

志賀原子力発電所適合性審査資料
SK2-地058-01
2022年8月18日

志賀原子力発電所2号炉 敷地の地質・地質構造について

敷地内断層の活動性評価
(コメント回答)

2022年8月18日
北陸電力株式会社

○当社は、第1049回審査会合(2022年5月20日)において、敷地内断層に関する追加調査結果について説明を行い、以下[1]~[3]の3項目に関するコメントを受けた。

[1] 海岸部の2断層(K-2, K-18)等の鉱物脈法による評価

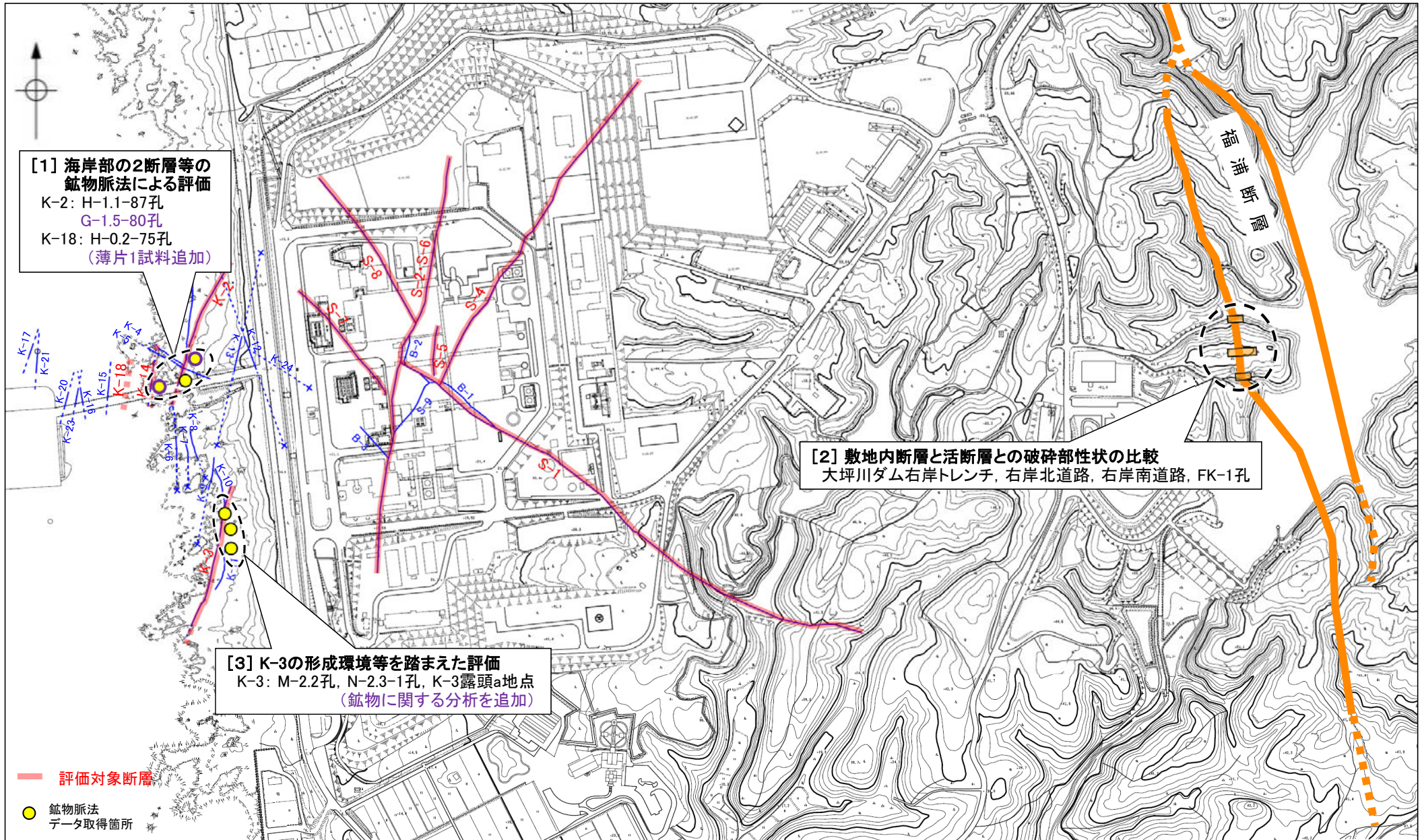
[2] 敷地内断層と活断層との破碎部性状の比較

[3] K-3の形成環境等を踏まえた評価

○本日は、上記コメントへの回答を行う。

本日の説明内容

- 海岸部の2断層(K-2, K-18)について、既存の薄片の詳細観察及び新たな薄片の追加観察を実施した結果、鉬物脈が明確に最新面を横断する状況を確認した(コメントNo.126, 下図[1])。
- 敷地内断層と活断層(福浦断層)について、改めて薄片の詳細観察を行い、破碎部性状の違いを明確に示した(コメントNo.127, 下図[2])。
- K-3の鉬物の追加分析等を実施し、形成環境等を踏まえた評価を行った結果、K-3に後期更新世以降の活動は認められないと評価した(コメントNo.128, 下図[3])。



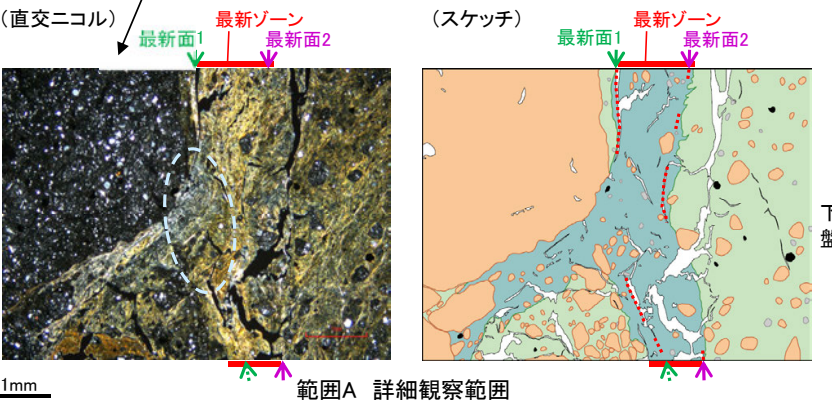
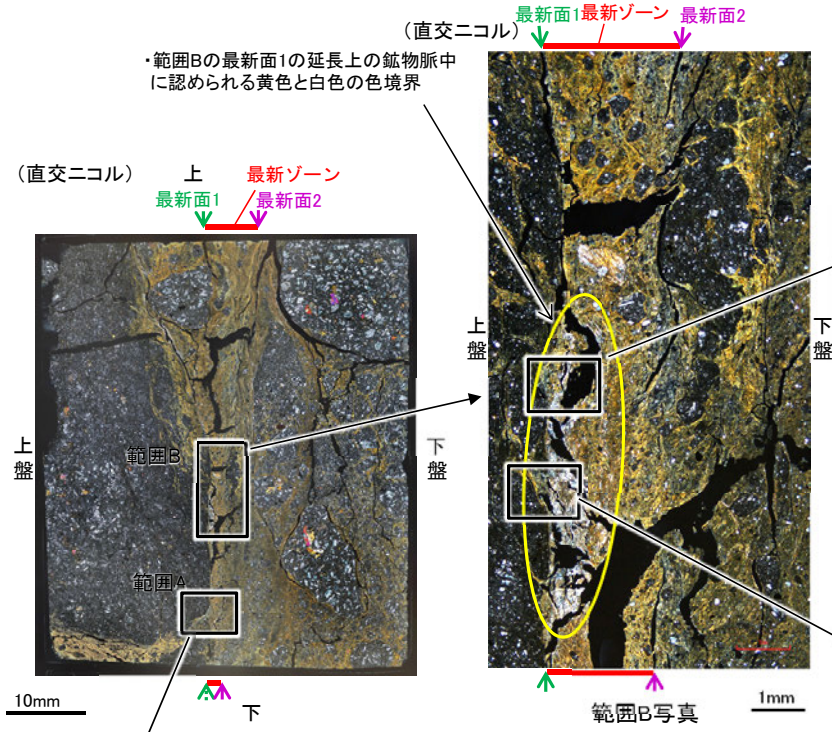
[1] 海岸部の2断層等の鉱物脈法による評価(K-2)

【第1049回審査会合におけるコメント】

コメントNo.126(1)

・K-2 H-1.1-87孔 範囲B

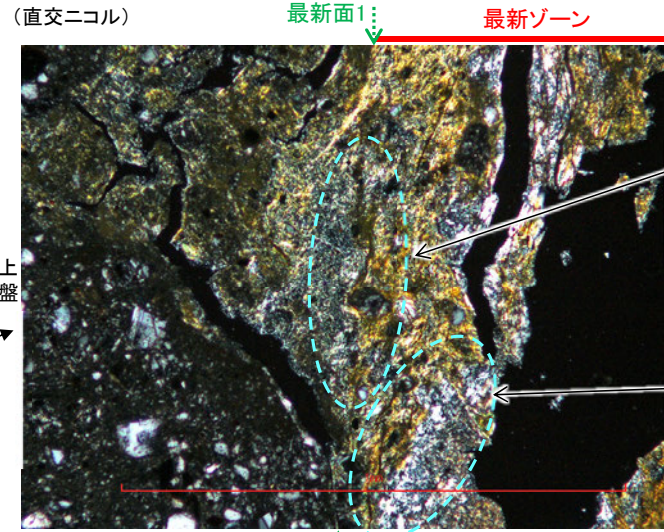
最新面1と鉱物脈の関係については範囲Aで評価しているが、範囲Bにおいて、最新面1の延長上の鉱物脈中に色境界があり、鉱物脈が明確に最新面1を横断しているか分かりづらい。



・最新面1については、範囲Aの最新面1を横断する鉱物脈によって評価を行っている。

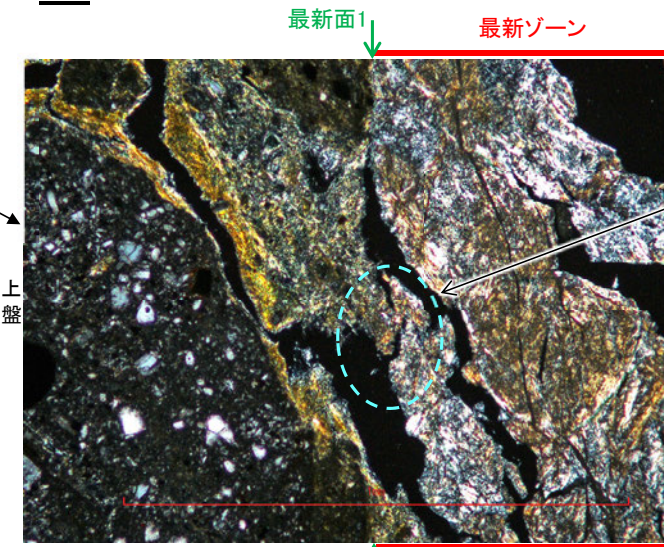
＜既存の薄片の詳細観察(K-2)＞

【回答の概要】(P.37～40)



・黄色と灰色の粘土鉱物は、粘土鉱物の量の違いで干渉色が若干異なるものの、他の敷地内断層における薄片観察結果等を踏まえ、いずれもI/S混合層だと判断した。
・黄色と灰色の粘土鉱物(I/S混合層)の境界は凹凸し漸移的であり、せん断面や引きずりなどの変形は認められない。

・黄色の粘土鉱物(I/S混合層)と白色の粘土鉱物(セピオライト)の境界は凹凸し漸移的であり、せん断面や引きずりなどの変形は認められない。

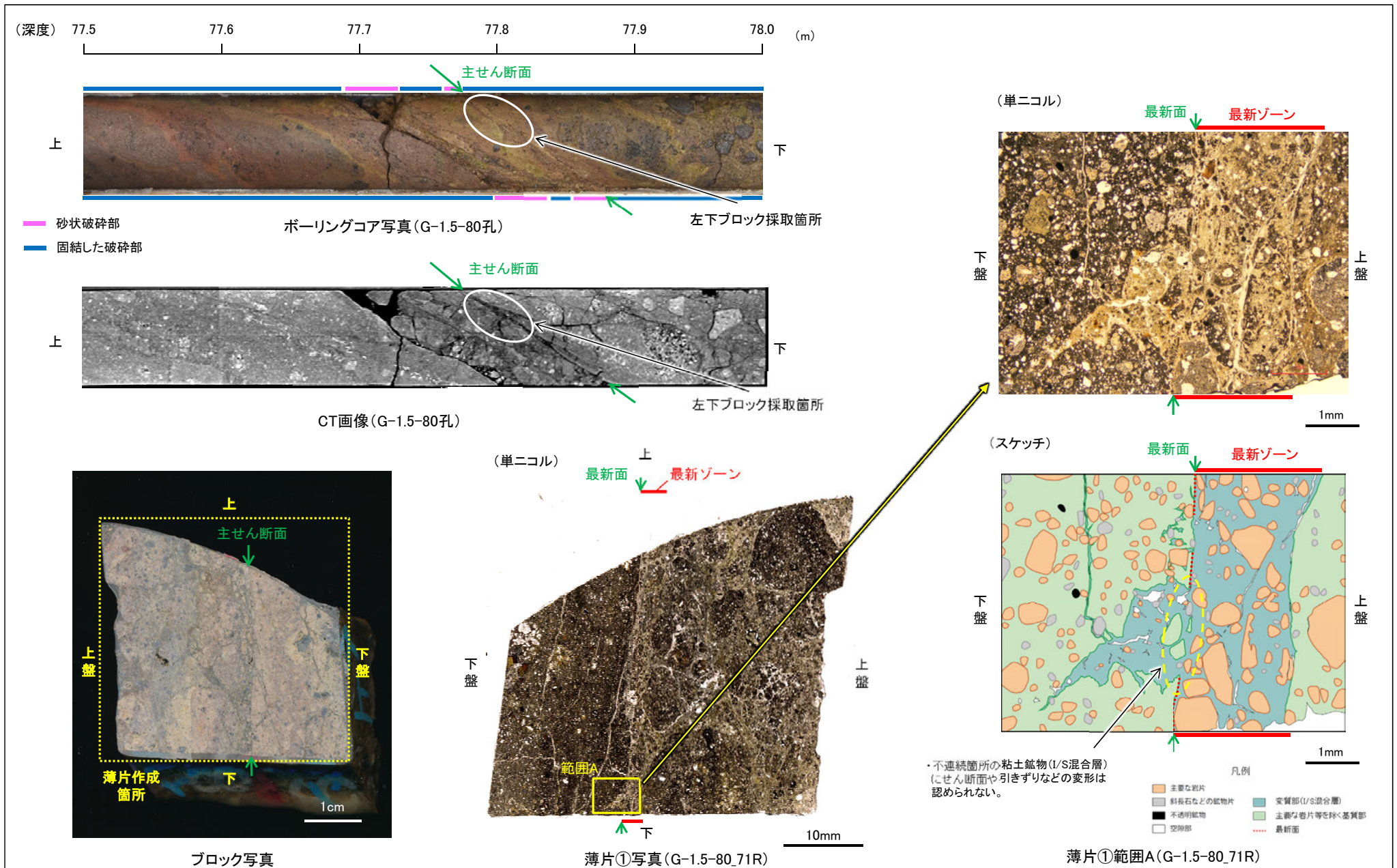


・灰色の粘土鉱物(I/S混合層)と白色の粘土鉱物(セピオライト)の境界は凹凸し漸移的であり、せん断面や引きずりなどの変形は認められない。

範囲B 詳細観察範囲写真

・最新面1付近に分布する、黄色の粘土鉱物(I/S混合層)、灰色の粘土鉱物(I/S混合層)及び白色の粘土鉱物(セピオライト)の境界は、凹凸し漸移的であり、せん断面や引きずりなどの変形は認められない。

＜K-2については、今回新たに最新面を横断する鉱物脈を確認した＞(P.44～56)



・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。

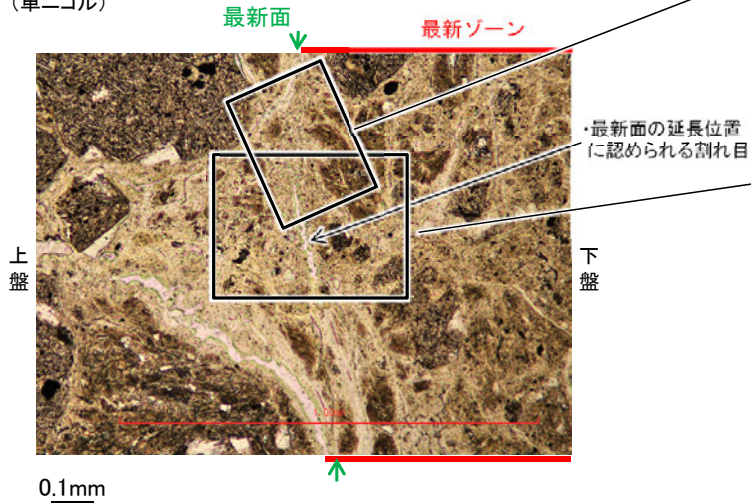
[1] 海岸部の2断層等の鉱物脈法による評価(K-18)

【第1049回審査会合におけるコメント】

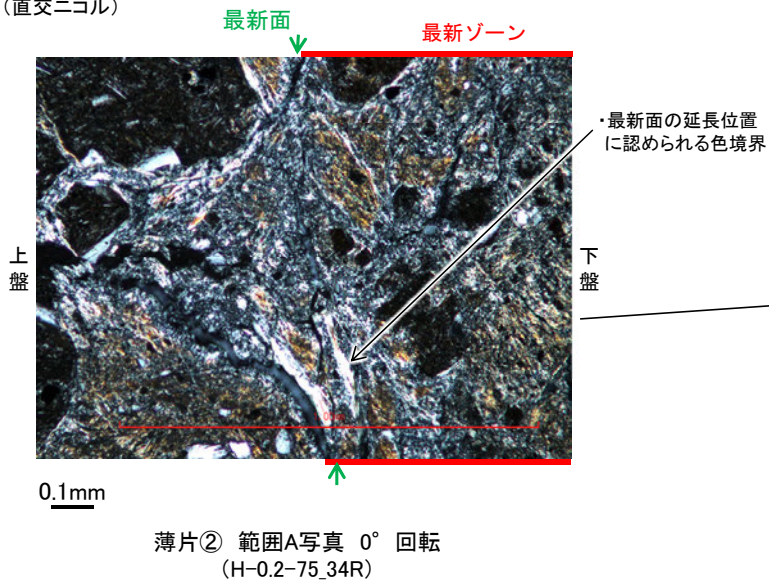
コメントNo.126(2)

・K-18 H-0.2-75孔 薄片②
最新面の延長上に割れ目や色境界があり、鉱物脈が明確に最新面を横断しているか分かりづらい。

(単ニコル)

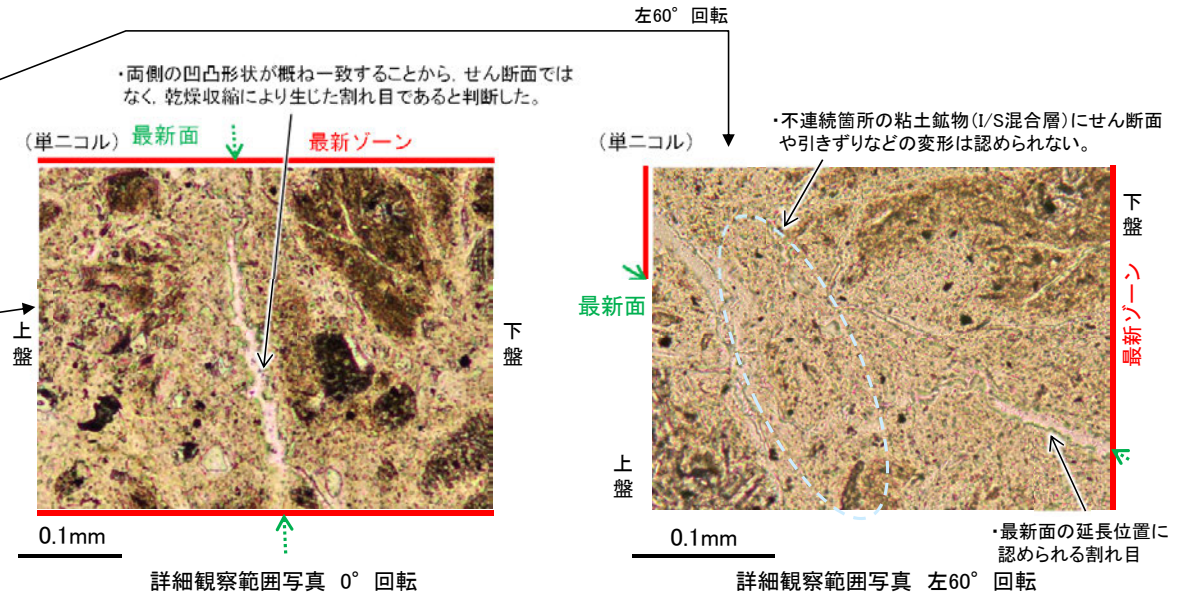


(直交ニコル)



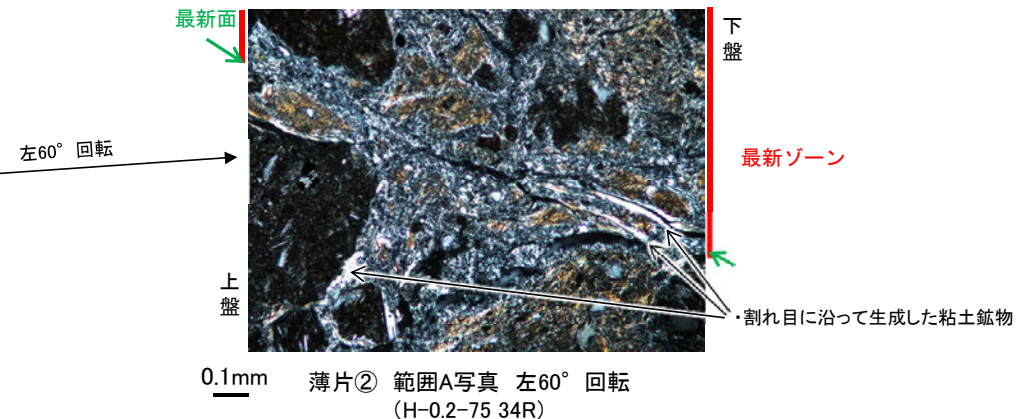
＜既存の薄片の詳細観察(K-18)＞

【回答の概要】(P.81~83)



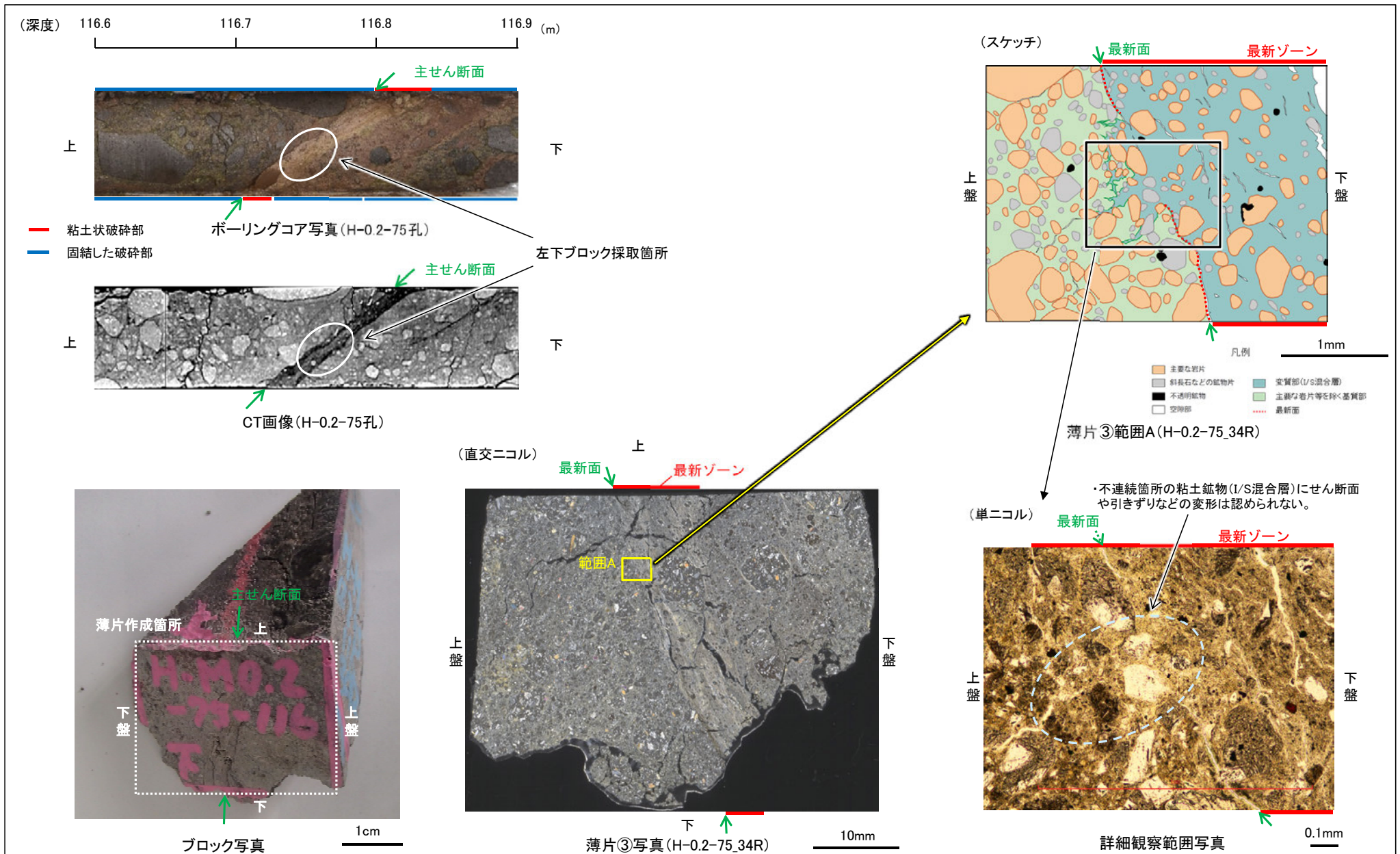
・最新面の延長位置に認められる割れ目について詳細に観察した結果、割れ目が途切れて不連続になっており、不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)にせん断面や引きずりなどの変形は認められない。

(直交ニコル)



・また、最新面の延長位置に認められる色境界は、連続性に乏しく、その周辺には最新面と異なる向きの割れ目に沿って同様の粘土鉱物が分布することから、せん断面ではなく、割れ目に沿って生成した粘土鉱物だと判断した。

＜K-18については、今回新たに最新面を横断する鉱物脈を確認した＞(P.84～91)



・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。

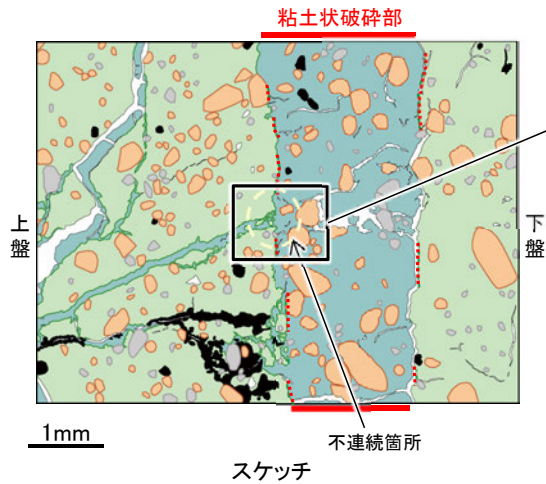
[2] 敷地内断層と活断層との破碎部性状の比較(不連続箇所と比較)

【第1049回審査会合におけるコメント】

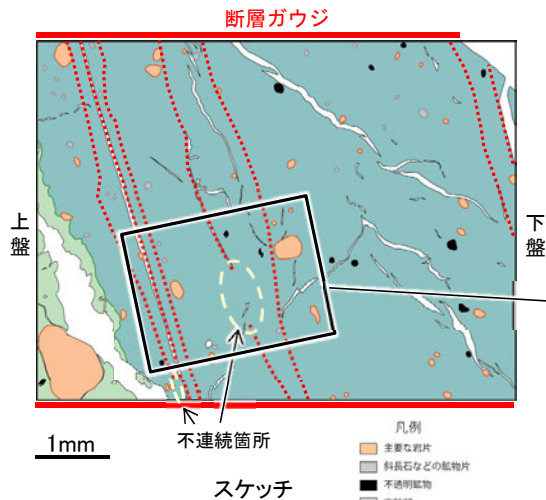
コメントNo.127(1)

薄片観察における下記の点について、改めてデータを示した上で、敷地内断層と福浦断層の違いについてより詳細に説明すること。
 ・敷地内断層と同様、福浦断層においてもY面の不連続が認められる点。

敷地内断層(S-1 H-6.7孔)



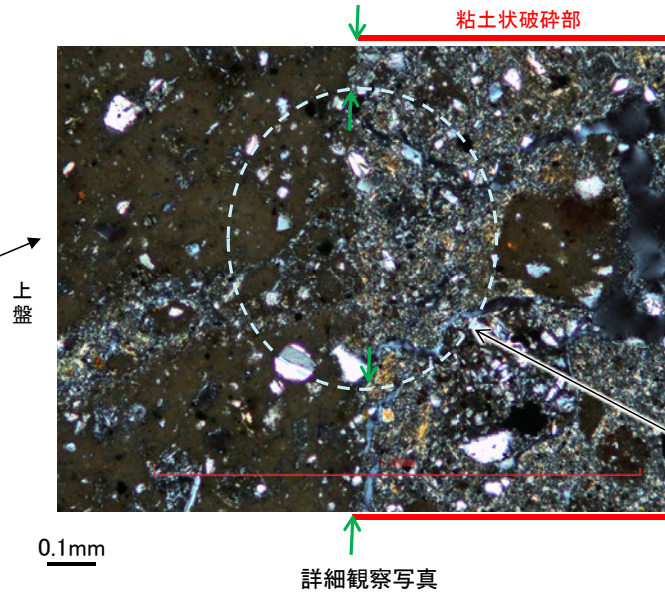
活断層(福浦断層 FK-1孔)



【回答の概要】(P.111, 126, 127, 151, 152)

敷地内断層(S-1 H-6.7孔)

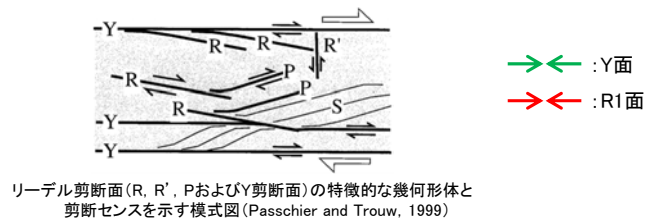
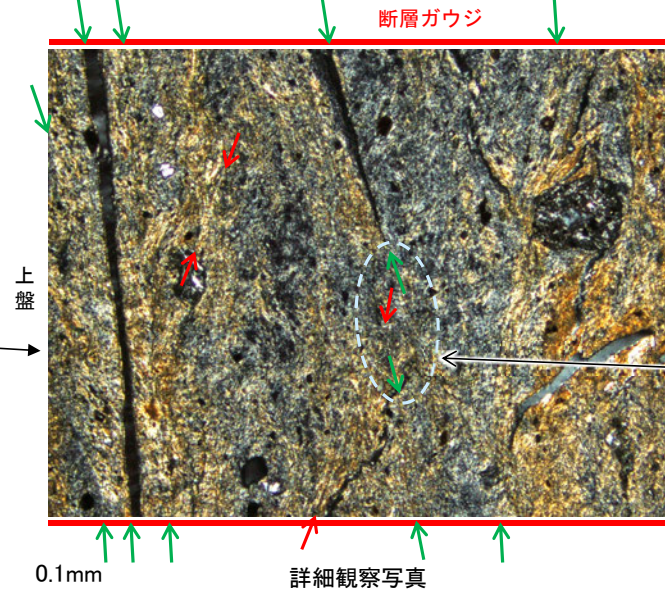
(直交ニコル)



【敷地内断層】
 ・Y面の不連続箇所の周辺にその他のY面は認められない。
 ・Y面は粘土鉱物(I/S混合層)により不連続となっている。

活断層(福浦断層 FK-1孔)

(直交ニコル)



【福浦断層】
 ・Y面の不連続箇所の周辺に複数の連続的なY面が認められる。
 ・Y面はR1面により不連続となっている※。(不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に不明瞭ながらR1面が認められる。)

※地表付近では、Y面は後期更新世以降に生成した可能性のあるハロサイト等により不連続となっている。

[2] 敷地内断層と活断層との破碎部性状の比較 (Y面を横断しているように見える箇所と比較)

【第1049回審査会合におけるコメント】

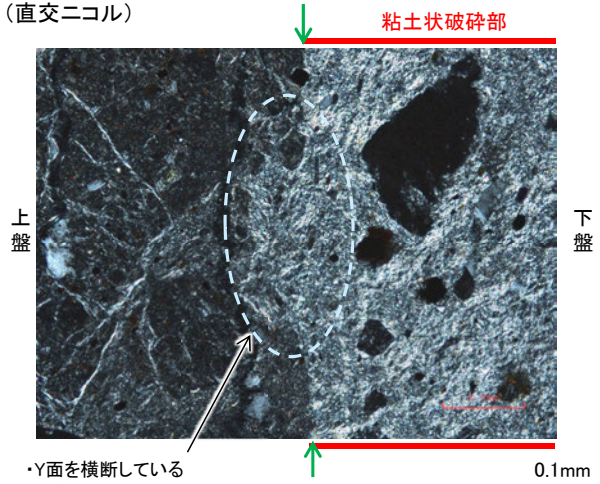
コメントNo.127(2)

薄片観察における下記の点について、改めてデータを示した上で、敷地内断層と福浦断層の違いについてより詳細に説明すること。

- 敷地内断層と同様、福浦断層においても粘土鉱物がY面を横断しているように見える点。

敷地内断層 (S-2・S-6 E-8.5-2孔)

(直交ニコル)

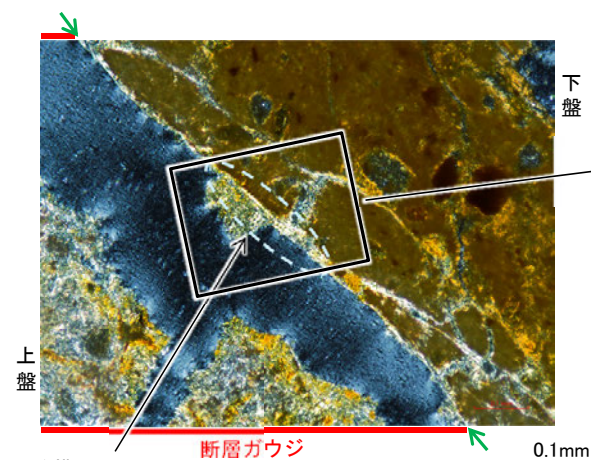


・Y面を横断しているように見える

薄片写真

活断層 (福浦断層 大坪川ダム右岸北道路)

(直交ニコル)



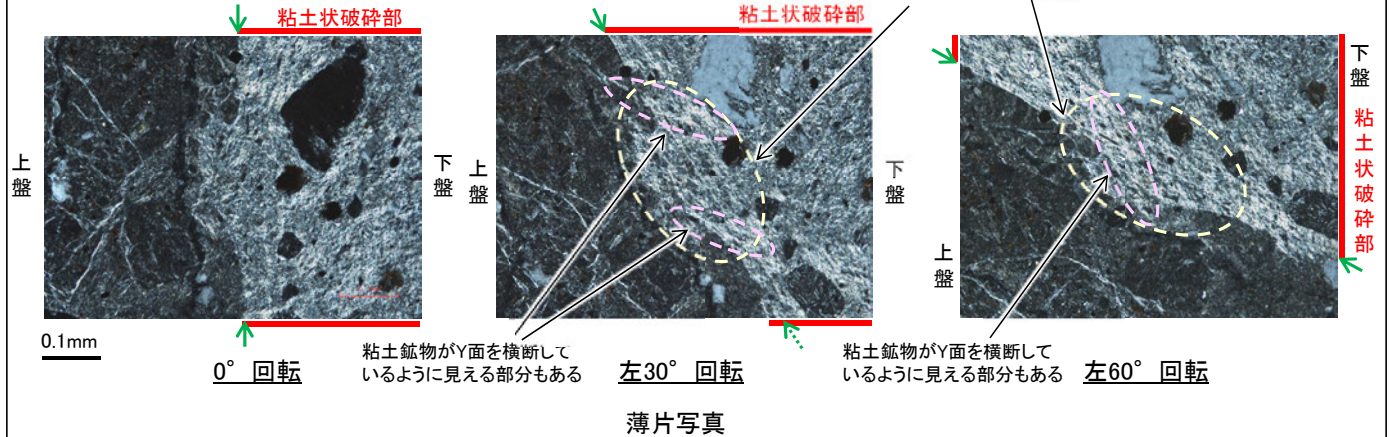
・Y面を横断しているように見える

薄片写真

【回答の概要】 (P.153~155)

敷地内断層 (S-2・S-6 E-8.5-2孔)

(直交ニコル)



粘土鉱物が網目状に分布し、せん断面や引きずりなどの変形は認められない。

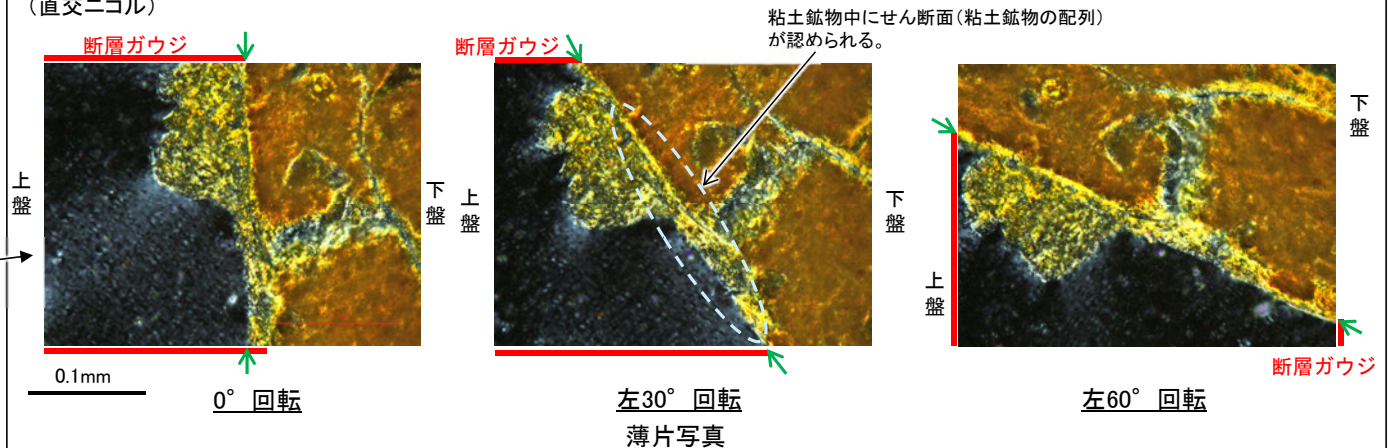
下盤
粘土状破碎部
上盤

【敷地内断層】

- ・Y面を横断する粘土鉱物にせん断面や引きずりなどの変形は認められない。

活断層 (福浦断層 大坪川ダム右岸北道路)

(直交ニコル)



粘土鉱物中にせん断面(粘土鉱物の配列)が認められる。

下盤
断層ガウジ
上盤

【福浦断層】

- ・Y面を横断しているように見える箇所の粘土鉱物中にせん断面(粘土鉱物の配列)が認められる。

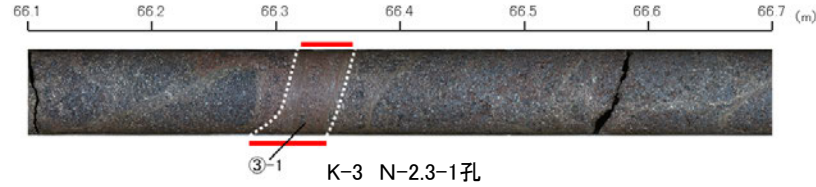
[3]K-3の形成環境等を踏まえた評価

【第1049回審査会におけるコメント】

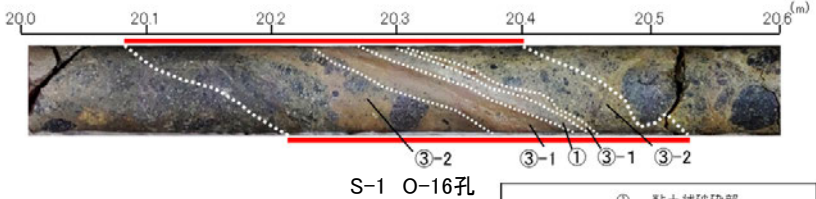
コメントNo.128

K-3については、他の評価対象断層と見た目や性状が異なることから、含まれる鉱物等の違いの有無等を明らかにした上で、形成環境等の検討結果も踏まえた評価について説明すること。

<K-3の観察結果の例>

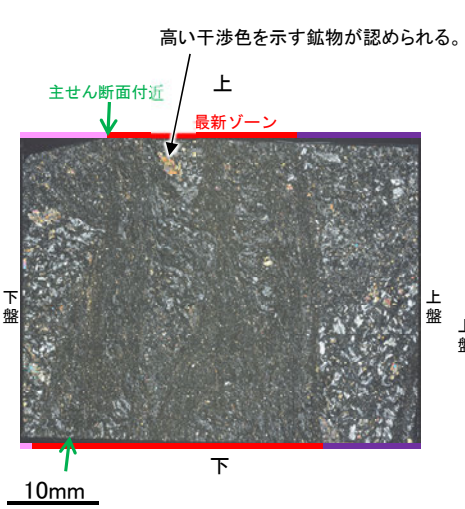


<K-3以外の評価対象断層(S-1)の観察結果の例>

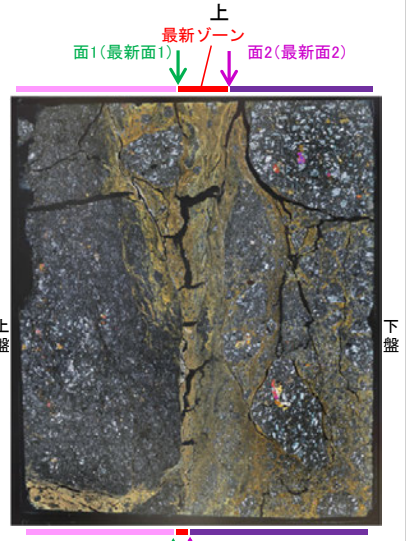


・K-3は浅部・深部ともに、正断層センスの固結した破砕部のみからなるが、K-3以外の評価対象断層は、固結した破砕部と逆断層センスの粘土状破砕部を介在する。

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



・K-3は、その他の評価対象断層と異なり、直線性・連続性のよい面構造は認められず、高い干渉色を示す鉱物が認められる。



K-2薄片写真(H-1.1-87_117R)

【回答の概要】 <K-3とその他の評価対象断層との形成環境の違い> (P.159~172)

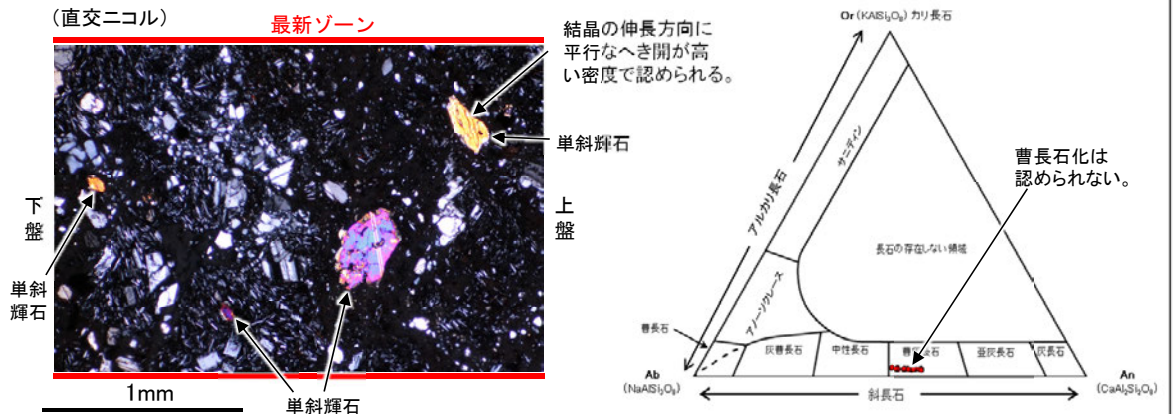
<既往調査結果>

- ・いずれの評価対象断層も破砕部(固結, 粘土)中の鉱物組成に明確な差異は認められない。
- ・いずれの評価対象断層にもI/S混合層が認められる。

<追加分析>

- ・K-3(N-2.3-1孔)の薄片で認められた高い干渉色を呈する鉱物の分析
⇒薄片観察, EPMA分析の結果, K-3以外の評価対象断層にも認められる単斜輝石であることを確認した。
- ・K-3の破砕部中の斜長石の曹長石化検討
⇒EPMA分析の結果, K-3以外の評価対象断層と同様に曹長石化は認められない。

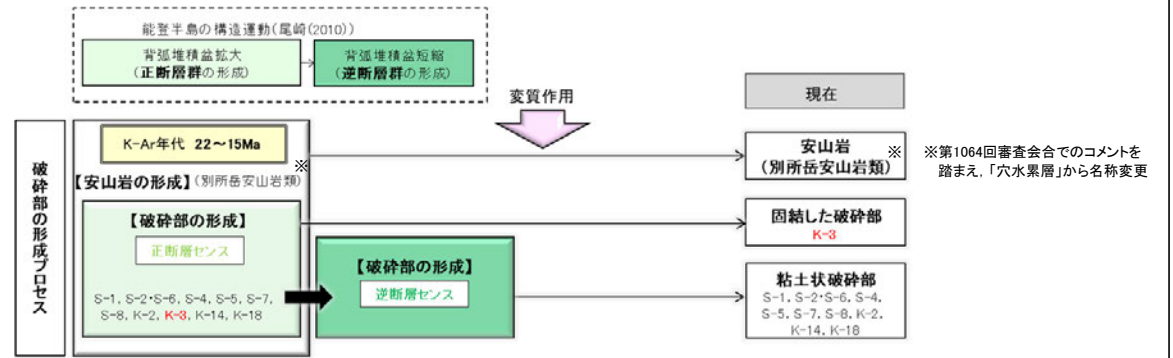
・K-3とその他の評価対象断層は、同じような環境下で変質作用を受けている。



K-3薄片写真(N-2.3-1.90R(EPMA用)) K-3 曹長石化の検討結果(N-2.3-1孔)

<破砕部の形成プロセス>

- ・正断層センスの固結した破砕部はいずれの評価対象断層にも認められるが、逆断層センスの粘土状破砕部はK-3には認められない。
- ・K-3以外の評価対象断層には、最新面が認められるが、K-3には直線性・連続性のよい面構造は認められない。



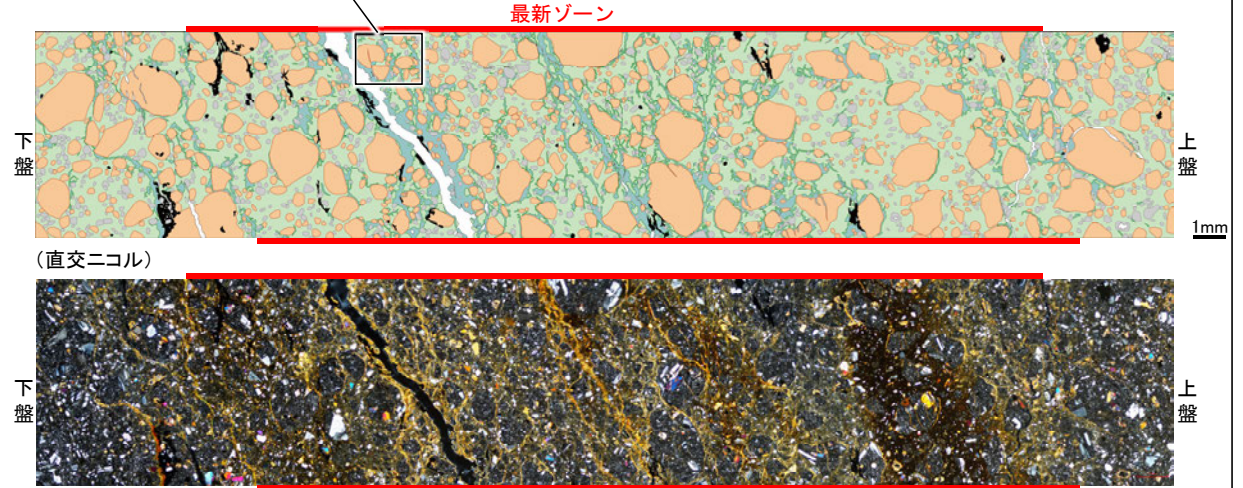
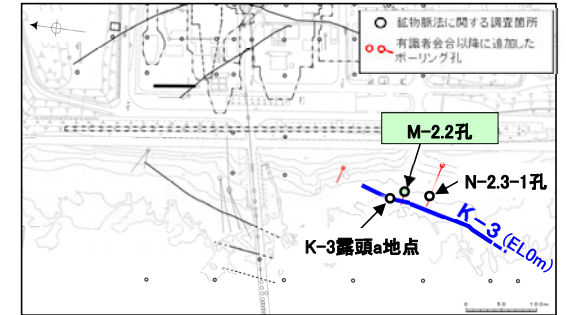
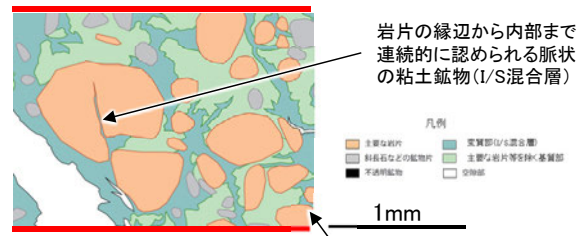
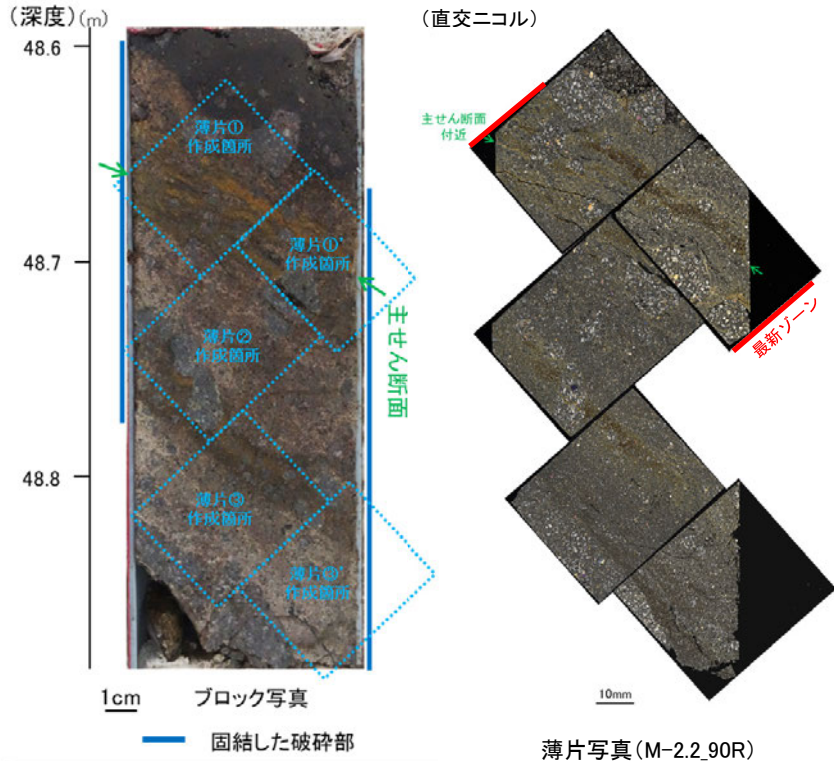
・形成プロセスに照らすと、いずれの評価対象断層も正断層センスの固結した破砕部形成までのプロセスは同じだが、K-3はその後の逆断層センスの断層活動がない。

【回答の概要】 <K-3の活動性評価> (P.173~206)

断層の後期更新世以降の活動を否定するにあたり、地層や鉱物脈等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

M-2.2孔<鉱物脈法による活動性評価>

・K-3はその他の評価対象断層と異なり、最新面が明確に認定できないことから、最新面が分布する可能性のある最新ゾーンと鉱物脈(I/S混合層)との関係を広範囲で確認し、活動性評価を行った。

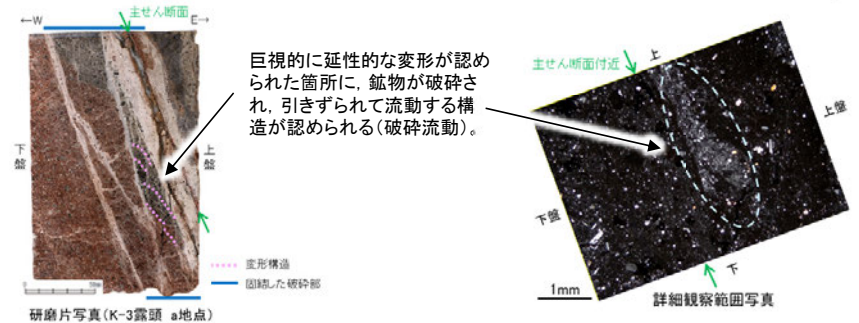


K-3 薄片①(上:スケッチ, 下:薄片拡大写真(M-2.2_90R))

・最新ゾーンには広く粘土鉱物(I/S混合層)が網目状に分布し、これらの粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められない。また、微細な脈状の粘土鉱物(I/S混合層)が最新ゾーン中の岩片の縁辺から内部まで連続的に分布し、この粘土鉱物(I/S混合層)に礫の回転等による変位・変形は認められない。

N-2.3-1孔, K-3露頭 a地点<形成環境から推定した活動性評価>

・K-3の最新ゾーンは、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、少なくとも10MPa程度の封圧下の地下深部で形成されたものと判断される。



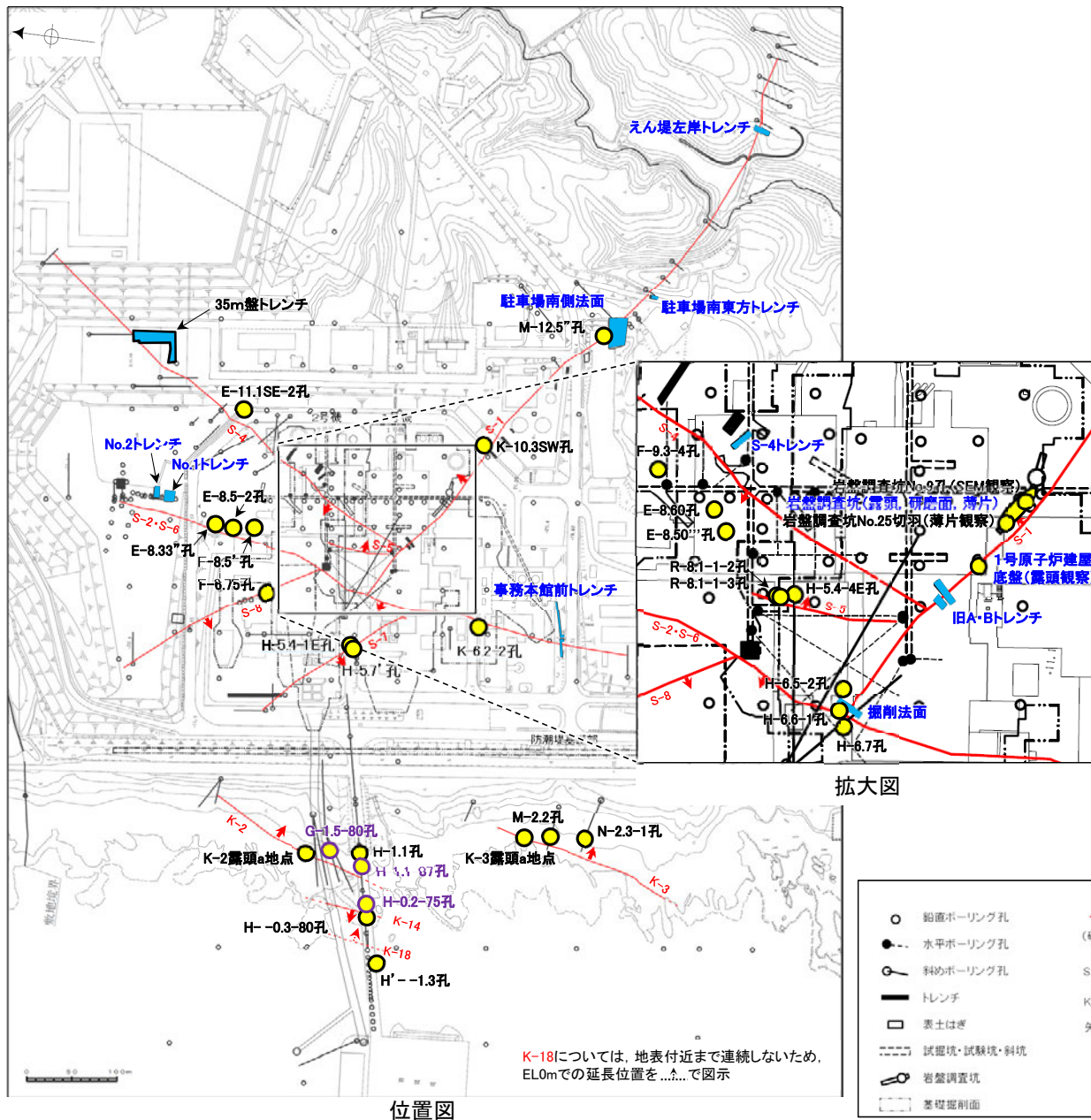
・鉱物脈法(M-2.2孔)による評価の結果、K-3の最新活動はI/S混合層の生成以前であり、K-3に後期更新世以降の活動は認められない。
・また、固結した破砕部からなる最新ゾーンの形成環境から推定した活動性評価についても上記評価と整合する。

余白

敷地(陸域・海岸部)の評価対象断層の活動性評価

○有識者会合時の評価データに加え、その後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。

【位置図(評価地点)】



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-6.6-1孔 H-6.7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 K-6.2-2孔 F-8.5' 孔 E-8.5-2孔 E-8.33' 孔
S-4	2地点 35m盤トレンチ S-4トレンチ	4地点 E-8.50"孔 E-8.60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-5.4-1E孔 H-5.7' 孔
S-8	—	1地点 F-6.75孔
K-2	—	4地点 H-1.1-87孔 G-1.5-80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	—	1地点 H-0.2-75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1049回審査会合以降の主なデータ拡充箇所

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

— 評価対象断層
(破線はさらに延長する可能性のある箇所)

S-O (陸域 EL+4.7m)
K-O (海岸部 EL0m)
矢印(♠)の向きは断層の傾斜方向を示す

【活動性評価地点】

- 鉱物脈法(第1049回審査会合までの取得箇所)
- 鉱物脈法(第1049回審査会合以降の主なデータ拡充箇所)
- 上載地層法

【活動性評価結果】

青字:有識者会合時の評価データ

○評価対象断層(10断層)の活動性について、地層や鉱物脈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)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)。

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	堆積物の年代	最新面と鉱物脈の関係	鉱物脈の年代			
全断層共通	鉱物脈法	目視観察	敷地内全域			△	Ⓐ	・ボーリングコア観察の結果、破砕部中に鉱物脈を確認した。鉱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、破砕部の形成は鉱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	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		○	Ⓑ					<ul style="list-style-type: none"> ・S-1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、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。
		駐車場南側法面		○	Ⓑ					
		旧A・Bトレンチ		△	Ⓑ					<ul style="list-style-type: none"> ・有識者会合の評価に対して、有識者会合以降の追加検討により、S-1は中位段丘 I 面を構成する堆積物に変位・変形を与えていないとする当該評価を支持するデータを取得したものの、直接的な地質データではないため、断層による変位・変形の有無については明確に判断できない。 ・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。
	掘削法面		○	Ⓑ	<ul style="list-style-type: none"> ・S-1は中位段丘 I 面を構成する堆積物に変位・変形を与えていない。 ・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。 					
	薄片観察	H-6.6-1孔		○				Ⓐ	<ul style="list-style-type: none"> ・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-1の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。 ・碎屑岩脈が、最新面及び最新ゾーン全体を横断して分布し、横断箇所に変位・変形は認められないことから、S-1の最新活動は、碎屑岩脈の形成以前である。 	後期更新世以降の活動は認められない
		H-6.7孔		○				Ⓐ		
		M-12.5"孔		○				Ⓐ		
		岩盤調査坑 No.25切羽		△				Ⓐ		
		H-6.5-2孔		△				Ⓐ		
K-10.3SW孔		△	Ⓐ							
露頭観察	1号原子炉建屋底盤(露頭観察)		△	Ⓑ	<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。 	は上記評価結果と整合する				
	岩盤調査坑(露頭、研磨面、薄片観察)		△	Ⓑ						
	SEM観察		△	Ⓐ						
	岩盤調査坑 No.9孔		△	Ⓐ						
S-2・S-6	上載地層法	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		○	Ⓒ					<ul style="list-style-type: none"> ・S-2・S-6は基盤直上の堆積物に変位・変形を与えていない。 ・堆積物の年代はAT降灰時期(2.8万~3万年前)以降である。
		事務本館前トレンチ		○	Ⓒ					
	薄片観察	K-6.2-2孔		○	Ⓐ			<ul style="list-style-type: none"> ・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を横断して分布し、最新面が不連続になっており、不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められないことから、S-2・S-6の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。 	後期更新世以降の活動は認められない	
		F-8.5'孔		○	Ⓐ					
		E-8.5-2孔		△	Ⓐ					
SEM観察	E-8.33"孔		△	Ⓐ	<ul style="list-style-type: none"> ・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が、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				

△:断層の後期更新世以降の活動を否定するにあたり、地層や鉱物脈等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

○: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)
最新面を横断する鉱物脈に変位・変形が認められない(鉱物脈法)
△: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

青字:有識者会合時の評価データ

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	堆積物の年代	最新面と鉱物脈の関係	鉱物脈の年代			
S-4	上載地層法	35m盤トレンチ	△	Ⓐ	/	/	・S-4の上方に分布するH I a段丘堆積物に変位・変形は認められないが、岩盤中の断層が岩盤上面付近で不明瞭となる。 ・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。	は下記評価結果と整合する	
		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。		
	鉱物脈法	薄片観察	E-8.50"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、不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められないことから、S-4の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。	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が、薄片作成時等の乱れの影響を受けている可能性がある。 ・SEM観察の結果、糸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が、最新面と粘土鉱物(I/S混合層)との切り合い関係が不明確である。	
S-5	鉱物脈法	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、不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められないことから、S-5の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。	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が、最新面と粘土鉱物(I/S混合層)との切り合い関係が不明確である。			
			H-5.4-4E孔	△	Ⓑ	・薄片観察の結果、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が、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	薄片観察	H-5.4-1E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-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		
S-8	鉱物脈法	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-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	薄片観察	H-1.1-87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。	後期更新世以降の活動は認められない		
			G-1.5-80孔	○	Ⓐ				
			H-1.1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が、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る。 ・K-2の最新ゾーンは、固結した破砕部からなり、周辺の固結した破砕部と類似した性状を有し、直線性・連続性のよい面構造は認められない。また、最新ゾーンに破砕流動が認められ、その形成環境について知見に照らした結果、最新ゾーンは封圧の小さな地表付近ではなく、地下深部で形成されたものと判断される。 ・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		
K-3	鉱物脈法	薄片観察	M-2.2孔	○	Ⓐ	・薄片観察の結果、最新ゾーンには広く粘土鉱物(I/S混合層)が網目状に分布し、これらの粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められないことから、K-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	△	Ⓑ	・K-3の最新ゾーンは、固結した破砕部からなり、周辺の固結した破砕部と類似した性状を有し、直線性・連続性のよい面構造は認められない。また、最新ゾーンに破砕流動が認められ、その形成環境について知見に照らした結果、最新ゾーンは封圧の小さな地表付近ではなく、地下深部で形成されたものと判断される。 ・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。			
K-14	鉱物脈法	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-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が晶出し、柱状結晶に破砕や変形は認められないが、薄片作成時等の乱れの影響を受けている可能性がある。			
K-18	鉱物脈法	薄片観察	H-0.2-75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		
(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、地層や鉱物脈等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

○: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)
最新面を横断する鉱物脈に変位・変形が認められない(鉱物脈法)
△: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

*約12~13万年前に赤色土壌化した

敷地の地質・地質構造に関するコメント一覧(未回答分)

区分	No.	コメント			回答	備考
		開催回	日付	内容		
鉱物脈法 (薄片観察)	126	第1049回	2022.5.20	<p>明確に鉱物脈が最新面を横断する状況が写真では見てとれない下記の箇所について、既存の薄片の詳細観察あるいは新たに作成した薄片等を用いて、より詳細に説明すること。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・K-2 H-1.1-87孔 範囲B 最新面1と鉱物脈の関係については範囲Aで評価しているが、範囲Bにおいて、最新面1の延長上の鉱物脈中に色境界があり、鉱物脈が明確に最新面1を横断しているか分かりづらい。 ・K-18 H-0.2-75孔 薄片② 最新面の延長上に割れ目や色境界があり、鉱物脈が明確に最新面を横断しているか分かりづらい。 ・S-2・S-6 E-8.5-2孔 範囲A・範囲B 鉱物脈のスケールが小さく、最新面が凹凸しているだけのように見てとれ、現状では明確に横断しているとはいえない。他の薄片で鉱物脈が最新面を横断する状況を示すデータが得られているが、本薄片も活動性を否定する主たるデータと位置付けるのであれば、同様の状況を改めて示すこと。 	今回説明	
敷地内断層と活断層との 破碎部性状の比較	127	第1049回	2022.5.20	<p>薄片観察における下記の点について、改めてデータを示した上で、敷地内断層と福浦断層の違いについてより詳細に説明すること。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・敷地内断層と同様、福浦断層においてもY面の不連続が認められる点。 ・敷地内断層と同様、福浦断層においても粘土鉱物がY面を横断しているように見える点。 	今回説明	
K-3	128	第1049回	2022.5.20	<p>K-3については、他の敷地内断層と見た目や性状が異なることから、含まれる鉱物等の違いの有無等を明らかにした上で、形成環境等の検討結果も踏まえた評価について説明すること。</p>	今回説明	

コメント回答の概要

No	コメント	回答概要	記載頁
126	<p>明確に鉱物脈が最新面を横断する状況が写真では見てとれない下記の箇所について、既存の薄片の詳細観察あるいは新たに作成した薄片等を用いて、より詳細に説明すること。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・K-2 H-1.1-87孔 範囲B 最新面1と鉱物脈の関係については範囲Aで評価しているが、範囲Bにおいて、最新面1の延長上の鉱物脈中に色境界があり、鉱物脈が明確に最新面1を横断しているか分かりづらい。 ・K-18 H-0.2-75孔 薄片② 最新面の延長上に割れ目や色境界があり、鉱物脈が明確に最新面を横断しているか分かりづらい。 ・S-2・S-6 E-8.5-2孔 範囲A・範囲B 鉱物脈のスケールが小さく、最新面が凹凸しているだけのように見てとれ、現状では明確に横断しているとはいえない。他の薄片で鉱物脈が最新面を横断する状況を示すデータが得られているが、本薄片も活動性を否定する主たるデータと位置付けるのであれば、同様の状況を改めて示すこと。 	<p>P.37～40, 44～56</p> <p>P.81～91</p> <p>P.97, 107, 109</p>
127	<p>薄片観察における下記の点について、改めてデータを示した上で、敷地内断層と福浦断層の違いについてより詳細に説明すること。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・敷地内断層と同様、福浦断層においてもY面の不連続が認められる点。 ・敷地内断層と同様、福浦断層においても粘土鉱物がY面を横断しているように見える点。 	<p>P.111, 126, 127, 151, 152</p> <p>P.153～155</p>
128	<p>K-3については、他の敷地内断層と見た目や性状が異なることから、含まれる鉱物等の違いの有無等を明らかにした上で、形成環境等の検討結果も踏まえた評価について説明すること。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・K-3は固結した破砕部のみからなり、薄片においても高い干渉色を呈する鉱物が認められ、その他の評価対象断層と形成環境が異なる可能性があることから、鉱物の追加分析等を実施した。 ・その結果、K-3とその他の評価対象断層は同じような環境下で変質を受けており、いずれの評価対象断層も安山岩形成時の正断層センスの断層活動によって形成されたが、K-3はその後の逆断層センスの断層活動がない。 ・K-3はその他の評価対象断層と異なり、最新面が明確に認定できないことから、K-3の鉱物脈法による評価は、最新面が分布する可能性のある最新ゾーンと鉱物脈(I/S混合層)との関係を用いて活動性評価を行った。M-2.2孔で鉱物脈法を実施した結果、最新ゾーンには広く粘土鉱物(I/S混合層)が網目状に分布し、これらの粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められない。よって、K-3の最新活動は、I/S混合層の生成以前であり、K-3に後期更新世以降の活動は認められない。 ・また、K-3の最新ゾーンは、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、少なくとも10MPa程度の封圧下の地下深部で形成されたものと判断される。このことは、上記評価と整合する。 	<p>P.158～172, 174, 197, 206</p>

目次

○本資料は、第1049回審査会合(2022年5月20日)でのコメントに関連する箇所についてとりまとめ、以下の構成としている。

[1] 海岸部の2断層等の鉱物脈法による評価(コメントNo.126)20
(1) K-2の鉱物脈法による評価22
(2) K-18の鉱物脈法による評価63
(3) S-2・S-6の鉱物脈法による評価95
[2] 敷地内断層と活断層との破砕部性状の比較(コメントNo.127)110
[3] K-3の形成環境等を踏まえた評価(コメントNo.128)157

余白

[1] 海岸部の2断層等の鉱物脈法による評価

(コメントNo.126)

No	コメント		回答概要
126	<p>明確に鉱物脈が最新面を横断する状況が写真では見てとれない下記の箇所について、既存の薄片の詳細観察あるいは新たに作成した薄片等を用いて、より詳細に説明すること。</p>	<p>・K-2 H-1.1-87孔 範囲B 最新面1と鉱物脈の関係については範囲Aで評価しているが、範囲Bにおいて、最新面1の延長上の鉱物脈中に色境界があり、鉱物脈が明確に最新面1を横断しているか分かりづらい。</p>	<p>・K-2 H-1.1-87孔 範囲Bにおいて、最新面1付近に分布する黄色、灰色及び白色の干渉色を呈する粘土鉱物の境界は凹凸し漸移的であり、せん断面や引きずりなどの変形は認められない。 ・G-1.5-80孔 薄片①を新たに追加して観察を行った結果、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。</p>
		<p>・K-18 H-0.2-75孔 薄片② 最新面の延長上に割れ目や色境界があり、鉱物脈が明確に最新面を横断しているか分かりづらい。</p>	<p>・K-18 H-0.2-75孔 薄片②において、最新面の延長位置に認められる割れ目について詳細に観察した結果、割れ目が途切れて不連続になっており、不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)にせん断面や引きずりなどの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色境界は、連続性に乏しく、その周辺には最新面と異なる向きの割れ目に沿って同様の粘土鉱物が分布することから、せん断面ではなく、割れ目に沿って生成した粘土鉱物だと判断した。 ・H-0.2-75孔 薄片③を新たに追加して観察を行った結果、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。</p>
		<p>・S-2・S-6 E-8.5-2孔 範囲A・範囲B 鉱物脈のスケールが小さく、最新面が凹凸しているだけのように見てとれ、現状では明確に横断しているとはいえない。他の薄片で鉱物脈が最新面を横断する状況を示すデータが得られているが、本薄片も活動性を否定する主たるデータと位置付けるのであれば、同様の状況を改めて示すこと。</p>	<p>・S-2・S-6 E-8.5-2孔については、再観察の結果、鉱物脈が最新面を明瞭に横断していないと判断し、他のボーリング孔(K-6.2-2孔、F-8.5'孔)の薄片で評価を行った。</p>

【鉱物脈法による評価に用いた薄片一覧表】

紫字: 第1049回審査会合以降の追加・変更箇所

評価対象断層	評価地点			評価に用いた変質鉱物等	断層活動(最新面及び最新ゾーン)と変質鉱物との関係			備考	該当頁
	孔名	薄片名	確認範囲		最新面1	最新面2	最新ゾーン		
S-1	H-6.6-1孔	薄片①	範囲A	I/S混合層	○	—	—		
			範囲B	I/S混合層	—	○	—		
	H-6.7孔	薄片①	範囲A	I/S混合層	○	—	—		
			範囲B	I/S混合層	—	※1	—	※1: 現地調査で「鉱物脈が明瞭に横断しているようには見えない」との指摘を受けた	
		薄片②	範囲A	I/S混合層	○	—	—		
			範囲B	I/S混合層	—	○※1'	—	※1': ※1の指摘を踏まえ、最新面2を横断する鉱物脈の観察データを追加した	
M-12.5"孔	薄片①	範囲A	碎屑岩脈	○	—	—			
		範囲B	碎屑岩脈	—	○	—			
S-2・S-6	K-6.2-2孔	薄片①	範囲A	I/S混合層	○	○	—		
	F-8.5'孔	薄片①	範囲A	I/S混合層	○	/	—		
	E-8.5-2孔	薄片①	範囲A	I/S混合層	※8	/	—	※8: 再観察の結果、鉱物脈が最新面を明瞭に横断していないと判断した	P.107
範囲B			I/S混合層	※8	/	—		P.109	
S-4	E-8.50"孔	薄片①	範囲A	I/S混合層	○	※2	—	※2: 現地調査で「鉱物脈が明瞭に横断しているようには見えない」との指摘を受けた	
			範囲B	I/S混合層	○	○※2'	—	※2': ※2の指摘を踏まえ、最新面2を横断する鉱物脈の観察データを追加した	
		薄片②	範囲A	I/S混合層	—	○※2'	—		
	E-8.60孔	薄片①	範囲A	I/S混合層	○	/	—		
S-5	R-8.1-1-3孔	薄片①	範囲A	I/S混合層	※3	/	—	※3: 現地調査で「鉱物脈が明瞭に横断しているようには見えない」との指摘を受けた	
	R-8.1-1-2孔	薄片①	範囲A	I/S混合層	○※3'	/	—	※3': ※3の指摘を踏まえ、最新面を横断する鉱物脈の観察データを追加した	
S-7	H-5.4-1E孔	薄片①	範囲A	I/S混合層	○	/	—		
			範囲B	I/S混合層	○	—	—		
	H-5.7'孔	薄片①	範囲A	I/S混合層	—	※4	—	※4: 現地調査で「鉱物脈が明瞭に横断しているようには見えない」との指摘を受けた	
			範囲B	I/S混合層	—	○※4'	—	※4': ※4の指摘を踏まえ、最新面2を横断する鉱物脈の観察データを追加した	
		薄片②	範囲A	I/S混合層	—	○※4'	—		
		範囲B	I/S混合層	—	○※4'	—			
S-8	F-6.75孔	薄片①	範囲A	I/S混合層	○	/	—		
			範囲B	I/S混合層	○	/	—		
K-2	H-1.1-87孔	薄片①	範囲A	I/S混合層	○	※5	—	※5: 再観察の結果、鉱物脈が最新面を明瞭に横断していないと判断した	P.30, 33
			範囲B	I/S混合層	—※9	○※5'	—	※5': ※5を踏まえ、最新面を横断する鉱物脈の観察データを追加した ※9: 黄色、灰色及び白色の粘土鉱物の境界への指摘を踏まえて再観察した結果、これらの粘土鉱物の境界にせん断面は認められない。ただし、境界が最新面1の延長位置付近に分布することを踏まえ、最新面1については同一薄片の範囲Aで評価を行う	P.34, 37
	G-1.5-80孔	薄片①	範囲A	I/S混合層	○	/	—		P.53
K-3	M-2.2孔	薄片① ほか	破碎部 全体	I/S混合層	/	/	□※6	※6: 現地調査で「断層の最新面が不明瞭になっている」との指摘を受け再観察した結果、最新面を明確に認定できないことから、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確認した	P.176~184, 194~196
K-14	H- -0.3-80孔	薄片①	範囲A	I/S混合層	○	/	—		
K-18	H-0.2-75孔	薄片①	範囲A	I/S混合層	※7	/	—	※7: 再観察の結果、鉱物脈が最新面を明瞭に横断していないと判断した	P.74
		薄片②	範囲A	I/S混合層	○※10	/	—	※10: 横断箇所の割れ目や色境界への指摘を踏まえて再観察した結果、割れ目は横断箇所の途中で途絶えており、鉱物脈が最新面を明瞭に横断していることが確認できた。また、色境界は連続性に乏しいことから、せん断面ではなく割れ目によって生成した粘土鉱物だと判断した	P.80
		薄片③	範囲A	I/S混合層	○	/	—		P.88

○: 最新面を横断する鉱物脈に変位・変形が認められない

□: 最新ゾーン中の鉱物脈に変位・変形が認められない

—: 当該範囲では確認できない

水色: 第1049回審査会合以降に追加したデータ

(1) K-2の鉱物脈法による評価

1K-2の鉱物脈法による評価地点

■ 鉱物脈法による評価地点

- H-1.1-87孔において、K-2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(H-1.1孔、K-2露頭a地点)についても評価を行った。

■ 第1049回審査会合以降の追加薄片

- K-2の鉱物脈法による評価の説明性向上を目的として、新たにG-1.5-80孔から薄片を作成し、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。

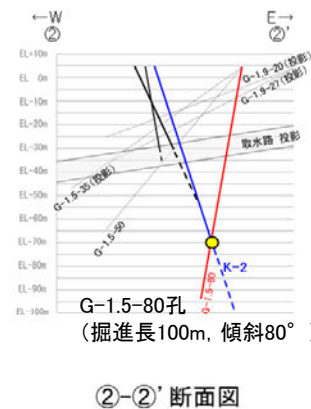
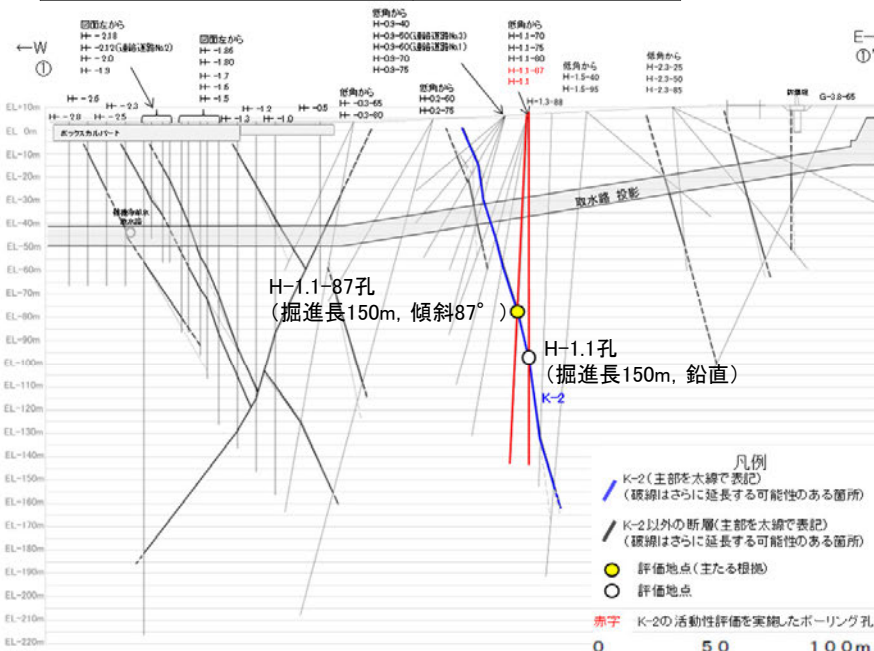
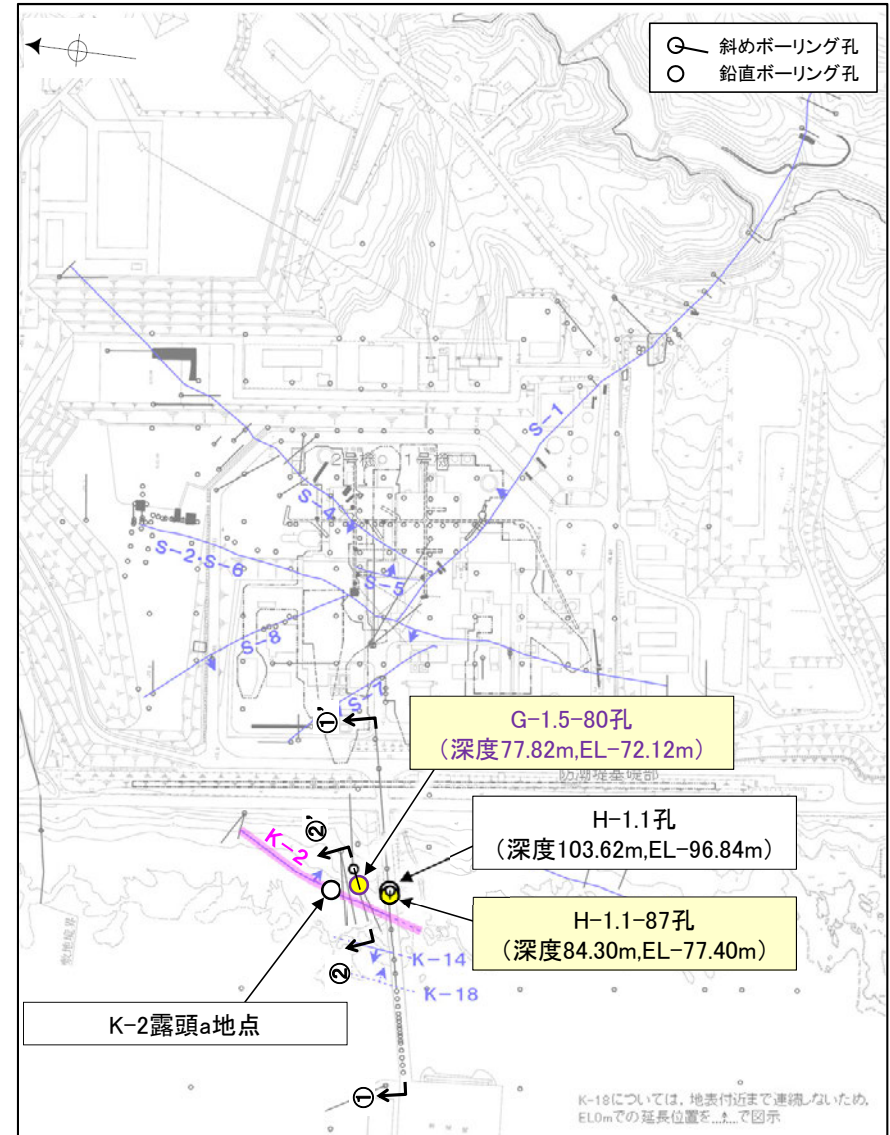
評価地点	記載頁
H-1.1-87孔 (深度84.30m, EL-77.40m)	P.24~40
G-1.5-80孔 (深度77.82m, EL-72.12m)	P.44~56
H-1.1孔 (深度103.62m, EL-96.84m)	補足資料5.2-9(1)-2
K-2露頭a地点	補足資料5.2-9(1)-3

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、地層や鉱物脈等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

○ 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、地層や鉱物脈等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)

紫字:第1049回審査会合以降の追加箇所



①-①' 断面図

H-1.1-87孔, G-1.5-80孔, H-1.1孔のボーリング柱状図, コア写真, BHTVは、データ集1, 2, 3

位置図

- 評価対象断層
- S-O (陸域 EL-4.7m)
- K-O (海岸部 EL0m)

1-1 K-2 H-1.1-87孔 一評価結果一

【最新面の認定】

○H-1.1-87孔の深度84.30m付近で認められるK-2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.25~27)。

【鉱物の同定】

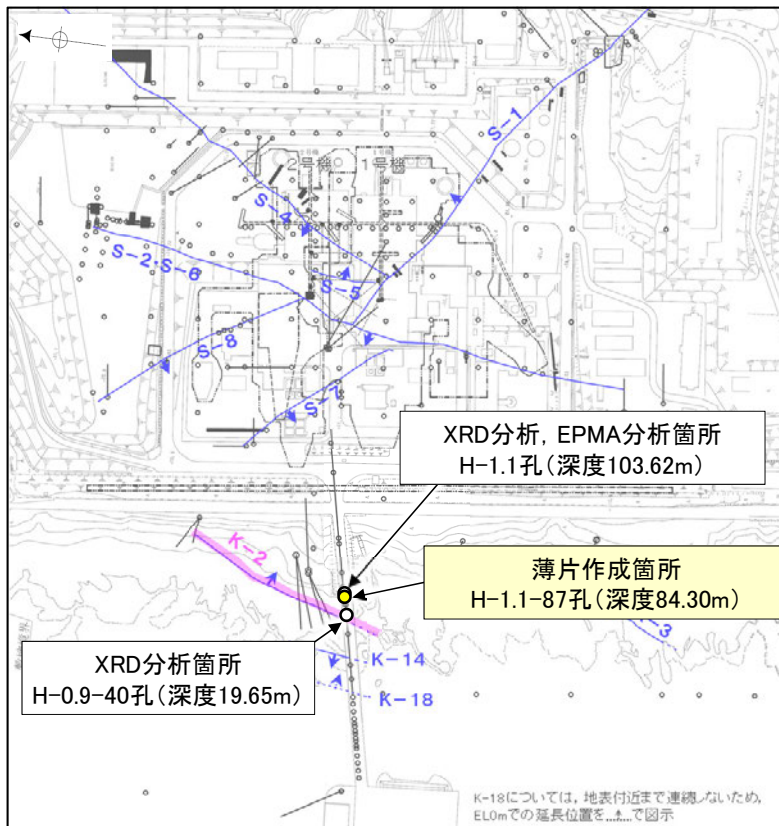
○微視的観察により確認した粘土鉱物は、EPMA分析(定量)による化学組成の検討結果及びXRD分析(粘土分濃集)による結晶構造判定結果から、I/S混合層であると判断した(P.28)。

【変質鉱物の分布と最新面との関係】

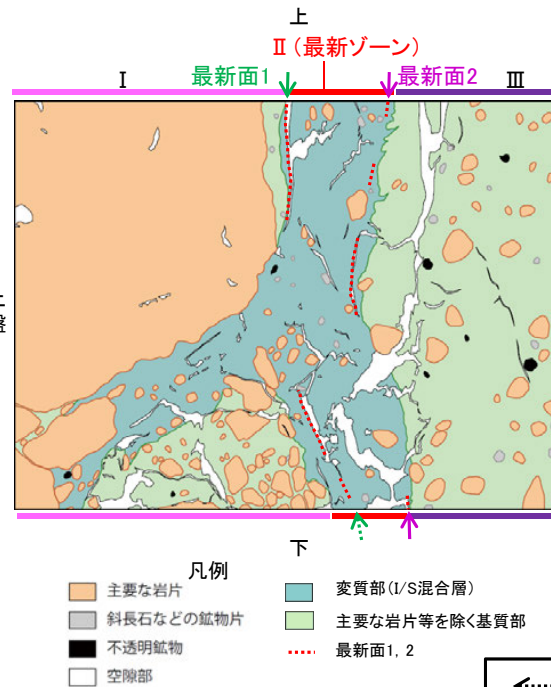
○EPMA分析(マッピング)や薄片観察により、粘土鉱物(I/S混合層)の分布範囲を確認した結果、粘土鉱物(I/S混合層)は最新ゾーン及びその周辺に分布している(P.29)。

○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.30~32, 34~36)。

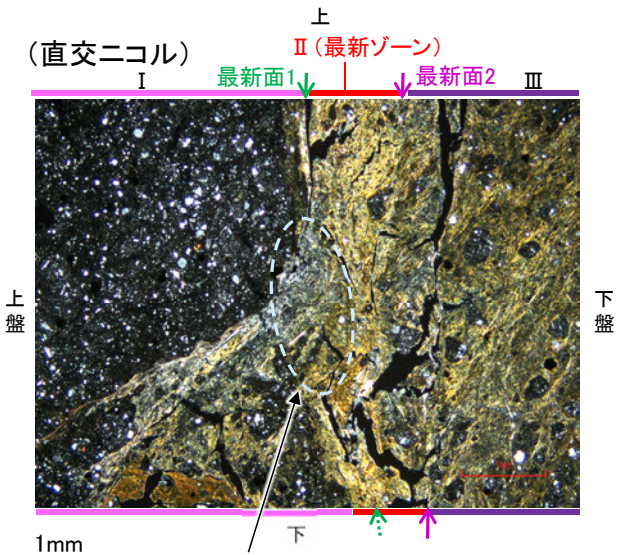
○以上のことを踏まえると、K-2の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。



調査位置図



スケッチ



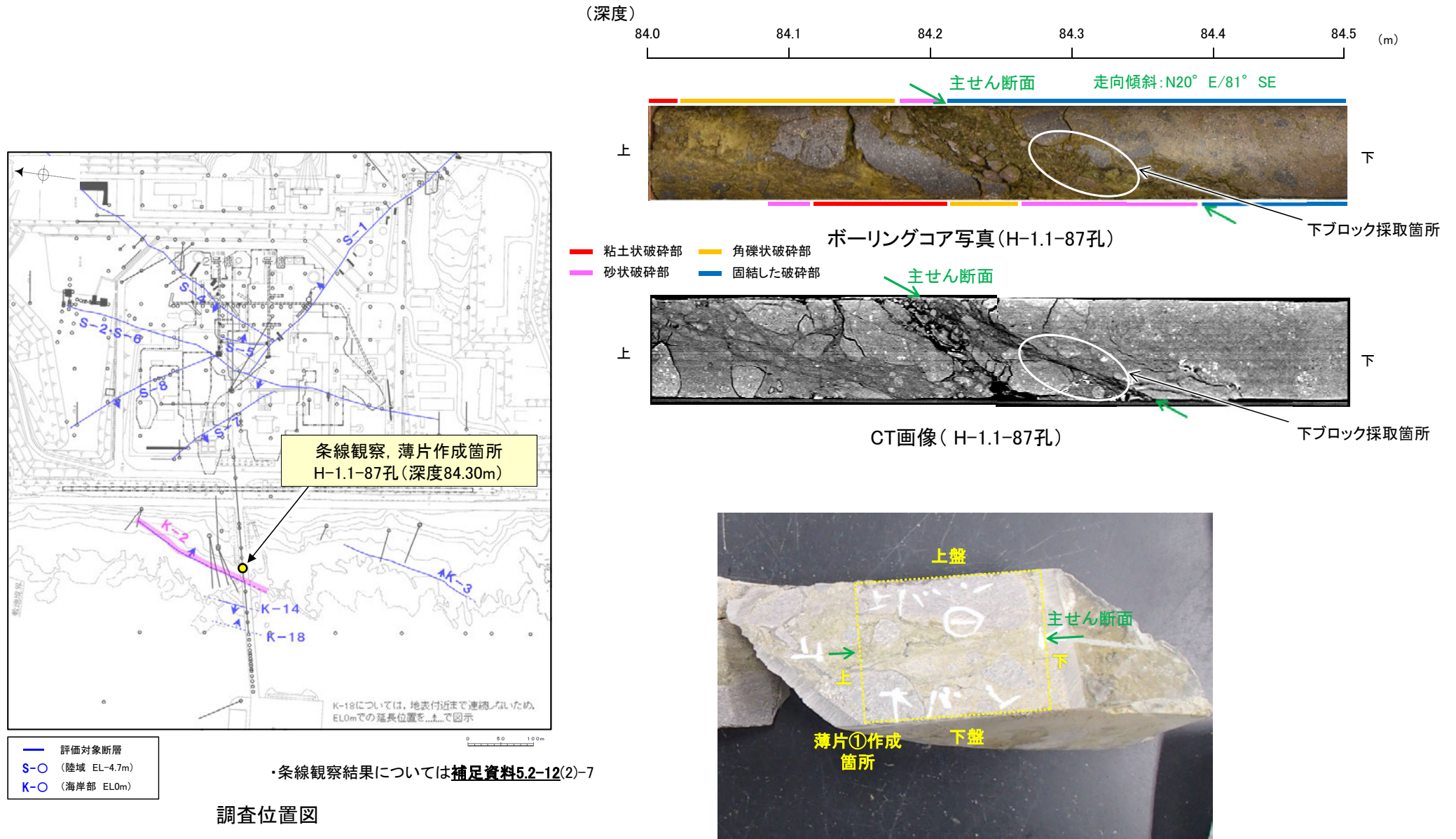
範囲A写真

・不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)にせん断面や引きずりなどの変形は認められない(P.30~32, 34~36)。
・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.30~32, 34~36)。

1-1 K-2 H-1.1-87孔 ー最新面の認定(巨視的観察)ー

○H-1.1-87孔の深度84.30m付近で認められるK-2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、117° Rの条線方向が確認されたことから、117° Rで薄片を作成した(ブロック写真)。

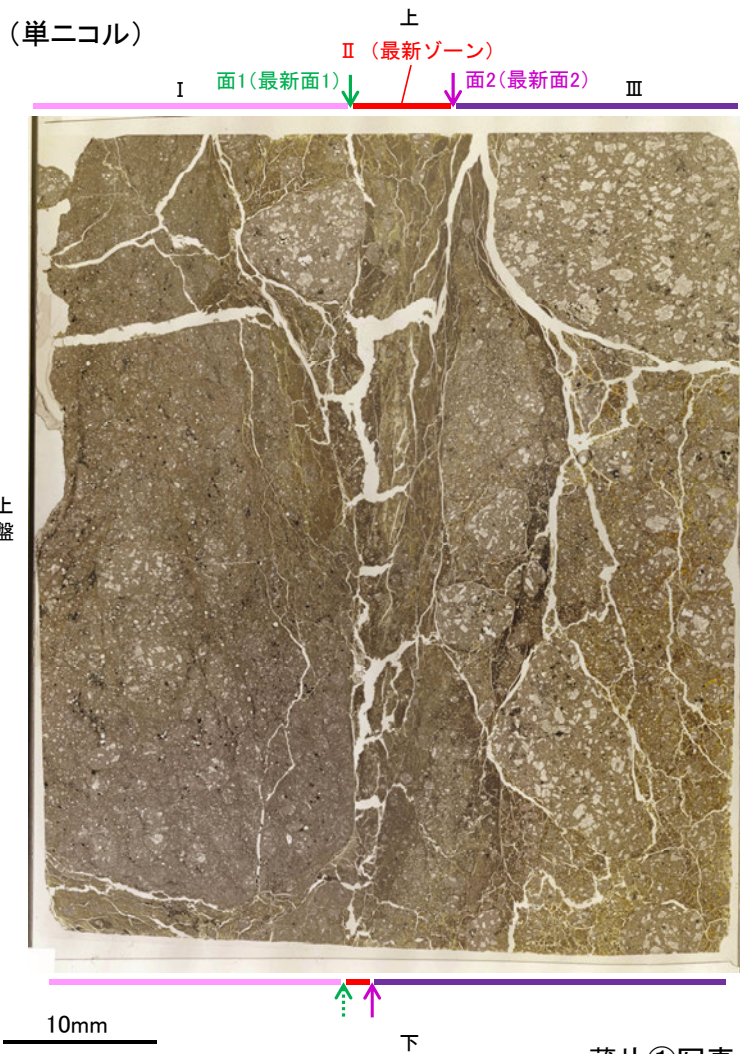


1-1 K-2 H-1.1-87孔 ー最新面の認定(微視的観察)ー

- 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～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。
- 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Ⅰ, 分帯Ⅱ(最新ゾーン) ……砂状破碎部
 ・分帯Ⅲ ……固結した破碎部



Ⅰ : 単ニコルで褐灰色, 直交ニコルで黄～暗灰色の干渉色を呈する火山礫凝灰岩からなる。径9mm以下の岩片や鉱物片が細粒な基質中に含まれており, 径50mm以上の岩片も含まれる。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。

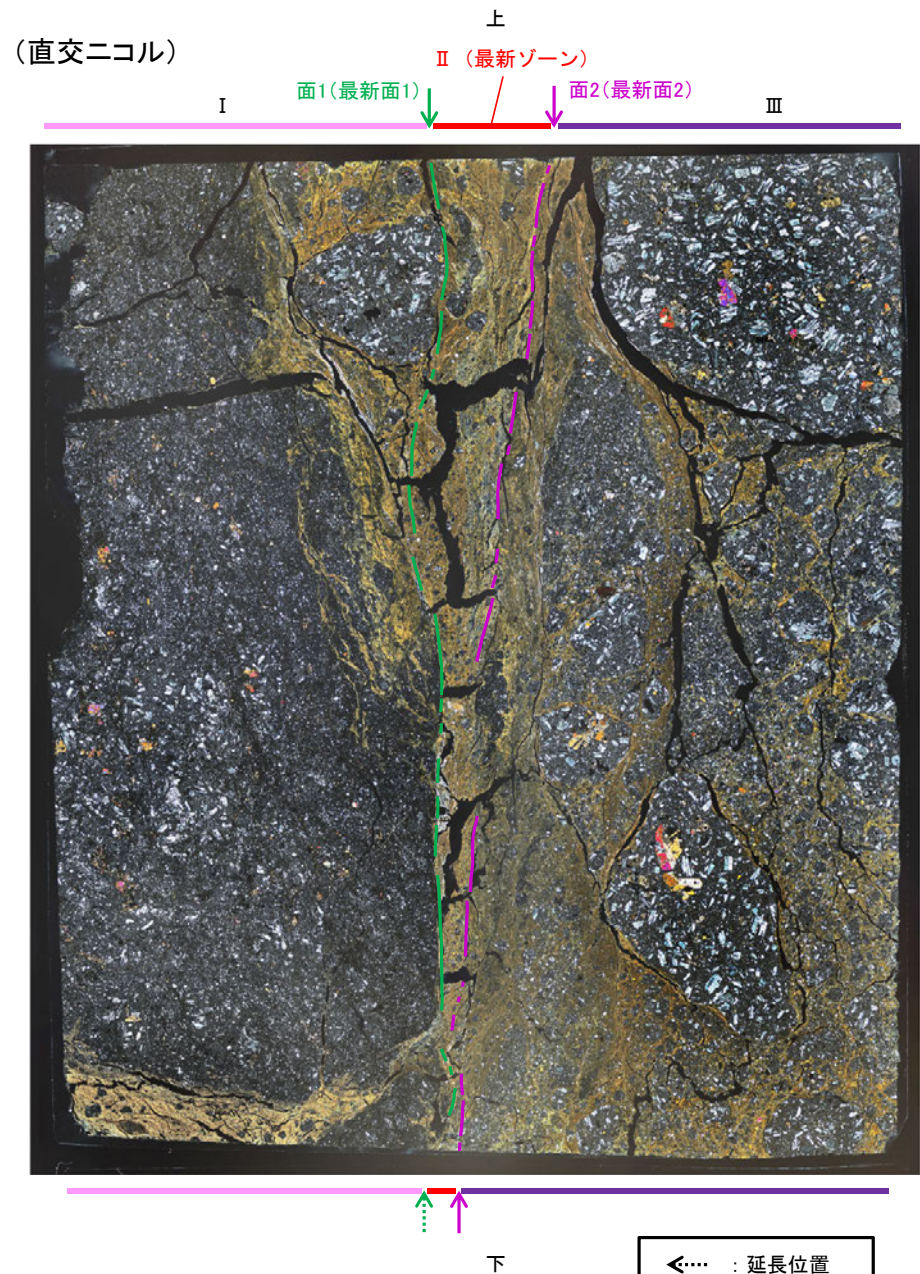
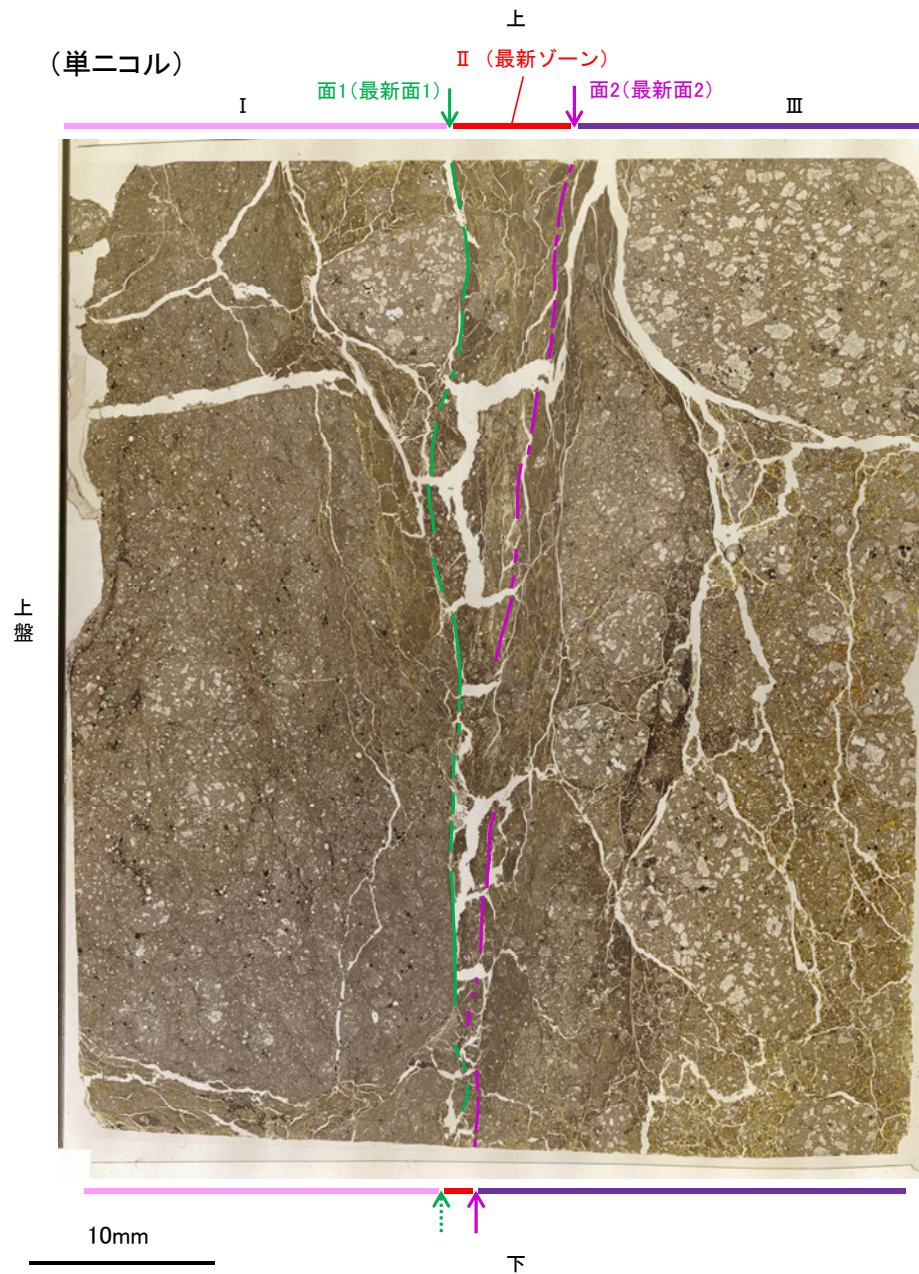
Ⅱ (最新ゾーン) : 単ニコルで褐灰色, 直交ニコルで黄～灰色の干渉色を呈する, 粘土鉱物を含む細粒物からなる。径3mm以下の岩片や鉱物片が細粒な基質中に含まれる。岩片, 鉱物片は亜角～亜円形である。基質中や割れ目に粘土鉱物が生成している。

Ⅲ : 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火山礫凝灰岩からなる。径16mm以下の岩片や鉱物片が細粒な基質中に含まれており, 径20mm以上の岩片も含まれる。岩片, 鉱物片は角～亜円形である。基質中や割れ目に粘土鉱物が生成している。

←… : 延長位置

K-2_H-1.1-87孔

【解釈線あり】



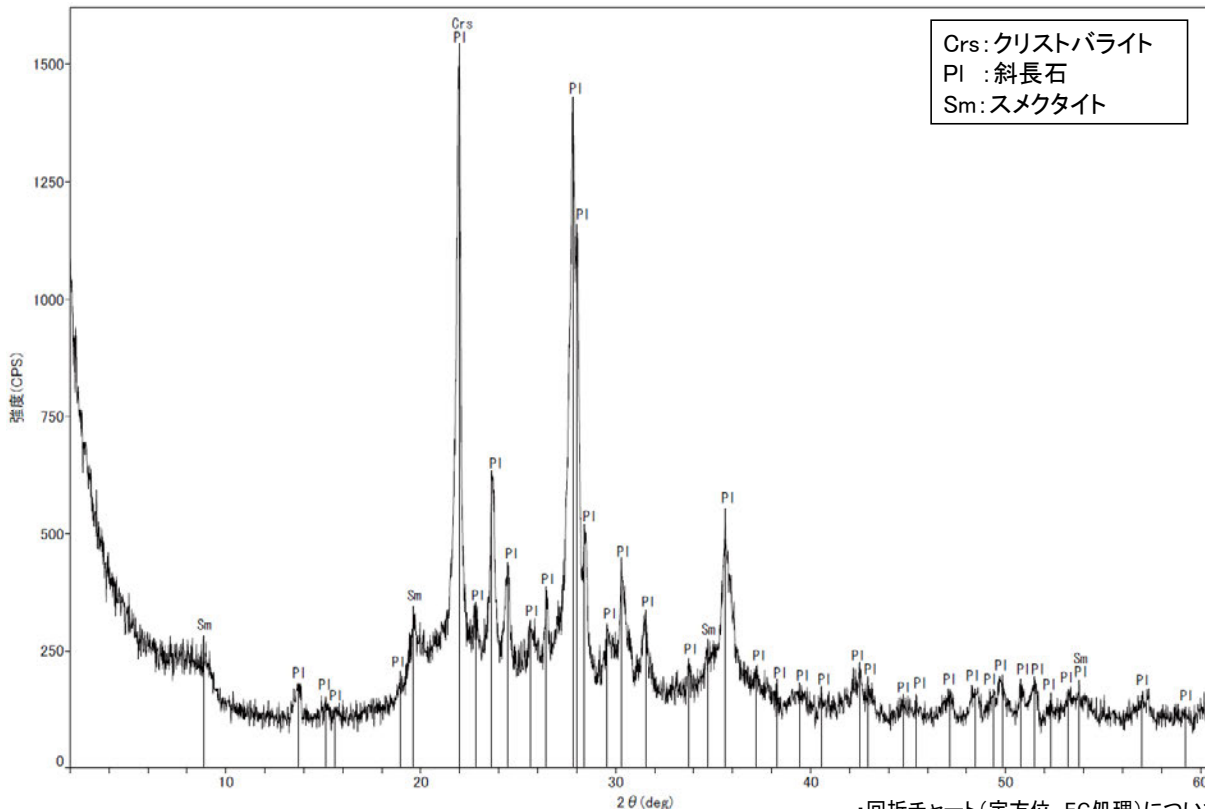
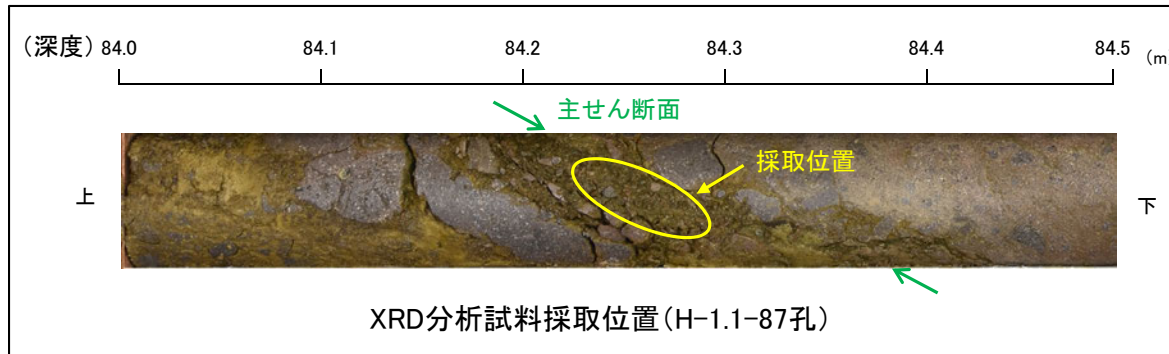
←… : 延長位置

薄片①写真(H-1.1-87_117R)

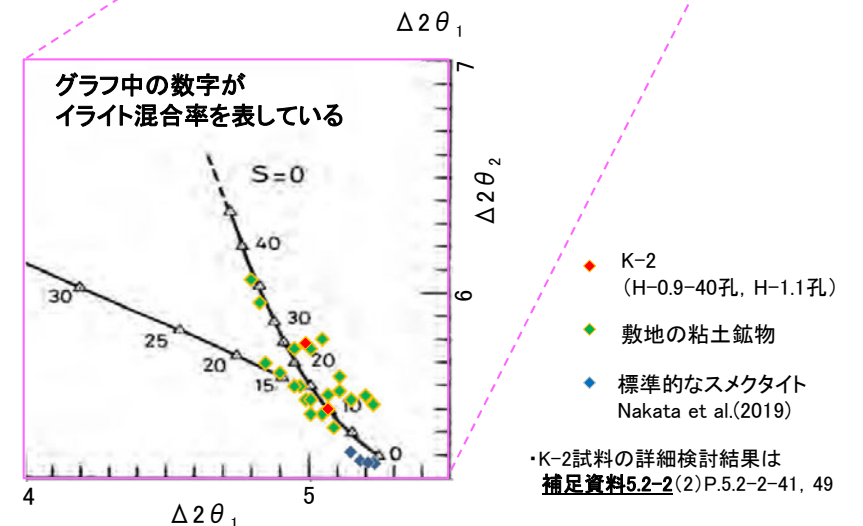
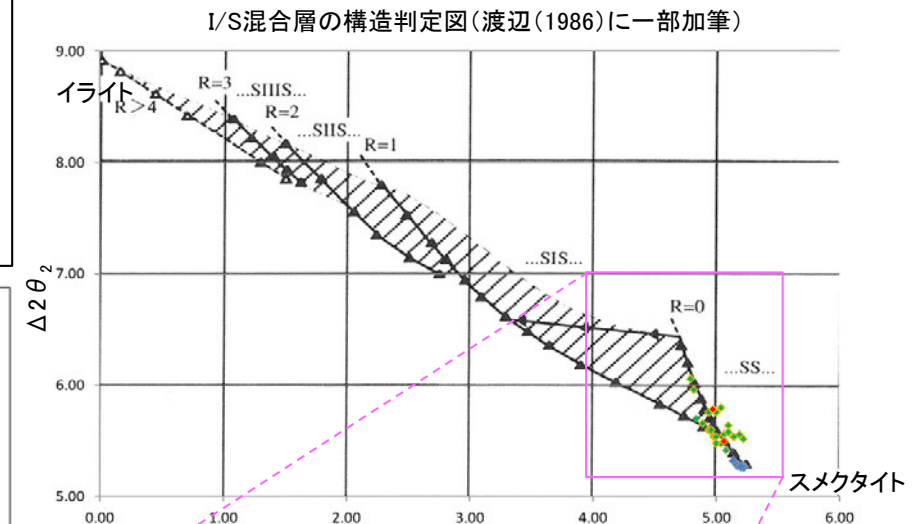
1-1 K-2 H-1.1-87孔 — 鉱物の同定(XRD分析, EPMA分析) —

- 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(H-0.9-40孔, H-1.1孔)の破碎部において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-1.1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混合層が確認されている。

※H-1.1孔で実施したEPMA分析(定量)の詳細は補足資料5.2-9(1)-2 P.5.2-9-13



回折チャート(不定方位, EG処理)については, 補足資料5.2-12(1) P.5.2-12-37



※K-2試料の詳細検討結果は 補足資料5.2-2(2) P.5.2-2-41, 49

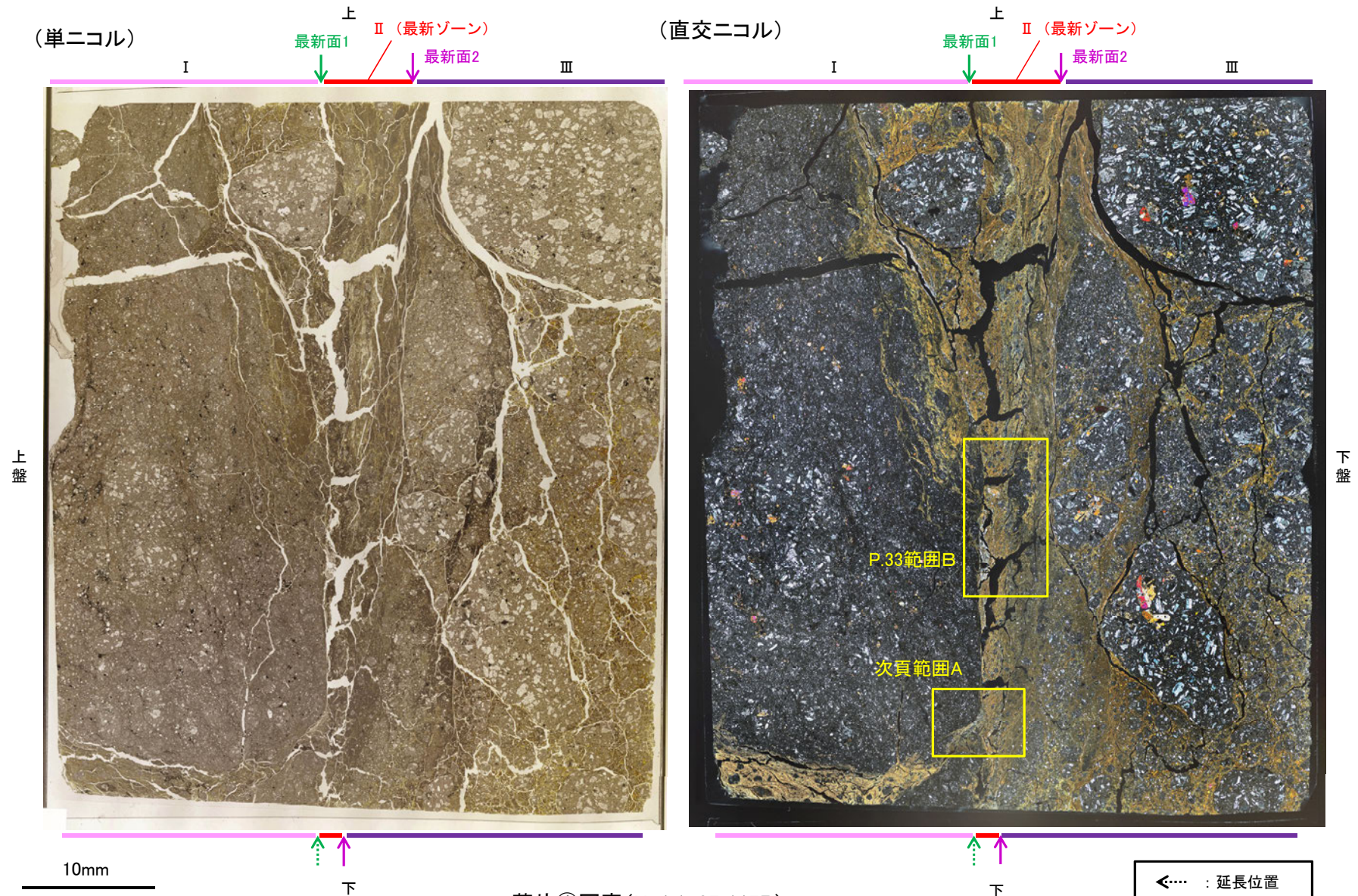
I/S混合層の構造判定図(渡辺(1981))に一部加筆

1-1 K-2 H-1.1-87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、隣接孔(H-1.1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)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。

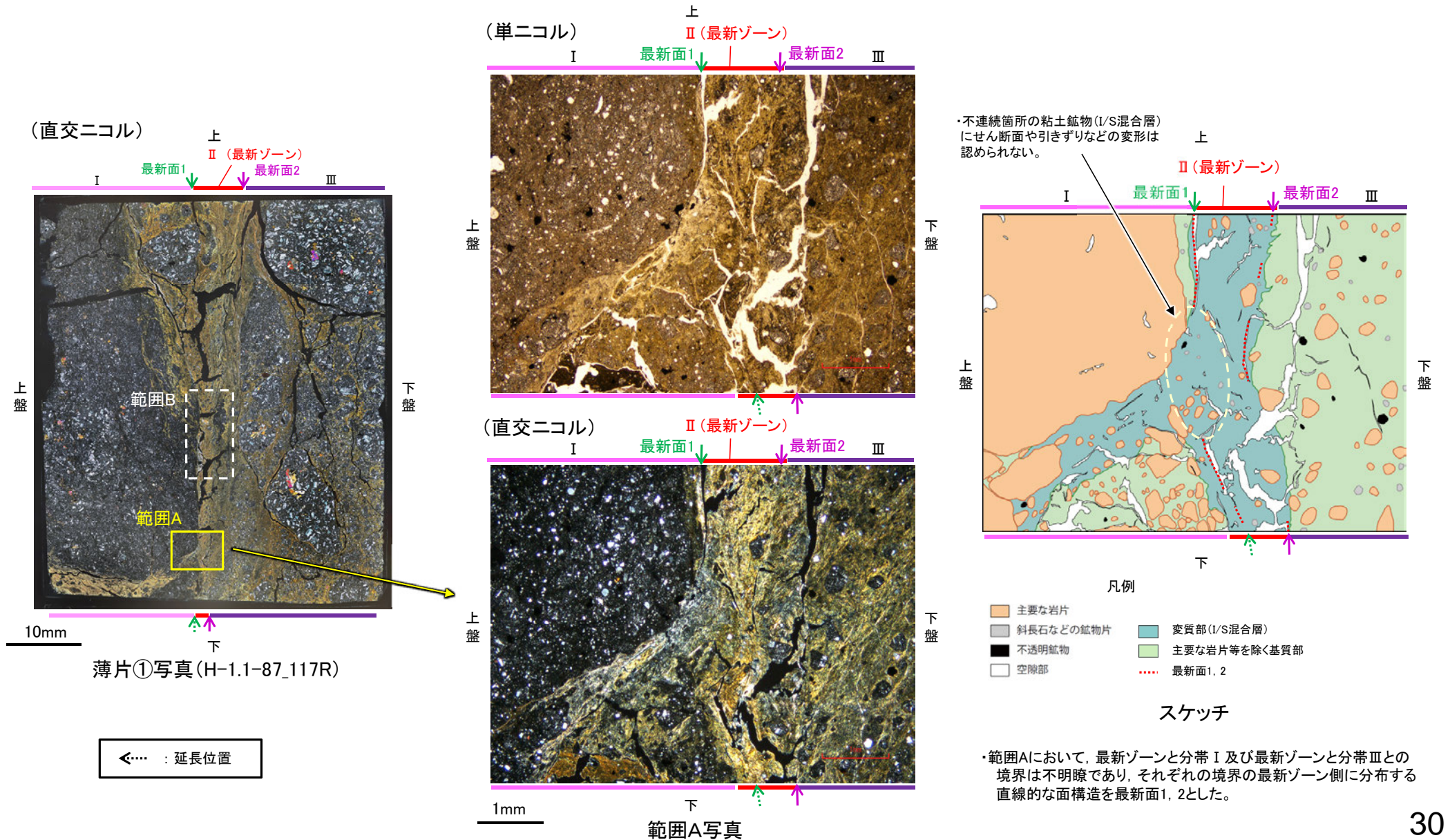
※H-1.1孔で実施したEPMA分析(マッピング)の詳細は補足資料5.2-9(1)-2 P.5.2-9-14



薄片①写真(H-1.1-87_117R)

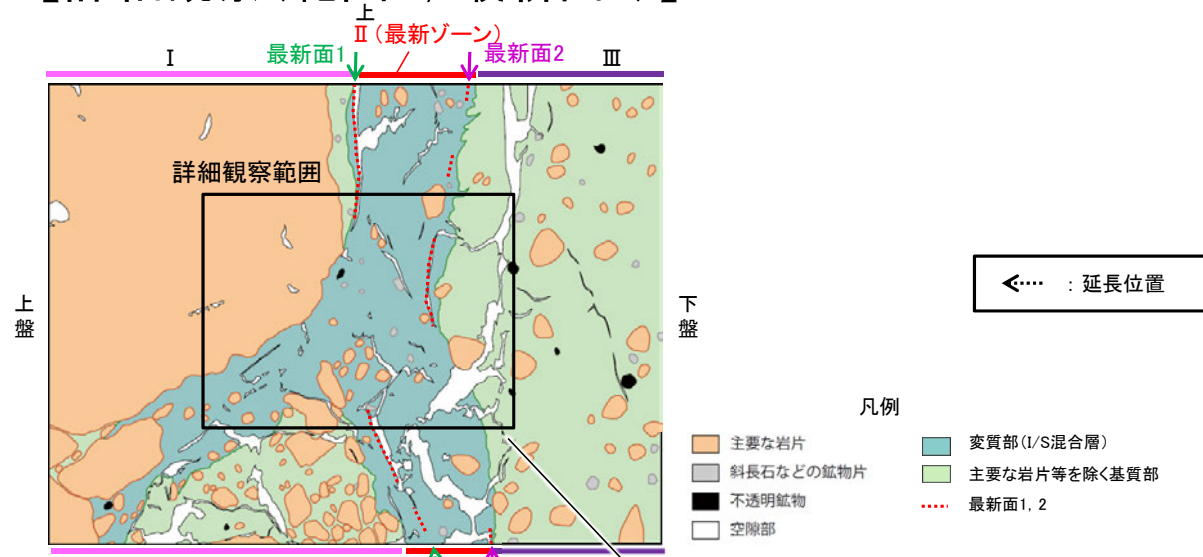
1-1 K-2 H-1.1-87孔 ー最新面とI/S混合層との関係(範囲A)ー

- 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)にせん断面や引きずりなどの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。

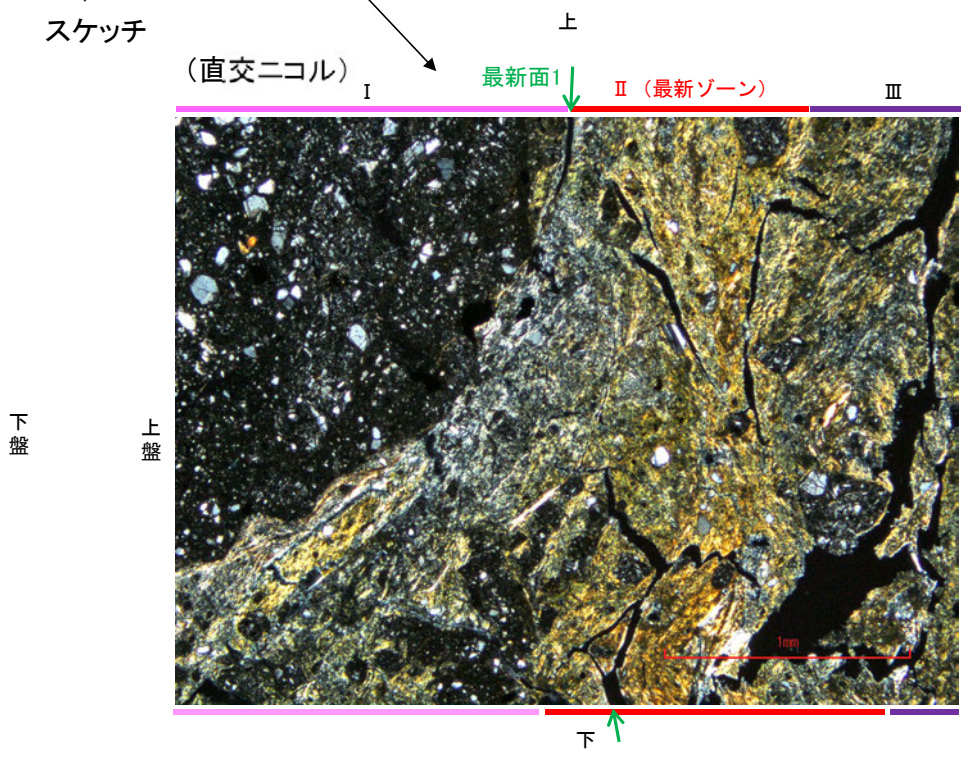
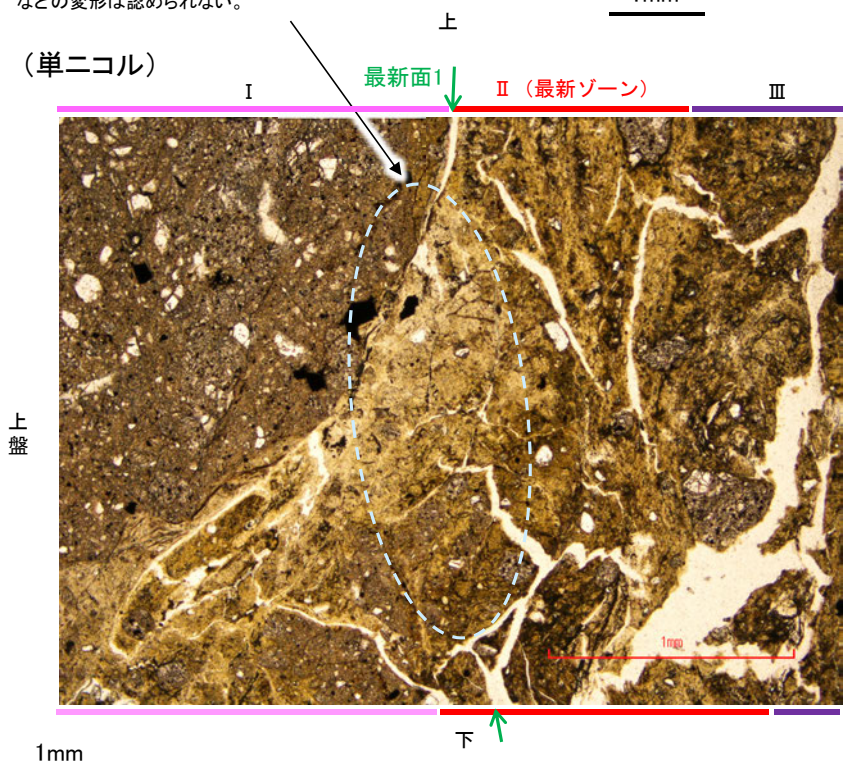


K-2_H-1.1-87孔

【詳細観察(範囲A, 最新面1)】



・不連続箇所の粘土鉱物 (I/S混合層) にせん断面や引きずりなどの変形は認められない。

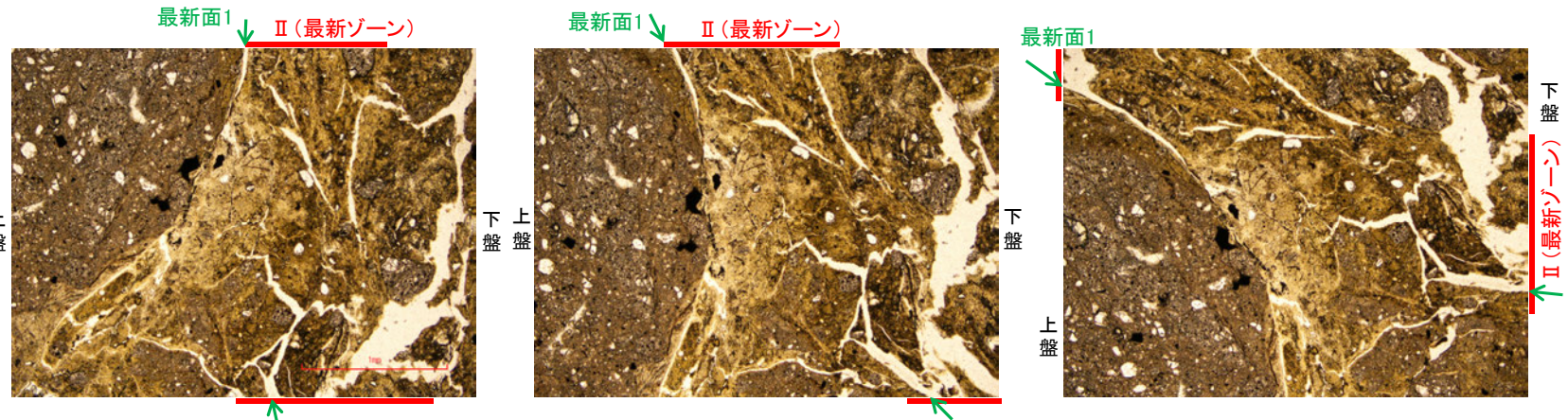


詳細観察範囲写真

K-2_H-1.1-87孔

【ステージ回転(範囲A, 最新面1)】

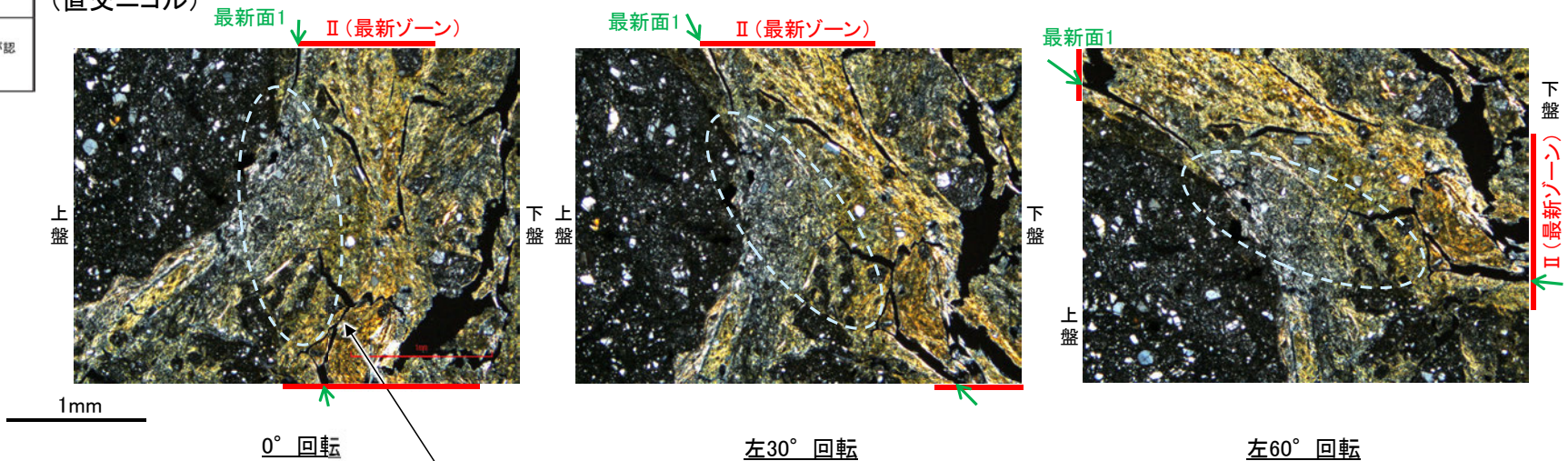
(単ニコル)



カリフォルニアの事例	阿寺断層の事例
注入方向	注入方向
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

注入現象の事例
(関西電力株式会社, 2016)

(直交ニコル)



- ・不連続箇所(粘土鉱物(I/S混合層)にせん断面や引きずりなどの変形は認められない。
- ・注入の痕跡は認められない。

K-2_H-1.1-87孔

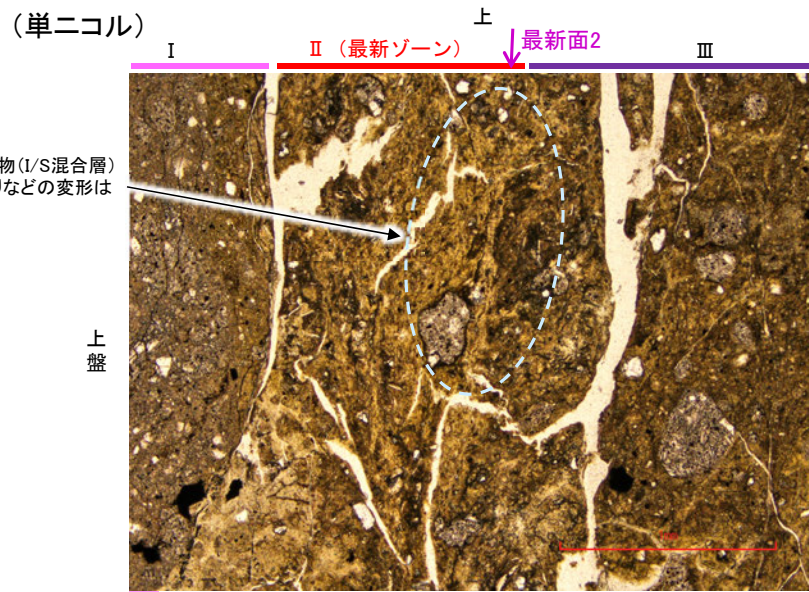
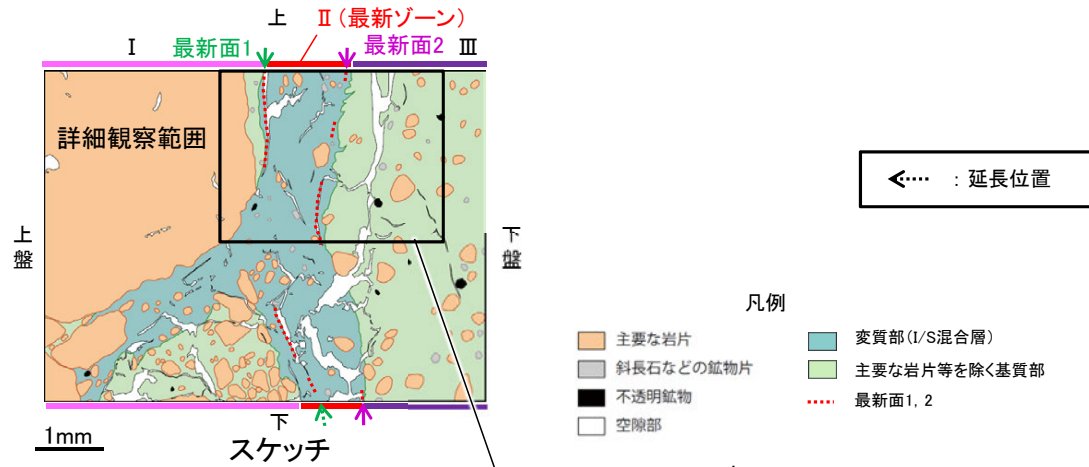
○範囲Aにおいて詳細に観察した結果、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面2付近に分布し、最新面2が不連続になっており、不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)にせん断面や引きずりなどの変形は認められない。

○ただし、現地調査における「断層の最新面が不明瞭になっているものもあり、鉱物脈が明瞭に横断しているようには見えない箇所がある」との指摘を踏まえ、**範囲Aの再観察を行った。**

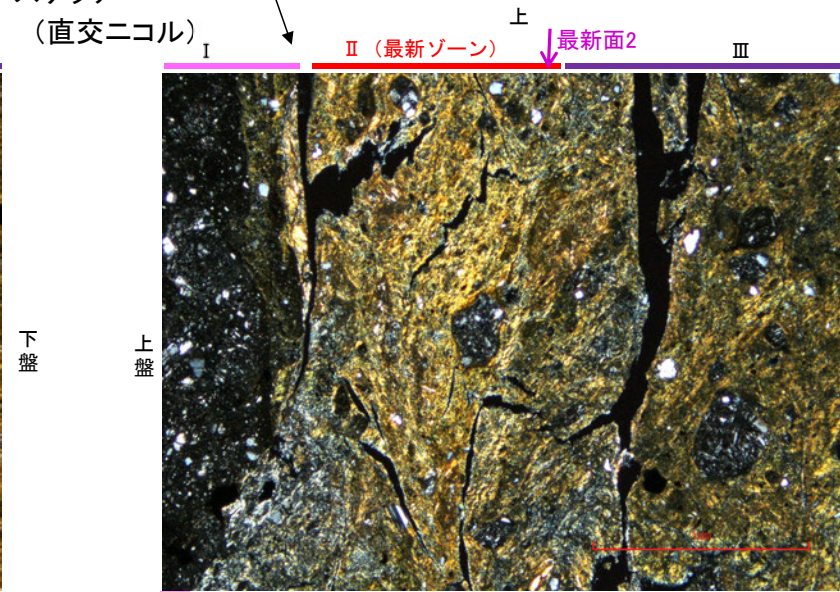
○その結果、**鉱物脈が最新面を明瞭に横断していないと判断し、明瞭に最新面を横断する鉱物脈を確認するため、同一薄片の範囲Bにおいて追加の観察を実施した(次頁以降)。**

【詳細観察(範囲A, 最新面2)】

紫字: 第1049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)にせん断面や引きずりなどの変形は認められない。

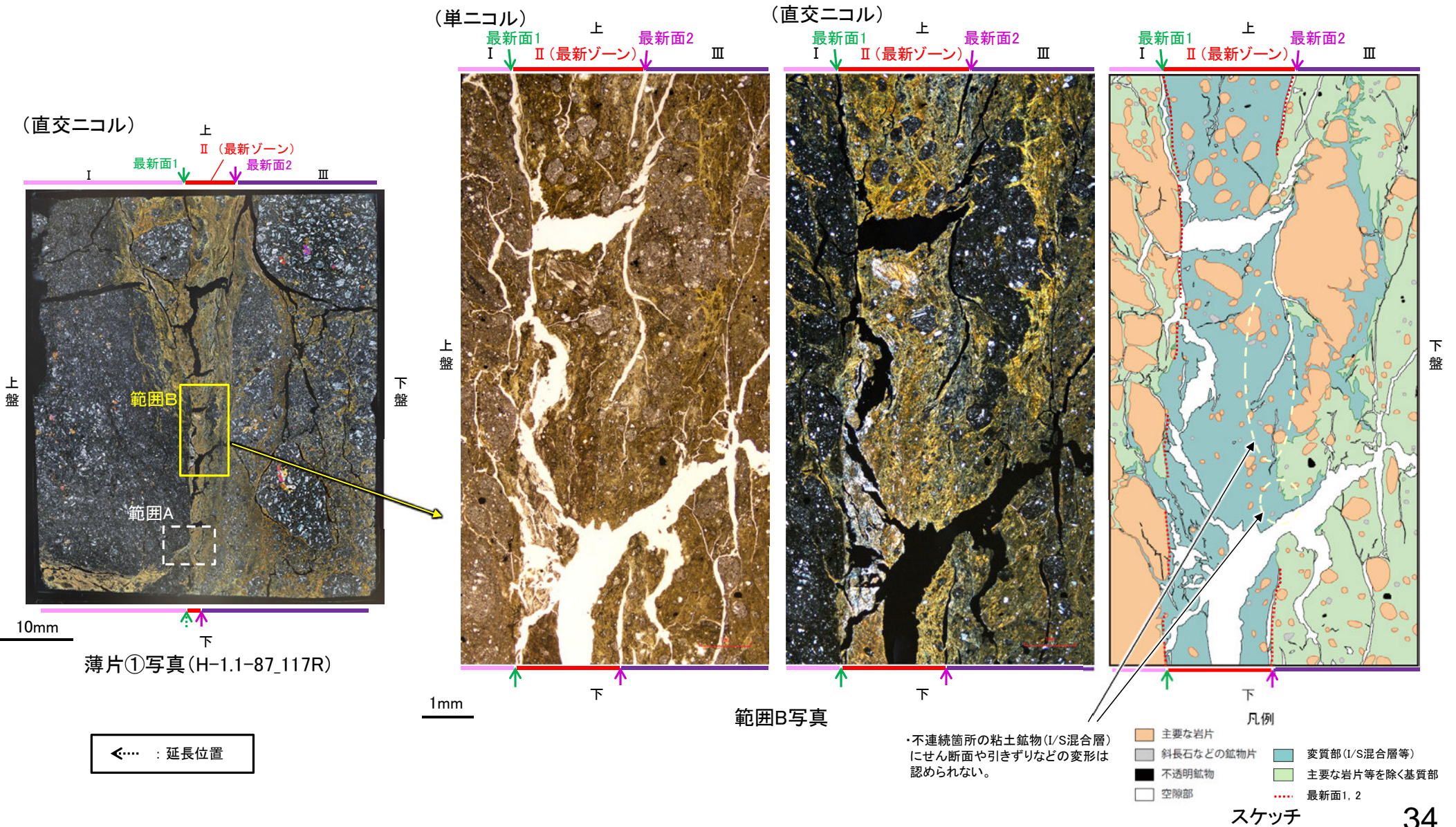


1-1 K-2 H-1.1-87孔 ー最新面とI/S混合層との関係(範囲B, 最新面2)ー

○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)にせん断面や引きずりなどの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。

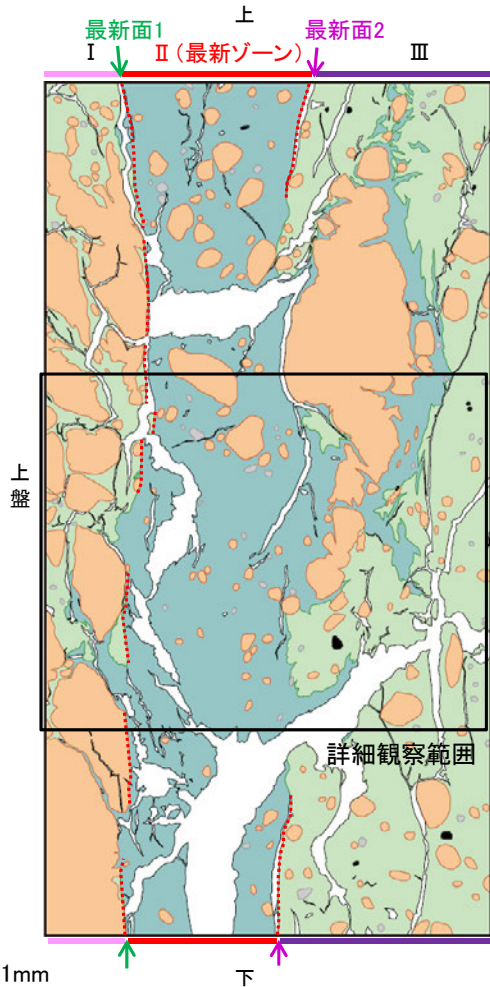
○さらに, 薄片作成時等に生じた空隙は, 明確に認定できる最新面2が不連続になる箇所の粘土鉱物(I/S混合層)の構造に影響を与えていないことから, 不連続箇所は薄片作成時等の乱れの影響を受けていないと判断した。



←… : 延長位置

K-2_H-1.1-87孔

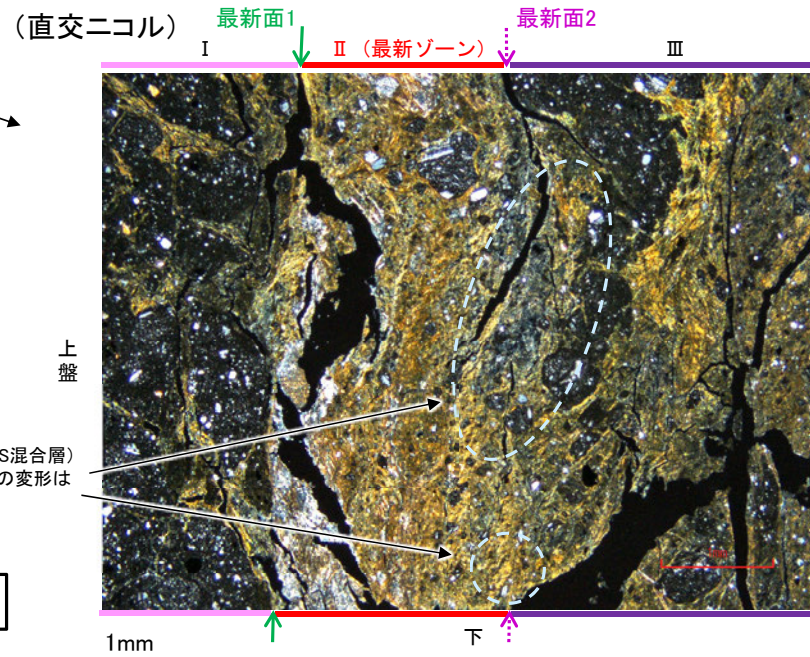
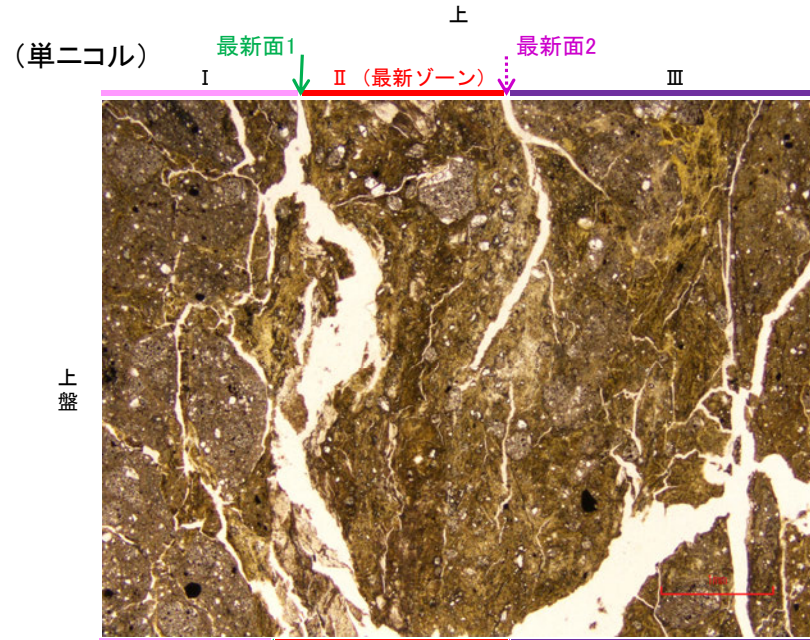
【詳細観察(範囲B, 最新面2)】



- 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混合層等)
 - 主要な岩片等を除く基質部
 - 最新面1, 2
- スケッチ

・不連続箇所の粘土鉱物 (I/S混合層) にせん断面や引きずりなどの変形は認められない。

←..... : 延長位置



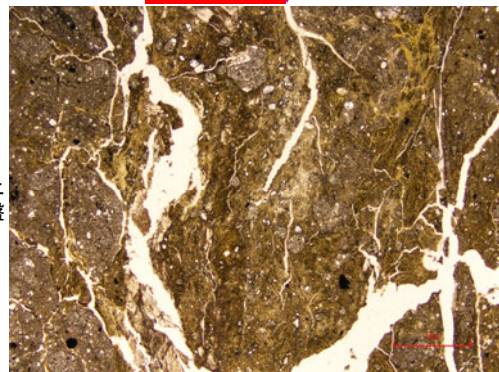
詳細観察範囲写真

K-2_H-1.1-87孔

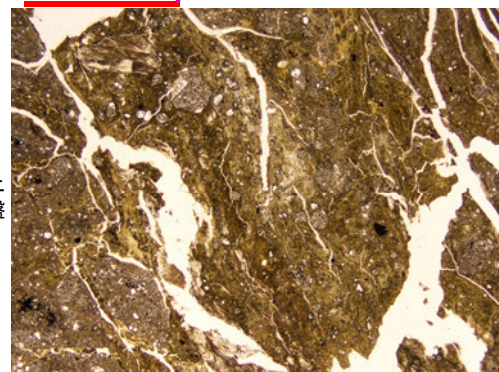
【ステージ回転(範囲B, 最新面2)】

(単ニコル)

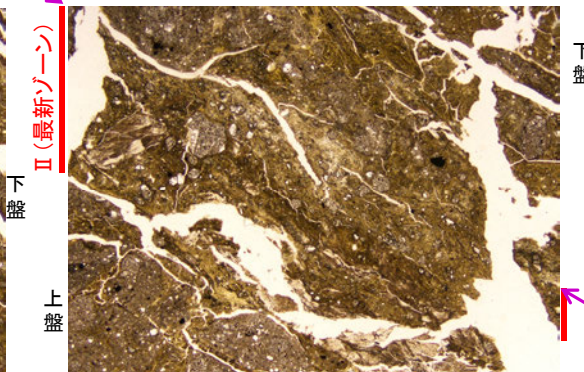
II (最新ゾーン) ↓ 最新面2



II (最新ゾーン) ↓ 最新面2



最新面2

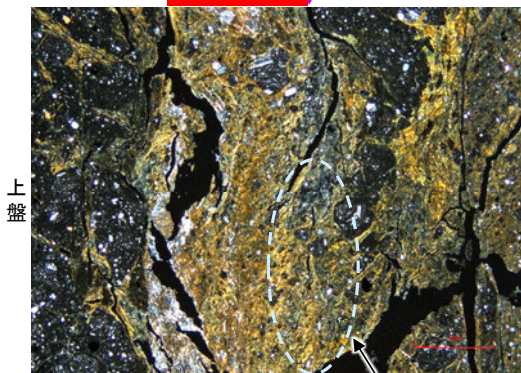


カリフォルニアの事例	阿寺断層の事例
 注入方向	 注入方向
注入脈の壁に沿って凸状上向き の弓状構造が認められる	注入方向に粒子の配列が認 められる

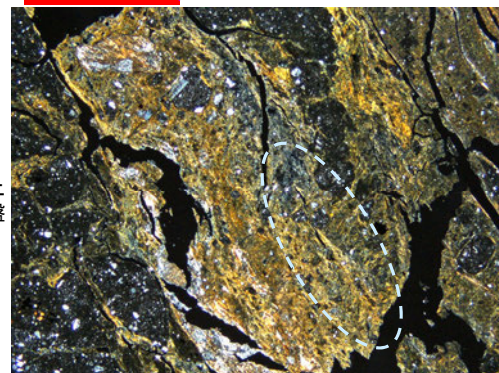
注入現象の事例
(関西電力株式会社, 2016)

(直交ニコル)

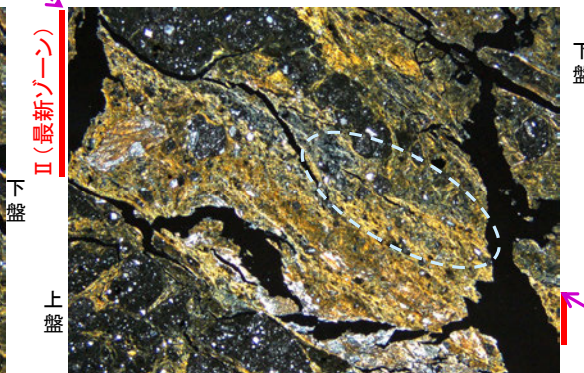
II (最新ゾーン) ↓ 最新面2



II (最新ゾーン) ↓ 最新面2



最新面2



← : 延長位置

0° 回転

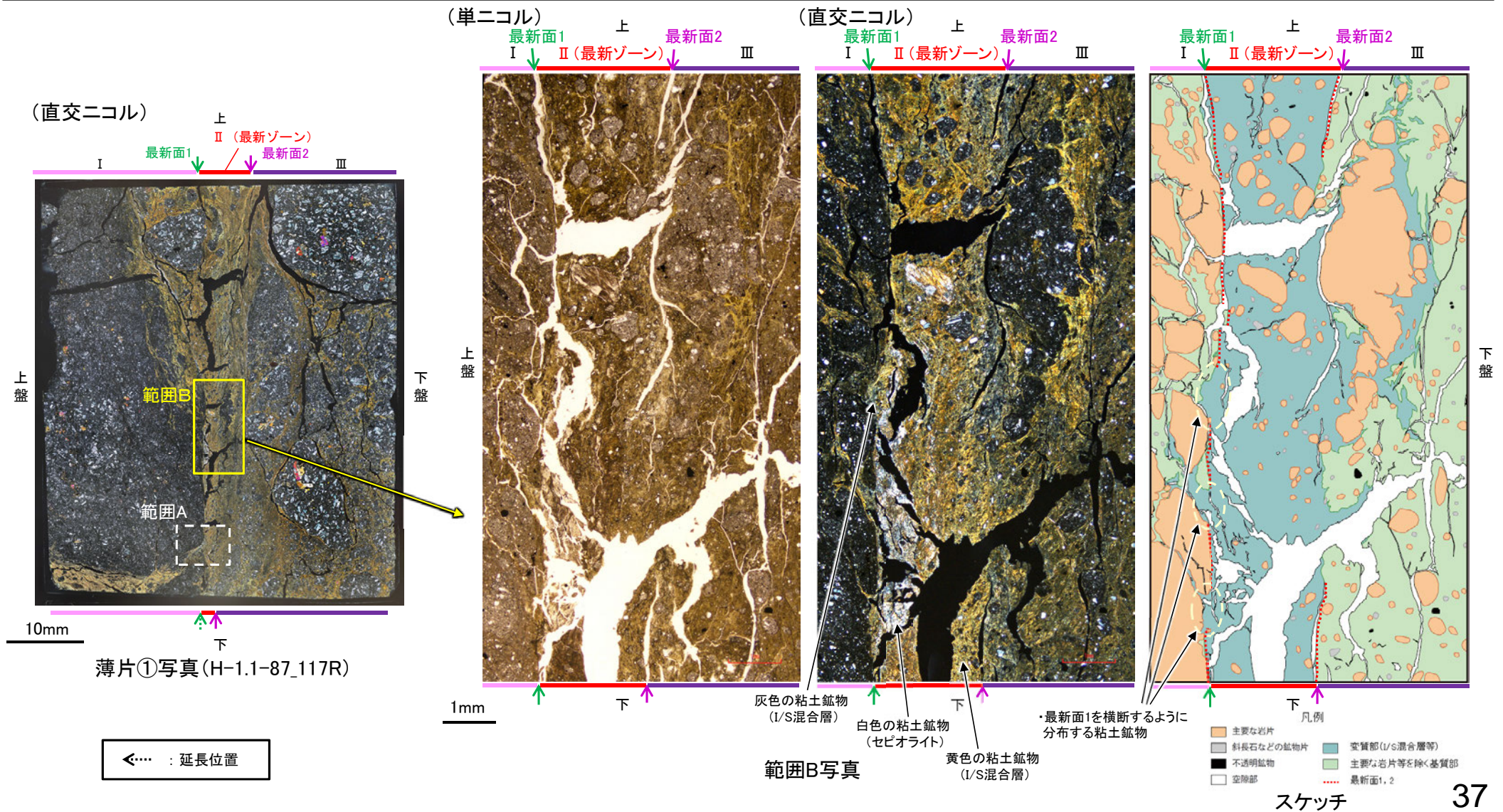
左30° 回転

左60° 回転

- ・不連続箇所(粘土鉱物(I/S混合層)にせん断面や引きずりなどの変形は認められない。
- ・注入の痕跡は認められない。

1-1 K-2 H-1.1-87孔 ー最新面とI/S混合層との関係(範囲B, 最新面1)ー

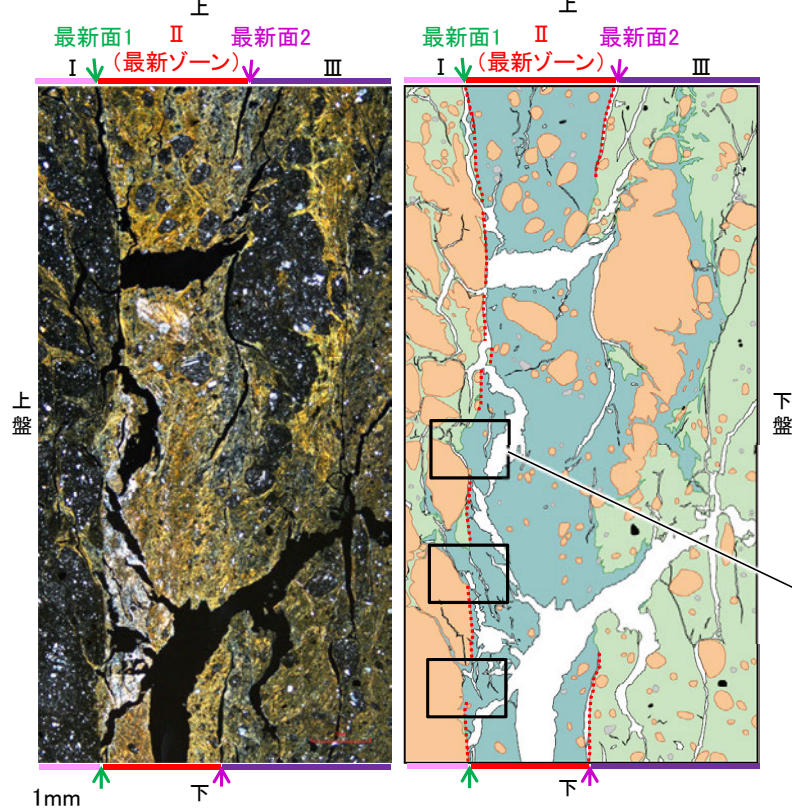
- 最新面1については、範囲Aの最新面1を横断する鉱物脈によって評価を行っている(P.30~32)。一方で、範囲Bの最新面1の延長位置付近に黄色、灰色及び白色の干渉色を呈する粘土鉱物の境界が分布することから、これらの境界におけるせん断面の有無を確認するため、詳細に観察を行った。
- 最新ゾーン及びその周辺に広く分布する黄色及び灰色の粘土鉱物は、粘土鉱物の量の違いで干渉色が若干異なるものの、本薄片及び他の敷地内断層における薄片観察結果等を踏まえ、いずれもI/S混合層であると判断した。また、範囲Bの最新面1付近に局所的に分布する白色の粘土鉱物は、薄片観察結果や隣接孔(H-1.1孔)におけるEPMA分析結果等(P.41~43)を踏まえ、セピオライトであると判断した。
- 範囲Bにおいて、黄色(I/S混合層)、灰色(I/S混合層)及び白色(セピオライト)の粘土鉱物の境界を詳細に観察した結果、境界は凹凸し漸移的であり、せん断面や引きずりなどの変形は認められない(P.38~40)。ただし、I/S混合層とセピオライトの境界が範囲Bの最新面1の延長位置付近に分布することを踏まえ、最新面1と鉱物脈との切り合い関係については、範囲Aで評価を行うこととした(P.30~32)。



K-2_H-1.1-87孔

【詳細観察(範囲B, 最新面1)1/3】

(直交ニコル)

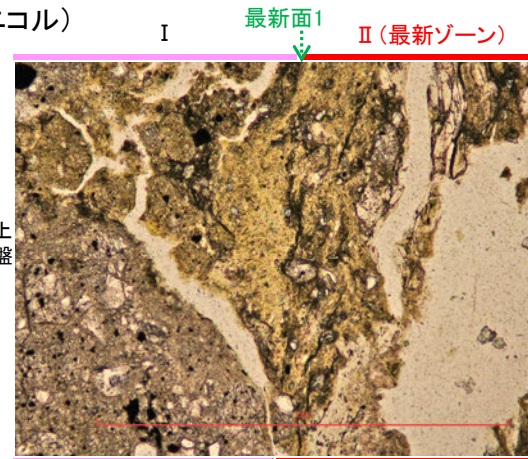


範囲B写真

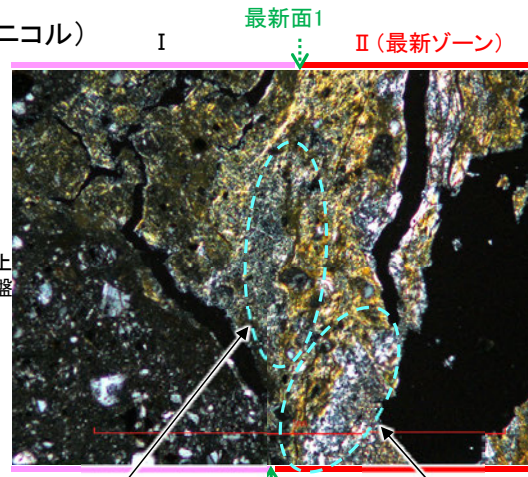
- 凡例
- 主要な岩片
 - 斜長石などの鉱物片
 - 変質部 (I/S混合層等)
 - 不透明鉱物
 - 主要な岩片等を除く基質部
 - 空隙部
 - 最新面1, 2

スケッチ

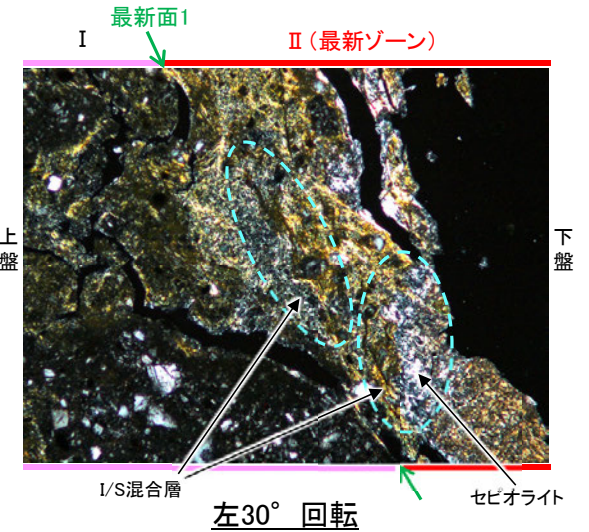
(単ニコル)



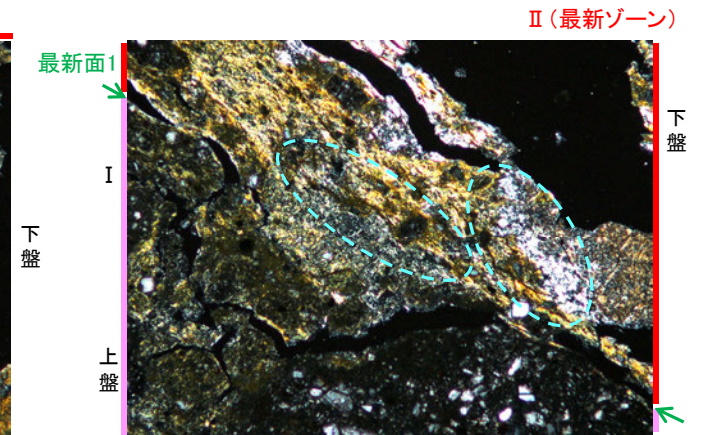
(直交ニコル)



詳細観察範囲写真 (0° 回転)



左30° 回転



左60° 回転

・黄色と灰色の粘土鉱物は、粘土鉱物の量の違いで干渉色が若干異なるものの、本薄片及び他の敷地内断層における薄片観察結果等を踏まえ、いずれもI/S混合層だと判断した。
 ・最新面1付近に分布する黄色と灰色の粘土鉱物の境界は凹凸し漸移的であり、せん断面や引きずりなどの変形は認められない。

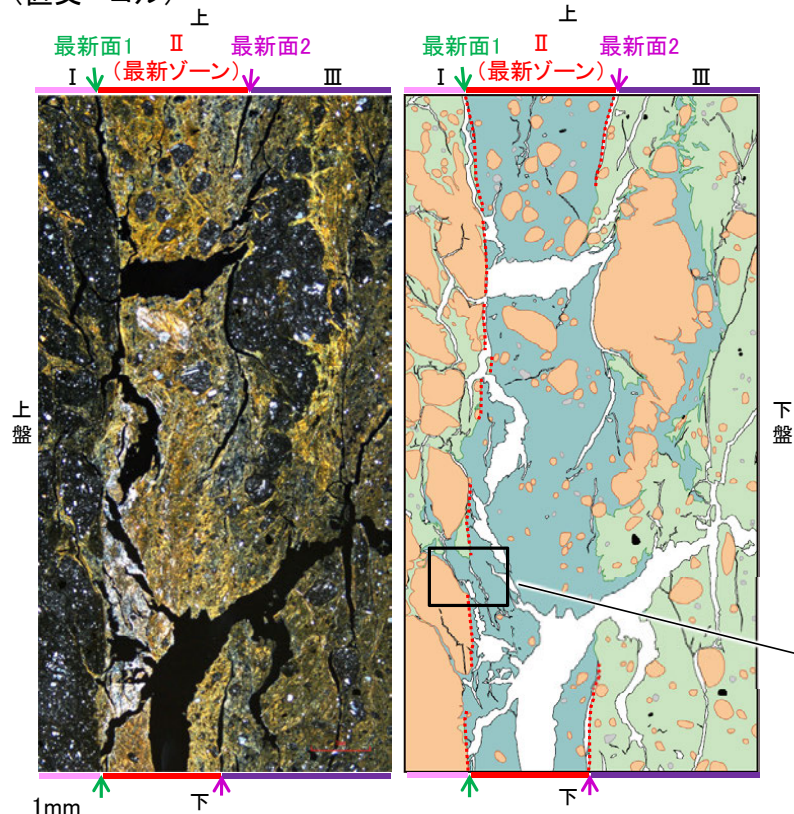
・最新面1付近に分布する黄色と白色の粘土鉱物の境界は凹凸し漸移的であり、せん断面や引きずりなどの変形は認められない。

← : 延長位置

K-2_H-1.1-87孔

【詳細観察(範囲B, 最新面1)2/3】

(直交ニコル)

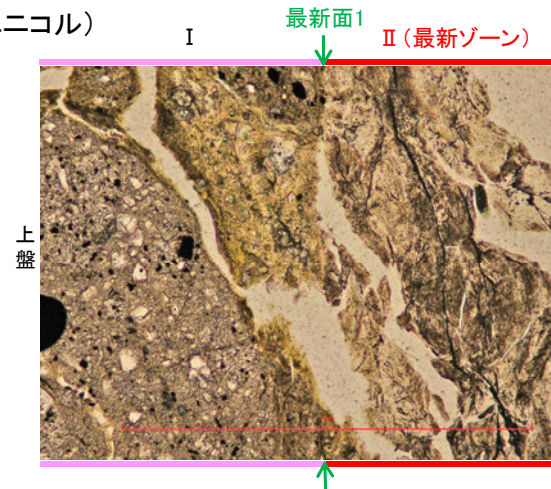


範囲B写真

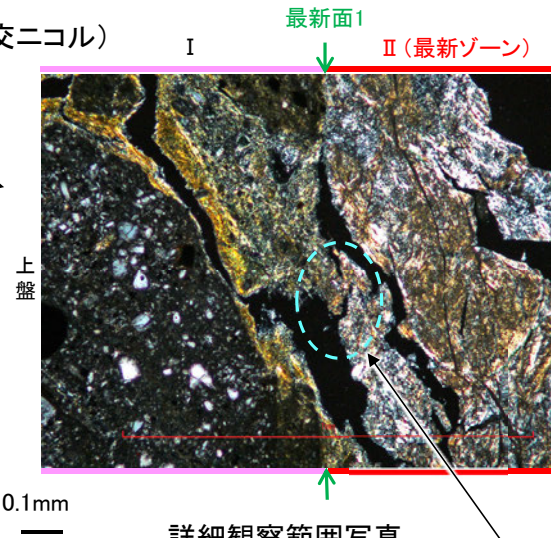
- 凡例
- 主要な岩片
 - 斜長石などの鉱物片
 - 不透明鉱物
 - 空隙部
 - 変質部 (I/S混合層等)
 - 主要な岩片等を除く基質部
 - 最新面1, 2

スケッチ

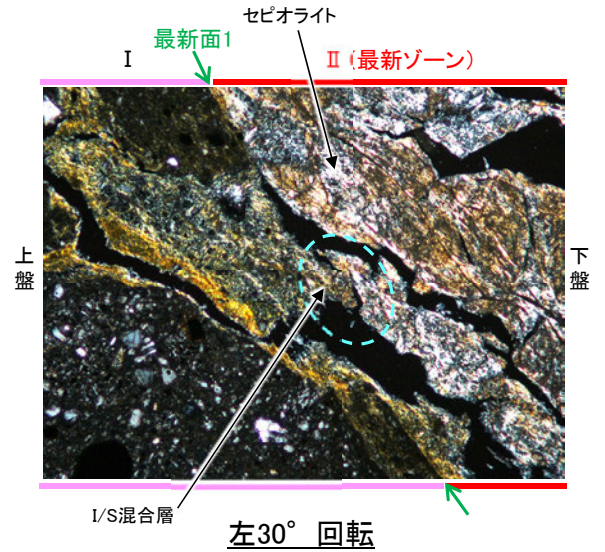
(単ニコル)



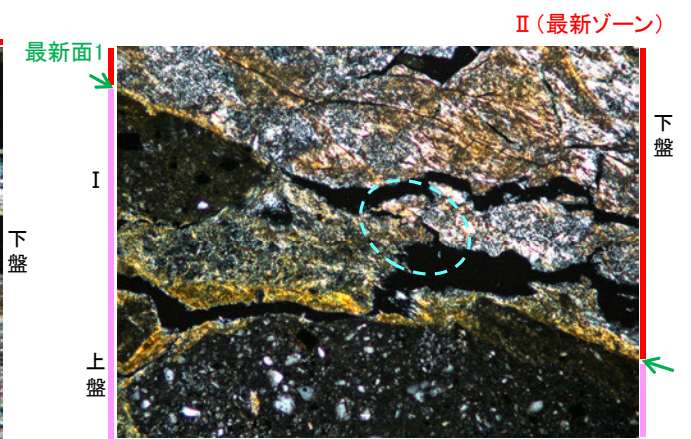
(直交ニコル)



詳細観察範囲写真
(0°回転)



左30°回転



左60°回転

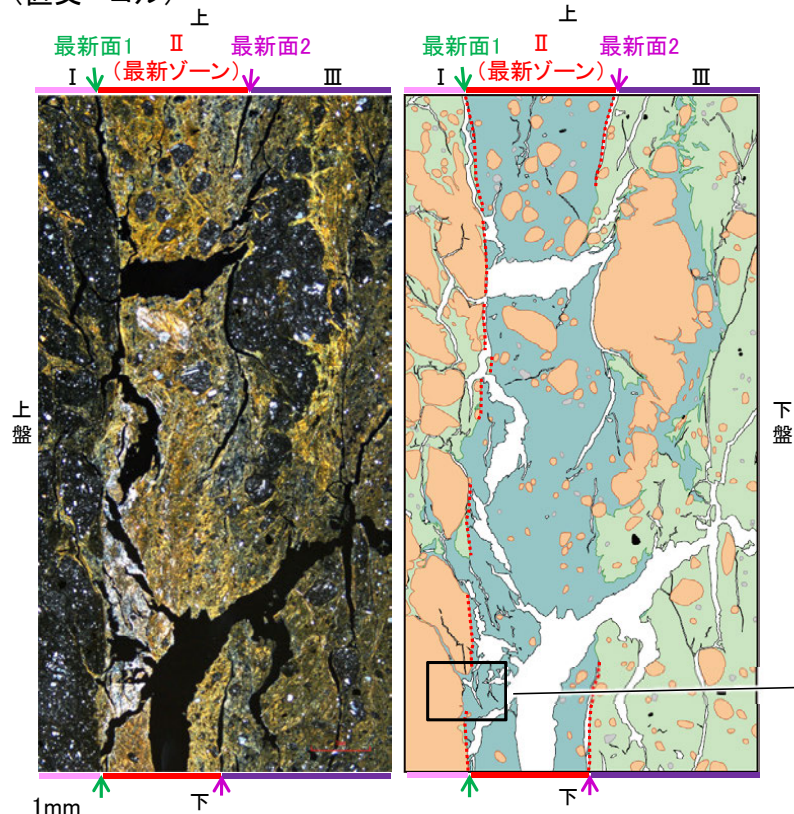
・最新面1付近に分布する灰色と白色の粘土鉱物の境界は凹凸し漸移的であり、せん断面や引きずりなどの変形は認められない。

←..... : 延長位置

K-2_H-1.1-87孔

【詳細観察(範囲B, 最新面1)3/3】

(直交ニコル)

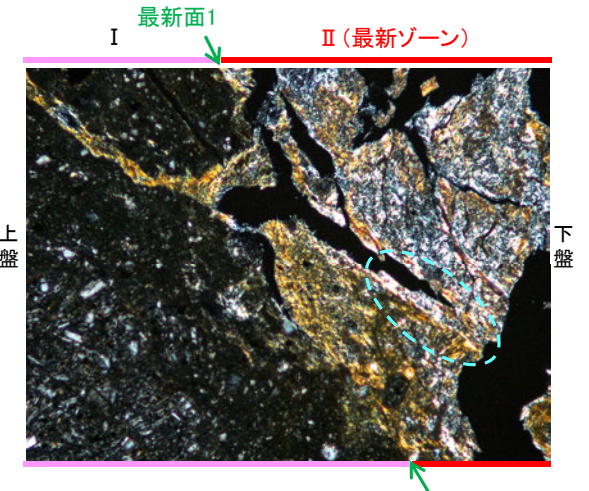
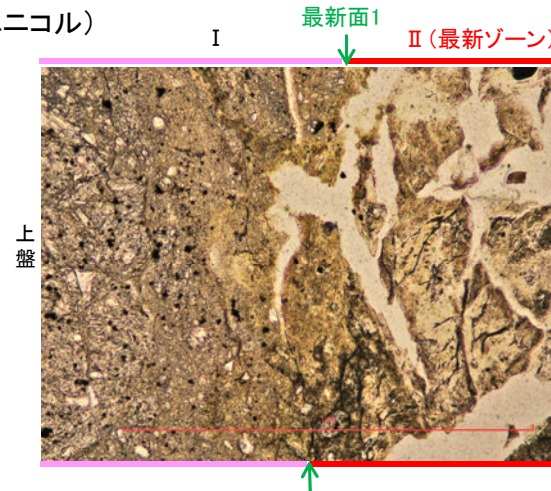


範囲B写真

- 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混合層等)
 - 主要な岩片等を除く基質部
 - ⋯ 最新面1, 2

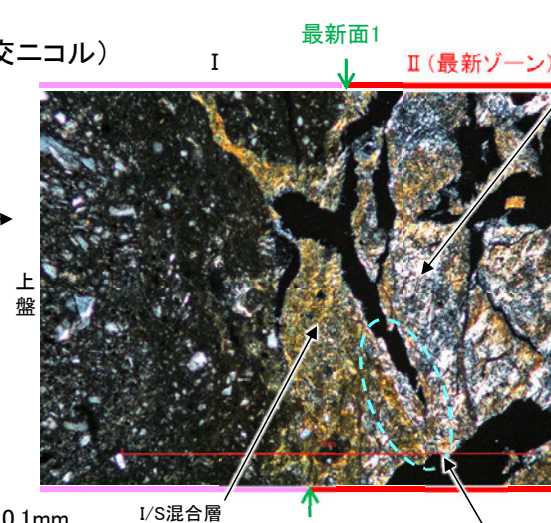
スケッチ

(単ニコル)



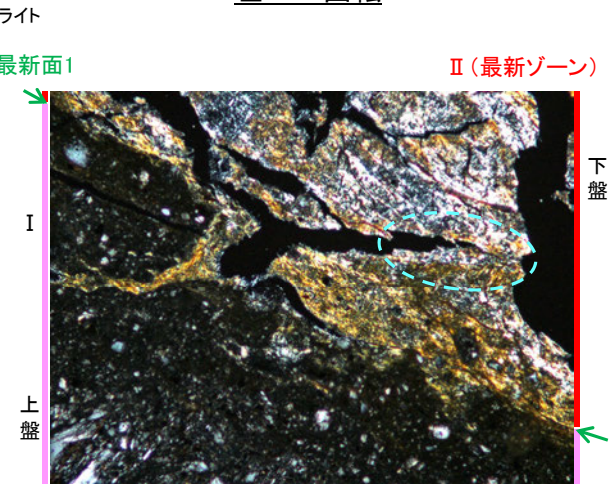
左30° 回転

(直交ニコル)



詳細観察範囲写真
(0° 回転)

・最新面1付近に分布する黄色と白色の粘土鉱物の境界は凹凸し漸移的であり、せん断面や引きずりなどの変形は認められない。

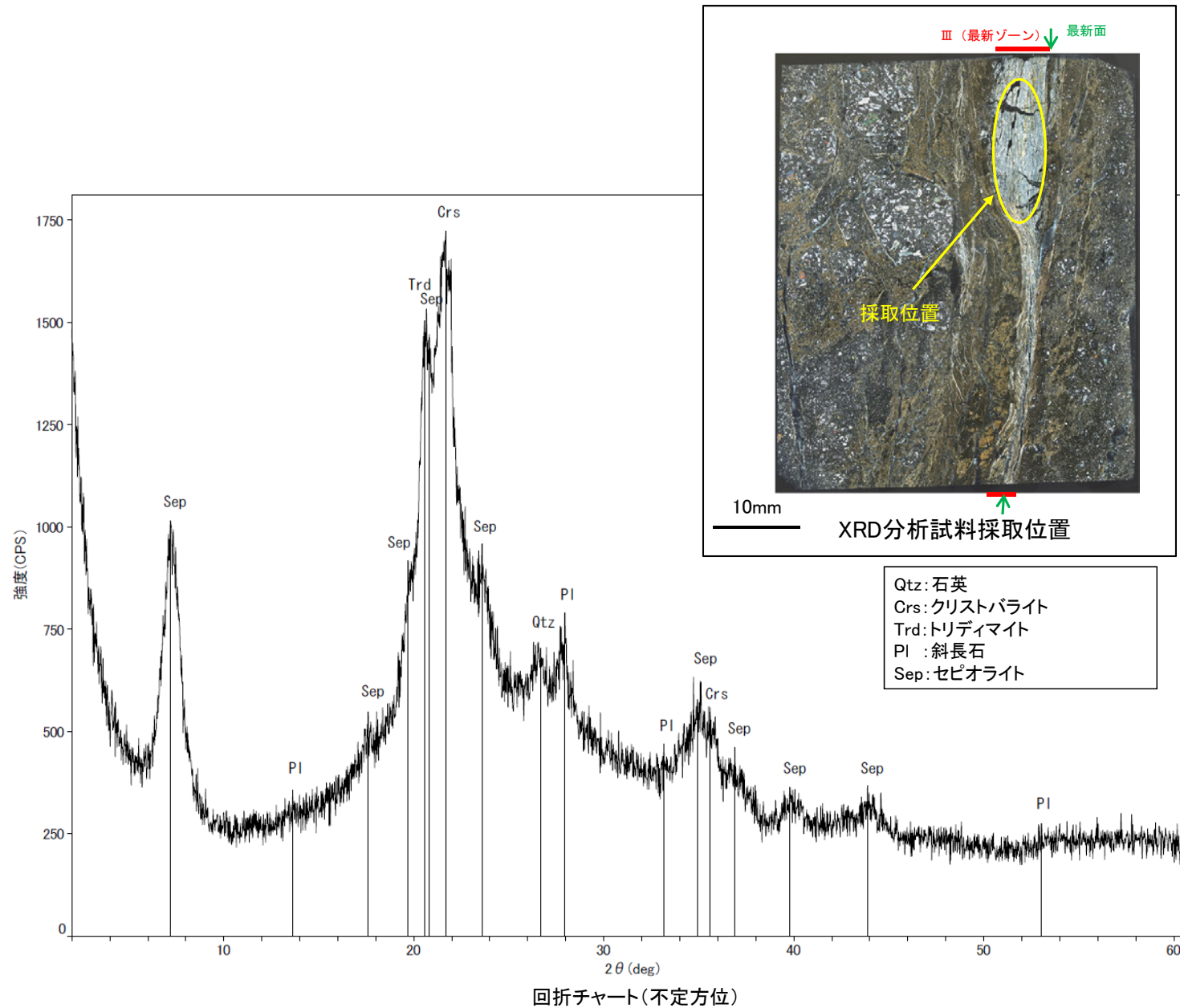


左60° 回転

← : 延長位置

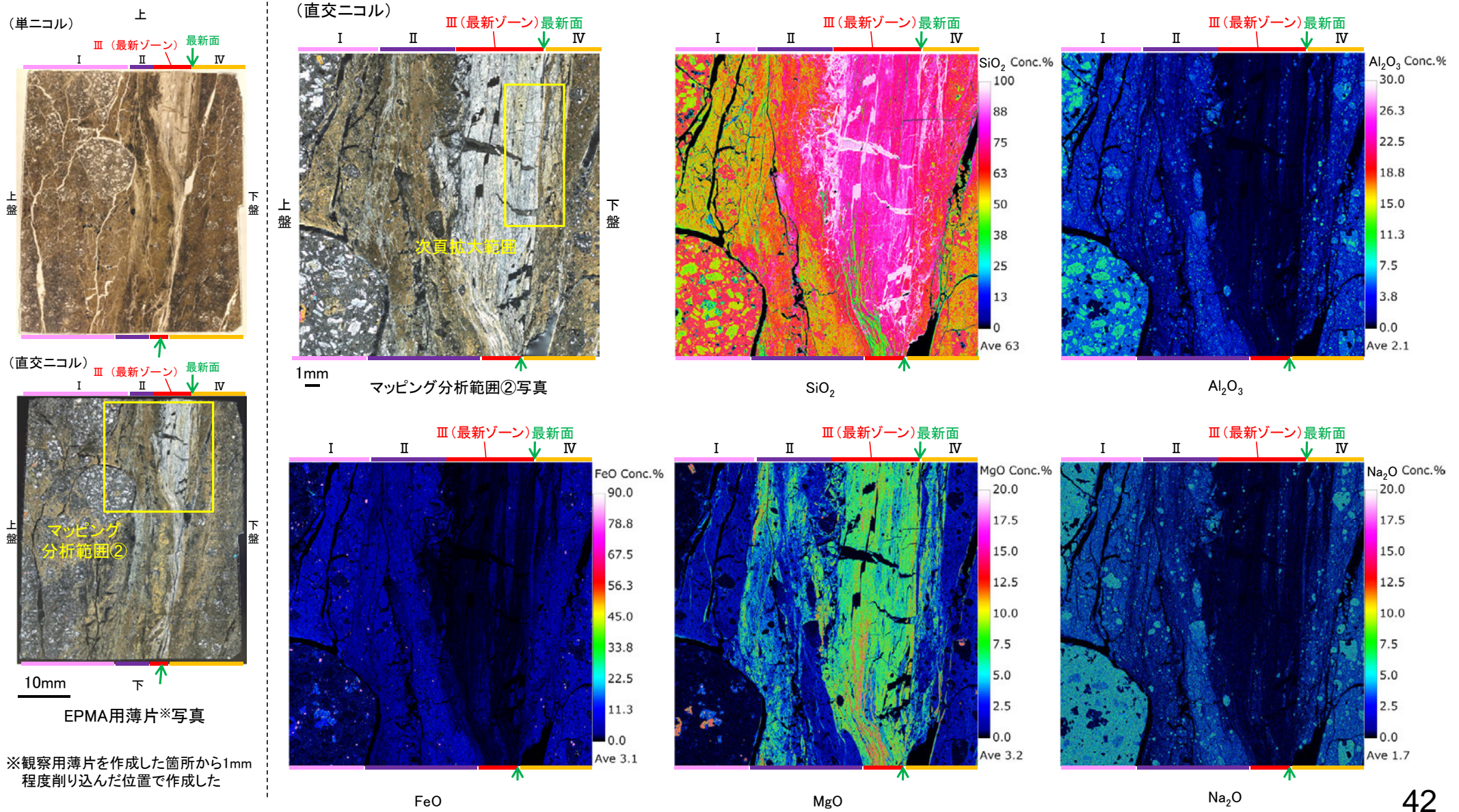
(参考)H-1.1孔 ー 鉱物の同定(XRD分析, セピオライト) ー

○白色鉱物を含む最新ゾーンでXRD分析を実施した結果, セピオライトやオパールCTが認められる。



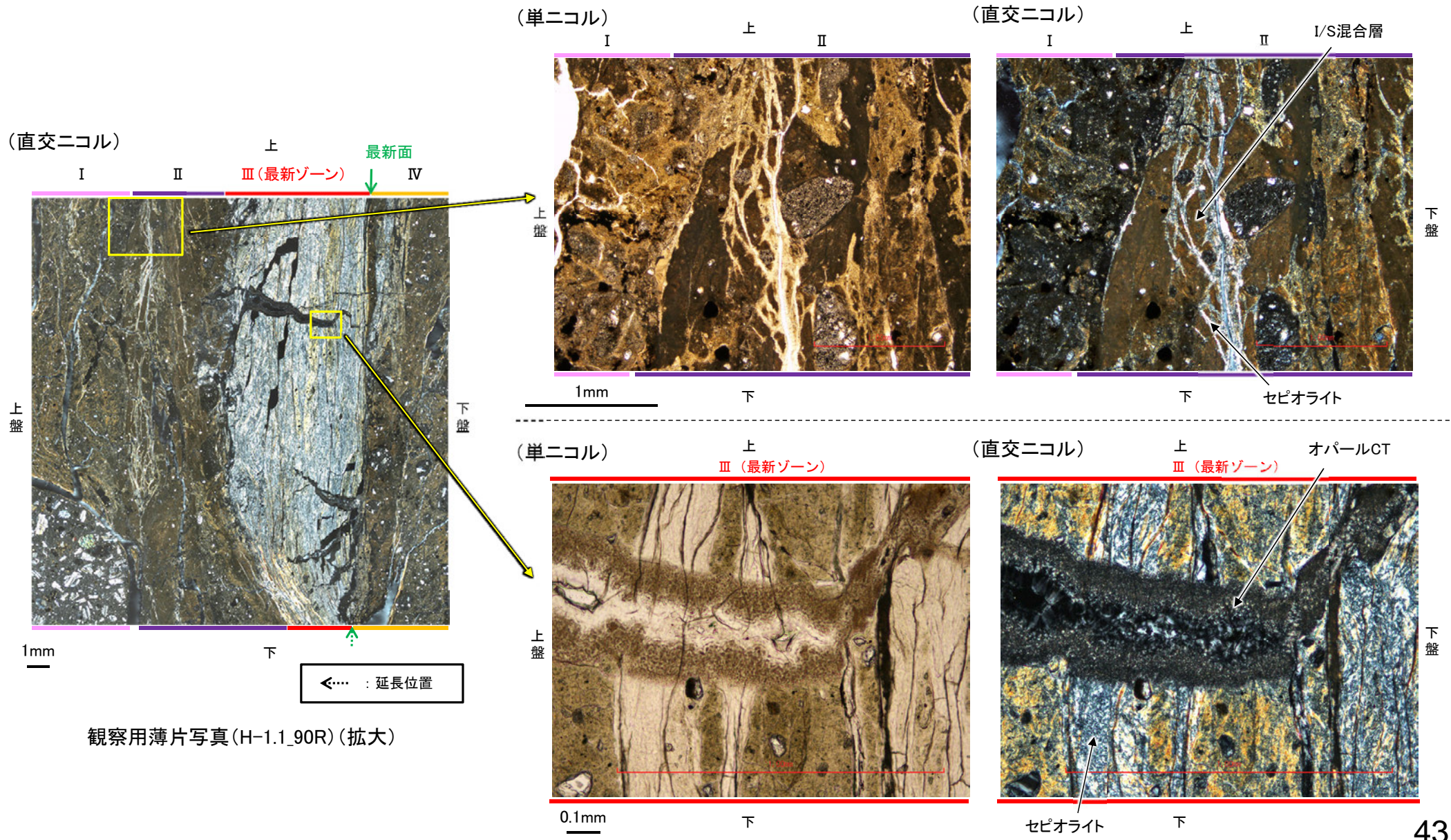
(参考)H-1.1孔 ー変質鉱物の分布(EPMA分析, セピオライト)ー

○EPMA用薄片でEPMA分析(マッピング)を実施した結果, 相対的にMgOを多く含むセピオライトが, 最新ゾーンの大部分及びその周辺に分布することを確認した。



(参考)H-1.1孔 一変質鉱物の新旧関係一

○分帯Ⅱにおいて、I/S混合層中にセピオライトが脈状に生成している。
 ○また、最新ゾーン中に生成するセピオライト全体を横断するようにオパールCTが晶出している。
 ○以上のことを踏まえると、I/S混合層生成後にセピオライトが生成し、さらにその後オパールCTが晶出したと考えられる。



観察用薄片写真(H-1.1_90R) (拡大)

1-2 K-2 G-1.5-80孔 一評価結果一

○K-2の鉱物脈法による評価の説明性向上を目的として、新たにG-1.5-80孔から薄片を作成し、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。

【最新面の認定】

○G-1.5-80孔の深度77.80m付近で認められるK-2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.45~48)。

【鉱物の同定】

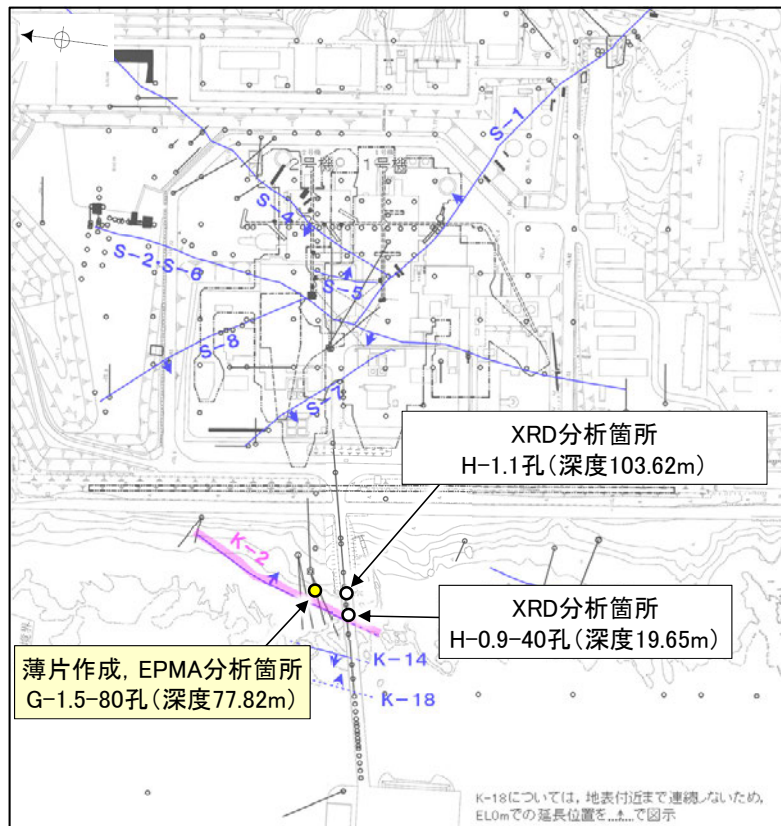
○微視的観察により確認した粘土鉱物は、EPMA分析(定量)による化学組成の検討結果及びXRD分析(粘土分濃集)による結晶構造判定結果から、I/S混合層であると判断した(P.49, 50)。

【変質鉱物の分布と最新面との関係】

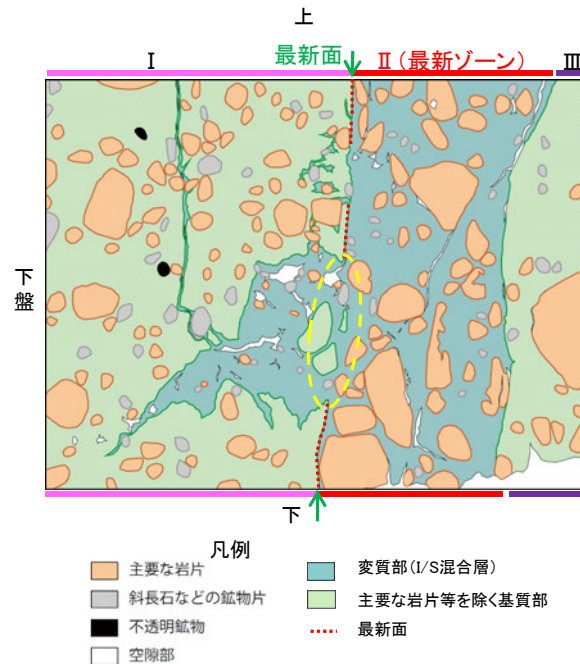
○EPMA分析(マッピング)や薄片観察により、粘土鉱物(I/S混合層)の分布範囲を確認した結果、粘土鉱物(I/S混合層)は最新ゾーン及びその周辺に分布している(P.51, 52)。

○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.53~56)。

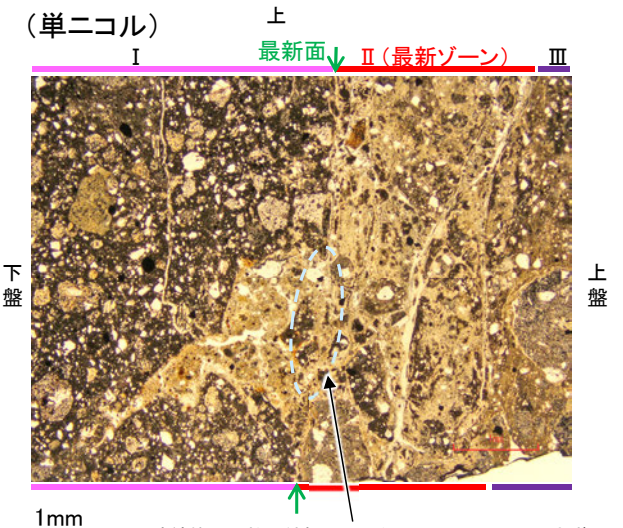
○以上のことを踏まえると、K-2の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。



調査位置図



スケッチ

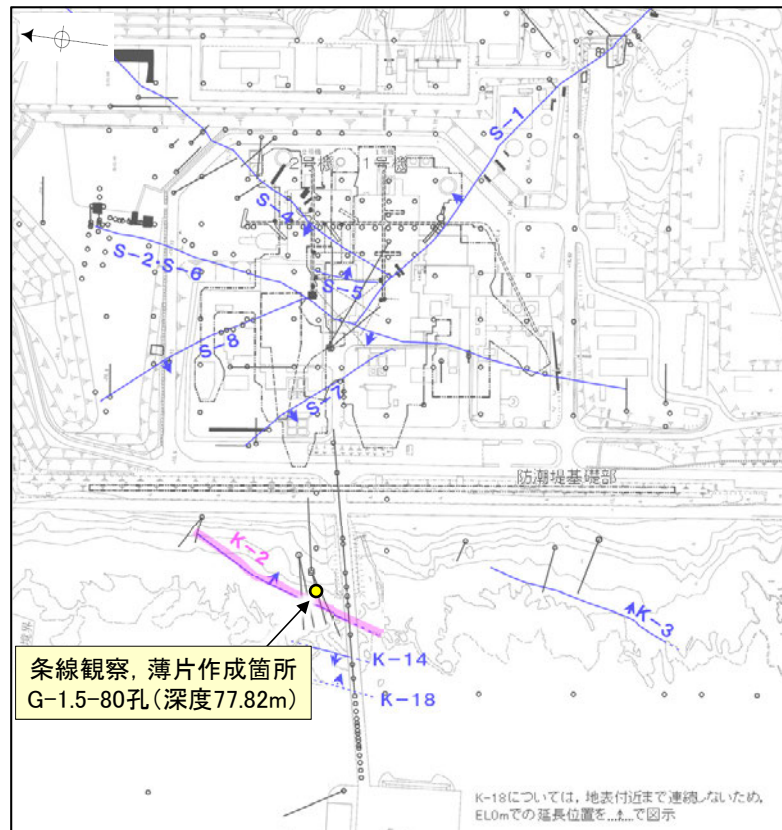


範囲A写真

1-2 K-2 G-1.5-80孔 ー最新面の認定(巨視的観察)ー

○G-1.5-80孔の深度77.80m付近で認められるK-2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、71° Rの条線方向が確認されたことから、71° Rで薄片を作成した(ブロック写真)。



- 評価対象断層
- S-O (陸域 EL-4.7m)
- K-O (海岸部 EL0m)

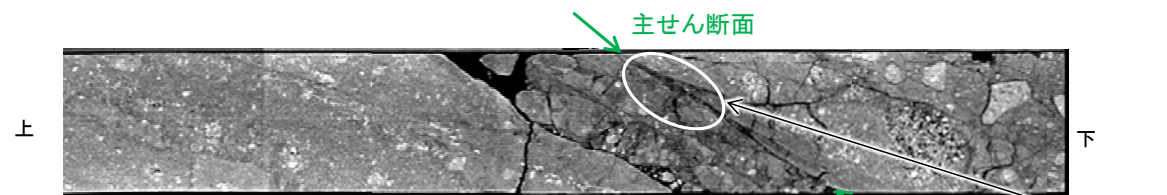
・条線観察結果についてはP.57

調査位置図

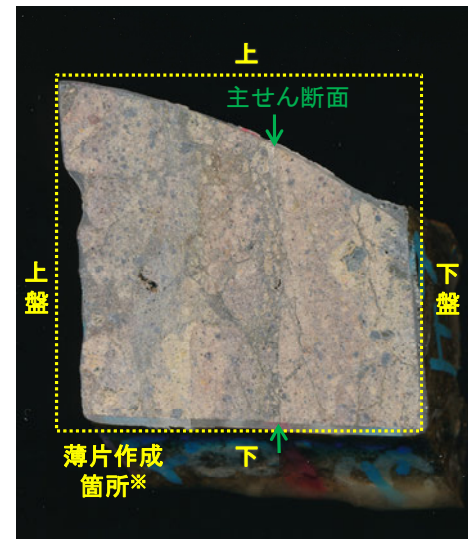


ボーリングコア写真(G-1.5-80孔)

- 砂状破砕部
- 固結した破砕部



CT画像(G-1.5-80孔)



ブロック写真

※図示した箇所にて薄片①を作成し、そこから2mm程度削り込んだ位置でEPMA用薄片を作成した

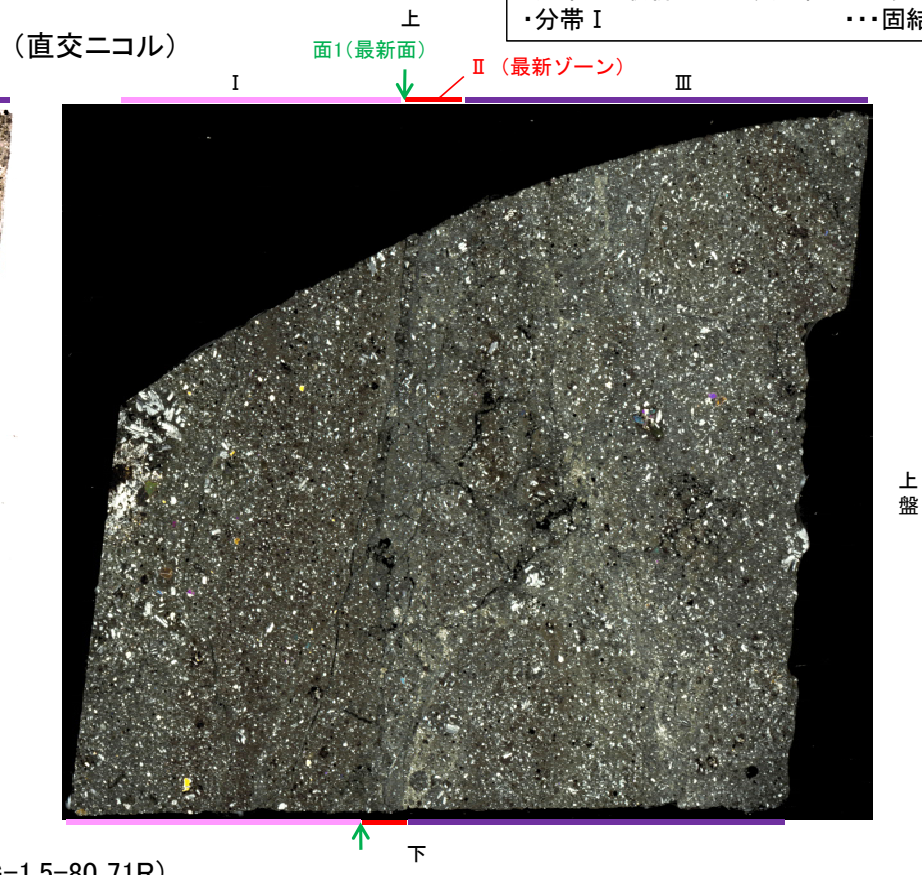
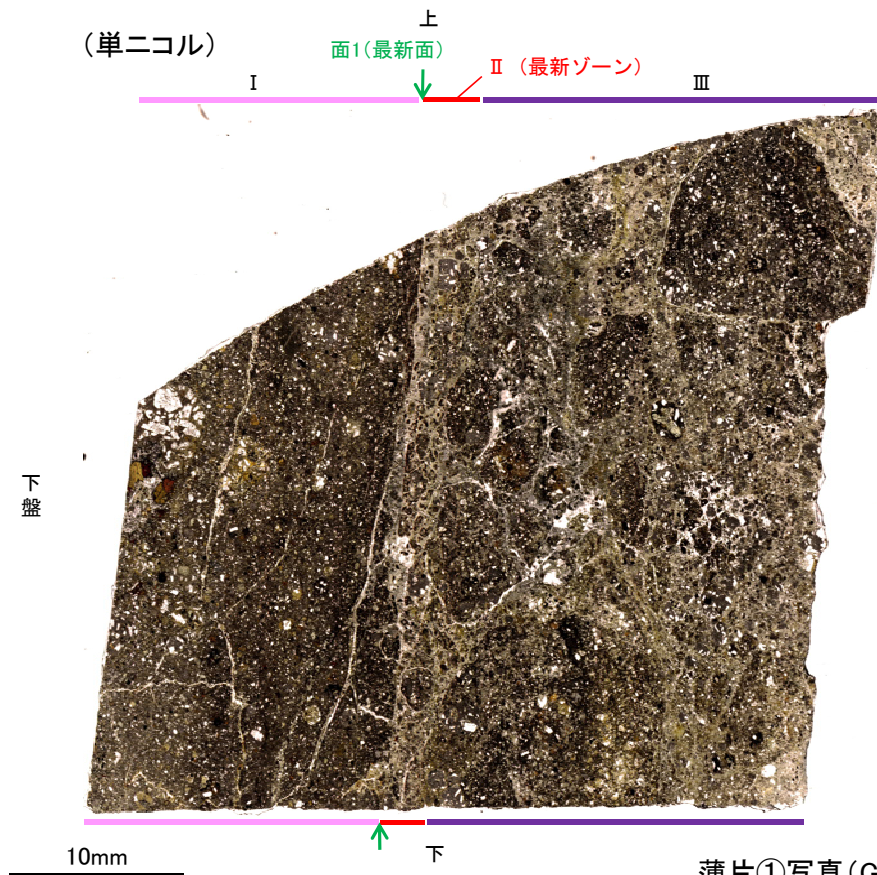
1cm

- 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, 下盤側より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※。
- 以上より, 面1を最新面とし, 変質鉱物との関係を確認する。

※最新ゾーンと分帯Ⅲ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Ⅱ(最新ゾーン), 分帯Ⅲ・・・砂状破碎部
 ・分帯Ⅰ・・・固結した破碎部

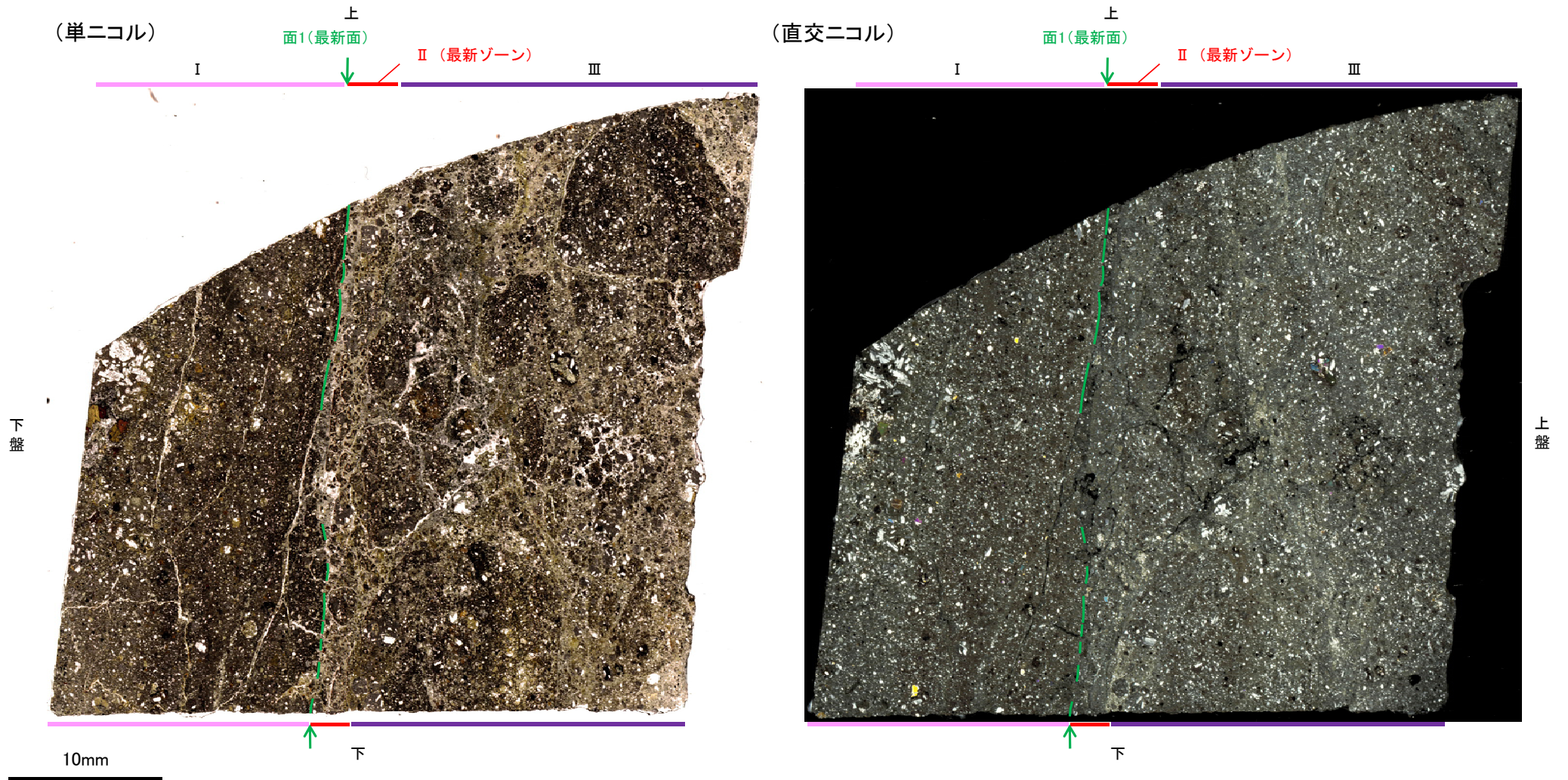


薄片①写真(G-1.5-80_71R)

- Ⅰ: 単ニコルで暗褐灰色, 直交ニコルで灰色の干渉色を呈する。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。
- Ⅱ: 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ている。岩片, 鉱物片は角～垂角形である。基質中や割れ目, 岩片の縁辺部には粘土鉱物が生成している。
- Ⅲ: 単ニコルで褐灰色, 直交ニコルで灰色の干渉色を呈する。径16mm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, 岩片の縁辺部には粘土鉱物が生成している。

K-2_G-1.5-80孔

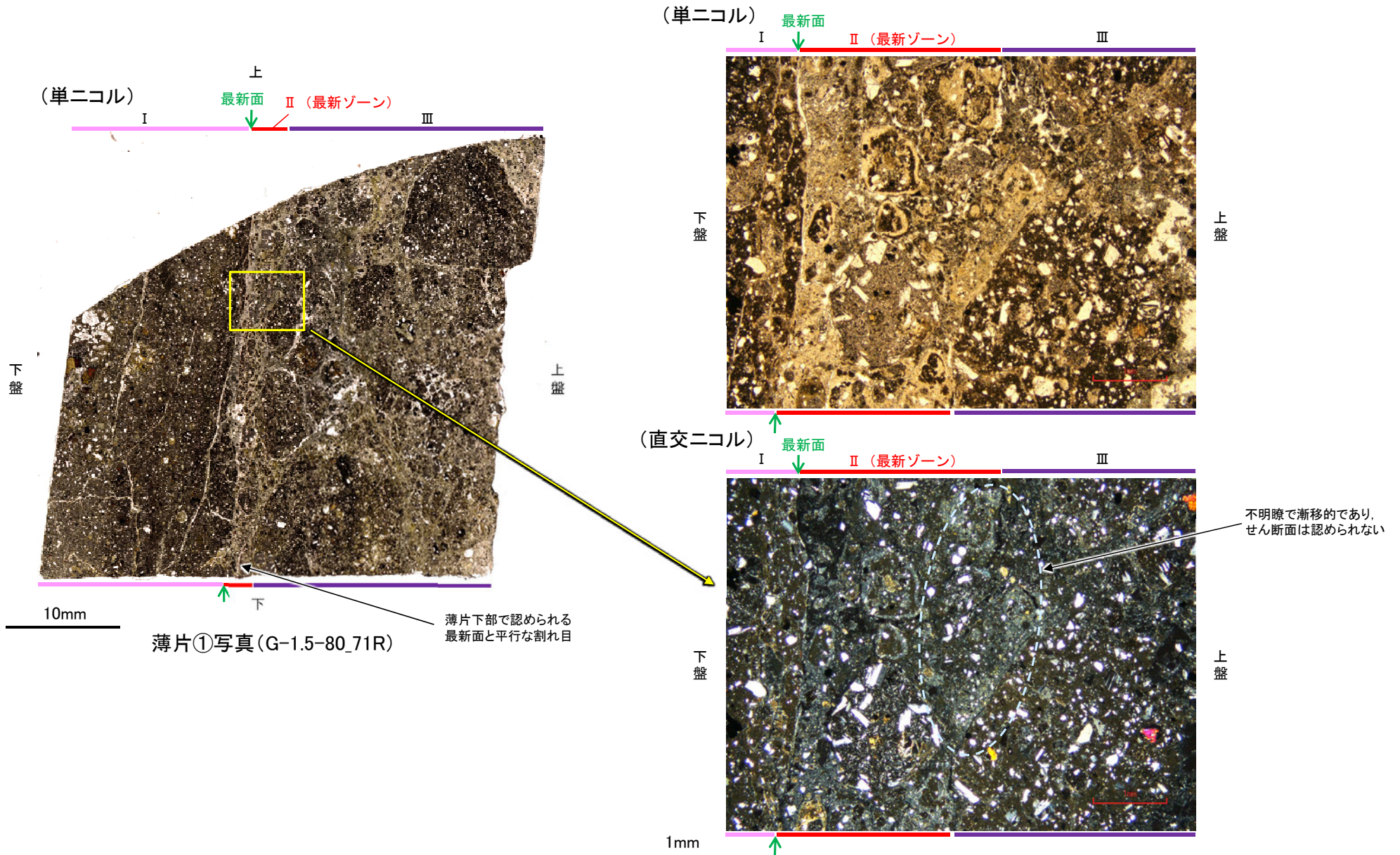
【解釈線あり】



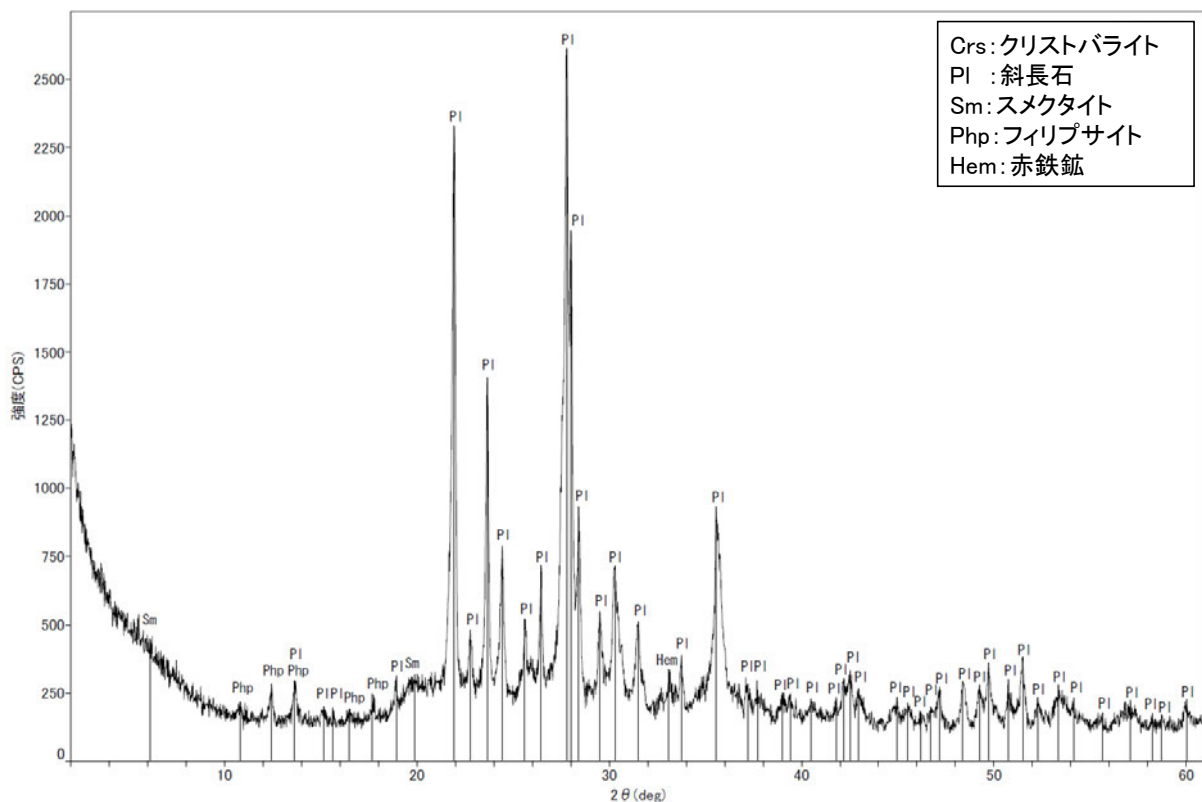
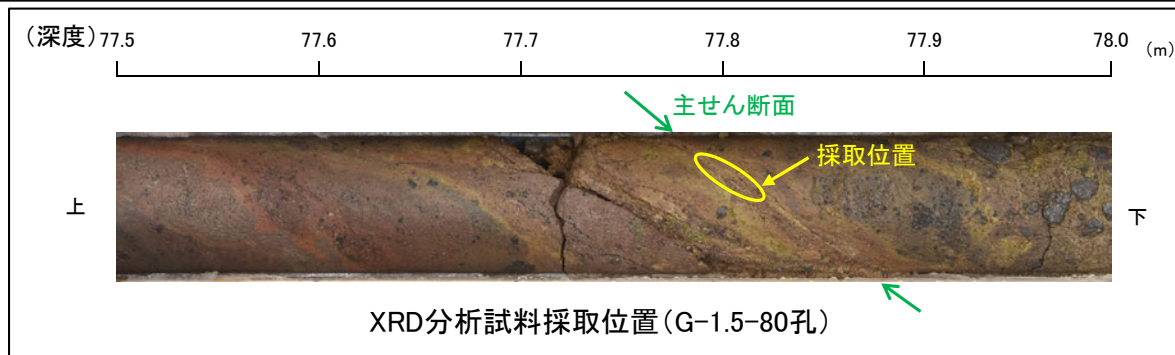
薄片①写真(G-1.5-80_71R)

1-2 K-2 G-1.5-80孔 ー最新ゾーンと分帯Ⅲとの境界ー

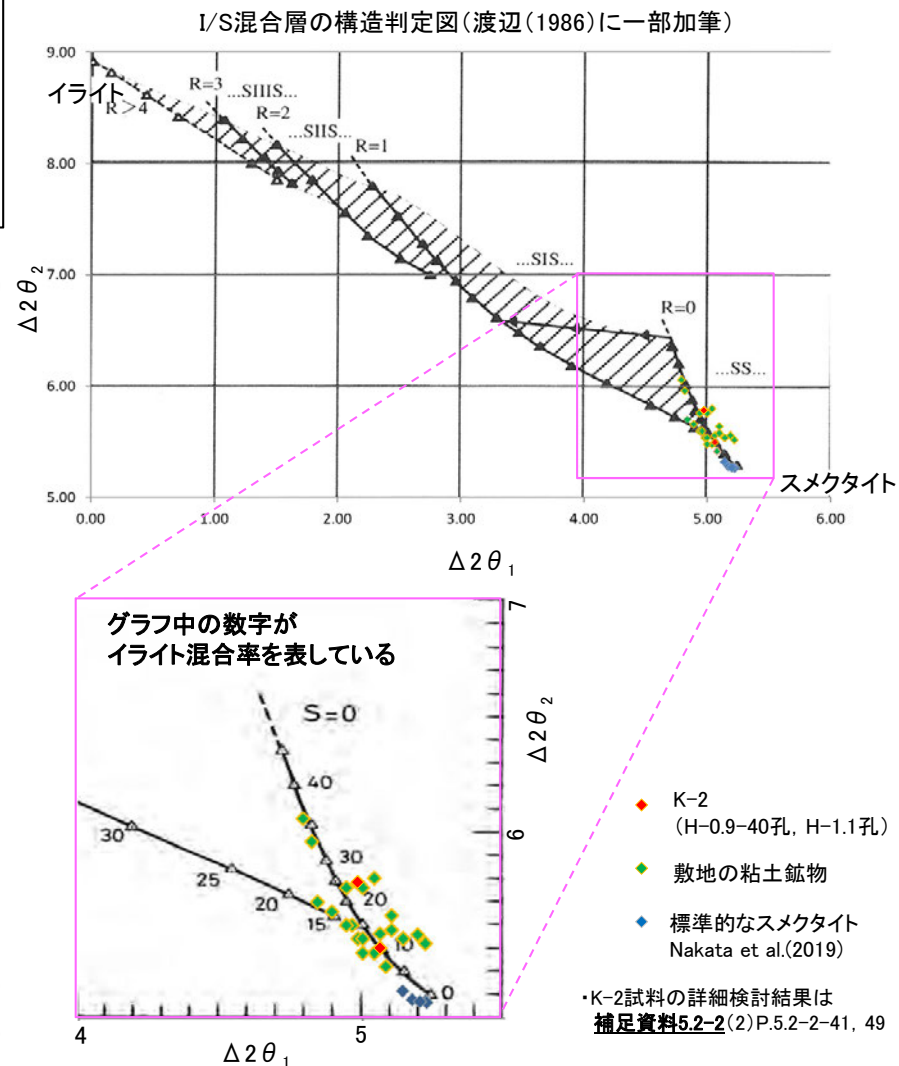
○薄片①の微視的観察(薄片観察)の結果, 最新ゾーンと分帯Ⅲとの境界は不明瞭で漸移的であり, せん断面は認められない。



- 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(H-0.9-40孔, H-1.1孔)の破碎部において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, その他の変質鉱物としてフィリップサイトが認められる。



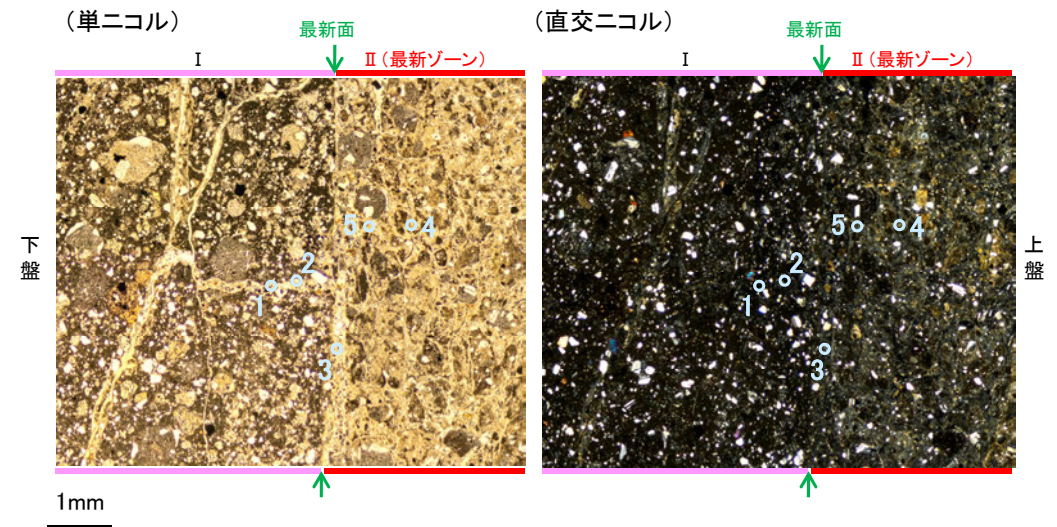
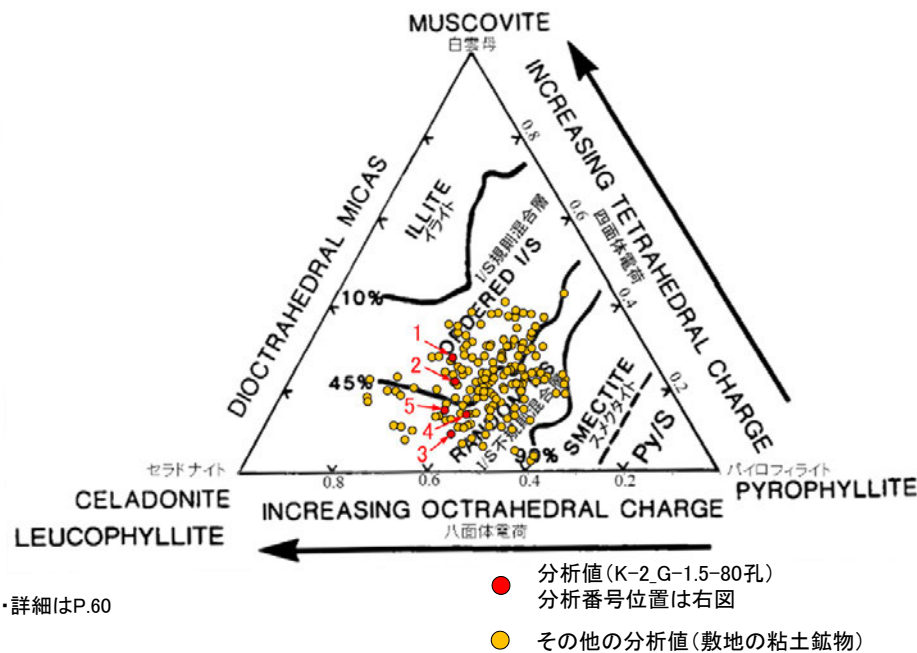
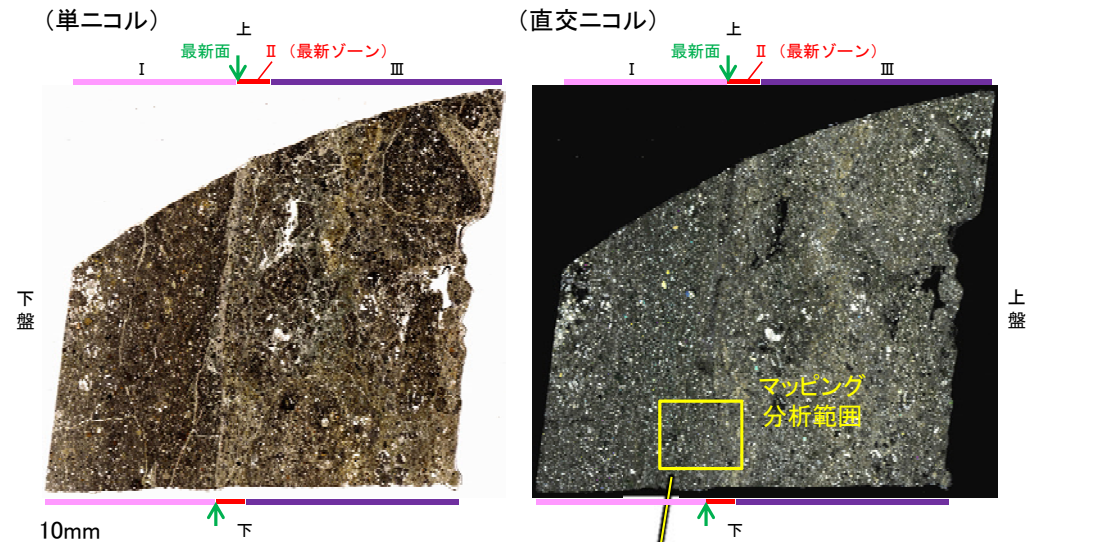
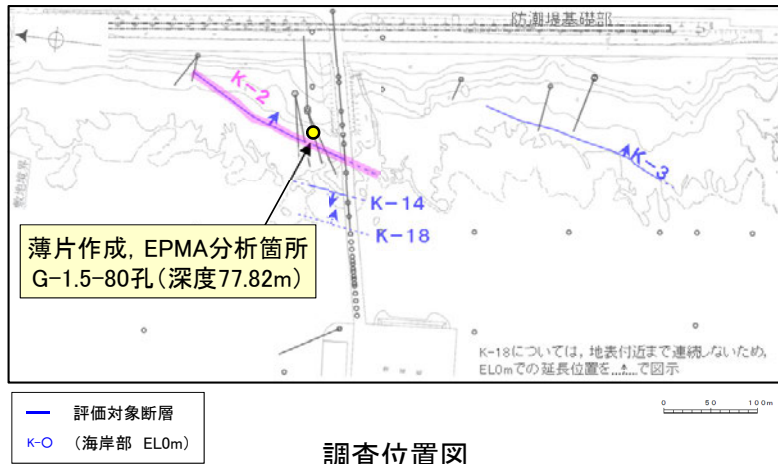
回折チャート(不定方位)_G-1.5-80孔 ・回折チャート(定方位, EG処理)についてはP.59



・K-2試料の詳細検討結果は
補足資料5.2-2(2)P.5.2-2-41, 49

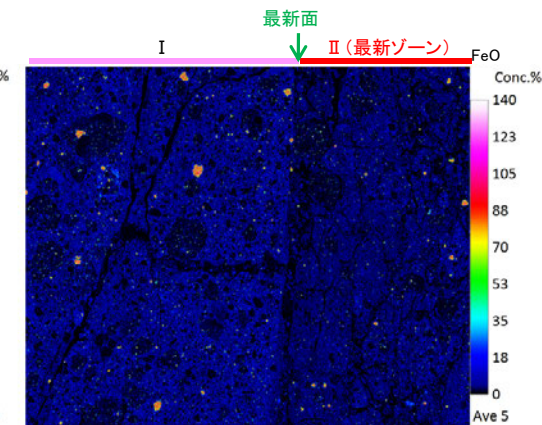
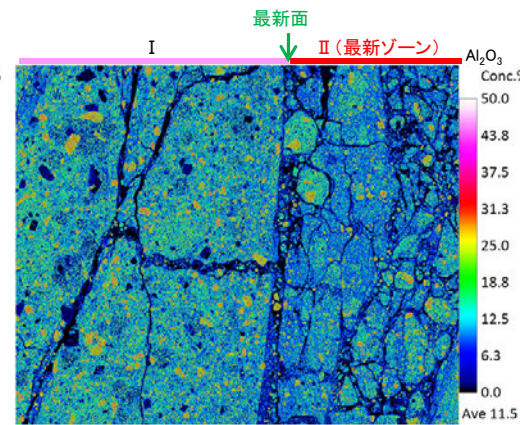
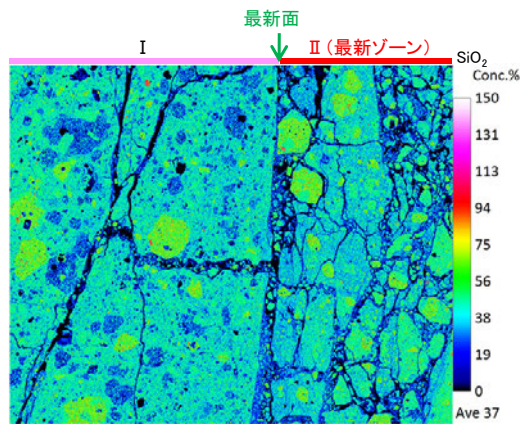
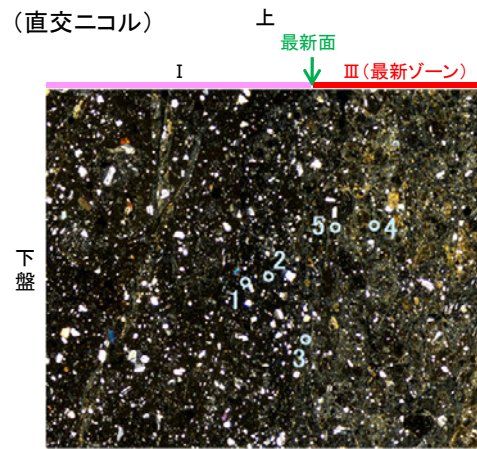
I/S混合層の構造判定図(渡辺(1981)に一部加筆)

○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。



○EPMA用薄片でEPMA分析(マッピング)を実施した結果, EPMA分析(定量)で認められたI/S混合層が最新ゾーンやその周辺に分布していることを確認した。

(直交ニコル)



1mm

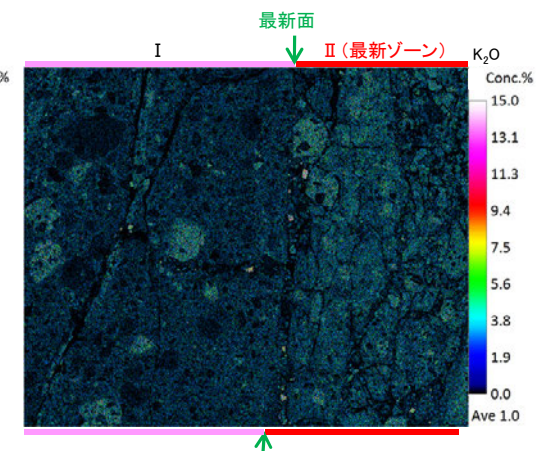
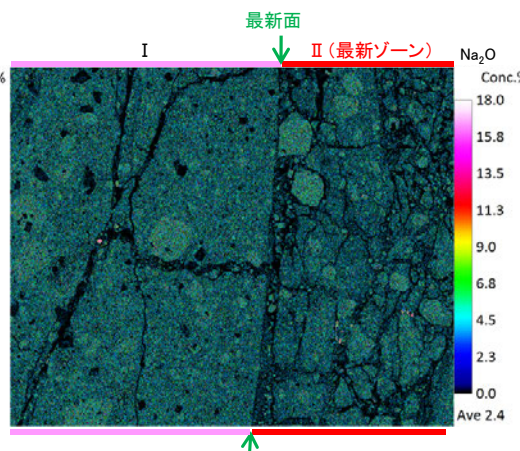
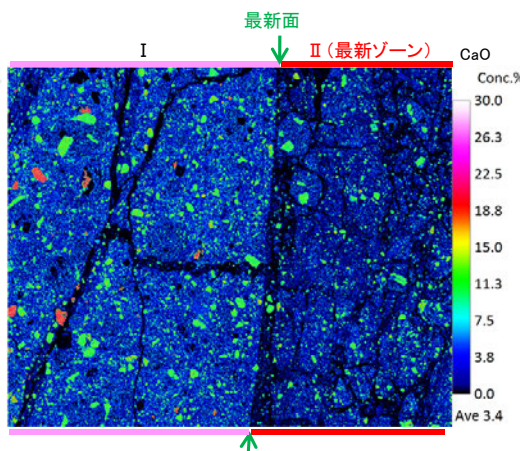
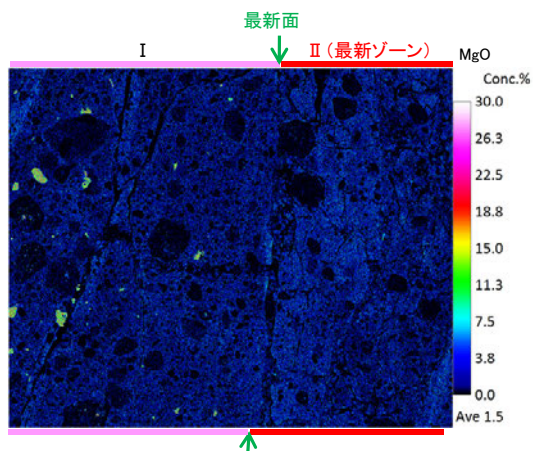
下 ○ : EPMA分析(定量)実施箇所

マッピング分析範囲写真

SiO₂

Al₂O₃

FeO



MgO

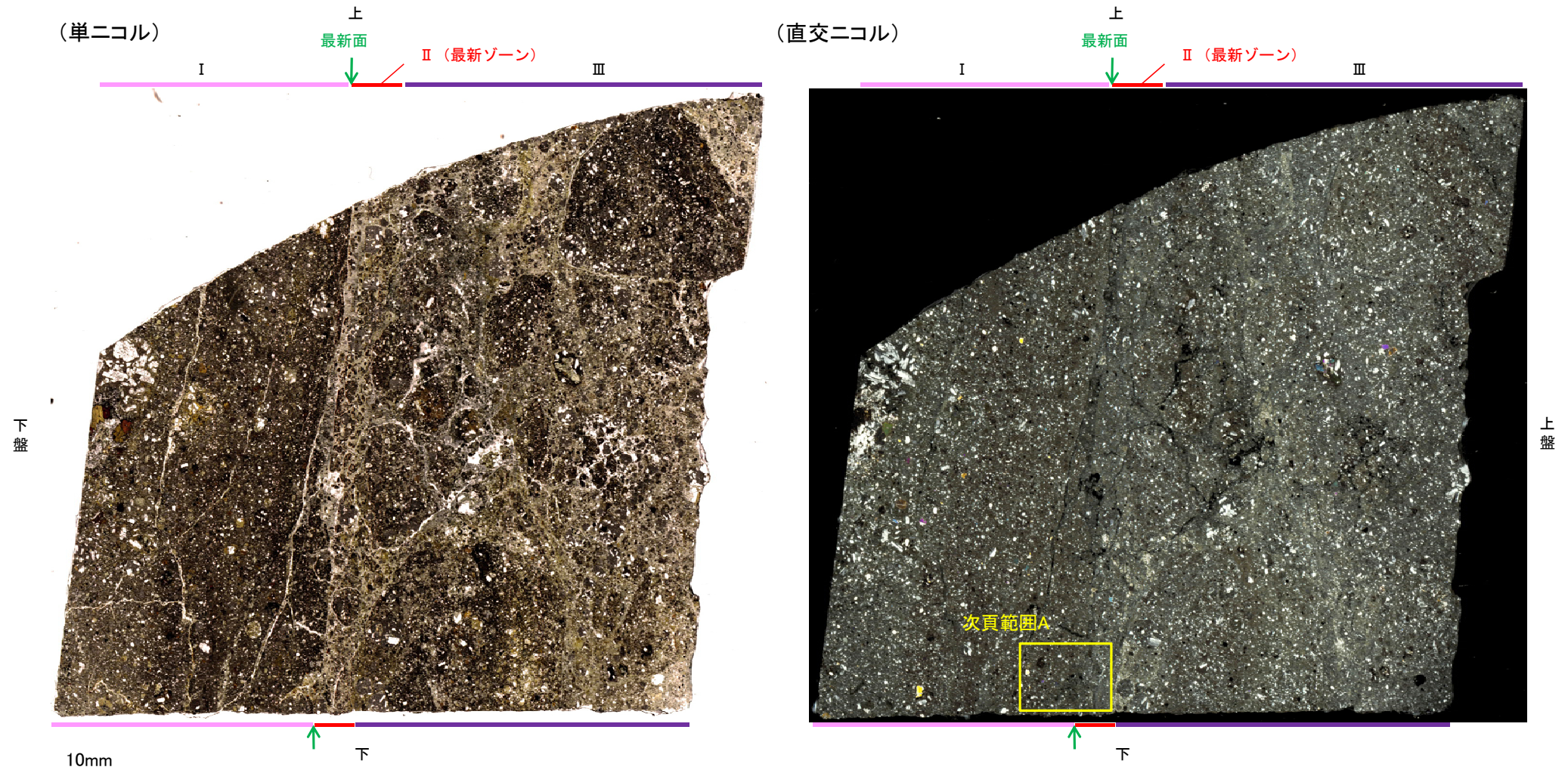
CaO

Na₂O

K₂O

1-2 K-2 G-1.5-80孔 ー変質鉱物の分布(薄片観察)ー

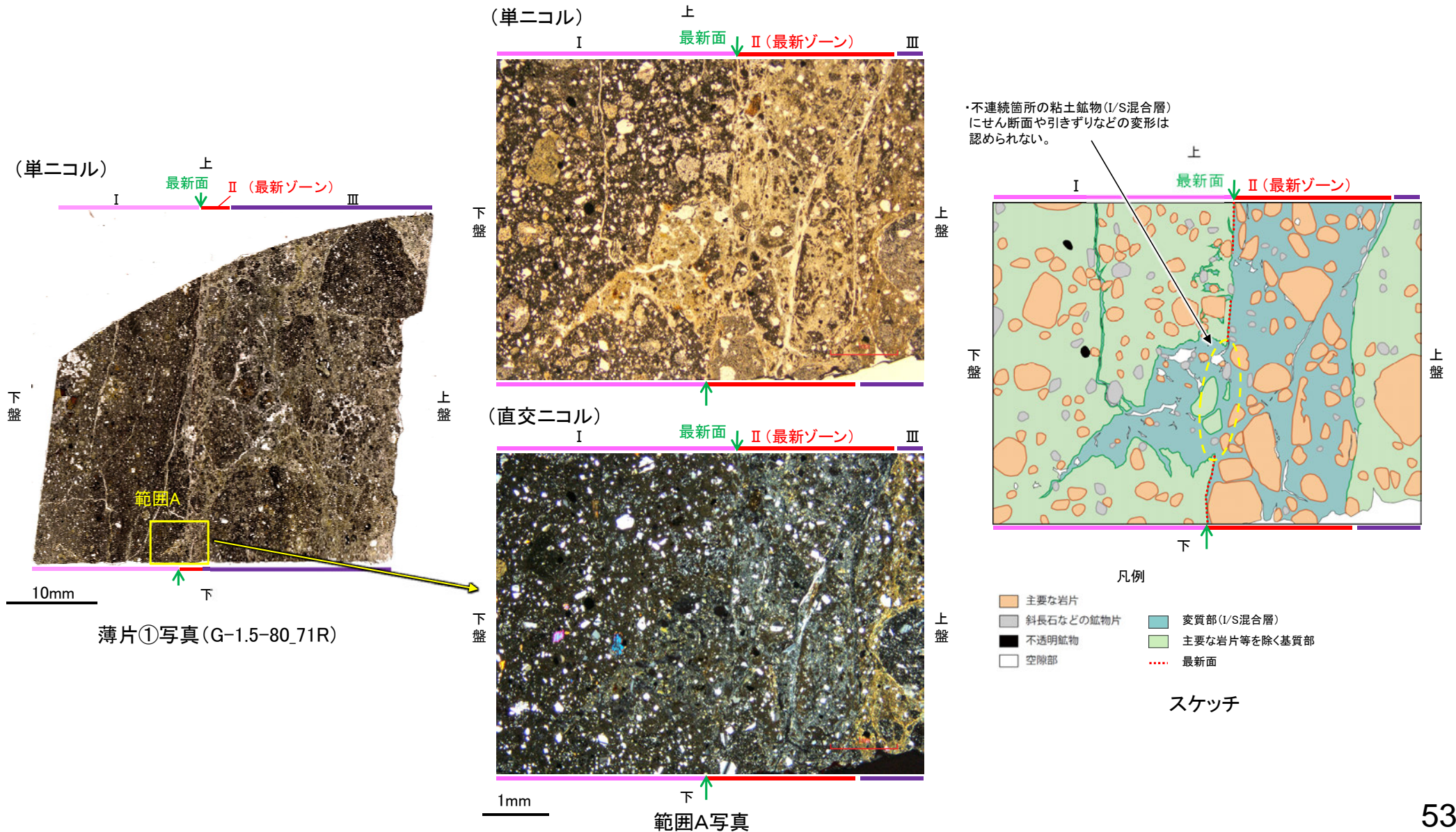
- 薄片①で実施した薄片観察や、EPMA用薄片で実施したEPMA分析(マッピング)における化学組成の観点での観察により、粘土鉱物(I/S混合層)の分布範囲を確認した結果、粘土鉱物(I/S混合層)が最新ゾーンやその周辺に分布している。
- この粘土鉱物(I/S混合層)と最新面との関係を確認する。



薄片①写真(G-1.5-80_71R)

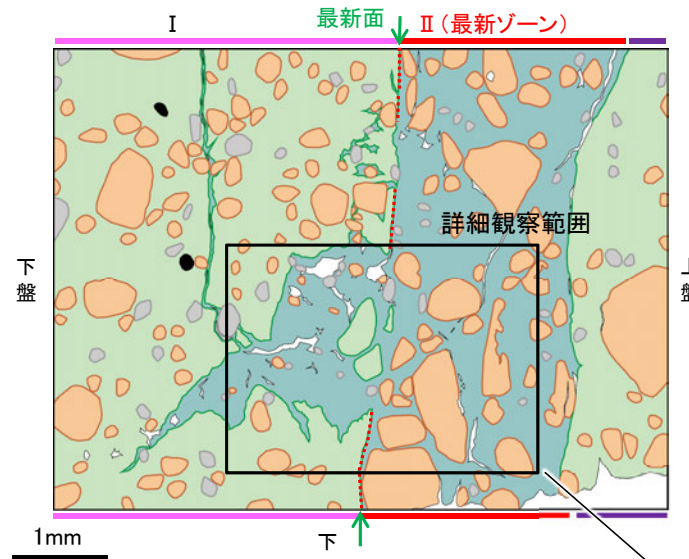
1-2 K-2 G-1.5-80孔 ー最新面とI/S混合層との関係(範囲A)ー

- 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)にせん断面や引きずりなどの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。



K-2_G-1.5-80孔

【拡大観察(範囲A)】

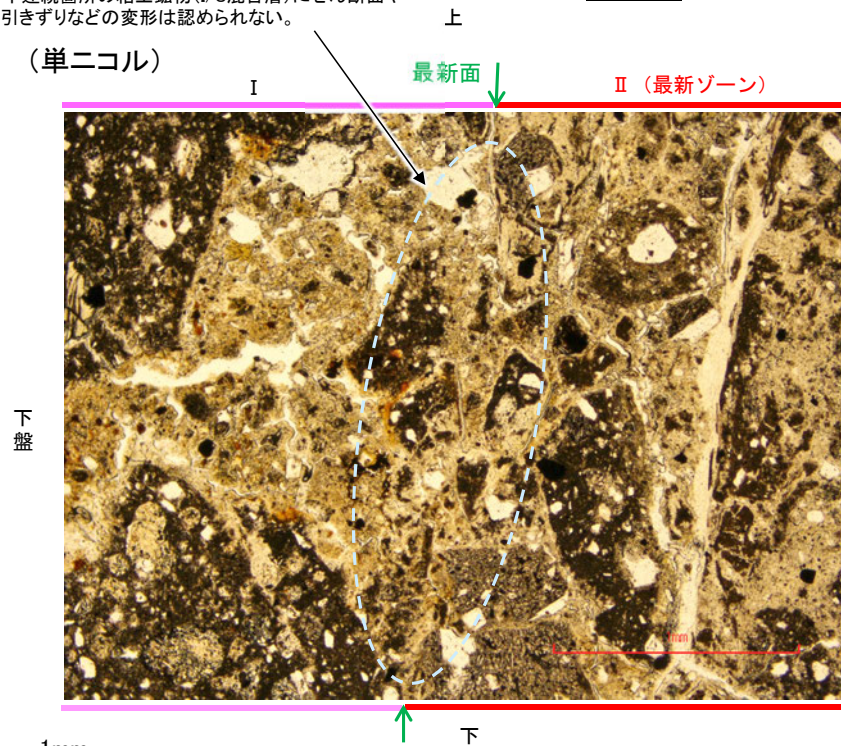


- 凡例
- 主要な岩片
 - 斜長石などの鉱物片
 - 不透明鉱物
 - 空隙部
 - 変質部(I/S混合層)
 - 主要な岩片等を除く基質部
 - 最新面

・最新面の延長位置に線状の粘土鉱物が認められるが、連続性に乏しく、その周辺には最新面と異なる向きの割れ目によって同様の粘土鉱物が分布することから、これらはせん断面ではなく、割れ目に沿って生成した粘土鉱物(I/S混合層)だと判断した。

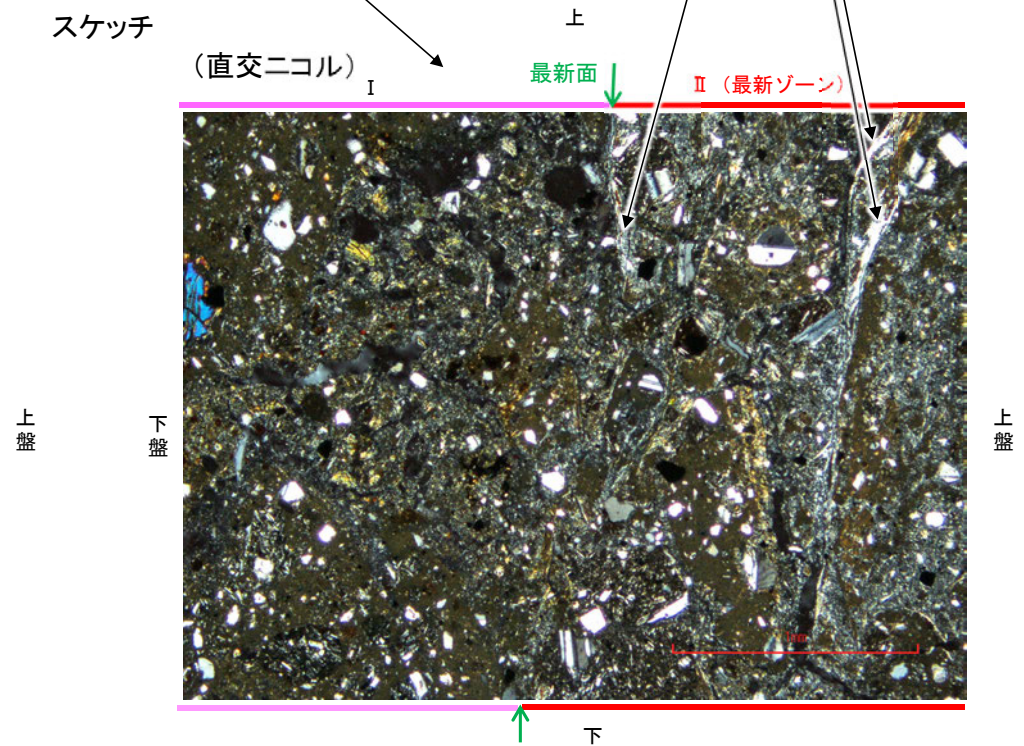
・不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)にせん断面や引きずりなどの変形は認められない。

(単ニコル)



スケッチ

(直交ニコル)



拡大観察範囲写真