-6.7孔 H-6.6-1孔 M-12.5"孔 1号原子炉建屋底盤(露頭観察) 岩盤調査坑(露頭, 研磨面, 薄片) 岩盤調査坑No.9孔(SEM観察) 岩盤調査坑No.25切羽(薄片観察) H-6.5-2孔 K-10.3SW孔
S-2・S-6	3地点	No.2トレンチ (S-2・S-6周辺の地形等を含む) No.1トレンチ 事務本館前トレンチ	4地点	F-8.5'孔 K-6.2-2孔 E-8.5-2孔 E-8.33'孔
S-4	2地点	35m盤トレンチ (ブロックサンプリング等を追加) S-4トレンチ	4地点	E-8.60孔 E-8.50"孔 F-9.3-4孔 E-11.1SE-2孔
S-5	—	—	3地点	R-8.1-1-2孔 R-8.1-1-3孔 H-5.4-4E孔
S-7	—	—	2地点	H-5.7'孔 H-5.4-1E孔
S-8	—	—	1地点	F-6.75孔
K-2	—	—	4地点	G-1.5-80孔(薄片1試料追加) H-1.1-87孔 H-1.1孔 K-2露頭a地点
K-3	—	—	3地点	M-2.2孔 N-2.3-1孔, K-3露頭a地点
K-14	—	—	2地点	H--0.3-80孔 H'--1.3孔
K-18	—	—	2地点	H-0.2-75孔 H-0.2-60孔(薄片1試料追加)



拡大図



青字: 有識者会合時の評価データ
 紫字: 第1073回審査会合以降の主なデータ拡充箇所

【補足②】

【補足②】活動性評価結果(次頁に続く)

- 評価対象断層(10断層)の活動性について、地層や鈳物脈(変質鈳物等)の年代が明確でかつ断層による変位・変形がないことが明確に確認できるデータ(下表で○かつⒶのデータ)^{※1}を断層毎に取得し、評価を行った。
- その他に取得したデータ^{※2}についても、全て上記データの評価結果と整合していることを確認した(下表 部分)。

※1:本資料, 補足資料に整理。
 ※2:参考資料に整理。

紫字:第1073回審査会以降の変更箇所

評価対象断層	評価手法	評価地点		上載地層法		鈳物脈法		評価結果	活動性評価	
				断層と上載地層の関係	地層の年代	最新面と鈳物脈の関係	鈳物脈の年代			
全断層共通	鈳物脈法	目視観察	敷地内全域			△	Ⓐ	・ボーリングコア観察の結果、破砕部中に鈳物脈を確認した。鈳物脈は固結した破砕部及び粘土状破砕部中に認められ、それらに変位、変形は認められないことから、破砕部の形成は鈳物脈の生成以前と判断される。	は各断層の薄片観察結果と整合する	
S-1	上載地層法 (P.5-69)	駐車場南東方トレンチ		○	Ⓐ	/	/	<ul style="list-style-type: none"> ・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ことから、S-1の最新活動は、H I a段丘堆積物の堆積以前である。 ・H I a段丘堆積物は、高位段丘 I a面を構成する海成堆積物であり、約12~13万年前より古い高海面期に堆積したと判断される。 	後期更新世以降の活動は認められない	
		えん堤左岸トレンチ		○	Ⓑ					
		駐車場南側法面		○	Ⓑ					
		旧A・Bトレンチ		△	Ⓑ					
		掘削法面		○	Ⓑ					
	鈳物脈法 (P.5-77)	薄片観察	H-6.7孔		○			Ⓐ	<ul style="list-style-type: none"> ・粘土鈳物(I/S混合層)が最新面を横断して分布し、最新面が不連続になっており、不連続箇所の粘土鈳物(I/S混合層)に変位・変形は認められないことから、S-1の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。 ・砕屑岩脈が最新面及び最新ゾーン全体を横断して分布し、横断箇所に変位・変形は認められないことから、S-1の最新活動は、砕屑岩脈の形成以前である。 ・薄片観察の結果、粘土鈳物(I/S混合層)が最新面付近に分布し、最新面が不連続になるものの、最新面と粘土鈳物(I/S混合層)との切り合い関係が不明確である。 	後期更新世以降の活動は認められない
			H-6.6-1孔		○			Ⓐ		
			M-12.5"孔		○			Ⓐ		
			岩盤調査坑 No.25切羽		△			Ⓐ		
			H-6.5-2孔		△			Ⓐ		
		露頭観察	K-10.3SW孔		△			Ⓐ		
			1号原子炉建屋底盤(露頭観察)		△			Ⓑ		
			岩盤調査坑(露頭, 研磨面, 薄片観察)		△			Ⓑ		
			SEM観察		△			Ⓐ		
SEM観察	岩盤調査坑 No.9孔		△	Ⓐ	<ul style="list-style-type: none"> ・帯状火砕岩がS-1を分断するように分布しており、そこに破断等の変状は認められないが、露頭が現存しないため、有識者会合の評価に対して明確な評価はできない。 ・露頭が現存しないため、帯状火砕岩の形成年代については明確に判断できない。 ・S-1のごく近傍に分布する礫あるいはS-11に入り込むように分布する礫に破断等の変状は認められないが、S-1を完全には分断しておらず、礫と最新面との切り合い関係は不明確である。 ・礫がS-1に入り込んだ時期について明確に判断できない。 ・SEM観察の結果、条線が認められた最新面上に、フレーク状の粘土鈳物(I/S混合層)の自形結晶を確認し、この粘土鈳物(I/S混合層)の自形結晶に破砕は認められないものの、最新面と粘土鈳物(I/S混合層)との切り合い関係が不明確である。 	は上記評価結果と整合する				
	上載地層法 (P.5-101)	No.2トレンチ		○	Ⓐ	<ul style="list-style-type: none"> ・S-2・S-6は基盤直上のM I 段丘堆積物に変位・変形を与えていないことから、S-2・S-6の最新活動は、M I 段丘堆積物の堆積以前である。 ・M I 段丘堆積物は、中位段丘 I 面を構成する海成堆積物であり、MIS5e(約12~13万年前)に堆積したと判断される。 	後期更新世以降の活動は認められない			
		No.1トレンチ		○	Ⓒ					
事務本館前トレンチ		○	Ⓒ							
S-2・S-6	薄片観察	F-8.5' 孔		○	Ⓐ	<ul style="list-style-type: none"> ・粘土鈳物(I/S混合層)が最新面を横断して分布し、最新面が不連続になっており、不連続箇所の粘土鈳物(I/S混合層)に変位・変形は認められない。 ・また、この不連続箇所において、粘土鈳物(I/S混合層)が最新面を遮るように分布し、この粘土鈳物(I/S混合層)に変位・変形は認められないことから、S-2・S-6の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。 ・粘土鈳物(I/S混合層)が最新面を横断して分布し、最新面が不連続になっており、不連続箇所の粘土鈳物(I/S混合層)に変位・変形は認められないことから、S-2・S-6の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。 ・薄片観察の結果、粘土鈳物(I/S混合層)が最新面付近に分布し、最新面が不連続になるものの、最新面と粘土鈳物(I/S混合層)との切り合い関係が不明確である。 ・SEM観察の結果、条線が認められた最新面上に、フレーク状の粘土鈳物(I/S混合層)の自形結晶を確認し、この粘土鈳物(I/S混合層)の自形結晶に破砕は認められないものの、最新面と粘土鈳物(I/S混合層)との切り合い関係が不明確である。 	後期更新世以降の活動は認められない			
		K-6.2-2孔		○	Ⓐ					
		E-8.5-2孔		△	Ⓐ					
	SEM観察	E-8.33"孔		△	Ⓐ					

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

△:鈳物脈法による評価において、各評価対象断層の中で最新面と鈳物脈との切り合い関係が最も明確であると評価したデータ

○:断層の直上の地層に変位・変形が認められない(上載地層法)

○:最新面を横断する鈳物脈あるいは最新ゾーン中の鈳物脈に変位・変形が認められない(鈳物脈法)

△:断層による変位・変形の有無を明確に判断することができない

×:断層による変位・変形が認められる

Ⓐ:約12~13万年前以前に堆積(生成)した

Ⓑ:年代を明確に判断できない

Ⓒ:約12~13万年前より新しい時期に堆積(生成)した

【補足② つづき】

紫字：第1073回審査会合以降の変更箇所

評価対象断層	評価手法	評価地点	上載地層法		鉱物脈法		評価結果	活動性評価	
			断層と上載地層の関係	地層の年代	最新面と鉱物脈の関係	鉱物脈の年代			
S-4	上載地層法 (P.5-129)	35m盤トレンチ (ブロックサンプリング等を追加)	○	Ⓐ	/	/	・S-4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ことから、S-4の最新活動は、H I a段丘堆積物の堆積以前である。 ・H I a段丘堆積物は、高位段丘 I a面を構成する海成堆積物であり、約12~13万年前より古い高海面期に堆積したと判断される。	後期更新世以降の活動は認められない	
		S-4トレンチ	○	Ⓑ			・S-4は基盤直上の堆積物に変位・変形を与えていない。 ・この堆積物は、火山灰分析、遊離酸化鉄分析等の結果を踏まえると、少なくとも約12~13万年前以前に堆積したとも考えられるが、露頭が現存しないため、礫の平均真円度により海成堆積物と確実に認定することができず、上載地層の年代が明確に判断できない。	は下記評価結果と整合する	
	鉱物脈法 (P.5-141)	薄片観察	E-8.60孔	○			Ⓐ	・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を横断して分布し、最新面が不連続になっており、不連続箇所粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められないことから、S-4の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。	後期更新世以降の活動は認められない
		SEM観察	F-9.3-4孔	△			Ⓐ	・薄片観察の結果、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面付近に分布し、最新面が不連続になるものの、最新面と粘土鉱物(I/S混合層)との切り合い関係が不明確である。 ・SEM観察の結果、条線が認められた最新面上に、フレーク状の粘土鉱物(I/S混合層)の自形結晶を確認し、この粘土鉱物(I/S混合層)の自形結晶に破砕は認められないものの、最新面と粘土鉱物(I/S混合層)との切り合い関係が不明確である。	は上記評価結果と整合する
S-5	鉱物脈法 (P.5-158)	薄片観察	R-8.1-1-2孔	○	Ⓐ	・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を横断して分布し、最新面が不連続になっており、不連続箇所粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められないことから、S-5の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。	後期更新世以降の活動は認められない		
			R-8.1-1-3孔	△	Ⓐ	・薄片観察の結果、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面付近に分布し、最新面が不連続になるものの、最新面と粘土鉱物(I/S混合層)との切り合い関係が不明確である。	は上記評価結果と整合する		
			H-5.4-4E孔	△	Ⓑ	・薄片観察の結果、最新ゾーンは周辺の固結した破砕部と類似した性状を有し、Y面は認められないことから、固結した破砕部形成以降の活動はないと考えられるものの、その形成年代については明確に判断できない。 ・最新ゾーンには明瞭な変質鉱物が認められず、変質鉱物と最新活動との関係が明確でない。	は上記評価結果と整合する		
S-7	鉱物脈法 (P.5-174)	薄片観察	H-5.7' 孔	○	Ⓐ	・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を横断して分布し、最新面が不連続になっており、不連続箇所粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められないことから、S-7の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。	後期更新世以降の活動は認められない		
			H-5.4-1E孔	○	Ⓐ				
S-8	鉱物脈法 (P.5-196)	薄片観察	F-6.75孔	○	Ⓐ	・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を横断して分布し、最新面が不連続になっており、不連続箇所粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められないことから、S-8の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。	後期更新世以降の活動は認められない		
K-2	鉱物脈法 (P.5-209)	薄片観察	G-1.5-80孔 (薄片1試料追加)	○	Ⓐ	/	/	・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を横断して分布し、最新面が不連続になっており、不連続箇所粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められないことから、K-2の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。	後期更新世以降の活動は認められない
			H-1.1-87孔	○	Ⓐ			・オパールCTが最新面及び最新ゾーン全体を横断して分布し、横断箇所に変位・変形は認められないものの、オパールCTはI/S混合層より低温で生成される変質鉱物であり、その生成年代については明確に判断できない。 ・最新ゾーンは、破砕流動が認められる固結した破砕部からなり、封圧の小さな地表付近ではなく、地下深部で形成されたと判断されるものの、その形成年代については明確に判断できない。	は上記評価結果と整合する
			H-1.1孔	○	Ⓑ				
			K-2露頭a地点	△	Ⓑ				
K-3	鉱物脈法 (P.5-227)	薄片観察	M-2.2孔	○	Ⓐ	/	/	・薄片観察の結果、最新ゾーンでは岩片間の基質中に粘土鉱物(I/S混合層)が網目状に分布し、その網目状の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められない。 ・また、最新ゾーン中の一部の岩片においては、微細な脈状の粘土鉱物(I/S混合層)が、岩片付近の基質中の変質部から岩片の内部まで連続的に分布し、この粘土鉱物(I/S混合層)に礫の回転による変位・変形は認められないことから、K-3の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。	後期更新世以降の活動は認められない
			N-2.3-1孔、K-3露頭a地点	△	Ⓑ			・最新ゾーンは、破砕流動が認められる固結した破砕部からなり、封圧の小さな地表付近ではなく、地下深部で形成されたと判断されるものの、その形成年代については明確に判断できない。	は上記評価結果と整合する
K-14	鉱物脈法 (P.5-243)	薄片観察	H- -0.3-80孔	○	Ⓐ	/	/	・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を横断して分布し、最新面が不連続になっており、不連続箇所粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められないことから、K-14の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。	後期更新世以降の活動は認められない
			H' - -1.3孔	△	Ⓐ			・薄片観察の結果、最新面に接してフィリップサイトの柱状結晶や、最新面直下にフィリップサイトの十字状の自形結晶が晶出しており、これらの結晶に破砕や変形は認められないものの、最新面とフィリップサイトとの切り合い関係が不明確である。	は上記評価結果と整合する
K-18	鉱物脈法 (P.5-255)	薄片観察	H-0.2-75孔	○	Ⓐ	/	/	・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を横断して分布し、最新面が不連続になっており、不連続箇所粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められない。 ・また、最新面の延長位置に認められる最新面と同じ方向の割れ目は、上部で途切れて不連続になっており、この不連続箇所において、粘土鉱物(I/S混合層)が割れ目や最新面を遮るように分布し、この粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められないことから、K-18の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。	後期更新世以降の活動は認められない
			H-0.2-60孔 (薄片1試料追加)	△	Ⓐ			・薄片観察の結果、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面付近に分布し、最新面が不連続になるものの、最新面と粘土鉱物(I/S混合層)との切り合い関係が不明確である。	は上記評価結果と整合する
(参考) 福浦断層	上載地層法	大坪川ダム右岸トレンチ		×	Ⓐ*	/	/	・断層は、下末吉期(約12~13万年前)を経て赤色土壌化した地層に変形を与えている。 ・主せん断面に沿って層状構造が観察され、繰り返し活動した構造が認められる。	後期更新世以降の活動が否定できない
鉱物脈法	薄片観察	FK-1孔 他	×	Ⓐ、Ⓑ	・粘土鉱物(I/S混合層、ハロイサイト等)に変位・変形を与えている。 ・断層ガウジ中に層状構造が観察され、繰り返し活動した構造が認められる。				

○：断層の直上の地層に変位・変形が認められない(上載地層法)
△：断層による変位・変形の有無を明確に判断することができない
×：断層による変位・変形が認められる

○：断層の直上の地層に変位・変形が認められない(上載地層法)
△：断層による変位・変形の有無を明確に判断することができない
×：断層による変位・変形が認められる

○：断層の直上の地層に変位・変形が認められない(上載地層法)
△：断層による変位・変形の有無を明確に判断することができない
×：断層による変位・変形が認められる

○：断層の直上の地層に変位・変形が認められない(上載地層法)
△：断層による変位・変形の有無を明確に判断することができない
×：断層による変位・変形が認められる

Ⓐ：約12~13万年前以前に堆積(生成)した

Ⓑ：年代を明確に判断できない

Ⓒ：約12~13万年前より新しい時期に堆積(生成)した

※約12~13万年前に赤色土壌化した

【補足②】

【補足②】断層の後期更新世以降の活動を否定するにあたり、地層や鉱物脈の年代及び断層による変位・変形がないことが明確に確認できるデータ

紫字:第1073回審査会合以降の変更箇所

○:確認される -:該当なし

評価対象断層	評価手法	評価地点	評価に用いた地層または鉱物脈	断層と上載地層の関係	最新ゾーンにおける直線性・連続性のよい面構造の有無	断層活動(最新面及び最新ゾーン)と鉱物脈の関係			活動性評価
				断層の直上に分布する地層に変位・変形は認められない		鉱物脈が最新面及び最新ゾーン全体を横断して分布し、横断箇所に変位・変形は認められない	鉱物脈が最新面を横断して分布し、最新面が不連続になっており、不連続箇所の鉱物脈に変位・変形は認められない	最新ゾーンでは岩片間の基質中に鉱物脈が網目状に分布し、その網目状の鉱物脈に変位・変形は認められない	
S-1	上載地層法	駐車場南東方トレンチ	HI a段丘堆積物	○	/	/	/	/	後期更新世以降の活動は認められない
	鉱物脈法	H-6.7孔	イライト/スメクタイト混合層	/	有	-	○	-	
		H-6.6-1孔	イライト/スメクタイト混合層	/	有	-	○	-	
		M-12.5"孔	碎屑岩脈	/	有	○	-	-	
S-2・S-6	上載地層法	No.2トレンチ	MI 段丘堆積物	○	/	/	/	/	後期更新世以降の活動は認められない
	鉱物脈法	F-8.5'孔	イライト/スメクタイト混合層	/	有	-	○	-	
		K-6.2-2孔	イライト/スメクタイト混合層	/	有	-	○	-	
S-4	上載地層法	35m盤トレンチ	HI a段丘堆積物	○	/	/	/	/	後期更新世以降の活動は認められない
	鉱物脈法	E-8.60孔	イライト/スメクタイト混合層	/	有	-	○	-	
		E-8.50"孔	イライト/スメクタイト混合層	/	有	-	○	-	
S-5	鉱物脈法	R-8.1-1-2孔	イライト/スメクタイト混合層	/	有	-	○	-	後期更新世以降の活動は認められない
S-7	鉱物脈法	H-5.7'孔	イライト/スメクタイト混合層	/	有	-	○	-	後期更新世以降の活動は認められない
		H-5.4-1E孔	イライト/スメクタイト混合層	/	有	-	○	-	
S-8	鉱物脈法	F-6.75孔	イライト/スメクタイト混合層	/	有	-	○	-	後期更新世以降の活動は認められない
K-2	鉱物脈法	G-1.5-80孔	イライト/スメクタイト混合層	/	有	-	○	-	後期更新世以降の活動は認められない
		H-1.1-87孔	イライト/スメクタイト混合層	/	有	-	○	-	
K-3	鉱物脈法	M-2.2孔	イライト/スメクタイト混合層	/	無	-	-	○	後期更新世以降の活動は認められない
K-14	鉱物脈法	H- -0.3-80孔	イライト/スメクタイト混合層	/	有	-	○	-	後期更新世以降の活動は認められない
K-18	鉱物脈法	H-0.2-75孔	イライト/スメクタイト混合層	/	有	-	○	-	後期更新世以降の活動は認められない

Ⅲ. 設置変更許可申請時以降に変更した内容

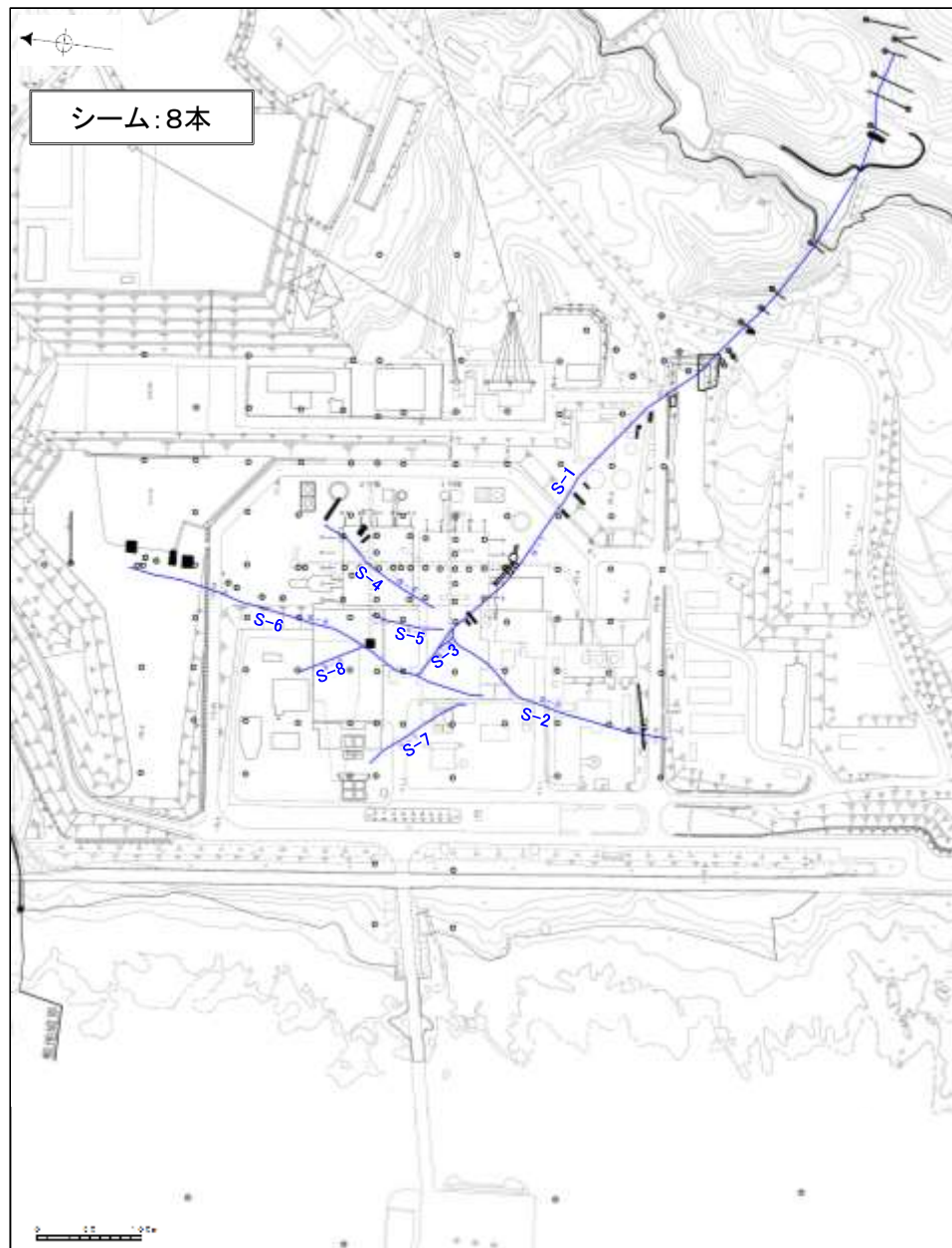
○敷地内断層の抽出, 評価対象断層の選定, 活動性評価の審査の過程において, 設置変更許可申請時(2014.8.12)から変更となった内容について下表に示す。各項目についての概要を次頁以降に示す。

		設置変更許可申請時の内容	審査を踏まえた変更後の内容	概要
断層の抽出	抽出に係る調査データ	○ 申請時(2014.8)までの基礎掘削面データ及びボーリングデータ等に基づく。	○ 申請時データに加え, 申請時以降の追加データ(陸域の追加ボーリング調査(75本)及び取水路トンネル付近の海岸部の追加ボーリング調査(52本))も反映。	P. 20
	抽出の考え方	○ 敷地に分布する連続性を有する未固結な粘土質薄層(シーム)を検討すべき構造として抽出。	○ 敷地内に分布する構造を網羅的に評価する観点から, これまで着目してきたシーム(未固結な粘土質薄層)に加え, シーム周辺に認められる固結した破砕部も含めて抽出。	
	抽出結果	○ 8本 ・陸域 : 8本 (S-1, S-2, S-3, S-4, S-5, S-6, S-7, S-8) ・海岸部: なし	○ 36本 ・陸域 : 10本 (S-1, S-2・S-6, S-4, S-5, S-7, S-8, S-9, B-1, B-2, B-3) ・海岸部: 26本 (K-1~K-26)	
評価対象断層の選定	選定の考え方	○ シームはいずれも厚さが薄く傾斜は概ね高角度であり, また, 鉱物組成等もほぼ同様であることから, 同じ時期に, 同じ過程を経て形成された可能性が高い。 ○ 上記を踏まえ, 8本のシームのうち, 2号炉原子炉建屋基礎底面に認められるシームS-4, これと平行な方向のシームS-6及びこれらと方向が共役的な1号炉原子炉建屋基礎底面に認められるシームS-1を代表として選定。	○ 断層の性状, 運動方向をより詳細に確認し, 「走向」, 「傾斜」, 「運動方向(固結した破砕部)」, 「運動方向(粘土状破砕部)」の4項目のデータに基づき, 6系統に区分。 ○ ①切り合いによる新旧関係, ②系統区分・断層規模による検討, ③重要施設との位置関係による検討, ④隣接する断層との関係からの個別検討 の判断要素を取り入れて選定。	P. 21
	選定結果	○ 3本 (S-1, S-4, S-6)	○ 10本 (S-1, S-2・S-6, S-4, S-5, S-7, S-8, K-2, K-3, K-14, K-18)	
活動性評価	評価方法	○ 上載地層法による評価: 6地点のデータ ・評価に用いる地層: ・中位段丘 I 面を構成する段丘堆積物等 ・高位段丘 I 面を構成する段丘堆積物等	○ 上載地層法による評価: 3地点のデータ ・評価に用いる地層: ・約12~13万年前以前の地層(礫の形状の定量的な分析等に基づき認定した海成堆積物であるM I 段丘堆積物及びH I a段丘堆積物) ○ 鉱物脈法による評価: 薄片21枚のデータ (追加ボーリング調査99本(分析用含む)) ・評価に用いる変質鉱物: ・イライト/スメクタイト混合層(XRD分析(粘土分濃集), EPMA分析, HRTEM観察, CEC分析, XAFS分析を用いた多面的な検討に基づき同定) ・碎屑岩脈 ○ 上記取得データのうち地層や鉱物脈の年代及び断層による変位・変形がないことが明確に確認できるデータを用いて活動性評価を実施。(評価に用いなかった他データについても上記評価と整合することを確認)	P. 22
	評価結果	○ シームについては, いずれも活動性に関して問題となるものではない。	○ 敷地内断層はいずれも「将来活動する可能性のある断層等」ではない。	

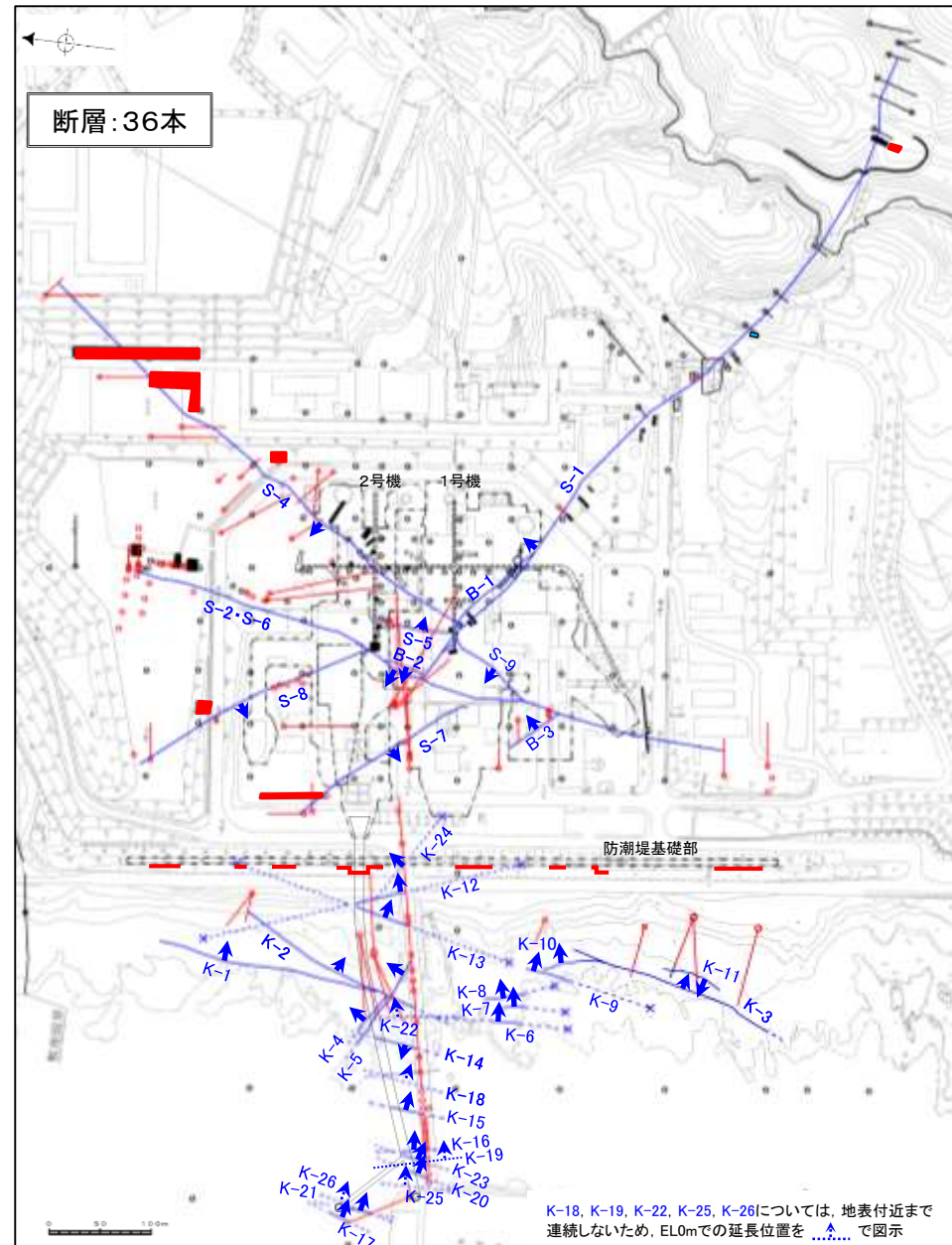
【断層の抽出に関して変更した内容】

- 設置変更許可申請時(2014.8.12)は、敷地に分布する連続性を有する未固結な粘土質薄層(シーム)を検討すべき構造として、S-1～S-8の8本のシームを抽出していた。
- 第453回審査会合(2017.3.10)以降、敷地に分布する構造を網羅的に評価する観点から、シーム周辺に認められる固結した破碎部にも着目し、取水路トンネル付近の海岸部も含め、破碎部を有する構造を検討すべき構造として、敷地内断層(36断層)を抽出した。

【設置変更許可申請時の断層(シーム)分布図】



【審査を踏まえた変更後の断層分布図】



↑
敷地内断層(矢印は傾斜方向)
陸域: EL-4.7m,
海岸部: EL0m

赤色: 設置変更許可申請
(2014.8.12) 以降の
追加データ

凡例	
○	鉛直ボーリング孔
●	水平ボーリング孔
⊗	斜めボーリング孔
—	トレンチ
□	雲上向き
⋯	試掘坑・試験坑・斜坑
⊕	音響探査坑
▭	基礎平面図

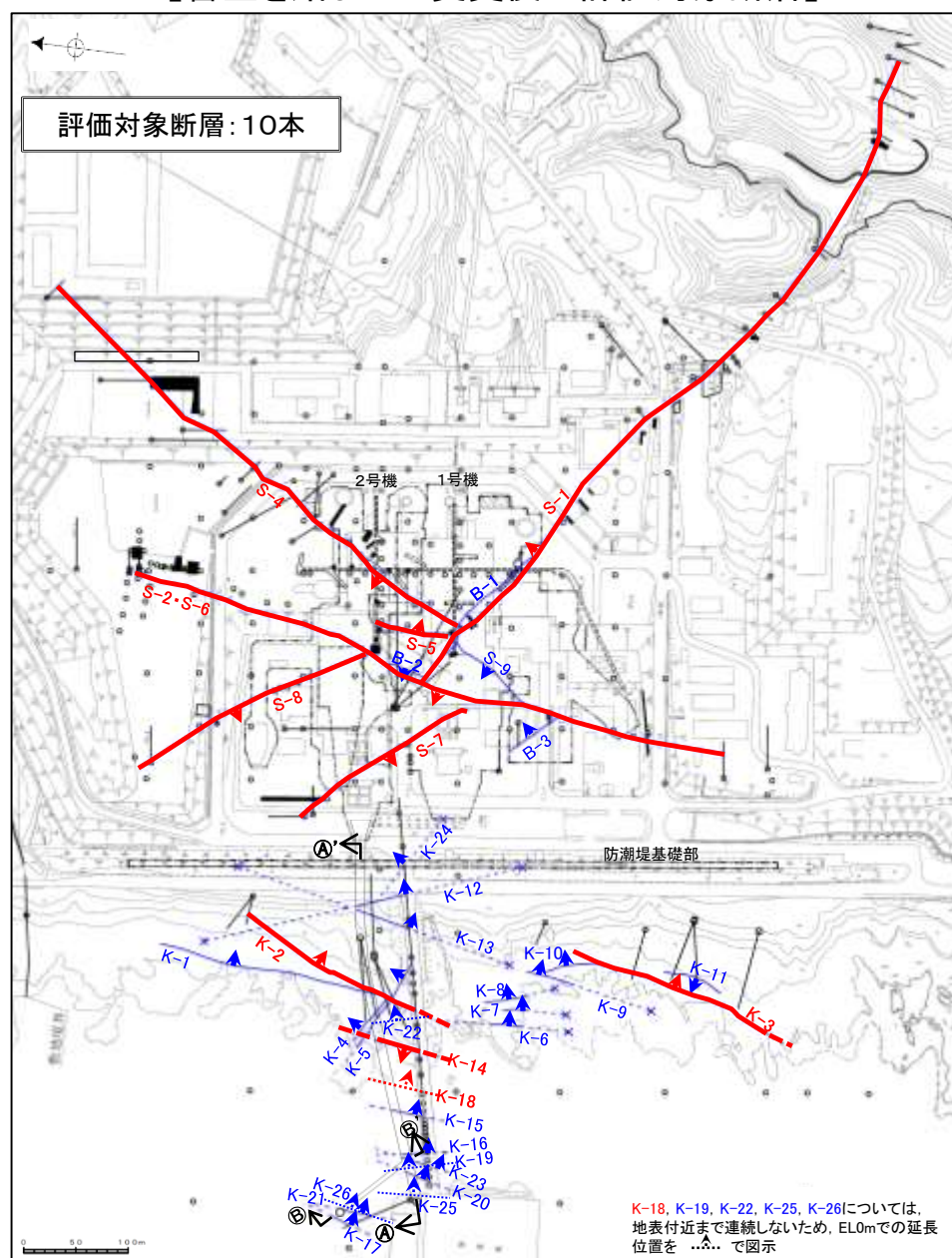
【評価対象断層の選定に関して変更した内容】

- 設置変更許可申請時(2014.8.12)は、シームはいずれも厚さが薄く傾斜は概ね高角度であり、また、鉱物組成等もほぼ同様であることから、同じ時期に、同じ過程を経て形成された可能性が高いと判断し、2号炉原子炉建屋基礎底面に認められるS-4、これと平行な方向のS-6及びこれらと方向が共役的な1号炉原子炉建屋基礎底面に認められるS-1を代表として活動性評価を実施していた。
- 申請以降の審査を踏まえて、敷地内断層を「走向」、「傾斜」、「運動方向(固結した破砕部)」、「運動方向(粘土状破砕部)」の4項目のデータに基づき、6系統に区分し、①切り合いによる新旧関係、②系統区分・断層規模による検討、③重要施設との位置関係による検討、④隣接する断層との関係からの個別検討(①～③の検討以外)の判断要素から、10本(S-1, S-2・S-6, S-4, S-5, S-7, S-8, K-2, K-3, K-14, K-18)の評価対象断層を選定した。

【設置変更許可申請時の評価対象断層(シーム)】



【審査を踏まえた変更後の評価対象断層】



敷地内断層(矢印は傾斜方向)
陸域: EL-4.7m,
海岸部: EL0m

赤色: 評価対象断層

凡例	
○	鉛直ボーリング孔
●	水平ボーリング孔
⊗	観測ボーリング孔
—	トレンチ
□	示し向き
⋯	試掘坑・試験坑・斜坑
⊕	岩盤調査坑
▭	基礎等計画

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

【敷地内断層の活動性評価に関して変更した内容】

- 設置変更許可申請時(2014.8.12)は、上載地層法によって活動性評価を実施していた。
- 第788回審査会合(2019.10.25)以降、多面的に活動性評価を行う観点から、上載地層法に加えて、鉬物脈法による評価を行うこととした。

赤色: 設置変更許可申請(2014.8.12)以降の追加データ

【設置変更許可申請時の活動性評価地点】

評価対象断層	上載地層法による評価	
S-1	4地点	駐車場南東方トレンチ えん堤左岸トレンチ 駐車場南側法面 旧A・Bトレンチ
S-4	1地点	S-4トレンチ
S-6	1地点	No.2トレンチ
合計 6地点		



【審査を踏まえた変更後の活動性評価地点】

評価対象断層	上載地層法		鉬物脈法	
S-1	1地点	駐車場南東方トレンチ※	3地点 薄片4枚	H-6.7孔(薄片①, ②) H-6.6-1孔(薄片①) M-12.5”孔(薄片①)
S-2・S-6	1地点	No.2トレンチ※	2地点 薄片2枚	F-8.5’孔(薄片①) K-6.2-2孔(薄片①)
S-4	1地点	35m盤トレンチ	2地点 薄片3枚	E-8.60孔(薄片①) E-8.50”孔(薄片①, ②)
S-5		—	1地点 薄片1枚	R-8.1-1-2孔(薄片①)
S-7		—	2地点 薄片3枚	H-5.7’孔(薄片①, ②) H-5.4-1E孔(薄片①)
S-8		—	1地点 薄片1枚	F-6.75孔(薄片①)
K-2		—	2地点 薄片4枚	G-1.5-80孔(薄片①, ②, ③) H-1.1-87孔(薄片①)
K-3		—	1地点 薄片1枚	M-2.2孔(薄片①)
K-14		—	1地点 薄片1枚	H- -0.3-80孔(薄片①)
K-18		—	1地点 薄片1枚	H-0.2-75孔(薄片②)
合計 3地点			合計 16地点 薄片21枚	

※: 上載地層法に用いる地層の年代評価のための追加調査を実施した上で評価した。

目次

1. 敷地の地形, 地質・地質構造	1- 1	4. 評価対象断層の選定	4- 1
1.1 文献調査	1- 2	4.1 評価対象断層の選定手順	4- 2
1.2 敷地の地形	1- 5	4.2 隣接する断層に並走する小規模な断層の検討	4- 4
1.3 敷地の地質・地質構造	1- 9	4.3 4項目のデータに基づく系統区分	4- 6
1.4 まとめ	1- 15	(1) 走向・傾斜の検討	4- 10
2. 敷地内断層の分布, 性状, 運動方向	2- 1	(2) 運動方向の検討	4- 11
2.1 調査位置図	2- 2	4.4 ステップ1 切り合い関係による新旧検討	4- 12
2.2 敷地に分布する別所岳安山岩類及び破碎部	2- 4	(1) K-2とK-5の関係	4- 14
(1) 敷地に分布する別所岳安山岩類	2- 5	(2) K-2とK-4の関係	4- 19
(2) 別所岳安山岩類中に認められる破碎部	2- 6	4.5 ステップ2 系統区分・断層規模, 重要施設との位置関係による検討	4- 23
2.3 断層の分布	2- 8	4.6 ステップ3 隣接する断層との関係からの個別検討	4- 27
(1) 断層の抽出	2- 9	(1) S-9とS-1, S-2・S-6の関係	4- 30
(2) 断層の分布	2- 11	(2) K-1とK-2の関係	4- 31
2.4 断層の性状	2- 24	(3) K-6, K-7, K-8, K-9, K-10とK-2, K-3の関係	4- 32
(1) 各断層の性状	2- 25	(4) K-11とK-3の関係	4- 33
(2) 破碎部内及び母岩に認められる鉱物組成	2- 28	(5) K-24とK-12の関係	4- 34
2.5 断層の運動方向	2- 36	4.7 評価対象断層の選定 まとめ	4- 35
2.6 まとめ	2- 41		
3. 2号炉の耐震重要施設及び重大事故等 対処施設と断層との位置関係	3- 1		

目次

5. 敷地内断層の活動性評価	5- 1	5.6 S-4の活動性評価	5-127
5.1 活動性評価の方針	5- 2	5.6.1 上載地層法による活動性評価(S-4)	5-128
(1) 活動性評価の方針	5- 3	(1) 35m盤トレンチ	5-130
(2) 活動性評価地点	5- 5	5.6.2 鉬物脈法による活動性評価(S-4)	5-140
5.2 上載地層法に用いる地層	5- 9	(1) E-8.60孔	5-142
(1) 能登半島南西岸の海成段丘面と堆積物の年代評価の 考え方	5- 11	(2) E-8.50”孔	5-152
(2) 海成堆積物の特徴	5- 14	5.7 S-5の活動性評価	5-156
(3) 敷地内断層上に分布する海成堆積物の認定	5- 21	5.7.1 鉬物脈法による活動性評価(S-5)	5-157
(4) 堆積物の年代評価	5- 25	(1) R-8.1-1-2孔	5-161
5.3 鉬物脈法に用いる変質鉬物と最新面	5- 27	5.8 S-7の活動性評価	5-172
(1) 評価に用いる変質鉬物	5- 28	5.8.1 鉬物脈法による活動性評価(S-7)	5-173
(2) 破碎部中の鉬物脈	5- 51	(1) H-5.7' 孔	5-175
(3) 最新面と最新面付近の変質鉬物	5- 55	(2) H-5.4-1E孔	5-191
5.4 S-1の活動性評価	5- 67	5.9 S-8の活動性評価	5-194
5.4.1 上載地層法による活動性評価(S-1)	5- 68	5.9.1 鉬物脈法による活動性評価(S-8)	5-195
(1) 駐車場南東方トレンチ	5- 70	(1) F-6.75孔	5-197
5.4.2 鉬物脈法による活動性評価(S-1)	5- 76	5.10 K-2の活動性評価	5-207
(1) H-6.7孔	5- 79	5.10.1 鉬物脈法による活動性評価(K-2)	5-208
(2) H-6.6-1孔	5- 93	(1) G-1.5-80孔	5-210
(3) M-12.5”孔	5- 96	(2) H-1.1-87孔	5-220
5.5 S-2・S-6の活動性評価	5- 99	5.11 K-3の活動性評価	5-225
5.5.1 上載地層法による活動性評価(S-2・S-6)	5-100	5.11.1 鉬物脈法による活動性評価(K-3)	5-226
(1) No.2トレンチ	5-102	(1) M-2.2孔	5-228
5.5.2 鉬物脈法による活動性評価(S-2・S-6)	5-110	5.12 K-14の活動性評価	5-241
(1) F-8.5' 孔	5-112	5.12.1 鉬物脈法による活動性評価(K-14)	5-242
(2) K-6.2-2孔	5-122	(1) H- -0.3-80孔	5-244

5.13 K-18の活動性評価	.....5-253
5.13.1 鉦物脈法による活動性評価(K-18)	.....5-254
(1) H-0.2-75孔	.....5-256
5.14 敷地内断層と活断層との破砕部性状の比較	.....5-269
5.15 敷地内断層と敷地周辺の広域的な検討	.....5-291
5.15.1 敷地内断層と敷地周辺の断層との連続性検討	.....5-293
5.15.2 海底に推定される断層についての検討	.....5-298
5.16 活動性評価 まとめ	.....5-301
参考文献	.....参-1

余白

1. 敷地の地形, 地質・地質構造

1.1 文献調査

1.1 文献調査 —活断層—

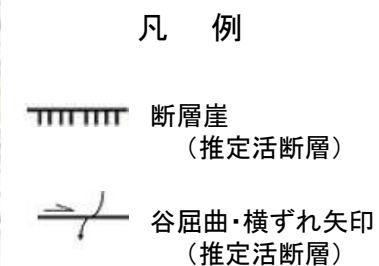
○文献によれば、敷地には活断層は示されていない。



「新編 日本の活断層」
活断層研究会(1991)に一部加筆



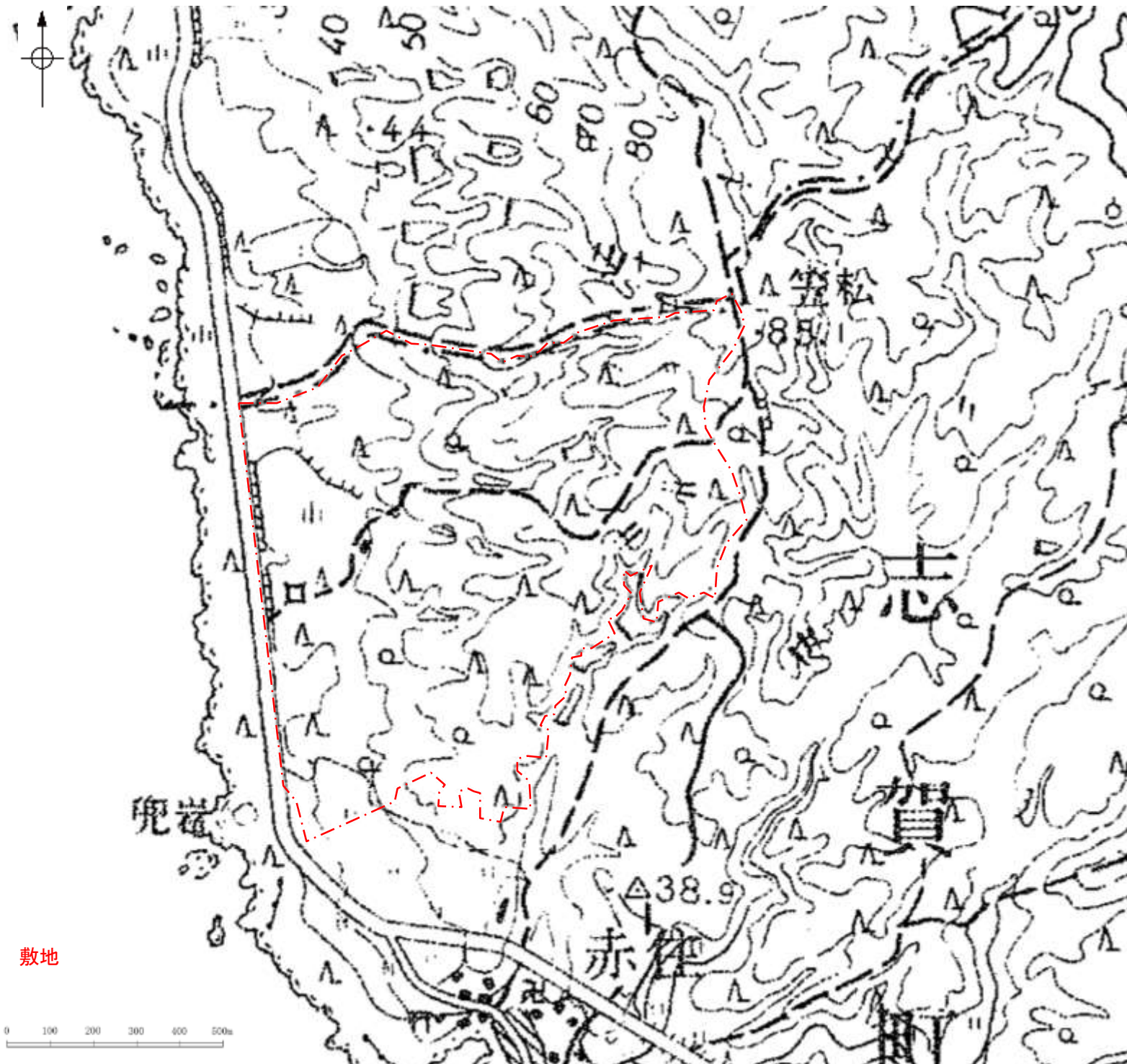
「活断層詳細デジタルマップ[新編]」
今泉ほか(2018)に一部加筆



・その他の主な文献については補足資料1.1-1

1.1 文献調査 ー地すべりー

○文献によれば、敷地には地すべり地形は示されていない。



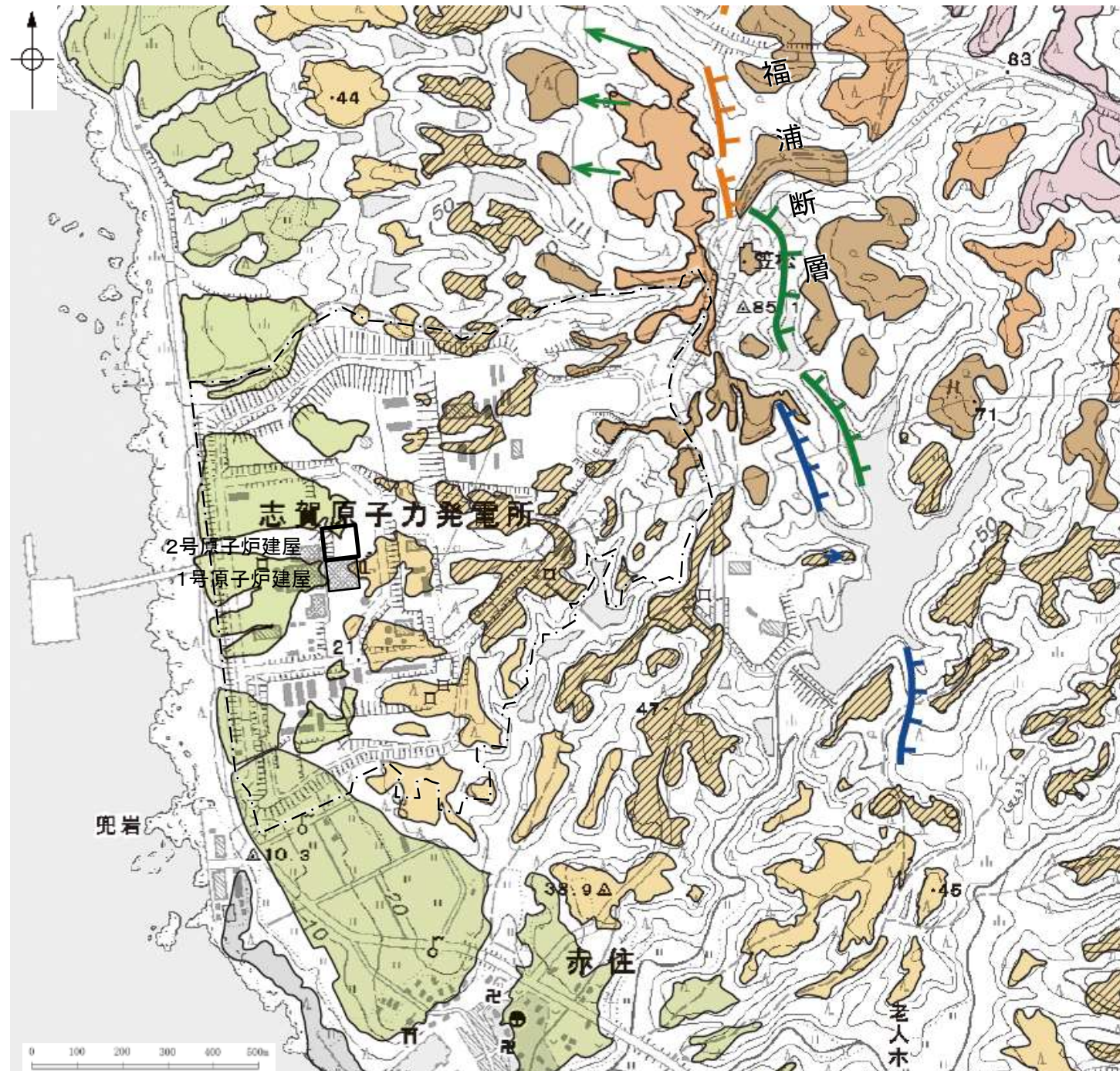
敷地の地すべり地形分布図(防災科学技術研究所, 2001に一部加筆)

・より広域における地すべり地形分布は補足資料1.1-1

1.2 敷地の地形

1.2 敷地の地形 —陸域—

- 赤色立体地図(次頁)や空中写真(右表)を用いて、地形判読を行い、敷地の段丘面分布図(下図)として取りまとめた。
- 敷地では、海岸線に沿って中位段丘Ⅰ面、高位段丘Ⅰa, Ⅰb, Ⅱ, Ⅲ面が分布する。
- 原子炉建屋の約1km東方に福浦断層に対応するリニアメント・変動地形が判読されるが、敷地にはリニアメント・変動地形は認められない。
- 敷地では、地すべり地形は認められない。

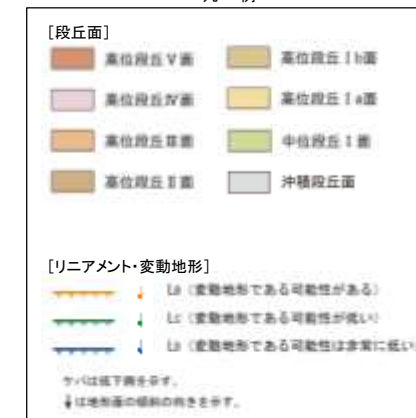


- ・敷地を含む能登半島南西岸の海成段丘面と堆積物の年代評価の考え方についてはP.5-11～5-13
- ・リニアメント・変動地形判読基準については補足資料1.2-1(1)

空中写真一覧表

撮影者	縮尺	年代
米軍	1/40,000	1947年
国土地理院	1/10,000	1975年
当社	1/15,000	1961年
	1/8,000	1985年

凡例

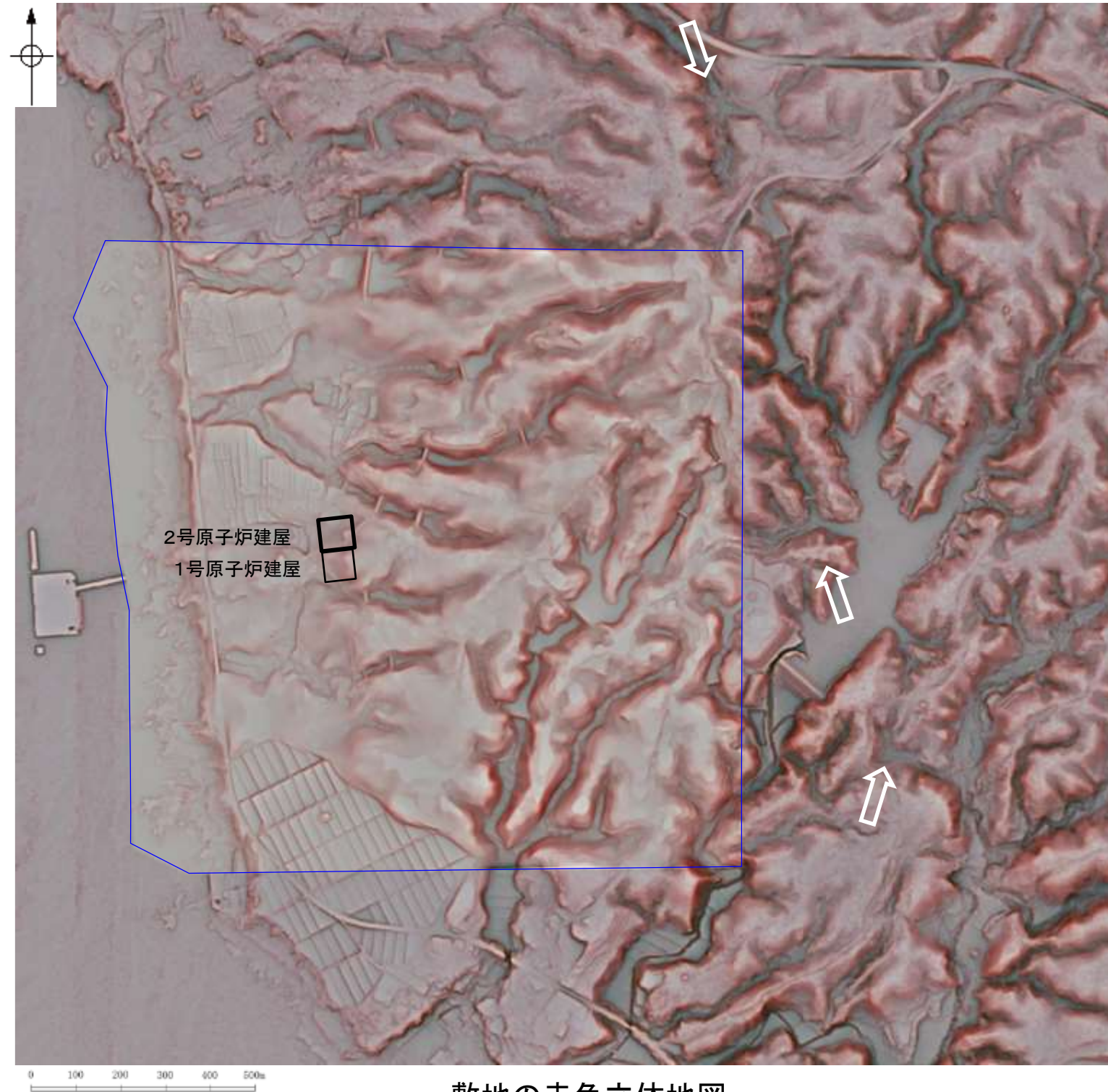


敷地

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。
敷地の段丘面分布図

【赤色立体地図】

リニアメント・変動地形(福浦断層に対応)



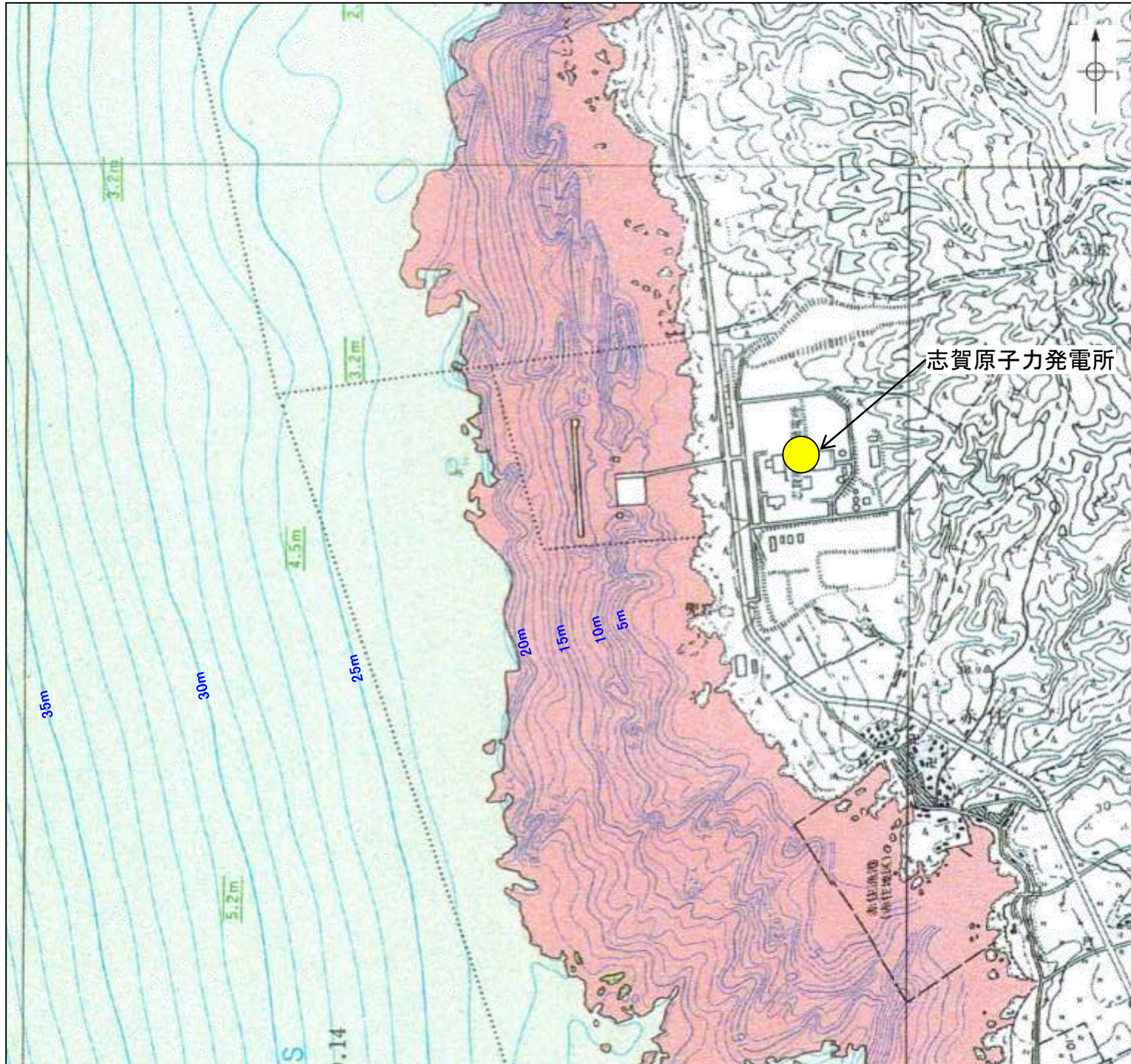
敷地の赤色立体地図

- ・青枠内は人工改変前の1985年撮影の空中写真(原縮尺1/8,000)及び1961年撮影の空中写真(原縮尺1/15,000)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。
- ・航空レーザ計測の仕様については, [補足資料1.2-1\(2\)](#)

・原子炉建屋の約1km東方に福浦断層に対応するリニアメント・変動地形が判読されるが, 敷地にはリニアメント・変動地形は認められない。

1.2 敷地の地形 — 海域 —

- 敷地前面沿岸域周辺は、概ね20m以浅は凹凸に富んだ岩礁帯からなり、それ以深については、砂層に覆われた平坦な地形からなる。
- 活断層を示唆する地形は認められない。



石川県(1997)の底質凡例

- 岩石
 - 中砂
 - 細砂
 - 2.1m 音波探査により確認した第1層(I-1層*)の厚さ
- * 構成物は、細砂及び泥混じり砂よりなる未固結な堆積物と考えられる(石川県, 1997)

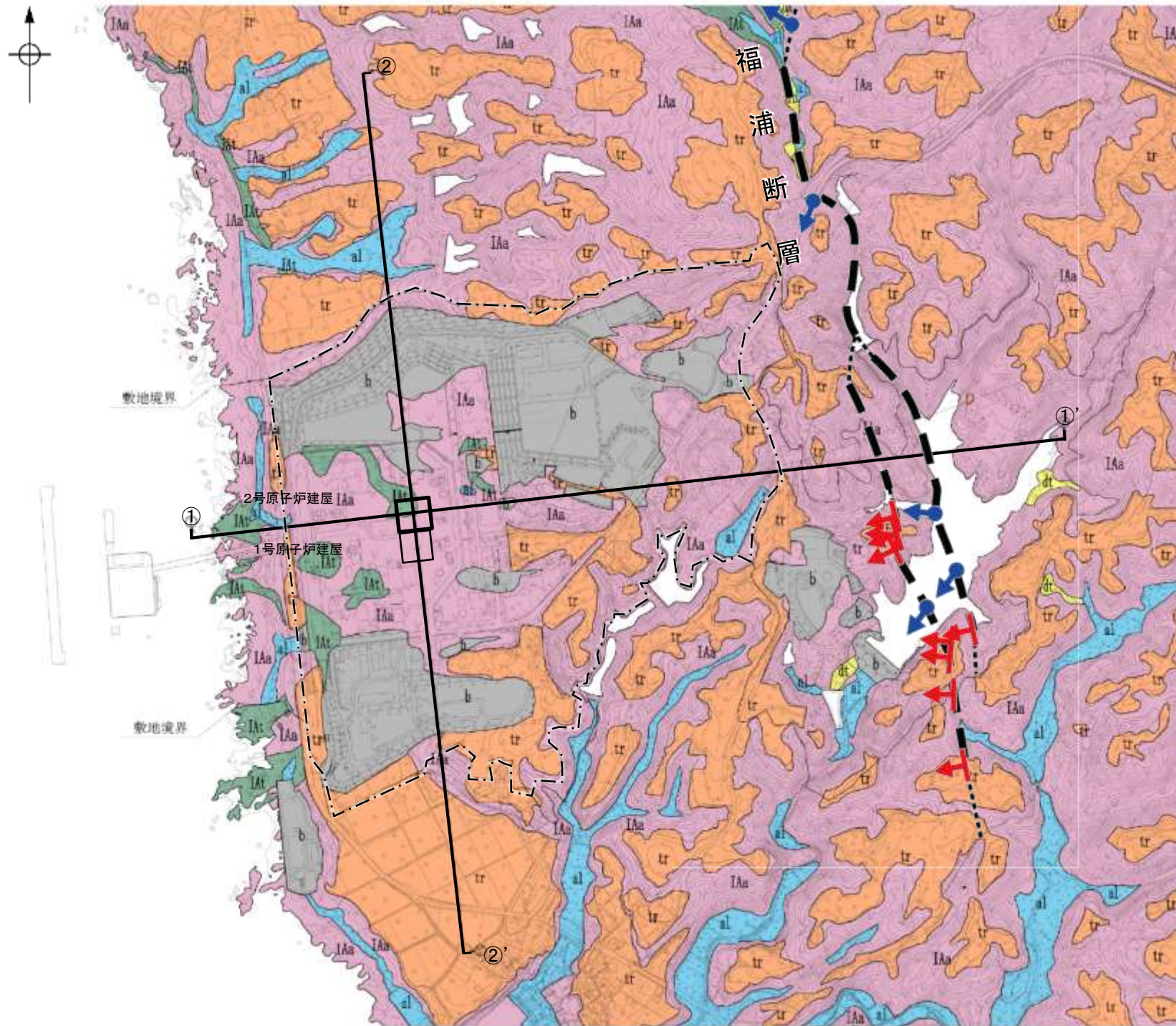
等深線図(石川県, 1997に水深を加筆)

より広域における海域の地形については補足資料1.2-1(3)

1.3 敷地の地質・地質構造

1.3 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、中新世の別所岳安山岩類と、これを覆う第四紀の堆積物からなる。
- 第四紀の堆積物は、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	第四紀	盛土	b	礫, 砂, 粘土
		沖積層	al	礫, 砂, 粘土
	更新世	崖錐堆積層	dt	礫, 砂, 粘土
		段丘堆積層	tr	礫, 砂, 粘土
新第三紀	中新世	別所岳安山岩類	I Aa	安山岩
			I At	凝灰角礫岩類

- ← 断層確認位置
- ← 反射法地震探査での断層確認位置

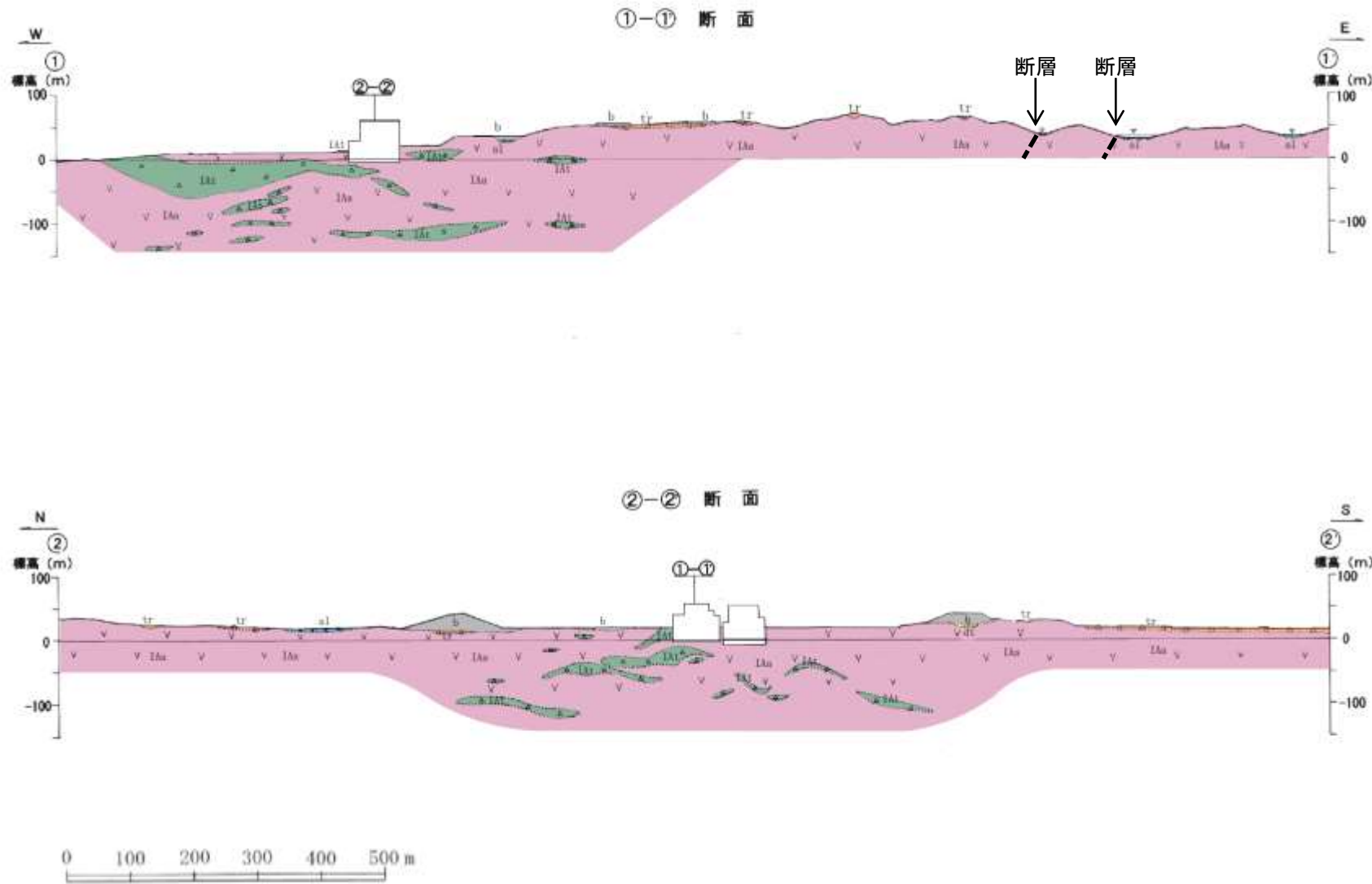
--- 断層位置
推定区間

□ 敷地

敷地の地質分布図

【地質断面図】

○敷地の地質断面図を以下に示す。



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	
		完新世	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	別所岳安山岩類	I Aa	安 山 岩	
			I At	凝灰角礫岩類	

敷地の地質断面図

1.3 敷地の地質・地質構造 —重力異常図—

○敷地周辺について、稠密な調査を実施し、重力異常図を作成した。
○その結果、敷地から半径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。

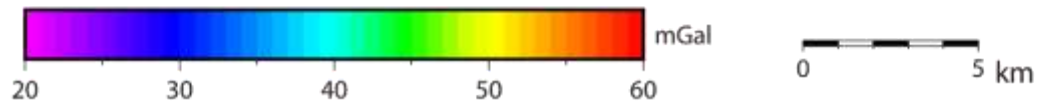
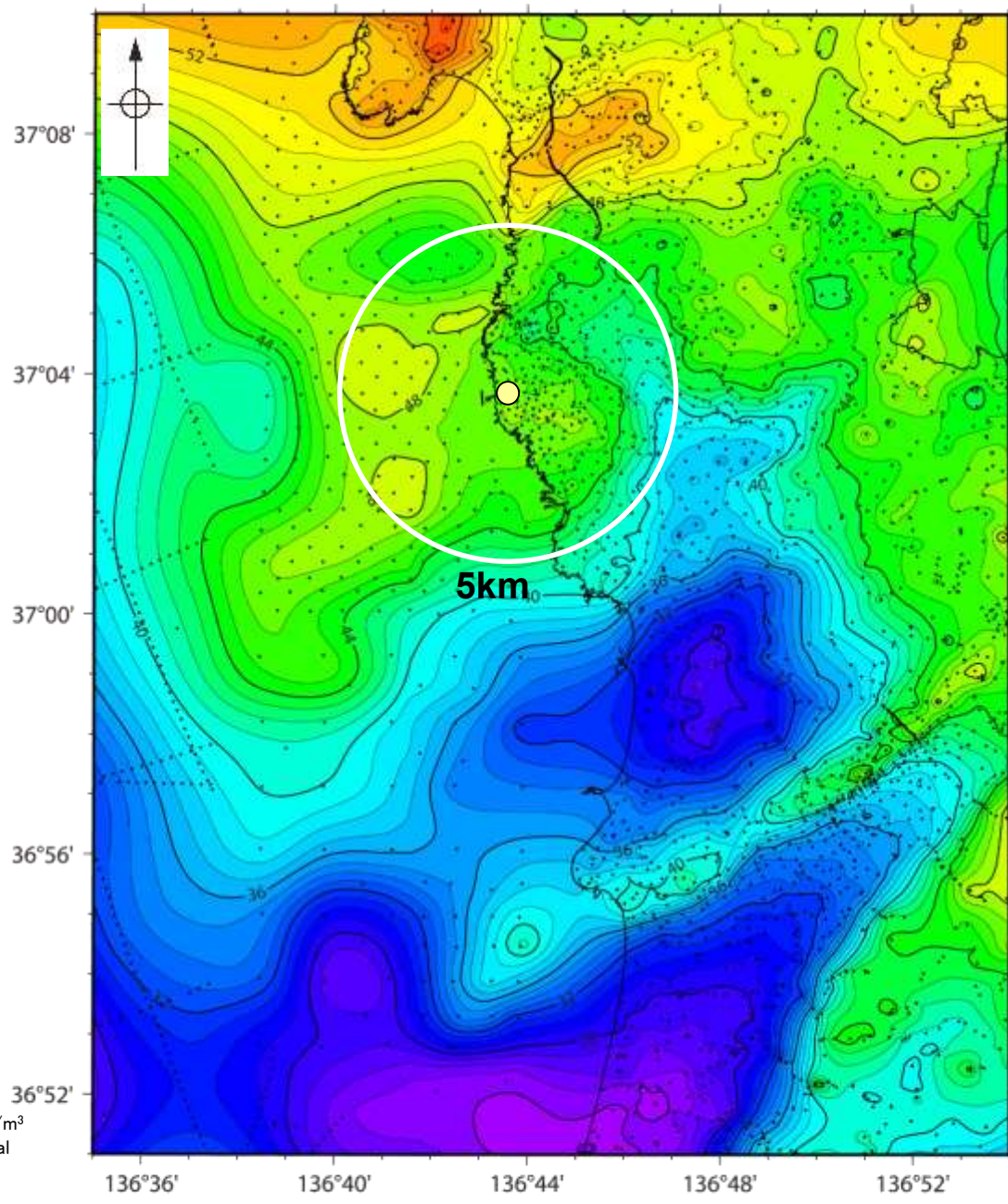
○ 志賀原子力発電所

○ 志賀原子力発電所

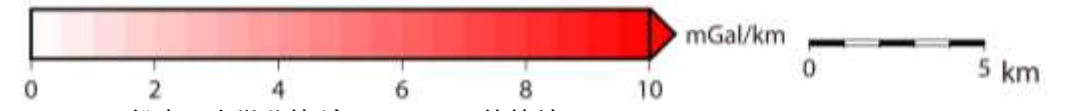
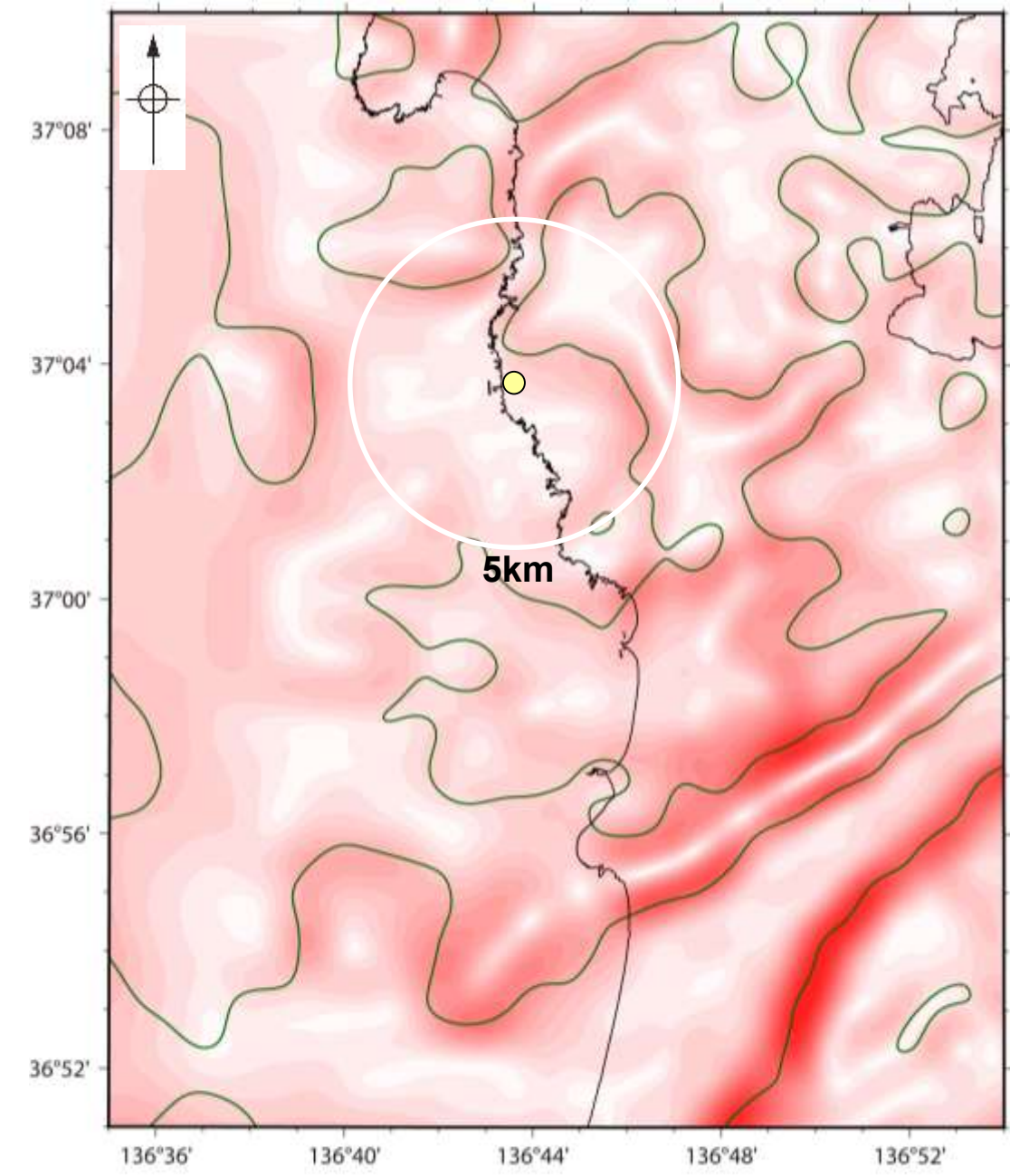
・右図は、陸域は本多ほか(2012)、
国土地理院(2006)、The Gravity
Research Group in Southwest
Japan (2001)、Yamamoto et al.
(2011)、Hiramatsu et al. (2019)、
澤田ほか(2021)、海域は産業技術
総合研究所地質調査総合センター
(2013a)、石田ほか(2018)を用いて、
金沢大学・当社が作成した。

紫字: 第1073回審査会合
以降の変更箇所

黒点は測定点
仮定密度: 2,300kg/m³
コンター間隔: 1mGal



敷地近傍のブーゲー異常図(金沢大学・当社作成)



— 鉛直一次微分値が0mGal/kmの等値線

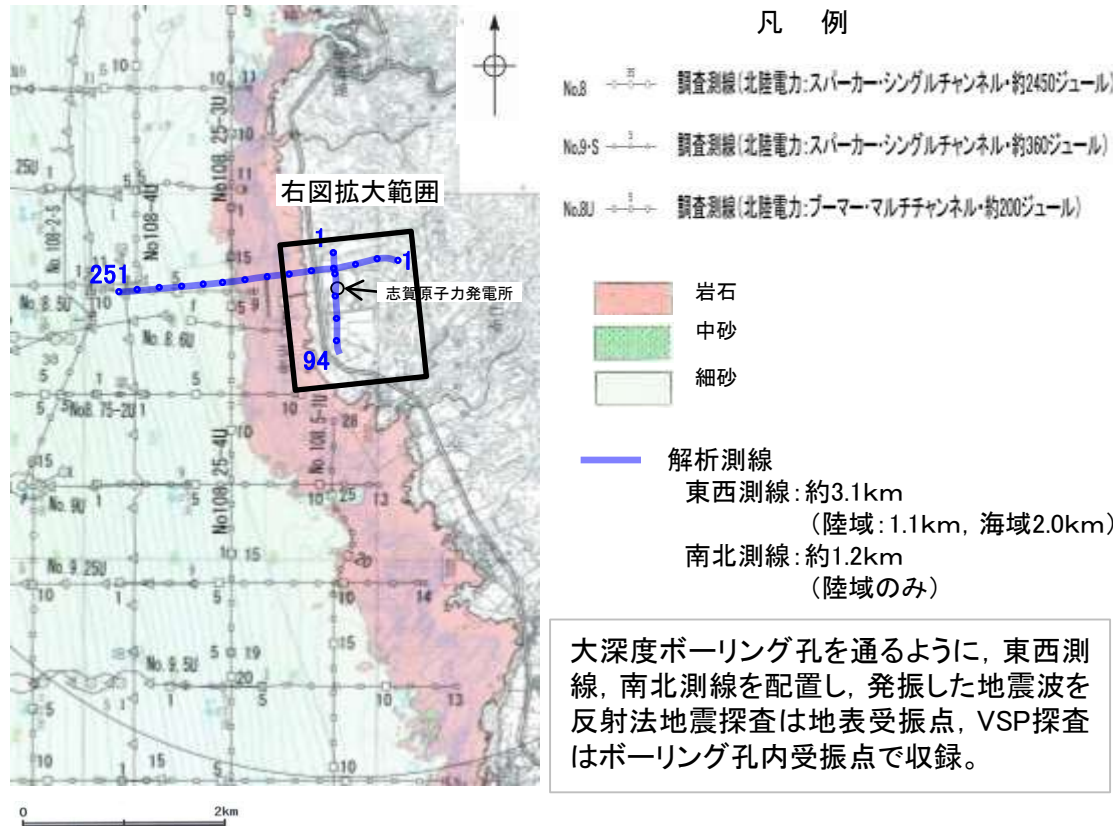
敷地近傍の水平一次微分図(金沢大学・当社作成)

・水平一次微分図は、作図範囲の大きさ、調査密度を考慮し、平面トレンドを除去及び遮断波長3kmのローパスフィルター処理後のブーゲー異常図を基に作成した。

1.3 敷地の地質・地質構造 — 反射法地震探査(2016年)・VSP探査 —

○敷地の地下深部構造を把握するため、大深度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地震探査(2016年)を実施した。

○探査の結果、敷地内断層の深部延長方向も含め、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(次頁)。

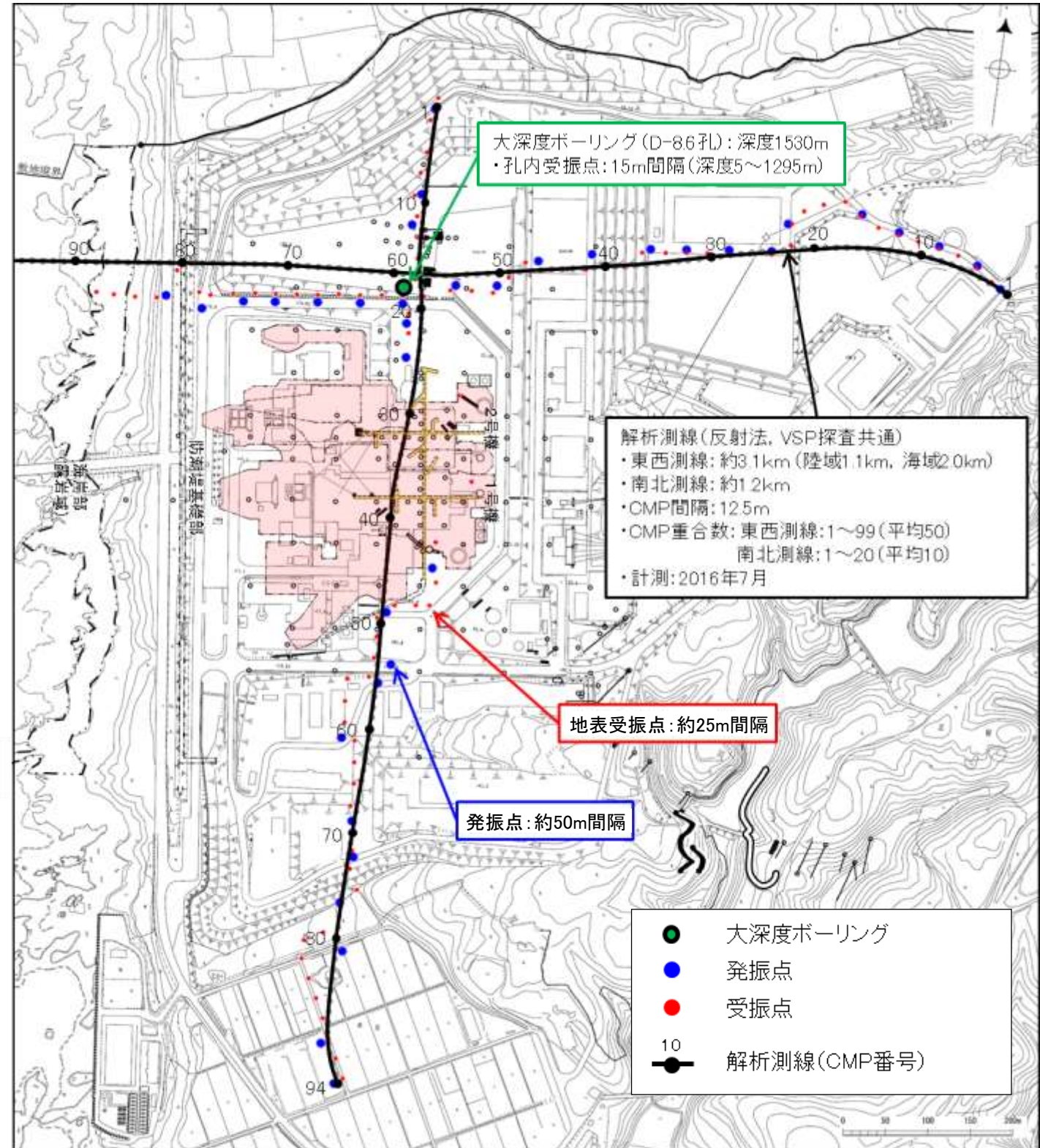


調査位置図(石川県, 1997に一部加筆)

探査仕様

	発振源	仕様	発振間隔	受振間隔
陸域	大型バイブレータ	・18t×2台 ・起振マス:2.3t, 2.6t(最大荷重18t) ・発振周波数:10-70Hz	50m	25m(地表) 15m(孔内)
海域	エアガン	・480cu.in.	25m	25m

・大深度ボーリング(D-8.6孔)の調査結果は補足資料1.3-1

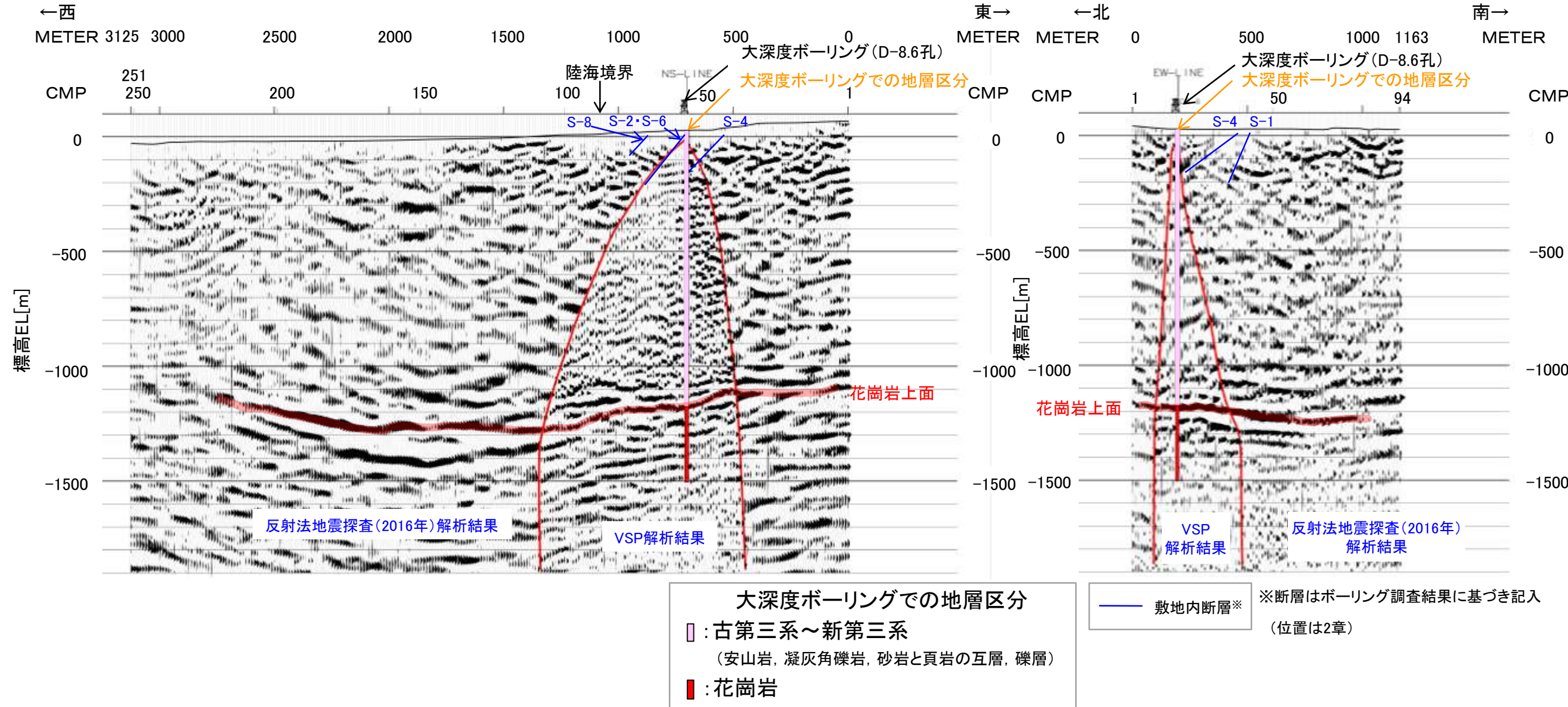


調査位置図

【反射法地震探査(2016年)・VSP探査結果(深度断面)】

○敷地内断層の深部延長方向も含め、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。

・マイグレーション処理後の時間断面から深度変換を行い作成(マイグレーション処理前後の時間断面は補足資料1.3-2(1)P.1.3-2-6, 7)。



反射法地震探査(2016年)・VSP探査結果
(東西測線: 深度断面)

反射法地震探査(2016年)・VSP探査結果
(南北測線: 深度断面)

- ・敷地内断層の深部延長方向も含め、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。
- ・反射法地震探査区間における花崗岩上面付近での垂直分解能は32~35m程度(詳細は補足資料1.3-2(1) P.1.3-2-9~11)
- ・反射法地震探査結果のみの断面については、補足資料1.3-2(1) P.1.3-2-8
- ・敷地内を通り福浦断層を横断する測線(2022年)の調査結果は、補足資料1.3-2(2)

1.4 まとめ

1.4 まとめ

1.1 文献調査

○文献によれば、敷地に活断層は示されていない。また、地すべり地形は示されていない。

1.2 敷地の地形

(陸域)

○海岸線に沿って中位段丘 I 面, 高位段丘 I a, I b, II, III面が分布する。

○原子炉建屋の約1km東方に福浦断層に対応するリニアメント・変動地形が判読されるが、敷地にはリニアメント・変動地形は認められない。

○地すべり地形は認められない。

(海域)

○敷地前面沿岸域周辺は、概ね20m以浅は凹凸に富んだ岩礁帯からなり、それ以深については、砂層に覆われた平坦な地形からなる。

○活断層を示唆する地形は認められない。

1.3 敷地の地質・地質構造

○地質は、中新世の別所岳安山岩類と、これを覆う第四紀の段丘堆積層, 崖錐堆積層及び沖積層からなる。

○重力異常図によれば、敷地から半径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、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。

○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地震探査(2016年)を実施した結果、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※。

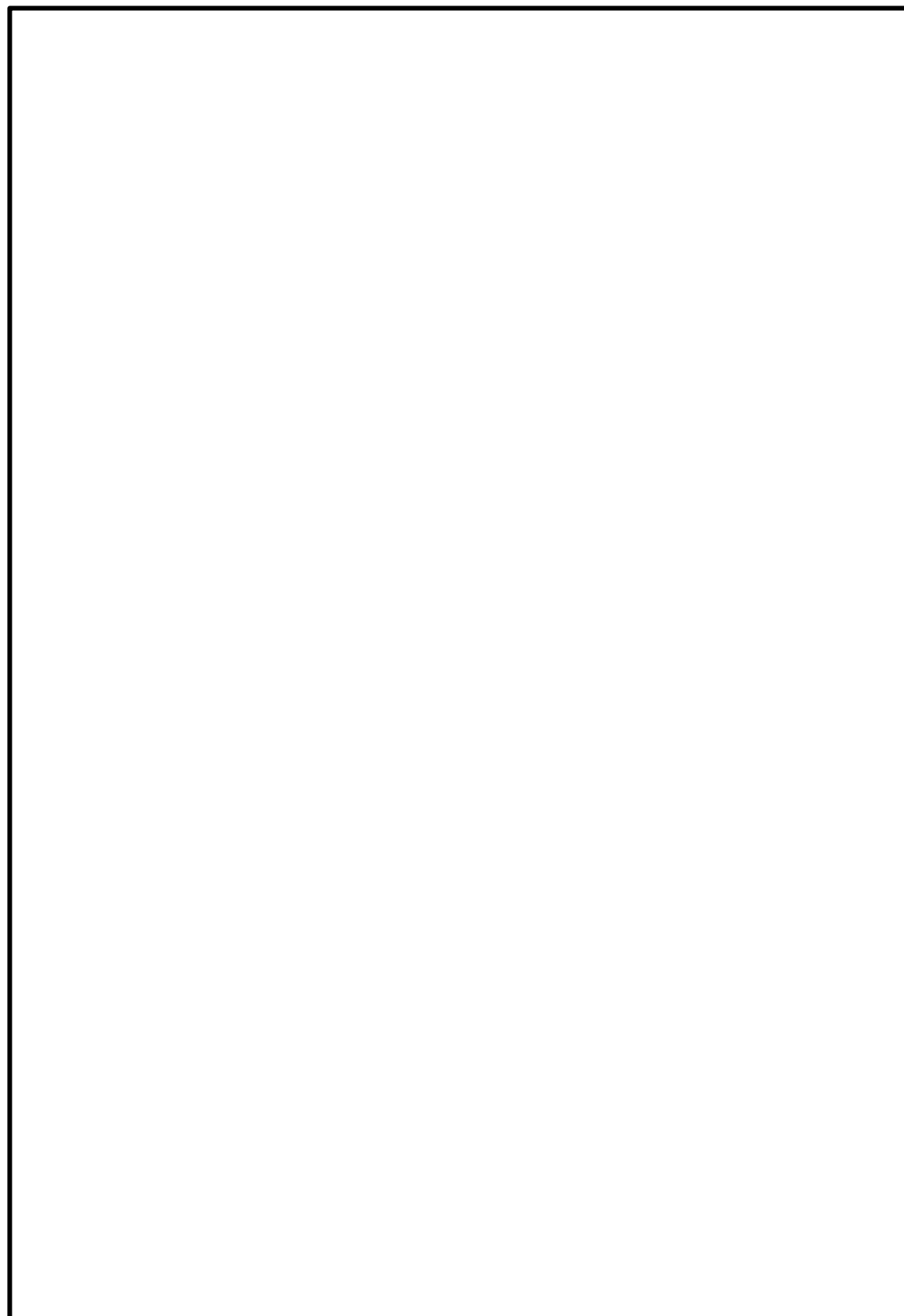
※ 敷地内を通り福浦断層を横断する測線(A測線:反射法地震探査(2022年))における敷地内断層と福浦断層の関係については、補足資料1.3-2(2)に調査結果を記載。

2. 敷地内断層の分布, 性状, 運動方向

2.1 調査位置図

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
 - ・東側・南側大容量淡水貯水槽
 - ・防潮堤基礎部
 - ・海岸部露岩域

露頭調査範囲の写真、スケッチ等は、**補足資料2.1-1**

重要な安全機能を有する施設
(設置変更許可申請以降に追加した施設を含む)

- ○ — 耐震重要施設
- ○ — 重大事故等対処施設※2

※1 耐震重要施設ではないが、耐震重要施設を支持する間接支持構造物であることから、耐震重要施設に含めた。ただし、原子炉建屋については原子炉建屋原子炉棟は耐震重要施設、それ以外の部分は耐震重要施設を支持する間接支持構造物である。

※2 第788回審査会合 机上配布資料1において記載していた淡水貯水槽(東側・南側)については、重大事故等対処施設ではなく代替淡水源(措置)とした。

2.2 敷地に分布する別所岳安山岩類及び破碎部

2.2(1) 敷地に分布する別所岳安山岩類

○敷地に分布する別所岳安山岩類は、安山岩と凝灰角礫岩からなる。安山岩は岩相により、安山岩(均質)と安山岩(角礫質)に区分される。3岩種の産状は以下のとおり。

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。

第3.4表(岩石試験結果一覧表)

岩種	安山岩(均質)		安山岩(角礫質)	凝灰角礫岩			
	A a	B a	B b	B b			
物理試験	試験個数		21	123	317	151	
	密度 (g/cm ³)	平均値	2.71	2.68	2.27	2.28	
		標準偏差	0.06	0.05	0.09	0.08	
	吸水率 (%)	平均値	1.12	1.34	12.58	12.14	
		標準偏差	0.58	0.56	2.45	2.92	
	有効間隙率 (%)	平均値	2.98	3.53	25.28	24.62	
		標準偏差	1.41	1.37	3.61	4.40	
	超音波速度測定	試験個数		21	123	317	151
		P波速度 (km/s)	平均値	5.65	5.53	3.79	3.77
			標準偏差	0.23	0.25	0.41	0.42
S波速度 (km/s)		平均値	3.06	2.98	1.90	1.89	
		標準偏差	0.10	0.18	0.23	0.22	
動弾性係数 (×10 ³ N/mm ²) (×10 ⁴ kg/cm ²)		平均値	65.1 (66.4)	61.9 (63.1)	21.8 (22.2)	21.8 (22.2)	
		標準偏差	4.9 (5.0)	7.5 (7.6)	5.7 (5.8)	5.5 (5.6)	
動ポアソン比		平均値	0.29	0.29	0.33	0.33	
		標準偏差	0.02	0.02	0.02	0.02	
力学試験		試験個数		21	123	317	151
	一軸圧縮強度 (N/mm ²) (kg/cm ²)	平均値	156.2 (1,593)	147.9 (1,508)	14.9 (152)	16.4 (167)	
		標準偏差	34.9 (356)	33.8 (345)	6.1 (62)	6.4 (65)	
	静弾性係数 (×10 ³ N/mm ²) (×10 ⁴ kg/cm ²)	平均値	59.6 (60.8)	57.3 (58.4)	12.0 (12.2)	12.3 (12.5)	
		標準偏差	7.4 (7.5)	8.5 (8.7)	5.5 (5.6)	4.8 (4.9)	
	静ポアソン比	平均値	0.25	0.25	0.25	0.24	
		標準偏差	0.02	0.03	0.06	0.07	
	引張試験	試験個数		4	33	65	42
		引張強度 (N/mm ²) (kg/cm ²)	平均値	10.8 (110)	9.8 (100)	1.5 (15)	1.7 (17)
			標準偏差	—	2.6 (26)	0.6 (6)	0.6 (6)

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

・別所岳安山岩類の3岩種のうち、安山岩(均質)は他の2岩種に比べて硬質である(岩石試験一覧表)。



安山岩(均質)



安山岩(角礫質)



凝灰角礫岩

2.2(2) 別所岳安山岩類中に認められる破砕部 — 破砕部の分類 —

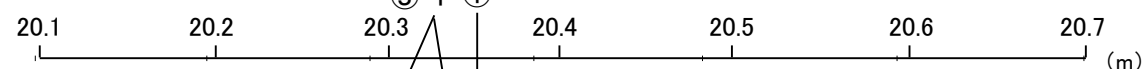
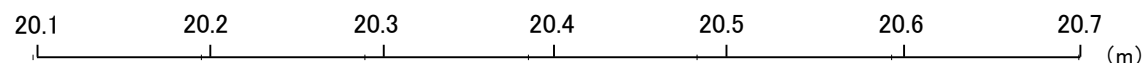
○敷地の地質構造の把握にあたっては、別所岳安山岩類中に認められるすべての不連続面から破砕部を有するものを抽出した。

○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	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。
②-2	角礫状破砕部		
③-1	固結した粘土・砂状破砕部	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。
③-2	固結した角礫状破砕部		

・破砕部周辺の岩石名についての2017.3.10審査会合前後の対応関係は、[補足資料2.2-1](#)

③-1, ③-2併せて、以下、「固結した破砕部」という。

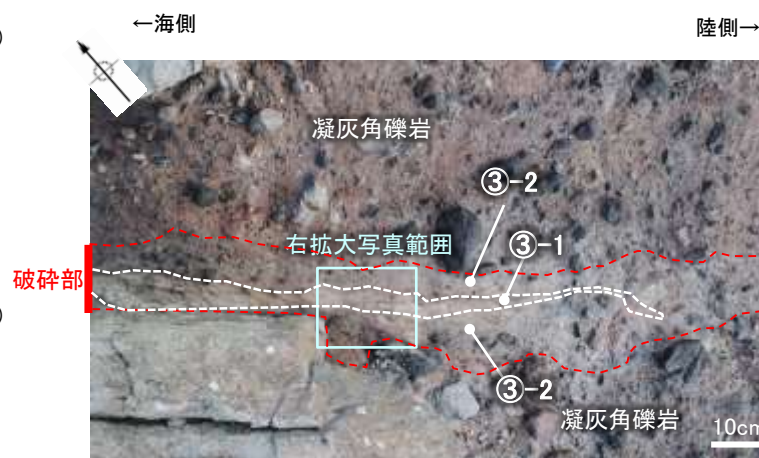


破砕部

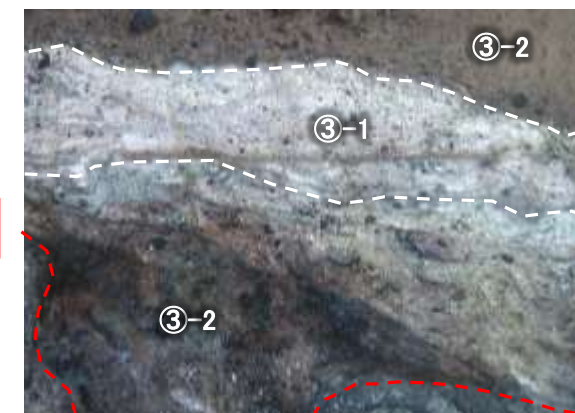
スケッチ

- 【破砕部の分類】
- ① 粘土状破砕部
 - 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

ボーリングにおける破砕部の事例(O-16孔)



露頭写真



拡大写真

- 【破砕部の分類】
- 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





露頭における破砕部の事例(海岸部K-4)

・破砕部は、軟質な粘土状破砕部、砂状破砕部、角礫状破砕部と、岩盤と同程度の硬さを有する固結した粘土・砂状破砕部、固結した角礫状破砕部※(以下、「固結した破砕部」という)に分類される。

※固結した破砕部と岩盤の針貫入試験の結果は、[補足資料2.2-2](#)

2.2(2) 別所岳安山岩類中に認められる破砕部 —破砕部の範囲—

○前頁で示した破砕部の範囲については、下記に示すとおり、目視観察により主せん断面※の直近もしくはその周辺に主せん断面と関連していると考えられる変形構造が認められる範囲とした。

<p style="text-align: center;">例1</p> <p>目視観察により主せん断面と関連していると考えられる変形構造(主せん断面の構造に調和的な変形)が認められるもの</p>	<p style="text-align: center;">例2</p> <p>目視観察によれば主せん断面直近のせん断構造は不明瞭であるが、その周辺を観察した結果、主せん断面と関連していると考えられる変形構造(主せん断面の構造に調和的な方向に礫が配列)が認められるもの</p>
<p style="text-align: right;">(m)</p> <p>16.1 16.2 16.3 16.4 16.5 16.6 16.7</p>  <p style="text-align: center;">コア写真(O-17孔)</p>	<p style="text-align: right;">(m)</p> <p>41.5 41.6 41.7 41.8 41.9 42.0 42.1</p>  <p style="text-align: center;">コア写真(O-17.3孔)</p>
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="text-align: center;"> <p>主せん断面</p>  <p style="color: green;">主せん断面の構造に調和的な変形</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>— 破砕部</p> <p>① 粘土状破砕部 ③-1 固結した粘土・砂状破砕部</p> </div> </div> <p style="text-align: right;">(m)</p> <p>16.1 16.2 16.3 16.4 16.5 16.6 16.7</p> <p style="text-align: center;">コア写真(O-17孔 解釈線あり)</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="text-align: center;"> <p>主せん断面</p>  <p style="color: green;">主せん断面の構造に調和的な方向に礫が配列</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>— 破砕部</p> <p>① 粘土状破砕部 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</p> </div> </div> <p style="text-align: right;">(m)</p> <p>41.5 41.6 41.7 41.8 41.9 42.0 42.1</p> <p style="text-align: center;">コア写真(O-17.3孔 解釈線あり)</p>
<ul style="list-style-type: none"> ・細粒凝灰岩中には主せん断面と関連していると考えられる変形構造(主せん断面の構造に調和的な変形)が認められる。 ・この変形構造が認められる範囲を破砕部とした。 	<ul style="list-style-type: none"> ・細粒凝灰岩中には主せん断面直近のせん断構造は不明瞭であるが、その周辺には主せん断面と関連していると考えられる変形構造(主せん断面の構造に調和的な方向に礫が配列)が認められる。 ・この変形構造が認められる範囲を破砕部とした。

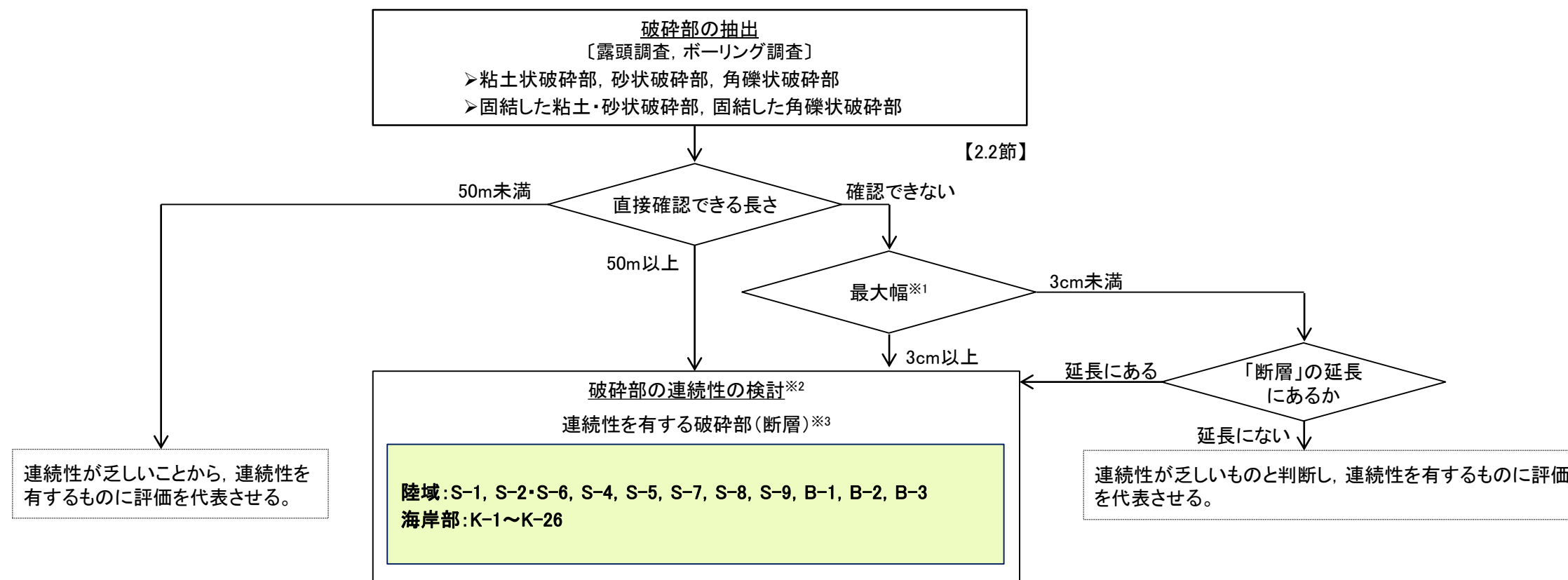
※主せん断面の特徴:破砕部中において、細粒化が進んでおり、最も直線性・連続性がよい断層面。

2.3 断層の分布

2.3(1) 断層の抽出 ー概要ー

○敷地の断層の抽出にあたっては、2.2節で示した破碎部を対象として、下記フローに従い破碎部の幅と長さの検討を行った。
○検討により連続性を有する破碎部を断層として抽出した結果、連続性を有する破碎部(断層)として、陸域においては、S-1, S-2・S-6, S-4, S-5, S-7, S-8, S-9, B-1, B-2, B-3の10本、海岸部においては、K-1～K-26の26本の断層が認められる。

断層抽出の詳細については補足資料2.3-2, 補足資料2.3-3。



※1: 破碎部の幅と長さの検討

〔露頭調査のうち, 試掘坑・基礎掘削面調査〕

➢破碎部の長さが長いほど幅が厚い傾向があり, 長さ50m以上の破碎部は幅が3cm以上であった。このことを踏まえ, 長さが直接確認できない破碎部においては, 幅3cm以上のものを連続性検討対象とする(補足資料2.3-1)。

※2: 破碎部の連続性の検討手順

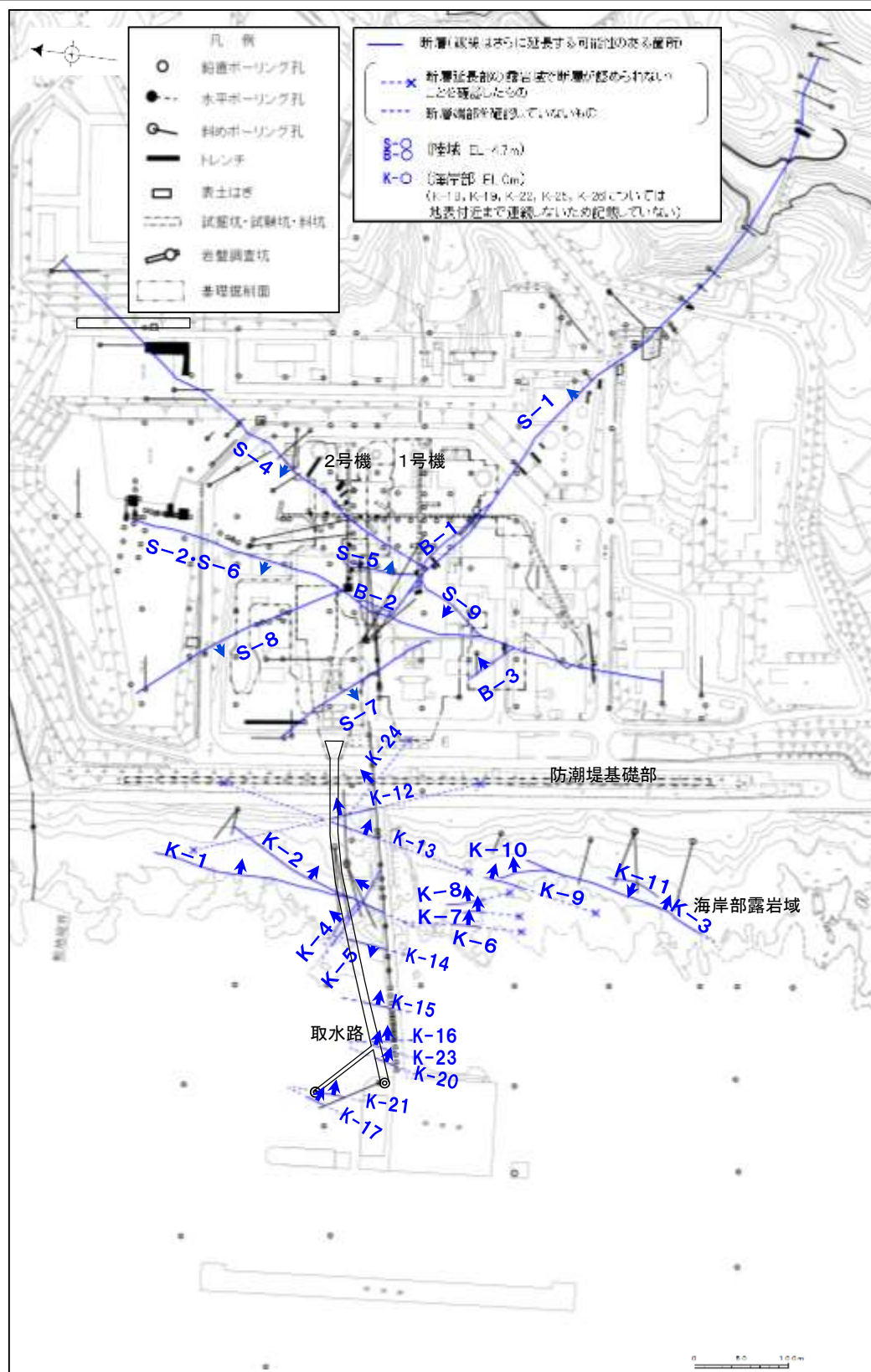
➢直接確認できる長さが50m以上の破碎部は, 「連続性を有する破碎部」と評価し, 「断層」として抽出する。

➢長さが直接確認できない破碎部は, 抽出した破碎部(幅3cm以上)からその走向の±15°, 傾斜の±5°の範囲で隣接孔を確認する。隣接孔に抽出した破碎部と走向・傾斜が調和的な破碎部(走向±30°, 傾斜±15°以内)が認められた場合, 同一の破碎部として連続させる。連続する破碎部が平面的に長さが50m以上となる場合は, 「連続性を有する破碎部」と評価し, 「断層」として抽出する。連続する破碎部で平面的な長さが確認できない場合は, 深度方向の検討を行い, 上端・下端のいずれかが確認できない場合は「連続性を有する破碎部」と評価し, 「断層」として抽出する。

※3: 敷地内で確認された断層のそれぞれの破碎部の性状については, 補足資料2.4-1, ボーリングの柱状図等は, データ集1, 2, 3

【断層分布図】

○断層を抽出した結果、陸域においては、S-1, S-2・S-6, S-4, S-5, S-7, S-8, S-9, B-1, B-2, B-3の10本、海岸部においては、K-1～K-26の26本の断層が認められる。



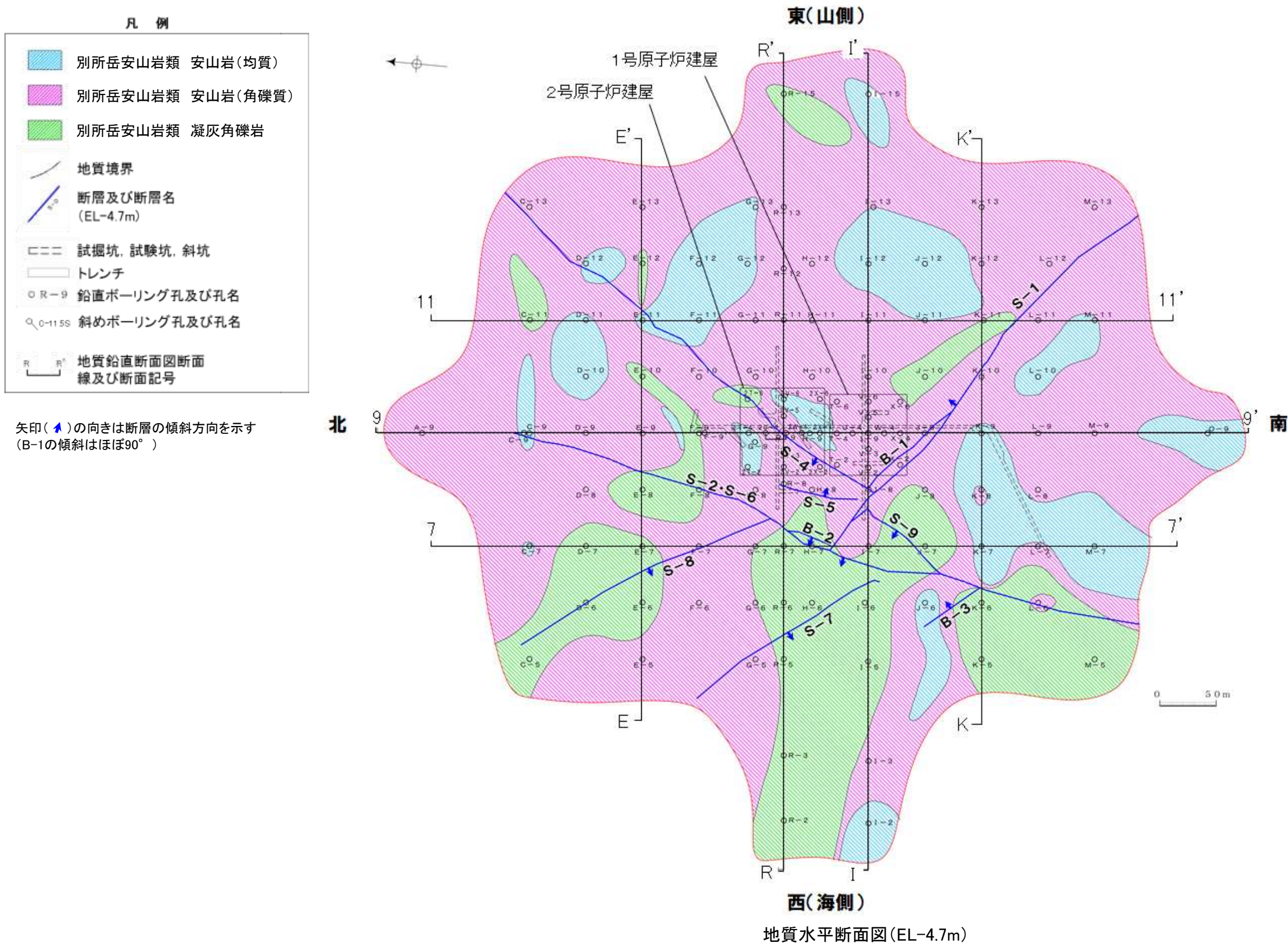
矢印(▲)の向きは断層の傾斜方向を示す
(B-1の傾斜はほぼ90°)

2.3(2) 断層の分布

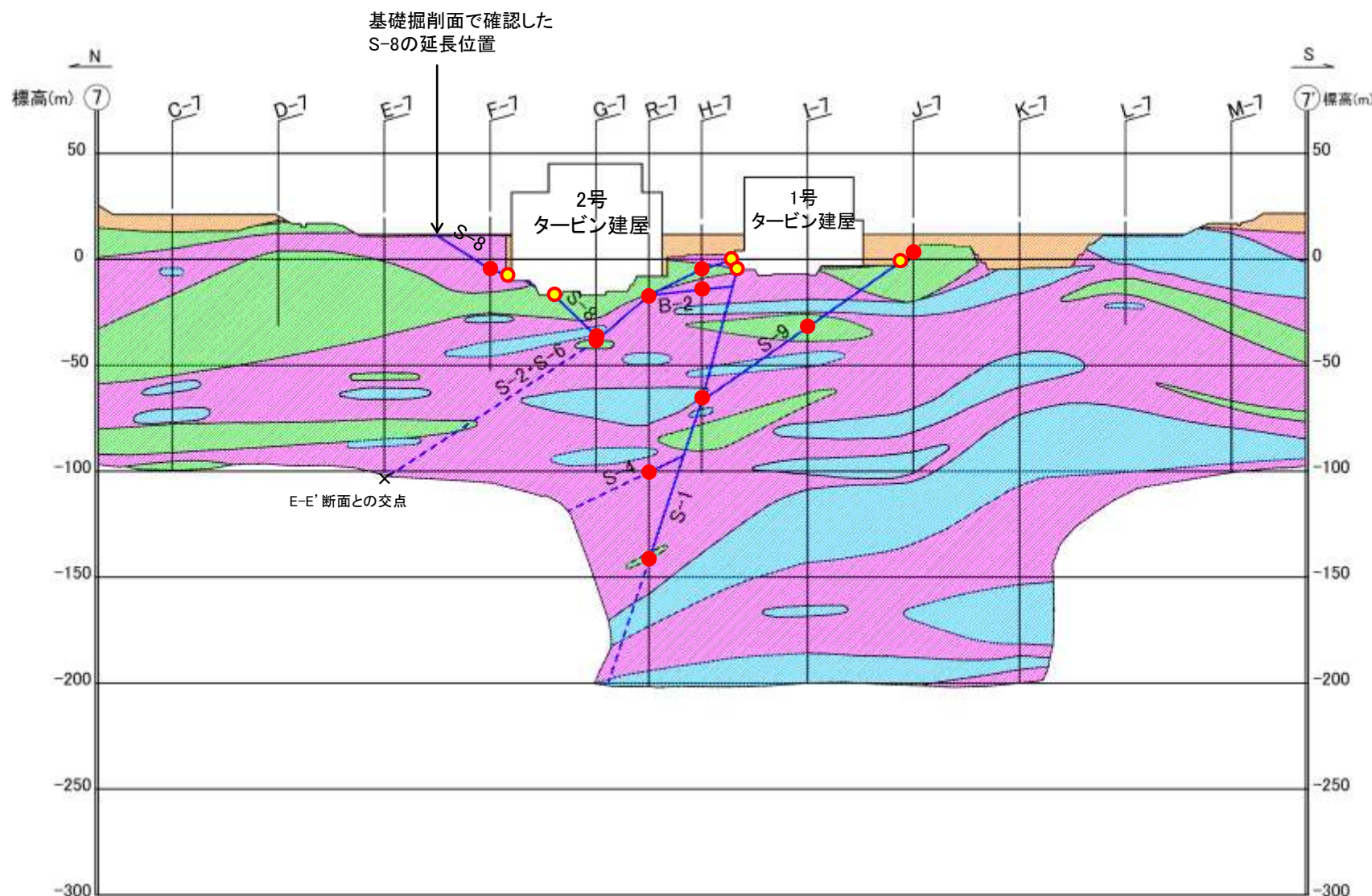
- ・陸域 2-12
- ・海岸部 2-20

2.3(2) 断層の分布 —陸域—

○陸域においては、S-1, S-2・S-6, S-4, S-5, S-7, S-8, S-9, B-1, B-2, B-3の10本の断層が認められる。



【7-7' 断面】



地質鉛直断面図(7-7' 断面)

断層線の実線は、破碎部が認められた箇所までとした。破線は、断層が延びていないことを確認した箇所までとし、端部が確認できていない場合は地質鉛直断面図の範囲内で深部の境界線まで連続させた。



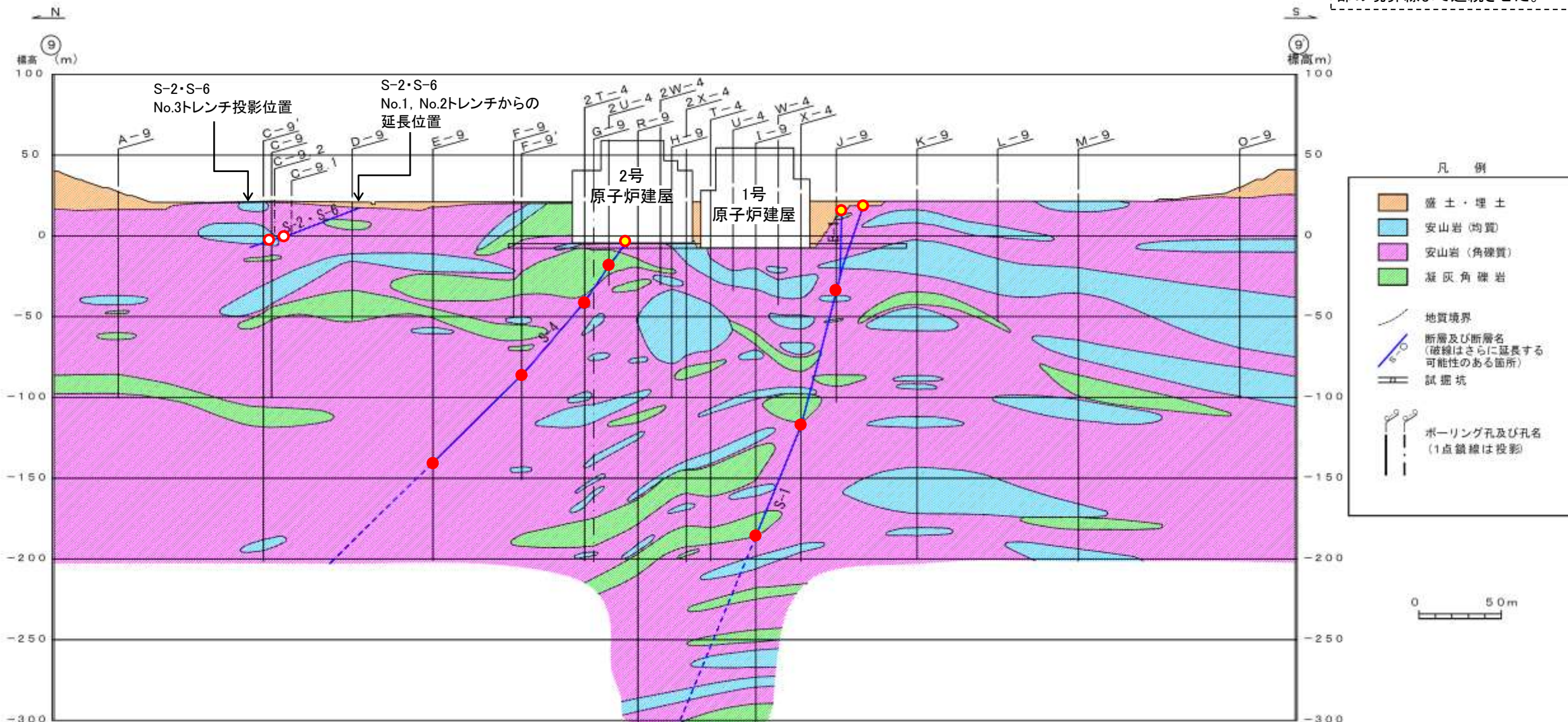
- 露頭での断層確認位置
- ボーリングでの断層確認位置

・7-7' 断面において、S-1, S-2・S-6, S-4, S-8, S-9, B-2が認められる。

- ・G-7孔より深部のS-2・S-6の断層線は、E-E'断面との交点まで図示した。
- ・S-4は、水平方向・深度方向にS-1を越えて連続しない(補足資料2.3-5(2))ことから、断層線はS-1との交点までとした。
- ・S-8の浅部は、基礎掘削面による断層確認位置から、地表へ延長させた位置をもとに図示した。
- ・S-8は、水平方向・深度方向にS-2・S-6を越えて連続しない(補足資料2.3-5(6))ことから、断層線はS-2・S-6との交点までとした。
- ・S-9は、水平方向・深度方向にS-1を越えて連続しない(補足資料2.3-5(3))ことから、断層線はS-1との交点までとした。
- ・B-2は、水平方向・深度方向にS-1とS-2・S-6を越えて連続しない(補足資料2.3-5(4), (7))ことから、断層線はS-1との交点からS-2・S-6との交点までとした。

【9-9' 断面】

断層線の実線は、破碎部が認められた箇所までとした。破線は、断層が延びていないことを確認した箇所までとし、端部が確認できていない場合は地質鉛直断面図の範囲内で深部の境界線まで連続させた。



地質鉛直断面図(9-9' 断面)

- 露頭での断層確認位置
- ボーリングでの断層確認位置
- 9-9' 断面上にないボーリングによる断層確認位置からの延長位置

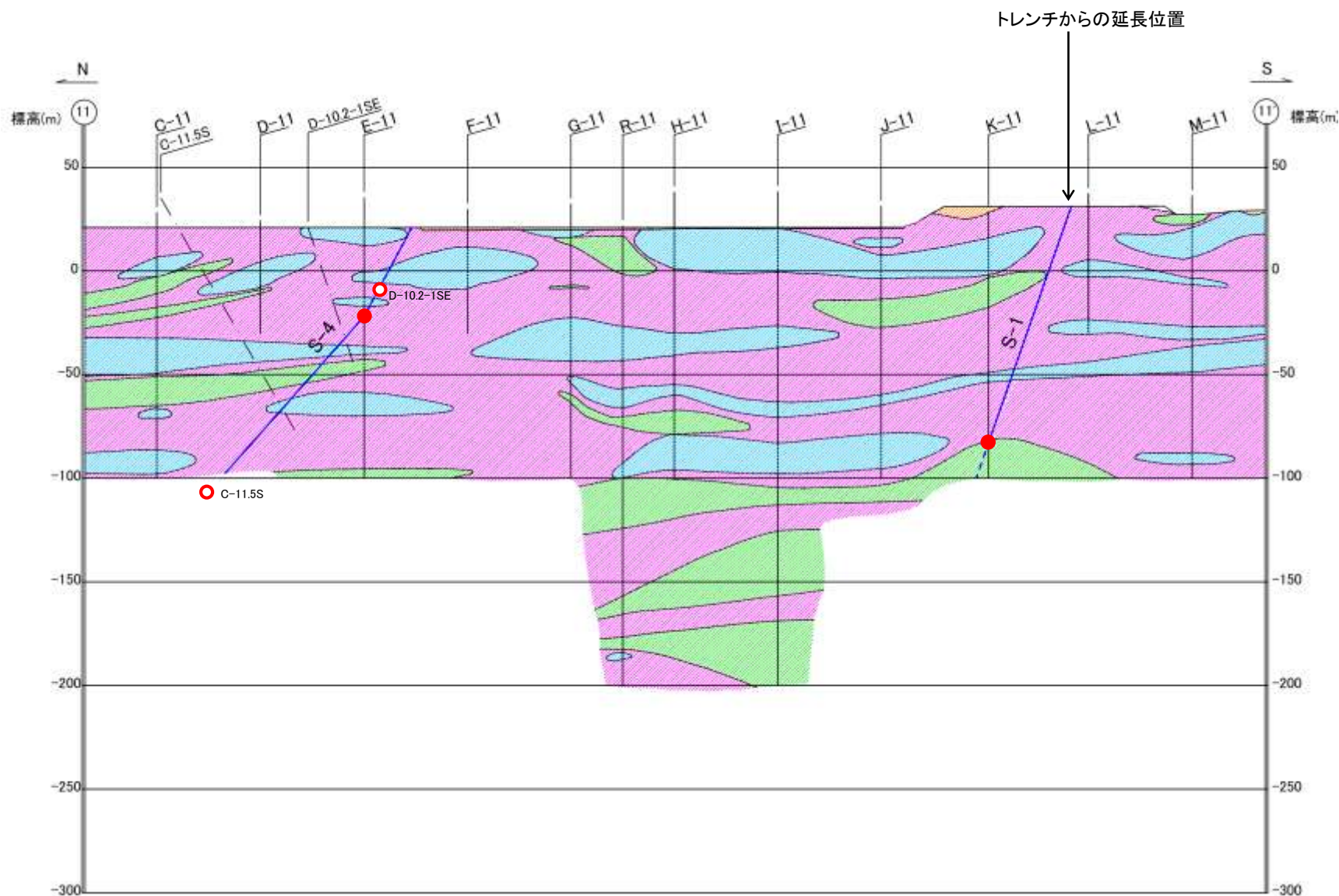
・S-2・S-6の断層線は、地表(No.1トレンチ, No.2トレンチ)での断層確認位置から9-9' 断面へ延長させた位置をもとに、9-9' 断面線上にないC-9.1孔での断層確認位置(EL11.03m, 補足資料2.4-1(1) P.2.4-1-32)及びC-9.2孔での断層確認位置(EL11.52m, 補足資料2.4-1(1) P.2.4-1-33)から、BHTVにより確認した走向・傾斜を用いて、最大傾斜方向に延長させた線と本断面との交点(○)を結んだ線として図示した。なお、C-9.1孔、C-9.2孔は投影した位置を示しているため、ボーリングでの実際の断層確認深度と断層線(-)はずれている。

・S-2・S-6の北端については、No.3トレンチにおいて想定延長位置に認められない(補足資料2.3-4(2) P.2.3-4-11~13)ため、断層線はNo.3トレンチ投影位置までとした。

・B-1は、水平方向・深度方向にS-1を越えて連続しない(補足資料2.3-5(1))ことから、断層線はS-1との交点までとした。

・9-9' 断面において、S-1, S-2・S-6, S-4, B-1が認められる。

【11-11' 断面】



断層線の実線は、破碎部が認められた箇所までとした。破線は、断層が延びていないことを確認した箇所までとし、端部が確認できていない場合は地質鉛直断面図の範囲内で深部の境界線まで連続させた。



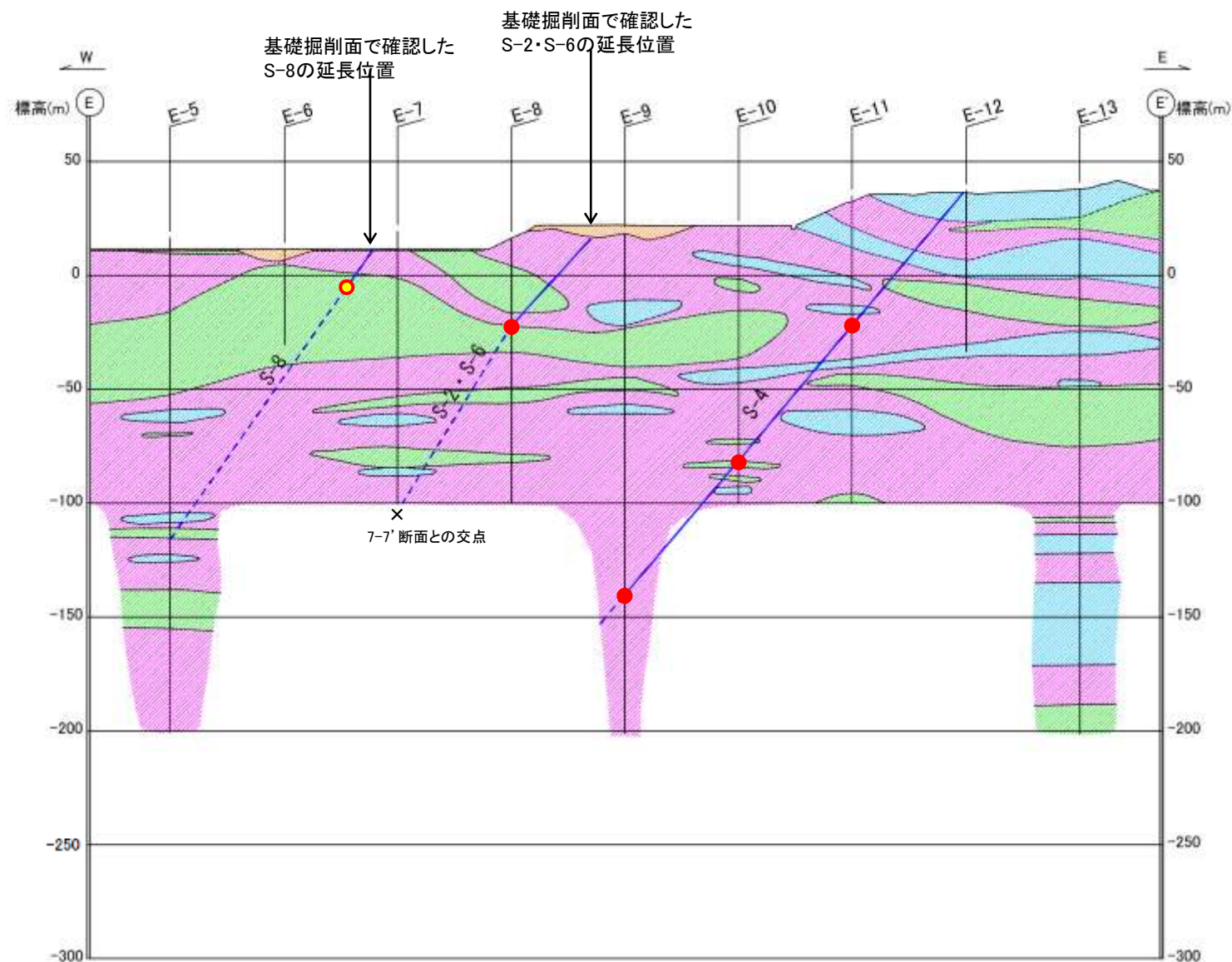
地質鉛直断面図(11-11' 断面)

- ・S-1の断層線は、周辺にある複数のトレンチによる地表での断層確認位置から、11-11' 断面へ延長させた位置をもとに図示した。
- ・S-4の断層線は、11-11' 断面線上にないD-10.2-1SE孔での断層確認位置(EL-31.99m, 補足資料2.4-1(1) P.2.4-1-40)及びC-11.5S孔での断層確認位置(EL-39.75m, 補足資料2.4-1(1) P.2.4-1-40)から、BHTVにより確認した走向・傾斜を用いて、最大傾斜方向に延長させた線と本断面との交点(○)とE-11孔での断層確認位置(●)を結んだ線として図示している。
- ・ただし、EL-100m以深については断面位置付近に地質データが乏しいため、便宜上、断層線は100mまで実線で表した。なお、D-10.2-1SE孔、C-11.5S孔は投影した位置を示しているため、ボーリングでの実際の断層確認深度と断層線(—)はずれている。

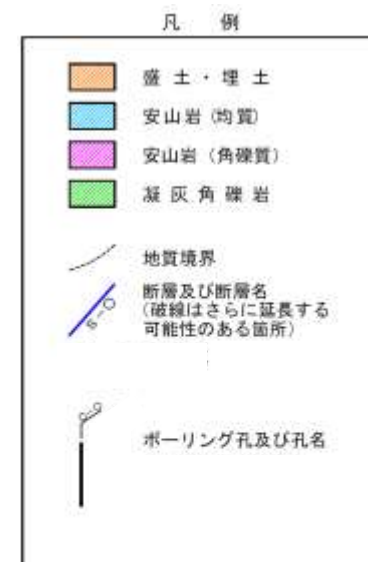
- ボーリングでの断層確認位置
- 11-11' 断面上にないボーリングによる断層確認位置からの延長位置

・11-11' 断面において、S-1, S-4が認められる。

【E-E' 断面】



断層線の実線は、破碎部が認められた箇所までとした。破線は、断層が延びていないことを確認した箇所までとし、端部が確認できていない場合は地質鉛直断面図の範囲内で深部の境界線まで連続させた。



地質鉛直断面図 (E-E' 断面)

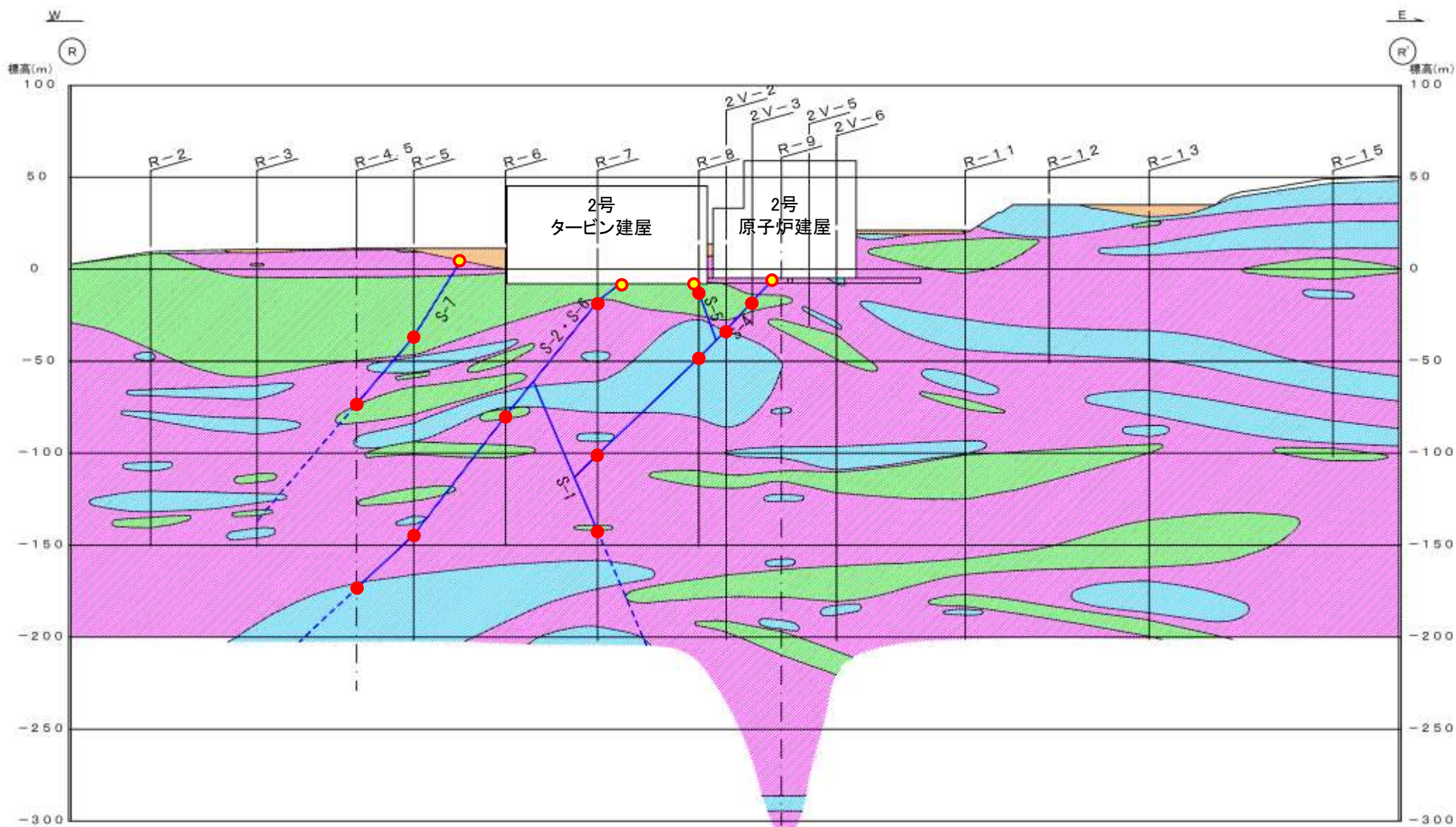
- 露頭での断層確認位置
- ボーリングでの断層確認位置

- ・S-2・S-6は、深部のE-7孔において想定延長位置に認められないものの、R-R'断面において、さらに深部に延びることを確認しているため、E-7孔の孔底直下を通るように断層線を図示した。
- ・S-8の深部については、E-5孔において想定延長位置に認められない(データ集1P.10-7-23~28)ため、断層線(破線)はその地点までとした。

・E-E'断面において、S-2・S-6、S-4、S-8が認められる。

【R-R' 断面】

断層線の実線は、破碎部が認められた箇所までとした。破線は、断層が延びていないことを確認した箇所までとし、端部が確認できていない場合は地質鉛直断面図の範囲内で深部の境界線まで連続させた。



地質鉛直断面図(R-R' 断面)

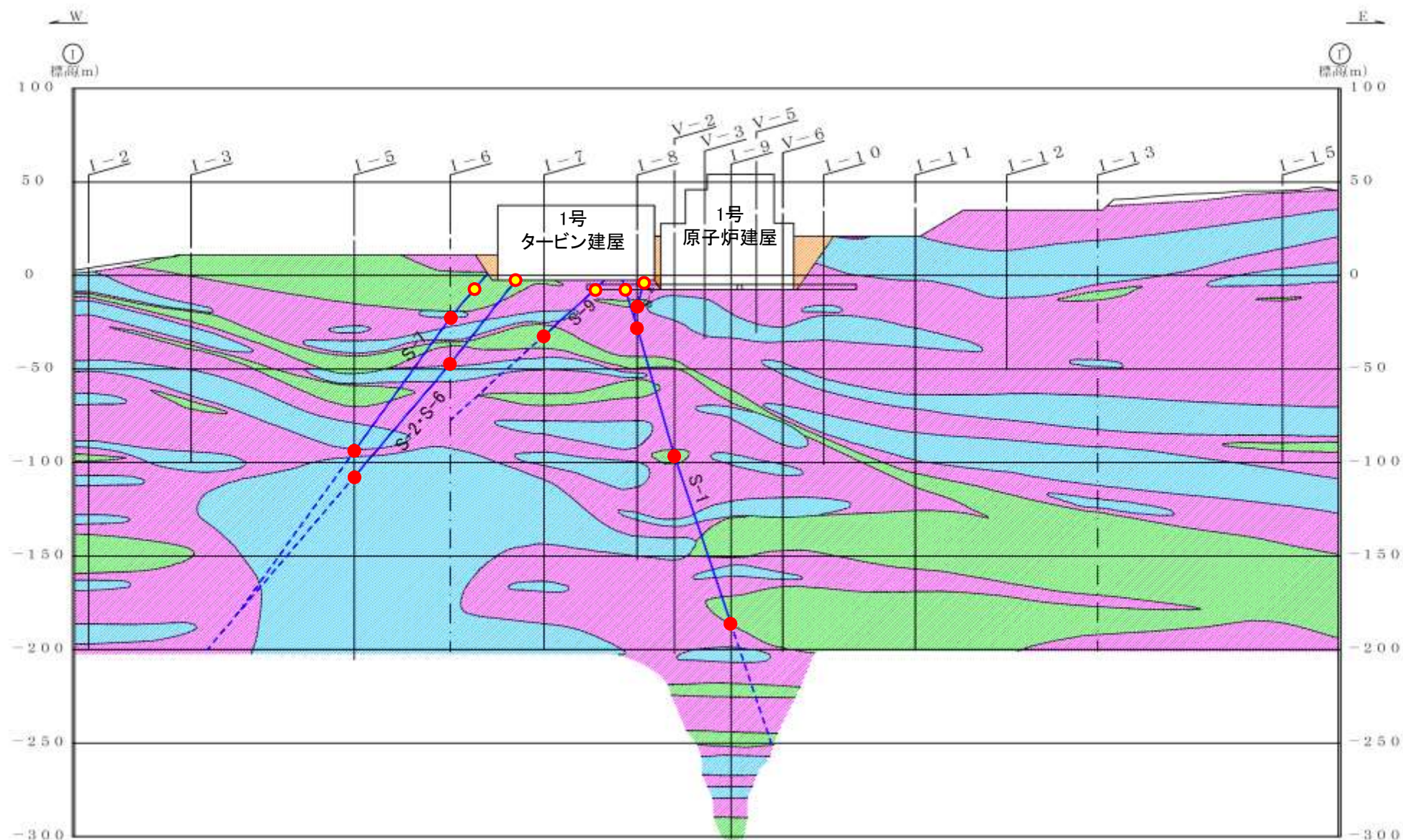
- 露頭での断層確認位置
- ボーリングでの断層確認位置

- ・S-1は、水平方向・深度方向にS-2・S-6を越えて連続しない(補足資料2.3-5(5))ことから、断層線はS-2・S-6との交点までとした。
- ・S-4は、水平方向・深度方向にS-1を越えて連続しない(補足資料2.3-5(2))ことから、断層線はS-1との交点までとした。
- ・S-5は、水平方向・深度方向にS-4を越えて連続しない(補足資料2.3-5(11))ことから、断層線はS-4との交点までとした。
- ・S-7の深部については、R-3孔において想定延長位置に認められない(データ集1P.10-6-46~50)ため、断層線(破線)はその地点までとした。

・R-R' 断面において、S-1, S-2・S-6, S-4, S-5, S-7が認められる。

【I-I' 断面】

断層線の実線は、破碎部が認められた箇所までとした。破線は、断層が延びていないことを確認した箇所までとし、端部が確認できていない場合は地質鉛直断面図の範囲内で深部の境界線まで連続させた。



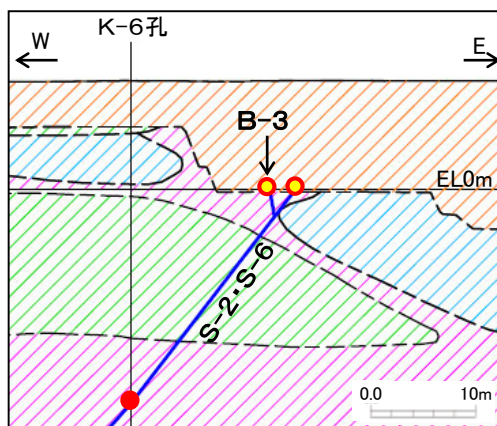
地質鉛直断面図 (I-I' 断面)

- 露頭での断層確認位置
- ボーリングでの断層確認位置

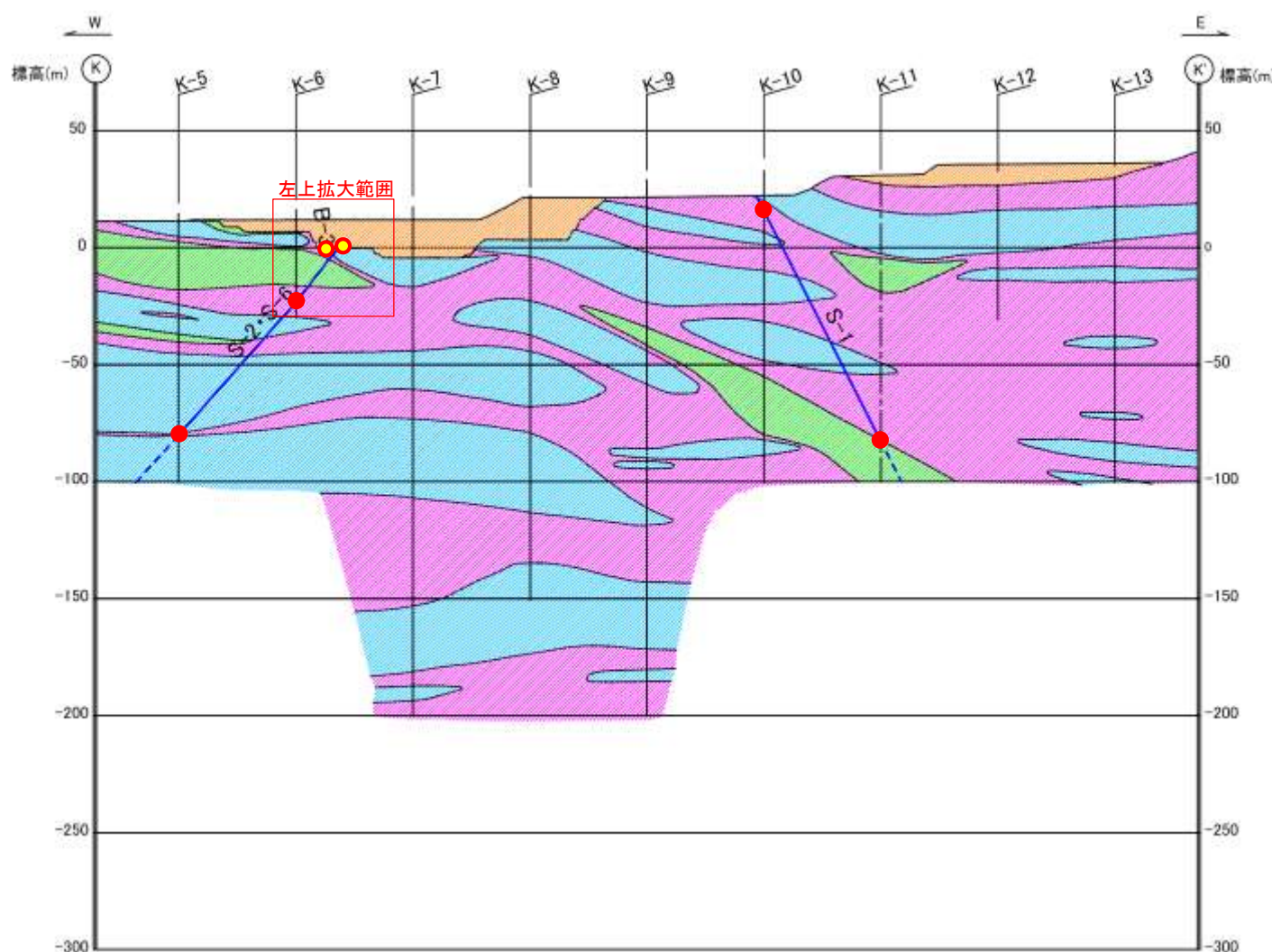
- ・S-4は、水平方向・深度方向にS-1を越えて連続しない(補足資料2.3-5 (2))ことから、断層線はS-1との交点までとした。
- ・S-7は、水平方向・深度方向にS-2・S-6を越えて連続しない(補足資料2.3-5 (8))ことから、断層線(破線)はS-2・S-6との交点までとした。
- ・S-9の深部については、I-6孔において想定延長位置に認められない(データ集1P.10-8-26~31)ため、断層線(破線)はその地点までとした。

・I-I' 断面において、S-1, S-2・S-6, S-7, S-9が認められる。

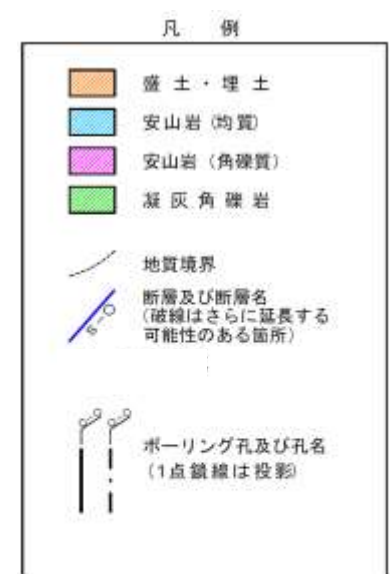
【K-K' 断面】



B-3とS-2・S-6の会合部付近の状況(拡大図)



断層線の実線は、破碎部が認められた箇所までとした。破線は、断層が延びていないことを確認した箇所までとし、端部が確認できていない場合は地質鉛直断面図の範囲内で深部の境界線まで連続させた。



- 露頭での断層確認位置
- ボーリングでの断層確認位置

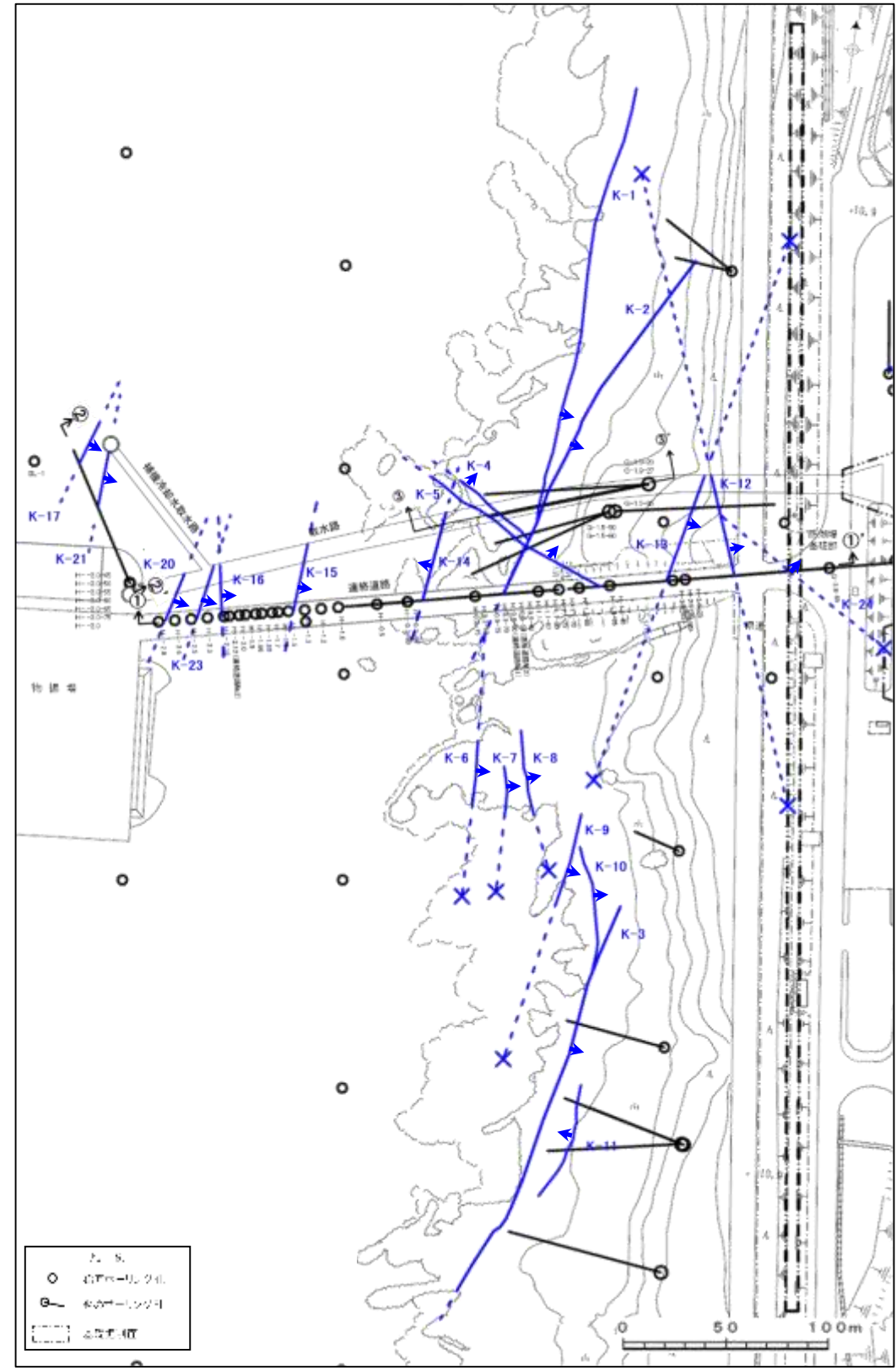
地質鉛直断面図(K-K' 断面)

・K-K' 断面において、S-1, S-2・S-6, B-3が認められる。

・B-3は、水平方向・深度方向にS-2・S-6を越えて連続しない(補足資料2.3-5(10))ことから、断層線はS-2・S-6との交点までとした。

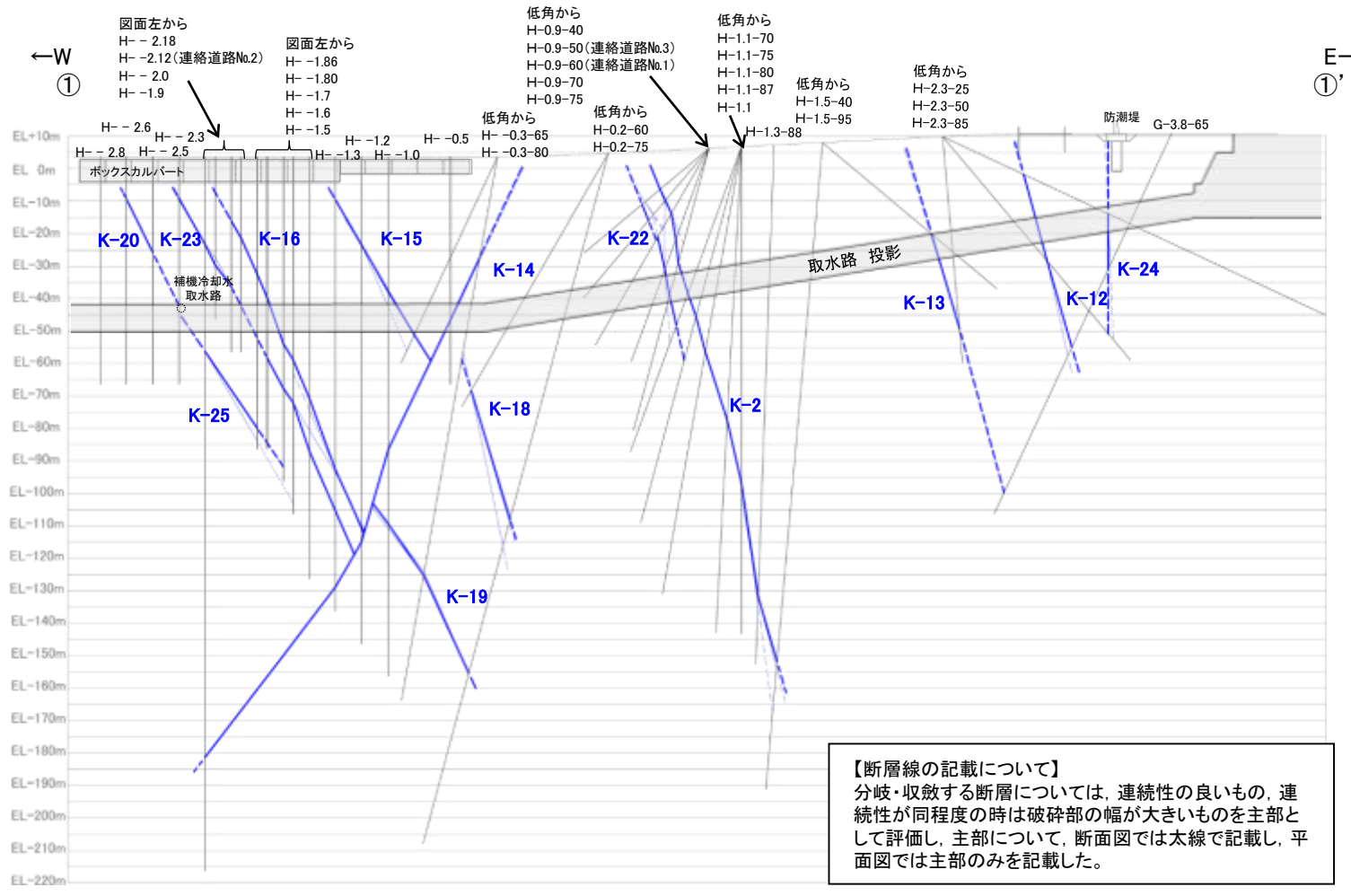
2.3(2) 断層の分布 —海岸部—

○海岸部においては、K-1～K-26の26本の断層が認められる。



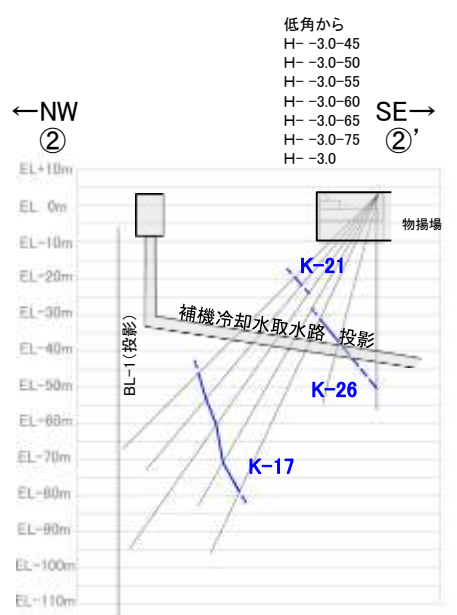
K-O 海岸部の断層 (EL0m)
 (破線はさらに延長する可能性のある箇所。なお、K-18、K-19、K-22、K-25、K-26については地表付近まで連続しないため記載していない。)
 断層延長部の露岩場で断層が認められないことを確認したもの
 矢印(●)の向きは断層の傾斜方向を示す

平面図

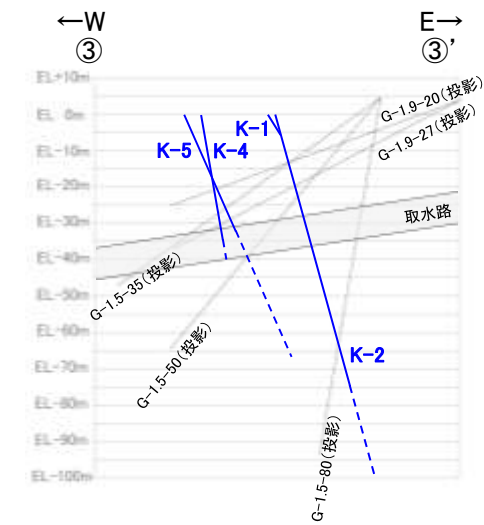


【断層線の記載について】
 分岐・収斂する断層については、連続性の良いもの、連続性が同程度の時は破碎部の幅が大きいものを主部として評価し、主部について、断面図では太線で記載し、平面図では主部のみを記載した。

①-①' 断面図



②-②' 断面図

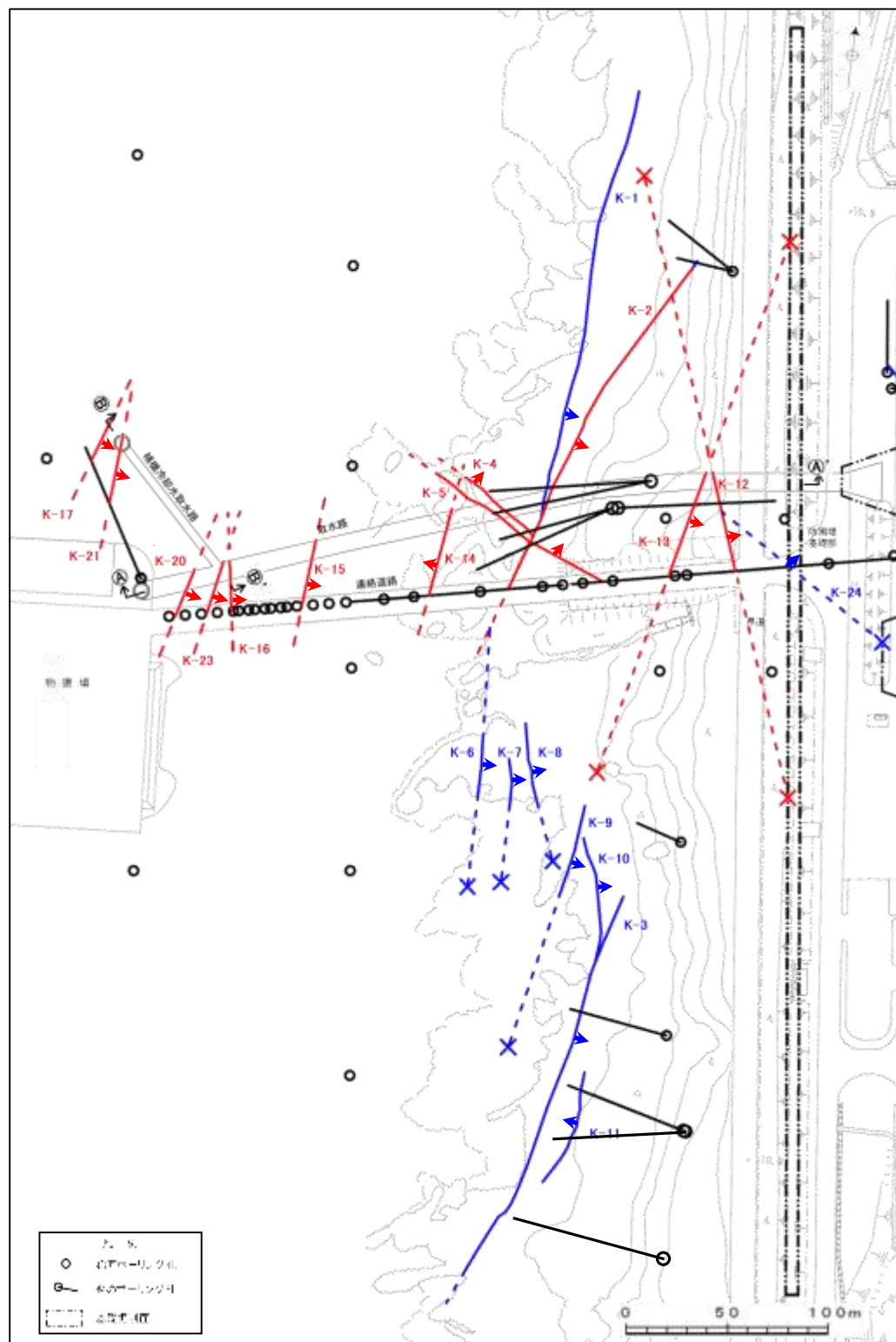


③-③' 断面図

断層 (主部を太線で表記)
 (破線はさらに延長する可能性のある箇所)

【取水路位置断面図】

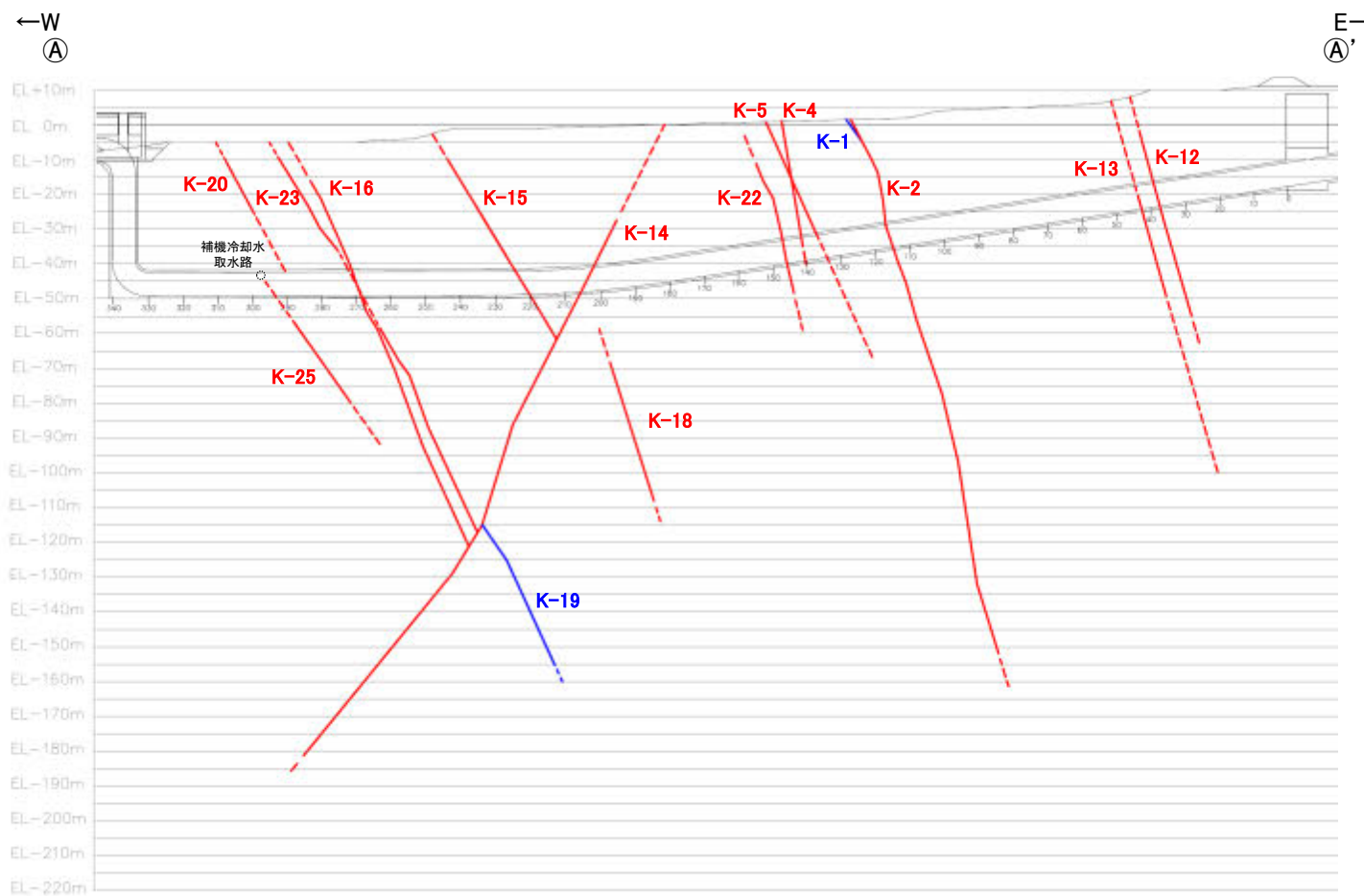
○K-1～K-26のうち、K-2, K-4, K-5, K-12～K-18, K-20～K-23, K-25, K-26の16本は取水路設置面に分布すると評価した。



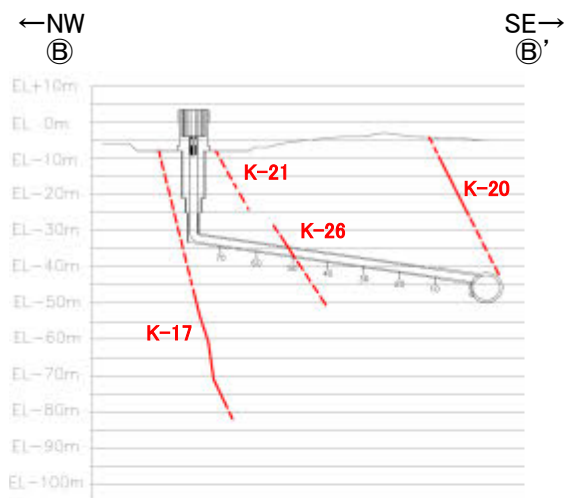
K-O 海岸部の断層(EL0m)
 / 取水路設置面に分布すると評価したもの
 \ 取水路設置面に分布しないと評価したもの
 (破線はさらに延長する可能性のある箇所。なお、K-18, K-19, K-22, K-25, K-26については地表付近まで連続しないため記載していない。)

✕ 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の矢印(➡)の向きは断層の傾斜方向を示す

平面図



①-①' 断面図
 (調査位置の断層線を走向・傾斜を基に延長した図)

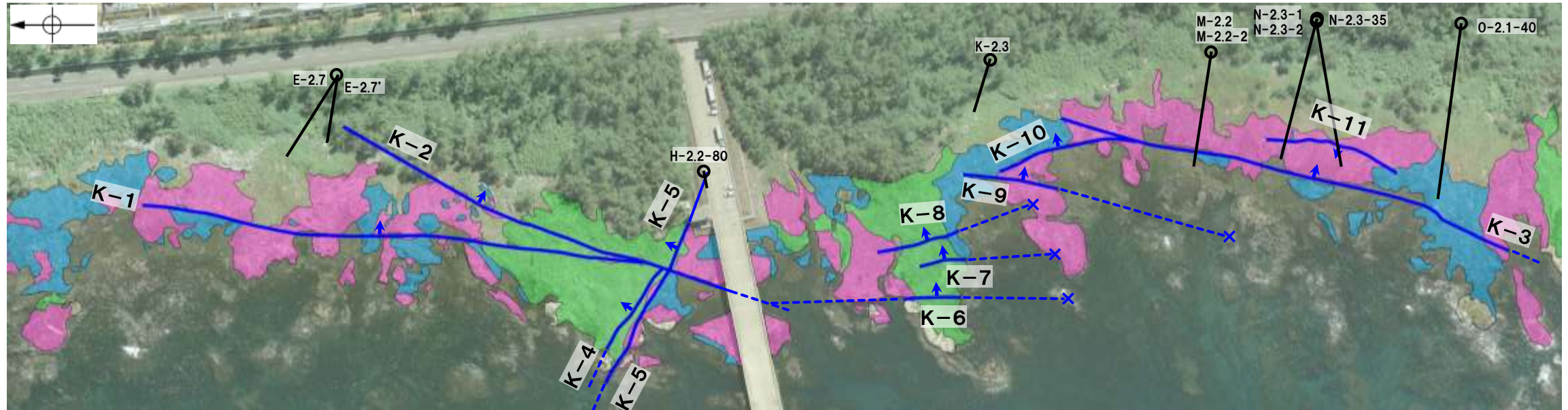


②-②' 断面図
 (調査位置の断層線を走向・傾斜を基に延長した図)

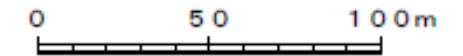
断層
 (破線はさらに延長する可能性のある箇所)
 / 取水路設置面に分布すると評価したもの
 \ 取水路設置面に分布しないと評価したもの

【海岸部露岩域地質図】

○海岸部露岩域においては、K-1～K-11の11本の断層が認められる。



地質図(地表面)



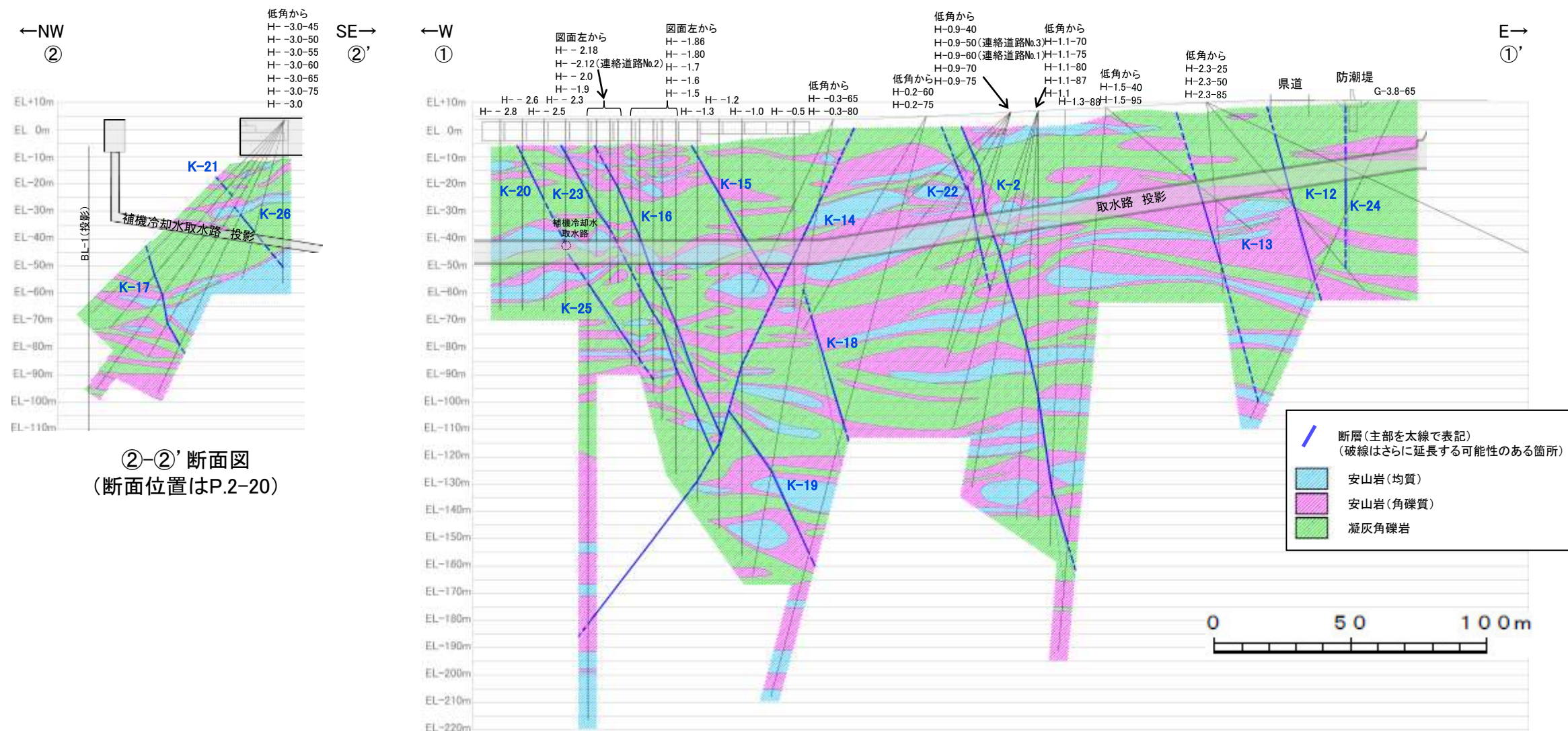
凡例

- 鉛直ボーリング孔
- ⌘ 斜めボーリング孔
- 安山岩(均質) 山岩(均質)
- 安山岩(角礫質) 山岩(角礫質)
- 凝灰角礫岩 灰角礫岩

植生及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
コンクリート部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

【取水路位置地質断面図】



②-②' 断面図
(断面位置はP.2-20)

①-①' 断面図
(断面位置はP.2-20)

・取水路沿いの調査データを基に、敷地で認められる安山岩(均質), 安山岩(角礫質), 凝灰角礫岩の3岩種に区分し、地質断面図を作成した。
・凝灰角礫岩はおおむね水平に分布し、各断層沿いでは見かけ正断層センスの変位が推定される。

2.4 断層の性状

2.4(1) 各断層の性状

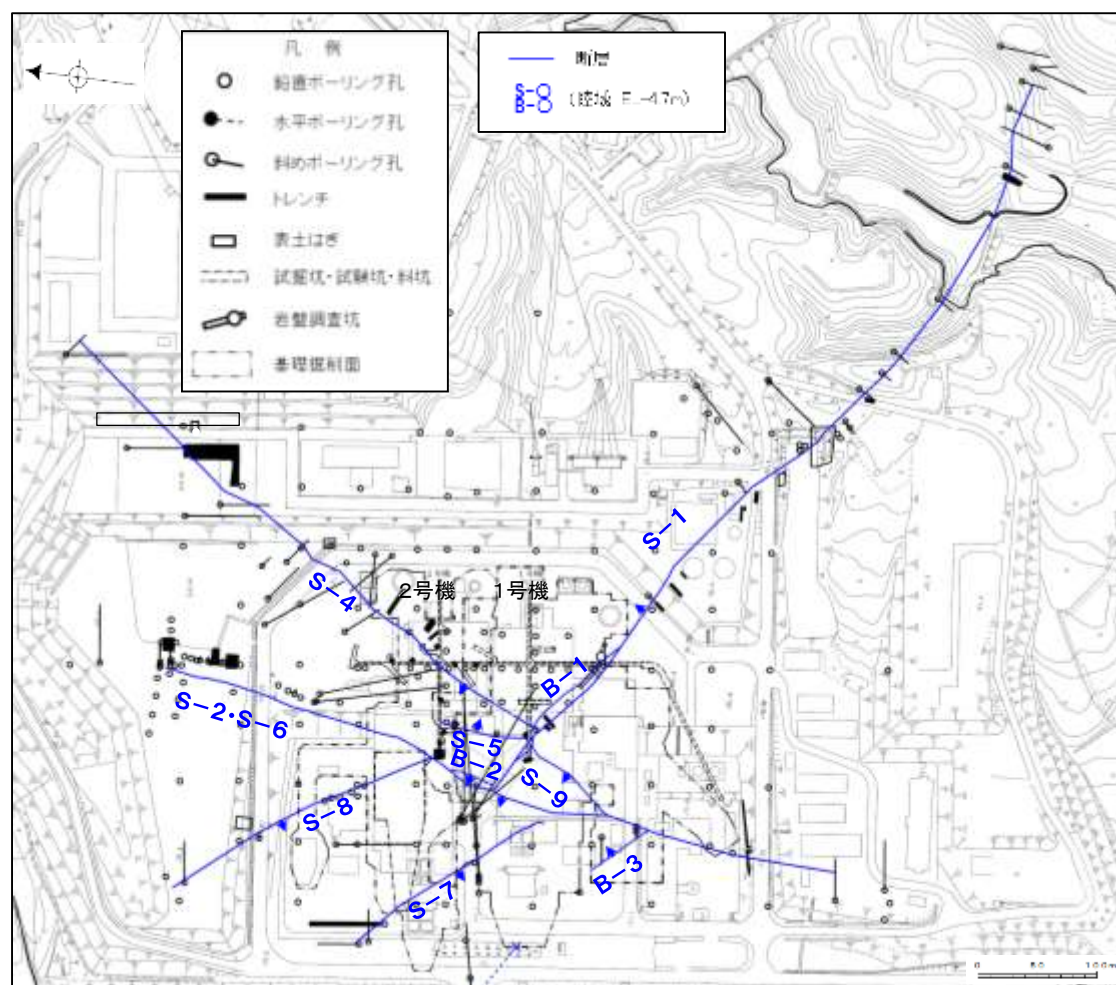
2.4(1) 各断層の性状

○断層の傾斜は概ね高角で、走向は概ね2系統（I系：NW-SE系，II系：N-S～NE-SW系）である。

○いずれの断層も固結した破碎部（岩盤と同程度の硬さを有する）からなり、S-1，S-2・S-6，S-4，S-5，S-7～S-9，B-1～B-3，K-2，K-4，K-5，K-12～K-23，K-25，K-26で粘土状破碎部を介在する。

【概要（陸域）】

・陸域の断層の性状を整理した断層一覧表を右表に示す。



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°)

位置図

断層一覧表

紫字：第1073回審査会合以降の変更箇所

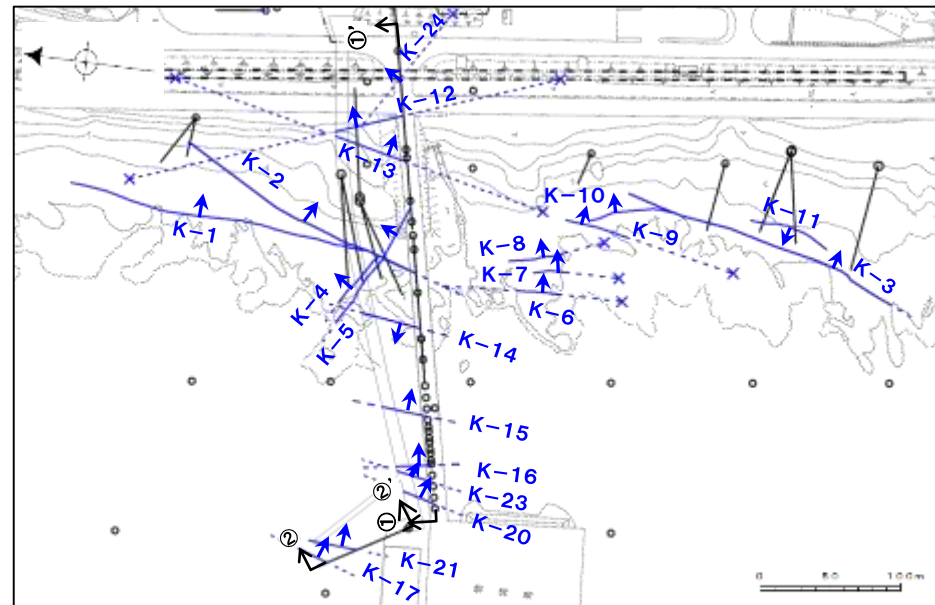
断層名	一般走向(真北)と系統	傾斜	断層長さ*1	破碎部の幅*2	粘土状破碎部の幅*3	破碎部の分類	参照頁 (補足資料2.4-1(1)内)
S-1	N60° W I	80～70° NE※1	780m	14cm (27cm)	1cm (6cm)	固結した破碎部 (粘土状破碎部を介在)	P.2.4-1-3
S-2・S-6	N11° E II	60° NW※2	600m	29cm (108cm)	3cm (17cm)	固結した破碎部 (粘土状破碎部を介在)	P.2.4-1-4
S-4	N29° E II	66° NW※3	510m	7cm (20cm)	2cm (10cm)	固結した破碎部 (粘土状破碎部を介在)	P.2.4-1-5
S-5	N4° E II	70° SE※4	70m	3cm (7cm)	2cm (3cm)	固結した破碎部 (粘土状破碎部を介在)	P.2.4-1-6
S-7	N41° W I	60° SW※4	190m	10cm (25cm)	2cm (5cm)	固結した破碎部 (粘土状破碎部を介在)	P.2.4-1-7
S-8	N28° W I	58° SW※2	250m	11cm (18cm)	1cm (2cm)	固結した破碎部 (粘土状破碎部を介在)	P.2.4-1-8
S-9	N35° E II	50° NW※3	85m	10cm (19cm)	フィルム状 (フィルム状)	固結した破碎部 (粘土状破碎部を介在)	P.2.4-1-9
B-1	N49° W I	86° NE※5	100m	6cm (10cm)	0.3cm (0.5cm)	固結した破碎部 (粘土状破碎部を介在)	P.2.4-1-10
B-2	N12° E II	60° NW※5	50m	6cm (10cm)	3cm (3cm)	固結した破碎部 (粘土状破碎部を介在)	P.2.4-1-11
B-3	N42° W I	82° NE※5	60m	3cm (3cm)	2cm (2cm)	固結した破碎部 (粘土状破碎部を介在)	P.2.4-1-11

(走向系統) 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

*1：露頭もしくはボーリングにより破碎部が認められないことを確認した地点までの長さ。
*2：すべての破碎部の平均値(下段括弧内は最大値)。詳細は、補足資料2.4-1(1)。
*3：粘土状破碎部の幅の平均値(下段括弧内は最大値)。

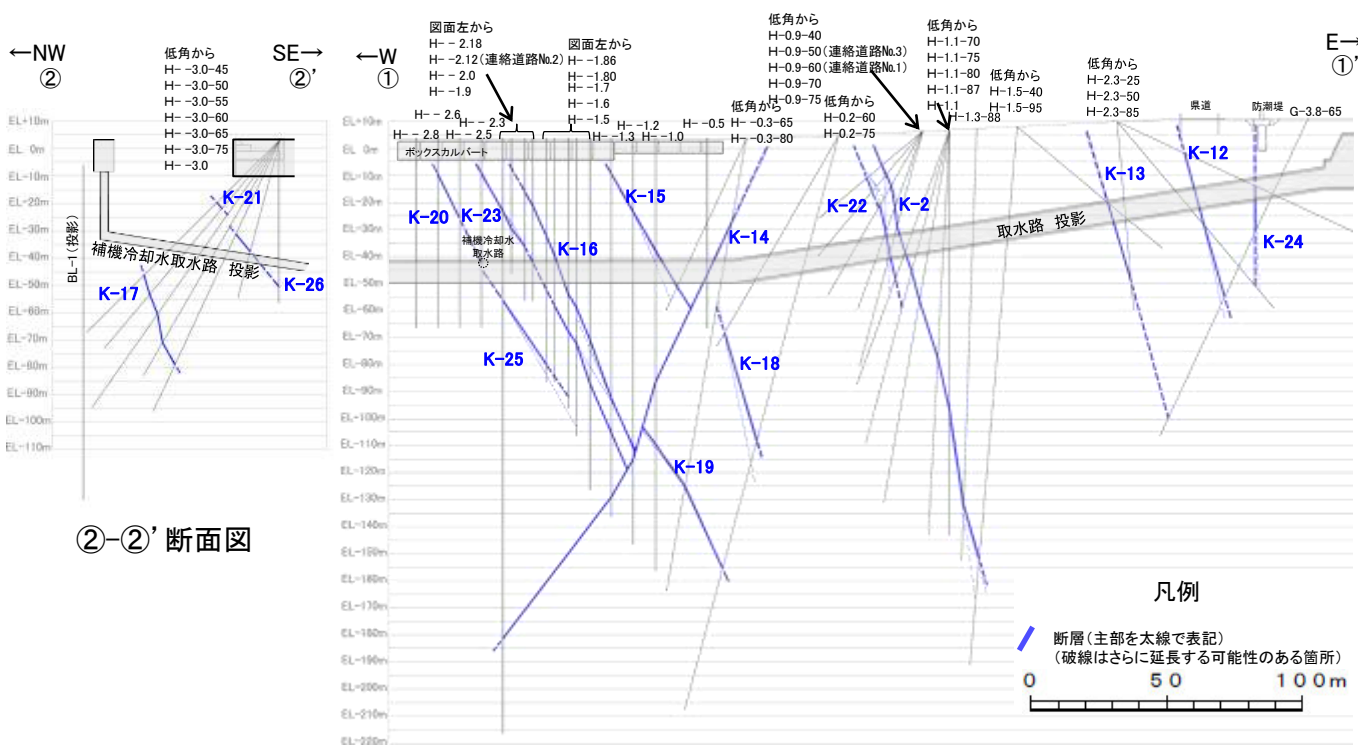
【概要(海岸部)】

・海岸部の断層の性状を整理した断層一覧表を右表に示す。



矢印(→)の向きは断層の傾斜方向を示す

平面図



②-②' 断面図

①-①' 断面図

断層一覧表 紫字: 第1073回審査会合以降の変更箇所

断層名	一般走向(真北)と系統	傾斜	断層長さ*1	破砕部の幅*2	粘土状破砕部の幅*3*4	破砕部の分類	参照頁 (補足資料2.4-1(2)内)
K-1	N4° E II	58° SE※1	205m	10cm (19cm)	-	固結した破砕部	P.2.4-1-67
K-2	N19° E II	72° SE※1	180m以上	28cm (94cm)	2cm (4cm)	固結した破砕部 (粘土状破砕部を介在)	P.2.4-1-68,69
K-3	N16° E II	70° SE※1	200m以上	12cm (20cm)	-	固結した破砕部	P.2.4-1-70,71
K-4	N56° W I	85° NE※1	45m以上	13cm (26cm)	4cm (4cm)	固結した破砕部 (粘土状破砕部を介在)	P.2.4-1-72
K-5	N63° W I	64° NE※1	75m以上	11cm (18cm)	0.6cm (0.7cm)	固結した破砕部 (粘土状破砕部を介在)	P.2.4-1-73
K-6	N2° W II	60° NE※1	25m以上 130m以下	7cm (9cm)	-	固結した破砕部	P.2.4-1-74
K-7	N8° W II	88° NE※1	20m以上 55m以下	8cm (11cm)	-	固結した破砕部	P.2.4-1-74
K-8	N15° W II	80° NE※1	35m以上 70m以下	11cm (21cm)	-	固結した破砕部	P.2.4-1-75
K-9	N10° E II	88° SE※1	40m以上 120m以下	7cm (12cm)	-	固結した破砕部	P.2.4-1-75
K-10	N16° W II	62° NE※1	60m	9cm (10cm)	-	固結した破砕部	P.2.4-1-76
K-11	N14° E II	70° NW※1	60m	9cm (9cm)	-	固結した破砕部	P.2.4-1-76
K-12	N21° W※2	72° NE※2	50m以上 310m以下	13cm (21cm)	1cm (2cm)	固結した破砕部 (粘土状破砕部を介在)	P.2.4-1-77
K-13	N12° E※2	74° SE※2	55m以上 300m以下	16cm (27cm)	2cm (2cm)	固結した破砕部 (粘土状破砕部を介在)	P.2.4-1-77
K-14	N7° E※2	66° NW※2	40m以上	37cm (72cm)	2cm (3cm)	固結した破砕部 (粘土状破砕部を介在)	P.2.4-1-78
K-15	N4° E※2	68° SE※2	30m以上	14cm (33cm)	0.4cm (0.7cm)	固結した破砕部 (粘土状破砕部を介在)	P.2.4-1-79
K-16	N10° W※2	67° NE※2	20m以上	23cm (51cm)	2cm (5cm)	固結した破砕部 (粘土状破砕部を介在)	P.2.4-1-79
K-17	N18° E※2	78° SE※2	不明	12cm (17cm)	0.5cm (2cm)	固結した破砕部 (粘土状破砕部を介在)	P.2.4-1-80
K-18	N8° E※2	78° SE※2	40m以上	51cm (55cm)	3cm (4cm)	固結した破砕部 (粘土状破砕部を介在)	P.2.4-1-80
K-19	N12° W※2	65° NE※2	不明	8cm (11cm)	0.2cm (0.5cm)	固結した破砕部 (粘土状破砕部を介在)	P.2.4-1-81
K-20	N15° E※2	63° SE※2	不明	5cm (6cm)	0.2cm (0.3cm)	固結した破砕部 (粘土状破砕部を介在)	P.2.4-1-81
K-21	N4° E※2	66° SE※2	不明	11cm (19cm)	1cm (1cm)	固結した破砕部 (粘土状破砕部を介在)	P.2.4-1-82
K-22	N9° W※2	73° NE※2	40m以上	7cm (11cm)	0.6cm (1cm)	固結した破砕部 (粘土状破砕部を介在)	P.2.4-1-83
K-23	N10° E※2	65° SE※2	20m以上	8cm (17cm)	0.4cm (1cm)	固結した破砕部 (粘土状破砕部を介在)	P.2.4-1-83
K-24	N58° W※2	89° NE※2	105m以下	10cm (11cm)	-	固結した破砕部 (砂状破砕部を介在)	P.2.4-1-84
K-25	N1° W※2	65° NE※2	25m以上	12cm (20cm)	0.2cm (0.2cm)	固結した破砕部 (粘土状破砕部を介在)	P.2.4-1-84
K-26	N14° E※2	68° SE※2	35m以上	9cm (10cm)	1cm (2cm)	固結した破砕部 (粘土状破砕部を介在)	P.2.4-1-85

(走向系統) I: NW-SE系 II: N-S~NE-SW系
(傾斜の確認位置) ※1: 海岸部露頭 ※2: ボーリングで確認したすべての破砕部のベクトル平均値(補足資料2.4-1(4))

*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0m以上と記載。海岸部において、延長部が海中等となる箇所は、断層を直接確認した長さ及び延長の露岩域等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、0m以上0m以下という記載とした。
*2: すべての破砕部の平均値(下段括弧内は最大値)。詳細は、補足資料2.4-1(2)。
*3: 粘土状破砕部の幅の平均値(下段括弧内は最大値)。
*4: -は存在しないもの。

2.4(2) 破碎部内及び母岩に認められる鉱物組成

2.4(2) 破碎部内及び母岩に認められる鉱物組成

- 敷地の断層は、2.4節(1)に示すとおり、粘土状破碎部と固結した破碎部からなる。このため、粘土状破碎部及び固結した破碎部の鉱物組成を確認することを目的に、X線回折分析及び薄片観察を実施した結果、以下のことが確認された。
- 粘土状破碎部及び固結した破碎部はいずれも、周辺の母岩の造岩鉱物と変質鉱物の組み合わせからなり、鉱物組成は類似する。すなわち、敷地の断層の破碎部は、粘土状破碎部の有無に関わらず、類似した鉱物組成からなる(P.2-30~2-35)。
- 粘土状破碎部は、薄片観察結果によれば、固結した破碎部に比べ、造岩鉱物は少なく、変質鉱物であるスメクタイトが多く認められる(P.2-35)。
- 粘土状破碎部と固結した破碎部の違いは、薄片観察結果によれば、変質鉱物であるスメクタイトの量が関係していると考えられ、このスメクタイトについては、X線回折分析及び薄片観察の結果を踏まえると、造岩鉱物である輝石類や斜長石※が変質して生成されたものと考えられる。
- なお、粘土分を濃集したXRD分析による結晶構造及びEPMA分析による化学組成を踏まえると、ここで認められたスメクタイトは、数十%のイライトが混合するイライト／スメクタイト混合層と考えられるが(P. 5-31~5-34)、本項では破碎部中に含まれる鉱物組成の確認を目的としたXRD分析で、粘土分を濃集したXRD分析は実施していないため、すべてスメクタイトとして表記する。

調査内容

X線回折分析

- ・断層の粘土状破碎部、固結した破碎部及び新鮮な母岩から、試料を採取し、鉱物組成を確認するためにX線回折分析を実施。

薄片観察

- ・断層の粘土状破碎部、固結した破碎部及び新鮮な母岩から、薄片を製作し、鉱物組成を確認するために薄片観察を実施。
- ・粘土状破碎部を介在する断層と固結した破碎部からなる断層の固結した破碎部を比較。
- ・断層の粘土状破碎部及び固結した破碎部を比較。

調査結果

- ・粘土状破碎部には、周辺の母岩の造岩鉱物である斜長石※が主に含まれ、変質鉱物として、クリストバライト、スメクタイト、赤鉄鉱が主に認められる(P.2-30, 2-31)。
- ・固結した破碎部には、周辺の母岩の造岩鉱物である斜長石※、輝石が主に含まれ、変質鉱物として、クリストバライト、スメクタイト、赤鉄鉱が主に認められる(P.2-31)。

+

- ・粘土状破碎部、固結した破碎部ともに周辺の母岩の造岩鉱物である斜長石※、輝石が含まれ、その他に変質鉱物として、スメクタイトが認められる(P.2-33)。
- ・粘土状破碎部を介在する断層と固結した破碎部からなる断層の固結した破碎部は、造岩鉱物及び変質鉱物の分布状況(結晶の大きさや基質と結晶の割合等)は、ほぼ同じである(P.2-34)。
- ・粘土状破碎部は固結した破碎部に比べ、造岩鉱物は少なく、変質鉱物であるスメクタイトが多く認められる(P.2-35)。

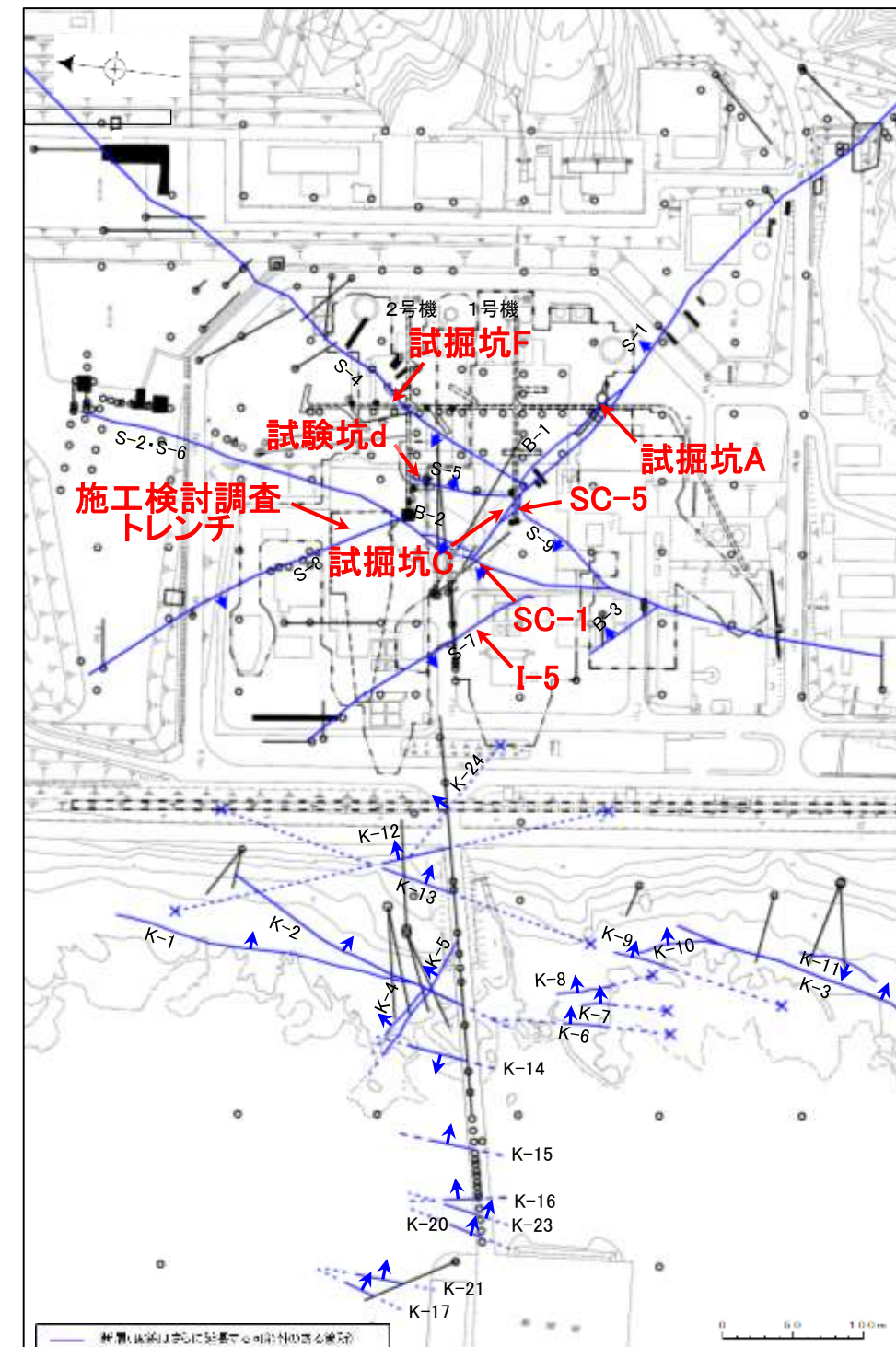
※:敷地の斜長石の曹長石化の検討を行った結果、いずれの斜長石にも曹長石化は認められなかった(詳細は、P5-43)。

【X線回折分析結果(2号機建設以前の調査)】

分析結果一覧(2号機建設以前の調査)

試料採取箇所				検出鉱物													
				石英	クリストバライト	トリデイマイイト	斜長石	輝石類	フィロプサイト	普通角閃石	雲母鉱物	轟石	スメクタイト	セピオライト	ハロイサイト	クリンタイロライト	赤鉄鉱	黄鉄鉱	磁赤鉄鉱
敷地内断層	粘土状 破碎部	試料採取位置 (右図)	標高														
			S-1	試験坑A	EL -8m付近	△	○						○				*
	S-2・S-6	SC-1孔	EL -6.20m	○	*	◎	*				○				*		
	S-3※1	試験坑C	EL -8m付近	△	◎						○				*		
	S-4	試験坑F	EL -8m付近	○	○					△	△	△			*		
	S-5	試験坑d	EL -8m付近	△	◎	△				◎					*		
	S-7	I-5孔	EL -93.95m	○	*	◎	△	*		○		△		*			
	S-8	施工検討調査トレンチ	EL 11m付近			◎				△					*		
	S-9	SC-5孔	EL -6.13m	○	◎	*				◎					*		

※1: 2号機建設以前の調査でS-3と称していた断層は、現在はS-1の一部と評価している。



2号機建設以前の調査 凡例・諸元

X線回折分析に表れたピークの相対的強さ
◎:強 ○:中 △:弱 *:微

X線回折分析 測定諸元

Target:Cu Scanning Speed:4° /min
Voltage:40KV Chart Speed:4cm/min
Current:150mA Divergency:1°
Full Scale Range:4000CPS Receiving Slit:0.15mm
Time Constant:0.5Sec Detector:SC

・粘土状破碎部(表中**橙色**)には、周辺の母岩の造岩鉱物である斜長石が主に含まれ、変質鉱物として、クリストバライト、スメクタイト、赤鉄鉱が主に認められる。

X線回折分析結果(陸域 2号機建設以前の調査)の詳細は、[補足資料2.4-2 \(1\)](#)

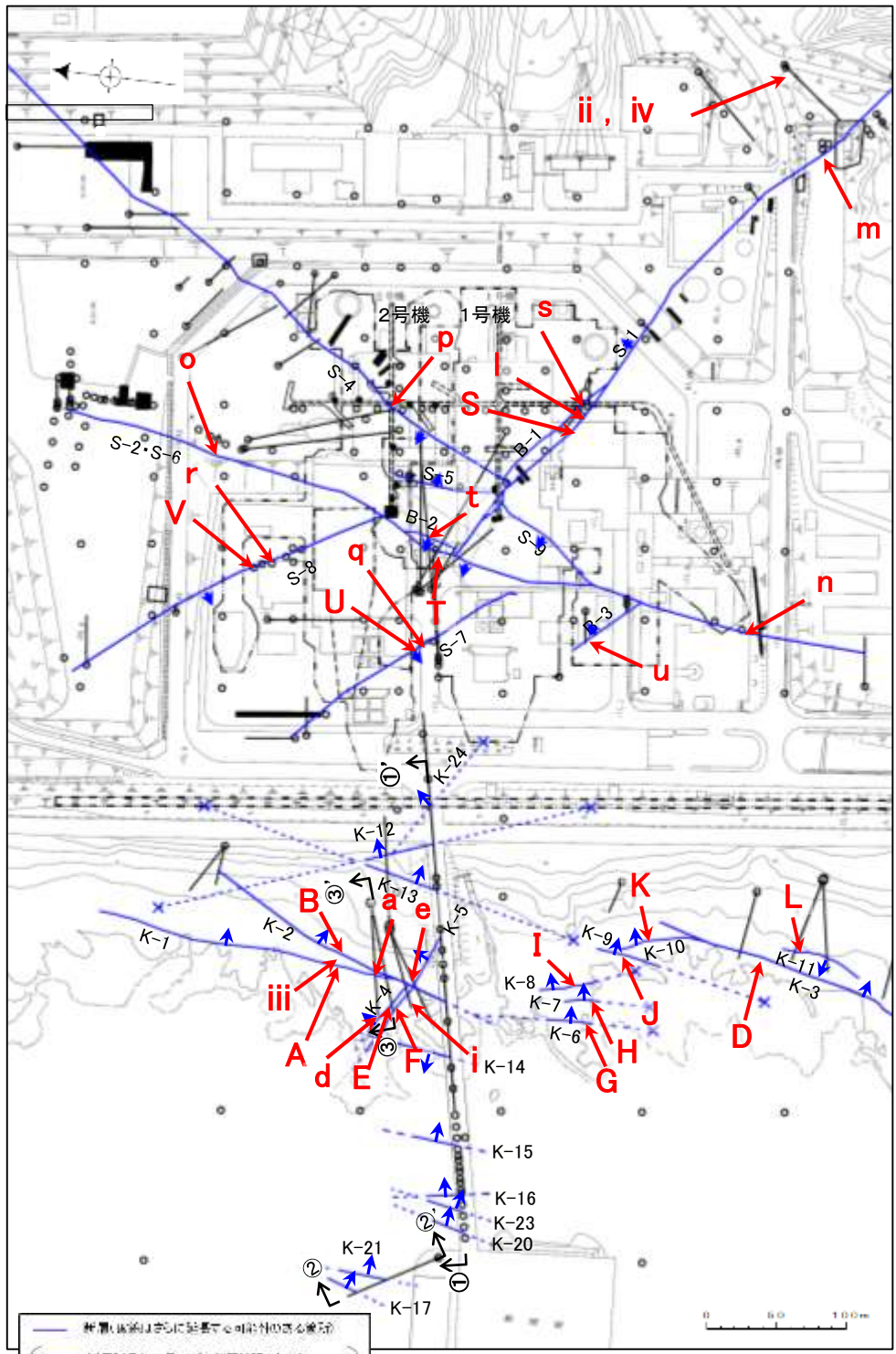


試料採取位置
(断層トレンチ位置に深度補正)

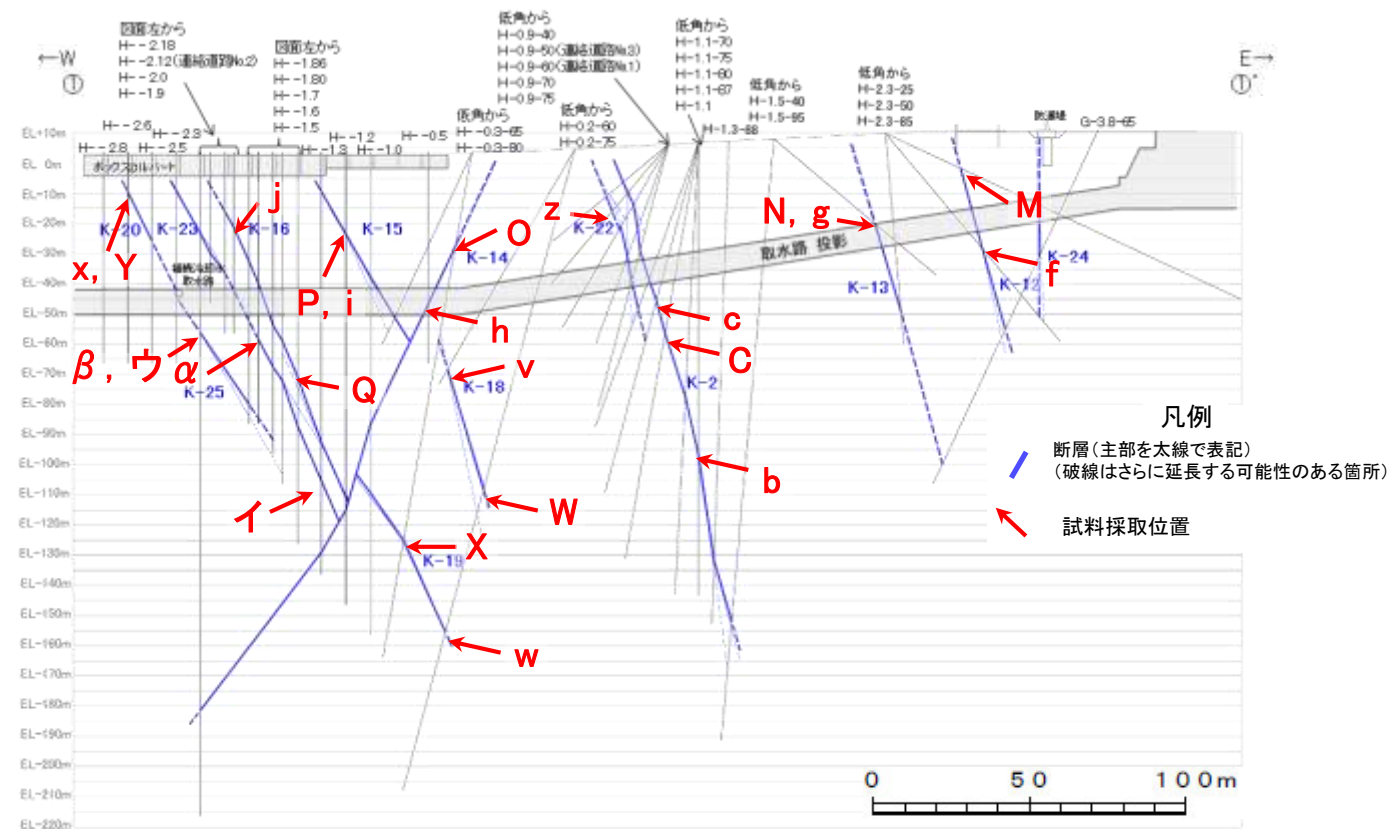
矢印(▲)の向きは断層の傾斜方向を示す

試料採取位置図(2号機建設以前の調査)

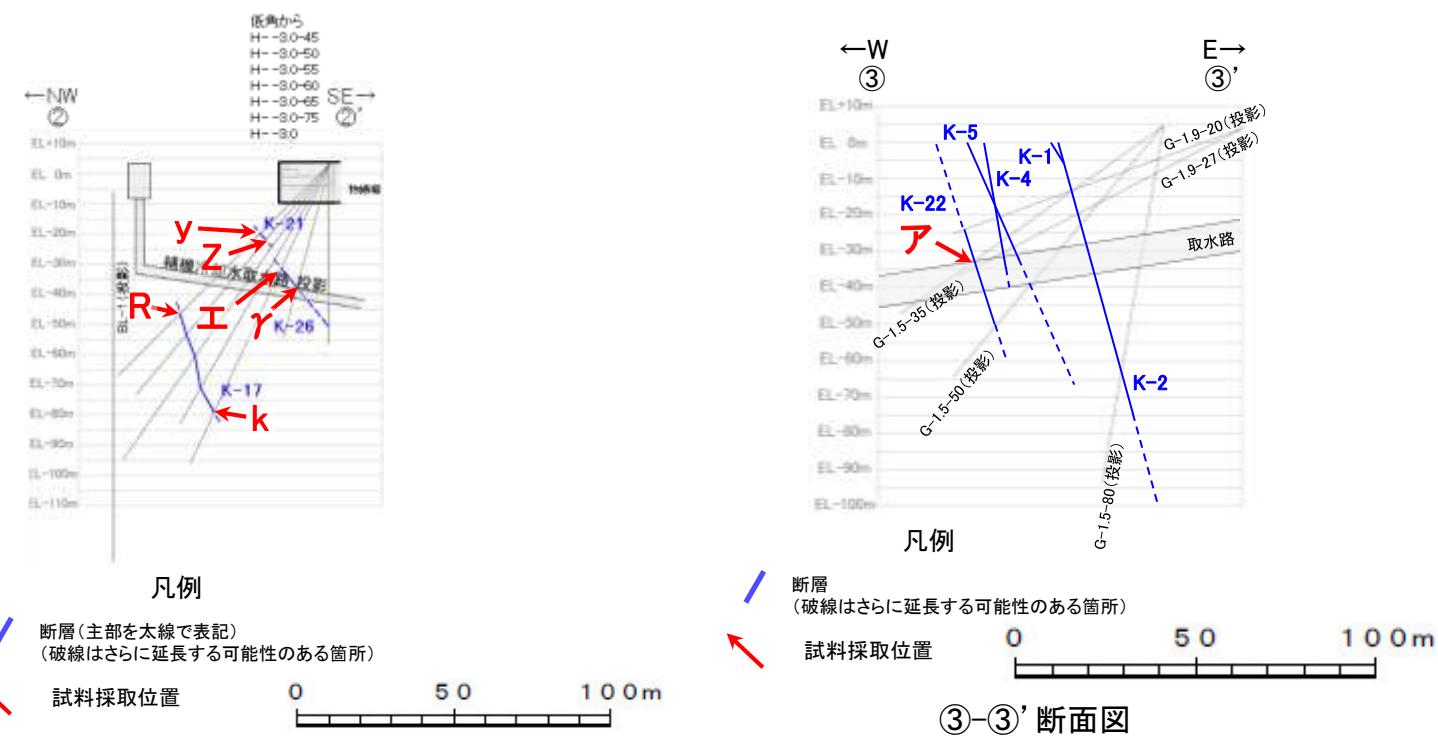
・2号機建設以後の調査の試料採取位置を以下に示す。



試料採取位置図(2号機建設以後の調査)



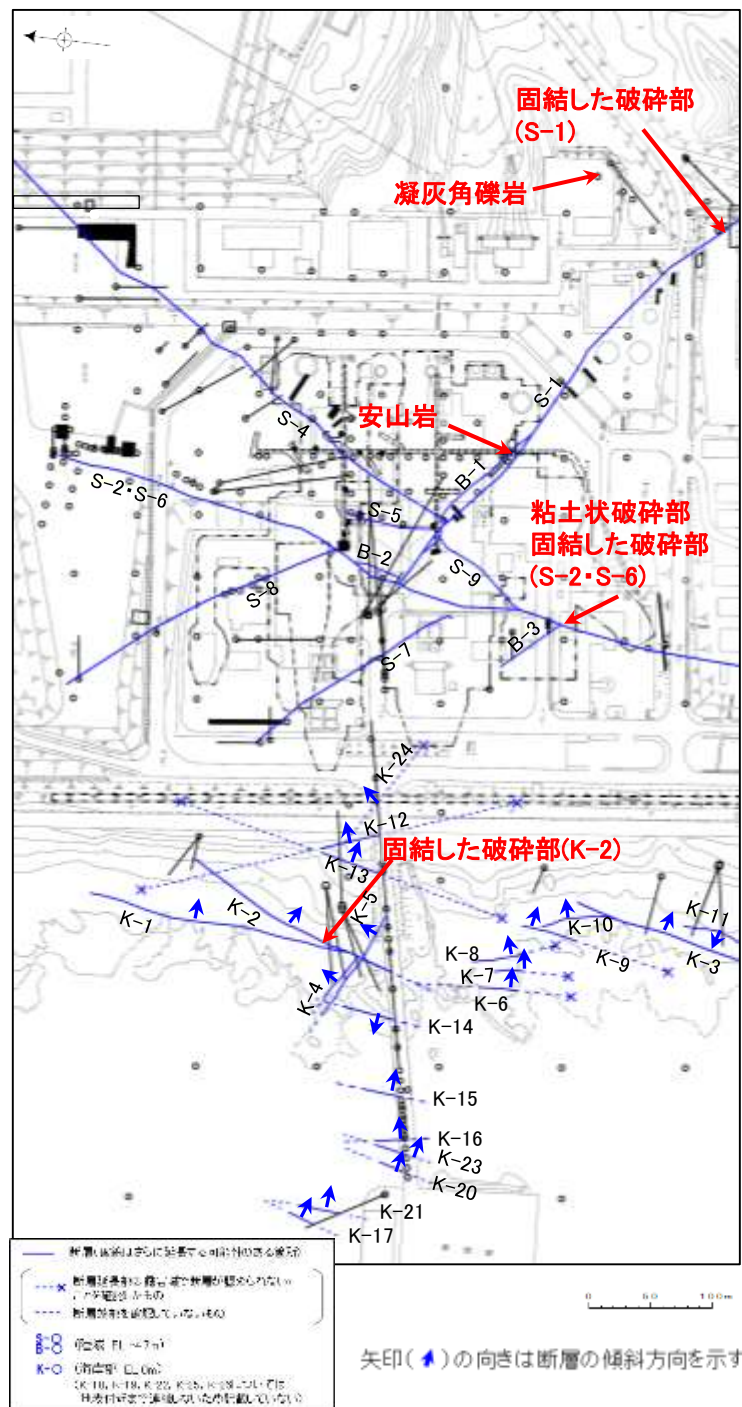
①-①' 断面図



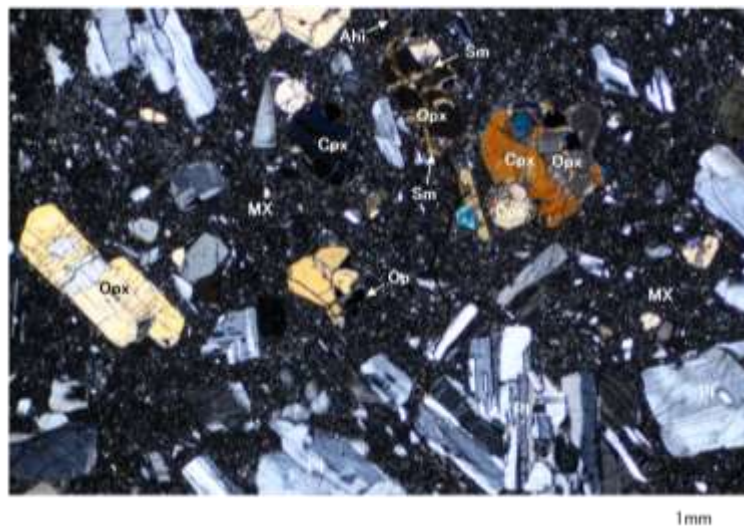
②-②' 断面図

③-③' 断面図

【薄片観察結果①】

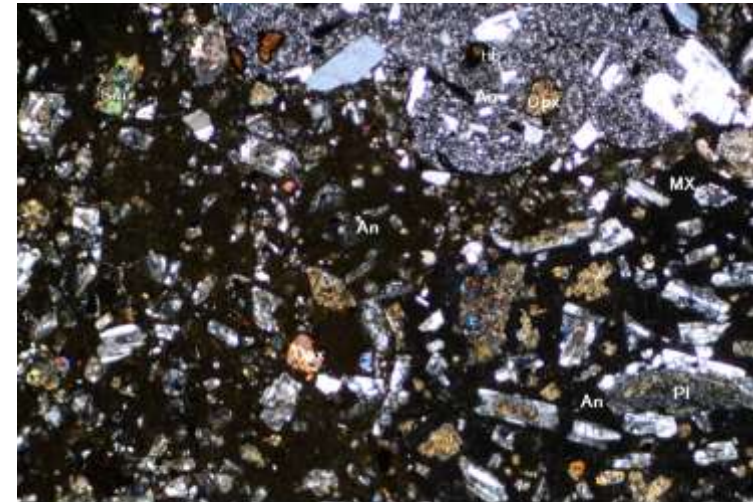


(直交ニコル)



安山岩

(直交ニコル)



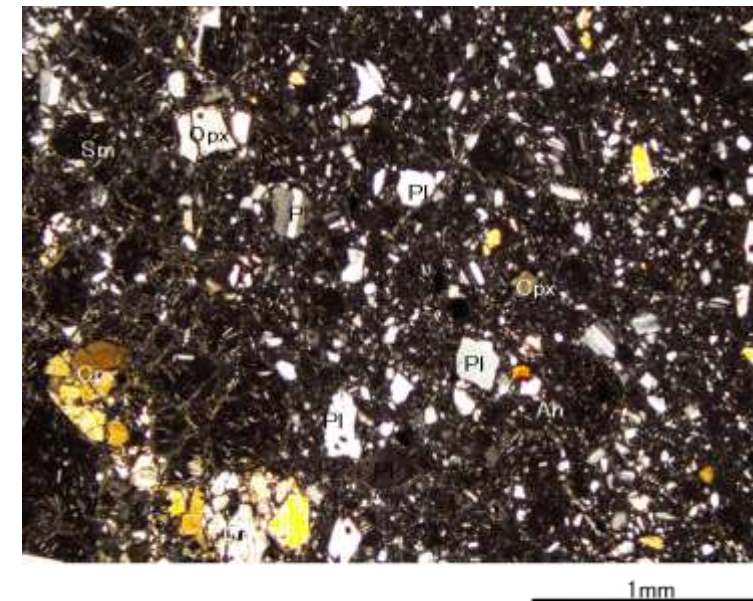
凝灰角礫岩

(直交ニコル)



スメクタイトは全体に認められる
粘土状破砕部 (S-2・S-6) の例
(詳細は次々頁)

(直交ニコル)



固結した破砕部 (S-1) の例
(詳細は次頁)

(凡例)

PI : 斜長石 Cpx: 単斜輝石 Opx: 斜方輝石 Op: 不透明鉱物 Ahi: 水酸化鉄 Hb: 角閃石 Sm: スメクタイト MX: 石基 An : 安山岩片

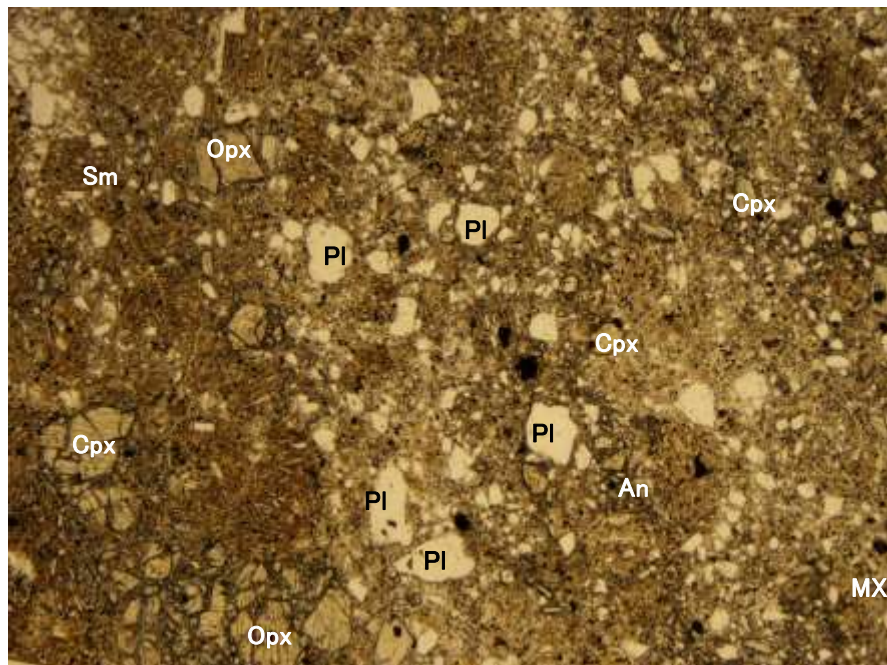
試料採取位置
(断層トレース位置に深度補正)

試料採取位置図

・断層の鉱物組成を把握するため、母岩(安山岩, 凝灰角礫岩)を含めて、薄片観察(詳細データは次頁以降)を実施した結果、粘土状破砕部, 固結した破砕部ともに周辺の母岩の造岩鉱物である斜長石, 輝石が含まれ, その他に変質鉱物として, スメクタイトが認められる。

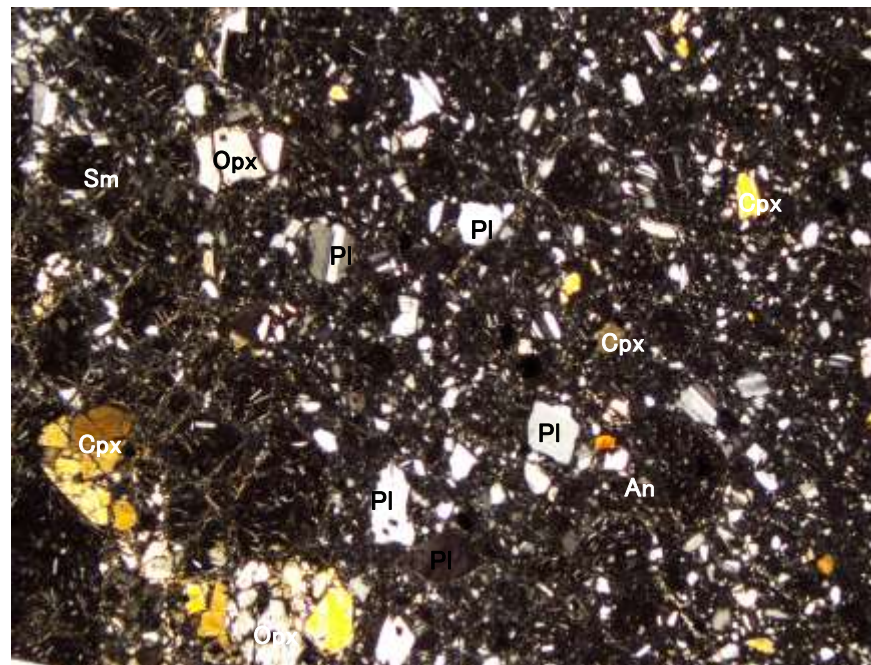
【薄片観察結果②】

(単ニコル)



1mm

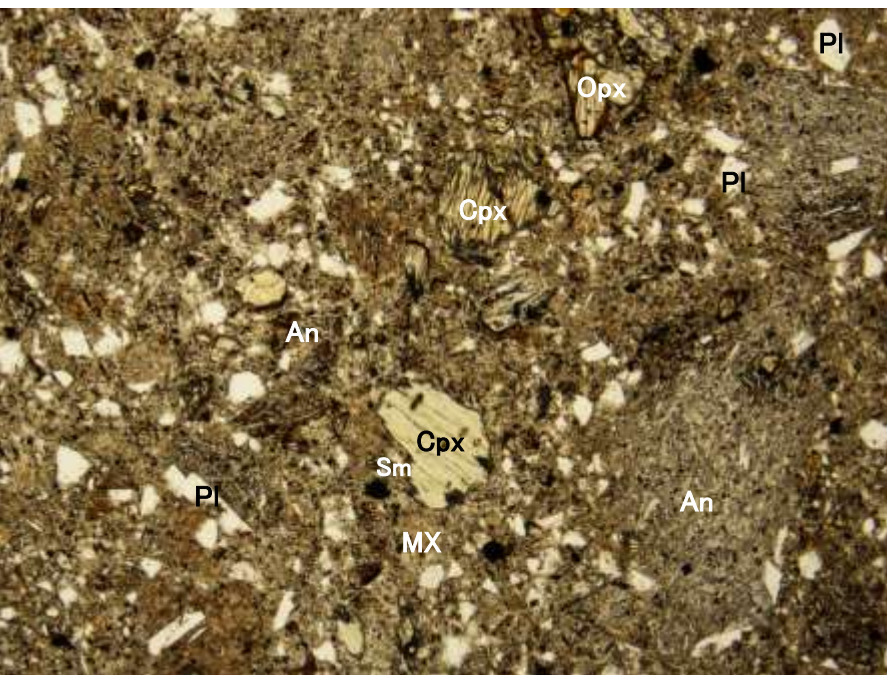
(直交ニコル)



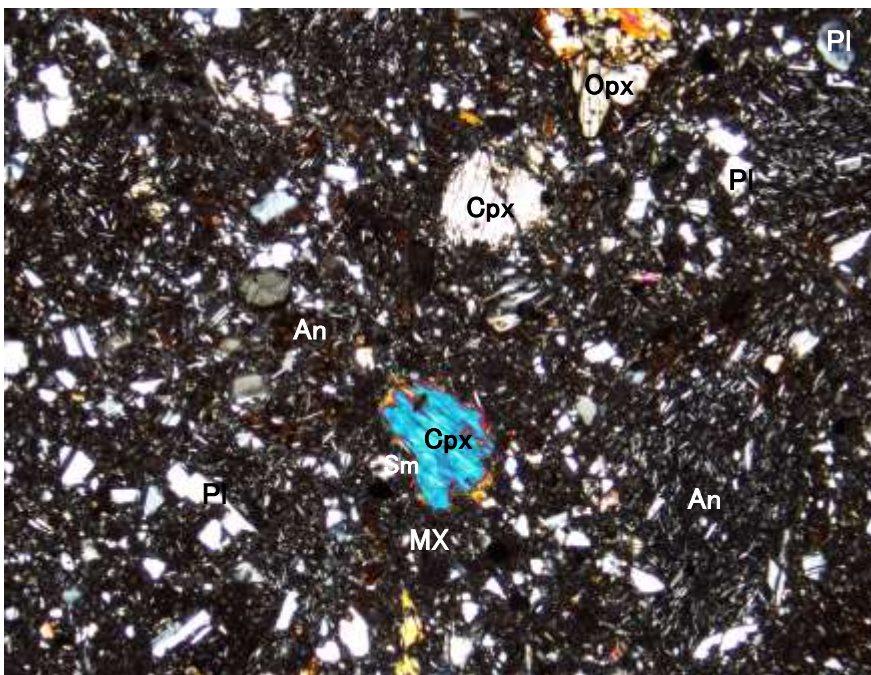
1mm

固結した破碎部(粘土状破碎部を介する断層:S-1)の拡大薄片写真
(直交ニコル)

(単ニコル)



1mm



1mm

固結した破碎部(固結した破碎部からなる断層:K-2)の拡大薄片写真

深度 (m)
51.5 51.6 51.7 51.8



(凡例) ボーリングコア(M-12.5'孔)

- PI : 斜長石
- Cpx : 単斜輝石
- Opx : 斜方輝石
- Sm : スメクタイト
- MX : 石基
- An : 安山岩片
- 粘土状破碎部
- 固結した破碎部

(顕微鏡観察結果)

- ・固結した破碎部は、斜長石、輝石、スメクタイト、石基、安山岩片よりなる。

←N S→



海岸露頭

10cm

(凡例)

- PI : 斜長石
- Cpx : 単斜輝石
- Opx : 斜方輝石
- Sm : スメクタイト
- MX : 石基
- An : 安山岩片
- 固結した破碎部

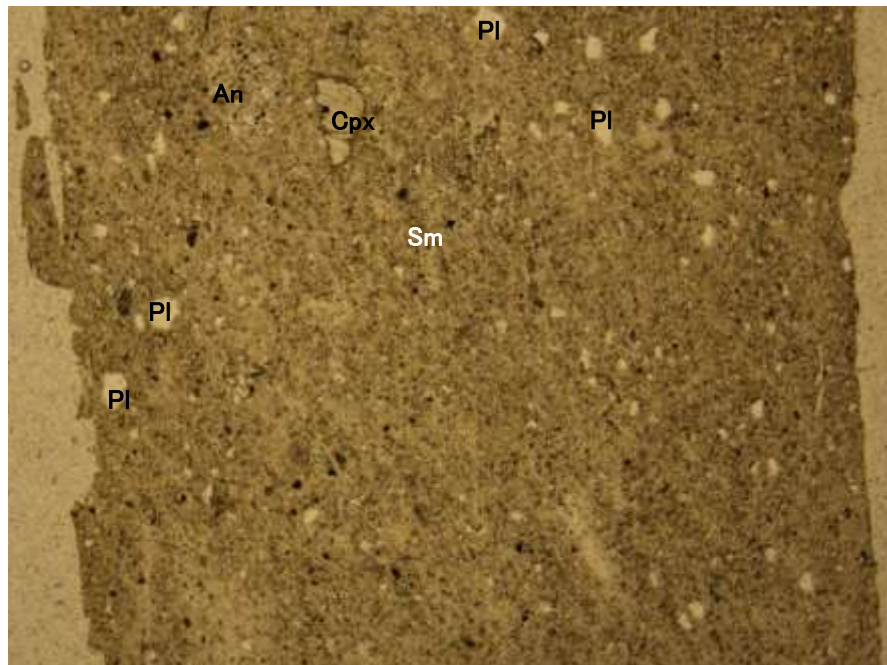
(顕微鏡観察結果)

- ・固結した破碎部は、斜長石、輝石、スメクタイト、石基、安山岩片よりなる。

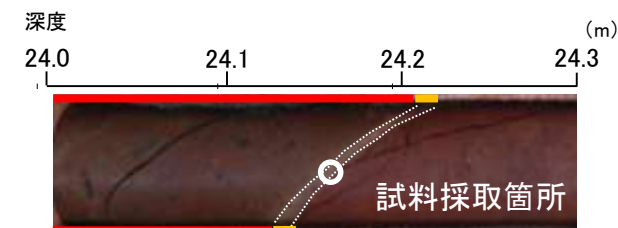
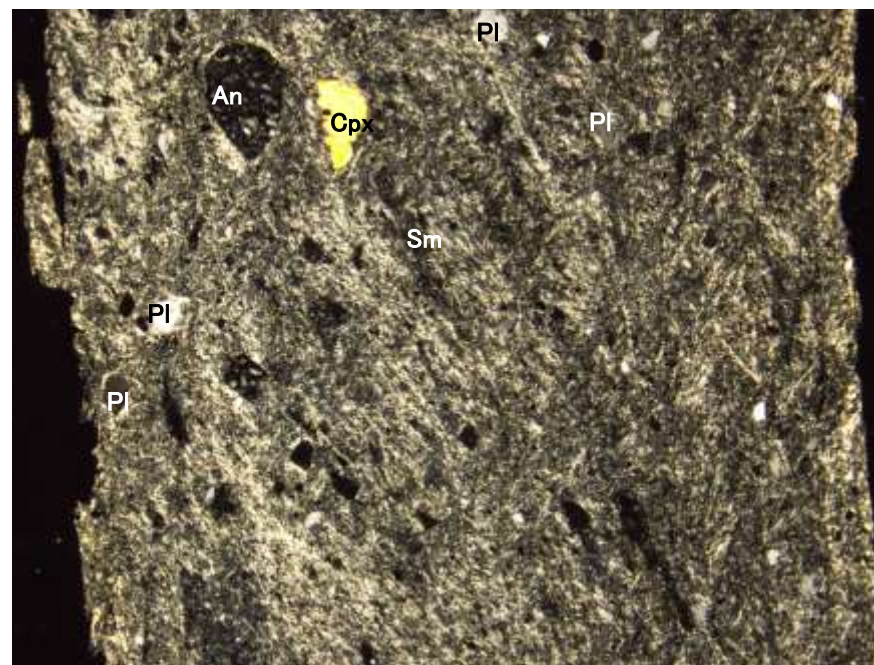
・粘土状破碎部を介する断層と固結した破碎部からなる断層の固結した破碎部の鉱物組成を比較するために、断層規模の大きいS-1とK-2の薄片により観察を実施した結果、粘土状破碎部を介する断層と固結した破碎部からなる断層の固結した破碎部は、造岩鉱物及び変質鉱物の分布状況(結晶の大きさや基質と結晶の割合等)は、ほぼ同じである。

【薄片観察結果③】

(単ニコル)



(直交ニコル)



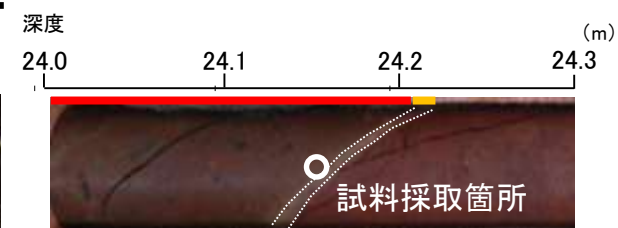
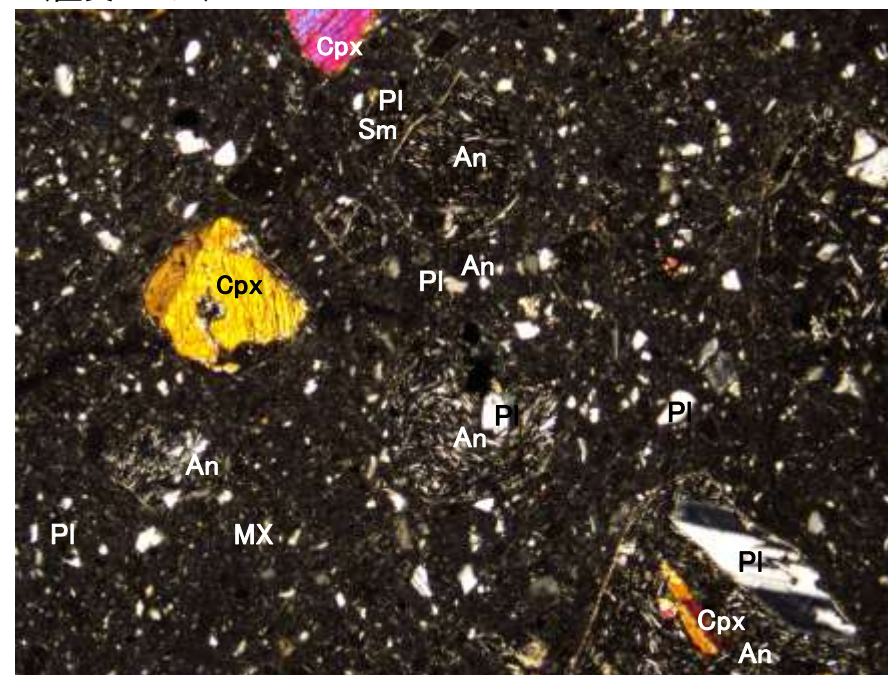
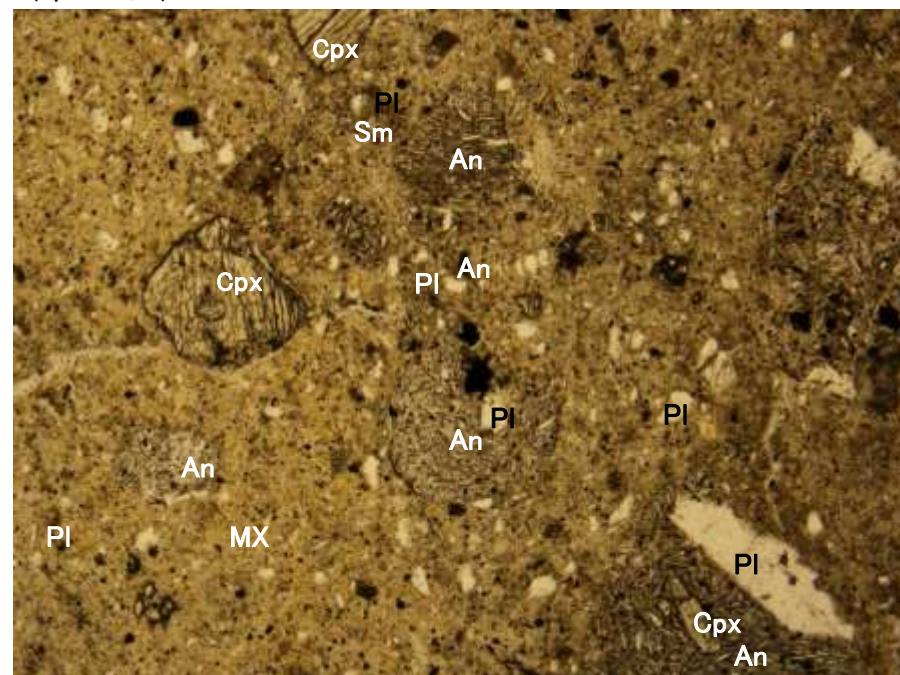
ボーリングコア(K-6.2孔)

- (凡例)
- PI : 斜長石
 - Cpx : 単斜輝石
 - Sm : スメクタイト
 - An : 安山岩片
- 粘土状破砕部
 - 固結した破砕部

(顕微鏡観察結果)
・粘土状破砕部は、変質鉱物であるスメクタイトが多く認められる。

粘土状破砕部(S-2・S-6)の拡大薄片写真
(直交ニコル) スメクタイトは全体に認められる

(単ニコル)



ボーリングコア(K-6.2孔)

- (凡例)
- PI : 斜長石
 - Cpx : 単斜輝石
 - Sm : スメクタイト
 - MX : 石基
 - An : 安山岩片
- 粘土状破砕部
 - 固結した破砕部

(顕微鏡観察結果)
・固結した破砕部は、斜長石、輝石、スメクタイト、石基、安山岩片よりなる。

固結した破砕部(S-2・S-6)の拡大薄片写真

・粘土状破砕部と固結した破砕部の鉱物組成を比較するために、断層規模の大きいS-2・S-6の薄片により観察を実施した結果、粘土状破砕部は固結した破砕部に比べ、造岩鉱物は少なく、変質鉱物であるスメクタイトが多く認められる。

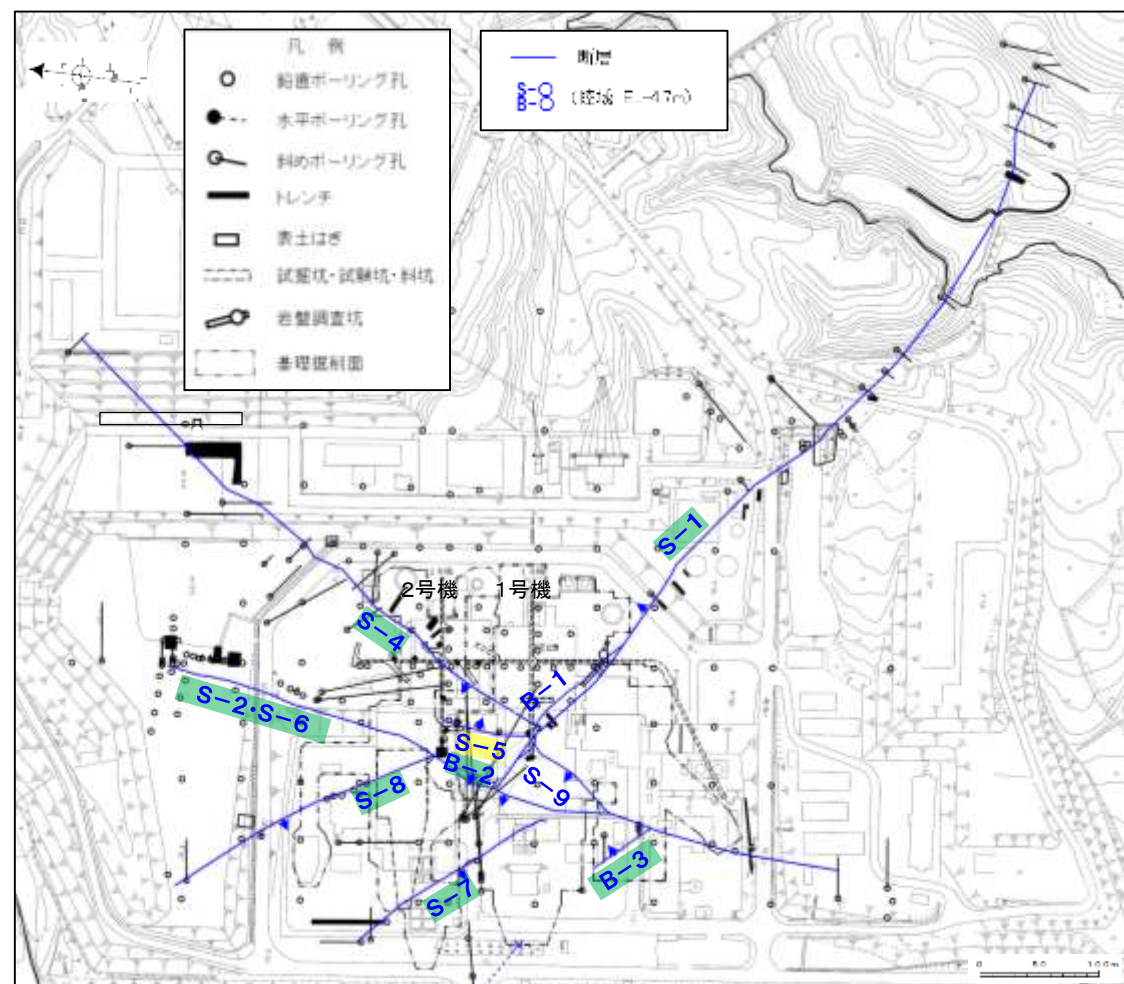
2.5 断層の運動方向

2.5 断層の運動方向

- 粘土状破碎部及び固結した破碎部の運動方向を確認することを目的に、露頭観察、研磨片観察、コア観察、条線観察、薄片観察を実施した。
- 固結した破碎部は、概ね密着しており、条線は確認できないものの、露頭観察、研磨片観察、コア観察、薄片観察から正断層センスの動きが認められる(P.2-39, 補足資料2.5-1)。
- 粘土状破碎部は、条線が確認でき、条線観察や薄片観察から逆断層センス主体の動きが認められる(P.2-40, 補足資料2.5-1)。また、条線方向を踏まえると、縦ずれが卓越する断層と横ずれが卓越する断層に区分される。

【陸域】

・陸域の断層の運動方向調査結果を整理した一覧表を右表に示す。



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°)

- 断層名 S-1, S-4, S-5, S-7, S-8, S-9 粘土状破碎部に逆断層センスが確認された断層
- 断層名 B-1, B-2, B-3, S-2-S-6 粘土状破碎部に正断層センスが確認された断層

位置図

運動方向調査結果 一覧表(陸域)

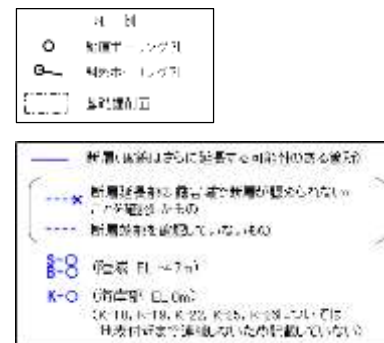
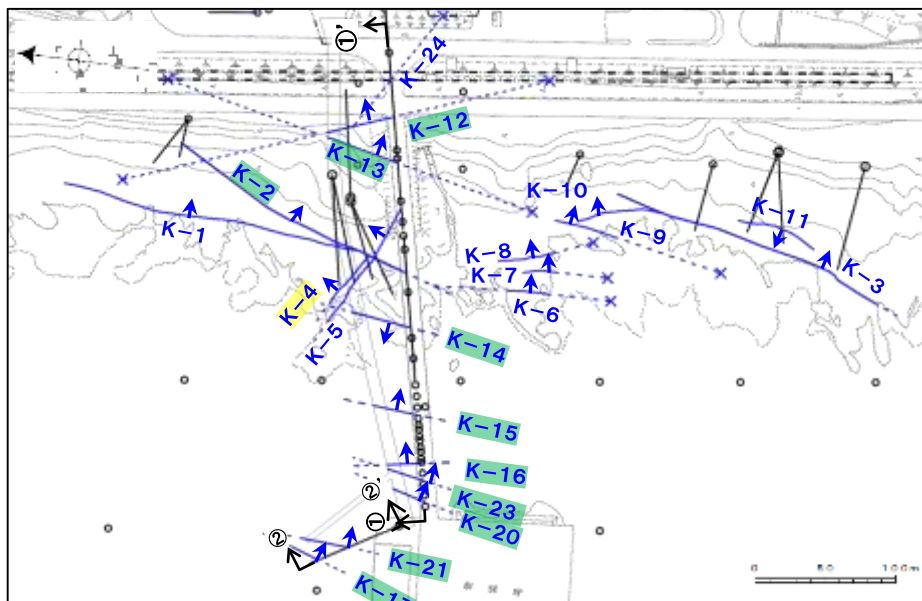
断層名	運動方向			参照資料
	固結した破碎部 変位センス	粘土状破碎部 変位センス		
			条線方向*1	
S-1	正断層センス	右横ずれ逆断層センス	横ずれ卓越	<u>補足資料2.5-1</u> (2)
S-2・S-6	見かけ右横ずれセンス 正断層センス	左横ずれ逆断層センス 右横ずれ逆断層センス	縦ずれ卓越	<u>補足資料2.5-1</u> (3)
S-4	正断層センス	左横ずれ逆断層センス	横ずれ卓越	<u>補足資料2.5-1</u> (4)
S-5	不明	左横ずれ正断層センス	縦ずれ卓越	<u>補足資料2.5-1</u> (5)
S-7	不明	右横ずれ逆断層センス	縦ずれ卓越	<u>補足資料2.5-1</u> (6)
S-8	正断層センス	左横ずれ逆断層センス	縦ずれ卓越	<u>補足資料2.5-1</u> (7)
S-9	不明	不明	横ずれ卓越	<u>補足資料2.5-1</u> (8)
B-1	不明	不明	横ずれ卓越	<u>補足資料2.5-1</u> (9)
B-2	不明	左横ずれ逆断層センス	横ずれ卓越	<u>補足資料2.5-1</u> (10)
B-3	正断層センス	右横ずれ逆断層センス	横ずれ卓越	<u>補足資料2.5-1</u> (11)

*1:条線レイクを横ずれ(0~45° R, 135~179° R)と縦ずれ(46~134° R)に区分し、各断層の条線データの傾向から卓越する方向を判断した。

【海岸部】

・海岸部の断層の運動方向調査結果を整理した一覧表を右表に示す。

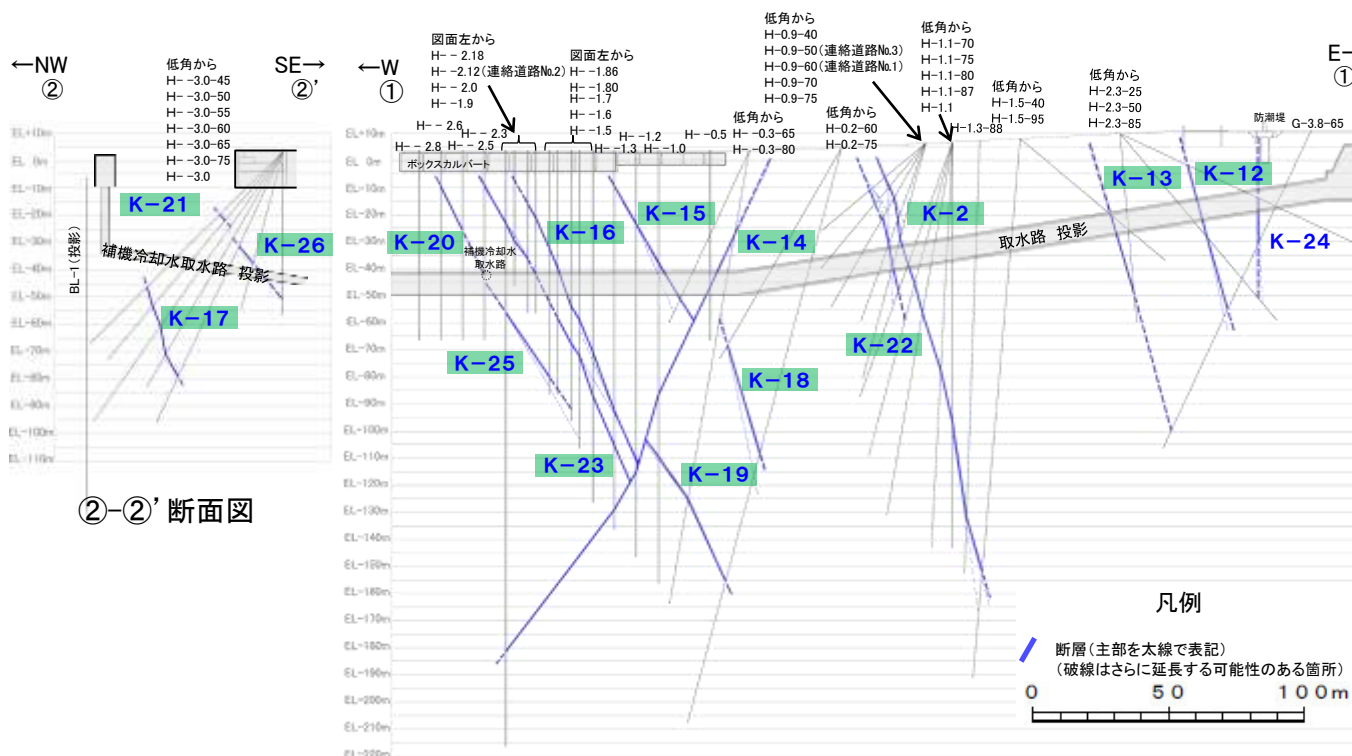
運動方向調査結果 一覧表(海岸部)



断層名	運動方向*1			参照資料
	固結した破砕部 変位センス	粘土状破砕部		
		変位センス	条線方向*2	
K-1	正断層センス	—	—	補足資料2.5-1(12)
K-2	見かけ右横ずれセンス 正断層センス	右横ずれ逆断層センス 左横ずれ逆断層センス	縦ずれ卓越	補足資料2.5-1(13)
K-3	見かけ右横ずれセンス 正断層センス	—	—	補足資料2.5-1(14)
K-4	正断層センス	左横ずれ正断層センス	縦ずれ卓越	補足資料2.5-1(15)
K-5	正断層センス	不明	横ずれ卓越	補足資料2.5-1(16)
K-6	不明	—	—	—
K-7	不明	—	—	—
K-8	不明	—	—	—
K-9	不明	—	—	—
K-10	不明	—	—	—
K-11	不明	—	—	—
K-12	正断層センス	右横ずれ逆断層センス	縦ずれ卓越	補足資料2.5-1(17)
K-13	正断層センス	左横ずれ逆断層センス	縦ずれ卓越	補足資料2.5-1(18)
K-14	正断層センス	左横ずれ逆断層センス 右横ずれ逆断層センス	縦ずれ卓越	補足資料2.5-1(19)
K-15	正断層センス	逆断層センス	縦ずれ卓越	補足資料2.5-1(20)
K-16	正断層センス	右横ずれ逆断層センス 左横ずれ逆断層センス	縦ずれ卓越	補足資料2.5-1(21)
K-17	正断層センス	右横ずれ逆断層センス	縦ずれ卓越	補足資料2.5-1(22)
K-18	正断層センス	右横ずれ逆断層センス	縦ずれ卓越	補足資料2.5-1(23)
K-19	正断層センス	右横ずれ逆断層センス	縦ずれ卓越	補足資料2.5-1(24)
K-20	正断層センス	左横ずれ逆断層センス	縦ずれ卓越	補足資料2.5-1(25)
K-21	正断層センス	右横ずれ逆断層センス	縦ずれ卓越	補足資料2.5-1(26)
K-22	正断層センス	右横ずれ逆断層センス	縦ずれ卓越	補足資料2.5-1(27)
K-23	正断層センス	右横ずれ逆断層センス 左横ずれ逆断層センス	縦ずれ卓越	補足資料2.5-1(28)
K-24	不明	—	—	—
K-25	正断層センス	逆断層センス	縦ずれ卓越	補足資料2.5-1(29)
K-26	正断層センス	左横ずれ逆断層センス	縦ずれ卓越	補足資料2.5-1(30)

矢印(➡)の向きは断層の傾斜方向を示す

位置図



断層名 粘土状破砕部に逆断層センスが確認された断層
断層名 粘土状破砕部に正断層センスが確認された断層

①-①' 断面図

*1: —は存在しないもの。

*2: 条線レイクを横ずれ(0~45° R, 135~179° R)と縦ずれ(46~134° R)に区分し、各断層の条線データの傾向から卓越する方向を判断した。

【固結した破碎部の観察例 上はS-1, 下はK-2】

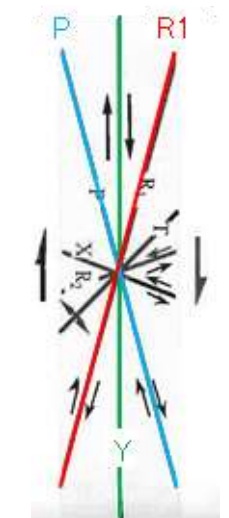
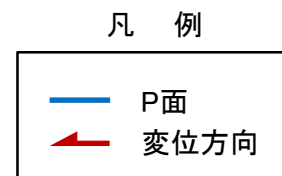


研磨片写真

粘土状破碎部を介在する断層(S-1)の固結した破碎部(岩盤調査坑 No.23切羽)



研磨片写真(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)



研磨片写真

固結した破碎部からなる断層(K-2)の固結した破碎部



研磨片写真(構造等を加筆)



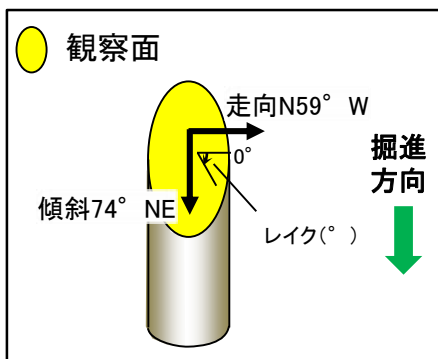
左試料採取付近海岸露頭



面は密着している

・固結した破碎部は、概ね密着しており、固結した破碎部中の変形構造から、見かけ上盤側下がりの変位が推定され、正断層センスが認定できる。

【粘土状破碎部観察例 左はS-1, 右はS-2・S-6】



概念図

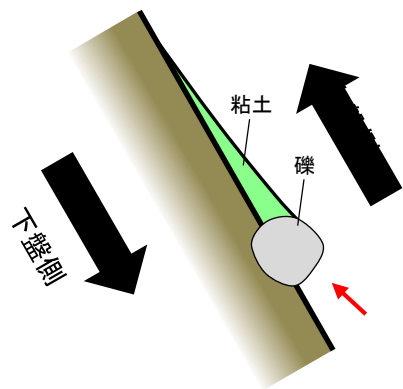
岩盤調査坑 鉛直ボーリングNo.17V孔(下盤側)

※走向は真北で示す。

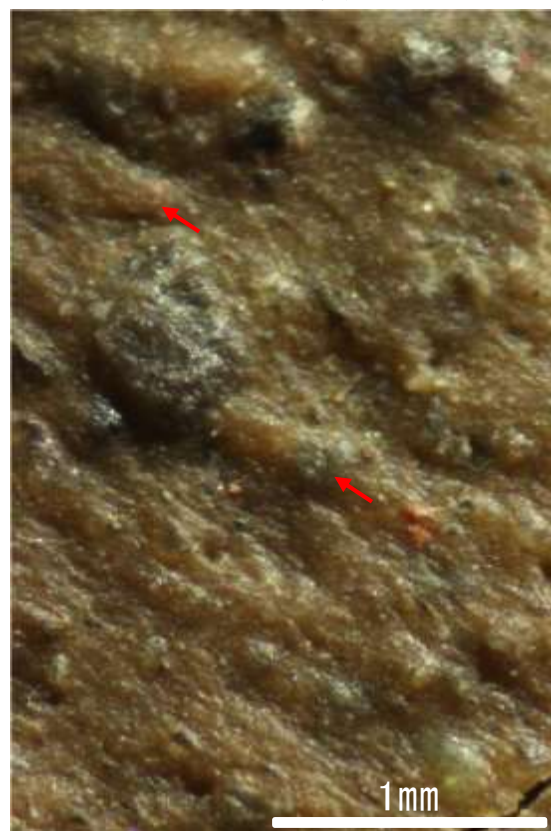


観察面写真

条線方向及び礫周りの粘土の非対称構造から、逆断層センスを示す。



- ・粘土状破碎部には条線が認められる。
- ・条線観察の結果、S-1の粘土状破碎部には、礫周りの粘土の非対称構造から逆断層センスが認定できる。



詳細観察写真

S-1の条線観察結果(岩盤調査坑 No.17V孔)

観察面概念図
(E-8.5-1孔)

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
—	R1面
—	P面
→	変位方向

- ・粘土状破碎部に認められる条線方向で薄片を作製。
- ・薄片観察の結果、粘土状破碎部中には明瞭なY面が認められ、その近傍では粒子の配列や比較的連続性のよい割れ目が認められる。この粒子の配列から想定されるP面や割れ目から想定されるR1面より、見かけ上盤側上がりの変位が推定され、逆断層センスが認定できる。

直交ニコル

単ニコル(構造等を加筆)

顕微鏡写真

S-2・S-6の薄片観察結果(E-8.5-1孔)

2.6 まとめ

2.6 まとめ

断層の分布, 性状, 運動方向について, 以下の通り整理し, 4.評価対象断層の選定のための基礎データとした。

2.2 敷地に分布する別所岳安山岩類及び破碎部

- 敷地に分布する別所岳安山岩類は, 安山岩と凝灰角礫岩からなる。安山岩は岩相により, 安山岩(均質)と安山岩(角礫質)に区分。
- 敷地の地質構造の把握にあたっては, 別所岳安山岩類中に認められるすべての不連続面から破碎部を有するものを抽出し, 軟質な粘土状破碎部, 砂状破碎部, 角礫状破碎部と, 岩盤と同程度の硬さを有する固結した粘土・砂状破碎部, 固結した角礫状破碎部に分類。

2.3 断層の分布

- 敷地内断層は別所岳安山岩類中のみに分布し, 陸域においては, S-1, S-2・S-6, S-4, S-5, S-7, S-8, S-9, B-1, B-2, B-3の10本, 海岸部においては, K-1~K-26の26本の断層が認められる。

2.4 断層の性状

- 断層の傾斜は概ね高角で, 走向は概ね2系統(I系: NW-SE系, II系: N-S~NE-SW系)である。
- いずれの断層も固結した破碎部(岩盤と同程度の硬さを有する)からなり, 粘土状破碎部(一部, 砂状, 角礫状破碎部)を介在する断層もある。
- X線回折分析, 薄片観察の結果, 敷地の断層の破碎部は, 周辺の母岩の造岩鉱物と変質鉱物の組み合わせからなり, それぞれの破碎部は, 鉱物組成が類似している。

2.5 断層の運動方向

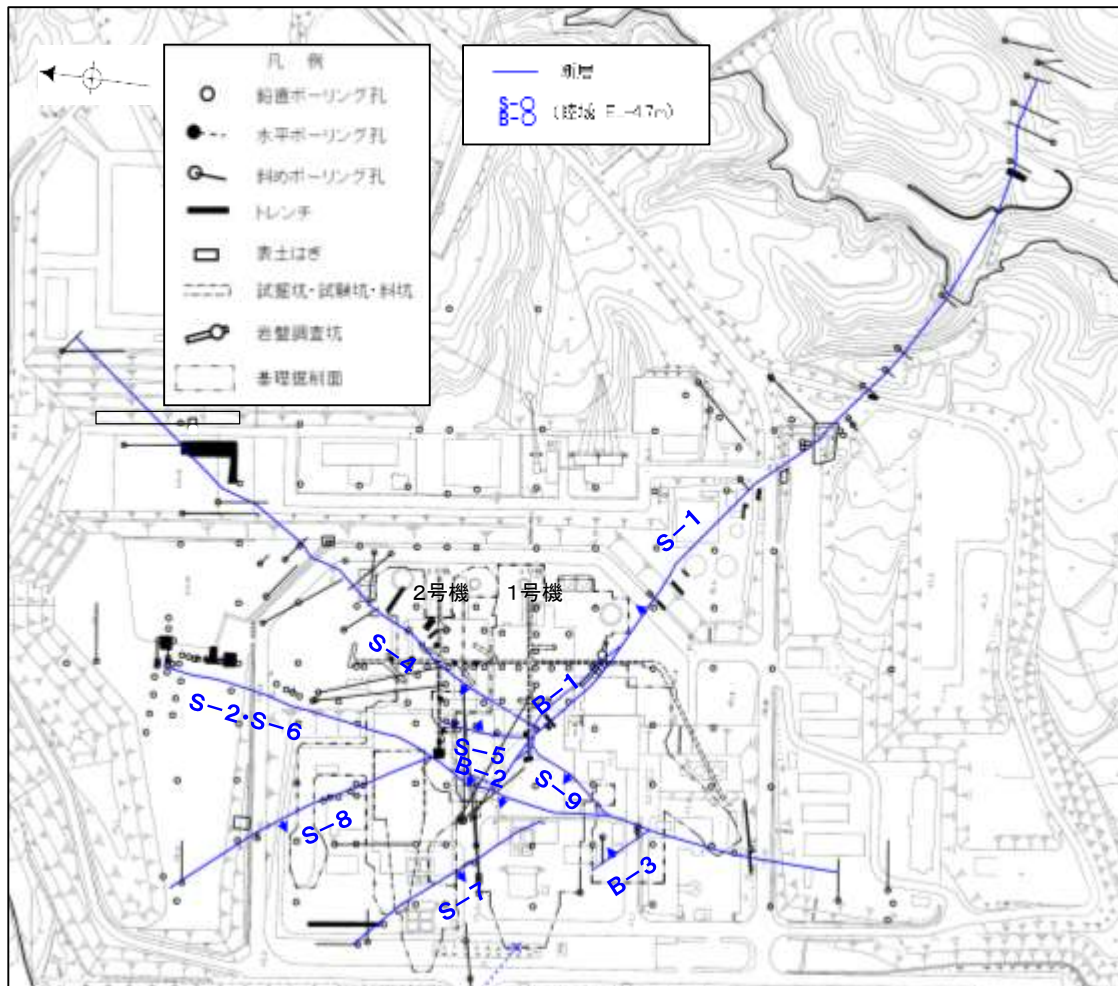
- 固結した破碎部は, 概ね密着しており, 条線は確認できないものの, 研磨片観察やコア観察, 薄片観察から正断層センスの動きが認められる。
- 粘土状破碎部には, 条線が確認でき, 条線観察や薄片観察から逆断層センス主体の動きが認められる。また, 条線方向を踏まえると, 縦ずれが卓越する断層と横ずれが卓越する断層に区分される。

【陸域】

紫字: 第1073回審査会合以降の変更箇所

○陸域の断層の分布, 性状, 運動方向について, 以下の通り整理した。

断層一覧表



断層名	性状						運動方向			
	一般走向と系統 (真北)	傾斜	断層長さ*1	破碎部の幅*2	粘土状破碎部の幅*3	破碎部の分類	破碎部の鉱物組成	固結した破碎部	粘土状破碎部	条線方向*4
S-1	N60° W I	80~70° NE*1	780m	14cm (27cm)	1cm (6cm)	固結した破碎部 (粘土状破碎部を介在)	Crs,Pl,Mi,Sm, Hem,Mgh	正断層	右横ずれ 逆断層	横ずれ
S-2・S-6	N11° E II	60° NW*2	600m	29cm (108cm)	3cm (17cm)	固結した破碎部 (粘土状破碎部を介在)	Crs,Trd,Pl, Px,Sm,Hem	見かけ右横ずれ 正断層	左横ずれ 逆断層 右横ずれ 逆断層	縦ずれ
S-4	N29° E II	66° NW*3	510m	7cm (20cm)	2cm (10cm)	固結した破碎部 (粘土状破碎部を介在)	Crs,Pl,Sm, Hy,Hem	正断層	左横ずれ 逆断層	横ずれ
S-5	N4° E II	70° SE*4	70m	3cm (7cm)	2cm (3cm)	固結した破碎部 (粘土状破碎部を介在)	Crs,Pl,Px, Sm,Hem	不明	左横ずれ 正断層	縦ずれ
S-7	N41° W I	60° SW*4	190m	10cm (25cm)	2cm (5cm)	固結した破碎部 (粘土状破碎部を介在)	Crs,Trd,Pl, Px,Hbl,Sm, Cpt,Hem	不明	右横ずれ 逆断層	縦ずれ
S-8	N28° W I	58° SW*2	250m	11cm (18cm)	1cm (2cm)	固結した破碎部 (粘土状破碎部を介在)	Crs,Trd,Pl, Px,Sm,Hem,Py	正断層	左横ずれ 逆断層	縦ずれ
S-9	N35° E II	50° NW*3	85m	10cm (19cm)	フィルム状 (フィルム状)	固結した破碎部 (粘土状破碎部を介在)	Crs,Pl,Px, Sm,Hem	不明	不明	横ずれ
B-1	N49° W I	86° NE*5	100m	6cm (10cm)	0.3cm (0.5cm)	固結した破碎部 (粘土状破碎部を介在)	Crs,Pl,Sm, Hem	不明	不明	横ずれ
B-2	N12° E II	60° NW*5	50m	6cm (10cm)	3cm (3cm)	固結した破碎部 (粘土状破碎部を介在)	Pl,Sm,Hem	不明	左横ずれ 逆断層	横ずれ
B-3	N42° W I	82° NE*5	60m	3cm (3cm)	2cm (2cm)	固結した破碎部 (粘土状破碎部を介在)	Crs,Trd,Pl, Sm,Hem	正断層	右横ずれ 逆断層	横ずれ

(走向系統) 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
 (鉱物組成の略名) Crs: クリスタライト Trd: トリディマイト Pl: 斜長石 Px: 輝石類 Hbl: 普通角閃石 Mi: 雲母鉱物 Sm: スメクタイト Hy: ハロイサイト Cpt: クリノタイロライト Hem: 赤鉄鉱 Py: 黄鉄鉱 Mgh: 磁赤鉄鉱

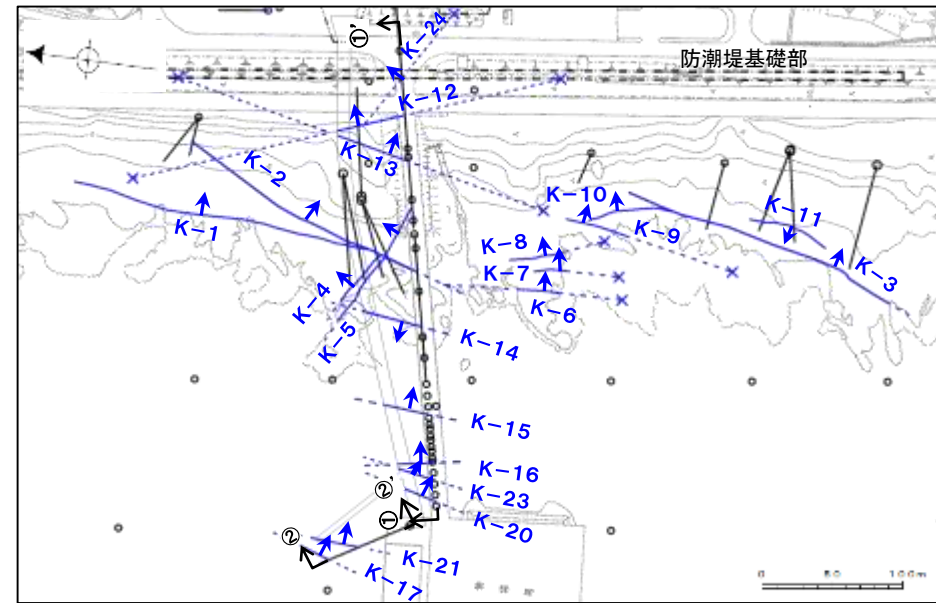
*1: 露頭もしくはボーリングにより破碎部が認められないことを確認した地点までの長さ。
 *2: すべての破碎部の平均値(下段括弧内は最大値)。詳細は、補足資料2.4-1(1)。
 *3: 粘土状破碎部の幅の平均値(下段括弧内は最大値)。
 *4: 条線レイクを横ずれ(0~45° R, 135~179° R)と縦ずれ(46~134° R)に区分し、各断層の条線データの傾向から卓越する方向を判断した。

位置図

○海岸部の断層の分布, 性状, 運動方向について, 以下の通り整理した。

【海岸部】

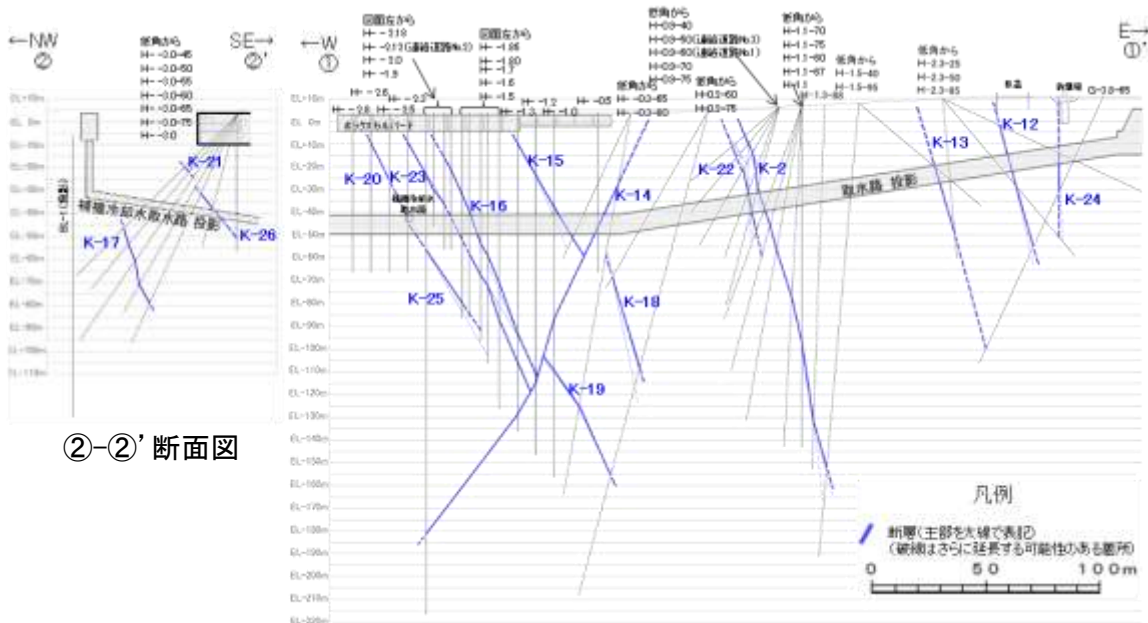
断層一覧表



矢印(➡)の向きは断層の傾斜方向を示す



平面図



②-②' 断面図

(走向系統)
I: NW-SE系
II: N-S~NE-SW系

(傾斜の確認位置)
※1: 海岸部露頭
※2: ボーリングで確認したすべての破砕部のベクトル平均値(補足資料2.4-1(4))

(鉱物組成の略名)
Qtz: 石英 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 Mi: 雲母鉱物 Tod: 轟石 Sm: スメクタイト
Sep: セピオライト Hem: 赤鉄鉱 Php: フィリプサイト

断層名	性状*1						運動方向*1				
	一般走向と系統(真北)	傾斜	断層長さ*2	破砕部の幅*3	粘土状破砕部の幅*4	破砕部の分類	破砕部の鉱物組成	固結した破砕部	粘土状破砕部	条線方向*5	
K-1	N4° E	II	58° SE※1	205m	10cm (19cm)	-	固結した破砕部	Pl,Px,Sm	正断層	-	-
K-2	N19° E	II	72° SE※1	180m以上	28cm (94cm)	2cm (4cm)	固結した破砕部 (粘土状破砕部を介在)	Qtz,Crs, Trd,Pl,Px, Sm,Sep, Hem,Php	見かけ右横ずれ 正断層	右横ずれ 逆断層 左横ずれ 逆断層	縦ずれ
K-3	N16° E	II	70° SE※1	200m以上	12cm (20cm)	-	固結した破砕部	Crs,Pl,Px, Sm,Hem	見かけ右横ずれ 正断層	-	-
K-4	N56° W	I	85° NE※1	45m以上	13cm (26cm)	4cm (4cm)	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	左横ずれ 正断層	縦ずれ
K-5	N63° W	I	64° NE※1	75m以上	11cm (18cm)	0.6cm (0.7cm)	固結した破砕部 (粘土状破砕部を介在)	Crs,Pl,Sm	正断層	不明	横ずれ
K-6	N2° W	II	60° NE※1	25m以上 130m以下	7cm (9cm)	-	固結した破砕部	Pl,Sm,Hem	不明	-	-
K-7	N8° W	II	88° NE※1	20m以上 55m以下	8cm (11cm)	-	固結した破砕部	Pl,Px,Sm	不明	-	-
K-8	N15° W	II	80° NE※1	35m以上 70m以下	11cm (21cm)	-	固結した破砕部	Pl,Px,Sm	不明	-	-
K-9	N10° E	II	88° SE※1	40m以上 120m以下	7cm (12cm)	-	固結した破砕部	Pl,Px,Sm	不明	-	-
K-10	N16° W	II	62° NE※1	60m	9cm (10cm)	-	固結した破砕部	Crs,Pl,Px, Sm,Hem	不明	-	-
K-11	N14° E	II	70° NW※1	60m	9cm (9cm)	-	固結した破砕部	Pl,Px,Sm, Hem	不明	-	-
K-12	N21° W※2	II	72° NE※2	50m以上 310m以下	13cm (21cm)	1cm (2cm)	固結した破砕部 (粘土状破砕部を介在)	Crs,Pl,Sm	正断層	右横ずれ 逆断層	縦ずれ
K-13	N12° E※2	II	74° SE※2	55m以上 300m以下	16cm (27cm)	2cm (2cm)	固結した破砕部 (粘土状破砕部を介在)	Pl,Sm,Hem,Px	正断層	左横ずれ 逆断層	縦ずれ
K-14	N7° E※2	II	66° NW※2	40m以上	37cm (72cm)	2cm (3cm)	固結した破砕部 (粘土状破砕部を介在)	Crs,Pl,Sm, Hem,Php	正断層	左横ずれ 逆断層 右横ずれ 逆断層	縦ずれ
K-15	N4° E※2	II	68° SE※2	30m以上	14cm (33cm)	0.4cm (0.7cm)	固結した破砕部 (粘土状破砕部を介在)	Crs,Pl,Sm, Hem	正断層	逆断層	縦ずれ
K-16	N10° W※2	II	67° NE※2	20m以上	23cm (51cm)	2cm (5cm)	固結した破砕部 (粘土状破砕部を介在)	Crs,Pl,Px, Sm,Hem	正断層	右横ずれ 逆断層 左横ずれ 逆断層	縦ずれ
K-17	N18° E※2	II	78° SE※2	不明	12cm (17cm)	0.5cm (2cm)	固結した破砕部 (粘土状破砕部を介在)	Crs,Pl,Px,Tod, Sm,Hem	正断層	右横ずれ 逆断層	縦ずれ
K-18	N8° E※2	II	78° SE※2	40m以上	51cm (55cm)	3cm (4cm)	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	縦ずれ
K-19	N12° W※2	II	65° NE※2	不明	8cm (11cm)	0.2cm (0.5cm)	固結した破砕部 (粘土状破砕部を介在)	Crs,Pl,Px,Mi, Sm,Hem	正断層	右横ずれ 逆断層	縦ずれ
K-20	N15° E※2	II	63° SE※2	不明	5cm (6cm)	0.2cm (0.3cm)	固結した破砕部 (粘土状破砕部を介在)	Qtz,Pl,Sm	正断層	左横ずれ 逆断層	縦ずれ
K-21	N4° E※2	II	66° SE※2	不明	11cm (19cm)	1cm (1cm)	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	縦ずれ
K-22	N9° W※2	II	73° NE※2	40m以上	7cm (11cm)	0.6cm (1cm)	固結した破砕部 (粘土状破砕部を介在)	Pl,Px,Sm,Hem	正断層	右横ずれ 逆断層	縦ずれ
K-23	N10° E※2	II	65° SE※2	20m以上	8cm (17cm)	0.4cm (1cm)	固結した破砕部 (粘土状破砕部を介在)	Crs,Pl,Px,Sm, Hem	正断層	右横ずれ 逆断層 左横ずれ 逆断層	縦ずれ
K-24	N58° W※2	I	89° NE※2	105m以下	10cm (11cm)	-	固結した破砕部 (砂状破砕部を介在)	不明	不明	-	-
K-25	N1° W※2	II	65° NE※2	25m以上	12cm (20cm)	0.2cm (0.2cm)	固結した破砕部 (粘土状破砕部を介在)	Crs,Pl,Sm, Hem	正断層	逆断層	縦ずれ
K-26	N14° E※2	II	68° SE※2	35m以上	9cm (10cm)	1cm (2cm)	固結した破砕部 (粘土状破砕部を介在)	Pl,Sm,Hem	正断層	左横ずれ 逆断層	縦ずれ

*1: - は存在しないもの。
 *2: 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。海岸部において、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等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。
 *3: すべての破砕部の平均値(下段括弧内は最大値)。詳細は、補足資料2.4-1(2)。
 *4: 粘土状破砕部の幅の平均値(下段括弧内は最大値)。
 *5: 条線レイクを横ずれ(0~45° R, 135~179° R)と縦ずれ(46~134° R)に区分し、各断層の条線データの傾向から卓越する方向を判断した。

3. 2号炉の耐震重要施設及び重大事故等
対処施設と断層との位置関係

3. 2号炉の耐震重要施設及び重大事故等対処施設と断層との位置関係

- 重要な安全機能を有する施設が、将来活動する可能性のある断層等の露頭がある地盤面に設置された場合、その将来の断層等の活動によって安全機能に重大な影響を与えるおそれがあることから、重要施設(耐震重要施設及び重大事故等対処施設)と断層との位置関係を明らかにした。
- 重要施設の直下にある断層は、S-2・S-6, S-4, S-5, S-7, S-8, B-2, K-2, K-4, K-5, K-12~K-18, K-20~K-23, K-25, K-26の22本である。

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
 - 重要施設の直下にある断層
 - 重要施設の直下でない断層
- (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
- S-○ (陸域 EL-4.7m)
B-○
K-○ (海岸部 EL 0m)
- 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°)
- 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
 - ・東側・南側大容量淡水貯水槽
 - ・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
(設置変更許可申請以降に追加した施設を含む)
- ○ — 耐震重要施設
 - ○ — 重大事故等対処施設※2

敷地内断層一覧

区分	断層名
重要施設の直下にある断層	S-2・S-6
	S-4
	S-5
	S-7
	S-8
	B-2
	K-2
	K-4
	K-5
	K-12
	K-13
	K-14
	K-15
	K-16
	K-17
	K-18
	K-20
	K-21
	K-22
	K-23
	K-25
	K-26
重要施設の直下でない断層	S-1
	S-9
	B-1
	B-3
	K-1
	K-3
	K-6
	K-7
	K-8
	K-9
	K-10
K-11	
K-19	
K-24	

※1 耐震重要施設ではないが、耐震重要施設を支持する間接支持構造物であることから、耐震重要施設に含めた。ただし、原子炉建屋については原子炉建屋原子炉棟は耐震重要施設、それ以外の部分は耐震重要施設を支持する間接支持構造物である。

※2 第788回審査会合 机上配布資料1において記載していた淡水貯水槽(東側・南側)については、重大事故等対処施設ではなく代替淡水源(措置)とした。

4. 評価対象断層の選定

4.1 評価対象断層の選定手順	.....	4- 2
4.2 隣接する断層に並走する小規模な断層の検討	.....	4- 4
4.3 4項目のデータに基づく系統区分	.....	4- 6
4.4 ステップ1 切り合い関係による新旧検討	.....	4-12
4.5 ステップ2 系統区分・断層規模, 重要施設との 位置関係による検討	.....	4-23
4.6 ステップ3 隣接する断層との関係からの個別検討	.....	4-27
4.7 評価対象断層の選定 まとめ	.....	4-35

4.1 評価対象断層の選定手順

4.1 評価対象断層の選定手順

■敷地内断層のうち、活動性評価を行う断層(評価対象断層)を選定するために、以下の手順で検討を行った。評価対象としない断層は評価対象断層に評価を代表させることとした。

【隣接する断層に並走する小規模な断層の検討】

隣接する断層に並走する規模が小さい断層については、水平方向や深部方向の分布の関係、断層形成過程に関する知見に照らした検討により、**隣接する断層の一部であるか否かについて検討し、一部であると判断される場合には、隣接する断層に評価を代表させる。**

【4項目のデータに基づく系統区分】

敷地の断層は、いずれも別所岳安山岩類中に分布し、固結した破碎部(一部、粘土状破碎部を介在)からなり、破碎部の鉱物組成が類似している。このため、**活動時期に関連する「走向」、「傾斜」、「運動方向(固結した破碎部)」、「運動方向(粘土状破碎部)」の4項目のデータに基づき、系統区分を行う。**

【ステップ1 切り合い関係による新旧検討】

会合部の切り合い関係により、新旧を明確に判断できる場合は、相対的に活動が新しいと判断したものを**評価対象断層**として選定し、古いと判断したものは**評価対象とせず**、新しいと判断したものに評価を代表させる。

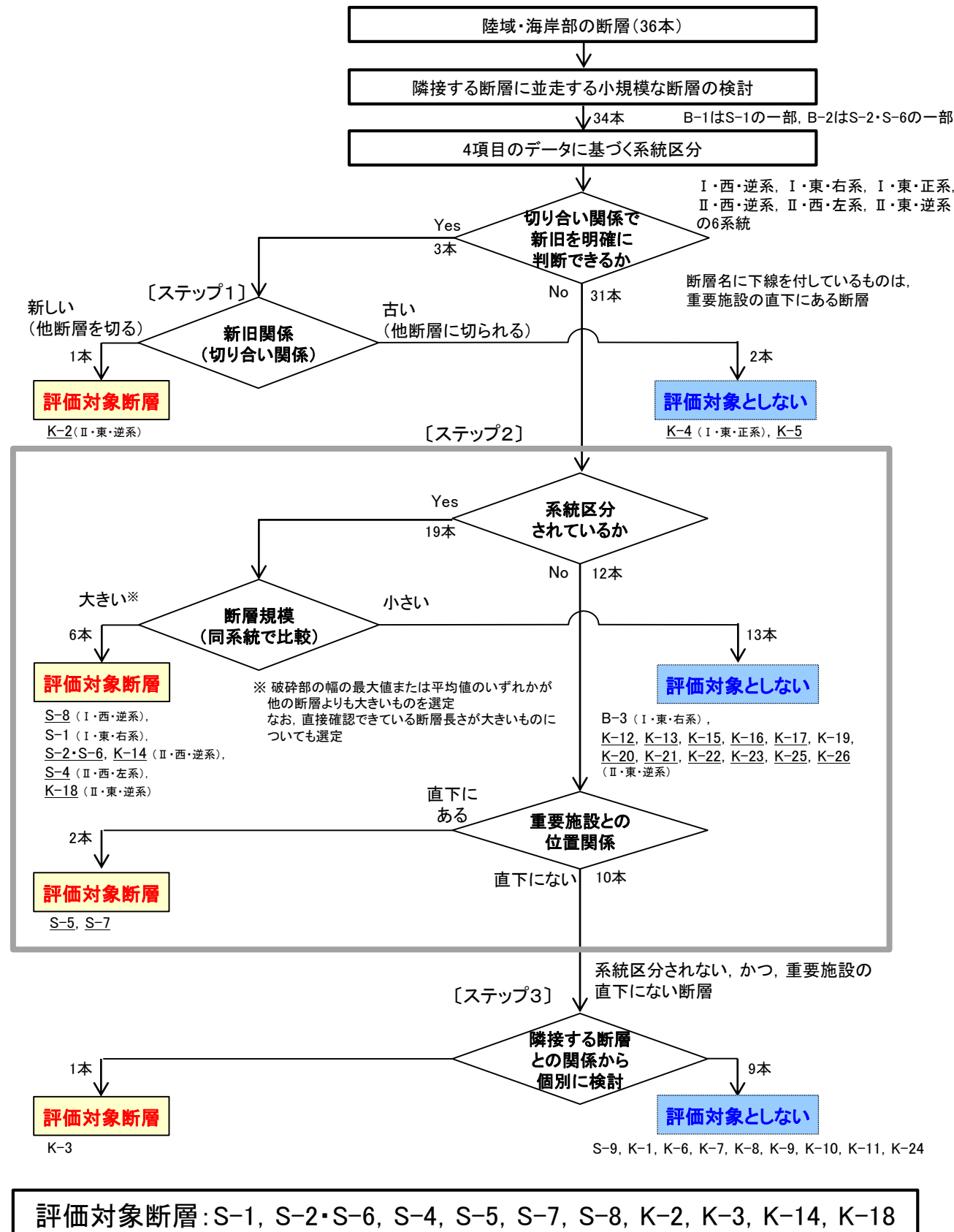
【ステップ2 系統区分・断層規模、重要施設との位置関係による検討】

切り合い関係により、新旧を明確に判断できない場合は、系統区分の結果に基づき、同系統に区分される断層のうち、「断層規模が大きい断層」※を**評価対象断層**として選定し、同系統で「断層規模が小さい断層」は**評価対象とせず**、「断層規模が大きい断層」に評価を代表させる。
さらに、系統区分されない断層のうち、重要施設の直下にある断層は、断層規模に関わらず、変位・変形の有無を確認することとし、すべて**評価対象断層**として選定する。

※破碎部の幅の最大値または平均値のいずれかが他の断層よりも大きいものを選定する。
なお、直接確認できている断層長さが大きいものについても選定する。

【ステップ3 隣接する断層との関係からの個別検討】

系統区分されない、かつ、重要施設の直下でない断層については、それぞれの断層について隣接する断層との関係から個別に検討し、**評価対象断層か評価対象としないか**を判断する。



評価対象断層: S-1, S-2・S-6, S-4, S-5, S-7, S-8, K-2, K-3, K-14, K-18

4.2 隣接する断層に並走する小規模な断層の検討

4.2 隣接する断層に並走する小規模な断層の検討

○S-1に並走する小規模な断層としてB-1が分布し、S-2・S-6に並走する小規模な断層としてB-2が分布する。

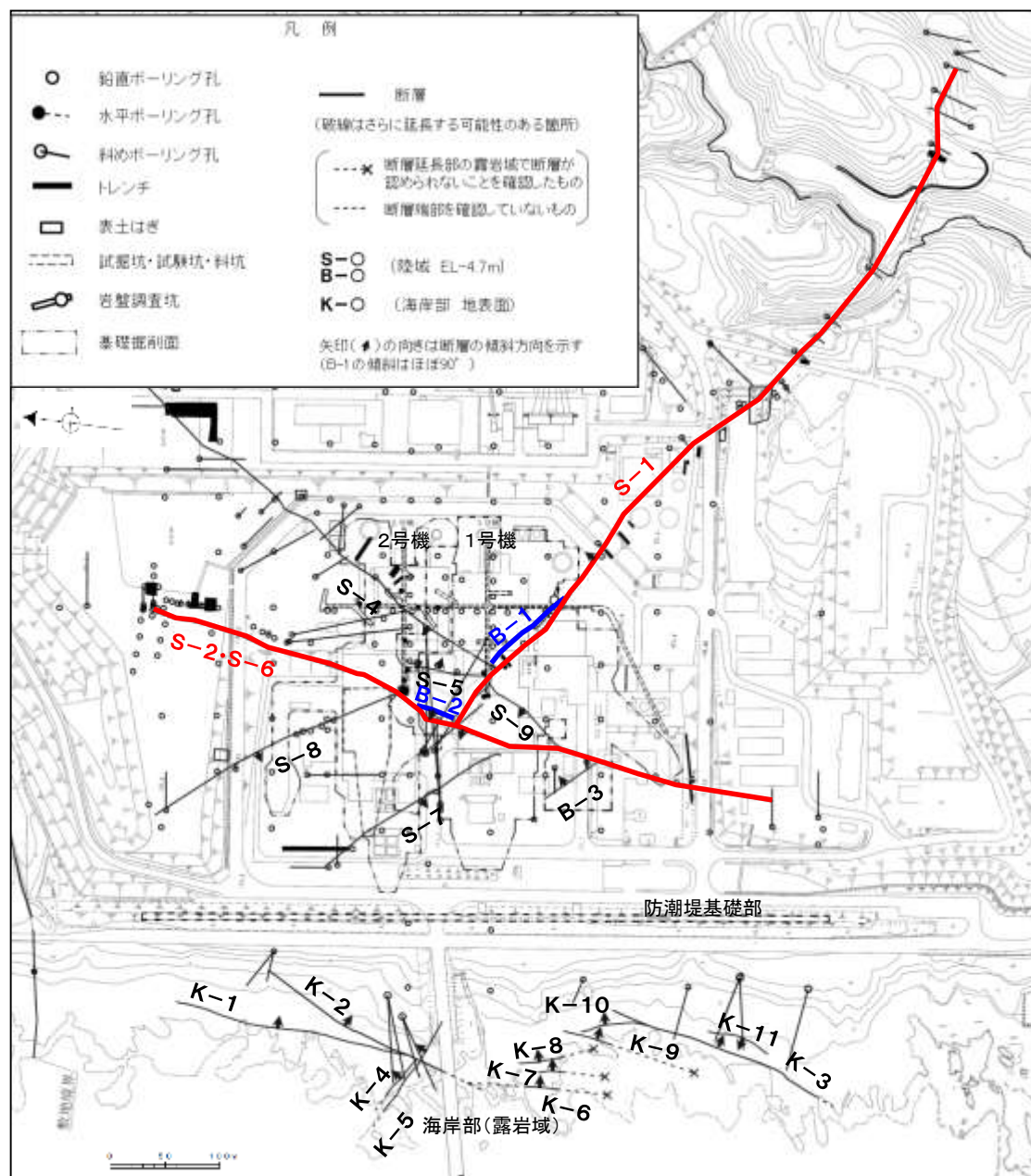
・B-1とS-1の分布の関係を詳細に確認すると、B-1は、水平方向ではS-1に最大約10m程度の離隔で並走し、深度方向ではS-1に会合する関係にある(補足資料4.2-1(1) P.4.2-1-3)。

・B-2とS-2・S-6の分布の関係を詳細に確認すると、B-2は、水平方向ではS-2・S-6に最大約8m程度の離隔で並走して北部で会合し、深度方向ではS-2・S-6とほぼ同じ傾斜であり、地下深部で認められなくなる(補足資料4.2-1(1) P.4.2-1-8~12)。

○これらの分布の関係を踏まえ、B-1はS-1の一部、B-2はS-2・S-6の一部と判断する。

○なお、この判断は、断層形成に関わったゾーンについての知見(注1)や、断層の形成に伴うせん断組織についての知見(注2)に照らしても、矛盾しない(補足資料4.2-1(2))。

(注1) Vermilye and Scholz(1998) (注2) 狩野・村田(1998)



断層分布図

断層性状一覧表

断層名	一般走向と系統 (真北)	傾斜	断層 長さ*1	破碎部 の幅*2	粘土状破碎 部の幅*3
S-1	N60° W I	80~70° NE※1	780m	14cm (27cm)	1cm (6cm)
S-2・S-6	N11° E II	60° NW※2	600m	34cm (108cm)	3cm (17cm)
B-1	N49° W I	86° NE※3	100m	6cm (10cm)	0.3cm (0.5cm)
B-2	N12° E II	60° NW※3	50m	6cm (10cm)	3cm (3cm)

(走向系統)
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 : 基礎掘削面

*1: 露頭もしくはボーリングにより破碎部が認められないことを確認した地点までの長さ。

*2: 破碎部全体の平均値(下段括弧内は最大値)。

*3: 粘土状破碎部の幅の平均値(下段括弧内は最大値)

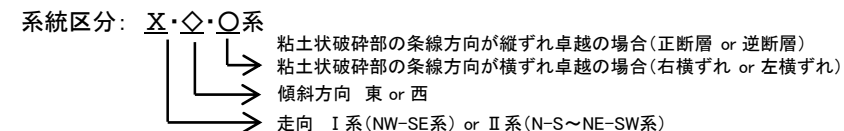
4.3 4項目のデータに基づく系統区分

4.3 4項目のデータに基づく系統区分 ー概要ー

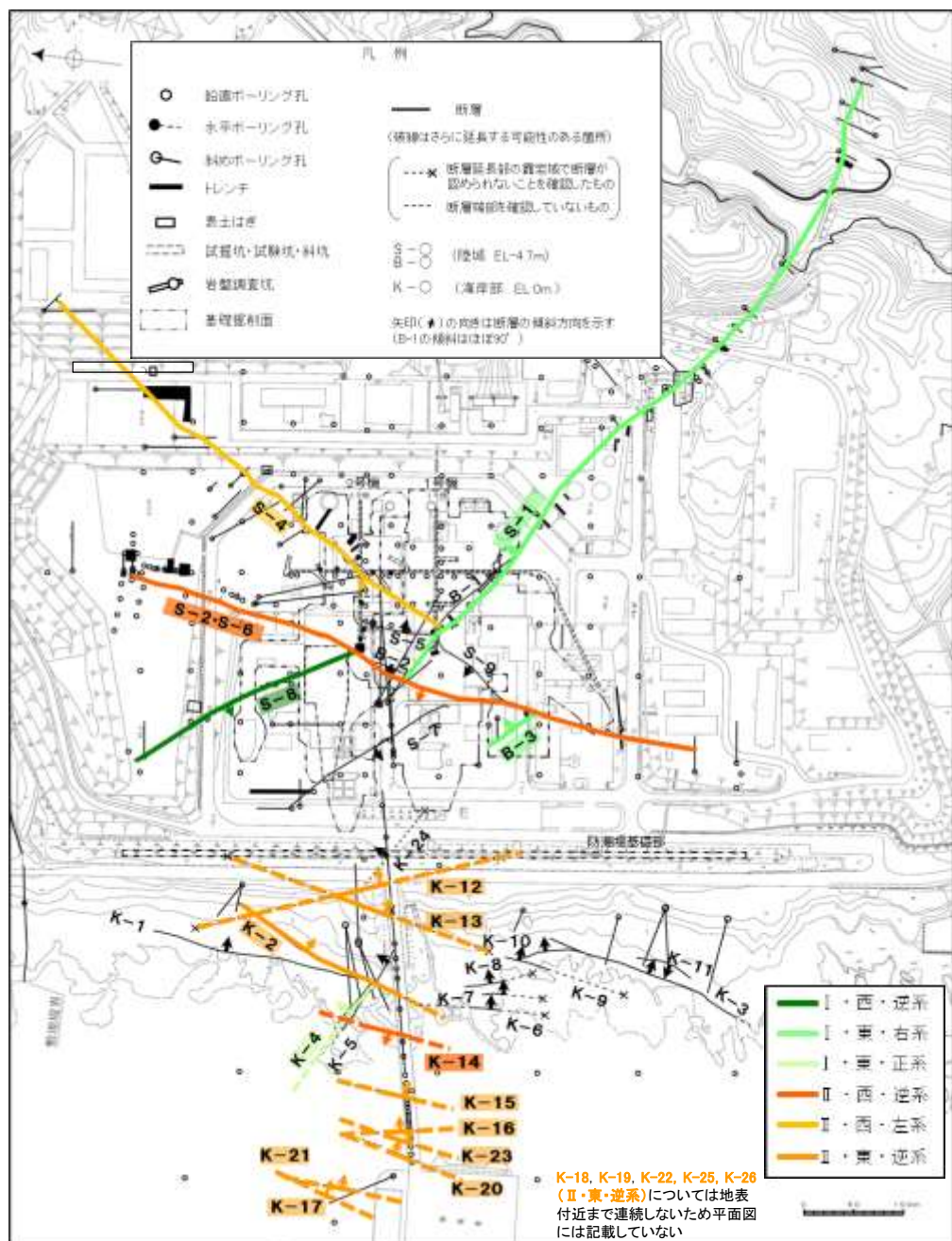
○「走向」、「傾斜」、「運動方向(固結した破碎部)」、「運動方向(粘土状破碎部)」の4項目のデータに基づき、系統区分を行った結果、6系統に区分された(下表、次頁、次々頁)。

○系統区分された断層はいずれも「傾斜角度」は高角、「運動方向(固結した破碎部)」は正断層であったことから、系統区分の名称については、以下のとおり、「走向」、「傾斜方向」、「運動方向(粘土状破碎部)」を用いた。

- I・西・逆系＝「走向：I系(NW-SE系)」・「傾斜方向：西傾斜」・「運動方向(粘土状破碎部)：逆断層」
- I・東・右系＝「走向：I系(NW-SE系)」・「傾斜方向：東傾斜」・「運動方向(粘土状破碎部)：右横ずれ断層」
- I・東・正系＝「走向：I系(NW-SE系)」・「傾斜方向：東傾斜」・「運動方向(粘土状破碎部)：正断層」
- II・西・逆系＝「走向：II系(N-S～NE-SW系)」・「傾斜方向：西傾斜」・「運動方向(粘土状破碎部)：逆断層」
- II・西・左系＝「走向：II系(N-S～NE-SW系)」・「傾斜方向：西傾斜」・「運動方向(粘土状破碎部)：左横ずれ断層」
- II・東・逆系＝「走向：II系(N-S～NE-SW系)」・「傾斜方向：東傾斜」・「運動方向(粘土状破碎部)：逆断層」



(「走向」、「傾斜」の検討はP.4-10、「運動方向」の検討はP.4-11および補足資料4.3-1)



位置図

系統区分された断層

断層名	走向・傾斜		運動方向		系統区分	
	一般走向(真北)と系統	傾斜	固結した破碎部	粘土状破碎部		
S-8	N28° W	I	58° SW	正断層	左横ずれ逆断層(縦ずれ卓越)	I・西・逆系
S-1	N60° W	I	80~70° NE	正断層	右横ずれ逆断層(横ずれ卓越)	I・東・右系
B-3	N42° W	I	82° NE	正断層	右横ずれ逆断層(横ずれ卓越)	I・東・正系
K-4	N56° W	I	85° NE	正断層	左横ずれ正断層(縦ずれ卓越)	I・東・正系
S-2・S-6	N11° E	II	60° NW	正断層	左・右横ずれ逆断層(縦ずれ卓越)	II・西・逆系
K-14	N7° E	II	66° NW	正断層	左・右横ずれ逆断層(縦ずれ卓越)	II・西・逆系
S-4	N29° E	II	66° NW	正断層	左横ずれ逆断層(横ずれ卓越)	II・西・左系
K-2	N19° E	II	72° SE	正断層	右・左横ずれ逆断層(縦ずれ卓越)	II・西・左系
K-18	N8° E	II	78° SE	正断層	右横ずれ逆断層(縦ずれ卓越)	II・西・左系
K-16	N10° W	II	67° NE	正断層	右・左横ずれ逆断層(縦ずれ卓越)	II・西・左系
K-15	N4° E	II	68° SE	正断層	逆断層(縦ずれ卓越)	II・西・左系
K-13	N12° E	II	74° SE	正断層	左横ずれ逆断層(縦ずれ卓越)	II・西・左系
K-12	N21° W	II	72° NE	正断層	右横ずれ逆断層(縦ずれ卓越)	II・西・左系
K-25	N1° W	II	65° NE	正断層	逆断層(縦ずれ卓越)	II・東・逆系
K-21	N4° E	II	66° SE	正断層	右横ずれ逆断層(縦ずれ卓越)	II・東・逆系
K-17	N18° E	II	78° SE	正断層	右横ずれ逆断層(縦ずれ卓越)	II・東・逆系
K-23	N10° E	II	65° SE	正断層	右・左横ずれ逆断層(縦ずれ卓越)	II・東・逆系
K-19	N12° W	II	65° NE	正断層	右横ずれ逆断層(縦ずれ卓越)	II・東・逆系
K-22	N9° W	II	73° NE	正断層	右横ずれ逆断層(縦ずれ卓越)	II・東・逆系
K-26	N14° E	II	68° SE	正断層	左横ずれ逆断層(縦ずれ卓越)	II・東・逆系
K-20	N15° E	II	63° SE	正断層	左横ずれ逆断層(縦ずれ卓越)	II・東・逆系

系統区分結果

系統区分されない断層

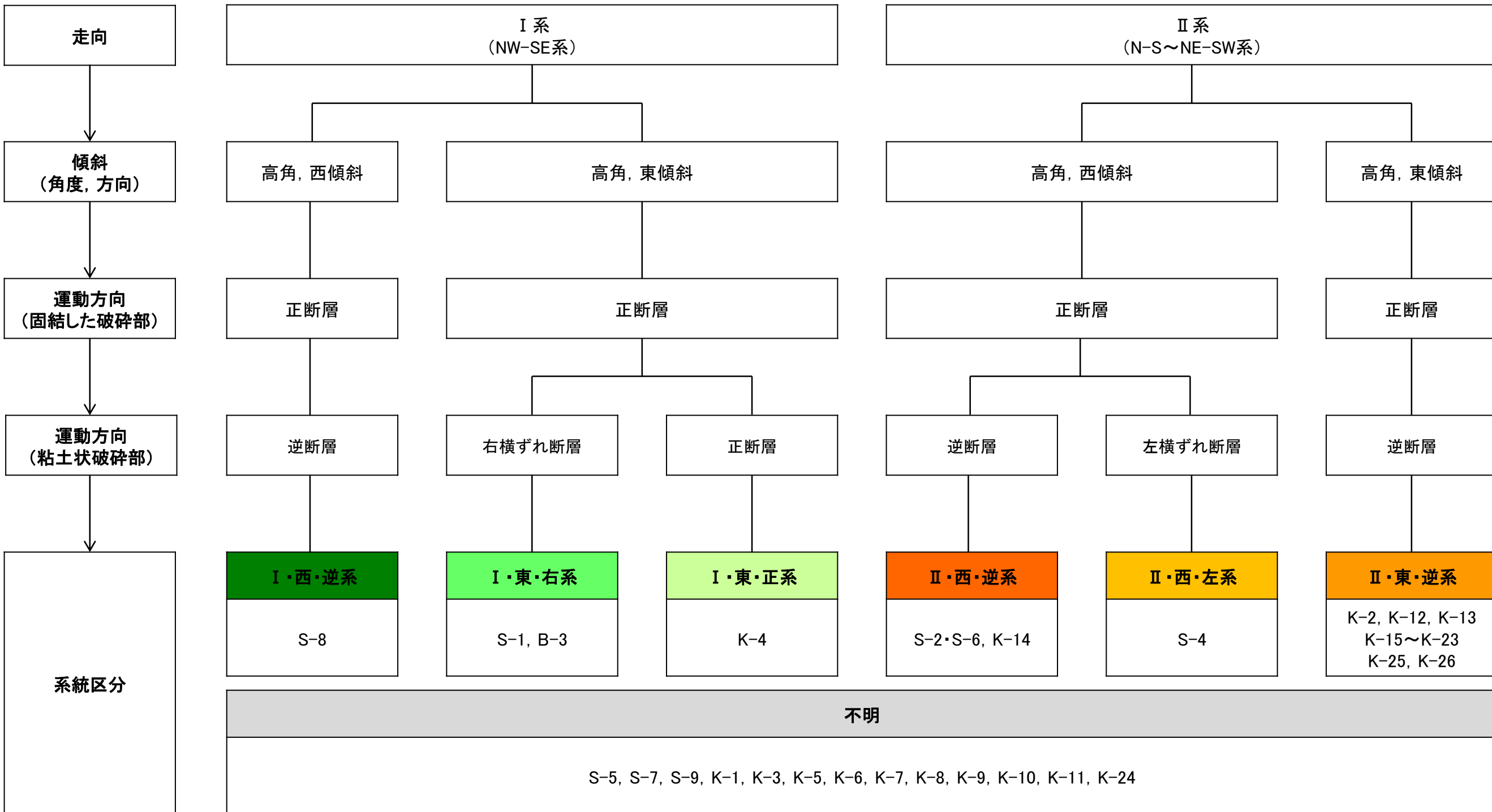
断層名	走向・傾斜		運動方向*		系統区分	
	一般走向(真北)と系統	傾斜	固結した破碎部	粘土状破碎部		
K-5	N63° W	I	64° NE	正断層	不明	不明
S-7	N41° W	I	60° SW	不明	右横ずれ逆断層(縦ずれ卓越)	不明
K-24	N58° W	I	89° NE	不明	—	不明
K-1	N4° E	II	58° SE	正断層	—	不明
K-3	N16° E	II	70° SE	正断層	—	不明
S-5	N4° E	II	70° SE	不明	左横ずれ正断層(縦ずれ卓越)	不明
K-6	N2° W	II	60° NE	不明	—	不明
K-7	N8° W	II	88° NE	不明	—	不明
K-8	N15° W	II	80° NE	不明	—	不明
K-9	N10° E	II	88° SE	不明	—	不明
K-10	N16° W	II	62° NE	不明	—	不明
K-11	N14° E	II	70° NW	不明	—	不明
S-9	N35° E	II	50° NW	不明	不明	不明

【傾斜】
高角

*: — は存在しないもの。

【 4項目のデータに基づく系統区分(区分図) 】

○「走向」、「傾斜」、「運動方向(固結した破碎部)」、「運動方向(粘土状破碎部)」の4項目のデータに基づき、系統区分を行った結果、6系統に区分された。

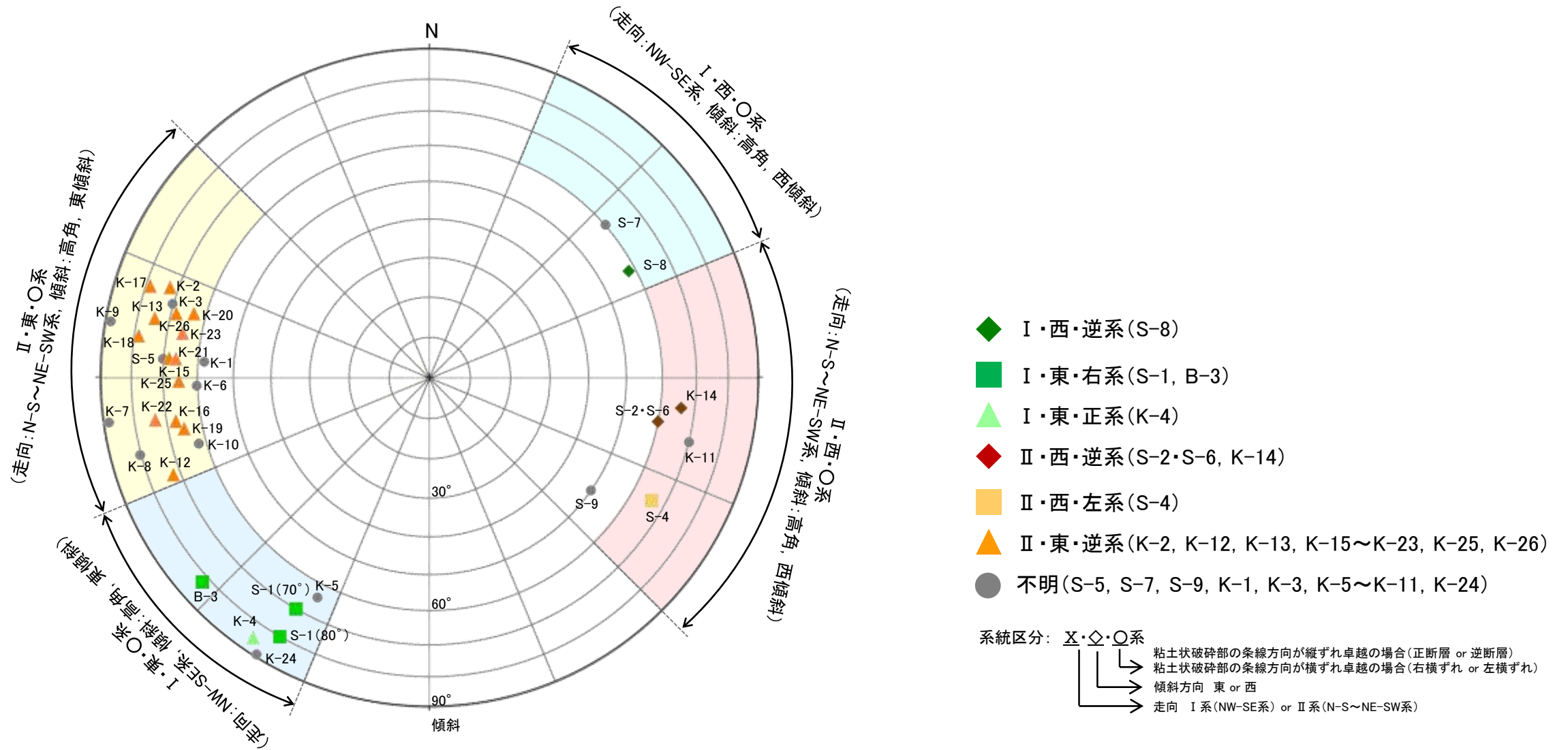


系統区分: X・◇・○系

- 粘土状破碎部の条線方向が縦ずれ卓越の場合(正断層 or 逆断層)
- 粘土状破碎部の条線方向が横ずれ卓越の場合(右横ずれ or 左横ずれ)
- 傾斜方向 東 or 西
- 走向 I系(NW-SE系) or II系(N-S~NE-SW系)

【 4項目のデータに基づく系統区分(シュミットネット)】

○系統区分結果をシュミットネットに投影したものを以下に示す。

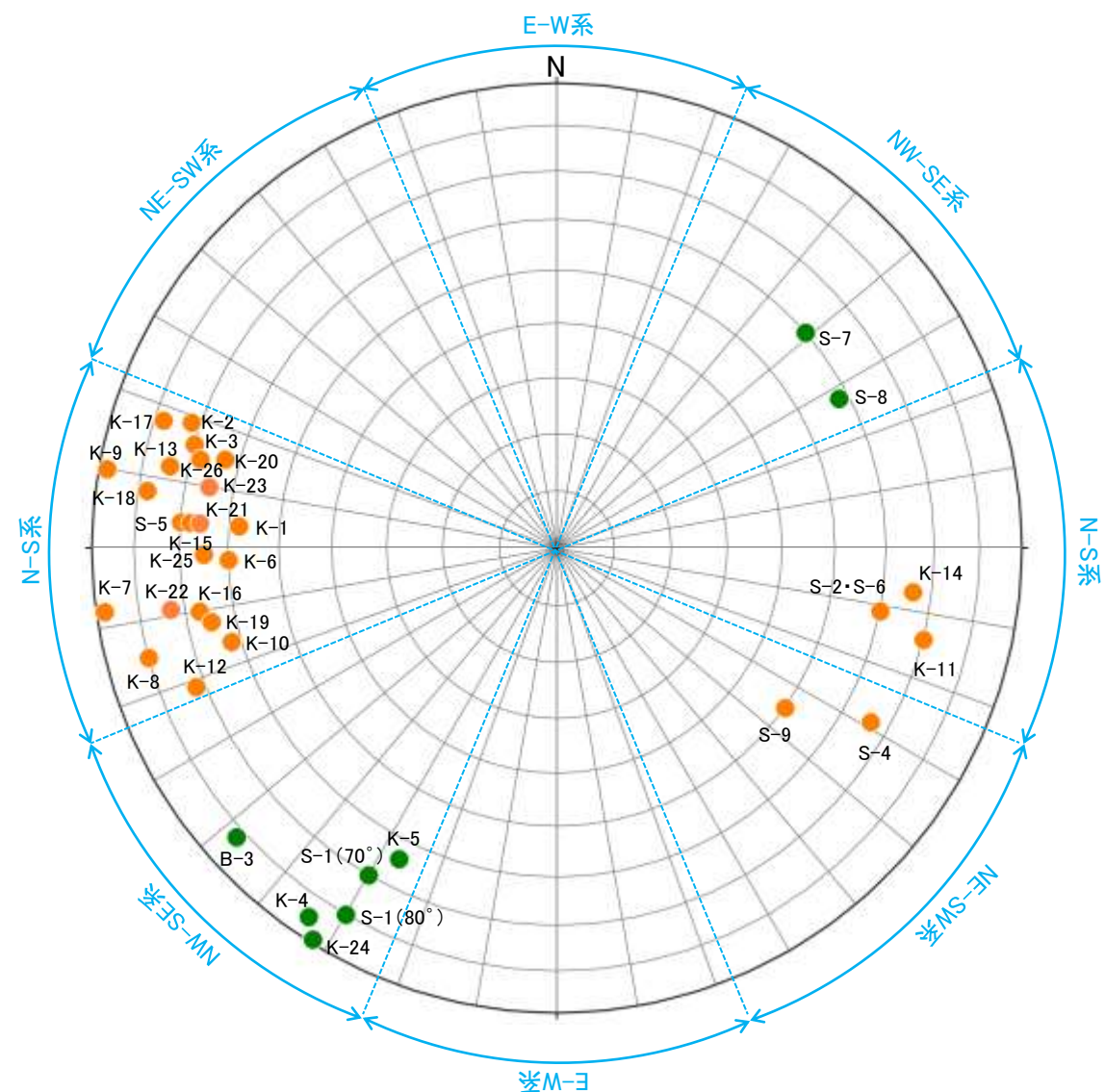


系統区分結果
(シュミットネット 下半球等積投影図)

4.3(1) 走向・傾斜の検討

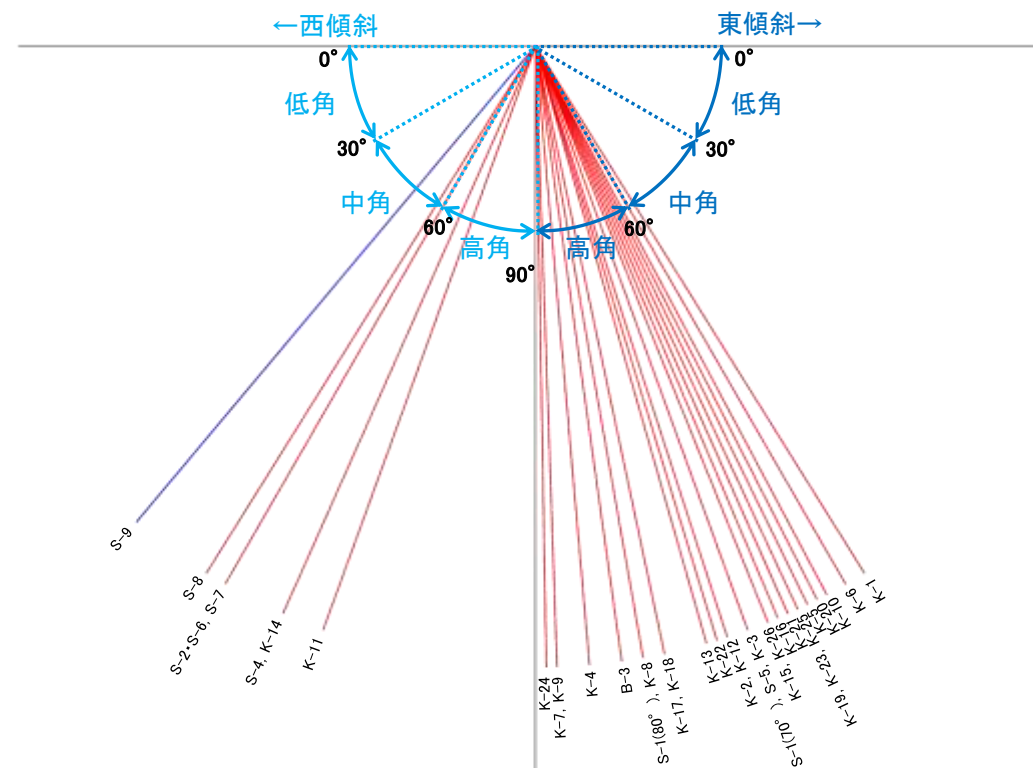
○走向を4区分(45° 間隔)して敷地内断層の走向をシュミットネットに投影すると, NW-SE系, N-S系, NE-SW系に分類されるものの, NE-SW系の S-4, S-9についてはN-S系に近い走向を示すことから, これらを1つの系統として扱い, NW-SE系を I 系, N-S~NE-SW系を II 系として区分している(左下図)。

○傾斜角度を3区分(30° 間隔, 狩野・村田(1998)に基づく)して敷地内断層の傾斜角度を分類すると, 高角, 中角に分類されるものの, S-9を除いては58° ~89° と概ね高角であることから, S-9を除く敷地内断層の傾斜はいずれも高角として区分している。また, II 系の断層分布を確認すると(P.2-26, 2-27), 西傾斜の方が連続性がよい等, 西傾斜と東傾斜で断層の分布の特徴が異なることから, 系統区分にあたっては, 傾斜角度だけでなく傾斜方向についても考慮して区分した(右下図)。



- I 系 (NW-SE系)
- II 系 (N-S~NE-SW系)

各断層の走向
(シュミットネット 下半球等積投影図)



各断層の傾斜角度と傾斜方向

4.3(2) 運動方向の検討

- 敷地内断層の固結した破砕部の運動方向が確認できたものは、いずれも正断層センスが認められる。
- 固結した破砕部の運動方向が確認できた断層の粘土状破砕部の運動方向を確認すると、走向がⅠ系の断層は、西傾斜で縦ずれ卓越の左横ずれ逆断層(S-8)、東傾斜で横ずれ卓越の右横ずれ断層(S-1, B-3)、縦ずれ卓越の左横ずれ正断層(K-4)が認められる(左下表)。
- 走向がⅡ系の断層は、西傾斜で縦ずれ卓越の左・右横ずれ逆断層(S-2・S-6, K-14)と横ずれ卓越の左横ずれ逆断層(S-4)、東傾斜で縦ずれ卓越の右・左横ずれ逆断層(K-2, K-18, K-16, K-15, K-13, K-12, K-25, K-21, K-17, K-23, K-19, K-22, K-26, K-20)が認められる(右下表)。

系統区分された断層の運動方向(固結した破砕部, 粘土状破砕部)観察結果

(走向系統)
Ⅰ: NW-SE系
Ⅱ: N-S~NE-SW系

走向Ⅰ系 西傾斜

断層名	走向・傾斜		運動方向		参照頁
	一般走向 (真北)と系統	傾斜	固結した破砕部	粘土状破砕部※	
S-8	N28° W Ⅰ	58° SW	正断層	左横ずれ逆断層 (縦ずれ卓越)	補足資料2.5-1 (7), (31)

走向Ⅱ系 西傾斜

断層名	走向・傾斜		運動方向		参照頁
	一般走向 (真北)と系統	傾斜	固結した破砕部	粘土状破砕部※	
S-2・S-6	N11° E Ⅱ	60° NW	正断層	左・右横ずれ逆断層 (縦ずれ卓越)	補足資料2.5-1 (3), (31)
K-14	N7° E Ⅱ	66° NW	正断層	左・右横ずれ逆断層 (縦ずれ卓越)	補足資料2.5-1 (19), (31)
S-4	N29° E Ⅱ	66° NW	正断層	左横ずれ逆断層 (横ずれ卓越)	補足資料2.5-1 (4), (31)

走向Ⅰ系 東傾斜

断層名	走向・傾斜		運動方向		参照頁
	一般走向 (真北)と系統	傾斜	固結した破砕部	粘土状破砕部※	
S-1	N60° W Ⅰ	80~70° NE	正断層	右横ずれ逆断層 (横ずれ卓越)	補足資料2.5-1 (2), (31)
B-3	N42° W Ⅰ	82° NE	正断層	右横ずれ逆断層 (横ずれ卓越)	補足資料2.5-1 (11), (31)
K-4	N56° W Ⅰ	85° NE	正断層	左横ずれ正断層 (縦ずれ卓越)	補足資料2.5-1 (15), (31)

走向Ⅱ系 東傾斜

断層名	走向・傾斜		運動方向		参照頁
	一般走向 (真北)と系統	傾斜	固結した破砕部	粘土状破砕部※	
K-2	N19° E Ⅱ	72° SE	正断層	右・左横ずれ逆断層 (縦ずれ卓越)	補足資料2.5-1 (13), (31)
K-18	N8° E Ⅱ	78° SE	正断層	右横ずれ逆断層 (縦ずれ卓越)	補足資料2.5-1 (23), (31)
K-16	N10° W Ⅱ	67° NE	正断層	右・左横ずれ逆断層 (縦ずれ卓越)	補足資料2.5-1 (21), (31)
K-15	N4° E Ⅱ	68° SE	正断層	逆断層 (縦ずれ卓越)	補足資料2.5-1 (20), (31)
K-13	N12° E Ⅱ	74° SE	正断層	左横ずれ逆断層 (縦ずれ卓越)	補足資料2.5-1 (18), (31)
K-12	N21° W Ⅱ	72° NE	正断層	右横ずれ逆断層 (縦ずれ卓越)	補足資料2.5-1 (17), (31)
K-25	N1° W Ⅱ	65° NE	正断層	逆断層 (縦ずれ卓越)	補足資料2.5-1 (29), (31)
K-21	N4° E Ⅱ	66° SE	正断層	右横ずれ逆断層 (縦ずれ卓越)	補足資料2.5-1 (26), (31)
K-17	N18° E Ⅱ	78° SE	正断層	右横ずれ逆断層 (縦ずれ卓越)	補足資料2.5-1 (22), (31)
K-23	N10° E Ⅱ	65° SE	正断層	右・左横ずれ逆断層 (縦ずれ卓越)	補足資料2.5-1 (28), (31)
K-19	N12° W Ⅱ	65° NE	正断層	右横ずれ逆断層 (縦ずれ卓越)	補足資料2.5-1 (24), (31)
K-22	N9° W Ⅱ	73° NE	正断層	右横ずれ逆断層 (縦ずれ卓越)	補足資料2.5-1 (27), (31)
K-26	N14° E Ⅱ	68° SE	正断層	左横ずれ逆断層 (縦ずれ卓越)	補足資料2.5-1 (30), (31)
K-20	N15° E Ⅱ	63° SE	正断層	左横ずれ逆断層 (縦ずれ卓越)	補足資料2.5-1 (25), (31)

※: 粘土状破砕部の運動方向データを, Tangent-lineation diagramで整理した結果について補足資料4.3-1に示す。

4.4 ステップ1

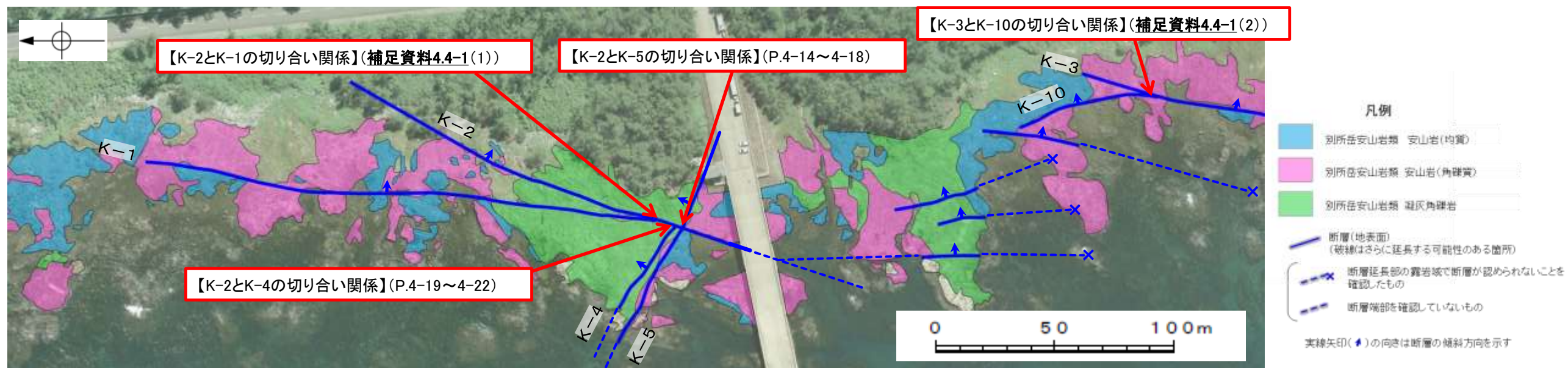
切り合い関係による新旧検討

4.4 ステップ1 切り合い関係による新旧検討 ー概要ー

〔ステップ1〕

会合部の切り合い関係により、新旧を明確に判断できる場合は、相対的に活動が新しいと判断したものを評価対象断層として選定し、古いと判断したものは評価対象とせず、新しいと判断したものに評価を代表させる。

- 敷地内のうち、海岸部露岩域においては、断層の切り合い関係を直接確認できる会合部が4箇所ある。断層間の新旧を明確に判断するため、主せん断面及び内部構造の双方の観点で調和的な切り合い関係が認められるか、各会合部の観察を行った(下図→)。
- その結果、K-2は、K-4、K-5に比べて、活動が相対的に新しいと判断されることから、**K-2を評価対象断層として選定し**、K-4、K-5は活動が相対的に古いと判断されることから**評価対象とせず**、K-2に評価を代表させる。
- 一方、K-1、K-3、K-10は切り合い関係から新旧を明確に判断できなかったことから、次ステップ以降で検討を行うこととする。
- なお、陸域においては、いずれの断層も現在確認できる露頭や詳細なスケッチがなく、新旧について、明確に判断することはできない。



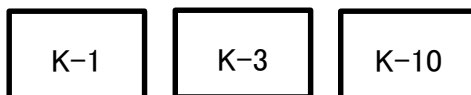
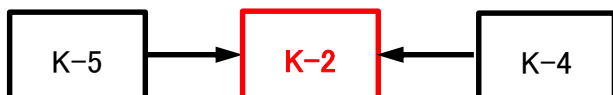
海岸部露岩域の断層会合部の調査位置図

【検討結果】

切り合い関係を用いた新旧検討(海岸部露岩域)

A → B A は B より活動が相対的に古い

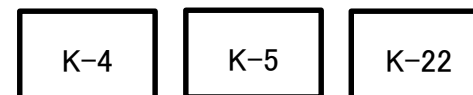
新旧を明確に判断できない



【検討結果】

深部方向の断層分布に関する検討(補足資料4.4-1(3))

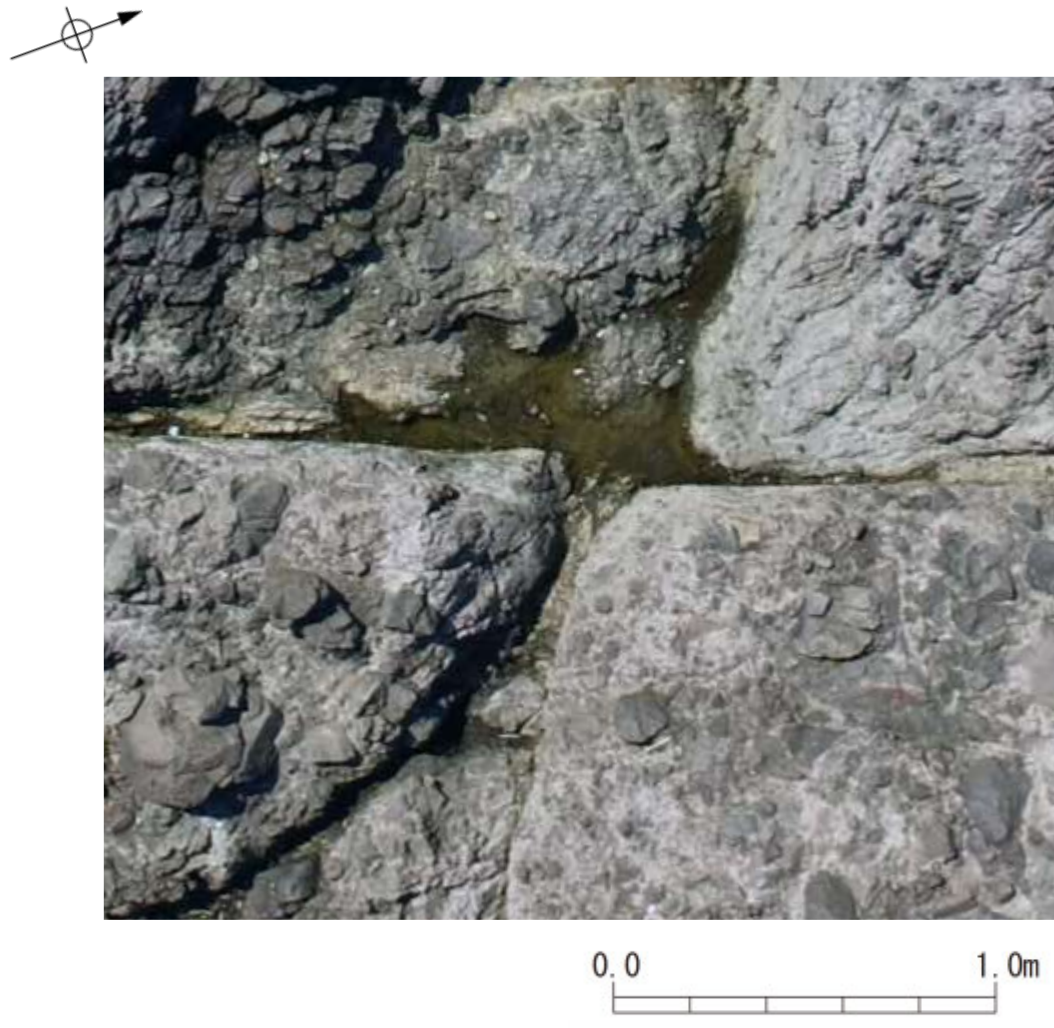
深部方向への連続性が乏しい



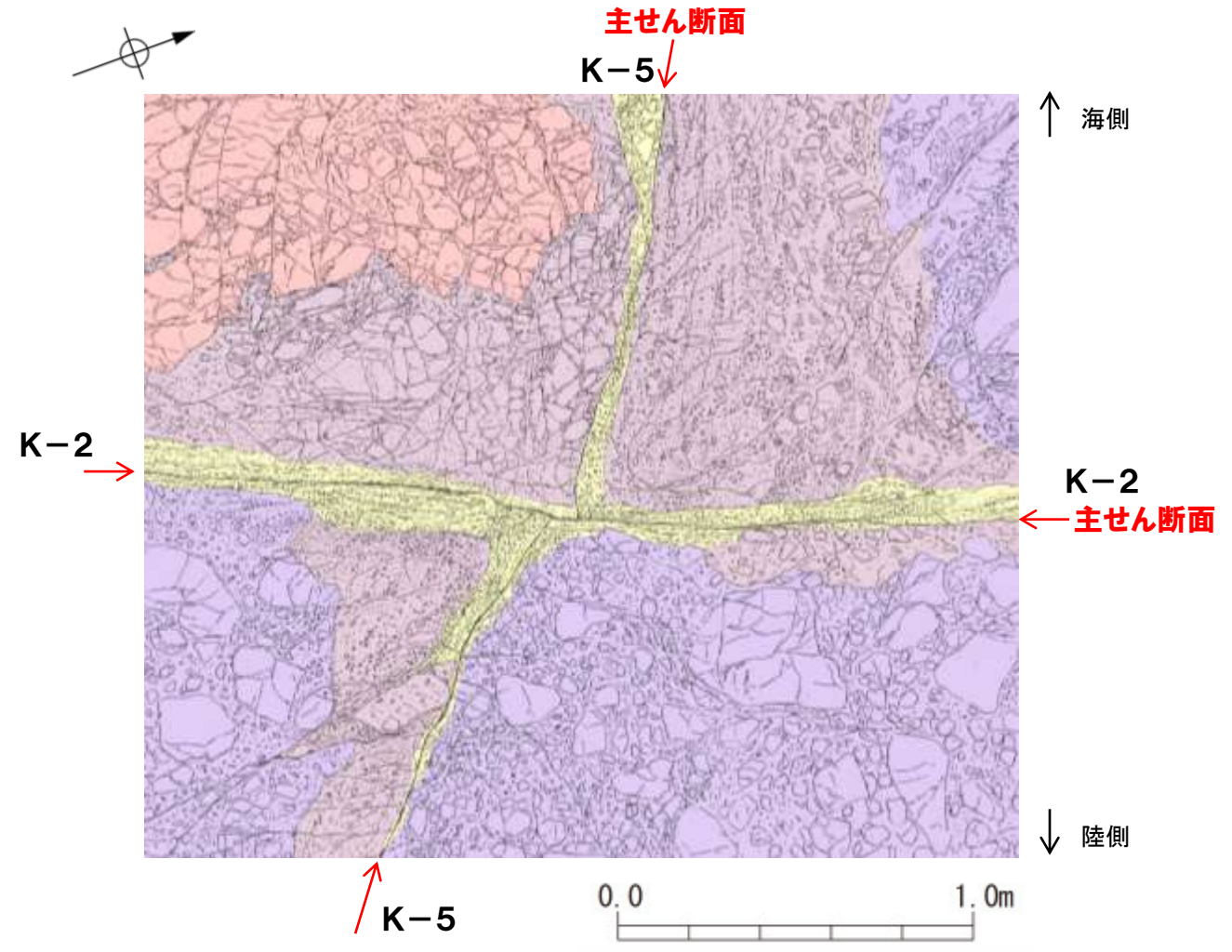
4.4(1) K-2とK-5の関係

4.4(1) K-2とK-5の関係 一会合部の写真及びスケッチ

○K-2の両側にK-5が分布し、K-2とK-5の会合部においては、会合部の交差角は高角である。左下に会合部の写真を、右下にスケッチを示す。



K-2とK-5の会合部付近の状況(写真)



K-2とK-5の会合部付近の状況(詳細スケッチ※¹)

※¹: 海岸部の会合部のスケッチ作成方法
については補足資料4.4-1(4)

凡 例	
	安山岩(均質)
	凝灰角礫岩
	火山礫凝灰岩※ ²
	固結した破碎部

※²: 火山礫凝灰岩の特徴は、補足資料2.2-1

4.4(1) K-2とK-5の関係 一会合部の観察結果

<観察結果>

○主せん断面

- ・K-5の主せん断面は、K-2の主せん断面まで連続し、K-2の主せん断面を境に見かけ右に約20cmずれている(次頁左図中 **i**)。
- ・会合部陸側のK-5の主せん断面は、K-2に近づくとつれ、北側に湾曲する(次頁左図中 **ii**)。
- ・会合部海側のK-5の主せん断面は、K-2付近で、局所的に北側へ湾曲する※(次頁左図中 **iii**)。
- ・K-2の主せん断面は、K-5の主せん断面を境にずれはなく、全体的にほぼ直線的に分布する(次頁左図中 **iv**)。

○破碎部中の礫の配列等の内部構造

- ・会合部陸側のK-5の破碎部は、K-2の破碎部の一部を切断している(次頁右図中 **—**)。また、K-5の破碎部中の礫は、K-2から離れた場所では主せん断面とほぼ平行に配列しているが(次頁右図中 **v**)、K-2の主せん断面付近で、礫の配列は北側に湾曲する(次頁右図中 **vi**)。
- ・会合部海側のK-5の破碎部中の礫は、K-2から離れた場所では主せん断面とほぼ平行に配列する(次頁右図中 **vii**)が、K-2との会合部付近では、礫の配列等の内部構造は不明瞭となる(次頁右図中 **viii**)。
- ・K-2の破碎部中の礫は、会合部陸側の一部がK-5の破碎部に切断されている部分を除いては、ほぼ主せん断面に平行に配列する。



<会合部の評価>

○K-5の主せん断面が会合部陸側、海側ともK-2の主せん断面まで連続し、会合部陸側ではK-5の破碎部がK-2の破碎部の一部を切断している状況が確認できることから、K-5がK-2を切断した時期があったと考えられる。

○一方、K-5の主せん断面はK-2の主せん断面を境に見かけ右に約20cmずれているが、K-2の主せん断面はずらされずにほぼ直線的に分布し、K-2の破碎部を一部切断している会合部陸側のK-5の破碎部中の礫の配列がK-2の主せん断面付近では北側へ湾曲している。このことを踏まえ、この会合部の断層の最新活動は、K-2の見かけ右横ずれの動きによりK-5の主せん断面がずらされ、K-5の破碎部中にその痕跡を残したと判断した。

○また、この見かけの右横ずれの運動方向は、2.5節で示したK-2の運動方向(条線方向から右横ずれの傾向が見られる(補足資料2.5-1(13))とも整合している。

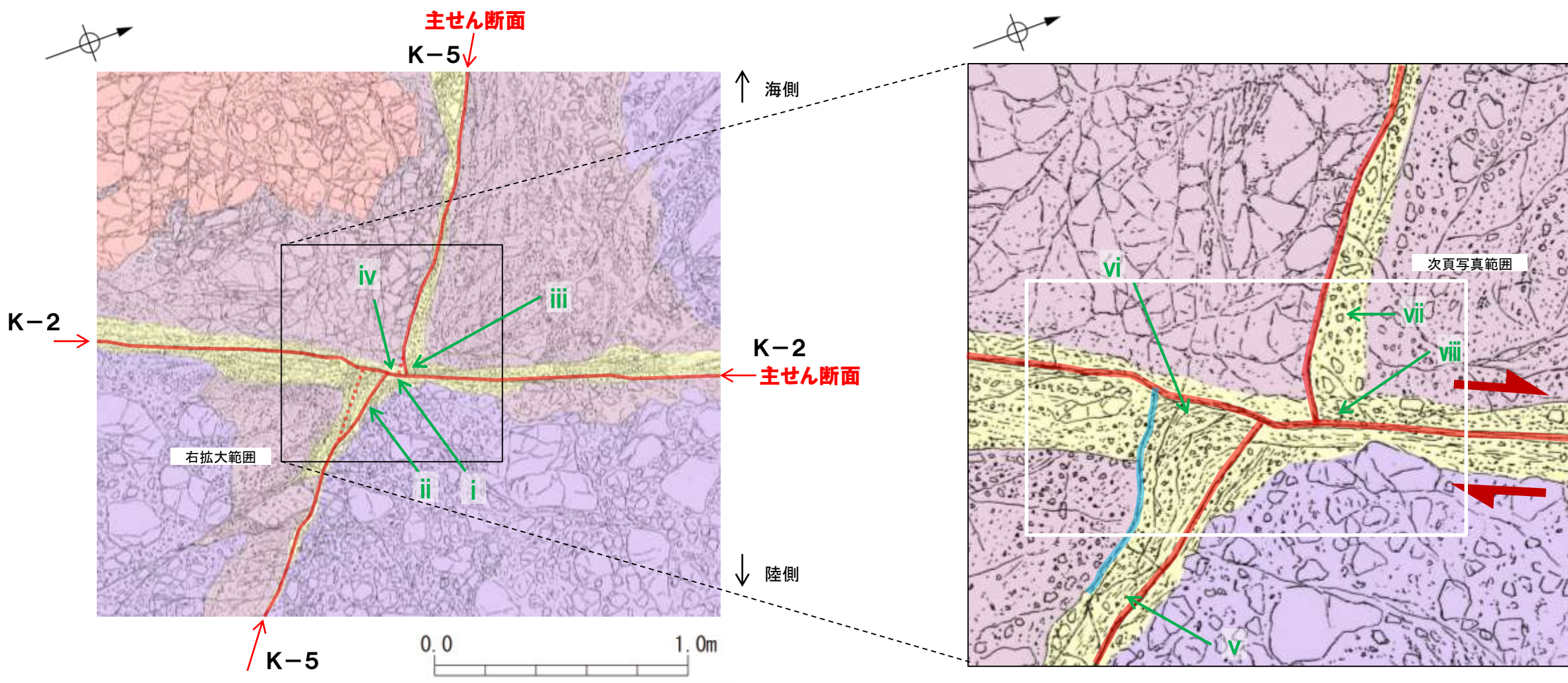


○K-2の主せん断面の活動は、K-5よりも相対的に新しいと判断されることから、K-2を評価対象断層として選定する。一方、K-5は活動が相対的に古いと判断されることから評価対象とせず、K-2に評価を代表させる。

※会合部海側のK-5の主せん断面の局所的な北側への湾曲(K-2の見かけ右横ずれの運動方向とは整合しない)に関する考察

- ・会合部海側のK-5の主せん断面付近の礫の内部構造は不明瞭で、K-2の影響に伴う北側への湾曲も確認されないことから、K-5の主せん断面の北側への湾曲は、会合部以外にも見られる局所的な曲がりと判断した。

【詳細スケッチ】



K-2とK-5の会合部付近の状況(詳細スケッチ※1)

※1:海岸部の会合部のスケッチ作成方法
については補足資料4.4-1(4)

- ・K-5の主せん断面は、K-2の主せん断面まで連続し、K-2の主せん断面を境に見かけ右に約20cmずれている(左図中 i)。
- ・会合部陸側のK-5の主せん断面は、K-2に近づくにつれ、北側に湾曲する(左図中 ii)。
- ・会合部海側のK-5の主せん断面は、K-2付近で、局部的に北側へ湾曲する(左図中 iii)。
- ・K-2の主せん断面は、K-5の主せん断面を境にずれはなく、全体的にほぼ直線的に分布する(左図中 iv)。
- ・会合部陸側のK-5の破碎部は、K-2の破碎部の一部を切断している(右図中—)。また、K-5の破碎部中の礫は、K-2から離れた場所では主せん断面とほぼ平行に配列しているが(右図中 v)、K-2の主せん断面付近で、礫の配列は北側に湾曲する(右図中 vi)。
- ・会合部海側のK-5の破碎部中の礫は、K-2から離れた場所では主せん断面とほぼ平行に配列する(右図中 vii)が、K-2との会合部付近では、礫の配列等の内部構造は不明瞭となる(右図中 viii)。
- ・K-2の破碎部中の礫は、会合部陸側の一部がK-5の破碎部に切断されている部分を除いては、ほぼ主せん断面に平行に配列する。

凡例	
	安山岩(均質)
	凝灰角礫岩
	火山礫凝灰岩※2
	固結した破碎部
	見かけの変位方向
	海側及び陸側に直線的に認められる K-5の主せん断面の延長線

※2:火山礫凝灰岩の特徴は、補足資料2.2-1

【拡大写真】

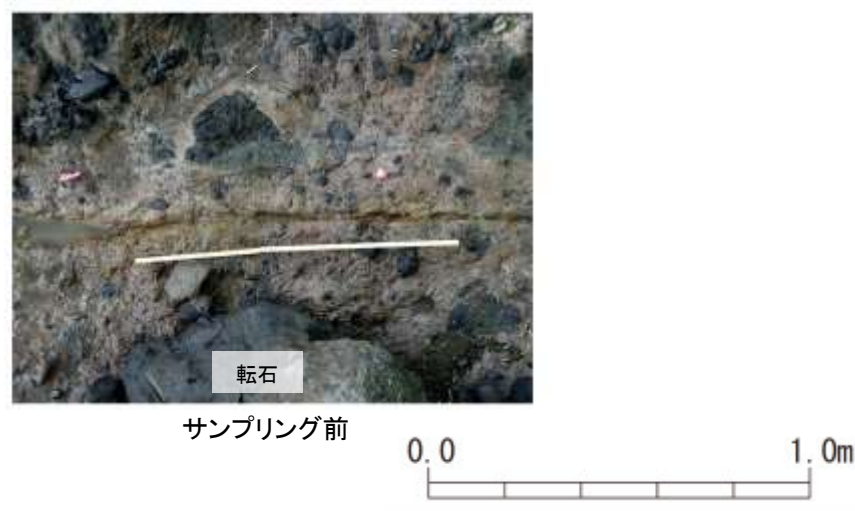


K-2とK-5の会合部付近拡大写真

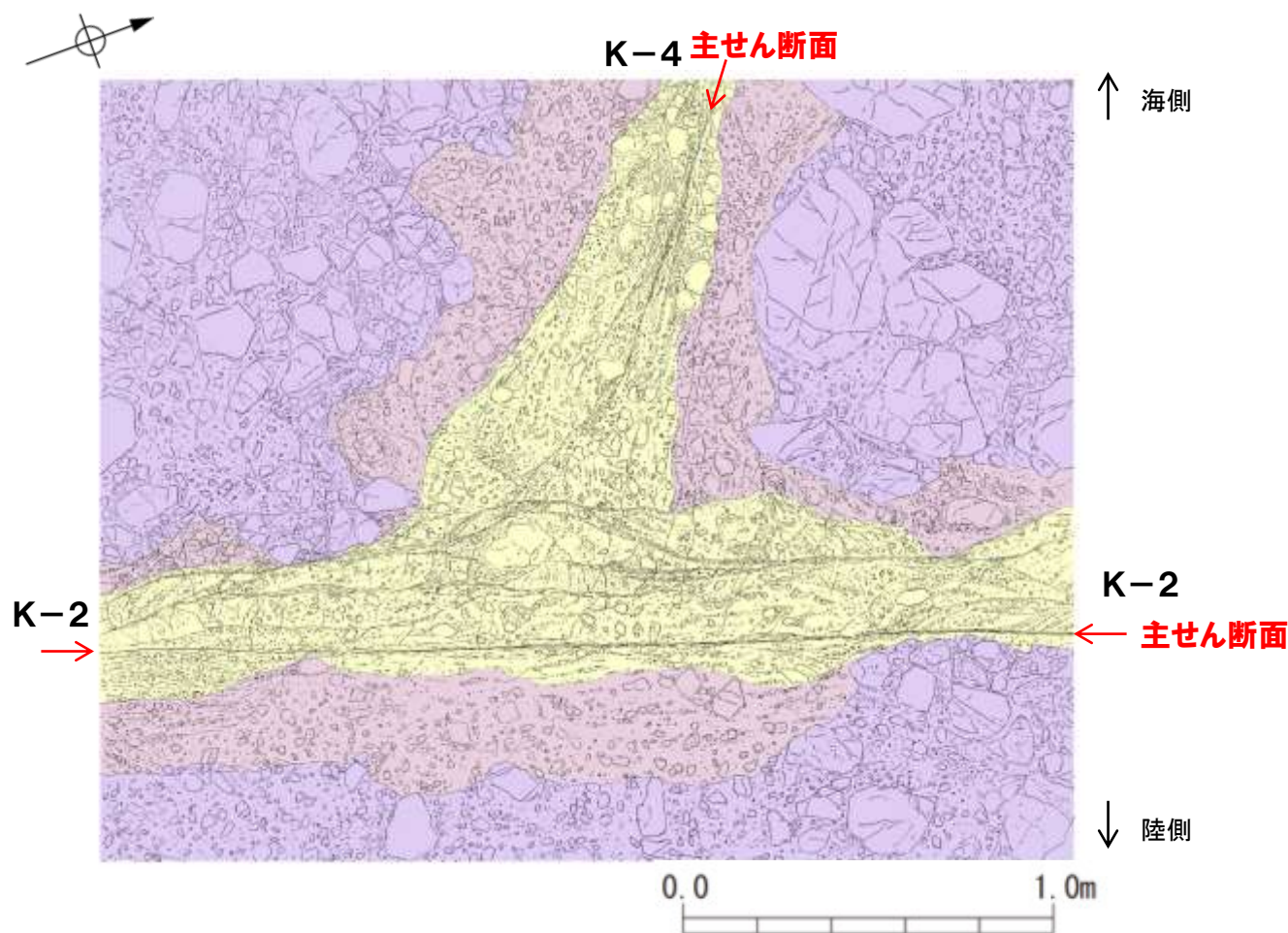
4.4(2) K-2とK-4の関係

4.4(2) K-2とK-4の関係 一会合部の写真及びスケッチ

○K-2の海側にK-4が分布し、K-2とK-4の会合部においては、会合部の交差角は高角である。左下に会合部の写真を、右下にスケッチを示す。



K-2とK-4の会合部付近の状況



K-2とK-4の会合部付近の状況(詳細スケッチ※1)

※1: 海岸部の会合部のスケッチ作成方法
については補足資料4.4-1(4)

凡例	
	凝灰角礫岩
	火山礫凝灰岩※2
	固結した破碎部

※2: 火山礫凝灰岩の特徴は、補足資料2.2-1

4.4(2) K-2とK-4の関係 一会合部の観察結果一

<観察結果>

○主せん断面

- ・K-4の主せん断面は、K-2の破碎部を境に認められなくなり、K-2の破碎部との会合部付近(次頁左図中—)で南側に湾曲する(次頁左図中 i)。
- ・会合部陸側には、K-4に対応する断層は認められない※。
- ・K-2の主せん断面は、全体的にほぼ直線的に分布する(次頁左図中 ii)。

○破碎部中の礫の配列等の内部構造

- ・K-4の破碎部中の礫は、K-2から離れた場所では主せん断面とほぼ平行に配列し(次頁左図中 iii)，K-2の破碎部付近では、南側に湾曲する(次頁左図中 iv)。
- ・K-2の破碎部は、K-4の破碎部に切断されず、K-2の破碎部中の礫は、ほぼ主せん断面に平行に配列する。



<会合部の評価>

○K-4の主せん断面及び破碎部がK-2の破碎部を切断している状況が確認できないことから、K-4がK-2を切断した時期はない。

○一方、K-4の主せん断面はK-2の破碎部との会合部付近で南側に湾曲するが、K-2の主せん断面はほぼ直線的に分布すること、K-4の破碎部中の礫がK-2の破碎部付近では南側へ湾曲することから、この会合部の断層の最新活動は、K-2の見かけ右横ずれの動きによりK-4の主せん断面が引きずられ、K-4の破碎部中にその痕跡を残したと判断した。



○K-2の主せん断面の活動は、K-4よりも相対的に新しいと判断されることから、K-2を評価対象断層として選定する。一方、K-4は活動が相対的に古いと判断されることから評価対象とせず、K-2に評価を代表させる。

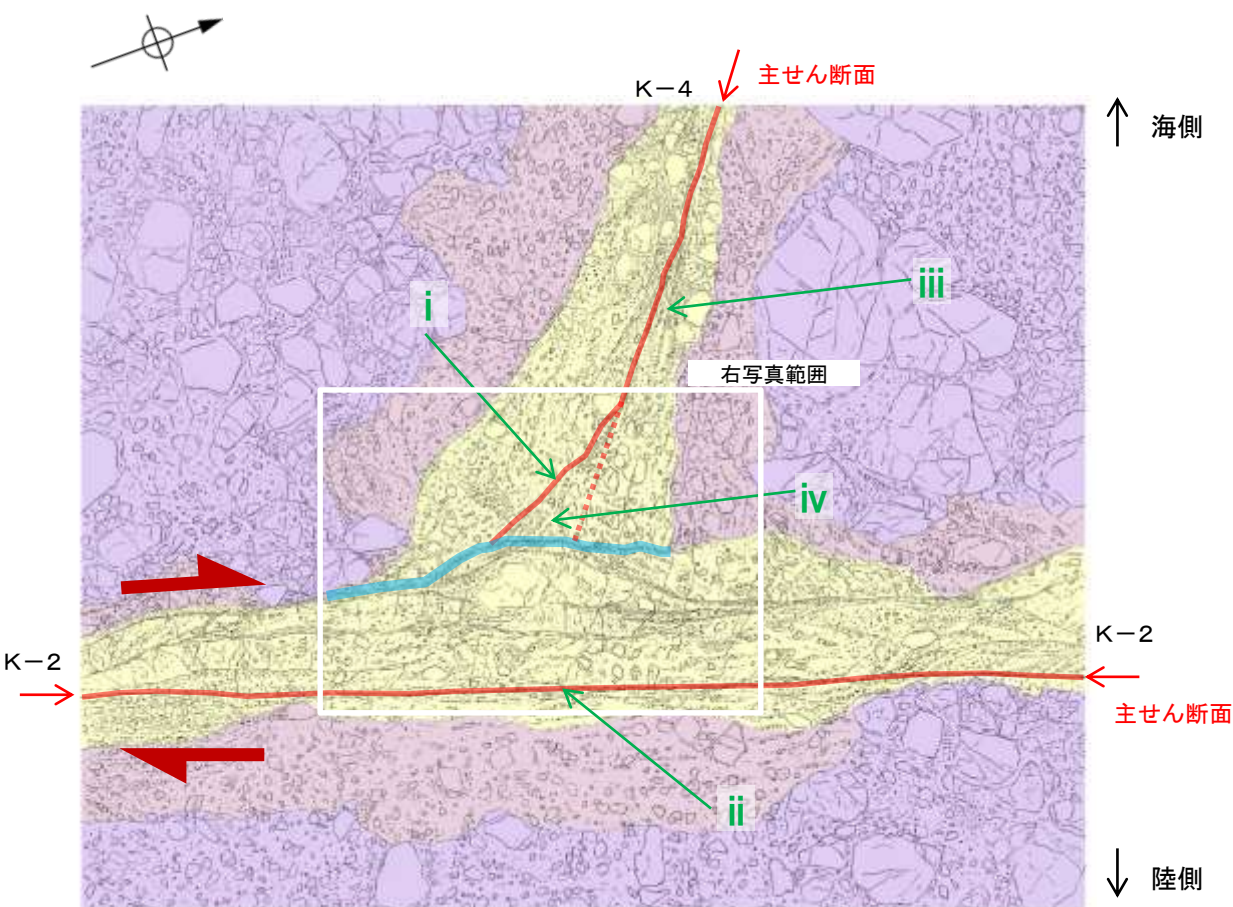
※会合部陸側にK-4に対応する断層がないことに関する考察

・K-4は、K-2の破碎部全体に切断されていることから、K-2が形成されて以降繰り返し切断され、累積的な変位により、現在は会合部陸側にK-4に対応する断層が確認できない状況になっていると考えられる。

・一方、K-5は、K-2の破碎部の一部を切断しているが、K-2の主せん断面には切断されている。つまり、K-5はK-2の主せん断面形成時に切断され、累積的な変位が見られないことから、会合部付近にK-5に対応する断層があると判断した。

【詳細スケッチ】

【拡大写真】








K-2とK-4の会合部付近の状況(詳細スケッチ※1)

※1: 海岸部の会合部のスケッチ作成方法
については補足資料4.4-1(4)

K-2とK-4の会合部付近拡大写真

— 破碎部

20cm

凡例			
	凝灰角礫岩		見かけの変位方向
	火山礫凝灰岩※2		海側に直線的に認められる K-4の主せん断面の延長線
	固結した破碎部		

※2: 火山礫凝灰岩の特徴は、補足資料2.2-1

- K-4の主せん断面は、K-2の破碎部を境に認められなくなり、K-2の破碎部との会合部付近(左図中—)で南側に湾曲する(左図中 i)。
- 会合部陸側には、K-4に対応する断層は認められない。
- K-2の主せん断面は、全体的にほぼ直線的に分布する(左図中 ii)。
- K-4の破碎部中の礫は、K-2から離れた場所では主せん断面とほぼ平行に配列し(左図中 iii)、K-2の破碎部付近では、南側に湾曲する(左図中 iv)。
- K-2の破碎部は、K-4の破碎部に切断されず、K-2の破碎部中の礫は、ほぼ主せん断面に平行に配列する。

4.5 ステップ2

系統区分・断層規模, 重要施設との位置関係による検討

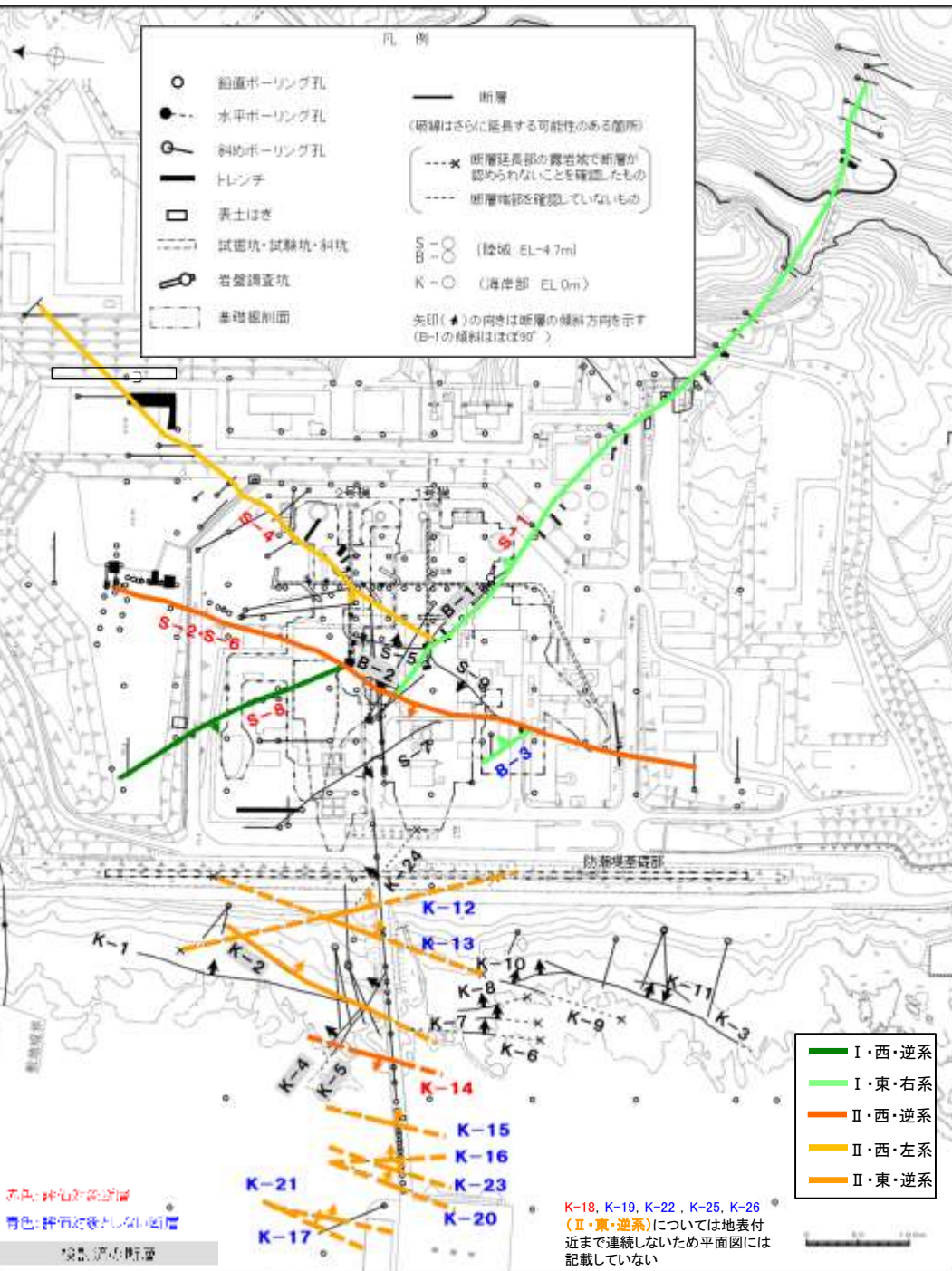
4.5 ステップ2 系統区分・断層規模，重要施設との位置関係による検討

〔ステップ2(系統区分・断層規模による検討)〕

切り合い関係により，新旧を明確に判断できない場合は，系統区分の結果に基づき，同系統に区分される断層のうち，「断層規模が大きい断層」※を評価対象断層として選定し，同系統で「断層規模が小さい断層」は評価対象とせず，「断層規模が大きい断層」に評価を代表させる。

※破砕部の幅の最大値または平均値のいずれかが他の断層よりも大きいものを選定する。なお，直接確認できている断層長さが大きいものについても選定する。

- 「4項目のデータに基づく系統区分」により，同系統に区分された断層の中から，各系統で断層規模が大きい断層を選定する。
- I・西・逆系に区分された断層はS-8のみであり，**S-8を評価対象断層として選定**する。
- I・東・右系に区分されたS-1，B-3の断層規模を比較すると，S-1が断層長さ，破砕部の幅のいずれも最も大きいことから，**S-1を評価対象断層として選定**する。**B-3は評価対象とせず**，S-1に評価を代表させる。
- II・西・逆系に区分されたS-2・S-6，K-14の断層規模を比較すると，断層長さ，破砕部の幅の最大値はS-2・S-6，破砕部の幅の平均値はK-14が最も大きいことから，**S-2・S-6，K-14を評価対象断層として選定**する。
- II・西・左系に区分された断層はS-4のみであり，**S-4を評価対象断層として選定**する。
- II・東・逆系に区分されたK-2，K-12，K-13，K-15～K-23，K-25，K-26の断層規模を比較すると，断層長さ，破砕部の幅の最大値はK-2，破砕部の幅の平均値はK-18が最も大きいことから，**K-18を評価対象断層として選定**する(K-2はステップ1で選定済)。**K-12，K-13，K-15～K-17，K-19～K-23，K-25，K-26は評価対象とせず**，K-2，K-18に評価を代表させる。



【各系統の断層規模による検討結果】

○「4項目のデータに基づく系統区分」により、同系統に区分された断層の中から、各系統で断層規模が大きい断層を選定した結果を、以下に示す。

系統区分された断層

断層名	走向・傾斜		運動方向		系統区分	断層規模			検討結果
	一般走向 (真北)と系統	傾斜	固結した破砕部	粘土状破砕部		断層長さ*1	破砕部の幅 最大値	平均値	
S-8	N28° W I	58° SW	正断層	左横ずれ逆断層 (縦ずれ卓越)	I・西・逆系	250m	18cm	11cm	評価対象断層
S-1	N60° W I	80~70° NE	正断層	右横ずれ逆断層 (横ずれ卓越)	I・東・右系	780m	27cm	14cm	評価対象断層
B-3	N42° W I	82° NE	正断層	右横ずれ逆断層 (横ずれ卓越)		60m	3cm	3cm	S-1で評価
S-2・S-6	N11° E II	60° NW	正断層	左・右横ずれ逆断層 (縦ずれ卓越)	II・西・逆系	600m	108cm	29cm	評価対象断層
K-14	N7° E II	66° NW	正断層	左・右横ずれ逆断層 (縦ずれ卓越)		40m以上	72cm	37cm	評価対象断層
S-4	N29° E II	66° NW	正断層	左横ずれ逆断層 (横ずれ卓越)	II・西・左系	510m	20cm	7cm	評価対象断層
K-2	N19° E II	72° SE	正断層	右・左横ずれ逆断層 (縦ずれ卓越)	II・東・逆系	180m以上	94cm	28cm	ステップ1で選定済
K-18	N8° E II	78° SE	正断層	右横ずれ逆断層 (縦ずれ卓越)		40m以上	55cm	51cm	評価対象断層
K-16	N10° W II	67° NE	正断層	右・左横ずれ逆断層 (縦ずれ卓越)		20m以上	51cm	23cm	K-2, K-18で評価
K-15	N4° E II	68° SE	正断層	逆断層 (縦ずれ卓越)		30m以上	33cm	14cm	
K-13	N12° E II	74° SE	正断層	左横ずれ逆断層 (縦ずれ卓越)		55m以上 300m以下	27cm	16cm	
K-12	N21° W II	72° NE	正断層	右横ずれ逆断層 (縦ずれ卓越)		50m以上 310m以下	21cm	13cm	
K-25	N1° W II	65° NE	正断層	逆断層 (縦ずれ卓越)		25m以上	20cm	12cm	
K-21	N4° E II	66° SE	正断層	右横ずれ逆断層 (縦ずれ卓越)		不明	19cm	11cm	
K-17	N18° E II	78° SE	正断層	右横ずれ逆断層 (縦ずれ卓越)		不明	17cm	12cm	
K-23	N10° E II	65° SE	正断層	右・左横ずれ逆断層 (縦ずれ卓越)		20m以上	17cm	8cm	
K-19	N12° W II	65° NE	正断層	右横ずれ逆断層 (縦ずれ卓越)		不明	11cm	8cm	
K-22	N9° W II	73° NE	正断層	右横ずれ逆断層 (縦ずれ卓越)		40m以上	11cm	7cm	
K-26	N14° E II	68° SE	正断層	左横ずれ逆断層 (縦ずれ卓越)		35m以上	10cm	9cm	
K-20	N15° E II	63° SE	正断層	左横ずれ逆断層 (縦ずれ卓越)		不明	6cm	5cm	

断層名に下線を付しているものは、重要施設の直下にある断層

*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。海岸部において、延長部が海中等となる箇所は、断層を直接確認した長さ及び延長の露岩域等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。

4.5 ステップ2 系統区分・断層規模，重要施設との位置関係による検討

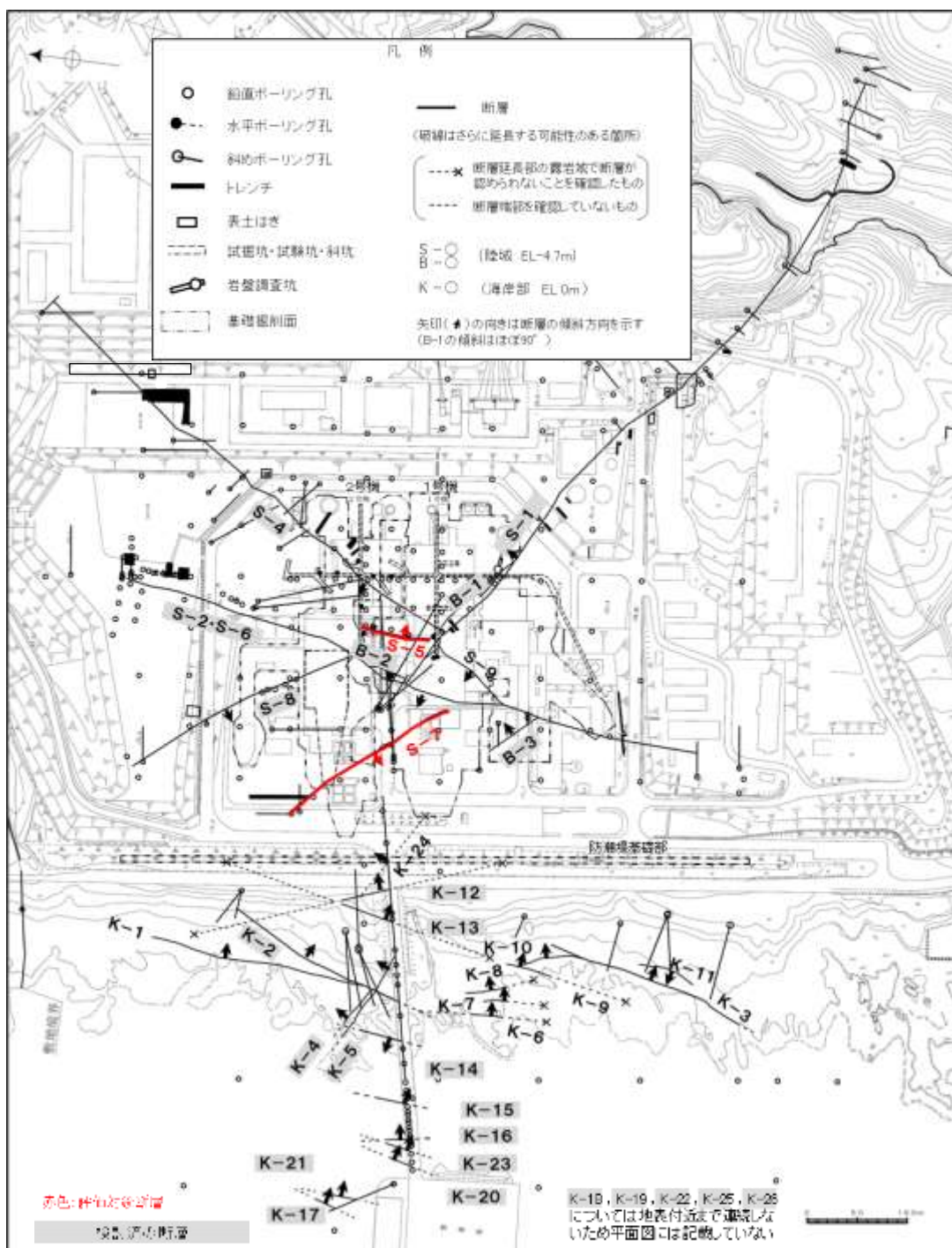
〔ステップ2(重要施設との位置関係による検討)〕

系統区分されない断層のうち，重要施設の直下にある断層は，断層規模に関わらず，変位・変形の有無を確認することとし，すべて評価対象断層として選定する。

○系統区分されない断層のうち，ステップ1で評価した断層を除く下表の12断層について，重要施設の直下にある断層は，断層規模に関わらず，変位・変形の有無を確認することとし，すべて評価対象断層として選定する。

○12断層のうち，重要施設の直下にある断層である**S-5**，**S-7**の2断層を**評価対象断層として選定**する。

○系統区分されず，重要施設の直下でない10断層(S-9, K-1, K-3, K-6~K-11, K-24)については，ステップ3で検討を行う。



位置図

重要施設との位置関係による検討結果

系統区分されない断層

断層名	走向・傾斜		運動方向		系統区分	重要施設との位置関係	検討結果
	一般走向 (真北)と系統	傾斜	固結した破碎部	粘土状破碎部*			
S-7	N41° W	I 60° SW	不明	右横ずれ逆断層 (縦ずれ卓越)	不明	直下にある	評価対象断層
K-24	N58° W	I 89° NE	不明	—	不明	直下でない	ステップ3で検討
K-1	N4° E	II 58° SE	正断層	—	不明	直下でない	
K-3	N16° E	II 70° SE	正断層	—	不明	直下でない	
S-5	N4° E	II 70° SE	不明	左横ずれ正断層 (縦ずれ卓越)	不明	直下にある		評価対象断層
K-6	N2° W	II 60° NE	不明	—	不明	直下でない	ステップ3で検討
K-7	N8° W	II 88° NE	不明	—	不明	直下でない	
K-8	N15° W	II 80° NE	不明	—	不明	直下でない	
K-9	N10° E	II 88° SE	不明	—	不明	直下でない	
K-10	N16° W	II 62° NE	不明	—	不明	直下でない	
K-11	N14° E	II 70° NW	不明	—	不明	直下でない	
S-9	N35° E	II 50° NW	不明	不明	不明	直下でない	

断層名に下線を付しているものは，重要施設の直下にある断層 *：- は存在しないもの

4.6 ステップ3

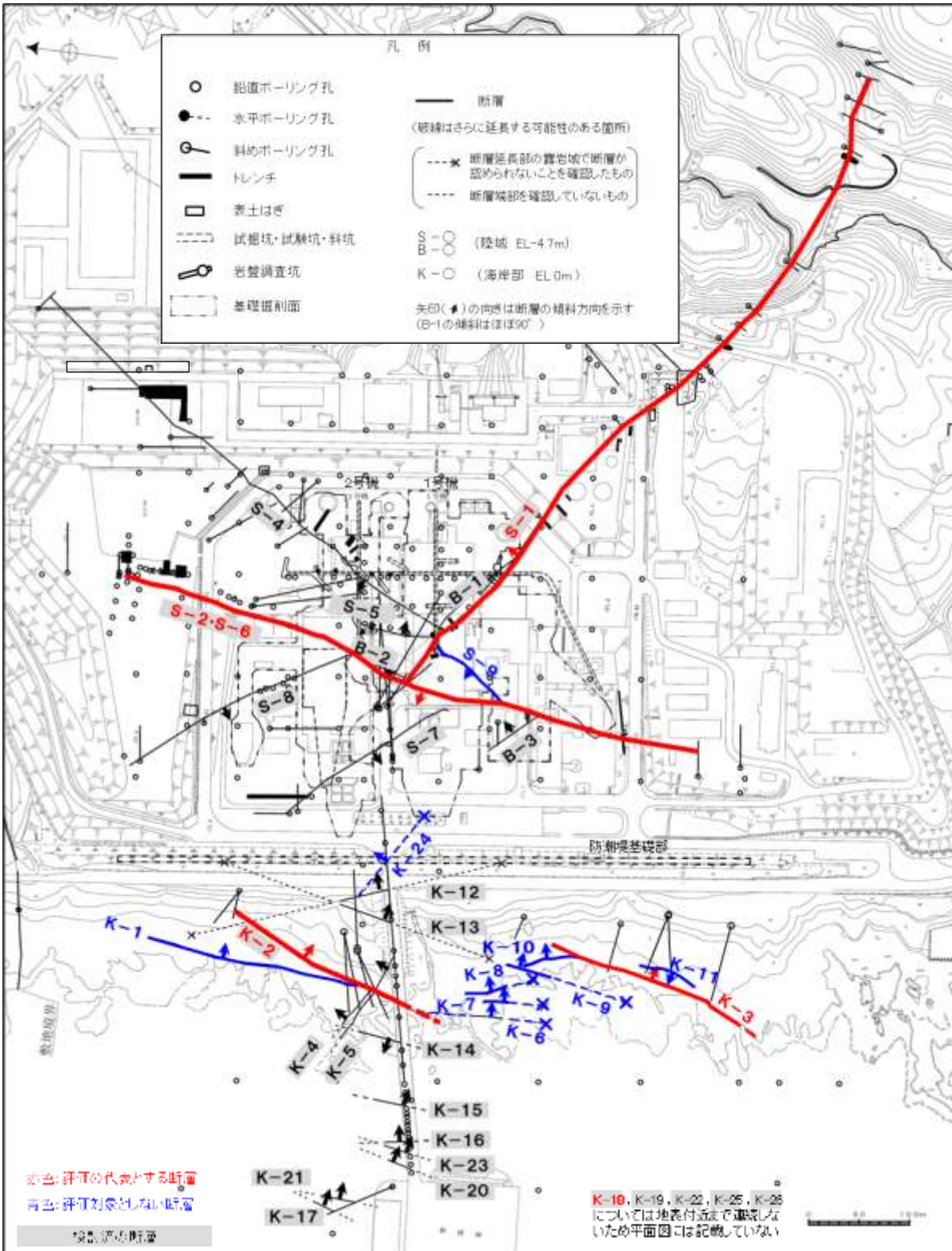
隣接する断層との関係からの個別検討

概要	.....	4-28
(1) S-9とS-1, S-2・S-6の関係	.....	4-30
(2) K-1とK-2の関係	.....	4-31
(3) K-6, K-7, K-8, K-9, K-10とK-2, K-3の関係	.....	4-32
(4) K-11とK-3の関係	.....	4-33
(5) K-24とK-12の関係	.....	4-34

4.6 ステップ3 隣接する断層との関係からの個別検討 -概要-

〔ステップ3〕

系統区分されない、かつ、重要施設の直下でない断層については、それぞれの断層について隣接する断層との関係から個別に検討し、評価対象断層か評価対象としないかを判断する。



位置図

○系統区分されない、かつ、重要施設の直下でないS-9, K-1, K-3, K-6, K-7, K-8, K-9, K-10, K-11, K-24について、それぞれ隣接する断層との関係から個別に検討を行った結果、以下のとおりとなる。

- ・S-9は、隣接するS-1, S-2・S-6に囲まれて分布する断層であり、かつ、S-1, S-2・S-6に比べて断層規模も小さいことから**評価対象とせず**、評価対象断層として選定されているS-1, S-2・S-6に評価を代表させる。
- ・K-1は、隣接するK-2を越えて連続しない断層であり、かつ、K-2に比べて破碎部の幅も小さいことから**評価対象とせず**、評価対象断層として選定されているK-2に評価を代表させる。
- ・K-6, K-7, K-8, K-9, K-10は、雁行して分布するK-2, K-3の間に挟まれた断層群であり、かつ、K-2, K-3に比べて断層規模も小さい。よって、**K-3を評価対象断層として選定し**、**K-6, K-7, K-8, K-9, K-10は評価対象とせず**、評価対象断層として選定したK-2とK-3に評価を代表させる。
- ・K-11は、K-3に隣接して分布する同走向の断層であり、かつ、K-3に比べて断層規模も小さいことから**評価対象とせず**、評価対象断層として選定されているK-3に評価を代表させる。
- ・K-24は、隣接するK-12を越えて連続しない断層であり、かつ、K-12に比べて破碎部の幅も小さいことから**評価対象とせず**、評価対象断層として選定されているK-2とK-18(K-12と同系統)に評価を代表させる。

○系統区分されない、かつ、重要施設の直下でないS-9, K-1, K-3, K-6, K-7, K-8, K-9, K-10, K-11, K-24について、それぞれ隣接する断層との関係から個別に検討を行った結果を、以下に示す。

■個別に検討を行った断層

紫字: 第1073回審査会合以降の変更箇所

断層名	一般走向 (真北)	傾斜	断層規模		隣接する断層との関係からの個別検討	検討結果
			断層長さ*1	破碎部の幅*2		
S-9	N35° E	50° NW	85m	10cm (19cm)	隣接するS-1, S-2・S-6に囲まれて分布する断層であり、かつ、S-1, S-2・S-6に比べて断層規模も小さい(P.4-30, 補足資料4.6-1 (1))。	S-1, S-2・S-6で 評価
K-1	N4° E	58° SE	205m	10cm (19cm)	隣接するK-2を越えて連続しない断層であり、かつ、K-2に比べて破碎部の幅も小さい(P.4-31, 補足資料4.6-1 (2))。	K-2で評価
K-3	N16° E	70° SE	200m以上	12cm (20cm)	雁行して分布するK-6~K-10からなる断層群をK-2とともに挟んで分布しており、かつ、これらの断層群に比べて断層規模が大きい(P.4-32, 補足資料4.6-1 (3))。	評価対象断層
K-6	N2° W	60° NE	25m以上 130m以下	7cm (9cm)	雁行して分布するK-2, K-3の間に挟まれた断層群であり、かつ、K-2, K-3に比べて断層規模も小さい(P.4-32, 補足資料4.6-1 (3))。	K-2, K-3で評価
K-7	N8° W	88° NE	20m以上 55m以下	8cm (11cm)		
K-8	N15° W	80° NE	35m以上 70m以下	11cm (21cm)		
K-9	N10° E	88° SE	40m以上 120m以下	7cm (12cm)		
K-10	N16° W	62° NE	60m	9cm (10cm)		
K-11	N14° E	70° NW	60m	9cm (9cm)	K-3に隣接して分布する同走向の断層であり、かつ、K-3に比べて断層規模も小さい(P.4-33)。	K-3で評価
K-24	N58° W	89° NE	105m以下	10cm (11cm)	隣接するK-12を越えて連続しない断層であり、かつ、K-12に比べて破碎部の幅も小さい(P.4-34, 補足資料4.6-1 (4))。なお、K-12は、ステップ2において、同系統に区分され、断層規模が大きいK-2とK-18に評価を代表させている。	K-2, K-18で評価

■個別検討を行う断層に隣接する断層(個別検討を行った断層を除く)

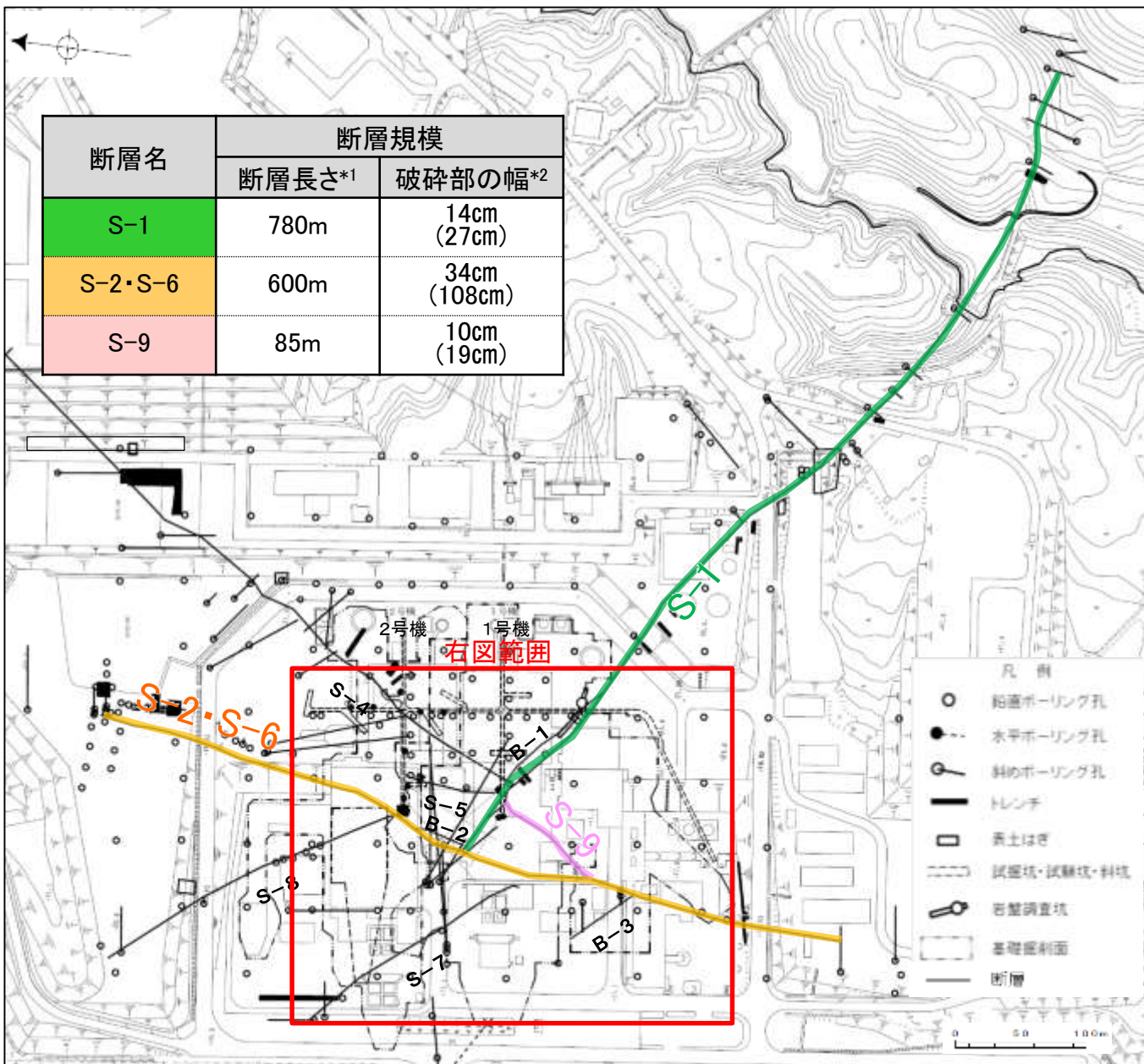
断層名	一般走向 (真北)	傾斜	断層規模	
			断層長さ*1	破碎部の幅*2
S-1	N60° W	80~70° NE	780m	14cm (27cm)
S-2・S-6	N11° E	60° NW	600m	29cm (108cm)
K-2	N19° E	72° SE	180m以上	28cm (94cm)
K-18	N8° E	78° SE	40m以上	51cm (55cm)

*1: 露頭もしくはボーリングにより破碎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0m以上と記載。海岸部において、延長部が海中等となる箇所は、断層を直接確認した長さ及び延長の露岩域等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、0m以上0m以下という記載とした。

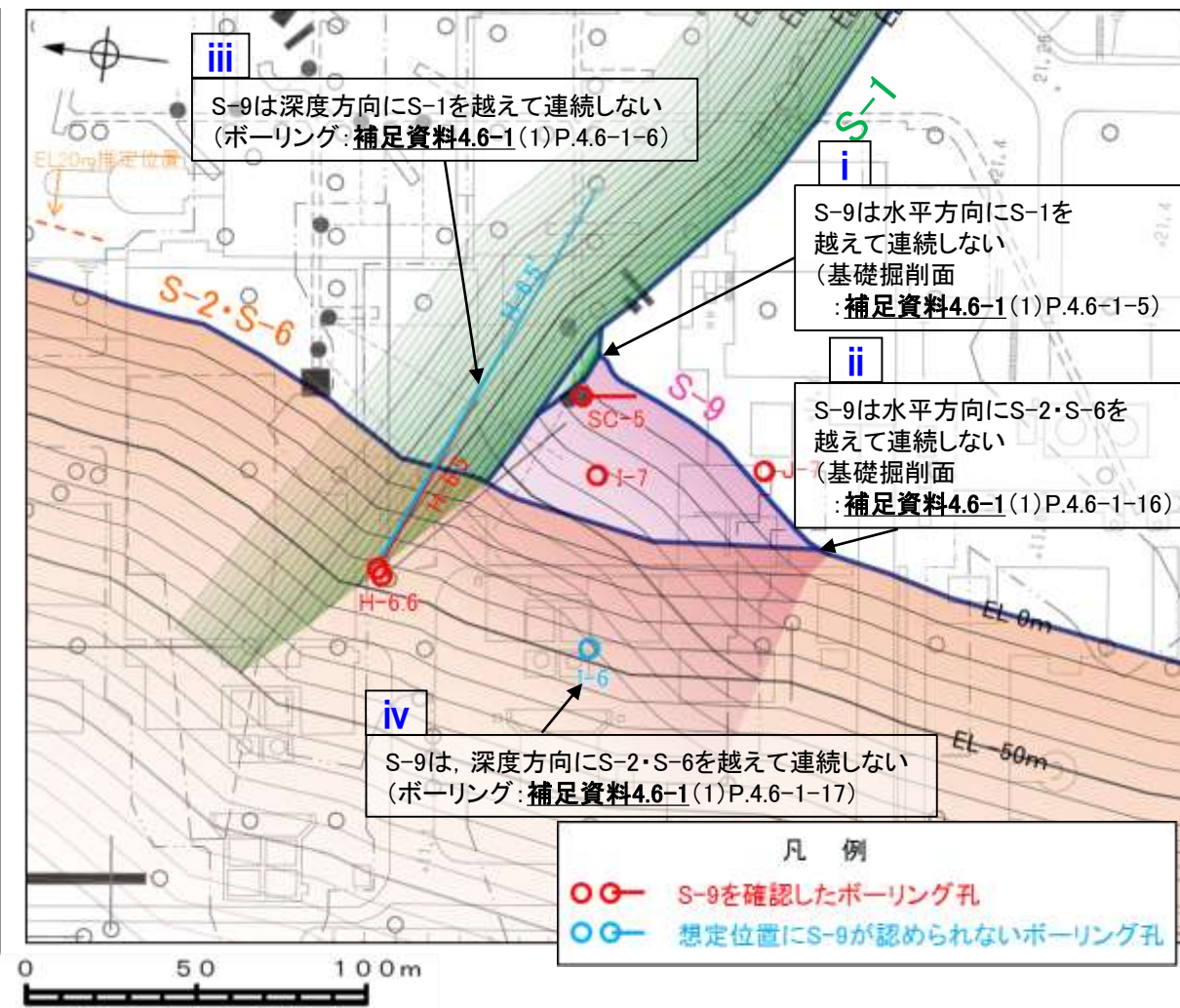
*2: すべての破碎部の平均値(下段括弧内は最大値)

4.6(1) S-9とS-1, S-2・S-6の関係

OS-9は、S-1, S-2・S-6に比べて、断層規模(断層長さ, 破碎部の幅)が小さい(左下図)。
 OS-9は、水平方向にS-1を越えて連続せず(右下図 i, 補足資料4.6-1(1)P.4.6-1-5), さらにS-2・S-6も越えて連続しない(右下図 ii, 補足資料4.6-1(1)P.4.6-1-16)。
 OS-9は、深度方向にS-1を越えて連続せず(右下図 iii, 補足資料4.6-1(1)P.4.6-1-6), さらにS-2・S-6も越えて連続しない(右下図 iv, 補足資料4.6-1(1)P.4.6-1-17)。
 O以上のことを踏まえると、S-9は、隣接するS-1, S-2・S-6に囲まれて分布する断層であり、かつ、S-1, S-2・S-6に比べて断層規模も小さいことから、評価対象断層として選定されているS-1, S-2・S-6に評価を代表させ、評価対象としない。



分布図



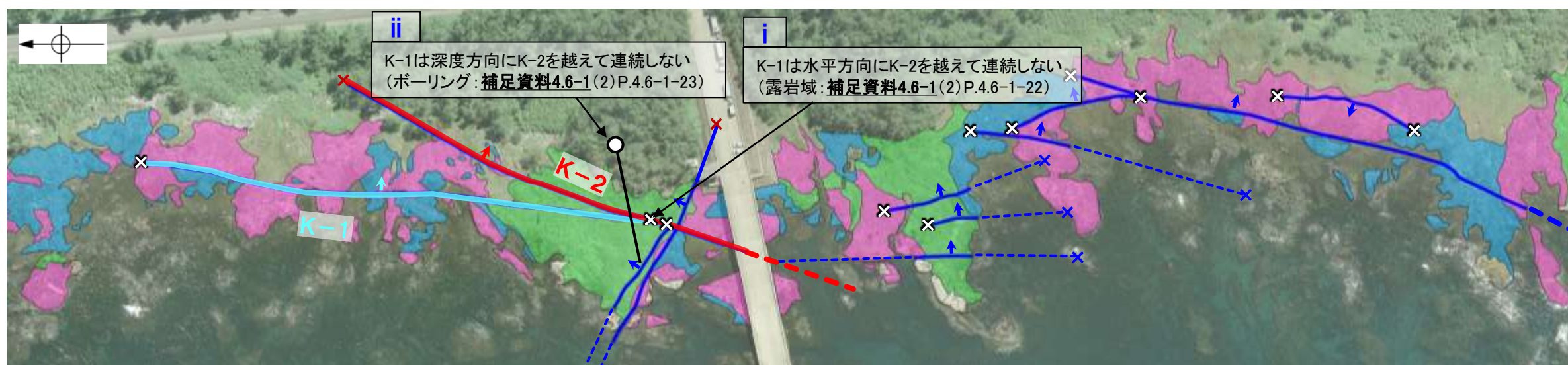
S-9とS-1, S-2・S-6の関係

上図の作図方法は、補足資料2.3-5 P.2.3-5-2に記載。なお、この図は、基礎掘削面のスケッチ及びボーリングデータを基とし、ボーリングデータから算出した各断層の平均傾斜角で、EL0m以深の断層の推定分布を示したものである。このため、実際のボーリングコアでの断層出現標高とは異なる場合がある。

*1: 露頭もしくはボーリングにより破碎部が認められないことを確認した地点までの長さ。
 *2: 破碎部全体の平均値(下段括弧内は最大値)

4.6(2) K-1とK-2の関係

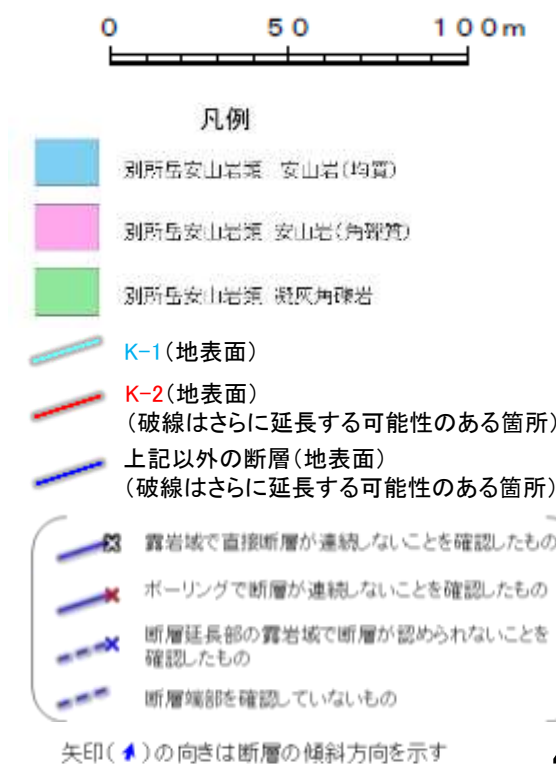
- K-1は、K-2に比べて、破砕部の幅が小さい(左下表)。
- K-1は、水平方向にK-2を越えて連続しない(下図 i, 補足資料4.6-1(2)P.4.6-1-22)。
- K-1は、深度方向にK-2を越えて連続しない(下図 ii, 補足資料4.6-1(2)P.4.6-1-23)。
- 以上のことを踏まえると、K-1は、隣接するK-2を越えて連続しない断層であり、かつ、K-2に比べて破砕部の幅も小さいことから評価対象とせず、評価対象断層として選定されているK-2に評価を代表させる。



海岸部露岩域の断層の分布図

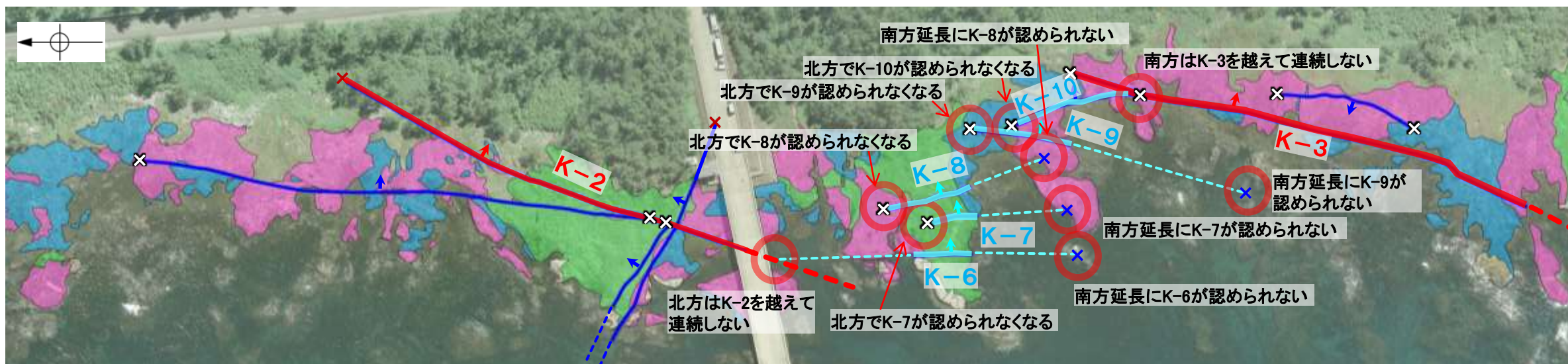
断層名	断層規模	
	断層長さ*1	破砕部の幅*2
K-1	205m	10cm (19cm)
K-2	180m以上	28cm (94cm)

*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〇m以上と記載。
*2: すべての破砕部の平均値(下段括弧内は最大値)



4.6(3) K-6, K-7, K-8, K-9, K-10とK-2, K-3の関係

- 雁行して分布するK-2, K-3の間のK-6, K-7, K-8, K-9, K-10は、いずれも走向・傾斜が類似する断層で、いずれもその北方及び南方延長において、断層が連続しないことを確認している(下図及び補足資料4.6-1(3)P.4.6.1-27~31)。
- なお、これらの断層は、K-2, K-3に比べて破碎部の幅が小さい(左下表)。
- 以上のことを踏まえると、走向・傾斜が類似するK-6, K-7, K-8, K-9, K-10は、雁行して分布するK-2, K-3の間に挟まれた断層群であり、かつ、K-2, K-3に比べて断層規模も小さい。よって、K-3を評価対象断層として選定し、K-6, K-7, K-8, K-9, K-10は評価対象とせず、評価対象断層として選定したK-2, K-3に評価を代表させる。

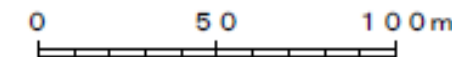


紫字: 第1073回審査会合以降の変更箇所

海岸部露岩域の断層の分布図

断層名	一般走向 (真北)	傾斜 (海岸部露頭)	断層規模	
			断層長さ*1	破碎部の幅*2
K-2	N19° E	72° SE	180m以上	28cm (94cm)
K-3	N16° E	70° SE	200m以上	12cm (20cm)
K-6	N2° W	60° NE	25m以上 130m以下	7cm (9cm)
K-7	N8° W	88° NE	20m以上 55m以下	8cm (11cm)
K-8	N15° W	80° NE	35m以上 70m以下	11cm (21cm)
K-9	N10° E	88° SE	40m以上 120m以下	7cm (12cm)
K-10	N16° W	62° NE	60m	9cm (10cm)

*1: 露頭もしくはボーリングにより破碎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0m以上と記載。延長部が海中等となる箇所は、断層を直接確認した長さ及び延長の露岩域等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、0m以上0m以下という記載とした。
*2: すべての破碎部の平均値(下段括弧内は最大値)



凡例

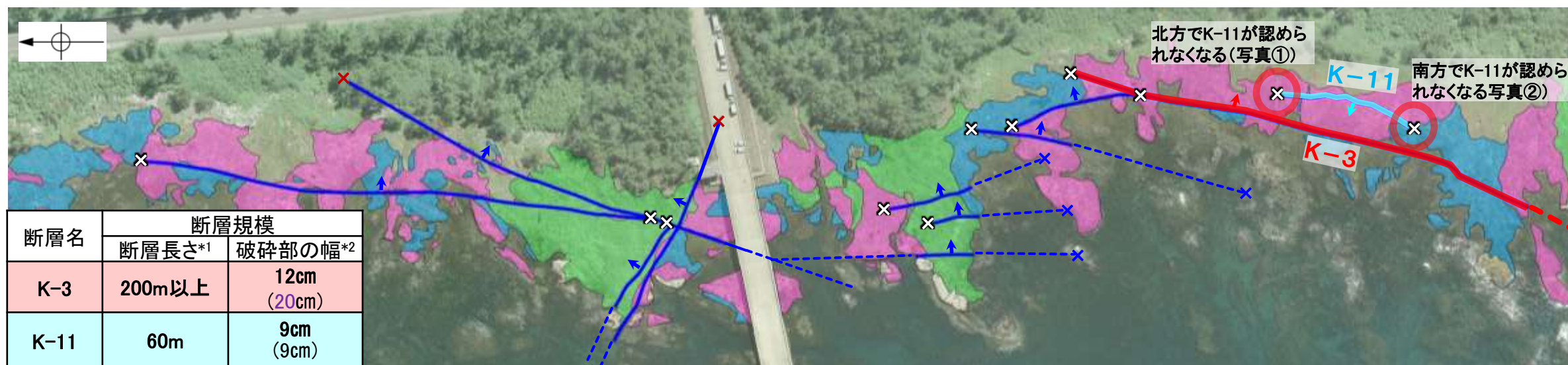
- 別所岳安山岩類 安山岩(均質)
- 別所岳安山岩類 安山岩(角礫質)
- 別所岳安山岩類 凝灰角礫岩
- K-6~10(地表面)
(破線はさらに延長する可能性のある箇所)
- K-2, K-3(地表面)
(破線はさらに延長する可能性のある箇所)
- 上記以外の断層(地表面)
(破線はさらに延長する可能性のある箇所)
- 露岩域で直接断層が連続しないことを確認したもの
- ボーリングで断層が連続しないことを確認したもの
- 断層延長部の露岩域で断層が認められないことを確認したもの
- 断層端部を確認していないもの

矢印(↑)の向きは断層の傾斜方向を示す

4.6(4) K-11とK-3の関係

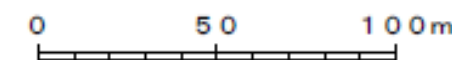
○K-11は、K-3と隣接して並走する断層で、北方、南方の露岩域において、断層が連続しないことを確認している(下図)。
 ○なお、K-11は、K-3に比べて破碎部の幅が小さい(下左表)。
 ○K-11は、K-3に隣接して分布する同走向の断層であり、かつ、K-3に比べて断層規模も小さいことから評価対象とせず、評価対象断層として選定されているK-3に評価を代表させる。

紫字: 第1073回審査会合以降の変更箇所



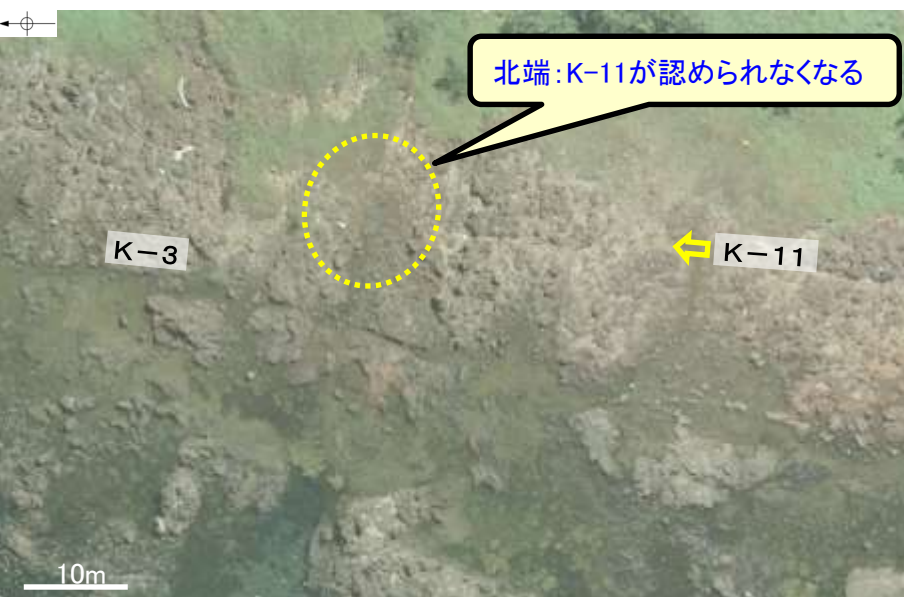
*1: 露頭もしくはボーリングにより破碎部が認められないことを確認した地点までの長さ。端部が確認できなかったものを〇m以上と記載。
 *2: すべての破碎部の平均値(下段括弧内は最大値)

海岸部露岩域の断層の分布図



凡例

- 別所岳安山岩類 安山岩(均質)
 - 別所岳安山岩類 安山岩(角礫質)
 - 別所岳安山岩類 凝灰角礫岩
 - K-11(地表面)
 - K-3(地表面)
(破線はさらに延長する可能性のある箇所)
 - 上記以外の断層(地表面)
(破線はさらに延長する可能性のある箇所)
 - 露岩域で直接断層が連続しないことを確認したもの
 - ボーリングで断層が連続しないことを確認したもの
 - 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
- 矢印(➡)の向きは断層の傾斜方向を示す



写真①

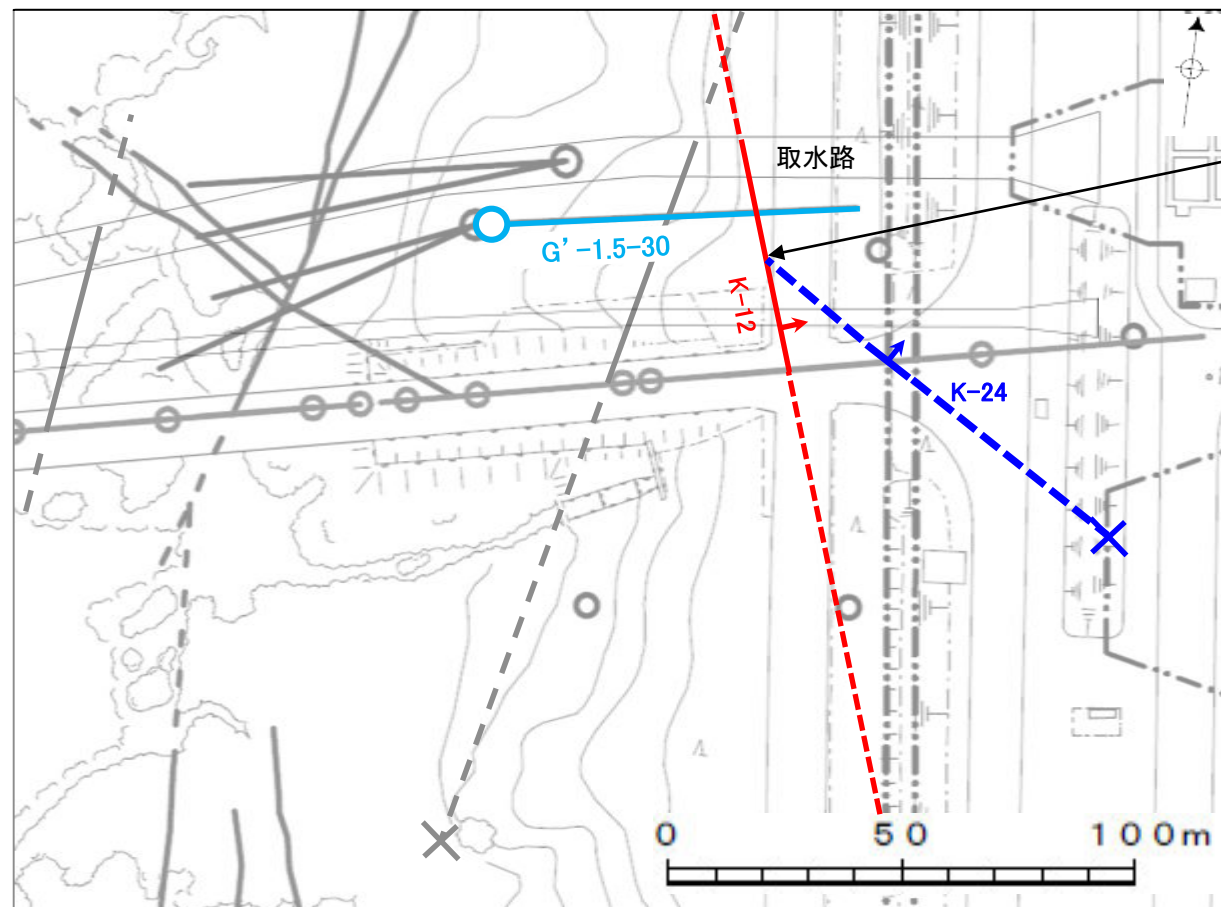


写真②

(端部の詳細データについては、[補足資料2.3-4\(21\)](#))

4.6(5) K-24とK-12の関係

- K-24は、K-12に比べて、破碎部の幅が小さい(左下表)。
- K-24は、水平方向にK-12を越えて連続しない(下図 i, **補足資料4.6-1(4)P.4.6-1-34**)。
- K-12は、ステップ2において、同系統に区分され、断層規模が大きいK-2とK-18に評価を代表させている(右下表)。
- 以上のことを踏まえると、K-24は、隣接するK-12を越えて連続しない断層であり、かつ、K-12に比べて破碎部の幅も小さいことから評価対象とせず、評価対象断層として選定されているK-2とK-18(K-12と同系統)に評価を代表させる。



i
K-24は水平方向にK-12を越えて連続しない
(ボーリング: **補足資料4.6-1(4)P.4.6-1-34**)

- K-12 (EL-20m), — K-24 (EL-20m)
- K-12, K-24以外の断層 (EL 0m)
(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

水色: 想定位置にK-24が認められないボーリング

矢印(▲)の向きは断層の傾斜方向を示す 調査位置図

ステップ2の検討結果

断層名	断層規模	
	断層長さ*1	破碎部の幅*2
K-24	105m以下	10cm (11cm)
K-12	50m以上 310m以下	13cm (21cm)

*1: 露頭もしくはボーリングにより破碎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0m以上と記載。海岸部において、延長部が海中等となる箇所は、断層を直接確認した長さ及び延長の露岩域等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、0m以上0m以下という記載とした。
*2: すべての破碎部の平均値(下段括弧内は最大値)

断層名	走向・傾斜		運動方向		系統区分	断層規模			検討結果
	一般走向(真北)と系統	傾斜	固結した破碎部	粘土状破碎部		断層長さ*1	破碎部の幅		
						最大値	平均値		
K-2	N19° E II	72° SE	正断層	右・左横ずれ逆断層(縦ずれ卓越)	II・東・逆系	180m以上	94cm	28cm	評価対象断層
K-18	N8° E II	78° SE	正断層	右横ずれ逆断層(縦ずれ卓越)		40m以上	55cm	51cm	評価対象断層
K-12	N21° W II	72° NE	正断層	右横ずれ逆断層(縦ずれ卓越)		50m以上 310m以下	21cm	13cm	K-2, K-18で評価

4.7 評価対象断層の選定 まとめ

4.7 評価対象断層の選定 まとめ

■評価対象断層の選定を、下記の手順に基づき、検討した。

➤ 【隣接する断層に並走する小規模な断層の検討】

・B-1及びB-2については、隣接するS-1及びS-2・S-6に並走する小規模な断層であり、水平方向・深度方向の分布の関係、断層形成過程に関する知見に照らした検討により、B-1はS-1の一部、B-2はS-2・S-6の一部と判断。

➤ 【4項目のデータに基づく系統区分】

・「走向」、「傾斜」、「運動方向(固結した破碎部)」、「運動方向(粘土状破碎部)」の4項目のデータに基づく系統区分を行った結果、走向がⅠ系、傾斜が高角の西傾斜で、運動方向(粘土状破碎部)が左横ずれ逆断層(縦ずれ卓越)のⅠ・西・逆系(S-8)、傾斜が高角の東傾斜で、運動方向(粘土状破碎部)が右横ずれ逆断層(横ずれ卓越)のⅠ・東・右系(S-1, B-3)、左横ずれ正断層(縦ずれ卓越)のⅠ・東・正系(K-4)、走向がⅡ系、傾斜が高角の西傾斜で、運動方向(粘土状破碎部)が左・右横ずれ逆断層(縦ずれ卓越)のⅡ・西・逆系(S-2・S-6, K-14)、左横ずれ逆断層(横ずれ卓越)のⅡ・西・左系(S-4)、傾斜が高角の東傾斜で、運動方向(粘土状破碎部)が右・左横ずれ逆断層(縦ずれ卓越)のⅡ・東・逆系(K-2, K-12, K-13, K-15~K-23, K-25, K-26)の6系統が確認された。

➤ 【ステップ1 切り合い関係による新旧検討】

・会合部の詳細地質観察に基づいた「切り合い関係による新旧検討」の結果、海岸部のK-2は、K-4, K-5より相対的に活動が新しいことから、「評価対象断層」として選定。相対的に活動が古いK-4, K-5は評価対象とせず、K-2に評価を代表させる。なお、陸域については、いずれの断層も現在確認できる露頭や詳細なスケッチがなく、新旧を明確に判断することはできない。

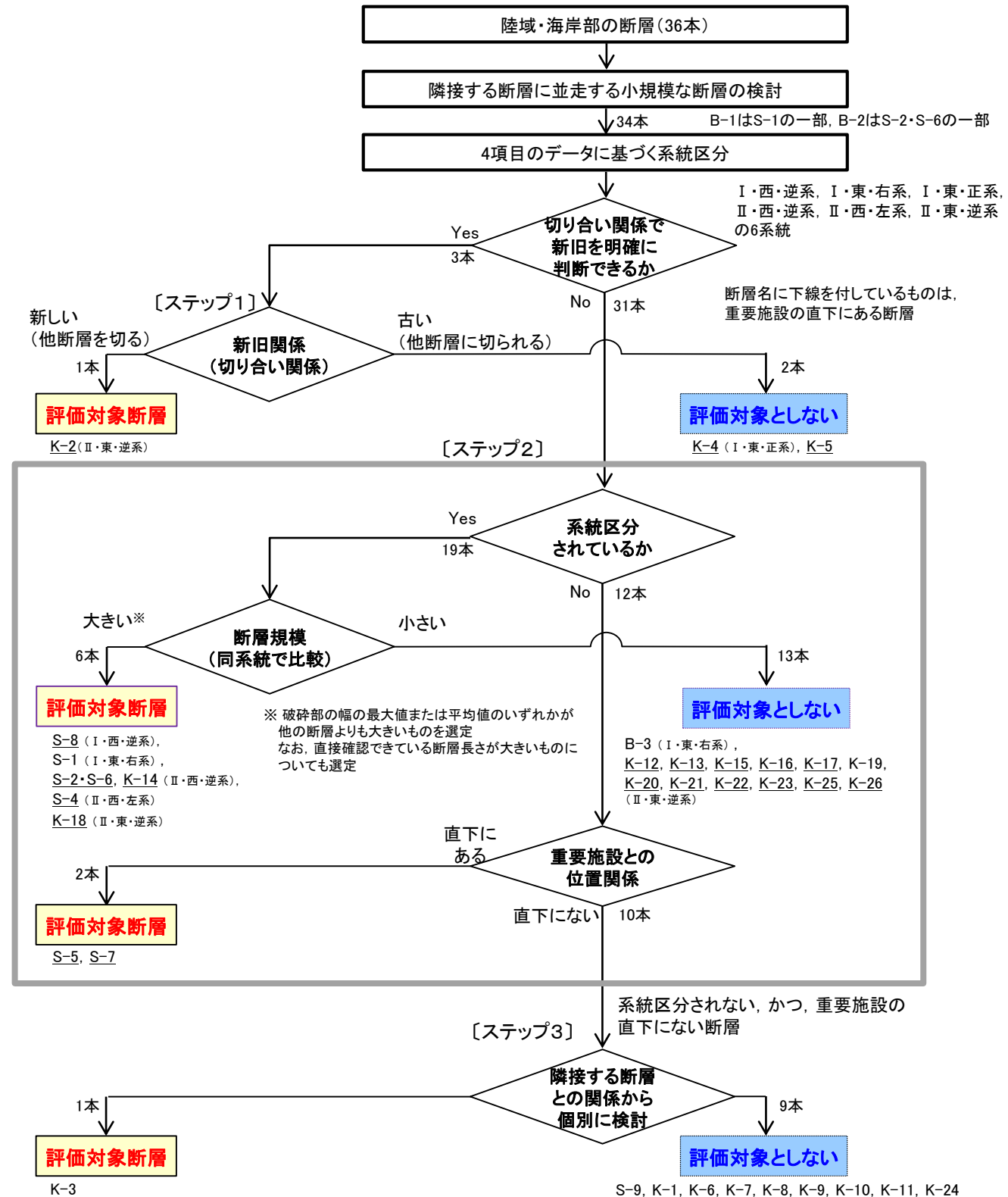
➤ 【ステップ2 系統区分・断層規模、重要施設との位置関係による検討】

・切り合い関係により新旧を明確に判断できない断層については、系統区分の結果に基づき、同系統に区分された断層のうち、断層規模(断層長さ、破碎部の幅)が大きいⅠ・西・逆系でS-8、Ⅰ・東・右系でS-1、Ⅱ・西・逆系でS-2・S-6とK-14、Ⅱ・西・左系でS-4、Ⅱ・東・逆系でK-18を「評価対象断層」として選定。同系統内で断層規模の小さいB-3, K-12, K-13, K-15~K-17, K-19~K-23, K-25, K-26は評価対象とせず、断層規模の大きい断層に評価を代表させる。
・さらに、系統区分されない断層のうち、重要施設の直下にあるS-5, S-7を「評価対象断層」として選定。

➤ 【ステップ3 隣接する断層との関係からの個別検討】

・系統区分されない、かつ、重要施設の直下でない断層であるS-9は、隣接するS-1, S-2・S-6に囲まれて分布し、さらにS-1, S-2・S-6に比べ断層規模も小さいことから評価対象とせず、[ステップ2]において評価対象断層として選定されているS-1, S-2・S-6に評価を代表させる。
・系統区分されない、かつ、重要施設の直下でない断層であるK-1は隣接するK-2を越えて連続せず、K-2に比べ破碎部の幅も小さいことから、評価対象とせず、[ステップ1]において評価対象断層として選定されているK-2に評価を代表させる。
・系統区分されない、かつ、重要施設の直下でない断層であるK-3, K-6, K-7, K-8, K-9, K-10, K-11のうち、K-6~K-11は雁行して分布するK-2, K-3の間に挟まれて分布、あるいは、隣接して分布し、さらにK-2, K-3に比べ断層規模も小さい。このことから、K-3を「評価対象断層」として選定し、K-6~K-11は評価対象とせず、K-3と[ステップ1]において評価対象断層として選定されているK-2に評価を代表させる。
・系統区分されない、かつ、重要施設の直下でない断層であるK-24は隣接するK-12を越えて連続せず、K-12に比べて破碎部の幅も小さいことから、評価対象とせず、[ステップ1][ステップ2]において評価対象断層として選定されているK-2とK-18(K-12と同系統)に評価を代表させる。

⇒ S-1, S-2・S-6, S-4, S-5, S-7, S-8, K-2, K-3, K-14, K-18(10本)を評価対象断層として選定する。



【一覧表(1/2)】

断層名 <small>断層名に下線を付しているものは、重要施設の直下にある断層</small>	一般走向と系統 (真北) (走向系統) I : NW-SE系 II : N-S~NE-SW系	傾斜	断層長さ*1	破碎部の幅*2	評価対象断層の選定								
					〔ステップ1〕 切り合い関係 による新旧検討	〔ステップ2〕		〔ステップ3〕 隣接する断層との 関係からの個別検討	検討結果				
						系統区分・断層規模 による検討	重要施設との位置関係 による検討						
<u>K-2</u>	N19° E II	72° SE	180m以上	28cm (94cm)	K-4とK-5の主せん断面と内部構造に影響を与えていることから、相対的に 新しいことが明確				評価対象断層				
<u>K-4</u>	N56° W I	85° NE	45m以上	13cm (26cm)					主せん断面、内部構造がK-2の影響を受けていることから、相対的に 古いことが明確	K-2で評価			
<u>K-5</u>	N63° W I	64° NE	75m以上	11cm (18cm)					主せん断面、内部構造がK-2の影響を受けていることから、相対的に 古いことが明確				
<u>S-8</u>	N28° W I	58° SW	250m	11cm (18cm)	I・西・逆系				評価対象断層				
S-1	N60° W I	80~70° NE	780m	14cm (27cm)					I・東・右系で断層長さ、 破碎部の幅最大	評価対象断層			
(B-1)*3	N49° W I	86° NE	100m	6cm (10cm)					I・東・右系	S-1で評価			
<u>S-2・S-6</u>	N11° E II	60° NW	600m	29cm (108cm)					II・西・逆系で断層長さ、 破碎部の最大幅最大	評価対象断層			
(B-2)*3	N12° E II	60° NW	50m	6cm (10cm)					II・西・逆系で 破碎部の平均幅最大	評価対象断層			
<u>K-14</u>	N7° E II	66° NW	40m以上	37cm (72cm)					II・西・左系	評価対象断層			
<u>S-4</u>	N29° E II	66° NW	510m	7cm (20cm)					II・東・逆系で 破碎部の平均幅最大	評価対象断層			
<u>K-18</u>	N8° E II	78° SE	40m以上	51cm (55cm)					II・東・逆系				K-2, K-18で評価
<u>K-12</u>	N21° W II	72° NE	50m以上 310m以下	13cm (21cm)									
<u>K-13</u>	N12° E II	74° SE	55m以上 300m以下	16cm (27cm)									
<u>K-15</u>	N4° E II	68° SE	30m以上	14cm (33cm)									
<u>K-16</u>	N10° W II	67° NE	20m以上	23cm (51cm)									
<u>K-17</u>	N18° E II	78° SE	不明	12cm (17cm)									
<u>K-19</u>	N12° W II	65° NE	不明	8cm (11cm)									
<u>K-20</u>	N15° E II	63° SE	不明	5cm (6cm)									

*1: 露頭もしくはボーリングにより破碎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〇m以上と記載。

延長部が海中等となる箇所は、断層を直接確認した長さ及び延長の露岩域等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、〇m以上〇m以下という記載とした。

*2: すべての破碎部の平均値(下段括弧内は最大値)

*3: B-1及びB-2については、隣接するS-1及びS-2・S-6に並走する小規模な断層であり、水平方向・深度方向の分布の関係、断層形成過程に関する知見に照らした検討により、B-1はS-1の一部、B-2はS-2・S-6の一部と判断。

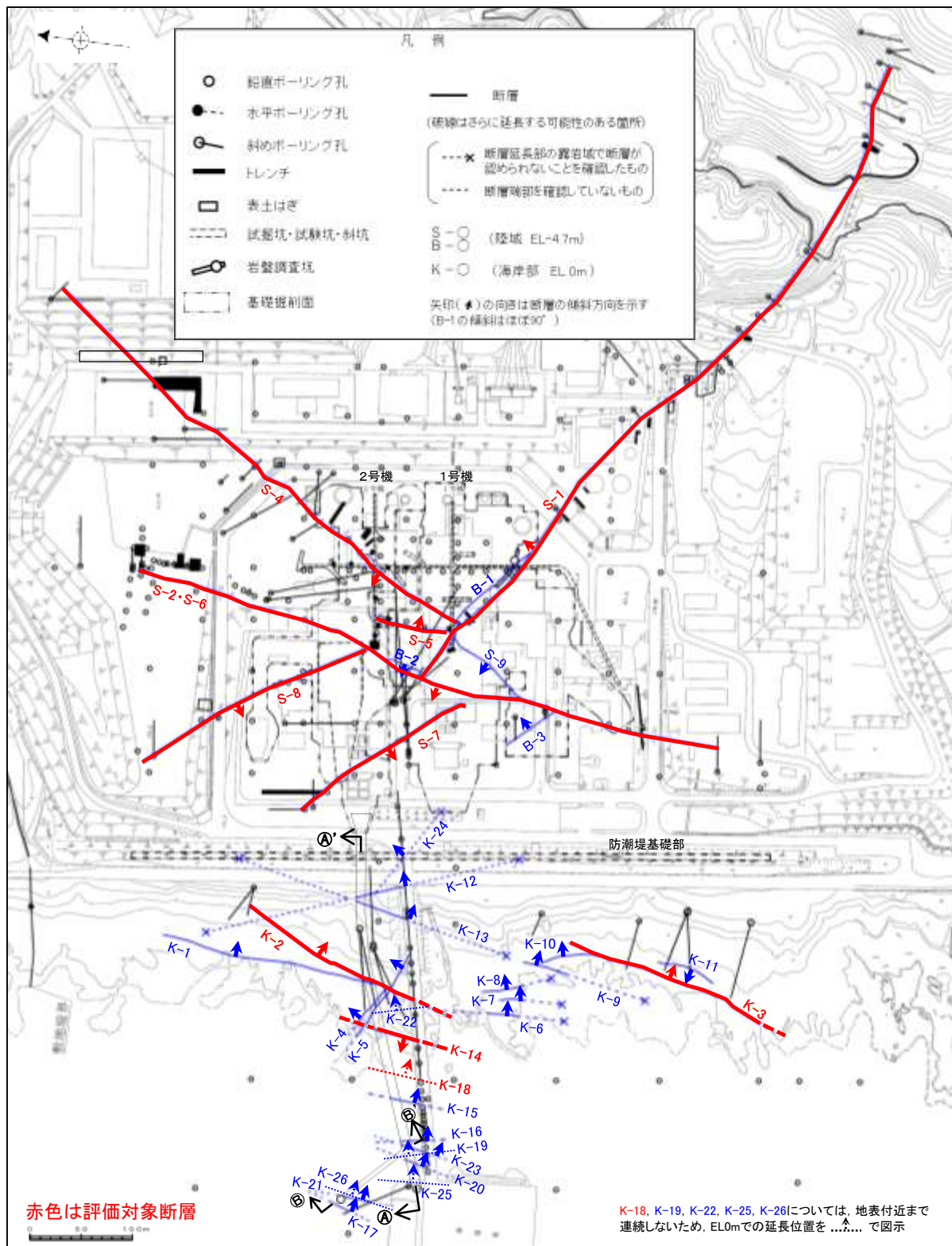
【一覧表(2/2)】

紫字: 第1073回審査会合以降の変更箇所

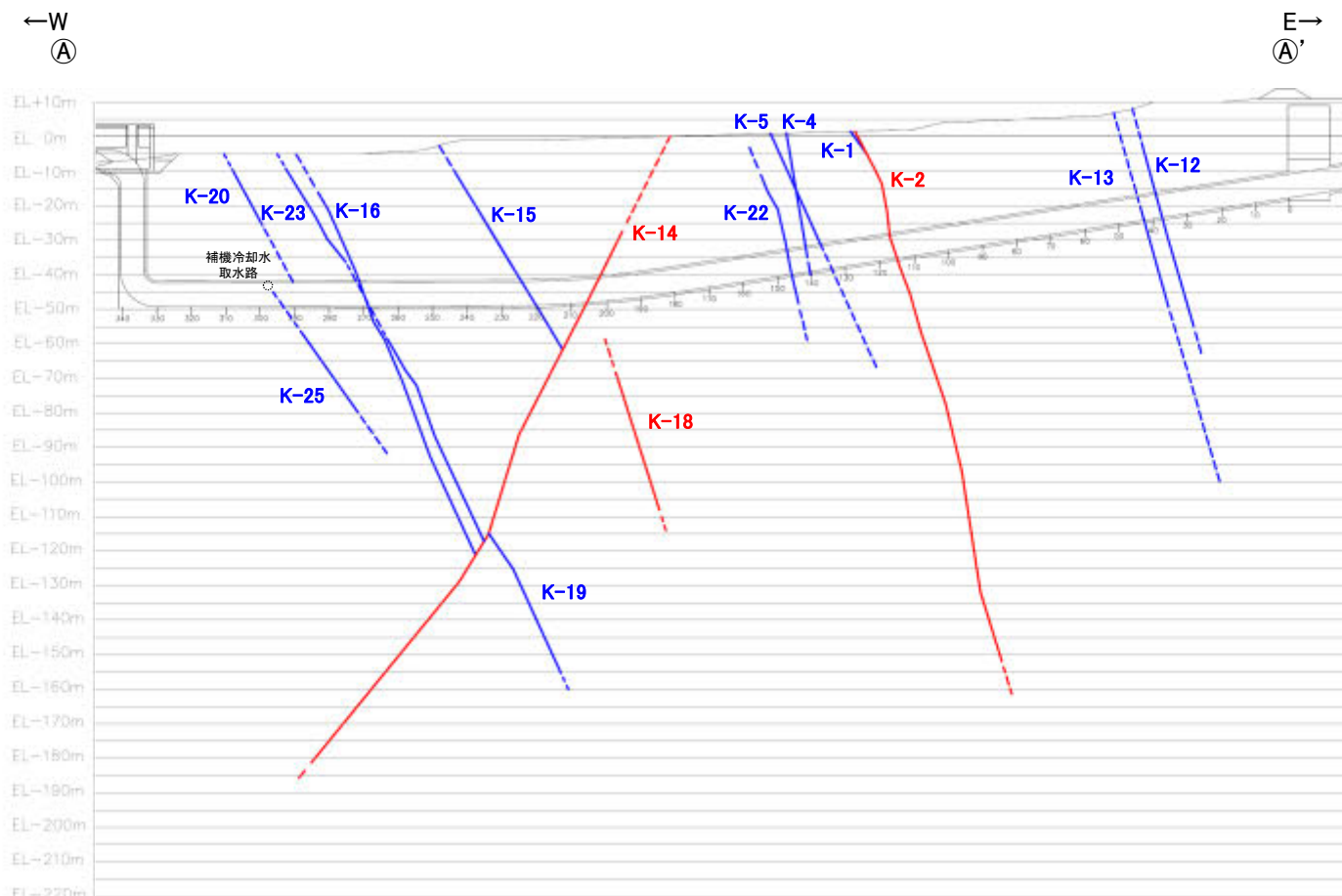
断層名 <small>断層名に下線を付しているものは、重要施設の直下にある断層</small>	一般走向と系統 (真北) (走向系統) I: NW-SE系 II: N-S~NE-SW系	傾斜	断層長さ*1	破碎部の幅*2	評価対象断層の選定						
					〔ステップ1〕 切り合い関係による新旧検討	〔ステップ2〕		〔ステップ3〕 隣接する断層との関係からの個別検討	検討結果		
						系統区分・断層規模による検討	重要施設との位置関係による検討				
K-21	N4° E II	66° SE	不明	11cm (19cm)	II・東・逆系			K-2, K-18で評価			
K-22	N9° W II	73° NE	40m以上	7cm (11cm)							
K-23	N10° E II	65° SE	20m以上	8cm (17cm)							
K-25	N1° W II	65° NE	25m以上	12cm (20cm)							
K-26	N14° E II	68° SE	35m以上	9cm (10cm)							
S-5	N4° E II	70° SE	70m	3cm (7cm)					直下にある	評価対象断層	
S-7	N41° W I	60° SW	190m	10cm (25cm)					直下にある	評価対象断層	
K-3	N16° E II	70° SE	200m以上	12cm (20cm)					直下はない	雁行して分布するK-6~K-10からなる断層群をK-2とともに挟んで分布しており、かつ、これらの断層群に比べて断層規模が大きいことから、評価対象断層として選定	評価対象断層
S-9	N35° E II	50° NW	85m	10cm (19cm)					直下はない	隣接するS-1, S-2・S-6に囲まれて分布する断層であり、かつ、S-1, S-2・S-6に比べて断層規模も小さいことから、評価対象断層として選定されているS-1, S-2・S-6に評価を代表	S-1, S-2・S-6で評価
K-1	N4° E II	58° SE	205m	10cm (19cm)					直下はない	隣接するK-2を越えて連続しない断層であり、かつ、K-2に比べて破碎部の幅も小さいことから、評価対象断層として選定されているK-2に評価を代表	K-2で評価
K-6	N2° W II	60° NE	25m以上 130m以下	7cm (9cm)	直下はない	K-6, K-7, K-8, K-9, K-10は、いずれも雁行して分布するK-2, K-3の間に挟まれた断層群であり、かつ、K-2, K-3に比べて断層規模も小さいことから、評価対象断層として選定されているK-2, K-3に評価を代表	K-2, K-3で評価				
K-7	N8° W II	88° NE	20m以上 55m以下	8cm (11cm)	直下はない						
K-8	N15° W II	80° NE	35m以上 70m以下	11cm (21cm)	直下はない						
K-9	N10° E II	88° SE	40m以上 120m以下	7cm (12cm)	直下はない						
K-10	N16° W II	62° NE	60m	9cm (10cm)	直下はない						
K-11	N14° E II	70° NW	60m	9cm (9cm)	直下はない	K-3に隣接して分布する同走向の断層であり、かつ、K-3に比べて断層規模も小さいことから、評価対象断層として選定されているK-3に評価を代表	K-3で評価				
K-24	N58° W I	89° NE	105m以下	10cm (11cm)	直下はない	隣接するK-12を越えて連続しない断層であり、かつ、K-12に比べて断層規模も小さいことから、評価対象断層として選定されているK-2とK-18(K-12と同系統)に評価を代表	K-2, K-18で評価				

*1: 露頭もしくはボーリングにより破碎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〇m以上と記載。
延長部が海中等となる箇所は、断層を直接確認した長さ及び延長の露岩域等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、〇m以上〇m以下という記載とした。
*2: すべての破碎部の平均値(下段括弧内は最大値)

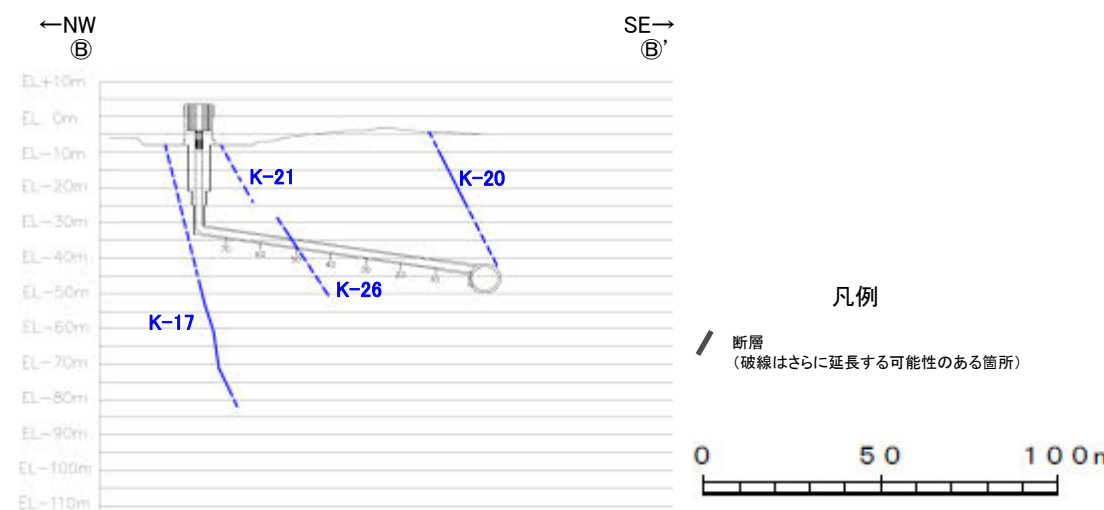
【位置図】



平面図



①-①' 断面図
(調査位置の断層線を走向・傾斜を基に延長した図)



②-②' 断面図
(調査位置の断層線を走向・傾斜を基に延長した図)

・ S-1, S-2・S-6, S-4, S-5, S-7, S-8, K-2, K-3, K-14, K-18(10本)を評価対象断層として選定する。

紫字: 第1073回審査会合以降の変更箇所

【断層一覧表】

- : 存在しないもの

断層名	性状								運動方向			重要施設との位置関係	系統区分	検討結果	
	一般走向と系統 (真北)	傾斜	断層長さ	破砕部の幅		粘土状破砕部の幅		破砕部の分類	破砕部の鉱物組成	固結した破砕部	粘土状破砕部				条線方向
				平均値	最大値	平均値	最大値								
S-1	N60° W I	80~70° NE	780m	14cm	27cm	1cm	6cm	固結した破砕部(粘土状破砕部を介在)	Crs,Pl,Mi,Sm,Hem,Mgh	正断層	右横ずれ逆断層	横ずれ	直下にある	I・東・右系	評価対象断層
S-2・S-6	N11° E II	60° NW	600m	29cm	108cm	3cm	17cm	固結した破砕部(粘土状破砕部を介在)	Crs,Trd,Pl,Px,Sm,Hem	見かけ右横ずれ正断層	左横ずれ逆断層 右横ずれ逆断層	縦ずれ	直下にある	II・西・逆系	評価対象断層
S-4	N29° E II	66° NW	510m	7cm	20cm	2cm	10cm	固結した破砕部(粘土状破砕部を介在)	Crs,Pl,Sm,Hy,Hem	正断層	左横ずれ逆断層	横ずれ	直下にある	II・西・左系	評価対象断層
S-5	N4° E II	70° SE	70m	3cm	7cm	2cm	3cm	固結した破砕部(粘土状破砕部を介在)	Crs,Pl,Px,Sm,Hem	不明	左横ずれ正断層	縦ずれ	直下にある	不明	評価対象断層
S-7	N41° W I	60° SW	190m	10cm	25cm	2cm	5cm	固結した破砕部(粘土状破砕部を介在)	Crs,Trd,Pl,Px,Hbl,Sm,Cpt,Hem	不明	右横ずれ逆断層	縦ずれ	直下にある	不明	評価対象断層
S-8	N28° W I	58° SW	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,Py	正断層	左横ずれ逆断層	縦ずれ	直下にある	I・西・逆系	評価対象断層
S-9	N35° E II	50° NW	85m	10cm	19cm	フィルム状	フィルム状	固結した破砕部(粘土状破砕部を介在)	Crs,Pl,Px,Sm,Hem	不明	不明	横ずれ	直下にある	不明	S-1, S-2・S-6で評価
B-1	N49° W I	86° NE	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	不明	不明	横ずれ	直下にある	不明	S-1の一部と評価
B-2	N12° E II	60° NW	50m	6cm	10cm	3cm	3cm	固結した破砕部(粘土状破砕部を介在)	Pl,Sm,Hem	不明	左横ずれ逆断層	横ずれ	直下にある	不明	S-2・S-6の一部と評価
B-3	N42° W I	82° NE	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	横ずれ	直下にある	I・東・右系	S-1で評価
K-1	N4° E II	58° SE	205m	10cm	19cm	-	-	固結した破砕部	Pl,Px,Sm	正断層	-	-	直下にある	不明	K-2で評価
K-2	N19° E II	72° SE	180m以上	28cm	94cm	2cm	4cm	固結した破砕部(粘土状破砕部を介在)	Qtz,Crs,Trd,Pl,Px,Sm, Sep,Hem,Php	見かけ右横ずれ正断層	右横ずれ逆断層 左横ずれ逆断層	縦ずれ	直下にある	II・東・逆系	評価対象断層
K-3	N16° E II	70° SE	200m以上	12cm	20cm	-	-	固結した破砕部	Crs,Pl,Px,Sm,Hem	見かけ右横ずれ正断層	-	-	直下にある	不明	評価対象断層
K-4	N56° W I	85° NE	45m以上	13cm	26cm	4cm	4cm	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	左横ずれ正断層	縦ずれ	直下にある	I・東・正系	K-2で評価
K-5	N63° W I	64° NE	75m以上	11cm	18cm	0.6cm	0.7cm	固結した破砕部(粘土状破砕部を介在)	Crs,Pl,Sm	正断層	不明	横ずれ	直下にある	不明	K-2で評価
K-6	N2° W II	60° NE	25m以上 130m以下	7cm	9cm	-	-	固結した破砕部	Pl,Sm,Hem	不明	-	-	直下にある	不明	K-2, K-3で評価
K-7	N8° W II	88° NE	20m以上 55m以下	8cm	11cm	-	-	固結した破砕部	Pl,Px,Sm	不明	-	-	直下にある	不明	K-2, K-3で評価
K-8	N15° W II	80° NE	35m以上 70m以下	11cm	21cm	-	-	固結した破砕部	Pl,Px,Sm	不明	-	-	直下にある	不明	K-2, K-3で評価
K-9	N10° E II	88° SE	40m以上 120m以下	7cm	12cm	-	-	固結した破砕部	Pl,Px,Sm	不明	-	-	直下にある	不明	K-2, K-3で評価
K-10	N16° W II	62° NE	60m	9cm	10cm	-	-	固結した破砕部	Crs,Pl,Px,Sm,Hem	不明	-	-	直下にある	不明	K-2, K-3で評価
K-11	N14° E II	70° NW	60m	9cm	9cm	-	-	固結した破砕部	Pl,Px,Sm,Hem	不明	-	-	直下にある	不明	K-3で評価
K-12	N21° W II	72° NE	50m以上 310m以下	13cm	21cm	1cm	2cm	固結した破砕部(粘土状破砕部を介在)	Crs,Pl,Sm	正断層	右横ずれ逆断層	縦ずれ	直下にある	II・東・逆系	K-2, K-18で評価
K-13	N12° E II	74° SE	55m以上 300m以下	16cm	27cm	2cm	2cm	固結した破砕部(粘土状破砕部を介在)	Pl,Sm,Hem,Px	正断層	左横ずれ逆断層	縦ずれ	直下にある	II・東・逆系	K-2, K-18で評価
K-14	N7° E II	66° NW	40m以上	37cm	72cm	2cm	3cm	固結した破砕部(粘土状破砕部を介在)	Crs,Pl,Sm,Hem,Php	正断層	左横ずれ逆断層 右横ずれ逆断層	縦ずれ	直下にある	II・西・逆系	評価対象断層
K-15	N4° E II	68° SE	30m以上	14cm	33cm	0.4cm	0.7cm	固結した破砕部(粘土状破砕部を介在)	Crs,Pl,Sm,Hem	正断層	逆断層	縦ずれ	直下にある	II・東・逆系	K-2, K-18で評価
K-16	N10° W II	67° NE	20m以上	23cm	51cm	2cm	5cm	固結した破砕部(粘土状破砕部を介在)	Crs,Pl,Px,Sm,Hem	正断層	右横ずれ逆断層 左横ずれ逆断層	縦ずれ	直下にある	II・東・逆系	K-2, K-18で評価
K-17	N18° E II	78° SE	不明	12cm	17cm	0.5cm	2cm	固結した破砕部(粘土状破砕部を介在)	Crs,Pl,Px,Tod,Sm,Hem	正断層	右横ずれ逆断層	縦ずれ	直下にある	II・東・逆系	K-2, K-18で評価
K-18	N8° E II	78° SE	40m以上	51cm	55cm	3cm	4cm	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	縦ずれ	直下にある	II・東・逆系	評価対象断層
K-19	N12° W II	65° NE	不明	8cm	11cm	0.2cm	0.5cm	固結した破砕部(粘土状破砕部を介在)	Crs,Pl,Px,Mi,Sm,Hem	正断層	右横ずれ逆断層	縦ずれ	直下にある	II・東・逆系	K-2, K-18で評価
K-20	N15° E II	63° SE	不明	5cm	6cm	0.2cm	0.3cm	固結した破砕部(粘土状破砕部を介在)	Qtz,Pl,Sm	正断層	左横ずれ逆断層	縦ずれ	直下にある	II・東・逆系	K-2, K-18で評価
K-21	N4° E II	66° SE	不明	11cm	19cm	1cm	1cm	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	縦ずれ	直下にある	II・東・逆系	K-2, K-18で評価
K-22	N9° W II	73° NE	40m以上	7cm	11cm	0.6cm	1cm	固結した破砕部(粘土状破砕部を介在)	Pl,Px,Sm,Hem	正断層	右横ずれ逆断層	縦ずれ	直下にある	II・東・逆系	K-2, K-18で評価
K-23	N10° E II	65° SE	20m以上	8cm	17cm	0.4cm	1cm	固結した破砕部(粘土状破砕部を介在)	Crs,Pl,Px,Sm,Hem	正断層	右横ずれ逆断層 左横ずれ逆断層	縦ずれ	直下にある	II・東・逆系	K-2, K-18で評価
K-24	N58° W I	89° NE	105m以下	10cm	11cm	-	-	固結した破砕部(砂状破砕部を介在)	不明	不明	-	-	直下にある	不明	K-2, K-18で評価
K-25	N1° W II	65° NE	25m以上	12cm	20cm	0.2cm	0.2cm	固結した破砕部(粘土状破砕部を介在)	Crs,Pl,Sm,Hem	正断層	逆断層	縦ずれ	直下にある	II・東・逆系	K-2, K-18で評価
K-26	N14° E II	68° SE	35m以上	9cm	10cm	1cm	2cm	固結した破砕部(粘土状破砕部を介在)	Pl,Sm,Hem	正断層	左横ずれ逆断層	縦ずれ	直下にある	II・東・逆系	K-2, K-18で評価

(走向系統)
I : NW-SE系, II : N-S~NE-SW系

(鉱物組成の略名)
Qtz:石英 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 Hbl:普通角閃石
Mi:雲母鉱物 Tod:轟石 Sm:スメクタイト Sep:セピオライト Hy:ハロイサイト Opt:クリノタイロライト
Hem:赤鉄鉱 Py:黄鉄鉱 Mgh:磁赤鉄鉱 Php:フィロサイト

・ S-1, S-2・S-6, S-4, S-5, S-7, S-8, K-2, K-3, K-14, K-18(10本)を評価対象断層として選定する。

5. 敷地内断層の活動性評価

5.1 活動性評価の方針

5.1(1) 活動性評価の方針

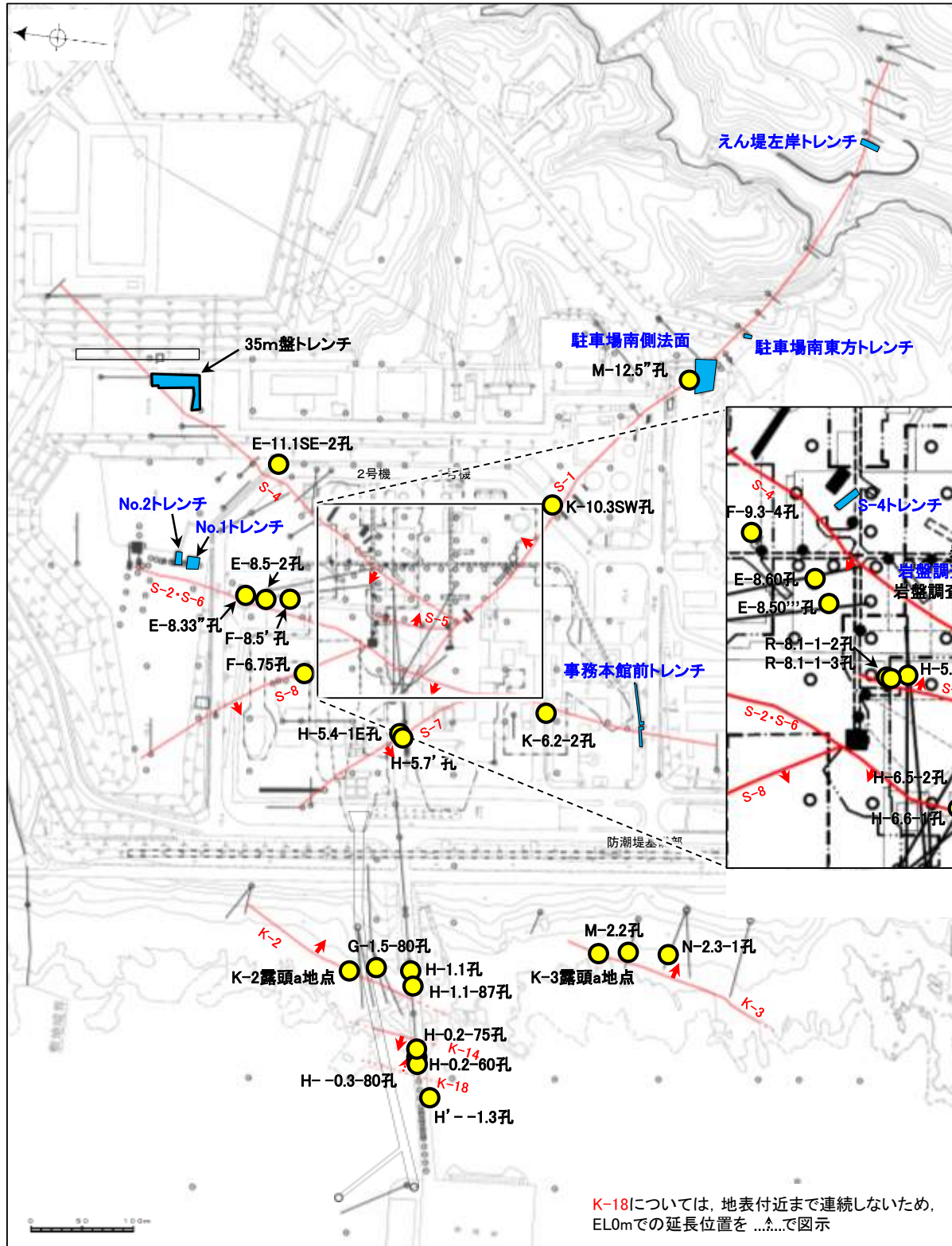
○有識者会合時の評価データに加え、その後に拡充したデータを用いて、評価対象断層(10断層)の後期更新世以降の活動性について、評価を行った。
○活動性評価にあたっては、敷地内断層と活断層との破碎部性状の比較(5.14節)、敷地内断層と敷地周辺の広域的な検討(5.15節)を踏まえ、上載地層法(5.4.1～5.6.1項)及び有識者会合の今後の課題※1, 2にも示された鉱物脈法(目視観察及び薄片観察)(5.4.2～5.6.2, 5.7.1～5.13.1項)により、総合的に評価を実施した。

※1:平成28年4月27日原子力規制委員会、志賀原子力発電所敷地内破碎帯の調査に関する有識者会合、P.43-44、V.今後の課題
※2:有識者会合による「今後の課題」を踏まえて行ったデータ拡充の結果については、[補足資料6.1-1](#)

各断層の活動性評価に関する評価地点

評価対象断層	上載地層法	鉱物脈法
S-1	5地点 駐車場南東方トレンチ えん堤左岸トレンチ 駐車場南側法面 旧A・Bトレンチ 掘削法面	9地点 H-6.7孔 H-6.6-1孔 M-12.5”孔 1号原子炉建屋底盤(露頭観察) 岩盤調査坑(露頭, 研磨面, 薄片) 岩盤調査坑No.9孔(SEM観察) 岩盤調査坑No.25切羽(薄片観察) 岩盤調査坑No.25切羽(薄片観察) H-6.5-2孔 K-10.3SW孔
S-2・S-6	3地点 No.2トレンチ (S-2・S-6周辺の地形等を含む) No.1トレンチ 事務本館前トレンチ	4地点 F-8.5' 孔 K-6.2-2孔 E-8.5-2孔 E-8.33' 孔
S-4	2地点 35m盤トレンチ (ブロックサンプリング等を追加) S-4トレンチ	4地点 E-8.60孔 E-8.50”孔 F-9.3-4孔 E-11.1SE-2孔
S-5	—	3地点 R-8.1-1-2孔 R-8.1-1-3孔 H-5.4-4E孔
S-7	—	2地点 H-5.7' 孔 H-5.4-1E孔
S-8	—	1地点 F-6.75孔
K-2	—	4地点 G-1.5-80孔(薄片1試料追加) H-1.1-87孔 H-1.1孔 K-2露頭a地点
K-3	—	3地点 M-2.2孔 N-2.3-1孔, K-3露頭a地点
K-14	—	2地点 H--0.3-80孔 H'--1.3孔
K-18	—	2地点 H-0.2-75孔 H-0.2-60孔(薄片1試料追加)

青字:有識者会合時の評価データ
紫字:第1073回審査会合以降の主なデータ拡充箇所



拡大図

位置図



余白

5.1(2) 活動性評価地点 —S-1—

■上載地層法

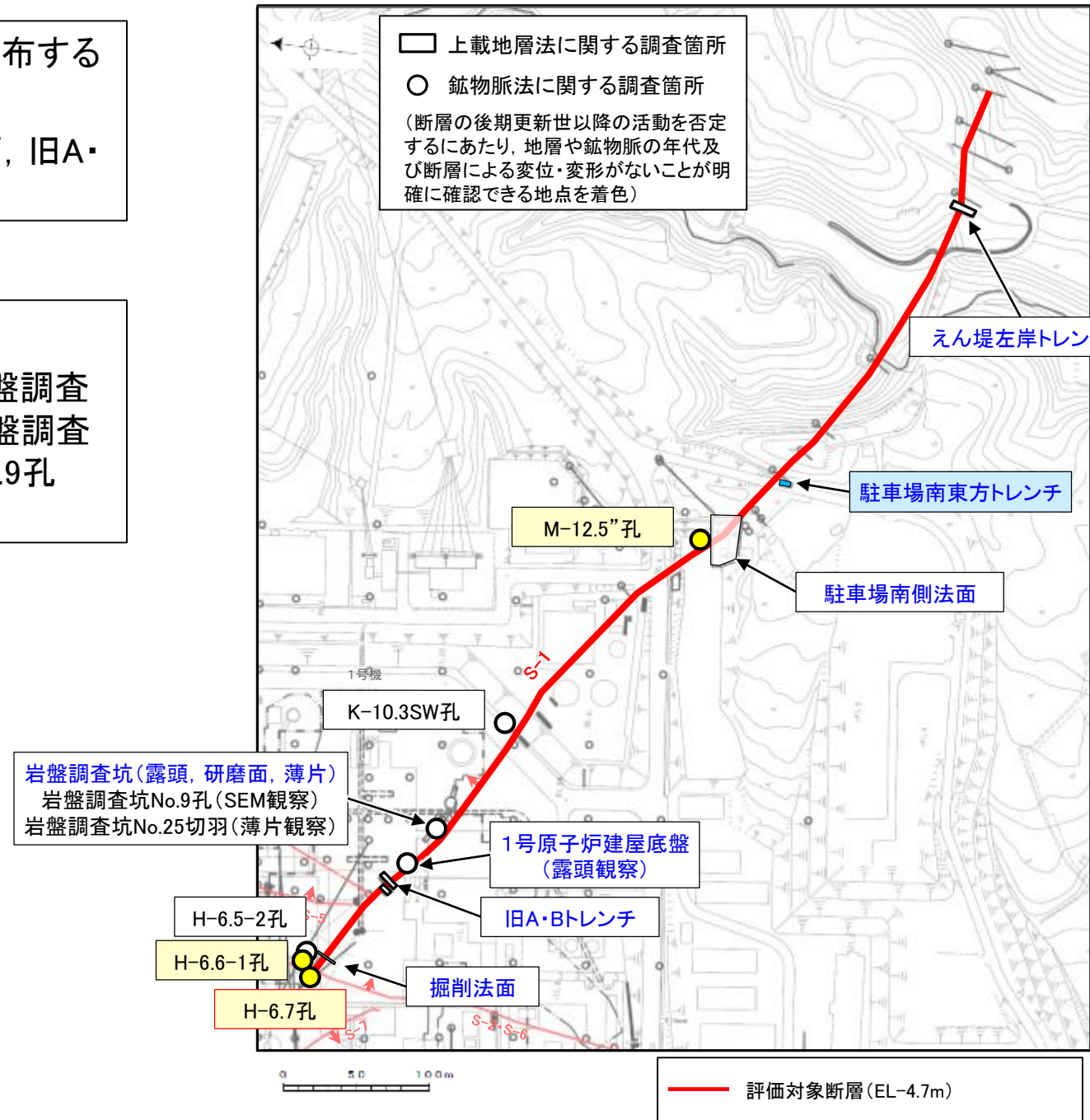
- 約12～13万年前以前に堆積した地層であるH I a段丘堆積物が分布する駐車場南東方トレンチにおいて評価を行った。
- 有識者会合時の評価データ(えん堤左岸トレンチ, 駐車場南側法面, 旧A・Bトレンチ, 掘削法面)も用いて, 評価を行った。

■鉍物脈法

- 3地点(H-6.7孔, H-6.6-1孔, M-12.5”孔)において評価を行った。
- 有識者会合時の評価データ(1号原子炉建屋底盤(露頭観察), 岩盤調査坑(露頭, 研磨面, 薄片観察)), 有識者会合以降の評価データ(岩盤調査坑No.25切羽(薄片観察), H-6.5-2孔, K-10.3SW孔, 岩盤調査坑No.9孔(SEM観察))も用いて, 評価を行った。

青字:有識者会合時の評価データ

評価手法	評価地点	掲載箇所
上載地層法	駐車場南東方トレンチ	5.4.1(1) 補足資料5.4-1(1)
	えん堤左岸トレンチ	参考資料5.4-1(1)
	駐車場南側法面	参考資料5.4-1(2)
	旧A・Bトレンチ	参考資料5.4-1(3)
	掘削法面	参考資料5.4-1(4)
鉍物脈法	H-6.7孔	5.4.2(1) 補足資料5.4-2(1)-1
	H-6.6-1孔	5.4.2(2) 補足資料5.4-2(1)-2
	M-12.5”孔	5.4.2(3) 補足資料5.4-2(1)-3
	1号原子炉建屋底盤(露頭観察)	参考資料5.4-2(2)-1
	岩盤調査坑(露頭, 研磨面, 薄片観察)	参考資料5.4-2(2)-2
	岩盤調査坑No.25切羽(薄片観察)	参考資料5.4-2(1)-1
	H-6.5-2孔	参考資料5.4-2(1)-2
K-10.3SW孔	参考資料5.4-2(1)-3	
	岩盤調査坑No.9孔(SEM観察)	参考資料5.4-2(3)



調査位置図

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

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

黄色網掛け:鉍物脈法による評価において, S-1の中で最新面と鉍物脈との切り合い関係が最も明確であると評価したデータ

5.1(2) 活動性評価地点 -S-2・S-6-

■上載地層法

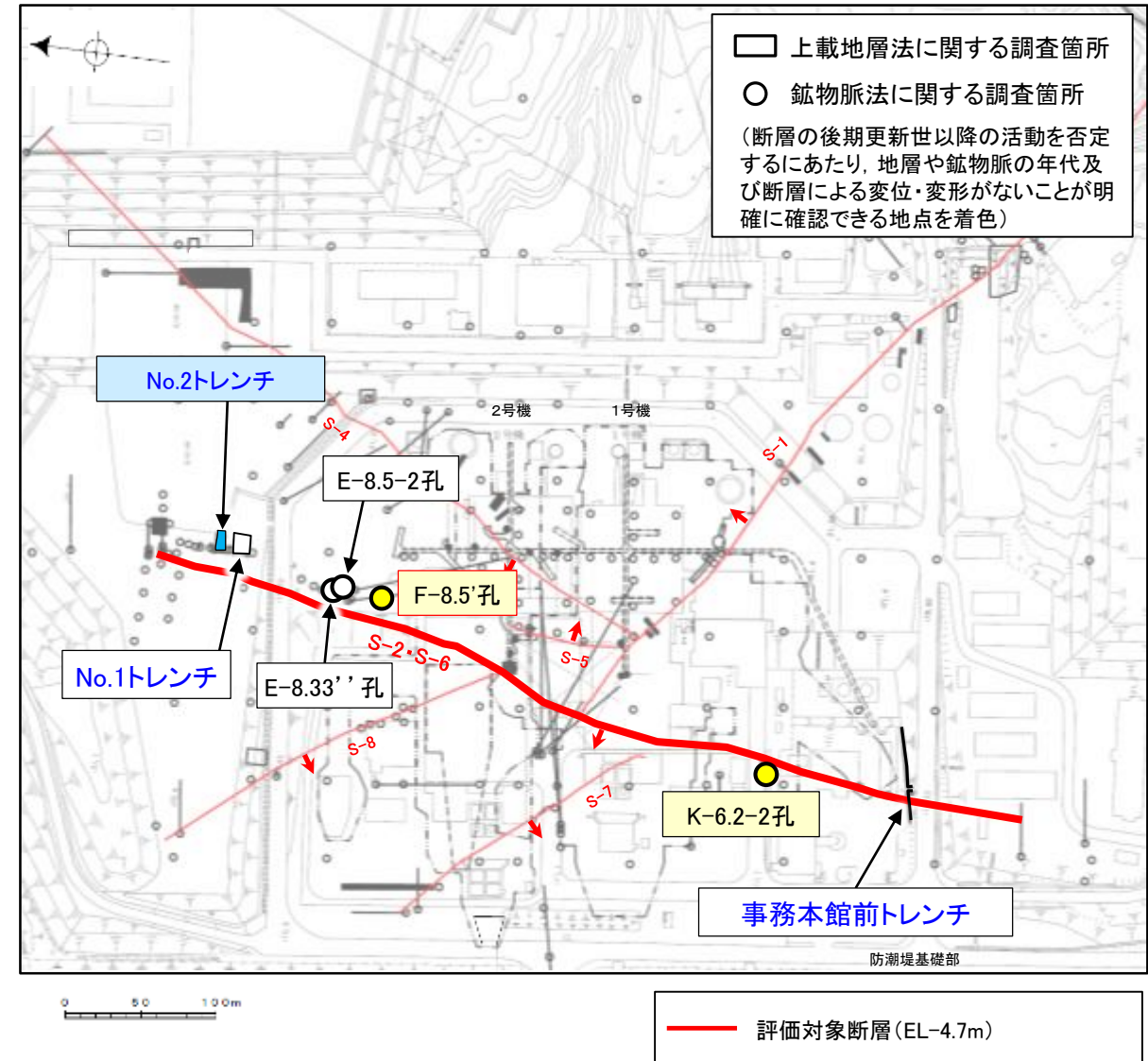
- 約12～13万年前に堆積した地層であるM I 段丘堆積物が分布するNo.2トレンチにおいて、評価を行った。
- S-2・S-6の地下延長部の断層の活動による地表付近の変形の有無を確認するために、S-2・S-6周辺の地形及び岩盤上面高度分布の確認等を行った。
- 有識者会合時の評価データ(No.1トレンチ, 事務本館前トレンチ)も用いて、評価を行った。

■鉤物脈法

- 2地点(F-8.5' 孔, K-6.2-2孔)において、評価を行った。
- 評価にあたっては、その他の評価データ(E-8.5-2孔, E-8.33' 孔)も用いた。

青字: 有識者会合時の評価データ

評価手法	評価地点	掲載箇所
上載地層法	No.2トレンチ (S-2・S-6周辺の地形等を含む)	5.5.1(1) 補足資料5.5-1(1)～(3)
	No.1トレンチ	参考資料5.5-1(2)
	事務本館前トレンチ	参考資料5.5-1(3)
鉤物脈法	F-8.5' 孔	5.5.2(1) 補足資料5.5-2(1)-1
	K-6.2-2孔	5.5.2(2) 補足資料5.5-2(1)-2
	E-8.5-2孔	参考資料5.5-2(1)-1
	E-8.33' 孔 (SEM観察)	参考資料5.5-2(2)



調査位置図

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

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

黄色網掛け: 鉤物脈法による評価において、S-2・S-6の中で最新面と鉤物脈との切り合い関係が最も明確であると評価したデータ

5.1(2) 活動性評価地点 -S-4-

■上載地層法

- 約12～13万年前以前に堆積した地層であるH I a段丘堆積物が分布する35m盤トレンチにおいて、評価を行った。
- 建設時の調査地点であるS-4トレンチも用いて、評価を行った。

■鉤物脈法

- 2地点(E-8.60孔, E-8.50”孔)において、評価を行った。
- 評価にあたっては、その他の評価データ(E-11.1SE-2孔, F-9.3-4孔)も用いた。

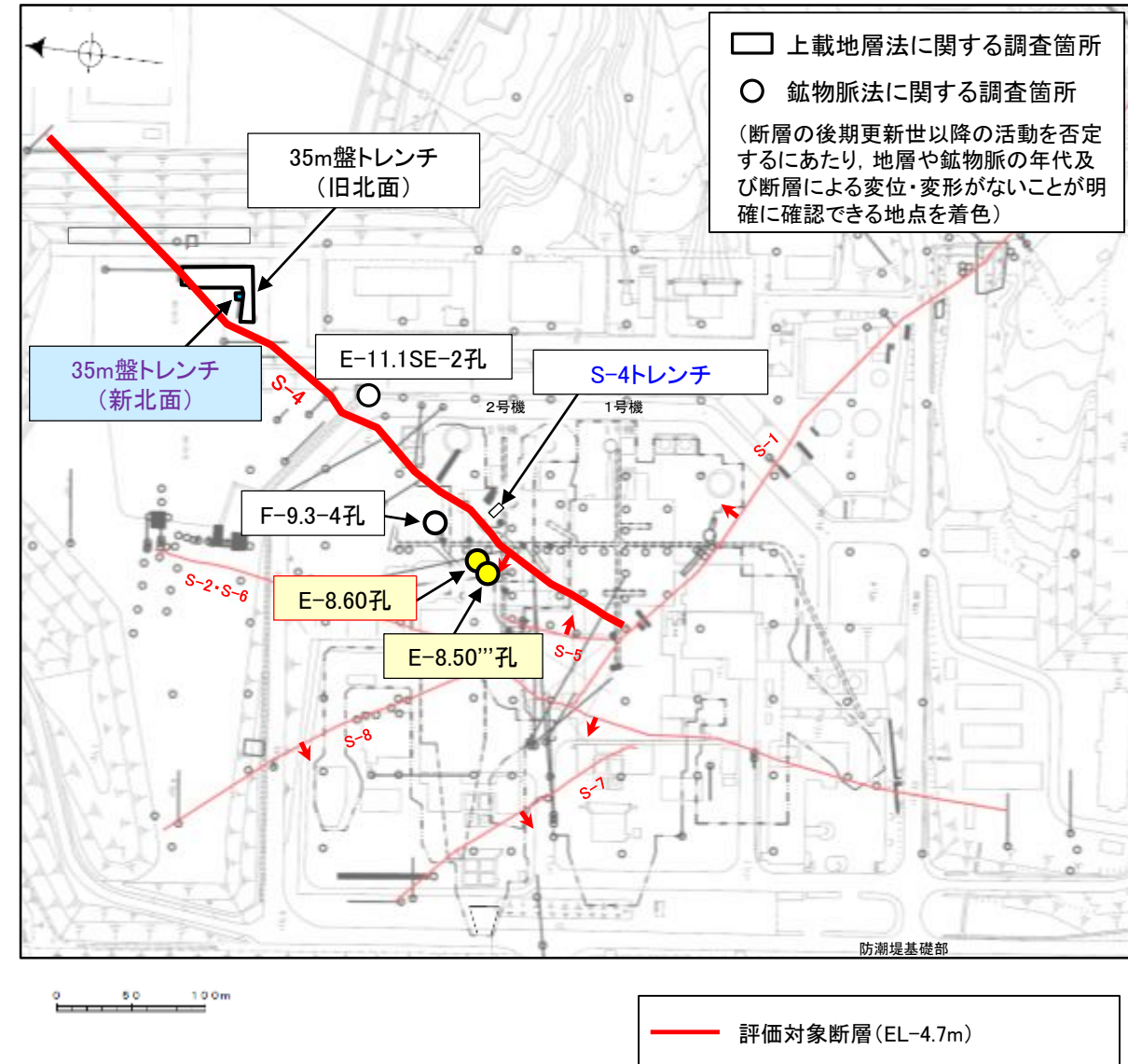
青字: 有識者会合時の評価データ
紫字: 第1073回審査会合以降のデータ拡充箇所

評価手法	評価地点	掲載箇所
上載地層法	35m盤トレンチ(新北面)	5.6.1(1) 補足資料5.6-1(1)
	35m盤トレンチ(旧北面)	補足資料5.6-1(1)
	S-4トレンチ	参考資料5.6-1(2)
鉤物脈法	E-8.60孔	5.6.2(1) 補足資料5.6-2(1)-1
	E-8.50”孔	5.6.2(2) 補足資料5.6-2(1)-2
	E-11.1SE-2孔	参考資料5.6-2(1)-1
	F-9.3-4孔(SEM観察)	参考資料5.6-2(2)

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

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

黄色網掛け: 鉤物脈法による評価において、S-4の中で最新面と鉤物脈との切り合い関係が最も明確であると評価したデータ



調査位置図

5.1(2) 活動性評価地点 —S-5, S-7, S-8, K-2, K-3, K-14, K-18—

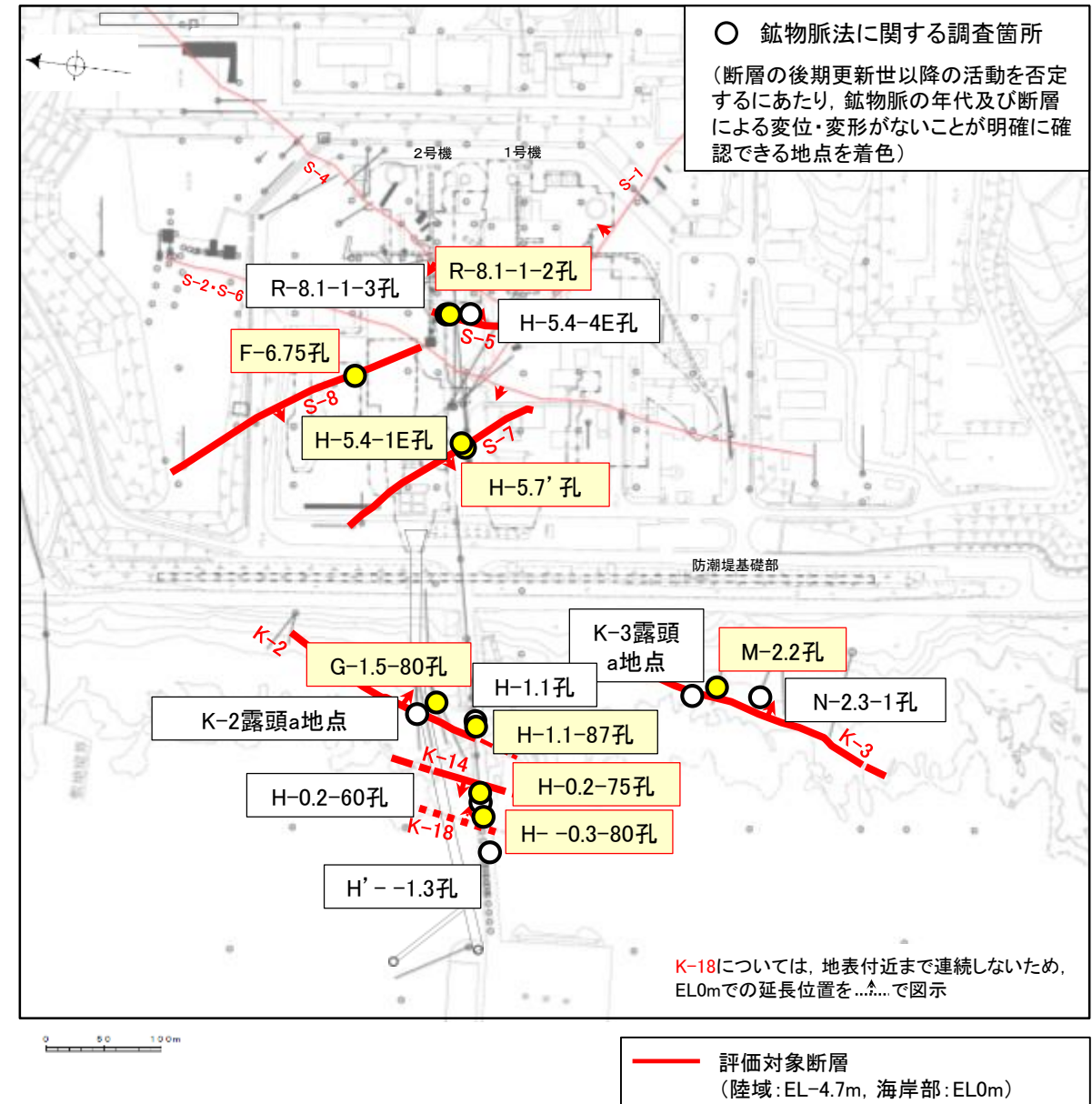
■上載地層法

○約12～13万年前以前の地形面，地層が確認できないことから，上載地層法による評価を実施できない。

■鉤物脈法

○下表に示す地点において，評価を行った。

評価手法	断層	評価地点	掲載箇所
鉤物脈法	S-5	R-8.1-1-2孔	5.7.1(1) 補足資料5.7-1(1)-1
		R-8.1-1-3孔	参考資料5.7-1(1)-1
		H-5.4-4E孔	参考資料5.7-1(1)-2
	S-7	H-5.7' 孔	5.8.1(1) 補足資料5.8-1(1)-1
		H-5.4-1E孔	5.8.1(2) 補足資料5.8-1(1)-2
	S-8	F-6.75孔	5.9.1(1) 補足資料5.9-1(1)-1
	K-2	G-1.5-80孔	5.10.1(1) 補足資料5.10-1(1)-1
		H-1.1-87孔	5.10.1(2) 補足資料5.10-1(1)-2
		H-1.1孔	参考資料5.10-2(1)-1
		K-2露頭a地点	参考資料5.10-2(1)-2
	K-3	M-2.2孔	5.11.1(1) 補足資料5.11-1(2)-1
		N-2.3-1孔, K-3露頭a地点	参考資料5.11-1(1)-1
	K-14	H- -0.3-80孔	5.12.1(1) 補足資料5.12-1(1)-1
		H' - -1.3孔	参考資料5.12-1(1)-1
	K-18	H-0.2-75孔	5.13.1(1) 補足資料5.13-1(1)-1
		H-0.2-60孔	参考資料5.13-1(1)-1



調査位置図

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

黄色網掛け : 鉤物脈法による評価において，各評価対象断層の中で最新面と鉤物脈との切り合い関係が最も明確であると評価したデータ

5.2 上載地層法に用いる地層

5.2 上載地層法に用いる地層 ー概要ー

- 上載地層法では、約12～13万年前以前の地層にずれや変形が認められないことを明確な証拠により示されたとき、後期更新世以降の活動を否定できる※。
- よって、上載地層法による評価にあたっては、以下に示すように堆積物の年代評価を行い、約12～13万年前以前に堆積したと判断できる地層を用いることとした。

※敷地内及び敷地周辺の地質・地質構造調査に係る審査ガイド、P.4, 2.1 解説(1)(2)

(1)能登半島南西岸の海成段丘面と堆積物の年代評価の考え方(P.5-11～5-13)

- ・敷地を含む能登半島南西岸には、海成段丘面(中位段丘 I 面, 高位段丘 I a面)が広く分布している。
- ・中位段丘 I 面の前縁において被覆層の下部にSK(10.5万年前)が確認されたことから、中位段丘 I 面はSK降灰直前の高海面期であるMIS5e(約12～13万年前)に形成されたと判断した。
- ・高位段丘 I a面は、MIS5eの旧汀線高度より高い標高に分布することから、約12～13万年前より古い高海面期に形成されたと判断した。
- ・これらの海成段丘面を構成する堆積物のうち、海成堆積物と認定できたものは、段丘面の形成時に堆積したと考えられることから、約12～13万年前以前に堆積したと判断した。

(2)海成堆積物の特徴(P.5-14～5-20)

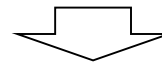
- ・海成堆積物の認定を行うため、本地域における海成堆積物と陸成堆積物の違いを明らかにした。
- ・定量的な分析による比較検討の結果、海成堆積物は陸成堆積物より礫の円磨が進んでいることから、礫の真円度を指標として海成堆積物を認定することとした。

(3)敷地内断層上に分布する海成堆積物の認定(P.5-21～5-24)

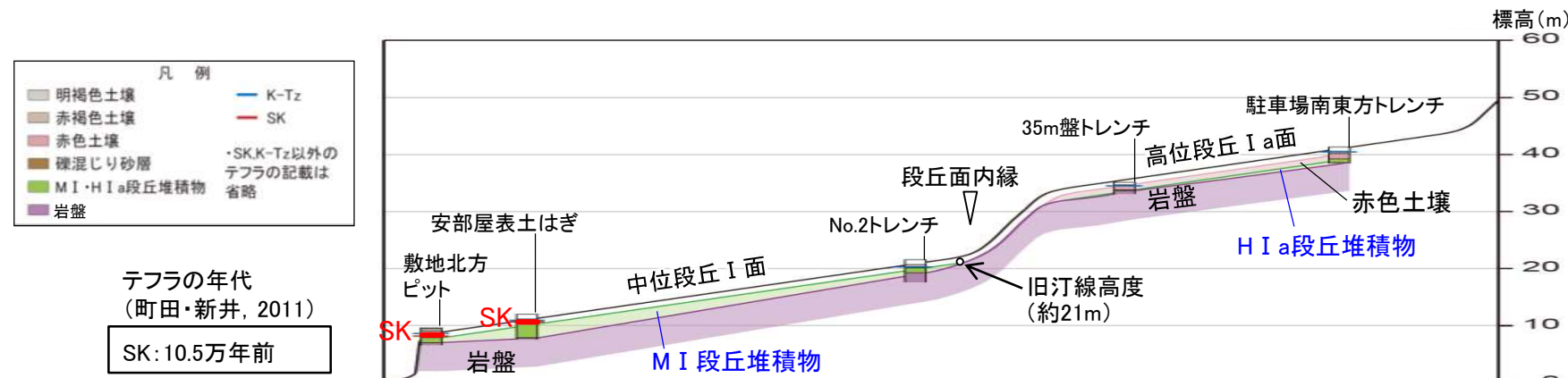
- ・海成段丘面(中位段丘 I 面, 高位段丘 I a面)を構成する堆積物のうち、S-1, S-2・S-6, S-4の直上に分布する堆積物について、海成堆積物かどうかの確認を行った。
- ・礫の形状の肉眼観察の結果、陸成堆積物より円磨が進んでいることが確認されたS-1上の駐車場南東方トレンチ, S-2・S-6上のNo.2トレンチ, S-4上の35m盤トレンチの堆積物について、礫の真円度に着目して、海成堆積物の認定を行った。

(4)堆積物の年代評価(P.5-25)

- ・No.2トレンチの堆積物は、中位段丘 I 面を構成する海成堆積物(M I 段丘堆積物)であり、MIS5e(約12～13万年前)に堆積したと判断した。
- ・35m盤トレンチ及び駐車場南東方トレンチの堆積物は、高位段丘 I a面を構成する海成堆積物(H I a段丘堆積物)であり、約12～13万年前より古い高海面期に堆積したと判断した。



No.2トレンチ, 駐車場南東方トレンチ及び35m盤トレンチにおける、断層の直上に分布する堆積物は、約12～13万年前以前に堆積したものである。



中位段丘 I 面, 高位段丘 I a面の模式断面図

なお、第788回審査会合において上載地層法による評価に用いていた古期斜面堆積物については、高位段丘 I a面の形成以降に堆積したものと考えられるが、明確な年代評価ができないことから、上載地層法による評価には用いないこととした。

5.2(1) 能登半島南西岸の海成段丘面と堆積物の年代評価の考え方 —海成段丘面の分布①—

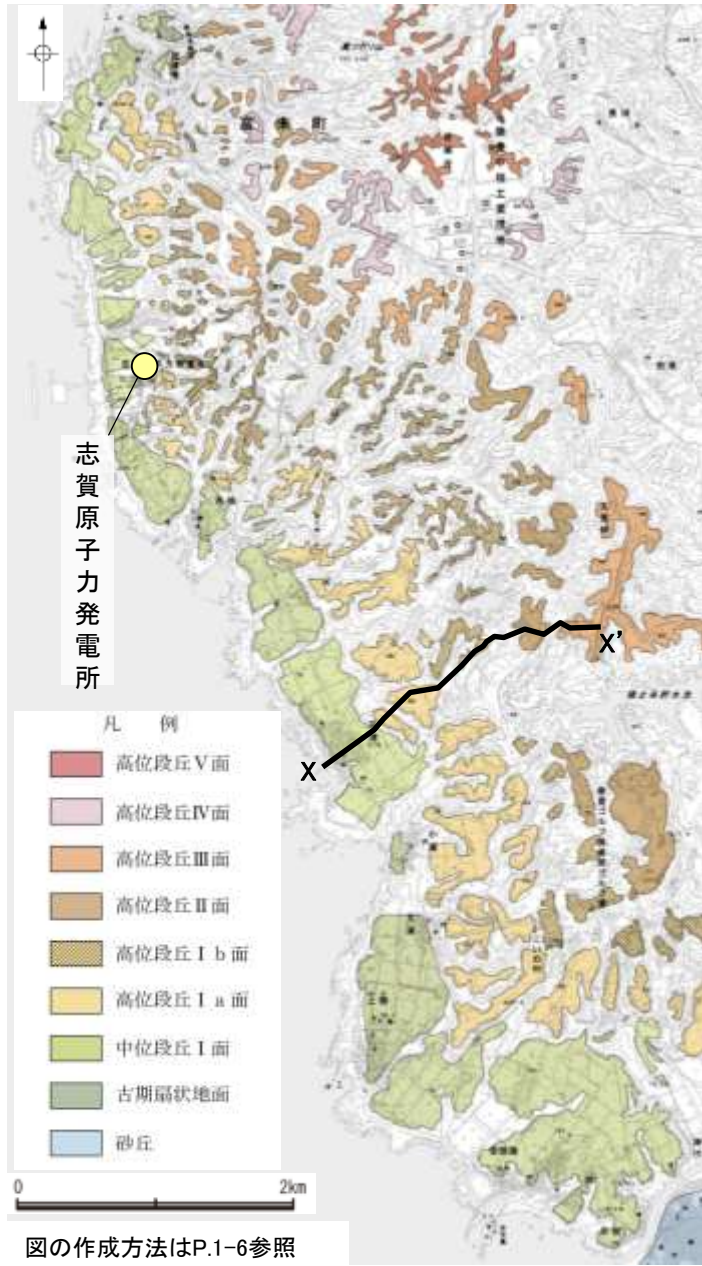
- 敷地を含む能登半島南西岸では、海岸線に平行な海食崖で境された平坦面が階段状に分布し、これらは海成段丘面の地形的特徴をよく示している。
- これらの地形面は、下位から中位段丘 I 面及び高位段丘 I a面, I b面, II面, III面, IV面, V面に区分される。上位の段丘面ほど、開析が進んでいる。
- 中位段丘 I 面の発達はよく、段丘面内縁は明瞭で(左下図, 中下図), 文献(小池・町田, 2001)で示されるMIS5eの旧汀線の位置(右下図)とほぼ同じである。



志賀原子力発電所

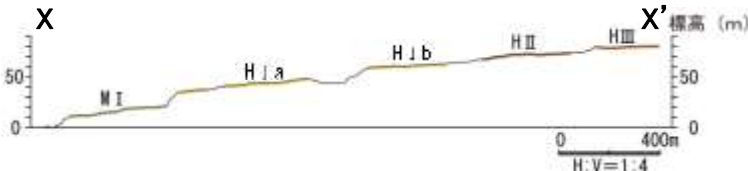
この図は、航空レーザ計測データ及び1985年の空中写真をもとに作成した赤色立体地図を使用したものである。

赤色立体地図(当社作成)



- 凡例
- 高位段丘V面
 - 高位段丘IV面
 - 高位段丘III面
 - 高位段丘II面
 - 高位段丘I b面
 - 高位段丘I a面
 - 中位段丘I面
 - 古期扇状地面
 - 砂丘

図の作成方法はP.1-6参照



段丘面分布図及び断面図(当社作成)



- 凡例
- 段丘面分類
- 海成段丘 (基本線は旧汀線) mT₁, mT₂, mT₃, mT₄, mT₅, mT₆, mT₇, mT₈, mT₉, mT₁₀
 - 列段段丘 mT₁, mT₂, mT₃, mT₄, mT₅, mT₆, mT₇, mT₈, mT₉, mT₁₀
 - 段丘 T₁, T₂, T₃, ...
 - 海断層
 - 海断層であることが推定されるもの
 - 海断層であると推定されるもの
 - 常陸動
 - 相段の傾き下る方向

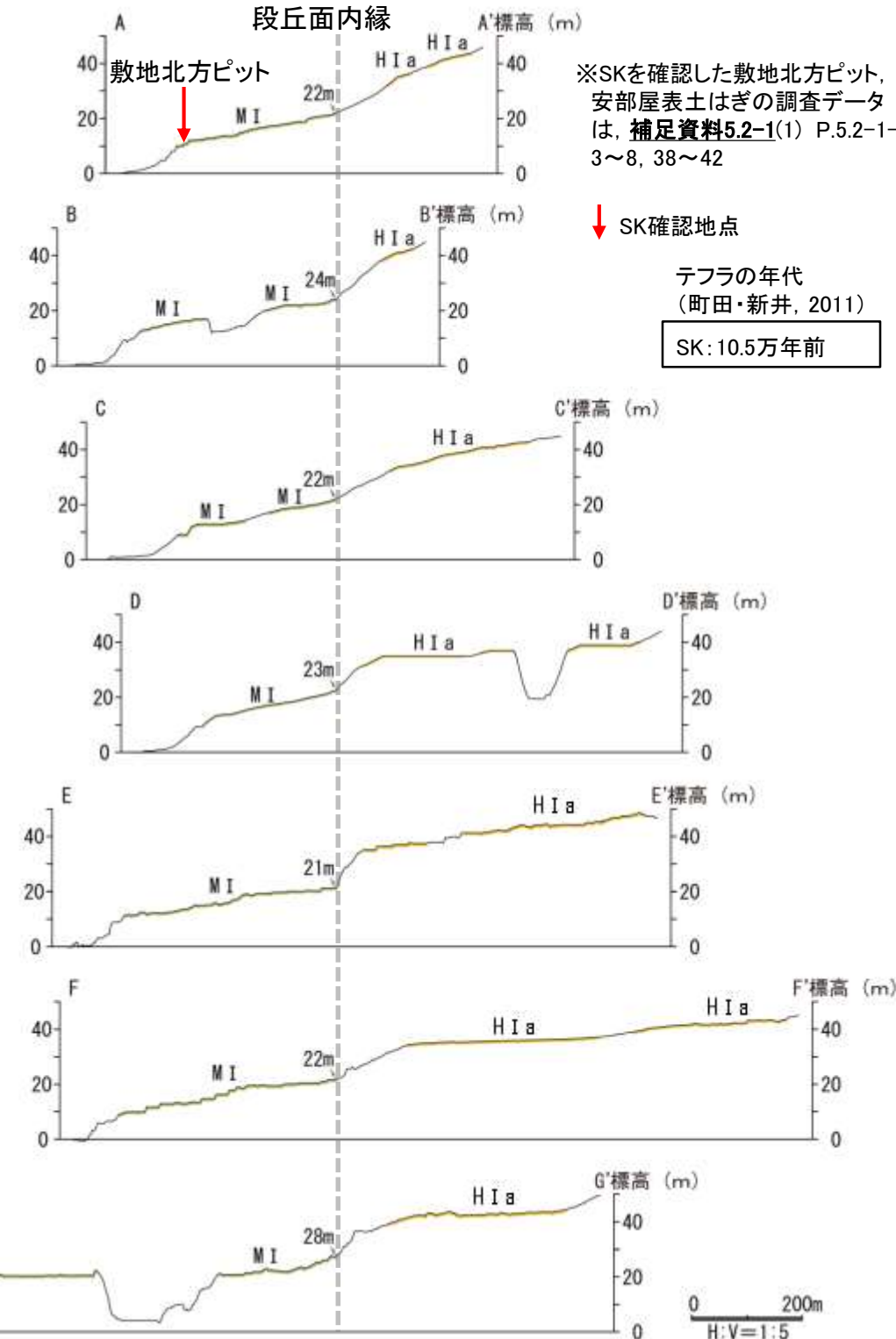
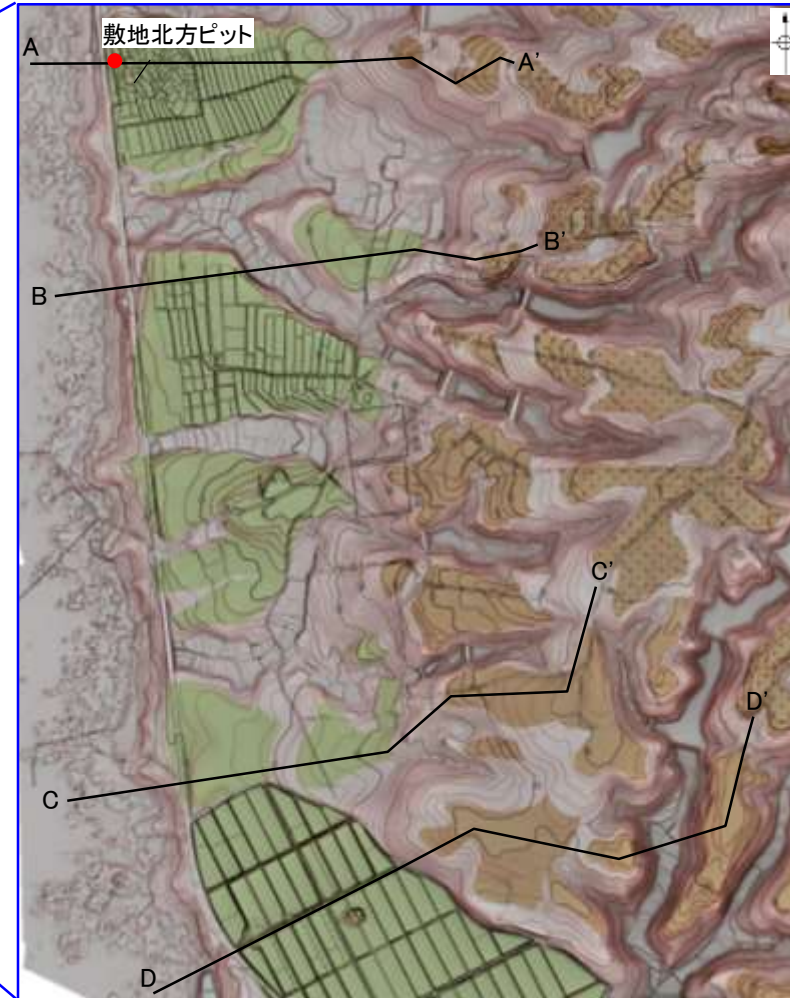
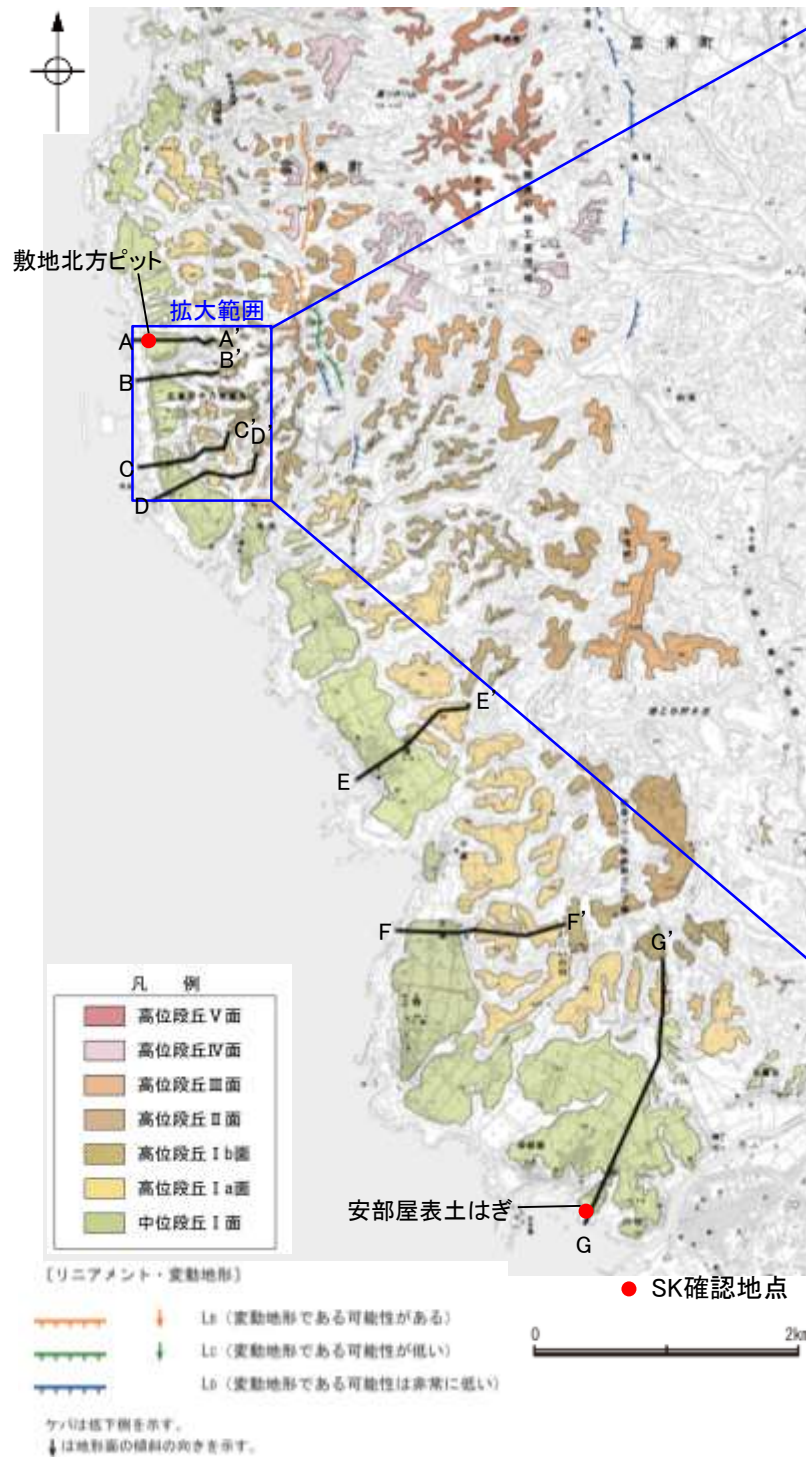
- MIS5eの旧汀線
- MIS7の旧汀線
- MIS9の旧汀線

段丘面分布図

(小池・町田(2001)に一部加筆)

5.2(1) 能登半島南西岸の海成段丘面と堆積物の年代評価の考え方 —海成段丘面の分布②—

- 敷地を含む能登半島南西岸には、海成段丘面(中位段丘 I 面, 高位段丘 I a面)が広く分布している。
- 中位段丘 I 面の段丘面内縁は、海岸線に沿って標高22m程度で連続する。
- 中位段丘 I 面の前縁において被覆層である赤褐色土壌の下部にSK(10.5万年前)が確認された※。



地形断面の測線及び調査地点位置図

地形断面図

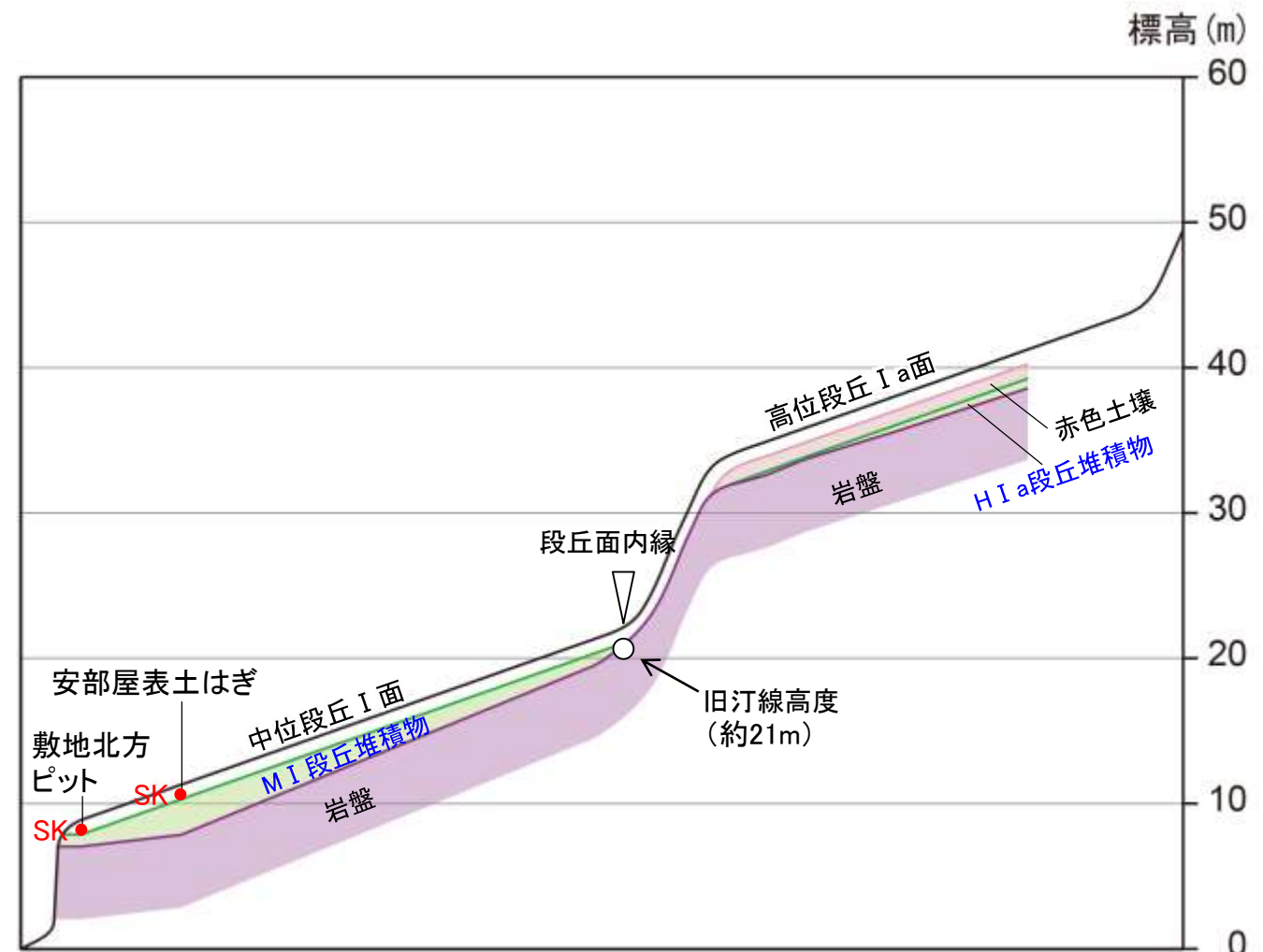
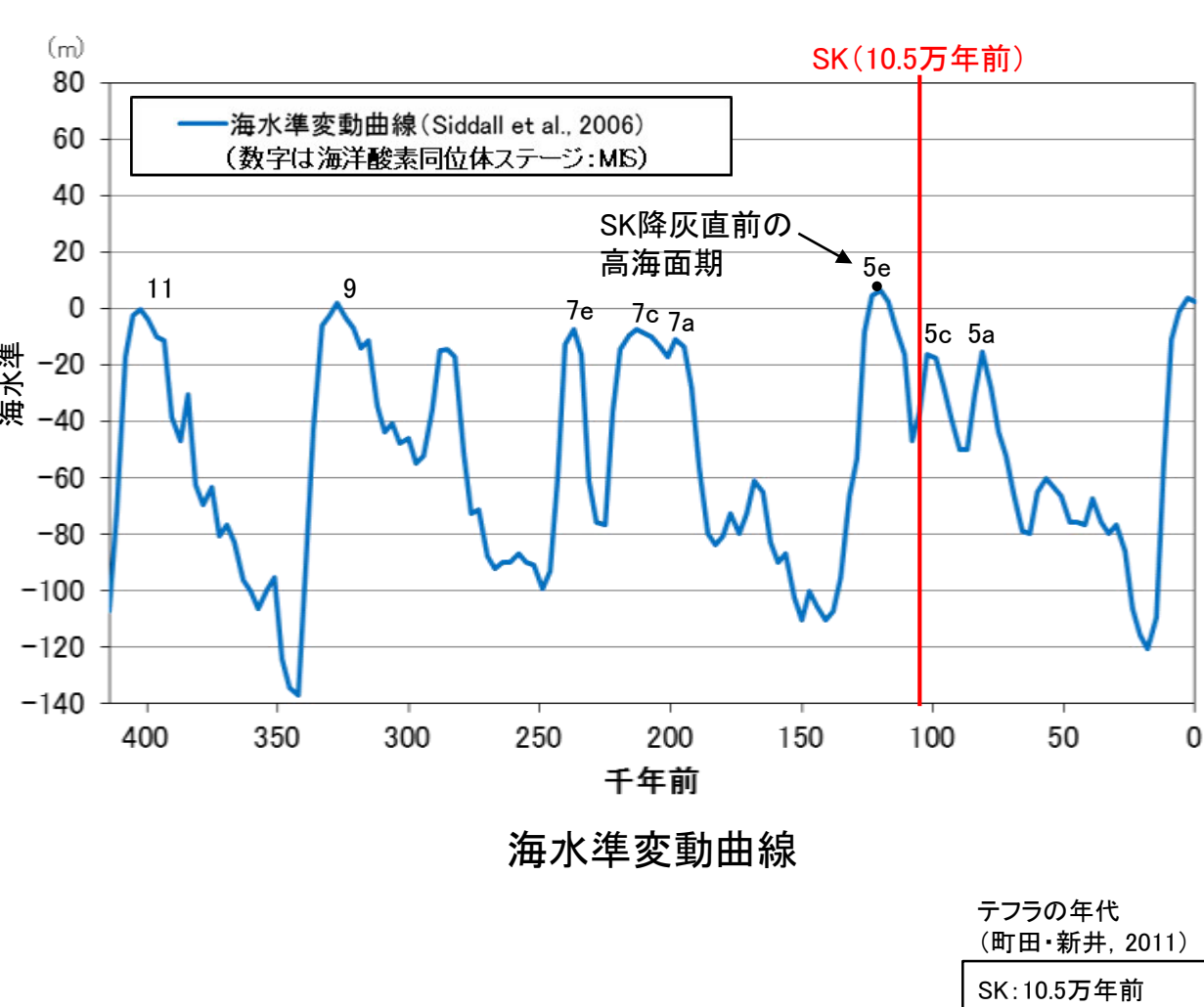
・地形断面図は、航空レーザ計測及び地形改変前の空中写真測量により作成した数値標高モデル(DEM)を用いて作成した。

5.2(1) 能登半島南西岸の海成段丘面と堆積物の年代評価の考え方 — 海洋酸素同位体ステージ(MIS)との対比 —

- 中位段丘 I 面の前縁において被覆層である赤褐色土壌の下部にSK(10.5万年前)が確認されたことから、中位段丘 I 面はSK降灰直前の高海面期であるMIS5e(約12~13万年前)に形成されたと判断した。
- 高位段丘 I a面は、MIS5eの旧汀線高度より高い標高に分布することから、約12~13万年前より古い高海面期に形成されたと判断した。
- これらの海成段丘面を構成する堆積物のうち、海成堆積物と認定できたものは、段丘面の形成時に堆積したと考えられることから、約12~13万年前以前に堆積したと判断した。

中位段丘 I 面を構成する海成堆積物(M I 段丘堆積物)
⇒中位段丘 I 面の形成時(約12~13万年前)に堆積したと推定できる。

高位段丘 I a面を構成する海成堆積物(H I a段丘堆積物)
⇒高位段丘 I a面の形成時(約12~13万年前より古い高海面期)に堆積したと推定できる。

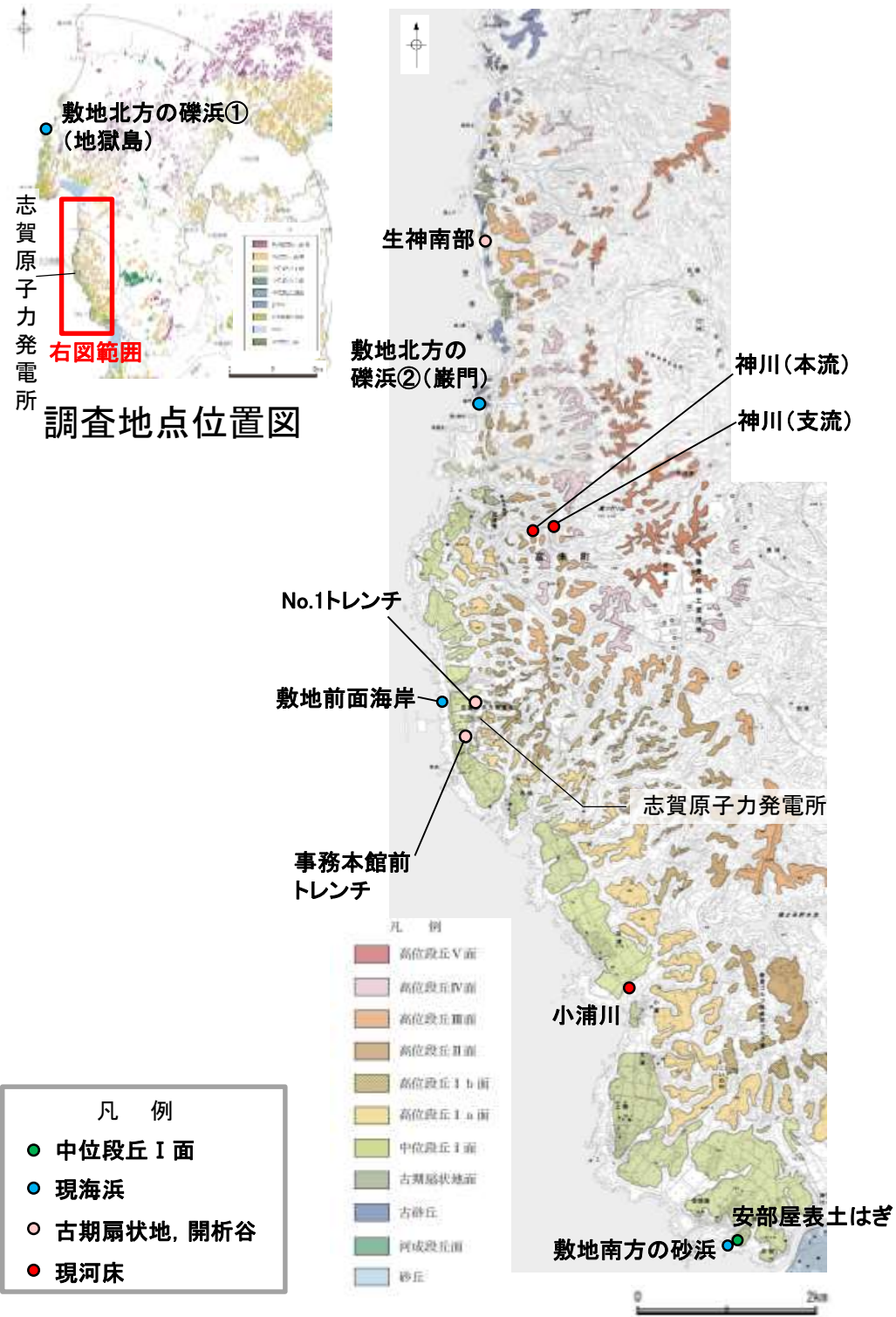


中位段丘 I 面, 高位段丘 I a面の模式断面図

※SKを確認した敷地北方ピット, 安部屋表土はぎの調査データは, 補足資料5.2-1(1) P.5.2-1-3~8, 38~42

5.2(2) 海成堆積物の特徴 — 調査地点 —

○本地域における海成堆積物の認定を行うための調査として、本地域における海成堆積物と陸成堆積物の違いを把握するため、下図に示す調査地点で採取した堆積物について、礫の形状、礫種、砂粒子の鉱物組成、その他の産状について露頭観察により確認し、それぞれ比較を行った。



調査地点位置図(拡大)

【調査地点】

海成堆積物 (中位段丘 I 面, 現海浜)	陸成堆積物 (古期扇状地, 開析谷, 現河床)
安部屋表土はぎ 敷地北方の礫浜 敷地前面海岸 敷地南方の砂浜	生神南部 事務本館前トレンチ No.1トレンチ 神川(本流, 支流) 小浦川

各調査地点の露頭調査データは補足資料5.2-1(1) P.5.2-1-3~37

5.2(2) 海成堆積物の特徴 — 露頭観察結果 —

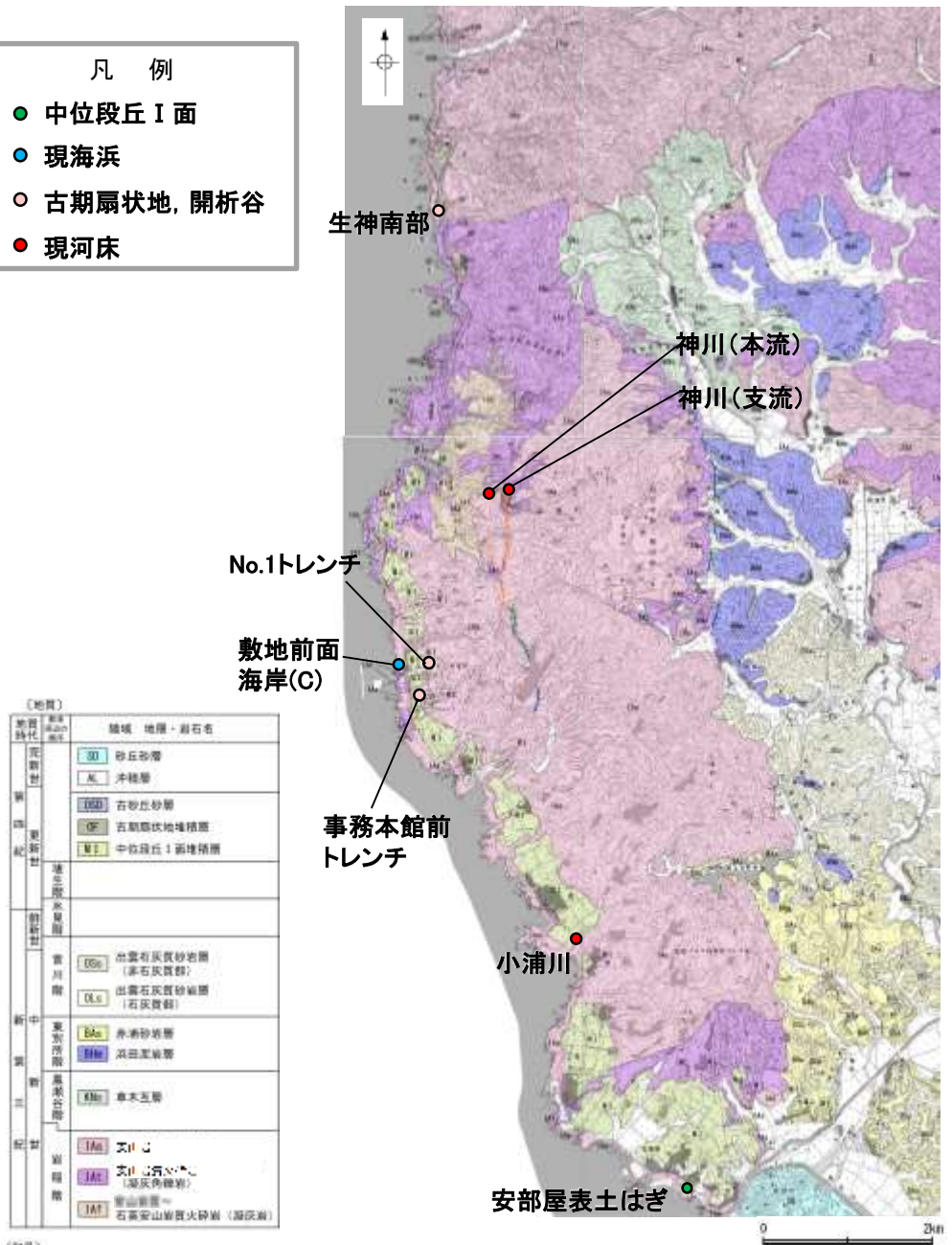
- 各調査地点での露頭観察の結果，海成堆積物は，陸成堆積物と含まれる礫の種類はほぼ同じであるが，陸成堆積物に比べて礫の円磨が進んでいることが確認された。また，海成堆積物には，その他の産状として，層理が認められる，粒径0.1～0.2mm主体の石英粒子を含む等の特徴が認められた。
- 露頭観察結果によれば，海成堆積物と陸成堆積物には下表に示すような違いが認められるが，敷地内断層において上載地層法による評価を行うにあたり，海成堆積物と陸成堆積物の違いをより明確にするため，次頁以降において，礫種構成，礫の形状，砂粒子の鉱物組成について，定量的な評価を試みた。

	調査地点		礫の種類	礫の形状				その他の産状
				円礫	亜円礫	亜角礫	角礫	
海成堆積物	中位段丘 I面	安部屋表土はぎ	安山岩主体	← 亜円～円礫 →				<ul style="list-style-type: none"> ・層理が認められる。 ・穿孔貝の穿孔痕が認められる。 ・粒径0.1～0.2mm主体の石英粒子を含む。
		敷地北方の礫浜 (地獄島, 巖門)	安山岩主体	← 円～亜角礫 →				<ul style="list-style-type: none"> ・扁平な礫が海側に傾斜した覆瓦状構造(インブリケーション)が認められる。
	現海浜	敷地前面海岸	安山岩主体	← 亜円～亜角礫主体で円礫も混じる →				
		敷地南方の砂浜						<ul style="list-style-type: none"> ・層理が認められる。 ・貝殻片を含む。 ・粒径0.1～0.2mm主体の石英粒子を含む。
陸成堆積物	古期扇状地	生神南部	安山岩主体	← 角～亜円礫主体で一部に円礫を含む →				<ul style="list-style-type: none"> ・扁平な礫が陸側に傾斜した覆瓦状構造(インブリケーション)が認められる。
		事務本館前 トレンチ	安山岩主体	← 亜円～亜角礫 →				<ul style="list-style-type: none"> ・堆積物中に約6千年前の¹⁴C年代値を示す木片を含む。
	開析谷	No.1トレンチ	安山岩主体	← 角～亜円礫 →				<ul style="list-style-type: none"> ・堆積物中に年代の異なる火山灰が混在している。
		神川(本流)	安山岩主体	← 角～亜角礫 →				
	現河床	神川(支流)	安山岩主体	← 角礫 →				
		小浦川	安山岩主体	← 角礫 →				

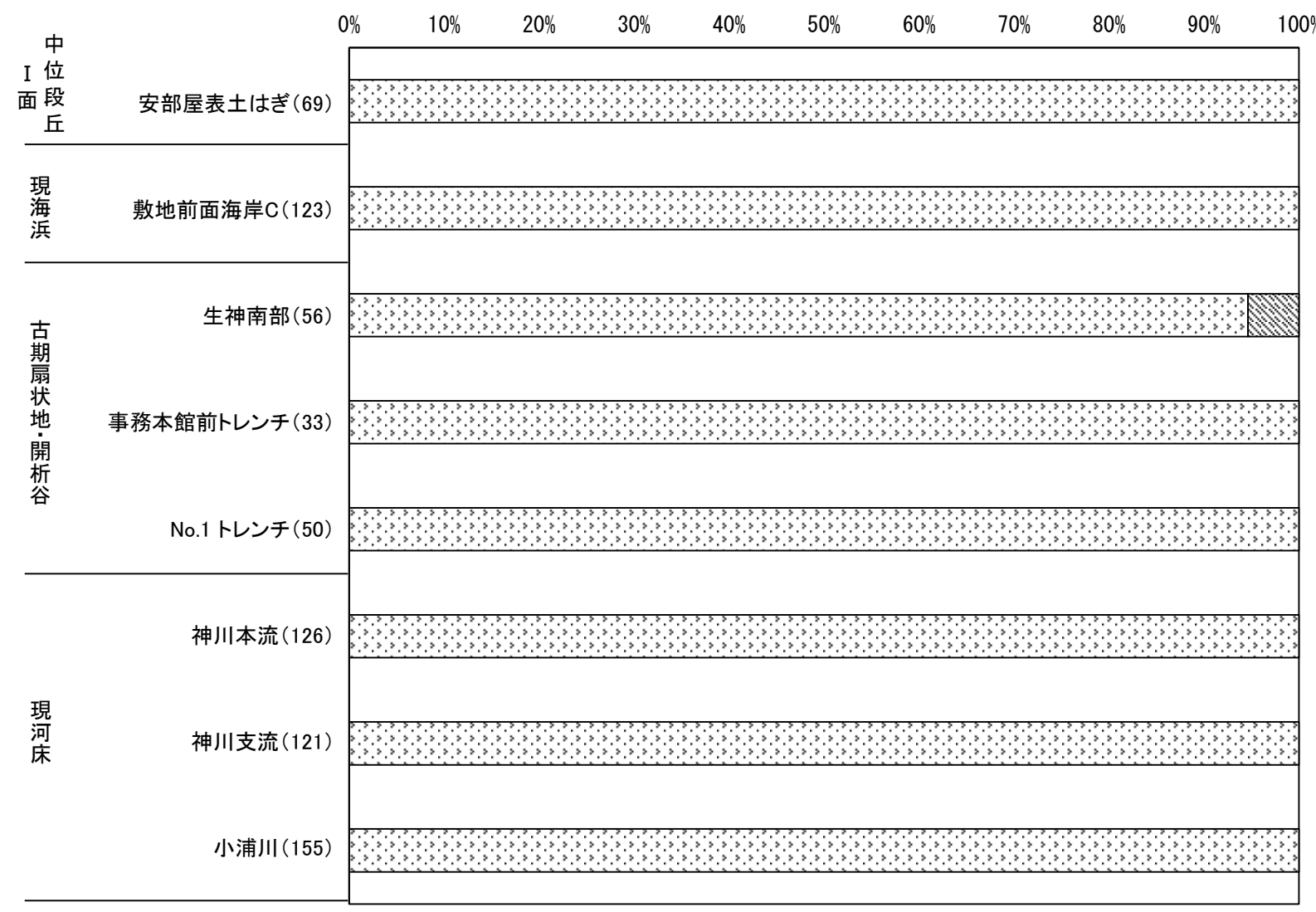
5.2(2)海成堆積物の特徴 — 礫種構成の定量的な評価 —

○敷地周辺の海成堆積物(現海浜, 中位段丘 I 面)及び陸成堆積物(現河床, 開析谷, 古期扇状地)について, 礫種構成を確認した。
 ○その結果, いずれの調査地点においても, 礫種はほとんどが安山岩からなり, 違いは認められなかった。
 ○このことは, いずれの堆積環境においても, 礫が本地域に広く分布する安山岩から供給されていることを示唆する。

○礫種構成を, 海成堆積物の認定の根拠に用いない。



試料採取位置図



安山岩 珪化岩

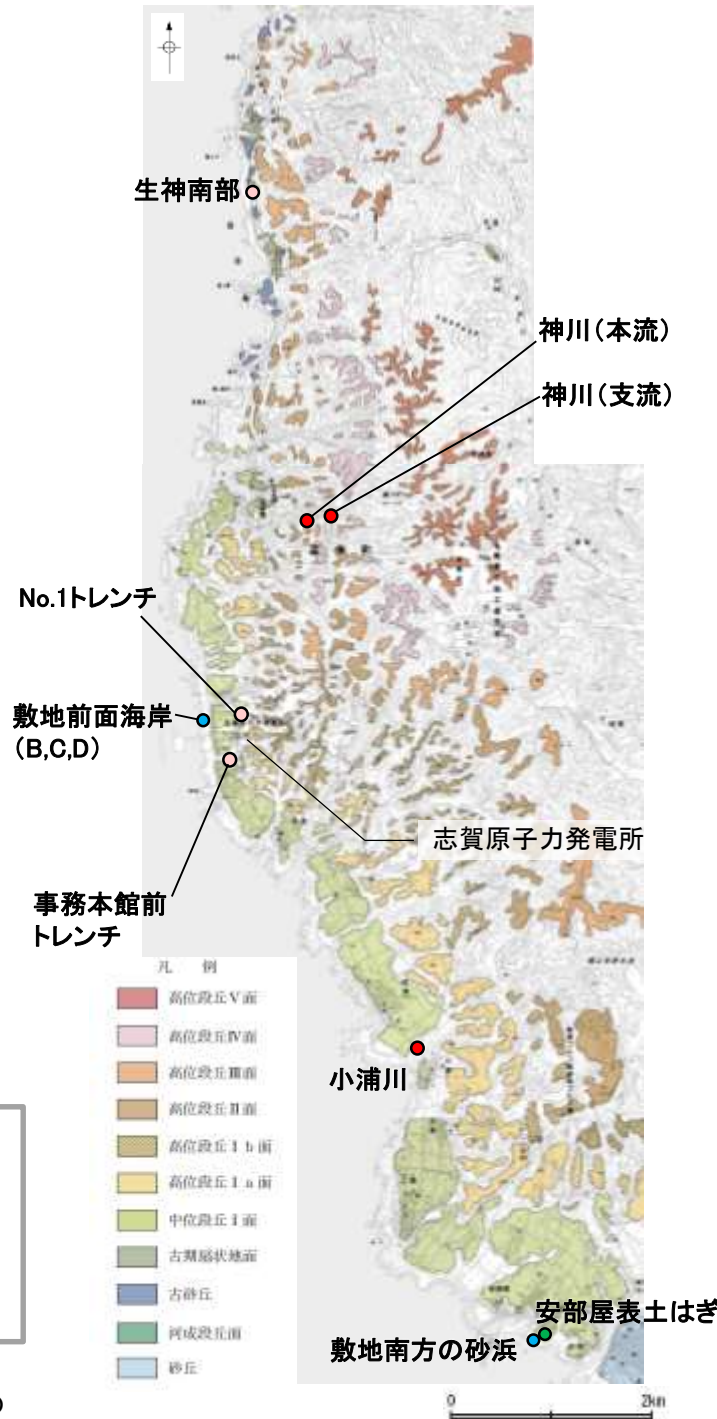
礫種検討結果
(地点名の横の括弧内に記載された数字は試料数)

礫種のデータは補足資料5.2-1(7)

5.2(2)海成堆積物の特徴 — 礫の形状の定量的な評価(1/2) —

- 礫の形状の肉眼観察結果により、本地域の海成堆積物の礫は、陸成堆積物の礫に比べて円磨が進んでいる傾向がみられた。
- 石渡ほか(2019)は、海岸礫は河川礫よりも円くて扁平であることを、解析ソフトImageJ※によって計測した真円度Circularity(=4π×面積/(周囲長)²)及び楕円近似の短径長径比(b/a, c/a)により明らかにした。石渡ほか(2019)は、「海岸礫の方が河川礫よりも円くて扁平だということは、我々の計測でも明確に示され、…(中略)…これは河川と海岸における侵食・運搬の営力の違い(一方向の水流による転動に対して波浪による前後反復滑動)が礫形の違いに反映していることを示唆する」と述べている。
- これを参考にして、本地域の海成堆積物と陸成堆積物について、礫の真円度、楕円近似の中間径長径比(b/a)、短径長径比(c/a)の計測を行った(次頁)。

※ ImageJ (<http://imagej.nih.gov/ij/>)



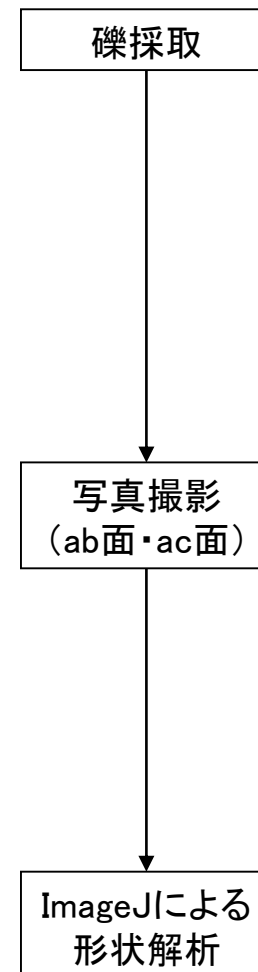
敷地前面海岸地点B,C,Dの3箇所で礫を採取した。

試料採取位置図

【礫の形状の定量的な指標による評価】

礫の真円度、楕円近似の中間径長径比、短径長径比を指標として用いて、検証を行った。

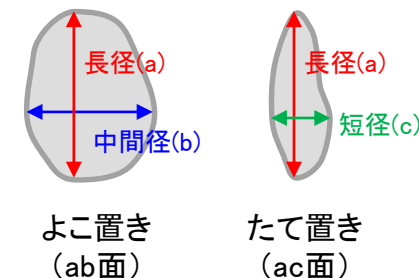
検討の流れ



(写真) 礫採取箇所

(採取方法)

風化による形状への影響が大きい径5cm未満の礫を除き、1平方メートル内の表層付近に分布する礫を採取した。露頭・トレンチにおいては、礫の風化により、元の形状のまま採取が困難な箇所については、試料数を確保するため、幅を2m程度まで広げて採取した。



(撮影方法)

ab面・・・a軸とb軸の長さが分かるようによこ置きにして撮影。
ac面・・・a軸とc軸の長さが分かるようにたて置きにして撮影。

真円度(Circularity) = $4\pi \cdot \text{面積} / (\text{周囲長})^2$
 楕円近似の中間径長径比(よこ置き) = b/a
 楕円近似の短径長径比(たて置き) = c/a

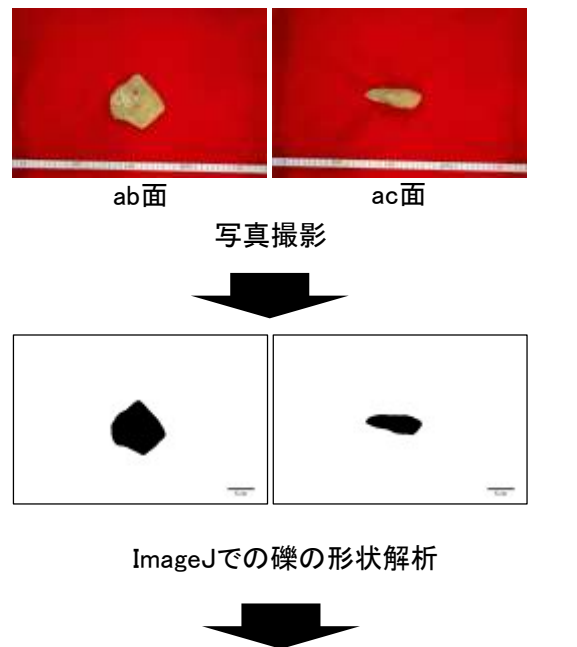
5.2(2)海成堆積物の特徴 — 礫の形状の定量的な評価(2/2) —

- 本地域の海成堆積物と陸成堆積物の礫の形状の計測を行った結果、本地域の海成堆積物の礫の平均真円度(ab面)は0.77以上、陸成堆積物の礫の平均真円度(ab面)は0.77未満であり、違いが認められた。
- 一方、平均中間径長径比(b/a)及び平均短径長径比(c/a)には、海成堆積物と陸成堆積物でほとんど違いは認められなかった。
- このことは、本地域の海浜堆積物の礫は周辺に分布する別所岳安山岩類安山岩から供給されたものであること(P.5-16)、また、本地域の海岸は主として露出した岩石からなる海岸であるため、典型的な礫浜に比べて波浪による前後反復滑動が生じにくい環境であったことにより、礫の扁平さに明確な差が出なかったものと考えられる。

- 礫の真円度を、海成堆積物の認定の根拠に用いる。
- 礫の中間径長径比、短径長径比を、海成堆積物の認定の根拠に用いない。

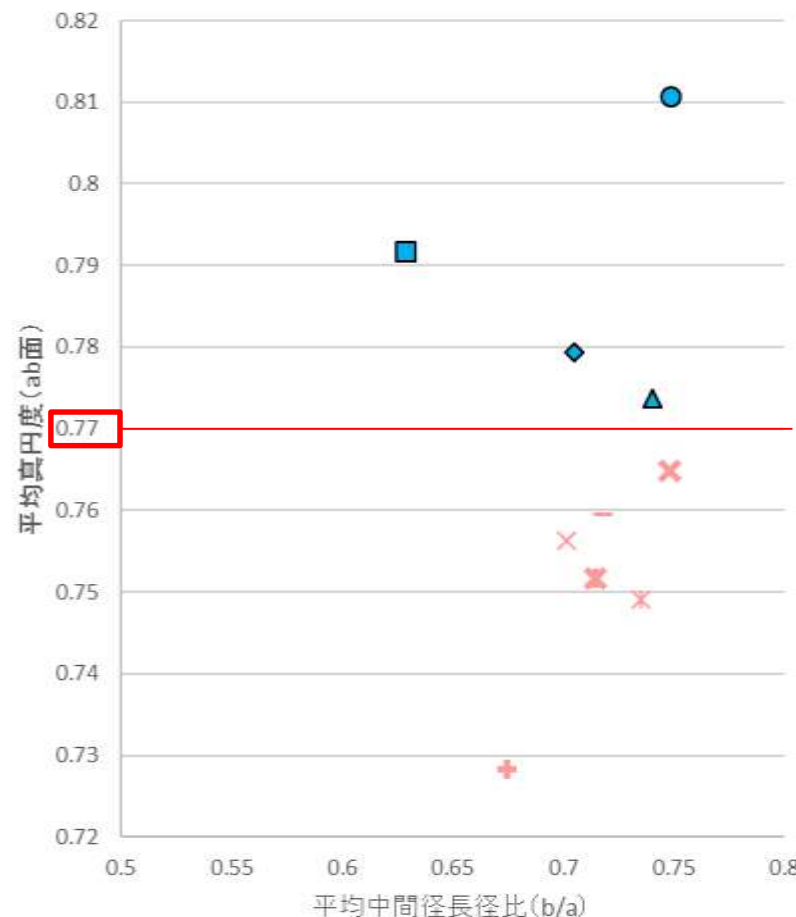
侵食・運搬作用を受けにくいと考えられる径の大きな礫の影響も考慮し、同程度の礫の大きさで比較した結果を補足資料5.2-1(8)に示す。

【解析の流れ】

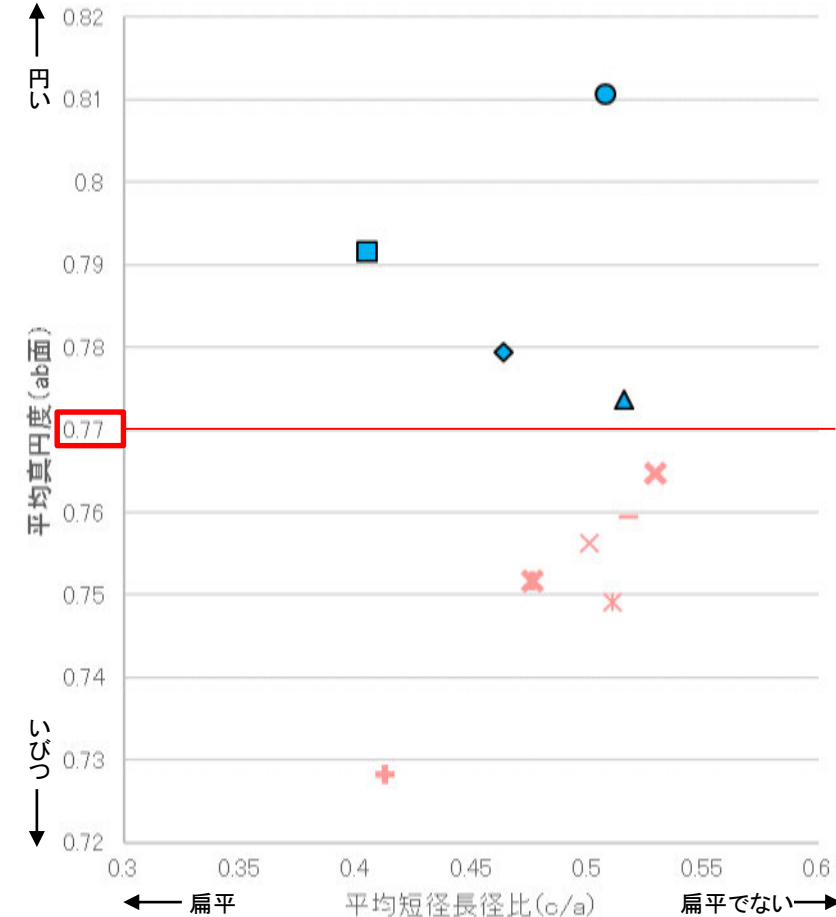


ab面の真円度の値と、ab面、ac面における楕円近似の短径長径比を測定。
ただし、風化による形状への影響が大きい径5cm未満の礫を除くため、ab面における長径(a)と中間径(b)の平均値、ac面における長径(a)と短径(c)の平均値のいずれかが5cm未満の礫については、計算に含めない。

【礫の形状の計測結果】



平均真円度(ab面)と平均中間径長径比(b/a)の関係図
(ab面の二次元的な形状を表す)



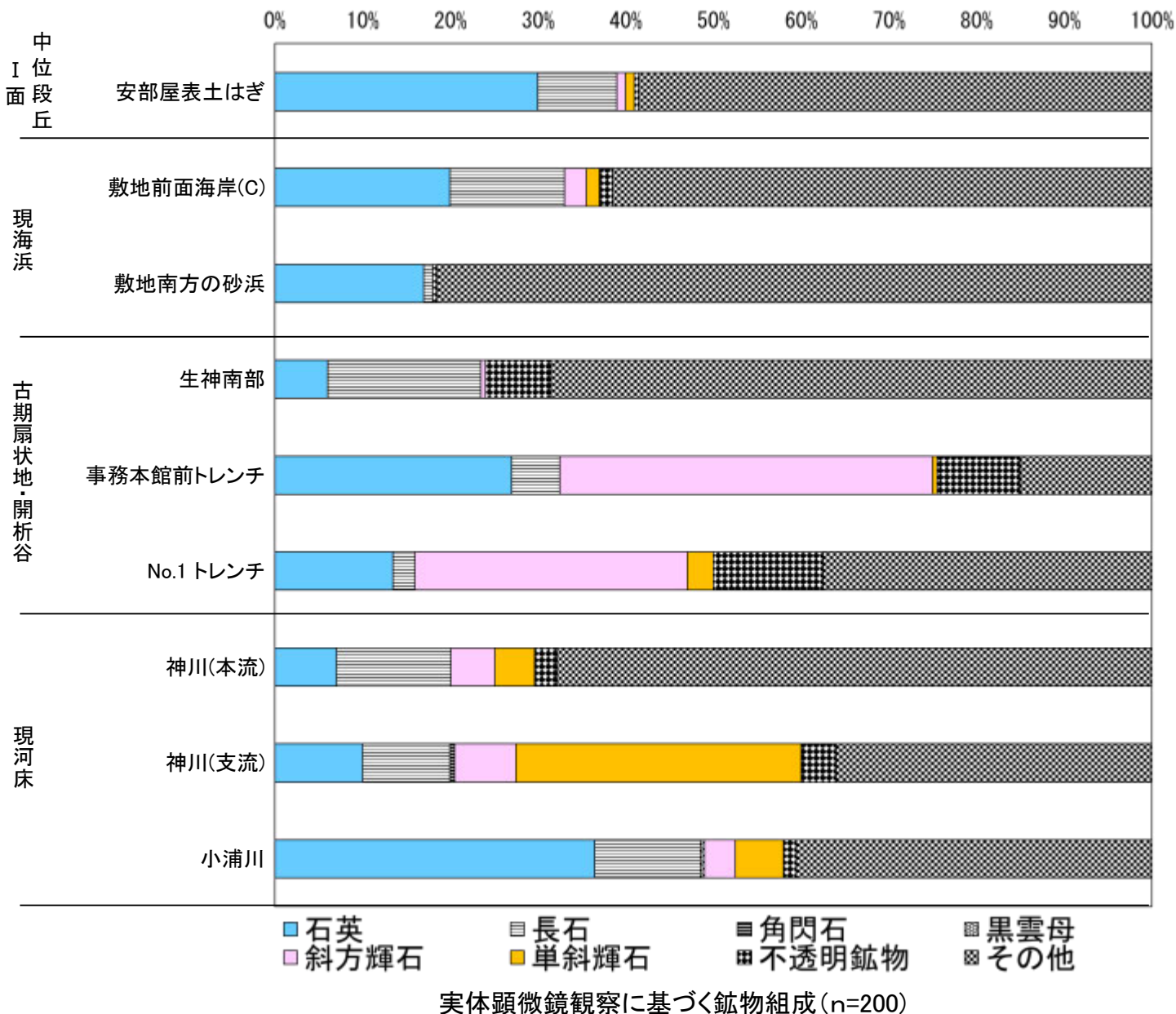
平均真円度(ab面)と平均短径長径比(c/a)の関係図
(三次元的な形状を表す)

- 凡例
(括弧内の数字は試料数)
- 中位段丘I面
 - 安部屋表土はぎ(21)
 - 現海浜
 - ▲ 敷地前面海岸B(122)
 - ◆ 敷地前面海岸C(111)
 - 敷地前面海岸D(115)
 - 古期扇状地
 - × 生神南部(48)
 - 開析谷
 - × 事務本館前トレンチ(24)
 - × No.1トレンチ(34)
 - 現河床
 - × 神川本流(81)
 - × 神川支流(96)
 - × 小浦川(132)

5.2(2)海成堆積物の特徴 —砂粒子の鉱物組成の定量的な評価—

- 砂粒子の実体顕微鏡観察及びXRD分析の結果、海成堆積物(現海浜, 中位段丘 I 面)には石英が含まれるが、陸成堆積物(現河床, 開析谷, 古期扇状地)に比べて輝石類が少ない傾向がみられる。
- このことは、本地域の海成堆積物には、陸域に広く分布する安山岩由来の粒子よりも、海域の沿岸流により供給された粒子を多く含むことに起因すると考えられる(補足資料5.2-1(6))。
- しかしながら、陸成堆積物にも石英が多く含まれる箇所がみられた(事務本館前トレンチ, 小浦川)。
- これら陸成堆積物に含まれる石英粒子は、後背地の海成段丘面に分布する堆積物から供給されたものと考えられる。

○海成堆積物の砂粒子の鉱物組成は、石英が多く輝石類が少ない傾向が見られるものの、陸成堆積物には、後背地の海成堆積物から供給された砂粒子が混在している可能性があるため、砂粒子の鉱物組成を海成堆積物の認定の根拠に用いない。



地点	検出鉱物										
	石英	クリストバライト	カリ長石	斜長石	角閃石	輝石類	雲母鉱物	7Å型ハロイサイト	ギブサイト	磁赤鉄鉱	赤鉄鉱
安部屋表土はぎ	◎		+	△		+					
敷地前面海岸(C)	○			○		+					±
敷地南方の砂浜	◎		+	△	±						
生神南部	○	+	△	±			±				±
事務本館前トレンチ	◎			+		+		±	±		±
No.1 トレンチ	△	△		+		+		+		±	±
神川(本流)	△			△		△		+			±
神川(支流)	△			△		△		±			±
小浦川	◎		△	△		△	±				±

量比

◎: 多量 (>5,000cps), ○: 中量(2,500~5,000cps), △: 少量(500~2,500cps),
+: 微量(250~500cps), ±: きわめて微量(<250cps).

実体顕微鏡観察を行った試料と同一の試料におけるXRD分析結果

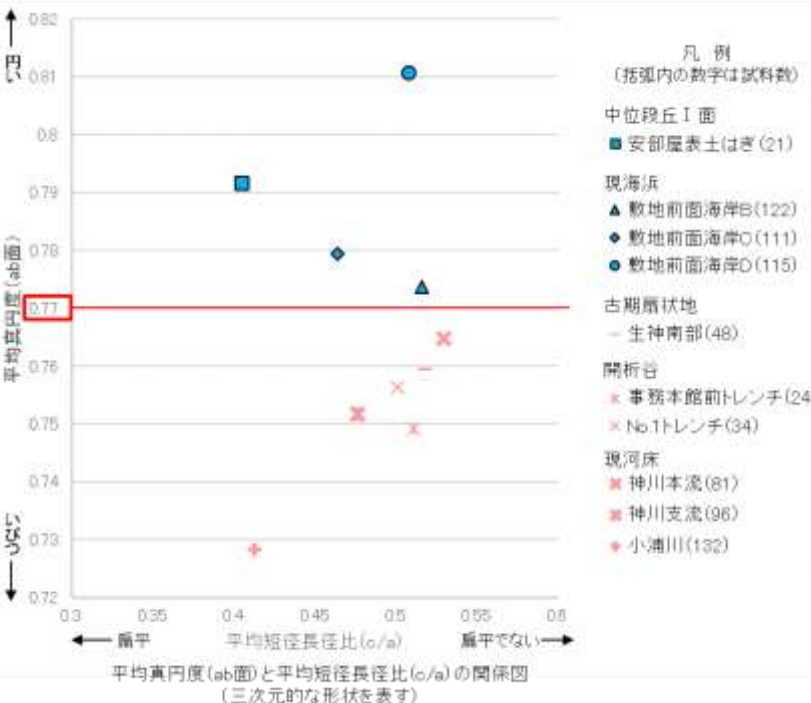
実体顕微鏡観察写真及びXRD分析チャートは補足資料5.2-1(1)
P.5.2-1-8, 14, 16, 20, 25, 30, 34, 35, 37

5.2(2) 海成堆積物の特徴 — 定量的な評価 —

- 本地域の海成堆積物と陸成堆積物について、礫種構成、礫の形状、砂粒子の鉱物組成を定量的に分析し、比較を行った。
- 礫種構成については、いずれの調査地点においても、礫種はほとんどが安山岩からなり、違いは認められなかった。
- 礫の形状については、礫の平均真円度には違いが認められた(海成堆積物は0.77以上、陸成堆積物は0.77未満)が、平均短径長径比には、違いは認められなかった。
- 砂粒子の鉱物組成については、海成堆積物は陸成堆積物に比べて石英が多く含まれ、輝石類が少ない傾向がみられるものの、陸成堆積物にも石英が多く含まれる箇所がみられた。

- 礫の真円度を、本地域の海成堆積物の認定の根拠として用いる。
- 礫種構成、礫の短径長径比、砂粒子の鉱物組成は、海成堆積物の認定の根拠に用いない。

【礫の形状の計測結果】



	調査地点		礫種構成	礫の形状		砂粒子の鉱物組成
				平均真円度(ab面)	平均短径長径比(c/a)	
海成堆積物	中位段丘 I 面	安部屋表土はぎ	安山岩100%	0.792	0.405	石英30%, 輝石類2%
	現海浜	敷地前面海岸(B)	—	0.774	0.516	—
		敷地前面海岸(C)	安山岩100%	0.779	0.464	石英20%, 輝石類4%
		敷地前面海岸(D)	—	0.811	0.508	—
		敷地南方の砂浜	—	—	—	石英17%, 輝石類0%
陸成堆積物	古期扇状地	生神南部	安山岩95%, 珪化岩5%	0.760	0.518	石英6%, 輝石類1%
	開析谷	事務本館前トレンチ	安山岩100%	0.749	0.511	石英27%, 輝石類44%
		No.1トレンチ	安山岩100%	0.756	0.501	石英14%, 輝石類34%
	現河床	神川(本流)	安山岩100%	0.765	0.530	石英7%, 輝石類10%
		神川(支流)	安山岩100%	0.752	0.477	石英10%, 輝石類40%
		小浦川	安山岩100%	0.728	0.413	石英37%, 輝石類9%

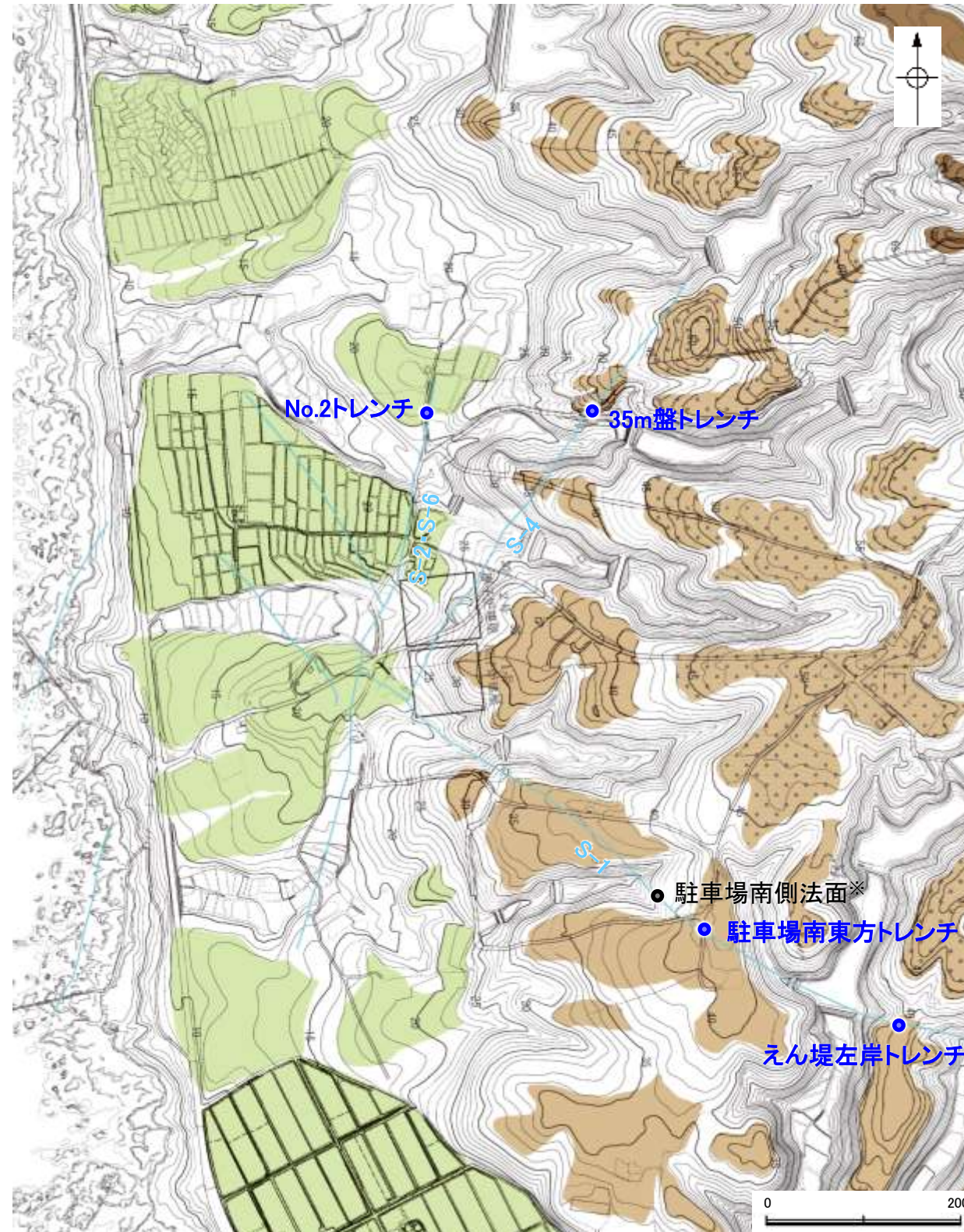
— : 定量的な分析を実施していない

5.2(3) 敷地内断層上に分布する海成堆積物の認定

○海成段丘面を構成する堆積物のうち、S-1, S-2・S-6, S-4の直上(下図の青丸箇所)に分布する堆積物について、本地域の海成堆積物及び陸成堆積物と比較することにより、海成堆積物かどうかの確認を行った。

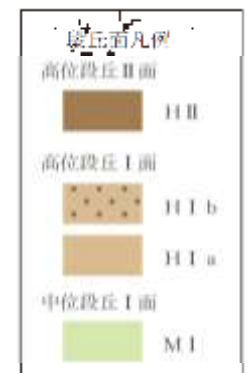


位置図



調査地点位置図(拡大)

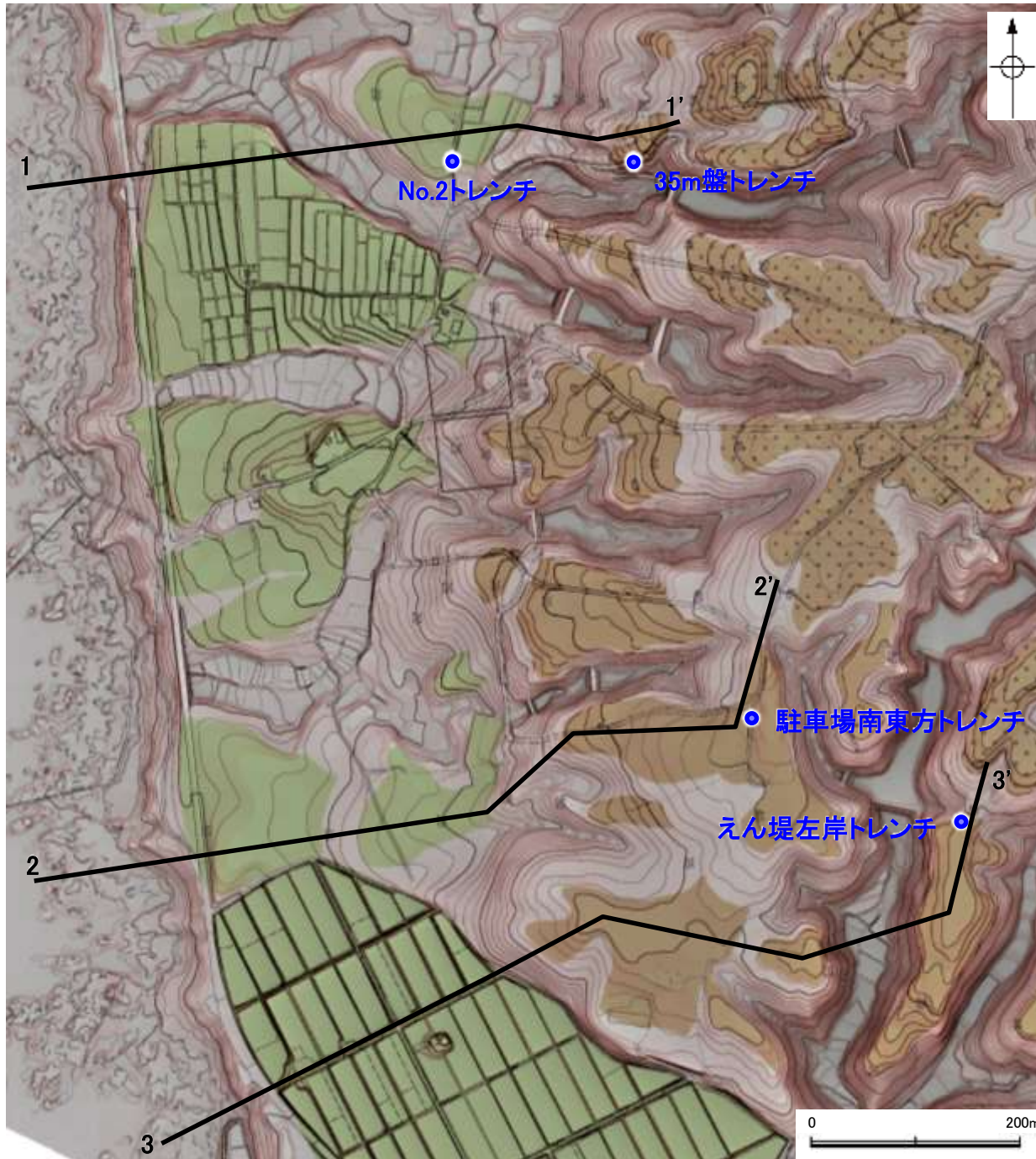
※駐車場南側法面の堆積物については、高位段丘Ia面の縁辺斜面に位置することから、古期斜面堆積物であると判断した(補足資料5.2-1(1)-12)。



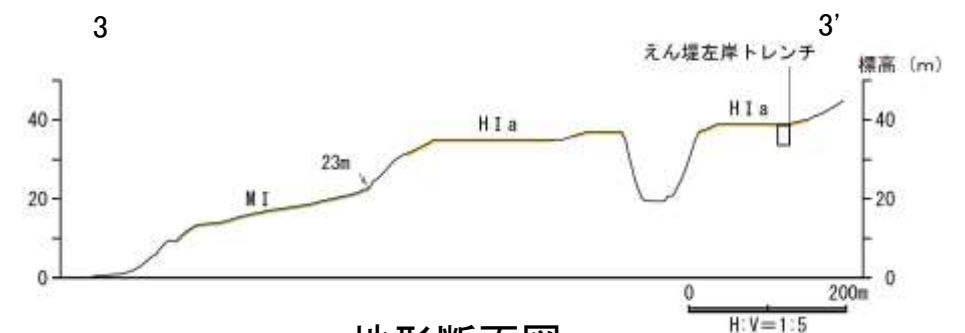
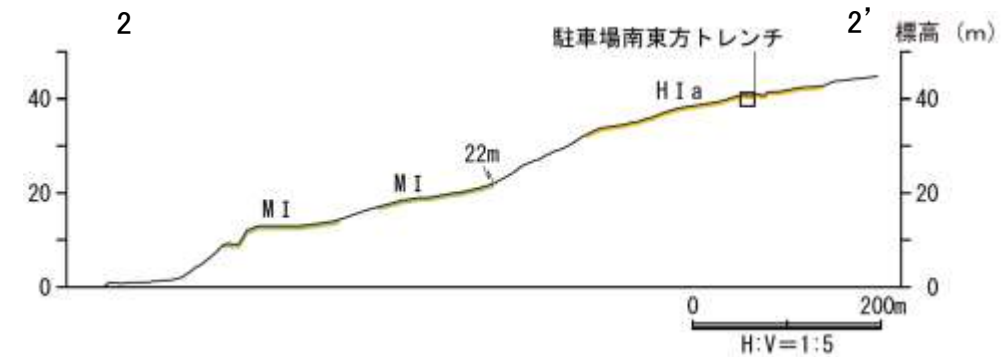
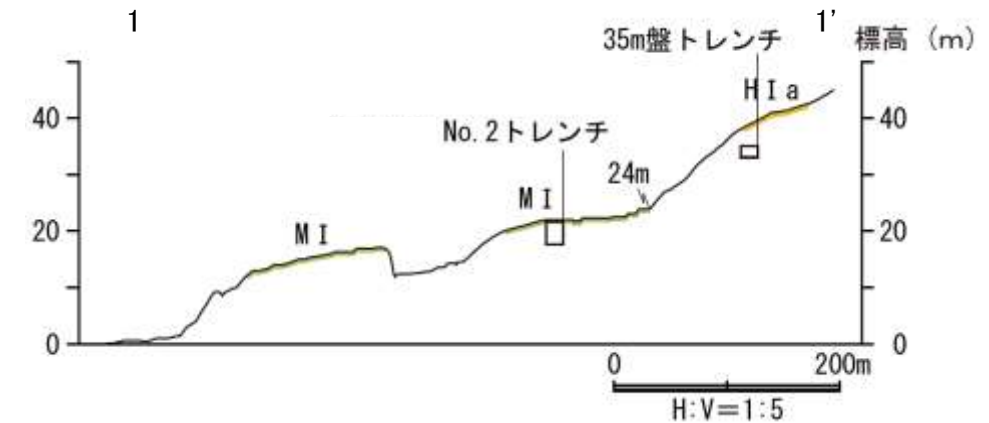
— 評価対象断層
(地表に投影)

5.2(3) 敷地内断層上に分布する海成堆積物の認定 ー分布の特徴ー

○No.2トレンチ, 35m盤トレンチ, 駐車場南東方トレンチ及びえん堤左岸トレンチの堆積物は, 海成段丘面(中位段丘 I 面及び高位段丘 I a面)の岩盤直上に分布している砂礫層であり, 段丘面形成後の侵食等の痕跡は見られない。



調査位置図



地形断面図

5.2(3) 敷地内断層上に分布する海成堆積物の認定 ー 露頭観察結果 ー

- 礫の形状の肉眼観察の結果, No.2トレンチ, 35m盤トレンチ, 駐車場南東方トレンチの堆積物の礫は, 陸成堆積物に比べて, 円磨が進んでいることが確認された。
- このことを定量的な指標により確認するため, これら3箇所から採取した礫について, P.5-26と同じ手法により, 礫のab面, ac面を対象として, 解析ソフトImageJによる三次元的な礫形状の計測を行った(次頁)。
- 一方, えん堤左岸トレンチの堆積物の礫については, 肉眼観察の結果, 陸成堆積物との明確な差異が認められなかった。また, 礫径が小さく風化が進み, トレンチ壁面からの採取が困難であり, 追加掘削したえん堤左岸トレンチ(追加部)においても同様の状況であった。よって, えん堤左岸トレンチ(追加部)の壁面の写真を用いて礫をトレースし, 礫の中間径(b)と短径(c)が等しいと仮定して, 二次元的に礫の形状の計測を行った。

調査地点		礫の形状				その他の産状	
		円礫	亜円礫	亜角礫	角礫		
高位段丘 I a面	中位段丘 I 面 No.2トレンチ	← 亜円～亜角礫 →				・層理が認められる。	
	35m盤トレンチ	← 亜円～亜角礫主体で円礫も混じる →					
	駐車場南東方トレンチ	← 亜円～円礫 →				・扁平な礫が海側に傾斜した覆瓦状構造(インブリケーション)が認められる。	
	えん堤左岸トレンチ(追加部含む)	← 亜角～亜円礫 →					
海成堆積物	中位段丘 I 面 安部屋表土はぎ	← 亜円～円礫 →				・層理が認められる。 ・穿孔貝の穿孔痕が認められる。	
	現海浜	敷地北方の礫浜	← 円～亜角礫 →				・扁平な礫が海側に傾斜した覆瓦状構造(インブリケーション)が認められる。
		敷地前面海岸	← 亜円～亜角礫主体で円礫も混じる →				
		敷地南方の砂浜	← 亜円～亜角礫主体で円礫も混じる →				・層理が認められる。 ・貝殻片を含む。
陸成堆積物	古期扇状地 生神南部	← 角～亜円礫主体で一部に円礫を含む →				・扁平な礫が陸側に傾斜した覆瓦状構造(インブリケーション)が認められる。	
	開析谷	事務本館前トレンチ	← 亜円～亜角礫 →				・堆積物中に約6千年前の ¹⁴ C年代値を示す木片を含む。
		No.1トレンチ	← 角～亜円礫 →				・堆積物中に年代の異なる火山灰が混在している。
	現河床	神川(本流)	← 角～亜角礫 →				
		神川(支流)	← 角礫 →				
		小浦川	← 角礫 →				

No.2トレンチ, 35m盤トレンチ, 駐車場南東方トレンチ及びえん堤左岸トレンチの地質調査データは補足資料5.2-1(1)-8~11

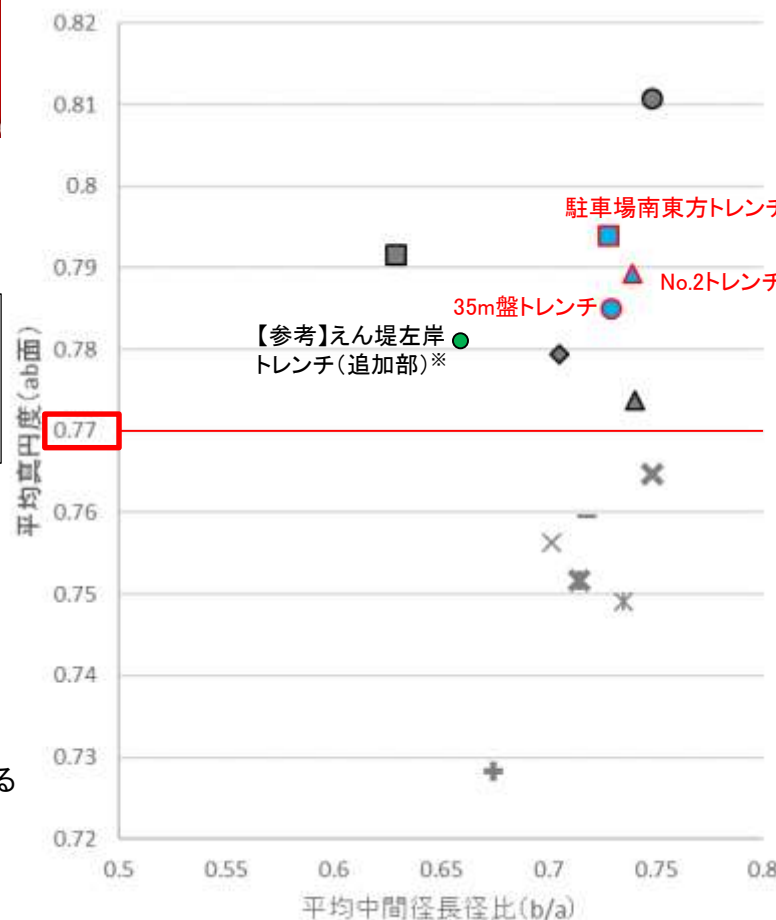
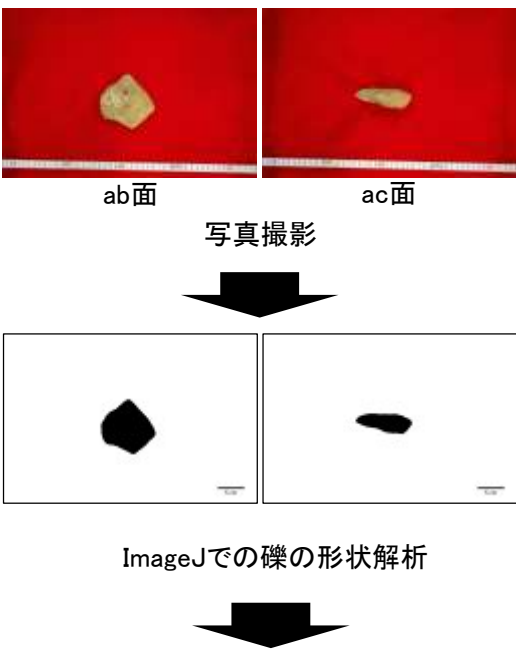
5.2(3) 敷地内断層上に分布する海成堆積物の認定 — 礫の形状の定量的な評価 —

- 解析ソフトImageJによる計測の結果、No.2トレンチ、35m盤トレンチ、駐車場南東方トレンチの堆積物の礫の平均真円度は0.77以上であり、本地域の海成堆積物と同程度に円磨が進んでいることが確認された。
- なお、えん堤左岸トレンチ(追加部)において、トレンチ壁面の写真から二次元的に計測を行った結果、抽出された礫の見かけの長径と短径の平均値は1試料を除きすべて5cm未満であった。それらを用いた計測の結果、礫の平均真円度は約0.78であり、0.77を上回るものの、他の地点の堆積物と同じ条件で比較できないことから、えん堤左岸トレンチの堆積物については、海成堆積物として扱わないこととした。

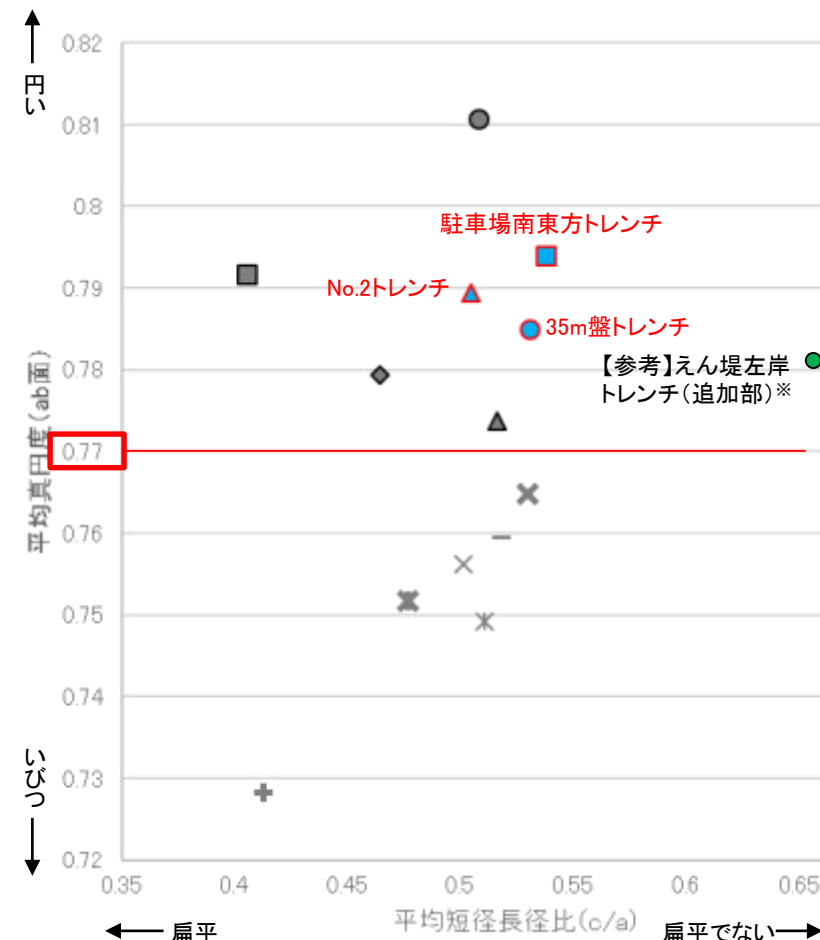
○したがって、No.2トレンチ、35m盤トレンチ、駐車場南東方トレンチの堆積物は、海成堆積物であると判断した。

【礫の形状の計測結果】

【解析の流れ】



平均真円度(ab面)と平均中間径長径比(b/a)の関係図
(ab面の二次元的な形状を表す)



平均真円度(ab面)と平均短径長径比(c/a)の関係図
(三次元的な形状を表す)

凡例
(括弧内の数字は試料数)

- 中位段丘 I 面
 - 安部屋表土はぎ(21)
 - ▲ No.2トレンチ(17)
- 高位段丘 I a面
 - 35m盤トレンチ(10)
 - 駐車場南東方トレンチ(38)
 - 【参考】えん堤左岸トレンチ(追加部)(78)※
- ※ 礫径が小さく礫を採取することが困難であったため、トレンチ西壁面の写真から礫をトレースして計測を実施。
平均中間径長径比(b/a)、平均短径長径比(c/a)については、トレンチ壁面での見かけの長径と短径が真の長径と短径と等しく、かつ短径と中間径が等しいと仮定して算出した。
平均真円度(ab面)については、トレンチ壁面で計測した真円度が礫のab面での真円度に等しいと仮定して算出した。
- 現海浜
 - ▲ 敷地前面海岸B(122)
 - ◆ 敷地前面海岸C(111)
 - 敷地前面海岸D(115)
- 古期扇状地
 - 生神南部(48)
- 開析谷
 - × 事務本館前トレンチ(24)
 - × No.1トレンチ(34)
- 現河床
 - × 神川本流(81)
 - × 神川支流(96)
 - 小浦川(132)

礫の形状の計測データは補足資料5.2-1(7)

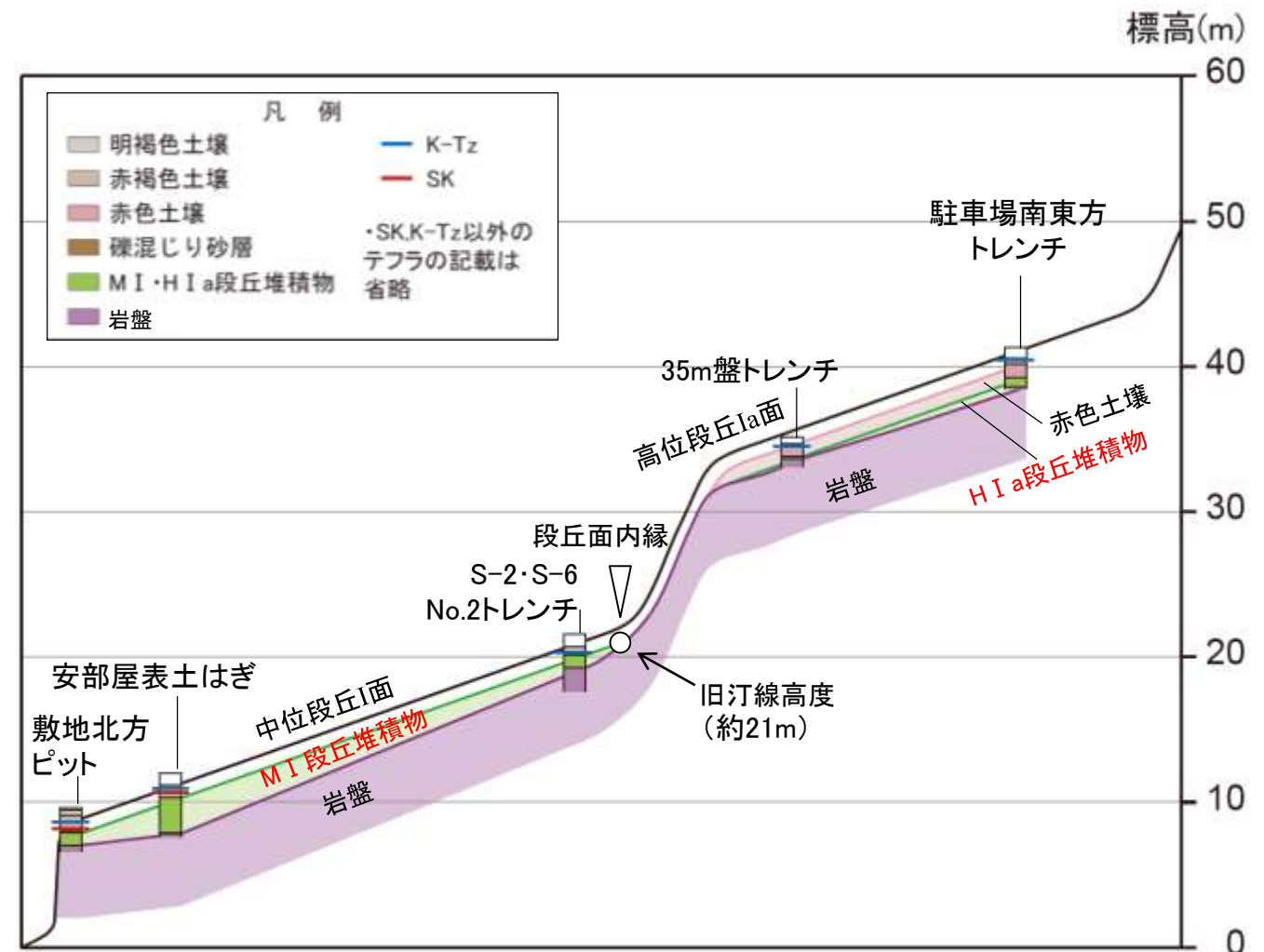
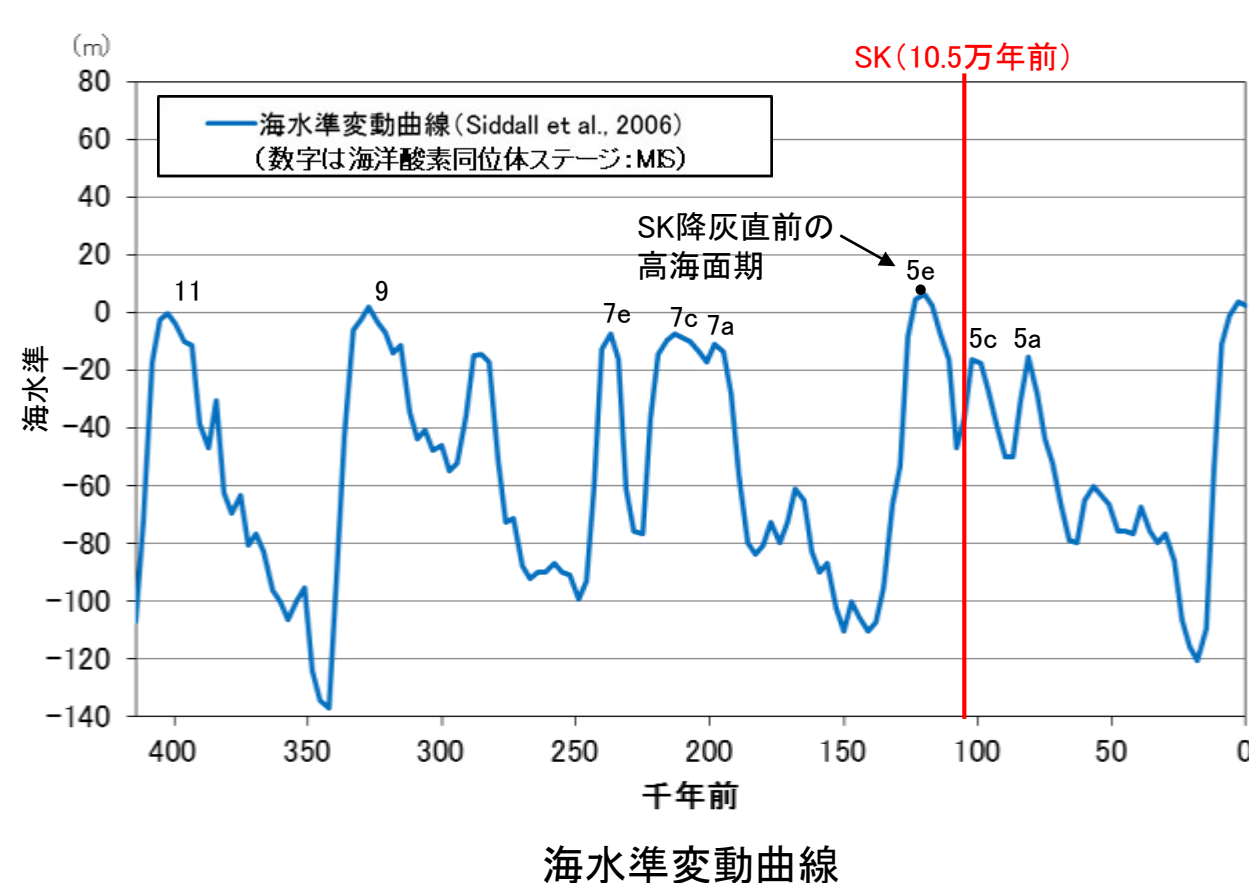
水流による侵食・運搬作用を受けにくいと考えられる径の大きな礫の平均真円度(ab面)への影響の有無についての考察は補足資料5.2-1(8)

5.2(4) 堆積物の年代評価 —M I・H I a段丘堆積物—

○No.2トレンチの堆積物は、中位段丘 I 面を構成する海成堆積物(M I 段丘堆積物)であり、段丘面前縁において被覆層である赤褐色土壌の下部にSK(10.5万年前)が確認されたことから、SK降灰直前の高海面期であるMIS5e(約12~13万年前)に堆積したと判断できる。

○35m盤トレンチ及び駐車場南東方トレンチの堆積物は、高位段丘 I a面を構成する海成堆積物(H I a段丘堆積物)であり、MIS5eの旧汀線高度より高い標高に分布することから、約12~13万年前より古い高海面期に堆積したと判断できる*。

* 能登半島南西岸において推定される具体的な隆起速度を用いた検討結果は補足資料5.2-1(4)

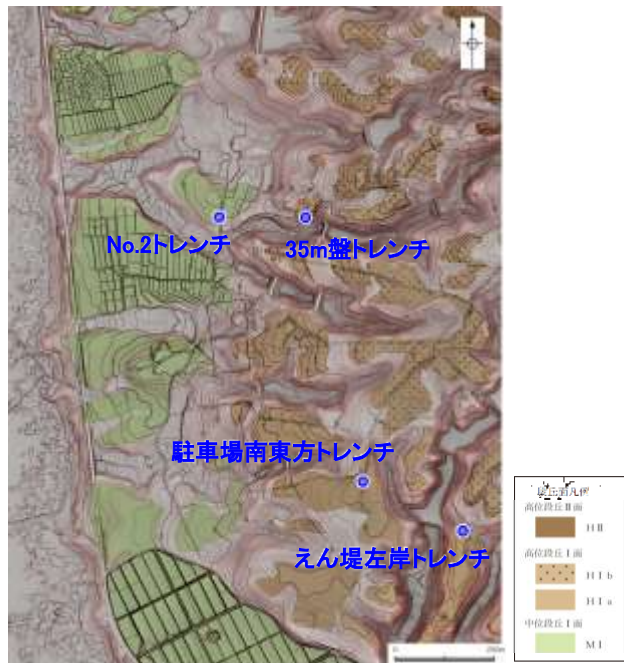


テフラの年代
(町田・新井, 2011)

K-Tz: 9.5万年前
SK: 10.5万年前

5.2 上載地層法に用いる地層 —まとめ—

- No.2トレンチの堆積物は、中位段丘 I 面を構成する海成堆積物(M I 段丘堆積物)であり、MIS5e(約12~13万年前)に堆積したと判断した。
- 35m盤トレンチ及び駐車場南東方トレンチの堆積物は、高位段丘 I a面を構成する海成堆積物(H I a段丘堆積物)であり、約12~13万年前より古い高海面期に堆積したと判断した。
- したがって、No.2トレンチ、駐車場南東方トレンチ及び35m盤トレンチにおける、断層の直上に分布する堆積物は、約12~13万年前以前に堆積したものである。



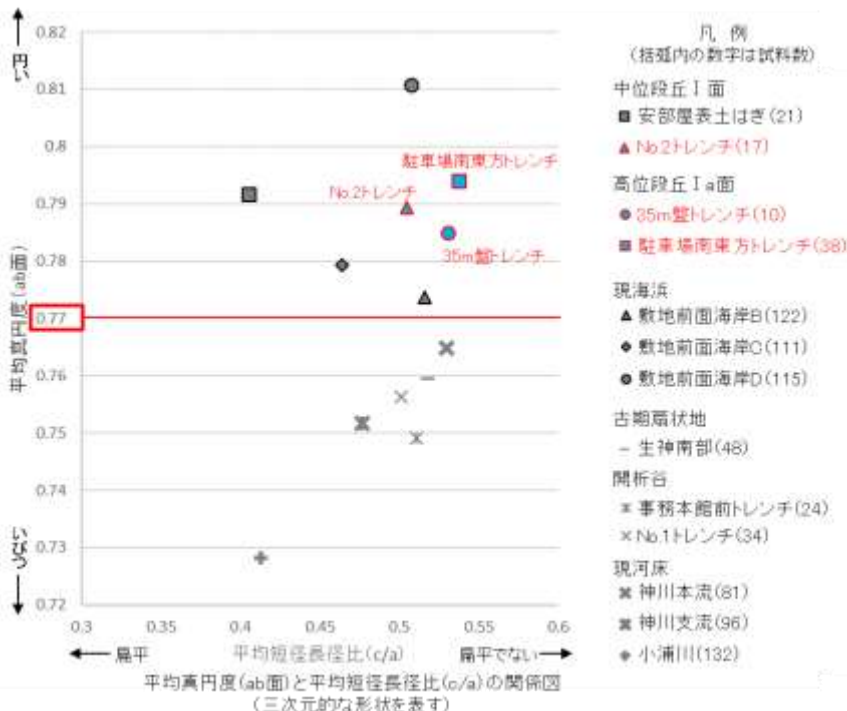
位置図

	No.2トレンチ (補足資料5.2-1(1)-8)	35m盤トレンチ (補足資料5.2-1(1)-9)	駐車場南東方トレンチ (補足資料5.2-1(1)-10)	えん堤左岸トレンチ (補足資料5.2-1(1)-11)
堆積物の分布の特徴	中位段丘 I 面の岩盤直上に分布する	高位段丘 I a面の岩盤直上に分布する		
礫の肉眼観察結果	礫の円磨が進んでいる			礫の円磨が進んでいない
礫の平均真円度	0.77以上 (本地域の海成堆積物と同程度)			—
海成堆積物の認定結果	海成堆積物であると判断			海成堆積物の特徴が認められない

堆積年代の評価	MIS5e(約12~13万年前)に堆積したM I 段丘堆積物	MIS5e(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	MISとの対比による年代評価はできない
---------	--------------------------------	---	---------------------

断層の直上に分布する堆積物は、約12~13万年前以前に堆積したものである。

なお、35m盤トレンチの堆積物については、トレンチ周辺の地形や堆積物の分布状況について検討を行い、上載地層としての妥当性の確認を行った(補足資料5.6-1(1)-6)。



5.3 鋳物脈法に用いる変質鋳物と最新面

5.3(1) 評価に用いる変質鉱物

概要	.....	5-29
(1-1) 敷地で確認される変質鉱物の詳細	.....	5-31
(1-2) 変質鉱物の後期更新世以降の生成可能性の評価	.....	5-40
(1-3) 変質鉱物の生成環境の検討及び生成年代の推定	.....	5-41
(1-4) 変質鉱物の生成年代評価のまとめ	.....	5-45
(1-5) 碎屑岩脈の形成年代評価	.....	5-49
(1-6) 評価に用いる変質鉱物	.....	5-50

5.3(1) 評価に用いる変質鉱物 — 概要 —

■ 鉱物脈法による活動性評価

- ・ 鉱物脈法は、「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。敷地においては、変質鉱物からなる鉱物脈が破碎部中や母岩の割れ目に沿って認められる(P.5-31, 5-32, 5-39)。よって、断層活動(最新面)と変質鉱物等との関係から、断層の最新活動年代を評価する。

5.3(1-1): 敷地で確認される変質鉱物の詳細

- ・ 粘土状破碎部中には、変質鉱物として粘土鉱物のスメクタイトが共通して認められる(2章)。この粘土鉱物は、粘土分を濃集したXRD分析による結晶構造及びEPMA分析による化学組成を踏まえると、数十%のイライトが混合するイライト/スメクタイト混合層(以下、I/S混合層)である。さらに、CEC分析、XAFS分析、HRTEM観察による結果は、これらの粘土鉱物がI/S混合層であることを支持する。
- ・ また、粘土鉱物以外の白色鉱物については、XRD分析及び薄片観察を実施した結果、オパールCT及びフィリップサイトであることを確認した。

5.3(1-2): 変質鉱物の後期更新世以降の生成可能性の評価

- ・ 「約12~13万年前以降の敷地の地温分布」と「変質鉱物の生成温度の最低値」を比較し、約12~13万年前以降の敷地の温度環境下で変質鉱物が生成するか否かを評価した。
- ・ 約12~13万年前以降の敷地の地温分布は、敷地の温度検層結果及び敷地周辺の地温分布や能登半島の火成活動に関する文献調査の結果から、現在の敷地の地温分布と同程度であると評価した。文献に基づく変質鉱物の生成温度の最低値は、約12~13万年前以降の敷地の推定地温分布よりも数十°C以上高い。よって、約12~13万年前以降の敷地の地温分布では、敷地の変質鉱物は、その確認標高で生成せず、敷地の変質鉱物(I/S混合層等)は約12~13万年前以降に生成したものではない。

5.3(1-3): 変質鉱物の生成環境の検討及び生成年代の推定

- ・ 5.3(1-2)を踏まえ、敷地の変質鉱物が生成し得る環境を検討し、生成年代を推定した。
- ・ 敷地の変質鉱物が生成するには、その確認標高の地温よりも高温である必要があることから、①現在と同程度の地温分布で、より高温の地下深部において生成し、現在の確認標高まで隆起したか、もしくは②敷地の地温分布が現在よりも高温となる環境下で生成したと考えられる。つまり、生成環境は、「①地下深部(地温勾配相当の高温)での生成」もしくは「②熱水(地温勾配以上の高温)による生成」である。
 - ①について、I/S混合層が敷地周辺の別所岳安山岩類中にも広く認められることから、敷地周辺一帯は同じような環境下で変質を被ったと考えられること、及び粘土状破碎部(I/S混合層からなる変質部)全体を横断している碎屑岩脈が地下深部の高封圧下で形成したと考えられることを踏まえ、敷地の変質鉱物は、地下深部で敷地周辺一帯が変質し、その後、敷地周辺一帯が隆起して現在の位置で確認されているものと判断した。
 - ②について、敷地の斜長石には曹長石化が認められないことから、敷地は少なくとも斜長石が曹長石化するような高温の熱水の影響は受けていないと考えられる。よって、敷地の変質鉱物は、「①地下深部での生成」の可能性が高いと判断した。一方で、斜長石が曹長石化しない程度の熱水の影響を受けて生成した可能性は否定できない。
- ・ 生成環境に関する検討結果を踏まえ、生成年代を推定した。地下深部での生成年代は、地殻の隆起速度を一定と仮定すると、変質鉱物の生成温度が約50°C以上であることから、約6Ma以前と推定した。なお、曹長石化しない程度の熱水により生成した場合の生成年代は、能登半島で最後に火成活動が認められた9Ma以前と推定した。

5.3(1-4): 変質鉱物の生成年代評価のまとめ

- ・ 5.3(1-2)及び5.3(1-3)を踏まえ、敷地の変質鉱物(I/S混合層等)は、少なくとも後期更新世以降に生成したものではないと評価した。なお、変質鉱物と第四系との関係やI/S混合層のK-Ar年代値等についても、この生成年代評価と整合する。

5.3(1-5): 碎屑岩脈の形成年代評価

- ・ S-1の粘土状破碎部中には碎屑岩脈が認められ、この碎屑岩脈について薄片観察を実施した。その結果、碎屑岩脈は、未固結な状態で高い圧力を受けて貫入したことが示唆されること等から、地下深部の高封圧下で形成したと判断した。一方で、この確認標高は、約12~13万年前以降、現在とほぼ同じ低封圧下にあり、高封圧下で形成する碎屑岩脈は形成しないと判断した。よって、碎屑岩脈は少なくとも後期更新世以降に形成したものではないと評価した。

5.3(1-6): 評価に用いる変質鉱物

- ・ 少なくとも後期更新世以降に生成したものではないと評価した変質鉱物(I/S混合層等)、少なくとも後期更新世以降に形成したものではないと評価した碎屑岩脈を用いて鉱物脈法による活動性評価を行う。

※敷地内及び敷地周辺の地質・地質構造調査に係る審査ガイド, P.13, 4.1.2.3解説(5)

【鉍物脈法による活動性評価に用いる変質鉍物】

■5.3(1-1) 敷地で確認される変質鉍物の詳細 (P.5-31~5-39)

<粘土鉍物>

- ・XRD分析(粘土分濃集)による結晶構造
- ・EPMA分析による化学組成
- ⇒粘土鉍物(スメクタイト)は、I/S混合層である。

I/S混合層であることを支持する。

- ・CEC分析
- ・XAFS分析
- ・HRTEM観察

<白色鉍物>

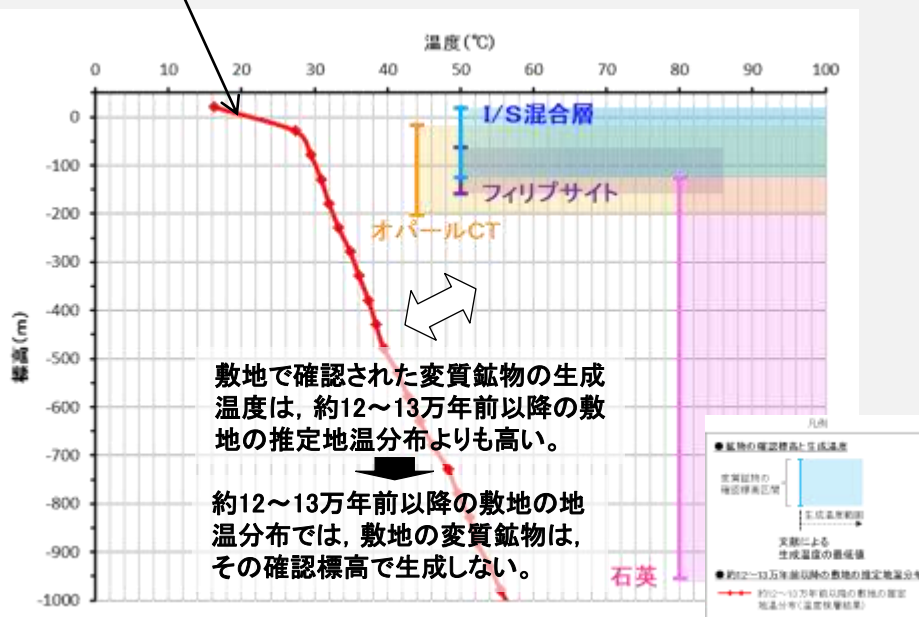
- ・XRD分析, 薄片観察
- ⇒粘土鉍物以外の白色鉍物は、オパールCT及びフィリップサイトである。

■5.3(1-2) 変質鉍物の後期更新世以降の生成可能性の評価 (P.5-40)

○「約12~13万年前以降の敷地の地温分布」と「変質鉍物の生成温度の最低値」を比較し、約12~13万年前以降の敷地の温度環境下で変質鉍物が生成するか否かを評価した。

- ・温度検層, 文献調査(敷地周辺の地温分布, 能登半島の火成活動)

約12~13万年前以降の敷地の地温分布は、現在と同程度である。



敷地の変質鉍物(I/S混合層等)は、約12~13万年前以降に生成したものではない。

■5.3(1-3) 変質鉍物の生成環境の検討及び生成年代の推定 (P.5-41~5-44)

○5.3(1-2)を踏まえ、敷地の変質鉍物が生成し得る環境を検討し、生成年代を推定した。

- ・敷地の変質鉍物が生成するには、その確認標高の地温よりも高温である必要があることから、①現在と同程度の地温分布で、より高温の地下深部において生成し、現在の確認標高まで隆起したか、もしくは②敷地の地温分布が現在よりも高温となる環境下で生成したと考えられる。

【①地下深部(地温勾配相当の高温)での生成】

- ・敷地周辺の変質に関する調査
⇒I/S混合層が敷地周辺の別所岳安山岩類中にも広く認められることから、敷地周辺一帯は同じような環境下で変質を被ったと考えられる。

- ・碎屑岩脈
⇒碎屑岩脈は、地下深部の高封圧下で形成したと考えられる。

<生成環境の検討>

敷地の変質鉍物は、地下深部で敷地周辺一帯が変質し、その後、敷地周辺一帯が隆起して現在の位置で確認されているものと判断した。

<生成年代の推定>

敷地の変質鉍物の地下深部での生成年代は、地殻の隆起速度を一定と仮定し、約6Ma以前と推定した。

【②熱水(地温勾配以上の高温)による生成】

- ・斜長石の曹長石化検討
⇒敷地の斜長石には、曹長石化が認められない。

<生成環境の検討>

敷地は、少なくとも斜長石が曹長石化するような高温の熱水の影響を受けていない。⇒敷地の変質鉍物は、「①地下深部での生成」の可能性が高いと判断した。一方で、曹長石化しない程度の熱水の影響を受けて生成した可能性は否定できない。

<生成年代の推定>

なお、熱水により生成した場合、敷地の変質鉍物の生成年代は、能登半島で最後に火成活動が認められた9Ma以前と推定した。

■5.3(1-5) 碎屑岩脈の形成年代評価 (P.5-49)

<碎屑岩脈>

- ・薄片観察
- ・地形図
- ⇒碎屑岩脈は、地下深部の高封圧下で形成した。
- ⇒確認標高は、約12~13万年前以降、現在とほぼ同じ低封圧下であり、高封圧下で形成する碎屑岩脈は形成しない。

碎屑岩脈は、少なくとも後期更新世以降に形成したものではない。

■5.3(1-4) 変質鉍物の生成年代評価のまとめ (P.5-45~5-48)

敷地の変質鉍物(I/S混合層等)は、少なくとも後期更新世以降に生成したものではない。

↑ 生成年代評価と整合する。

- ・変質鉍物と第四系との関係, K-Ar年代値(I/S混合層), U-Pb年代値(オパールCT), 生成温度・期間に関する文献調査

<生成環境に関する追加検討>

- ・能登半島周辺の地質構造に関する既往知見との関係
- ・新第三紀堆積岩における変質状況の確認

■5.3(1-6) 評価に用いる変質鉍物 (P.5-50)

少なくとも後期更新世以降に生成したものではないと評価した変質鉍物(I/S混合層等), 少なくとも後期更新世以降に形成したものではないと評価した碎屑岩脈を用いて鉍物脈法による活動性評価を行う。

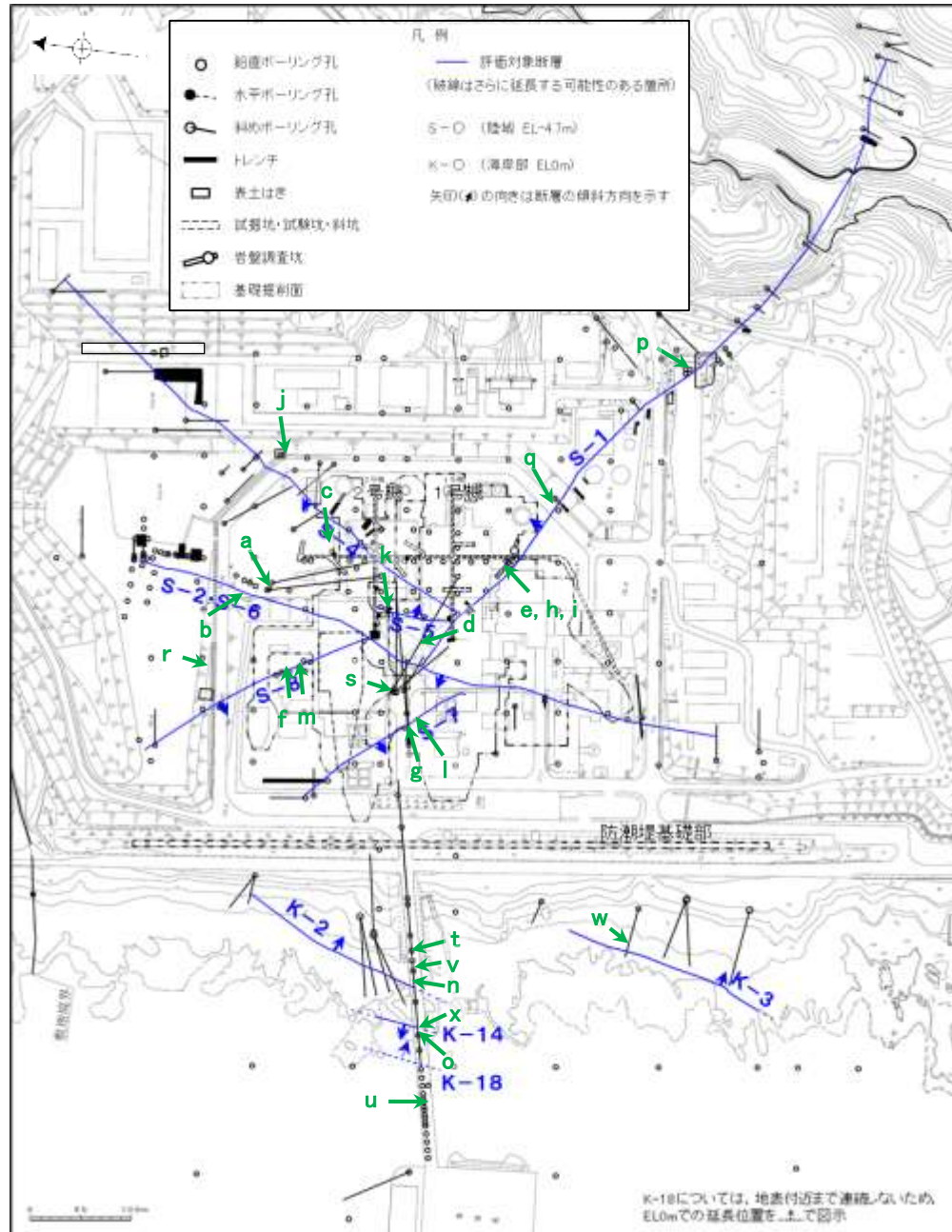
5.3(1-1) 敷地で確認される変質鉱物の詳細 — 粘土鉱物(I/S混合層) —

○ボーリングコア観察等の結果、破碎部中には粘土鉱物が認められることから、全ての評価対象断層の粘土状破碎部中の粘土鉱物を対象として、XRD分析(粘土分濃集)*及びEPMA分析を実施した。また、母岩の割れ目に沿っても粘土鉱物が認められることから、これらの粘土鉱物についても同様に分析を実施した。

○分析の結果、これらの粘土鉱物は、I/S混合層であることを確認した。

【XRD分析(粘土分濃集)】

※XRD分析(粘土分濃集)の実施にあたって行う試料調整の作業手順については補足資料5.3-2(2) P.5.3-2-4

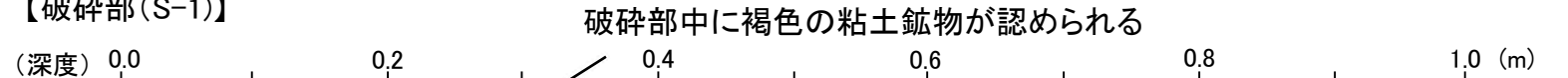


粘土鉱物(XRD分析(粘土分濃集)試料)

試料採取位置図

- ・分析に使用した試料のうち、代表的な例を右上に示す
- ・その他の試料については補足資料5.3-2(1) P.5.3-2-3, 5~11

【破碎部(S-1)】



破碎部中に粘土鉱物が認められる事例 (試料e. 岩盤調査坑 No.27孔 深度0.25m付近)

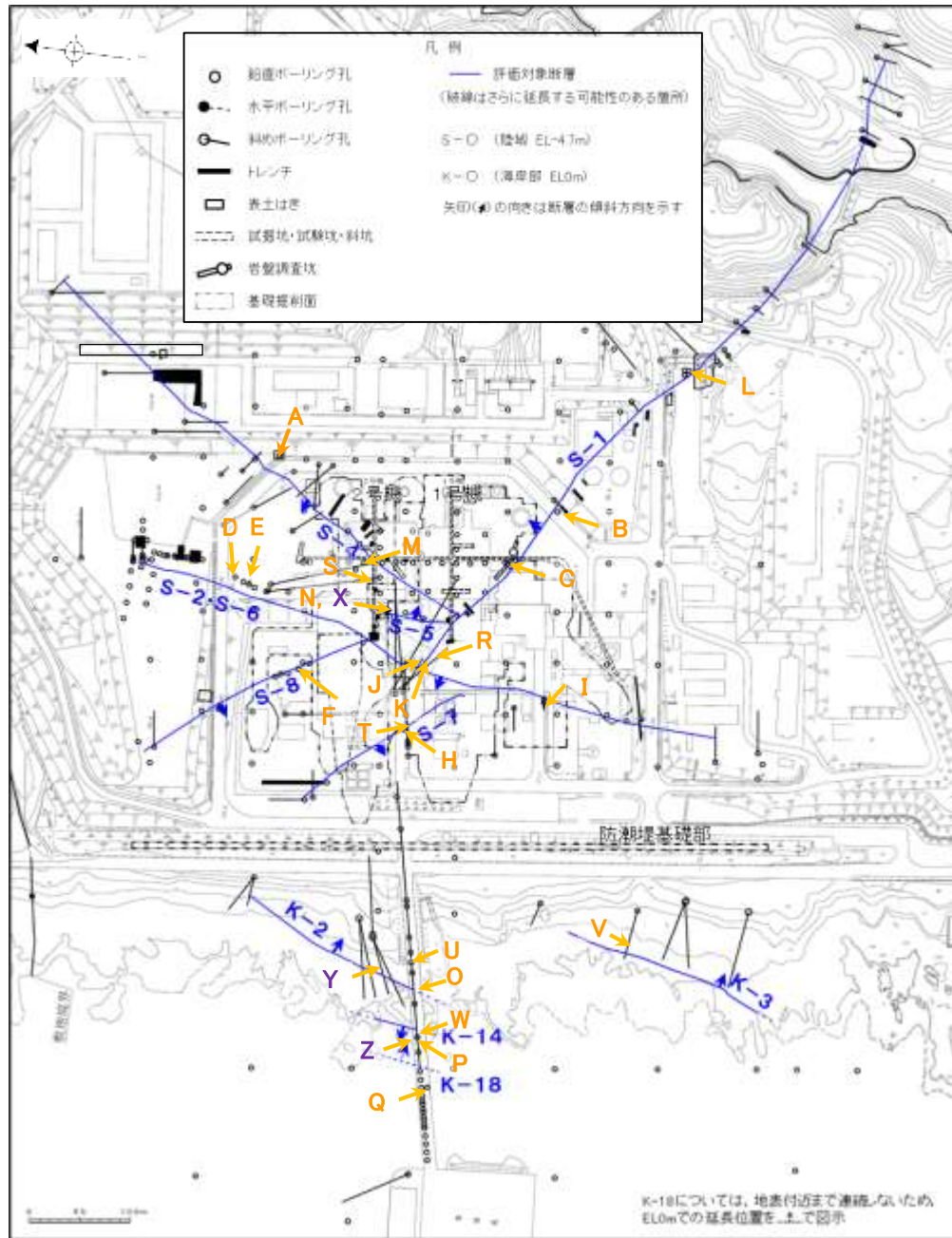
【非破碎部】



母岩中の割れ目に沿って粘土鉱物脈が認められる事例 (試料d. H-6.5-2孔 深度81.90m付近)

試料採取箇所										
採取位置 (左位置図)			深度	標高	採取位置 (左位置図)			深度	標高	
a	S-2・S-6	E-8.5+5”孔	9.30m	EL 11.82m	m	S-8	F-6.80-2孔	18.69m	EL -5.83m	
b		E-8.4’孔	31.70m	EL -10.61m	n	K-2	H-0.9-40孔	19.65m	EL -6.36m	
c	S-4	F-9.3-4孔	66.40m	EL -45.82m	o	K-14	H- -0.3-80孔	31.65m	EL -27.48m	
d	非破碎部	H-6.5-2孔	81.90m	EL-59.10m	p	非破碎部	M-12.5”孔	55.55m	EL -27.25m	
e	S-1	岩盤調査坑 No.27孔	0.25m	EL -16.45m	q		K-10.8SW-1孔	49.80m	EL -18.88m	
f	S-8	F-6.82-6孔	17.08m	EL -1.97m	r		E-6.2孔	137.45m	EL -123.37m	
g	S-7	H-5.5-2孔	19.33m	EL -3.75m	s		H-6.5’孔	47.70m	EL -24.19m	
h	S-1	岩盤調査坑No.7-1孔	0.30m	EL -17.05m	t		H-1.1-80孔	43.45m	EL -36.01m	
i		岩盤調査坑No.16付近 (底盤面)	(底盤面)	EL -17.90m	u		H- -1.80孔	48.30m	EL -44.66m	
j	S-4	E-11.1SE-6孔	1.50m	EL 19.91m	v		K-2	H-1.1孔	103.77m	EL -96.99m
k	S-5	R-8.1-1-3孔	22.24m	EL -11.12m	w		K-3	M-2.2孔	48.74m	EL -31.45m
l	S-7	H-5.64-2孔	9.53m	EL 2.84m	x		K-18	H-0.2-75孔	116.75m	EL -108.04m

【EPMA分析】

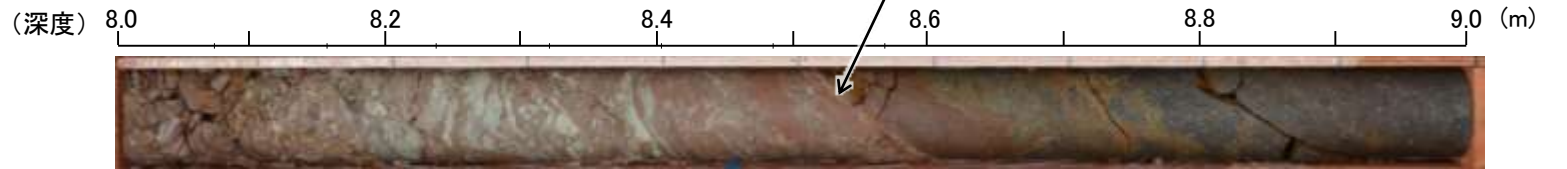


粘土鉱物(EPMA分析試料)

試料採取位置図

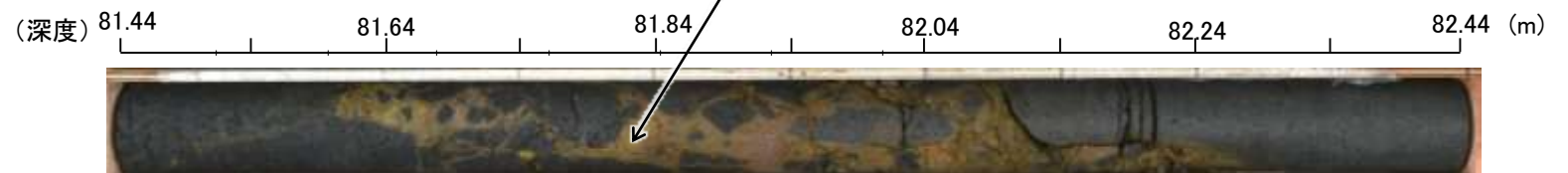
- ・分析に使用した試料のうち、代表的な例を右上に示す
- ・その他の試料については補足資料5.3-2(1) P5.3-2-12~21

【破砕部(S-2・S-6)】



破砕部中に粘土鉱物が認められる事例 (試料D. E-8.5-2孔 深度8.55m付近)

【非破砕部】



母岩中の割れ目に沿って粘土鉱物脈が認められる事例 (試料R. H-6.5-2孔 深度81.80m付近)

試料採取箇所									
採取位置 (左位置図)			深度	標高	採取位置 (左位置図)			深度	標高
A	S-4	E-11.1SE-2孔	1.65m	EL 19.72m	O	K-2	H-0.9-40孔	19.65m	EL -6.36m
B	S-1	K-10.3SW孔	27.81m	EL -6.17m	P	K-14	H- -0.3-80孔	31.65m	EL -27.48m
C		岩盤調査坑No.25切羽 (切羽面)		EL -17.60m	Q		H' - -1.3孔	125.58m	EL -121.91m
D	S-2・S-6	E-8.5-2孔	8.55m	EL 12.66m	R	非破砕部	H-6.5-2孔	81.80m	EL -59.02m
E		F-8.5' 孔	8.50m	EL 12.63m	S	S-4	E-8.50'''孔	111.95m	EL -39.83m
F	S-8	F-6.75孔	26.85m	EL -15.76m	T	S-7	H-5.4-1E孔	24.16m	EL 4.80m
H	S-7	H-5.7' 孔	14.35m	EL -3.26m	U	K-2	H-1.1孔	103.62m	EL -96.84m
I	S-2・S-6	K-6.2-2孔	30.94m	EL -19.45m	V	K-3	M-2.2孔	48.74m	EL -31.45m
J	S-1	H-6.5-2孔	70.70m	EL -49.50m	W	K-18	H-0.2-75孔	116.75m	EL -108.04m
K		H-6.6-1孔	57.25m	EL -37.95m	X	S-5	R-8.1-1-2孔	23.46m	EL -12.38m
L		M-12.5'''孔	49.96m	EL -21.66m	Y	K-2	G-1.5-80孔	77.82m	EL -72.12m
M	S-4	E-8.60孔	104.68m	EL -35.91m	Z	K-18	H-0.2-60孔	84.35m	EL -68.32m
N	S-5	R-8.1-1-3孔	22.24m	EL -11.12m					

紫字: 第1073回審査会合以降の追加分析箇所

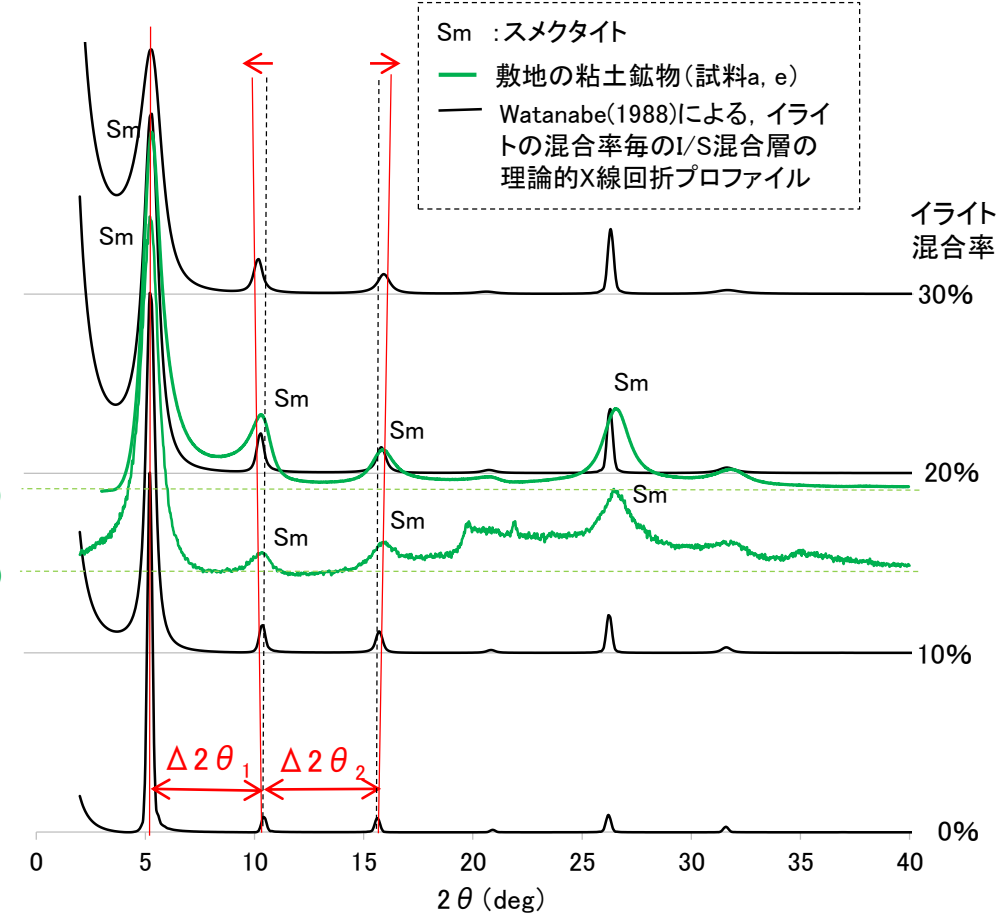
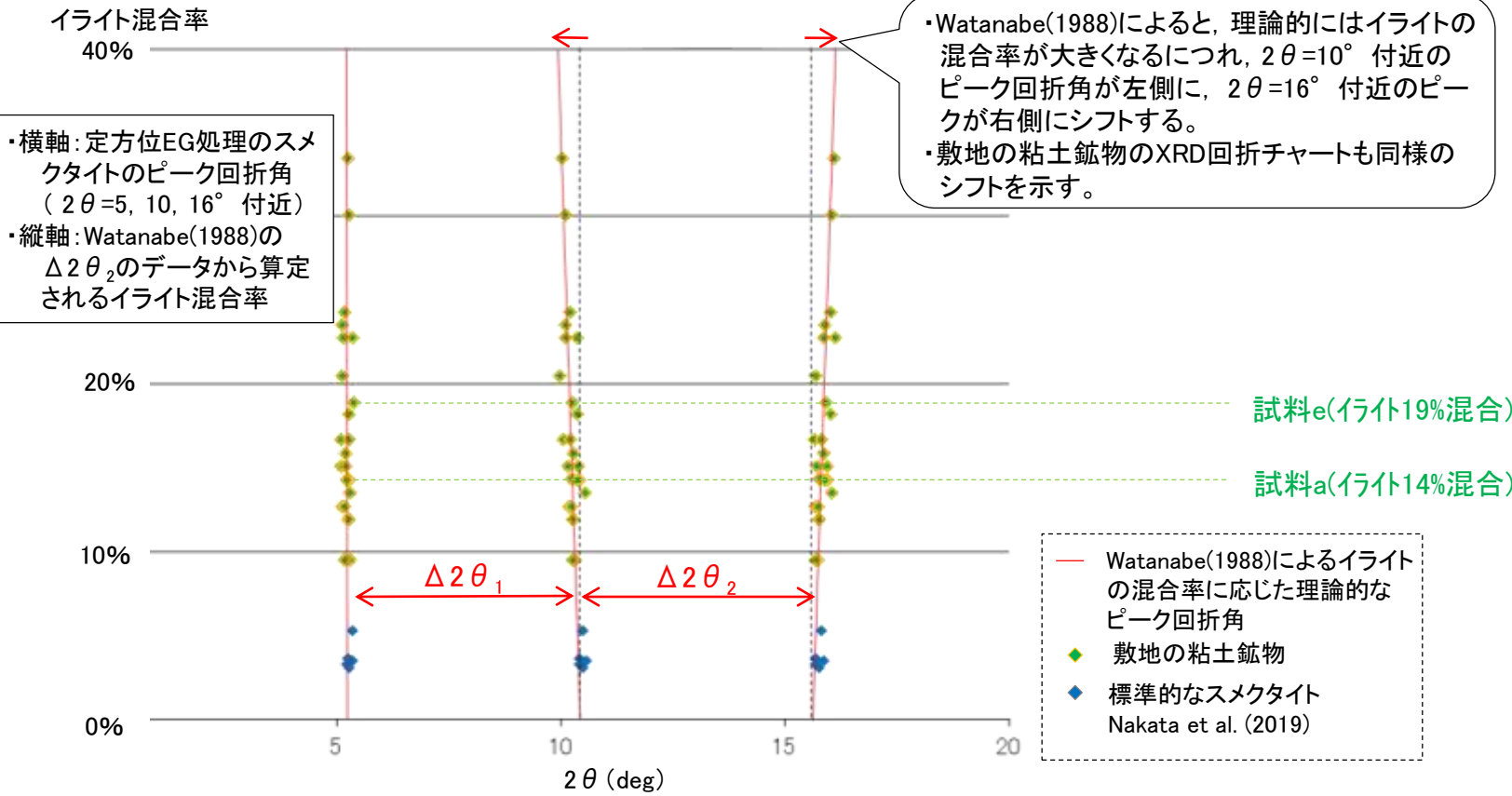
・ボーリングコア観察等の結果、破砕部中には粘土鉱物が認められることから、全ての評価対象断層の粘土状破砕部中の粘土鉱物を対象として、XRD分析(粘土分濃集)及びEPMA分析を実施した。また、母岩の割れ目に沿っても粘土鉱物が認められることから、これらの粘土鉱物についても同様に分析を実施した。

・分析の結果、これらの粘土鉱物は、I/S混合層であることを確認した。

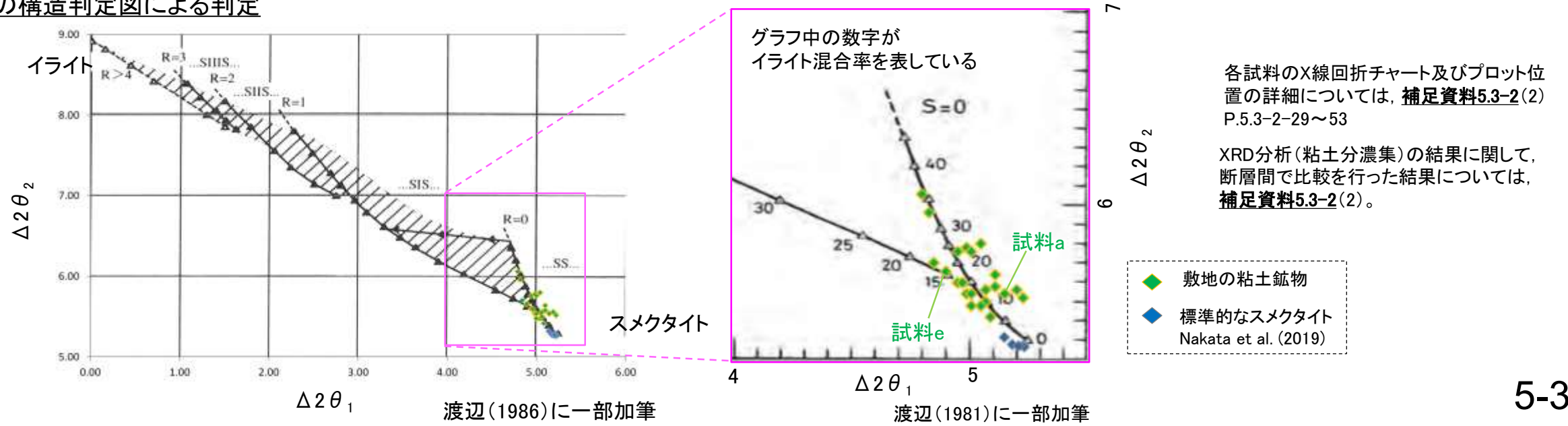
5.3(1-1) 敷地で確認される変質鉱物の詳細 —XRD分析(粘土分濃集)—

- 敷地で認められた粘土鉱物について、XRD分析(粘土分濃集)を実施した。
- 敷地の粘土鉱物のピーク回折角は、Watanabe(1988)によるI/S混合層の理論的なピーク回折角のシフトと同様のシフトが認められた(【1】左図)。また、敷地の粘土鉱物のうち、より明瞭な粘土鉱物のピークを持つ試料a及び試料eの回折チャートについて、I/S混合層の理論的プロファイルと類似していることを確認した(【1】右図)。
- 同様の理論に基づき作成された渡辺(1986, 1981)のI/S混合層構造判定図に敷地の粘土鉱物の結果をプロットした結果、イライトの混合率は10~35%を示す(【2】図)。

【1】I/S混合層の理論的なピーク回折角との比較



【2】I/S混合層の構造判定図による判定

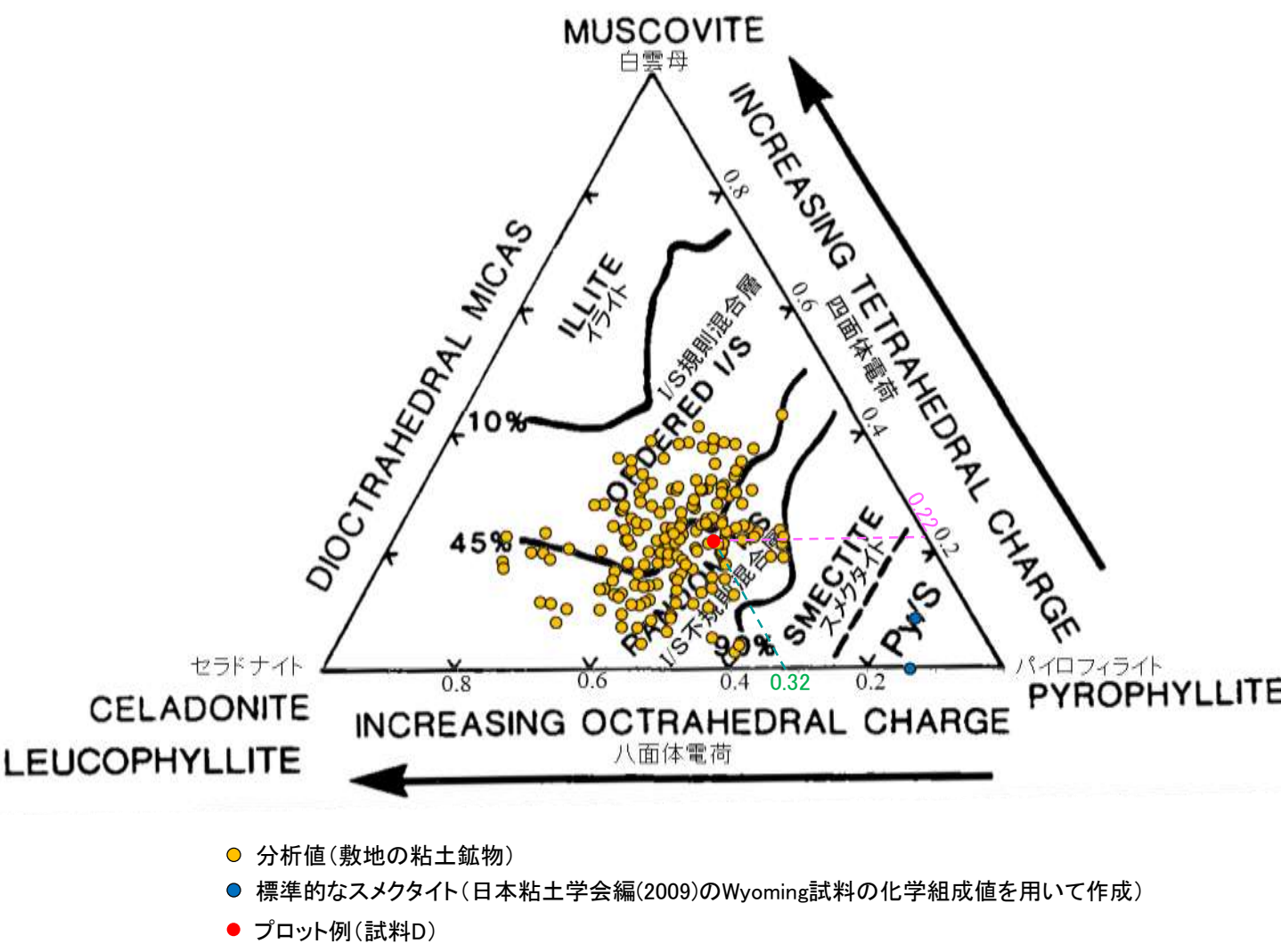


5.3(1-1) 敷地で確認される変質鉱物の詳細 —EPMA分析—

- さらに、EPMA分析による化学組成の観点から、粘土鉱物について、鉱物の詳細確認を行った。
- EPMAの定量分析結果に基づき、敷地の粘土鉱物の組成式を算出した。組成式算出に用いる分析値については、粘土鉱物への二次的な変質等の影響や基準に基づく分析値の確認により、分析値が不純物等の影響を受けていないことを確認した値を用いている※1。
- 2八面体型の粘土鉱物※2の化学組成を示した三角ダイアグラム(左下図, Srodon et al. (1984))によると、敷地の粘土鉱物の分析値はいずれも「I/S混合層」に分類される。以下、この検討を三角ダイアグラム検討とする。

※1: 三角ダイアグラム検討に用いるEPMA分析値の確認結果については、[補足資料5.3-2\(3\)P.5.3-2-91~92](#)
 ※2: 敷地の粘土鉱物の八面体シート構造の検討結果については、[補足資料5.3-2\(2\)P.5.3-2-54~56](#)

○XRD分析(粘土分濃集)による結晶構造判定結果及びEPMA分析による化学組成の検討結果により、敷地の粘土鉱物は結晶構造中にイライト層が数十%混合した「I/S混合層」と判断した。

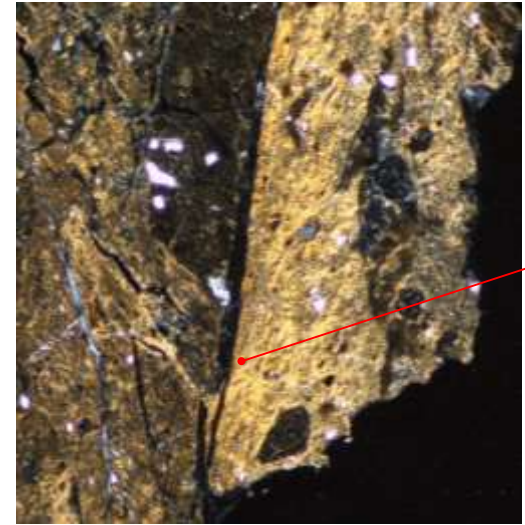


2八面体型雲母粘土鉱物及び関連鉱物の化学組成 (Srodon et al. (1984))に一部加筆)

EPMA分析結果に基づき算出した四面体電荷0.22及び八面体電荷0.32をSrodon et al. (1984)の三角ダイアグラム上にプロットした。

その他試料のEPMA分析結果については、[補足資料5.3-2\(3\)](#)。
 EPMA分析の結果に関して、断層間で比較を行った結果については、[補足資料5.3-2\(3\)](#)。

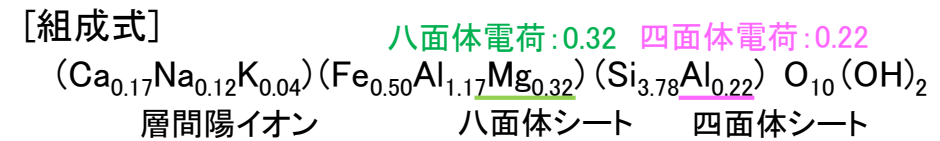
<EPMA分析結果の例 (試料D)>



分析位置
 分析位置については、[補足資料5.3-2\(3\)P.5.2-2-68](#)

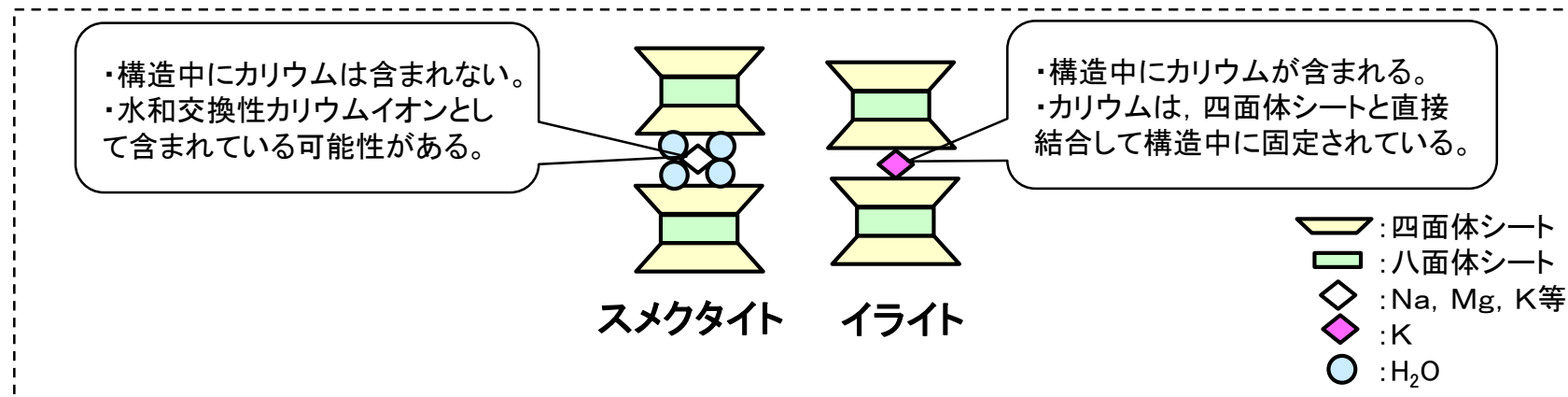
[EPMA分析値 (%)]		*分析値(FeO)からの換算値
SiO ₂	50.02	
TiO ₂	0.34	
Al ₂ O ₃	15.57	
TFe ₂ O ₃ *	8.73	
MnO	0.01	
MgO	2.82	
CaO	2.09	
Na ₂ O	0.81	
K ₂ O	0.38	
total	80.76	

<組成式の算出方法(白水(2010)を参考に算出)>
 ・EPMA分析値から各酸化物の分子比を算出し、O原子(負電荷)を22と仮定して各元素の陽イオン数を算出。
 ・求めた陽イオン数のうち、AlはSiとの合計が4になるまで四面体に配分し、MgはFe及び残りのAlの合計が2になるまで八面体に配分した。



5.3(1-1) 敷地で確認される変質鉱物の詳細 –CEC分析, XAFS分析, HRTEM観察–

○I/S混合層中に含まれるカリウムが存在状態を確認する目的で、敷地の粘土鉱物を用いてCEC分析, XAFS分析, HRTEM観察を実施した。
○分析の結果、敷地の粘土鉱物にはカリウムが固定されたイライトの構造が含まれることを確認した。このことは、敷地の粘土鉱物がI/S混合層であることを支持する。



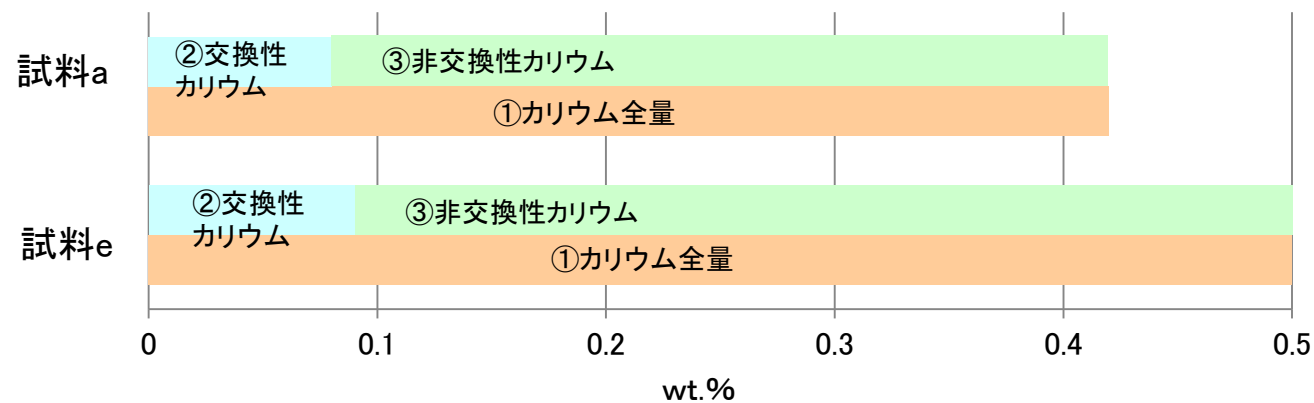
スメクタイトとイライトの構造とその特徴 (吉村(2001)を基に作成)

分析名	CEC分析 (Cation Exchange Capacity, 交換性陽イオン分析)	XAFS分析 (X-ray Absorption Fine Structure, X線吸収微細構造)	HRTEM観察 (High-Resolution Transmission Electron Microscope, 高分解能透過電子顕微鏡)
分析手法の概要	・試料中に含まれる交換性の陽イオンを交換溶液によって浸出させ、そのイオン量を測定する手法	・物質によるX線の吸収を測定することによって、特定元素周辺の構造を推定する手法	・高分解能の電子顕微鏡によって、粘土鉱物の積層構造を観察する手法
分析の目的	・スメクタイトでは、構造中にカリウムを含まず、層間の水和交換性カリウムイオンとしてしか含まれない。一方で、イライトでは構造中に固定されるとされている。 ⇒粘土鉱物中の交換性カリウムと固定されたカリウムの量を分析することによって、イライト構造の存在を確認する。	・スメクタイト中では、カリウムが水和交換性イオンとして存在する。一方で、イライト中では、カリウムが四面体シートと直接結合するとされ、両者ではカリウム原子周りの分子構造が異なる。 ⇒粘土鉱物中に含まれるカリウム原子周りの分子構造から、イライトと似た構造の存在を確認する。	・スメクタイトとイライトでは、単位層の間隔が異なる。 ⇒粘土鉱物の積層構造(単位層の間隔)を観察することによって、イライト構造の存在を確認する。
結果概要	・交換性カリウム含有量を定量した結果、カリウム全含有量に比べて十分に小さく、固定されたカリウムが十分に含まれていると判断される。(次頁, 宇波ほか(2019a, b))	・敷地の粘土鉱物のXAFS分析の結果、カリウム原子周りの構造を表すEXAFS関数及び構造関数がイライト標準試料の関数と類似する。(次々頁, 宇波ほか(2019a, b))	・HRTEM観察の結果、一連の積層構造中にスメクタイトの単位層とイライトの単位層が確認されることから、敷地の粘土鉱物はI/S混合層である。(P.5-38, 東京大学小暮研究室ほかによる観察結果)
検討の結果、敷地の粘土鉱物には、カリウムが固定されたイライトの構造が含まれ、I/S混合層であることを支持する。			

【CEC分析, 宇波ほか(2019a, b)】

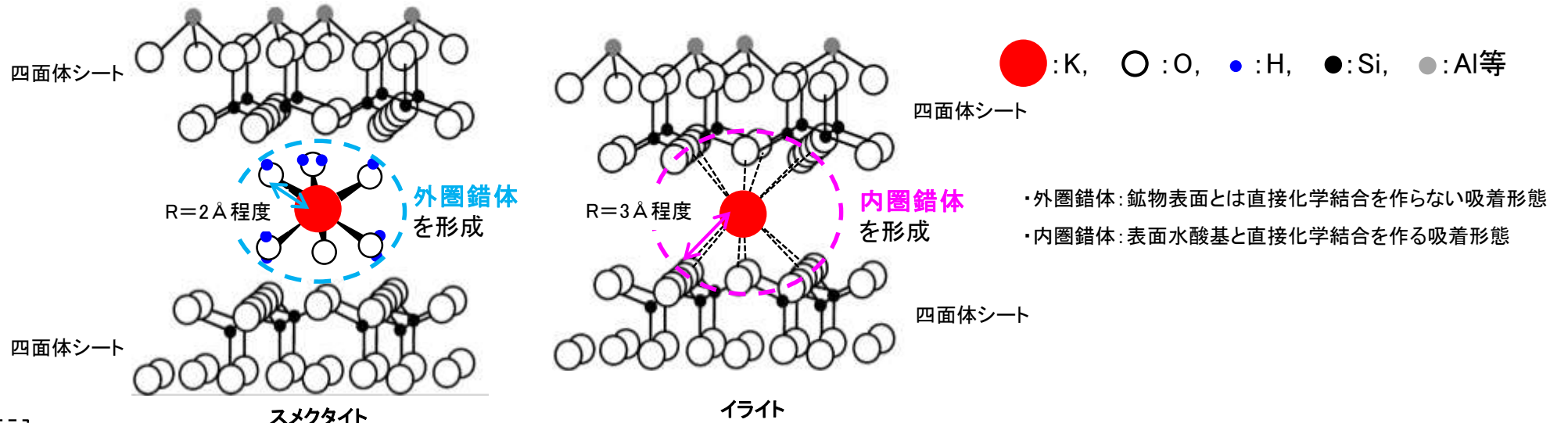
試料名	① カリウム全量(wt.%) 湿式化学分析 ・定量法: 炎光分光法	② 交換性カリウム(wt.%) CEC分析 ・交換溶液: 塩化ストロンチウム溶液 ・定量法: ICP発光分光分析	③ 非交換性カリウム (wt.%) ①-②
試料a (E-8.5+5”孔)	0.42	0.08	0.34
試料e (岩盤調査坑No.27孔)	0.50	0.09	0.41

その他の分析試料の結果を含む詳細については
補足資料5.3-2(4)P.5.3-2-95~98

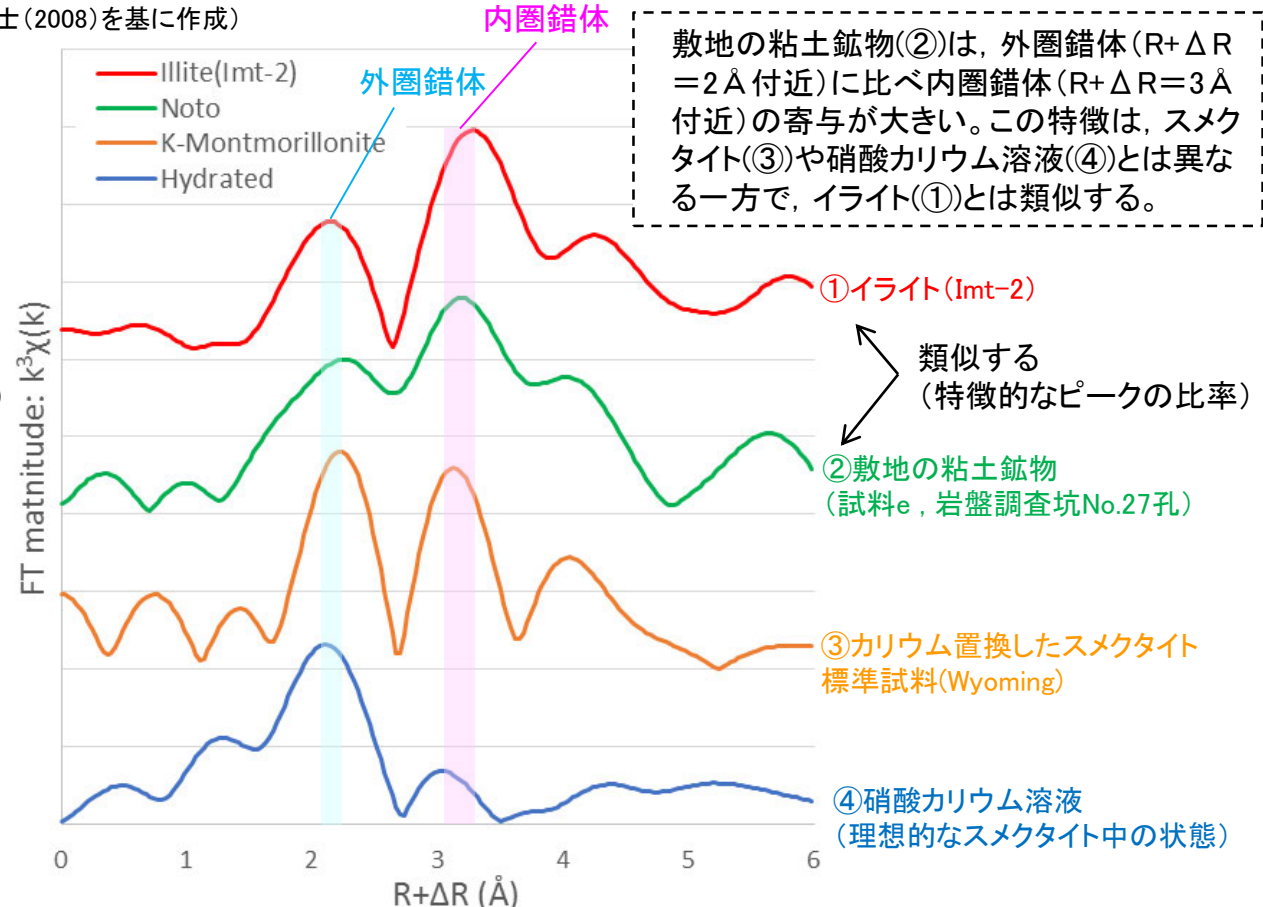
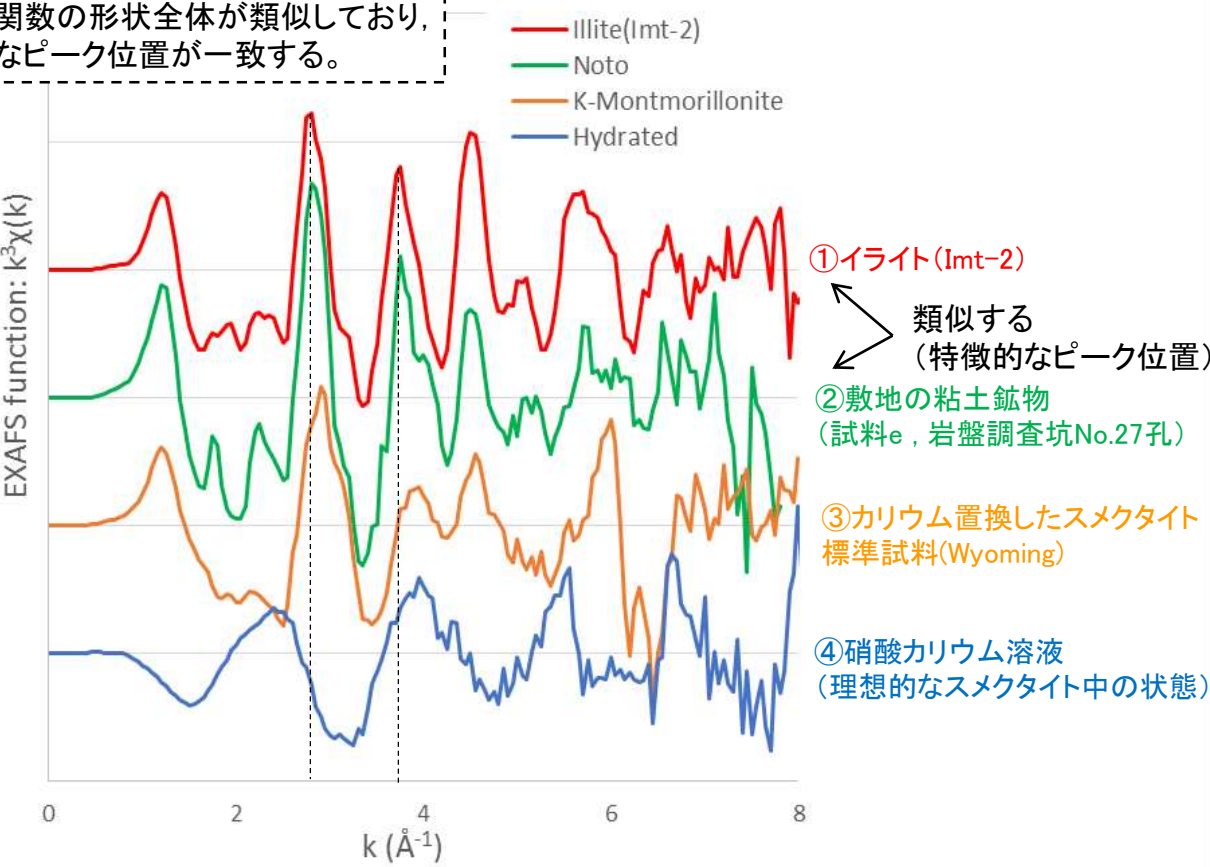


・敷地の粘土鉱物を対象として, CEC分析によって交換性のカリウム含有量を定量した結果, 湿式化学分析によるカリウム全量の定量結果(0.42~0.50wt.%)に比べて, 交換性カリウムの含有量(0.08~0.09wt.%)が十分に小さく, 固定されたカリウムが十分に含まれていることから, 敷地の粘土鉱物にはイライトのようにカリウムが固定された構造が含まれる。

【XAFS分析, 宇波ほか(2019a, b)】



敷地の粘土鉱物(②)は, イライト(①)と EXAFS関数の形状全体が類似しており, 特徴的なピーク位置が一致する。



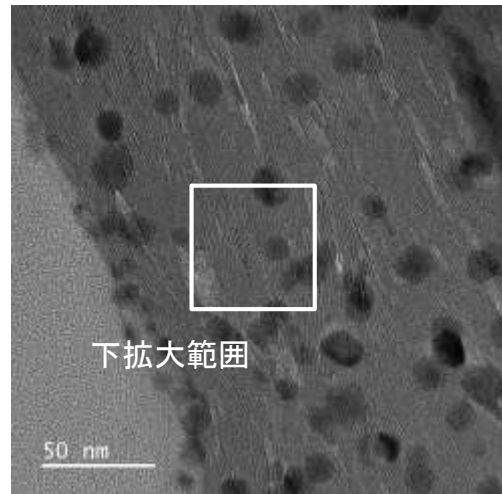
敷地の粘土鉱物(②)は, 外圏錯体 ($R+\Delta R=2 \text{ \AA}$ 付近) に比べ内圏錯体 ($R+\Delta R=3 \text{ \AA}$ 付近) の寄与が大きい。この特徴は, スメクタイト(③)や硝酸カリウム溶液(④)とは異なる一方で, イライト(①)とは類似する。

宇波ほか(2019a, b)に一部加筆
分析の詳細については補足資料5.3-2(4)P.5.2-2-99

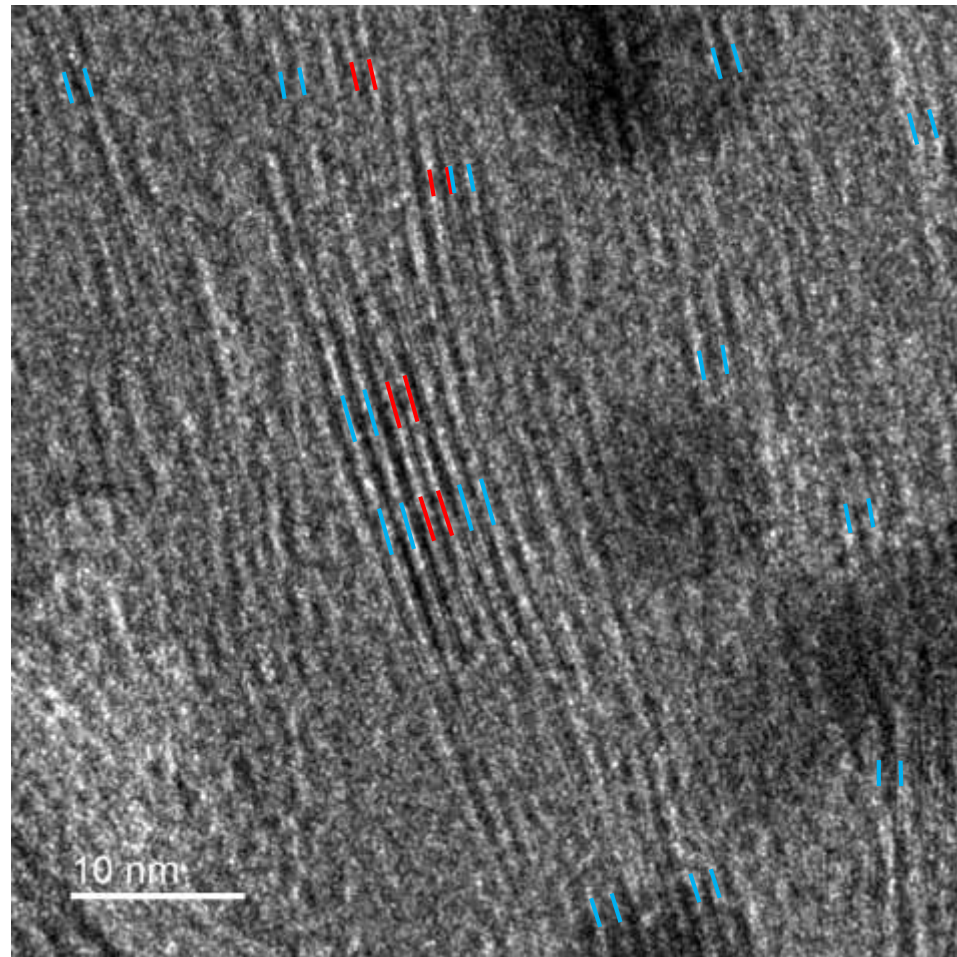
・敷地の粘土鉱物を対象にXAFS分析を実施し, 粘土鉱物に吸着されたカリウム原子周りの構造を推定した。
・XAFSから得られたEXAFS関数及び動径構造関数について, イライトの標準試料(Imt-2), カリウム水和イオン(硝酸カリウム溶液)との関数と比較することによって, カリウム原子周りの構造を推定した結果, 敷地の粘土鉱物(試料e)の関数はイライトの関数と類似する。

宇波謙介・福士圭介・高橋嘉夫・板谷徹丸・丹羽正和(2019a): 能登半島西岸域の中新世安山岩中に認められる変質鉱物中のカリウムの存在状態とK-Ar年代の意義, 2019年度 地球化学会年会, 3P19.
宇波謙介・福士圭介・高橋嘉夫・丹羽正和(2019b): 能登半島西岸域の中新世安山岩中に認められる粘土鉱物中のカリウムの存在状態, 第63回粘土科学討論会, P11.

【HRTEM観察】



下拡大範囲



凡例

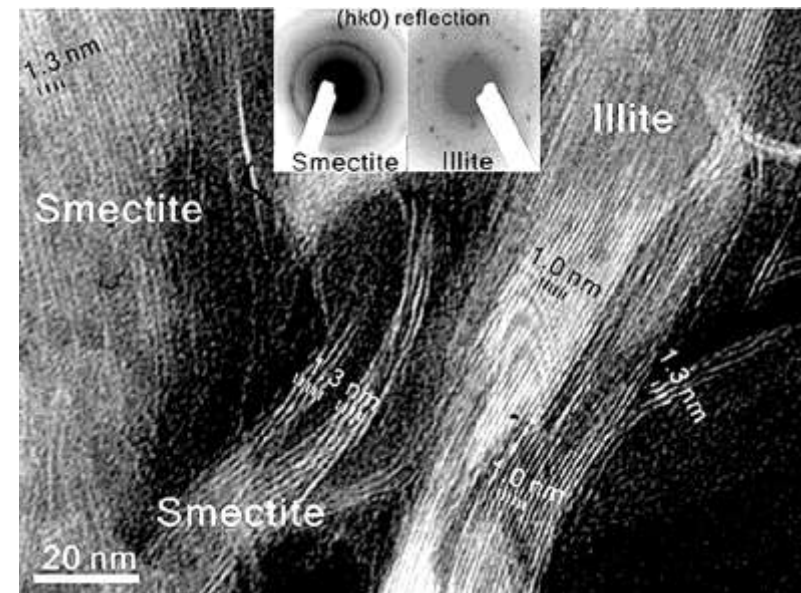
測定箇所

— 1.0nm

— 1.3nm

敷地の粘土鉱物(試料e)のHRTEM観察結果

■I/S混合層のHRTEM観察に関する知見(Kim et al., 2004)

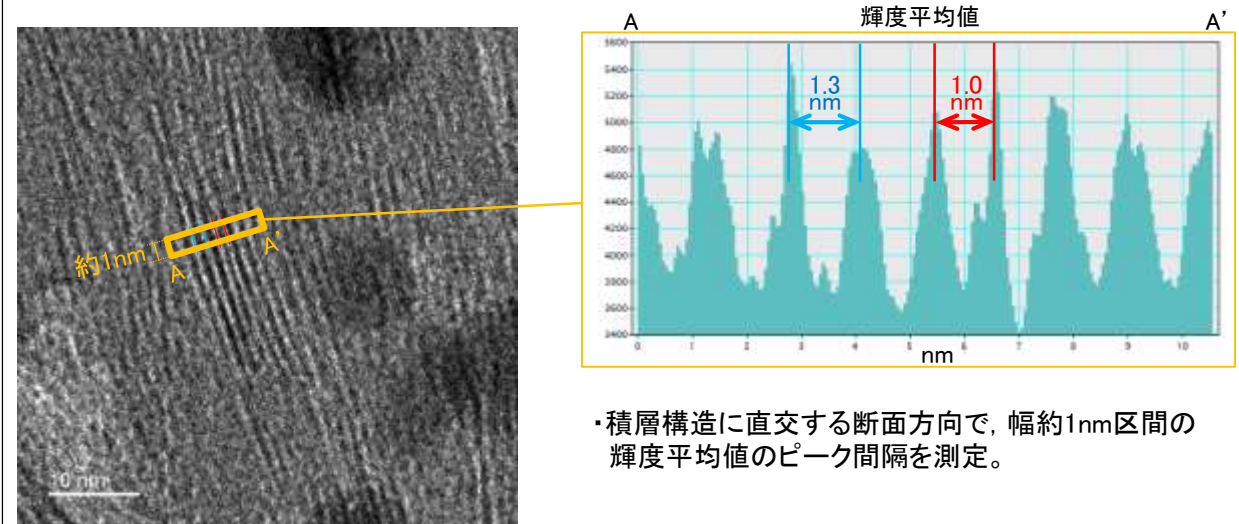


スメクタイト及びイライト構造のHRTEM像

・スメクタイトの典型的な単位層は1.3nm, イライトの単位層は1.0nmとなる。

■単位層の測定方法

・電子顕微鏡で撮影したHRTEM像で画像解析を実施し、明瞭なコントラストが認められる積層構造中の単位層の間隔を測定した。

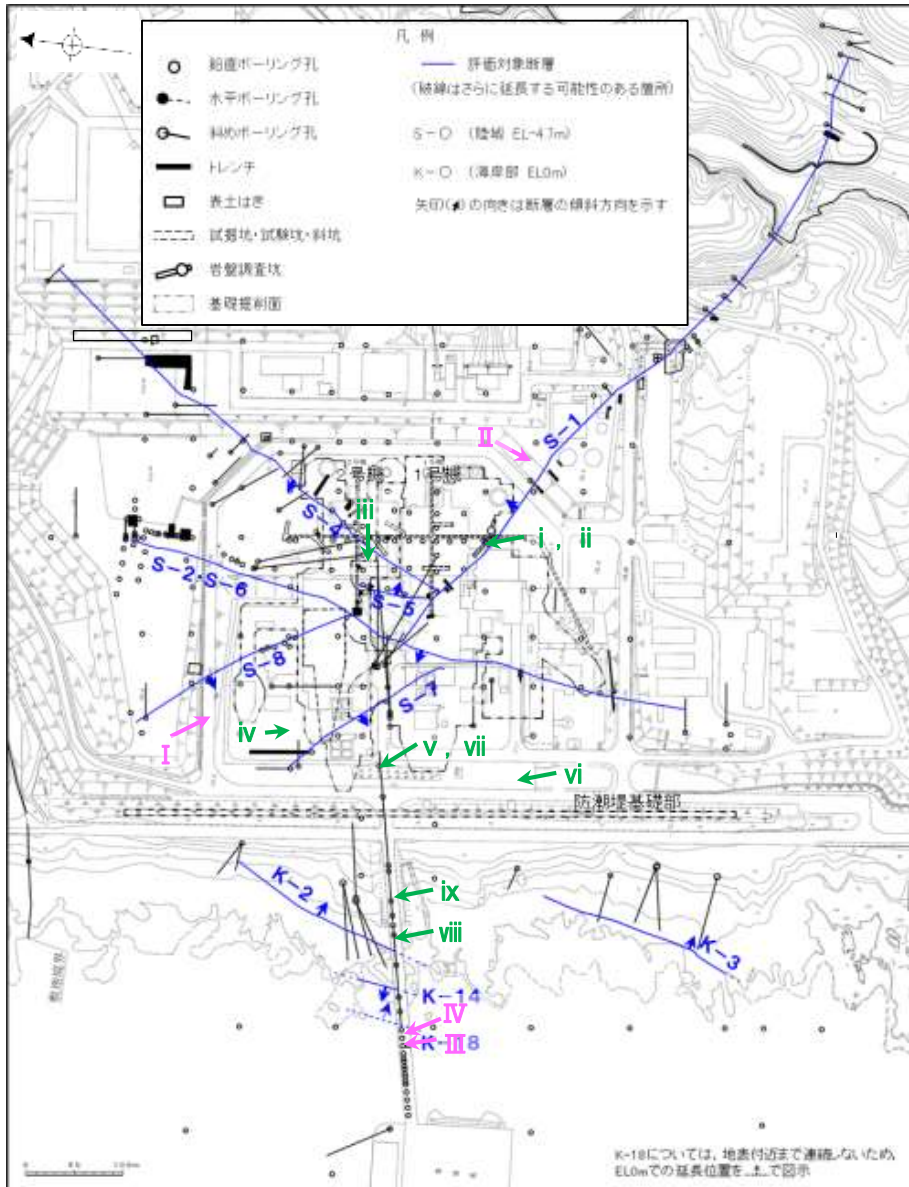


・積層構造に直交する断面方向で、幅約1nm区間の輝度平均値のピーク間隔を測定。

・敷地の粘土鉱物を対象にHRTEM観察(観察装置: JEM-ARM200F)を実施した結果、明瞭な積層構造を確認し、一連の積層構造中にスメクタイトの単位層(1.3nm)とイライトの単位層(1.0nm)が確認されることから、この粘土鉱物はI/S混合層である。

5.3(1-1) 敷地で確認される変質鉱物の詳細 — 白色鉱物 —

○粘土鉱物以外に評価に用いる変質鉱物について検討するため、粘土鉱物以外の変質鉱物について調査し、ボーリングコア観察等を実施した。
○その結果、破碎部中や母岩の割れ目に沿って、白色鉱物が認められ、これらの白色鉱物を対象として、XRD分析及び薄片観察を実施し、これらの白色鉱物がオパールCT及びフィリップサイトであることを確認した。



試料採取位置図
 緑色の矢印: 白色鉱物(オパールCT)分析試料
 紫色の矢印: 白色鉱物(フィリップサイト)分析試料

- ・分析に使用した試料のうち、代表的な例を右上に示す。
- ・その他の試料については補足資料5.3-2(1)P5.3-2-22~27

【破碎部(K-2)】



破碎部中に白色鉱物(オパールCT)の鉱物脈が認められる事例 (試料viii. H-1.1孔 深度103.62m付近)

【非破碎部】



母岩中の割れ目に沿って白色鉱物(フィリップサイト)の鉱物脈が認められる事例 (試料II. J-10.8SW-1孔 深度86.18m付近)

白色鉱物(オパールCT)確認箇所				
	試料採取位置(左位置図)		深度	標高
i	非破碎部	岩盤調査坑No.30切羽 (切羽面)		EL -15.56m
ii	S-1	KR-13孔	2.47m	EL -16.75m
iii		H-6.4孔	112.95m	EL -68.78m
iv		F-4.9孔	136.57m	EL -125.44m
v	非破碎部	R-4.5孔	68.63m	EL -57.56m
vi		K-4.2孔	80.63m	EL -69.36m
vii		R-4.5孔	71.10m	EL -60.03m
viii	K-2	H-1.1孔	103.62m	EL -96.84m
ix	非破碎部	H-1.5-95孔	176.71m	EL -168.01m

白色鉱物(フィリップサイト)確認箇所				
	試料採取位置(左位置図)		深度	標高
I	S-2・S-6	E-5.7孔	170.73m	EL -158.08m
II	非破碎部	J-10.8SW-1孔	86.18m	EL -62.11m
III	K-14	H' -- 1.3孔	125.58m	EL -121.91m
IV	非破碎部	H -- 1.0孔	126.88m	EL -123.22m

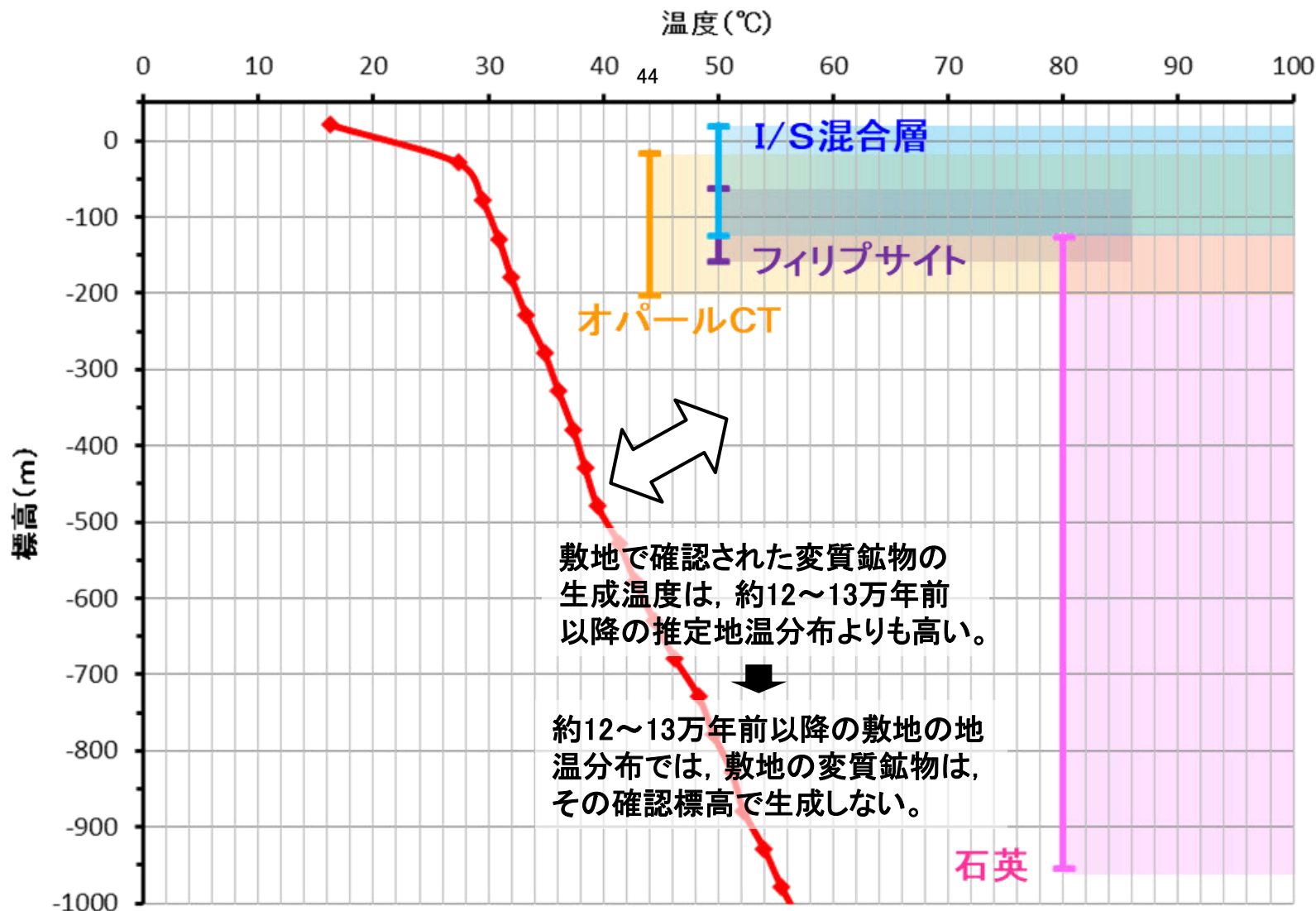
- ・白色鉱物(オパールCT)のXRD分析結果及び薄片観察結果については補足資料5.3-2(5)
- ・白色鉱物(フィリップサイト)のXRD分析結果及び薄片観察結果については補足資料5.3-2(6)

5.3(1-2) 変質鉱物の後期更新世以降の生成可能性の評価 ー概要ー

- 約12～13万年前以降の敷地の地温分布と変質鉱物の生成温度の最低値を比較し、約12～13万年前以降の敷地の温度環境下で変質鉱物が生成するか否かを評価した。
- 約12～13万年前以降の敷地の推定地温分布については、敷地周辺の地温分布や能登半島の火成活動に関する文献調査結果を踏まえると、現在の敷地の地温分布と同程度であると考えられることから、現在の敷地の温度検層結果を用いた(補足資料5.3-2(8)P.5.3-2-137)。
- 変質鉱物の生成温度の最低値については、文献による生成温度を用いた(補足資料5.3-2(7)P.5.3-2-132)。
- 敷地深部の調査結果も含めた検討の結果、敷地で確認される変質鉱物の生成温度は、約12～13万年前以降の敷地の推定地温分布よりも数十℃以上高く、約12～13万年前以降の敷地の地温分布では、敷地の変質鉱物は、その確認標高で生成しない。

○よって、敷地の変質鉱物(I/S混合層等)は、約12～13万年前以降に生成したものではない。

【約12～13万年前以降の敷地の地温分布と変質鉱物の確認標高・生成温度の関係】



■左図の標高に関する考え方

・敷地には、約12～13万年前以前に形成された中位段丘面及び高位段丘面が分布しており、約12～13万年前以降、地形に大きな変化はない。よって、変質鉱物の地表からの深度は、約12～13万年前以降同程度と考えられることから、変質鉱物の確認標高の標高補正は行っていない。

凡例

● 鉱物の確認標高と生成温度 (詳細は、補足資料5.3-2(7) P.5.3-2-132)

変質鉱物の確認標高区間

生成温度範囲

文献による生成温度の最低値

● 約12～13万年前以降の敷地の推定地温分布

—◆— 約12～13万年前以降の敷地の推定地温分布 (D-8.6孔温度検層結果、補足資料5.3-2(8) P.5.3-2-137)

・敷地深部で認められる変質鉱物についての調査結果は補足資料5.3-2(13)

5.3(1-3) 変質鉱物の生成環境の検討及び生成年代の推定 一概要一

○変質鉱物の後期更新世以降の生成可能性の評価(5.3(1-2))において、敷地の変質鉱物が、約12～13万年前以降に生成したものではないと評価したことを踏まえ、敷地の変質鉱物が生成し得る環境を検討し、生成年代を推定した。

【生成環境に関する分析結果及び考察】

○高温環境下での変質の有無を確認するために、敷地の斜長石の曹長石化の検討(EPMA分析)を行った結果、いずれの斜長石にも曹長石化が認められなかった。よって、敷地は斜長石が曹長石化するような高温の熱水の影響を受けていないと考えられる(P.5-43)。なお、敷地内で認められるI/S混合層や石英等の変質鉱物は、曹長石化する温度よりも低い温度でも生成することから(補足資料5.3-2(7)P.5.3-2-133)、曹長石化が認められない程度の温度環境下であっても、敷地の変質鉱物は生成し得る。

○変質の広がりを確認するために、敷地周辺の変質に関する調査を行った結果、敷地周辺で認められた粘土鉱物は敷地と同程度のイライト混合率をもつI/S混合層であると判定した(P.5-44)。敷地で確認される変質鉱物(I/S混合層)が、敷地内に限って分布するものではなく、敷地周辺の別所岳安山岩類中にも広く分布することから、敷地周辺一帯は同じような環境下で変質を被ったと判断した。

○OS-1の粘土状破碎部(I/S混合層からなる変質部)全体を横断している碎屑物(碎屑岩脈)の薄片観察によると、未固結な状態で高い圧力を受けて貫入したことが示唆されること等から、碎屑岩脈は、地下深部の高封圧下で形成したと判断した(P.5-49)。

【生成環境の検討】

○敷地の変質鉱物が生成するには、その確認標高の地温よりも高温である必要があることから、①現在と同程度の地温分布で、より高温の地下深部において生成し、現在の確認標高まで隆起したか、もしくは②敷地の地温分布が現在よりも高温となる環境下で生成したと考えられる。つまり、生成環境は、「①地下深部(地温勾配相当の高温)での生成」もしくは「②熱水(地温勾配以上の高温)による生成」である。分析結果を踏まえ、生成環境を検討した。

<①地下深部で生成した場合>

・I/S混合層が敷地周辺の別所岳安山岩類中にも広く認められること及び粘土状破碎部(I/S混合層からなる変質部)全体を横断している碎屑岩脈が地下深部の高封圧下で形成したと考えられることを踏まえ、敷地の変質鉱物は、地下深部で敷地周辺一帯が変質し、その後、敷地周辺一帯が隆起して現在の位置で確認されているものと判断した。

<②熱水により生成した場合>

・敷地のいずれの斜長石にも曹長石化が認められないことから、敷地は、少なくとも斜長石が曹長石化するような高温の熱水の影響を受けていないと考えられる。
・よって、敷地の変質鉱物は、「①地下深部での生成」の可能性が高いと判断した。一方で、斜長石が曹長石化しない程度の熱水の影響を受けて生成した可能性は否定できない。

【生成年代の推定】

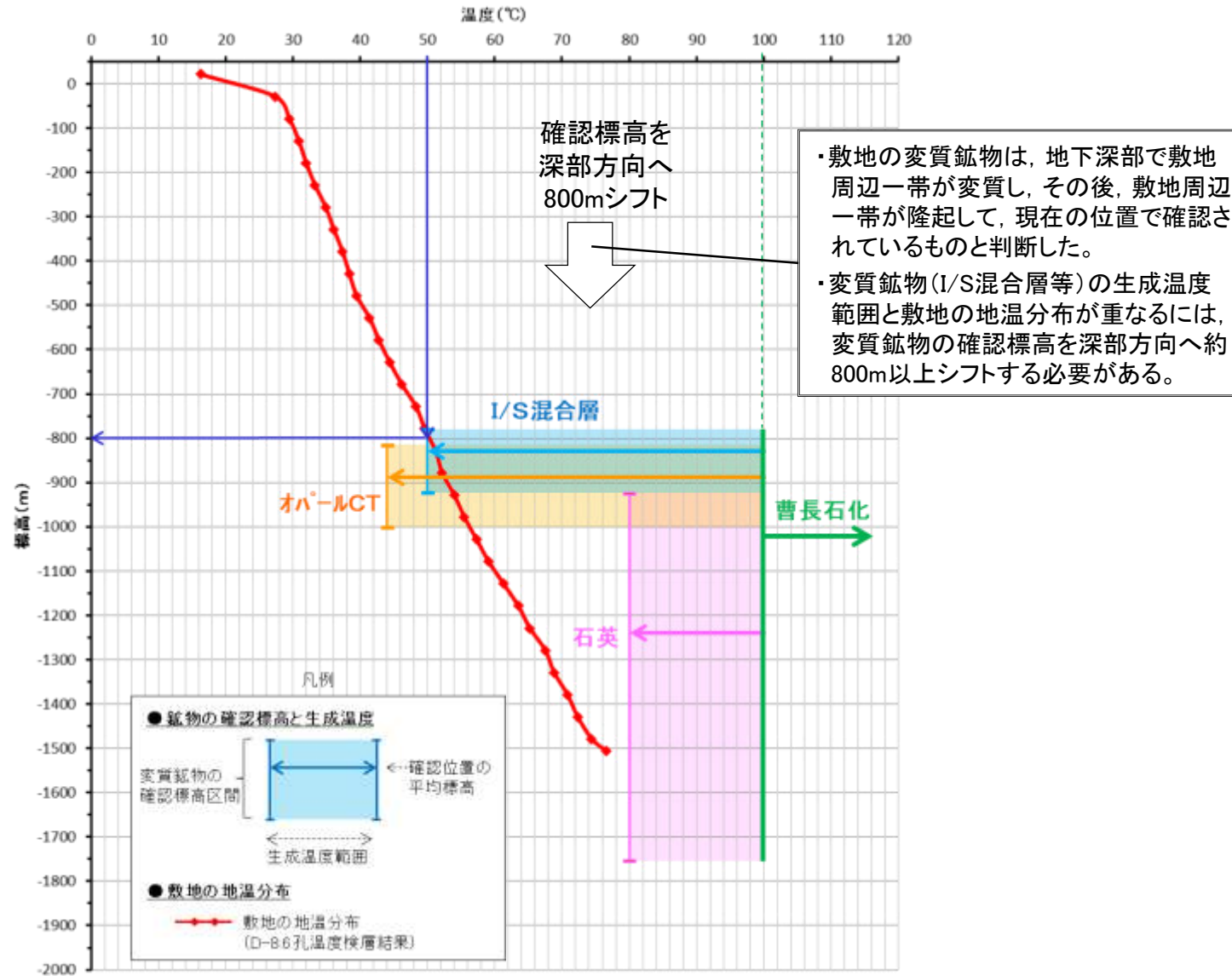
○変質鉱物の生成環境の検討結果を踏まえ、それぞれの生成環境における生成年代の推定を行った(次頁)。

○地下深部での生成年代は、隆起速度を用いて推定した。変質鉱物の生成温度は約50℃以上であることから(補足資料5.3-2(7)P.5.3-2-133)、敷地の地温分布を用いると、地温が50℃以上となる深度800m以深で生成し、地表付近まで隆起したこととなる。隆起速度をMIS5e以降の速度(0.13m/千年)と仮定し、生成年代を約6Ma以前と推定した。

○なお、曹長石化しない程度の熱水により生成した場合の生成年代は、能登半島で最後に火成活動が認められた9Ma以前と推定した。

○以上より、敷地の変質鉱物(I/S混合層等)は、地下深部で生成した可能性が高いと判断し、地下深部での生成年代は、地殻の隆起速度を一定と仮定すると、約6Ma以前と推定した。なお、曹長石化しない程度の熱水の影響を受けて変質鉱物が生成した可能性は否定できず、その場合の生成年代は、能登半島で最後に火成活動が認められた9Ma以前と推定した。

【①地下深部で生成した場合の推定生成年代】



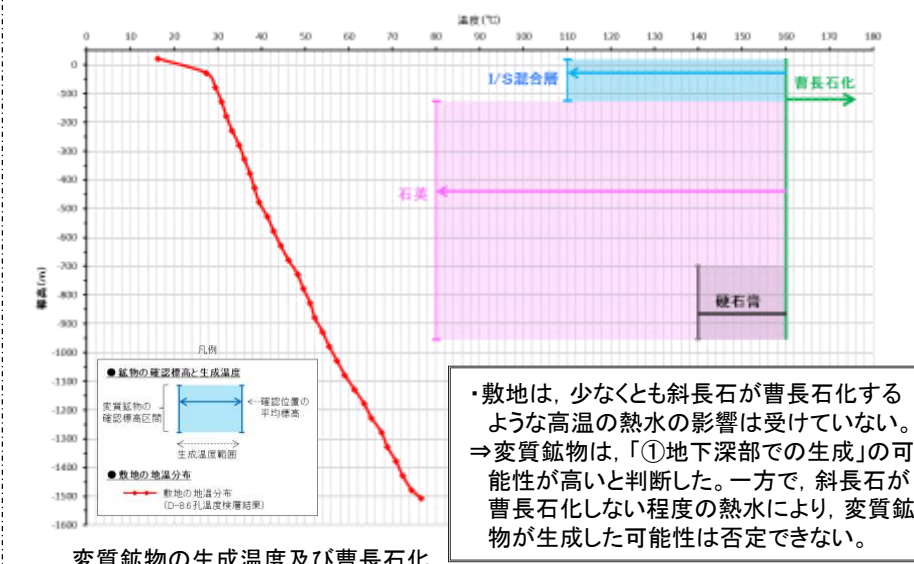
・敷地の変質鉱物は、地下深部で敷地周辺一帯が変質し、その後、敷地周辺一帯が隆起して、現在の位置で確認されているものと判断した。
 ・変質鉱物(I/S混合層等)の生成温度範囲と敷地の地温分布が重なるには、変質鉱物の確認標高を深部方向へ約800m以上シフトする必要がある。

生成年代の推定方法
 生成温度50°C以上 ⇒ 生成深度800m以深
 標高差800m ÷ 隆起速度0.13m/千年※ ≒ 600万年

※MIS5e以降の隆起速度(根拠の詳細は、補足資料5.2-1(4)P.5.2-1-108)

変質鉱物の生成温度及び曹長石化の温度は、地下深部での生成温度に関する知見(吉村,2001)による(詳細は補足資料5.3-2(7)P.5.3-2-133)

【②熱水により生成した場合の推定生成年代】



・敷地は、少なくとも斜長石が曹長石化するような高温の熱水の影響を受けていない。
 ⇒変質鉱物は、「①地下深部での生成」の可能性が高いと判断した。一方で、斜長石が曹長石化しない程度の熱水により、変質鉱物が生成した可能性は否定できない。

変質鉱物の生成温度及び曹長石化の温度は、熱水による生成温度に関する知見(井上,2003)による(詳細は補足資料5.3-2(7)P.5.3-2-133)



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)

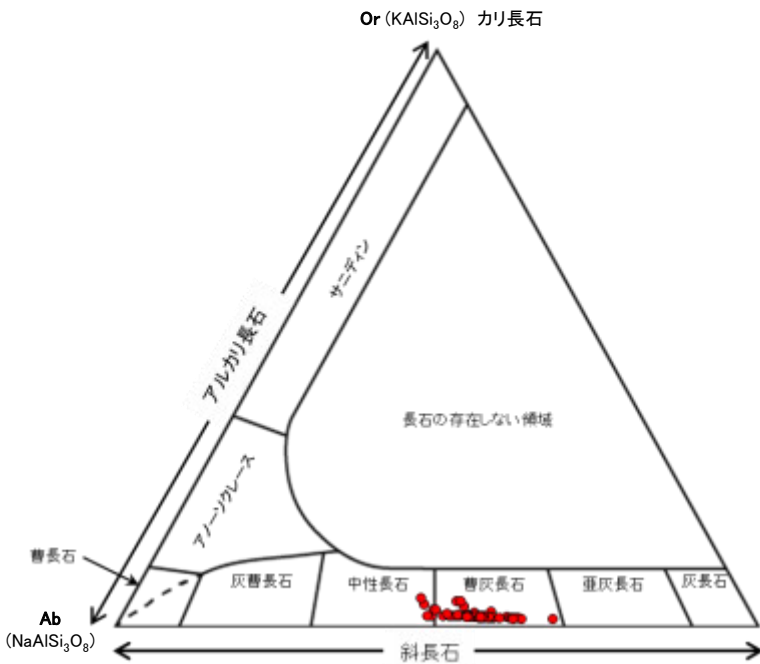
能登半島で最後に火成活動が認められたのは黒崎火山岩類形成時の9Maである(上図□)

5.3(1-3) 変質鉱物の生成環境の検討及び生成年代の推定 — 斜長石の曹長石化検討 —

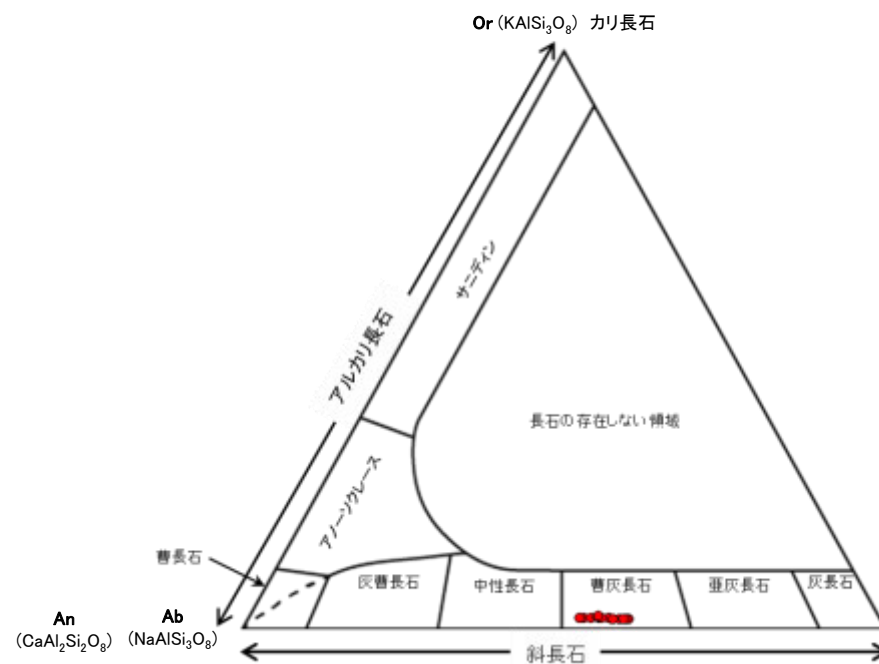
○EPMA分析により、敷地のEL12.66m～EL-945.90mまでの間の斜長石を対象として、曹長石化の検討を行った結果、いずれの斜長石も概ね曹灰長石～亜灰長石を示し、曹長石化は認められない。
○よって、敷地は、少なくとも斜長石が曹長石化するような高温の熱水の影響を受けていないと考えられる※。

※敷地内で認められるI/S混合層や石英等の変質鉱物は、曹長石化する温度よりも低い温度でも生成することから(補足資料5.3-2(7) P.5.3-2-133)、曹長石化が認められない程度の温度環境下であっても、敷地の変質鉱物は生成し得る。

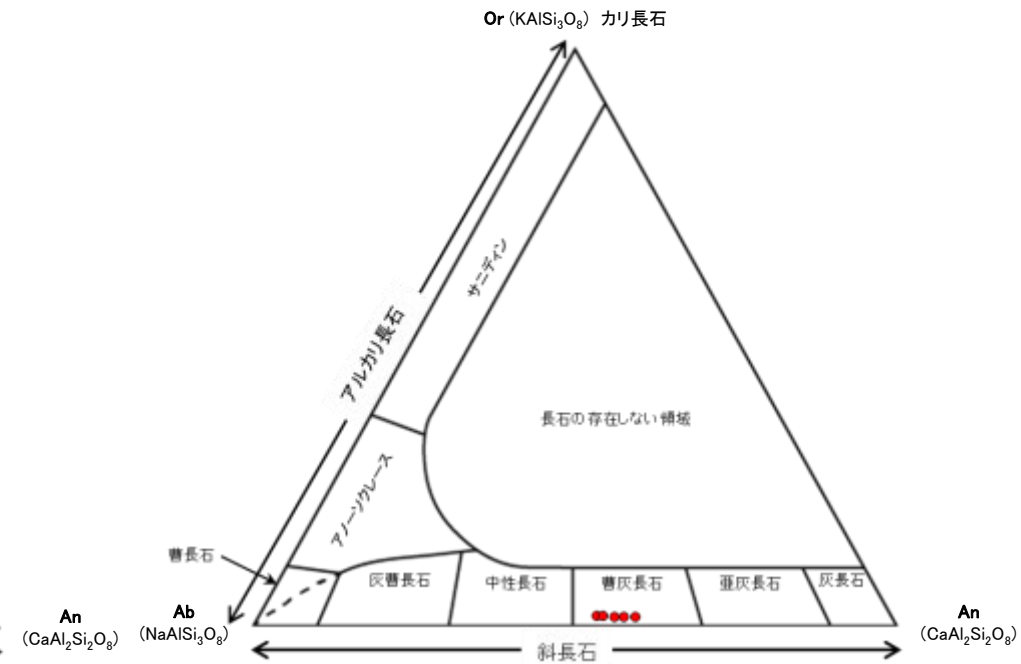
固結した破碎部中(E-8.5-2孔, EL12.66m)



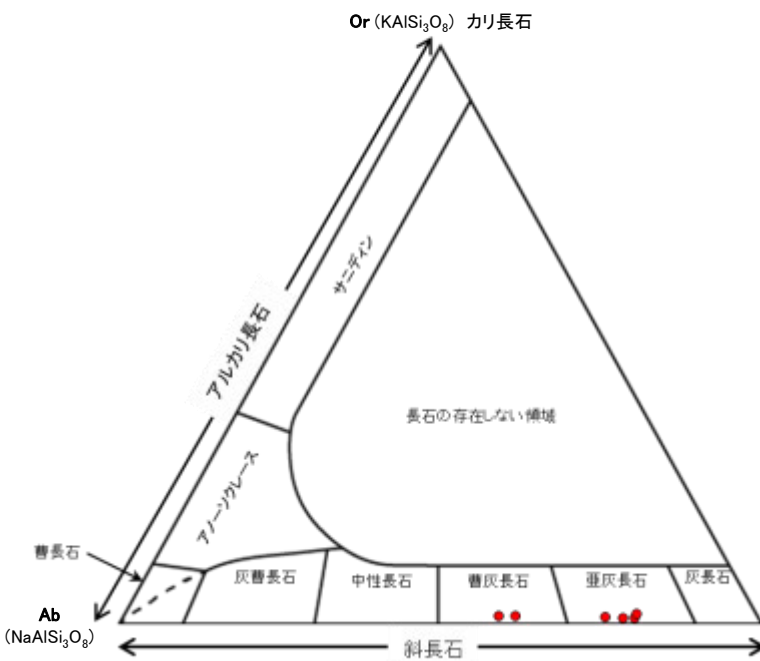
粘土状破碎部中(E-8.5-2孔, EL12.66m)



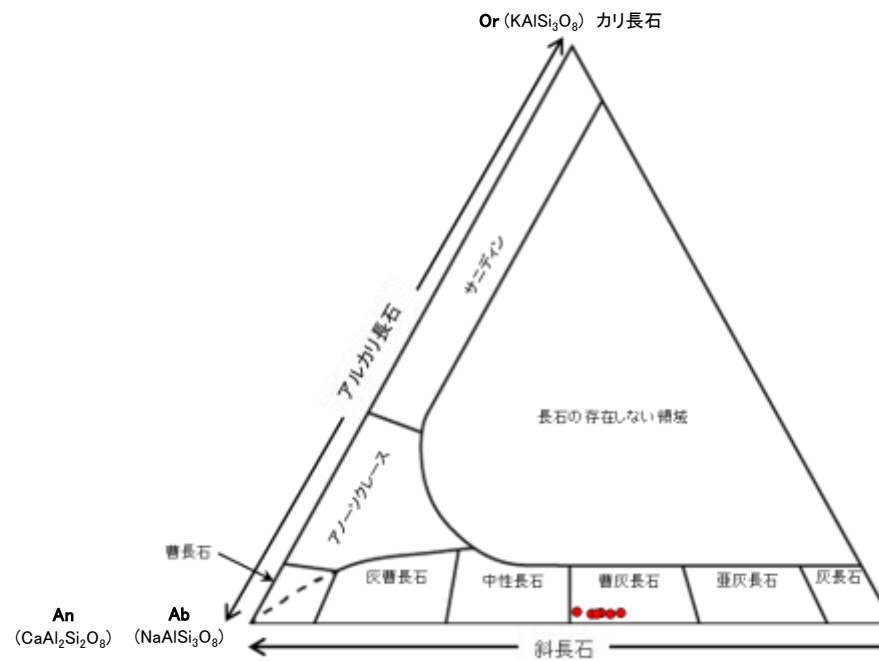
破碎部近傍の安山岩中(L-6'孔, EL-11.97m)



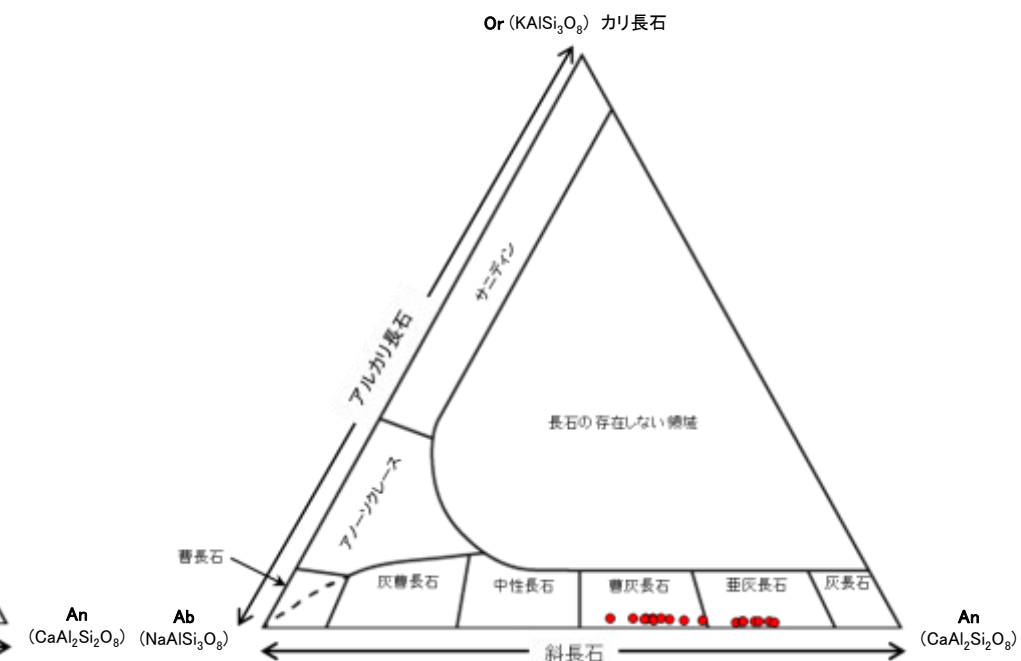
白色変質部付近(K-13.6孔, EL-422.50m)



白色変質部付近(K-13.6孔, EL-507.10m)



白色変質部付近(K-13.6孔, EL-945.90m)



上図は、黒田・諏訪(1983)を基に作成した。各分析試料の詳細は補足資料5.3-2(9)P.5.3-2-143～145

5.3(1-3) 変質鉱物の生成環境の検討及び生成年代の推定 — 敷地周辺の変質に関する調査 —

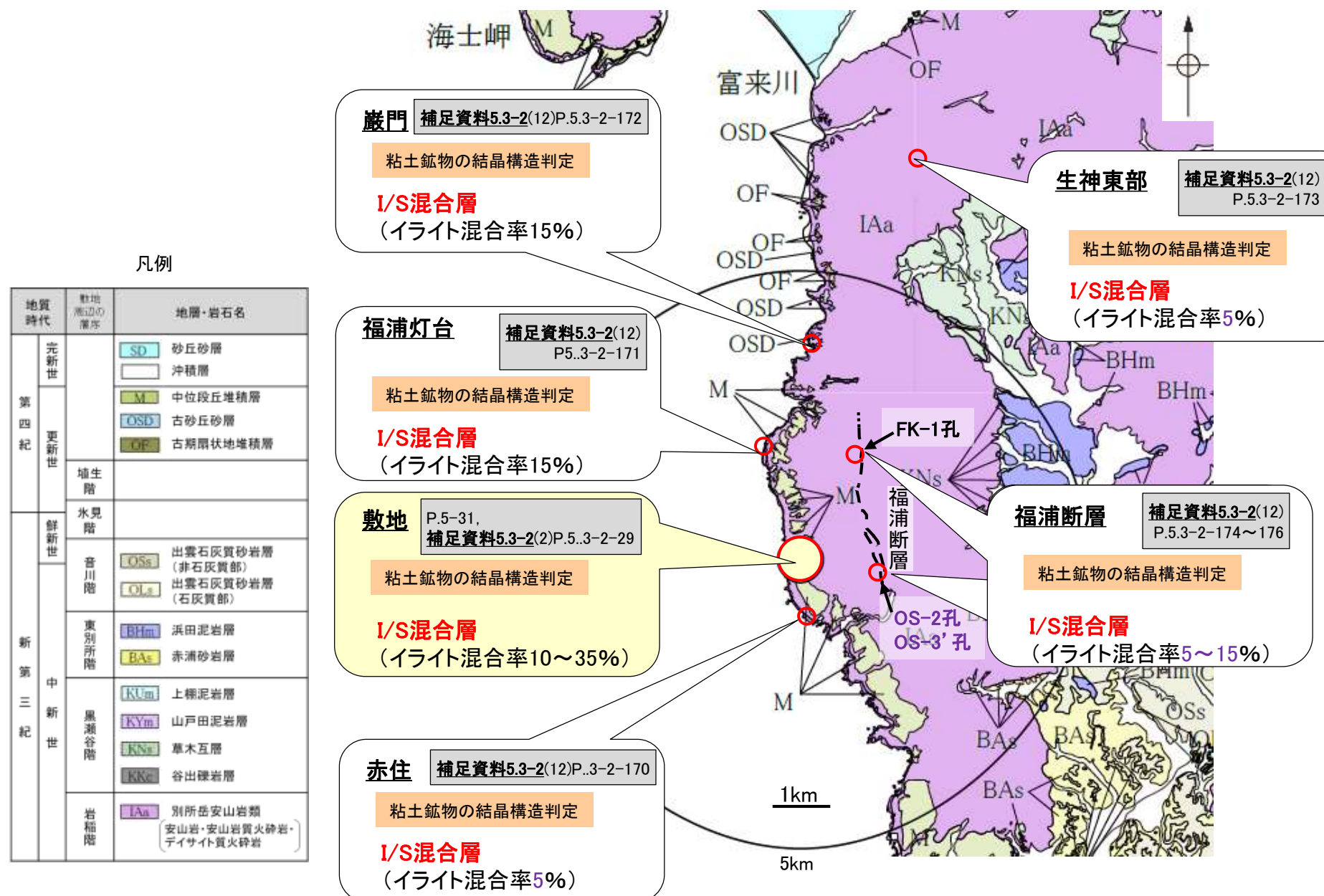
○敷地周辺の赤住, 福浦灯台, 巖門, 生神東部及び福浦断層で認められる粘土鉱物を対象として, 粘土鉱物のXRD分析による結晶構造判定を行った結果, これらの敷地周辺で確認される粘土鉱物は, 敷地と同程度のイライト混合率をもつI/S混合層であると判定した(補足資料5.3-2(12) P.5.3-2-169)。

○よって, 敷地で確認される変質鉱物(I/S混合層)が, 敷地内に限って分布するものではなく, 敷地周辺の別所岳安山岩類中にも広く分布することから, 敷地周辺一帯は同じような環境下で変質を被ったと判断した。

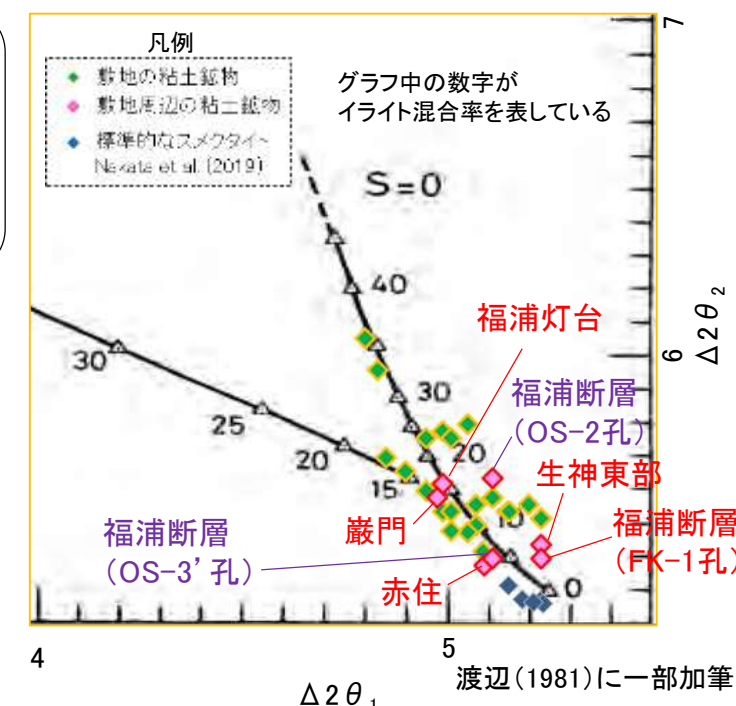
※局所的な変質状況に関する調査結果は, 補足資料5.3-2(12)

紫字: 第1073回審査会合以降に追加・変更した箇所

<敷地周辺の別所岳安山岩類で確認される変質鉱物※>



<粘土鉱物の結晶構造判定結果>



5.3(1-4) 変質鉱物の生成年代評価のまとめ

○変質鉱物の後期更新世以降の生成可能性の評価の結果、敷地の変質鉱物は、約12～13万年前以降に生成したものではない(P.5-40)。
 ○生成環境を踏まえた生成年代の推定の結果、敷地の変質鉱物は、地下深部で生成した可能性が高いと判断し、地下深部での生成年代は、地殻の隆起速度を一定と仮定し、約6Ma以前と推定した。なお、曹長石化しない程度の熱水の影響を受けて変質鉱物が生成した可能性は否定できず、その場合の生成年代は、能登半島で最後に火成活動が認められた9Ma以前と推定した(P.5-41)。

＜生成環境に関する追加検討＞

【能登半島周辺の地質構造に関する既往知見との関係】

・能登半島周辺の地質構造について文献調査を実施した結果、敷地周辺一帯は中期中新世以前に沈降し、中期中新世以降に隆起する環境を経たものとされており、敷地の変質鉱物が地下深部で生成し、その後隆起して現在の位置で確認されているものと判断したと整合する(次頁)。

【新第三紀堆積岩における変質状況の確認】

・敷地周辺一帯が同じような環境下で変質を被ったと判断したことについて、敷地周辺の別所岳安山岩類に加え、その周辺の新第三紀堆積岩の変質状況を調査した結果、敷地と同程度のイライト混合率をもつI/S混合層が分布することを確認した(次々頁)。

○よって、敷地の変質鉱物(I/S混合層等)は、少なくとも後期更新世以降に生成したものではない※1。

※1: 変質鉱物と第四系との関係やI/S混合層のK-Ar年代値等についても、この年代評価と整合する。

紫字: 第1073回審査会合以降に追加した箇所

【敷地の変質鉱物と第四系との関係】

・敷地の変質鉱物と第四系の関係を検討した結果、I/S混合層を生成させた変質は、別所岳安山岩類中に深部から地表付近まで連続的に確認されるが、少なくとも第四系には及んでいないと判断した(P.5-48)。

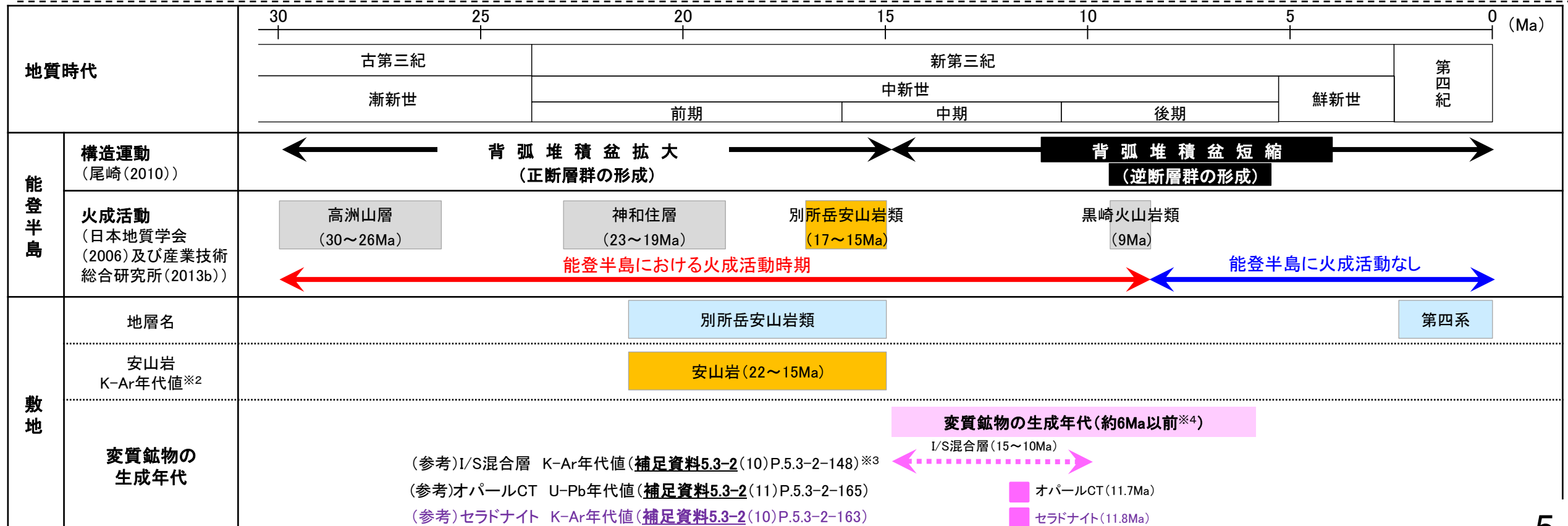
【K-Ar年代値(I/S混合層), U-Pb年代値(オパールCT), K-Ar年代値(セラドナイト)】

・敷地で認められたI/S混合層のK-Ar年代値は15～10Maを示し(補足資料5.3-2(10)P.5.3-2-148), オパールCTのU-Pb年代値は11.7Maを示す(補足資料5.3-2(11)P.5.3-2-165)。

・敷地近傍で認められたセラドナイトのK-Ar年代値は11.8Maを示す(補足資料5.3-2(10)P.5.3-2-163)。

【生成温度・期間に関する文献調査】

・文献によると、I/S混合層は約50℃では、100万年でも生成せず、オパールCTが約50℃で生成する場合、数十万年の期間を要するとされる(補足資料5.2-2(7)P.5.3-2-134, 135)。

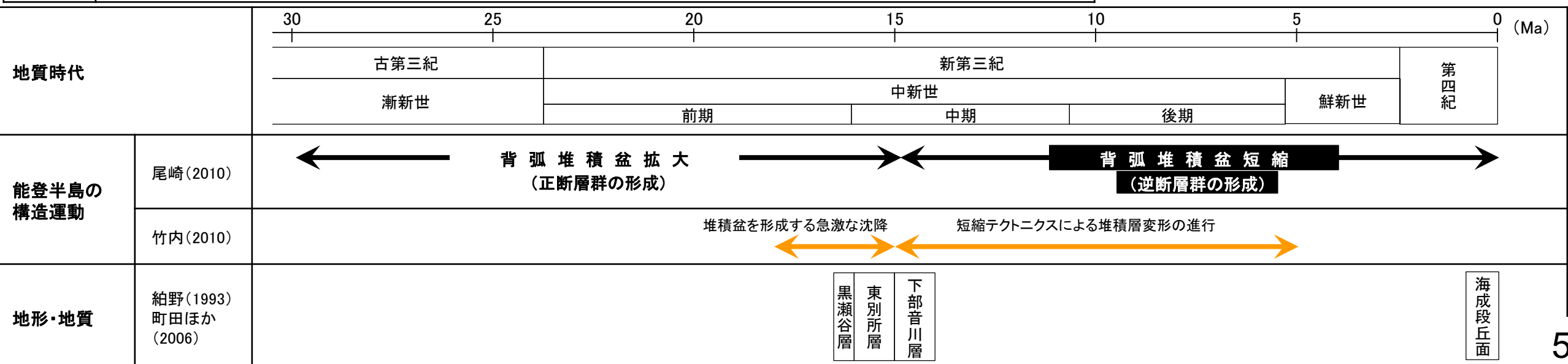
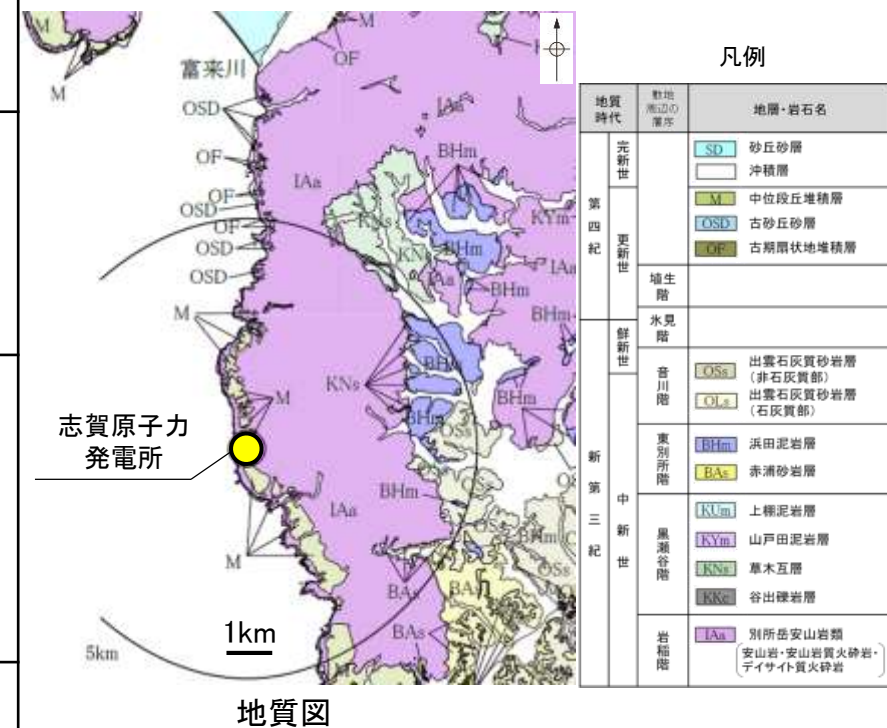


※2: 補足資料5.3-1(2), ※3: 信頼性確認は、補足資料5.3-2(10), ※4: 5.3.1(1-3)生成環境を踏まえて推定した生成年代

【能登半島周辺の地質構造に関する既往知見との関係】

- 敷地の変質鉱物の生成環境に関する評価と既往知見との関係を確認するため、別所岳安山岩類形成以降(前期～中期中新世)における能登半島周辺の地質構造について整理した。
- 尾崎(2010)によれば、能登半島において中期中新世以前に背弧堆積盆拡大が起こり、中期中新世以降に背弧堆積盆短縮に伴う隆起が生じたとされている。
- 竹内(2010)によれば、能登半島周辺では18～15Maに堆積盆を形成する急激な沈降が生じ、15～5Maに短縮テクトニクスによる堆積層変形が進行したとされている。
- 紮野(1993)によれば、能登半島において黒瀬谷期(16.5～16Ma)には浅海環境であり、東別所期(16～15Ma)に海域が急速に拡大し半深海の深さとなり、下部音川期(15～14Ma)に隆起が生じ、陸域が増大したとされている。
- 町田ほか(2006)によれば、能登半島には多数の海成段丘面が存在し、第四紀中・後期における隆起を示しており、段丘面の最高高度は標高400mに達する。
- 以上を踏まえると、敷地周辺一帯は中期中新世以前に沈降し、中期中新世以降に隆起する環境を経たものとされており、敷地の変質鉱物が地下深部で生成し、その後隆起して現在の位置で確認されているものと判断したと整合する。

尾崎(2010)	<ul style="list-style-type: none"> ・本地域の漸新統～下部中新統には日本海拡大時の伸張場で形成されたと考えられる北東-南西方向の正断層がよく発達する。 ・中部～上部中新統には非対称な褶曲を伴う東北東-西南西～東西方向の逆断層がよく発達し、少なくとも後期中新世には短縮場となり、後期中新世末以降、現在の能登半島北部は広範囲に隆起する。 ・能登半島の構造運動について図で示しており、この図によると、中期中新世以前に背弧堆積盆拡大に伴う正断層群の形成、中期中新世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。
竹内(2010)	<p>堆積盆形成期(18～15Ma)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・北陸地方ではこの期間に3,000mに達する急激な沈降により堆積盆を形成した。 ・これらの堆積盆地は、加賀・富山など現在の海岸沖積平野とほぼ同じ場所に位置する。 ・なかでも能登半島と中央高地に挟まれた加賀-富山平野の先新生界基盤岩の深度は少なくとも2,000m～3,000mである。 <p>堆積盆分化と堆積層変形の進行(15～5Ma)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・短縮テクトニクスによる変形集中帯としては、北陸地方では、能登半島北部(奥能登)の若山川断層帯や半島基部にある宝達山北断層帯が該当する。
紮野(1993)	<p>黒瀬谷期(16.5～16Ma)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・富山県八尾地区の黒瀬谷層(700～900m)を模式とする時期で、石川県内では、能登北部の東印内層などによって代表される。八尾動物群とよばれる熱帯～亜熱帯の内湾～浅海環境を示す貝類や、大型有孔虫の <i>Operculina</i>, <i>Miogyopsina</i> が含まれる。 <p>東別所期(16～15Ma)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・富山県南部の東別所層(800m)を模式とする時期で、石川県内では、能登北部の赤神層、能登南部の浜田層、金沢地区の朝ヶ屋層、加賀南部の細坪層などによって代表される。この時期には、海域が急速に拡大して半深海の深さとなり、均質無層理の泥岩層が広く堆積した。 <p>下部音川期(15～14Ma)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・富山県南部の下部音川層(400m)を模式とする。東別所期のあと、南側(飛騨山地側)の後背地が急速に隆起し、能登南部・北部では陸域が増大し、海域は浅くなって、砂礫質・砂質の堆積物が多くなる。
町田ほか(2006)	<ul style="list-style-type: none"> ・能登半島には多数の海成段丘面が存在し、第四紀中・後期における隆起を示しており、段丘面の最高高度は標高400mに達する。



【新第三紀堆積岩における変質状況の確認】

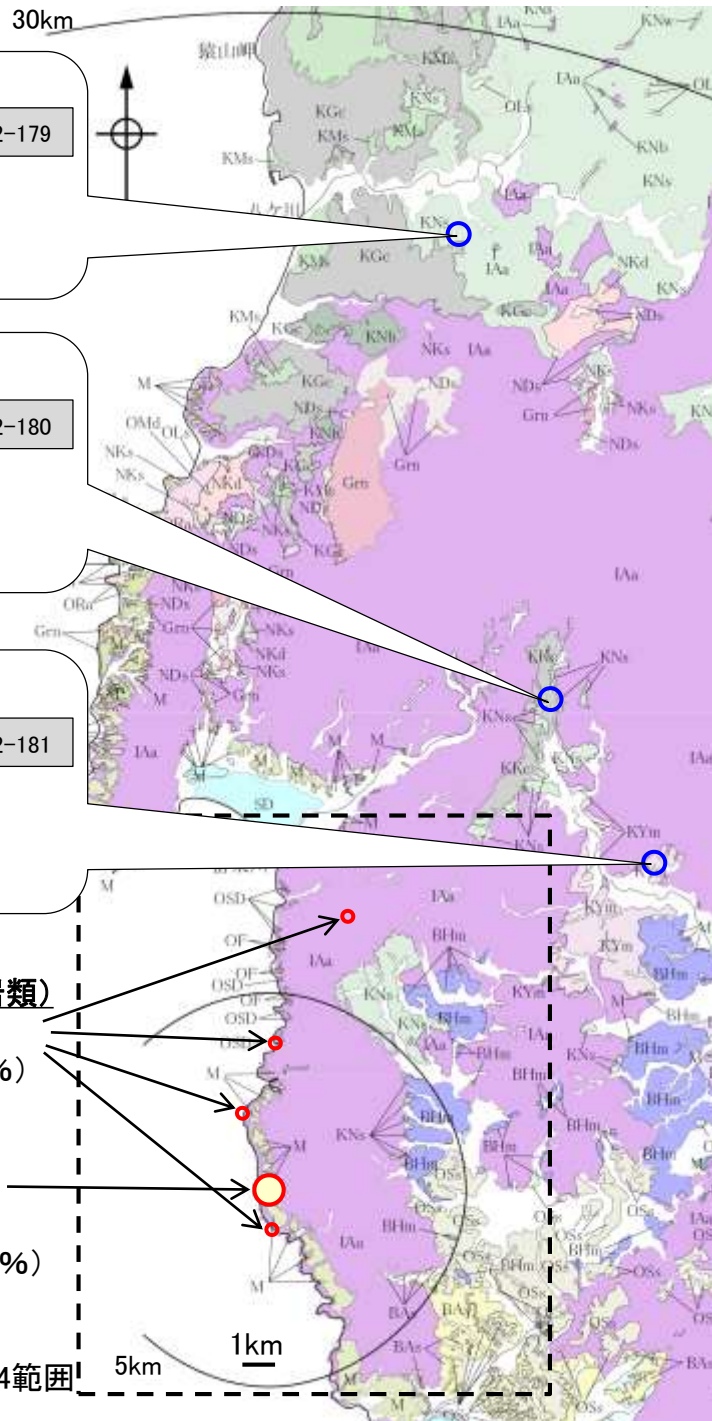
○敷地周辺一帯が同じような環境下で変質を被ったと判断したことについて、敷地周辺の別所岳安山岩類に加え、その周辺の新第三紀堆積岩の変質状況を調査した。
○敷地周辺の新第三紀堆積岩(黒瀬谷階の縄又互層, 谷出礫岩層, 山戸田泥岩層)中の粘土鉱物を対象として、XRD分析による結晶構造判定を行った結果、これらの敷地周辺で確認される粘土鉱物は、敷地と同程度のイライト混合率をもつI/S混合層であると判定した(補足資料5.3-2(12)P.5.3-2-178)。

紫字:第1073回審査会合以降に追加・変更した箇所

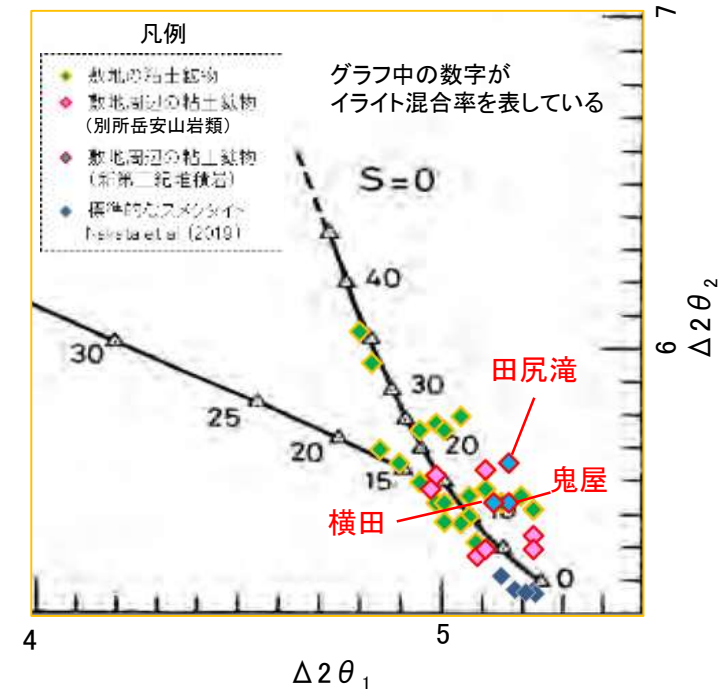
凡 例	
地質時代	敷地周辺の層序
完新世	SD 砂丘砂層
	沖積層
第四紀	M 中位段丘堆積層
	OSD 古砂丘砂層
更新世	OF 古期扇状地堆積層・河成段丘堆積層
	埋生階
鮮新世	氷見階
	音川階
新第三紀	ORa 黒崎安山岩
	OMd 前浜泥岩層
中新世	OSs 七尾石灰質砂岩層・出雲石灰質砂岩層(非石灰質部)
	OLs 前波石灰質砂岩層・関野鼻石灰質砂岩層・七尾石灰質砂岩層・出雲石灰質砂岩層・安代原石灰質砂岩層(石灰質部)
第三紀	BHm 浜田泥岩層
	BAs 赤浦砂岩層
新第三紀	BNm 笠師保泥岩層
	KMs 東印内互層・皆月砂岩泥岩層
黒瀬谷階	KGe 道下礫岩層
	KUm 上棚泥岩層
黒瀬谷階	KYm 山戸田泥岩層
	KNs 縄又互層・草木互層・柳田累層
黒瀬谷階	KNw 溶結凝灰岩
	KNb 玄武岩
黒瀬谷階	KTc 滝礫岩層
	KYs 後山砂岩層
黒瀬谷階	KKc 谷出礫岩層
	IAa 別所岳安山岩類(安山岩・安山岩質火砕岩・高洲山安山岩類(石英安山岩質火砕岩及び石英安山岩)
古第三紀	NKd 石英安山岩・溶結凝灰岩
	NKs 大角間層
先第三紀	NDs 大佛寺砂岩層
	Gm 花崗岩・片麻岩

＜敷地周辺で確認される変質鉱物＞

- 鬼屋(縄又互層)**
補足資料5.3-2(12)P.5.3-2-179
粘土鉱物の結晶構造判定
I/S混合層
(イライト混合率10%)
- 田尻滝(谷出礫岩層)**
補足資料5.3-2(12)P.5.3-2-180
粘土鉱物の結晶構造判定
I/S混合層
(イライト混合率15%)
- 横田(山戸田泥岩層)**
補足資料5.3-2(12)P.5.3-2-181
粘土鉱物の結晶構造判定
I/S混合層
(イライト混合率10%)
- 敷地周辺(別所岳安山岩類)**
I/S混合層
(イライト混合率5~15%)
- 敷地(別所岳安山岩類)**
I/S混合層
(イライト混合率10~35%)

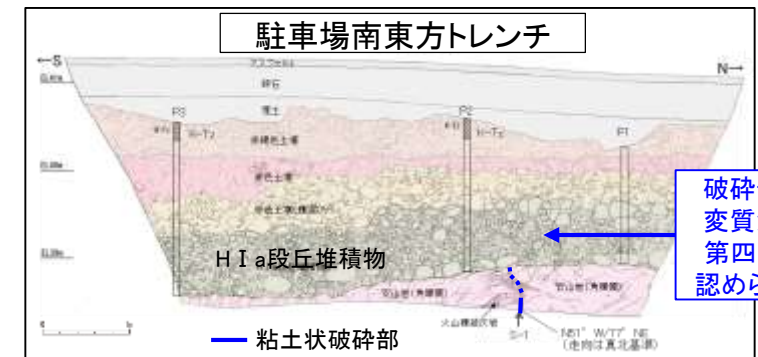
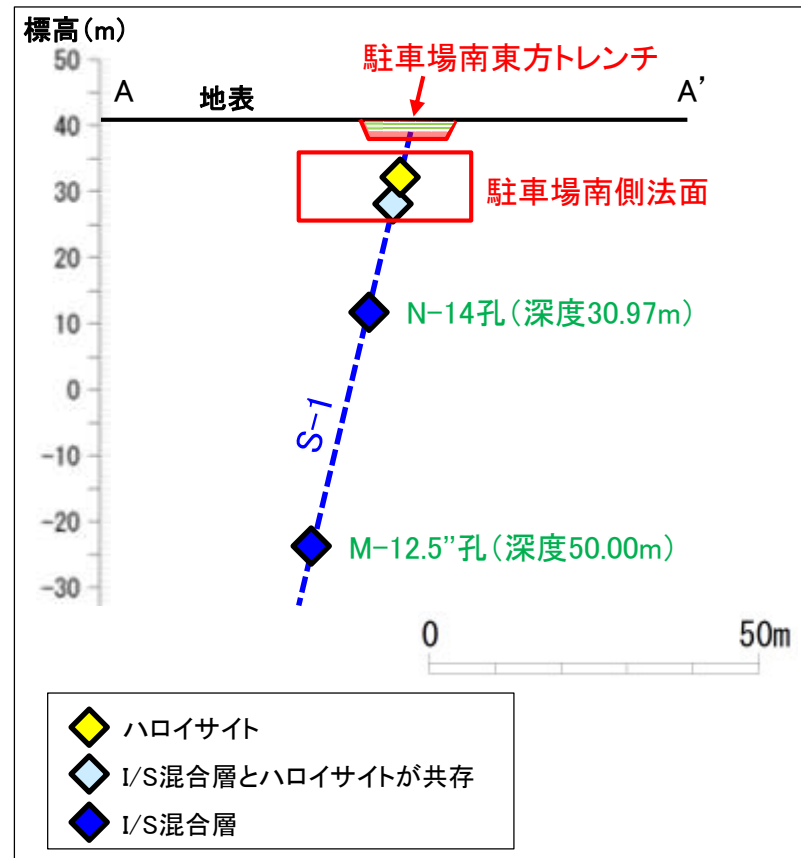


＜粘土鉱物の結晶構造判定結果＞



【敷地の変質鉱物と第四系との関係】

- 破砕部中や割れ目に沿って変質鉱物(I/S混合層, オパールCT及びフィリップサイト)を確認したことから, これらの鉱物を生成させた変質が第四系に及んでいるかを確認するため, 破砕部及びその他の割れ目について調査を行った。
- 駐車場南側法面～駐車場南東方トレンチでは, 粘土状破砕部が別所岳安山岩類中に深部から連続的に認められるが, 第四系(H I a段丘堆積物)には認められない。
- この粘土状破砕部を対象としてXRD分析を実施した結果, ボーリング孔(M-12.5"孔, N-14孔)では変質鉱物であるI/S混合層が認められ, 駐車場南側法面下部ではI/S混合層とハロイサイトが共存し, 地表付近ではI/S混合層は認められず主に風化変質鉱物であるハロイサイトが認められた。
- このことから, 地表付近の粘土状破砕部は, 段丘面形成以降の風化によりハロイサイト主体となり, I/S混合層が検出されなくなったものと判断した。
- さらに, 別所岳安山岩類中に認められる白色脈(ハロイサイト脈)が別所岳安山岩類の上面で削剥され, 上位の第四系に覆われており, 第四系には認められないことを複数箇所を確認している(補足資料5.3-2(14) P.5.3-2-207)。このことから, この白色脈の形成時期は第四系の堆積時期よりも古いと判断した。なお, この白色脈は, 地表付近では風化変質が進んでいるものの, 風化変質前はI/S混合層であった可能性がある。
- 以上を踏まえ, I/S混合層を生成させた変質は, 別所岳安山岩類中に深部から地表付近まで連続的に確認されるが, 少なくとも第四系には及んでいないと判断した。



XRD分析結果

試料採取位置	標高	検出鉱物								
		石英	クリストバライト	斜長石	7A型ハロイサイト	雲母鉱物	スメクタイト※	赤鉄鉱	磁赤鉄鉱	針鉄鉱
駐車場南側法面-上	EL 32m	+	+	△						+
駐車場南側法面-下	EL 27m	±	±	±	△					±
N-14孔	EL 12m	±		○		△	±			
M-12.5"孔	EL -24m			△	±	+	±	+		

量比
○: 中量(2,500~5,000cps), △: 少量(500~2,500cps),
+: 微量(250~500cps), ±: きわめて微量(<250cps).

※XRD分析により確認された敷地の粘土鉱物(スメクタイト)は, I/S混合層であることを確認している(P.5-31)。

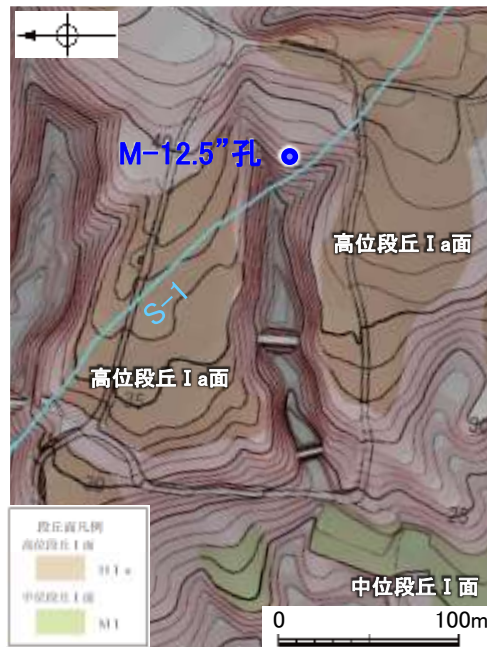
試料採取位置, 分析試料写真及びXRD回折チャートは補足資料5.2-2(14)

5.3(1-5) 碎屑岩脈の形成年代評価

- M-12.5”孔の深度50.00m(EL-21.70m)付近のS-1において、固結した角礫状破碎部と構成鉱物の種類等が類似する碎屑物が、粘土状破碎部全体を横断している。この碎屑物を「碎屑岩脈※」と呼ぶ(詳細は補足資料5.4-2(1)-3 P.5.4-2-38, 39)。
- 薄片を詳細に観察すると、碎屑岩脈は複雑に枝分かれし、内部に流動状の構造が認められることから、碎屑岩脈は未固結な状態で高い圧力を受けて貫入したことが示唆される。さらに、周辺の粘土鉱物中に引きずり等の構造が認められないことから、粘土鉱物は碎屑岩脈の貫入当時は軟質ではなかったと考えられ、現在と異なる環境下にあったことが示唆される。これらのことを踏まえ、碎屑岩脈は地下深部の高封圧下で形成したと判断した(薄片拡大写真)。
- 本地点では、高位段丘 I a面の形成時期(約12~13万年前より古い高海面期, P.5-25)以降の海退期に、侵食により現在の地形が形成され、その後の地形に大きな変化はない(発電所建設前の旧地形図)。碎屑岩脈の確認標高は、約12~13万年前以降、現在とほぼ同じ低封圧下にあった。この低封圧下では、高封圧下で形成する碎屑岩脈は形成しないと判断した。

○以上より、碎屑岩脈は少なくとも後期更新世以降に形成したものではない。

※碎屑岩脈の硬軟に関する定量的な確認結果はP.5-60~5-62



発電所建設前の旧地形図

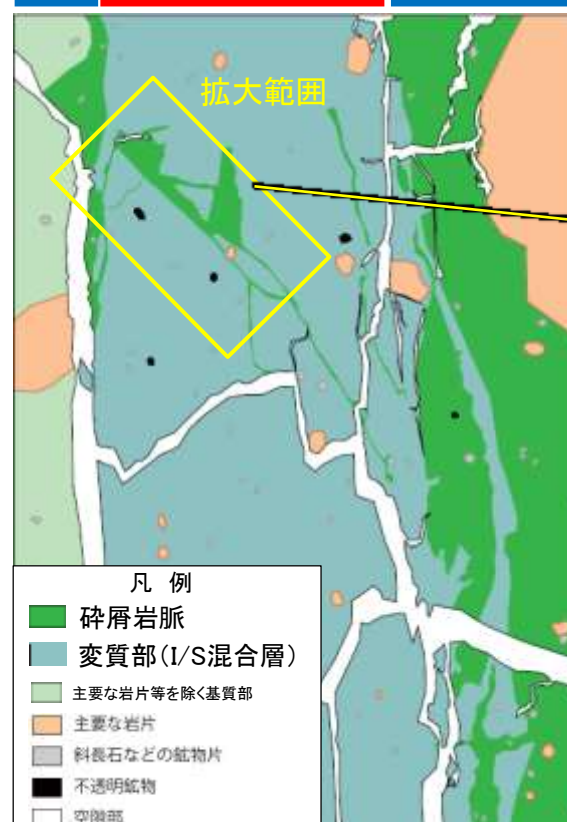
M-12.5”孔は高位段丘 I a面を開析する谷に位置する。

本地点では、高位段丘 I a面の形成時期(P.5-25)以降の海退期に、侵食により現在の地形が形成された。

(直交ニコル)
固結した角礫状破碎部 粘土状破碎部 固結した粘土・砂状破碎部 固結した角礫状破碎部 粘土状破碎部 固結した粘土・砂状破碎部

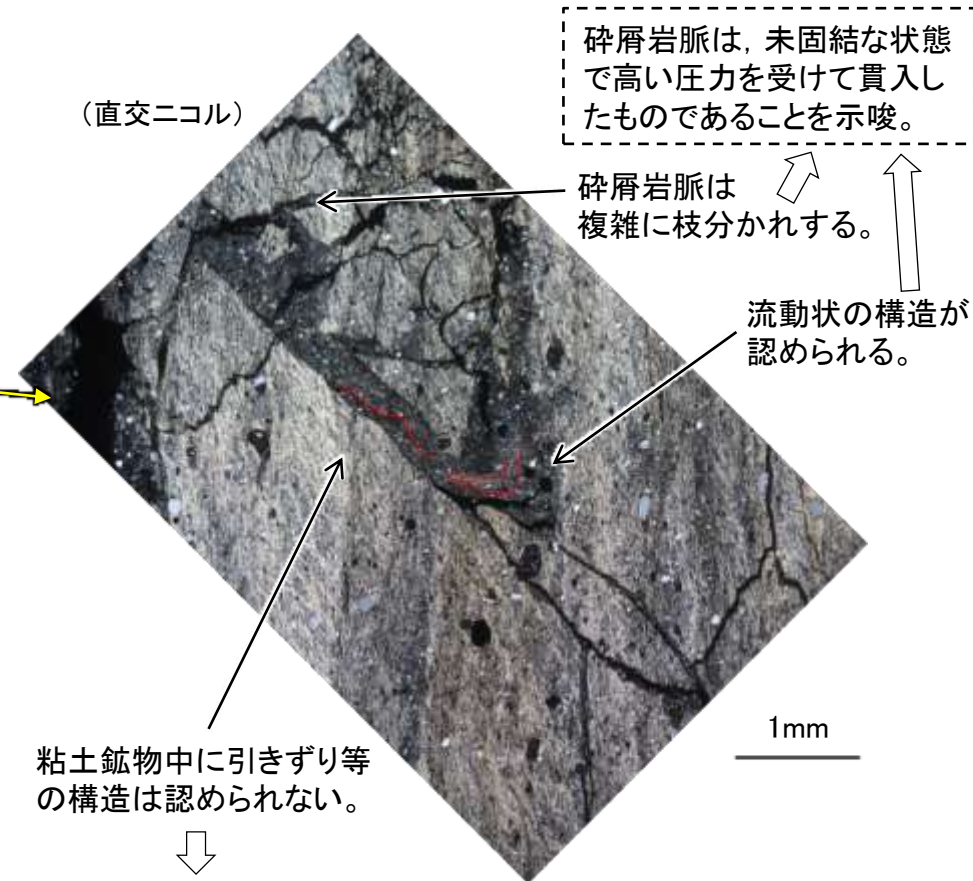


M-12.5”孔 薄片写真 — 1mm



凡例
 ■ 碎屑岩脈
 ■ 変質部(I/S混合層)
 ■ 主要な岩片等を除く基質部
 ■ 主要な岩片
 ■ 斜長石などの鉱物片
 ■ 不透明鉱物
 □ 空隙部

スケッチ — 1mm



碎屑岩脈は、未固結な状態で高い圧力を受けて貫入したものであることを示唆。

碎屑岩脈は複雑に枝分かれする。

流動状の構造が認められる。

粘土鉱物中に引きずり等の構造は認められない。

粘土鉱物は、碎屑岩脈の貫入当時は軟質ではなかったと考えられ、現在とは異なる環境下にあったことを示唆。

薄片拡大写真(流動状の構造を加筆)

5.3(1-6) 評価に用いる変質鉱物

○変質鉱物の生成年代及び碎屑岩脈の形成年代の評価結果に基づき、鉱物脈法による活動性評価に用いる変質鉱物を整理した。

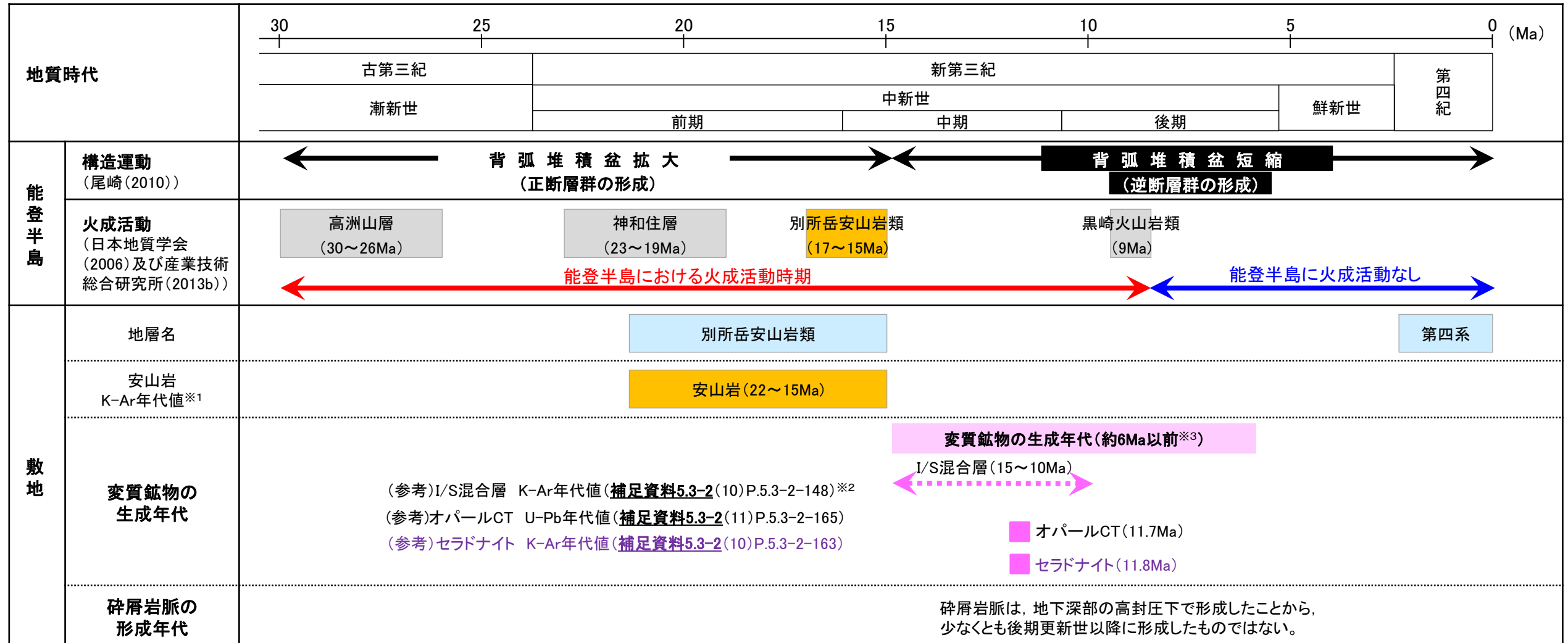
<変質鉱物の生成年代評価(P.5-45)>

変質鉱物は、少なくとも後期更新世以降に生成したものではない。

<碎屑岩脈の形成年代評価(P.5-49)>

碎屑岩脈は、少なくとも後期更新世以降に形成したものではない。

少なくとも後期更新世以降に生成したものではないと評価した変質鉱物(I/S混合層等)及び
少なくとも後期更新世以降に形成したものではないと評価した碎屑岩脈を用いて、鉱物脈法による活動性評価を行う。



※1:補足資料5.3-1(2), ※2:信頼性確認は、補足資料5.3-2(10), ※3:5.3(1-3)生成環境を踏まえて推定した生成年代

・後述の薄片観察等の観察事実を踏まえて整理した、破砕部と変質鉱物の形成プロセスについては補足資料5.3-2(13)

5.3(2) 破碎部中の鉱物脈

5.3(2) 破碎部中の鉱物脈

- 断層と鉱物脈との関係を確認するためにボーリングコア観察及び露頭調査を実施した。
- ボーリングコア観察の結果、破碎部中に鉱物脈を確認した。鉱物脈は固結した破碎部及び粘土状破碎部中に認められ、それらに変位、変形は認められない。
- 露頭調査については、敷地内の既存トレンチの観察を行ったが、風化変質等の影響が著しく、破碎部中に鉱物脈は認められなかった。

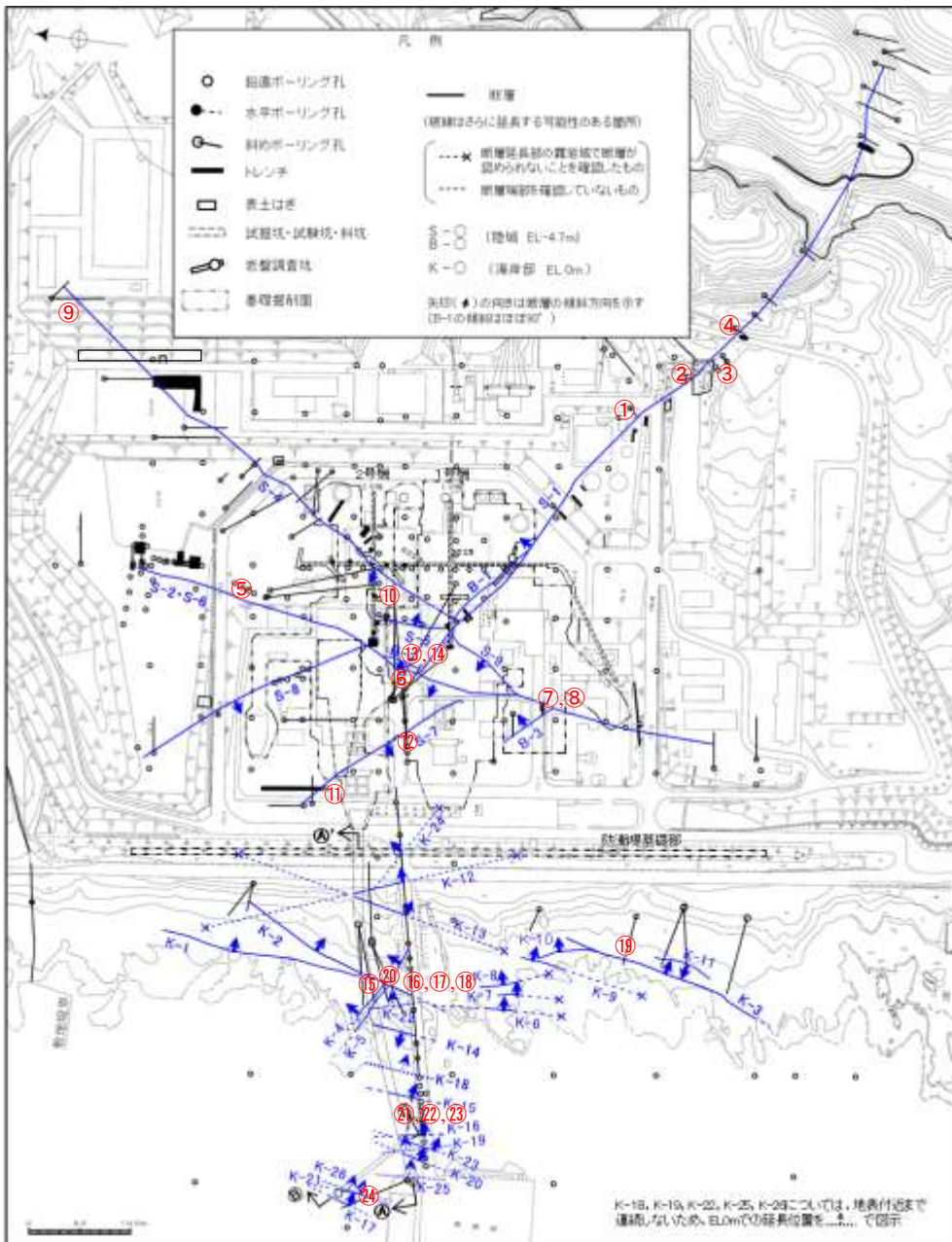
○以上より、破碎部中のI/S混合層等の鉱物脈に変位・変形が認められないことから、破碎部の形成は鉱物脈の生成以前と判断される。
○このことは、後述する微視的観察(5.5.1～5.5.10項)において、最新面を横断する粘土鉱物(I/S混合層)等に変位・変形が認められないことと整合する。

破碎部中に認められた鉱物脈※1

鉱物脈が認められた位置	深度	標高	記事	変質鉱物	
①	L-12.2	41.93m	EL-10.97m	41.52～41.93mに灰白色～灰オリーブ色の鉱物脈あり。	I/S混合層※2
②	M-12.5	63.43m	EL-35.33m	63.31～63.66mにオリーブ色の鉱物脈あり。	—
③	N-13'	23.39m	EL15.13m	23.69～23.94mに灰白～オリーブ褐色の鉱物脈あり。	I/S混合層※2
④	N-14	30.97m	EL11.78m	31.00～31.50mに灰白～オリーブ褐色の鉱物脈あり。	—
⑤	E-8.6	11.70m	EL9.41m	12.02～12.21mにオリーブ黄色の鉱物脈あり。	I/S混合層※2
⑥	H-6.5'	34.55m	EL-13.41m	34.46～34.48mに灰白色の鉱物脈あり。	—
⑦	K-6.3	20.61m	EL-9.48m	20.30～20.46mにオリーブ黄色の鉱物脈あり。	—
⑧	K-6.2-2	30.94m	EL-19.44m	31.31～31.34mに灰白色の鉱物脈あり。	—
⑨	A-14.5S	57.49m	EL8.85m	57.41～57.43mに灰白色の鉱物脈あり。	—
⑩	H-6.4	94.65m	EL-55.84m	94.56～94.60mにオリーブ黄色の鉱物脈あり。	—
⑪	F-4.6	29.70m	EL-18.60	29.66～29.68mにオリーブ色の鉱物脈あり。	—
⑫	H-5.7	13.20m	EL-0.55m	13.14～13.40mに浅黄色の鉱物脈あり。	—
⑬	H-5.4-4E	87.56m	EL-11.60m	87.54～87.56mに灰白色の鉱物脈あり。	—
⑭	H-6.5	46.32m	EL-29.88m	46.30～46.37mにオリーブ黄色・灰白色の鉱物脈あり。	—
⑮	G-1.9-27	47.81m	EL-17.82m	47.68～47.77mにオリーブ色の鉱物脈あり。	I/S混合層※2
⑯	H-0.9-75	36.51m	EL-29.00m	36.27～36.47mにオリーブ褐色の鉱物脈あり。	—
⑰	H-1.1	103.77m	EL-96.99m	103.36～106.29mにオリーブ色・白色の鉱物脈あり。	I/S混合層, オパールCT
⑱	H-1.3-88	139.30m 141.57m	EL-131.95m EL-134.21m	139.32～139.50mに浅黄色の鉱物脈あり。 141.44～142.00mにオリーブ～オリーブ褐色の鉱物脈あり。	—
⑲	M-2.2	48.83m	EL-31.52m	48.72～48.84mにオリーブ色の鉱物脈あり。	I/S混合層
⑳	G-1.5-35	40.06m	EL-18.49m	40.16～41.43mに明褐色～オリーブ色の鉱物脈あり。	—
㉑	H- -1.86	36.28m	EL-32.64m	36.18～36.49mに褐～黄褐色の鉱物脈あり。	—
㉒	H- -1.80	43.35m	EL-39.71m	43.07～43.80mに褐色・オリーブ色の鉱物脈あり。	—
㉓	H- -1.7	57.55m	EL-53.91m	57.21～57.78mに灰白色・オリーブ色・褐色の鉱物脈あり。	—
㉔	H- -3.0-55	78.23m	EL-60.44m	78.14～78.23mに灰白色の鉱物脈あり。	—

※1: ボーリングコア観察の結果、破碎部中に認められた鉱物脈とボーリングコアに認められる変質の状況(次頁)について柱状図に加筆した(データ集1)。
※2: XRD分析により、主な粘土鉱物としてスメクタイトが認められており、同一断層の別孔で実施したXRD分析(粘土分濃集)の結果を踏まえ、これらの変質鉱物はI/S混合層であると判断した。

—: XRD分析未実施



平面図

試料⑰(白色)

試料⑰(オリーブ色), ⑲

試料①, ③, ⑤, ⑮

XRD分析 測定機元	Divergence slit 1°
装置 理学電気製 MultiFlex	Scattering slit 1mm
Target: Cu (Kα)	Receiving slit 0.3mm
Monochromator: Graphite 湾曲	Scanning Speed 2° /min
Voltage: 40kV	Scanning Mode 連続法
Current: 40mA	Sanding Rate 0.02°
Detector: SC	Scanning Range 2~81°
Calculation Mode: cps	

XRD分析 測定機元	装置 JAXO JINT2500V
Target: Cu (Kα)	Divergence slit 0.5°
Voltage: 40kV	Receiving slit 0.15mm
Detector: SC	Scanning 0.02°

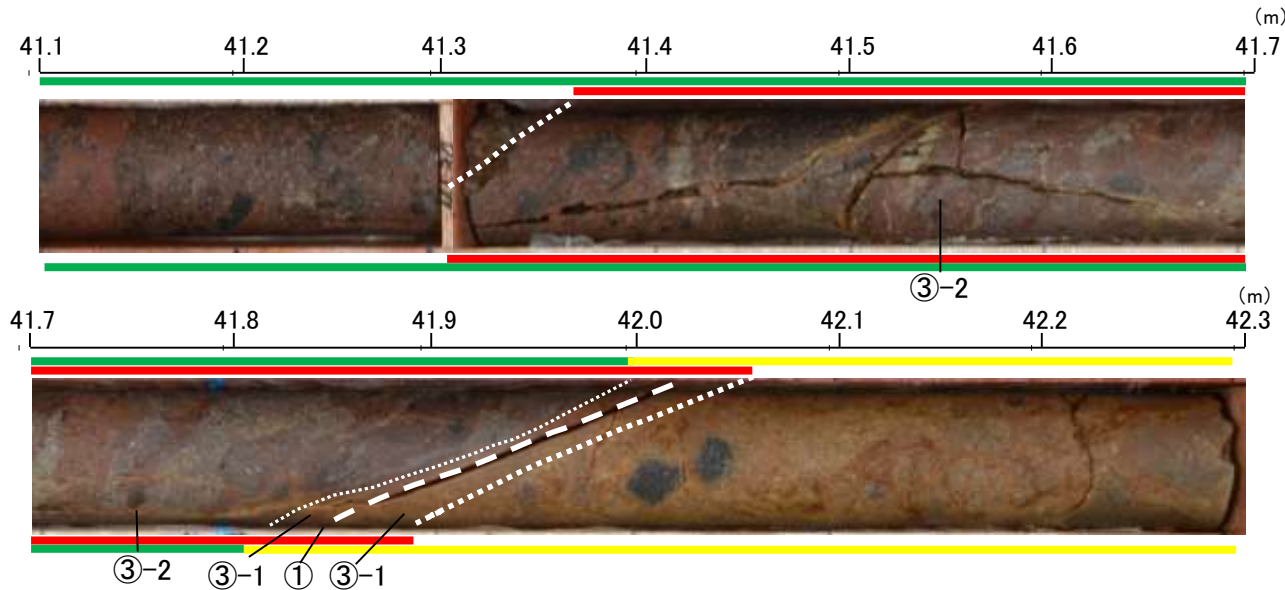
XRD分析 測定機元	装置 PANalytical X'Pert Pro
Target: Cu (Kα)	Divergence slit 15mm
Voltage: 40kV	Receiving slit: 0.20mm
Detector: PC	Step size 0.02°

【ボーリングコアに認められる変質の状況】

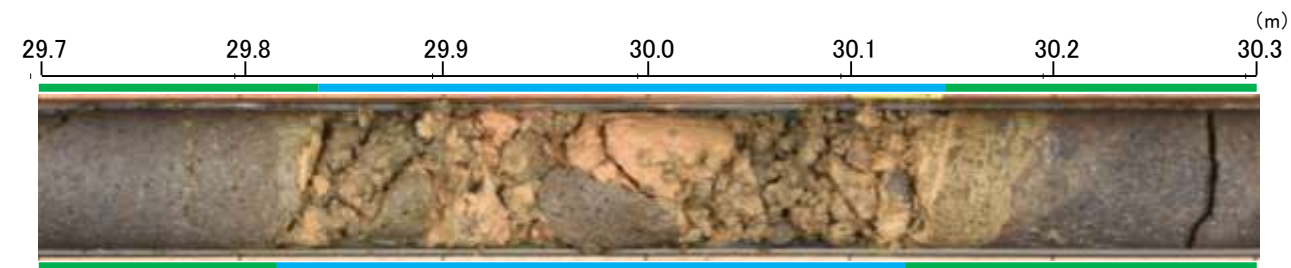
- ボーリングコア観察の結果、熱水変質によるものと考えられる変質の状況が認められた。
- 変質区分を、以下の3区分とし、柱状図に変質、強い変質が認められた区間を柱状図に記載した(データ集1)。
 - ・非変質, 弱く変質: 原岩組織の判別が可能であり, 変質部分が50%未満。
 - ・変質: 原岩組織の判別が可能であり, 変質部分が50%以上。
 - ・強く変質: 原岩組織が不明。

凡例

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



変質している区間の例(L-12.2孔)



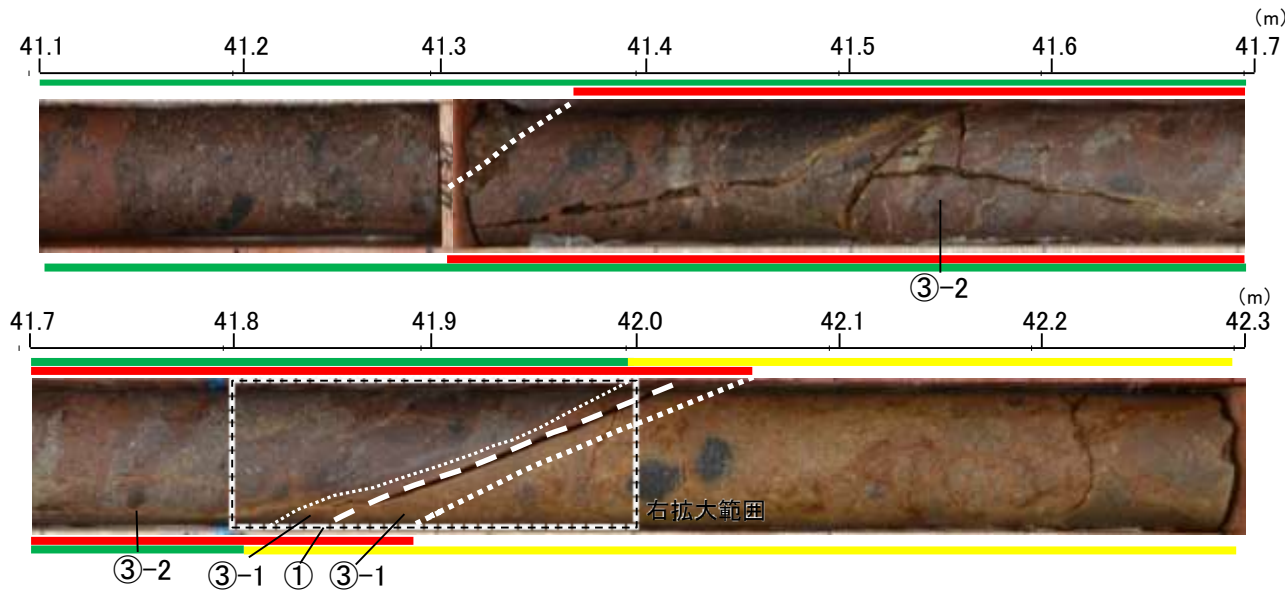
強く変質している区間の例(H-1.1-87孔)

- 変質している区間(非変質, 弱く変質)
- 変質している区間(変質)
- 変質している区間(強く変質)

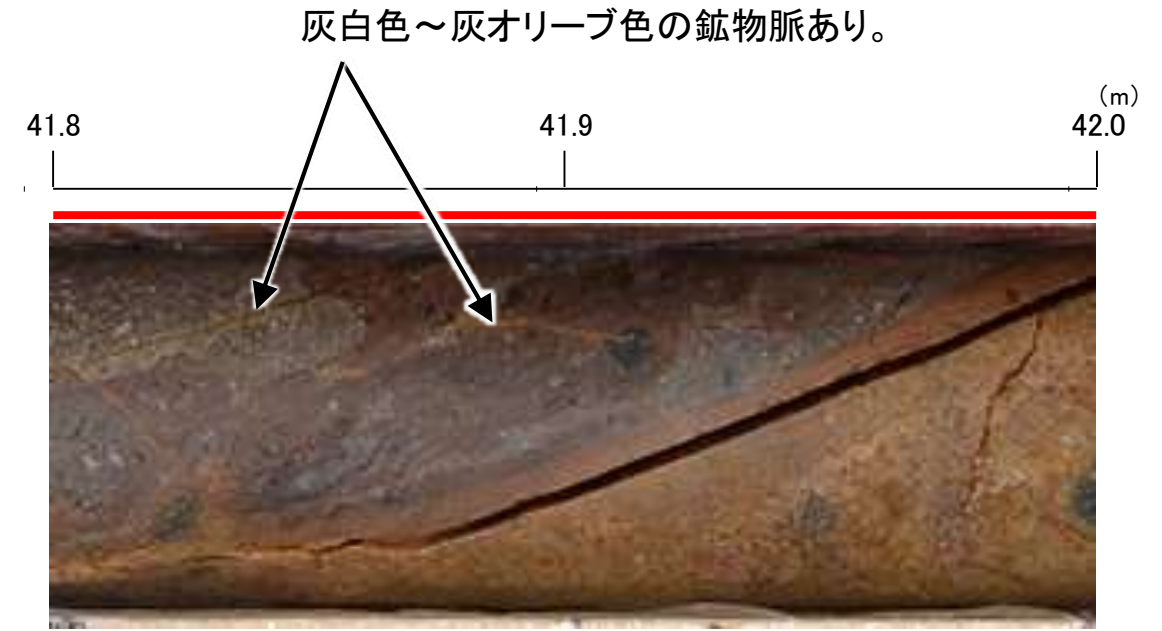
【破碎部中に認められた鉱物脈の例(S-1)】

凡例

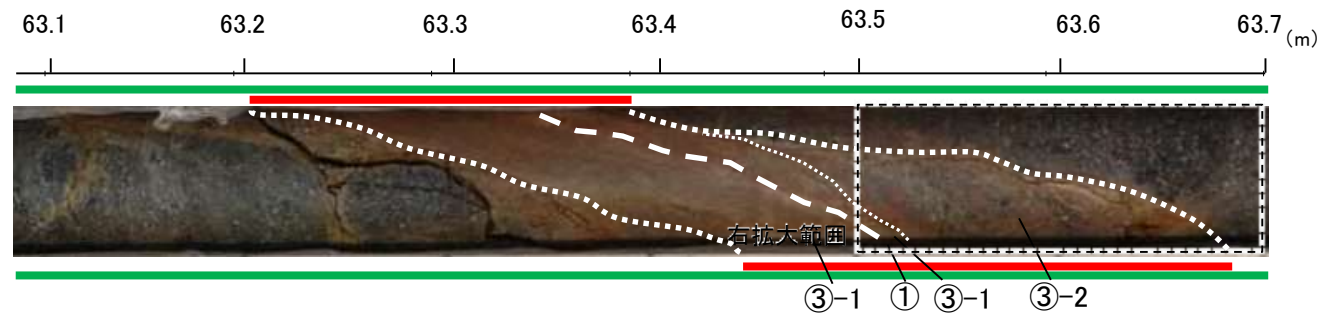
- ① 粘土状破碎部
- ③-1 固結した粘土・砂状破碎部
- ③-2 固結した角礫状破碎部
- 変質している区間(非変質, 弱く変質)
- 変質している区間(変質)



S-1写真(L-12.2孔)



拡大写真(L-12.2孔 41.8～42.0m)



S-1写真(M-12.5孔)



拡大写真(M-12.5孔 63.5～63.7m)

・ボーリングコア観察の結果、破碎部中に鉱物脈を確認した。鉱物脈は固結した破碎部中に認められ、それらに変位、変形は認められない。

5.3(3) 最新面と最新面付近の変質鉱物

5.3(3) 最新面と最新面付近の変質鉱物 — 最新面の認定の考え方 —

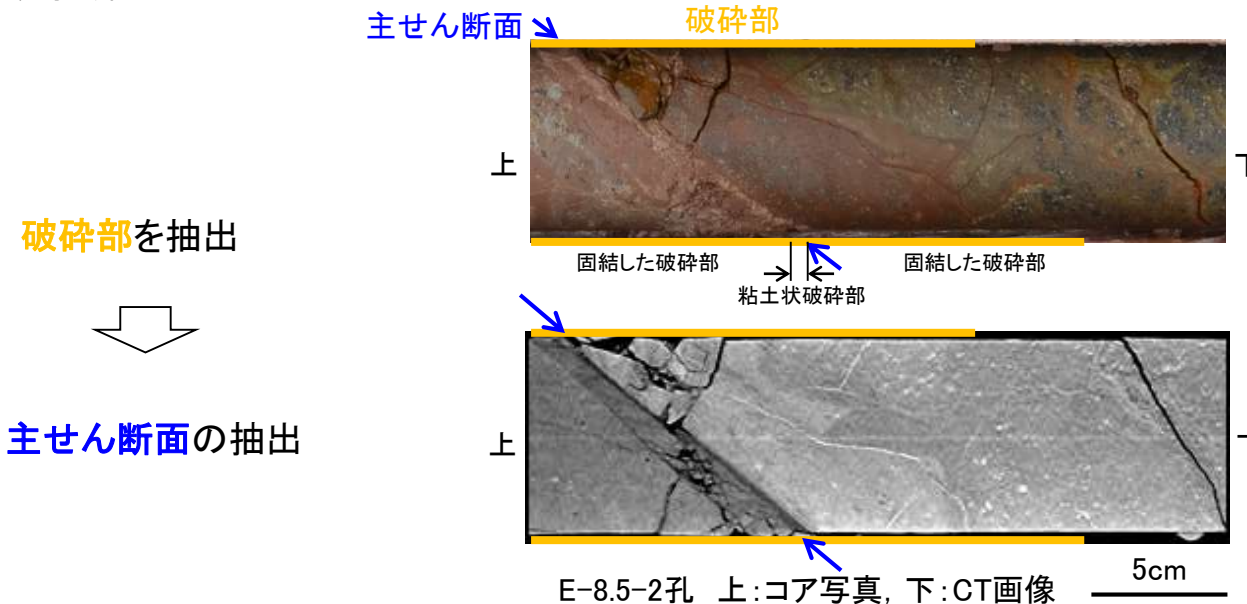
- 鉱物脈法による活動性評価にあたっては、断層の最新活動時期を表す最新面を適切に認定し、変質鉱物との接触関係を確認することが重要となる。
- この最新面の認定にあたっては、まず巨視的観察により破碎部から主せん断面を抽出する。その上で、主せん断面を薄片による微視的観察により観察して最新ゾーンを抽出し、最新ゾーン中で抽出した全てのY面の中から最新面を認定する。

志賀原子力発電所における用語

観察手法	用語	特徴
露頭観察 ボーリングコア観察 研磨片観察 CT画像観察	破碎部	断層活動による変形構造が認められる部分。ある幅を持ち、固結・未固結の程度、粒度とその割合から分類され、粘土状や角礫状等からなる。
	主せん断面	破碎部中において、細粒化が進んでおり、最も直線性・連続性がよい断層面。
薄片観察	最新ゾーン	巨視的観察で主せん断面として抽出した箇所で作成した薄片観察の結果、他の構造に切られない最も細粒化しているゾーン。
	Y面	最新ゾーン中における、直線性・連続性がよい面(断続的であっても抽出する)。
	最新面	Y面(面1, 2, ...)のうち、最も直線性・連続性がよく、他の面に切られることのない面。

最新面の認定手順

巨視的観察(露頭観察・ボーリングコア観察・研磨片観察・CT画像観察)

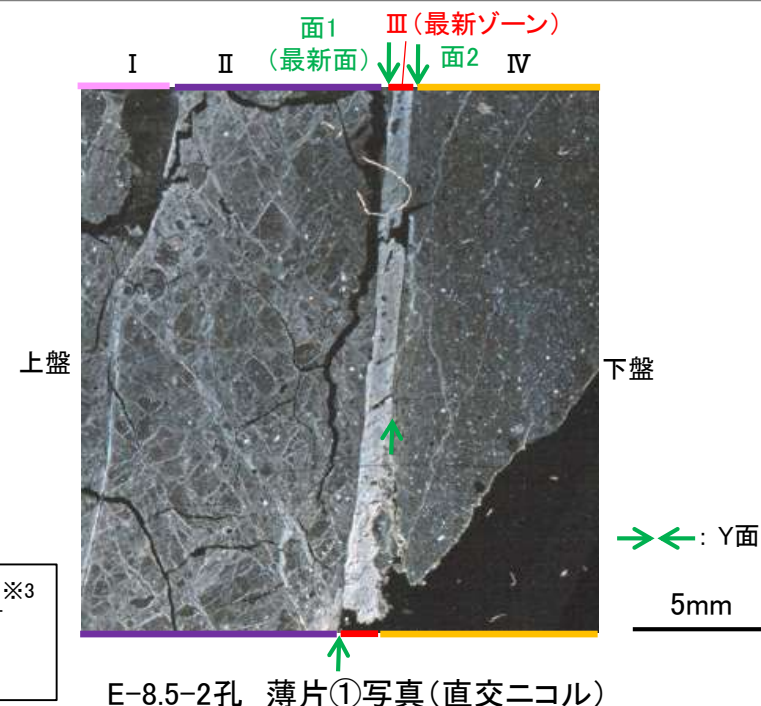


微視的観察(薄片観察)

最新ゾーンを抽出

Y面を抽出

最新面の認定※1, 2



分帯とコア観察における破碎部区分との対応例※3
 ・分帯 III (最新ゾーン) ... 粘土状破碎部
 ・分帯 I, 分帯 II, 分帯 IV ... 固結した破碎部

※1: 直線性・連続性の優劣を付けるのが困難な複数の面を抽出した場合、最新面1, 2, ...と記載し、全てについて変質鉱物との関係を確認する。

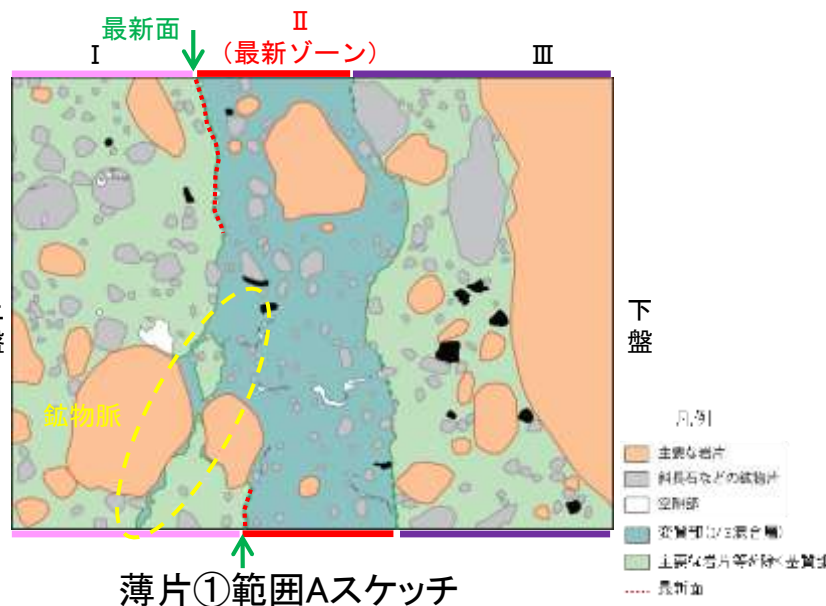
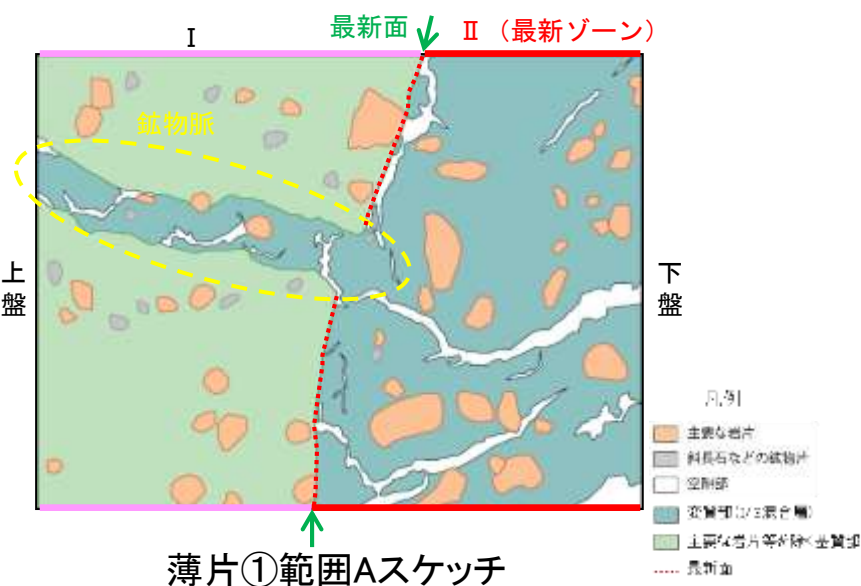
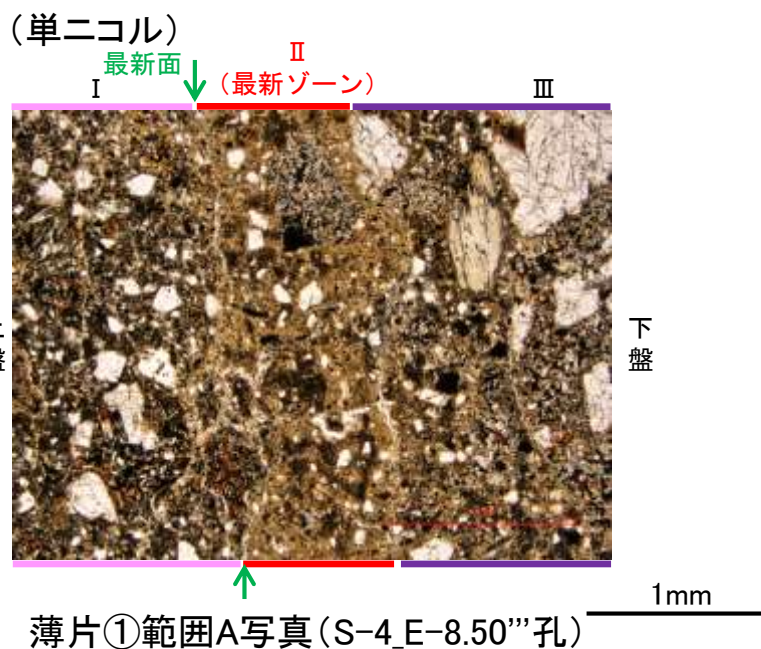
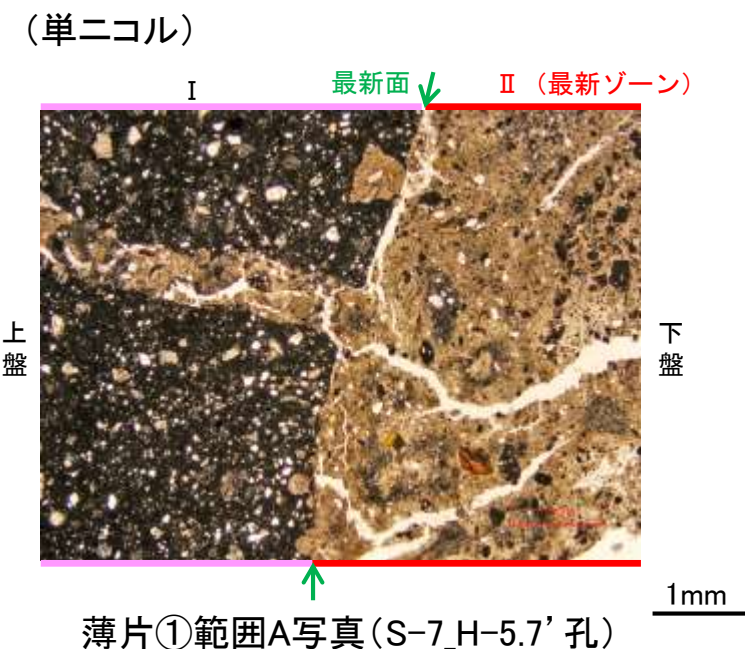
※2: 最新面については、ボーリング孔毎で、確認したものから順に名称(最新面1等)を付している。

※3: 巨視的観察から微視的観察に進むにあたり、コア観察における破碎部区分と薄片観察における分帯との対応を確認する。

5.3(3) 最新面と最新面付近の変質鉱物 一切り合い関係の考え方

- 鉱物脈法による活動性評価にあたっては、最新面と鉱物脈(変質鉱物等)との切り合い関係が明確な箇所では評価を行うことが重要である。
- 鉱物脈が最新面を明瞭に横断しているもの(左写真, 中央写真)については、最新面と鉱物脈との切り合い関係を用いて活動性評価を行う。
- 一方、面が全体的に不明瞭で、面の周辺にも変位・変形が認められないなど、最新面を明確に認定できないもの(右写真)については、最新面が分布する可能性のある最新ゾーンと鉱物脈との関係を用いて活動性評価を行う。

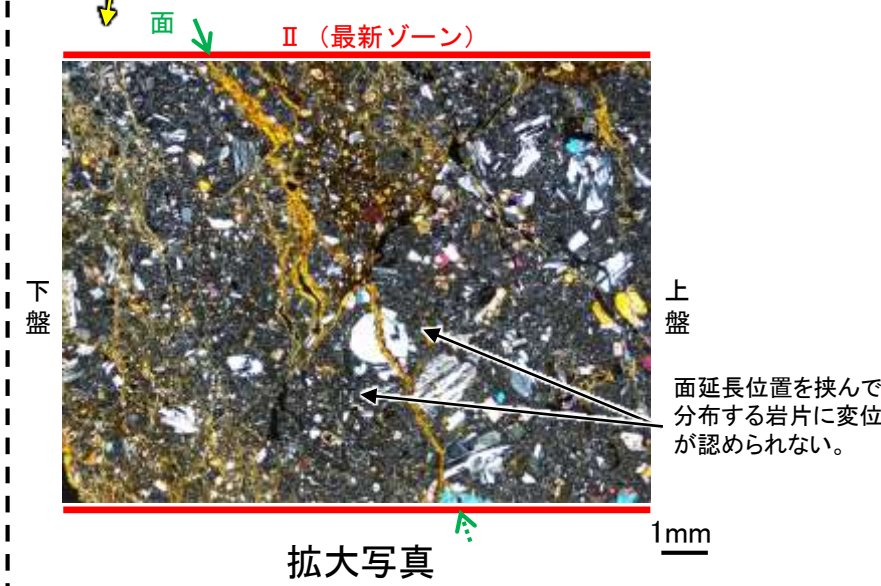
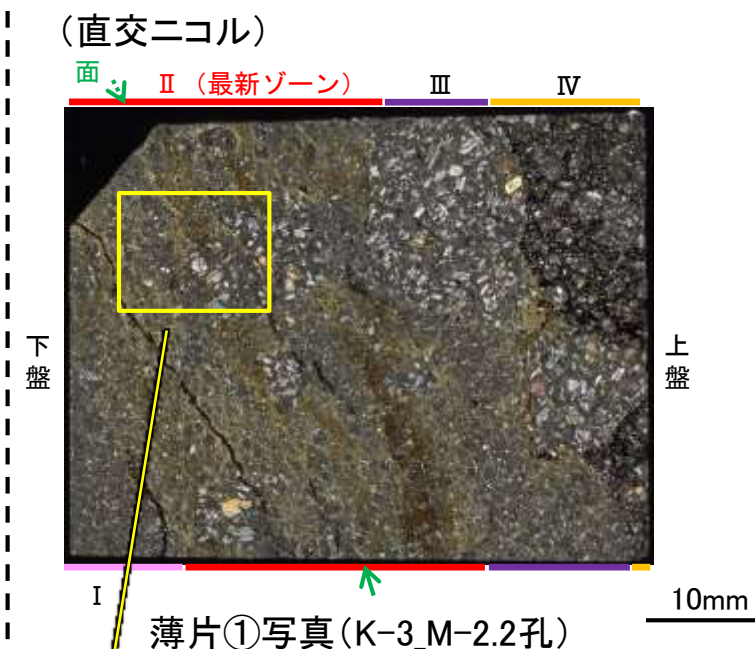
最新面と鉱物脈との切り合い関係が明確な例



鉱物脈が最新面を明瞭に横断している。
⇒最新面と鉱物脈との切り合い関係を用いて活動性評価を行う。

紫字: 第1073回審査会合以降の変更箇所

最新面と鉱物脈との切り合い関係が不明確な例



面が全体的に不明瞭で、面の周辺にも変位・変形が認められないなど、最新面を明確に認定できない。
⇒最新面が分布する可能性のある最新ゾーンと鉱物脈との関係を用いて活動性評価を行う。

5.3(3) 最新面と最新面付近の変質鉱物 — 破砕部の硬軟 —

○破砕部の硬軟の程度を定量的に確認するために、粘土状破砕部及び固結した破砕部で針貫入試験を実施した。
○その結果、粘土状破砕部では2～3N/mm、固結した破砕部では46～71N/mmの針貫入勾配を示し、粘土状破砕部と固結した破砕部の硬軟の程度は明らかに異なり、固結した破砕部は周辺の母岩と同程度の硬さを有することが確認できた。

針貫入試験結果



調査位置図

断層名	孔名	粘土状破砕部		
		測点番号	針貫入勾配 (N/mm)	平均値 (N/mm)
S-1	O-16孔	a	3	3
		b	2	
	J-9' 孔	c	2	
S-2・S-6	H-6.5孔	d	3	3
		e	2	

断層名	孔名	固結した破砕部		
		測点番号	針貫入勾配 (N/mm)	平均値 (N/mm)
S-1	O-16孔	f	50	46
		g	50	
		h	50	
	J-9' 孔	i	33	63
		j	50	
		k	50	
S-2・S-6	H-6.5孔	l	100	71
		m	50	
		n	33	
		o	100	
		p	100	
		q	50	

*1: 粘土状破砕部と固結した破砕部の針貫入試験実施位置の詳細については次頁

(参考)母岩の針貫入勾配平均値 (N/mm)		
凝灰角礫岩	安山岩(角礫質)	安山岩(均質)
46	63	100

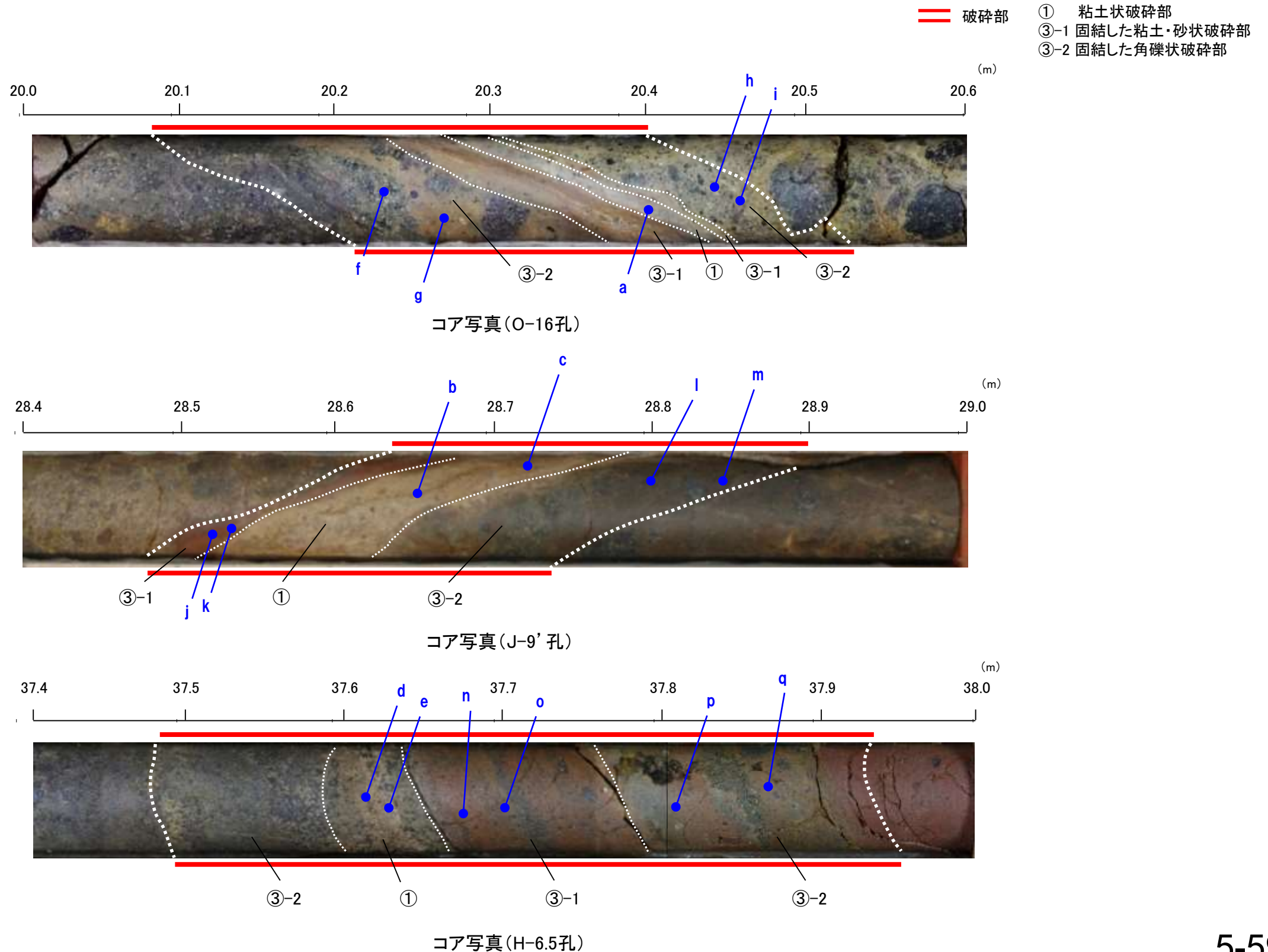
*2: 母岩の針貫入試験結果の詳細については補足資料2.2-2

【針貫入試験の測定方法】

- ・粘土状破砕部及び固結した破砕部に針を貫入し、その貫入長さ、貫入荷重を測定して、その関係から針貫入勾配を求める試験である。
- ・試験にあたり、粘土状破砕部に対して2点程度、固結した破砕部に対して4点程度の計測を行い、その平均値をその破砕部における針貫入勾配値*とした。
- ・なお測定は、できるだけ平滑な箇所を基質を対象に実施した。
- ※貫入深さ1mm未満で貫入荷重100Nに達した計測値は針貫入勾配を100N/mmとして算出

【針貫入試験実施位置】

○粘土状破碎部及び固結した破碎部における針貫入試験実施位置を以下に示す。



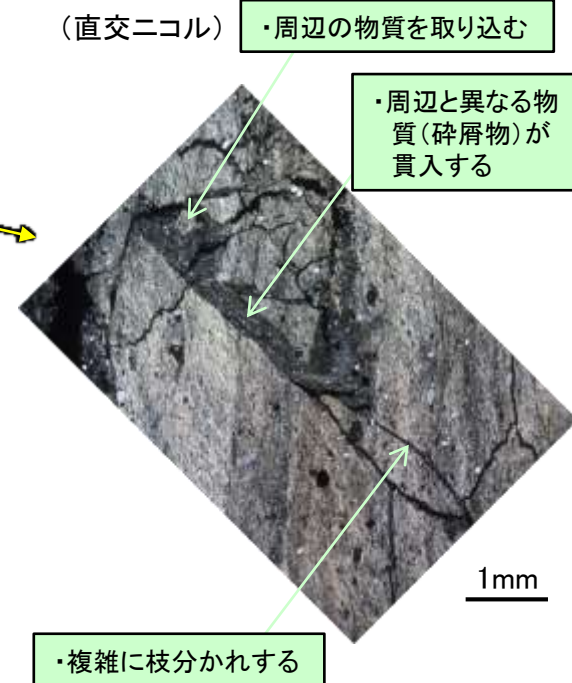
5.3(3) 最新面と最新面付近の変質鉱物 — 碎屑岩脈の硬軟 —

○M-12.5”孔のS-1で認められる碎屑岩脈の硬軟の程度を定量的に確認するために、碎屑岩脈で針貫入試験を実施した。
 ○M-12.5”孔の碎屑岩脈は、薄片作成や分析を優先したため針貫入試験を実施できないことから、M-12.5”孔と同じく、周辺と異なる物質(碎屑物)が貫入しているA-14.5S孔及びM-2.2-2孔の碎屑岩脈において、針貫入試験を実施した。なお、これらの碎屑岩脈は周辺の物質を取り込み、母岩に入り込んでおり、このことはM-12.5”孔の碎屑岩脈が周辺の物質を取り込み、複雑に枝分かれする特徴と類似している(本頁, 次頁)。
 ○A-14.5S孔及びM-2.2-2孔の碎屑岩脈において針貫入試験を実施した結果、碎屑岩脈は固結した破碎部や母岩と同程度の硬さを有することが確認できた(次々頁)。
 ○以上より、M-12.5”孔のS-1で認められる碎屑岩脈についても、固結した破碎部や母岩と同程度に硬いと判断した。

(直交ニコル)



(直交ニコル)



薄片①写真(M-12.5”孔)

スケッチ

範囲A写真

85.6 85.7 85.8 85.9 86.0 86.1 86.2 (m)

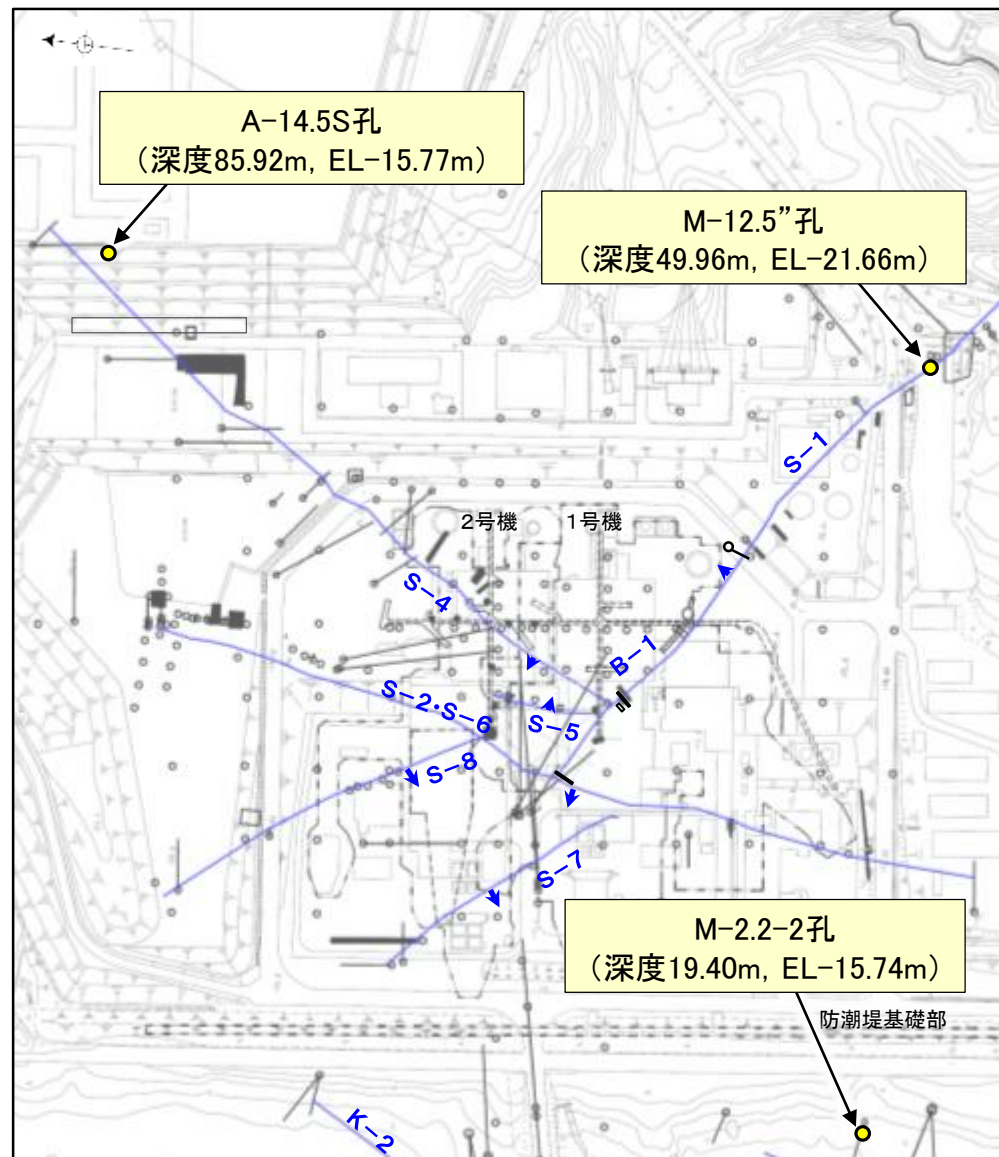


コア写真(A-14.5S孔)

19.1 19.2 19.3 19.4 19.5 19.6 19.7 (m)



コア写真(M-2.2-2孔)



調査位置図

— 評価対象断層
 S-O (陸域 EL:47m)
 K-O (海岸部 EL:0m)

【A-14.5S孔及びM-2.2-2孔における碎屑岩脈の詳細観察結果】

A-14.5S孔

M-2.2-2孔

85.8 85.9 86.0 (m)

19.3 19.4 19.5 (m)

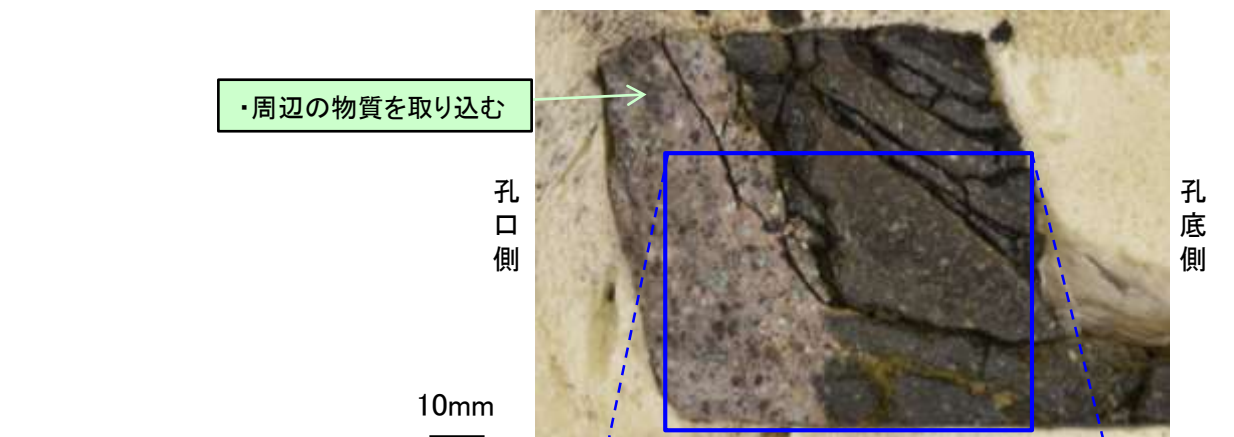


コア写真

・周辺と異なる物質(碎屑物)が貫入する

コア写真

・周辺と異なる物質(碎屑物)が貫入する



ブロック写真

ブロック写真

・母岩に入り込む

・周辺の物質を取り込む

・周辺の物質を取り込む

・母岩に入り込む

10mm

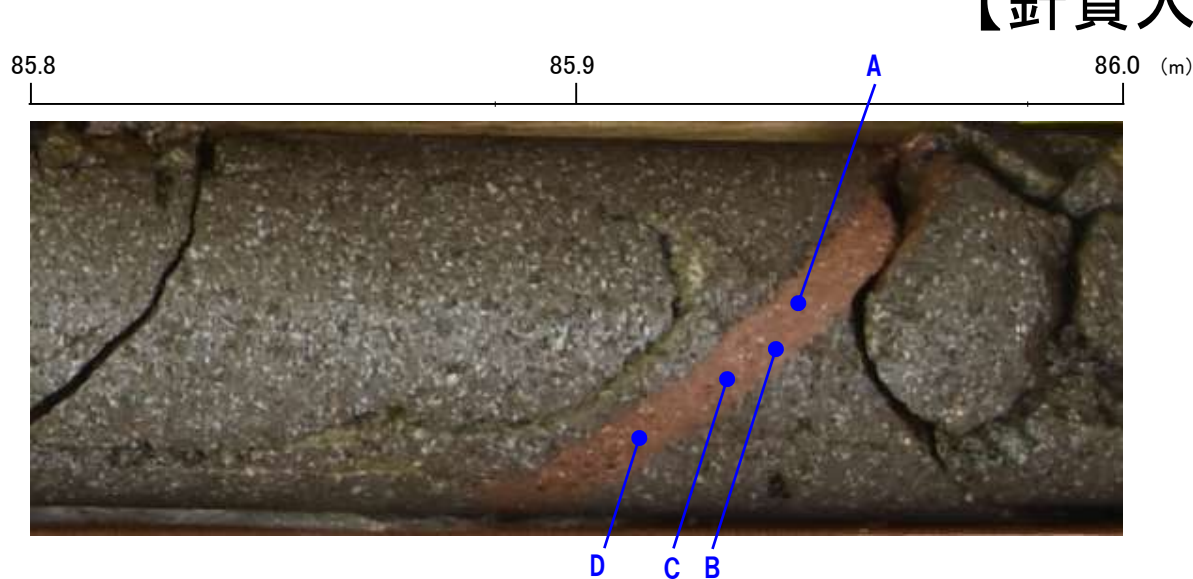
10mm

拡大写真

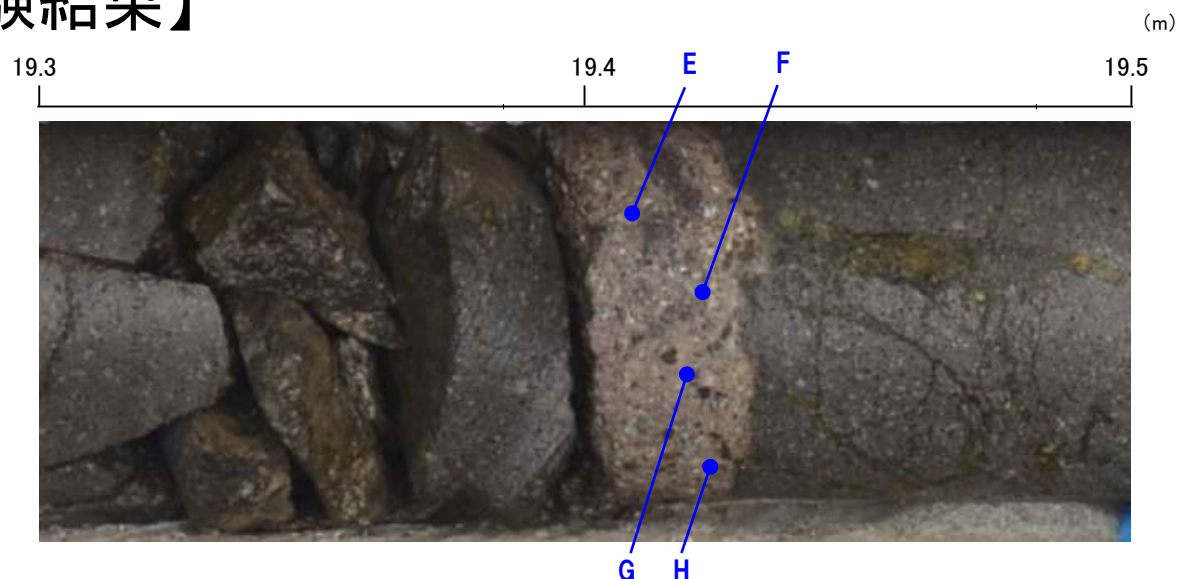
拡大写真

・周辺と異なる物質(碎屑物)が貫入しているA-14.5S孔及びM-2.2-2孔の碎屑岩脈は周辺の物質を取り込み、母岩に入り込んでいる。

【針貫入試験結果】



針貫入試験実施位置(A-14.5S孔)



針貫入試験実施位置(M-2.2-2孔)

A-14.5S(3の3)			G L=58.64m		L=105.0m					
標尺	標高	深	柱状図	地質名	色調	コア採取率(%)	最大コア長	RQD	岩級区分	記 事
(m)	(m)	(m)				20 40 60 80	(m)	(%)		
00	-11.87	08.90	[岩脈]	安山岩 [角礫質]	暗赤灰 緑赤灰 暗赤灰 暗赤灰	[斜線]	80	88	Ba	80.60~81.00 黄色緑をきむ。
	-11.88	01.45		暗赤灰 暗赤灰 暗赤灰	[斜線]	42	87			
	-12.81	02.90		暗赤灰 暗赤灰 暗赤灰	[斜線]	38	78			
05			[均質]	安山岩 [均質]	暗赤灰 暗赤灰 暗赤灰 暗赤灰 暗赤灰	[斜線]	34	58	Ba	85.92~85.93 黄緑色の傾斜角50°の砕屑岩あり。 87.09~87.16 黒色に比べ軟質。
				暗赤灰 暗赤灰	[斜線]	34	68			
				暗赤灰	[斜線]	7	0			
				暗赤灰 暗赤灰	[斜線]	13	53			
				暗赤灰 暗赤灰	[斜線]	18	38			
	-18.44	08.00				26	94			

柱状図

M-2.2-2(3の1)			G L=3.01m		L=100.0m					
標尺	標高	深	柱状図	地質名	色調	コア採取率(%)	最大コア長	RQD	岩級区分	記 事
(m)	(m)	(m)				20 40 60 80	(m)	(%)		
15	-11.88	03.18	[均質]	安山岩 [均質]	暗赤灰 暗赤灰 暗赤灰	[斜線]	43	89	Ba	19.40~19.43 黄緑色の傾斜角50°の砕屑岩あり。
				暗赤灰 暗赤灰 暗赤灰	[斜線]	31	68			
20	-16.30	08.96	[均質]	安山岩 [均質]	暗赤灰 暗赤灰 暗赤灰	[斜線]	31	83	Ba	
				暗赤灰 暗赤灰	[斜線]	20	65			
				暗赤灰 暗赤灰	[斜線]	30	88			
	-18.31	23.98				42	83			
						34	96			
						41	100			
						68	88			

柱状図

*柱状図の詳細はデータ集1

針貫入試験結果

孔名	砕屑岩脈		
	測点番号	針貫入勾配 (N/mm)	平均値 (N/mm)
A-14.5S孔	A	50	50
	B	50	
	C	50	
	D	50	
M-2.2-2孔	E	50	75
	F	50	
	G	100	
	H	100	

・敷地内で認められる砕屑岩脈において針貫入試験を実施した結果、50~75N/mmの針貫入勾配を示し、固結した破碎部の針貫入勾配は46~71N/mm、母岩の針貫入勾配は46~100N/mmを示す(P.5-58)ことから、砕屑岩脈は固結した破碎部や母岩と同程度の硬さを有することが確認できた。

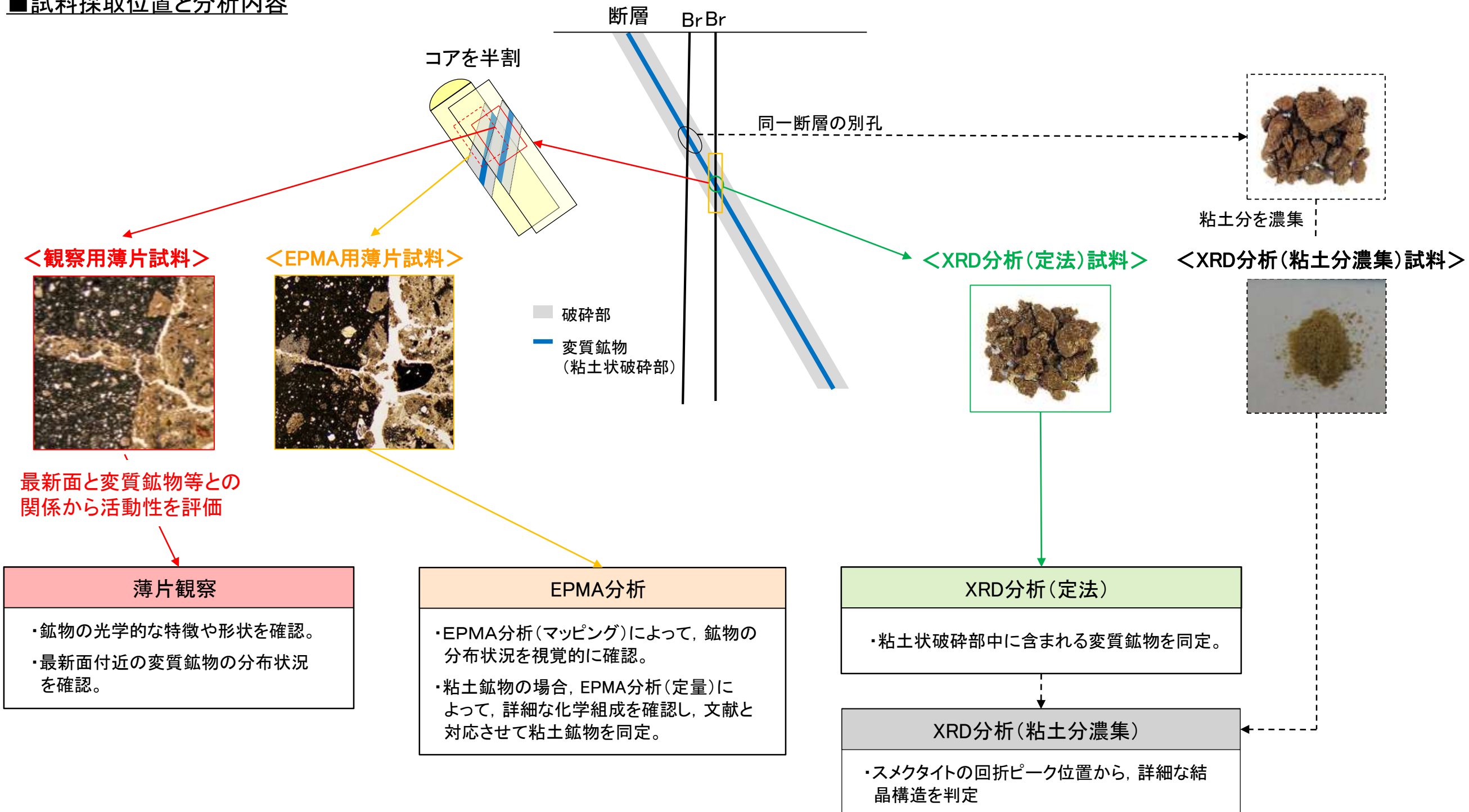
【針貫入試験の測定方法】
 ・砕屑岩脈に針を貫入し、その貫入長さとして測定して、その関係から針貫入勾配を求める試験である。
 ・試験にあたり、砕屑岩脈に対して4点程度の計測を行い、その平均値をその砕屑岩脈における針貫入勾配値※とした。
 ・なお測定は、できるだけ平滑な箇所にて基質を対象に実施した。
 ※: 貫入深さ1mm未満で貫入荷重100Nに達した計測値は針貫入勾配を100N/mmとして算出

5.3(3) 最新面と最新面付近の変質鉱物 — 試料採取位置と分析内容 —

○鉱物脈法による活動性評価に用いる変質鉱物の同定にあたっては、評価を実施する薄片試料を作成したコア試料の同一破砕部を対象として、薄片観察、EPMA分析、XRD分析(定法)を実施し、評価を行う。

○「XRD分析(定法)」の結果、主な粘土鉱物としてスメクタイトが認められる場合には、同一断層の別孔の破砕部において実施した「XRD分析(粘土分濃集)」によって詳細な結晶構造を判定する。

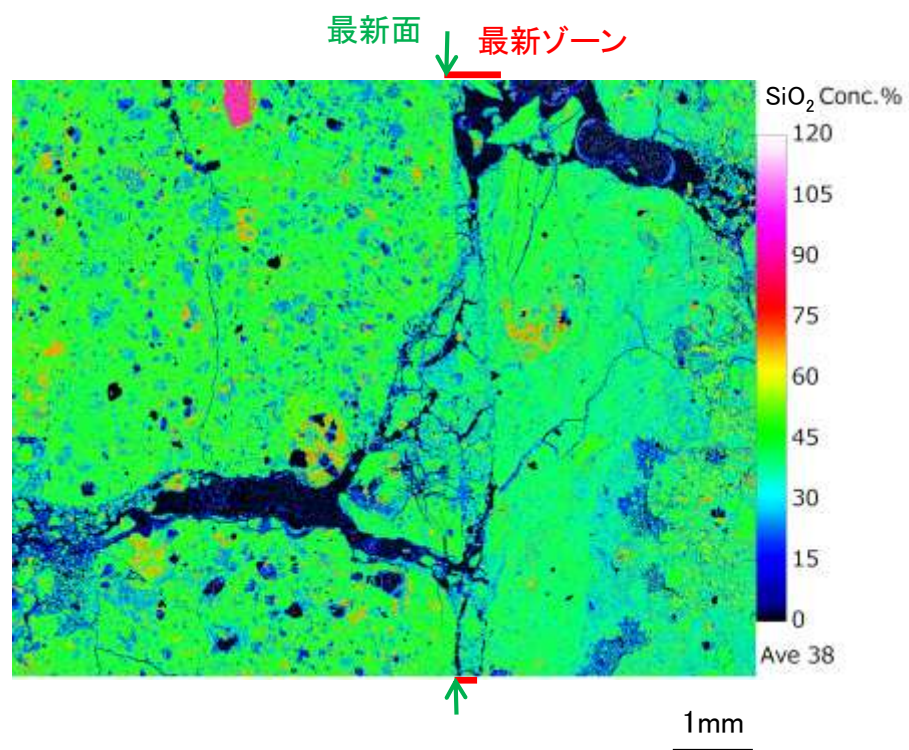
■試料採取位置と分析内容



5.3(3) 最新面と最新面付近の変質鉱物 — 変質鉱物のEPMA分析 —

- EPMA分析(マッピング)は、評価に用いる変質鉱物の分布状況を視覚的に確認することを目的に実施する。分析試料は、活動性評価に用いる薄片試料作成時の残りの試料から作成したEPMA用薄片試料を用いる。
- EPMA分析(定量)は、XRD分析等で同定した鉱物を化学組成の観点から確認することを目的に実施する。その際、EPMAのビーム照射影響範囲(径約 $1\mu\text{m}$)に測定対象鉱物以外の鉱物が入らないよう最大限留意しながら分析位置を選定し、各試料5箇所以上で実施する。

EPMA分析(マッピング)の例
(K-14, H- -0.3-80孔)

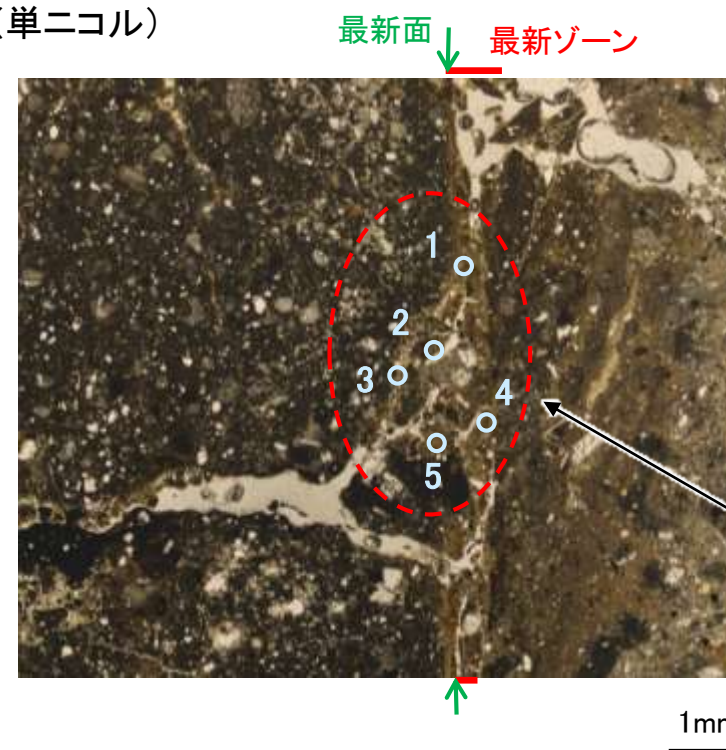


EPMA(マッピング) SiO_2

H- -0.3-80孔の分析結果(マッピング)の詳細については、
補足資料5.12-1(1)-1 P.5.12-1-4

EPMA分析(定量)の分析位置の例
(K-14, H- -0.3-80孔)

(単ニコル)



最新ゾーン中及び最新面付近に分布する変質鉱物を対象として、分析位置を設定する。

○ 分析位置

H- -0.3-80孔の分析結果(定量)の詳細については、
補足資料5.3-2(3)P.5.3-2-85

5.3(3) 最新面と最新面付近の変質鉱物 — 注入現象の検討 —

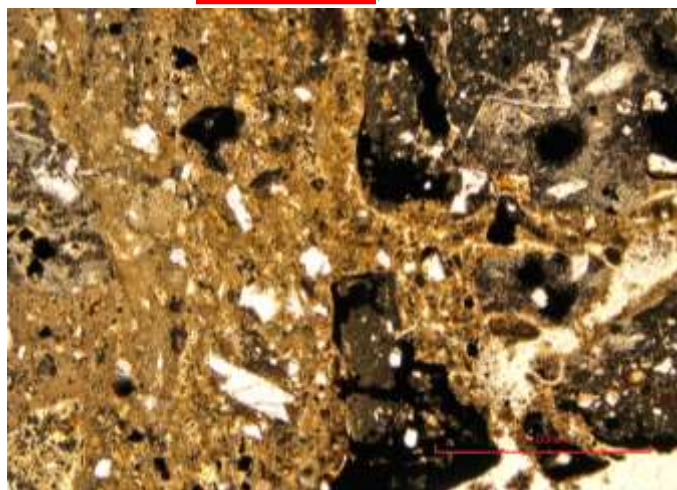
- 鉱物脈法による活動性評価において、粘土鉱物が脈状に分布し最新面が不連続になっている形状が確認される箇所については、最新面が注入現象により不連続になったものではないことを確認する必要がある。
- 注入脈の特徴として、Rowe et al.(2012)によるカリフォルニアの事例では弓状構造が認められ、関西電力株式会社(2016)による阿寺断層の事例では粒子の配列が認められるとされており、このことを踏まえると、注入する側(当サイトでの粘土状破碎部)の内部における弓状構造や粒子の配列の有無を確認することで、注入現象の有無を判断することができると考えられる。
- そこで、鉱物脈法の適用にあたり、粘土鉱物が脈状に分布している箇所においては、弓状構造や粒子の配列などの注入の痕跡の有無を確認することで、評価箇所における注入現象の有無を判断する。

注入の痕跡が認められない事例※1

※1: 詳細についてはP.5-252

(単ニコル)

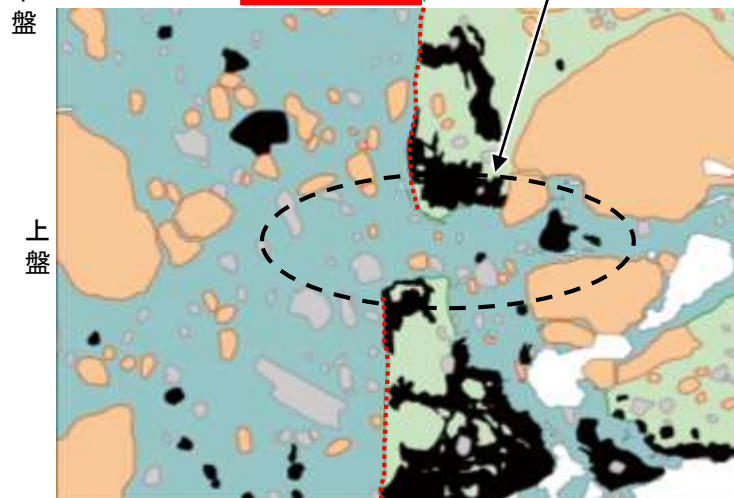
上
最新ゾーン ↓ 最新面



上盤

粘土鉱物が脈状に分布し最新面が不連続になっている形状

上
最新ゾーン ↓ 最新面



下盤

上盤

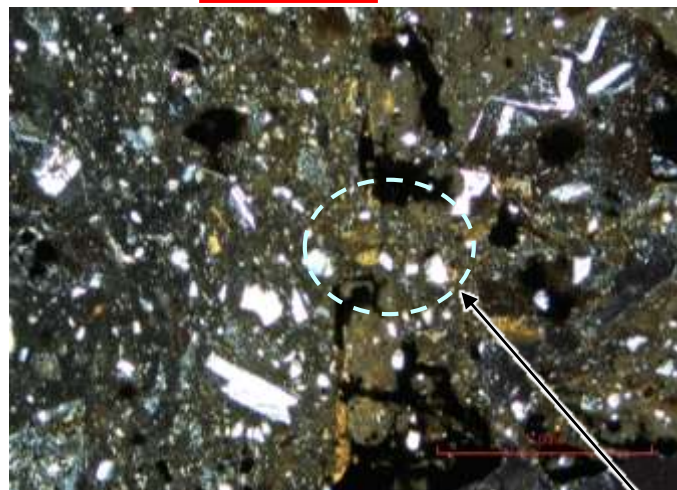
下盤

- 凡例
- 主要な岩片
 - 斜長石などの鉱物片
 - 変質部(L/S混合層)
 - 主要な岩片等を除く基質部
 - 不透明鉱物
 - 空隙部
 - 最新面

薄片①範囲Aスケッチ

(直交ニコル)

最新ゾーン ↓ 最新面



上盤

下盤

1mm

薄片①範囲A写真
(K-14_H- -0.3-80孔)

弓状構造や粒子の配列などの注入の痕跡は認められない。

注入の痕跡が認められる事例(関西電力株式会社, 2016)※2

※2: 詳細については補足資料5.3-3(4)

カリフォルニアの事例	阿寺断層の事例
注入脈の壁に沿って凸状上向きの弓状構造が認められる	注入方向に粒子の配列が認められる

直交ニコル

粒子の配列が認められる



0.2mm

薄片写真(阿寺断層の事例)

余白

5.4 S-1の活動性評価

5.4.1 上載地層法による活動性評価(S-1)

5.4.1 上載地層法による活動性評価(S-1) — 評価地点 —

■上載地層法による評価地点

- S-1が分布する岩盤の直上に、約12~13万年前以前に堆積した地層であるH I a段丘堆積物が確認できることから、駐車場南東方トレンチにおいて、評価を行った。
- 有識者会合時の評価データ(えん堤左岸トレンチ, 駐車場南側法面, 旧A・Bトレンチ, 掘削法面)も用いて、評価を行った。

□ 上載地層法に関する調査箇所
(断層の後期更新世以降の活動を否定するにあたり、地層の年代及び断層による変位・変形がないことが明確に確認できるデータを着色)

評価地点	記載頁
駐車場南東方トレンチ	P.5-70~5-75 補足資料5.4-1(1)
えん堤左岸トレンチ	参考資料5.4-1(1)
駐車場南側法面	参考資料5.4-1(2)
旧A・Bトレンチ	参考資料5.4-1(3)
掘削法面	参考資料5.4-1(4)

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



位置図

5.4.1 S-1 (1) 駐車場南東方トレンチ ー評価結果ー

【有識者会合時の当社評価】

- OS-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。
- 岩盤の安山岩(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。
- OS-1は岩盤直上のH I a段丘堆積物に変位・変形を与えていない。

【有識者の評価】

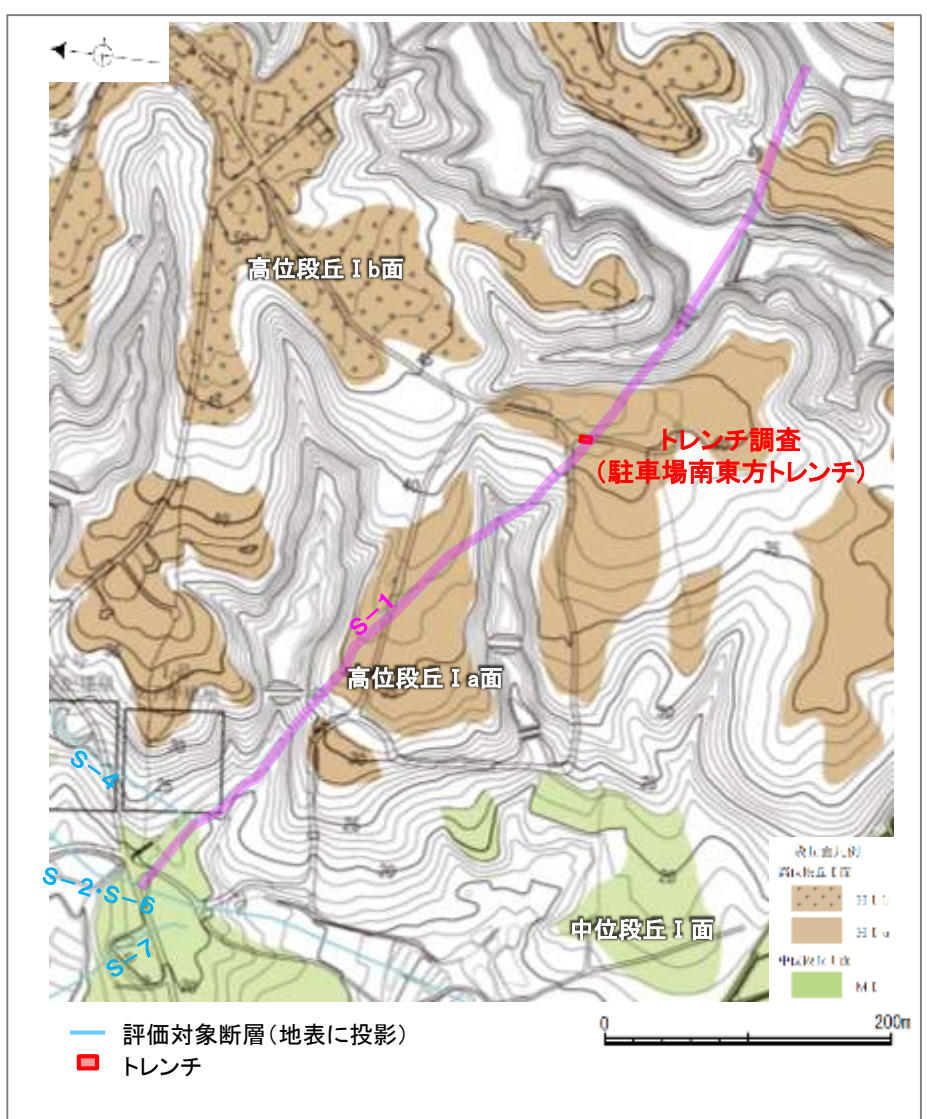
- OS-1は少なくとも高位段丘 I 面堆積物に変位・変形を与えておらず、後期更新世以降には活動していないと考えられる。

【有識者会合以降の追加検討】

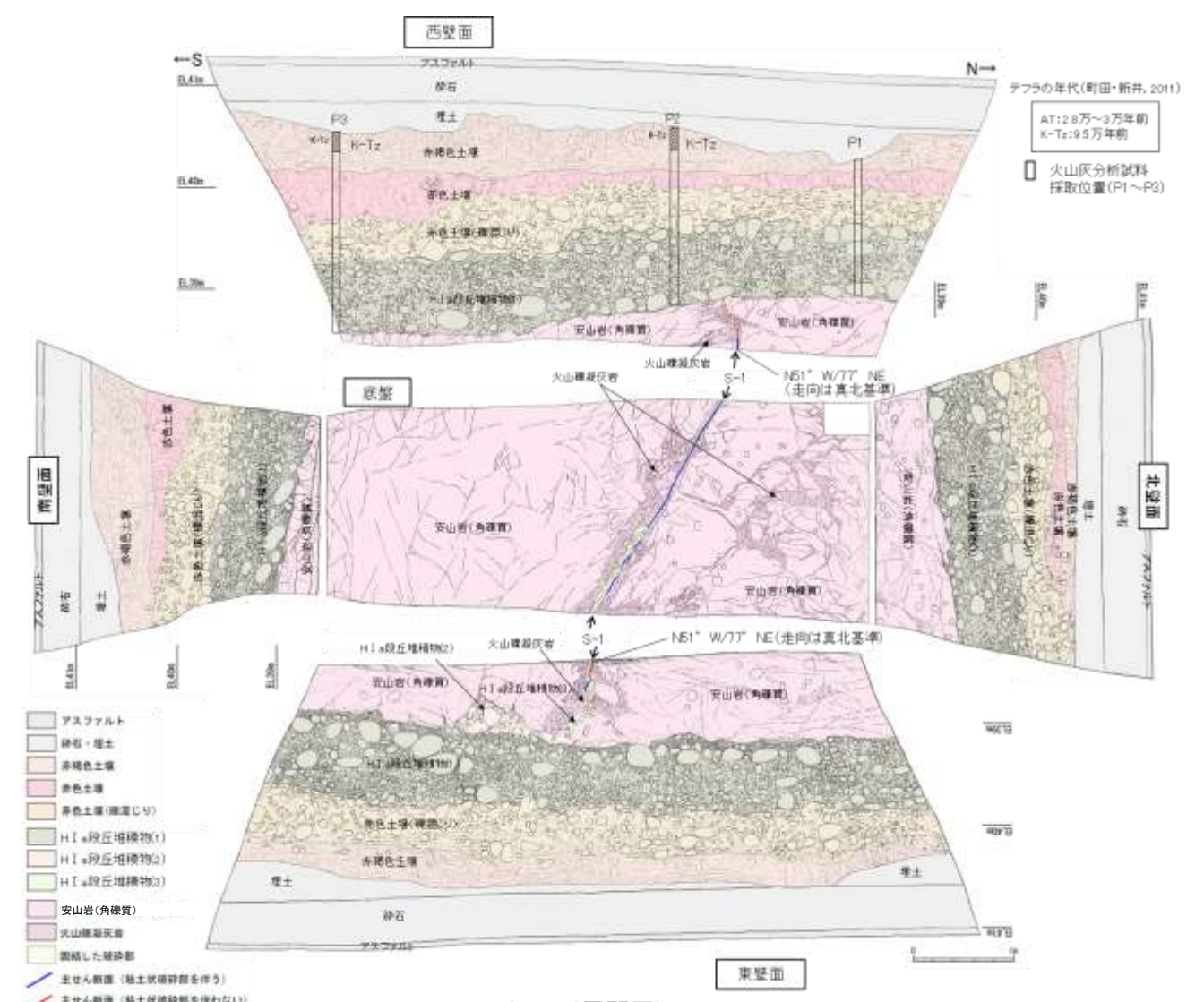
- 岩盤直上の堆積物は、礫の平均真円度による評価に基づき認定される海成堆積物(M I 段丘堆積物)であり、MIS5e(約12~13万年前)に堆積したものである(P.5-26)。

【現在の当社評価】

- 以上のことを踏まえると、駐車場南東方トレンチにおいて、S-1は岩盤直上の堆積物に変位・変形を与えていないことから、S-1の最新活動は、H I a段丘堆積物の堆積以前である。



断層及び調査位置図(基図は旧地形の段丘面分布図)



スケッチ(展開図)

5.4.1 S-1 (1) 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は岩盤直上のH I a段丘堆積物に変位・変形を与えていない(次頁~P.5-75)。

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%含み, 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%含み, 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。

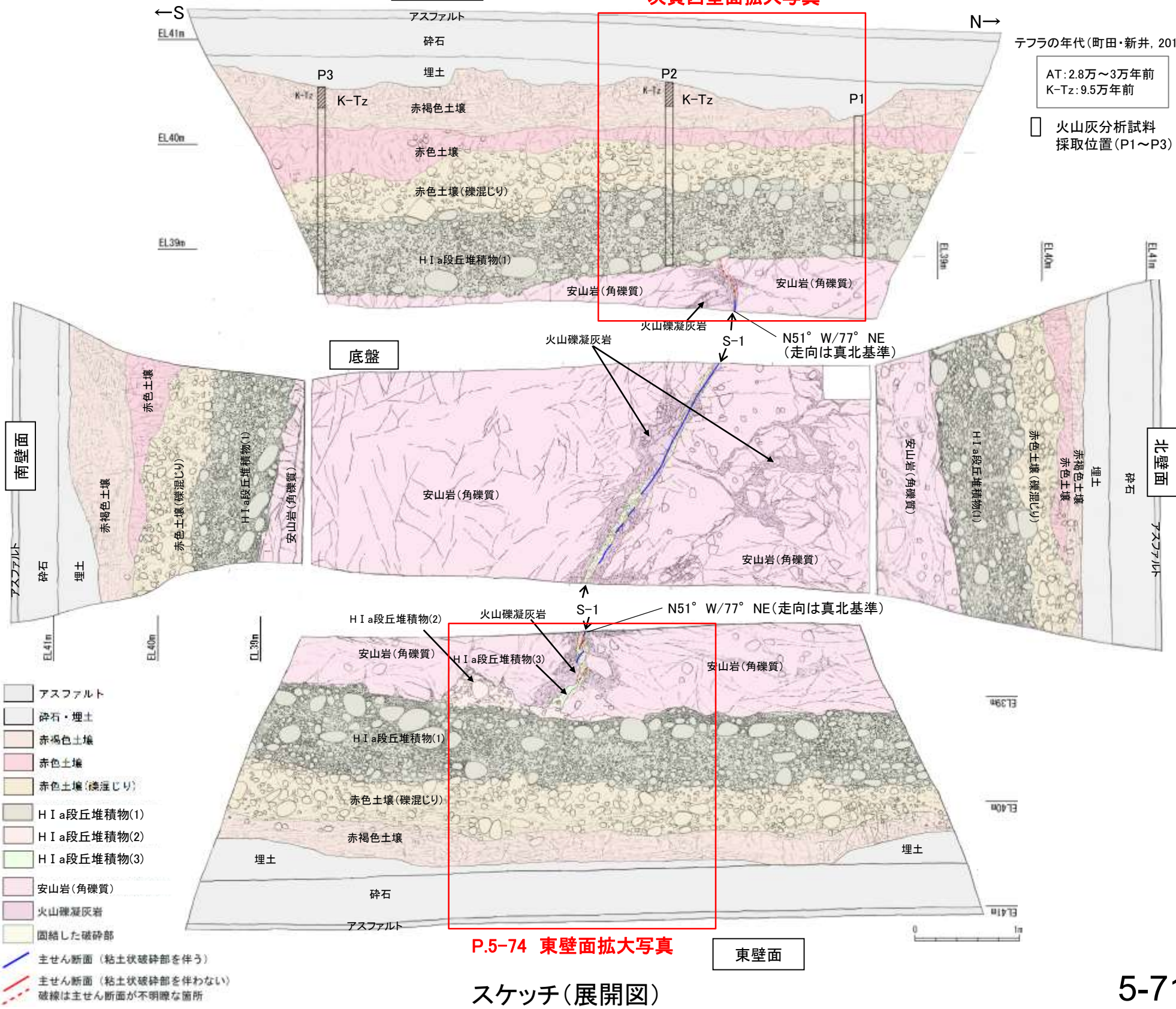
H I a段丘堆積物(3)
 ・シルト質細~中粒砂からなる。

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, 別所岳安山岩類の岩盤の上面まで認められる。
 ・S-1は, 岩盤直上のH I a段丘堆積物に変位・変形を与えていない。

・岩盤と堆積物の境界に関する調査結果については **補足資料5.4-1(1)-1**

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。
 (補足資料5.2-1(3) P.5.2-1-106)
 ・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)】



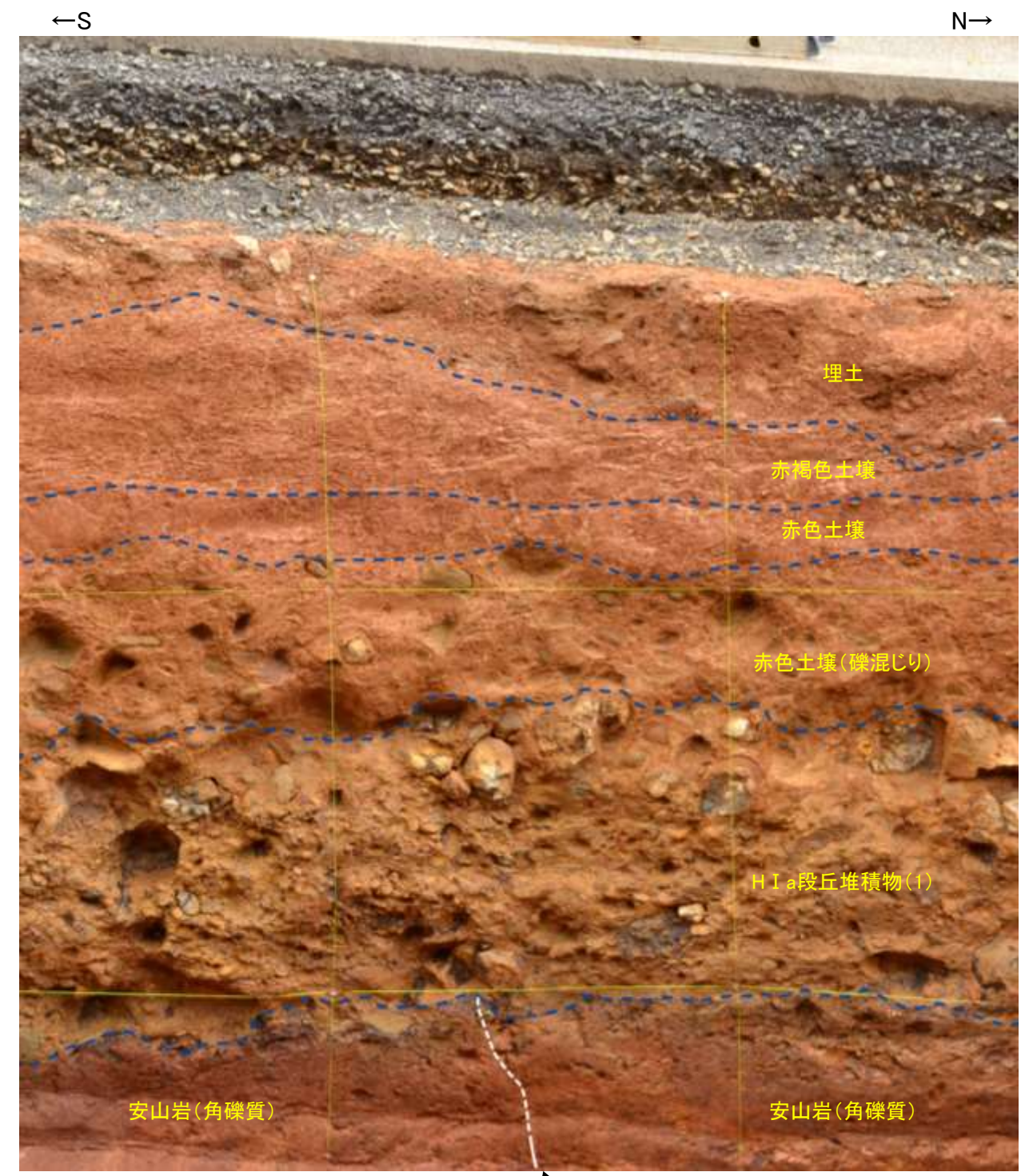
S-1 駐車場南東方トレンチ

【西壁面拡大写真】



次頁拡大写真

西壁面拡大写真(2013年撮影)



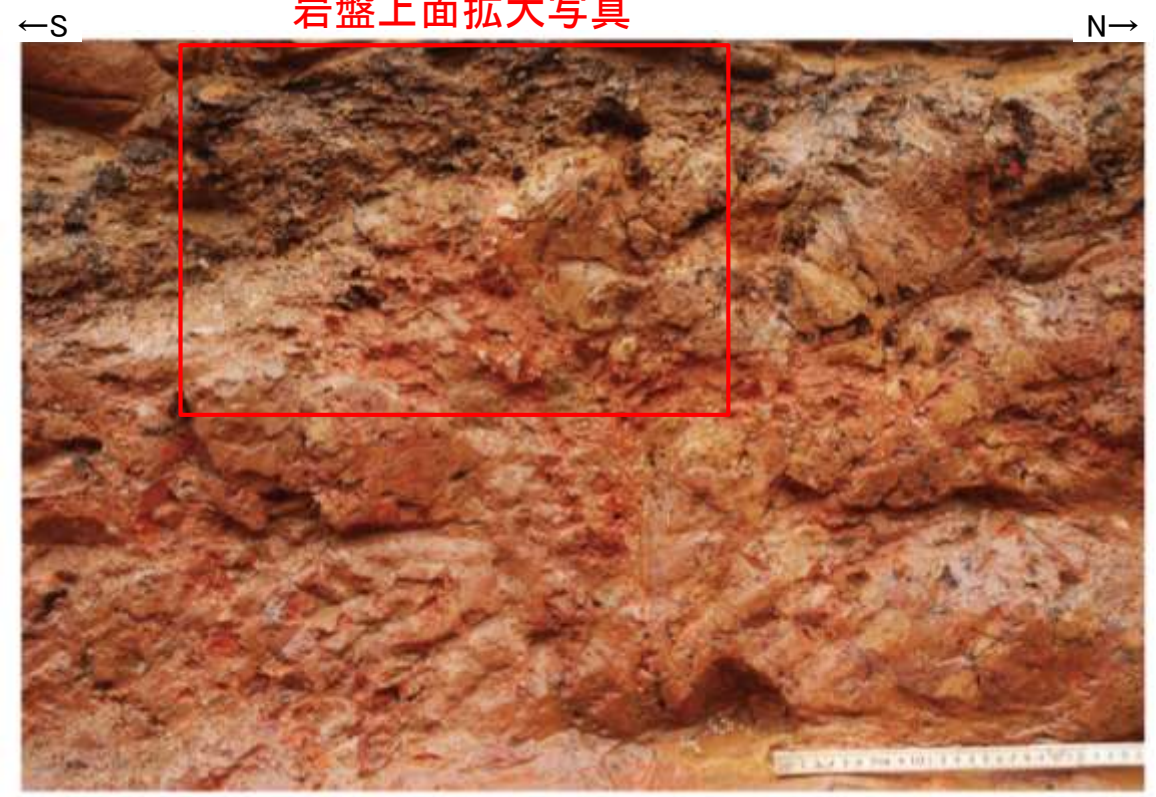
西壁面拡大写真(S-1等を加筆)

・S-1は岩盤直上のH I a段丘堆積物(1)に変位・変形を与えていない。

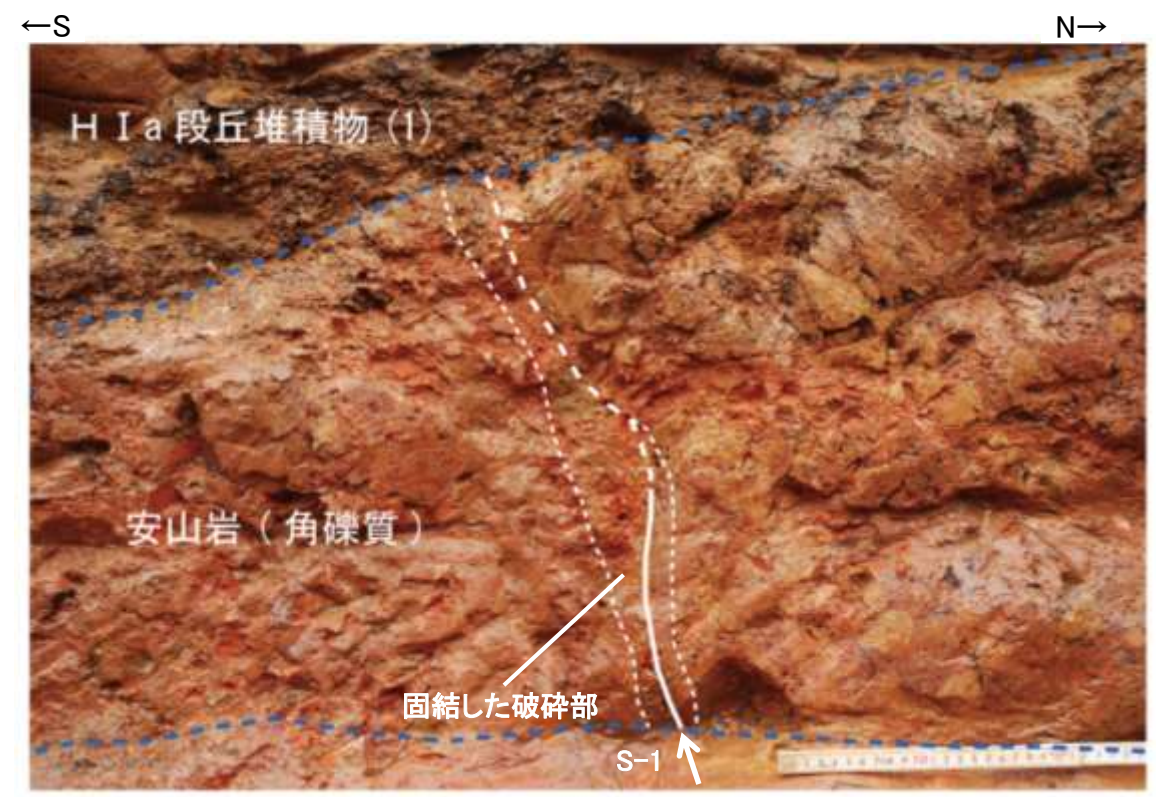
S-1 駐車場南東方トレンチ

【西壁面 断層上部拡大写真】

岩盤上面拡大写真



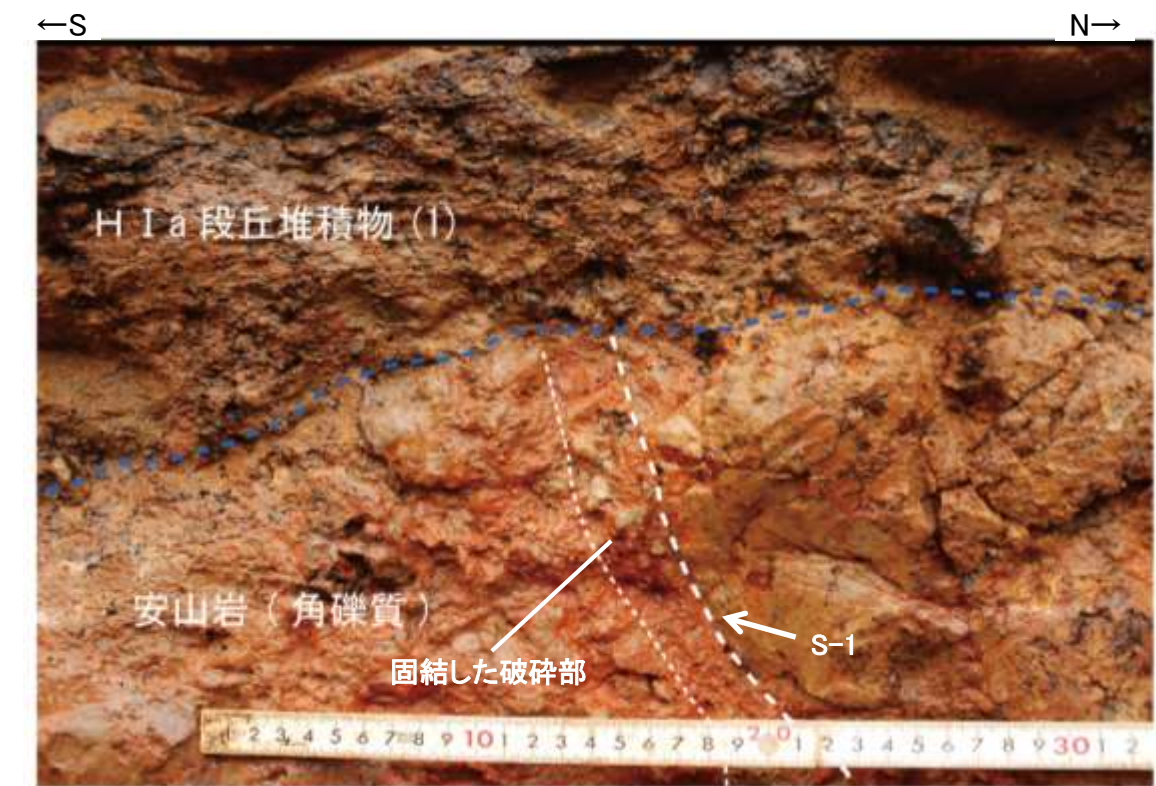
拡大写真(2022年4月撮影)



拡大写真(S-1等を加筆)



岩盤上面拡大写真(2022年4月撮影)



岩盤上面拡大写真(S-1等を加筆)

・S-1の主せん断面は、固結した破碎部を伴いながら、岩盤上面まで達しており、岩盤直上のH I a段丘堆積物(1)に変位・変形を与えていない。

S-1 駐車場南東方トレンチ

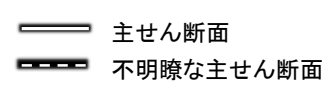
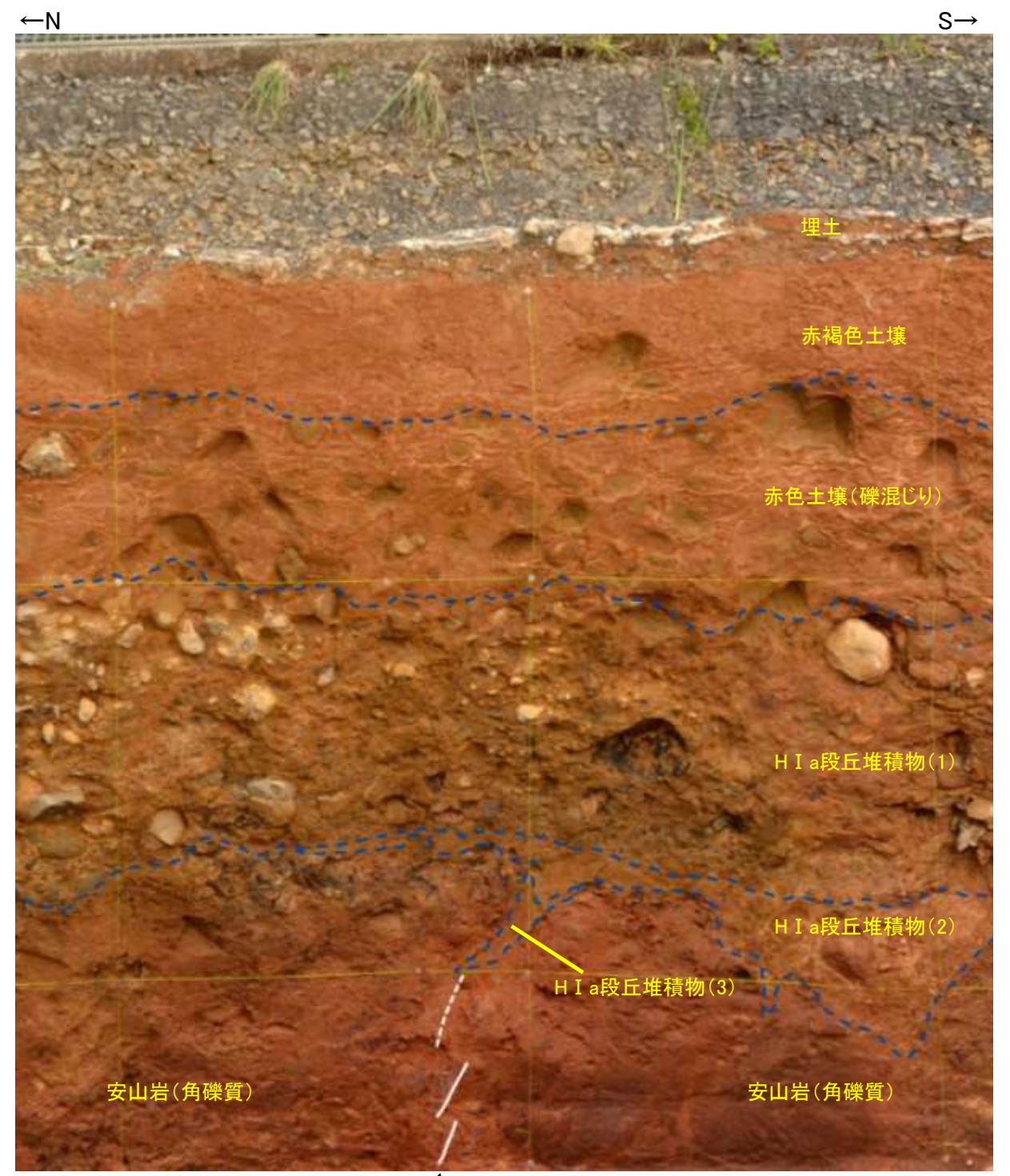
【東壁面拡大写真】



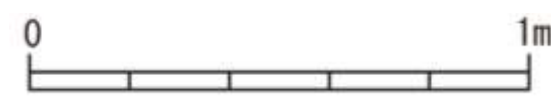
次頁拡大写真



東壁面拡大写真(2013年撮影)



S-1

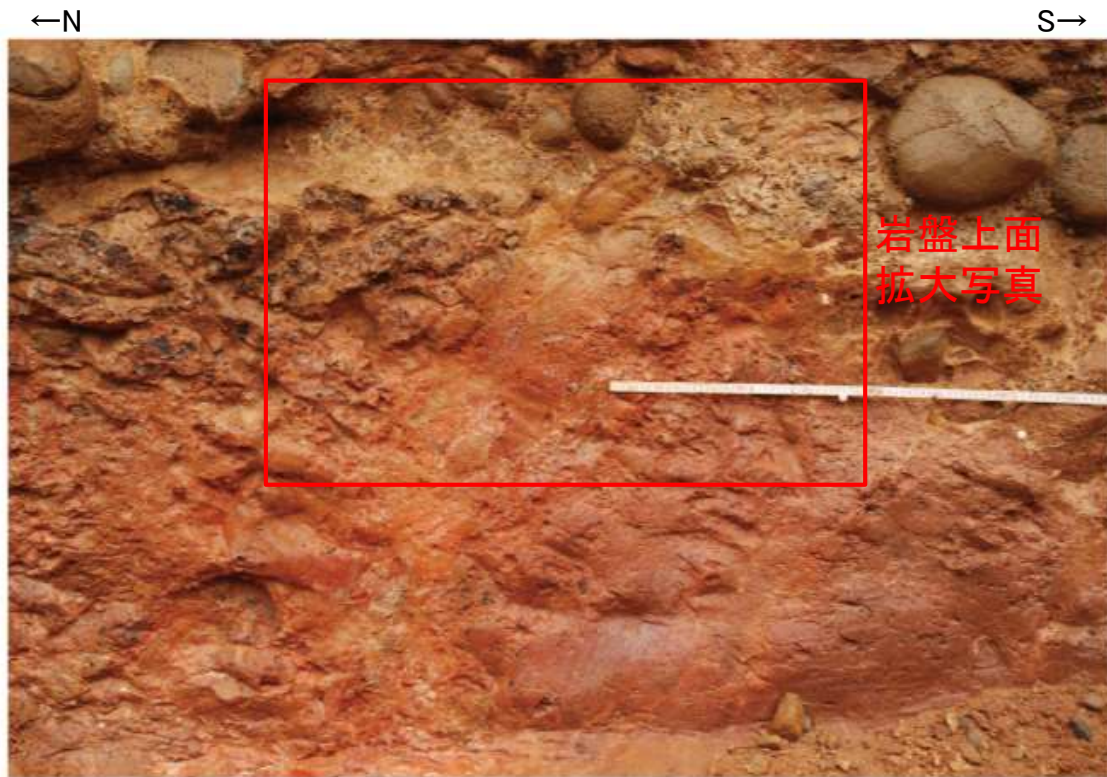


東壁面拡大写真(S-1等を加筆)

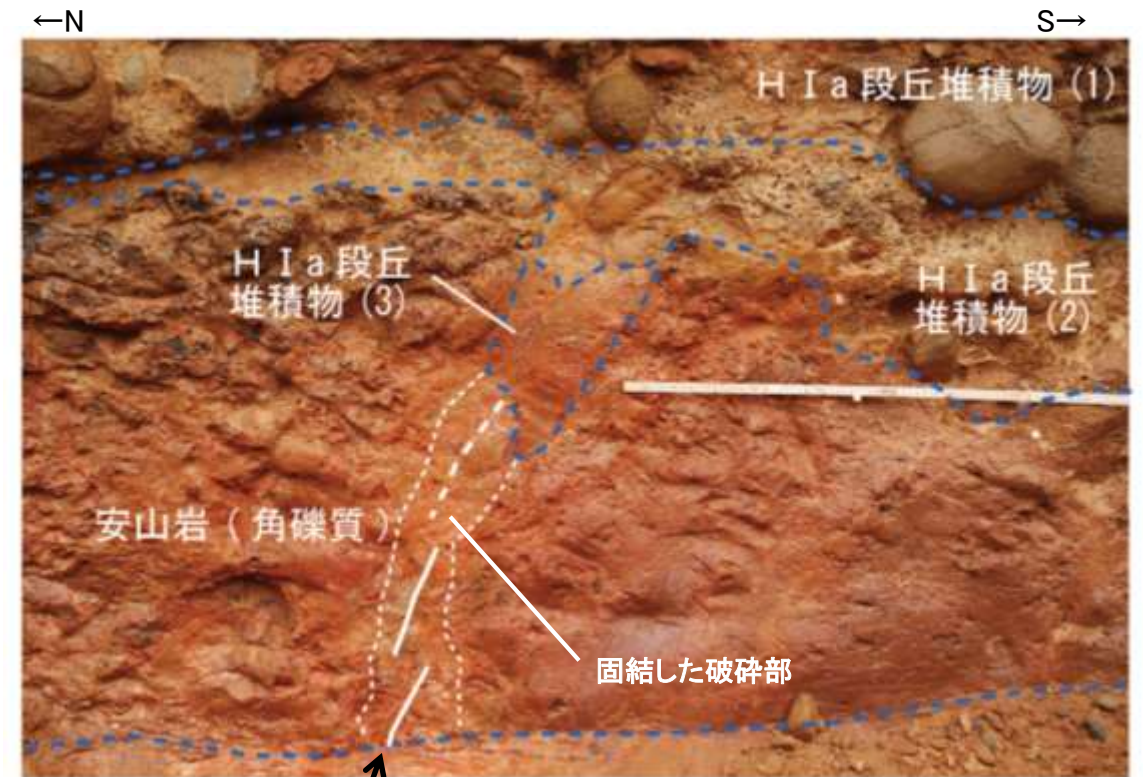
・S-1は上位のHI a段丘堆積物(1)(2)に変位・変形を与えていない。

S-1 駐車場南東方トレンチ

【東壁面 断層上部拡大写真】



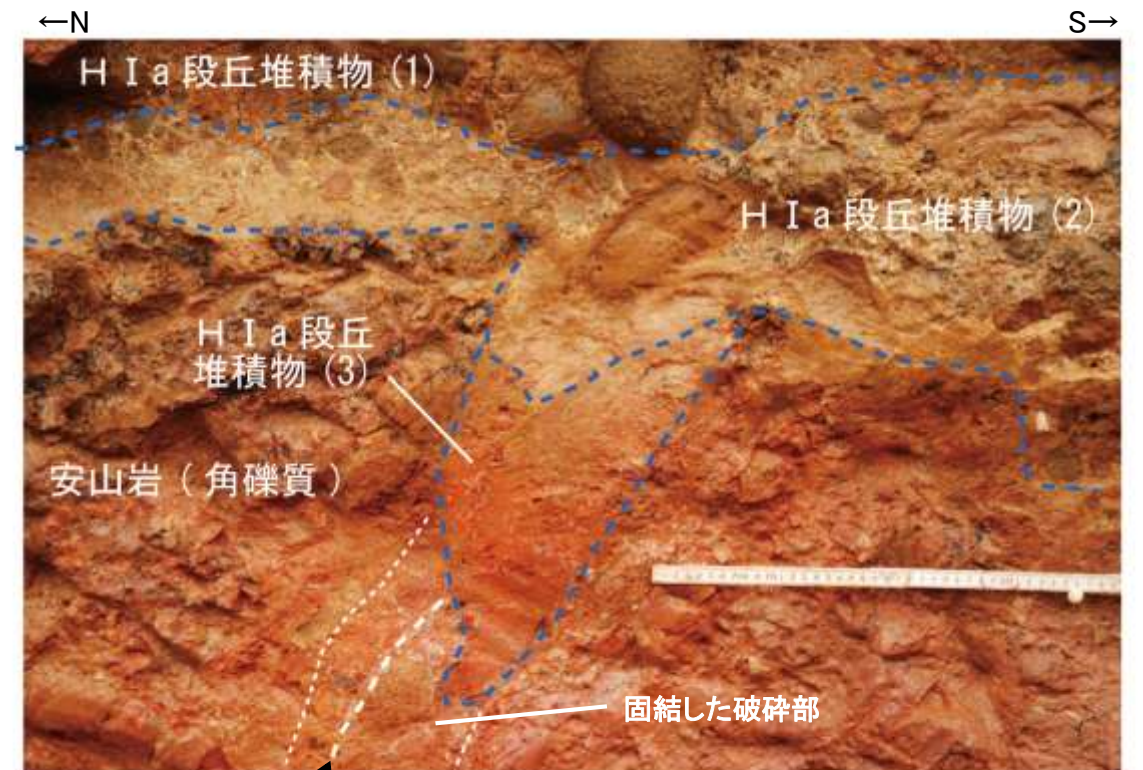
拡大写真(2022年4月撮影)



拡大写真(S-1等を加筆)



岩盤上面拡大写真(2022年4月撮影)



岩盤上面拡大写真(S-1等を加筆)

・S-1の主せん断面は、固結した破碎部を伴いながら、岩盤上面まで達しており、上位のH I a段丘堆積物(1)(2)に変位・変形を与えていない。

・S-1付近でウェッジ状に分布するH I a段丘堆積物(3)の粒子配列に関する調査結果については、[補足資料5.4-1\(1\)-2](#)

5.4.2 鉍物脈法による活動性評価(S-1)

5.4.2 鉱物脈法による活動性評価(S-1) — 評価地点 —

■ 鉱物脈法による評価地点

- 2地点(H-6.7孔, H-6.6-1孔)において, S-1の最新ゾーンに少なくとも後期更新世以降に生成したものではないと評価した変質鉱物であるI/S混合層が認められたことから, 断層活動(最新面)と変質鉱物との関係による評価を行った。
- M-12.5”孔において, S-1の最新ゾーンに少なくとも後期更新世以降に形成したものではないと評価した碎屑岩脈が認められたことから, 断層活動(最新面)と碎屑岩脈との関係による評価を行った。
- 有識者会合時の評価データ(1号原子炉建屋底盤(露頭観察)及び岩盤調査坑(露頭, 研磨面, 薄片)), 有識者会合以降の評価データ(No.25切羽(薄片観察), H-6.5-2孔, K-10.3SW孔, 岩盤調査坑No.9孔(SEM観察))も用いて, 評価を行った。

○ 鉱物脈法に関する調査箇所
(断層の後期更新世以降の活動を否定するにあたり, 鉱物脈の年代及び断層による変位・変形がないことが明確に確認できるデータを着色)

評価地点	記載頁
H-6.7孔 (深度35.10m,EL-19.01m)	P.5-79~5-92 補足資料5.4-2(1)-1
H-6.6-1孔 (深度57.25m,EL-37.95m)	P.5-93~5-95 補足資料5.4-2(1)-2
M-12.5”孔 (深度49.96m,EL-21.66m)	P.5-96~5-98 補足資料5.4-2(1)-3
1号原子炉建屋底盤(露頭観察) (EL-7.1m)	参考資料5.4-2(2)-1
岩盤調査坑(露頭, 研磨面, 薄片) (EL-18m)	参考資料5.4-2(2)-2
岩盤調査坑No.25切羽(薄片観察) (EL-17.60m※)	参考資料5.4-2(1)-1
H-6.5-2孔 (深度70.70m,EL-49.50m)	参考資料5.4-2(1)-2
K-10.3SW孔 (深度27.81m,EL-6.17m)	参考資料5.4-2(1)-3
岩盤調査坑No.9孔(SEM観察) (深度0.20m,EL-18.38m)	参考資料5.4-2(3)

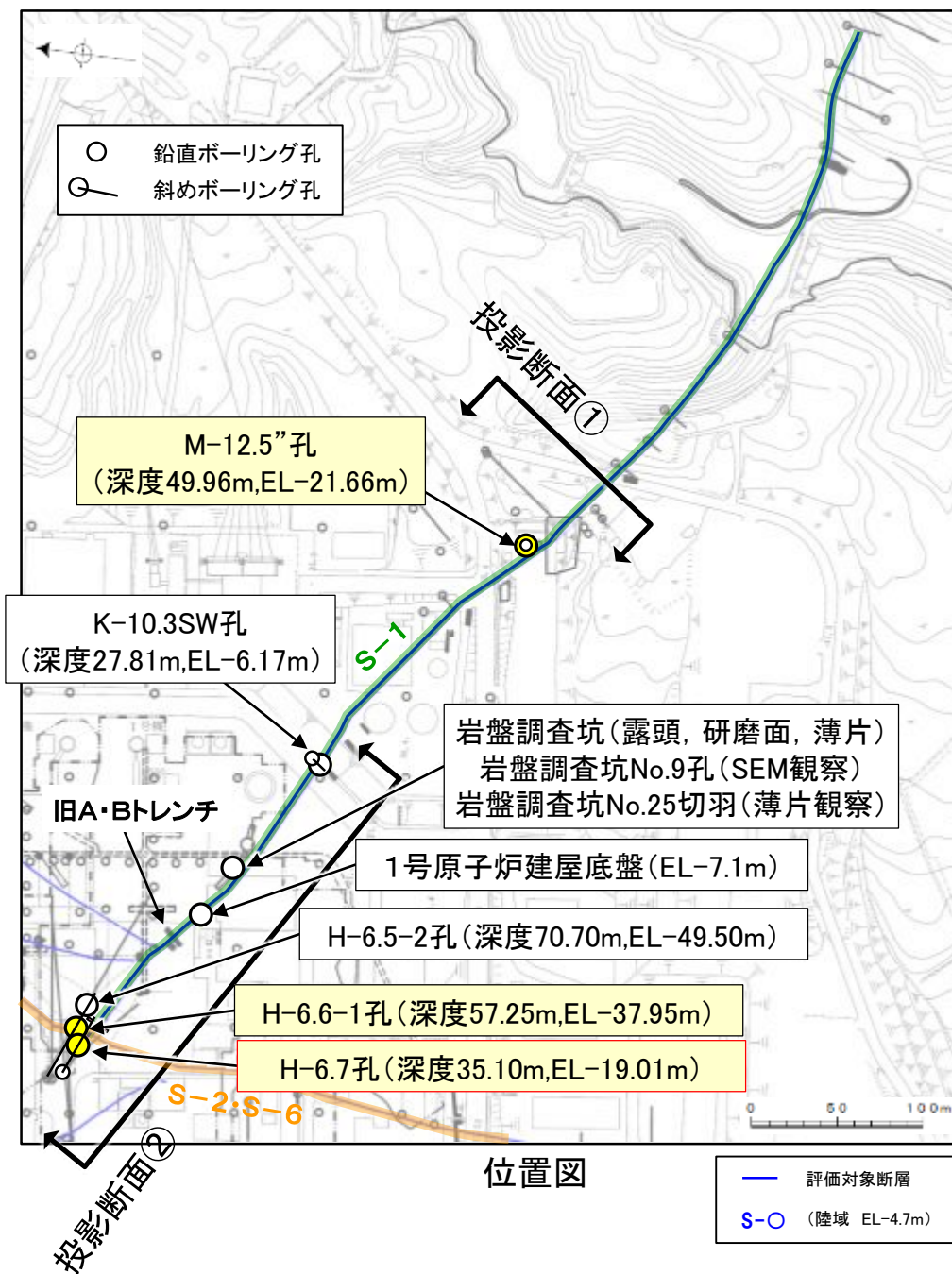
※: 試料採取位置(補足資料5.3-2(1) P.5.3-2-12, 13)の標高に修正

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

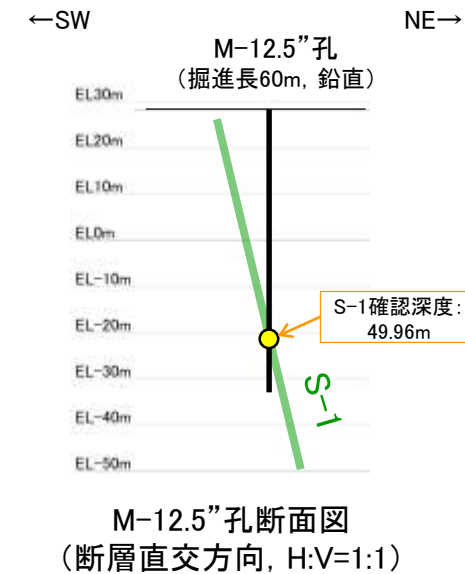
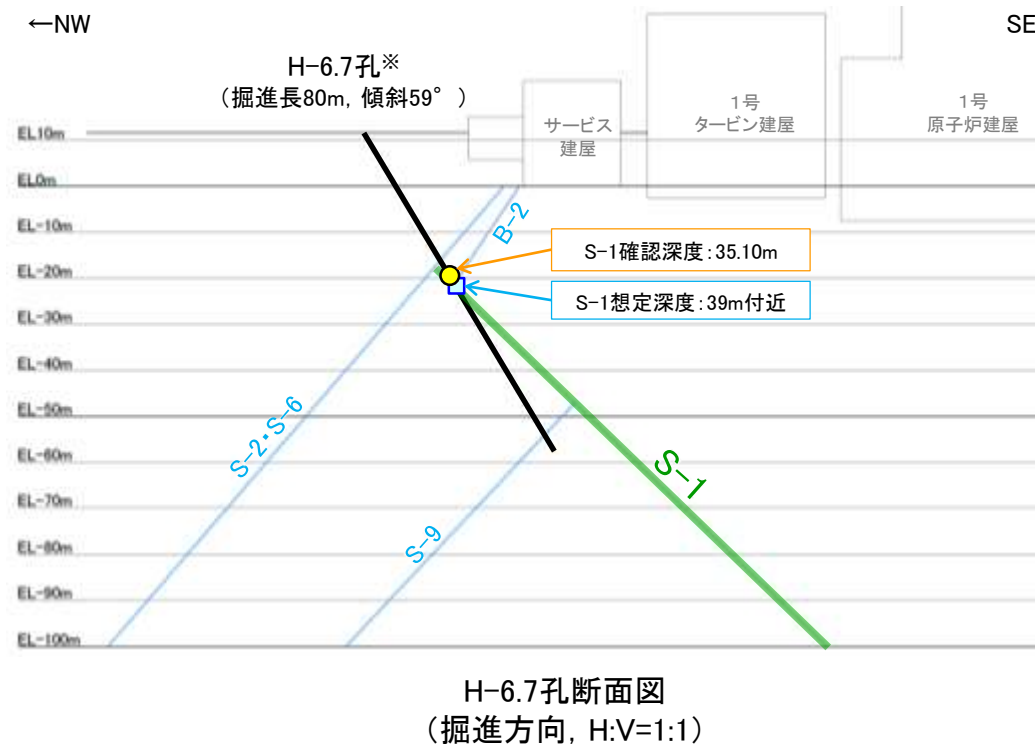
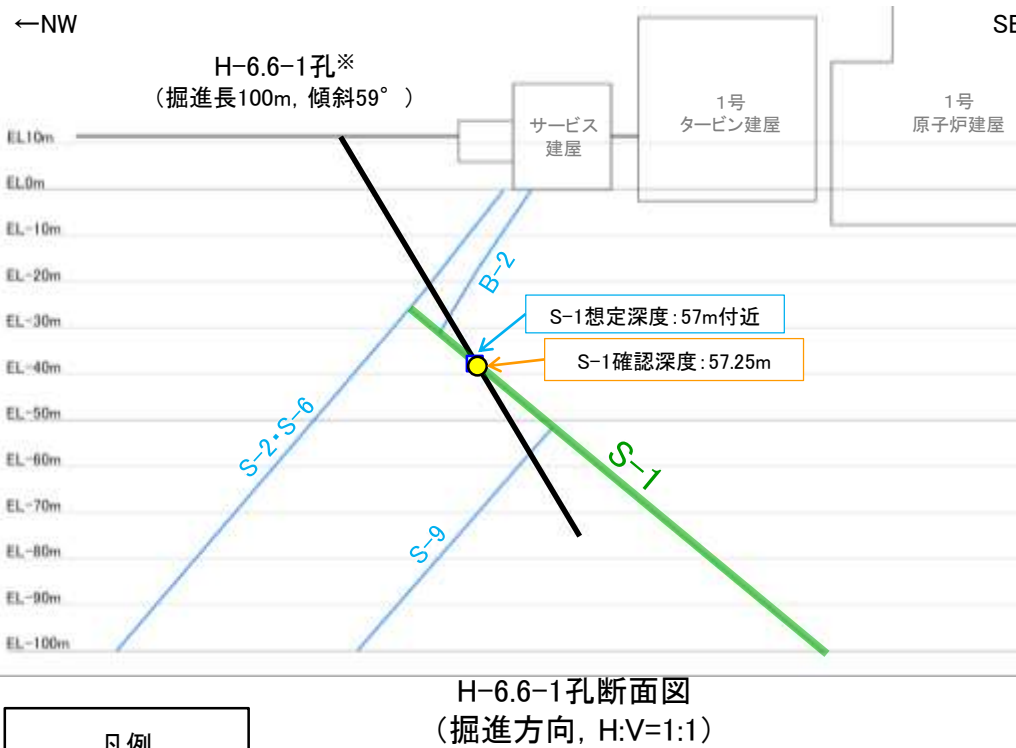
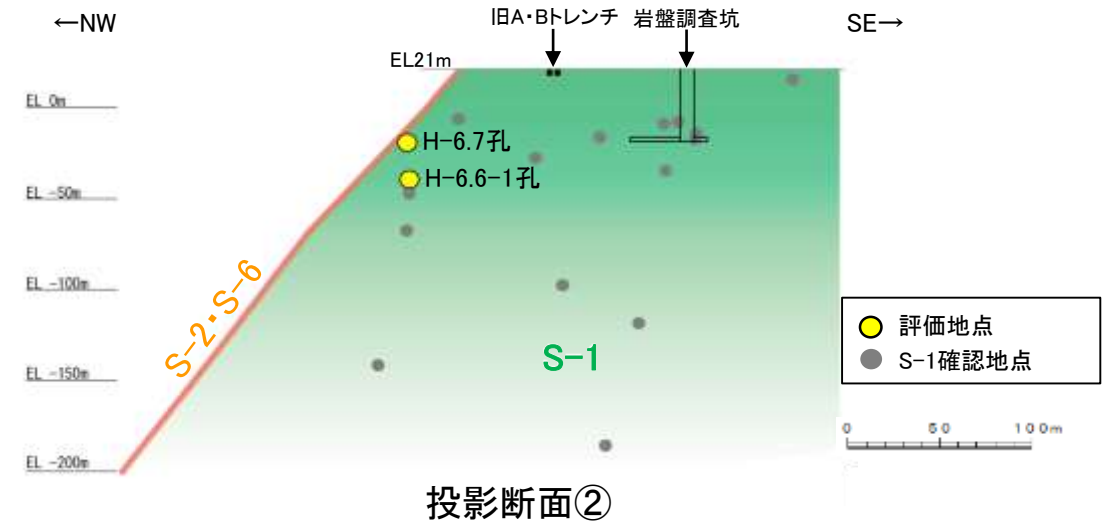
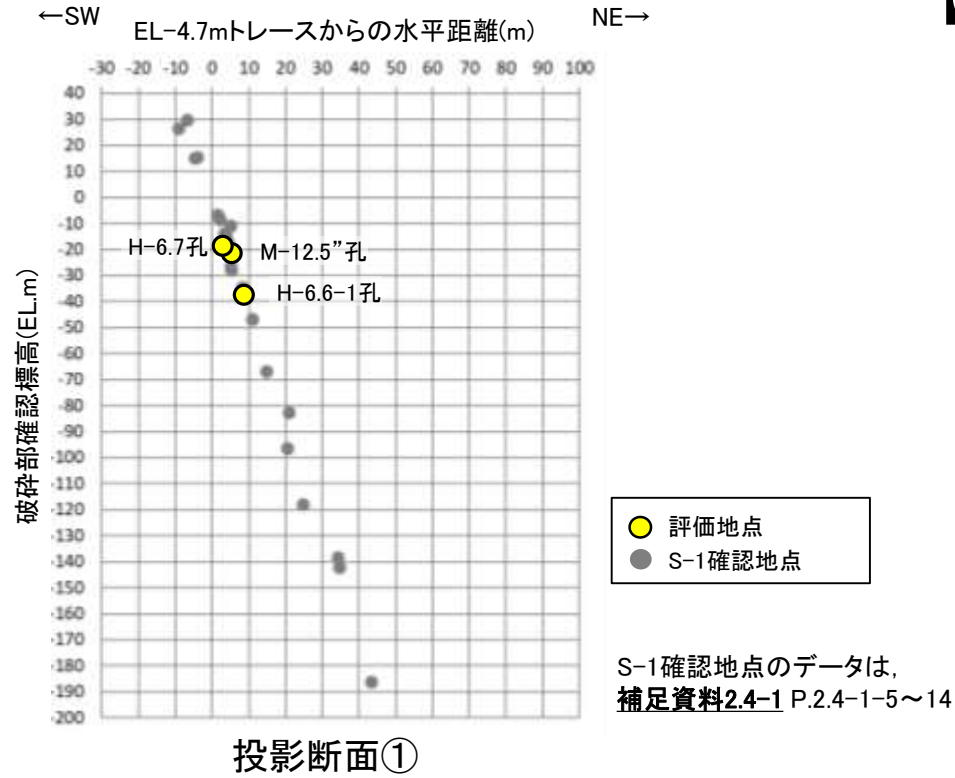
黄色網掛け: 鉱物脈法による評価において, S-1の中で最新面と鉱物脈との切り合い関係が最も明確であると評価したデータ

青字: 有識者会合時の評価データ

紫字: 第1073回審査会合以降の変更箇所



【断面図】



凡例
● 評価地点
□ S-1想定位置

これらの図の断層線は、周辺の露頭やボーリングでの出現位置を基に描いている。

※鉬物脈法による評価のために実施したボーリング

H-6.6-1孔, H-6.7孔, K-10.3SW孔, H-6.5-2孔のS-1想定深度付近のコア写真は、補足資料5.3-3(3)
M-12.5"孔のボーリング柱状図, コア写真, BHTVは、データ集1, 2, 3

・S-1確認地点の投影断面図及び鉬物脈法による評価を行ったボーリング孔(H-6.7孔, H-6.6-1孔, M-12.5"孔)の断面図を示す。

5.4.2 S-1 (1) H-6.7孔 — 評価結果 —

【最新面の認定】

○H-6.7孔の深度35.10m付近で認められるS-1において、巨視的観察及び微視的観察を実施し、最新ゾーンの上盤側及び下盤側の境界にそれぞれ最新面1、最新面2を認定した(P.5-80~5-83, 5-88, 5-89)。

【鉱物の同定】

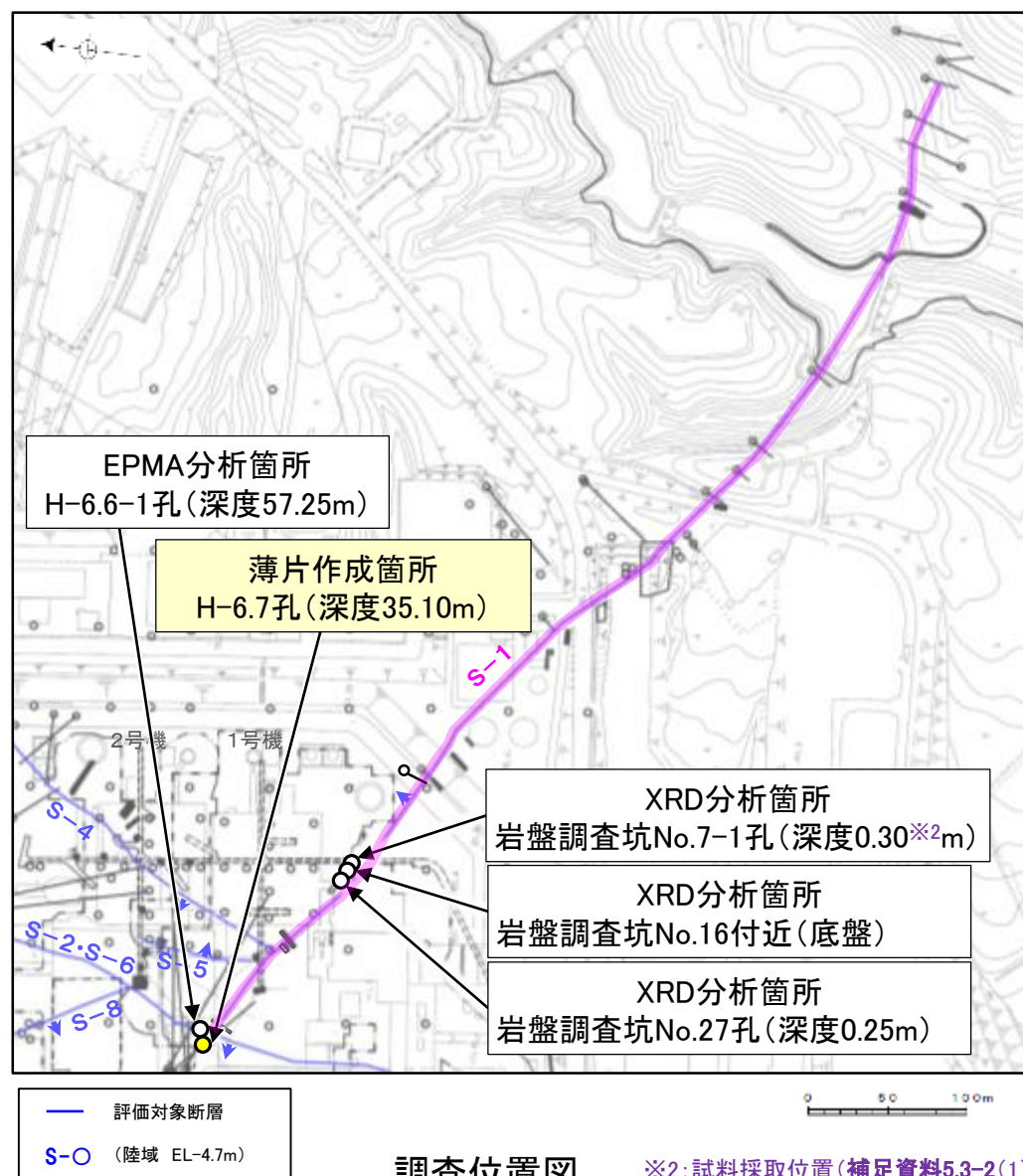
○微視的観察により確認した粘土鉱物は、EPMA分析(定量)による化学組成の検討結果及びXRD分析(粘土分濃集)による結晶構造判定結果から、I/S混合層であると判断した(P.5-84, **補足資料5.4-2(1)-2 P.5.4-2-20**)。

【変質鉱物の分布と最新面との関係】

○EPMA分析(マッピング)や薄片観察により、粘土鉱物(I/S混合層)の分布範囲を確認した結果、粘土鉱物(I/S混合層)は最新ゾーン及びその周辺に分布している(P.5-85, 5-90, **補足資料5.4-2(1)-2 P.5.4-2-21, 22**)。

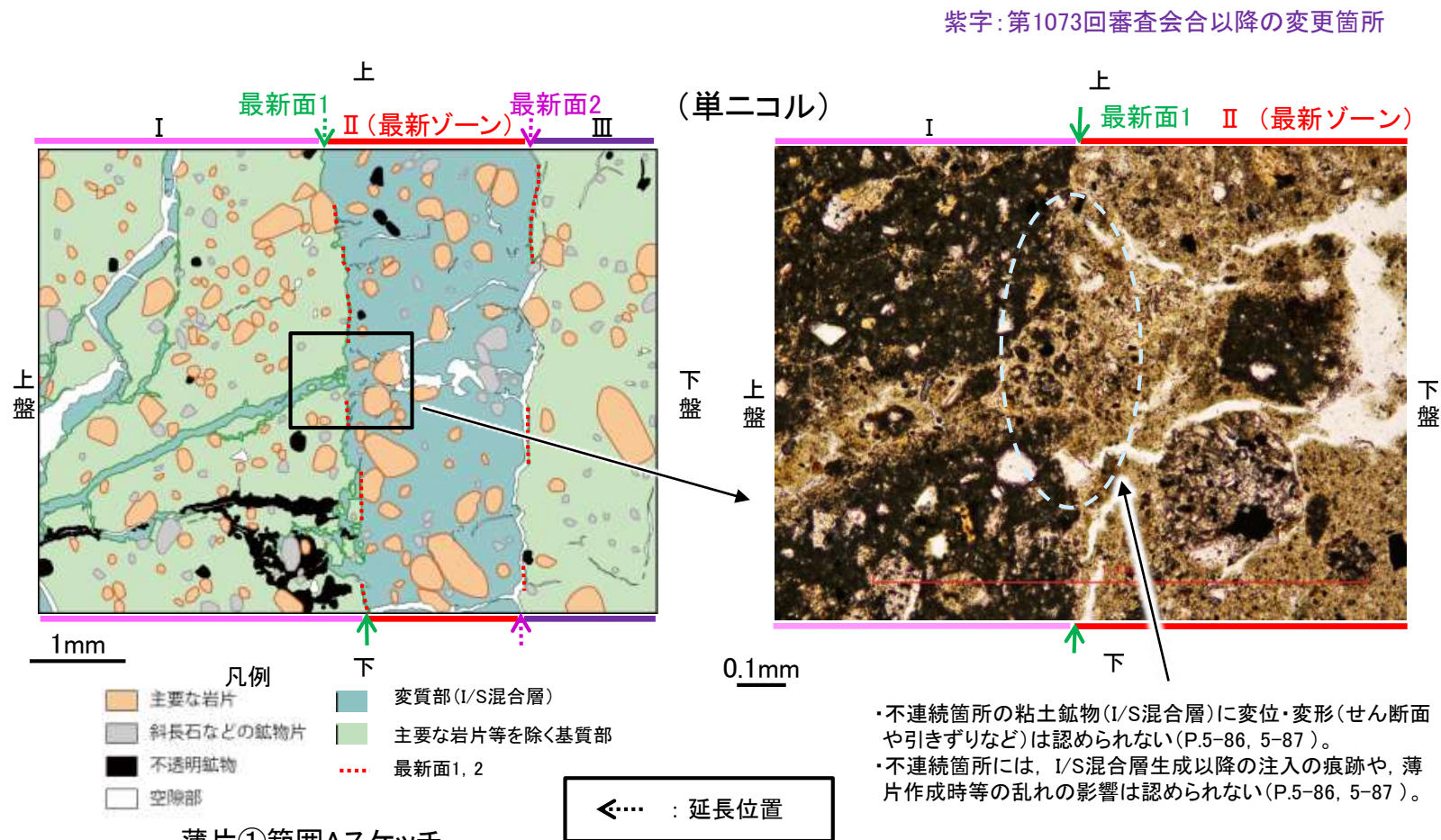
○薄片①の範囲A及び薄片②の範囲A, Bにおいて、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面1, 2を横断して分布し、最新面1, 2が不連続になっており、不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められない※1(P.5-86, 5-87, 5-91, 5-92, **補足資料5.4-2(1)-1 P.5.4-2-9, 10**)。

○以上のことを踏まえると、S-1の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。



調査位置図

※2: 試料採取位置(補足資料5.3-2(1) P.5.3-2-7)の深度に修正



紫字: 第1073回審査会合以降の変更箇所

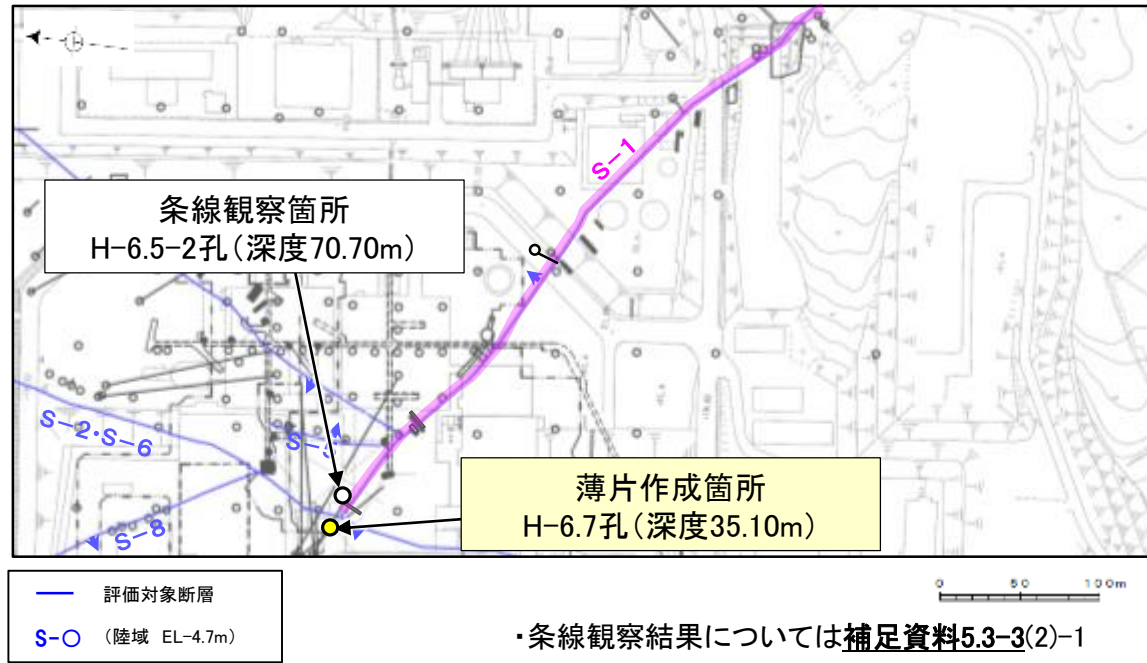
・不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形(せん断面や引きずりなど)は認められない(P.5-86, 5-87)。
・不連続箇所には、I/S混合層生成以降の注入の痕跡や、薄片作成時等の乱れの影響は認められない(P.5-86, 5-87)。

※1: 薄片①の範囲Bについては、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面2付近に分布し、最新面2が不連続になるものの、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面2を明瞭に横断しておらず、最新面2と粘土鉱物(I/S混合層)との切り合い関係が不明確である(補足資料5.4-2(1)-1 P.5.4-2-6)。

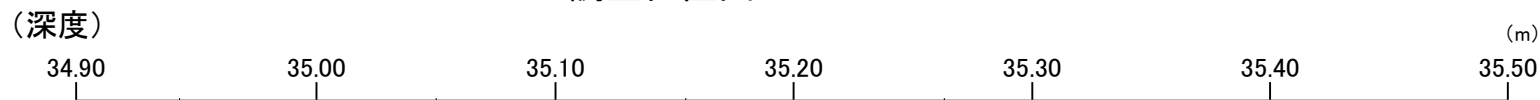
5.4.2 S-1 (1) H-6.7孔 —最新面の認定(巨視的観察)—

○H-6.7孔の深度35.10m付近で認められるS-1において、巨視的観察(ボーリングコア観察, CT画像観察)を実施し、最も直線性・連続性がよい断層面を主せん断面として抽出した。

○隣接孔(H-6.5-2孔)の主せん断面における条線観察の結果、66° Rの条線方向が確認されたことから、H-6.7孔において、66° Rで薄片を2枚作成した(ブロック写真)。



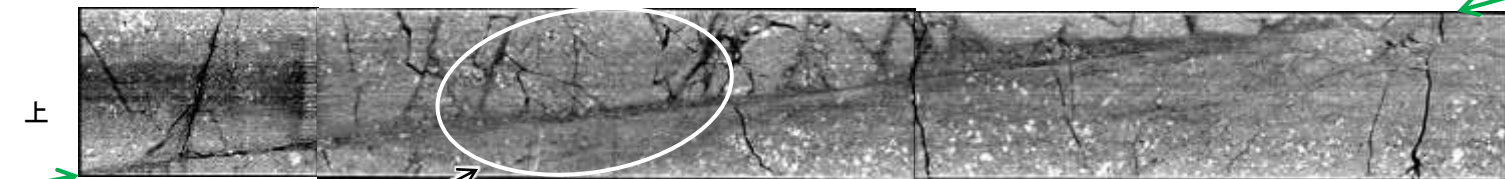
調査位置図



走向傾斜:N58° W/75° NE 主せん断面



ボーリングコア写真(H-6.7孔)



CT画像(H-6.7孔)



※図示した箇所で薄片①を作成し、そこから3mm程度
削り込んだ位置で薄片②を作成した

ブロック写真

5.4.2 S-1 (1) H-6.7孔① —最新面の認定(微視的観察)—

- 薄片①で実施した微視的観察(薄片観察)の結果, 色調や礫径などから, 上盤側よりⅠ～Ⅲに分帯した。
- そのうち, 最も細粒化している分帯Ⅱを最新ゾーンとして抽出した。
- 最新ゾーンと分帯Ⅰとの境界に, 面1(緑矢印)が認められる。面1は全体的に不明瞭だが, 最新ゾーンの中では比較的連続性がよい面である。
- 最新ゾーンと分帯Ⅲとの境界に, 面2(紫矢印)が認められる。面2は全体的に不明瞭だが, 最新ゾーンの中では比較的連続性がよい面である。
- 最新ゾーン中に認められるY面は面1, 面2のみであり, 面1, 面2は同程度の直線性・連続性を有することから, 面1を最新面1, 面2を最新面2とし, それぞれについて変質鉱物との関係を確認する。

【解釈線なし】

分帯とコア観察における破碎部区分との対応

- ・分帯Ⅱ(最新ゾーン)・・・粘土状破碎部
- ・分帯Ⅰ, 分帯Ⅲ・・・固結した破碎部

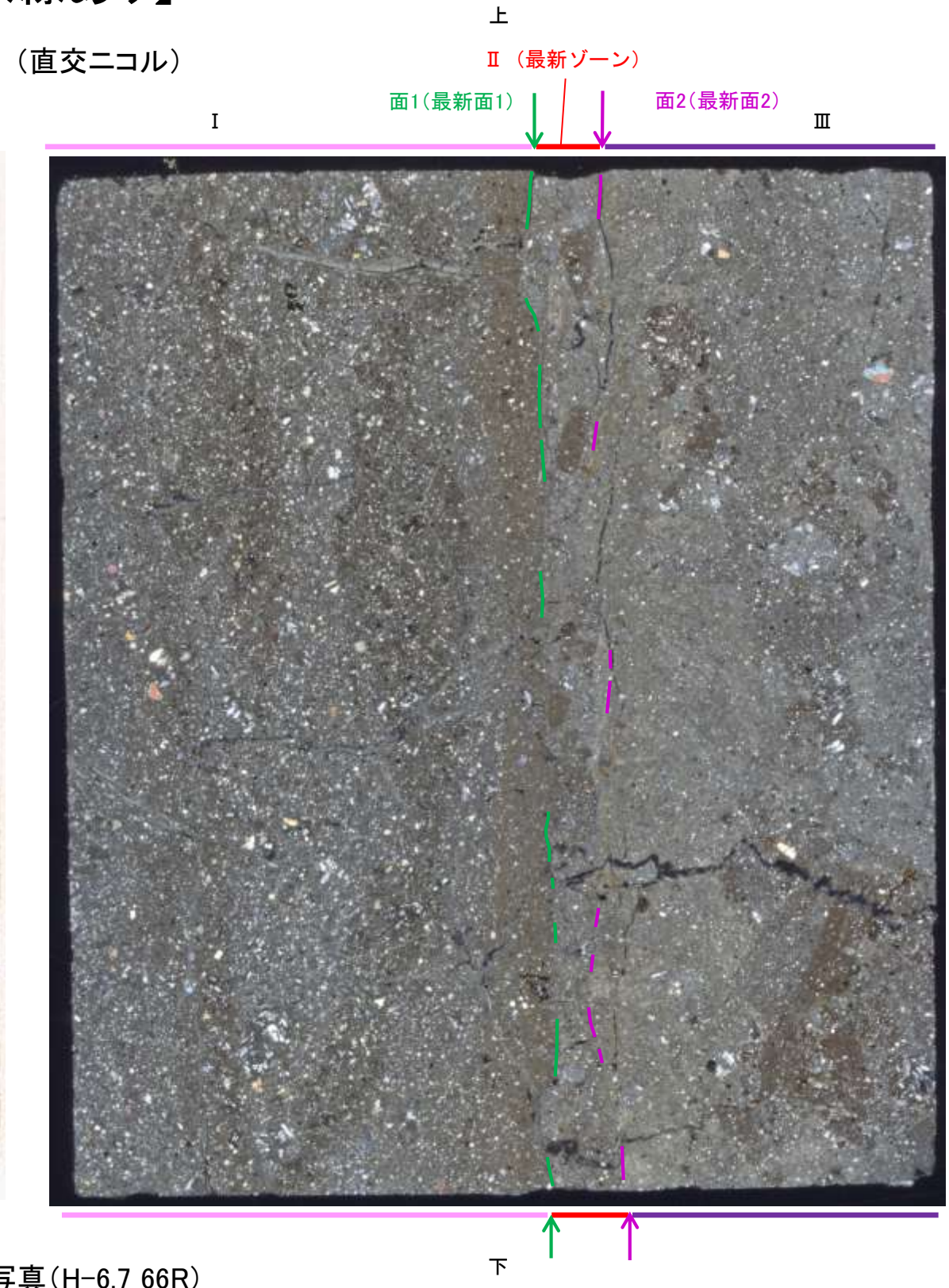
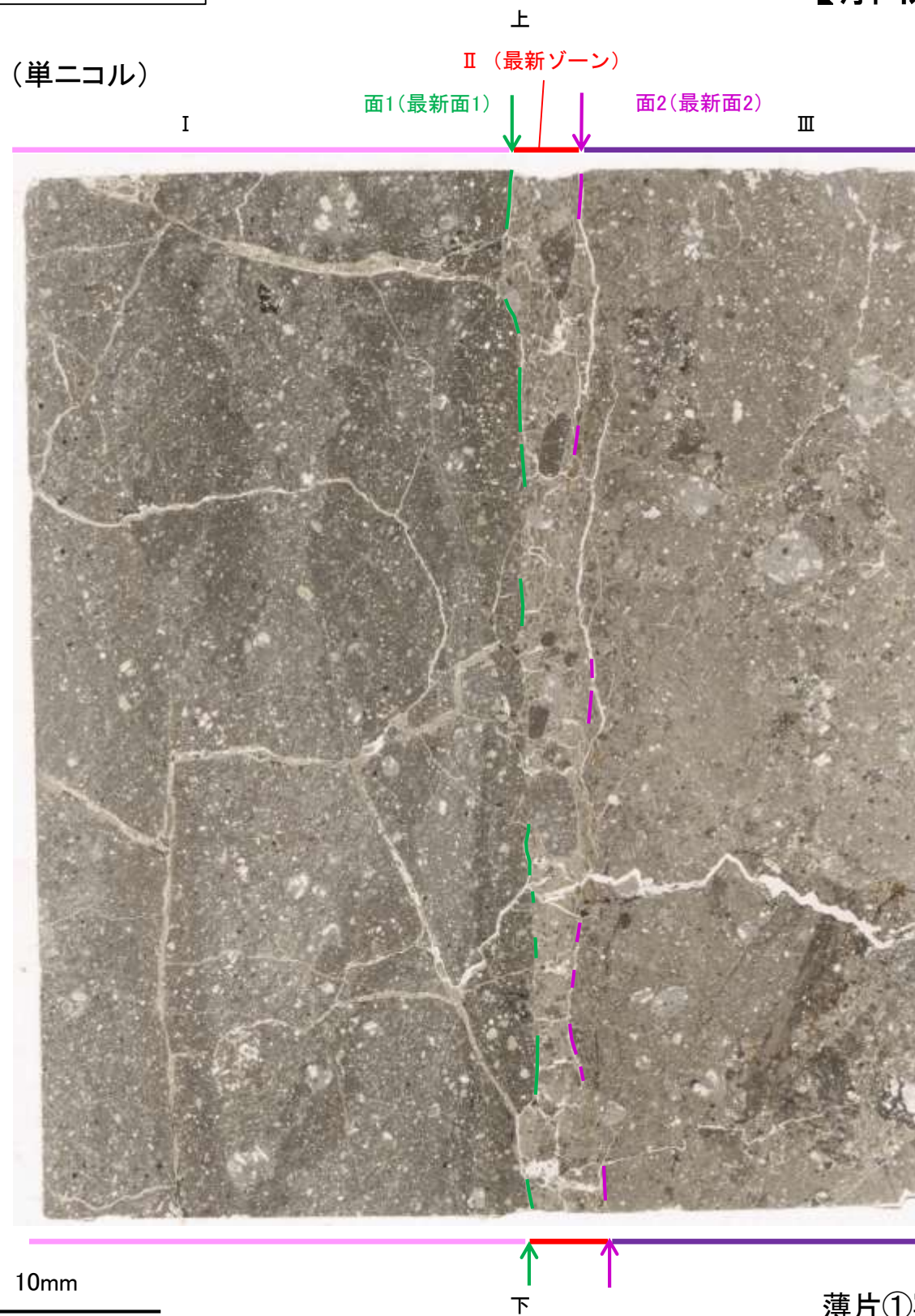


- Ⅰ : 単ニコルで褐灰～暗褐灰色, 直交ニコルで暗灰色の干渉色を呈する凝灰岩からなる。径4mm以下の岩片や鉱物片が細粒な基質中に含まれている。岩片, 鉱物片は亜角～亜円形である。割れ目に粘土鉱物が生成している。
- Ⅱ (最新ゾーン) : 単ニコルで褐灰色, 直交ニコルで黄～灰色の干渉色を呈する, 粘土鉱物を含む細粒物からなる。径4mm以下の岩片や鉱物片が細粒な基質中に含まれる。岩片, 鉱物片は角～亜円形である。基質中や岩片の縁辺部に粘土鉱物が生成している。
- Ⅲ : 単ニコルで褐灰色, 直交ニコルで黄～灰色の干渉色を呈する凝灰岩からなる。径4mm以下の岩片や鉱物片が細粒な基質中に含まれており, 径13mmの岩片も含まれる。岩片, 鉱物片は角～亜円形である。基質中や岩片の縁辺部に粘土鉱物が生成している。

薄片①写真(H-6.7_66R)

S-1_H-6.7孔①

【解釈線あり】

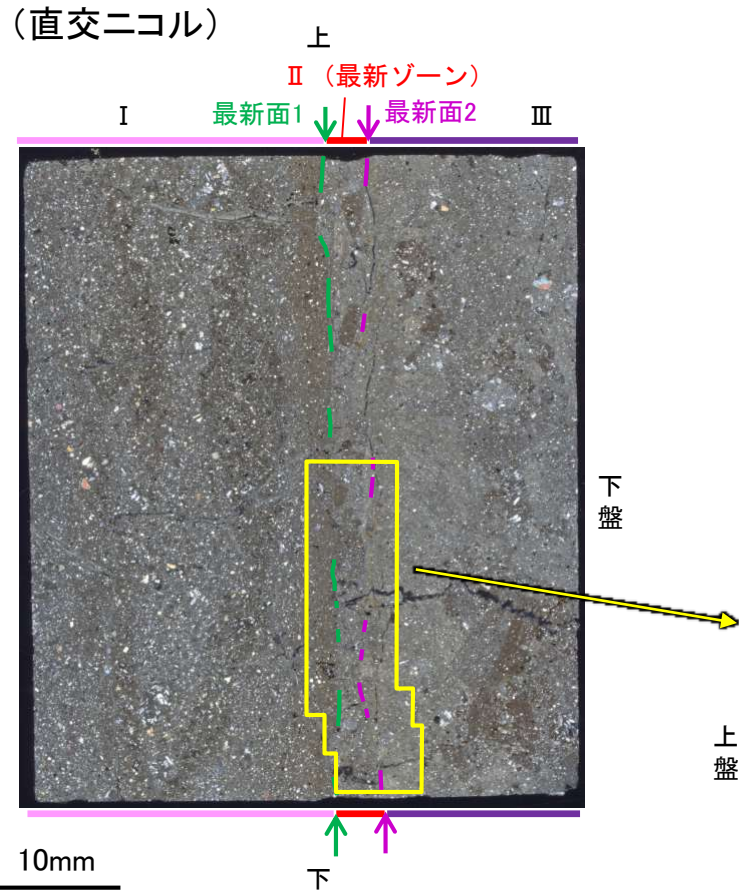


薄片①写真(H-6.7_66R)

- ・最新ゾーンと分帯 I との境界に、面1(緑矢印)が認められる。面1は全体的に不明瞭だが、最新ゾーンの中では比較的連続性がよい面である。
- ・最新ゾーンと分帯 III との境界に、面2(紫矢印)が認められる。面2は全体的に不明瞭だが、最新ゾーンの中では比較的連続性がよい面である。

S-1_H-6.7孔①

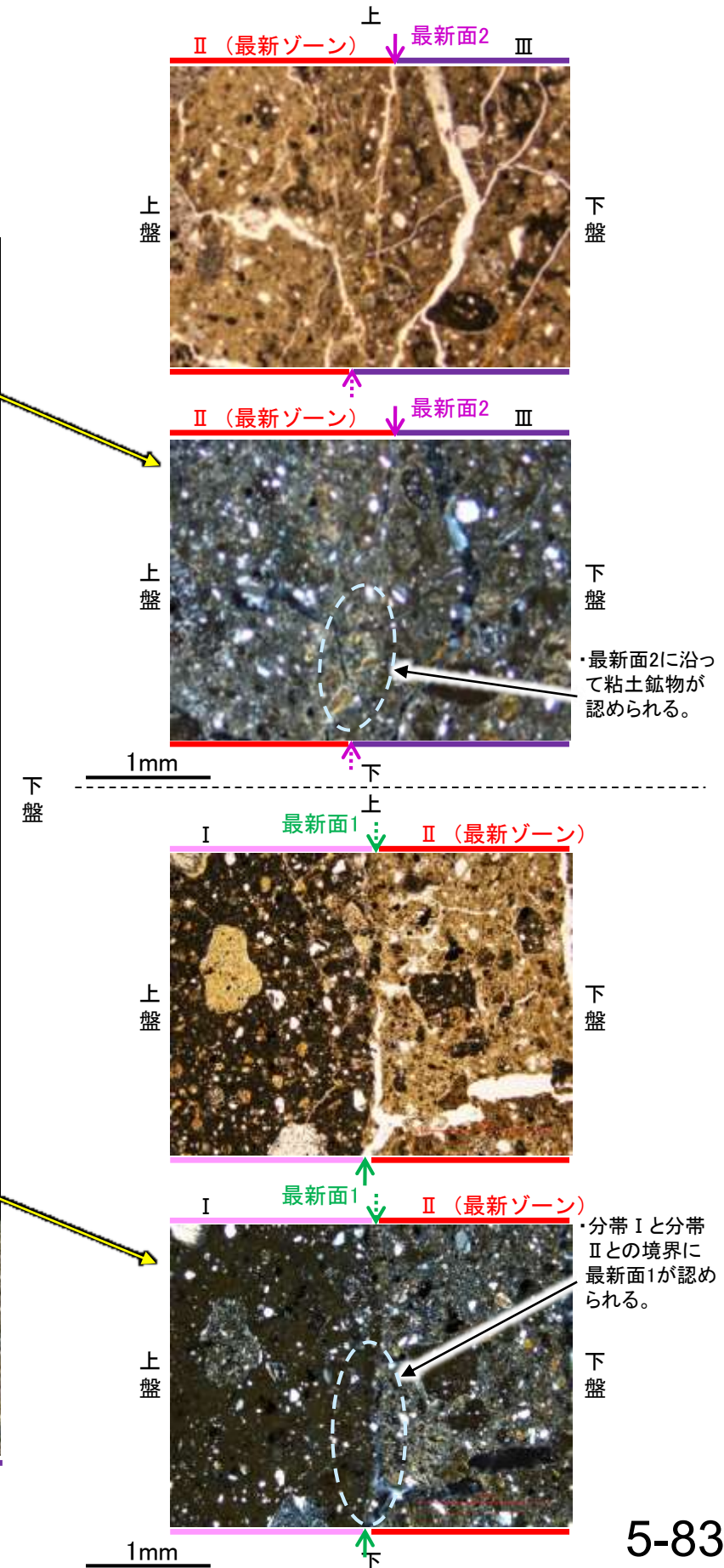
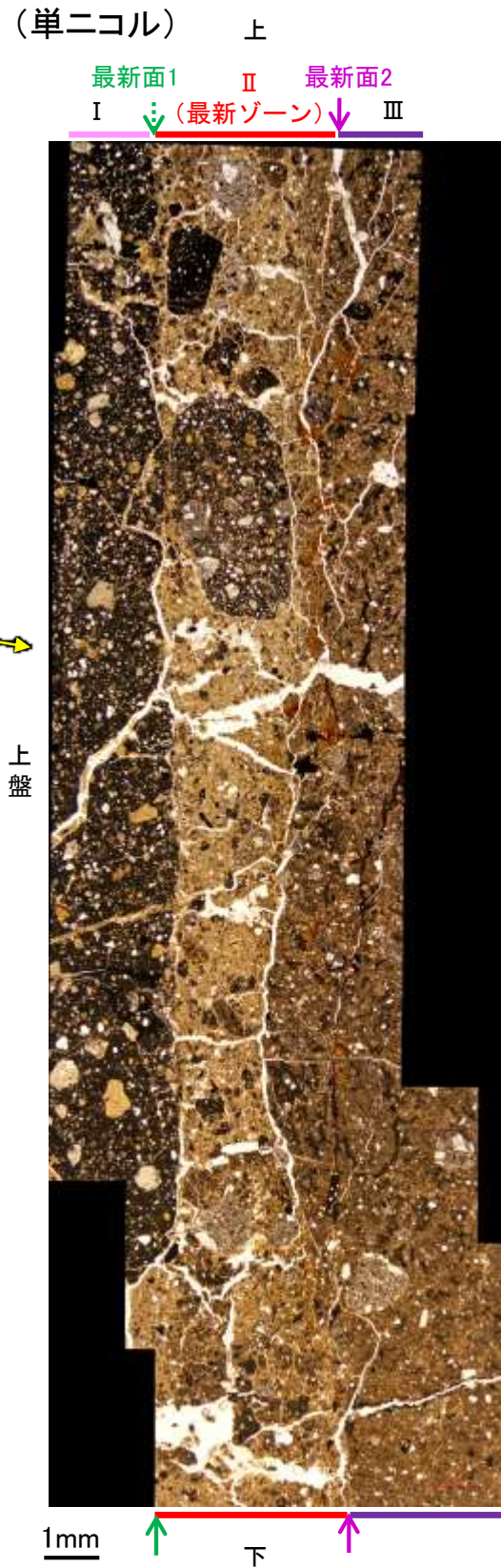
【最新面の詳細観察】



薄片①写真(H-6.7_66R)

・最新面1, 2は全体的に不明瞭だが、最新ゾーンの中では比較的連続性がよい面である。

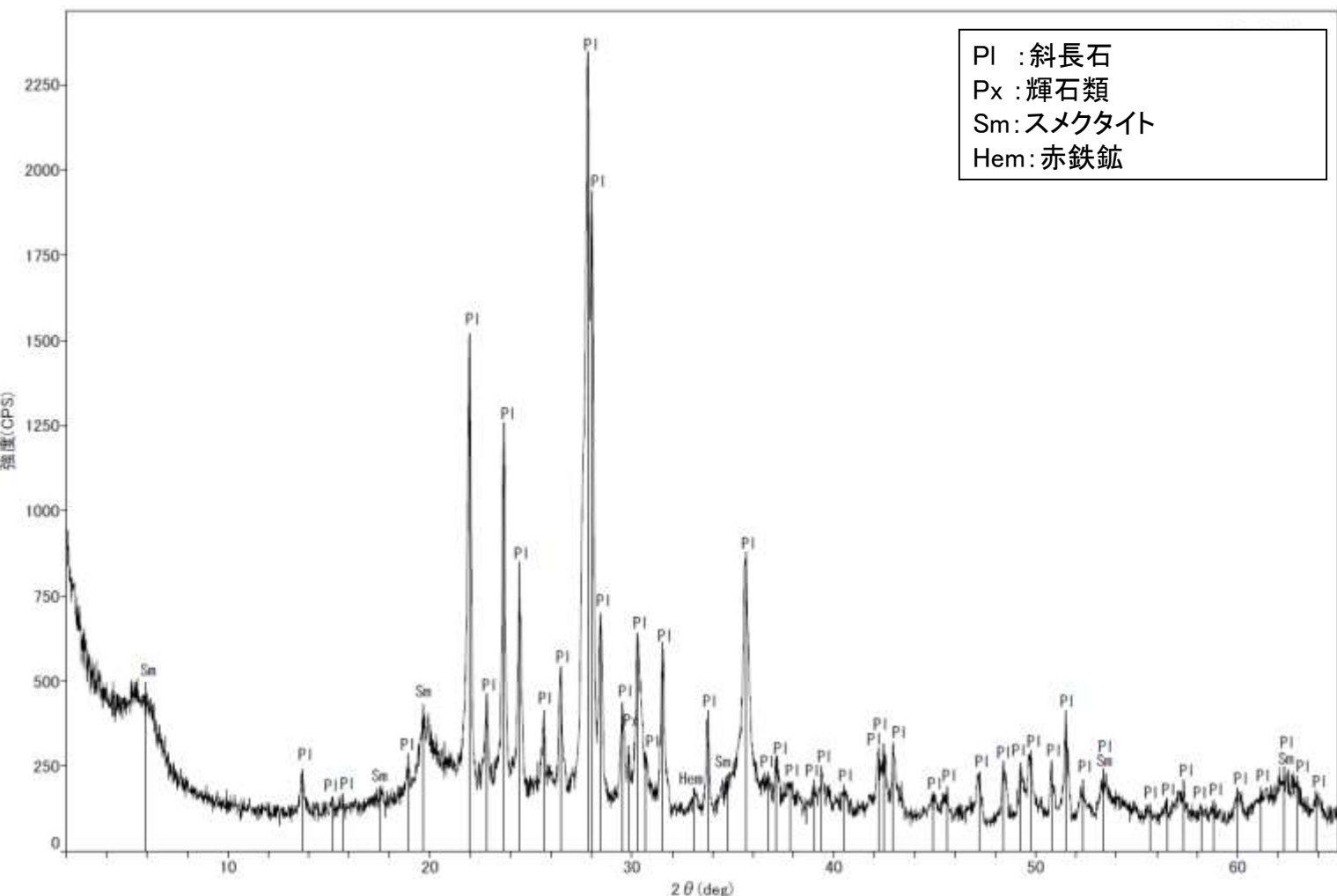
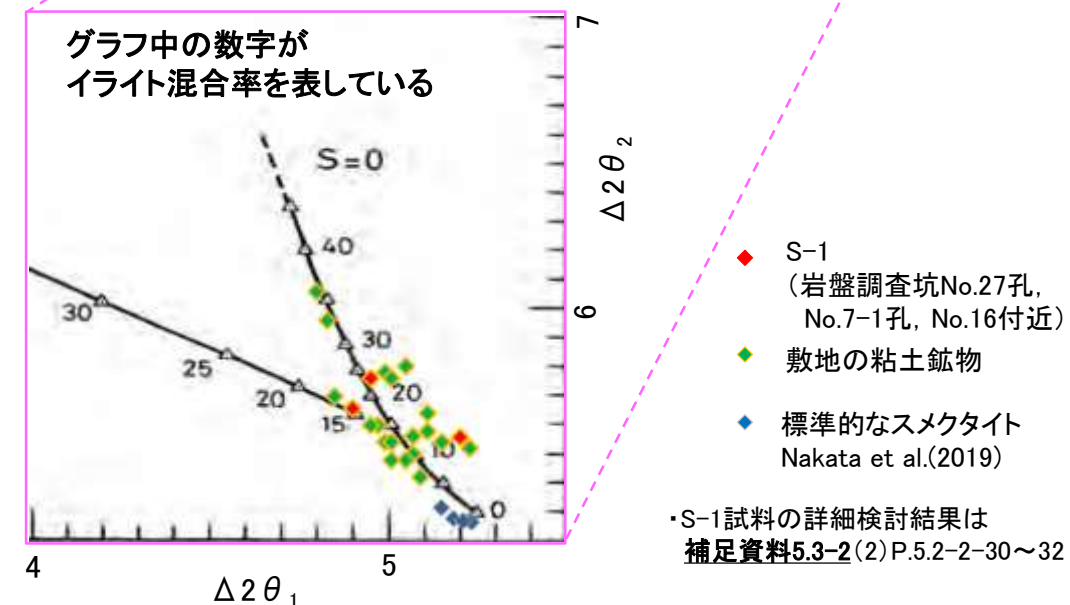
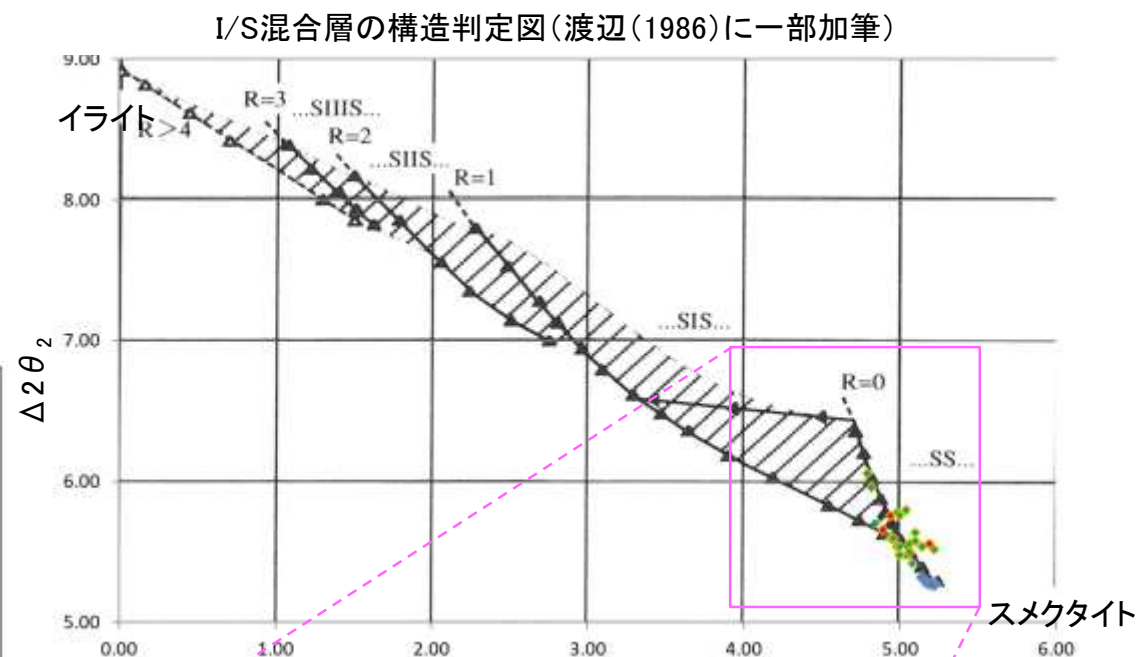
←… : 延長位置



5.4.2 S-1 (1) H-6.7孔① — 鉱物の同定(XRD分析, EPMA分析) —

- 最新ゾーン付近でXRD分析を実施した結果, 主な粘土鉱物としてスメクタイトが認められる。
- スメクタイトについて詳細な結晶構造判定を行うために, 同一断層の別孔(岩盤調査坑No.27孔, No.7-1孔, No.16付近)の破砕部においてXRD分析(粘土分濃集)を実施した結果, I/S混合層と判定した。
- また, 隣接孔(H-6.6-1孔)で実施したEPMA分析(定量)による化学組成の検討※において, 最新ゾーンやその周辺でI/S混合層を確認している。

※H-6.6-1孔で実施したEPMA分析(定量)の詳細は補足資料5.4-2(1)-2 P.5.4-2-20



回折チャート(不定方位)_H-6.7孔

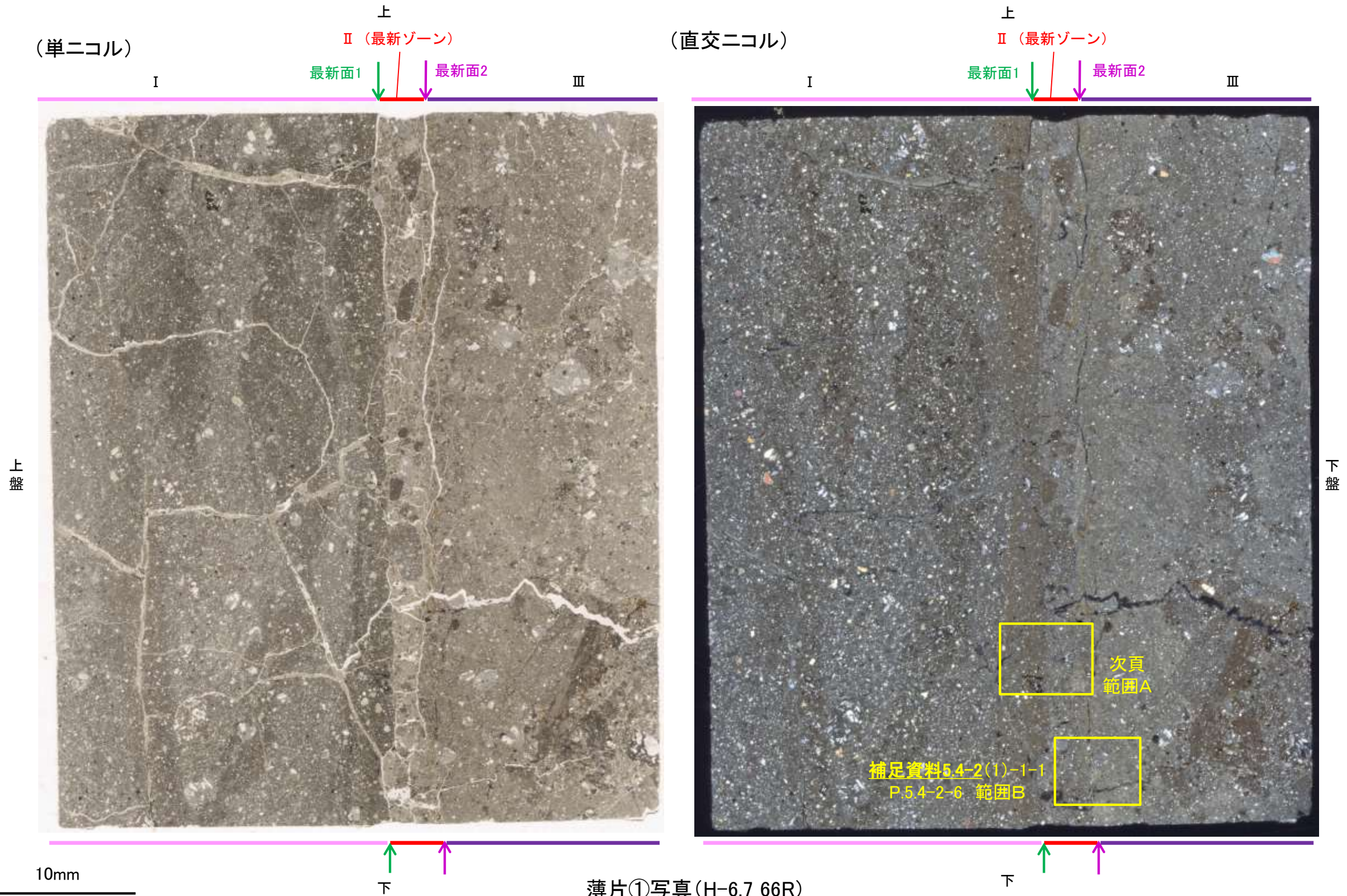
・回折チャート(定方位, EG処理)については, 補足資料5.3-3(1) P.5.3-3-9

I/S混合層の構造判定図(渡辺(1981))に一部加筆

5.4.2 S-1 (1) H-6.7孔① ー変質鉱物の分布(薄片観察)ー

- 薄片①で実施した薄片観察や、隣接孔(H-6.6-1孔)のEPMA用薄片で実施したEPMA分析(マッピング)における化学組成の観点での観察※により、粘土鉱物(I/S混合層)の分布範囲を確認した結果、粘土鉱物(I/S混合層)は最新ゾーンやその周辺に分布している。
- この粘土鉱物(I/S混合層)と最新面との関係を確認する。

※H-6.6-1孔で実施したEPMA分析(マッピング)の詳細は補足資料5.4-2(1)-2 P.5.4-2-21,22

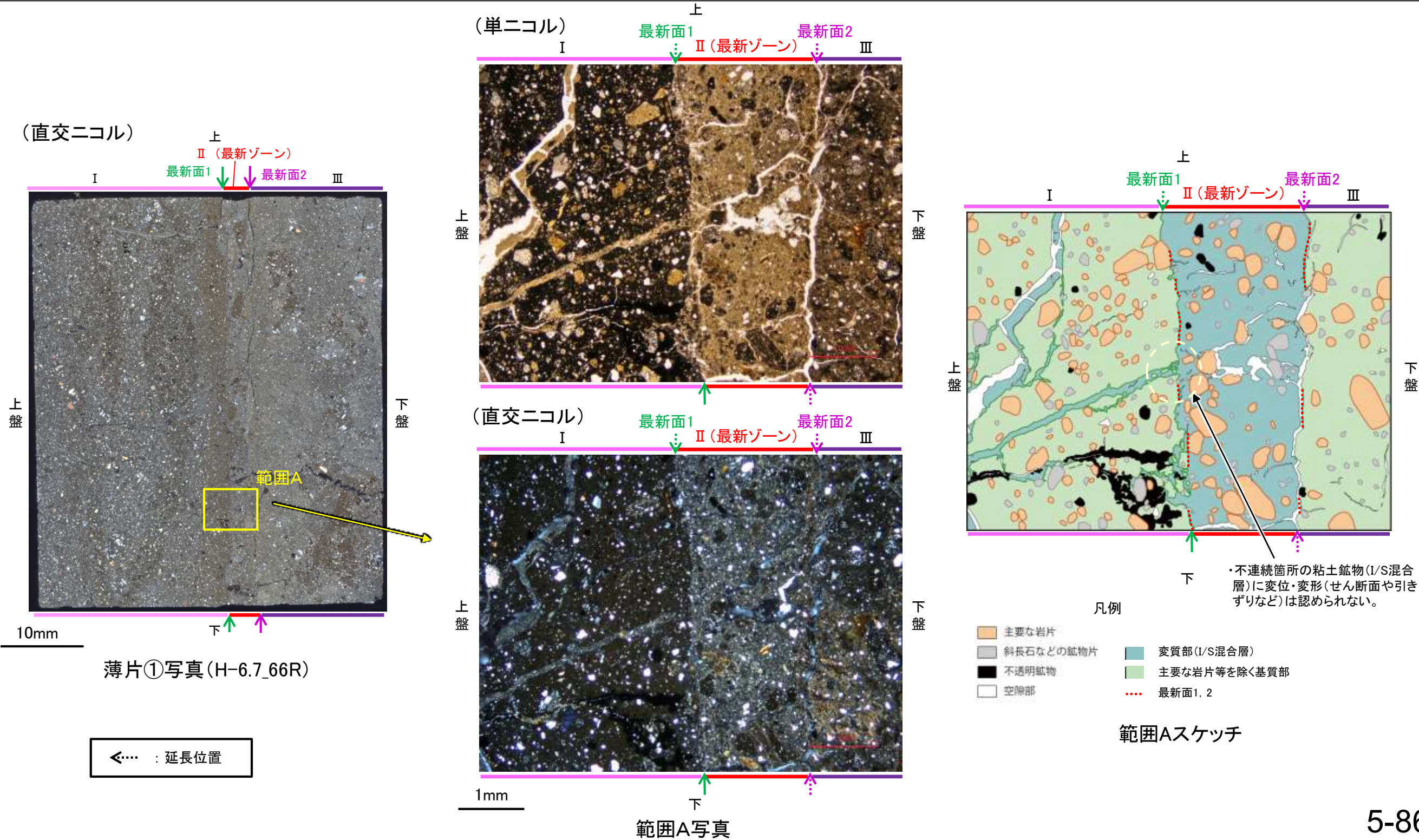


5.4.2 S-1 (1) H-6.7孔① — 最新面とI/S混合層との関係(範囲A) —

○薄片①の範囲Aにおいて詳細に観察した結果、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面1を横断して分布し、最新面1が不連続になっており、不連続箇所
の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められない。

○なお、不連続箇所においてI/S混合層生成以降の注入現象の有無を確認した結果、弓状構造や粒子の配列などの注入の痕跡は認められない。

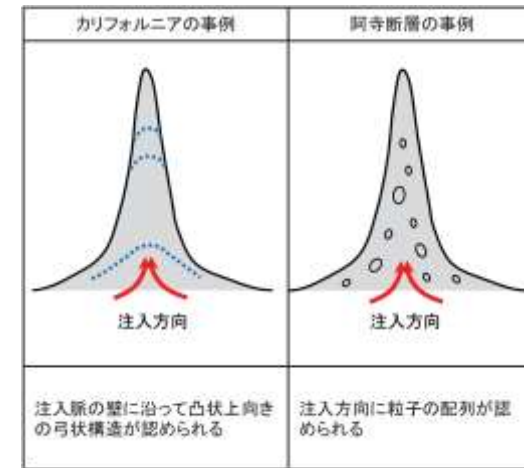
○さらに、薄片作成時等に生じた空隙は、明確に認定できる最新面1が不連続になる箇所の粘土鉱物(I/S混合層)の構造に影響を与えていないこ
とから、不連続箇所は薄片作成時等の乱れの影響を受けていないと判断した。



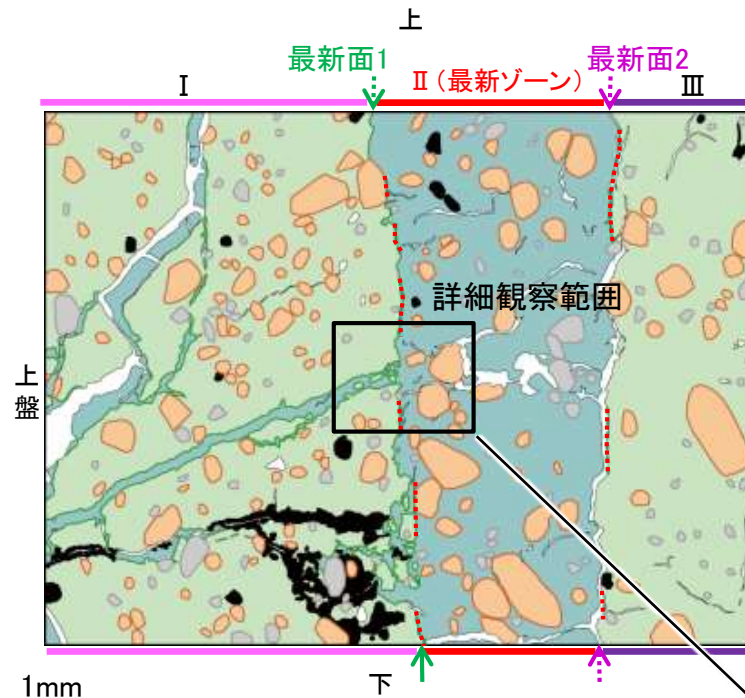
S-1_H-6.7孔①

【詳細観察(範囲A)】

- ・薄片①の範囲Aにおいて詳細に観察した結果、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面1を横断して分布し、最新面1が不連続になっており、不連続箇所(範囲A)の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められない。
- ・なお、不連続箇所においてI/S混合層生成以降の注入現象の有無を確認した結果、弓状構造や粒子の配列などの注入の痕跡は認められない。
- ・さらに、薄片作成時等に生じた空隙は、明確に認定できる最新面1が不連続になる箇所の粘土鉱物(I/S混合層)の構造に影響を与えていないことから、不連続箇所は薄片作成時等の乱れの影響を受けていないと判断した。



注入現象の事例
(関西電力株式会社, 2016)

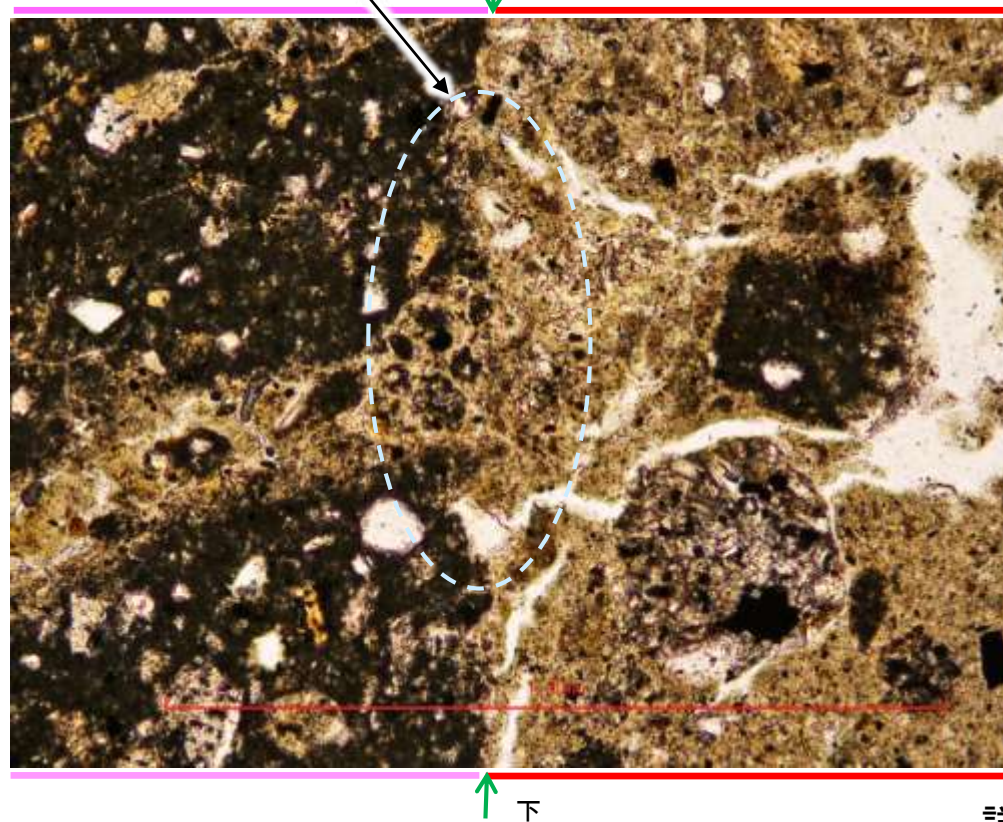


- 凡例
- 主要な岩片 (Main rock fragments)
 - 斜長石などの鉱物片 (Mineral fragments such as plagioclase)
 - 不透明鉱物 (Opaque minerals)
 - 空隙部 (Void spaces)
 - 変質部 (I/S混合層) (Metamorphic zone (I/S mixed layer))
 - 主要な岩片等を除く基質部 (Matrix part excluding main rock fragments)
 - 最新面1, 2 (Latest surfaces 1, 2)

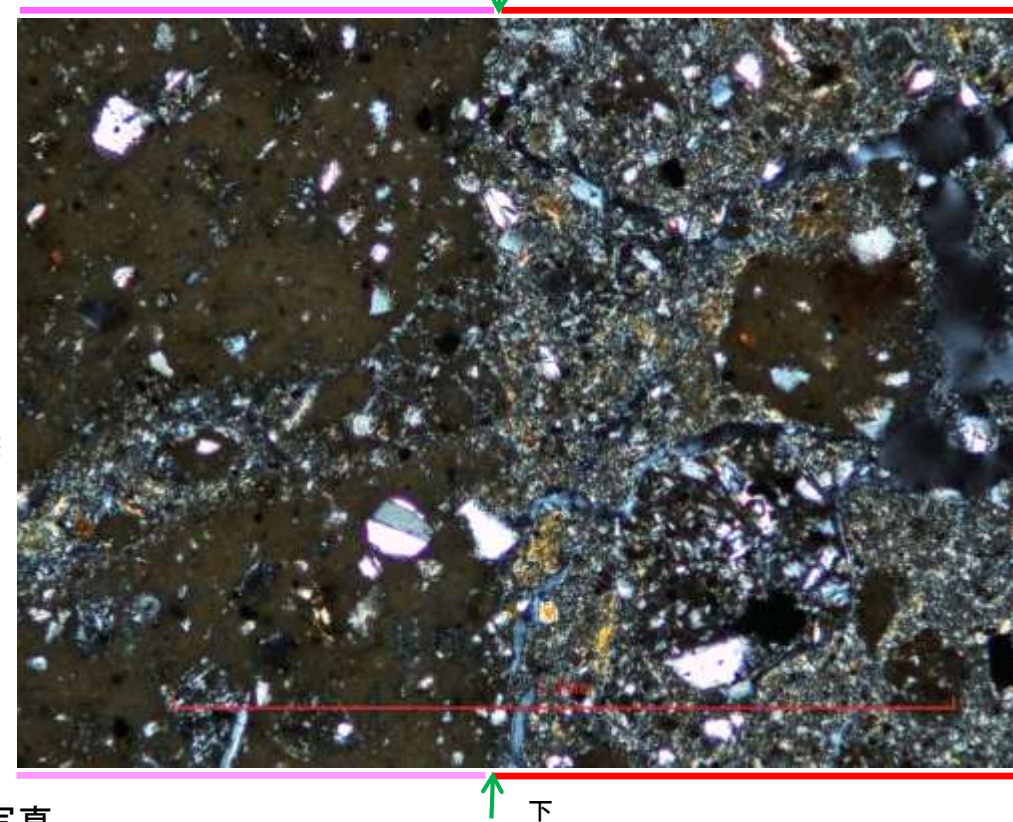
←..... : 延長位置

- ・不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形(せん断面や引きずりなど)は認められない。
- ・不連続箇所には、I/S混合層生成以降の注入の痕跡や、薄片作成時等の乱れの影響は認められない。

(単ニコル)



(直交ニコル)



詳細観察範囲写真

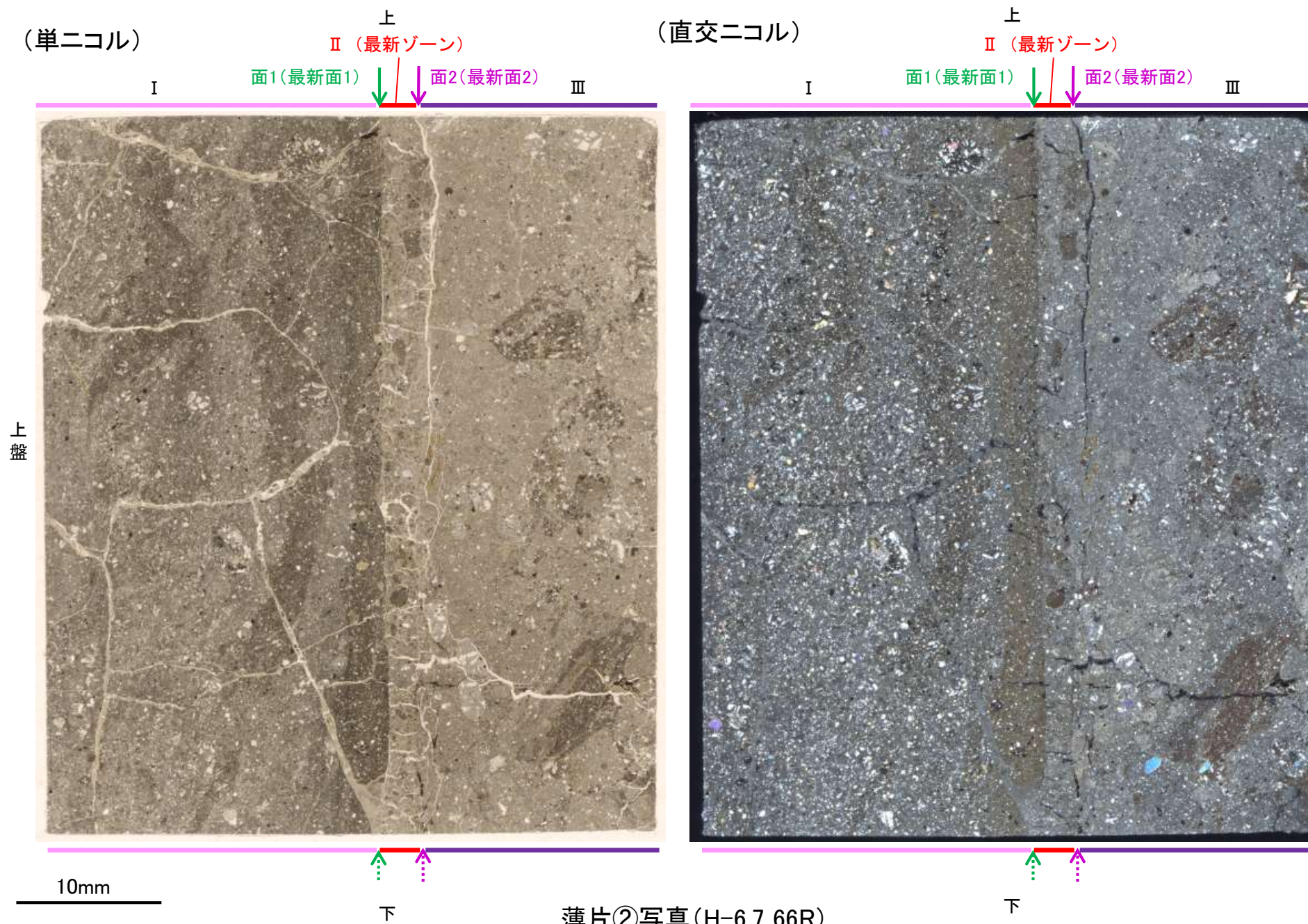
5.4.2 S-1 (1) H-6.7孔② ー最新面の認定(微視的観察)ー

- 薄片②で実施した微視的観察(薄片観察)の結果, 色調や礫径などから, 上盤側よりⅠ～Ⅲに分帯した。
- そのうち, 最も細粒化している分帯Ⅱを最新ゾーンとして抽出した。
- 最新ゾーンと分帯Ⅰとの境界に, 面1(緑矢印)が認められる。面1は全体的に不明瞭だが, 最新ゾーンの中では比較的連続性がよい面である。
- 最新ゾーンと分帯Ⅲとの境界に, 面2(紫矢印)が認められる。面2は全体的に不明瞭だが, 最新ゾーンの中では比較的連続性がよい面である。
- 最新ゾーン中に認められるY面は面1, 面2のみであり, 面1, 面2は同程度の直線性・連続性を有することから, 面1を最新面1, 面2を最新面2とし, それぞれについて変質鉱物との関係を確認する。

【解釈線なし】

分帯とコア観察における破碎部区分との対応

- ・分帯Ⅱ(最新ゾーン)・・・粘土状破碎部
- ・分帯Ⅰ, 分帯Ⅲ・・・固結した破碎部



Ⅰ: 単ニコルで褐灰～暗褐灰色, 直交ニコルで暗灰色の干渉色を呈する凝灰岩からなる。径4mm以下の岩片や鉱物片が細粒な基質中に含まれている。岩片, 鉱物片は亜角～亜円形である。割れ目に粘土鉱物が生成している。

Ⅱ(最新ゾーン): 単ニコルで褐灰色, 直交ニコルで黄～灰色の干渉色を呈する, 粘土鉱物を含む細粒物からなる。径3mm以下の岩片や鉱物片が細粒な基質中に含まれる。岩片, 鉱物片は角～亜円形である。基質中や岩片の縁辺部に粘土鉱物が生成している。

Ⅲ: 単ニコルで褐灰色, 直交ニコルで黄～灰色の干渉色を呈する凝灰岩からなる。径4mm以下の岩片や鉱物片が細粒な基質中に含まれており, 径14mmの岩片も含まれる。岩片, 鉱物片は角～亜円形である。基質中や岩片の縁辺部に粘土鉱物が生成している。

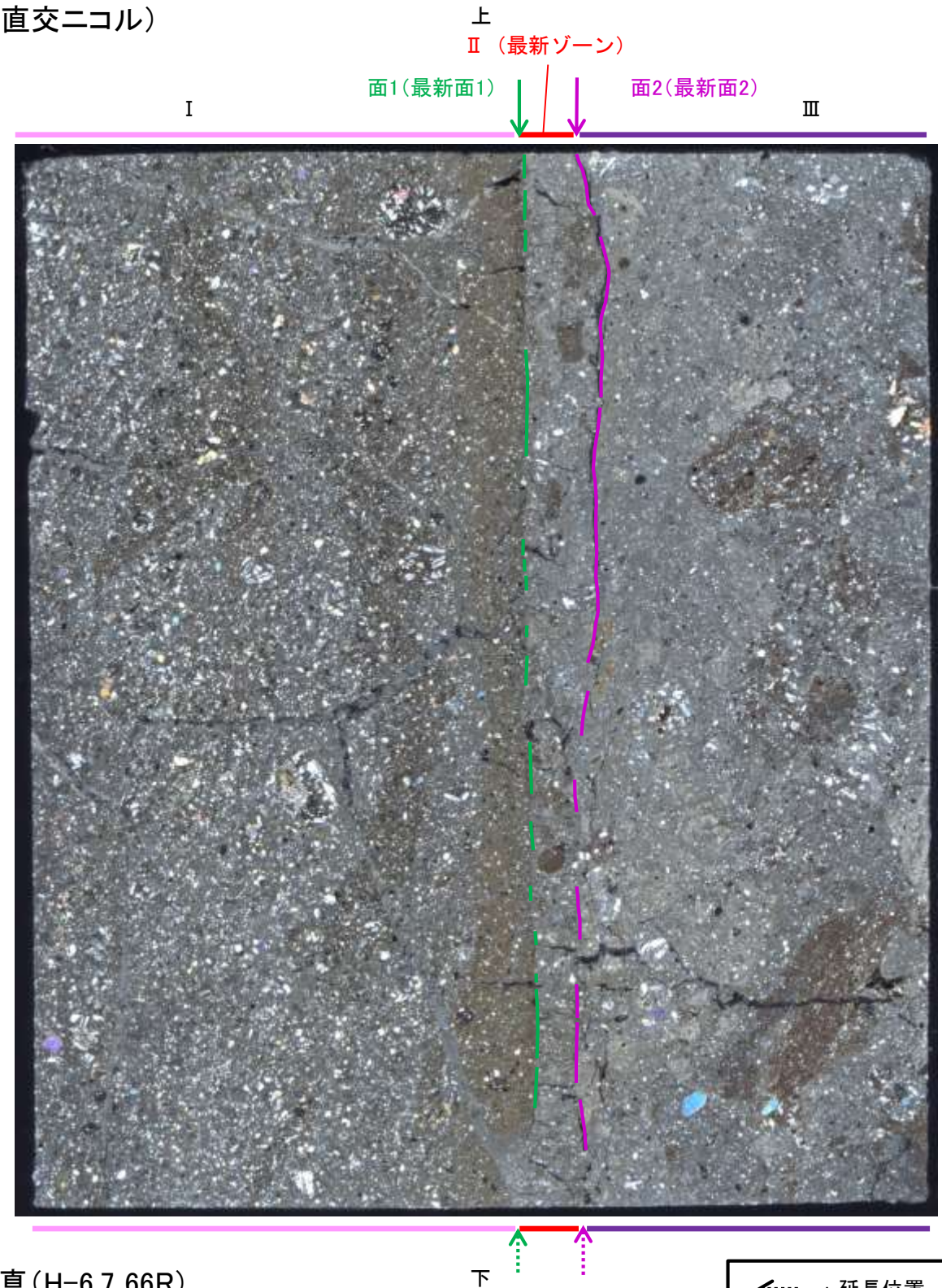
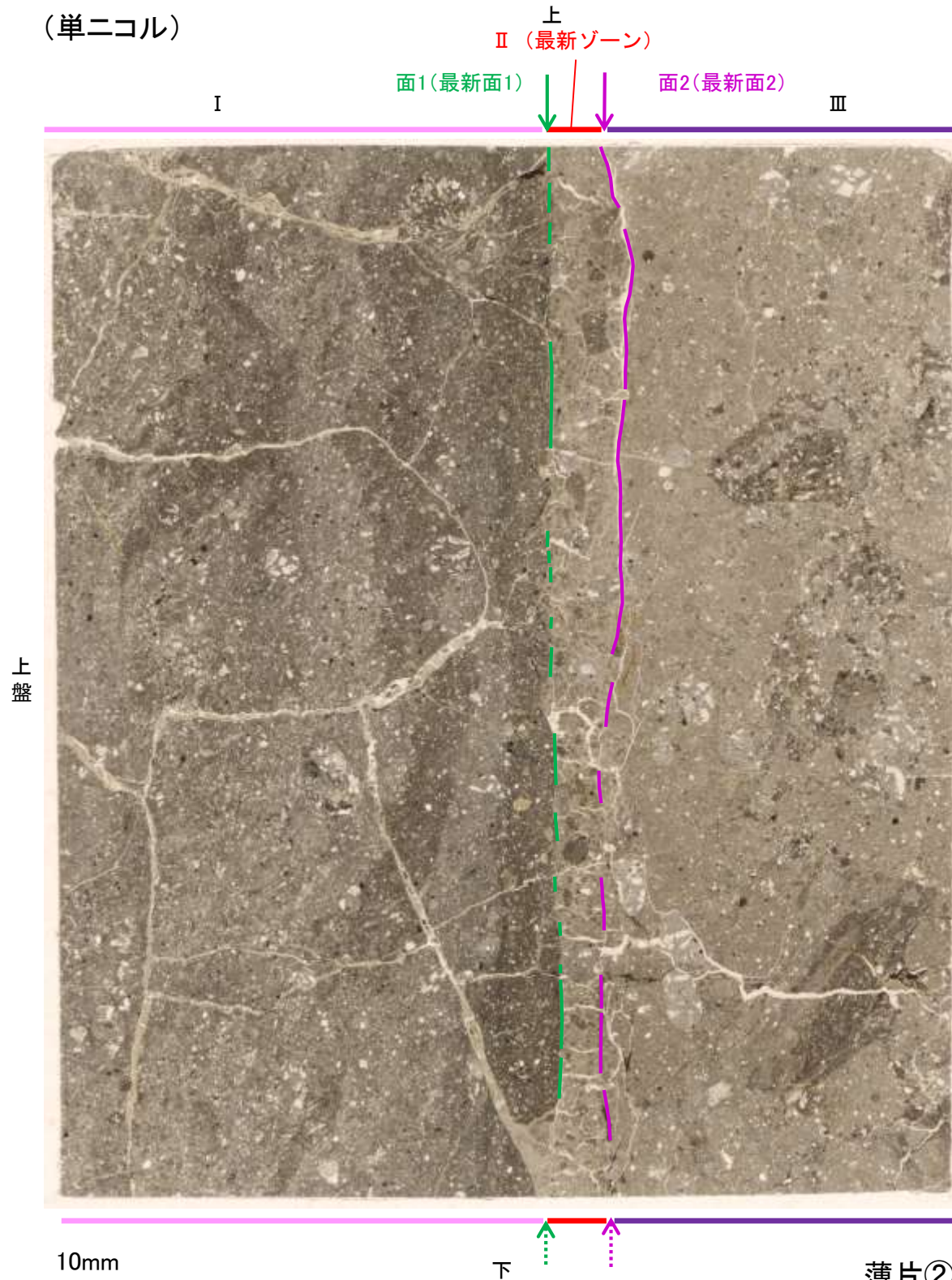
←… : 延長位置

S-1_H-6.7孔②

【解釈線あり】

(単ニコル)

(直交ニコル)



薄片②写真(H-6.7_66R)

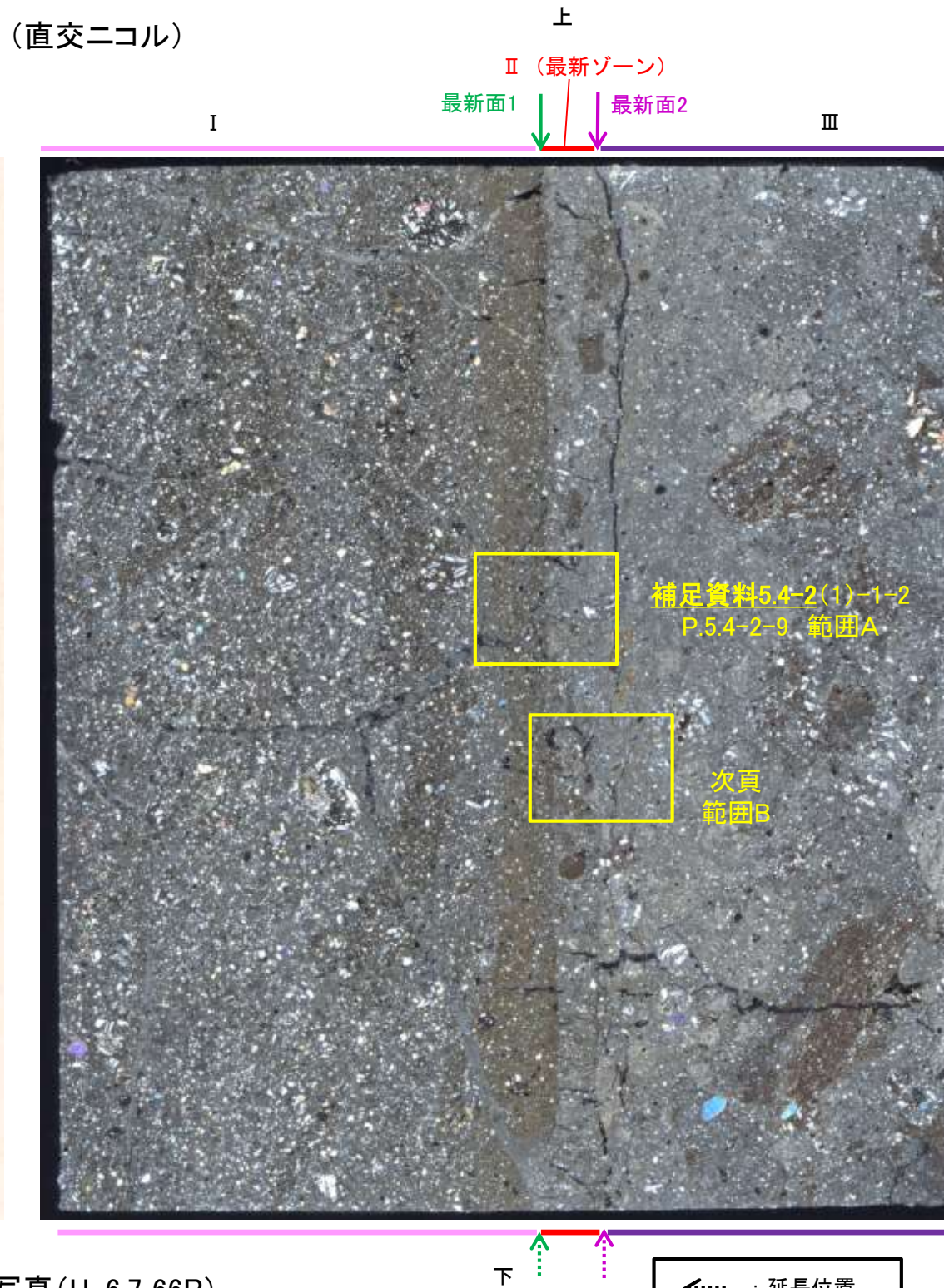
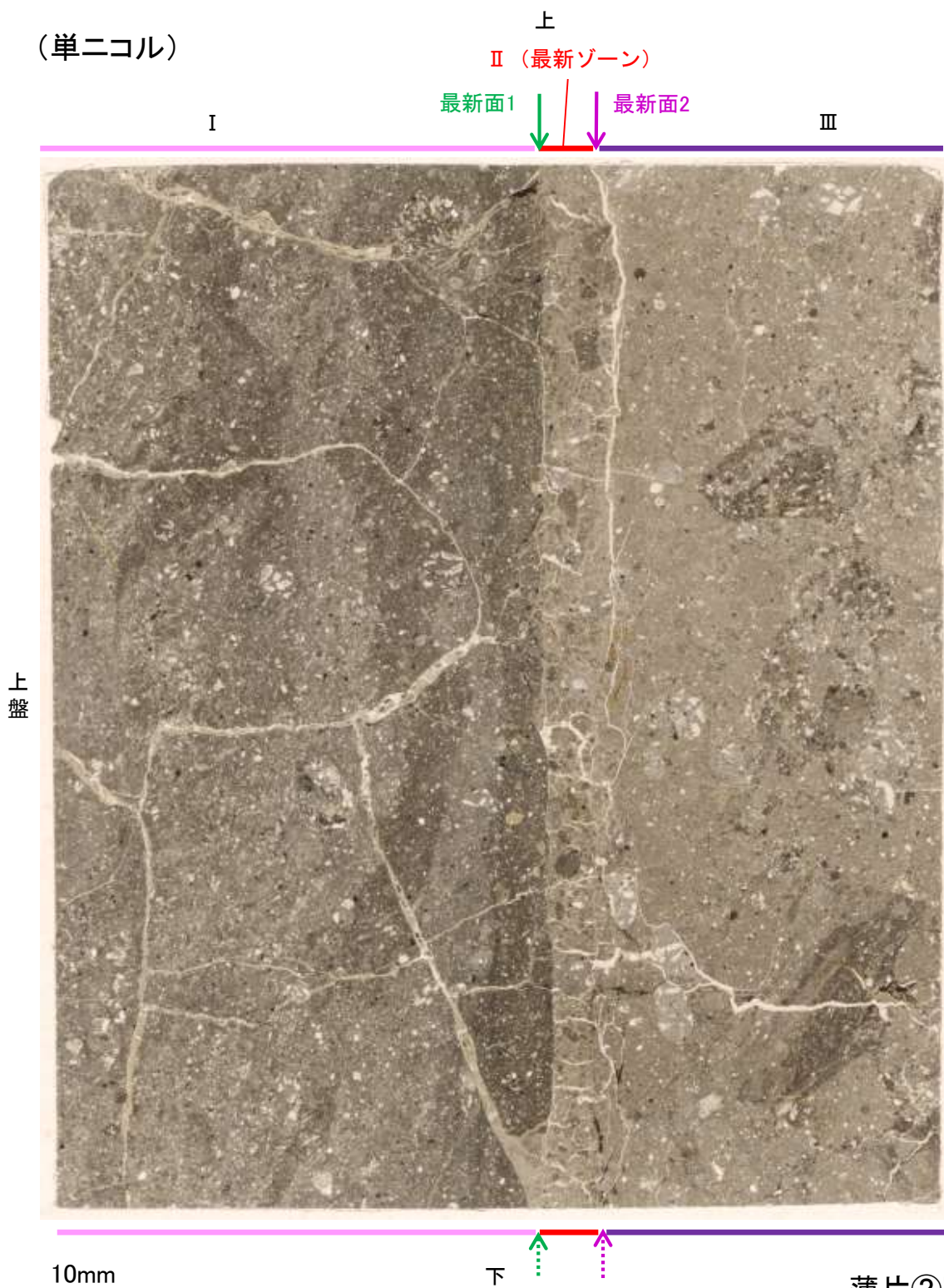
←… : 延長位置

- ・最新ゾーンと分帯 I との境界に、面1(緑矢印)が認められる。面1は全体的に不明瞭だが、最新ゾーンの中では比較的連続性がよい面である。
- ・最新ゾーンと分帯 III との境界に、面2(紫矢印)が認められる。面2は全体的に不明瞭だが、最新ゾーンの中では比較的連続性がよい面である。

5.4.2 S-1 (1) H-6.7孔② ー変質鉱物の分布(薄片観察)ー

○薄片②で実施した薄片観察や、隣接孔(H-6.6-1孔)のEPMA用薄片で実施したEPMA分析(マッピング)における化学組成の観点での観察※により、粘土鉱物(I/S混合層)の分布範囲を確認した結果、粘土鉱物(I/S混合層)は最新ゾーンやその周辺に分布している。
○この粘土鉱物(I/S混合層)と最新面との関係を確認する。

※H-6.6-1孔で実施したEPMA分析(マッピング)の詳細は補足資料5.4-2(1)-2 P.5.4-2-21,22



薄片②写真(H-6.7_66R)

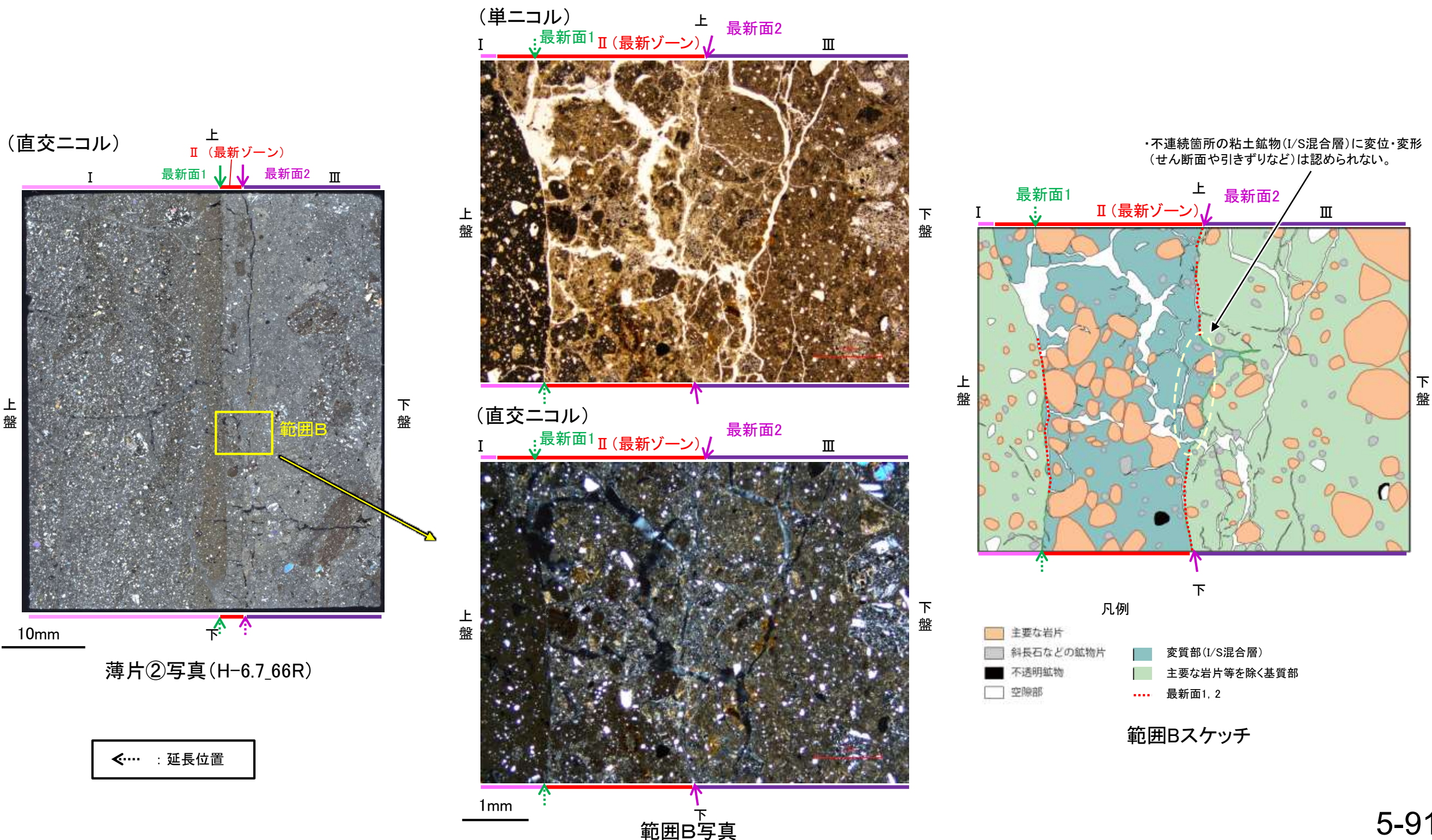
◀… : 延長位置

5.4.2 S-1 (1) H-6.7孔② — 最新面とI/S混合層との関係(範囲B) —

○薄片②の範囲Bにおいて詳細に観察した結果、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面2を横断して分布し、最新面2が不連続になっており、不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められない。

○なお、不連続箇所においてI/S混合層生成以降の注入現象の有無を確認した結果、弓状構造や粒子の配列などの注入の痕跡は認められない。

○さらに、薄片作成時等に生じた空隙は、明確に認定できる最新面2が不連続になる箇所の粘土鉱物(I/S混合層)の構造に影響を与えていないことから、不連続箇所は薄片作成時等の乱れの影響を受けていないと判断した。

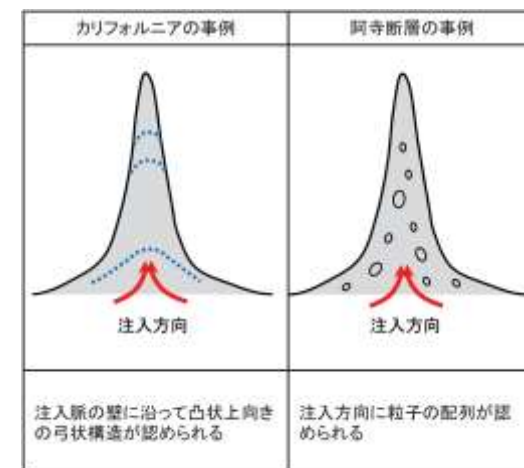


S-1_H-6.7孔②

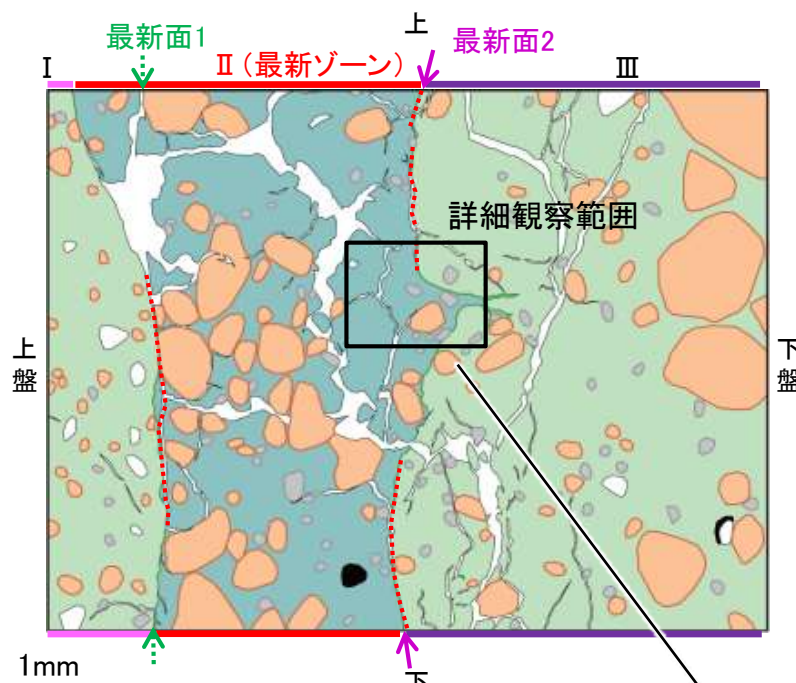
【詳細観察(範囲B)】

- ・薄片②の範囲Bにおいて詳細に観察した結果、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面2を横断して分布し、最新面2が不連続になっており、不連続箇所(最新ゾーン)の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められない。
- ・なお、不連続箇所においてI/S混合層生成以降の注入現象の有無を確認した結果、弓状構造や粒子の配列などの注入の痕跡は認められない。
- ・さらに、薄片作成時等に生じた空隙は、明確に認定できる最新面2が不連続になる箇所の粘土鉱物(I/S混合層)の構造に影響を与えていないことから、不連続箇所は薄片作成時等の乱れの影響を受けていないと判断した。

- ・不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形(せん断面や引きずりなど)は認められない。
- ・不連続箇所には、I/S混合層生成以降の注入の痕跡や、薄片作成時等の乱れの影響は認められない。

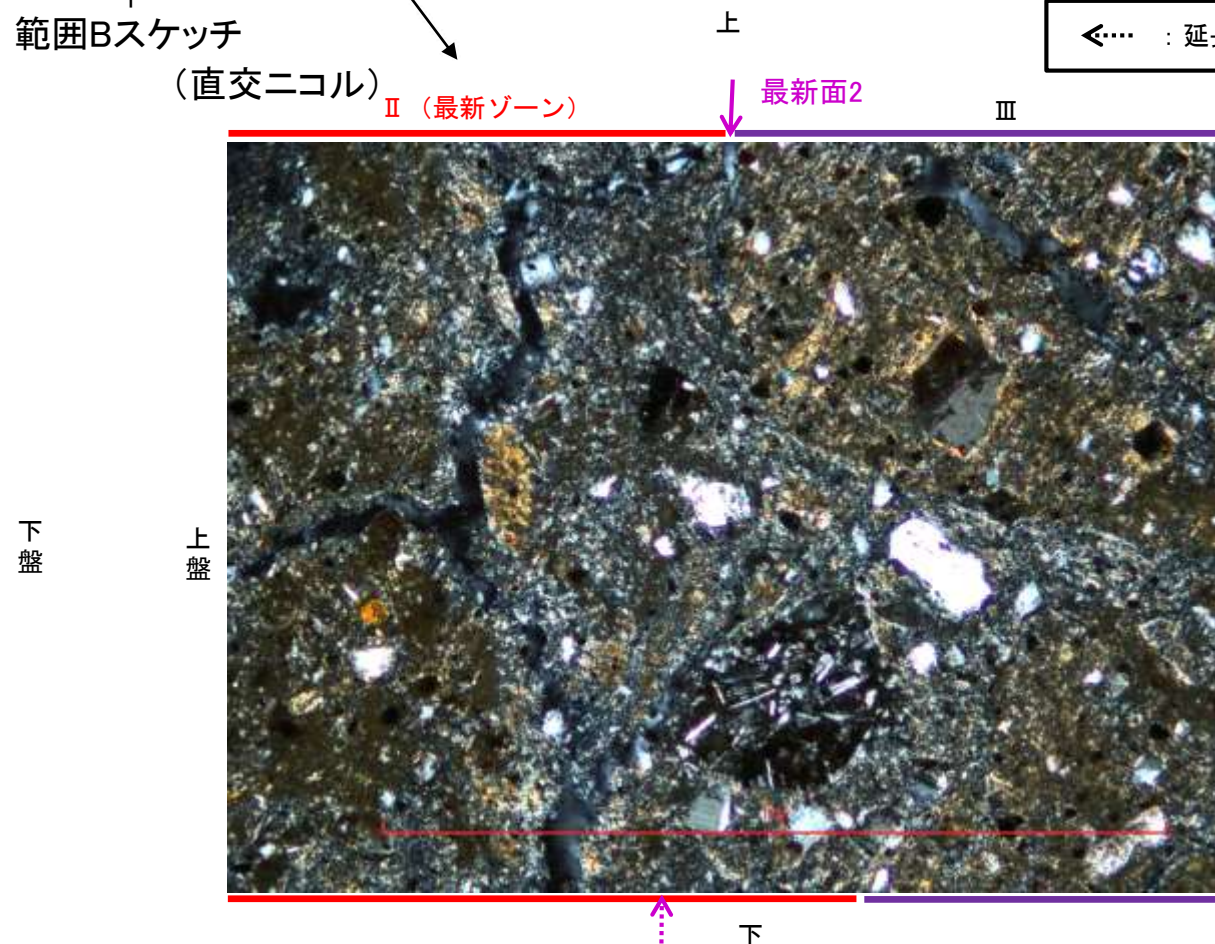
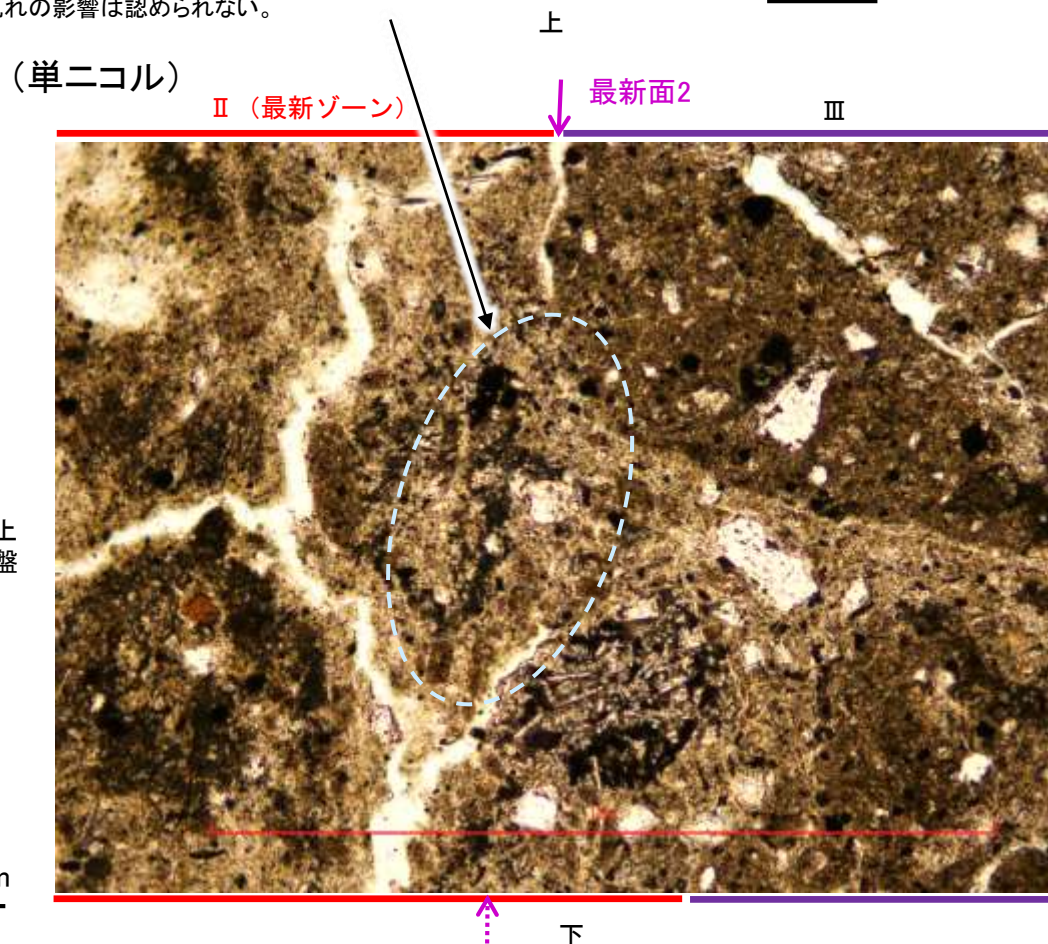


注入現象の事例
(関西電力株式会社, 2016)



- 凡例
- 主要な岩片
 - 変質部(I/S混合層)
 - 斜長石などの鉱物片
 - 主要な岩片等を除く基質部
 - 不透明鉱物
 - 空隙部
 - 最新面1, 2

←--- : 延長位置



詳細観察範囲写真

5.4.2 S-1 (2) H-6.6-1孔 — 評価結果 —

【最新面の認定】

○H-6.6-1孔の深度57.20m付近で認められるS-1において、巨視的観察及び微視的観察を実施し、最新ゾーンの下盤側及び上盤側の境界にそれぞれ最新面1、最新面2を認定した(補足資料5.4-2(1)-2 P.5.4-2-15~18)。

【鉱物の同定】

○微視的観察により確認した粘土鉱物は、EPMA分析(定量)による化学組成の検討結果及びXRD分析(粘土分濃集)による結晶構造判定結果から、I/S混合層であると判断した(補足資料5.4-2(1)-2 P.5.4-2-19, 20)。

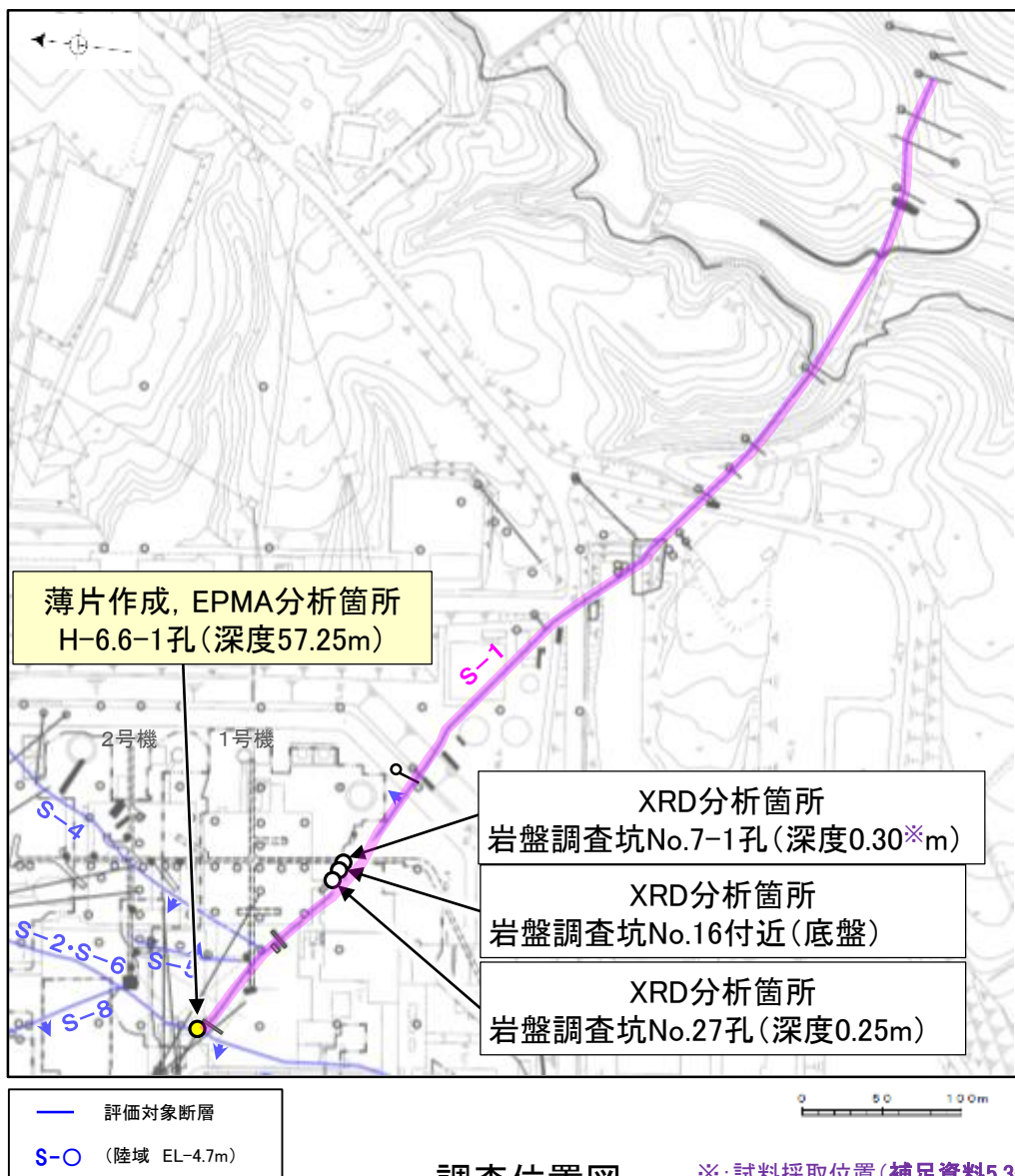
【変質鉱物の分布と最新面との関係】

○EPMA分析(マッピング)や薄片観察により、粘土鉱物(I/S混合層)の分布範囲を確認した結果、粘土鉱物(I/S混合層)は最新ゾーン及びその周辺に分布している(補足資料5.4-2(1)-2 P.5.4-2-21~23)。

○薄片①の範囲A、Bにおいて、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面1、2を横断して分布し、最新面1、2が不連続になっており、不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められない(P.5-94, 5-95)。

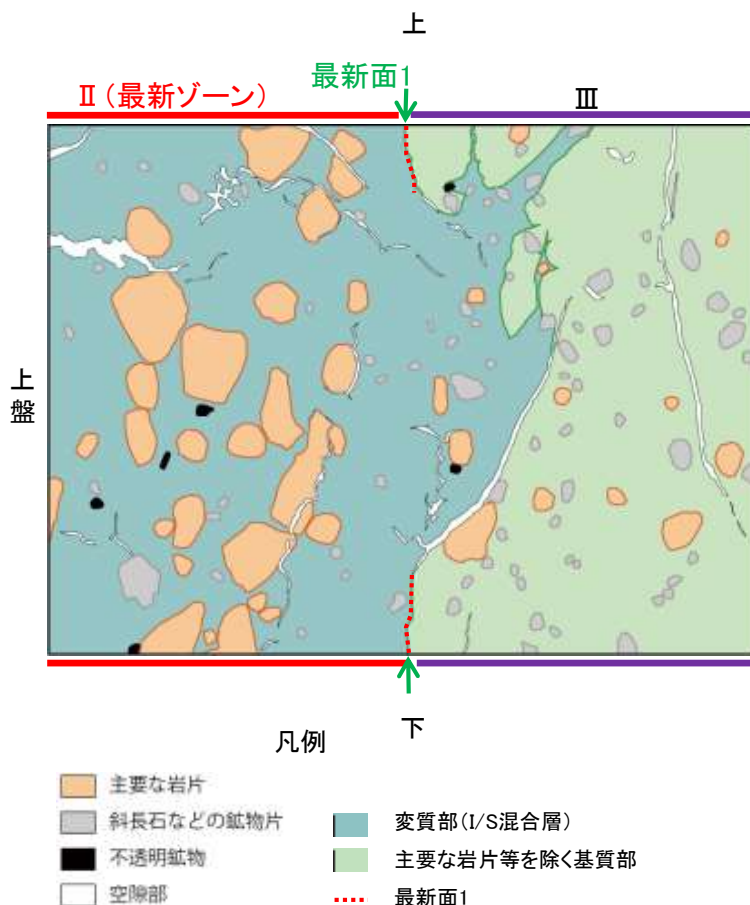
○以上のことを踏まえると、S-1の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。

紫字: 第1073回審査会合以降の変更箇所

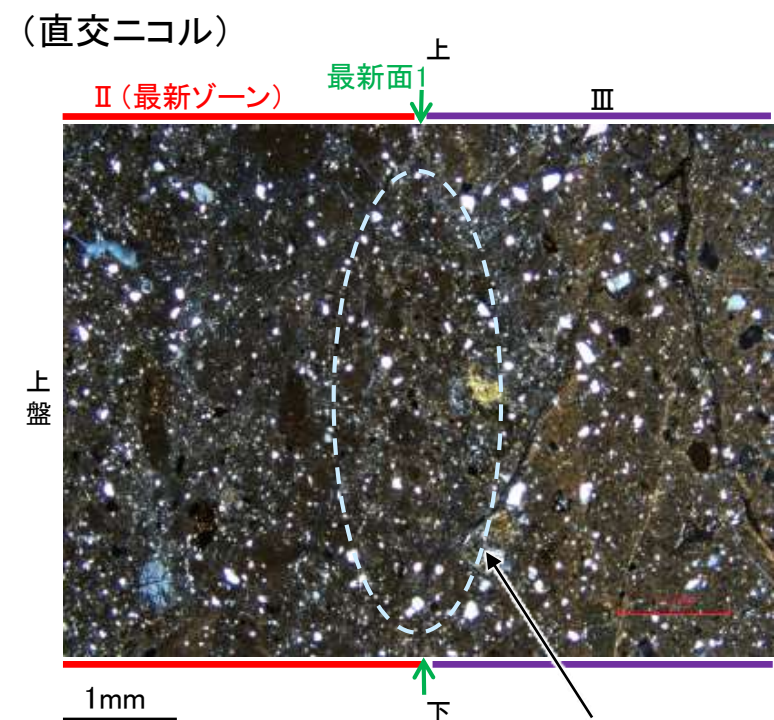


調査位置図

※: 試料採取位置(補足資料5.3-2(1) P.5.3-2-7)の深度に修正



薄片①範囲Aスケッチ



薄片①範囲A写真

・不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形(せん断面や引きずりなど)は認められない(P.5-94)。
・不連続箇所には、I/S混合層生成以降の注入の痕跡や、薄片作成時等の乱れの影響は認められない(P.5-94)。

5.4.2 S-1 (2) H-6.6-1孔 ー最新面とI/S混合層との関係(範囲A)ー

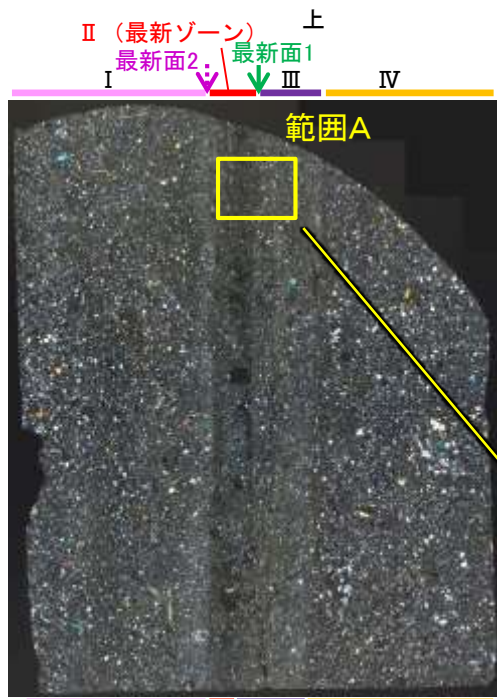
○範囲Aにおいて詳細に観察した結果、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面1を横断して分布し、最新面1が不連続になっており、不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められない。

○なお、不連続箇所においてI/S混合層生成以降の注入現象の有無を確認した結果、弓状構造や粒子の配列などの注入の痕跡は認められない。

○さらに、薄片作成時等に生じた空隙は、明確に認定できる最新面1が不連続になる箇所の粘土鉱物(I/S混合層)の構造に影響を与えていないことから、不連続箇所は薄片作成時等の乱れの影響を受けていないと判断した。

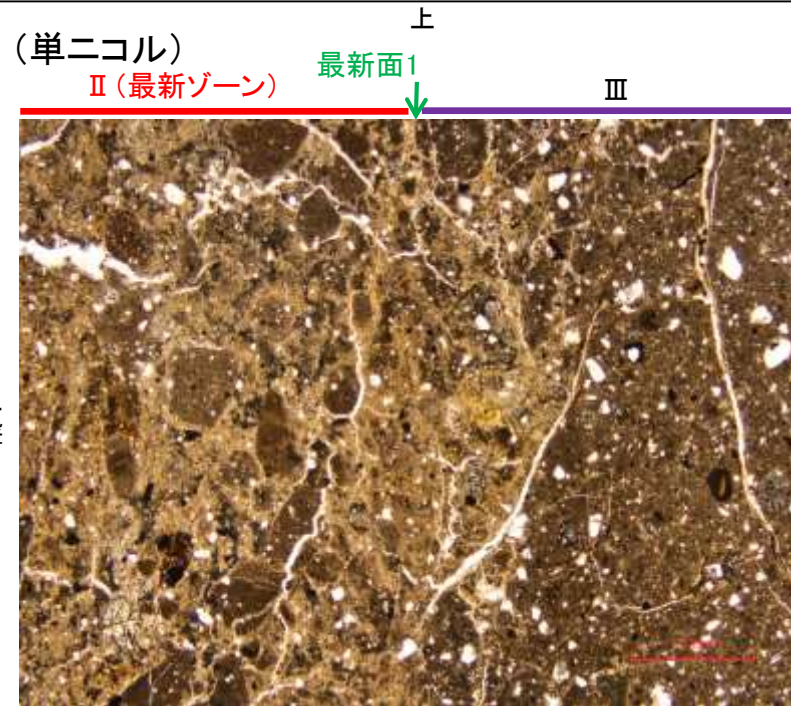
(直交ニコル)

(単ニコル)

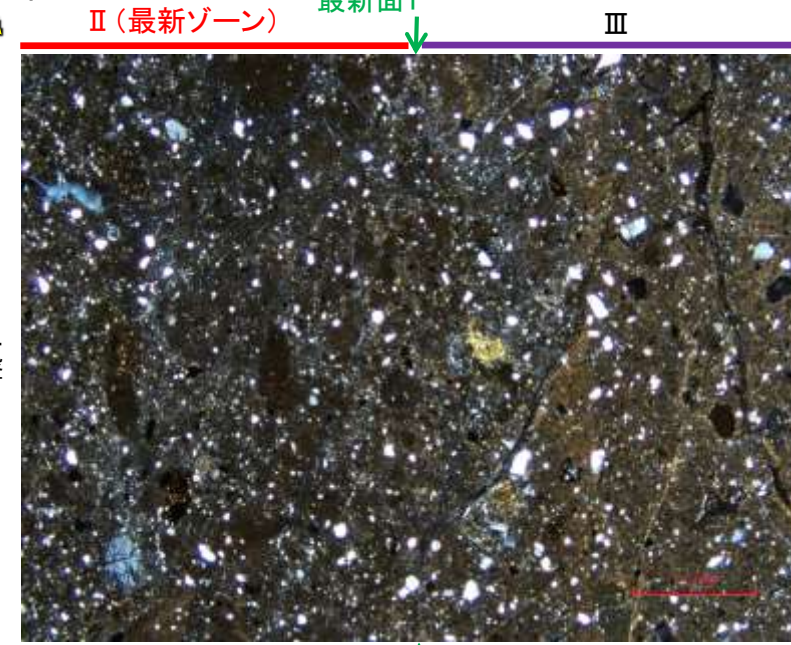


10mm

薄片①写真(H-6.6-1_71R)

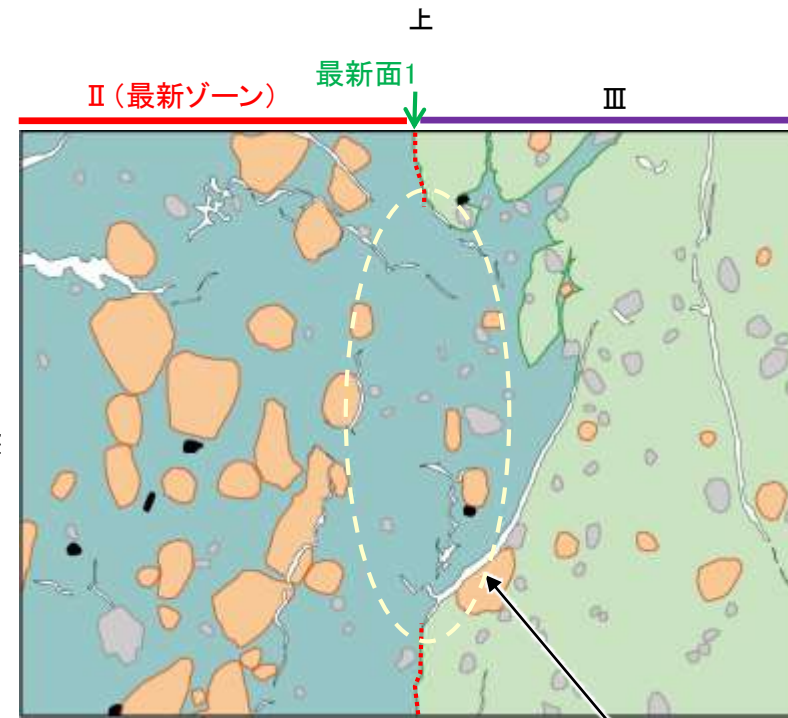


(直交ニコル)



1mm

範囲A写真

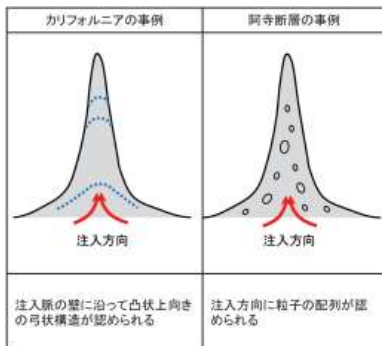


- 凡例
- 主要な岩片
 - 斜長石などの鉱物片
 - 不透明鉱物
 - 空隙部
 - 変質部(I/S混合層)
 - 主要な岩片等を除く基質部
 - 最新面1

範囲Aスケッチ

・不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形(せん断面や引きずりなど)は認められない。
・不連続箇所には、I/S混合層生成以降の注入の痕跡や、薄片作成時等の乱れの影響は認められない。

←… : 延長位置

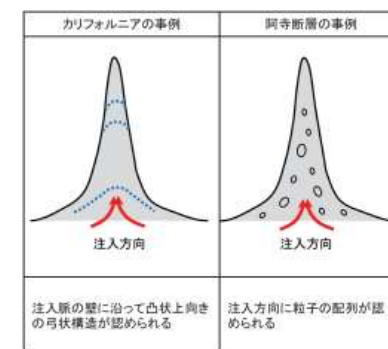
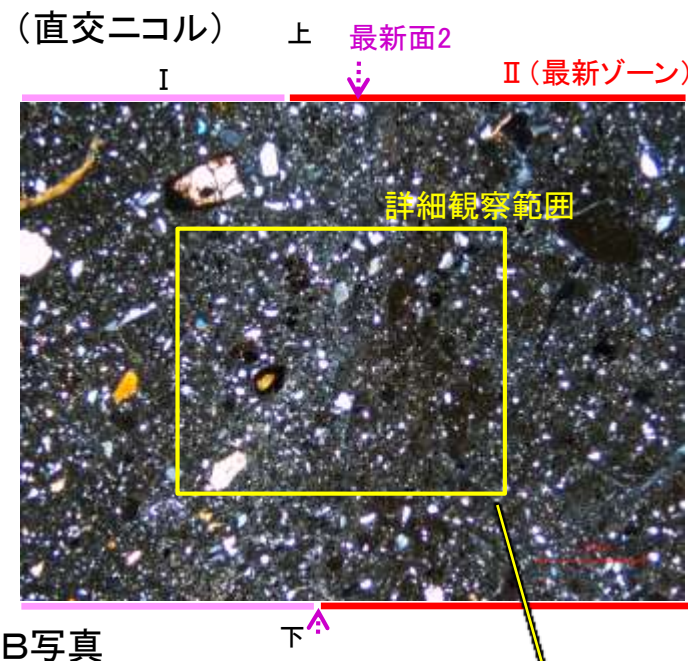
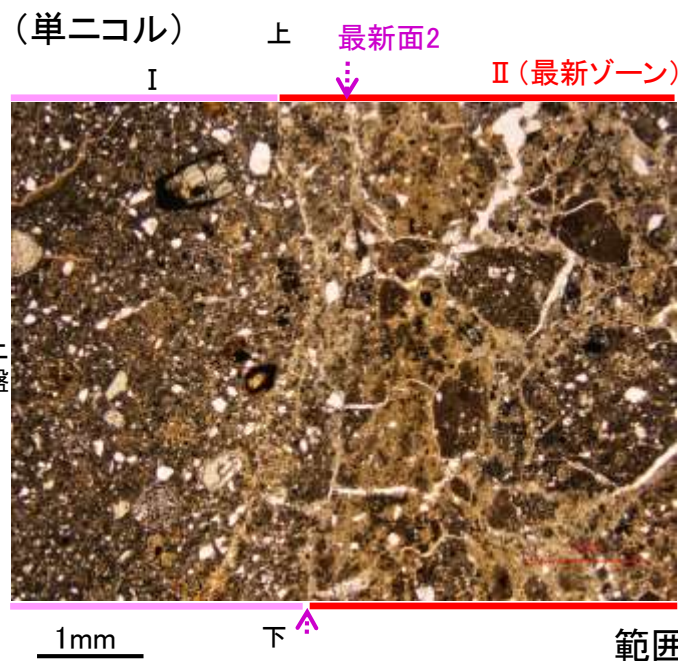
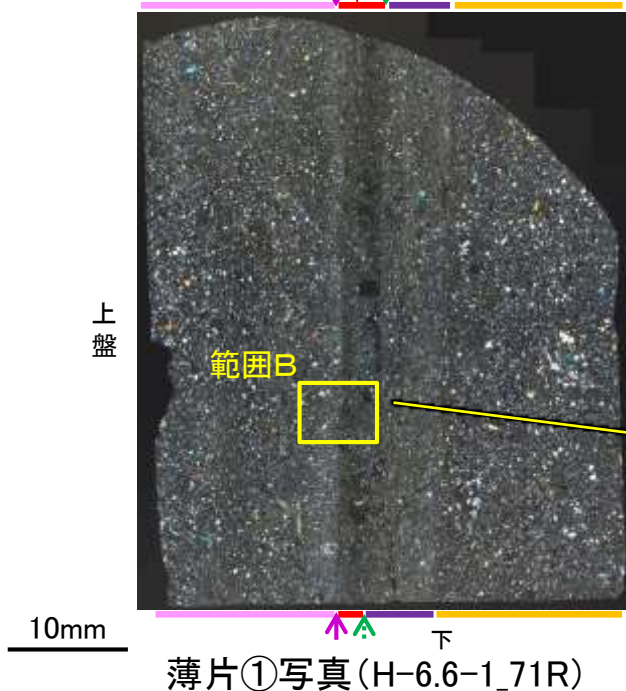


注入現象の事例
(関西電力株式会社, 2016)

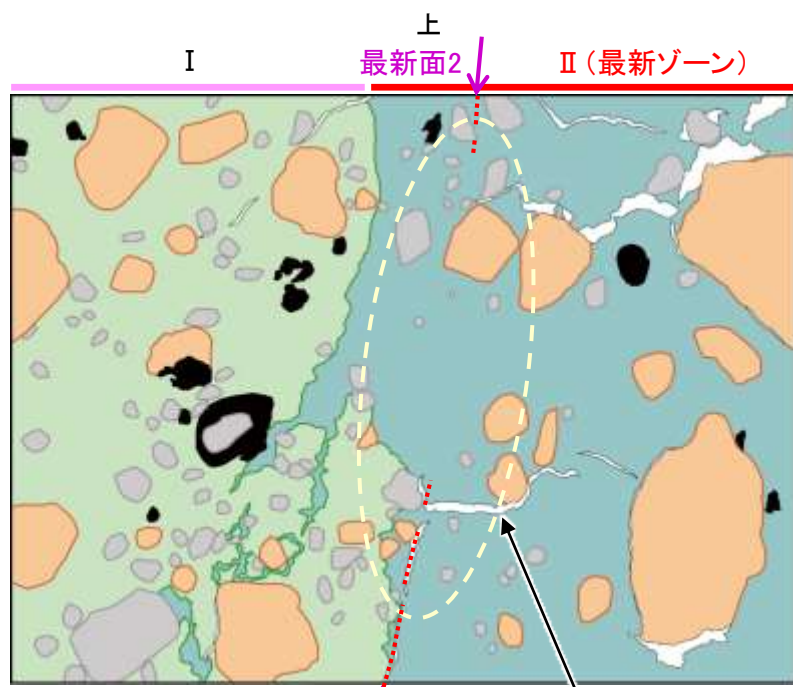
5.4.2 S-1 (2) H-6.6-1孔 ー最新面とI/S混合層との関係(範囲B)ー

○範囲Bにおいて詳細に観察した結果、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面2を横断して分布し、最新面2が不連続になっており、不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められない。
 ○なお、不連続箇所においてI/S混合層生成以降の注入現象の有無を確認した結果、弓状構造や粒子の配列などの注入の痕跡は認められない。
 ○さらに、薄片作成時等に生じた空隙は、明確に認定できる最新面2が不連続になる箇所の粘土鉱物(I/S混合層)の構造に影響を与えていないことから、不連続箇所は薄片作成時等の乱れの影響を受けていないと判断した。

(直交ニコル) II (最新ゾーン) 上
最新面2 最新面1 III
I IV ←… : 延長位置



注入現象の事例
(関西電力株式会社, 2016)



スケッチ

・不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形(せん断面や引きずりなど)は認められない。
 ・不連続箇所には、I/S混合層生成以降の注入の痕跡や、薄片作成時等の乱れの影響は認められない。



詳細観察範囲写真

・範囲Bの上部において、最新ゾーンと分帯 I との境界は不明瞭であり、境界の下盤側に分布する直線的な面構造を最新面とした。
 ・ステージ回転写真は補足資料5.4.-2(1)-2 P.5.4-2-27

5.4.2 S-1 (3) M-12.5”孔 — 評価結果 —

【最新面の認定】

○M-12.5”孔の深度50.00m付近で認められるS-1において、巨視的観察及び微視的観察を実施し、最新ゾーンの上盤側及び下盤側の境界にそれぞれ最新面1、最新面2を認定した(補足資料5.4-2(1)-3 P.5.4-2-30~32)。

【鉱物の同定】

○微視的観察により確認した粘土鉱物は、EPMA分析(定量)による化学組成の検討結果及びXRD分析(粘土分濃集)による結晶構造判定結果から、I/S混合層であると判断した(補足資料5.4-2(1)-3 P.5.4-2-33, 34)。

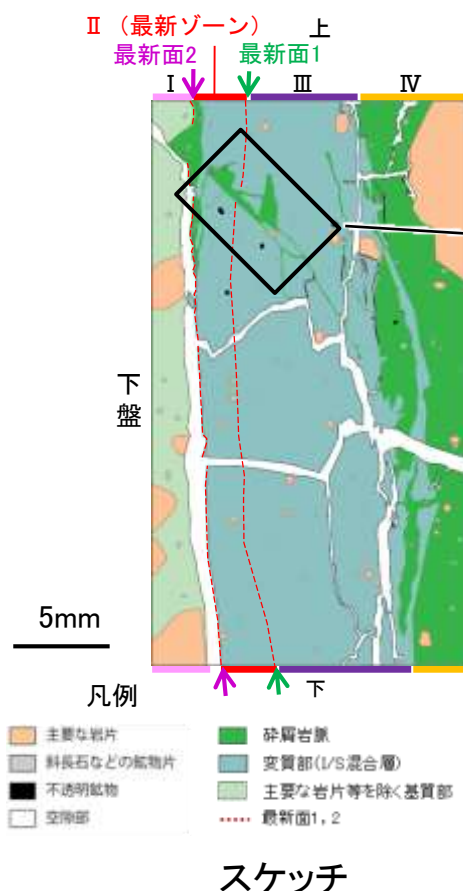
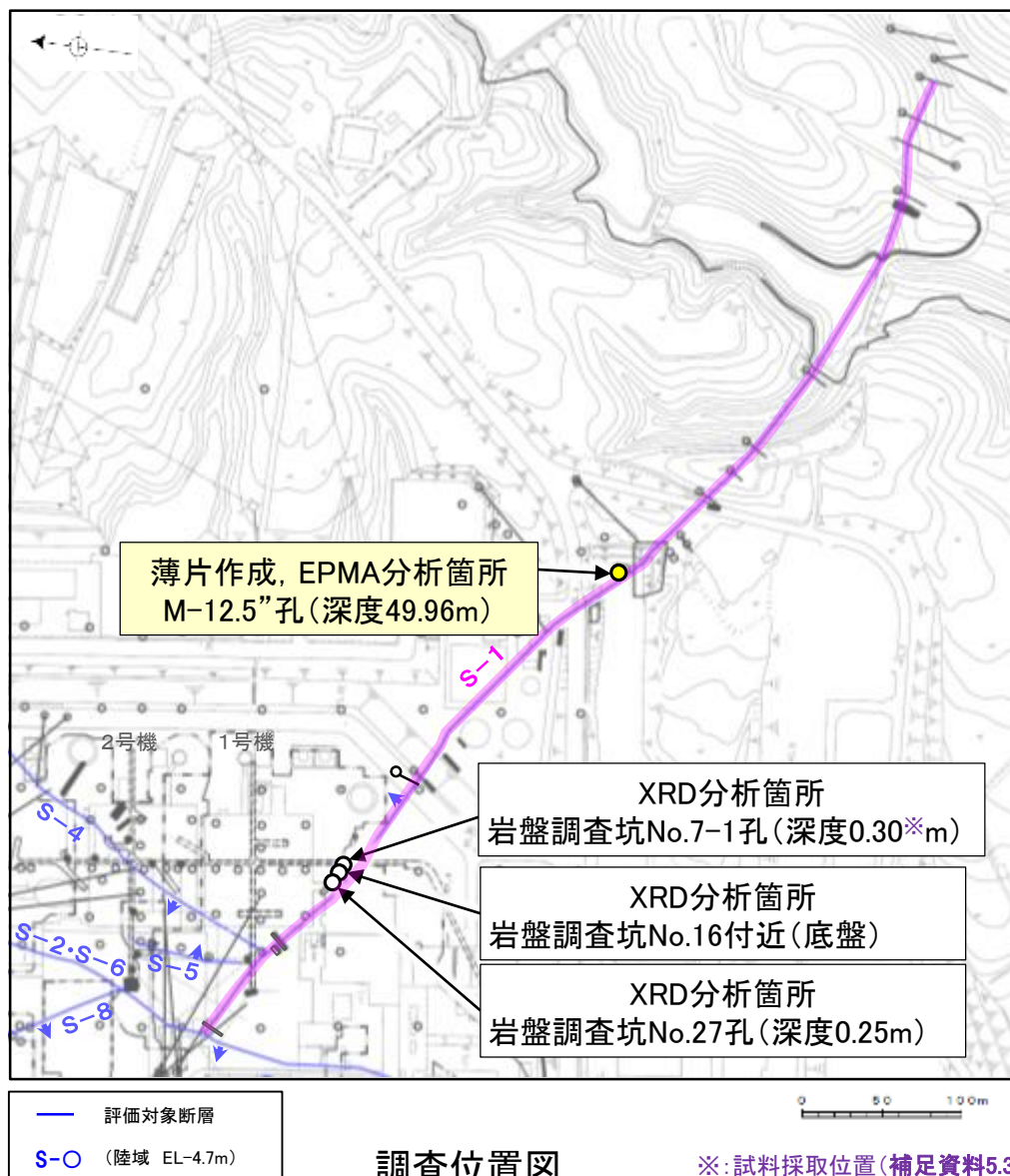
【変質鉱物等の分布と最新面との関係】

○EPMA分析(マッピング)や薄片観察により、粘土鉱物(I/S混合層)及び碎屑岩脈の分布範囲を確認した結果、粘土鉱物(I/S混合層)は最新ゾーン及びその周辺に分布し、碎屑岩脈はI/S混合層を含む最新ゾーン全体を横断するように分布している(補足資料5.4-2(1)-3 P.5.4-2-35, 36)。

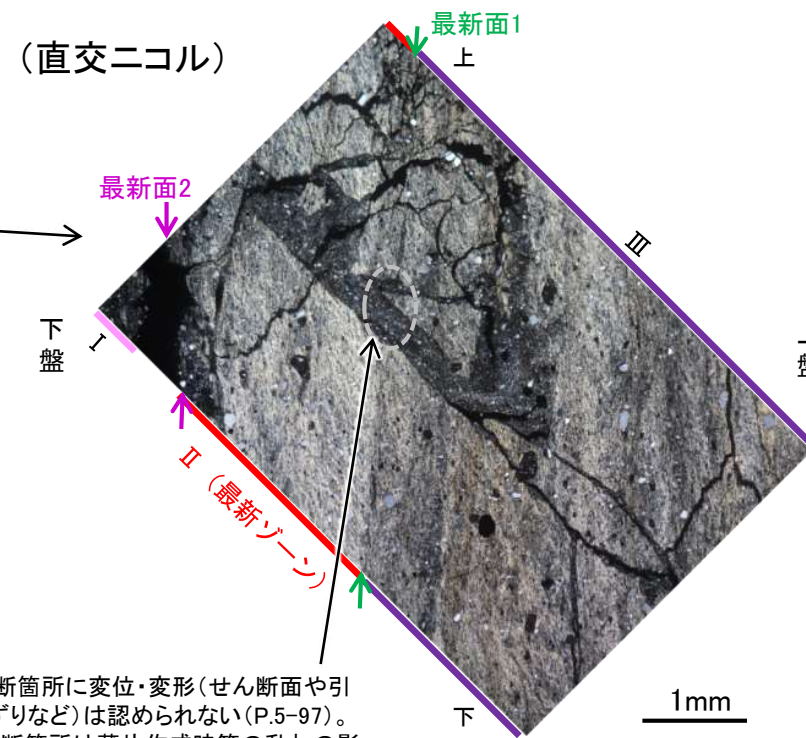
○薄片①の範囲A、Bにおいて、碎屑岩脈が最新面1、2及び最新ゾーン全体を横断して分布し、横断箇所に変位・変形は認められない(P.5-97, 5-98)。

○以上のことを踏まえると、S-1の最新活動は、碎屑岩脈の形成以前である。

紫字: 第1073回審査会合以降の変更箇所



(直交ニコル)

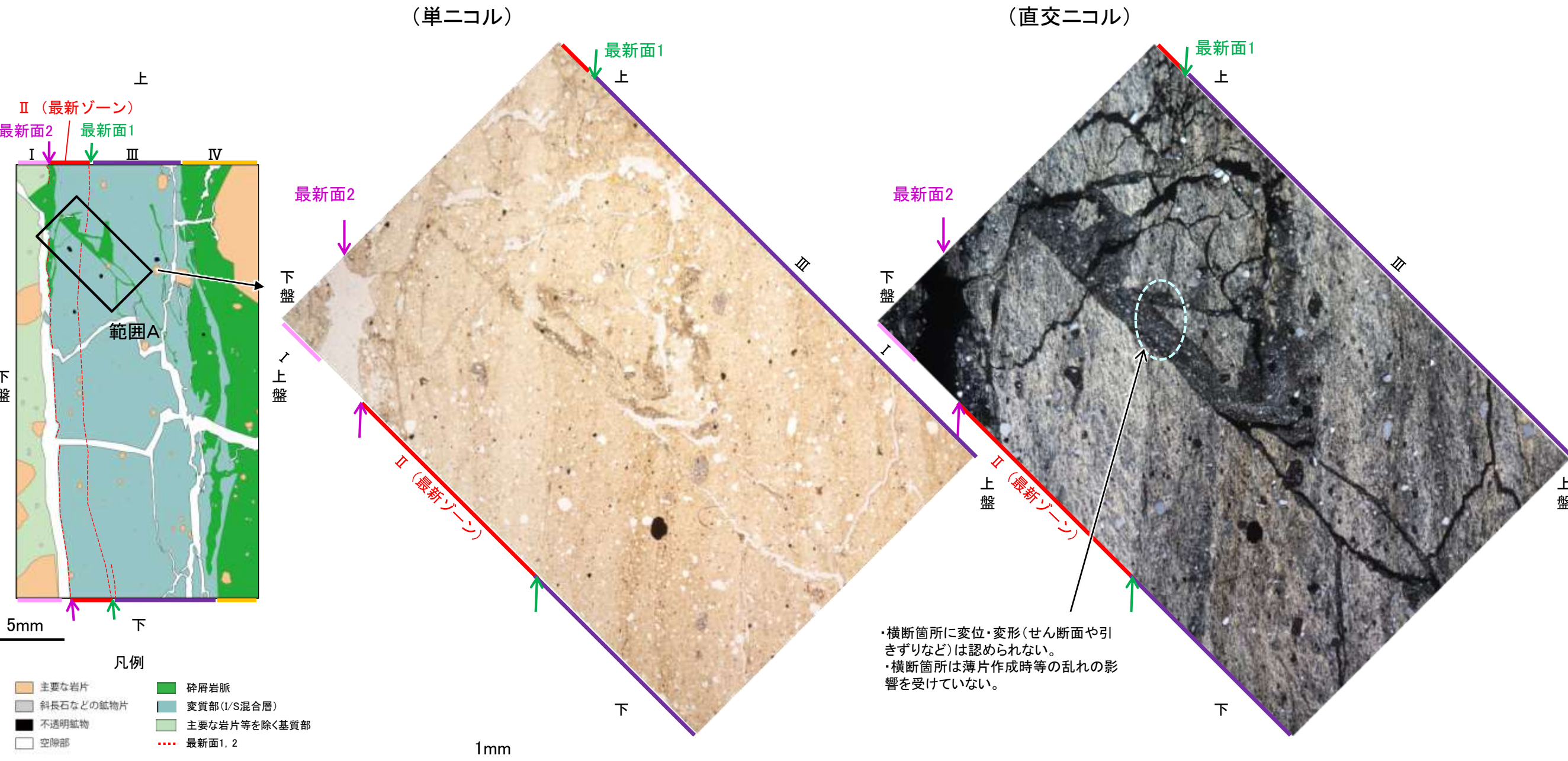


・横断箇所に変位・変形(せん断面や引きずりなど)は認められない(P.5-97)。
・横断箇所は薄片作成時等の乱れの影響を受けていない(P.5-97)。

範囲A写真

5.4.2 S-1 (3) M-12.5”孔 ー最新面と碎屑岩脈との関係(範囲A)ー

○範囲Aにおいて詳細に観察した結果、碎屑岩脈が最新面1を横断して分布し、横断箇所に変位・変形は認められない。
○なお、薄片作成時等に生じた空隙は、明確に認定できる最新面1を横断する碎屑岩脈の構造に影響を与えていないことから、横断箇所は薄片作成時等の乱れの影響を受けていないと判断した。



スケッチ

範囲A写真

5.4.2 S-1 (3) M-12.5”孔 —最新面と碎屑岩脈との関係(範囲B)—

- 範囲Bにおいて詳細に観察した結果, 碎屑岩脈が最新面2を横断して分布し, 横断箇所に変位・変形は認められない。
- なお, 薄片作成時等に生じた空隙は, 明確に認定できる最新面2を横断する碎屑岩脈の構造に影響を与えていないことから, 横断箇所は薄片作成時等の乱れの影響を受けていないと判断した。
- また, 最新面2の上盤側には割れ目が認められるものの, 碎屑岩脈がこの割れ目を充填しており, 碎屑岩脈に変位・変形は認められないことから, この割れ目は碎屑岩脈形成以降に生じたものではない(補足資料5.4-2(1)-3 P.5.4-2-41)。

(単ニコル)

上

(直交ニコル)

上

最新面2

最新面1

最新面2

最新面1

I

II (最新ゾーン)

III

I

II (最新ゾーン)

III

上

II (最新ゾーン)

最新面2

最新面1

I

III

範囲B

下盤

上盤

下盤

薄片下部で最新面2沿いに開口する。

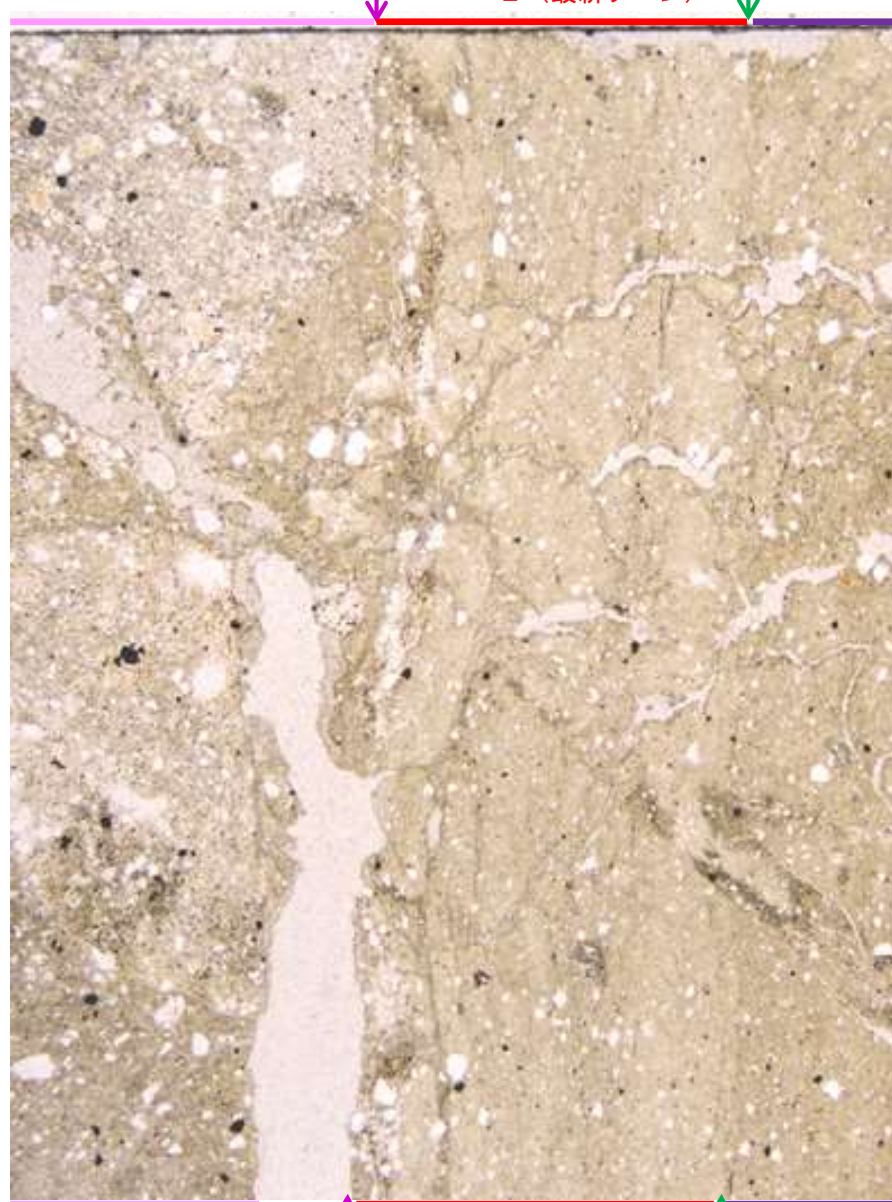
5mm

下

凡例

- | | |
|---|--|
|  主要な岩片 |  碎屑岩脈 |
|  斜長石などの鉱物片 |  変質部(I/S混合層) |
|  不透明鉱物 |  主要な岩片等を除く基質部 |
|  空隙部 |  最新面1, 2 |

スケッチ



下

1mm



上盤

下

範囲B写真

- ・横断箇所に変位・変形(せん断面や引きずりなど)は認められない。
- ・横断箇所は薄片作成時等の乱れの影響を受けていない。

5.5 S-2・S-6の活動性評価

5.5.1 上載地層法による活動性評価(S-2・S-6)

5.5.1 上載地層法による活動性評価(S-2・S-6) — 評価地点 —

■上載地層法による評価地点

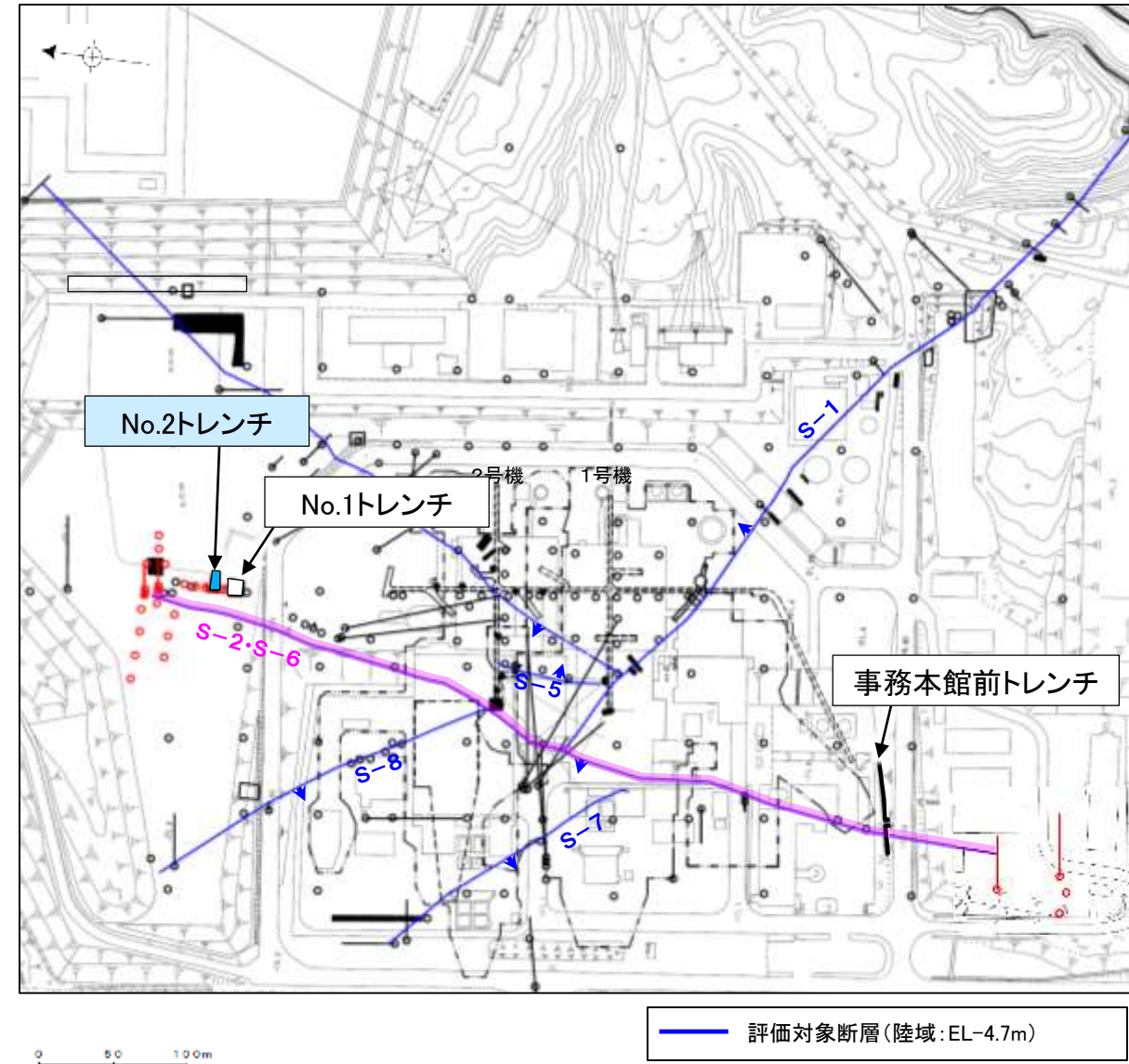
- S-2・S-6が分布する岩盤の直上に、約12～13万年前に堆積した地層であるMI段丘堆積物が確認できることから、No.2トレンチにおいて、評価を行った。
- S-2・S-6の地下延長部の断層の活動による地表付近の変形の有無を確認するために、S-2・S-6周辺の地形及び岩盤上面高度分布の確認等を行った。
- 有識者会合時の評価データ(No.1トレンチ, 事務本館前トレンチ)も用いて、評価を行った。

評価地点	記載頁
No.2トレンチ	P.5-102～5-109 補足資料5.5-1(1)
(補足1)S-2・S-6周辺の地形及び岩盤上面高度分布	補足資料5.5-1(2)
(補足2)「凸状地形」に関する検討	補足資料5.5-1(3)
No.1トレンチ	参考資料5.5-1(2)
事務本館前トレンチ	参考資料5.5-1(3)

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

□ 上載地層法に関する調査箇所
(断層の後期更新世以降の活動を否定するにあたり、地層の年代及び断層による変位・変形がないことが明確に確認できるデータを着色)

○ 有識者会合以降に追加した地形確認ボーリング孔



5.5.1 S-2・S-6 (1) No.2トレンチ ー評価結果ー

【有識者会合時の当社評価】

- 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。
- 岩盤の安山岩(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は岩盤直上のM I 段丘堆積物に変位・変形を与えていない。

【有識者の評価】

- No.2トレンチではS-2・S-6に沿う明瞭な変位は認められないが、MIS5eの海成堆積物中の層理面が山側(東側)に向かって緩やかに傾斜している状況が認められた。…(A)
- S-2・S-6付近では、地形、岩盤上面高度ともに、S-2・S-6通過位置の海側(西側)の方が高く、山側(東側)が低い傾向が認められる。…(B)
- ⇒ S-2・S-6は、後期更新世以降に左横ずれ成分を持つ西側隆起の逆断層として活動した可能性がある。この際、S-2・S-6の地下延長部の断層が活動し、地表付近の新第三系及び上部更新統に変形を及ぼしたものと判断する。

【有識者会合以降の追加検討】

礫の形状の定量的な分析

- No.2トレンチの岩盤直上に分布する中位段丘 I 面を構成する堆積物は、礫の平均真円度による評価に基づき認定される海成堆積物(M I 段丘堆積物)であり、MIS5e(約12～13万年前)に堆積したものである(P.5-26)。

層理の傾斜等のデータ分析(上記Aに対する検討)

- M I 段丘堆積物の山側(東側)への傾斜の有無についてより定量的に分析するために、トレンチ両面のM I 段丘堆積物中に認められる層理について、有識者会合以降に測定データを25データ追加し、層理の傾斜と断層との関係を確認することにより、S-2・S-6の断層活動による影響について検討を行った。その結果、層理の傾斜角は、北面・南面のそれぞれにおいて、断層からの距離に関係なくばらつきが認められる。また、断層の直近で急傾斜となる傾向や、断層から離れるにしたがって緩傾斜となるような傾向は認められない(P.5-108)。また、No.2トレンチ南北両面においてM I 段丘堆積物中の礫等の長軸の角度分布を確認した結果、礫等の長軸が一樣に山側(東側)に傾斜する傾向は認められない(補足資料5.5-1(1)-4)。
- したがって、No.2トレンチのM I 段丘堆積物に、S-2・S-6の断層活動による変形を示唆する傾向は認められない。

S-2・S-6周辺の地形及び岩盤上面高度分布(上記Bに対する検討)

- S-2・S-6の海側(西側)の地形及び岩盤上面が山側に傾くのは、エリア5の局所的な範囲に限られ、その他のエリアでは山側への傾きは認められず、S-2・S-6に沿った全線で海側(西側)の地形及び岩盤上面の系統的な山側への傾きはない(補足資料5.5-1(2))。
- よって、S-2・S-6周辺の地形、岩盤上面高度に、S-2・S-6の断層活動による変形は認められない。

「凸状地形」に関する検討(上記Bに対する検討)

- エリア5において、S-2・S-6の北方に西側が高い「凸状地形」が認められたことから、3本のボーリング調査を実施した結果、いずれのボーリングコアにも深部に西側を隆起させるような断層は認められない。また、「凸状地形」が最も顕著に表れているNo.3トレンチ地点において、断層は確認されない(補足資料5.5-1(3))。
- 「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(補足資料5.5-1(3))

S-2・S-6及びその周辺の岩盤中のせん断面における鉱物脈法による評価(補足資料5.5-1(5))

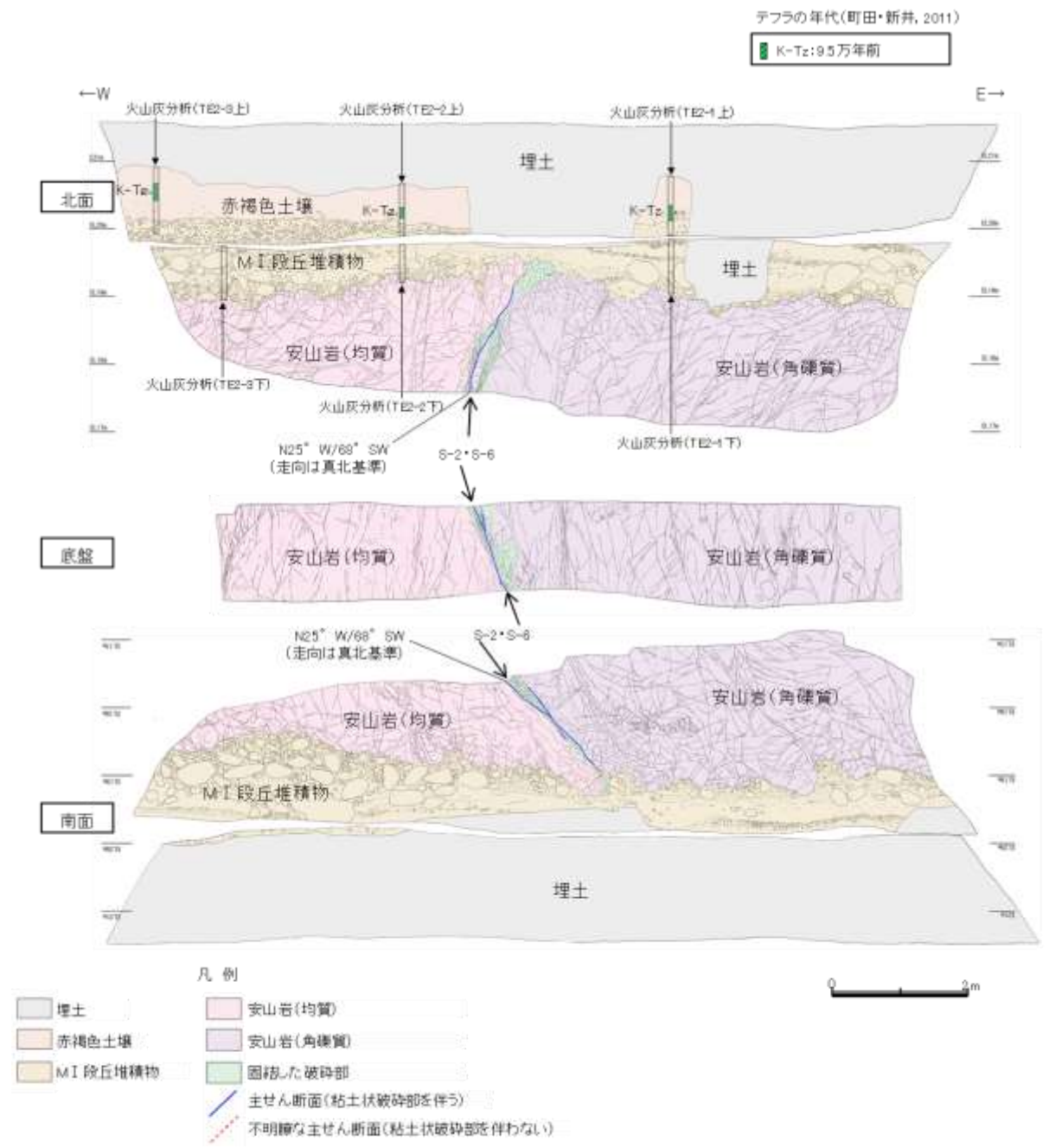
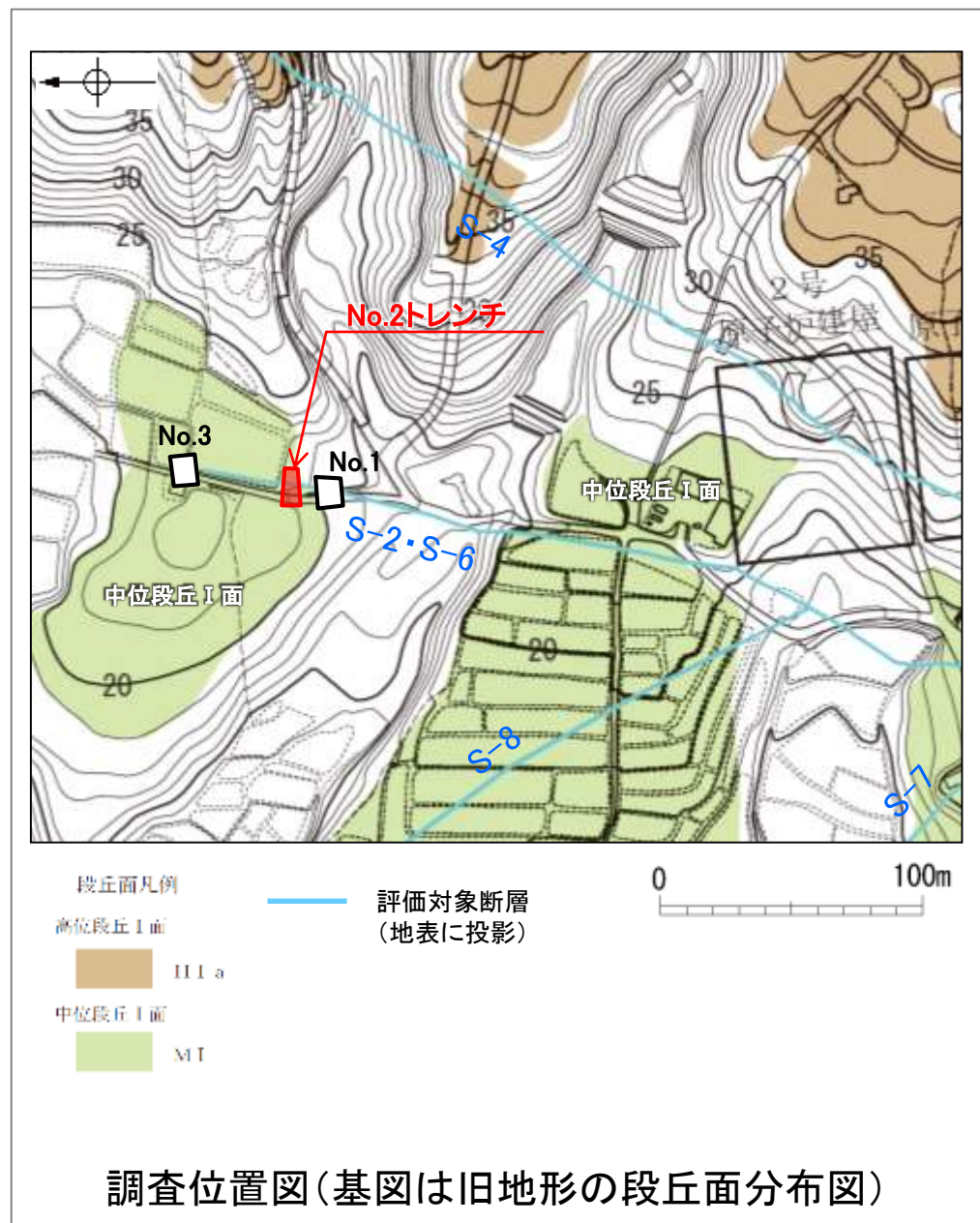
- 有識者会合は、S-2・S-6の地下延長部の断層が活動し、海側(西側)隆起の変形を及ぼした場合に、S-2・S-6下盤側直近(S-1の北西部)でS-1の動きを促進する局所的な応力変化が生じるとしている。また、その場合、S-2・S-6及び上盤側の岩盤中のせん断面(S-7, S-8)にも、薄片観察(微視的観察)により微小な変位が認められると考えられる。
- S-2・S-6及び下盤側直近のS-1北西部、上盤側のS-7, S-8を対象に、鉱物脈法による評価を実施した結果、S-2・S-6及び下盤側直近のS-1北西部、上盤側のS-7, S-8の最新面を横断する粘土鉱物(I/S混合層)に、変位・変形は認められない。

【現在の当社評価】

- 以上のことを踏まえると、S-2・S-6の最新活動は、M I 段丘堆積物の堆積以前であり、S-2・S-6の地下延長部の断層が後期更新世以降に活動し、地表付近に変形を及ぼしたことはない。

【No.2トレンチ 観察結果】

- 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。
- 岩盤の安山岩(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は岩盤直上の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)

5.5.1 S-2・S-6 (1) 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は岩盤直上のM I 段丘堆積物に変位・変形を与えていない(次頁, 次々頁)。

赤褐色土壌

- ・色調5YR4/8及び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壌構造が認められる。

M I 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以下の礫はくさり礫化が進む。
- ・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。

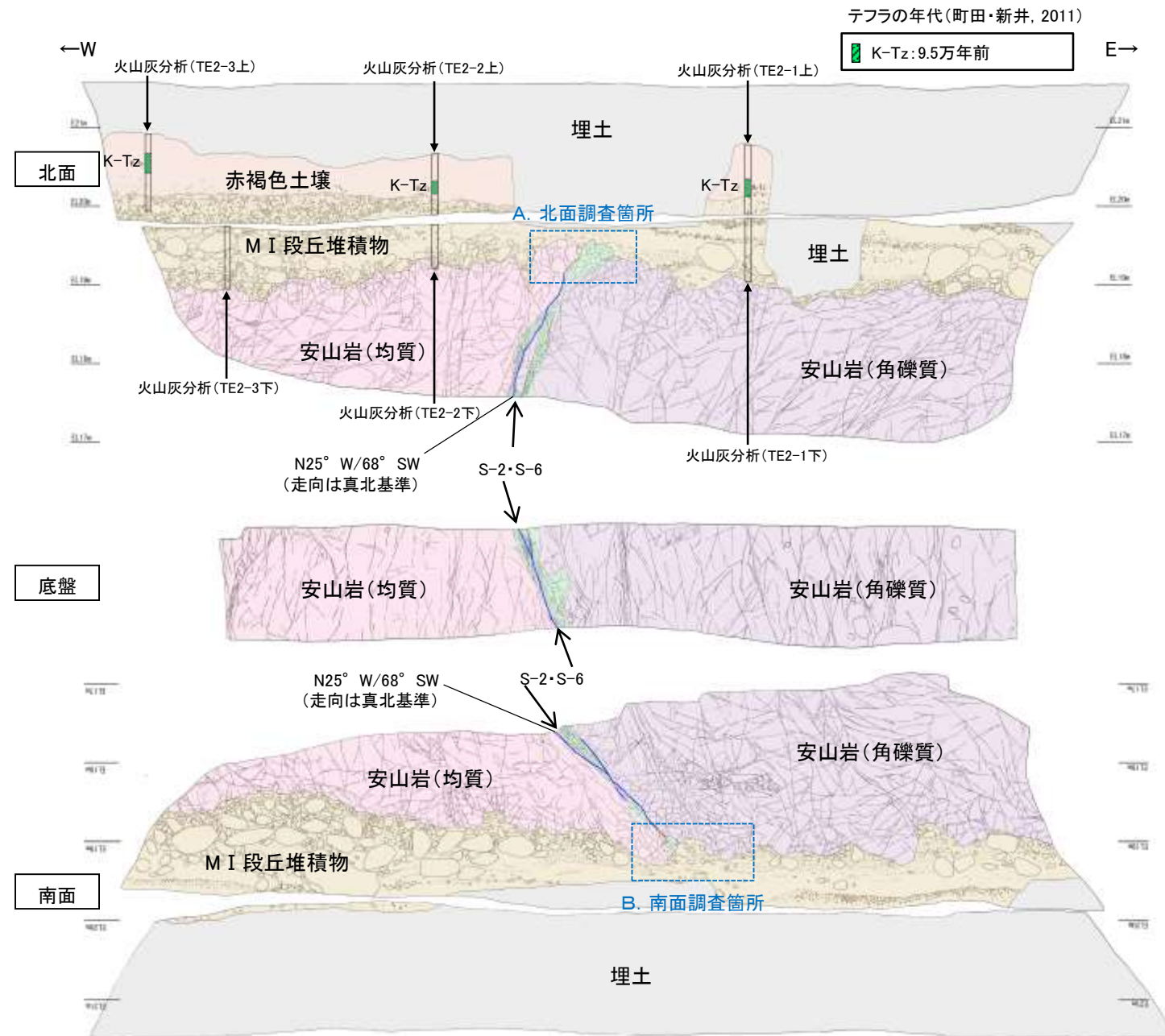
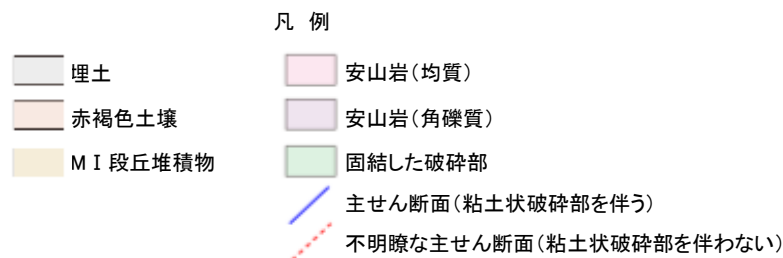
S-2・S-6

- ・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の固結した破碎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碎部からなる。
- ・S-2・S-6は岩盤直上のM I 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。

- ・岩盤と堆積物の境界に関する調査結果については補足資料5.5-1(1)-1
- ・S-2・S-6周辺の割れ目に関する調査結果については補足資料5.5-1(1)-2



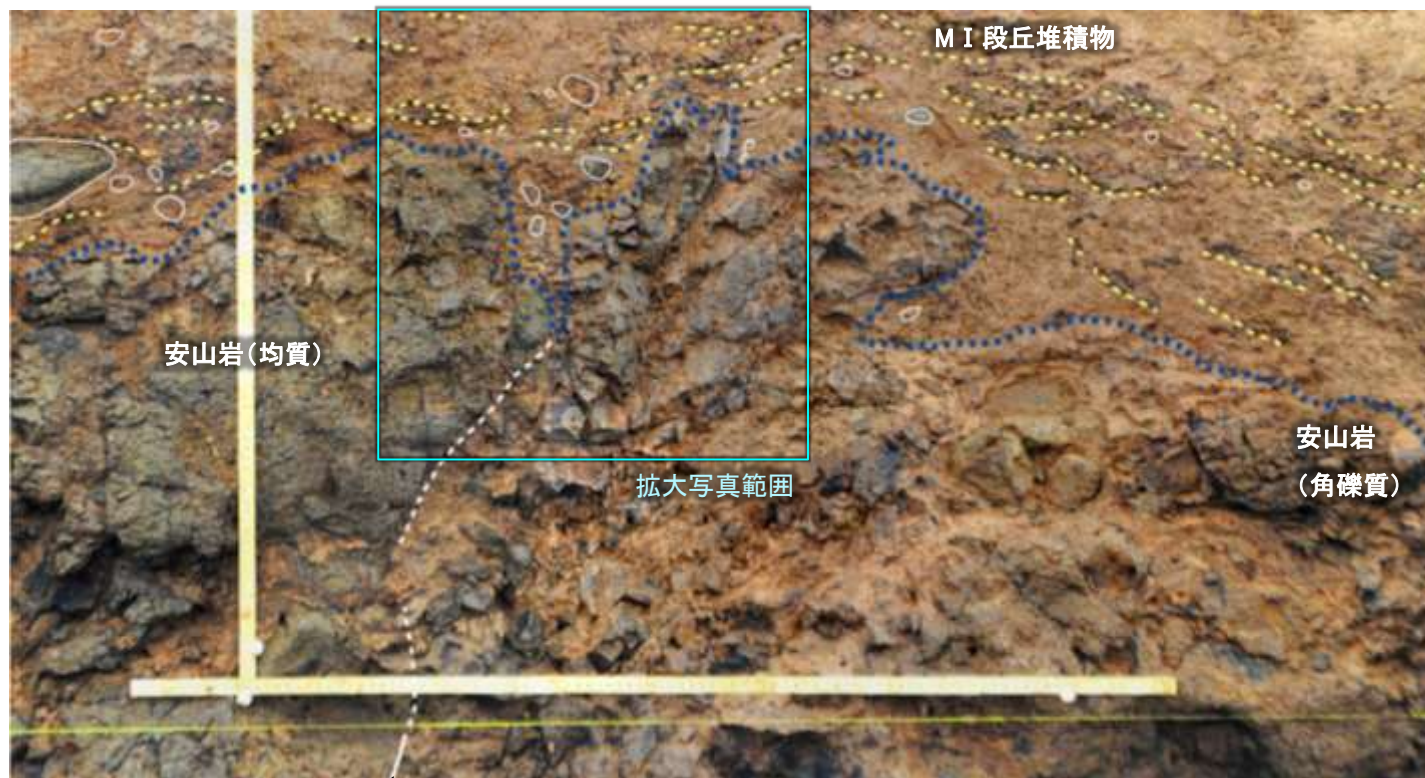
No.2トレンチスケッチ(展開図)

S-2・S-6 No.2トレンチ

【北面拡大写真】



A.北面調査箇所



S-2・S-6 A.北面調査箇所(礫, 構造等を加筆)

0 20cm



S-2・S-6

0 10cm

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

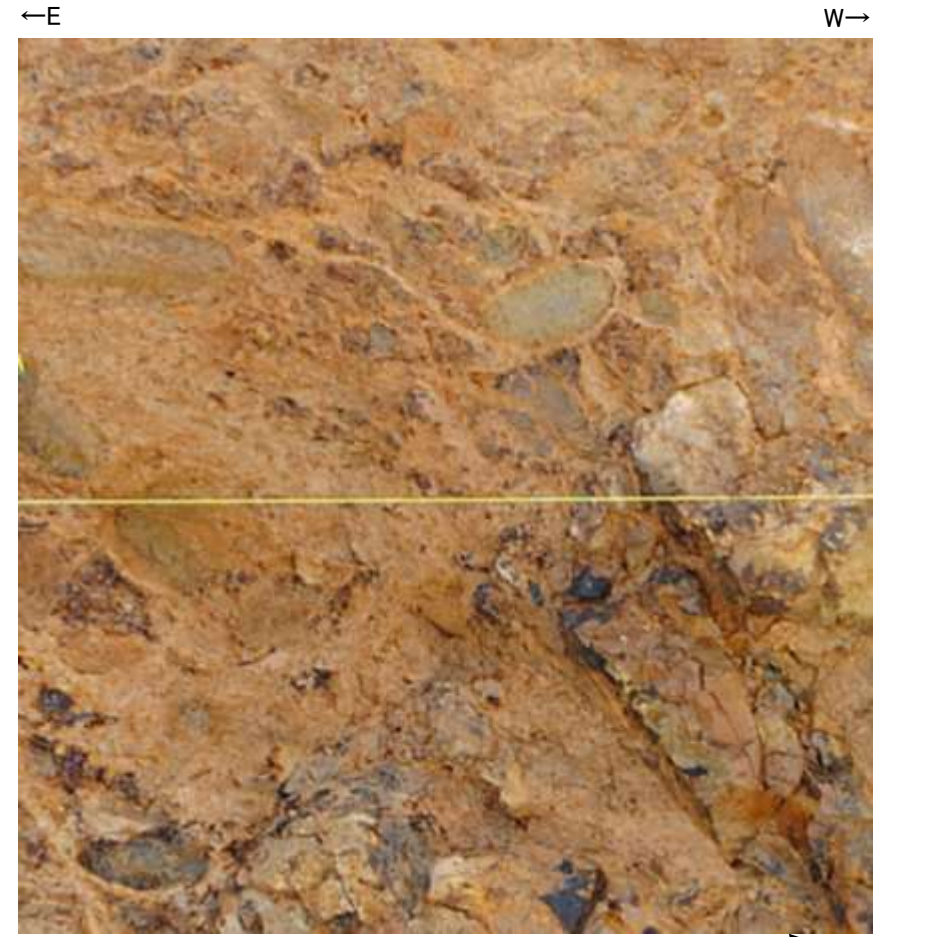
- ・S-2・S-6付近の岩盤上面(図中青点線)の凹部には, MI段丘堆積物が入り込むように堆積している。
- ・凹部を挟んで両側のMI段丘堆積物の基底は, ほぼ同じ高さである。
- ・S-2・S-6直上のMI段丘堆積物中には, せん断面は認められない。
- ・S-2・S-6上方のMI段丘堆積物中には, 堆積構造(図中黄点線)が認められ, この堆積構造に乱れは認められない。

S-2・S-6 No.2トレンチ

【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

B. 南面調査箇所(礫, 構造等を加筆)

S-2・S-6上部付近拡大写真

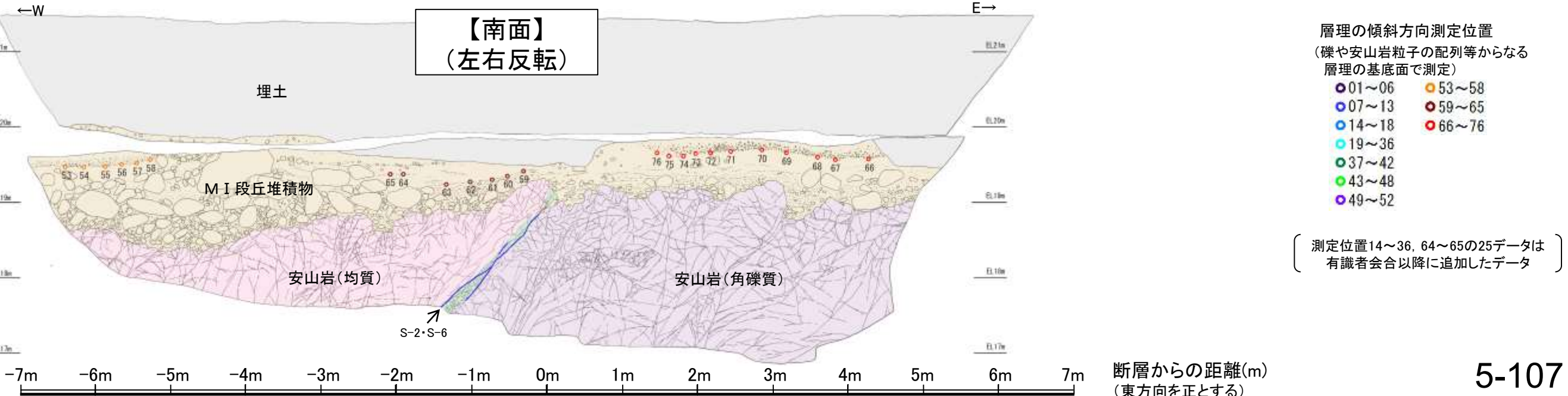
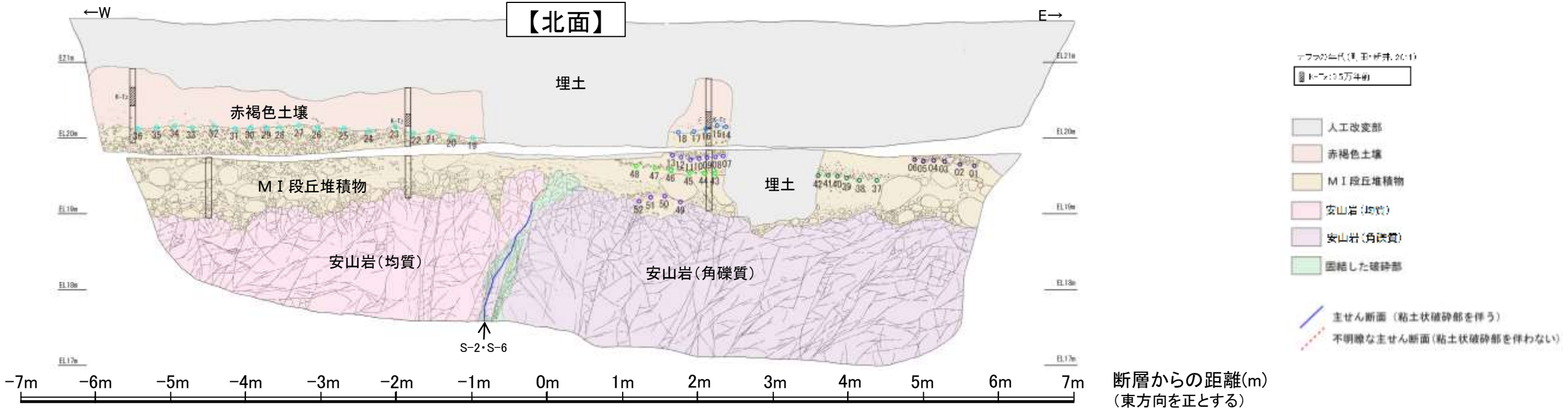
- 礫
- 堆積構造
- 岩盤上面
- 主せん断面
- 不明瞭な主せん断面

- ・ 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。

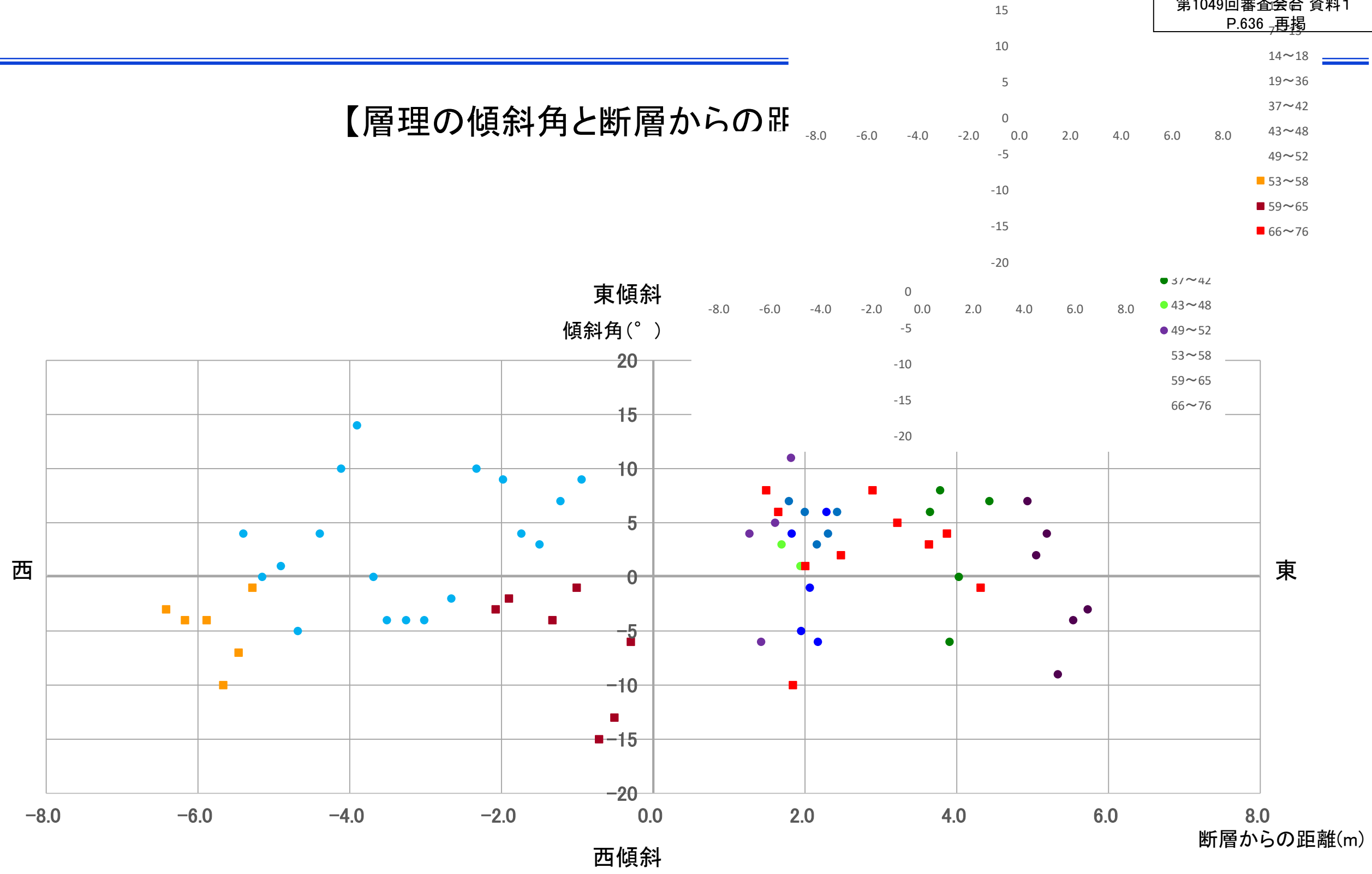
5.5.1 S-2・S-6 (1) No.2トレンチ 一層理の傾斜等のデータ分析

- 有識者会合は、No.2トレンチのM I 段丘堆積物が山側(東側)に傾斜すると評価している。
- M I 段丘堆積物の山側(東側)への傾斜の有無についてより定量的に分析するために、トレンチ両面のM I 段丘堆積物中に認められる層理について、有識者会合以降に測定データを25データ追加し、層理の傾斜と断層との関係を確認することにより、S-2・S-6の断層活動による影響について検討を行った。
- その結果、層理の傾斜角は、北面・南面のそれぞれにおいて、断層からの距離に関係なくばらつきが認められる。また、断層の直近で急傾斜となる傾向や、断層から離れるにしたがって緩傾斜となるような傾向は認められない(次頁)。
- 層理の一部(測定位置37~48)では東傾斜の傾向が認められるものの、トレンチ全体の層理の傾斜方向を三次元的にみると、北面、南面とも全体的に南傾斜が卓越しており、系統的に東西のどちらか一方に傾斜する傾向は認められない。トレンチ周辺の岩盤上面高度は南側にいくにしたがって低くなることから、この層理の南傾斜はM I 段丘堆積物の堆積時の岩盤上面の傾斜を反映したものであると考えられる(次々頁)。
- No.2トレンチ南北両面において、M I 段丘堆積物中の礫等の長軸が一様に山側(東側)に傾斜する傾向は認められない(補足資料5.5-1(1)-4)。

○以上のことから、No.2トレンチのM I 段丘堆積物に、S-2・S-6の断層活動による変形を示唆する傾向は認められない。



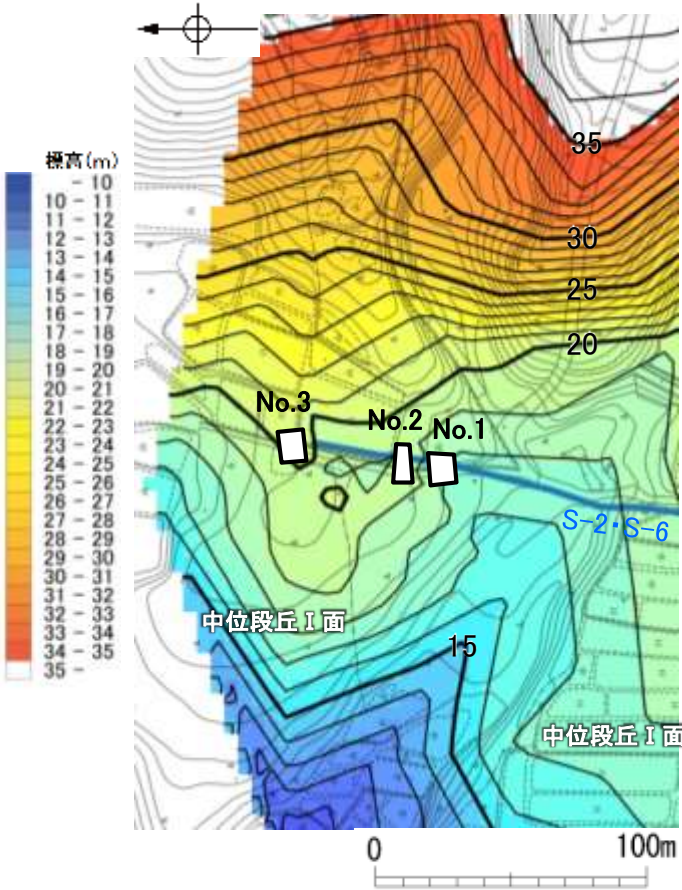
【層理の傾斜角と断層からの距離】



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

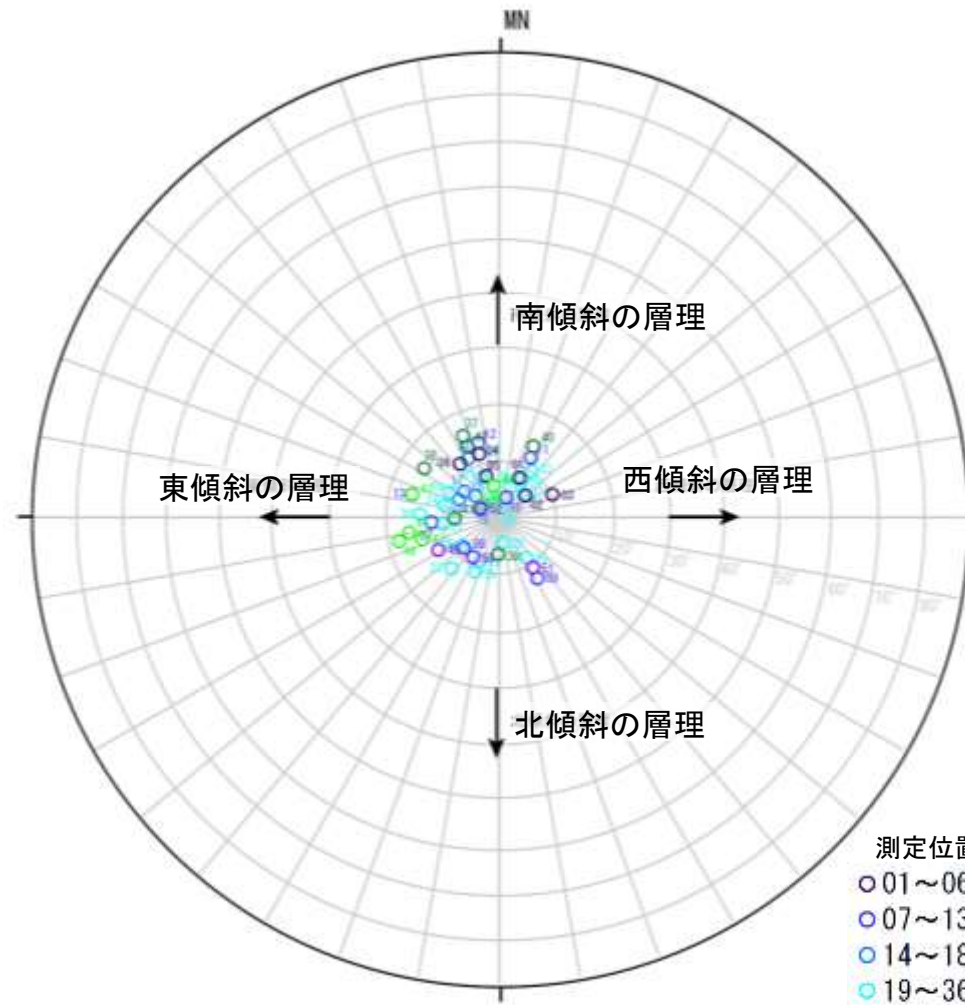
(参考)福浦断層 大坪川ダム右岸トレンチで認められる砂層(層理部)中の層理の傾斜と断層からの距離の関係は、補足資料5.5-1(1)-3

【層理の傾斜方向(北面・南面)】



・トレンチ周辺の岩盤上面高度は、南側にいくにしたがって低くなる。

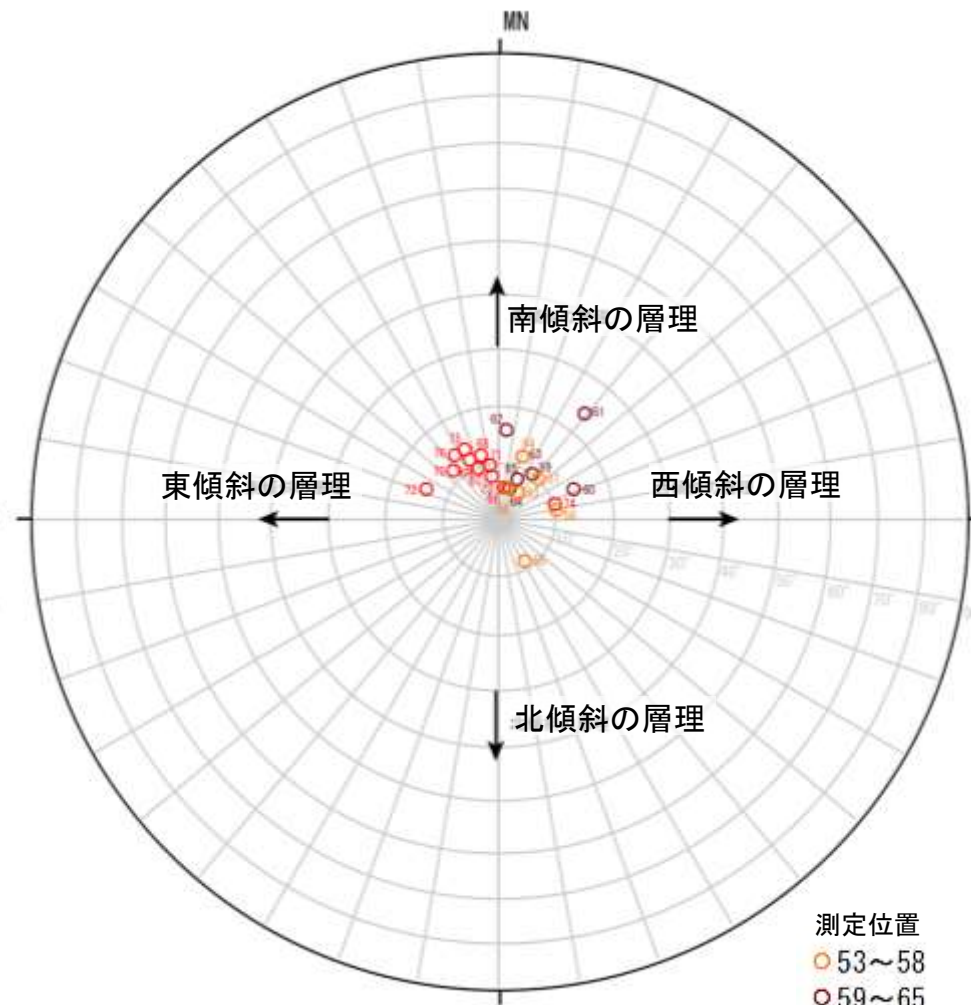
トレンチ周辺の
岩盤上面標高段彩図



測定位置
○01~06
○07~13
○14~18
○19~36
○37~42
○43~48
○49~52

測定位置14~36は
有識者会合以降に
追加したデータ

シュミットネット 下半球投影
(北面 層理の走向・傾斜を基に作成)



測定位置
○53~58
○59~65
○66~76

測定位置64~65は
有識者会合以降に
追加したデータ

シュミットネット 下半球投影
(南面 層理の走向・傾斜を基に作成)

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

5.5.2 鉍物脈法による活動性評価(S-2・S-6)

5.5.2 鉱物脈法による活動性評価(S-2・S-6) — 評価地点 —

■ 鉱物脈法による評価地点

- 2地点(F-8.5' 孔, K-6.2-2孔)において, S-2・S-6の最新ゾーンに少なくとも後期更新世以降に生成されたものではないと評価した変質鉱物であるI/S混合層が認められたことから, 断層活動(最新面)と変質鉱物との関係による評価を行った。
- また, その他の調査地点(E-8.5-2孔, E-8.33' 孔)も用いて, 評価を行った。

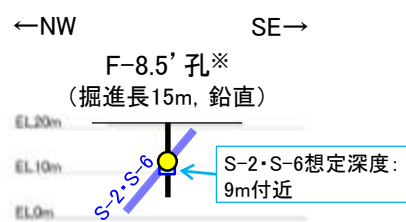
評価地点	記載頁
F-8.5' 孔 (深度8.50m, EL12.63m)	P.5-112~5-121 補足資料5.5-2(1)-1
K-6.2-2孔 (深度30.94m, EL-19.45m)	P.5-122~5-125 補足資料5.5-2(1)-2
E-8.5-2孔 (深度8.55m, EL12.66m)	参考資料5.5-2(1)-1
E-8.33' 孔 (深度15.70m, EL7.59m)	参考資料5.5-2(2)

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

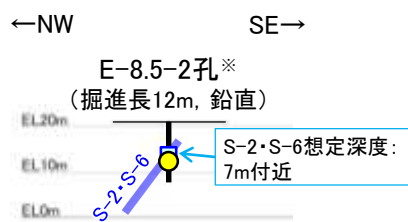
黄色網掛け : 鉱物脈法による評価において, S-2・S-6の中で最新面と鉱物脈との切り合い関係が最も明確であると評価したデータ



K-6.2-2孔断面図
(掘進方向, H:V=1:1)



F-8.5' 孔断面図
(断層直交方向, H:V=1:1)



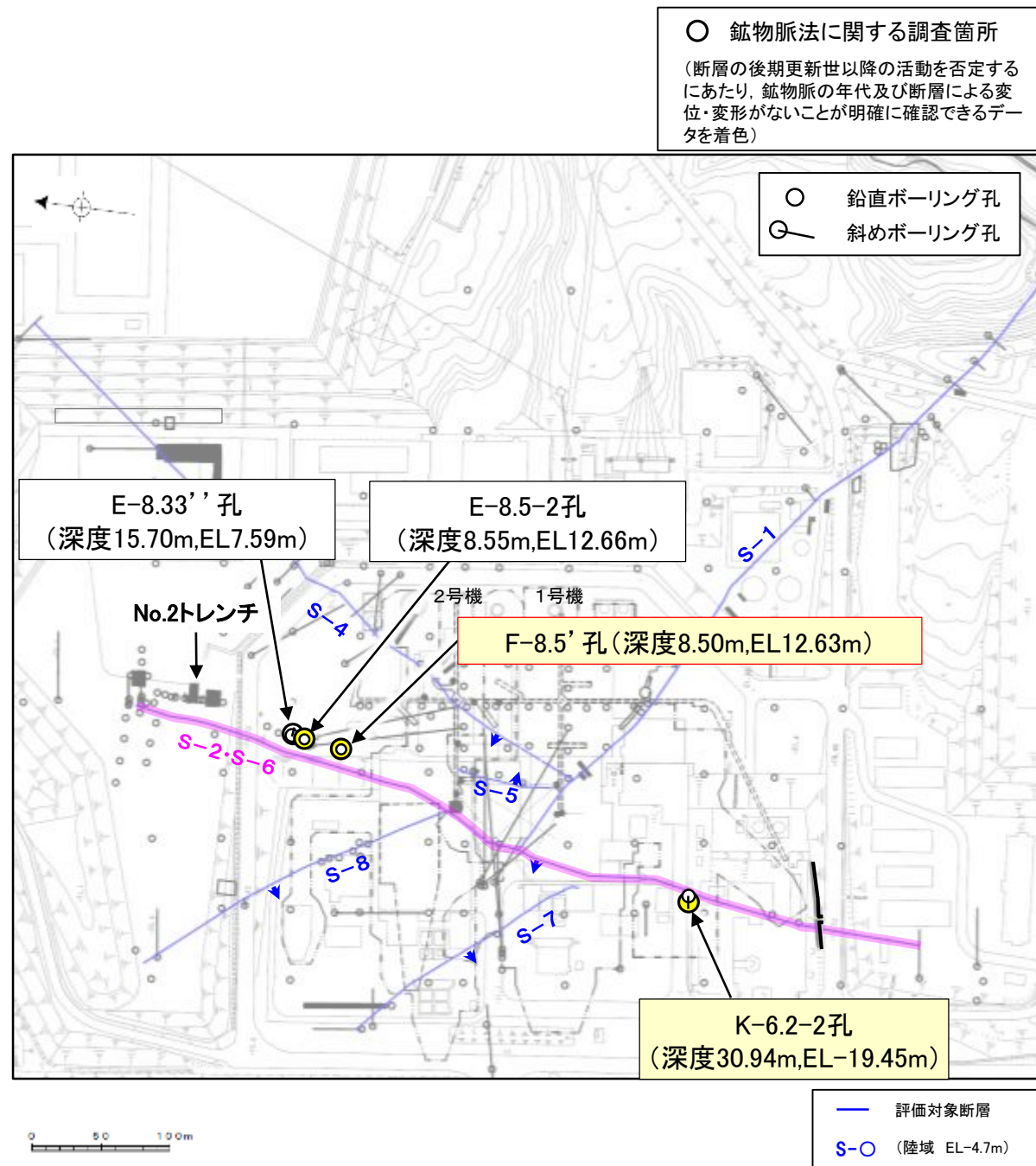
E-8.5-2孔断面図
(断層直交方向, H:V=1:1)

- 凡例
- 評価地点
 - S-2・S-6想定位置

※ 鉱物脈法による評価のために実施したボーリング

これらの図の断層線は, 周辺の露頭やボーリングでの出現位置を基に描いている。

K-6.2-2孔のボーリング柱状図, コア写真, BHTVは, データ集1, 2, 3
F-8.5' 孔, E-8.5-2孔, E-8.33' 孔のS-2・S-6想定深度付近のコア写真は, 補足資料5.3-3(3)



位置図

5.5.2 S-2・S-6 (1) F-8.5' 孔 — 評価結果 —

【最新面の認定】

○F-8.5' 孔の深度8.50m付近で認められるS-2・S-6において、巨視的観察及び微視的観察を実施し、最新ゾーンの下盤側の境界に最新面を認定した(P.5-113~5-116)。

【鉱物の同定】

○微視的観察により確認した粘土鉱物は、EPMA分析(定量)による化学組成の検討結果及びXRD分析(粘土分濃集)による結晶構造判定結果から、I/S混合層であると判断した(P.5-117, 5-118)。

【変質鉱物の分布と最新面との関係】

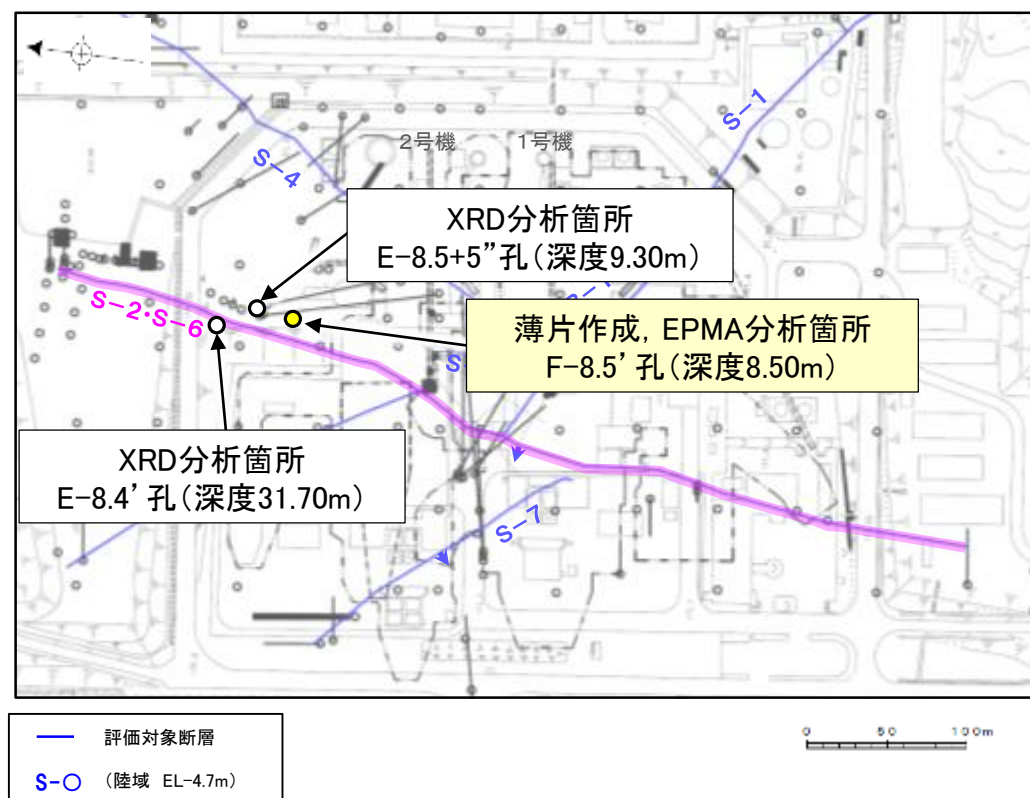
○EPMA分析(マッピング)や薄片観察により、粘土鉱物(I/S混合層)の分布範囲を確認した結果、粘土鉱物(I/S混合層)は最新ゾーン及びその周辺に分布している(P.5-119, 補足資料5.5-2(1)-1 P.5.5-2-4)。

○薄片①の範囲Aにおいて、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を横断して分布し、最新面が不連続になっており、不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められない。また、この不連続箇所において、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を遮るように分布し、この粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められない(P.5-120, 5-121)。

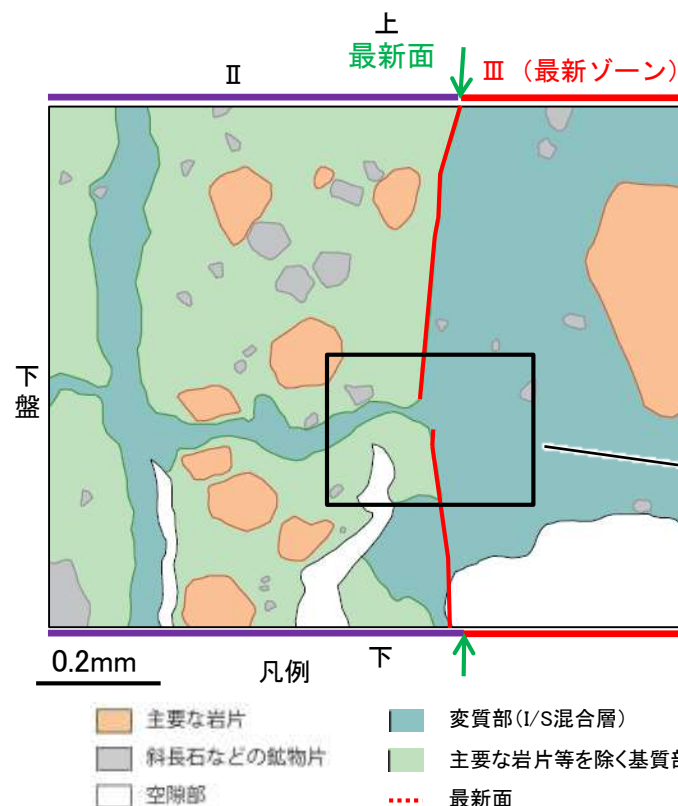
○以上のことを踏まえると、S-2・S-6の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。

紫字: 第1073回審査会合以降の変更箇所

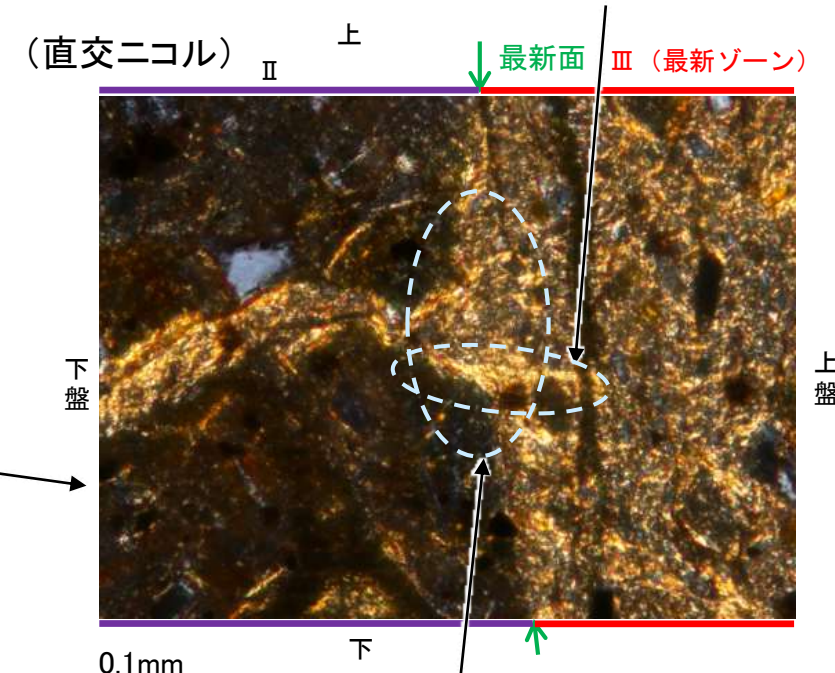
・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を遮るように分布し、この粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形(せん断面や引きずりなど)は認められない(P.5-120, 5-121)。



調査位置図



薄片①範囲Aスケッチ



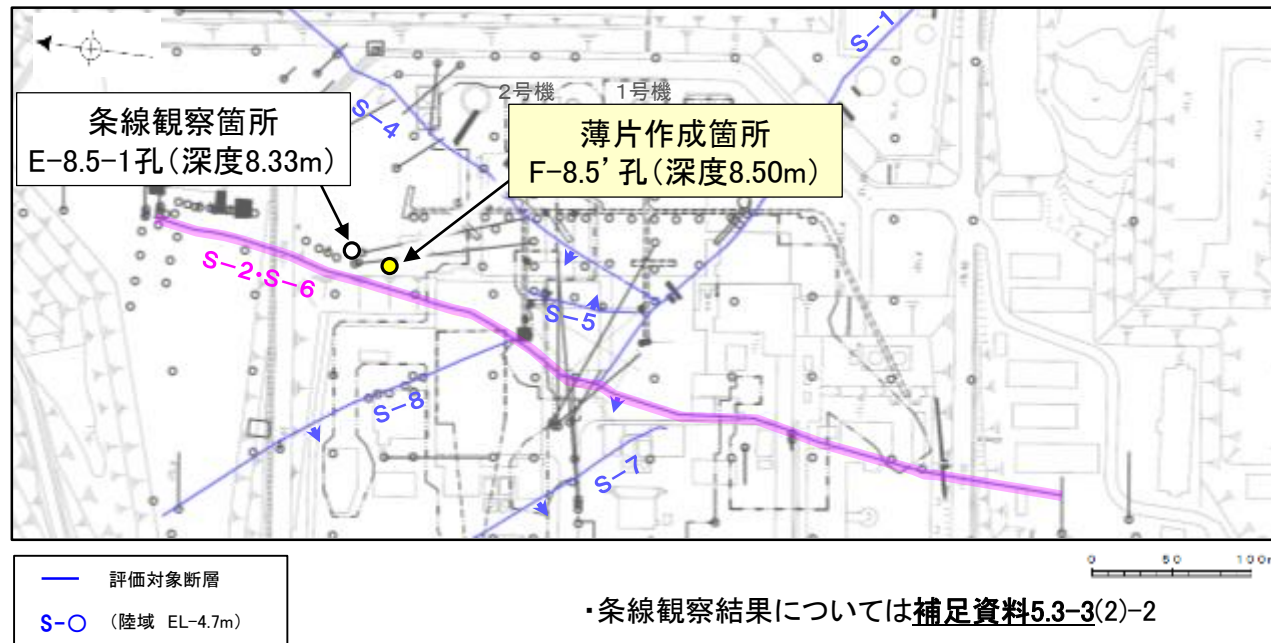
・不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形(せん断面や引きずりなど)は認められない(P.5-120, 5-121)。
・不連続箇所には、I/S混合層生成以降の注入の痕跡や、薄片作成時等の乱れの影響は認められない(P.5-120, 5-121)。

詳細観察範囲写真

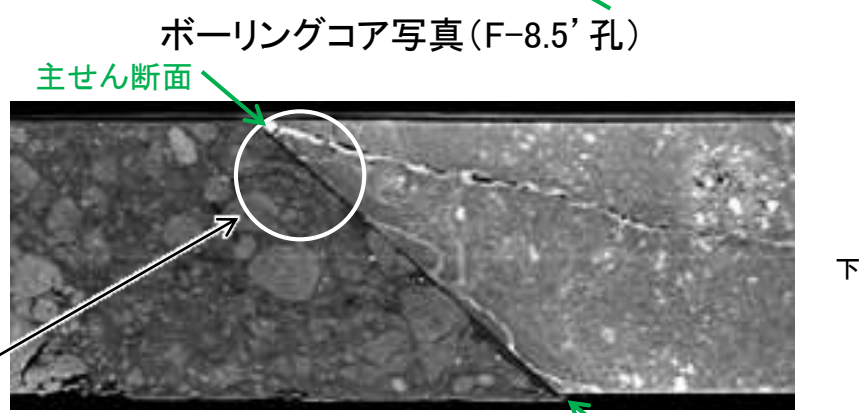
5.5.2 S-2・S-6 (1) F-8.5' 孔 —最新面の認定(巨視的観察)—

○F-8.5' 孔の深度8.50m付近で認められるS-2・S-6において、巨視的観察(ボーリングコア観察, CT画像観察)を実施し、最も直線性・連続性がよい断層面を主せん断面として抽出した。

○隣接孔(E-8.5-1孔)の主せん断面における条線観察の結果, 140° Rの条線方向が確認されたことから, F-8.5' 孔において, 140° Rで薄片を作成した(ブロック写真)。



(深度) 8.40 8.50 8.60 (m)



1cm

5.5.2 S-2・S-6 (1) F-8.5' 孔 ー最新面の認定(微視的観察)ー

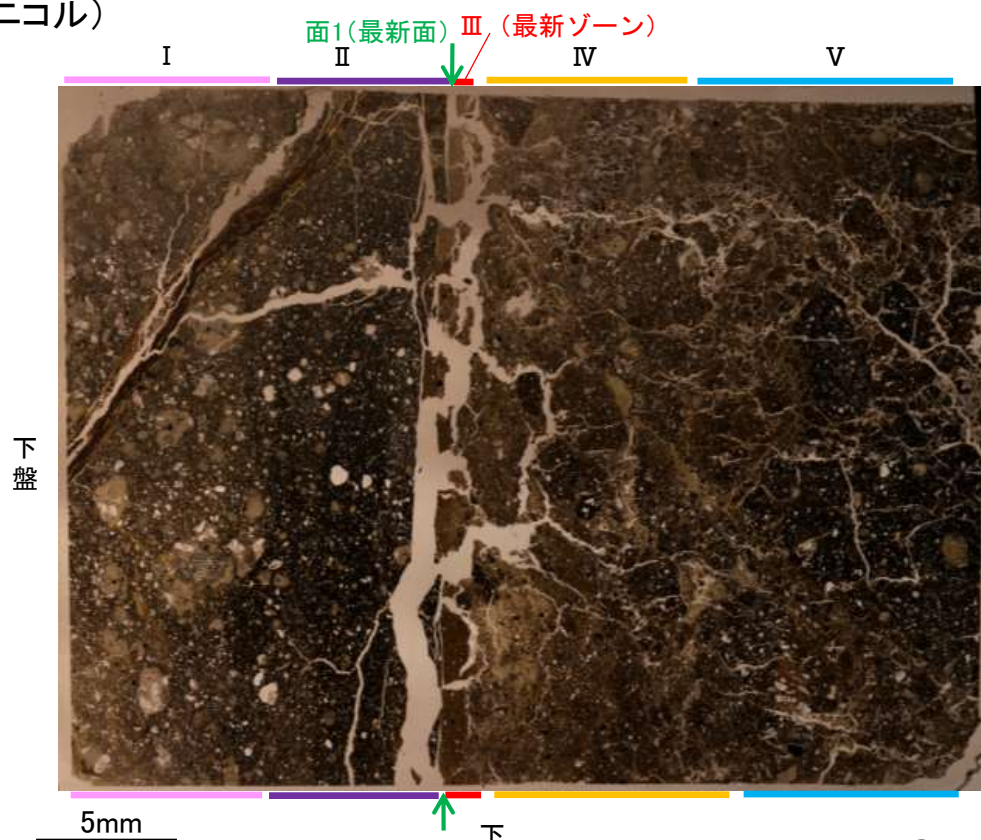
- 微視的観察(薄片観察)の結果, 色調や礫径などから, 下盤側より I ~ V に分帯した。
- そのうち, 最も細粒化している分帯Ⅲを最新ゾーンとして抽出した。
- 最新ゾーンと分帯Ⅱとの境界に, 面1が認められる。面1は薄片上部では一部不連続になるが, 薄片中央~下部では直線性・連続性がよく, 全体として最新ゾーンの中では比較的直線性・連続性がよい面である。
- 最新ゾーンと分帯Ⅳとの境界は, 不明瞭で漸移的であり, せん断面は認められない※。
- 最新ゾーン中に認められるY面は面1のみであることから, 面1を最新面と認定し, 変質鉱物との関係を確認する。

※最新ゾーンと分帯Ⅳとの境界についての詳細は次々頁

【解釈線なし】

分帯とコア観察における破碎部区分との対応
 ・分帯Ⅲ(最新ゾーン)・・・粘土状破碎部
 ・分帯Ⅳ, 分帯Ⅴ・・・角礫状破碎部

(単ニコル)



(直交ニコル)

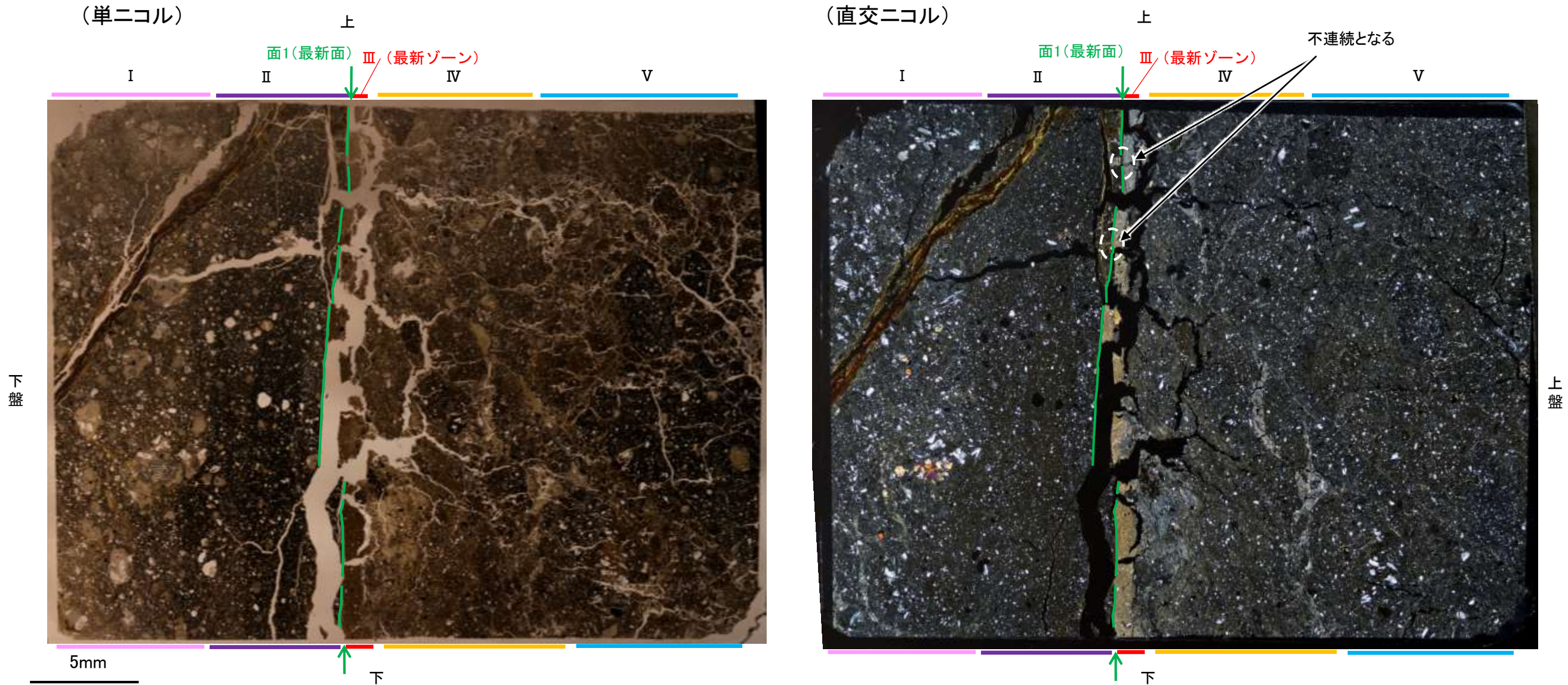


薄片①写真(F-8.5' _140R_2)

- I: 単ニコルで褐灰~灰色, 直交ニコルで灰色の干渉色を呈する火山礫凝灰岩からなる。径5mm以下の岩片や鉱物片が細粒な基質中に含まれる。岩片, 鉱物片は垂角~垂円形である。基質中や割れ目, 岩片の縁辺部に粘土鉱物が生成している。
- II: 単ニコルで褐灰~暗灰色, 直交ニコルで灰色の干渉色を呈する細粒凝灰岩からなる。径1mm以下の岩片や鉱物片が細粒な基質中に含まれる。岩片は垂角~垂円形, 鉱物片は角~垂円形である。割れ目や岩片の縁辺部に粘土鉱物が生成している。
- III (最新ゾーン): 単ニコルで褐灰色, 直交ニコルで黄~灰色の干渉色を呈する, 粘土鉱物を含む細粒物からなる。径0.3mm以下の岩片や鉱物片が細粒な基質中に含まれる。岩片, 鉱物片は垂角~垂円形である。基質中に粘土鉱物が生成している。
- IV: 単ニコルで褐灰~灰色, 直交ニコルで褐灰~灰色の干渉色を呈する凝灰岩からなる。径4mm以下の岩片や鉱物片が細粒な基質中に含まれる。岩片は垂角~垂円形, 鉱物片は角~垂角形である。基質中や割れ目, 岩片の縁辺部に粘土鉱物が生成している。
- V: 単ニコルで褐灰~暗灰色, 直交ニコルで褐灰~灰色の干渉色を呈する凝灰岩からなる。径5mm以下の岩片や鉱物片が細粒な基質中に含まれる。岩片, 鉱物片は角~垂角形である。基質中や割れ目, 岩片の縁辺部に粘土鉱物が生成している。

S-2・S-6_F-8.5' 孔

【解釈線あり】



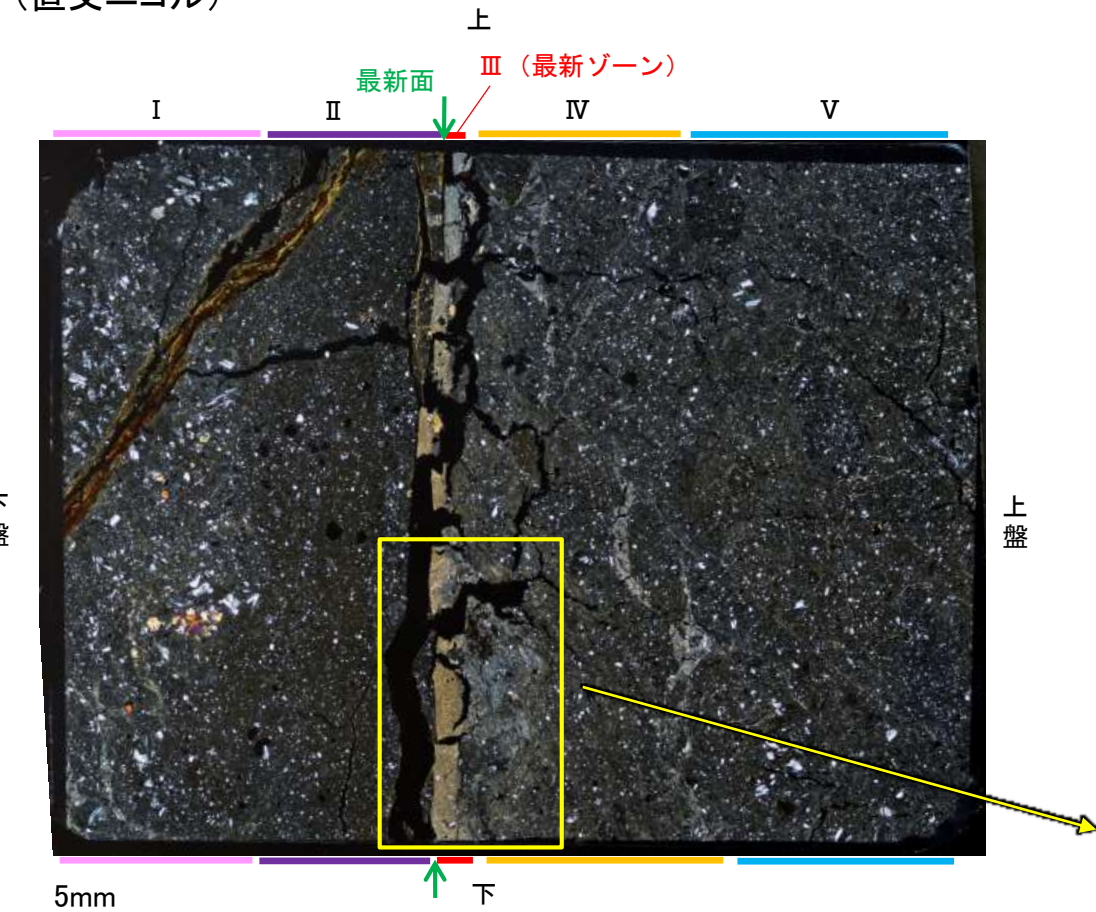
薄片①写真(F-8.5' _140R_2)

- ・最新ゾーンと分帯Ⅱとの境界に、面1が認められる。面1は薄片上部では一部不連続になるが、薄片中央～下部では直線性・連続性がよく、全体として最新ゾーンの中では比較的直線性・連続性がよい面である。
- ・最新ゾーンと分帯Ⅳとの境界は、不明瞭で漸移的であり、せん断面は認められない。

5.5.2 S-2・S-6 (1) F-8.5' 孔 ー最新ゾーンと分帯IVとの境界ー

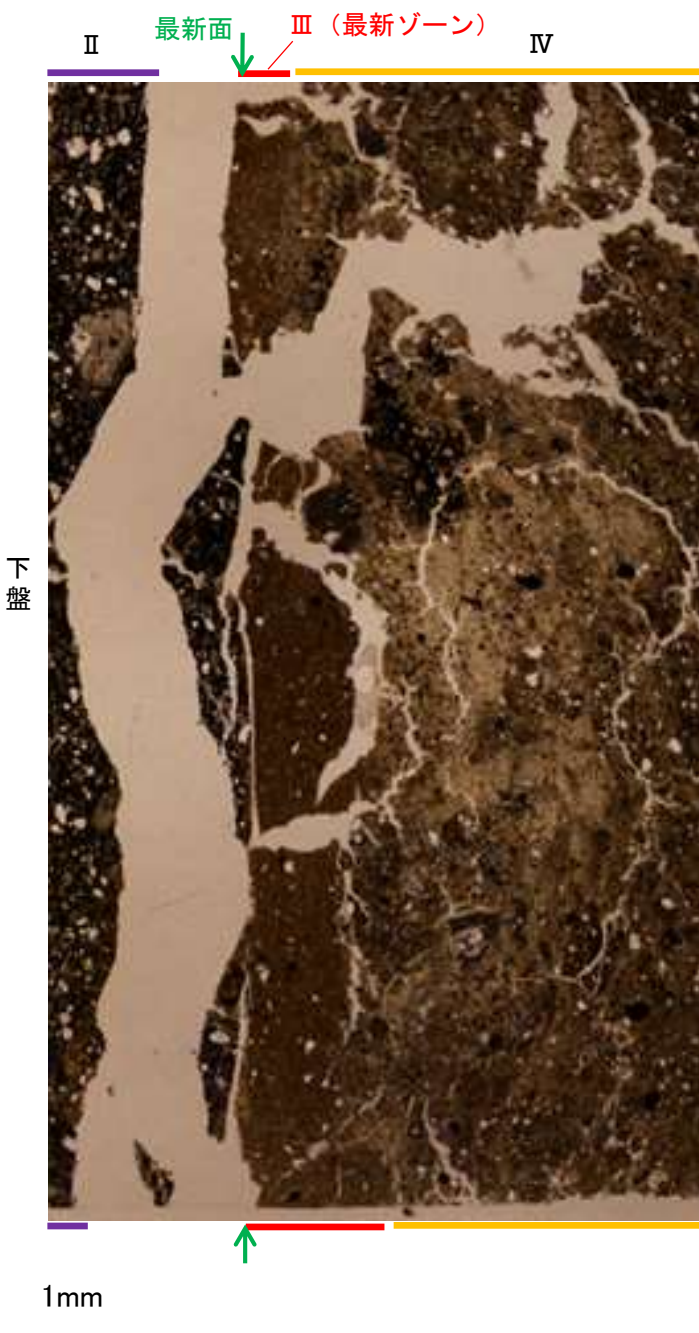
○微視的観察(薄片観察)の結果, 最新ゾーンと分帯IVとの境界は不明瞭で漸移的であり, せん断面は認められない。

(直交ニコル)

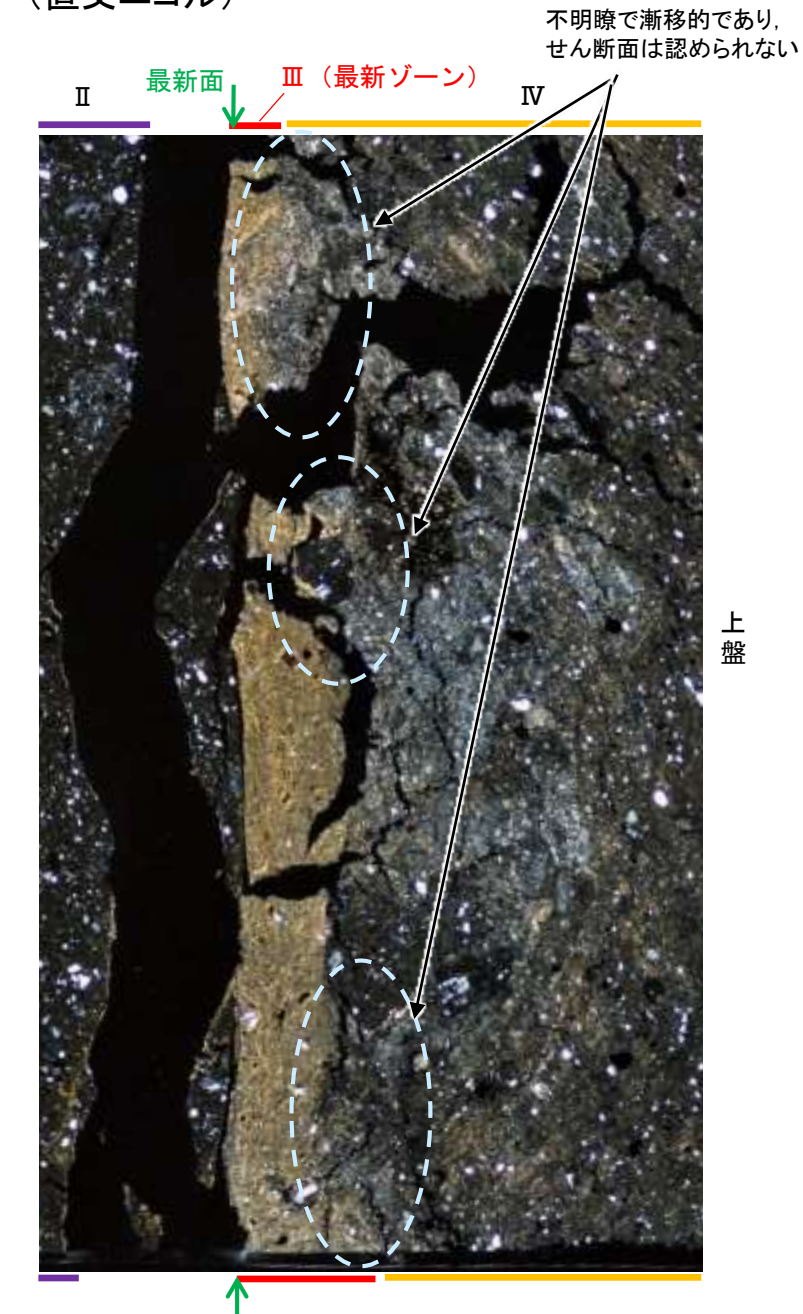


薄片①写真(F-8.5'_140R_2)

(単ニコル)

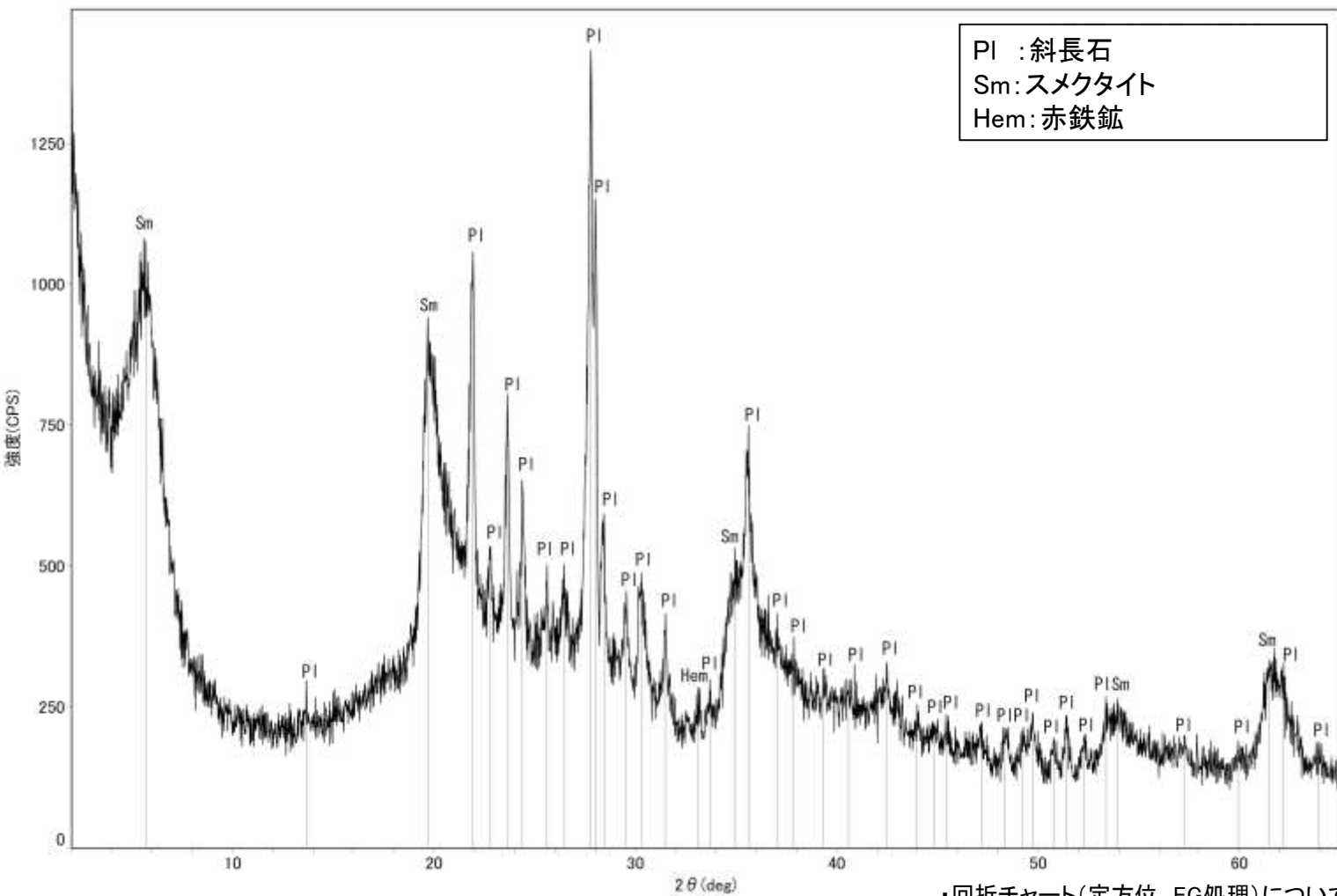


(直交ニコル)

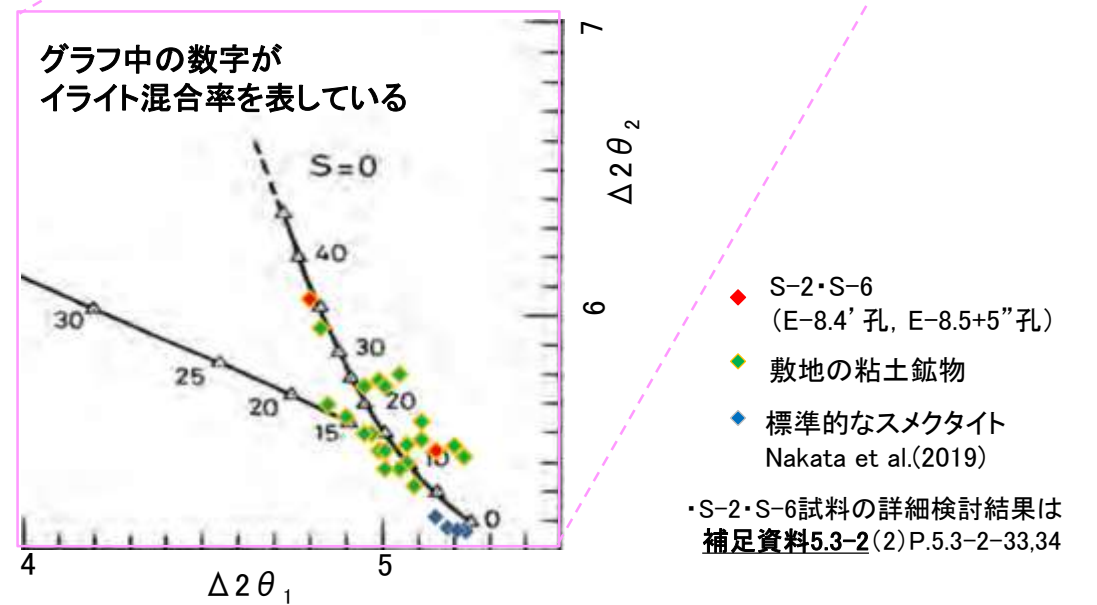
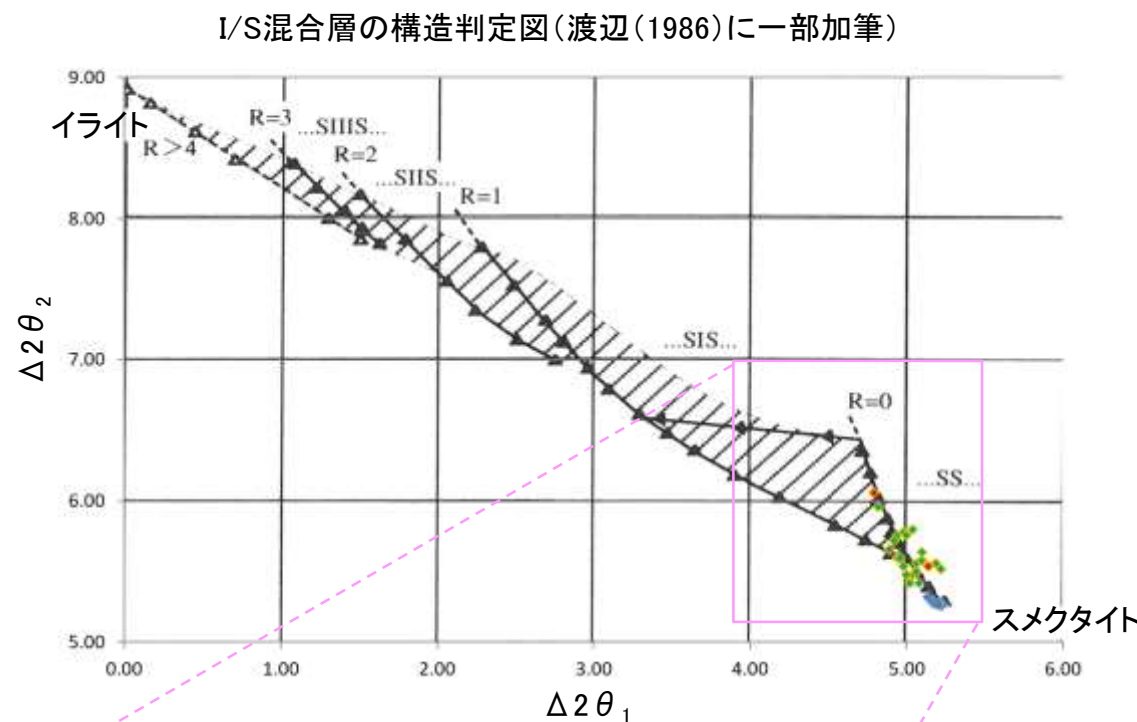


5.5.2 S-2・S-6 (1) F-8.5' 孔 — 鉱物の同定(XRD分析) —

○最新ゾーン付近でXRD分析を実施した結果, 主な粘土鉱物としてスメクタイトが認められる。
○スメクタイトについて詳細な結晶構造判定を行うために, 同一断層の別孔(E-8.4' 孔, E-8.5+5" 孔)の破砕部においてXRD分析(粘土分濃集)を実施した結果, I/S混合層と判定した。



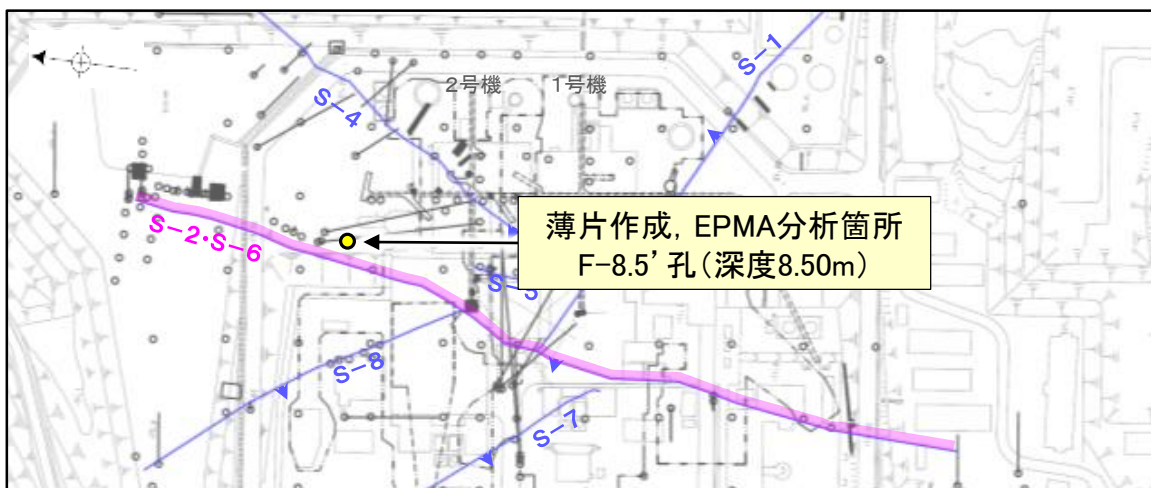
回折チャート(不定方位)_F-8.5' 孔
・回折チャート(定方位, EG処理)については, 補足資料5.3-3(1) P.5.3-3-17



I/S混合層の構造判定図(渡辺(1981)に一部加筆)

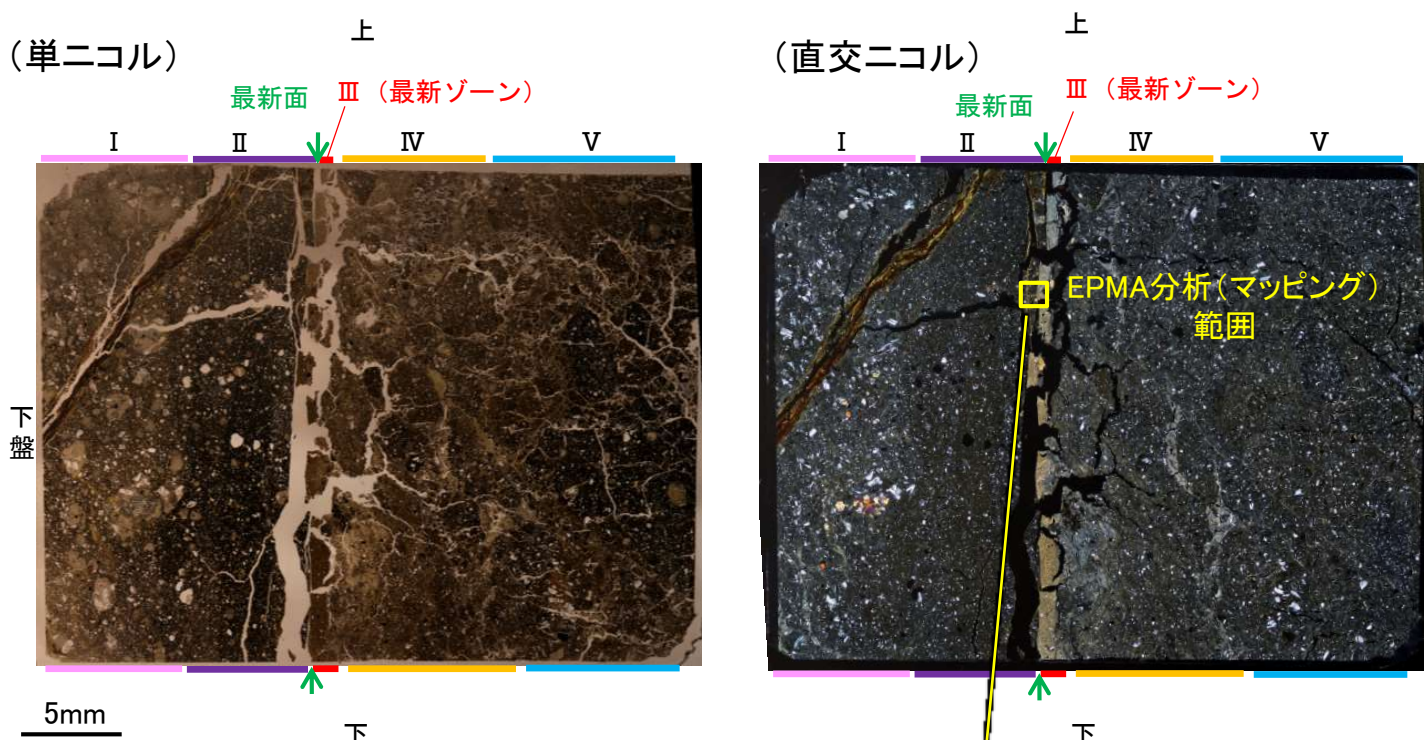
5.5.2 S-2・S-6 (1) F-8.5' 孔 — 鉱物の同定(EPMA分析(定量)) —

○最新面の認定を行ったものと同一薄片で実施した, EPMA分析(定量)による化学組成の検討結果から, 最新ゾーンやその周辺に分布する粘土鉱物はI/S混合層であると判断した。

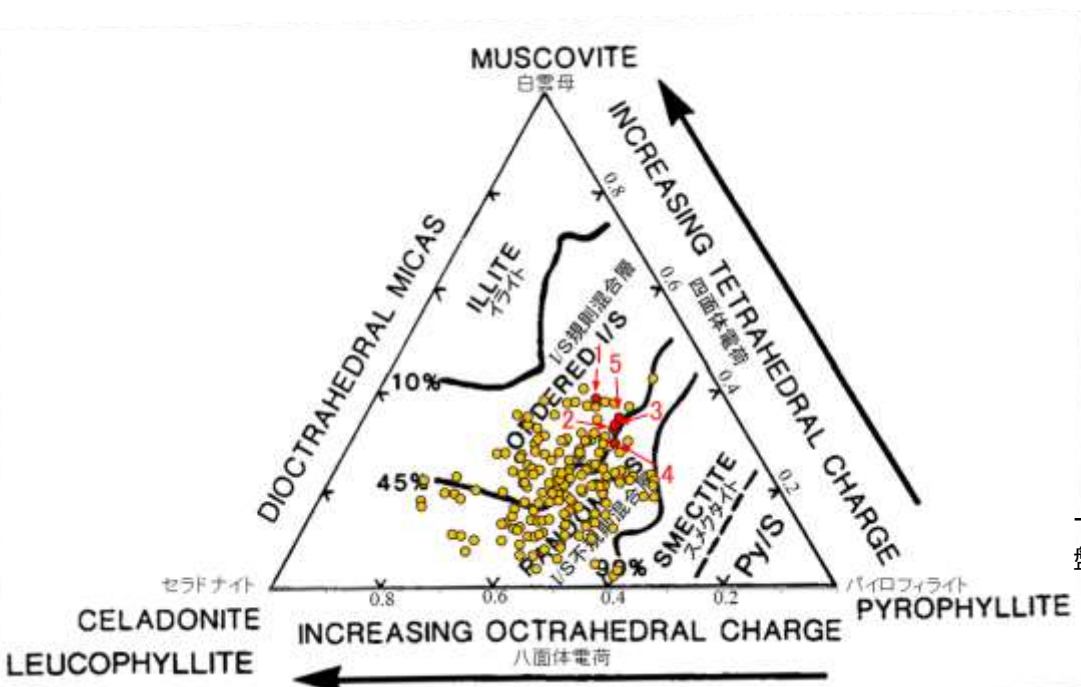


調査位置図

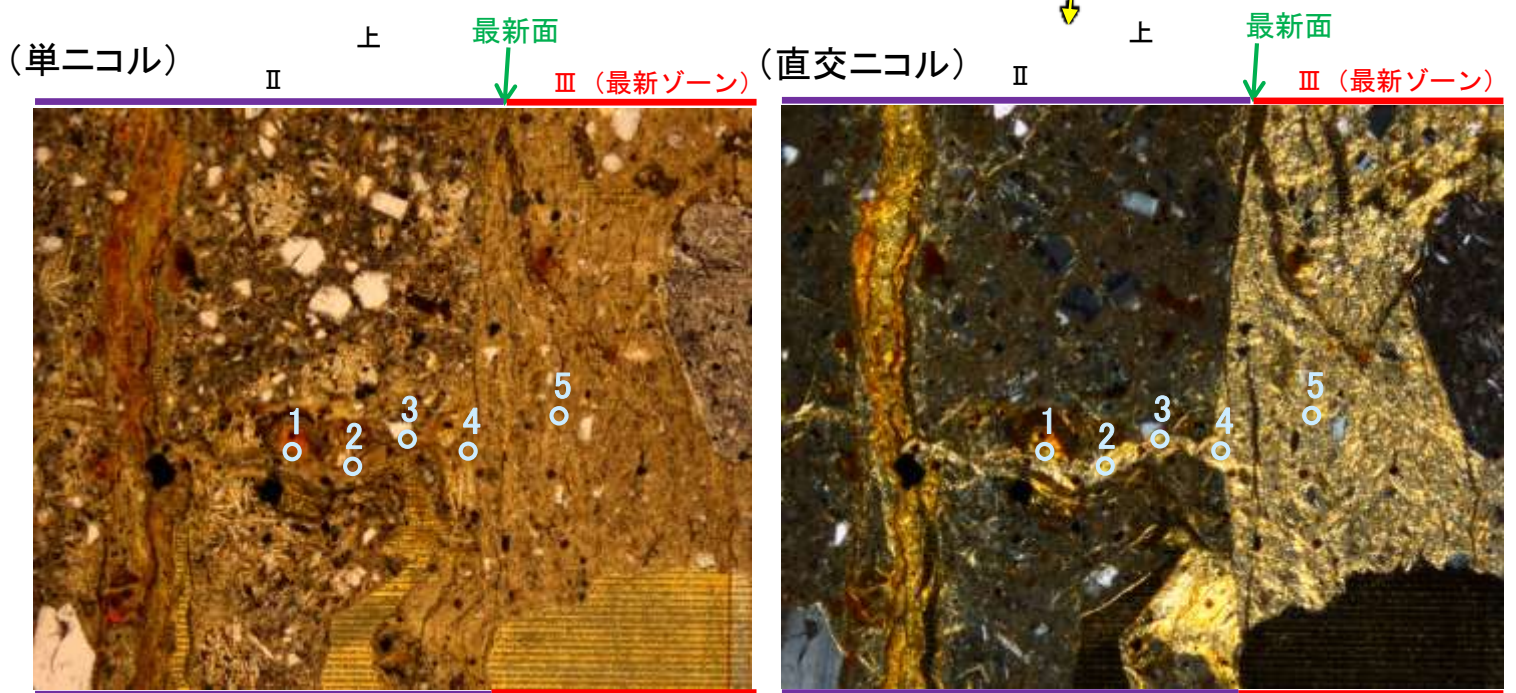
— 評価対象断層
S-O (陸域 EL-4.7m)



薄片①写真(F-8.5'_140R_2)



● 分析値(S-2・S-6_F-8.5' 孔)
● 分析番号位置は右図
● その他の分析値(敷地の粘土鉱物)



EPMA分析(マッピング)*範囲写真

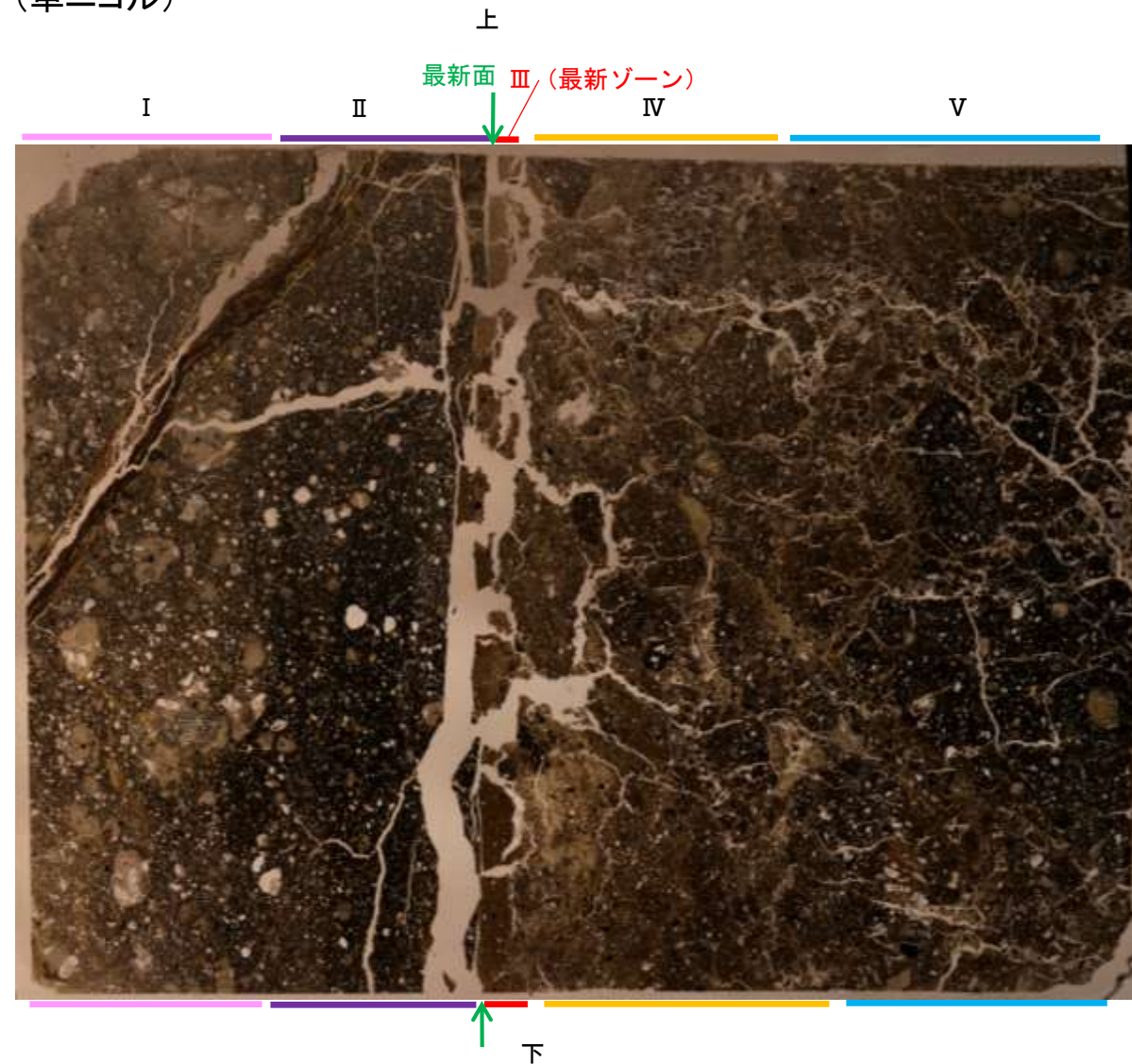
※EPMA分析(マッピング)の詳細は補足資料5.5-2(1)-1 P.5.5-2-4

2八面体型雲母粘土鉱物及び関連鉱物の化学組成
(Srodon et al. (1984)に一部加筆)

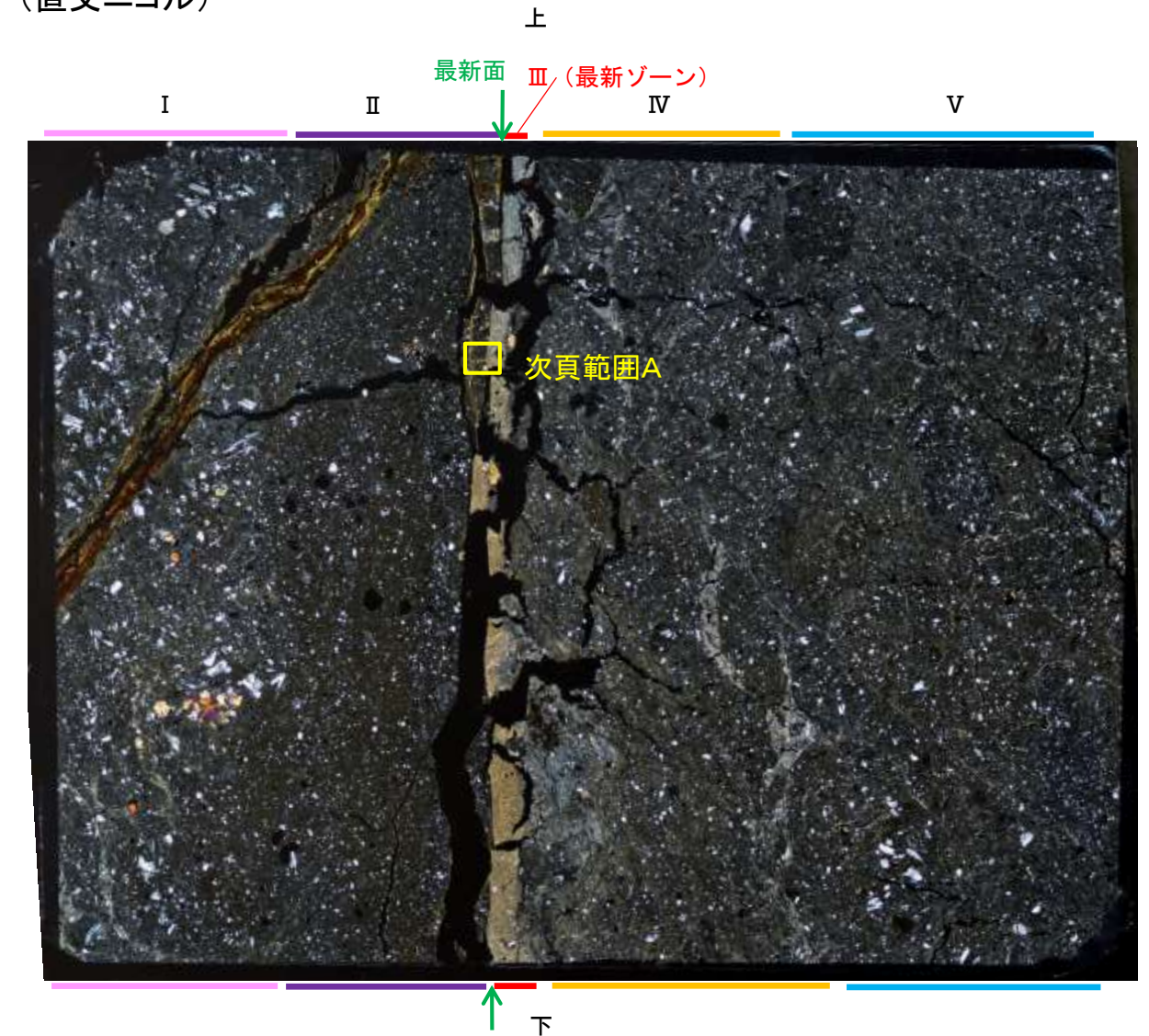
5.5.2 S-2・S-6 (1) F-8.5' 孔 ー変質鉱物の分布(薄片観察)ー

- 薄片①で実施した、薄片観察やEPMA分析(マッピング)における化学組成の観点での観察により、粘土鉱物(I/S混合層)の分布範囲を確認した結果、粘土鉱物(I/S混合層)は最新ゾーンやその周辺に分布している。
- この粘土鉱物(I/S混合層)と最新面との関係を確認する。

(単ニコル)



(直交ニコル)



5mm

薄片①写真(F-8.5'_140R_2)

5.5.2 S-2・S-6 (1) F-8.5' 孔 ー最新面とI/S混合層との関係(範囲A)ー

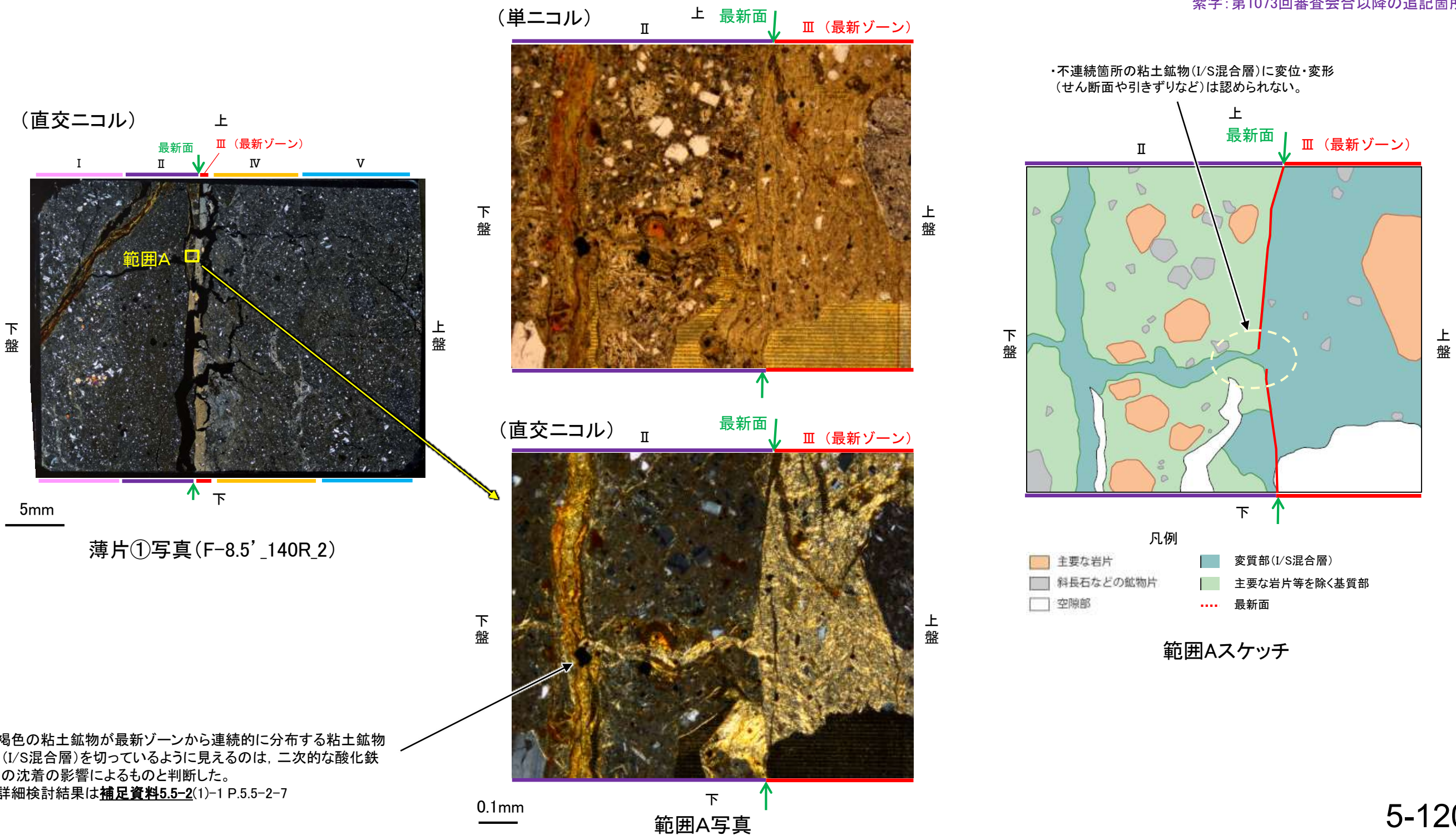
○範囲Aにおいて詳細に観察した結果、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を横断して分布し、最新面が不連続になっており、不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められない。

○また、この不連続箇所において、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を遮るように分布し、この粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められない。

○なお、不連続箇所においてI/S混合層生成以降の注入現象の有無を確認した結果、弓状構造や粒子の配列などの注入の痕跡は認められない。

○さらに、薄片作成時等に生じた空隙は、明確に認定できる最新面が不連続になる箇所の粘土鉱物(I/S混合層)の構造に影響を与えていないことから、不連続箇所は薄片作成時等の乱れの影響を受けていないと判断した(補足資料5.5-2(1)-1 P.5.5-2-6)。

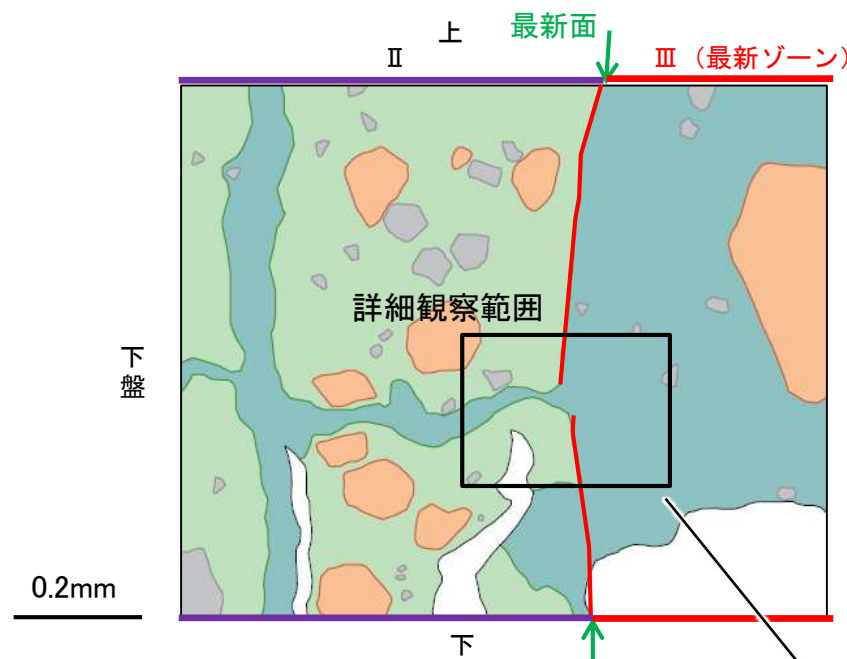
紫字: 第1073回審査会合以降の追記箇所



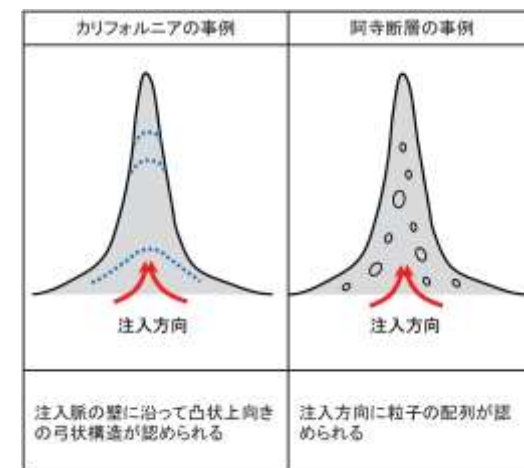
S-2・S-6_F-8.5' 孔

【詳細観察(範囲A)】

- ・範囲Aにおいて詳細に観察した結果、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を横断して分布し、最新面が不連続になっており、不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められない。
- ・また、この不連続箇所において、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を遮るように分布し、この粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められない。
- ・なお、不連続箇所においてI/S混合層生成以降の注入現象の有無を確認した結果、弓状構造や粒子の配列などの注入の痕跡は認められない。
- ・さらに、薄片作成時等に生じた空隙は、明確に認定できる最新面が不連続になる箇所の粘土鉱物(I/S混合層)の構造に影響を与えていないことから、不連続箇所は薄片作成時等の乱れの影響を受けていないと判断した。



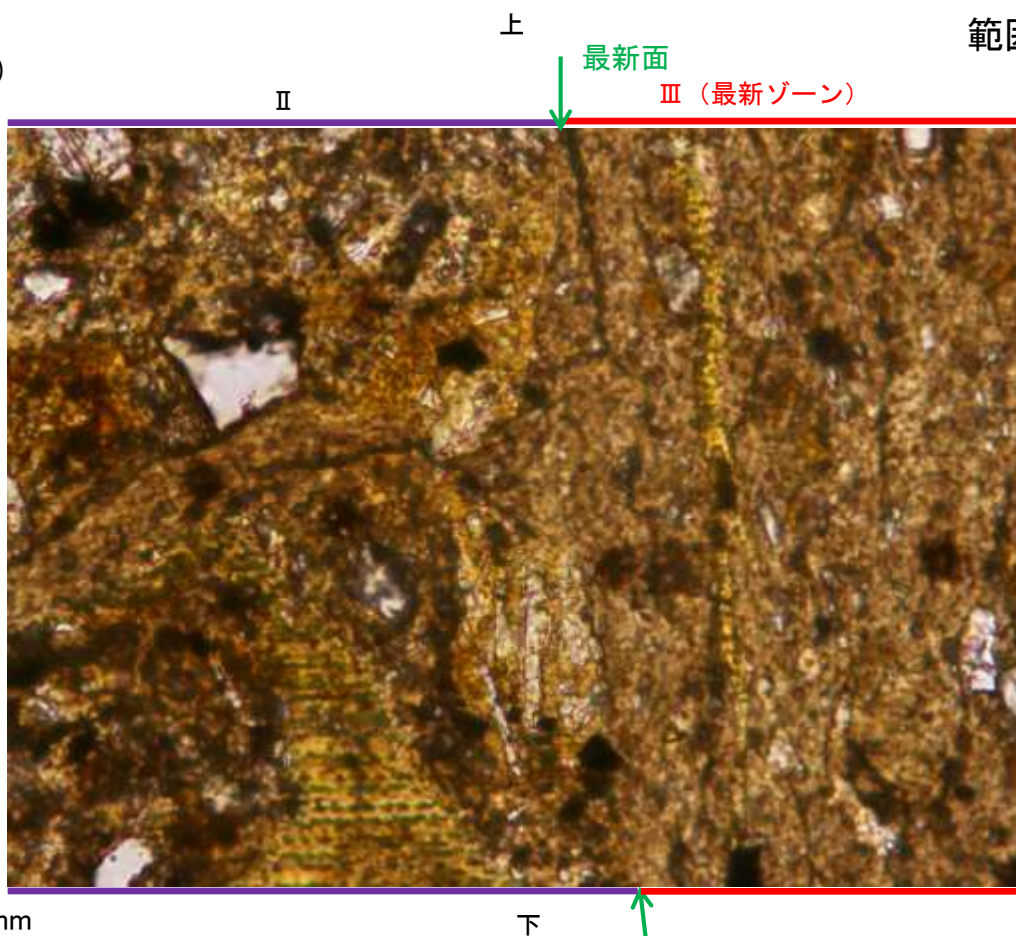
- 凡例
- 主要な岩片
 - 斜長石などの鉱物片
 - 空隙部
 - 変質部(I/S混合層)
 - 主要な岩片等を除く基質部
 - ⋯ 最新面



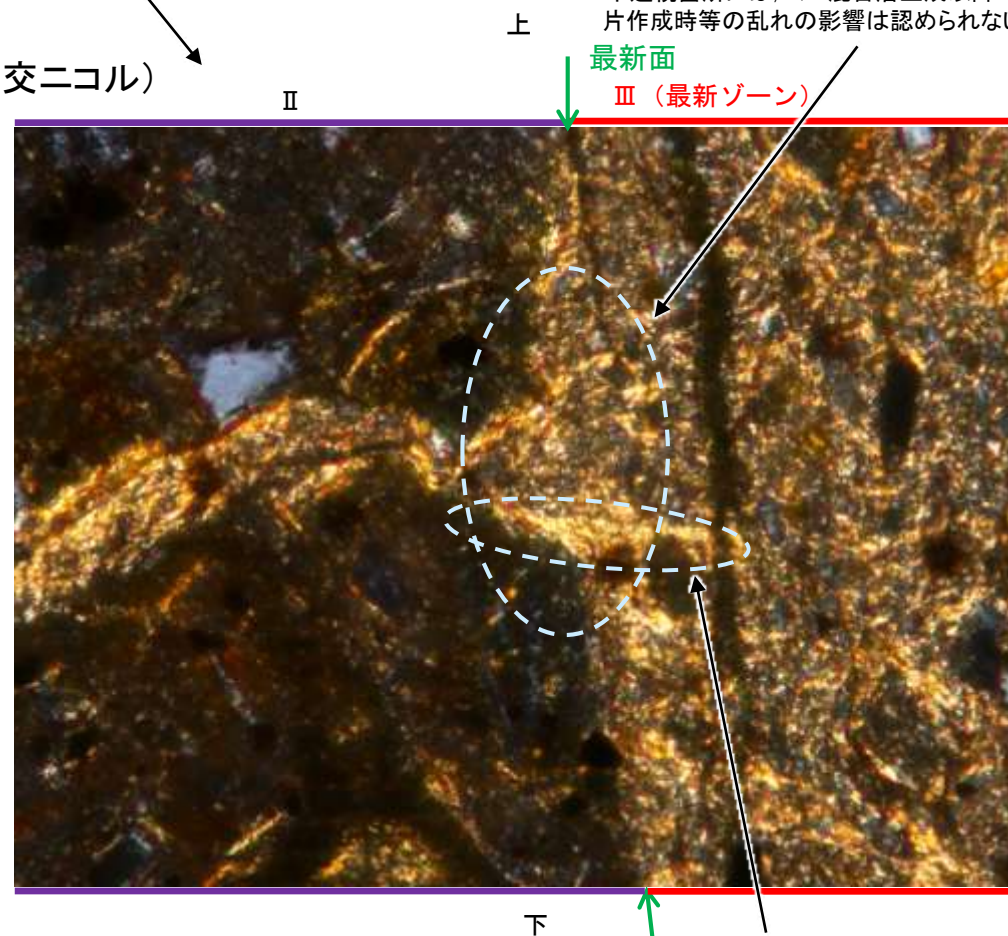
注入現象の事例
(関西電力株式会社, 2016)

- ・不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形(せん断面や引きずりなど)は認められない。
- ・不連続箇所には、I/S混合層生成以降の注入の痕跡や、薄片作成時等の乱れの影響は認められない。

(単ニコル)



範囲Aスケッチ
(直交ニコル)



詳細観察範囲写真

- ・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を遮るように分布し、この粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形(せん断面や引きずりなど)は認められない。

5.5.2 S-2・S-6 (2) K-6.2-2孔 ー評価結果ー

【最新面の認定】

○K-6.2-2孔の深度30.90m付近で認められるS-2・S-6において、巨視的観察及び微視的観察を実施し、最新ゾーンの下盤側及び上盤側の境界にそれぞれ最新面1、最新面2を認定した(補足資料5.5-2(1)-2 P.5.5-2-10~12)。

【鉱物の同定】

○微視的観察により確認した粘土鉱物は、EPMA分析(定量)による化学組成の検討結果及びXRD分析(粘土分濃集)による結晶構造判定結果から、I/S混合層であると判断した(補足資料5.5-2(1)-2 P.5.5-2-13, 14)。

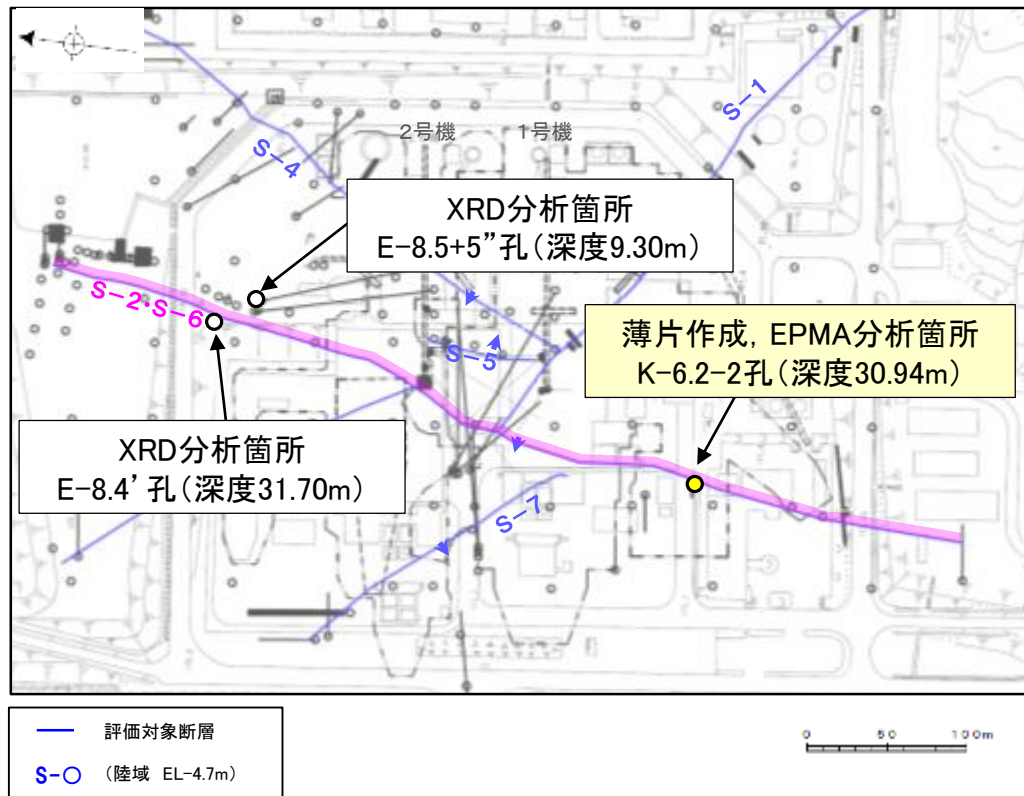
【変質鉱物の分布と最新面との関係】

○EPMA分析(マッピング)や薄片観察により、粘土鉱物(I/S混合層)の分布範囲を確認した結果、粘土鉱物(I/S混合層)は最新ゾーン及びその周辺に分布している(補足資料5.5-2(1)-2 P.5.5-2-15, 16)。

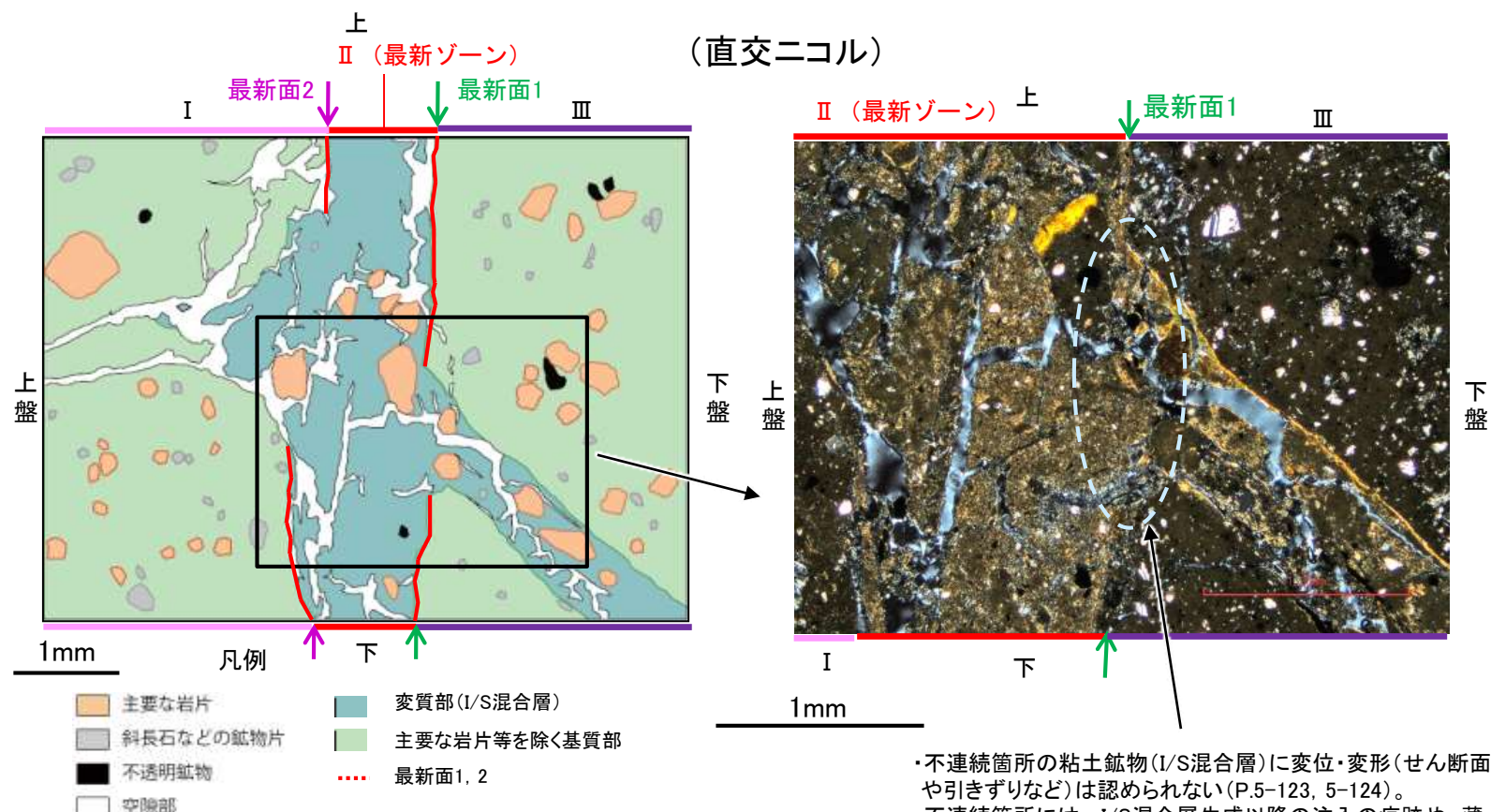
○薄片①の範囲Aにおいて、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面1, 2を横断して分布し、最新面1, 2が不連続になっており、不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められない(P.5-123~5-125)。

○以上のことを踏まえると、S-2・S-6の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。

紫字: 第1073回審査会合以降の変更箇所



調査位置図



薄片①範囲Aスケッチ

・不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形(せん断面や引きずりなど)は認められない(P.5-123, 5-124)。
・不連続箇所には、I/S混合層生成以降の注入の痕跡や、薄片作成時等の乱れの影響は認められない(P.5-123, 5-124)。

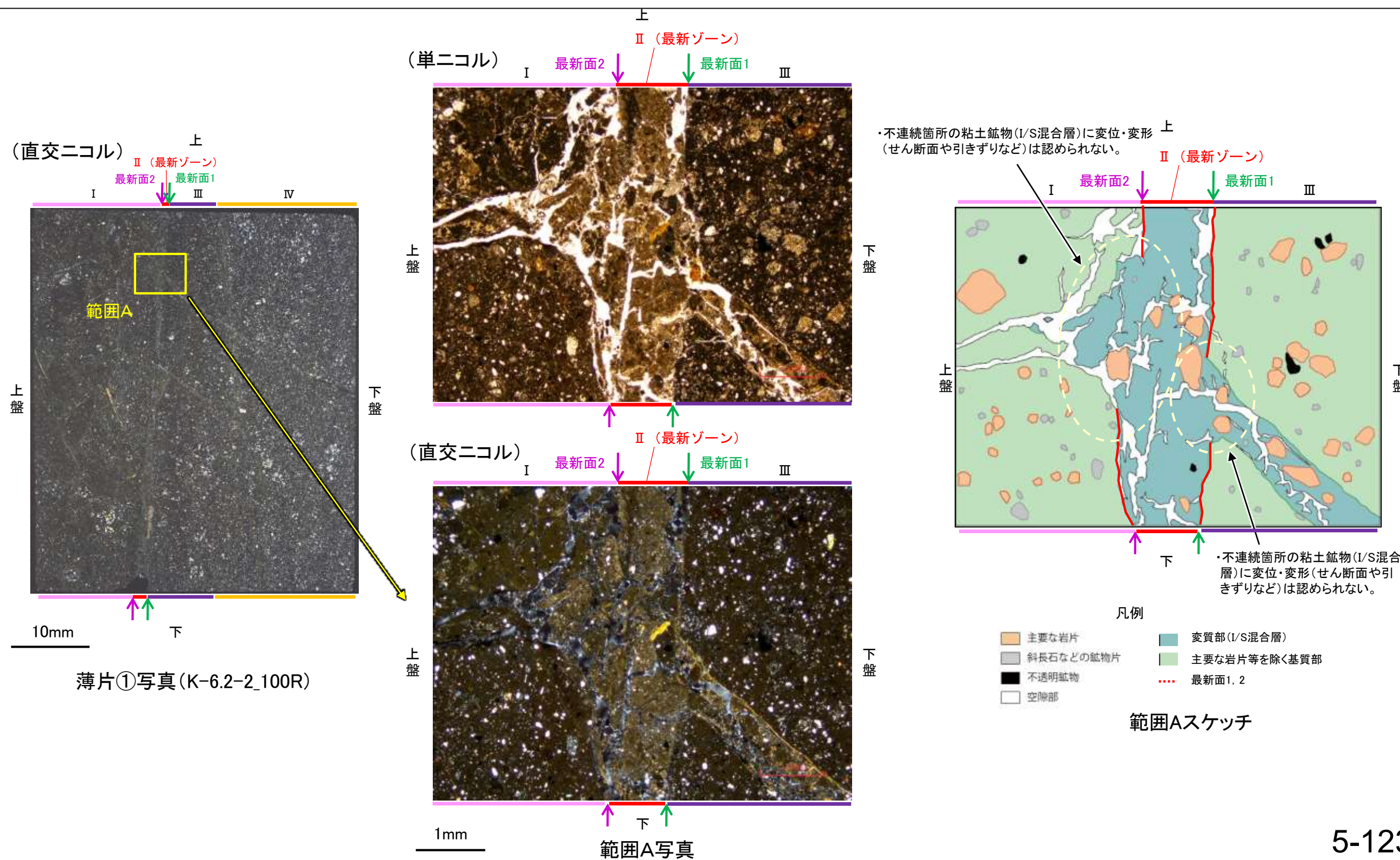
詳細観察範囲写真

5.5.2 S-2・S-6 (2) K-6.2-2孔 ー最新面とI/S混合層との関係(範囲A)ー

○範囲Aにおいて詳細に観察した結果、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面1, 2を横断して分布し、最新面1, 2が不連続になっており、不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められない。

○なお、不連続箇所においてI/S混合層生成以降の注入現象の有無を確認した結果、弓状構造や粒子の配列などの注入の痕跡は認められない。

○さらに、薄片作成時等に生じた空隙は、明確に認定できる最新面1, 2が不連続になる箇所の粘土鉱物(I/S混合層)の構造に影響を与えていないことから、不連続箇所は薄片作成時等の乱れの影響を受けていないと判断した(補足資料5.5-2(1)-2 P.5.5-2-22)。

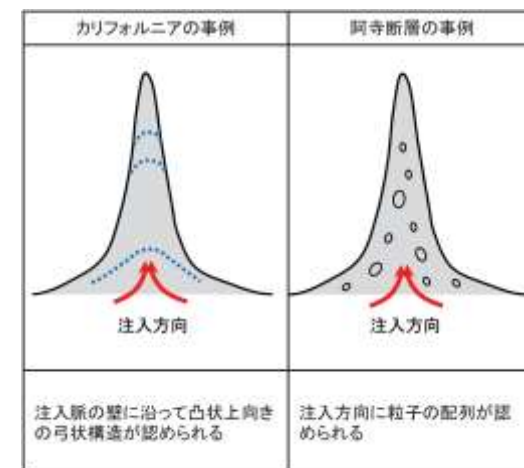


S-2・S-6_K-6.2-2孔

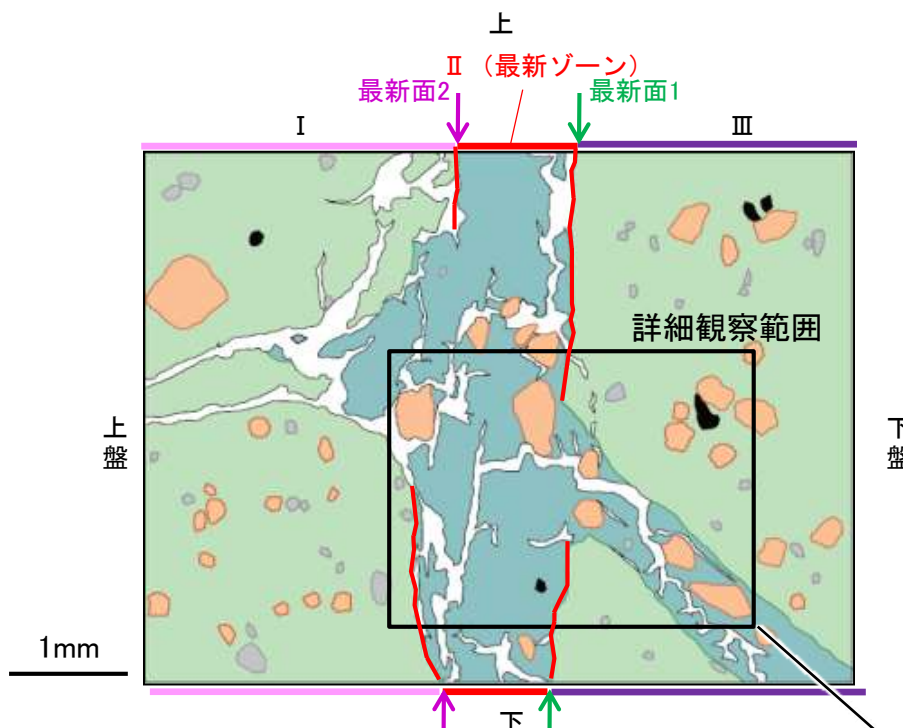
【詳細観察(範囲A, 最新面1)】

- ・範囲Aにおいて詳細に観察した結果, 粘土鉱物(I/S混合層)が最新面1を横断して分布し, 最新面1が不連続になっており, 不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められない。
- ・なお, 不連続箇所においてI/S混合層生成以降の注入現象の有無を確認した結果, 弓状構造や粒子の配列などの注入の痕跡は認められない。
- ・さらに, 薄片作成時等に生じた空隙は, 明確に認定できる最新面1が不連続になる箇所の粘土鉱物(I/S混合層)の構造に影響を与えていないことから, 不連続箇所は薄片作成時等の乱れの影響を受けていないと判断した。

- ・不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形(せん断面や引きずりなど)は認められない。
- ・不連続箇所には, I/S混合層生成以降の注入の痕跡や, 薄片作成時等の乱れの影響は認められない。



注入現象の事例
(関西電力株式会社, 2016)



- 凡例
- 主要な岩片
 - 変質部(I/S混合層)
 - 斜長石などの鉱物片
 - 主要な岩片等を除く基質部
 - 不透明鉱物
 - 空隙部
 - ⋯ 最新面1, 2

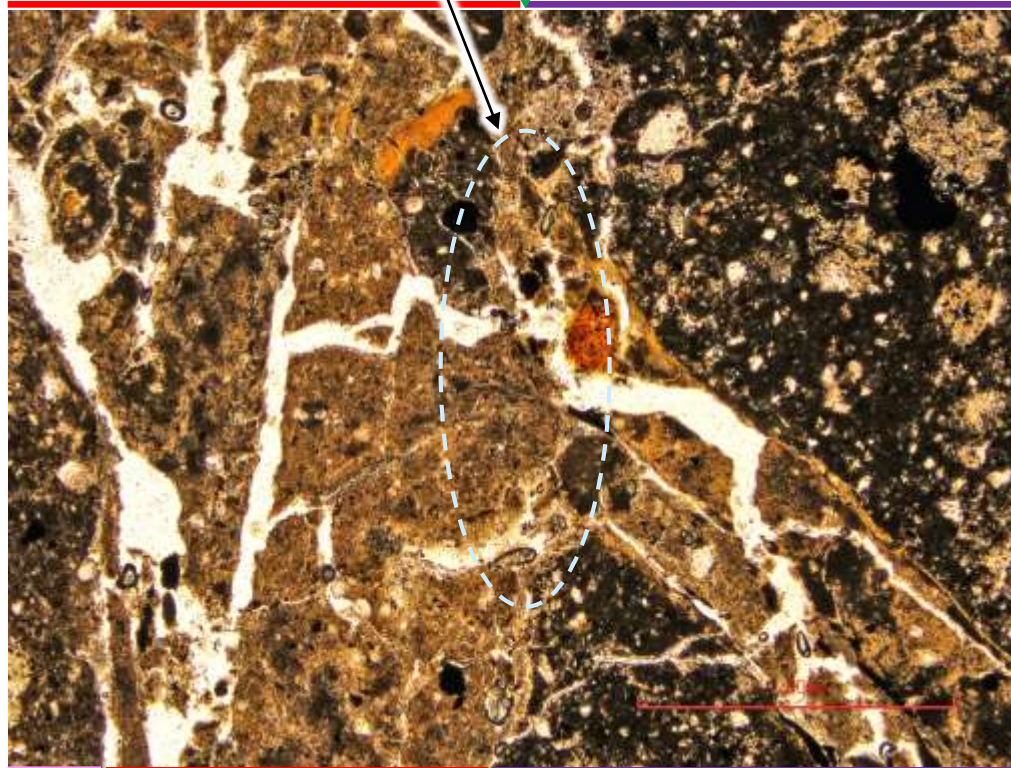
範囲Aスケッチ

(単ニコル)

II (最新ゾーン)

上
最新面1

III



上盤

1mm

I

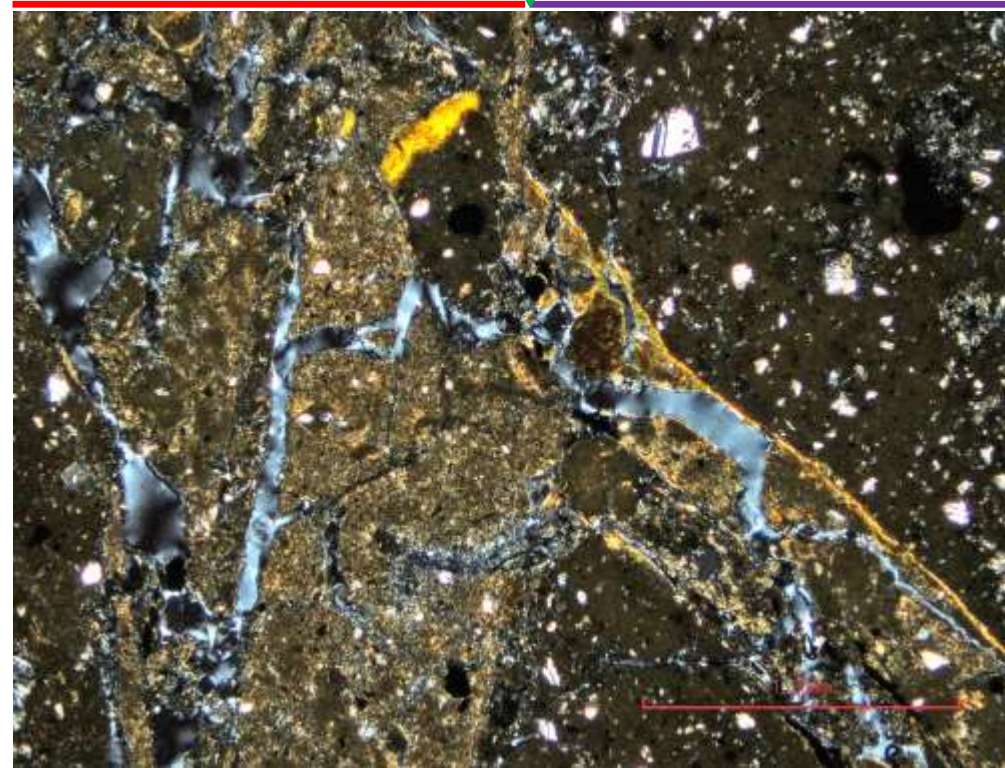
下

(直交ニコル)

II (最新ゾーン)

上
最新面1

III



下盤

上盤

I

下

下盤

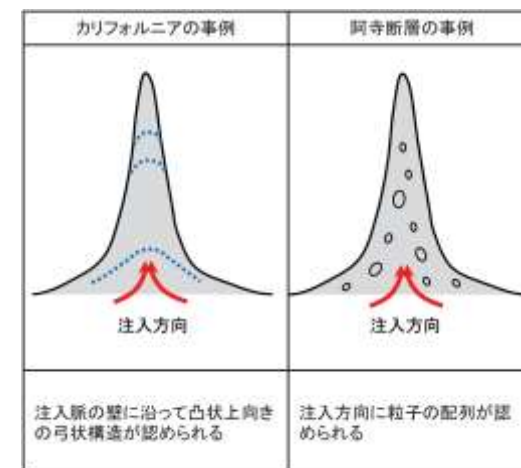
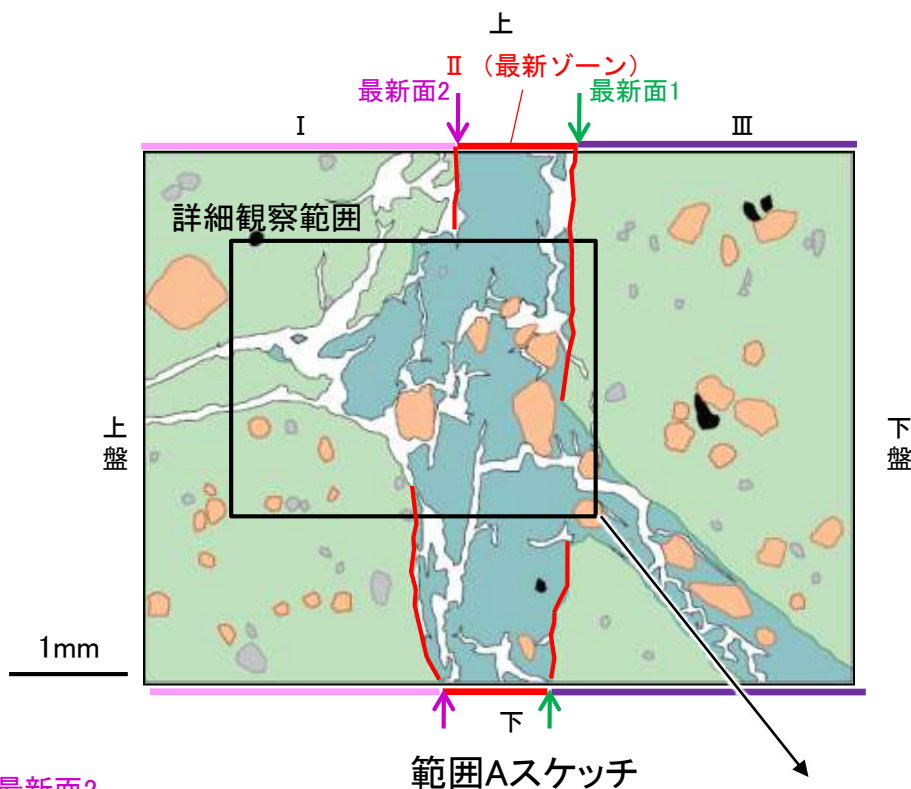
詳細観察範囲写真

S-2・S-6_K-6.2-2孔

【詳細観察(範囲A, 最新面2)】

- ・範囲Aにおいて詳細に観察した結果, 粘土鉱物(I/S混合層)が最新面2を横断して分布し, 最新面2が不連続になっており, 不連続箇所(最新ゾーン)の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められない。
- ・なお, 不連続箇所においてI/S混合層生成以降の注入現象の有無を確認した結果, 弓状構造や粒子の配列などの注入の痕跡は認められない。
- ・さらに, 薄片作成時等に生じた空隙は, 明確に認定できる最新面2が不連続になる箇所の粘土鉱物(I/S混合層)の構造に影響を与えていないことから, 不連続箇所は薄片作成時等の乱れの影響を受けていないと判断した。

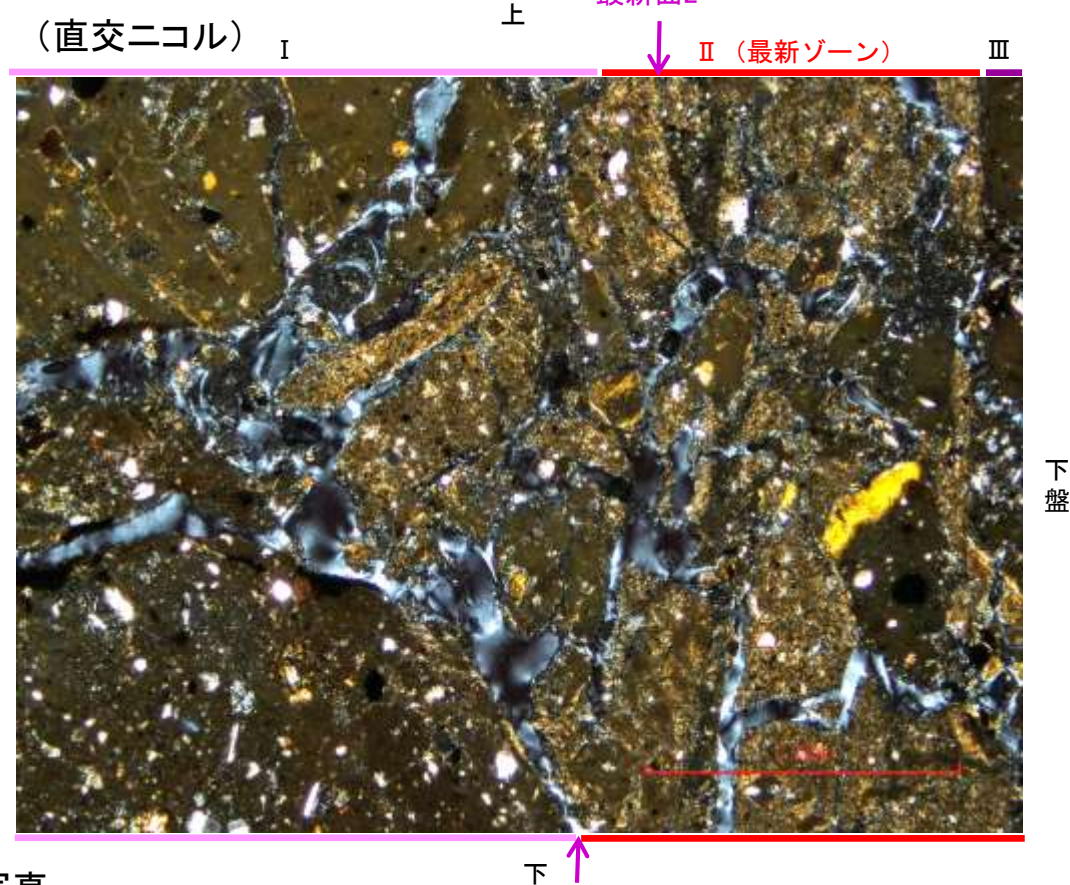
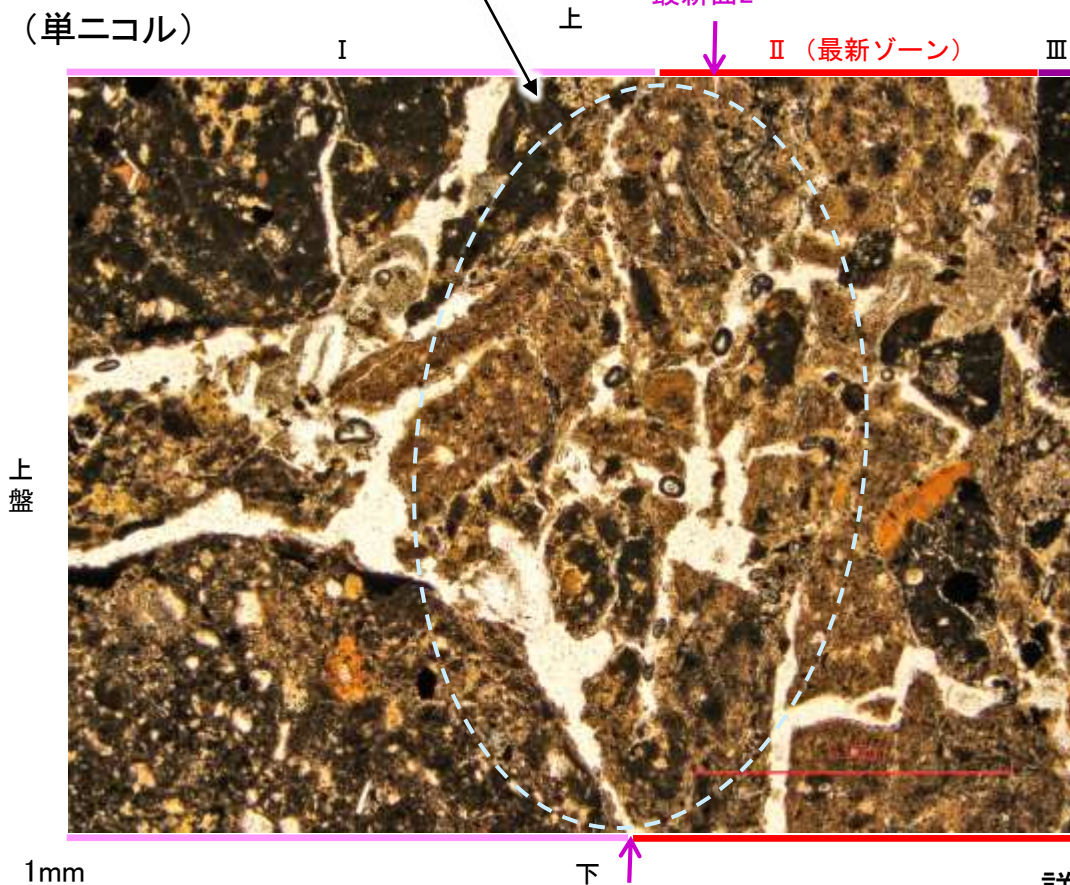
- ・不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形(せん断面や引きずりなど)は認められない。
- ・不連続箇所には, I/S混合層生成以降の注入の痕跡や, 薄片作成時等の乱れの影響は認められない。



注入現象の事例
(関西電力株式会社, 2016)

(単ニコル)

(直交ニコル)



詳細観察範囲写真

余白

5.6 S-4の活動性評価

5.6.1 上載地層法による活動性評価(S-4)

5.6.1 上載地層法による活動性評価(S-4) — 評価地点 —

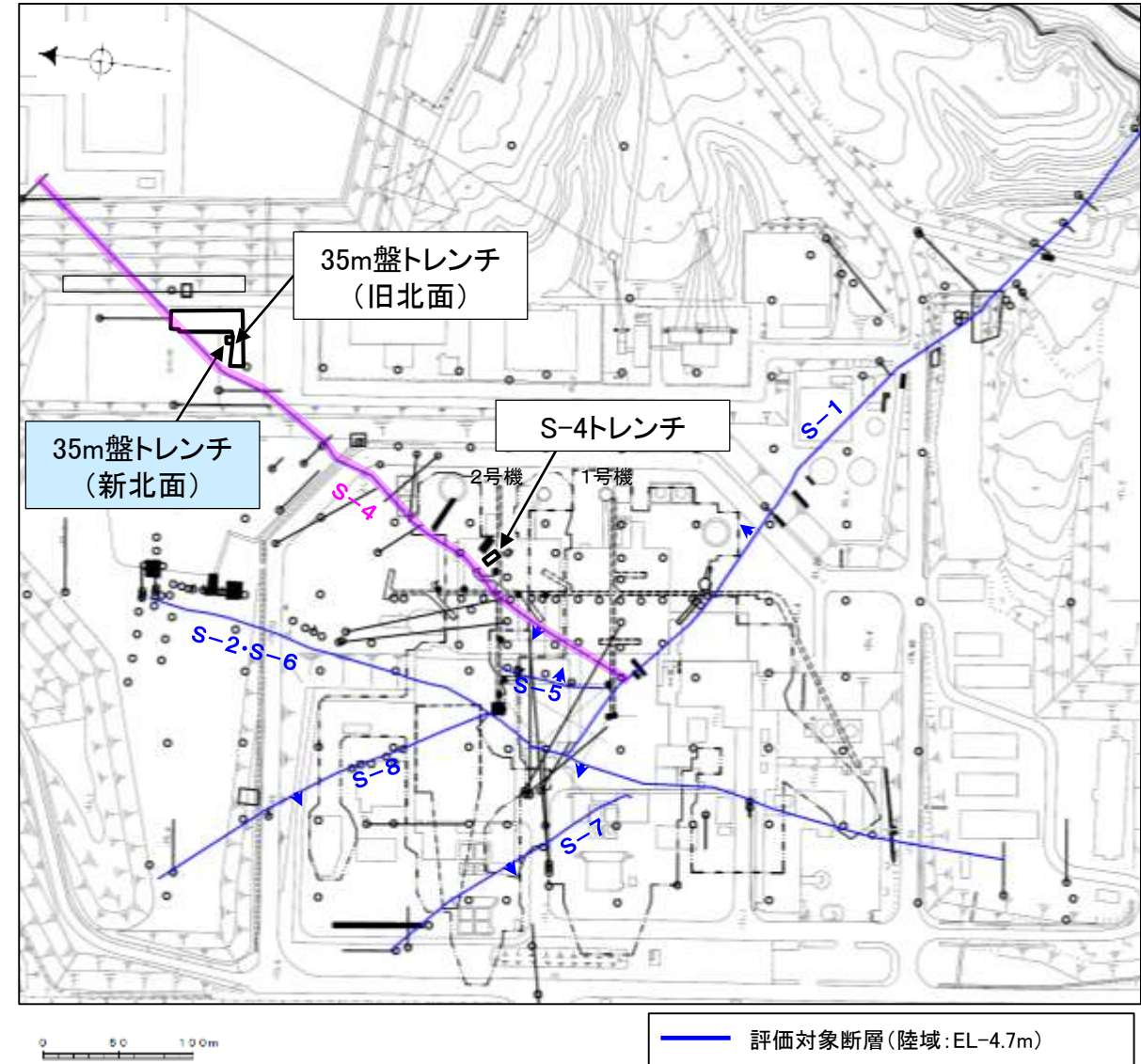
■ 上載地層法による評価地点

- S-4が分布する岩盤の直上に、約12~13万年前以前に堆積した地層であるH I a段丘堆積物が確認できることから、35m盤トレンチにおいて、評価を行った。
- 建設時の調査地点であるS-4トレンチも用いて、評価を行った。

評価地点	記載頁
35m盤トレンチ(新北面)	P.5-130~5-138 補足資料5.6-1(1)
35m盤トレンチ(旧北面)	補足資料5.6-1(1)
S-4トレンチ	参考資料5.6-1(2)

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

□ 上載地層法に関する調査箇所
(断層の後期更新世以降の活動を否定するにあたり、地層の年代及び断層による変位・変形がないことが明確に確認できるデータを着色)



位置図

5.6.1 S-4 (1) 35m盤トレンチ(新北面) — 評価結果 —

■ 35m盤トレンチ(新北面)

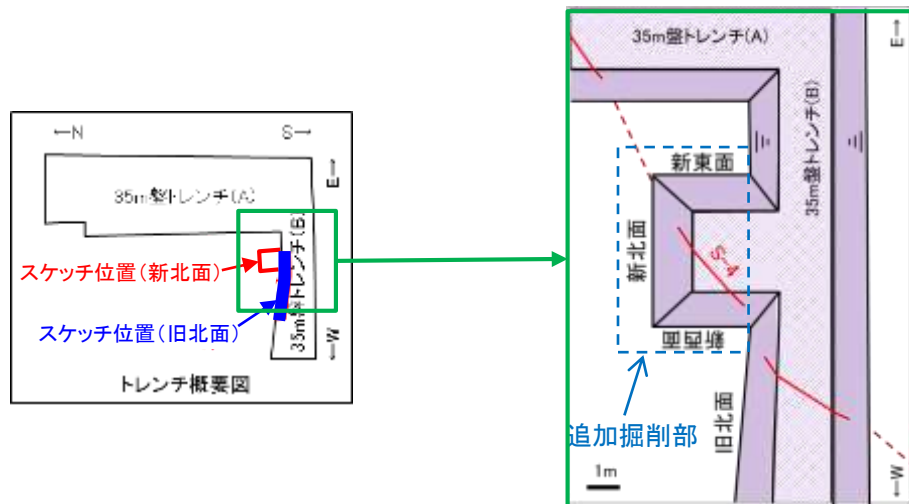
- S-4の活動性評価を行うため、高位段丘 I a面を判読した位置において、トレンチ調査を実施した。
- 新北面において、幅2.0~10cmの固結した破碎部及び幅フィルム状~1.5cmの粘土状破碎部を伴うS-4を確認した。
- 岩盤の安山岩(角礫質)の上位には、下位からH I a段丘堆積物、赤色土壌が分布する。
- S-4と上載地層との関係を詳細に確認する目的で、ブロックサンプリングを実施した掘り込み後の壁面の観察を行った結果、S-4は岩盤上面まで連続しており、上位のH I a段丘堆積物に変位・変形を与えていないことを確認した。
- さらに、ブロックのCT画像により、その内部状況を詳細に観察した結果、同様な状況を確認した。

○以上のことを踏まえると、35m盤トレンチにおいて、S-4は岩盤直上の堆積物に変位・変形を与えていないことから、S-4の最新活動は、H I a段丘堆積物の堆積以前である。

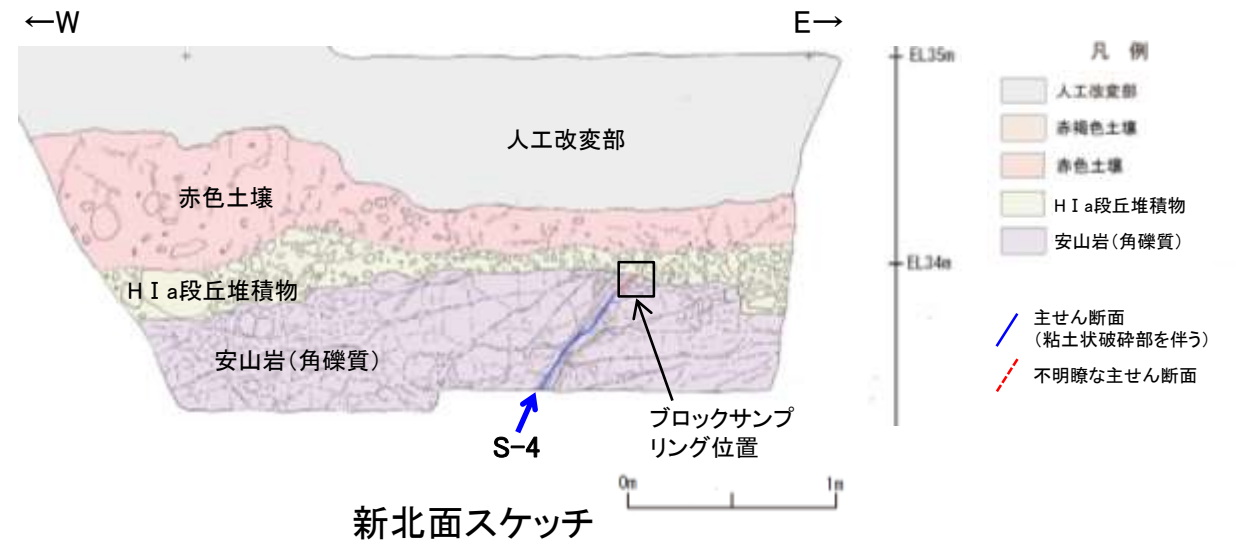
紫字: 第1073回審査会合以降の変更箇所



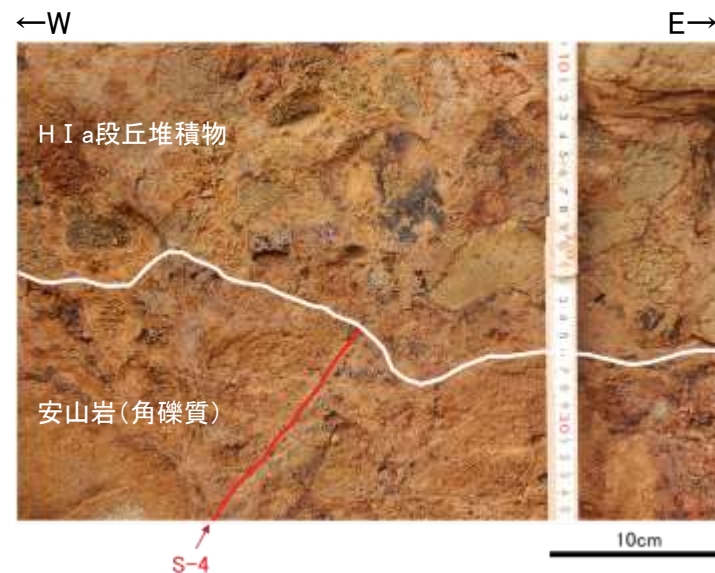
調査位置図(基図は旧地形の段丘面分布図)



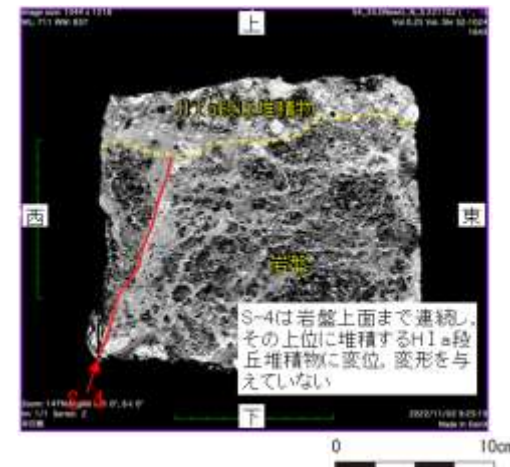
35m盤トレンチ全体の写真・スケッチは補足資料5.6-1(1)-1
35m盤トレンチ(旧北面)における調査結果は補足資料5.6-1(1)-2, 3



新北面スケッチ



新北面: 掘り込み後
壁面拡大写真(S-4等を加筆)

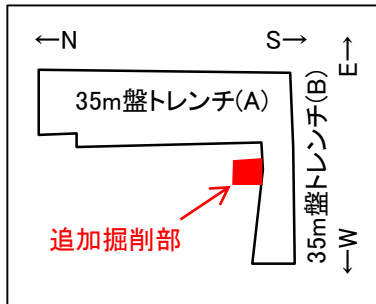


ブロックサンプリング
CT画像(S-4等を加筆)

5.6.1 S-4 (1) 35m盤トレンチ(新北面) -S-4と上載地層との関係-

- 新北面において、幅2.0~10cmの固結した破碎部及び幅フィルム状~1.5cmの粘土状破碎部を伴うS-4を確認した(次頁, 次々頁)。
- 岩盤の安山岩(角礫質)の上位には、下位からH I a段丘堆積物, 赤色土壌が分布する。
- 新北面では岩盤上面付近でS-4が一部不明瞭であったことから、S-4と上載地層との関係を詳細に確認する目的で、当該箇所を約20cm奥に掘り込んだ壁面を観察した結果、S-4は岩盤上面まで連続しており、上位のH I a段丘堆積物に変位・変形を与えていないことを確認した(P.5-134~5-135)。
- さらに、掘り込み時に採取したブロックのCT画像により、その内部状況を詳細に観察した結果、同様な状況を確認した(P.5-136~5-138)。

紫字: 第1073回審査会合以降の変更箇所



トレンチ概要図

赤色土壌

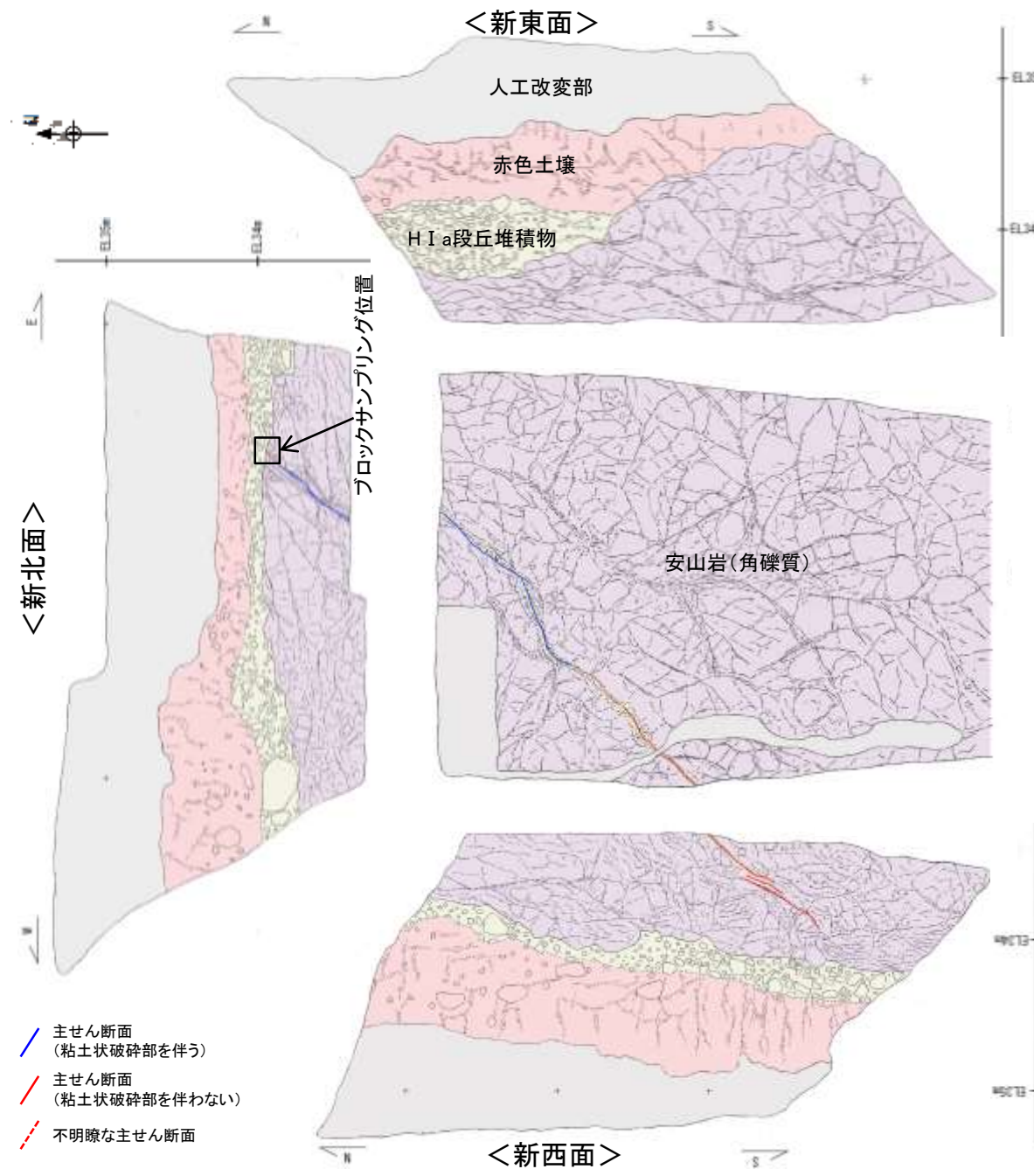
シルト質粘土からなる。赤色部で明赤褐~赤褐色(2.5YR5/8~5YR4/6), 淡色部で明褐~にぶい褐色(7.5YR5/8~5/3)を呈し、トラ斑紋が認められる。淡色部と比べて赤色部の割合が高い。良く締まっており、指圧でほとんど跡が残らない。中程度の角塊状土壌構造が認められる。径5~20cmの亜円~亜角礫を法面の北側で5%程度で含む。角礫も少数混じる。

H I a段丘堆積物

砂礫層からなる。径5~20cmの安山岩亜円~亜角礫を20~50%含む。また、円礫も混じる。法面の西側には、径45cmの亜円礫も認められる。基質は明褐~黄褐色(7.5YR5/8~10YR5/8)を呈するシルト質細砂からなり、良く締まっており、強い指圧でわずかに跡が残る。礫は灰色が卓越するが雑多な色調を呈し、半くさり礫を主体とする。

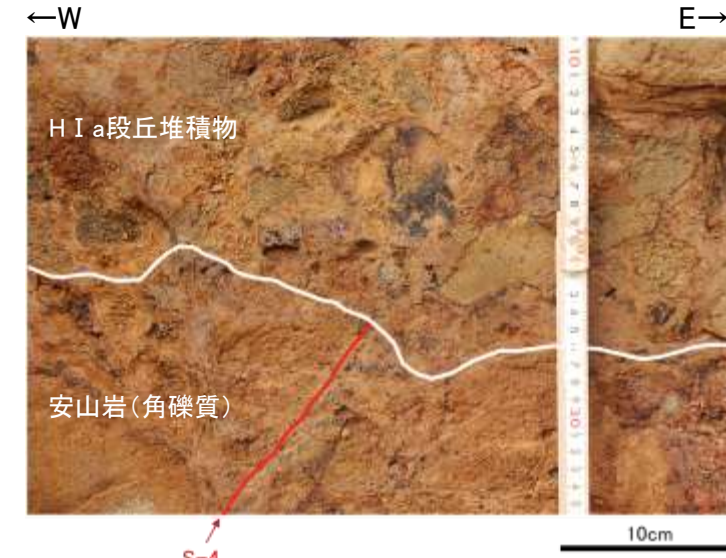
凡例

	人工改変部
	赤色土壌
	H I a段丘堆積物
	安山岩(角礫質)
	固結した破碎部

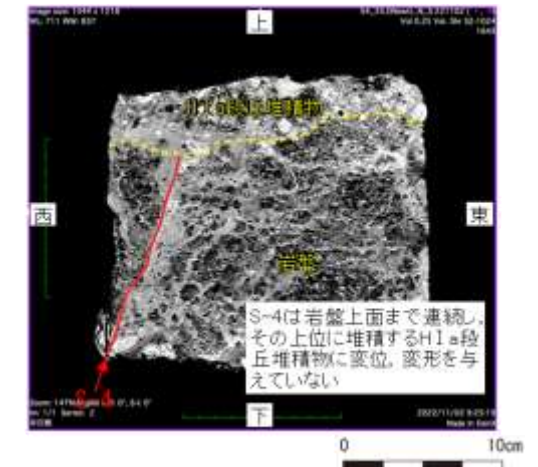


追加掘削部 スケッチ(展開図)

【新北面:掘り込み後】



新北面:掘り込み後 壁面拡大写真(S-4等を加筆)



ブロックサンプリング CT画像(S-4等を加筆)

・新北面の写真は次頁, 次々頁
 ・新西面の写真は補足資料5.6-1(1)-4
 ・岩盤上面に関する分析結果は補足資料5.6-1(1)-5

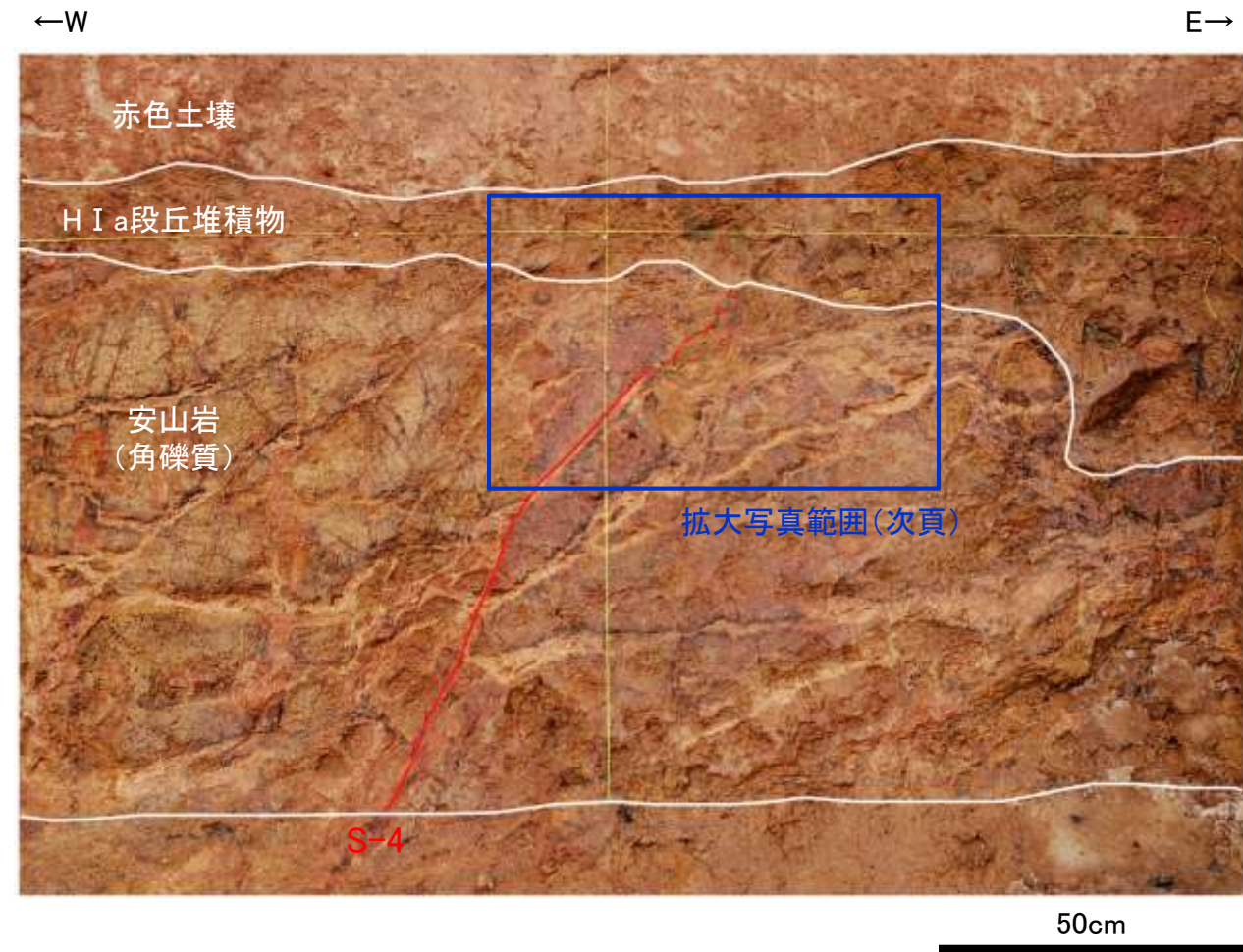
S-4 35m盤トレンチ(新北面)

【S-4写真(新北面:掘り込み前)】

- ・新北面において、幅2.0~10cmの固結した破碎部及び幅フィルム状~1.5cmの粘土状破碎部を伴うS-4を確認した。
- ・岩盤の安山岩(角礫質)の上位には、下位からH I a段丘堆積物、赤色土壌が分布する。



新北面写真(2022年1月撮影)



新北面写真(S-4等を加筆)

S-4

- ・走向傾斜N40E/68NWを示し、せん断面に沿って固結した粘土・砂状破碎部が幅2.0~10cmで分布する。
- ・せん断面は明瞭であり、下部でフィルム状~1cm, 中部で0.5~1.5cmの明褐~黄灰色の粘土を挟む。
- ・一方、最上部では不明瞭であるが、西側の黄褐色の安山岩(角礫質)と東側の赤褐色の固結した破碎部の境界として識別できる。
- ・固結した粘土・砂状破碎部は灰~赤褐色を呈し、流理状の構造を伴う。

S-4 35m盤トレンチ(新北面)

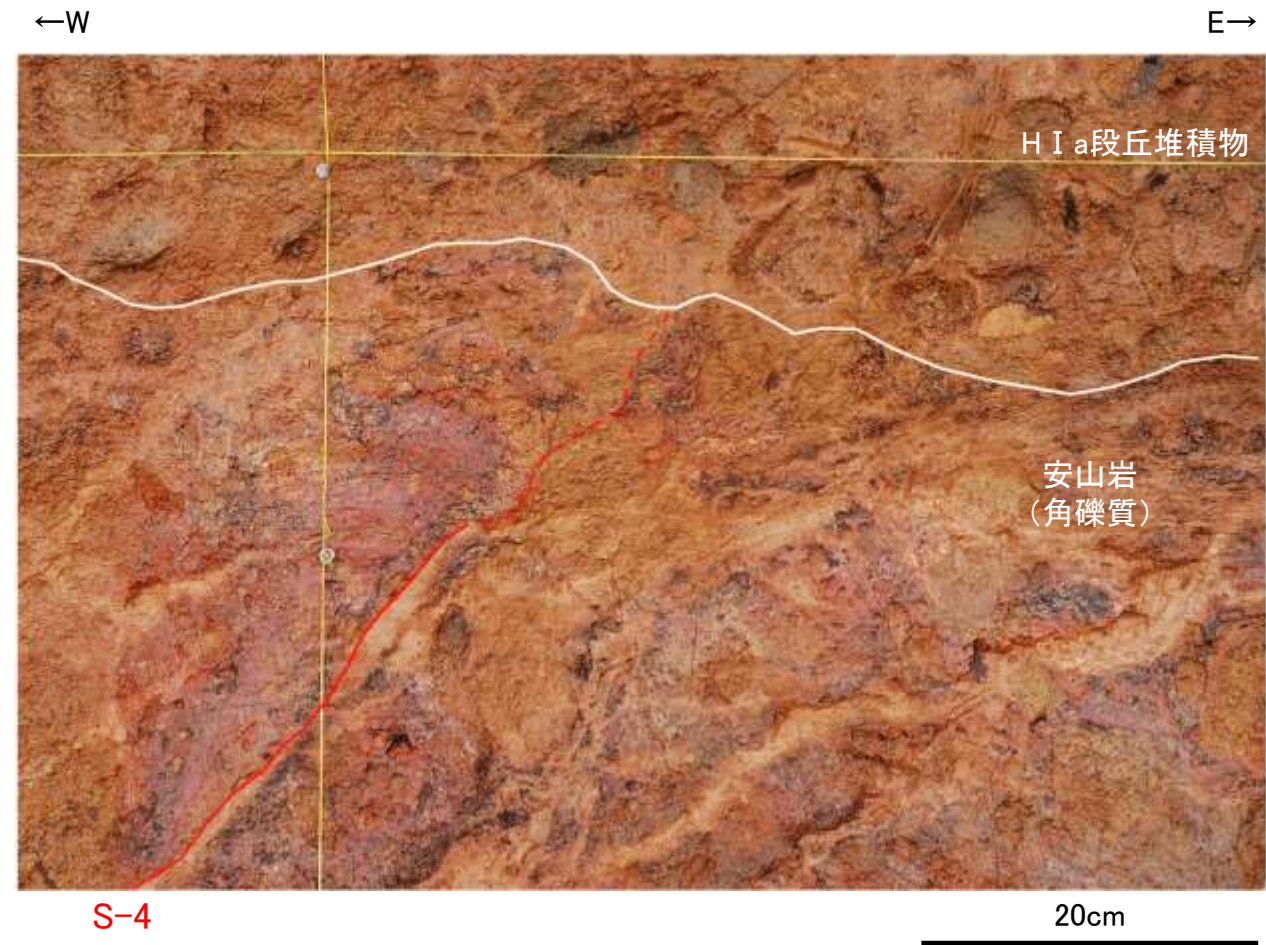
＜S-4拡大写真(新北面:掘り込み前)＞

- ・岩盤の安山岩(角礫質)の上位には, H I a段丘堆積物が分布する。
- ・新北面では岩盤上面付近でS-4が一部不明瞭である。
- ・S-4と上載地層(H I a段丘堆積物)との関係を詳細に確認する目的で, S-4が不明瞭となる箇所を約20cm奥に掘り込んだ壁面の観察を行った(次頁, 次々頁)。
- ・さらに, 掘り込み時に採取したブロックのCT画像により, その内部状況を詳細に観察した(P.5-136~5-138)。

紫字: 第1073回審査会合以降の変更箇所



新北面 拡大写真(2022年1月撮影)

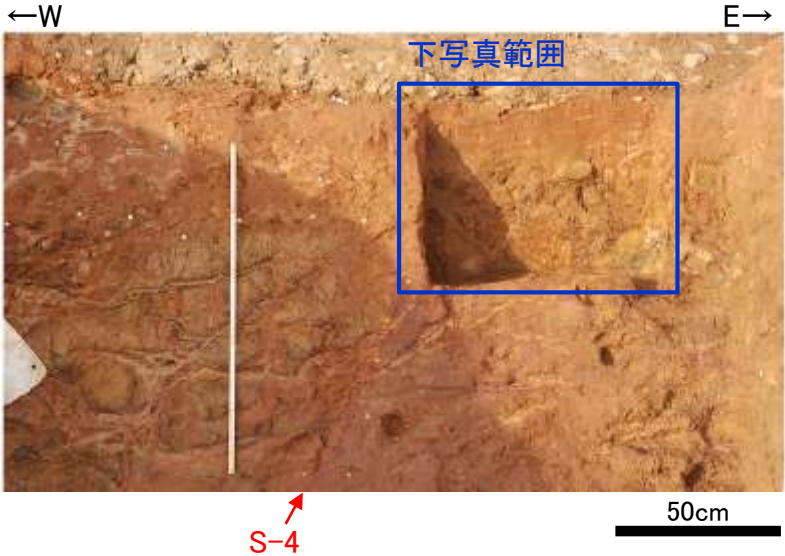


新北面 拡大写真(S-4等を加筆)

S-4 35m盤トレンチ(新北面)

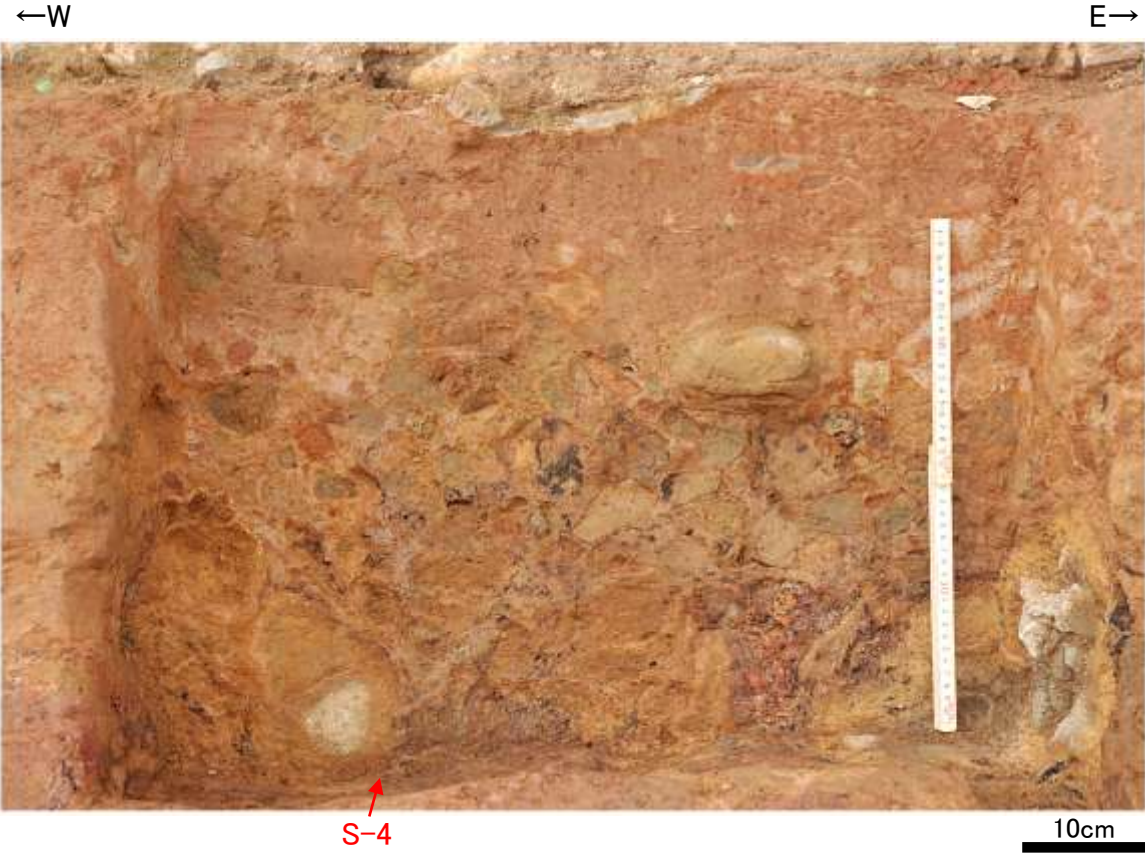
【新北面：掘り込み後の壁面の観察結果】

○壁面を約20cm奥に掘り込み、断層と上載地層との関係について確認した。
 ○掘り込み後の壁面観察の結果、S-4は岩盤上面まで連続して確認でき、上位のH I a段丘堆積物に変位・変形を与えていない(次頁)。

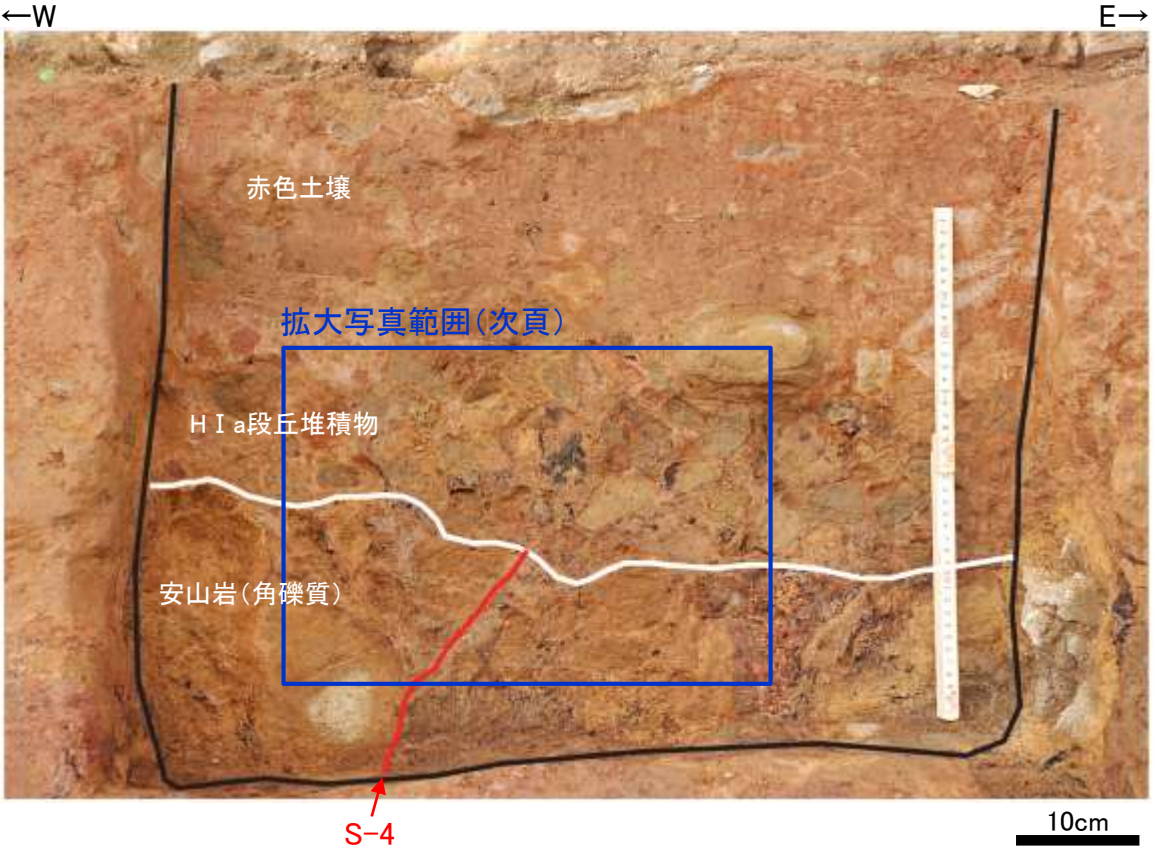


- ・新北面で、S-4が岩盤上面で不明瞭となっている区間において、ブロックサンプリング(P.5-136)を実施するために、壁面を約20cm奥に掘り込んだ。
- ・ブロックサンプリング後の壁面を整形して観察を行い、断層と上載地層との関係について確認した。

新北面：掘り込み後 全景写真(2022年11月撮影)



新北面：掘り込み後 壁面写真



新北面：掘り込み後 壁面写真(S-4等を加筆)

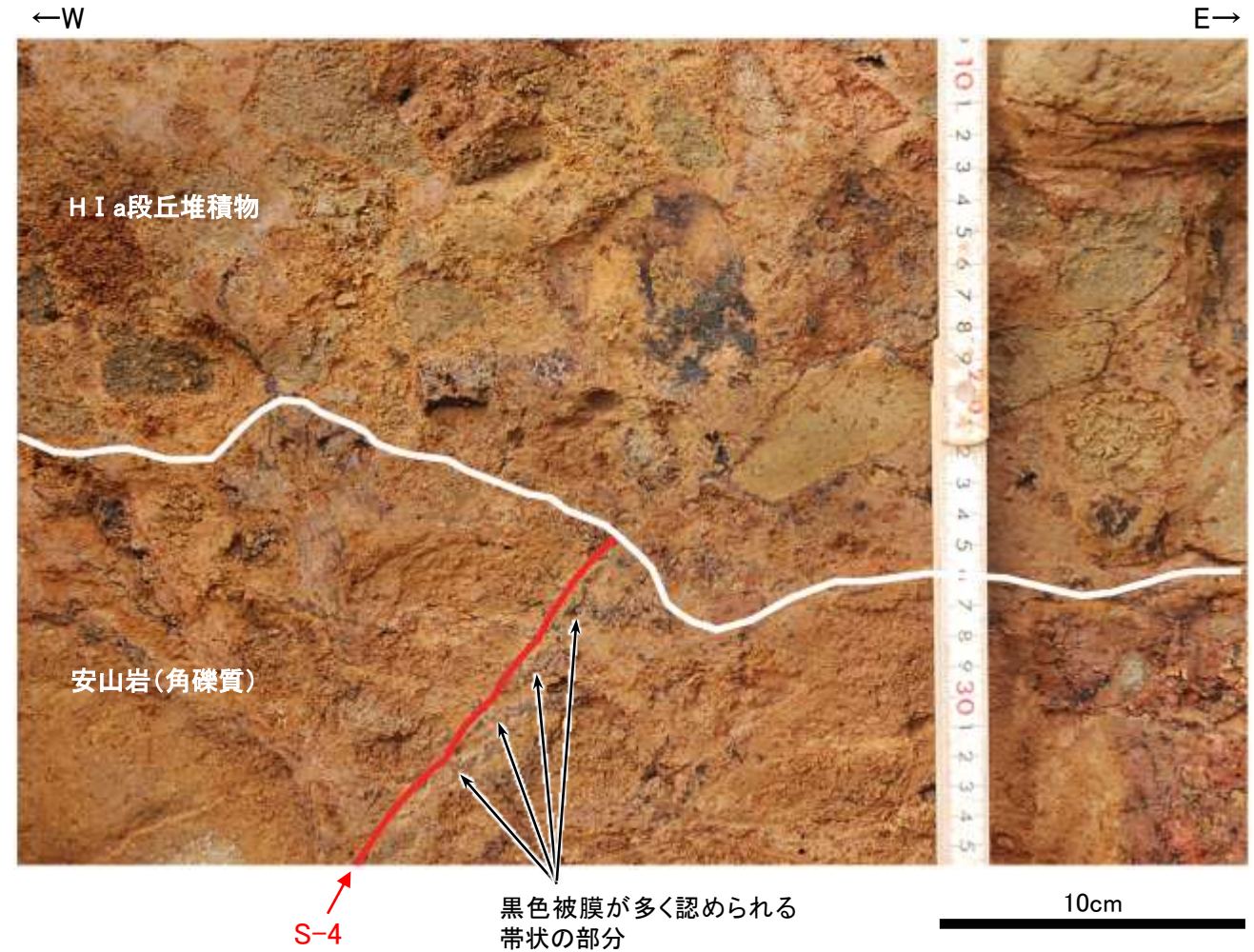
S-4 35m盤トレンチ(新北面)

<新北面:掘り込み後の壁面拡大写真>

OS-4は、黒色被膜が多く認められる帯状の部分の西側の直線的な境界として、岩盤上面まで連続して確認でき、上位のH I a段丘堆積物に変位・変形を与えていない。



新北面:掘り込み後 壁面拡大写真



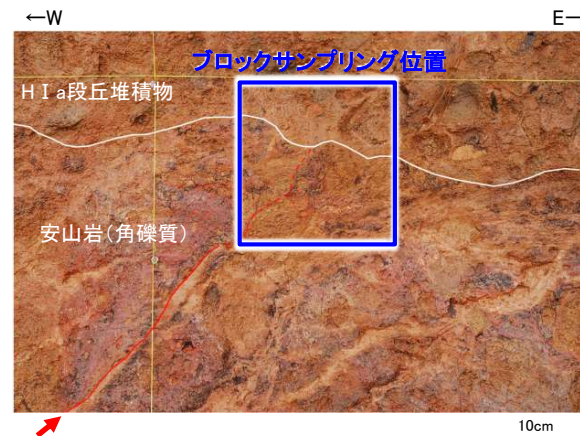
新北面:掘り込み後 壁面拡大写真(S-4等を加筆)

岩盤
 ・黄褐～赤褐色を呈する安山岩(角礫質)からなり、風化を受けてナイフで削れる程度に軟質である。一部で硬質な岩芯を残す角礫状部が認められ、この部分は灰色を呈する。

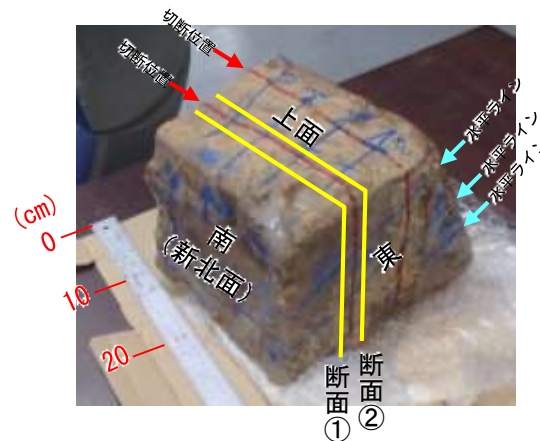
H I a段丘堆積物
 ・明褐～黄褐色を呈するシルト質細砂の基質に、灰色、暗灰色、赤褐色、黄灰色等、雑多な色調を呈する安山岩礫を含む砂礫層からなる。
 ・礫径は概ね5～15cmであるが、基質部にも、より細粒な礫が識別できる。

S-4
 ・せん断面は、黒色被膜が多く認められる帯状の部分の西側の直線的な境界として認められる。この帯状の部分は、S-4と斜交する方向に厚さ約2cmで分布し、黒色被膜がその方向に配列する傾向が認められる。
 ・S-4は、岩盤上面まで連続して確認できるが、上位のH I a段丘堆積物に変位・変形を与えていない。

○35m盤トレンチの追加掘削部の新北面ブロックサンプリングを実施し、CT画像によりその内部状況を詳細に観察した。
 ○CT画像観察の結果、S-4は岩盤上面まで連続しており、上位のH I a段丘堆積物に変位・変形を与えていないことを確認した。



ブロックサンプリングの位置
(2022年11月撮影)

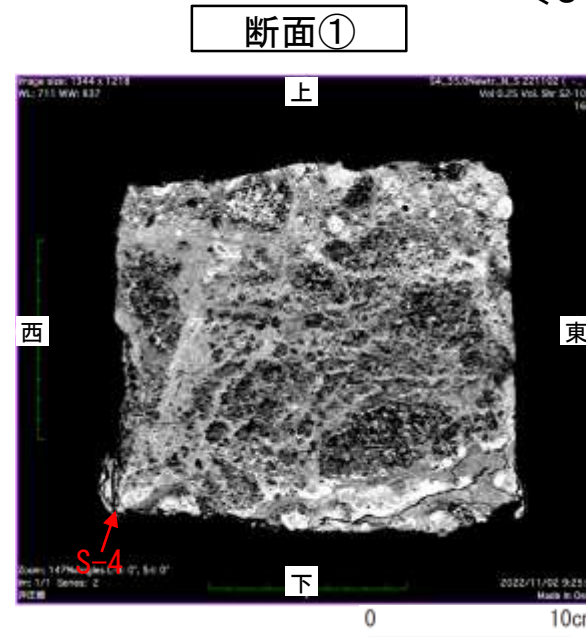


採取したブロック写真と断面位置

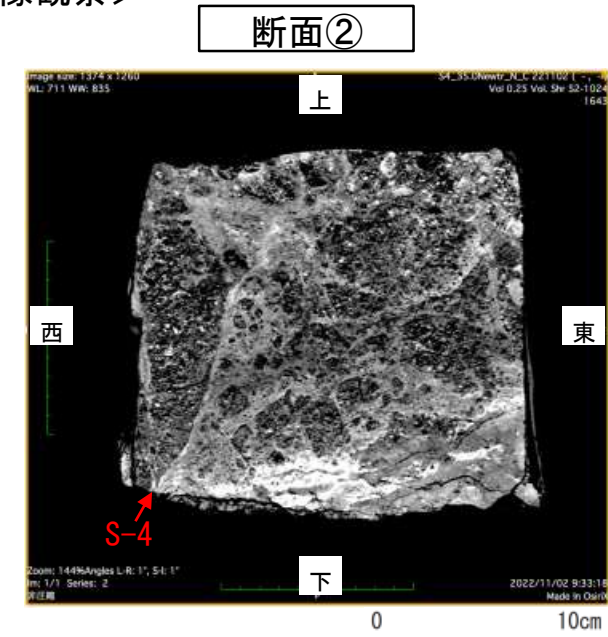
(作業の流れ)

- ・追加掘削部の新北面に対して垂直な方向(斜め下方向に傾斜15°の方向)に掘削し、ブロックを採取した。
- ・CT撮影を行うため、ブロックを厚さ約6cmに切断し、各ブロックをCT撮影した。
- ・各ブロックの代表断面(①, ②)で撮影したCT画像の観察結果をここに示す。

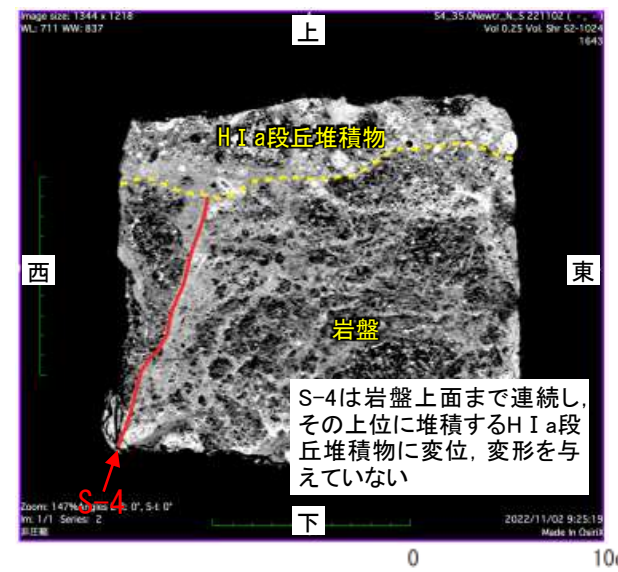
<CT画像観察>



断面①CT画像

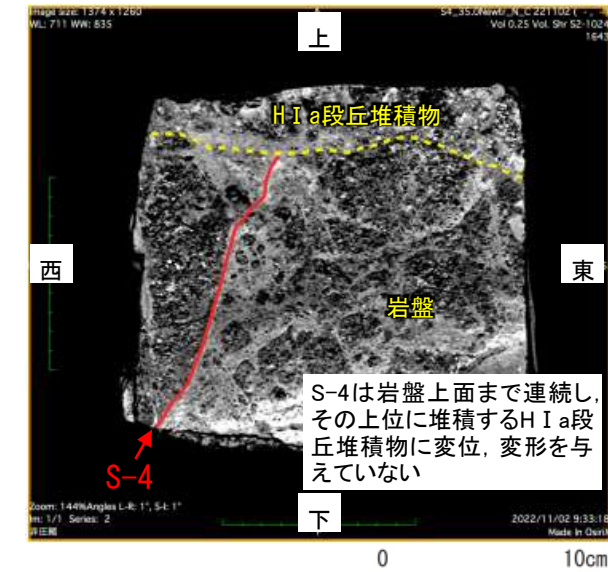


断面②CT画像



断面① CT画像(S-4等を加筆)

詳細はP.5-137参照



断面② CT画像(S-4等を加筆)

詳細はP.5-138参照

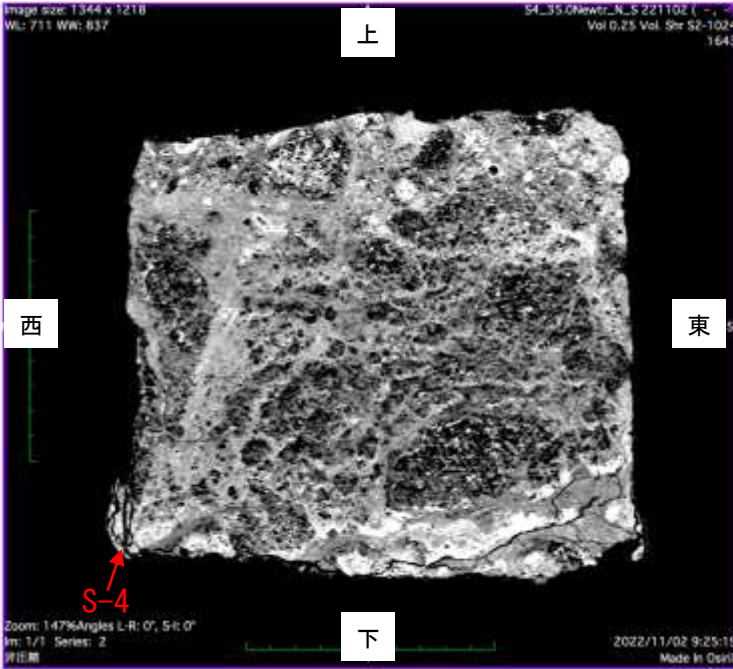
S-4 35m盤トレンチ(ブロックサンプリング)

【CT画像観察結果】

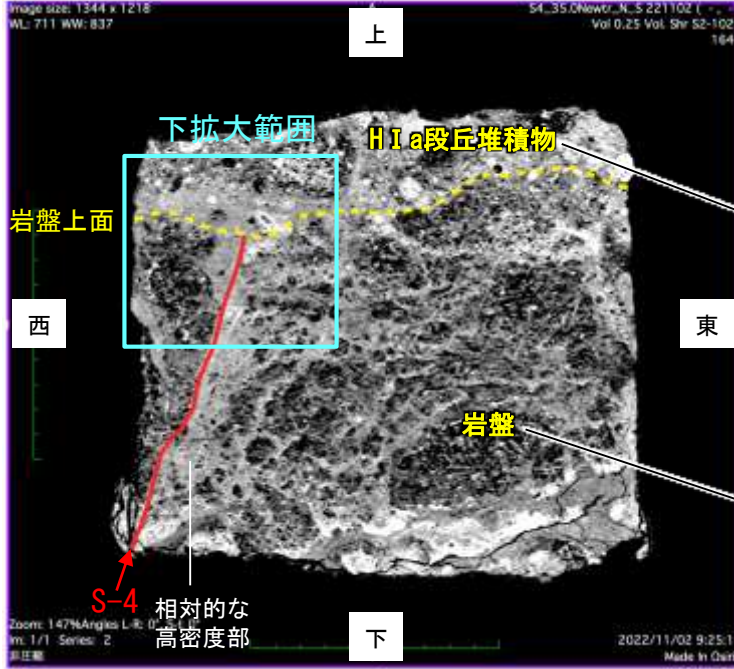
- OCT画像観察の結果、
- ・H I a段丘堆積物は、相対的に高密度の基質と低密度の礫で特徴づけられる部分として認められ、一部で高密度の礫も含まれる※。
 - ・岩盤は、風化の影響により低密度な状態を示す暗い色調を呈する部分として認められる※。
 - ・S-4は、岩盤中の相対的な高密度部の直線的な境界や線状の構造として認められる。
 - ・S-4は、岩盤上面まで連続し、その上位に堆積するH I a段丘堆積物に変位・変形を与えていない。

※H I a段丘堆積物と岩盤で見られる上記の特徴は、旧北面及び新西面におけるCT画像観察結果と類似している(補足資料5.6-1 (1)-3 P.5.6-1-17, (1)-5 P.5.6-1-24)。

<断面①の観察結果> 注:密度(白色部>黒色部)



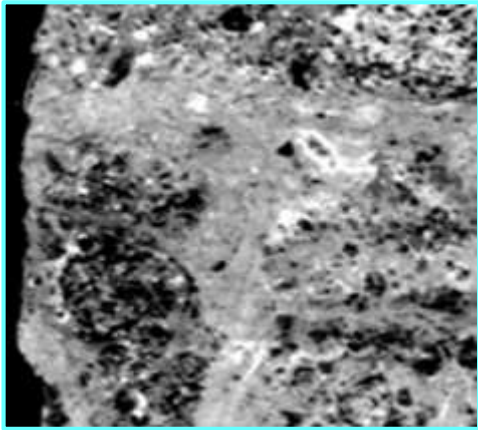
断面① CT画像



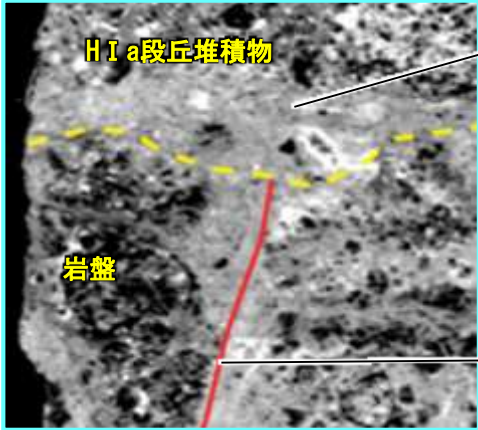
断面① CT画像(S-4等を加筆)

H I a段丘堆積物は、相対的に高密度の基質と低密度の礫で特徴づけられる。一部で高密度の礫も含まれる。

岩盤は、風化の影響により低密度な状態を示す暗い色調を呈する。



断面① 拡大写真



断面① (S-4等を加筆)

S-4は、H I a段丘堆積物に変位・変形を与えていない。

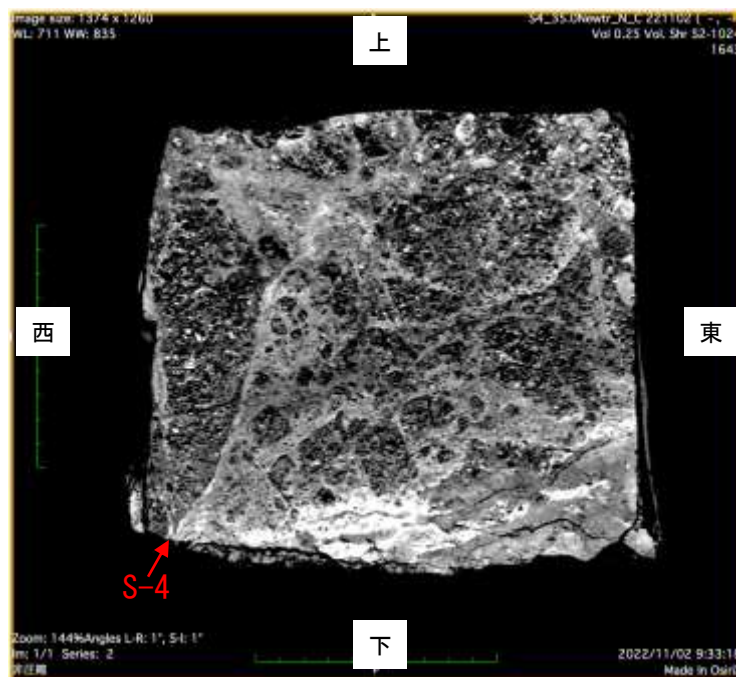
S-4は、岩盤中の相対的な高密度部の直線的な境界や、その境界から延長する線状の構造として認められ、岩盤上面まで連続する。

S-4 35m盤トレンチ(ブロックサンプリング)

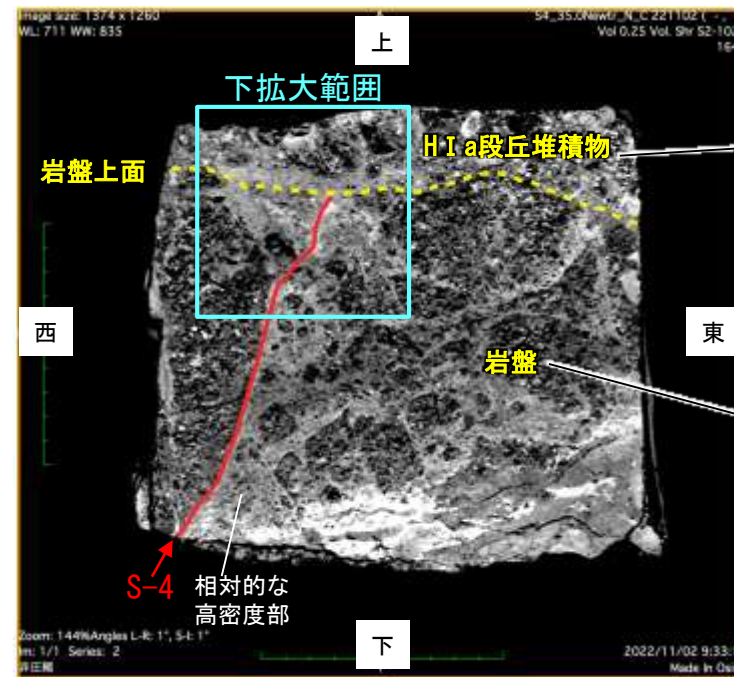
- ・H I a段丘堆積物は、相対的に高密度の基質と低密度の礫で特徴づけられる部分として認められ、一部で高密度の礫も含まれる。
- ・岩盤は、風化の影響により低密度な状態を示す暗い色調を呈する部分として認められる。
- ・S-4は、岩盤中の相対的な高密度部の直線的な境界や線状の構造として認められる。
- ・S-4は、岩盤上面まで連続し、その上位に堆積するH I a段丘堆積物に変位・変形を与えていない。

<断面②の観察結果>

注:密度(白色部>黒色部)



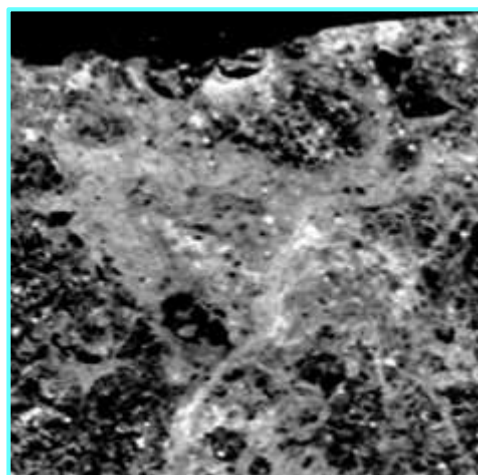
断面② CT画像



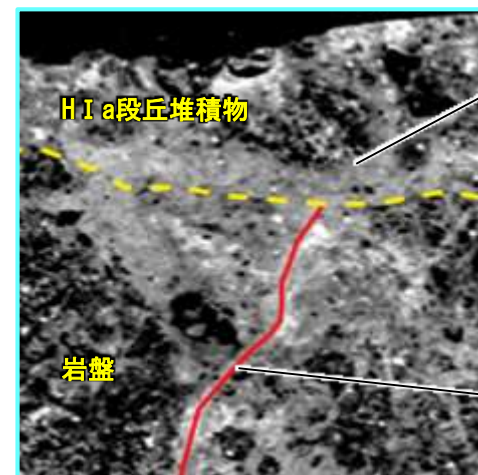
断面② CT画像(S-4等を加筆)

H I a段丘堆積物は、相対的に高密度の基質と低密度の礫で特徴づけられる。一部で高密度の礫も含まれる。

岩盤は、風化の影響により低密度な状態を示す暗い色調を呈する。



断面② 拡大写真



断面② (S-4等を加筆)

S-4は、H I a段丘堆積物に変位・変形を与えていない。

S-4は、岩盤中の相対的な高密度部の直線的な境界や、その境界から延長する線状の構造として認められ、岩盤上面まで連続する。

余白

5.6.2 鉍物脈法による活動性評価(S-4)

5.6.2 鉱物脈法による活動性評価(S-4) — 評価地点 —

■ 鉱物脈法による評価地点

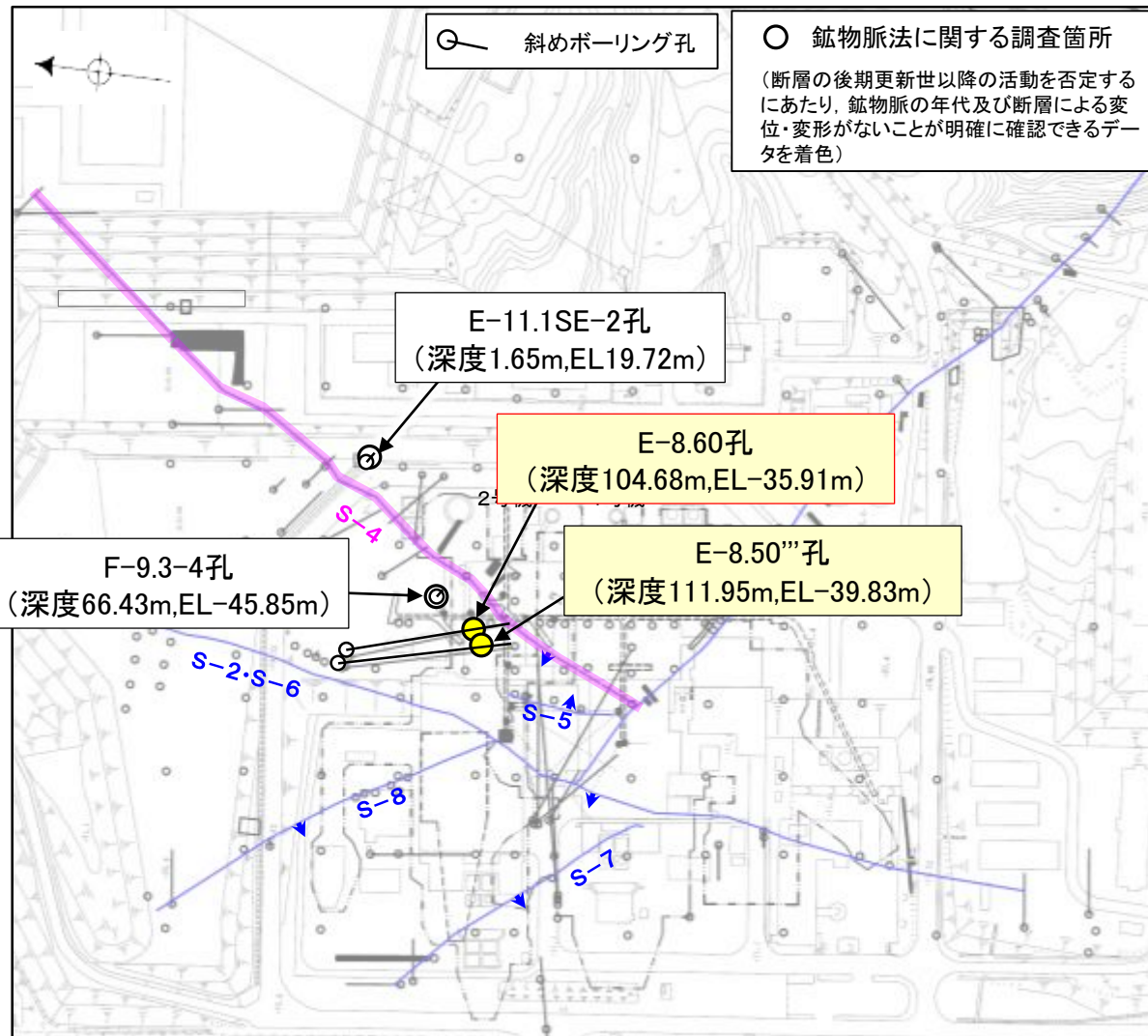
○ 2地点(E-8.60孔, E-8.50”孔)において, S-4の最新ゾーンに少なくとも後期更新世以降に生成したものではないと評価した変質鉱物であるI/S混合層が認められたことから, 断層活動(最新面)と変質鉱物との関係による評価を行った。

○ また, その他の調査地点(E-11.1SE-2孔, F-9.3-4孔)についても, 評価を行った。

評価地点	記載頁
E-8.60孔 (深度104.68m, EL-35.91m)	P.5-142~5-151 補足資料5.6-2(1)-1
E-8.50”孔 (深度111.95m, EL-39.83m)	P.5-152~5-155 補足資料5.6-2(1)-2
E-11.1SE-2孔 (深度1.65m, EL19.72m)	参考資料5.6-2(1)-1
F-9.3-4孔 (深度66.43m, EL-45.85m)	参考資料5.6-2(2)

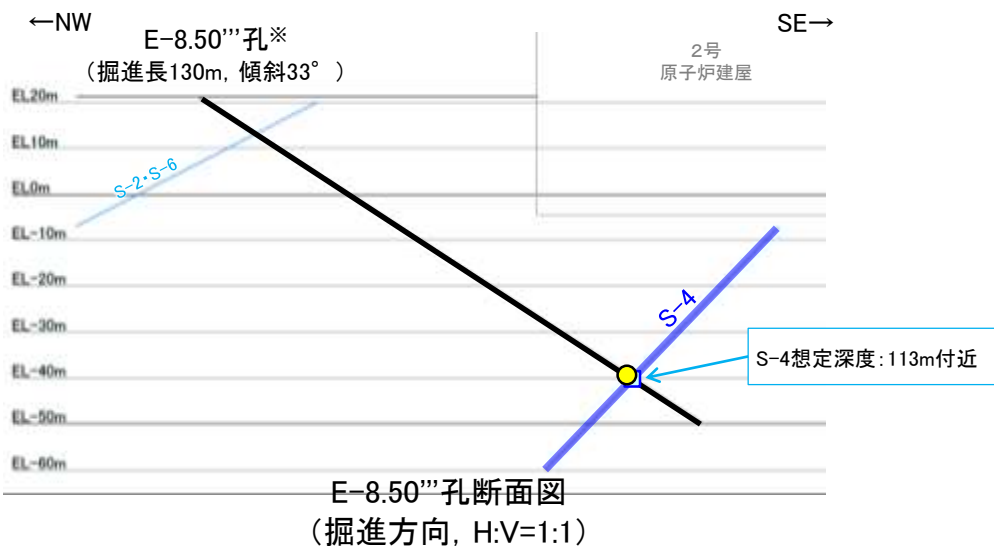
黄色網掛け : 断層の後期更新世以降の活動を否定するにあたり, 鉱物脈の年代及び断層による変位・変形がないことが明確に確認できるデータ(主たる根拠)

黄色網掛け : 鉱物脈法による評価において, S-4の中で最新面と鉱物脈との切り合い関係が最も明確であると評価したデータ

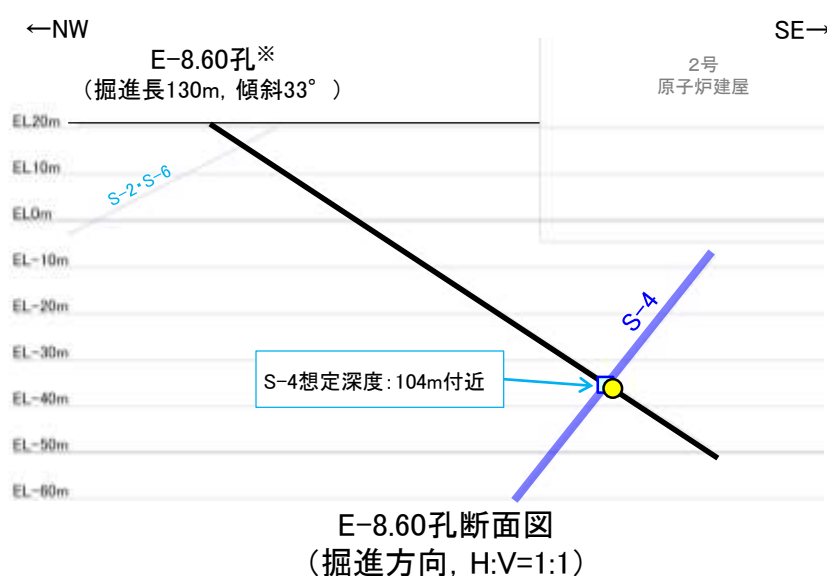


位置図

— 評価対象断層
S-O (陸域 EL-4.7m)



E-8.50”孔断面図
(掘進方向, H:V=1:1)



E-8.60孔断面図
(掘進方向, H:V=1:1)

凡例
● 評価地点
□ S-4想定位置

※ 鉱物脈法による評価のために実施したボーリング

これらの図の断層線は, 周辺の露頭やボーリングでの出現位置を基に描いている。

5.6.2 S-4 (1) E-8.60孔 — 評価結果 —

【最新面の認定】

○E-8.60孔の深度104.70m付近で認められるS-4において、巨視的観察及び微視的観察を実施し、最新ゾーンの上盤側の境界に最新面を認定した(P.5-143～5-146)。

【鉱物の同定】

○微視的観察により確認した粘土鉱物は、EPMA分析(定量)による化学組成の検討結果及びXRD分析(粘土分濃集)による結晶構造判定結果から、I/S混合層であると判断した(P.5-147, 5-148)。

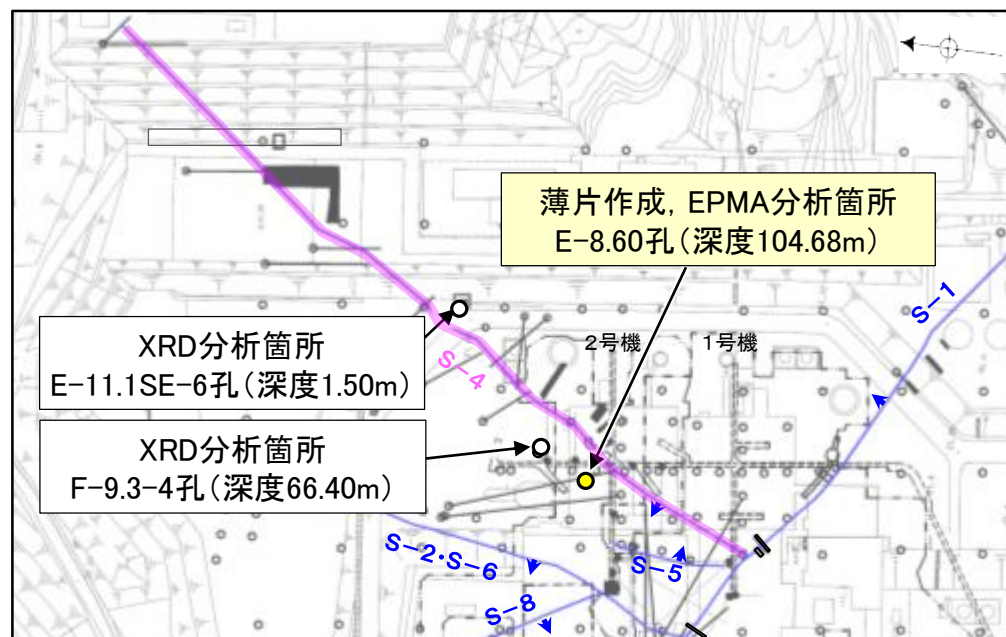
【変質鉱物の分布と最新面との関係】

○EPMA分析(マッピング)や薄片観察により、粘土鉱物(I/S混合層)の分布範囲を確認した結果、粘土鉱物(I/S混合層)は最新ゾーン及びその周辺に分布している(P.5-149, **補足資料5.6-2(1)-1P.5.6-2-4**)。

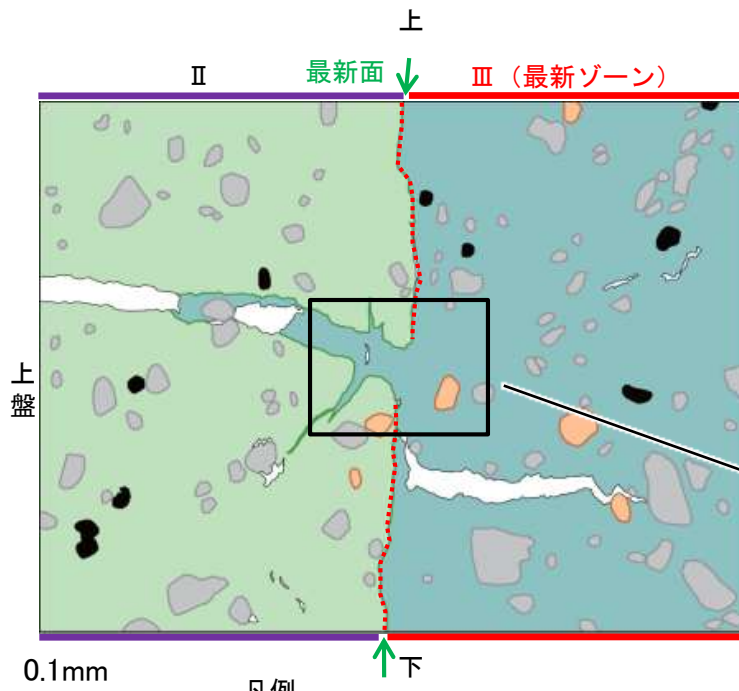
○薄片①の範囲Aにおいて、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を横断して分布し、最新面が不連続になっており、不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められない(P.5-150, 5-151)。

○以上のことを踏まえると、S-4の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。

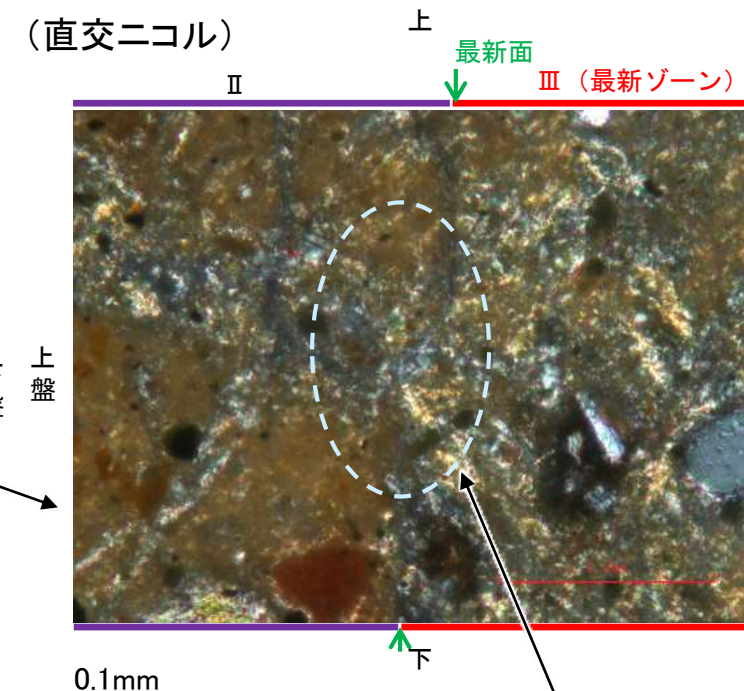
紫字: 第1073回審査会合以降の変更箇所



調査位置図



薄片①範囲Aスケッチ



詳細観察範囲写真

・不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形(せん断面や引きずりなど)は認められない(P.5-150, 5-151)。
・不連続箇所には、I/S混合層生成以降の注入の痕跡や、薄片作成時等の乱れの影響は認められない(P.5-150, 5-151)。

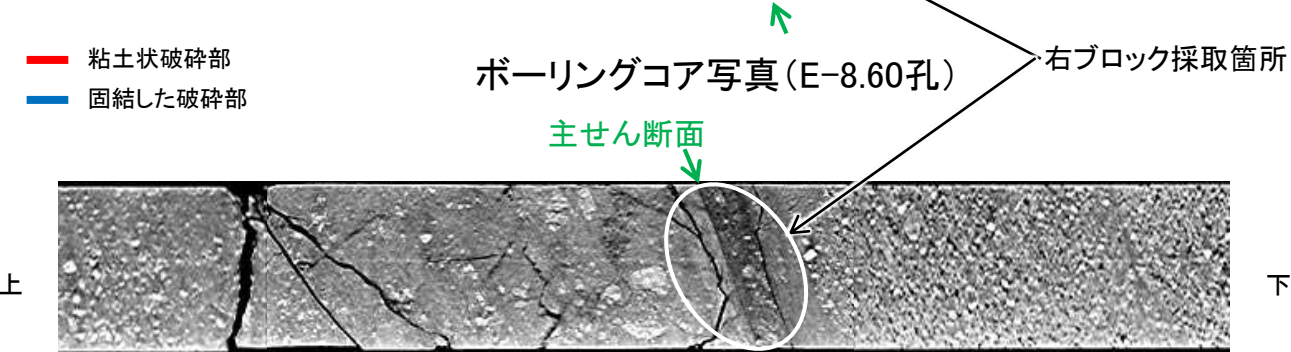
5.6.2 S-4 (1) E-8.60孔 —最新面の認定(巨視的観察)—

- E-8.60孔の深度104.70m付近で認められるS-4において、巨視的観察(ボーリングコア観察, CT画像観察)を実施し、最も直線性・連続性がよい断層面を主せん断面として抽出した。
- 主せん断面における条線観察の結果、126° Rの条線方向が確認されたことから、126° Rで薄片を作成した(ブロック写真)。



調査位置図

・条線観察結果については補足資料5.3-3(2)-3



※図示した箇所薄片①を作成し、そこから1mm程度削り込んだ位置でEPMA用薄片を作成した

ブロック写真

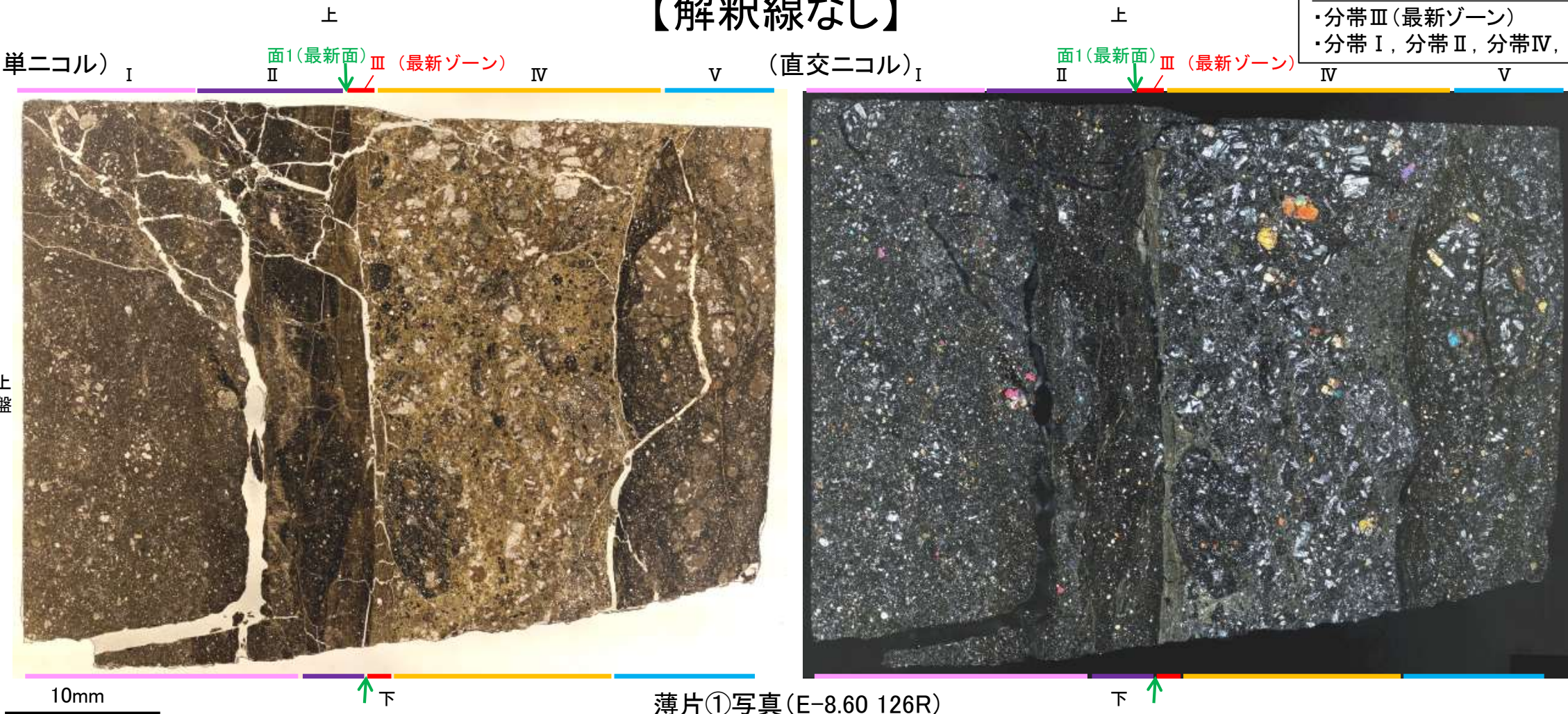
5.6.2 S-4 (1) E-8.60孔 ー最新面の認定(微視的観察)ー

- 薄片①で実施した微視的観察(薄片観察)の結果, 色調や礫径などから, 上盤側より I ~ V に分帯した。
- そのうち, 最も細粒化している分帯Ⅲを最新ゾーンとして抽出した。
- 最新ゾーンと分帯Ⅱとの境界に, 面1が認められる。面1は最新ゾーンの中では比較的直線性・連続性のよい面である。
- 最新ゾーンと分帯Ⅳとの境界は, 不明瞭で漸移的であり, せん断面は認められない*。
- 最新ゾーン中に認められるY面は面1のみであることから, 面1を最新面と認定し, 変質鉱物との関係を確認する。
- なお, 最新ゾーンから離れたその他の面として分帯Ⅳと分帯Ⅴとの境界面が認められるが, この面の周辺は最新ゾーンに比べて細粒化が進んでおらず, 面は湾曲し不明瞭であり, 直線性に乏しいことから, 最新面ではないと判断した。

*最新ゾーンと分帯Ⅳとの境界についての詳細は次々頁

【解釈線なし】

分帯とコア観察における破碎部区分との対応
 ・分帯Ⅲ(最新ゾーン) ……粘土状破碎部
 ・分帯Ⅰ, 分帯Ⅱ, 分帯Ⅳ, 分帯Ⅴ ……固結した破碎部



薄片①写真(E-8.60_126R)

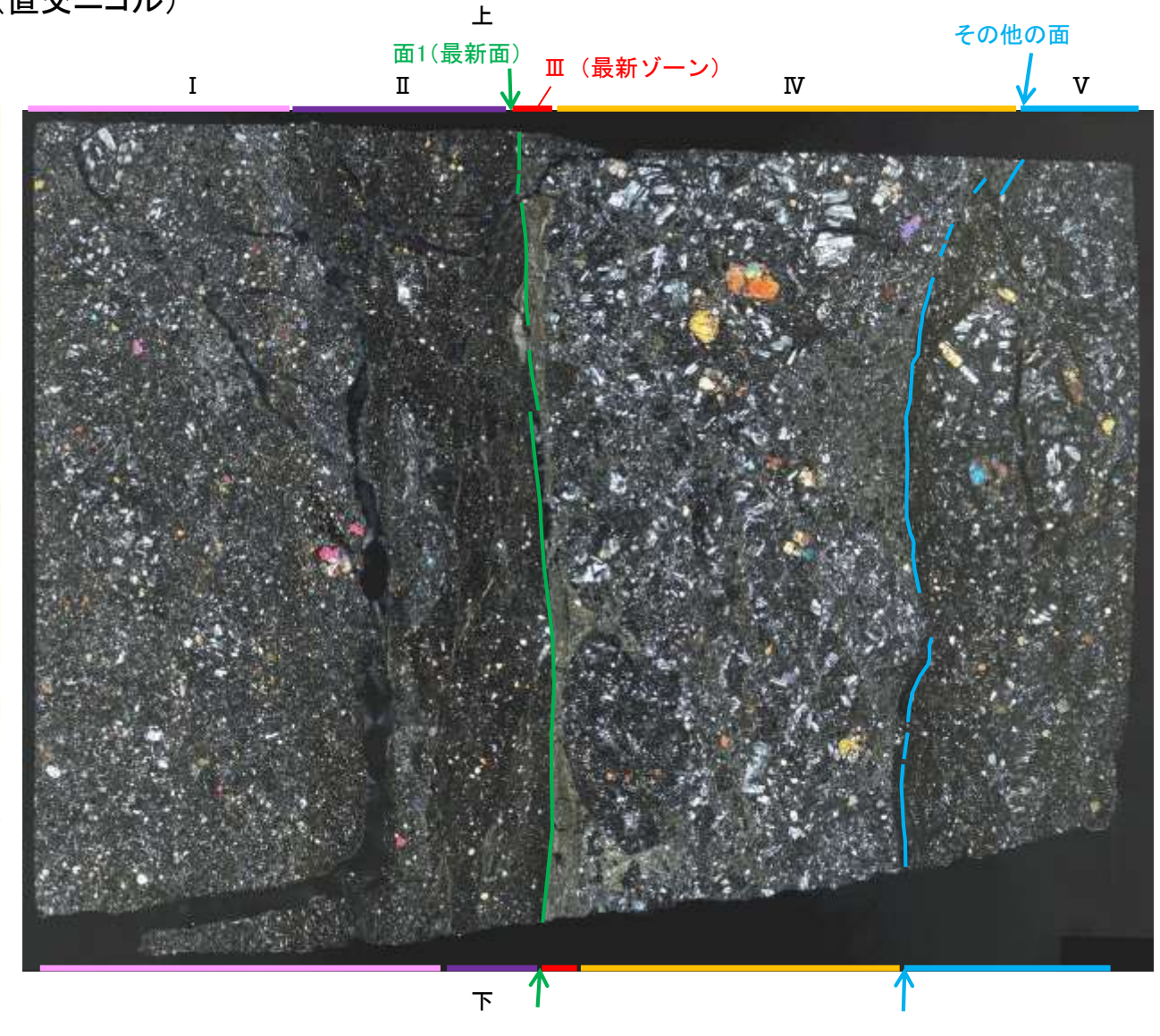
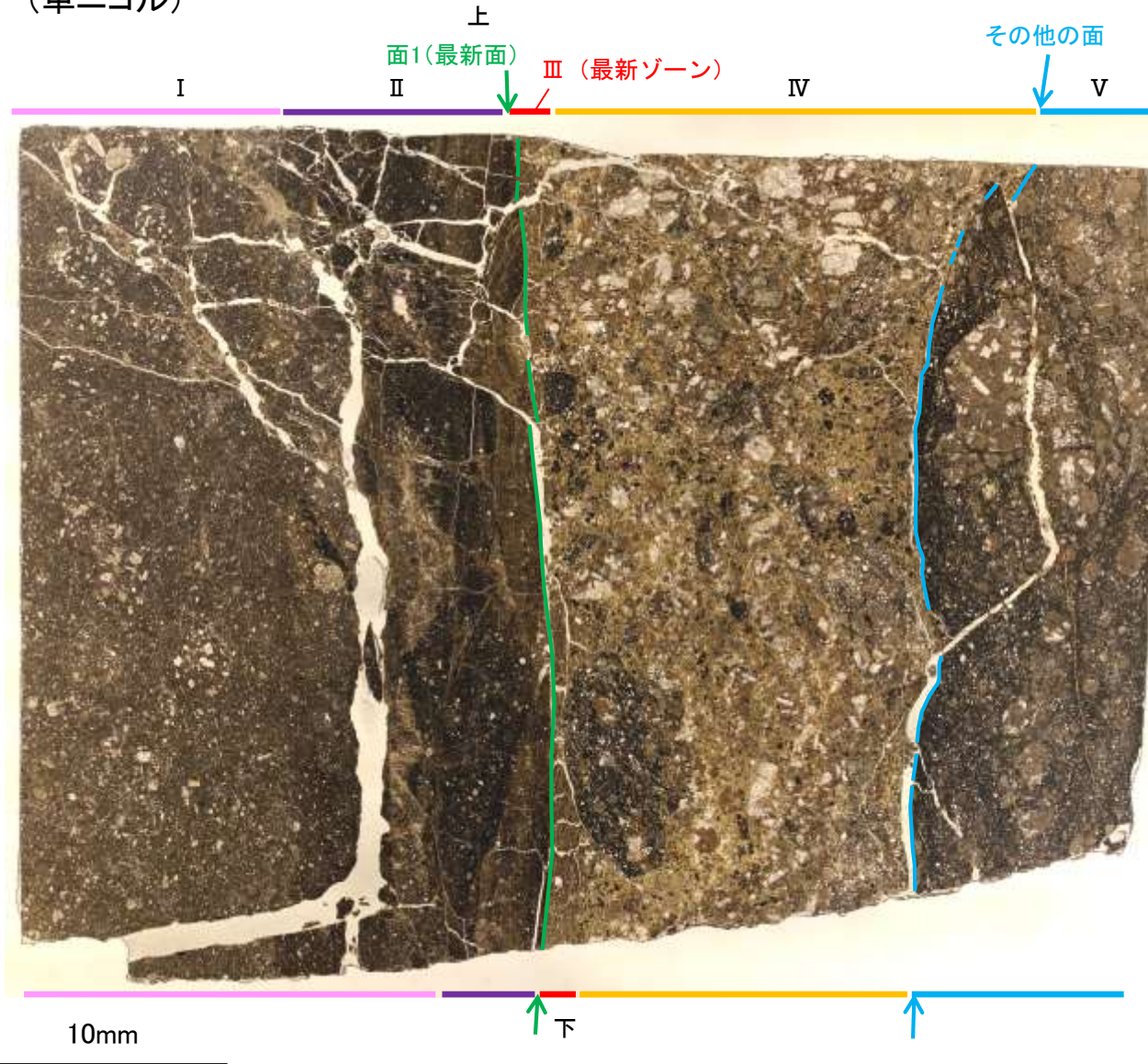
- I : 単ニコルで褐灰色, 直交ニコルで灰色の干渉色を呈する凝灰岩からなる。径5mm以下の岩片や鉱物片が細粒な基質中に含まれる。岩片, 鉱物片は垂角~垂円形である。
- II : 単ニコルで暗褐灰色, 直交ニコルで暗灰色の干渉色を呈する細粒凝灰岩からなる。径1mm以下の岩片や鉱物片が細粒な基質中に含まれる。岩片, 鉱物片は垂角~垂円形である。基質中や割れ目に粘土鉱物が生成している。
- III (最新ゾーン) : 単ニコルで褐灰色, 直交ニコルで黄~灰色の干渉色を呈する, 粘土鉱物を含む細粒物からなる。径0.5mm以下の岩片や鉱物片が細粒な基質中に含まれる。岩片, 鉱物片は垂角~垂円形である。基質中や割れ目に粘土鉱物が比較的多く含まれる。
- IV : 単ニコルで淡褐~褐灰色, 直交ニコルで黄~灰色の干渉色を呈する火山礫凝灰岩からなる。径10mm以下の岩片や鉱物片が細粒な基質中に含まれている。岩片, 鉱物片は垂角~垂円形である。基質中や岩片の縁辺部に粘土鉱物が生成している。
- V : 単ニコルで暗褐灰色, 直交ニコルで暗灰色の干渉色を呈する火山礫凝灰岩からなる。径10mm以下の岩片や鉱物片が細粒な基質中に含まれる。岩片, 鉱物片は垂角~垂円形である。割れ目や岩片の縁辺部に粘土鉱物が生成している。

S-4_E-8.60孔

【解釈線あり】

(単ニコル)

(直交ニコル)

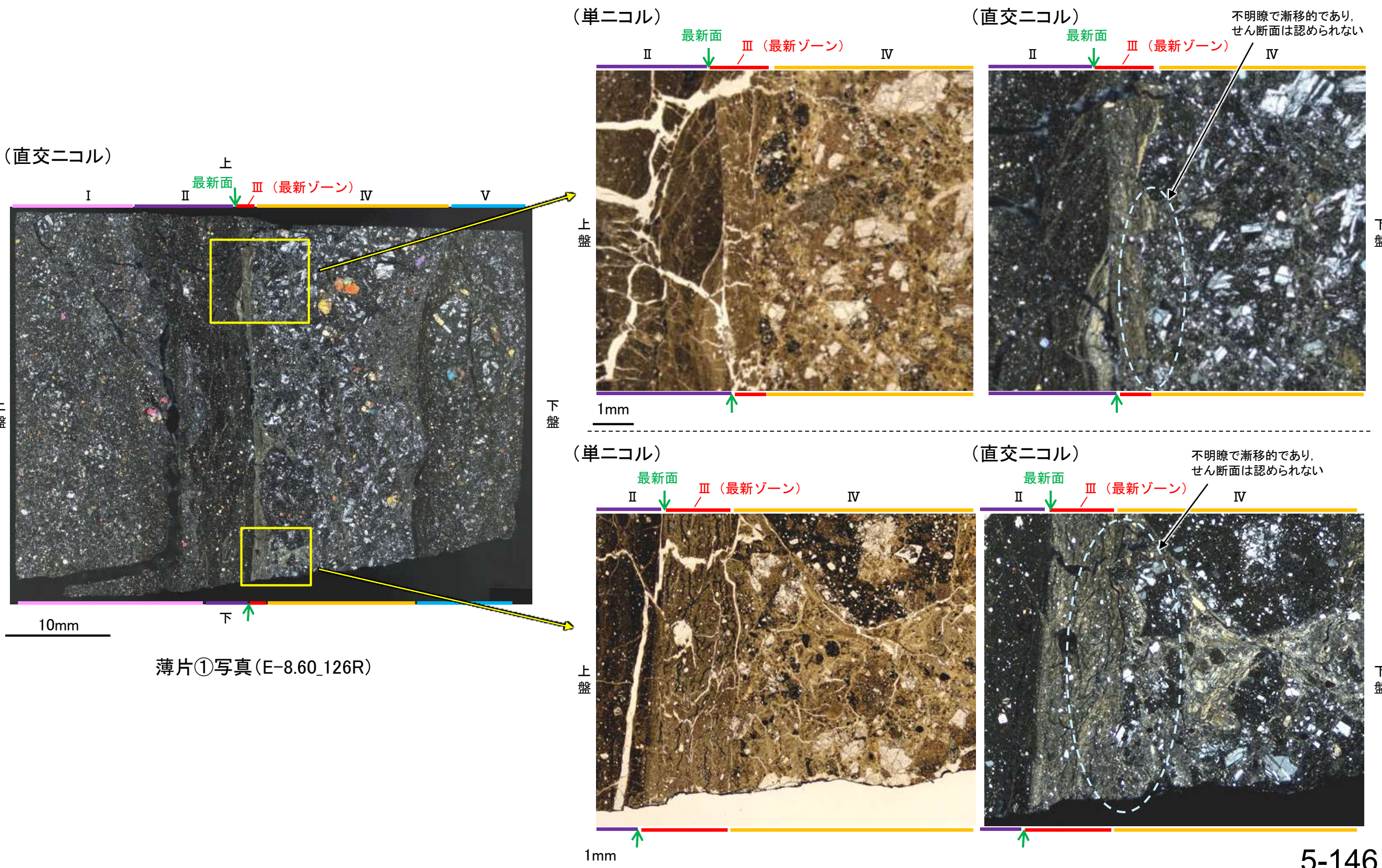


薄片①写真(E-8.60_126R)

- ・最新ゾーンと分帯Ⅱとの境界に、面1が認められる。面1は最新ゾーンの中では比較的直線性・連続性のよい面である。
- ・最新ゾーンと分帯Ⅳとの境界は、不明瞭で漸移的であり、せん断面は認められない。
- ・なお、最新ゾーンから離れたその他の面として分帯Ⅳと分帯Ⅴとの境界面が認められるが、この面の周辺は最新ゾーンに比べて細粒化が進んでおらず、面は湾曲し不明瞭であり、直線性に乏しいことから、最新面ではないと判断した。

5.6.2 S-4 (1) E-8.60孔 —最新ゾーンと分帯IVとの境界—

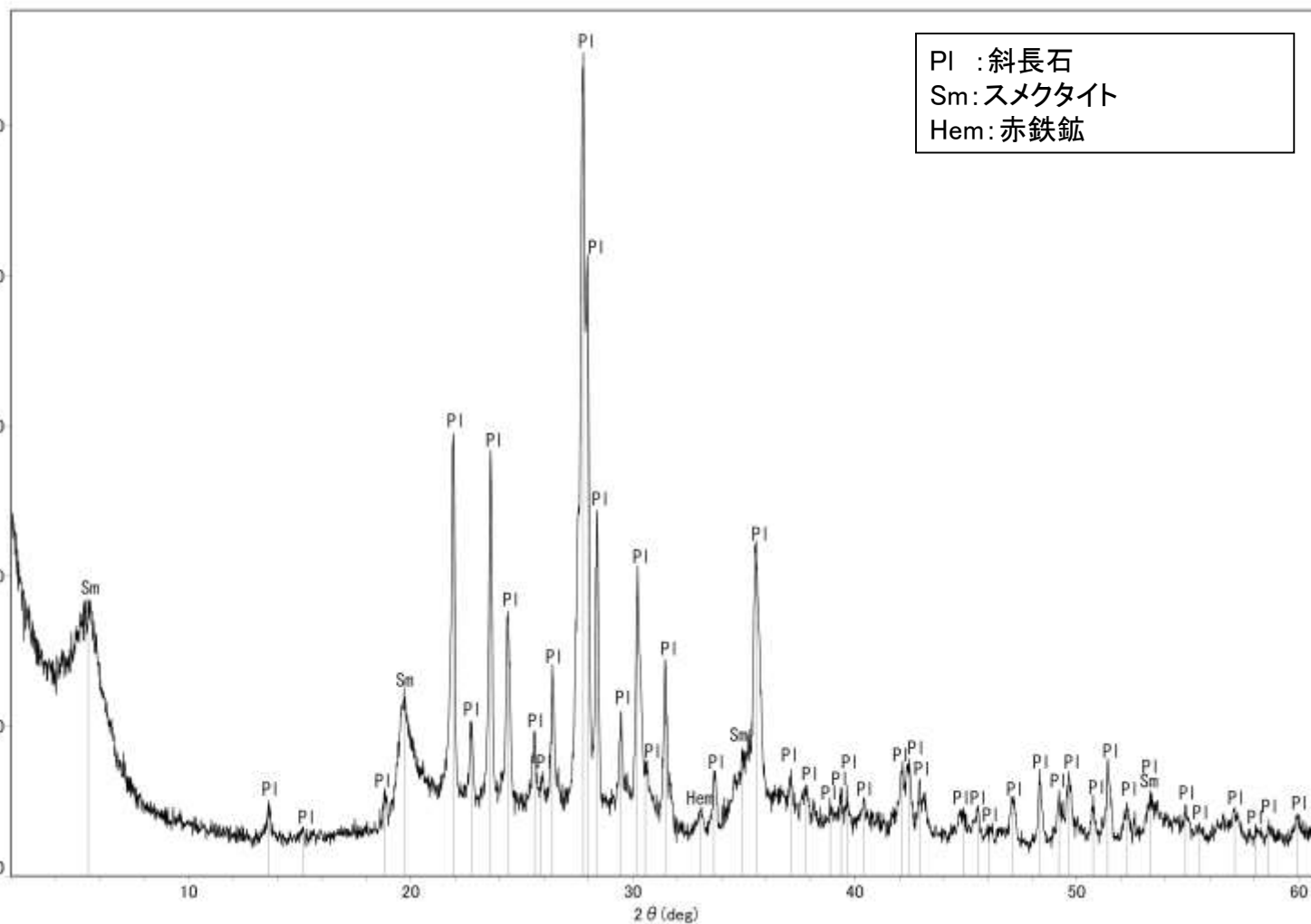
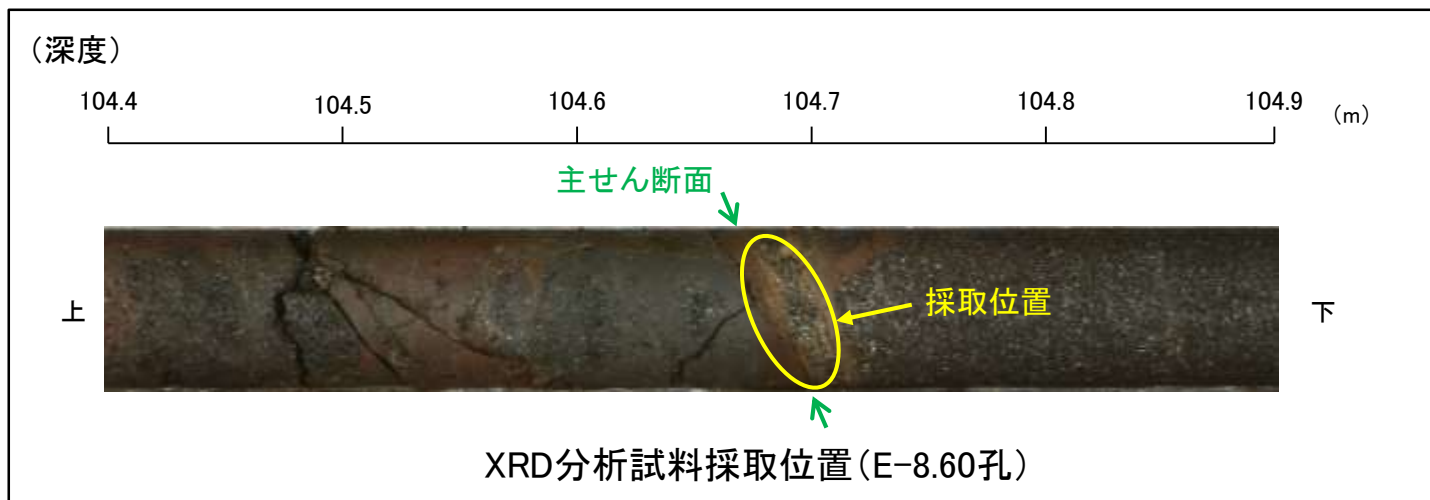
○薄片①で実施した微視的観察(薄片観察)の結果, 最新ゾーンと分帯IVとの境界は不明瞭で漸移的であり, せん断面は認められない。



薄片①写真(E-8.60_126R)

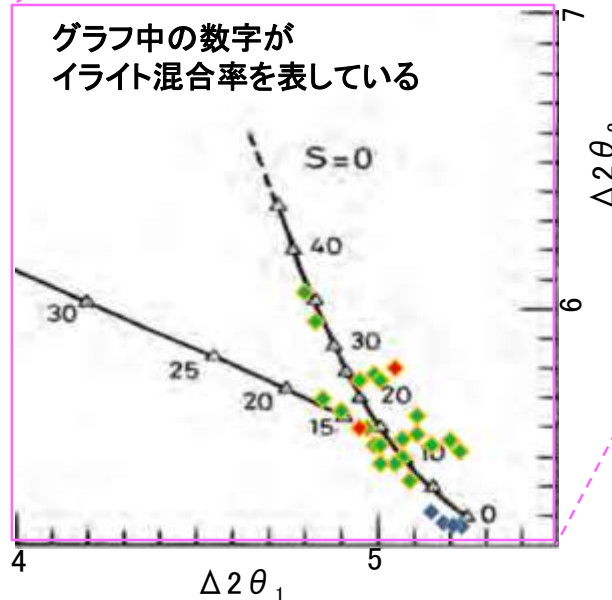
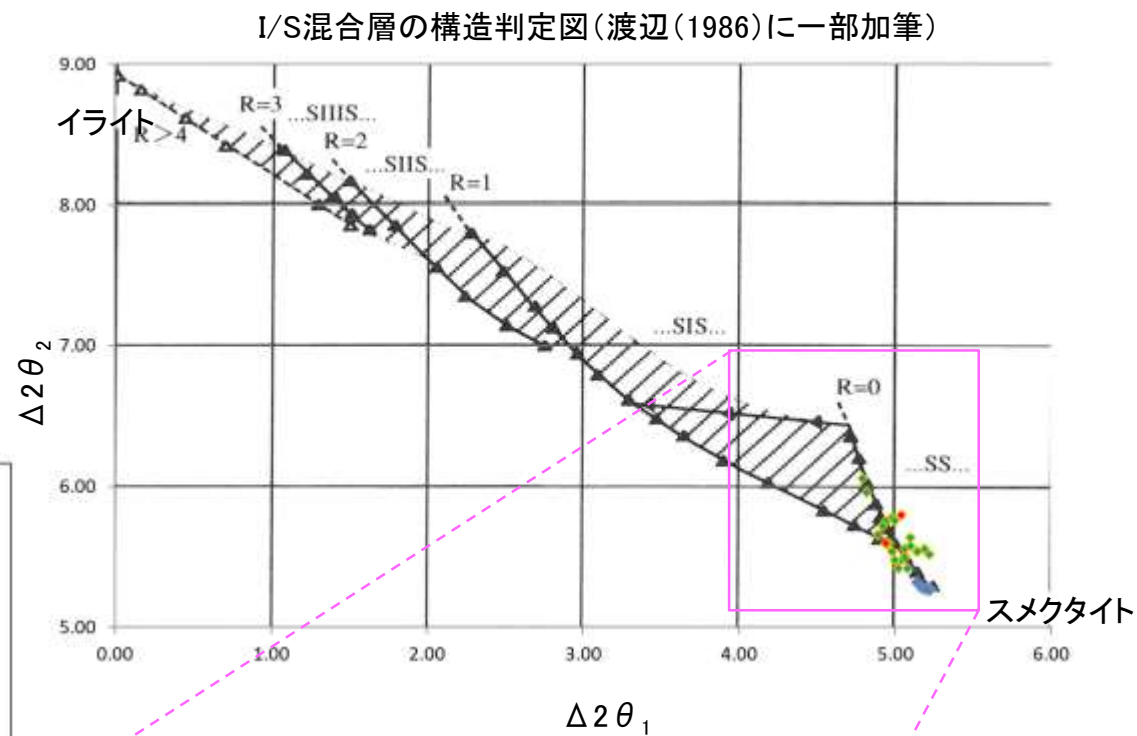
5.6.2 S-4 (1) E-8.60孔 — 鉱物の同定(XRD分析) —

○最新ゾーン付近でXRD分析を実施した結果, 主な粘土鉱物としてスメクタイトが認められる。
○スメクタイトについて詳細な結晶構造判定を行うために, 同一断層の別孔(F-9.3-4孔, E-11.1SE-6孔)の破砕部においてXRD分析(粘土分濃集)を実施した結果, I/S混合層と判定した。



回折チャート(不定方位) E-8.60孔

・回折チャート(定方位, EG処理)については,
補足資料5.3-3(1) P.5.3-3-23



- ◆ S-4(F-9.3-4孔, E-11.1SE-6孔)
- ◆ 敷地の粘土鉱物
- ◆ 標準的なスメクタイト
Nakata et al.(2019)

・S-4試料の詳細検討結果は
補足資料5.3-2(2) P.5.3-2-35,36

I/S混合層の構造判定図(渡辺(1981)に一部加筆)

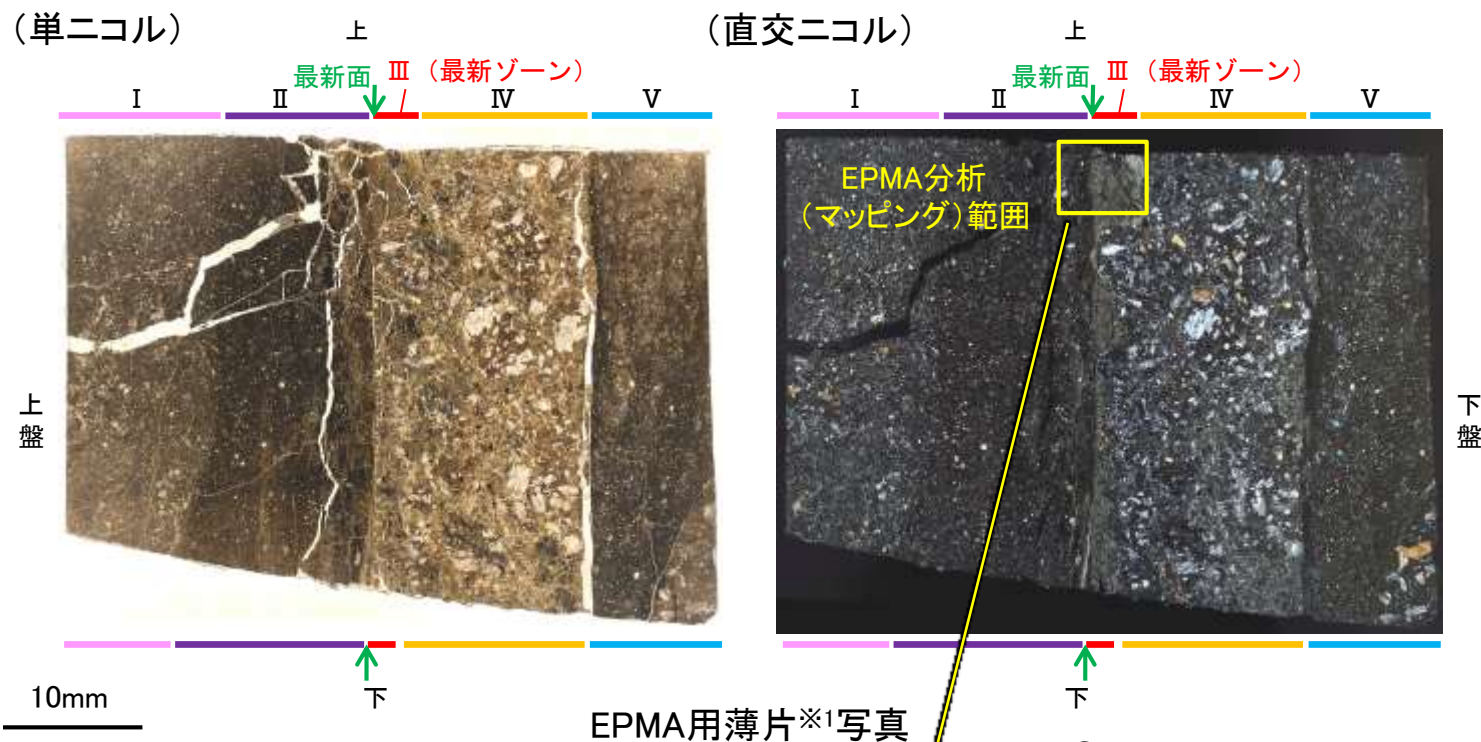
5.6.2 S-4 (1) E-8.60孔 — 鉱物の同定(EPMA分析(定量)) —

○EPMA用薄片で実施したEPMA分析(定量)による化学組成の検討結果から、最新ゾーンやその周辺に分布する粘土鉱物はI/S混合層であると判断した。

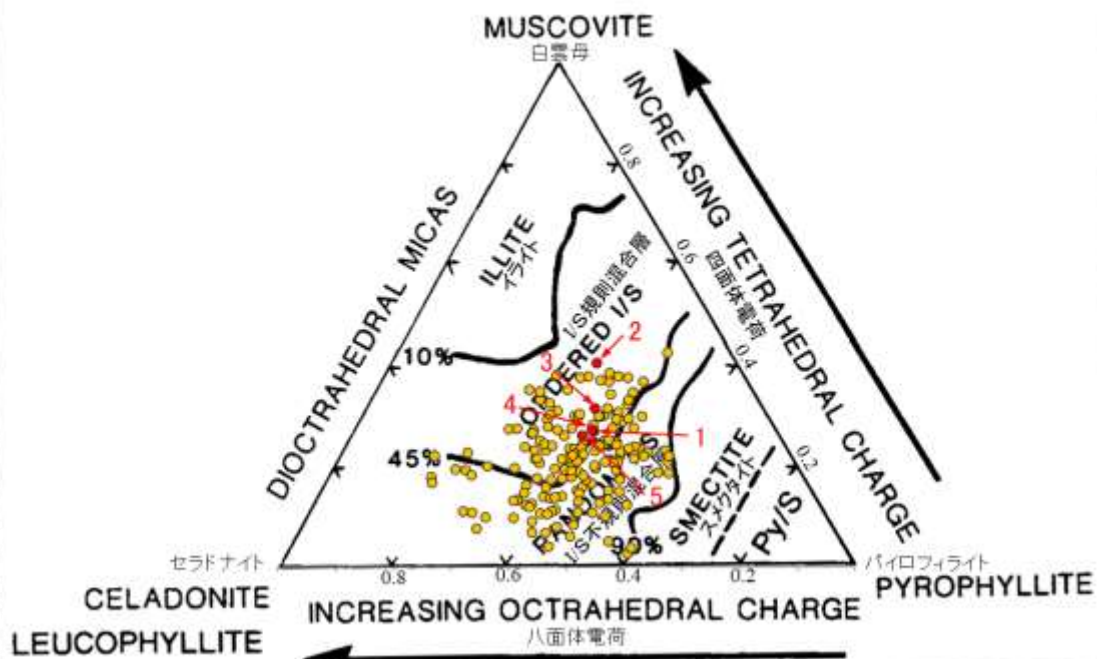


— 評価対象断層
S-O (陸域 EL-4.7m)

調査位置図



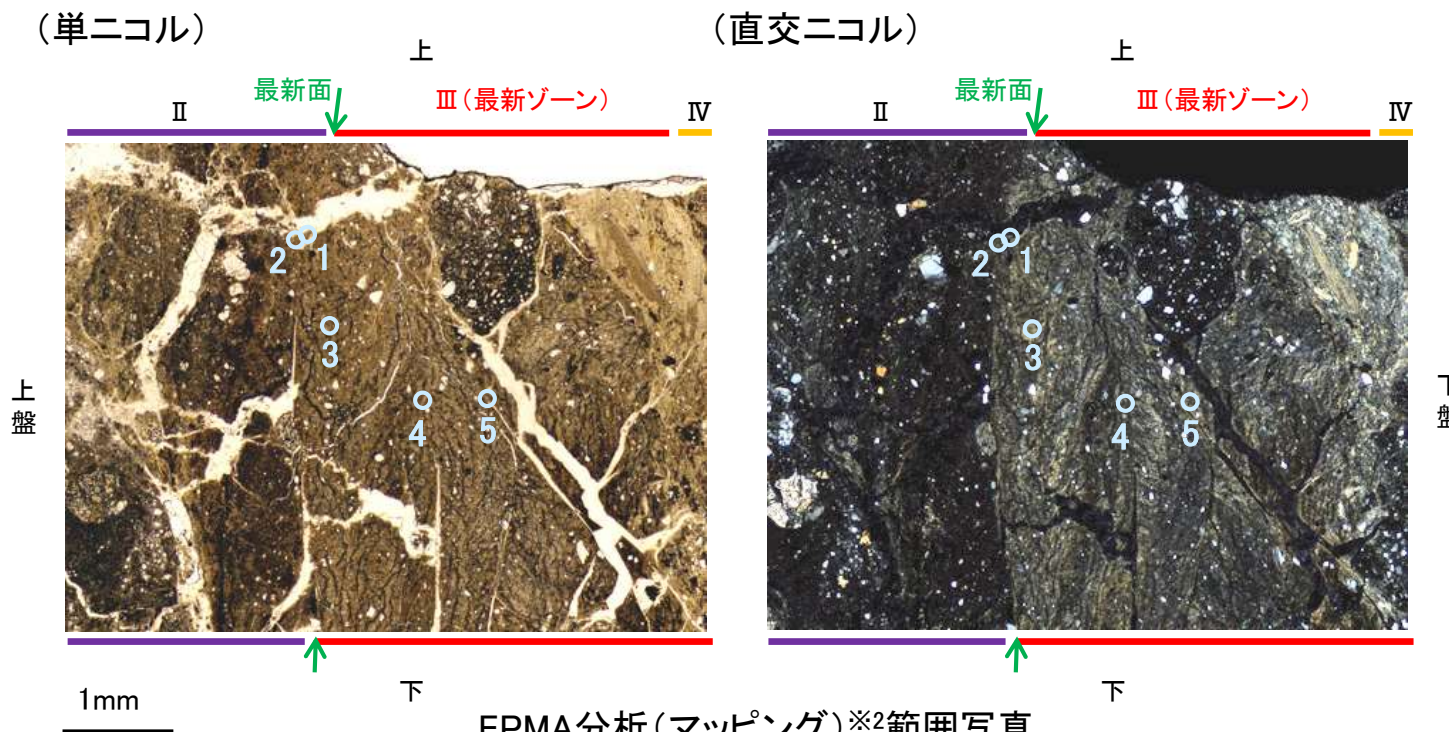
※1: 薄片①を作成した箇所から1mm程度削り込んだ位置でEPMA用薄片を作成した



・詳細は補足資料5.3-2(3)P.5.3-2-74

● 分析値(S-4 E-8.60孔)
○ 分析番号位置は右図
● その他の分析値(敷地の粘土鉱物)

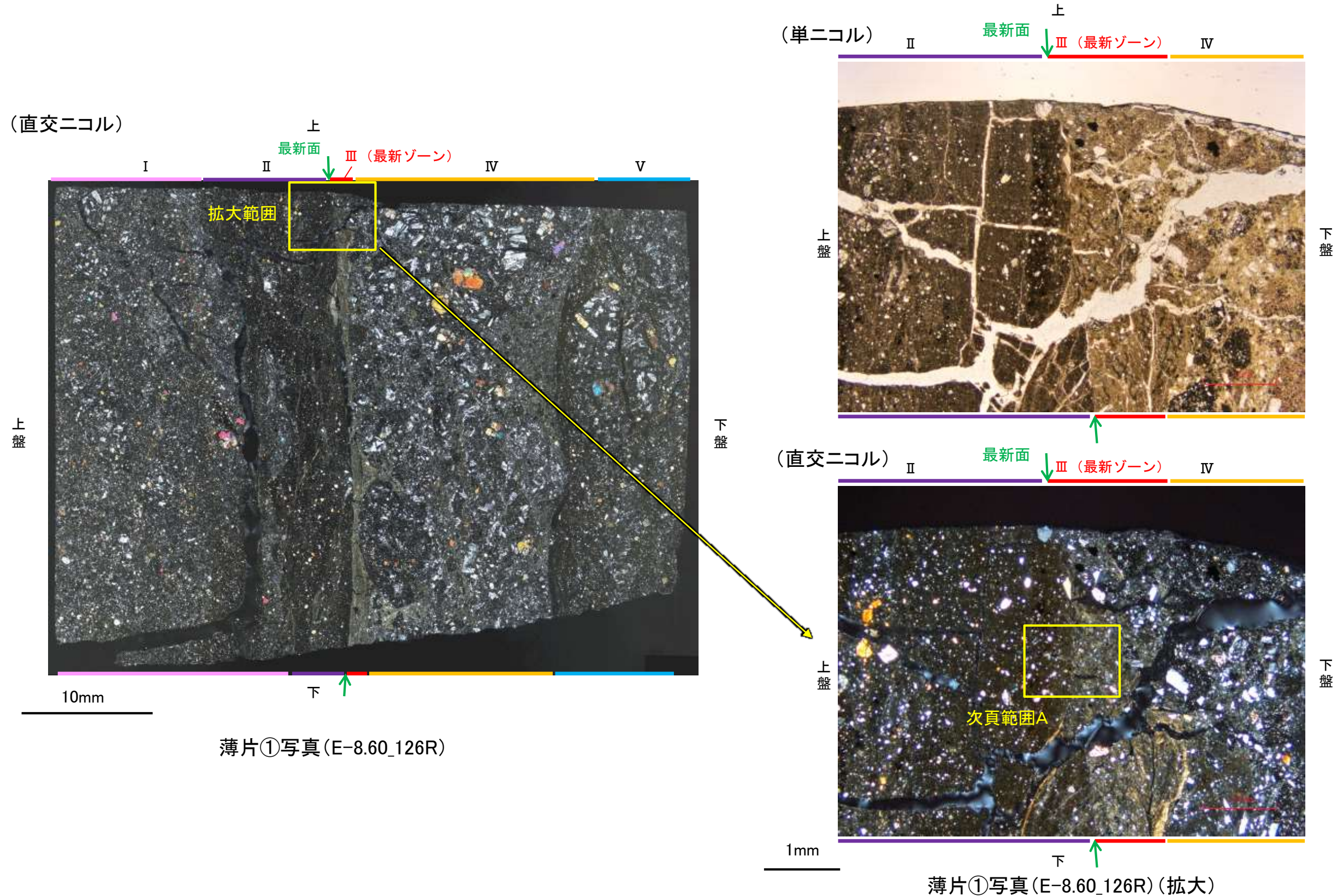
2八面体型雲母粘土鉱物及び関連鉱物の化学組成
(Srodon et al. (1984)に一部加筆)



※2: EPMA分析(マッピング)の詳細は補足資料5.6-2(1)-1P.5.6-2-4

5.6.2 S-4 (1) E-8.60孔 ー変質鉱物の分布(薄片観察)ー

- 薄片①で実施した薄片観察や、EPMA用薄片で実施したEPMA分析(マッピング)における化学組成の観点での観察により、粘土鉱物(I/S混合層)の分布範囲を確認した結果、粘土鉱物(I/S混合層)は最新ゾーンやその周辺に分布している。
- この粘土鉱物(I/S混合層)と最新面との関係を確認する。

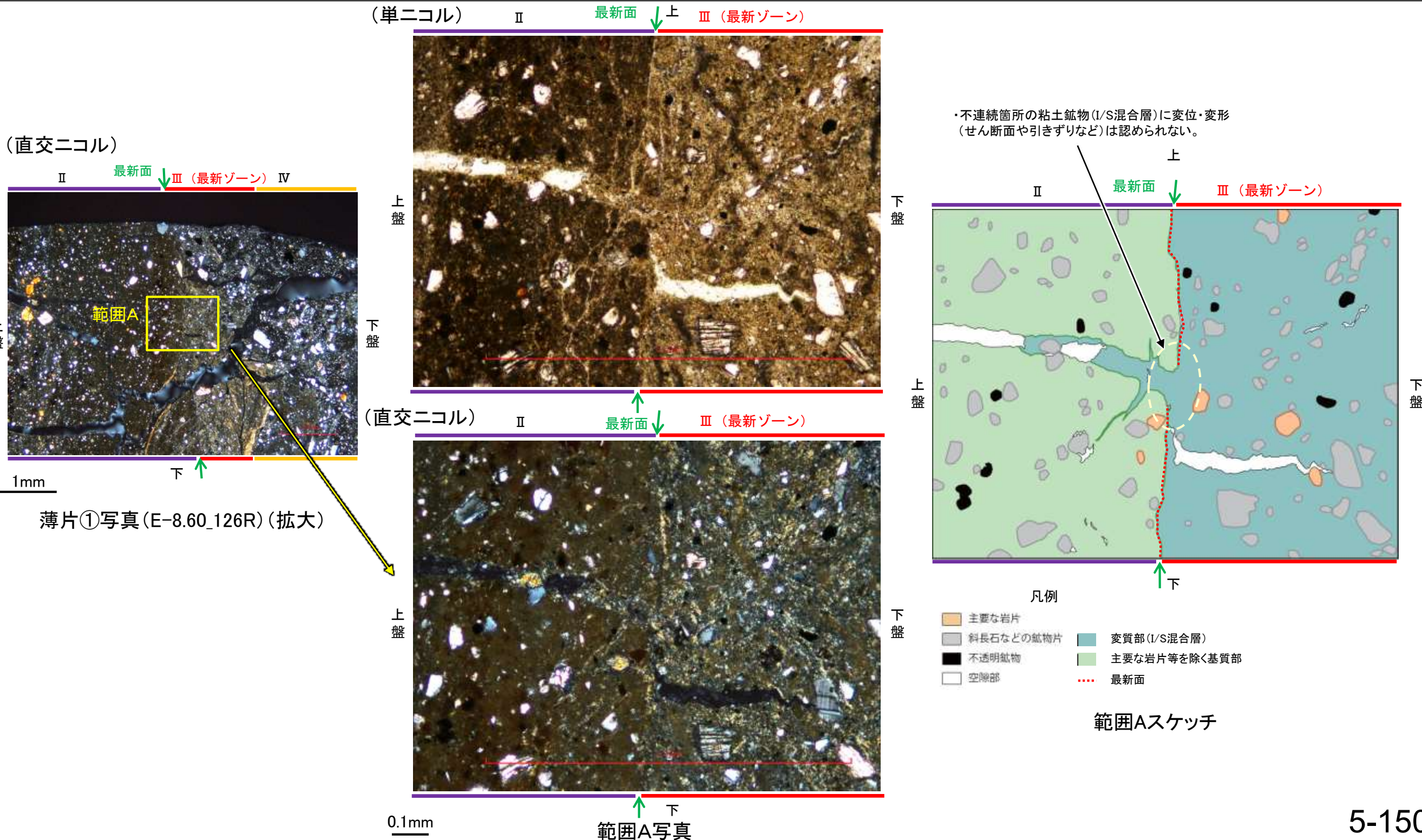


5.6.2 S-4 (1) E-8.60孔 ー最新面とI/S混合層との関係(範囲A)ー

○範囲Aにおいて詳細に観察した結果、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を横断して分布し、最新面が不連続になっており、不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められない。

○なお、不連続箇所においてI/S混合層生成以降の注入現象の有無を確認した結果、弓状構造や粒子の配列などの注入の痕跡は認められない。

○さらに、薄片作成時等に生じた空隙は、明確に認定できる最新面が不連続になる箇所の粘土鉱物(I/S混合層)の構造に影響を与えていないことから、不連続箇所は薄片作成時等の乱れの影響を受けていないと判断した。

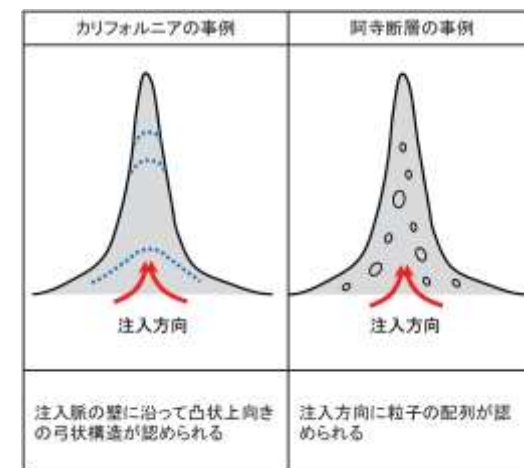


S-4_E-8.60孔

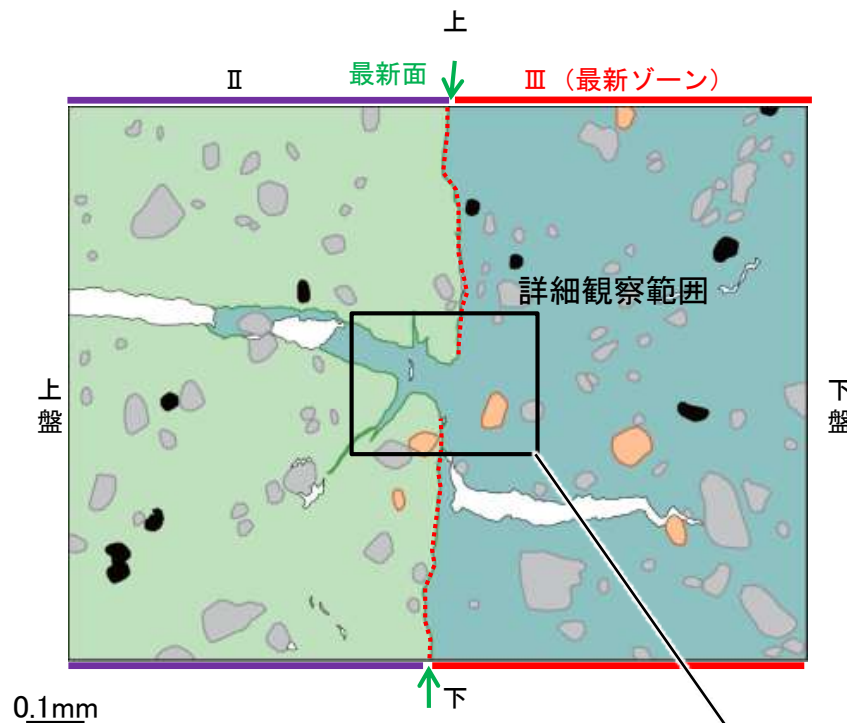
【詳細観察(範囲A)】

- ・範囲Aにおいて詳細に観察した結果、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を横断して分布し、最新面が不連続になっており、不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められない。
- ・なお、不連続箇所においてI/S混合層生成以降の注入現象の有無を確認した結果、弓状構造や粒子の配列などの注入の痕跡は認められない。
- ・さらに、薄片作成時等に生じた空隙は、明確に認定できる最新面が不連続になる箇所の粘土鉱物(I/S混合層)の構造に影響を与えていないことから、不連続箇所は薄片作成時等の乱れの影響を受けていないと判断した。

- ・不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形(せん断面や引きずりなど)は認められない。
- ・不連続箇所には、I/S混合層生成以降の注入の痕跡や、薄片作成時等の乱れの影響は認められない。



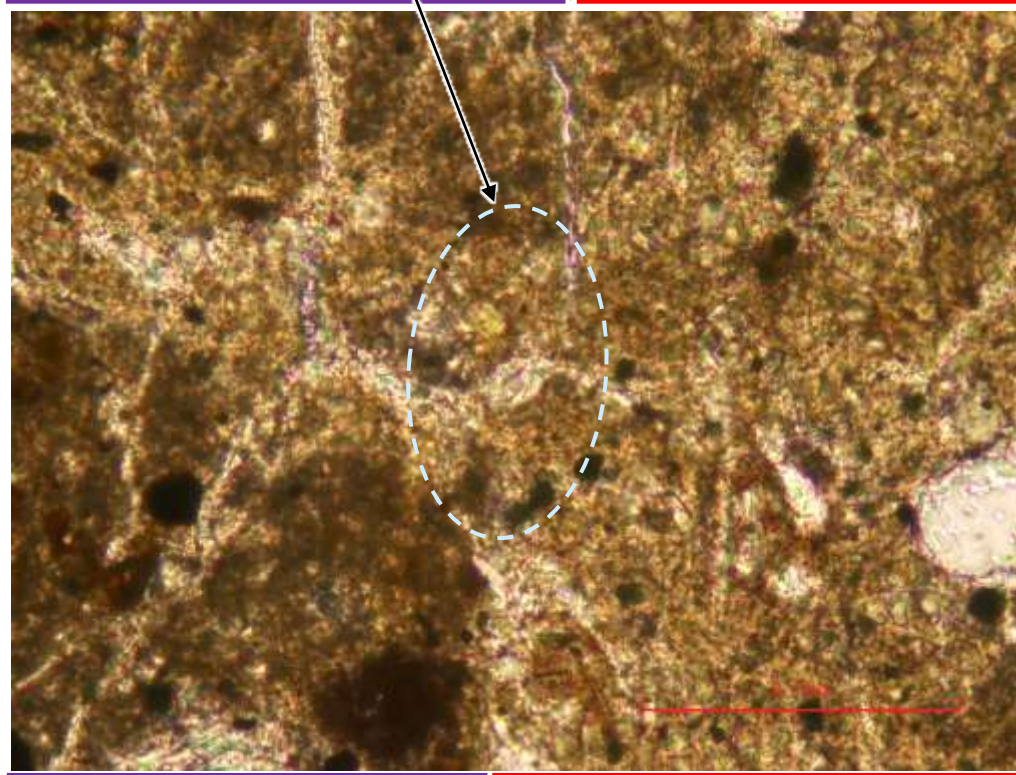
注入現象の事例
(関西電力株式会社, 2016)



- 凡例
- 主要な岩片
 - 斜長石などの鉱物片
 - 不透明鉱物
 - 空隙部
 - 変質部(I/S混合層)
 - 主要な岩片等を除く基質部
 - ⋯ 最新面

範囲Aスケッチ
(直交ニコル)

(単ニコル)



上盤

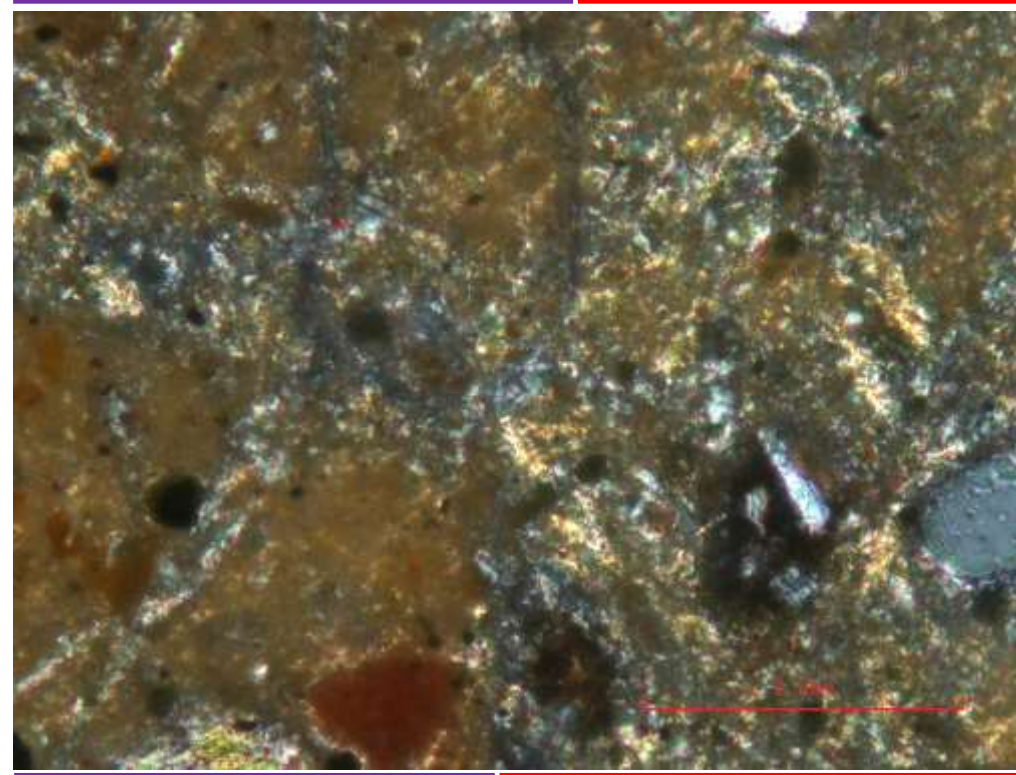
下盤

上盤

下盤

0.1mm

詳細観察範囲写真



0.1mm

5.6.2 S-4 (2) E-8.50''孔 ー評価結果ー

【最新面の認定】

○E-8.50''孔の深度111.90m付近で認められるS-4において、巨視的観察及び微視的観察を実施し、最新ゾーンの上盤側及び下盤側の境界面それぞれ最新面1、最新面2を認定した(補足資料5.6-2(1)-2P.5.6-2-8~10, 20~22)。

【鉱物の同定】

○微視的観察により確認した粘土鉱物は、EPMA分析(定量)による化学組成の検討結果及びXRD分析(粘土分濃集)による結晶構造判定結果から、I/S混合層であると判断した(補足資料5.6-2(1)-2P.5.6-2-11, 12)。

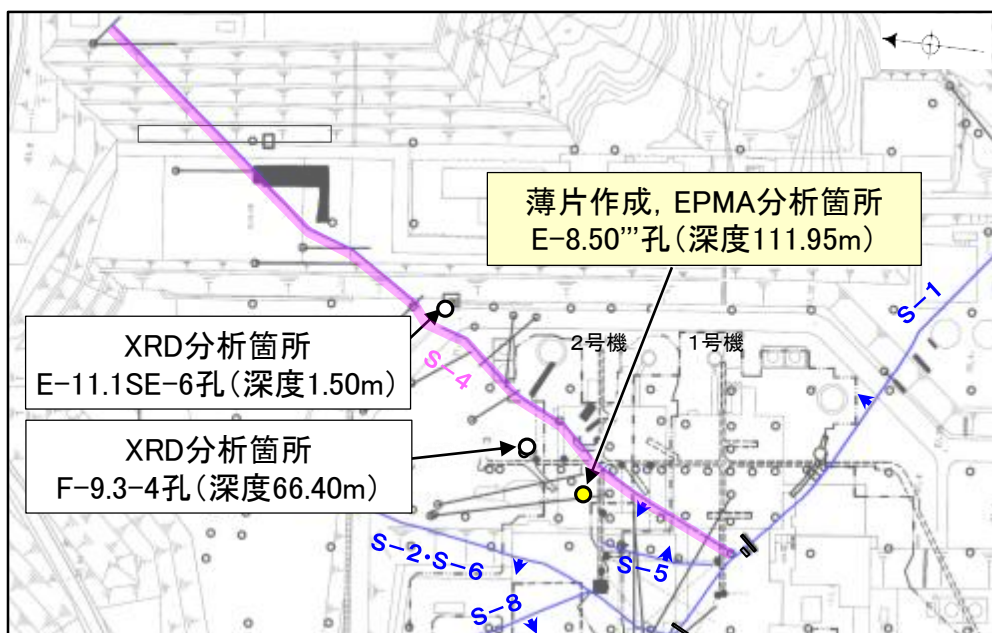
【変質鉱物の分布と最新面との関係】

○EPMA分析(マッピング)や薄片観察により、粘土鉱物(I/S混合層)の分布範囲を確認した結果、粘土鉱物(I/S混合層)は最新ゾーン及びその周辺に分布している(補足資料5.6-2(1)-2P.5.6-2-13, 14, 22)。

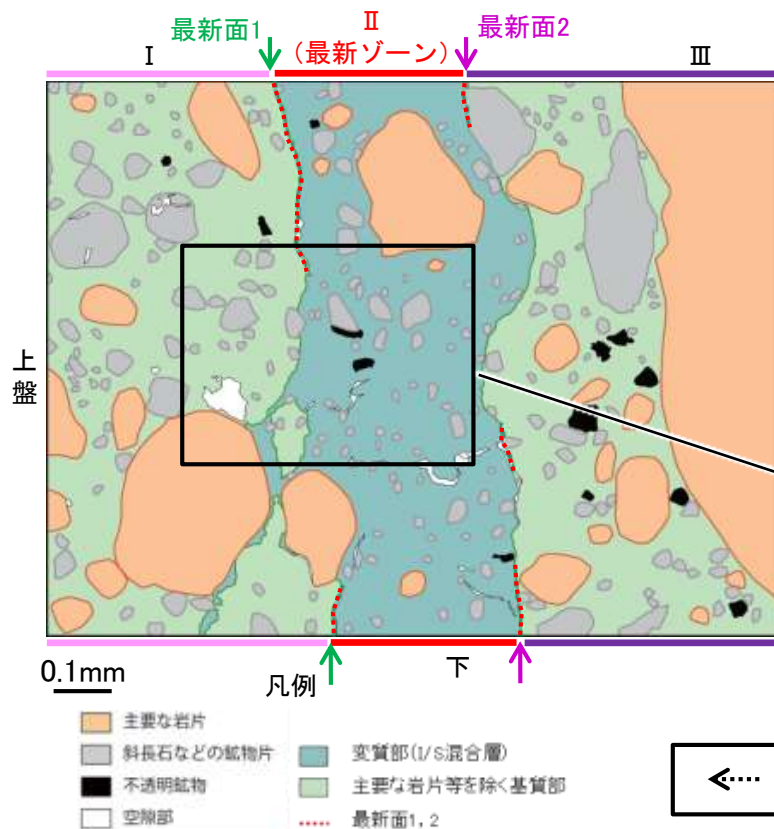
○薄片①の範囲A(最新面1)及び薄片②の範囲A, Bにおいて、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面1, 2を横断して分布し、最新面1, 2が不連続になっており、不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められない※(P.5-153~5-155, 補足資料5.6-2(1)-2P.5.6-2-15~19, 23~29)。

○以上のことを踏まえると、S-4の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。

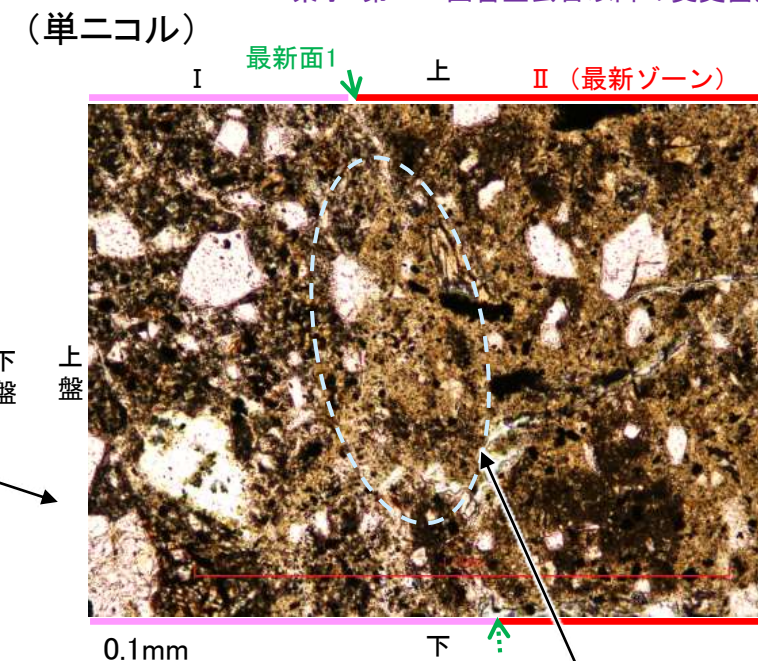
紫字: 第1073回審査会合以降の変更箇所



調査位置図



薄片①範囲Aスケッチ



詳細観察範囲写真

・不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形(せん断面や引きずりなど)は認められない(P.5-153, 5-154)。
・不連続箇所には、I/S混合層生成以降の注入の痕跡や、薄片作成時等の乱れの影響は認められない(P.5-153, 5-154)。

← : 延長位置

※薄片①の範囲A(最新面2)については、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面2付近に分布し、最新面2が不連続になるものの、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面2を明瞭に横断しておらず、最新面2と粘土鉱物(I/S混合層)との切り合い関係が不明確である(補足資料5.6-2(1)-2P.5.6-2-18)。

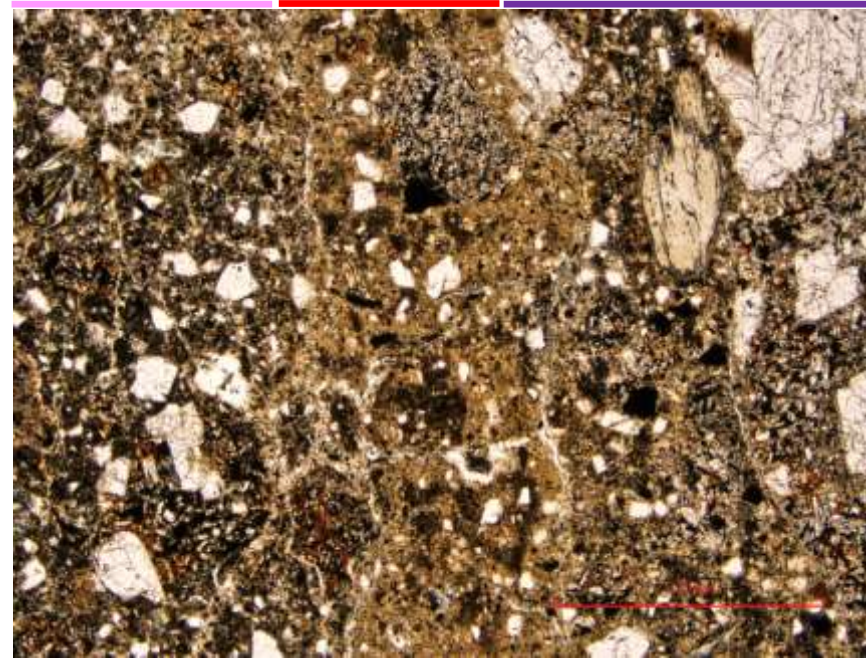
5.6.2 S-4 (2) E-8.50''孔① —最新面とI/S混合層との関係(範囲A)—

○薄片①の範囲Aにおいて詳細に観察した結果、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面1を横断して分布し、最新面1が不連続になっており、不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められない。

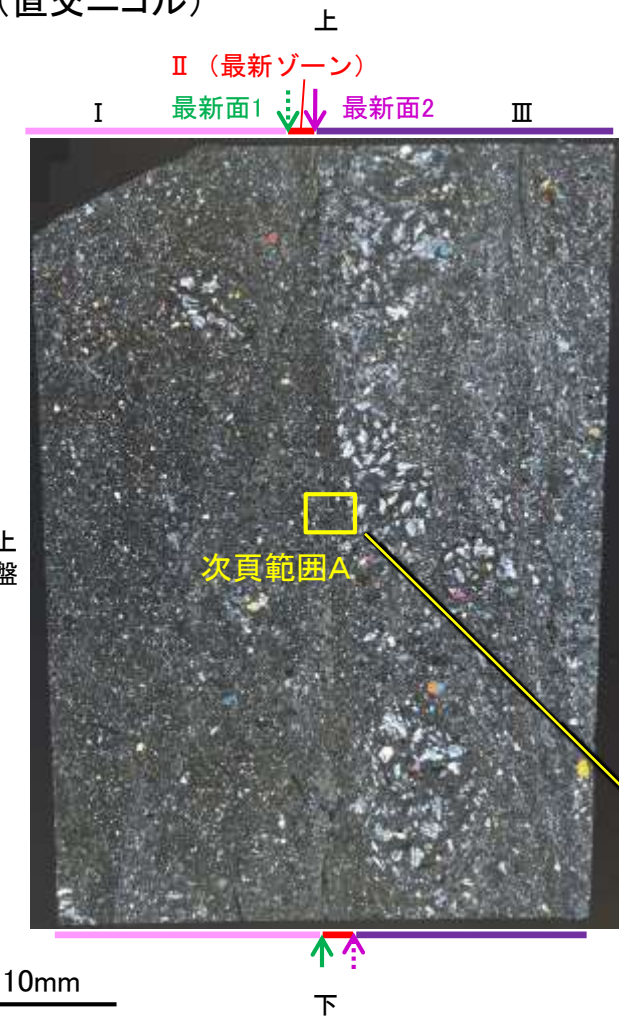
○なお、不連続箇所においてI/S混合層生成以降の注入現象の有無を確認した結果、弓状構造や粒子の配列などの注入の痕跡は認められない。

○さらに、薄片作成時等に生じた空隙は、明確に認定できる最新面1が不連続になる箇所の粘土鉱物(I/S混合層)の構造に影響を与えていないことから、不連続箇所は薄片作成時等の乱れの影響を受けていないと判断した。

(単ニコル) I 最新面1 ↓ (最新ゾーン) ↓ 最新面2 ↑ III



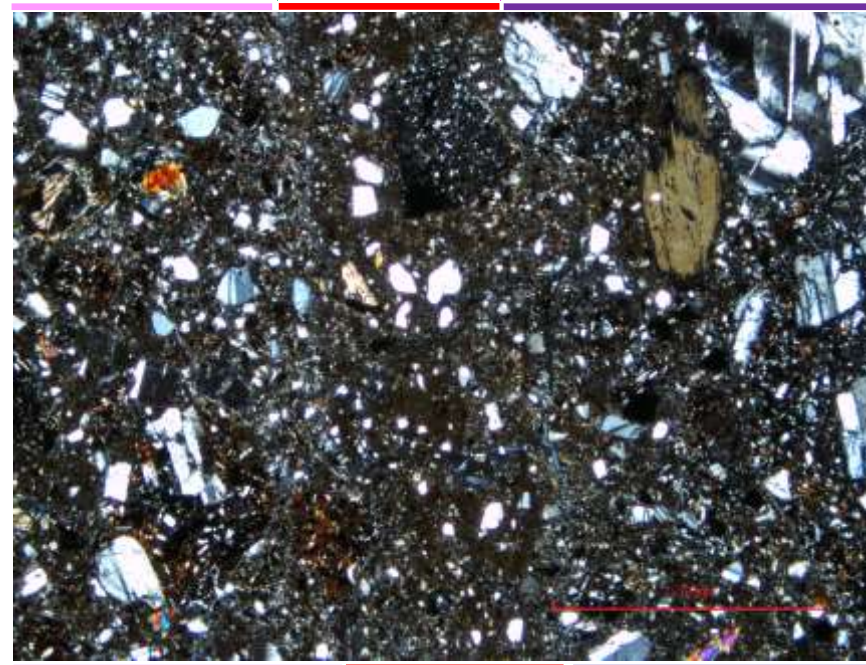
(直交ニコル)



薄片①写真(E-8.50''_131R)

上盤
下盤

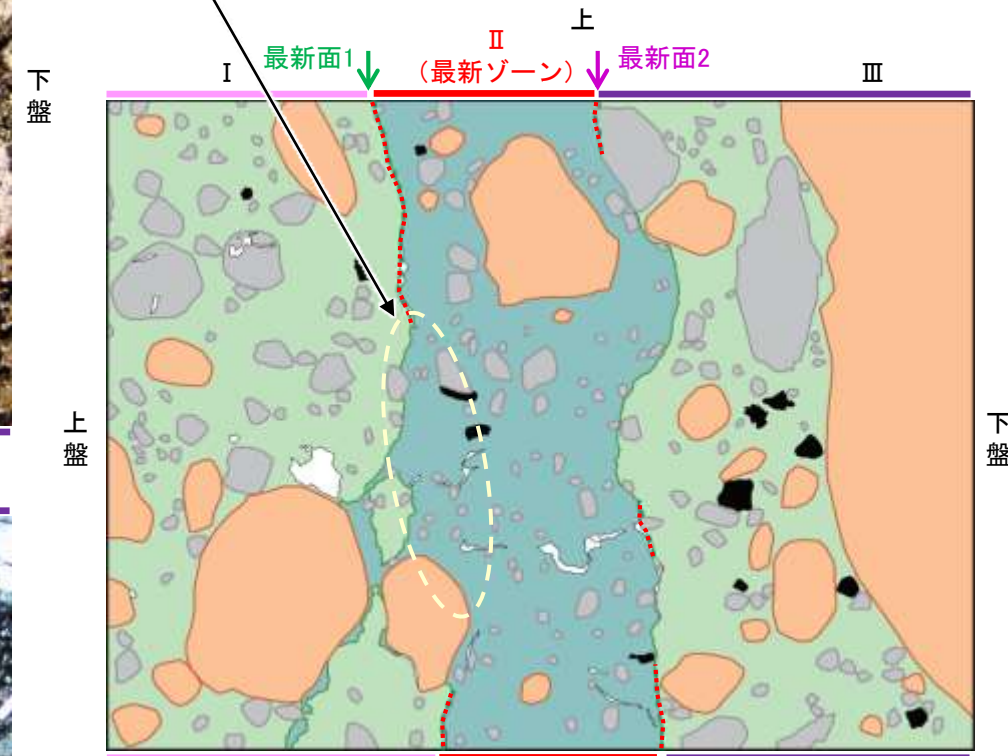
(直交ニコル) I 最新面1 ↓ (最新ゾーン) ↓ 最新面2 ↑ III



1mm

範囲A写真

・不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形(せん断面や引きずりなど)は認められない。



- 凡例
- 主要な岩片
 - 斜長石などの鉱物片
 - 不透明鉱物
 - 空隙部
 - 変質部(I/S混合層)
 - 主要な岩片等を除く基質部
 - 最新面1, 2

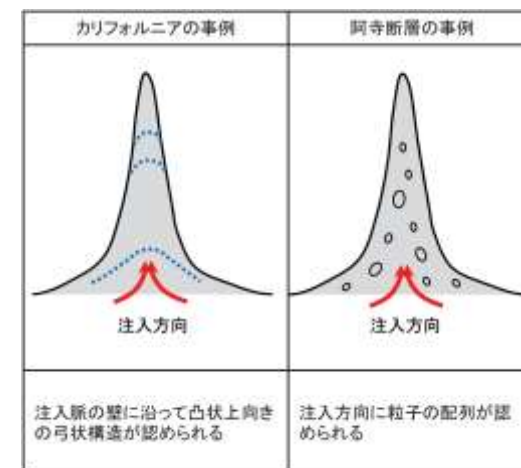
範囲Aスケッチ

←… : 延長位置

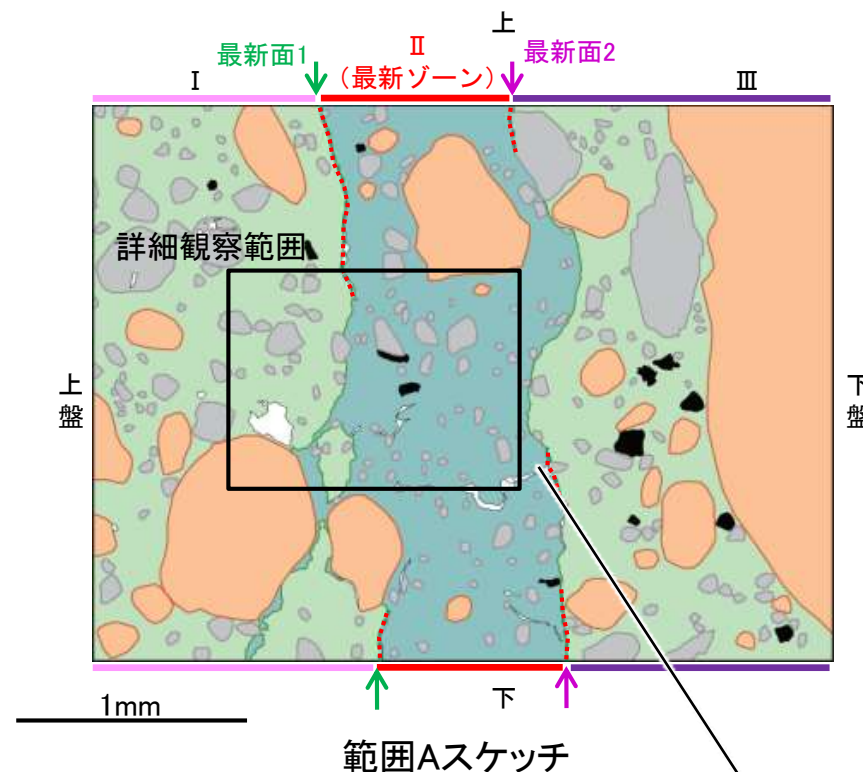
S-4_E-8.50'''孔①

【詳細観察(範囲A, 最新面1)】

- ・薄片①の範囲Aにおいて詳細に観察した結果、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面1を横断して分布し、最新面1が不連続になっており、不連続箇所(範囲A)の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められない。
- ・なお、不連続箇所においてI/S混合層生成以降の注入現象の有無を確認した結果、弓状構造や粒子の配列などの注入の痕跡は認められない。
- ・さらに、薄片作成時等に生じた空隙は、明確に認定できる最新面1が不連続になる箇所の粘土鉱物(I/S混合層)の構造に影響を与えていないことから、不連続箇所は薄片作成時等の乱れの影響を受けていないと判断した。



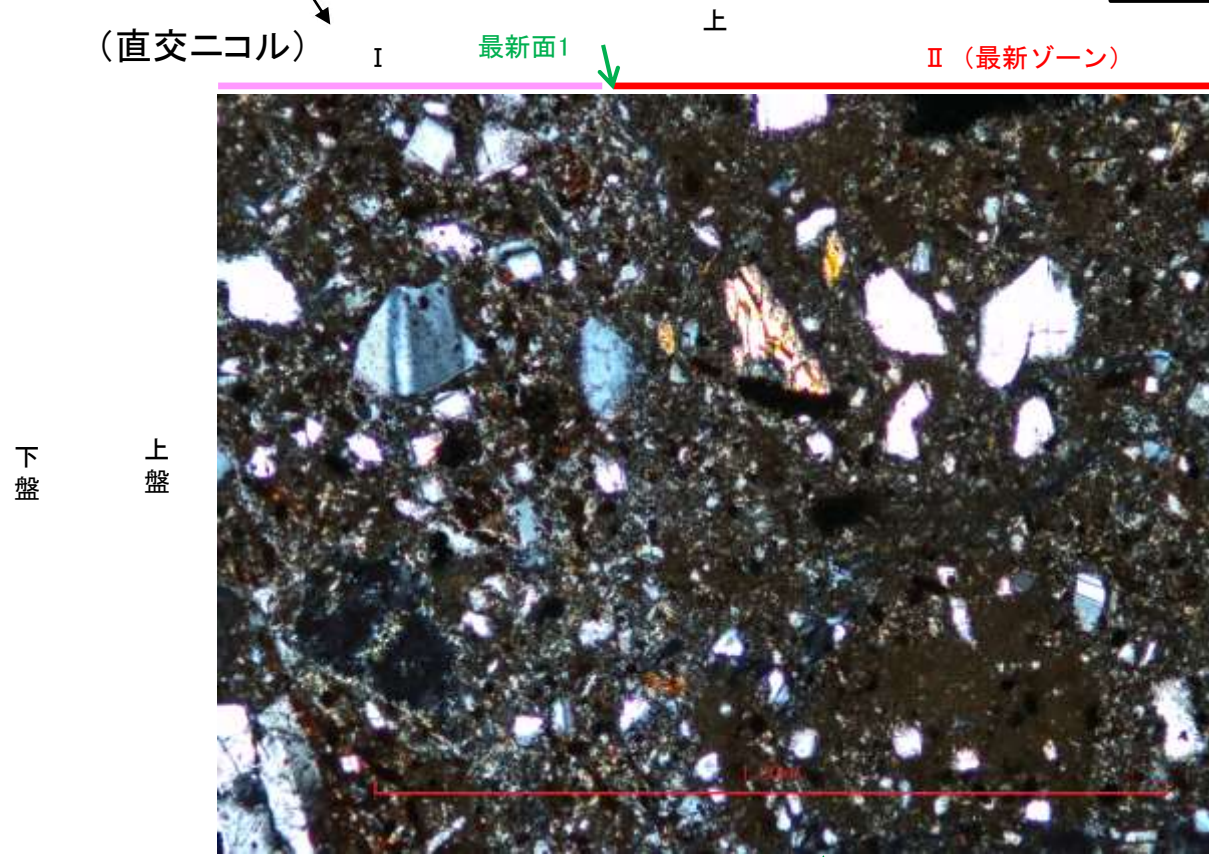
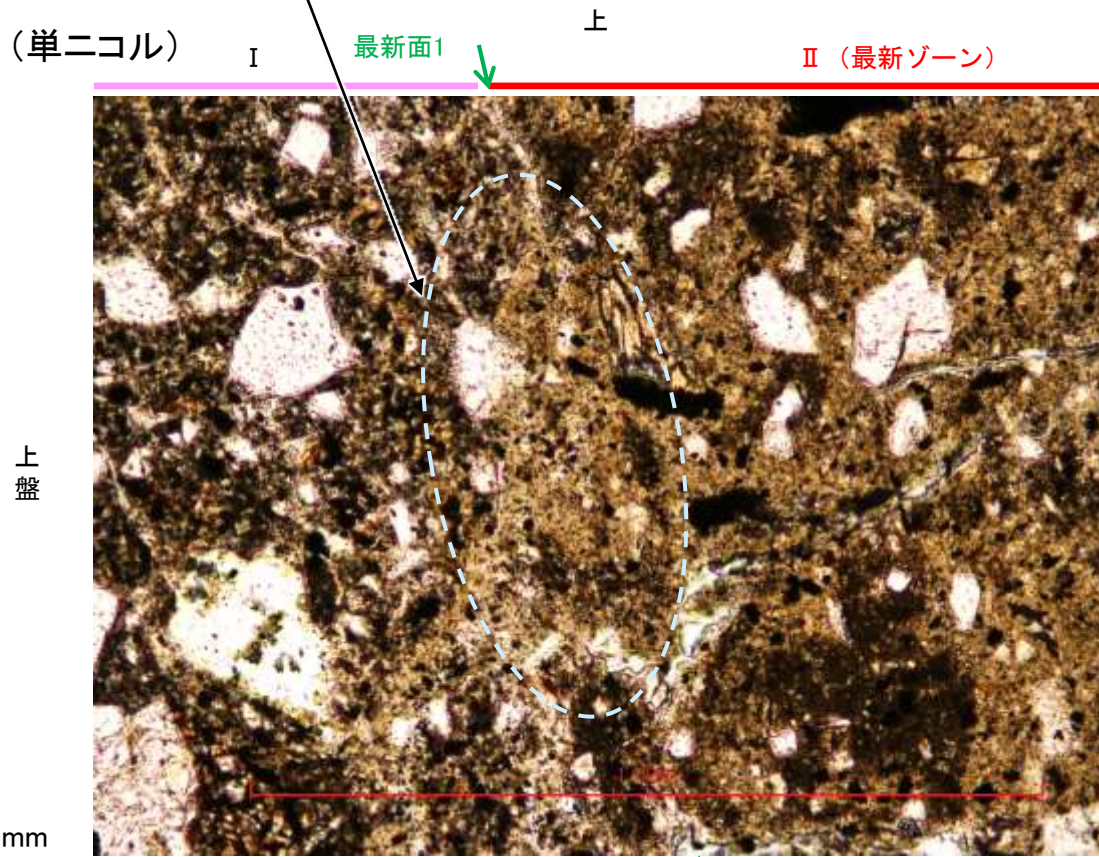
注入現象の事例
(関西電力株式会社, 2016)



- 凡例
- 主要な岩片
 - 斜長石などの鉱物片
 - 不透明鉱物
 - 空隙部
 - 変質部(I/S混合層)
 - 主要な岩片等を除く基質部
 - ⋯ 最新面1, 2

←⋯ : 延長位置

- ・不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形(せん断面や引きずりなど)は認められない。
- ・不連続箇所には、I/S混合層生成以降の注入の痕跡や、薄片作成時等の乱れの影響は認められない。



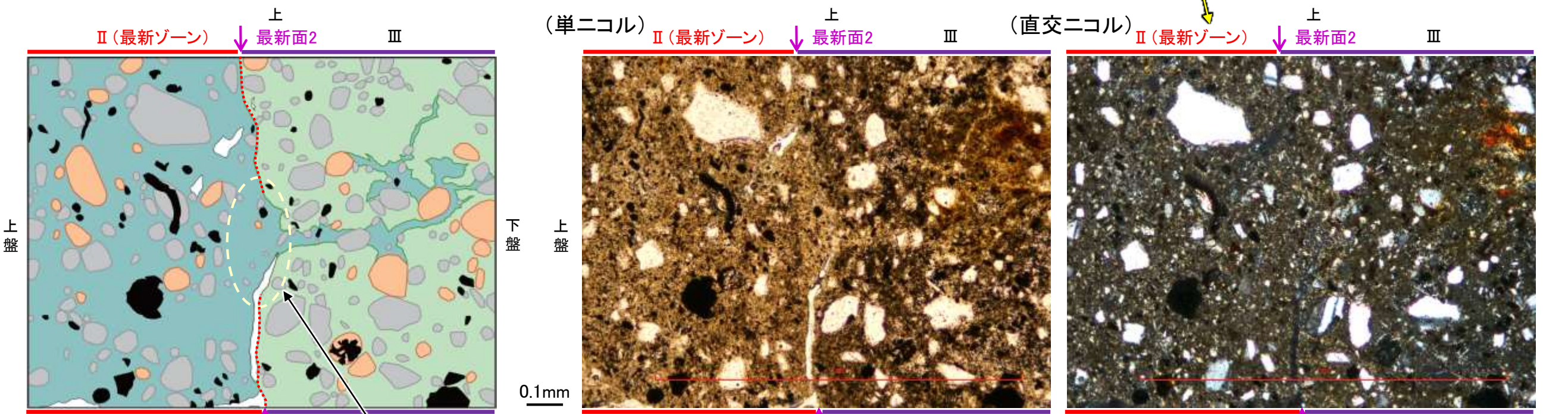
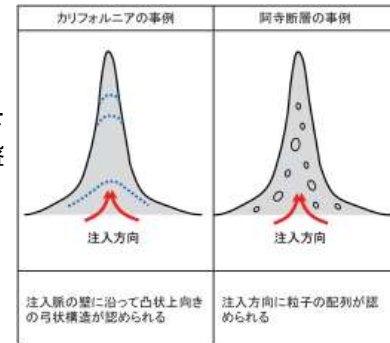
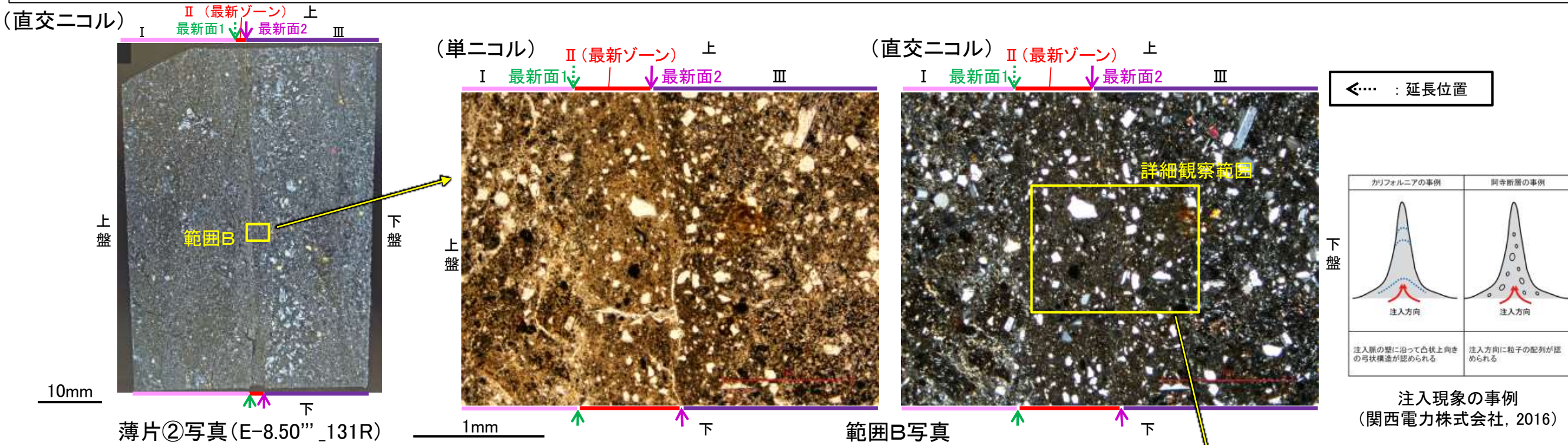
詳細観察範囲写真

5.6.2 S-4 (2) E-8.50''孔② ー最新面とI/S混合層との関係(範囲B)ー

○薄片②の範囲Bにおいて詳細に観察した結果、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面2を横断して分布し、最新面2が不連続になっており、不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められない。

○なお、不連続箇所においてI/S混合層生成以降の注入現象の有無を確認した結果、弓状構造や粒子の配列などの注入の痕跡は認められない。

○さらに、薄片作成時等に生じた空隙は、明確に認定できる最新面2が不連続になる箇所の粘土鉱物(I/S混合層)の構造に影響を与えていないことから、不連続箇所は薄片作成時等の乱れの影響を受けていないと判断できる。



スケッチ

- 主要な岩片
- 斜長石などの鉱物片
- 不透明鉱物
- 空隙部
- 主要な岩片を除く基質部
- 変質部(I/S混合層)
- 最新面2

・不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形(せん断面や引きずりなど)は認められない。
 ・不連続箇所には、I/S混合層生成以降の注入の痕跡や、薄片作成時等の乱れの影響は認められない。

詳細観察範囲写真

5.7 S-5の活動性評価

5.7.1 鉍物脈法による活動性評価(S-5)

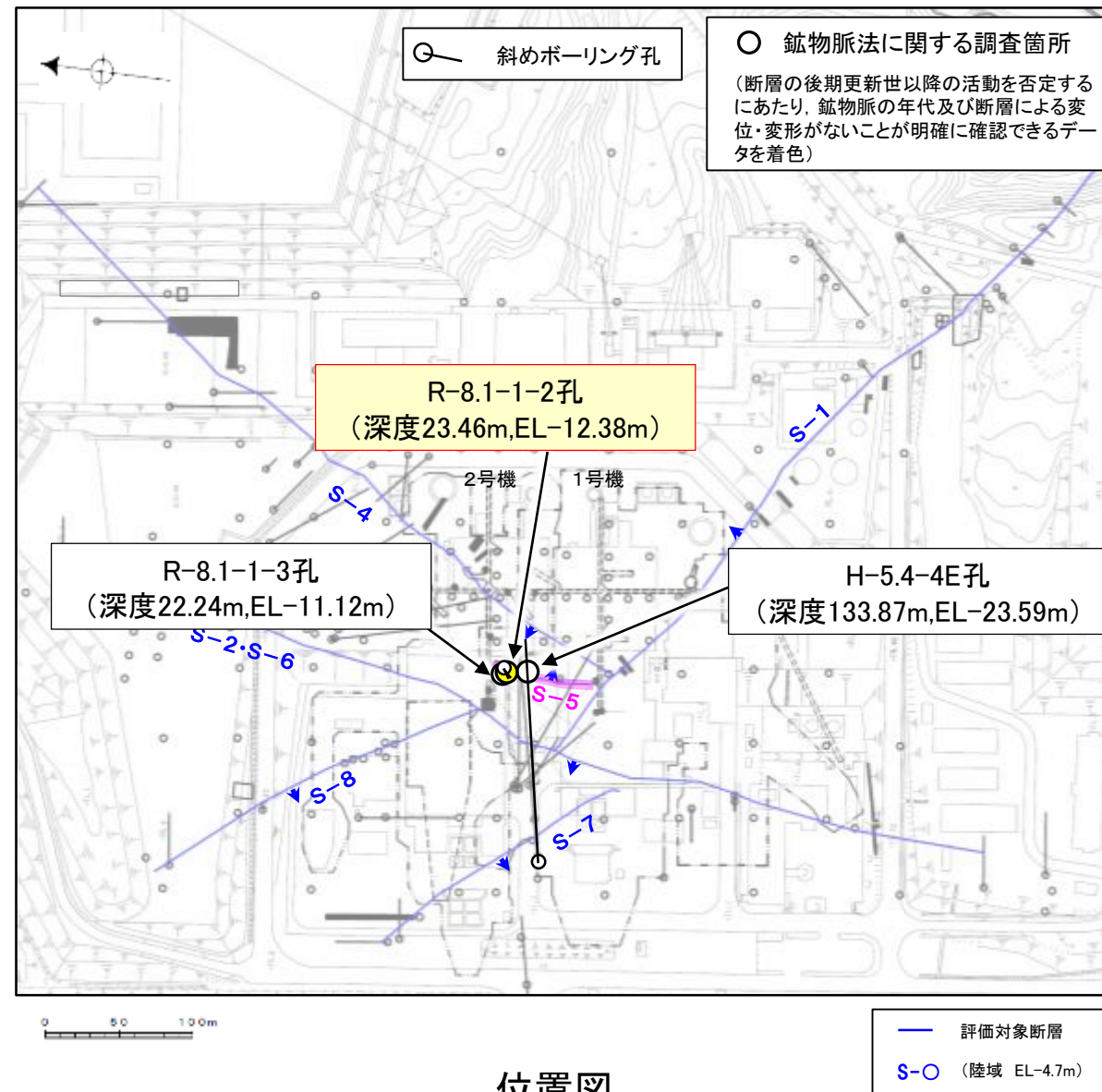
5.7.1 鉬物脈法による活動性評価(S-5) — 評価地点 —

■ S-5の分布及び性状

○ S-5はEL-20m付近を境に、浅部に粘土状破砕部、深部に主として固結した破砕部が分布する特徴が認められた(次頁, 次々頁)。なお, S-5は, EL-30m付近で認められなくなり, S-4と深部で会合しない。

■ 鉬物脈法による評価地点

- S-5の浅部(R-8.1-1-2孔)において、最新ゾーンに少なくとも後期更新世以降に生成したものではないと評価した変質鉬物であるI/S混合層が認められたことから、断層活動(最新面)と変質鉬物との関係による評価を行った。
- また、その他の調査地点(R-8.1-1-3孔, H-5.4-4E孔)についても評価を行った。

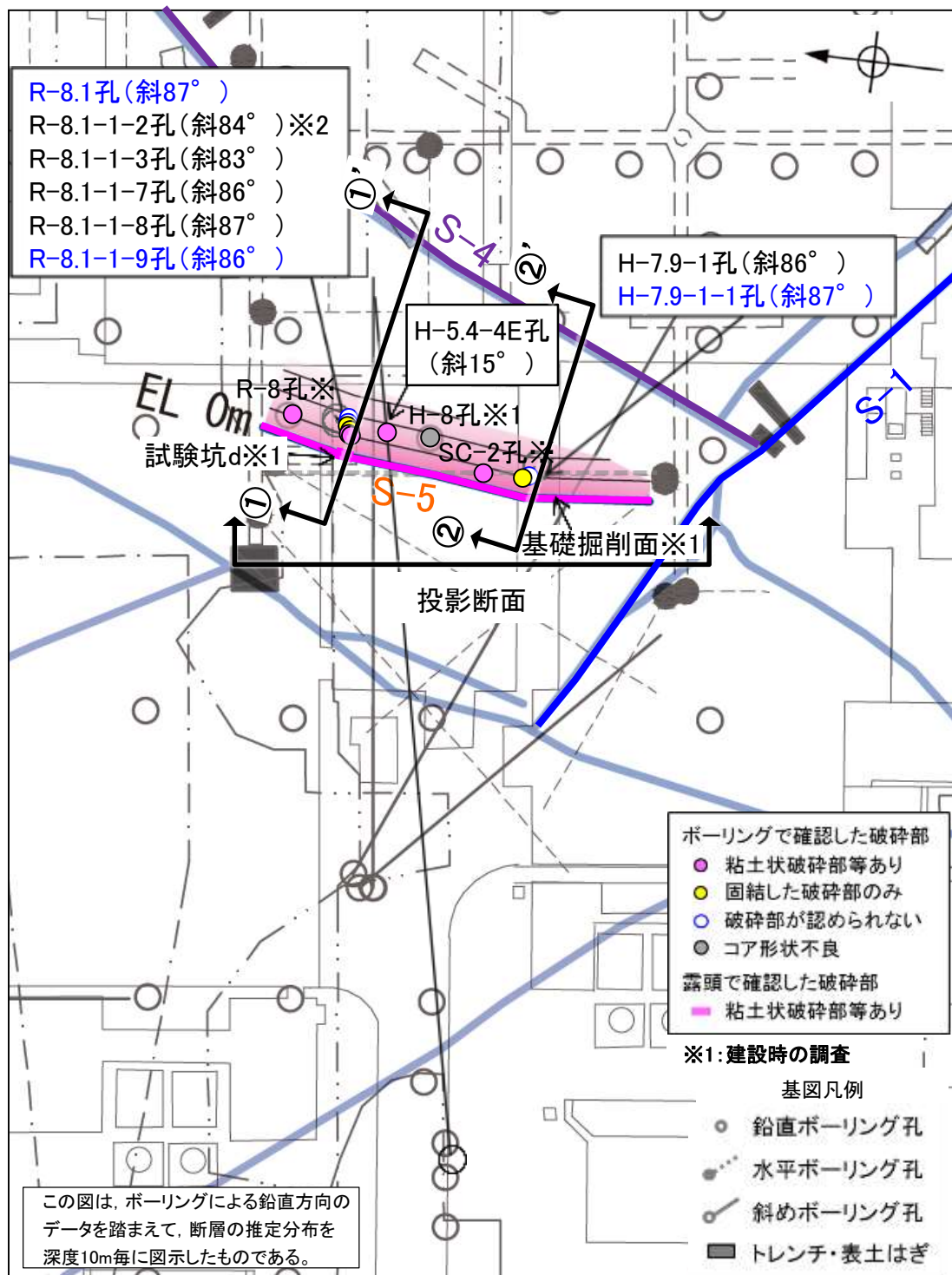


評価地点	記載頁
R-8.1-1-2孔 (深度23.46m, EL-12.38m)	P.5-161~5-171 補足資料5.7-1(1)-1
R-8.1-1-3孔 (深度22.24m, EL-11.12m)	参考資料5.7-1(1)-1
H-5.4-4E孔 (深度133.87m, EL-23.59m)	参考資料5.7-1(1)-2

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

黄色網掛け : 鉬物脈法による評価において、S-5の中で最新面と鉬物脈との切り合い関係が最も明確であると評価したデータ

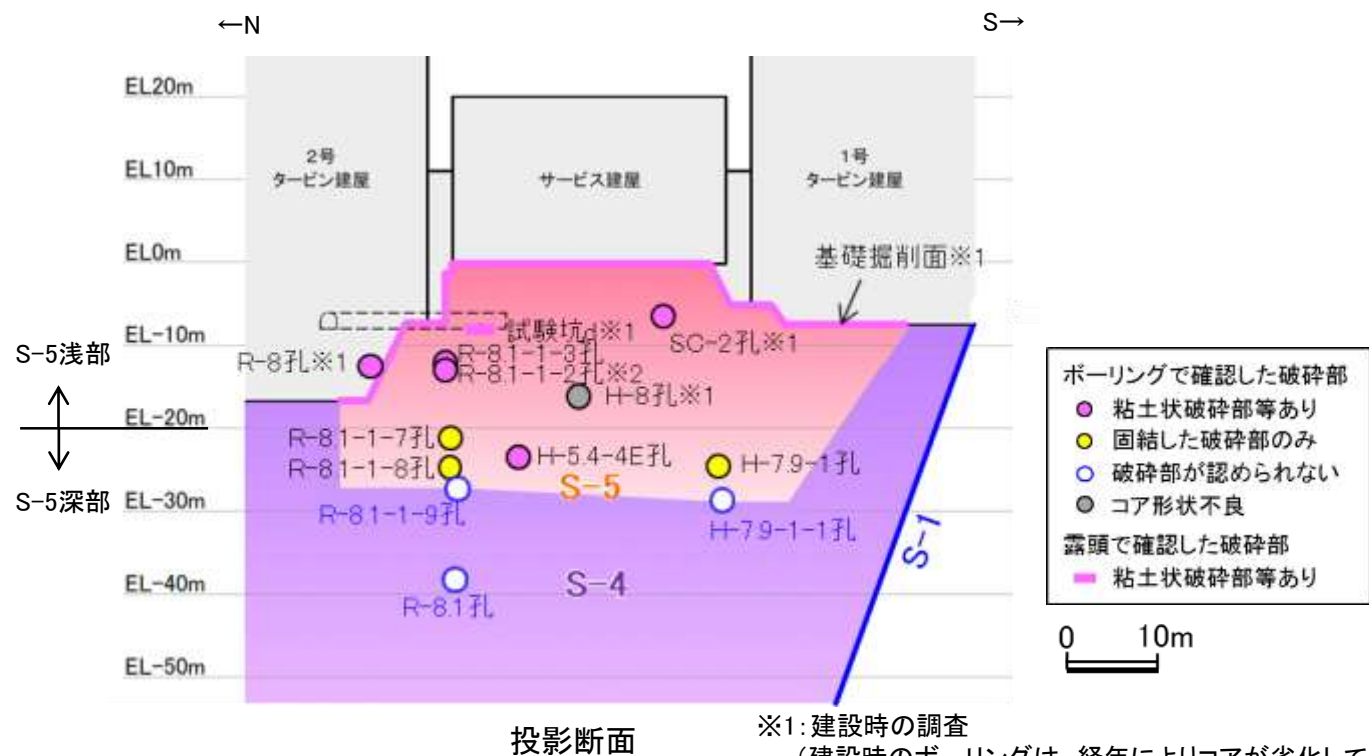
【S-5の水平方向, 深度方向の分布及び性状(1/2)】



破砕部の分布図

青字は想定位置に破砕部が認められないボーリング

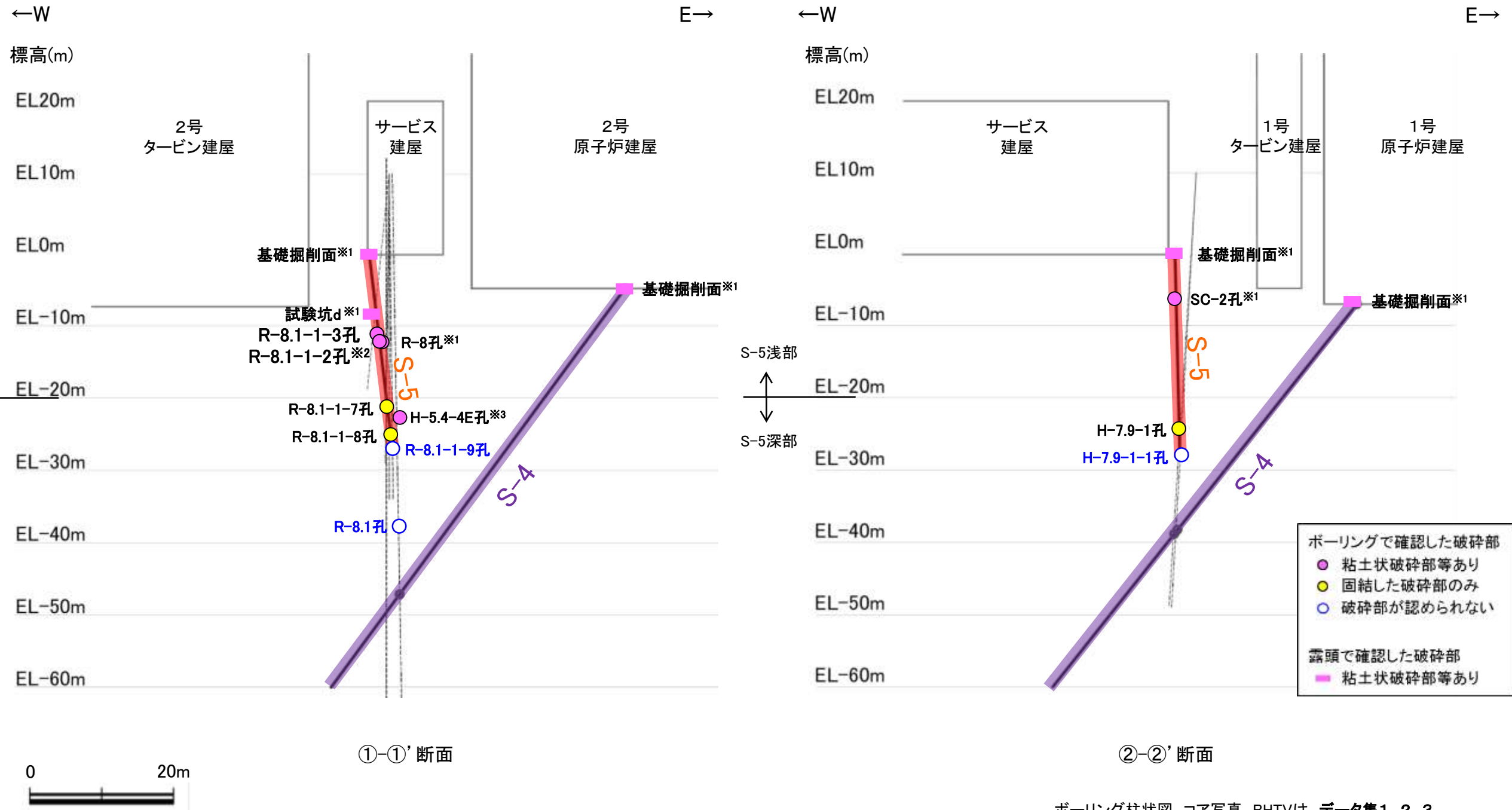
・S-5は、EL-20m付近を境に、浅部に粘土状破砕部、深部に主として固結した破砕部が分布する。なお、S-5は、EL-30m付近で認められなくなり、S-4と深部で会合しない。



ボーリングで確認した破砕部の分類

孔名	深度(標高)	破砕部の分類
SC-2孔※1	32.68m(EL-6.29m)	粘土状破砕部を介在
R-8.1-1-3孔	22.24m(EL-11.12m)	粘土状破砕部を介在
R-8.1-1-2孔※2	23.46m(EL-12.38m)	角礫状破砕部を介在
R-8孔※1	25.50m(EL-12.39m)	粘土状破砕部を介在
R-8.1-1-7孔	32.20m(EL-21.17m)	固結した破砕部のみ
H-5.4-4E孔	133.87m(EL-23.59m)	粘土状破砕部を介在
H-7.9-1孔	35.47m(EL-24.32m)	固結した破砕部のみ
R-8.1-1-8孔	36.04m(EL-25.04m)	固結した破砕部のみ
R-8.1-1-9孔	38.1m(EL-27.1m)付近	想定位置に破砕部が認められない
H-7.9-1-1孔	39.4m(EL-28.4m)付近	
R-8.1孔	49.0m(EL-38.0m)付近	

【S-5の水平方向，深度方向の分布及び性状(2/2)】



これらの図の断層線は，周辺の露頭やポータリングでの出現位置を基に描いている。

ポータリング柱状図，コア写真，BHTVIは，データ集1, 2, 3
R-8.1-1-2孔のS-5想定深度付近のコア写真は，補足資料5.3-3(3)

・S-5は，EL-20m付近を境に，浅部に粘土状破砕部，深部に主として固結した破砕部が分布する。なお，S-5は，EL-30m付近で認められなくなり，S-4と深部で会合しない。

※1: 建設時の調査
 ※2: 鉱物脈法による評価のために実施したポータリング
 ※3: S-5深部に位置するH-5.4-4E孔の粘土状破砕部における薄片観察結果は参考資料5.7-1(1)-2

5.7.1 S-5 R-8.1-1-2孔 ー評価結果ー

【最新面の認定】

○S-5浅部に位置するR-8.1-1-2孔の深度23.50m付近から採取した試料を用いて、巨視的観察及び微視的観察を実施し、最新ゾーン中及び最新ゾーンの下盤側の境界に最新面を認定した(P.5-162～5-165)。

【鉱物の同定】

○微視的観察により確認した粘土鉱物は、EPMA分析(定量)による化学組成の検討結果及びXRD分析(粘土分濃集)による結晶構造判定結果から、I/S混合層であると判断した(P.5-166, 5-167)。

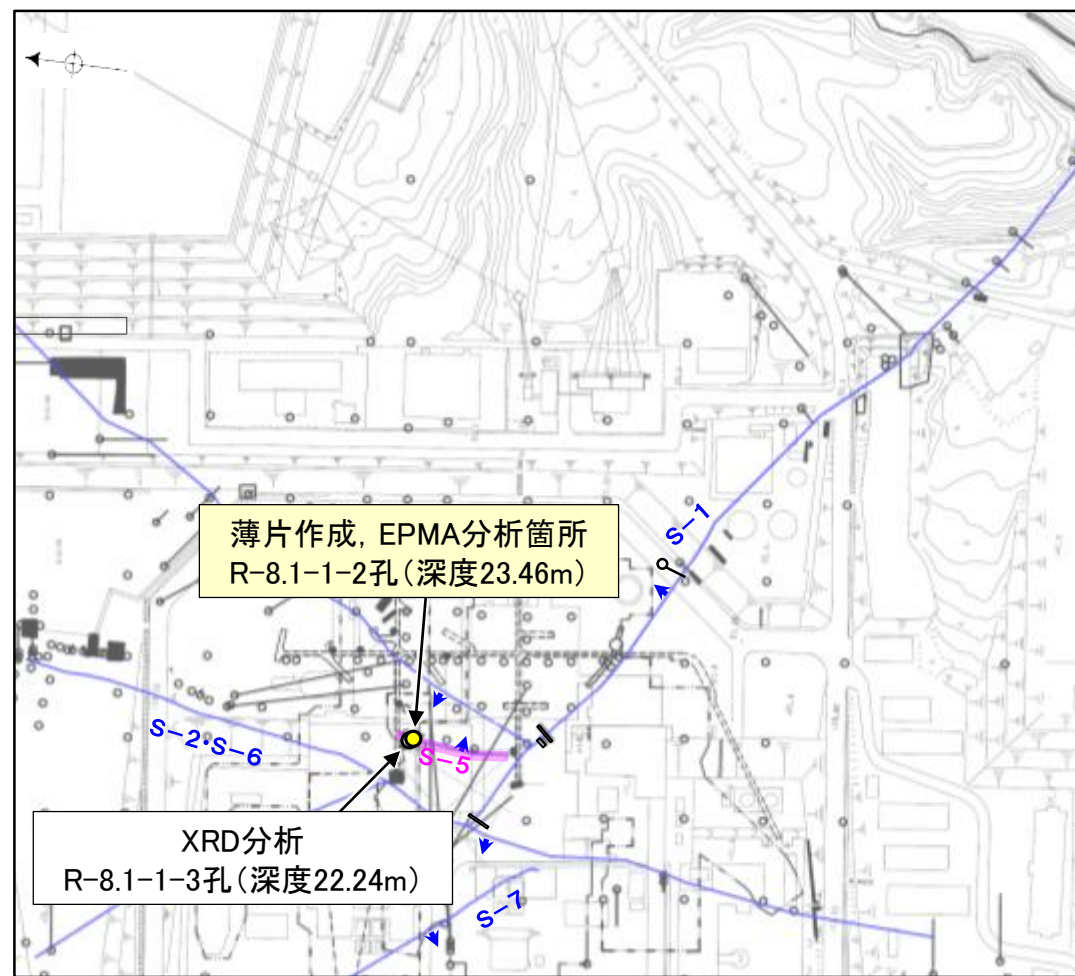
【変質鉱物の分布と最新面との関係】

○EPMA分析(マッピング)や薄片観察により、粘土鉱物(I/S混合層)の分布範囲を確認した結果、粘土鉱物(I/S混合層)は最新ゾーン及びその周辺に分布している(P.5-168, 補足資料5.7-1(1)-1 P.5.7-1-6)。

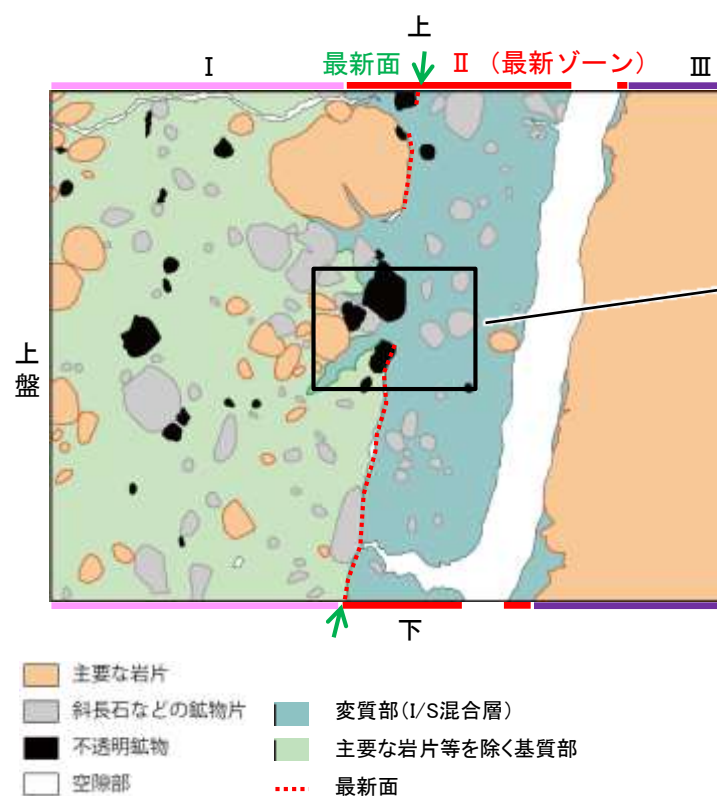
○薄片①の範囲Aにおいて、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を横断して分布し、最新面が不連続になっており、不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められない(P.5-169～5-171)。

○以上のことを踏まえると、S-5の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。

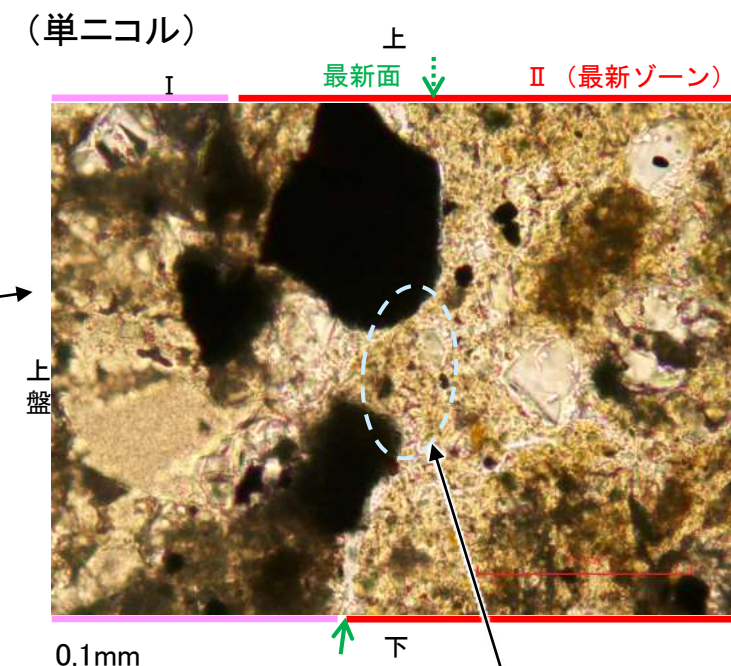
紫字:第1073回審査会合以降の変更箇所



調査位置図



薄片①範囲Aスケッチ



・不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形(せん断面や引きずりなど)は認められない(P.5-169, 5-170)。
・不連続箇所には、I/S混合層生成以降の注入の痕跡や、薄片作成時等の乱れの影響は認められない(P.5-169, 5-170)。

詳細観察範囲A-1写真

5.7.1 S-5 R-8.1-1-2孔 —最新面の認定(巨視的観察)—

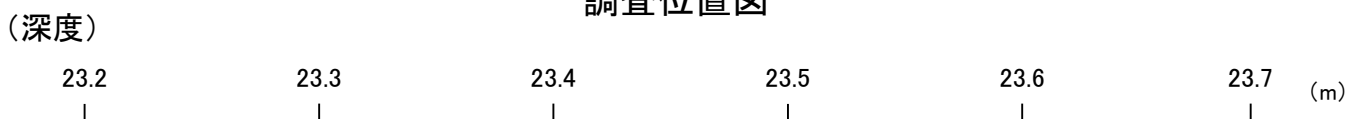
○R-8.1-1-2孔の深度23.50m付近で認められるS-5において、巨視的観察(ボーリングコア観察, CT画像観察)を実施し、最も直線性・連続性がよい断層面を主せん断面として抽出した。
○主せん断面における条線観察の結果, 29° Rの条線方向が確認されたことから, 29° Rで薄片を作成した(ブロック写真)。



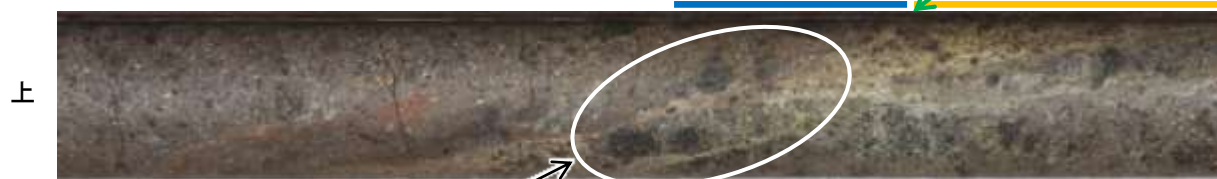
条線観察, 薄片作成箇所
R-8.1-1-2孔(深度23.46m)

・条線観察結果については補足資料5.3-3(2)-4

調査位置図



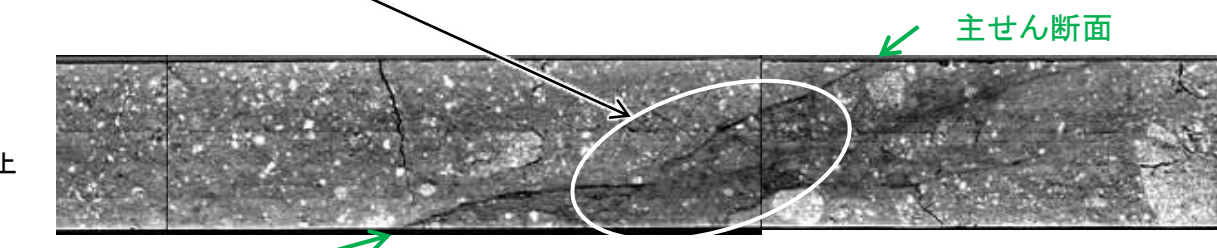
走向傾斜: N5° E/84° SE 主せん断面



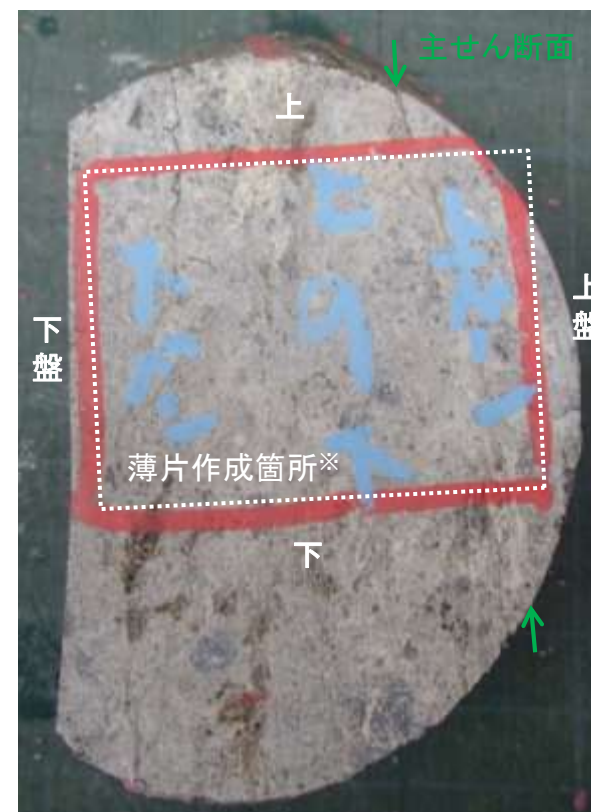
ボーリングコア写真(R-8.1-1-2孔)

角礫状破砕部
固結した破砕部

右ブロック採取箇所



CT画像(R-8.1-1-2孔)



ブロック写真

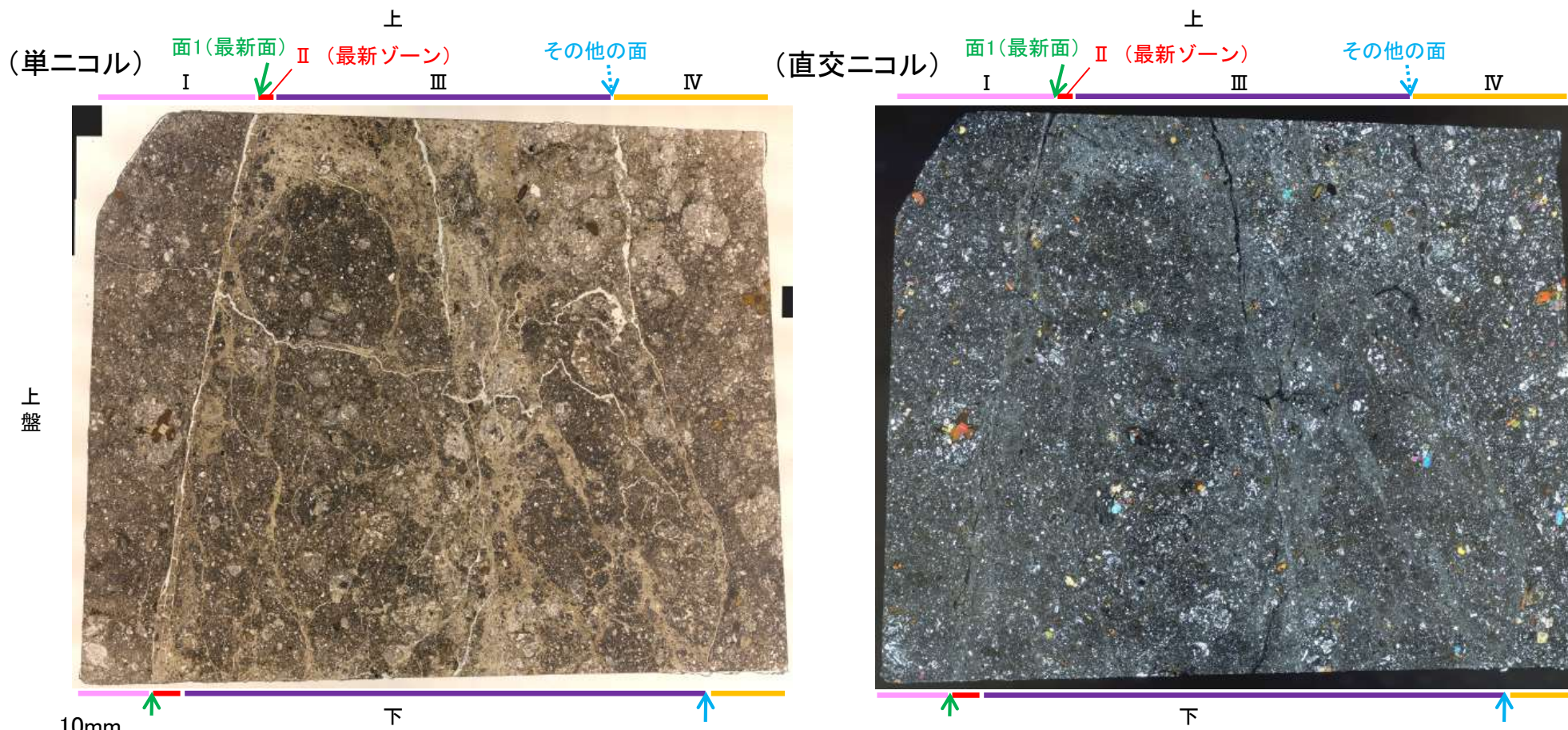
※図示した箇所では薄片①を作成し、そこから3mm程度削り込んだ位置でEPMA用薄片を作成した

5.7.1 S-5 R-8.1-1-2孔 ー最新面の認定(微視的観察)ー

- 薄片①で実施した微視的観察(薄片観察)の結果, 色調や礫径などから, 上盤側より I ~ IV に分帯した。
- そのうち, 最も細粒化している分帯 II を最新ゾーンとして抽出した。
- 最新ゾーンと分帯 I との境界に, 面1(緑矢印)が認められる。面1は最新ゾーンの中では比較的直線性・連続性がよい面である。
- 最新ゾーンと分帯 III との境界は, 不明瞭で漸移的であり, せん断面は認められない※1。
- 最新ゾーン中に認められる Y 面は面1のみであることから, 面1を最新面と認定し, 変質鉱物との関係を確認する。
- なお, 最新ゾーンから離れたその他の面として分帯 III と分帯 IV との境界面が認められるが, この面の周辺は最新ゾーンに比べて細粒化が進んでおらず, 面は湾曲し直線性に乏しいことから, 最新面ではないと判断した※2。

【解釈線なし】

※1:最新ゾーンと分帯 III との境界についての詳細は次々頁
 ※2:その他の面についての詳細は補足資料5.7-1(1)-1 P.5.7-1-4,5



分帯とコア観察における破碎部区分との対応	
・分帯 II (最新ゾーン), 分帯 III, 分帯 IV	・・・角礫状破碎部
・分帯 I	・・・固結した破碎部

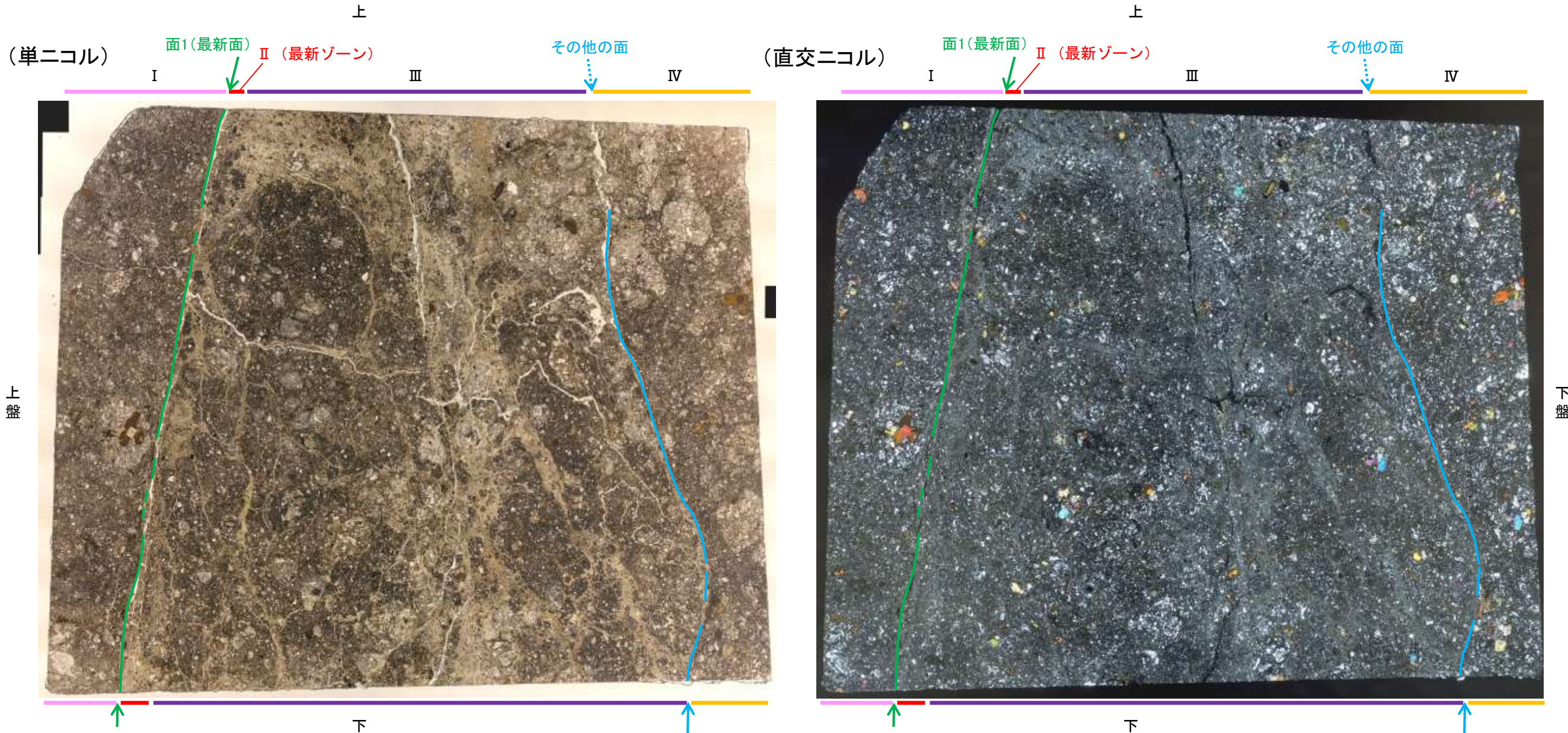
◀..... : 延長位置

薄片①写真(R-8.1-1-2_29R)

- I : 単ニコルで褐灰~灰色, 直交ニコルで灰色の干渉色を呈する火山礫凝灰岩からなる。径5mm以下の岩片や鉱物片が細粒な基質中に含まれる。岩片は亜角~亜円形, 鉱物片は角~亜円形である。基質中や割れ目, 岩片の縁辺部に粘土鉱物が生成している。
- II (最新ゾーン) : 単ニコルで褐灰色, 直交ニコルで黄~灰色の干渉色を呈する, 粘土鉱物を含む細粒物からなる。径1mm以下の岩片や鉱物片が細粒な基質中に含まれる。岩片, 鉱物片は亜角~亜円形である。基質中や割れ目, 岩片の縁辺部に粘土鉱物が生成している。
- III : 単ニコルで褐灰~灰色, 直交ニコルで灰色の干渉色を呈する火山礫凝灰岩からなる。径5mm以下の岩片や鉱物片が細粒な基質中に含まれる。岩片は亜角~亜円形, 鉱物片は角~亜円形である。基質中や割れ目, 岩片の縁辺部に粘土鉱物が生成している。
- IV : 単ニコルで褐灰色, 直交ニコルで灰色の干渉色を呈する, 粘土鉱物を含む細粒物からなる。径6mm以下の岩片や鉱物片が細粒な基質中に含まれる。岩片, 鉱物片は亜角~亜円形である。基質中や岩片の縁辺部に粘土鉱物が生成している。

S-5_R-8.1-1-2孔

【解釈線あり】



薄片①写真(R-8.1-1-2_29R)

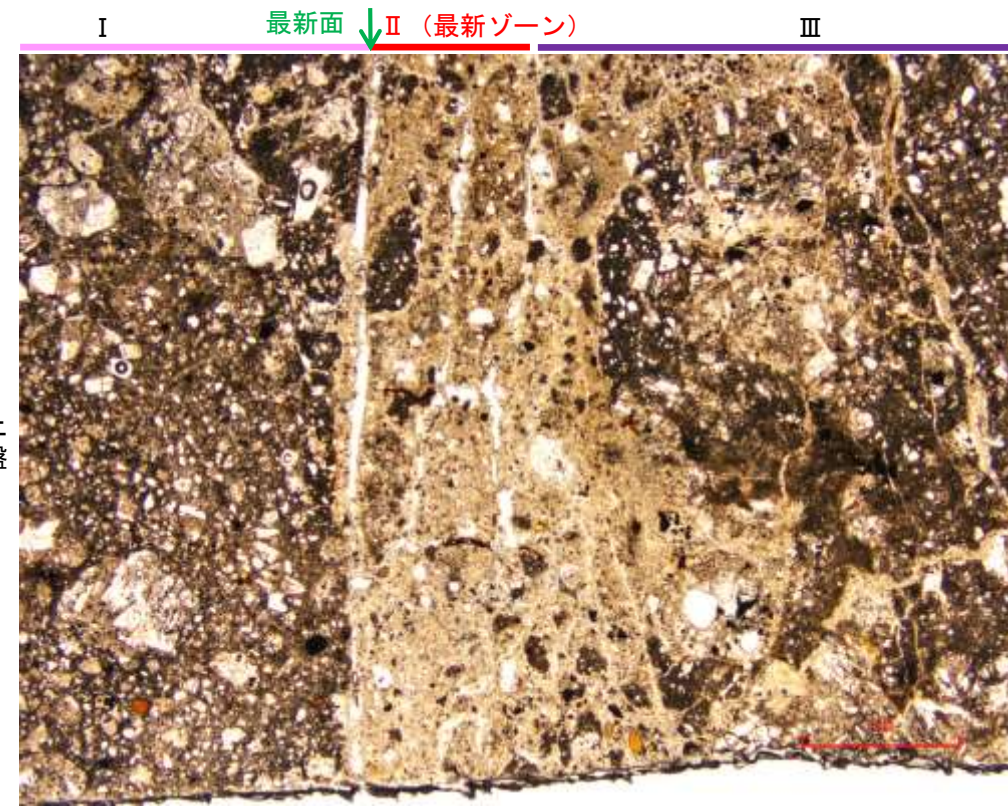
←… : 延長位置

- ・最新ゾーンと分帯 I との境界に、面1(緑矢印)が認められる。面1は最新ゾーンの中では比較的直線性・連続性がよい面である。
- ・最新ゾーンと分帯 III との境界は、不明瞭で漸移的であり、せん断面は認められない。
- ・なお、最新ゾーンから離れたその他の面として分帯 III と分帯 IV との境界面が認められるが、この面の周辺は最新ゾーンに比べて細粒化が進んでおらず、面は湾曲し直線性に乏しいことから、最新面ではないと判断した。

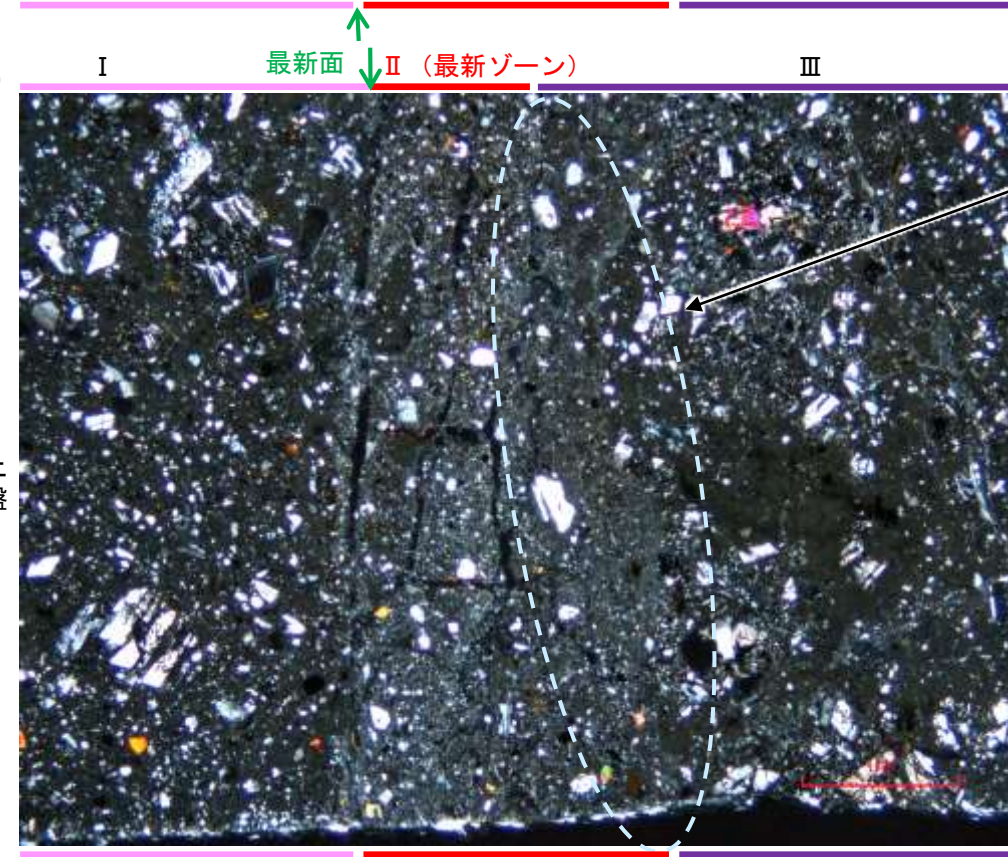
5.7.1 S-5 R-8.1-1-2孔 ー最新ゾーンと分帯Ⅲとの境界ー

○薄片①で実施した微視的観察(薄片観察)の結果, 最新ゾーンと分帯Ⅲとの境界は不明瞭で漸移的であり, せん断面は認められない。

(単ニコル)

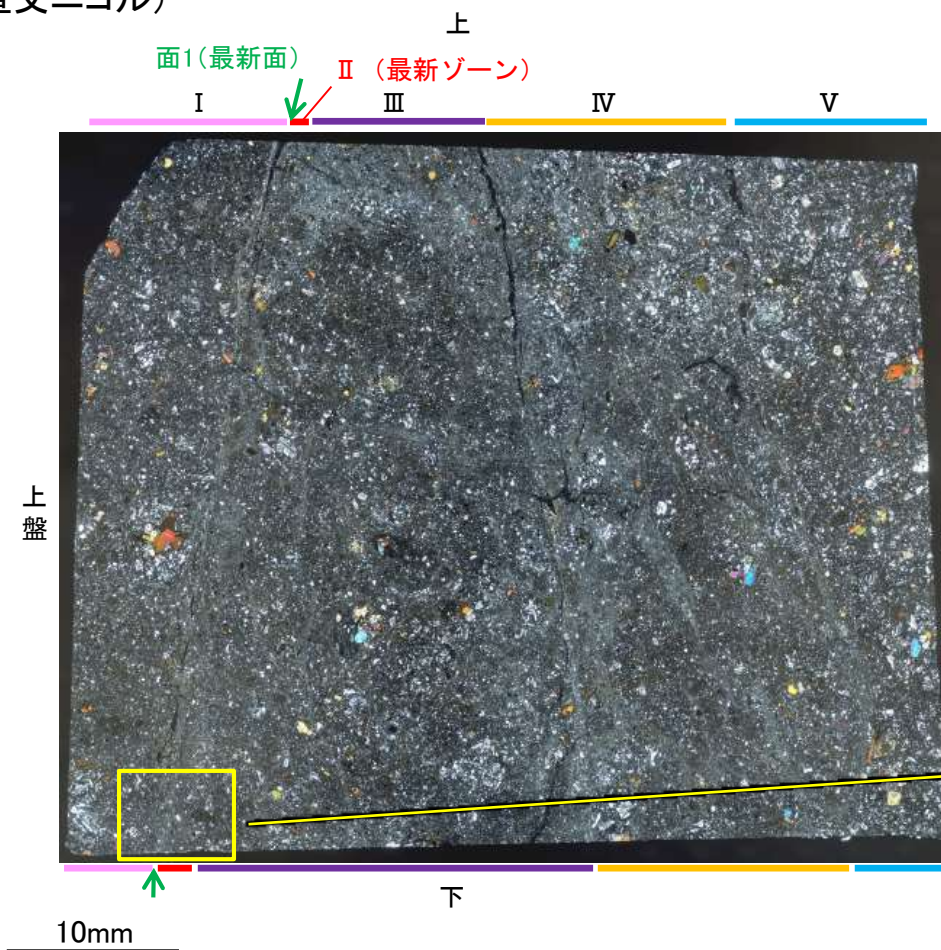


(直交ニコル)



不明瞭で漸移的であり,
せん断面は認められない

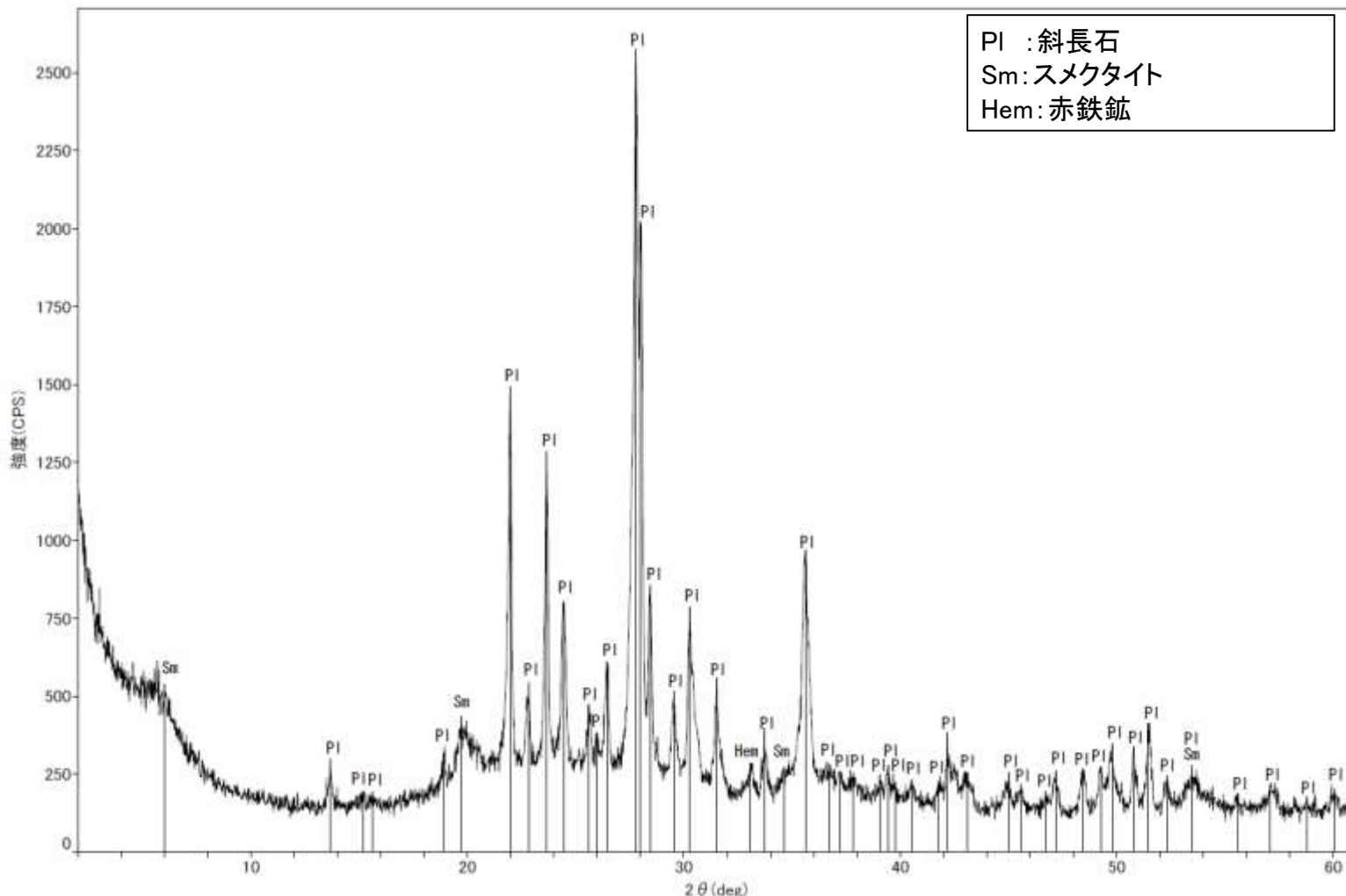
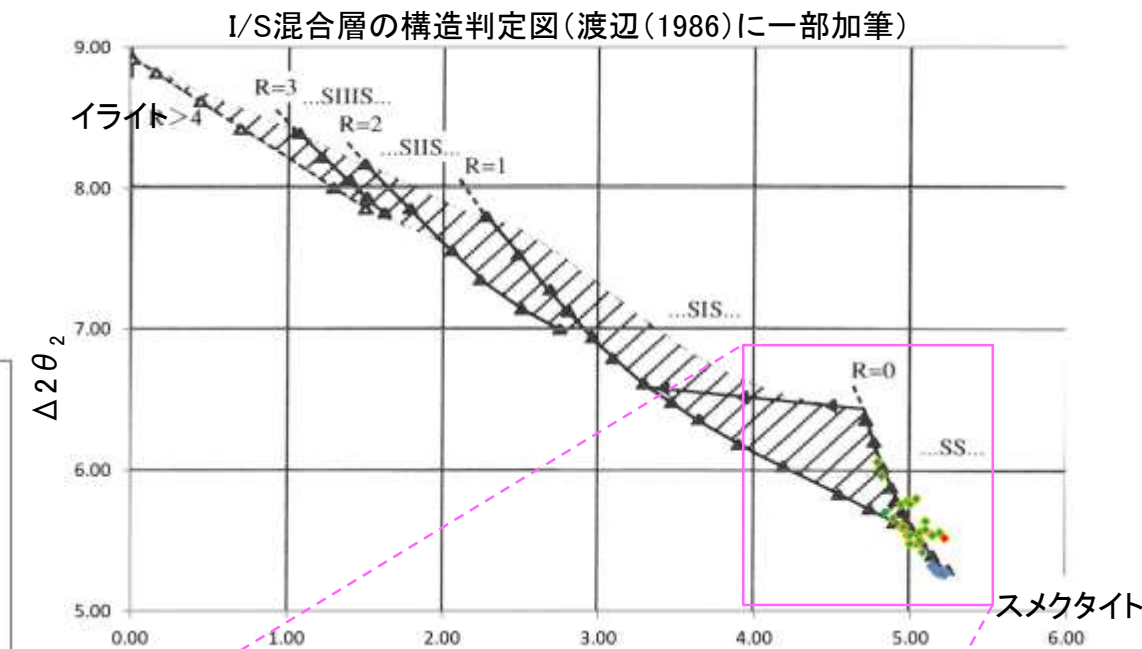
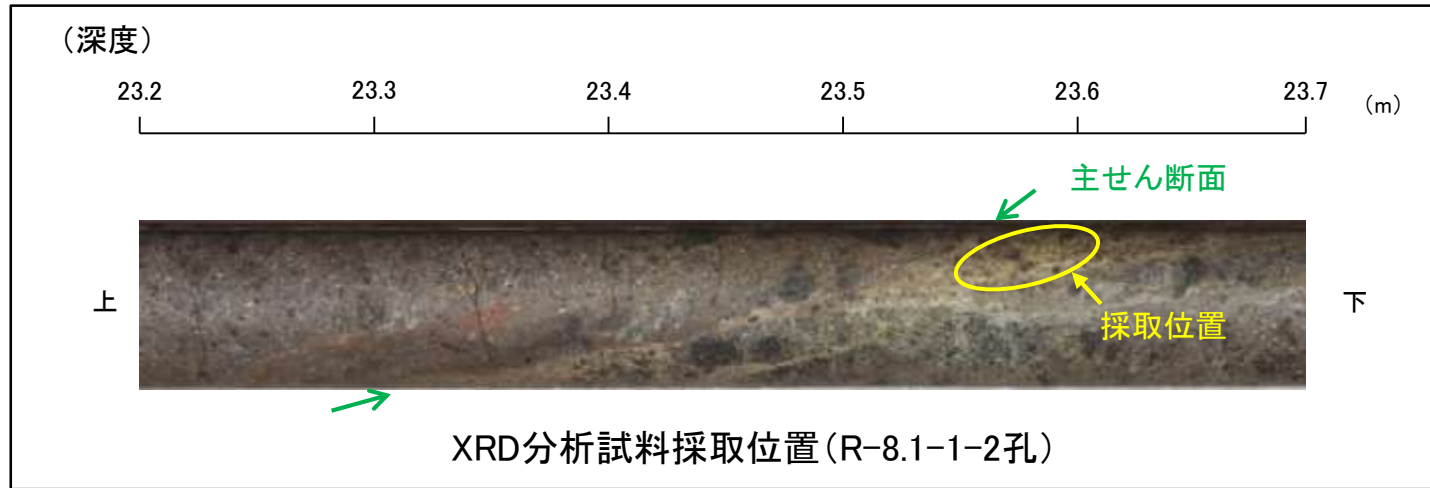
(直交ニコル)



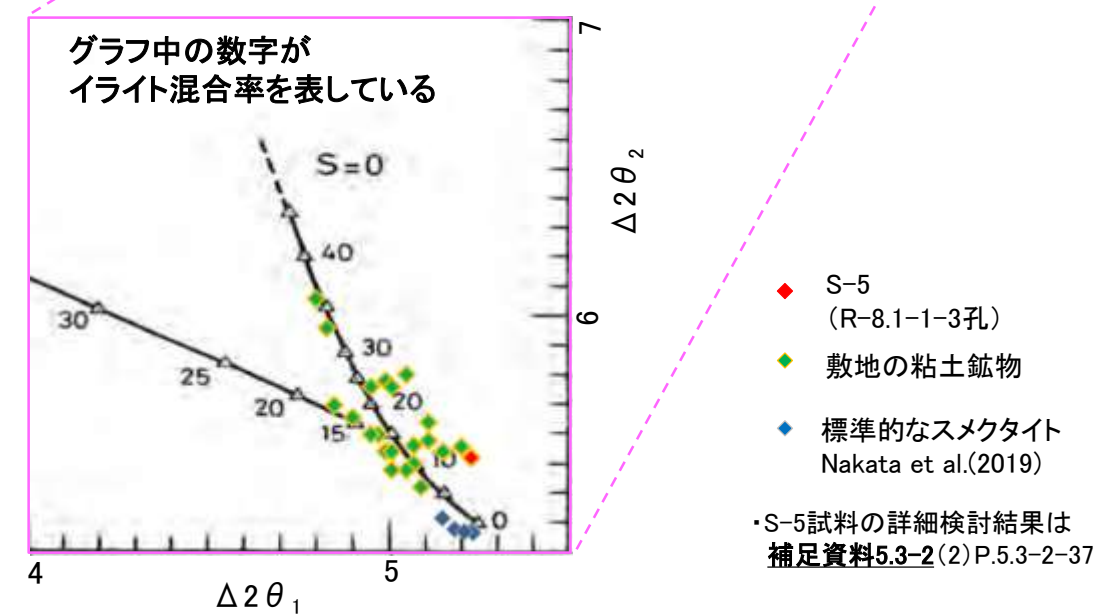
薄片①写真(R-8.1-1-2_29R)

5.7.1 S-5 R-8.1-1-2孔 ー 鉱物の同定 (XRD分析) ー

○最新ゾーン付近でXRD分析を実施した結果, 主な粘土鉱物としてスメクタイトが認められる。
○スメクタイトについて詳細な結晶構造判定を行うために, 同一断層の別孔(R-8.1-1-3孔)の破砕部においてXRD分析(粘土分濃集)を実施した結果, I/S混合層と判定した。



PI : 斜長石
Sm : スメクタイト
Hem : 赤鉄鉱

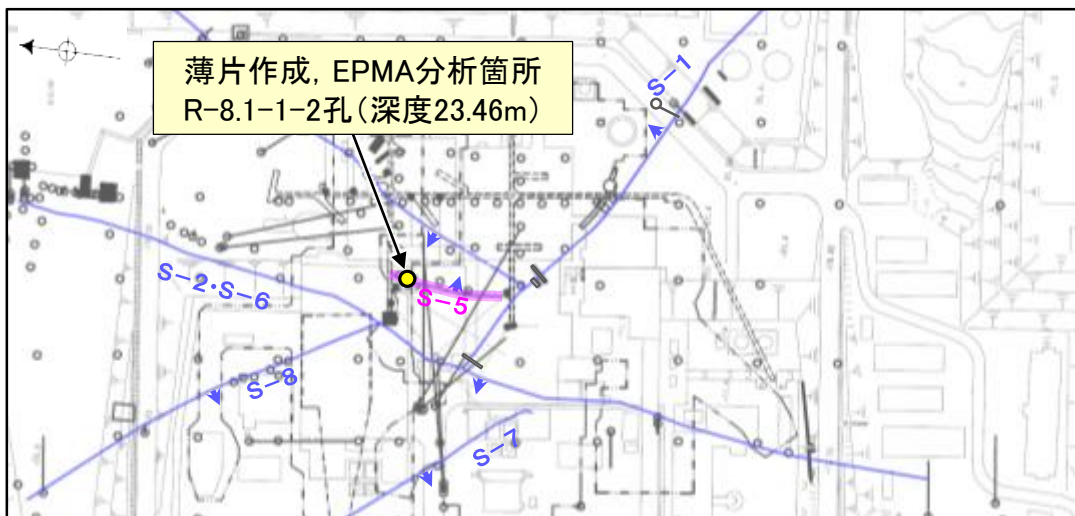


◆ S-5 (R-8.1-1-3孔)
◆ 敷地の粘土鉱物
◆ 標準的なスメクタイト Nakata et al.(2019)
・S-5試料の詳細検討結果は 補足資料5.3-2(2) P.5.3-2-37

回折チャート(不定方位)_R-8.1-1-2孔 回折チャート(定方位, EG処理)については, 補足資料5.3-3(1) P.5.3-3-27

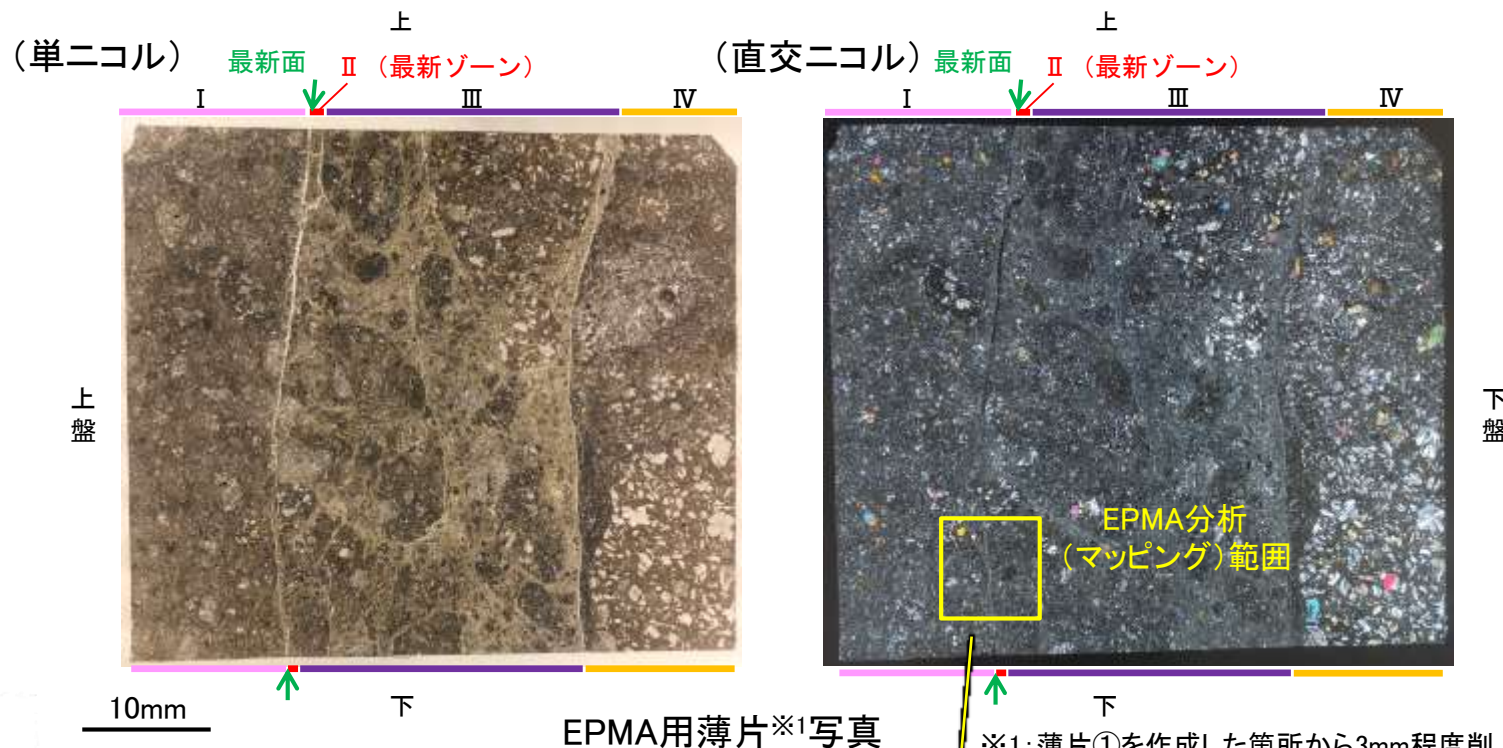
5.7.1 S-5 R-8.1-1-2孔 一 鉍物の同定(EPMA分析(定量)) 一

○EPMA用薄片で実施したEPMA分析(定量)による化学組成の検討結果から、最新ゾーンやその周辺に分布する粘土鉍物はI/S混合層であると判断した。



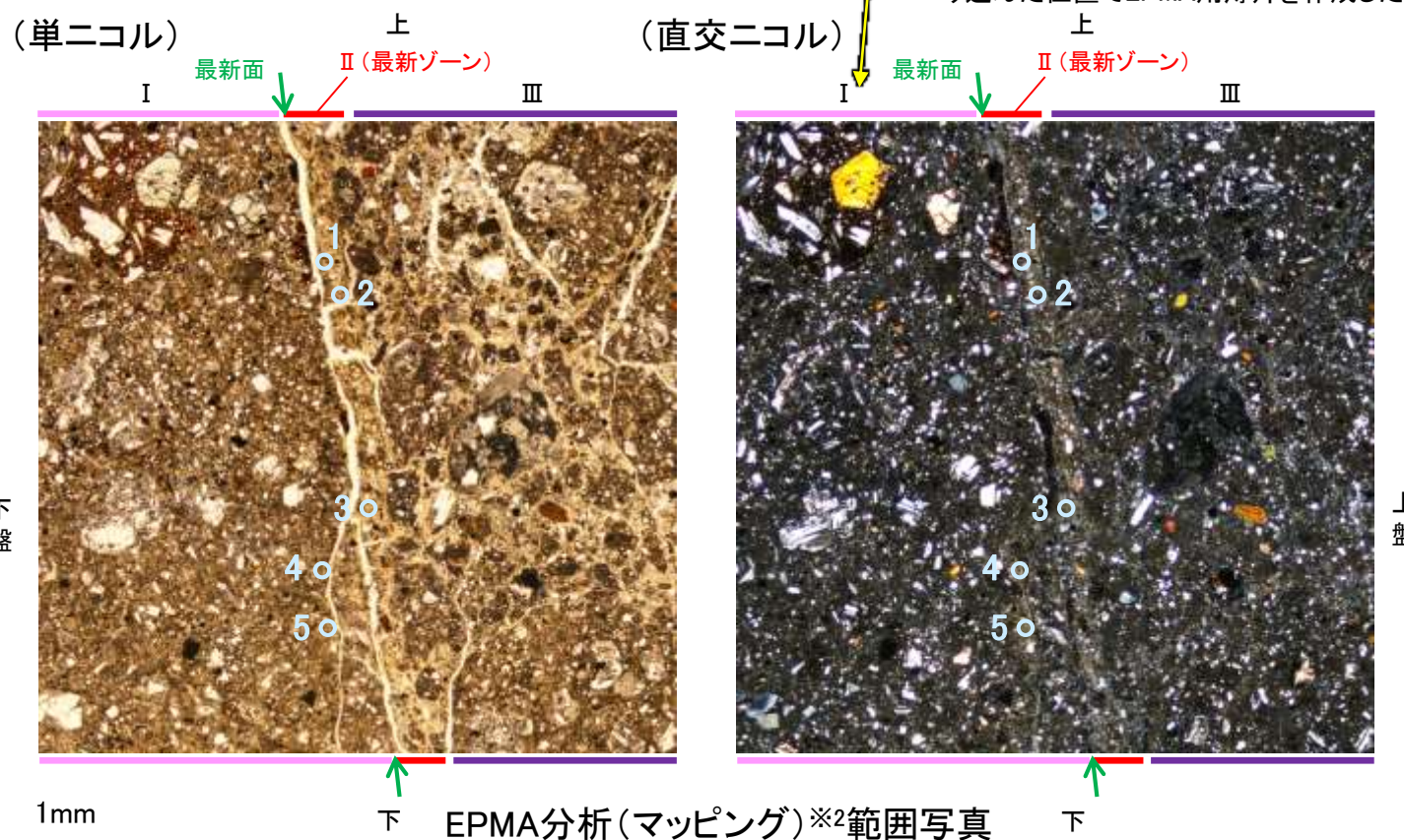
— 評価対象断層
S-O (陸域 EL-4.7m)

調査位置図



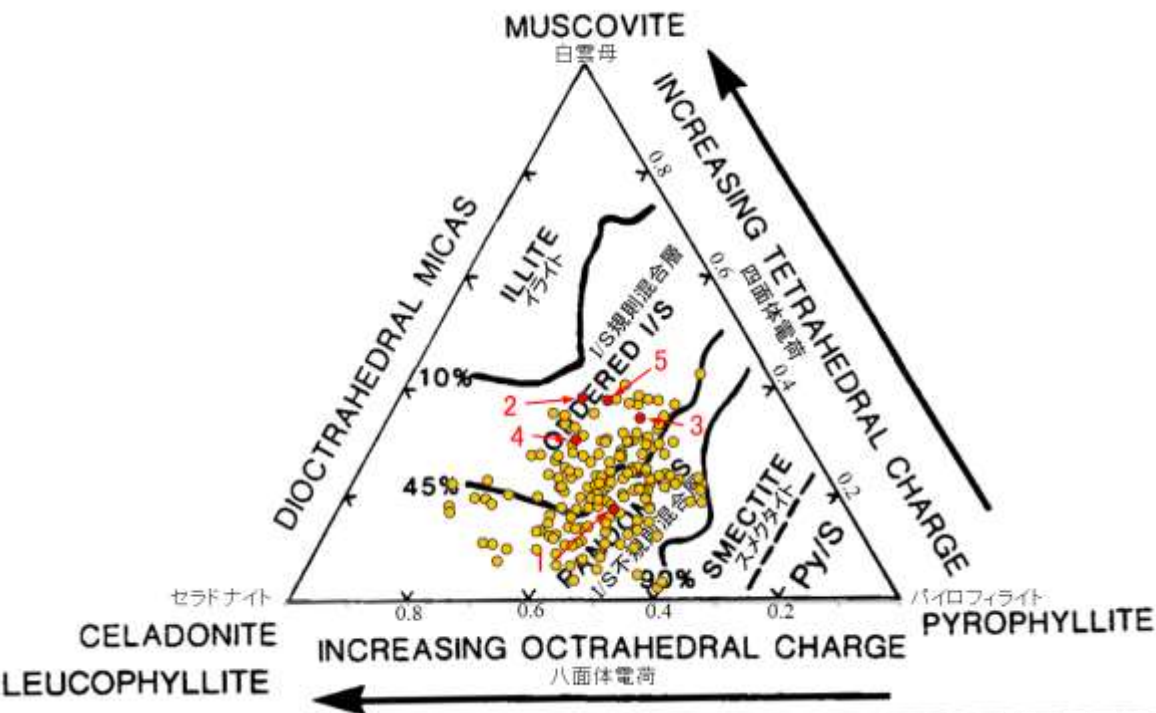
EPMA用薄片※1写真

※1: 薄片①を作成した箇所から3mm程度削り込んだ位置でEPMA用薄片を作成した



EPMA分析(マッピング)※2範囲写真

※2: EPMA分析(マッピング)の詳細は補足資料5.7-1(1)-1 P.5.7-1-6



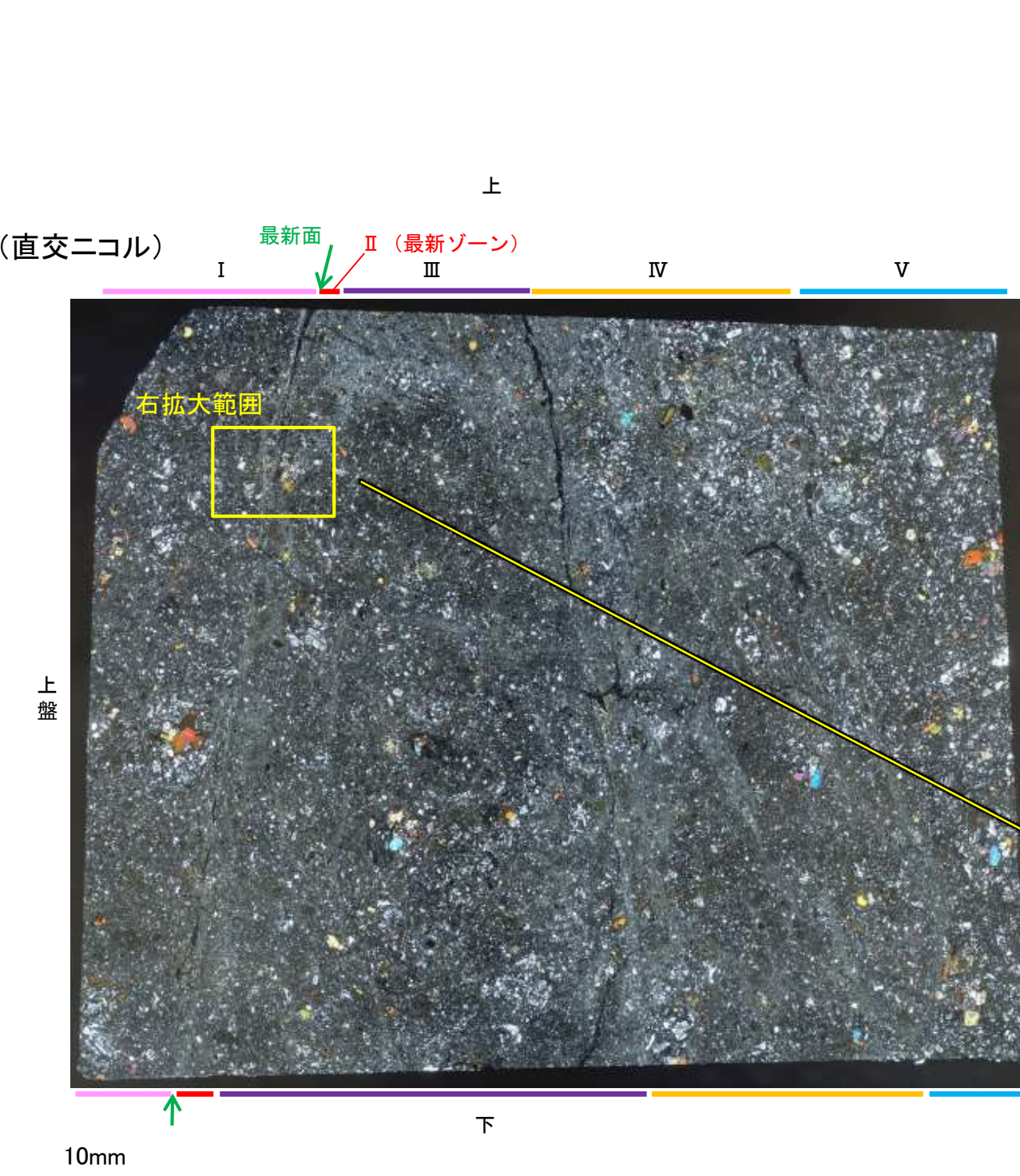
● 分析値(S-5.R-8.1-1-2孔)
分析番号位置は右図
● その他の分析値(敷地の粘土鉍物)

・詳細は補足資料5.3-2(3)P.5.3-2-77

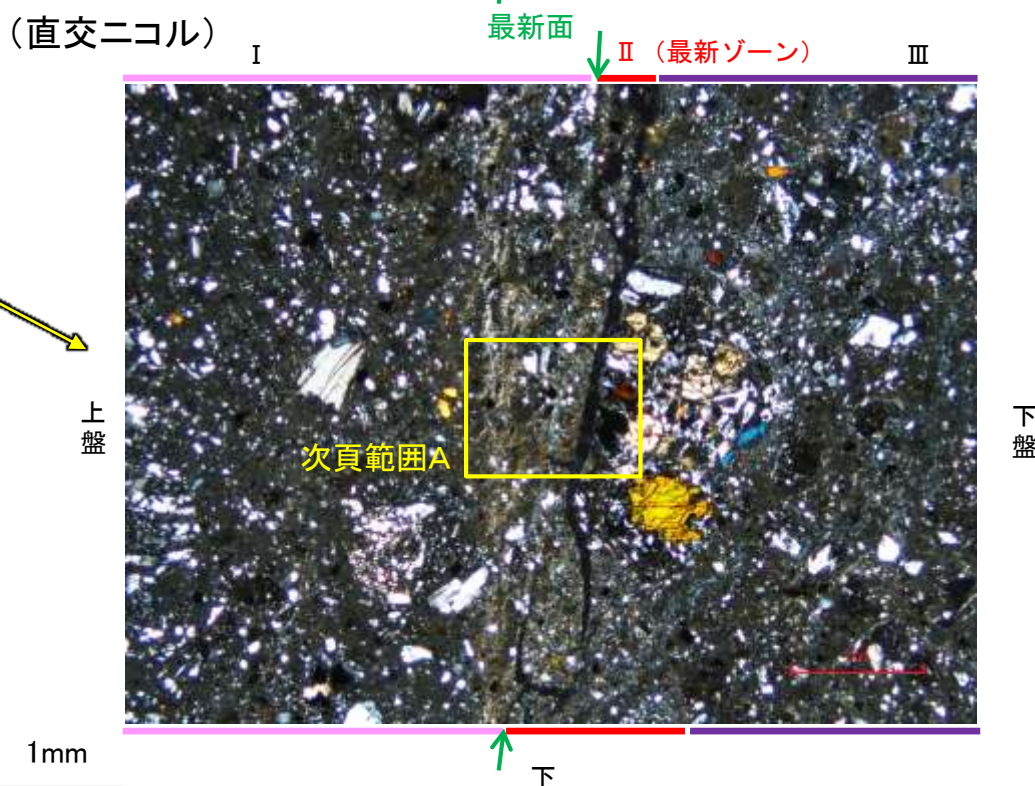
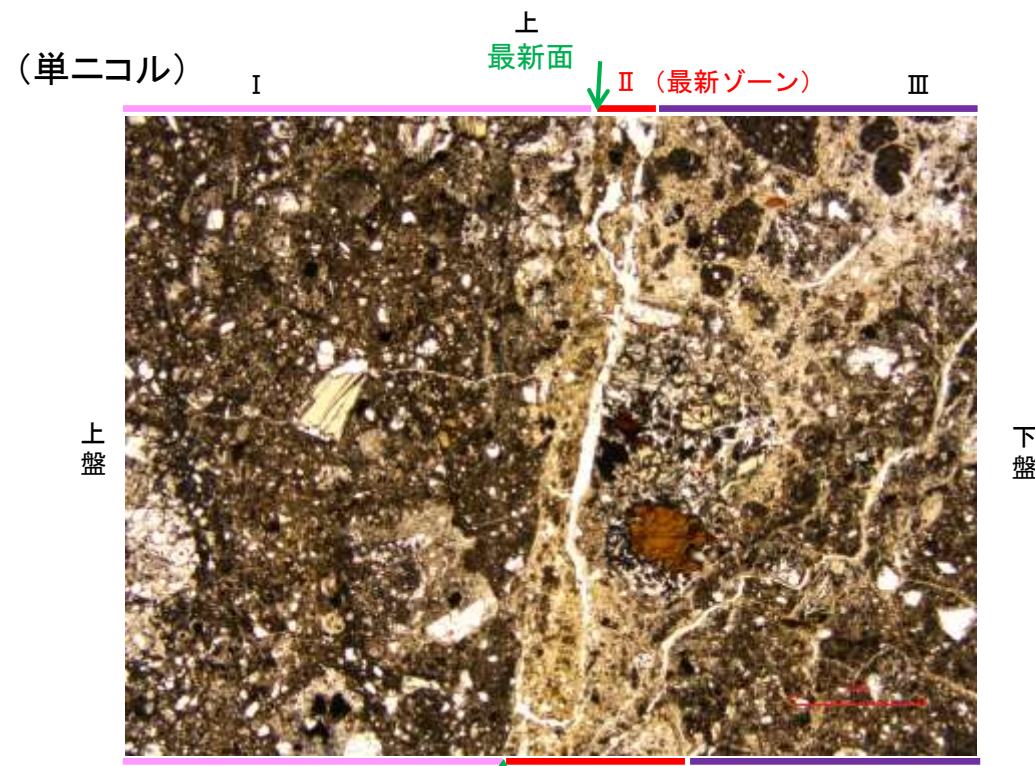
2八面体型雲母粘土鉍物及び関連鉍物の化学組成
(Srodon et al. (1984)に一部加筆)

5.7.1 S-5 R-8.1-1-2孔 ー変質鉱物の分布(薄片観察)ー

- 薄片①で実施した薄片観察や, EPMA用薄片で実施したEPMA分析(マッピング)における化学組成の観点での観察により, 粘土鉱物(I/S混合層)の分布範囲を確認した結果, 粘土鉱物(I/S混合層)が最新ゾーンやその周辺に分布している。
- この粘土鉱物(I/S混合層)と最新面との関係を確認する。



薄片①写真(R-8.1-1-2_29R)



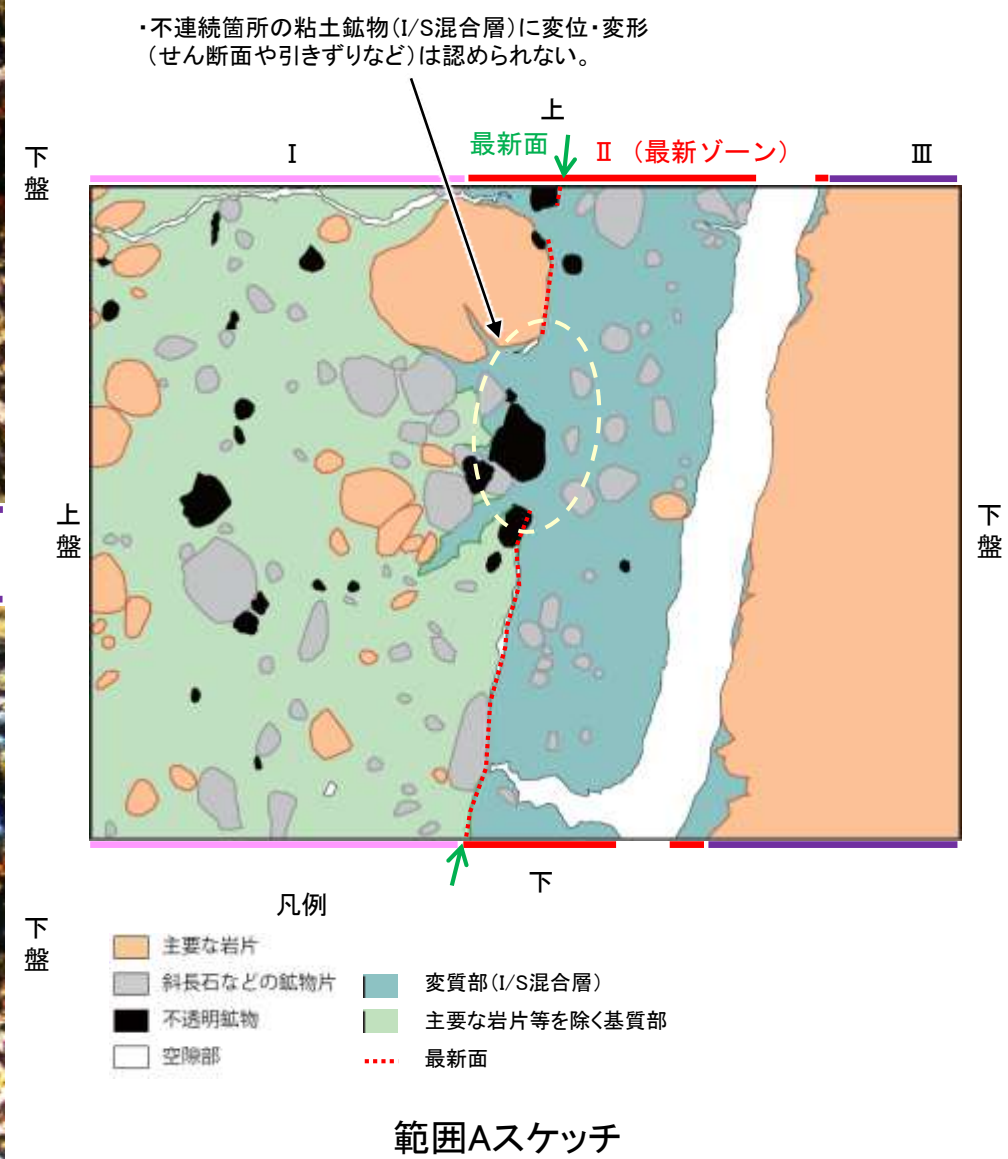
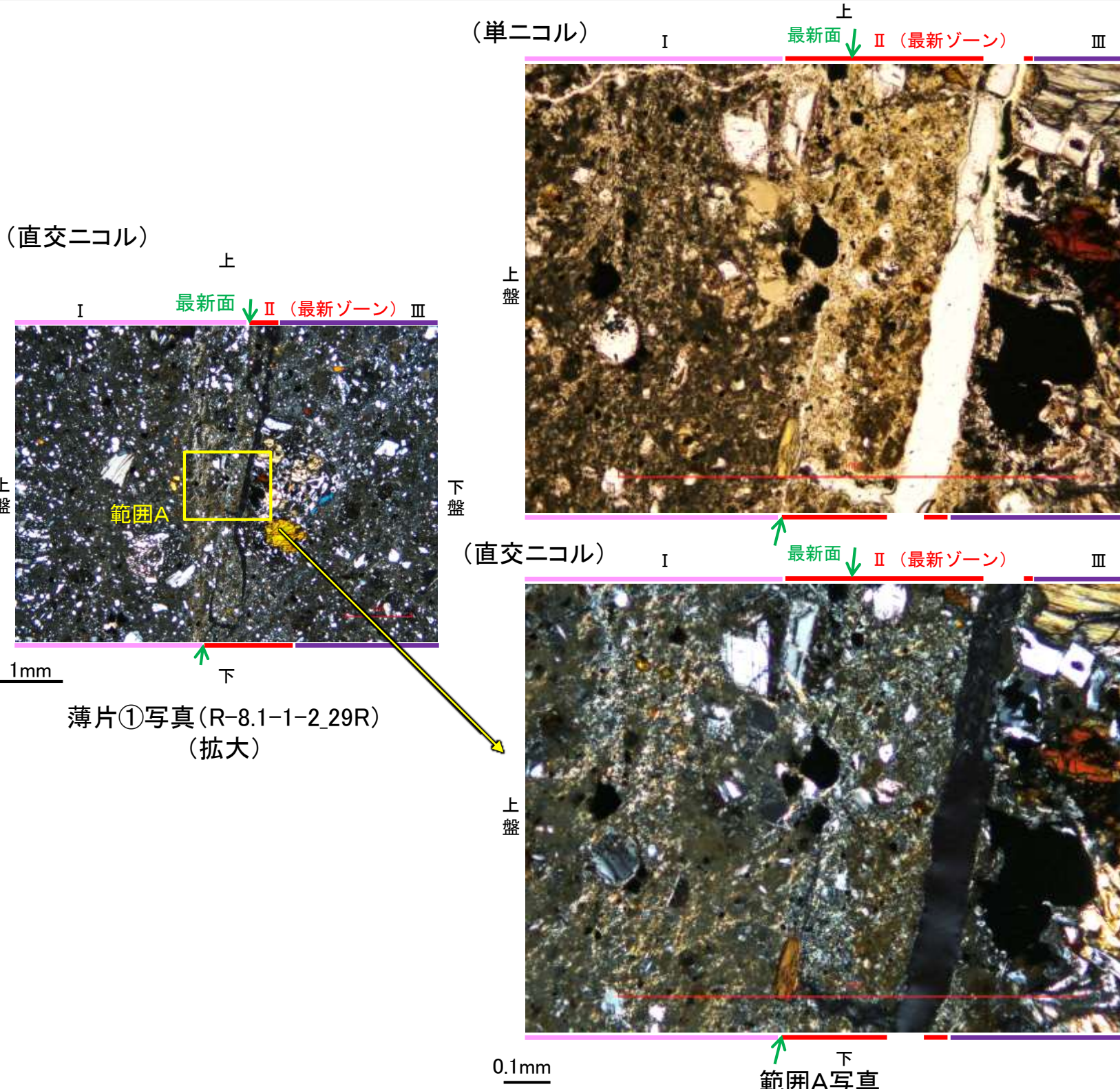
薄片①写真(R-8.1-1-2_29R)(拡大)

5.7.1 S-5 R-8.1-1-2孔 ー最新面とI/S混合層との関係(範囲A)ー

○範囲Aにおいて詳細に観察した結果、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を横断して分布し、最新面が不連続になっており、不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められない。

○なお、不連続箇所においてI/S混合層生成以降の注入現象の有無を確認した結果、弓状構造や粒子の配列などの注入の痕跡は認められない。

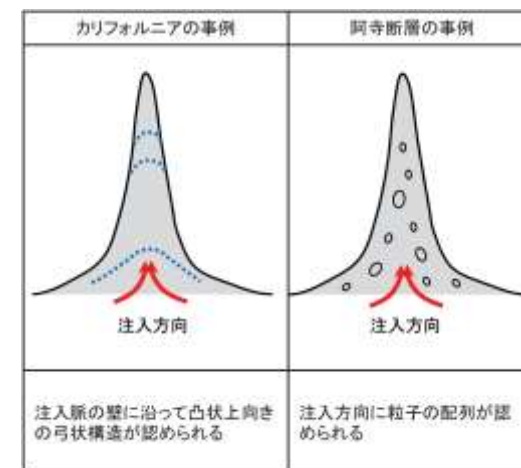
○さらに、薄片作成時等に生じた空隙は、明確に認定できる最新面が不連続になる箇所の粘土鉱物(I/S混合層)の構造に影響を与えていないことから、不連続箇所は薄片作成時等の乱れの影響を受けていないと判断した。



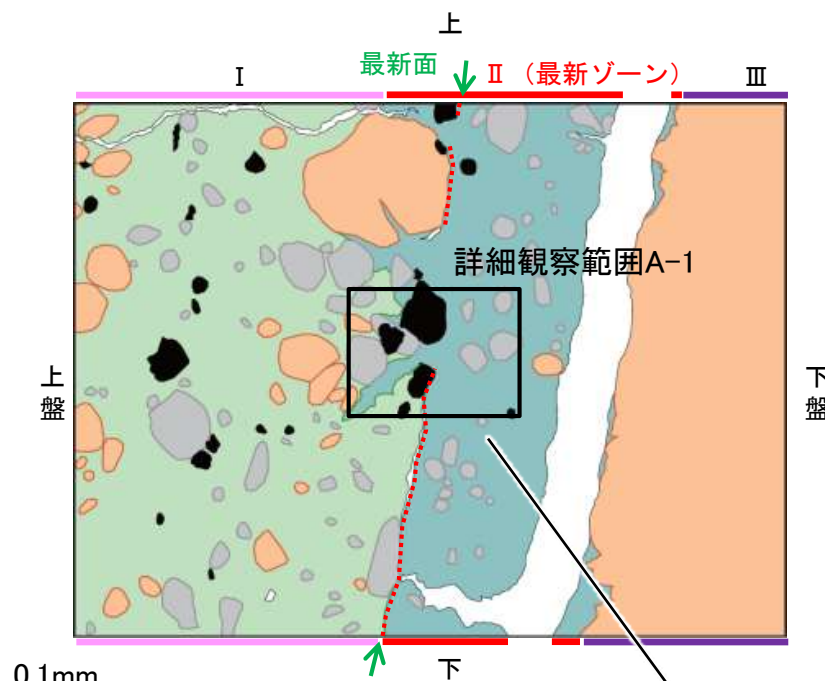
S-5_R-8.1-1-2孔

【詳細観察(範囲A-1)】

- ・範囲A-1において詳細に観察した結果、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を横断して分布し、最新面が不連続になっており、不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められない。
- ・なお、不連続箇所においてI/S混合層生成以降の注入現象の有無を確認した結果、弓状構造や粒子の配列などの注入の痕跡は認められない。
- ・さらに、薄片作成時等に生じた空隙は、明確に認定できる最新面が不連続になる箇所の粘土鉱物(I/S混合層)の構造に影響を与えていないことから、不連続箇所は薄片作成時等の乱れの影響を受けていないと判断した。



注入現象の事例
(関西電力株式会社, 2016)

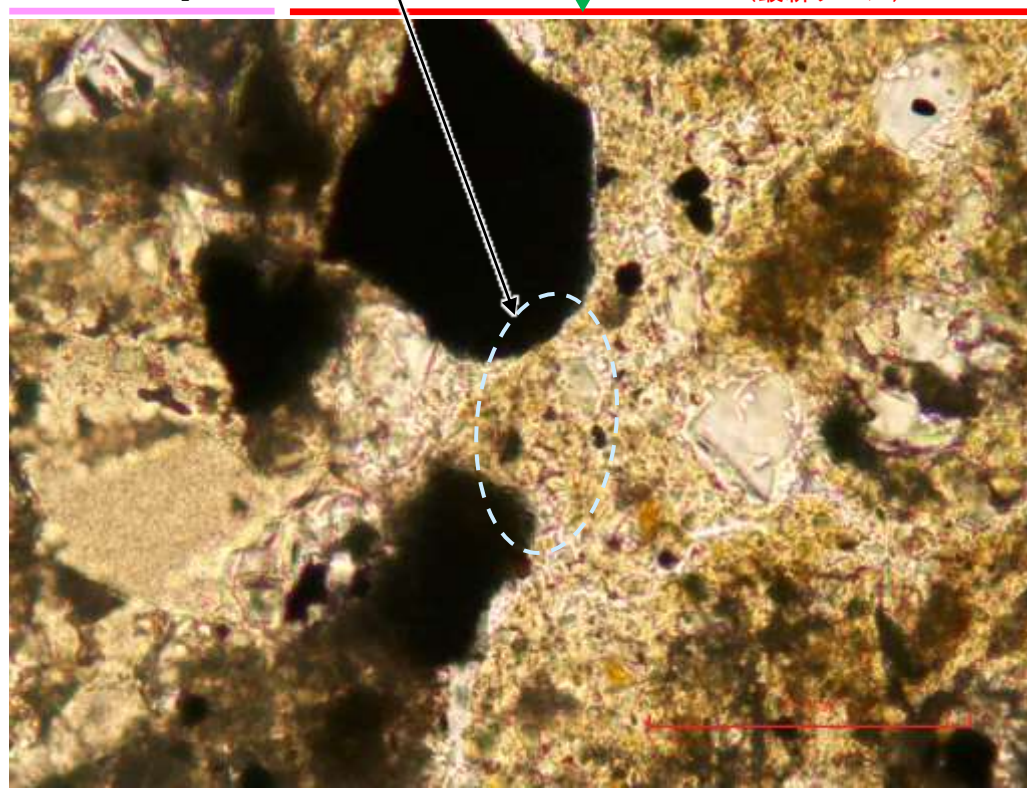


- 凡例
- 主要な岩片
 - 斜長石などの鉱物片
 - 不透明鉱物
 - 空隙部
 - 変質部(I/S混合層)
 - 主要な岩片等を除く基質部
 - 最新面

◀... : 延長位置

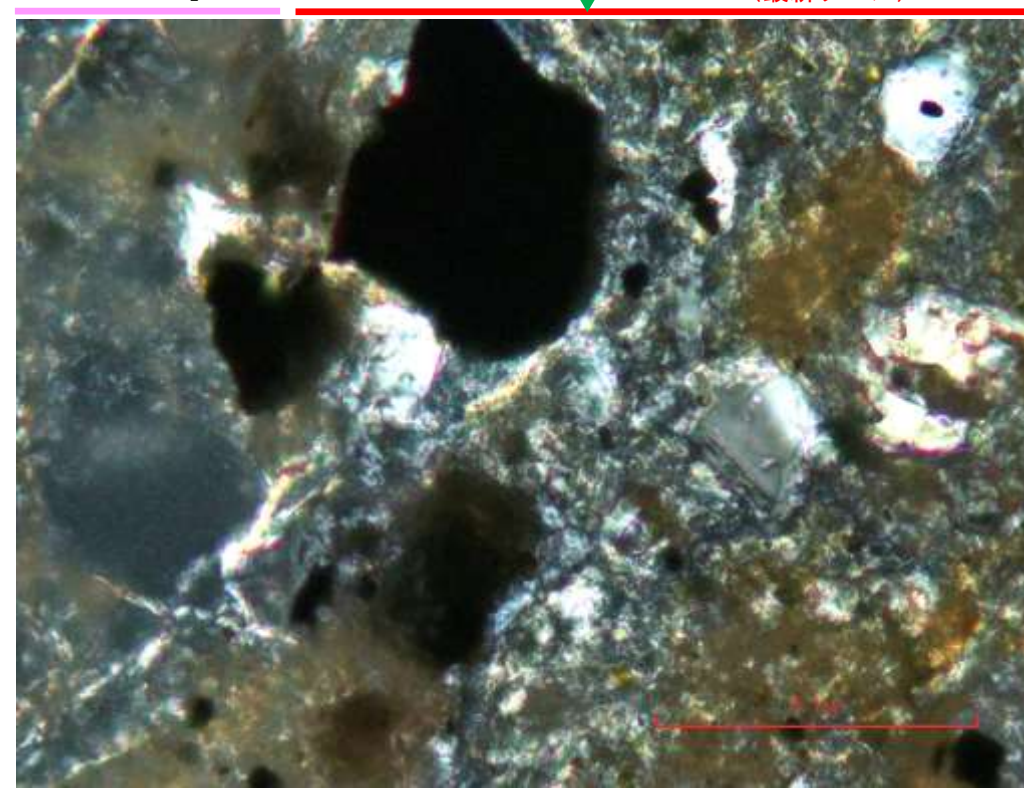
- ・不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形(せん断面や引きずりなど)は認められない。
- ・不連続箇所には、I/S混合層生成以降の注入の痕跡や、薄片作成時等の乱れの影響は認められない。

(単ニコル)



0.1mm

範囲Aスケッチ
(直交ニコル)



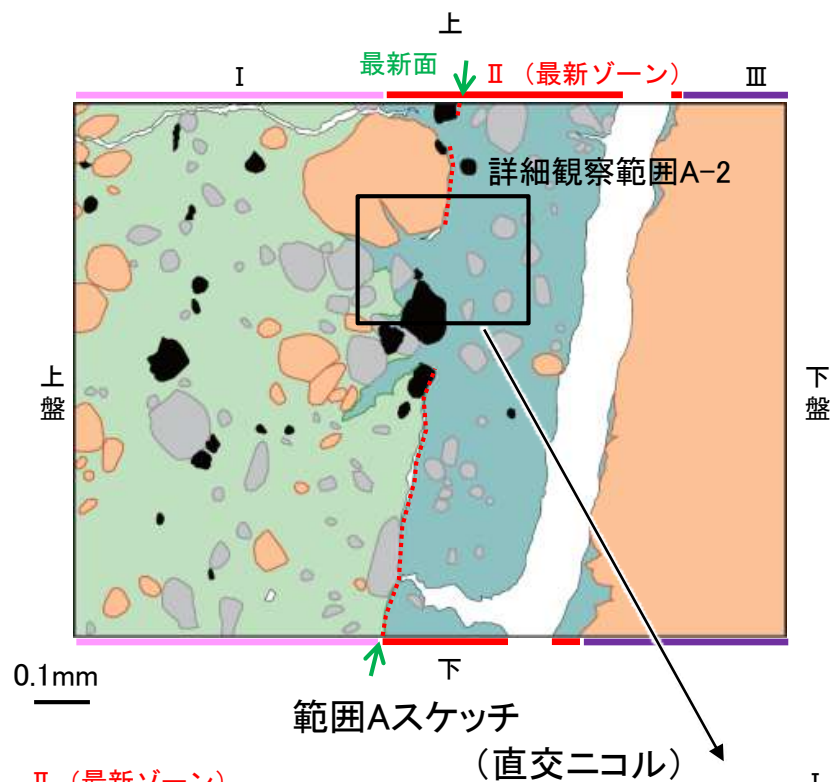
詳細観察範囲A-1写真

S-5_R-8.1-1-2孔

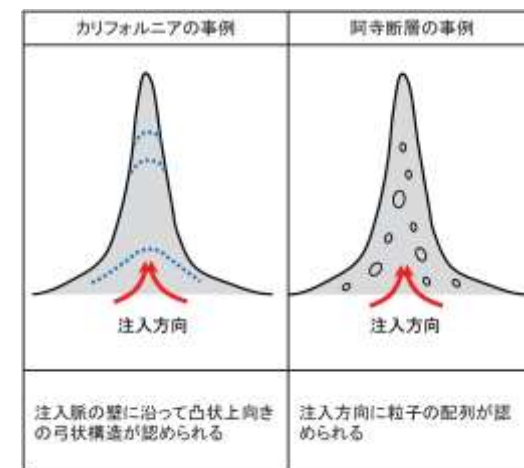
【詳細観察(範囲A-2)】

- ・範囲A-2において詳細に観察した結果、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を横断して分布し、最新面が不連続になっており、不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められない。
- ・なお、不連続箇所においてI/S混合層生成以降の注入現象の有無を確認した結果、弓状構造や粒子の配列などの注入の痕跡は認められない。
- ・さらに、薄片作成時等に生じた空隙は、明確に認定できる最新面が不連続になる箇所の粘土鉱物(I/S混合層)の構造に影響を与えていないことから、不連続箇所は薄片作成時等の乱れの影響を受けていないと判断した。

- ・不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形(せん断面や引きずりなど)は認められない。
- ・不連続箇所には、I/S混合層生成以降の注入の痕跡や、薄片作成時等の乱れの影響は認められない。



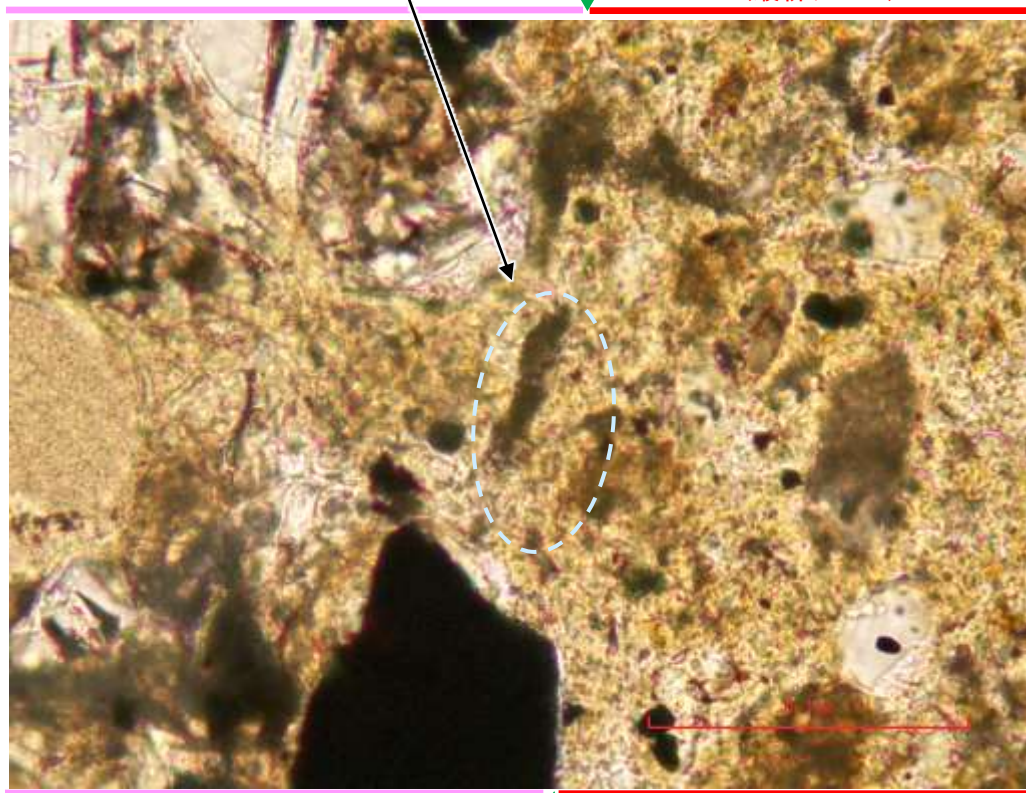
- 凡例
- 主要な岩片 (Main rock fragments)
 - 斜長石などの鉱物片 (Mineral fragments such as plagioclase)
 - 不透明鉱物 (Opaque minerals)
 - 空隙部 (Void spaces)
 - 変質部(I/S混合層) (Metamorphic zone (I/S mixed layer))
 - 主要な岩片等を除く基質部 (Matrix part excluding main rock fragments)
 - 最新面 (Latest surface)



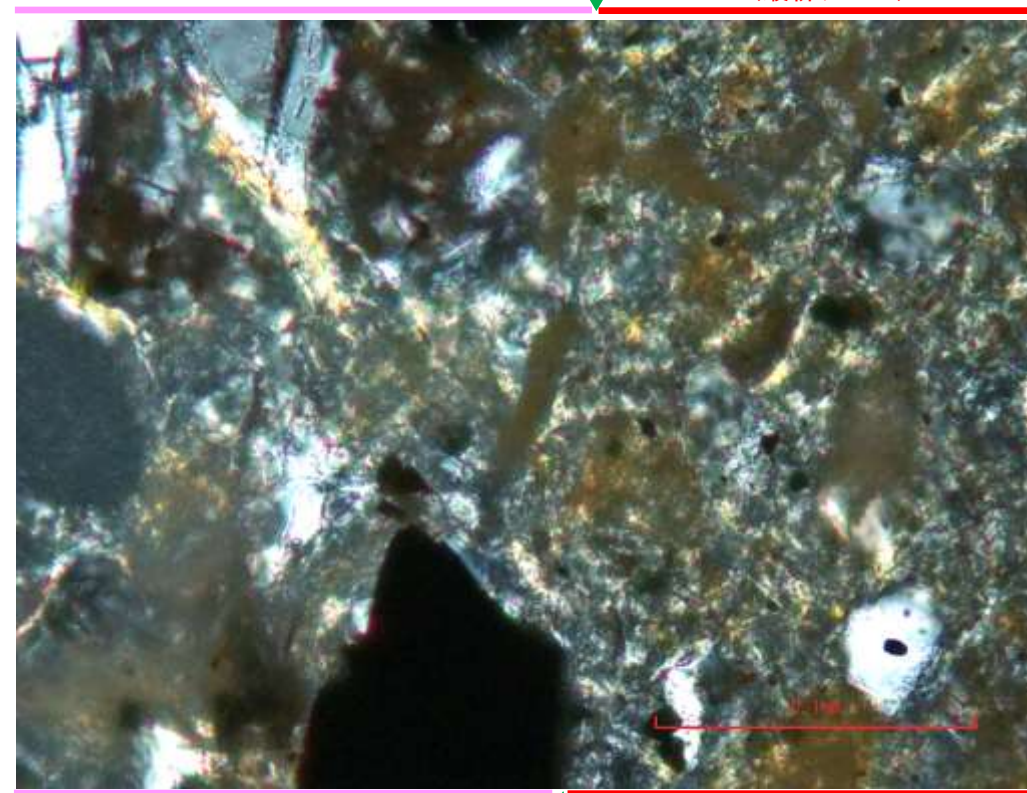
注入現象の事例
(関西電力株式会社, 2016)

←… : 延長位置

(単ニコル)



範囲Aスケッチ
(直交ニコル)



詳細観察範囲A-2写真

0.1mm

0.1mm

5.8 S-7の活動性評価

5.8.1 鉍物脈法による活動性評価(S-7)

5.8.1 鉱物脈法による活動性評価(S-7) — 評価地点 —

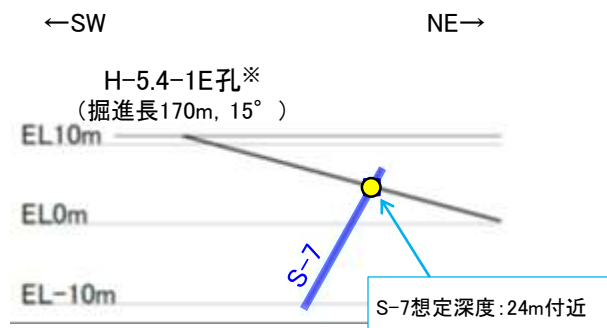
■ 鉱物脈法による評価地点

○ 2地点(H-5.7' 孔, H-5.4-1E孔)において, S-7の最新ゾーンに少なくとも後期更新世以降に生成したものではないと評価した変質鉱物であるI/S混合層が認められたことから, 断層活動(最新面)と変質鉱物との関係による評価を行った。

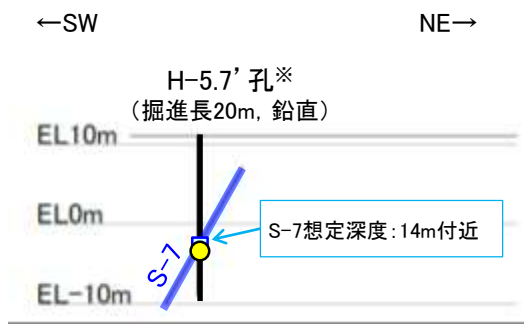
評価地点	記載頁
H-5.7' 孔 (深度14.35m, EL-3.26m)	P.5-175~5-190 補足資料5.8-1(1)-1
H-5.4-1E孔 (深度24.16m, EL4.80m)	P.5-191~5-193 補足資料5.8-1(1)-2

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

黄色網掛け : 鉱物脈法による評価において, S-7の中で最新面と鉱物脈との切り合い関係が最も明確であると評価したデータ



H-5.4-1E孔断面図
(掘進方向, H:V=1:1)



H-5.7' 孔断面図
(断層直交方向, H:V=1:1)

この図の断層線は, 周辺の露頭やボーリングでの出現位置を基に描いている。

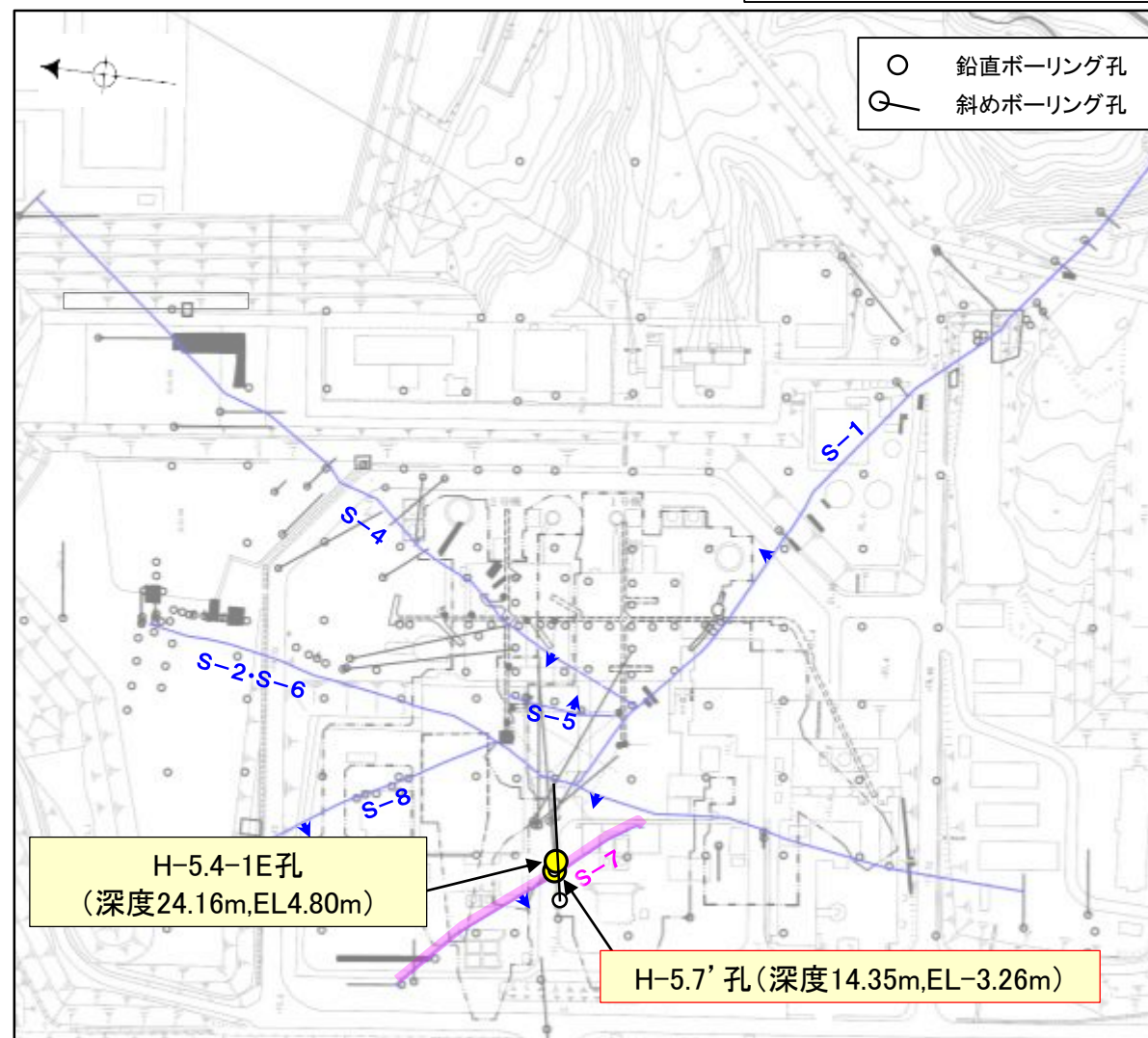
凡例

- 評価地点
- S-7想定位置

※ 鉱物脈法による評価のために実施したボーリング

○ 鉱物脈法に関する調査箇所
(断層の後期更新世以降の活動を否定するにあたり, 鉱物脈の年代及び断層による変位・変形がないことが明確に確認できるデータを着色)

○ 鉛直ボーリング孔
○ 斜めボーリング孔



位置図

— 評価対象断層
S-O (陸域 EL-4.7m)

H-5.4-1E孔, H-5.7' 孔のS-7想定深度付近のコア写真は, 補足資料5.3-3(3)

5.8.1 S-7 (1) H-5.7' 孔 — 評価結果 —

【最新面の認定】

○H-5.7' 孔の深度14.35m付近で認められるS-7において、巨視的観察及び微視的観察を実施し、最新ゾーンの上盤側及び下盤側の境界にそれぞれ最新面1、最新面2を認定した(P.5-176～5-179, 5-185, 5-186)。

【鉱物の同定】

○微視的観察により確認した粘土鉱物は、EPMA分析(定量)による化学組成の検討結果及びXRD分析(粘土分濃集)による結晶構造判定結果から、I/S混合層であると判断した(P.5-180, 5-181)。

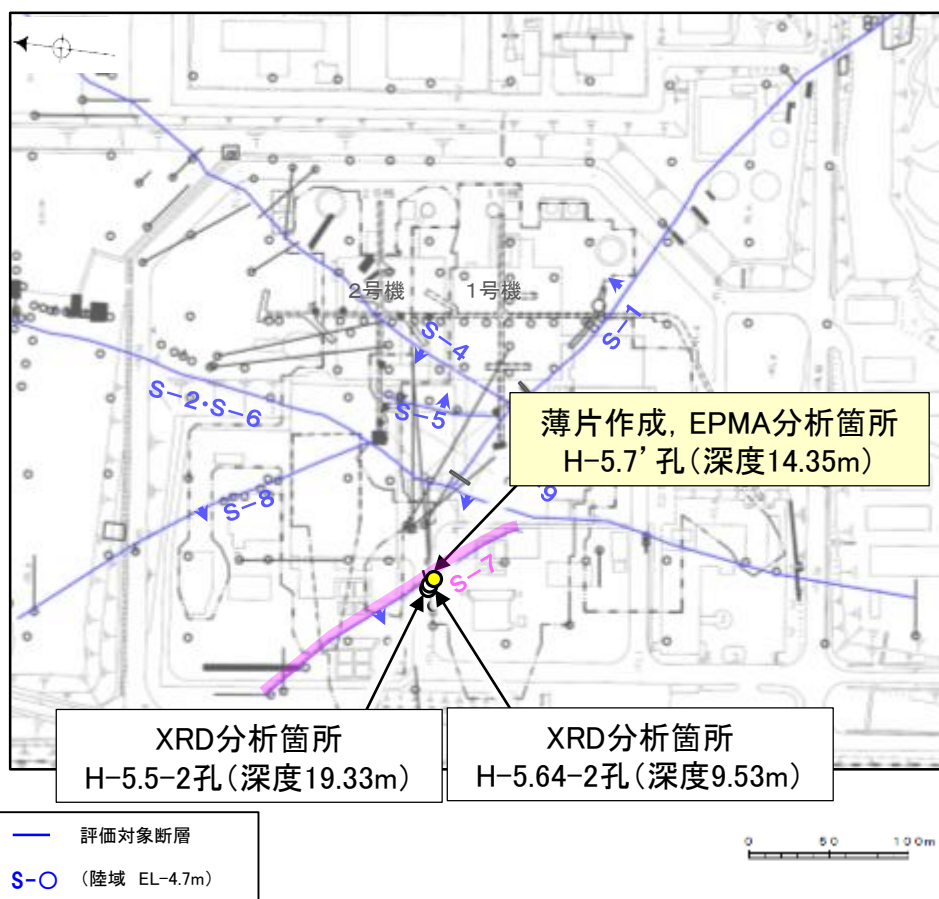
【変質鉱物の分布と最新面との関係】

○EPMA分析(マッピング)や薄片観察により、粘土鉱物(I/S混合層)の分布範囲を確認した結果、粘土鉱物(I/S混合層)は最新ゾーン及びその周辺に分布している(P.5-182, 5-187, **補足資料5.8-1(1)-1 P.5.8-1-5**)。

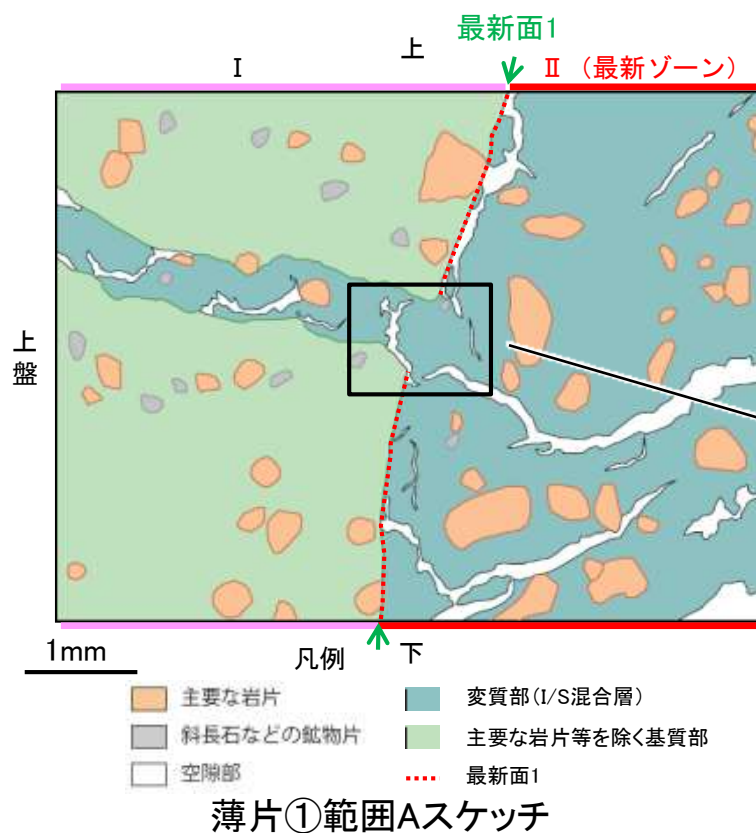
○薄片①の範囲A及び薄片②の範囲A, Bにおいて、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面1, 2を横断して分布し、最新面1, 2が不連続になっており、不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められない※(P.5-183, 5-184, 5-188～5-190, **補足資料5.8-1(1)-1 P.5.8-1-10,11**)。

○以上のことを踏まえると、S-7の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。

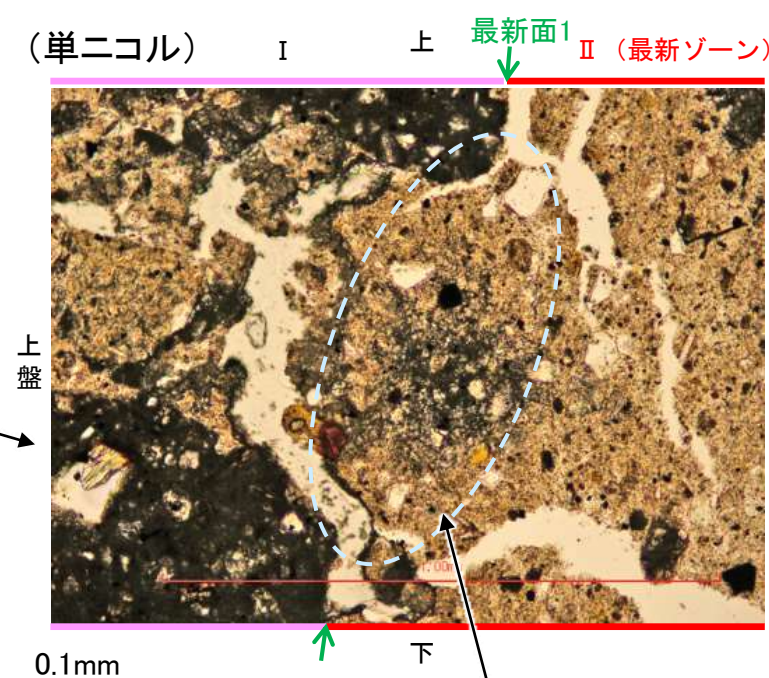
紫字: 第1073回審査会合以降の変更箇所



調査位置図



薄片①範囲Aスケッチ



詳細観察範囲写真

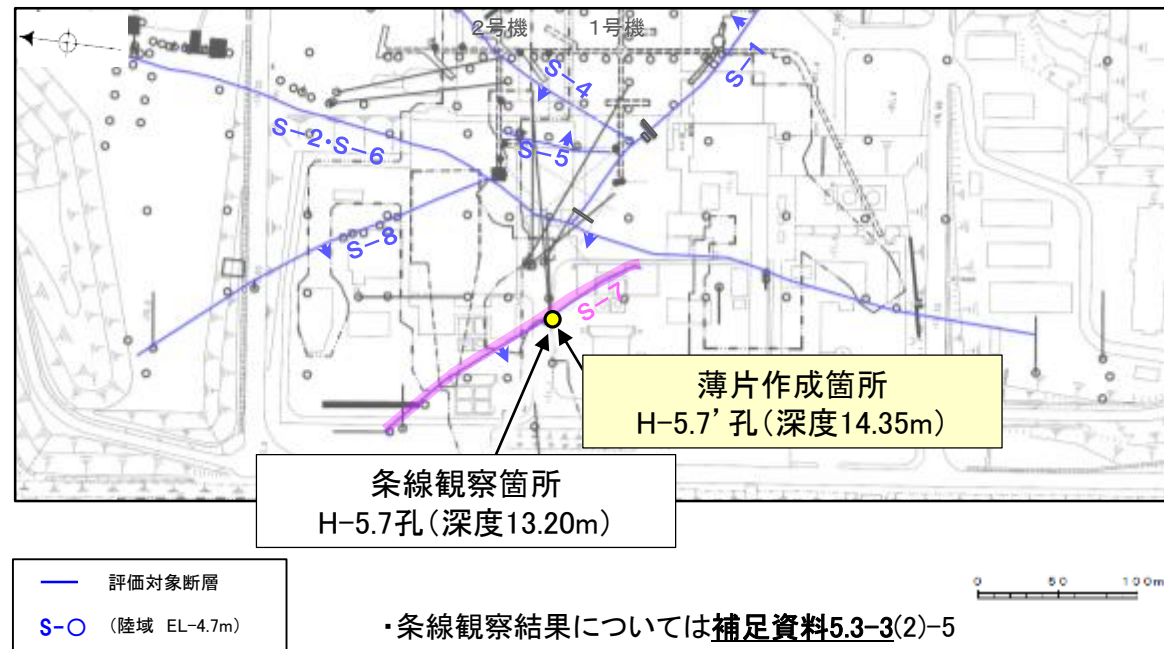
・不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形(せん断面や引きずりなど)は認められない(P.5-183, 5-184)。
・不連続箇所には、I/S混合層生成以降の注入の痕跡や、薄片作成時等の乱れの影響は認められない(P.5-183, 5-184)。

※薄片①の範囲Bについては、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面2付近に分布し、最新面2が不連続になるものの、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面2を明瞭に横断しておらず、最新面2と粘土鉱物(I/S混合層)との切り合い関係が不明確である(**補足資料5.8-1(1)-1 P.5.8-1-7**)。

5.8.1 S-7 (1) H-5.7' 孔 —最新面の認定(巨視的観察)—

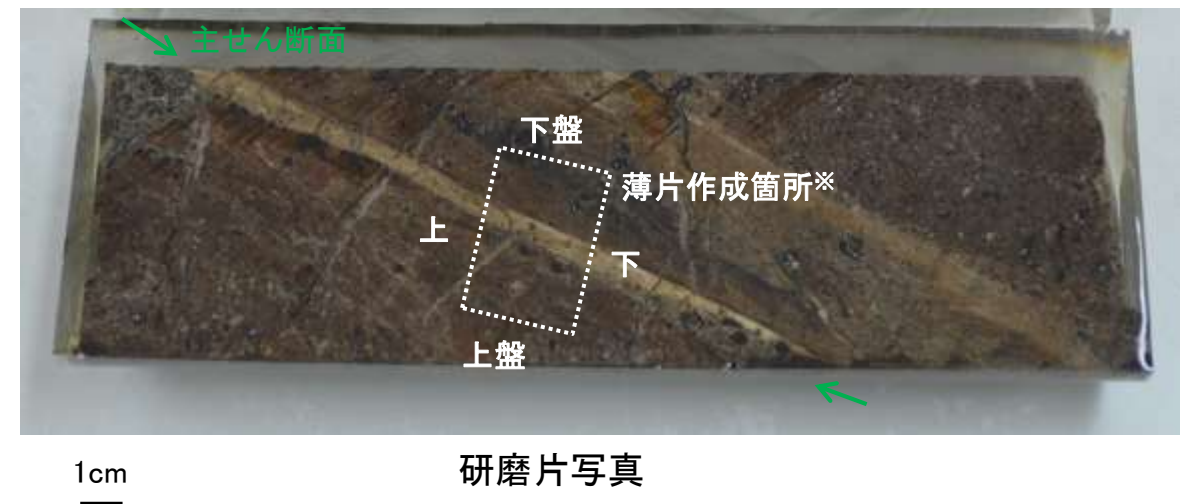
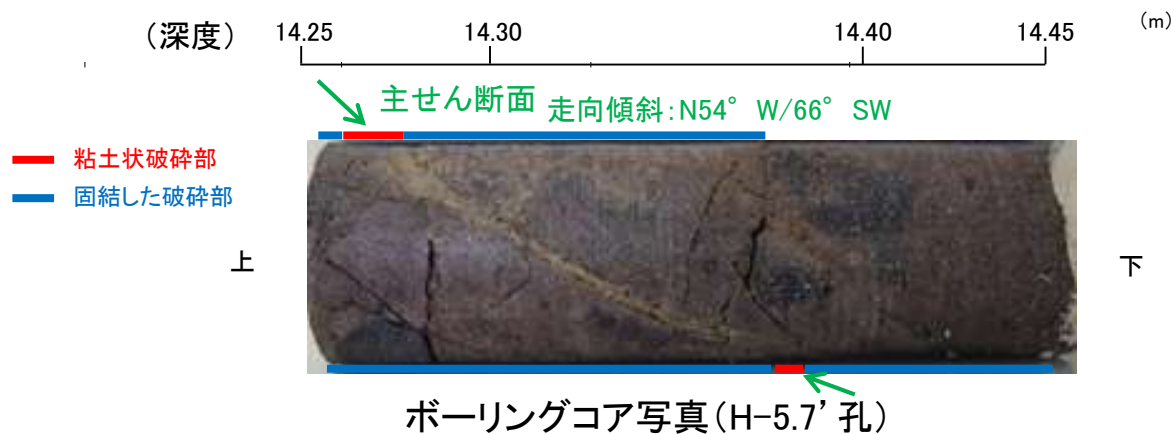
○H-5.7' 孔の深度14.35m付近で認められるS-7において、巨視的観察(ボーリングコア観察, CT画像観察)を実施し、細粒化が進んでおり、最も直線性・連続性がよい断層面を主せん断面として抽出した。

○隣接孔(H-5.7孔)の主せん断面における条線観察の結果、20° R, 45° R, 160° Rの3つの条線方向が確認されたことから、H-5.7' 孔において、最も明瞭な20° Rの条線方向で薄片を作成した(研磨片写真)。



調査位置図

※図示した箇所で薄片①を作成し、そこから1~3mm程度削り込んだ位置で薄片②及びEPMA用薄片を作成した

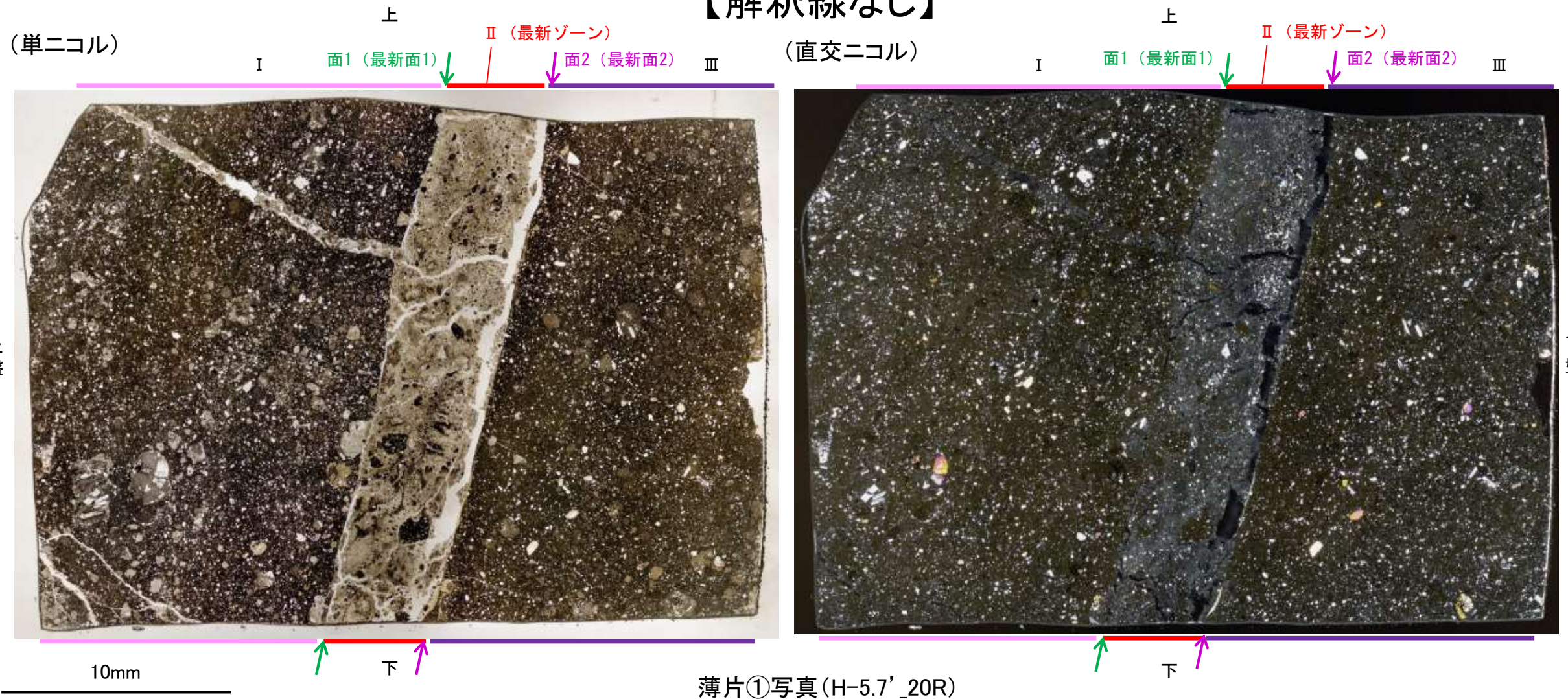


5.8.1 S-7 (1) H-5.7' 孔① —最新面の認定(微視的観察)—

- 薄片①で実施した微視的観察(薄片観察)の結果, 色調や礫径などから, 上盤側よりⅠ～Ⅲに分帯した。
- そのうち, 最も細粒化している分帯Ⅱを最新ゾーンとして抽出した。
- 最新ゾーンと分帯Ⅰとの境界に, 面1(緑矢印)が認められる。面1は一部で不連続だが, 最新ゾーンの中では比較的直線性・連続性がよい面である。
- 最新ゾーンと分帯Ⅲとの境界に, 面2(紫矢印)が認められる。面2は微細な凹凸を伴い直線性に乏しいが, 最新ゾーンの中では比較的連続性がよい面である。
- 最新ゾーン中に認められるY面は面1, 面2のみであり, 面1が最も直線的に観察されるが, 面1と面2は同程度の連続性を有することから, 面1を最新面1, 面2を最新面2とし, それぞれについて変質鉱物との関係を確認する。

分帯とコア観察における破碎部区分との対応
 ・分帯Ⅱ(最新ゾーン)・・・粘土状破碎部
 ・分帯Ⅰ, 分帯Ⅲ・・・固結した破碎部

【解釈線なし】



薄片①写真(H-5.7' _20R)

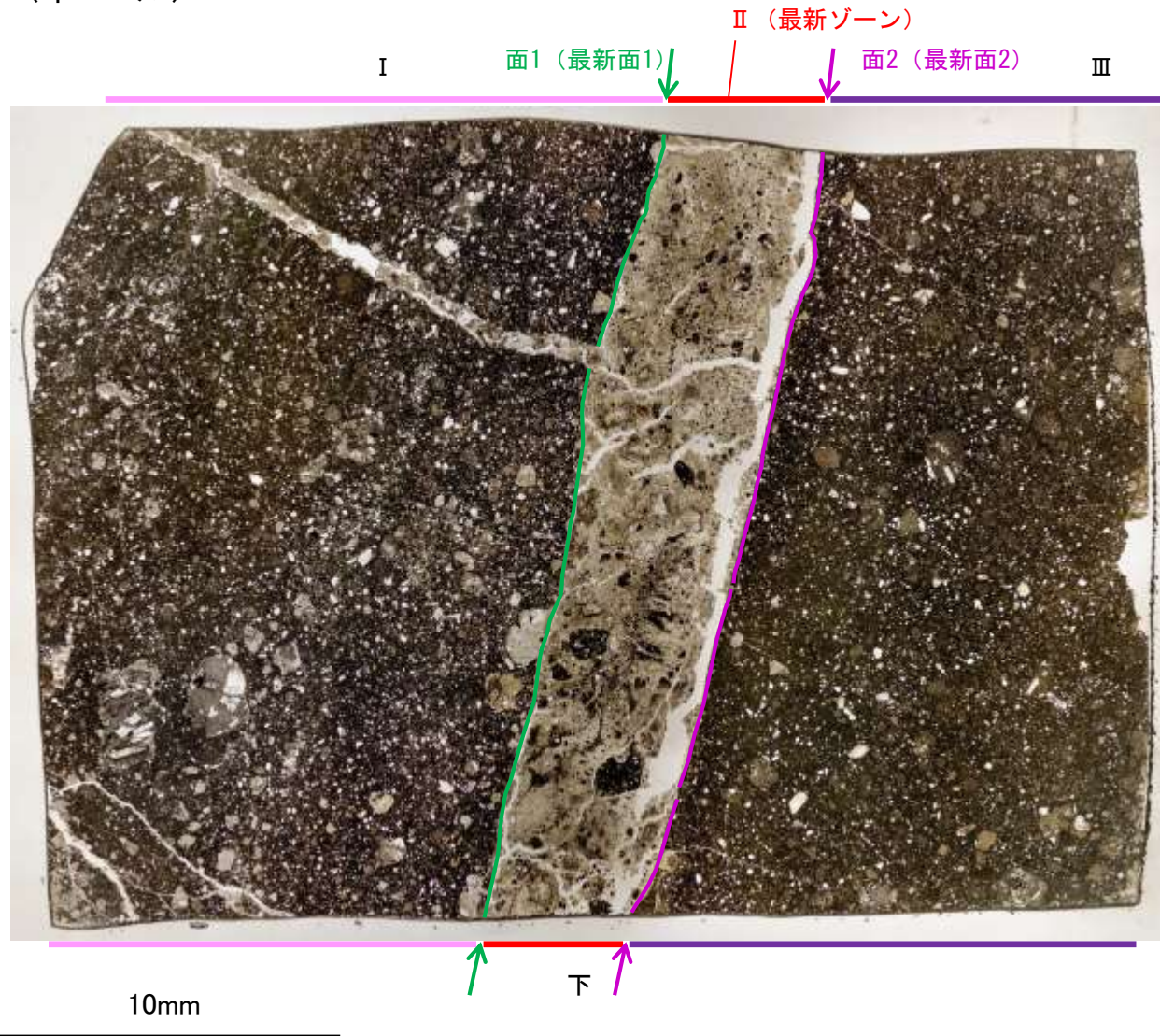
- Ⅰ: 単ニコルで暗褐灰～暗灰色, 直交ニコルで灰色の干渉色を呈する凝灰岩からなる。径3mm以下の岩片や鉱物片が細粒な基質中に含まれる。岩片, 鉱物片は垂角～垂円形である。
- Ⅱ(最新ゾーン): 単ニコルで褐灰～灰色, 直交ニコルで灰色の干渉色を呈する, 粘土鉱物を含む細粒物からなる。径2mm以下の岩片や鉱物片が細粒な基質中に含まれる。岩片は角～垂円形, 鉱物片は垂角～垂円形である。基質中や岩片の縁辺部に粘土鉱物が生成している。
- Ⅲ: 単ニコルで暗褐灰～暗灰色, 直交ニコルで灰色の干渉色を呈する凝灰岩からなる。径2mm以下の岩片や鉱物片が細粒な基質中に含まれる。岩片, 鉱物片は垂角～垂円形である。面2やその他の割れ目に粘土鉱物が生成している。

S-7_H-5.7' 孔①

【解釈線あり】

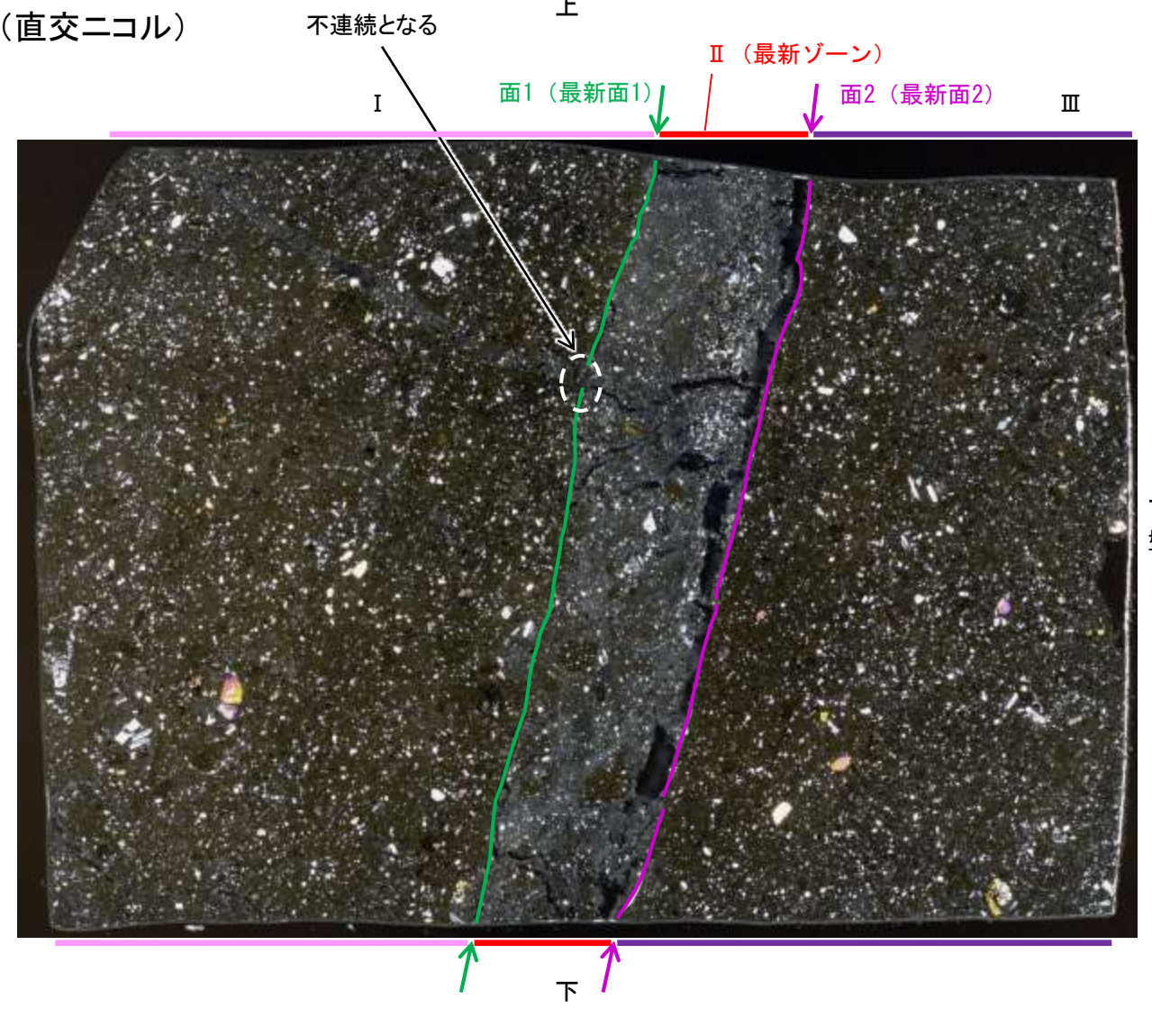
(単ニコル)

上



(直交ニコル)

上



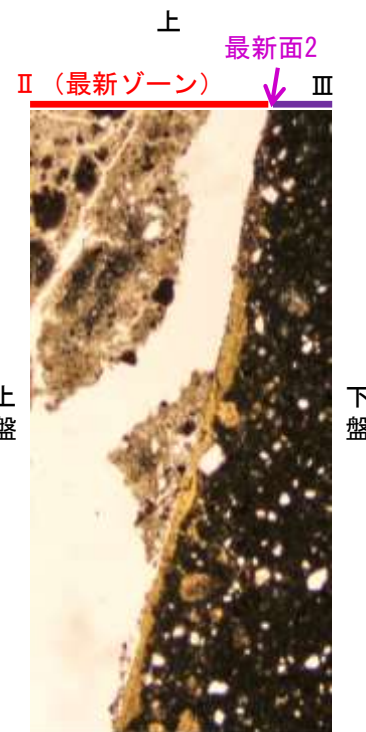
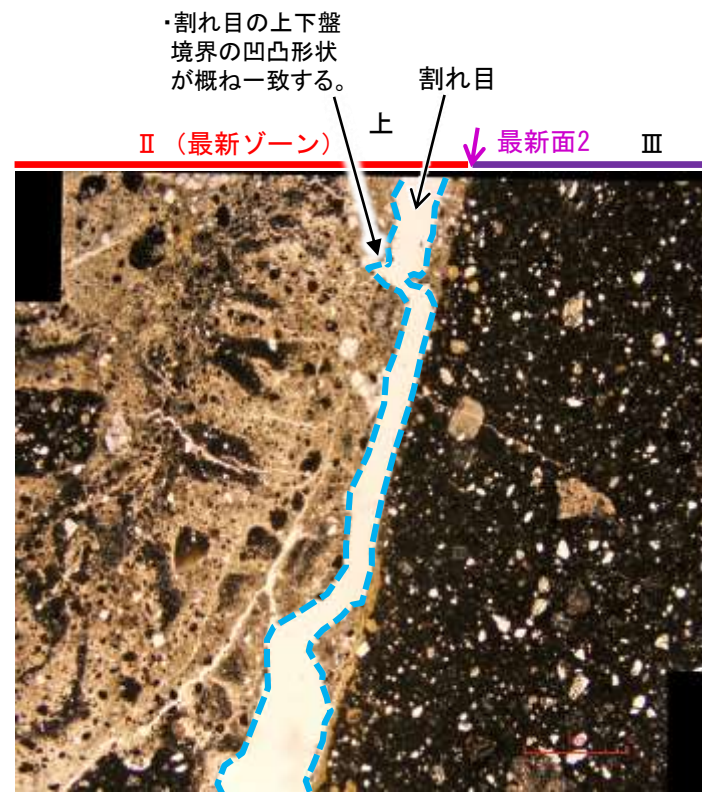
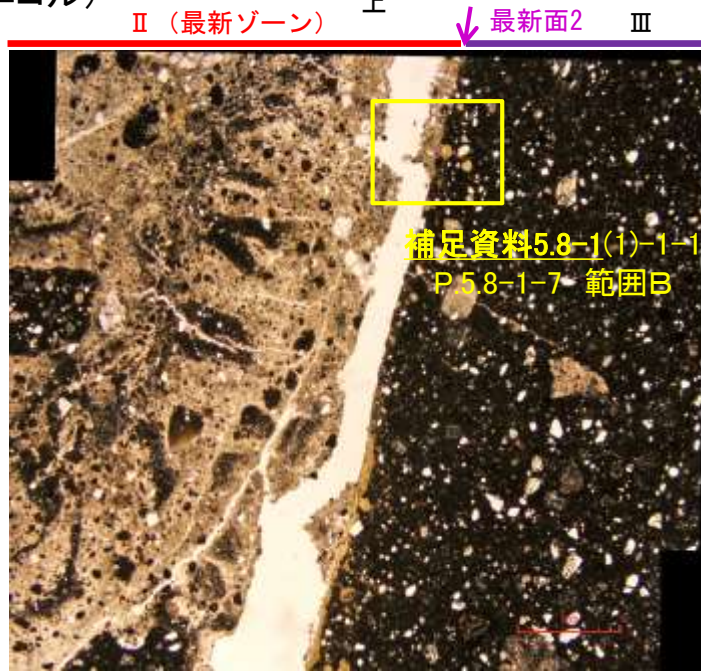
薄片①写真(H-5.7' _20R)

- ・最新ゾーンと分帯 I との境界に、面1(緑矢印)が認められる。面1は一部で不連続だが、最新ゾーンの中では比較的直線性・連続性がよい面である。
- ・最新ゾーンと分帯 III との境界に、面2(紫矢印)が認められる。面2は微細な凹凸を伴い直線性に乏しいが、最新ゾーンの中では比較的連続性がよい面である。

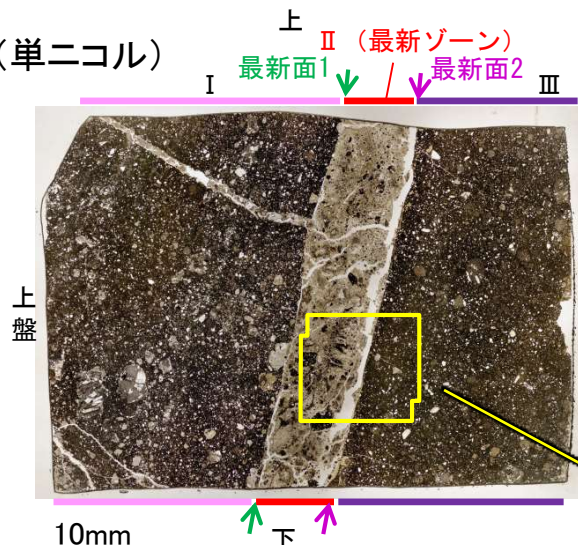
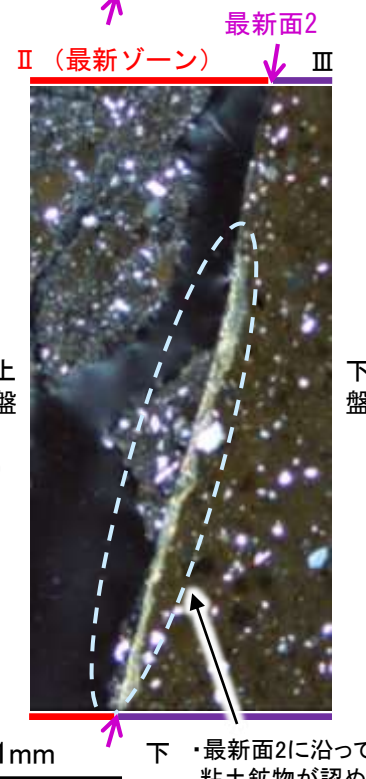
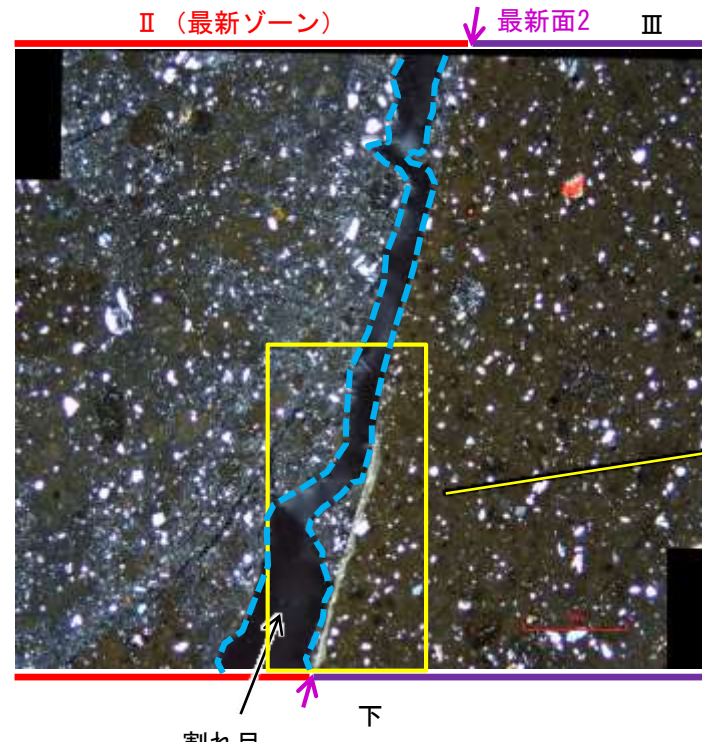
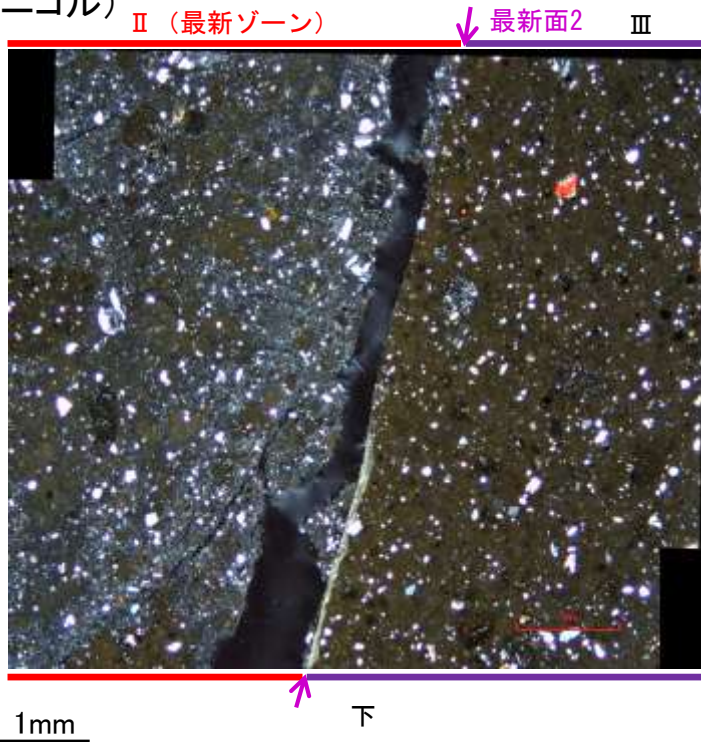
S-7_H-5.7' 孔①

【最新面2の詳細観察】

(単ニコル)



(直交ニコル)



薄片①写真(H-5.7' _20R)

・最新面2はその上盤側に分布する割れ目と比べて直線性がよく、最新面2に沿って粘土鉱物が認められる。
 ・また、この割れ目は上下盤境界の凹凸形状が概ね一致することから、断層活動によって生じたせん断面ではなく、薄片作成時等に生じたものであると判断した。
 ・以上を踏まえ、最新面2を最新面として認定した。

拡大写真

(左:加筆なし, 右:加筆あり)