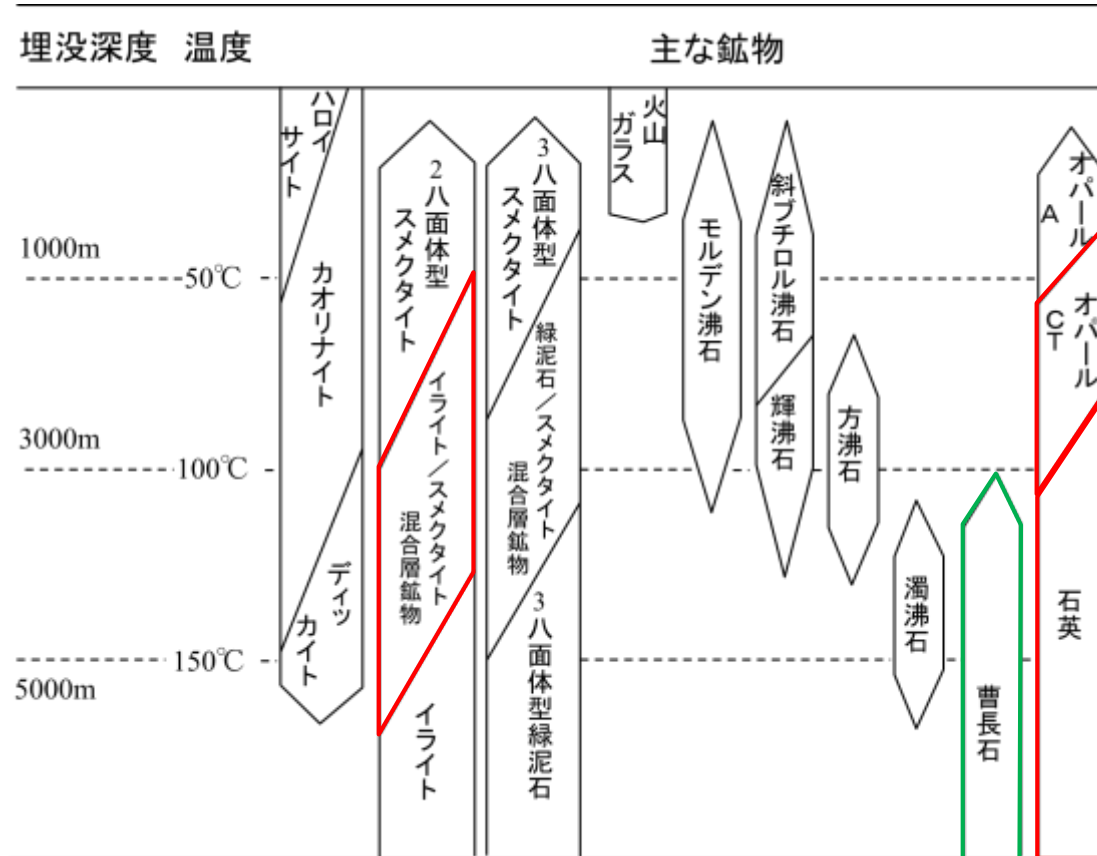


【変質鉱物の生成温度に関する文献調査】

地下深部での変質鉱物の生成温度に関する知見
吉村(2001)

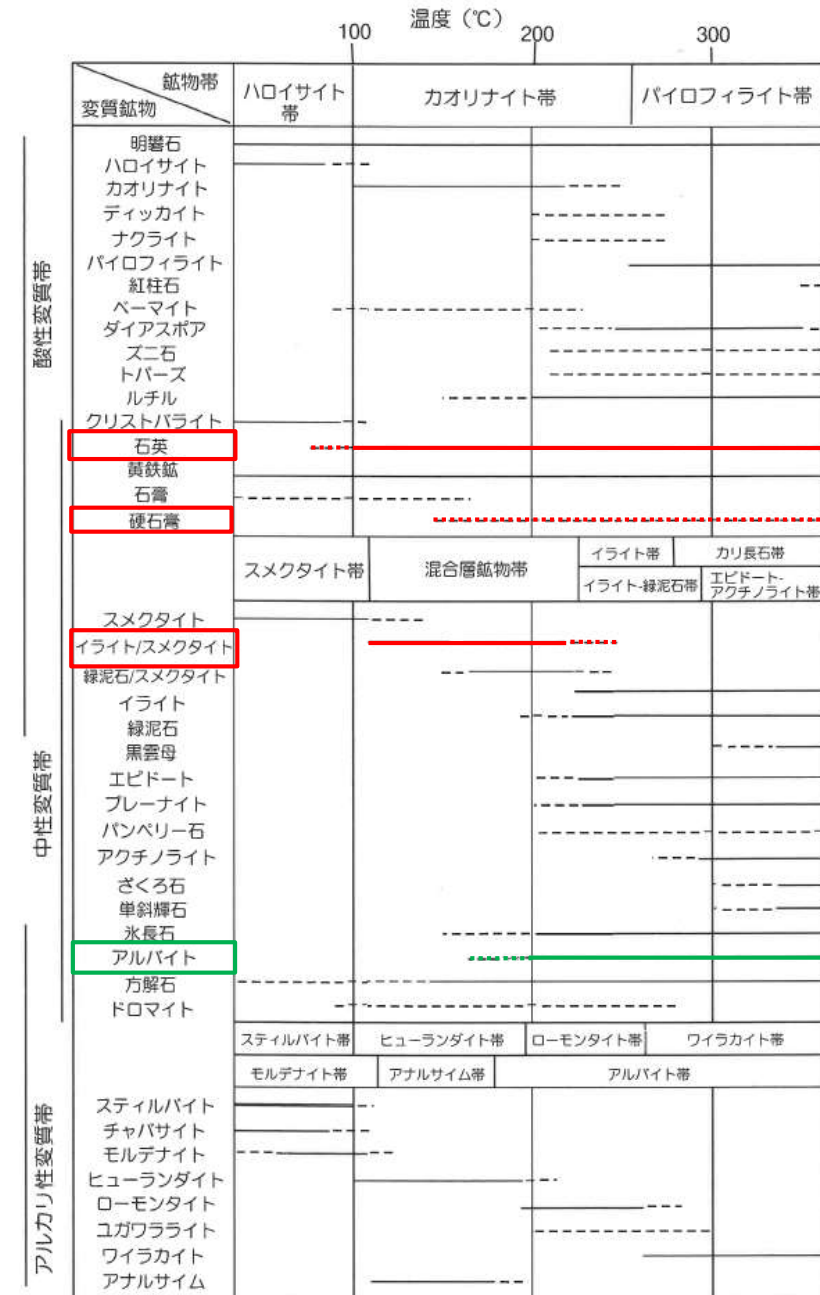


埋没深度の増大に伴う続成作用による火山碎屑性堆積物の
主要自生鉱物の消長 吉村(2001)に一部加筆

☐ : 敷地で確認された変質鉱物の生成温度

☐ : 斜長石が曹長石化する温度
(敷地の斜長石には曹長石化が認められない, P.5-44)

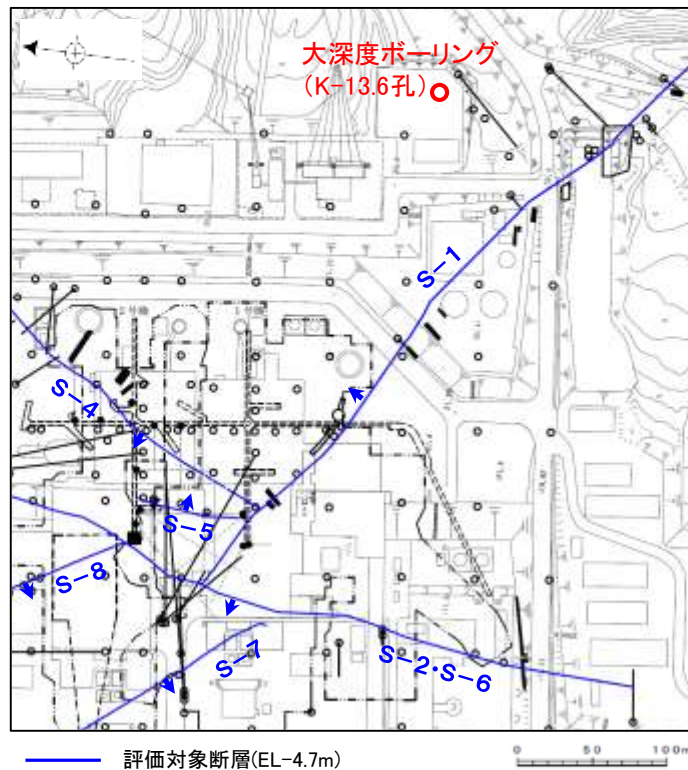
熱水による変質鉱物の生成温度に関する知見
井上(2003)



【敷地深部で認められる変質鉱物】

- 大深度ボーリング(K-13.6孔)の変質部を対象にXRD分析を実施した結果、主な鉱物として石英及び硬石膏が確認された(次頁)。
- 大深度ボーリングを含むボーリングで確認されたオパールCT及び石英について、深度ごとに回折チャートを整理した結果、標高約-200m以浅ではオパールCTが確認され、標高約-100m以深では石英が認められた(右下図)。

＜オパールCTから石英への深度変化＞



位置図

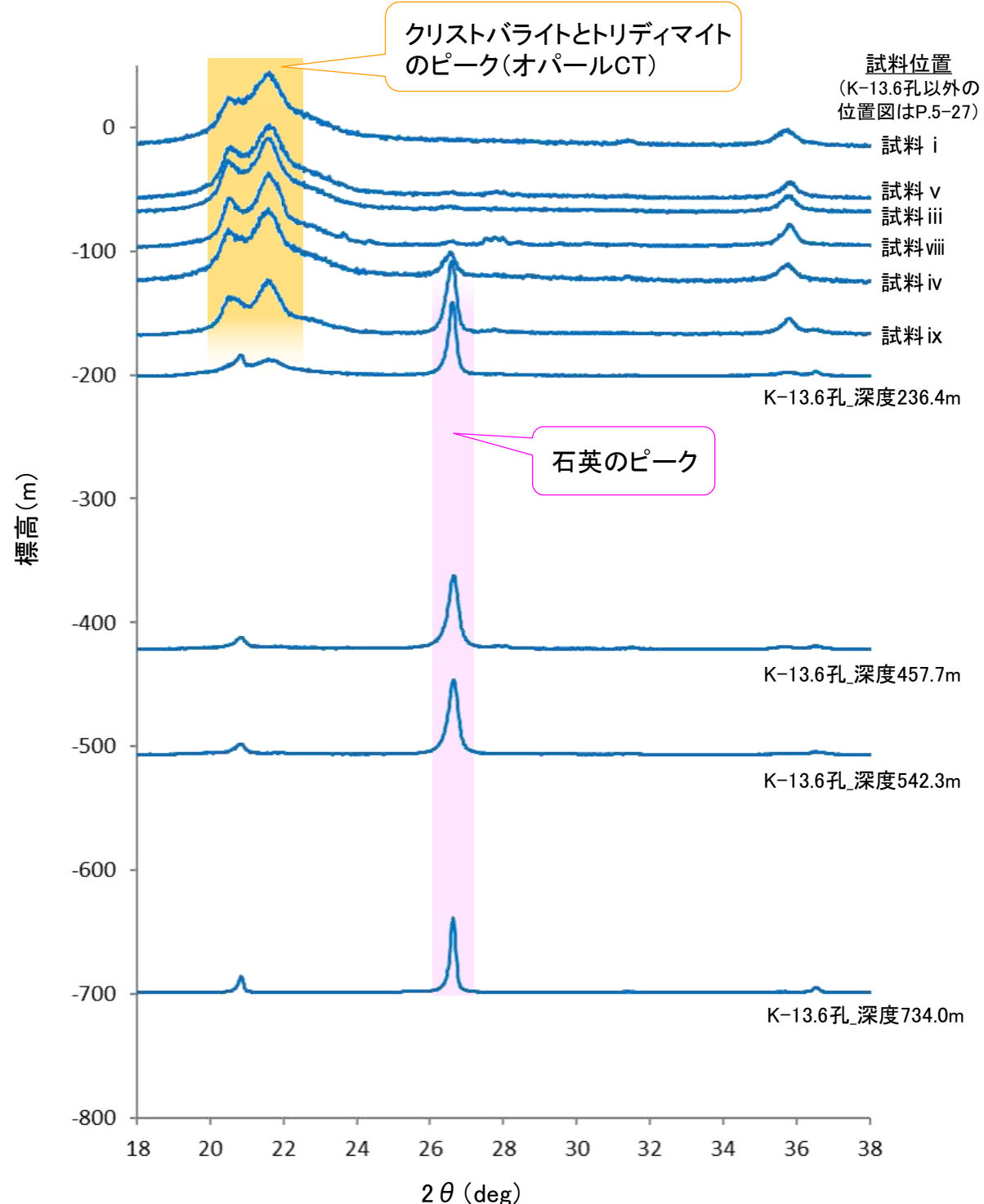
深度236.4m(EL-201.2m) 付近



試料採取位置(オパールCTと石英を確認)

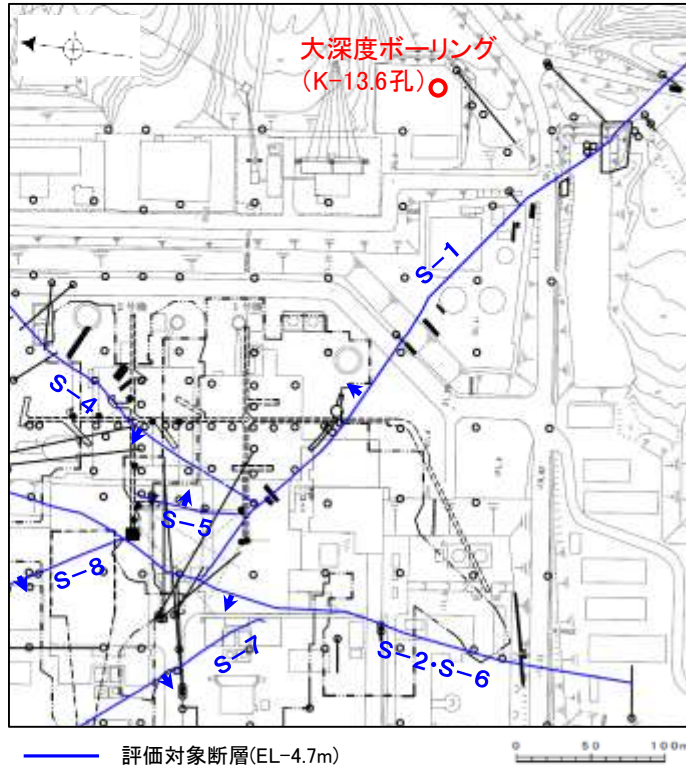
大深度ボーリングの深部で確認される変質鉱物の例

大深度ボーリングでの変質鉱物の試料写真及びX線回折チャートは、補足資料5.2-2(10)



【大深度ボーリングで確認される白色鉱物(石英, 硬石膏)】

(XRD分析結果は次頁)



深度457.7m(EL-422.5m)付近



分析試料

深度734.0m(EL-698.8m)付近



分析試料

深度981.2m(EL-946.0m)付近



分析試料

深度989.2m(EL-954.0m)付近



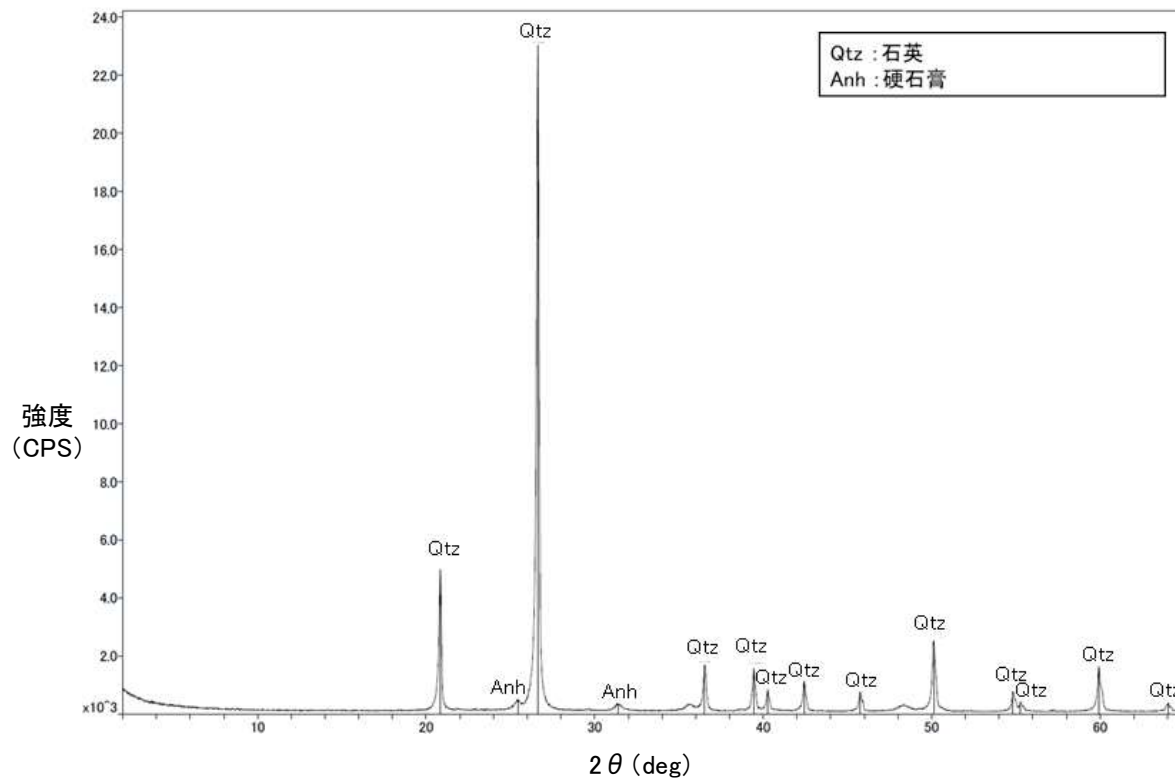
分析試料

その他の白色鉱物の採取位置及び試料写真は、[補足資料5.2-2\(10\)](#)

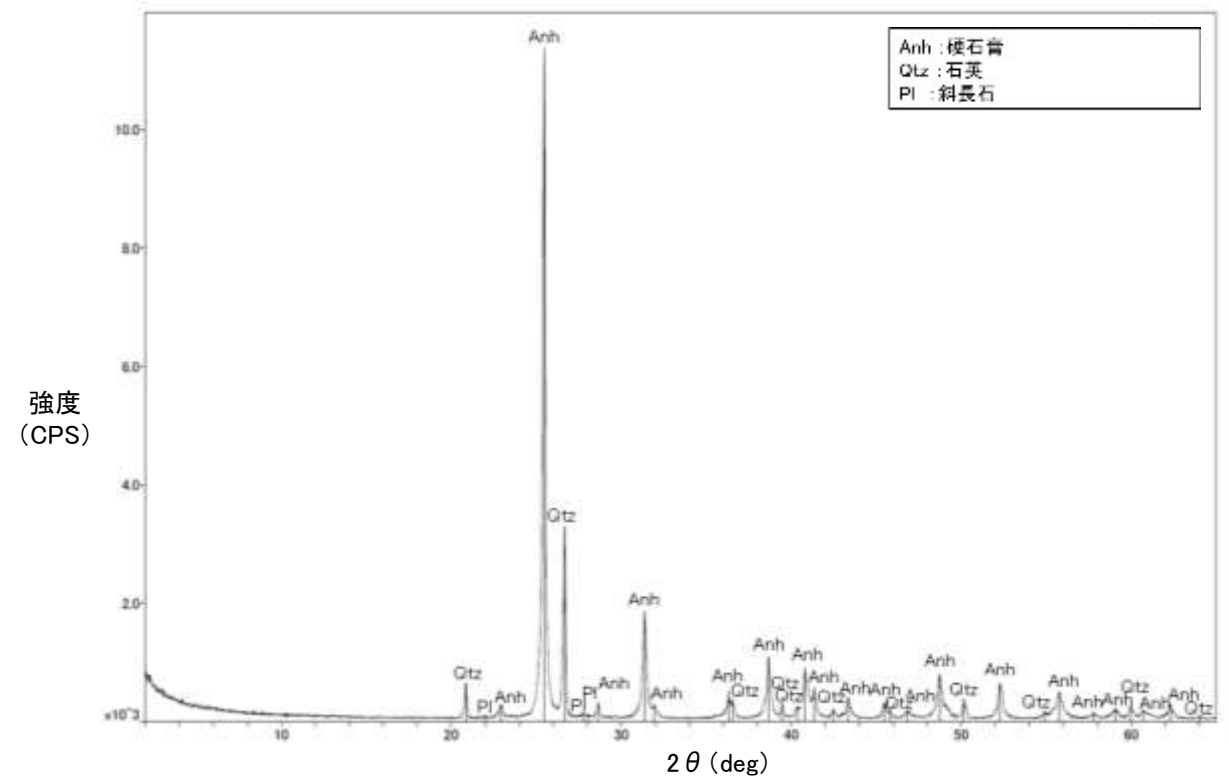
XRD分析結果

	検出鉱物							
	石英	クリストバライト	トリディマイト	スメクタイト	斜長石	クリノタイロライト	方解石	硬石膏
K-13.6孔_236.4m付近_白色鉱物	◎	△	+	±	±			
K-13.6孔_457.7m付近_白色鉱物	◎	+		±	+	±		
K-13.6孔_542.3m付近_白色鉱物	◎	±		±			±	
K-13.6孔_734.0m付近_白色鉱物	◎	±		±				+
K-13.6孔_981.2m付近_白色鉱物	±							◎
K-13.6孔_989.2m付近_白色鉱物	○				±			◎

◎: 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)
 標準石英最強回折線強度
 (3回繰り返し測定, 平均53,376cps)



X線回折チャート(不定方位) 深度734.0m付近_白色鉱物



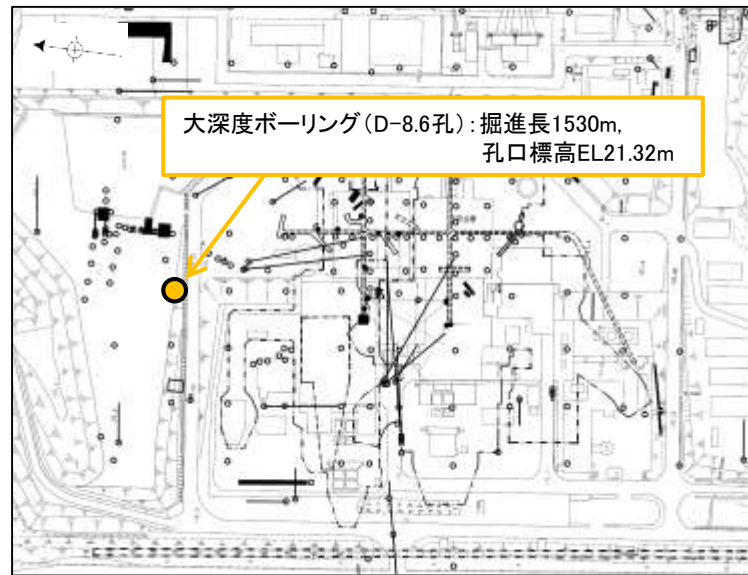
X線回折チャート(不定方位) 深度989.2m付近_白色鉱物

その他の白色鉱物のX線回折チャートは, [補足資料5.2-2\(10\)](#)

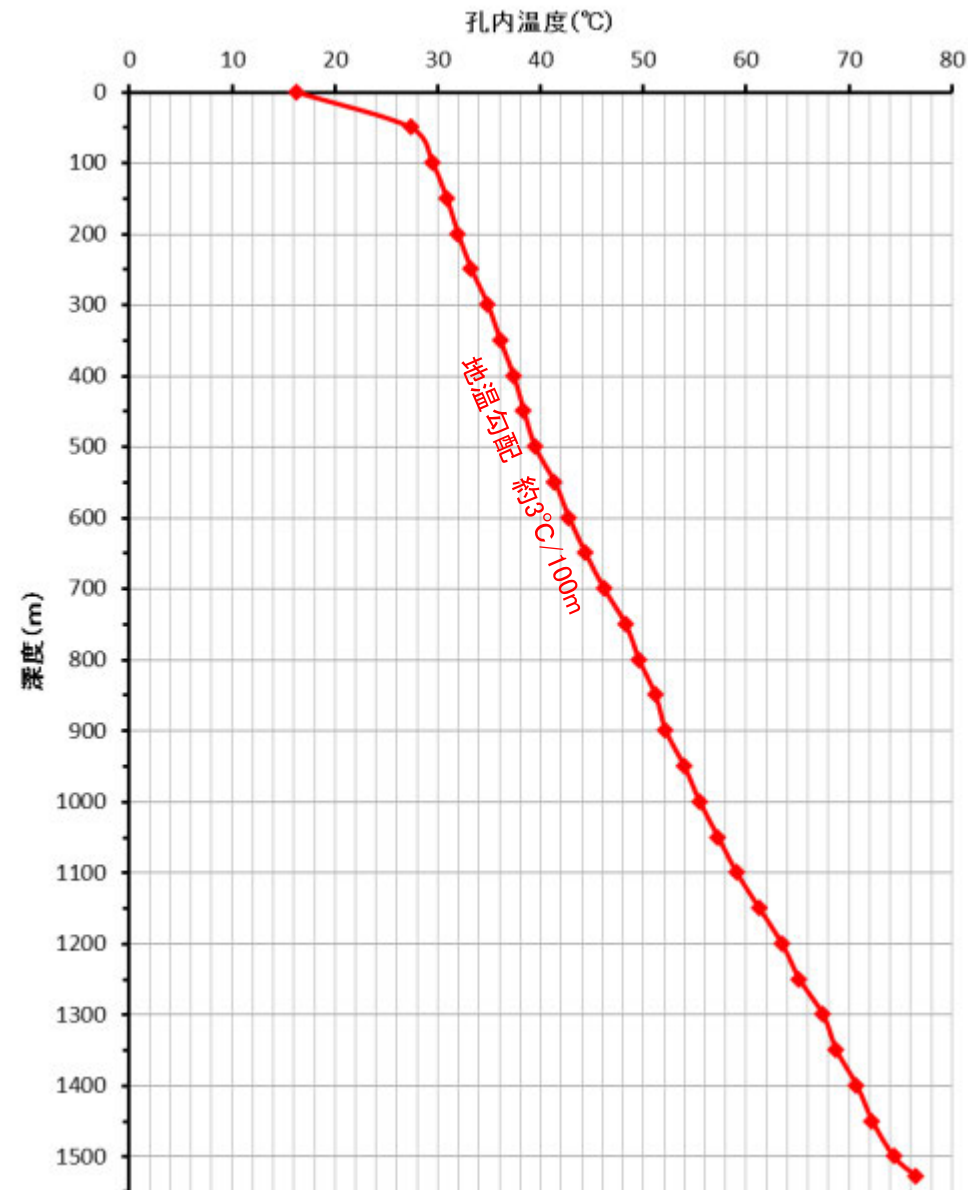
5.2.1(1-2) 変質鉱物の後期更新世以降の生成可能性の評価 — 約12~13万年前以降の敷地の地温分布 —

- 温度検層及び文献調査により、約12~13万年前以降の敷地の地温分布を推定した。
- 敷地の地温分布に関して、大深度ボーリング(D-8.6孔)による温度検層を実施した結果、敷地の地温勾配は約3°C/100mで一定であった(下図)。これは、吉村(2001)で示される一般的な地温勾配(3°C/100m)とほぼ同じで、大山(2014)で示される非火山地域(地温勾配 2~3°C/100m)に相当する。
- 敷地周辺の地温分布に関して、藤・板倉(1994)や産業技術総合研究所(2005)によると、敷地から約17km離れている和倉には泉温91.4°Cの温泉が示されているものの、敷地付近では、泉温50°Cを超える高温の温泉は示されていない(次頁)。また、藤・板倉(1994)で比較的温度が高く、敷地に近い①、⑨地点について、温泉所有者が実施したボーリング掘削時の地温データを確認した結果、いずれも敷地の地温勾配と同程度である(次々頁)。
- さらに、能登半島の火成活動に関する文献調査を実施した結果、能登半島に第四紀火山は認められないことから、約12~13万年前以降、敷地には火成活動の影響が及んでおらず、敷地の地温分布も一定であったと判断した(P.5-41)。
- 以上より、敷地及び敷地周辺は、地熱地帯ではなく、約12~13万年前以降の敷地の地温分布は、現在の敷地の地温分布と同程度であると評価した。

【敷地の地温分布】

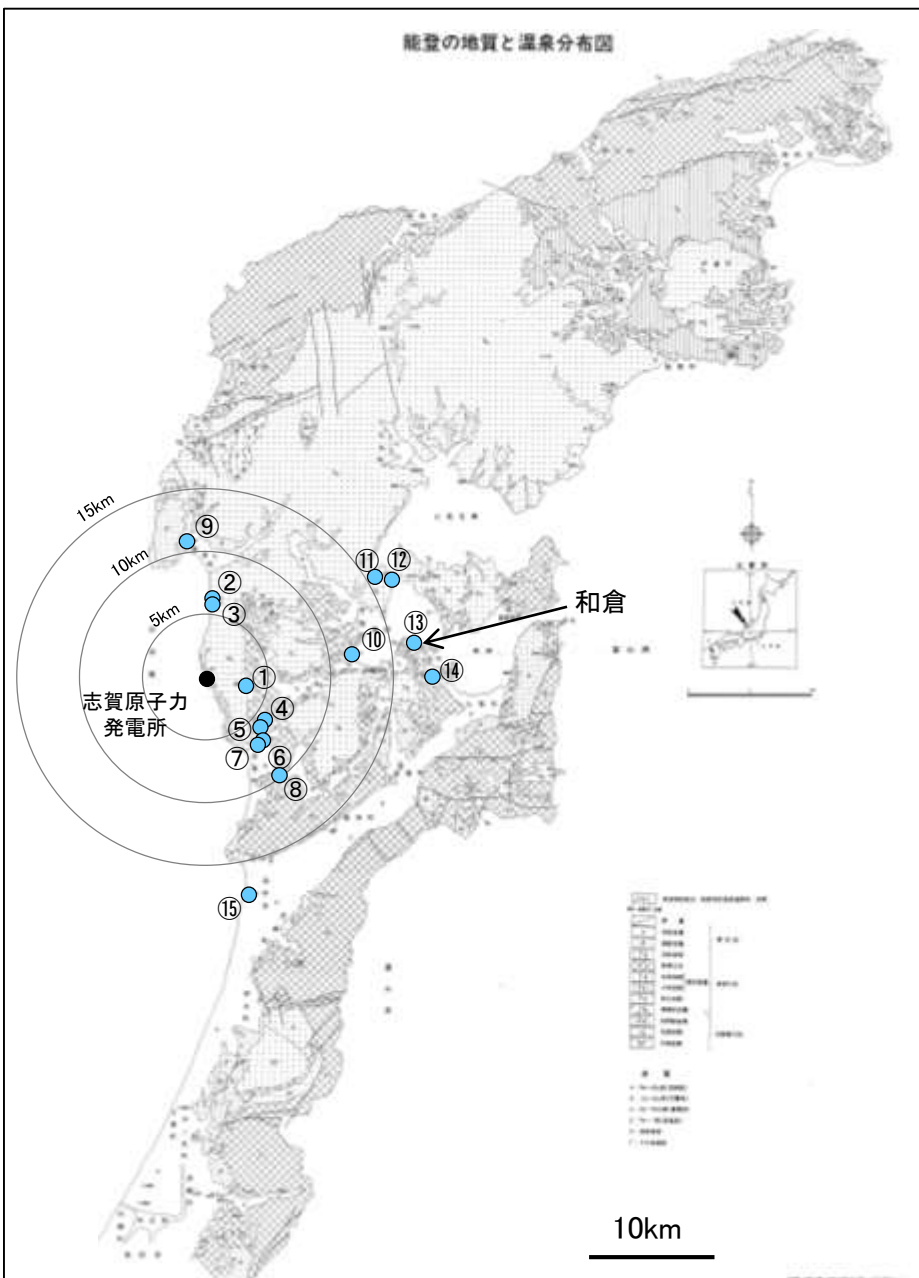


温度検層 位置図



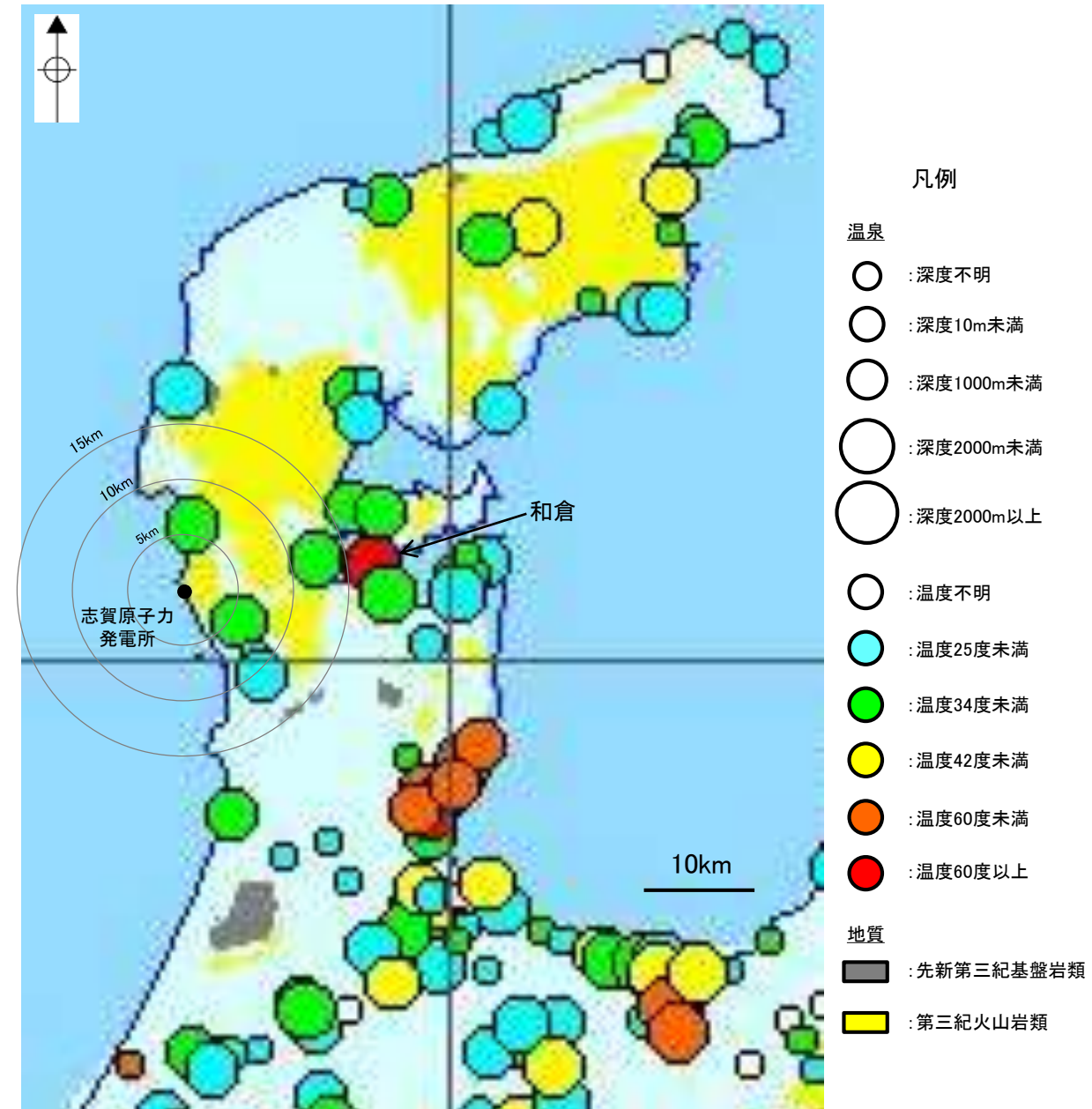
温度検層結果 大深度ボーリング(D-8.6孔)

【文献調査(敷地周辺の地温分布)】



地点名	深度	泉温※1
①	-	36.7℃
②	200m	20.3℃
③	400m	28.0℃
④	185m	22.1℃
⑤	1000m	29.4℃
⑥	1000m	32.0℃
⑦	1200m	32.9℃
⑧	160m	22.5℃
⑨	800m※2	42.7℃
⑩	300m	29.0℃
⑪	500m	28.5℃
⑫	600m	31.0℃
⑬	-	91.4℃
	-	31.0℃
	150m	58.4℃
⑭	150m	85.0℃
	-	88.9℃
⑭	100m	27.7℃
⑮	300m	28.0℃

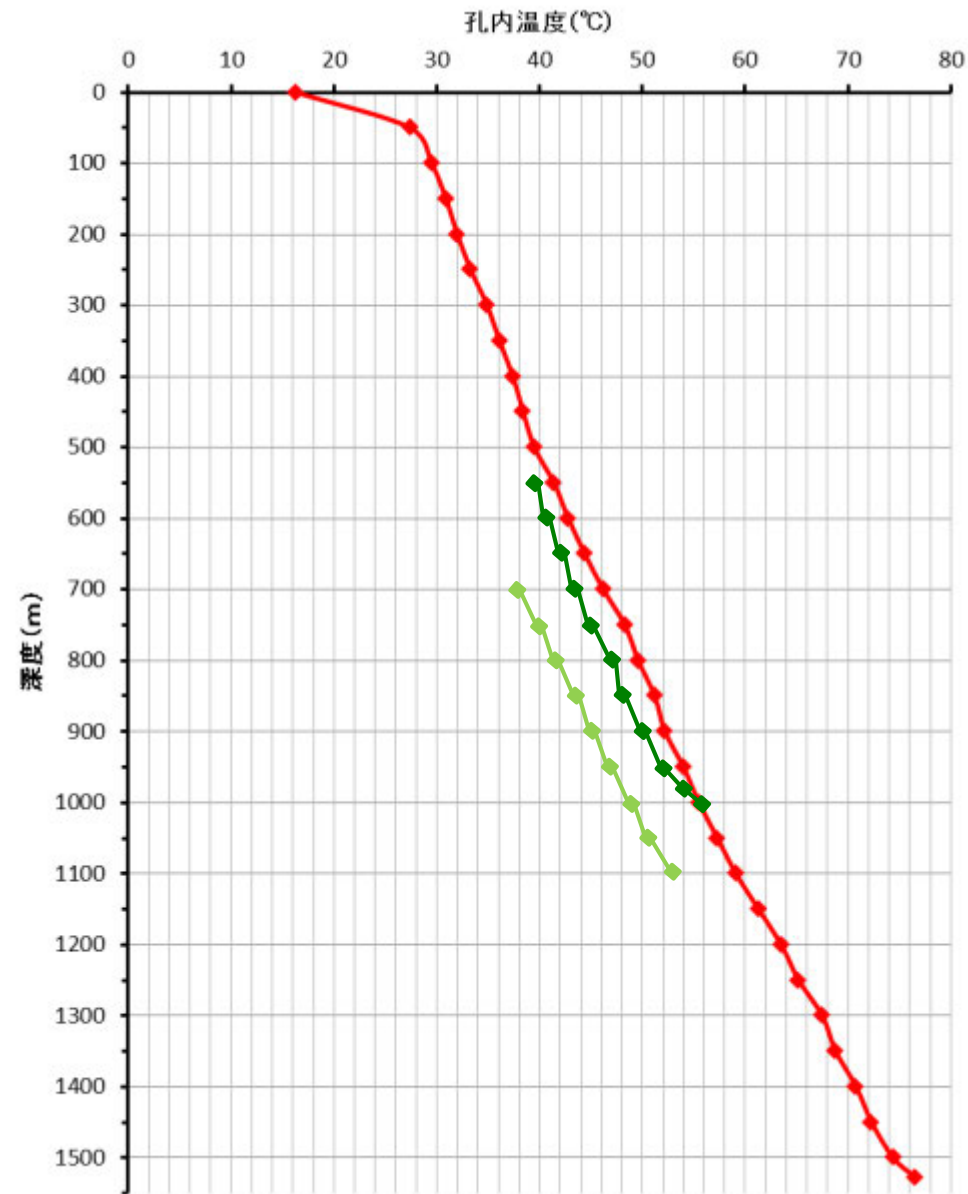
※1 湧出口での温泉水の温度
 ※2 温泉所有者へ地温データを
 確認した結果、深度1101mま
 で掘削していることを確認。



敷地周辺の主要温泉分布図 藤・板倉(1994)に一部加筆

能登半島の温泉分布図 産業技術総合研究所(2005)に一部加筆

敷地周辺の地温分布(敷地と①地点, ⑨地点の地温勾配の対比)



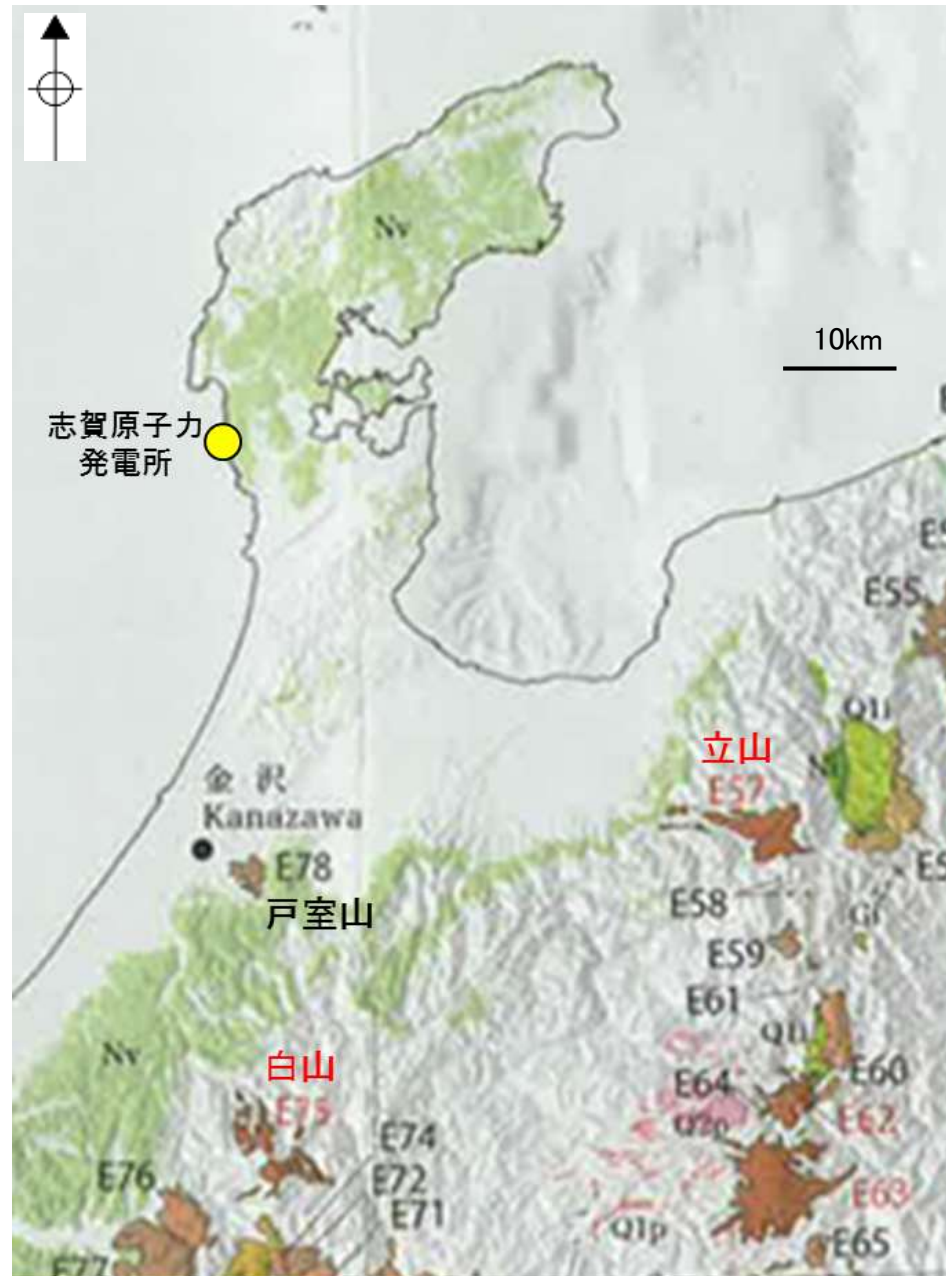
温度検層結果(温泉所有者のデータに基づく)

地点名	深度		温度
	掘削長	温度検層範囲	
①	1003m	550m~1003m	39.5°C~56.1°C
⑨	1101m	700m~1101m	37.9°C~52.9°C

凡例	
■—■	: 敷地 (D-8.6孔)
■—■	: ①地点
■—■	: ⑨地点

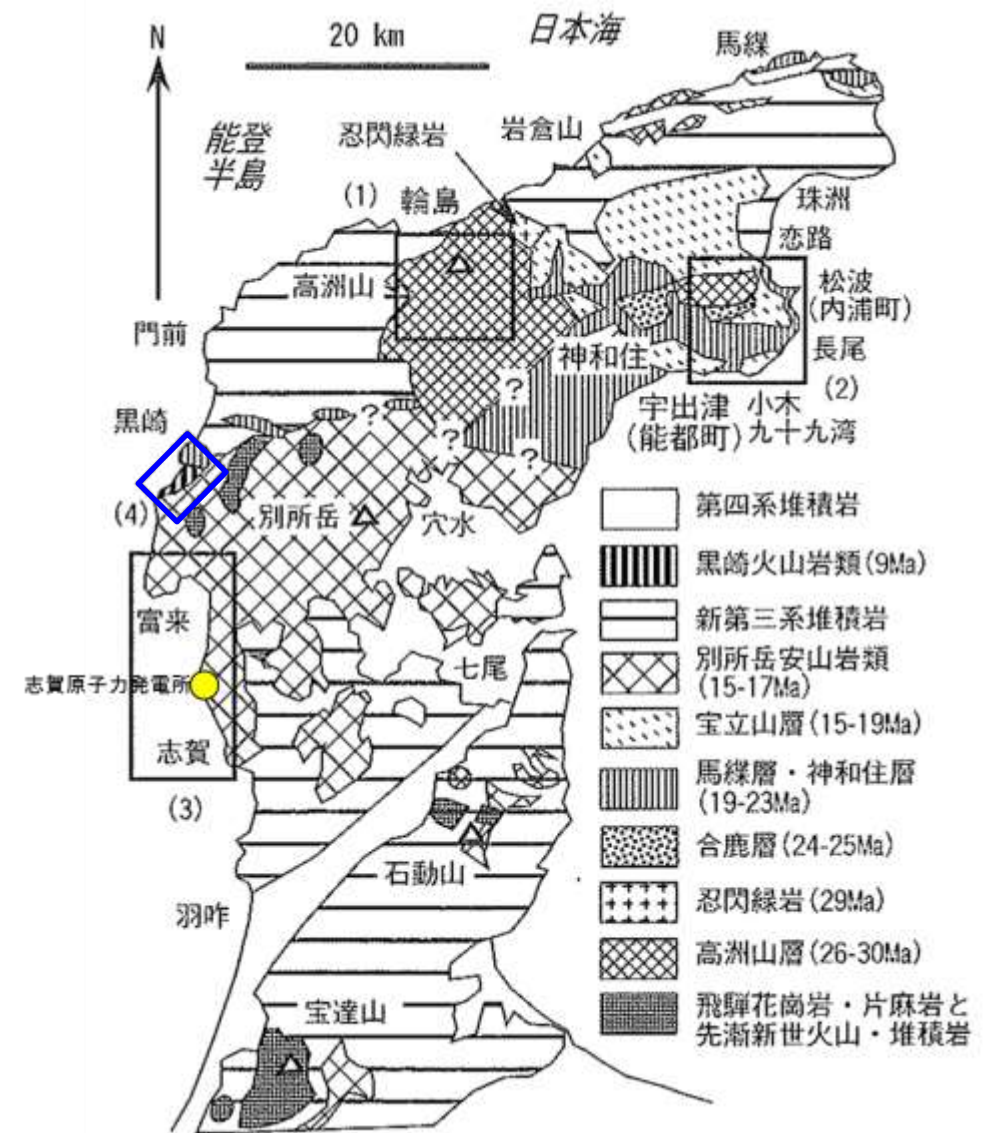
温度検層結果

【文献調査(能登半島の火成活動)】



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

産業技術総合研究所(2013, 上図)には、能登半島に第四紀火山は図示されていない。



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)

日本地質学会(2006)によると、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□)。

5.2.1(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(5.2.1(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.5-44)。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(P.5-34)、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.5-48)。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.5-80)。

【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】

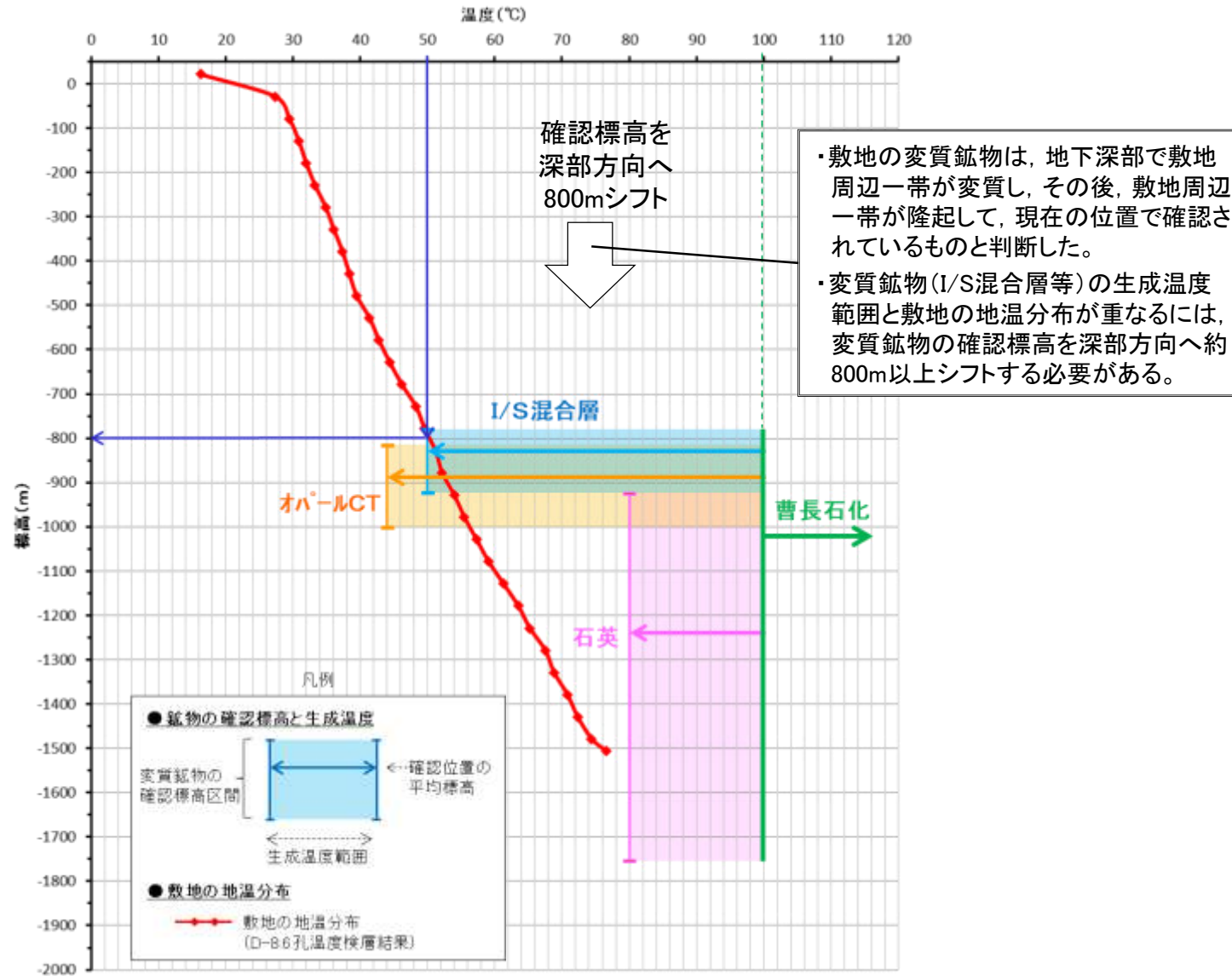
○変質鉱物の生成環境の検討結果を踏まえ、それぞれの生成環境における生成年代の推定を行った(次頁)。

○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°C以上であることから(P.5-34)、敷地の地温分布を用いると、地温が50°C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。

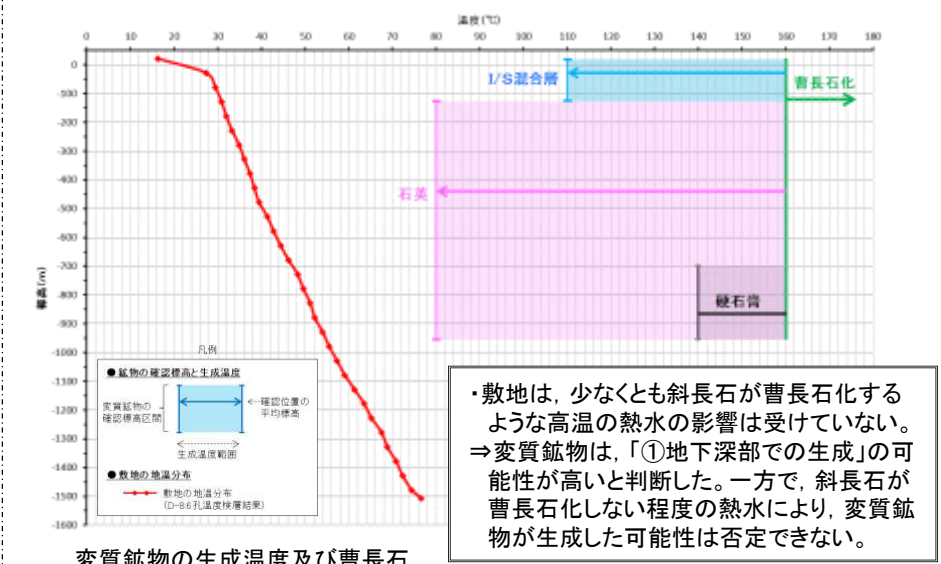
・変質鉱物(I/S混合層等)の生成温度範囲と敷地の地温分布が重なるには、変質鉱物の確認標高を深部方向へ約800m以上シフトする必要がある。

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5.3-1(4)P.5.3-1-95)

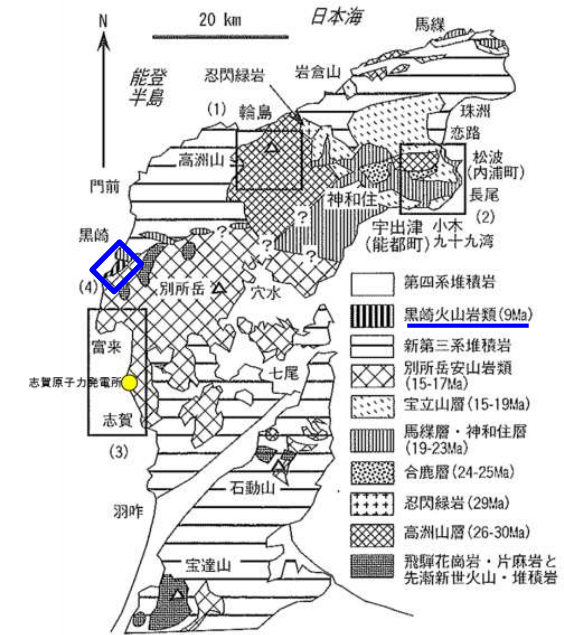
変質鉱物の生成温度及び曹長石化の温度は、地下深部での生成温度に関する知見(吉村,2001)による(詳細はP.5-34)

【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P.5-34)



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□)

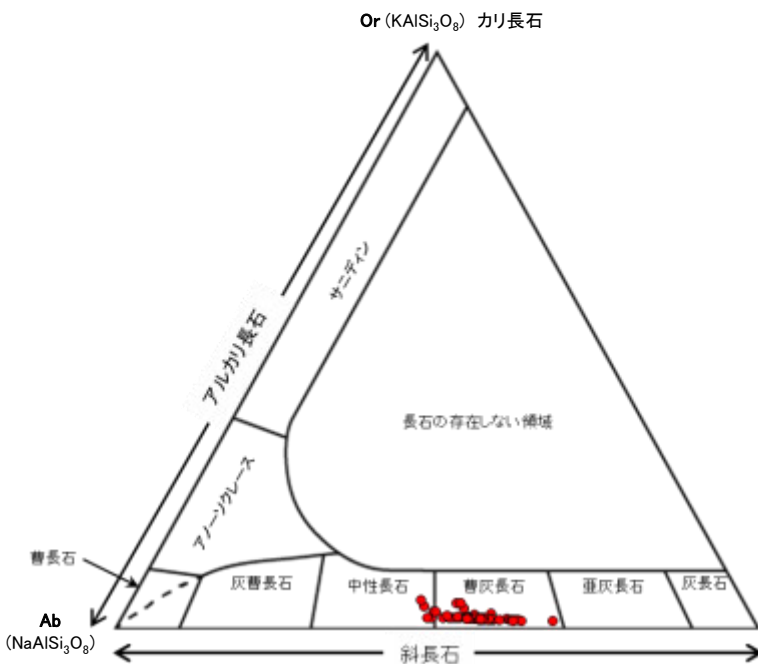
5.2.1 (1-3) 変質鉱物の生成環境の検討及び生成年代の推定 — 斜長石の曹長石化検討 —

○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。

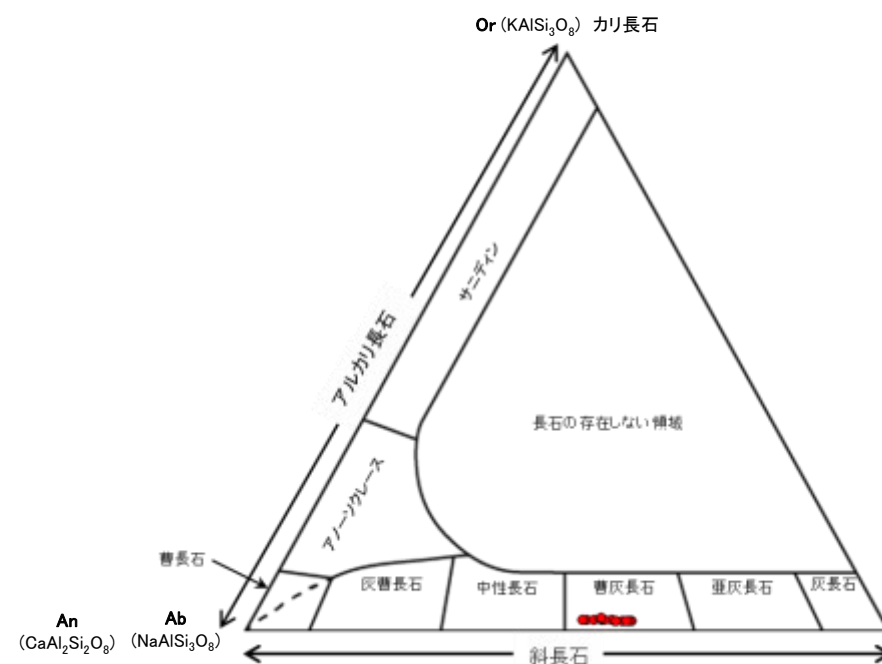
○よって、敷地は、少なくとも斜長石が曹長石化するような高温の熱水の影響を受けていないと考えられる※。

※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(P.5-34)、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。

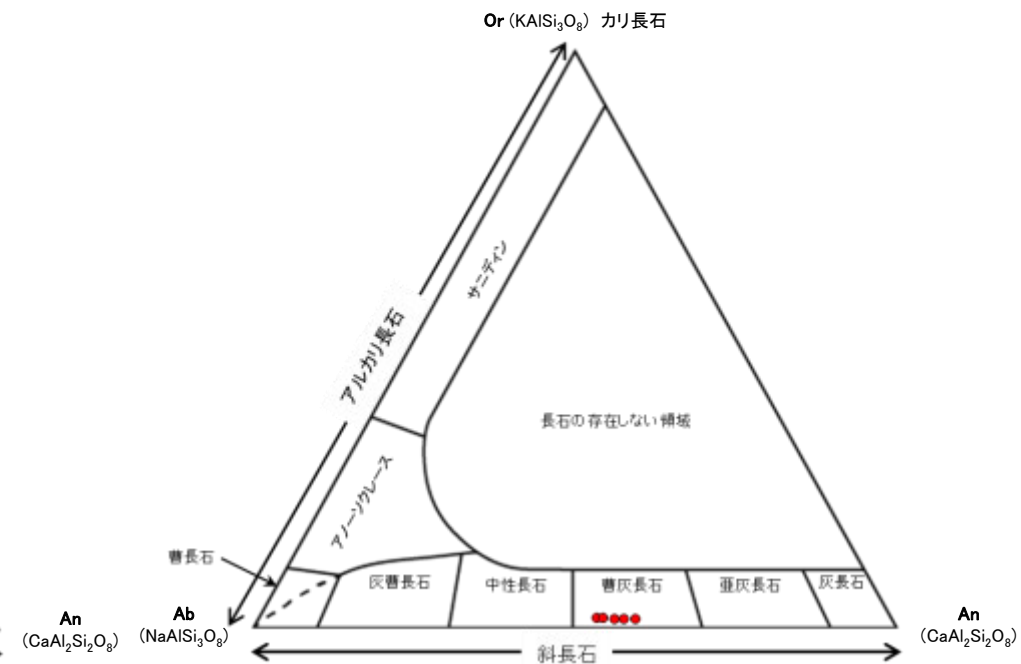
固結した破碎部中(E-8.5-2孔, EL12.66m)



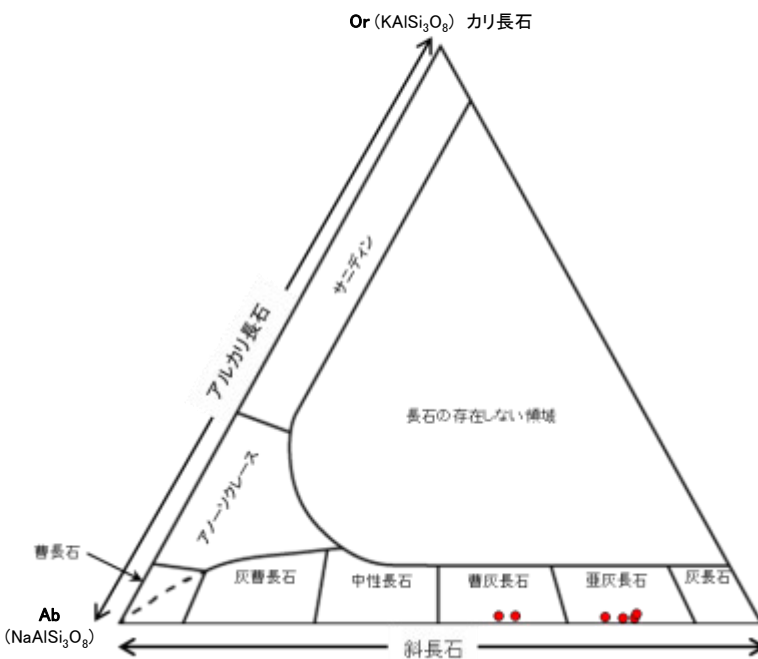
粘土状破碎部中(E-8.5-2孔, EL12.66m)



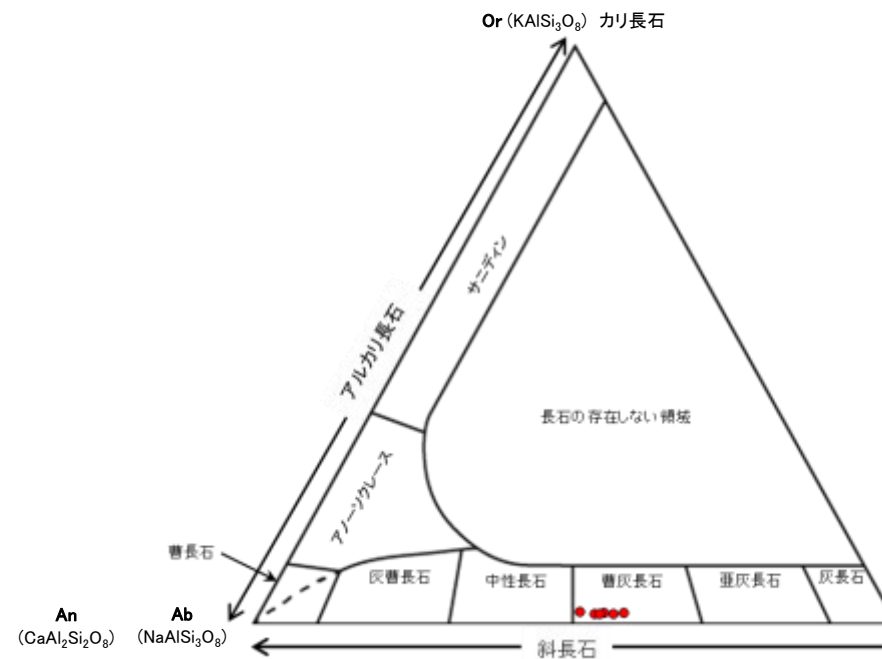
破碎部近傍の安山岩中(L-6'孔, EL-11.97m)



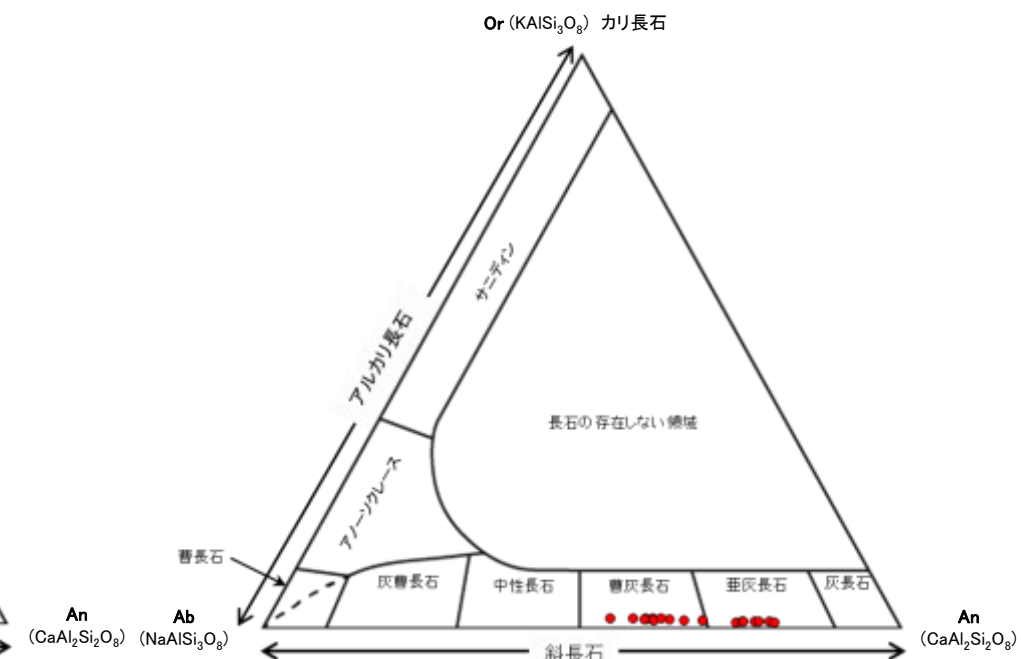
白色変質部付近(K-13.6孔, EL-422.50m)



白色変質部付近(K-13.6孔, EL-507.10m)



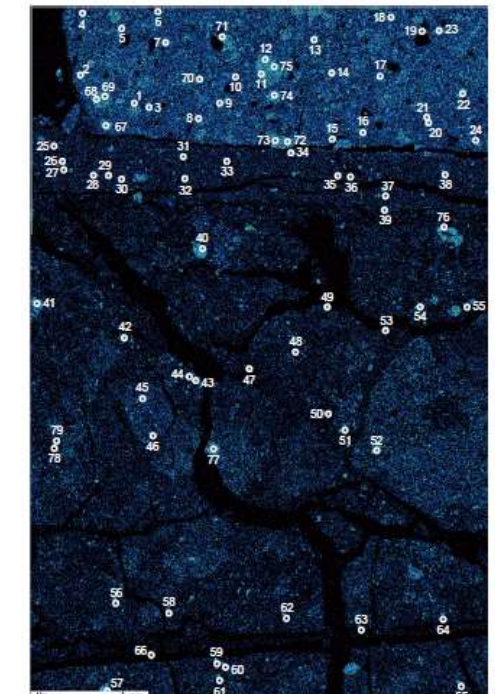
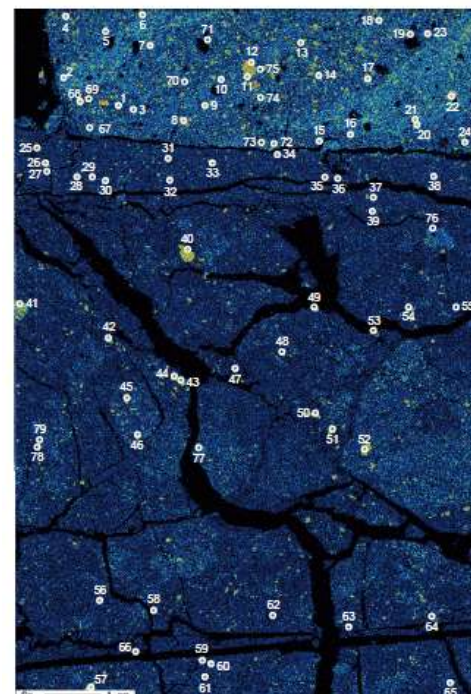
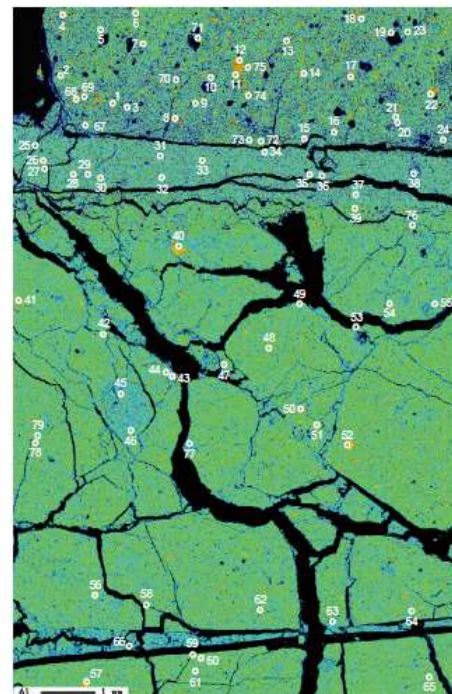
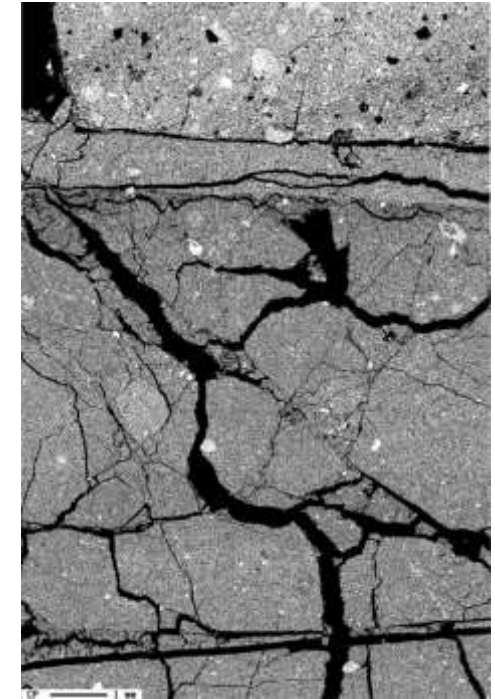
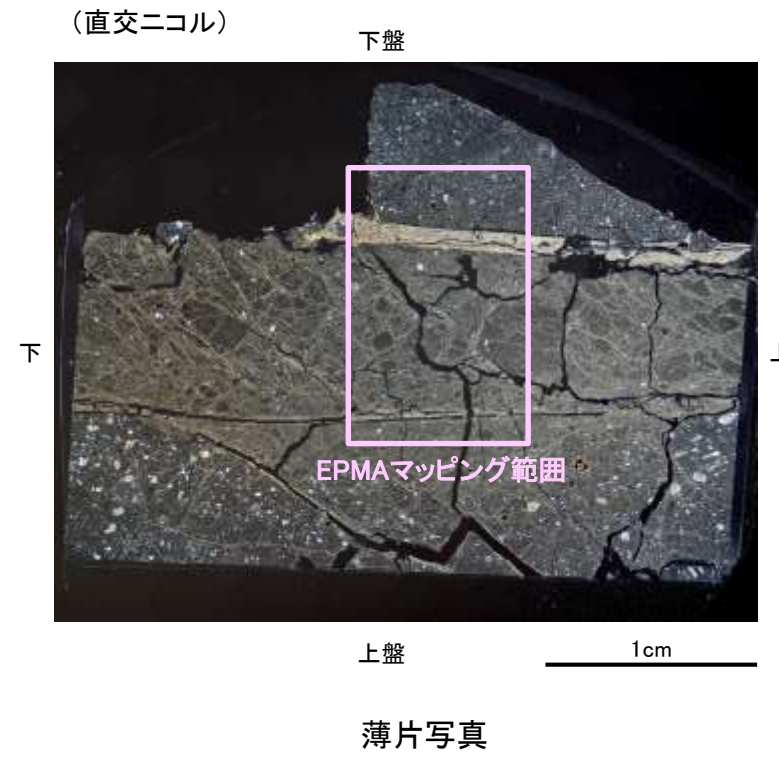
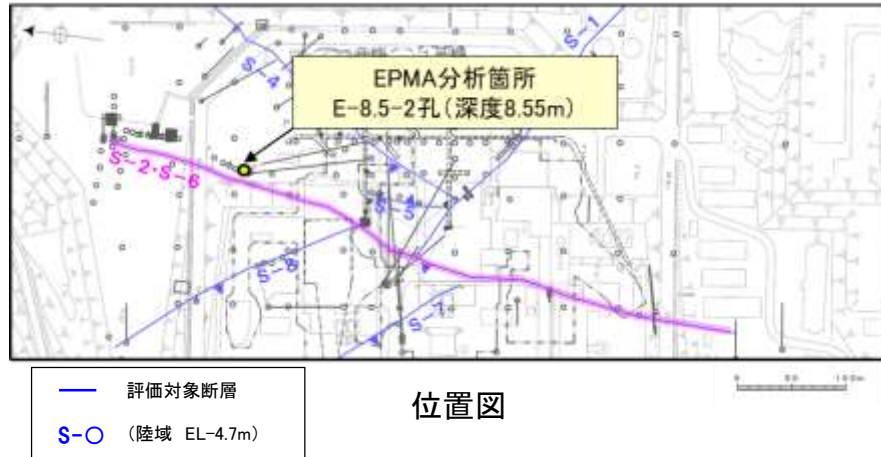
白色変質部付近(K-13.6孔, EL-945.90m)



上図は、黒田・諏訪(1983)を基に作成した。各分析試料の詳細はP.5-45～5-47

破砕部中(EL12.66m)の斜長石

○E-8.5-2孔の深度8.55m付近(EL12.66m付近)で認められるS-2・S-6の破砕部中に含まれる斜長石を対象としてEPMA分析を実施した。
○EPMA分析(定量)の分析点は、固結した破砕部に含まれる斜長石粒子から65点、粘土状破砕部に含まれる斜長石粒子から14点を選定した。



EPMAマッピング (Al)

EPMAマッピング (Ca)

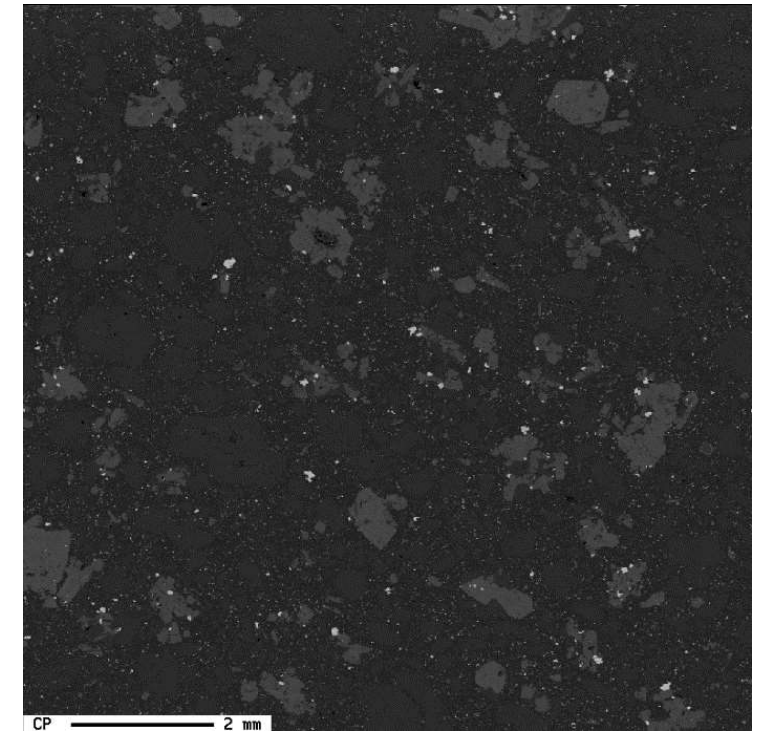
EPMAマッピング (Na)

破砕部近傍の安山岩(EL-11.97m)の斜長石

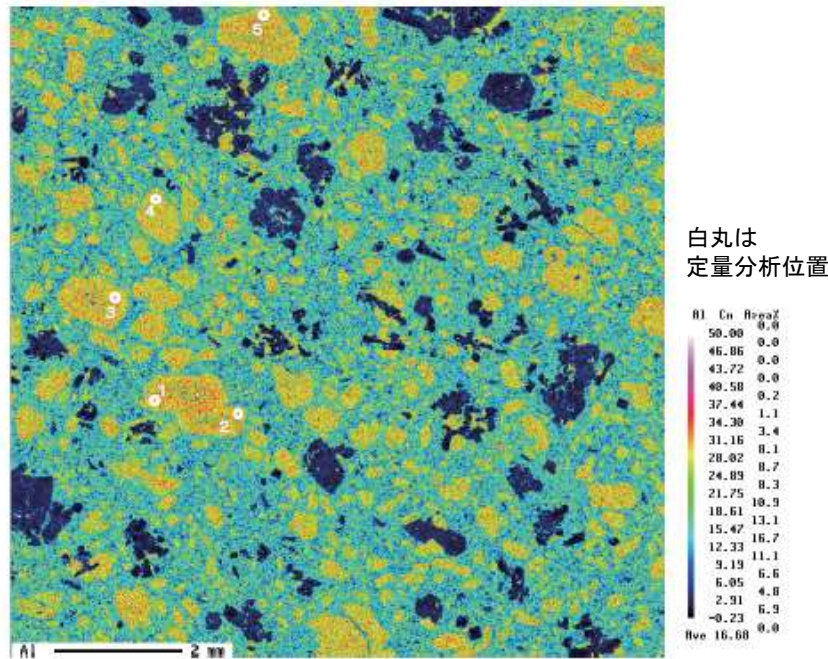
○L-6' 孔で認められるS-2・S-6(深度13.82m)の破砕部近傍の深度23.50m(EL-11.97m)の安山岩中に含まれる斜長石を対象としてEPMA分析を実施した。
○EPMA分析(定量)の分析点は、安山岩に含まれる斜長石粒子から5点を選定した。



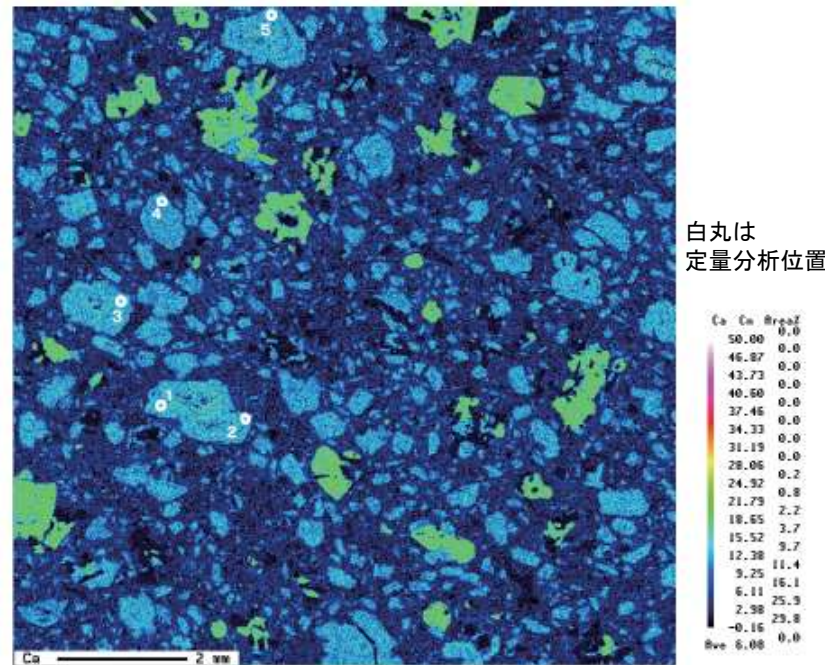
薄片写真



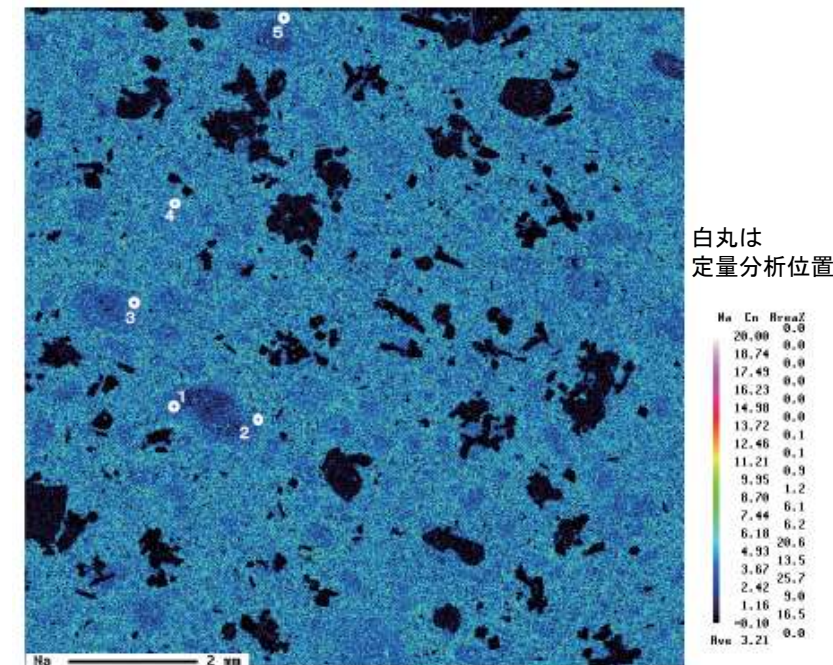
EPMAマッピング (COMPO像)



EPMAマッピング (Al)



EPMAマッピング (Ca)



EPMAマッピング (Na)

白色変質部付近(EL-422.5m, EL-507.1m, EL-945.9m)の斜長石

○大深度ボーリング(K-13.6孔)の深部では、白色変質部が認められ、XRD分析の結果、石英や硬石膏が主に確認される。これらの白色変質部は敷地において比較的変質の強い箇所と考えられることから、変質部付近(EL-422.5m, EL-507.1m, EL-946.0m付近)の安山岩中に含まれる斜長石を対象としてEPMA分析を実施した。
○ EPMA分析(定量)の分析点は、安山岩に含まれる斜長石粒子から各薄片5点以上を選定した。



位置図

XRD分析結果

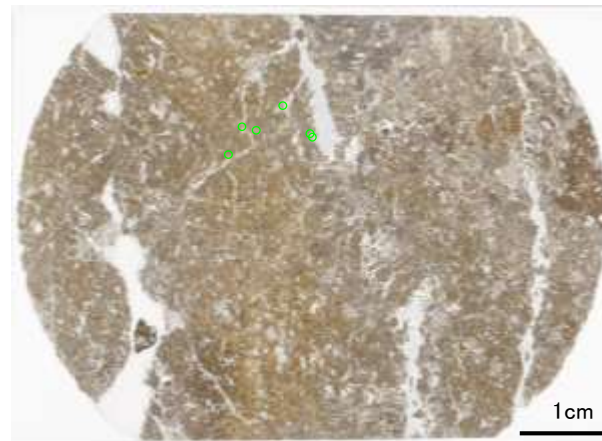
	検出鉱物					
	石英	クリストバライト	スメクタイト	斜長石	クリノタイロライト	方解石 硬石膏
K-13.6孔_457.7m付近 白色鉱物	◎	+	±	+	±	
K-13.6孔_542.3m付近 白色鉱物	◎	±	±			±
K-13.6孔_981.2※m付近 白色鉱物	±					◎

※今回修正

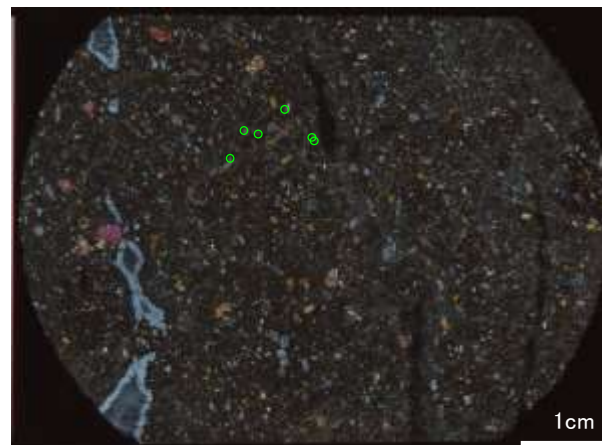
◎: 多量(>5,000cps)
+: 微量(250~500cps)
±: きわめて微量(<250cps)
標準石英最強回折線強度
(3回繰り返し測定, 平均53,376cps)

X線回折チャートは、補足資料5.2-2(10)

深度457.7m (EL-422.5m) 付近

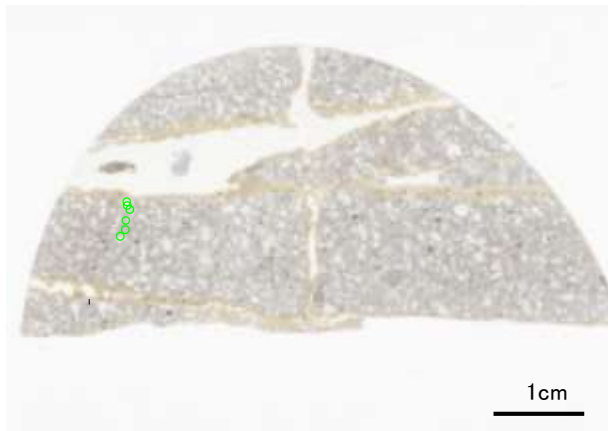
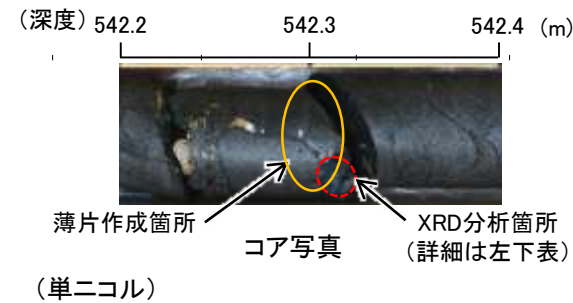


○ 定量分析位置
(直交ニコル)

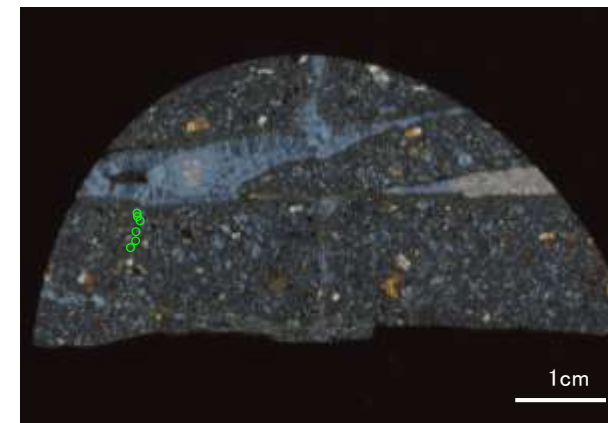


○ 定量分析位置

深度542.3m (EL-507.1m) 付近

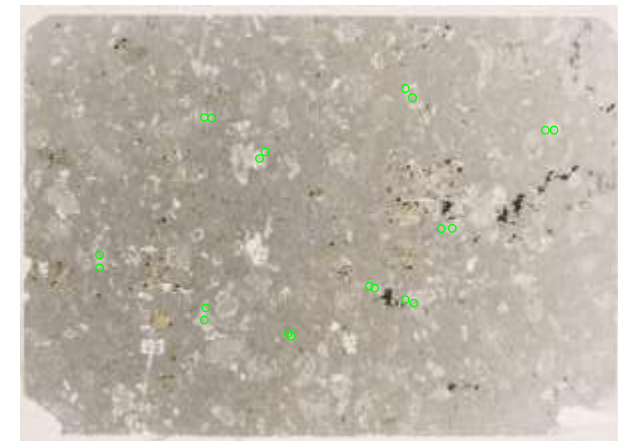
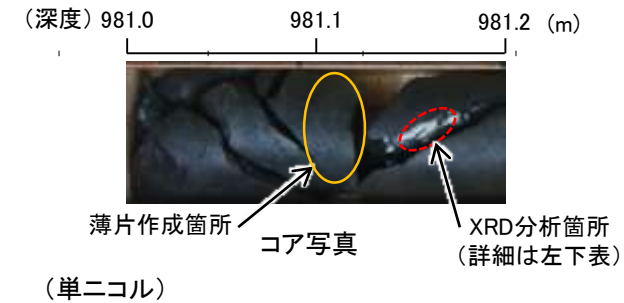


○ 定量分析位置
(直交ニコル)

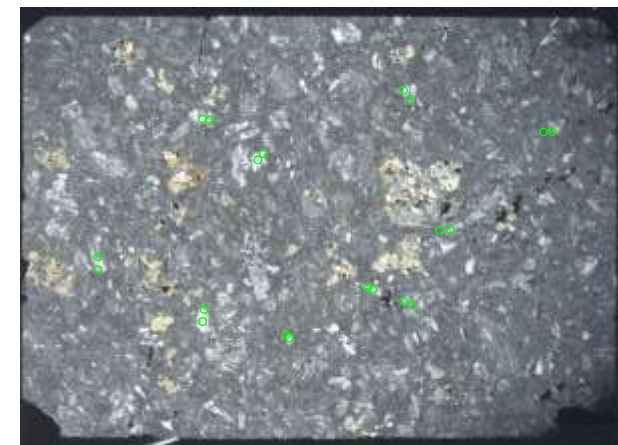


○ 定量分析位置

深度981.2※m (EL-946.0m) 付近



○ 定量分析位置
(直交ニコル)



○ 定量分析位置

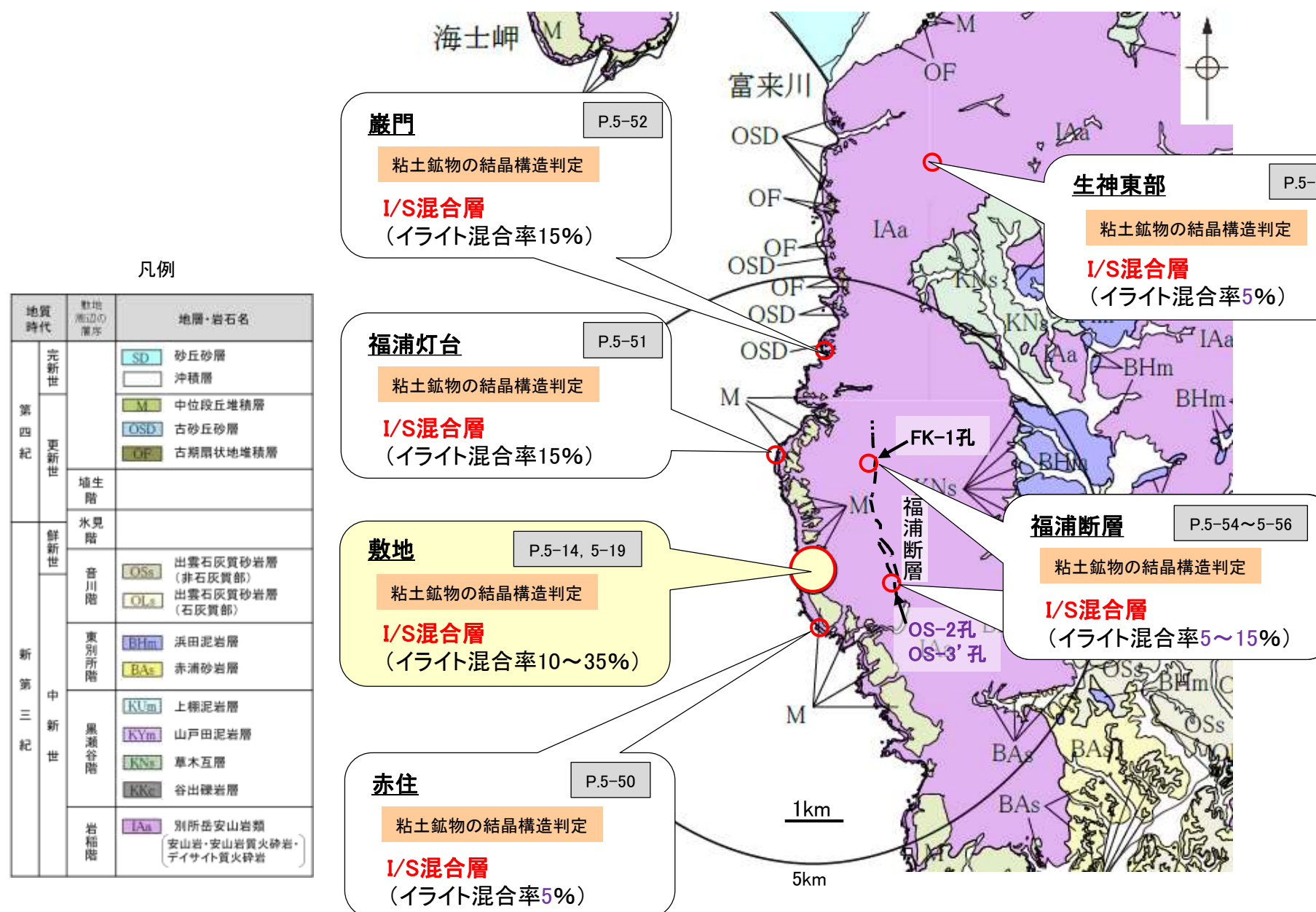
5.2.1 (1-3) 変質鉱物の生成環境の検討及び生成年代の推定 — 敷地周辺の変質に関する調査 —

○敷地周辺の赤住, 福浦灯台, 巖門, 生神東部及び福浦断層(FK-1孔)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(次頁)。
 ○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。

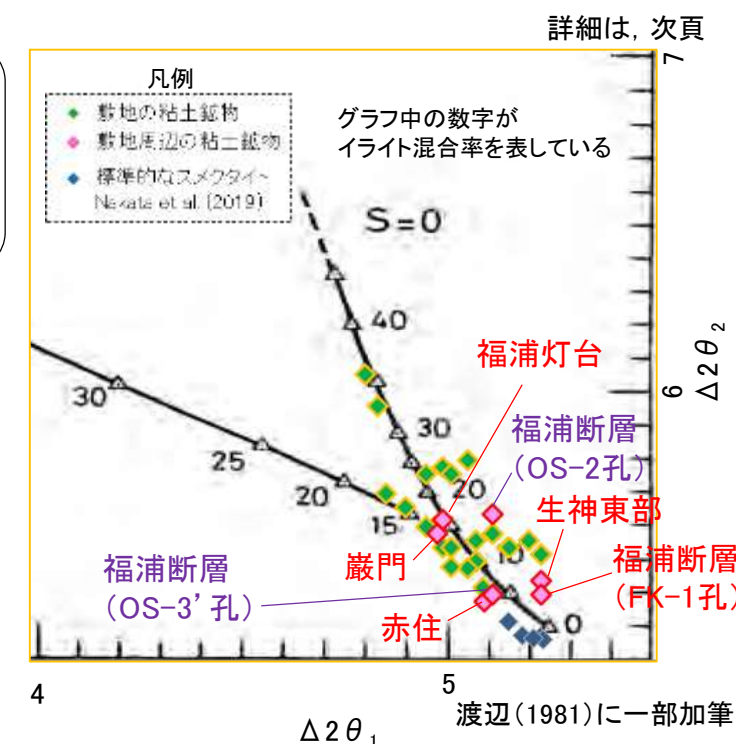
※局所的な変質状況に関する調査結果は, 補足資料5.2-2(9)

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※>



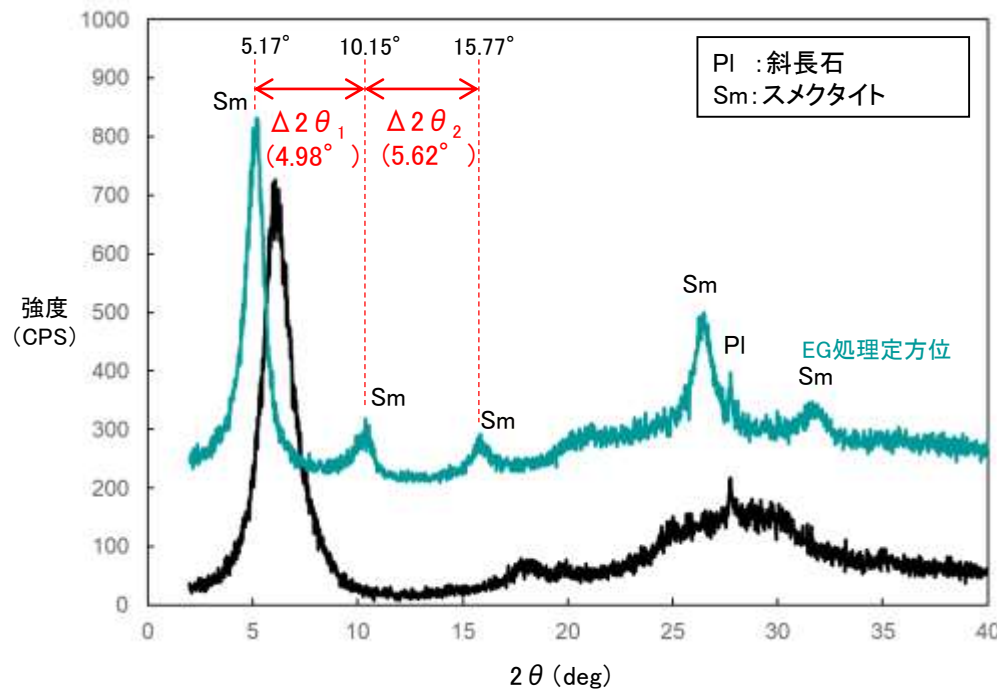
<粘土鉱物の結晶構造判定結果>



【粘土鉱物の結晶構造判定】

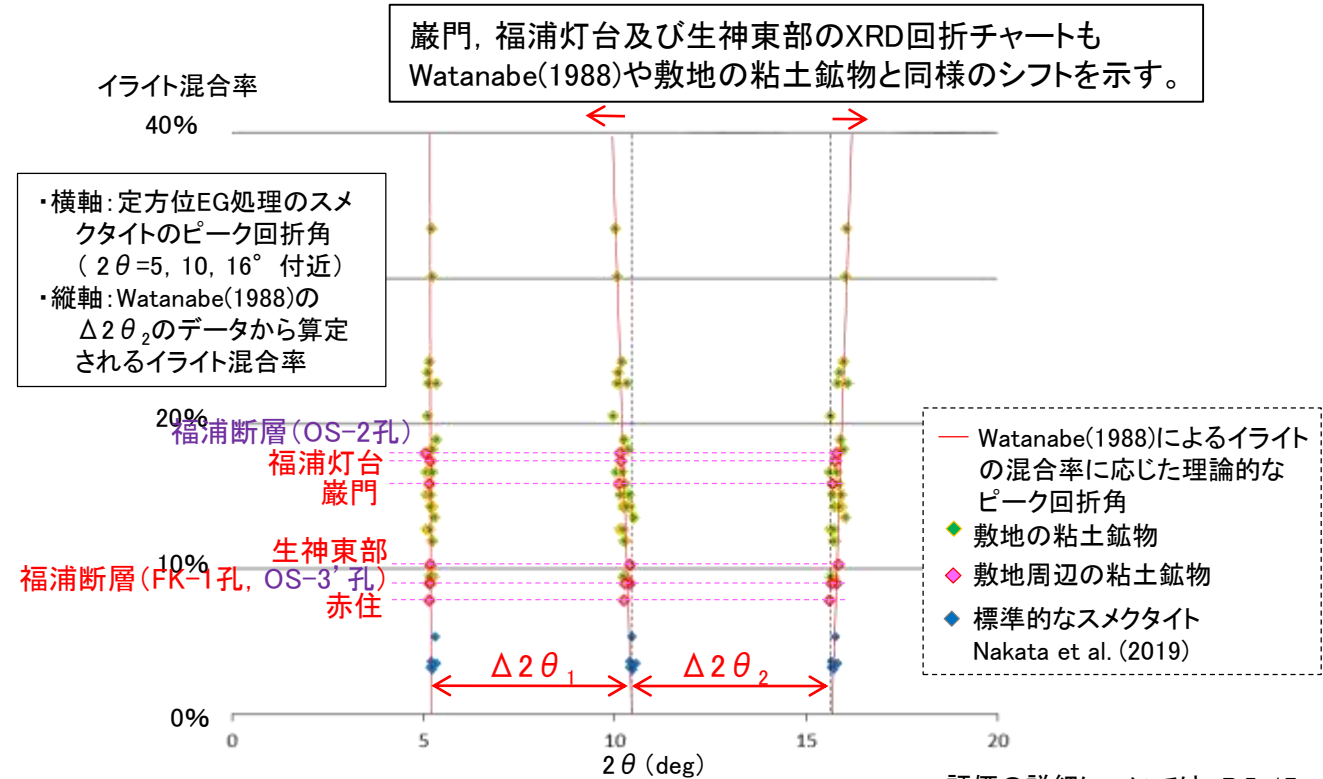
○赤住, 福浦灯台, 巖門, 生神東部及び福浦断層で確認された粘土鉱物※のX線回折チャートを用いて粘土鉱物の構造判定を行った。これらの回折チャートでは, Watanabe(1988)によるI/S混合層の理論的なピーク回折角のシフトと同様なシフトが認められ, 渡辺(1986, 1981)のI/S混合層構造判定図によるとイライト混合率5~15%程度となることから, これらの粘土鉱物は, 敷地と同程度のイライト混合率をもつI/S混合層であると判定した。

※各地点で確認した粘土鉱物の採取位置及びX線回折チャートについては, P.5-50~5-56



福浦灯台のX線回折チャート(定方位)

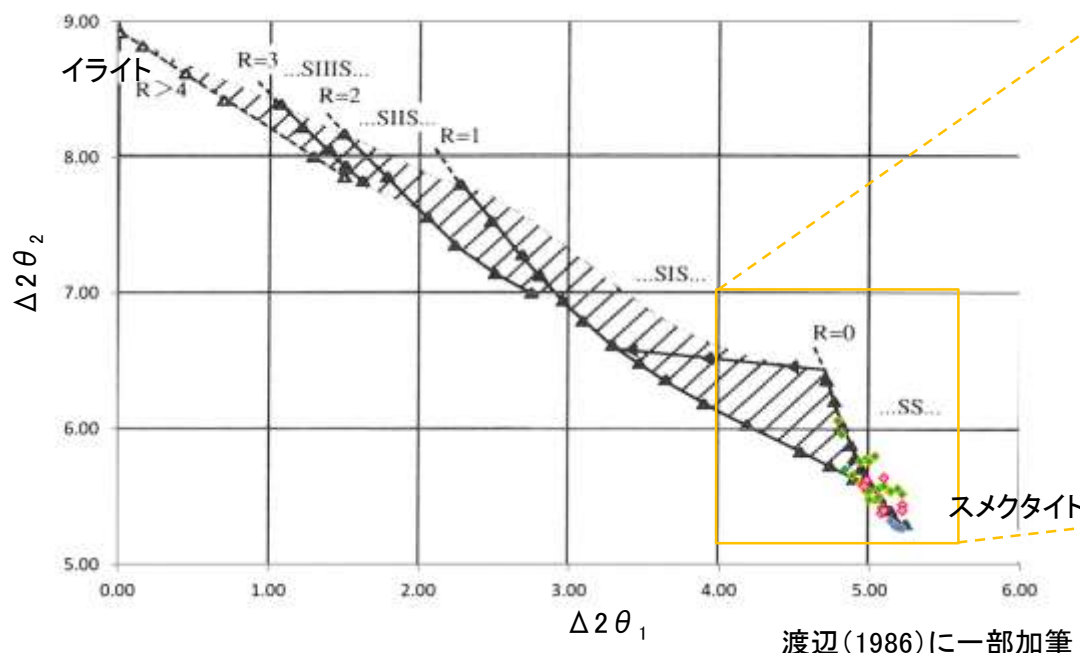
■I/S混合層の理論的なピーク回折角 (Watanabe, 1988)との比較



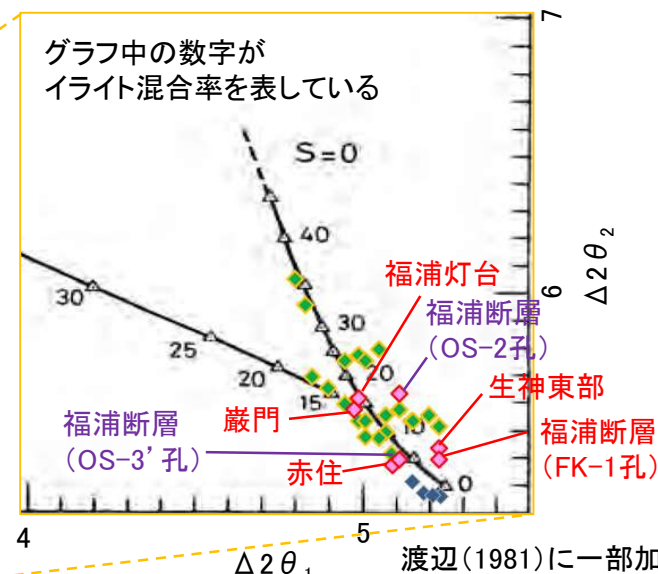
巖門, 福浦灯台及び生神東部のXRD回折チャートも Watanabe(1988)や敷地の粘土鉱物と同様のシフトを示す。

・横軸: 定方位EG処理のスメクタイトのピーク回折角 (2θ=5, 10, 16° 付近)
・縦軸: Watanabe(1988)の Δ2θ₂のデータから算定されるイライト混合率

■I/S混合層の構造判定図(渡辺1986, 1981)による判定



渡辺(1986)に一部加筆



評価の詳細については, P.5-17

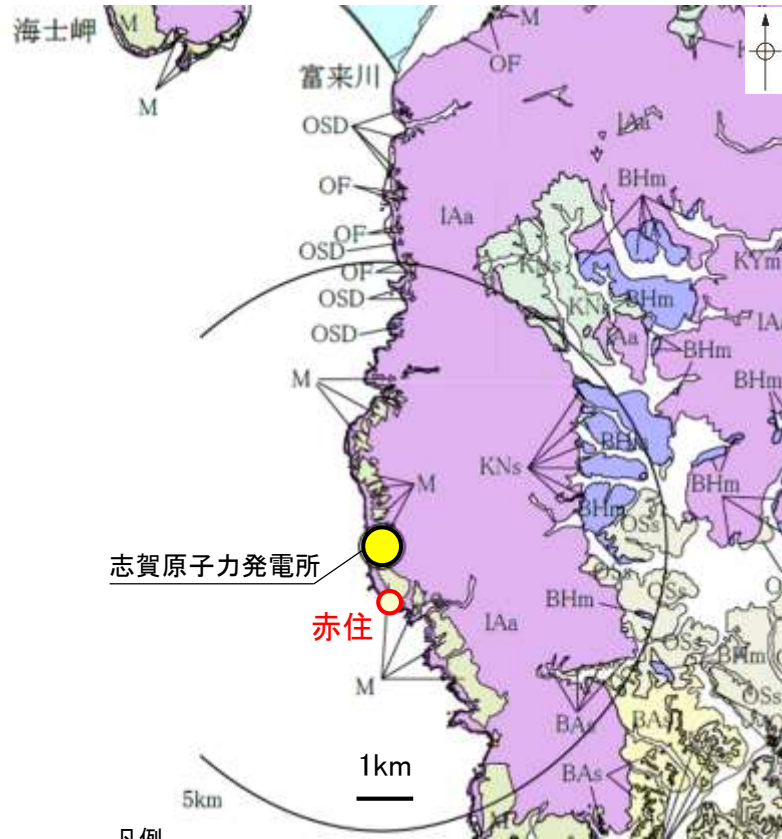
紫字: 第1073回審査会合以降に追加・変更した箇所

◆ 敷地の粘土鉱物
◆ 敷地周辺の粘土鉱物
◆ 標準的なスメクタイト Nakata et al. (2019)

巖門及び福浦灯台の粘土鉱物は, イライト混合率15%程度, 赤住, 生神東部の粘土鉱物は, イライト混合率5%程度, 福浦断層の粘土鉱物は, イライト混合率5~15%程度である。

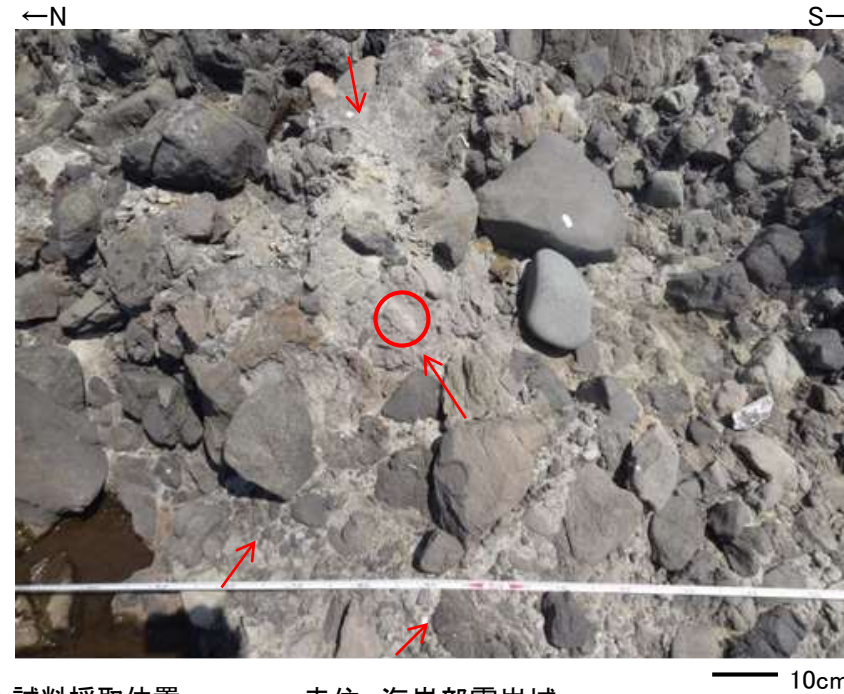
【赤住】

○敷地の南方約1kmに位置する赤住の海岸部では、露岩した別所岳安山岩類中に脈状の白色の変質部が確認される。



地質時代	群地 階位・順序	地層・岩石名
第四紀	更新世	OSD 砂丘砂層
		OF 沖積層
		M 中位段丘堆積層
		OSD 古砂丘砂層
第三紀	鮮新世	OF 古期扇状地堆積層
		OSD 古期扇状地堆積層
第三紀	中新世	水見階
		壺生階
	中新世	香川階
		東別所階
	中新世	出雲石灰質砂岩層 (非石灰質部)
		出雲石灰質砂岩層 (石灰質部)
		赤浦砂岩層
		上柳泥岩層
	中新世	山戸田泥岩層
		草木互層
中新世	谷出礫岩層	
	岩相階	別所岳安山岩類 (安山岩・安山岩質火砕岩・デイサイト質火砕岩)

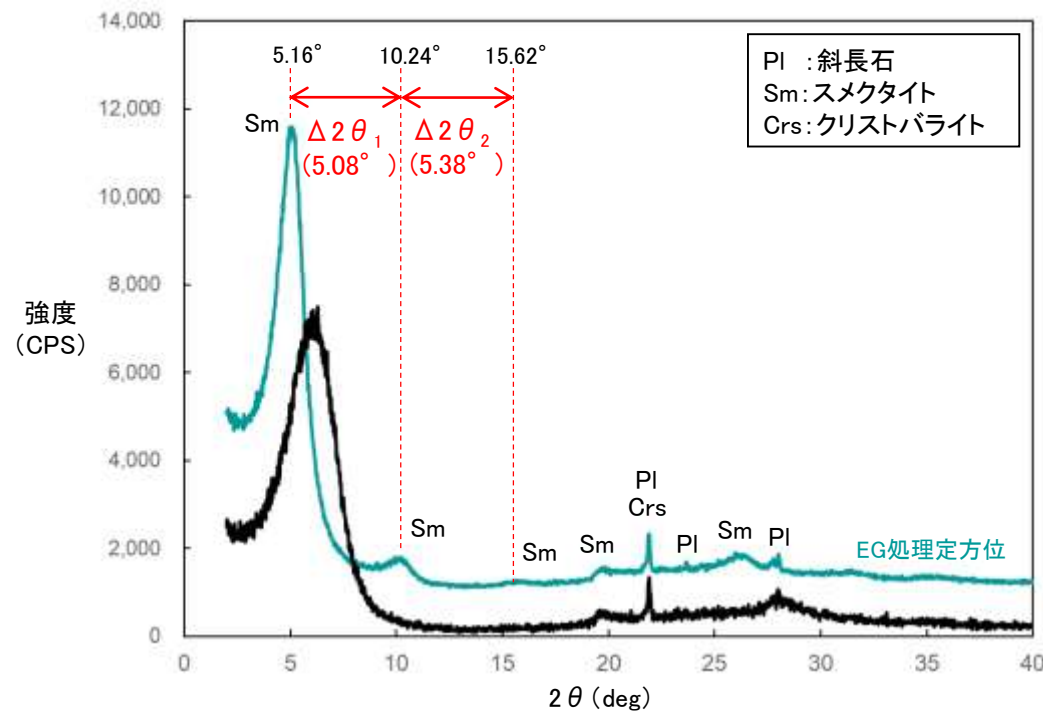
位置図



○ 試料採取位置
→ 白色変質部
赤住 海岸部露岩域



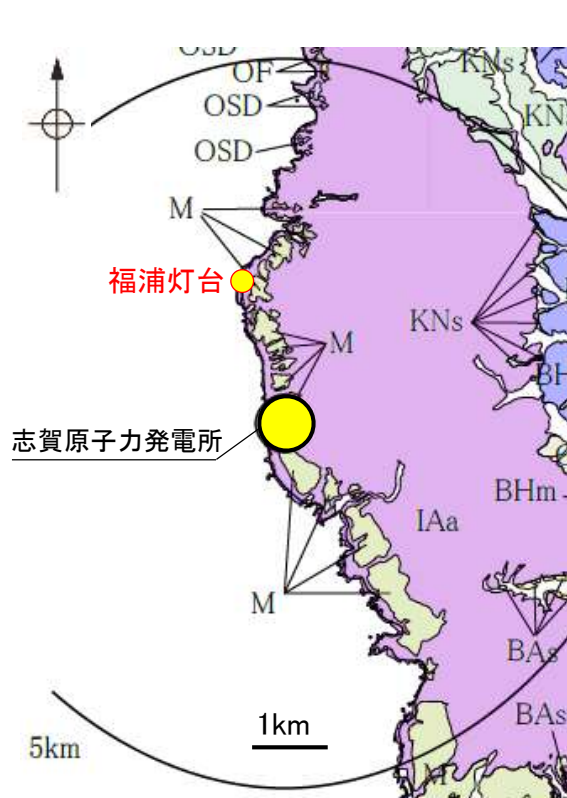
分析試料



X線回折チャート(定方位)

【福浦灯台】

○敷地から約2km北方に位置する福浦灯台の海岸部では、露岩した別所岳安山岩類中に白色の変質部が確認される。



凡例 位置図

地質時代	地層・岩石名	
第四紀	更新世	砂丘砂層 (SD)
	沖積層	沖積層
	中位段丘堆積層 (M)	中位段丘堆積層
	古砂丘砂層 (OSD)	古砂丘砂層
	古期扇状地堆積層 (OF)	古期扇状地堆積層
第三紀	鮮新世	出雲石灰質砂岩層 (非石灰質部) (COs)
	香川層	出雲石灰質砂岩層 (石灰質部) (COl)
	東別所層	浜田泥岩層 (BHm)
	赤浦砂岩層 (BAc)	赤浦砂岩層
	上新世	上標泥岩層 (KUu)
	黒瀬谷層	山戸田泥岩層 (KYm)
	草木互層 (KNs)	草木互層
	谷出礫岩層 (KSc)	谷出礫岩層
	岩相層	別所岳安山岩類 (IAa)
		安山岩・安山岩質火砕岩・デイサイト質火砕岩

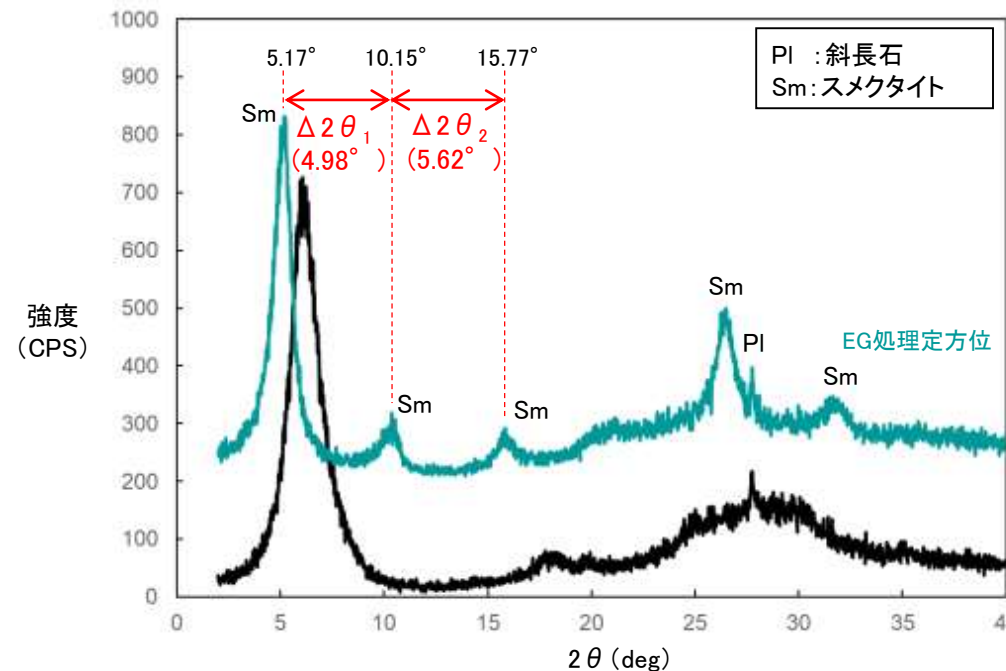


福浦灯台 海岸部露岩域



分析試料 1cm

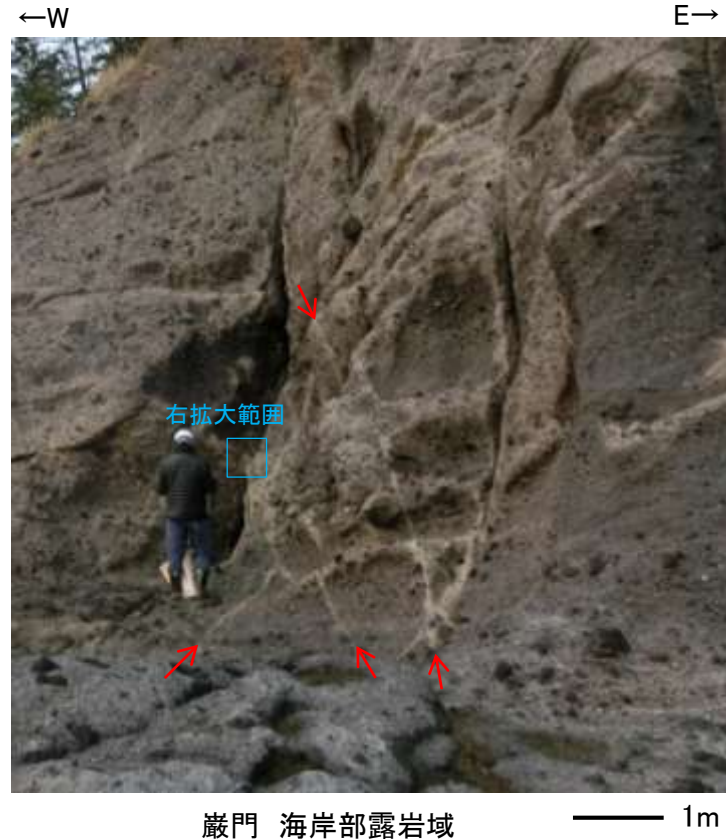
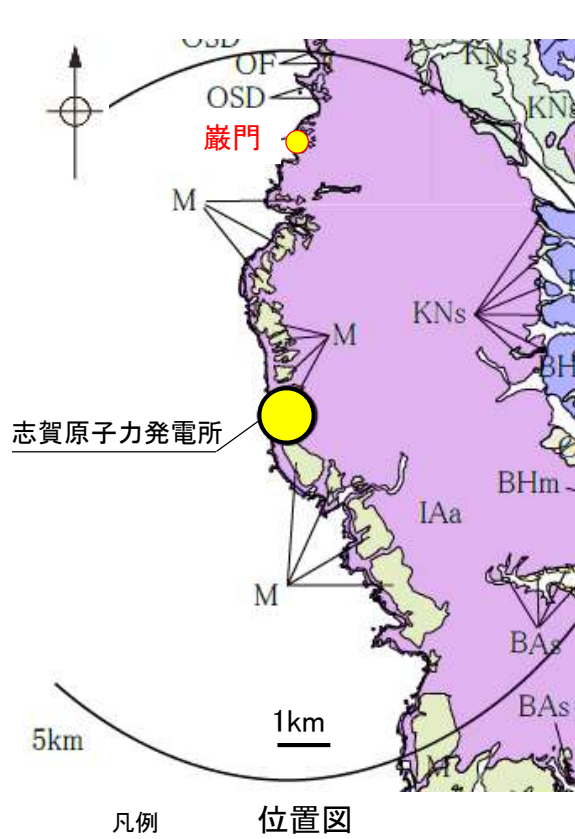
○ 試料採取位置



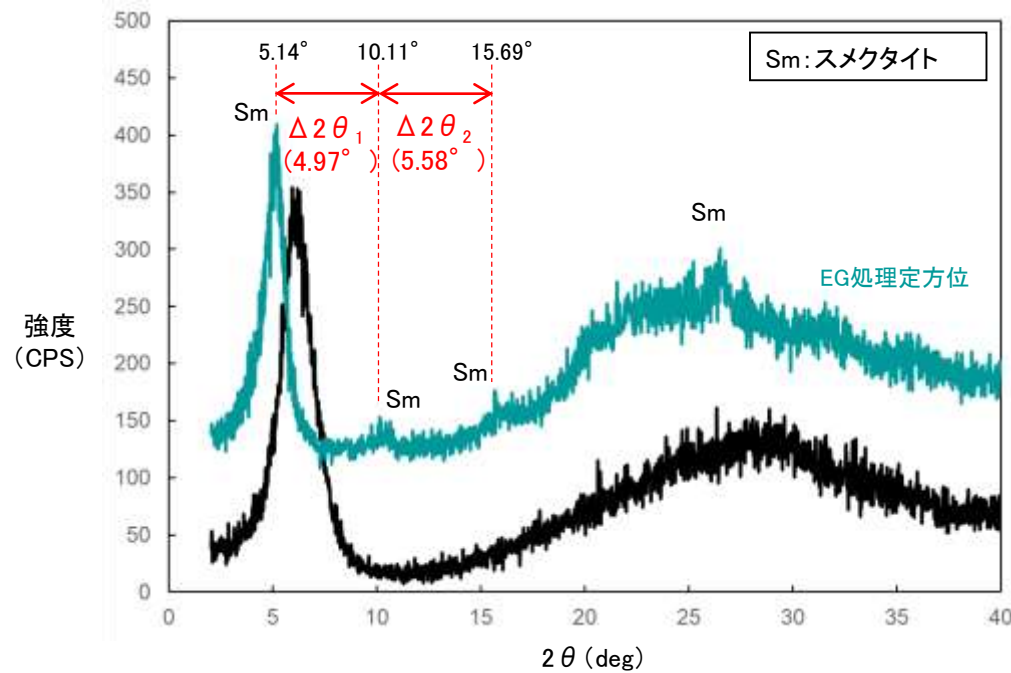
X線回折チャート(定方位)

【巖門】

○敷地から約4km北方に位置する巖門の海岸部では、露岩した別所岳安山岩類中に脈状の白色の変質部が確認される。



地質時代	敷地周辺の層序	地層・岩石名	
第四紀	更新世	SD 砂丘砂層	
		沖積層	
		M 中位段丘堆積層	
		OSD 古砂丘砂層	
		OF 古扇状地堆積層	
新第三紀	鮮新世	壩生層	
		水見層	
	音川層	LOs 出雲石灰質砂岩層 (非石灰質部)	
		OLs 出雲石灰質砂岩層 (石灰質部)	
	東別所層	BHm 浜田泥岩層	
		BAc 赤浦砂岩層	
		黒瀬谷層	KUm 上礫泥岩層
			KYm 山戸田泥岩層
	岩相層	KNs 草木互層	
		KKc 谷出礫岩層	
IAa 別所岳安山岩類	安山岩・安山岩質火砕岩・		
	テサイト質火砕岩		



X線回折チャート(定方位)

【生神東部】

○敷地の北方約7kmに位置する生神東部の別所岳安山岩類露岩部では、変質が認められる。



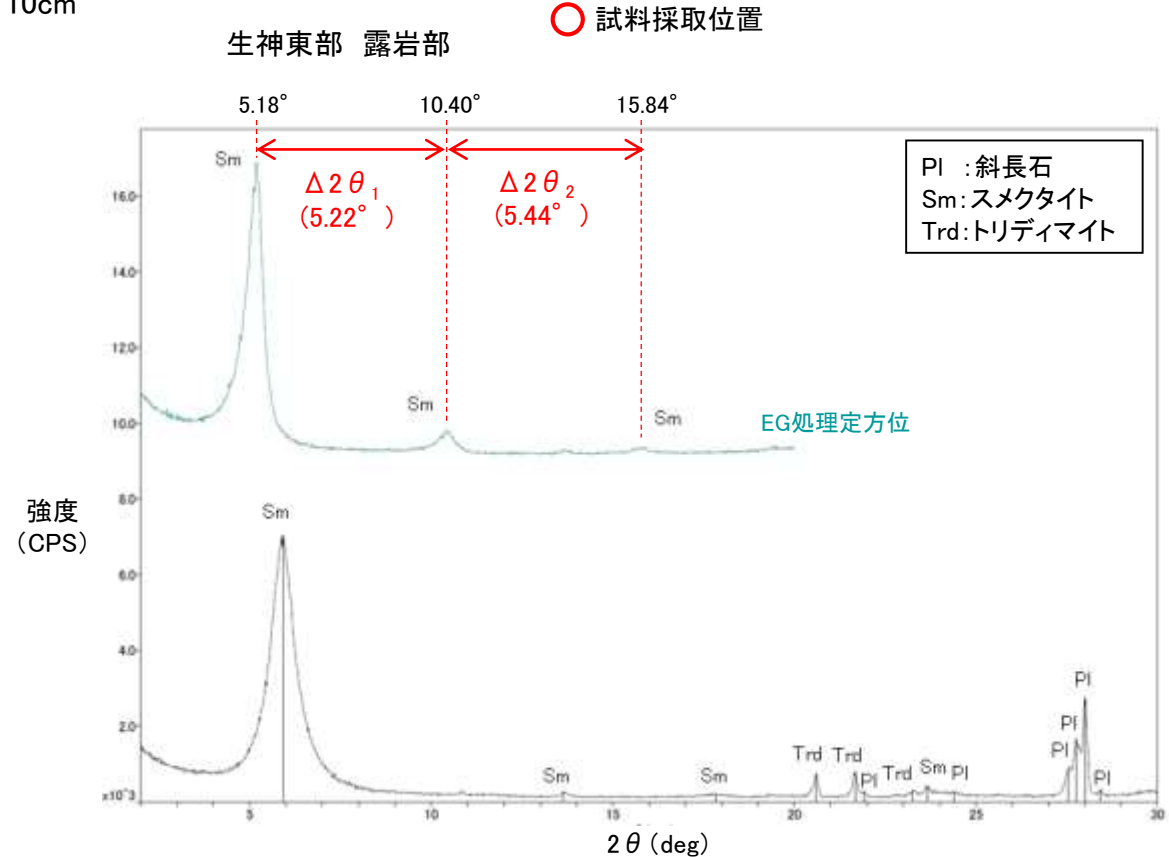
凡例

地質時代	群地階/準地階	地層・岩石名
第四紀	更新世	CS 砂丘砂層
		沖積層
		M 中位段丘堆積層
		OSD 古砂丘砂層
更新世	CF 古期扇状地堆積層	
	埋生階	
第三紀	鮮新世	水見階
		香川階
	中新世	OSs 出雲石灰質砂岩層 (非石灰質部)
		Os 出雲石灰質砂岩層 (石灰質部)
		BHm 浜田泥岩層
		BA 赤浦砂岩層
中新世	KUm 上柳泥岩層	
	KYm 山戸田泥岩層	
	KNs 草木互層	
	KKc 谷出礫岩層	
岩相階	IAa 別所岳安山岩類 (安山岩・安山岩質火砕岩・デイサイト質火砕岩)	

位置図



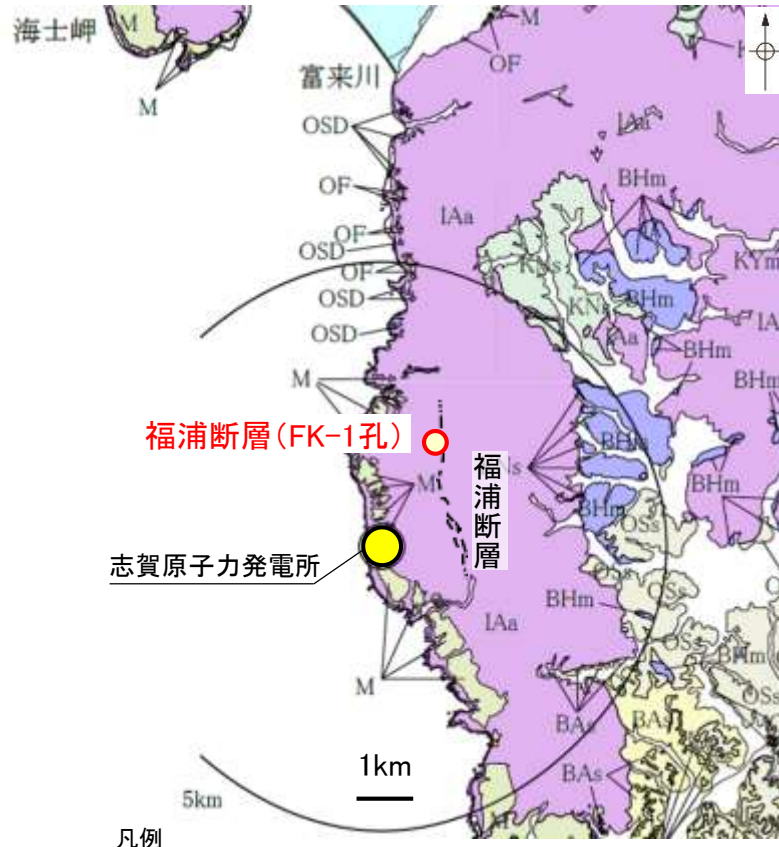
分析試料



X線回折チャート(定方位)

【福浦断層(FK-1孔)】

○敷地の北方約2kmで実施したFK-1孔の深度52.5m付近で認められる福浦断層では、断層ガウジ中に粘土鉱物が認められる。



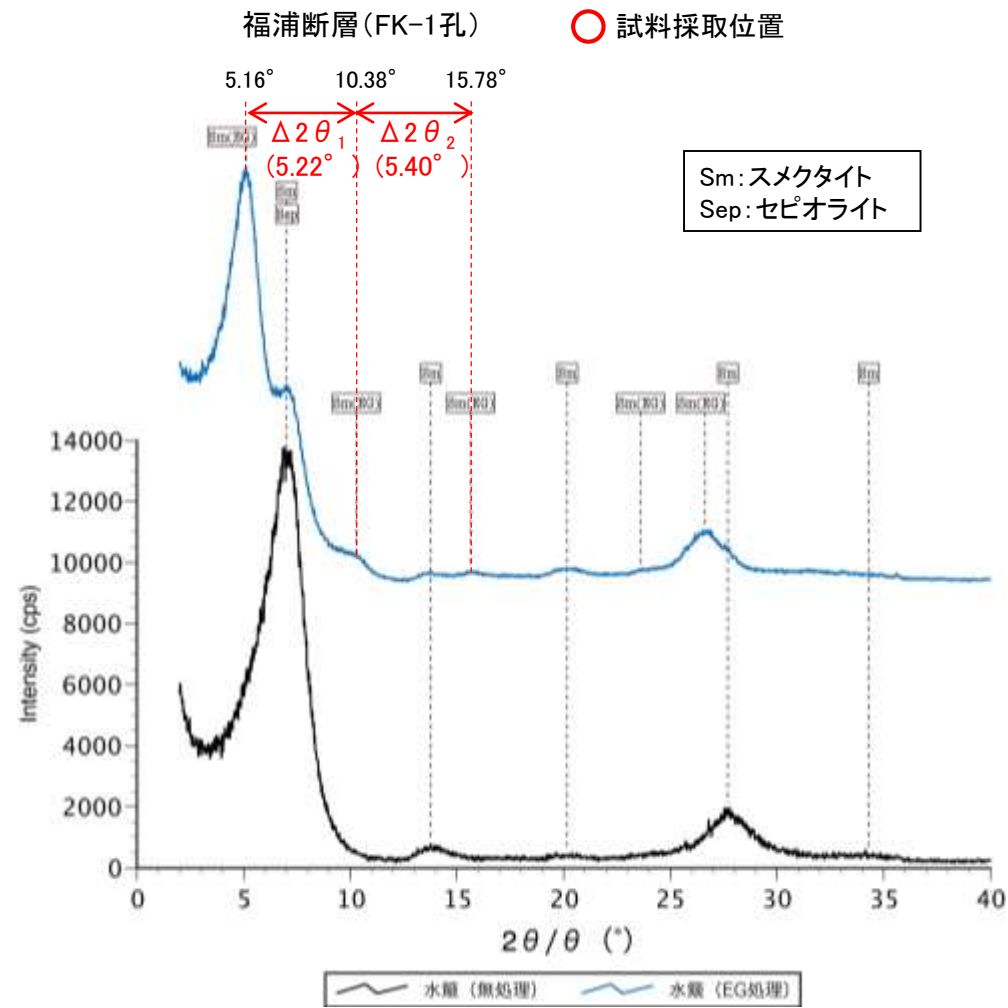
凡例

地質時代	群地 階級 番号	地層・岩石名
第四紀	更新世	OSD 砂丘砂層
		OF 沖積層
		M 中位段丘堆積層
		OSD 古砂丘砂層
		OF 古期扇状地堆積層
新第三紀	鮮新世	IAa 出雲石灰質砂岩層 (非石灰質部)
		IAa 出雲石灰質砂岩層 (石灰質部)
	中新世	BHm 浜田泥岩層
		BAa 赤浦砂岩層
		KUm 上郷泥岩層
	中新世	KYm 山戸田泥岩層
		KNm 草木互層
		KKm 谷出礫岩層
		IAa 別所岳安山岩類
		IAa 安山岩・安山岩質火砕岩・デイサイト質火砕岩

位置図



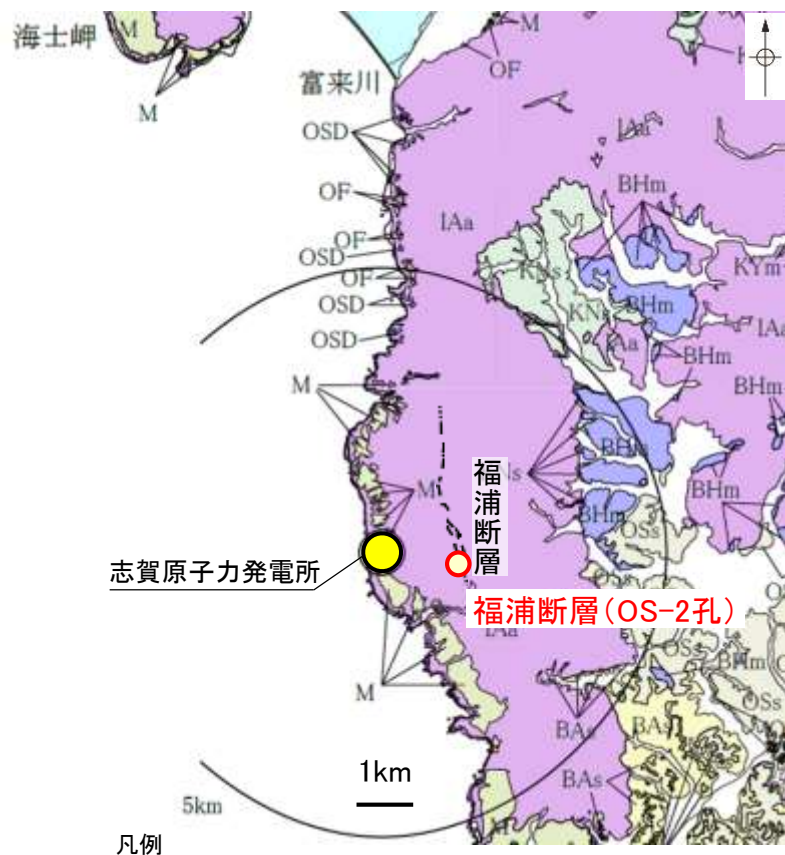
分析試料



X線回折チャート(定方位)

【福浦断層（OS-2孔）】

○敷地の東方約1kmで実施したOS-2孔の深度94.6m付近で認められる福浦断層では、断層ガウジ中に粘土鉱物が認められる。



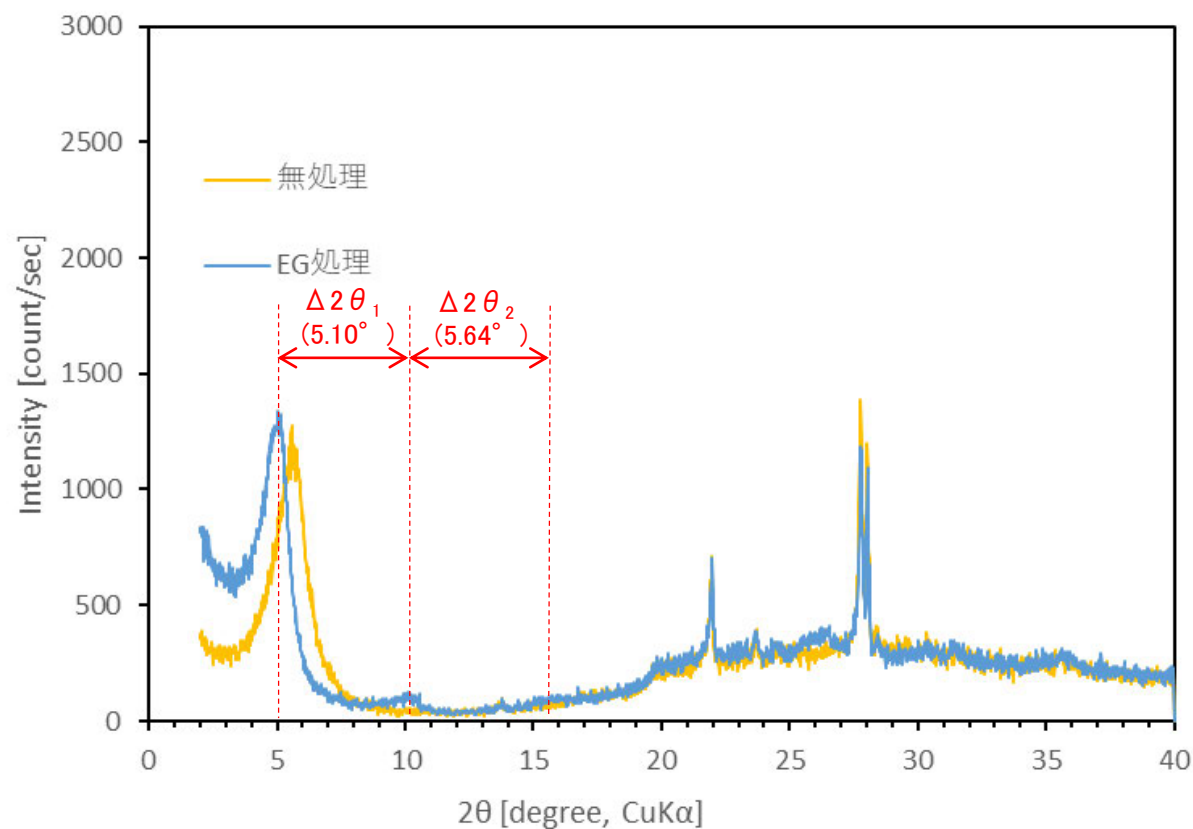
凡例

地質時代	地層・岩石名	地層・岩石名
第四紀	更新世	砂丘砂層 (OSD)
		沖積層 (OF)
		中位段丘堆積層 (M)
		古砂丘砂層 (OSD)
第三紀	中新世	古期扇状地堆積層 (OF)
	鮮新世	出雲石灰質砂岩層 (非石灰質部) (OSs)
		出雲石灰質砂岩層 (石灰質部) (OAs)
	中新世	赤浦砂岩層 (BAs)
		上輝岩層 (KUm)
	中新世	山戸田泥岩層 (KYm)
		幕木互層 (KSm)
	中新世	谷出礫岩層 (KKs)
		岩相層 (IAa)

位置図



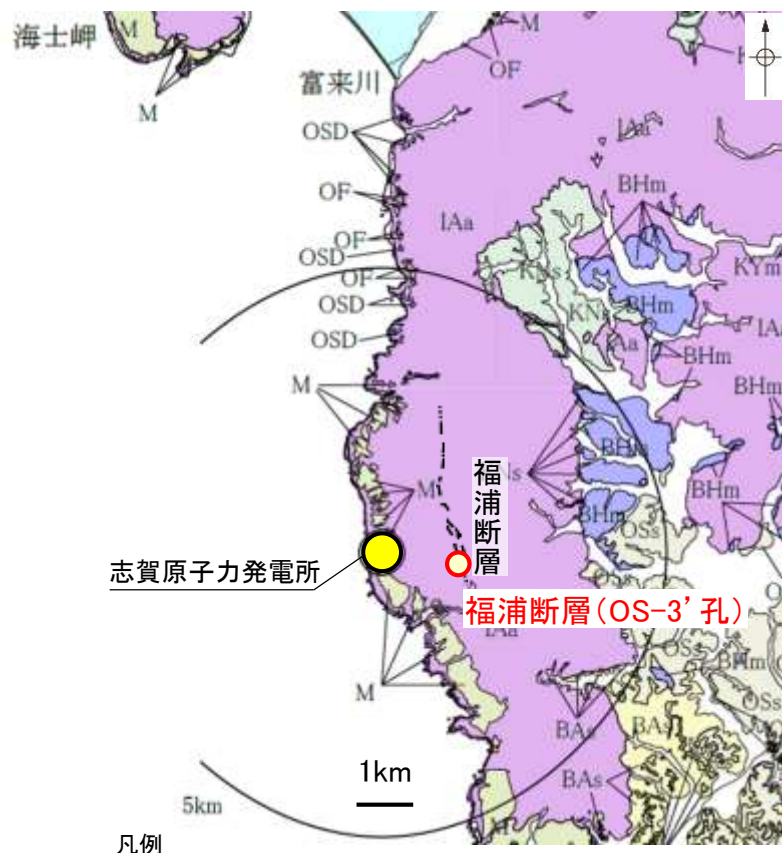
分析試料



X線回折チャート(定方位)

【福浦断層 (OS-3' 孔)】

○敷地の東方約1kmで実施したOS-3' 孔の深度28.3m付近で認められる福浦断層では、断層ガウジ中に粘土鉱物が認められる。



地質時代	群地階/準地階	地層・岩石名
第四紀	更新世	OSD 砂丘砂層
		沖積層
	中位段丘堆積層	M 中位段丘堆積層
		OSD 古砂丘砂層
新第三紀	鮮新世	OSs 出雲石灰質砂岩層 (非石灰質部)
		OSs 出雲石灰質砂岩層 (石灰質部)
	中新世	BHm 浜田泥岩層
		BAa 赤浦砂岩層
	中新世	KUm 上郷泥岩層
		KYm 山戸田泥岩層
		KNm 草木互層
		KKm 谷出礫岩層
	岩層	IAa 別所安山岩類 (安山岩・安山岩質火砕岩・デイサイト質火砕岩)

位置図

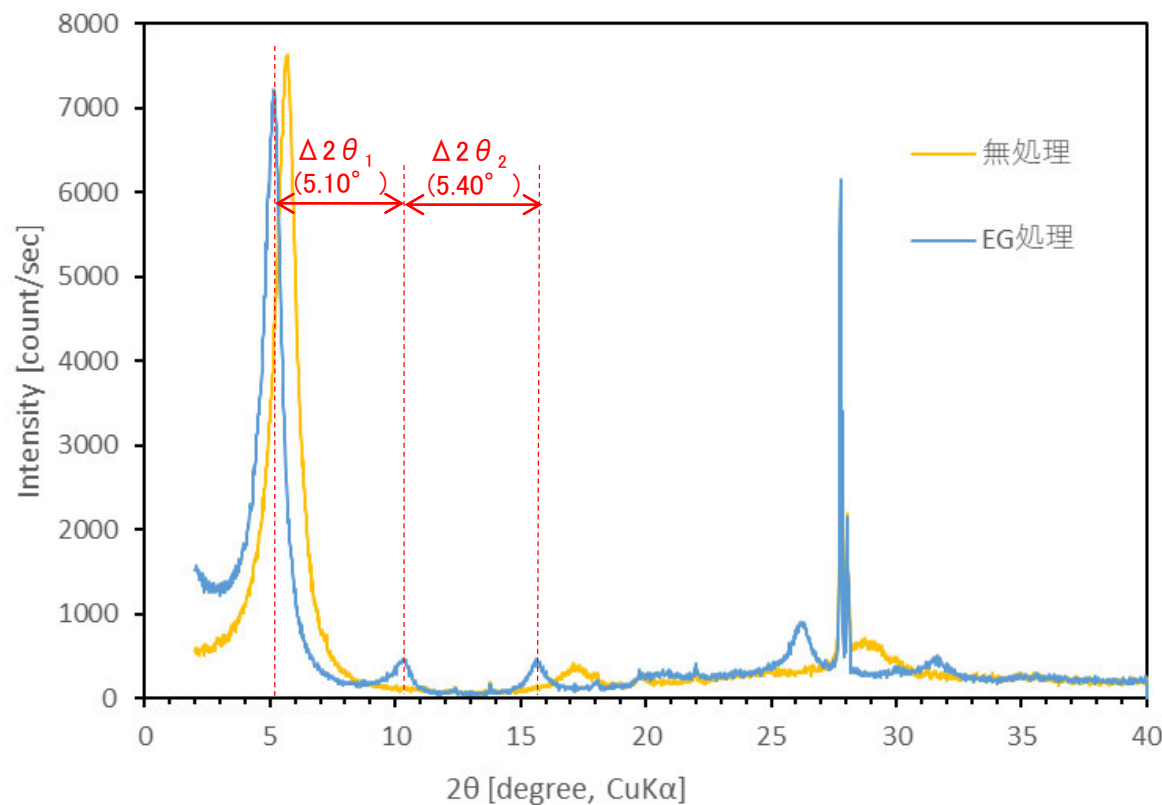
深度 (m)
28.2 28.3 28.4 28.5



福浦断層 (OS-3' 孔) 断層ガウジ
○ 試料採取位置



分析試料



X線回折チャート(定方位)

5.2.1(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.5-32)。
 ○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.5-42)。

<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(P.5-59～5-63)。

○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.5-64～5-74)。

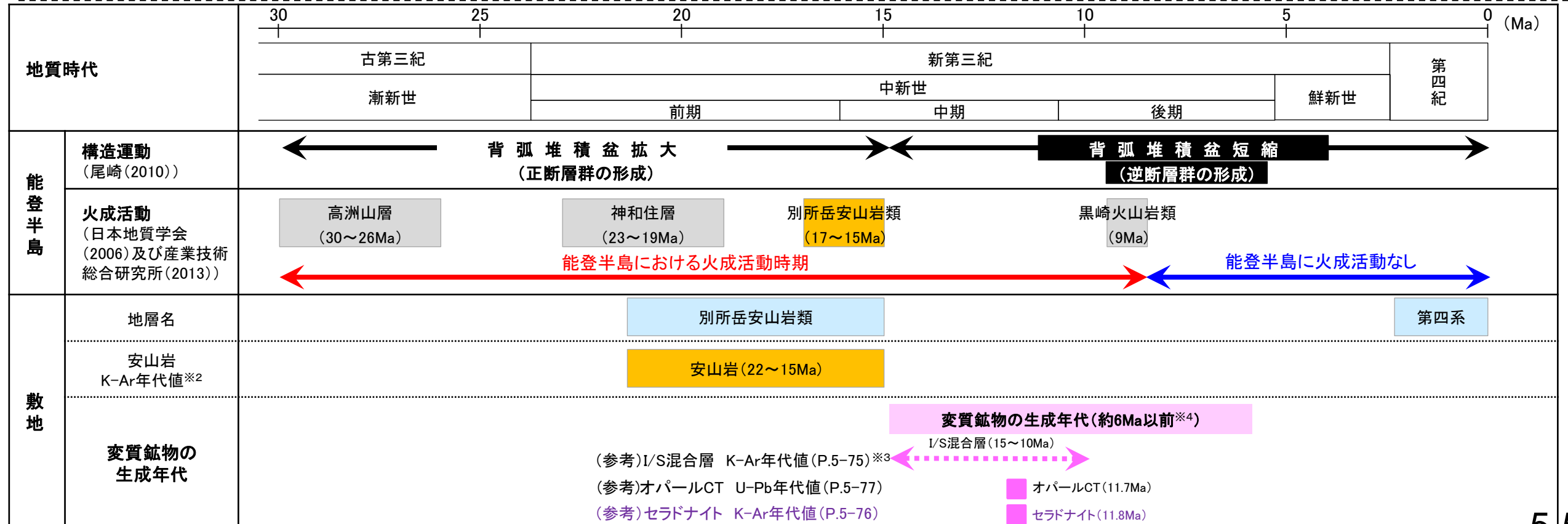
【K-Ar年代値(I/S混合層), U-Pb年代値(オパールCT), K-Ar年代値(セラドナイト)】

・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(P.5-75), オパールCTのU-Pb年代値は11.7Maを示す(P.5-77)。

・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(P.5-76)。

【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(P.5-78, 5-79)。



※2: 補足資料5.2-1(2), ※3: 信頼性確認は、補足資料5.2-2(8), ※4: 5.2.1(1-3)生成環境を踏まえて推定した生成年代

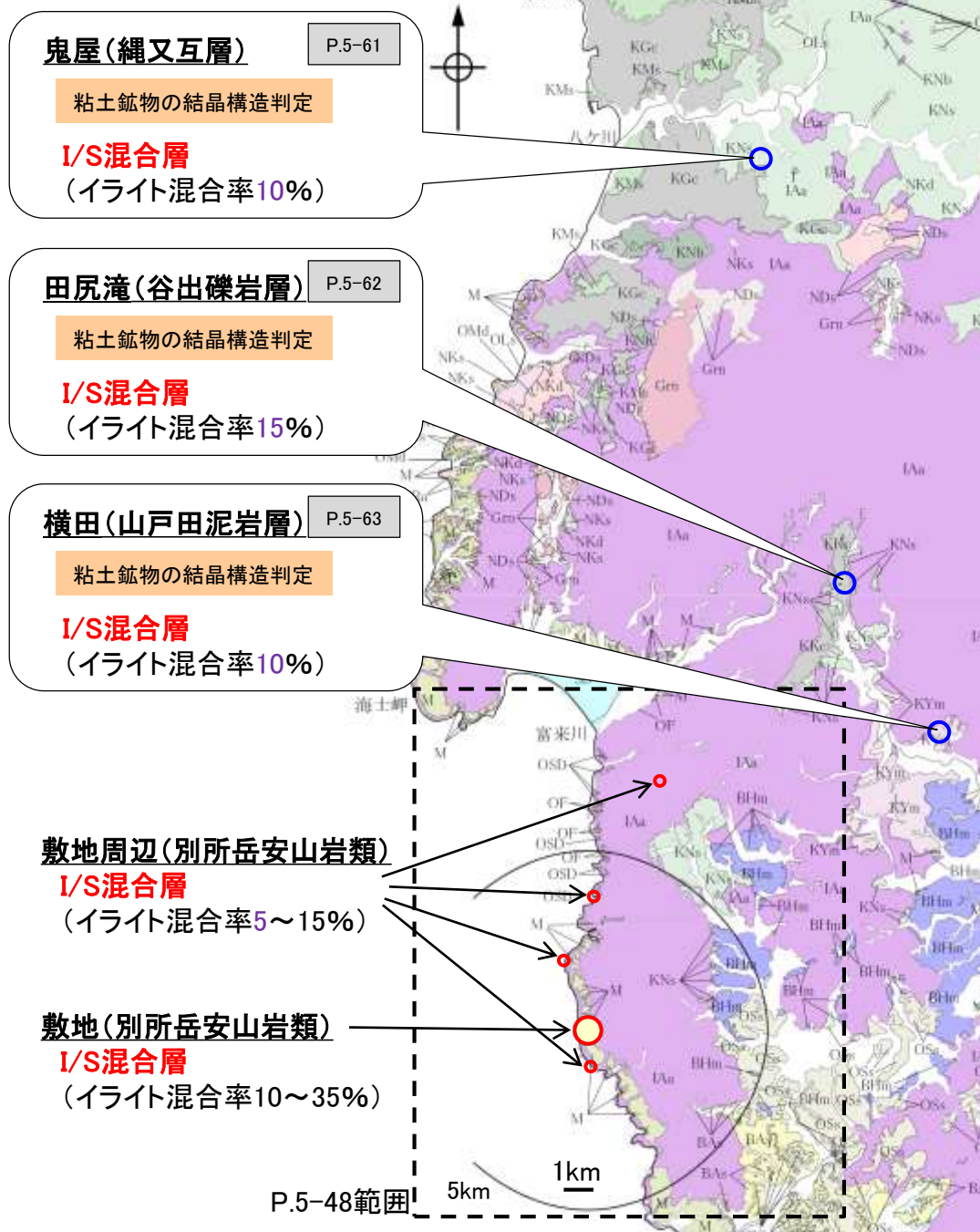
【新第三紀堆積岩における変質状況の確認】

○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(次頁)。

紫字:第1073回審査会合以降に追加・変更した箇所

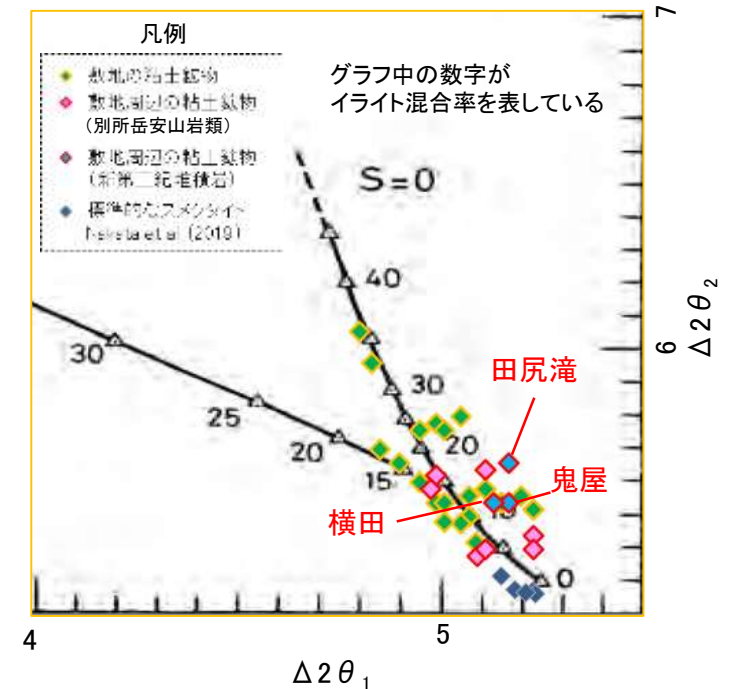
凡 例	
地質時代	敷地周辺の層序
完新世	SD 砂丘砂層 沖積層
第四紀	M 中位段丘堆積層 OF 古期扇状地堆積層・河成段丘堆積層
更新世	OSD 古砂丘砂層
鮮新世	ORa 黒崎安山岩 OMd 前浜泥岩層 OSs 七尾石灰質砂岩層・出雲石灰質砂岩層(非石灰質部) OLs 前波石灰質砂岩層・関野鼻石灰質砂岩層・七尾石灰質砂岩層・出雲石灰質砂岩層・安代原石灰質砂岩層(石灰質部)
新第三紀	BHm 浜田泥岩層 BAs 赤浦砂岩層 BNm 笠師保泥岩層 KMm 東印内互層・皆月砂岩泥岩層 KGe 道下礫岩層 KUm 上棚泥岩層 KYm 山戸田泥岩層 KNs 縄又互層・草木互層・柳田累層 KNw 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

＜敷地周辺で確認される変質鉱物＞



＜粘土鉱物の結晶構造判定結果＞

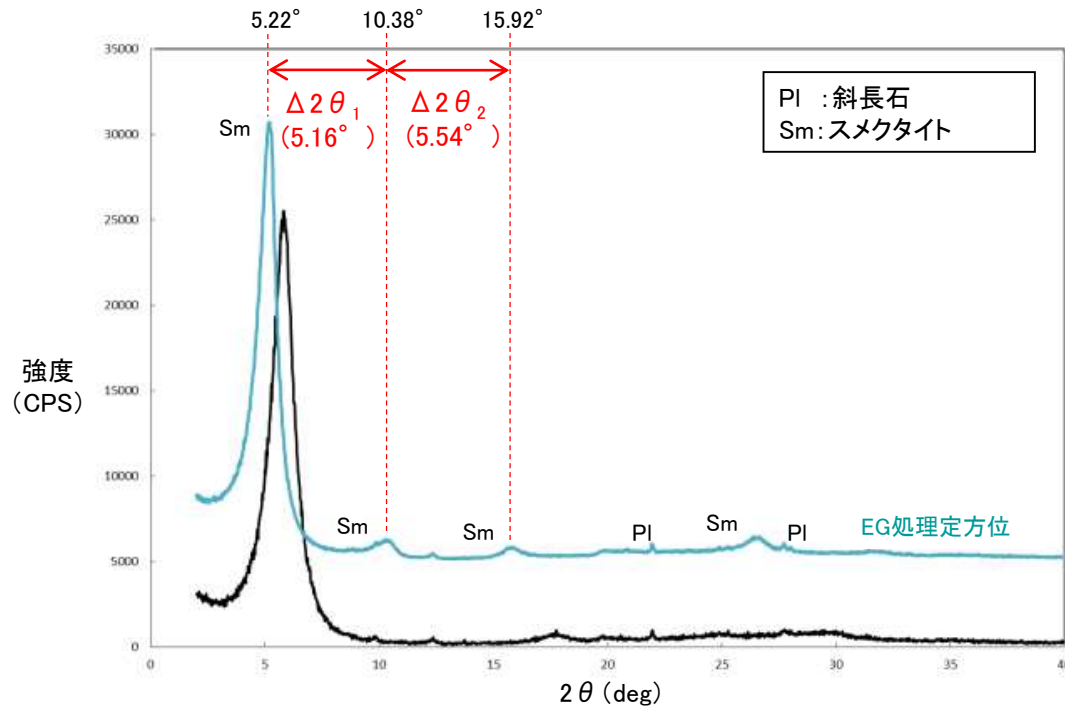
詳細は次頁



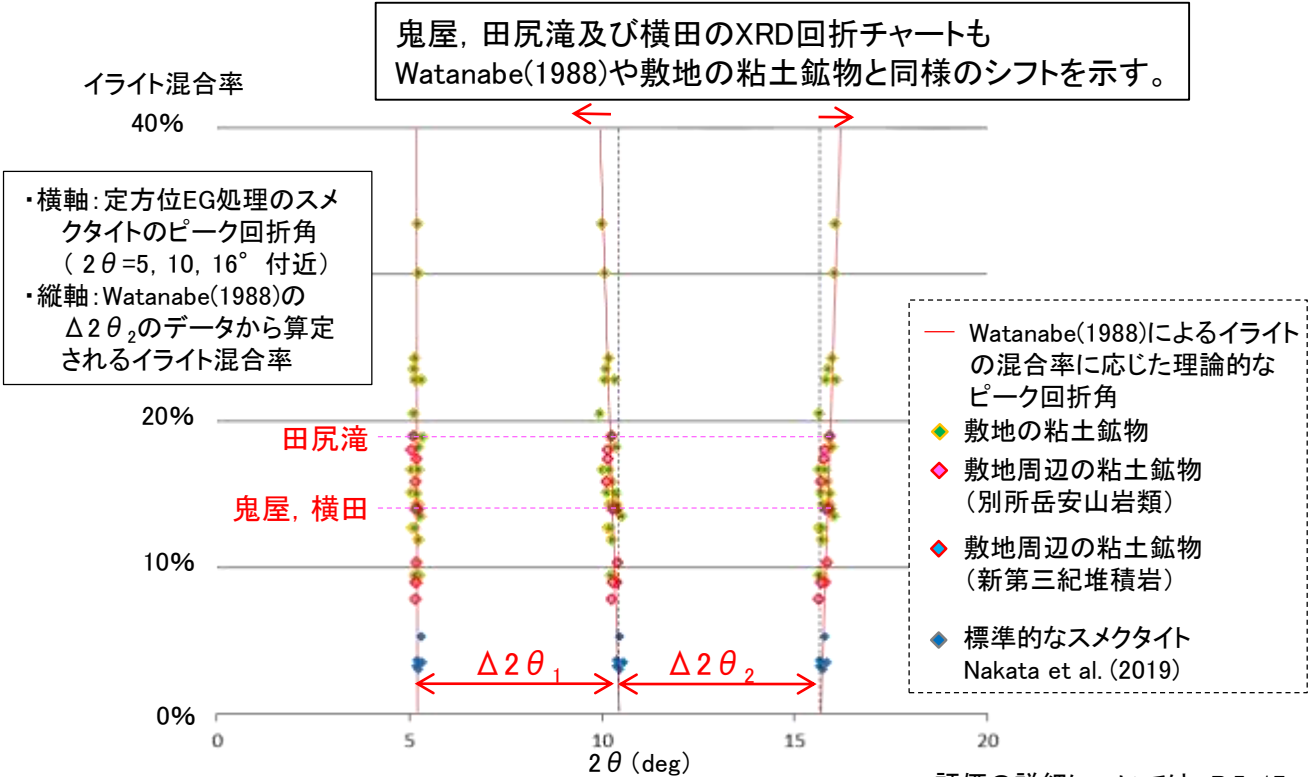
粘土鉱物の結晶構造判定

○鬼屋, 田尻滝及び横田で確認された粘土鉱物※のX線回折チャートを用いて粘土鉱物の構造判定を行った。これらの回折チャートでは, 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なシフトが認められ, 渡辺(1986, 1981)のI/S混合層構造判定図によるとイライト混合率10~15%程度となることから, これらの粘土鉱物は, 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。

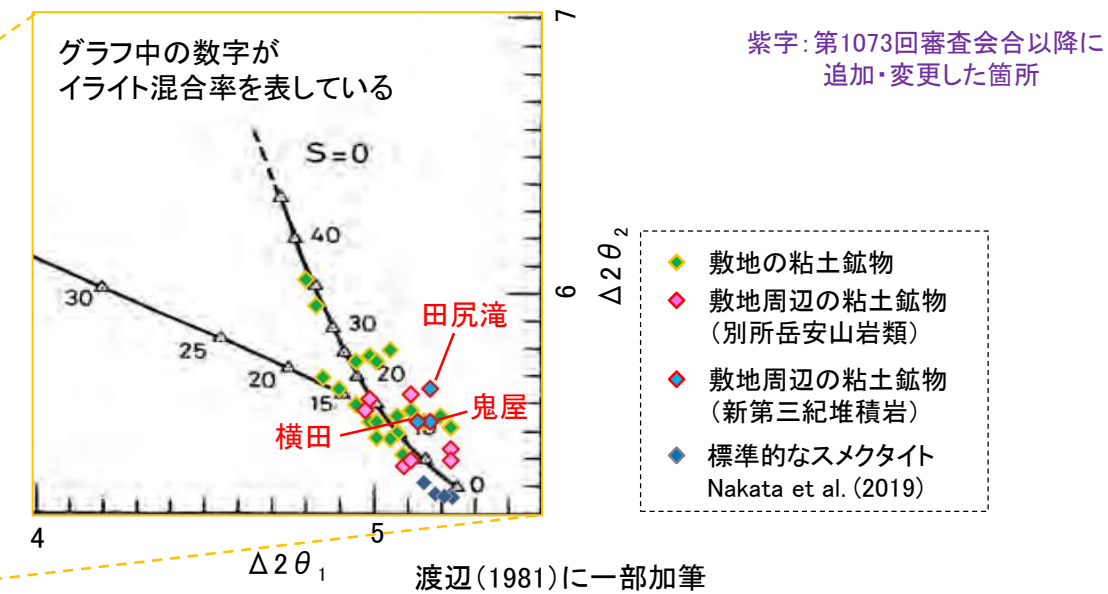
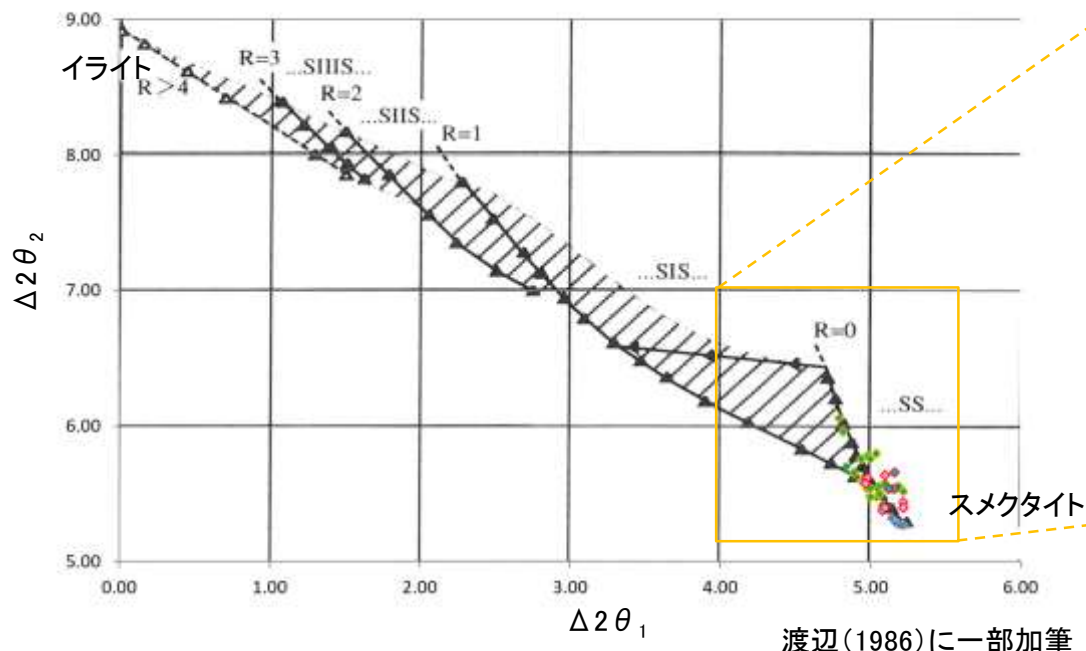
※各地点で確認した粘土鉱物の採取位置及びX線回折チャートについては, P.5-61~5-63



■I/S混合層の理論的なピーク回折角(Watanabe, 1988)との比較



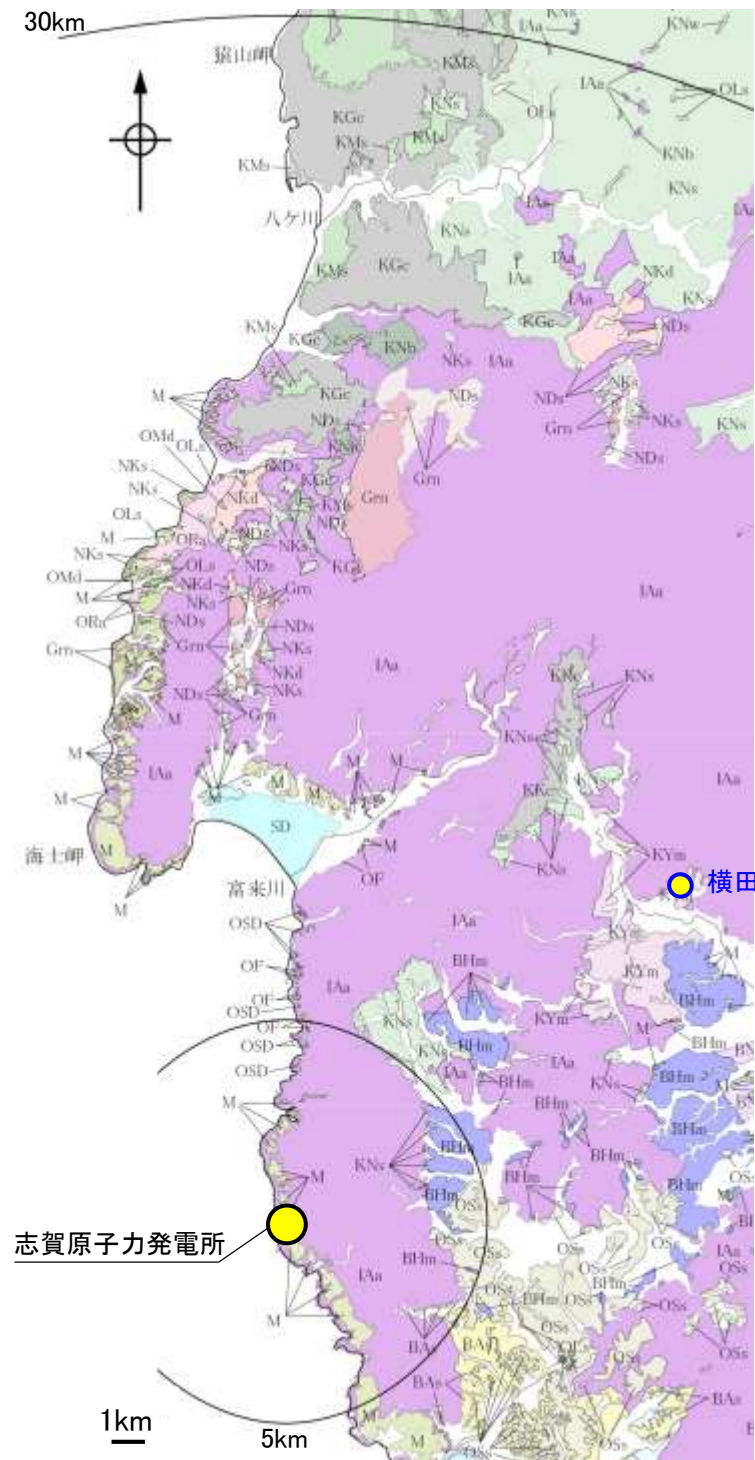
■I/S混合層の構造判定図(渡辺1986, 1981)による判定



鬼屋及び横田の粘土鉱物は, イライト混合率10%程度, 田尻滝の粘土鉱物は, イライト混合率15%程度である。

横田(山戸田泥岩層)

○敷地の北東方約13kmに位置する横田の山戸田泥岩層露岩部で試料(泥岩)を採取し, XRD分析を実施した。



位置図

凡 例	
地層-岩石名	
OGc	御任砂層
OGb	沖積層
M	中生代陸地堆積層
OGd	古砂丘堆積層
OGe	古期扇状地堆積層
OGf	河成砂丘堆積層
OGg	扇状地堆積層
OGh	扇状地堆積層
OGi	扇状地堆積層
OGj	扇状地堆積層
OGk	扇状地堆積層
OGl	扇状地堆積層
OGm	扇状地堆積層
OGn	扇状地堆積層
OGo	扇状地堆積層
OGp	扇状地堆積層
OGq	扇状地堆積層
OGr	扇状地堆積層
OGs	扇状地堆積層
OGt	扇状地堆積層
OGu	扇状地堆積層
OGv	扇状地堆積層
OGw	扇状地堆積層
OGx	扇状地堆積層
OGy	扇状地堆積層
OGz	扇状地堆積層
OGaa	扇状地堆積層
OGab	扇状地堆積層
OGac	扇状地堆積層
OGad	扇状地堆積層
OGae	扇状地堆積層
OGaf	扇状地堆積層
OGag	扇状地堆積層
OGah	扇状地堆積層
OGai	扇状地堆積層
OGaj	扇状地堆積層
OGak	扇状地堆積層
OGal	扇状地堆積層
OGam	扇状地堆積層
OGan	扇状地堆積層
OGao	扇状地堆積層
OGap	扇状地堆積層
OGaq	扇状地堆積層
OGar	扇状地堆積層
OGas	扇状地堆積層
OGat	扇状地堆積層
OGau	扇状地堆積層
OGav	扇状地堆積層
OGaw	扇状地堆積層
OGax	扇状地堆積層
OGay	扇状地堆積層
OGaz	扇状地堆積層
OGaa	扇状地堆積層
OGab	扇状地堆積層
OGac	扇状地堆積層
OGad	扇状地堆積層
OGae	扇状地堆積層
OGaf	扇状地堆積層
OGag	扇状地堆積層
OGah	扇状地堆積層
OGai	扇状地堆積層
OGaj	扇状地堆積層
OGak	扇状地堆積層
OGal	扇状地堆積層
OGam	扇状地堆積層
OGan	扇状地堆積層
OGao	扇状地堆積層
OGap	扇状地堆積層
OGaq	扇状地堆積層
OGar	扇状地堆積層
OGas	扇状地堆積層
OGat	扇状地堆積層
OGau	扇状地堆積層
OGav	扇状地堆積層
OGaw	扇状地堆積層
OGax	扇状地堆積層
OGay	扇状地堆積層
OGaz	扇状地堆積層



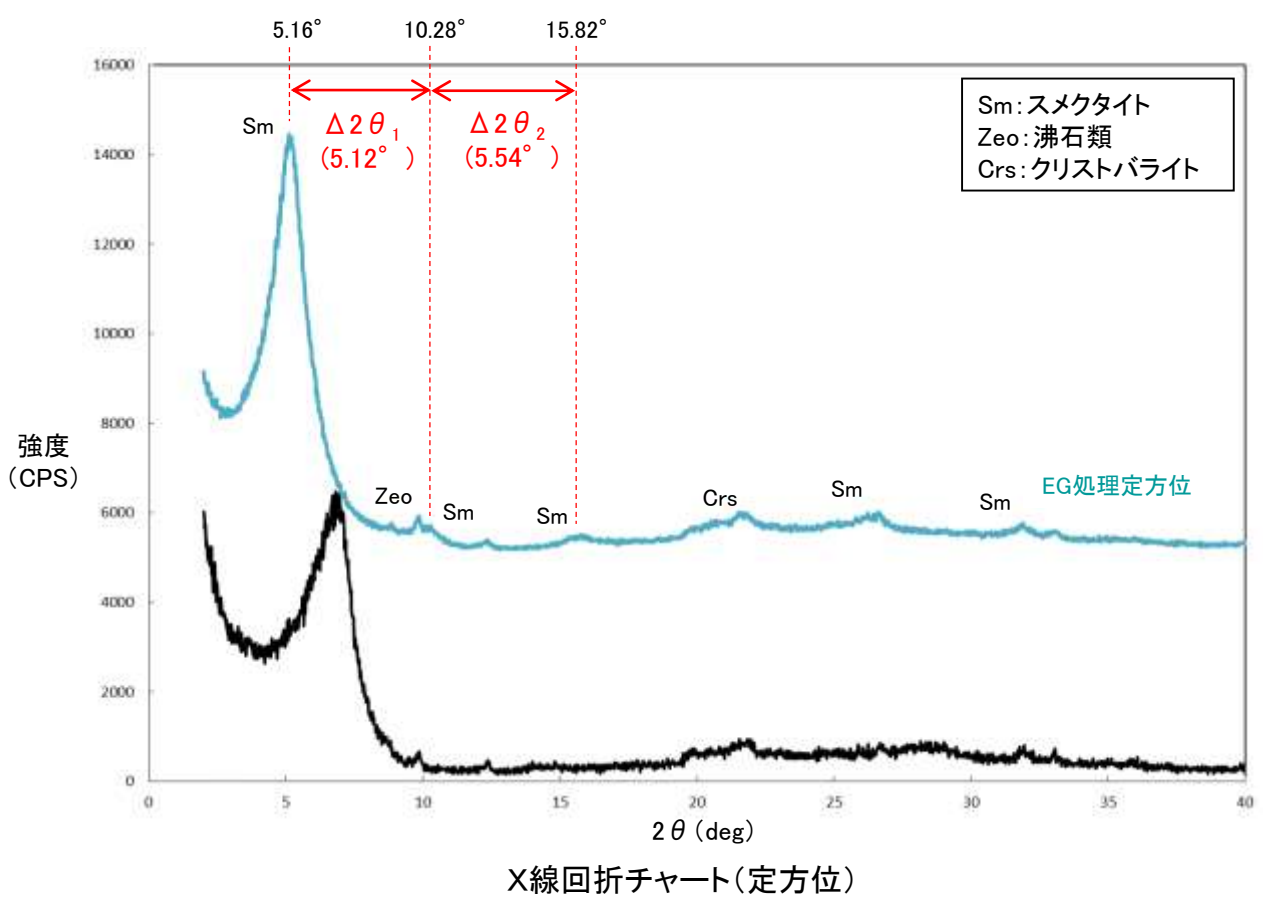
○ 試料採取位置

横田 山戸田泥岩層露岩部

1m

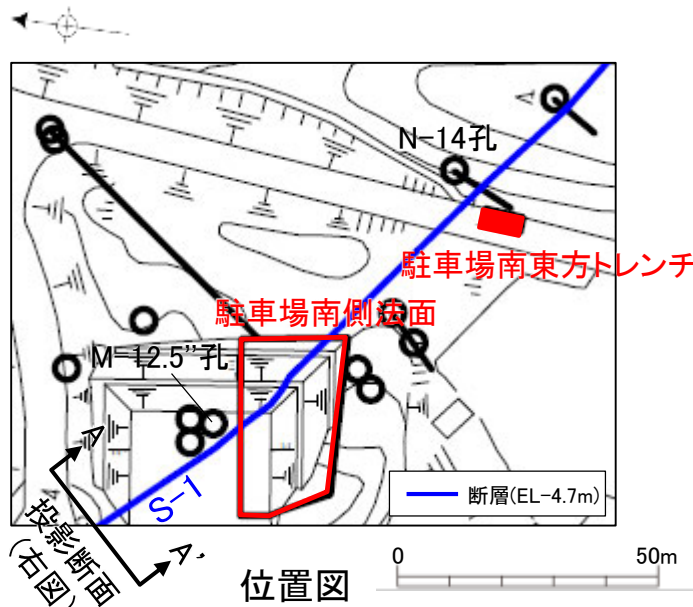


分析試料



【敷地の変質鉱物と第四系との関係】

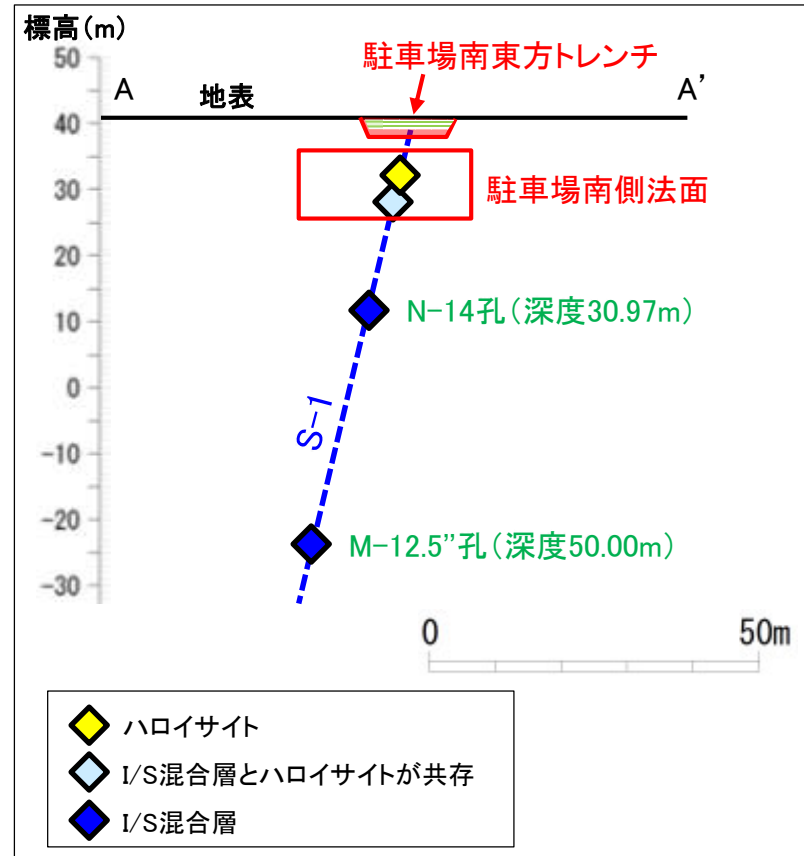
- 破砕部中や割れ目に沿って変質鉱物(I/S混合層, オパールCT及びフィリップサイト)を確認したことから、これらの鉱物を生成させた変質が第四系に及んでいるかを確認するため、破砕部及びその他の割れ目について調査を行った。
- 駐車場南側法面～駐車場南東方トレンチでは、粘土状破砕部が別所岳安山岩類中に深部から連続的に認められるが、第四系(H I a段丘堆積物)には認められない。
- この粘土状破砕部を対象としてXRD分析を実施した結果、ボーリング孔(M-12.5'孔, N-14孔)では変質鉱物であるI/S混合層が認められ、駐車場南側法面下部ではI/S混合層とハロイサイトが共存し、地表付近ではI/S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(次頁)。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			△		±	+	±	+	

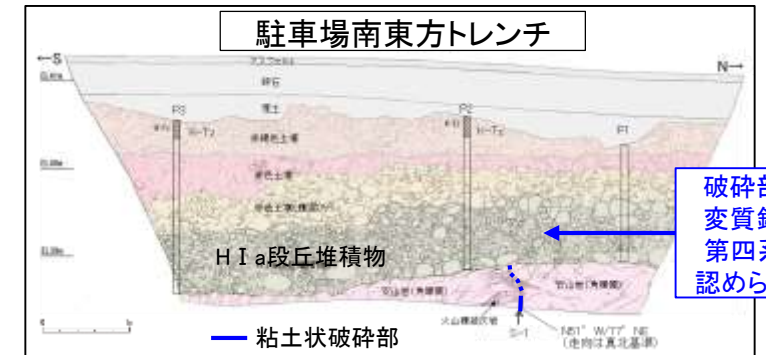
量比
○: 中量(2,500~5,000cps), △: 少量(500~2,500cps),
+: 微量(250~500cps), ±: きわめて微量(<250cps).



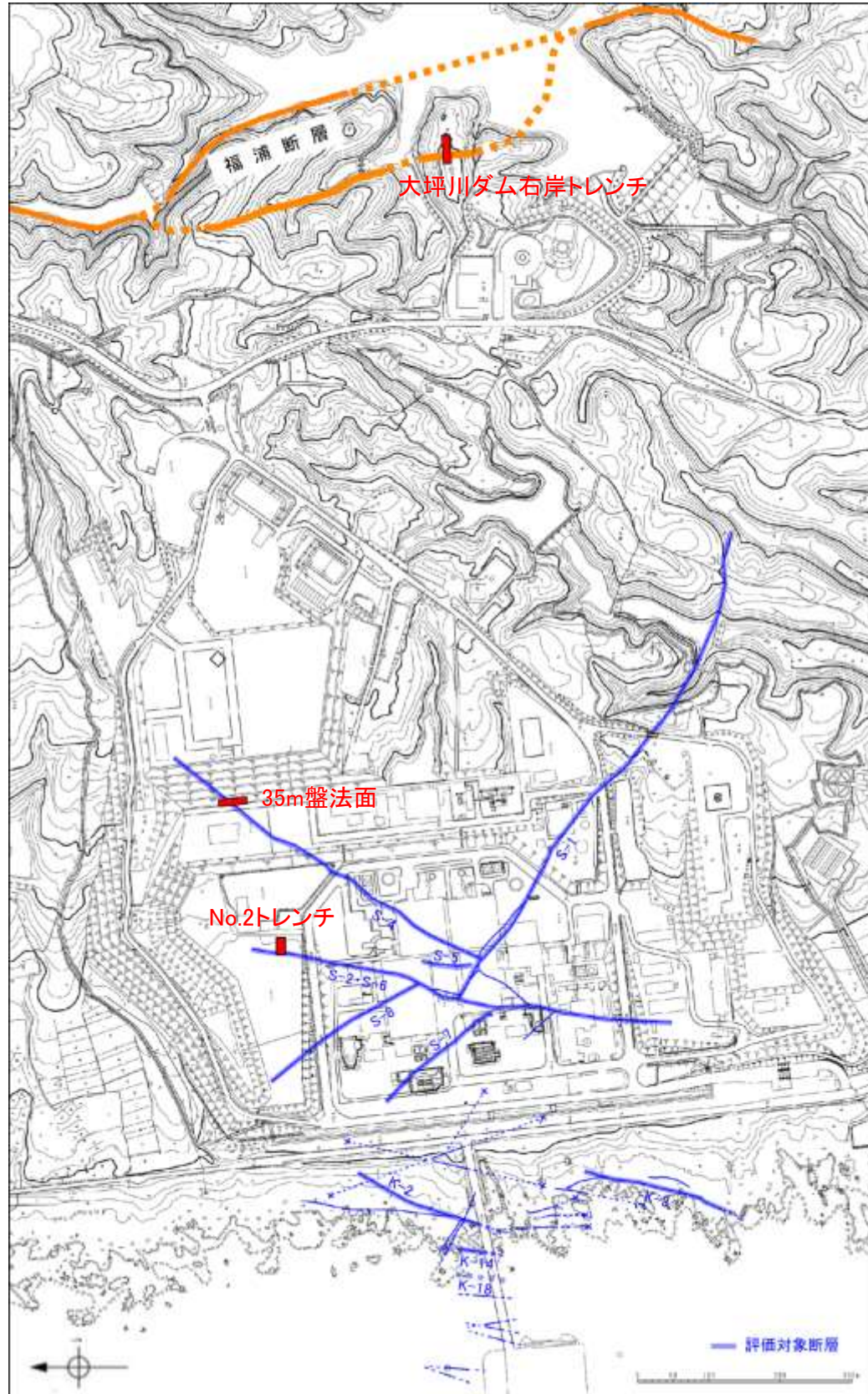
A-A' 投影断面図
(H:V=1:1)

※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.59)。

試料採取位置、分析試料写真はP.5-14
XRD回折チャートは補足資料5.2-2(11)



割れ目に認められる白色脈と第四系の関係



位置図

- ・No.2トレンチ, 35m盤法面及び大坪川ダム右岸トレンチでは, 別所岳安山岩類中の割れ目に沿って白色脈が認められる。この白色脈は, 別所岳安山岩類の上面で削剥され, 上位の第四系(M I 段丘堆積物, H I a段丘堆積物等)に覆われており, 第四系には認められないことを確認した(P.5-66~5-73)。
- ・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。
- ・この白色脈について, XRD分析を実施した結果, 風化変質鉱物であるハロイサイトが認められたものの, I/S混合層は認められない。

露頭調査結果

地点	別所岳安山岩類	第四系	参照頁
No.2トレンチ	・別所岳安山岩類中の割れ目に沿って白色脈が認められる。	・M I 段丘堆積物中に変質鉱物脈は認められない。	P.5-66~5-69
35m盤法面	・別所岳安山岩類中の割れ目に沿って白色脈が認められる。	・H I a段丘堆積物中に変質鉱物脈は認められない。	P.5-70, 5-71
大坪川ダム右岸トレンチ	・別所岳安山岩類中の割れ目に沿って白色脈が認められる。	・砂層(層理部)中に変質鉱物脈は認められない。	P.5-72, 5-73

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	7 Å型ハロイサイト	10 Å型ハロイサイト	緑泥石	赤鉄鉱
No.2トレンチ東面白色脈	EL 19m	±	±	△	±	±	
No.2トレンチ南面白色脈	EL 19m	+	+	△	±	±	
35m盤法面白色脈	EL 36m	±	+	△	±	±	±

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

XRD分析 測定諸元

装置:理学電気製 MultiFlex
Target:Cu (K α)
Monochrometer:Graphite 湾曲
Voltage:40kV
Current:40mA
Detector:SC
Calculation Mode:cps

Divergence Slit:1°
Scattering Slit:1°
Receiving Slit:0.3mm
Scanning Sped:2° /min
Scanning Mode:連続法
Sampling Range:0.02°
Scanning Range:2~61°

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	7 Å型ハロイサイト	10 Å型ハロイサイト	ギブサイト	カオリナイト	バーミキュライト
大坪川ダム右岸トレンチ白色脈	EL 51m	△	△	△	△	△	△	△

量比
△:少量だが検出される(<5,000cps)

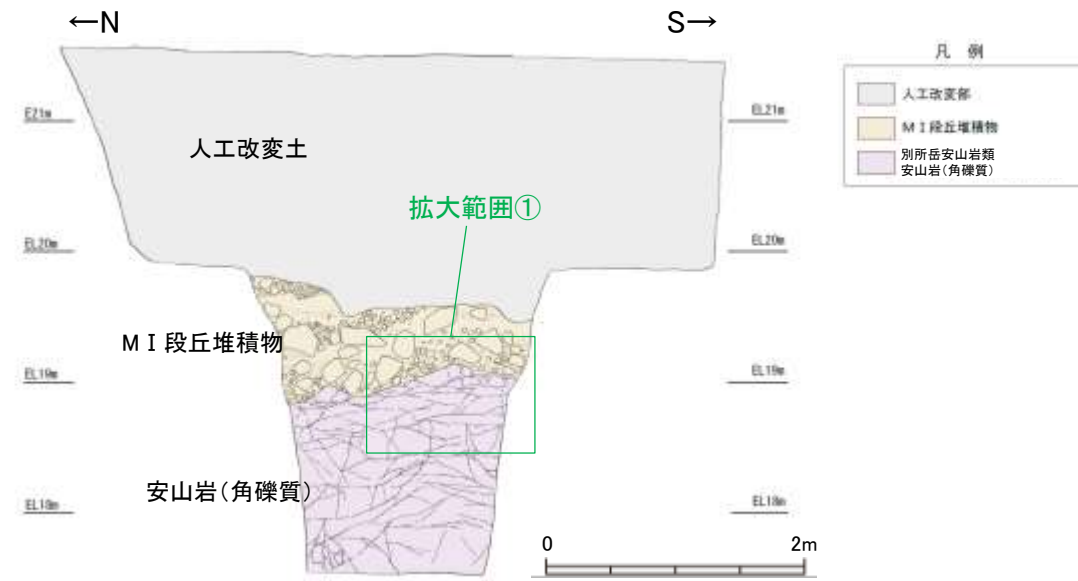
XRD分析 測定諸元

装置:Rigaku RINT2500V
Target:Cu (K α)
Voltage:40kV
Detector:SC
Divergence Slit:0.5°
Receiving Slit:0.15mm
Step size:0.02°

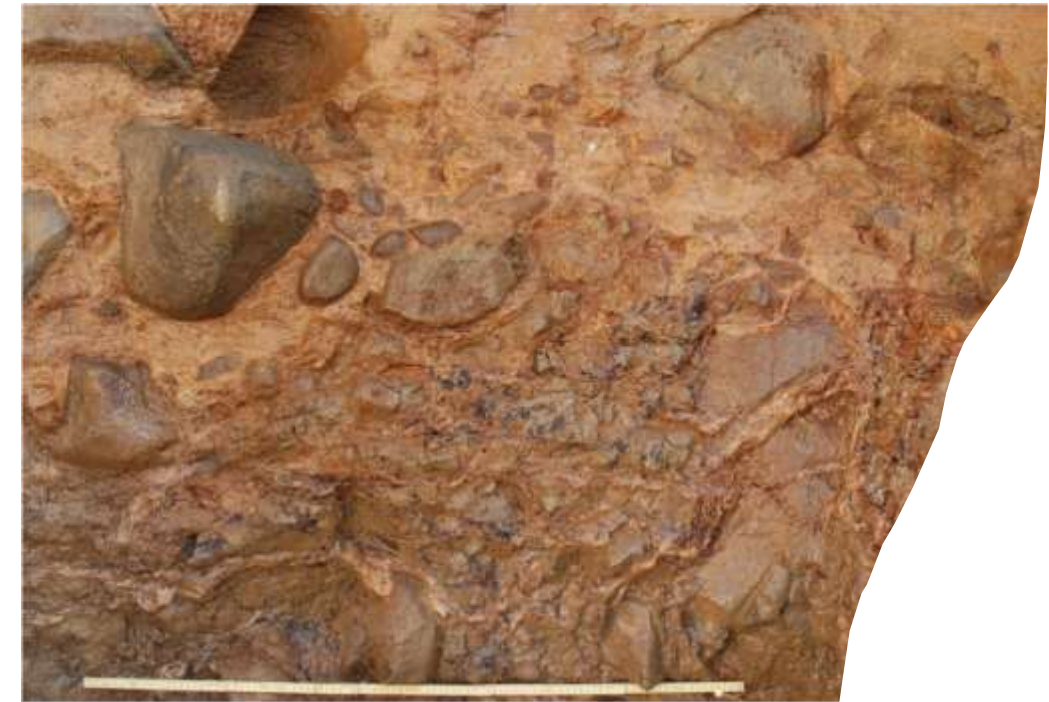
※白色脈中の石英は, 堆積物中に含まれる石英(補足資料5.3-1(1)P.5.3-1-44, 50)が流入してきたものと考えられる。

試料採取位置, 分析試料写真はP.5-74
XRD回折チャートは補足資料5.2-2(11)

割れ目に認められる白色脈と第四系の関係 (No.2トレンチ 東面 1/2)



No.2トレンチ東面 全体スケッチ※

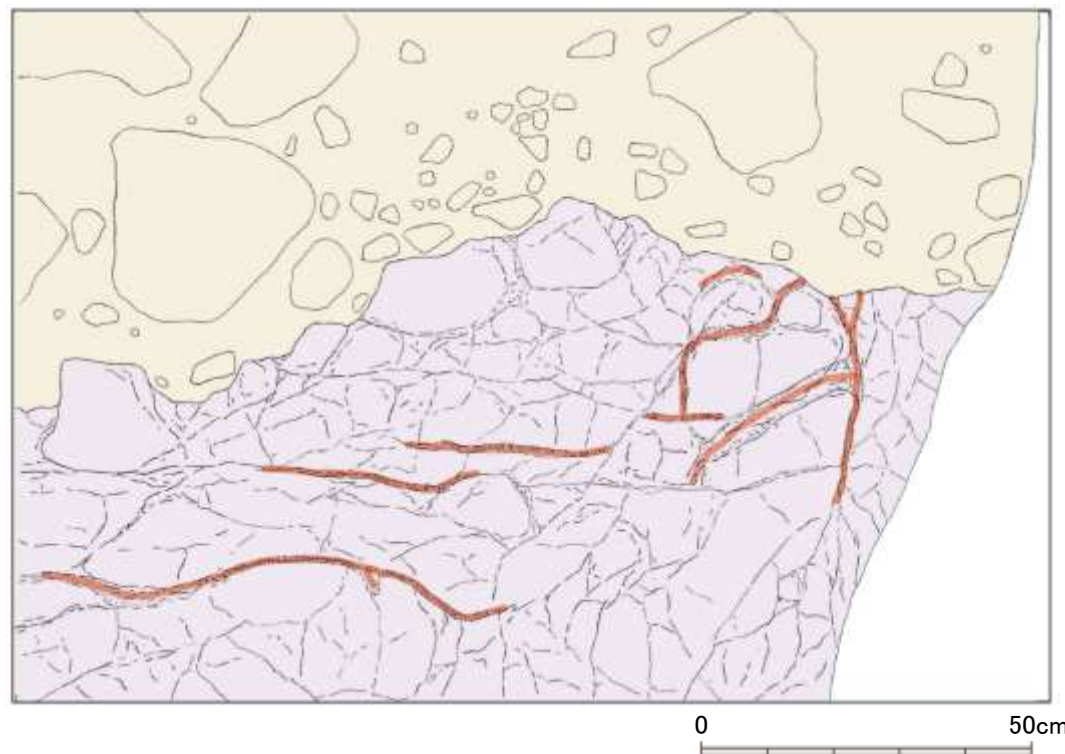


拡大範囲① 写真

※このスケッチは、拡大範囲①スケッチと作成時期が異なるため、礫の分布や岩盤上面・割れ目等の形状が一部異なる。

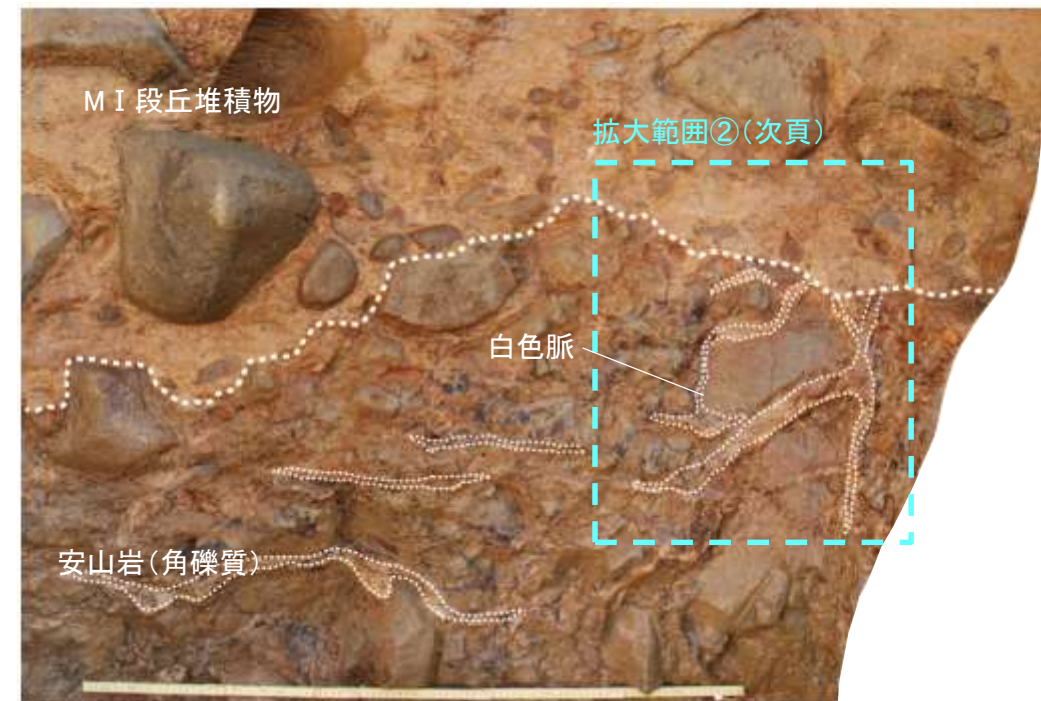


— 割れ目に認められる白色脈



拡大範囲① スケッチ

- ・安山岩(角礫質)中の割れ目に挟在して、褐白～褐灰色を呈する幅1cm程度の白色脈が分布する。
- ・白色脈には、水平方向と湾曲しながら高角に分布するものがある。
- ・高角に分布する白色脈の上端は、岩盤上面で削剥され、上位のMI段丘堆積物に覆われており、MI段丘堆積物中へは延長しない(次頁拡大範囲②③)。



拡大範囲① 写真(岩盤上面等を加筆)

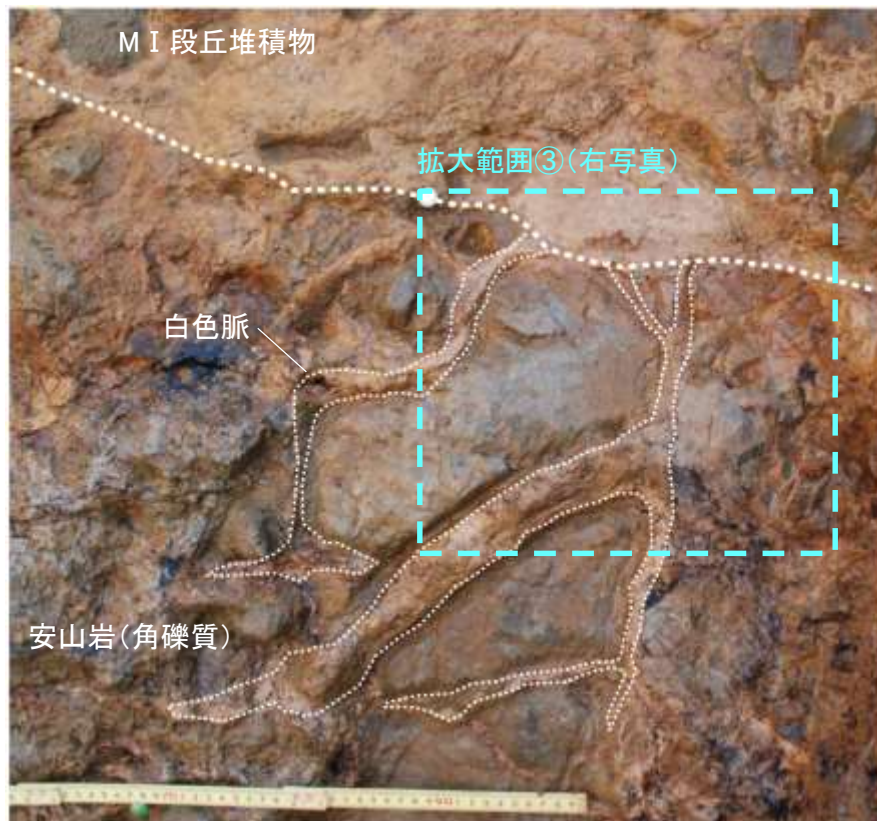
割れ目に認められる白色脈と第四系の関係(No.2トレンチ 東面 2/2)



拡大範囲② 写真



拡大範囲③ 写真

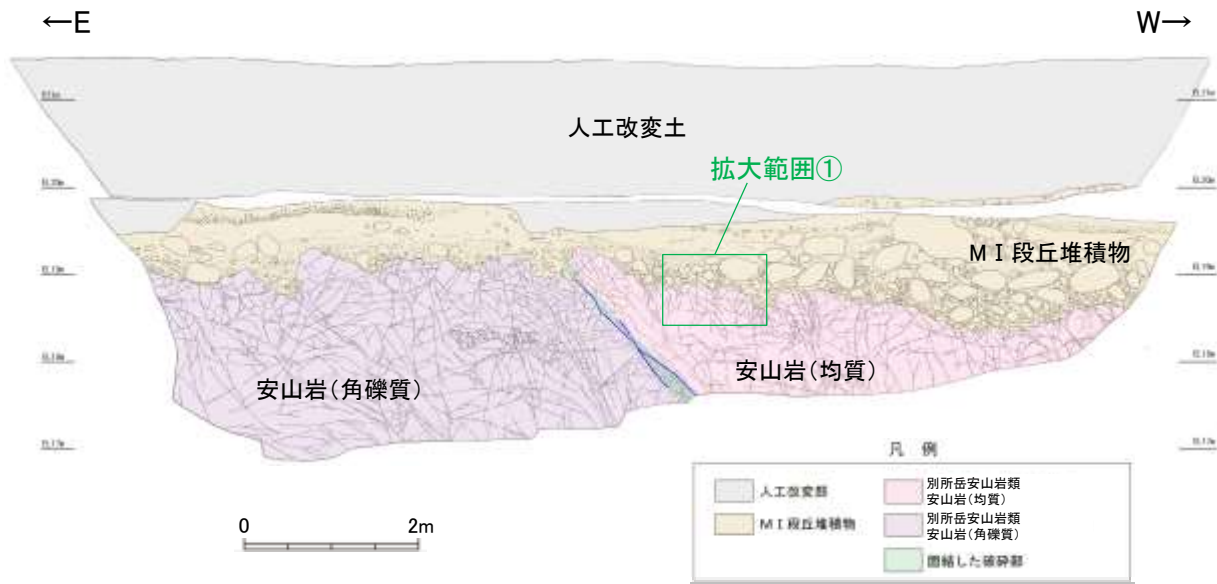


拡大範囲② 写真(岩盤上面等を加筆)



拡大範囲③ 写真(岩盤上面等を加筆)

割れ目に認められる白色脈と第四系の関係 (No.2トレンチ 南面 1/2)

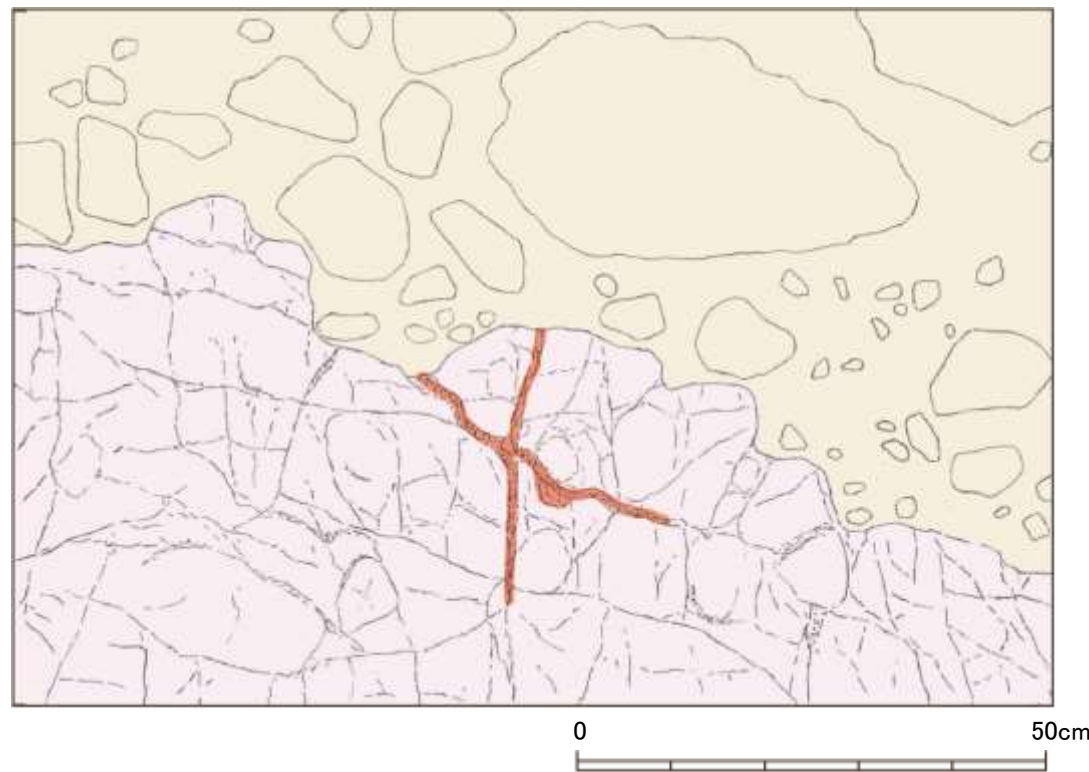
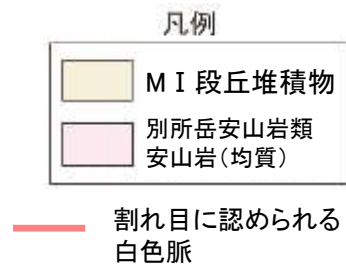


No.2トレンチ南面 全体スケッチ※

※このスケッチは、拡大範囲①スケッチと作成時期が異なるため、礫の分布や岩盤上面・割れ目等の形状が一部異なる。

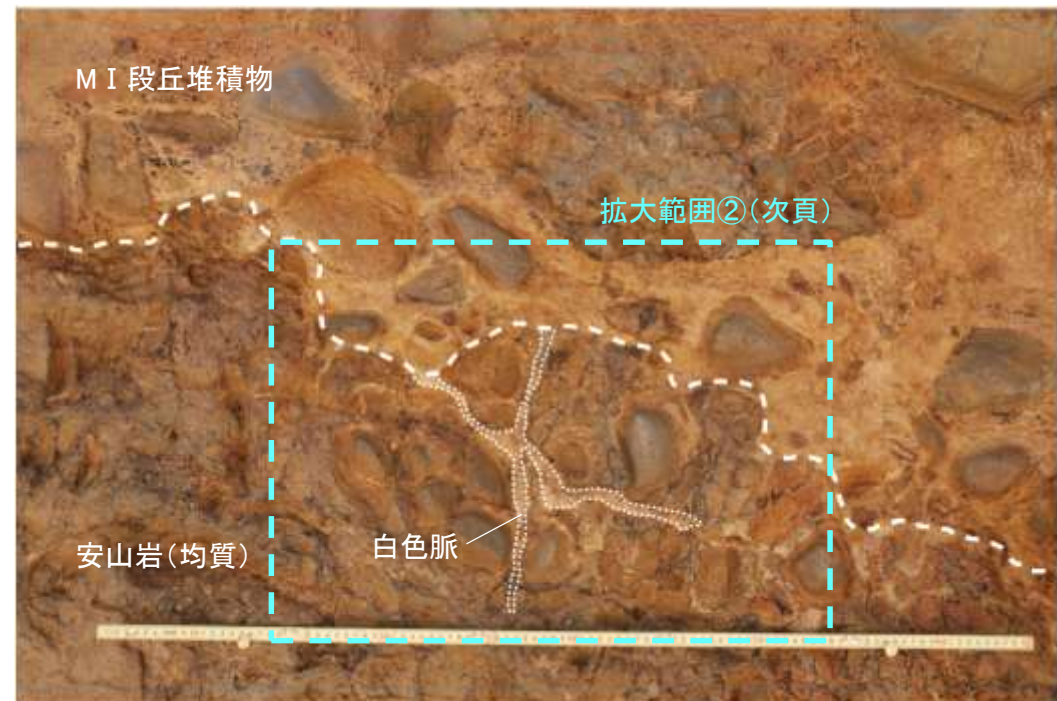


拡大範囲① 写真



拡大範囲① スケッチ

- ・安山岩(均質)中の割れ目に挟在して、褐白～褐灰色を呈する幅1cm程度の白色脈が分布する。
- ・白色脈は2条認められ、両者とも、岩盤の下方へは尖滅する。
- ・これらの白色脈は、岩盤上面で削剥され、上位のMI段丘堆積物に覆われており、MI段丘堆積物中へは延長しない(次頁拡大範囲②)。



拡大範囲① 写真(岩盤上面等を加筆)

割れ目に認められる白色脈と第四系の関係(No.2トレンチ 南面 2/2)

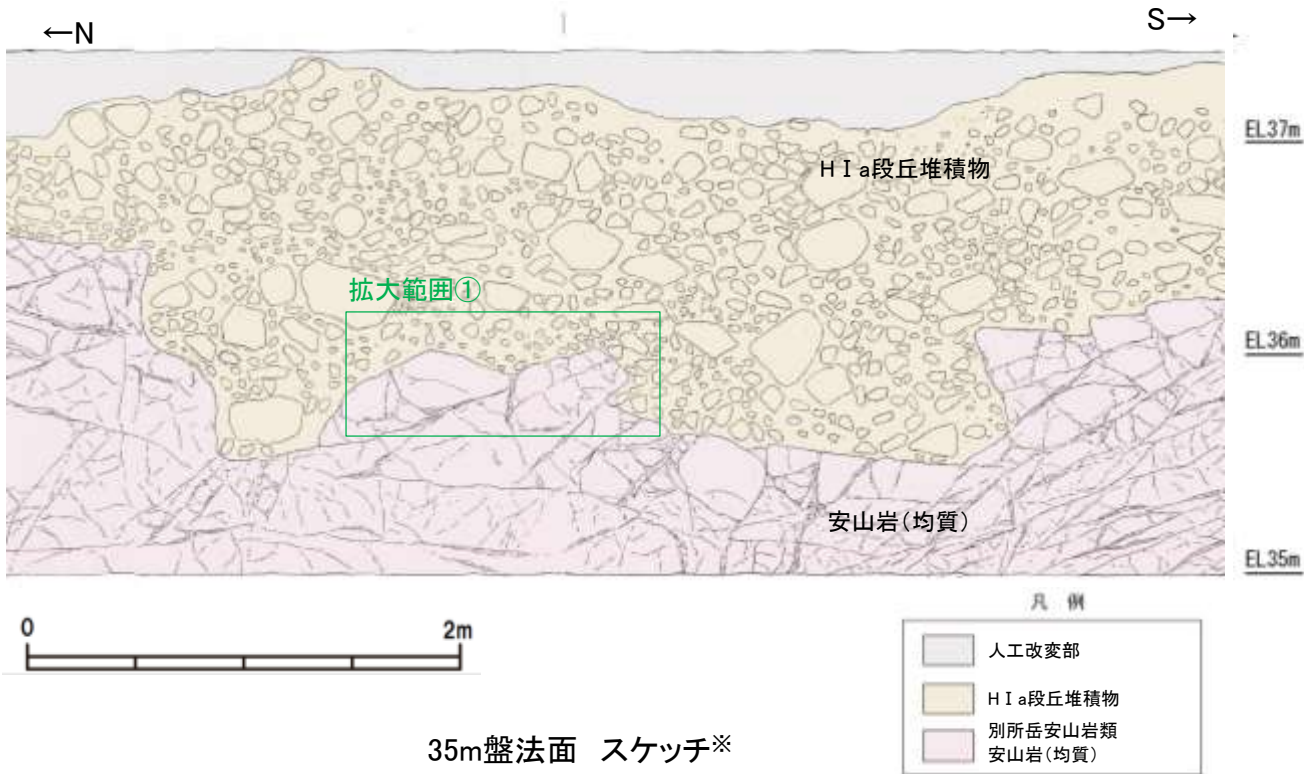


拡大範囲② 写真

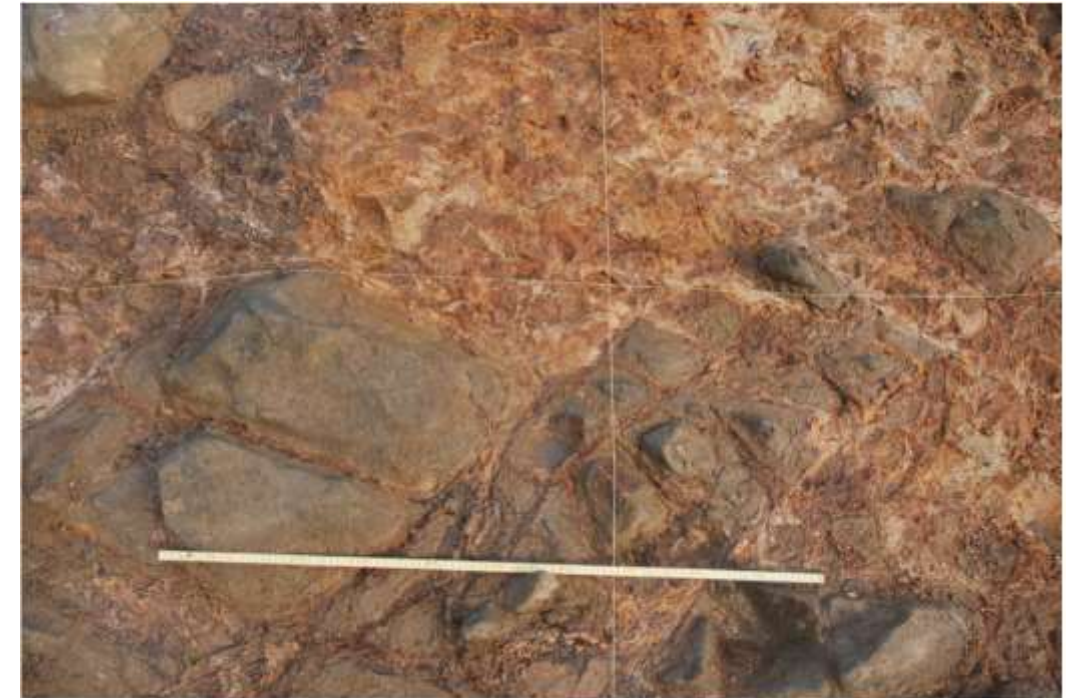


拡大範囲② 写真(岩盤上面等を加筆)

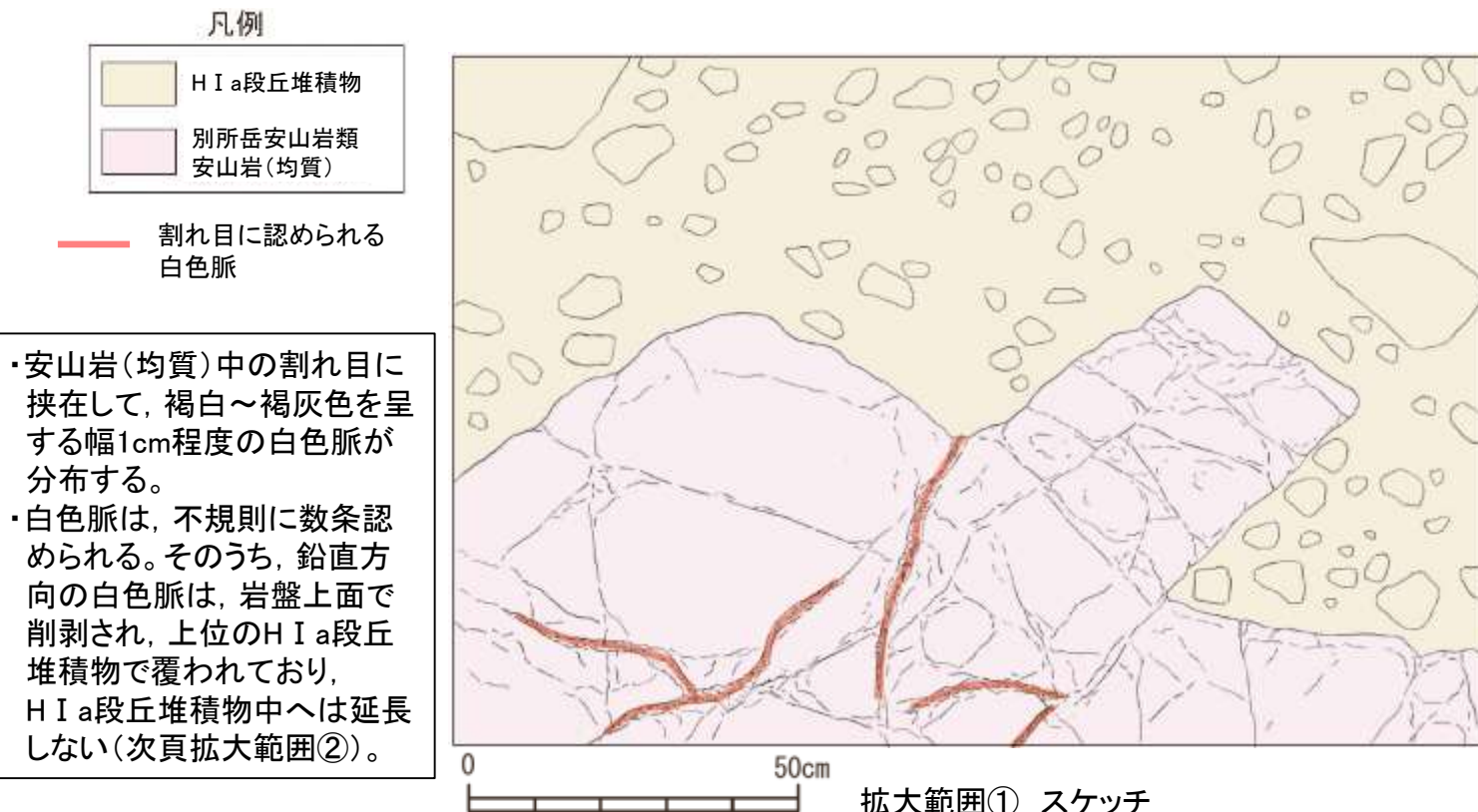
割れ目に認められる白色脈と第四系の関係(35m盤法面 1/2)



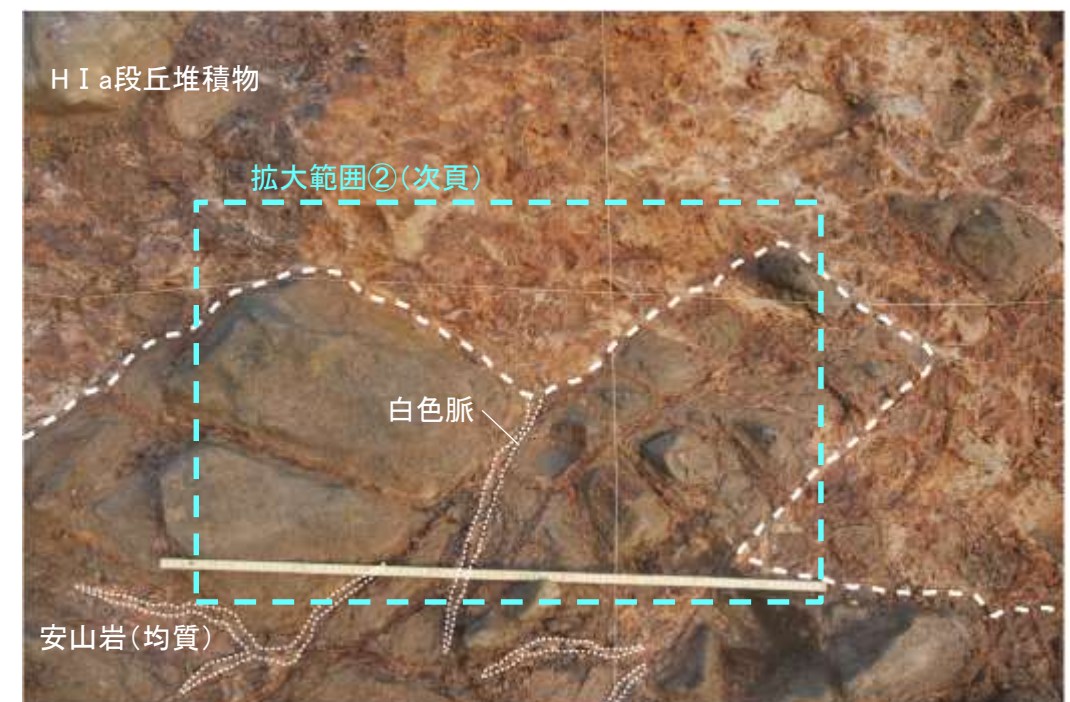
※このスケッチは、拡大範囲①スケッチと作成時期が異なるため、礫の分布や岩盤上面・割れ目等の形状が一部異なる。



拡大範囲① 写真



- ・安山岩(均質)中の割れ目に挟在して、褐白～褐灰色を呈する幅1cm程度の白色脈が分布する。
- ・白色脈は、不規則に数条認められる。そのうち、鉛直方向の白色脈は、岩盤上面で削剥され、上位のH I a段丘堆積物で覆われており、H I a段丘堆積物中へは延長しない(次頁拡大範囲②)。

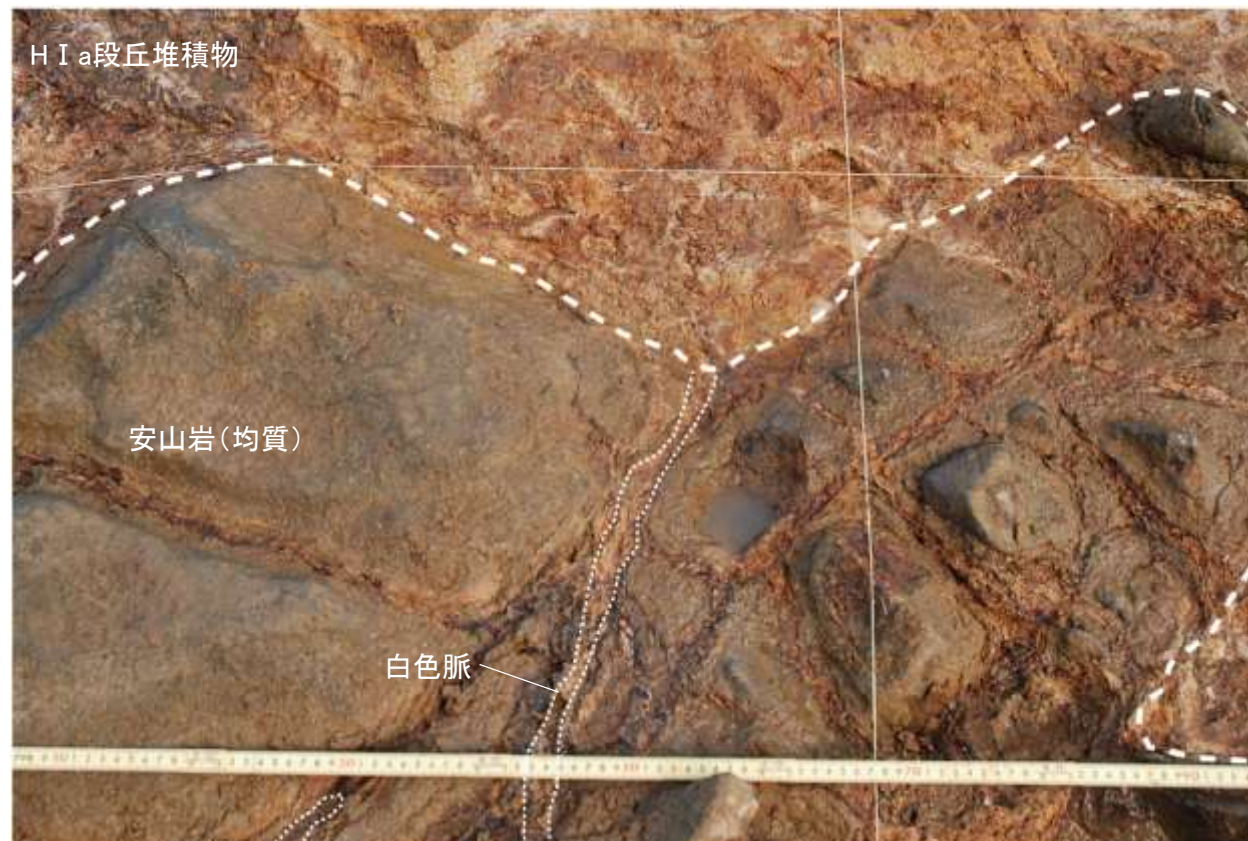


拡大範囲① 写真(岩盤上面等を加筆)

割れ目に認められる白色脈と第四系の関係(35m盤法面 2/2)

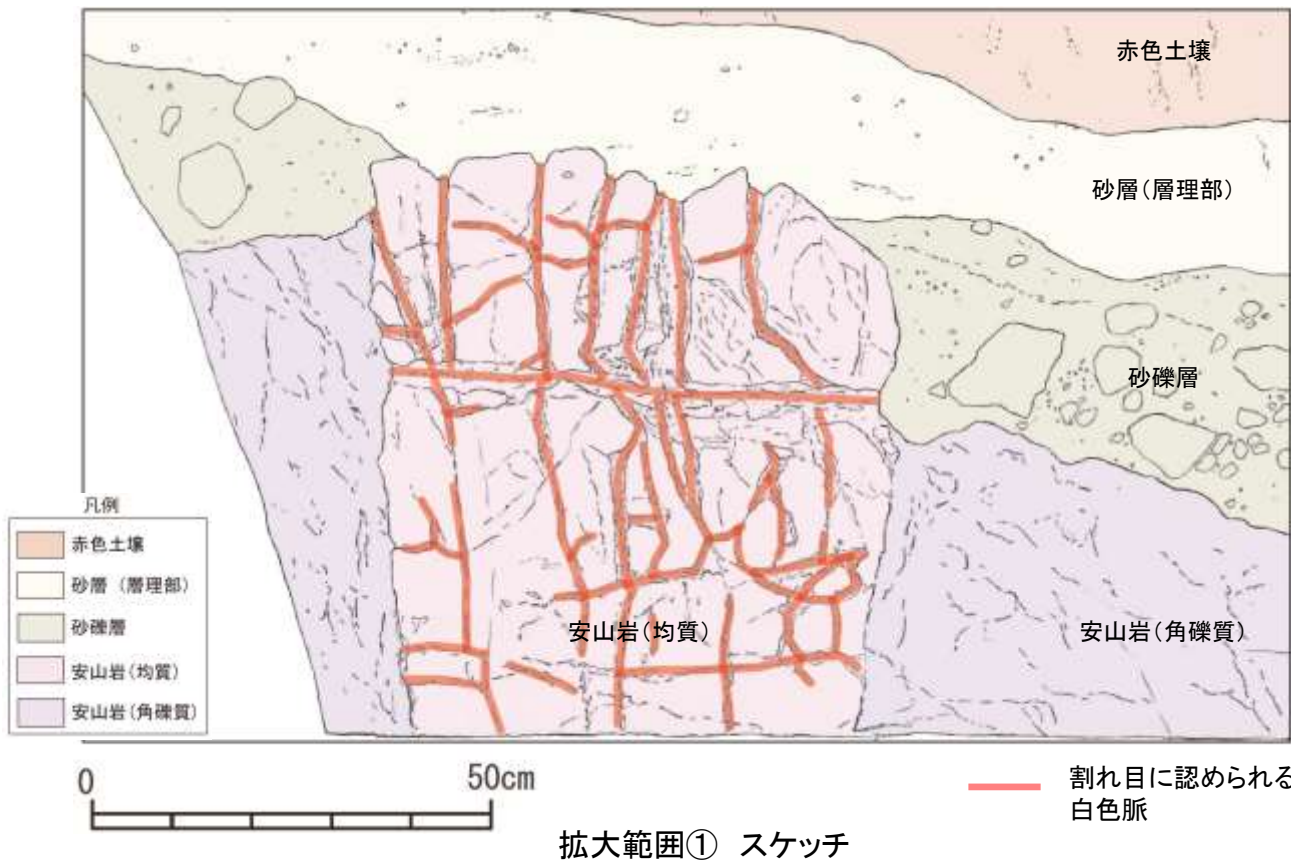
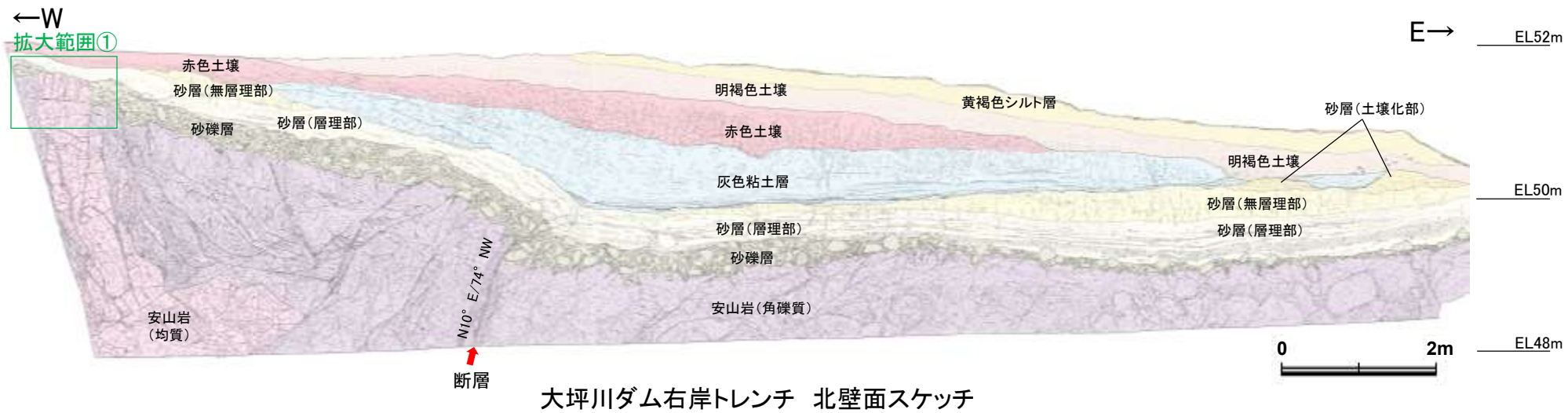


拡大範囲② 写真



拡大範囲② 写真(岩盤上面等を加筆)

割れ目に認められる白色脈と第四系の関係(大坪川ダム右岸トレンチ 1/2)



- ・変質した安山岩(角礫質)中に、局所的に安山岩(均質)が分布する。この安山岩(均質)の割れ目に挟在して、褐白～褐色を呈する幅1～2cm程度の白色脈が分布する。
- ・白色脈には、高角～鉛直方向に分布するものが多く、副次的に水平方向のものも伴う。また、幅6～8cmの水平方向の脈が例外的に一条分布する。
- ・高角～鉛直方向に分布する白色脈の上端は、岩盤と砂層(層理部)の境界で凹状に削剥されており、砂層(層理部)中へは延長しない(次頁拡大範囲②)。

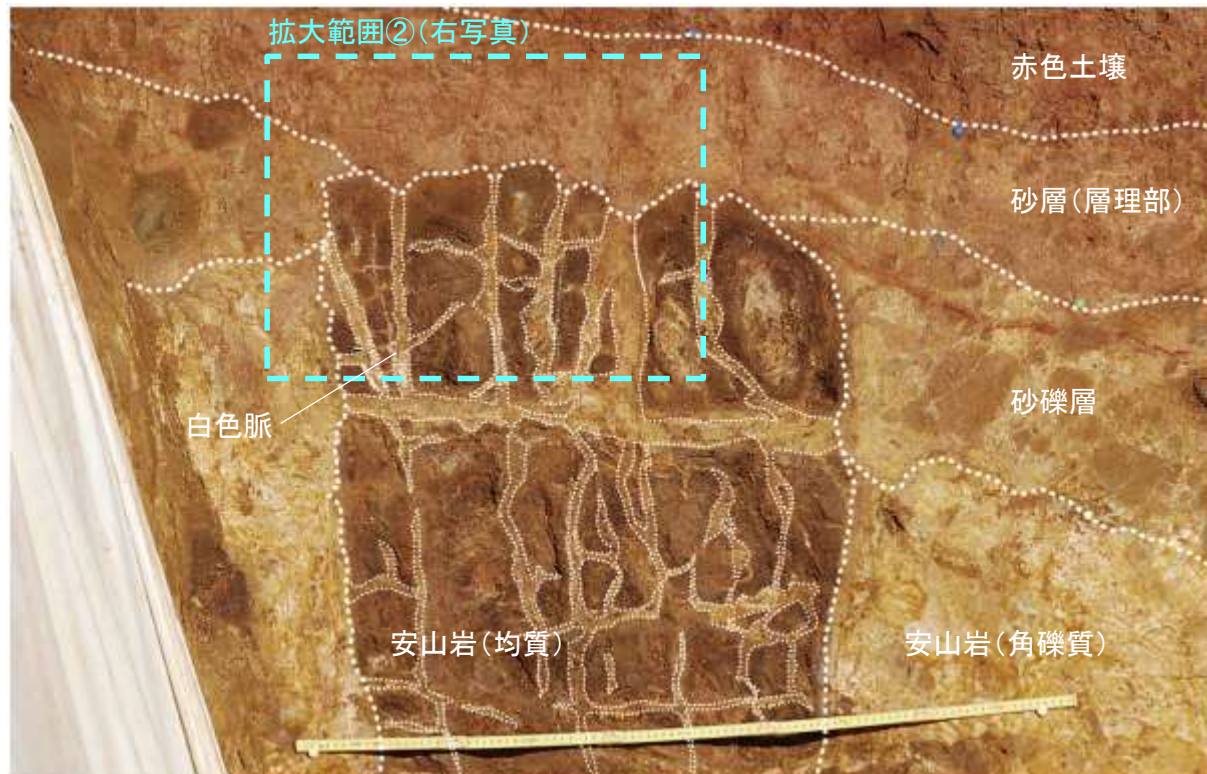
割れ目に認められる白色脈と第四系の関係(大坪川ダム右岸トレンチ 2/2)



拡大範囲① 写真



拡大範囲② 写真



拡大範囲① 写真(岩盤上面等を加筆)



拡大範囲② 写真(岩盤上面等を加筆)

○ 試料採取位置

駐車場南側法面 粘土状破碎部



試料写真



分析試料
(駐車場南側法面_上)



分析試料
(駐車場南側法面_下)

No.2トレンチ東面 白色脈



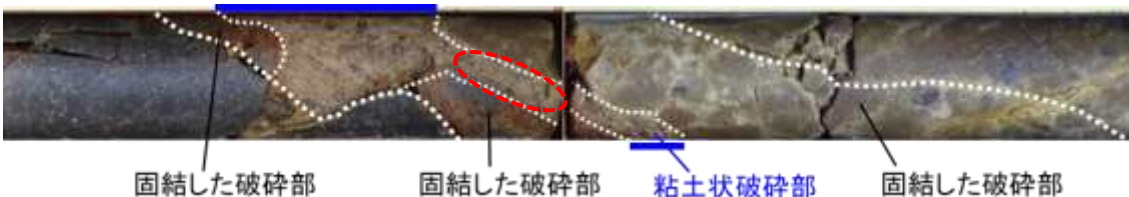
分析試料
(No.2トレンチ東面)

No.2トレンチ南面 白色脈



分析試料
(No.2トレンチ南面)

N-14孔 深度30.97m付近 粘土状破碎部



分析試料
(N-14孔)

35m盤法面 白色脈



分析試料
(35m盤法面)

M-12.5”孔 深度50.00m付近 粘土状破碎部



分析試料
(M-12.5”孔)

大坪川ダム右岸トレンチ 白色脈



分析試料
(大坪川ダム右岸トレンチ)

【(参考)K-Ar年代分析(I/S混合層)】

○粘土鉱物(I/S混合層)のK-Ar年代値は15~10Maを示す※。

※K-Ar年代分析の信頼性確認内容は、補足資料5.2-2(8)

対象物	試料No.	試料採取箇所	測定物 (粒径)	カリウム含有量 (wt. %)	放射性起源 ⁴⁰ Ar (10 ⁻⁸ cc STP/g)	K-Ar年代 (Ma)	非放射性起源 ⁴⁰ Ar (%)
S-1 粘土状破碎部	1	岩盤調査坑 No.15~16付近 EL-17.90m	I/S混合層 (0.2-0.4 μm)	0.652±0.013	26.1±4.0	10.3±1.6	90.4
	2	岩盤調査坑 No.16~17付近 EL-17.90m	I/S混合層 (0.2-0.4 μm)	0.382±0.008	16.2±3.0	10.9±2.0	91.8
	3	岩盤調査坑 No.24~25付近 EL-17.70m	I/S混合層 (0.2-0.4 μm)	0.689±0.014	30.8±7.5	11.5±2.8	93.6
	4-1	岩盤調査坑 No.27孔 EL-16.45m	I/S混合層 (<5.0 μm)	0.512±0.010	21.7±4.6	10.9±2.3	93.1
	4-2		I/S混合層 (<1.0 μm)	0.504±0.010	19.2±5.2	9.8±2.6	94.5
	4-3		I/S混合層 (<0.4 μm)	0.489±0.010	20.2±5.8	10.6±3.1	94.8
	4-4		I/S混合層 (<0.1 μm)	0.407±0.009	16.3±6.5	10.3±4.1	96.2
S-2・S-6 粘土状破碎部	5	E-8.5+5”孔_深度9.3m EL11.82m	I/S混合層 (0.2-1.0 μm)	0.420±0.008	23.3±6.3	14.3±3.9	94.5
	6	E-8.6+5’孔_深度8.9m EL12.24m	I/S混合層 (0.2-1.0 μm)	0.337±0.007	17.7±2.9	13.5±2.2	91.1
	7	F-8.5”孔_深度8.80m EL12.33m	I/S混合層 (0.2-1.0 μm)	0.375±0.008	21.1±2.0	14.5±1.4	84.7
	8-1	E-8.4’孔_深度31.70m EL-10.61m	I/S混合層 (<5.0 μm)	0.638±0.013	29.1±6.2	11.7±2.5	93.0
	8-2		I/S混合層 (<1.0 μm)	0.909±0.018	42.1±12.8	11.9±3.6	95.0
	8-3		I/S混合層 (<0.4 μm)	0.935±0.019	41.4±14.2	11.4±3.9	95.6
	8-4		I/S混合層 (<0.1 μm)	0.887±0.018	47.5±14.9	13.7±4.3	95.2
S-4 粘土状破碎部	9	E-11.1SE-6孔_深度1.50m EL 31.17m	I/S混合層 (0.2-2.0 μm)	0.400±0.008	21.1±1.5	13.5±1.0	80.5
S-5 粘土状破碎部	10	R-8.1-1-3孔_深度22.24m EL-11.12m	I/S混合層 (0.2-1.0 μm)	0.295±0.006	11.8±1.8	10.3±1.6	90.5
S-7 粘土状破碎部	11	H-5.64-2孔_深度9.53m EL 2.84m	I/S混合層 (0.2-2.0 μm)	0.359±0.007	20.1±2.3	14.4±1.7	87.1
S-8 粘土状破碎部	12	F-6.80-2孔_深度18.69m EL-5.83m	I/S混合層 (0.2-2.0 μm)	0.672±0.013	39.0±2.2	14.9±0.9	76.0
K-2 粘土状破碎部	13	H-0.9-40孔_深度19.65m EL-6.36m	I/S混合層 (0.2-1.0 μm)	0.754±0.015	34.1±2.7	11.6±0.9	82.0
K-14 粘土状破碎部	14	H- -0.3-80孔_深度31.65m EL-27.48m	I/S混合層 (0.2-2.0 μm)	1.871±0.037	84.6±9.0	11.6±1.3	85.6
K-18 粘土状破碎部	15	H-0.2-75孔_深度116.75m EL-108.04m	I/S混合層 (0.2-1.0 μm)	1.501±0.030	65.9±8.4	11.3±1.5	87.5
非破碎部の 粘土鉱物脈	16	H-6.5-2孔_深度81.90m EL-59.10m	I/S混合層 (0.2-2.0 μm)	0.538±0.011	22.6±3.3	10.8±1.6	89.8
	17	K-10.8SW-1孔_深度49.80m EL-18.88m	I/S混合層 (0.2-2.0 μm)	0.511±0.010	20.9±1.8	10.5±0.9	83.3

【(参考)K-Ar年代分析(セラドナイト)を踏まえた考察】

セラドナイトに関する調査結果

- 敷地近傍(F-1' 孔)で確認された緑灰色の粘土鉱物について、敷地の変質鉱物の生成環境に関する評価との関係を確認するため、以下の分析・調査を行った。
- XRD分析の結果、緑灰色の粘土鉱物はセラドナイトであることを確認した(下図)。
- 文献調査の結果、Odin et al.(1988)によれば、酸素同位体温度計から求められたセラドナイトの生成温度は6~84°Cとしており、高いものでは生成温度が50~100°Cのものもあるとしている。
- K-Ar年代分析の結果、緑灰色の粘土鉱物(セラドナイト)のK-Ar年代値は 11.8 ± 0.4 Maを示す(下表)。

(参考)I/S混合層に関する既往調査結果

- 文献調査の結果、I/S混合層の生成温度は約50°C以上である(P.5-33)。
- K-Ar年代分析の結果、緑灰色の粘土鉱物(セラドナイト)のK-Ar年代値は15~10Maを示す(前頁)。

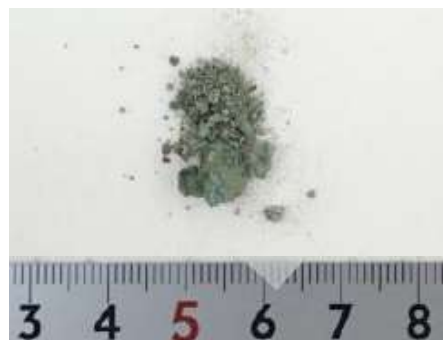
セラドナイトの生成環境に関する考察

- 上記の調査の結果、セラドナイトとI/S混合層は生成温度が類似しており、K-Ar年代値もほぼ同じ値を示すことから、敷地近傍のセラドナイトとI/S混合層はほぼ同様な温度環境で生成したと判断した。

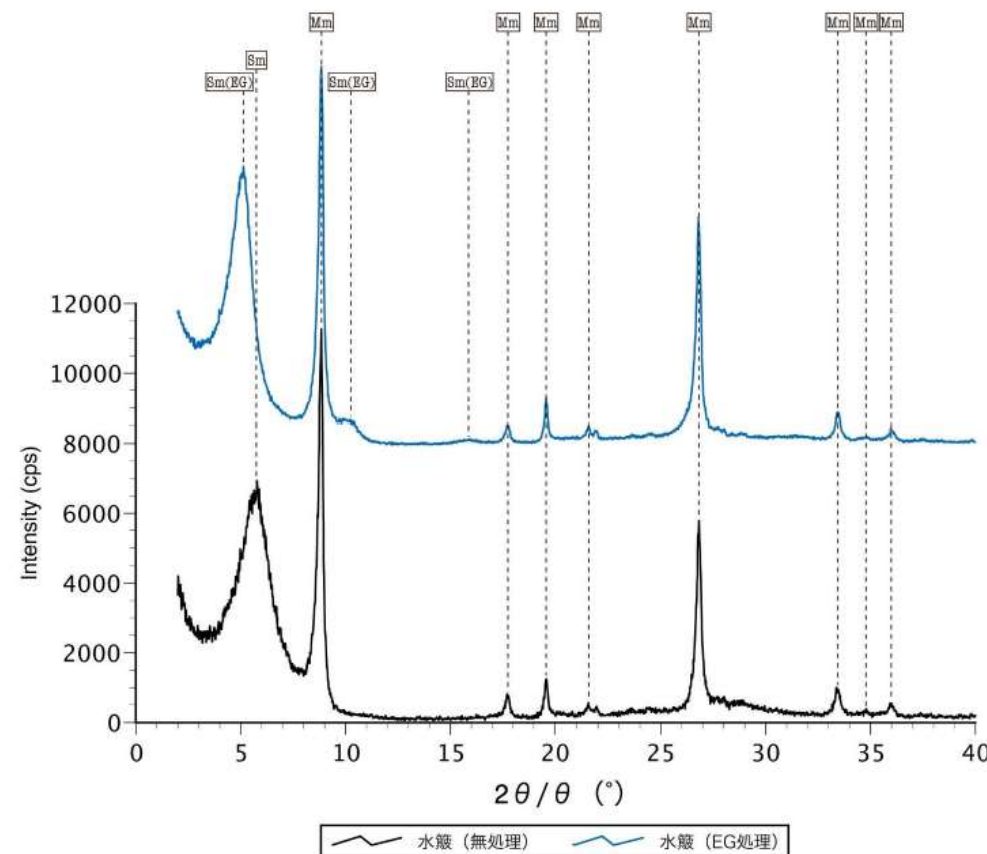
(深度) 36.0 36.1 36.2 36.3 (m)



コア写真(F-1' 孔 36.0~36.3m) ○ 試料採取位置



分析試料



Sm:スメクタイト
Mm:セラドナイト

X線回折チャート(定方位)

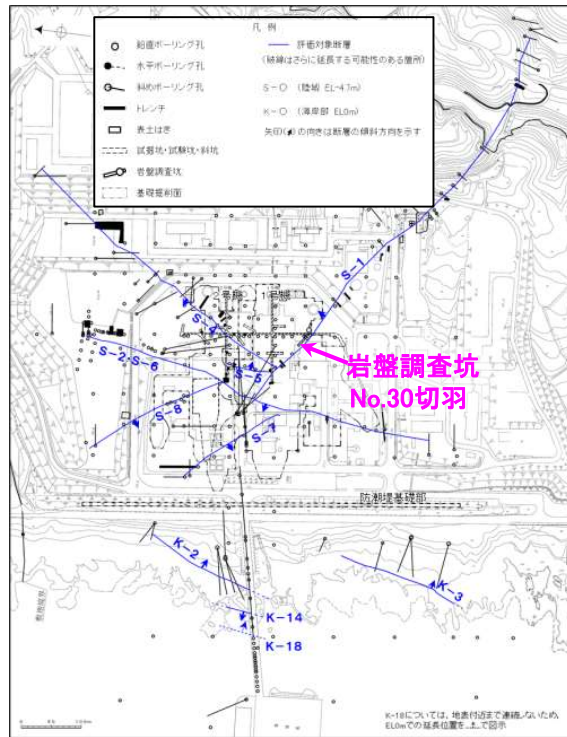
K-Ar年代分析結果

対象物	試料採取箇所		測定物 (粒径)	カリウム含有量 (wt. %)	放射性起源 ⁴⁰ Ar (10 ⁻⁸ cc STP/g)	K-Ar年代 (Ma)	非放射性起源 ⁴⁰ Ar (%)
緑灰色の 粘土鉱物	F-1' 孔 深度36.20m	EL 27.48m	セラドナイト (0.2-2 μm)	5.373±0.107	247.3±6.6	11.8±0.4	55.0

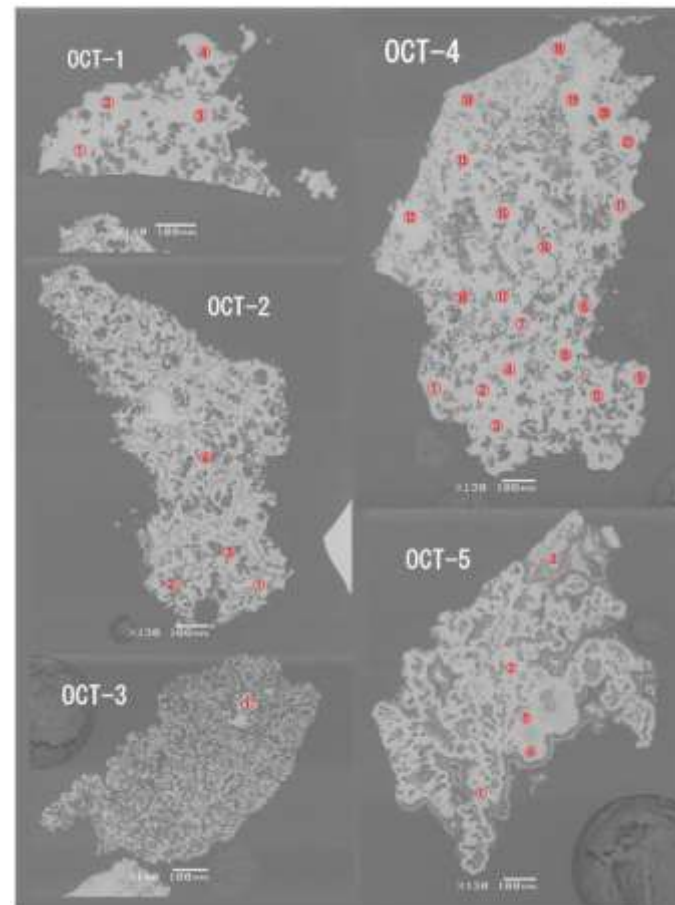
【(参考)U-Pb年代分析(オパールCT)】

○オパールCTのU-Pb年代値は、 $11.7 \pm 1.1 \text{Ma}$ を示す※。

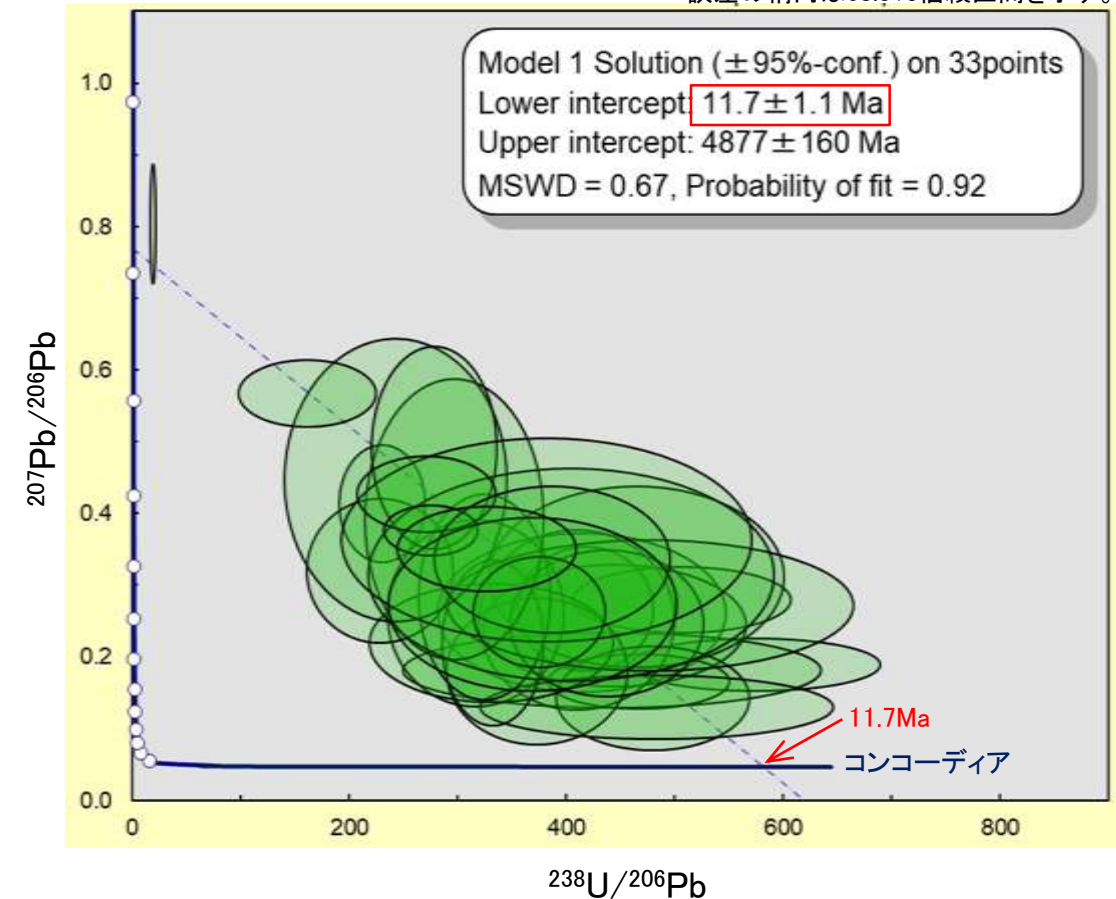
※:分析位置が、1地点に限られていることから参考値とする。
誤差の楕円は68.3%信頼区間を示す。



位置図
試料採取位置 (オパールCT)



後方散乱電子像



Total Pb Tera-Wasserburg コンコーディア図

年代計算には、Isoplot 3 (Ludwig, 2008) を使用した。

測定データは、補足資料5.2-2(7)



試料採取位置写真

試料採取位置

- ・高感度高分解能イオンマイクロプローブ(SHRIMP)を用いてU-Pb年代測定を実施した。
- ・全35測定点のうち、33点から有意な同位体比データを取得し、この33点の重み付け平均によりU-Pb年代を求めた。

【U-Pb年代のオパールへの適用事例について】

- ・U-PbやU系列を用いた年代測定は、オパール質シリカに適用されている(Neymark and Paces, 2000, 2013等)。
- ・オパールは、U-Pb年代の対象として有望であると考えられる(Neymark, 2015)。

【(参考)生成温度・期間に関する文献調査】

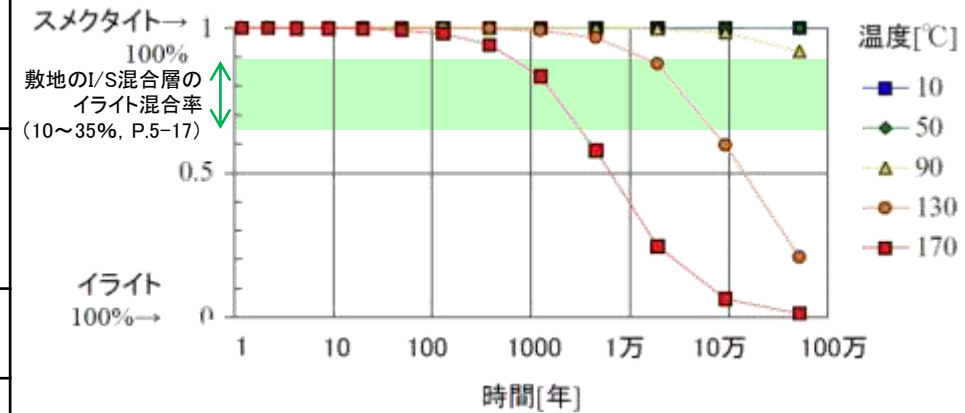
○I/S混合層は、地下深部で生成した場合は50°C以上、熱水によって生成した場合は110°C以上で生成することが示されている。また、スメクタイトのイライト化の変質速度に関する知見では、低温ほど生成期間が長く、温度50°Cでは百万年が経過してもイライト化が進行しないとされている。

○オパールCTは、地温約50°C以上の地下深部で生成することが示されている。また、反応速度論的な検討によると、低温ほど生成期間は長く、地下深部の50°Cで生成する場合には、数十万年の期間を要することが示されている。

○フィリップサイトは、地温約50°C以上の地下深部もしくは熱水によって生成されることが示されている。また、熱水変質・接触変成でフィリップサイトと同様な温度環境で生成する斜プテロル沸石について、低温ほど生成期間は長く、約50°Cで生成する場合には、およそ100万年の時間を要するとされている(次頁)。

■I/S混合層の生成温度・期間に関する知見

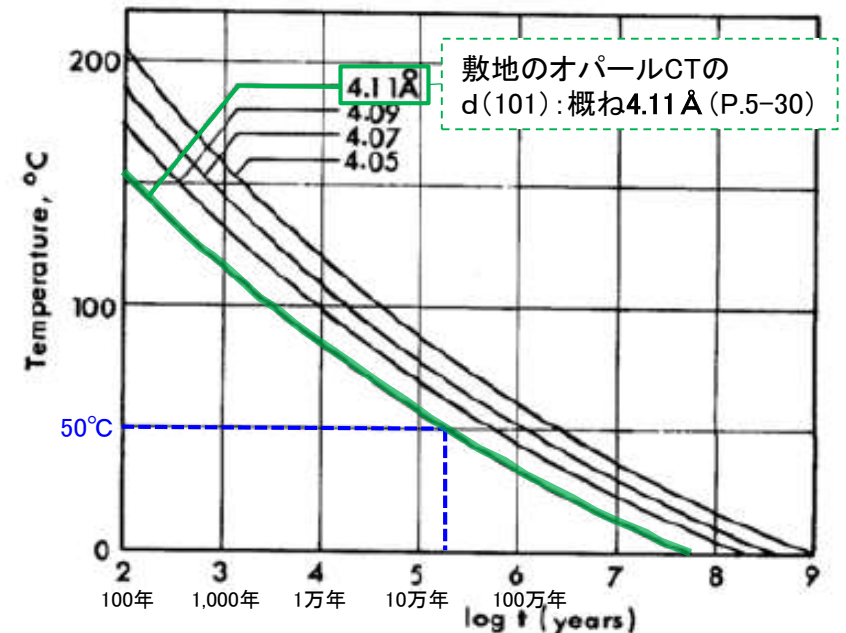
吉村(2001)	<p><地下深部での生成></p> <ul style="list-style-type: none"> ・I/S混合層における積層の仕方, I層とS層の含有率, 規則度及び出現温度との関係を表で示している。 ・この表によると, ライハイテR=0のI/S混合層の出現温度は, 「長期(5~300百万年), 50~60°C」である。 <p><熱水による生成></p> <ul style="list-style-type: none"> ・熱水変質作用によるI/S混合層の生成温度は約120~220°Cである。
井上(2003)	<p><熱水による生成></p> <ul style="list-style-type: none"> ・スメクタイトのイライト化は熱水変質作用のように比較的短時間で反応が完了する場合には温度の効果が最も重要な反応促進因子である。 ・I/S混合層は熱水変質作用により, 約110°C以上で生成する。
Velde et al. (1988)	<p><地下深部での生成></p> <ul style="list-style-type: none"> ・スメクタイトからR0(イライト/スメクタイト不規則混合層)への変換温度は60~90°Cである。
Meunier et al. (2010)	<p><地下深部での生成></p> <ul style="list-style-type: none"> ・多くの研究データから100%純粋なスメクタイトのイライト化の反応の開始点は温度50~80°Cである。
原子力発電環境整備機構(2014)	<p><熱水による生成></p> <ul style="list-style-type: none"> ・地層処分における熱環境の検討において, Karland et al. (2000)による時間経過に伴うスメクタイトのイライト化に関する図を示している(右上図)。 ・この図によると, 温度90°Cでは数十万年で10%程度のイライト化が進行するものの, 温度50°Cではイライト化に至らない。



時間経過に伴うスメクタイトのイライト化
(原子力発電環境整備機構(2014)に一部加筆)

■オパールCTの生成温度・期間に関する知見

吉村(2001)	<ul style="list-style-type: none"> ・オパールAは非晶質のシリカ物質であるが, 続成変質を受けるとオパールCTが生成する。 ・両者の境界は埋没温度が50°C付近である。
太田ほか(2007)	<ul style="list-style-type: none"> ・報告地域におけるシリカ鉱物の変化は埋没続成作用により生じたものと見なし, オパールAからオパールCTへ変化する温度を45°Cと仮定して侵食量を推定している。
日本粘土学会編(2009)	<ul style="list-style-type: none"> ・シリカ鉱物の帯状分布を整理しており, オパールCTがみられる鉱物帯の境界温度は44°Cである。
Kano(1983)	<ul style="list-style-type: none"> ・北海道の基礎試錐「浜勇知」から得られたデータを基に反応速度論的な考察を行い, オパールCTのd(101)及び温度, 生成期間の関係性を示している(右下図)。 ・この図によると, d(101)が4.11 ÅであるオパールCTが50°Cで生成する場合には, 数十万年の期間を要する。
Bjørlykke(2015)	<ul style="list-style-type: none"> ・非晶質シリカ(オパールA)は, 通常, 50~70°Cで溶解しオパールCTに変化する。

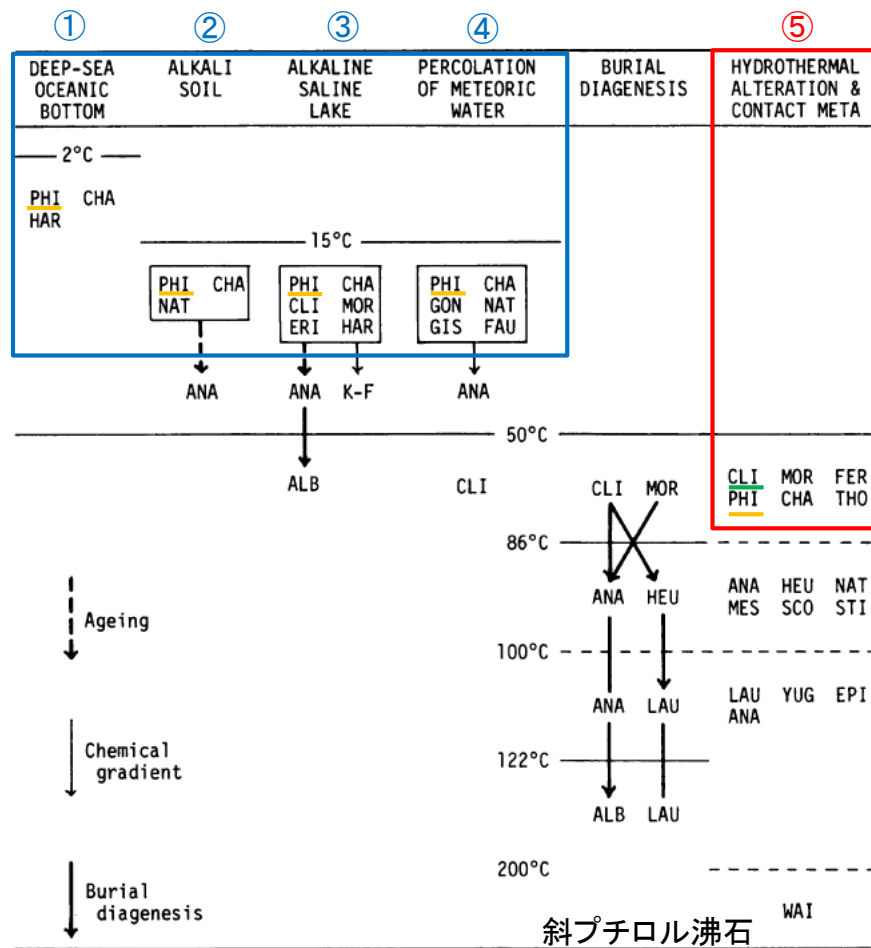


オパールCTのd(101)及び温度, 生成期間の関係
(Kano(1983)に一部加筆)

■フィリップサイトの生成温度・期間に関する知見(関連する沸石類も含む)

中田・千木良(1996)	・火山ガラスからフィリップサイトを合成した結果、フィリップサイトは100~125°Cで多く生成する(Hawkins et al., 1978)。
佐々木ほか(1982)	・斜プチロル沸石は、初期圧密から後期圧密段階初期、地温57°C以上の条件下で火山ガラスを交代して、生成する(青柳, 1978)。 ・斜プチロル沸石が47°Cで生成し始めるには、およそ100万年の時間を要する(鹿野, 1978)。
佐々木(1991)	・海成層中の沸石は、埋没続成下における最高地層温度に強く支配されて生成するが、有効被熱時間が転換温度に対して重要な働きをしている。沸石の転換温度は、有効被熱時間が長くなるにしたがって低くなる。

■フィリップサイトの生成環境に関する知見(飯島, 1986)



志賀サイトでの生成環境を考察



フィリップサイトの生成環境 (左図の番号に対応)	志賀サイト(別所岳安山岩類)の特徴
①深海底	× 深海底のフィリップサイトの母材である玄武岩質ガラスは、別所岳安山岩類中には含まれない。
②アルカリ土壌	× 敷地には、半乾燥~乾燥地帯のアルカリ土壌は分布しない。
③アルカリ塩湖	× 敷地には、アルカリ塩湖堆積物は分布しない。
④天水の浸透	× 本作用の主な母材である玄武岩質ガラスは、別所岳安山岩類中には含まれない。
⑤熱水変質・接触変成	○ 安山岩中には、50°C以上の温度環境下によって生成したと考えられる変質鉱物(I/S混合層, オパールCT)が認められる。

フィリップサイト PHI=phillipsite, CHA=chabazite, NAT=natrolite, CLI=clinoptilolite, MOR=mordenite, ERI=erionite, GON=gonnardite, GIS=gismondine, FAU=faujasite, ANA=analcime, FER=ferrierite, THO=thomsonite, HEU=heulandite, STI=stilbite, MES=mesolite, SCO=scolecite, LAU=laumontite, YUG=yugawaralite, EPI=epistilbite, WAI=wairakite, HAR=harmotome, K-F=K feldspar, ALB=albite.

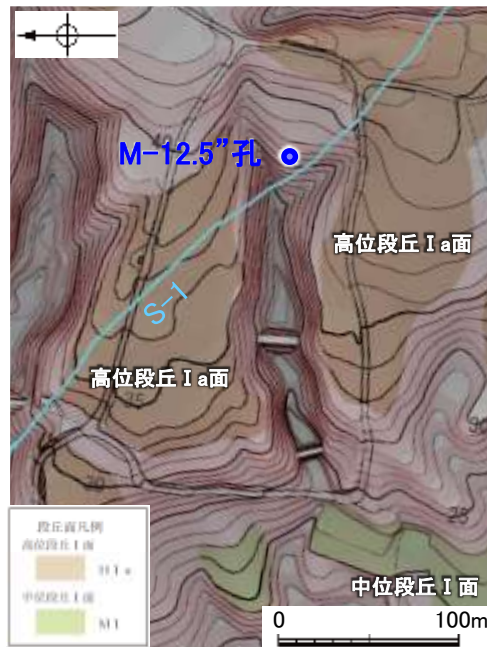
沸石の種類と生成環境 (飯島(1986)に加筆)

5.2.1 (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P.5-166, 5-167)。
- 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.5-559)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)。碎屑岩脈が確認された位置は浅部であり、碎屑岩脈は、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.5-116~5-118



発電所建設前の旧地形図

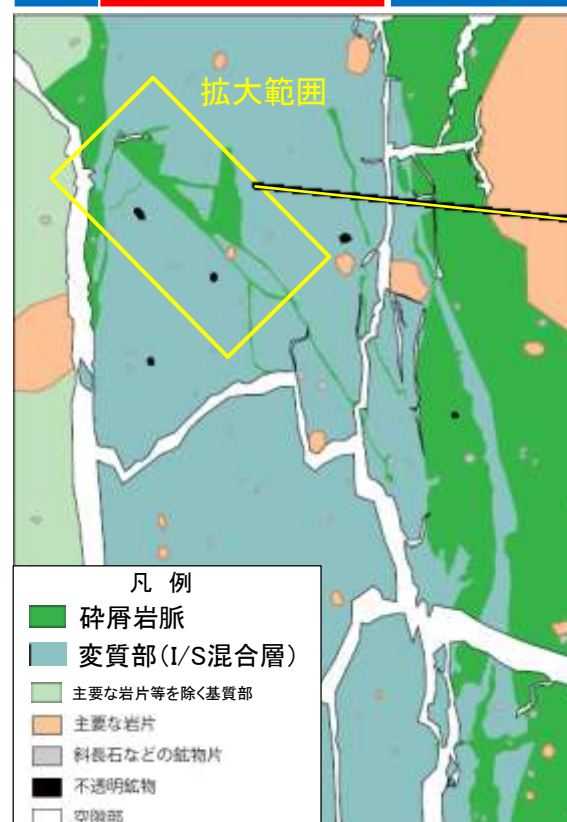
M-12.5”孔は高位段丘 I a面を開析する谷に位置する。

本地点では、高位段丘 I a面の形成時期(P.5-559)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

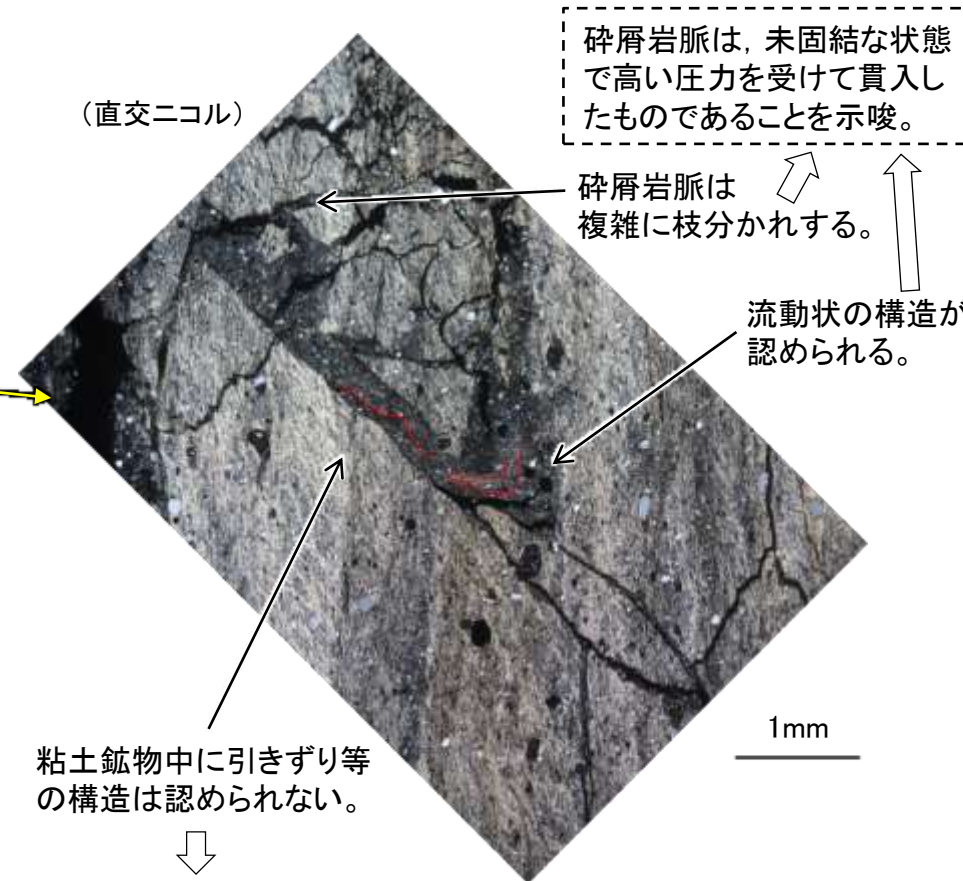


M-12.5”孔 薄片写真 — 1mm



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)

5.2.1(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。

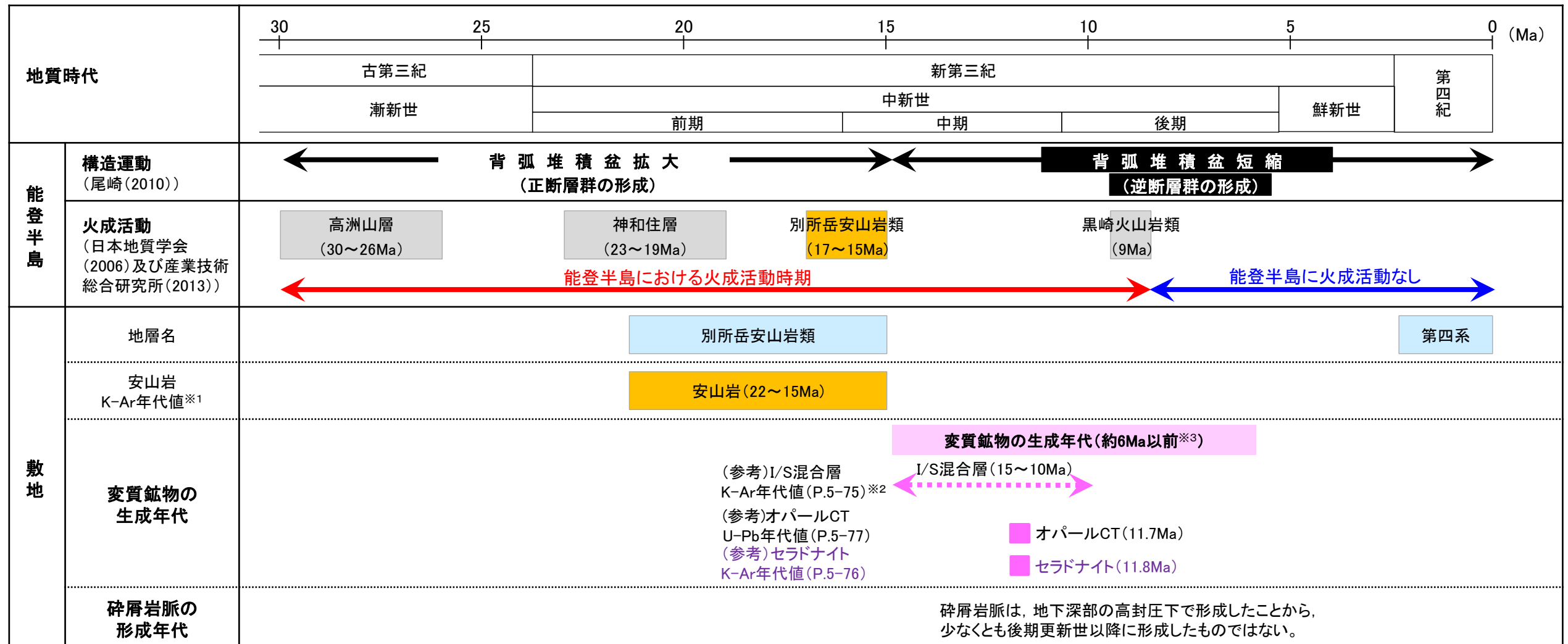
<変質鉱物の生成年代評価(P.5-57)>

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.5-80)>

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5.2-1(2), ※2: 信頼性確認は、補足資料5.2-2(8), ※3: 5.2.1(1-3)生成環境を踏まえて推定した生成年代

5.2.1(2) 破碎部中の鉱物脈

5.2.1 (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。

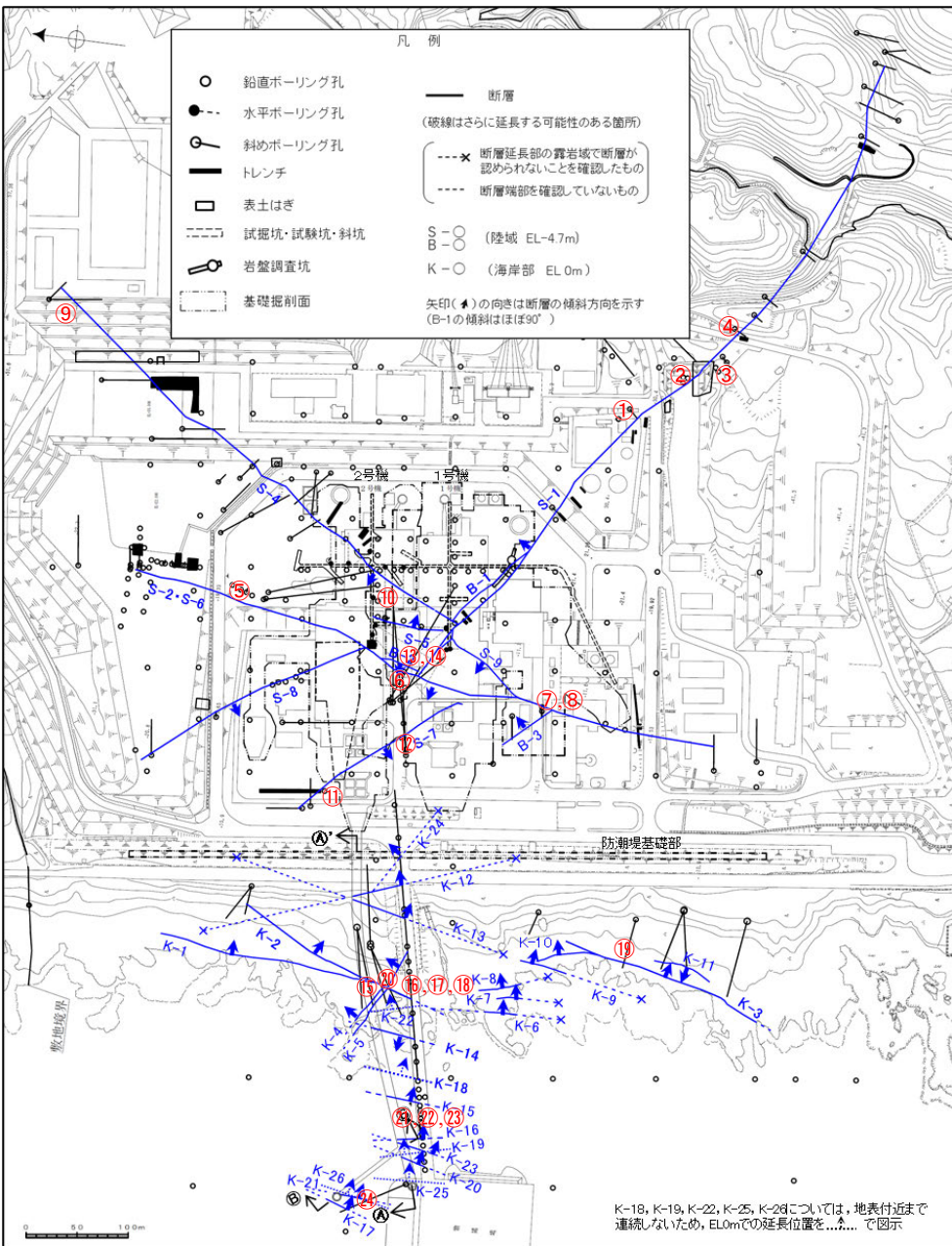
○以上より、破碎部中のI/S混合層等の鉱物脈に変位・変形が認められないことから、破碎部の形成は鉱物脈の生成以前と判断される。
○このことは、後述する微視的観察(5.2.2～5.2.11項)において、最新面を横断する粘土鉱物(I/S混合層)等に変位・変形が認められないことと整合する。

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	K-2	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	K-3	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	K-5	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	K-16	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	K-17	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 測定諸元	Divergence Slit: 1°
装置: 理学電機製 MultiFlex	Scattering Slit: 1°
Target: Cu (Kα)	Receiving Slit: 0.3mm
Monochromator: Graphite 湾曲	Scanning Speed: 2° / min
Voltage: 40kV	Scanning Mode: 連続法
Current: 40mA	Sampling Range: 0.02°
Detector: SC	Scanning Range: 2~61°
Calculation Mode: cps	

XRD分析 測定諸元	Divergence Slit: 0.5°
装置: Rigaku RINT2500V	Target: Cu (Kα)
Voltage: 40kV	Receiving Slit: 0.15mm
Detector: SC	Step size: 0.02°

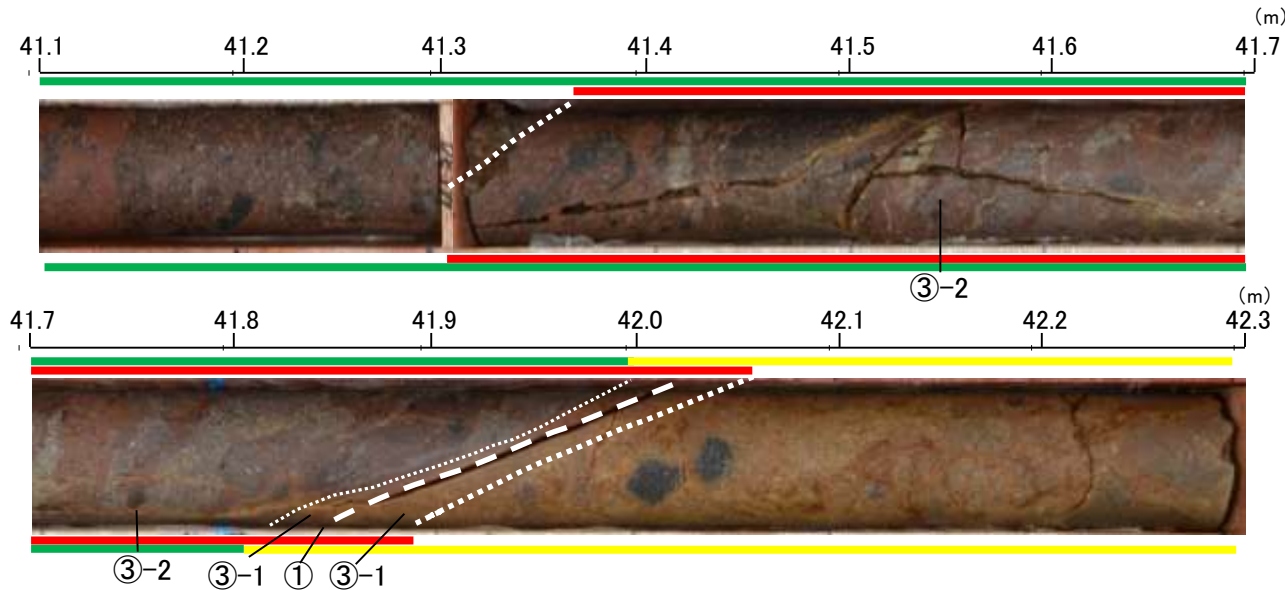
XRD分析 測定諸元	Divergence Slit: 15mm
装置: PANalytical X'Pert Pro	Target: Cu (Kα)
Voltage: 40kV	Receiving Slit: 0.20mm
Detector: PC	Step size: 0.02°

【ボーリングコアに認められる変質の状況】

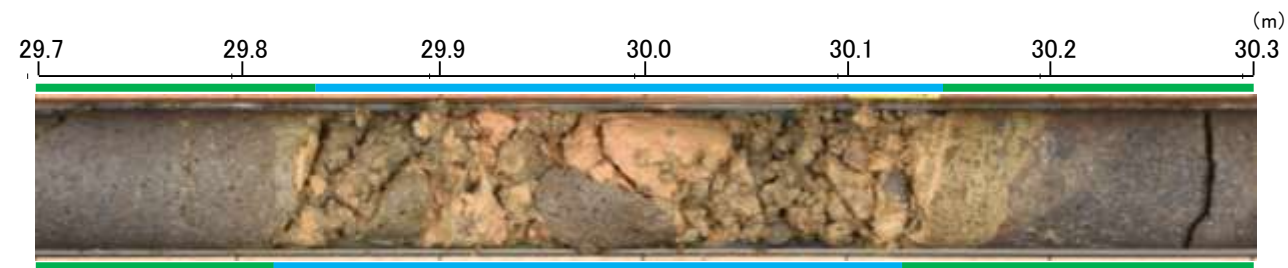
- ボーリングコア観察の結果、熱水変質によるものと考えられる変質の状況が認められた。
- 変質区分を、以下の3区分とし、柱状図に変質、強い変質が認められた区間を柱状図に記載した(データ集1)。
 - ・非変質, 弱く変質: 原岩組織の判別が可能であり, 変質部分が50%未満。
 - ・変質: 原岩組織の判別が可能であり, 変質部分が50%以上。
 - ・強く変質: 原岩組織が不明。

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)



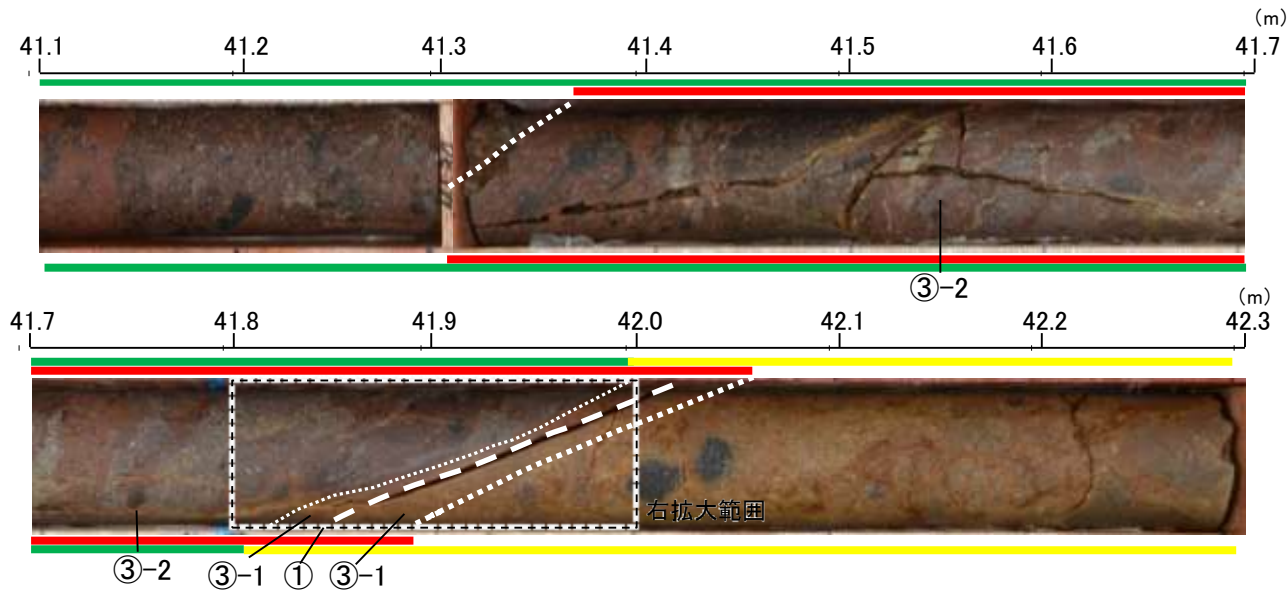
強く変質している区間の例(H-1.1-87孔)

- 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)

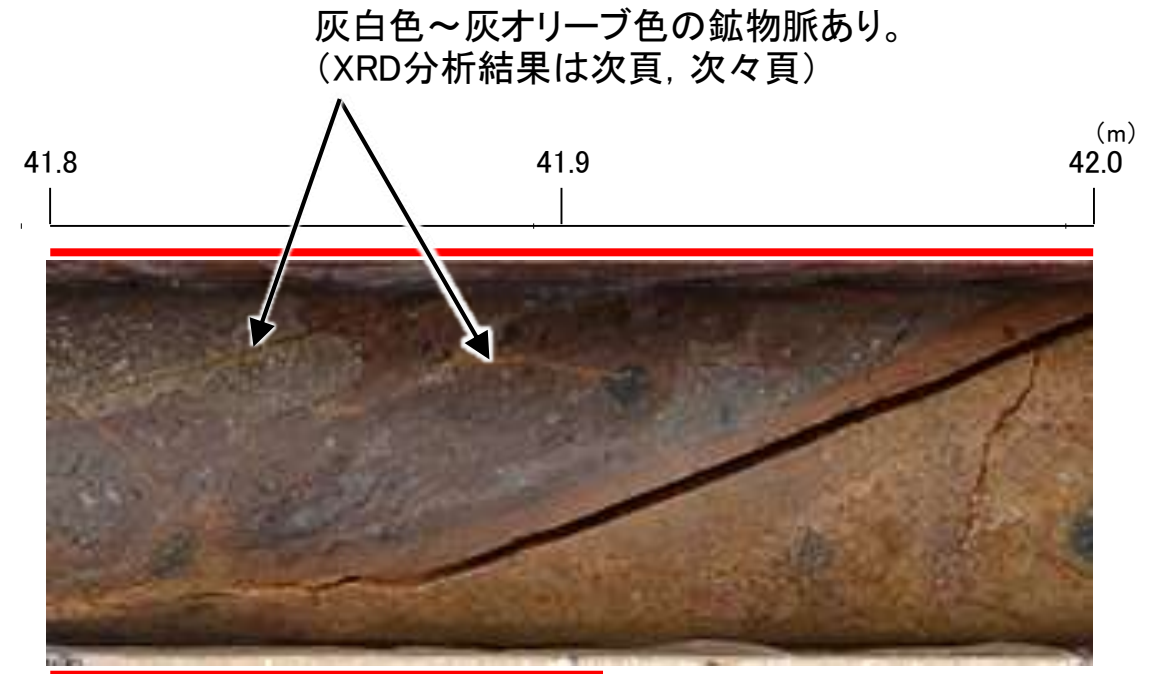
【破碎部中に認められた鉱物脈(S-1)】

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)

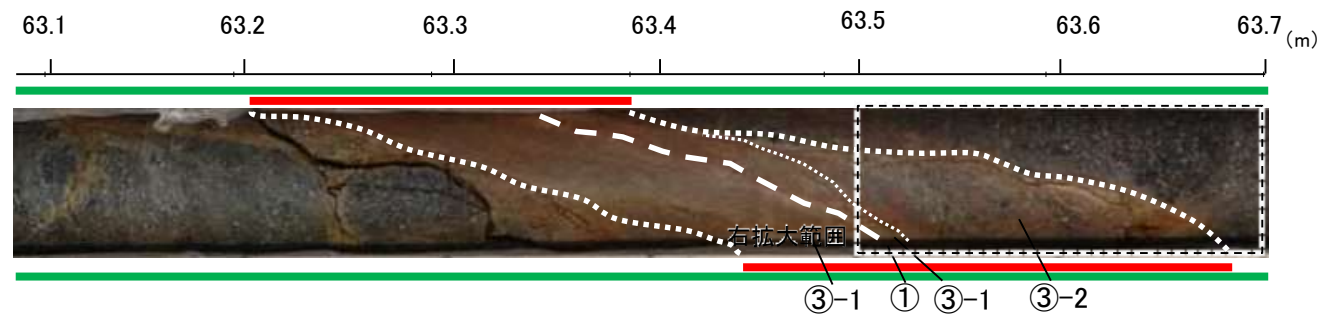


S-1写真(L-12.2孔)



灰白色～灰オリーブ色の鉱物脈あり。
(XRD分析結果は次頁, 次々頁)

拡大写真(L-12.2孔 41.8～42.0m)



S-1写真(M-12.5孔)

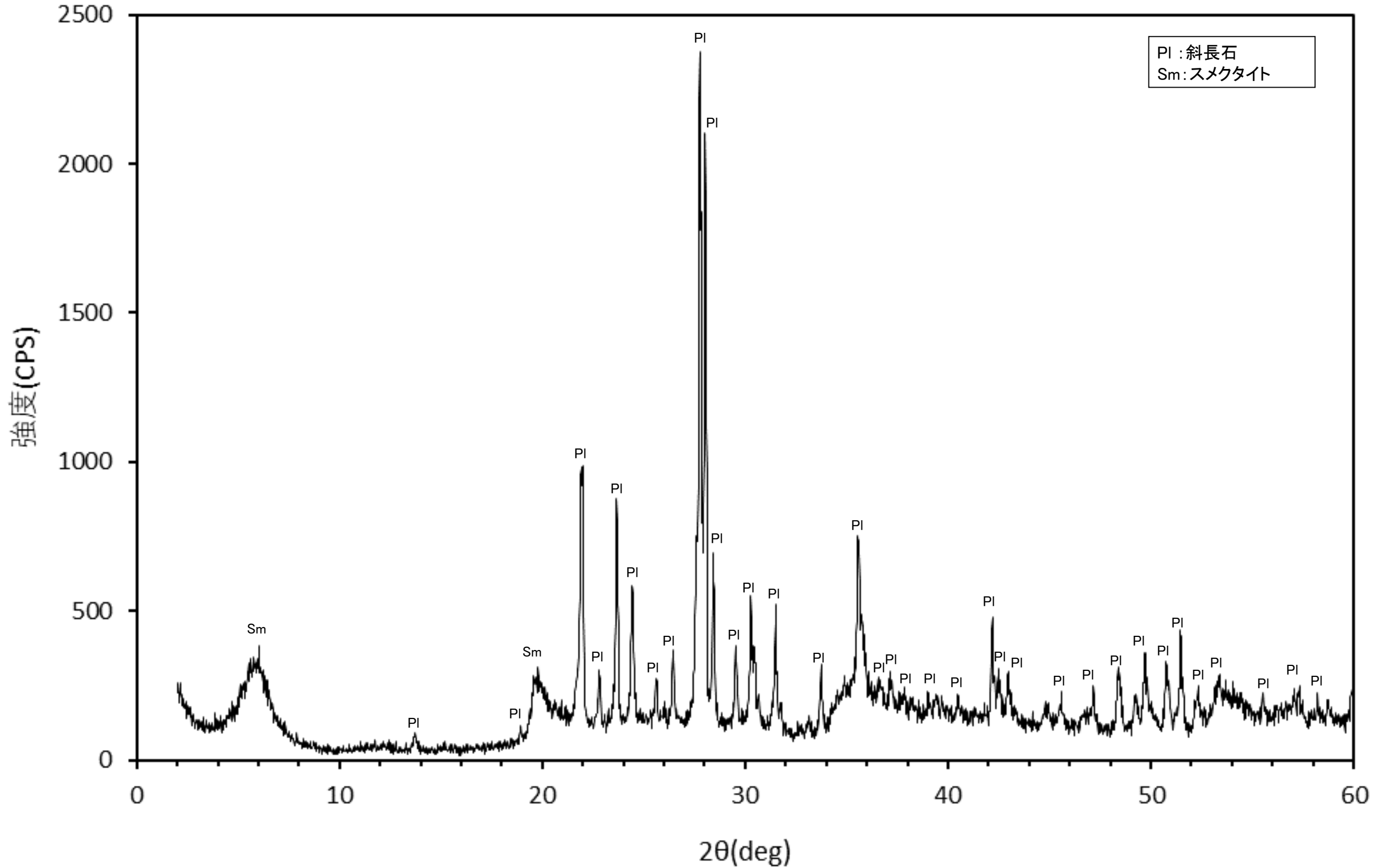


オリーブ色の鉱物脈あり。

拡大写真(M-12.5孔 63.5～63.7m)

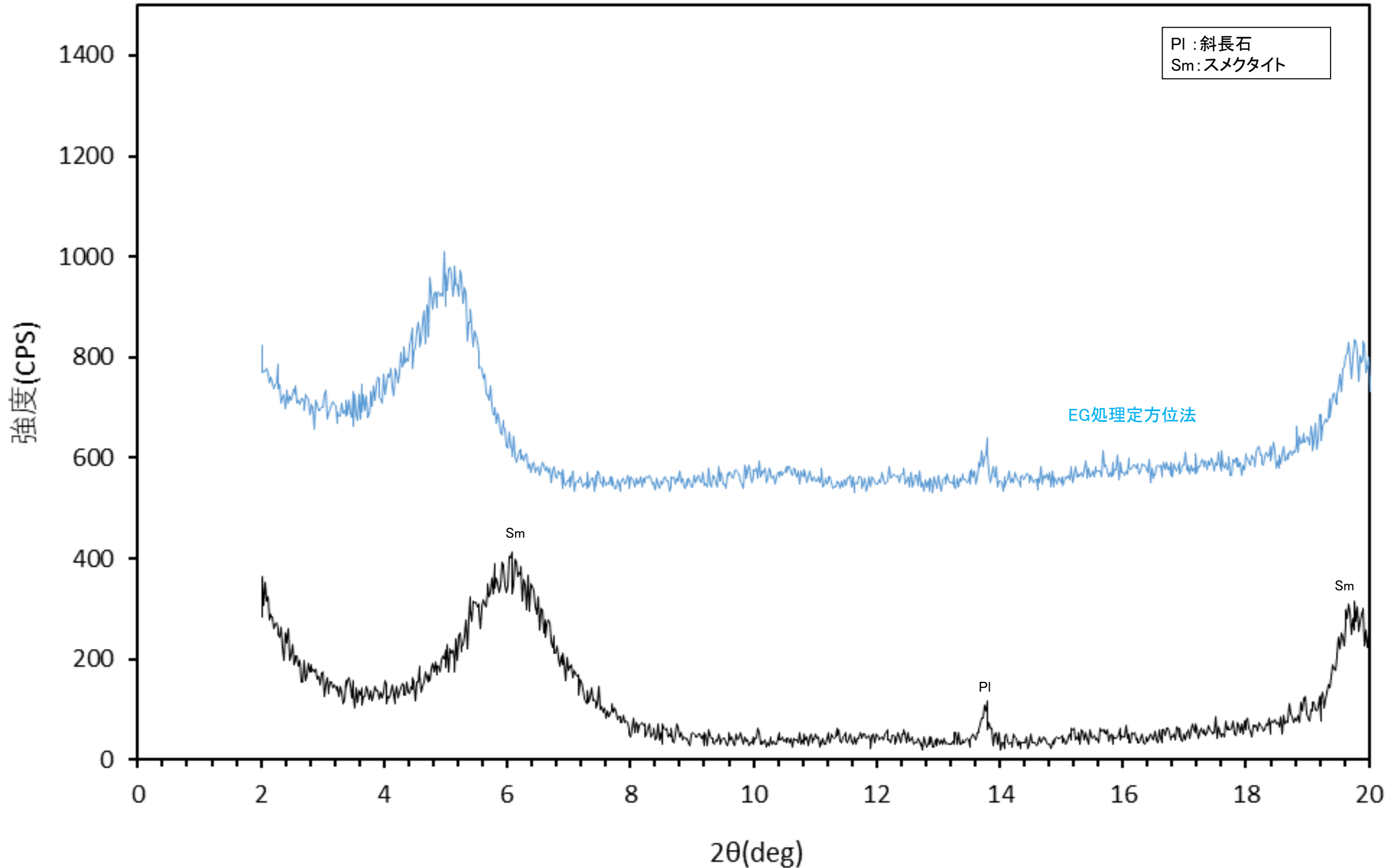
【L-12.2孔 X線回折チャート 不定方位】

○ 鉱物脈で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。



回折チャート

【L-12.2孔 X線回折チャート 定方位 EG処理】

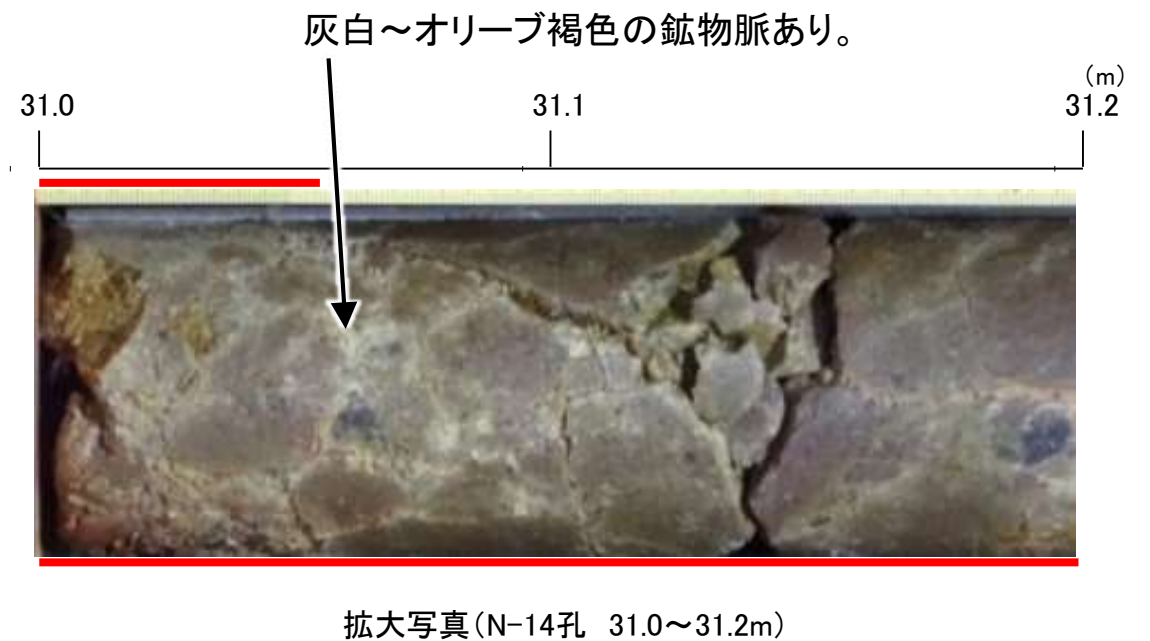
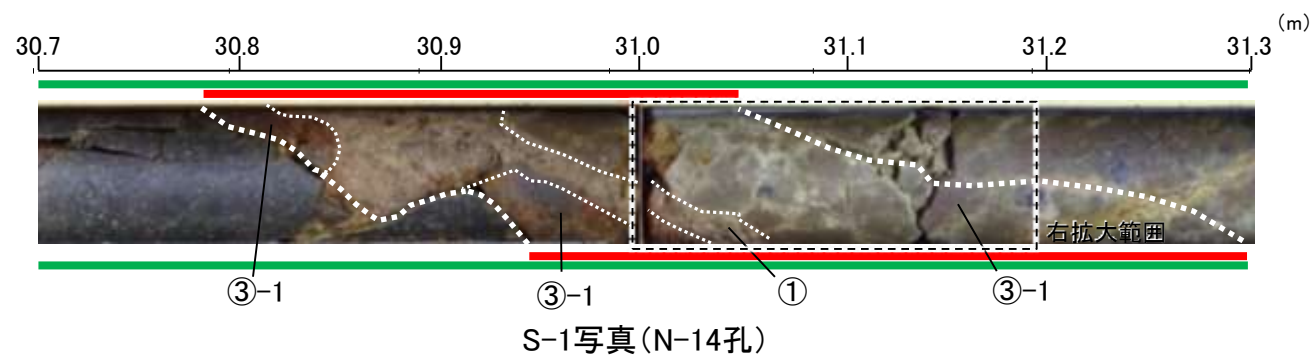
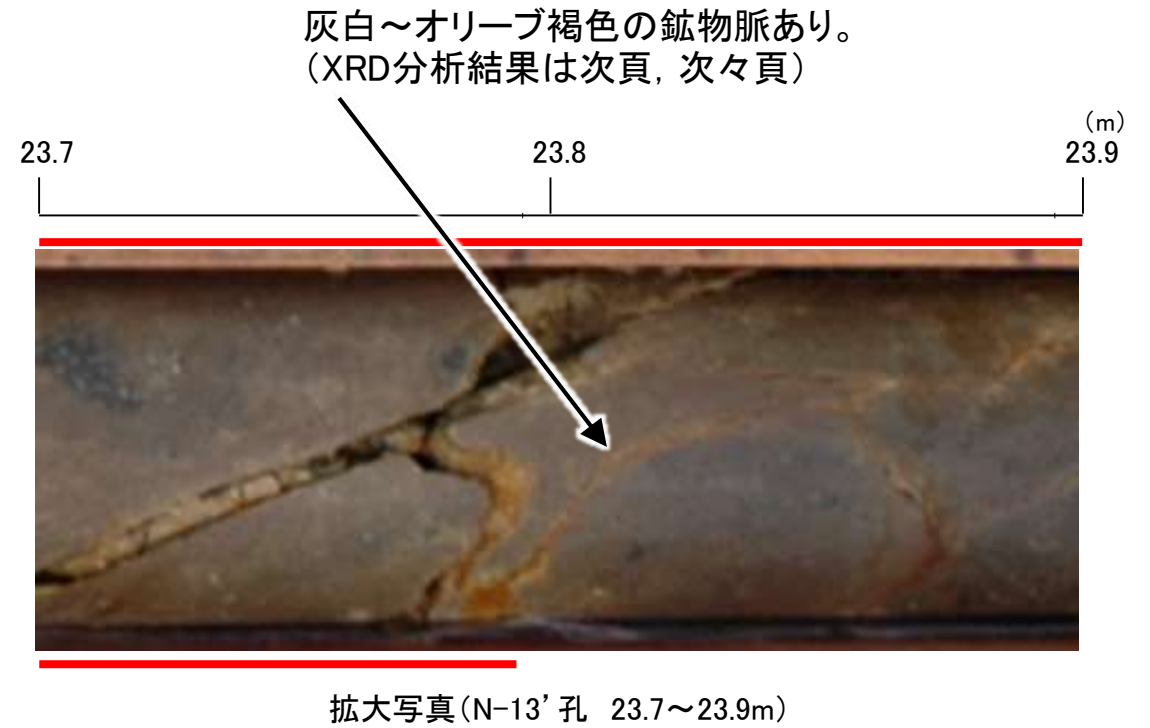
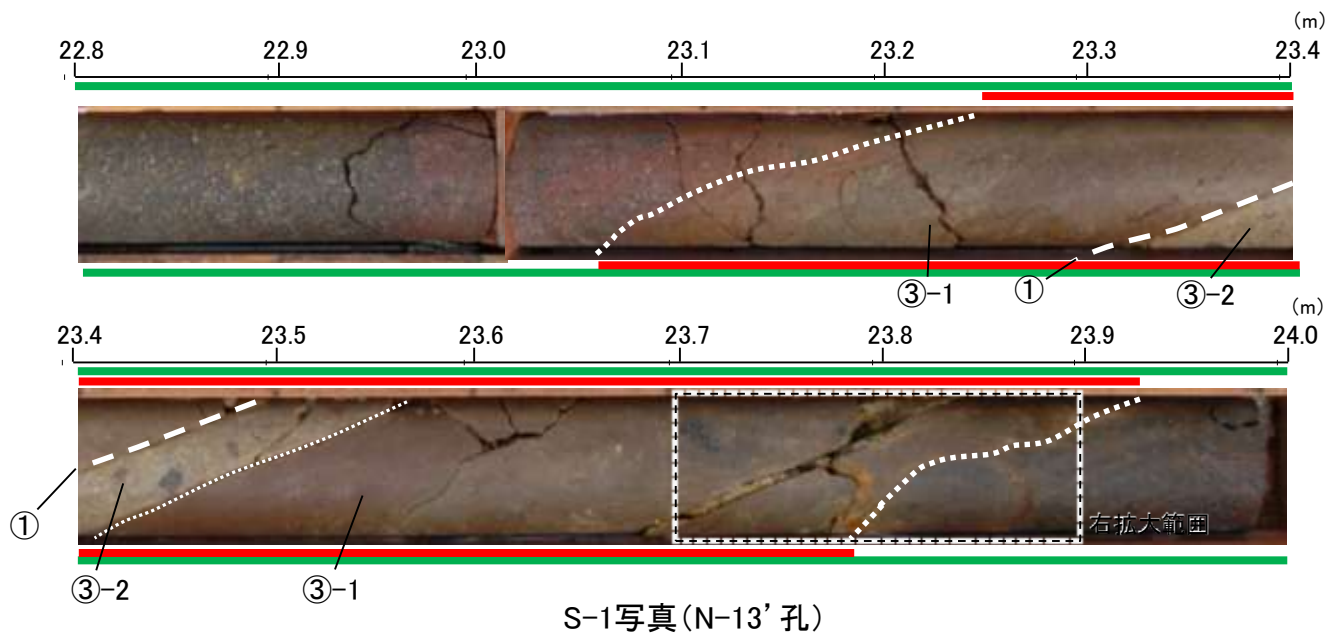


回折チャート
(EG処理も合わせて表示)

【破碎部中に認められた鉱物脈(S-1)】

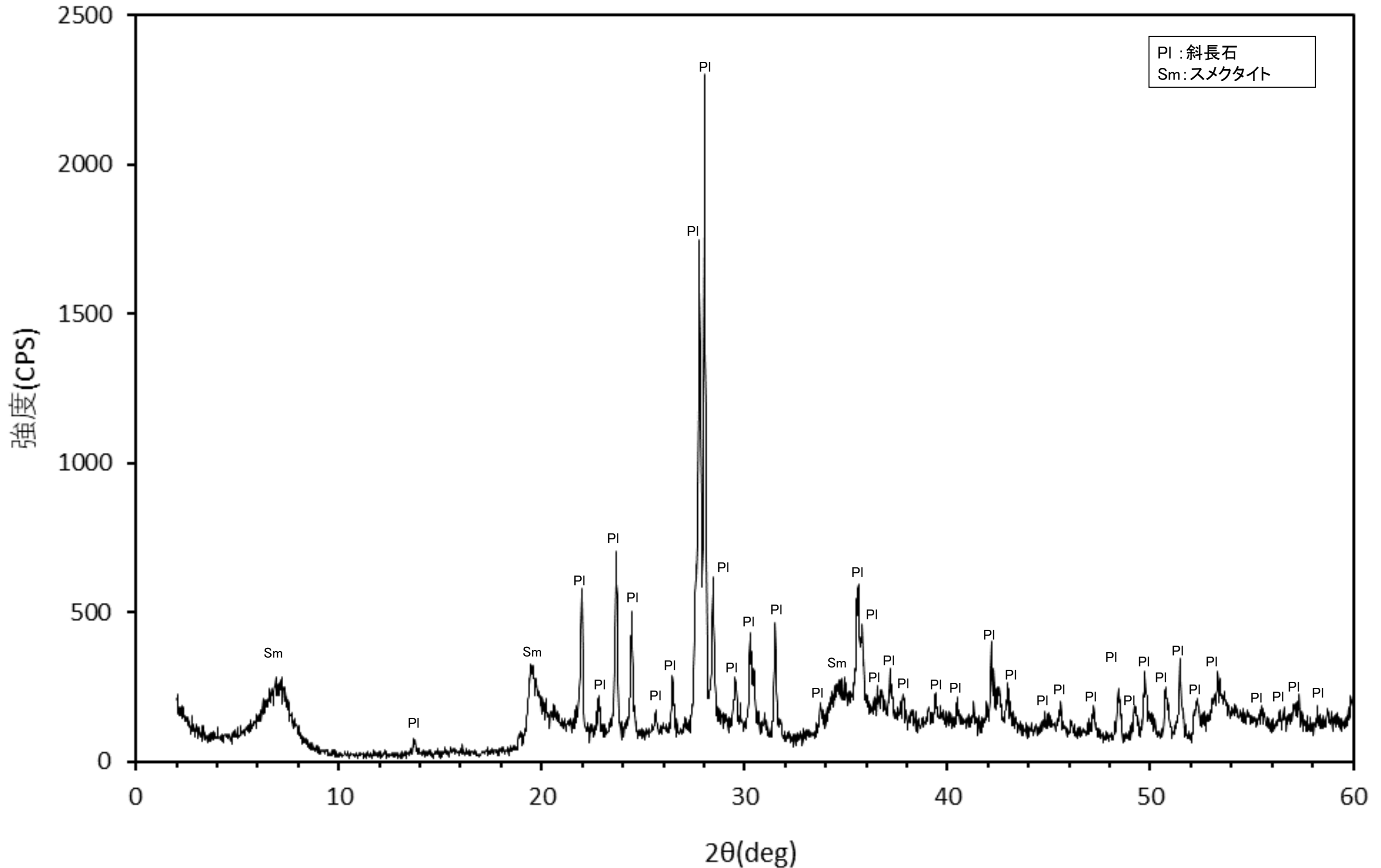
凡例

- 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)

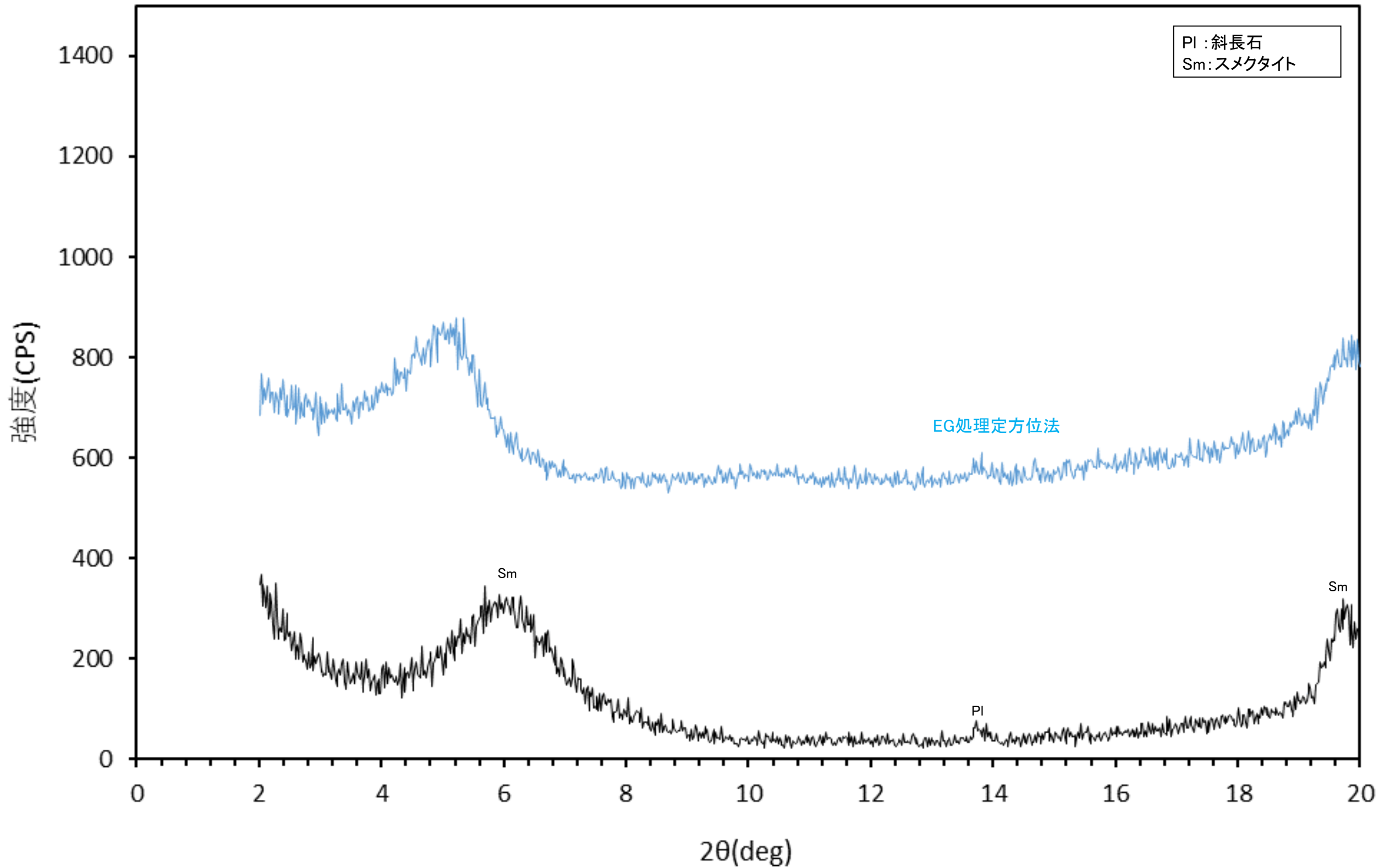


【N-13' 孔 X線回折チャート 不定方位】

○ 鉱物脈で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。



【N-13' 孔 X線回折チャート 定方位 EG処理】

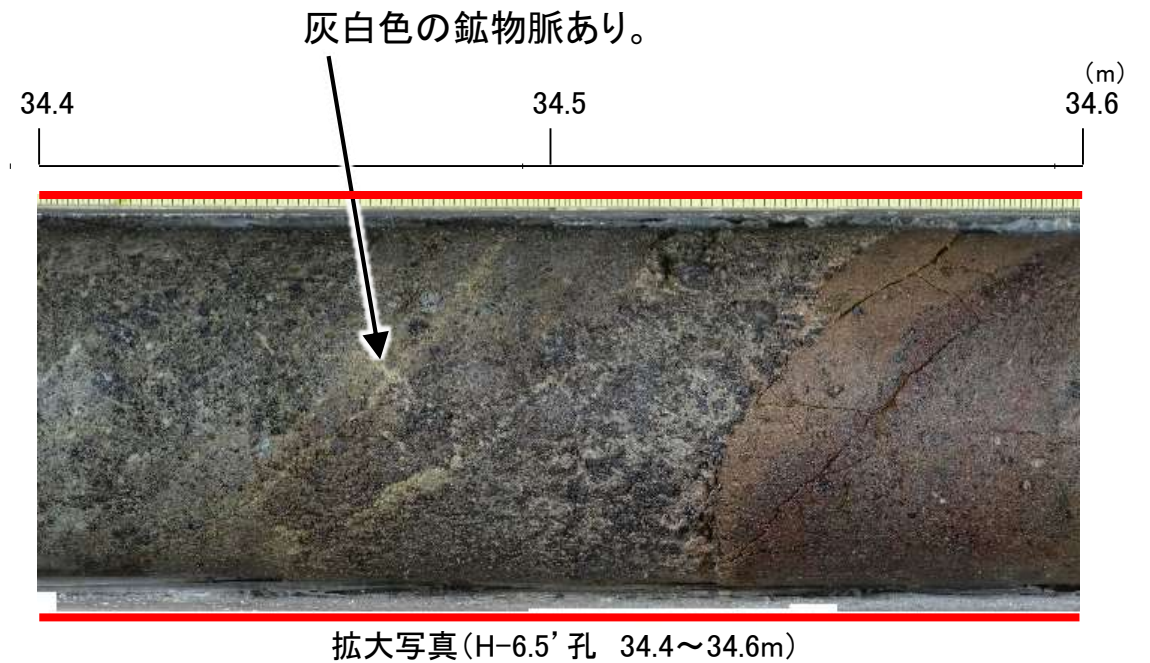
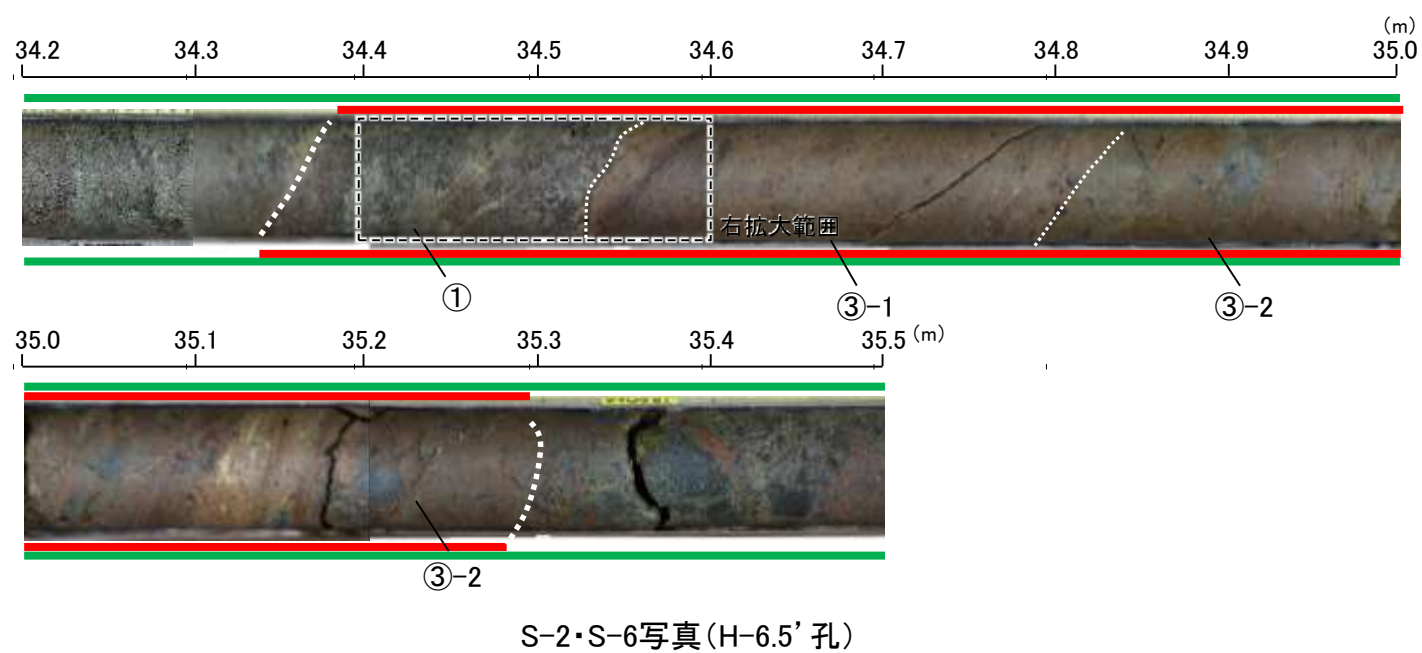
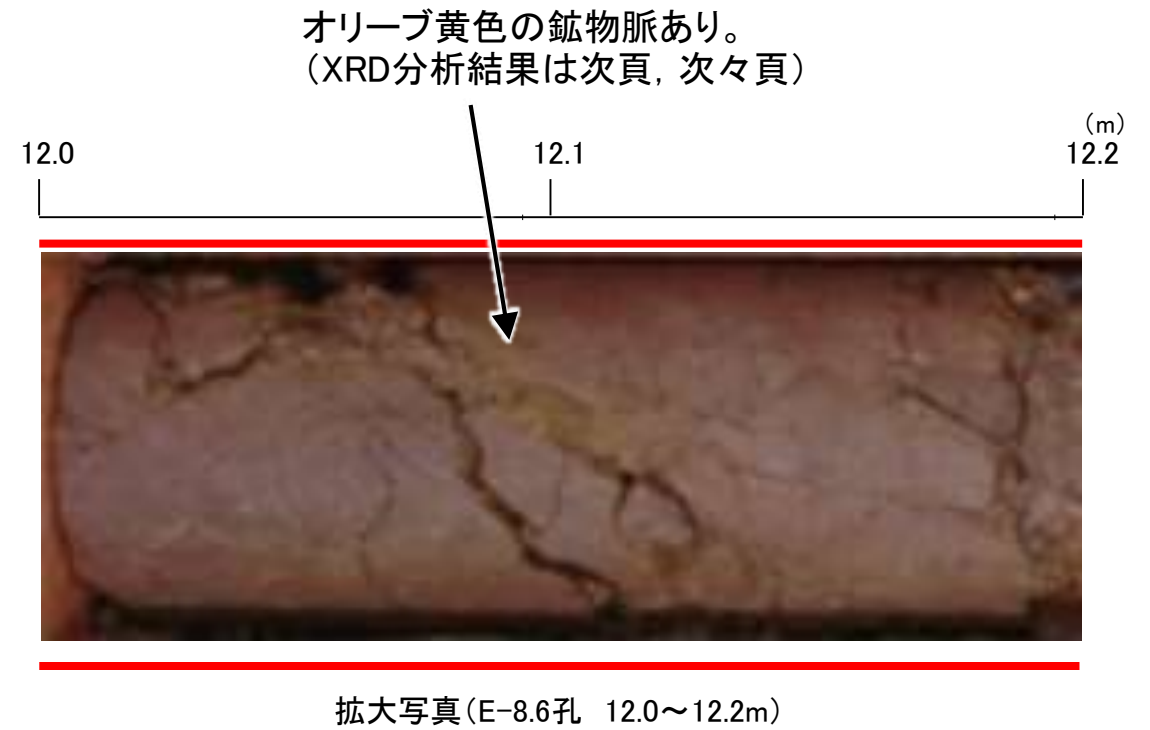
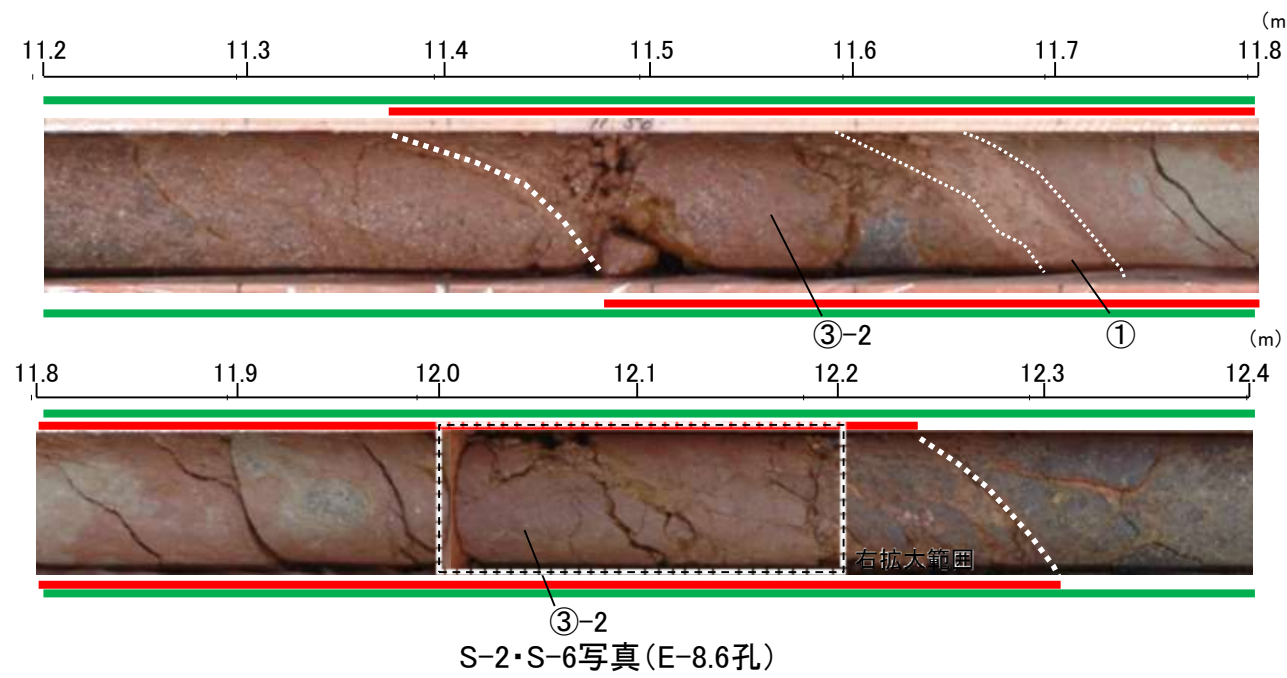


回折チャート
(EG処理も合わせて表示)

【破砕部中に認められた鉱物脈(S-2・S-6)】

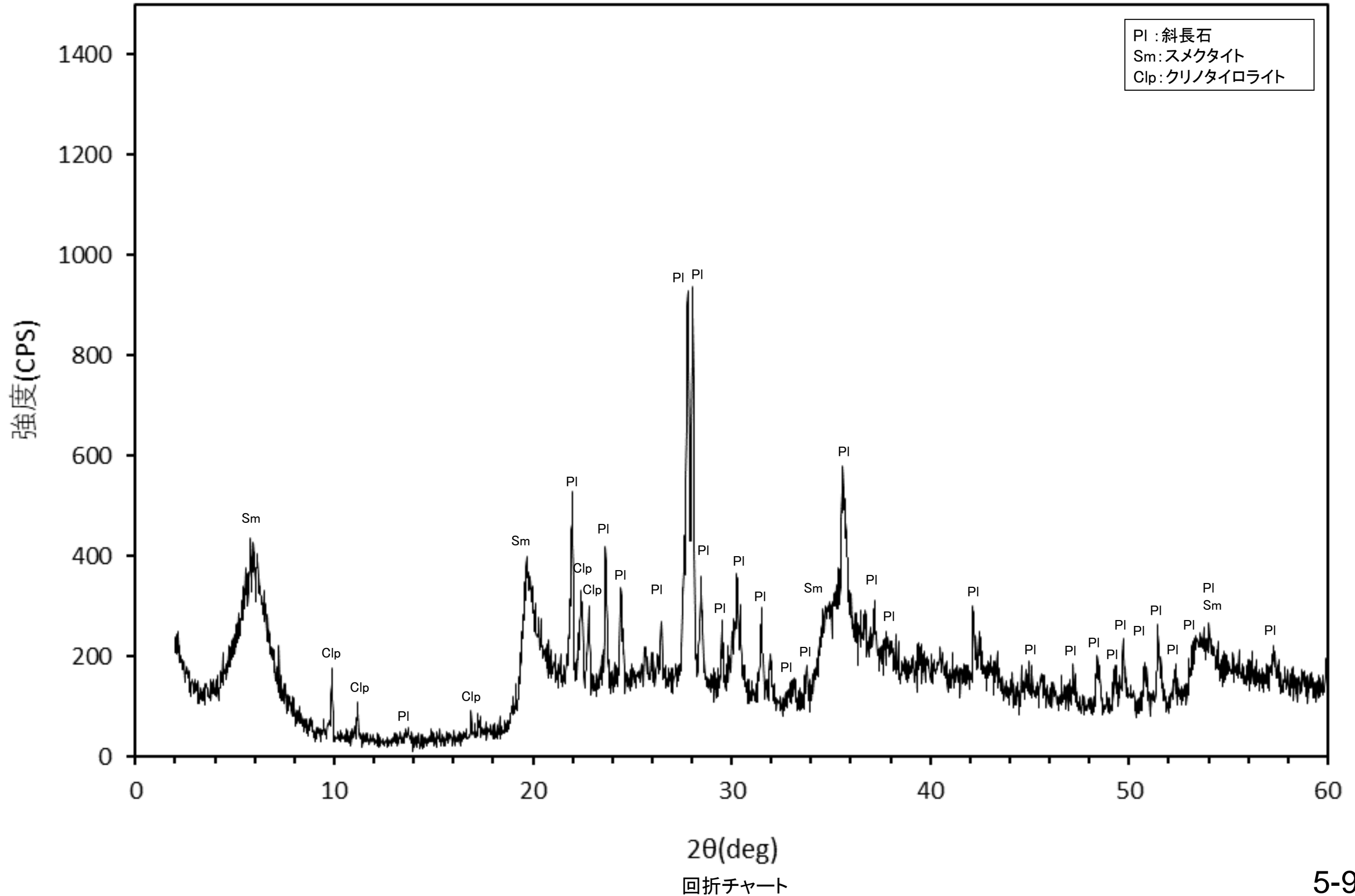
凡例

- 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
- 変質している区間(非変質, 弱く変質)

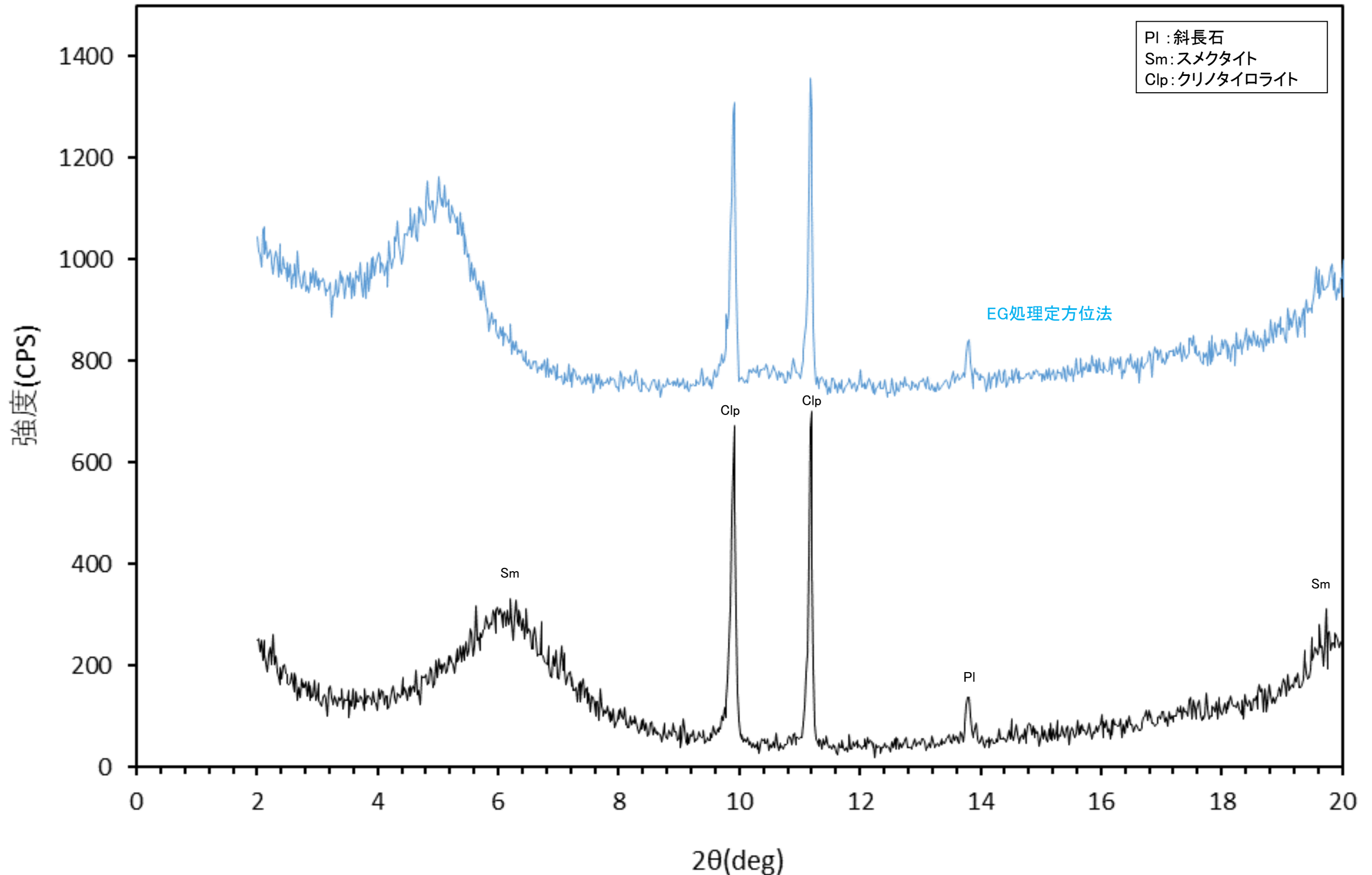


【E-8.6孔 X線回折チャート 不定方位】

○鉱物脈で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。



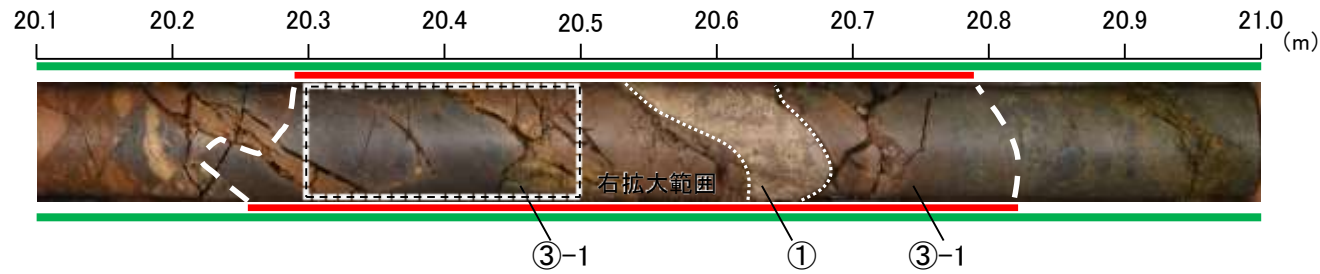
【 E-8.6孔 X線回折チャート 定方位 EG処理】



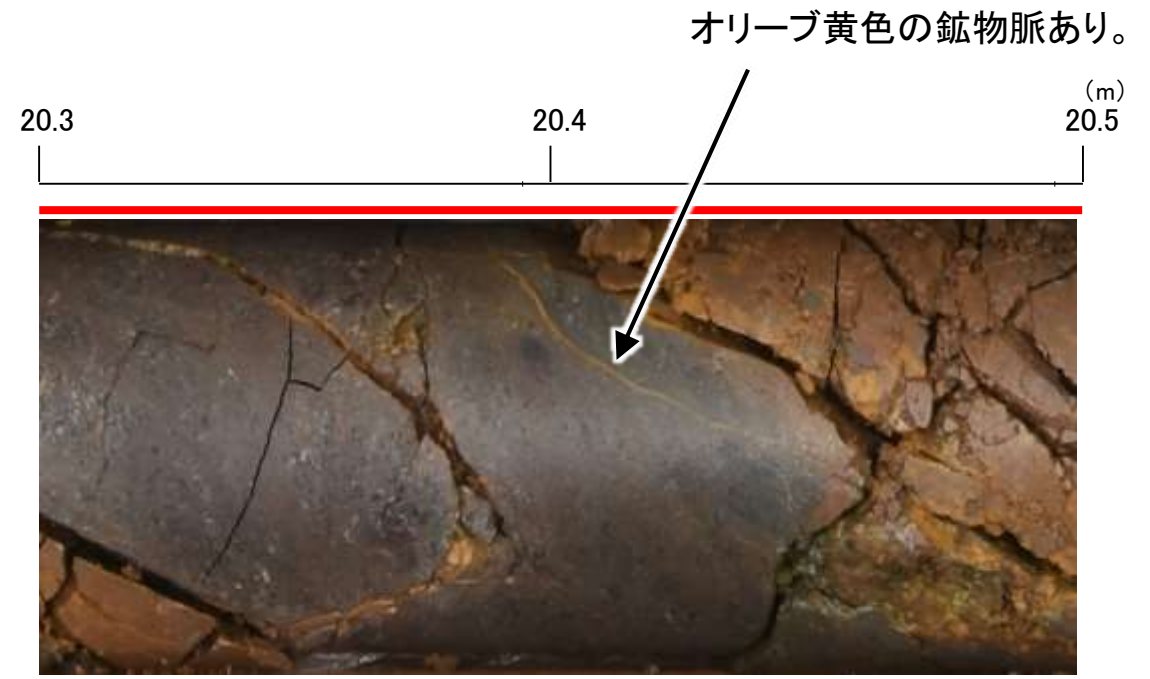
回折チャート
(EG処理も合わせて表示)

【破碎部中に認められた鉱物脈(S-2・S-6)】

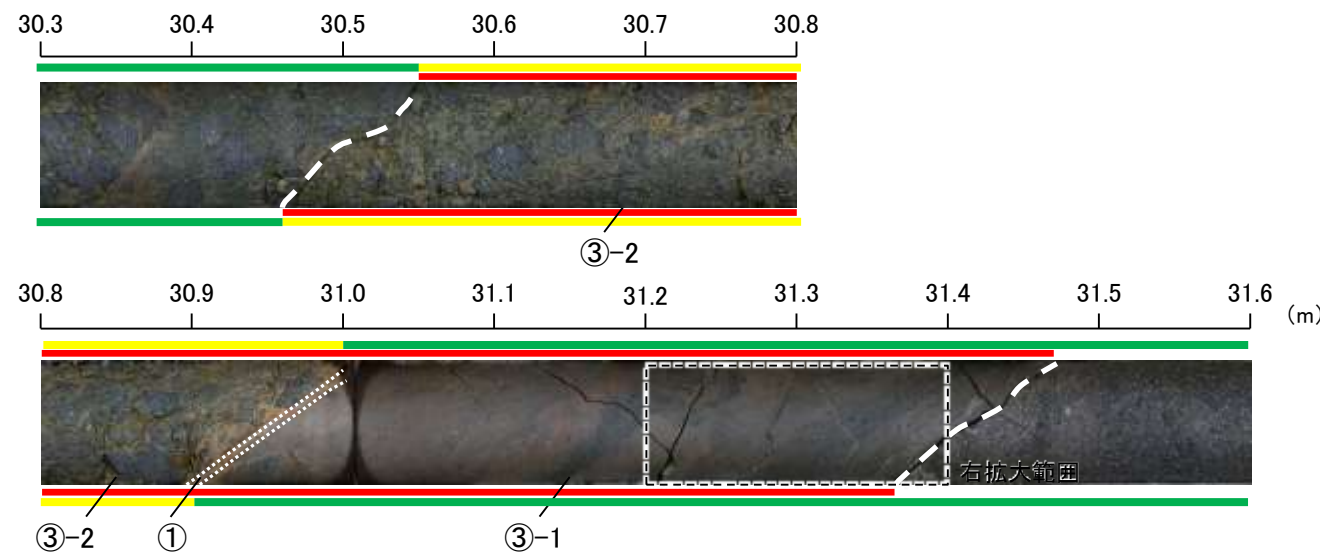
- 凡例
- ① 粘土状破碎部
 - ③-1 固結した粘土・砂状破碎部
 - ③-2 固結した角礫状破碎部
 - 変質している区間(非変質, 弱く変質)
 - 変質している区間(変質)



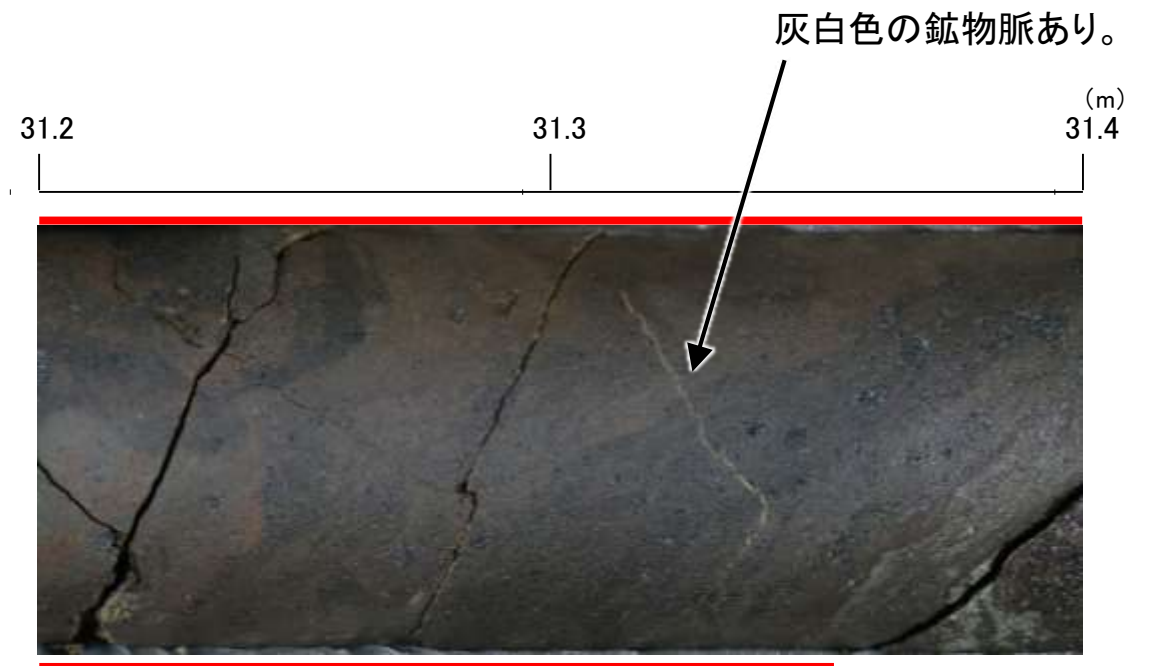
S-2・S-6写真(K-6.3孔)



拡大写真(K-6.3孔 20.3~20.5m)



S-2・S-6写真(K-6.2-2孔)

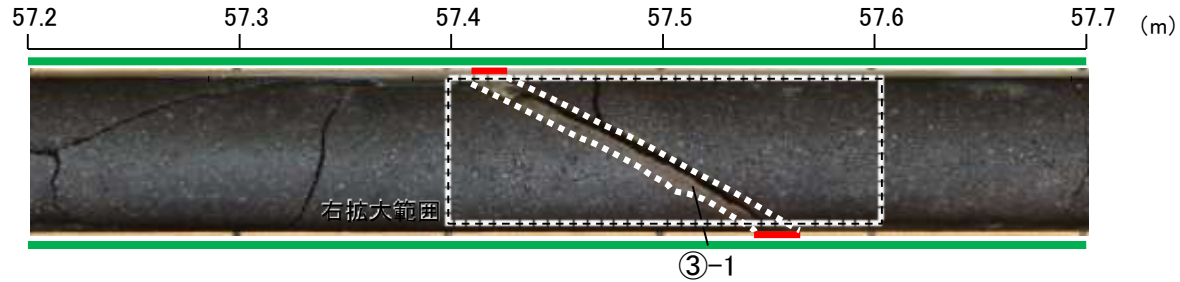


拡大写真(K-6.2-2孔 31.2~31.4m)

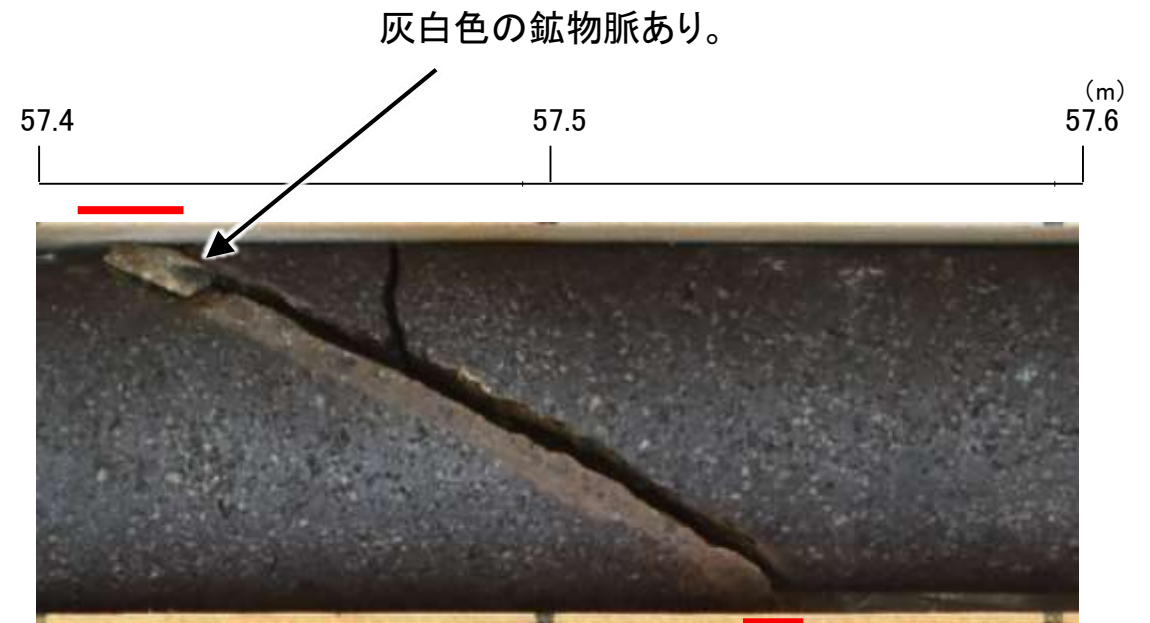
【破碎部中に認められた鉱物脈(S-4)】

凡例

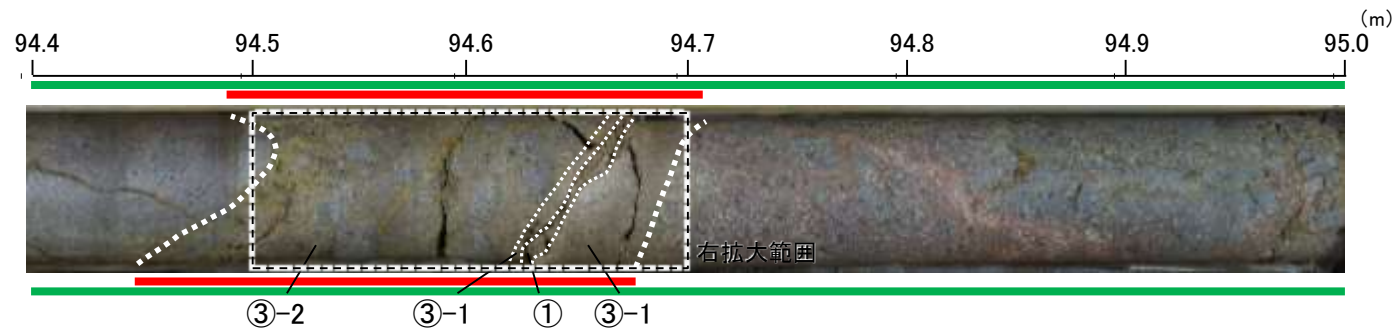
- ① 粘土状破碎部
- ③-1 固結した粘土・砂状破碎部
- ③-2 固結した角礫状破碎部
- 変質している区間(非変質, 弱く変質)



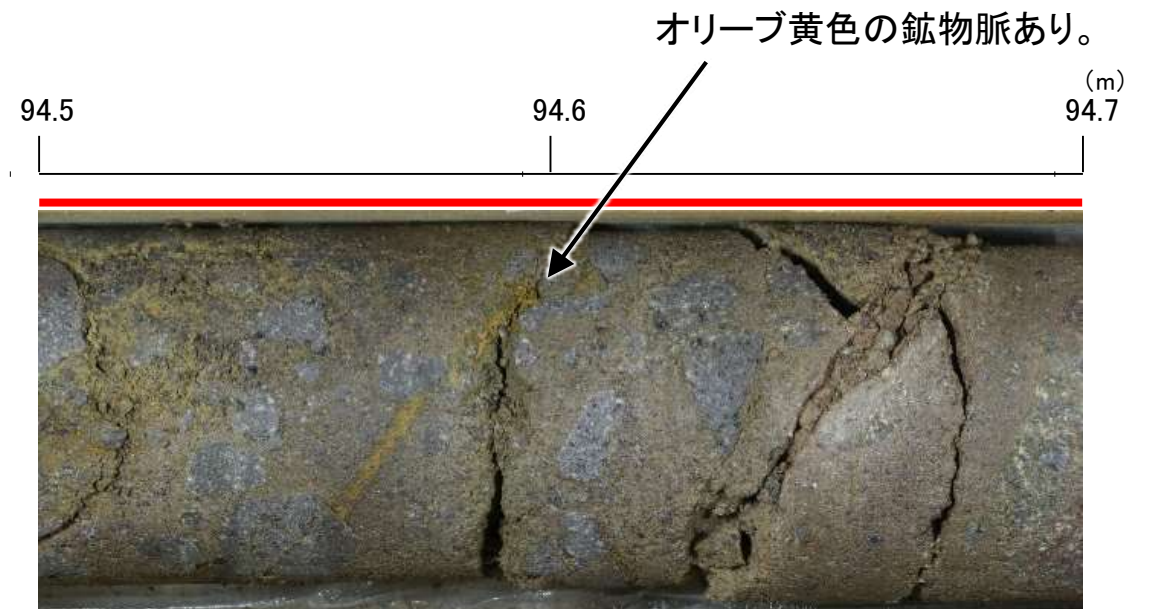
S-4写真(A-14.5S孔)



拡大写真(A-14.5S孔 57.4~57.6m)



S-4写真(H-6.4孔)

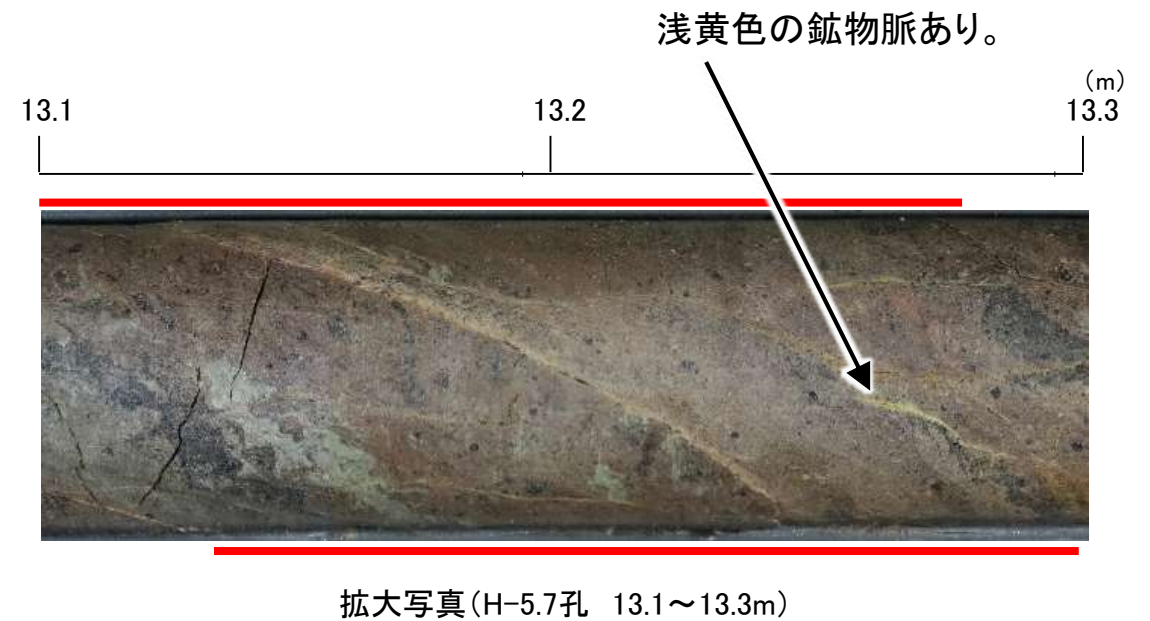
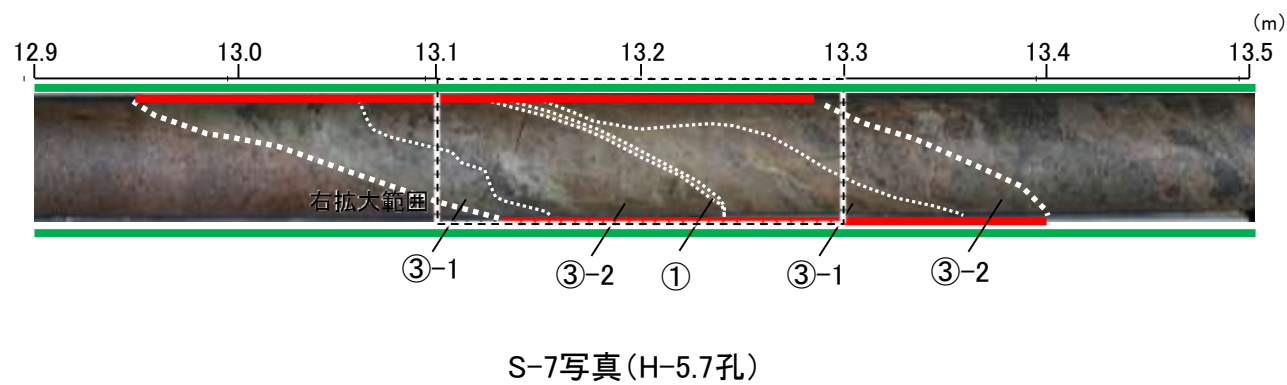
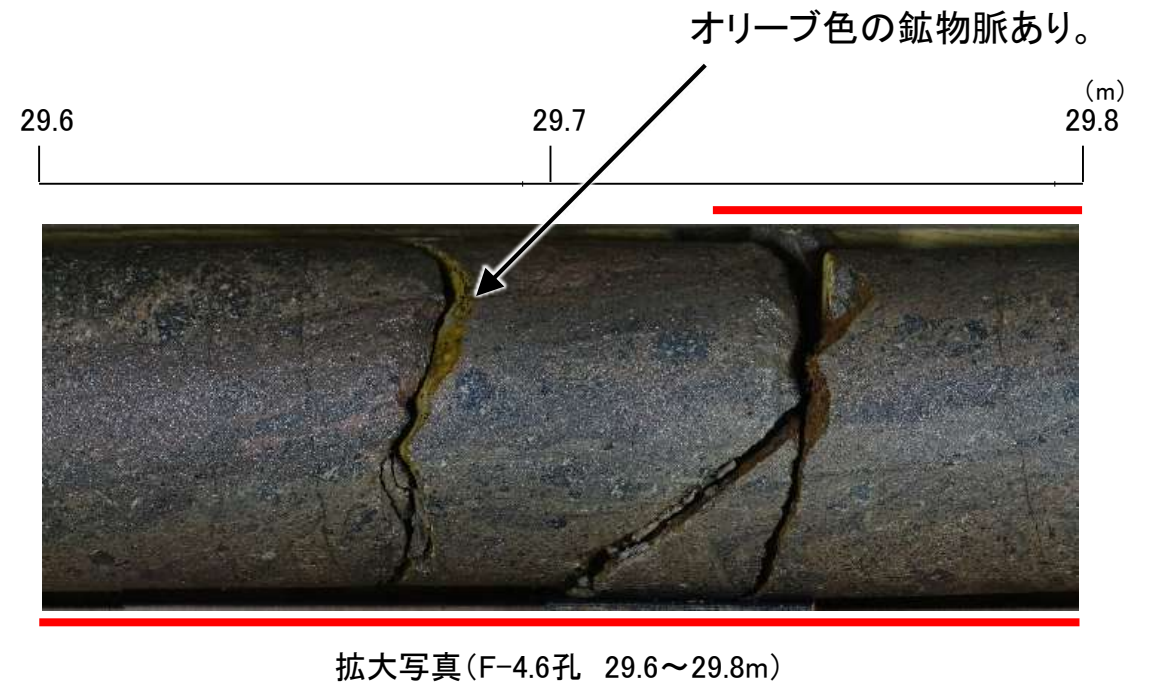
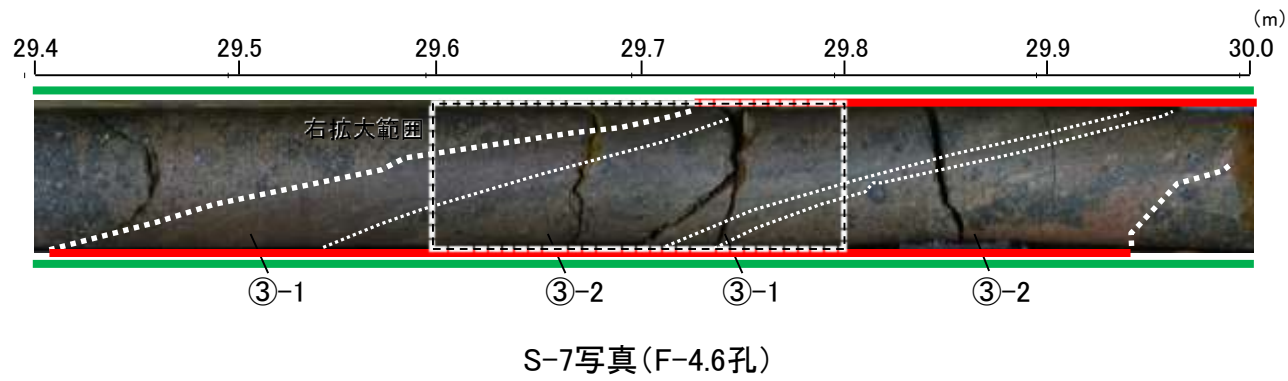


拡大写真(H-6.4孔 94.5~94.7m)

【破碎部中に認められた鉱物脈(S-7)】

凡例

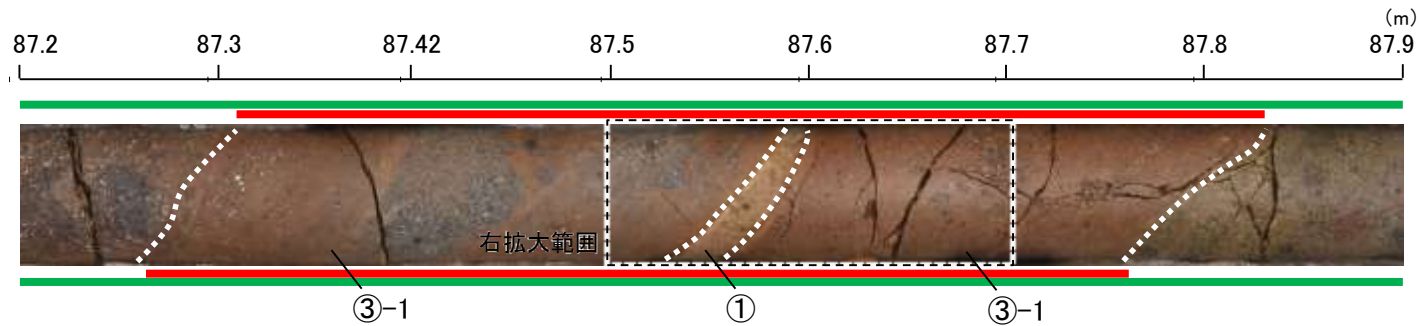
- ① 粘土状破碎部
- ③-1 固結した粘土・砂状破碎部
- ③-2 固結した角礫状破碎部
- 変質している区間(非変質, 弱く変質)



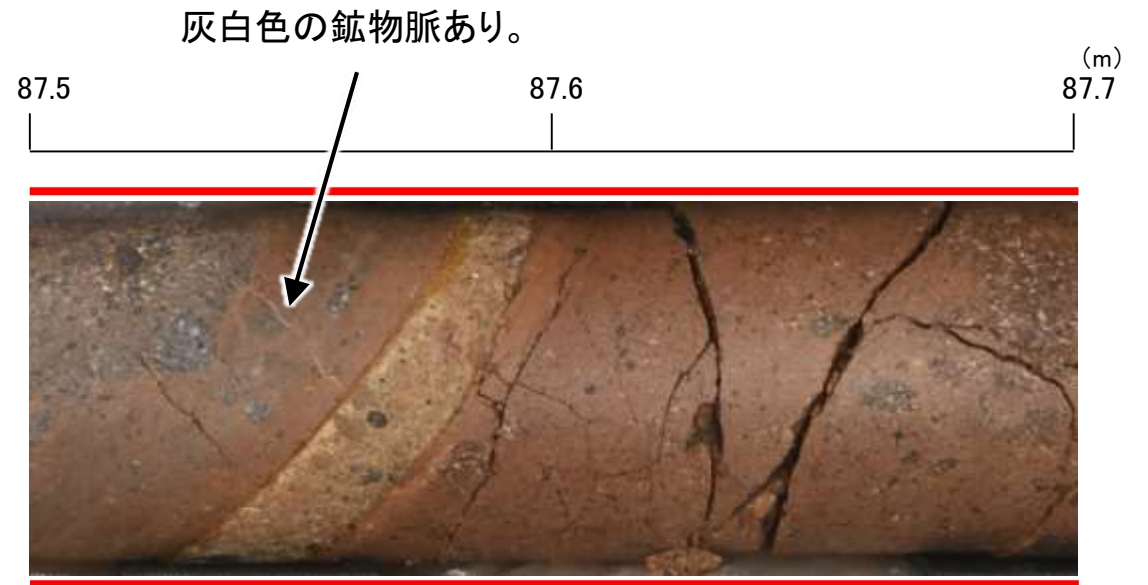
【破碎部中に認められた鉱物脈(B-2)】

凡例

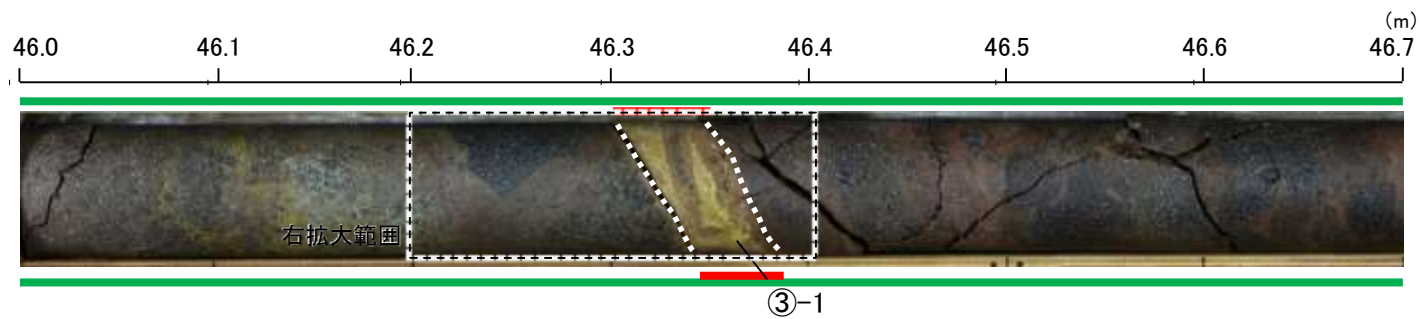
- 破碎部 ① 粘土状破碎部
- ③-1 固結した粘土・砂状破碎部
- 変質している区間(非変質, 弱く変質)



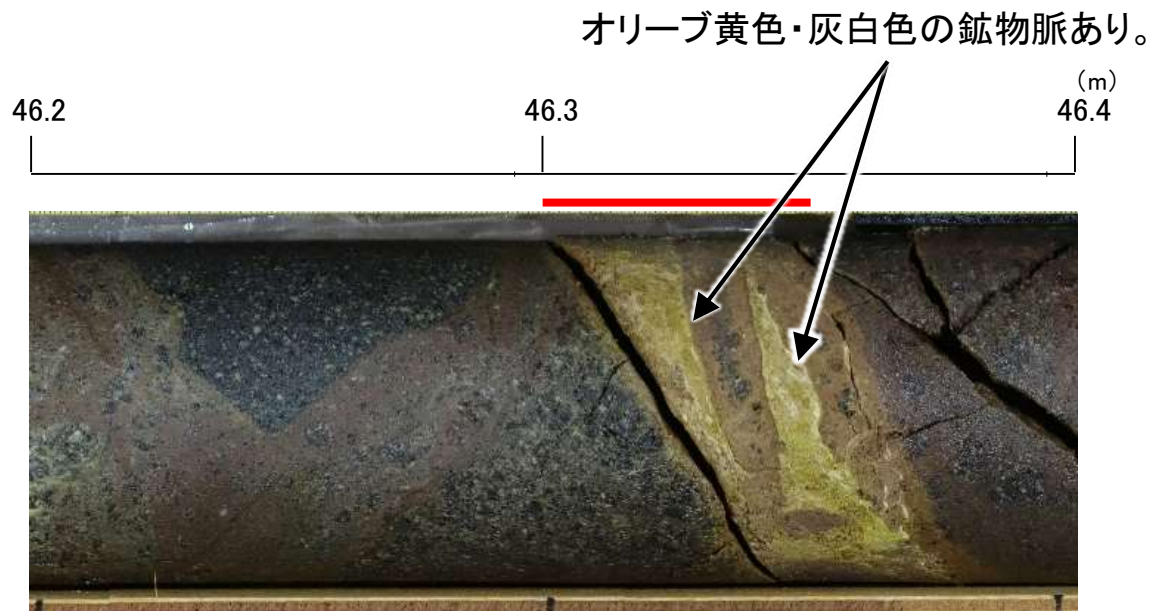
B-2写真(H-5.4-4E孔)



拡大写真(H-5.4-4E孔 87.5~87.7m)



B-2写真(H-6.5孔)

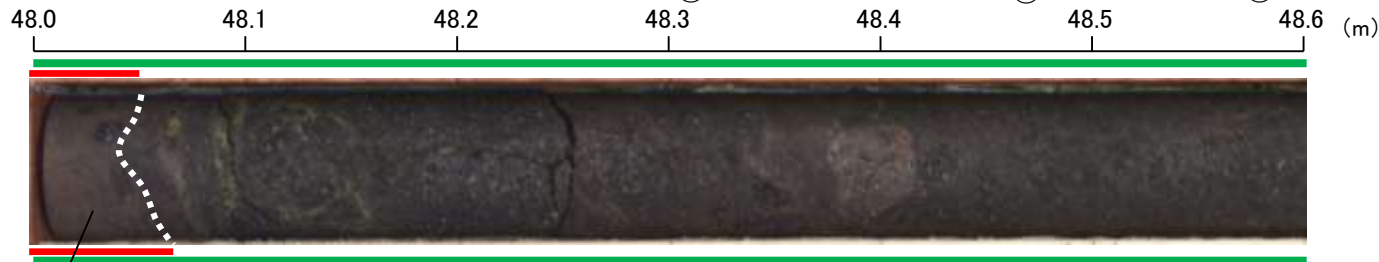
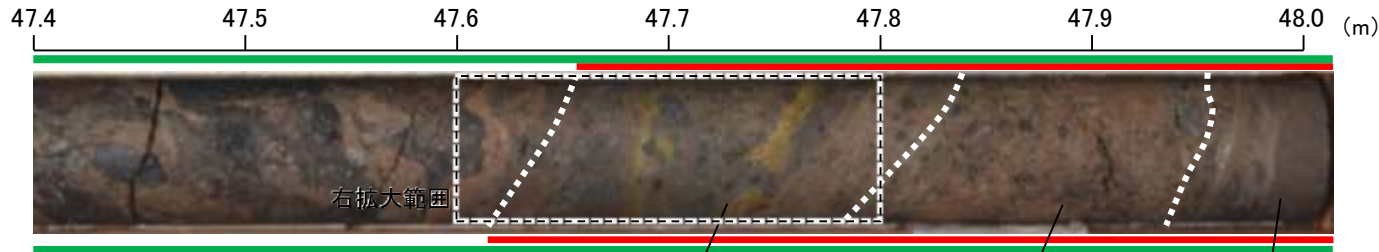


拡大写真(H-6.5孔 46.2~46.4m)

【破砕部中に認められた鉱物脈(K-2)】

凡例

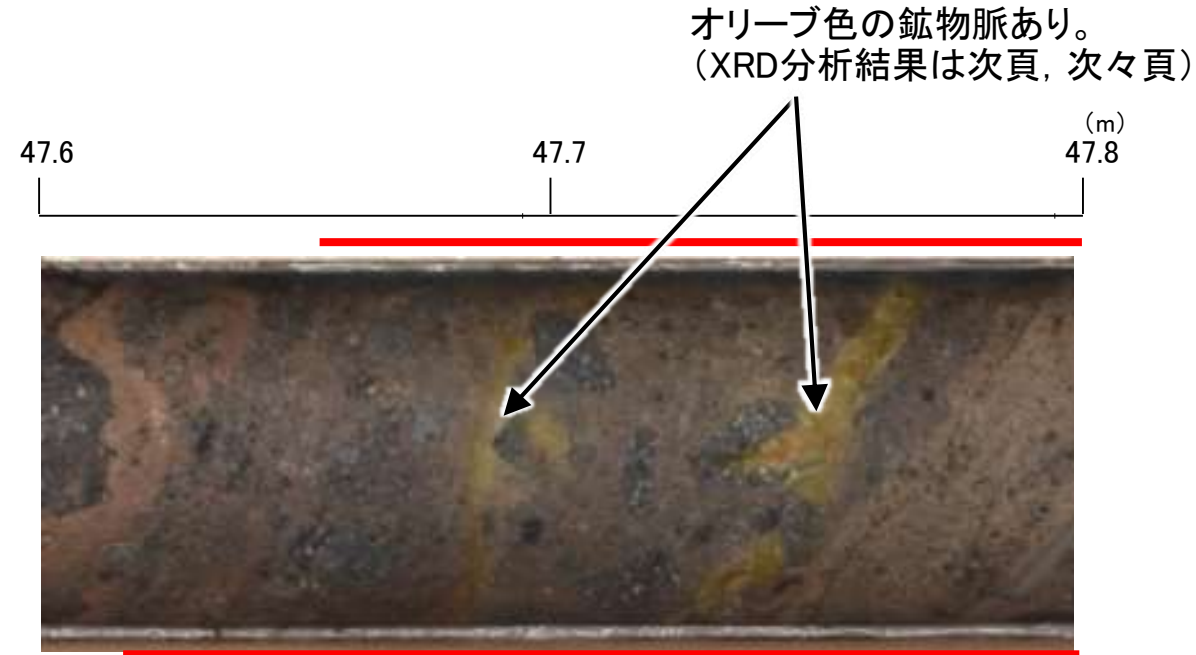
- ① 粘土状破砕部
- ②-2 角礫状破砕部
- ③-1 固結した粘土・砂状破砕部
- ③-2 固結した角礫状破砕部
- 変質している区間(非変質, 弱く変質)



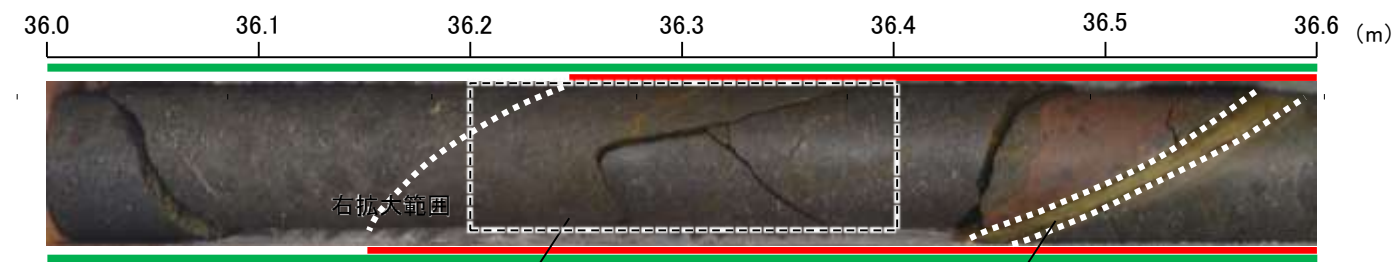
③-1

本コアには一部, グラウト影響(白色~灰色)が認められる。

K-2写真(G-1.9-27孔)

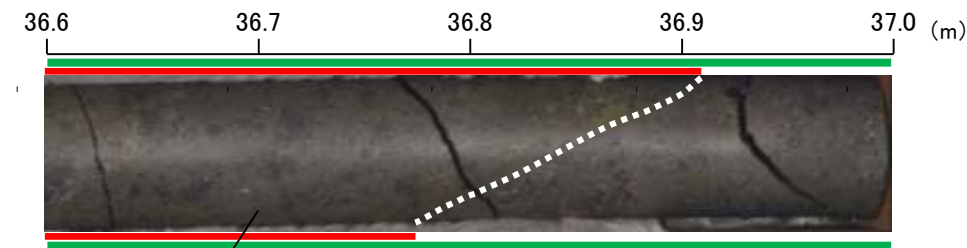


拡大写真(G-1.9-27孔 47.6~47.8m)



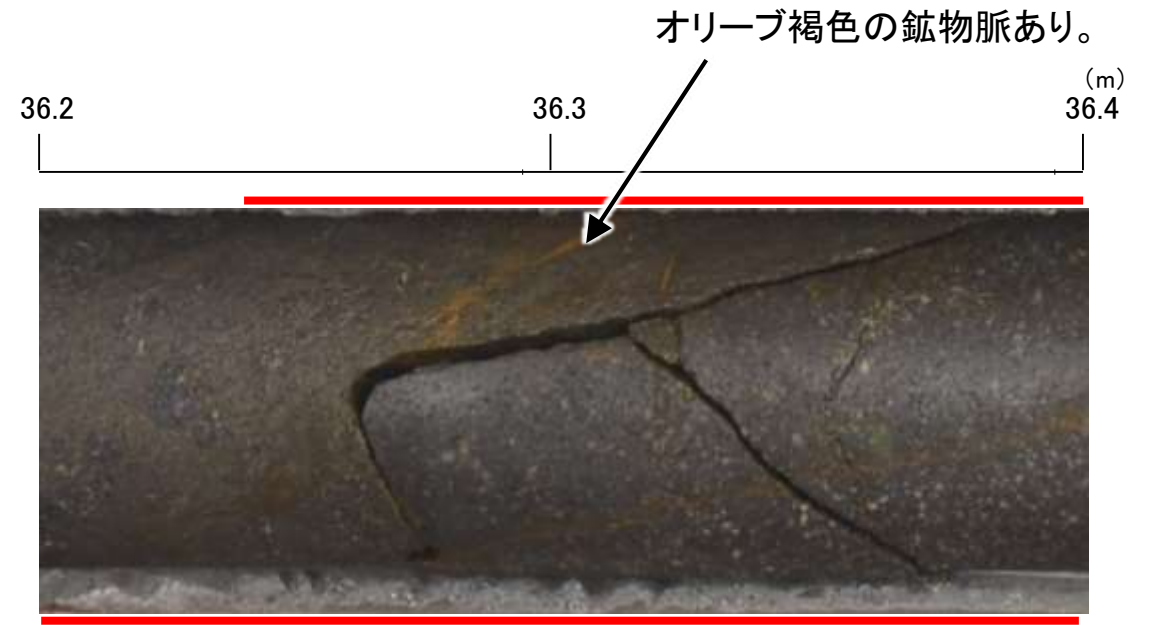
③-1

①



③-1

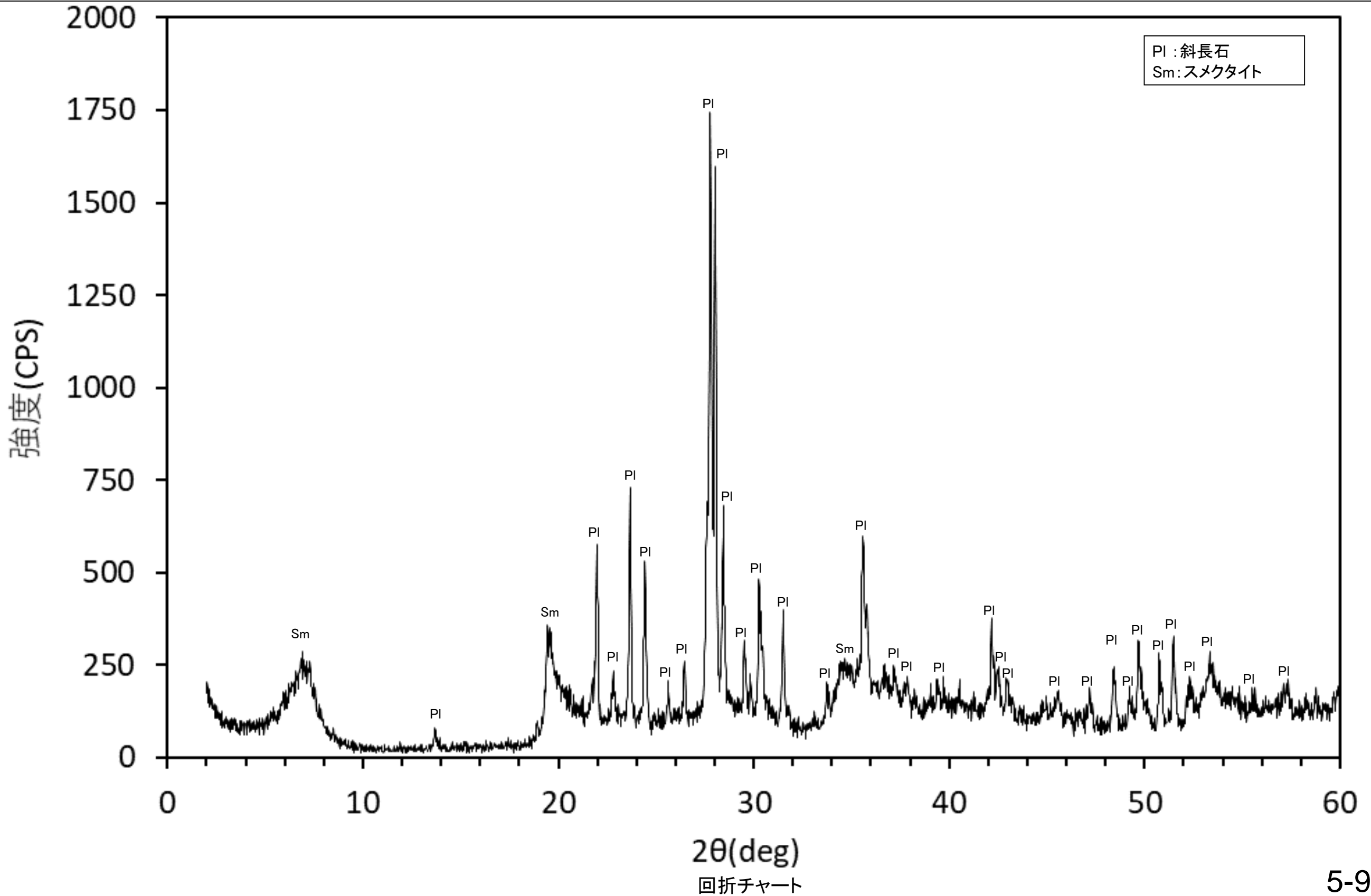
K-2写真(H-0.9-75孔)



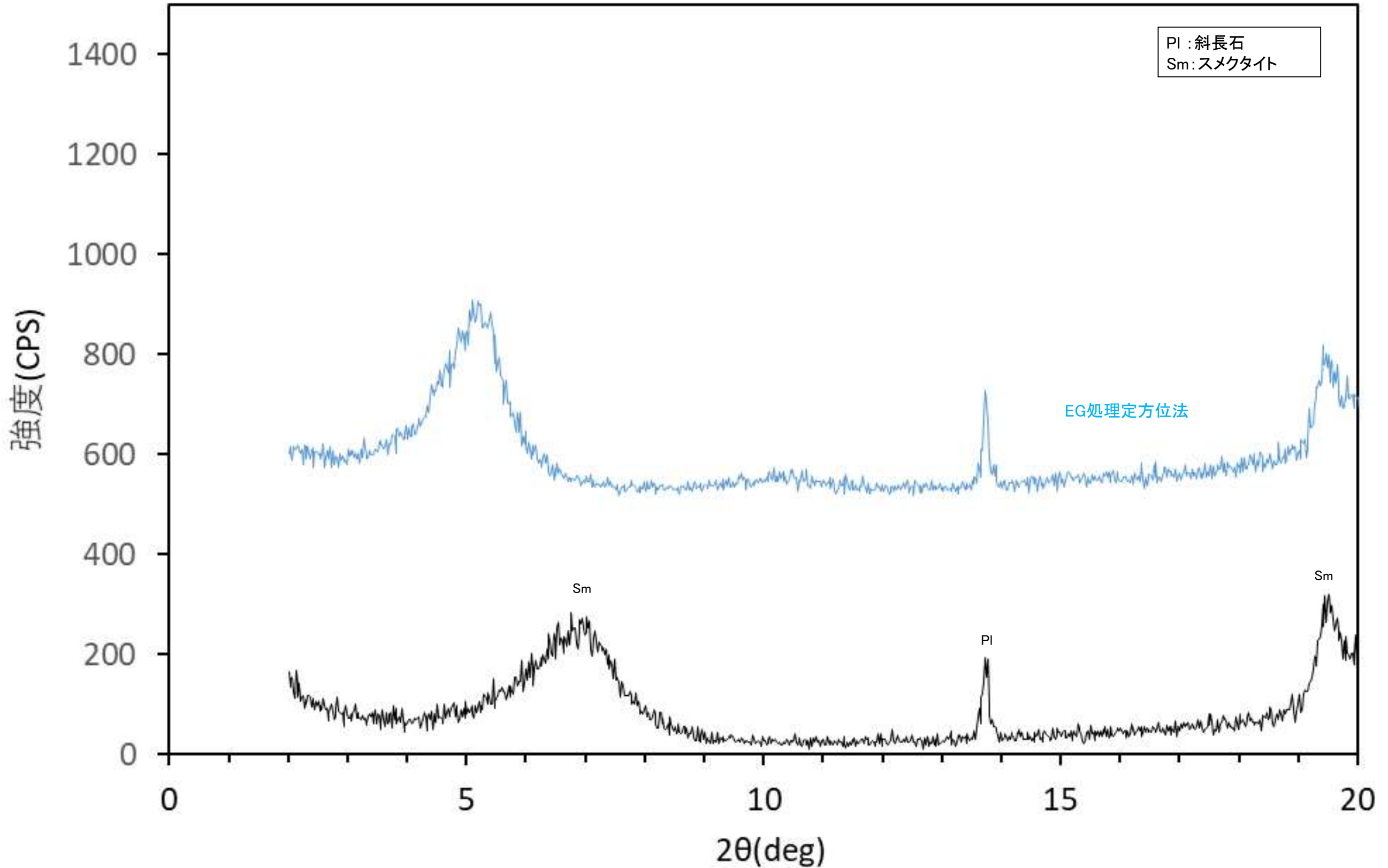
拡大写真(H-0.9-75孔 36.2~36.4m)

【G-1.9-27孔 -X線回折チャート 不定方位】

○鉱物脈で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。



【G-1.9-27孔 X線回折チャート 定方位 EG処理】

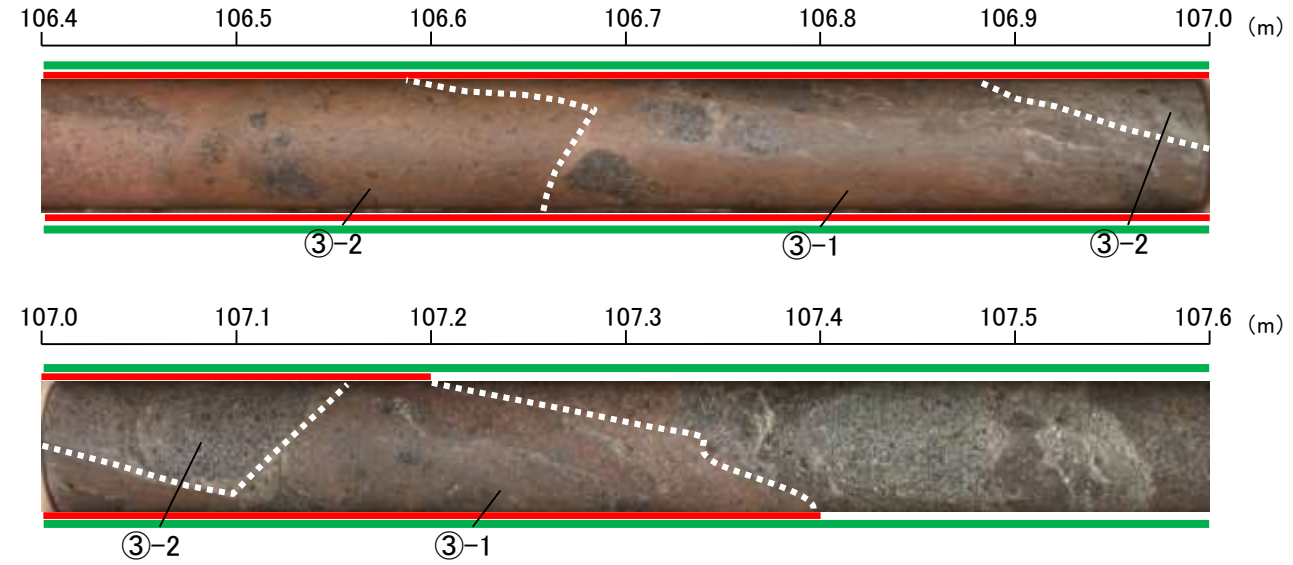
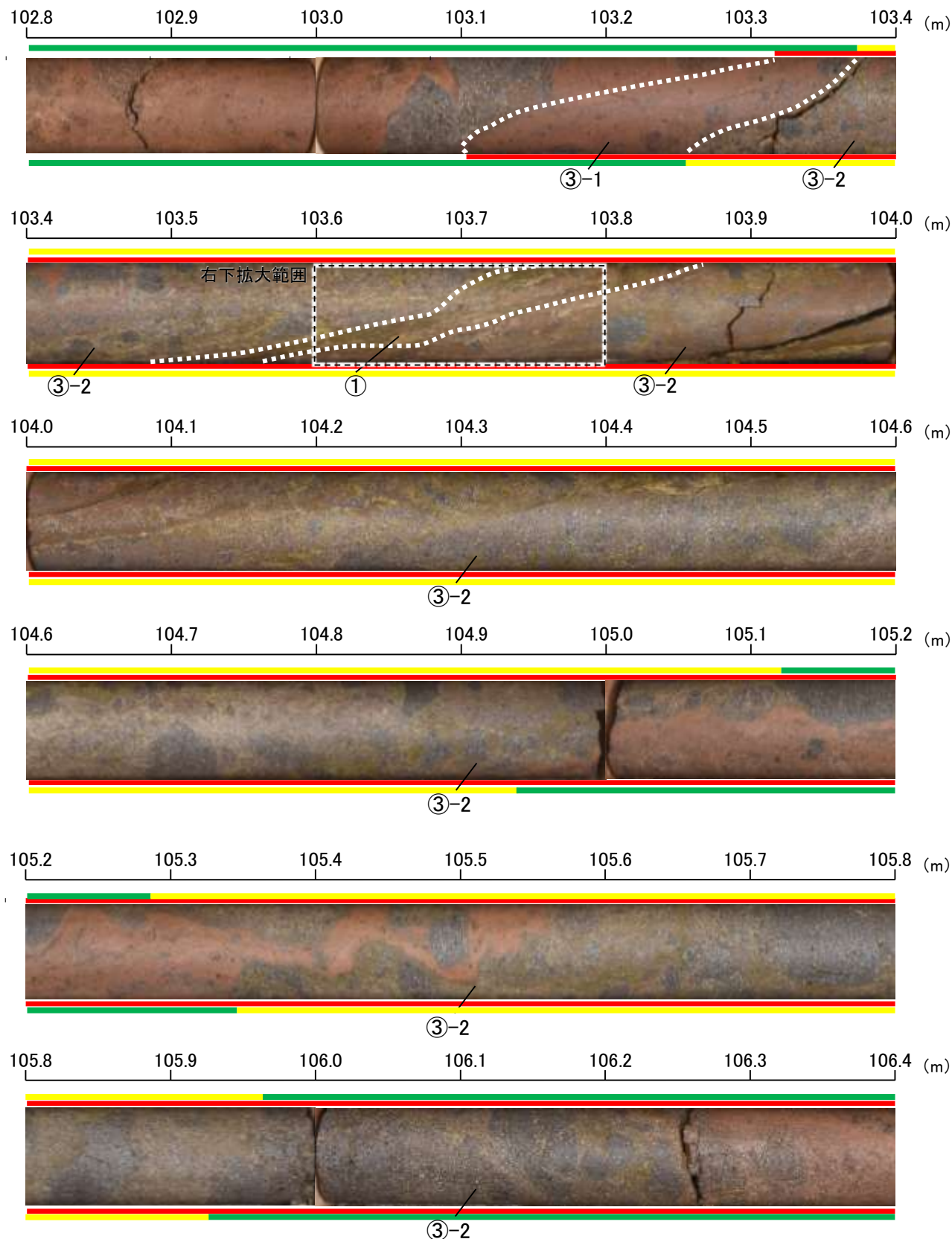


回折チャート
(EG処理も合わせて表示)

【破碎部中に認められた鉱物脈(K-2)】

凡例

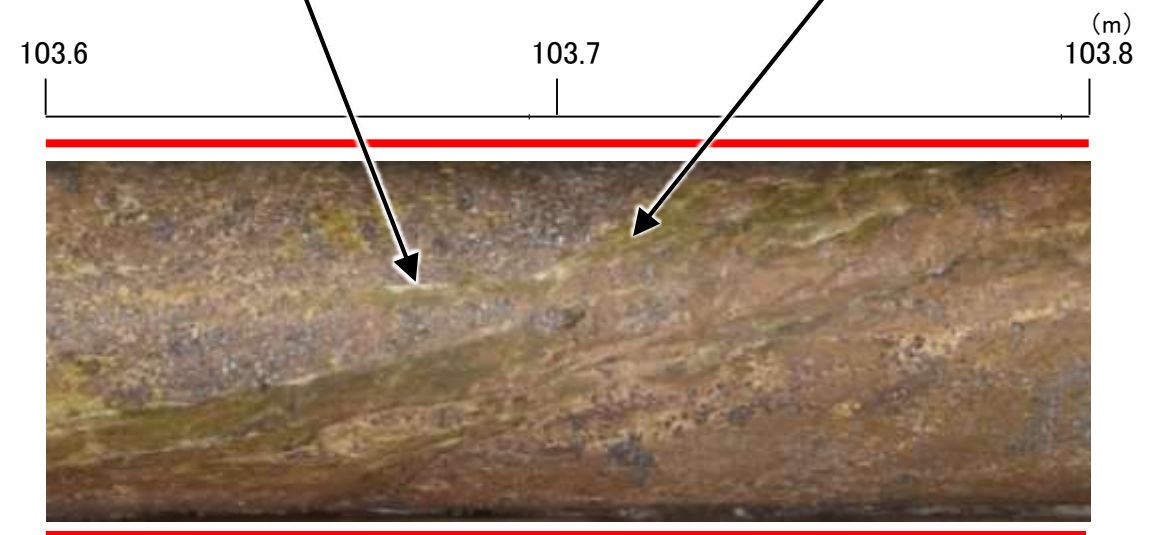
- ① 粘土状破碎部
- ③-1 固結した粘土・砂状破碎部
- ③-2 固結した角礫状破碎部
- 変質している区間(非変質, 弱く変質)
- 変質している区間(変質)



K-2写真(H-1.1孔)

白色の鉱物脈あり。
(XRD分析結果は次頁, 次々頁)

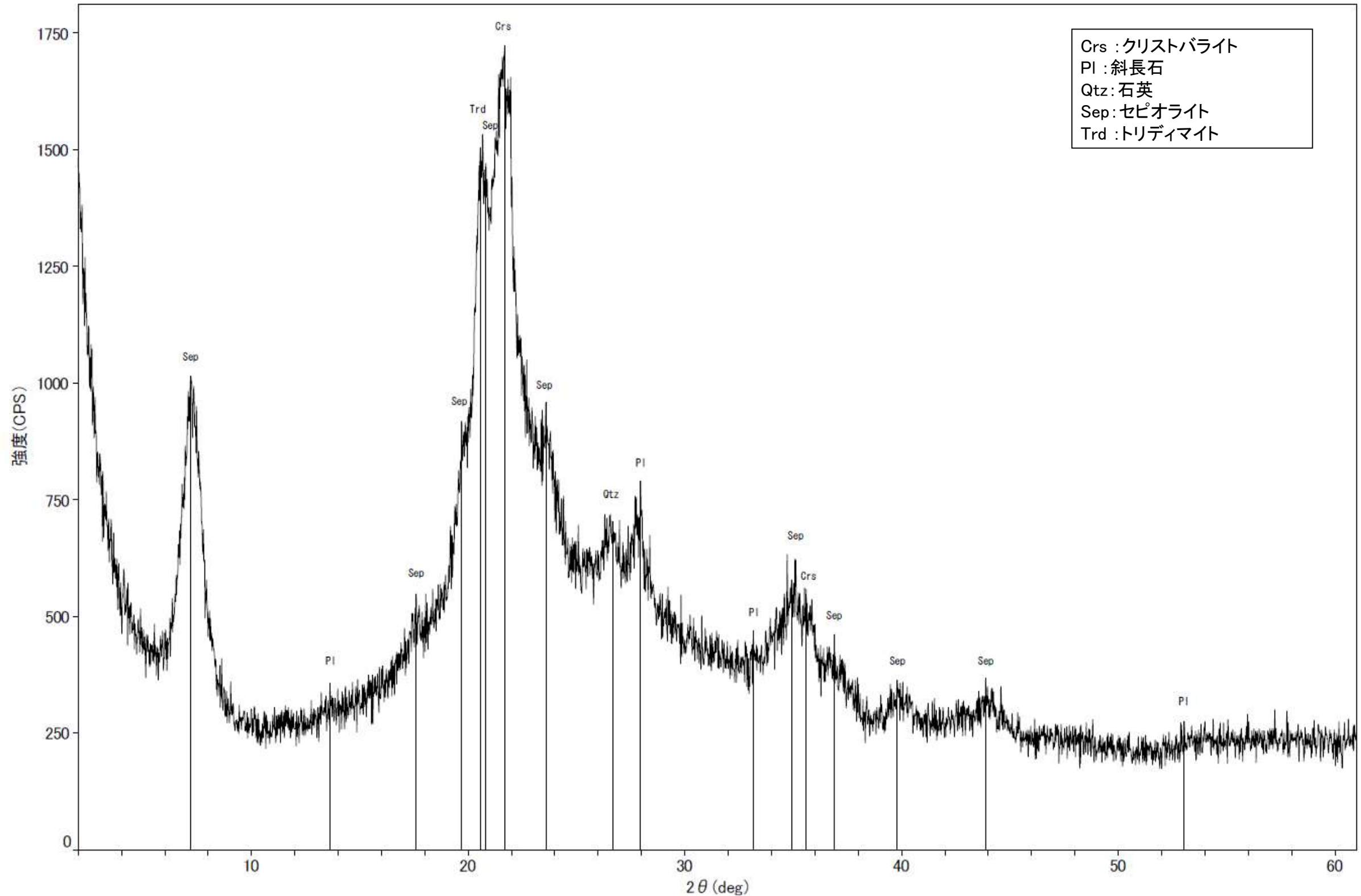
オリーブ色の鉱物脈あり。
(XRD分析結果はP.5-104)



拡大写真(H-1.1孔 103.6~103.8m)

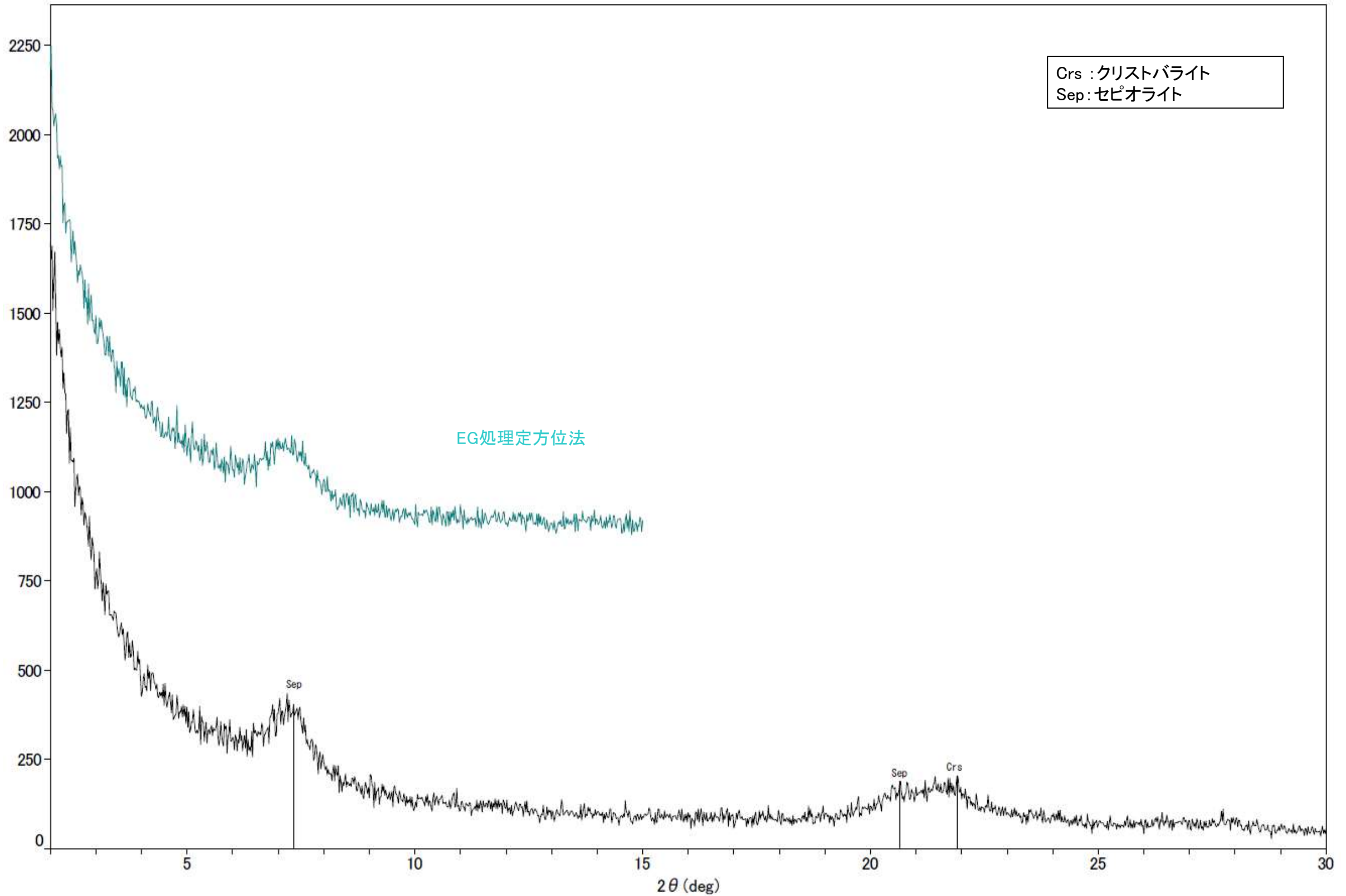
【H-1.1孔(白色の鉱物脈) X線回折チャート 不定方位】

○白色の鉱物脈でXRD分析を実施した結果, クリスタバライトとトリディマイトのピークが見られるため, この白色鉱物脈にはオパールCTが含まれる。



回折チャート

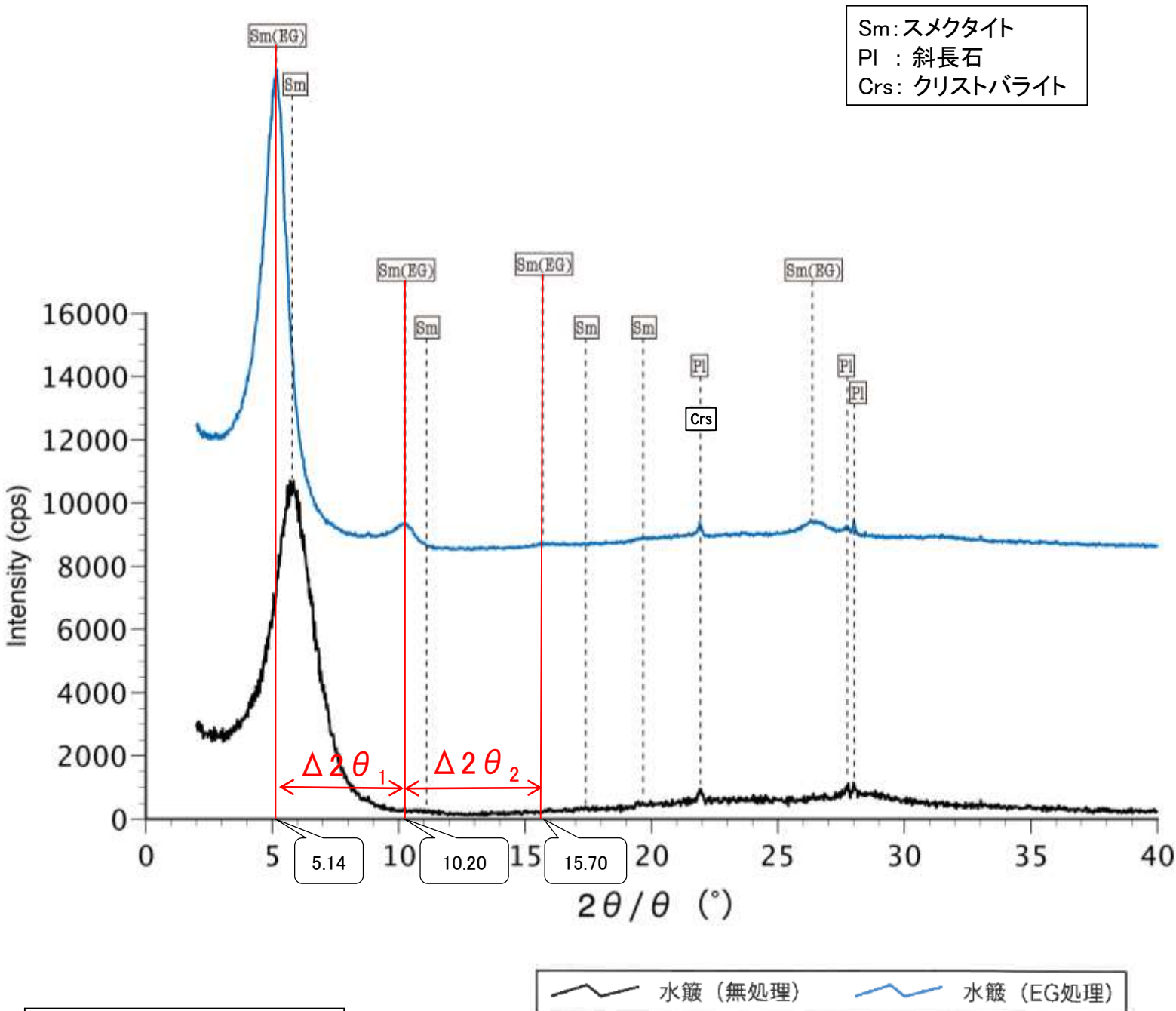
【H-1.1孔(白色の鉱物脈) X線回折チャート 定方位 EG処理】



回折チャート
(EG処理も合わせて表示)

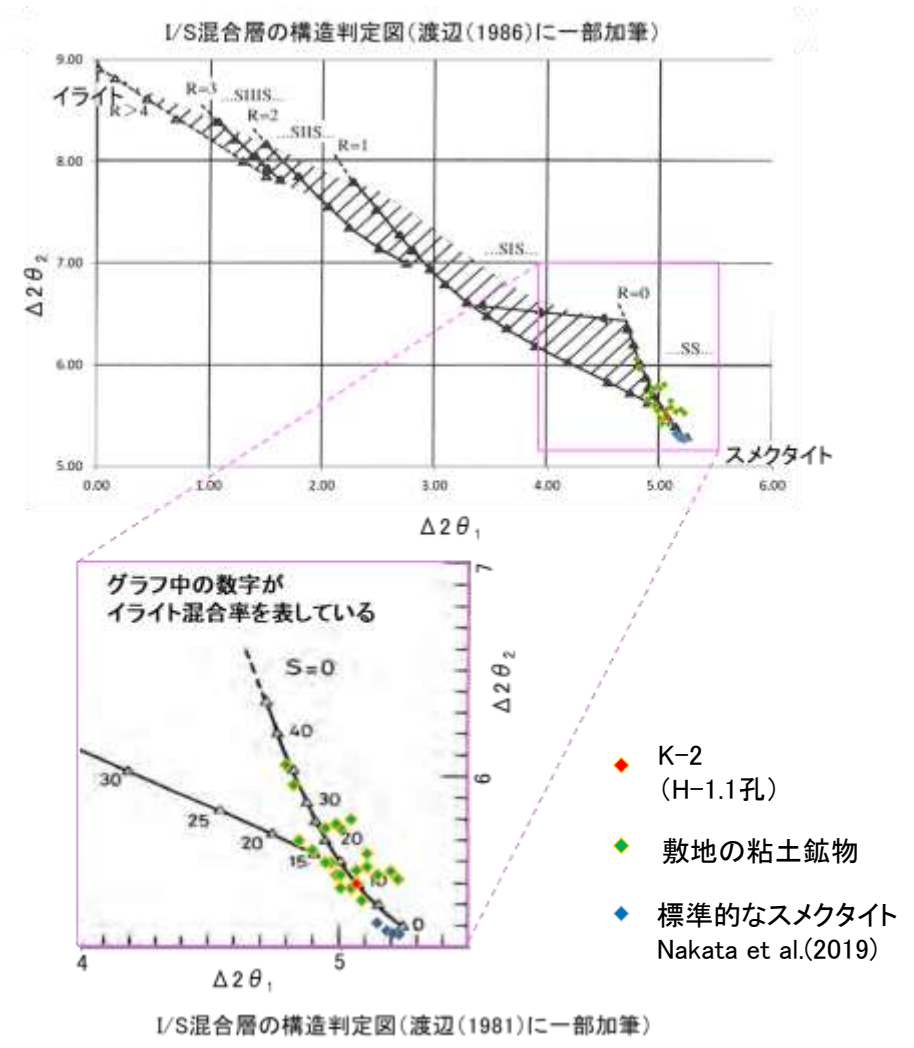
【H-1.1孔(オリーブ色の鉱物脈) X線回折チャート 定方位(粘土分濃集)】

○オリーブ色の鉱物脈でXRD分析(粘土分濃集)による結晶構造判定を実施した結果、粘土鉱物(スメクタイト)はI/S混合層であると判定した。



本試料は、水簸と遠心分離によって、粒径0.2~2.0μmの粘土分を濃集している。

回折チャート
(EG処理も合わせて表示)



EG処理スメクタイトのピーク回折角

①5~8°	5.14°
②9~11°	10.20°
③16~18°	15.70°
Δ2θ ₁ (②-①)	5.06°
Δ2θ ₂ (③-②)	5.50°

I/S混合層構造判定

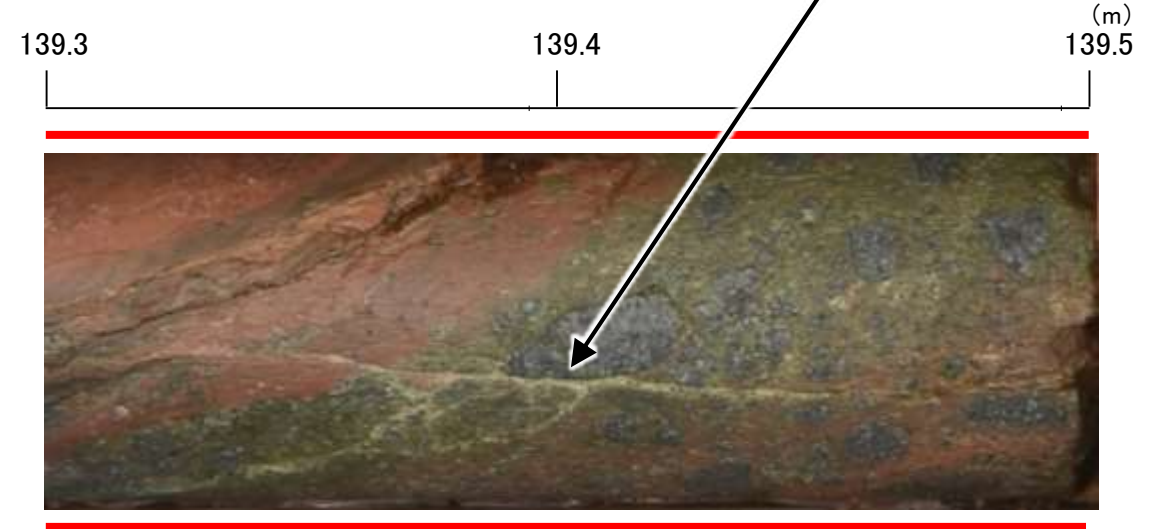
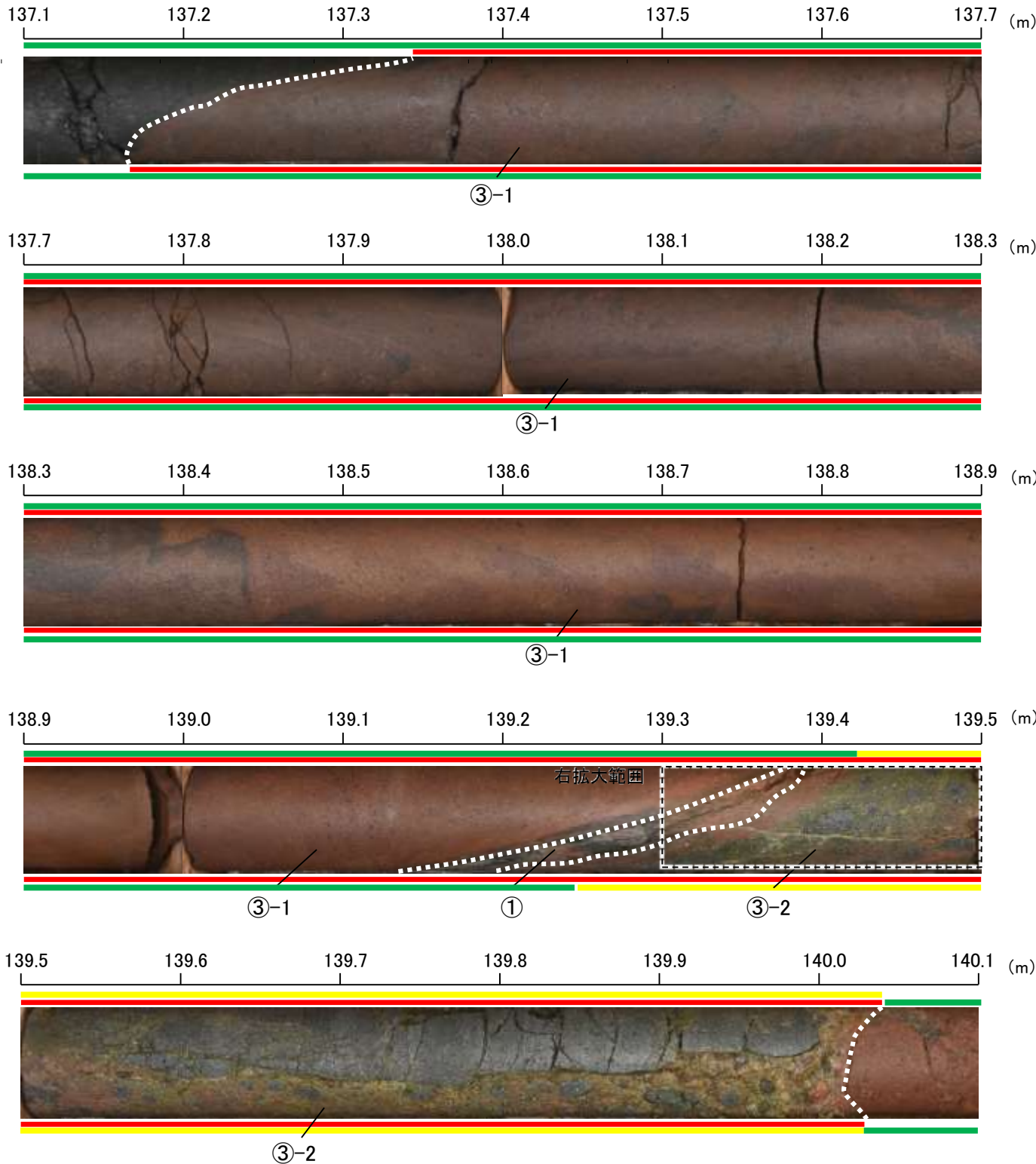
渡辺(1986)によるI/S混合層構造判定	I/S混合層(R=0)
渡辺(1981)によるイライト混合割合	イライトが10%程度混合

【破碎部中に認められた鉱物脈(K-2)】

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
- 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)

浅黄色の鉱物脈あり。



拡大写真(H-1.3-88孔 139.3~139.5m)

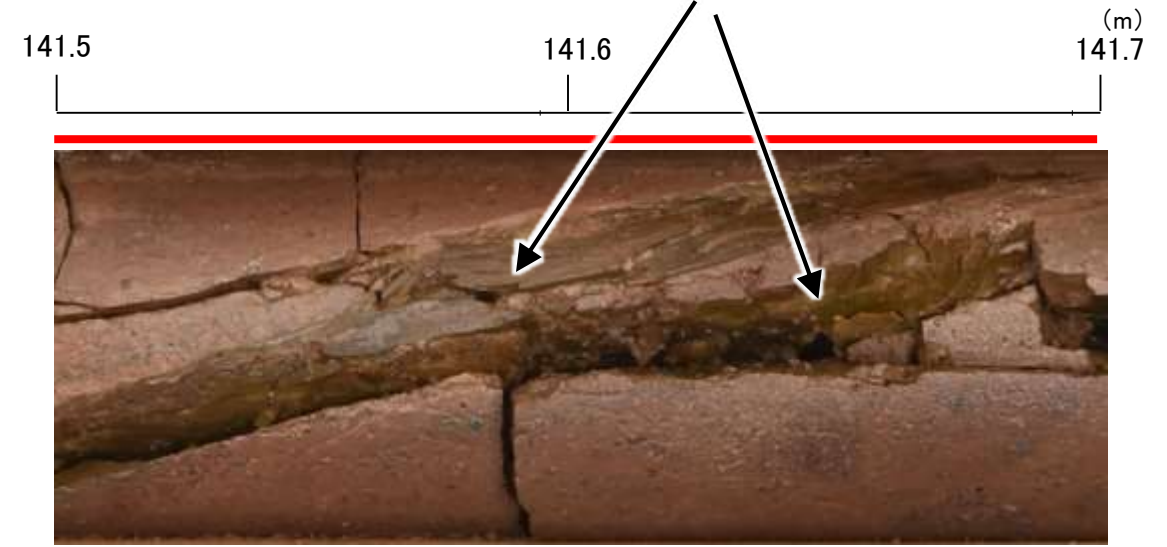
K-2写真(H-1.3-88孔)

【破砕部中に認められた鉱物脈(K-2, K-5)】

凡例

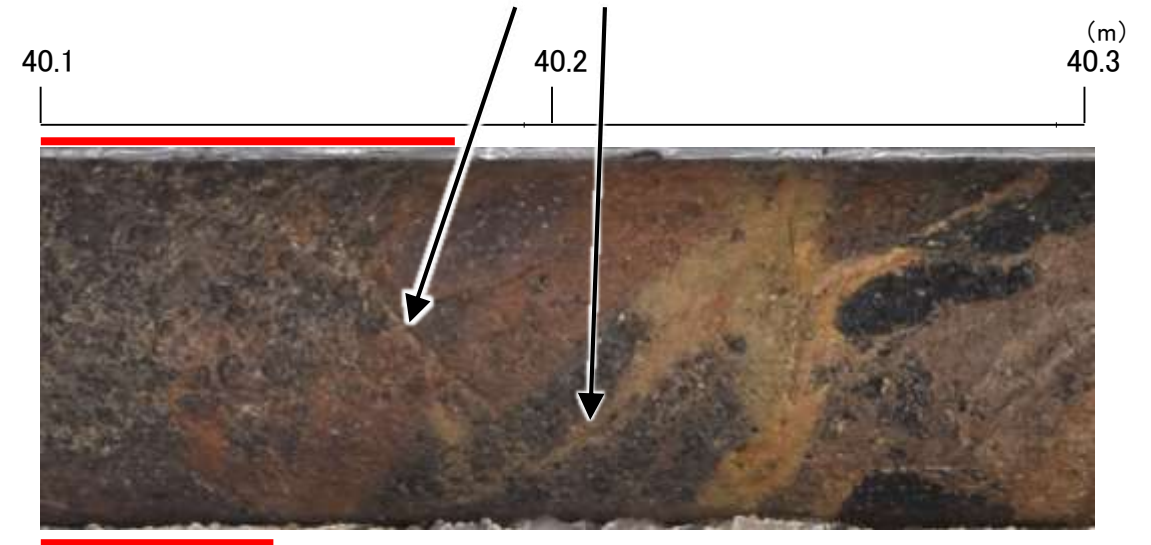
- 破砕部
- ① 粘土状破砕部
- ③-1 固結した粘土・砂状破砕部
- ③-2 固結した角礫状破砕部
- 変質している区間(非変質, 弱く変質)
- 変質している区間(変質)

オリーブ～オリーブ褐色の鉱物脈あり。



拡大写真(H-1.3-88孔 141.5～141.7m)

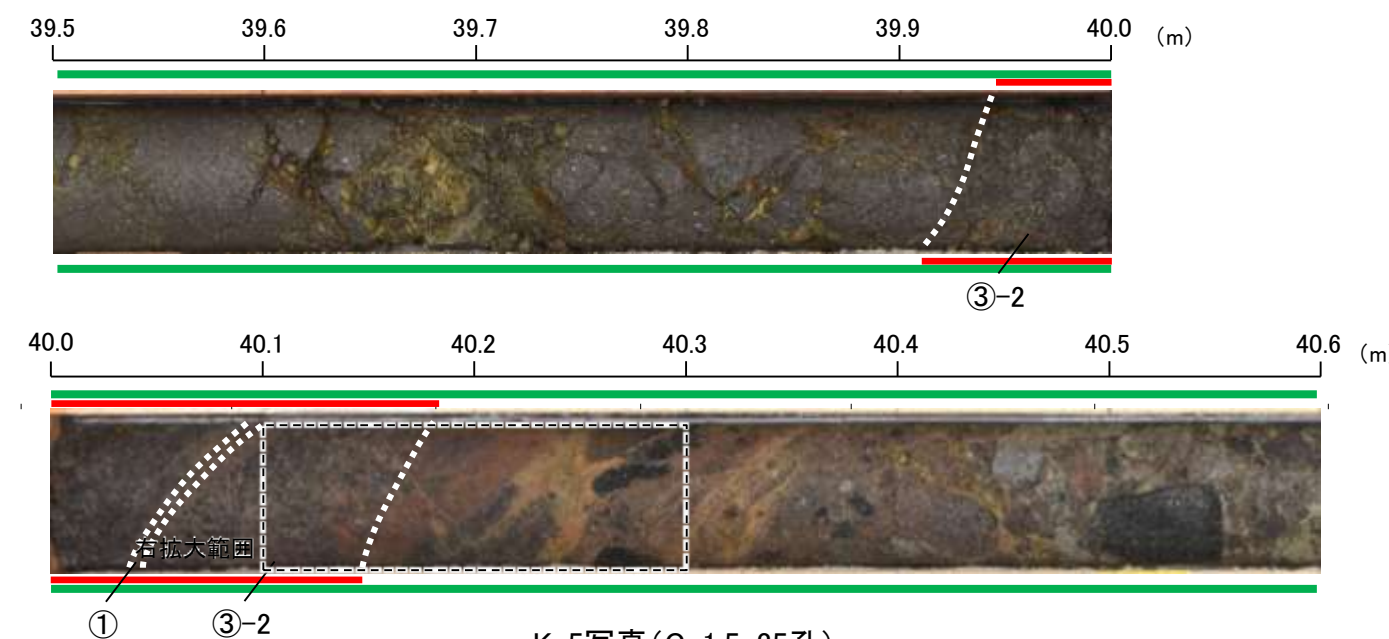
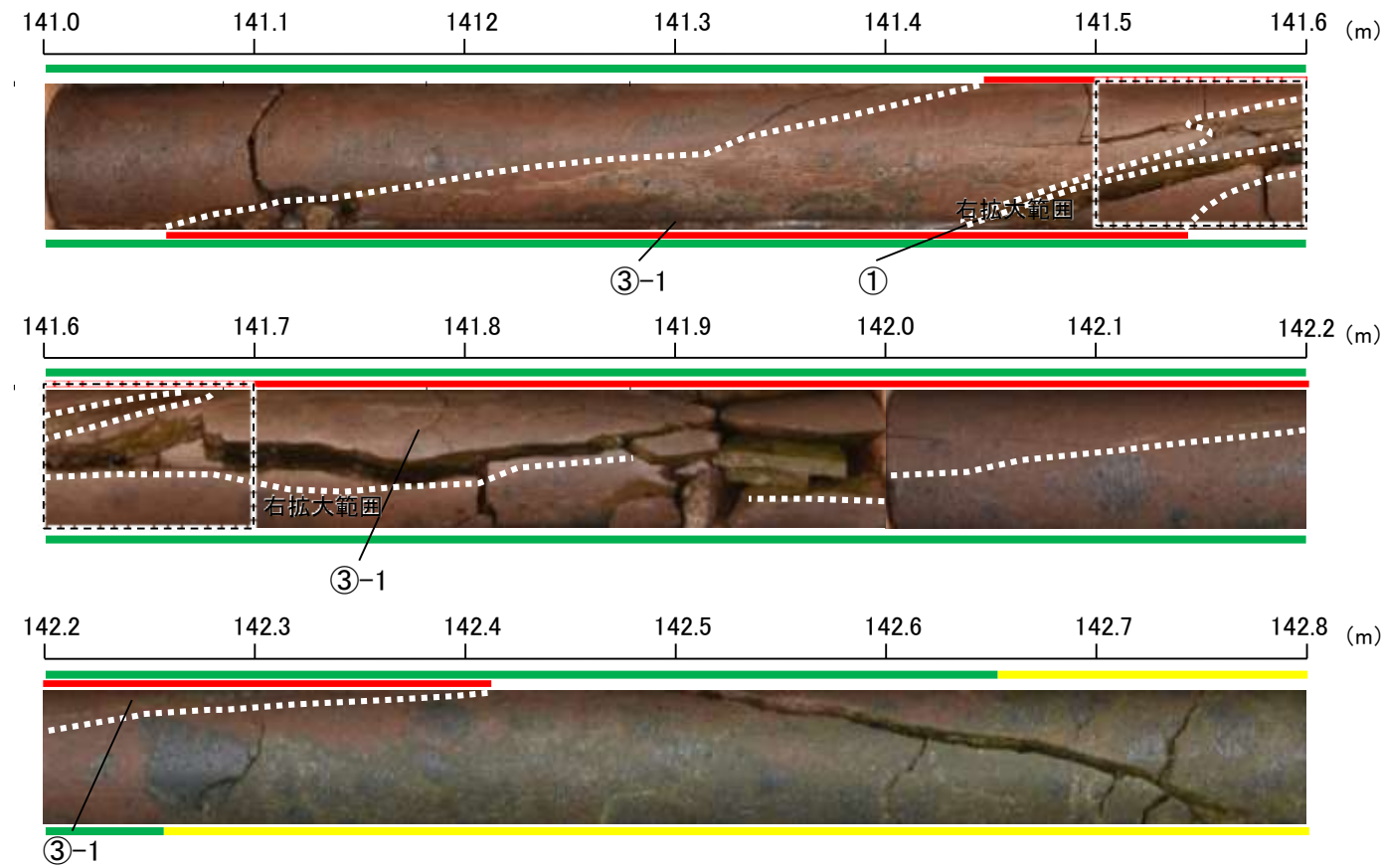
明褐色～オリーブ色の鉱物脈あり。



拡大写真(G-1.5-35孔 40.1～40.3m)

K-2写真(H-1.3-88孔)

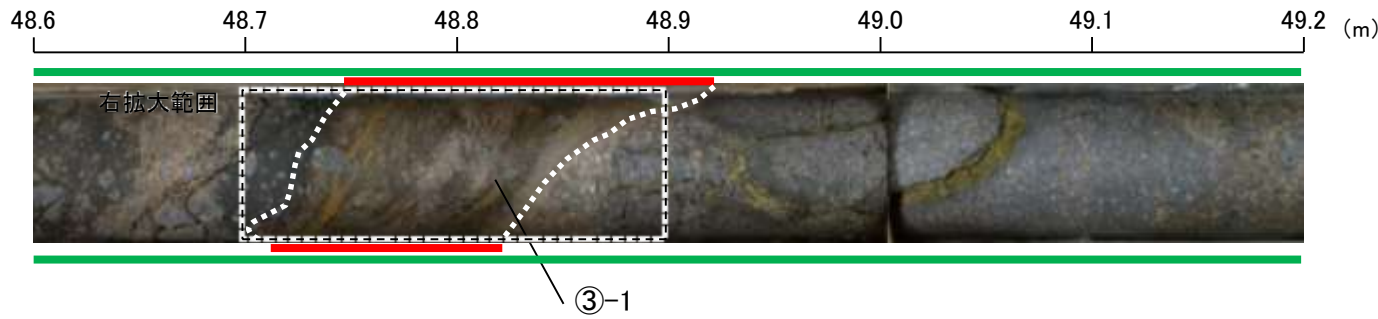
K-5写真(G-1.5-35孔)



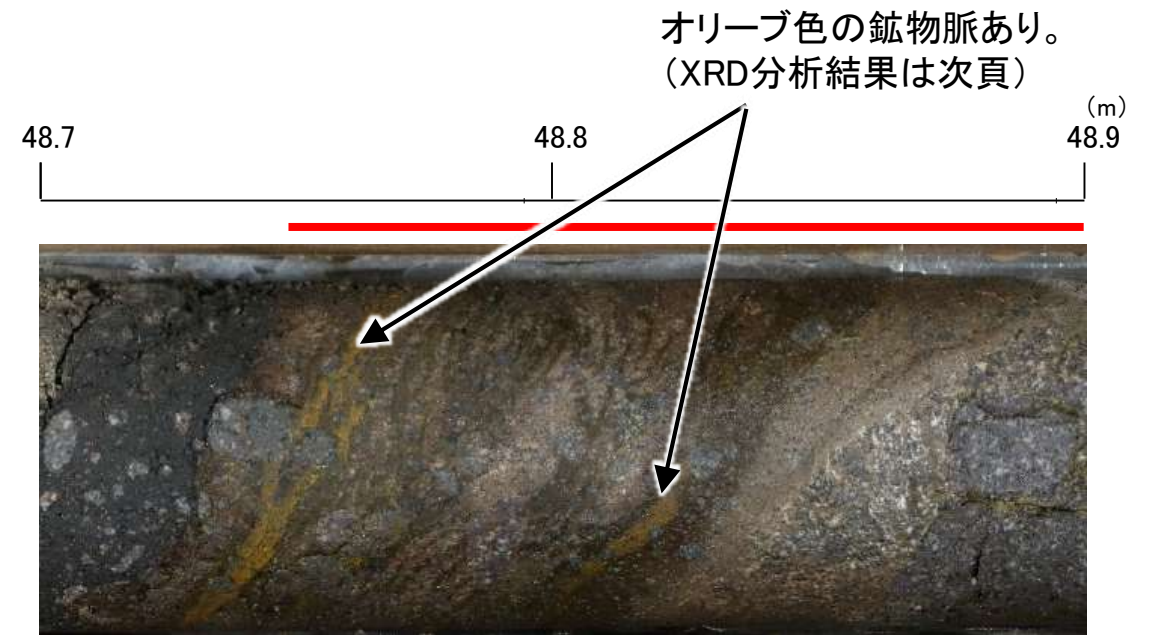
【破砕部中に認められた鉱物脈(K-3, K-16)】

凡例

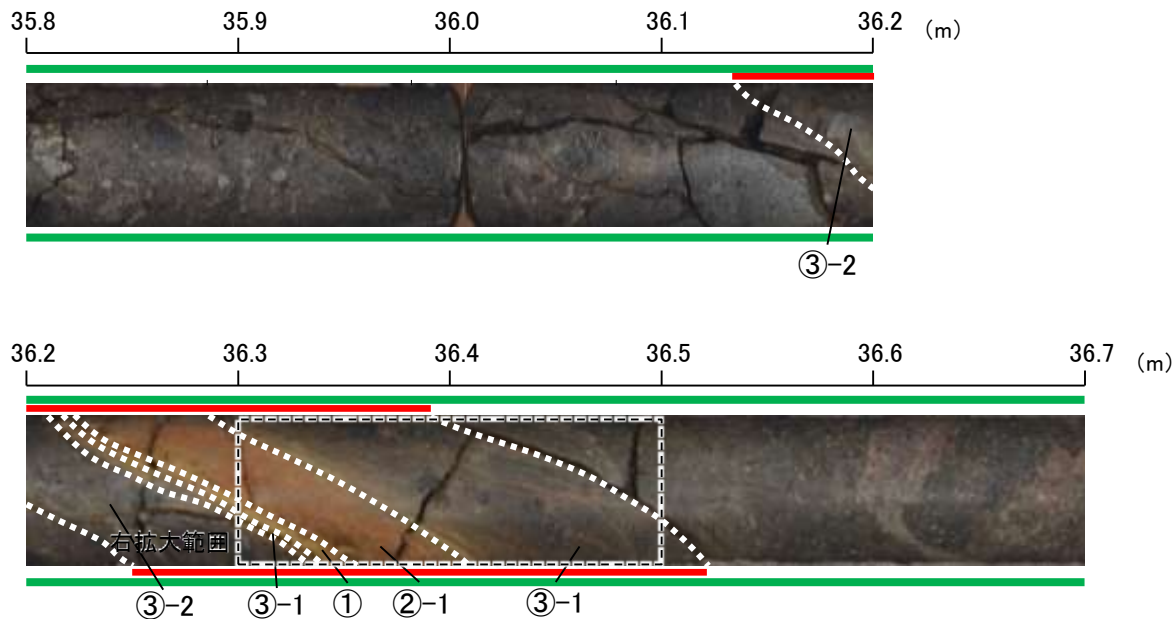
- ① 粘土状破砕部
- ②-1 砂状破砕部
- ③-1 固結した粘土・砂状破砕部
- ③-2 固結した角礫状破砕部
- 変質している区間(非変質, 弱く変質)



K-3写真(M-2.2孔)

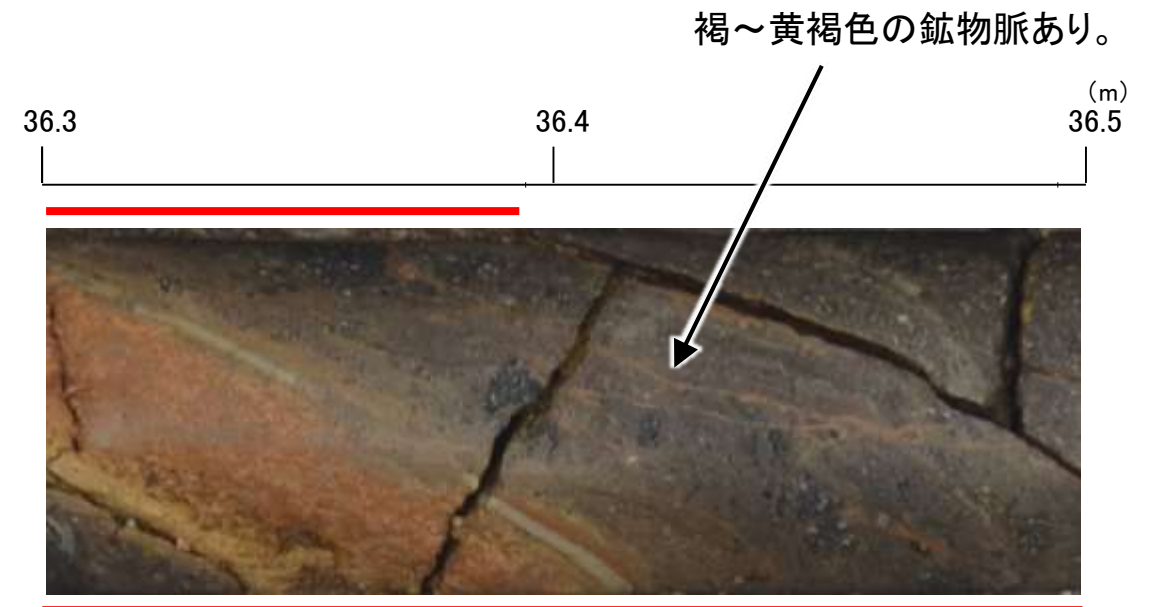


拡大写真(M-2.2孔 48.7~48.9m)



K-16写真(H-1.86孔)

本コアには一部、グラウト影響(白色~灰色)が認められる。

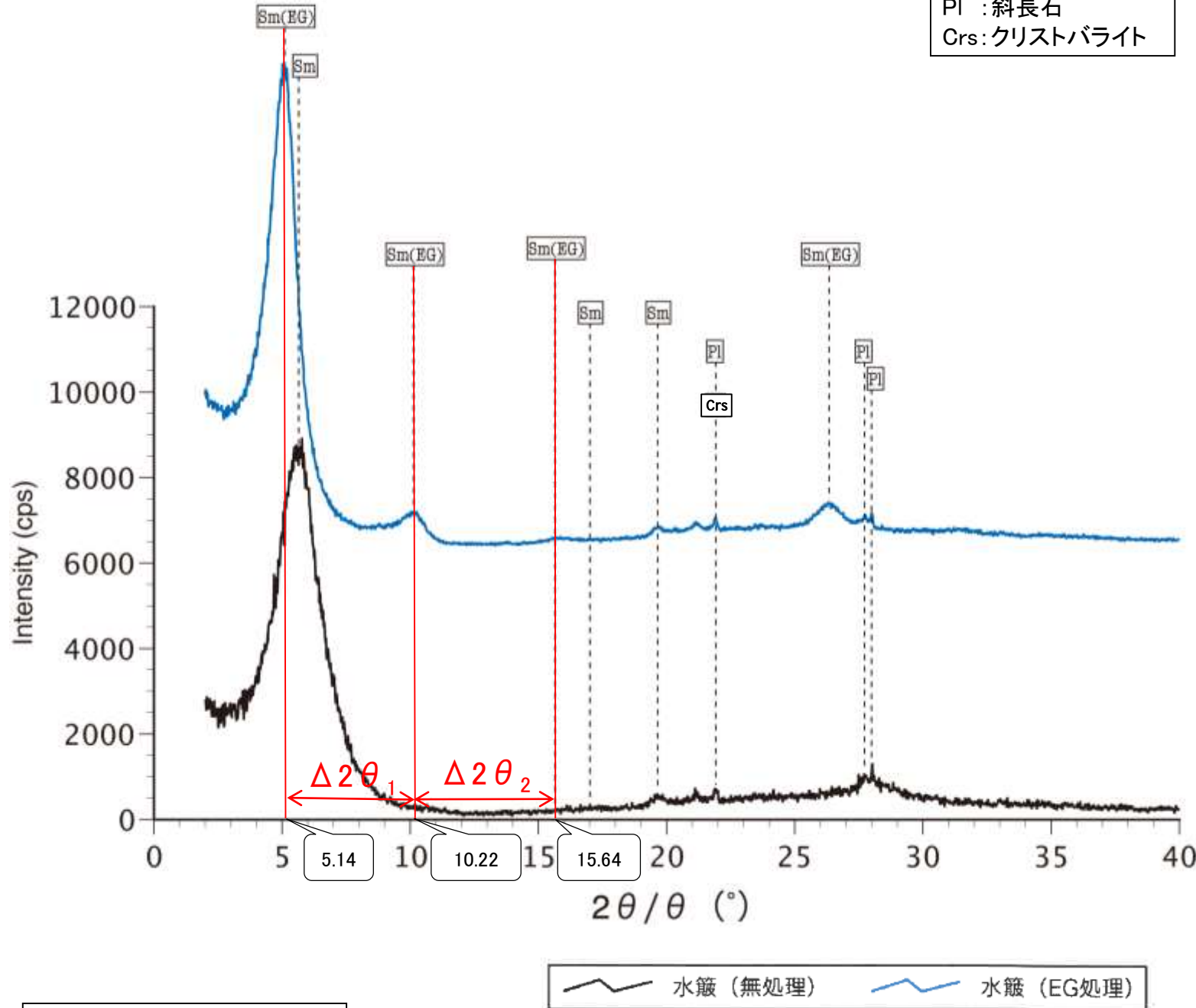


拡大写真(H-1.86孔 36.3~36.5m)

【M-2.2孔 X線回折チャート 定方位(粘土分濃集)】

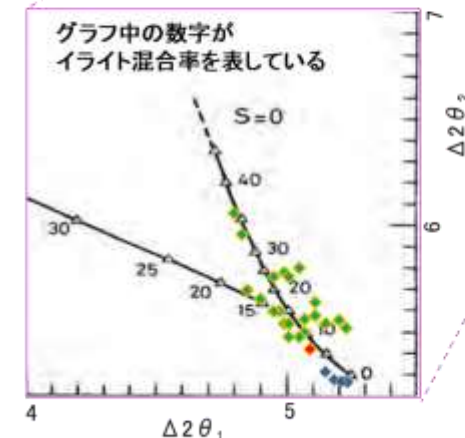
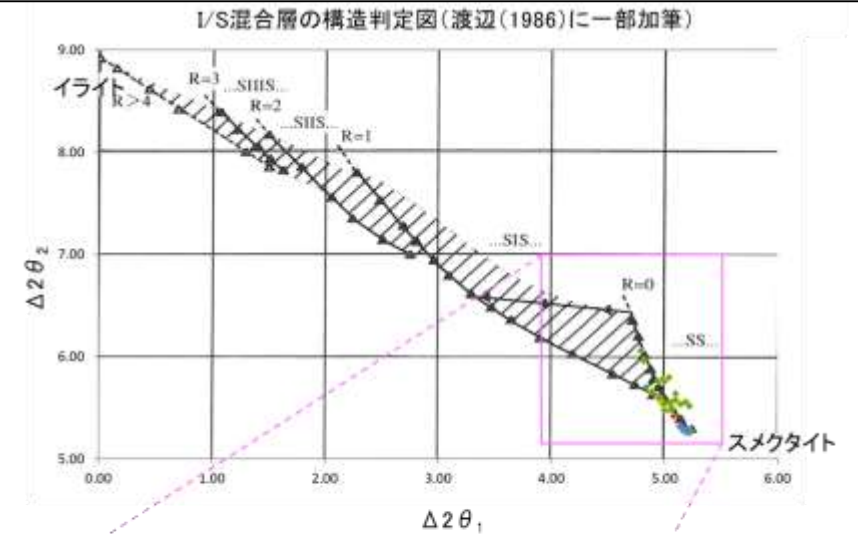
○鉱物脈でXRD分析(粘土分濃集)による結晶構造判定を実施した結果, 粘土鉱物(スメクタイト)はI/S混合層であると判定した。

Sm:スメクタイト
Pl :斜長石
Crs:クリストバライト



本試料は, 水簾と遠心分離
によって, 粒径0.2~2.0 μ mの
粘土分を濃集している。

回折チャート
(EG処理も合わせて表示)



- ◆ K-3(M-2.2孔)
- ◆ 敷地の粘土鉱物
- ◆ 標準的なスメクタイト
Nakata et al.(2019)

EG処理スメクタイトのピーク回折角

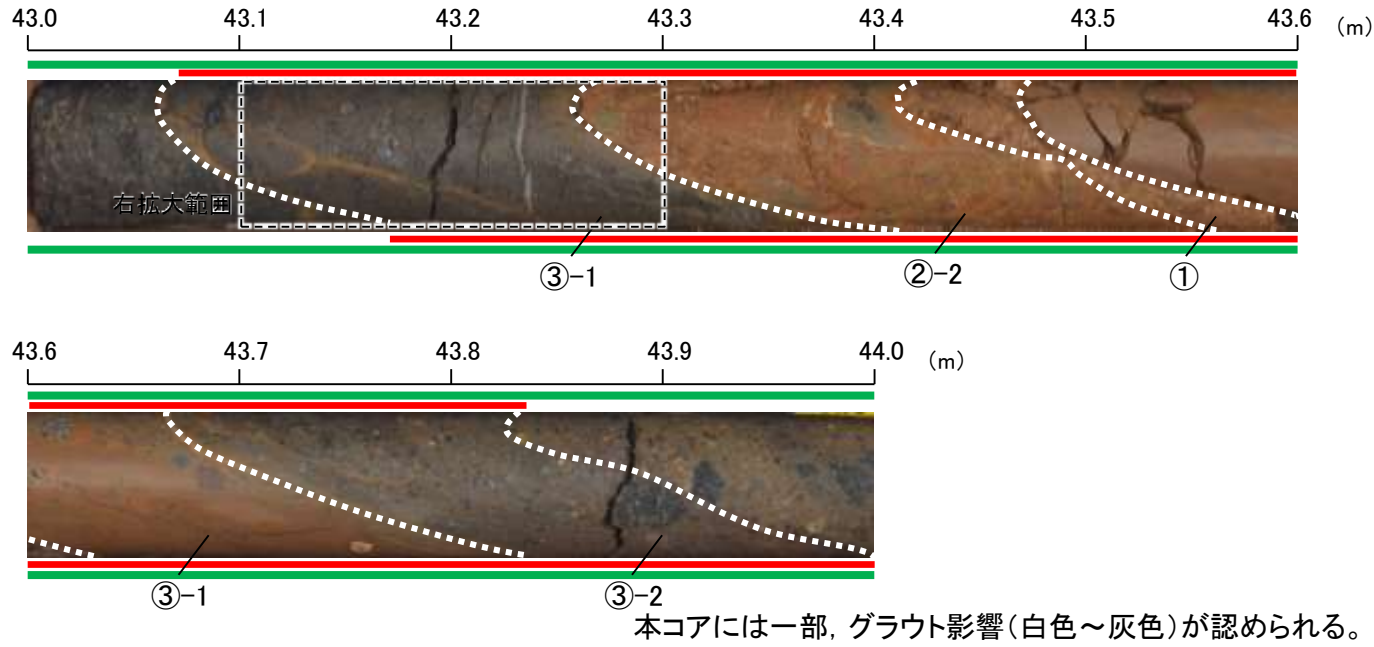
①5~8°	5.14°
②9~11°	10.22°
③16~18°	15.64°
$\Delta 2\theta_1$ (②-①)	5.08°
$\Delta 2\theta_2$ (③-②)	5.42°

I/S混合層構造判定

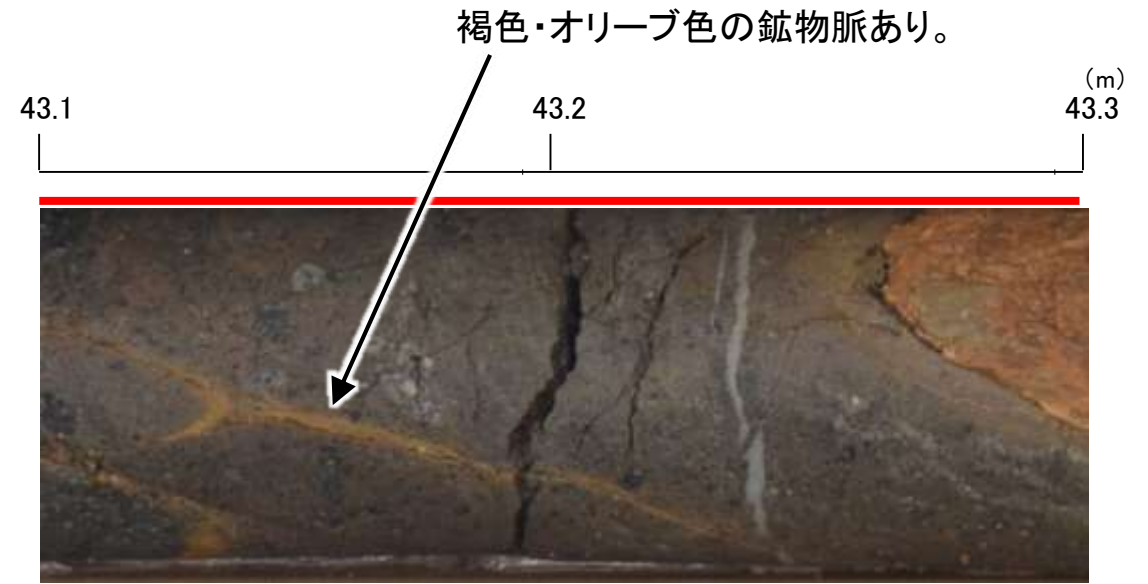
渡辺(1986)による I/S混合層構造判定	I/S混合層(R=0)
渡辺(1981)による イライト混合割合	イライトが10%程度混合

【破砕部中に認められた鉱物脈(K-16)】

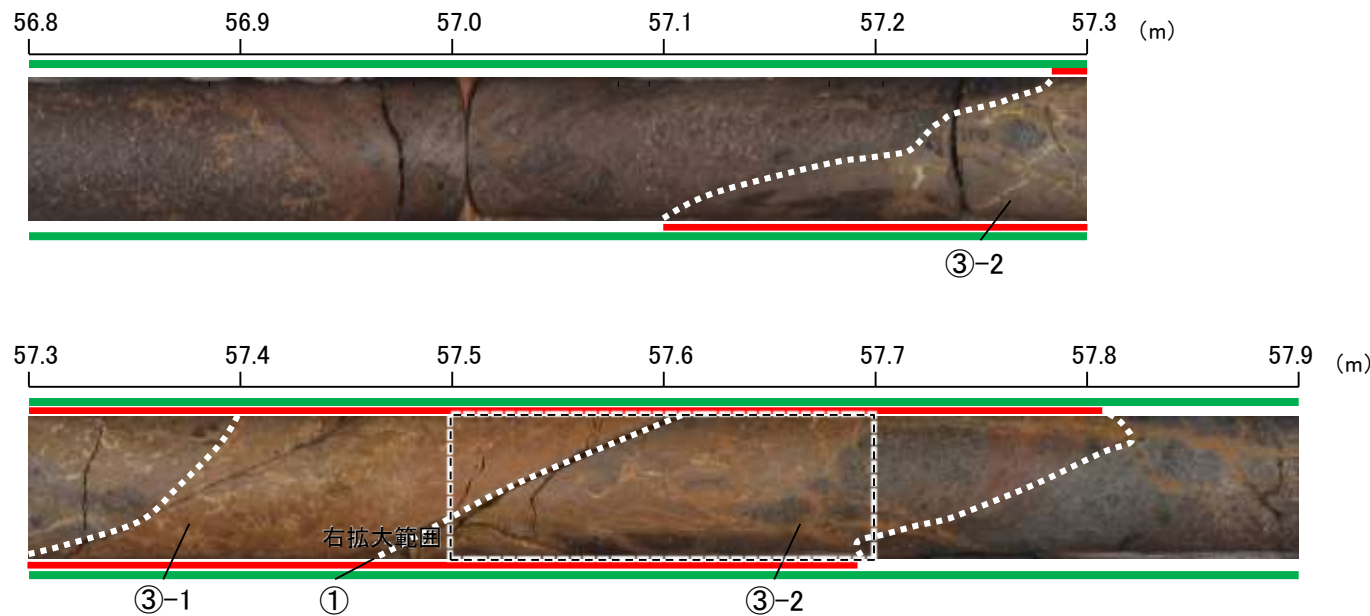
- 凡例
- ① 粘土状破砕部
 - ②-2 角礫状破砕部
 - ③-1 固結した粘土・砂状破砕部
 - ③-2 固結した角礫状破砕部
 - 変質している区間(非変質, 弱く変質)



K-16写真(H-1.80孔)



拡大写真(H-1.80孔 43.1～43.3m)



K-16写真(H-1.7孔)

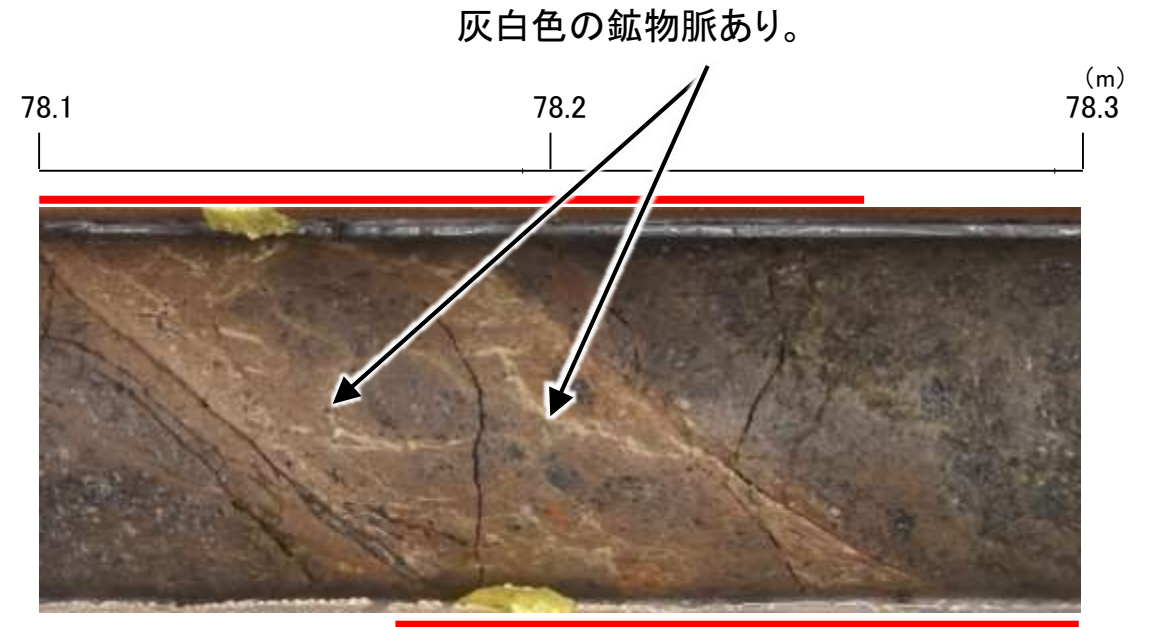
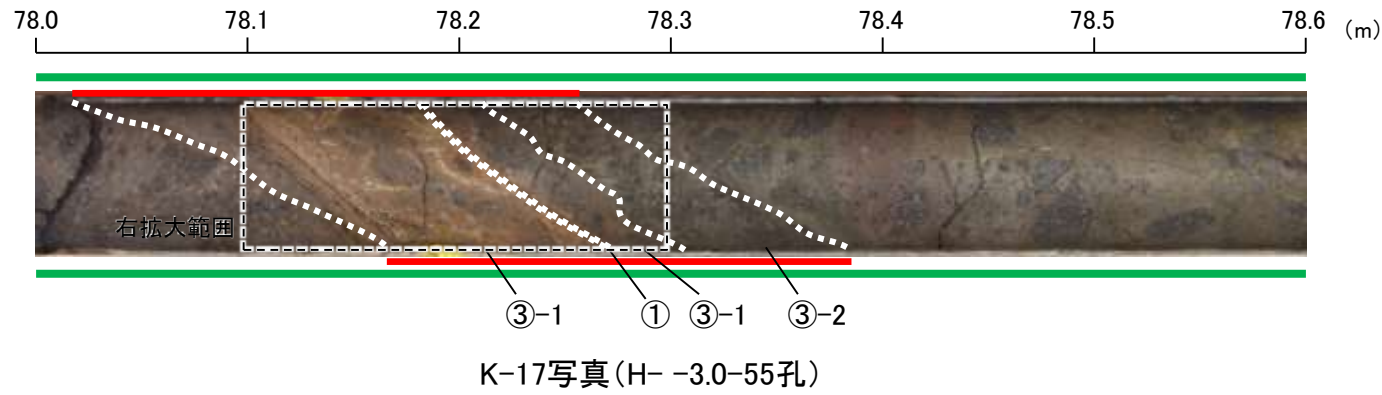


拡大写真(H-1.7孔 57.5～57.7m)

【破砕部中に認められた鉱物脈(K-17)】

凡例

- 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
- 変質している区間(非変質, 弱く変質)



拡大写真(H-3.0-55孔 78.1~78.3m)

5.2.1(3) 最新面と最新面付近の変質鉱物

5.2.1 (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 —

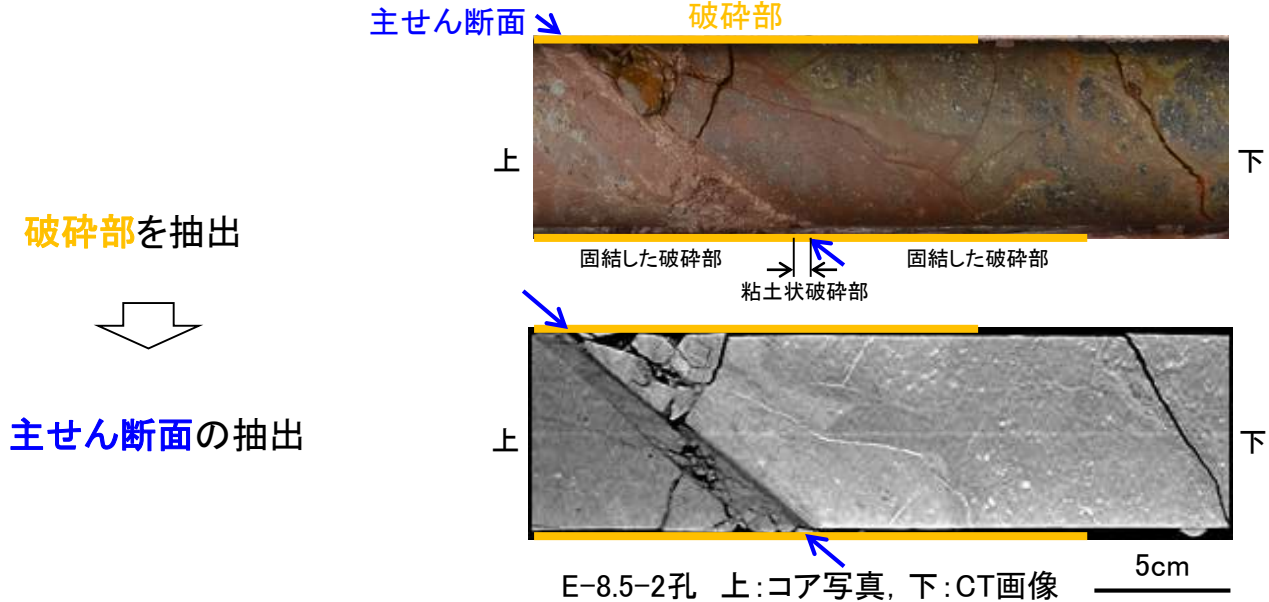
- 鉱物脈法による活動性評価にあたっては、断層の最新活動時期を表す最新面を適切に認定し、変質鉱物との接触関係を確認することが重要となる。
- この最新面の認定にあたっては、まず巨視的観察により破碎部から主せん断面を抽出する。その上で、主せん断面を薄片による微視的観察により観察して最新ゾーンを抽出し、最新ゾーン中で抽出した全てのY面の中から最新面を認定する。

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)

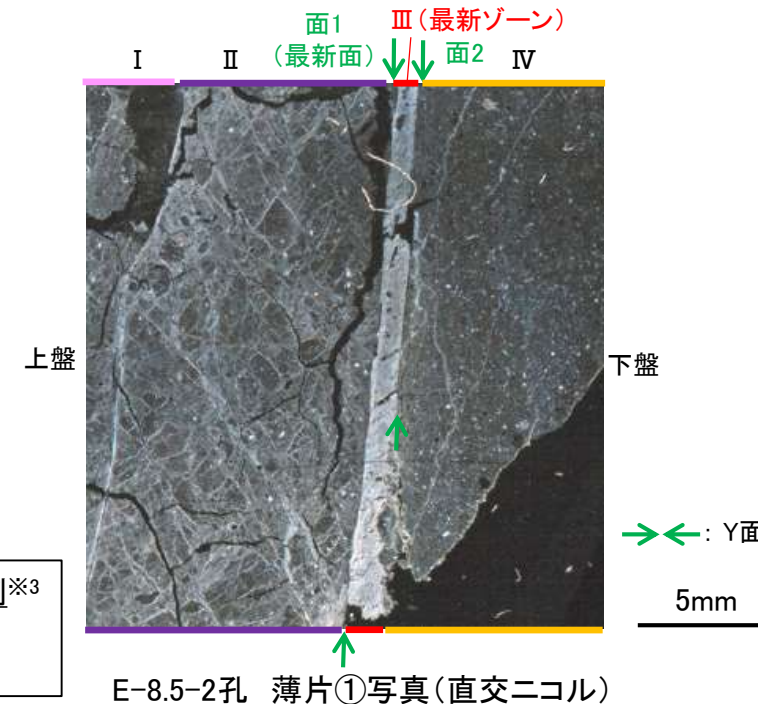


微視的観察(薄片観察)

最新ゾーンを抽出

Y面を抽出

最新面の認定※1, 2



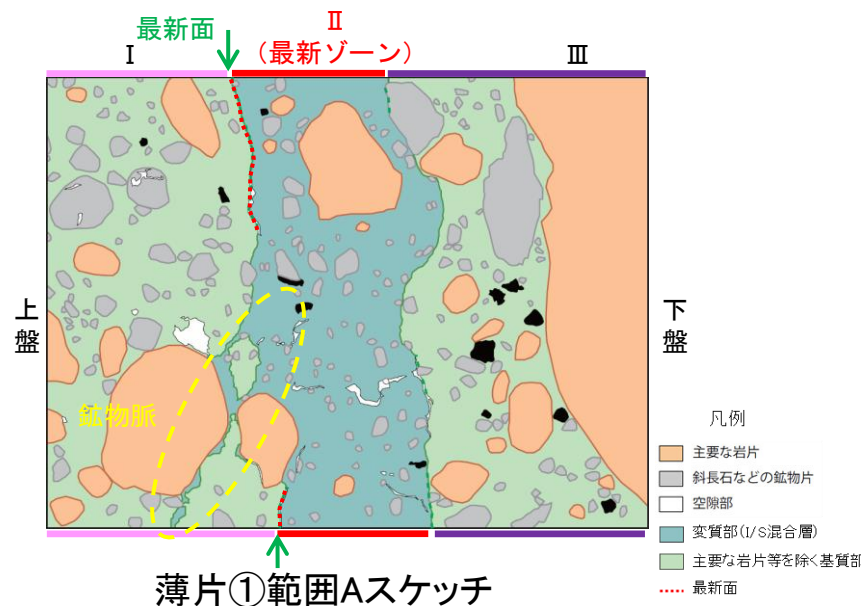
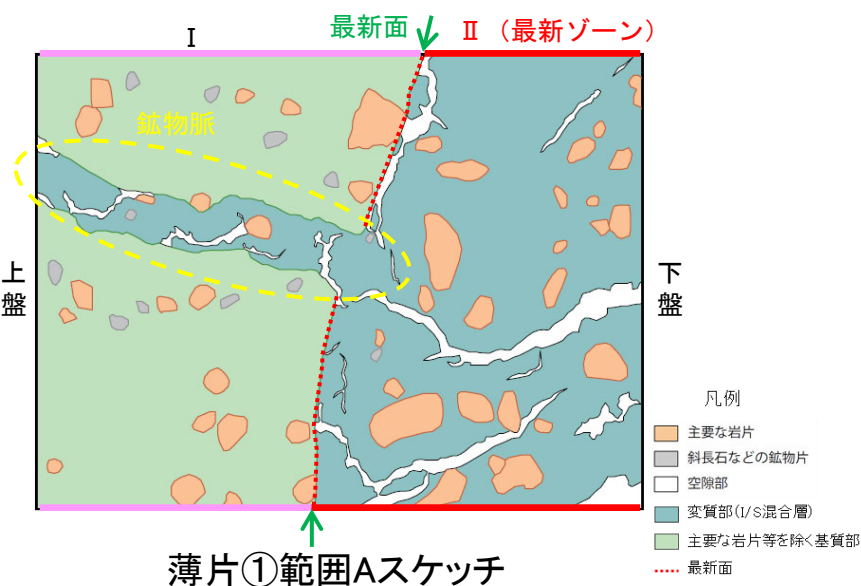
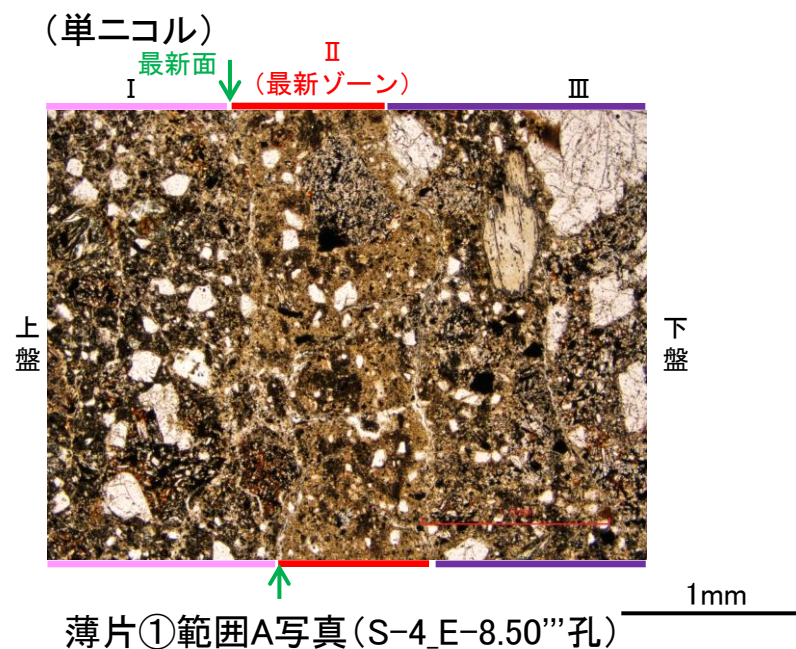
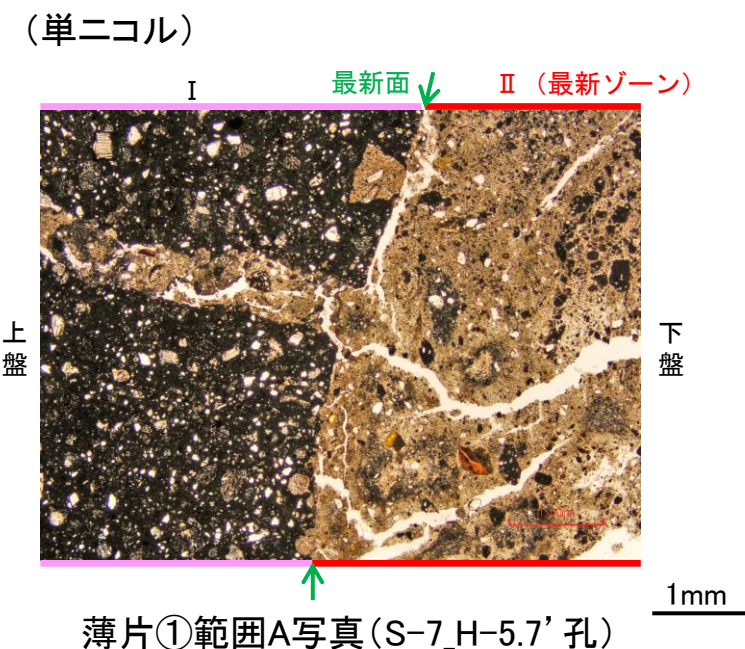
分帯とコア観察における破碎部区分との対応例※3
 ・分帯 III (最新ゾーン) ... 粘土状破碎部
 ・分帯 I, 分帯 II, 分帯 IV ... 固結した破碎部

※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。

5.2.1 (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。

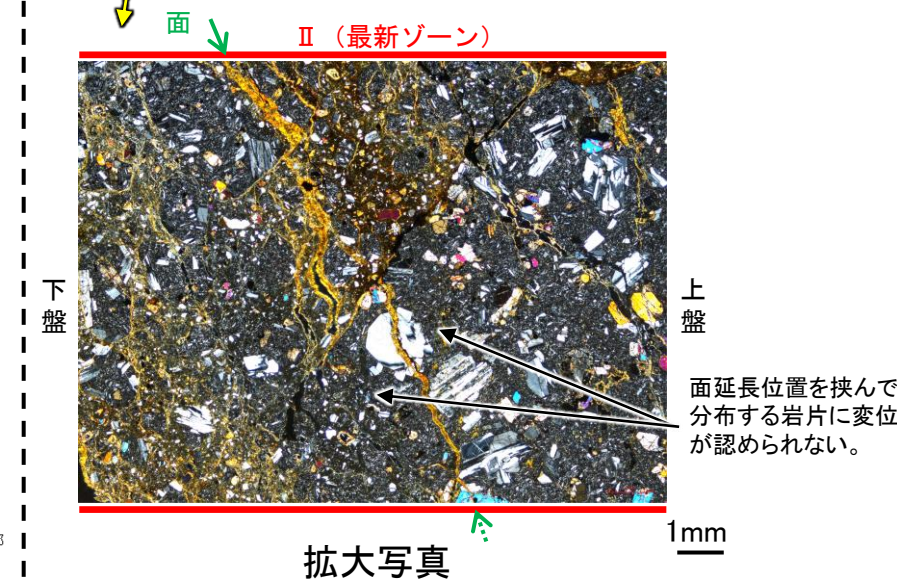
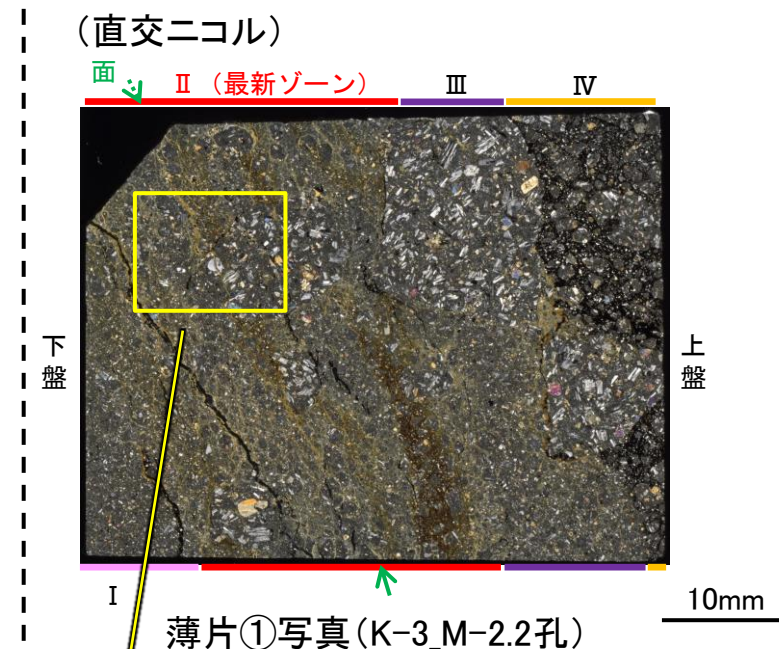
最新面と鉱物脈との切り合い関係が明確な例



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。

5.2.1 (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

断層名	孔名	粘土状破砕部			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)			測点番号	針貫入勾配 (N/mm)	平均値 (N/mm)		
S-1	O-16孔	a	3	3	S-1	O-16孔	f	50	46		
		b	2				g	50			
	c	2	h	50							
S-2・S-6	H-6.5孔	d	3	3		S-1	J-9'孔	i		33	63
		e	2					j		50	
								k		50	
					l	100					
					m	50					
					n	33	71				
					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



調査位置図

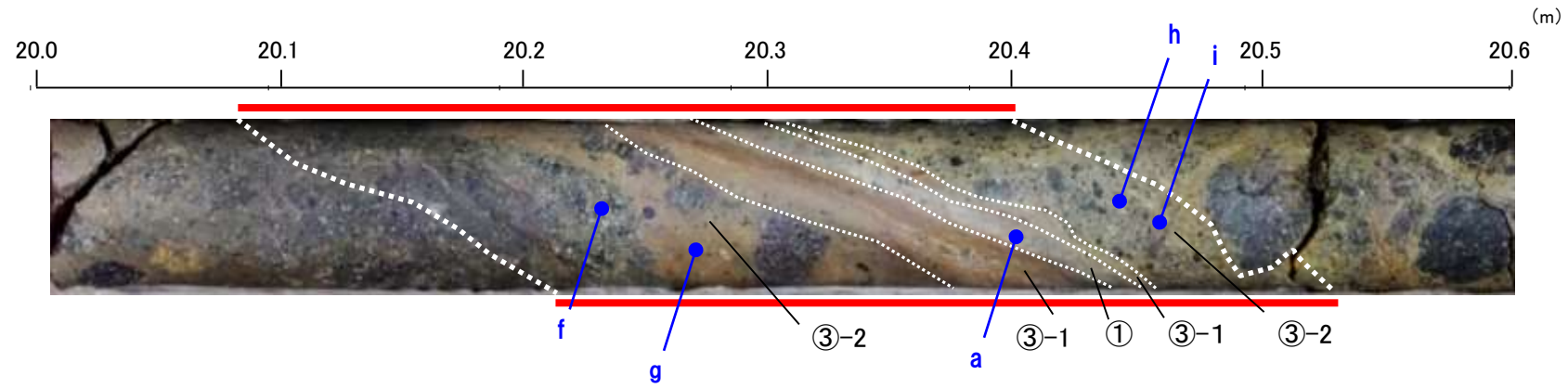
【針貫入試験の測定方法】

- ・粘土状破砕部及び固結した破砕部に針を貫入し、その貫入長さや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

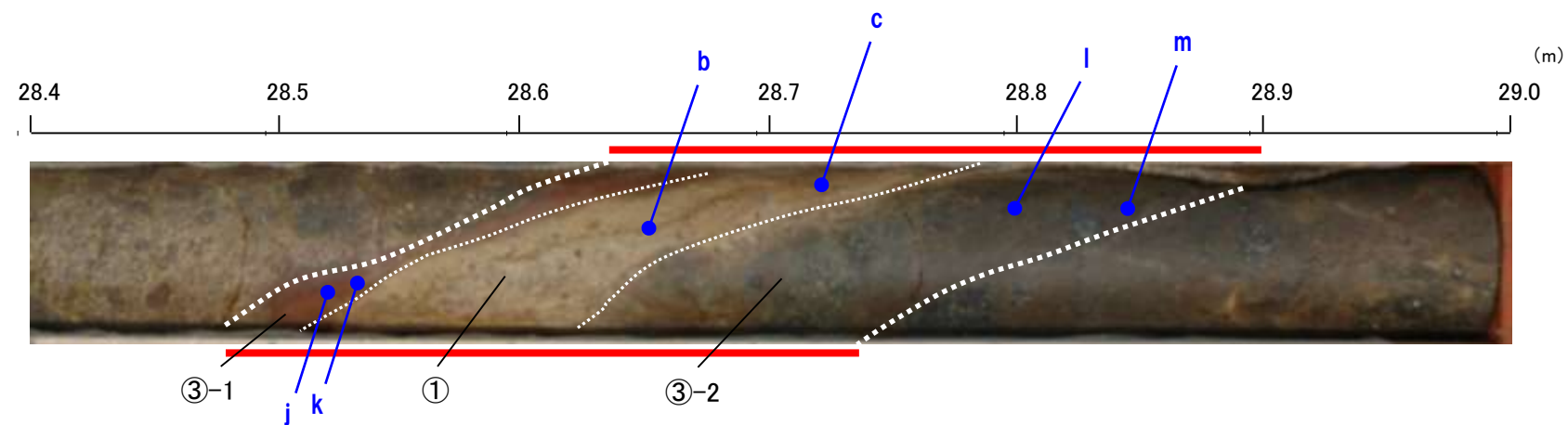
【針貫入試験実施位置】

== 破砕部

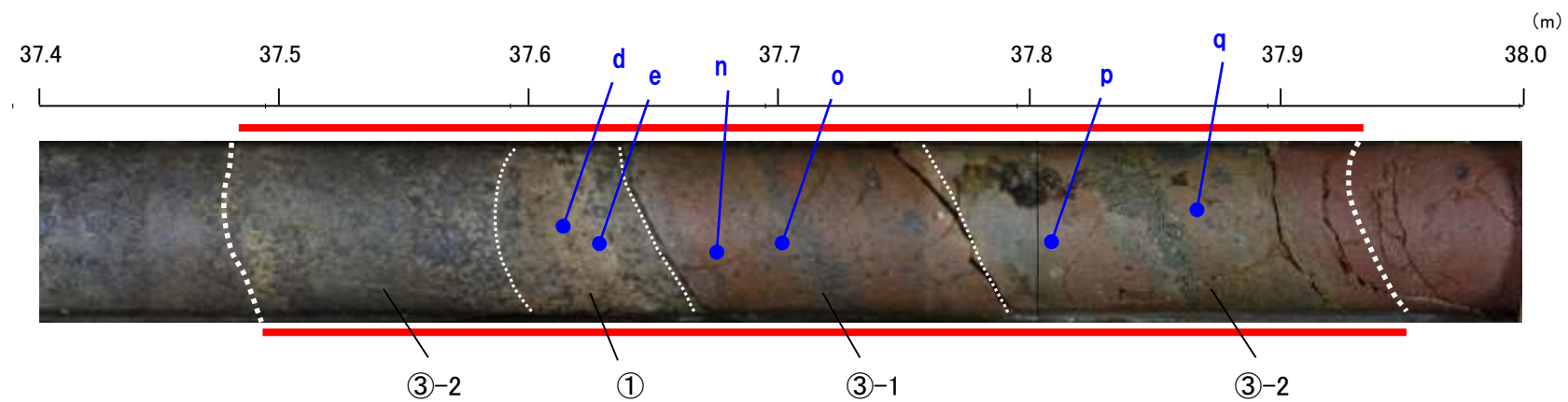
- ① 粘土状破砕部
- ③-1 固結した粘土・砂状破砕部
- ③-2 固結した角礫状破砕部



コア写真(O-16孔)



コア写真(J-9' 孔)



コア写真(H-6.5孔)

5.2.1 (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) 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

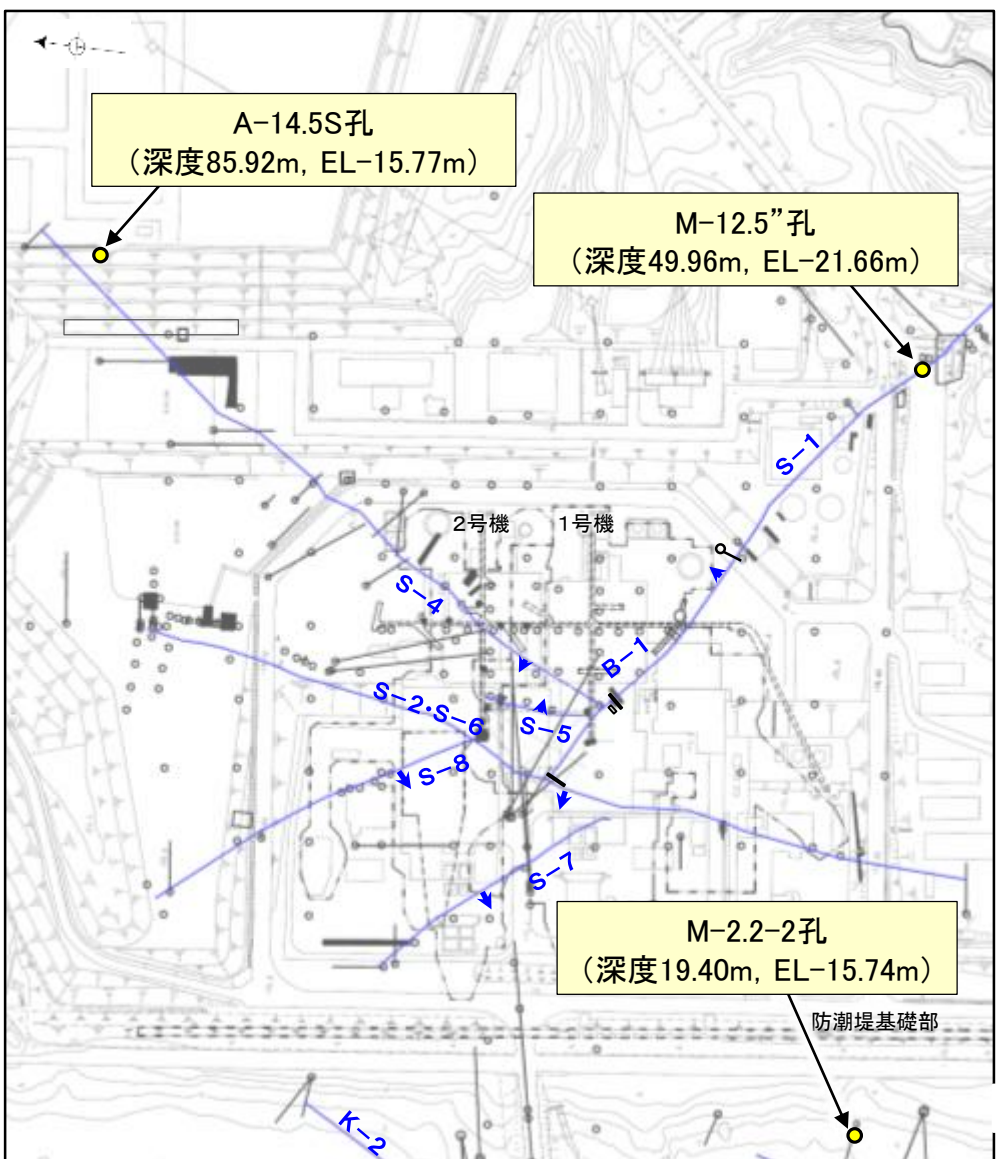
(直交ニコル)

(直交ニコル) ・周辺の物質を取り込む

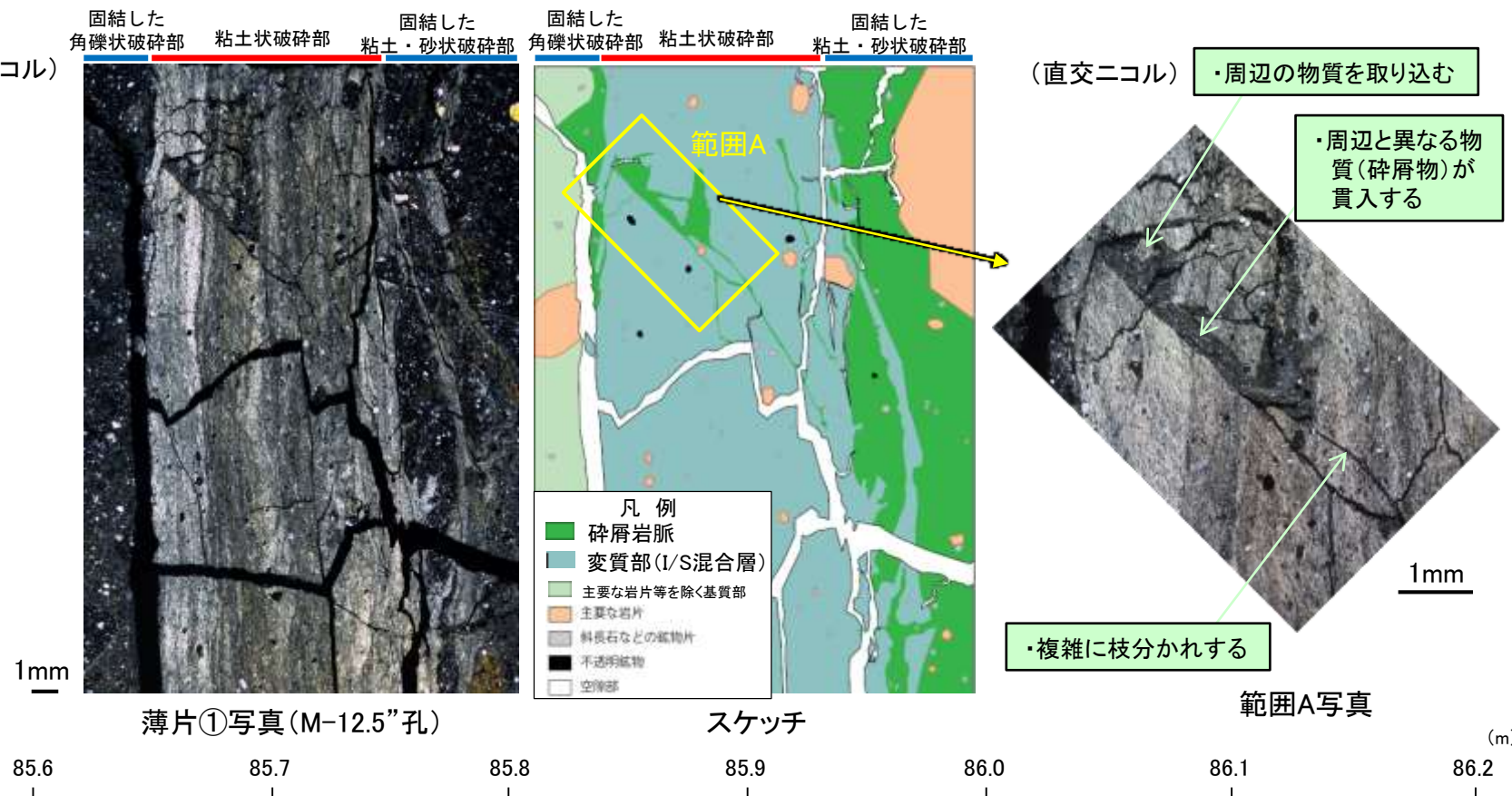
・周辺と異なる物質(碎屑物)が貫入する

・複雑に枝分かれする

1mm



調査位置図



【A-14.5S孔及びM-2.2-2孔における砕屑岩脈の詳細観察結果】

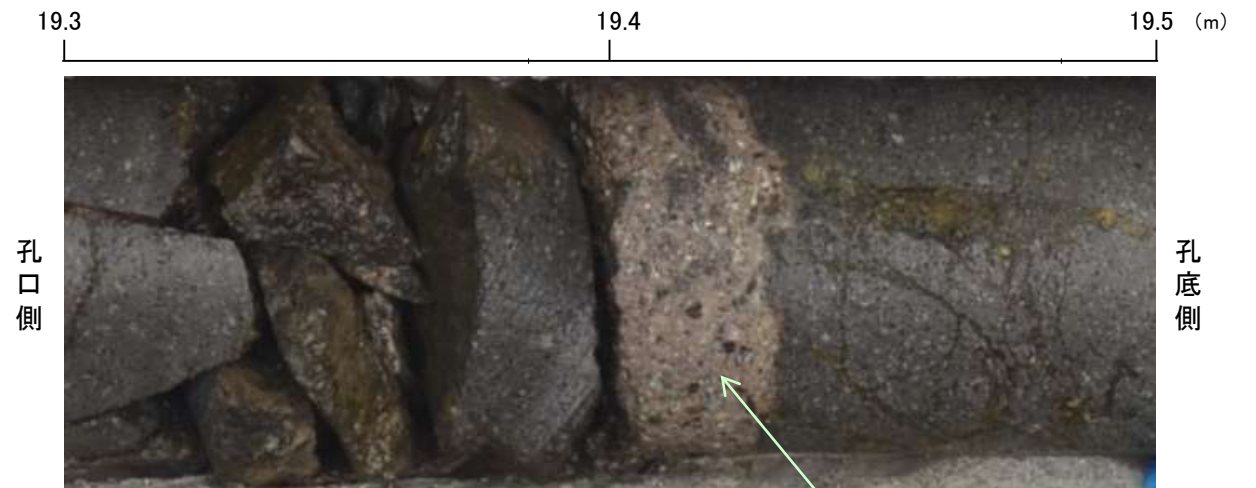
A-14.5S孔



コア写真

・周辺と異なる物質(砕屑物)が貫入する

M-2.2-2孔

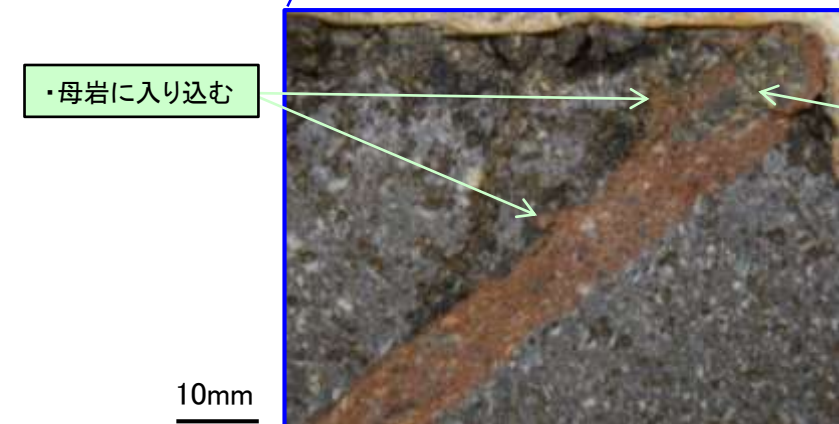


コア写真

・周辺と異なる物質(砕屑物)が貫入する



ブロック写真



・母岩に入り込む

・周辺の物質を取り込む

拡大写真



・周辺の物質を取り込む

10mm

ブロック写真

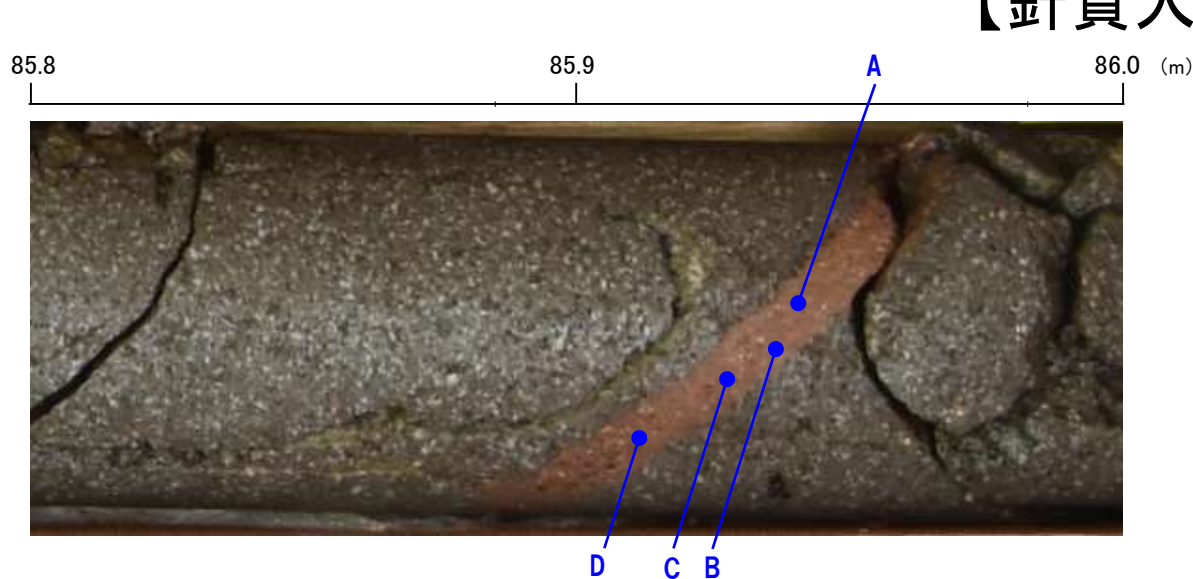


・母岩に入り込む

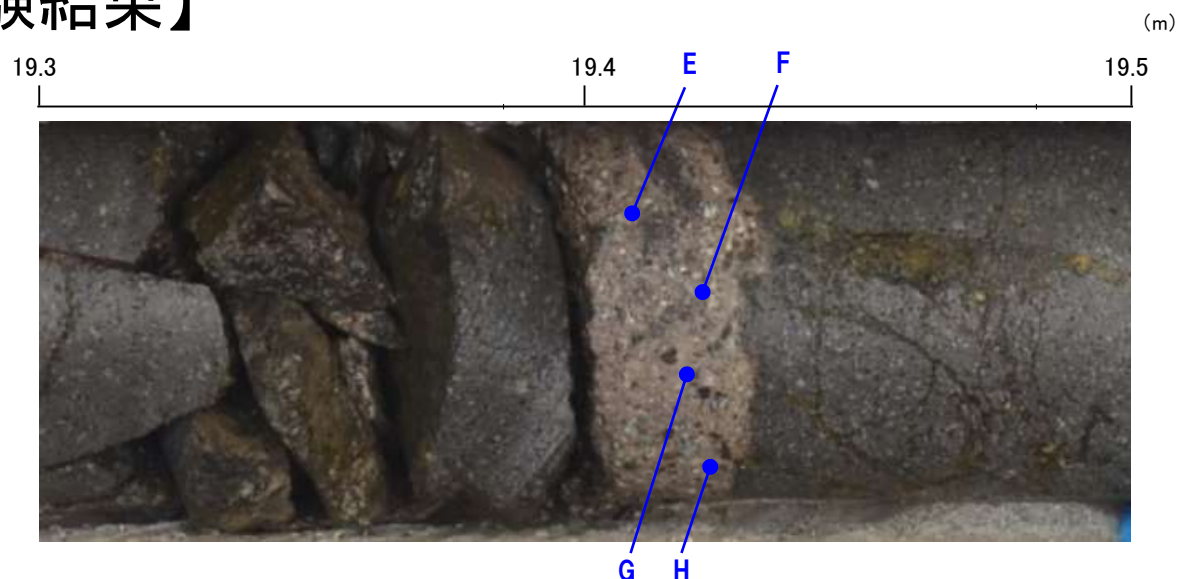
10mm

拡大写真

【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	R	Q	D	岩級区分	記	事
(m)	(m)	(m)				20 40 60 80	(m)	(%)					
00	-11.87	00.00	[岩脈]	安山岩	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		42	87					
	-12.81	02.90		暗赤灰	暗赤灰		38	78					
05			[均質]	安山岩	暗赤灰	[斜線]	34	58	Ba	85.82~85.93 黄緑色の傾斜角50°の砕屑岩あり。			
				暗赤灰	暗赤灰		34	68					
				暗赤灰	暗赤灰		7	0					
				暗赤灰	暗赤灰		13	13					
				暗赤灰	暗赤灰		18	38					
	-18.44	08.00		暗赤灰	暗赤灰	26	94		87.09~87.16 黒色に比べ軟質。				

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	R	Q	D	岩級区分	記	事
(m)	(m)	(m)				20 40 60 80	(m)	(%)					
15			[岩脈]	安山岩	暗赤灰	[斜線]	43	89	Ba	83.40~83.43 黄緑色の傾斜角50°の砕屑岩あり。			
				暗赤灰	暗赤灰		55	100					
20			[均質]	安山岩	暗赤灰	[斜線]	31	68	Ba				
				暗赤灰	暗赤灰		31	83					
				暗赤灰	暗赤灰		20	65					
			[均質]	安山岩	暗赤灰	[斜線]	30	88	Ba				
				暗赤灰	暗赤灰		42	83					
				安山岩	暗赤灰	[斜線]	34	96	Ba				
			暗赤灰	暗赤灰	41		100						
				暗赤灰	暗赤灰	[斜線]	68	88	Ba				
			暗赤灰	暗赤灰	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.5-114)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】

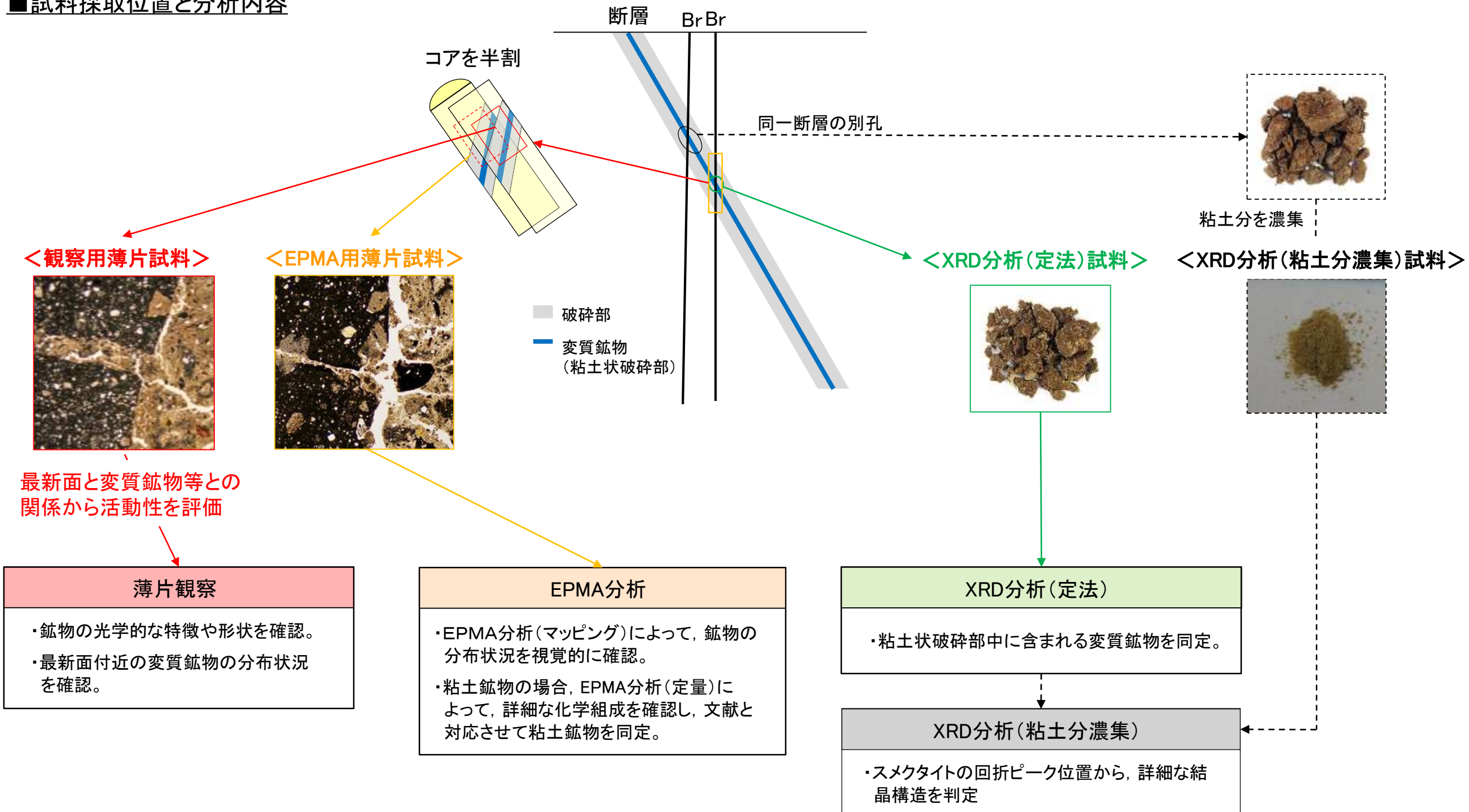
- ・砕屑岩脈に針を貫入し、その貫入長さと貫入荷重を測定して、その関係から針貫入勾配を求める試験である。
 - ・試験にあたり、砕屑岩脈に対して4点程度の計測を行い、その平均値をその砕屑岩脈における針貫入勾配値※とした。
 - ・なお測定は、できるだけ平滑な箇所にて基質を対象に実施した。
- ※: 貫入深さ1mm未満で貫入荷重100Nに達した計測値は針貫入勾配を100N/mmとして算出

5.2.1 (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。

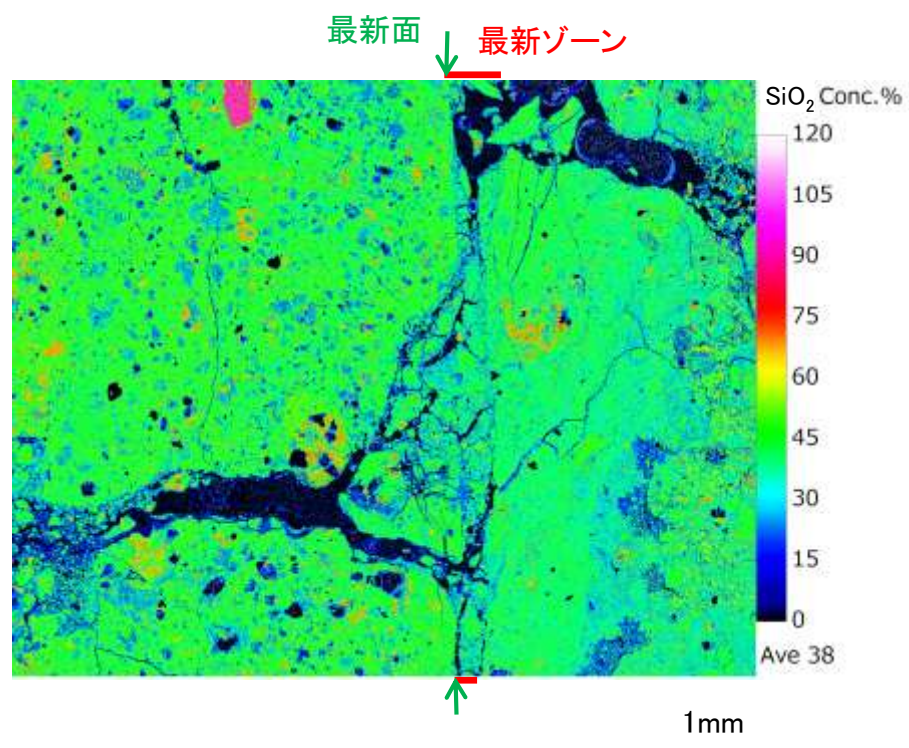
■試料採取位置と分析内容



5.2.1 (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)

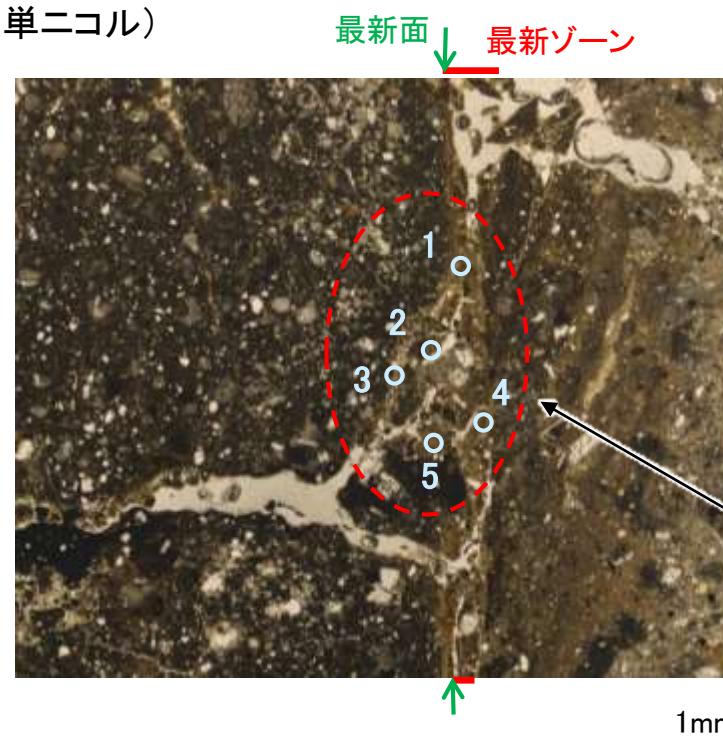


EPMA(マッピング) SiO_2

H- -0.3-80孔の分析結果(マッピング)の詳細については, P.5-449

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5.2-2(3)P.5.2-2-75

5.2.1 (3) 最新面と最新面付近の変質鉱物 — 注入現象の検討 —

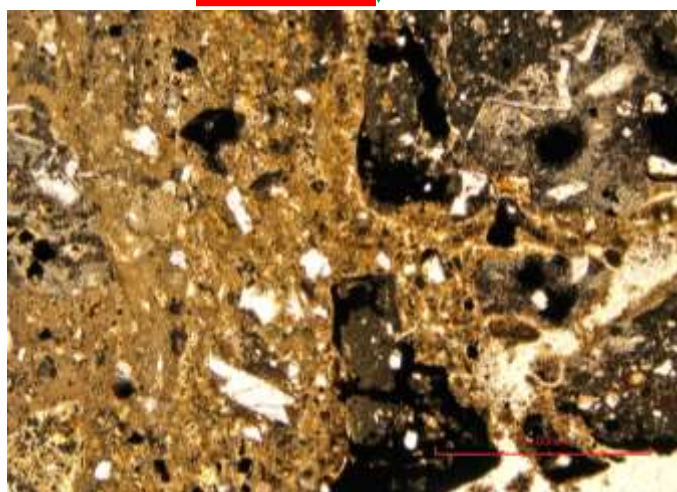
- 鉱物脈法による活動性評価において、粘土鉱物が脈状に分布し最新面が不連続になっている形状が確認される箇所については、最新面が注入現象により不連続になったものではないことを確認する必要がある。
- 注入脈の特徴として、Rowe et al.(2012)によるカリフォルニアの事例では弓状構造が認められ、関西電力株式会社(2016)による阿寺断層の事例では粒子の配列が認められるとされており、このことを踏まえると、注入する側(当サイトでの粘土状破碎部)の内部における弓状構造や粒子の配列の有無を確認することで、注入現象の有無を判断することができると考えられる。
- そこで、鉱物脈法の適用にあたり、粘土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.5-451

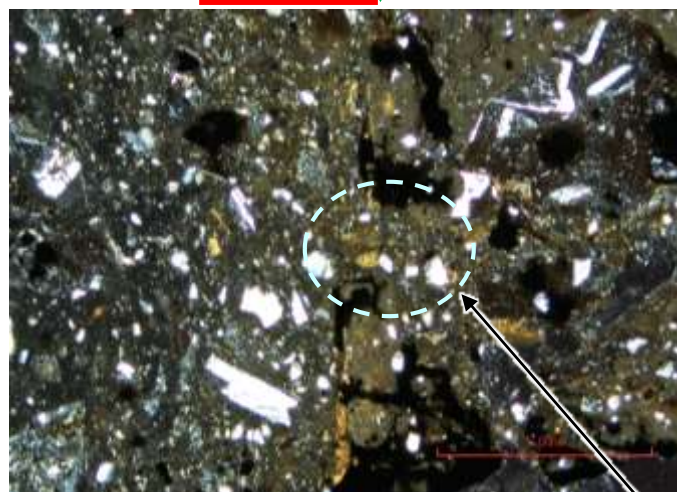
(単ニコル)

上
最新ゾーン ↓ 最新面



(直交ニコル)

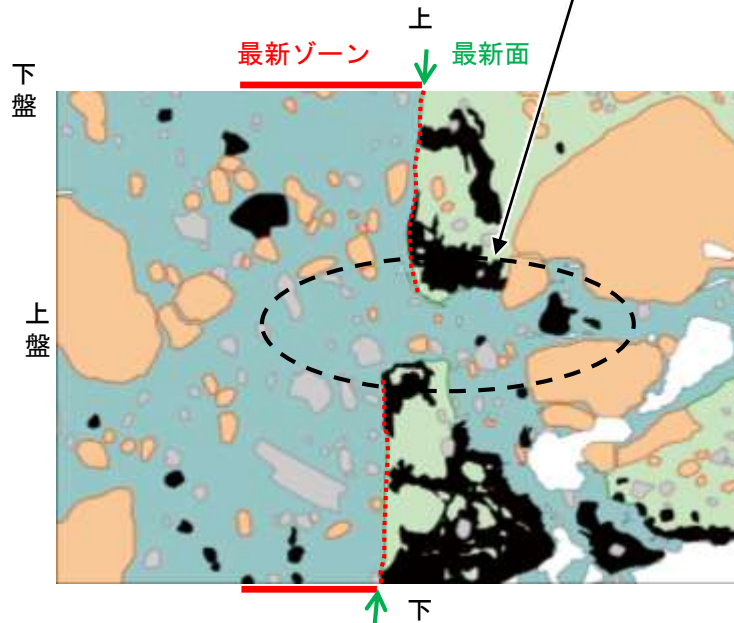
最新ゾーン ↓ 最新面



1mm

薄片①範囲A写真
(K-14_H- -0.3-80孔)

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



凡例
 ■ 主要な岩片 ■ 変質部(L/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 ■ 最新面
 ■ 空隙部

薄片①範囲Aスケッチ

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5.2-12(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)

5.2.2 S-1

5.2.2 S-1の鉱物脈法による評価地点

■ 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)

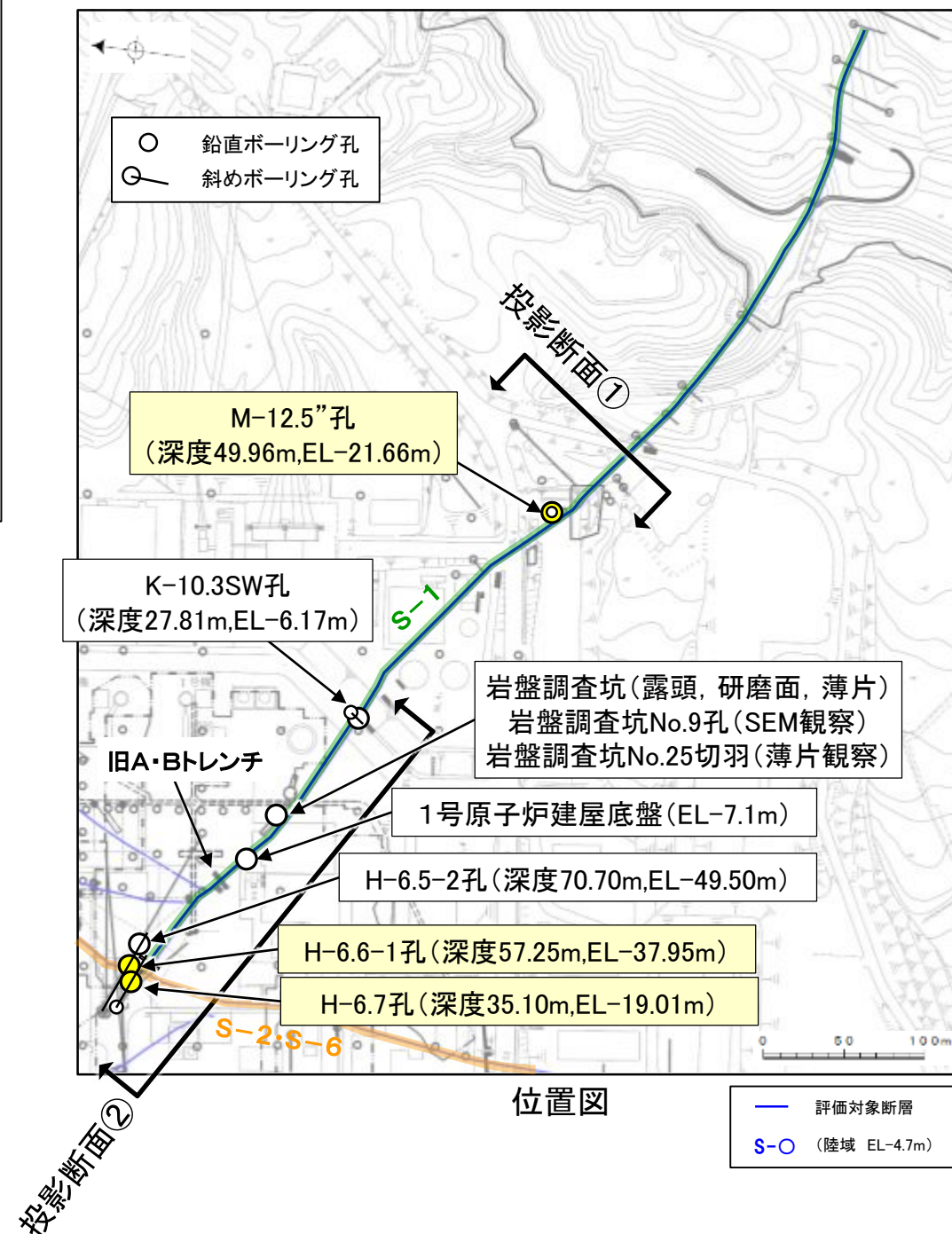
評価地点	記載頁
H-6.7孔 (深度35.10m,EL-19.01m)	P.5-125~5-144
H-6.6-1孔 (深度57.25m,EL-37.95m)	P.5-145~5-158
M-12.5”孔 (深度49.96m,EL-21.66m)	P.5-159~5-171
1号原子炉建屋底盤(露頭観察) (EL-7.1m)	補足資料5.2-3(2)-1
岩盤調査坑(露頭, 研磨面, 薄片) (EL-18m)	補足資料5.2-3(2)-2
岩盤調査坑No.25切羽(薄片観察) (EL-17.60m※)	補足資料5.2-3(1)-3
H-6.5-2孔 (深度70.70m,EL-49.50m)	補足資料5.2-3(1)-4
K-10.3SW孔 (深度27.81m,EL-6.17m)	補足資料5.2-3(1)-5
岩盤調査坑No.9孔(SEM観察) (深度0.20m,EL-18.38m)	補足資料5.2-3(3)

※今回修正

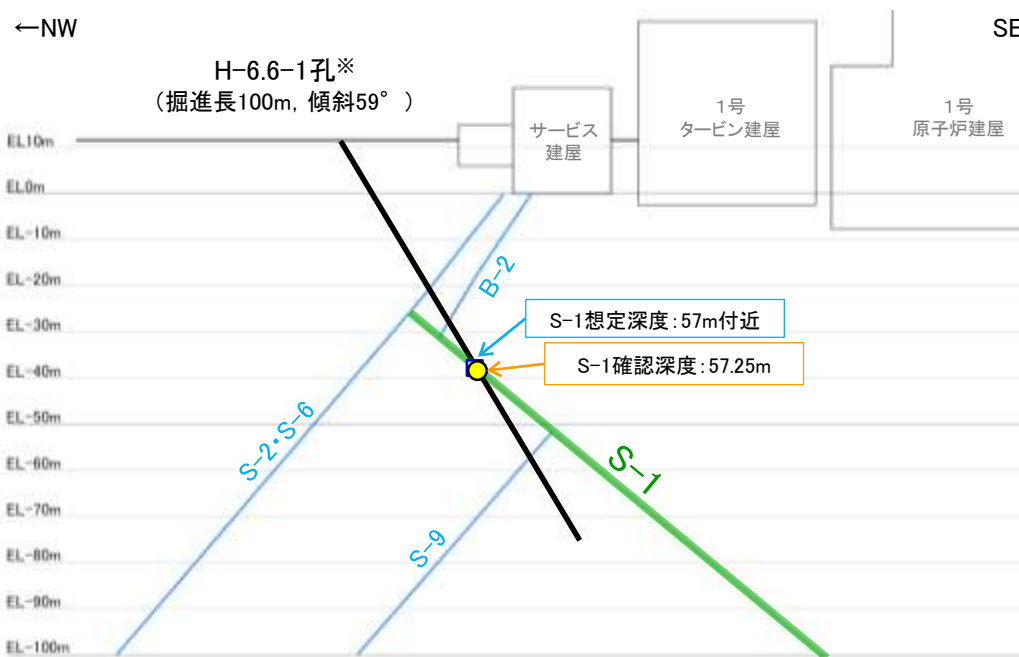
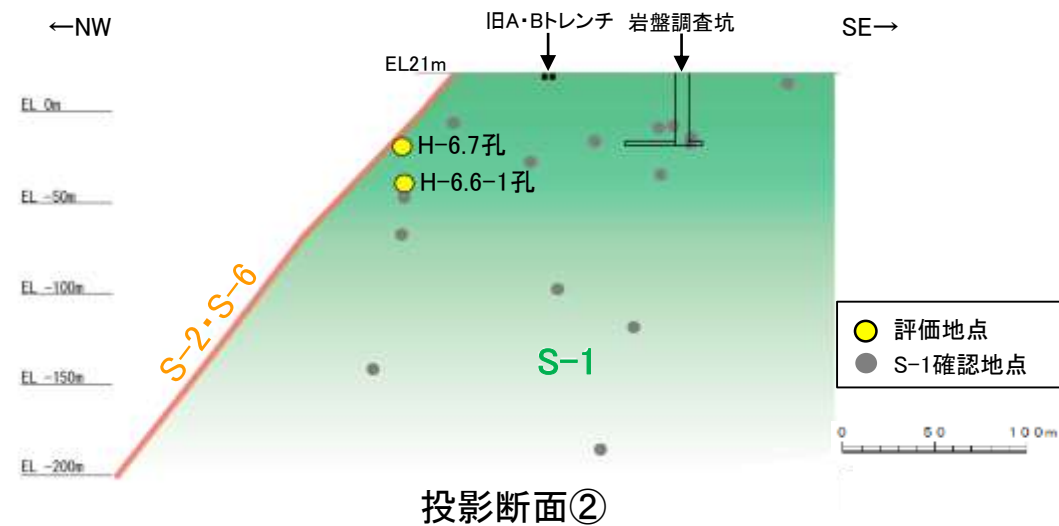
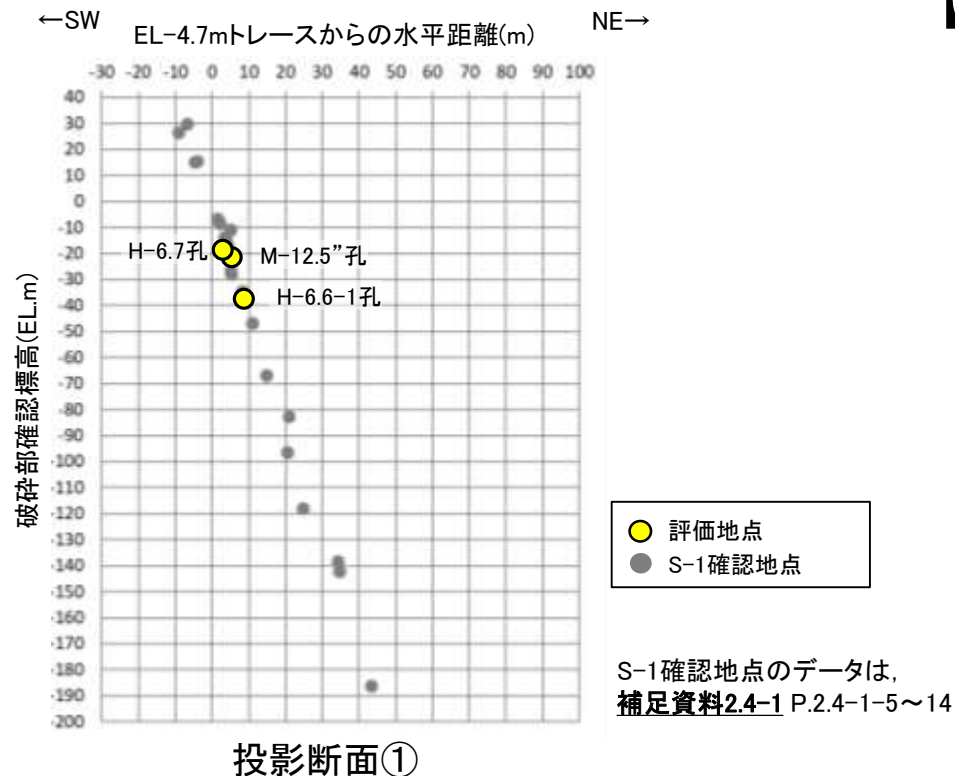
黄色網掛け: 断層の後期更新世以降の活動を否定するにあたり, 鉱物脈の年代及び断層による変位・変形がないことが明確に確認できるデータ

青字: 有識者会合時の評価データ

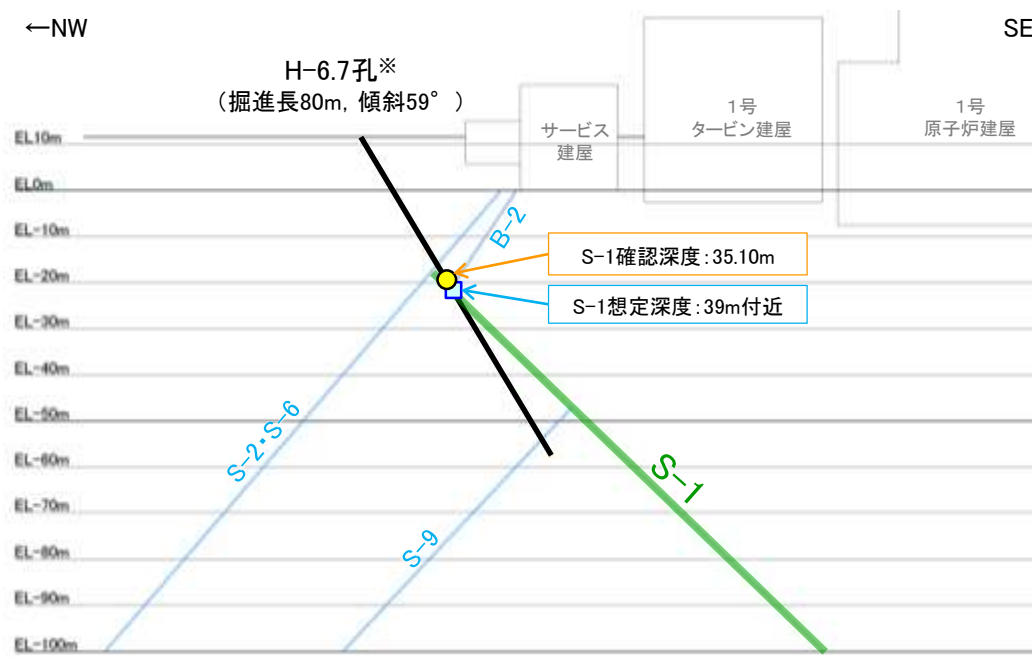
紫字: 第1073回審査会合以降の変更箇所



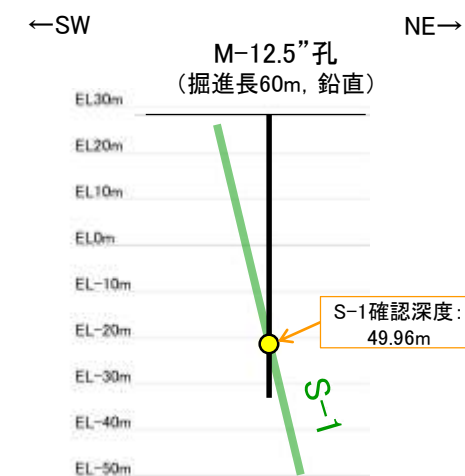
【断面図】



H-6.6-1孔断面図
(掘進方向, H:V=1:1)



H-6.7孔断面図
(掘進方向, H:V=1:1)



M-12.5"孔断面図
(断層直交方向, H:V=1:1)

- 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5.2-12(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

5.2.2 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.5-126~5-129, 5-136, 5-137)。

【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.5-130)。

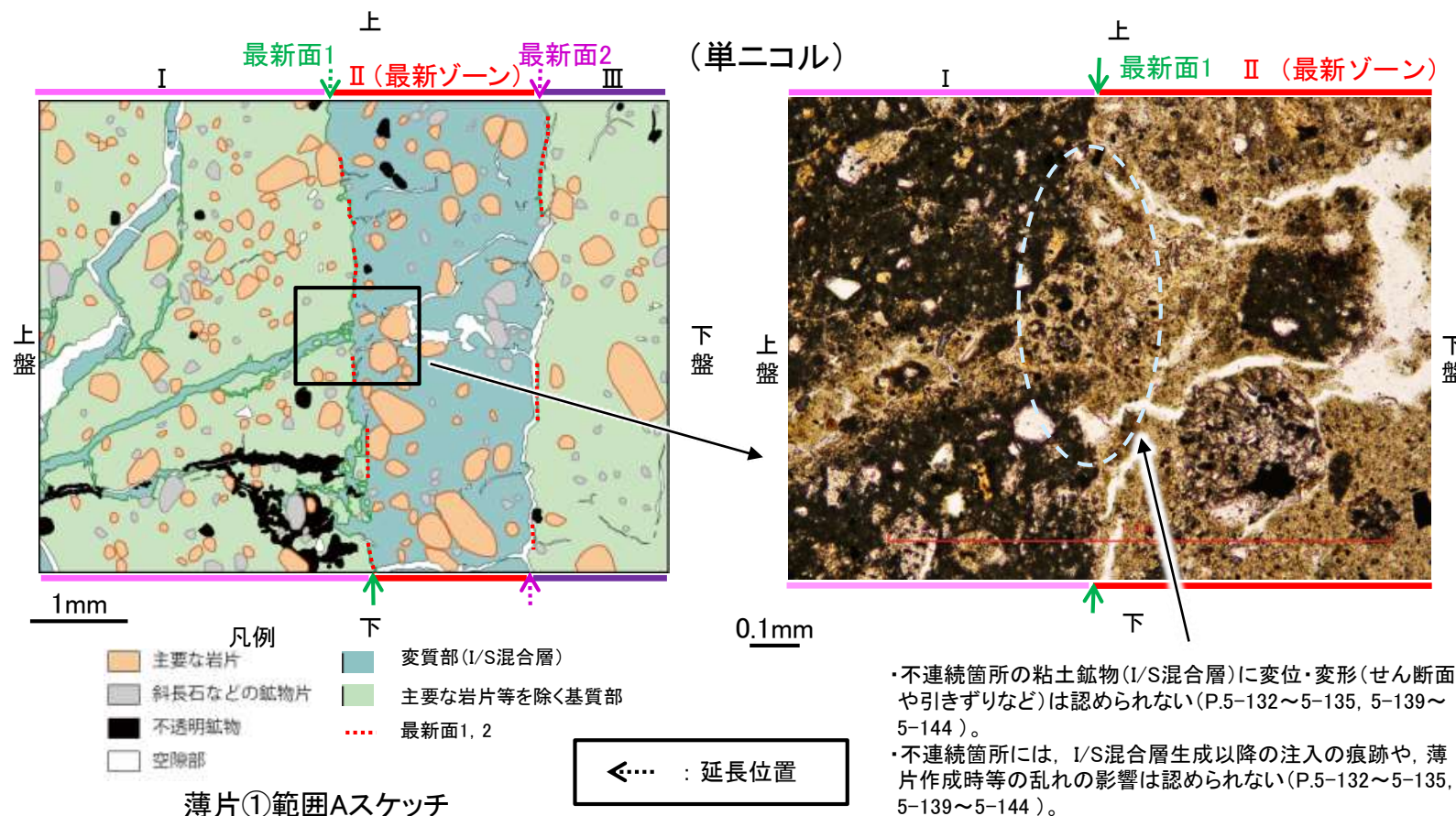
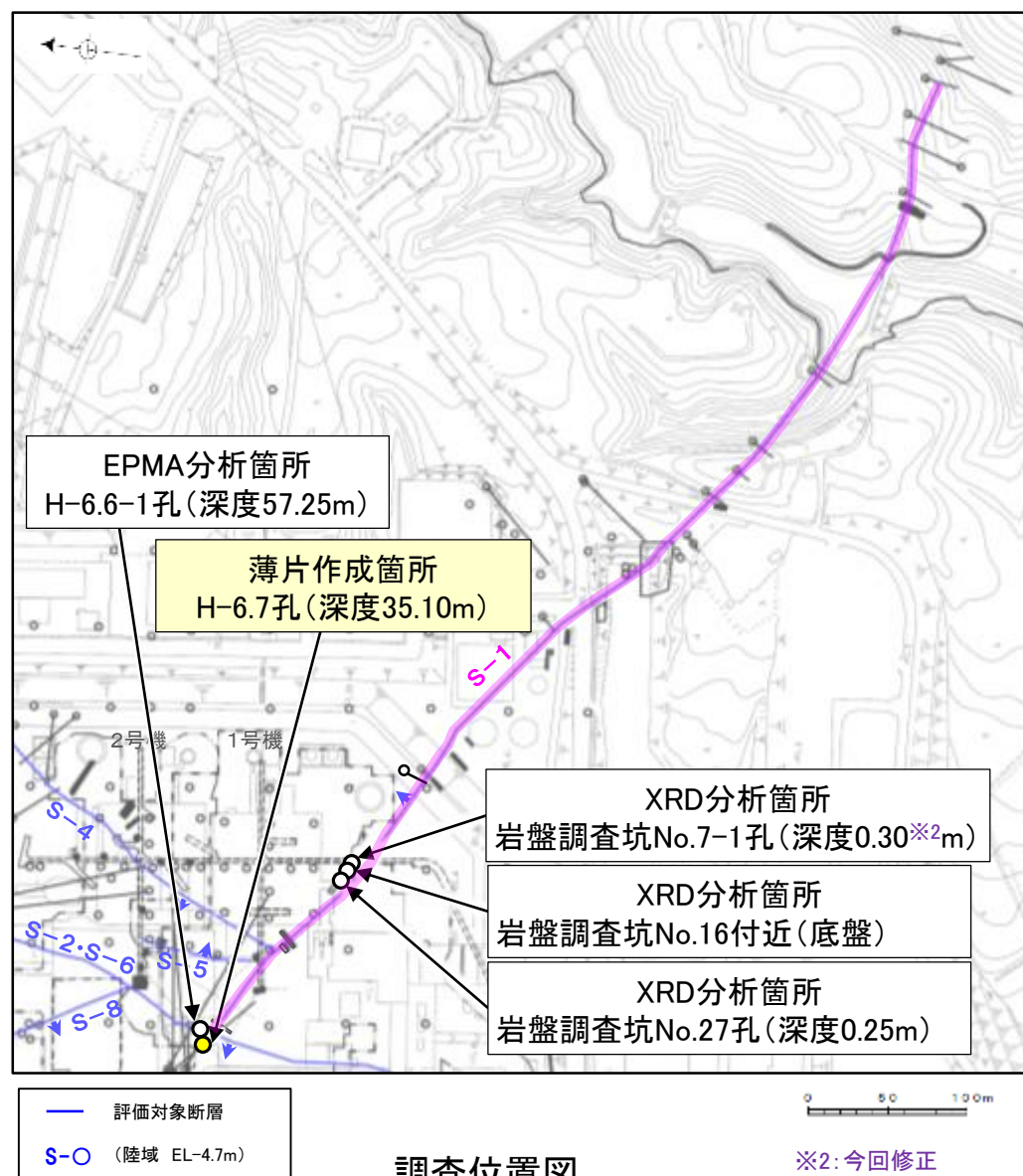
【変質鉱物の分布と最新面との関係】

○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.5-131, 5-138)。

○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.5-132~5-134, 5-139~5-144)。

○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。

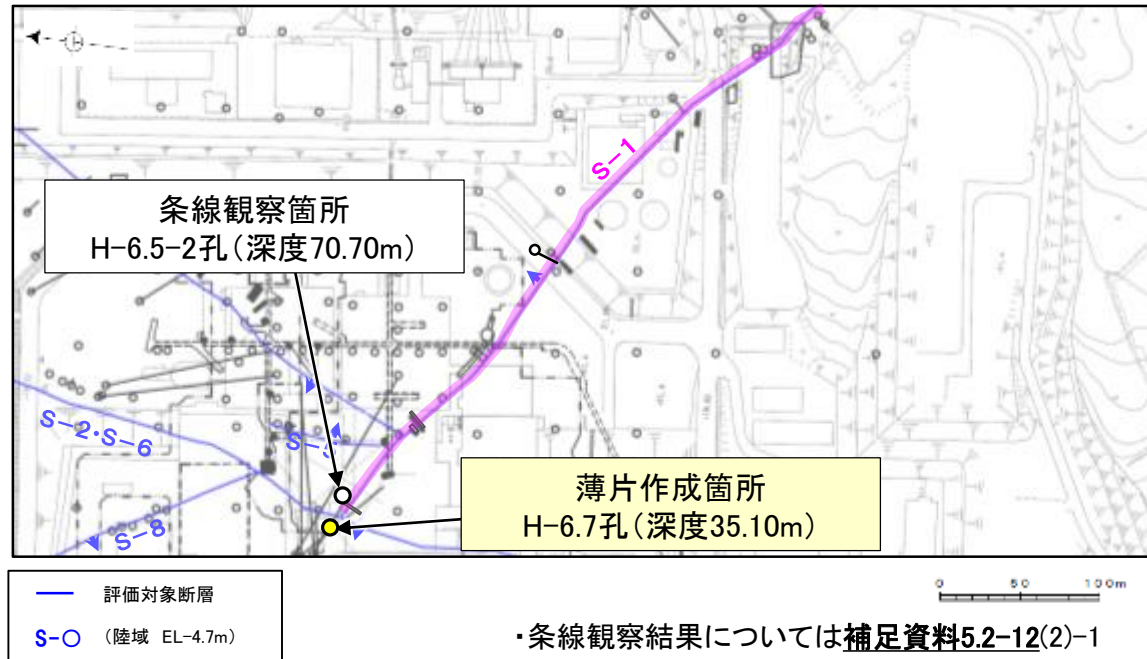
紫字: 第1073回審査会合以降の変更箇所



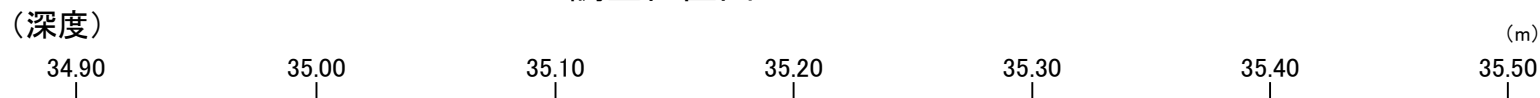
※1: 薄片①の範囲Bについては、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面2付近に分布し、最新面2が不連続になるものの、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面2を明瞭に横断しておらず、最新面2と粘土鉱物(I/S混合層)との切り合い関係が不明確である(P.5-135)。

5.2.2 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)。



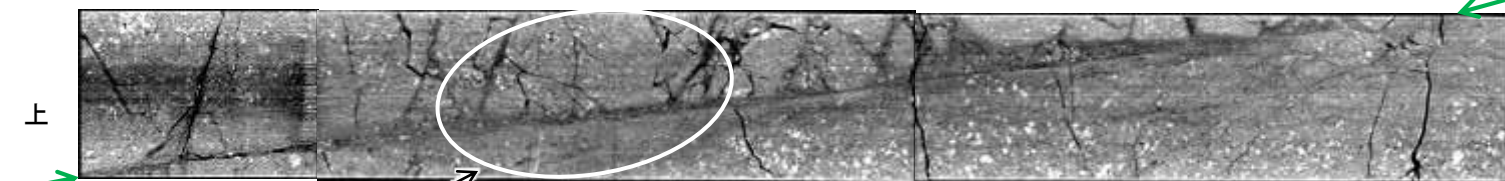
調査位置図



走向傾斜:N58° W/75° NE 主せん断面



主せん断面



※図示した箇所薄片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

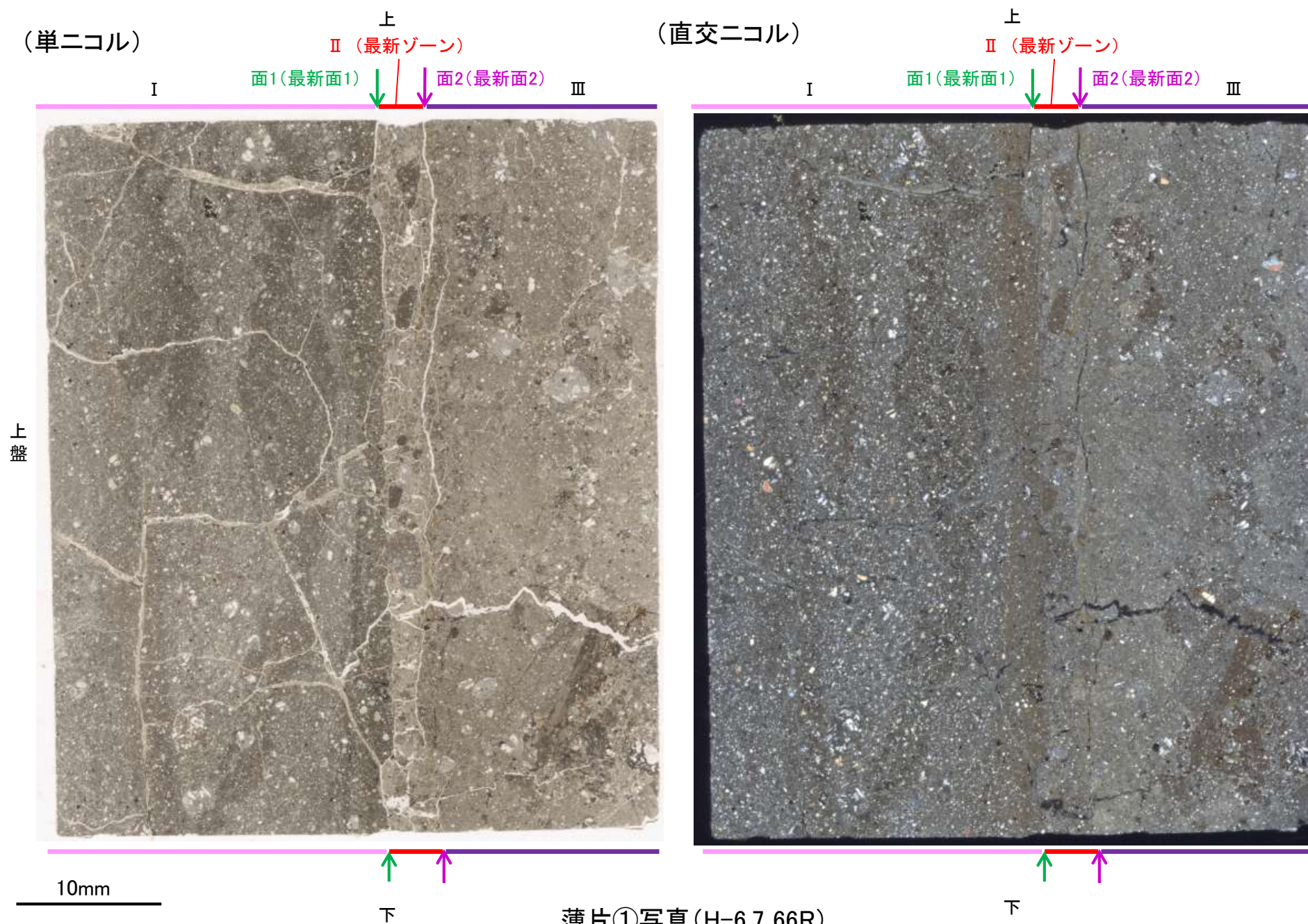
5.2.2 S-1 (1) H-6.7孔① —最新面の認定(微視的観察)—

- 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。

S-1_H-6.7孔①

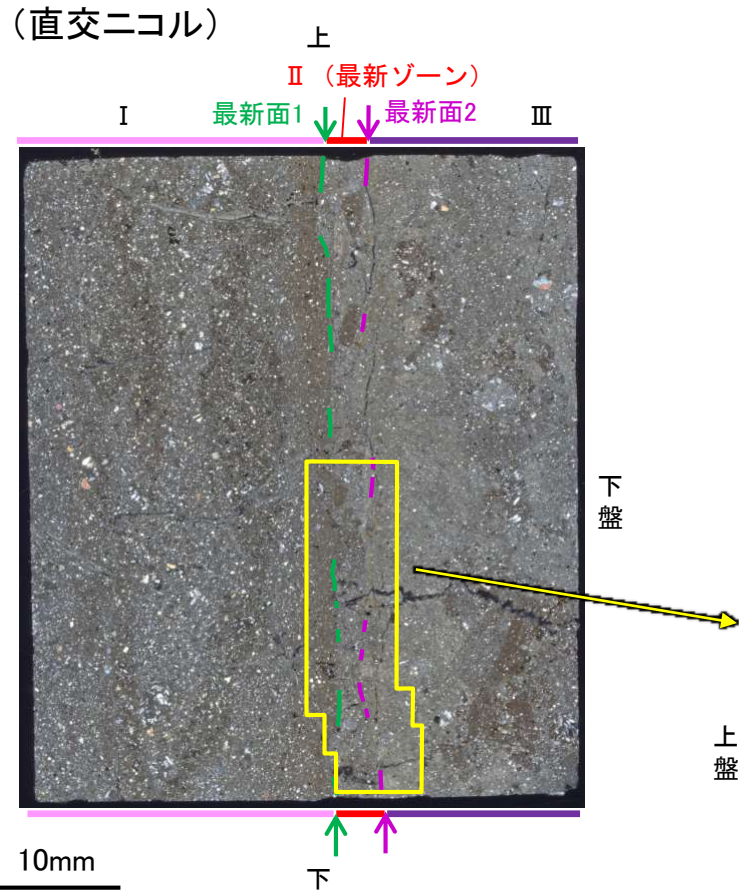
【解釈線あり】



薄片①写真(H-6.7_66R)

S-1_H-6.7孔①

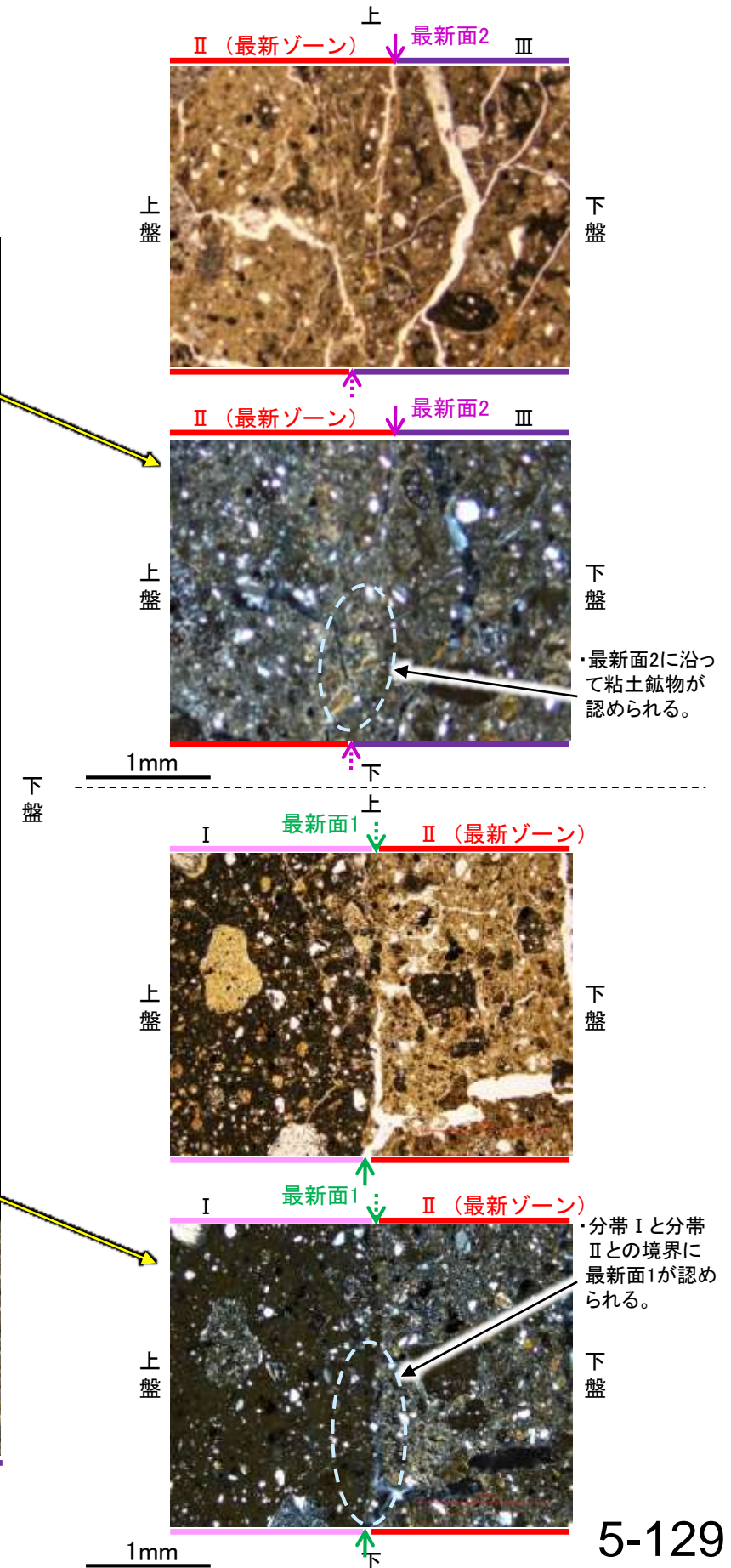
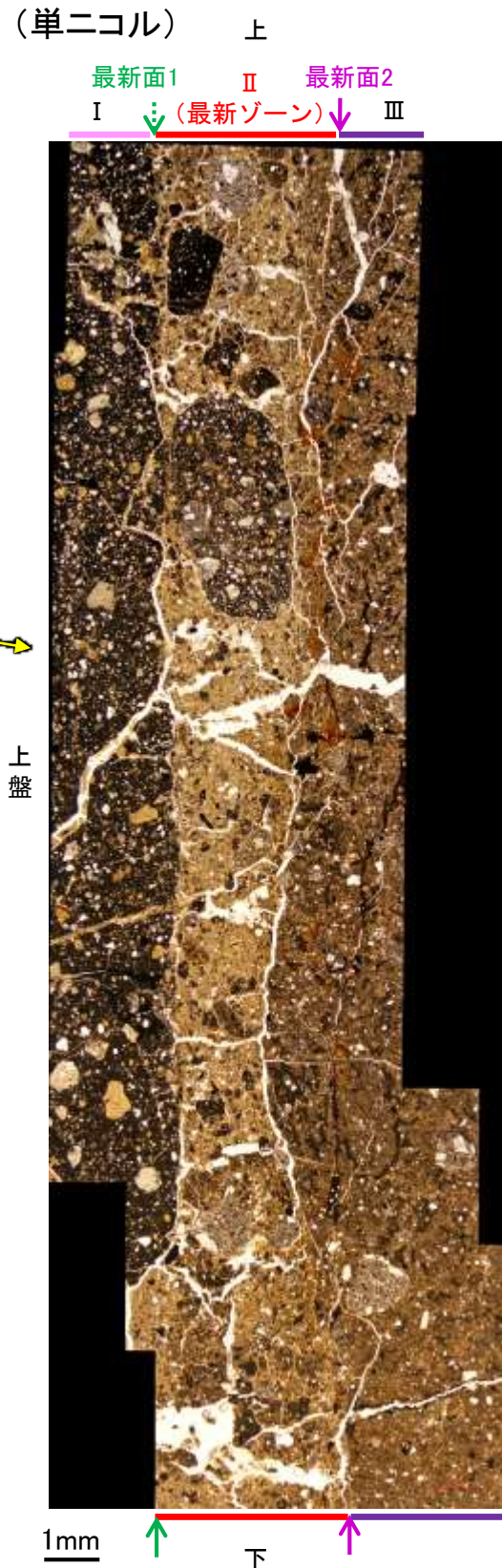
【最新面の詳細観察】



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。

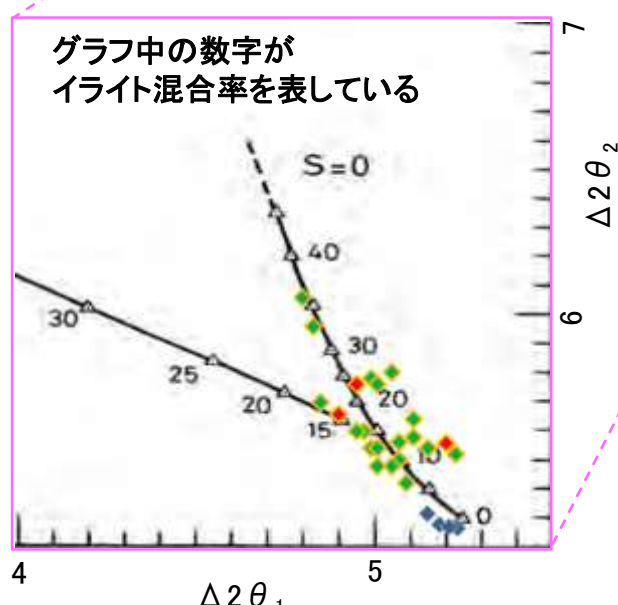
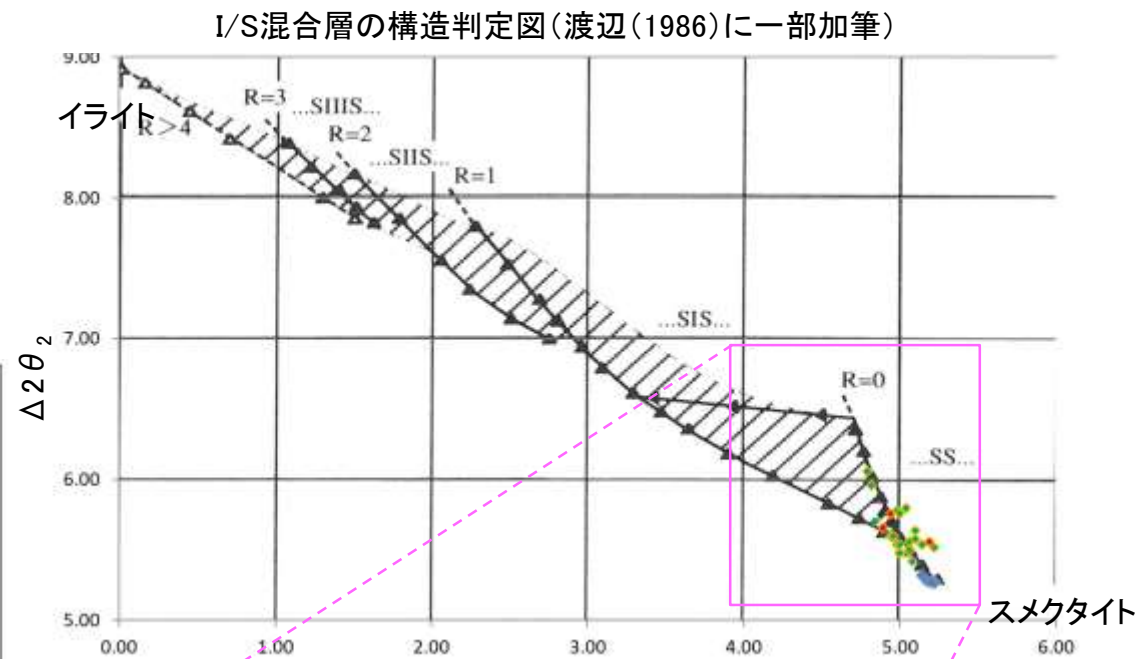
←… : 延長位置



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

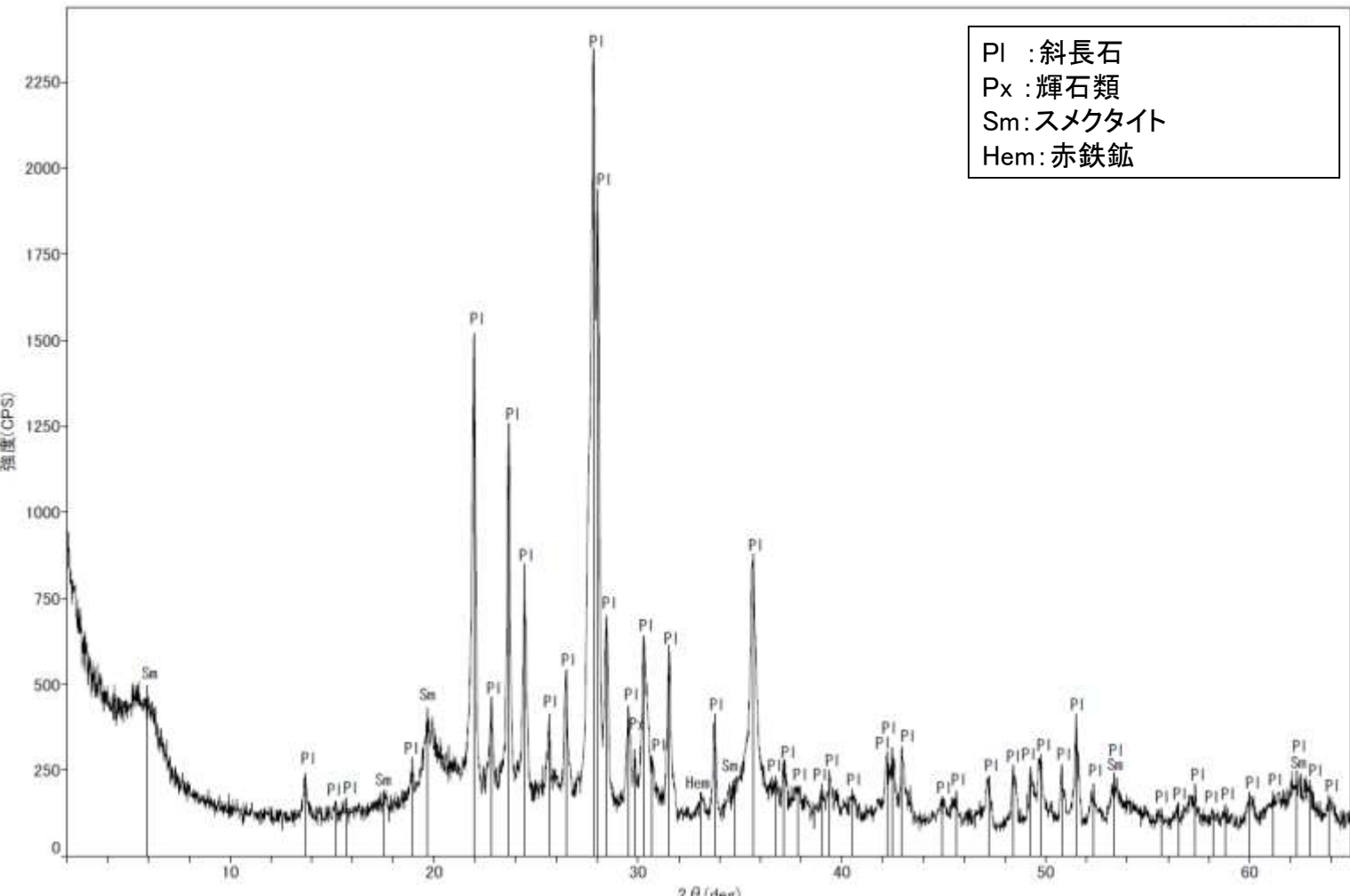
- 最新ゾーン付近でXRD分析を実施した結果, 主な粘土鉱物としてスメクタイトが認められる。
- スメクタイトについて詳細な結晶構造判定を行うために, 同一断層の別孔(岩盤調査坑No.27孔, No.7-1孔, No.16付近)の破砕部においてXRD分析(粘土分濃集)を実施した結果, I/S混合層と判定した。
- また, 隣接孔(H-6.6-1孔)で実施したEPMA分析(定量)による化学組成の検討※において, 最新ゾーンやその周辺でI/S混合層を確認している。

※H-6.6-1孔で実施したEPMA分析(定量)の詳細はP.5-151



- ◆ S-1 (岩盤調査坑No.27孔, No.7-1孔, No.16付近)
- ◆ 敷地の粘土鉱物
- ◆ 標準的なスメクタイト Nakata et al.(2019)

S-1試料の詳細検討結果は 補足資料5.2-2(2)P.5.2-2-33,36,37



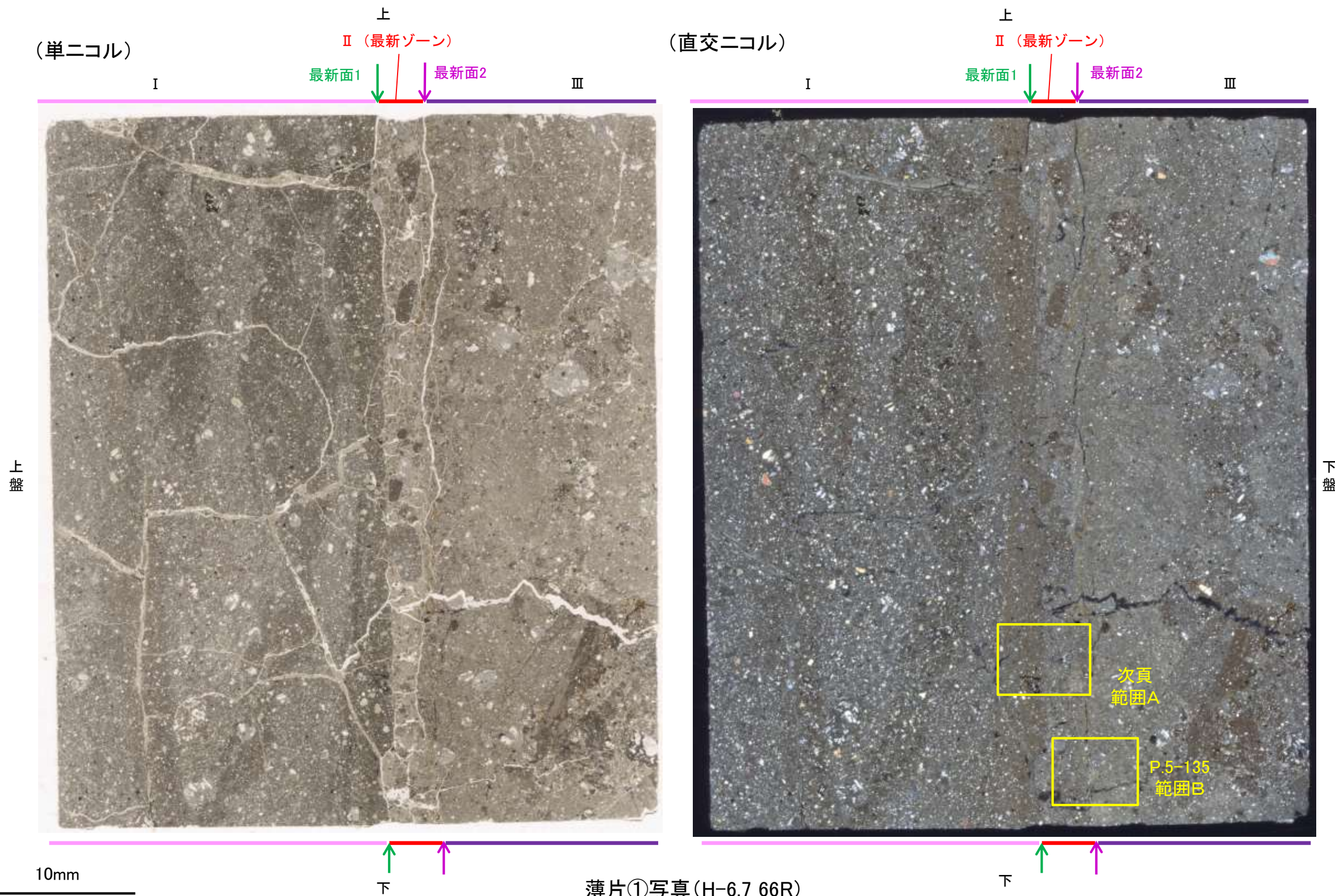
回折チャート(不定方位)_H-6.7孔

・回折チャート(定方位, EG処理)については, 補足資料5.2-12(1) P.5.2-12-9

5.2.2 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P.5-152, 5-153

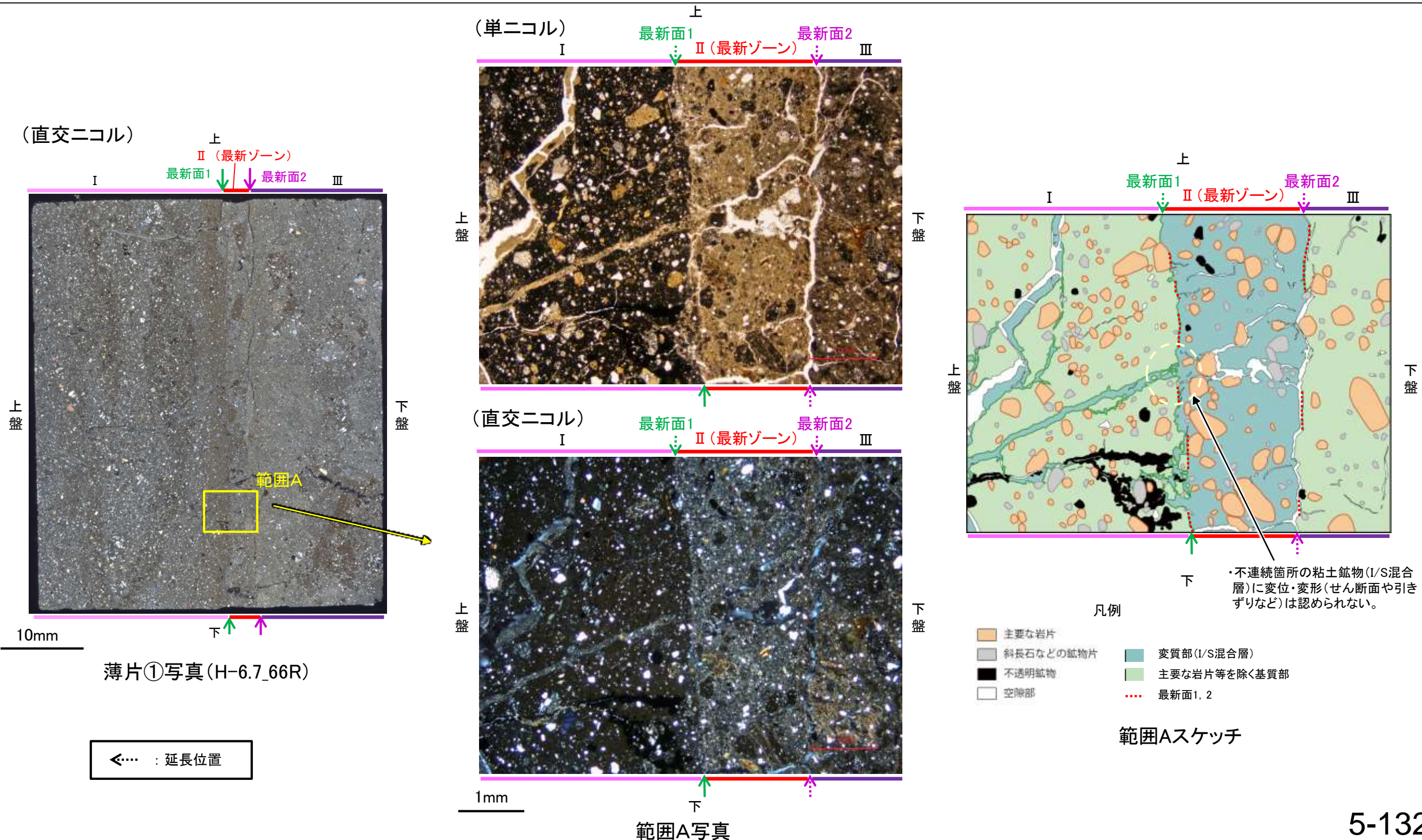


5.2.2 S-1 (1) H-6.7孔① — 最新面とI/S混合層との関係(範囲A) —

○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。

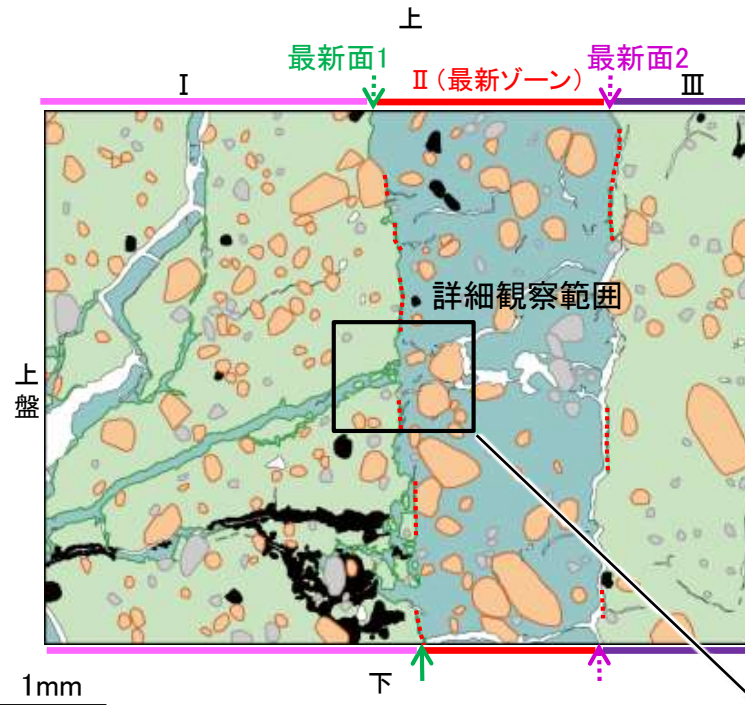
○なお、不連続箇所においてI/S混合層生成以降の注入現象の有無を確認した結果、弓状構造や粒子の配列などの注入の痕跡は認められない。

○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)】

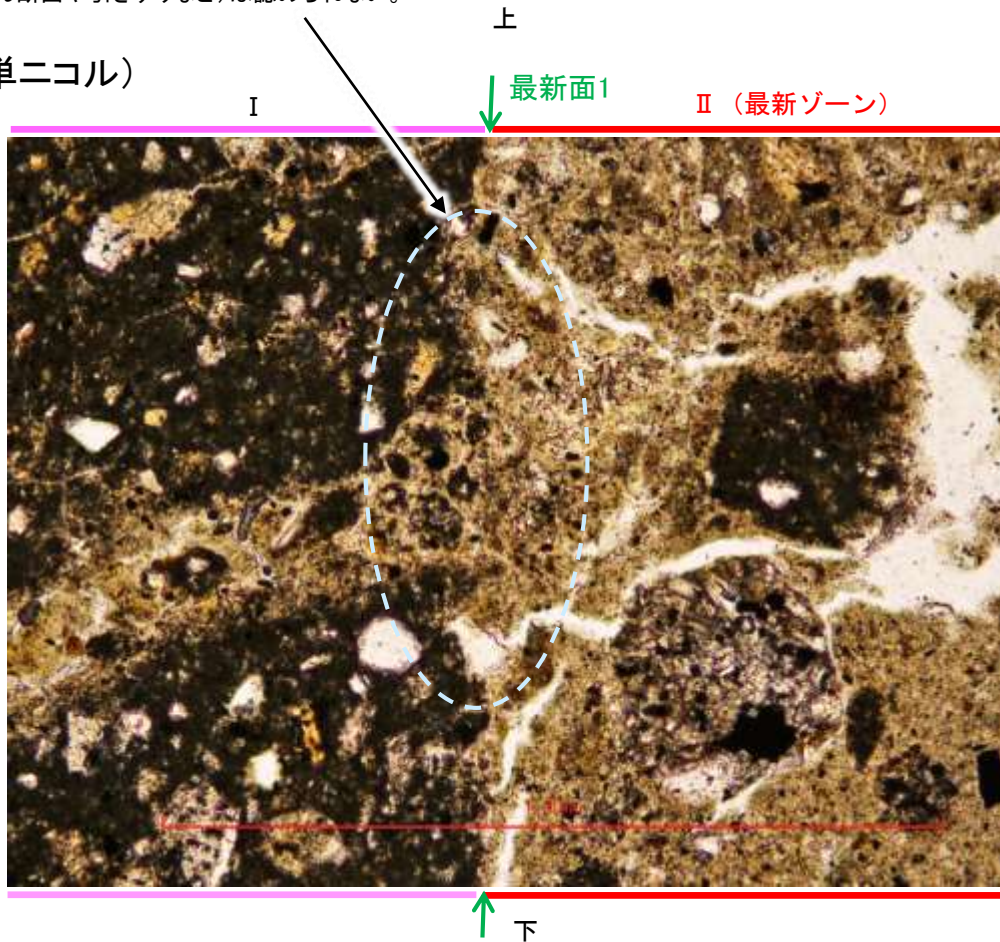


←… : 延長位置

- 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

・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。

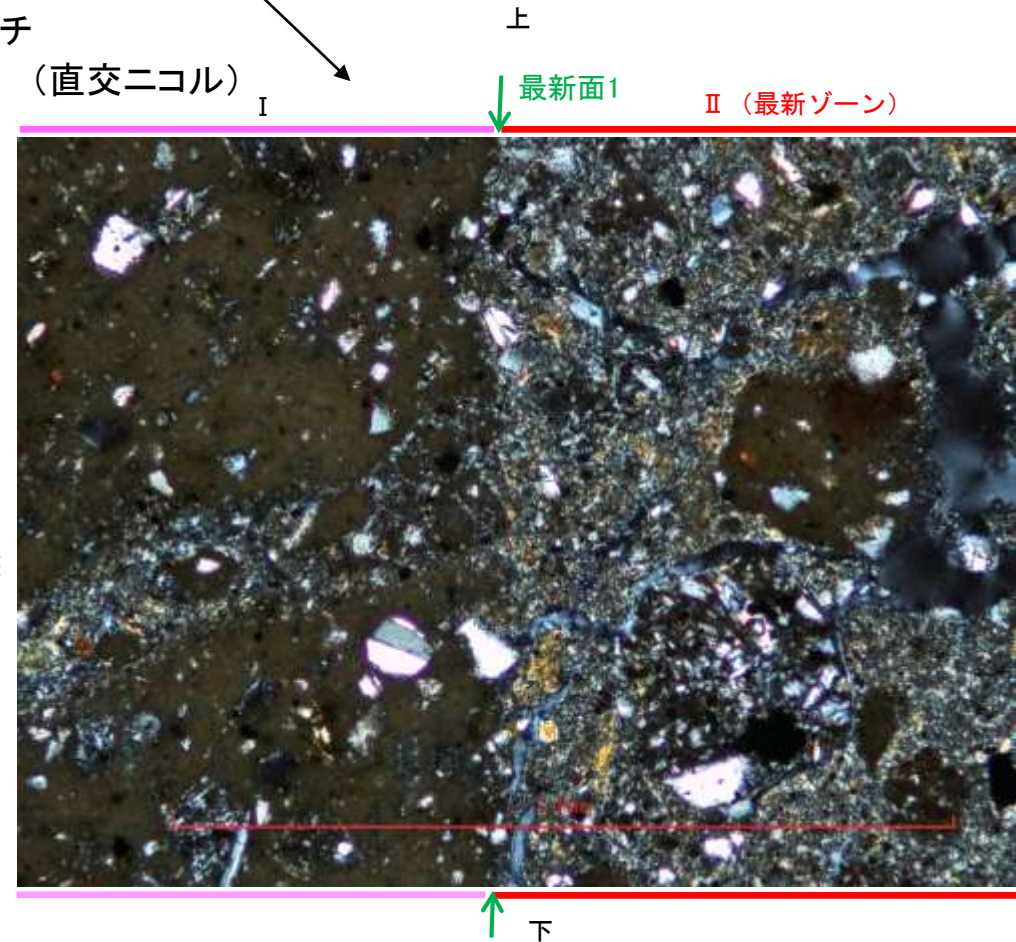
(単ニコル)



0.1mm

範囲Aスケッチ

(直交ニコル)



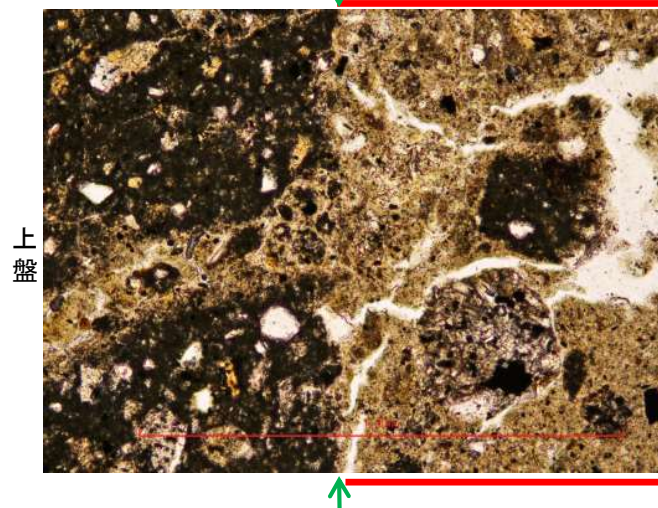
詳細観察範囲写真

S-1_H-6.7孔①

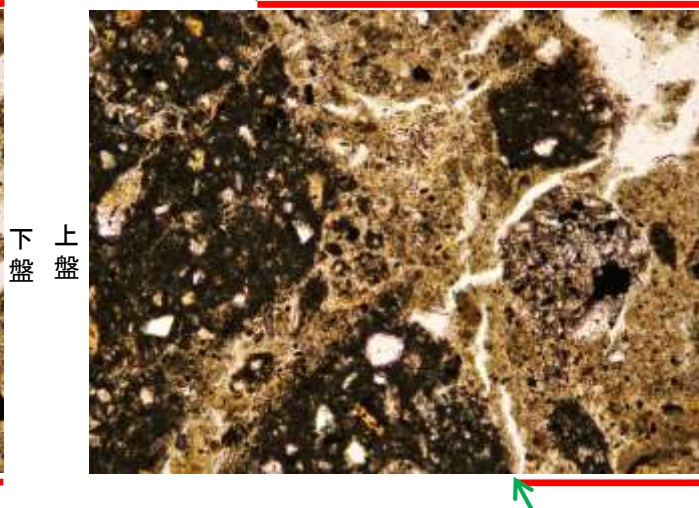
【ステージ回転(範囲A)】

(単ニコル)

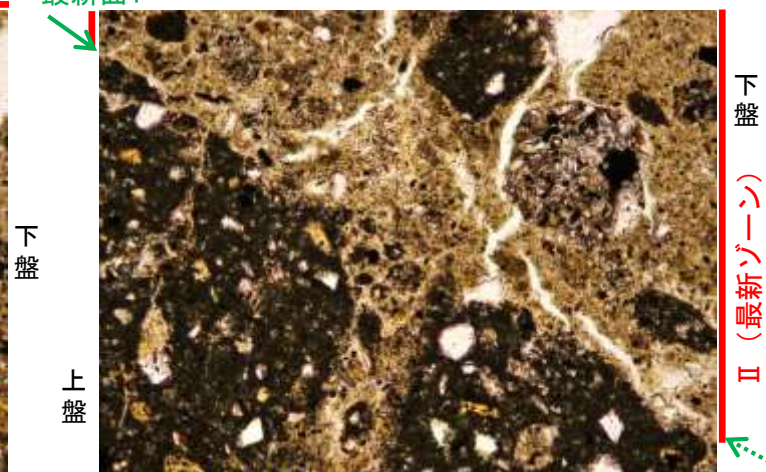
最新面1 ↓ II (最新ゾーン)



最新面1 ↓ II (最新ゾーン)

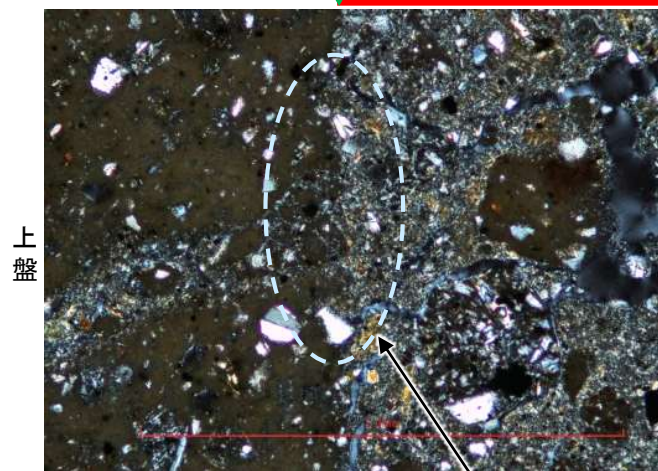


最新面1 ↓

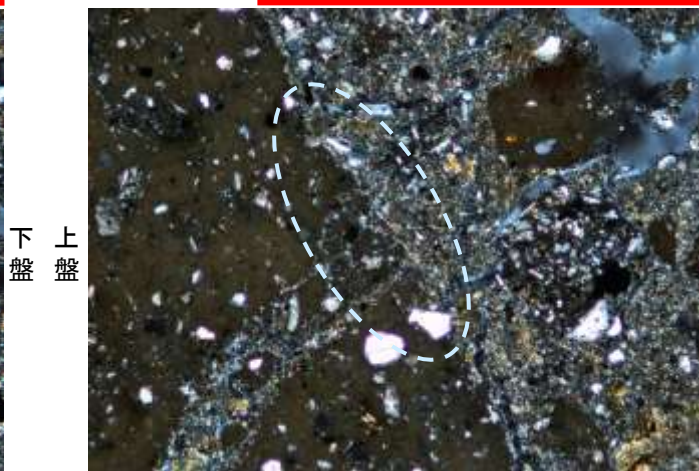


(直交ニコル)

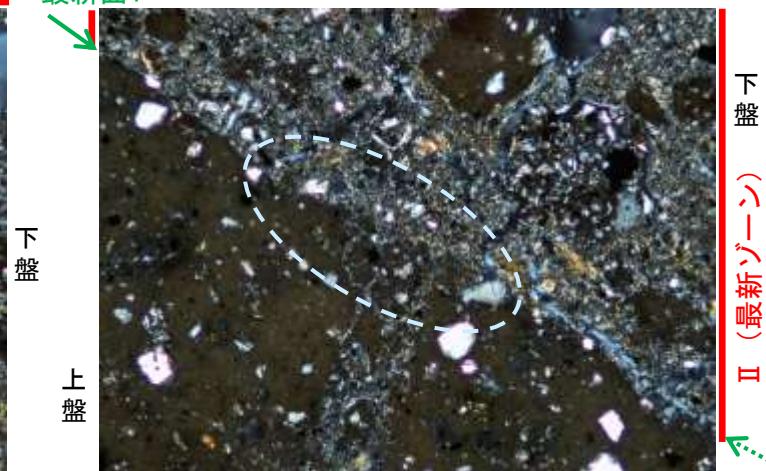
最新面1 ↓ II (最新ゾーン)



最新面1 ↓ II (最新ゾーン)



最新面1 ↓



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 の可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)

←… : 延長位置

0.1mm

0° 回転

左30° 回転

左60° 回転

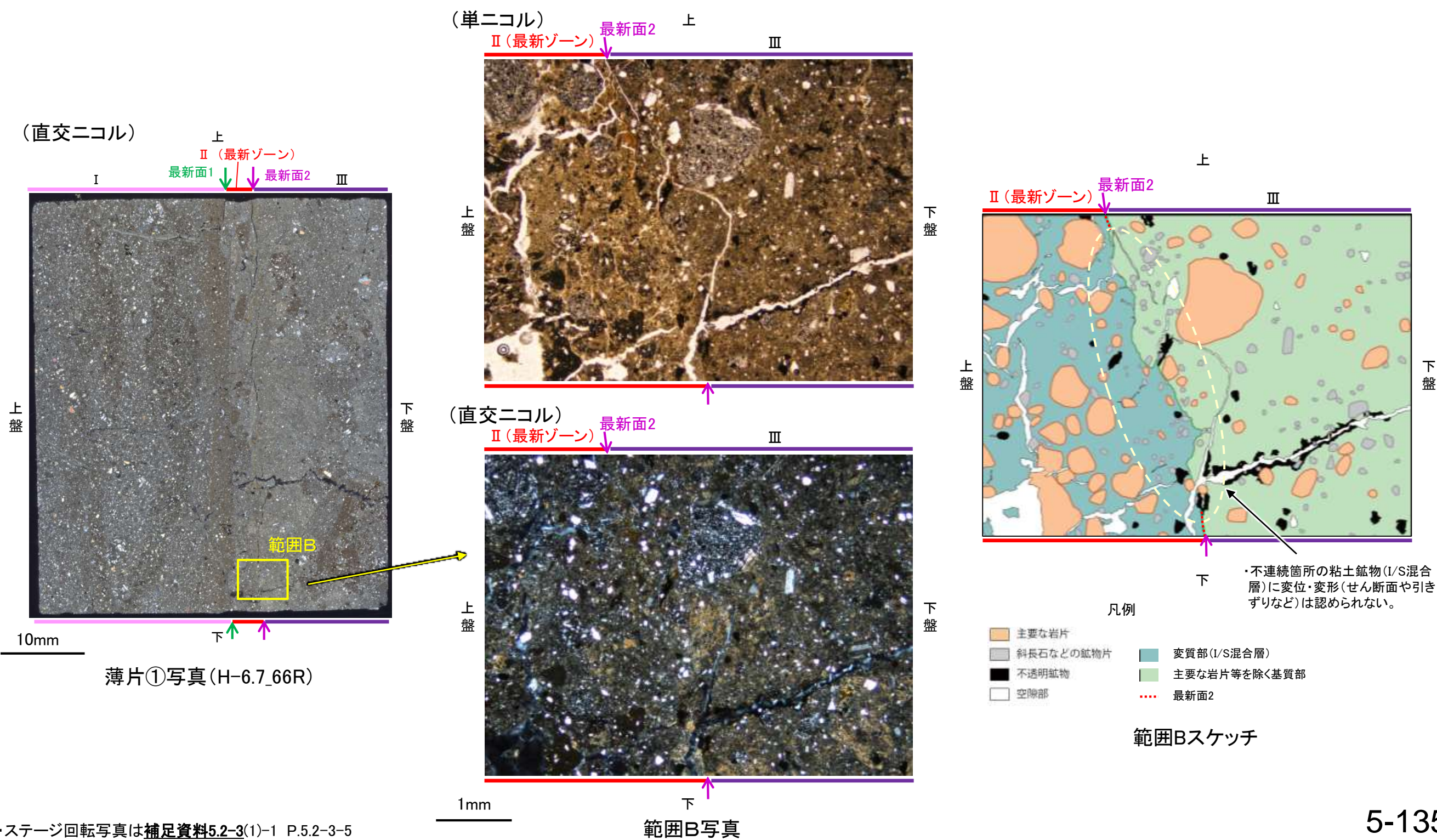
- ・不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形(せん断面や引きずりなど)は認められない。
- ・注入の痕跡は認められない。

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

○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)に変位・変形は認められない。

○ただし、第1回現地調査(2021.11.18,19)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Bの再観察を行った結果、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面2を明瞭に横断していないと判断した。

紫字:第1073回審査会合以降の変更箇所



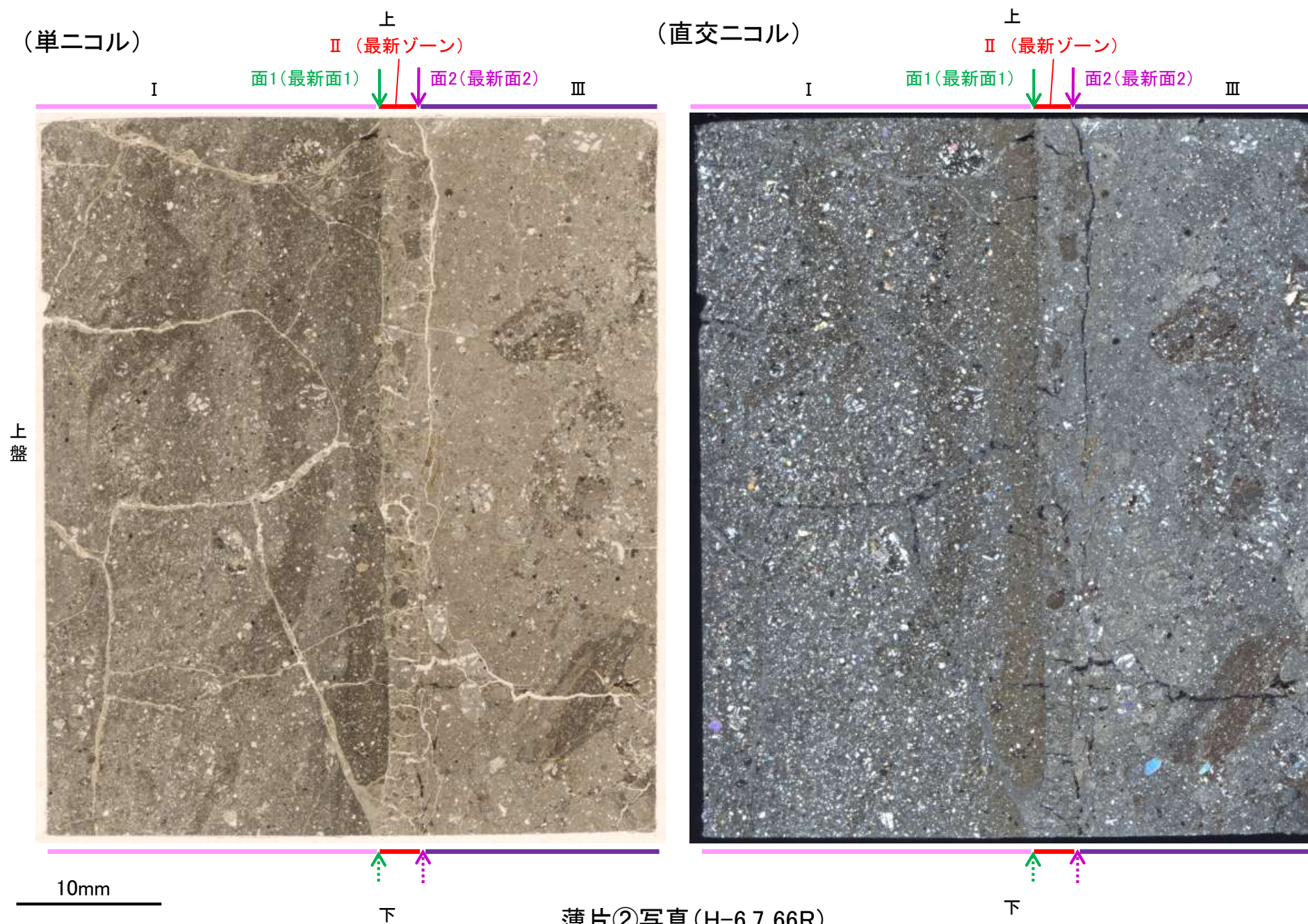
5.2.2 S-1 (1) H-6.7孔② —最新面の認定(微視的観察)—

- 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。

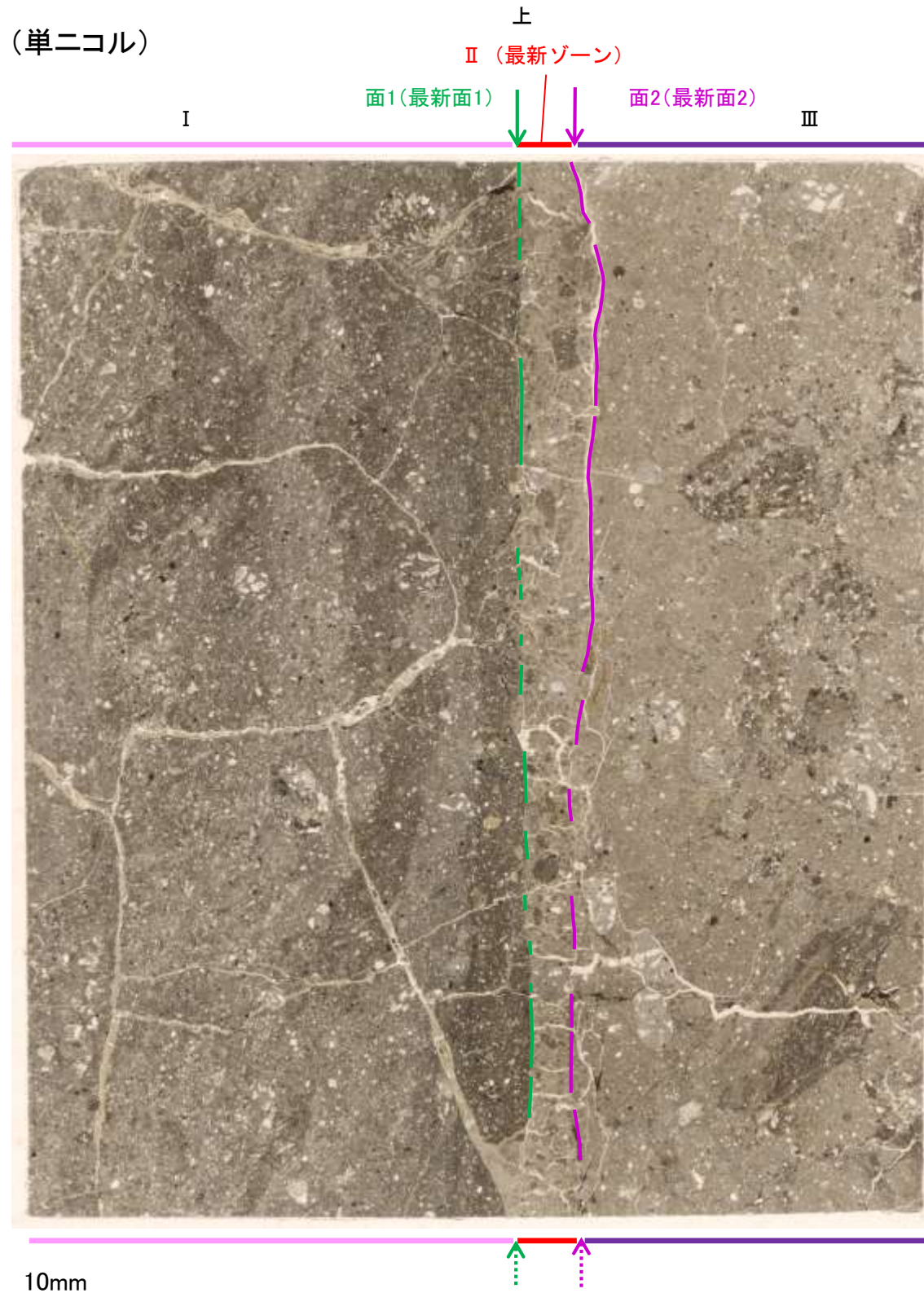
Ⅱ(最新ゾーン): 単ニコルで褐灰色, 直交ニコルで黄～灰色の干渉色を呈する, 粘土鉱物を含む細粒物からなる。径3mm以下の岩片や鉱物片が細粒な基質中に含まれる。岩片, 鉱物片は角～亜円形である。基質中や岩片の縁辺部に粘土鉱物が生成している。

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】



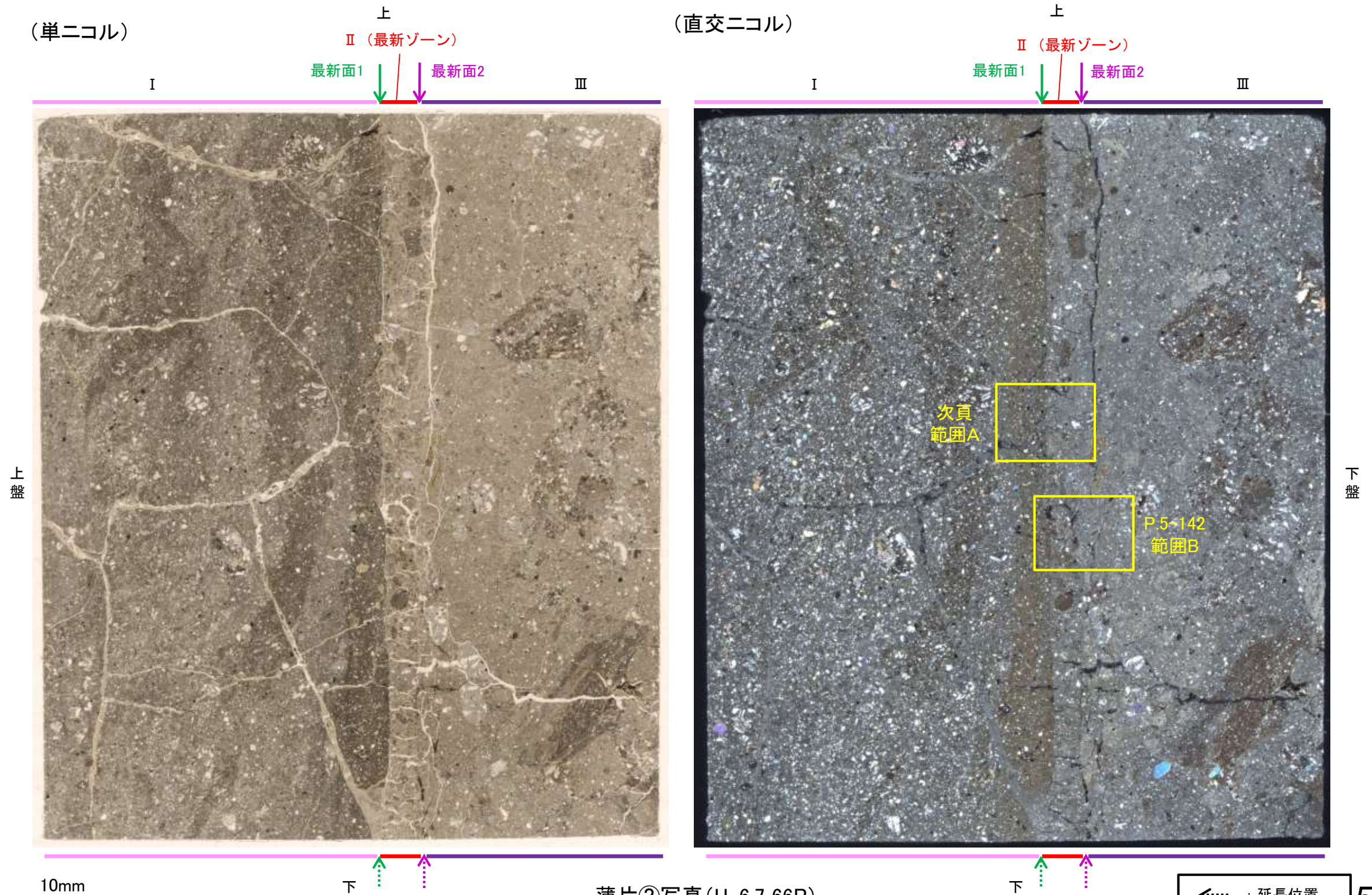
薄片②写真(H-6.7_66R)

←… : 延長位置

5.2.2 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P.5-152, 5-153

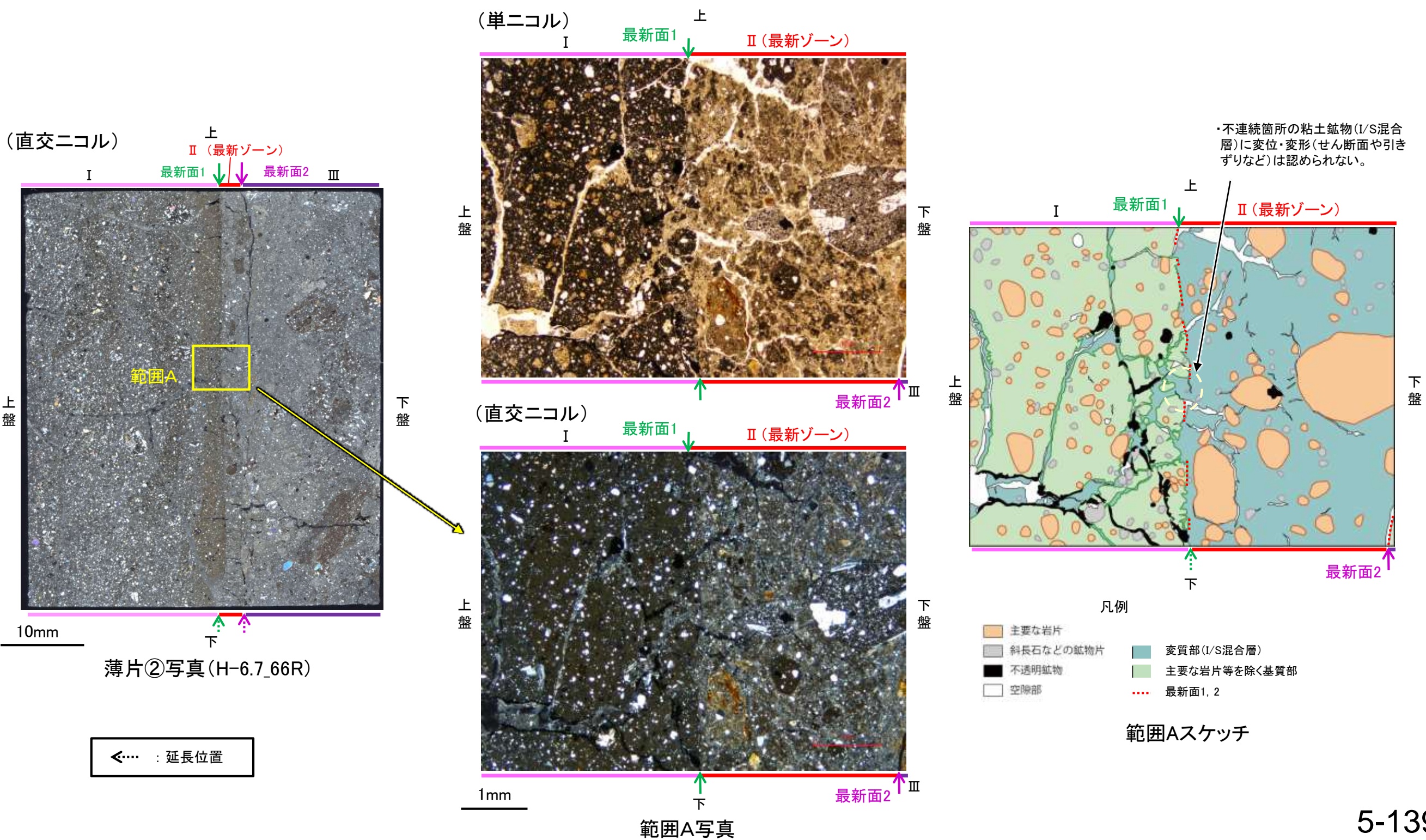


5.2.2 S-1 (1) H-6.7孔② — 最新面とI/S混合層との関係(範囲A) —

○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。

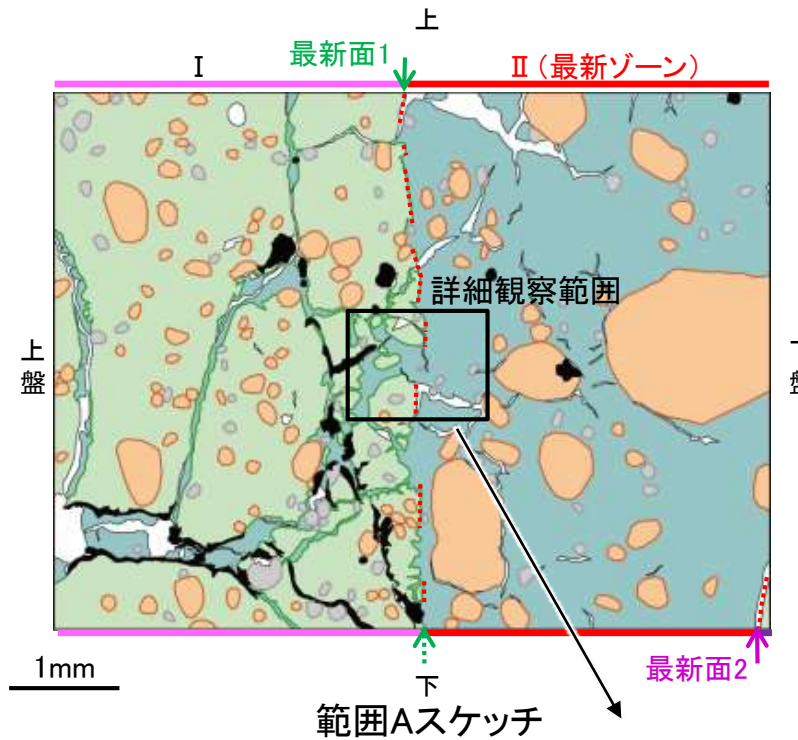
○なお、不連続箇所においてI/S混合層生成以降の注入現象の有無を確認した結果、弓状構造や粒子の配列などの注入の痕跡は認められない。

○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②

【詳細観察(範囲A)】

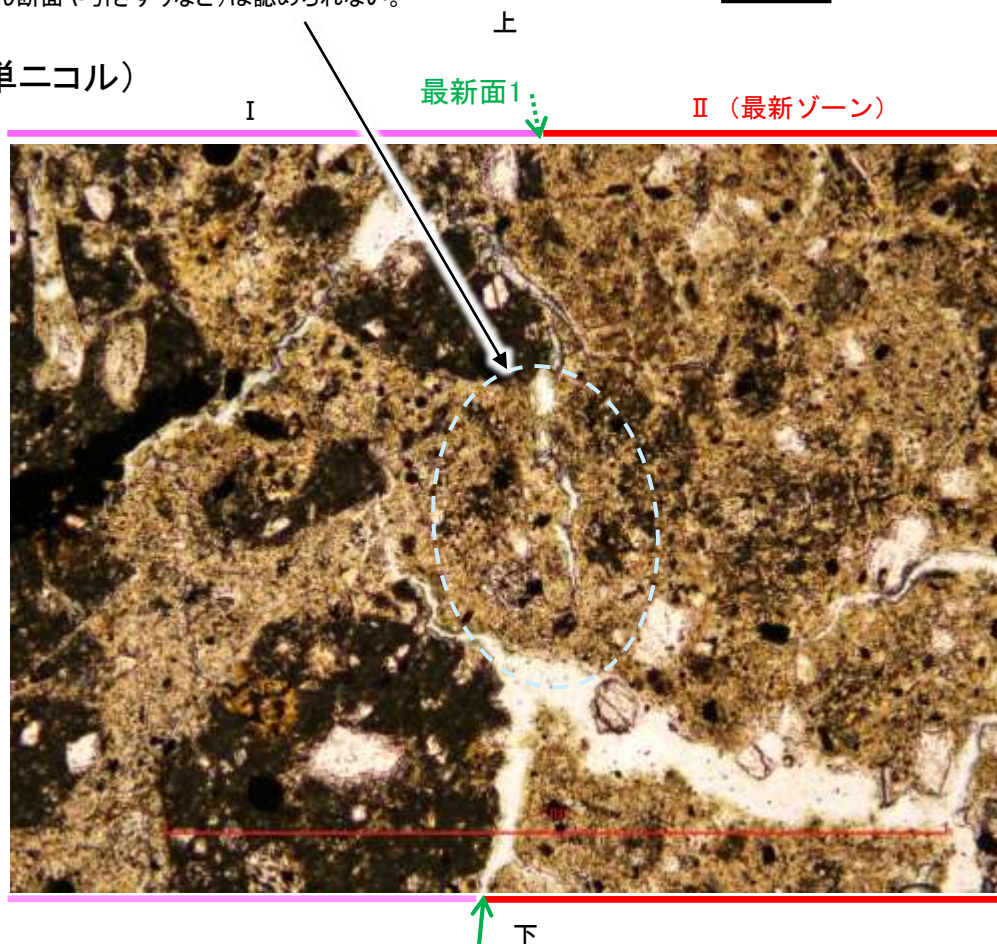


←… : 延長位置

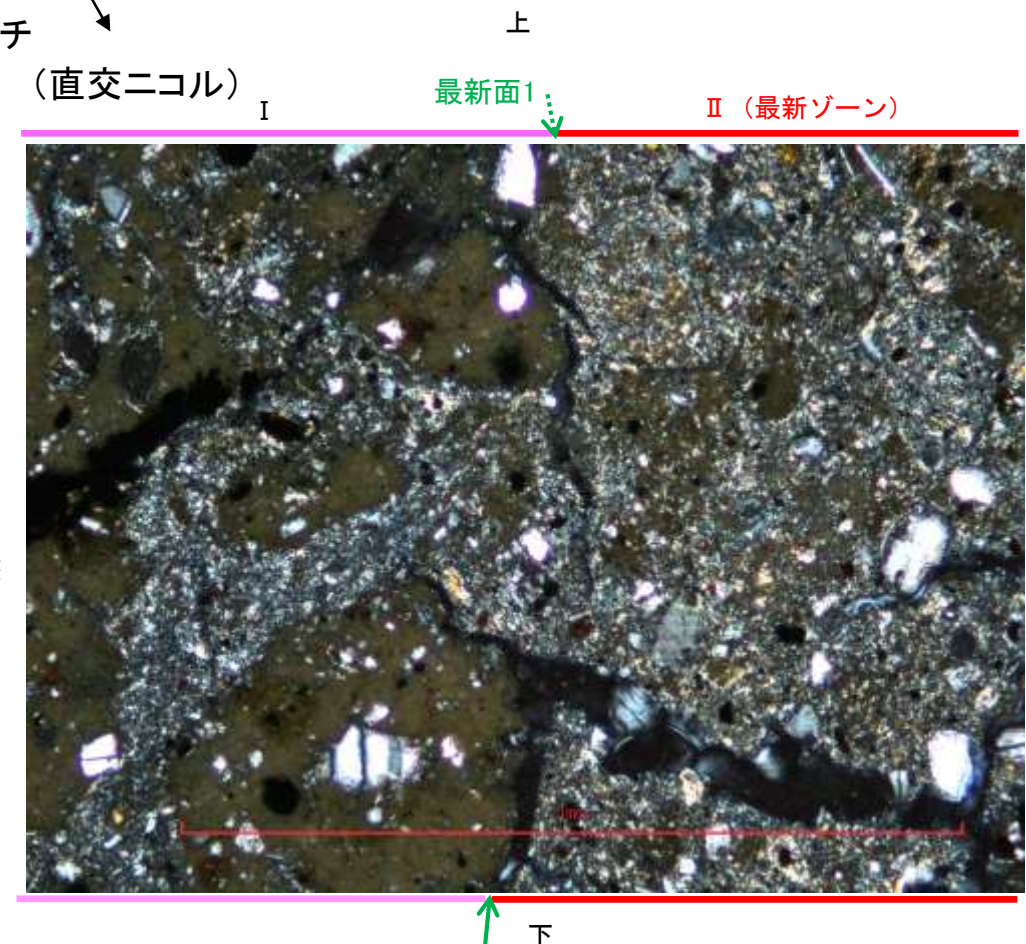
- 凡例
- 主要な岩片
 - 斜長石などの鉱物片
 - 不透明鉱物
 - 空隙部
 - 変質部(I/S混合層)
 - 主要な岩片等を除く基質部
 - 最新面1

・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。

(単ニコル)



(直交ニコル)



詳細観察範囲写真

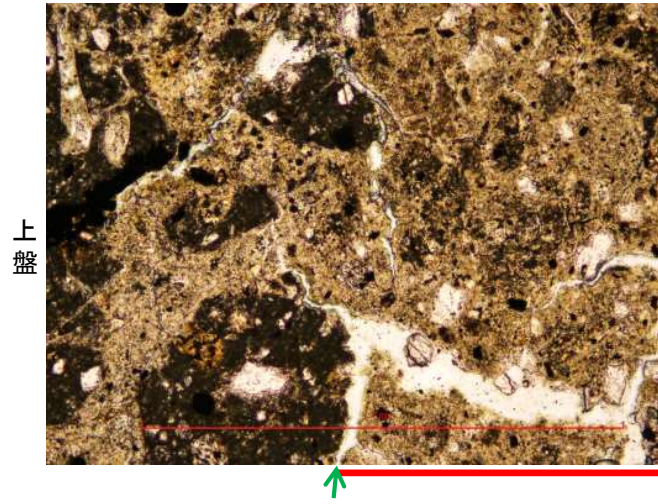
0.1mm

S-1_H-6.7孔②

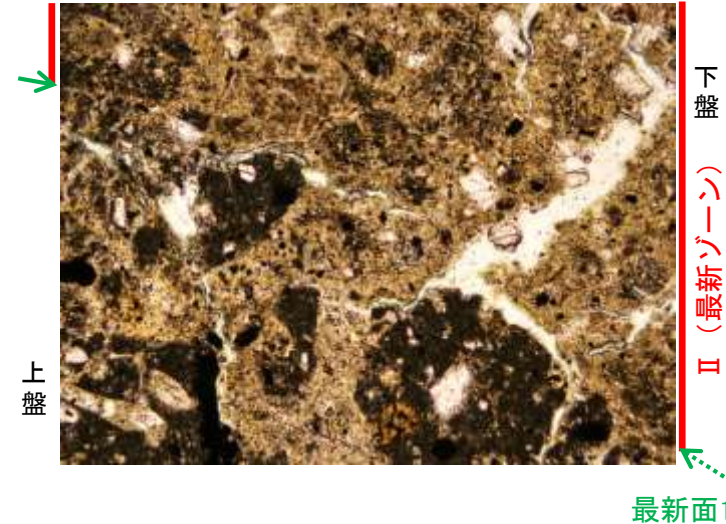
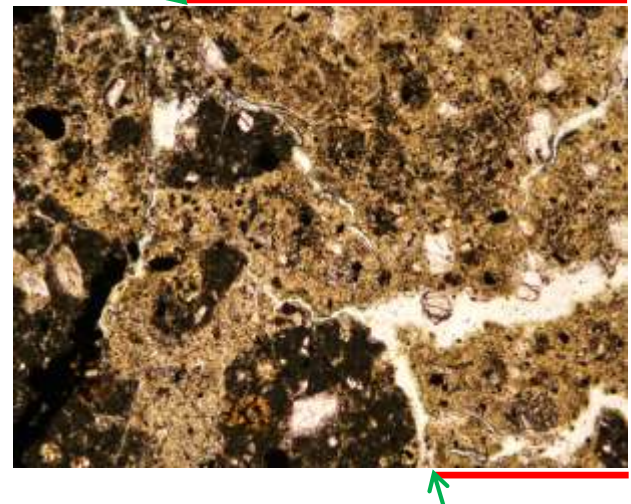
【ステージ回転(範囲A)】

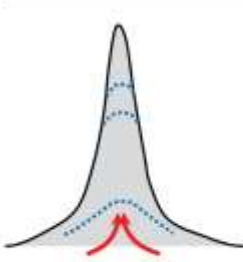
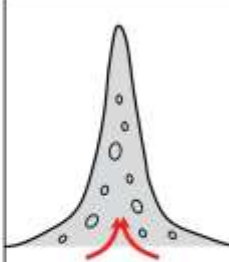
(単ニコル)

最新面1 ↓ II (最新ゾーン)



最新面1 ↓ II (最新ゾーン)

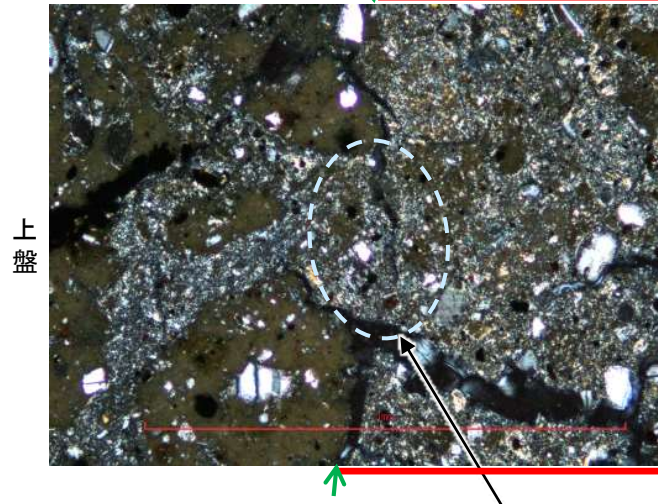


カリフォルニアの事例	阿寺断層の事例
	
注入方向	注入方向
注入脈の壁に沿って凸状上向き の可状構造が認められる	注入方向に粒子の配列が認められる

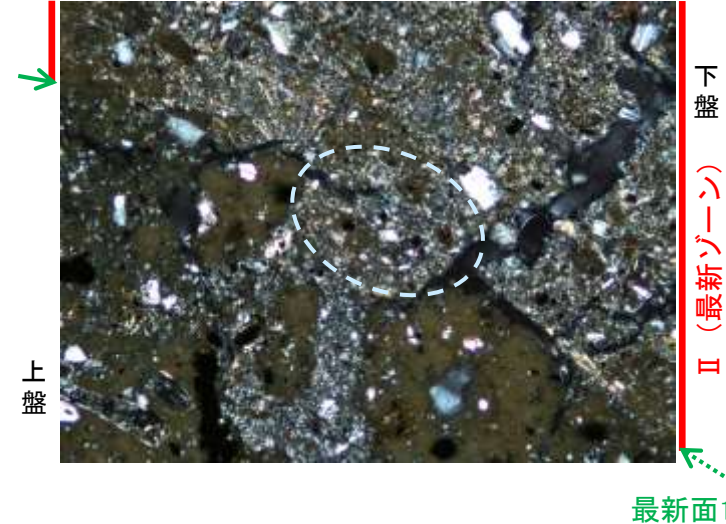
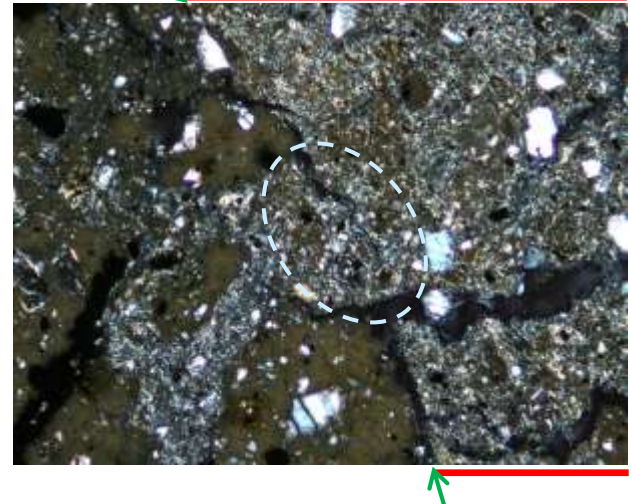
注入現象の事例
(関西電力株式会社, 2016)

(直交ニコル)

最新面1 ↓ II (最新ゾーン)



最新面1 ↓ II (最新ゾーン)



←… : 延長位置

0.1mm

0° 回転

左30° 回転

左60° 回転

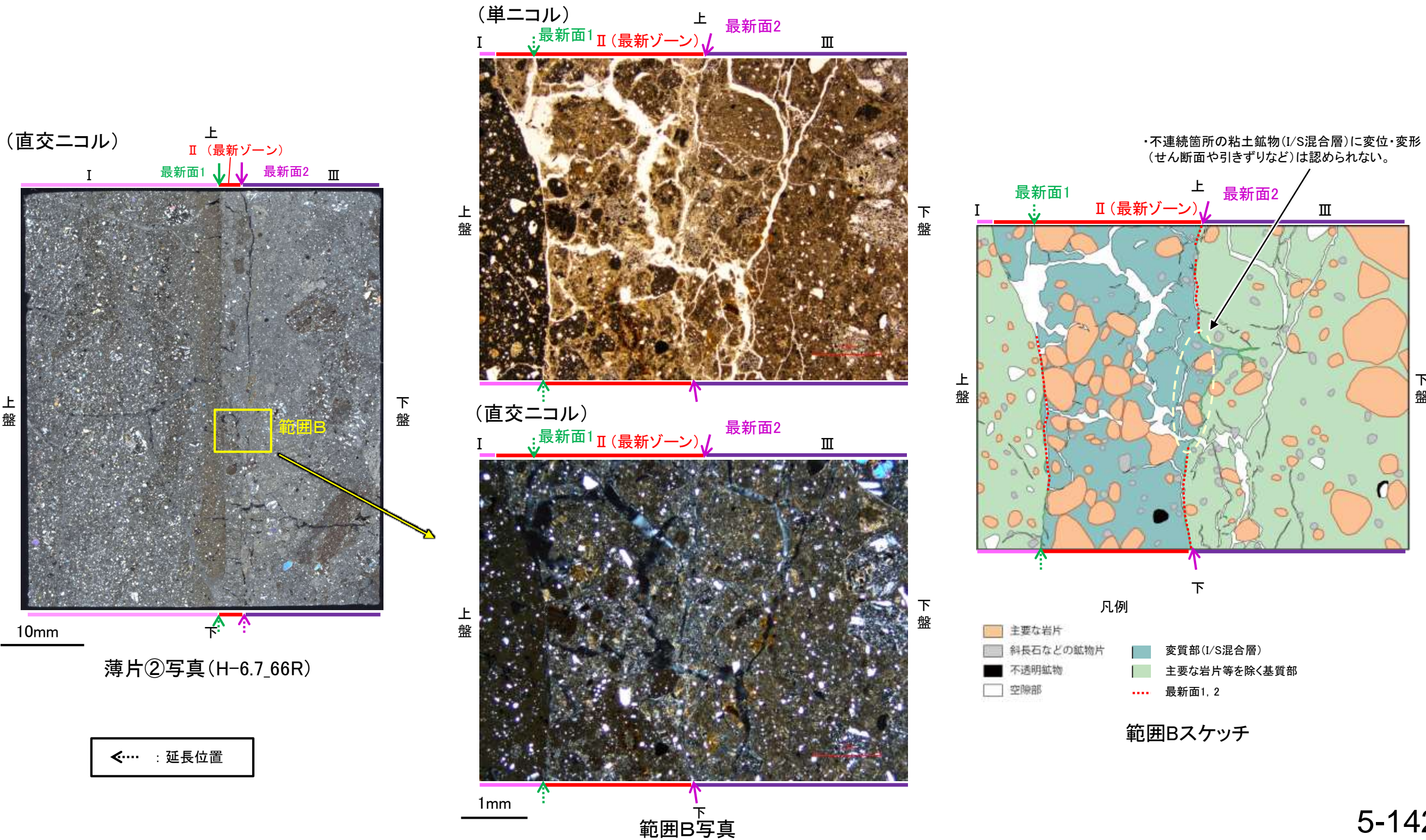
- ・不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形(せん断面や引きずりなど)は認められない。
- ・注入の痕跡は認められない。

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

○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。

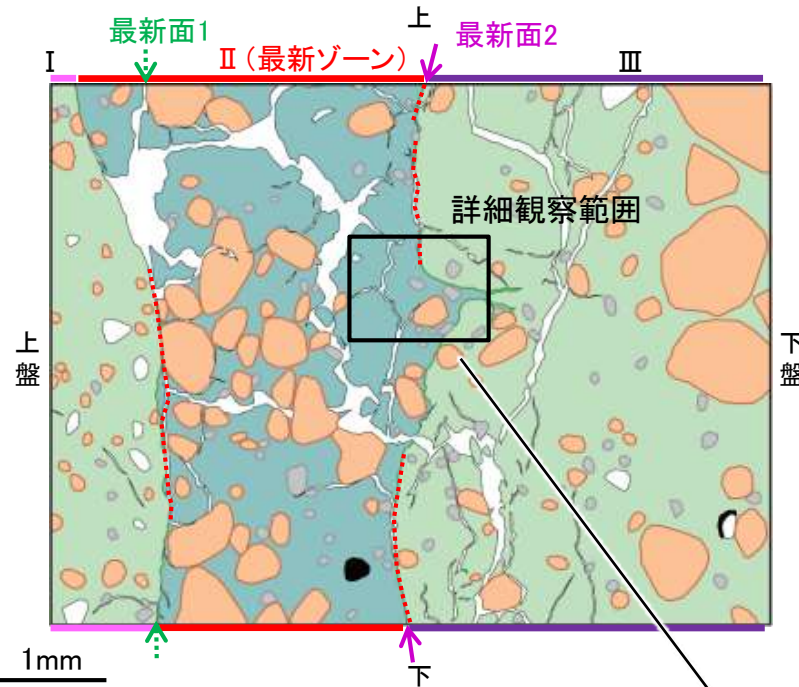
○なお、不連続箇所においてI/S混合層生成以降の注入現象の有無を確認した結果、弓状構造や粒子の配列などの注入の痕跡は認められない。

○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

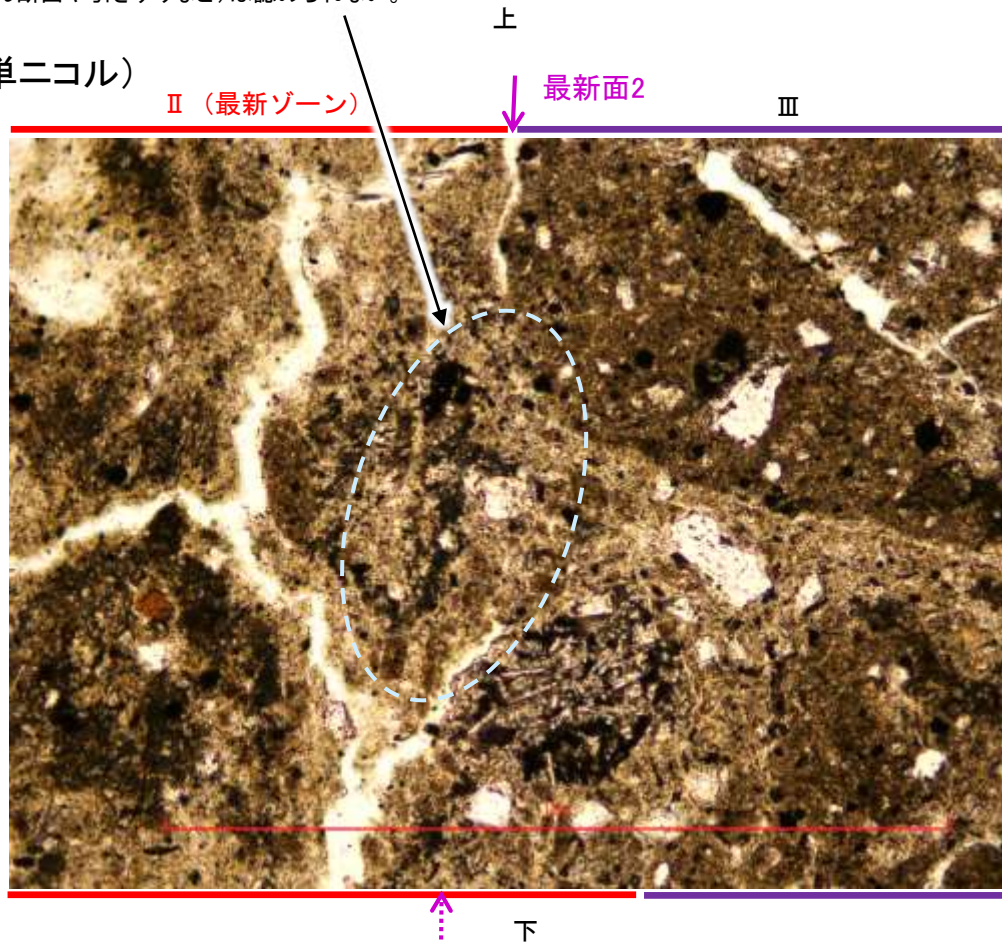
【詳細観察(範囲B)】



←… : 延長位置

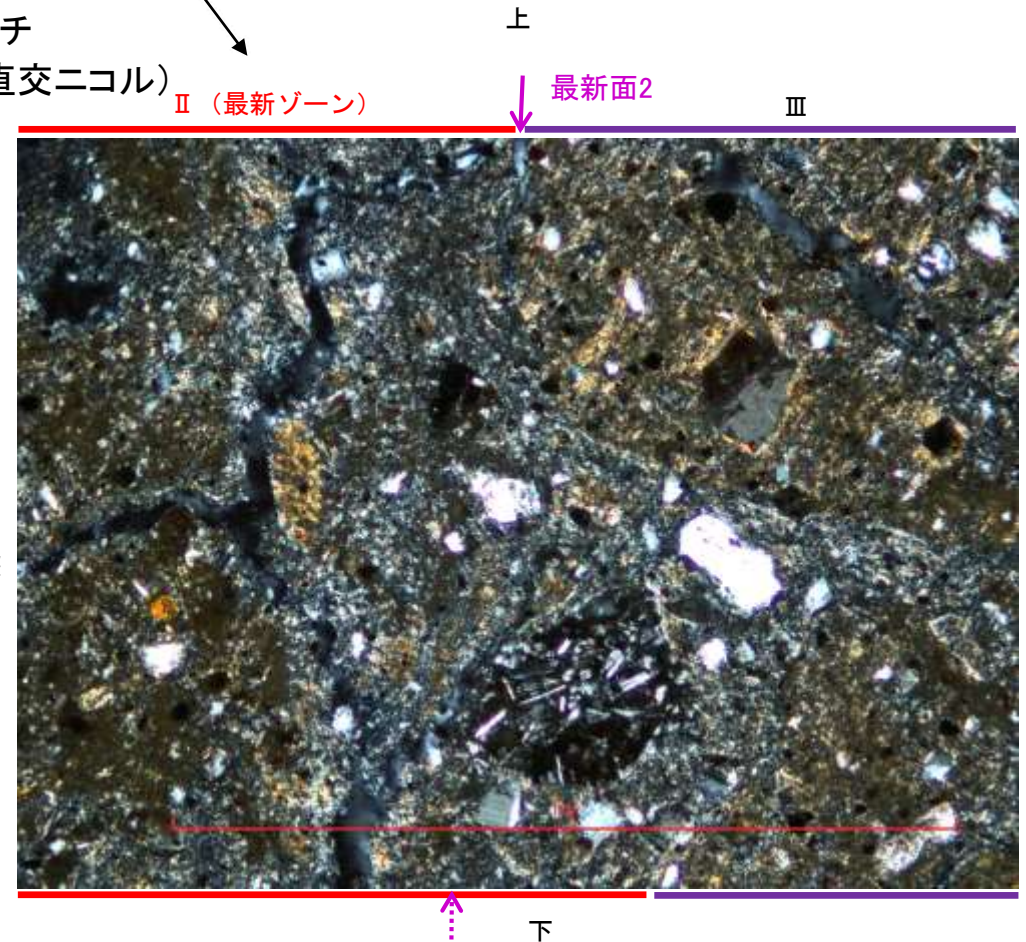
・不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形(せん断面や引きずりなど)は認められない。

(単ニコル)



範囲Bスケッチ

(直交ニコル)



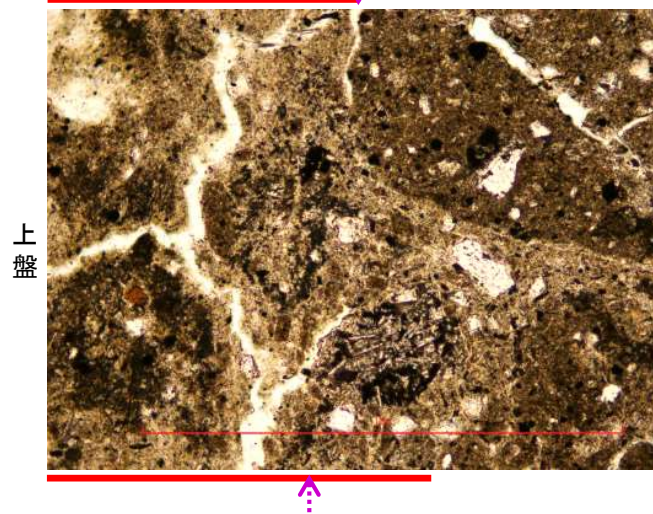
詳細観察範囲写真

S-1_H-6.7孔②

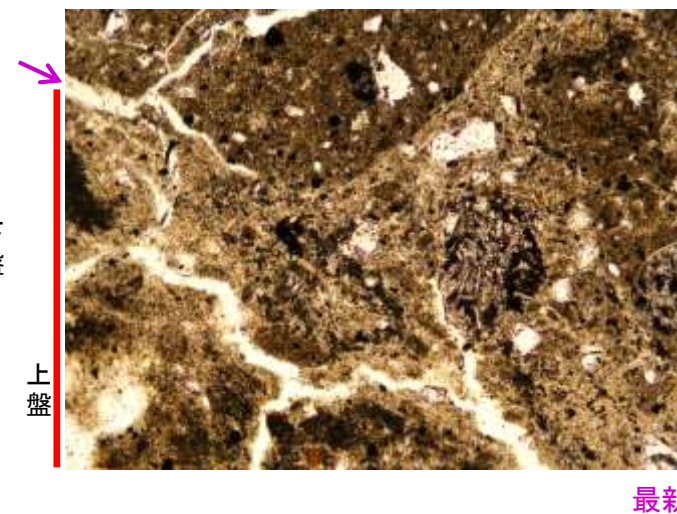
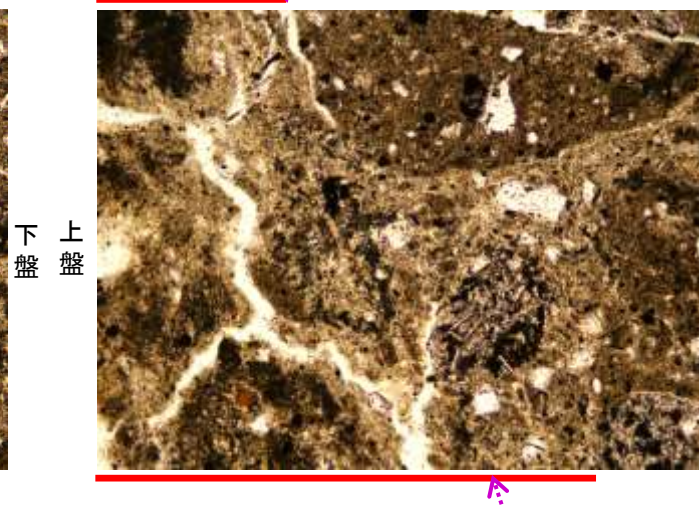
【ステージ回転(範囲B)】

(単ニコル)

II (最新ゾーン) ↓ 最新面2



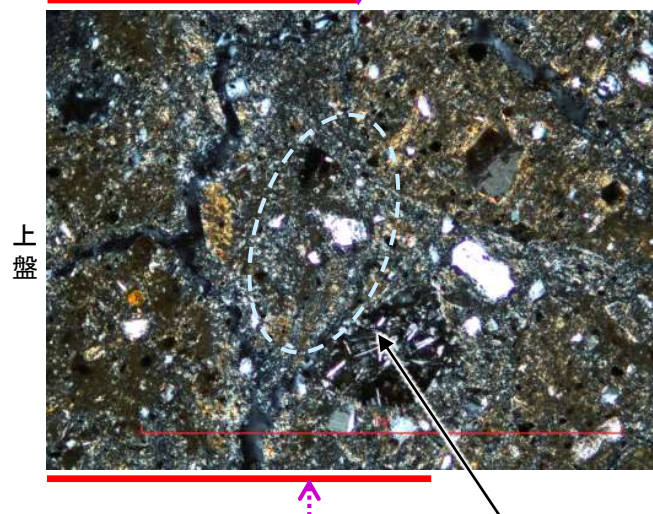
II (最新ゾーン) ↓ 最新面2



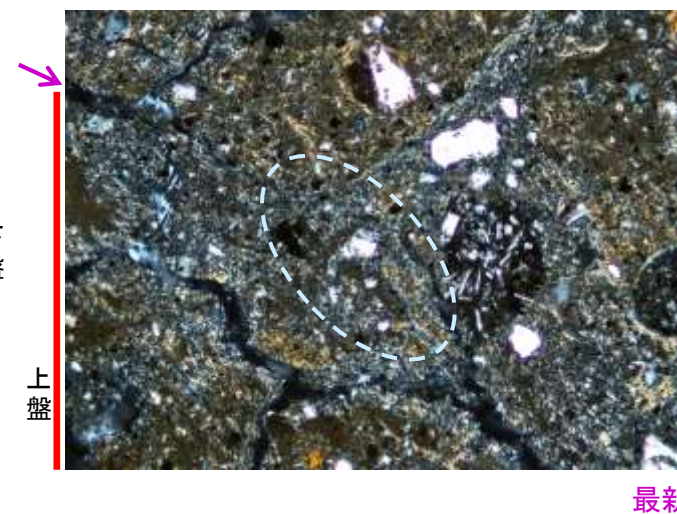
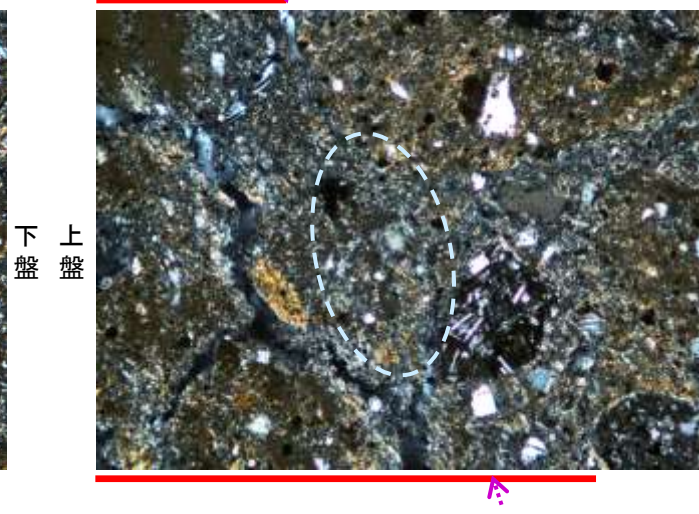
下盤
II (最新ゾーン)
最新面2

(直交ニコル)

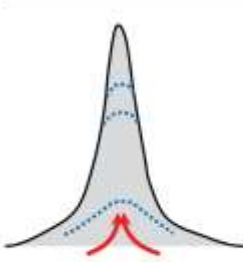
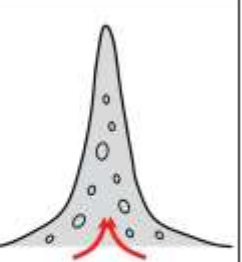
II (最新ゾーン) ↓ 最新面2



II (最新ゾーン) ↓ 最新面2



下盤
II (最新ゾーン)
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 の可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)

←… : 延長位置

0.1mm

0° 回転

左30° 回転

左60° 回転

- ・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。
- ・注入の痕跡は認められない。

5.2.2 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(P.5-146~149)。

【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.5-150, 5-151)。

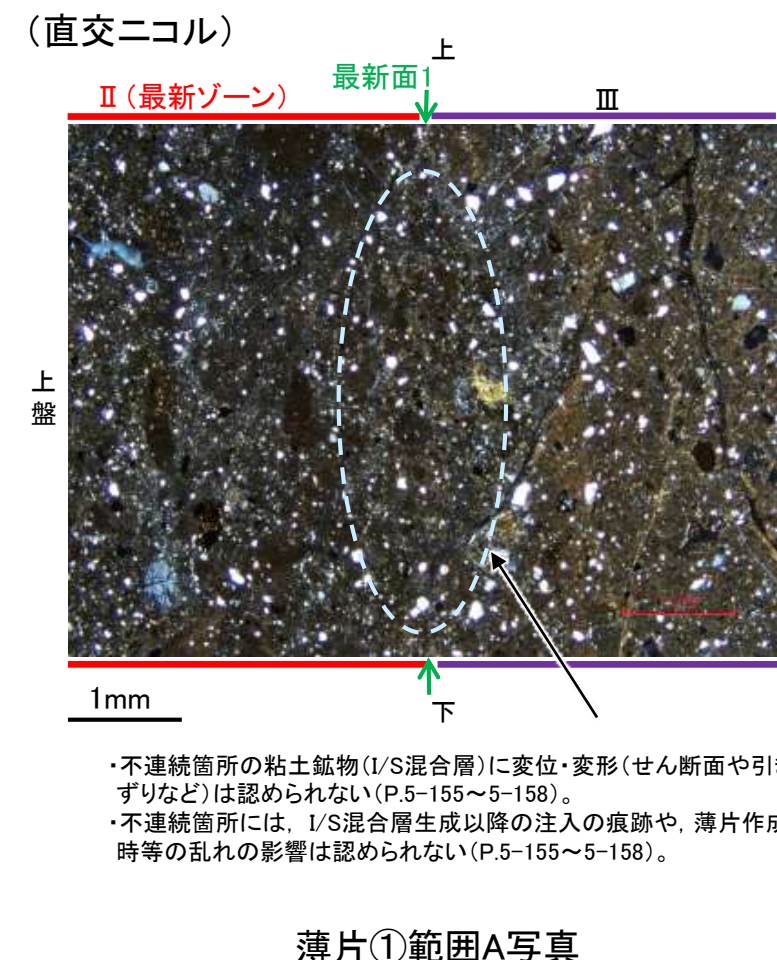
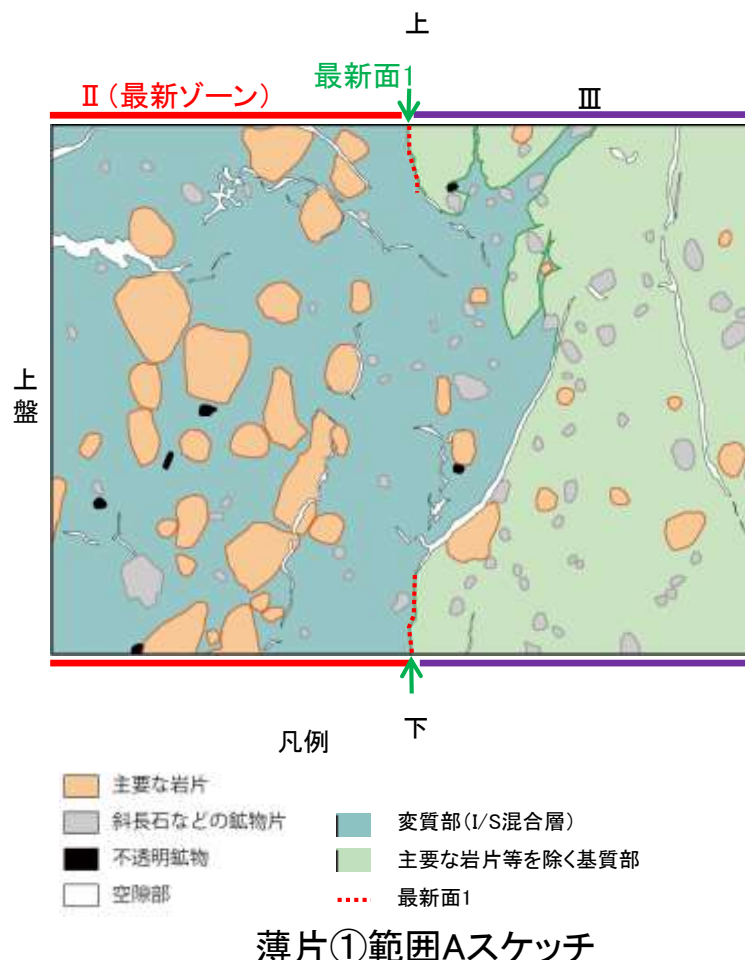
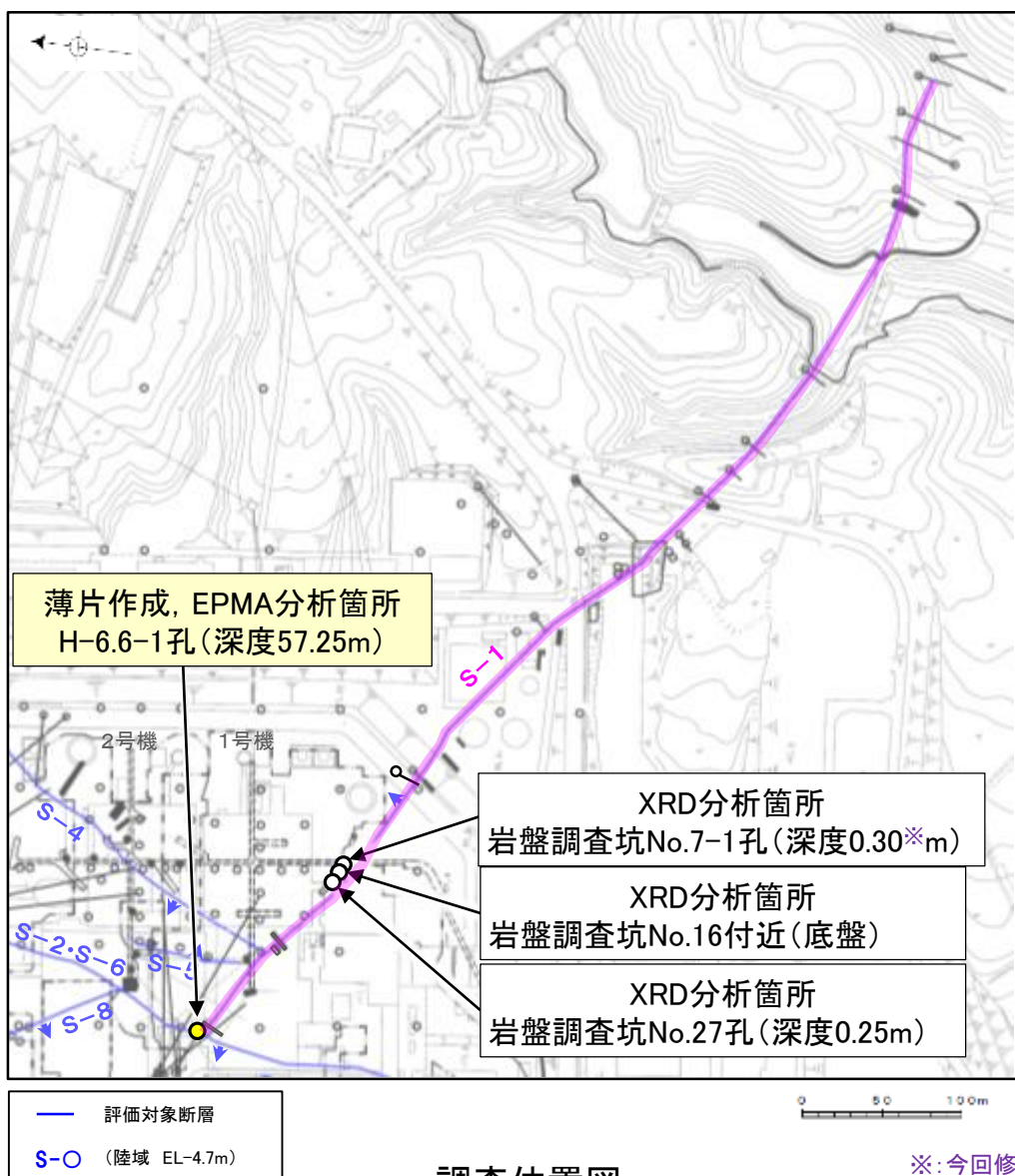
【変質鉱物の分布と最新面との関係】

○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.5-152~5-154)。

○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.5-155~5-158)。

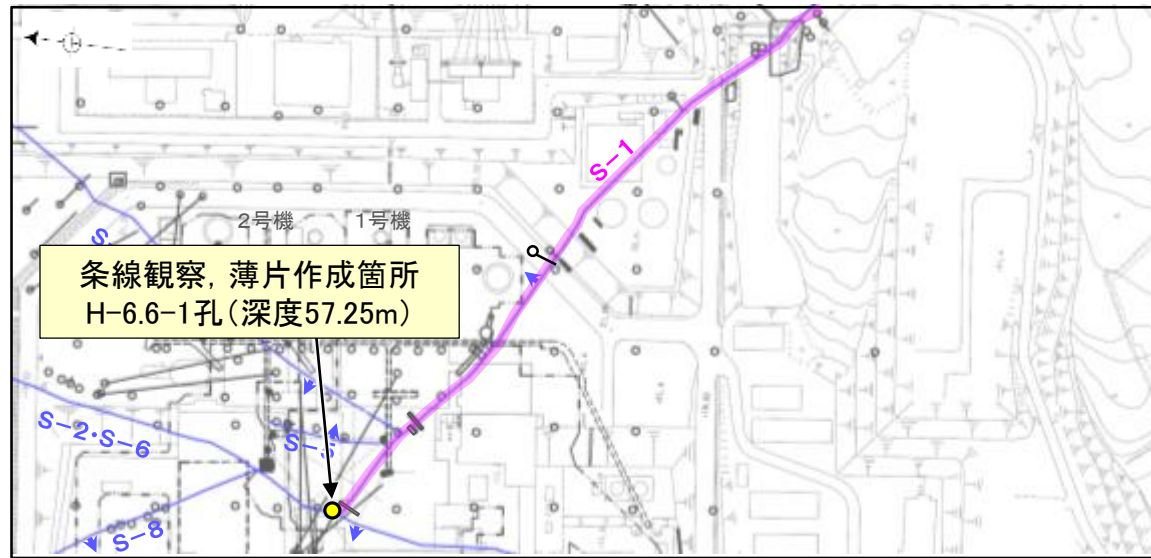
○以上のことを踏まえると、S-1の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。

紫字: 第1073回審査会合以降の変更箇所



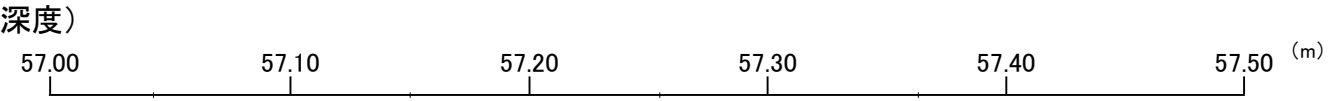
5.2.2 S-1 (2) H-6.6-1孔 ー最新面の認定(巨視的観察)ー

○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(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)。



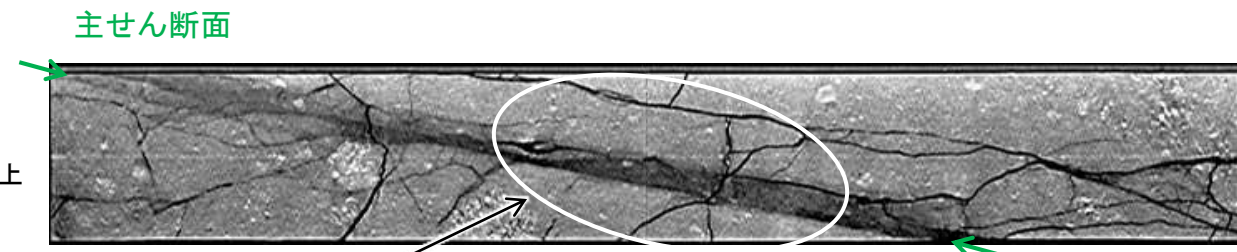
— 評価対象断層
S-O (陸域 EL-4.7m)

・条線観察結果については補足資料5.2-12(2)-1
調査位置図



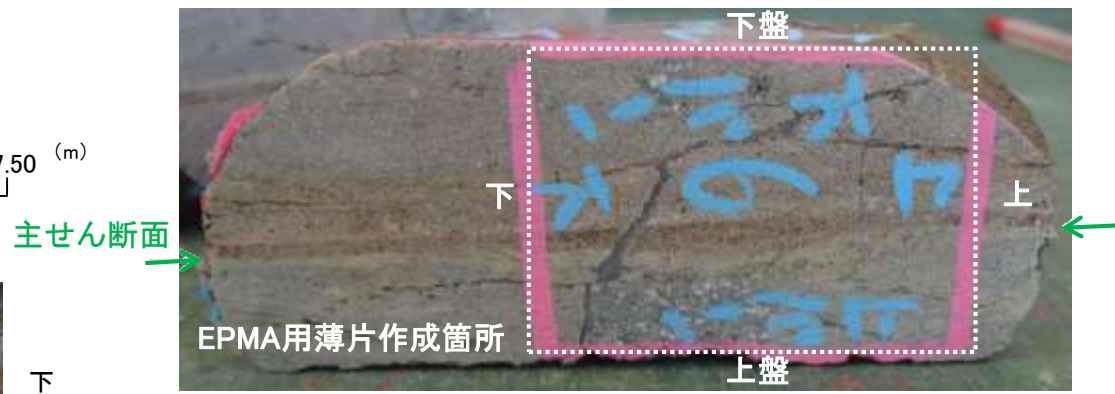
右ブロック採取箇所
粘土状破砕部
固結した破砕部

ボーリングコア写真(H-6.6-1孔)



右ブロック採取箇所

CT画像(H-6.6-1孔)



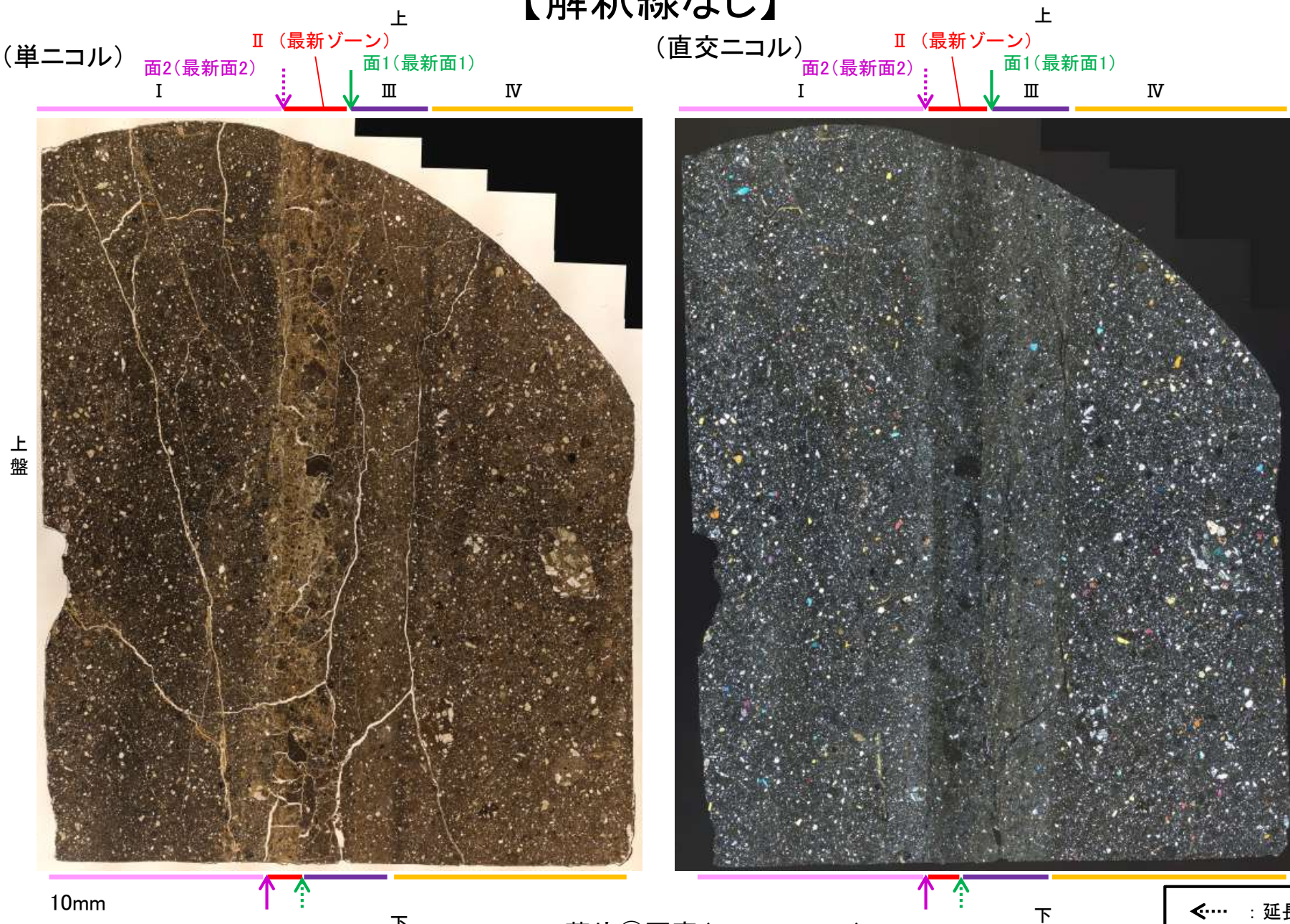
1cm

ブロック写真

5.2.2 S-1 (2) H-6.6-1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 III 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 I 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。
- 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, 面は不明瞭で漸移的であることから, 最新面ではないと判断した。

【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 ……粘土状破碎部
 ・分帯 I, 分帯 IV ……固結した破碎部

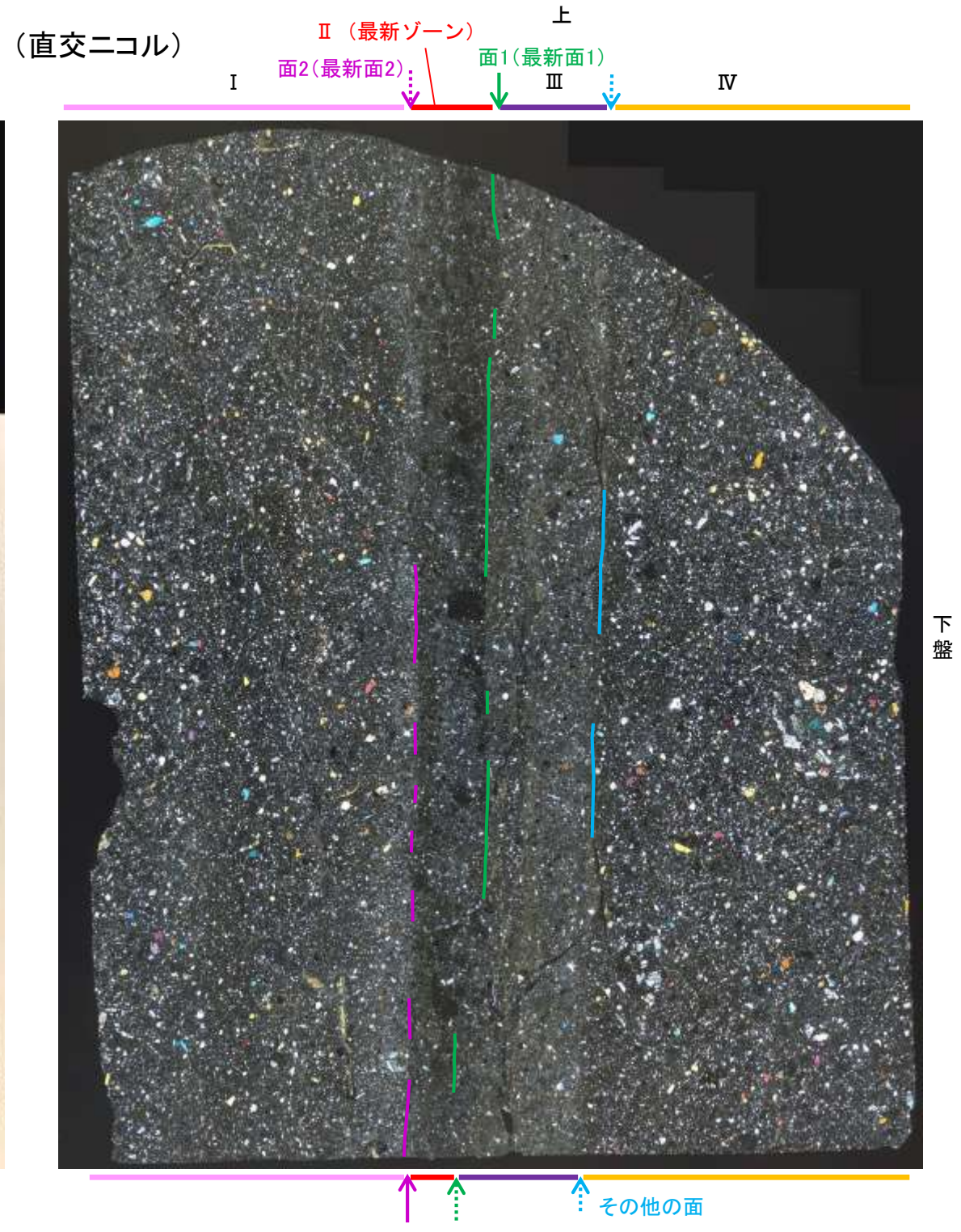
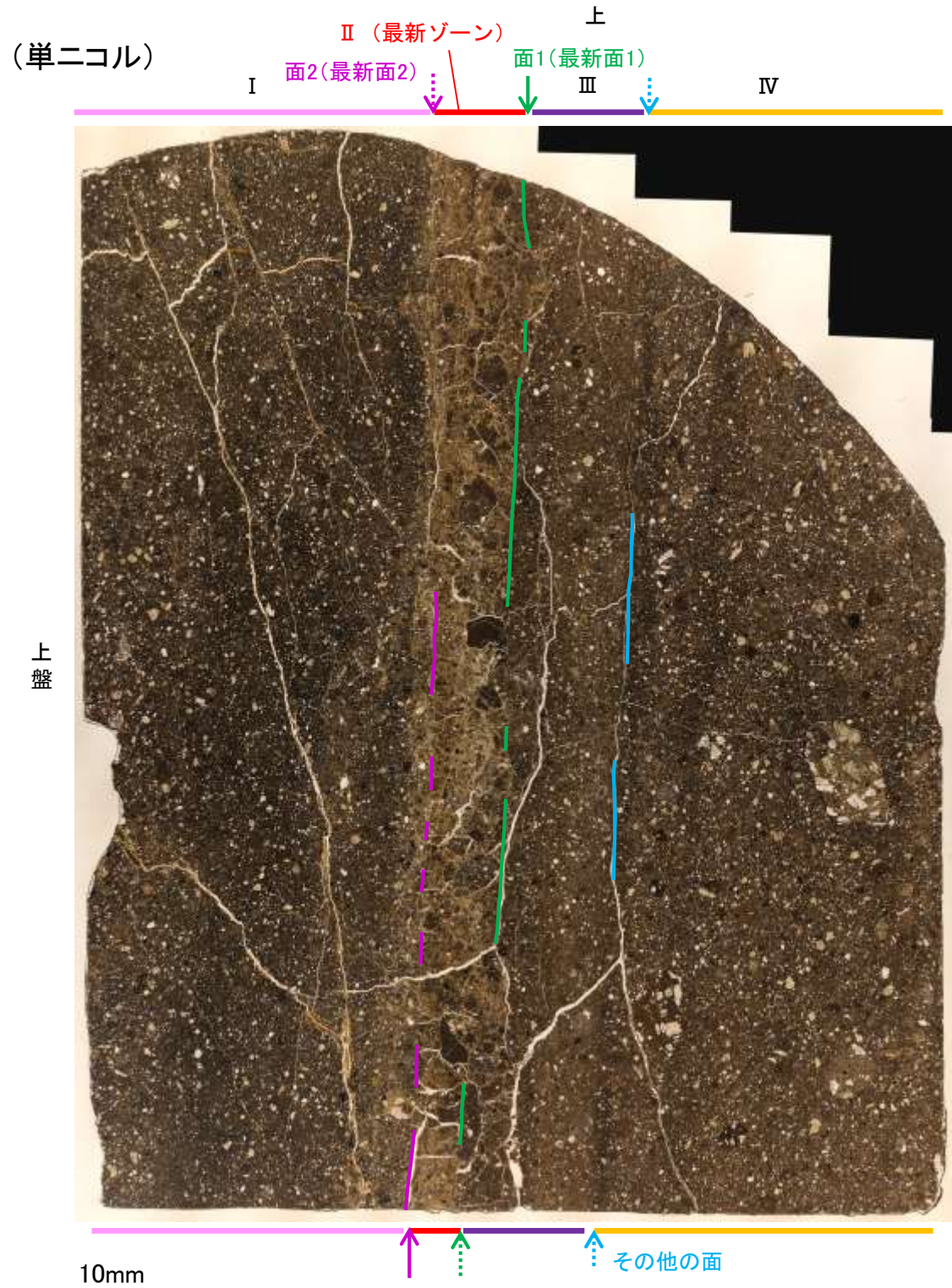
- I : 単ニコルで褐灰色, 直交ニコルで灰色の干渉色を呈する凝灰岩からなる。径2mm以下の岩片や鉱物片が細粒な基質中に含まれている。岩片は亜角~亜円形, 鉱物片は角~亜角形である。基質中や割れ目, 岩片の縁辺部に粘土鉱物が生成されており, II との境界付近に比較的多く含まれる。
- II (最新ゾーン) : 単ニコルで褐灰色, 直交ニコルで灰~暗灰色の干渉色を呈する, 粘土鉱物を含む細粒物からなる。径3mm以下の岩片や鉱物片が細粒な基質中に含まれる。岩片, 鉱物片は角~亜円形である。基質中や割れ目, 岩片の縁辺部に粘土鉱物が生成している。
- III : 単ニコルで褐灰色, 直交ニコルで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凝灰岩からなる。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。割れ目や岩片の縁辺部に粘土鉱物が生成している。

←… : 延長位置

薄片①写真(H-6.6-1_71R)

S-1_H-6.6-1孔

【解釈線あり】

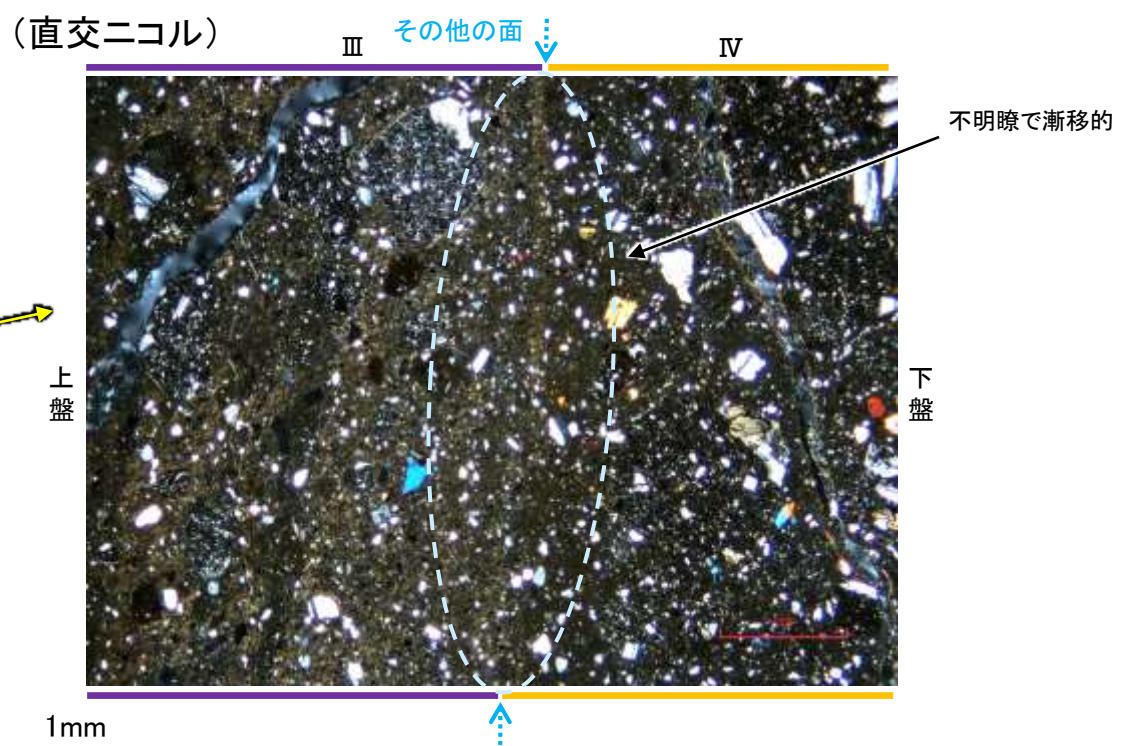
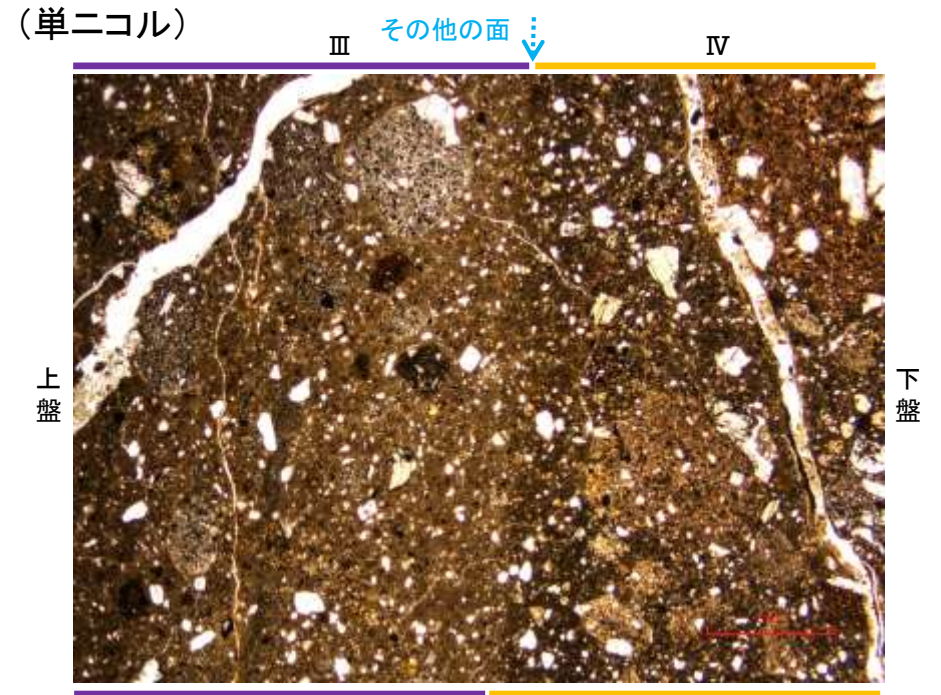
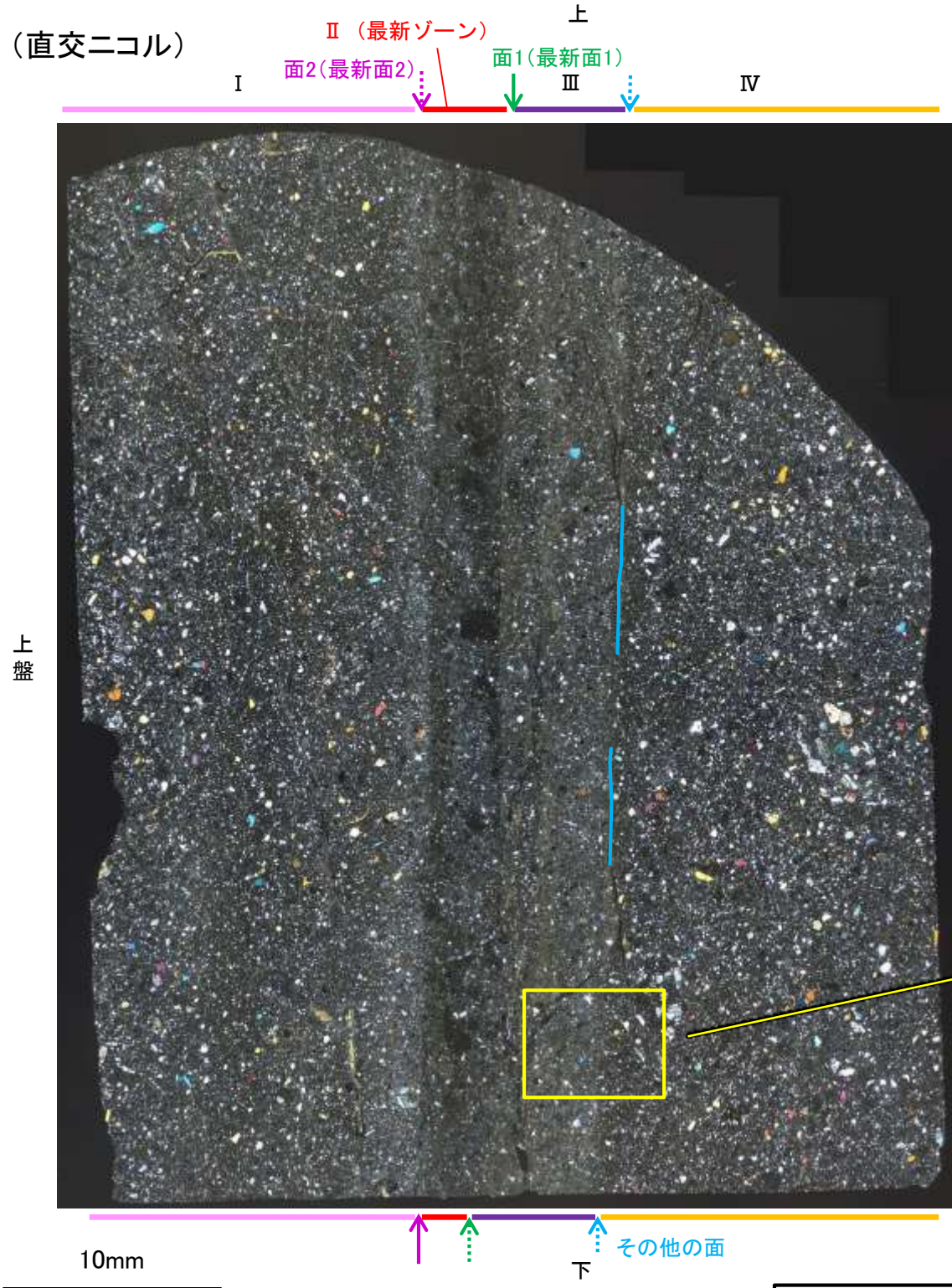


薄片①写真(H-6.6-1_71R)

←… : 延長位置

5.2.2 S-1 (2) H-6.6-1孔 —その他の面の詳細観察—

○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、面は不明瞭で漸移的であることから、最新面ではないと判断した。

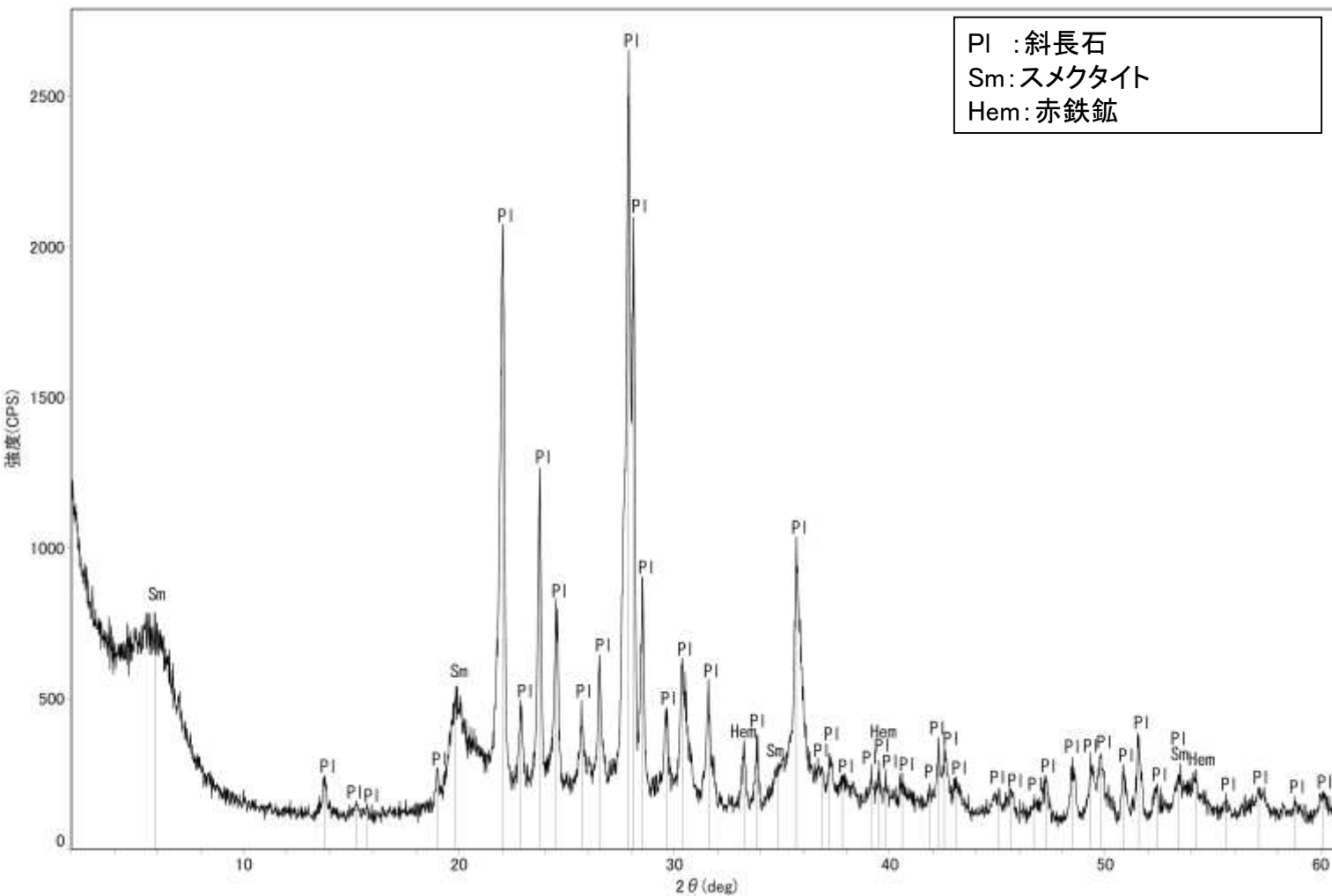
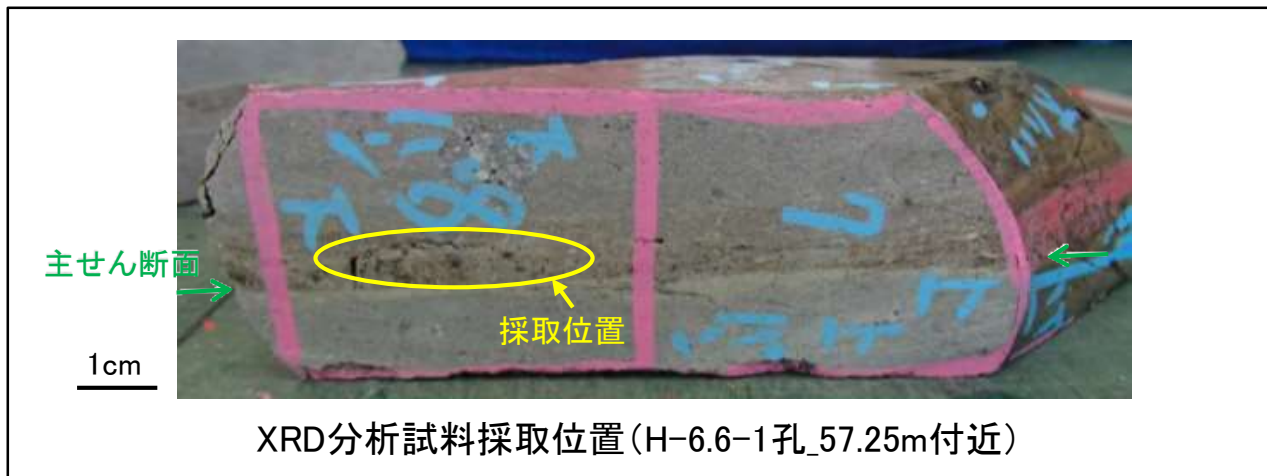


薄片①写真(H-6.6-1_71R)

←… : 延長位置

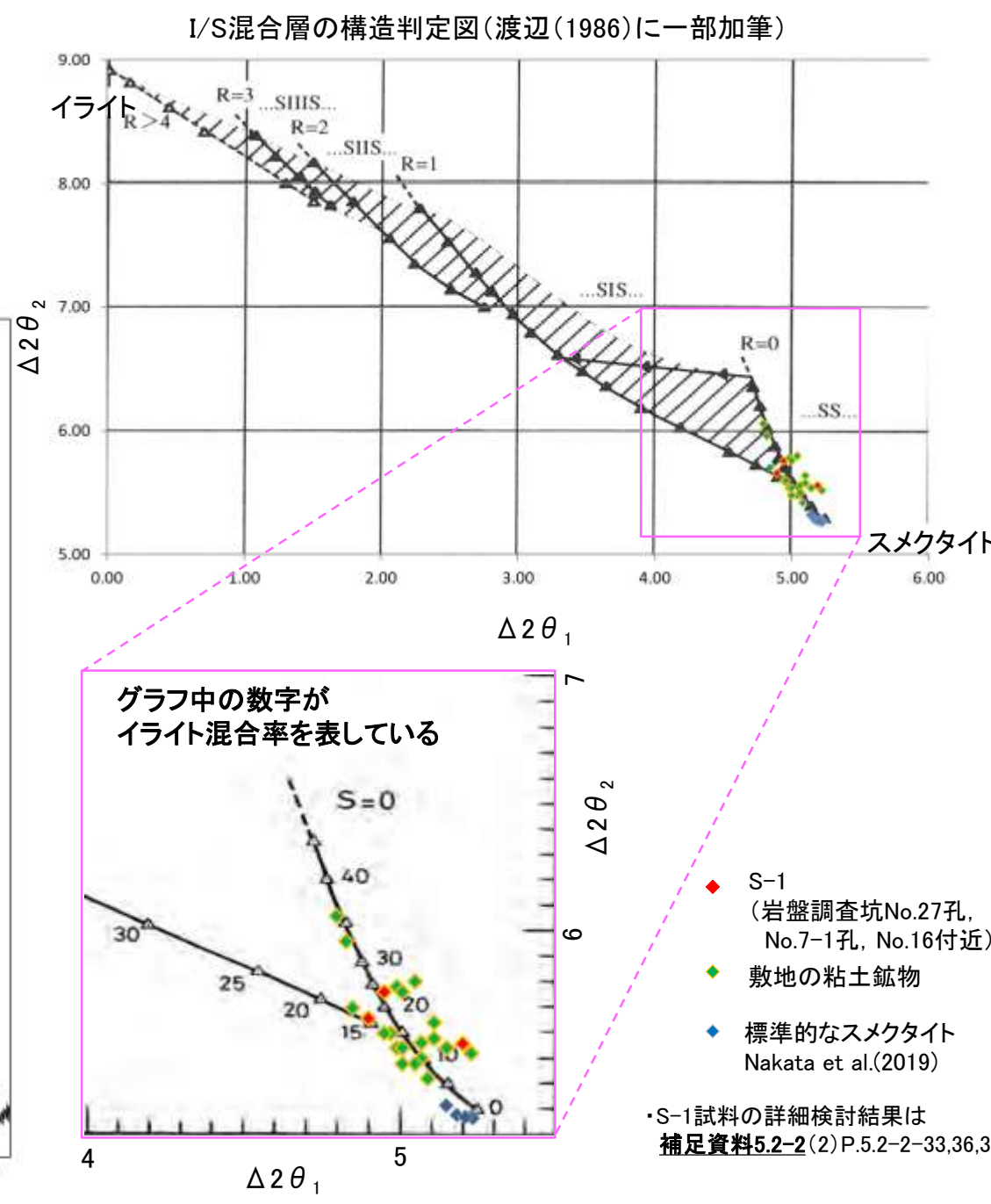
5.2.2 S-1 (2) H-6.6-1孔 — 鉱物の同定(XRD分析) —

○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(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。



回折チャート(不定方位) H-6.6-1孔

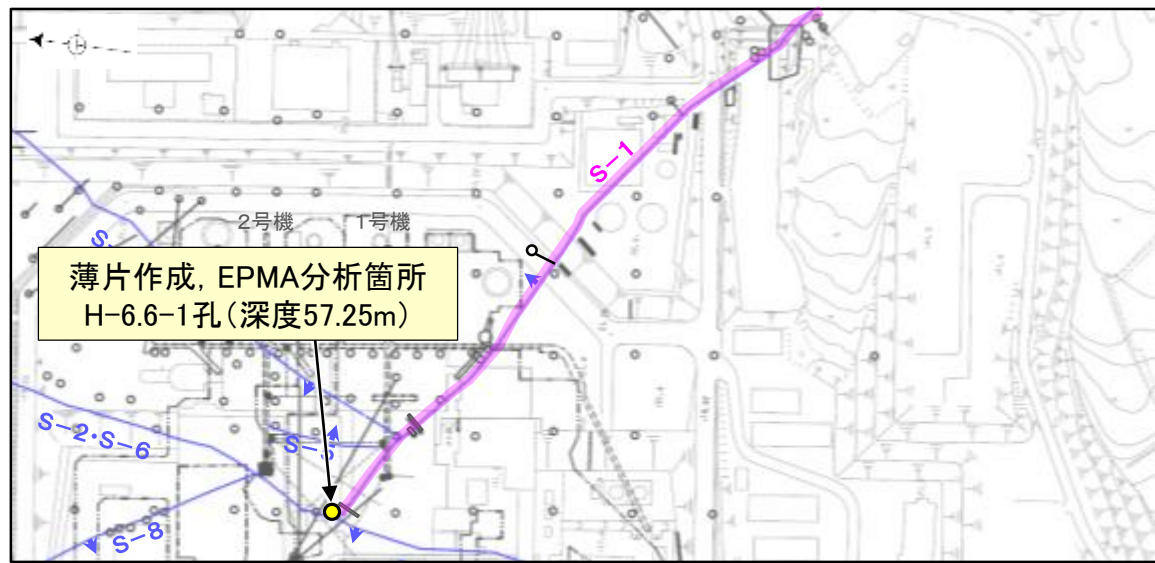
・回折チャート(定方位, EG処理)については, 補足資料5.2-12(1) P.5.2-12-7



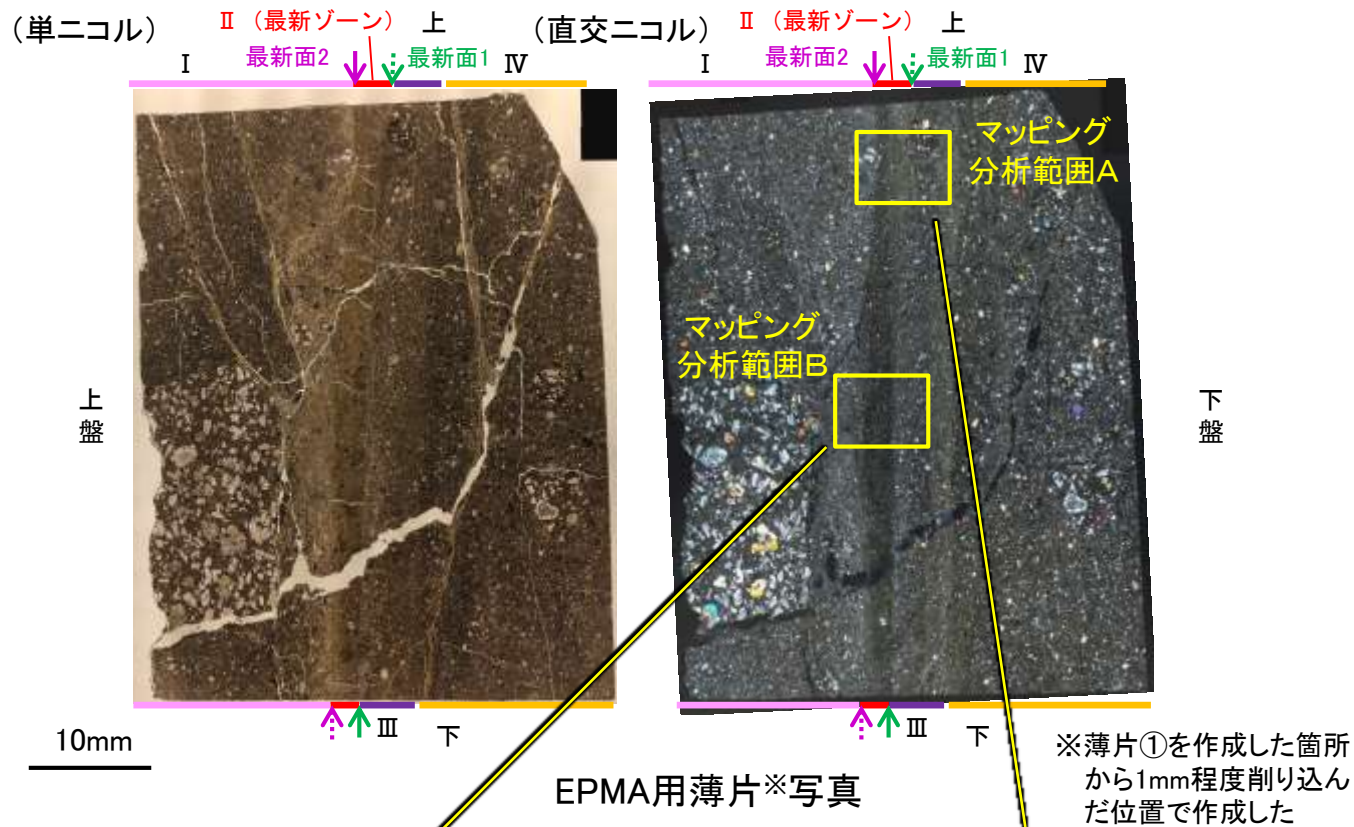
I/S混合層の構造判定図(渡辺(1981)に一部加筆)

5.2.2 S-1 (2) H-6.6-1孔 ー 鉱物の同定 (EPMA分析 (定量)) ー

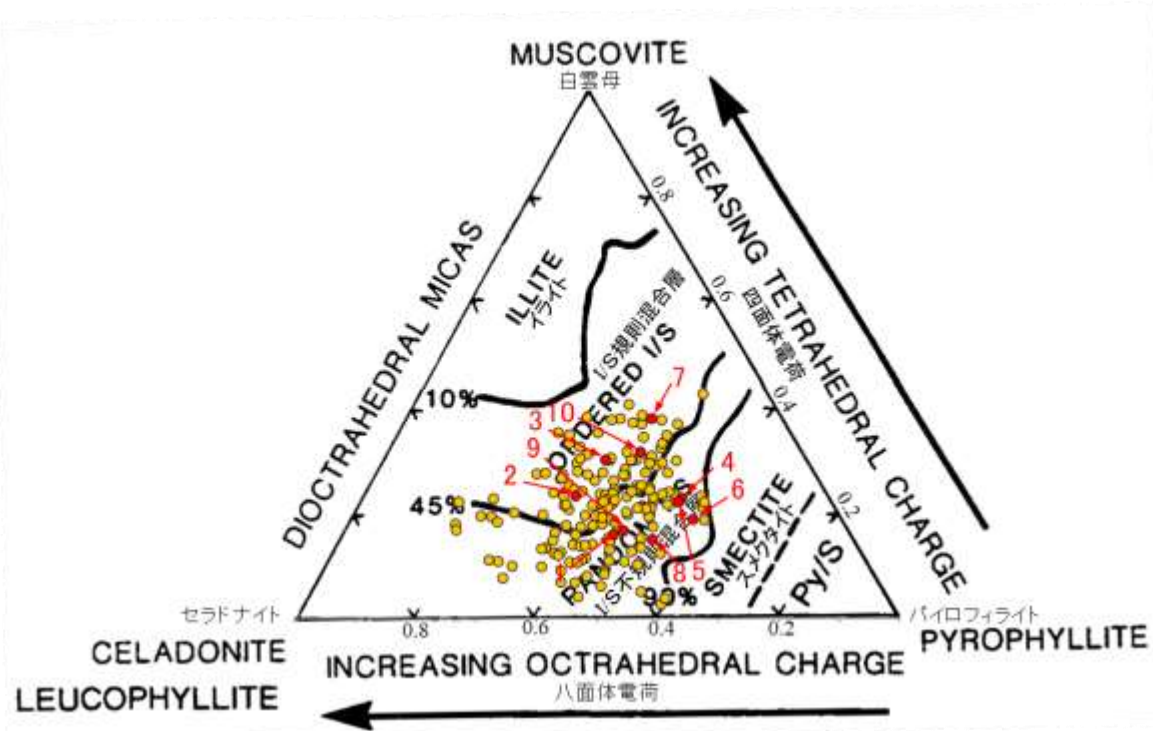
○EPMA用薄片で実施したEPMA分析 (定量) による化学組成の検討結果から、最新ゾーンやその周辺に分布する粘土鉱物はI/S混合層であると判断した。



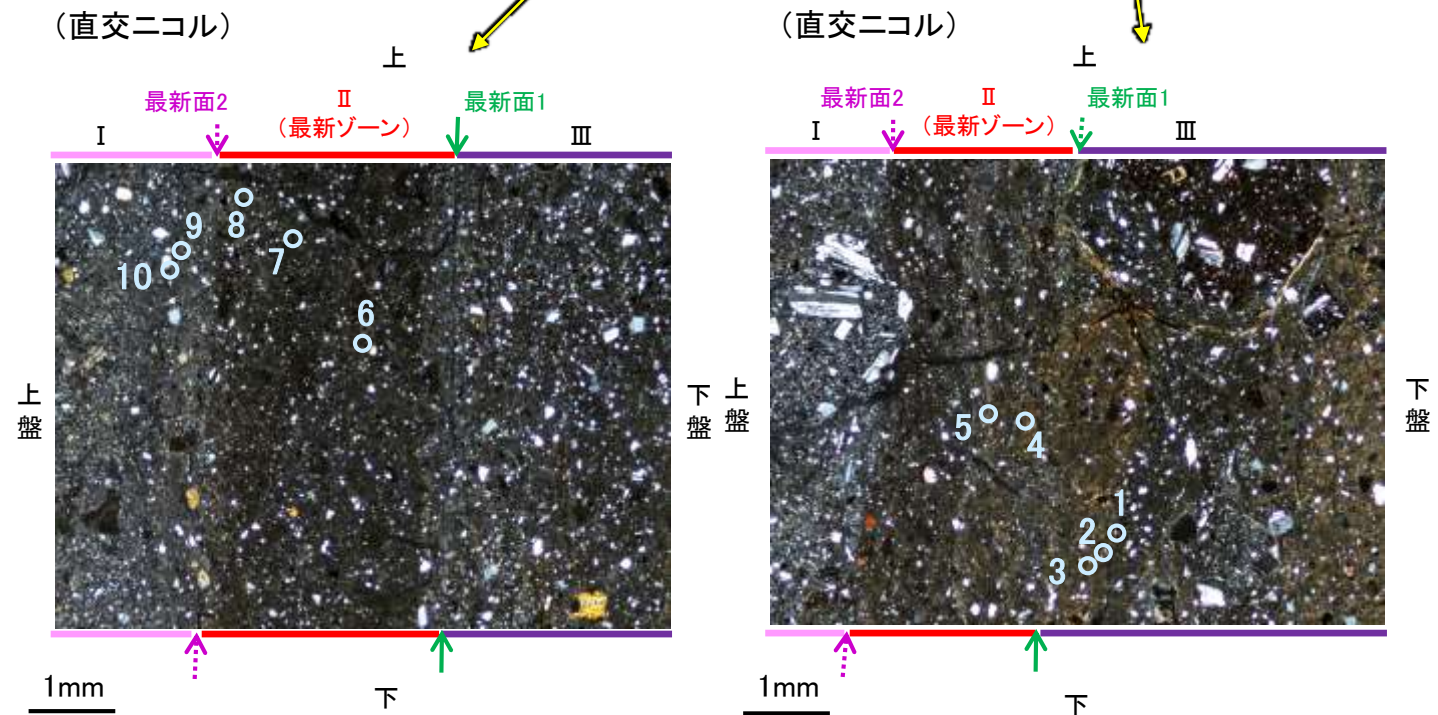
調査位置図



EPMA用薄片※写真



- 分析値 (S-1, H-6.6-1孔) 分析番号位置は右図
- その他の分析値 (敷地の粘土鉱物)



マッピング分析範囲B写真

マッピング分析範囲A写真

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)

◀... : 延長位置

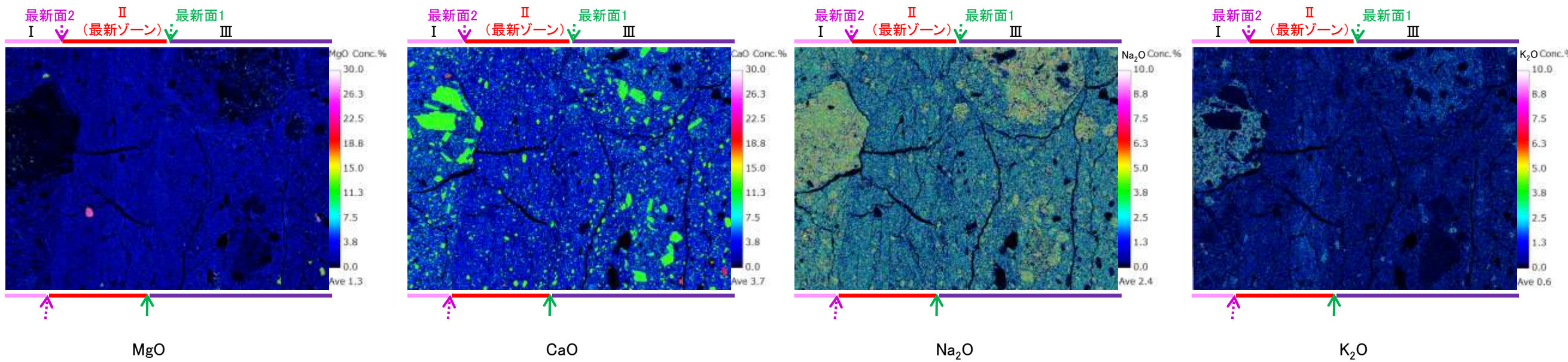
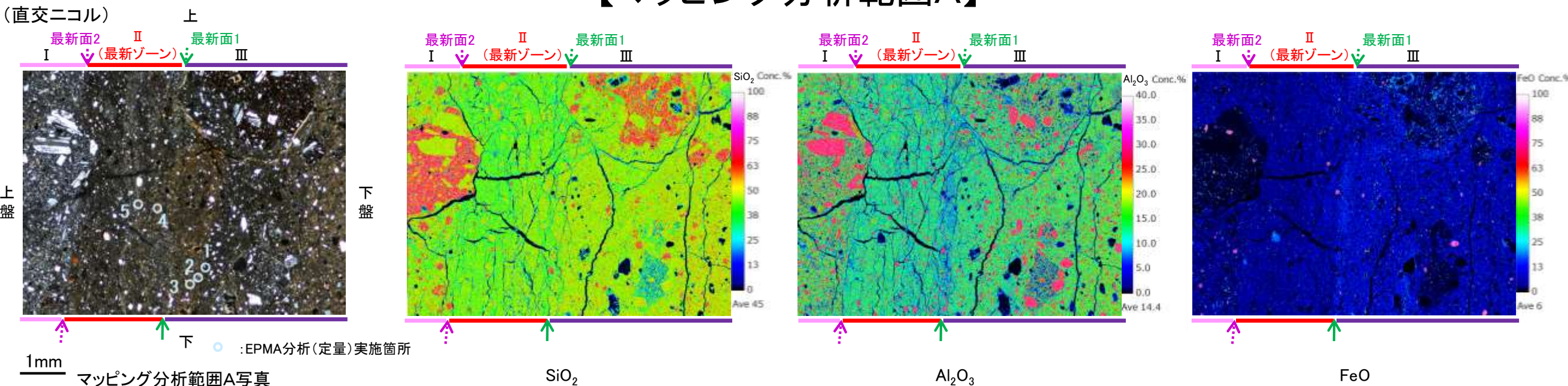
・詳細は補足資料5.2-2(3) P.5.2-2-70,71

5.2.2 S-1 (2) H-6.6-1孔 ー変質鉱物の分布(EPMA分析(マッピング))ー

○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。

【マッピング分析範囲A】

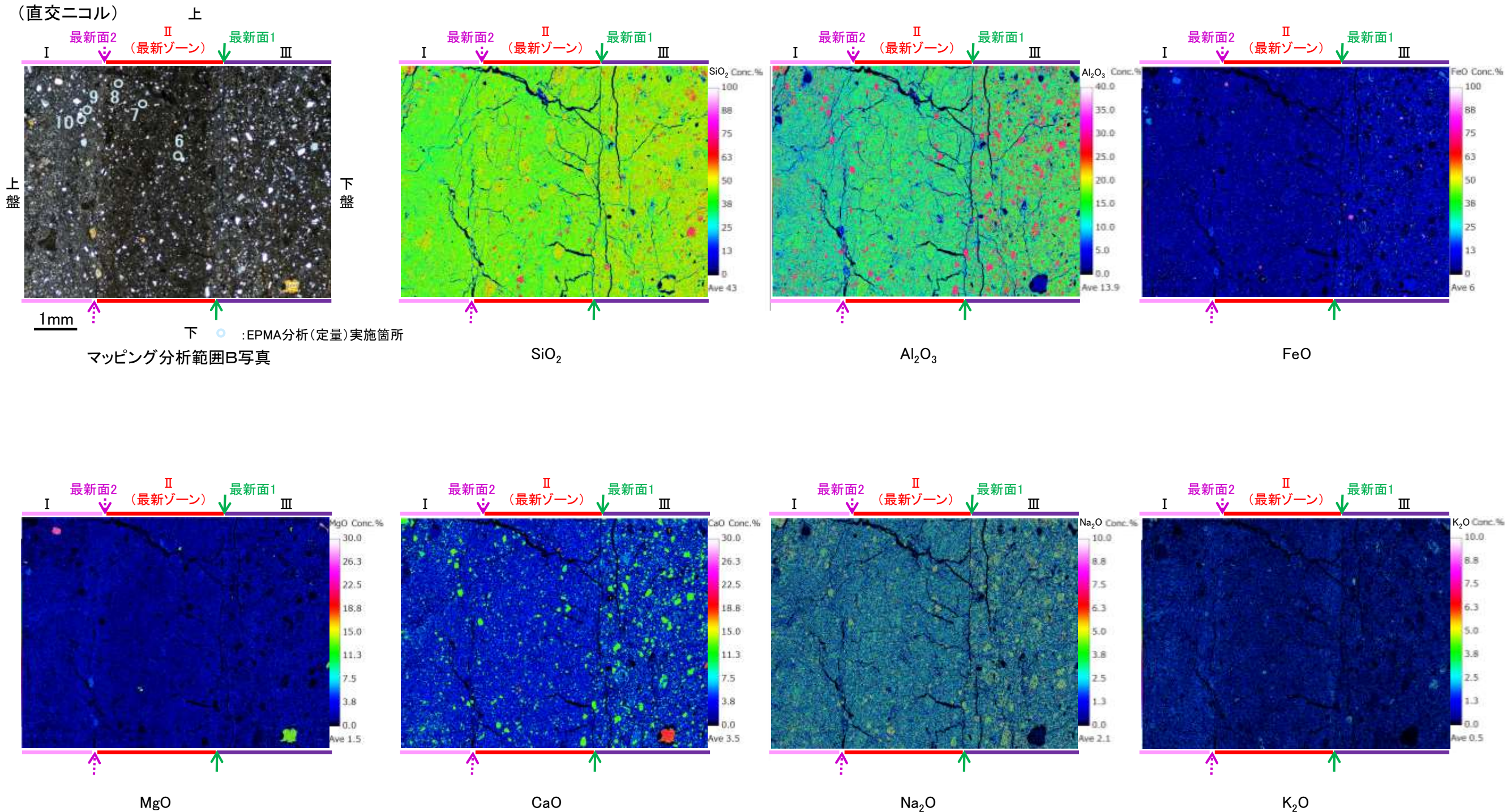
←… : 延長位置



S-1_H-6.6-1孔

【マッピング分析範囲B】

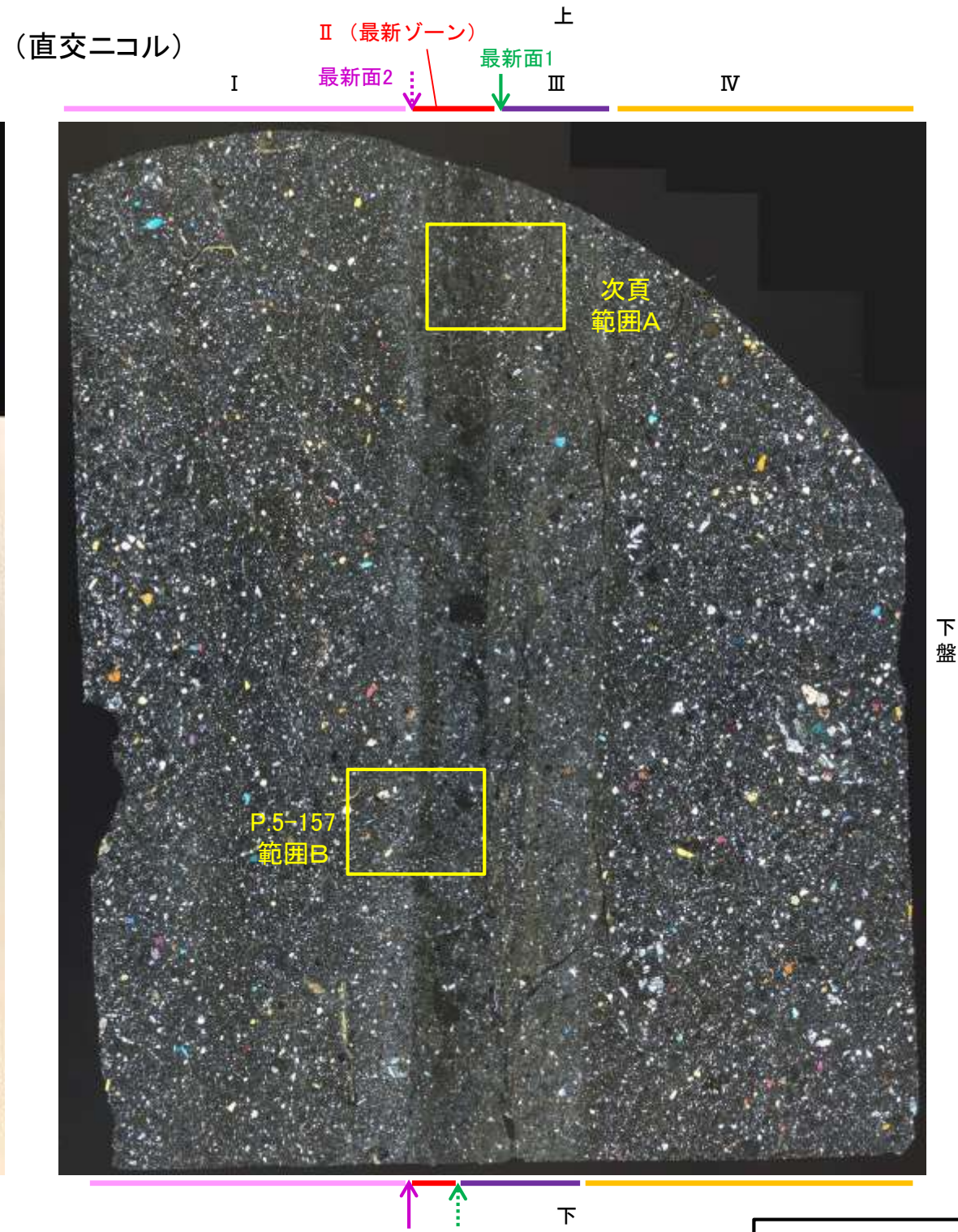
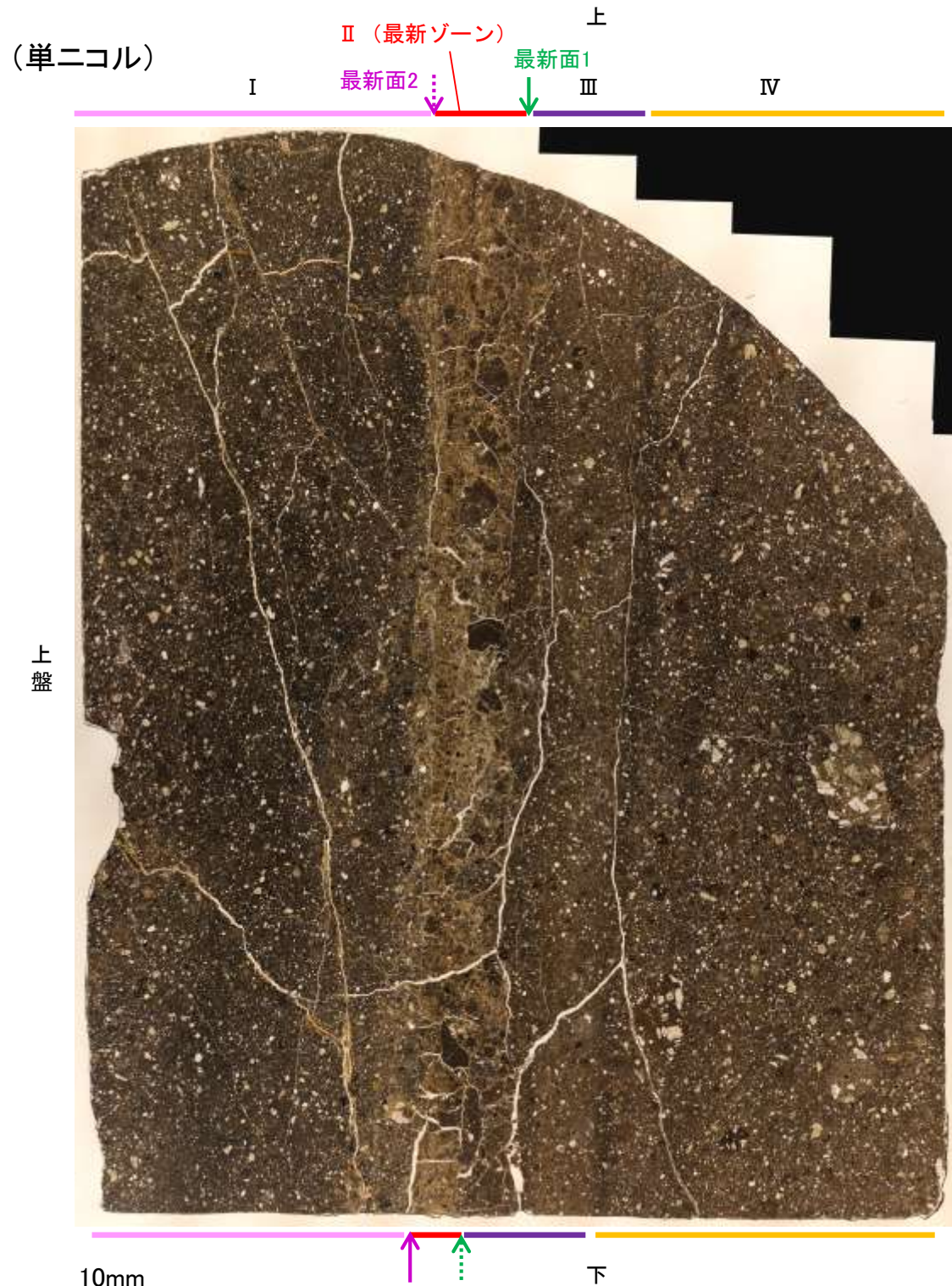
←… : 延長位置



・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。

5.2.2 S-1 (2) H-6.6-1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。



薄片①写真(H-6.6-1_71R)

←… : 延長位置

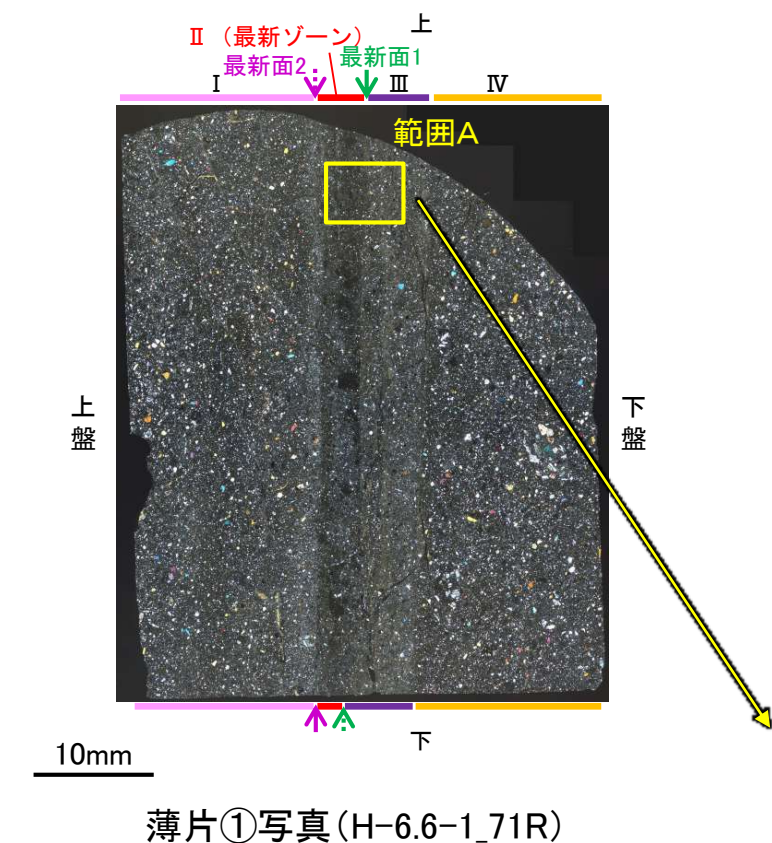
5.2.2 S-1 (2) H-6.6-1孔 ー最新面とI/S混合層との関係(範囲A)ー

○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。

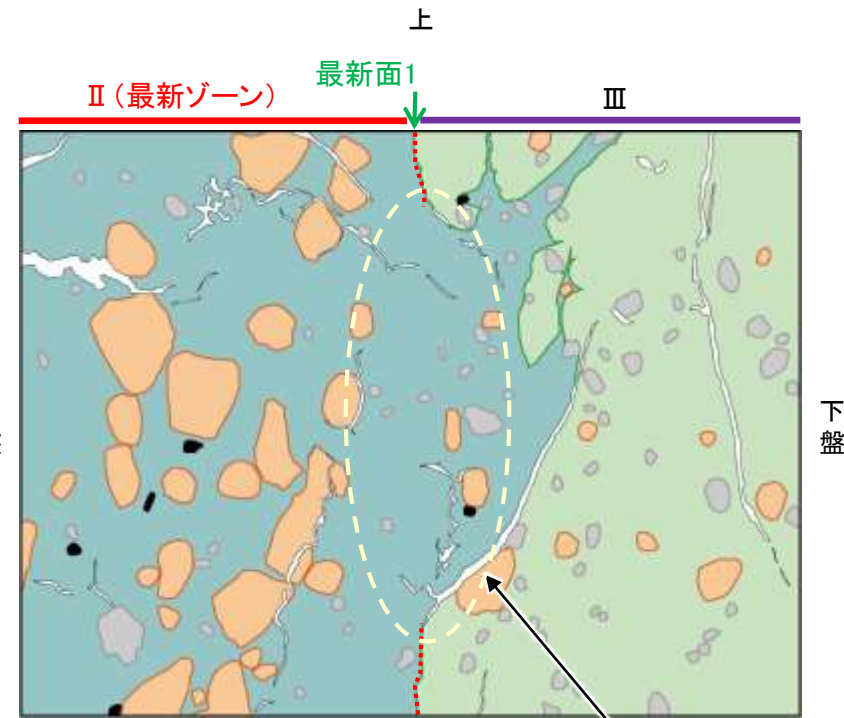
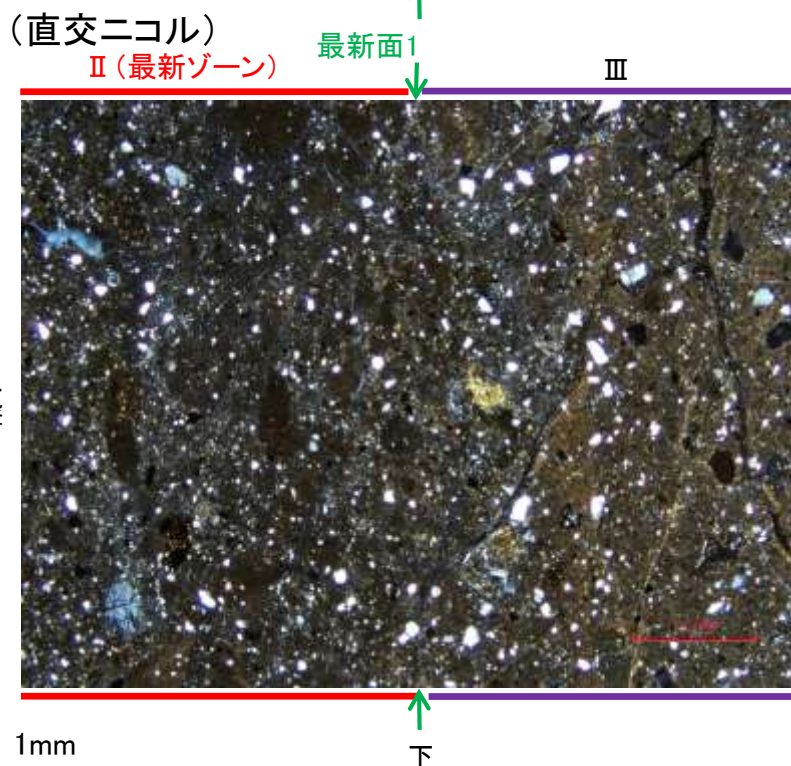
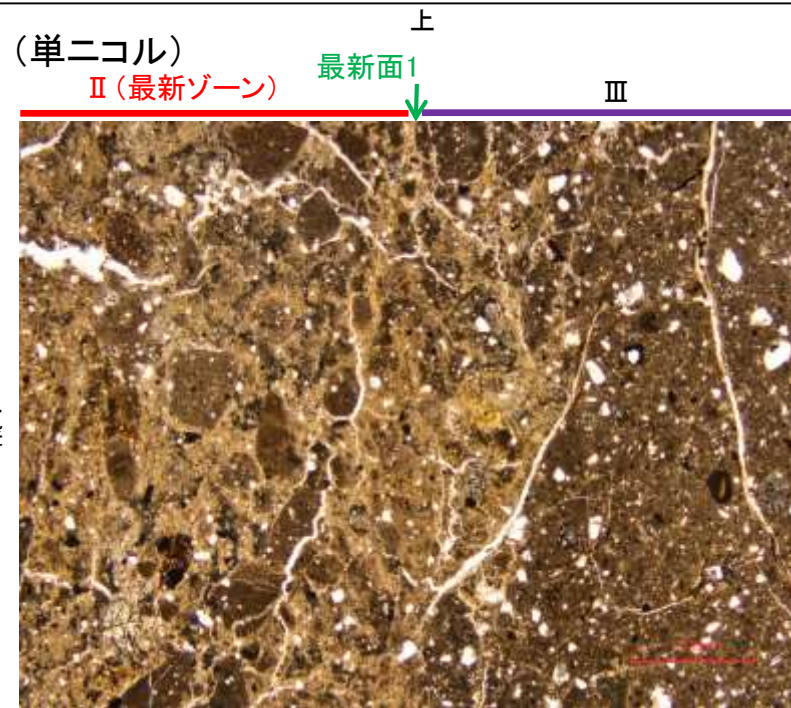
○なお、不連続箇所においてI/S混合層生成以降の注入現象の有無を確認した結果、弓状構造や粒子の配列などの注入の痕跡は認められない。

○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)



←… : 延長位置



- 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

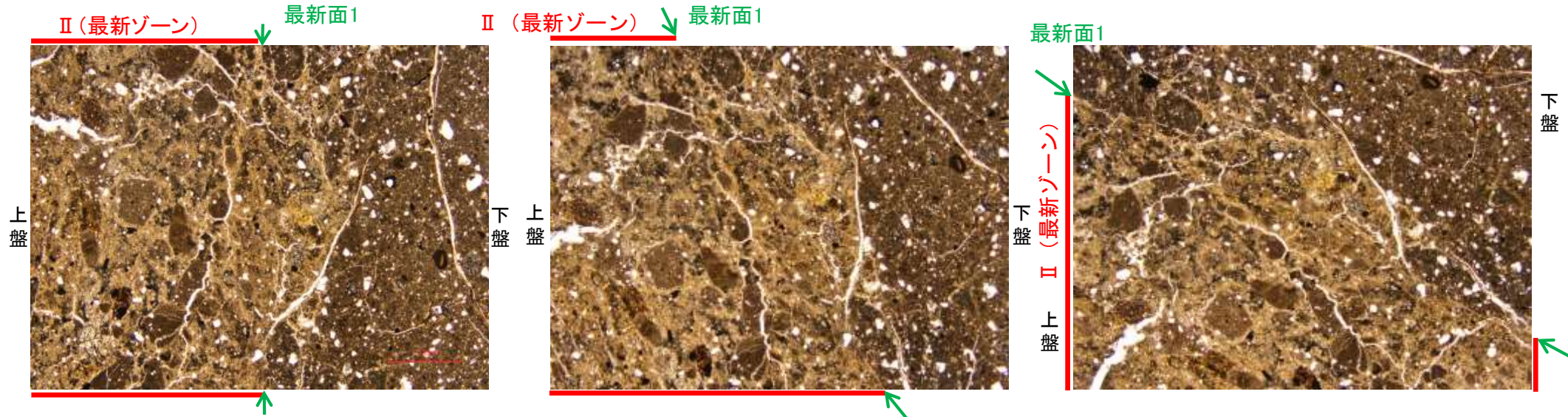
・不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形(せん断面や引きずりなど)は認められない。

範囲Aスケッチ

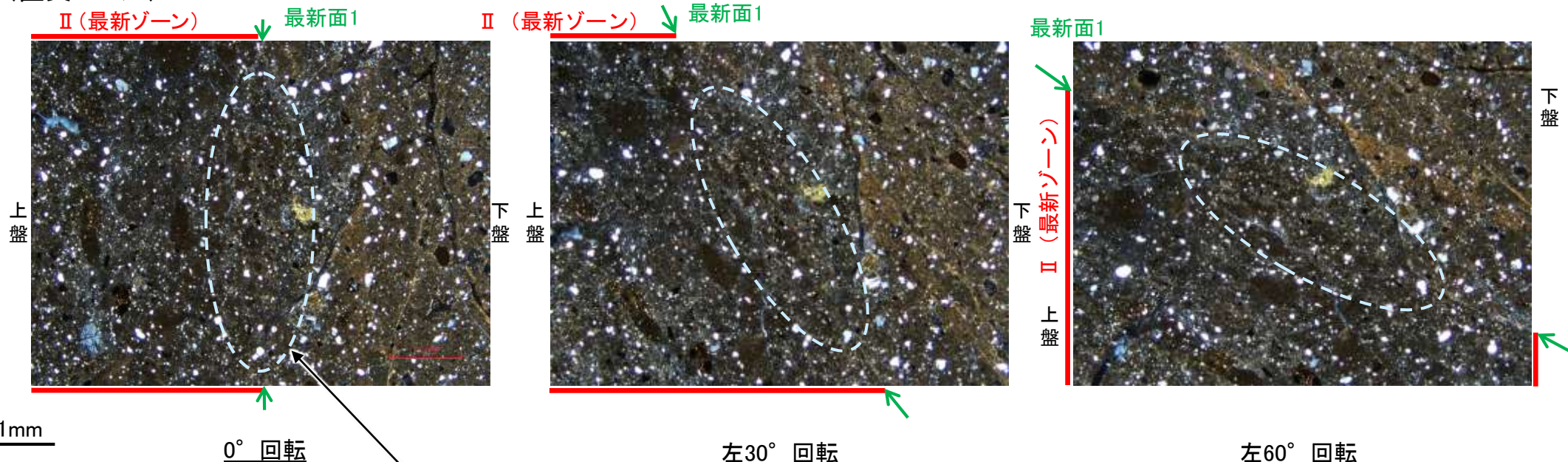
S-1_H-6.6-1孔

【ステージ回転(範囲A)】

(単ニコル)



(直交ニコル)



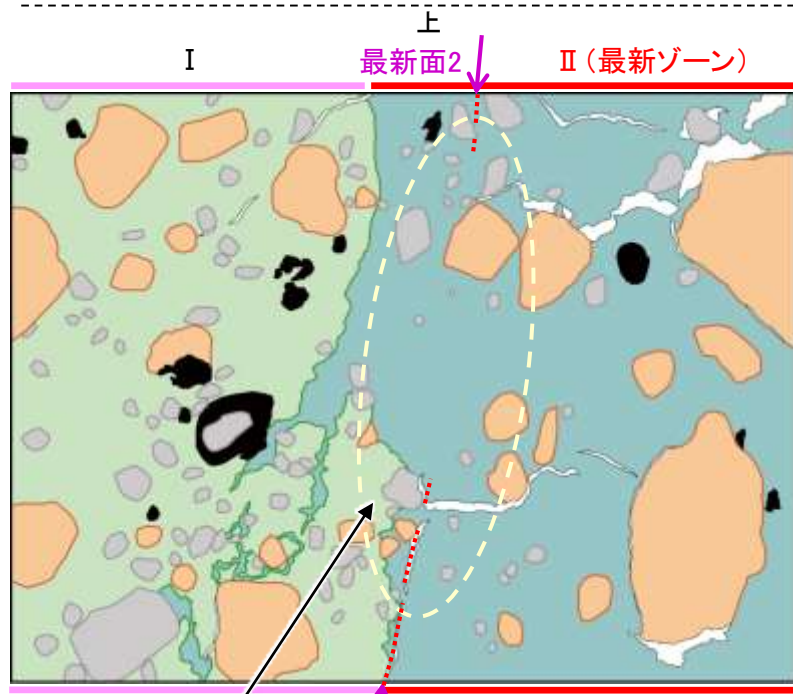
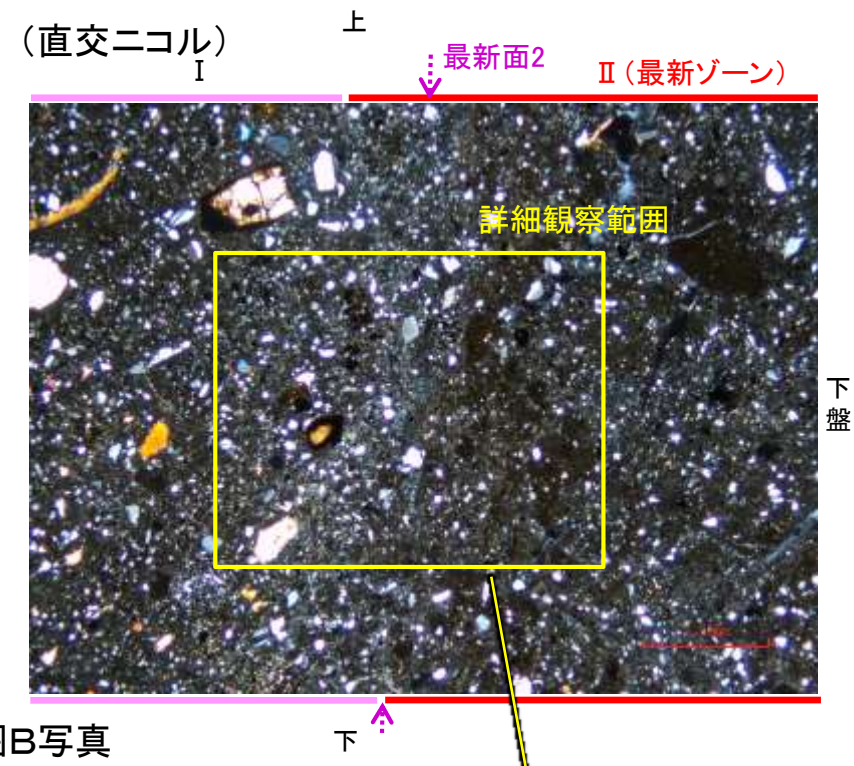
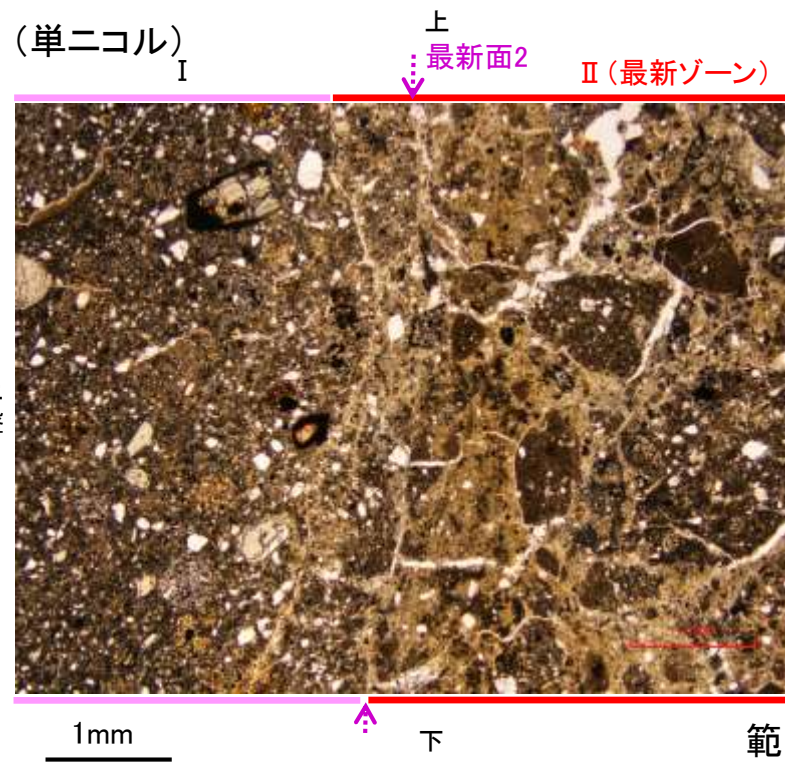
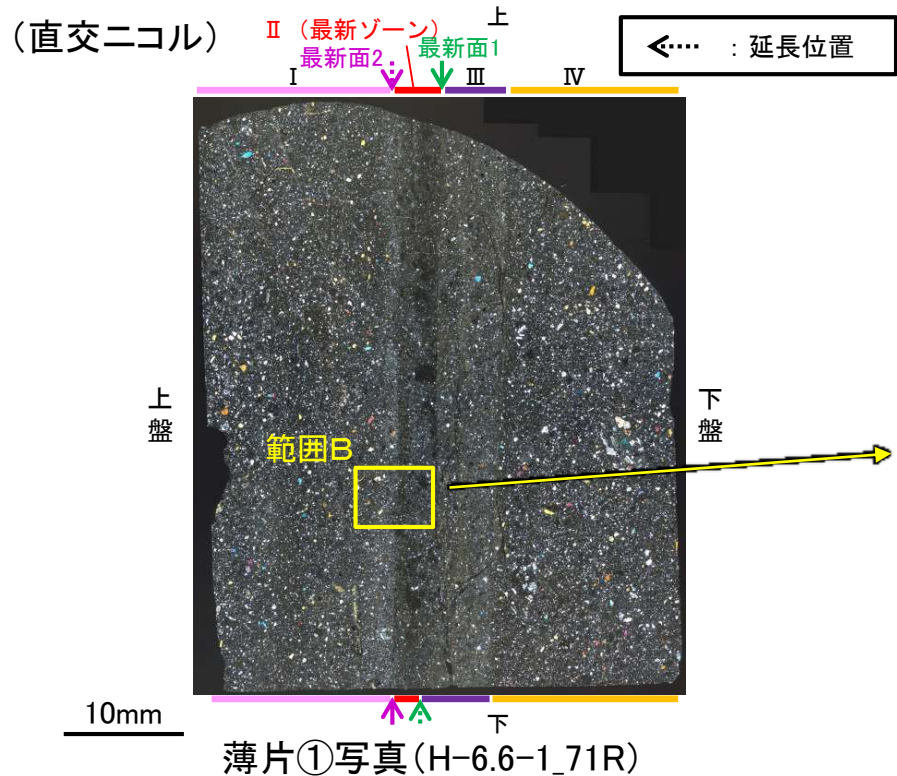
- ・不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形(せん断面や引きずりなど)は認められない。
- ・注入の痕跡は認められない。

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

注入現象の事例
(関西電力株式会社, 2016)

5.2.2 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。



・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。

スケッチ

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

・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。

S-1_H-6.6-1孔

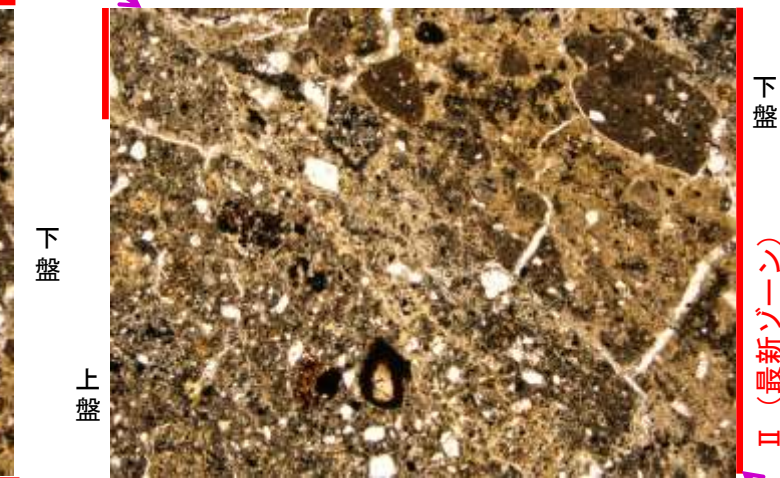
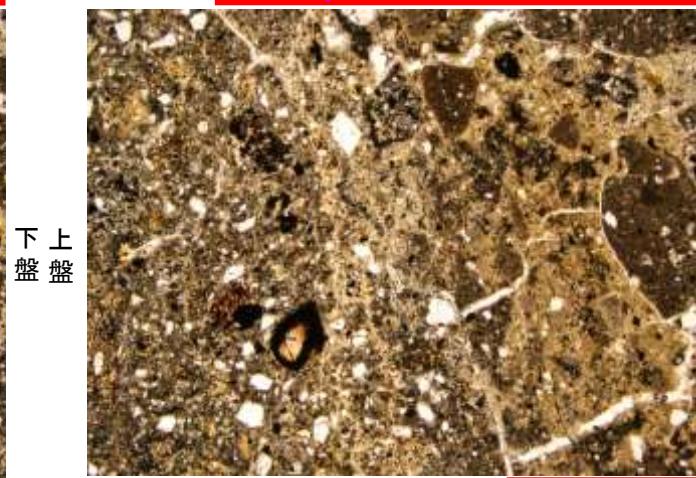
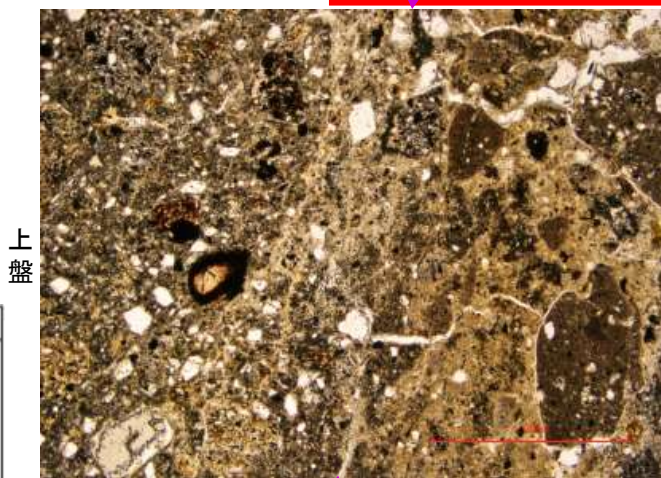
【ステージ回転(範囲B)】

(単ニコル)

最新面2 ↓ II (最新ゾーン)

最新面2 ↓ II (最新ゾーン)

最新面2



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

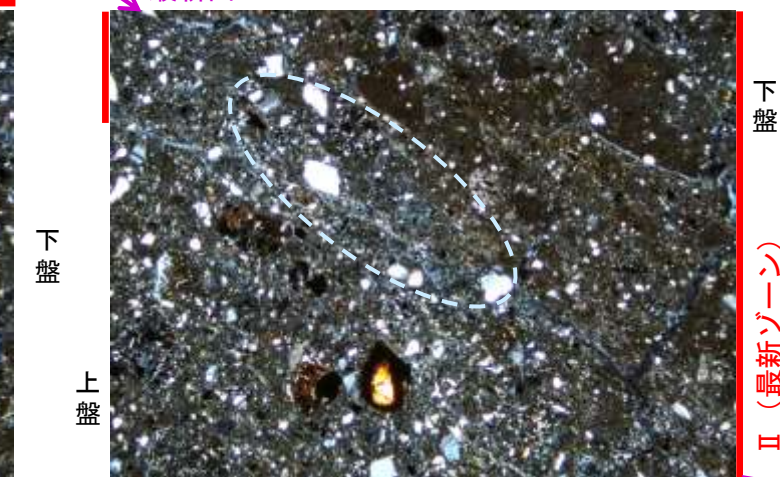
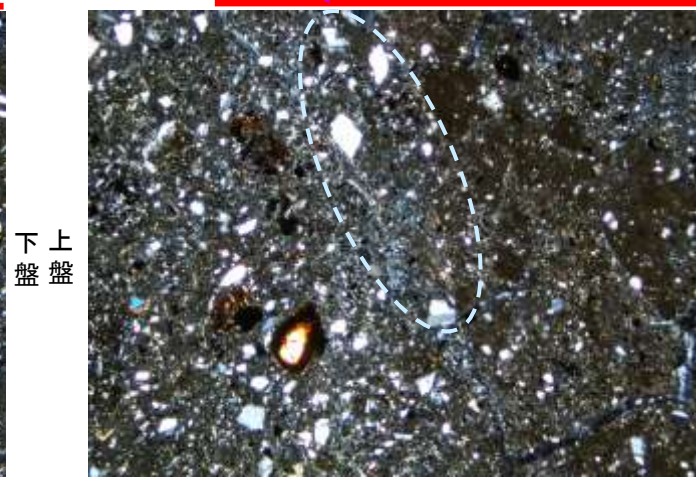
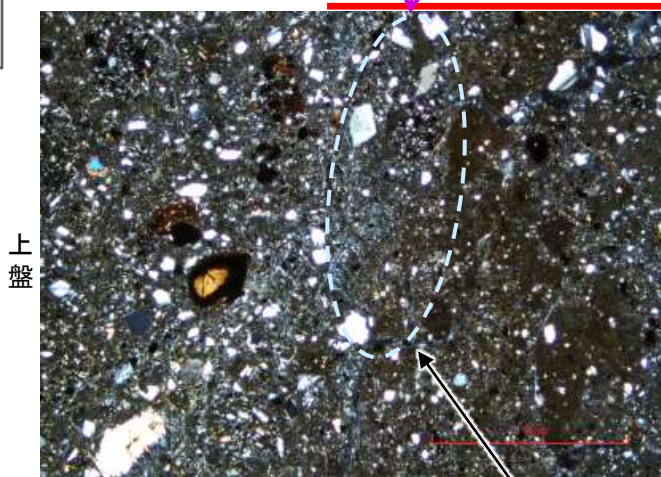
注入現象の事例
(関西電力株式会社, 2016)

(直交ニコル)

最新面2 ↓ II (最新ゾーン)

最新面2 ↓ II (最新ゾーン)

最新面2



1mm

0° 回転

左30° 回転

左60° 回転

- ・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。
- ・注入の痕跡は認められない。

5.2.2 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(P.5-160～5-162)。

【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.5-163, 5-164)。

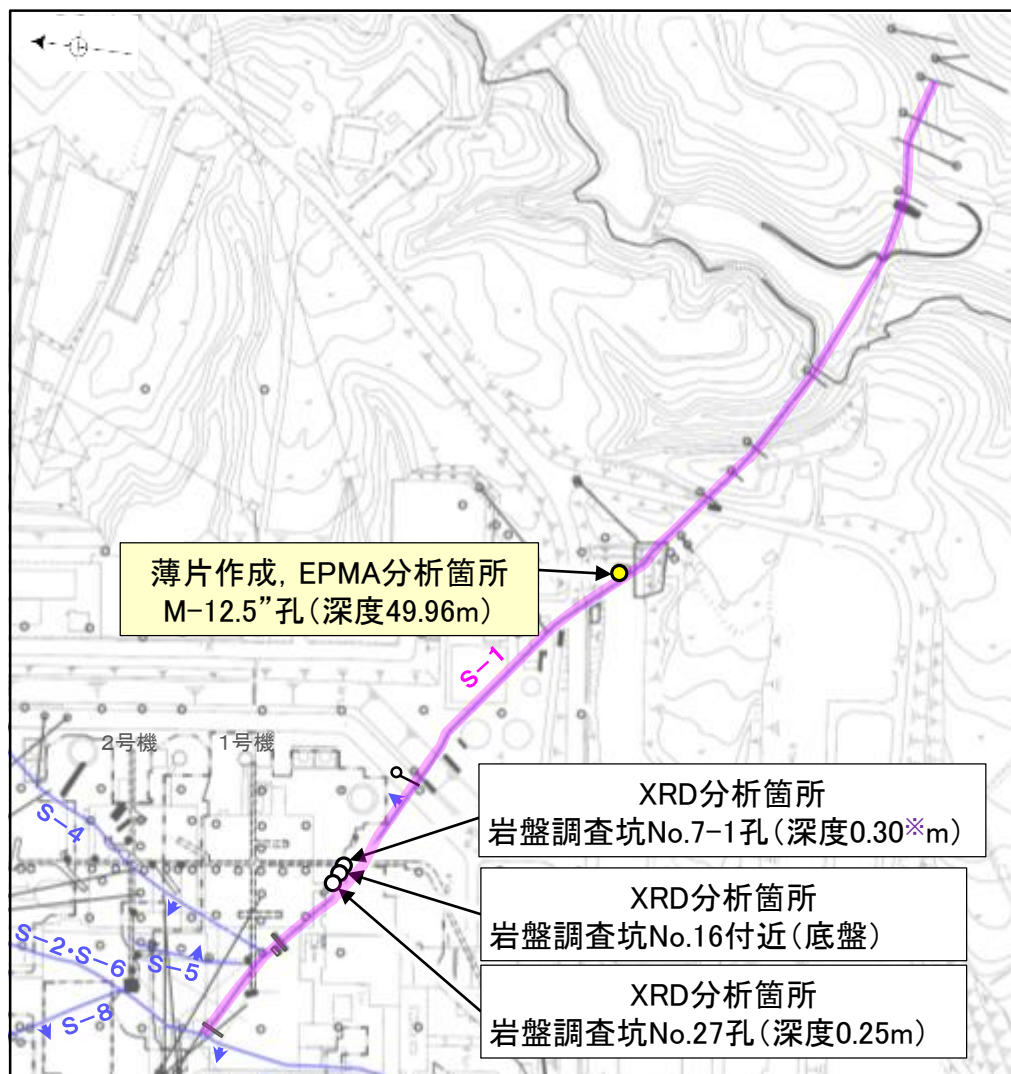
【変質鉱物等の分布と最新面との関係】

○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(P.5-165～5-168)。

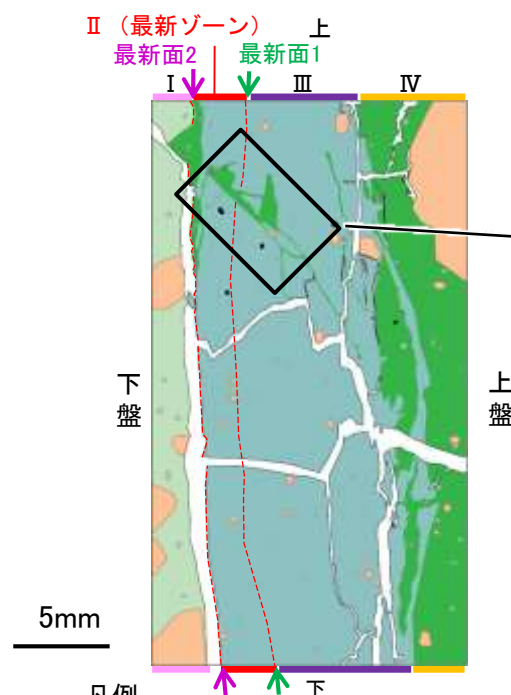
○薄片①の範囲A、Bにおいて、碎屑岩脈が最新面1、2及び最新ゾーン全体を横断して分布し、横断箇所に変位・変形は認められない(P.5-169～5-171)。

○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

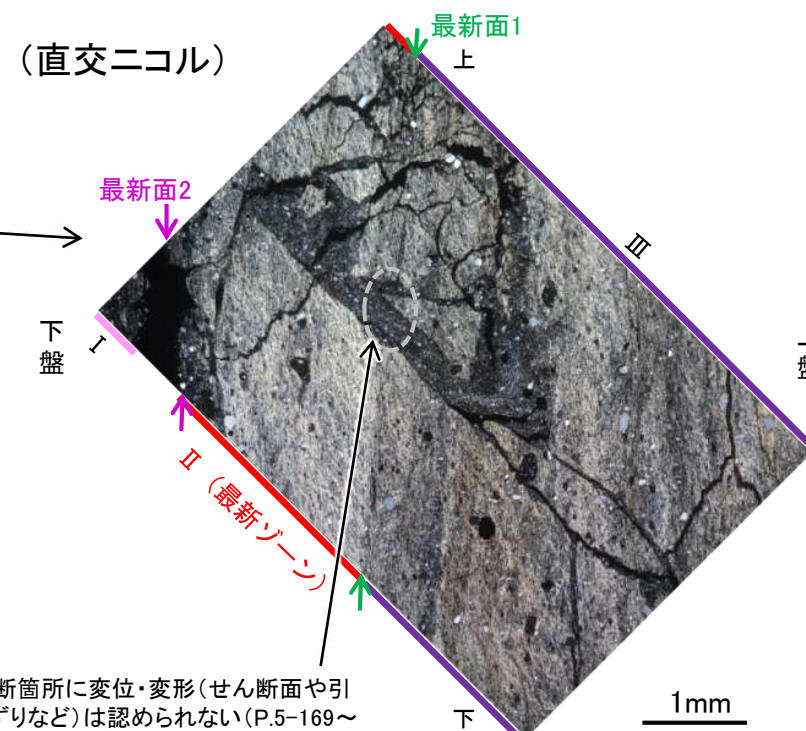


調査位置図



スケッチ

(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.5-169～5-171)。
・横断箇所には、薄片作成時等の乱れの影響は認められない(P.5-169～5-171)。

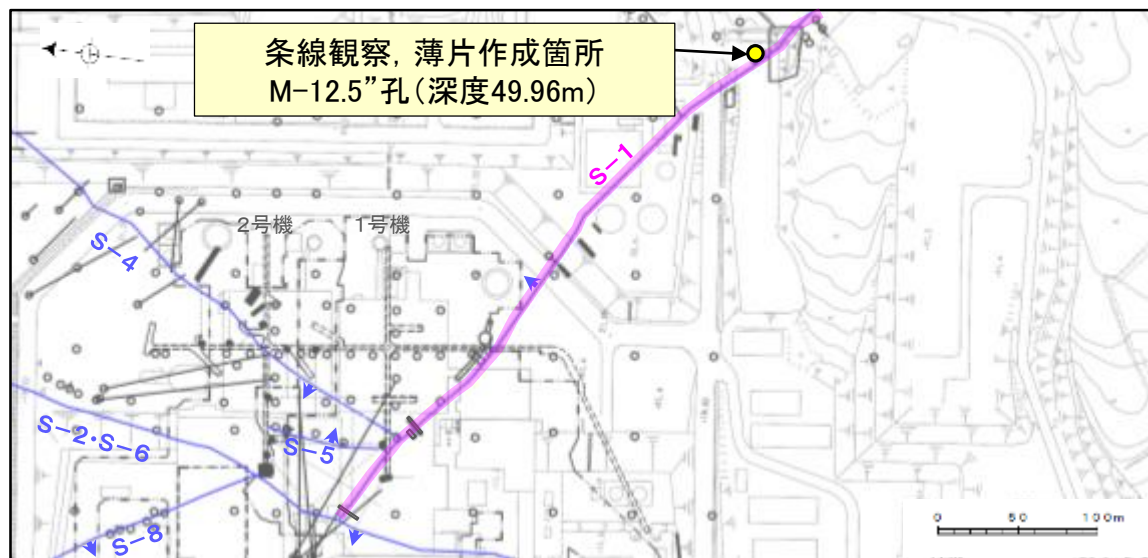
範囲A写真

※: 今回修正

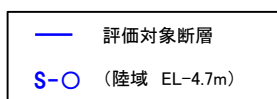
5.2.2 S-1 (3) M-12.5”孔 —最新面の認定(巨視的観察)—

○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(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認定した。

○主せん断面における条線観察の結果、65° Rの条線方向が確認されたことから、65° Rで薄片を作成した(ブロック写真)。



・条線観察結果については補足資料5.2-12(2)-1



調査位置図

※図示した箇所では薄片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



走向傾斜: N51° W/79° NE
主せん断面

右ブロック採取箇所

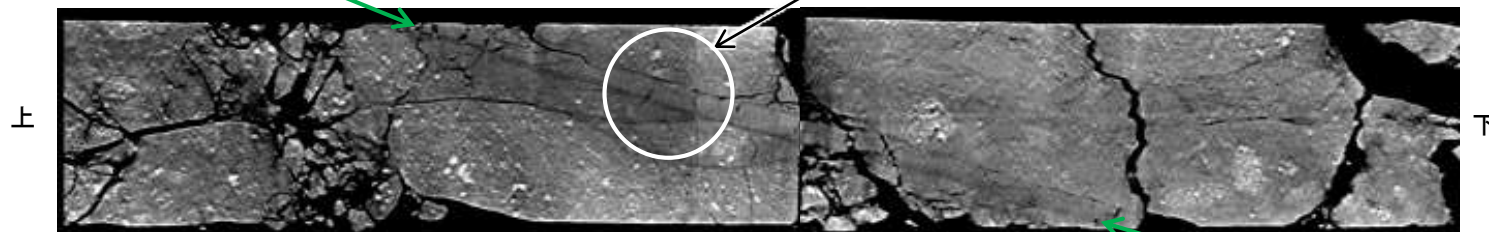


ボーリングコア写真

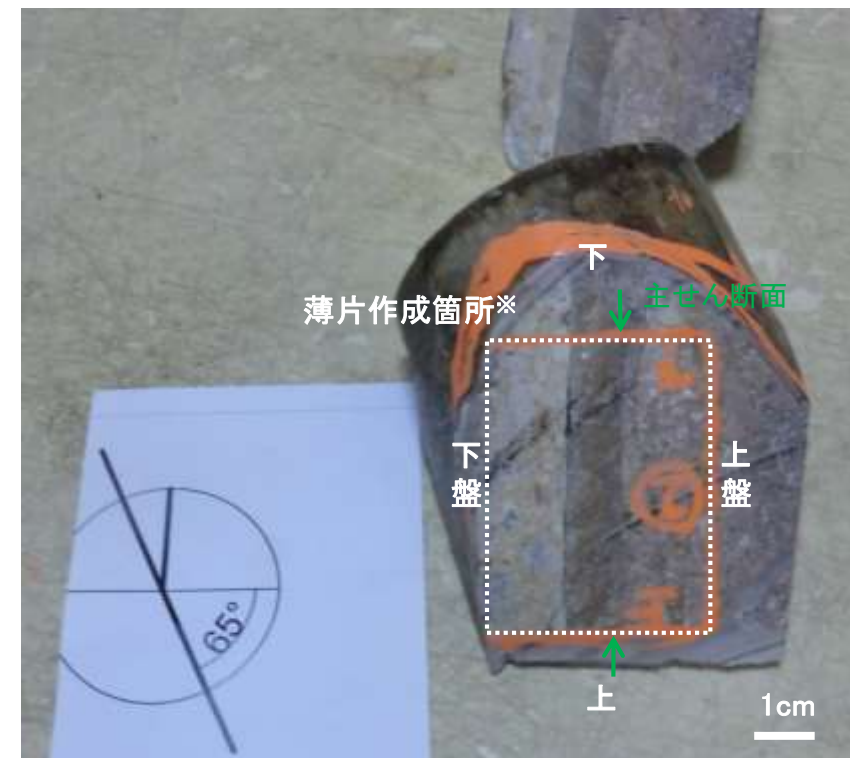
■ 粘土状破砕部
■ 固結した破砕部

主せん断面

右ブロック採取箇所



CT画像

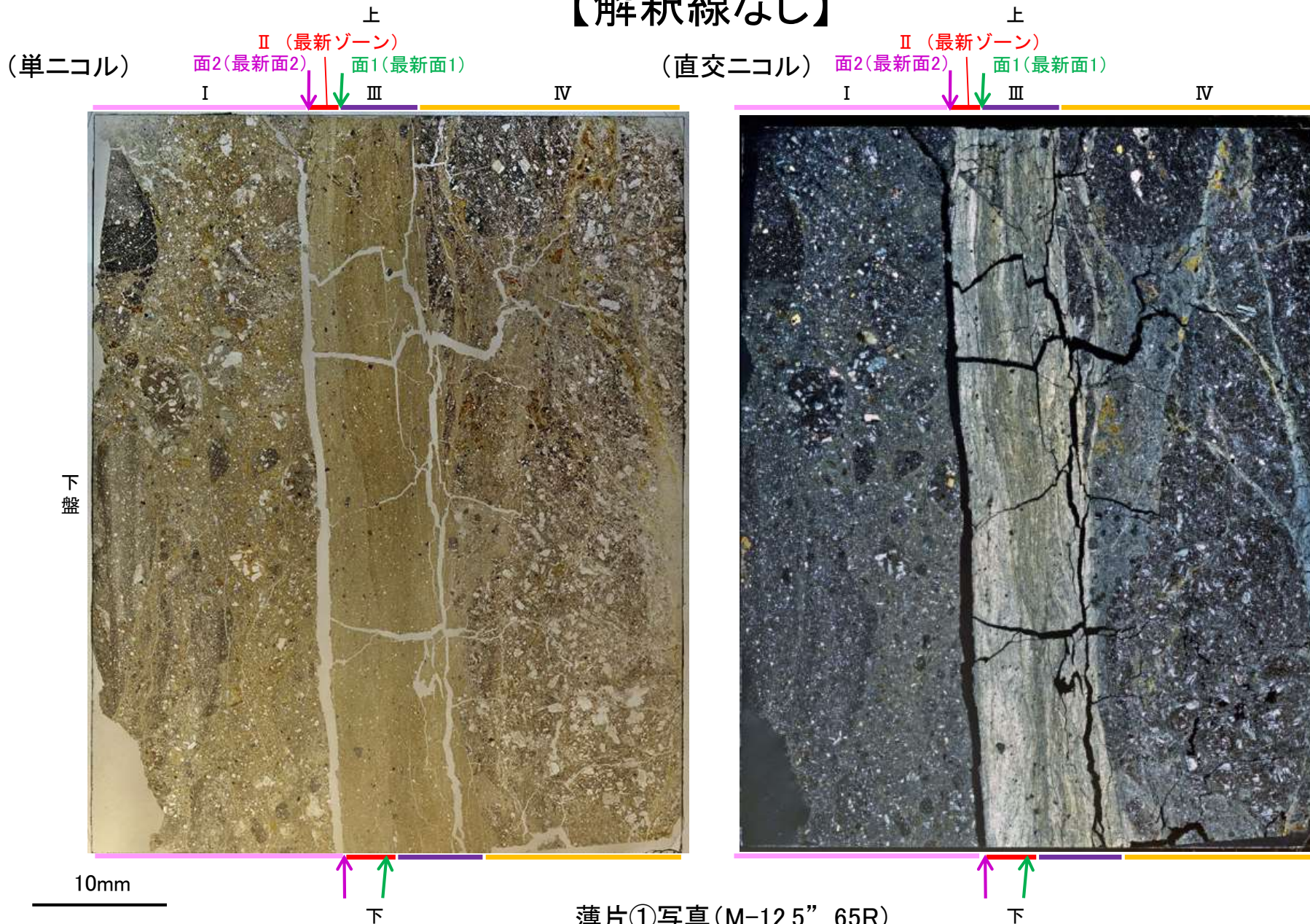


ブロック写真

5.2.2 S-1 (3) M-12.5”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, 下盤側より 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 III との境界に, 面1(緑矢印)が認められる。面1は薄片上部では碎屑物によって分断され, 断続的になり連続性に乏しいが, 薄片中央~下部では直線性・連続性がよく, 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 I との境界に, 面2(紫矢印)が認められる。面2は薄片上部では凹凸を伴い直線性に乏しいが, 薄片中央~下部では直線性・連続性がよく, 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。
- 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。

【解釈線なし】



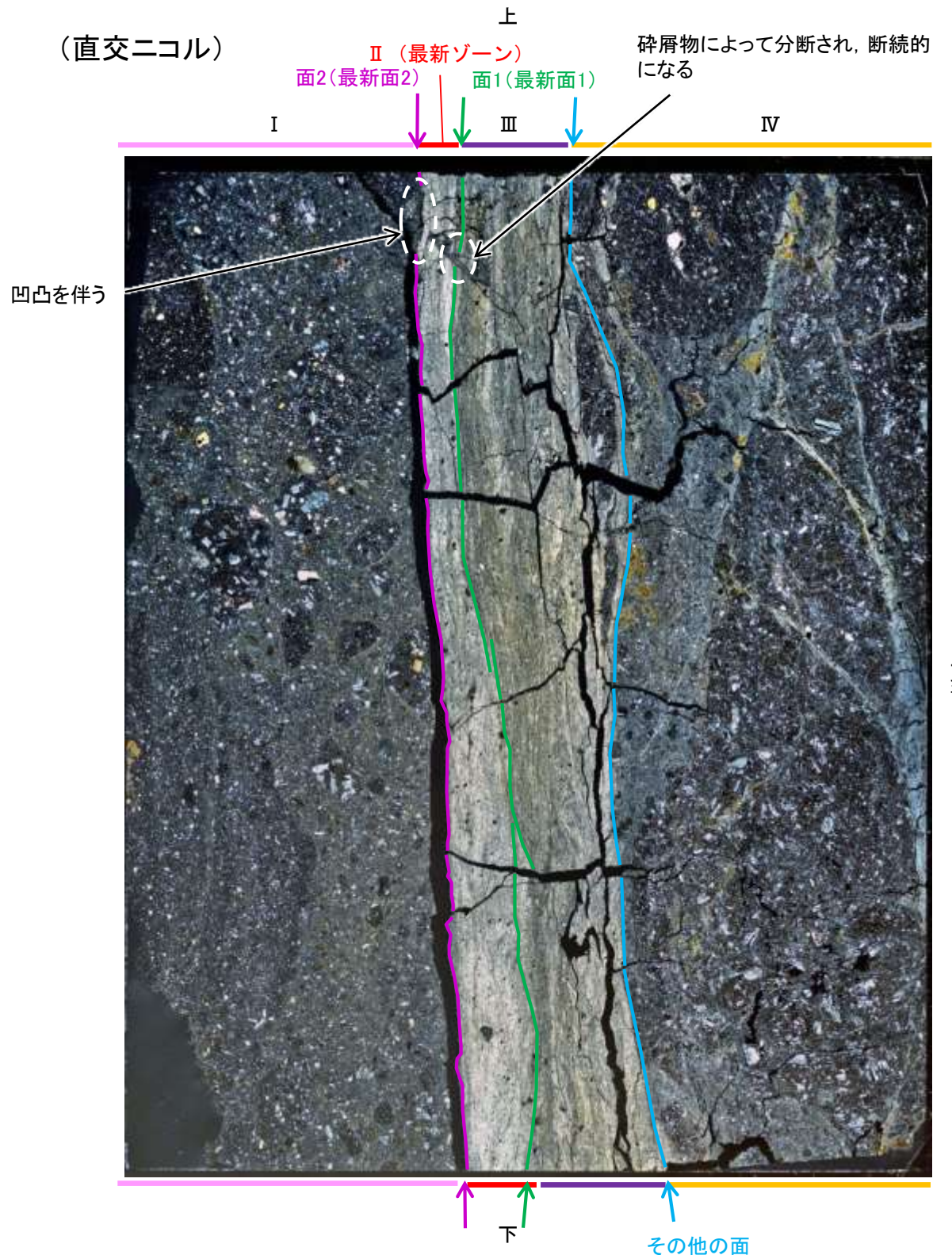
分帯とコア観察における破碎部区分との対応

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

- 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。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, 鉱物片は垂角~垂円形である。基質中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~暗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, 直交ニコルで灰色の干渉色を呈する火山礫凝灰岩からなる。薄片範囲内では径30mm以下の岩片が大半を占める。岩片間には基質が分布し, 径3mm以下の岩片や鉱物片を含む。岩片は角~垂円形, 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。

S-1_M-12.5”孔

【解釈線あり】



薄片①写真(M-12.5”_65R)

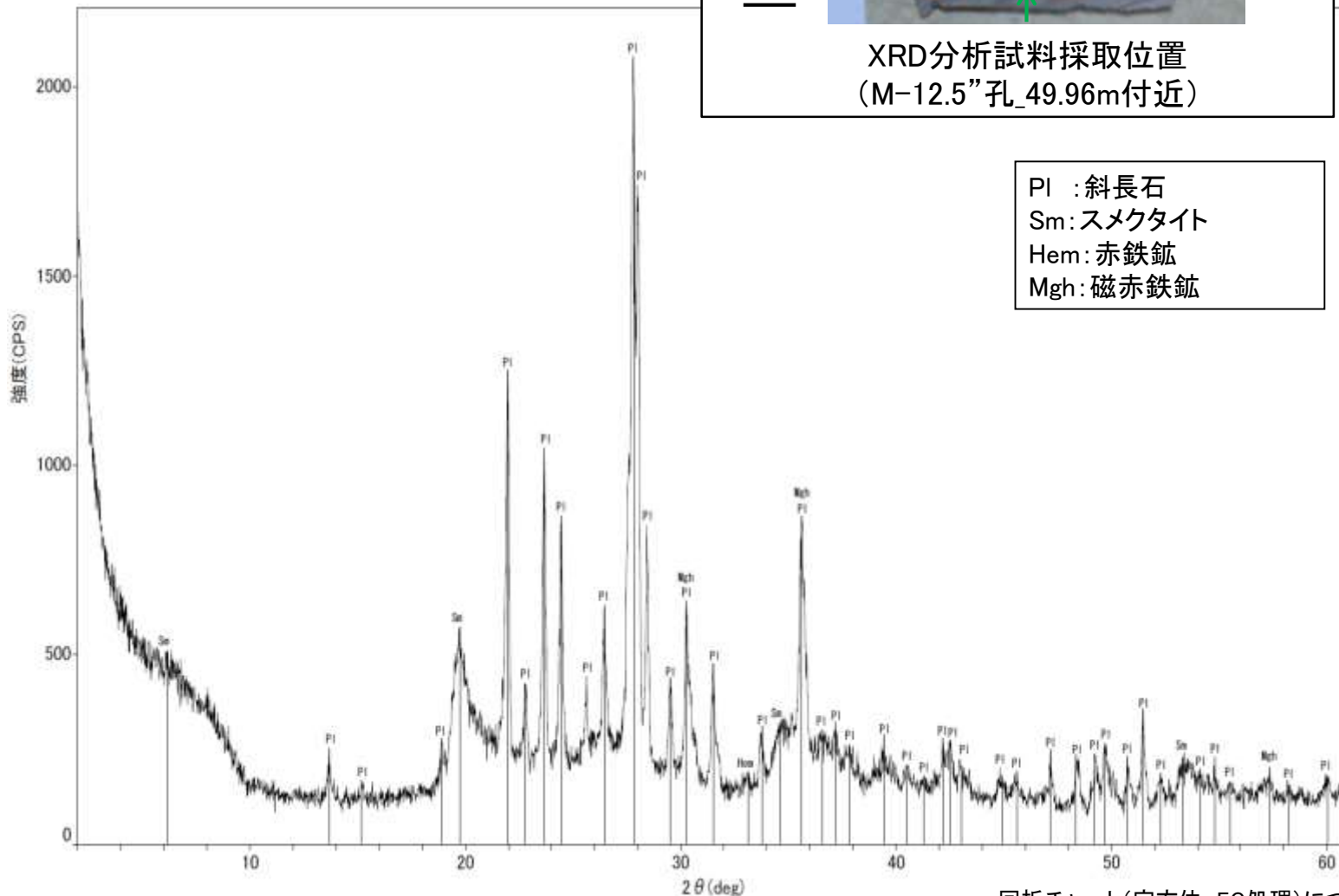
5.2.2 S-1 (3) M-12.5”孔 — 鉱物の同定 (XRD分析, I/S混合層) —

○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。



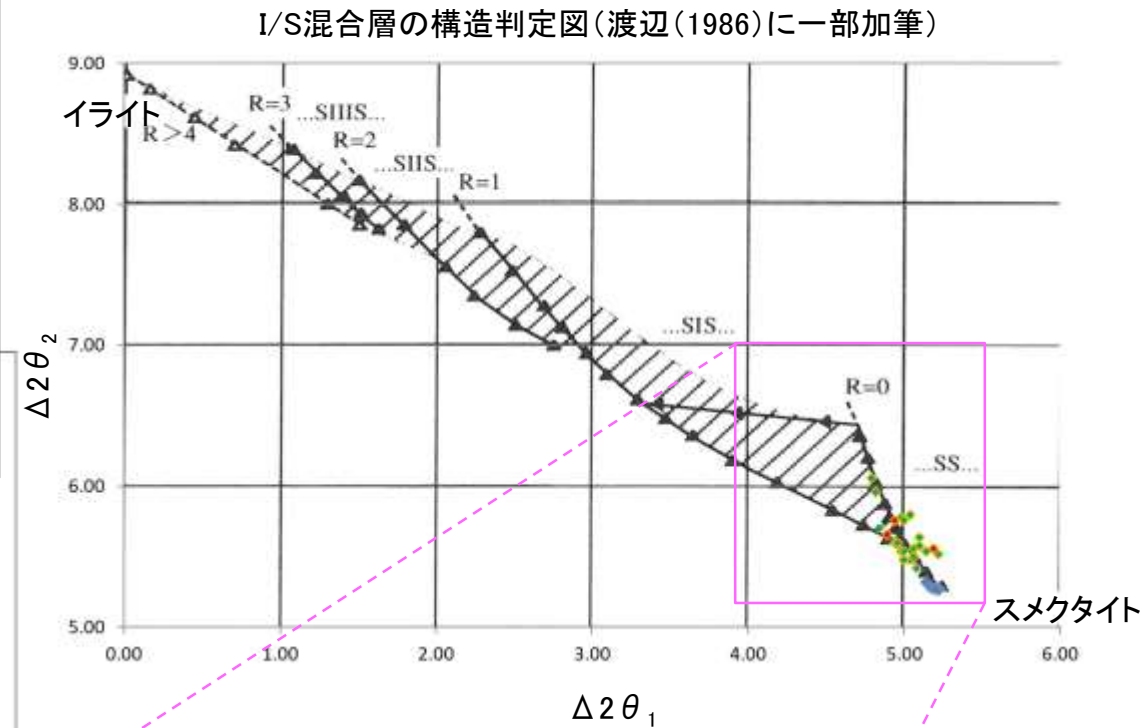
XRD分析試料採取位置
(M-12.5”孔_49.96m付近)

Pl : 斜長石
Sm : スメクタイト
Hem : 赤鉄鉱
Mgh : 磁赤鉄鉱

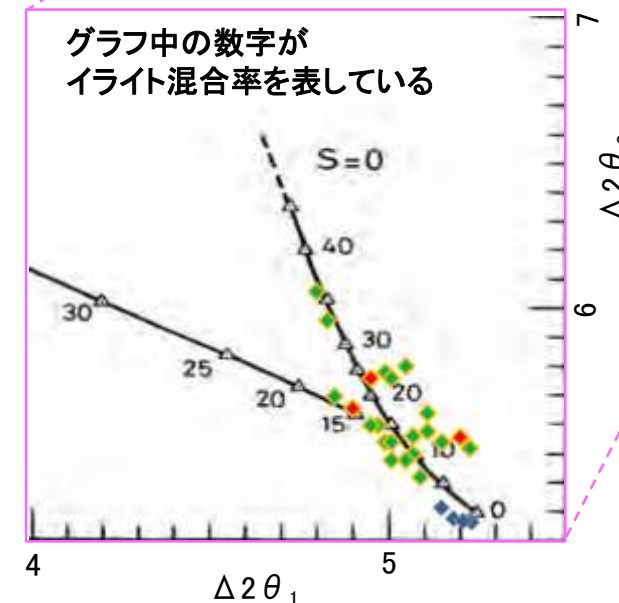


回折チャート(不定方位)_M-12.5”孔

・回折チャート(定方位, EG処理)については,
補足資料5.2-12(1) P.5.2-12-13



グラフ中の数字が
イライト混合率を表している



- ◆ S-1
(岩盤調査坑No.27孔,
No.7-1孔, No.16付近)
- ◆ 敷地の粘土鉱物
- ◆ 標準的なスメクタイト
Nakata et al.(2019)

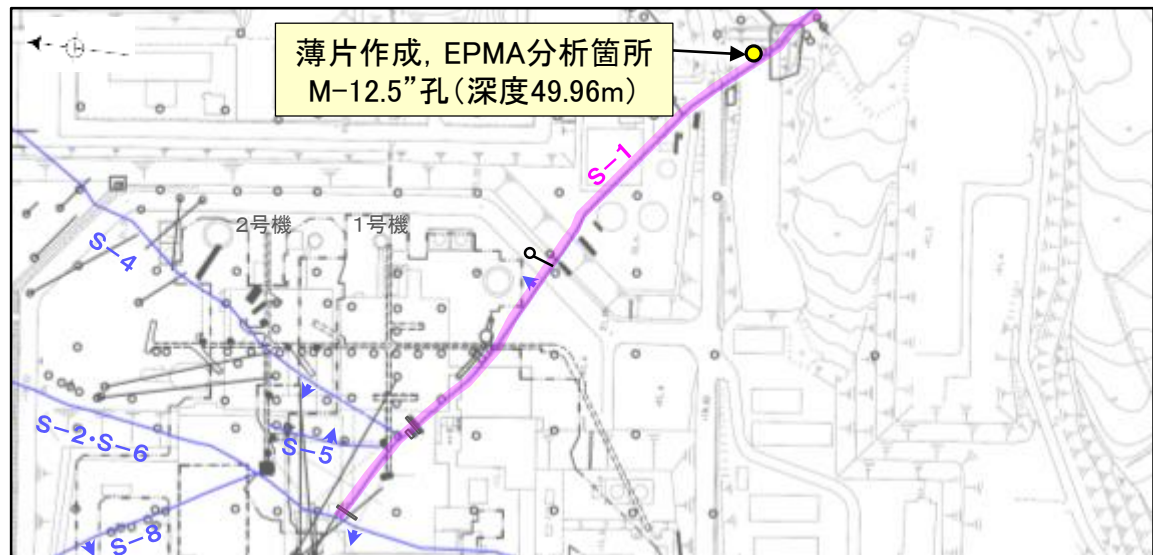
・S-1試料の詳細検討結果は
補足資料5.2-2(2) P.5.2-2-33,36,37

I/S混合層の構造判定図(渡辺(1981)に一部加筆)

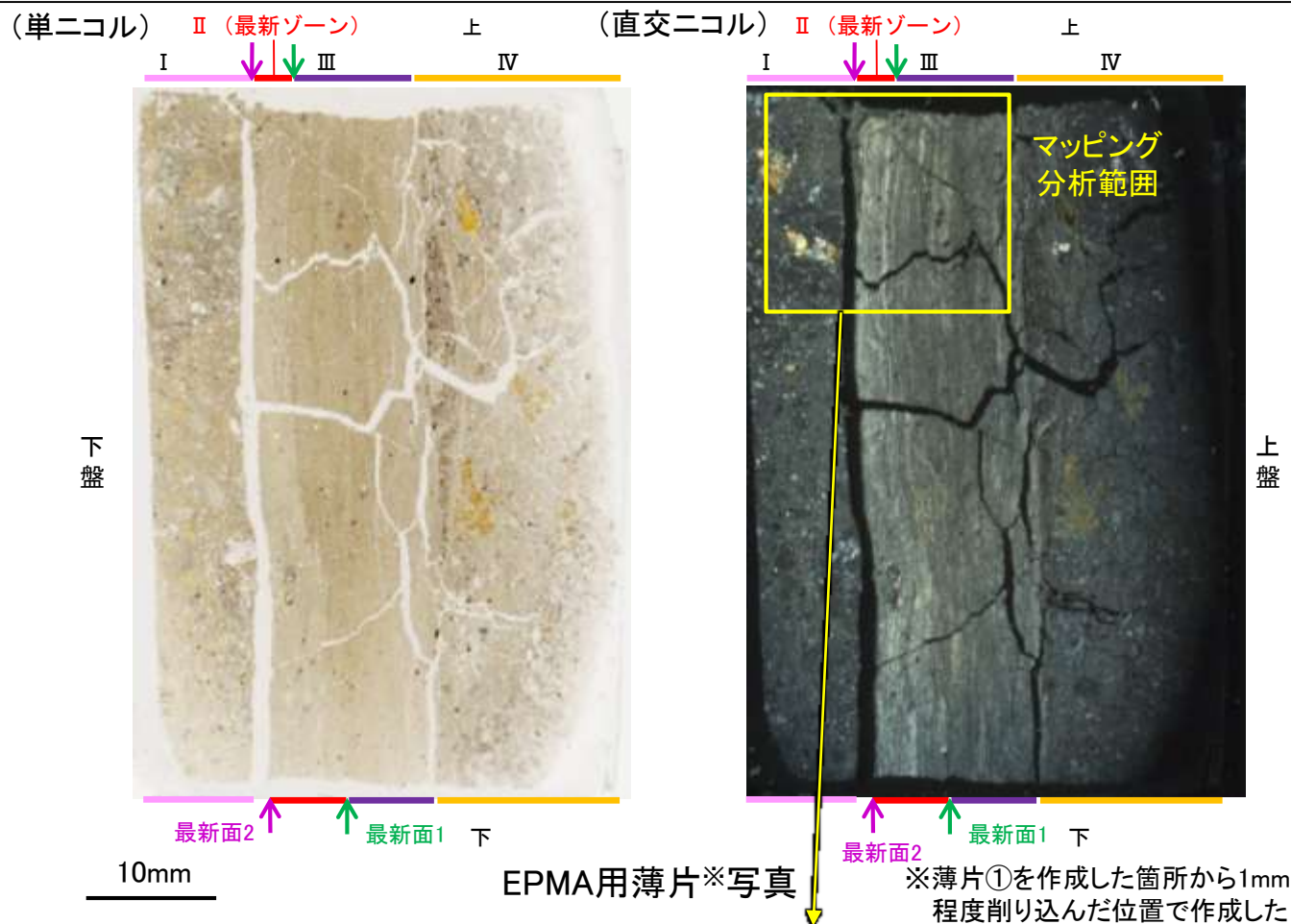
5.2.2 S-1 (3) M-12.5”孔 — 鉱物の同定(EPMA分析(定量), I/S混合層) —

○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、最新ゾーンや最新面を越えて分布する粘土鉱物はI/S混合層であると判断した。

○また、薄片①で認められた碎屑物がEPMA用薄片においても認められ、その内部の粘土鉱物についてもI/S混合層であると判断した。

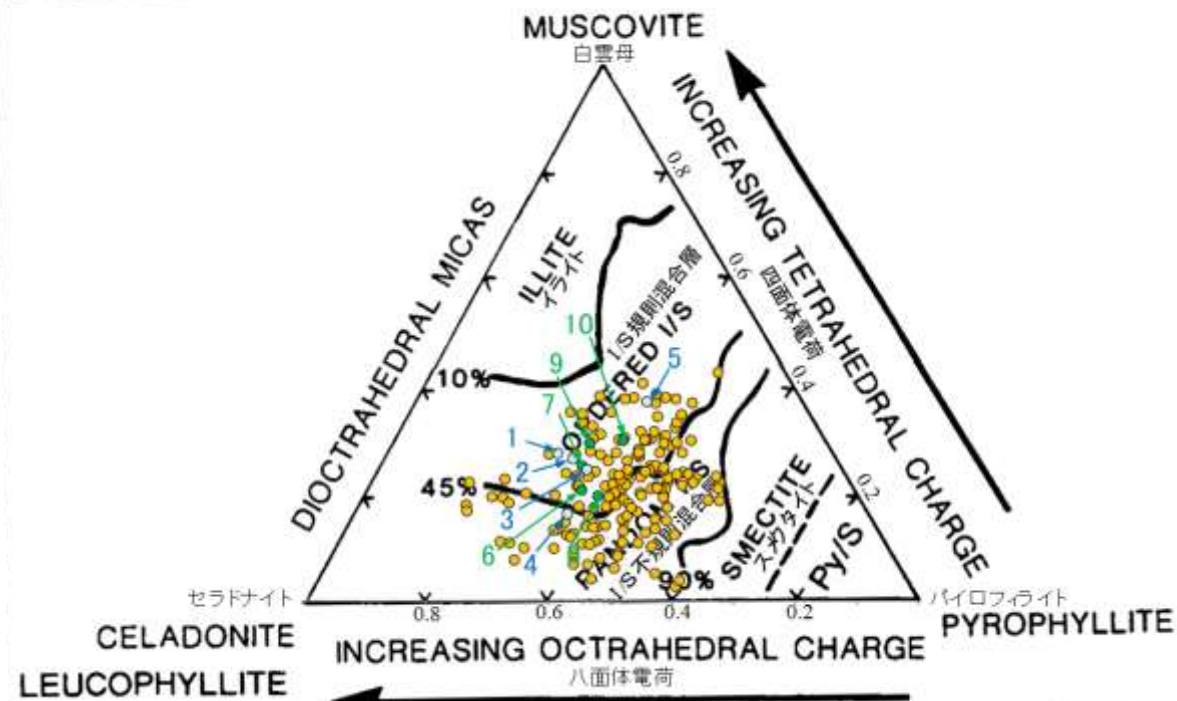


調査位置図

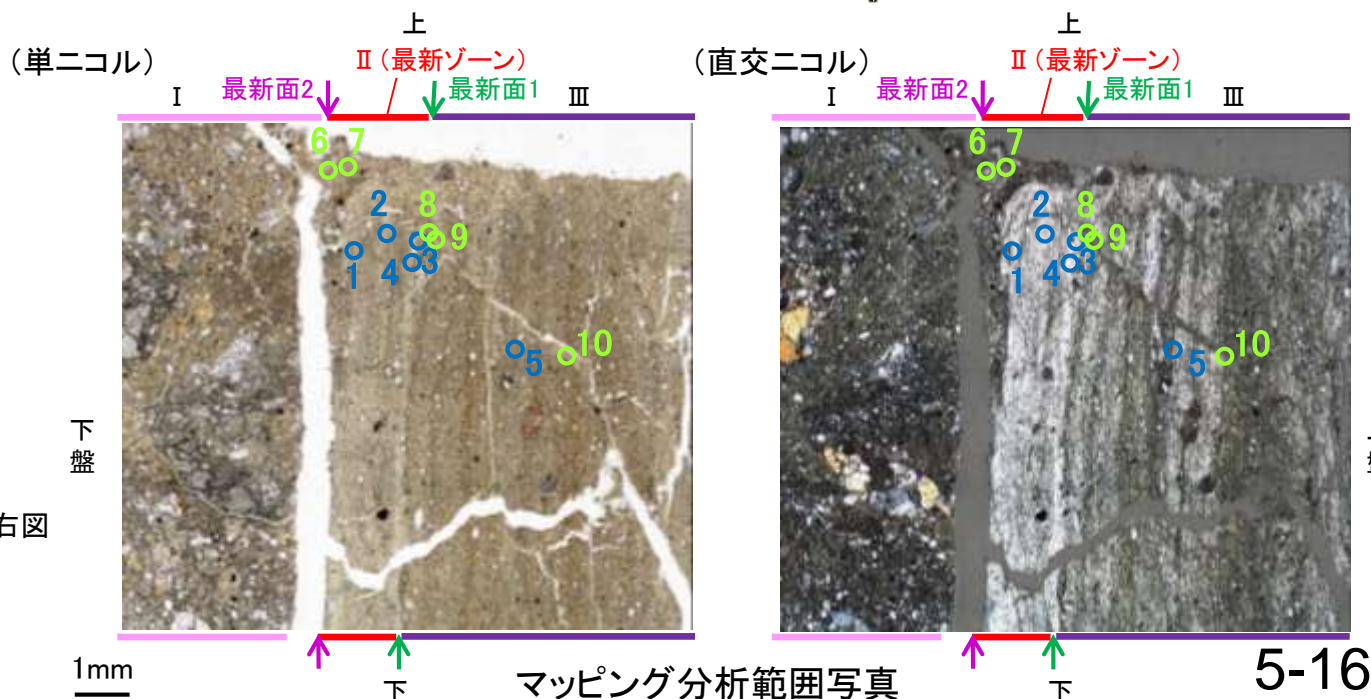


EPMA用薄片※写真

※薄片①を作成した箇所から1mm程度削り込んだ位置で作成した



- 分析値(M-12.5”孔, 変質部粘土鉱物)分析番号位置は右図
- 分析値(M-12.5”孔, 碎屑岩脈中粘土鉱物)分析番号位置は右図
- その他の分析値(敷地の粘土鉱物)

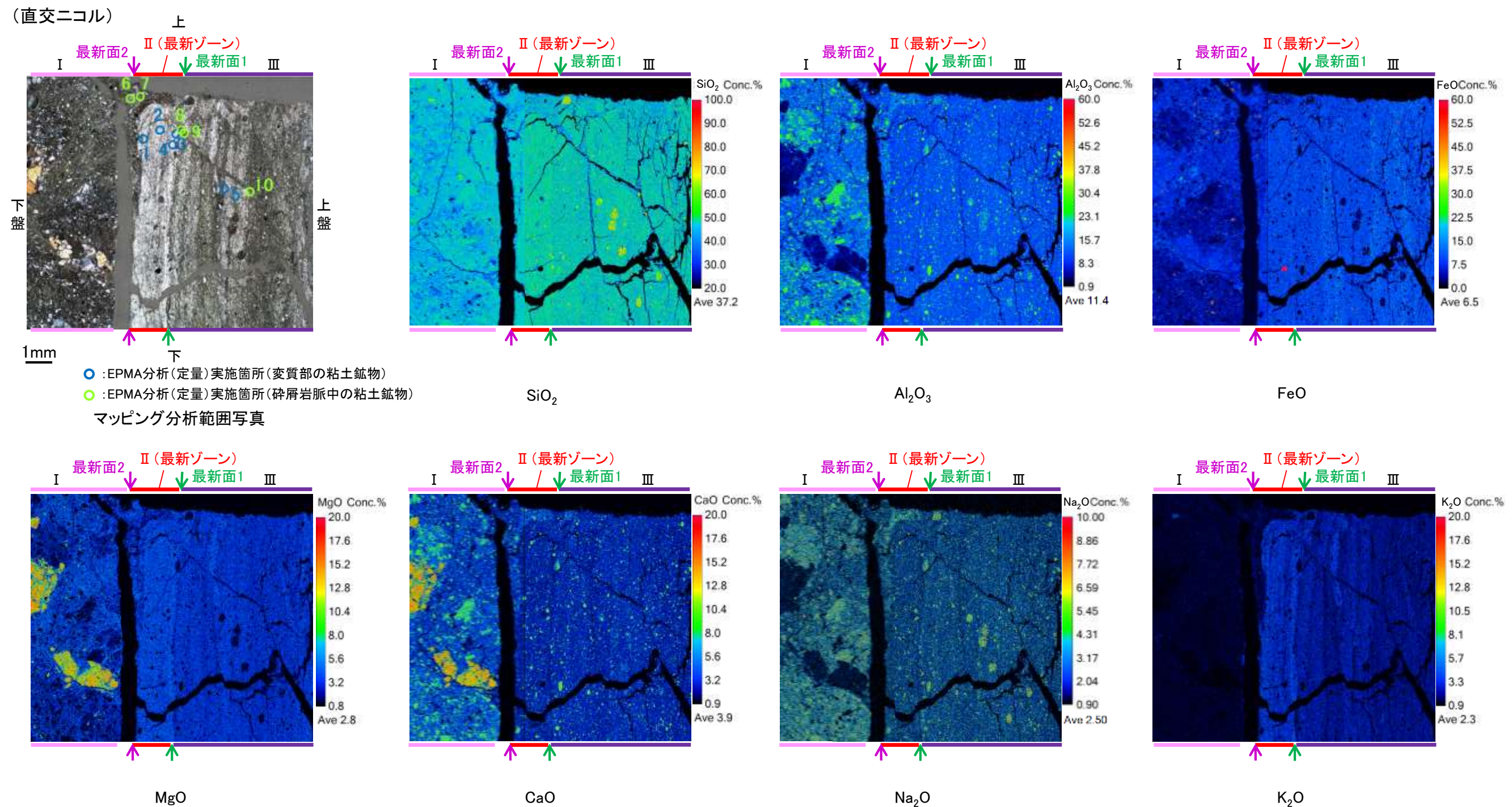


マッピング分析範囲写真

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)

5.2.2 S-1 (3) M-12.5”孔 ー変質鉱物等の分布(EPMA分析(マッピング))ー

○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。



5.2.2 S-1 (3) M-12.5”孔 ー変質鉱物等の分布(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)及び碎屑物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広く分布し、周辺の固結した角礫状破碎部(分帯Ⅰに対応)と構成鉱物の種類等が類似する碎屑物(次頁)がI/S混合層を含むゾーン全体に岩脈状に分布している。(この碎屑物を「碎屑岩脈」と呼ぶ。)

○碎屑岩脈の分布は、上盤側の分帯Ⅳ中に周辺と比べて細粒分が多い部分として確認でき、最新ゾーン及び分帯Ⅲの全体を横断するように分布し、下盤側の分帯Ⅰまで達している。

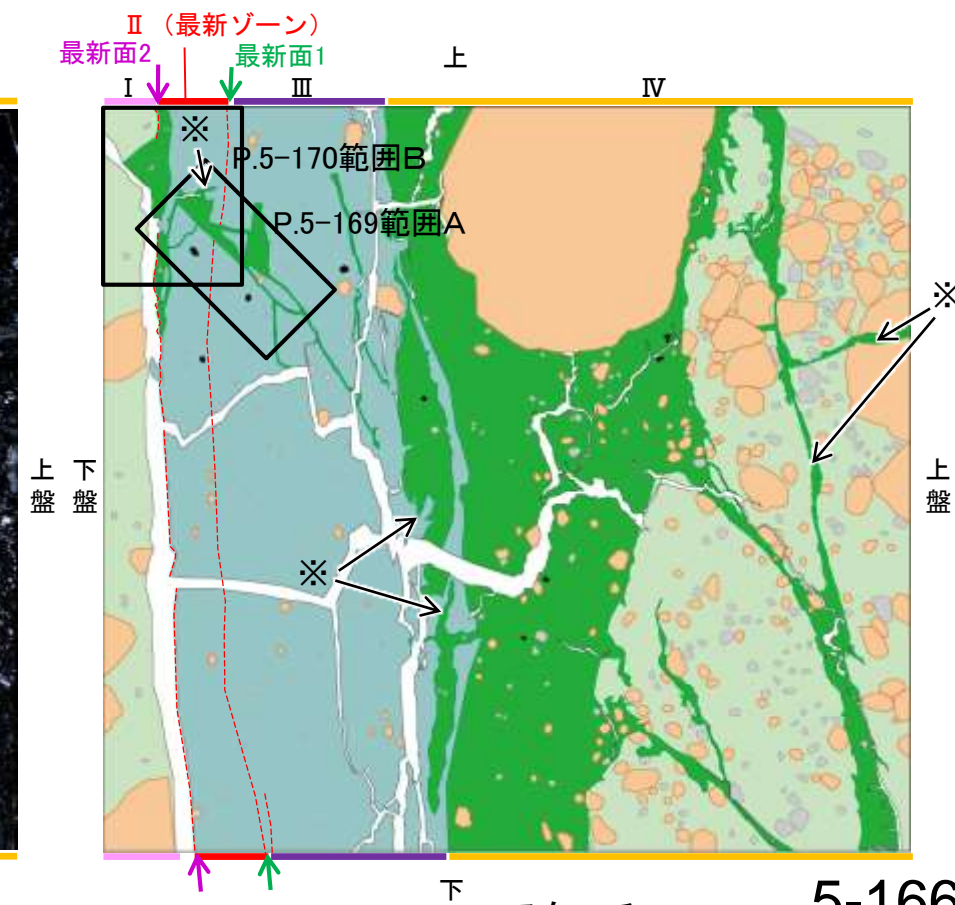
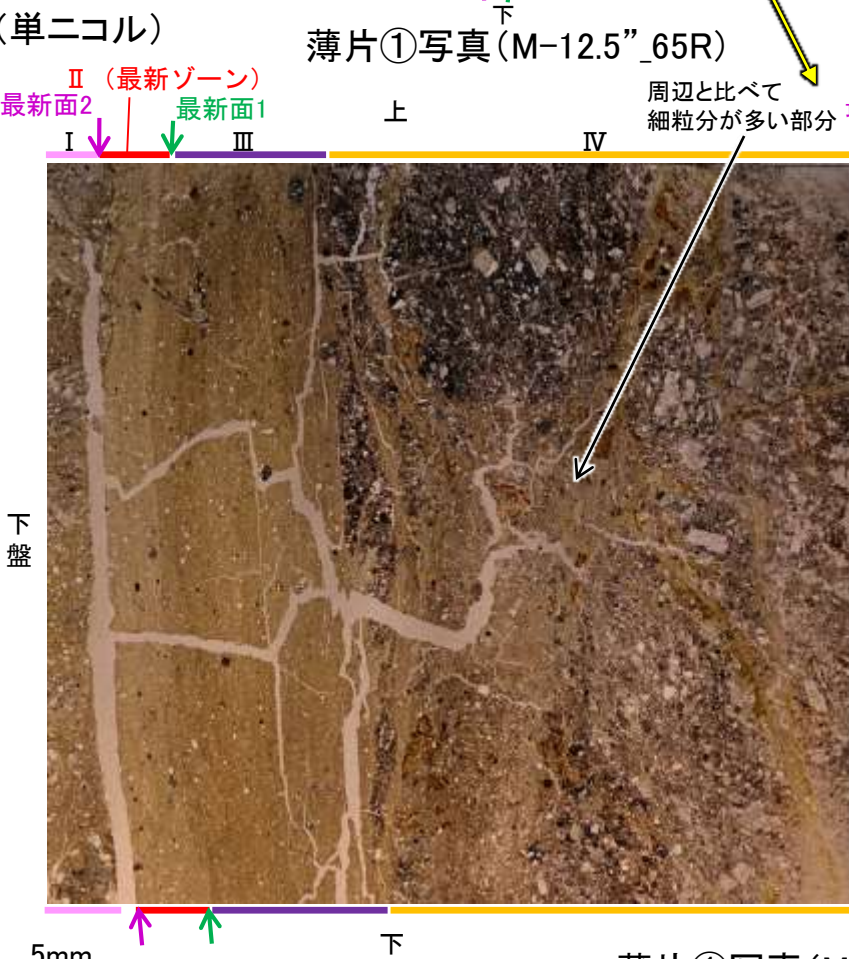
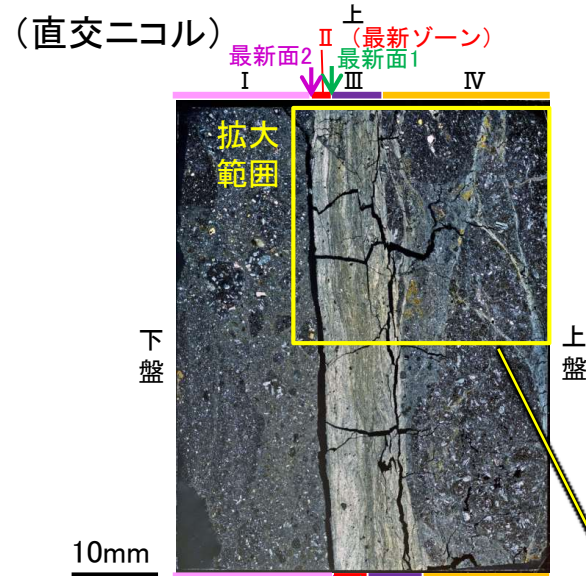
【分布状況】

碎屑岩脈の特徴

- ・基質部と比べて細粒分が多い。
- ・流動状の構造が認められる(P.5-80)。
- ・周辺の粘土鉱物(I/S混合層)を取り込む(P.5-168)。
- ・脈状に分布し、複雑に枝分かれする(※)。

凡例

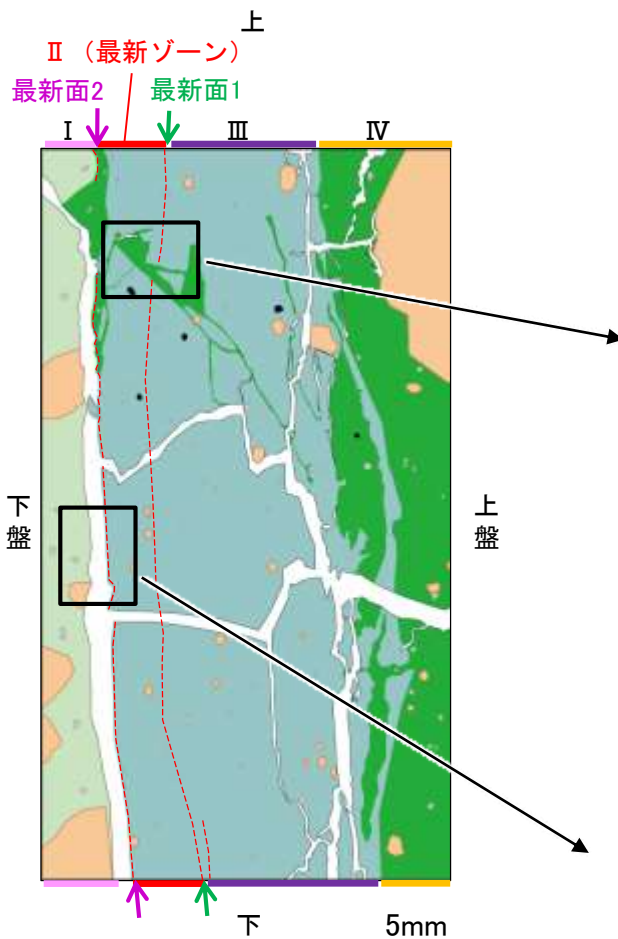
■ 主要な岩片	■ 碎屑岩脈
■ 斜長石などの鉱物片	■ 変質部(I/S混合層)
■ 不透明鉱物	■ 主要な岩片等を除く基質部
□ 空隙部	⋯ 最新面1, 2



S-1_M-12.5”孔

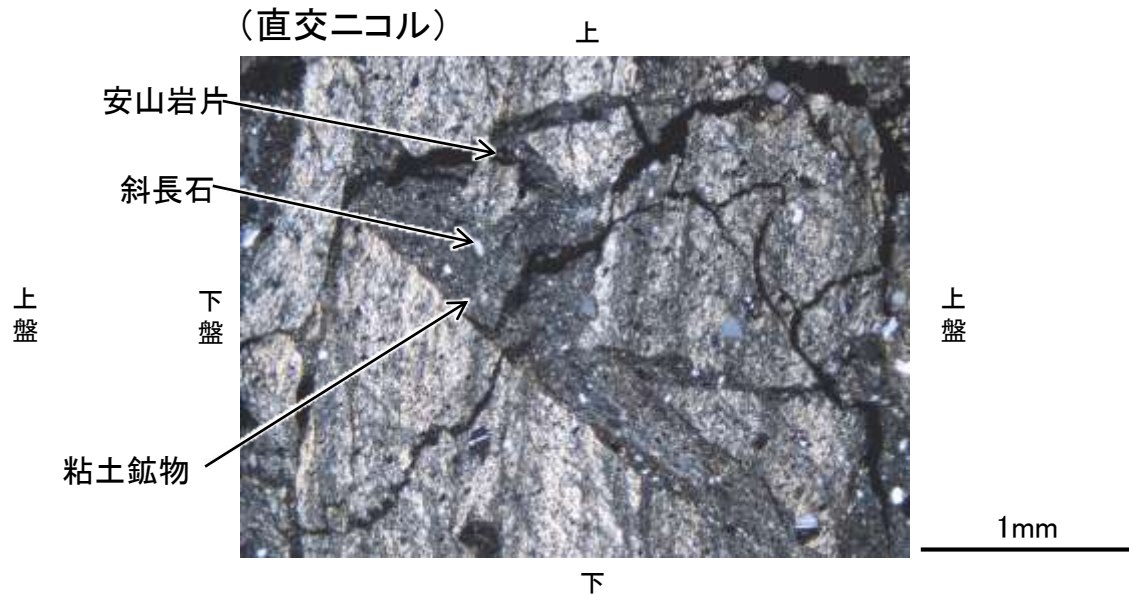
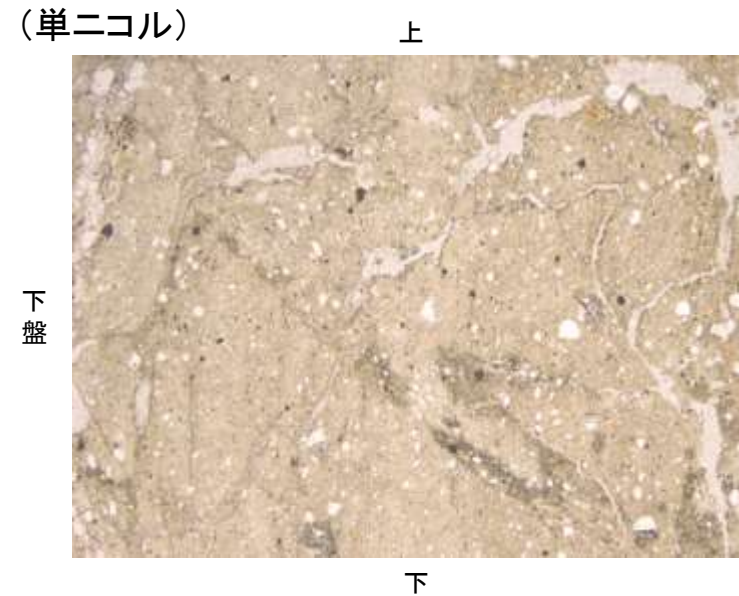
【碎屑岩脈の構成物】

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

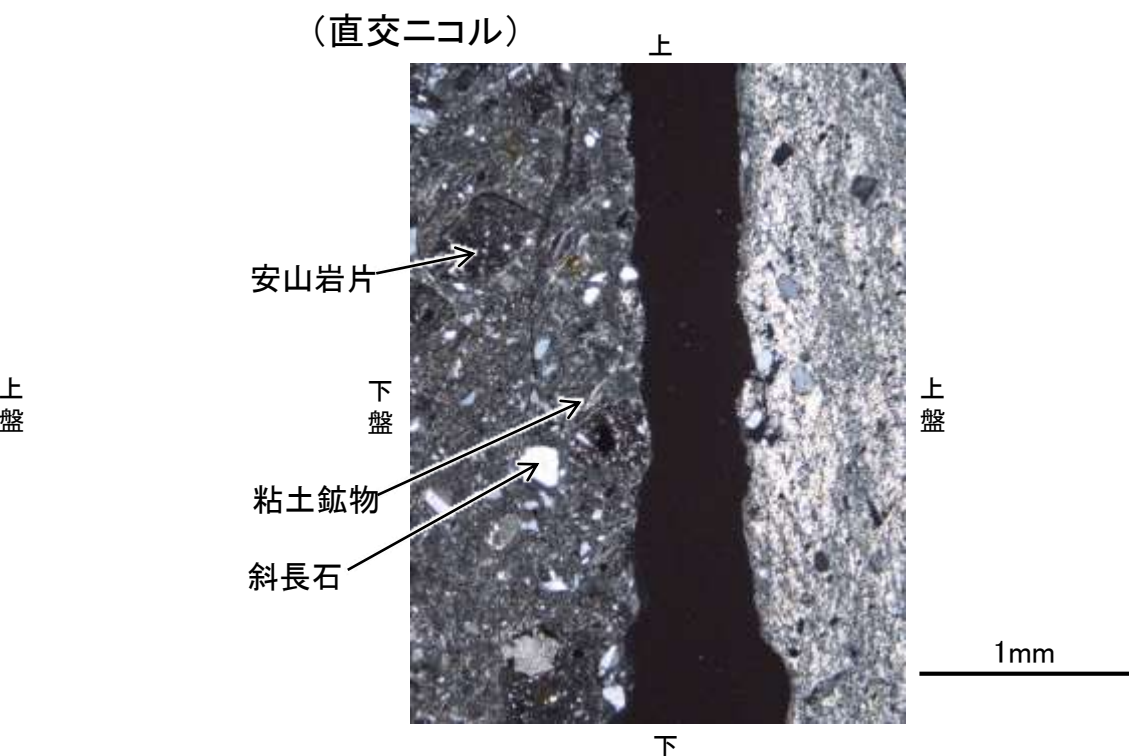
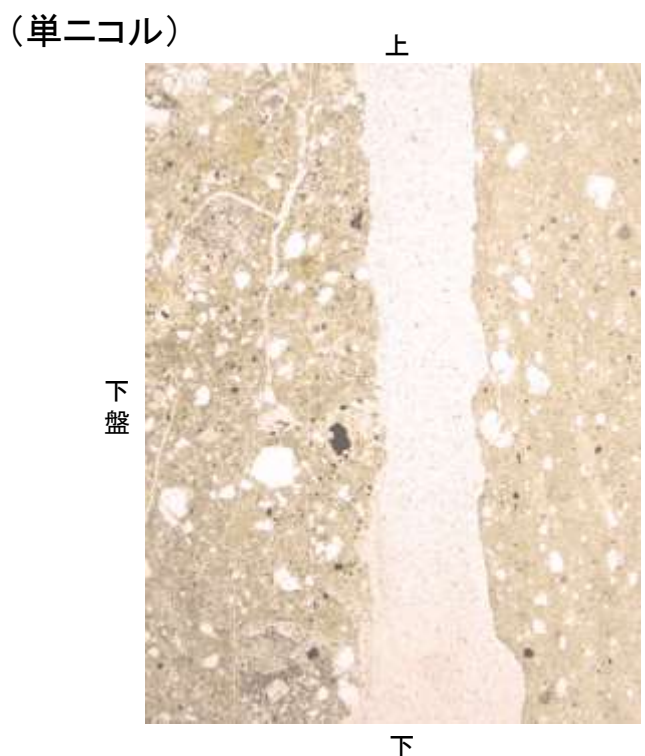


- 凡例
- 主要な岩片
 - 斜長石などの鉱物片
 - 不透明鉱物
 - 空隙部
 - 碎屑岩脈
 - 変質部 (I/S混合層)
 - 主要な岩片等を除く基質部
 - 最新面1, 2

スケッチ



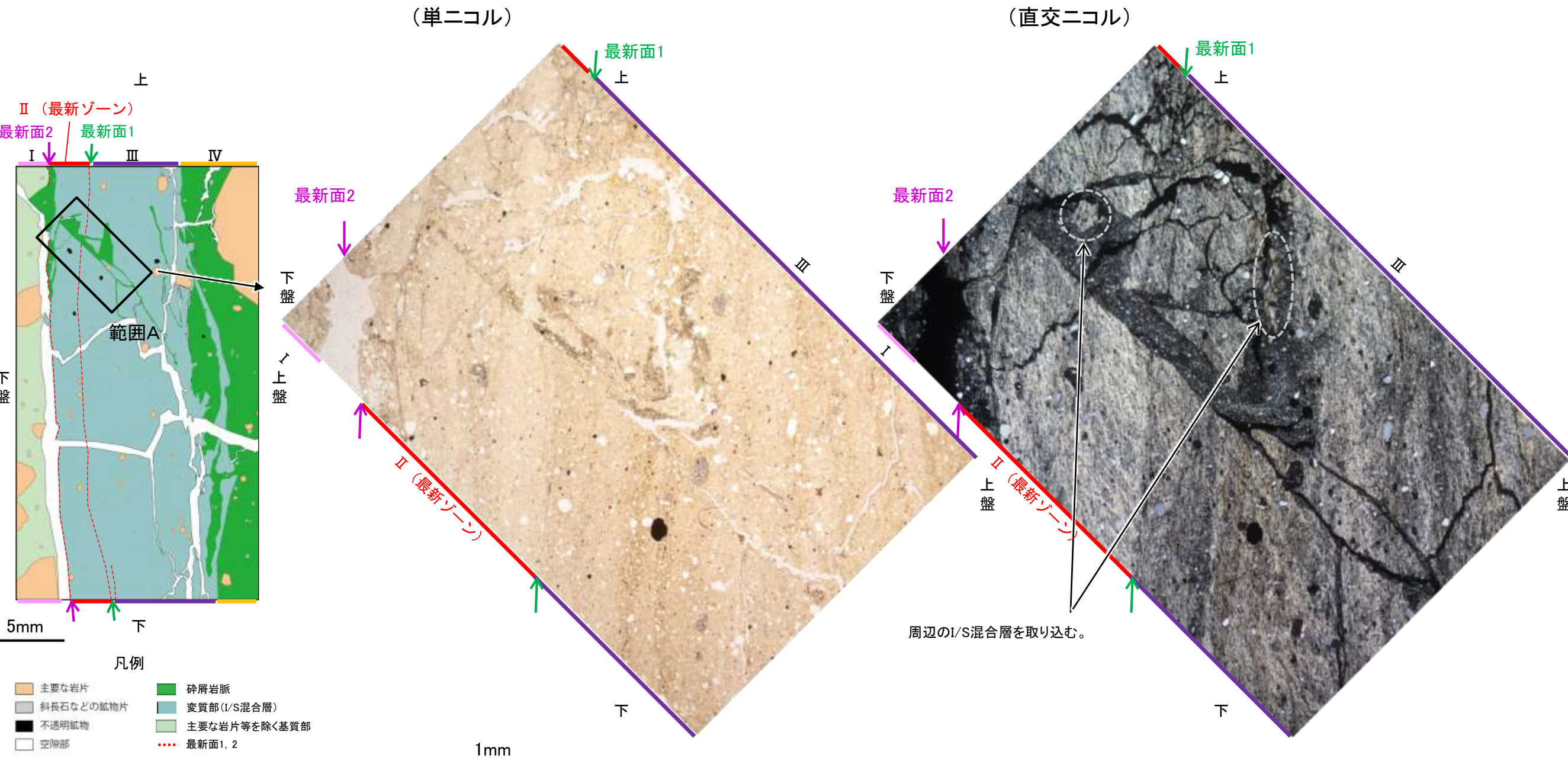
碎屑岩脈の構成物



固結した角礫状破碎部の構成物

5.2.2 S-1 (3) M-12.5”孔 -I/S混合層と碎屑岩脈との関係-

- 碎屑岩脈はI/S混合層を含むゾーン全体を横断するように認められ、碎屑岩脈中には、周辺のI/S混合層を取り込む状況が認められる。
- また、碎屑岩脈中に含まれる粘土鉱物のEPMA分析(定量)の結果からも、碎屑岩脈中の粘土鉱物はいずれも周辺に認められる粘土鉱物と同じI/S混合層であると判断した(P.5-164)。
- 以上より、碎屑岩脈はI/S混合層生成以降に形成したものと判断したことから、この碎屑岩脈と最新面との関係を確認する。

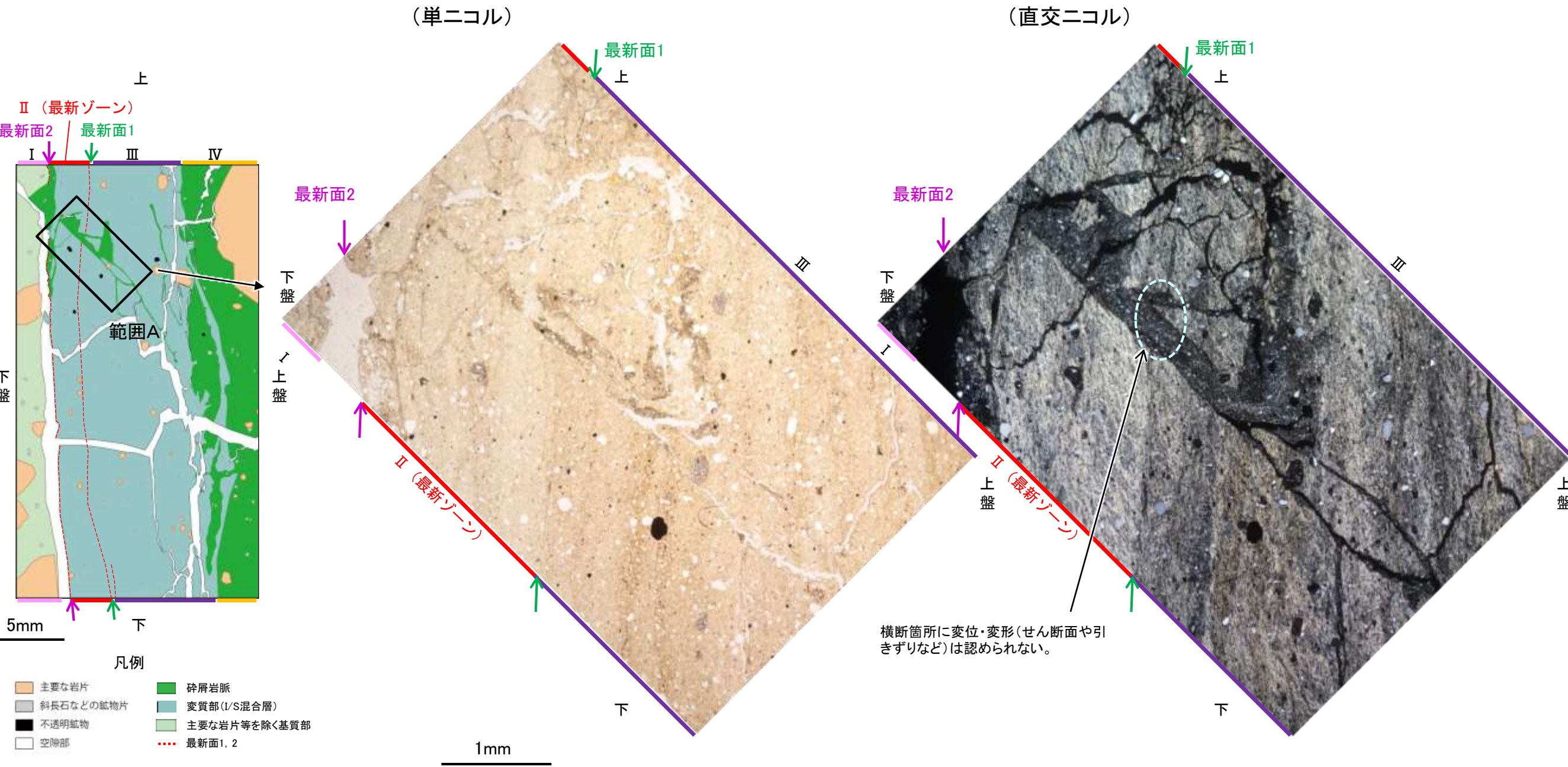


スケッチ

範囲A写真

5.2.2 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

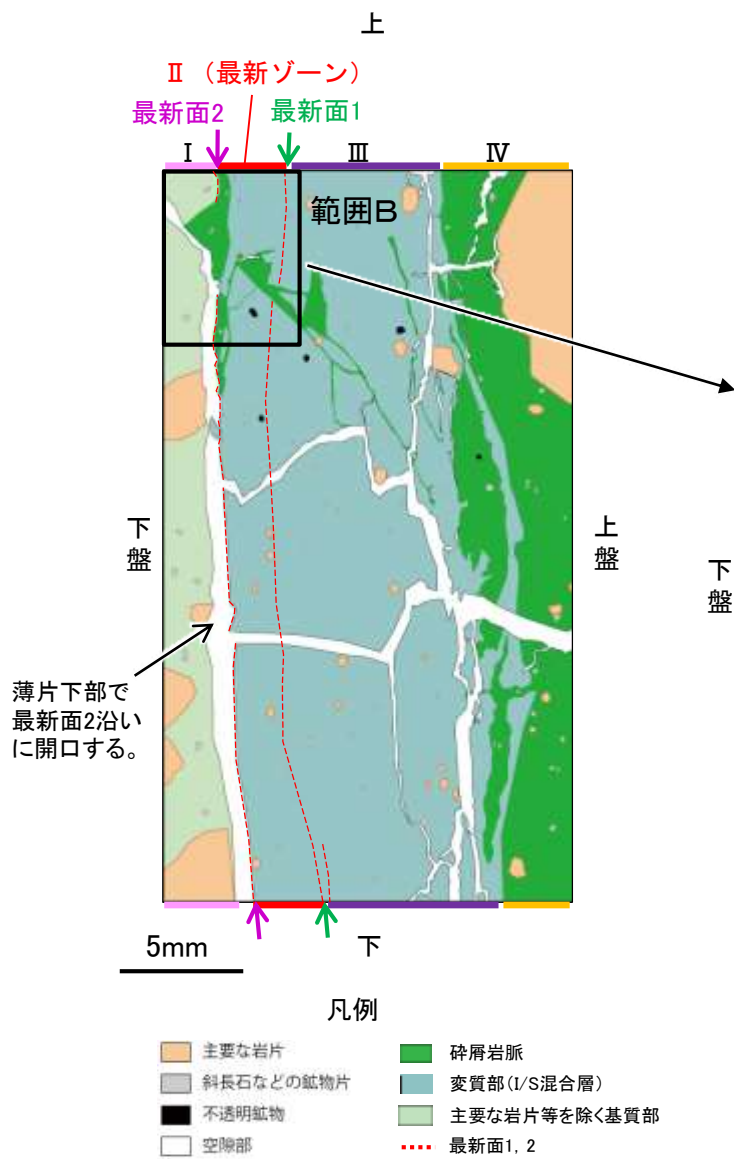
範囲A写真

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

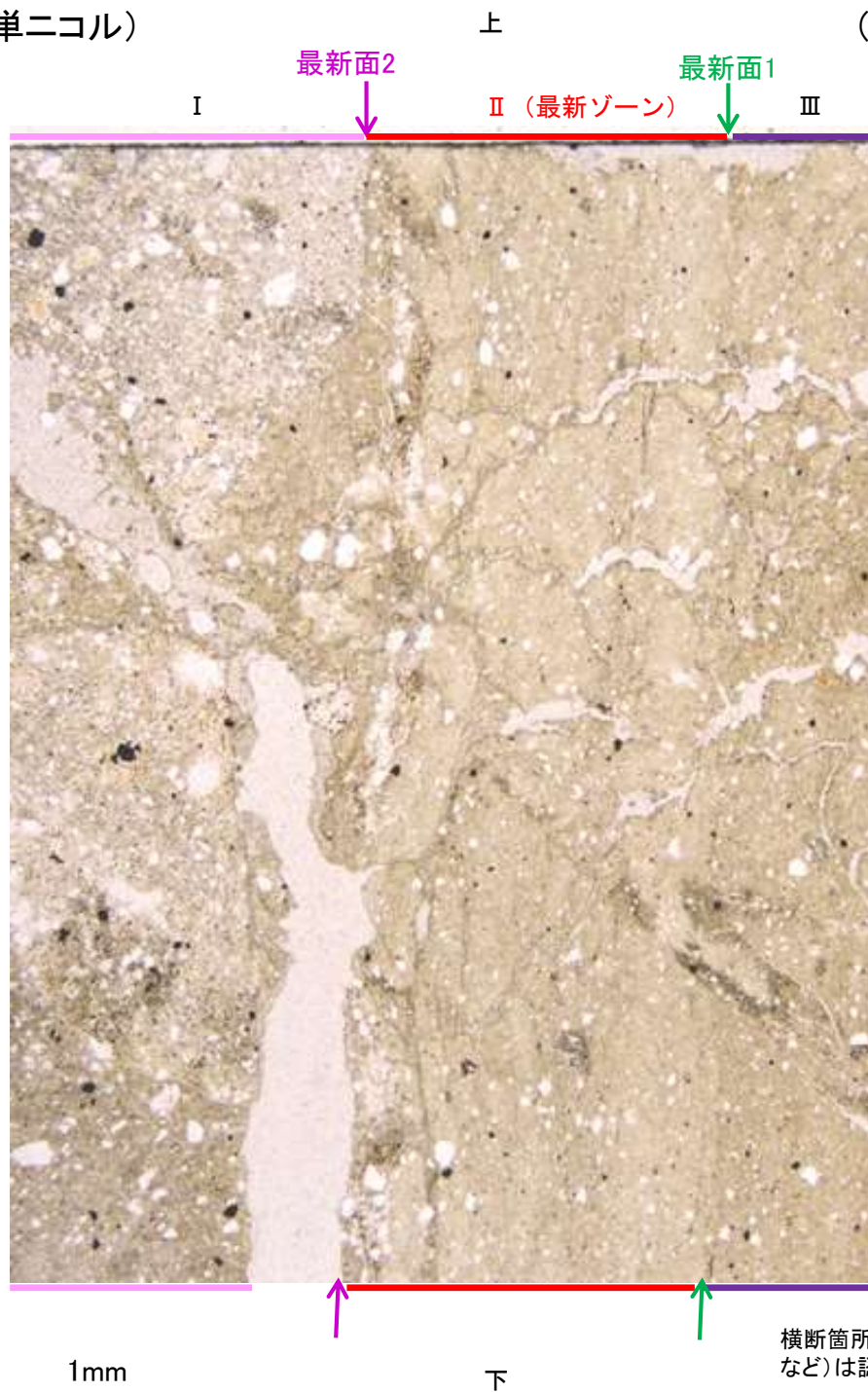
○範囲Bにおいて詳細に観察した結果、碎屑岩脈が最新面2を横断して分布し、横断箇所に変位・変形は認められない。
 ○なお、薄片作成時等に生じた空隙は、明確に認定できる最新面2を横断する碎屑岩脈の構造に影響を与えていないことから、横断箇所は薄片作成時等の乱れの影響を受けていないと判断した。
 ○また、最新面2の上盤側には割れ目が認められるものの、碎屑岩脈がこの割れ目を充填しており、碎屑岩脈に変位・変形は認められないことから、この割れ目は碎屑岩脈形成以降に生じたものではない(次頁)。

(単ニコル)

(直交ニコル)



スケッチ



範囲B写真

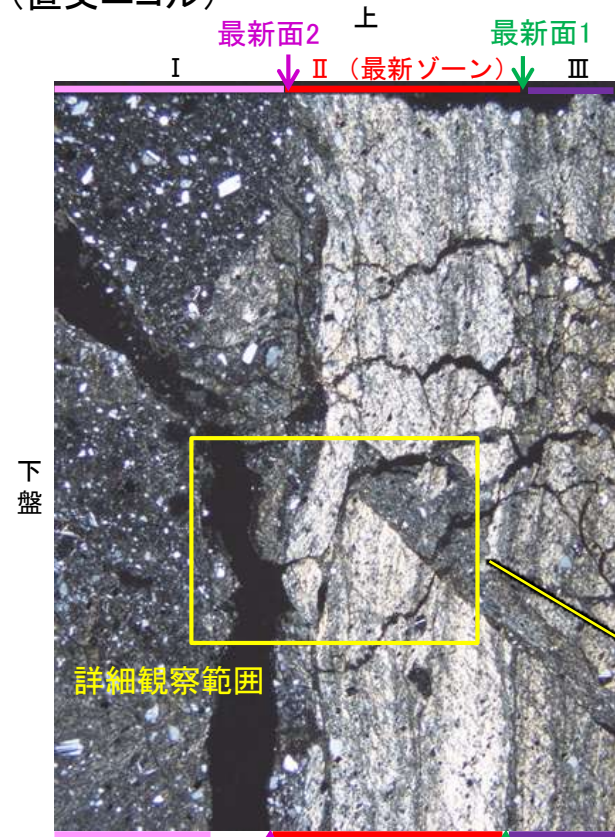
S-1_M-12.5”孔

【詳細観察(範囲B)】

(単ニコル)



(直交ニコル)



(直交ニコル)



碎屑岩脈が割れ目を充填し、碎屑岩脈
に変位・変形(せん断面や引きずりなど)
は認められない。

1mm
下盤 上盤
最新面2
II (最新ゾーン)
最新面1
下 上
範囲B写真

下盤 上盤
最新面2
II (最新ゾーン)
割れ目
下 上
0.1mm
詳細観察範囲写真

←..... : 延長位置

5.2.3 S-2 ▪ S-6

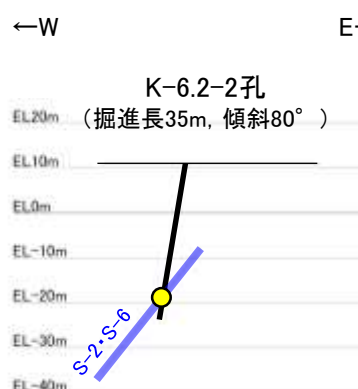
5.2.3 S-2・S-6の鉱物脈法による評価地点

■ 鉱物脈法による評価地点

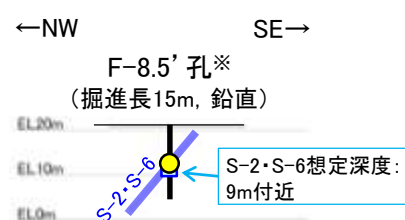
- 2地点 (F-8.5' 孔, K-6.2-2孔) において, S-2・S-6の最新ゾーンに少なくとも後期更新世以降に生成されたものではないと評価した変質鉱物であるI/S混合層が認められたことから, 断層活動(最新面)と変質鉱物との関係による評価を行った。
- また, その他の調査地点 (E-8.5-2孔, E-8.33'' 孔) も用いて, 評価を行った。

評価地点	記載頁
F-8.5' 孔 (深度8.50m, EL12.63m)	P.5-174~5-187
K-6.2-2孔 (深度30.94m, EL-19.45m)	P.5-188~5-201
E-8.5-2孔 (深度8.55m, EL12.66m)	補足資料5.2-4(1)-3
E-8.33'' 孔 (深度15.70m, EL7.59m)	補足資料5.2-4(2)

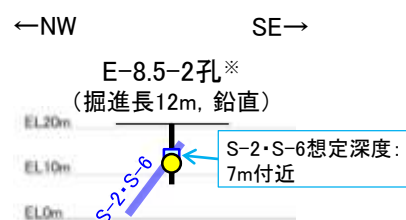
黄色網掛け: 断層の後期更新世以降の活動を否定するにあたり, 鉱物脈の年代及び断層による変位・変形がないことが明確に確認できるデータ



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

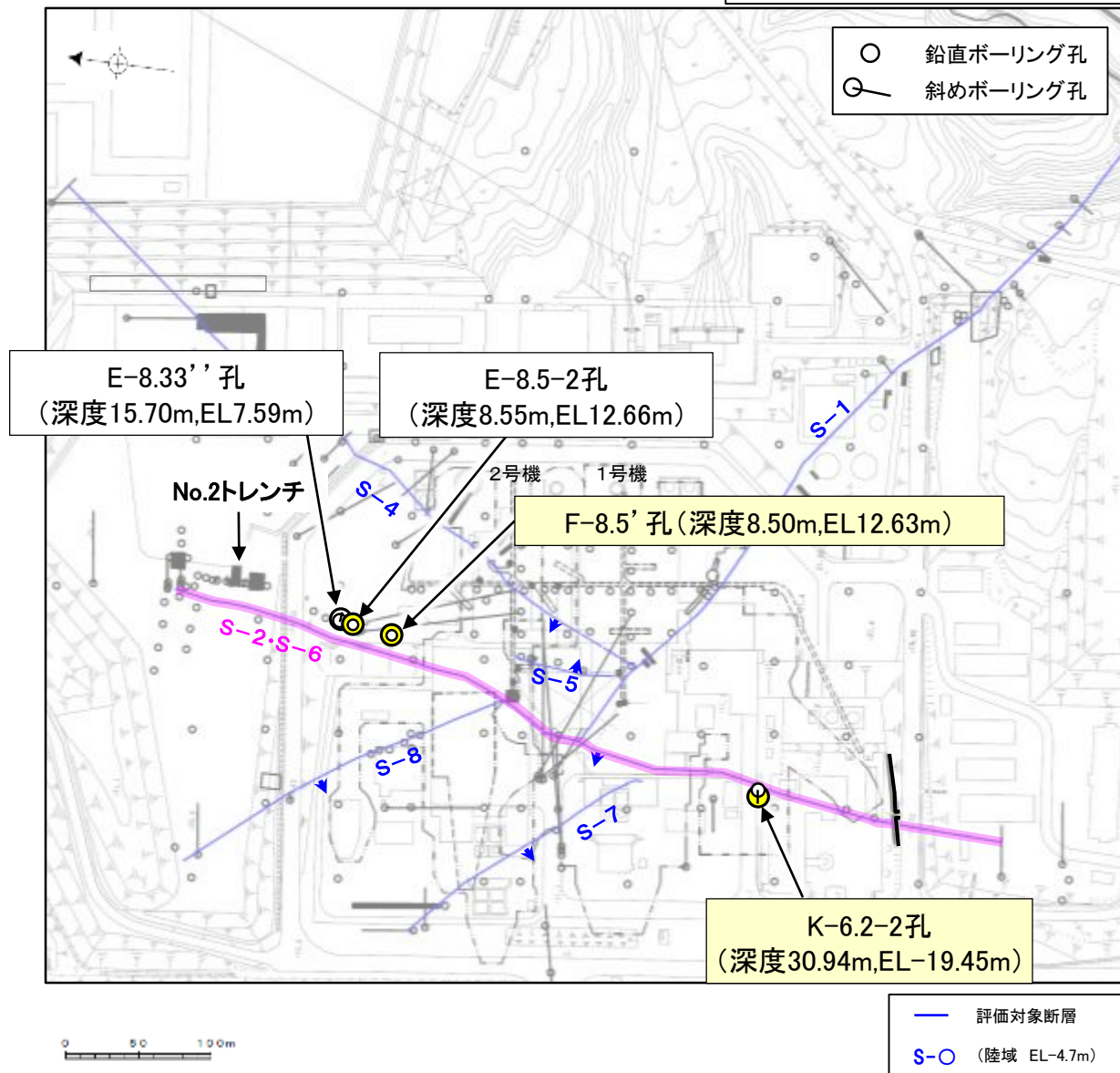
※ 鉱物脈法による評価のために実施したボーリング

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'' のS-2・S-6想定深度付近のコア写真は, **補足資料5.2-12(3)**

○ 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

5.2.3 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.5-175~5-178)。

【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.5-179, 5-180)。

【変質鉱物の分布と最新面との関係】

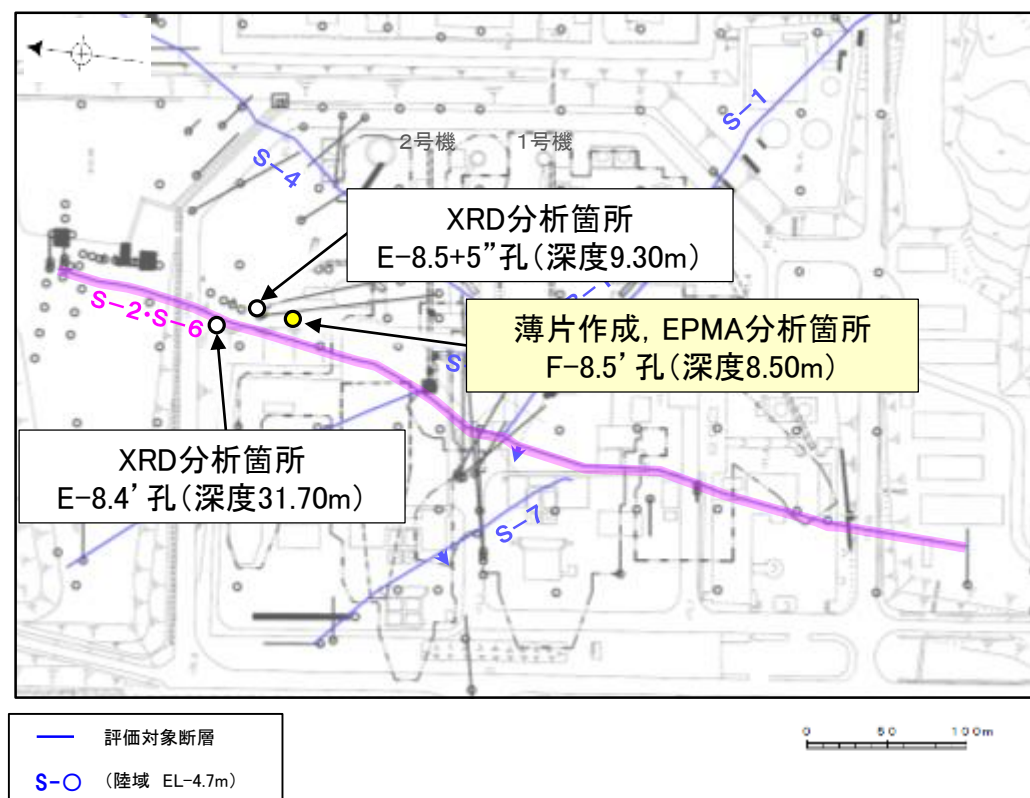
○EPMA分析(マッピング)や薄片観察により、粘土鉱物(I/S混合層)の分布範囲を確認した結果、粘土鉱物(I/S混合層)は最新ゾーン及びその周辺に分布している(P.5-181, 5-182)。

○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.5-183~5-185)。

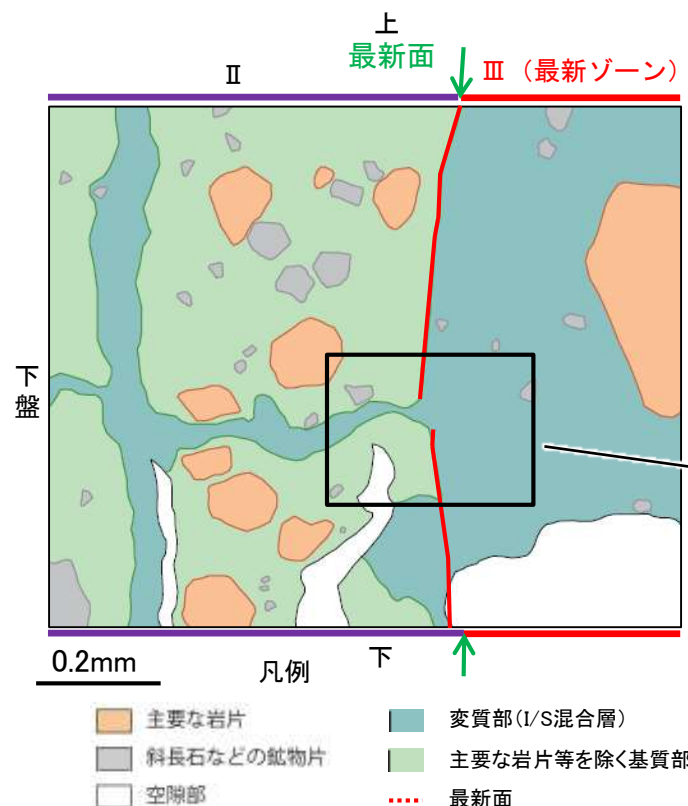
○以上のことを踏まえると、S-2・S-6の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。

紫字: 第1073回審査会合以降の変更箇所

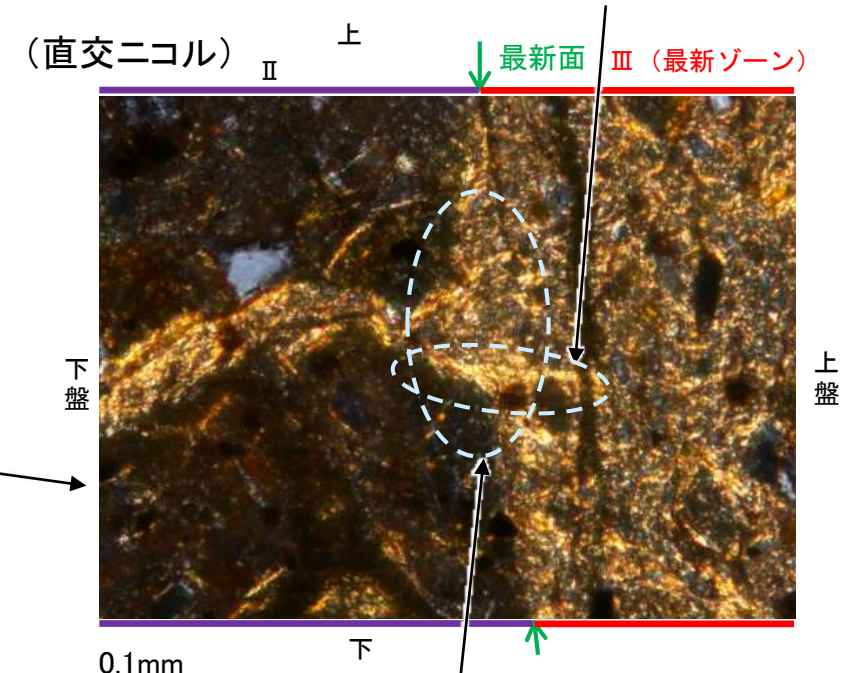
・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を遮るように分布し、この粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形(せん断面や引きずりなど)は認められない(P.5-183~5-185)。



調査位置図



薄片①範囲Aスケッチ



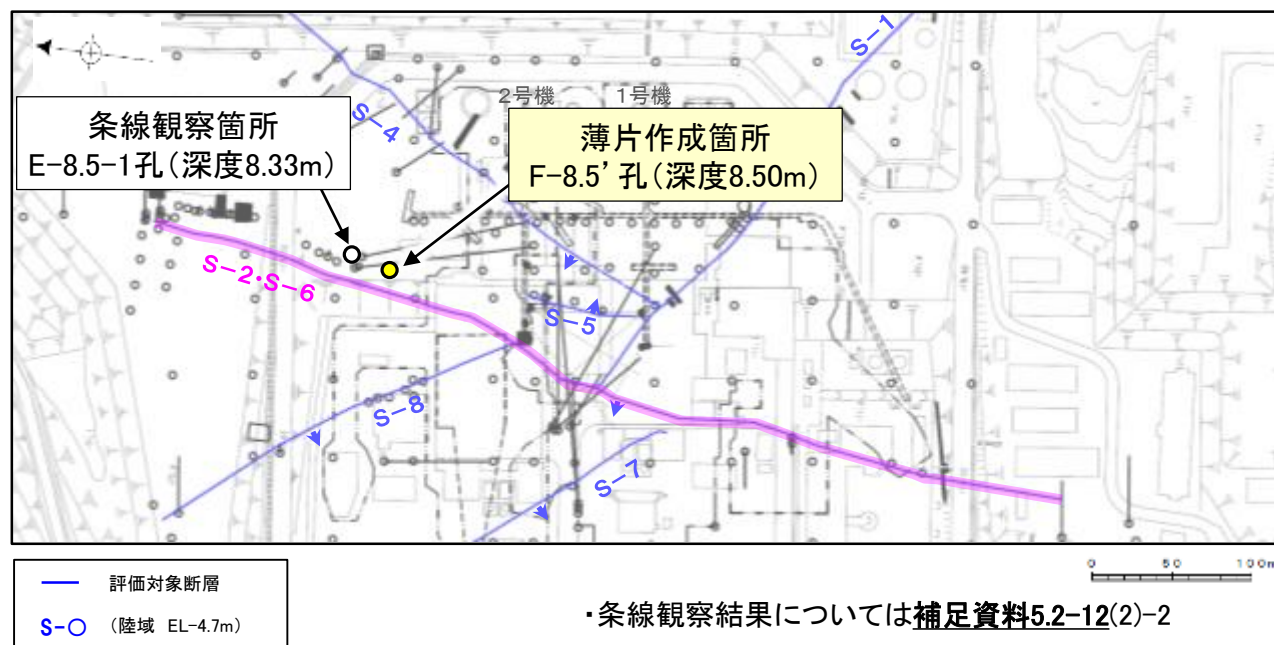
・不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形(せん断面や引きずりなど)は認められない(P.5-183~5-185)。
・不連続箇所には、I/S混合層生成以降の注入の痕跡や、薄片作成時等の乱れの影響は認められない(P.5-183~5-186)。

詳細観察範囲写真

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

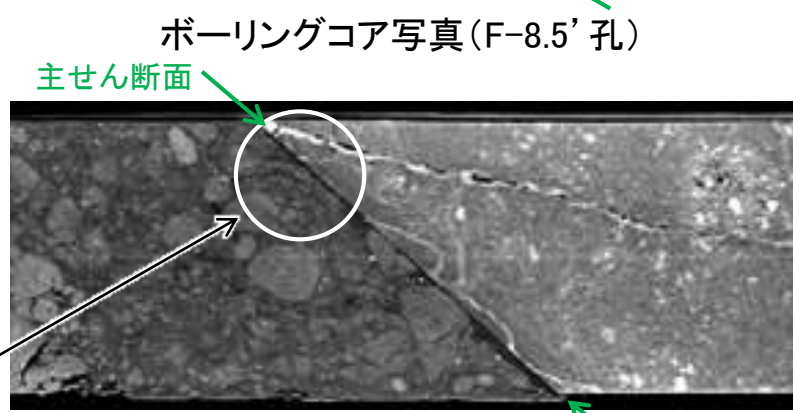
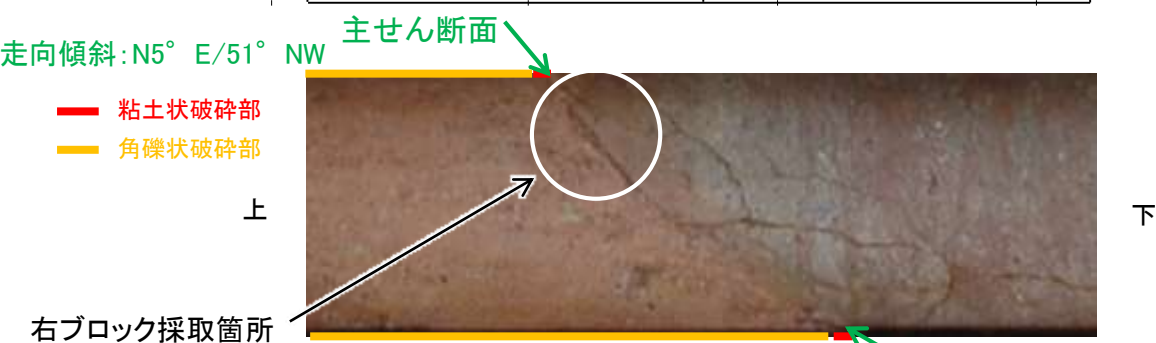
○F-8.5' 孔の深度8.50m付近で認められるS-2・S-6において、巨視的観察(ボーリングコア観察, CT画像観察)を実施し、最も直線性・連続性がよい断層面を主せん断面として抽出した。

○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)。



調査位置図

(深度) 8.40 8.50 8.60 (m)



CT画像(F-8.5' 孔)



1cm

ブロック写真

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

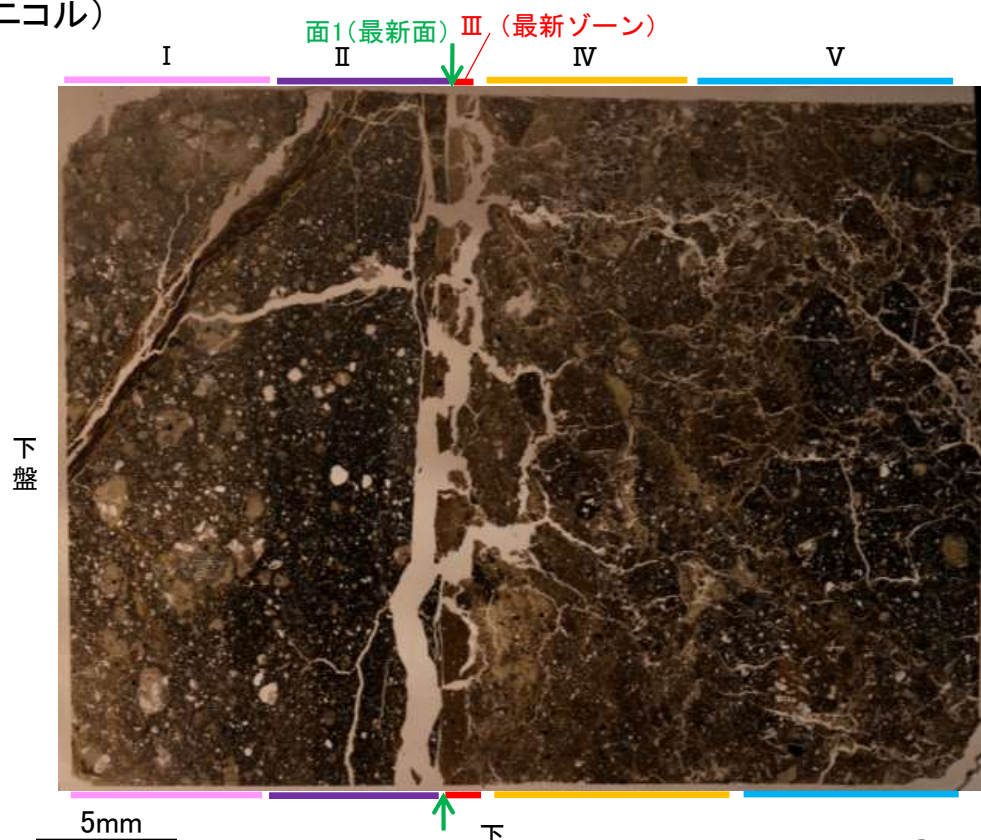
- 微視的観察(薄片観察)の結果, 色調や礫径などから, 下盤側より I ~ V に分帯した。
- そのうち, 最も細粒化している分帯Ⅲを最新ゾーンとして抽出した。
- 最新ゾーンと分帯Ⅱとの境界に, 面1が認められる。面1は薄片上部では一部不連続になるが, 薄片中央~下部では直線性・連続性がよく, 全体として最新ゾーンの中では比較的直線性・連続性がよい面である。
- 最新ゾーンと分帯Ⅳとの境界は, 不明瞭で漸移的であり, せん断面は認められない※。
- 最新ゾーン中に認められるY面は面1のみであることから, 面1を最新面と認定し, 変質鉱物との関係を確認する。

※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)

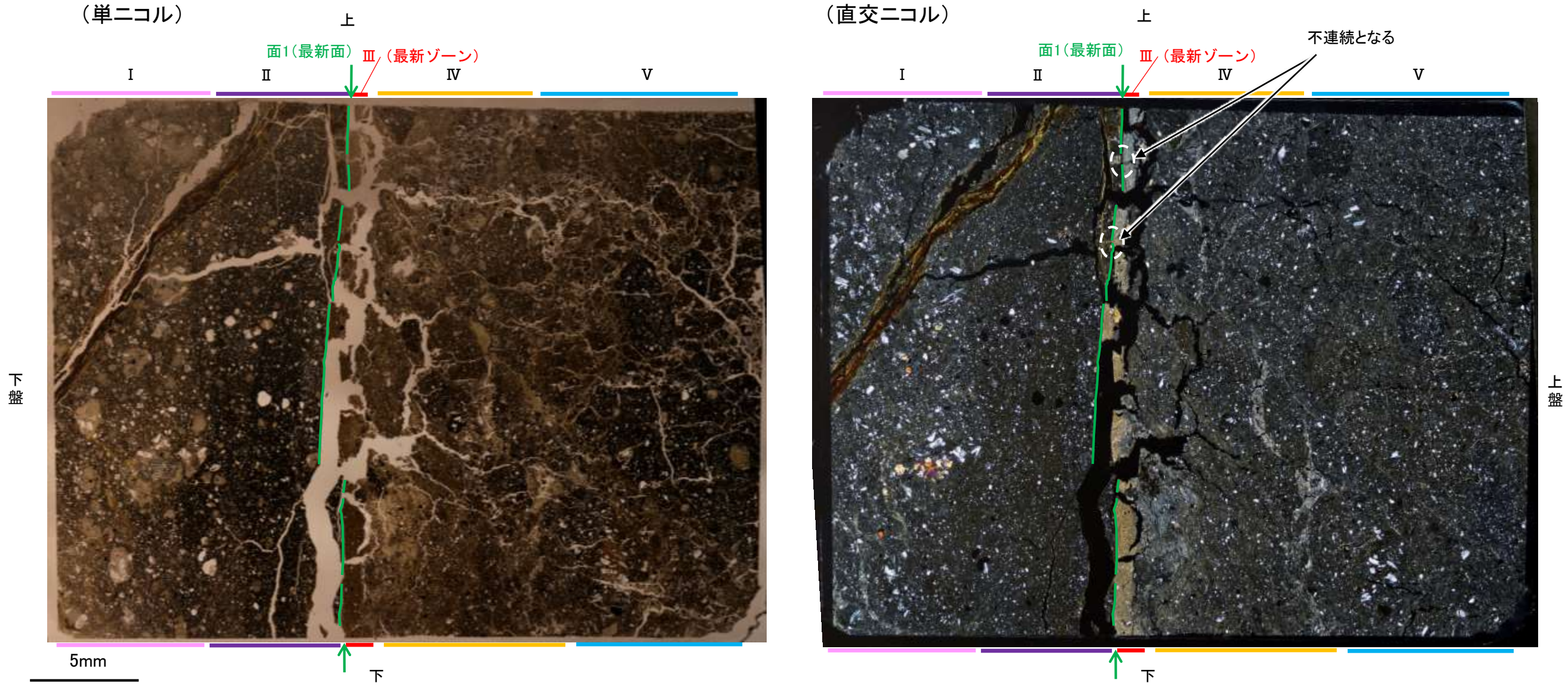


薄片①写真(F-8.5' _140R_2)

- 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】

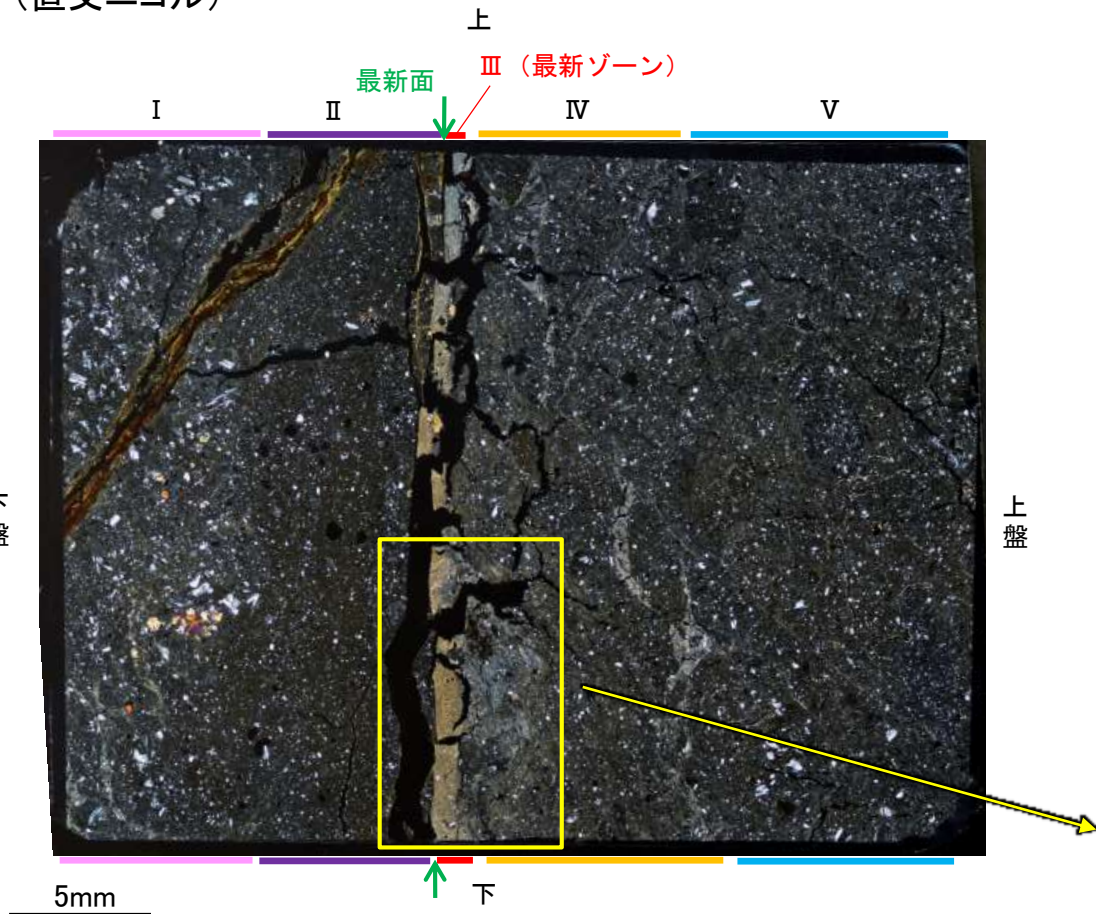


薄片①写真(F-8.5' _140R_2)

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

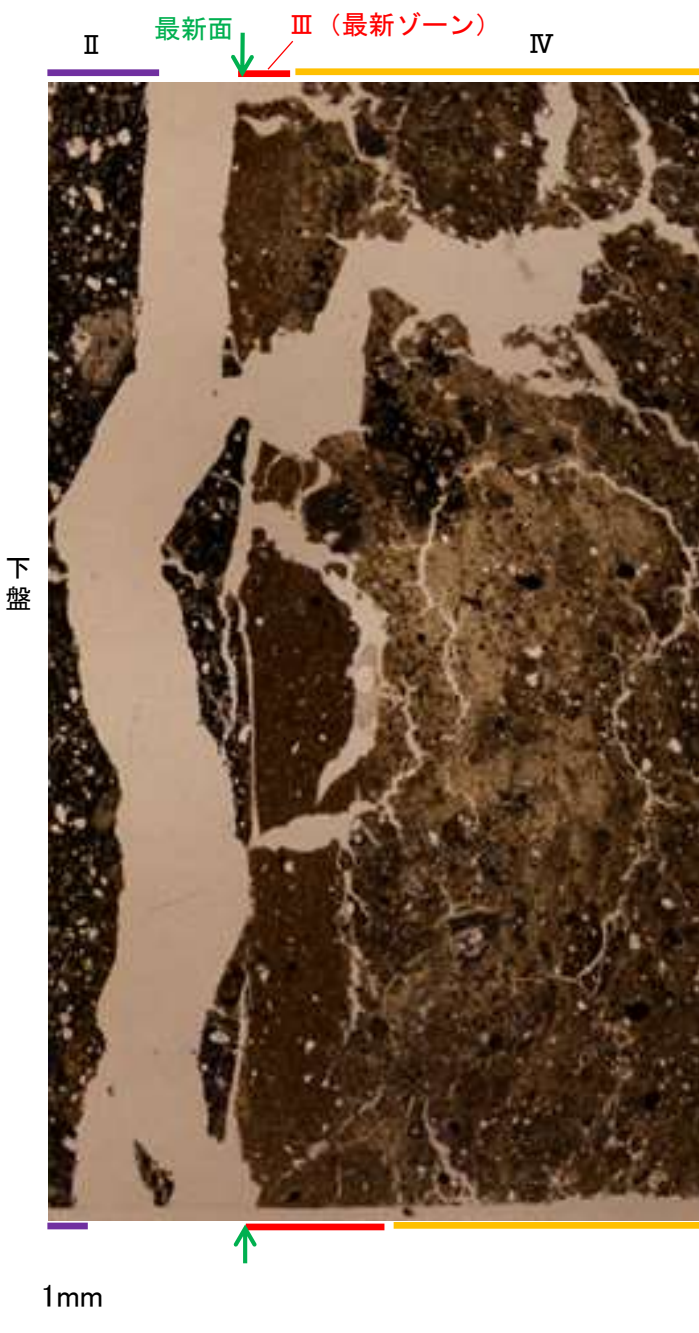
○微視的観察(薄片観察)の結果, 最新ゾーンと分帯IVとの境界は不明瞭で漸移的であり, せん断面は認められない。

(直交ニコル)

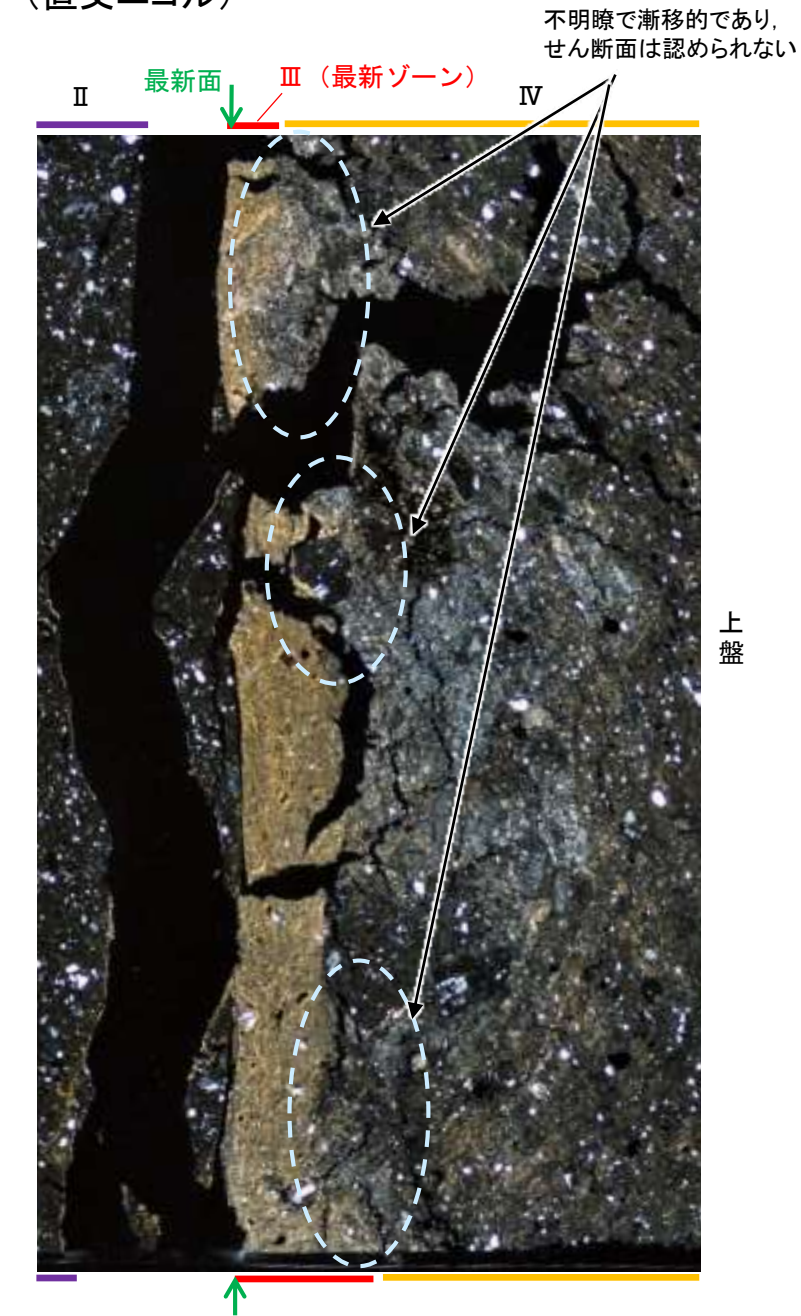


薄片①写真(F-8.5'_140R_2)

(単ニコル)

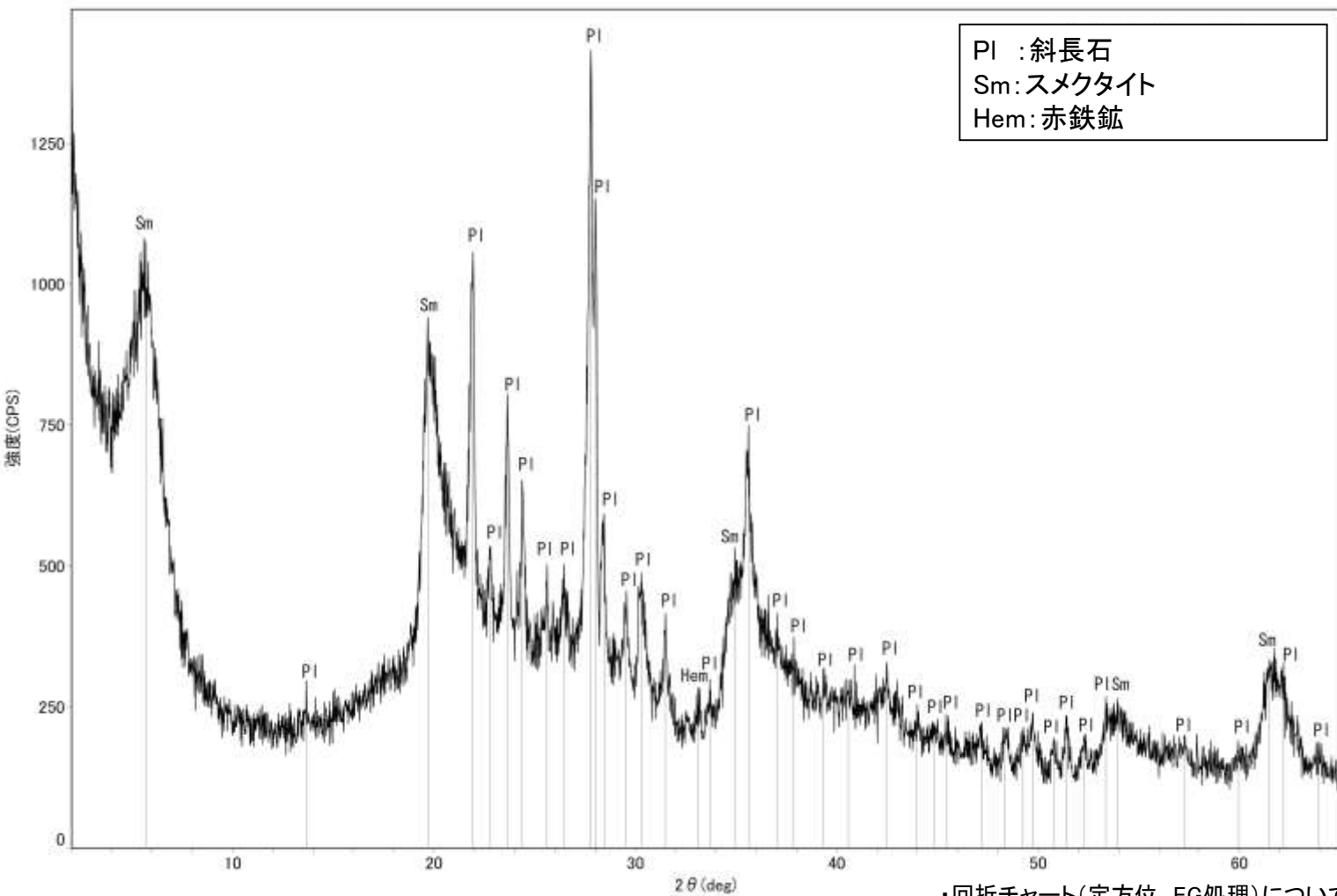
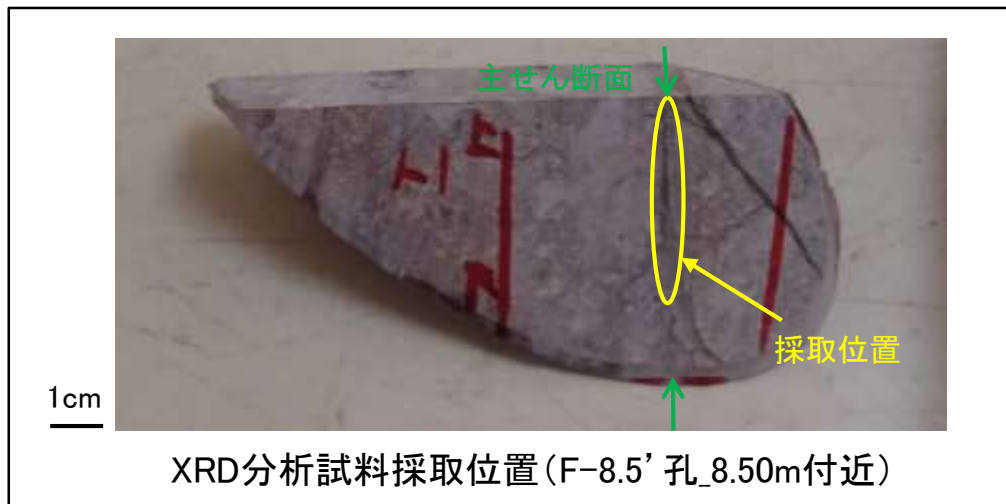


(直交ニコル)

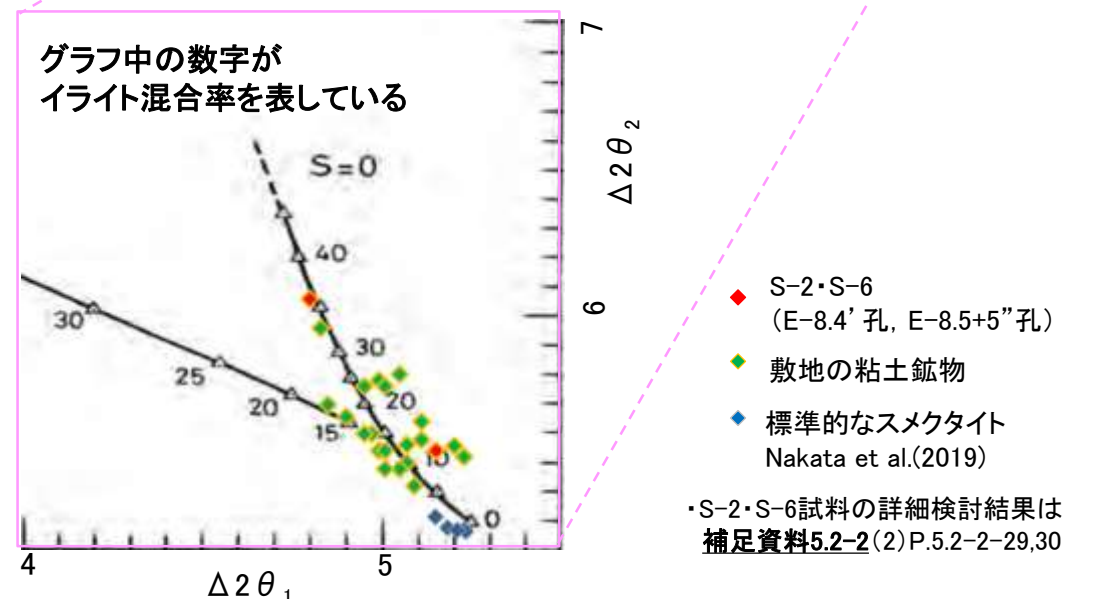
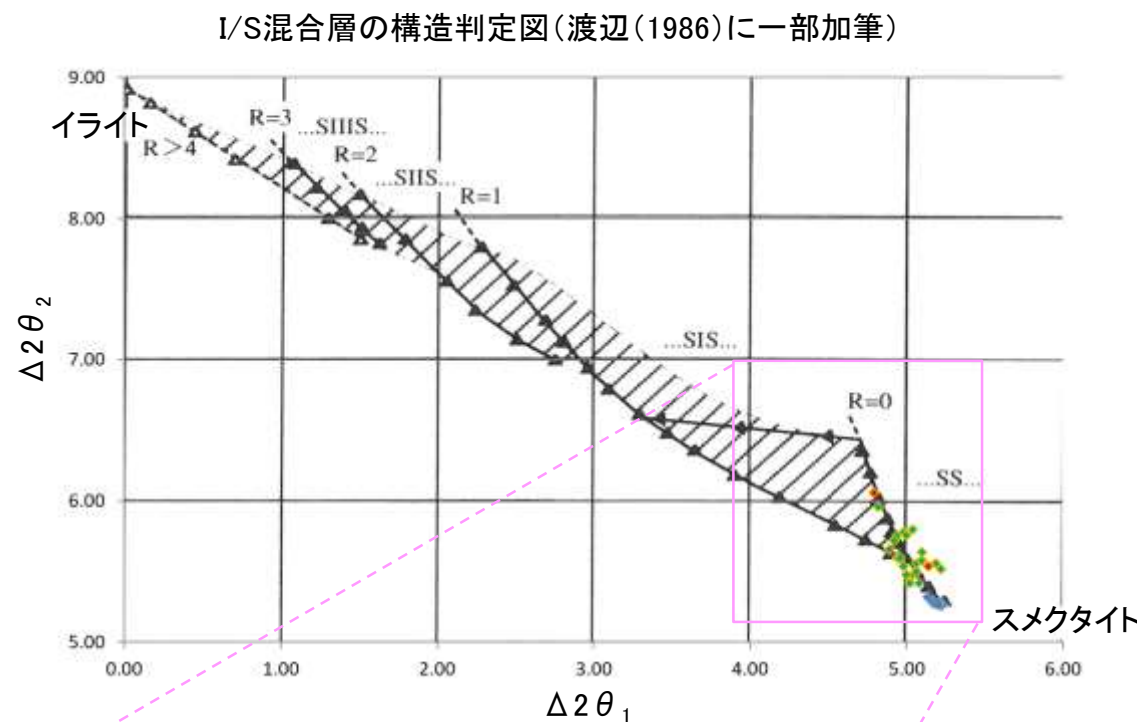


5.2.3 S-2・S-6 (1) F-8.5' 孔 — 鉱物の同定(XRD分析) —

○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。



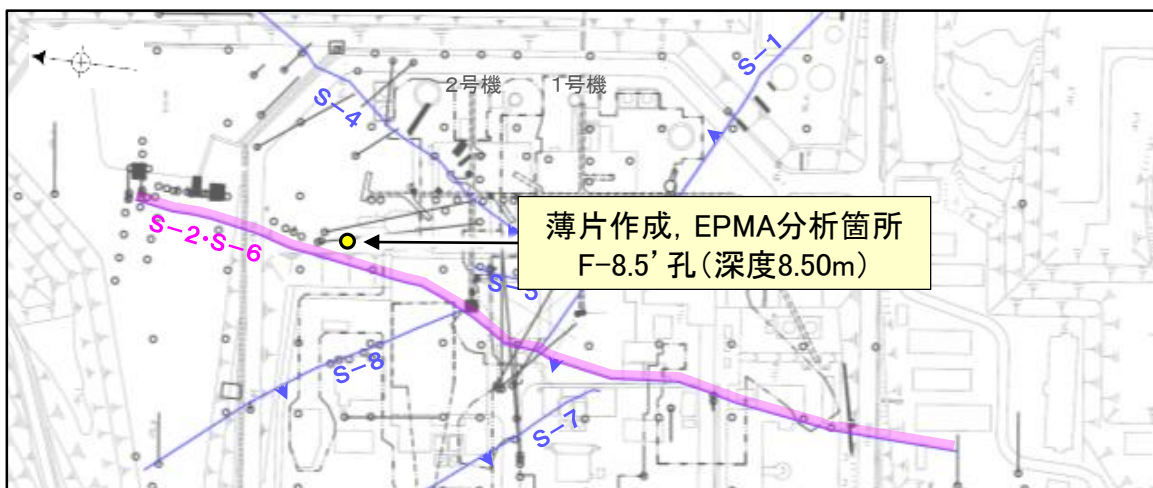
回折チャート(不定方位)_F-8.5' 孔
・回折チャート(定方位, EG処理)については、
補足資料5.2-12(1) P.5.2-12-17



I/S混合層の構造判定図(渡辺(1981)に一部加筆)

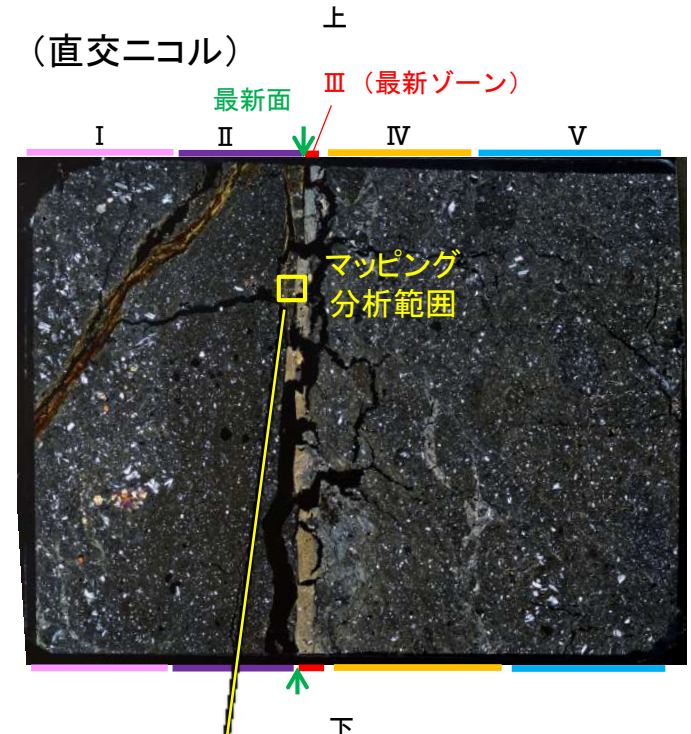
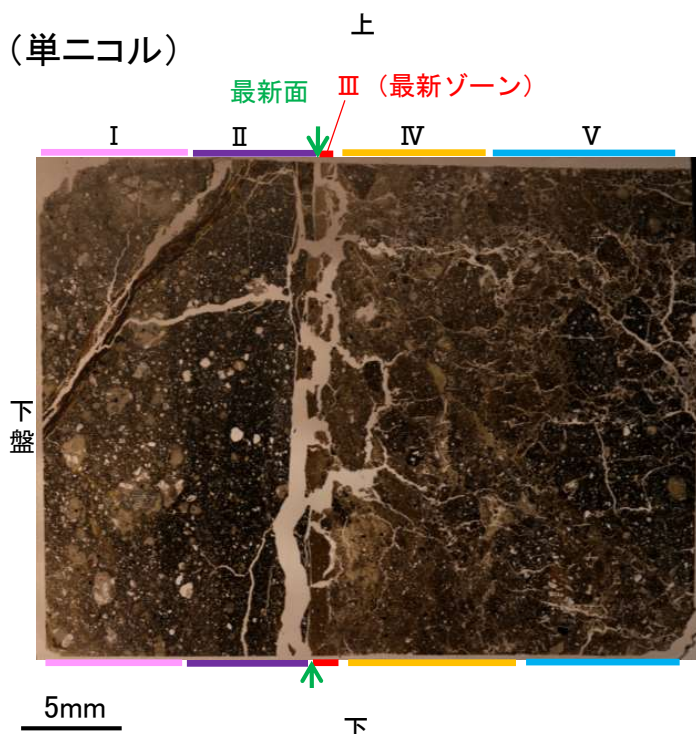
5.2.3 S-2・S-6 (1) F-8.5' 孔 — 鉱物の同定(EPMA分析(定量)) —

○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。

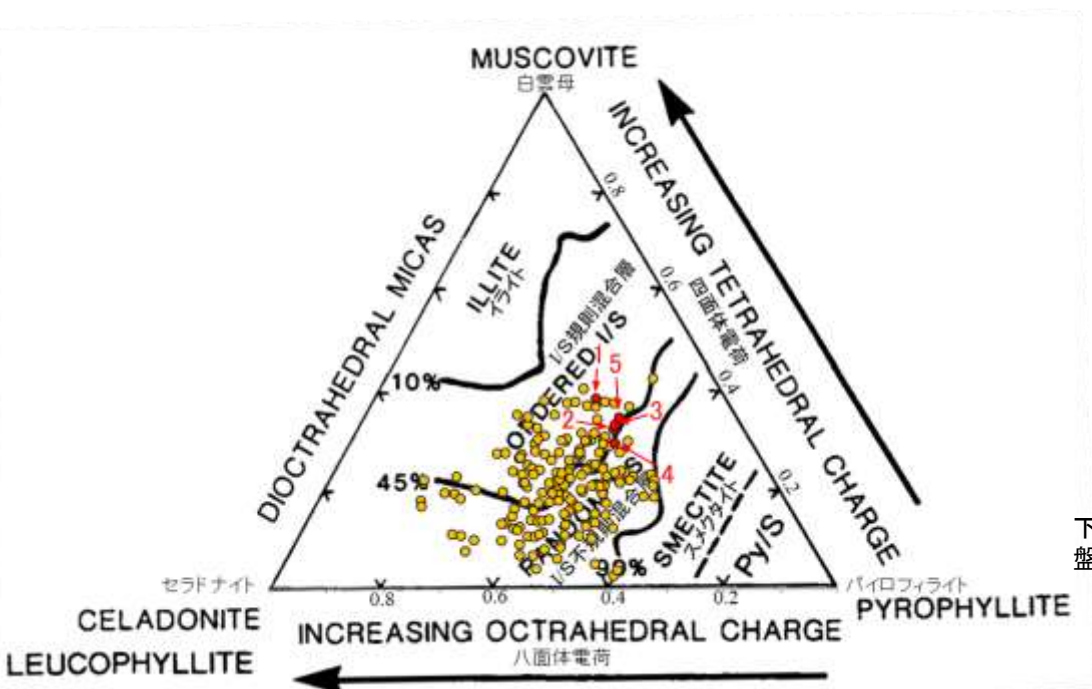


調査位置図

— 評価対象断層
S-O (陸域 EL-4.7m)

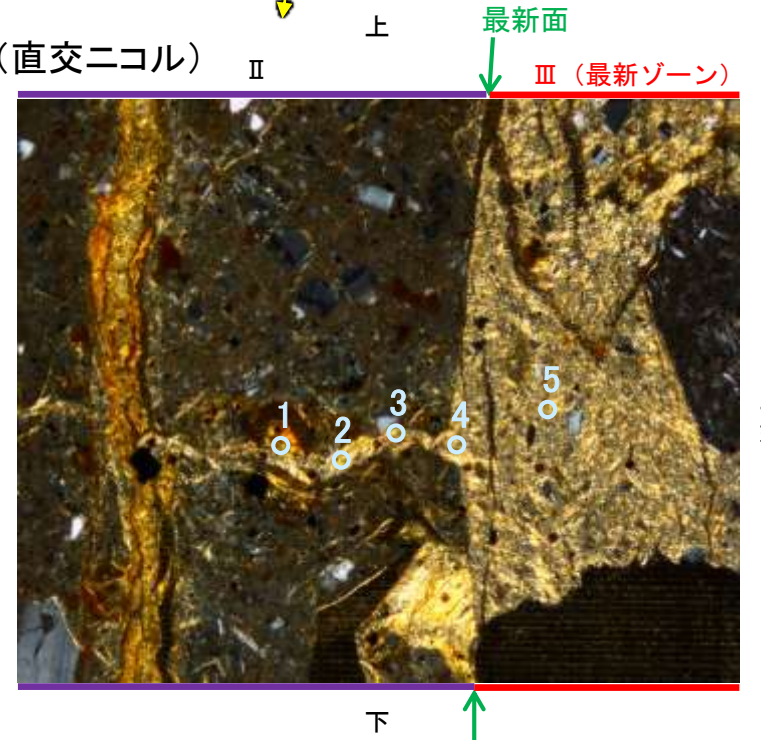
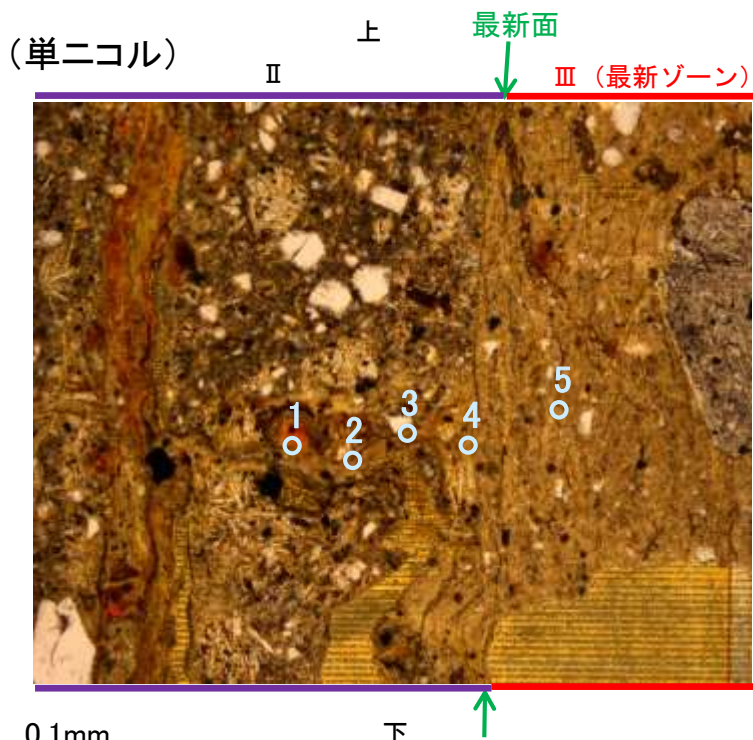


薄片①写真(F-8.5'_140R_2)



・詳細は補足資料5.2-2(3)P.5.2-2-64

● 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)

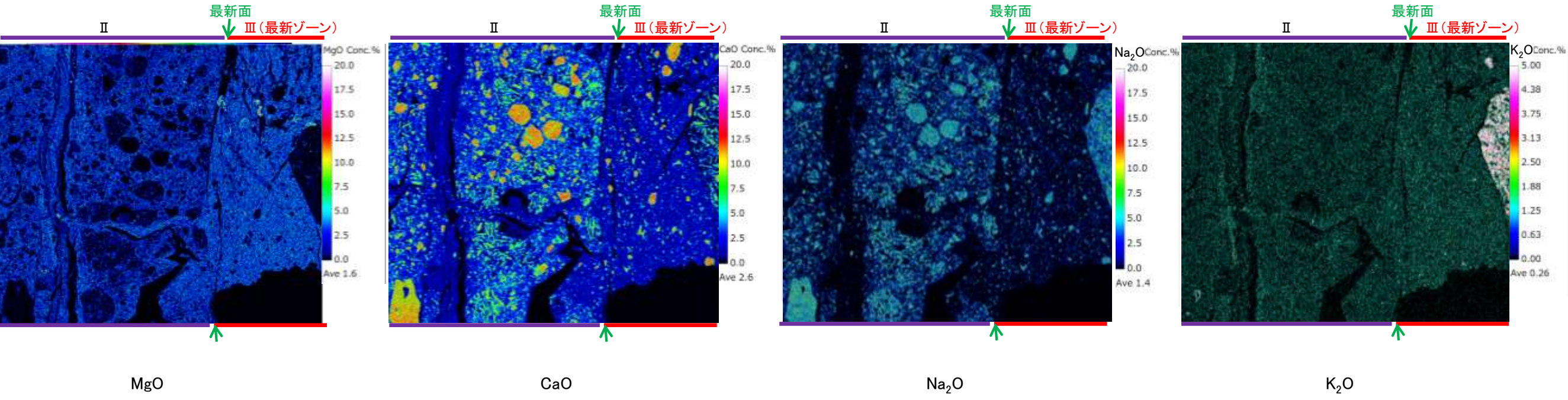
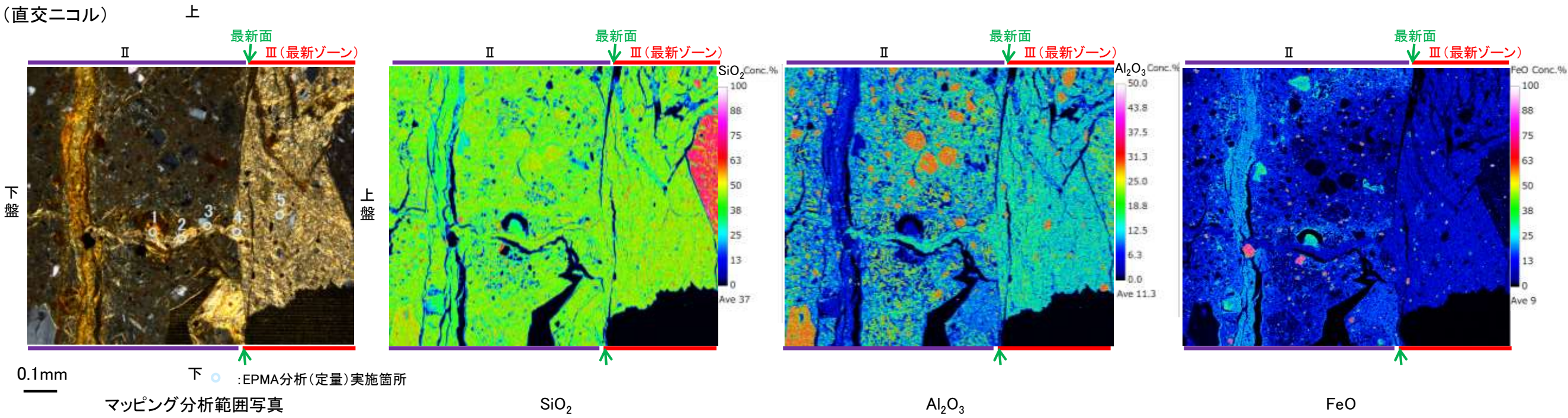


マッピング分析範囲写真

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)

5.2.3 S-2・S-6 (1) F-8.5' 孔 – 変質鉱物の分布 (EPMA分析 (マッピング)) –

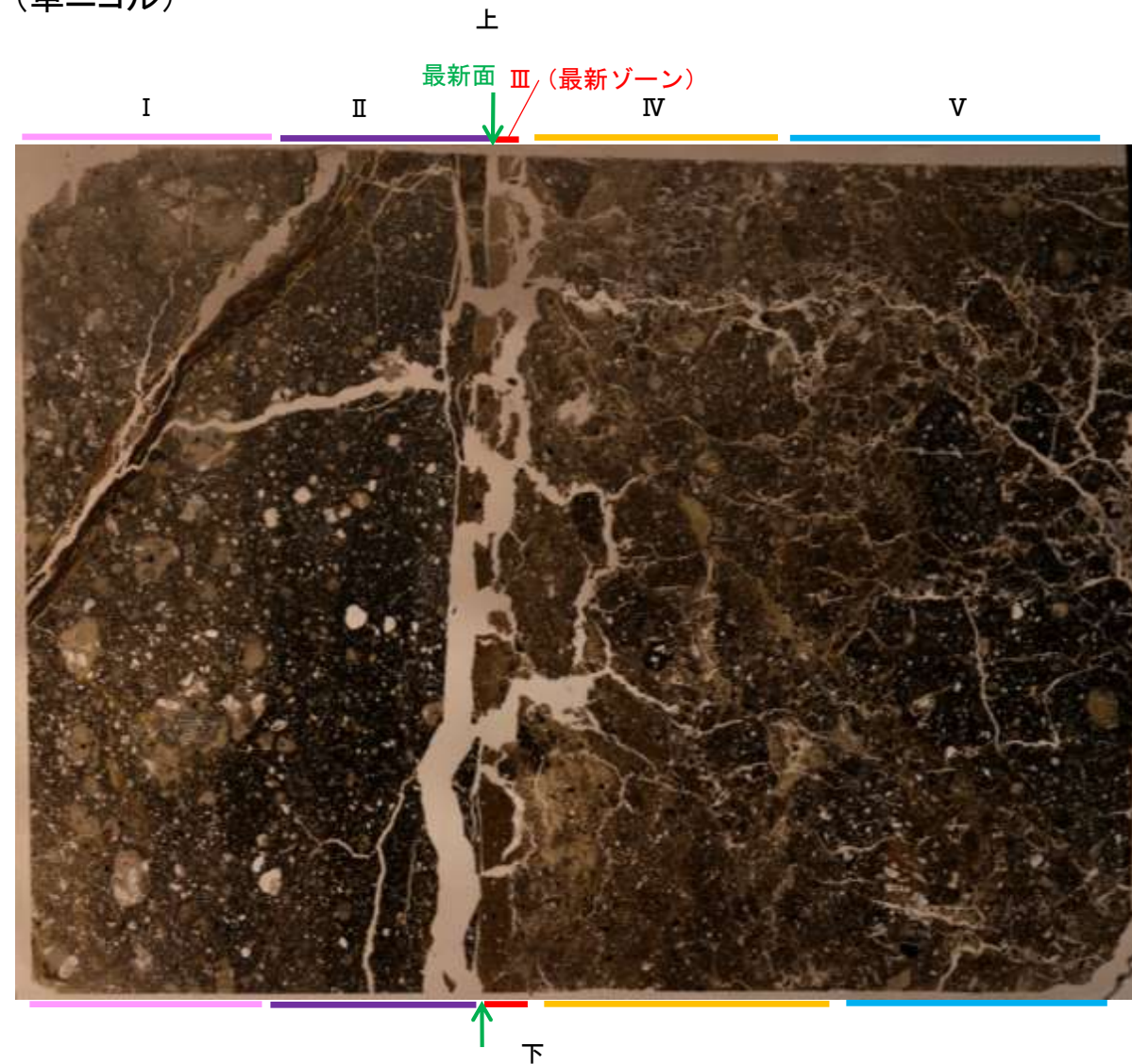
○EPMA分析 (マッピング) を実施した結果, EPMA分析 (定量) で認められたI/S混合層が最新ゾーンやその周辺に分布していることを確認した。



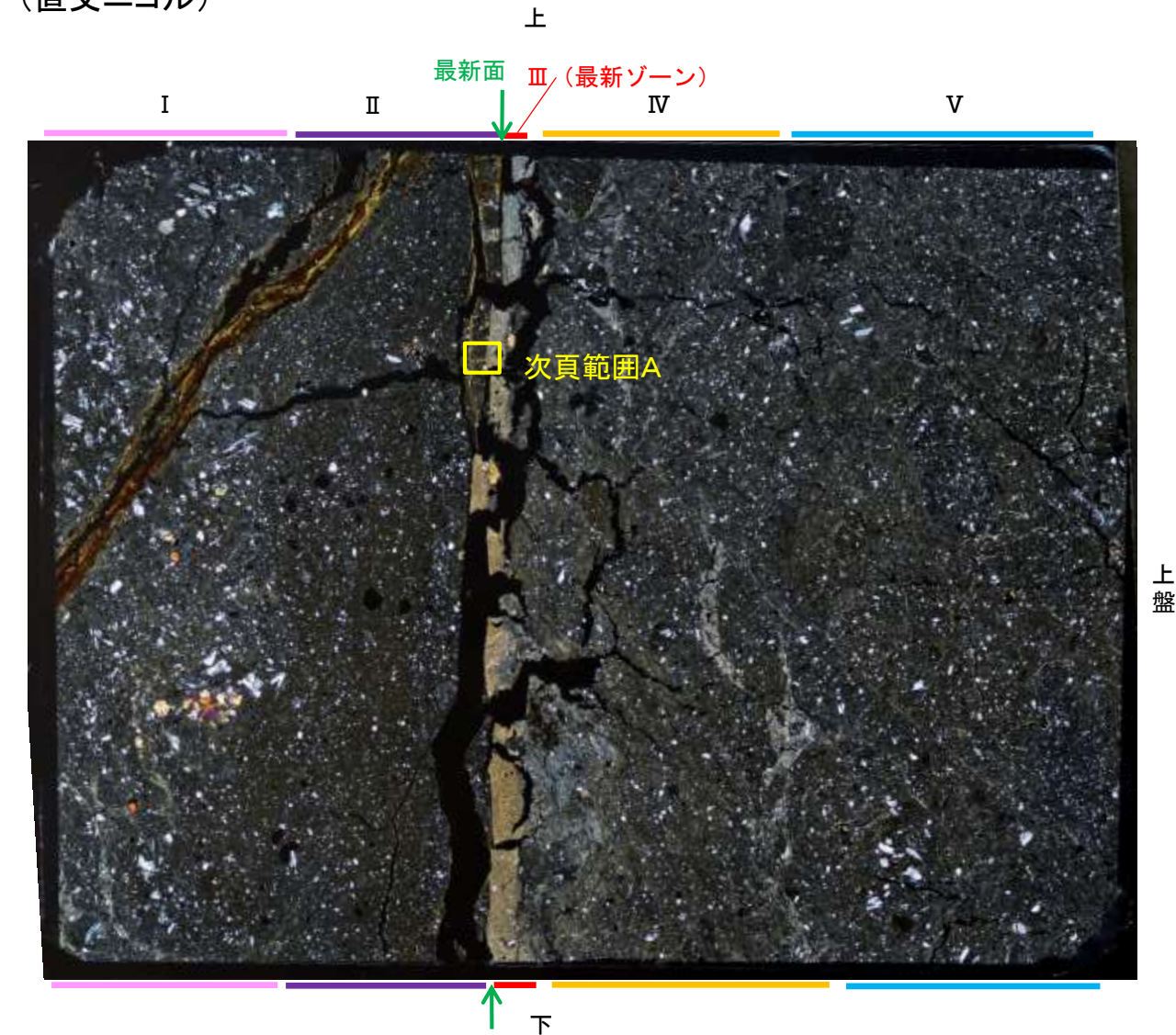
5.2.3 S-2・S-6 (1) F-8.5' 孔 ー変質鉱物の分布(薄片観察)ー

- 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)



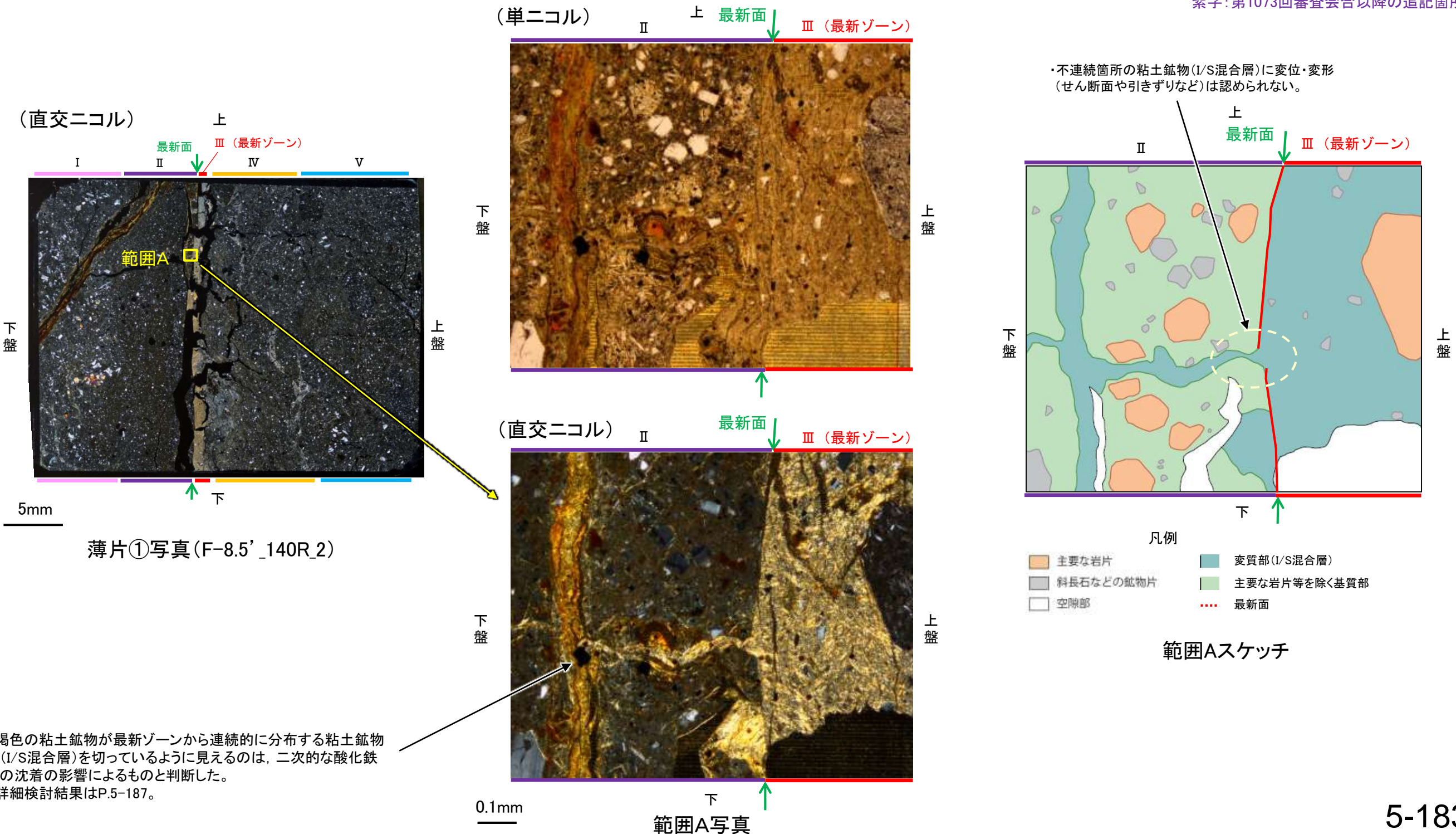
5mm

薄片①写真(F-8.5'_140R_2)

5.2.3 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

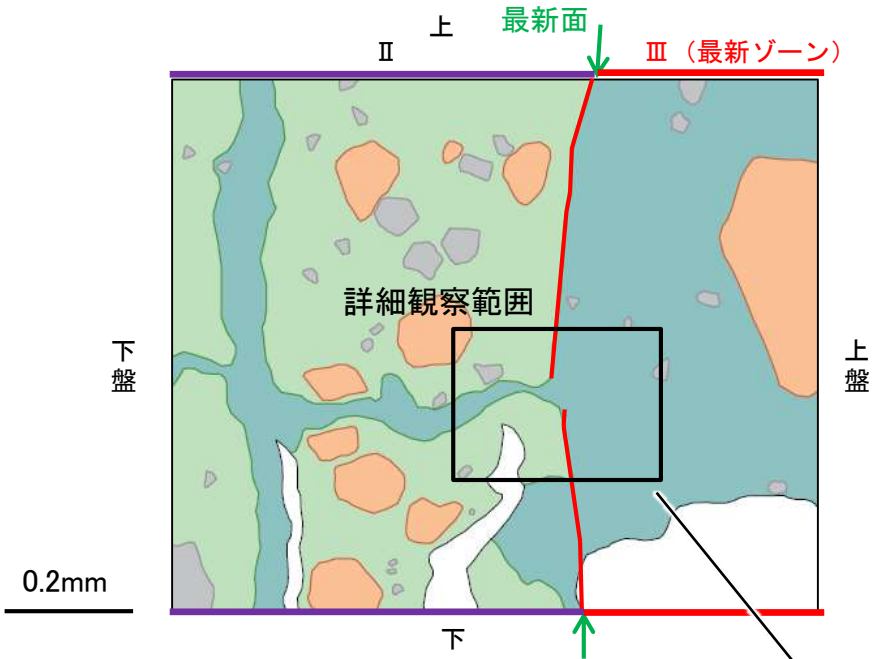
- 範囲Aにおいて詳細に観察した結果、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を横断して分布し、最新面が不連続になっており、不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められない。
- また、この不連続箇所において、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を遮るように分布し、この粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められない。
- なお、不連続箇所においてI/S混合層生成以降の注入現象の有無を確認した結果、弓状構造や粒子の配列などの注入の痕跡は認められない。
- さらに、薄片作成時等に生じた空隙は、明確に認定できる最新面が不連続になる箇所の粘土鉱物(I/S混合層)の構造に影響を与えていないことから、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(P.5-186)。

紫字: 第1073回審査会合以降の追記箇所



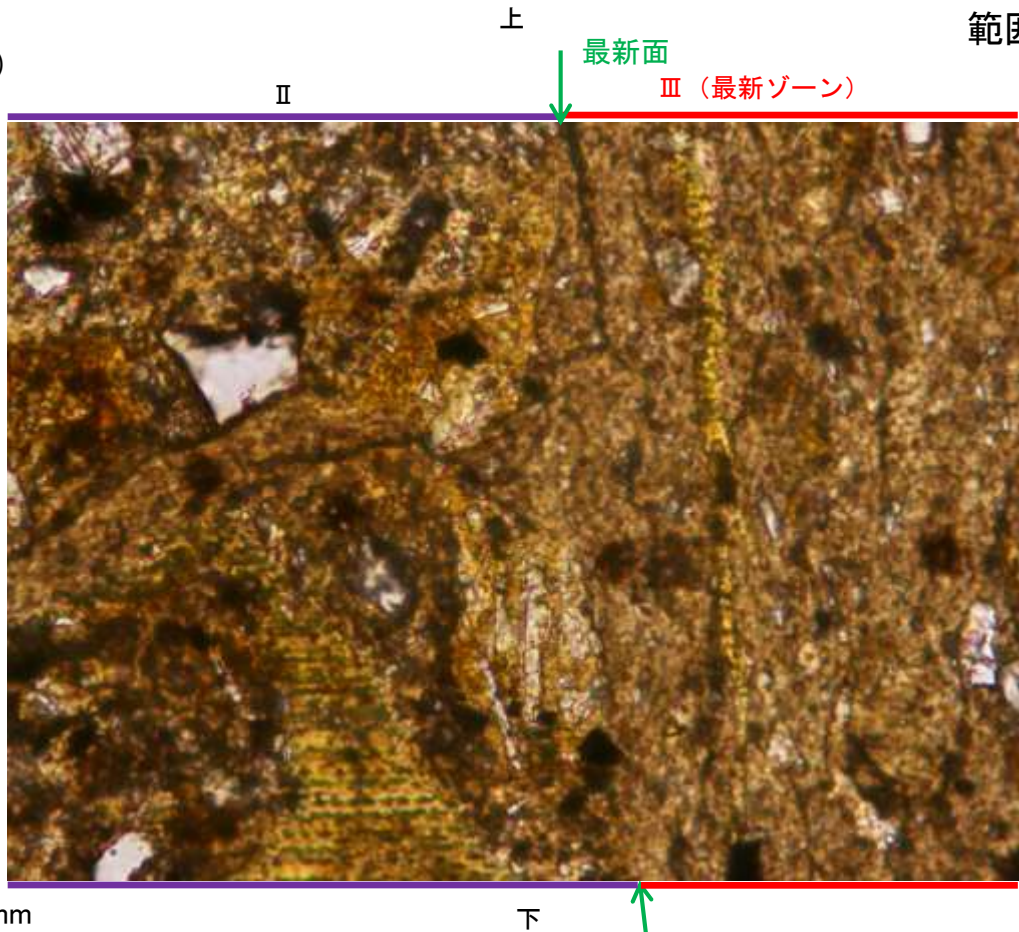
S-2・S-6_F-8.5' 孔

【詳細観察(範囲A)】

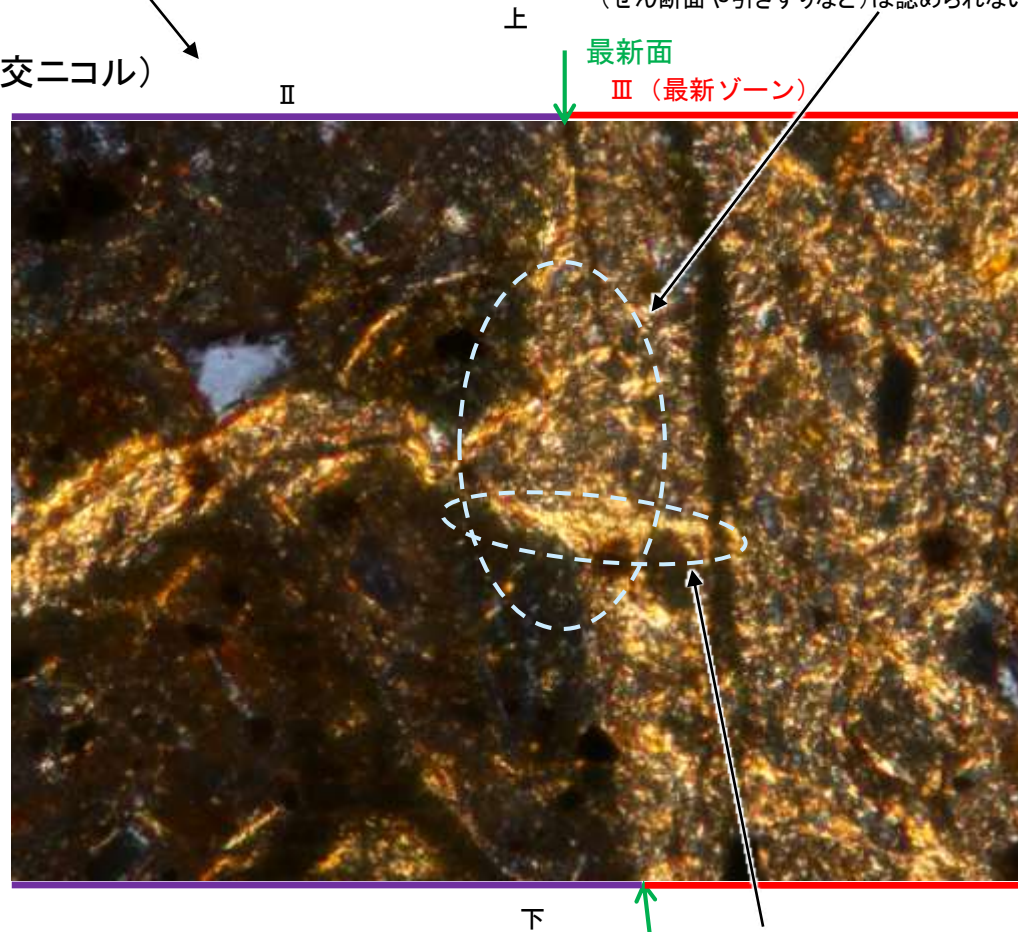


・不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形(せん断面や引きずりなど)は認められない。

(単ニコル)



範囲Aスケッチ
(直交ニコル)



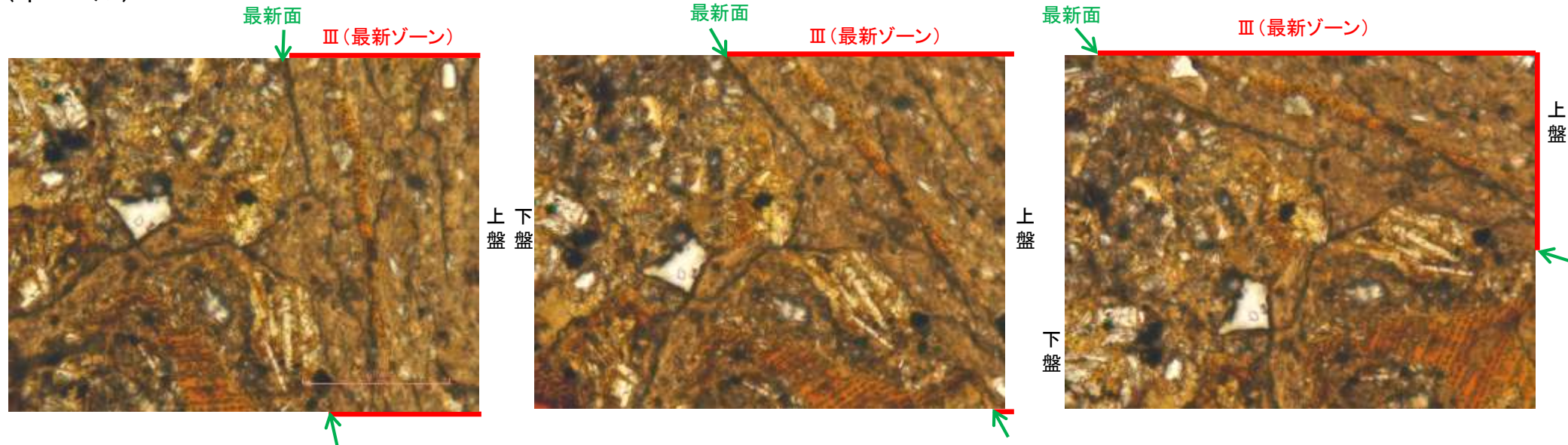
・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を遮るように分布し、この粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形(せん断面や引きずりなど)は認められない。

詳細観察範囲写真

S-2・S-6_F-8.5' 孔

【ステージ回転(範囲A)】

(単ニコル)



下盤

上盤
下盤

上盤

下盤

上盤

←

(直交ニコル)



下盤

上盤
下盤

上盤

下盤

上盤

←

0.1mm

0° 回転

左30° 回転

左60° 回転

・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。

注入現象の事例
(関西電力株式会社, 2016)

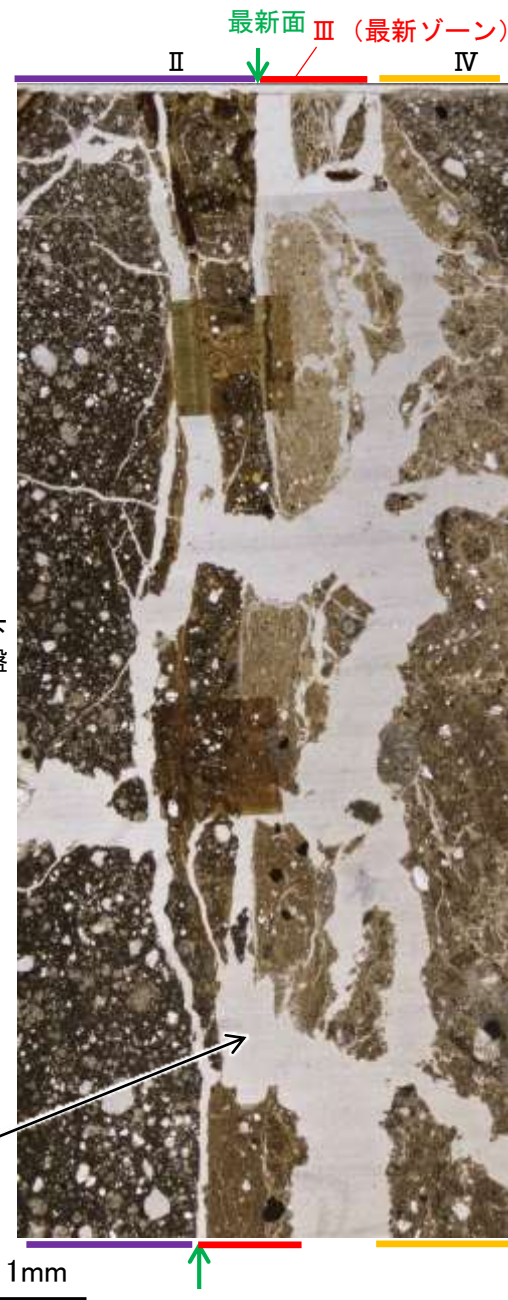
カリフォルニアの事例	阿寺断層の事例
注入脈の壁に沿って凸状上向き の弓状構造が認められる	注入方向に粒子の配列が認められる

- ・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。
- ・注入の痕跡は認められない。

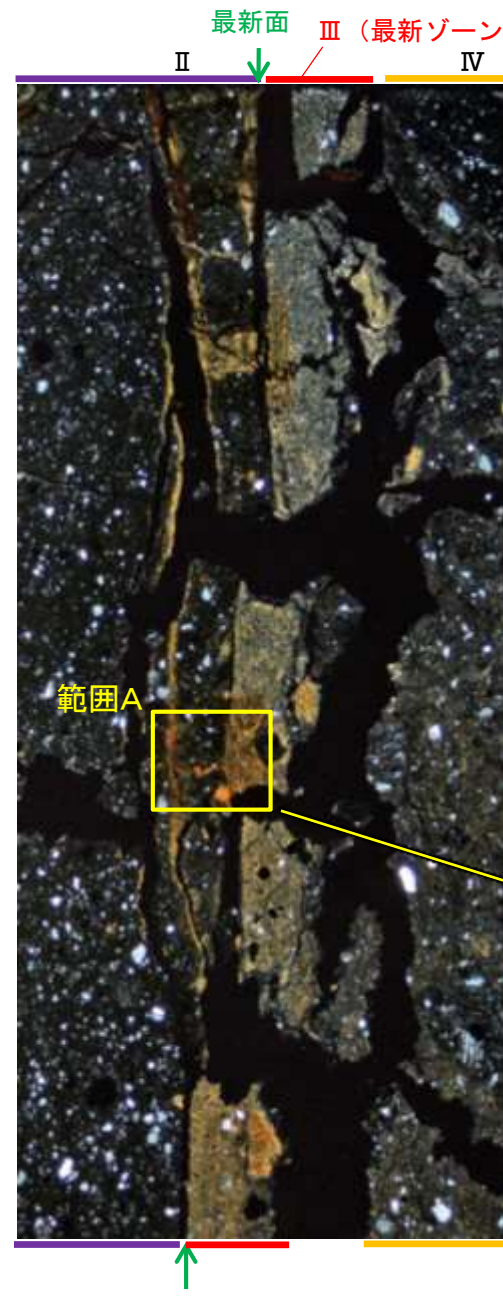
S-2・S-6_F-8.5' 孔

【乱れに関する検討(範囲A)】

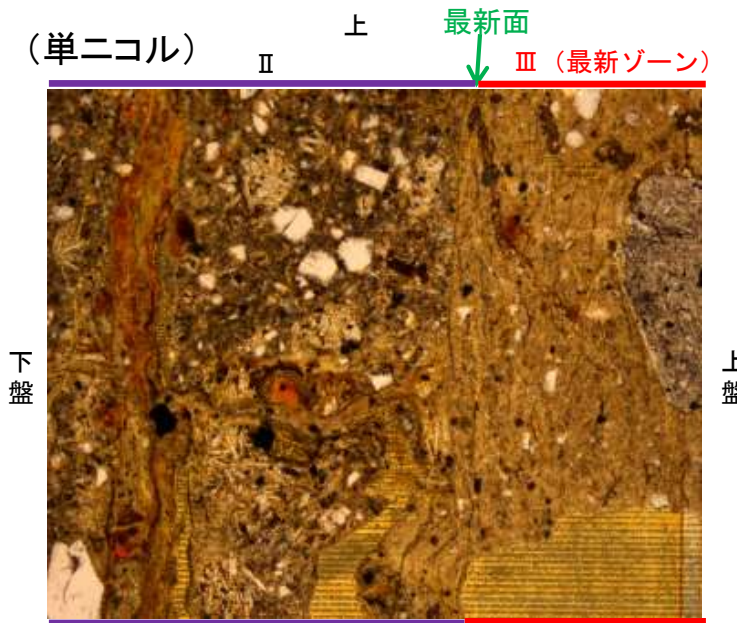
(単ニコル)



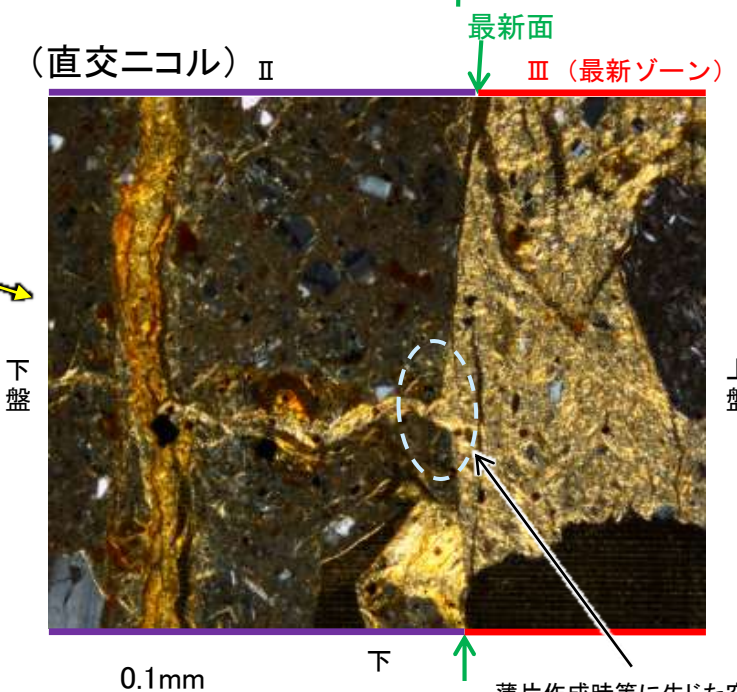
(直交ニコル)



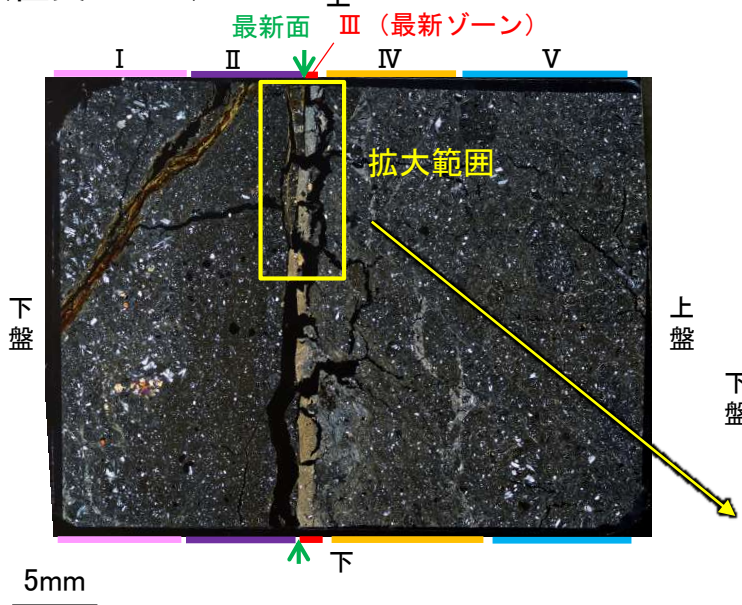
(単ニコル)



(直交ニコル)



(直交ニコル)



薄片①写真(F-8.5'_140R_2)

薄片①写真(F-8.5'_140R_2)(拡大)

範囲A写真

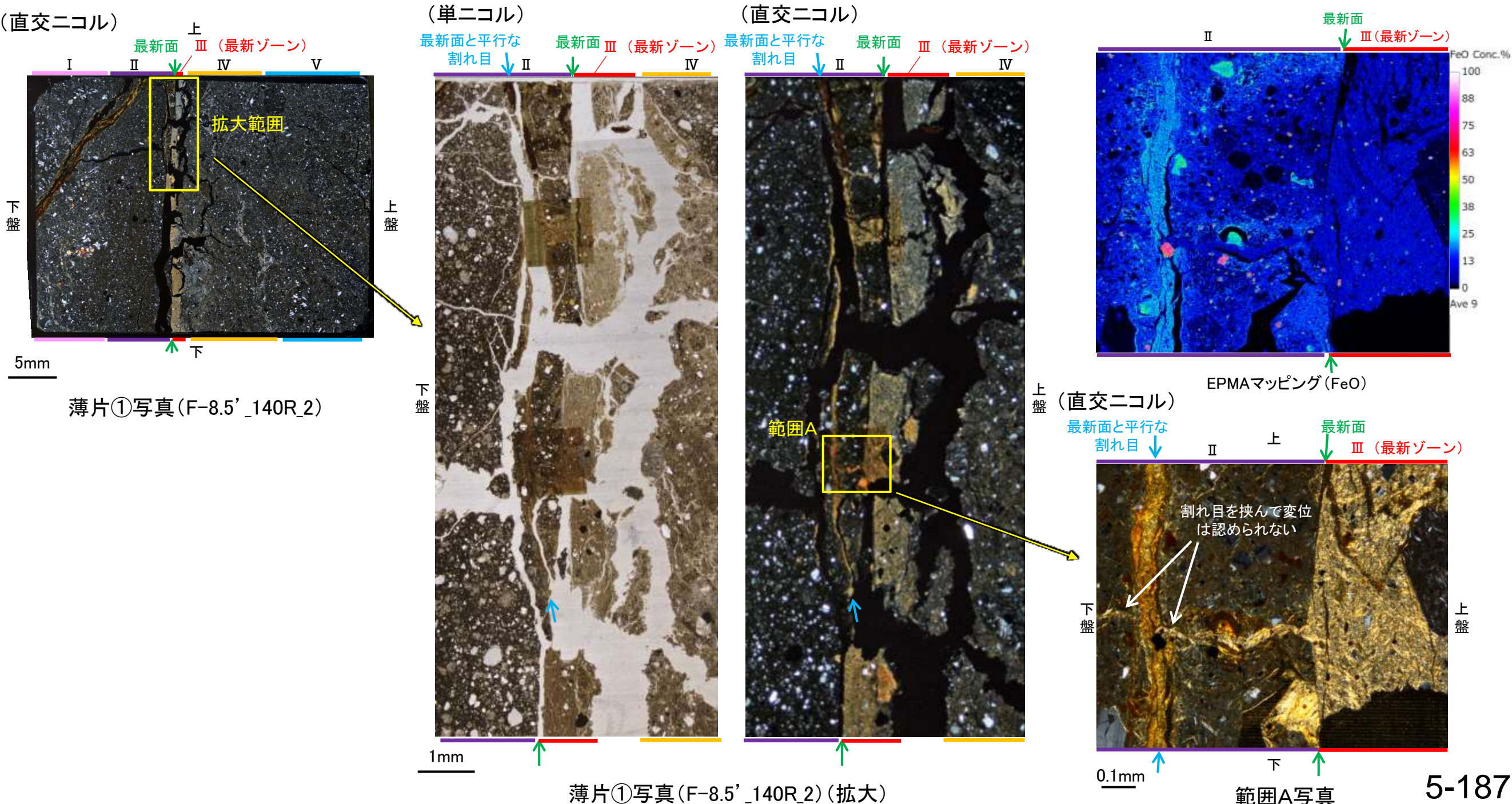
薄片作成時等に生じた空隙

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

・薄片作成時等に生じた空隙(単ニコルの白色部)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。

5.2.3 S-2・S-6 (1) F-8.5' 孔 (補足) - 最新面と平行な割れ目についての検討 -

- 薄片①で実施した微視的観察(薄片観察)の結果, 薄片上部において分帯Ⅱ中に最新面と平行な割れ目が発達するが, 凹凸し直線性に乏しく, 薄片中央部で最新面に収斂している。
- また, この割れ目を充填する褐色の粘土鉱物が, 最新ゾーンから連続的に分布する粘土鉱物(I/S混合層)を切っているように観察されるが, 割れ目を挟んで両側に分布する粘土鉱物(I/S混合層)に変位は認められず, さらに褐色の粘土鉱物内には変形構造は認められない。
- EPMA分析(マッピング)結果によると, 褐色の粘土鉱物は最新ゾーン内の粘土鉱物(I/S混合層)よりもFeOの含有量が相対的に高い。
- 以上のことを踏まえると, 最新面と平行に発達する割れ目はせん断面ではなく, 褐色の粘土鉱物が最新ゾーンから連続的に分布する粘土鉱物(I/S混合層)を切っているように見えるのは, 二次的な鉄の沈着の影響によるものと判断した。



5.2.3 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(P.5-189～5-191)。

【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.5-192, 5-193)。

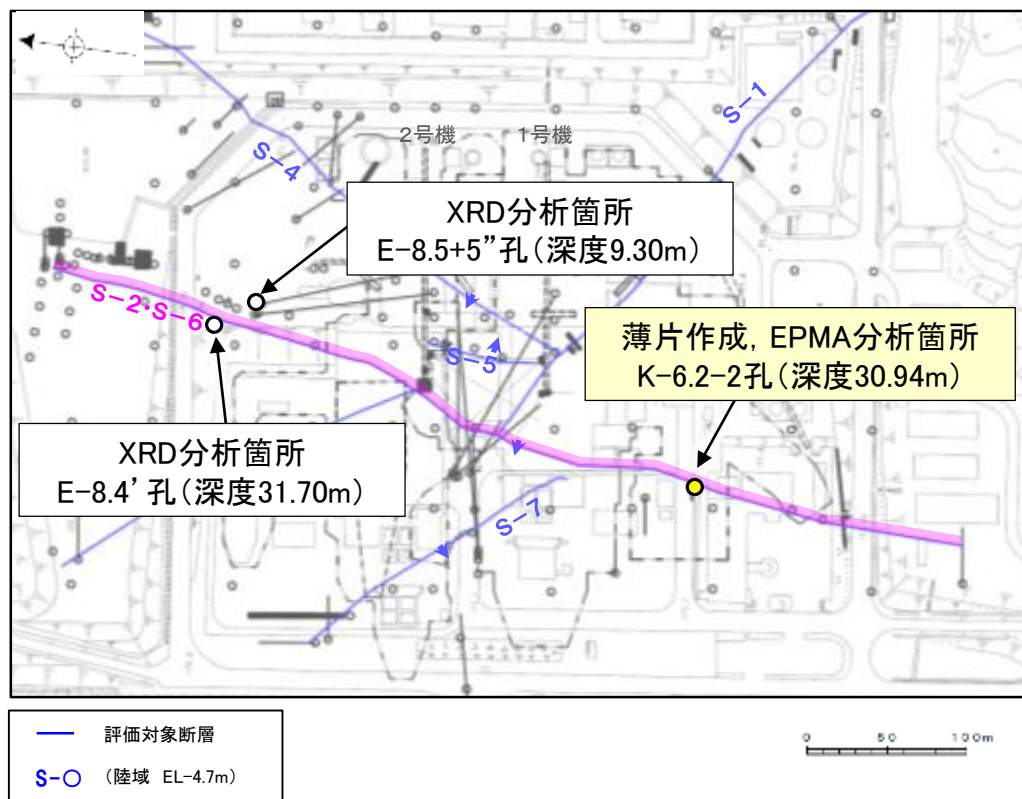
【変質鉱物の分布と最新面との関係】

○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.5-194, 5-195)。

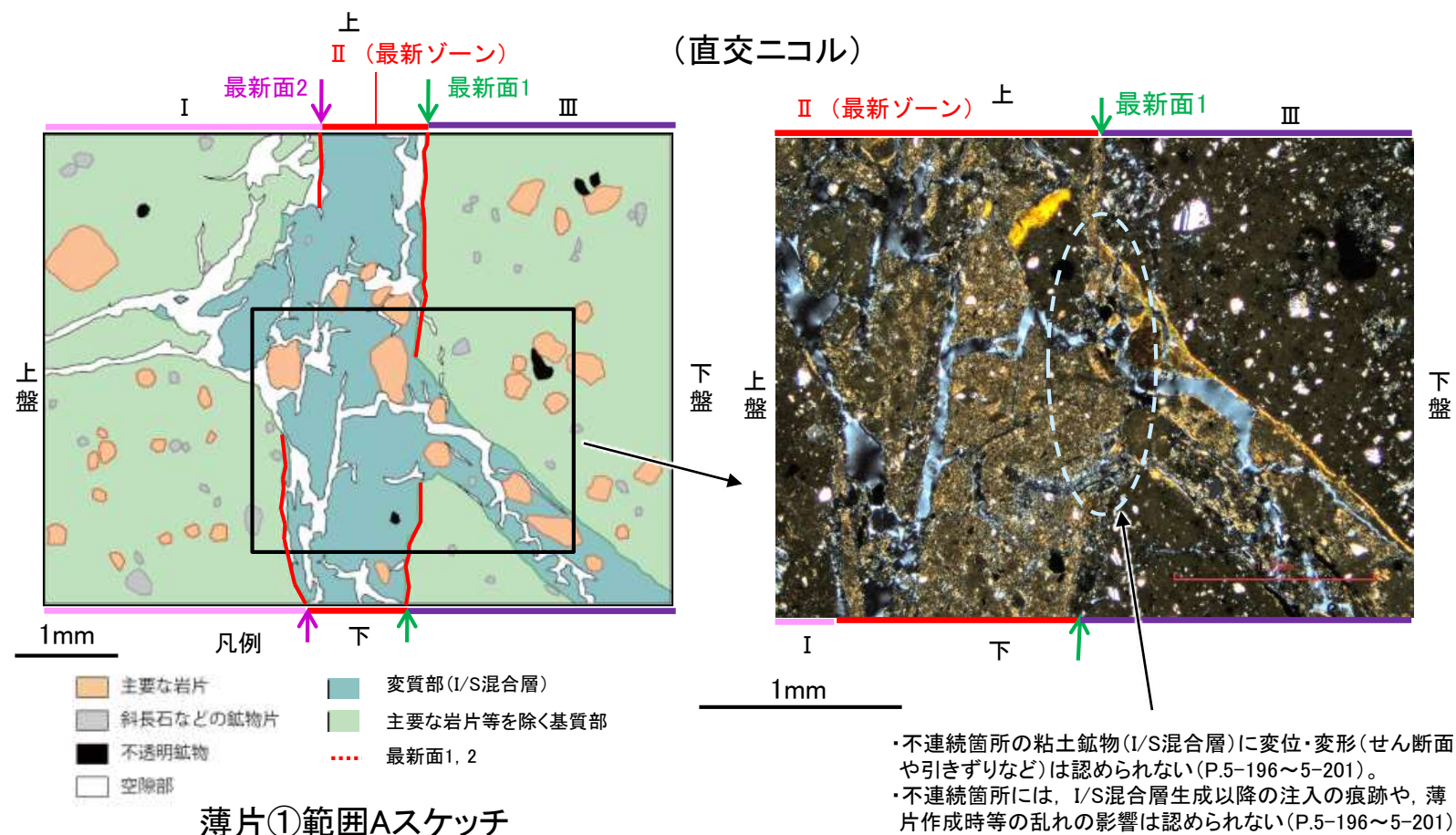
○薄片①の範囲Aにおいて、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面1, 2を横断して分布し、最新面1, 2が不連続になっており、不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められない(P.5-196～5-201)。

○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

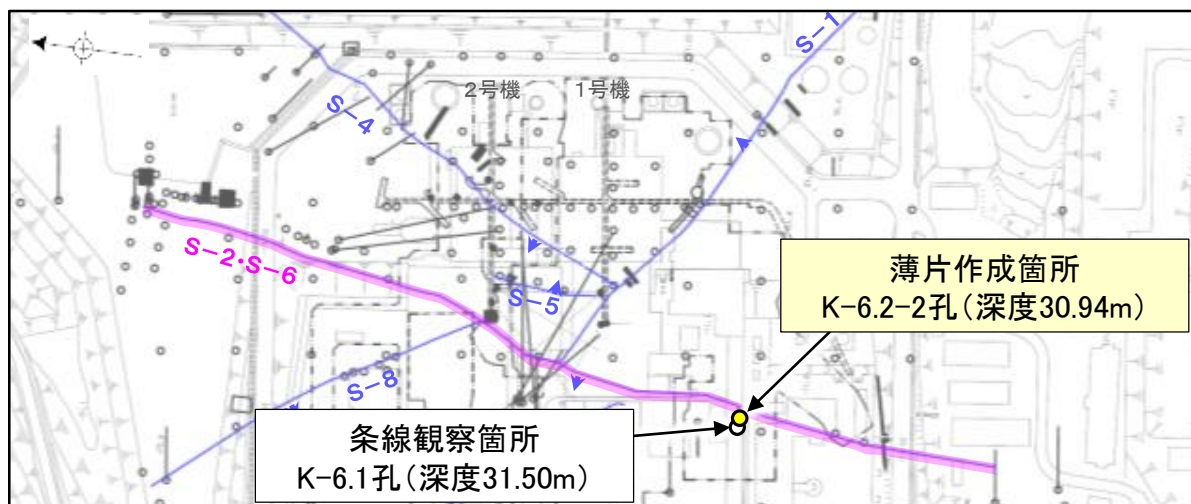
詳細観察範囲写真

・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.5-196～5-201)。
・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.5-196～5-201)。

5.2.3 S-2・S-6 (2) K-6.2-2孔 —最新面の認定(巨視的観察)—

○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(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(K-6.1孔)の主せん断面における条線観察の結果、100° Rの条線方向が確認されたことから、K-6.2-2孔において、100° Rで薄片を作成した(ブロック写真)。



・条線観察結果については補足資料5.2-12(2)-2
調査位置図

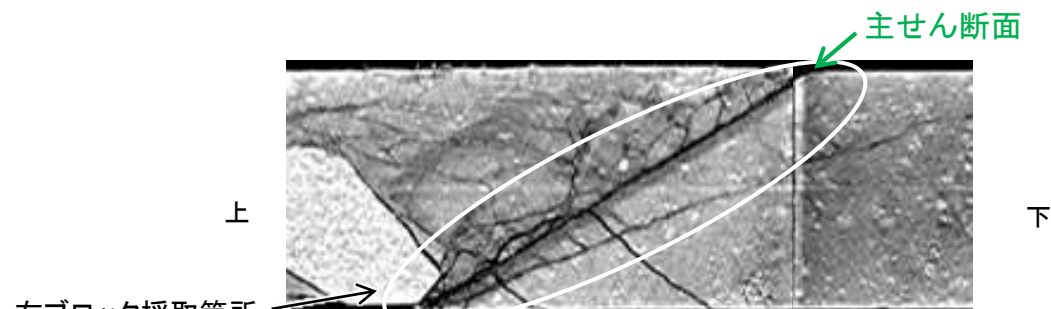
(深度) 30.85 30.90 31.00 31.05 (m)

走向傾斜: N9° E/54° NW 主せん断面

— 粘土状破碎部
— 固結した破碎部



ボーリングコア写真(K-6.2-2孔)



CT画像(K-6.2-2孔)



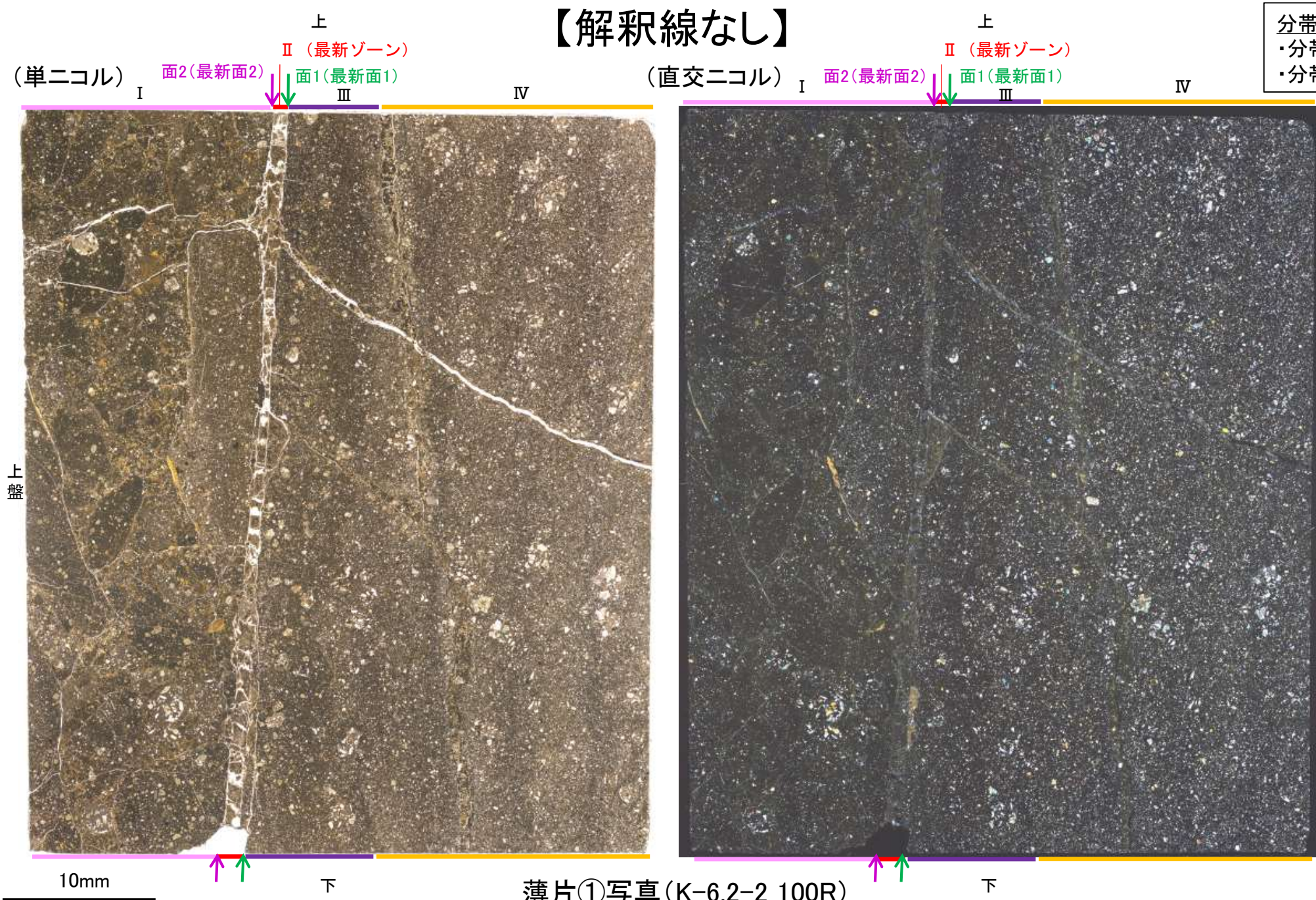
1cm

※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

5.2.3 S-2・S-6 (2) K-6.2-2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 III との境界に, 面1(緑矢印)が認められる。面1は薄片上部では一部で不連続となるが, 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 I との境界に, 面2(紫矢印)が認められる。面2は一部で不連続となり連続性に乏しいが, 最新ゾーンの中では比較的直線性がよい面である。
- 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が最も連続的に観察されるが, 面1と面2は同程度の直線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

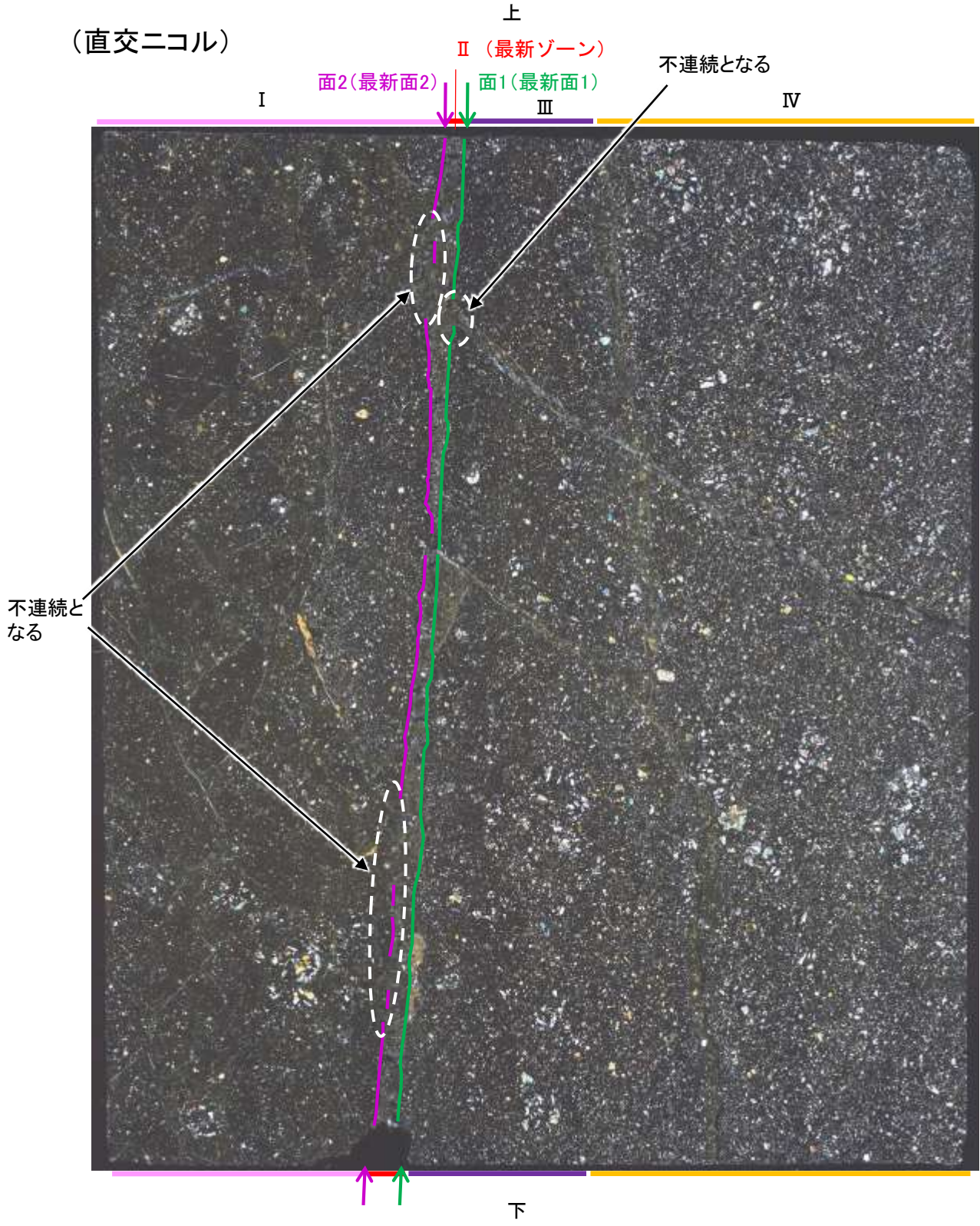
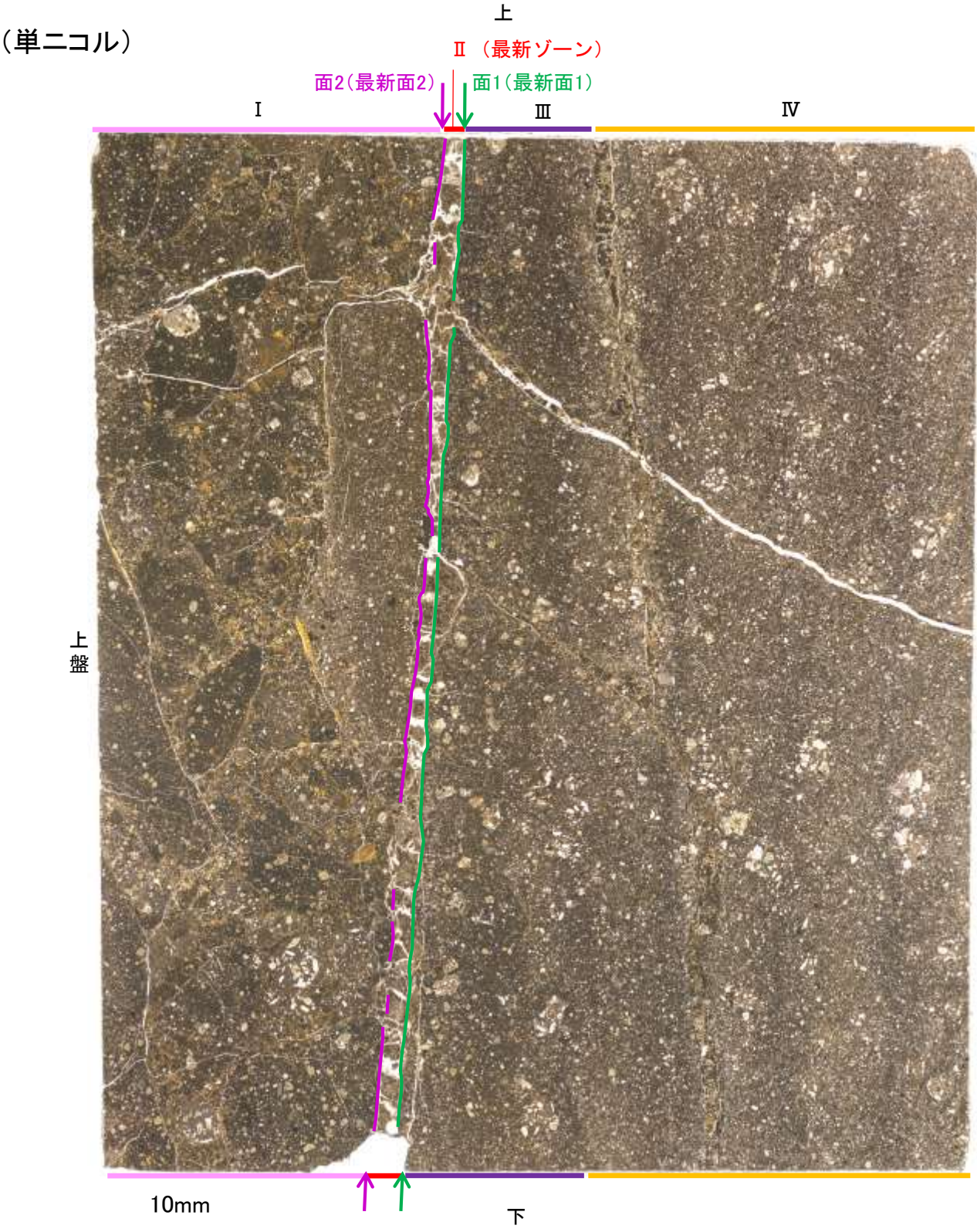
- ・分帯 II (最新ゾーン) ... 粘土状破碎部
- ・分帯 I, 分帯 III, 分帯 IV ... 固結した破碎部

- 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7mm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 (最新ゾーン): 単ニコルで褐灰~灰色, 直交ニコルで褐灰~黄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。岩片は垂角~垂円形, 鉱物片は角~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。
- III: 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。岩片は垂角~垂円形, 鉱物片は角~垂角形である。割れ目に粘土鉱物が生成している。
- IV: 単ニコルで褐灰~灰色, 直交ニコルで灰色の干渉色を呈する火山礫凝灰岩からなる。径3mm以下の岩片や鉱物片が細粒な基質中に含まれる。岩片は垂角~垂円形, 鉱物片は角~垂角形である。割れ目に粘土鉱物が生成している。

薄片①写真(K-6.2-2_100R)

S-2・S-6_K-6.2-2孔

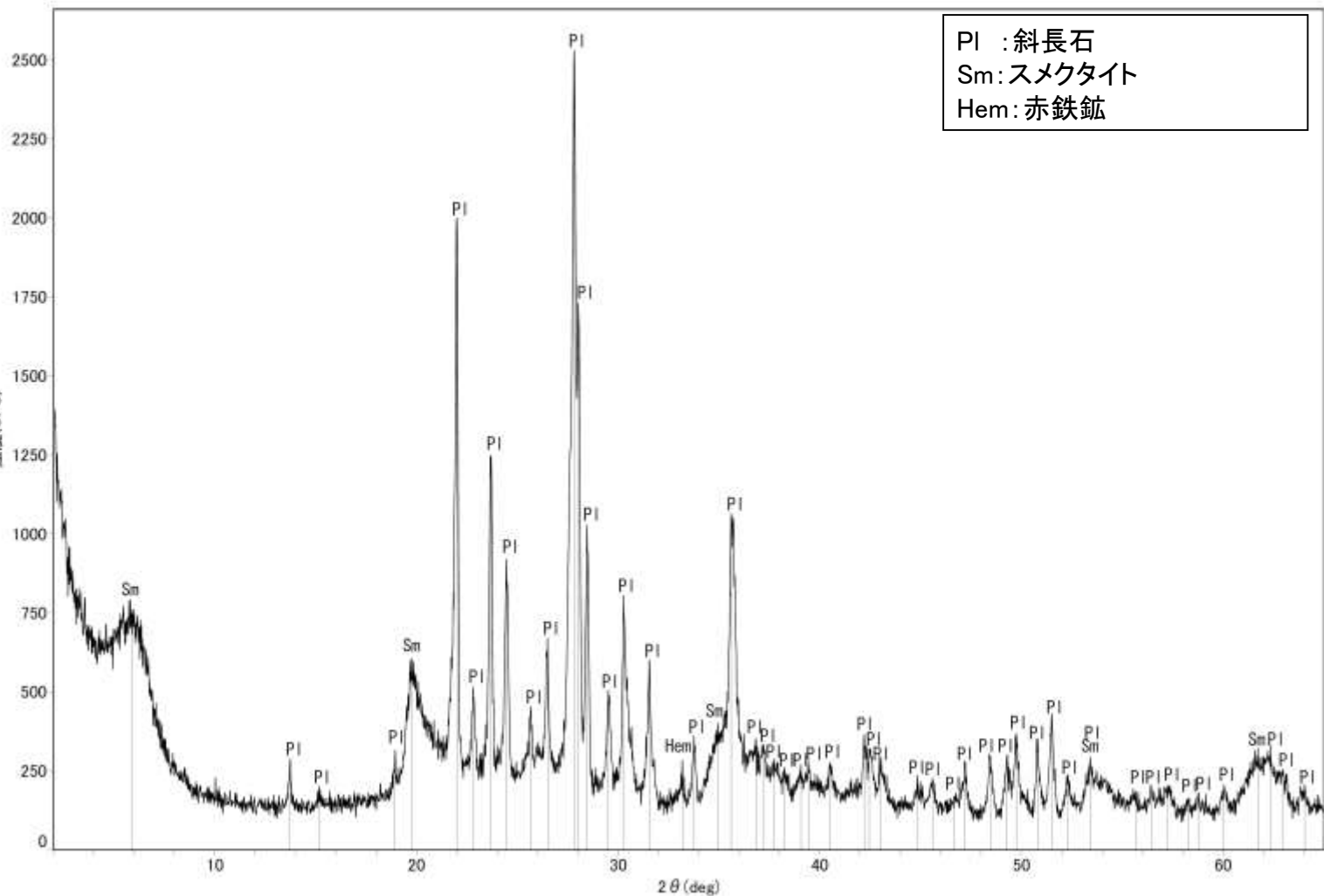
【解釈線あり】



薄片①写真(K-6.2-2_100R)

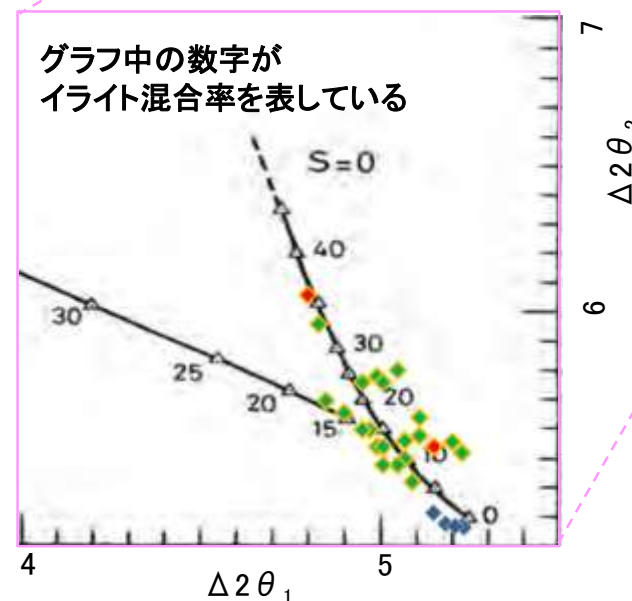
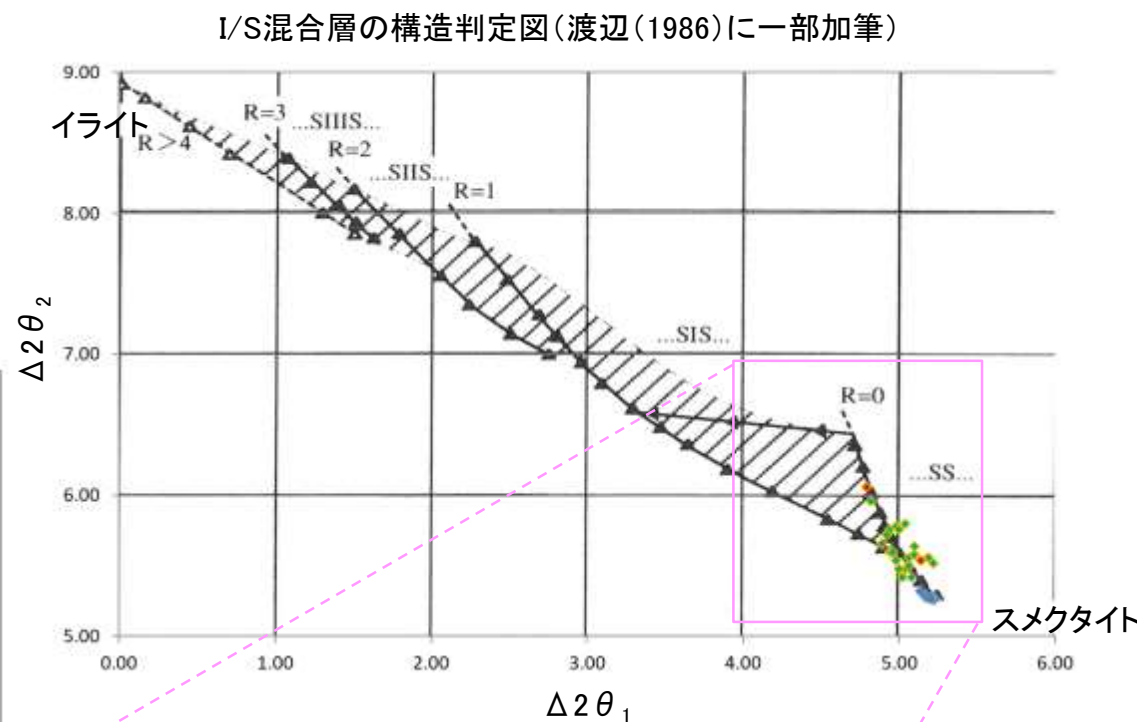
5.2.3 S-2・S-6 (2) K-6.2-2孔 — 鉱物の同定(XRD分析) —

○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)_K-6.2-2孔

・回折チャート(定方位, EG処理)については, 補足資料5.2-12(1) P.5.2-12-15

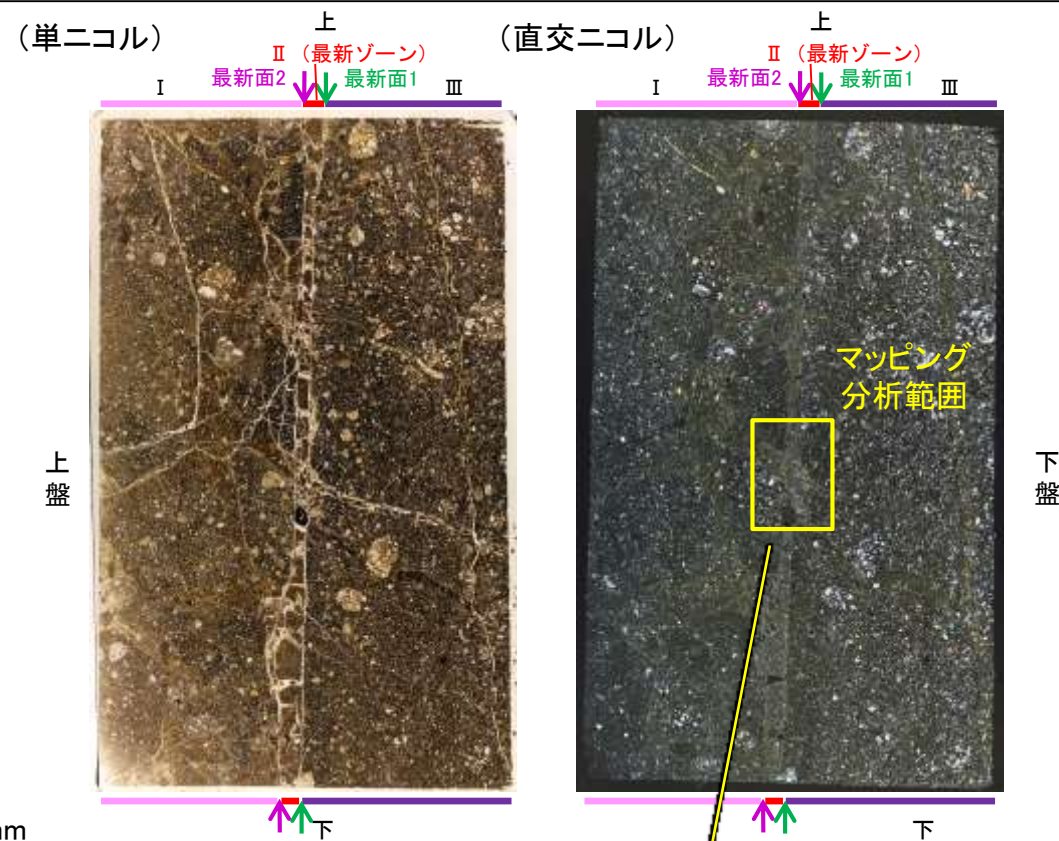
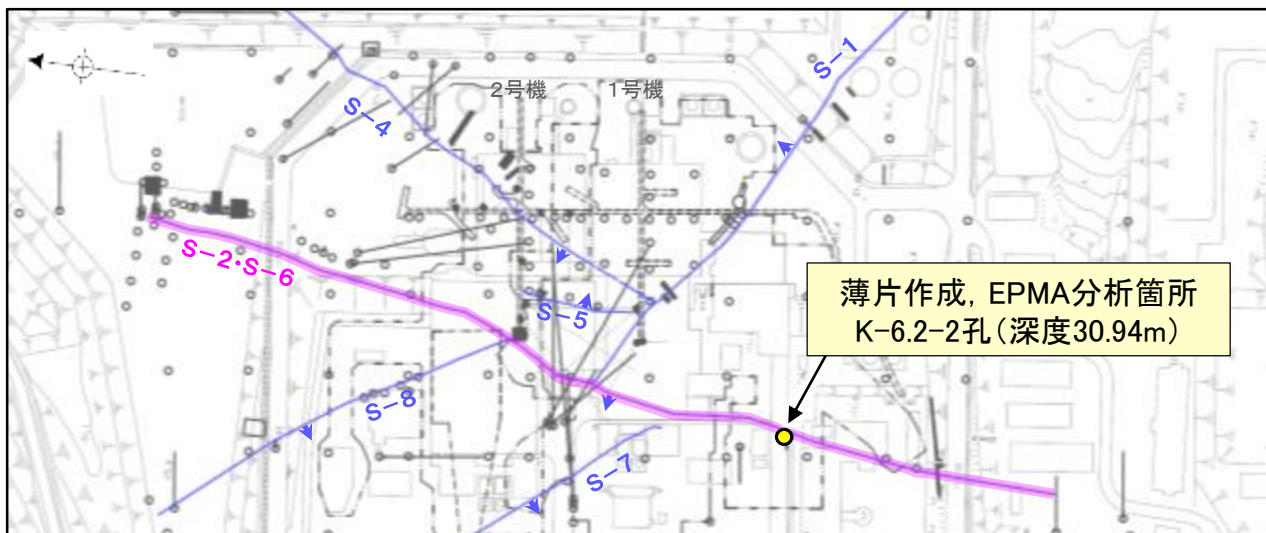


- ◆ S-2・S-6 (E-8.4' 孔, E-8.5+5" 孔)
 - ◆ 敷地の粘土鉱物
 - ◆ 標準的なスメクタイト Nakata et al.(2019)
- ・S-2・S-6試料の詳細検討結果は 補足資料5.2-2(2) P.5.2-2-29,30

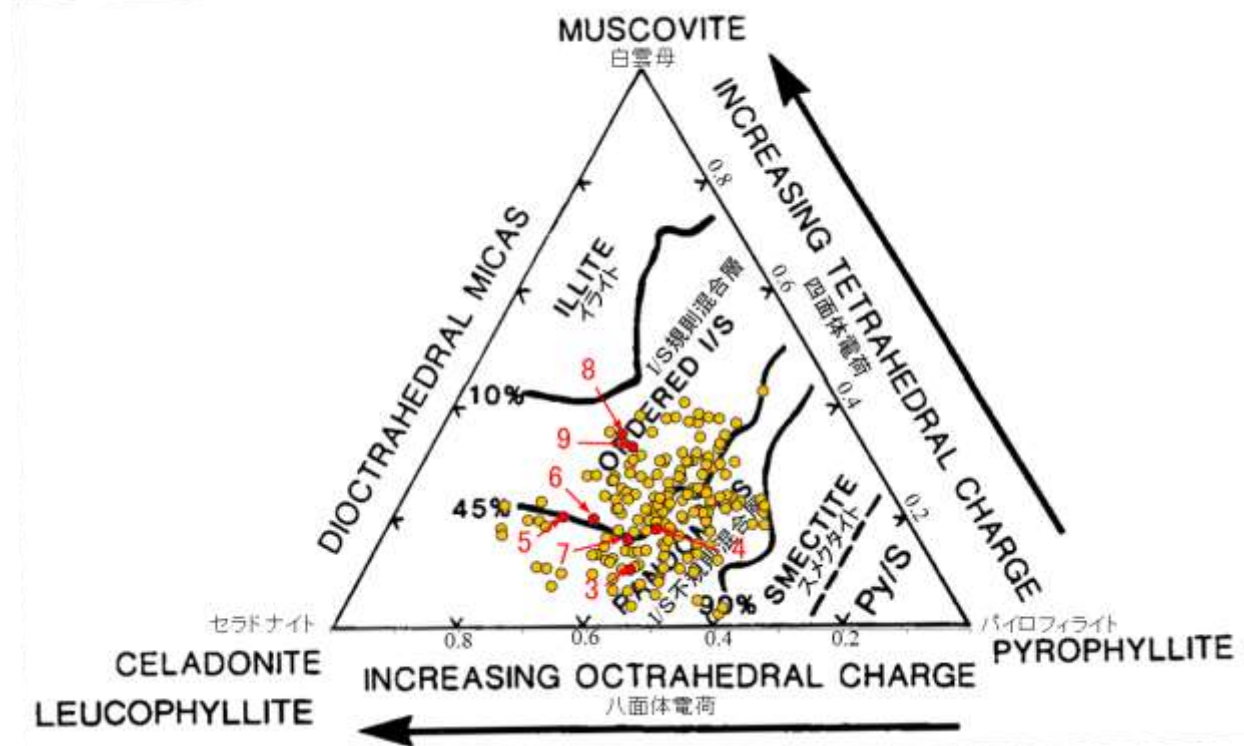
I/S混合層の構造判定図(渡辺(1981)に一部加筆)

5.2.3 S-2・S-6 (2) K-6.2-2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。



EPMA用薄片*写真 ※薄片①を作成した箇所から1mm程度削り込んだ位置で作成した



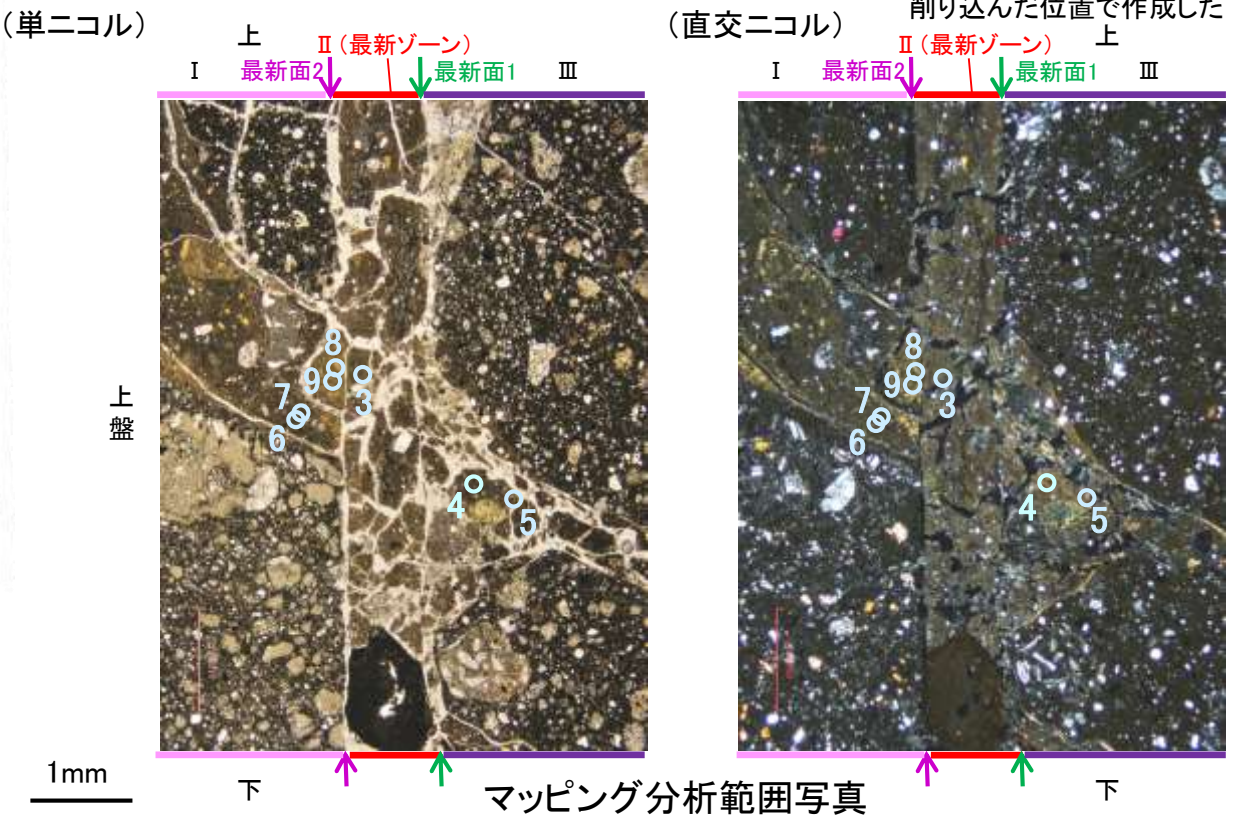
● 分析値 (S-2・S-6 K-6.2-2孔) 分析番号位置は右図

● その他の分析値(敷地の粘土鉱物)

・分析値1, 2はTotalの値が90%以上であったため、根拠に用いないこととした。

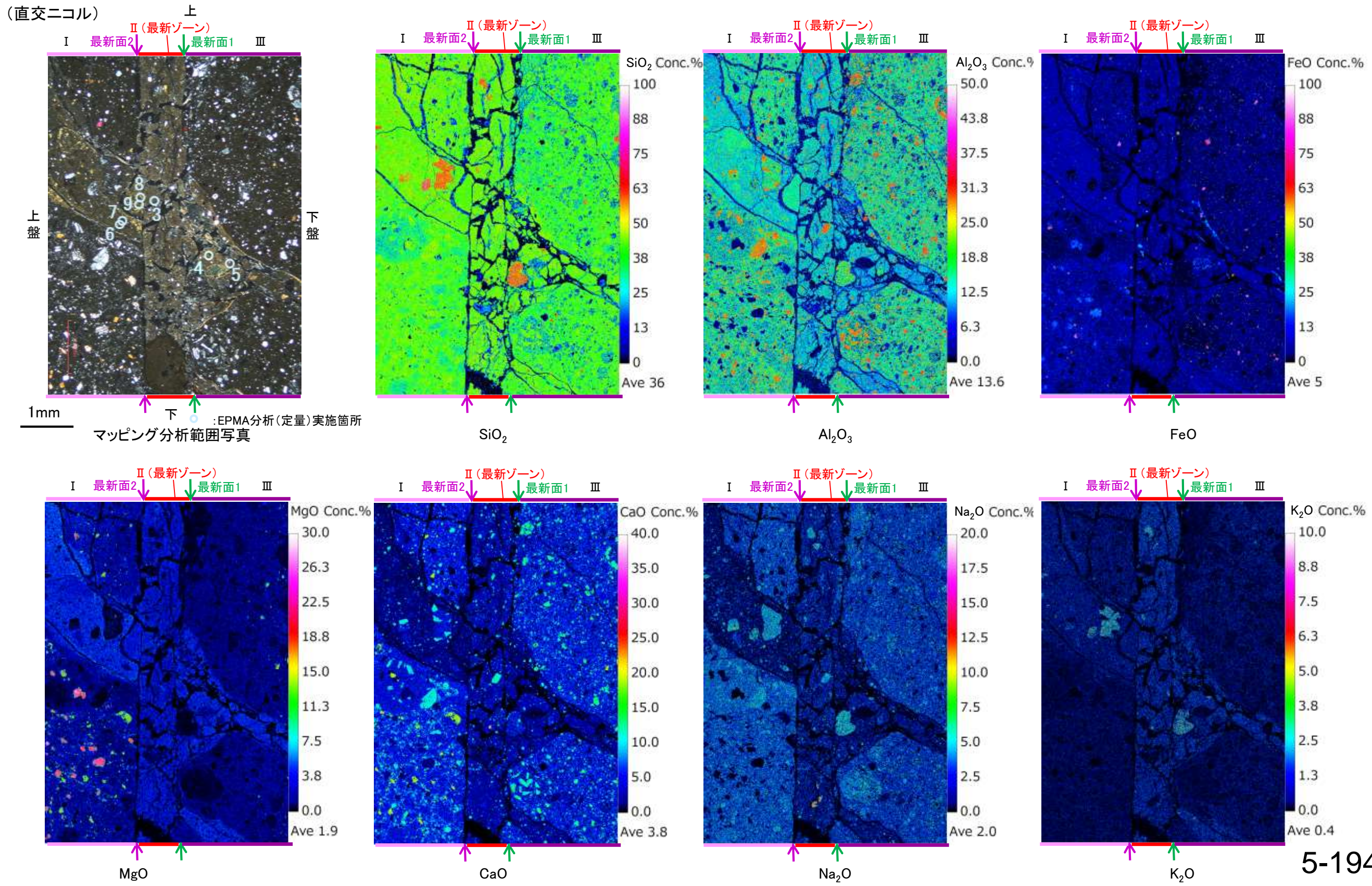
・詳細は補足資料5.2-2(3)P.5.2-2-67

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)



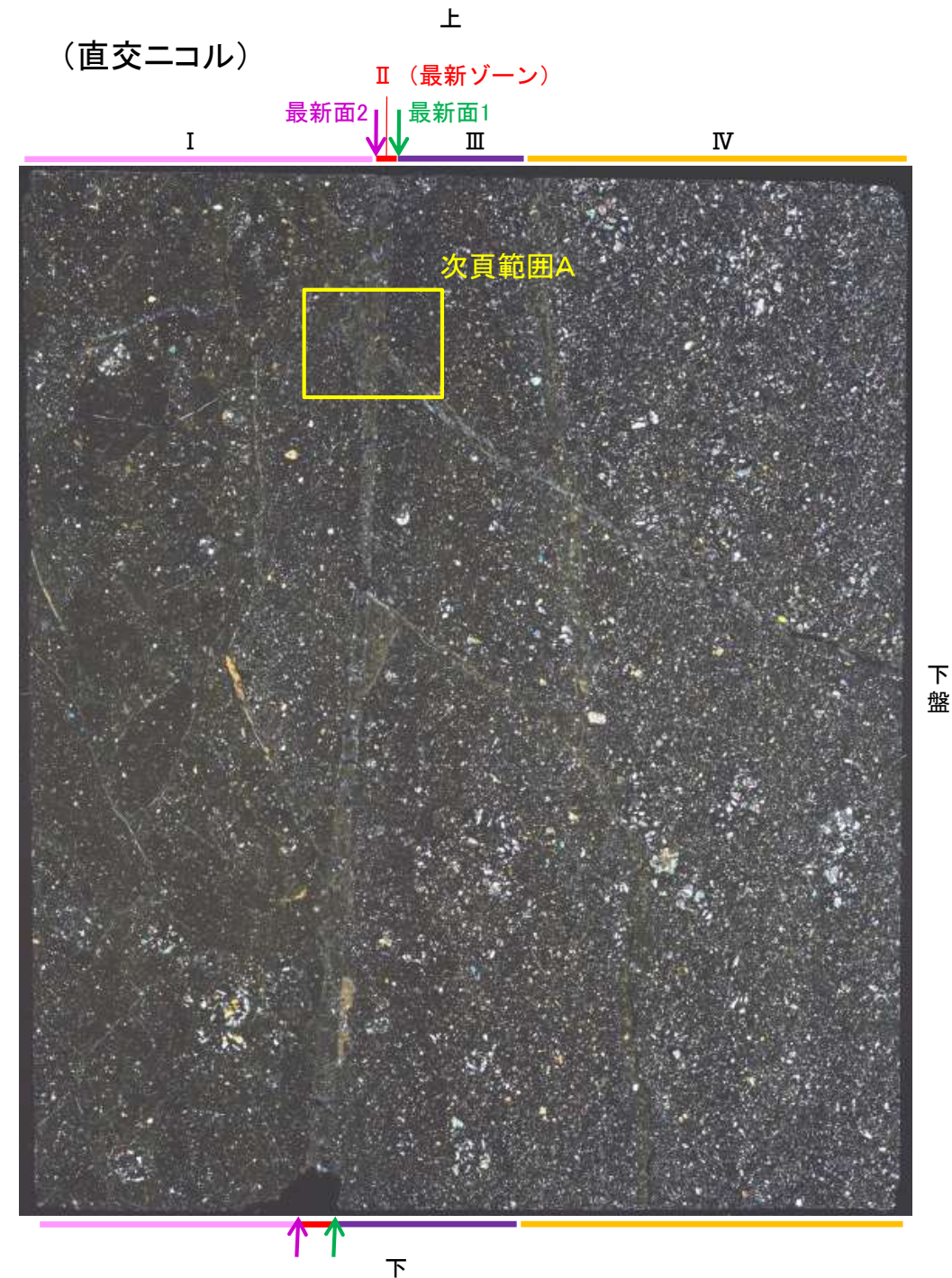
5.2.3 S-2・S-6 (2) K-6.2-2孔 ー変質鉱物の分布(EPMA分析(マッピング))ー

○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。



5.2.3 S-2・S-6 (2) K-6.2-2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)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。



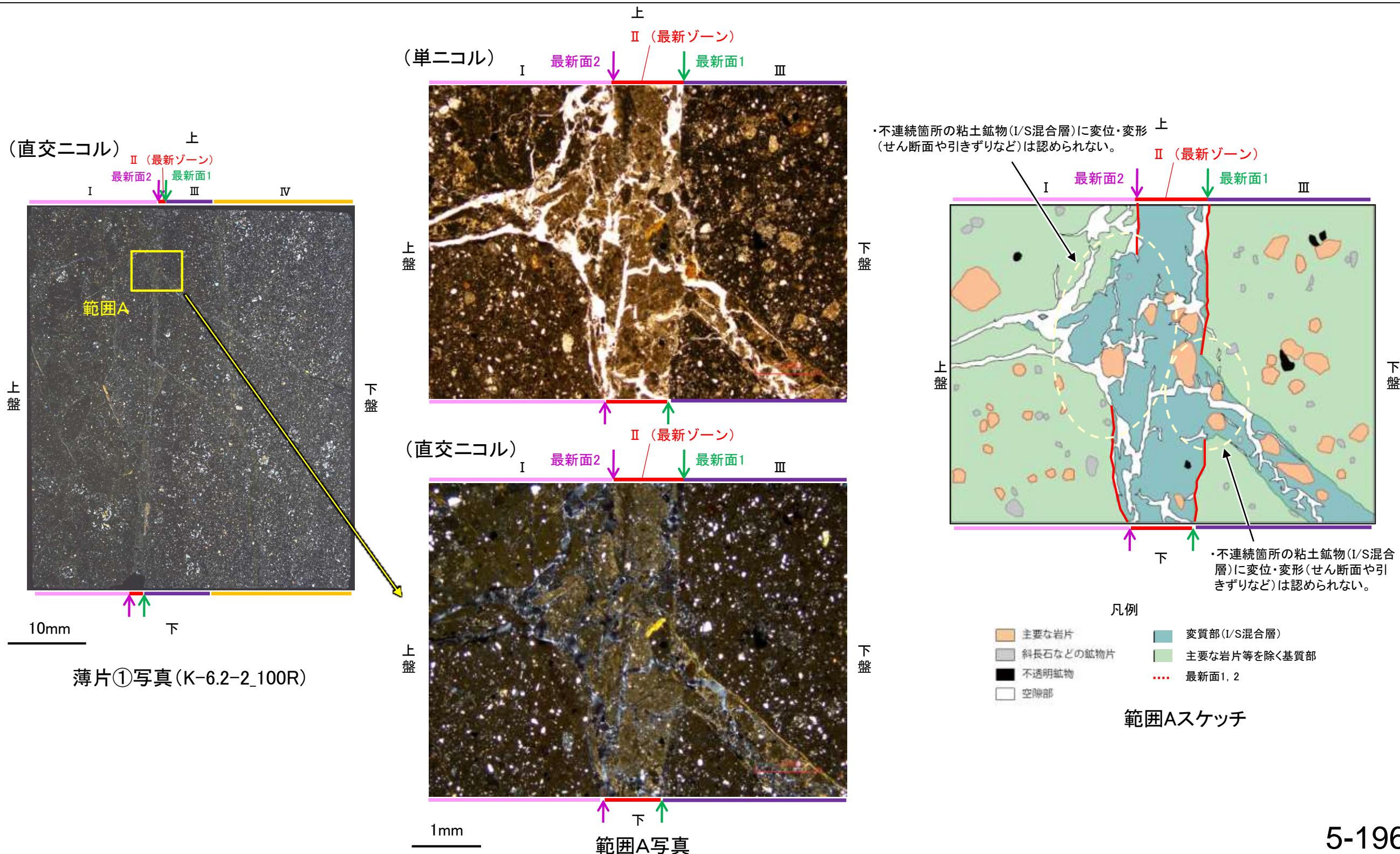
薄片①写真(K-6.2-2_100R)

5.2.3 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。

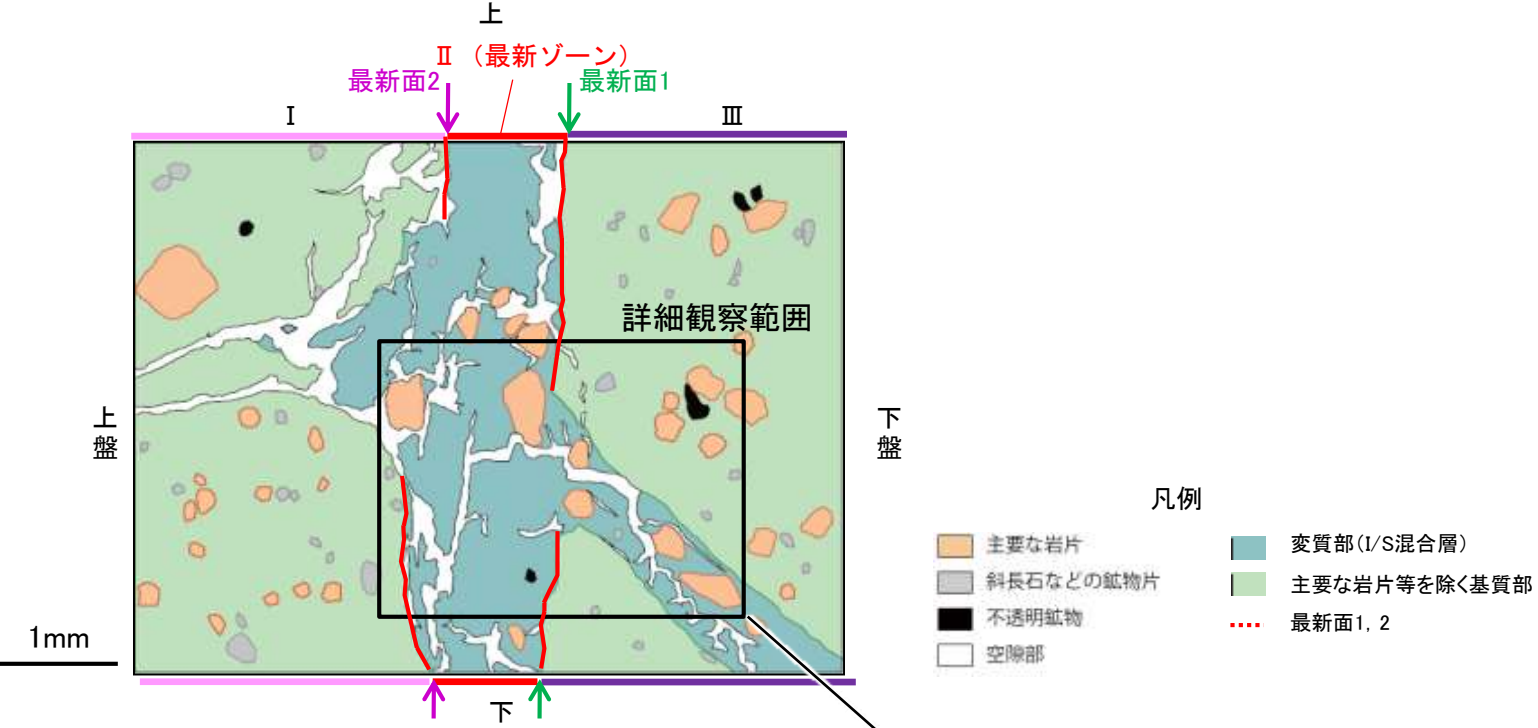
○なお、不連続箇所においてI/S混合層生成以降の注入現象の有無を確認した結果、弓状構造や粒子の配列などの注入の痕跡は認められない。

○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(P.5-201)。

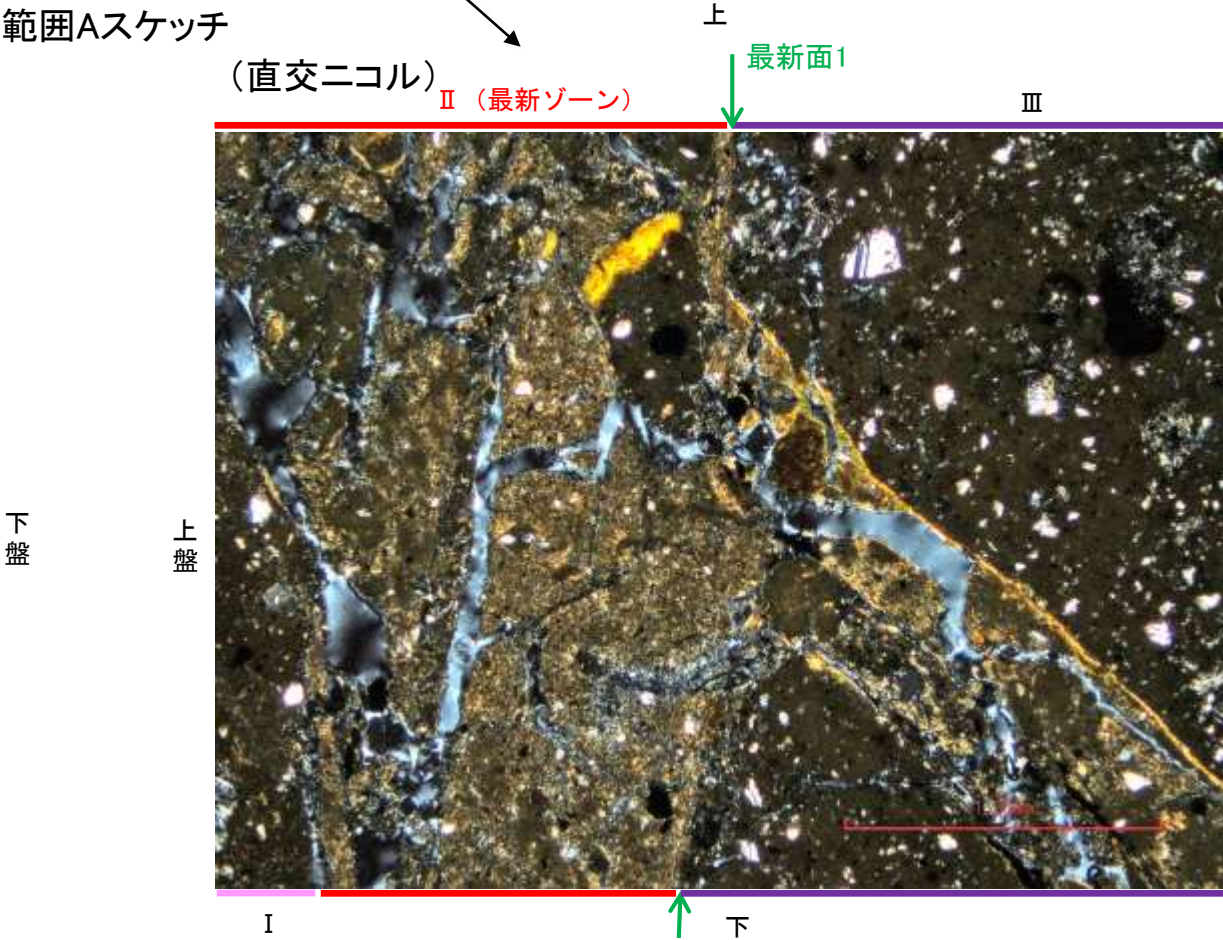
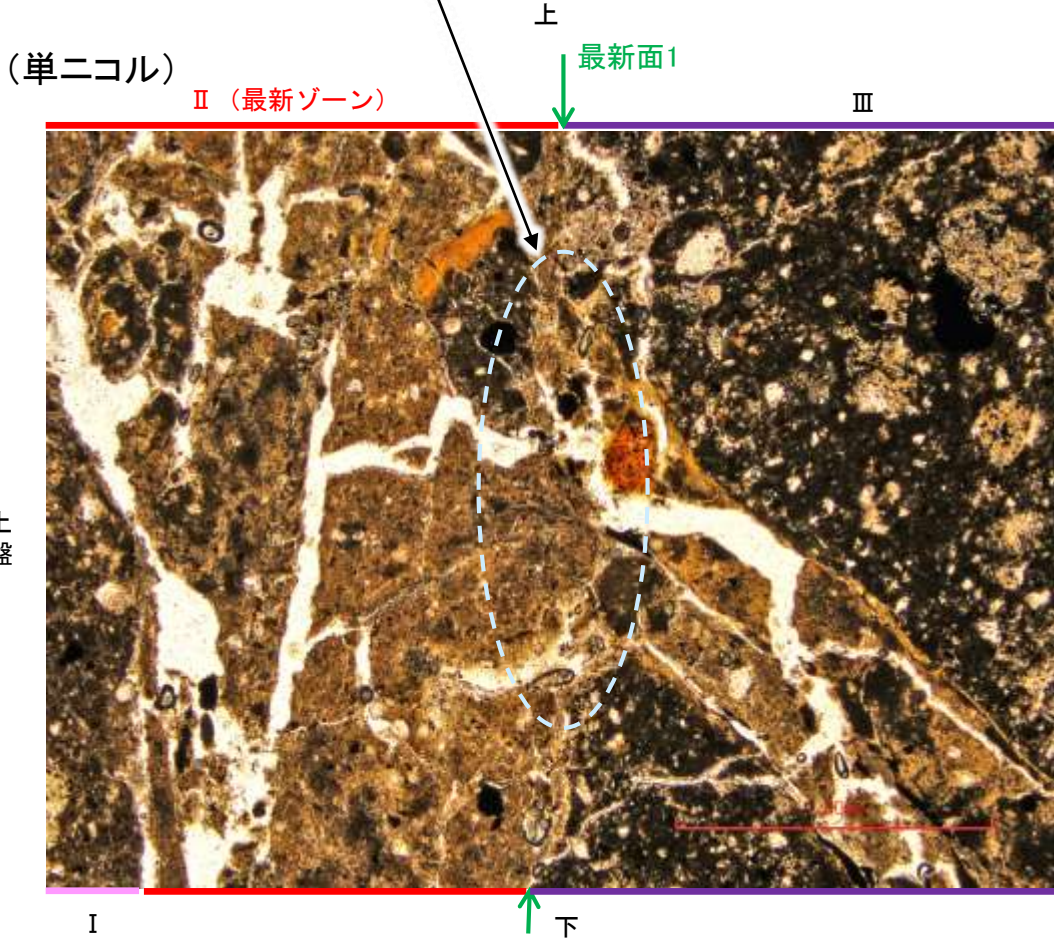


S-2・S-6_K-6.2-2孔

【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)に変位・変形(せん断面や引きずりなど)は認められない。



詳細観察範囲写真

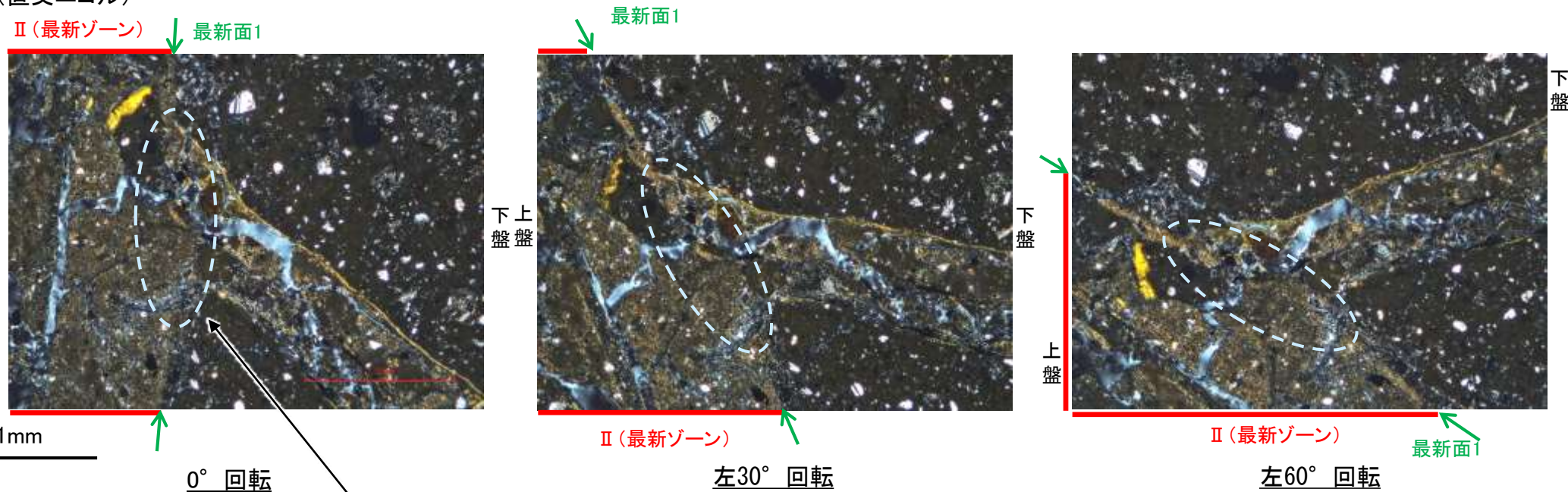
S-2・S-6_K-6.2-2孔

【ステージ回転(範囲A, 最新面1)】

(単ニコル)



(直交ニコル)



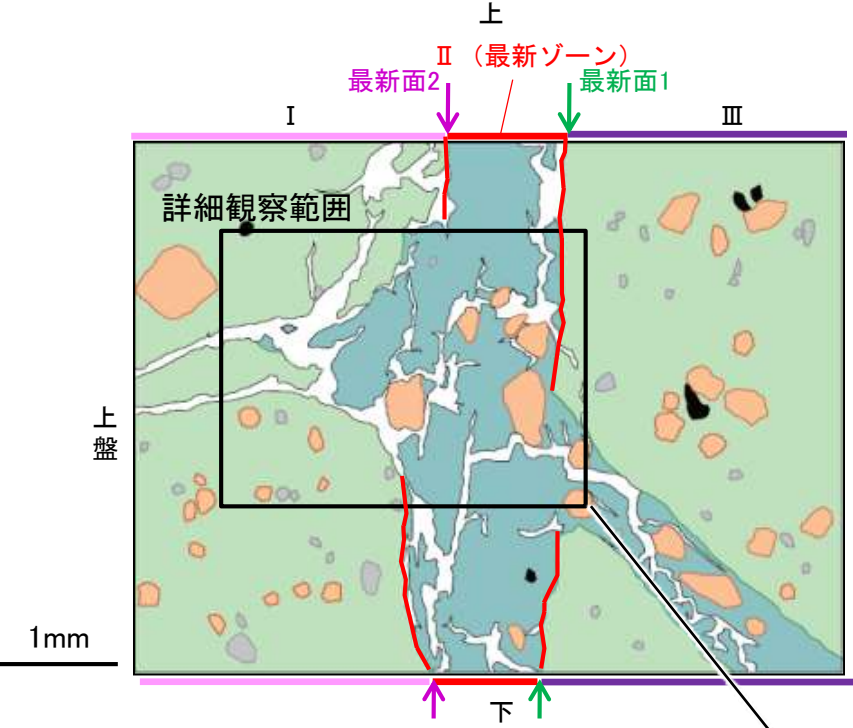
カリフォルニアの事例	阿寺断層の事例
注入脈の壁に沿って凸状上向き の可状構造が認められる	注入方向に粒子の配列が認 められる

注入現象の事例
(関西電力株式会社, 2016)

・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。
・注入の痕跡は認められない。

S-2・S-6_K-6.2-2孔

【詳細観察(範囲A, 最新面2)】

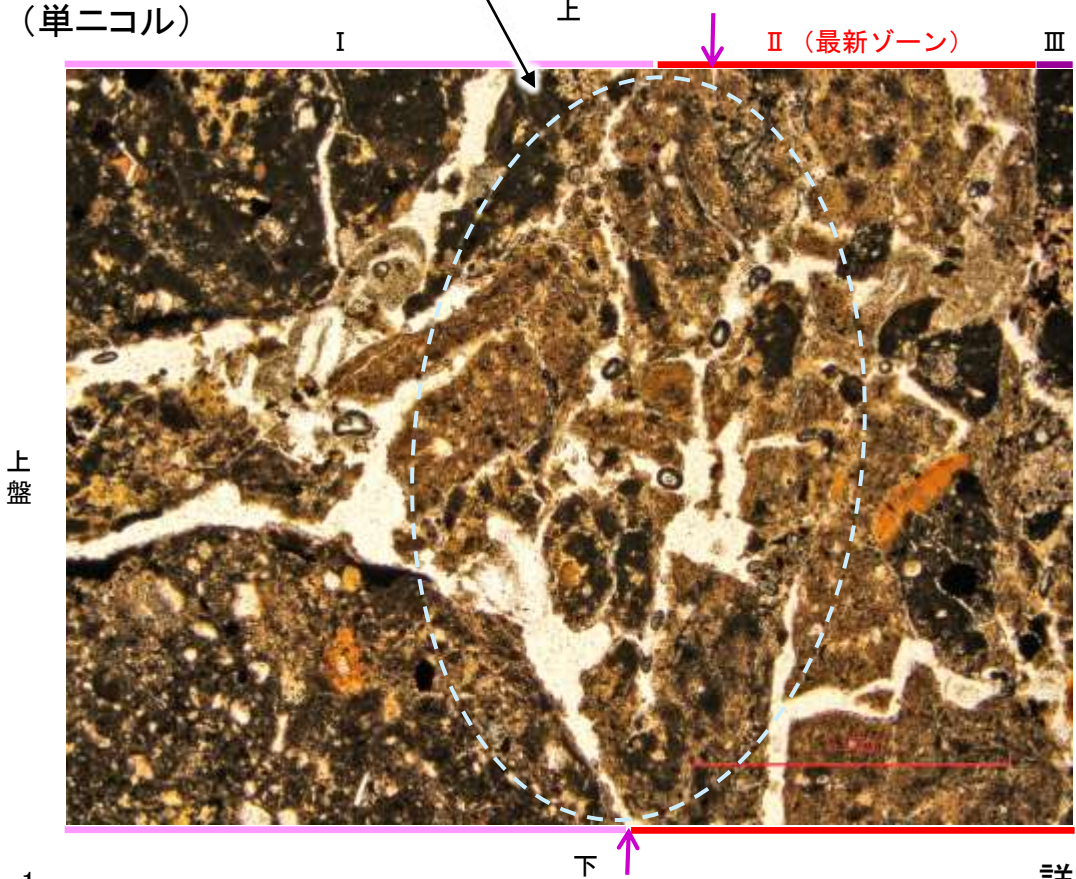


- 凡例
- 主要な岩片
 - 斜長石などの鉱物片
 - 不透明鉱物
 - 空隙部
 - 変質部(I/S混合層)
 - 主要な岩片等を除く基質部
 - 最新面1, 2

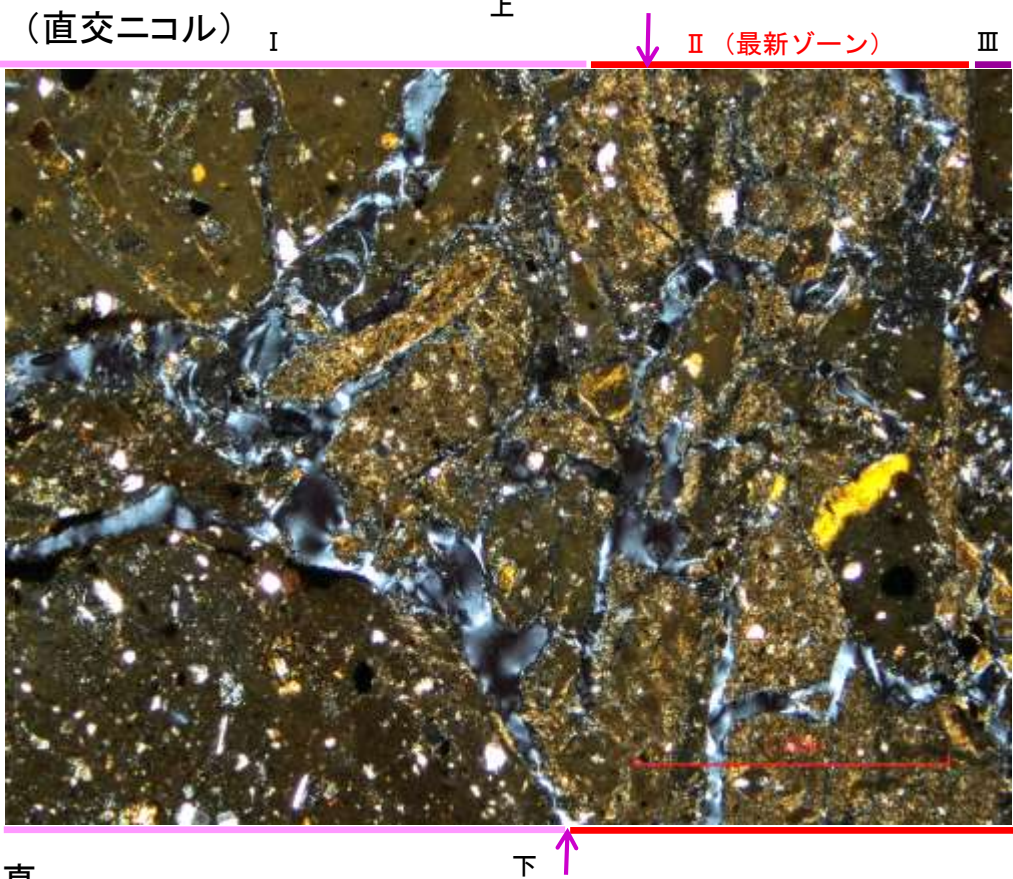
・不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形(せん断面や引きずりなど)は認められない。

範囲Aスケッチ

(単ニコル)



(直交ニコル)

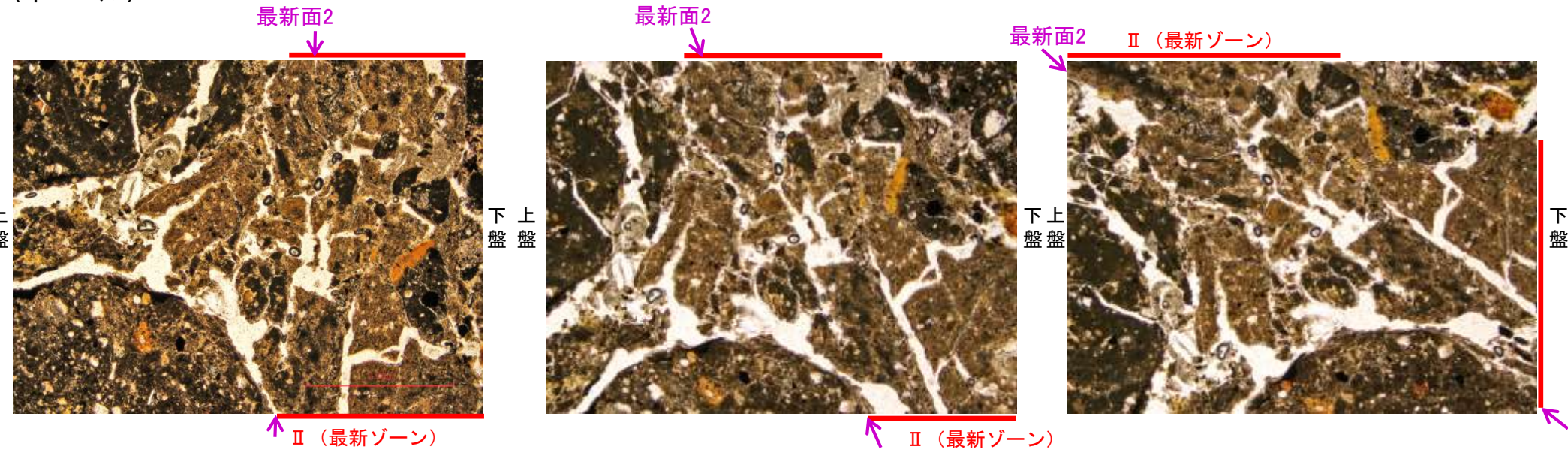


詳細観察範囲写真

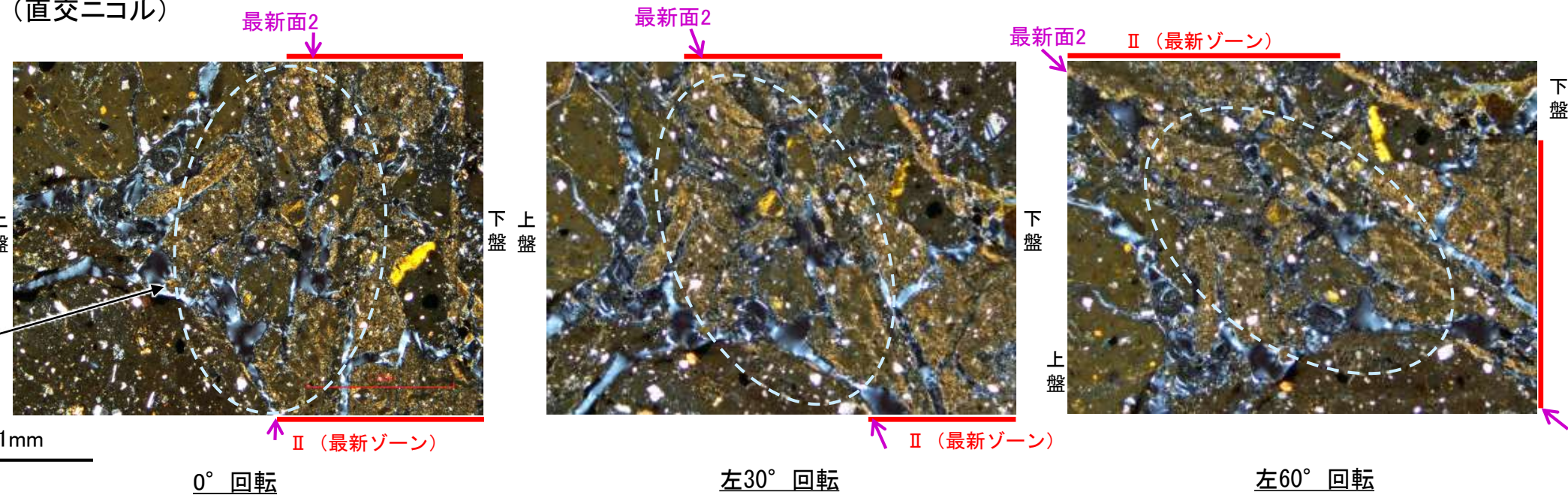
S-2・S-6_K-6.2-2孔

【ステージ回転(範囲A, 最新面2)】

(単ニコル)



(直交ニコル)



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)

- ・不連続箇所(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。
- ・注入の痕跡は認められない。

1mm

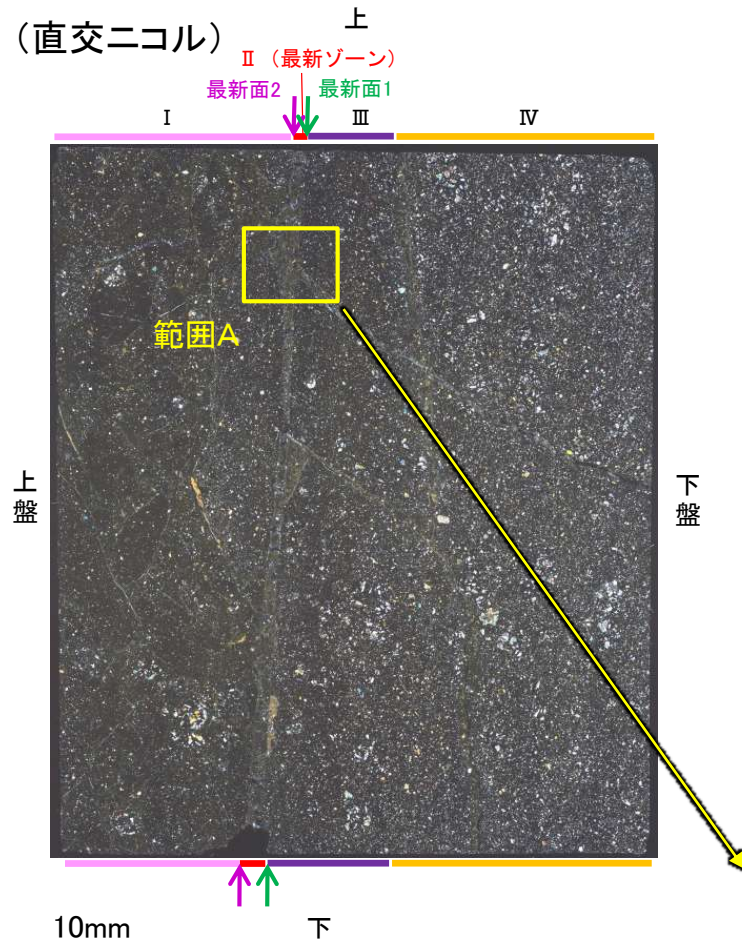
0° 回転

左30° 回転

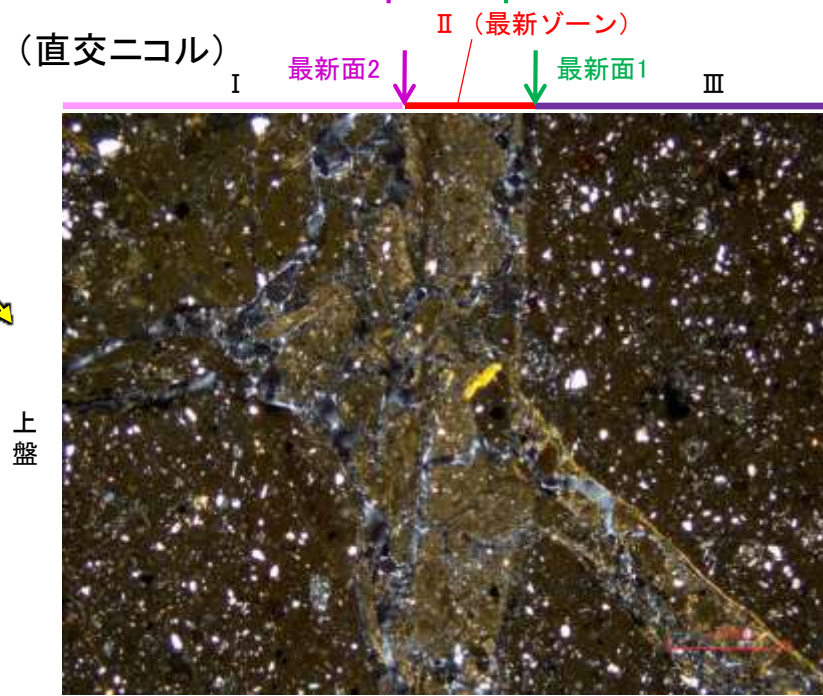
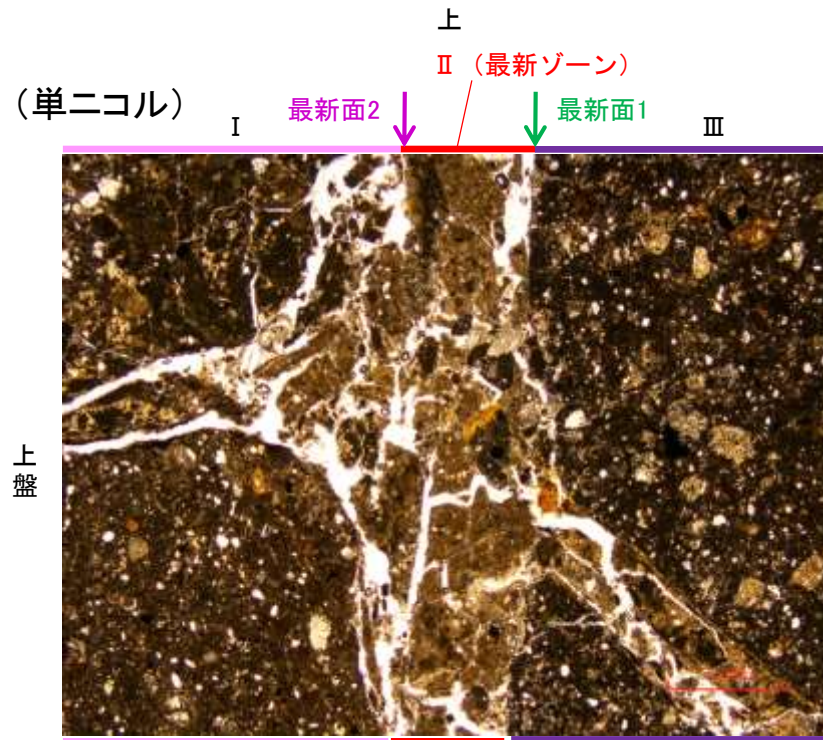
左60° 回転

S-2・S-6_K-6.2-2孔

【乱れに関する検討(範囲A)】

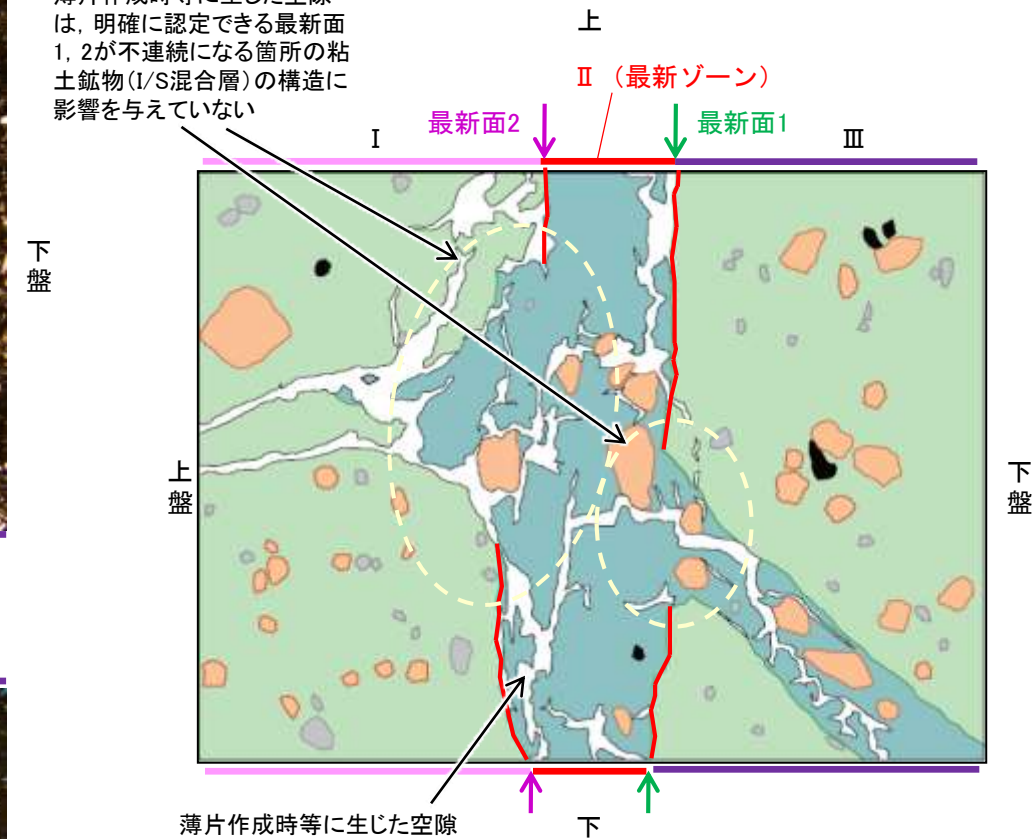


薄片①写真(K-6.2-2_100R)



範囲A写真

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



- 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

・薄片作成時等に生じた空隙(スケッチ白色部)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できる。

5.2.4 S-4

5.2.4 S-4の鉱物脈法による評価地点

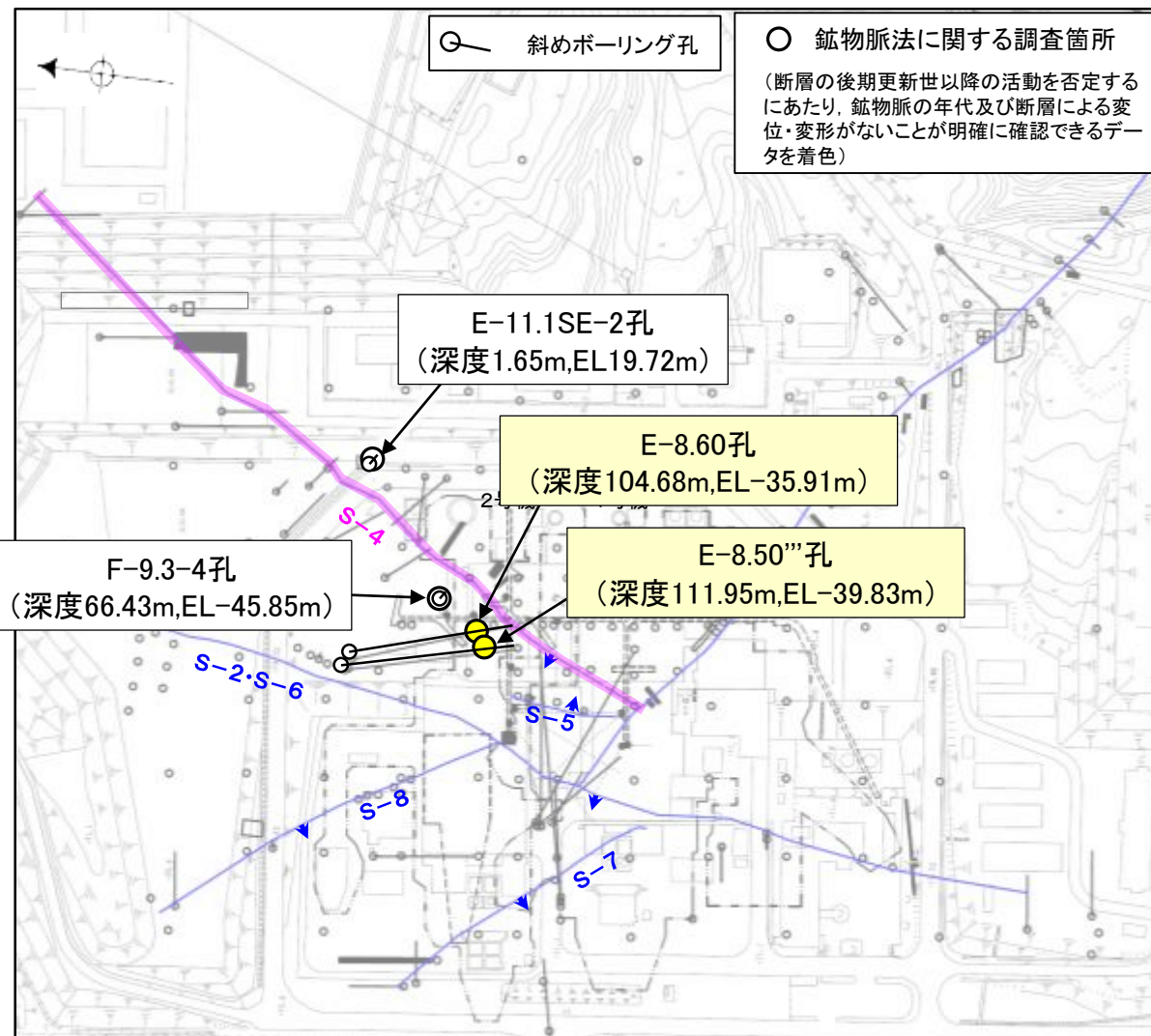
■ 鉱物脈法による評価地点

○ 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。

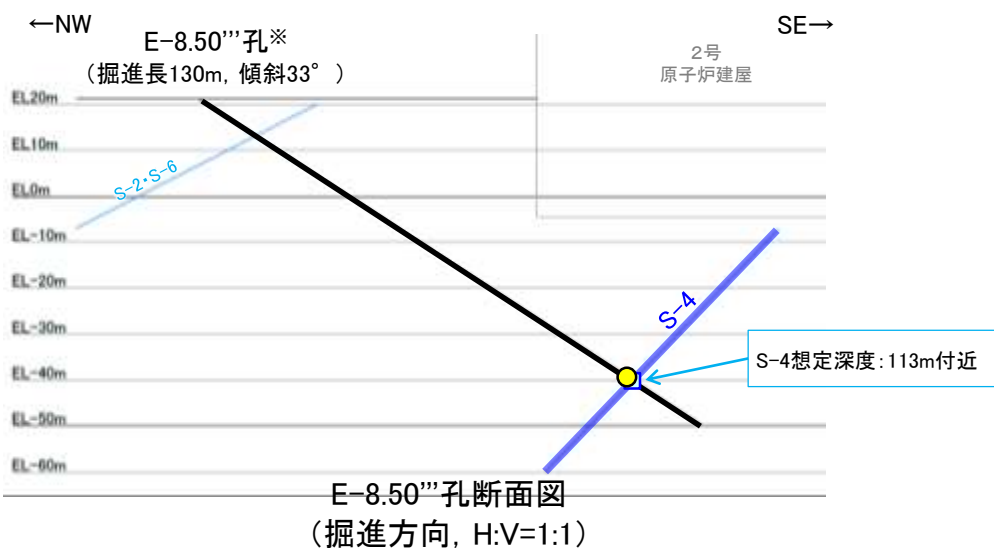
評価地点	記載頁
E-8.60孔 (深度104.68m, EL-35.91m)	P.5-204~5-215
E-8.50”孔 (深度111.95m, EL-39.83m)	P.5-216~5-237
E-11.1SE-2孔 (深度1.65m, EL19.72m)	補足資料5.2-5(1)-3
F-9.3-4孔 (深度66.43m, EL-45.85m)	補足資料5.2-5(2)

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

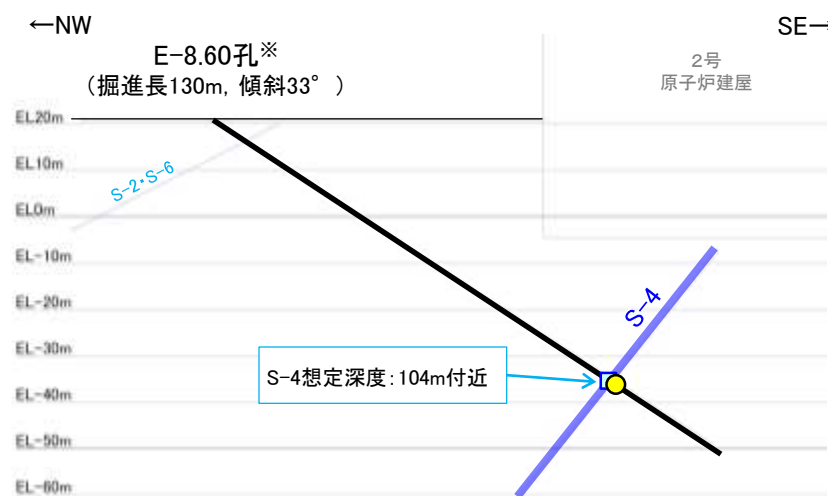


位置図

— 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。

5.2.4 S-4 (1) E-8.60孔 ー評価結果ー

【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.5-205～5-208)。

【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.5-209, 5-210)。

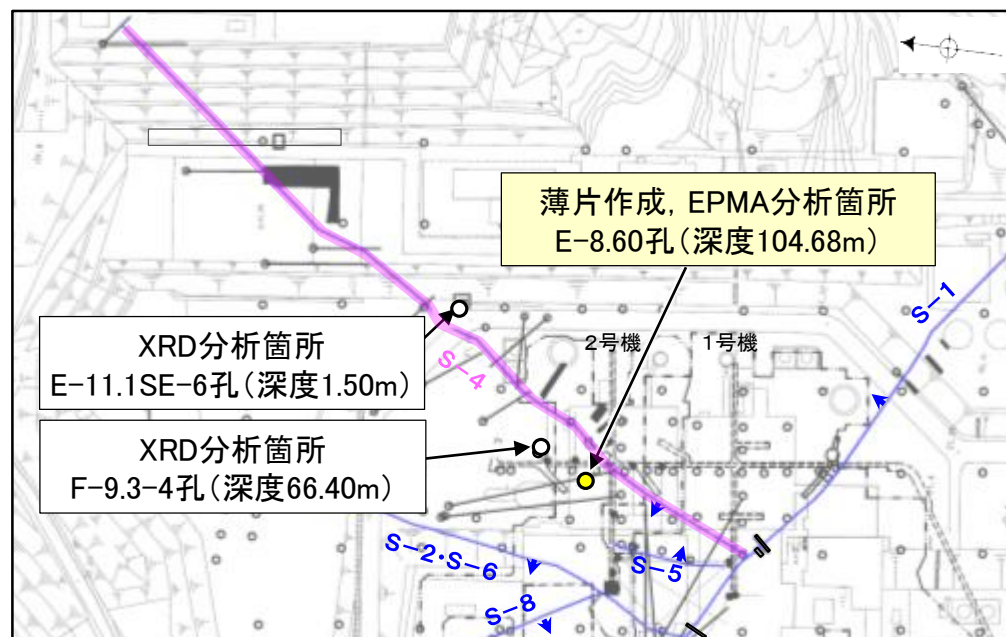
【変質鉱物の分布と最新面との関係】

○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.5-211, 5-212)。

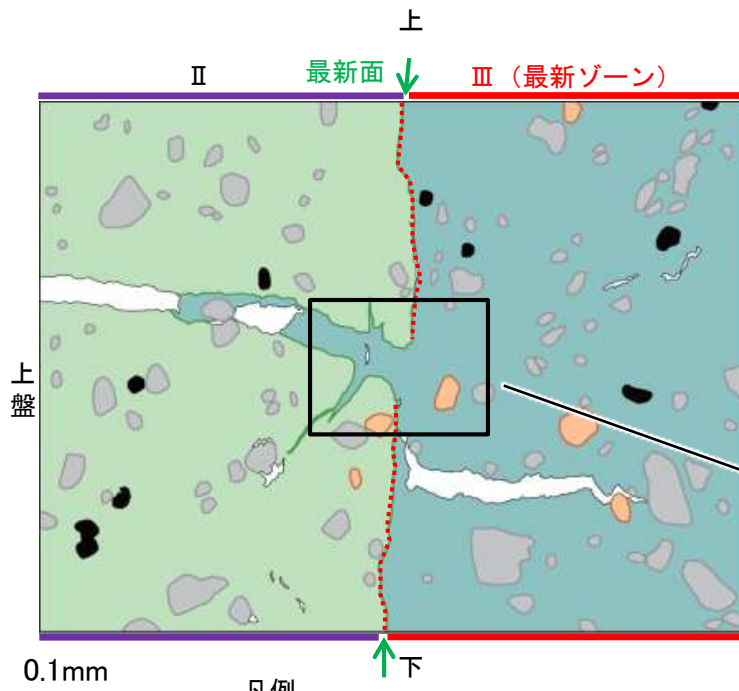
○薄片①の範囲Aにおいて、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を横断して分布し、最新面が不連続になっており、不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められない(P.5-213～5-215)。

○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。

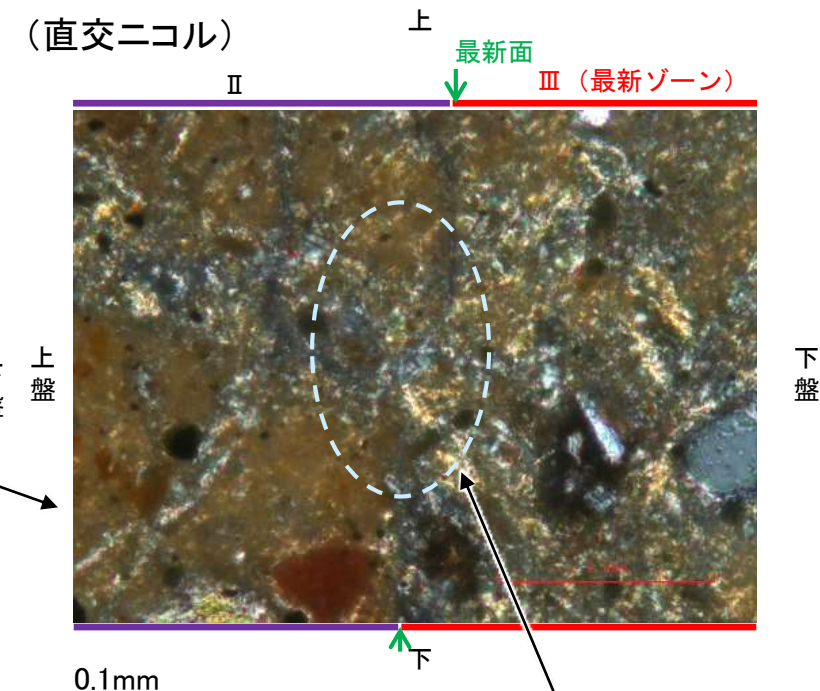
紫字: 第1073回審査会合以降の変更箇所



調査位置図



薄片①範囲Aスケッチ



・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.5-213～5-215)。
・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.5-213～5-215)。

詳細観察範囲写真

5.2.4 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)。



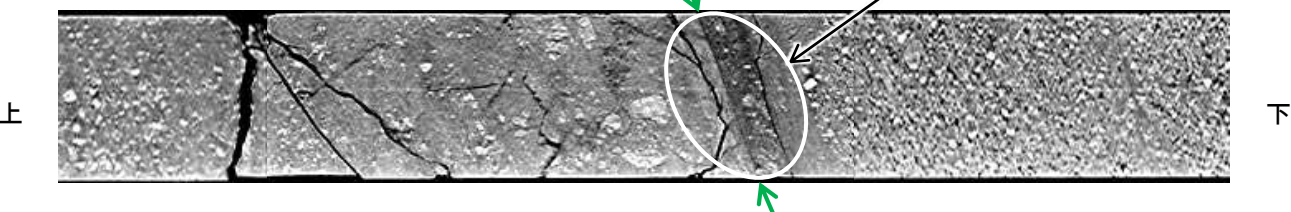
— 評価対象断層
S-O (陸域 EL-4.7m)

・条線観察結果については補足資料5.2-12(2)-3

調査位置図



— 粘土状破碎部
— 固結した破碎部



CT画像(E-8.60孔)



※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

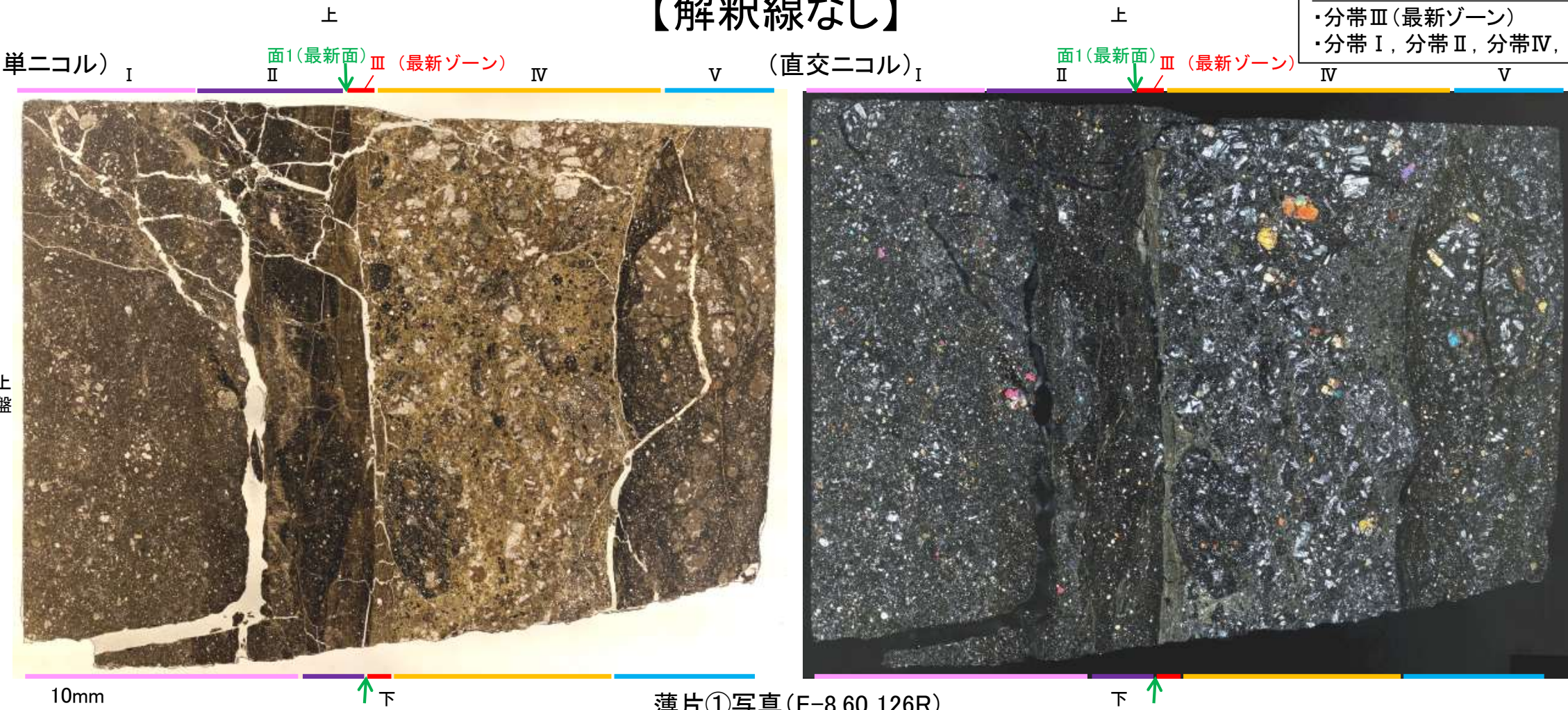
5.2.4 S-4 (1) E-8.60孔 ー最新面の認定(微視的観察)ー

- 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)

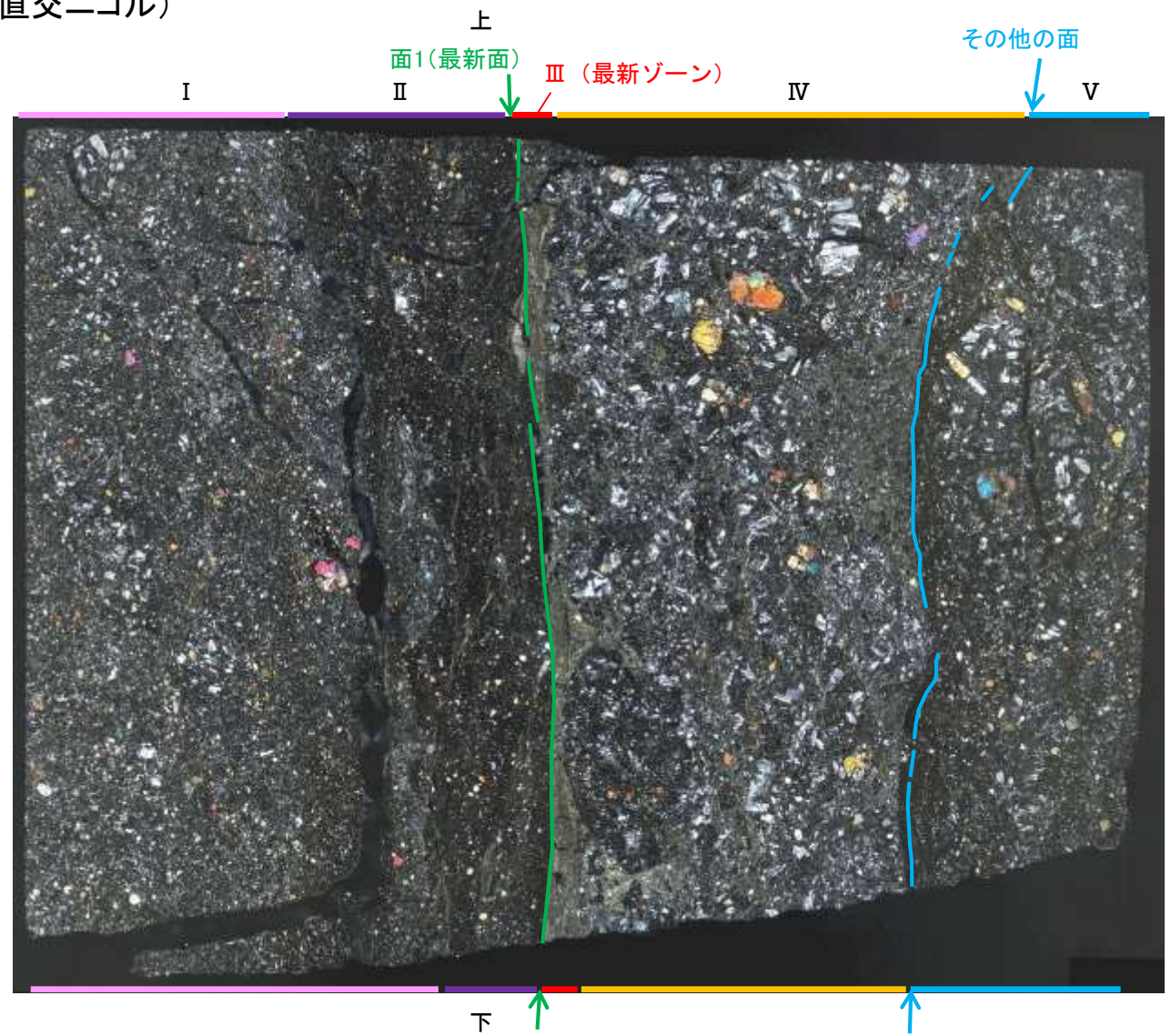
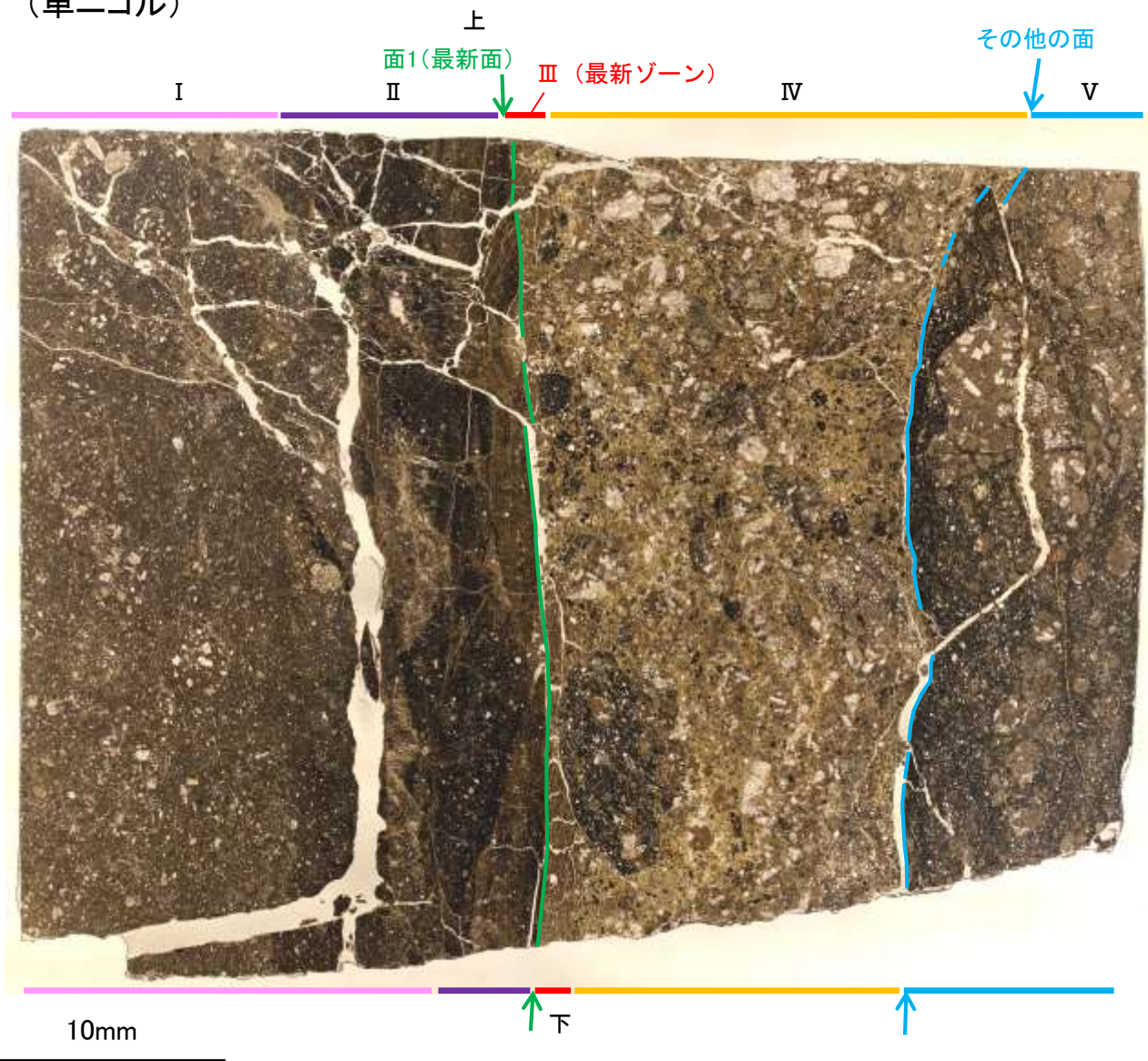
- I : 単ニコルで褐灰色, 直交ニコルで灰色の干渉色を呈する凝灰岩からなる。径5mm以下の岩片や鉱物片が細粒な基質中に含まれる。岩片, 鉱物片は垂角~垂円形である。
- II : 単ニコルで暗褐灰色, 直交ニコルで暗灰色の干渉色を呈する細粒凝灰岩からなる。径1mm以下の岩片や鉱物片が細粒な基質中に含まれる。岩片, 鉱物片は垂角~垂円形である。基質中や割れ目に粘土鉱物が生成している。
- III (最新ゾーン) : 単ニコルで褐灰色, 直交ニコルで黄~灰色の干渉色を呈する, 粘土鉱物を含む細粒物からなる。径0.5mm以下の岩片や鉱物片が細粒な基質中に含まれる。岩片, 鉱物片は垂角~垂円形である。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)

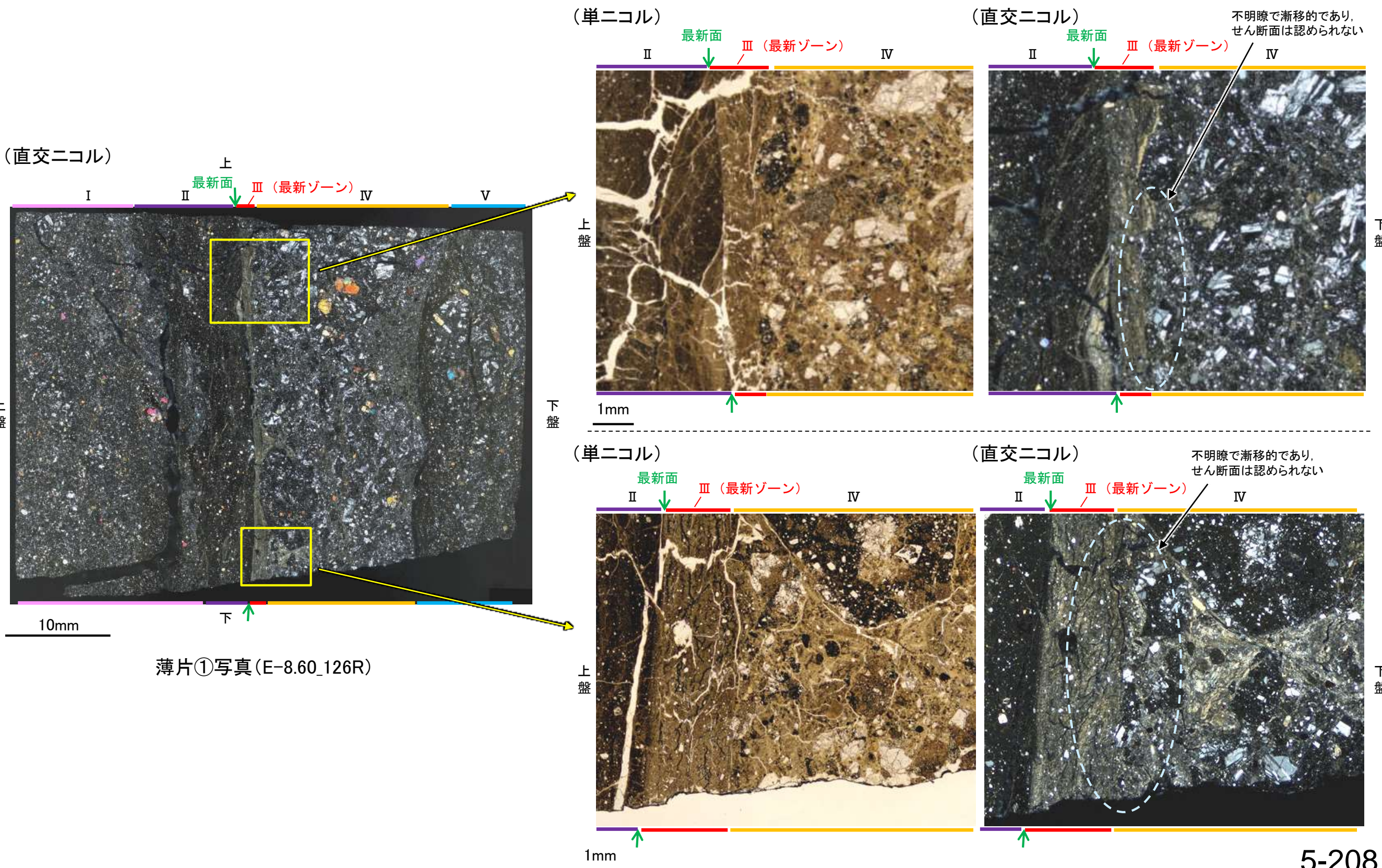
(直交ニコル)



薄片①写真(E-8.60_126R)

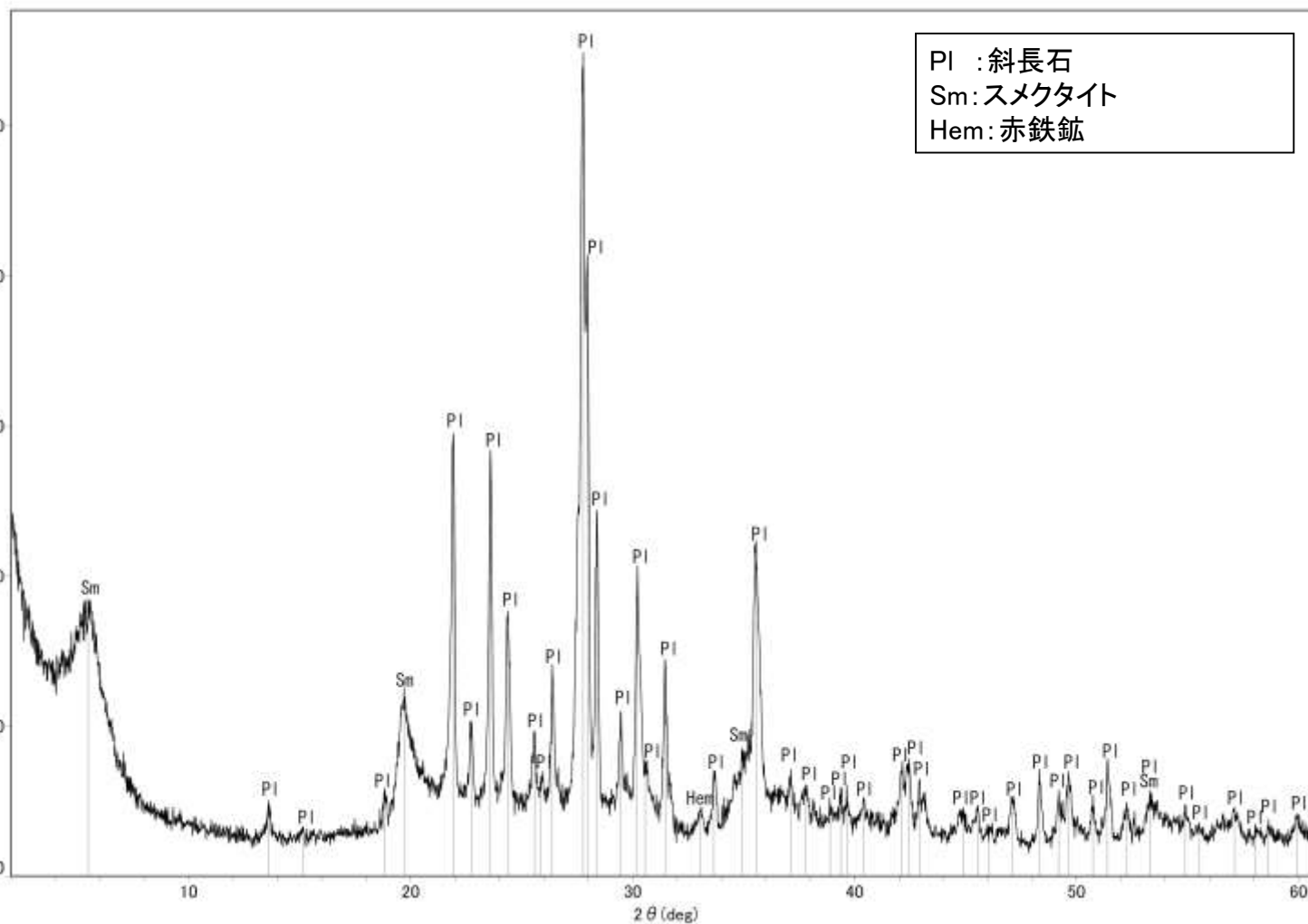
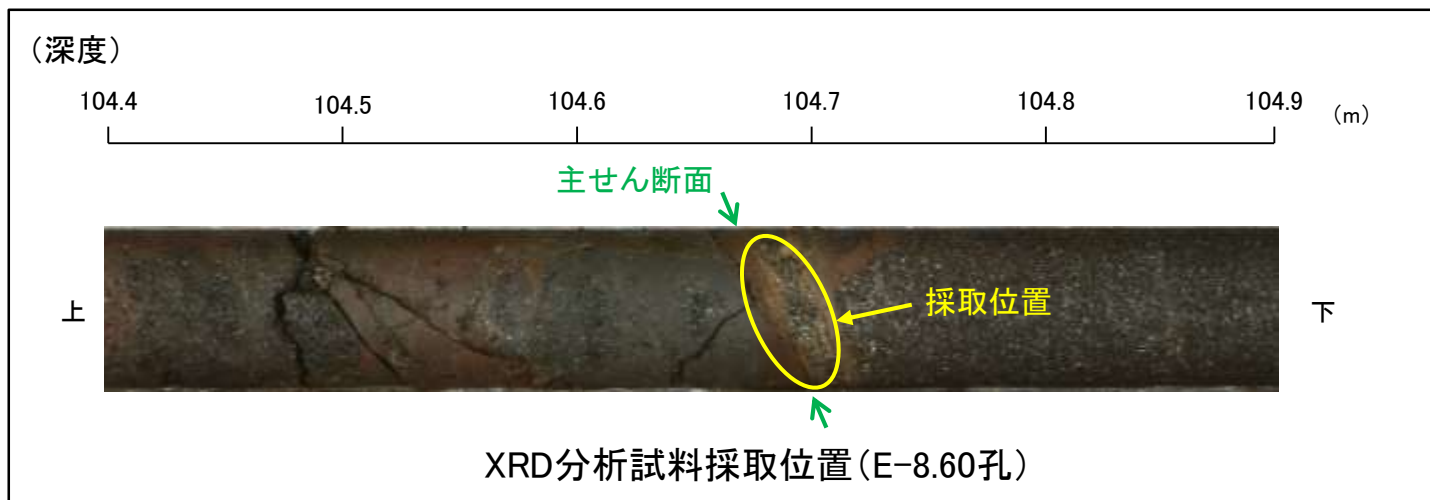
5.2.4 S-4 (1) E-8.60孔 ー最新ゾーンと分帯IVとの境界ー

○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。



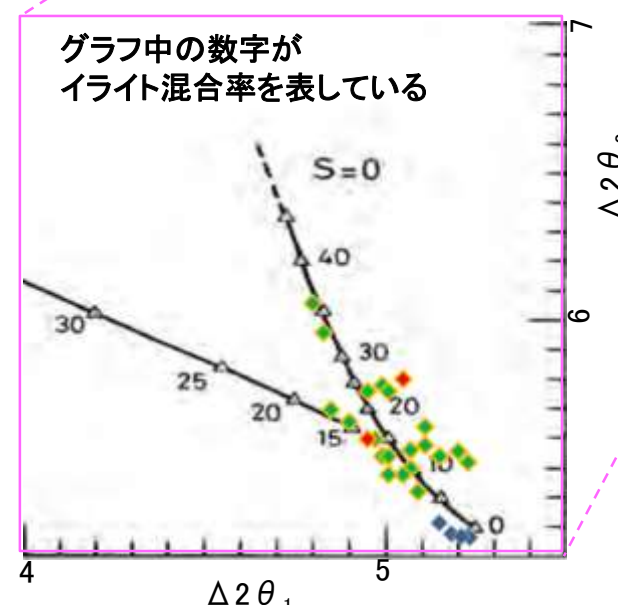
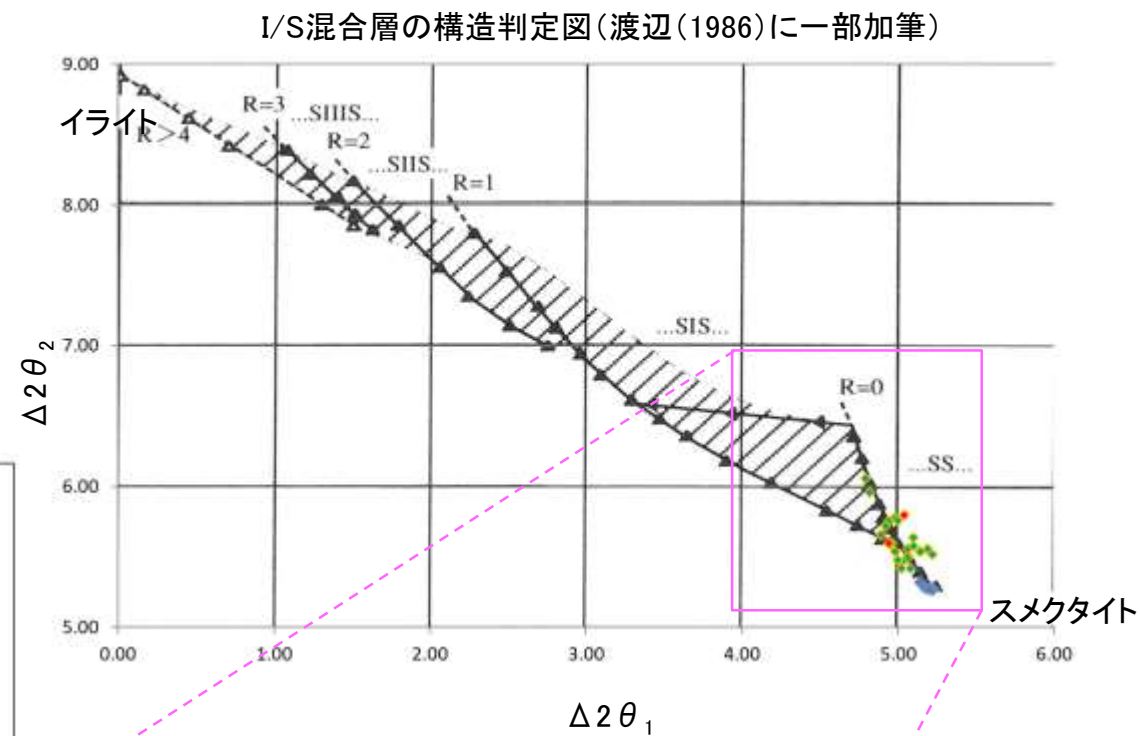
5.2.4 S-4 (1) E-8.60孔 — 鉱物の同定(XRD分析) —

○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5.2-12(1) P.5.2-12-23



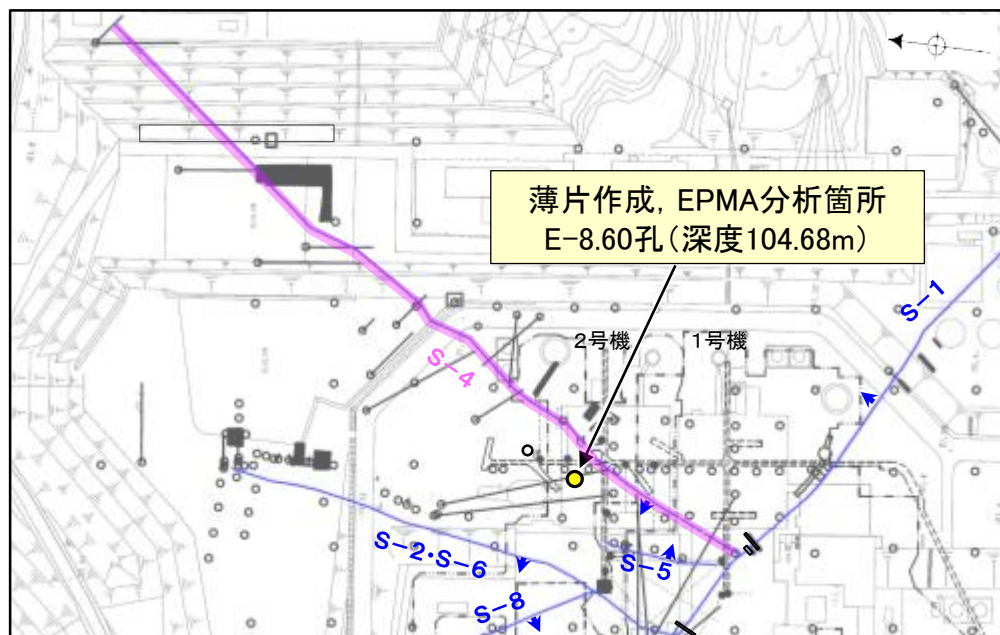
- ◆ S-4(F-9.3-4孔, E-11.1SE-6孔)
- ◆ 敷地の粘土鉱物
- ◆ 標準的なスメクタイト
Nakata et al.(2019)

・S-4試料の詳細検討結果は
補足資料5.2-2(2) P.5.2-2-31,38

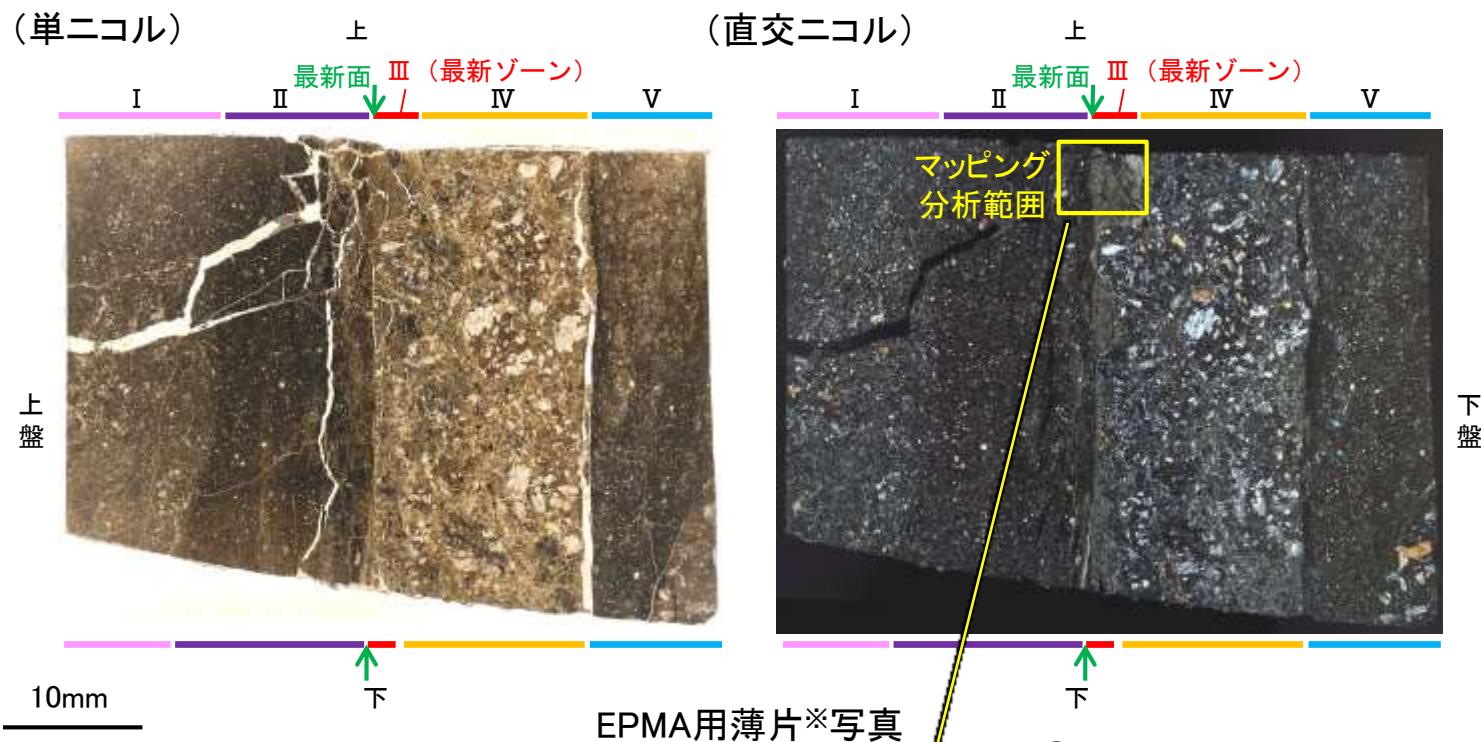
I/S混合層の構造判定図(渡辺(1981)に一部加筆)

5.2.4 S-4 (1) E-8.60孔 — 鉱物の同定(EPMA分析(定量)) —

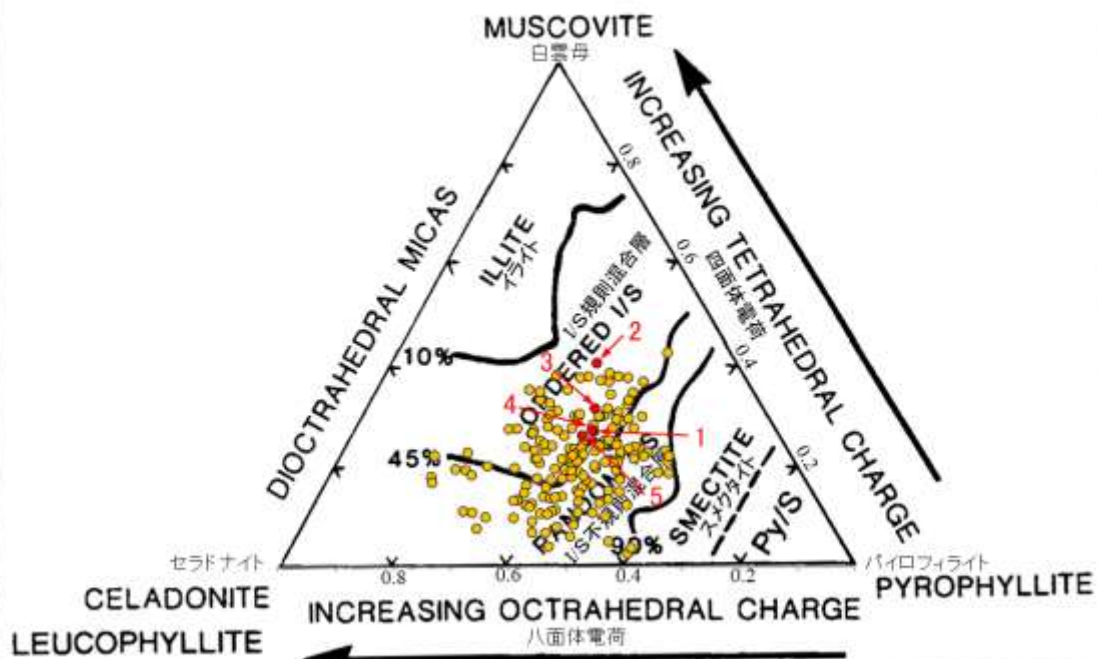
○EPMA用薄片で実施したEPMA分析(定量)による化学組成の検討結果から、最新ゾーンやその周辺に分布する粘土鉱物はI/S混合層であると判断した。



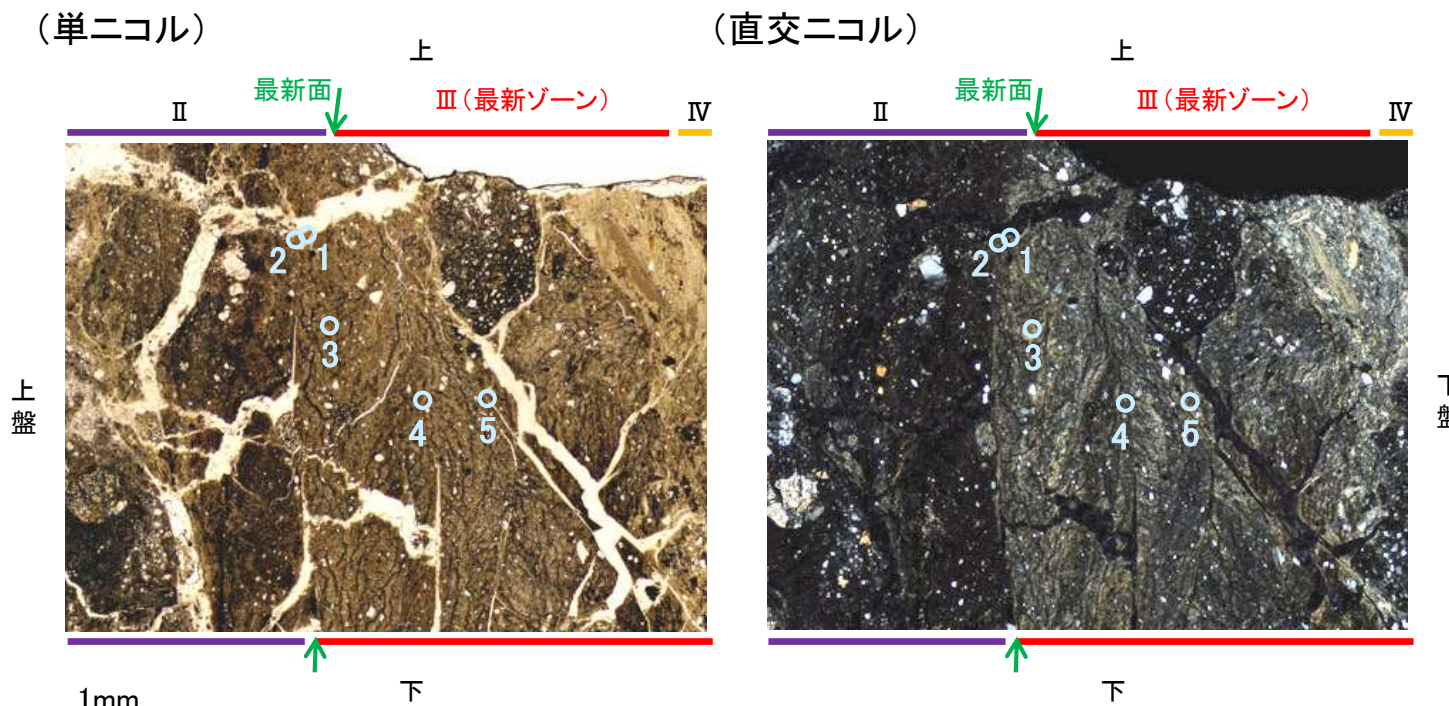
— 評価対象断層
S-O (陸域 EL-4.7m)



※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



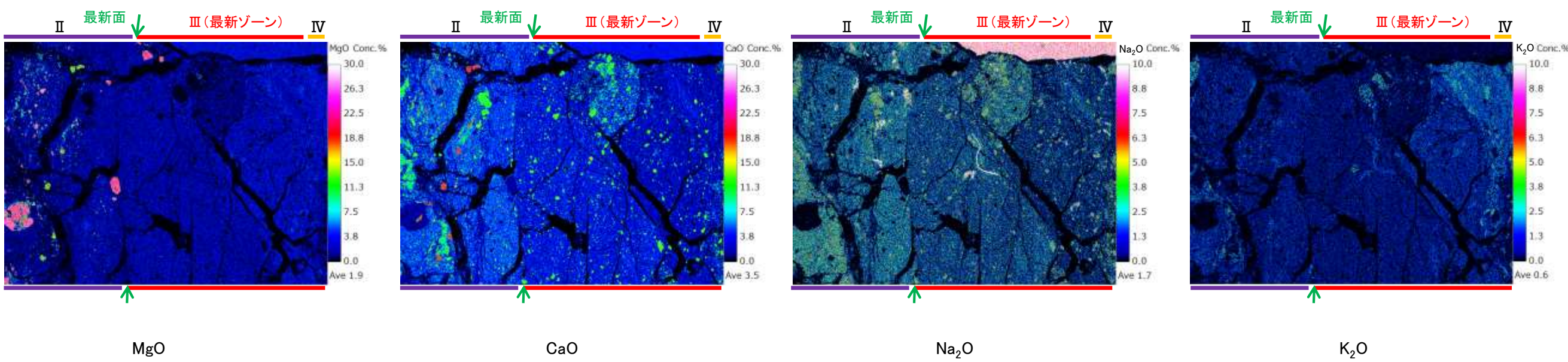
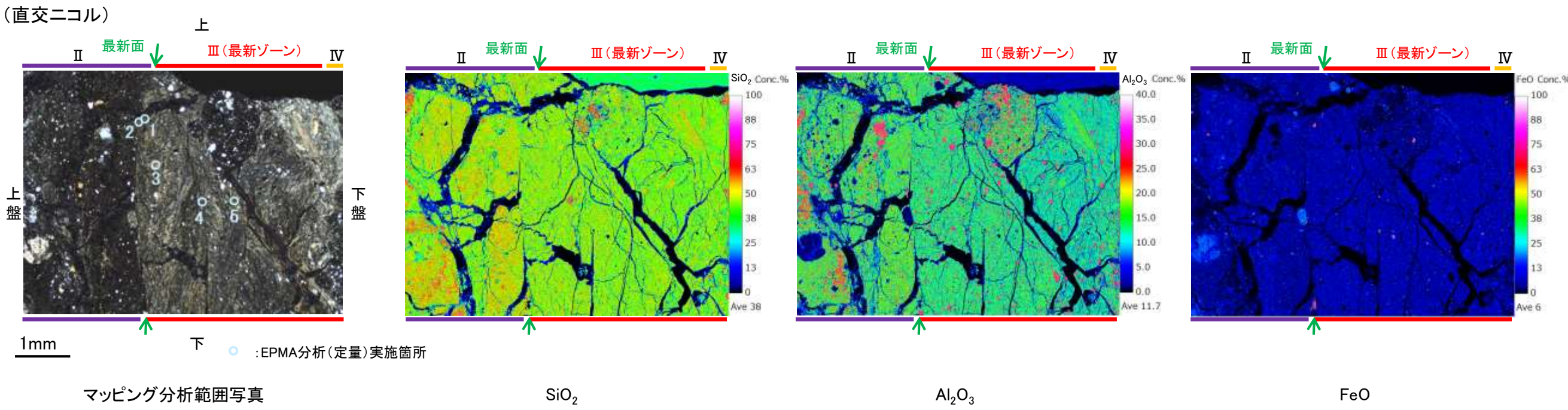
・詳細は補足資料5.2-2(3)P.5.2-2-73



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)

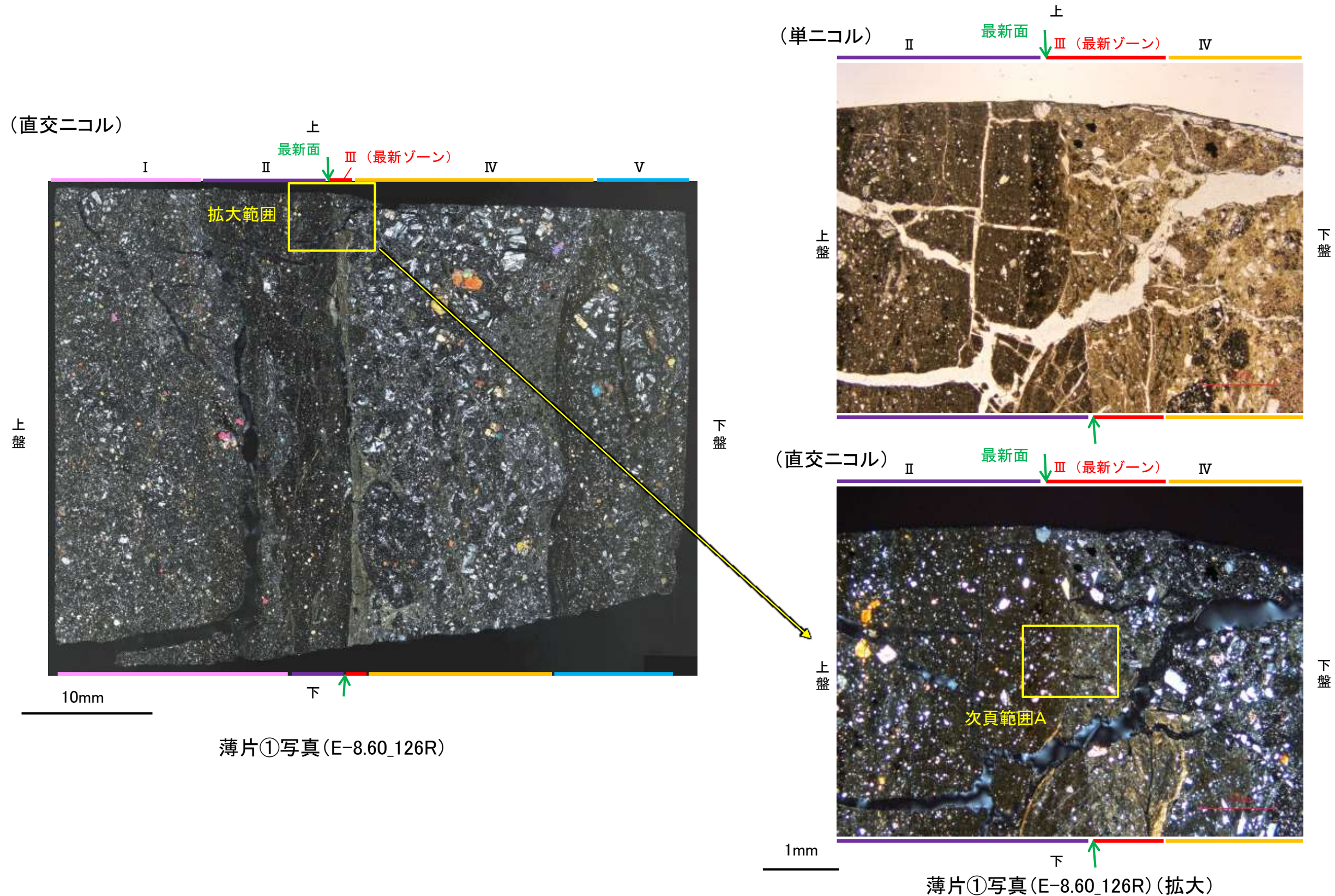
5.2.4 S-4 (1) E-8.60孔 ー変質鉱物の分布(EPMA分析(マッピング))ー

○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。



5.2.4 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。

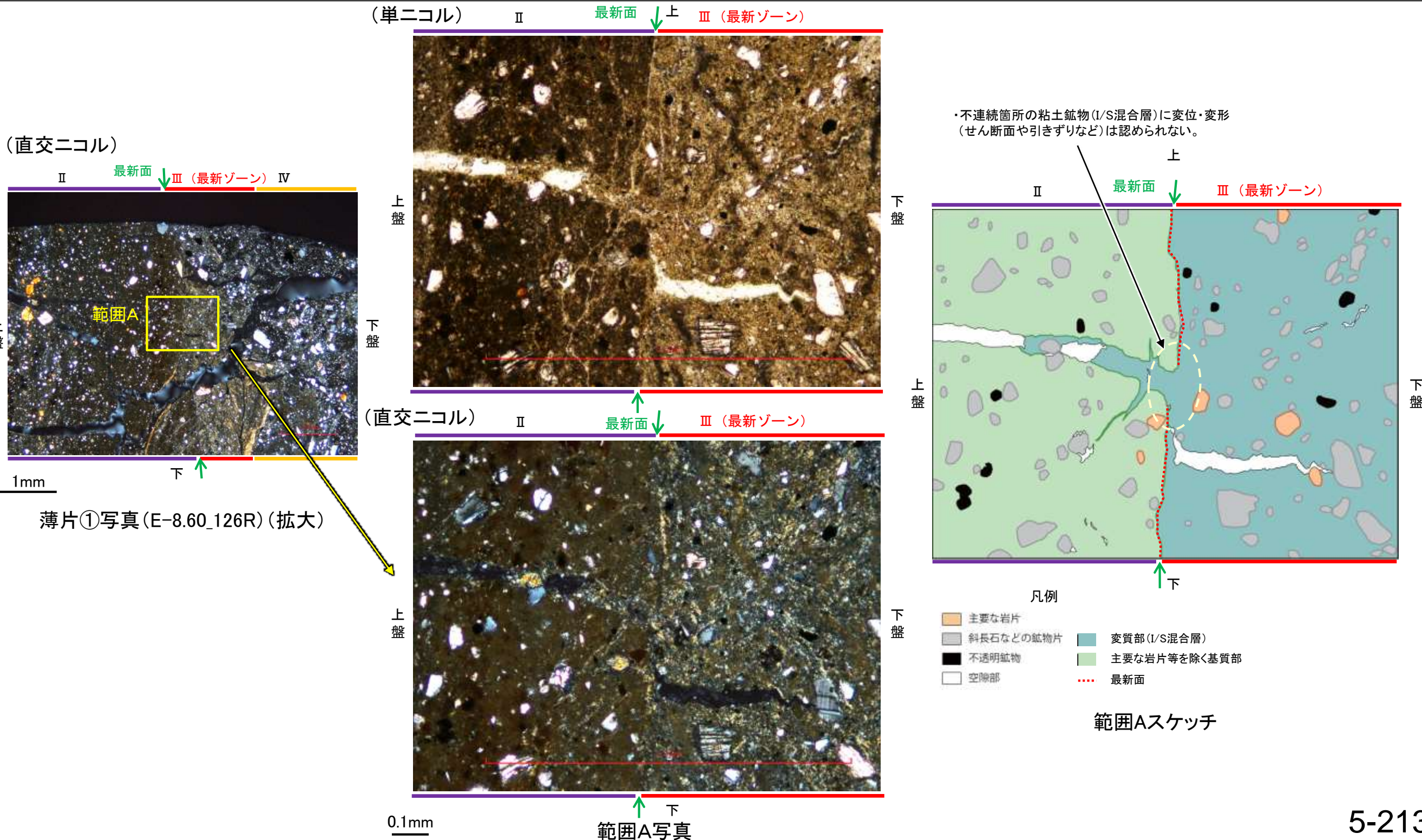


5.2.4 S-4 (1) E-8.60孔 ー最新面とI/S混合層との関係(範囲A)ー

○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。

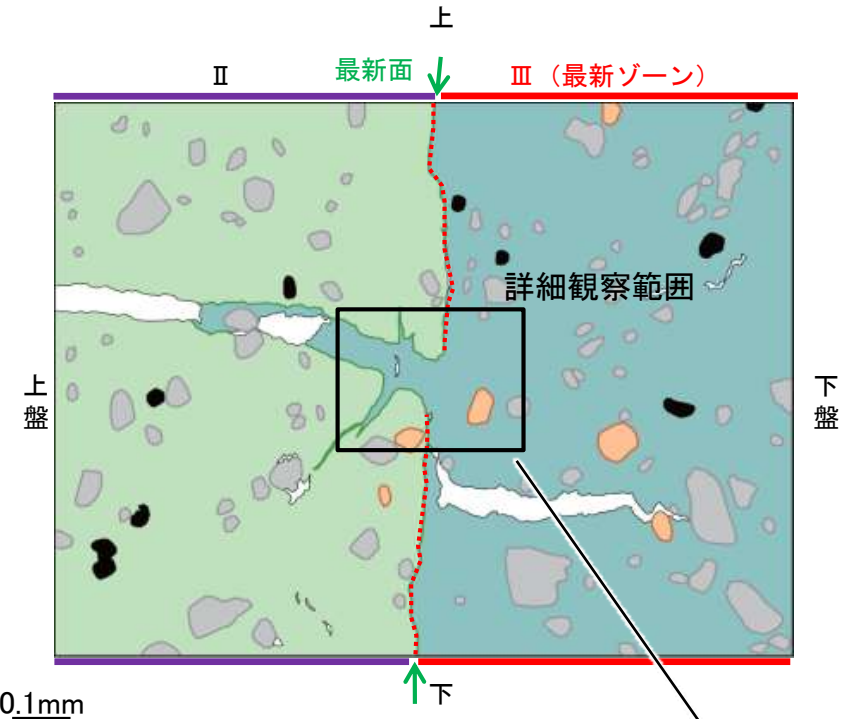
○なお、不連続箇所においてI/S混合層生成以降の注入現象の有無を確認した結果、弓状構造や粒子の配列などの注入の痕跡は認められない。

○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。

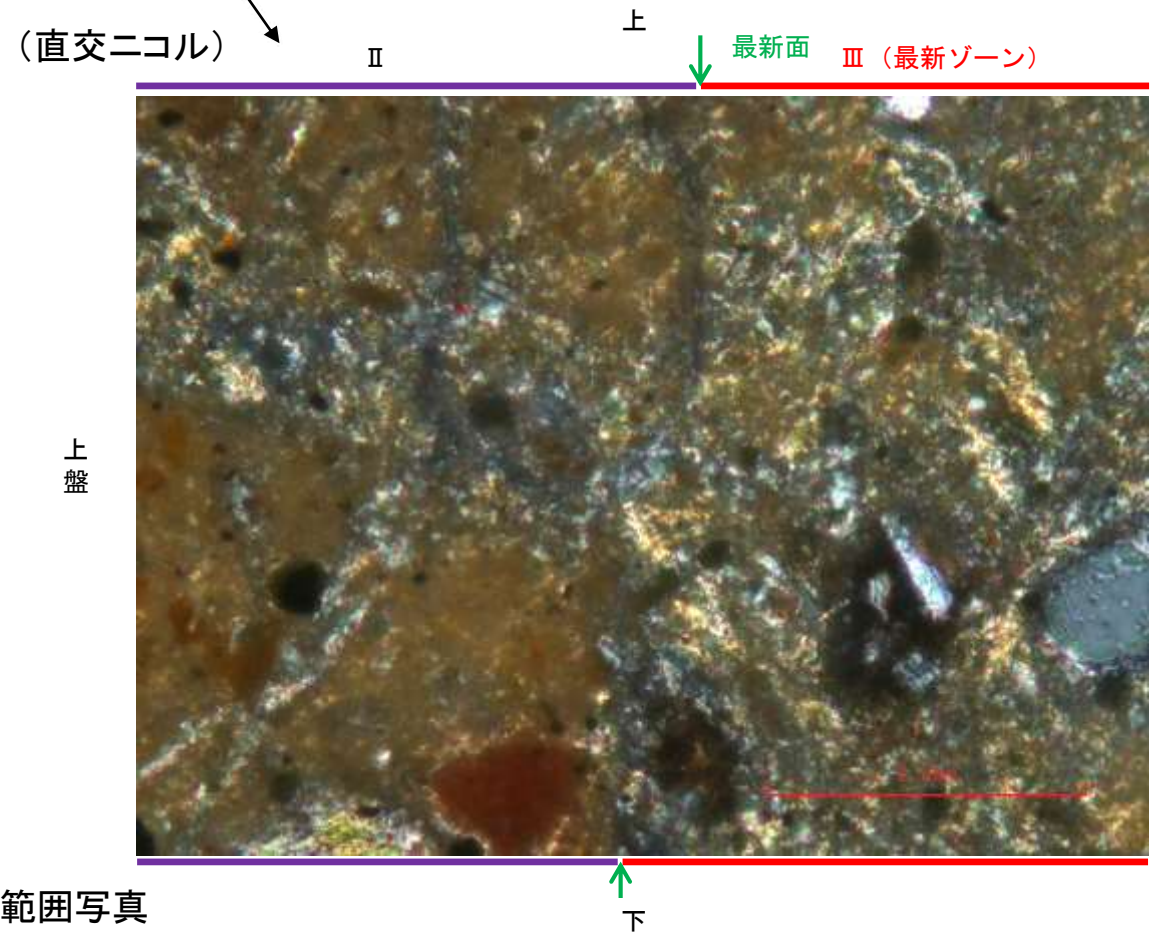
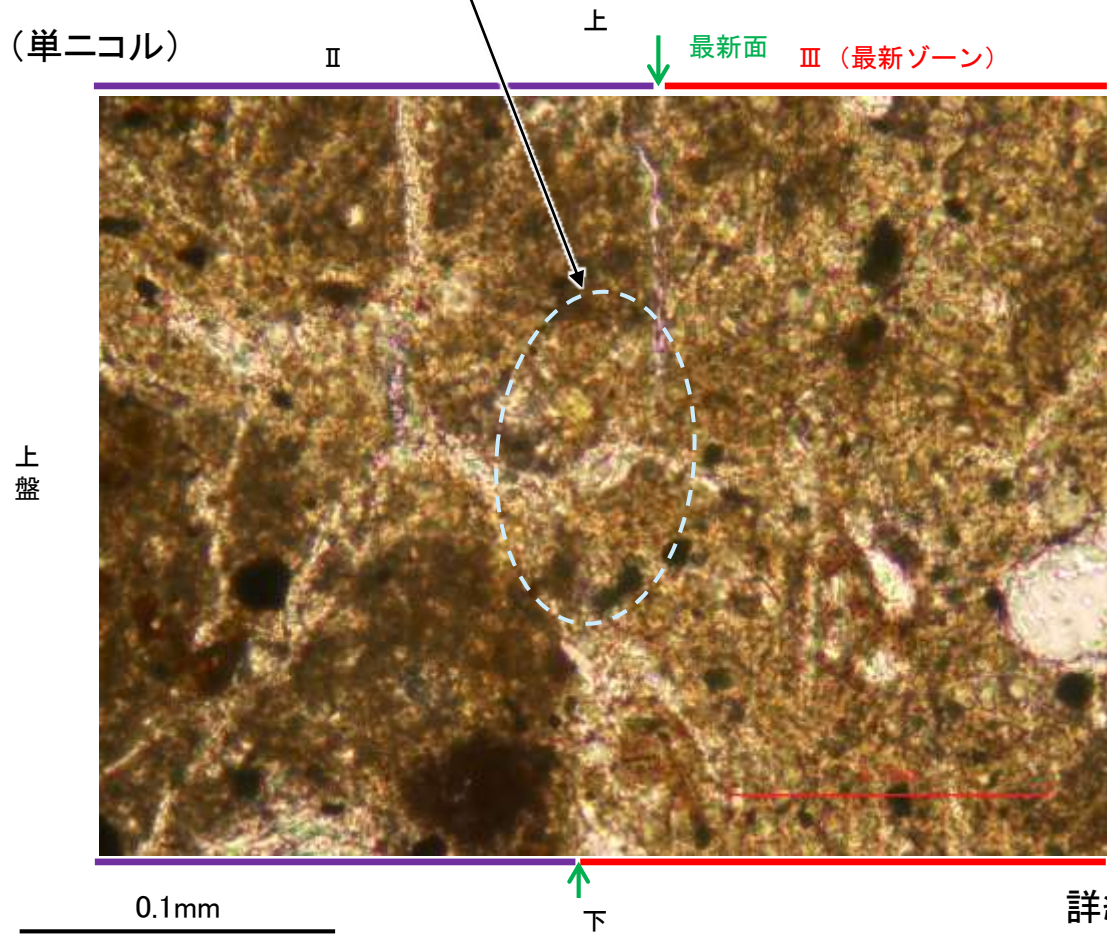


S-4_E-8.60孔

【詳細観察(範囲A)】



・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。

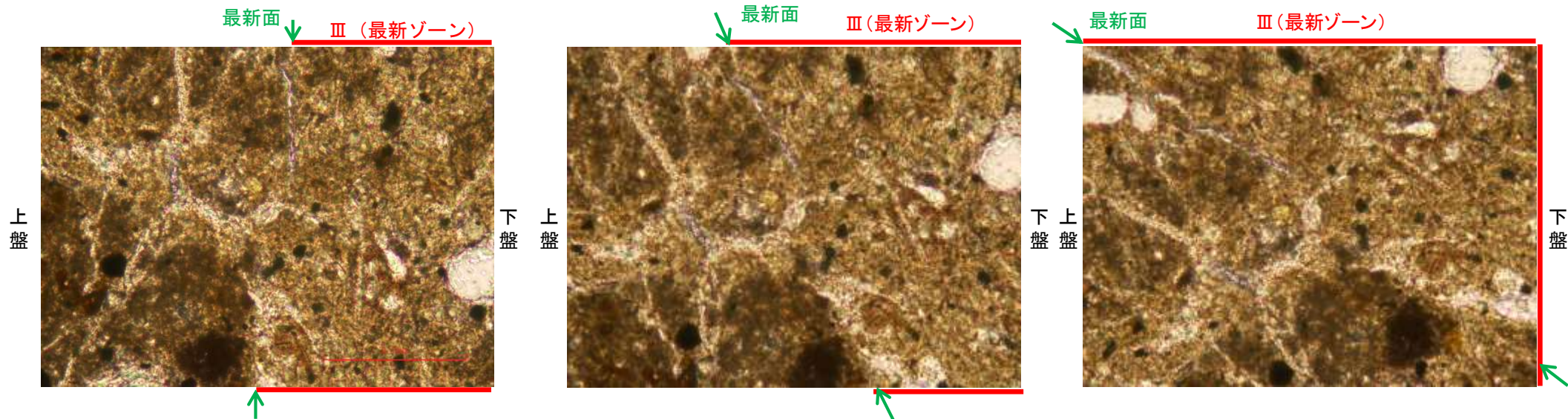


詳細観察範囲写真

S-4_E-8.60孔

【ステージ回転(範囲A)】

(単ニコル)



(直交ニコル)



0° 回転

左30° 回転

左60° 回転

・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。
・注入の痕跡は認められない。

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)

5.2.4 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(P.5-217~5-219, 5-228, 5-229)。

【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.5-220, 5-221)。

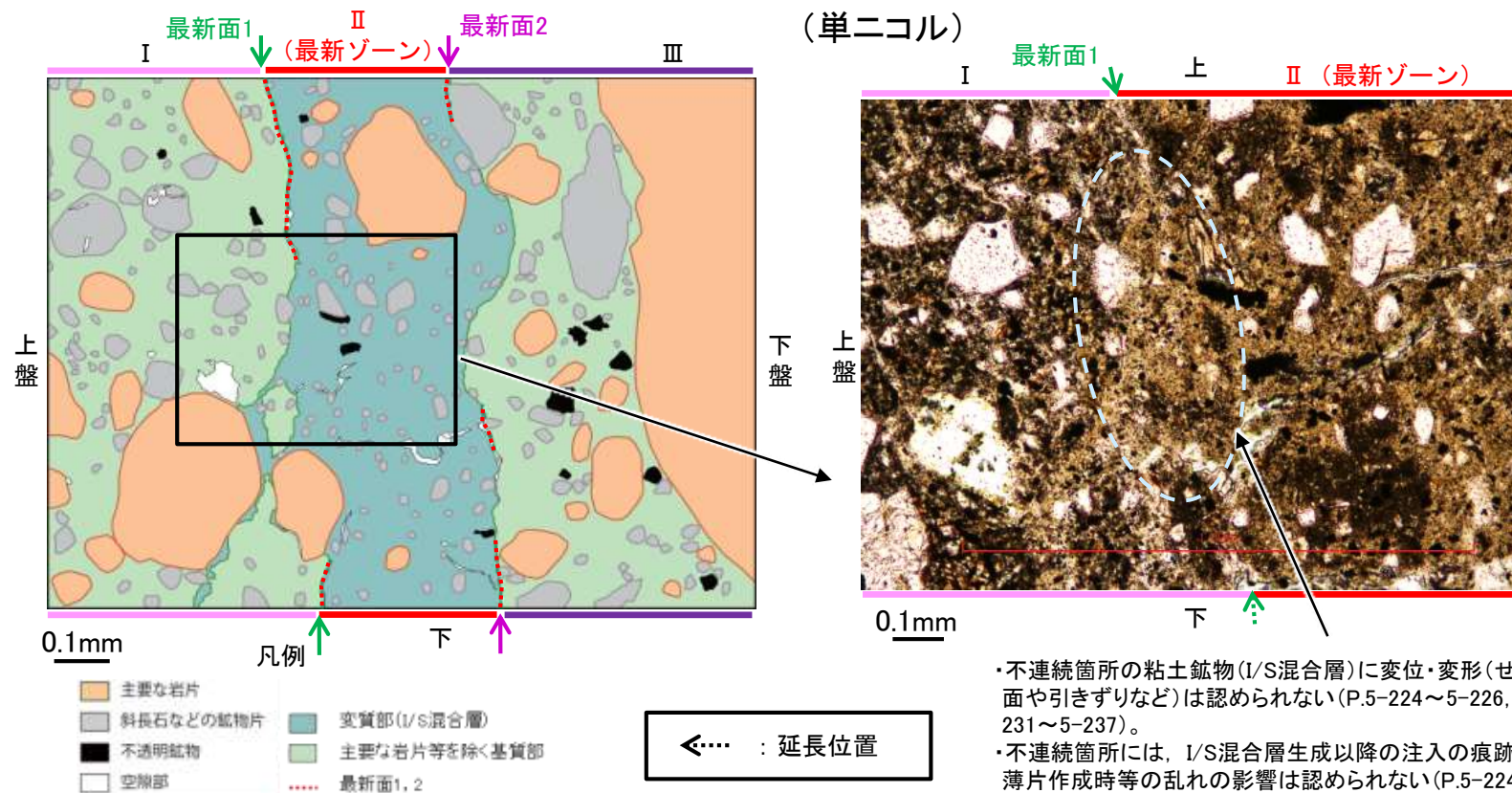
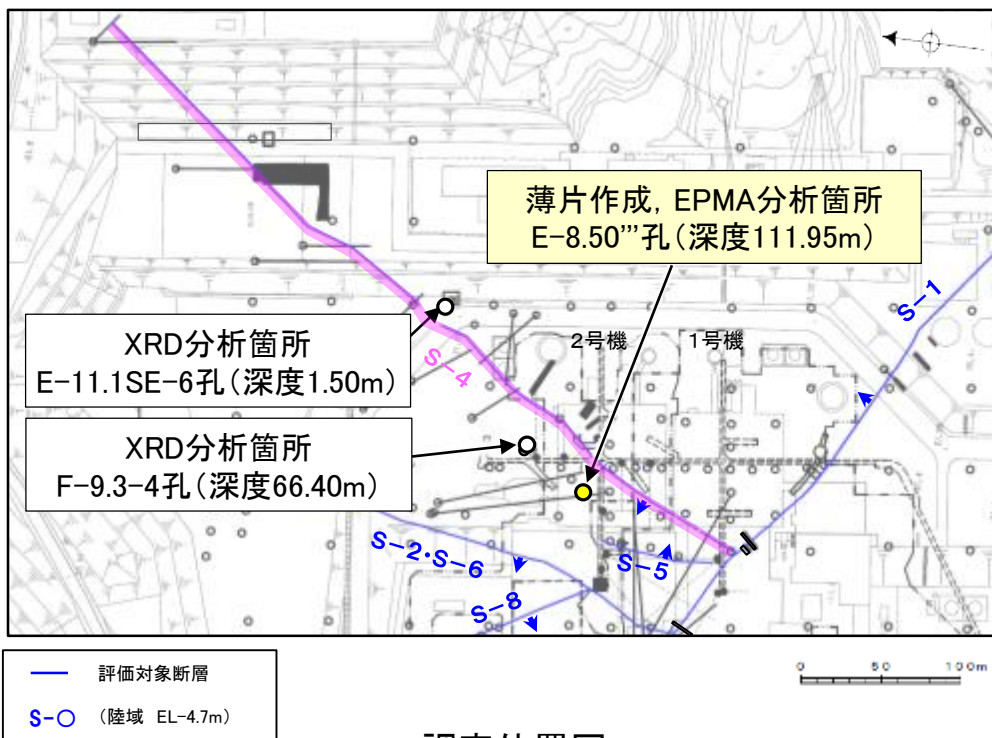
【変質鉱物の分布と最新面との関係】

○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.5-222, 5-223, 5-230)。

○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.5-224~5-226, 5-231~5-237)。

○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



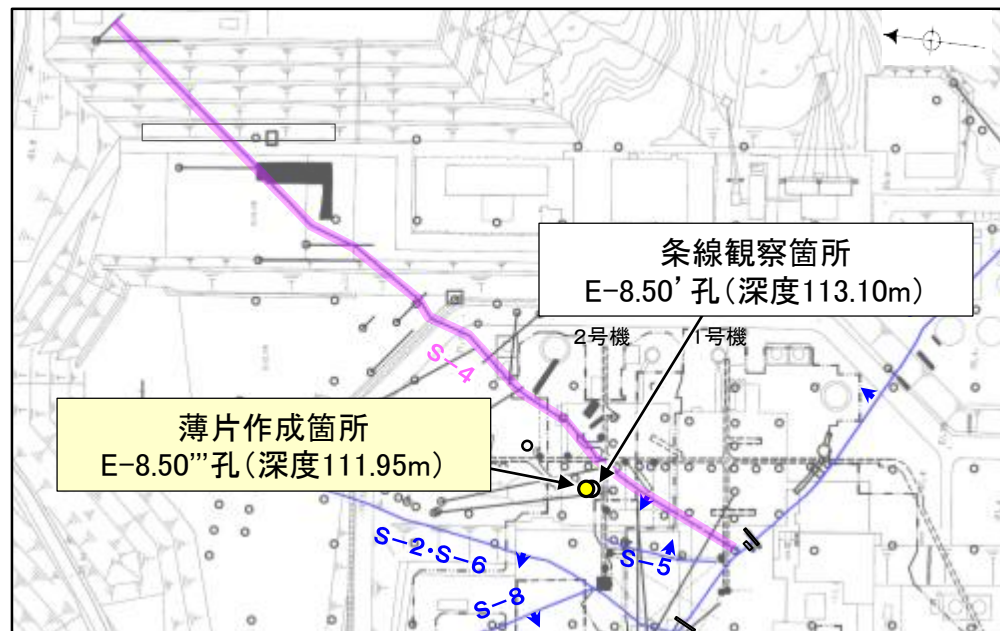
・不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形(せん断面や引きずりなど)は認められない(P.5-224~5-226, 5-231~5-237)。
・不連続箇所には、I/S混合層生成以降の注入の痕跡や、薄片作成時等の乱れの影響は認められない(P.5-224~5-226, 5-231~5-237)。

※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(P.5-227)。

詳細観察範囲写真

5.2.4 S-4 (2) E-8.50'''孔 —最新面の認定(巨視的観察)—

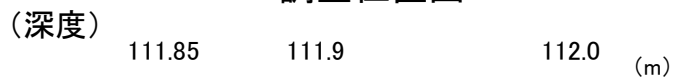
○E-8.50'''孔の深度111.90m付近で認められるS-4において、巨視的観察(ボーリングコア観察, CT画像観察)を実施し、最も直線性・連続性がよい断層面を主せん断面として抽出した。
 ○隣接孔(E-8.50'孔)の主せん断面における条線観察の結果、131° Rの条線方向が確認されたことから、E-8.50'''孔において、131° Rで薄片を作成した(ブロック写真)。



— 評価対象断層
 S-O (陸域 EL-4.7m)

・条線観察結果については補足資料5.2-12(2)-3

調査位置図



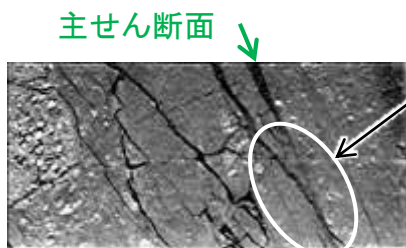
主せん断面 走向傾斜: N43° E/57° NW



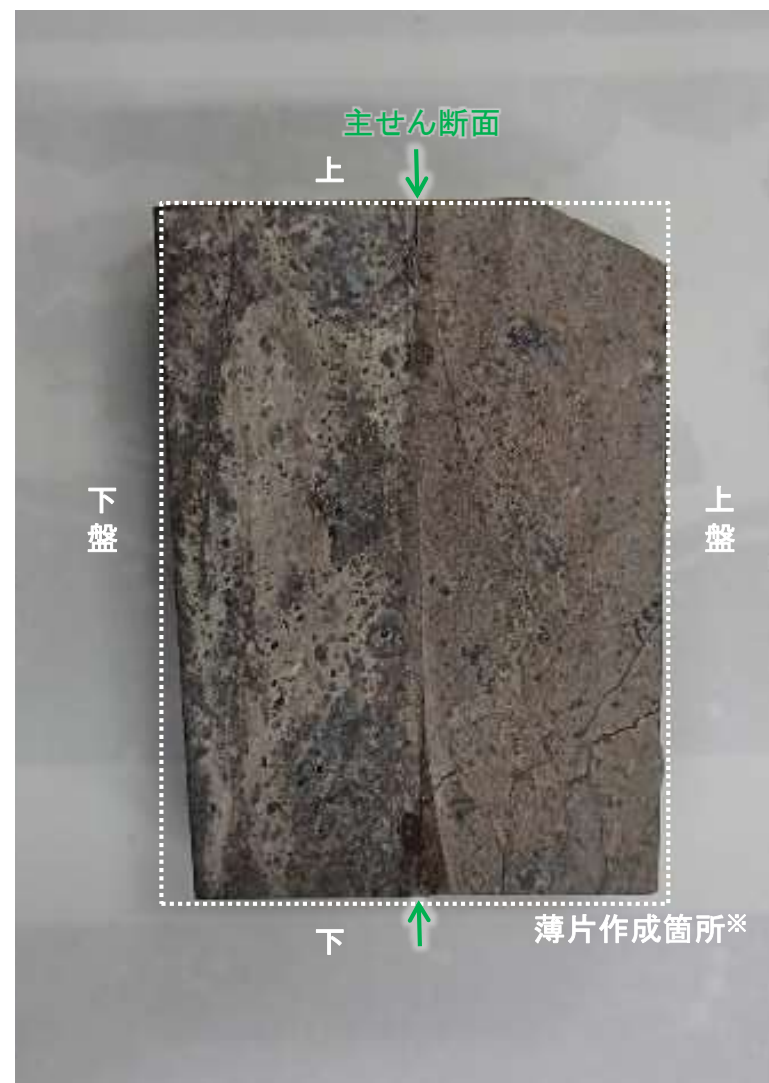
・ボーリングコア写真中の赤線は、ブロック採取時の目安として試料に加筆したもの

ボーリングコア写真(E-8.50'''孔)

右ブロック採取箇所



CT画像(E-8.50'''孔)



1cm

※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薄片②を作成した

ブロック写真

5.2.4 S-4 (2) E-8.50'''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～暗灰色, 直交ニコルで灰～暗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ている。岩片, 鉱物片は角～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。

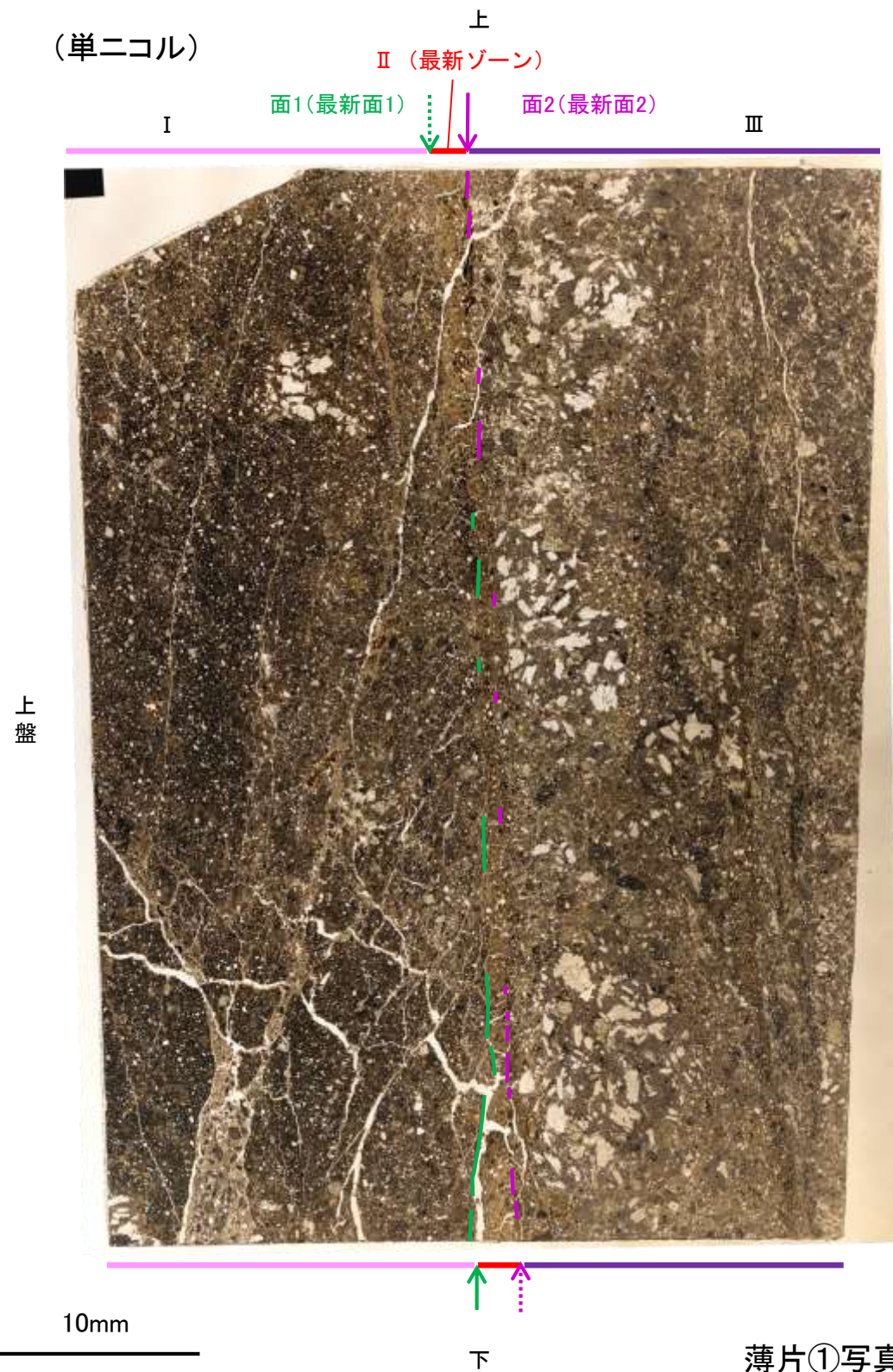
Ⅱ (最新ゾーン) : 単ニコルで褐灰色, 直交ニコルで灰～暗灰色の干渉色を呈する, 粘土鉱物を含む細粒物からなる。径2mm以下の岩片や鉱物片が細粒な基質中に含まれる。岩片は垂角～垂円形, 鉱物片は角～垂角形である。基質中や割れ目に粘土鉱物が生成している。

Ⅲ : 単ニコルで褐灰～灰色, 直交ニコルで灰～暗灰色の干渉色を呈する火山礫凝灰岩からなる。径13mm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～垂円形である。一部の基質中に粘土鉱物が生成している。

←… : 延長位置

S-4_E-8.50'''孔①

【解釈線あり】

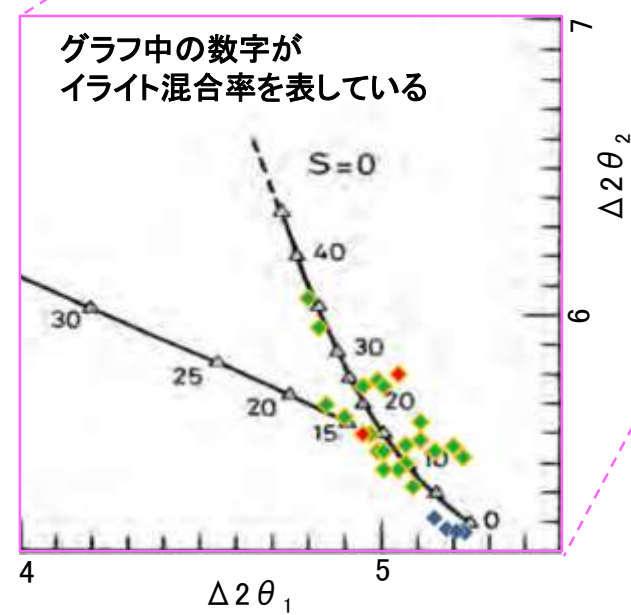
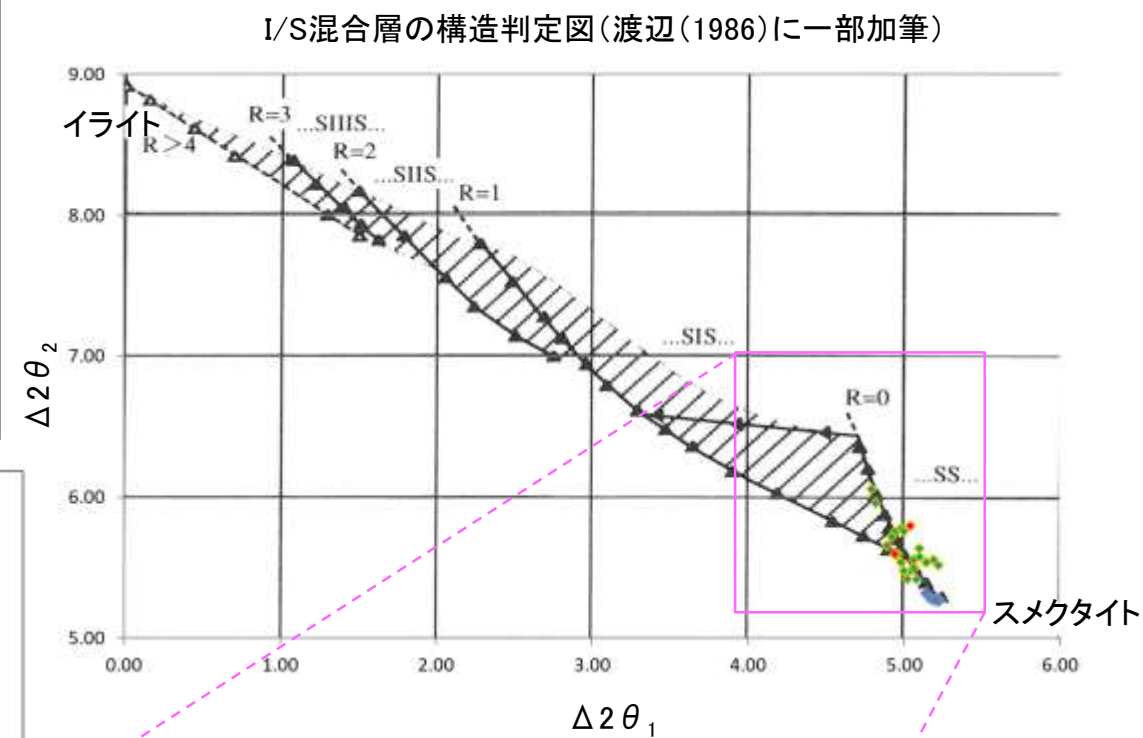
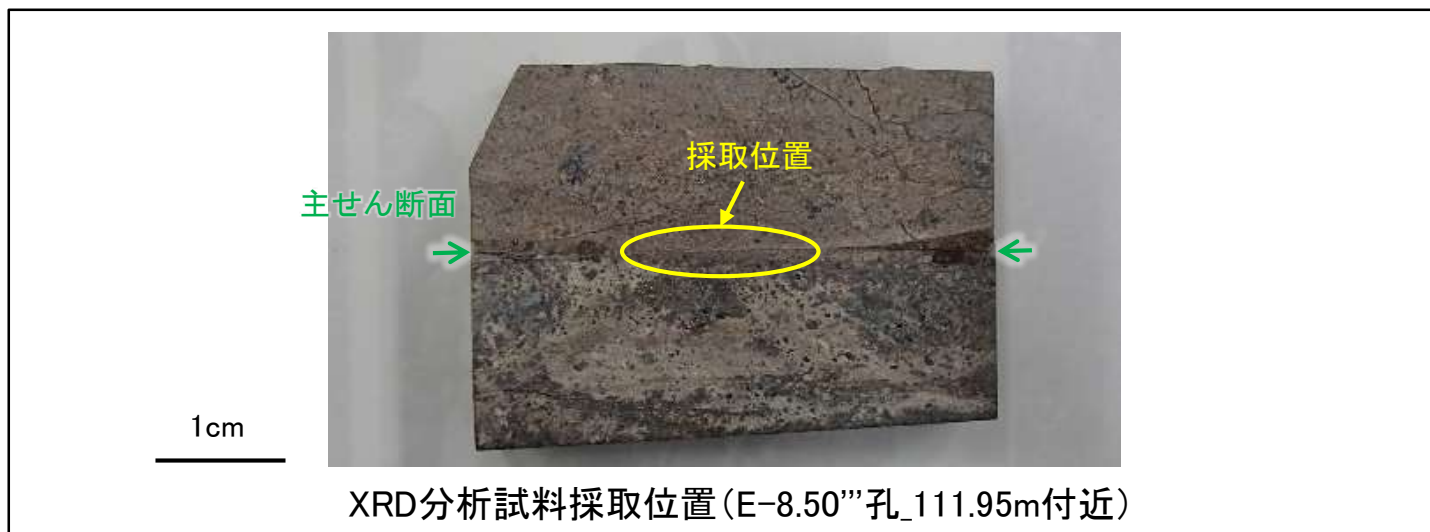


薄片①写真(E-8.50'''_131R)

←… : 延長位置

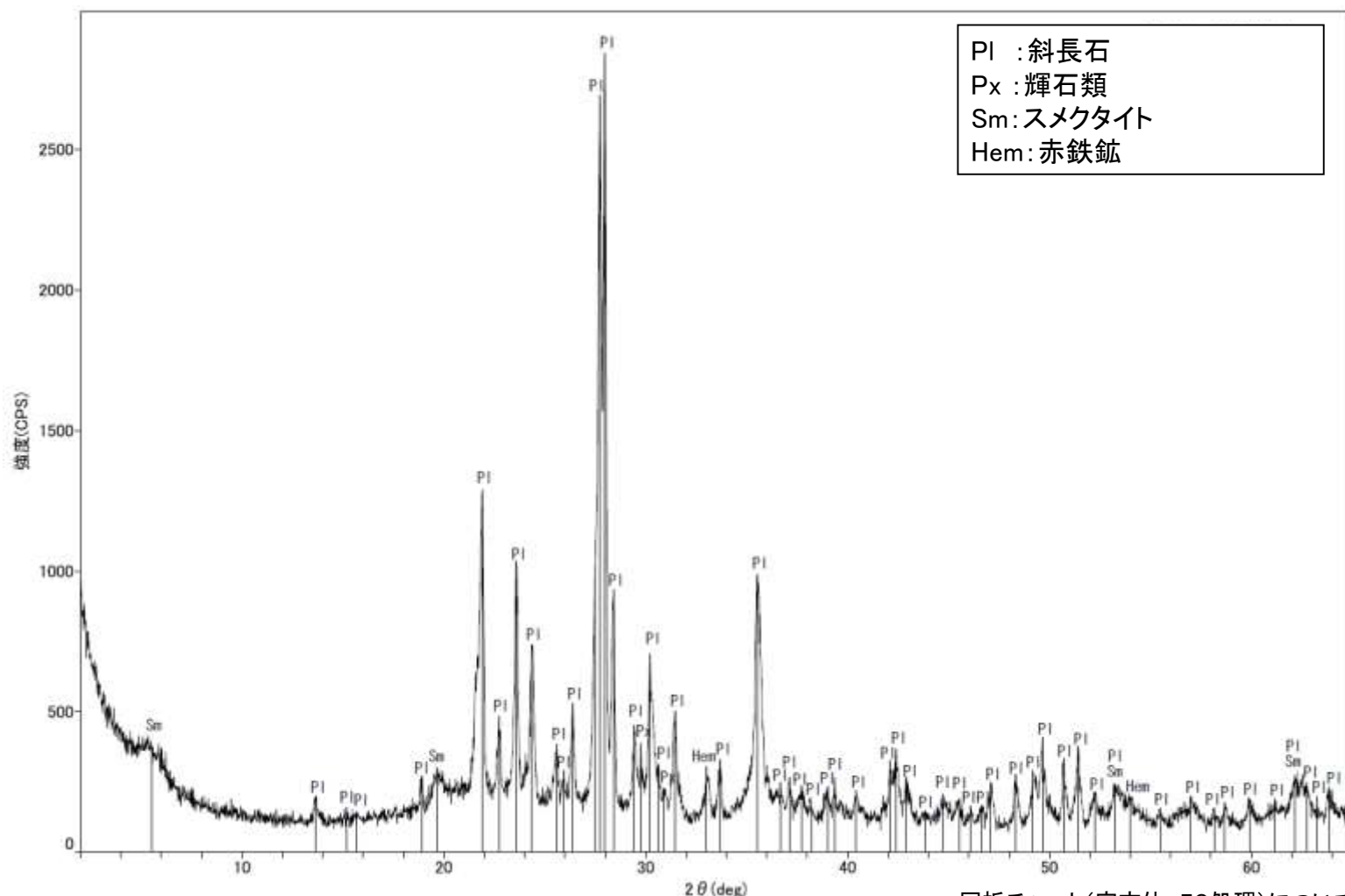
5.2.4 S-4 (2) E-8.50'''孔① — 鉱物の同定(XRD分析) —

○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。



- ◆ 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)

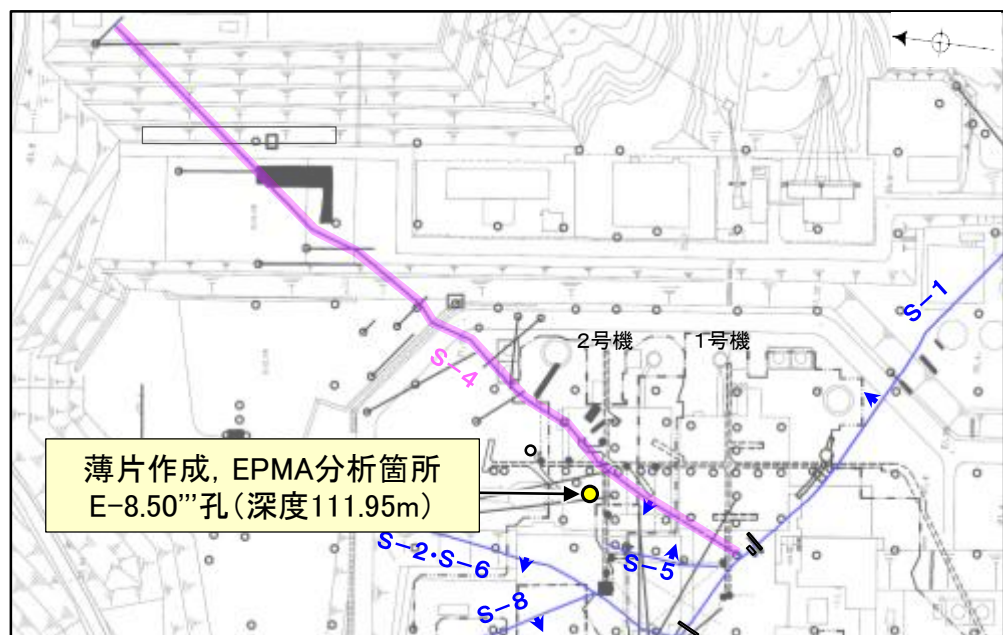
S-4試料の詳細検討結果は
補足資料5.2-2(2)P.5.2-2-31,38



Pl : 斜長石
Px : 輝石類
Sm : スメクタイト
Hem : 赤鉄鉱

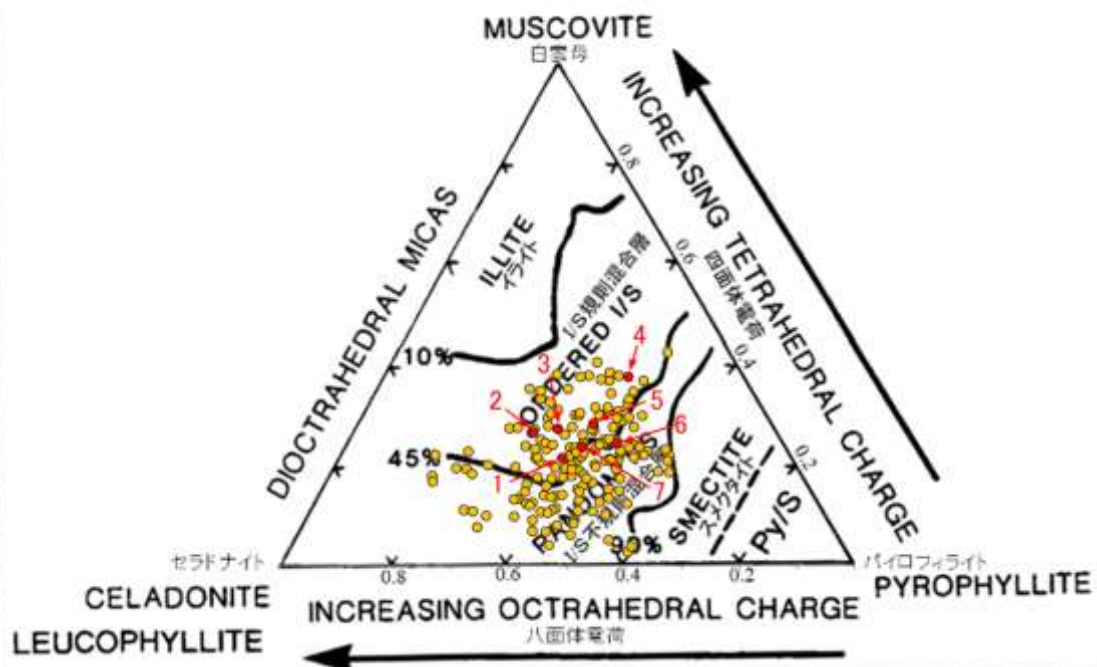
5.2.4 S-4 (2) E-8.50'''孔① — 鉱物の同定(EPMA分析(定量)) —

○薄片②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)

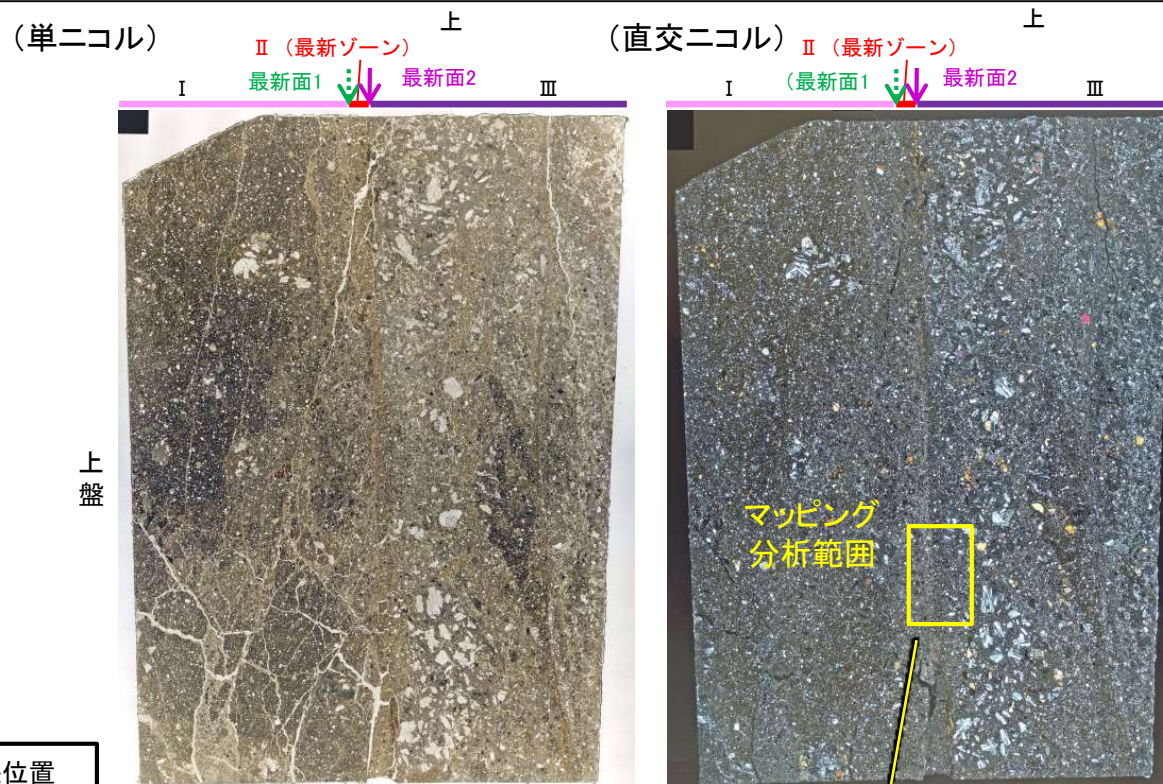
調査位置図



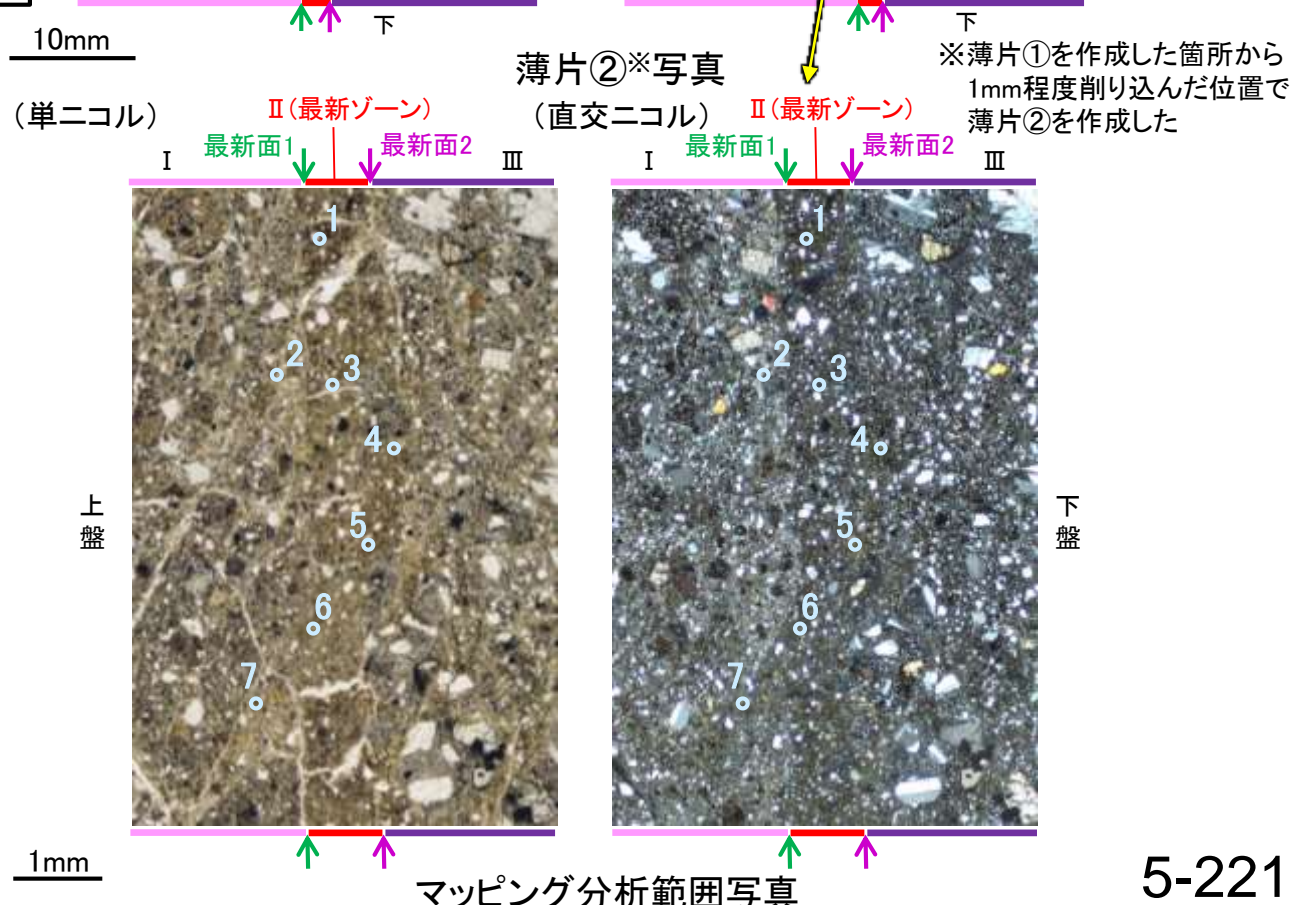
・詳細は補足資料5.2-2(3)P.5.2-2-80

- 分析値(S-4 E-8.50'''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)



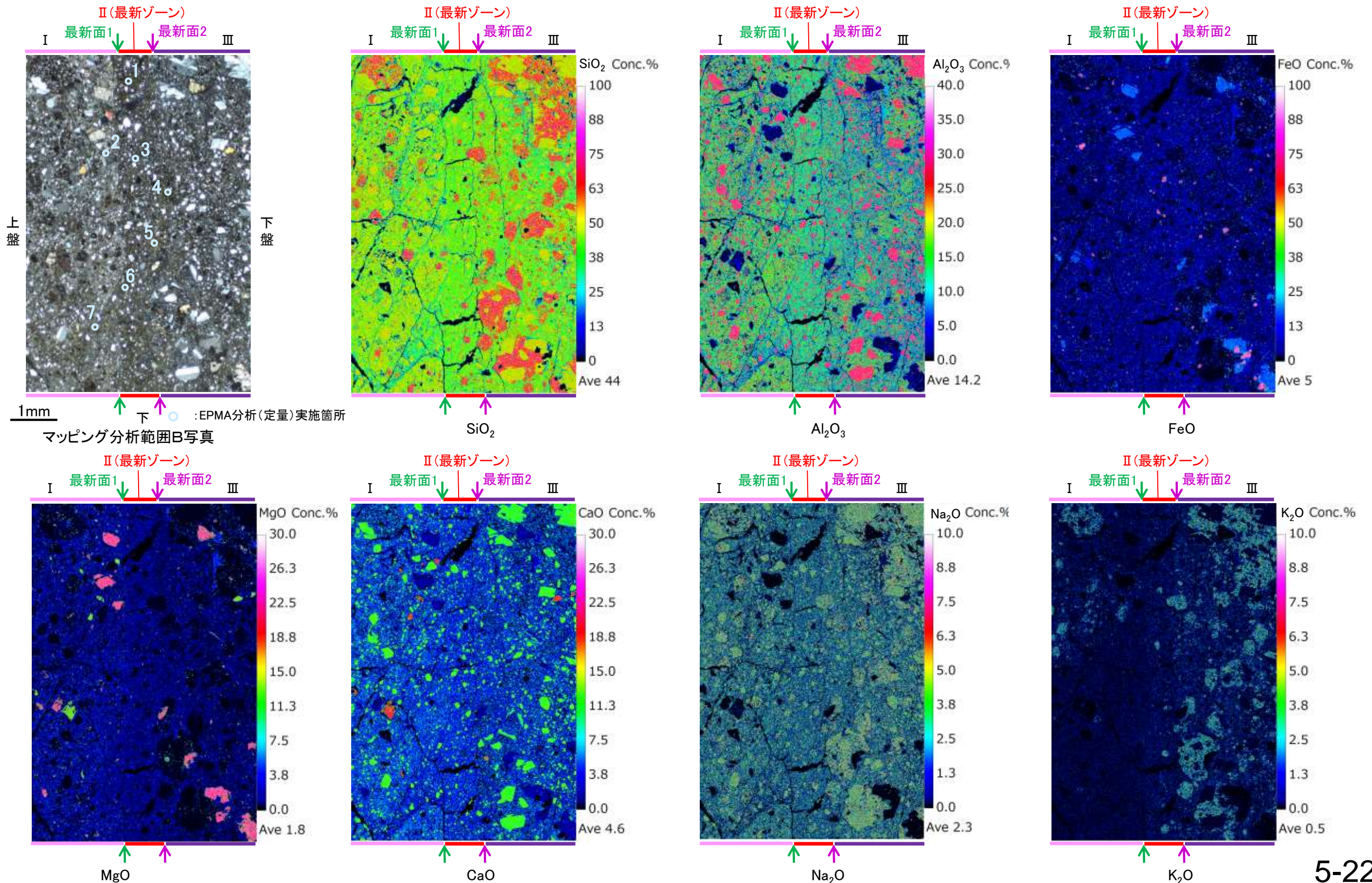
←… : 延長位置



マッピング分析範囲写真

5.2.4 S-4 (2) E-8.50'''孔① –変質鉱物の分布(EPMA分析(マッピング))–

○薄片②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。



5.2.4 S-4 (2) E-8.50'''孔① —変質鉱物の分布(薄片観察)—

- 薄片①で実施した薄片観察や、薄片②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。



薄片①写真(E-8.50'''_131R)

◀… : 延長位置

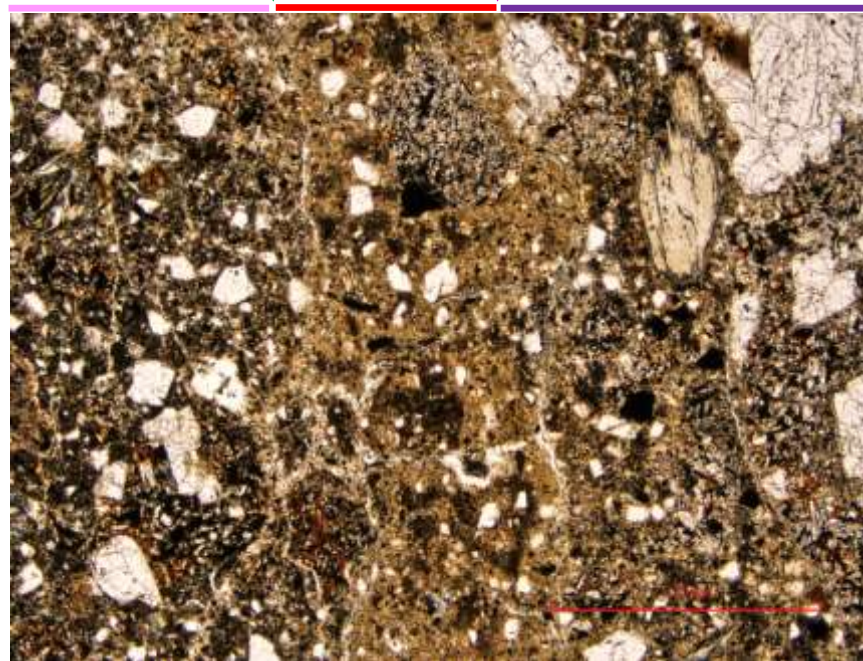
5.2.4 S-4 (2) E-8.50''孔① —最新面とI/S混合層との関係(範囲A)—

○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。

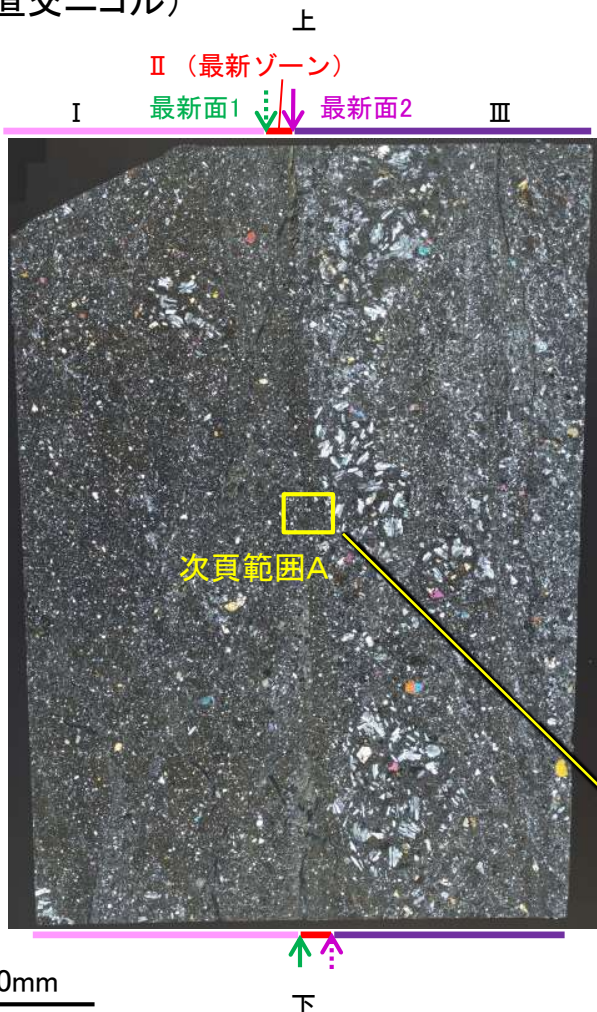
○なお、不連続箇所においてI/S混合層生成以降の注入現象の有無を確認した結果、弓状構造や粒子の配列などの注入の痕跡は認められない。

○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) ↓ 上 最新面2 III

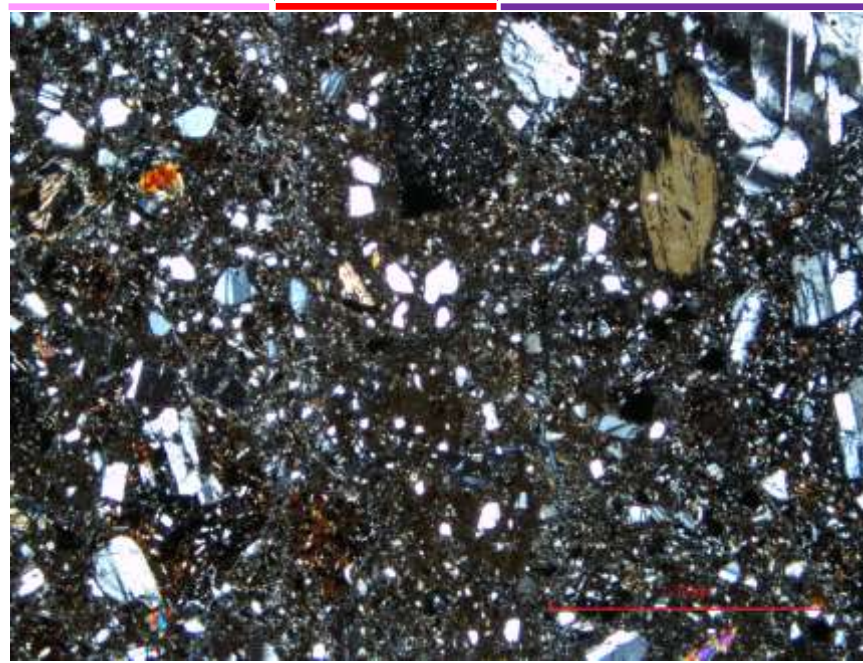


(直交ニコル)



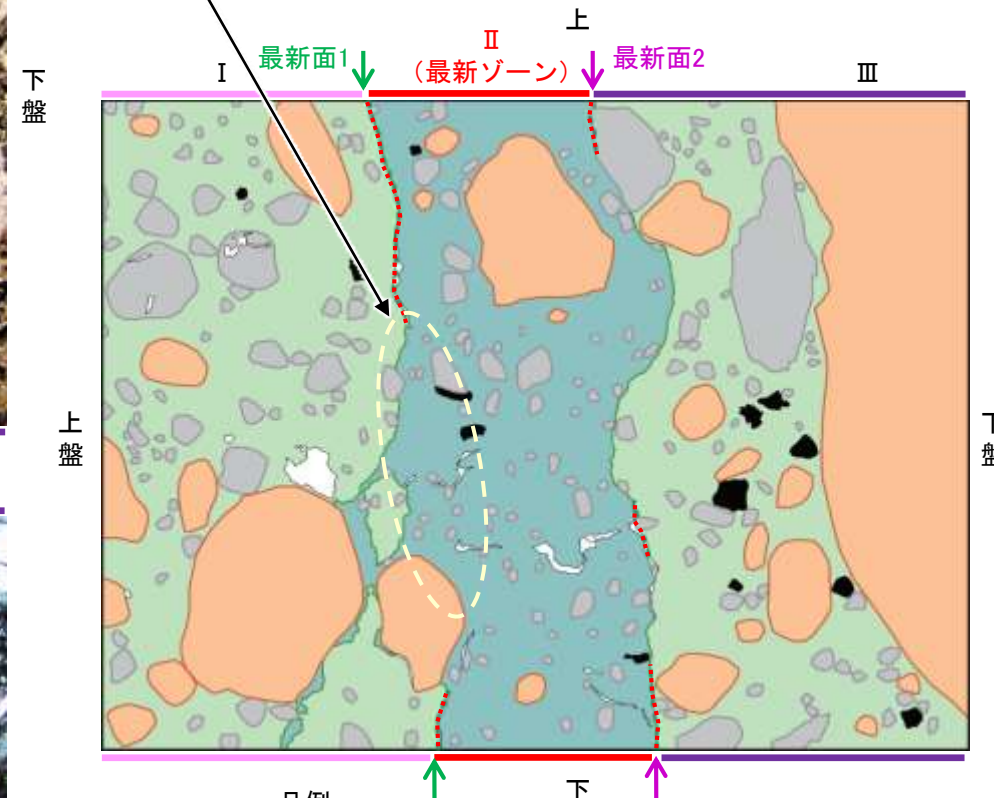
薄片①写真(E-8.50''_131R)

上盤
下盤
(直交ニコル) I 最新面1 ↓ (最新ゾーン) ↓ 上 最新面2 III
上盤
下



1mm
下
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。



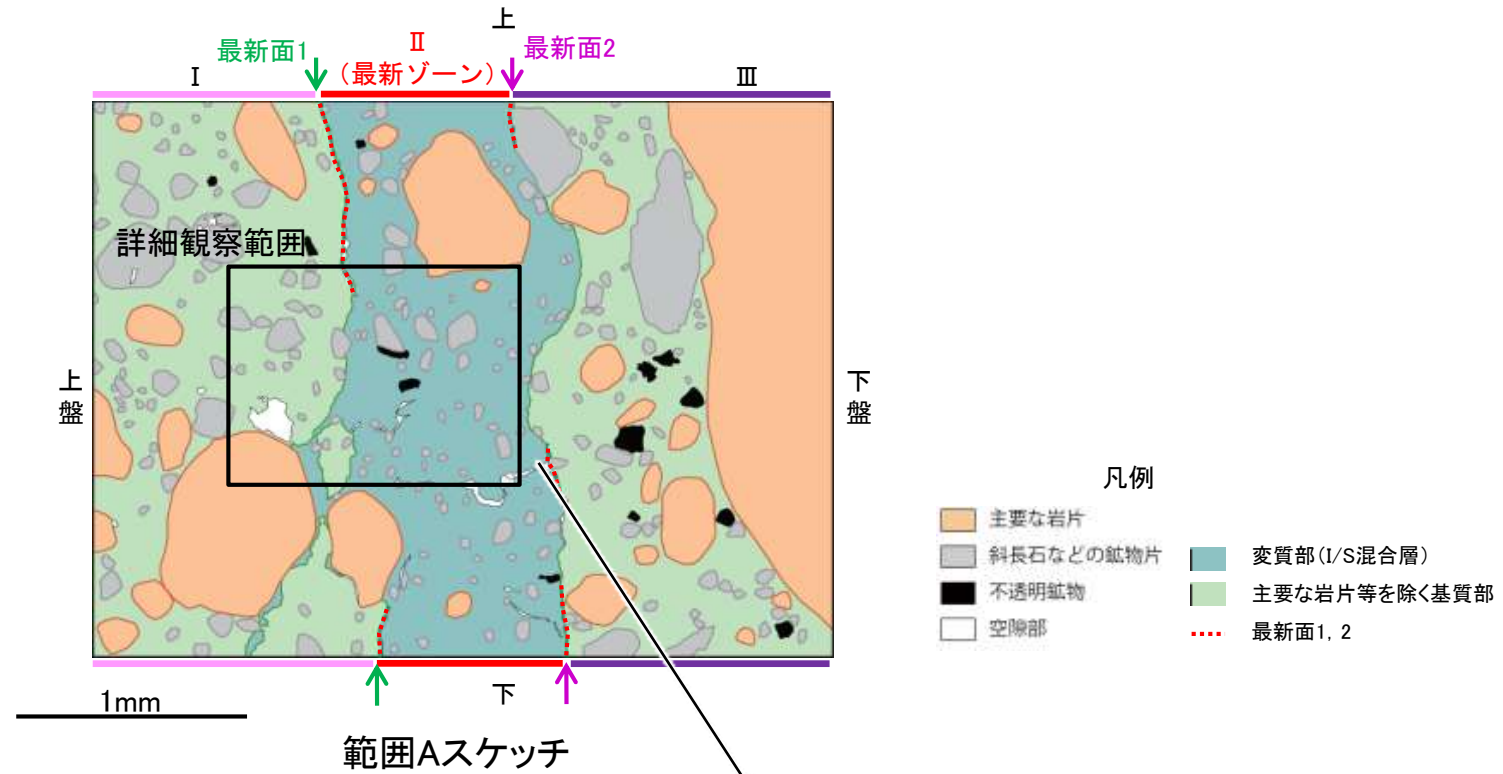
- 凡例
- 主要な岩片
 - 斜長石などの鉱物片
 - 不透明鉱物
 - 空隙部
 - 変質部(I/S混合層)
 - 主要な岩片等を除く基質部
 - 最新面1, 2

範囲Aスケッチ

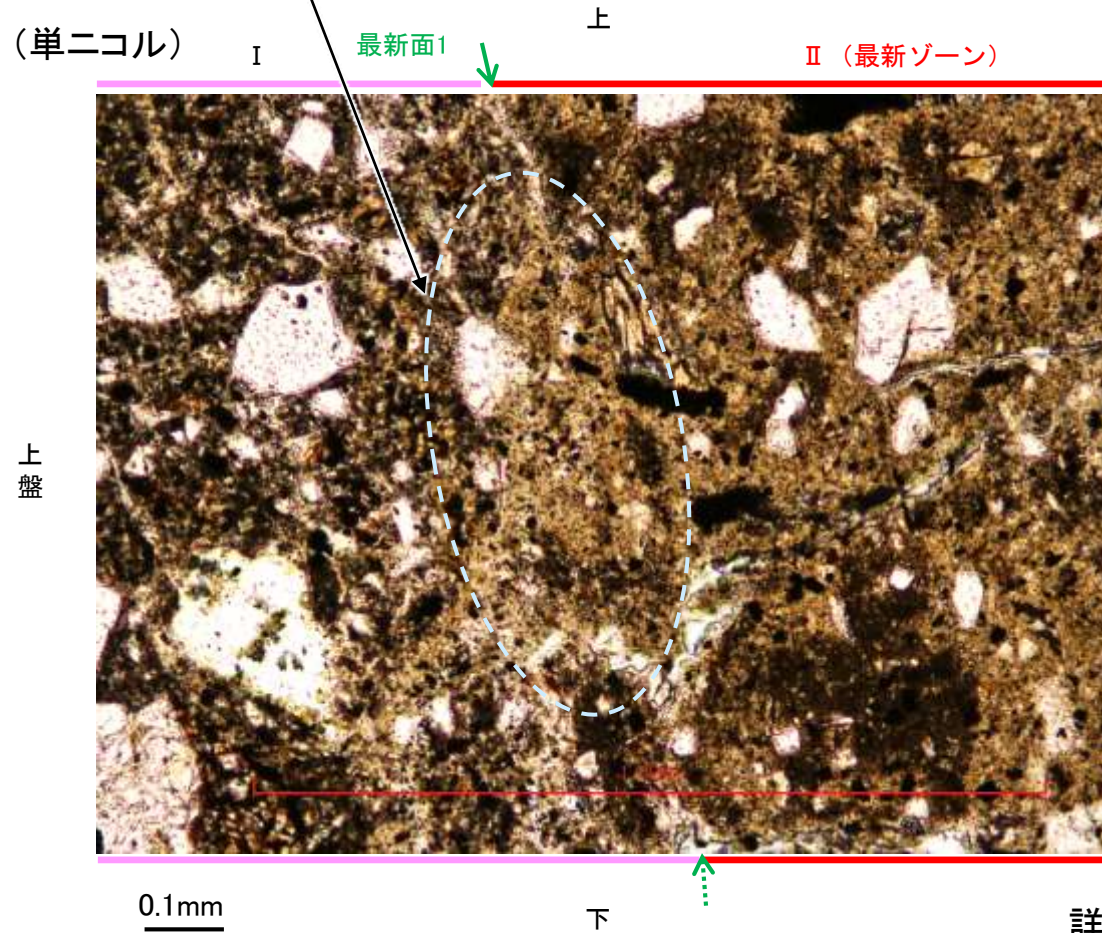
←… : 延長位置

S-4_ E-8.50'''孔①

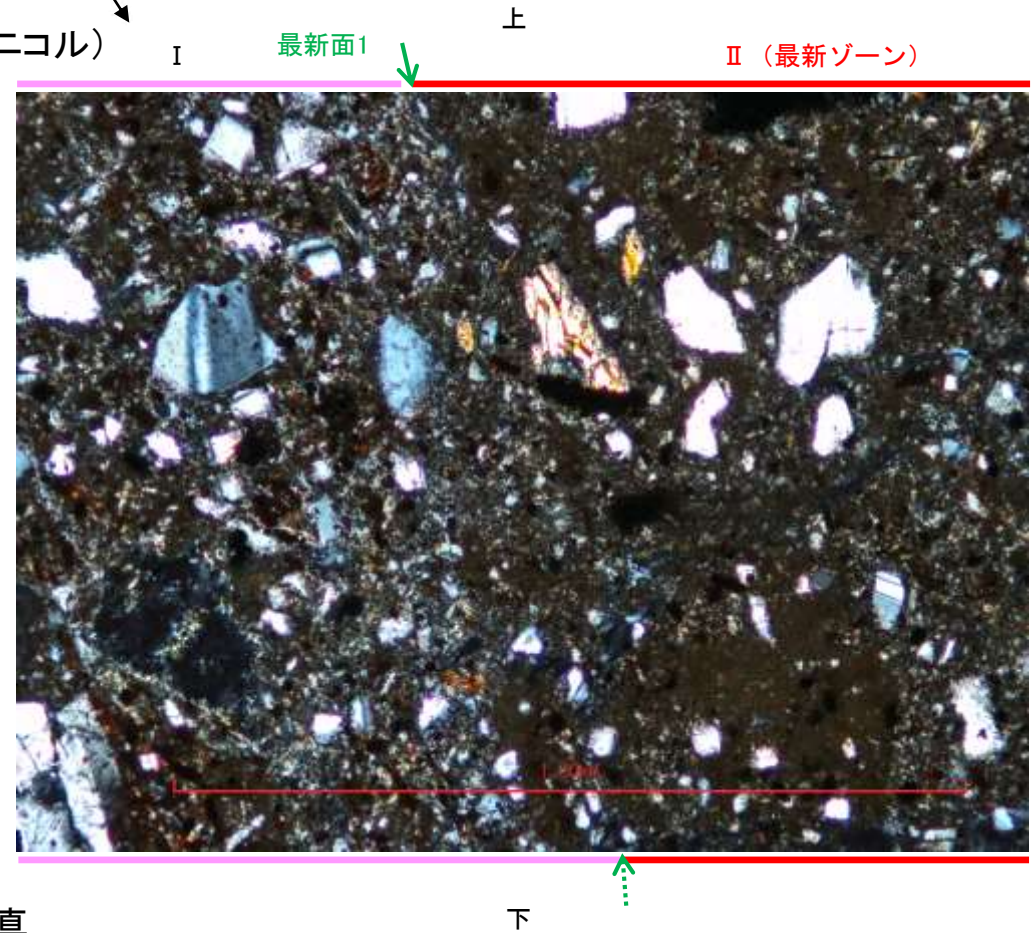
【詳細観察(範囲A, 最新面1)】



・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。



詳細観察範囲写真

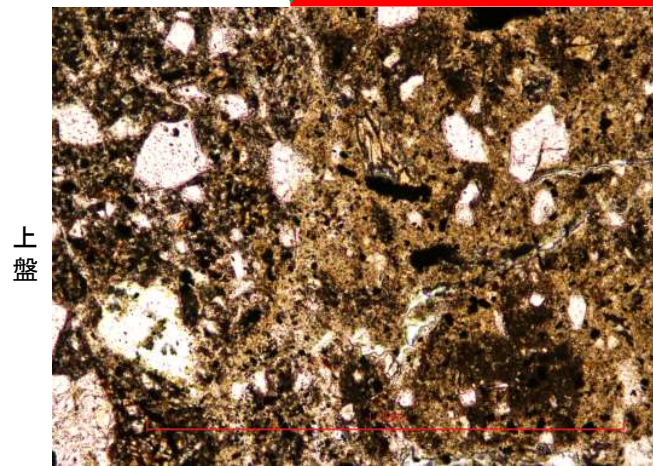


S-4_E-8.50'''孔①

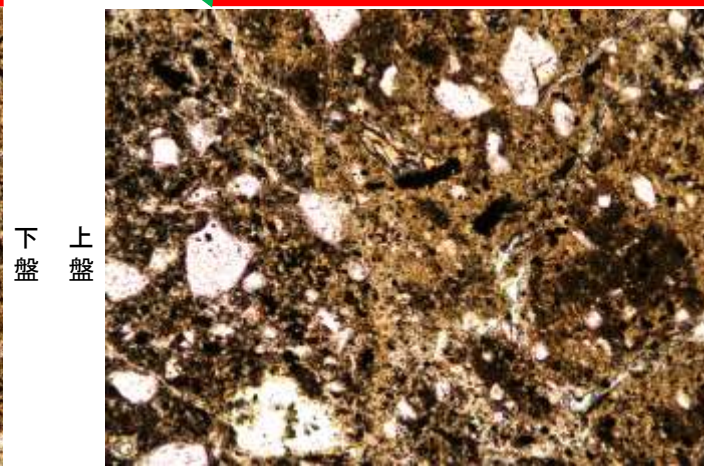
【ステージ回転(範囲A, 最新面1)】

(単ニコル)

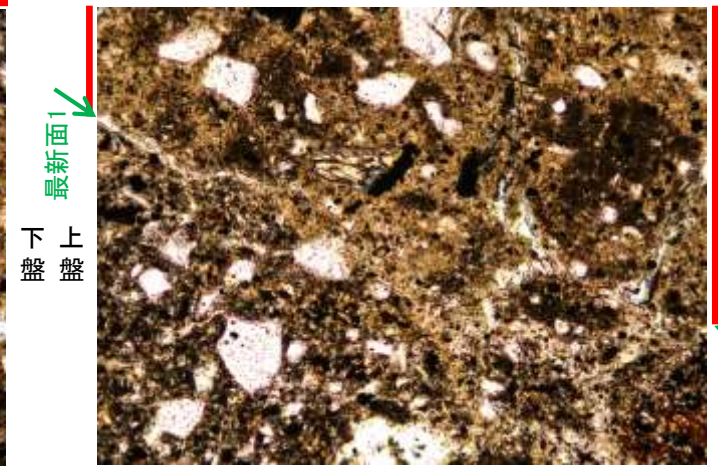
最新面1 ↓ II (最新ゾーン)



最新面1 ↓ II (最新ゾーン)

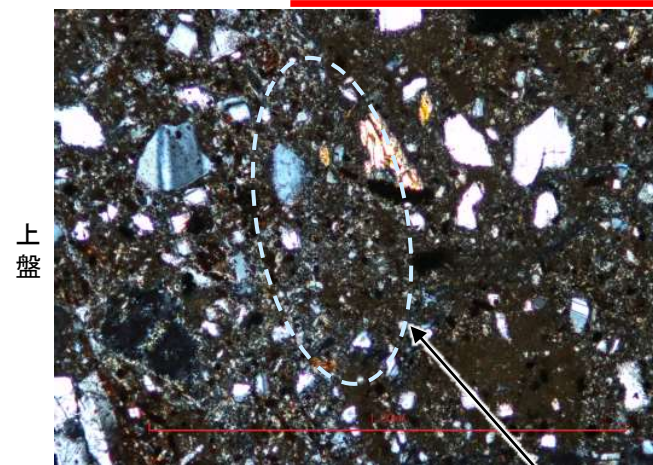


II (最新ゾーン)

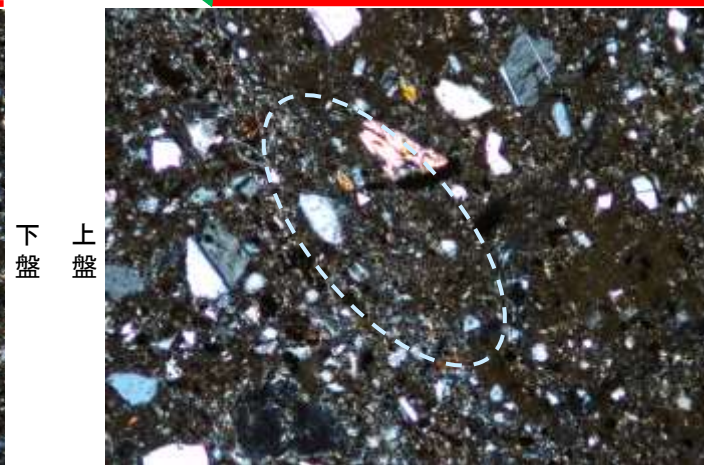


(直交ニコル)

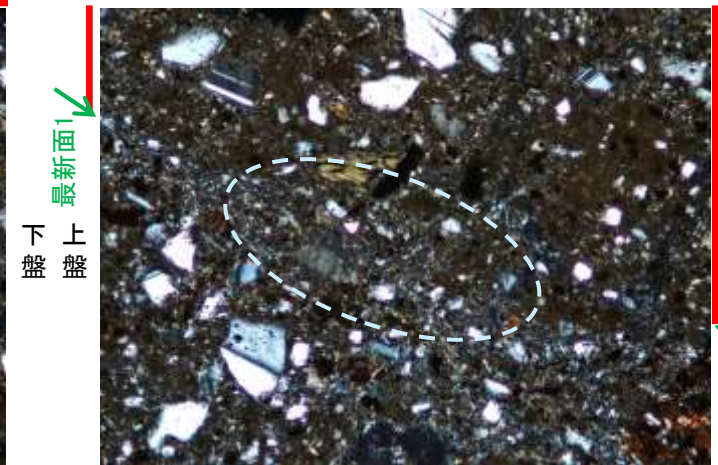
最新面1 ↓ II (最新ゾーン)



最新面1 ↓ II (最新ゾーン)



II (最新ゾーン)



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)に変位・変形(せん断面や引きずりなど)は認められない。
- ・注入の痕跡は認められない。

←... : 延長位置

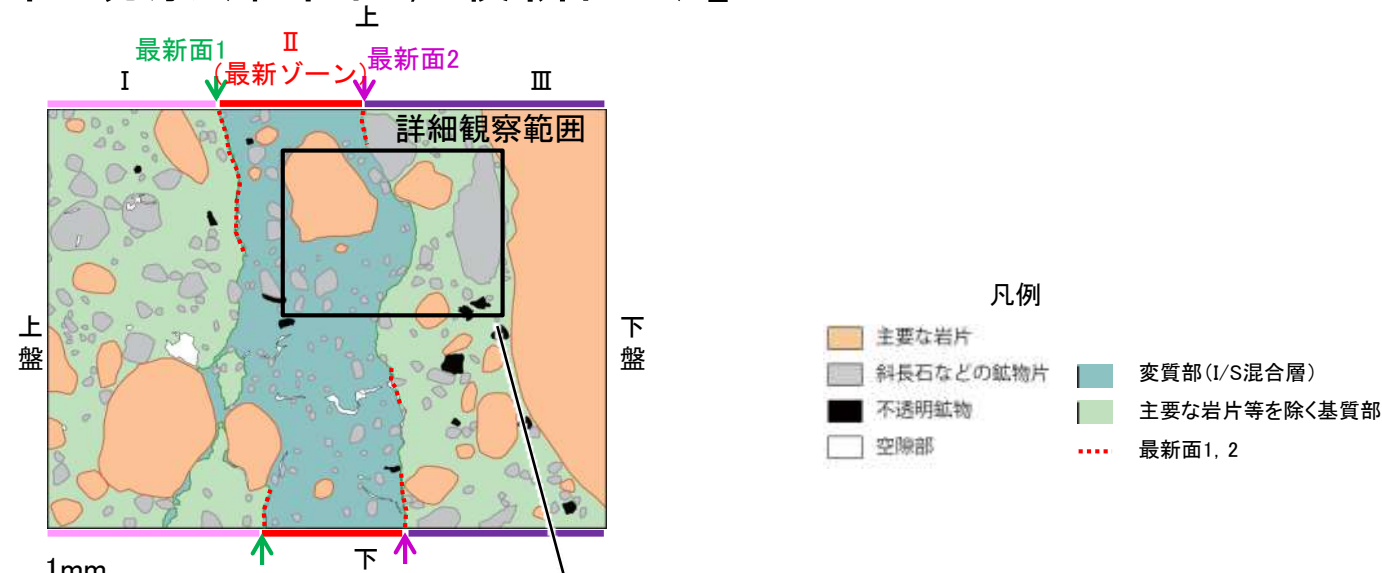
S-4_E-8.50'''孔①

○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、不連続箇所の変位・変形は認められない。

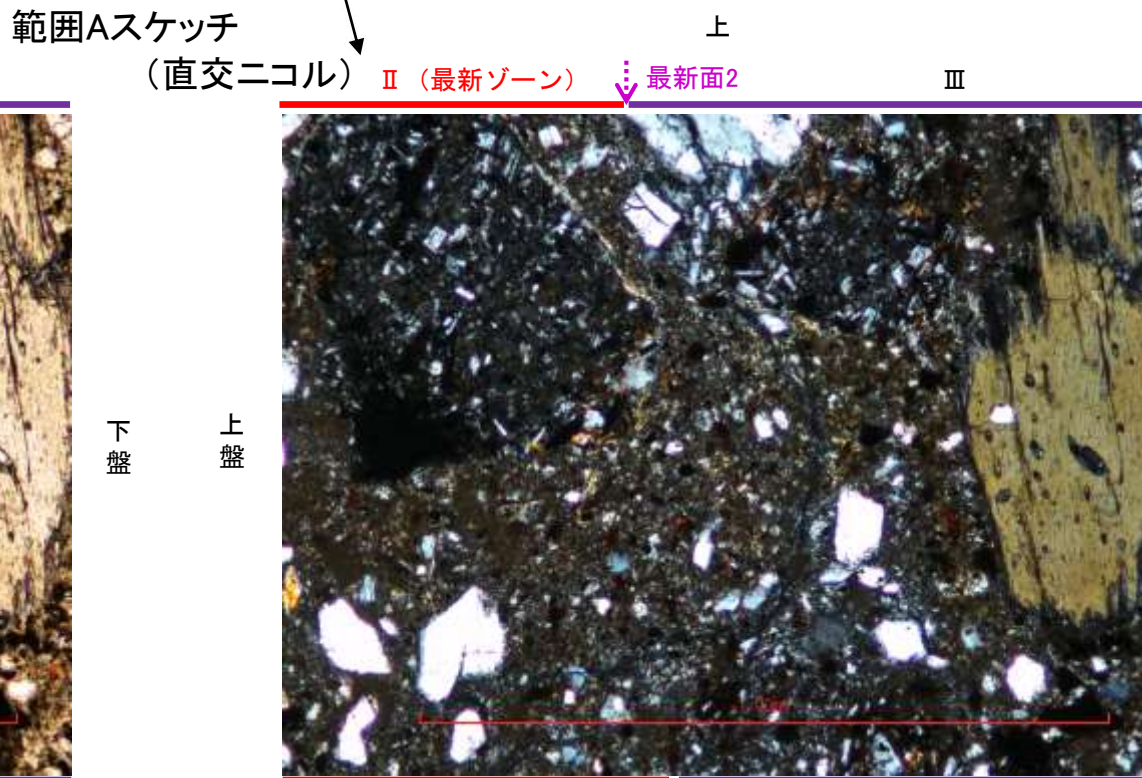
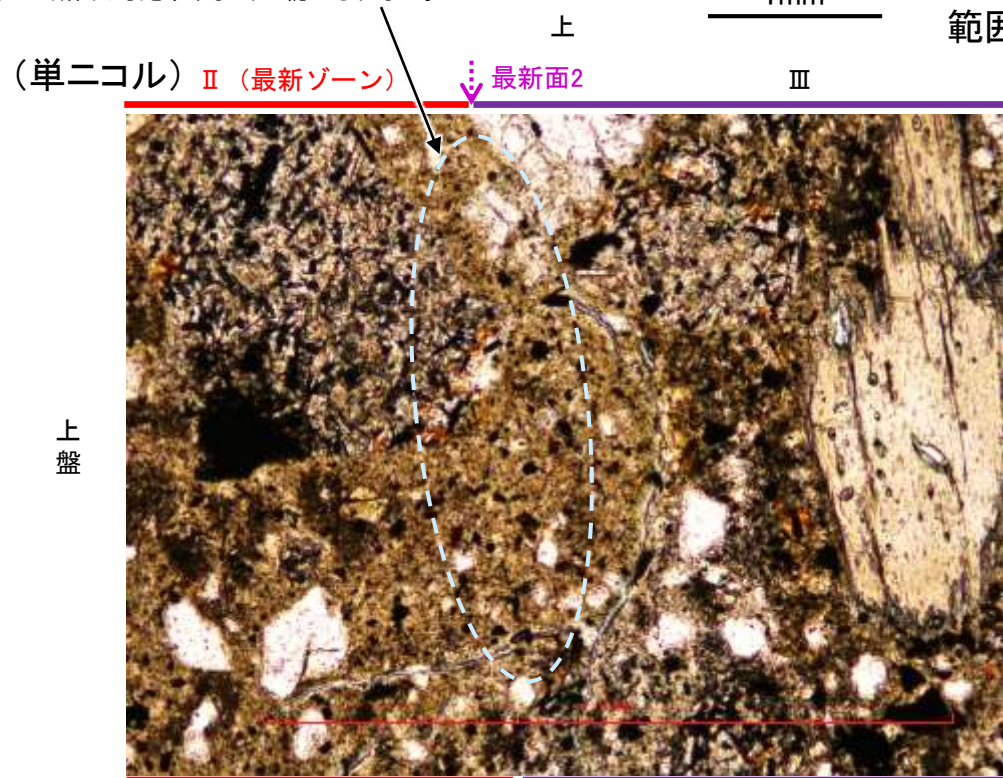
○ただし、第1回現地調査(2021.11.18,19)における「断層の最新面が不明瞭になっているものもあり、鉱物脈が明瞭に横断しているように見えない箇所がある」との指摘を踏まえ、範囲A(最新面2)の再観察を行った結果、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面2を明瞭に横断していないと判断した。

紫字: 第1073回審査会合以降の変更箇所

【詳細観察(範囲A, 最新面2)】



・不連続箇所の変位・変形(せん断面や引きずりなど)は認められない。



詳細観察範囲写真

0.1mm

5.2.4 S-4 (2) E-8.50'''孔② —最新面の認定(微視的観察)—

- 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～暗灰色, 直交ニコルで灰～暗灰色の干渉色を呈する凝灰岩からなる。径7mm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, 直交ニコルで灰～暗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。岩片は垂角～垂円形, 鉱物片は角～垂角形である。基質中や割れ目に粘土鉱物が生成している。

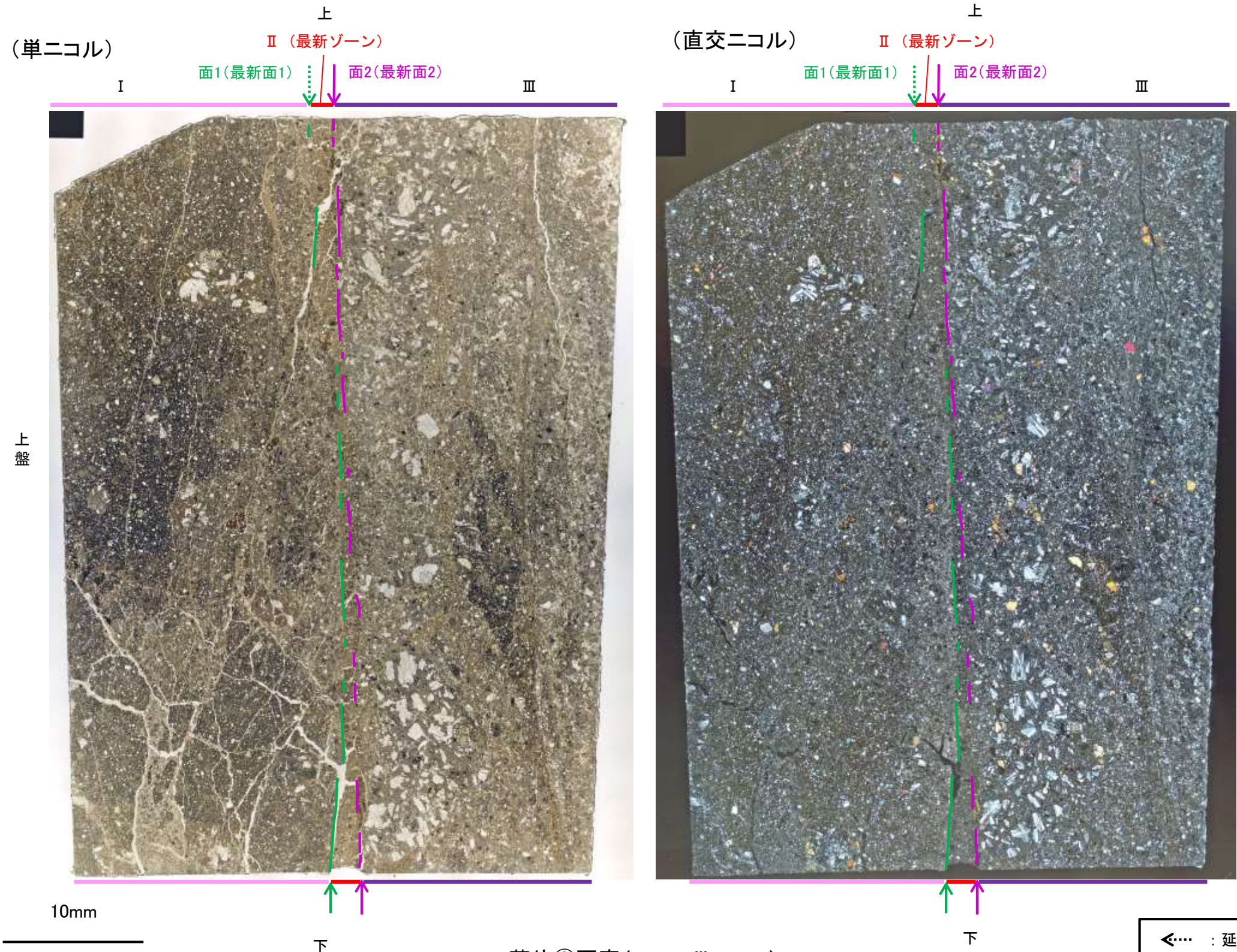
Ⅲ: 単ニコルで褐灰～灰色, 直交ニコルで灰～暗灰色の干渉色を呈する火山礫凝灰岩からなる。径16mm以下の岩片や鉱物片が細粒な基質中に含まれる。岩片, 鉱物片は角～垂円形である。一部の基質中に粘土鉱物が生成している。

←… : 延長位置

薄片②写真(E-8.50'''_131R)

S-4_E-8.50'''孔②

【解釈線あり】



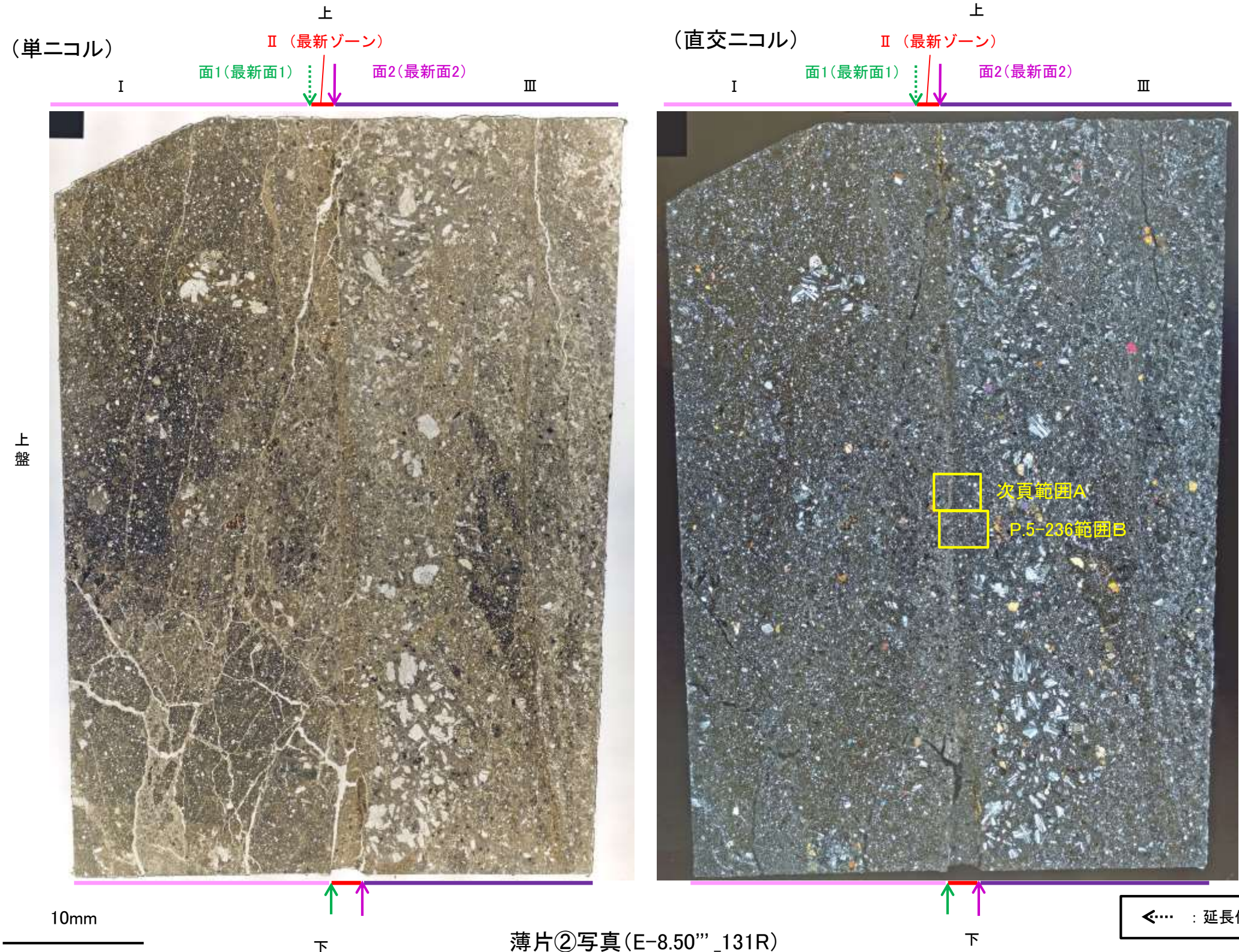
10mm

薄片②写真(E-8.50'''_131R)

←… : 延長位置

5.2.4 S-4 (2) E-8.50'''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。

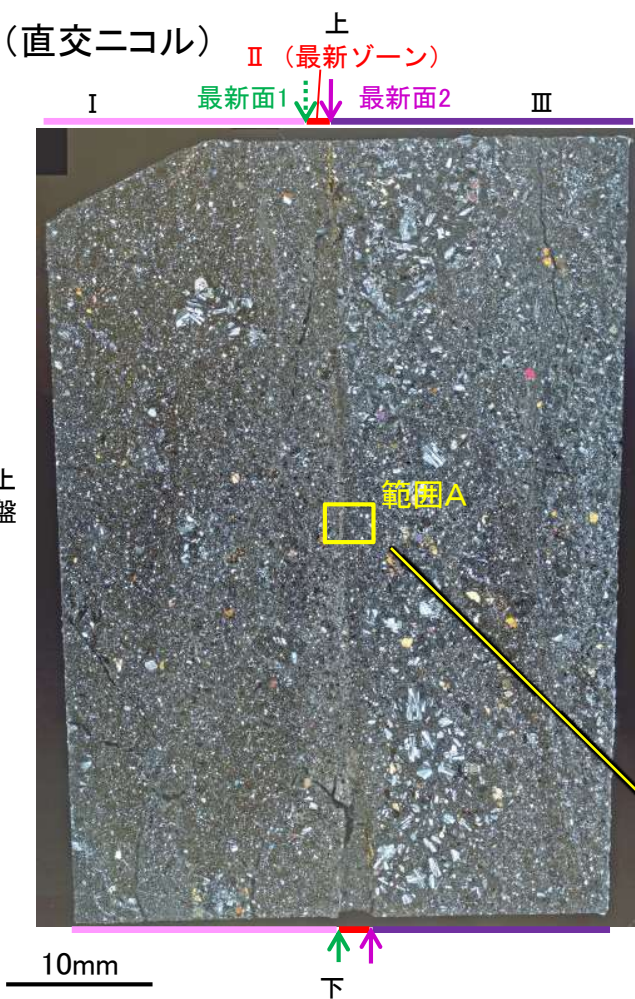
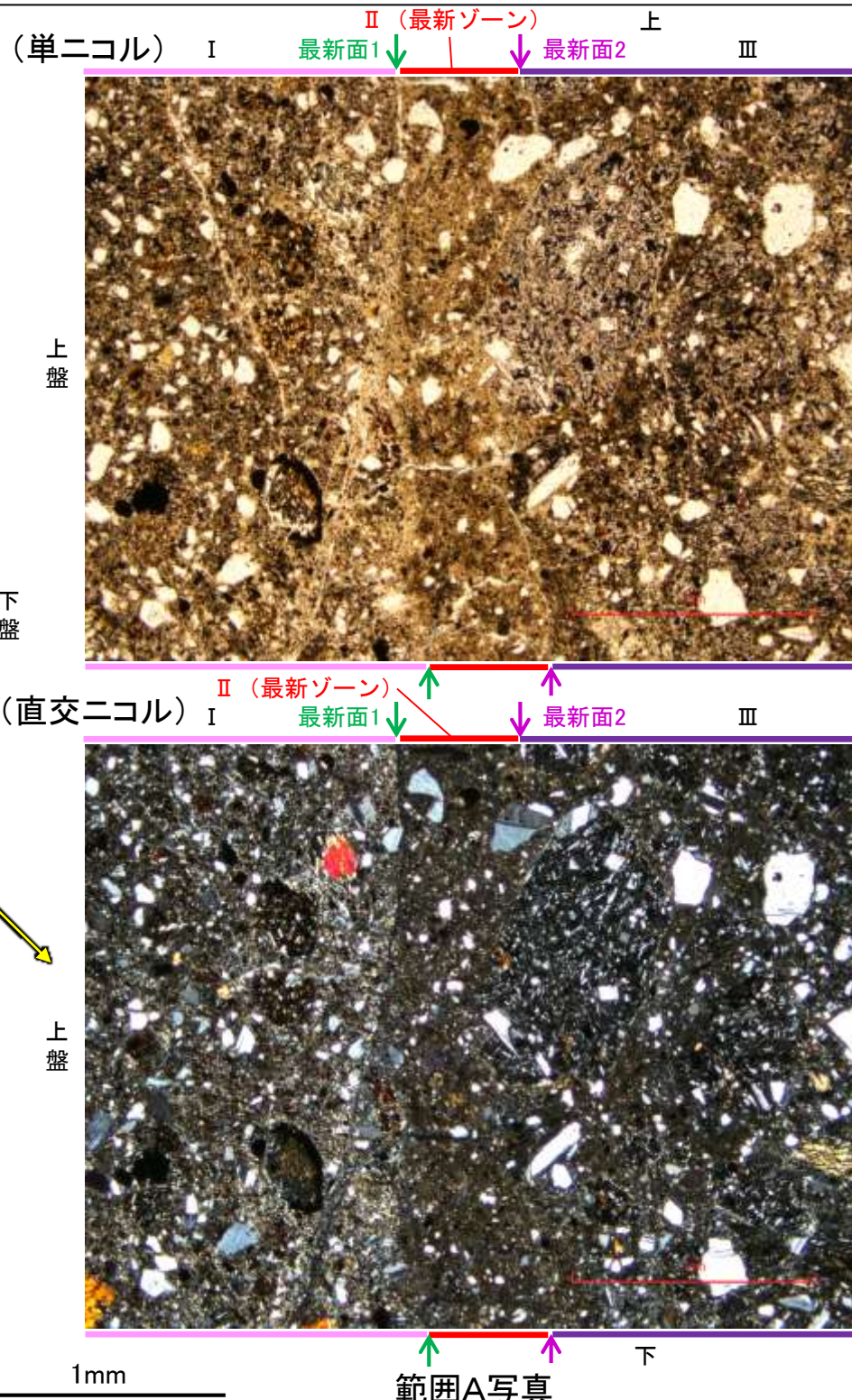


5.2.4 S-4 (2) E-8.50''孔② —最新面とI/S混合層との関係(範囲A)—

○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。

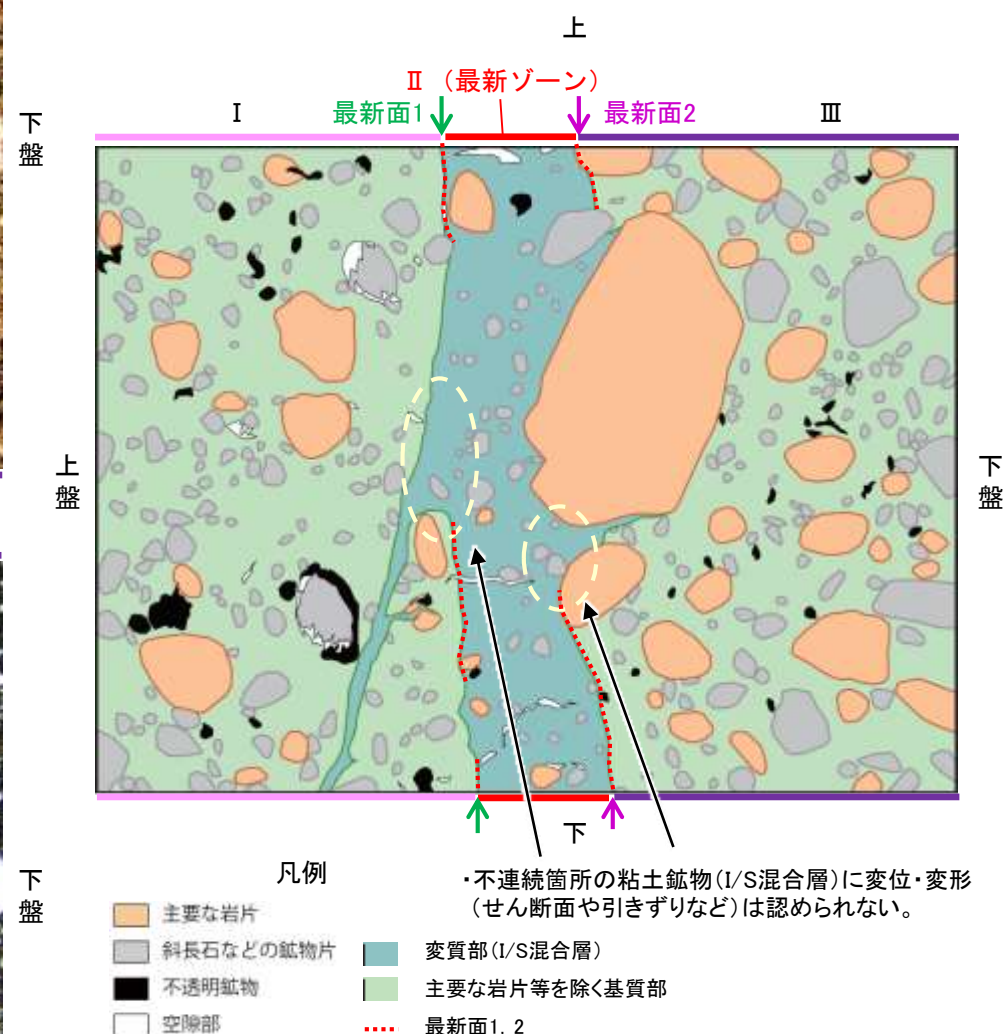
○なお、不連続箇所においてI/S混合層生成以降の注入現象の有無を確認した結果、弓状構造や粒子の配列などの注入の痕跡は認められない。

○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。



薄片②写真(E-8.50''_131R)

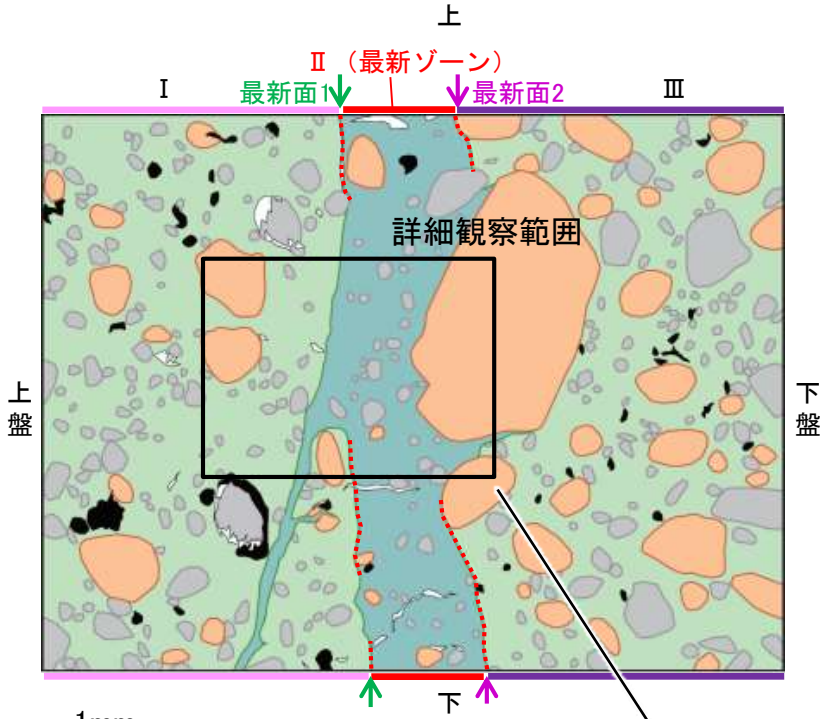
←… : 延長位置



範囲Aスケッチ

S-4_E-8.50'''孔②

【詳細観察(範囲A, 最新面1)】

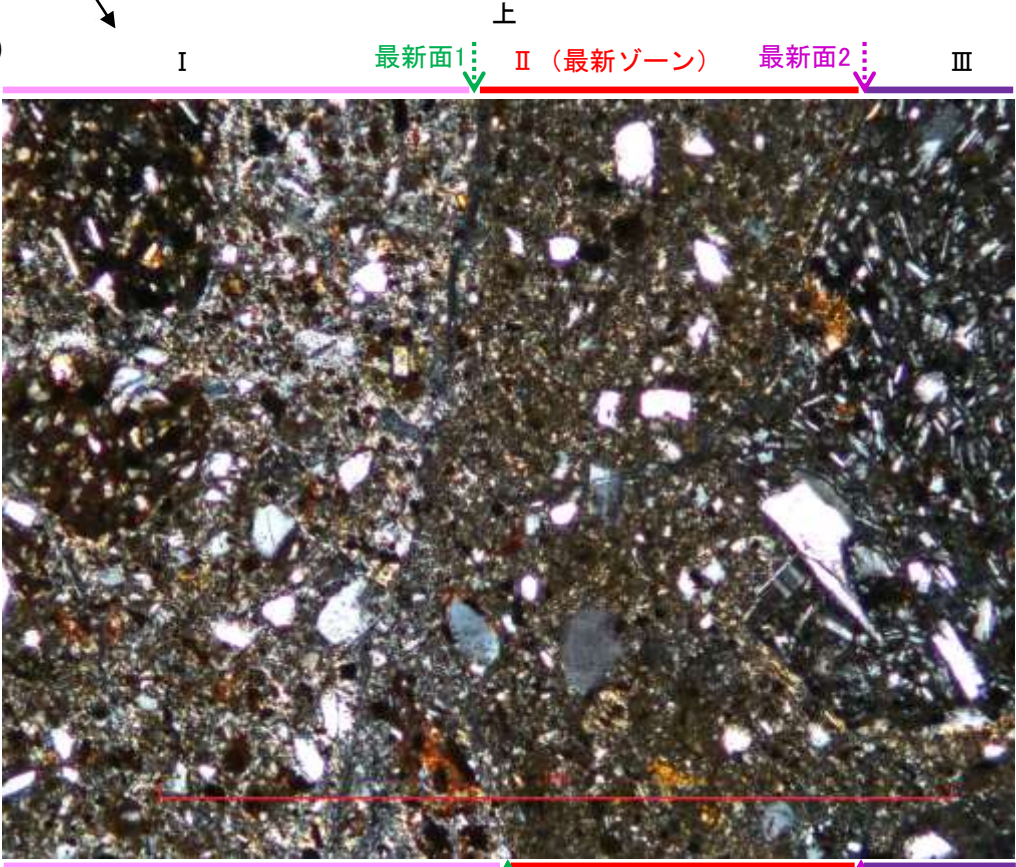
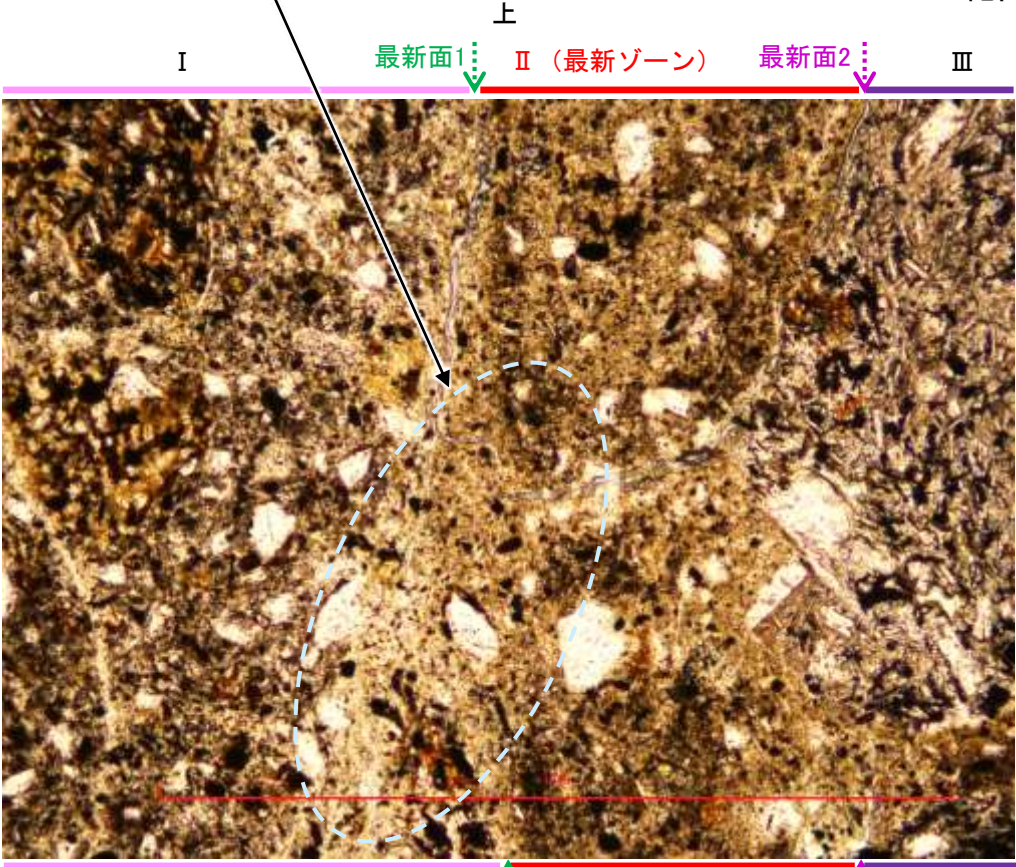


・不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形(せん断面や引きずりなど)は認められない。

←…… : 延長位置

(単ニコル)

(直交ニコル)

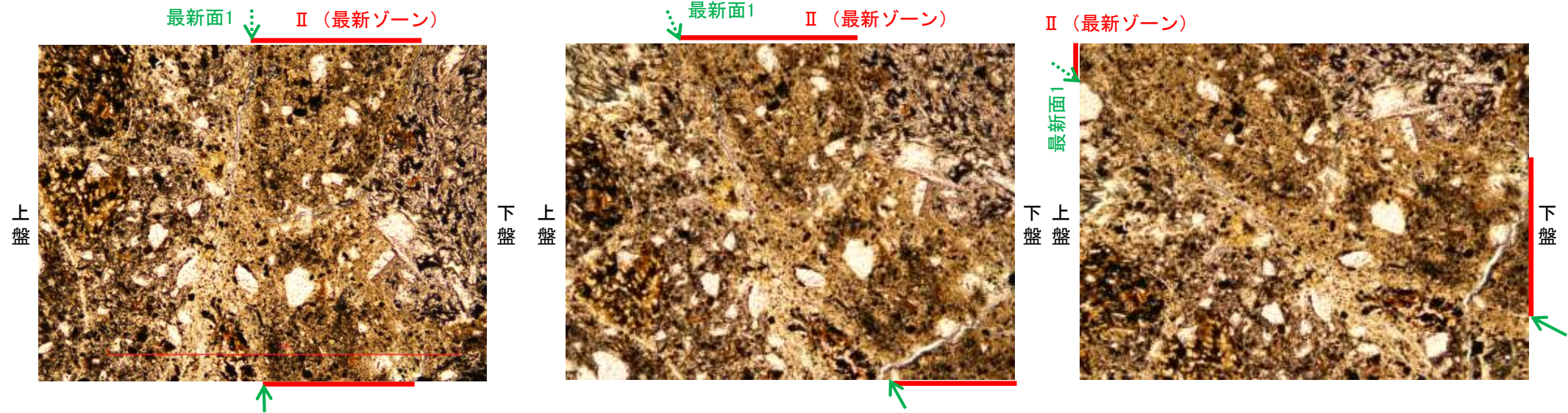


詳細観察範囲写真

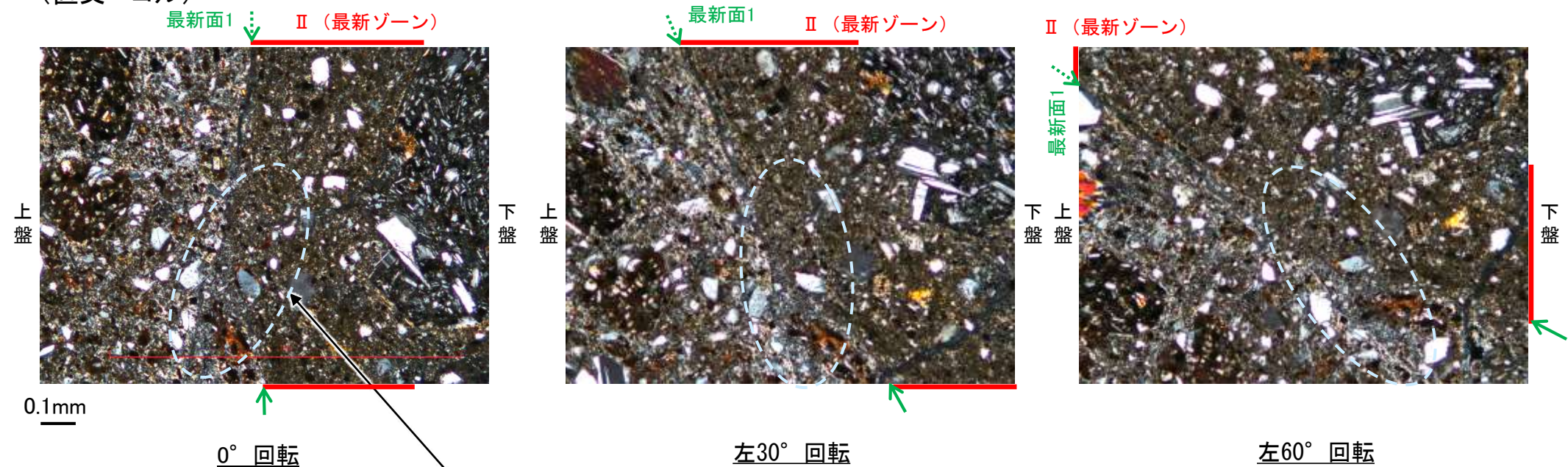
S-4_E-8.50'''孔②

【ステージ回転(範囲A, 最新面1)】

(単ニコル)



(直交ニコル)



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

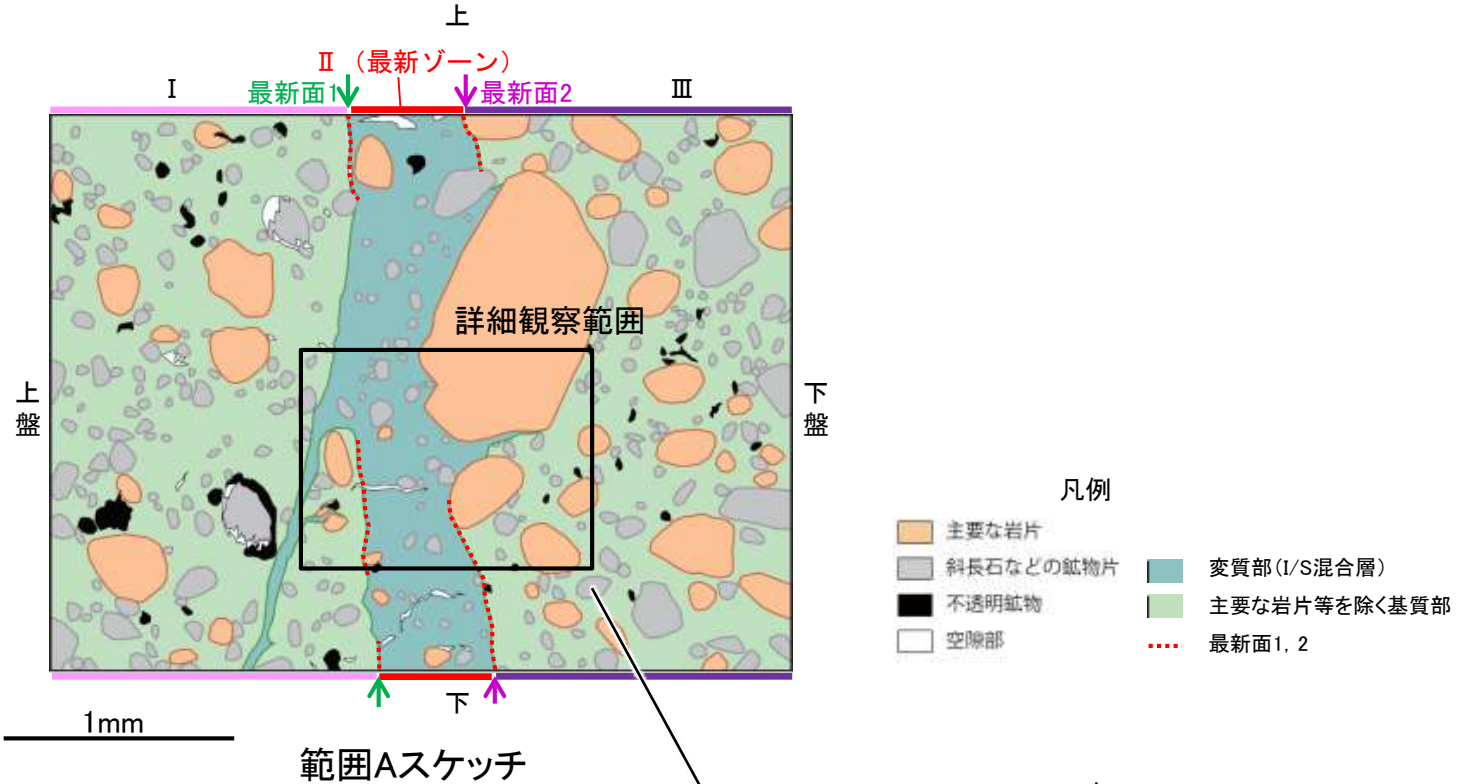
注入現象の事例
(関西電力株式会社, 2016)

・不連続箇所(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。
・注入の痕跡は認められない。

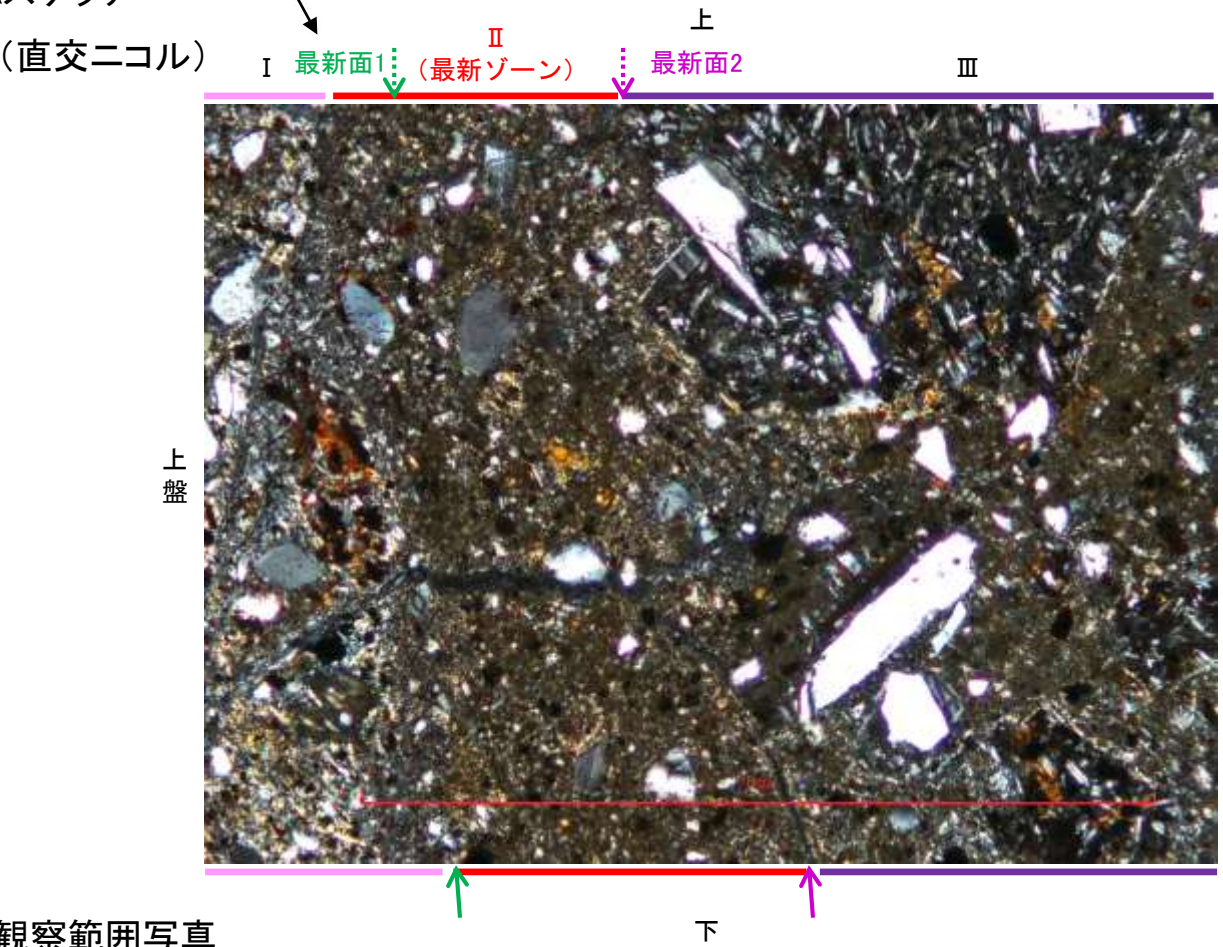
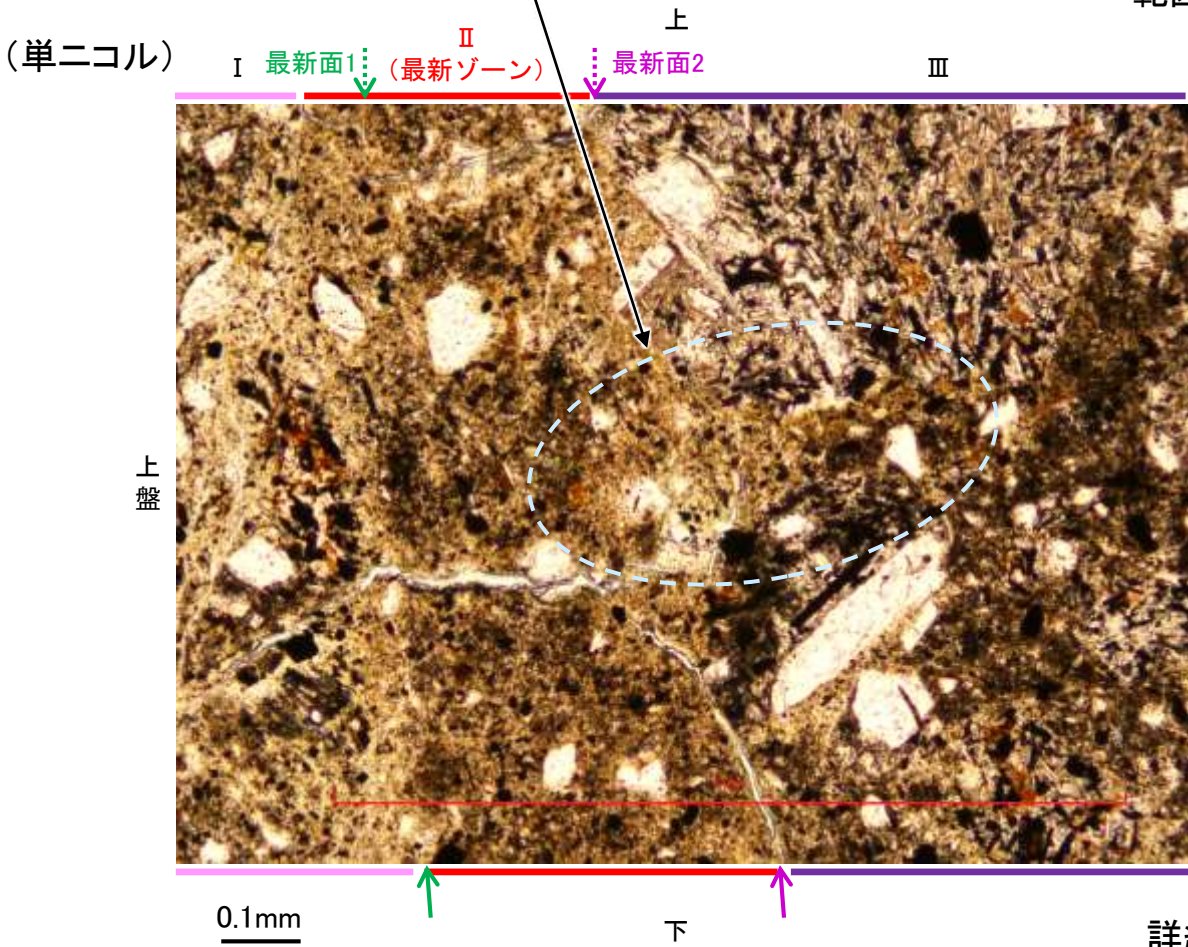
←… : 延長位置

S-4_E-8.50'''孔②

【詳細観察(範囲A, 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。



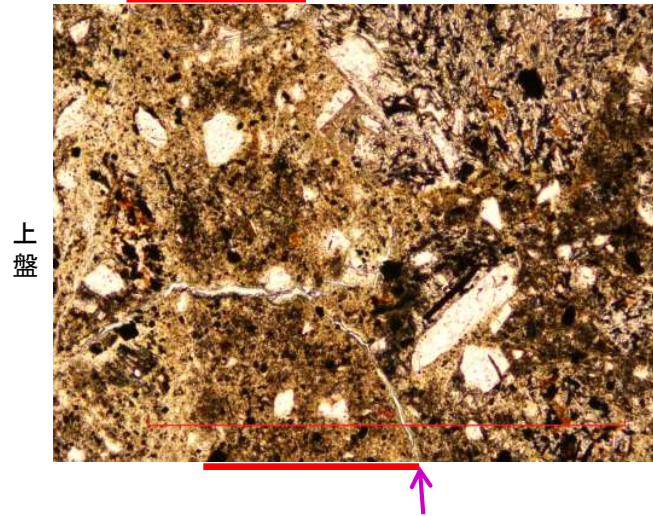
詳細観察範囲写真

S-4_E-8.50'''孔②

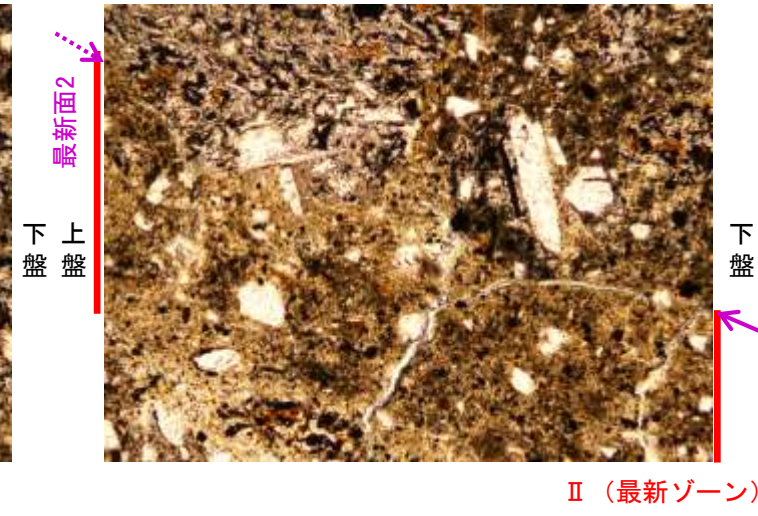
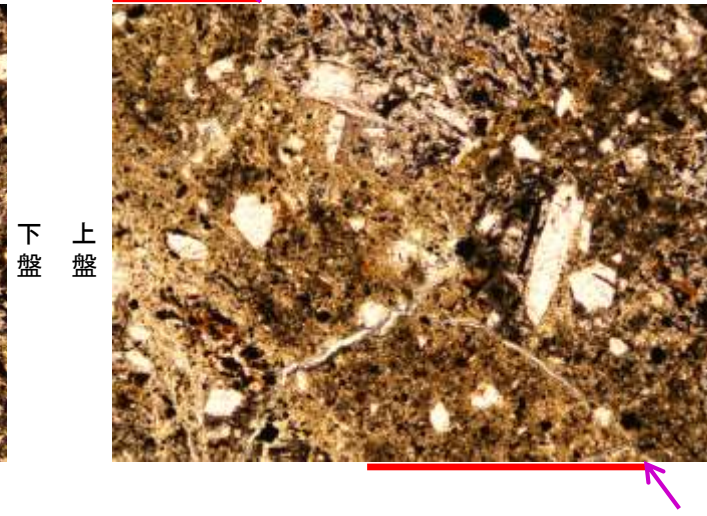
【ステージ回転(範囲A, 最新面2)】

(単ニコル)

II (最新ゾーン) ↓ 最新面2



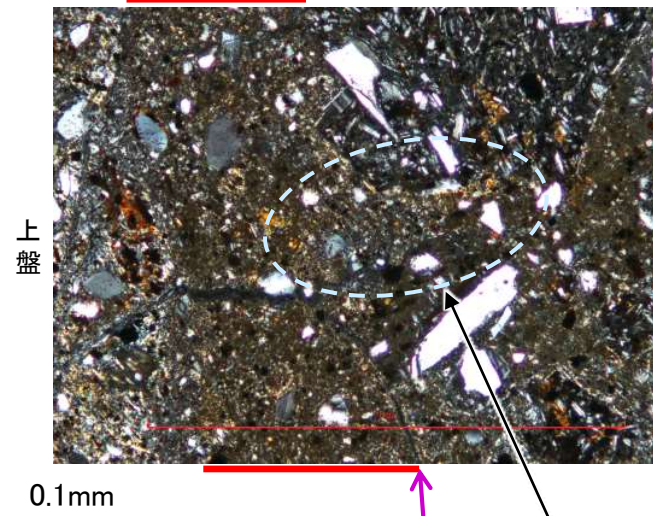
II (最新ゾーン) ↓ 最新面2



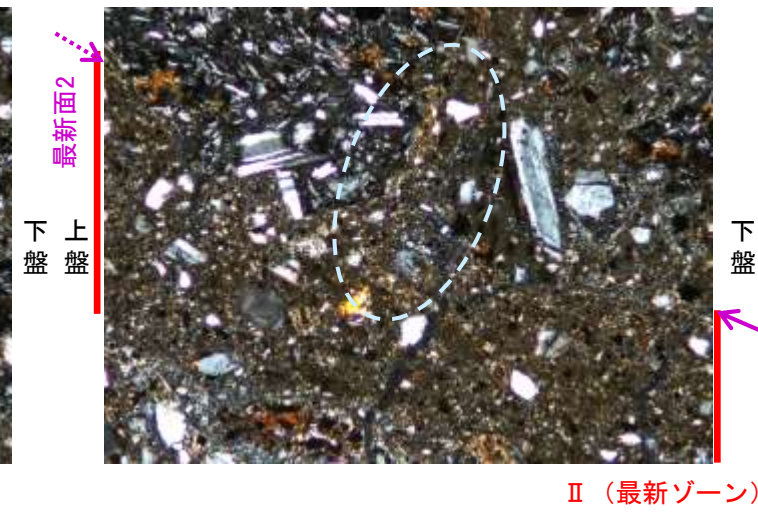
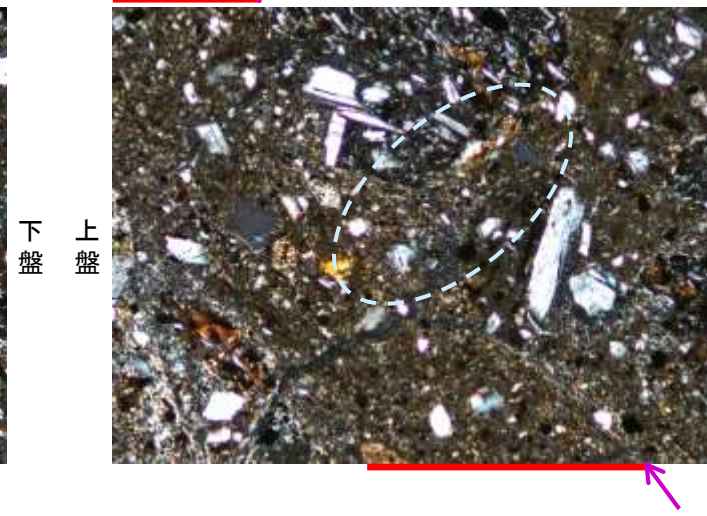
II (最新ゾーン)

(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



II (最新ゾーン)

0° 回転

左30° 回転

左60° 回転

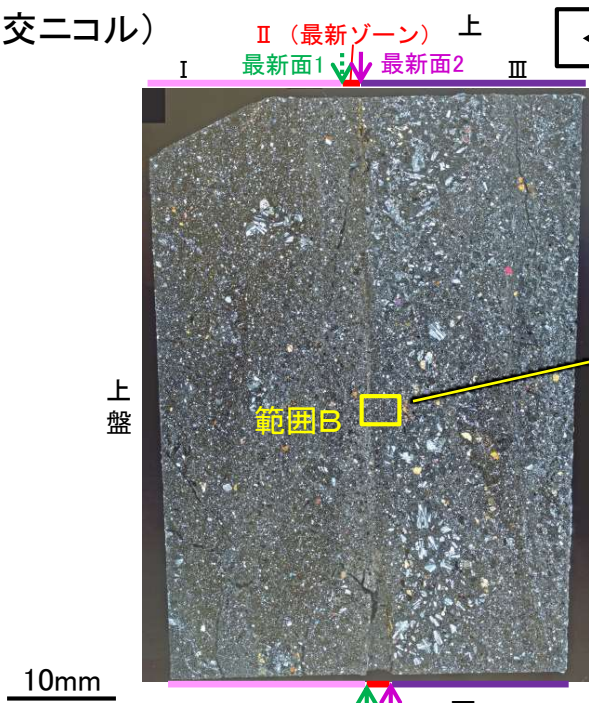
- ・不連続箇所(粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形(せん断面や引きずりなど)は認められない。
- ・注入の痕跡は認められない。

← : 延長位置

5.2.4 S-4 (2) E-8.50'''孔② — 最新面とI/S混合層との関係(範囲B) —

○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。

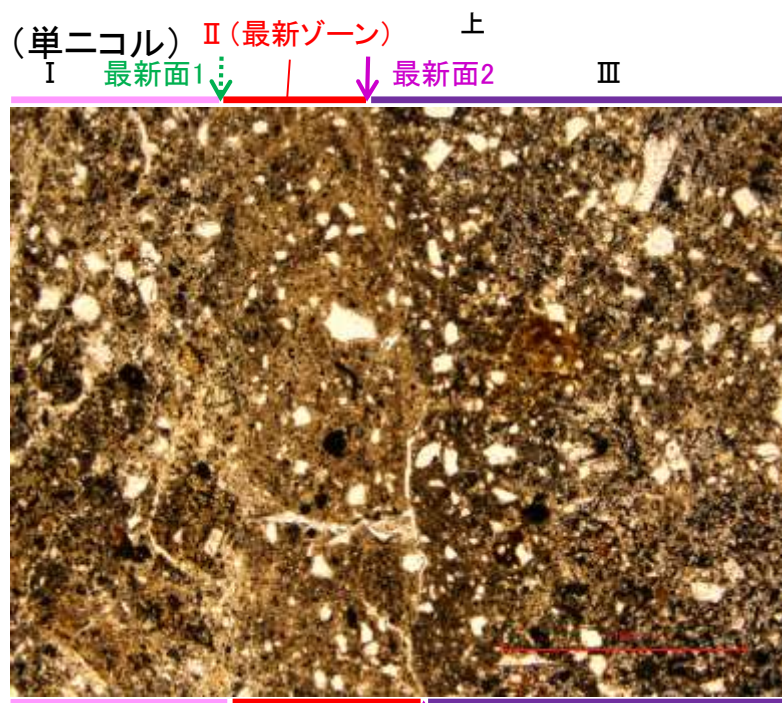
(直交ニコル)



薄片②写真(E-8.50'''_131R)

←… : 延長位置

(単ニコル)



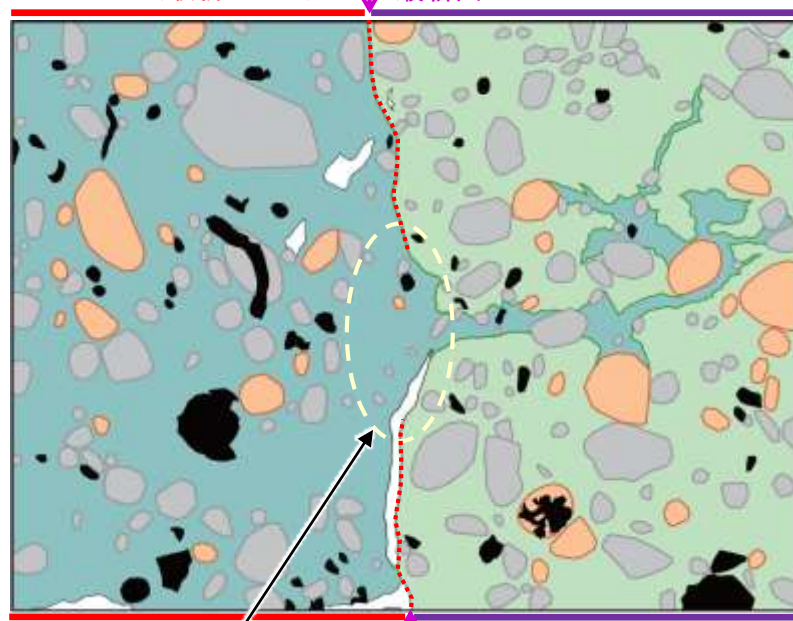
1mm

(直交ニコル)



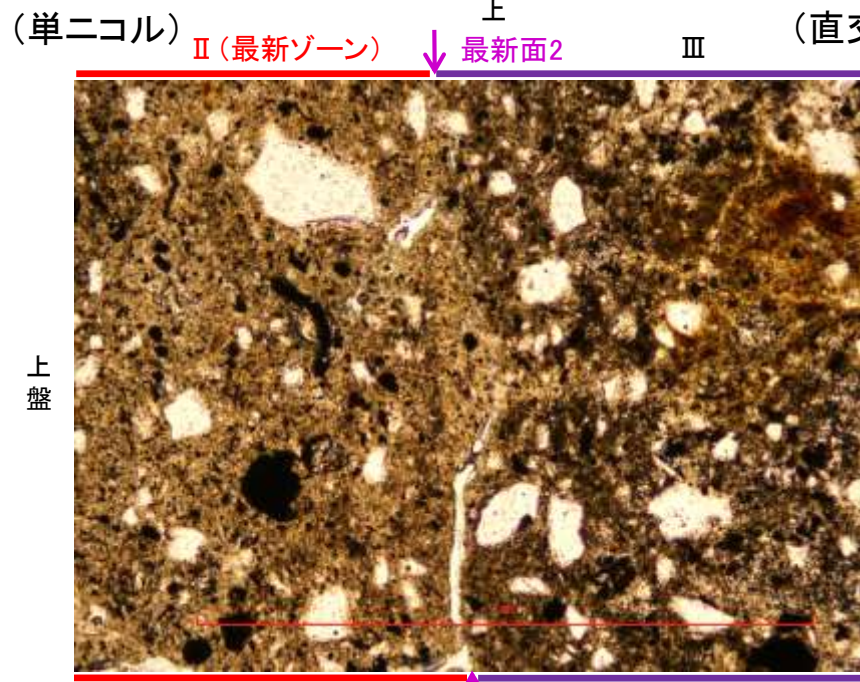
範囲B写真

II (最新ゾーン) 最新面2 III



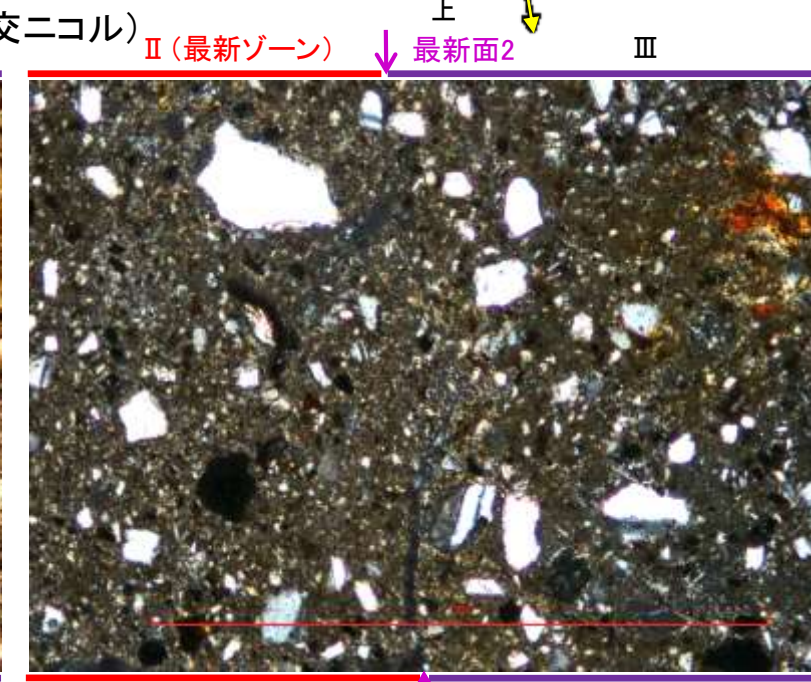
スケッチ

(単ニコル)



0.1mm

(直交ニコル)



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。

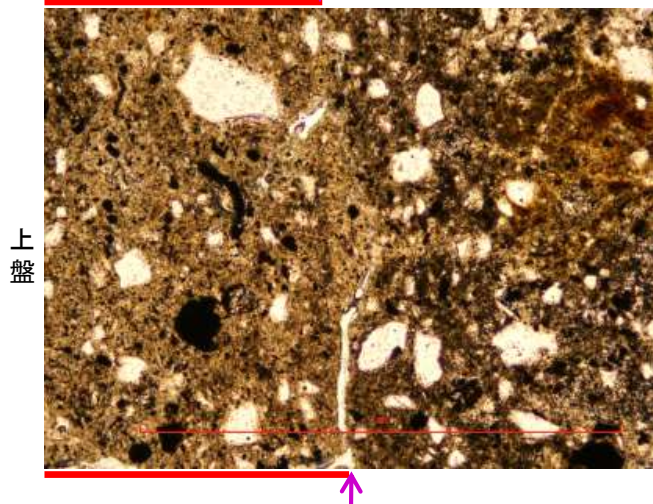
- 主要な岩片
- 斜長石などの鉱物片
- 不透明鉱物
- 空隙部
- 主要な岩片を除く基質部
- 実質部(I/S混合層)
- 最新面2

S-4_E-8.50'''孔②

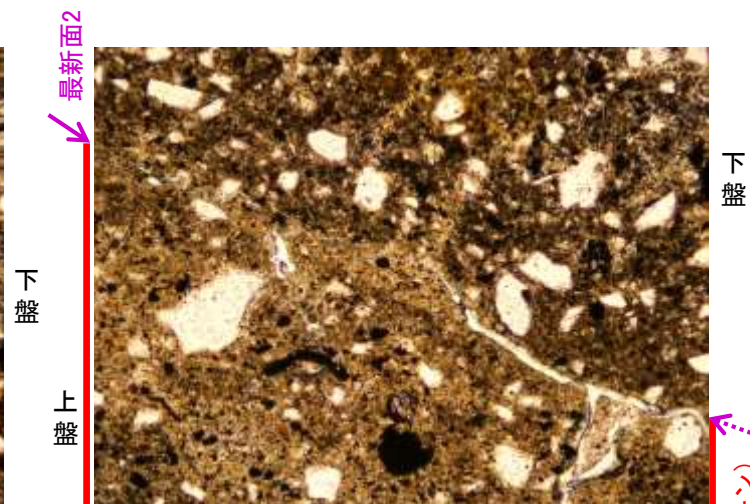
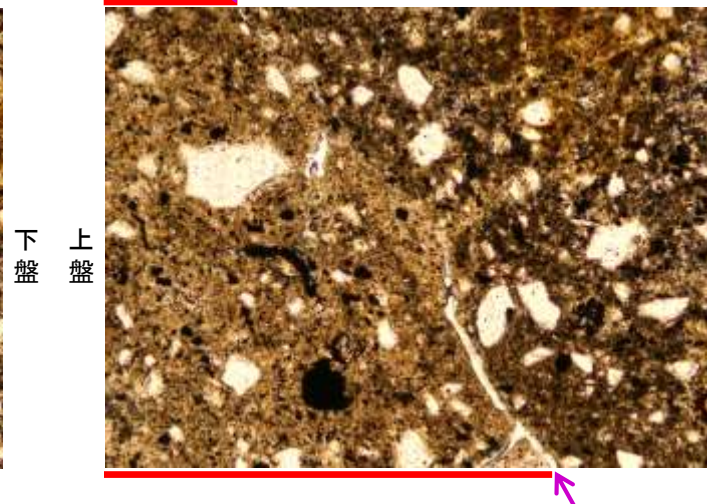
【ステージ回転(範囲B)】

(単ニコル)

II (最新ゾーン) ↓ 最新面2



II (最新ゾーン) ↓ 最新面2

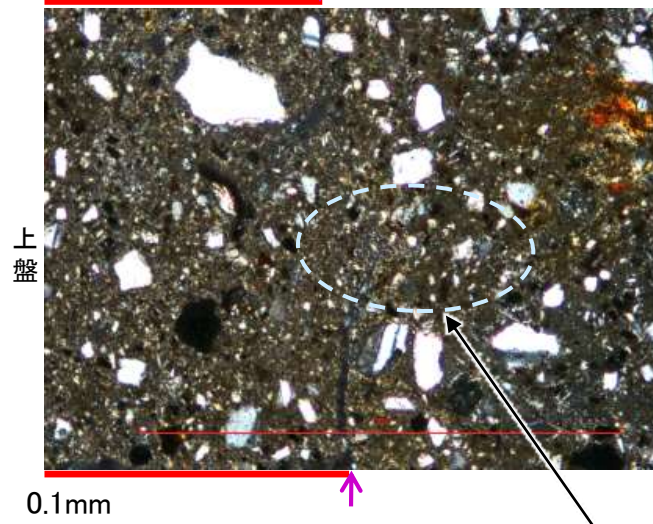


下盤

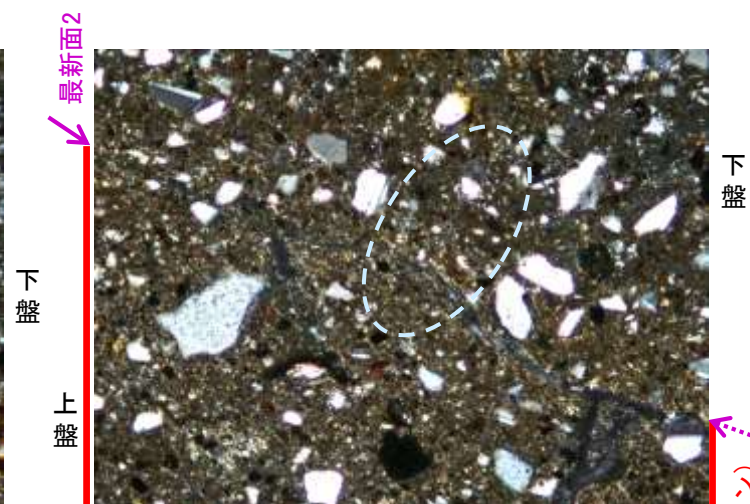
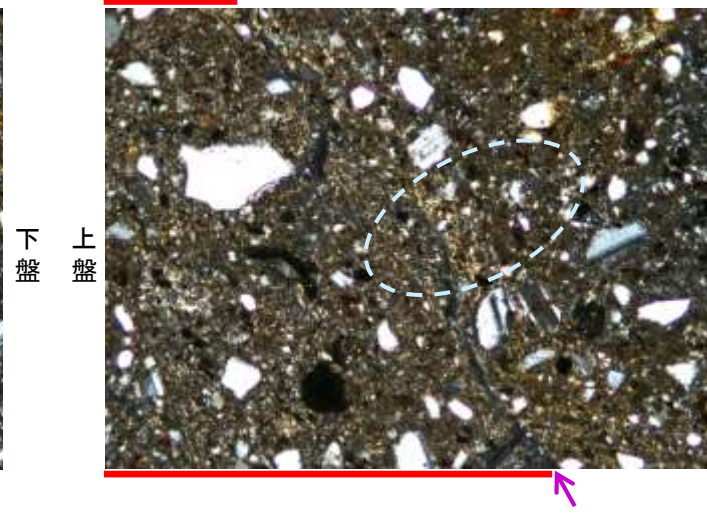
II (最新ゾーン)

(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



下盤

II (最新ゾーン)

注入現象の事例
(関西電力株式会社, 2016)

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

0.1mm

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)に変位・変形(せん断面や引きずりなど)は認められない。
- ・注入の痕跡は認められない。

◀... : 延長位置

5.2.5 S-5

5.2.5 S-5の鉱物脈法による評価地点

■S-5の分布及び性状

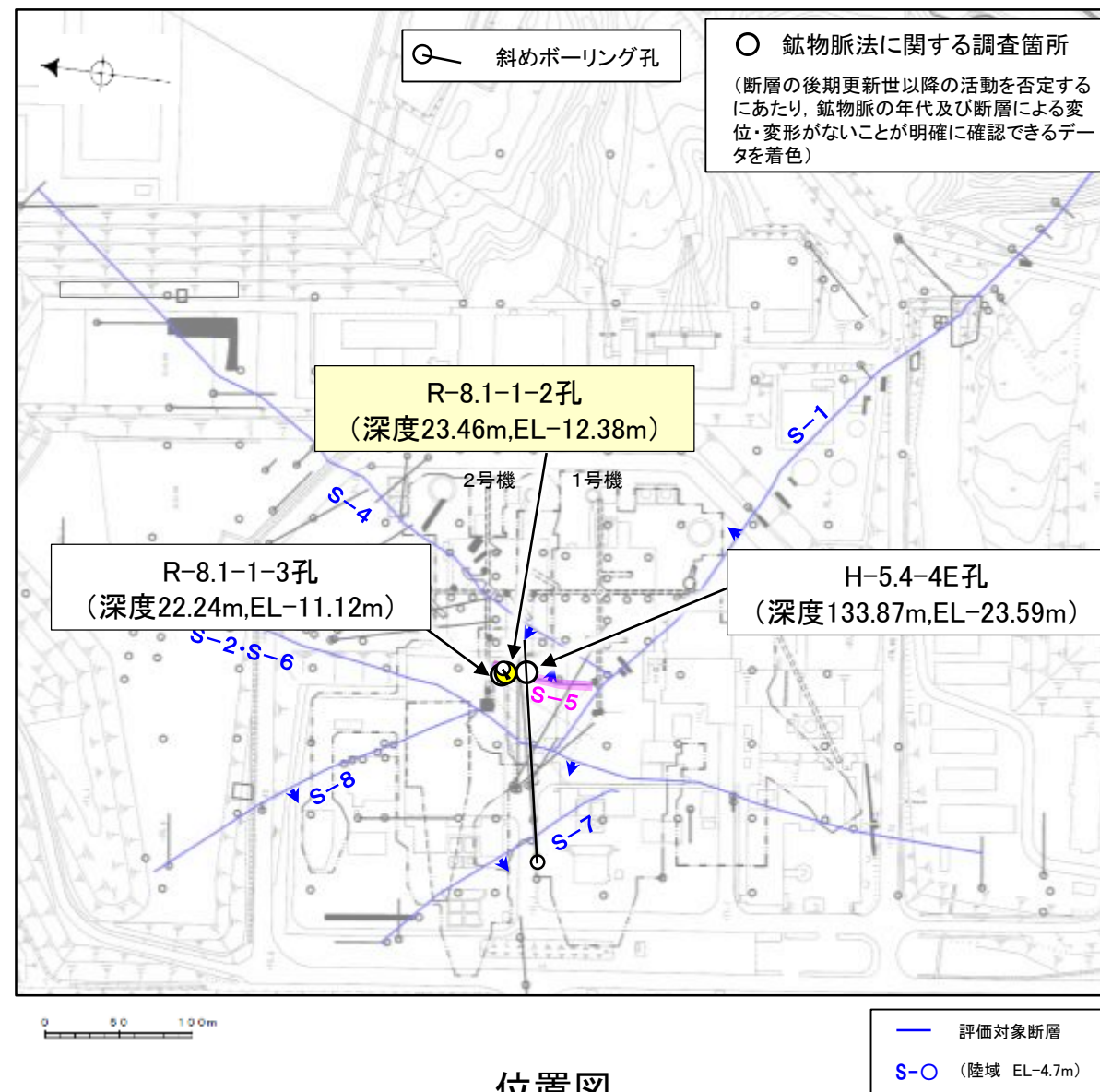
- S-5はEL-20m付近を境に、浅部に粘土状破砕部、深部に主として固結した破砕部が分布する特徴が認められた(次頁, 次々頁)。なお, S-5は, EL-30m付近で認められなくなり, S-4と深部で会合しない。

■鉱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(R-8.1-1-3孔, H-5.4-4E孔)についても評価を行った。

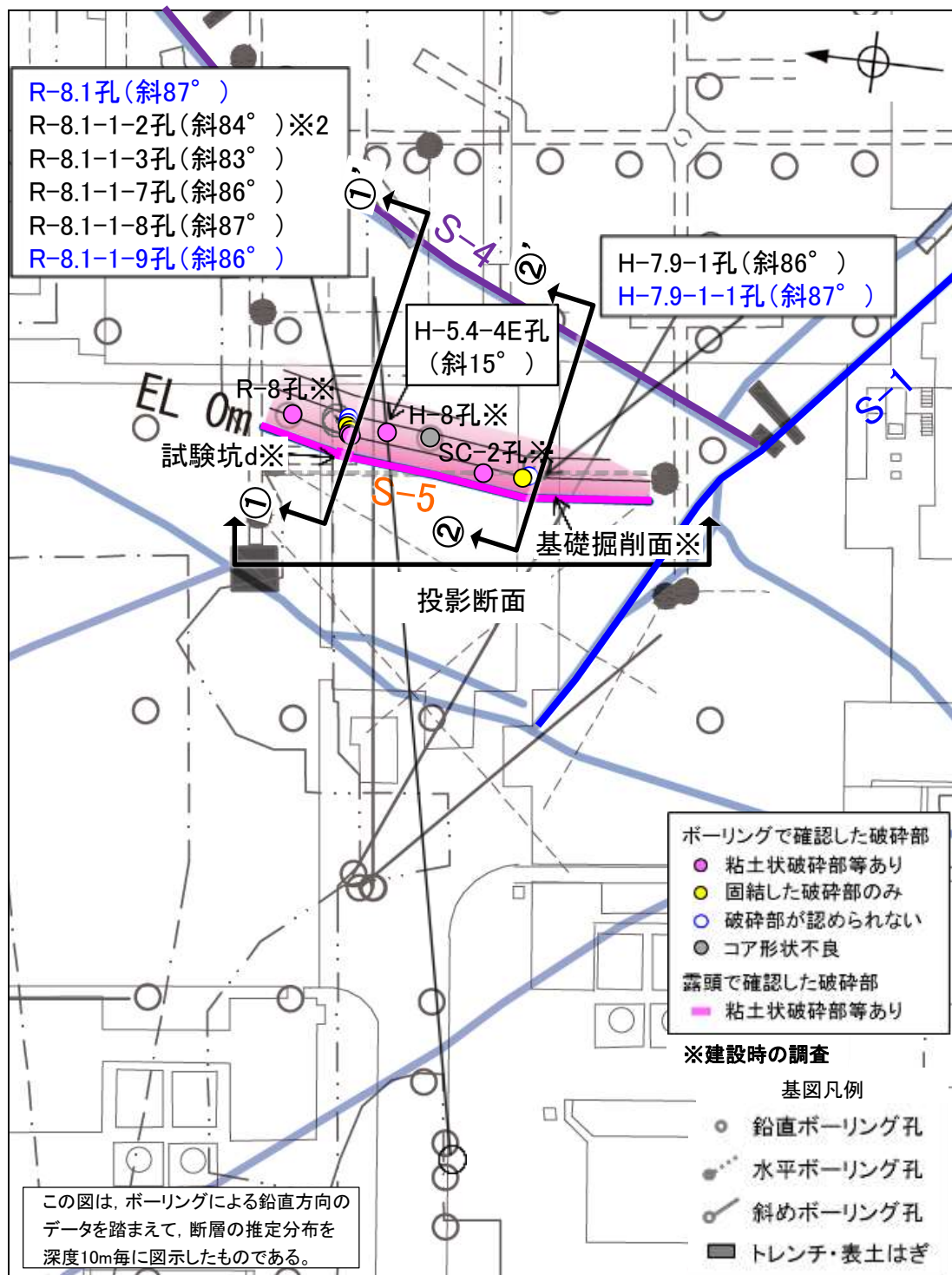
評価地点	記載頁
R-8.1-1-2孔 (深度23.46m,EL-12.38m)	P.5-244~5-259
R-8.1-1-3孔 (深度22.24m,EL-11.12m)	補足資料5.2-6(1)-2
H-5.4-4E孔 (深度133.87m,EL-23.59m)	補足資料5.2-6(1)-3

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、
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



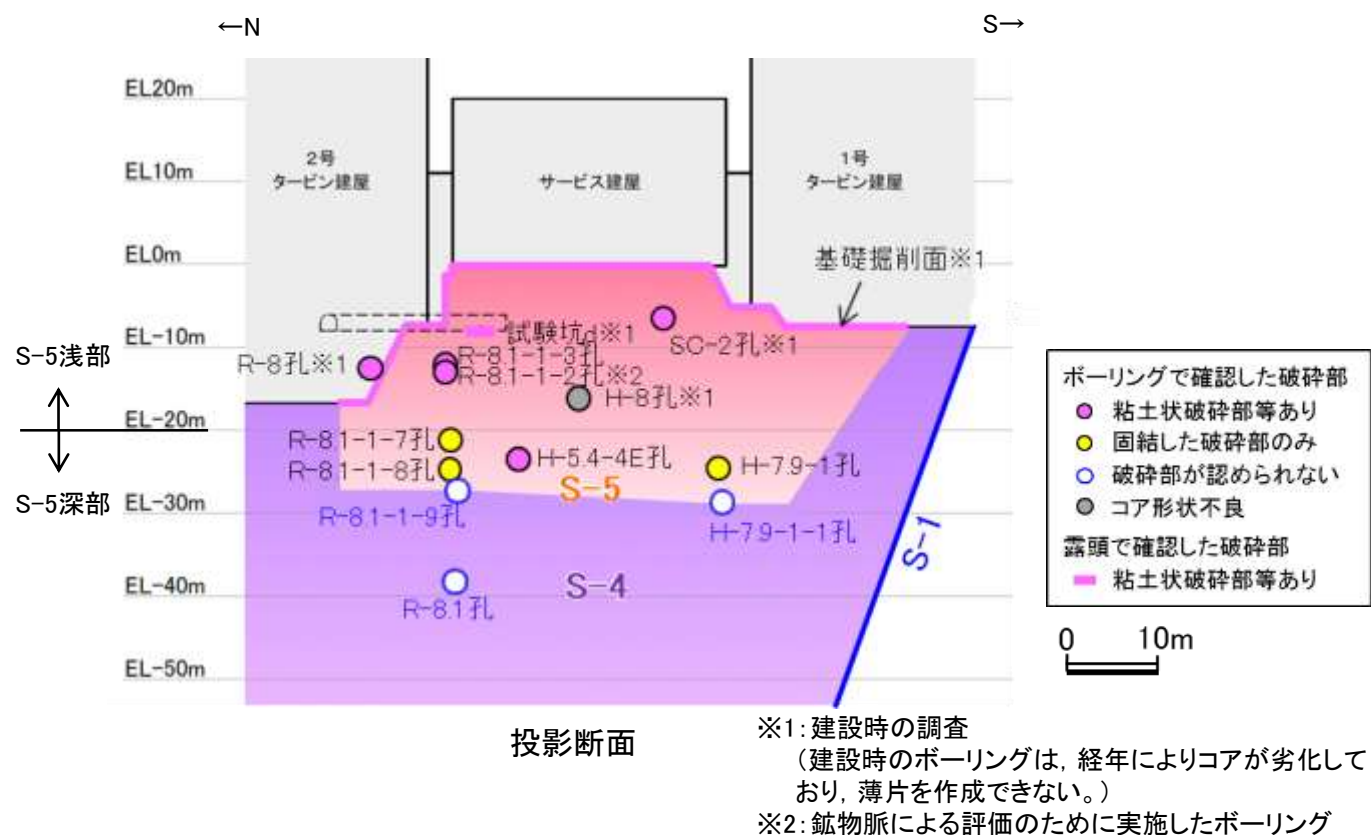
位置図

【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

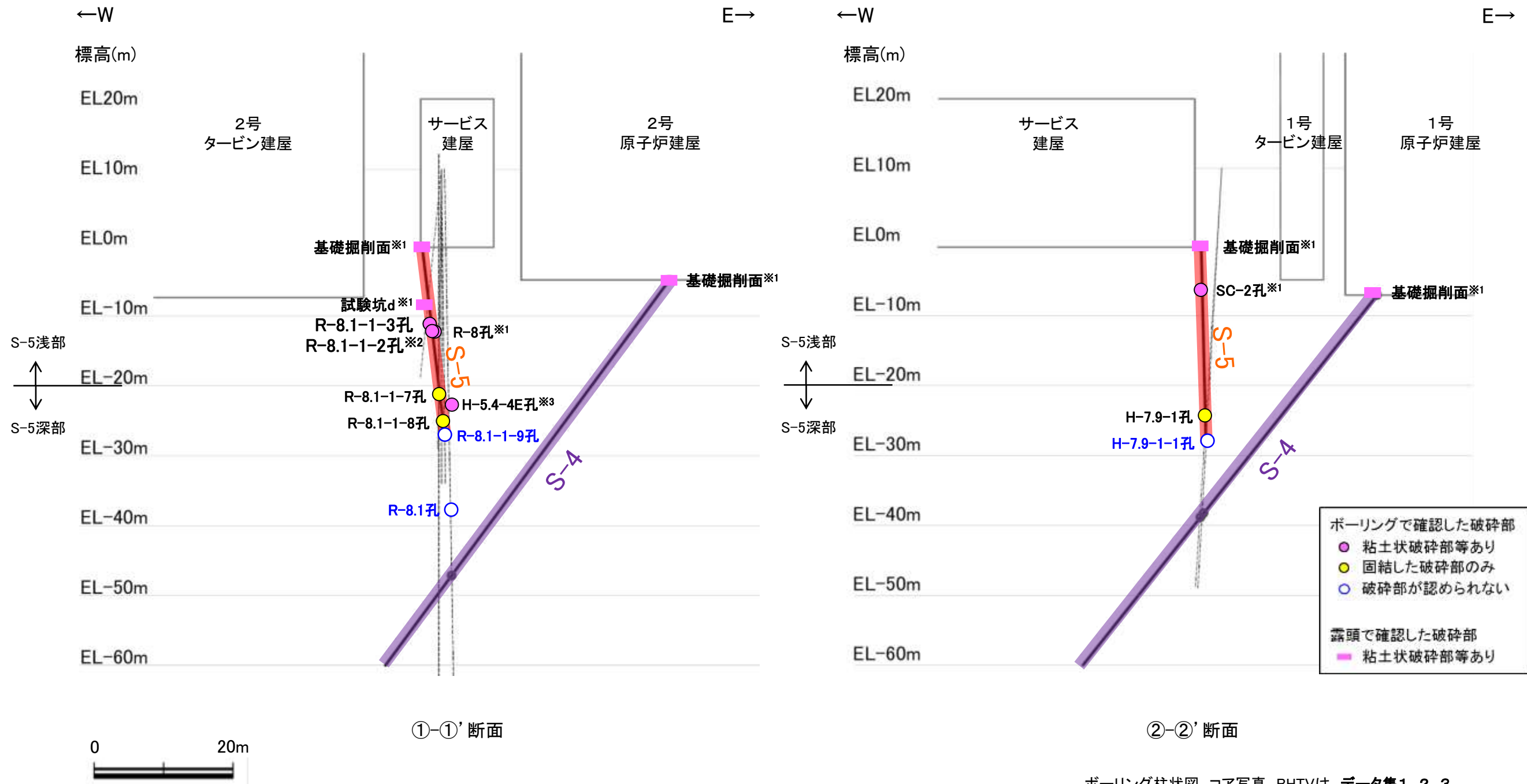


ボーリングで確認した破砕部の分類

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	

破砕部付近のコア写真をP.5-242, 5-243に示す

【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5.2-12(3)

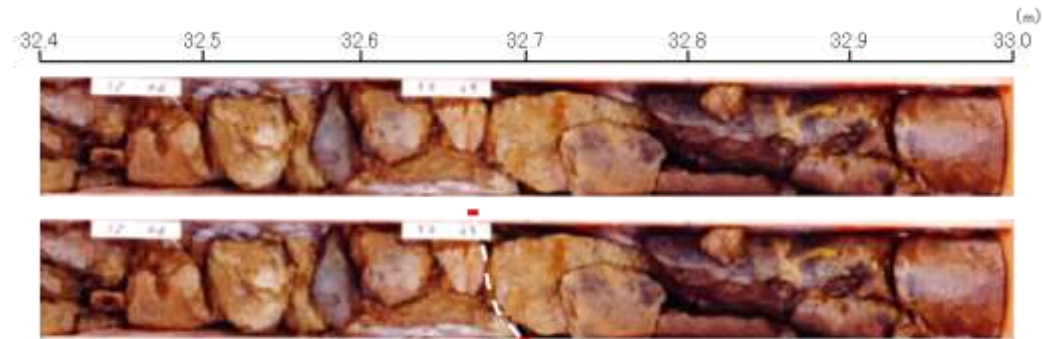
- S-5は，EL-20m付近を境に，浅部に粘土状破砕部，深部に主として固結した破砕部が分布する。なお，S-5は，EL-30m付近で認められなくなり，S-4と深部で会合しない。

※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補足資料5.2-6(1)-3

【S-5 ボーリングのコア写真(1/2)】

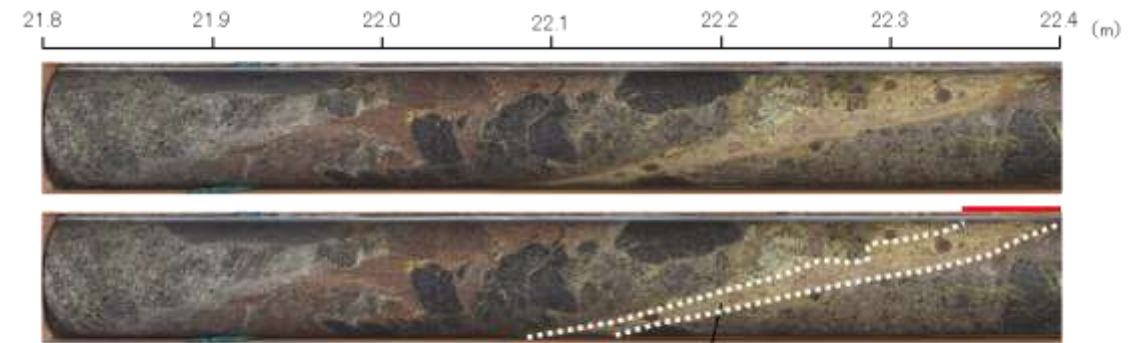
— 破砕部

① 粘土状破砕部 ③-2 固結した角礫状破砕部



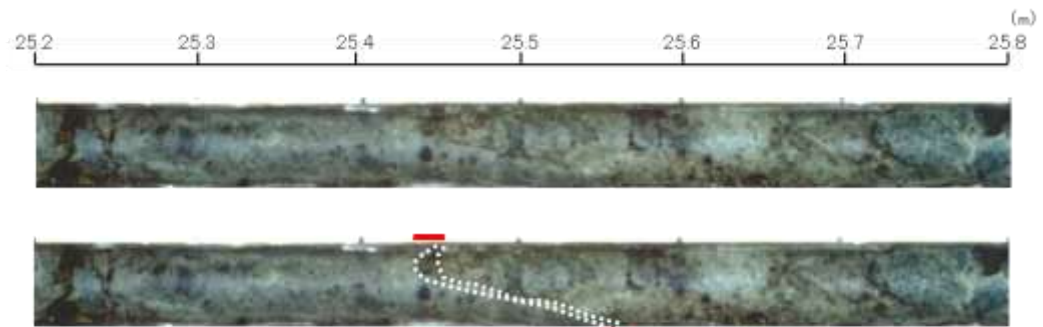
① コア形状が不良で走向・傾斜を確認できない。

SC-2孔(下は破砕部を加筆)



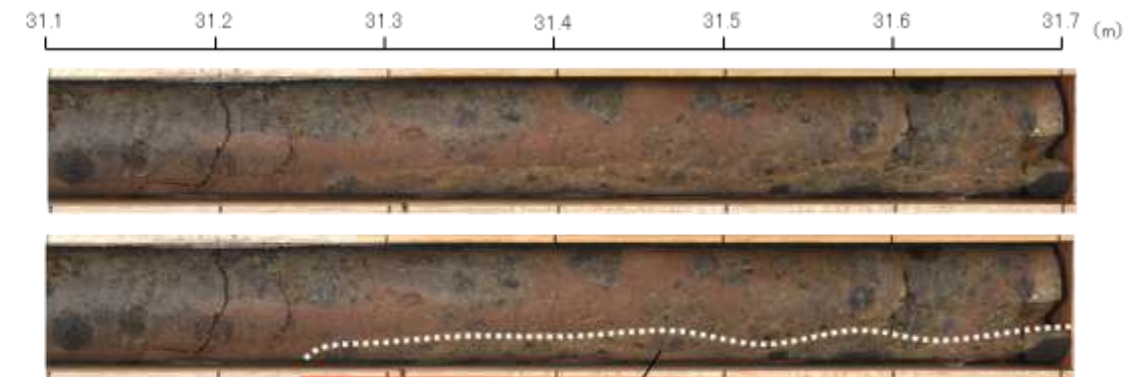
① N5° E/83° SE(走向は真北基準)

R-8.1-1-3孔(下は破砕部を加筆)

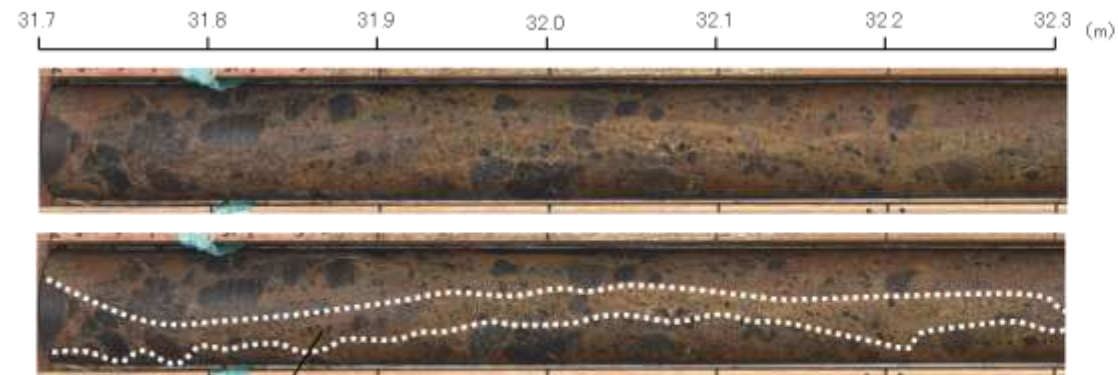


① N13° E/70° SE(走向は真北基準)

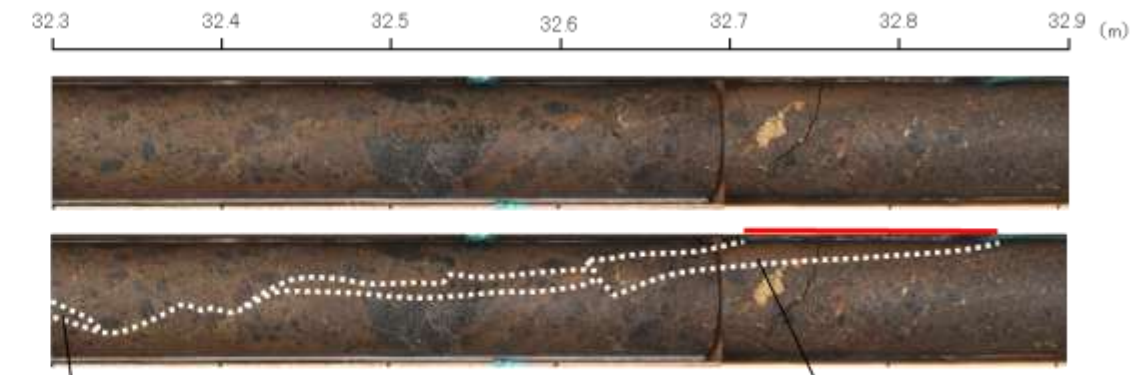
R-8孔(下は破砕部を加筆)



③-2 N14° E/87° SE(走向は真北基準)



③-2



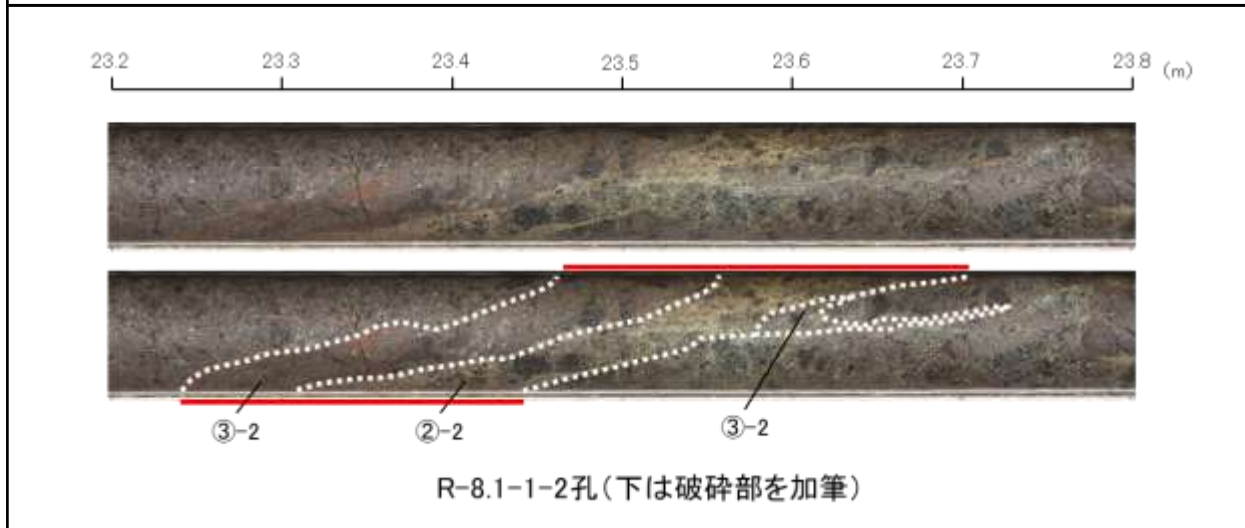
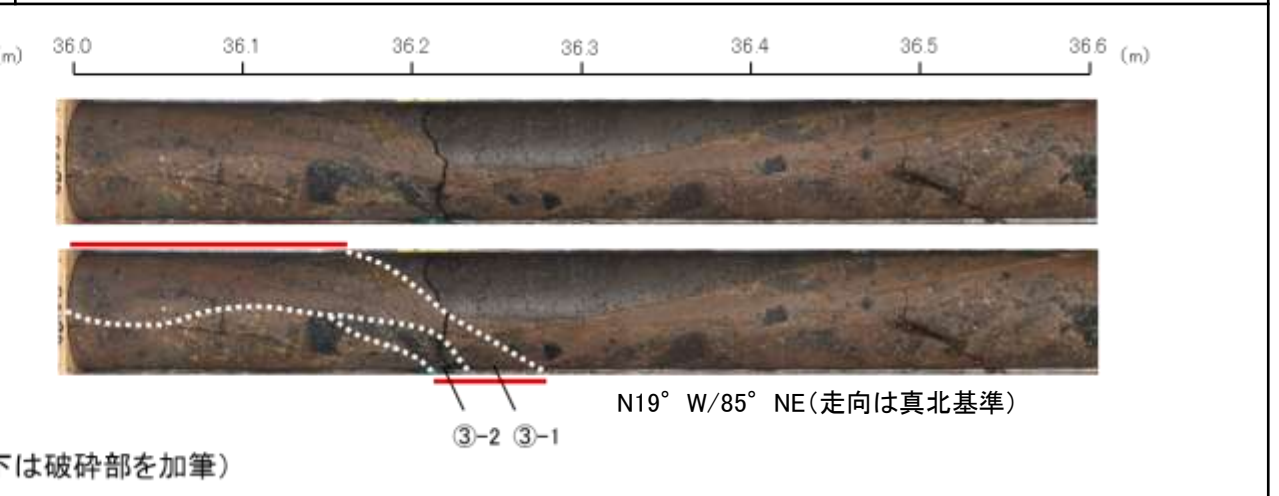
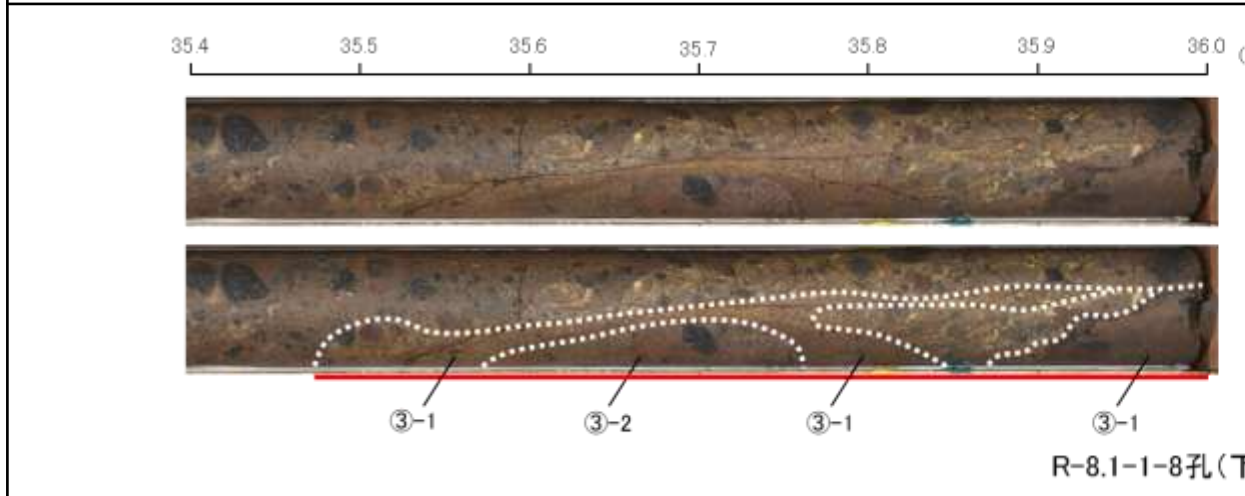
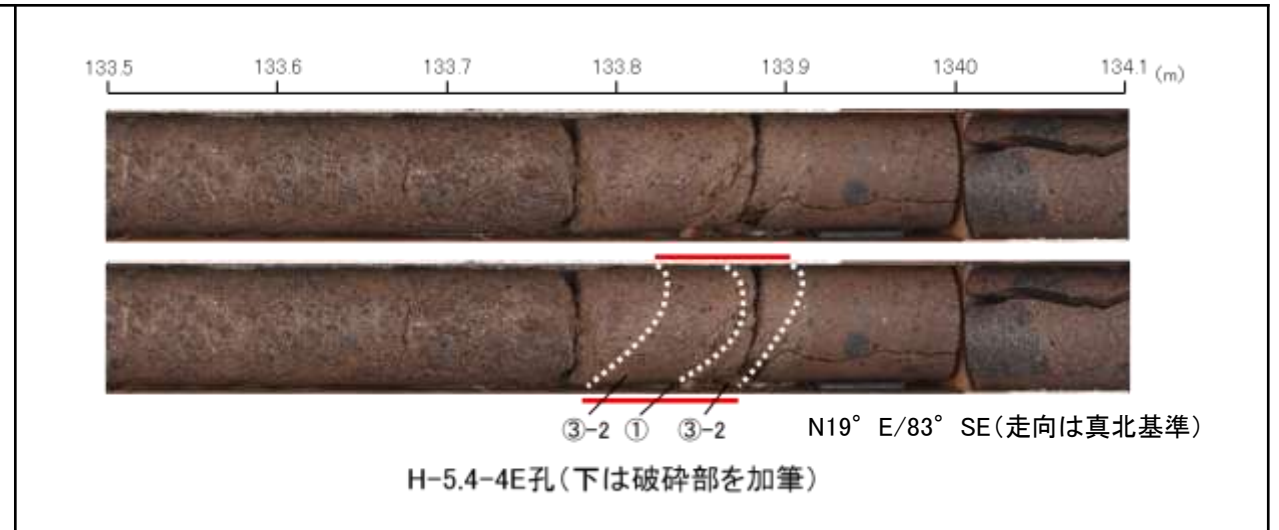
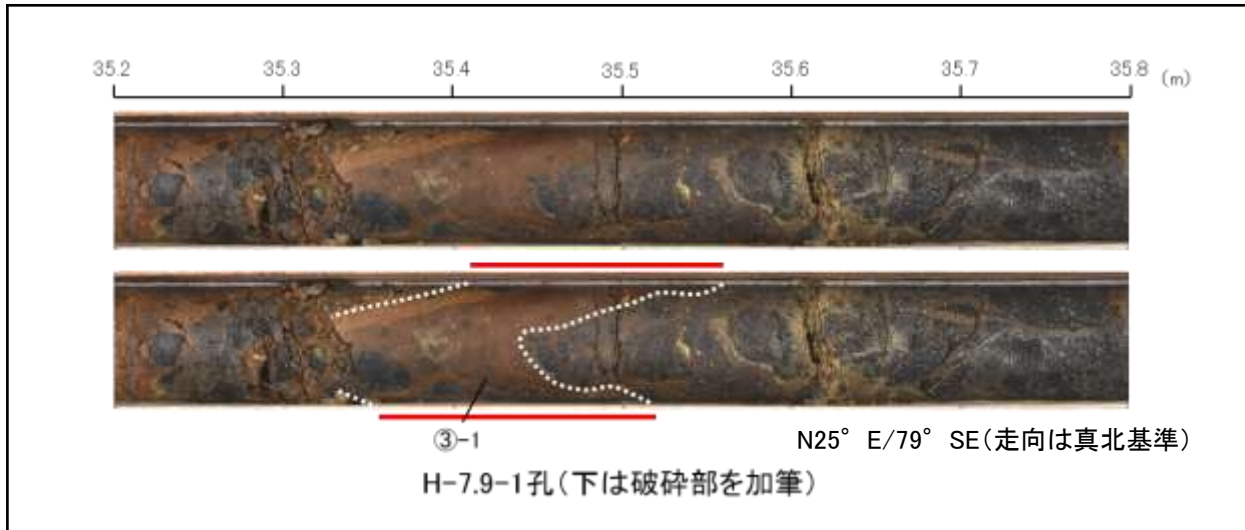
③-2

③-2

R-8.1-1-7孔(下は破砕部を加筆)

【S-5 ボーリングのコア写真(2/2)】

- 破砕部
- ① 粘土状破砕部
- ②-2 角礫状破砕部
- 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



5.2.5 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.5-245～5-250)。

【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.5-251, 5-252)。

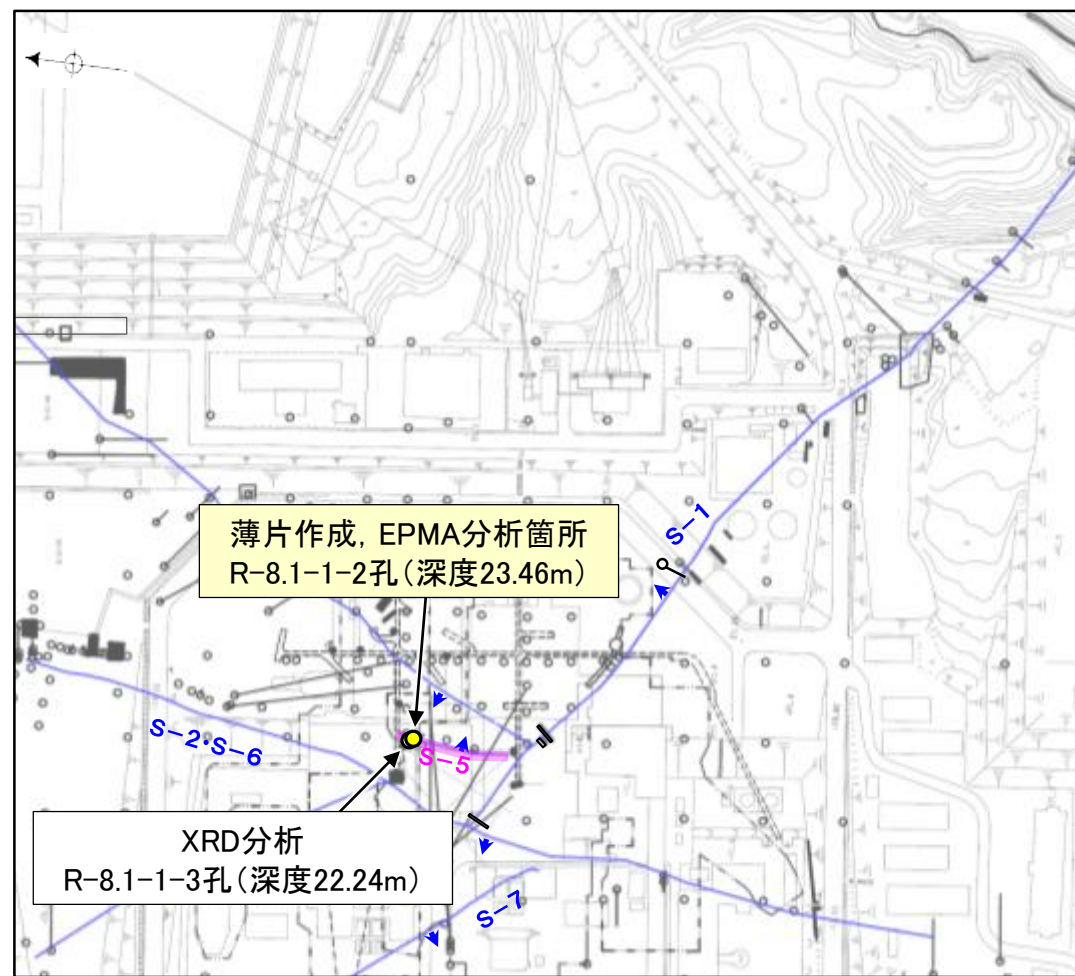
【変質鉱物の分布と最新面との関係】

○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.5-253, 5-254)。

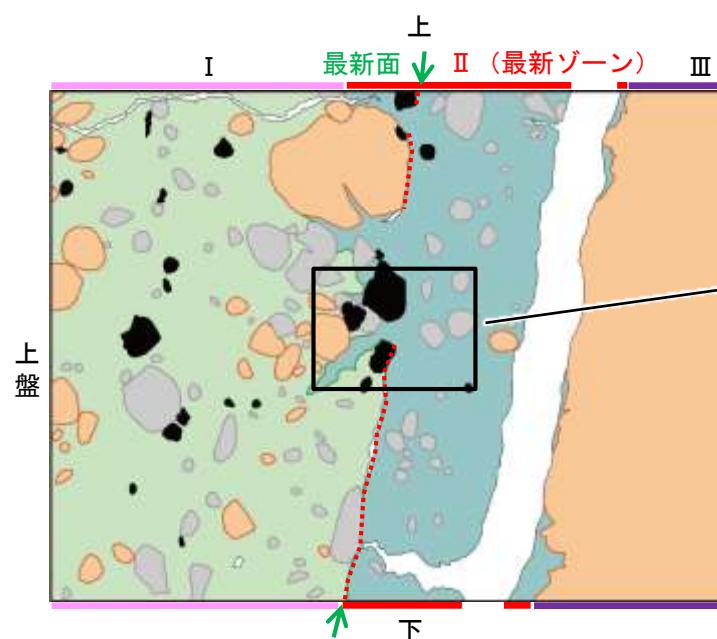
○薄片①の範囲Aにおいて、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を横断して分布し、最新面が不連続になっており、不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められない(P.5-255～5-259)。

○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。

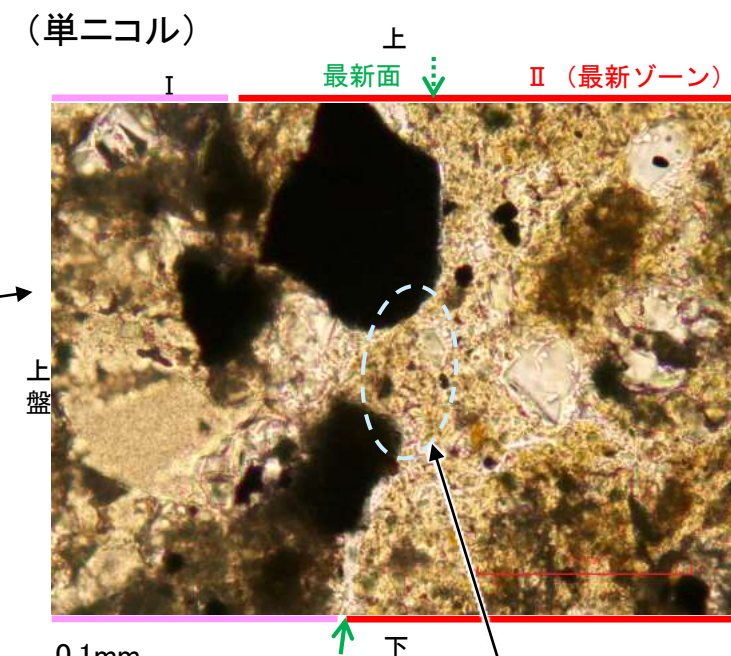
紫字:第1073回審査会合以降の変更箇所



調査位置図



薄片①範囲Aスケッチ

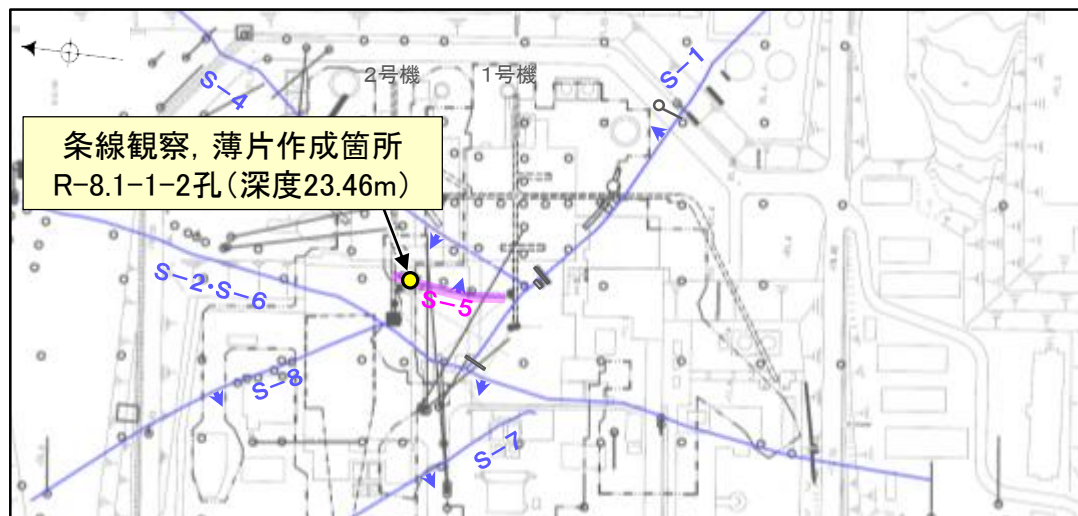


詳細観察範囲A-2写真

・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.5-255～5-259)。
・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.5-255～5-259)。

5.2.5 S-5 R-8.1-1-2孔 ー最新面の認定(巨視的観察)ー

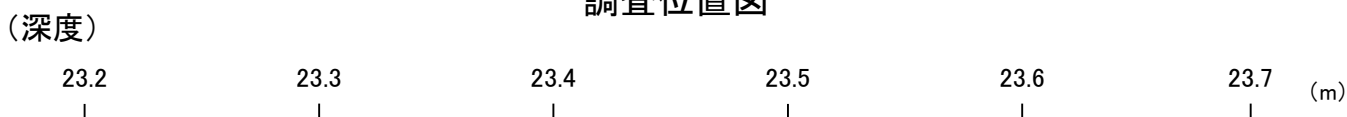
○R-8.1-1-2孔の深度23.50m付近で認められるS-5において、巨視的観察(ボーリングコア観察, CT画像観察)を実施し、最も直線性・連続性がよい断層面を主せん断面として抽出した。
○主せん断面における条線観察の結果、29° Rの条線方向が確認されたことから、29° Rで薄片を作成した(ブロック写真)。



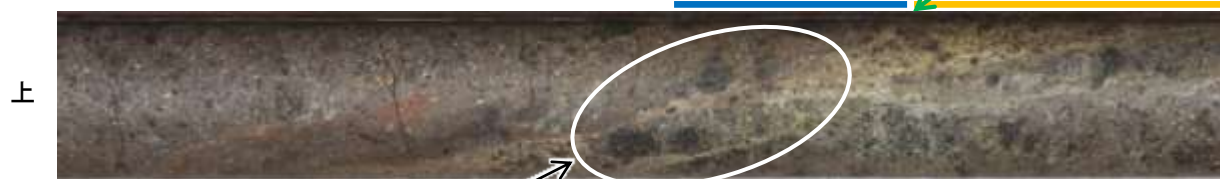
条線観察, 薄片作成箇所
R-8.1-1-2孔(深度23.46m)

・条線観察結果については補足資料5.2-12(2)-4

調査位置図



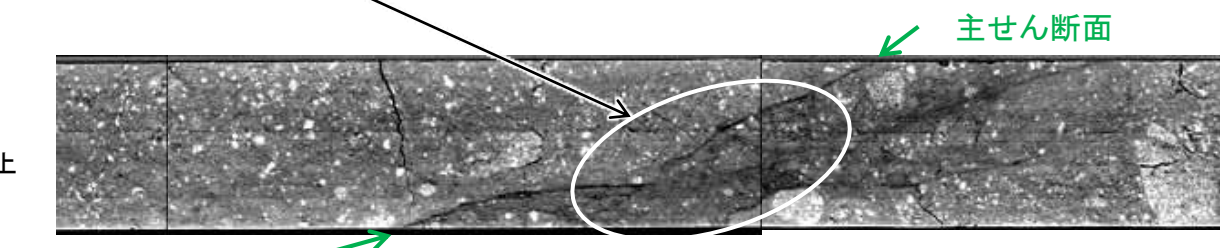
走向傾斜: N5° E/84° SE 主せん断面



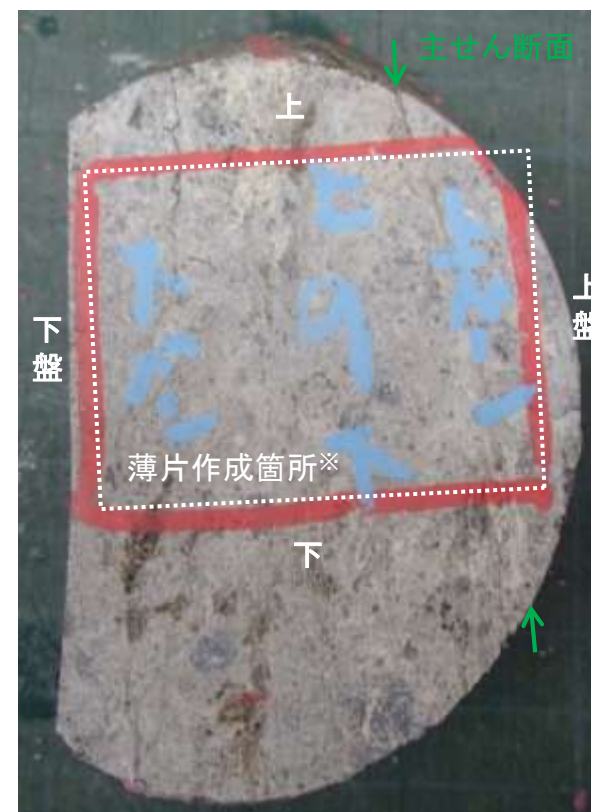
角礫状破碎部
固結した破碎部

ボーリングコア写真(R-8.1-1-2孔)

右ブロック採取箇所



CT画像(R-8.1-1-2孔)



ブロック写真

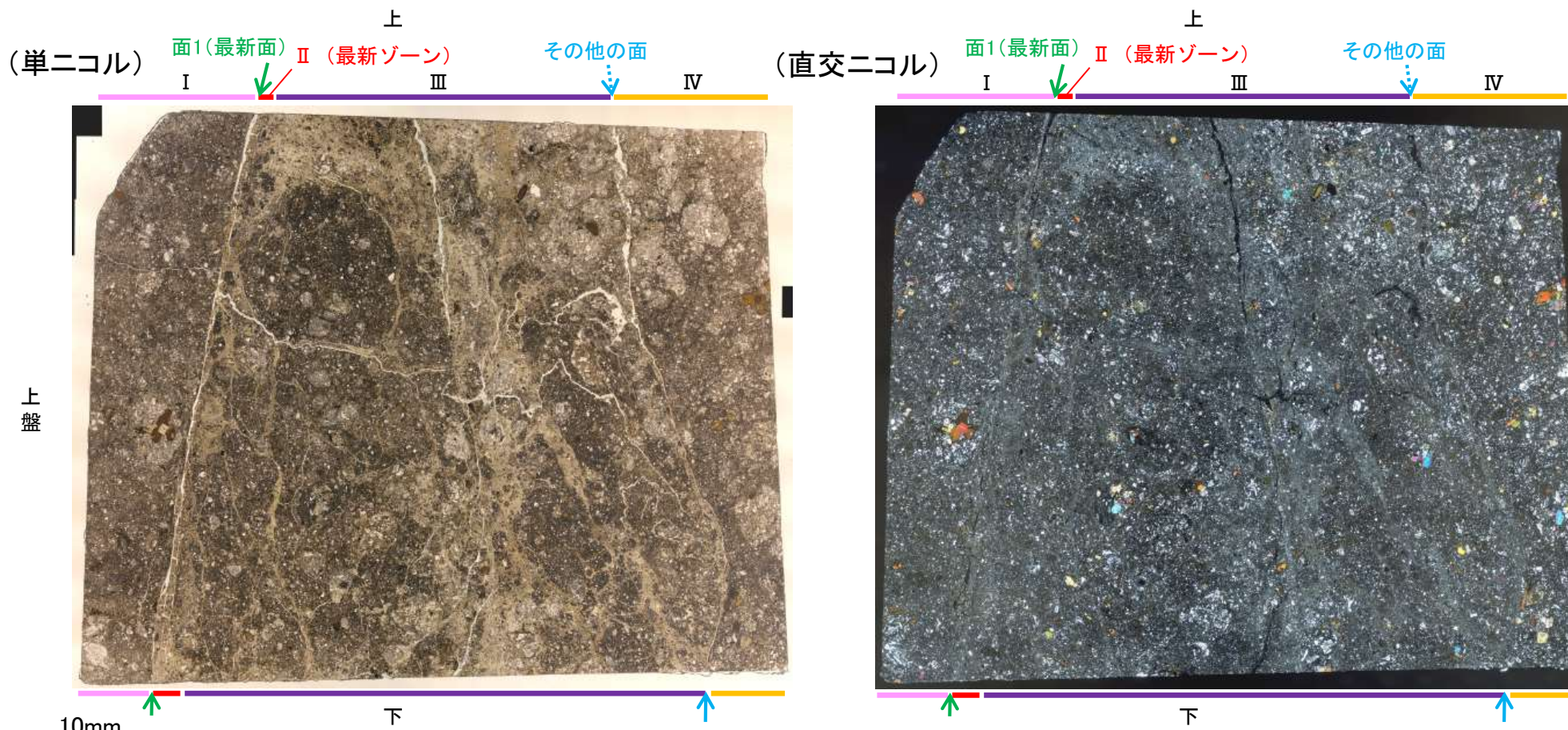
※図示した箇所では薄片①を作成し、そこから3mm程度削り込んだ位置でEPMA用薄片を作成した

5.2.5 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P.5-249, 5-250



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

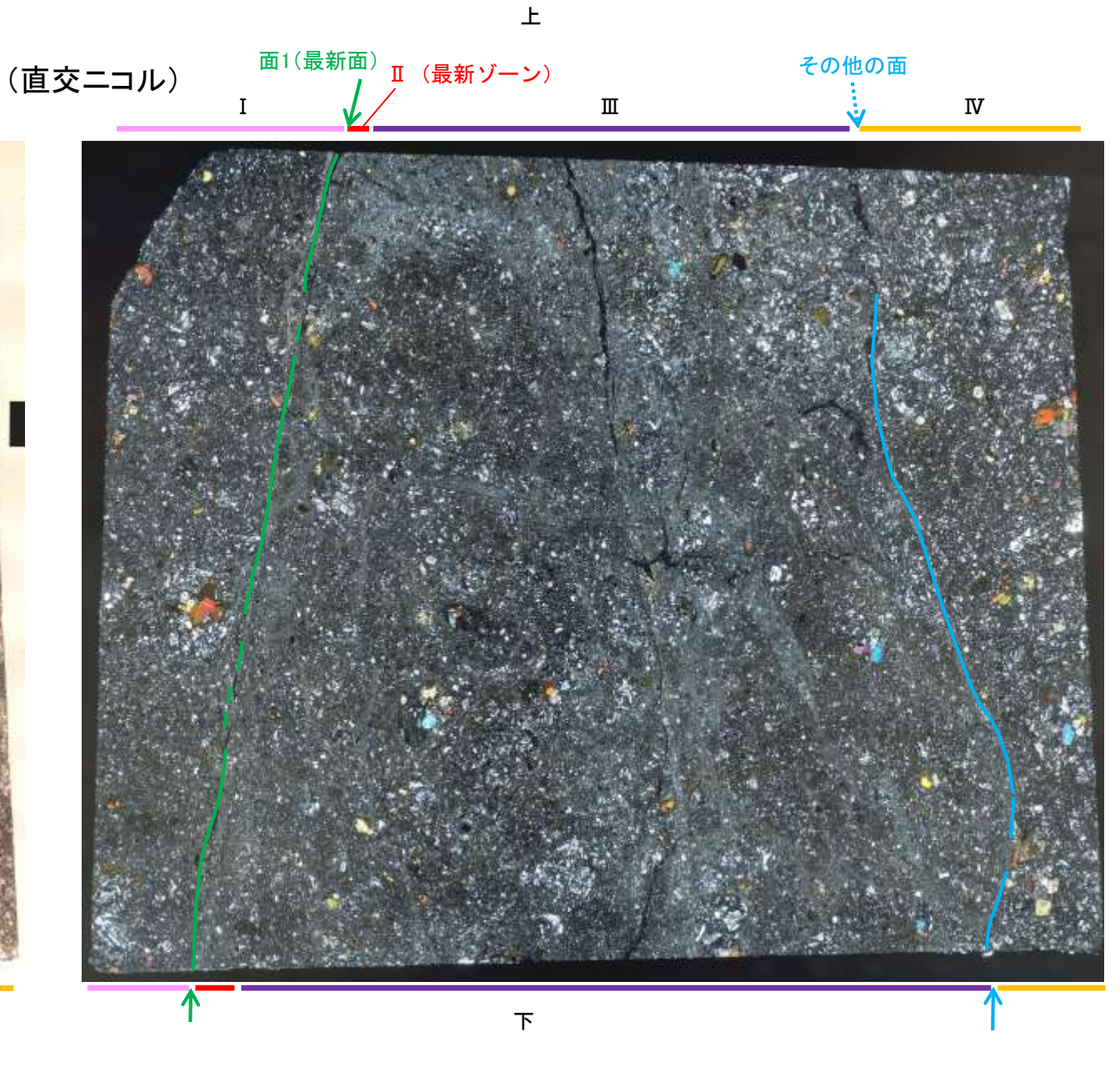
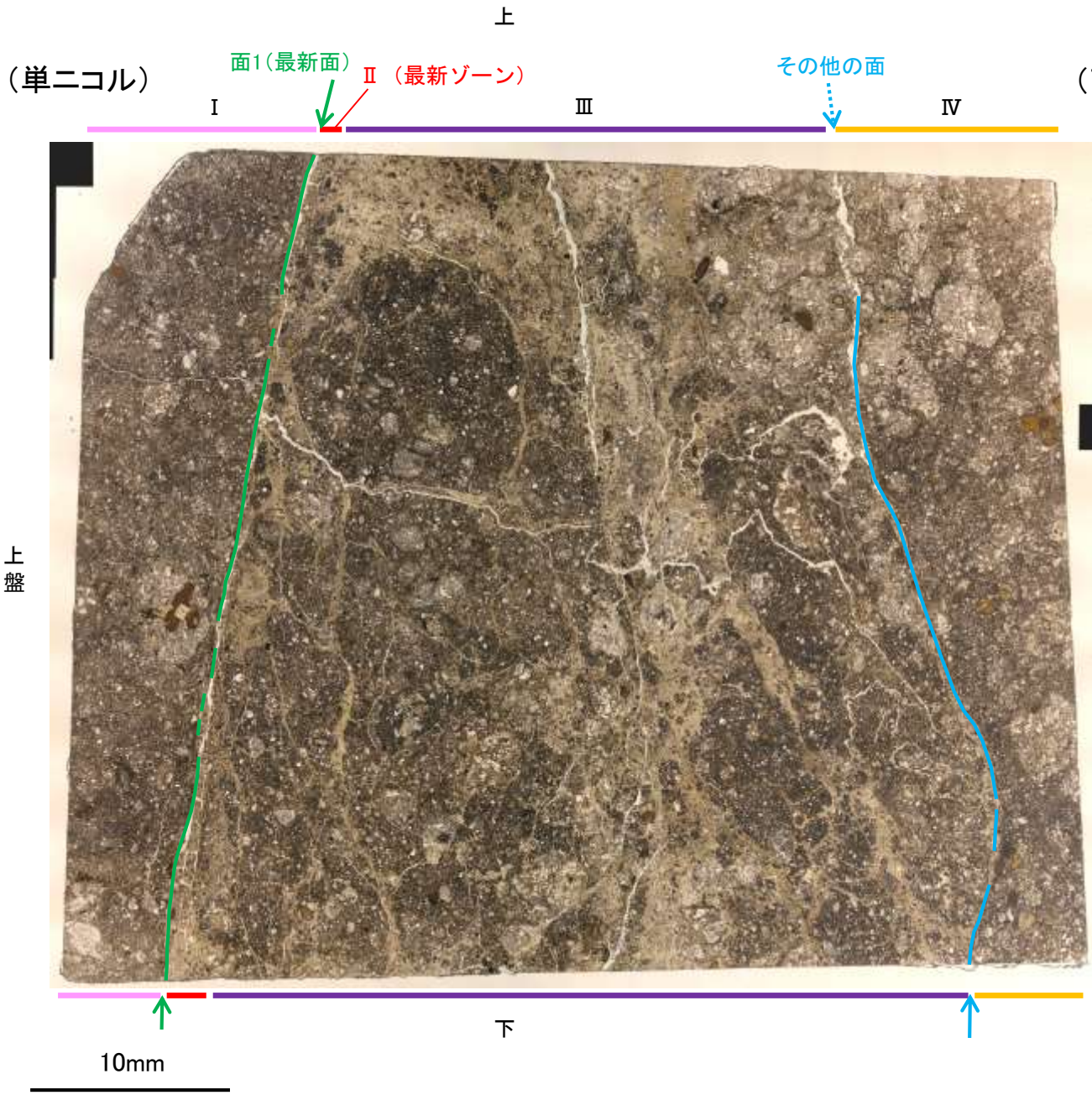
◀..... : 延長位置

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】



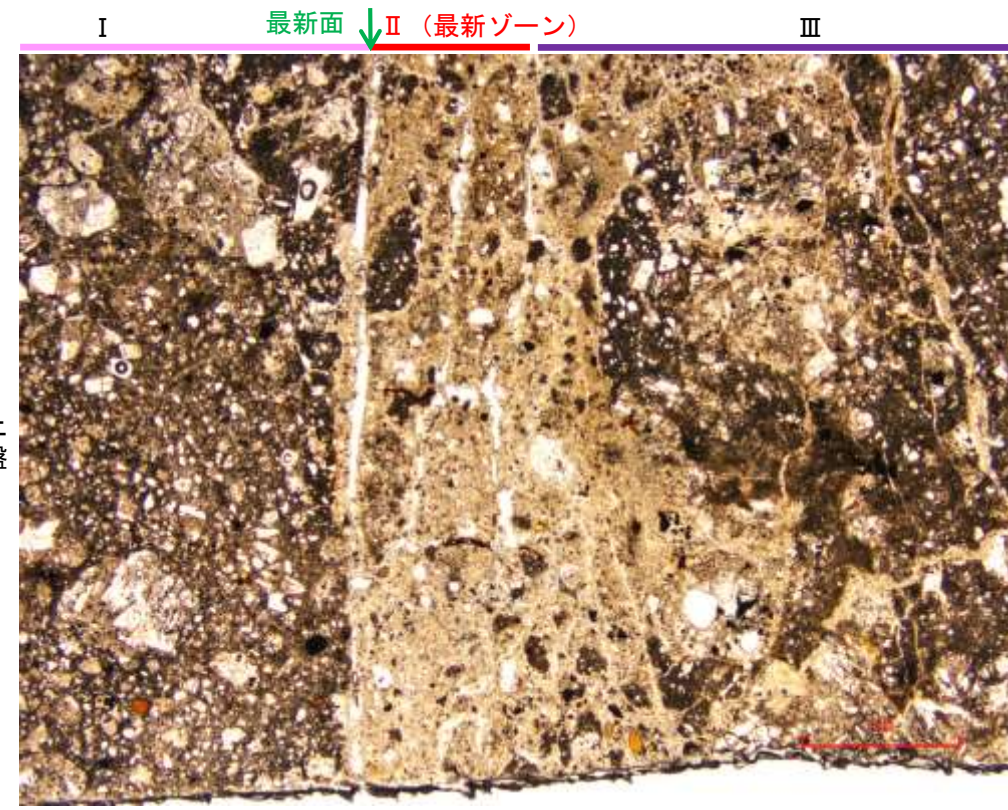
薄片①写真(R-8.1-1-2_29R)

←… : 延長位置

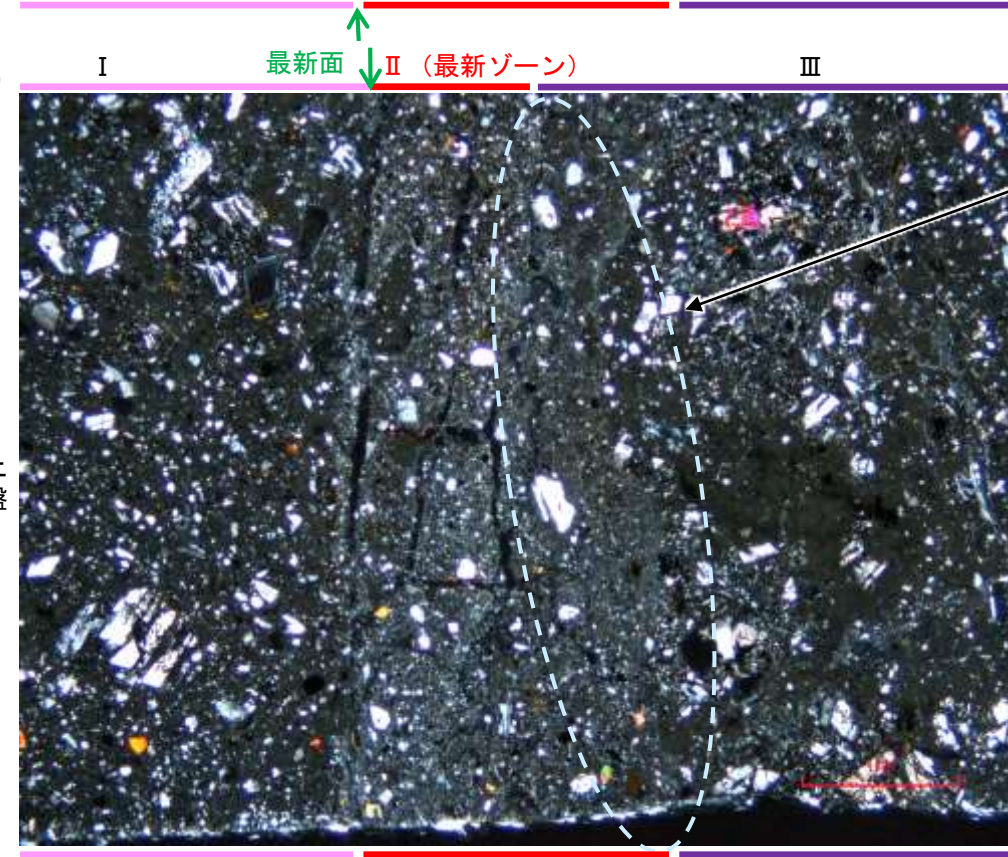
5.2.5 S-5 R-8.1-1-2孔 ー最新ゾーンと分帯Ⅲとの境界ー

○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)

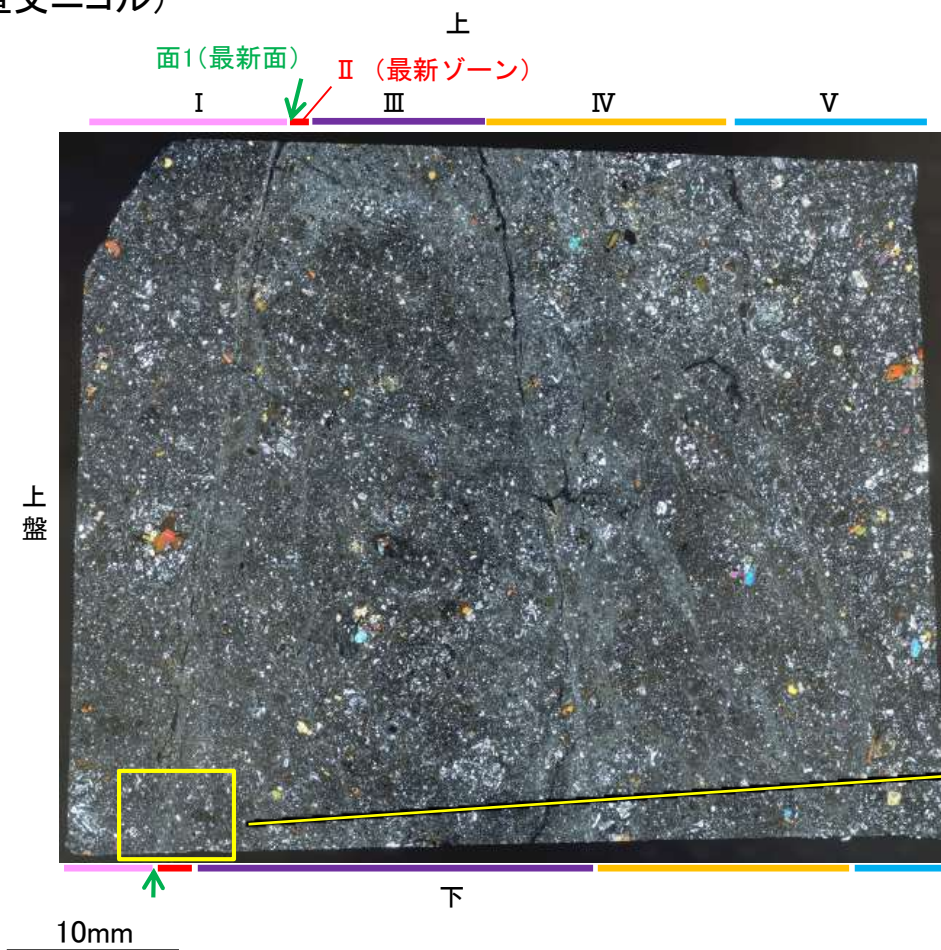


(直交ニコル)



不明瞭で漸移的であり,
せん断面は認められない

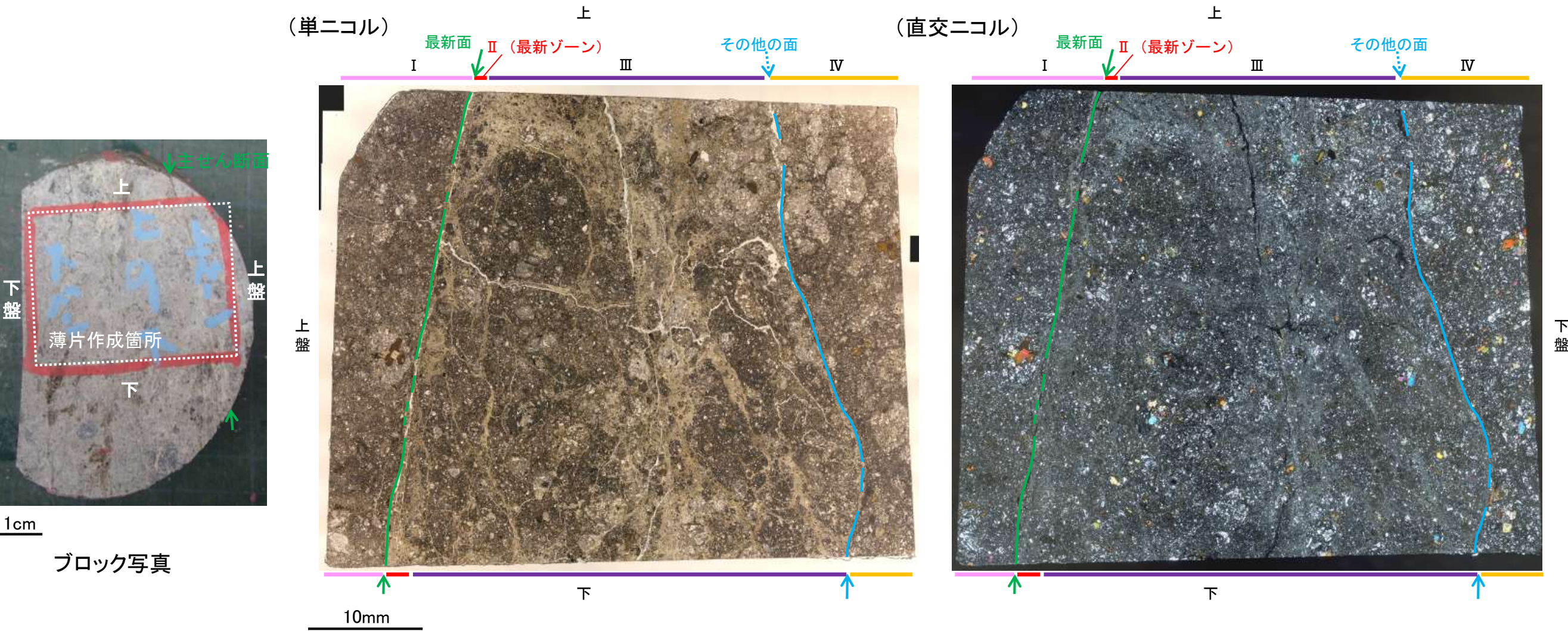
(直交ニコル)



薄片①写真(R-8.1-1-2_29R)

5.2.5 S-5 R-8.1-1-2孔 ーその他の面の詳細観察ー

○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、面は湾曲し凹凸を伴い、直線性・連続性に乏しいことから、最新面ではないと判断した。

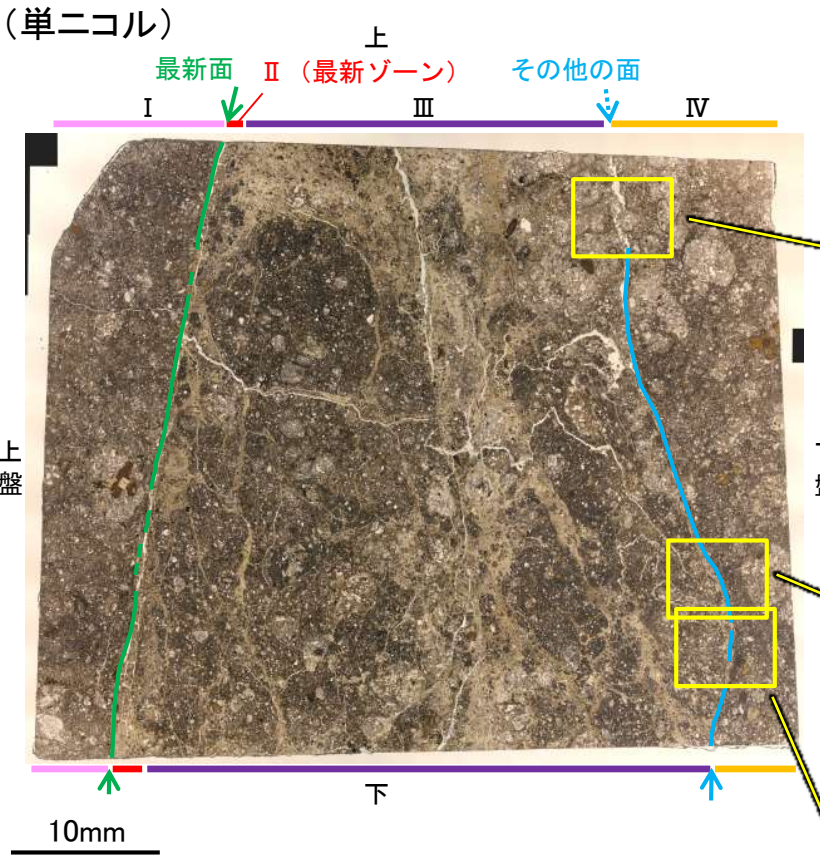


薄片①写真(解釈線あり)

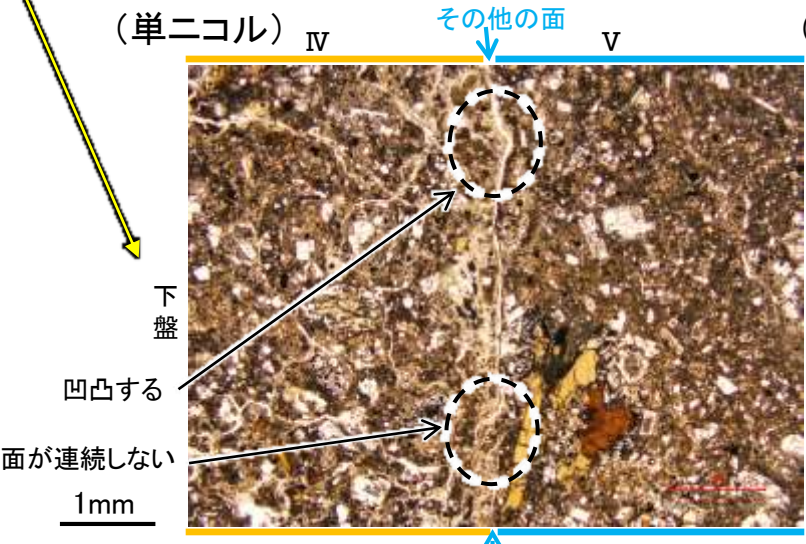
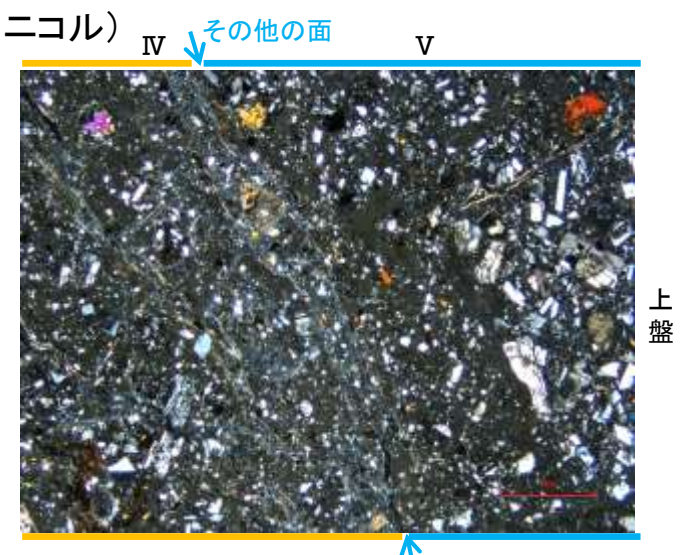
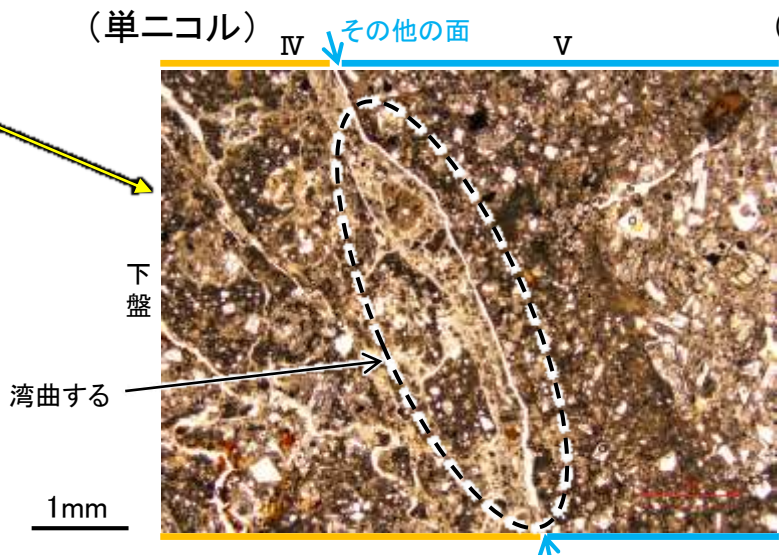
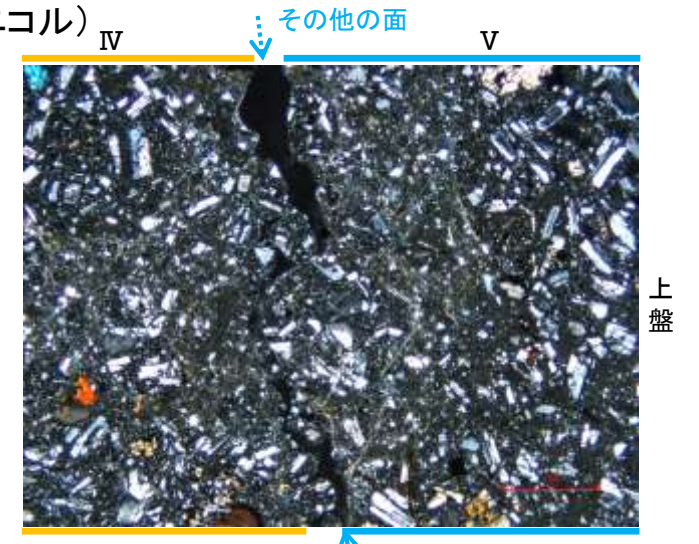
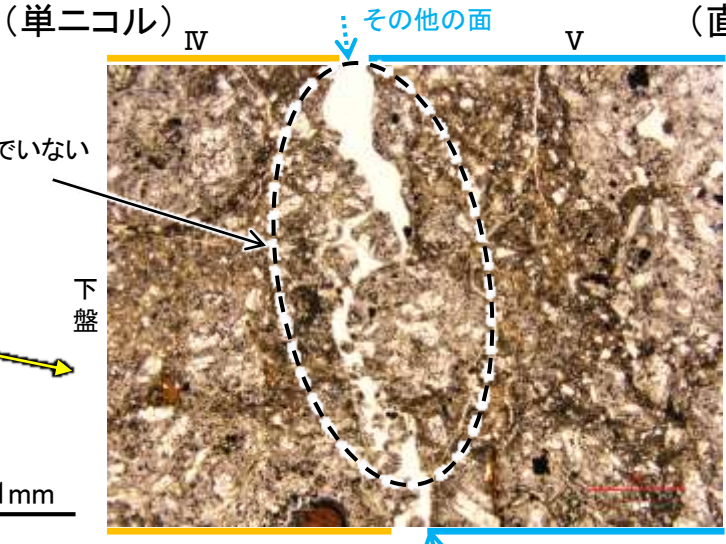
←… : 延長位置

S-5_R-8.1-1-2孔

【その他の面】



薄片①写真(解釈線あり)

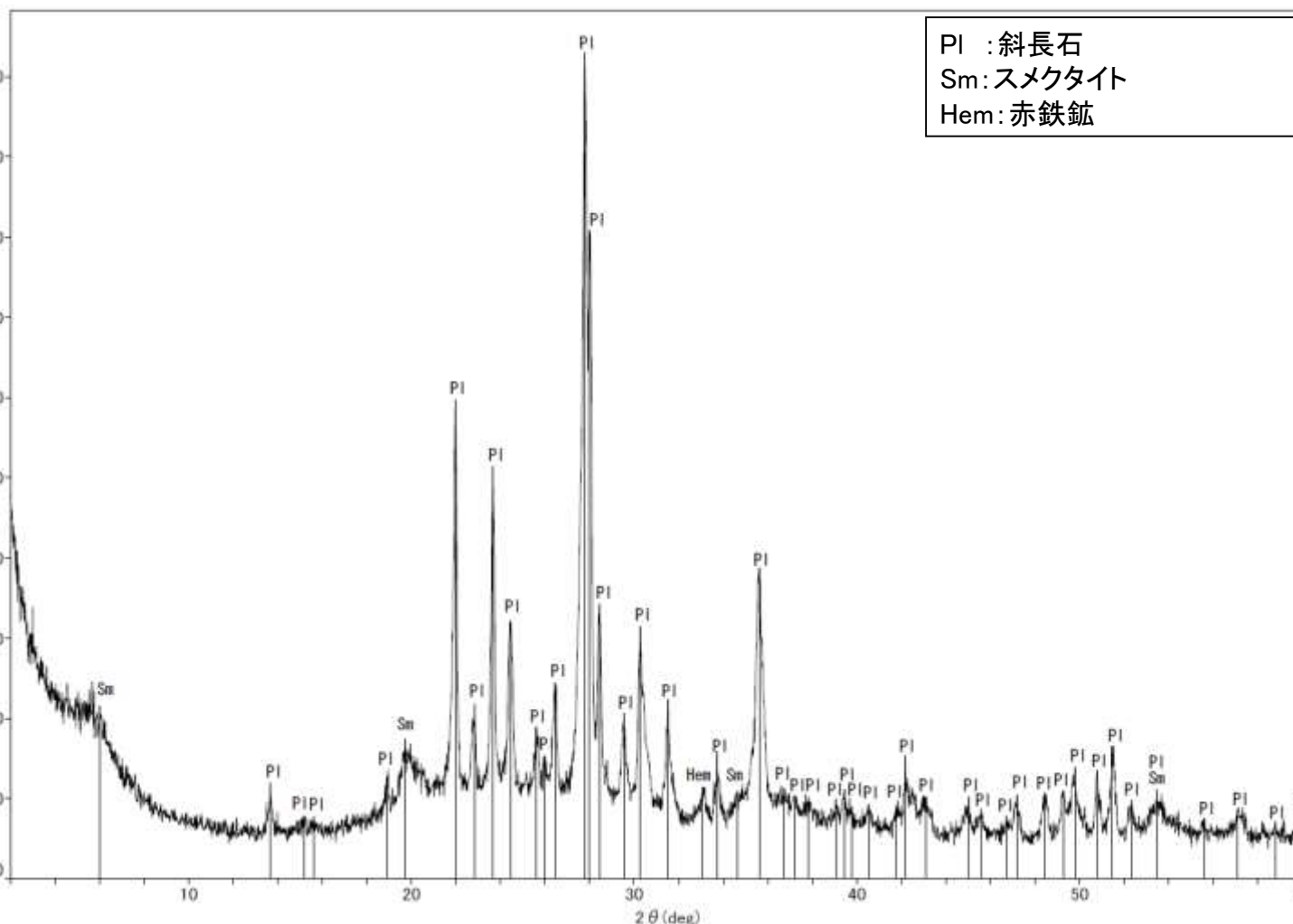
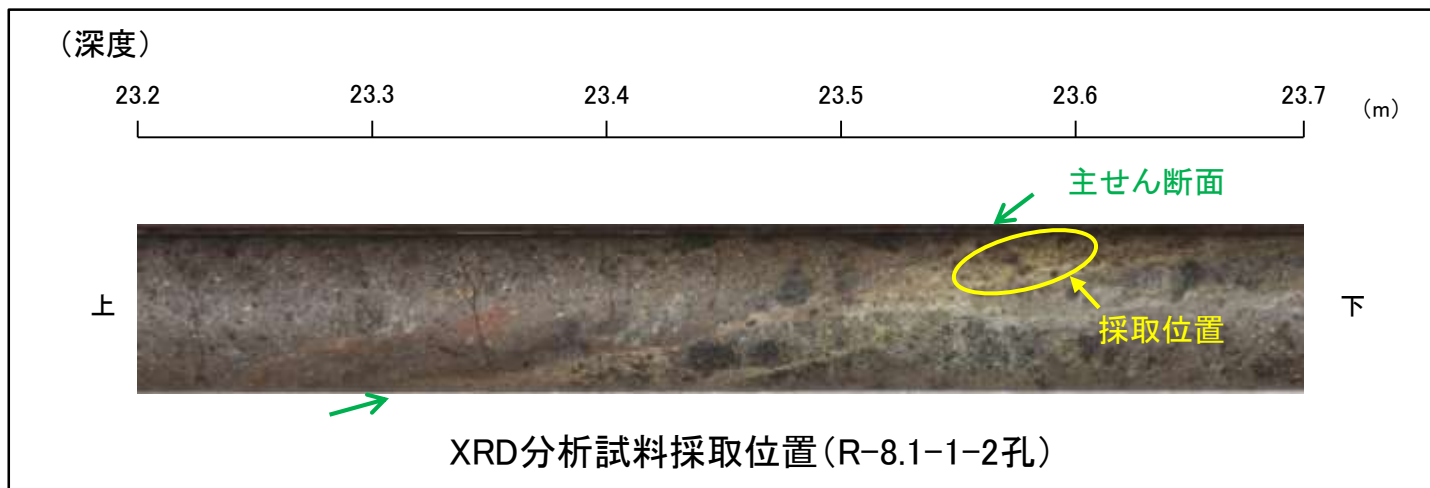


・最新ゾーンから離れたその他の面として分帯IVと分帯Vとの境界面が認められるが、この面の周辺は最新ゾーンに比べて細粒化が進んでおらず、面は湾曲し凹凸を伴い、直線性・連続性に乏しいことから、最新面ではないと判断した。

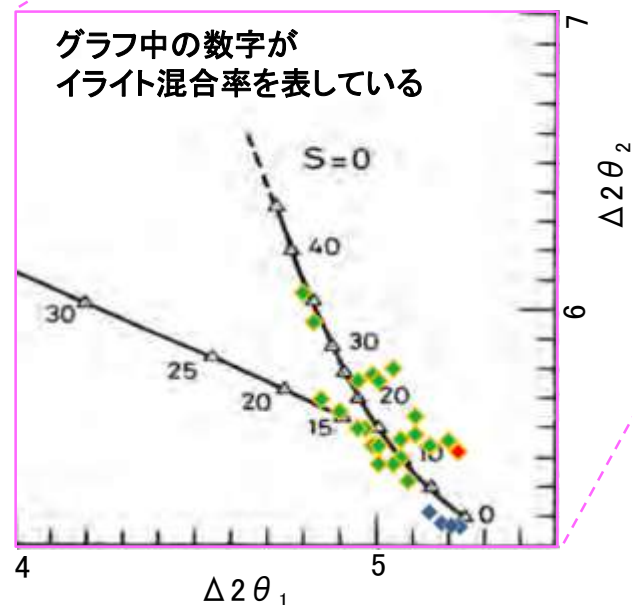
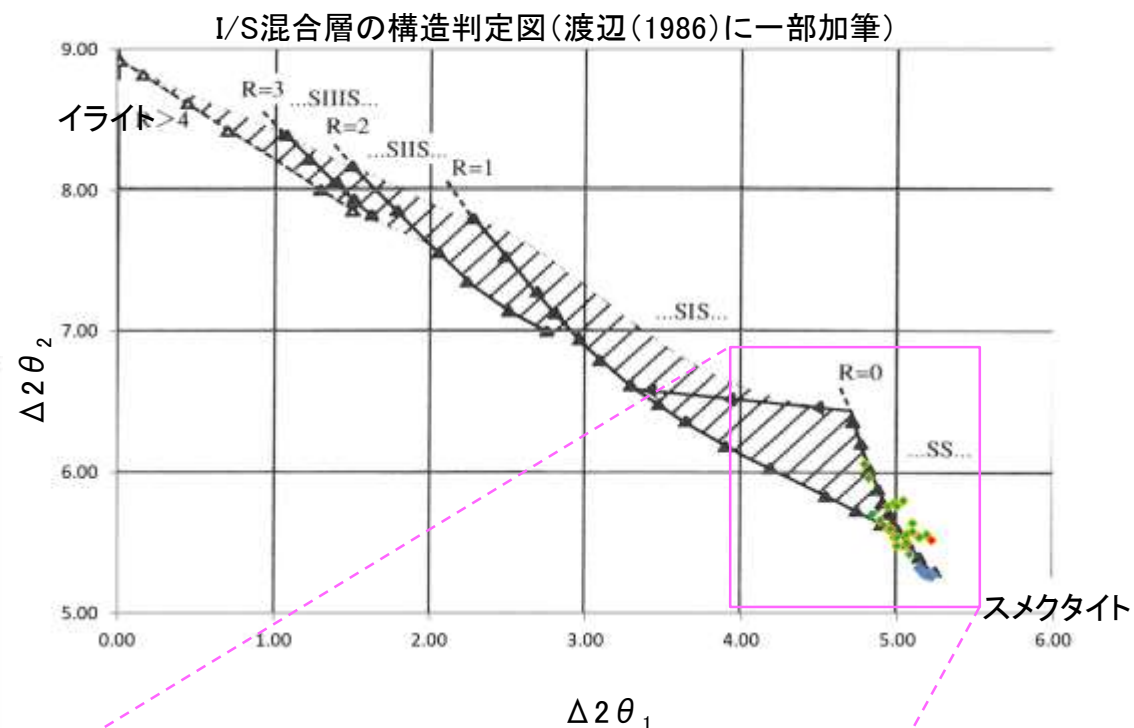
←… : 延長位置

5.2.5 S-5 R-8.1-1-2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(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。



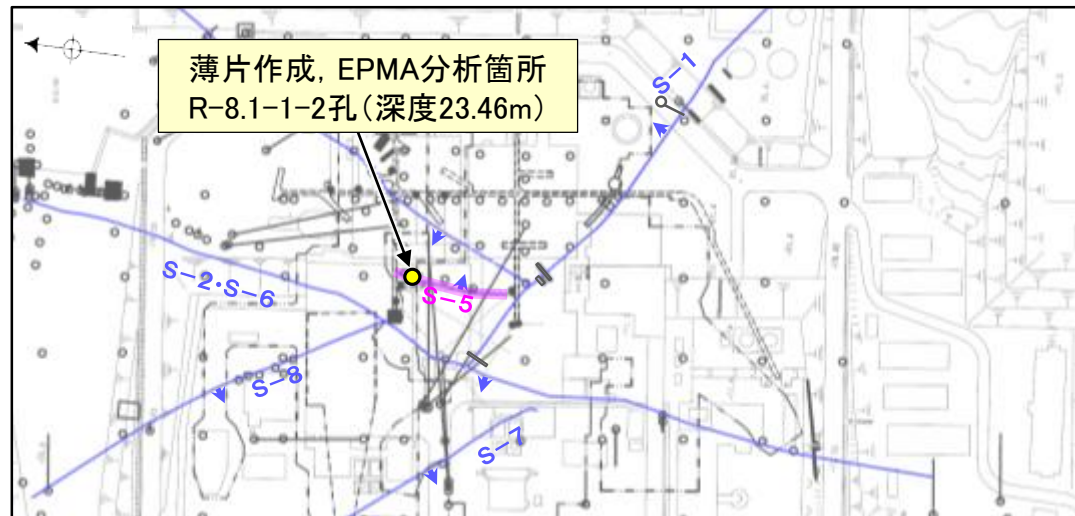
回折チャート(不定方位)_R-8.1-1-2孔
・回折チャート(定方位, EG処理)については、
補足資料5.2-12(1) P.5.2-12-27



- ◆ 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5.2-2(2) P.5.2-2-39

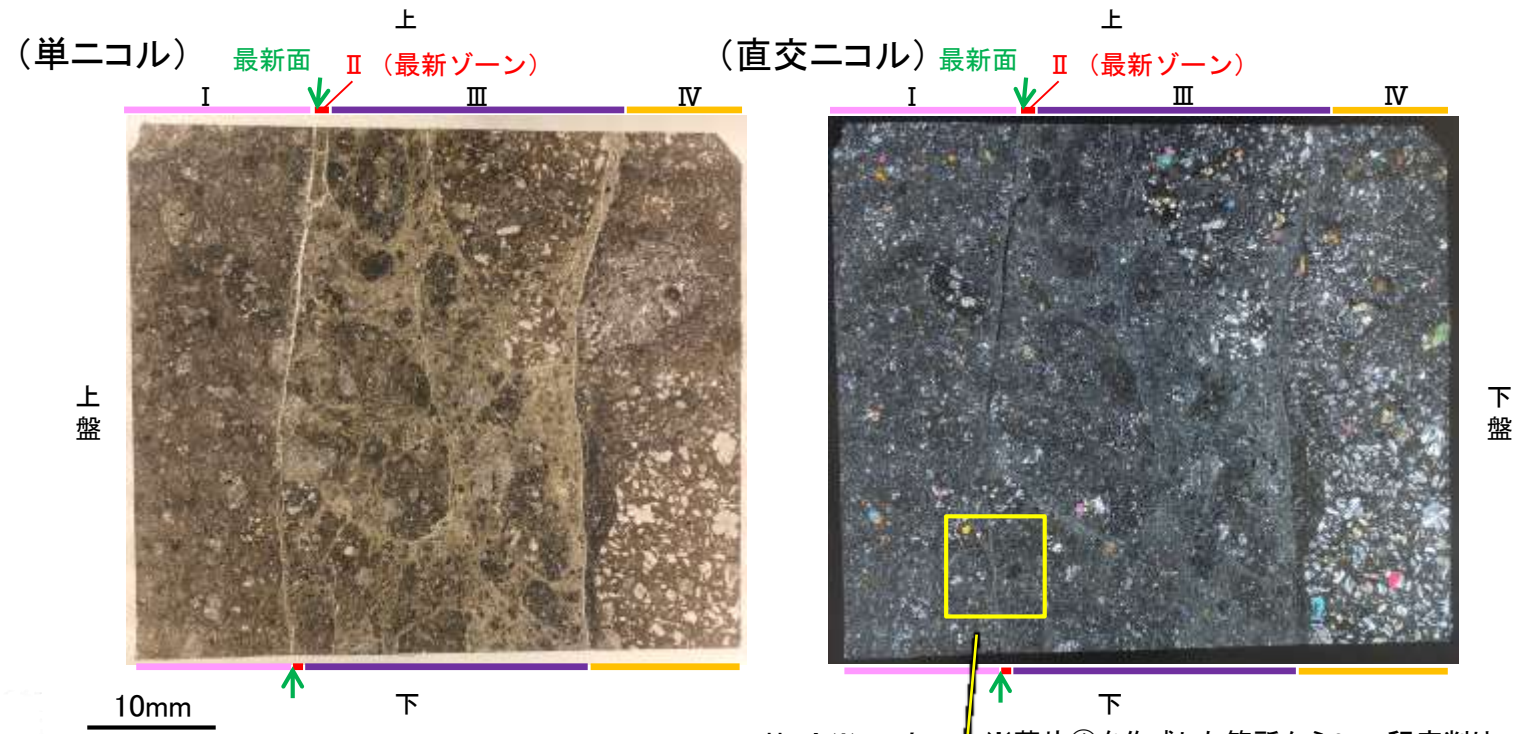
5.2.5 S-5 R-8.1-1-2孔 一 鉱物の同定(EPMA分析(定量)) 一

○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。

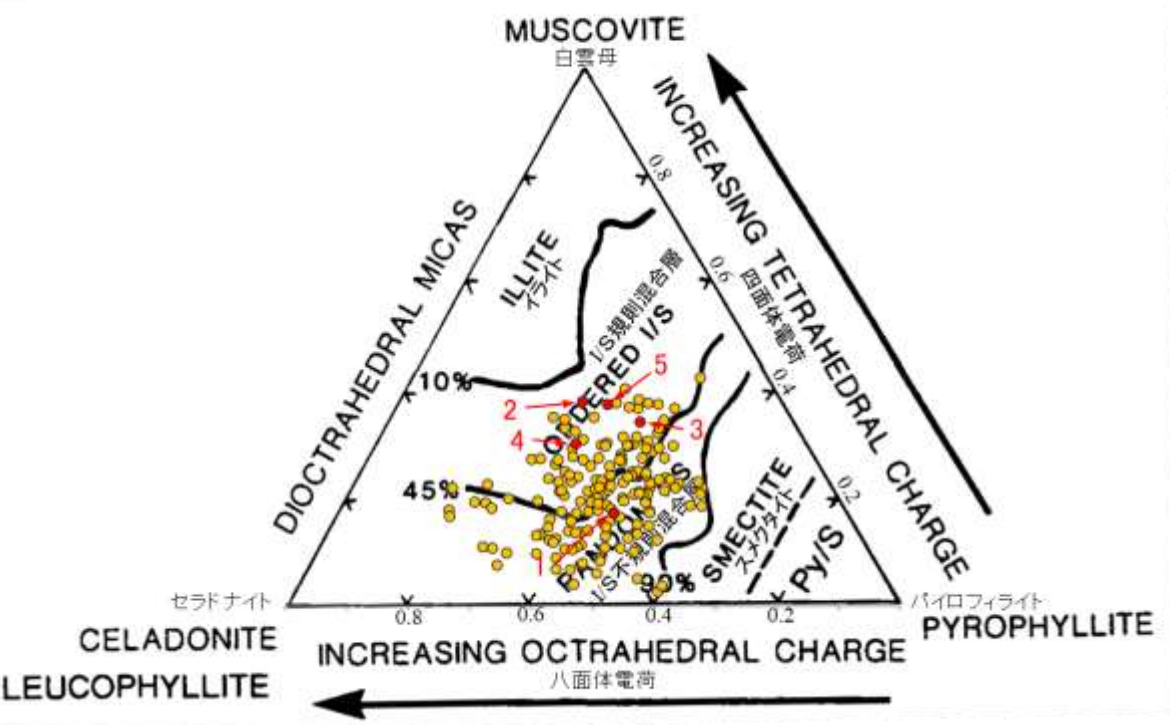
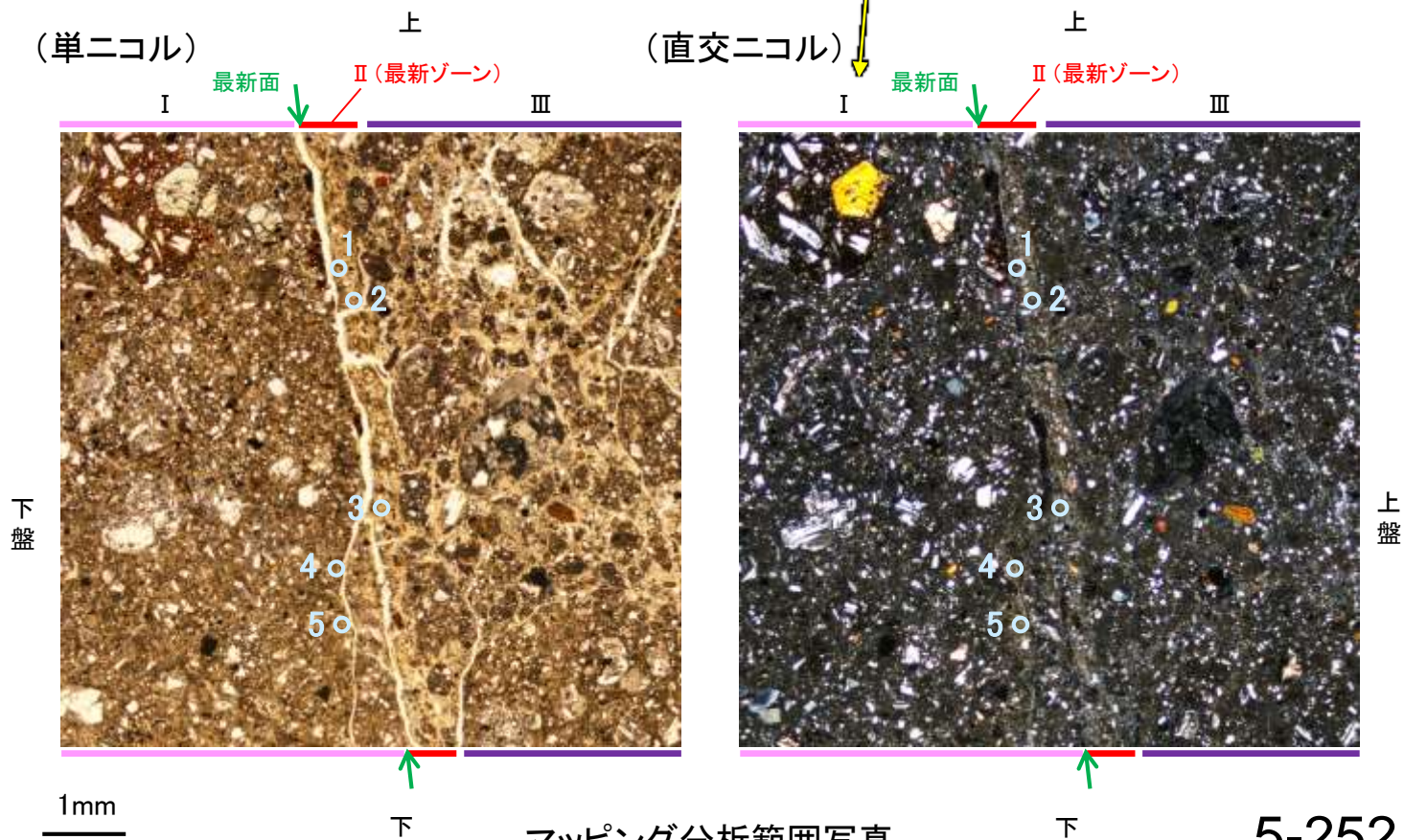


— 評価対象断層
S-O (陸域 EL-4.7m)

調査位置図



EPMA用薄片*写真
※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

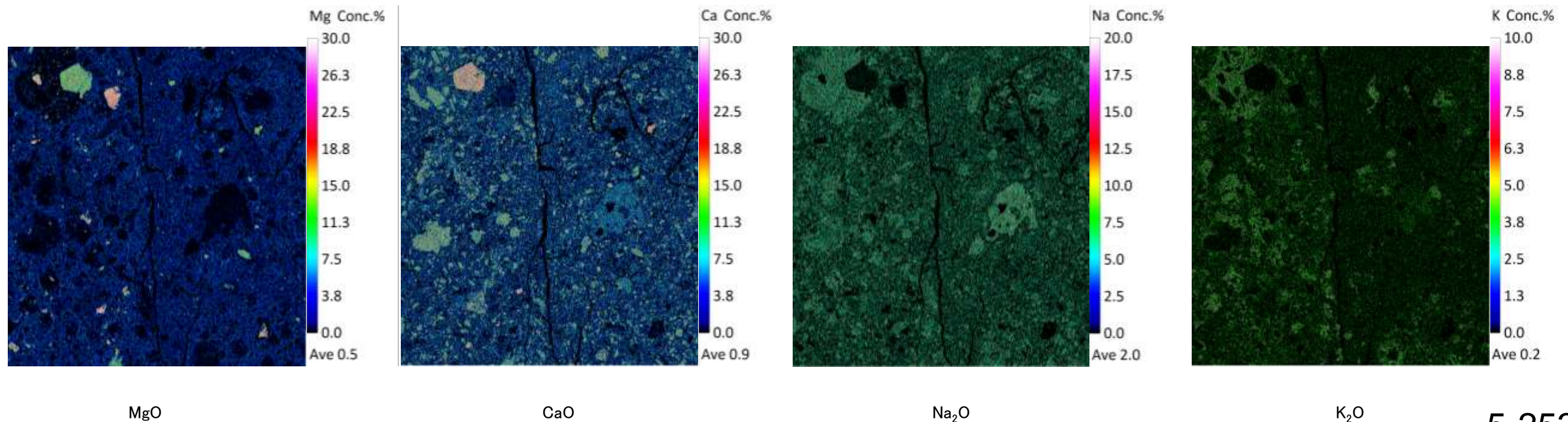
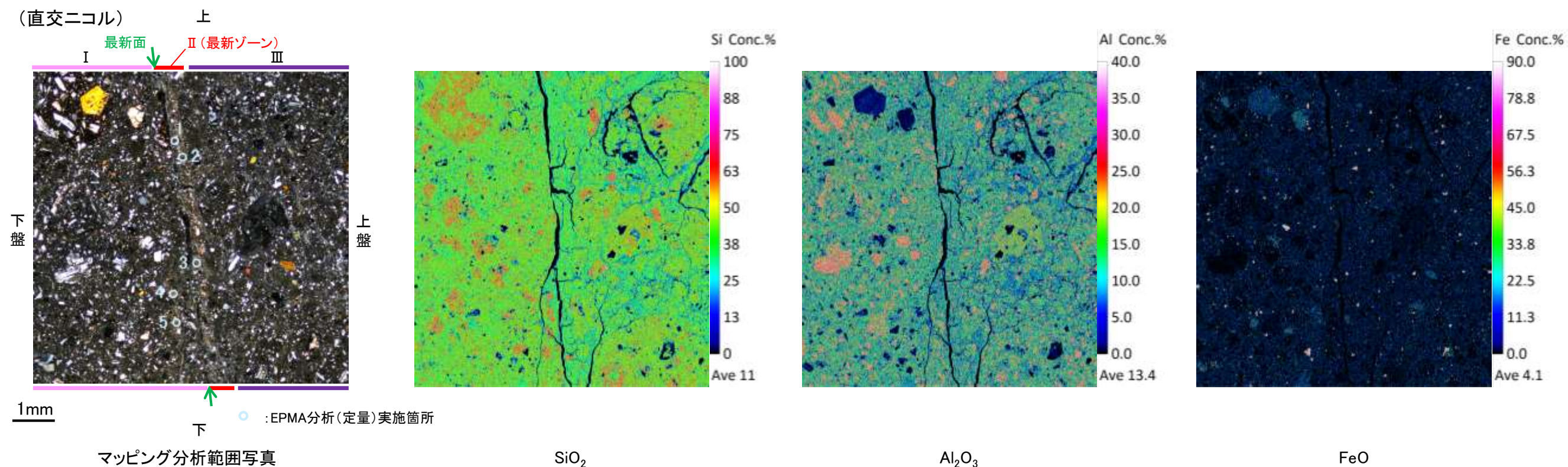


・詳細は補足資料5.2-2(3)P.5.2-2-85

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)

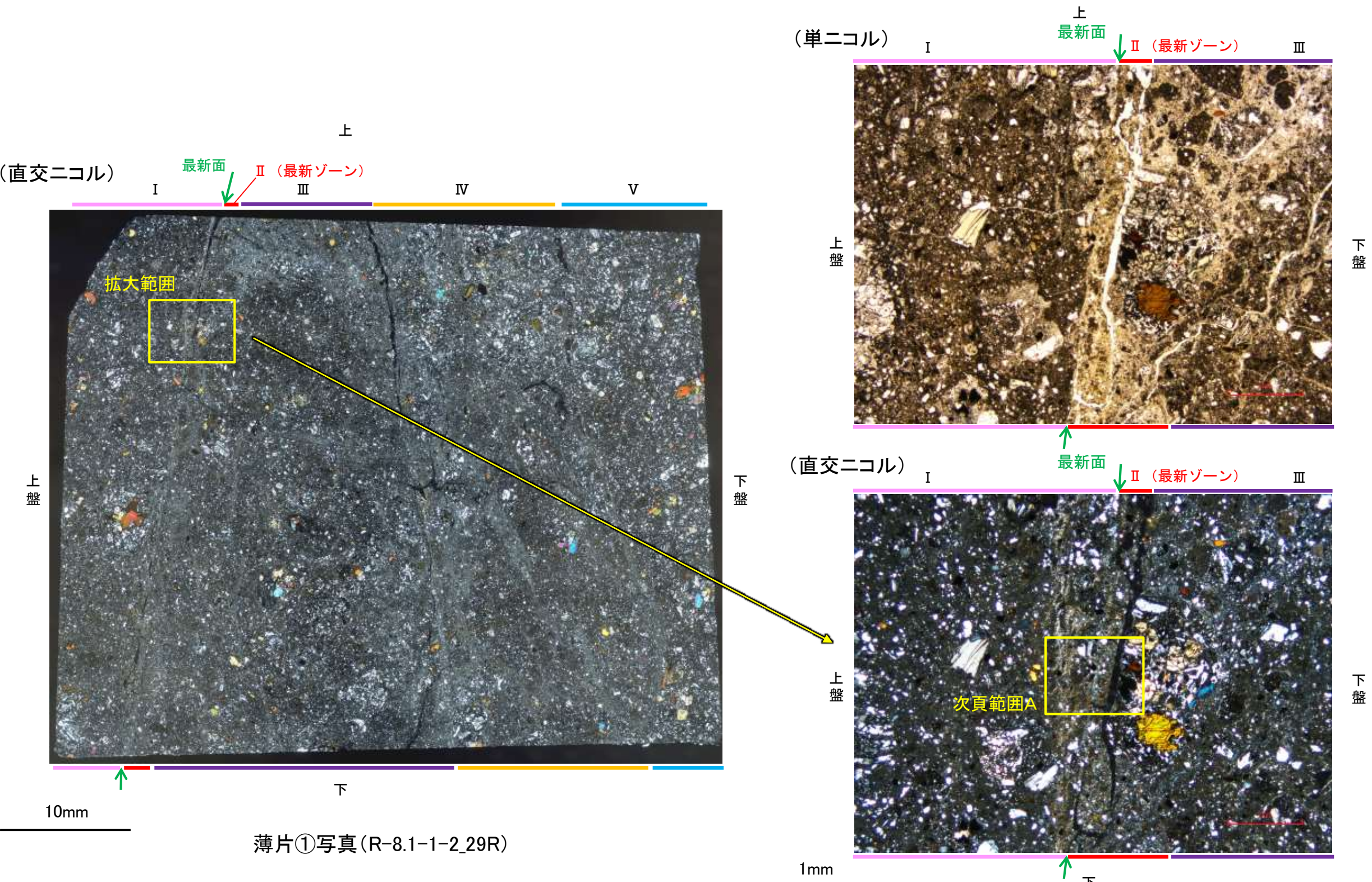
5.2.5 S-5 R-8.1-1-2孔 ー変質鉱物の分布(EPMA分析(マッピング))ー

○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。



5.2.5 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)

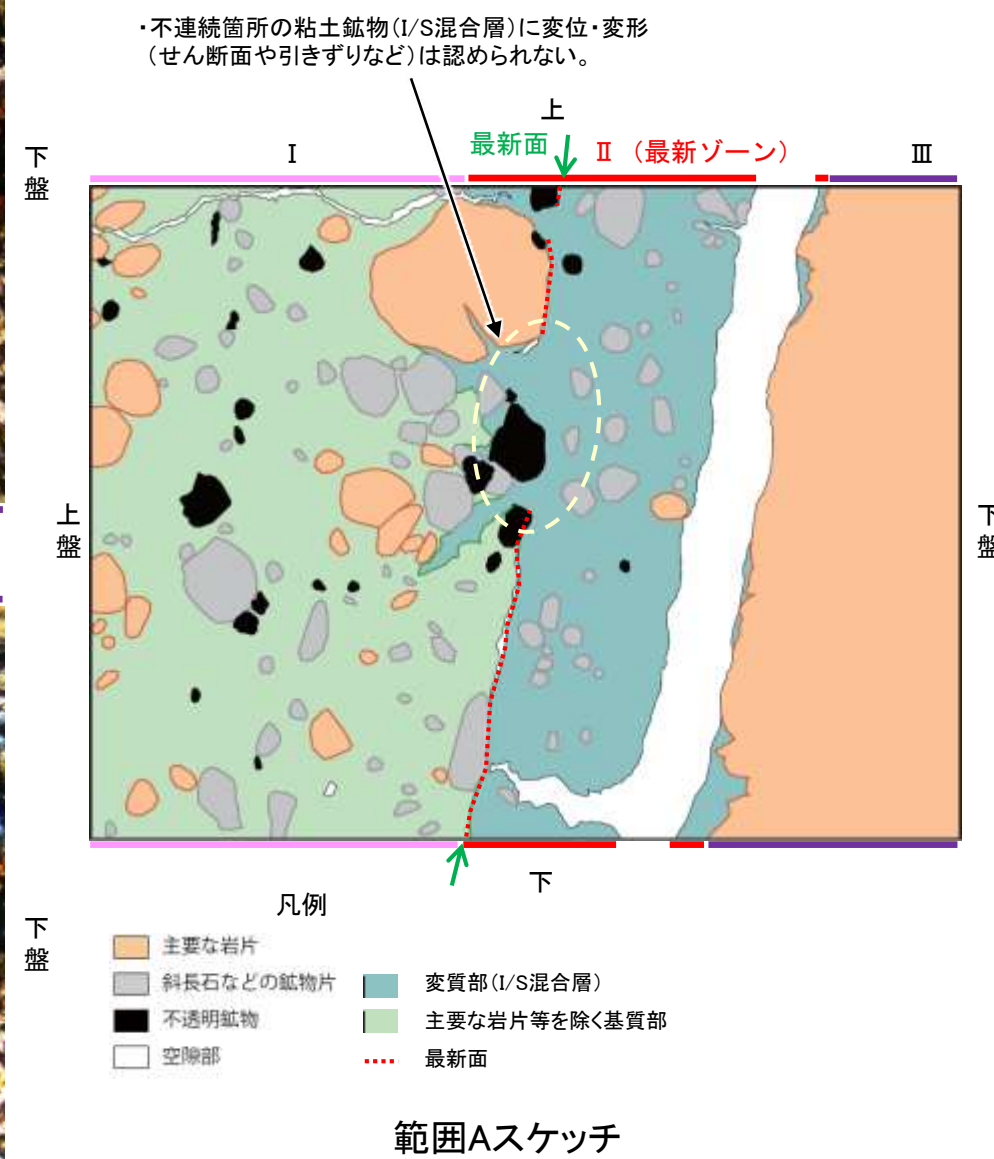
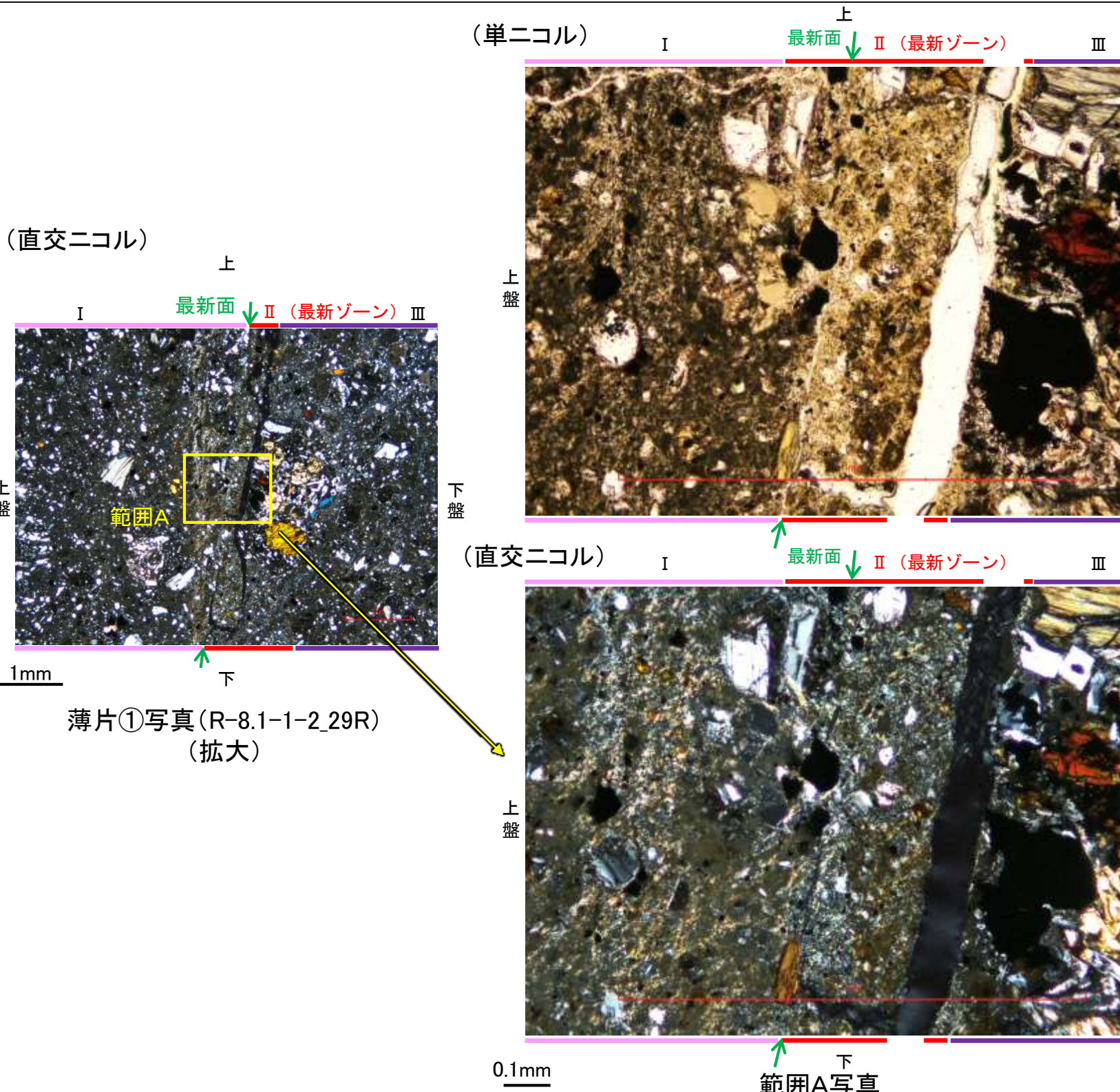
薄片①写真(R-8.1-1-2_29R)(拡大)

5.2.5 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。

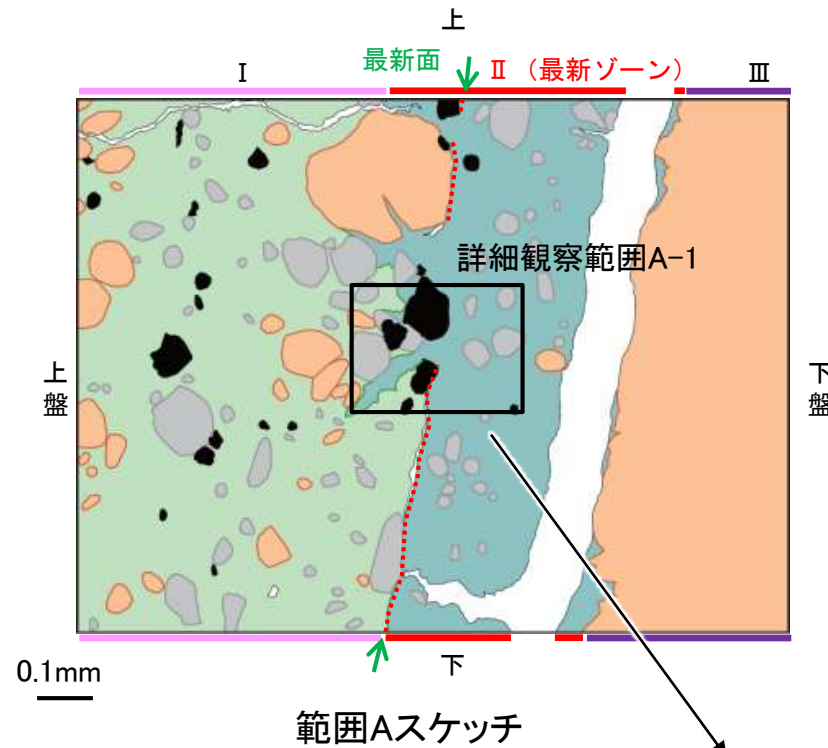
○なお、不連続箇所においてI/S混合層生成以降の注入現象の有無を確認した結果、弓状構造や粒子の配列などの注入の痕跡は認められない。

○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)】



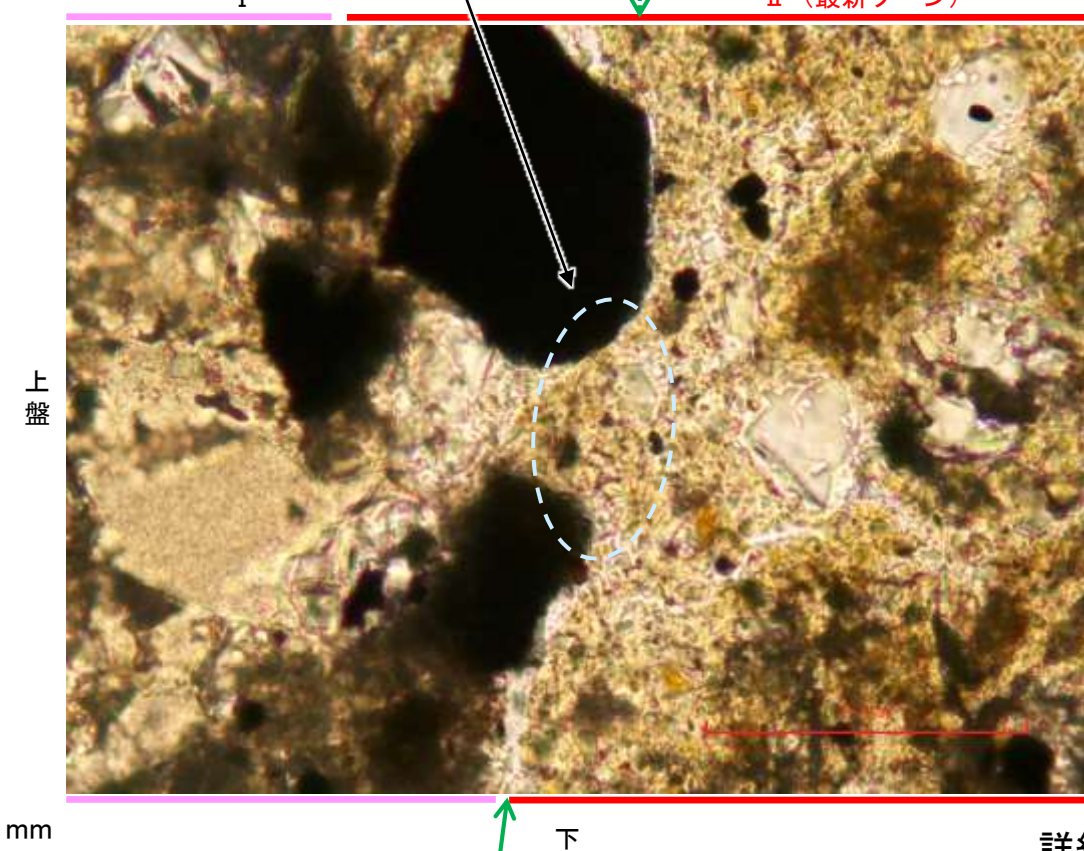
←..... : 延長位置

凡例

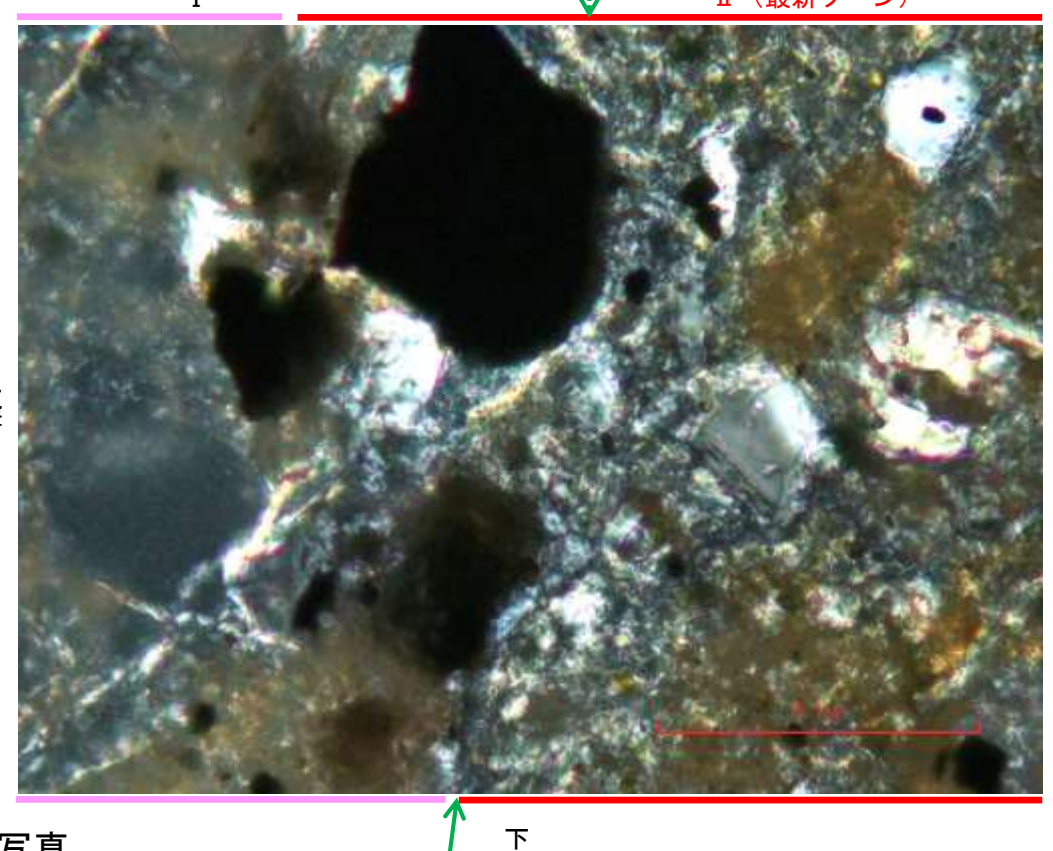
- 主要な岩片
- 変質部 (I/S混合層)
- 斜長石などの鉱物片
- 主要な岩片等を除く基質部
- 不透明鉱物
- 最新面
- 空隙部

・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。

(単ニコル)



(直交ニコル)

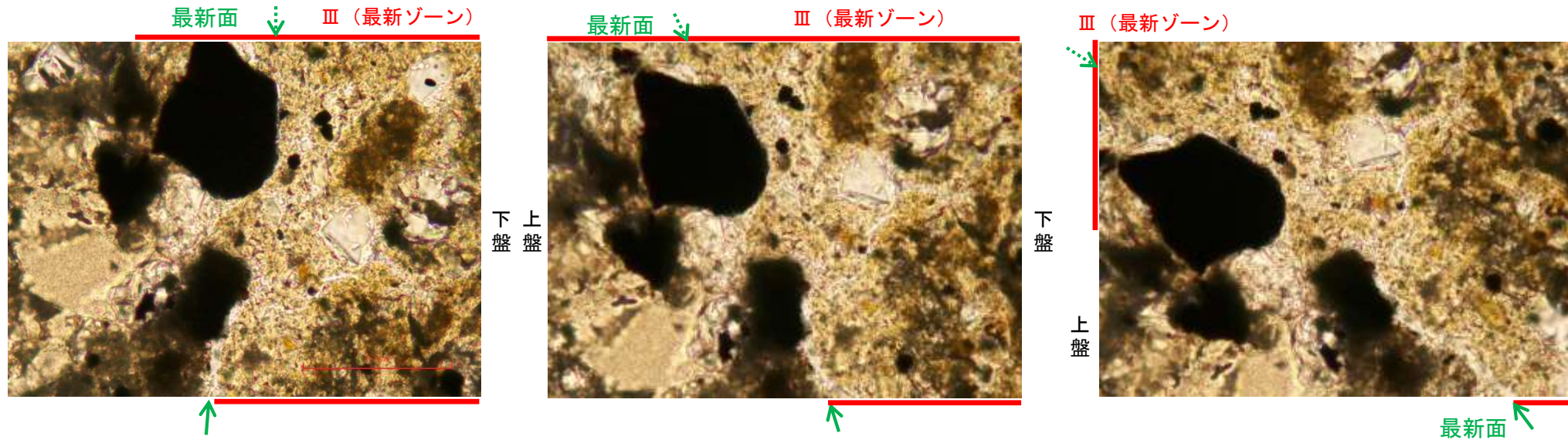


詳細観察範囲写真

S-5_R-8.1-1-2孔

【ステージ回転(範囲A-1)】

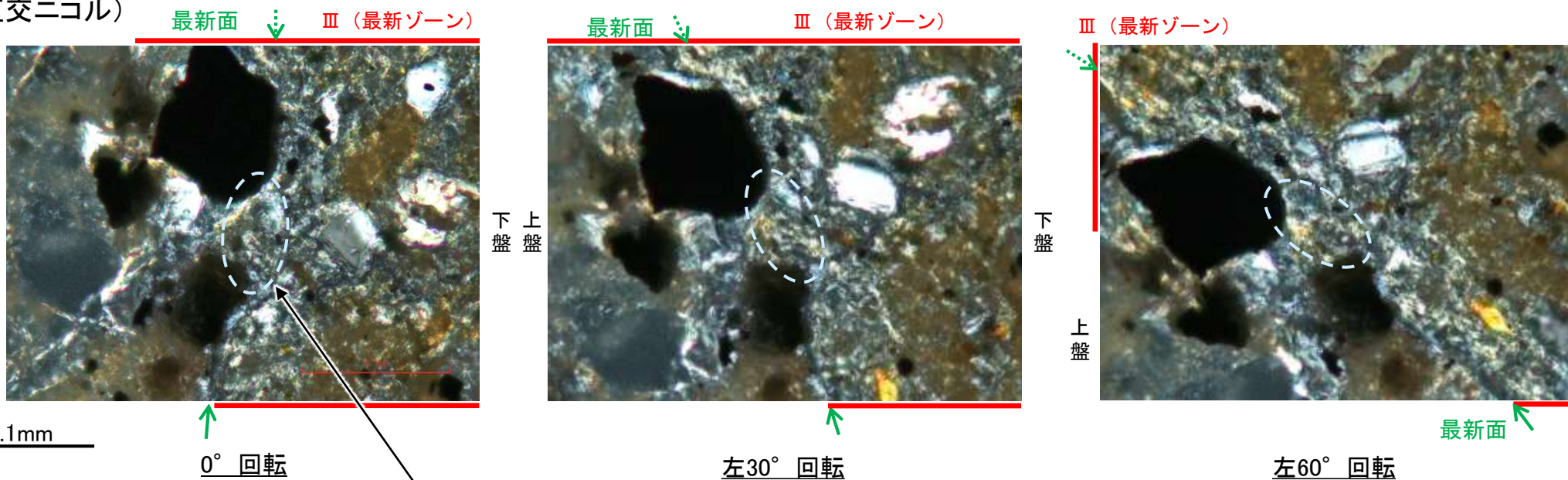
(単ニコル)



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 の可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)

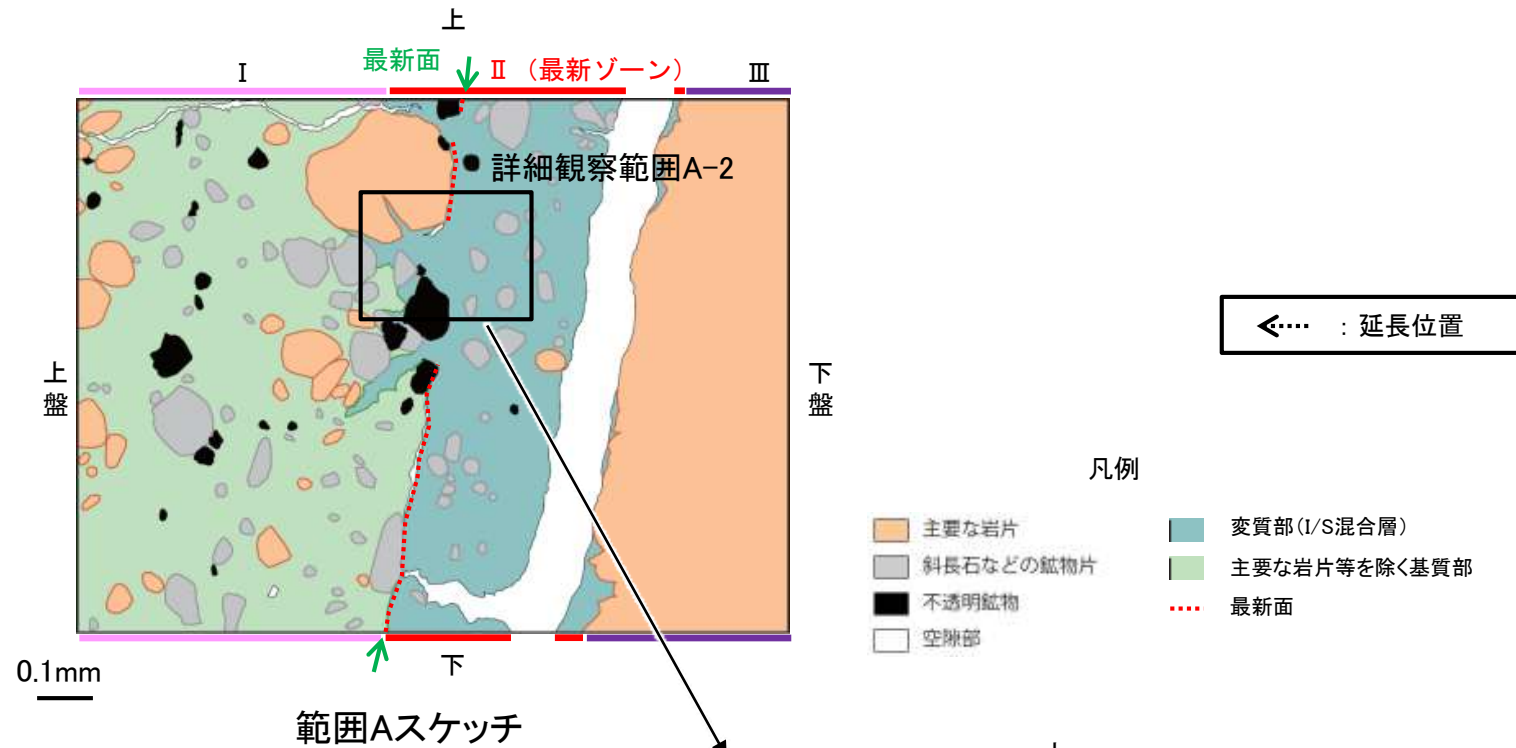


←… : 延長位置

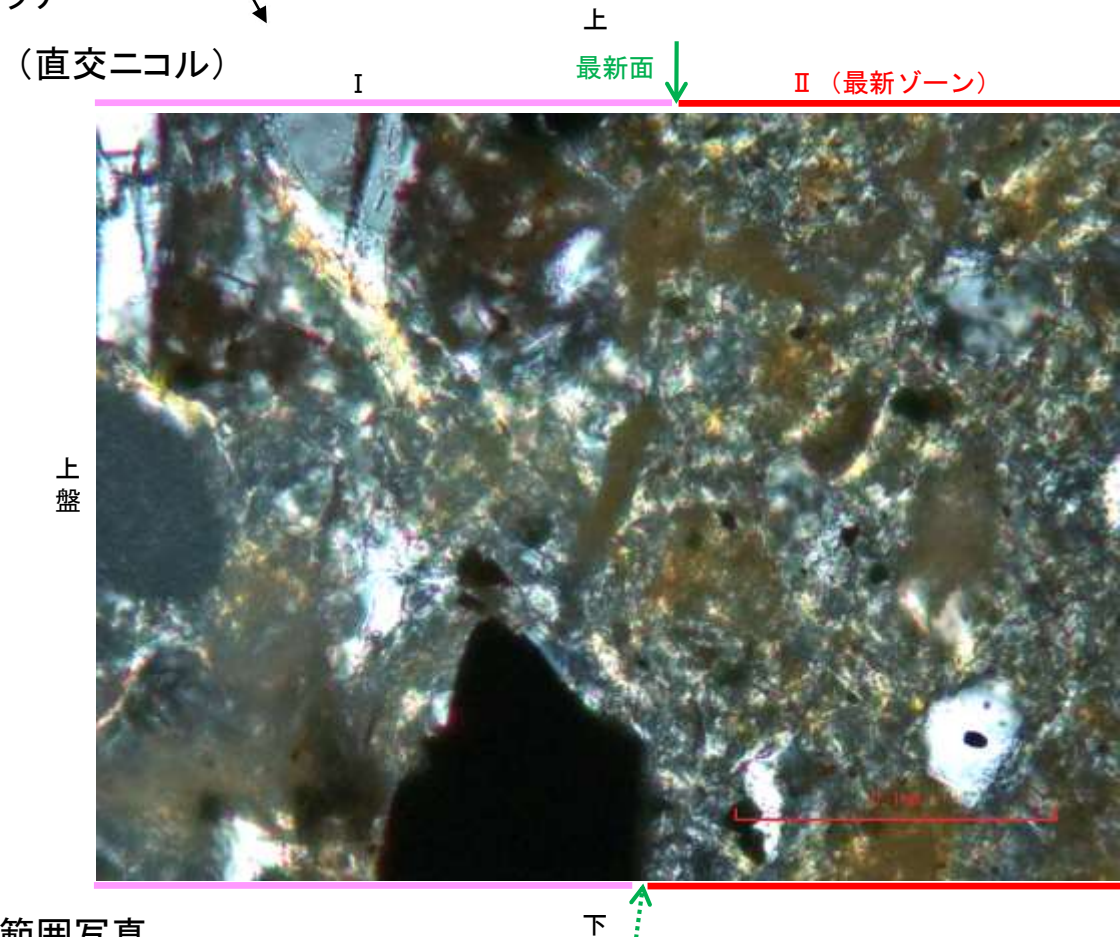
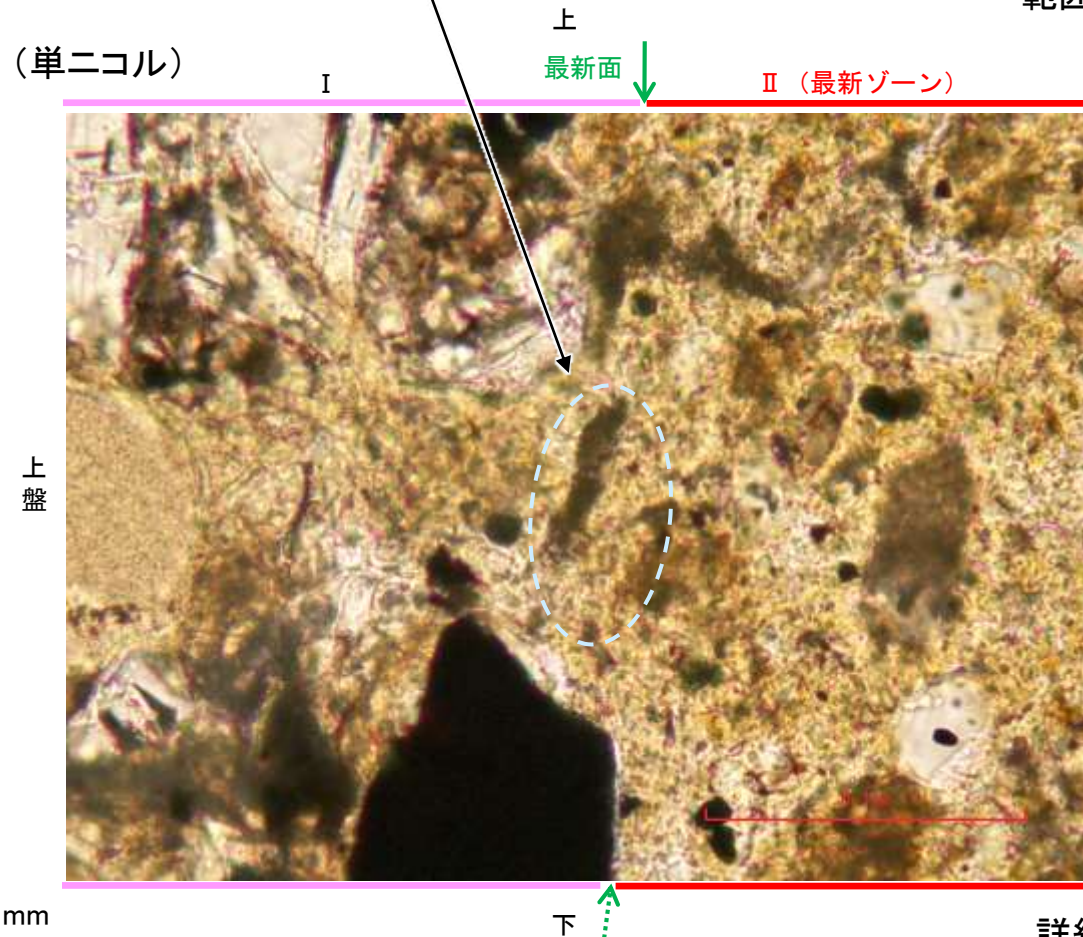
- ・不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形(せん断面や引きずりなど)は認められない。
- ・注入の痕跡は認められない。

S-5_R-8.1-1-2孔

【詳細観察(範囲A-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。



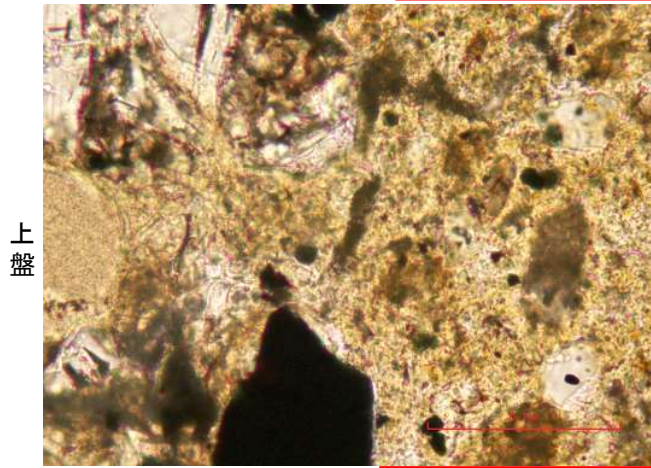
詳細観察範囲写真

S-5_R-8.1-1-2孔

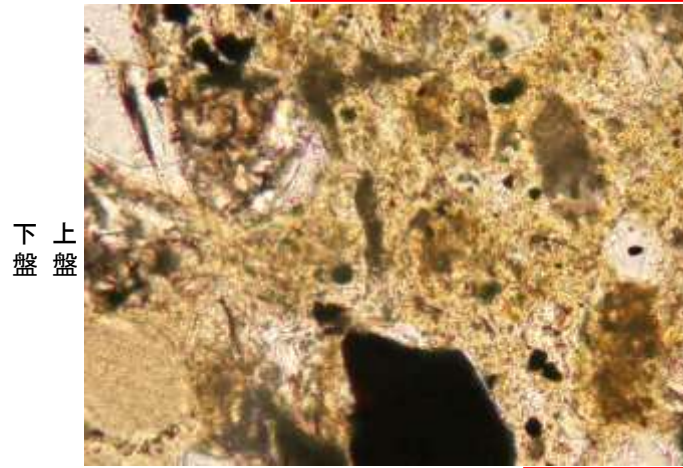
【ステージ回転(範囲A-2)】

(単ニコル)

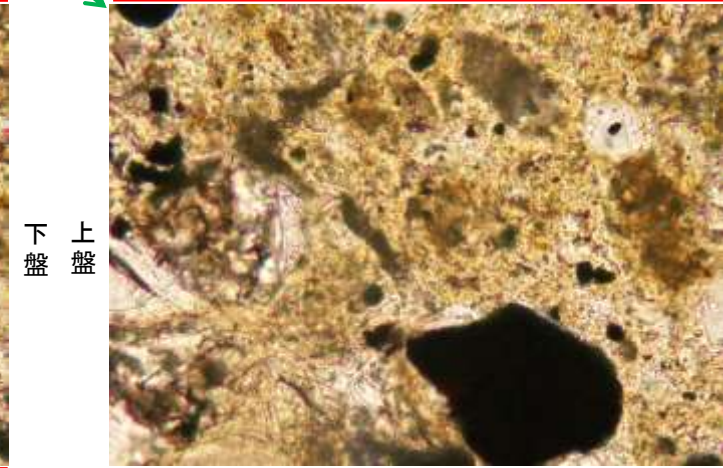
最新面 ↓ III (最新ゾーン)



最新面 ↓ III (最新ゾーン)



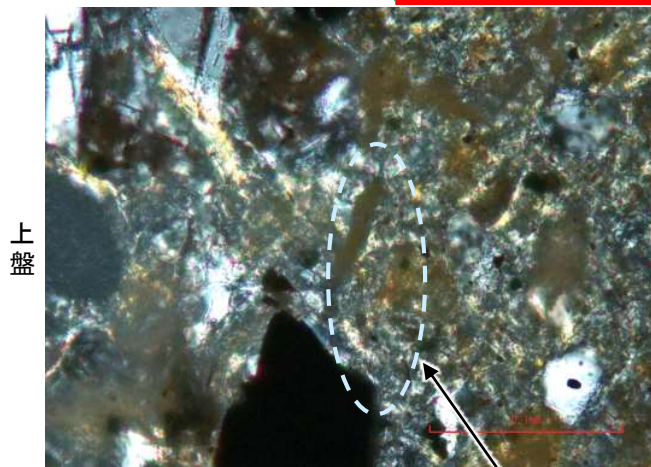
III (最新ゾーン)



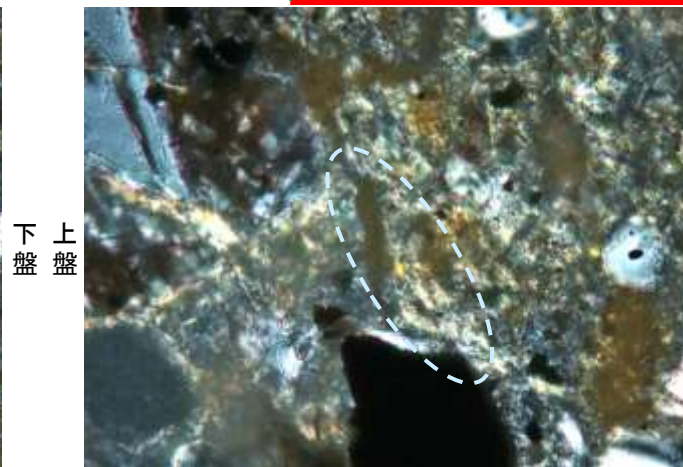
最新面

(直交ニコル)

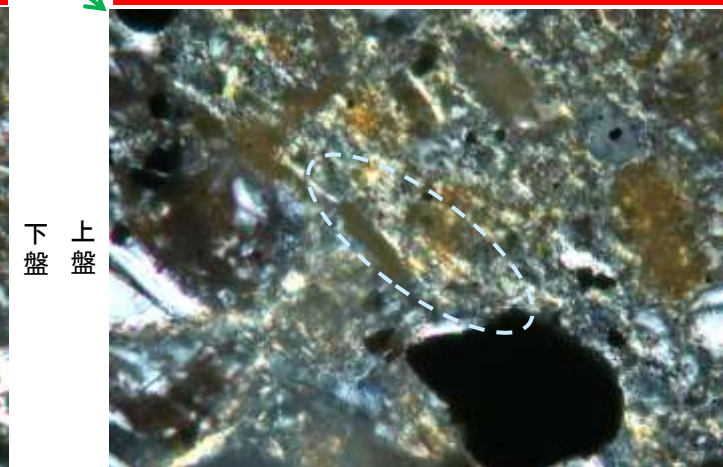
最新面 ↓ III (最新ゾーン)



最新面 ↓ III (最新ゾーン)



III (最新ゾーン)



最新面

注入現象の事例
(関西電力株式会社, 2016)

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 の可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

・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。
・注入の痕跡は認められない。

5.2.6 S-7

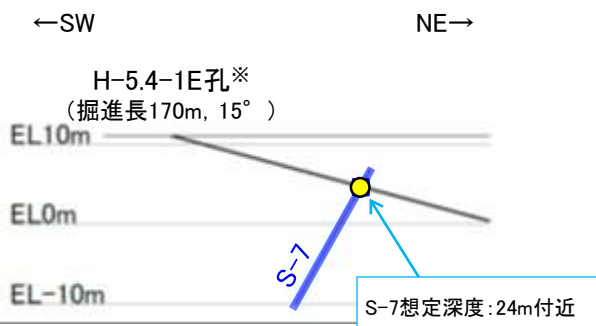
5.2.6 S-7の鉱物脈法による評価地点

■ 鉱物脈法による評価地点

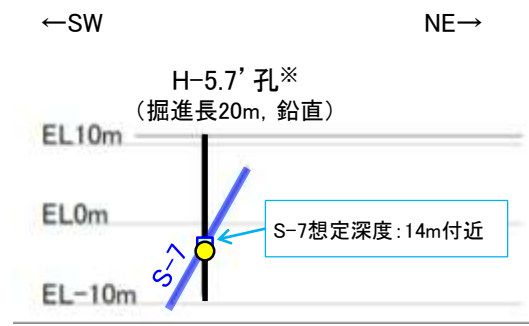
○ 2地点(H-5.7' 孔, H-5.4-1E孔)において, S-7の最新ゾーンに少なくとも後期更新世以降に生成したものではないと評価した変質鉱物であるI/S混合層が認められたことから, 断層活動(最新面)と変質鉱物との関係による評価を行った。

評価地点	記載頁
H-5.7' 孔 (深度14.35m, EL-3.26m)	P.5-262~5-287
H-5.4-1E孔 (深度24.16m, EL4.80m)	P.5-288~5-299

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



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。

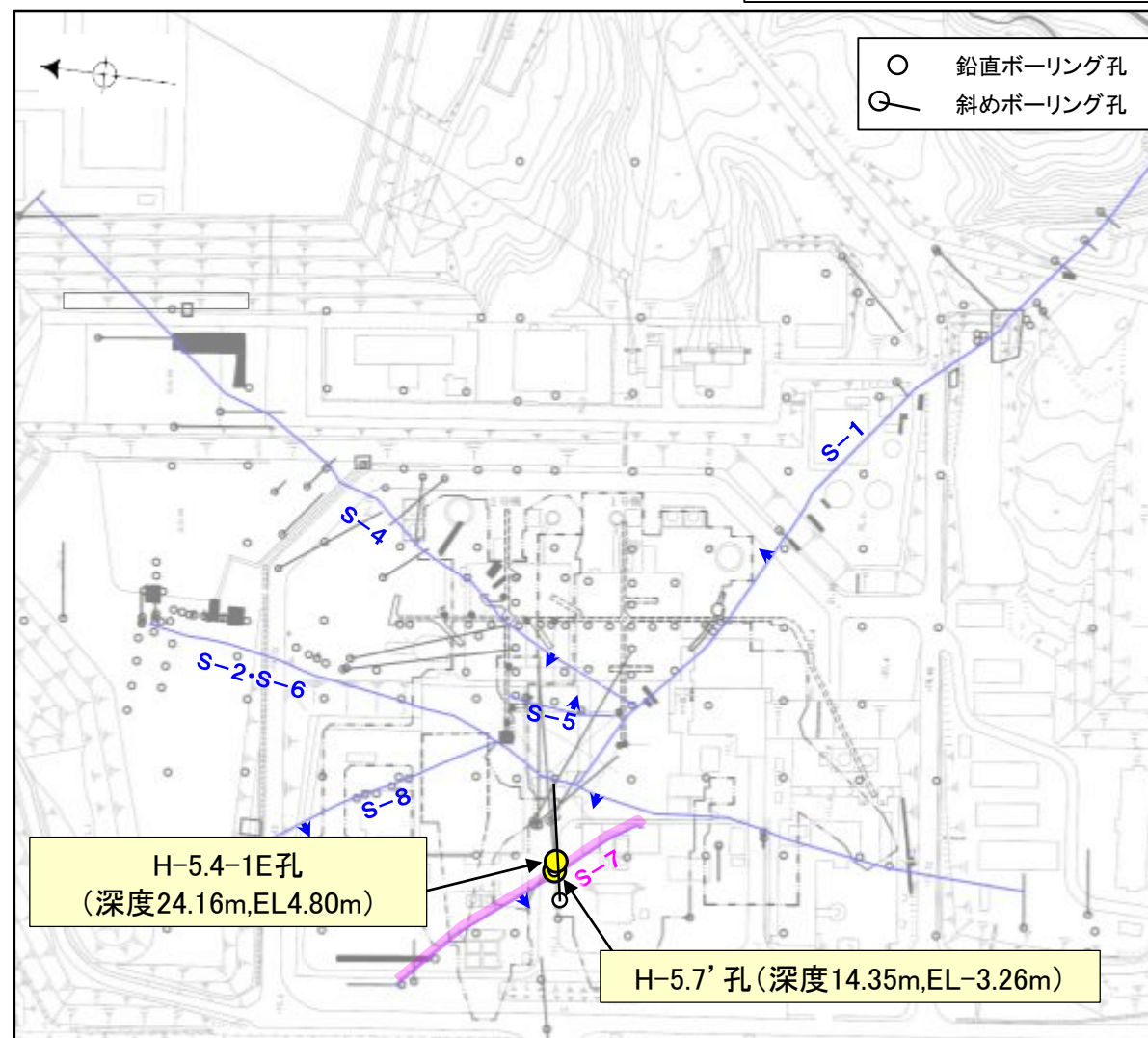
凡例

- 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5.2-12(3)

5.2.6 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.5-263~5-266, 5-276, 5-277)。

【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.5-267, 5-268)。

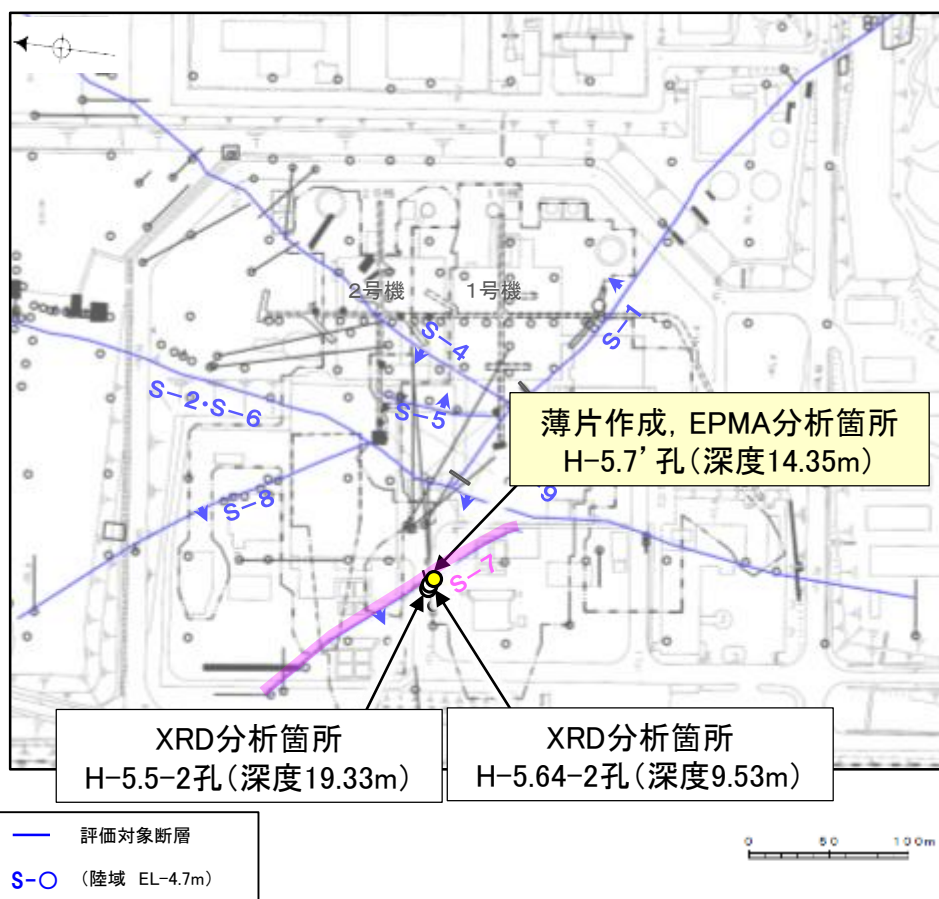
【変質鉱物の分布と最新面との関係】

○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.5-269, 5-270, 5-278)。

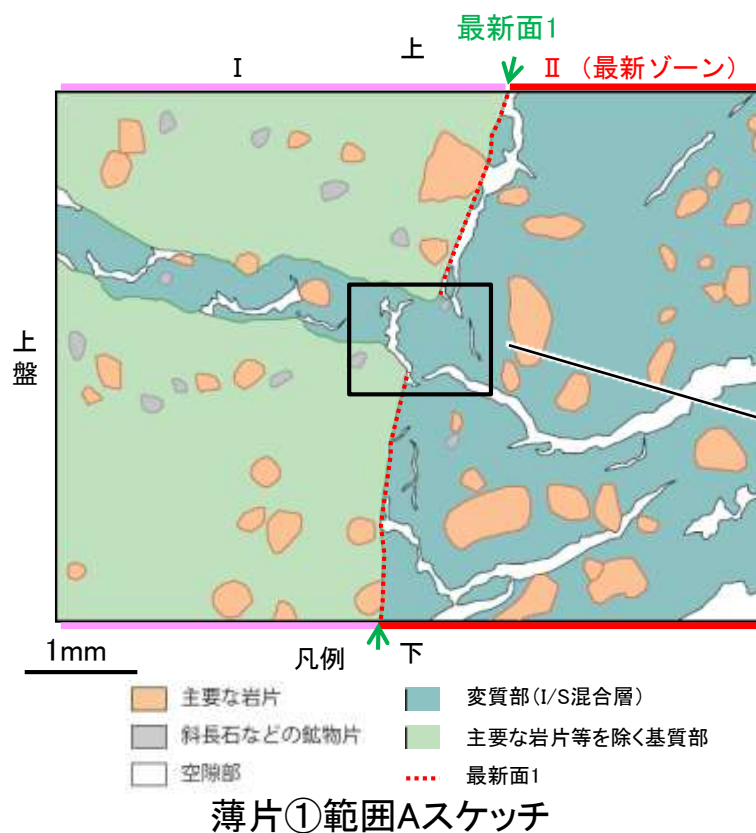
○薄片①の範囲A及び薄片②の範囲A, Bにおいて、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面1, 2を横断して分布し、最新面1, 2が不連続になっており、不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められない※(P.5-271~5-273, 5-279~5-287)。

○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。

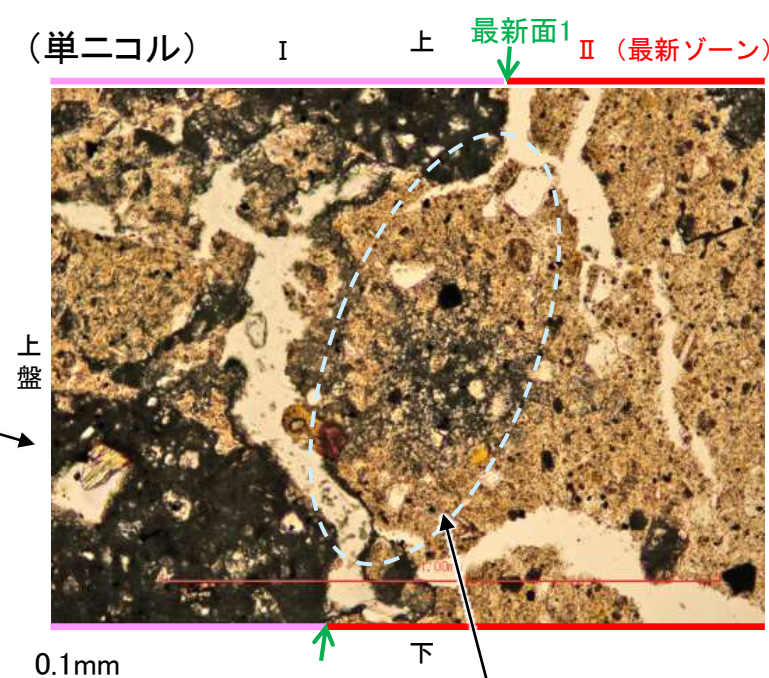
紫字: 第1073回審査会合以降の変更箇所



調査位置図



薄片①範囲Aスケッチ



詳細観察範囲写真

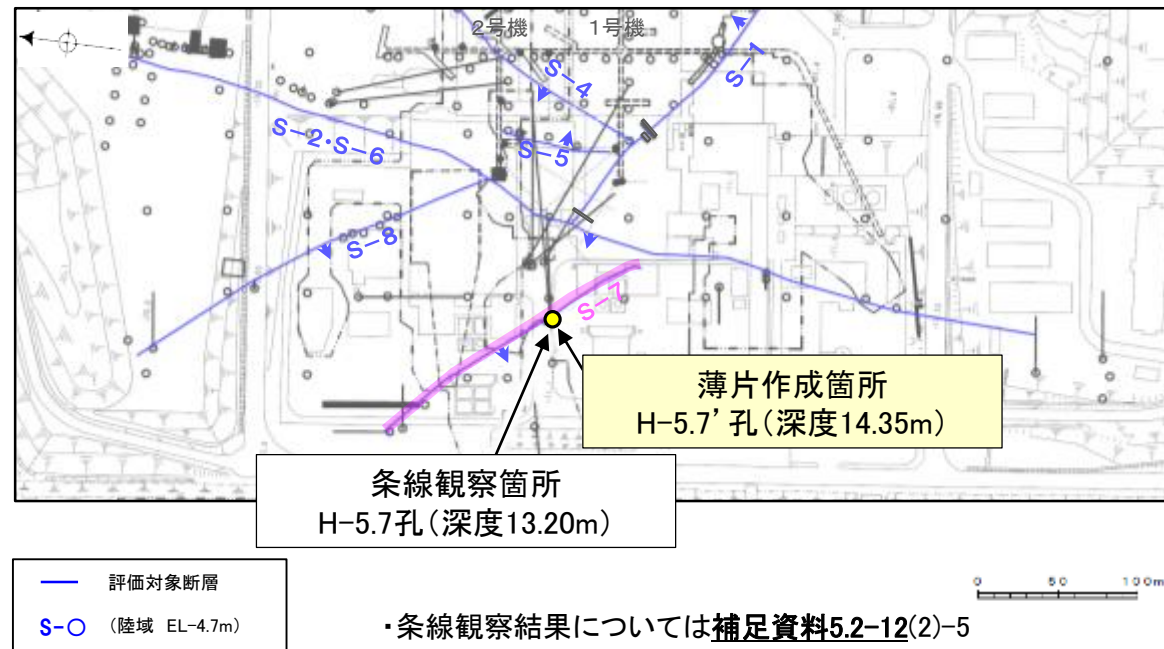
・不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形(せん断面や引きずりなど)は認められない(P.5-271~5-273, 5-279~5-287)。
・不連続箇所には、I/S混合層生成以降の注入の痕跡や、薄片作成時等の乱れの影響は認められない(P.5-271~5-273, 5-279~5-287)。

※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(P.5-274, 5-275)。

5.2.6 S-7 (1) H-5.7' 孔 —最新面の認定(巨視的観察)—

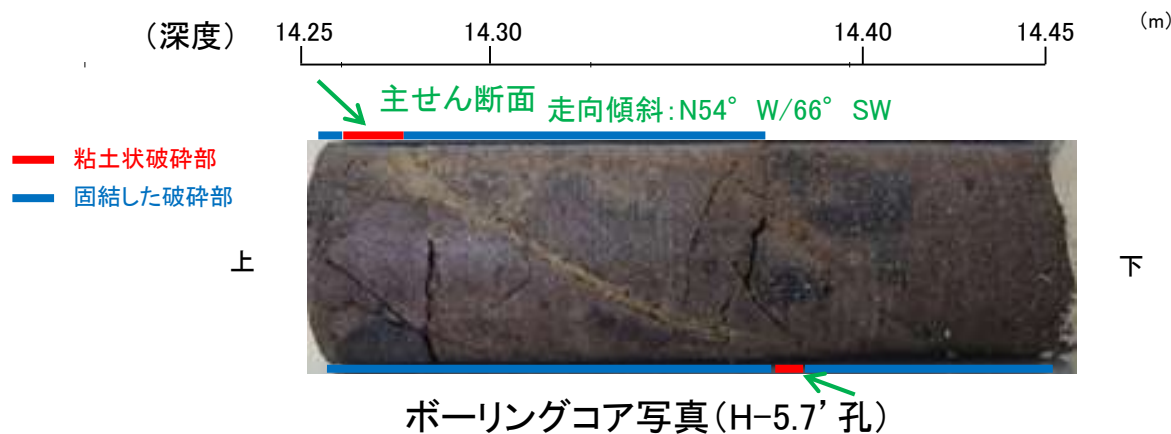
○H-5.7' 孔の深度14.35m付近で認められるS-7において、巨視的観察(ボーリングコア観察, CT画像観察)を実施し、細粒化が進んでおり、最も直線性・連続性がよい断層面を主せん断面として抽出した。

○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)。

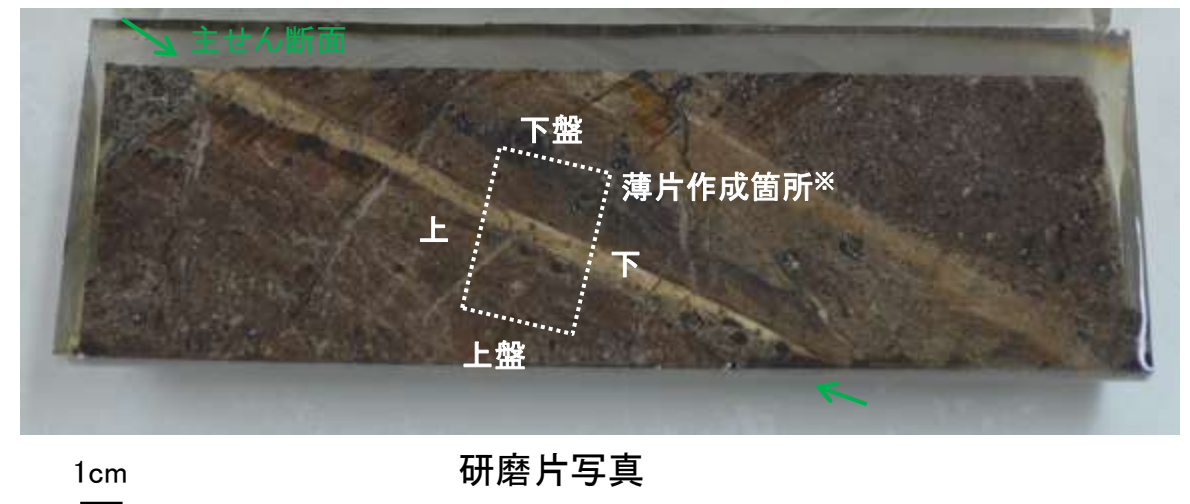


調査位置図

※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



ボーリングコア写真(H-5.7' 孔)



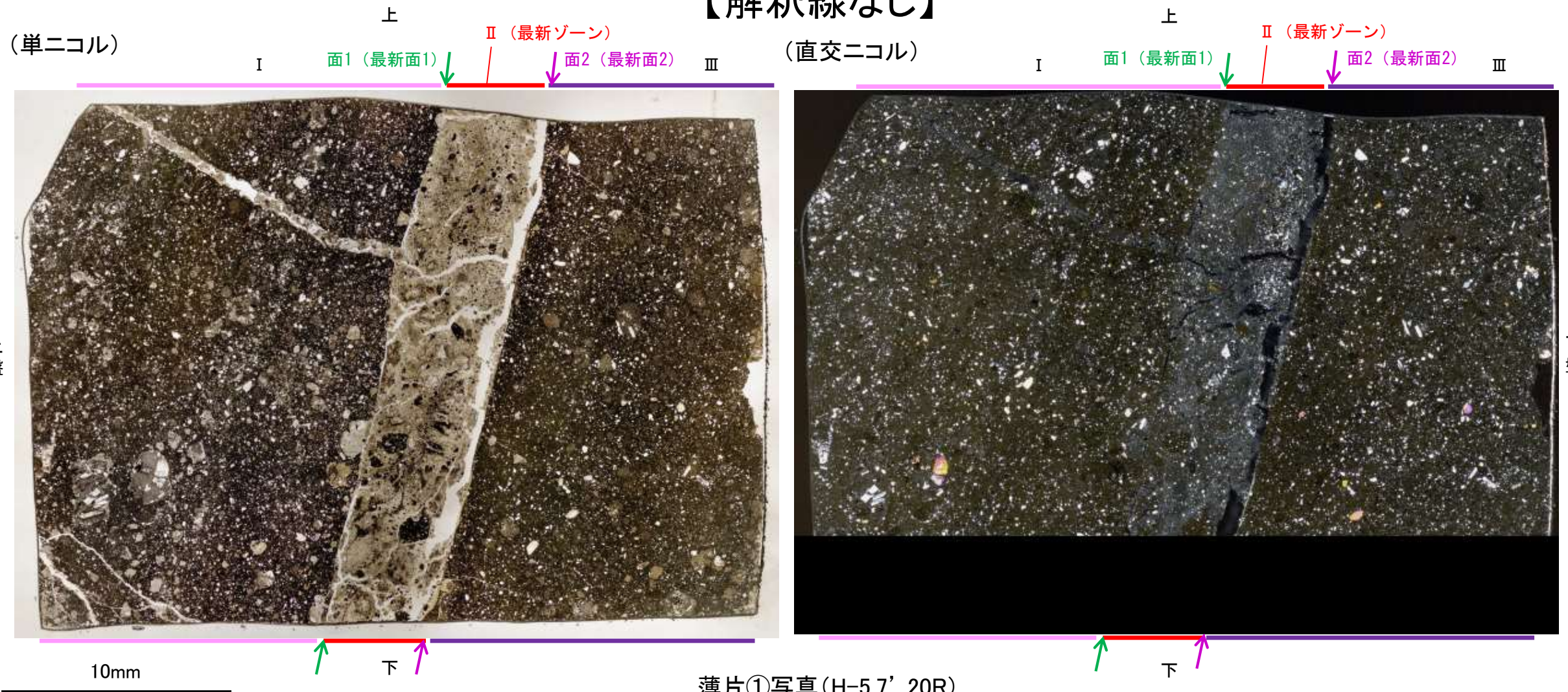
研磨片写真

5.2.6 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】

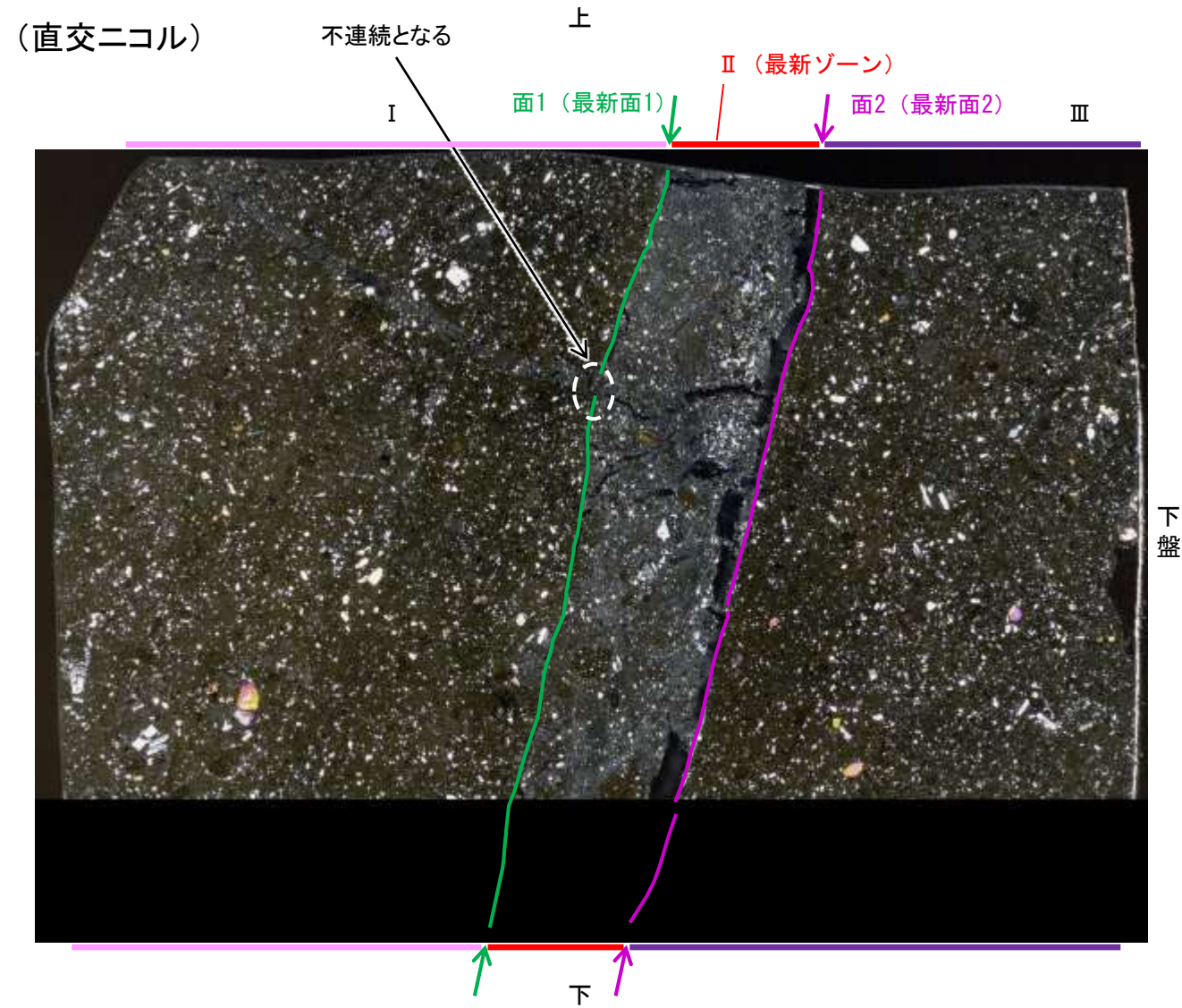
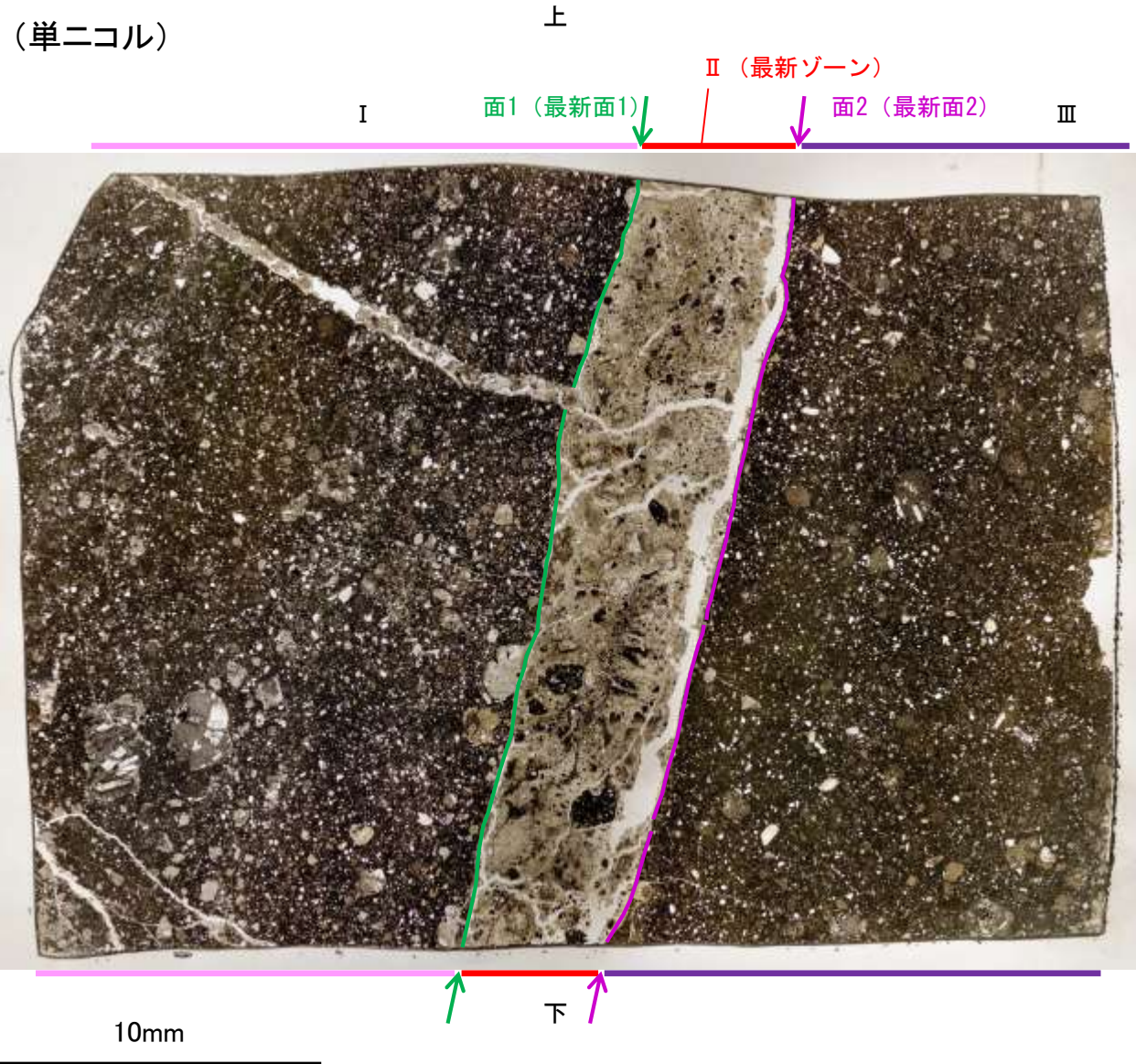


薄片①写真(H-5.7' _20R)

- 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

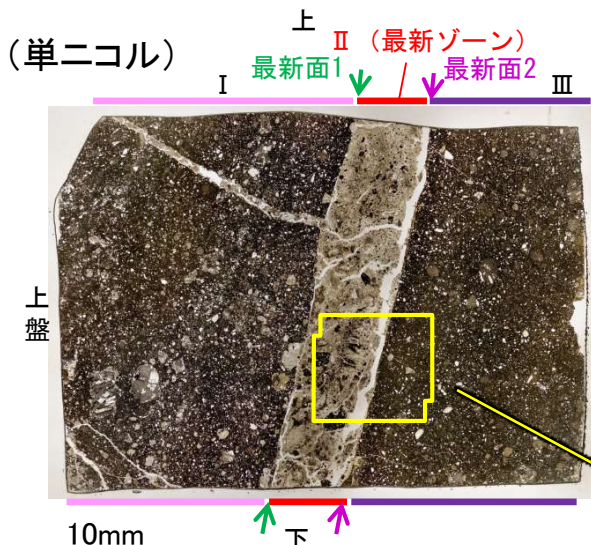
【解釈線あり】



薄片①写真(H-5.7' _20R)

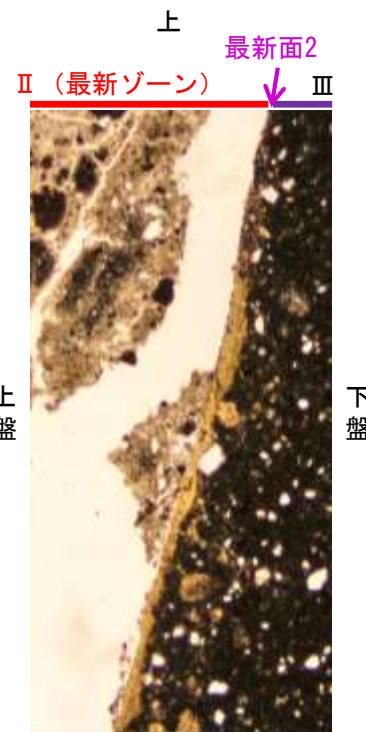
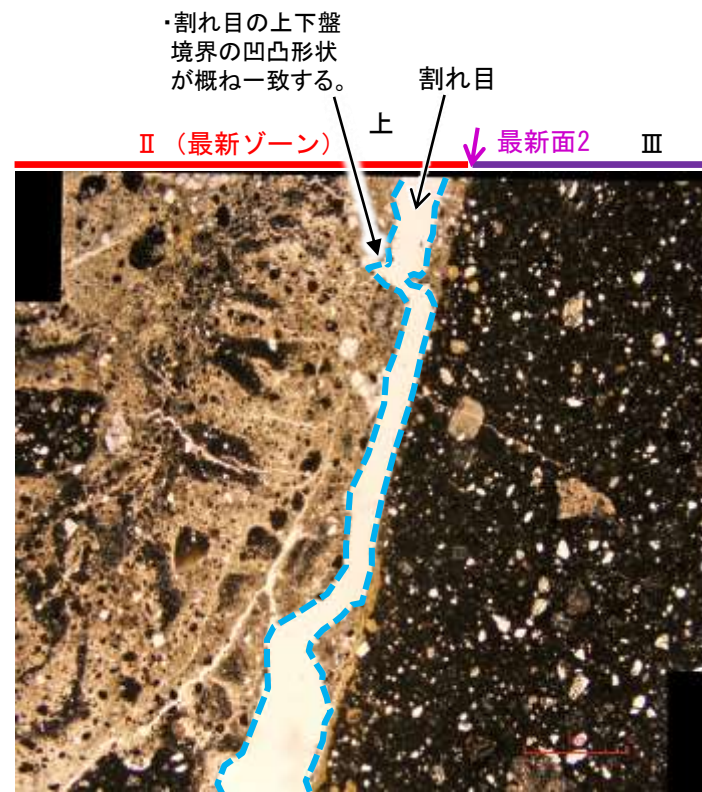
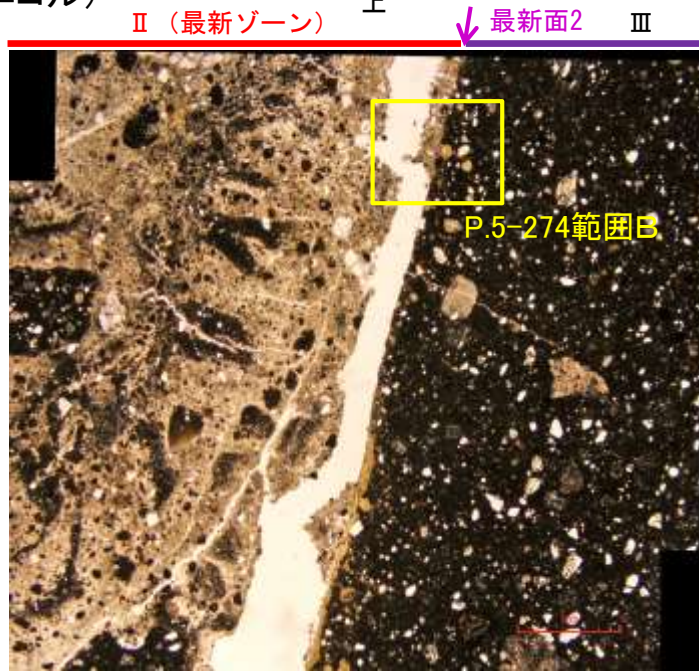
S-7_H-5.7' 孔①

【最新面2の詳細観察】

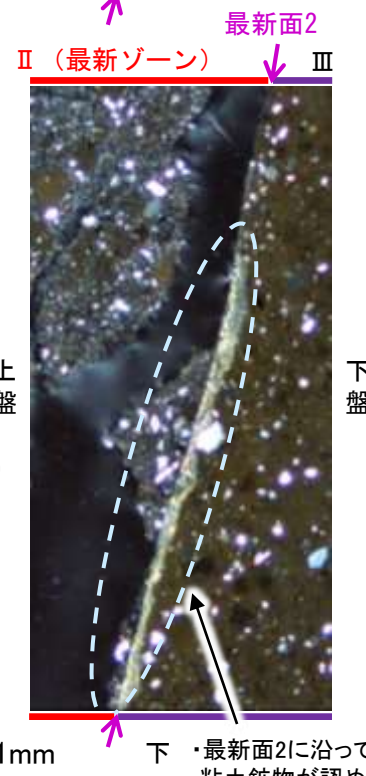
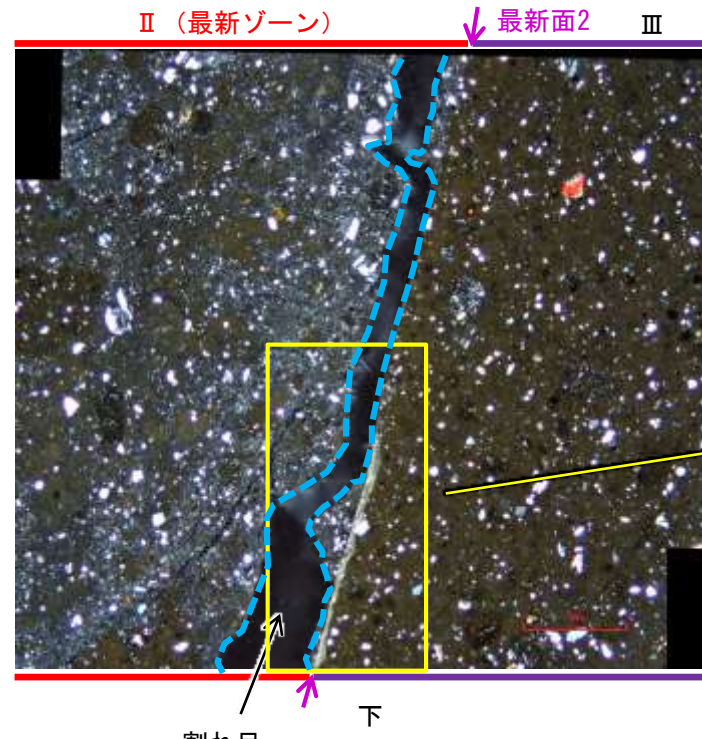
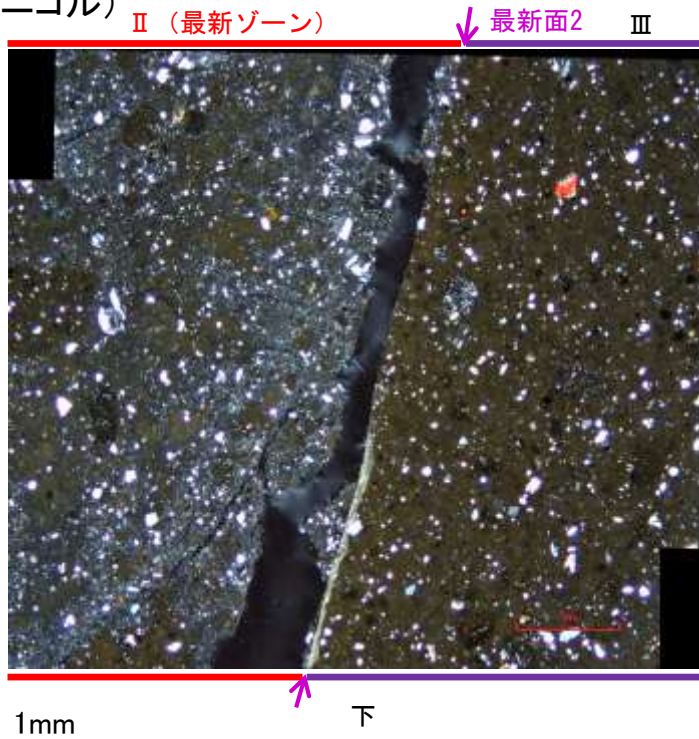


薄片①写真 (H-5.7' _20R)

(単ニコル)



(直交ニコル)



- ・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。

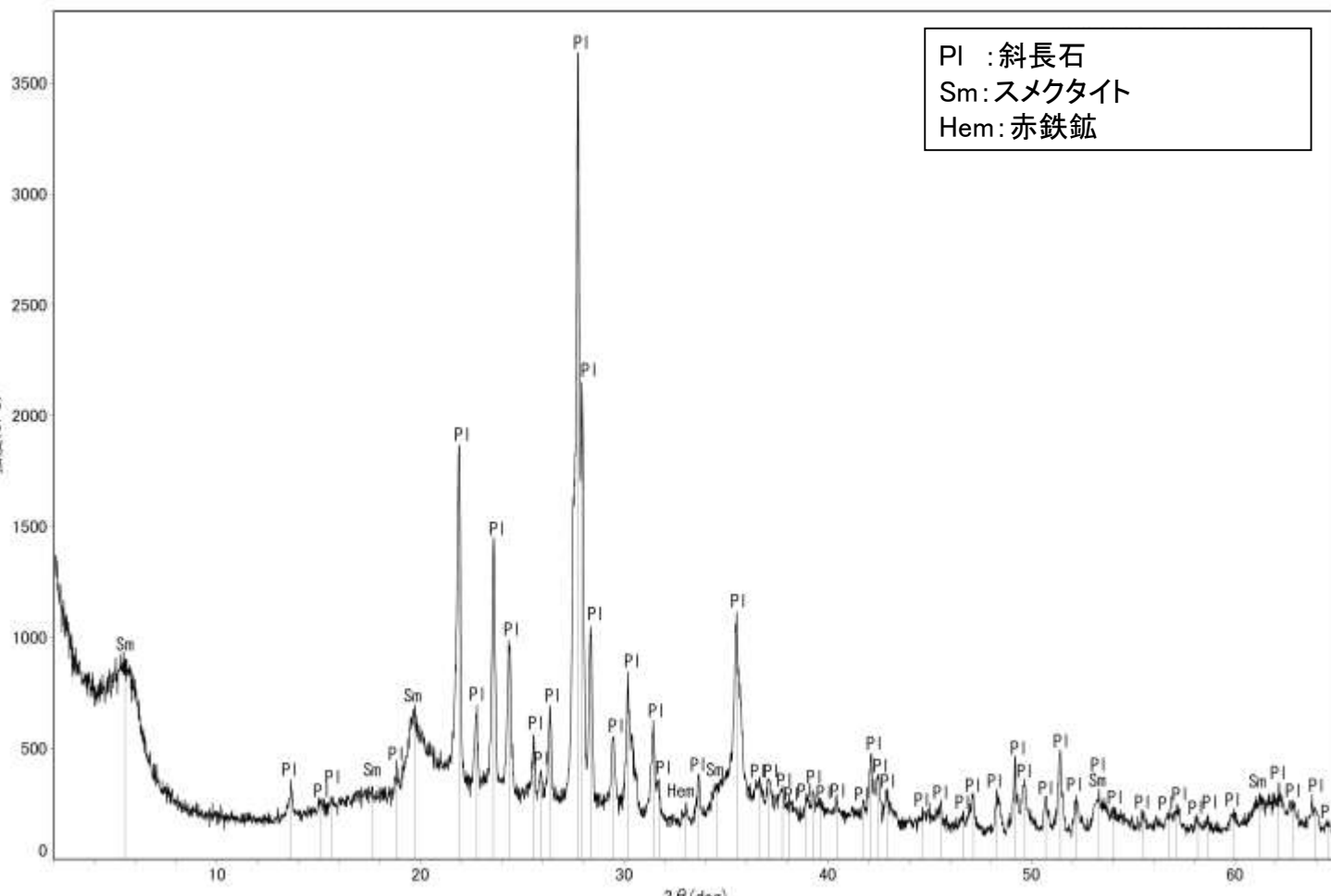
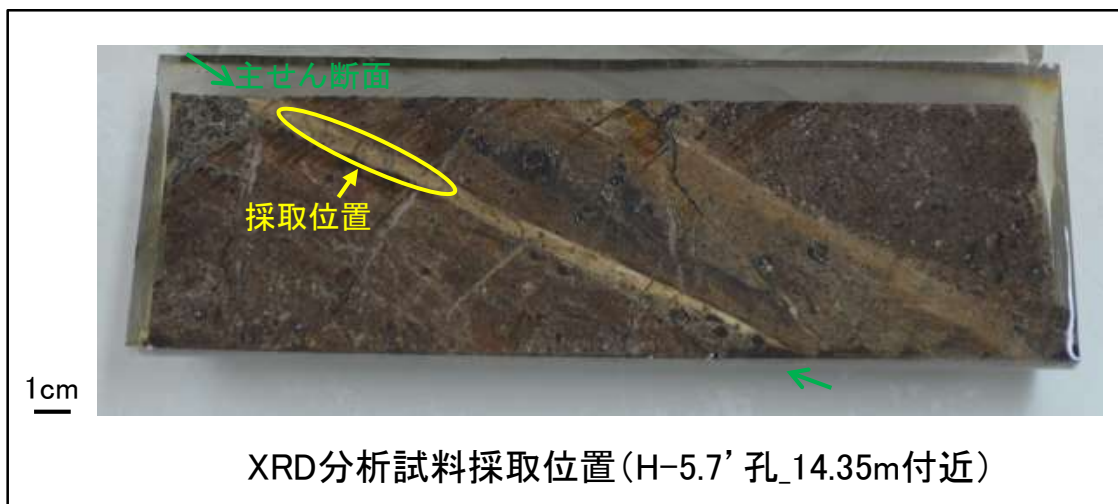
拡大写真

(左:加筆なし, 右:加筆あり)

最新面2に沿って粘土鉱物が認められる。

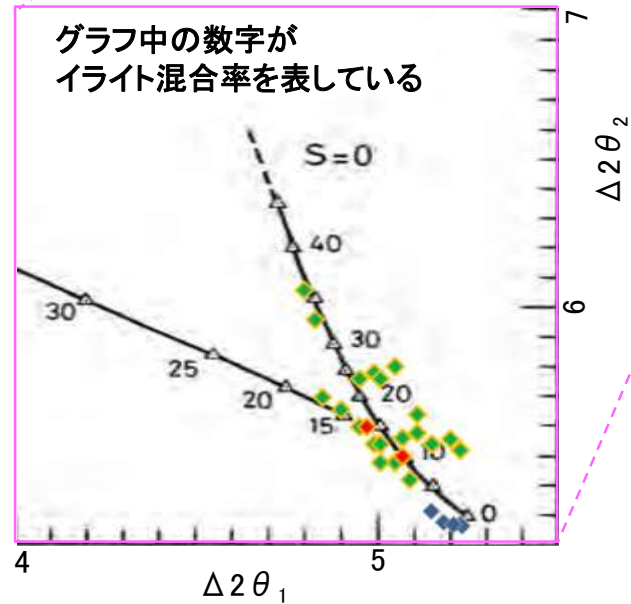
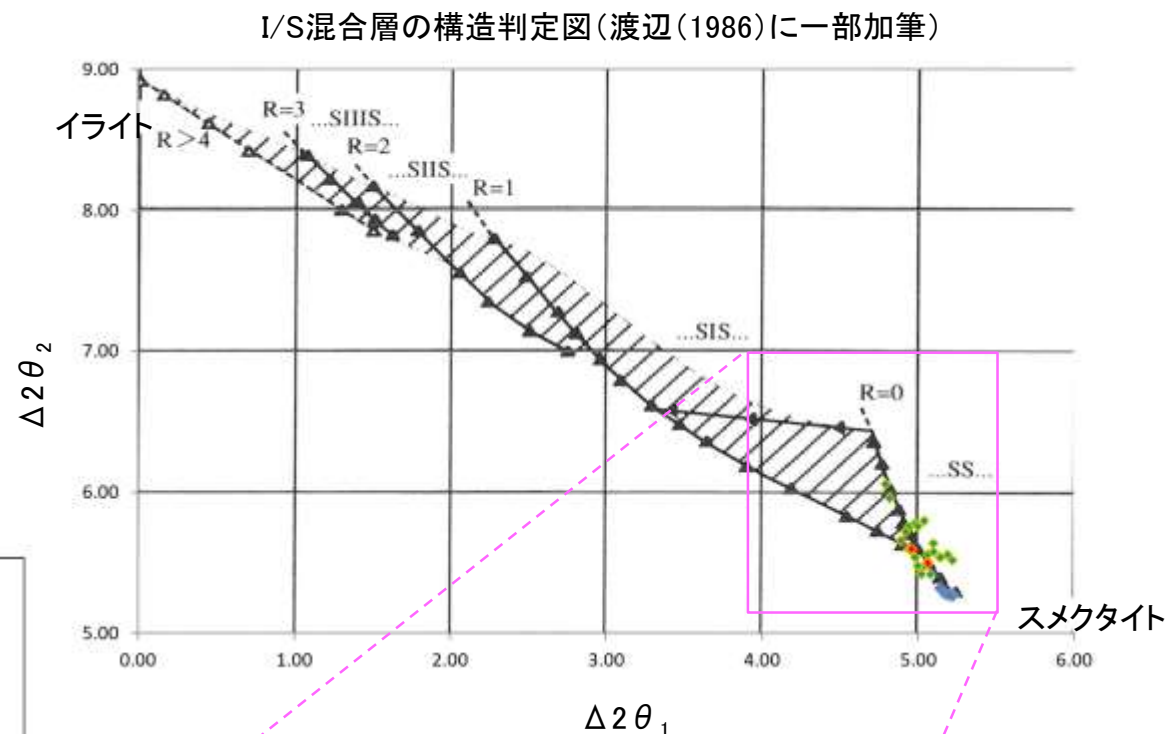
5.2.6 S-7 (1) H-5.7' 孔① — 鉱物の同定(XRD分析) —

- 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(H-5.5-2孔, H-5.64-2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)_H-5.7' 孔

・回折チャート(定方位, EG処理)については,
補足資料5.2-12(1) P.5.2-12-33



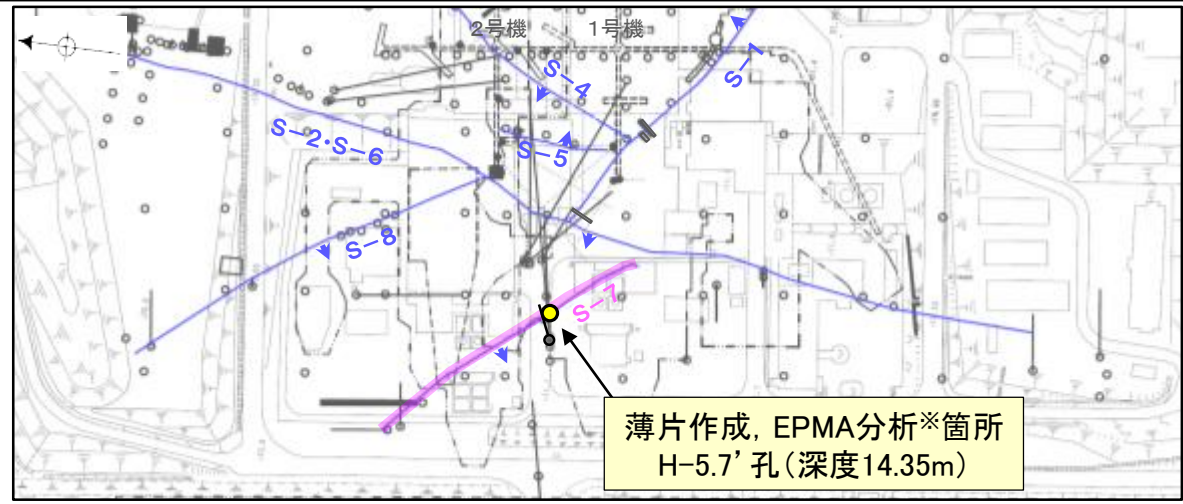
- ◆ S-7(H-5.5-2孔, H-5.64-2孔)
- ◆ 敷地の粘土鉱物
- ◆ 標準的なスメクタイト Nakata et al.(2019)

・S-7試料の詳細検討結果は
補足資料5.2-2(2) P.5.2-2-35,40

I/S混合層の構造判定図(渡辺(1981)に一部加筆)

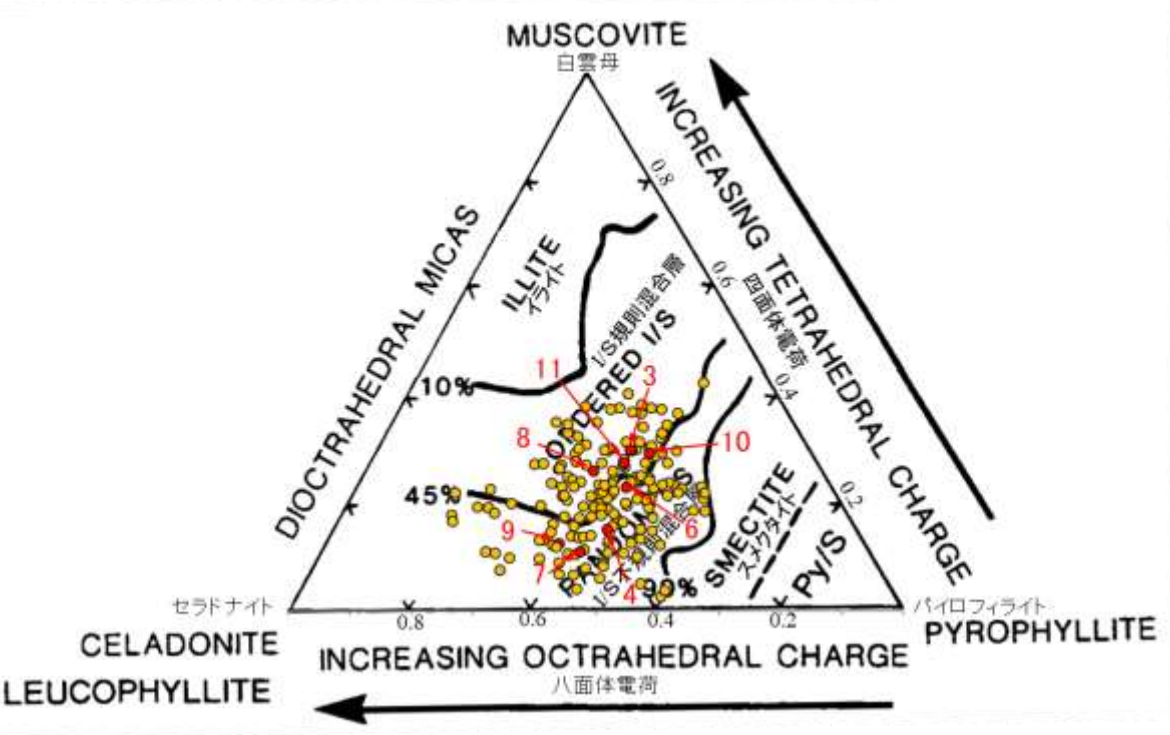
5.2.6 S-7 (1) H-5.7' 孔① — 鉱物の同定 (EPMA分析 (定量)) —

○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)

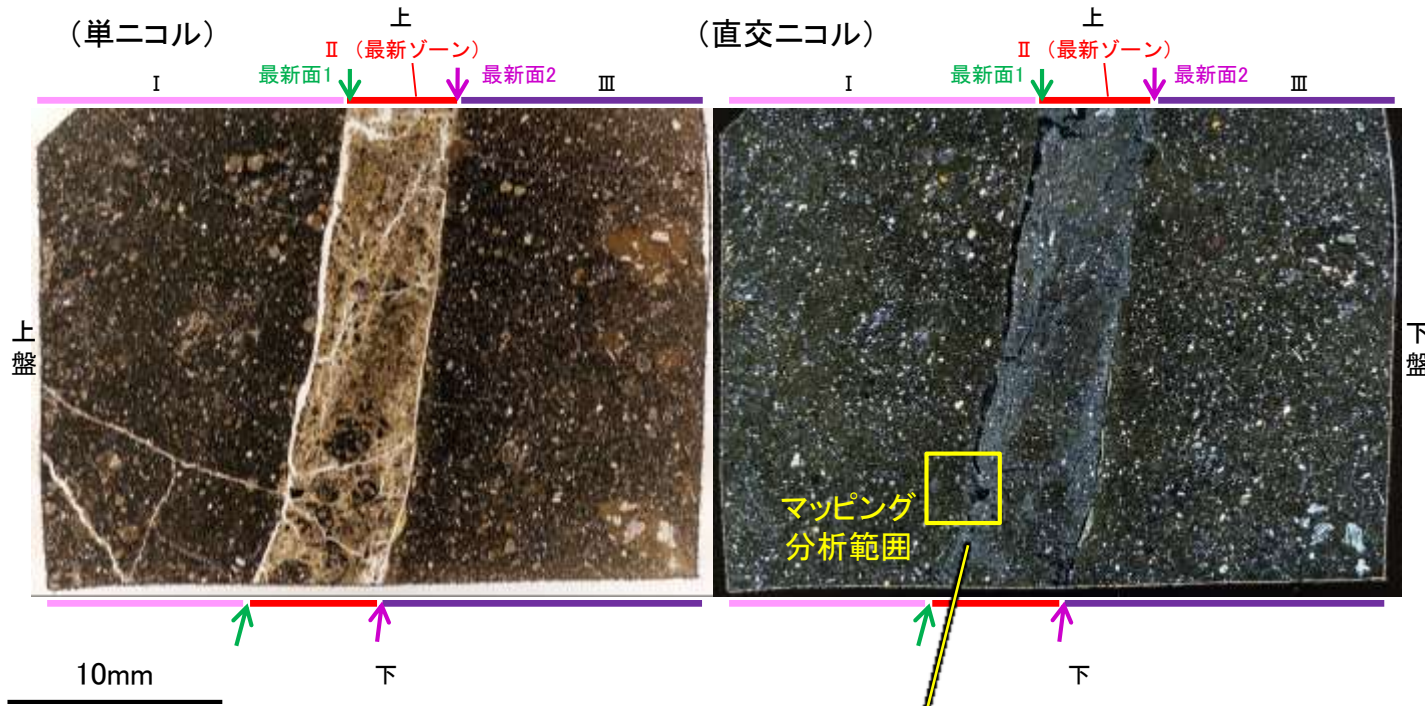
調査位置図



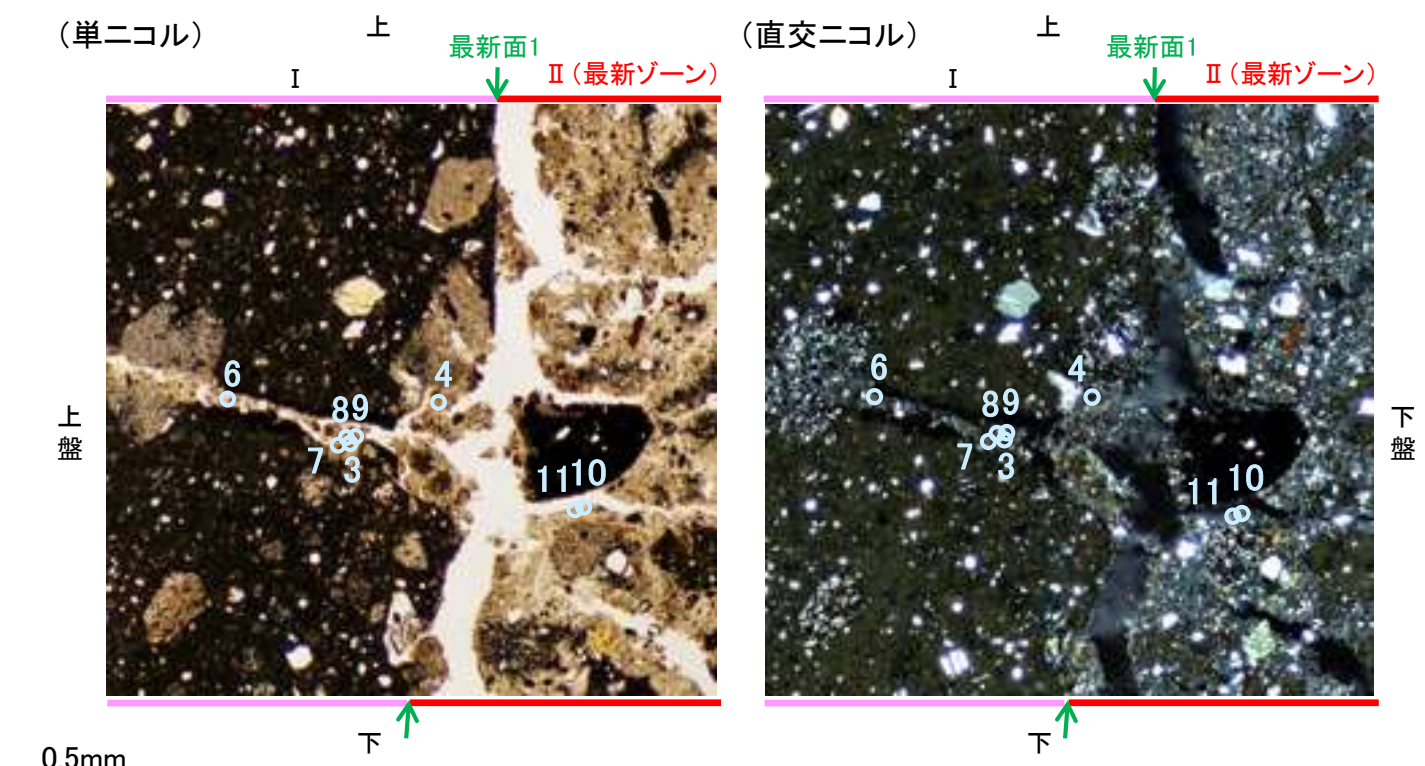
・詳細は補足資料5.2-2(3)P.5.2-2-66

● 分析値(S-7 H-5.7' 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)



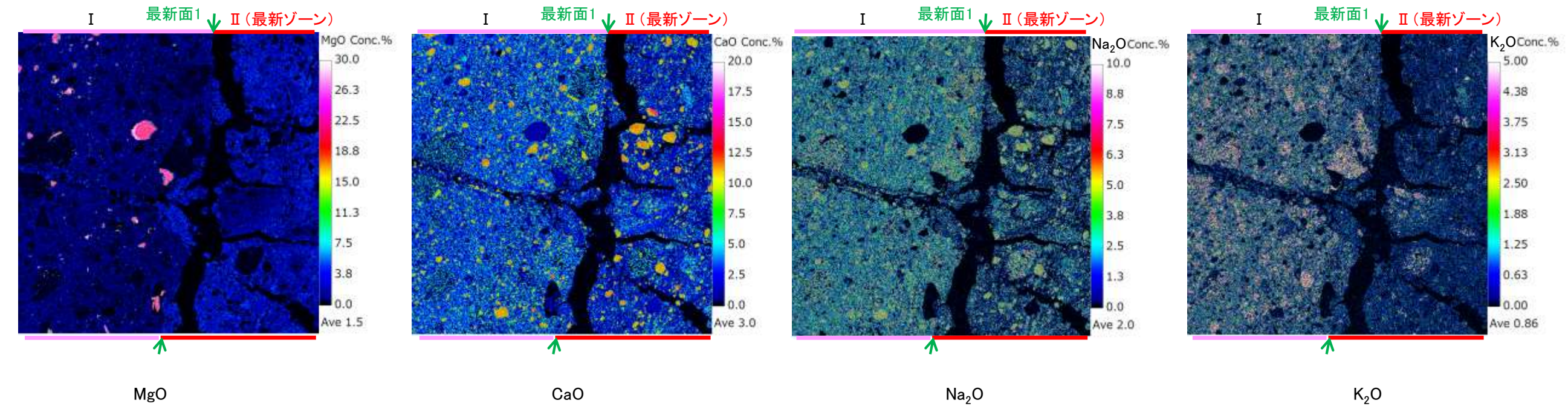
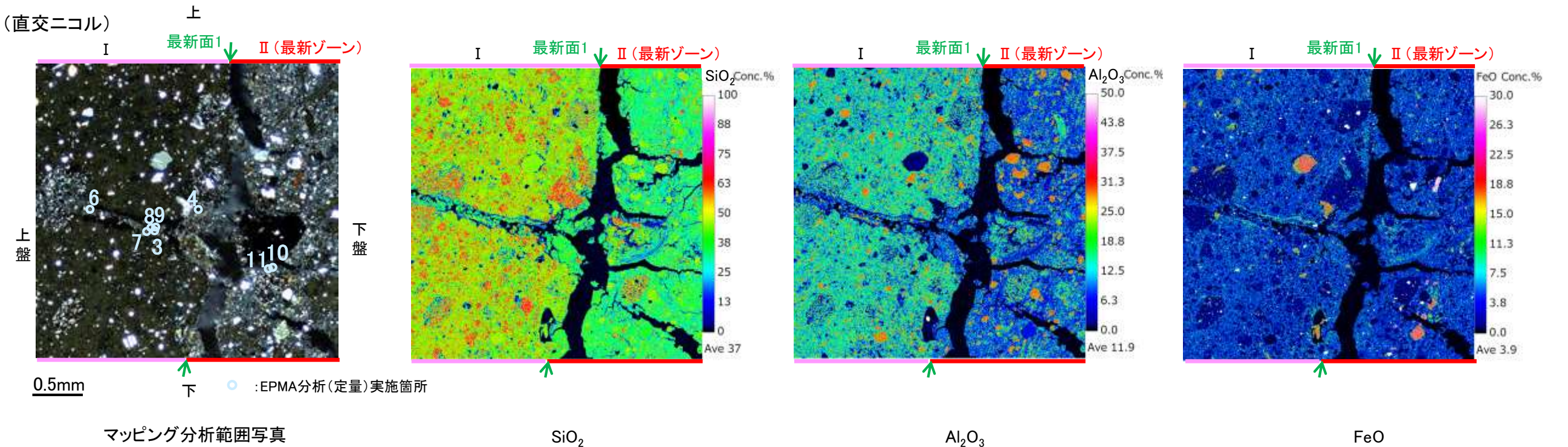
EPMA用薄片※写真 ※薄片①を作成した箇所から1mm程度削り込んだ位置で作成した



マッピング分析範囲写真

5.2.6 S-7 (1) H-5.7' 孔① - 変質鉱物の分布 (EPMA分析 (マッピング)) -

○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。



5.2.6 S-7 (1) H-5.7' 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、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。

(単ニコル)

上

I 最新面1 II (最新ゾーン) 最新面2 III

次頁範囲A

P.5-274範囲B

10mm

下

(直交ニコル)

上

I 最新面1 II (最新ゾーン) 最新面2 III

下盤

下

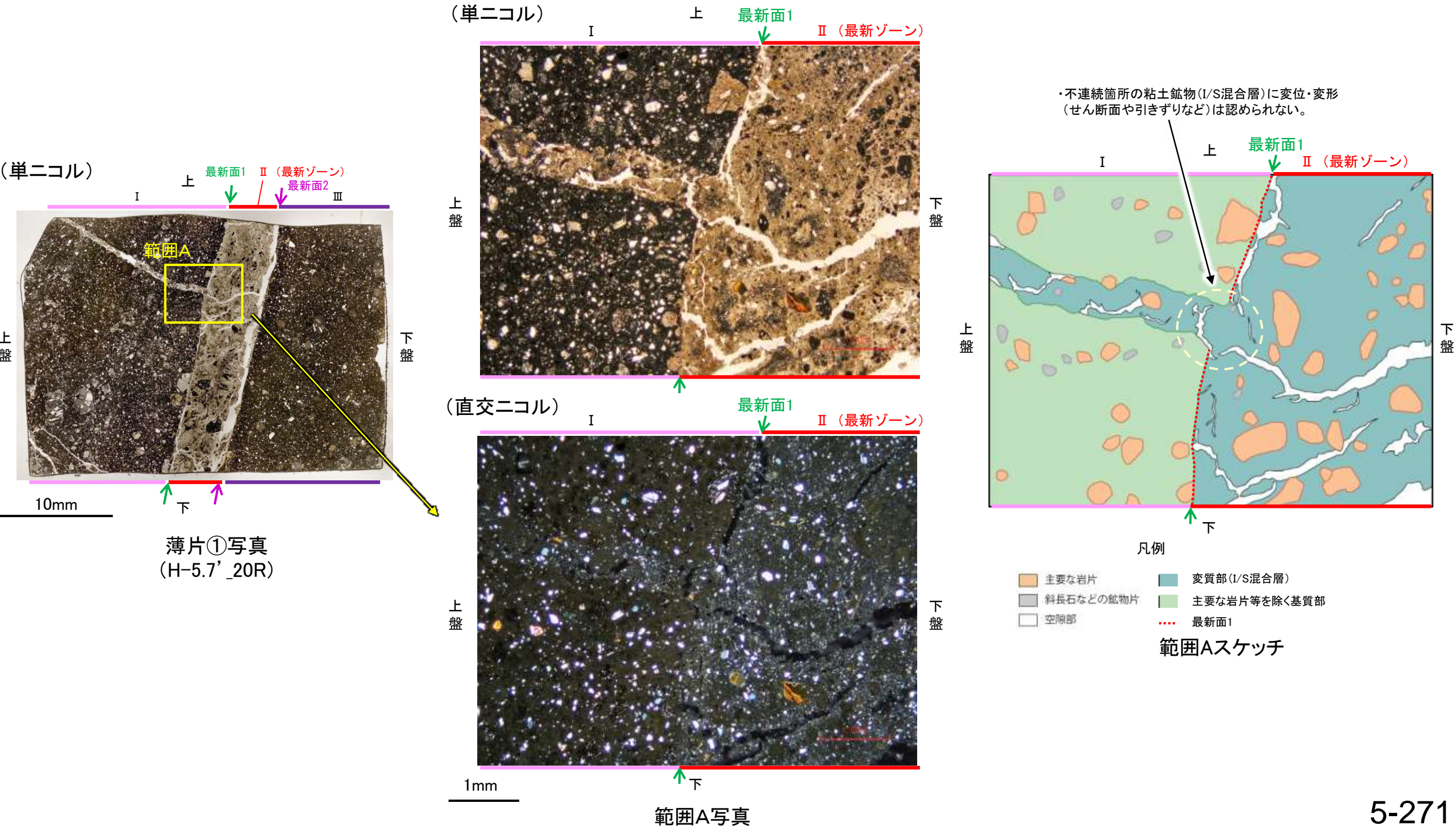
薄片①写真(H-5.7' _20R)

5.2.6 S-7 (1) H-5.7' 孔① —最新面とI/S混合層との関係(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。

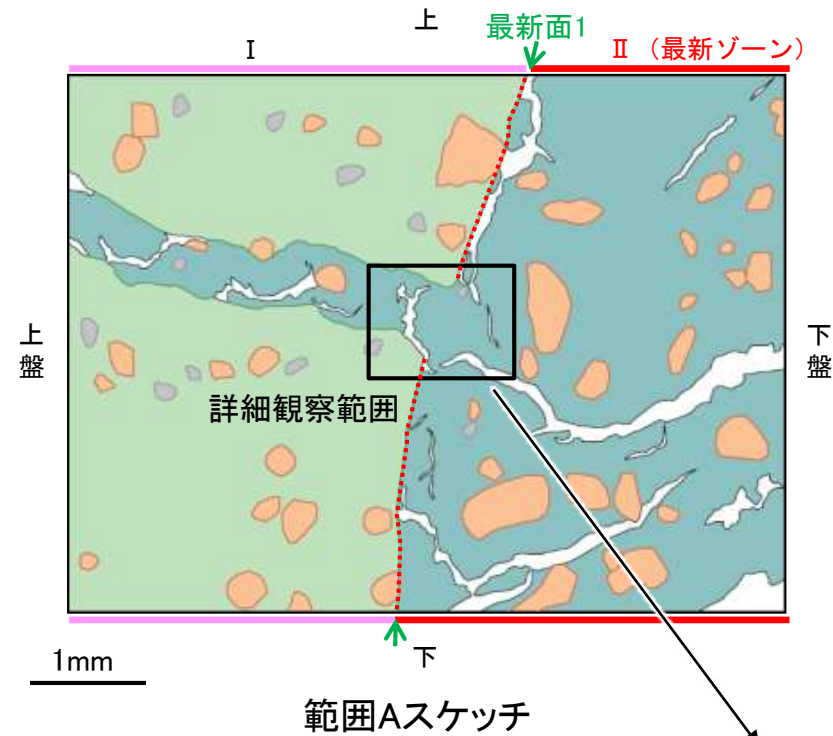
○なお、不連続箇所においてI/S混合層生成以降の注入現象の有無を確認した結果、弓状構造や粒子の配列などの注入の痕跡は認められない。

○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。



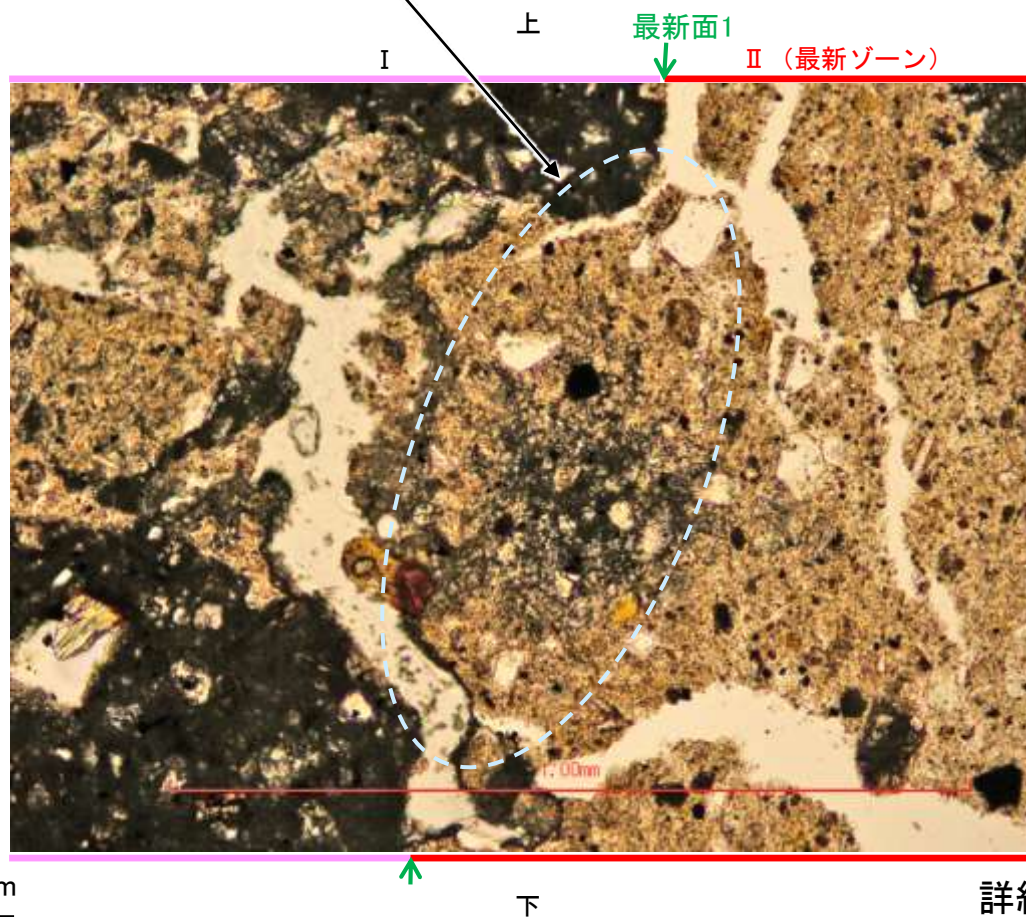
S-7_H-5.7' 孔①

【詳細観察(範囲A)】

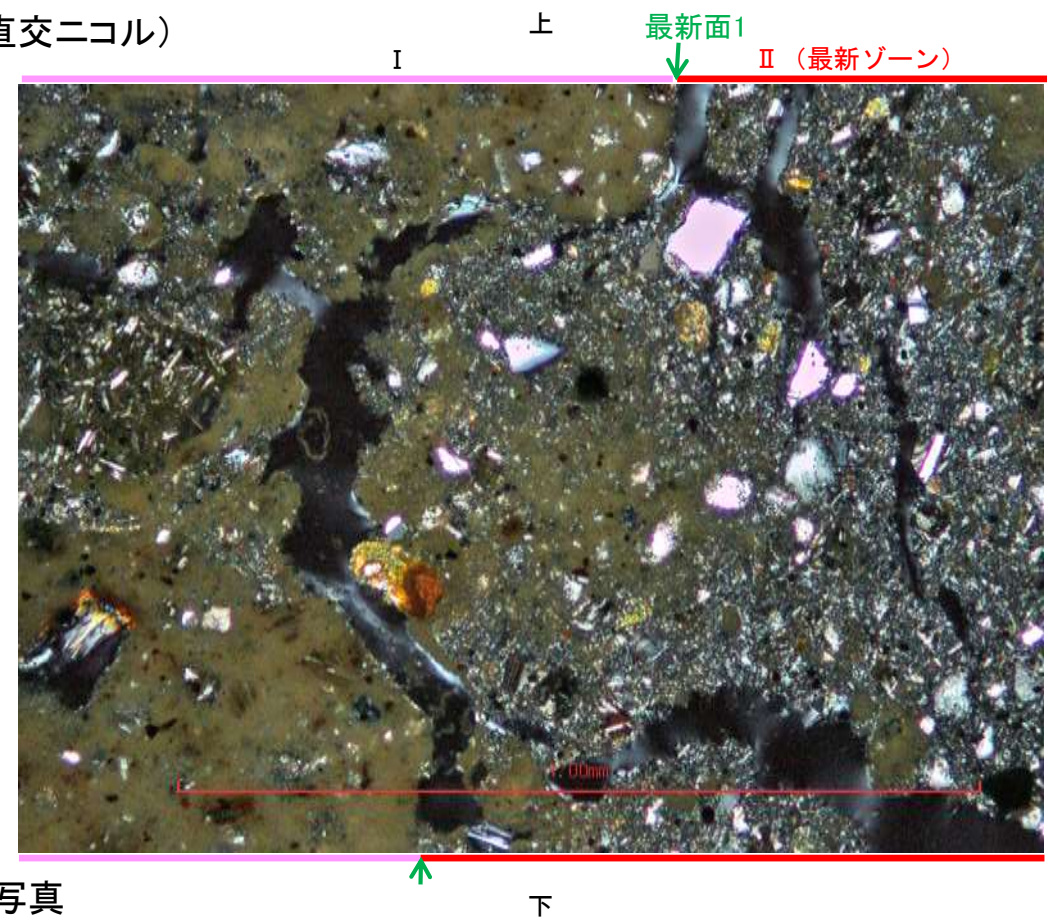


・不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形(せん断面や引きずりなど)は認められない。

(単ニコル)



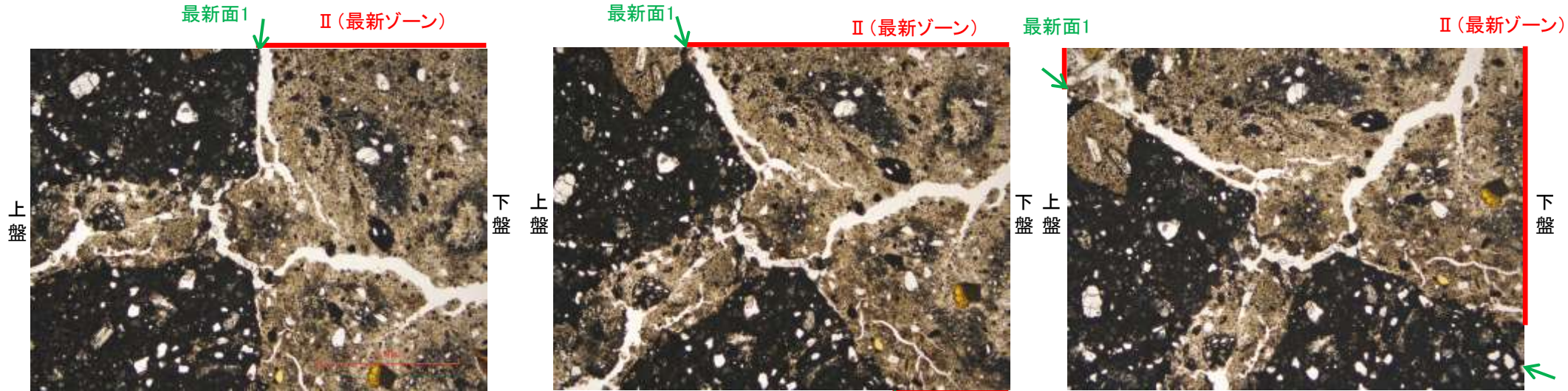
(直交ニコル)



S-7_H-5.7' 孔①

【ステージ回転(範囲A)】

(単ニコル)



(直交ニコル)



- ・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。
- ・注入の痕跡は認められない。

上盤

下盤

上盤

下盤

1mm

0° 回転

左30° 回転

左60° 回転

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

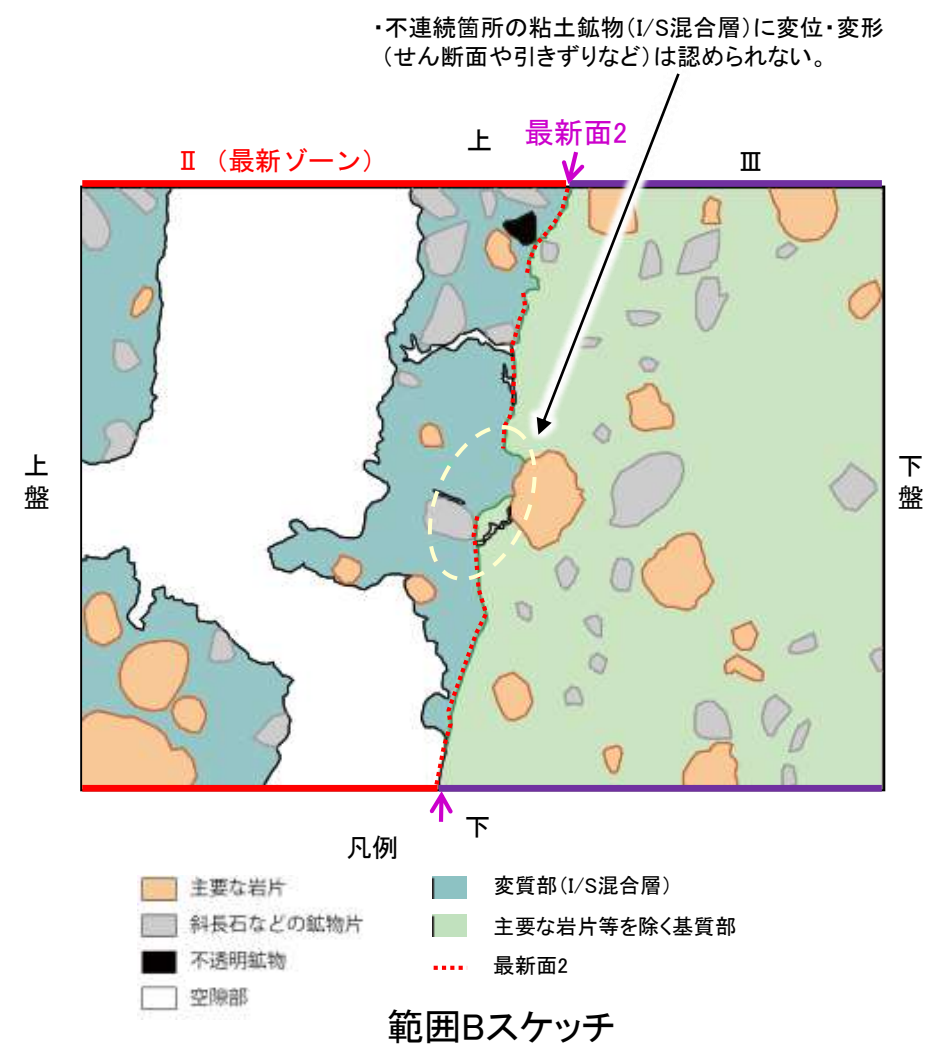
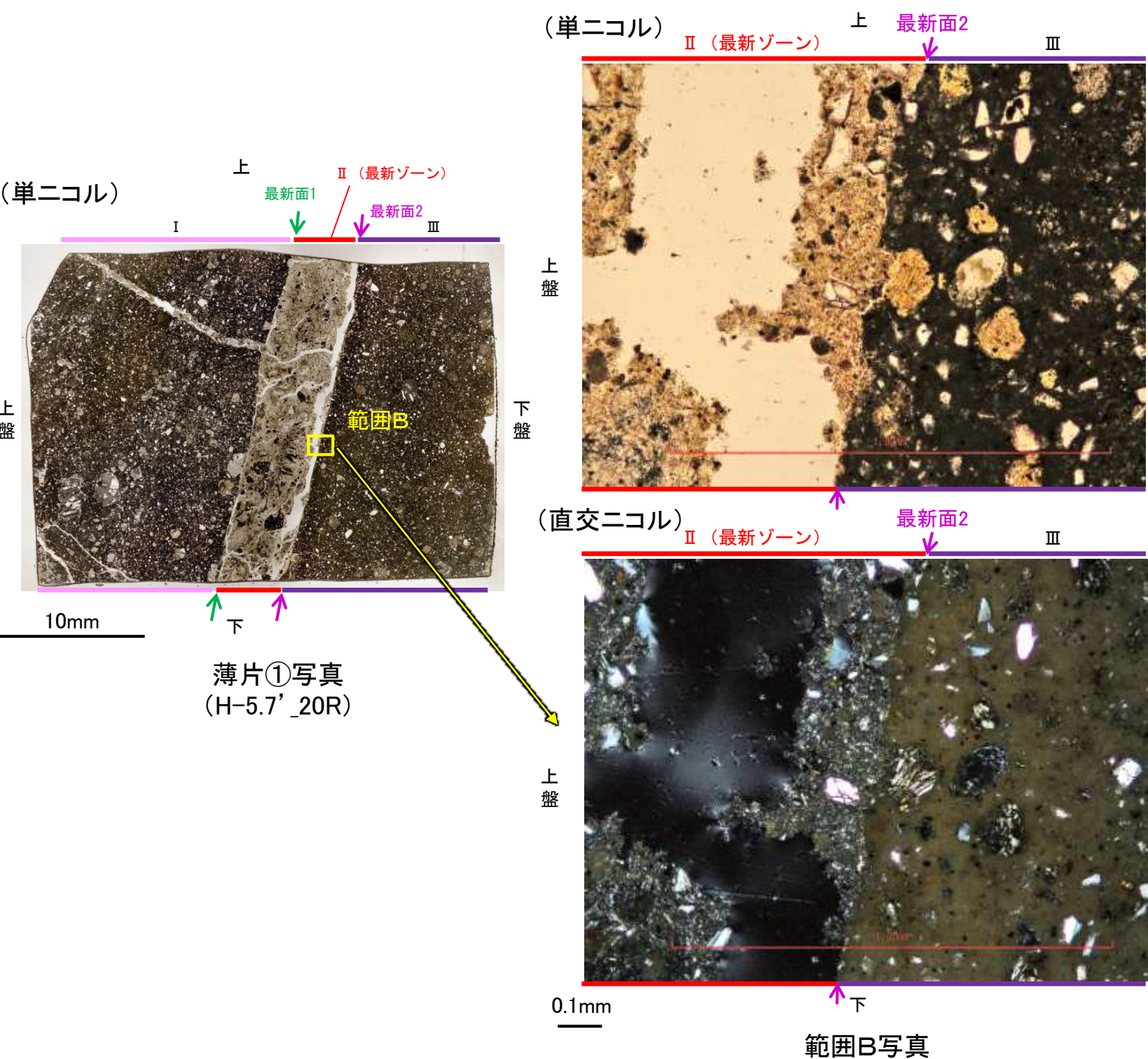
注入現象の事例
(関西電力株式会社, 2016)

5.2.6 S-7 (1) H-5.7' 孔① — 最新面とI/S混合層との関係 (範囲B) —

○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)に変位・変形は認められない。

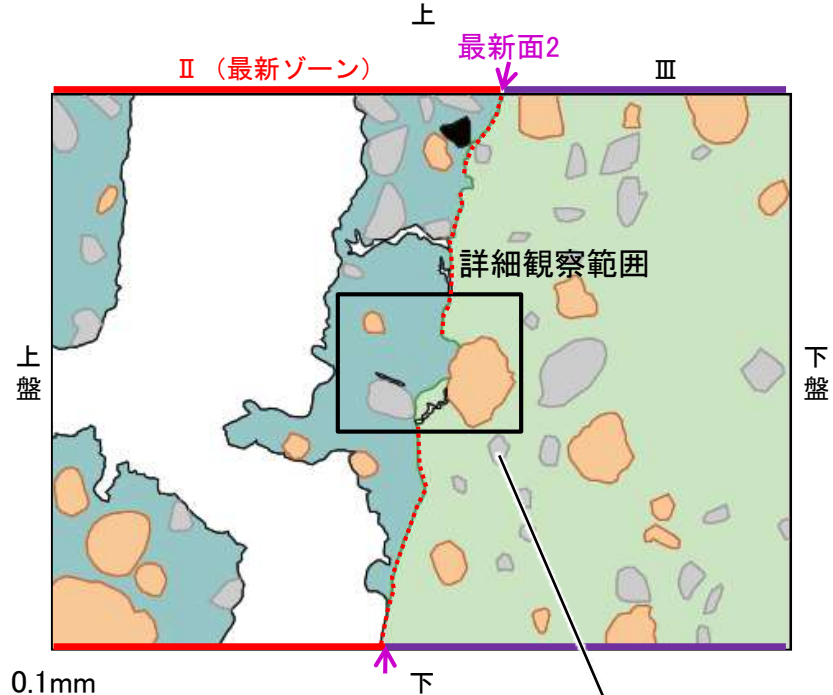
○ただし、第1回現地調査(2021.11.18,19)における「断層の最新面が不明瞭になっているものもあり、鉱物脈が明瞭に横断しているようには見えない箇所がある」との指摘を踏まえ、範囲Bの再観察を行った結果、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面2を明瞭に横断していないと判断した。

紫字: 第1073回審査会合以降の変更箇所



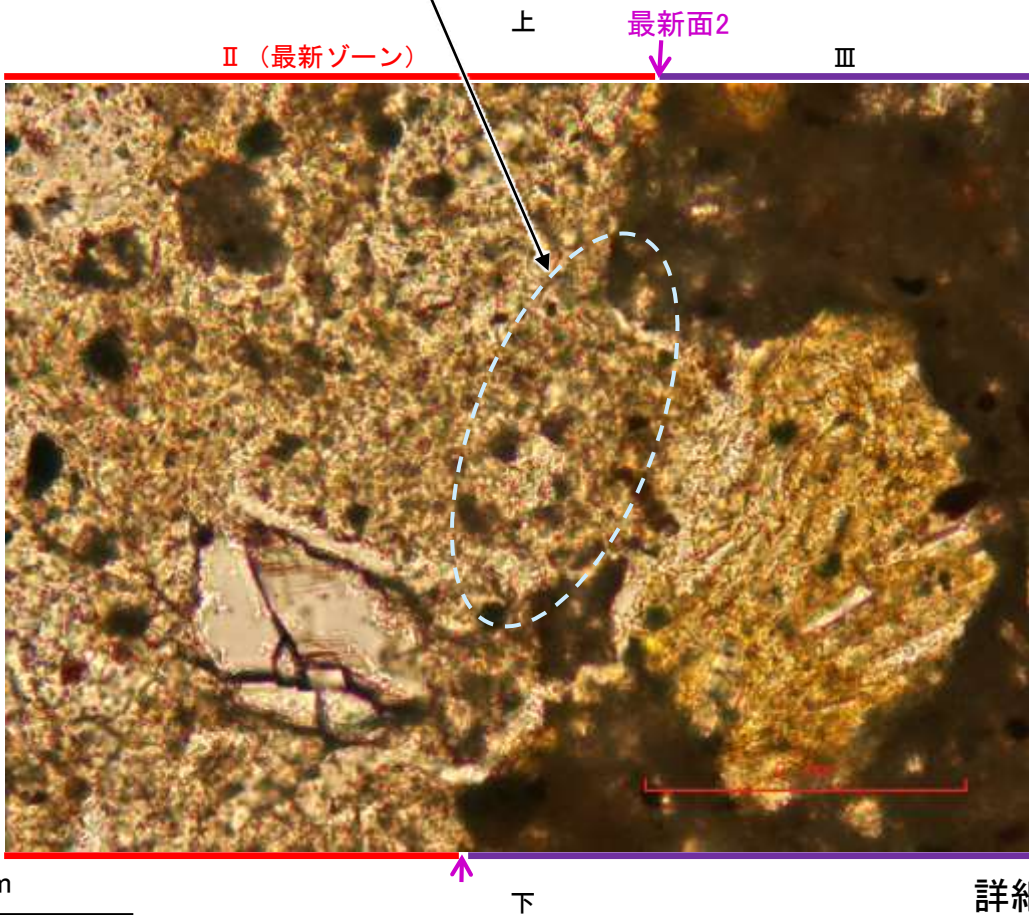
S-7_H-5.7' 孔①

【詳細観察(範囲B)】

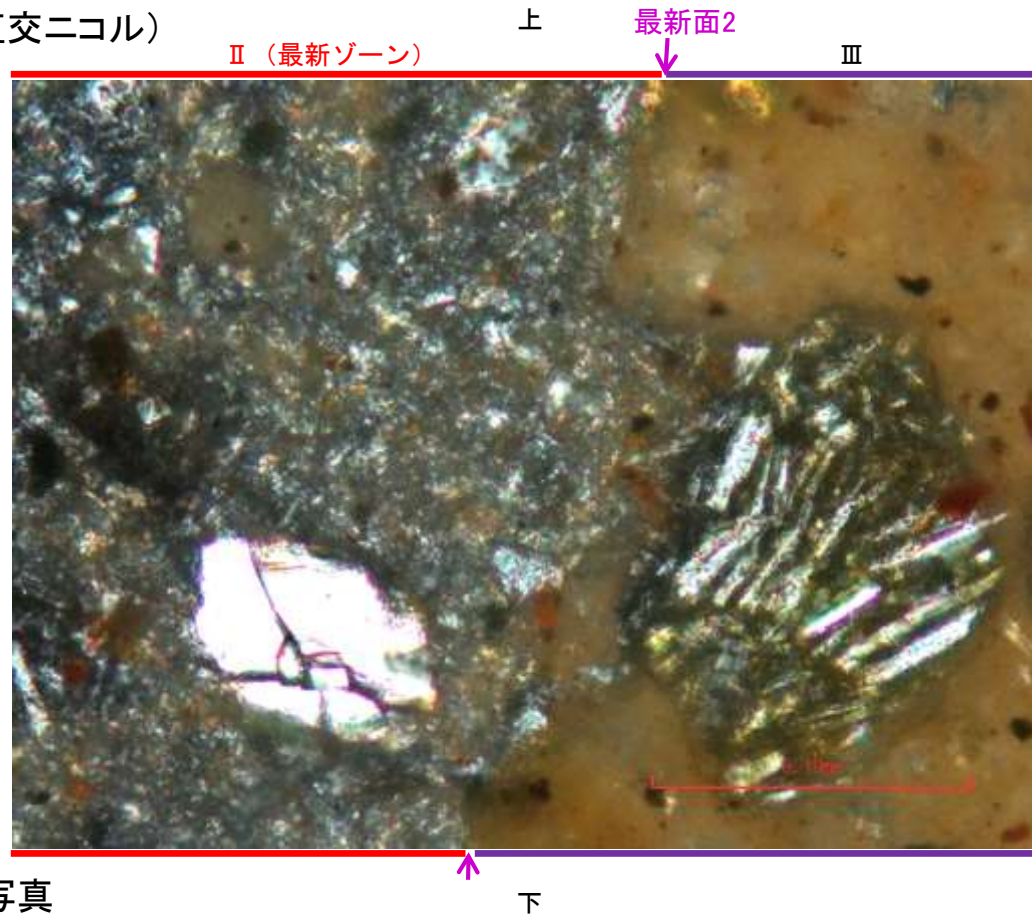


・不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形(せん断面や引きずりなど)は認められない。

(単ニコル)



(直交ニコル)



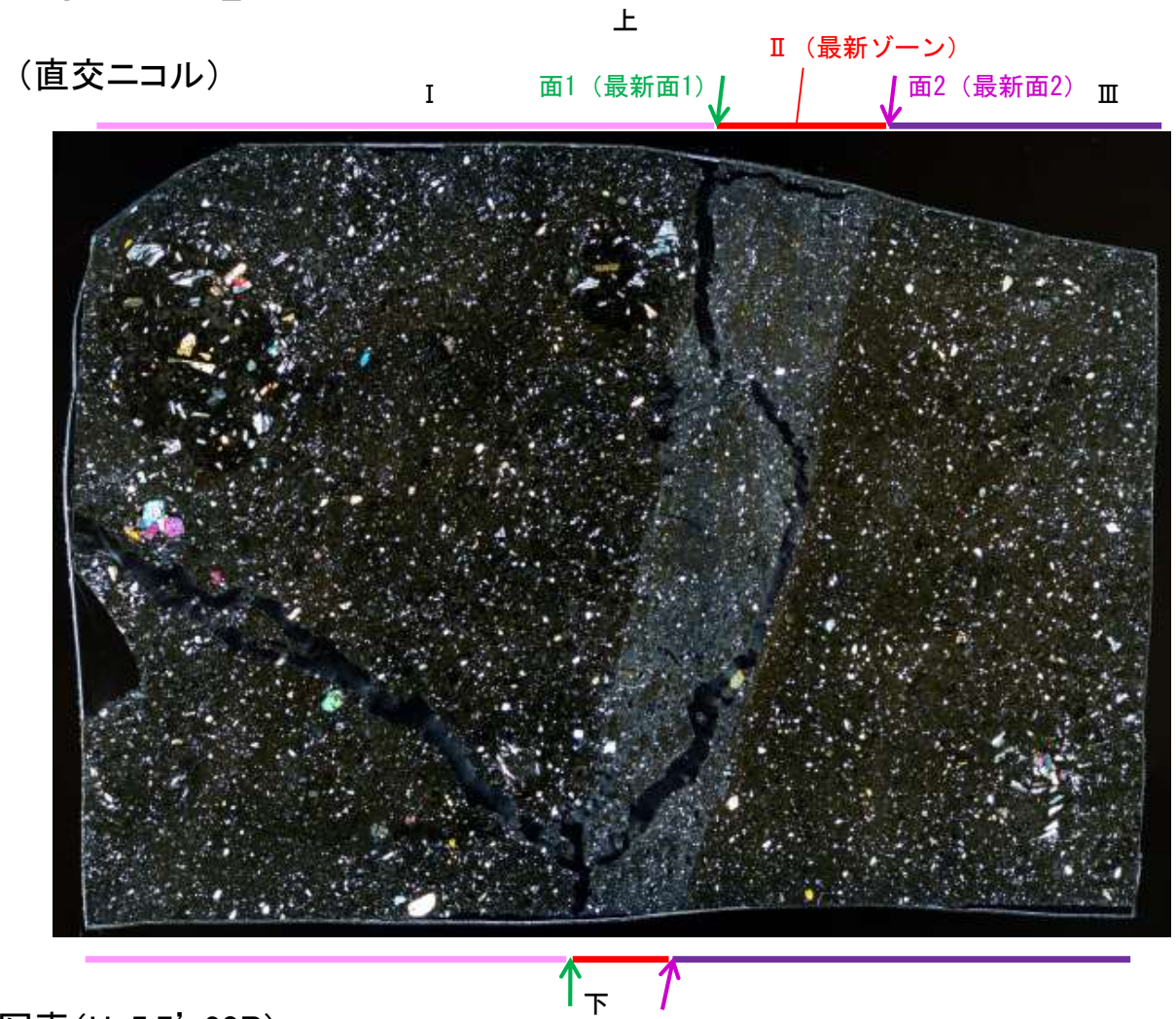
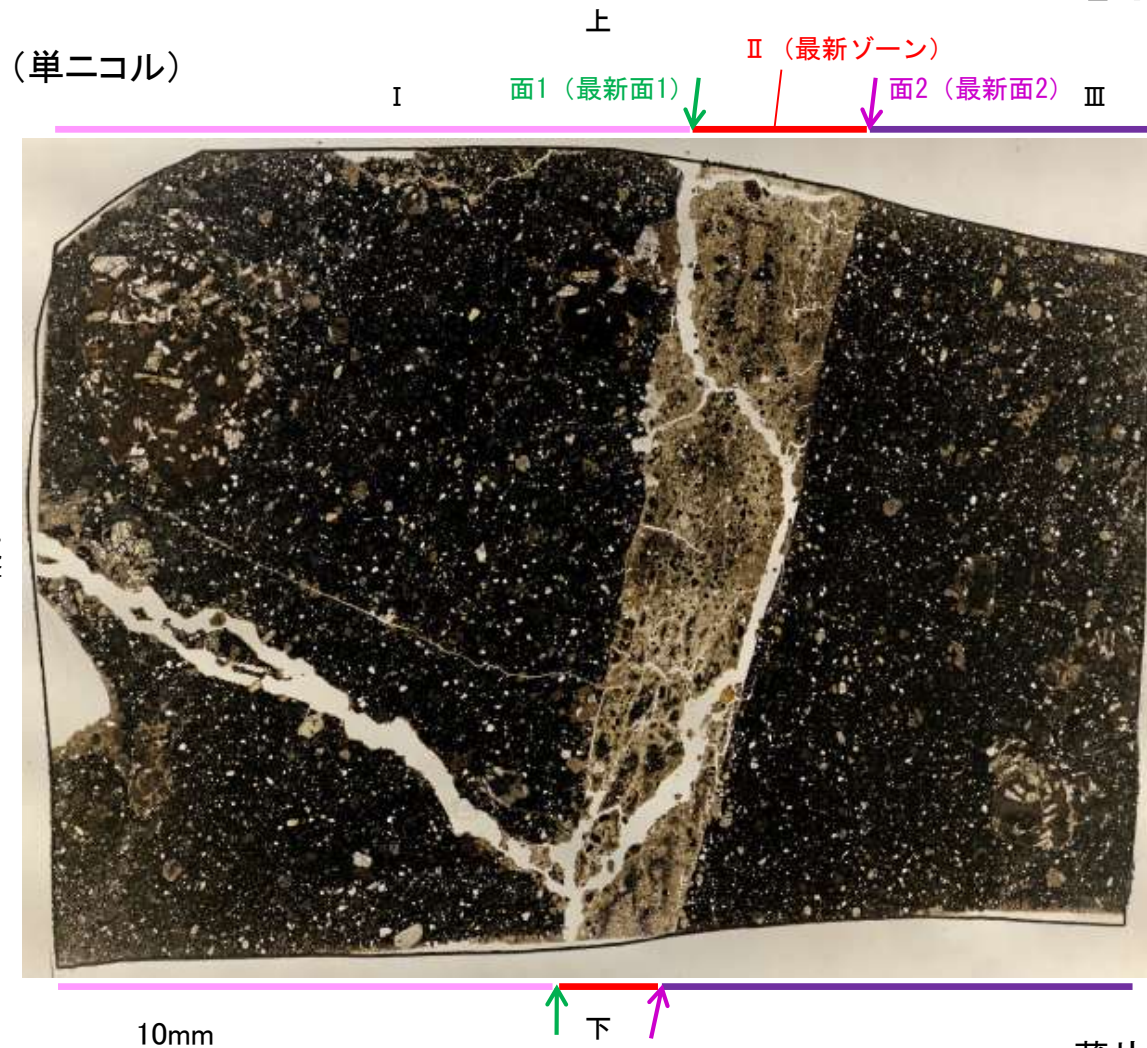
詳細観察範囲写真

5.2.6 S-7 (1) H-5.7' 孔② —最新面の認定(微視的観察)—

- 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は一部で不明瞭だが, 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直線性・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。

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】

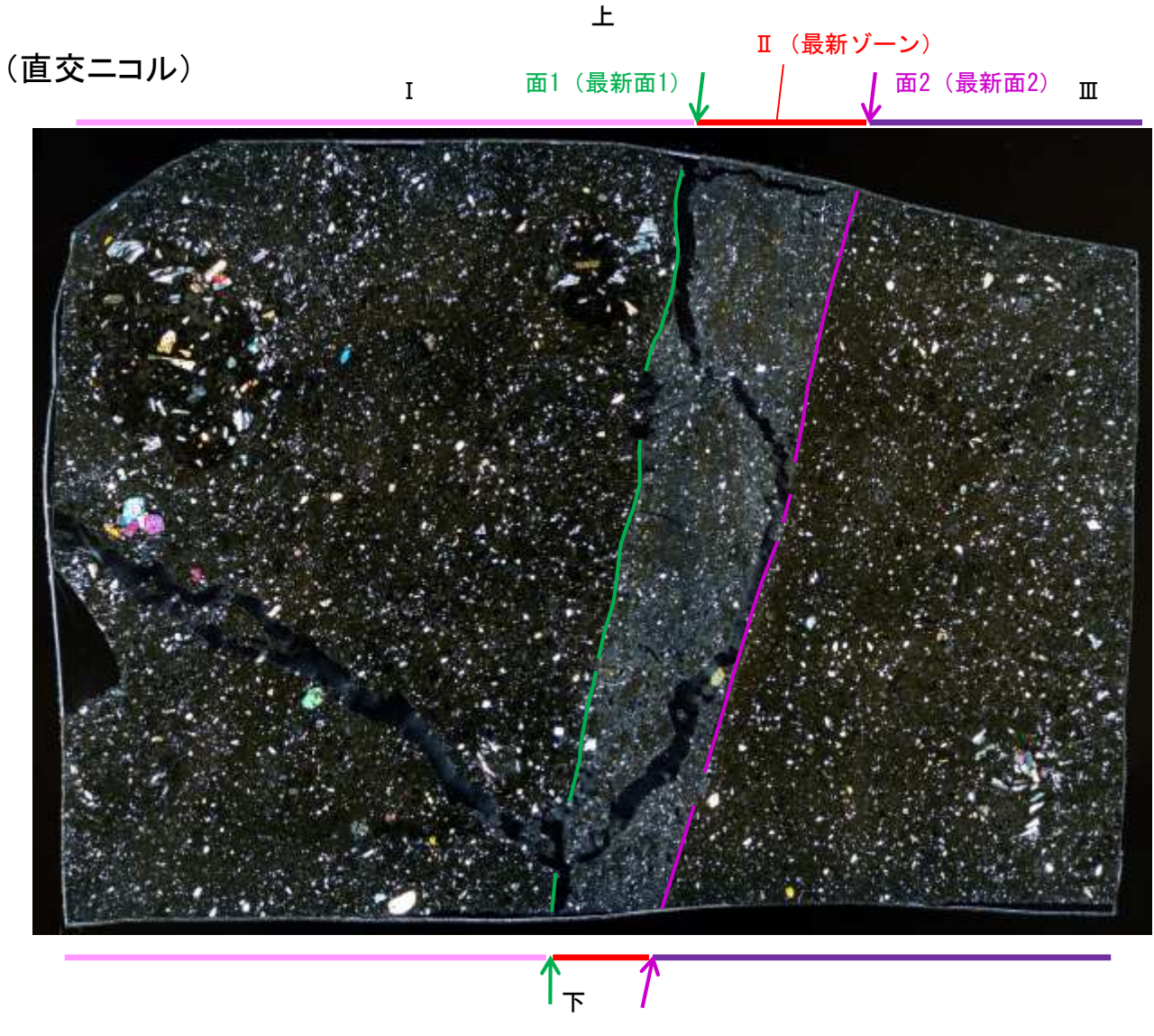
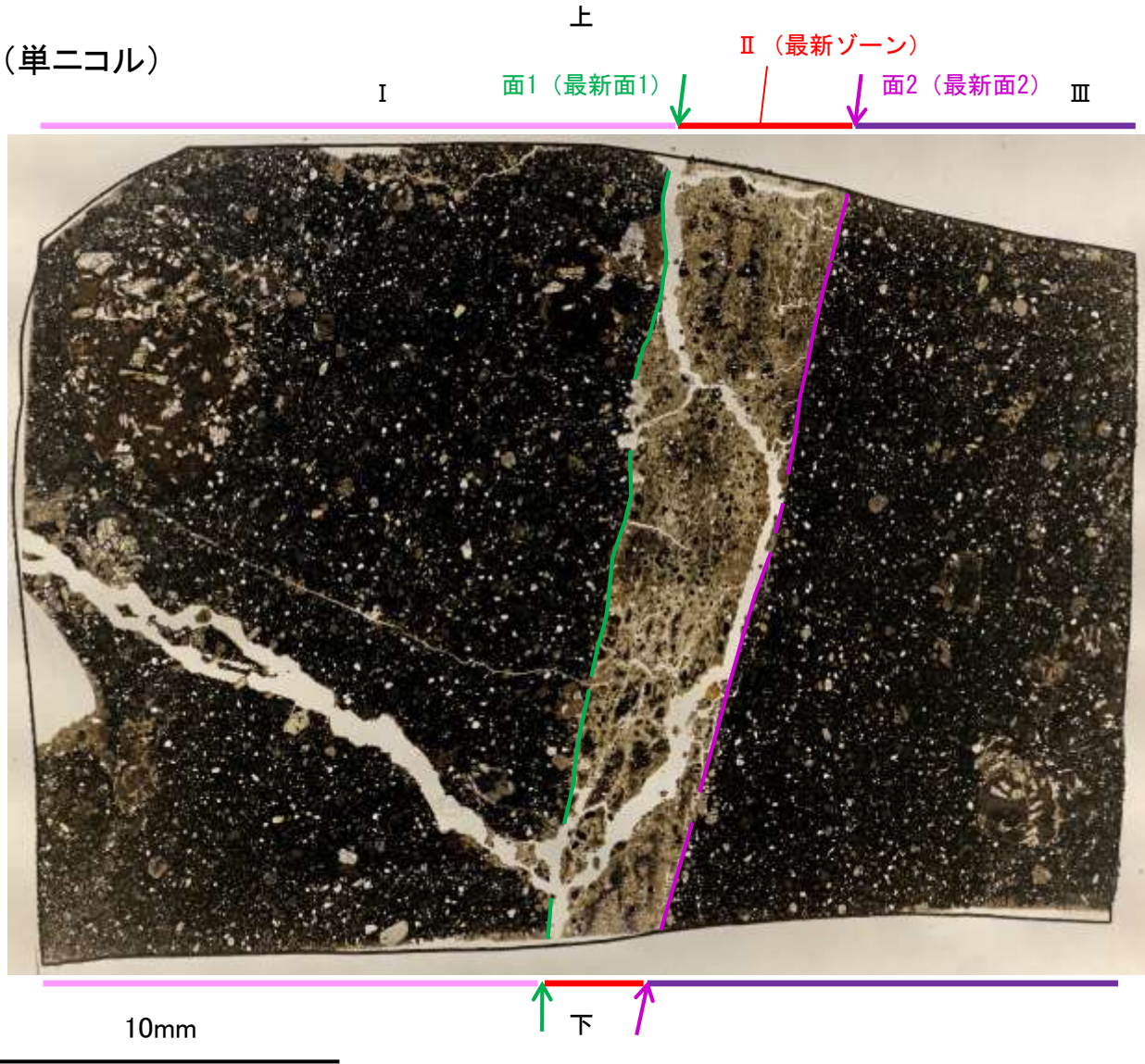


薄片②写真(H-5.7' _20R)

- 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8mm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②

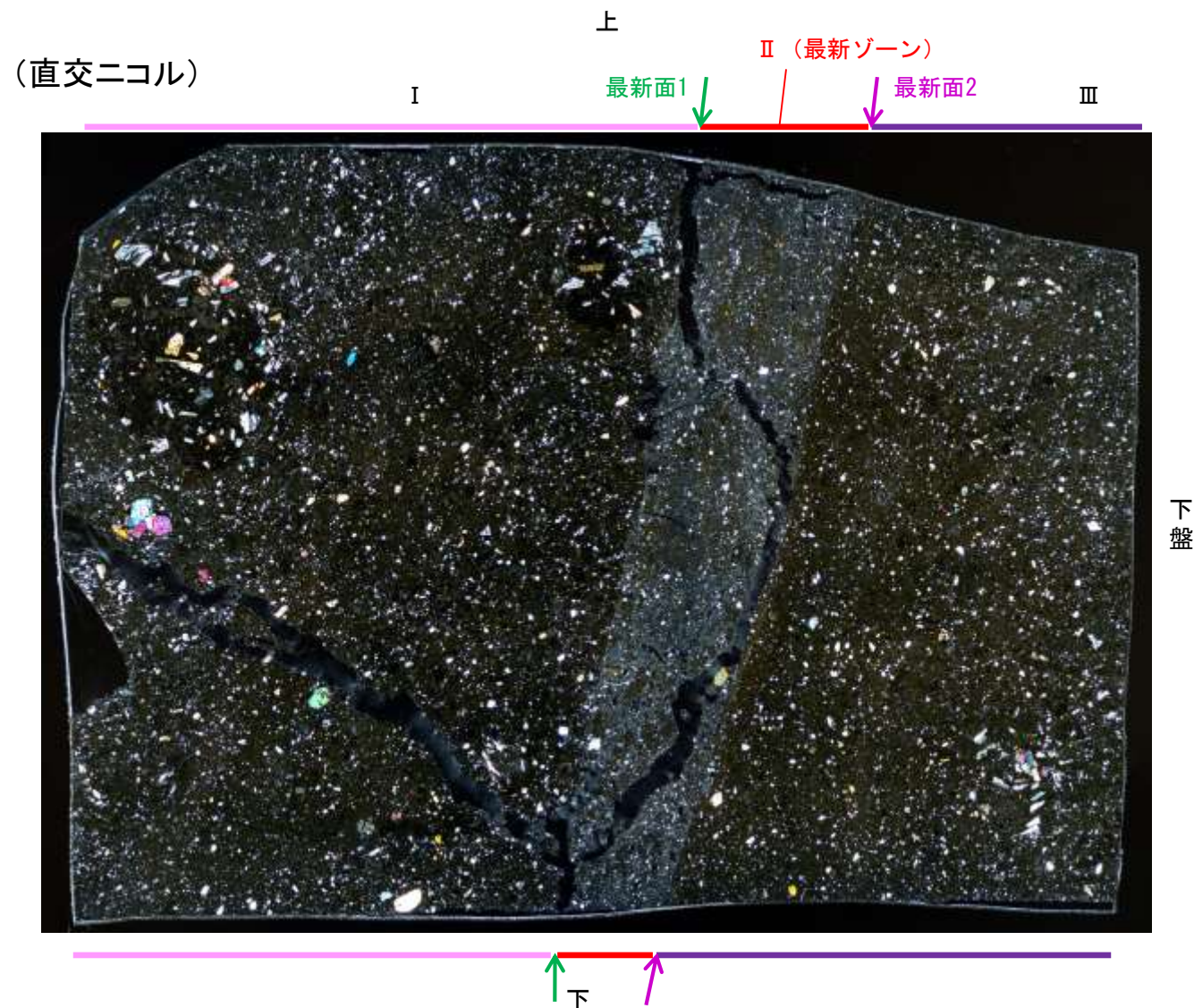
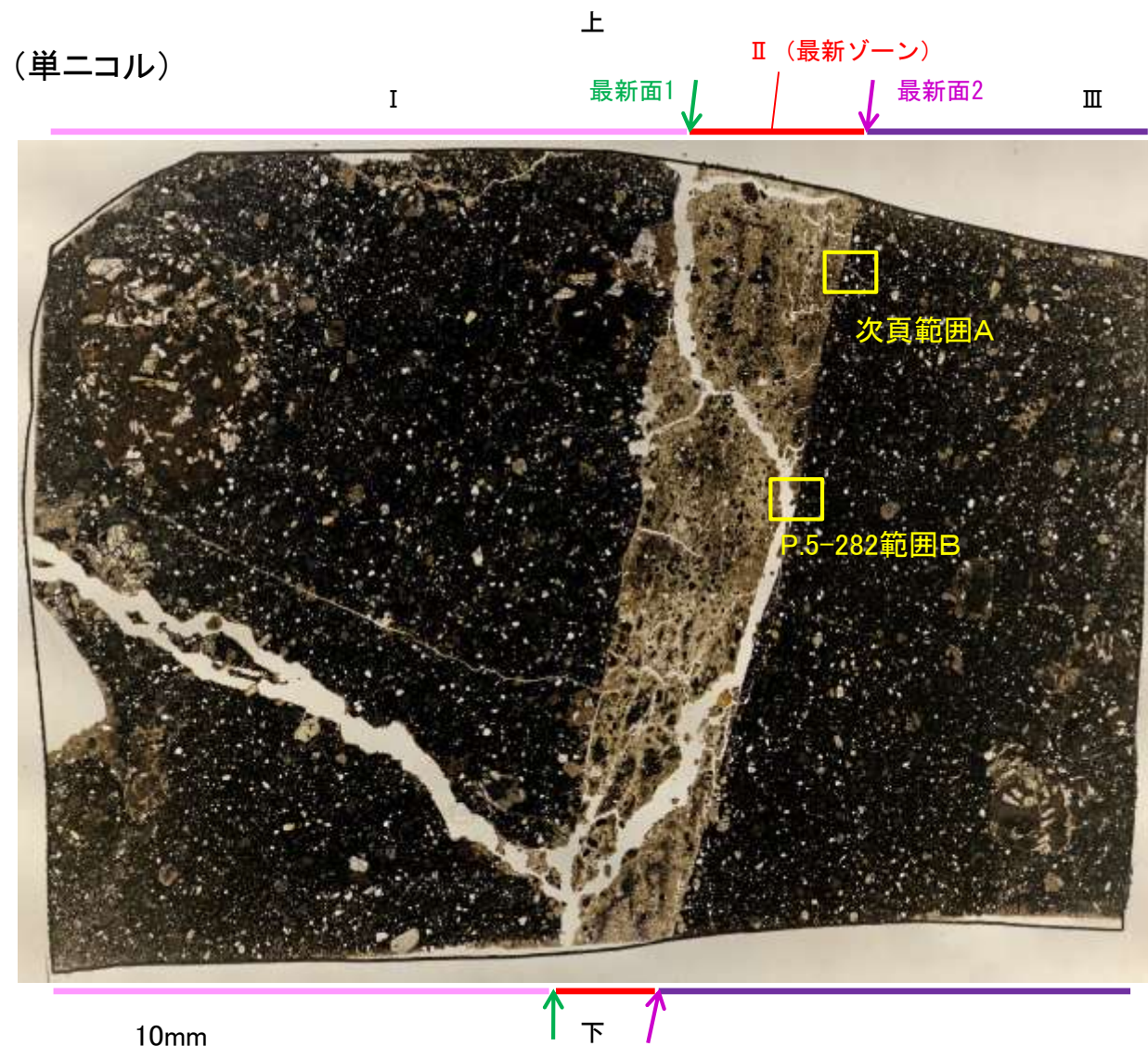
【解釈線あり】



薄片②写真(H-5.7' _20R)

5.2.6 S-7 (1) H-5.7' 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、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。



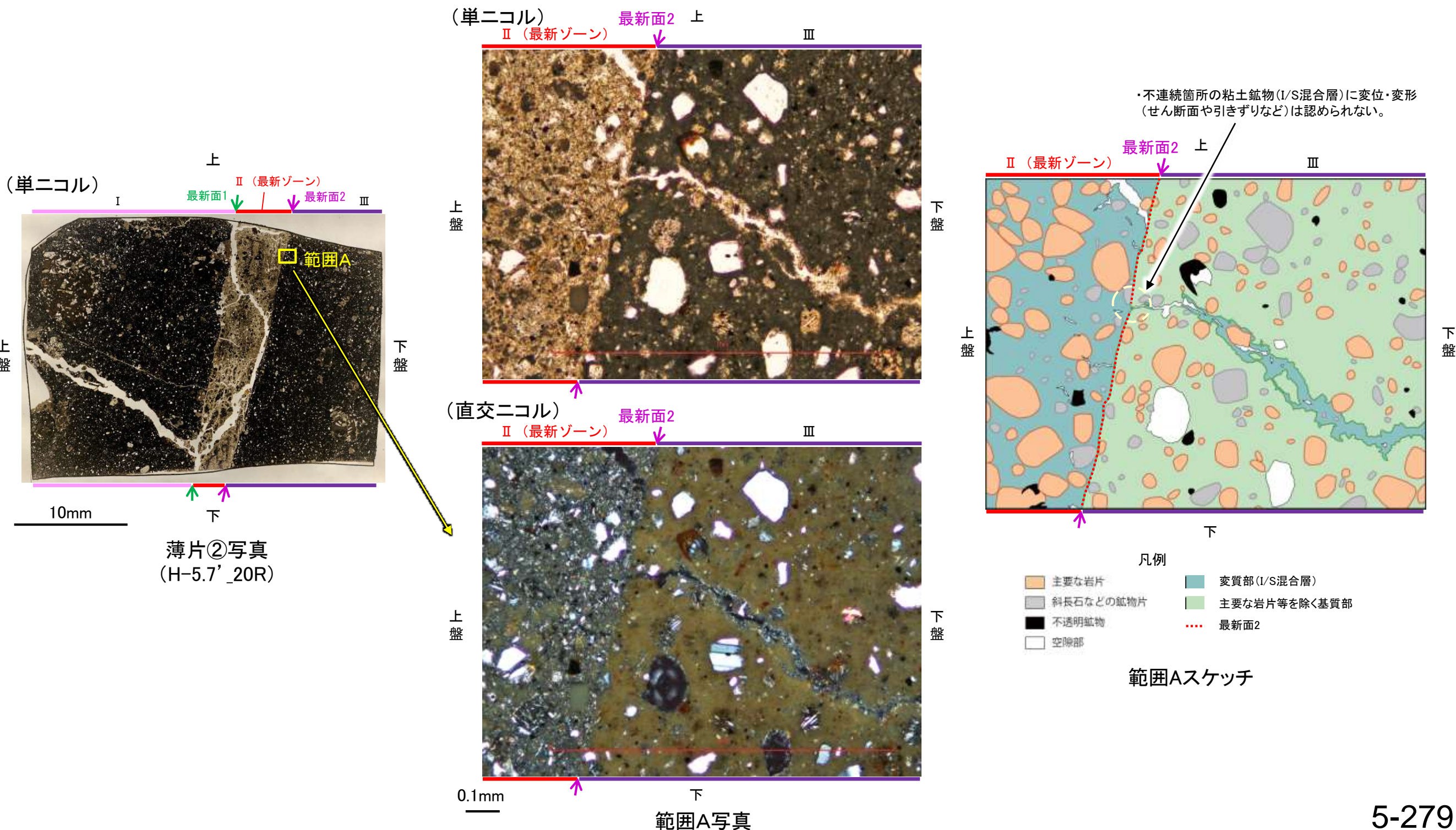
薄片②写真(H-5.7' _20R)

5.2.6 S-7 (1) H-5.7' 孔② —最新面とI/S混合層との関係(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。

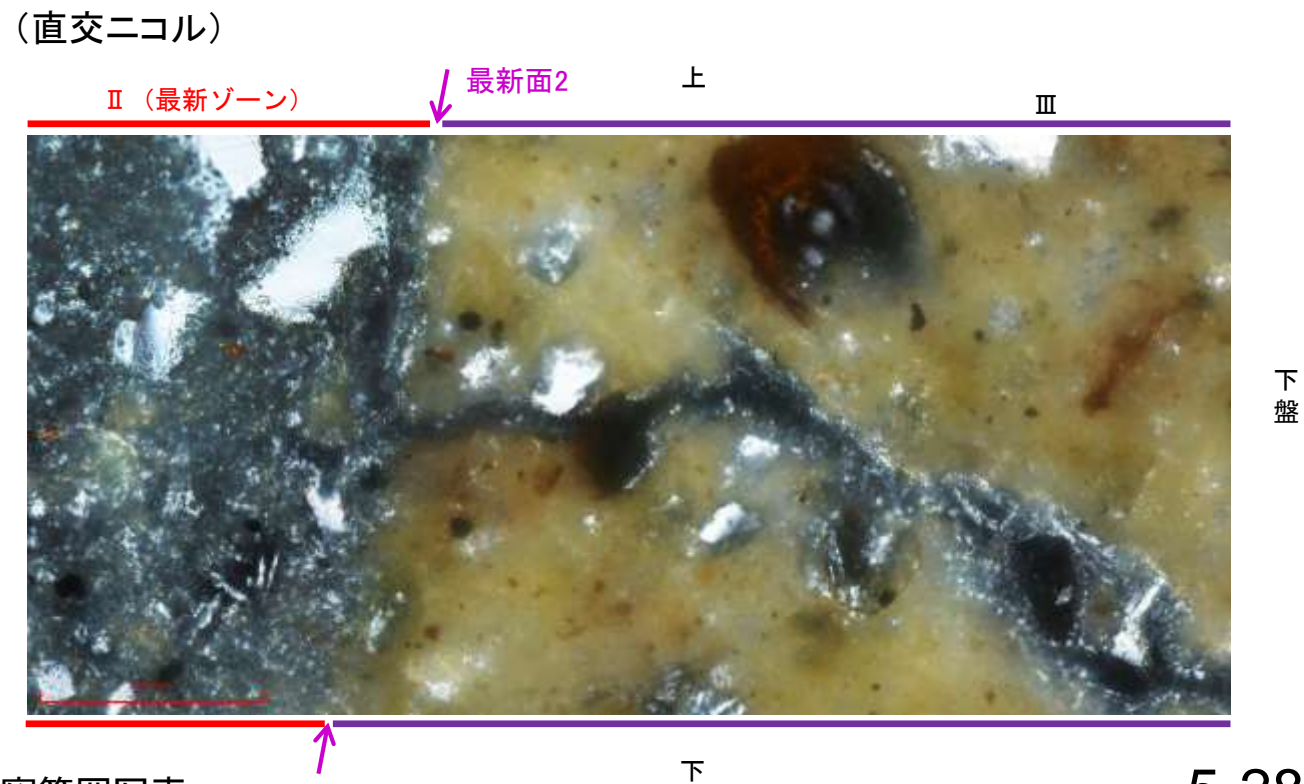
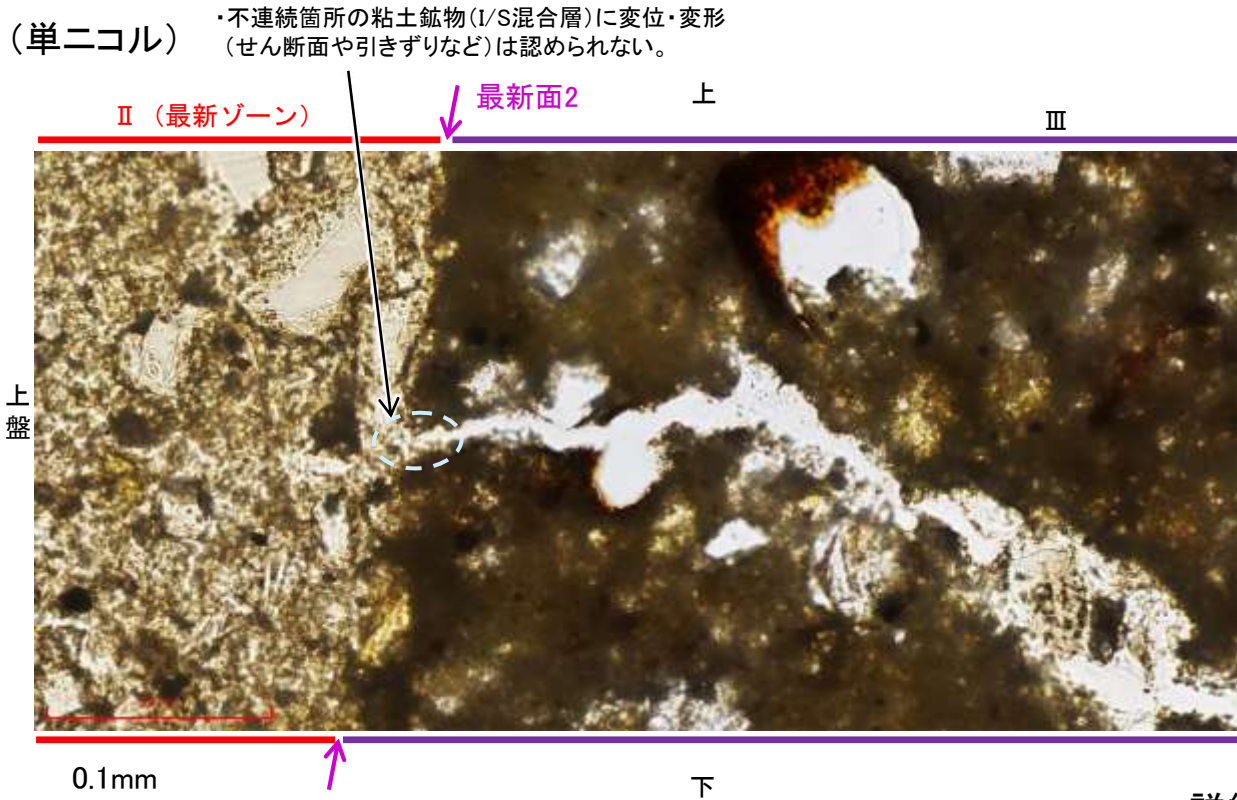
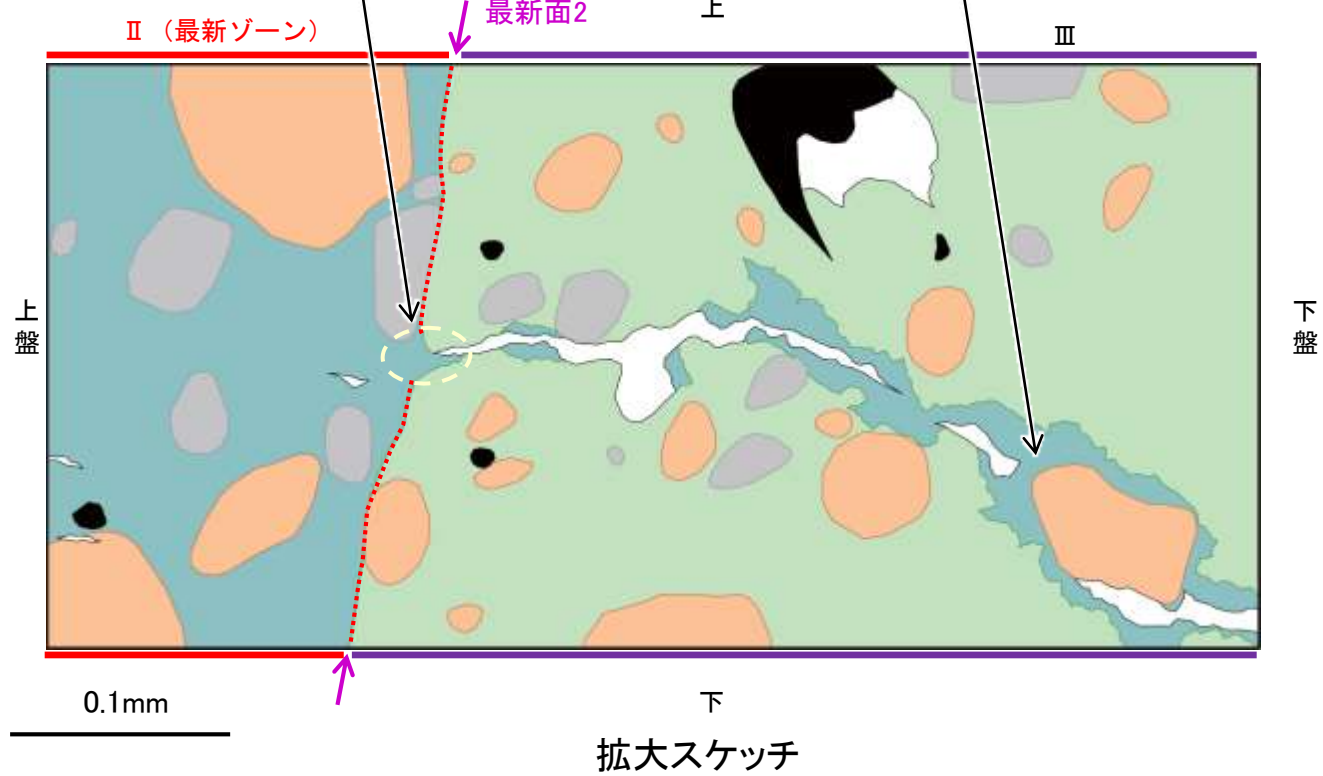
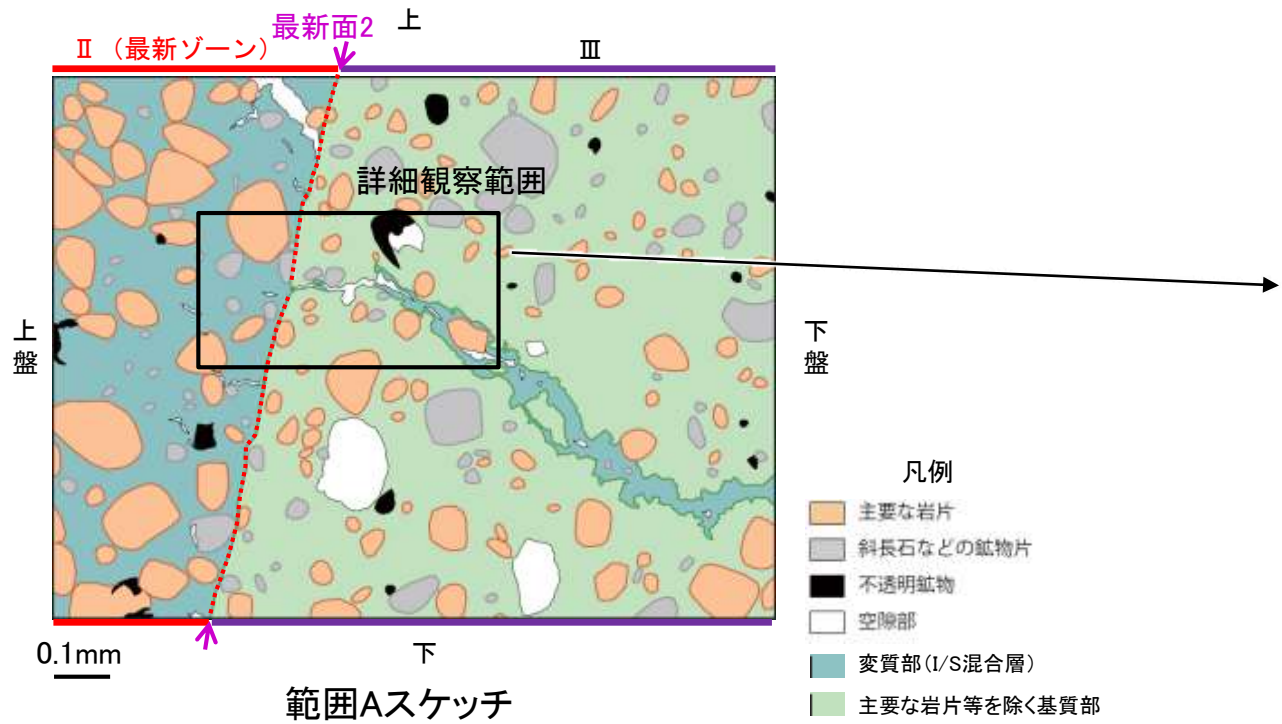


S-7_H-5.7' 孔②

【詳細観察(範囲A)】

・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。

・最新ゾーンと同様の粘土鉱物(I/S混合層)が脈状に分布している。

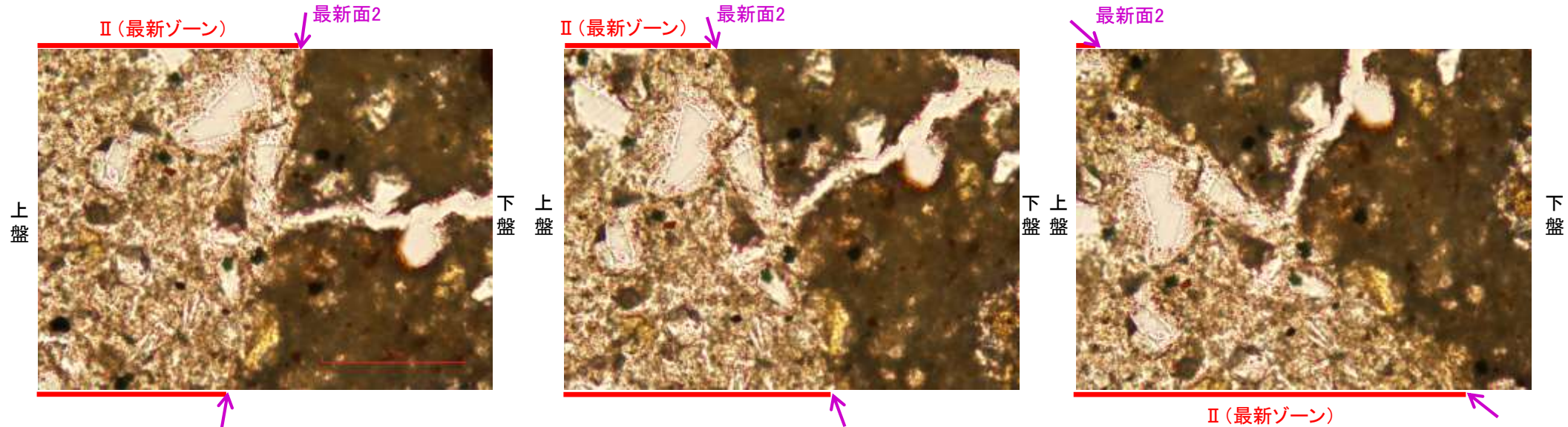


詳細観察範囲写真

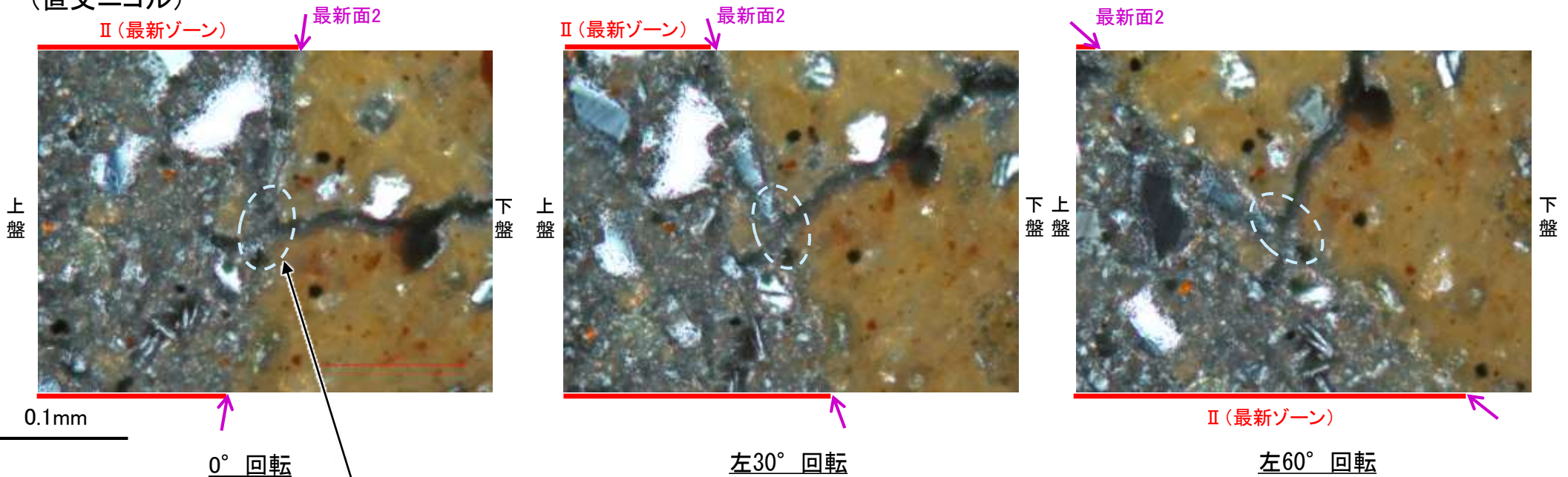
S-7_H-5.7' 孔②

【ステージ回転(範囲A)】

(単ニコル)



(直交ニコル)



・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。
・注入の痕跡は認められない。

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

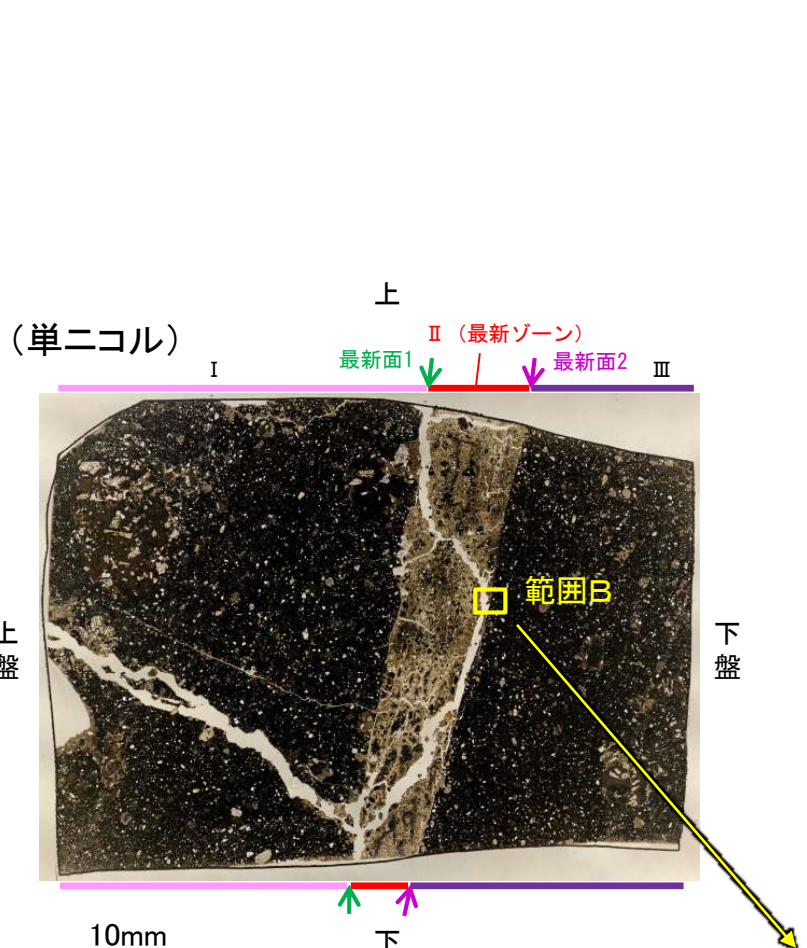
注入現象の事例
(関西電力株式会社, 2016)

5.2.6 S-7 (1) H-5.7' 孔② — 最新面とI/S混合層との関係(範囲B) —

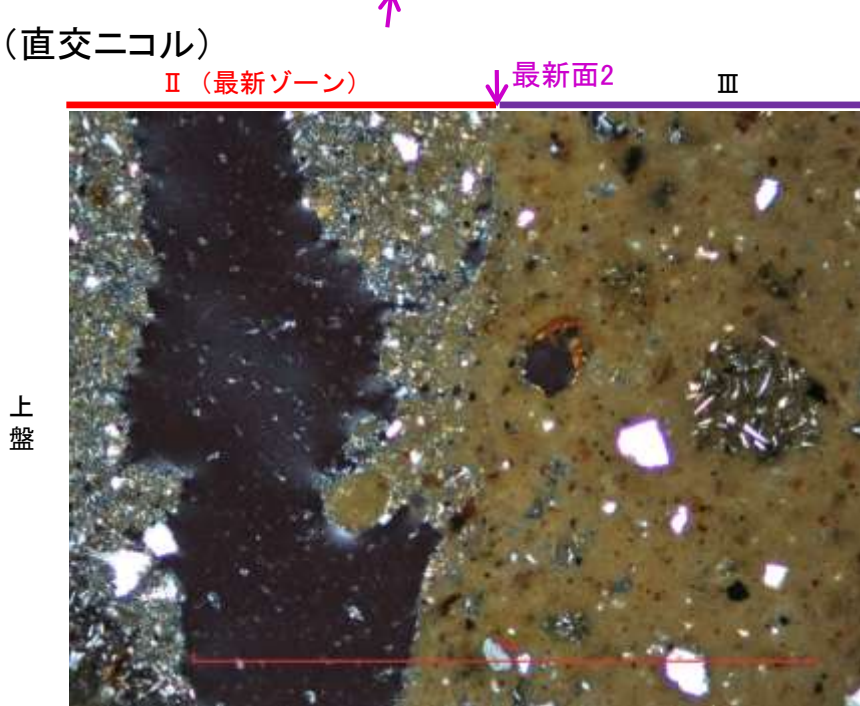
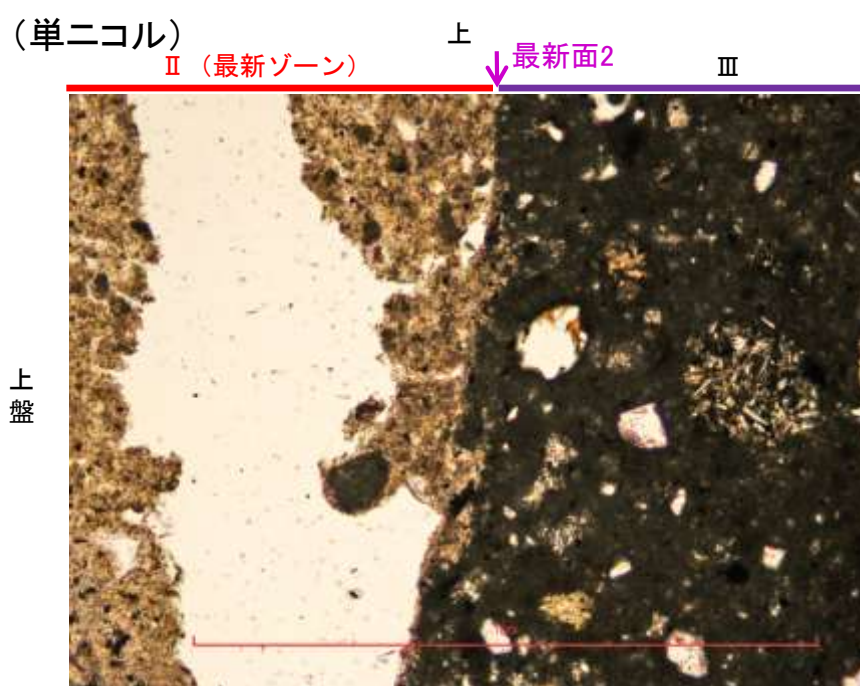
○範囲Bにおいて詳細に観察した結果、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面2を横断して分布し、最新面2が不連続になっており、不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められない。

○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。

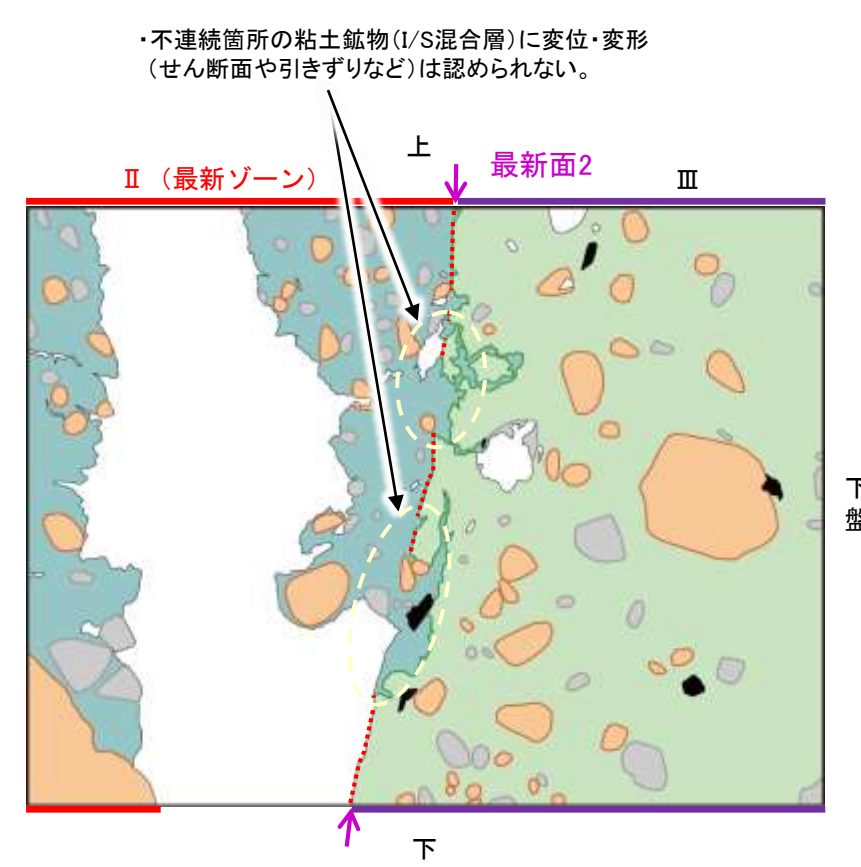
○さらに、薄片作成時等に生じた空隙は、明確に認定できる最新面2が不連続になる箇所の粘土鉱物(I/S混合層)の構造に影響を与えていないことから、不連続箇所は薄片作成時等の乱れの影響を受けていないと判断した(P.5-287)。



薄片②写真
(H-5.7' _20R)



0.1mm
範囲B写真



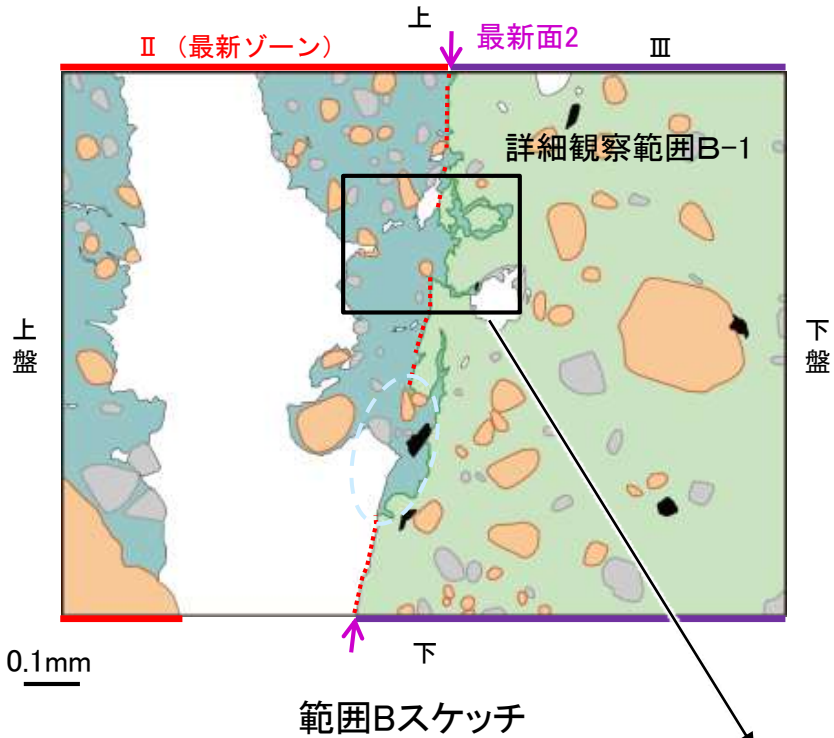
凡例
 主要な岩片
 変質部(I/S混合層)
 斜長石などの鉱物片
 主要な岩片等を除く基質部
 不透明鉱物
 空隙部
 最新面2

範囲B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。

S-7_H-5.7' 孔②

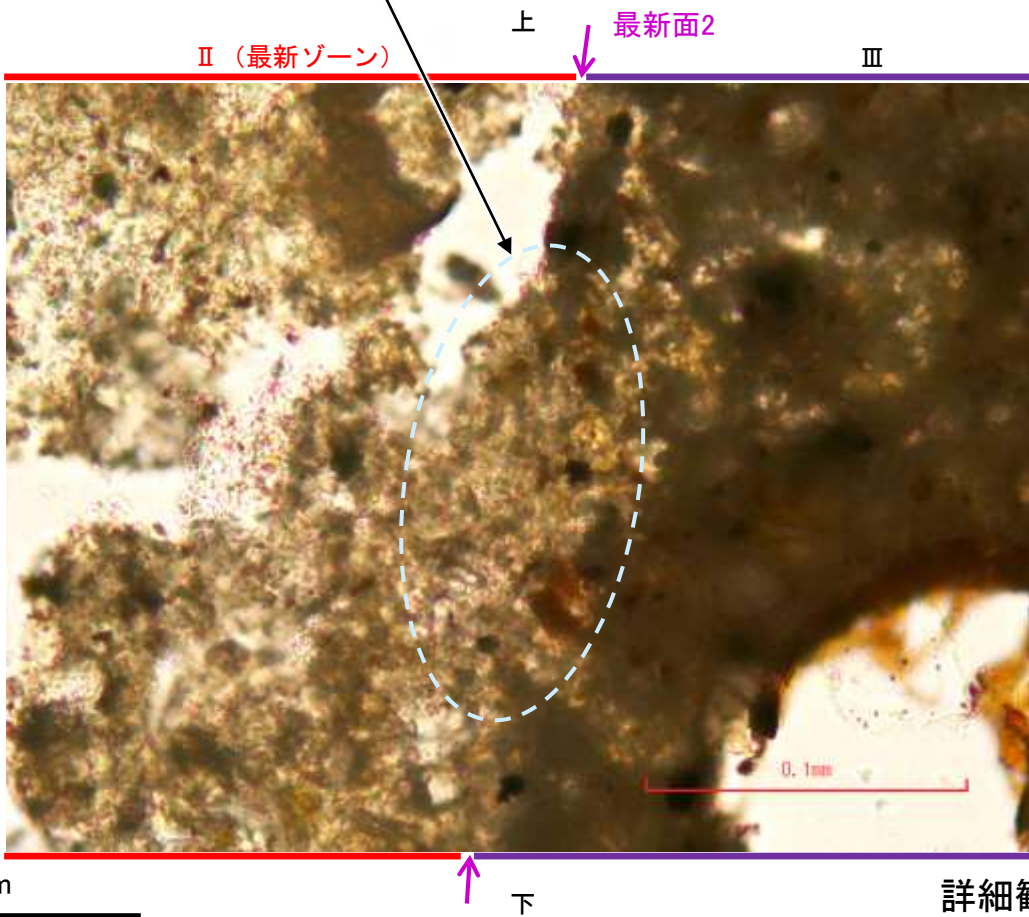
【詳細観察(範囲B-1)】



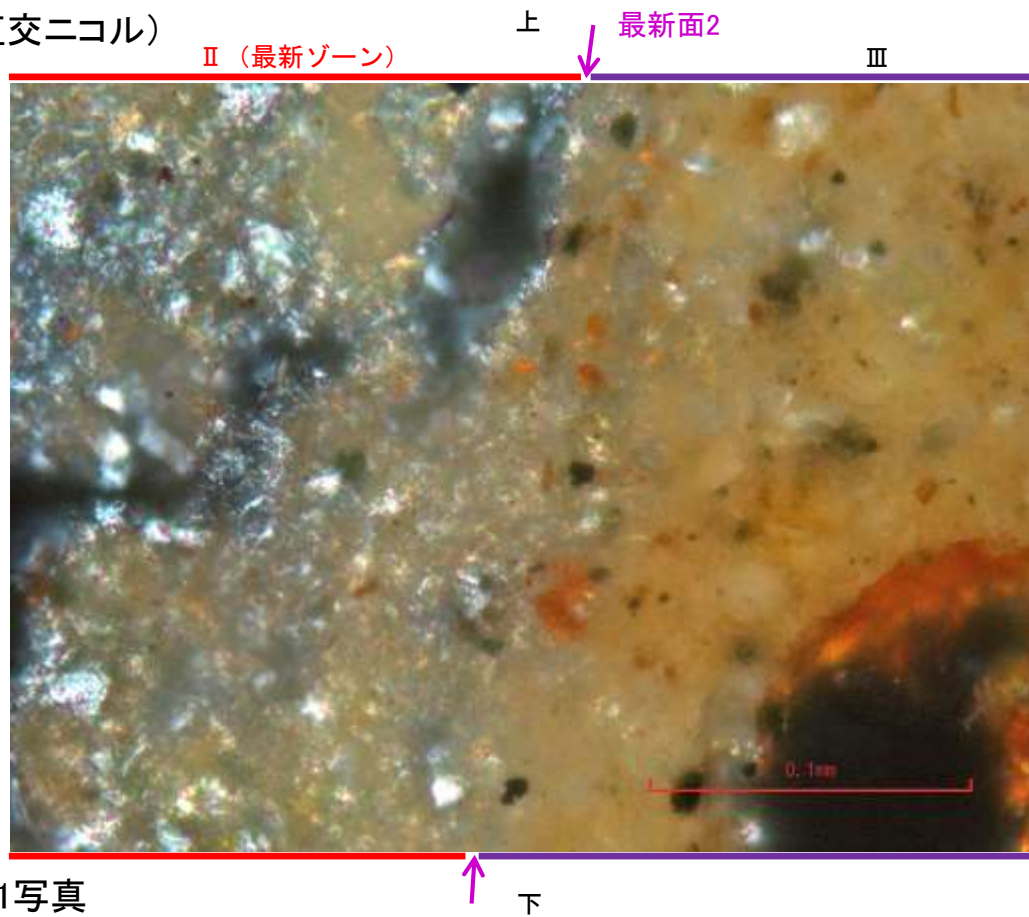
- 凡例
- 主要な岩片
 - 斜長石などの鉱物片
 - 不透明鉱物
 - 空隙部
 - 変質部(I/S混合層)
 - 主要な岩片等を除く基質部
 - 最新面2

・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。

(単ニコル)



(直交ニコル)

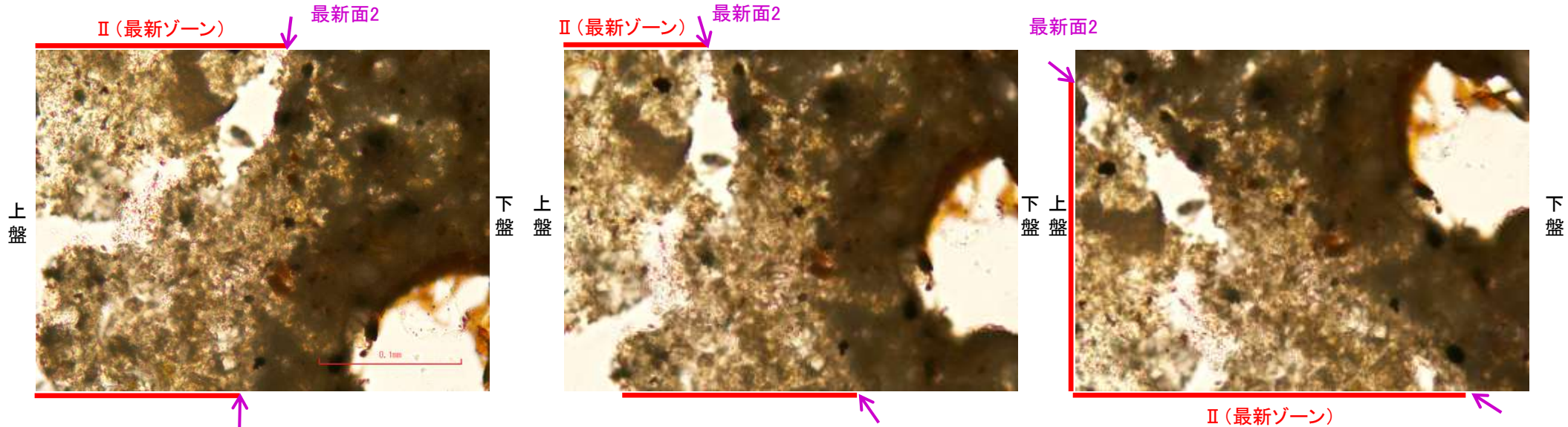


詳細観察範囲B-1写真

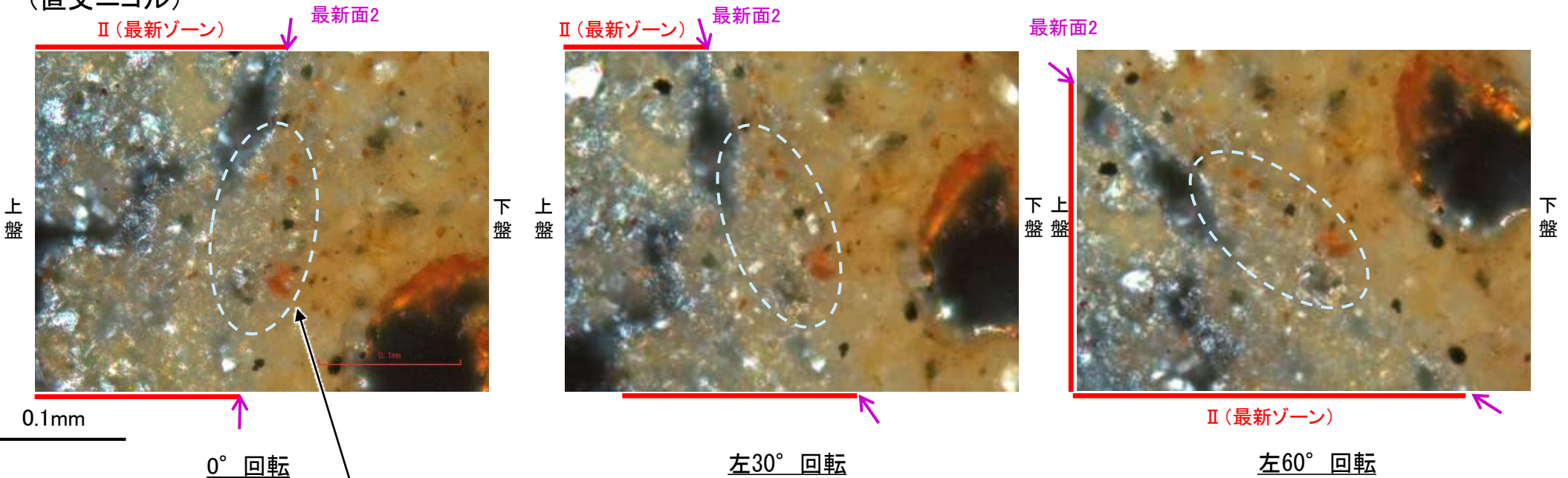
S-7_H-5.7' 孔②

【ステージ回転(範囲B-1)】

(単ニコル)



(直交ニコル)



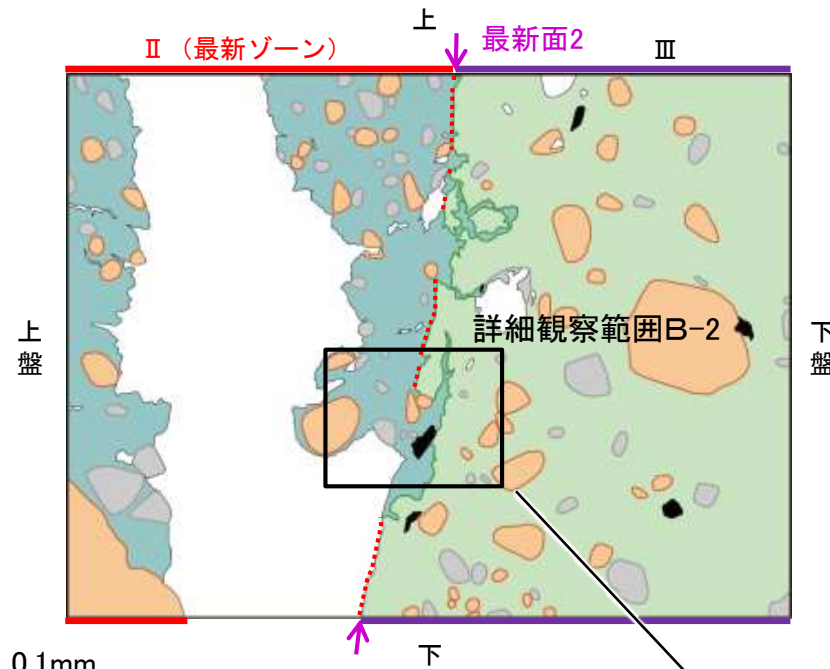
・不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形(せん断面や引きずりなど)は認められない。
・注入の痕跡は認められない。

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

注入現象の事例
(関西電力株式会社, 2016)

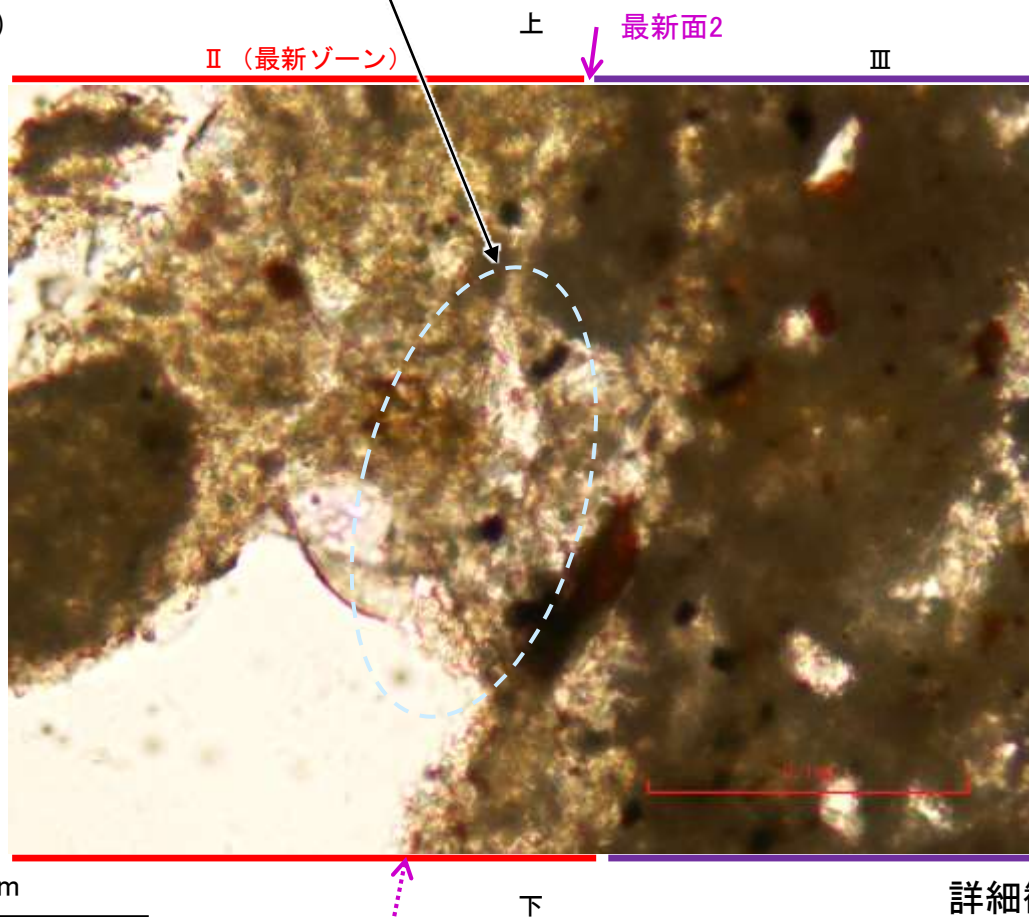
S-7_H-5.7' 孔②

【詳細観察(範囲B-2)】

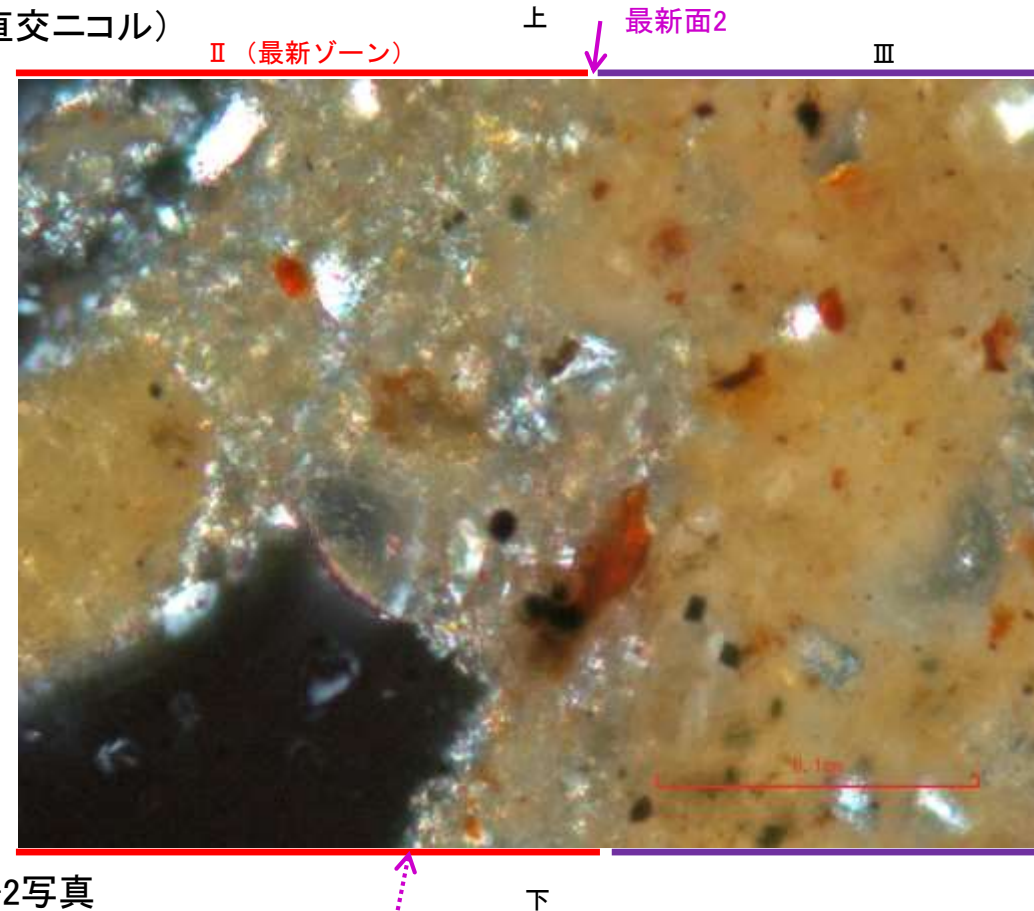


・不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形(せん断面や引きずりなど)は認められない。

(単ニコル)



(直交ニコル)

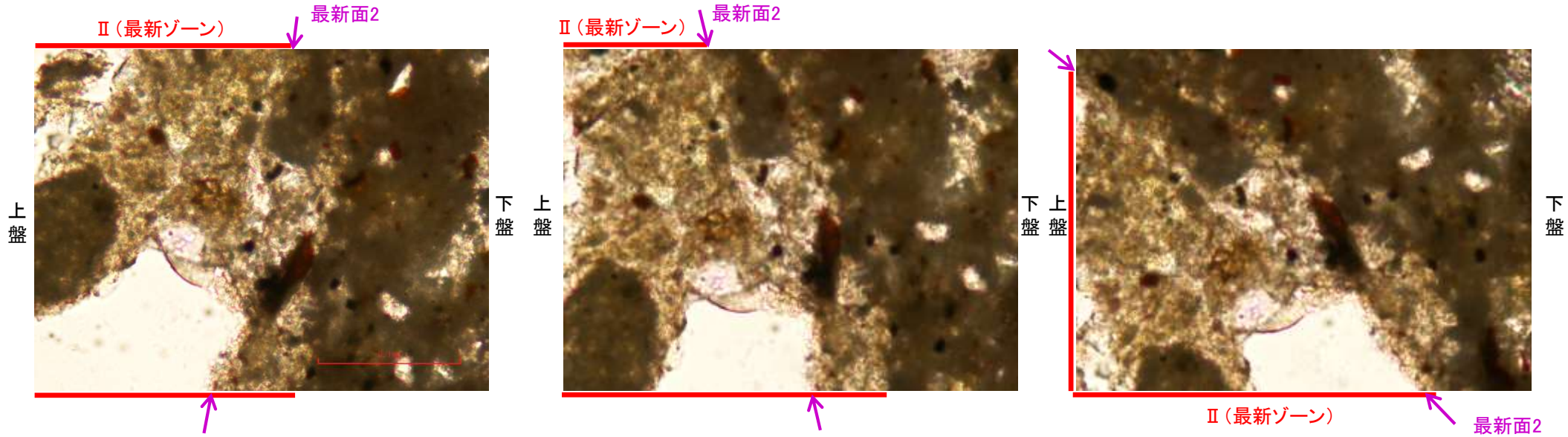


詳細観察範囲B-2写真

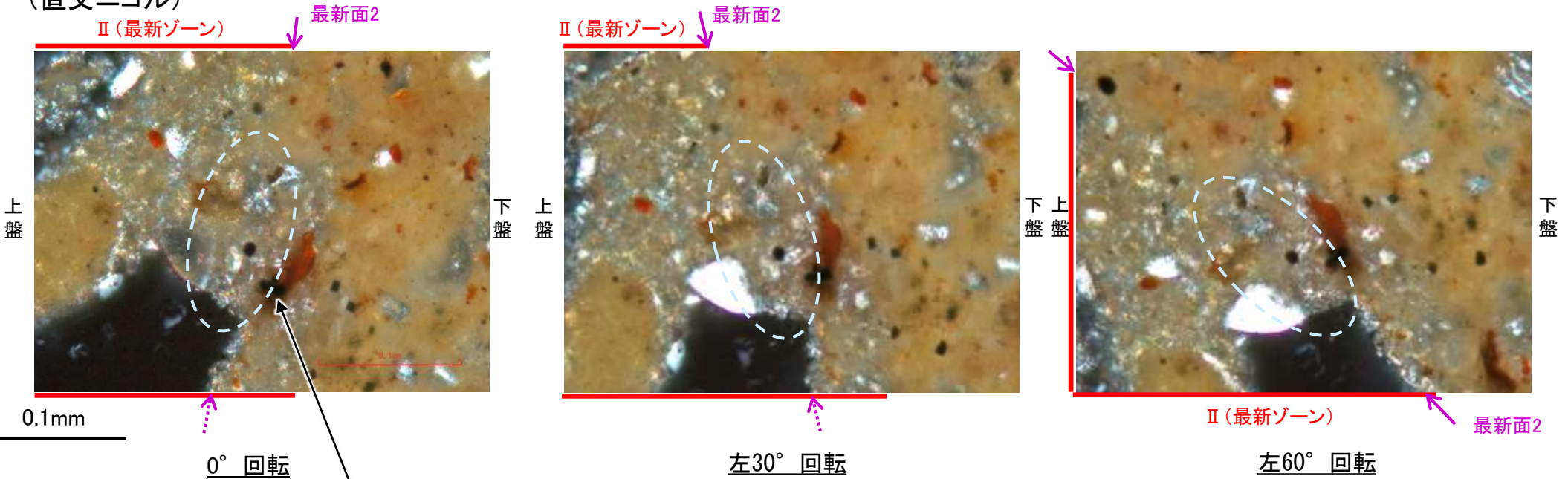
S-7_H-5.7' 孔②

【ステージ回転(範囲B-2)】

(単ニコル)



(直交ニコル)



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

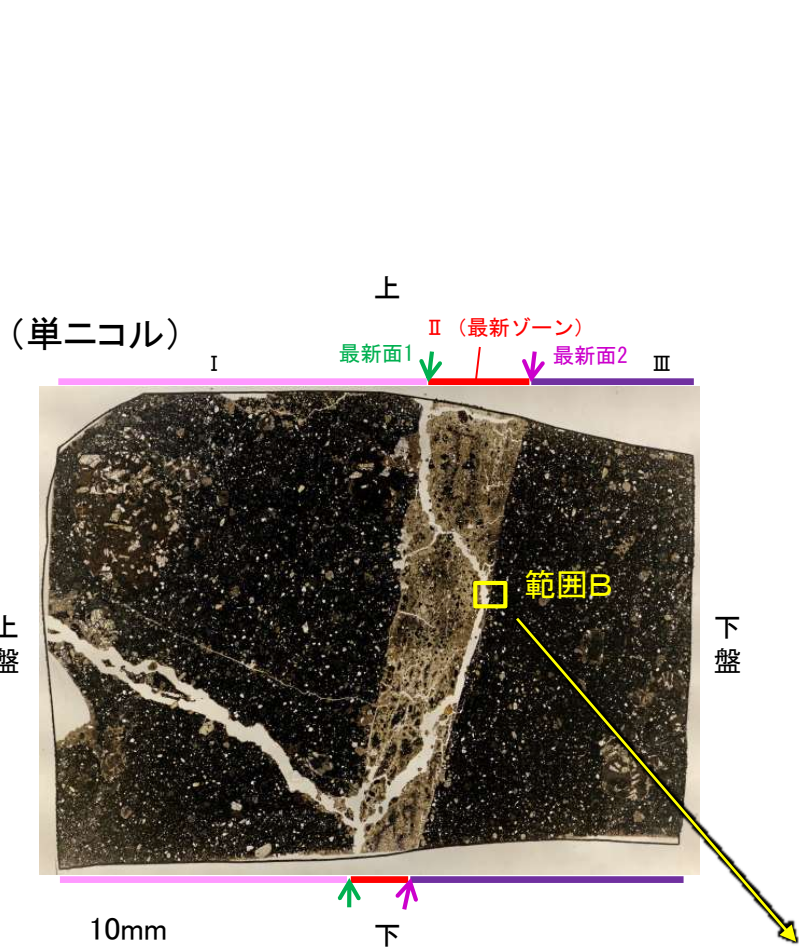
注入現象の事例
(関西電力株式会社, 2016)

←… : 延長位置

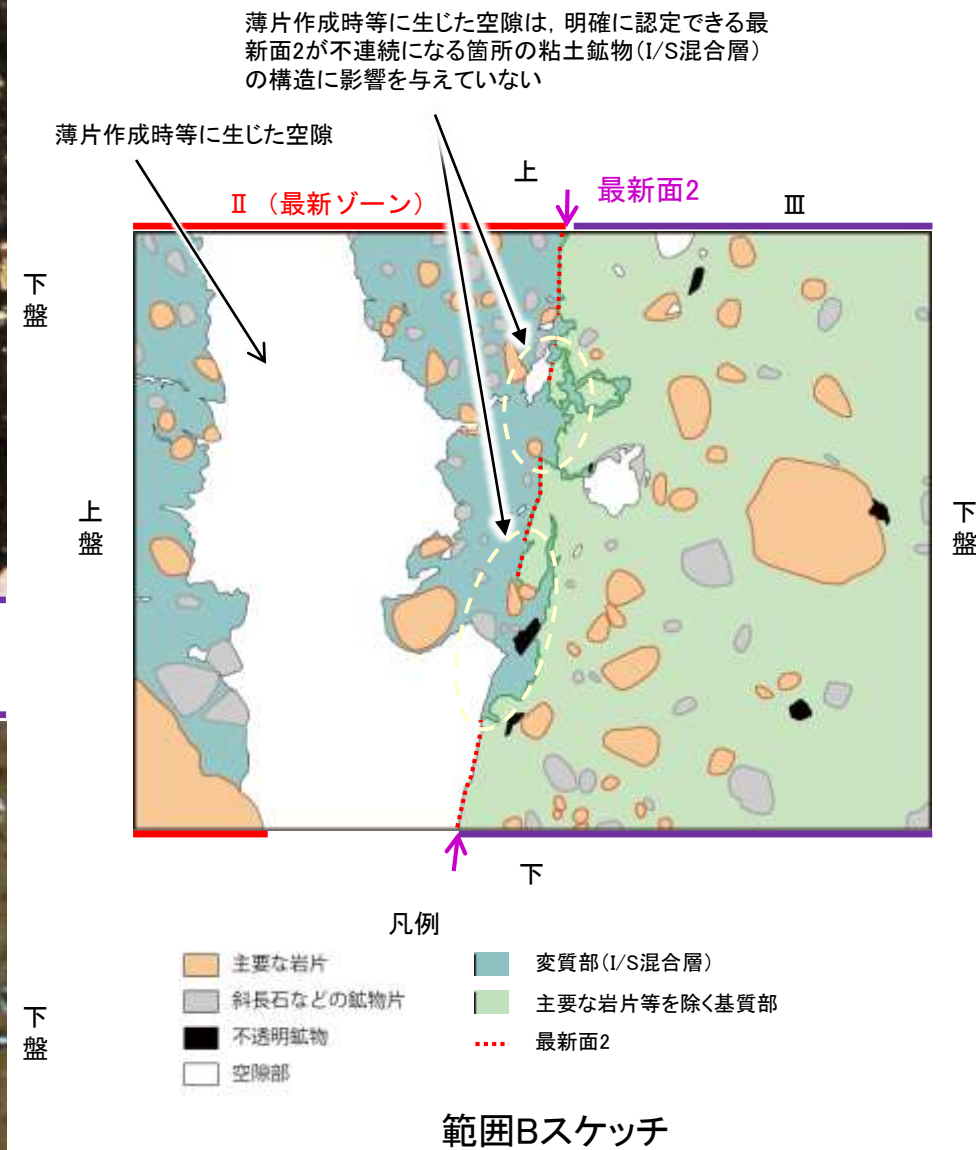
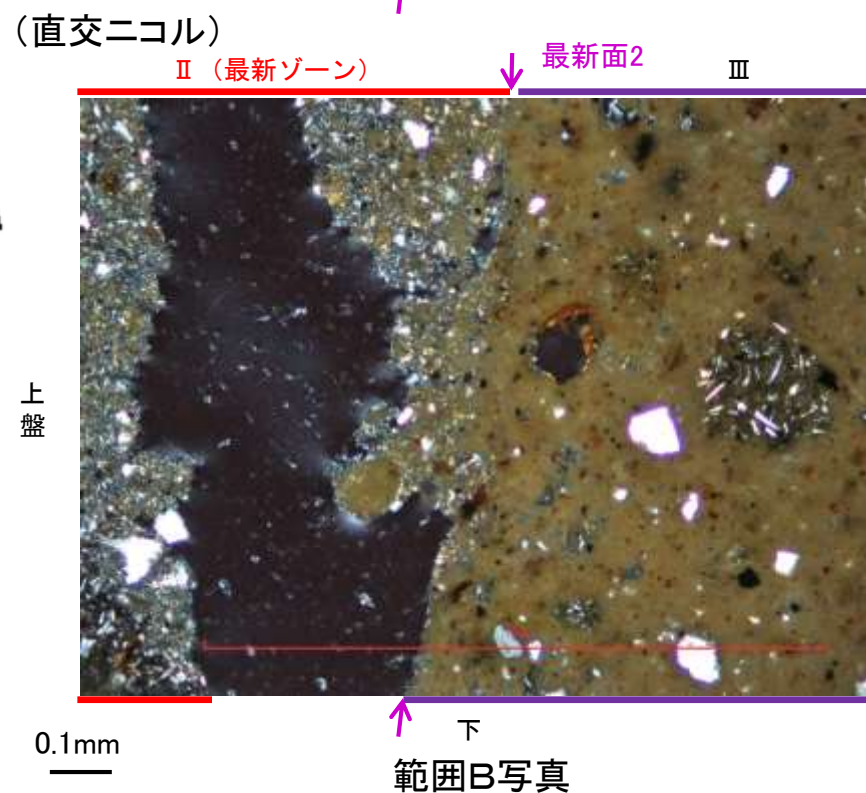
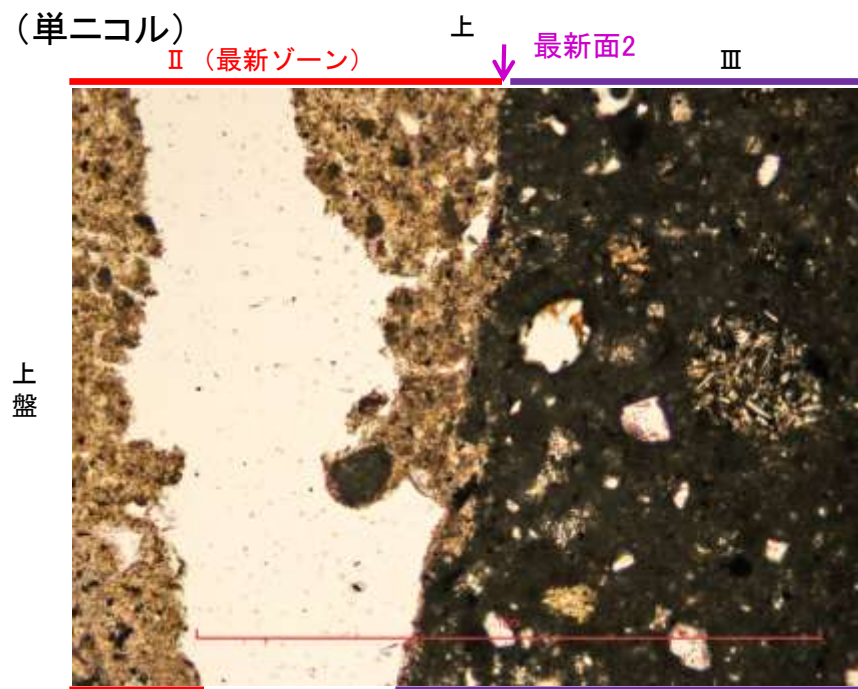
・不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形
(せん断面や引きずりなど)は認められない。
・注入の痕跡は認められない。

S-7_H-5.7' 孔②

【乱れに関する検討(範囲B)】



薄片②写真
(H-5.7'_20R)



・薄片作成時等に生じた空隙(スケッチ白色部)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。

5.2.6 S-7 (2) H-5.4-1E孔 ー評価結果ー

【最新面の認定】

○H-5.4-1E孔の深度24.15m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の境界に最新面を認定した(P.5-289～5-292)。

【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.5-293, 5-294)。

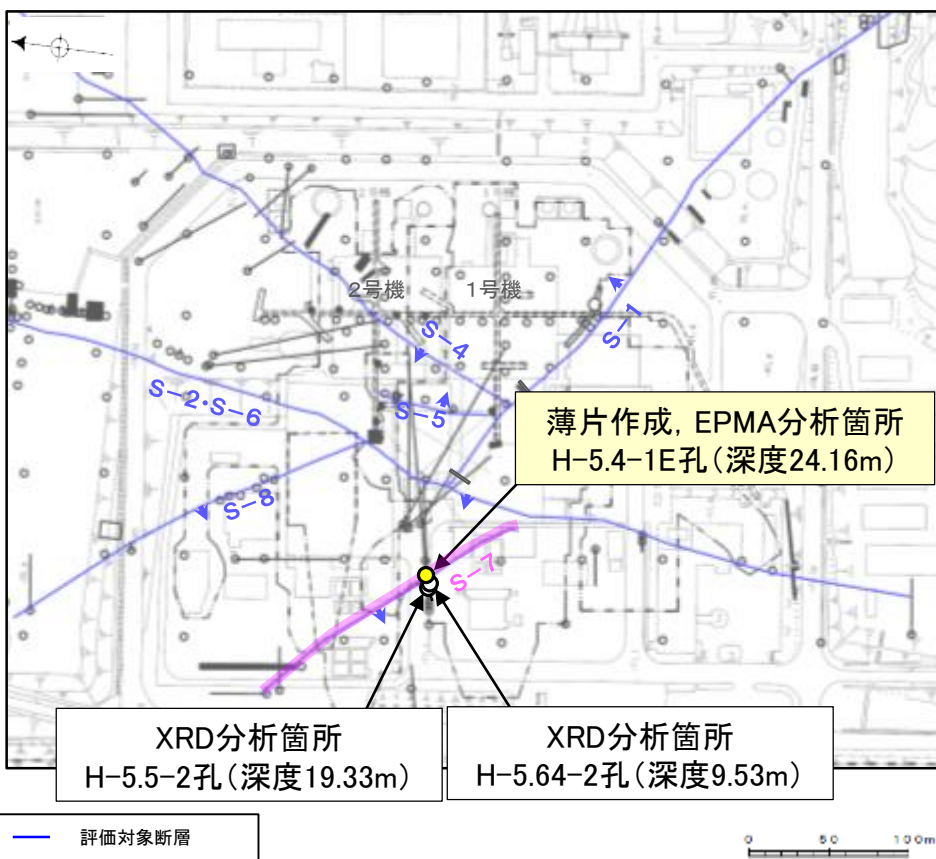
【変質鉱物の分布と最新面との関係】

○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.5-295, 5-296)。

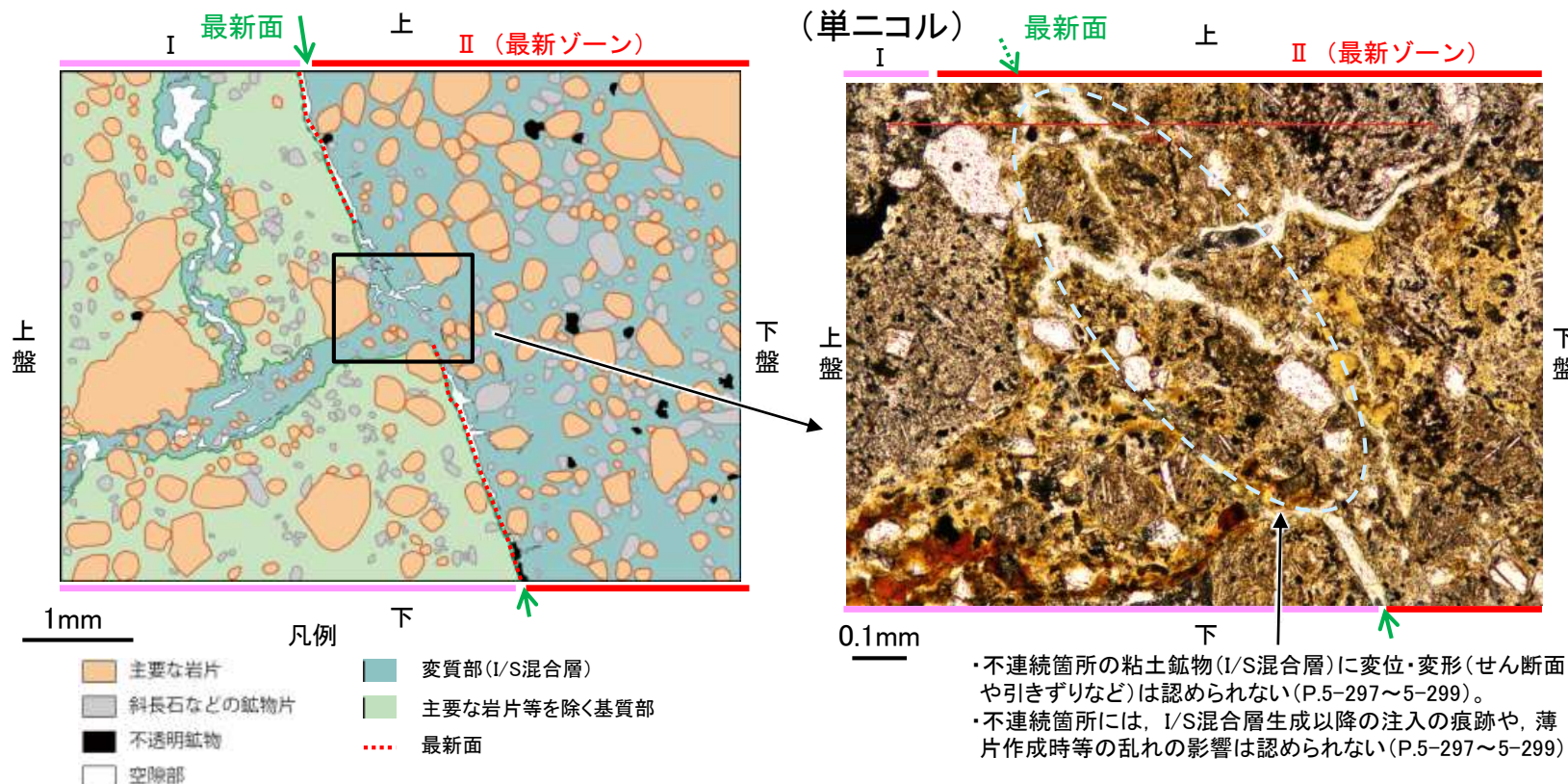
○薄片①の範囲Aにおいて、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を横断して分布し、最新面が不連続になっており、不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められない(P.5-297～5-299)。

○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

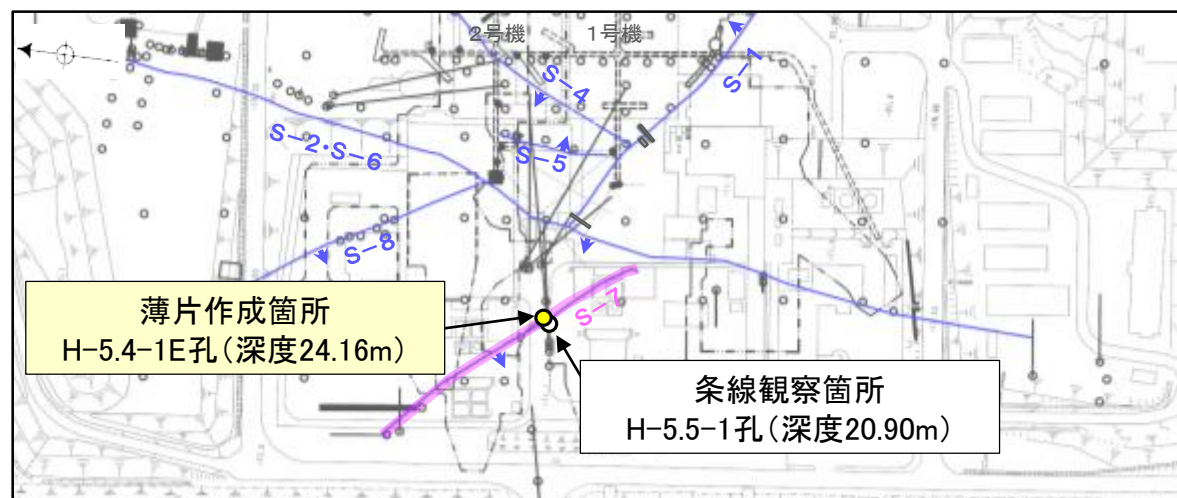
詳細観察範囲写真

←… : 延長位置

5.2.6 S-7 (2) H-5.4-1E孔 —最新面の認定(巨視的観察)—

○H-5.4-1E孔の深度24.15m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-5.5-1孔)の主せん断面における条線観察の結果、78° R, 53° Rの2つの条線方向が確認されたことから、H-5.4-1E孔において、最も明瞭な78° Rの条線方向で薄片を作成した(ブロック写真)。



— 評価対象断層
S-O (陸域 EL-4.7m)

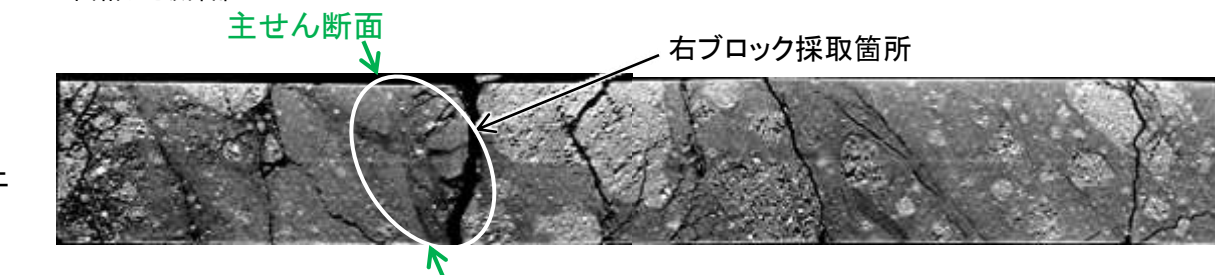
・条線観察結果については補足資料5.2-12(2)-5

調査位置図

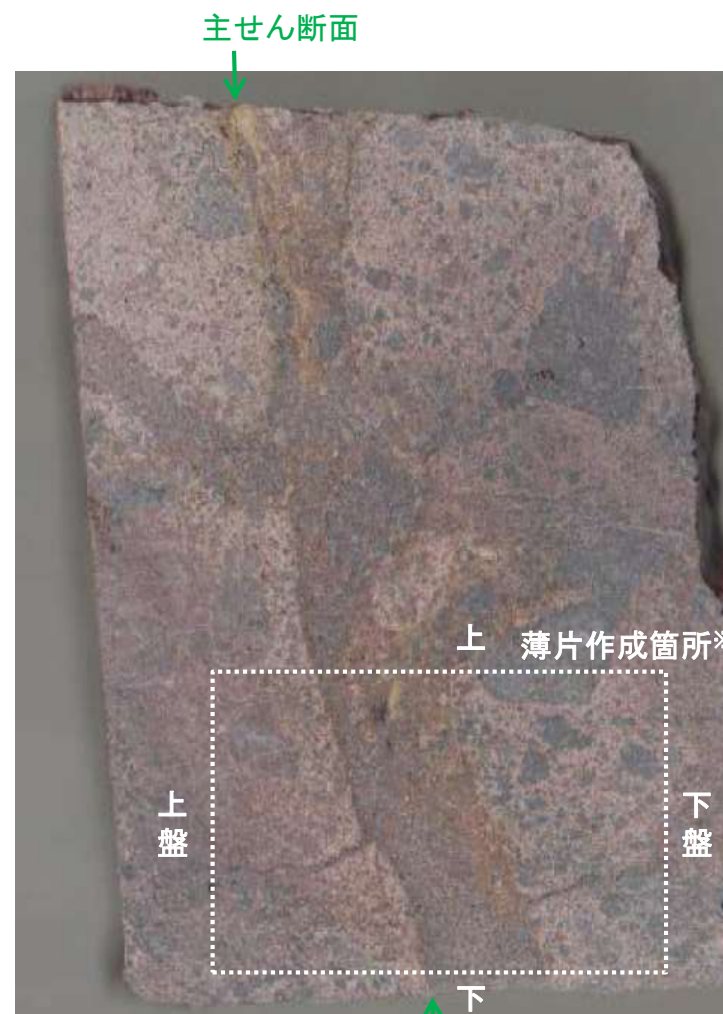


— 粘土状破碎部
— 固結した破碎部

ボーリングコア写真(H-5.4-1E孔)



CT画像(H-5.4-1E孔)



※図示した箇所で薄片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

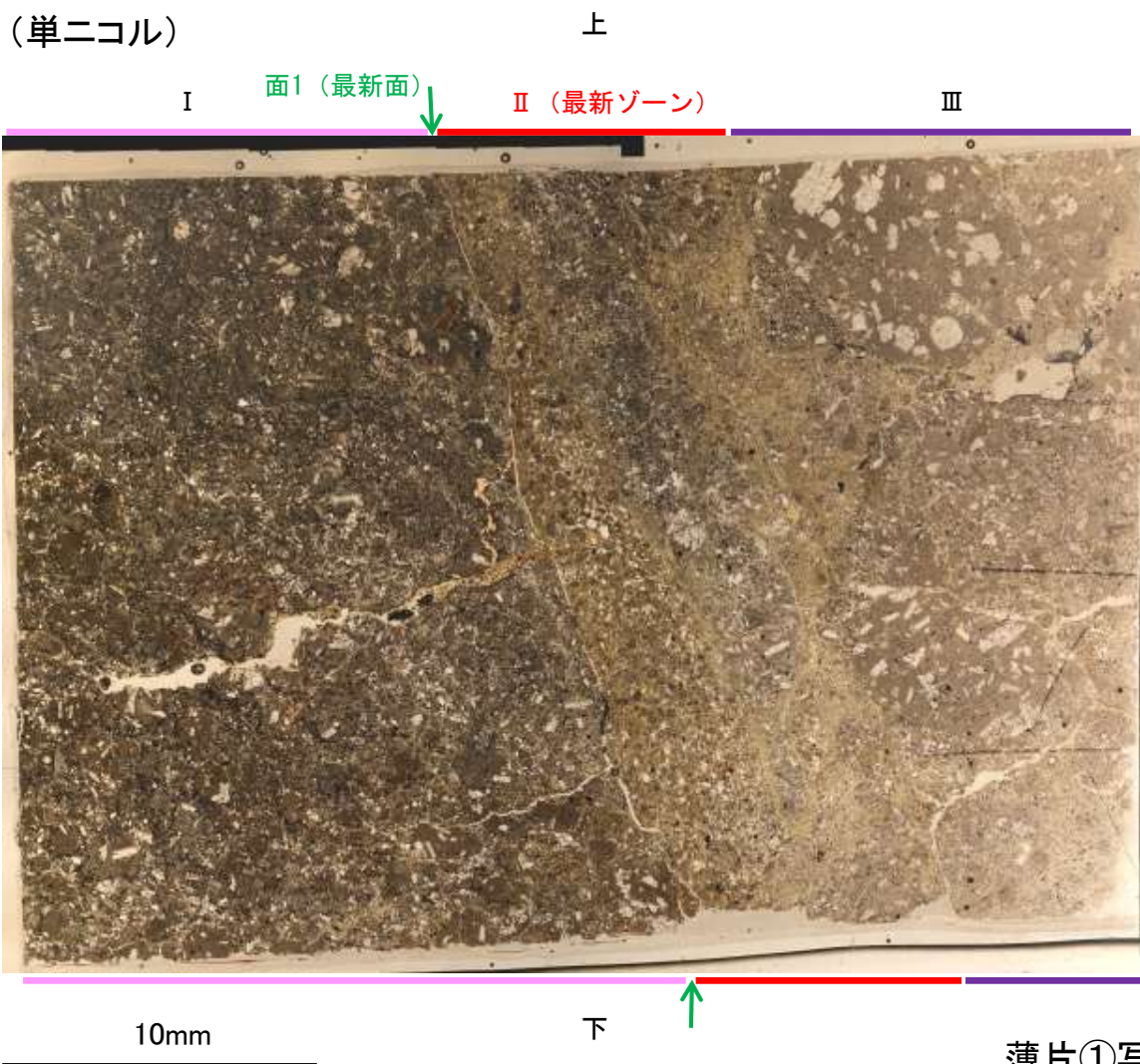
5.2.6 S-7 (2) H-5.4-1E孔 ー最新面の認定(微視的観察)ー

- 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。

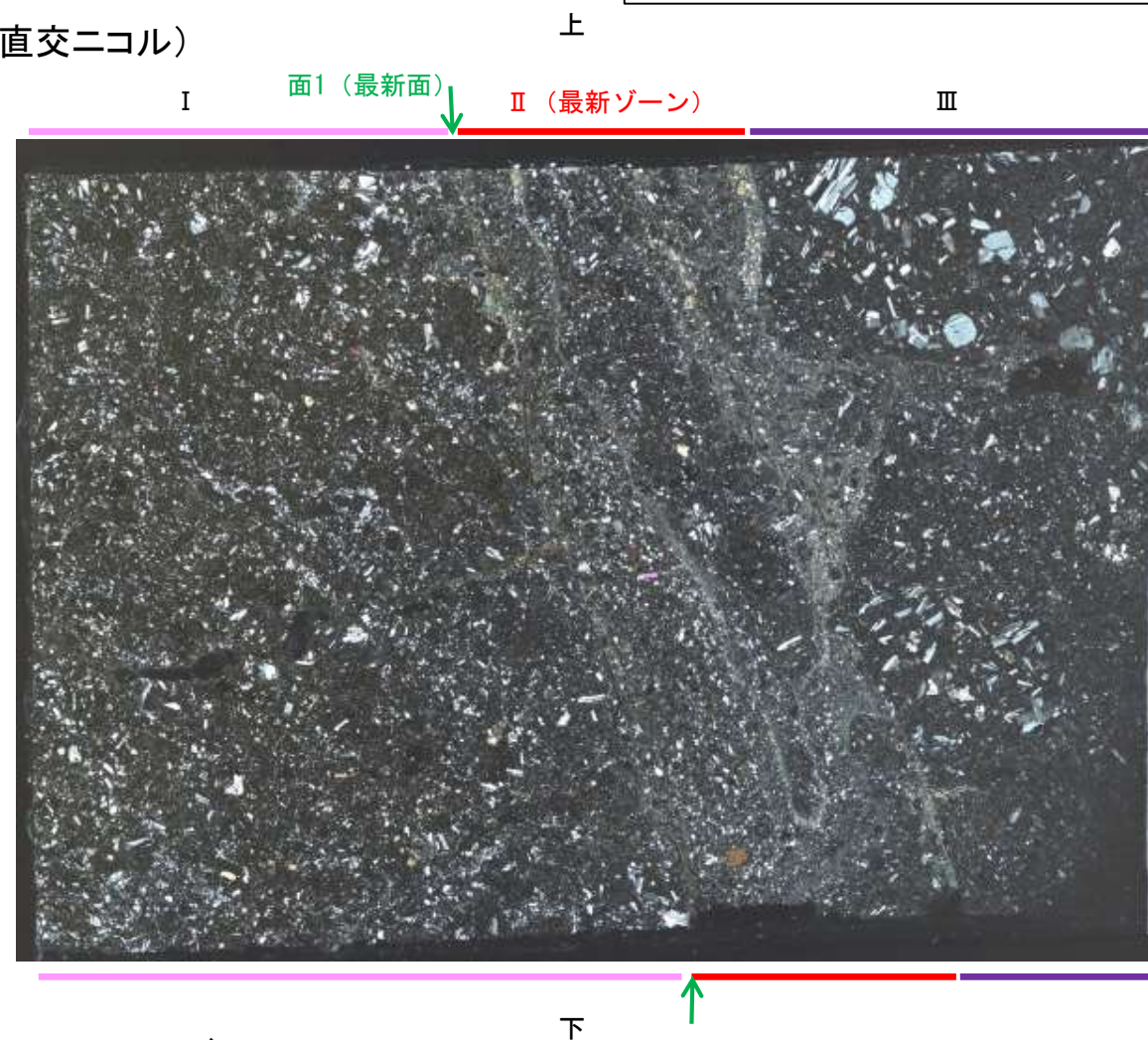
*最新ゾーンと分帯Ⅲとの境界についての詳細は次々頁

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・・・固結した破碎部

【解釈線なし】



薄片①写真(H-5.4-1E_78R)

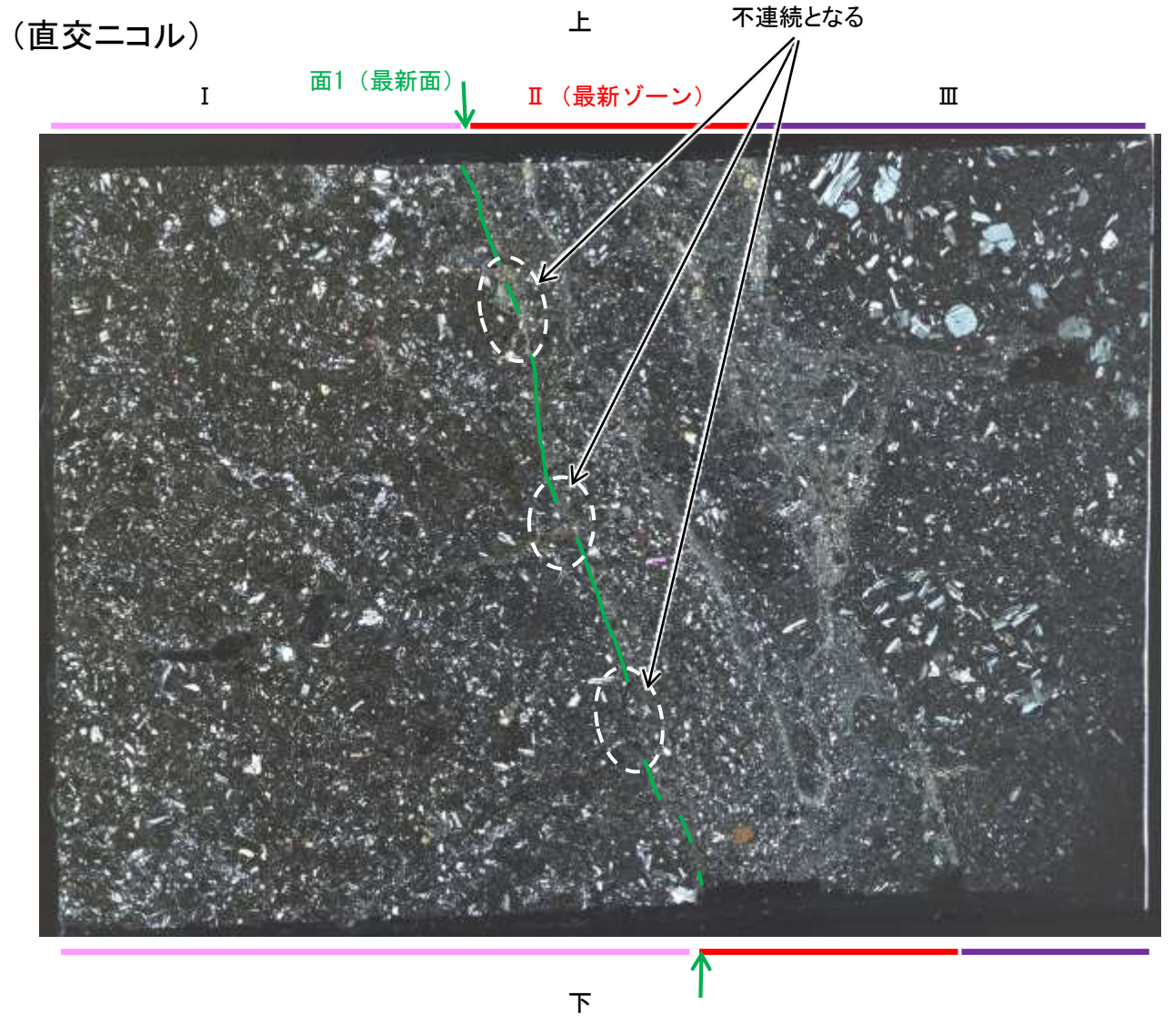
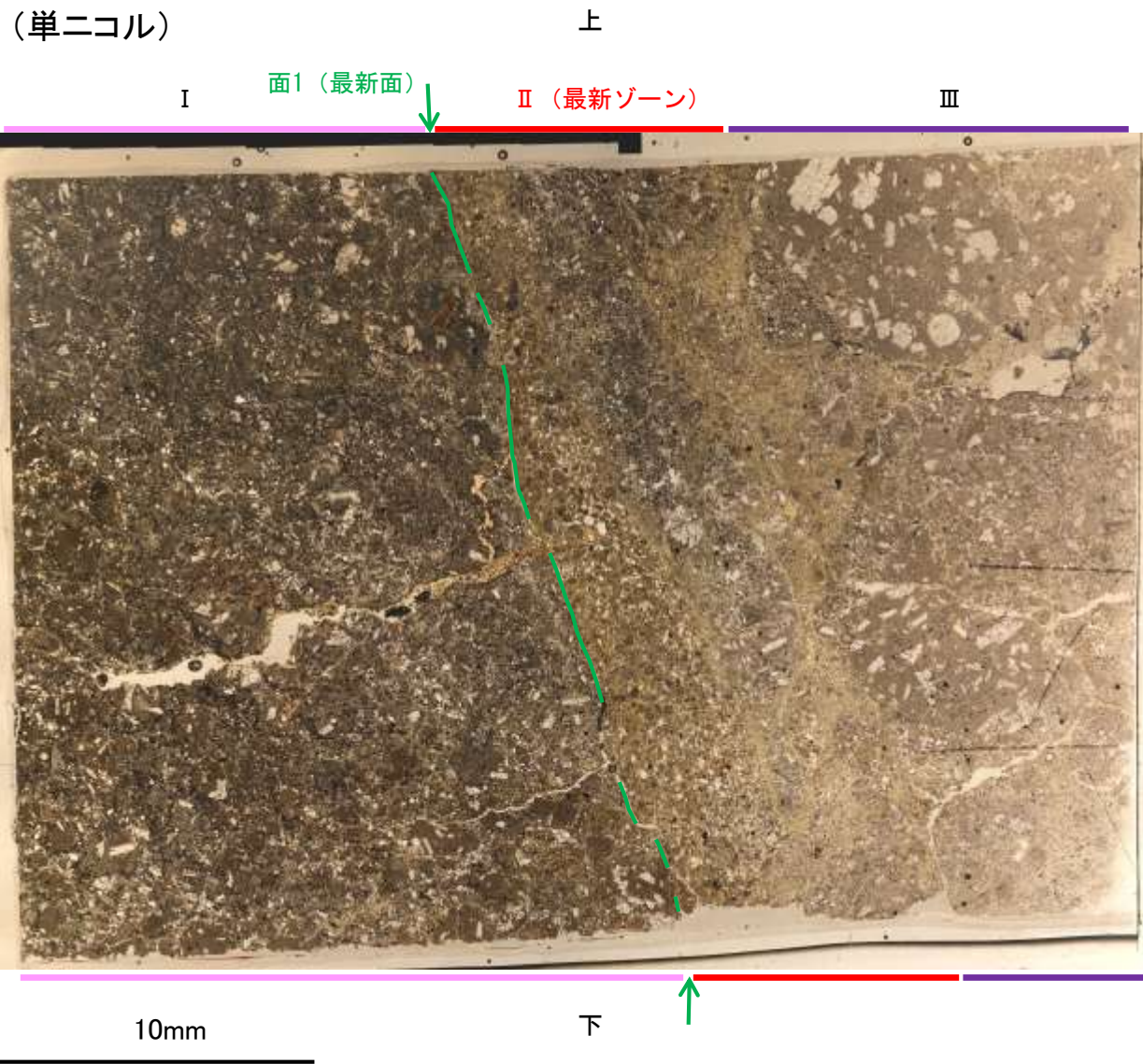


下盤

- Ⅰ: 単ニコルで暗褐灰色, 直交ニコルで灰～暗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, 鉱物片は角～亜角形である。一部の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～暗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。岩片は亜角～亜円形, 鉱物片は角～亜角形である。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。
- Ⅲ: 単ニコルで褐灰色, 直交ニコルで灰～暗灰色の干渉色を呈する火山礫凝灰岩からなる。径7mm以下の岩片や鉱物片が細粒な基質中に含まれており, 径12mm以上の岩片も含まれる。岩片, 鉱物片は角～亜角形である。

S-7_H-5.4-1E孔

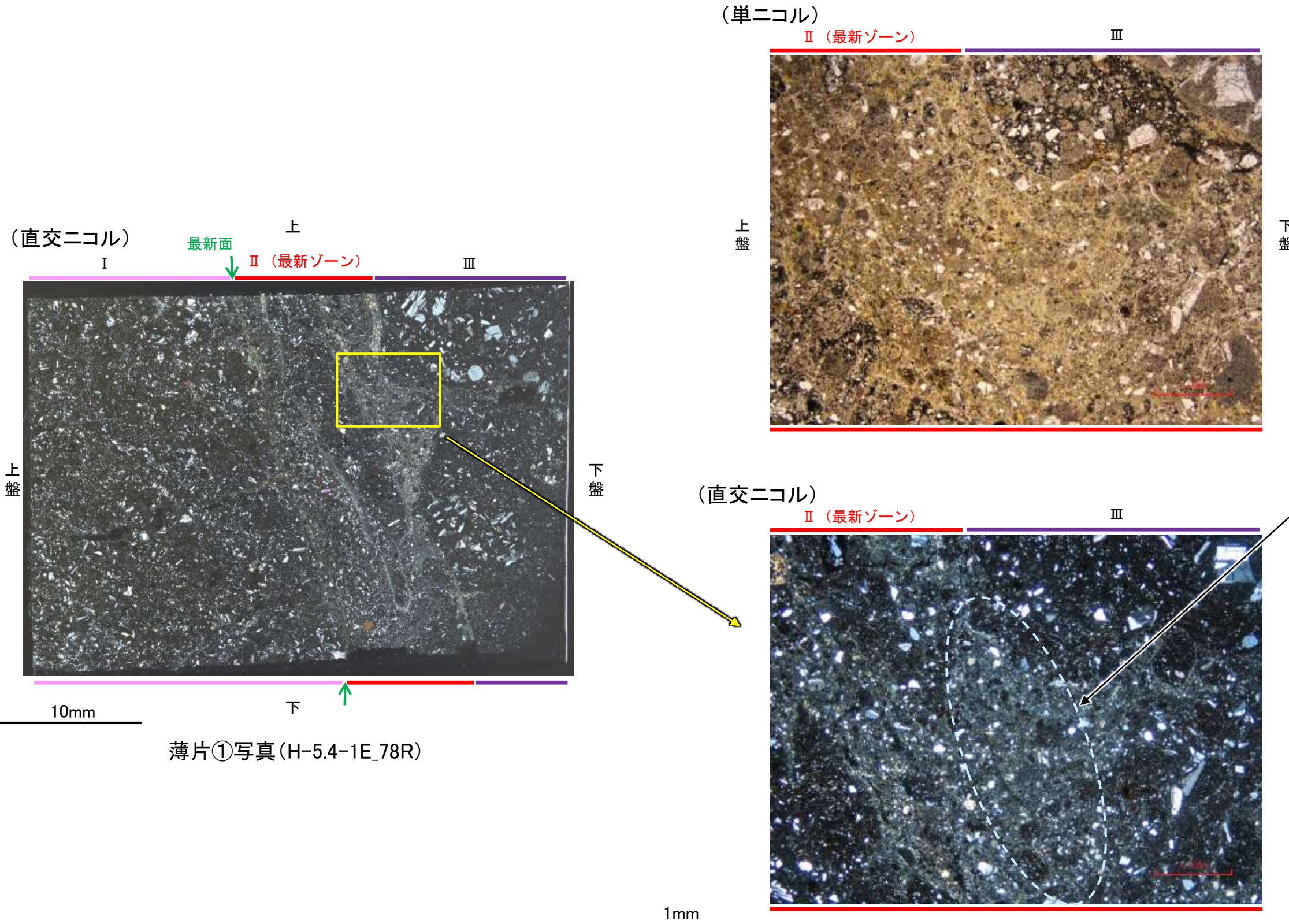
【解釈線あり】



薄片①写真(H-5.4-1E_78R)

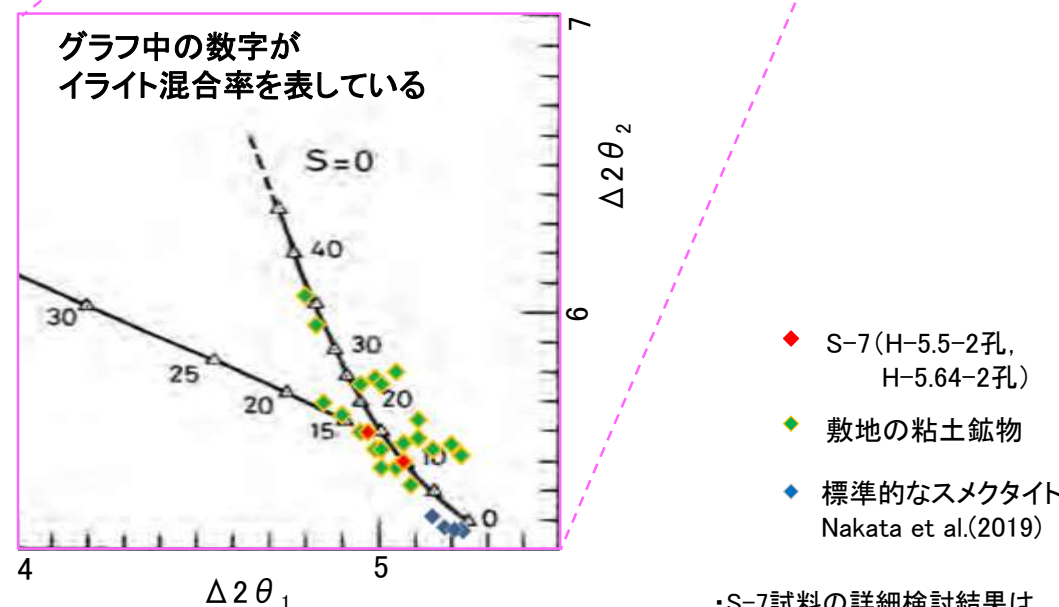
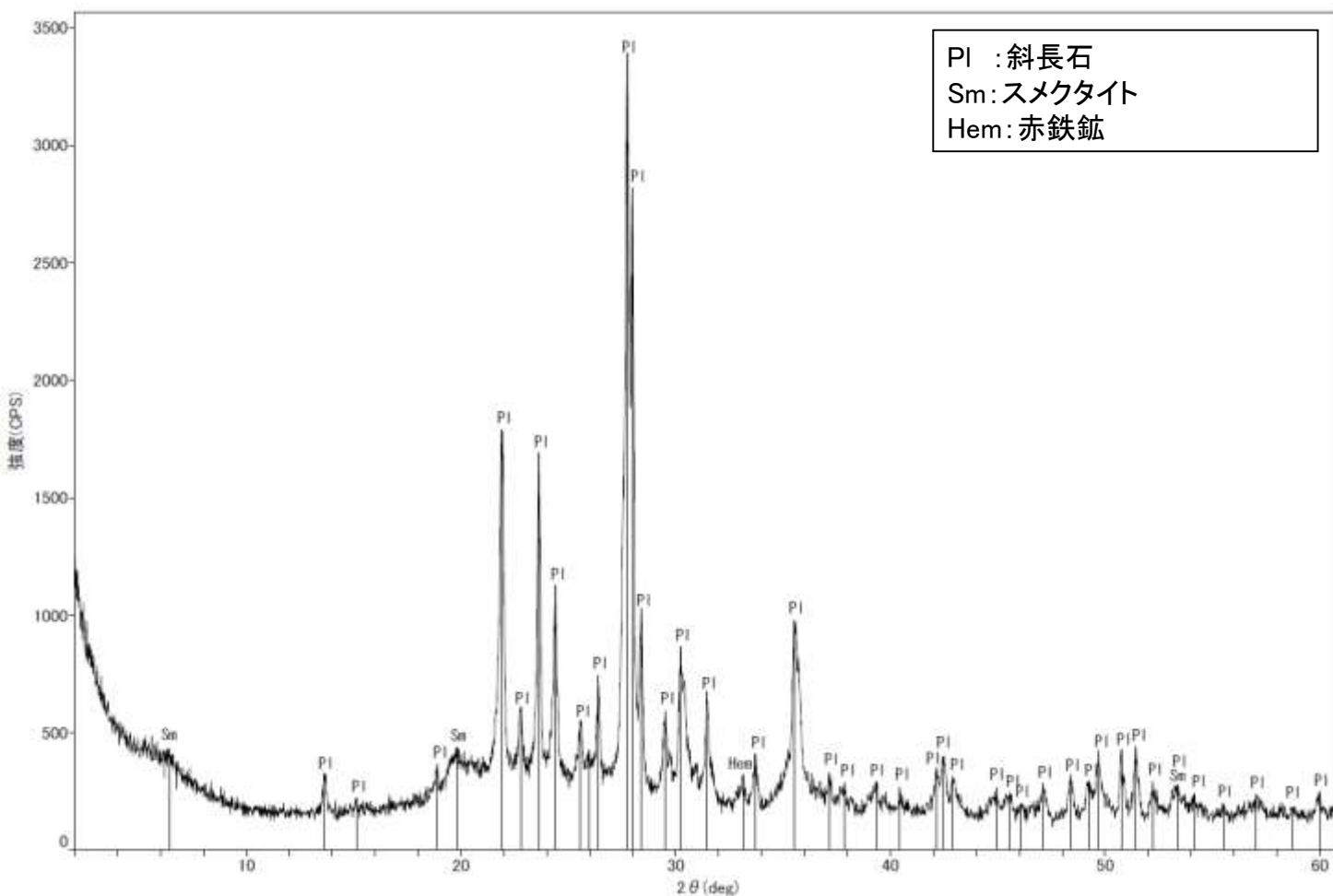
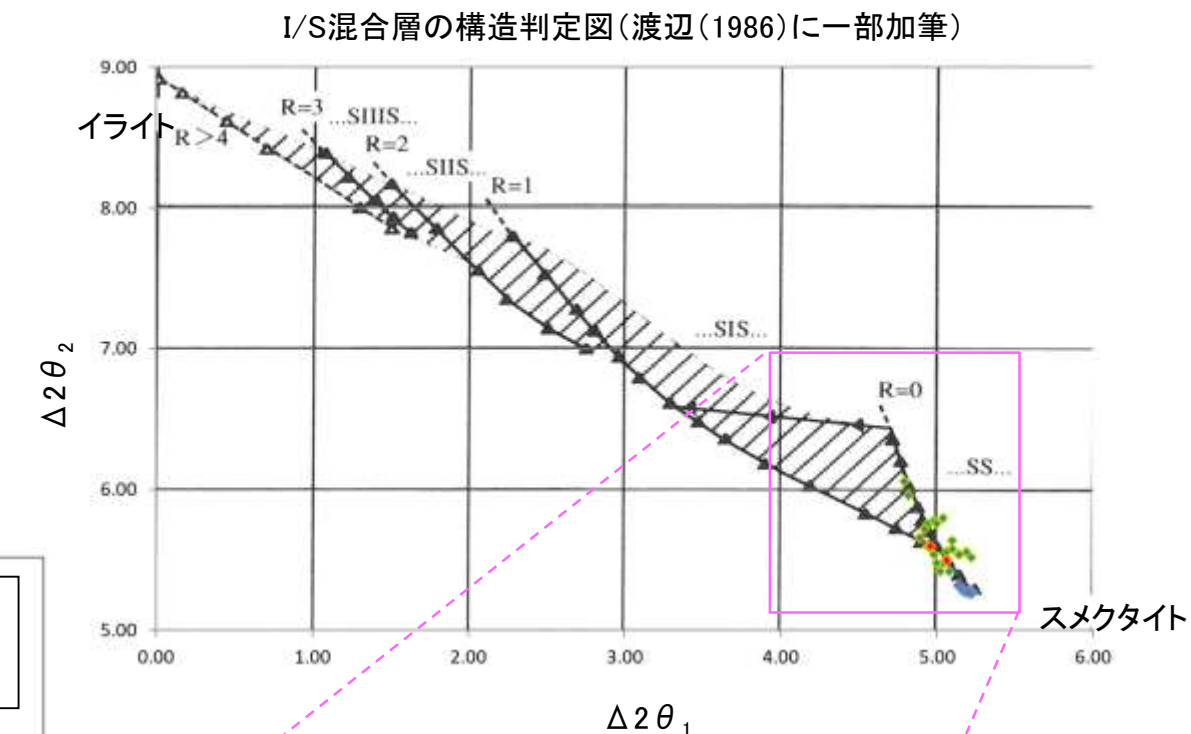
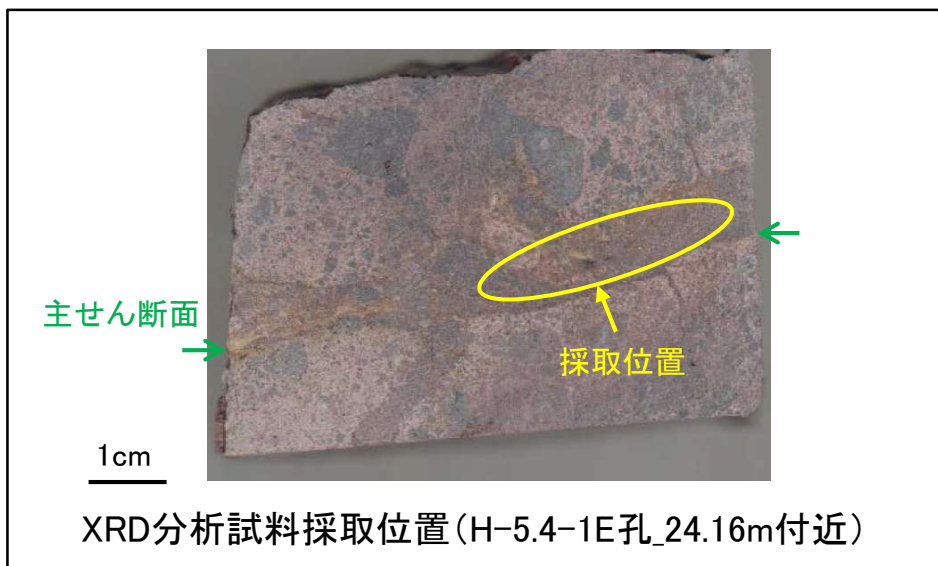
5.2.6 S-7 (2) H-5.4-1E孔 ー最新ゾーンと分帯Ⅲとの境界ー

○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。



5.2.6 S-7 (2) H-5.4-1E孔 — 鉱物の同定(XRD分析) —

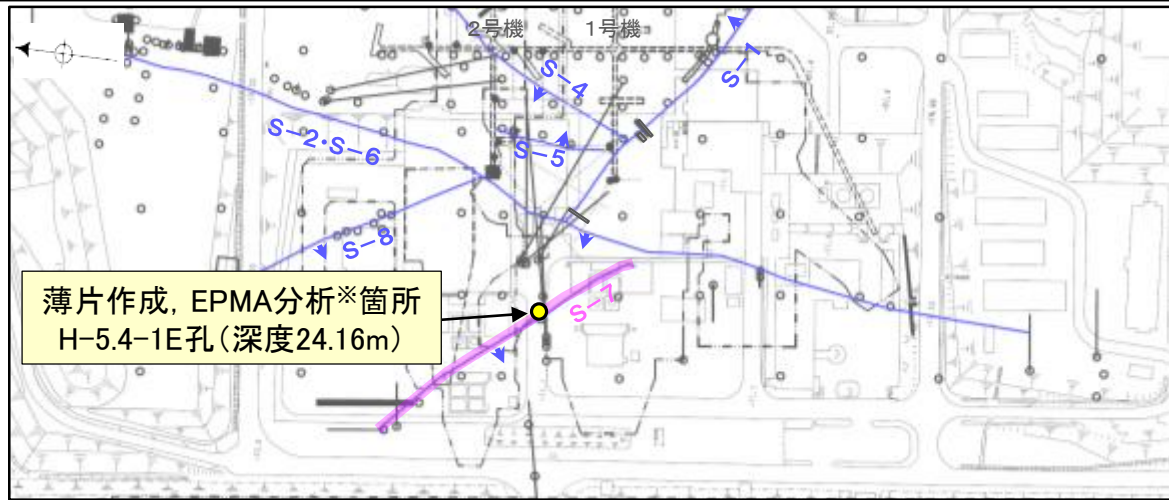
- 最新ゾーン付近でXRD分析を実施した結果, 主な粘土鉱物としてスメクタイトが認められる。
- スメクタイトについて詳細な結晶構造判定を行うために, 同一断層の別孔(H-5.5-2孔, H-5.64-2孔)の破砕部においてXRD分析(粘土分濃集)を実施した結果, I/S混合層と判定した。



・S-7試料の詳細検討結果は
補足資料5.2-2(2)P.5.2-2-35,40

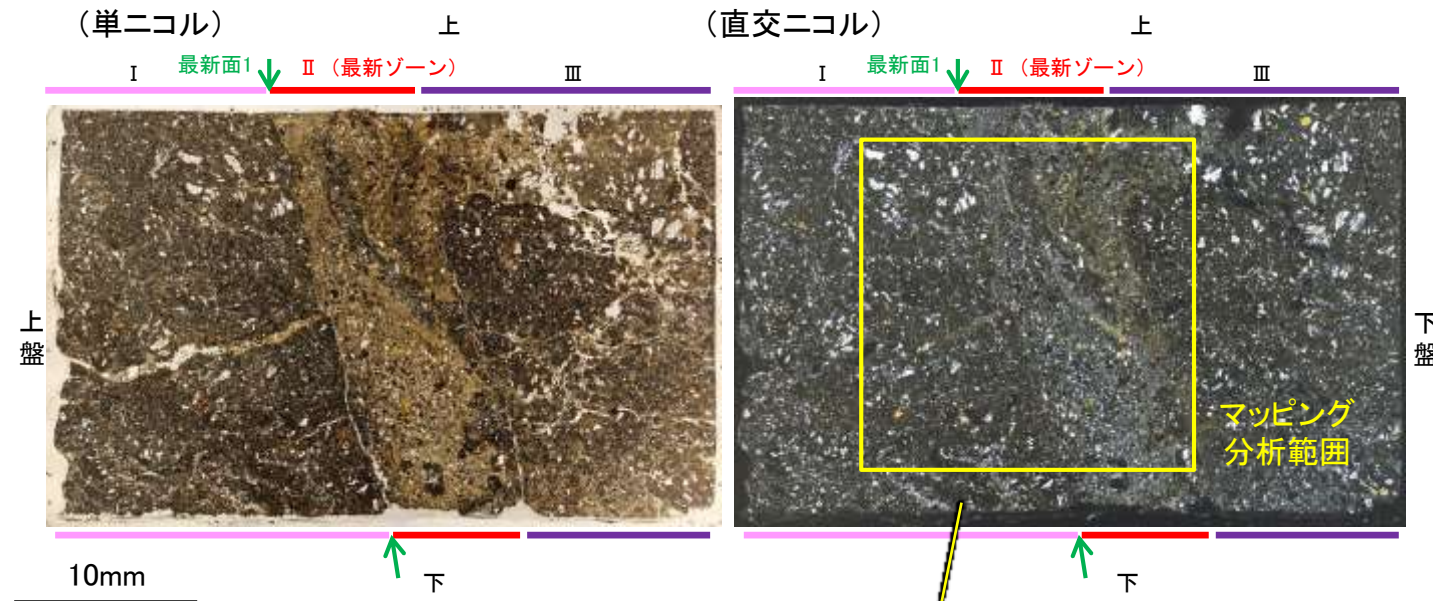
5.2.6 S-7 (2) H-5.4-1E孔 — 鉱物の同定(EPMA分析(定量)) —

○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。



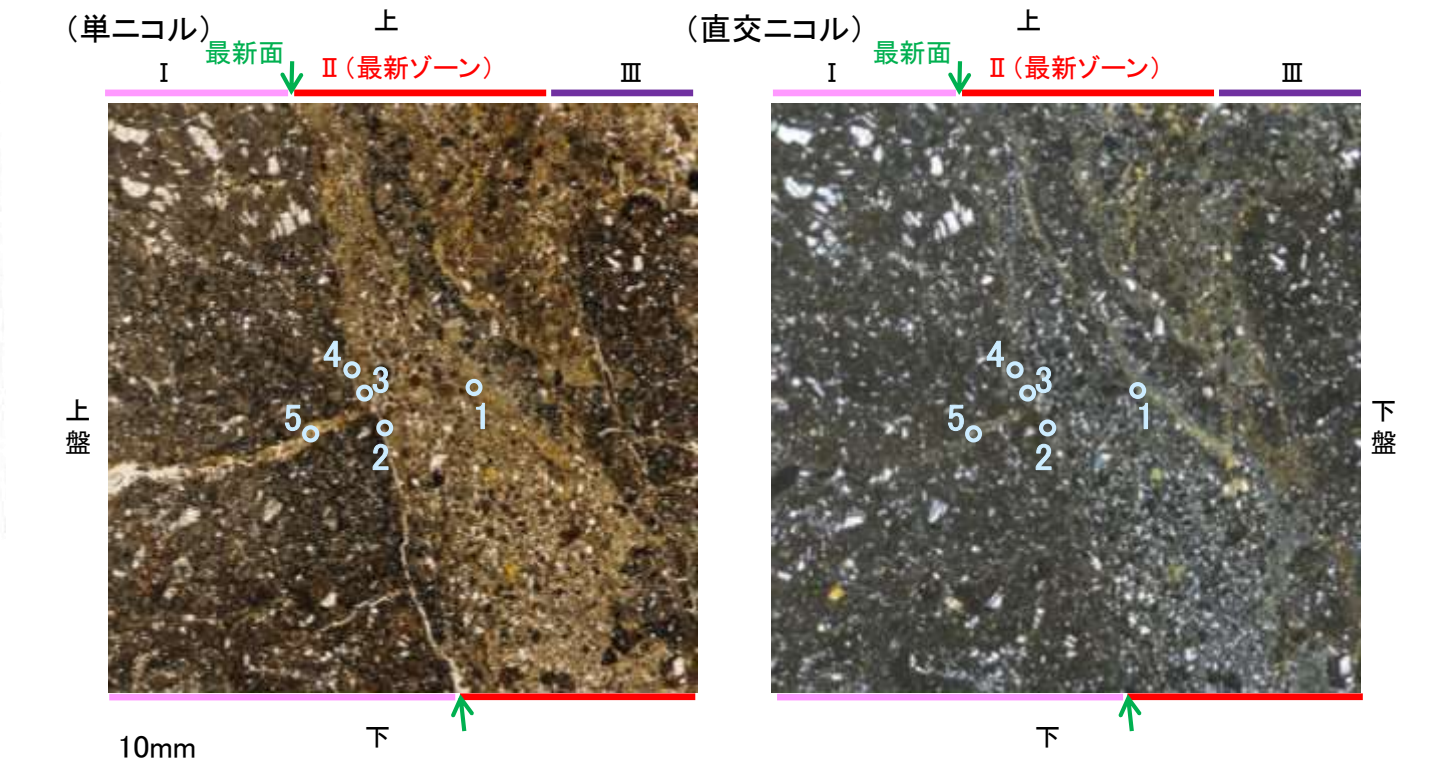
— 評価対象断層
S-O (陸域 EL-4.7m)

調査位置図

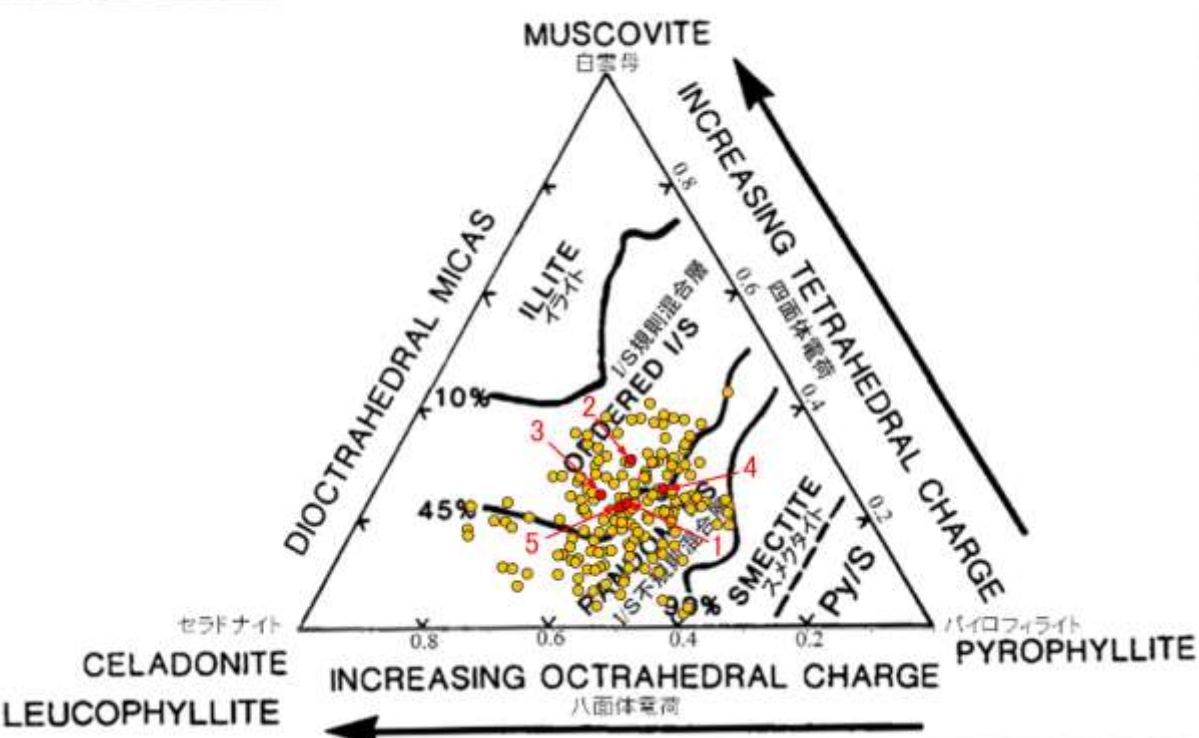


EPMA用薄片※写真

※薄片①を作成した箇所から1mm程度削り込んだ位置で作成した



マッピング分析範囲写真



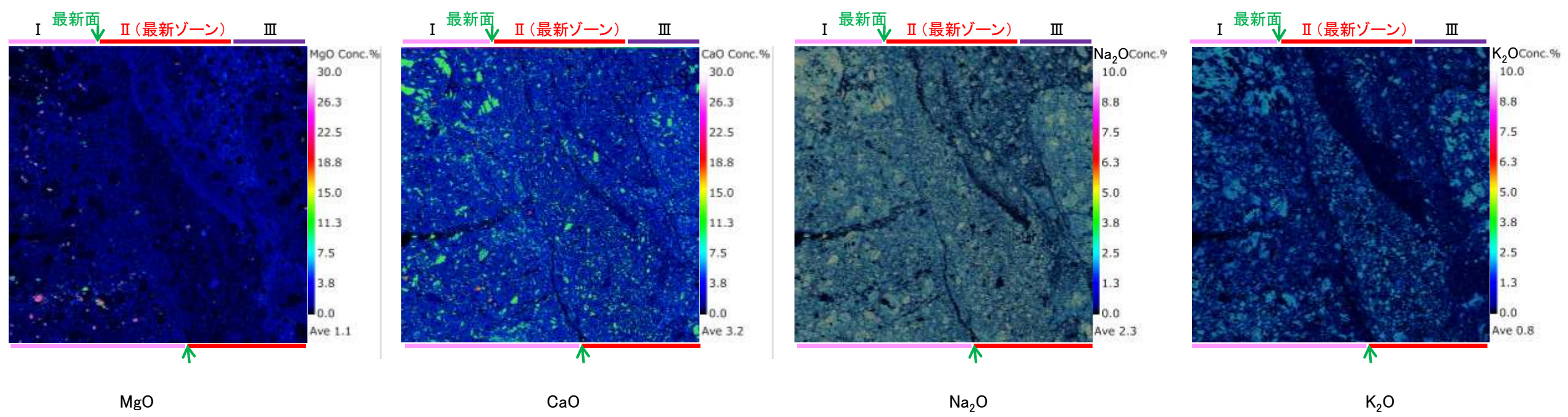
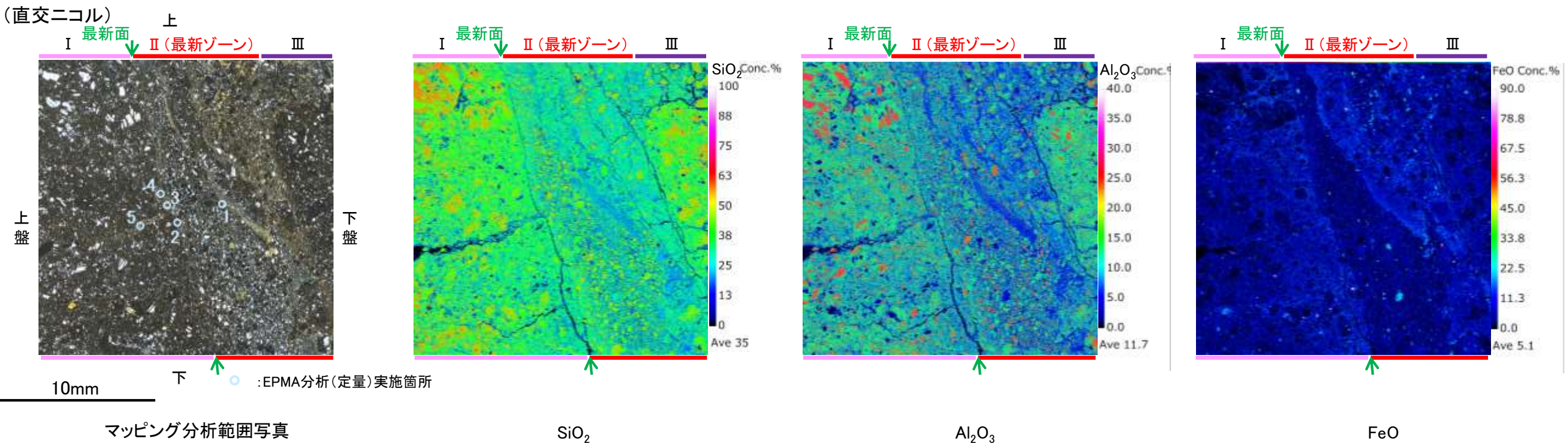
・詳細は補足資料5.2-2(3)P.5.2-2-81

- 分析値(S-7 H-5.4-1E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)

5.2.6 S-7 (2) H-5.4-1E孔 ー変質鉱物の分布(EPMA分析(マッピング))ー

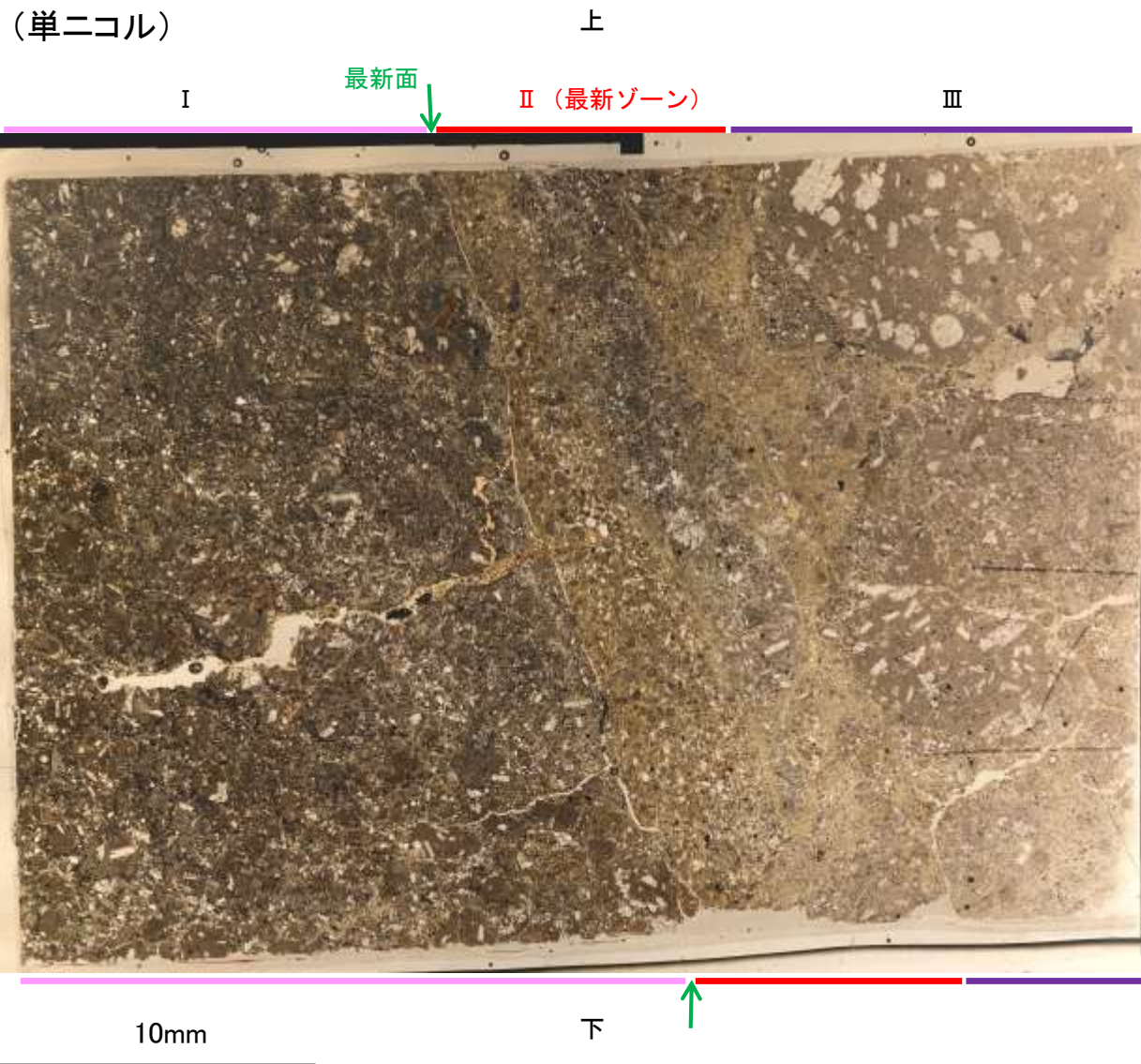
○EPMA用薄片でEPMA分析(マッピング)を実施した結果, EPMA分析(定量)で認められたI/S混合層が最新ゾーンやその周辺に分布していることを確認した。



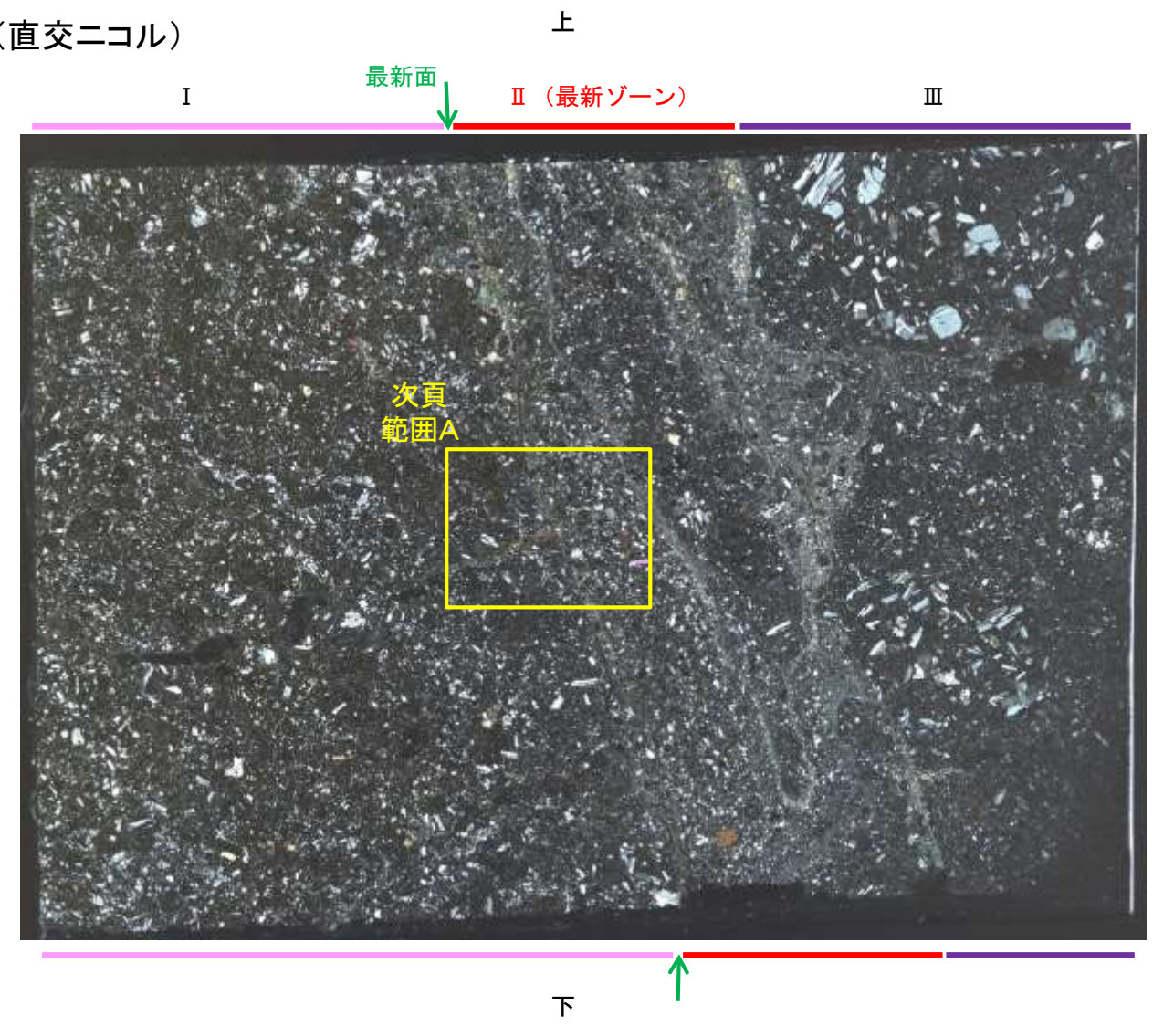
5.2.6 S-7 (2) H-5.4-1E孔 ー変質鉱物の分布(薄片観察)ー

- 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。

(単ニコル)



(直交ニコル)



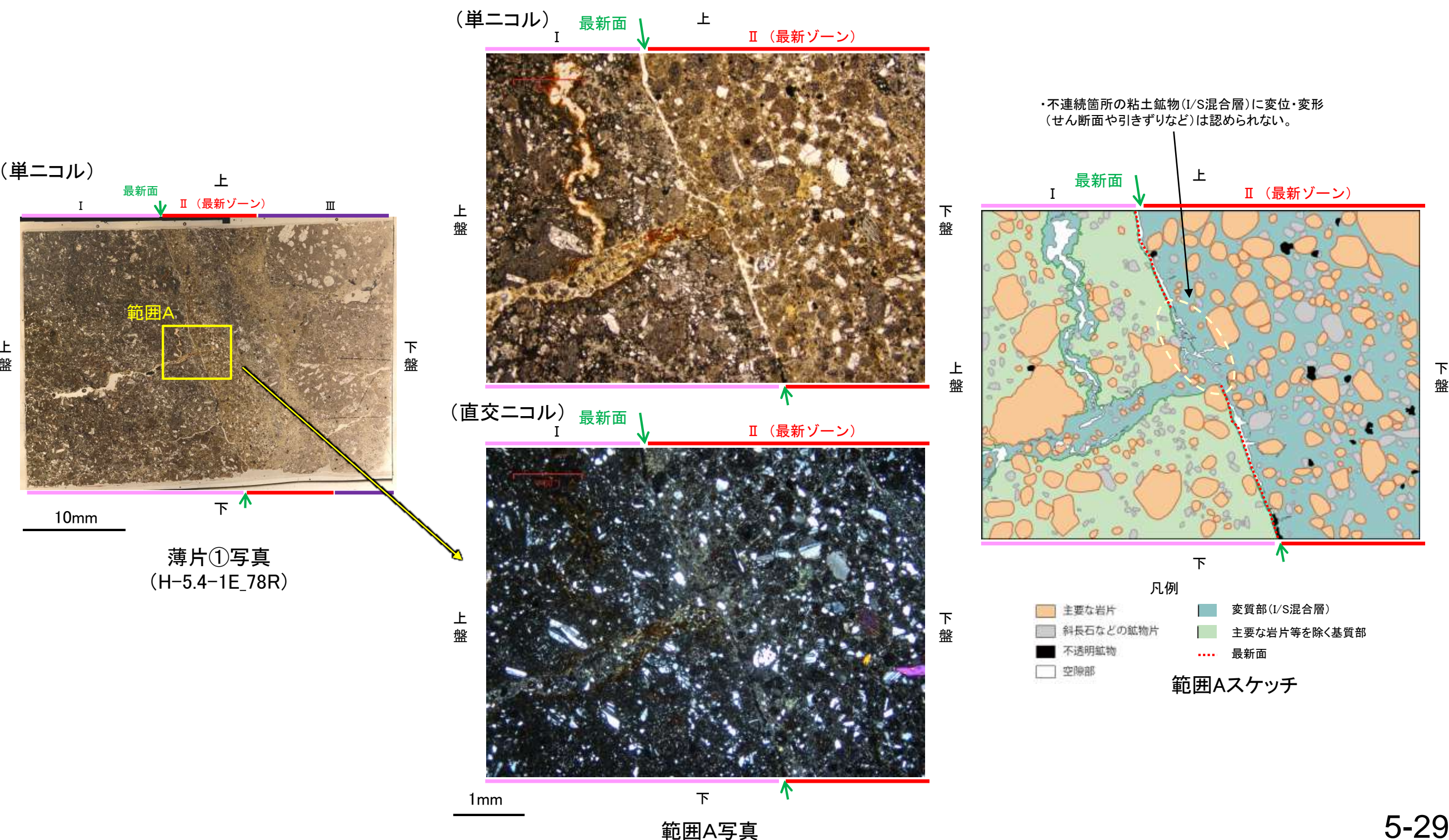
薄片①写真(H-5.4-1E_78R)

5.2.6 S-7 (2) H-5.4-1E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。

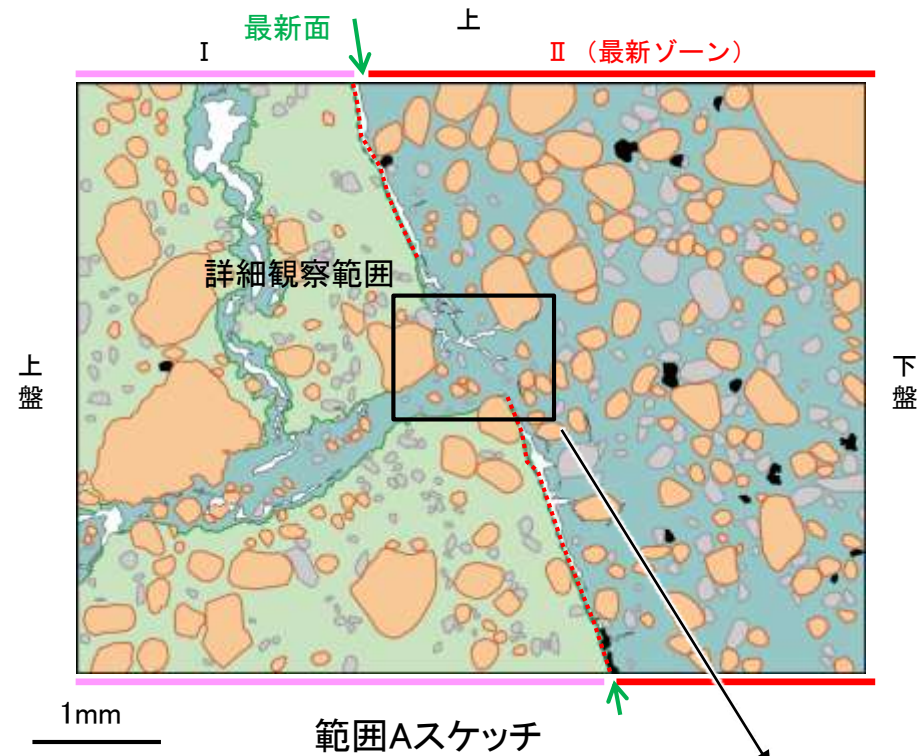
○なお、不連続箇所においてI/S混合層生成以降の注入現象の有無を確認した結果、弓状構造や粒子の配列などの注入の痕跡は認められない。

○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。



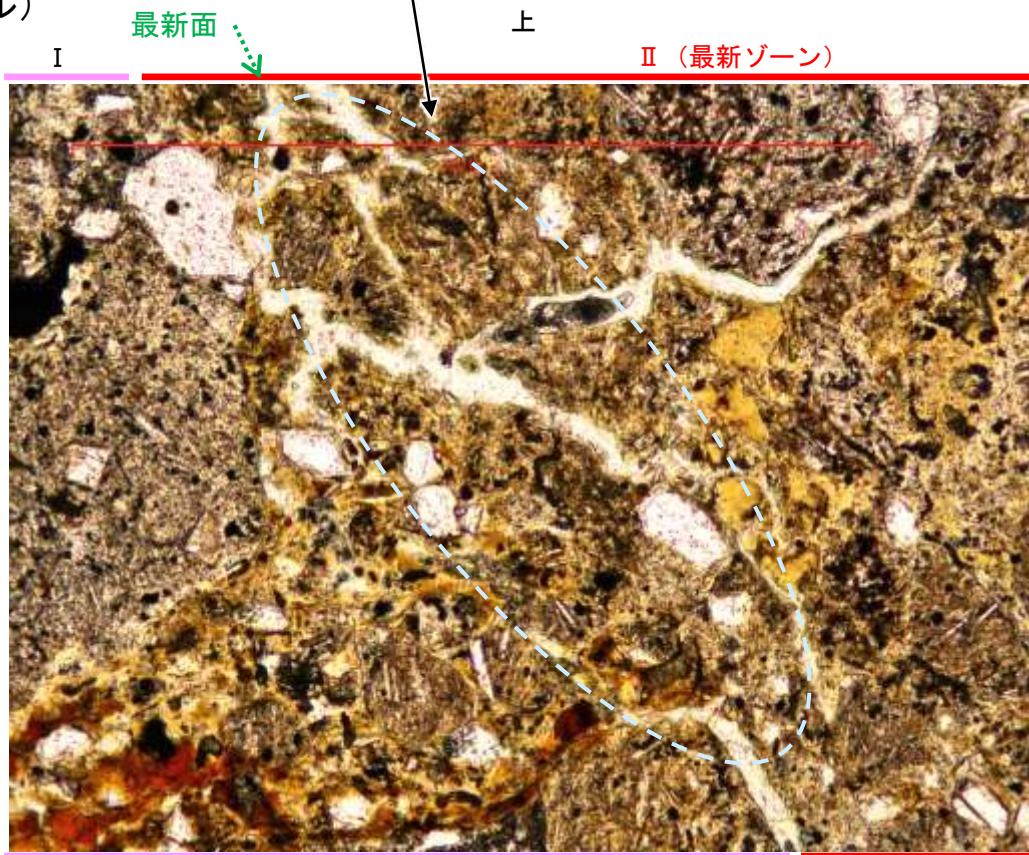
S-7_H-5.4-1E孔

【詳細観察(範囲A)】

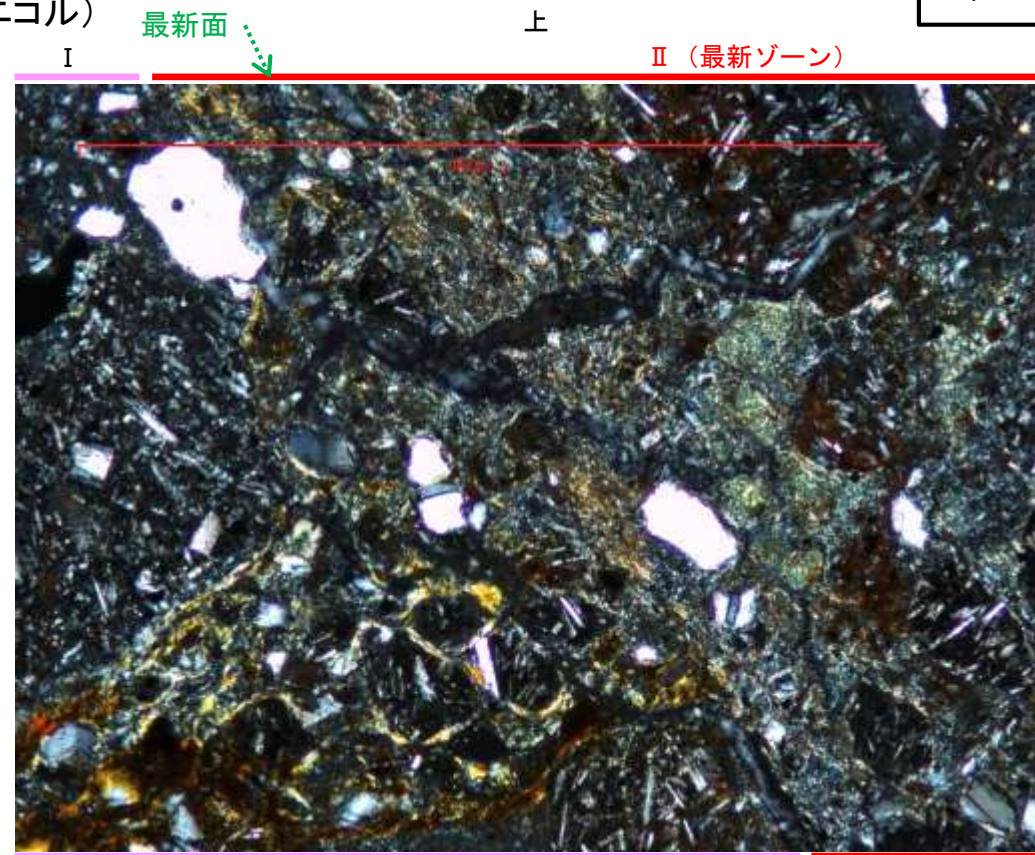


・不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形(せん断面や引きずりなど)は認められない。

(単ニコル)



(直交ニコル)



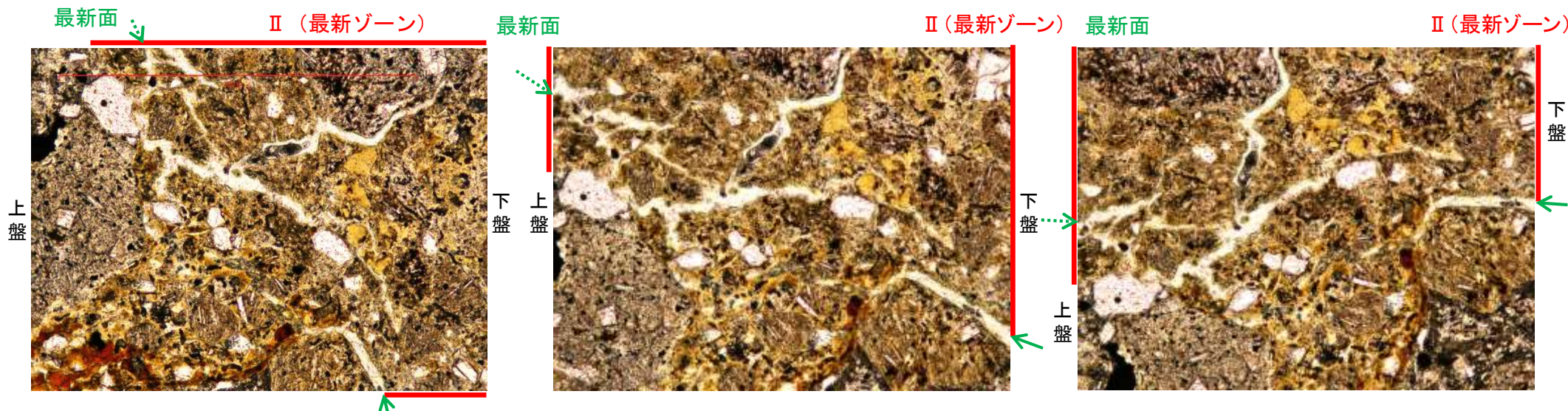
← : 延長位置

詳細観察範囲写真

S-7_H-5.4-1E孔

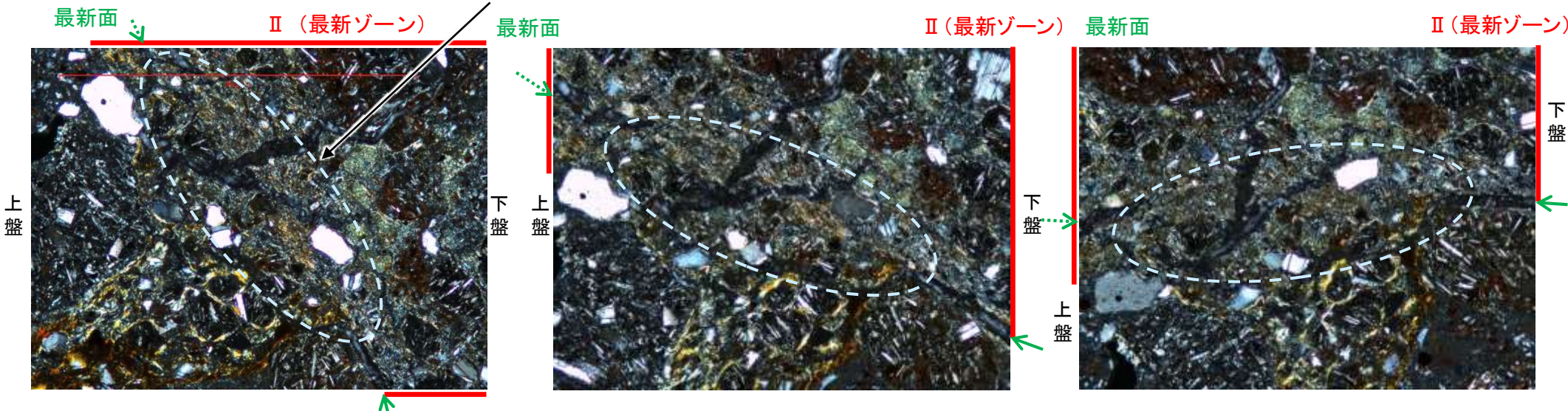
【ステージ回転(範囲A)】

(単ニコル)



- ・不連続箇所(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。
- ・注入の痕跡は認められない。

(直交ニコル)

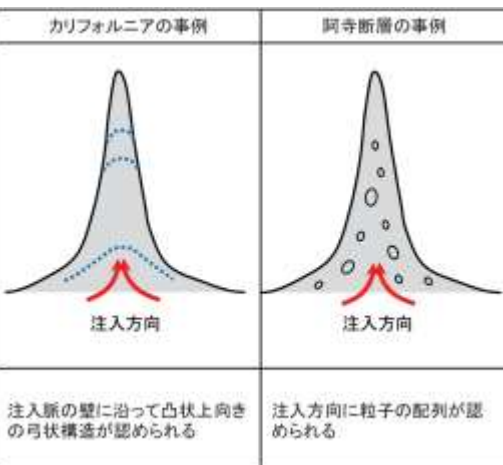


0.1mm

0° 回転

左30° 回転

左60° 回転



注入現象の事例
(関西電力株式会社, 2016)

←… : 延長位置

5.2.7 S-8

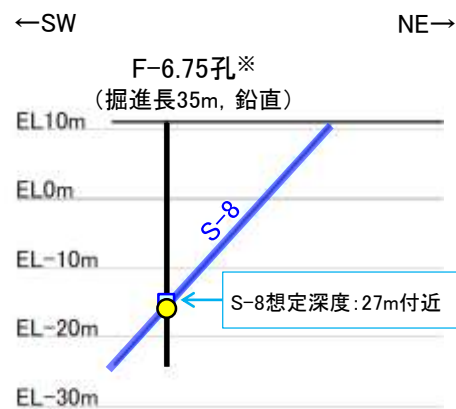
5.2.7 S-8の鉱物脈法による評価地点

■ 鉱物脈法による評価地点

○ F-6.75孔において、S-8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
F-6.75孔 (深度26.85m,EL-15.76m)	P.5-302~5-316

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



F-6.75孔断面図
(断層直交方向, H:V=1:1)

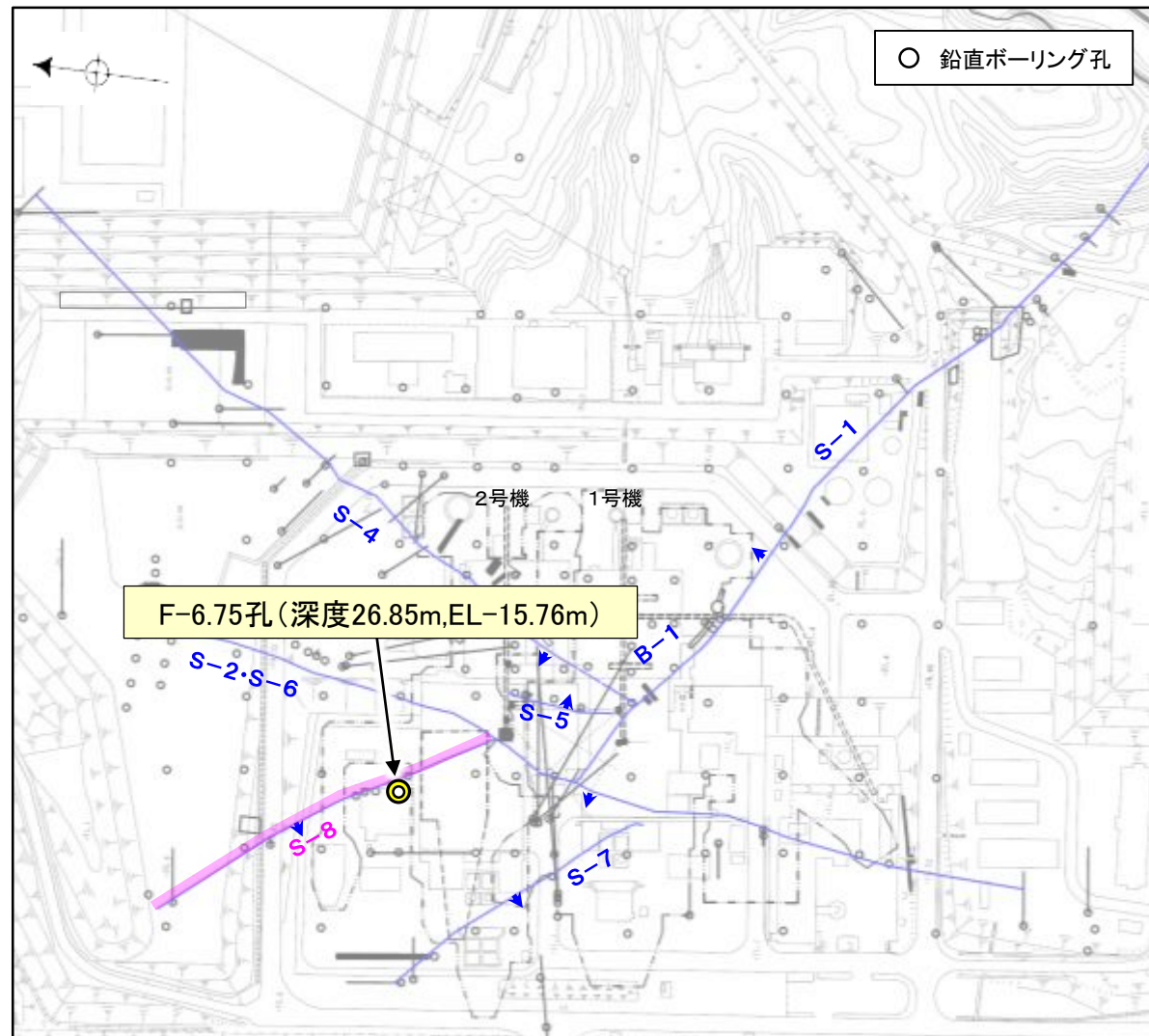
- 凡例
- 評価地点
 - S-8想定位置

※ 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。

F-6.75孔のS-8想定深度付近のコア写真は、[補足資料5.2-12\(3\)](#)

○ 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)



位置図

○ 鉛直ボーリング孔

— 評価対象断層
S-O (陸域 EL-4.7m)

5.2.7 S-8 F-6.75孔 — 評価結果 —

【最新面の認定】

○F-6.75孔の深度26.90m付近で認められるS-8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.5-303～5-306)。

【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.5-307, 5-308)。

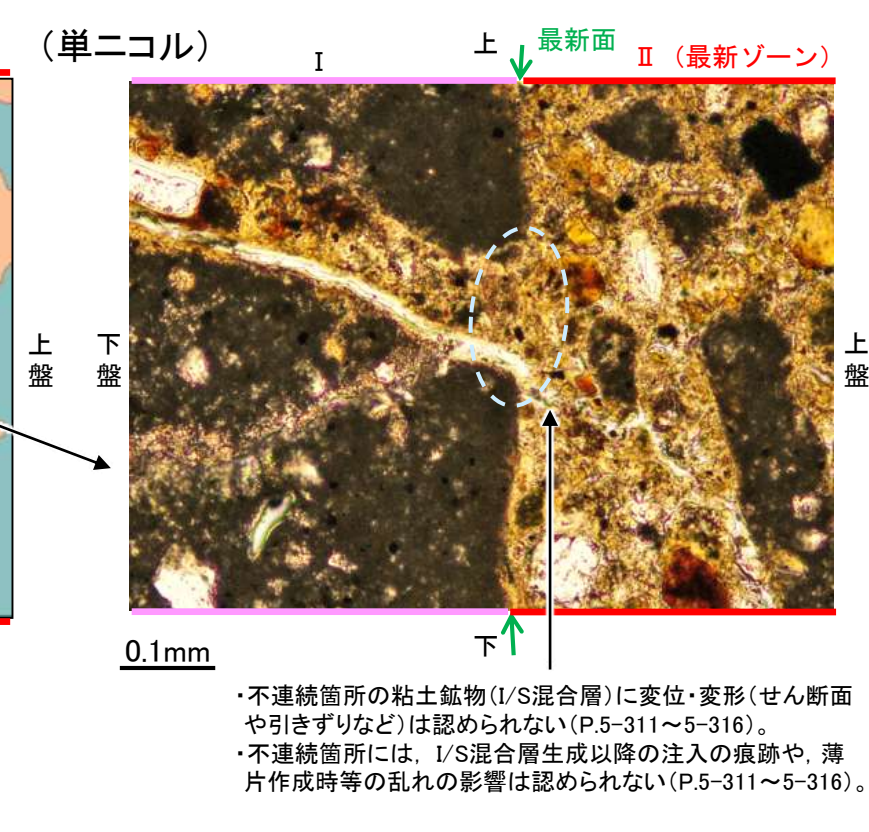
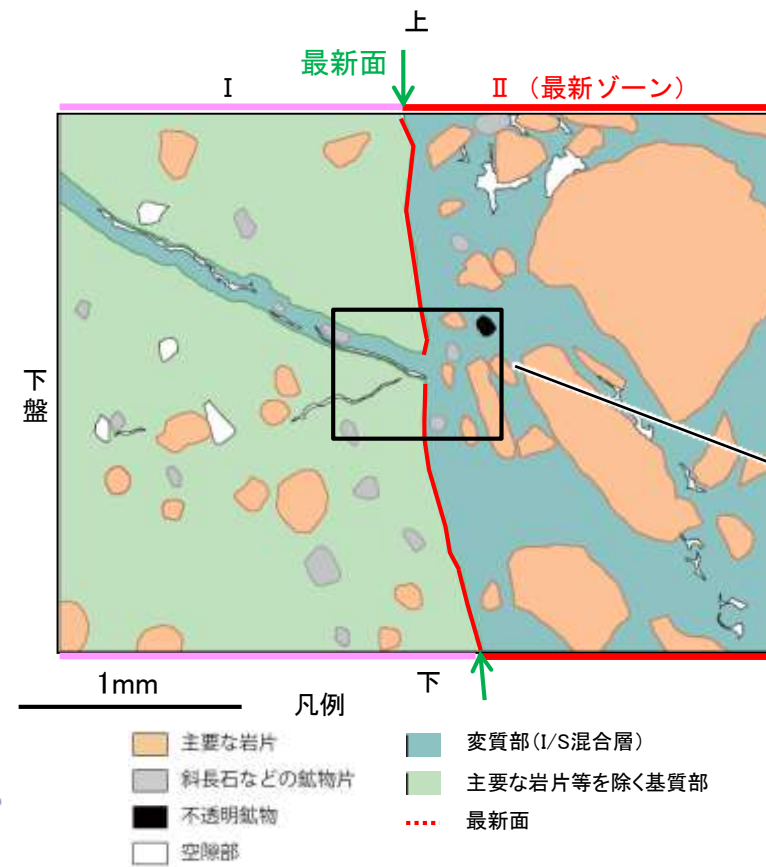
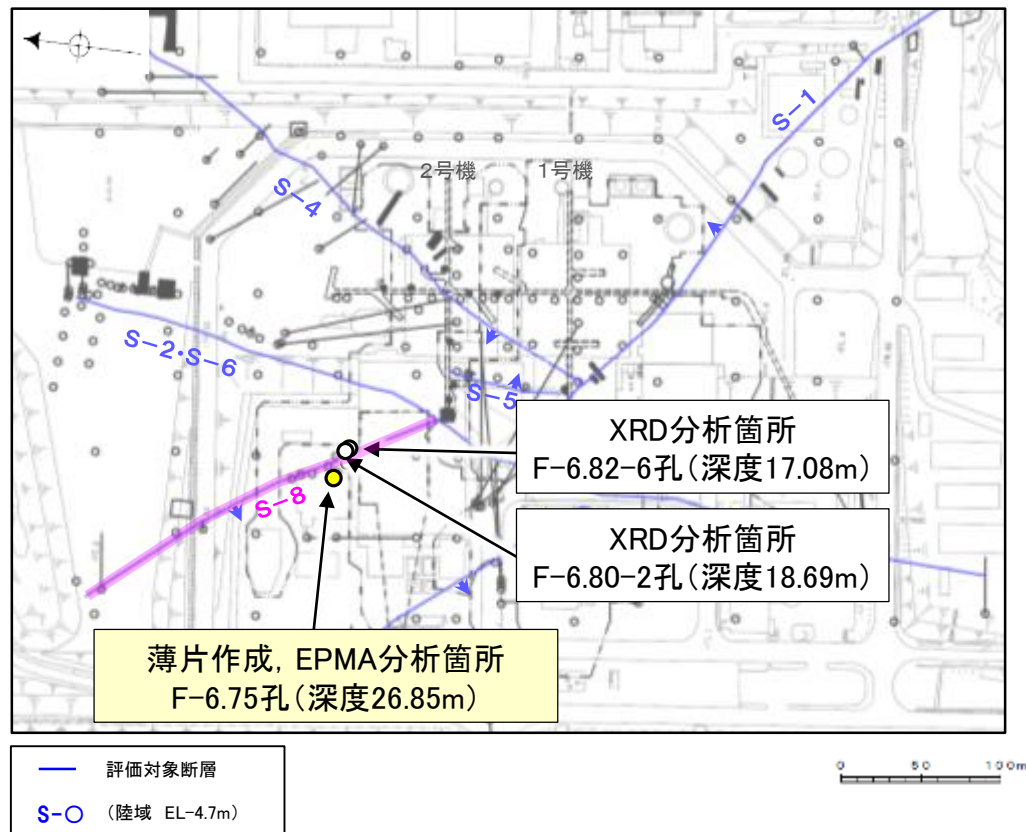
【変質鉱物の分布と最新面との関係】

○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.5-309, 5-310)。

○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.5-311～5-316)。

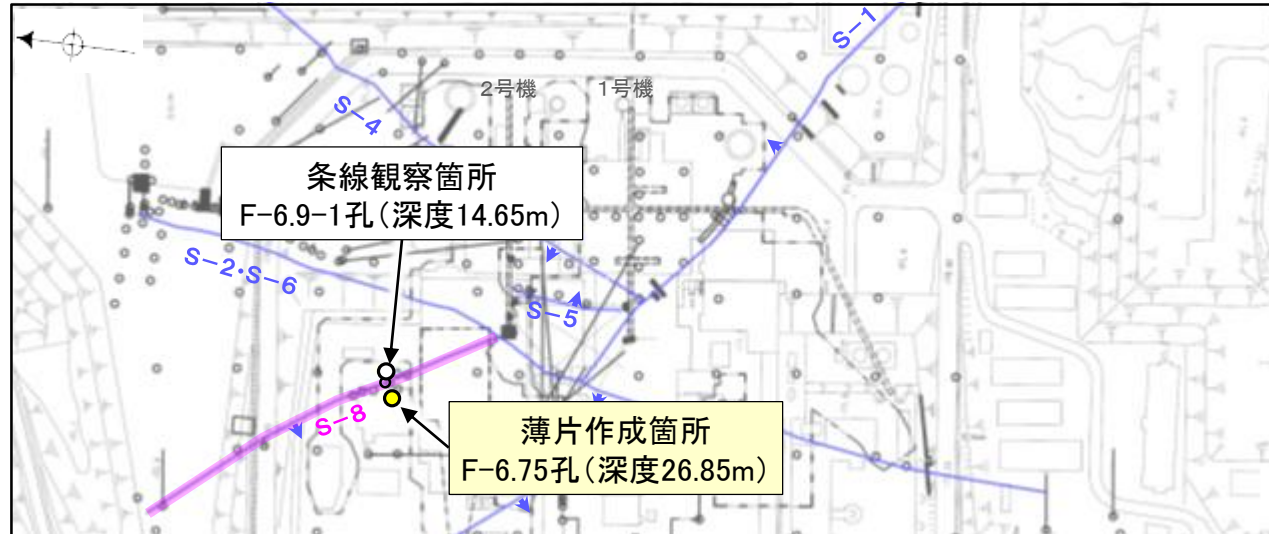
○以上のことを踏まえると、S-8の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。

紫字: 第1073回審査会合以降の変更箇所



5.2.7 S-8 F-6.75孔 ー最新面の認定(巨視的観察)ー

○F-6.75孔の深度26.90m付近で認められるS-8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(F-6.9-1孔)の主せん断面における条線観察の結果、74° Rの条線方向が確認されたことから、F-6.75孔において、74° Rで薄片を作成した(ブロック写真)。



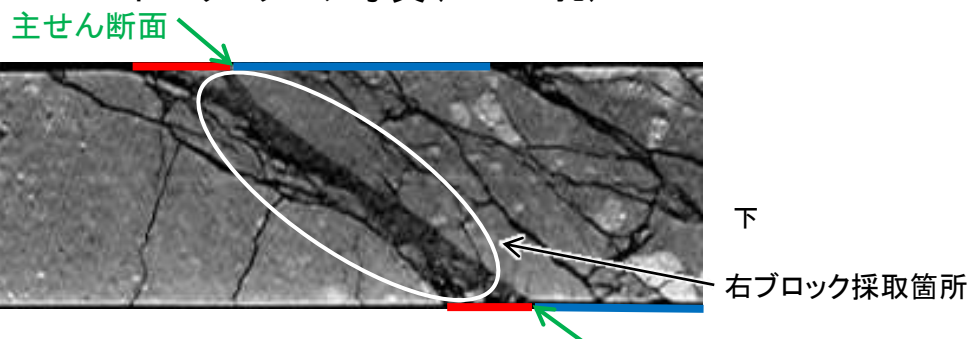
・条線観察結果については補足資料5.2-12(2)-6
調査位置図



※図示した箇所薄片①を作成し、向かい合った反対側の面でEPMA用薄片を作成した



ボーリングコア写真(F-6.75孔)



CT画像(F-6.75孔)



1cm

ブロック写真

5.2.7 S-8 F-6.75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, 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は部分的に不連続となり連続性に乏しいが, 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Ⅲとの境界は, 主せん断面と斜交する方向に発達しており, 湾曲し凹凸を伴い連続性に乏しく, 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)・・・粘土状破碎部
 ・分帯Ⅰ・・・固結した破碎部



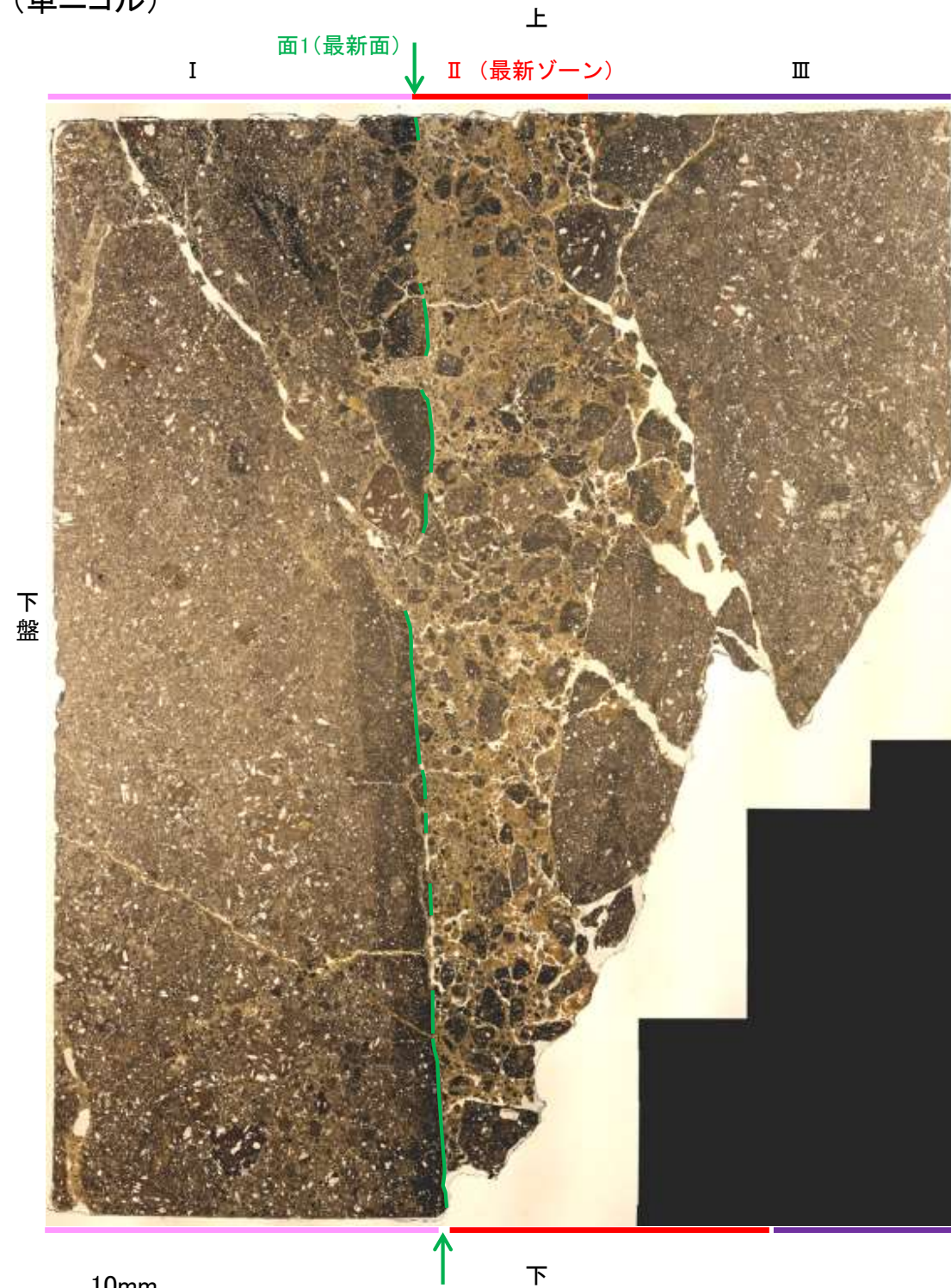
- Ⅰ: 単ニコルで褐灰～暗灰色, 直交ニコルで灰色の干渉色を呈する凝灰岩からなる。径7mm以下の岩片や鉱物片が細粒な基質中に含まれる。岩片は垂角～垂円形, 鉱物片は角～垂円形である。基質中や割れ目, 岩片の縁辺部に粘土鉱物が生成されており, Ⅱとの境界付近に比較的多く含まれる。
- Ⅱ(最新ゾーン): 単ニコルで褐～褐灰色, 直交ニコルで黄～灰色の干渉色を呈する, 粘土鉱物を含む細粒物からなる。径5mm以下の岩片や鉱物片が細粒な基質中に含まれており, 径20mmの岩片も認められる。岩片, 鉱物片は角～垂角形である。基質中や割れ目, 岩片の縁辺部に粘土鉱物が生成している。
- Ⅲ: 単ニコルで褐灰～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, 鉱物片は垂角～垂円形である。割れ目に粘土鉱物が生成している。

薄片①写真(F-6.75_74R)

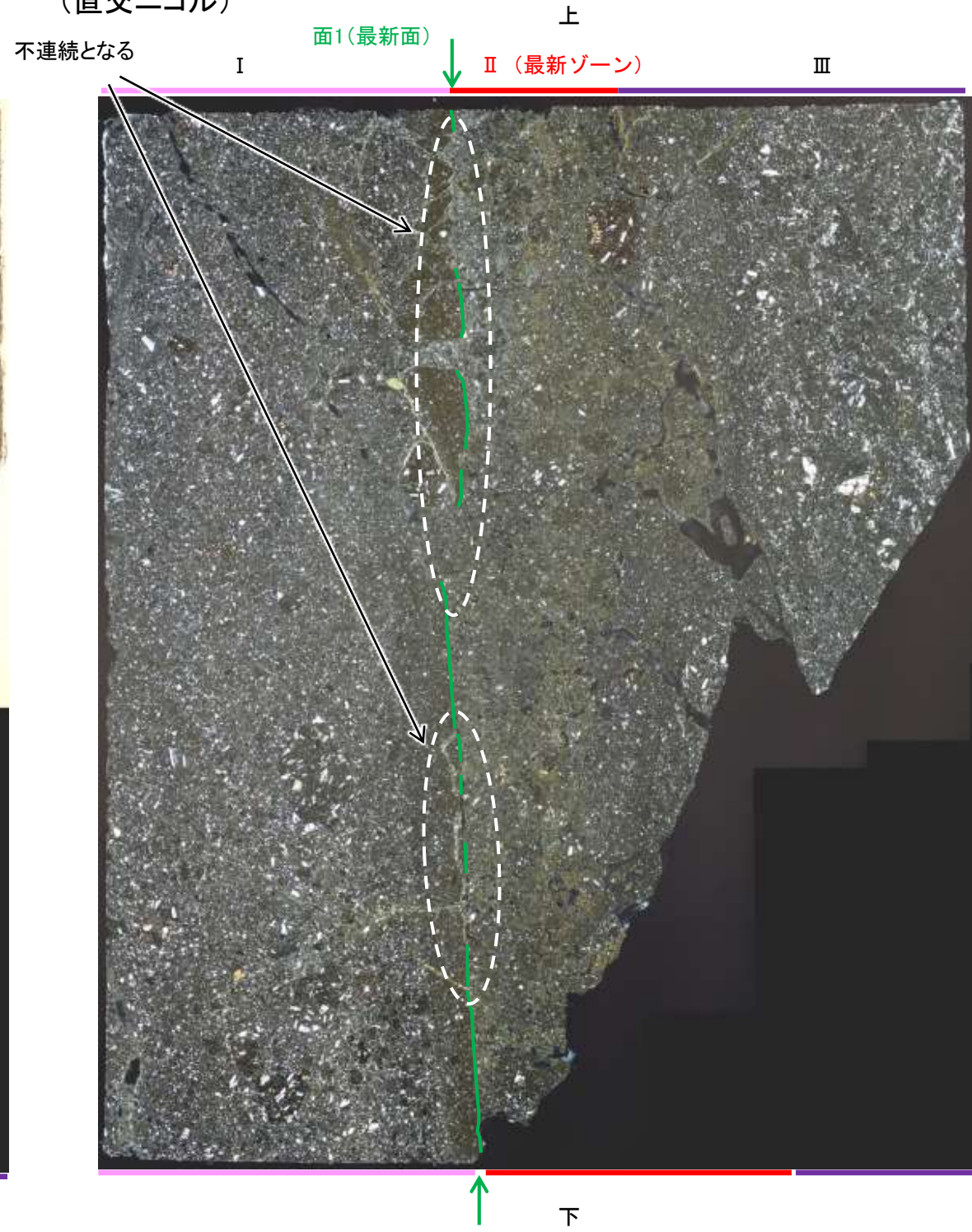
S-8_F-6.75孔

【解釈線あり】

(単ニコル)



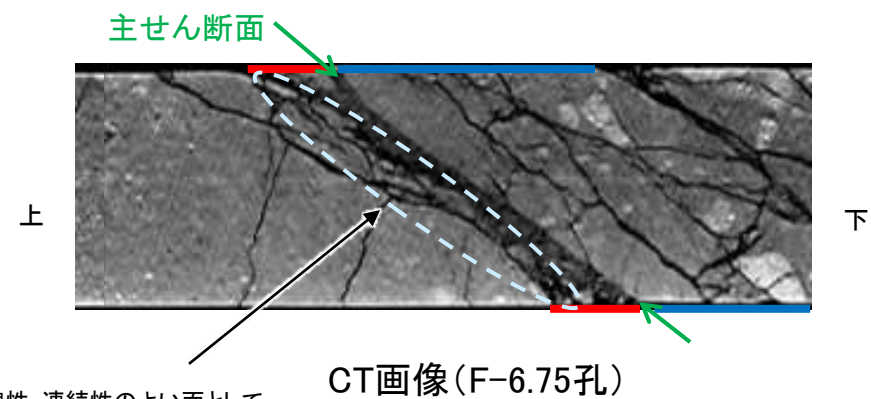
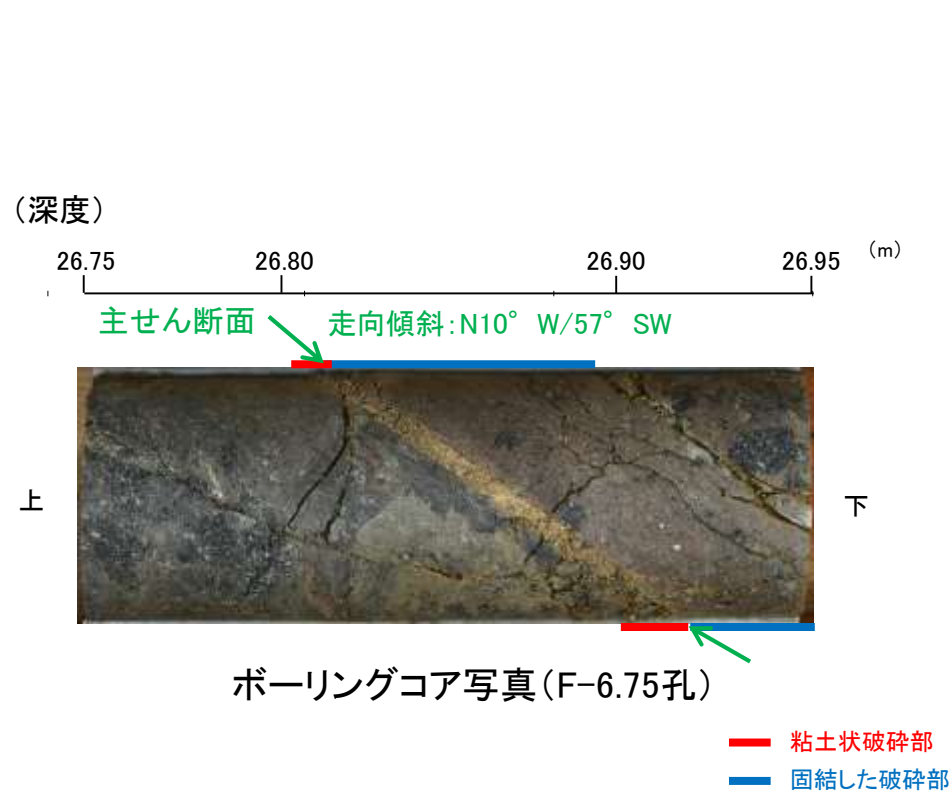
(直交ニコル)



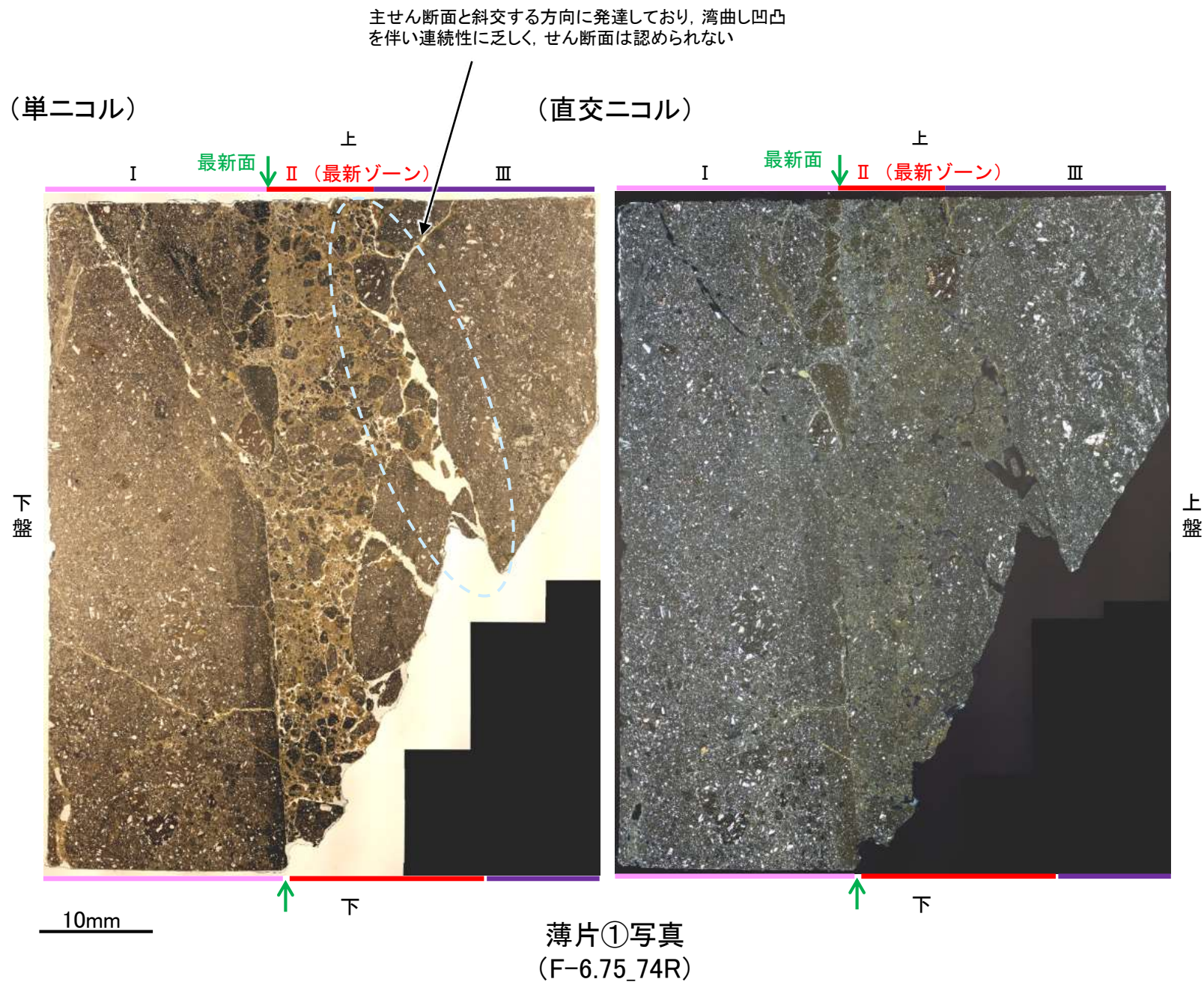
薄片①写真(F-6.75_74R)

5.2.7 S-8 F-6.75孔 —最新ゾーンと分帯Ⅲとの境界—

○OCT画像観察の結果，粘土状破砕部の上盤側境界は直線性・連続性のよい面として観察されず，せん断面は認められない。
○粘土状破砕部の上盤側境界は，薄片における最新ゾーンと分帯Ⅲとの境界に対応し，この境界は主せん断面と斜交する方向に発達しており，湾曲し凹凸を伴い連続性に乏しく，せん断面は認められない。

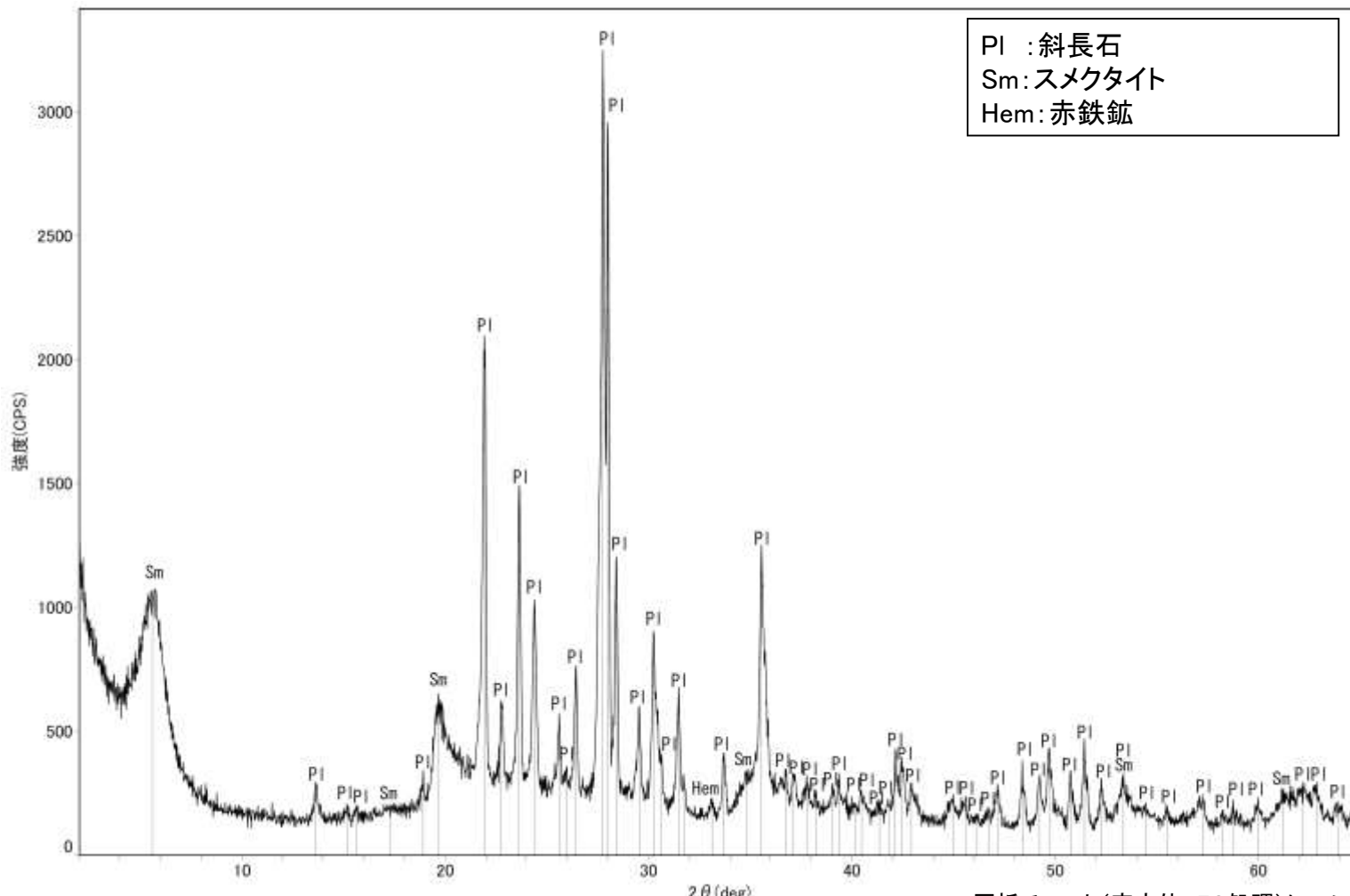
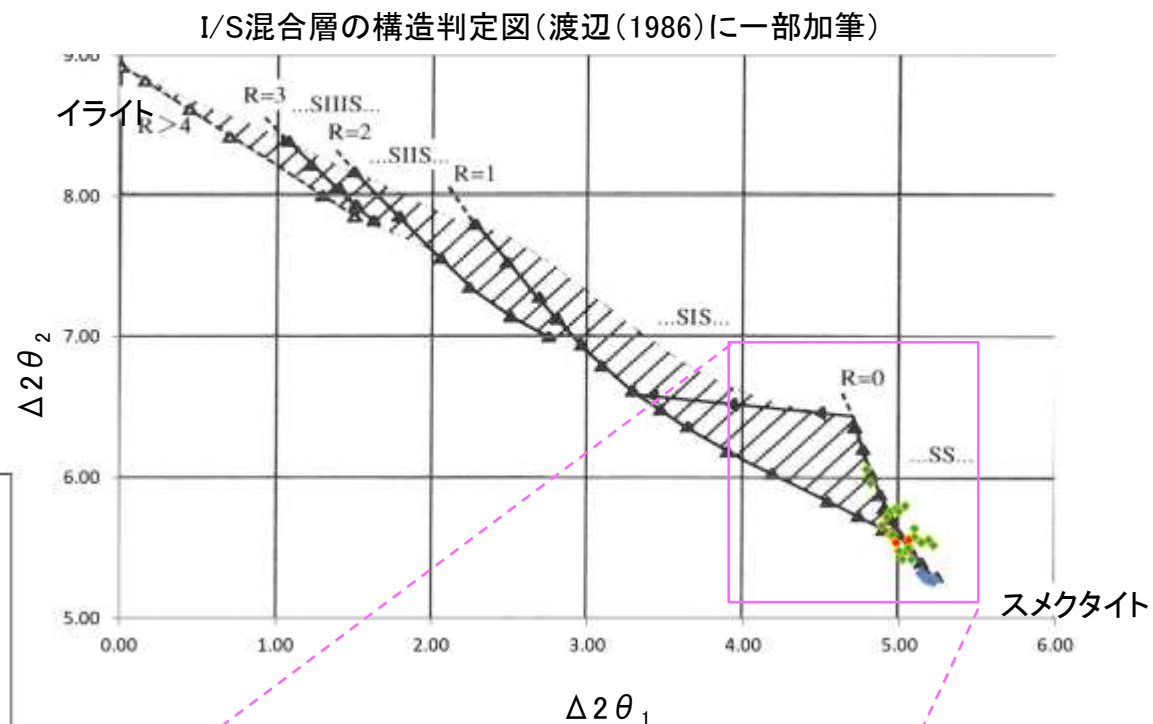
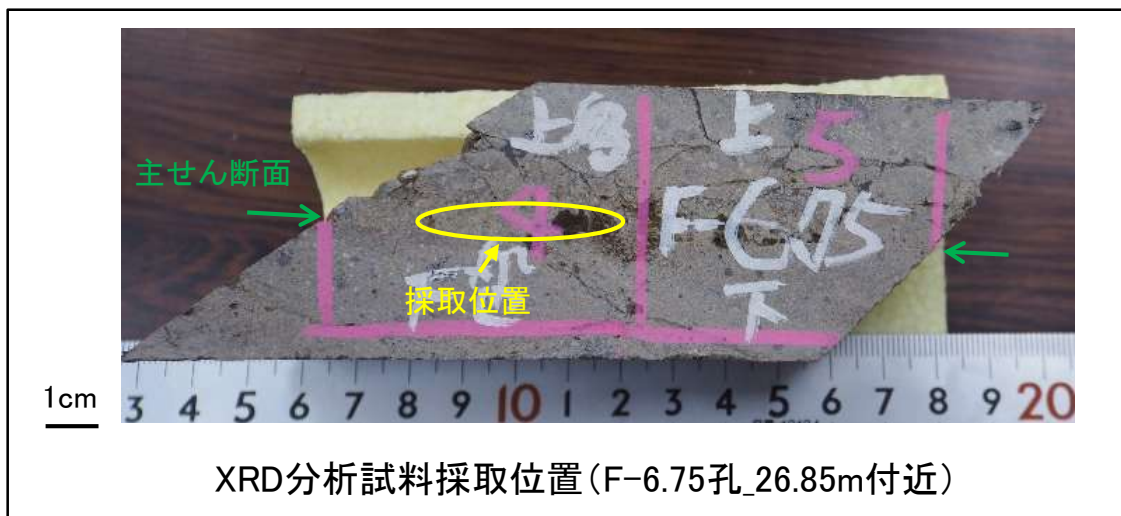


直線性・連続性のよい面として観察されず，せん断面は認められない



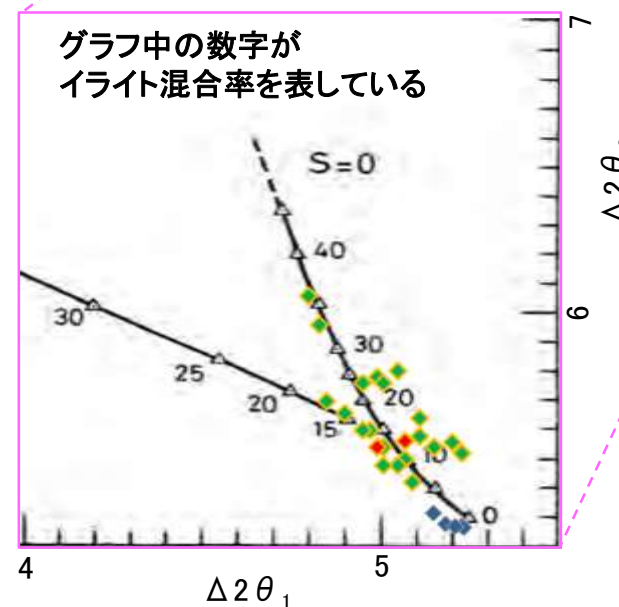
5.2.7 S-8 F-6.75孔 — 鉱物の同定(XRD分析) —

- 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-6.82-6孔, F-6.80-2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-6.75孔

・回折チャート(定方位, EG処理)については,
補足資料5.2-12(1) P.5.2-12-35



- ◆ S-8(F-6.82-6孔, F-6.80-2孔)
- ◆ 敷地の粘土鉱物
- ◆ 標準的なスメクタイト Nakata et al.(2019)

・S-8試料の詳細検討結果は
補足資料5.2-2(2) P.5.2-2-34,41

I/S混合層の構造判定図(渡辺(1981)に一部加筆)

5.2.7 S-8 F-6.75孔 — 鉱物の同定(EPMA分析(定量)) —

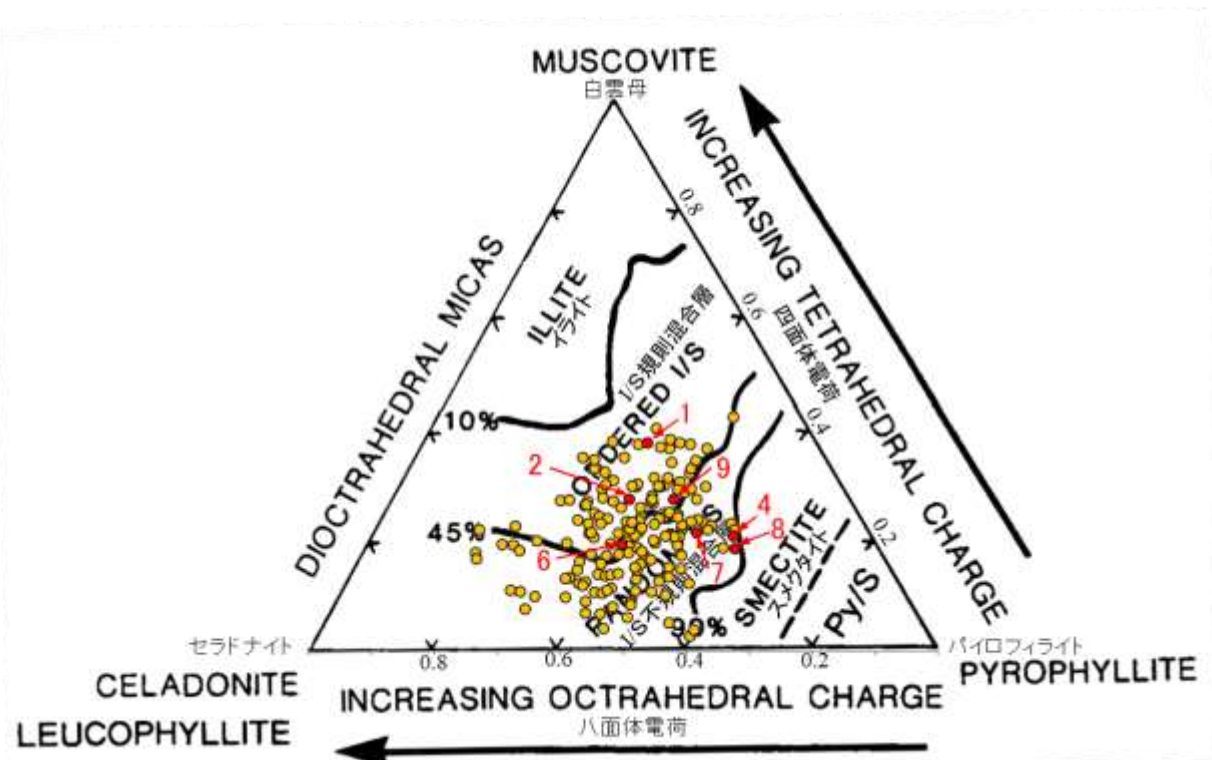
○EPMA用薄片で実施したEPMA分析(定量)による化学組成の検討結果から、最新ゾーンやその周辺に分布する粘土鉱物はI/S混合層であると判断した。



薄片作成, EPMA分析※箇所
F-6.75孔(深度26.85m)

— 評価対象断層
S-O (陸域 EL-4.7m)

調査位置図



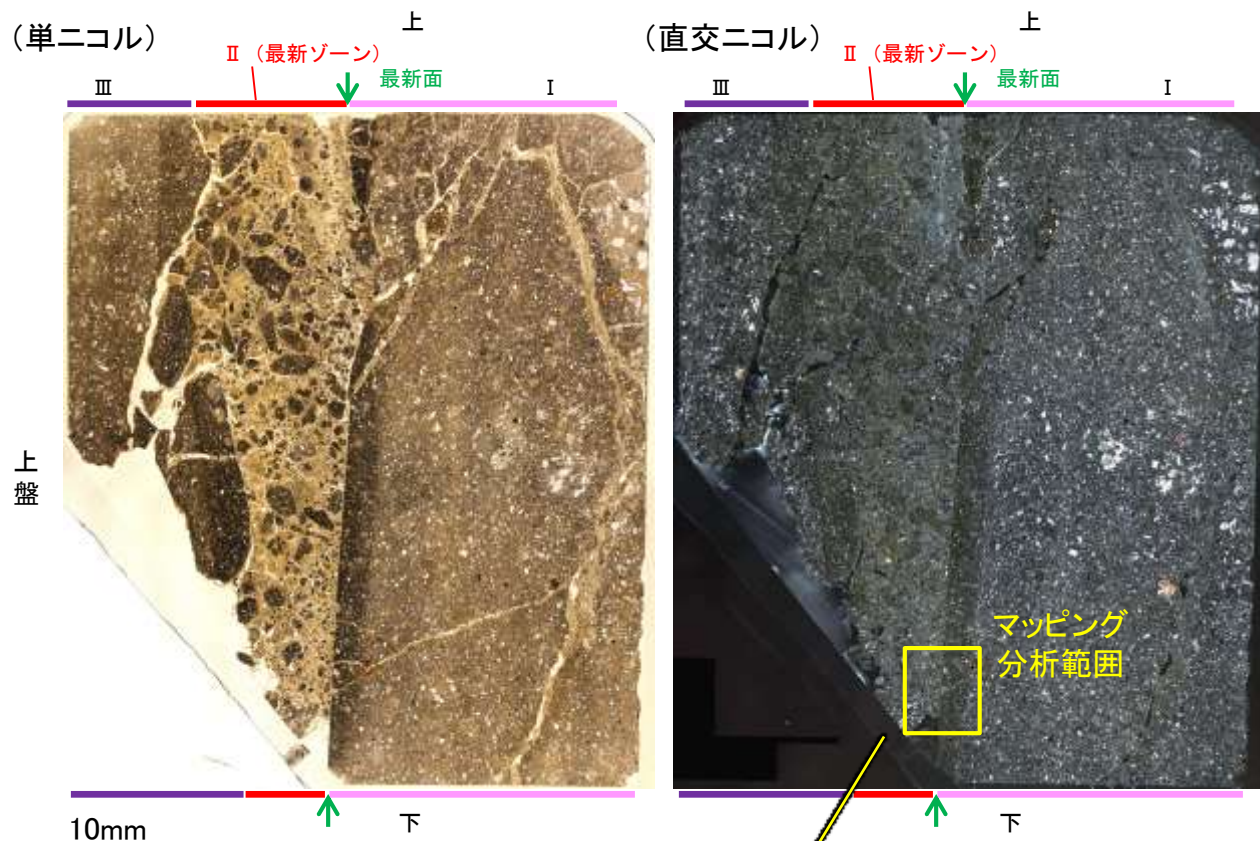
・分析値3, 5はFe₂O₃の割合が25%以上であったため、根拠に用いないこととした。

・詳細は補足資料5.2-2(3)P.5.2-2-65

● 分析値(S-8_F-6.75孔)
分析番号位置は右図

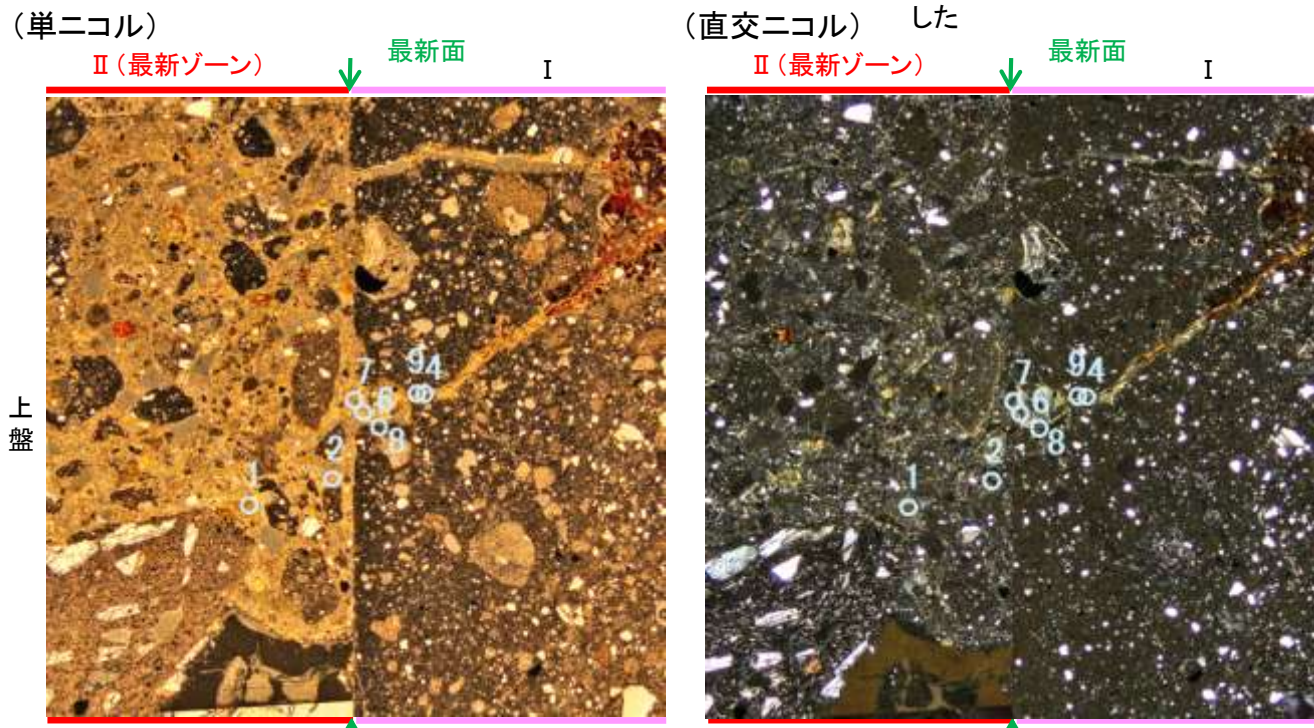
● その他の分析値(敷地の粘土鉱物)

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)



EPMA用薄片※写真

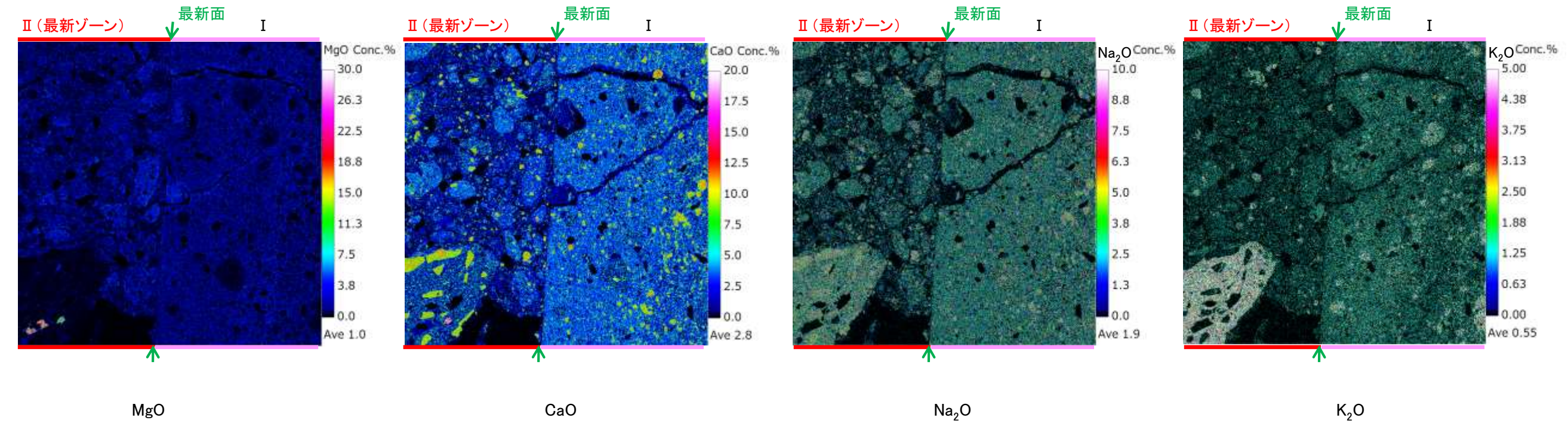
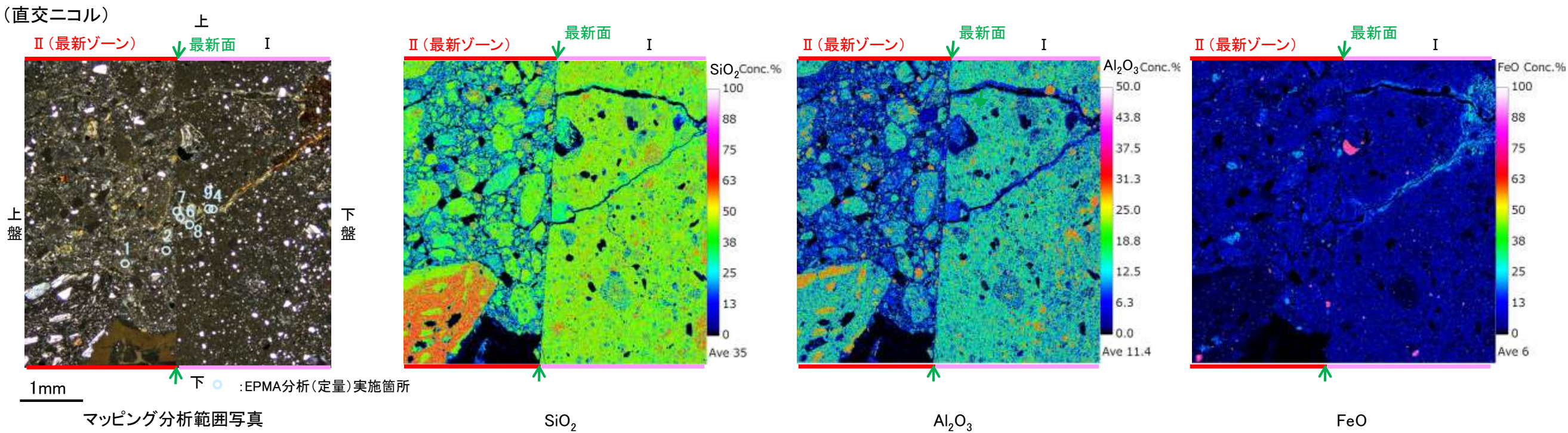
※薄片①を作成した箇所と向かい合った反対側の面でEPMA用薄片を作成した



マッピング分析範囲写真

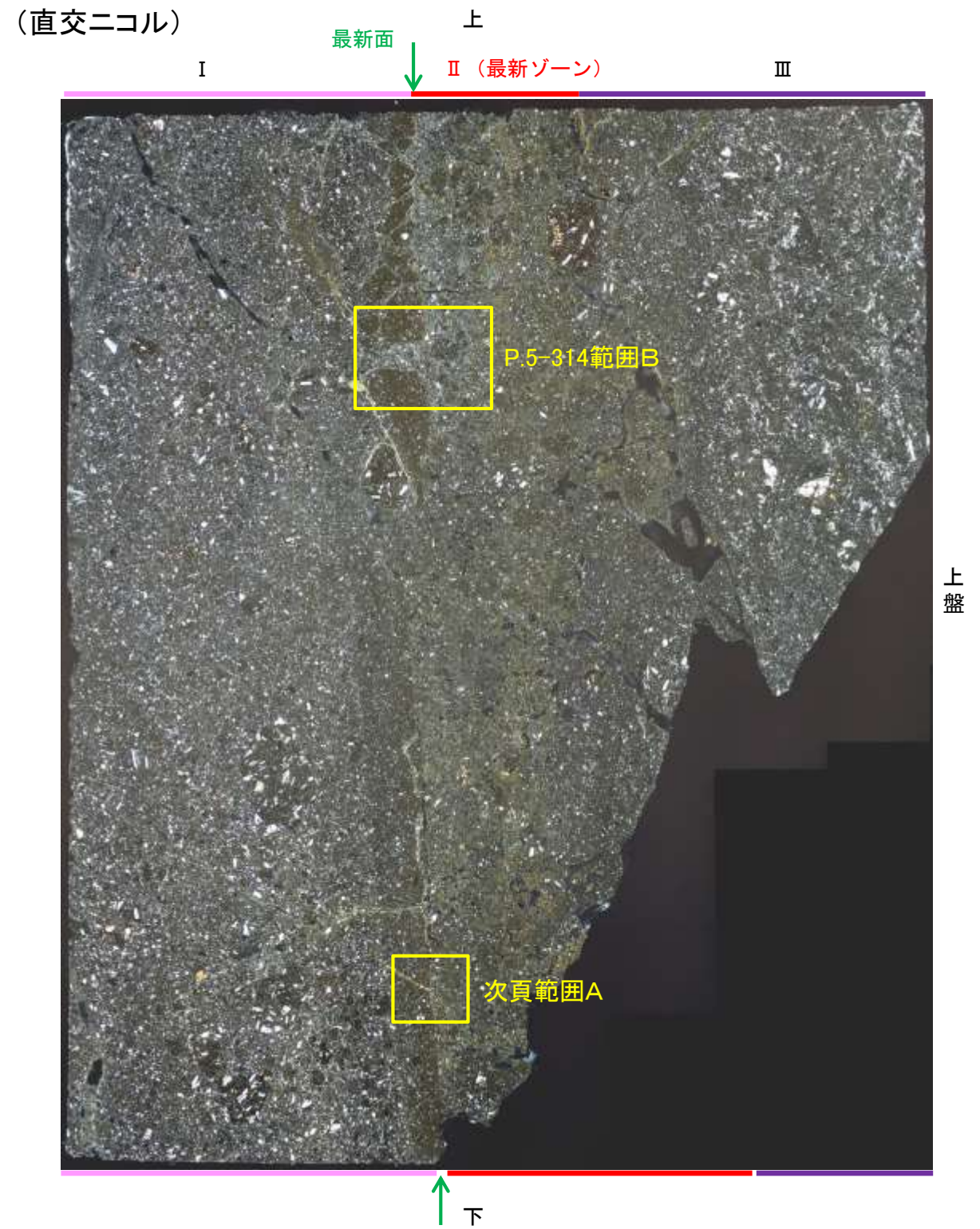
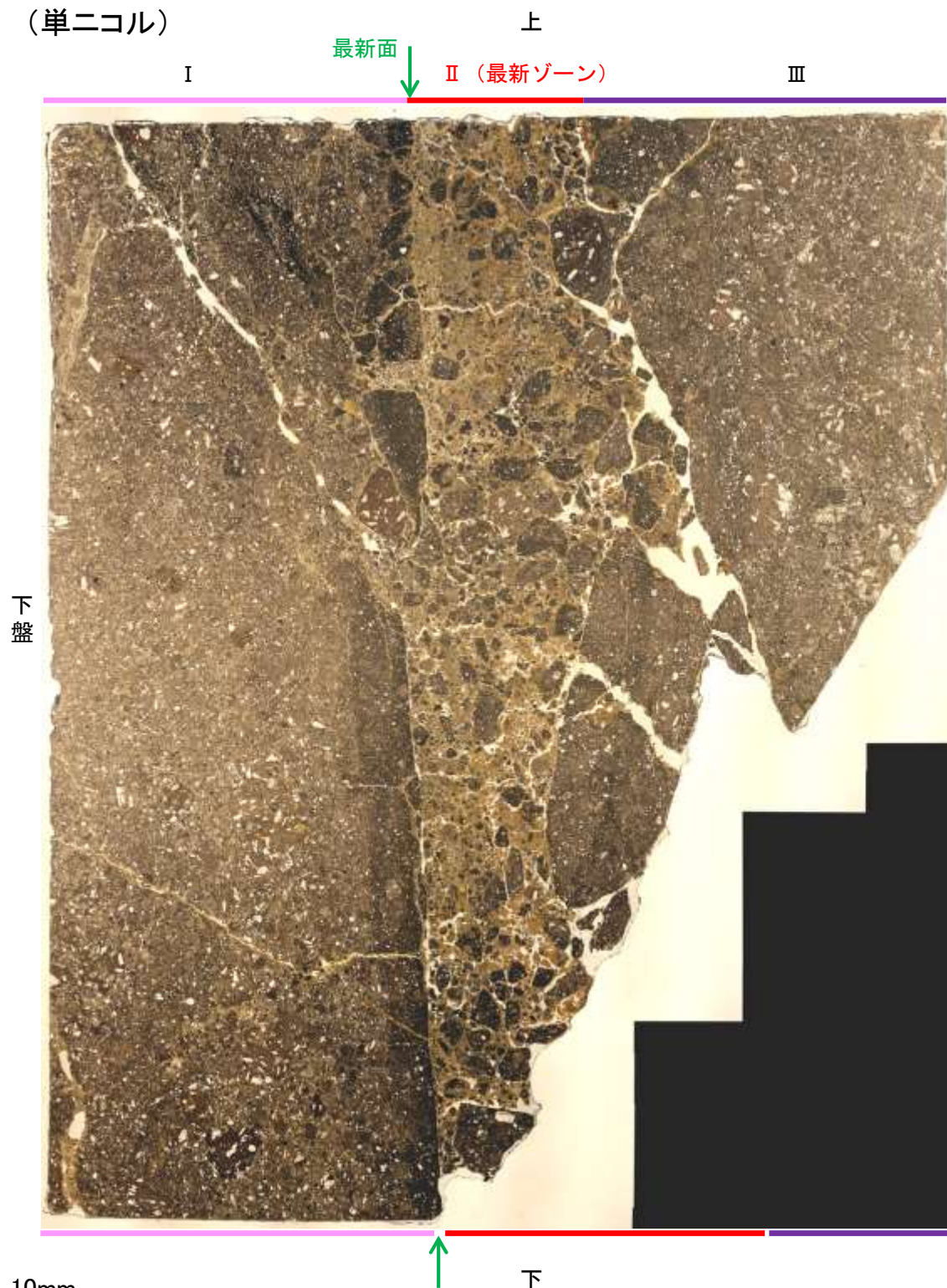
5.2.7 S-8 F-6.75孔 — 変質鉱物の分布 (EPMA分析 (マッピング)) —

○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。



5.2.7 S-8 F-6.75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。



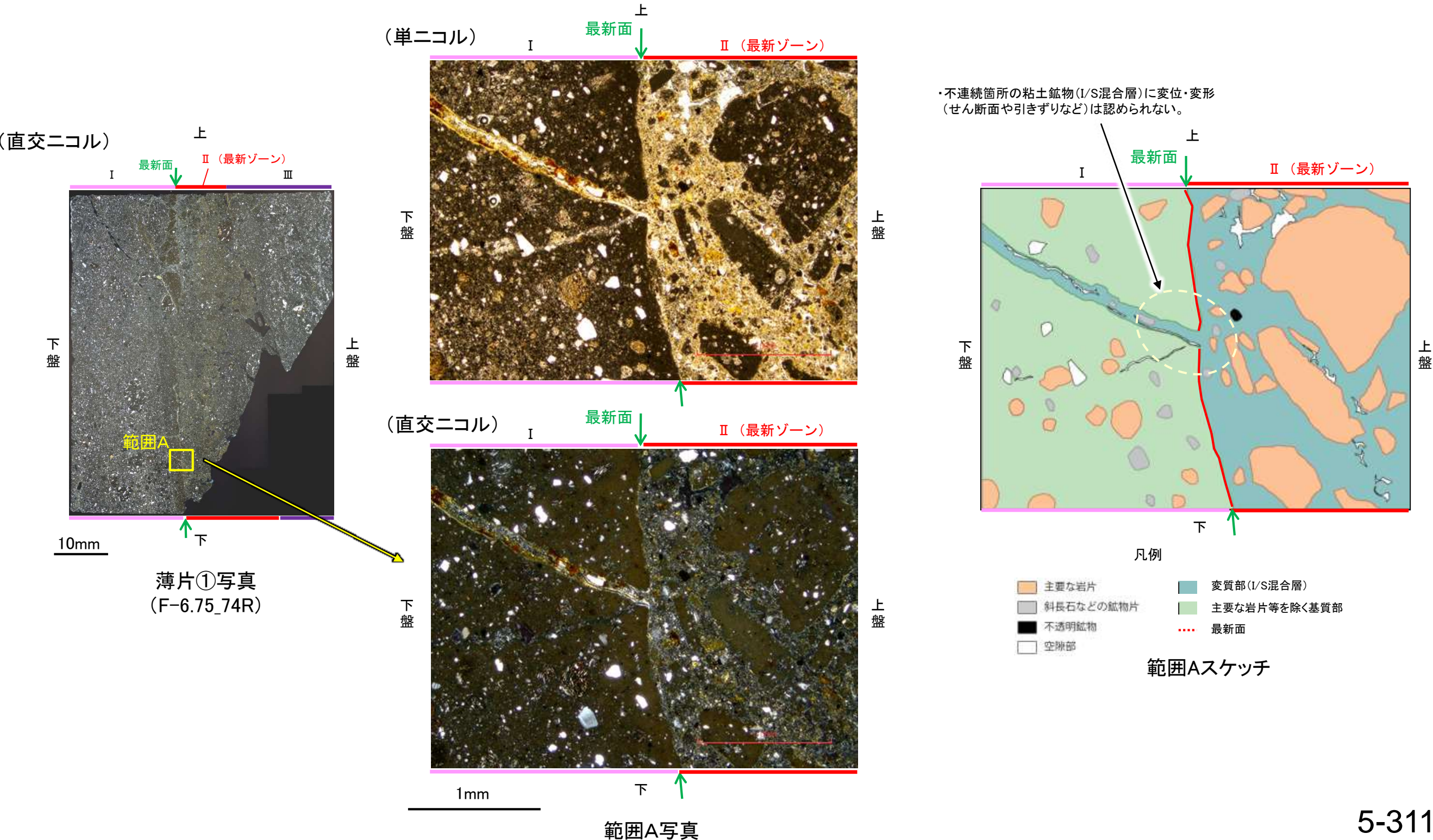
薄片①写真(F-6.75_74R)

5.2.7 S-8 F-6.75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。

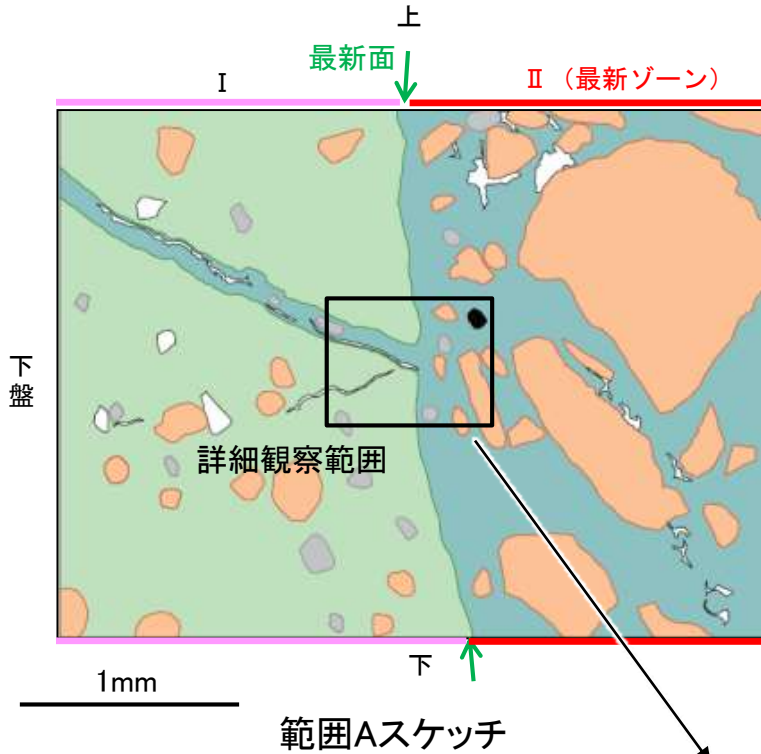
○なお、不連続箇所においてI/S混合層生成以降の注入現象の有無を確認した結果、弓状構造や粒子の配列などの注入の痕跡は認められない。

○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。

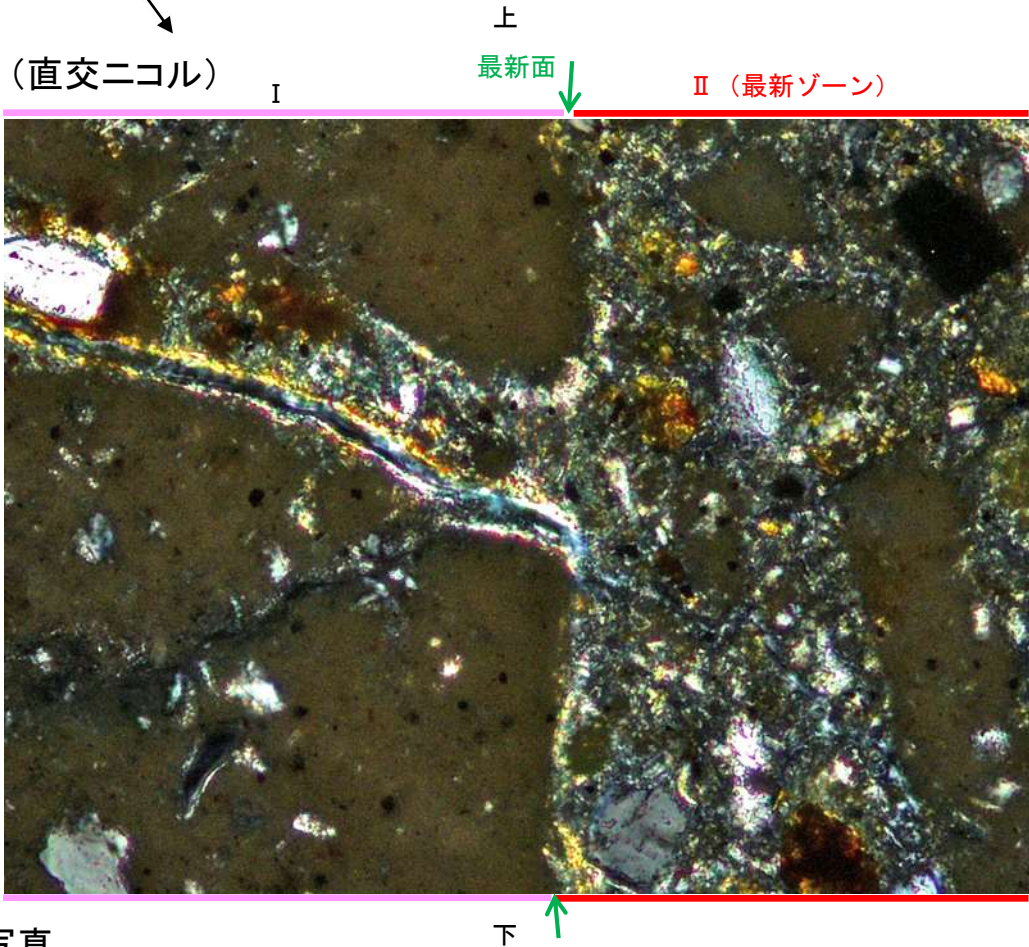
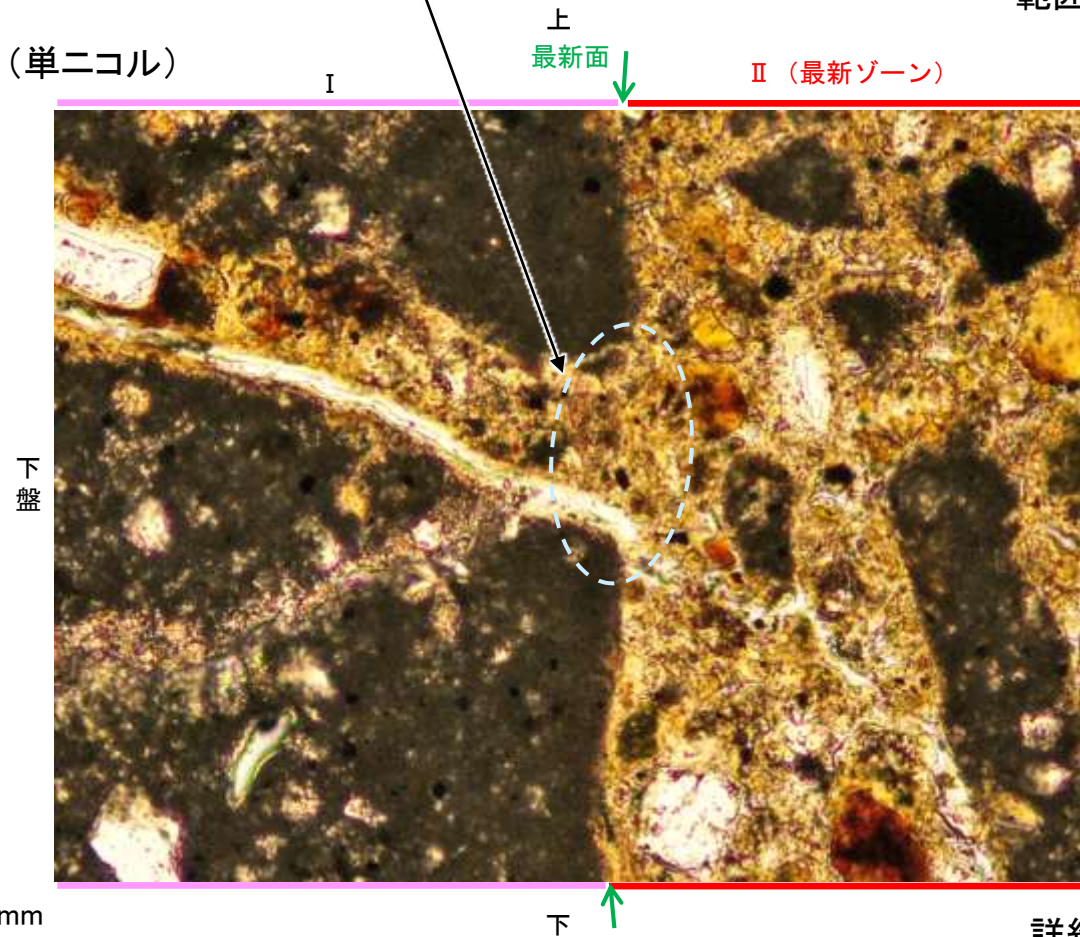


S-8_F-6.75孔

【詳細観察(範囲A)】



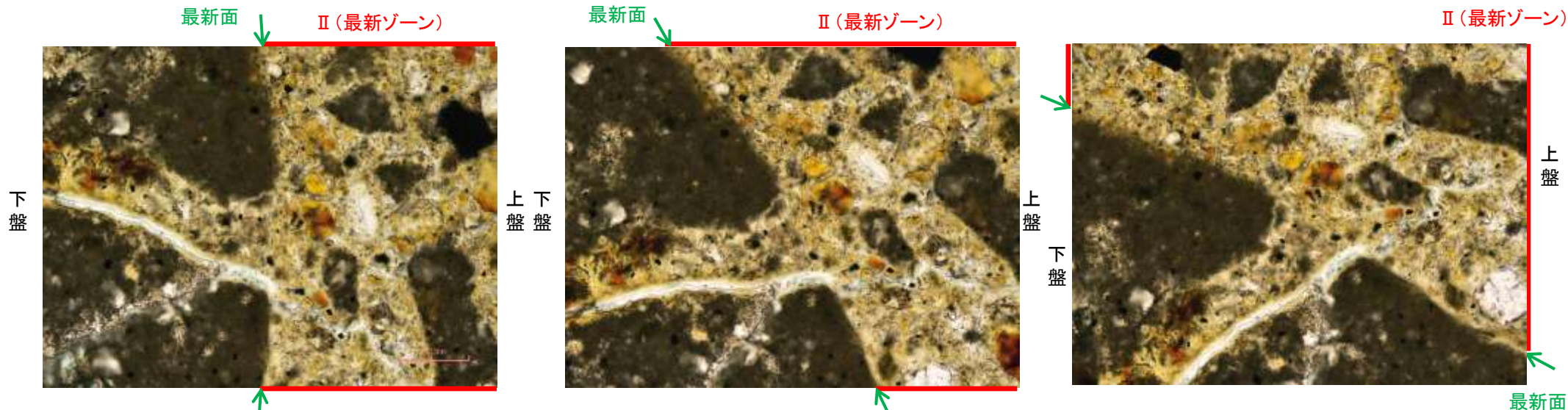
・不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形(せん断面や引きずりなど)は認められない。



S-8_F-6.75孔

【ステージ回転(範囲A)】

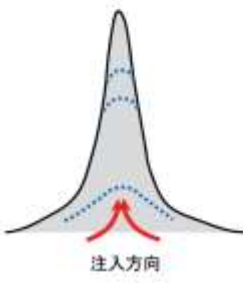
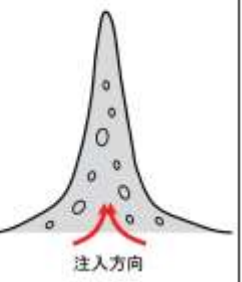
(単ニコル)



- ・不連続箇所(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。
- ・注入の痕跡は認められない。

(直交ニコル)



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 の可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

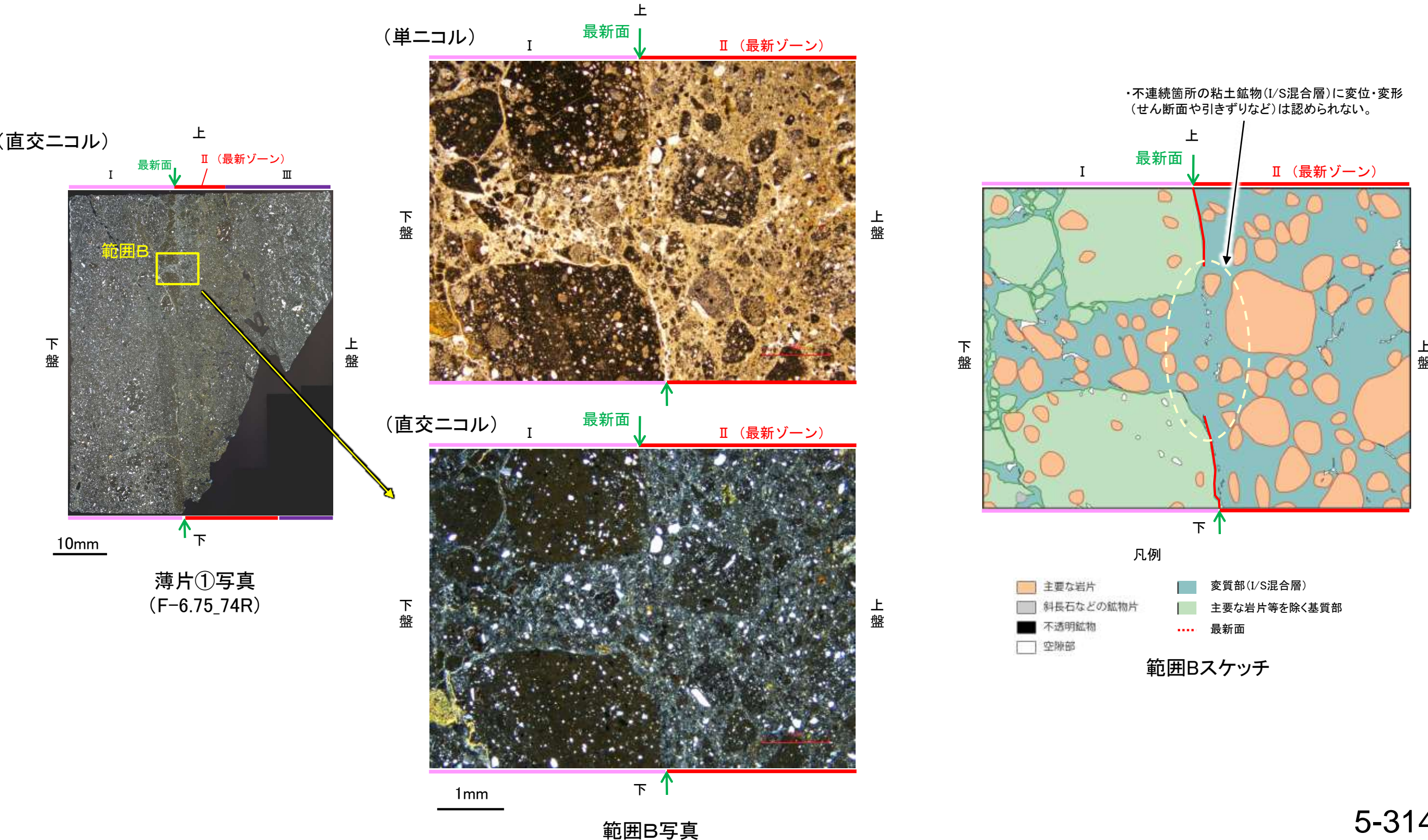
注入現象の事例
(関西電力株式会社, 2016)

5.2.7 S-8 F-6.75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。

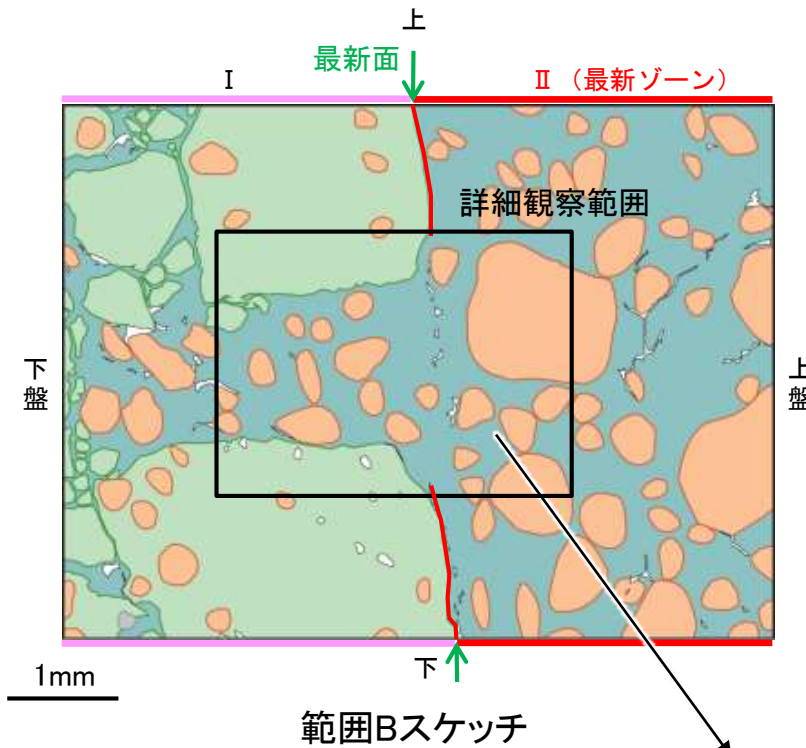
○なお、不連続箇所においてI/S混合層生成以降の注入現象の有無を確認した結果、弓状構造や粒子の配列などの注入の痕跡は認められない。

○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。



S-8_F-6.75孔

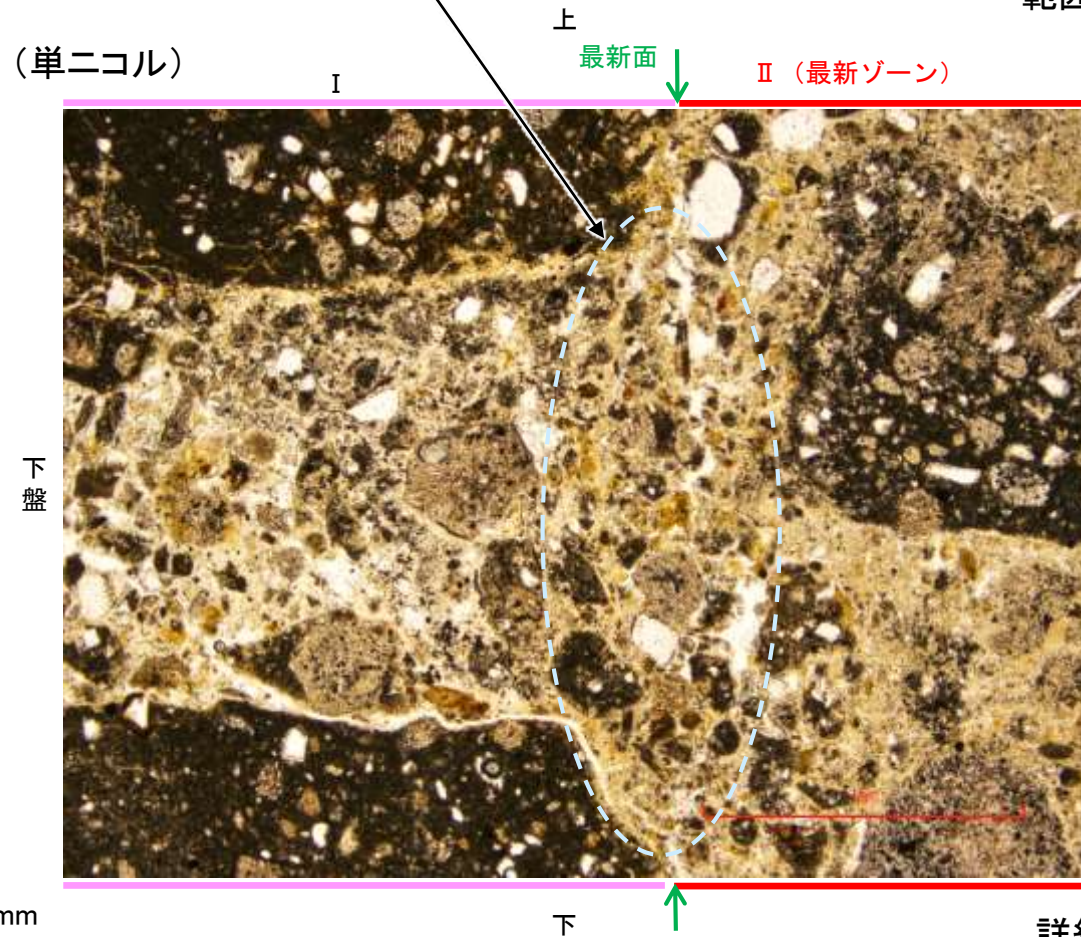
【詳細観察(範囲B)】



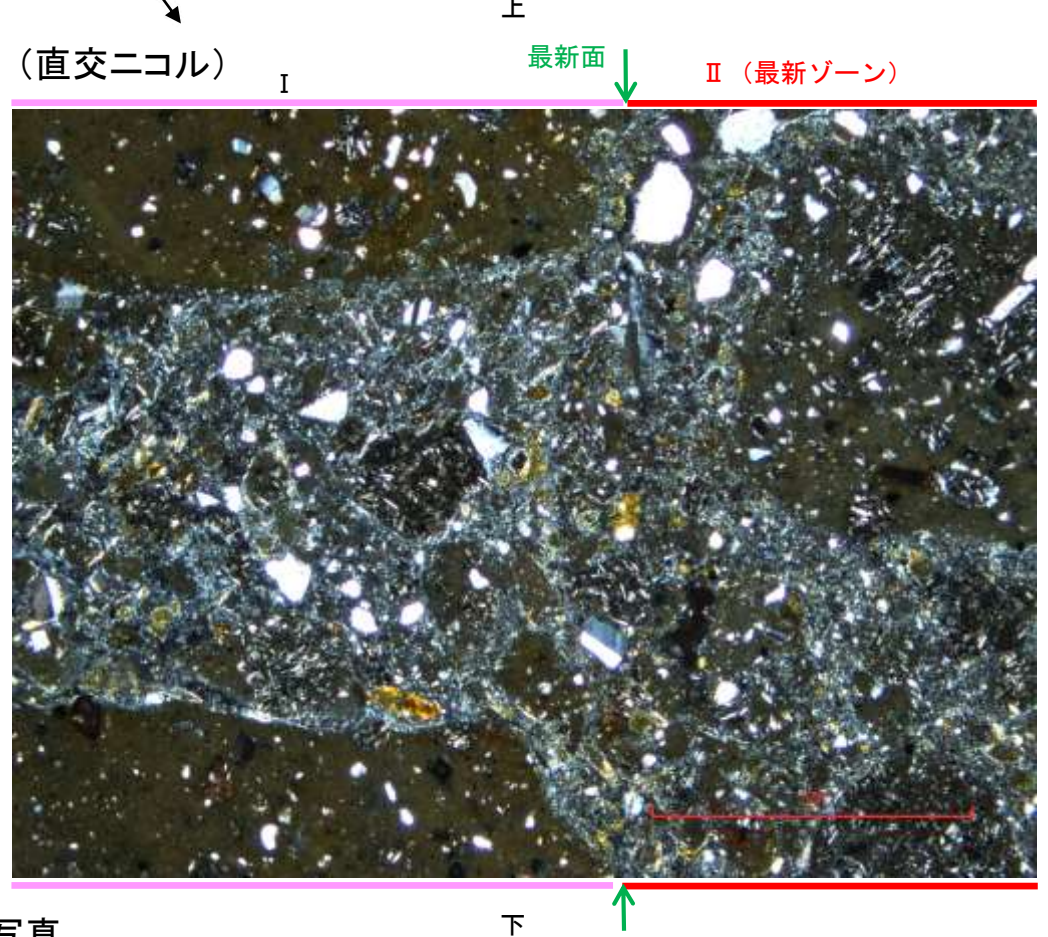
- 凡例
- 主要な岩片
 - 斜長石などの鉱物片
 - 不透明鉱物
 - 空隙部
 - 変質部 (I/S混合層)
 - 主要な岩片等を除く基質部
 - 最新面

・不連続箇所(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。

(単ニコル)



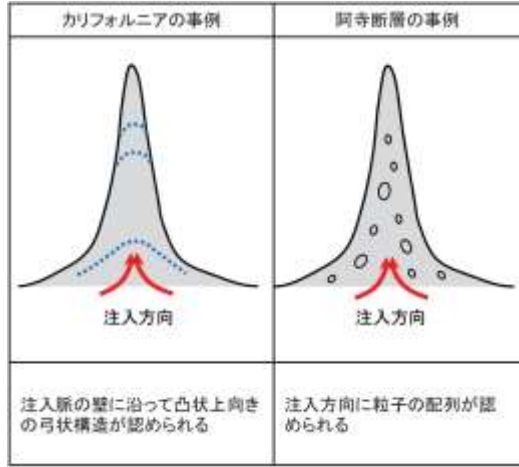
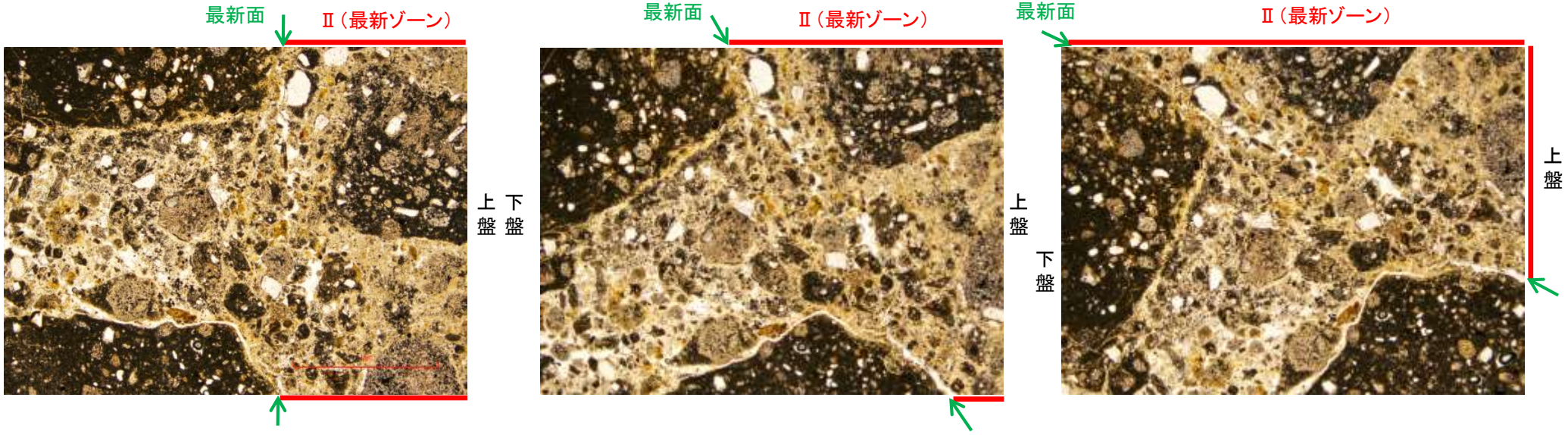
(直交ニコル)



S-8_F-6.75孔

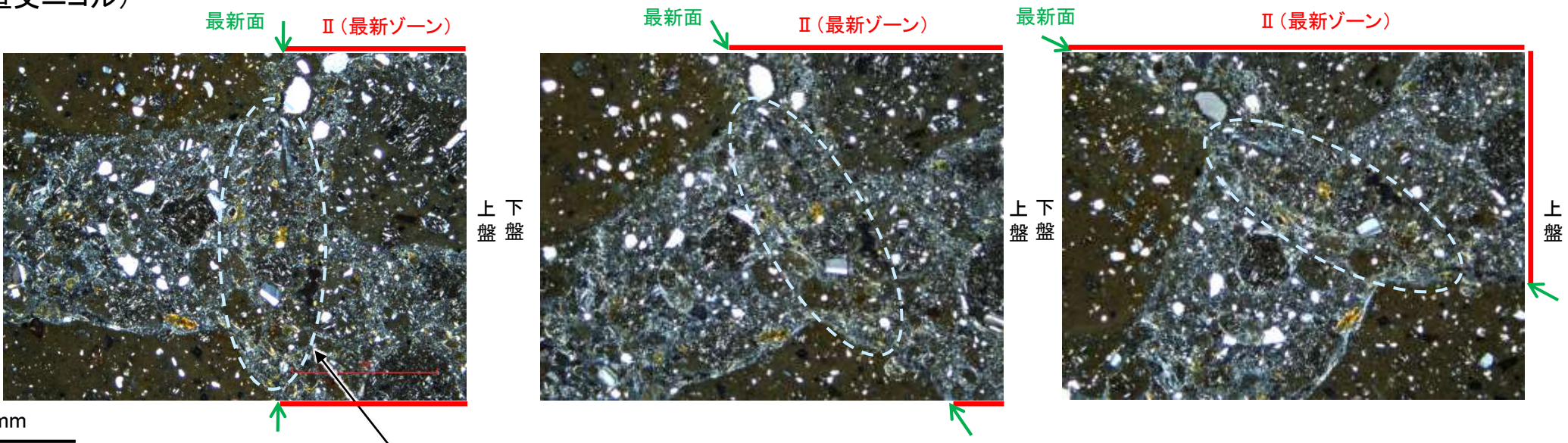
【ステージ回転(範囲B)】

(単ニコル)



注入現象の事例
(関西電力株式会社, 2016)

(直交ニコル)



1mm

0° 回転

左30° 回転

左60° 回転

- ・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。
- ・注入の痕跡は認められない。

5.2.8 K-2

5.2.8 K-2の鉱物脈法による評価地点

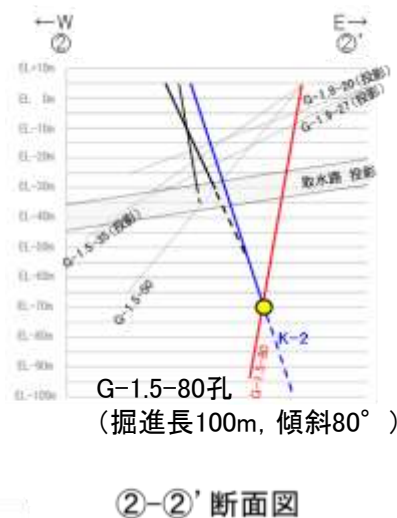
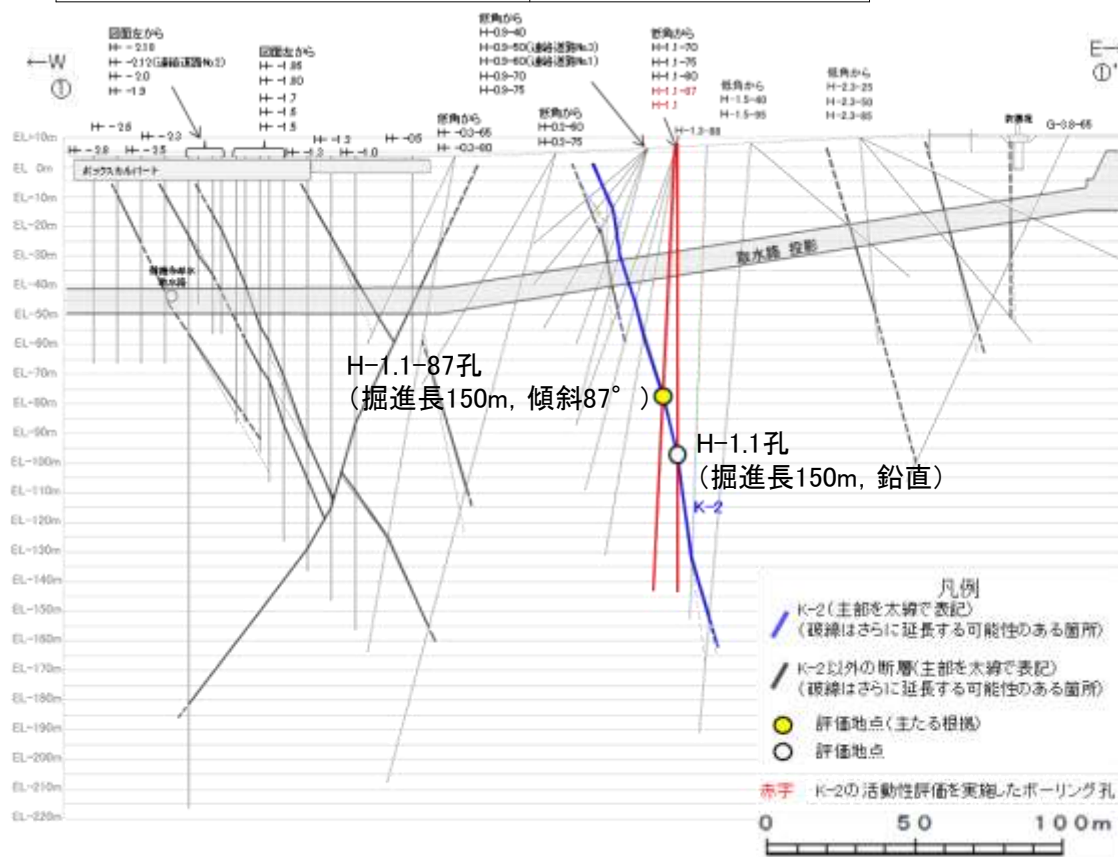
■ 鉱物脈法による評価地点

- 2地点(G-1.5-80孔, 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。

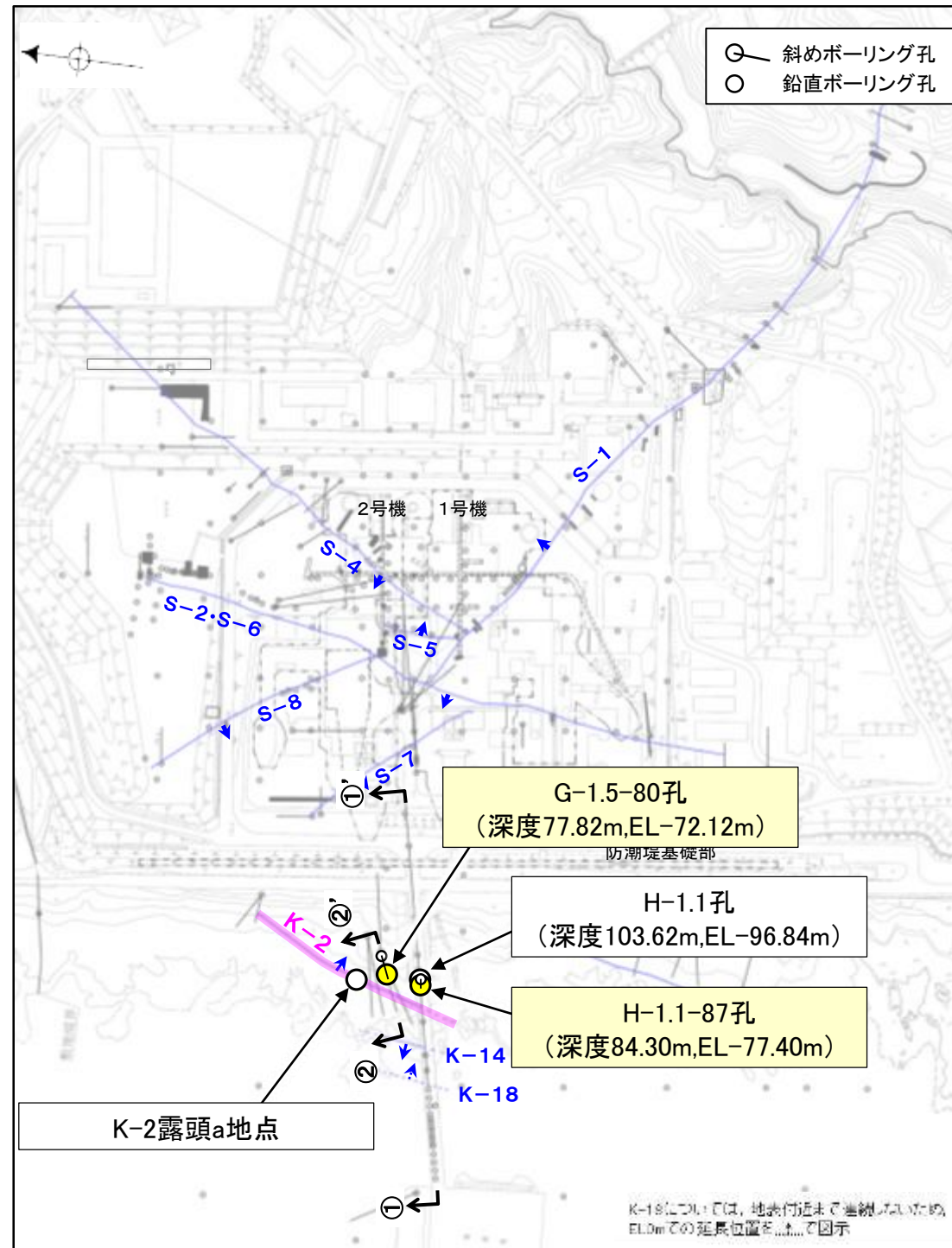
○ 鉱物脈法に関する調査箇所
(断層の後期更新世以降の活動を否定するにあたり, 鉱物脈の年代及び断層による変位・変形がないことが明確に確認できるデータを着色)

評価地点	記載頁
G-1.5-80孔 (深度77.82m, EL-72.12m)	P.5-319~5-348
H-1.1-87孔 (深度84.30m, EL-77.40m)	P.5-349~5-370
H-1.1孔 (深度103.62m, EL-96.84m)	補足資料5.2-9(1)-3
K-2露頭a地点	補足資料5.2-9(1)-4

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



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



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

5.2.8 K-2 (1) G-1.5-80孔 ー評価結果ー

【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.5-320～5-323, 5-331～5-333, 5-339～5-341)。

【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.5-324, 5-325)。

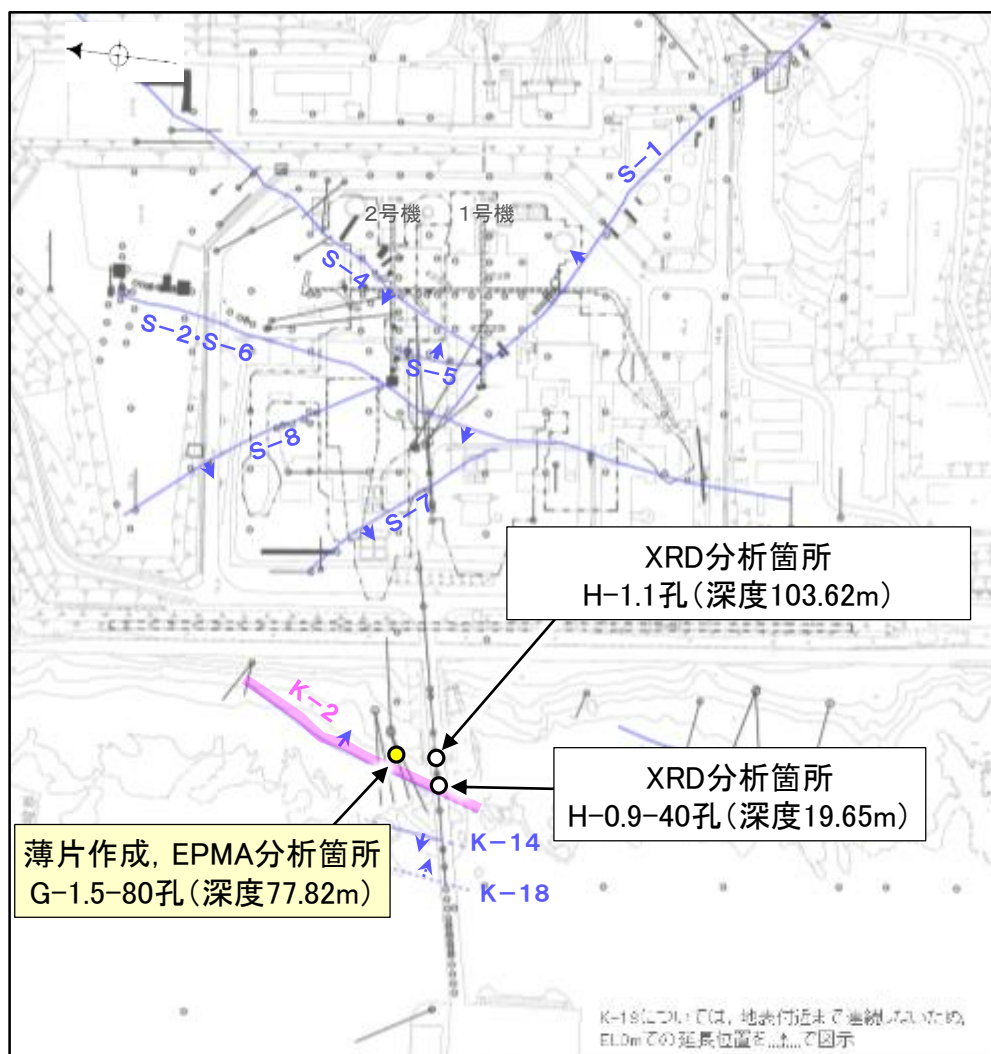
【変質鉱物の分布と最新面との関係】

○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.5-326, 5-327, 5-334, 5-342)。

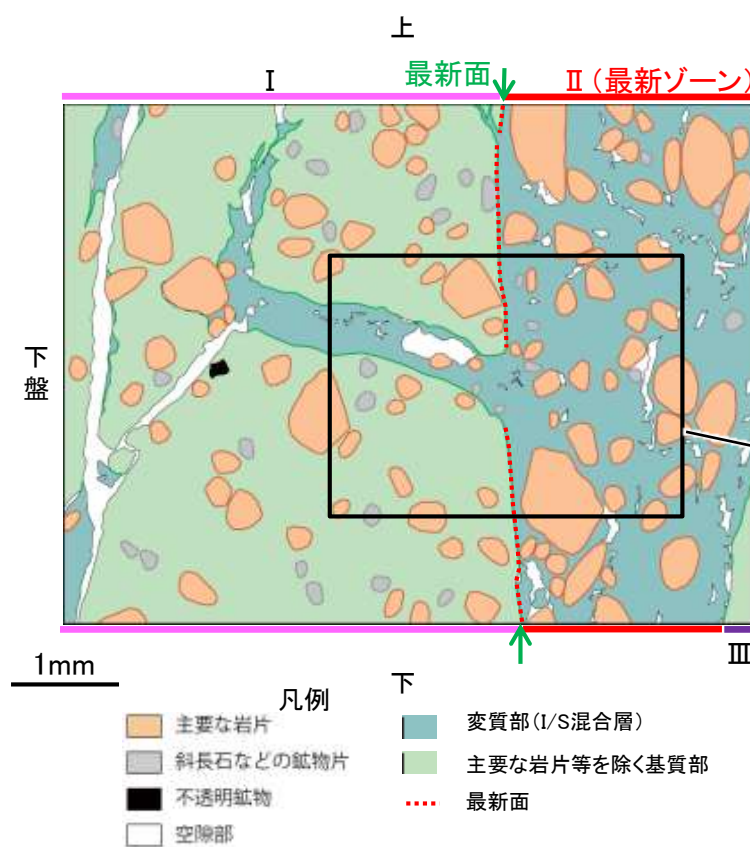
○薄片①, ②, ③の範囲Aにおいて、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を横断して分布し、最新面が不連続になっており、不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められない(P.5-328～5-330, 5-335～5-338, 5-343～348)。

○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。

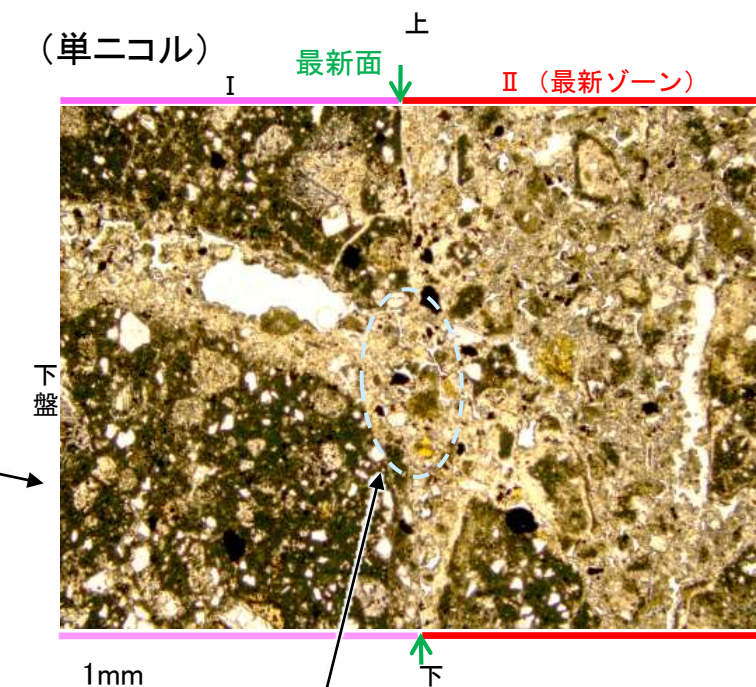
紫字: 第1073回審査会合以降の変更箇所



調査位置図



薄片③範囲Aスケッチ

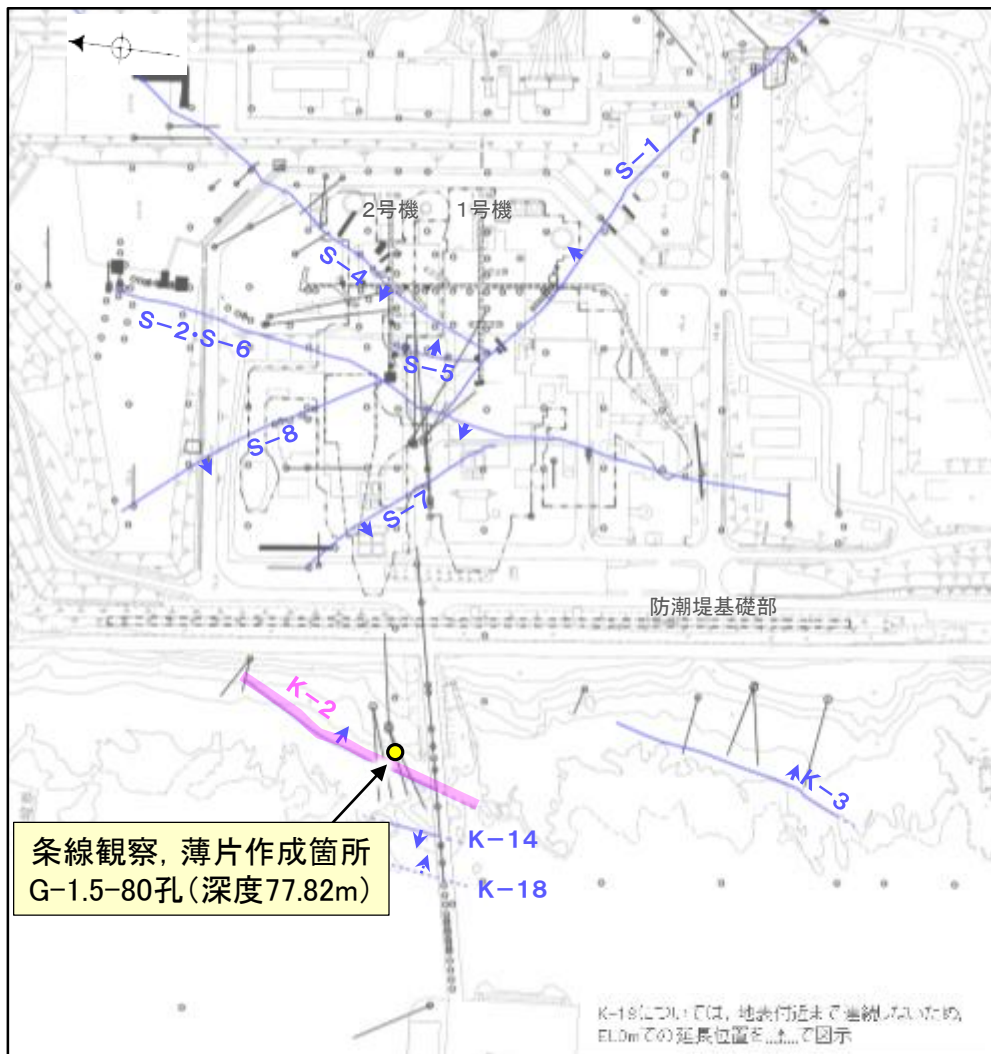


・不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形(せん断面や引きずりなど)は認められない(P.5-328～5-330, 5-335～5-338, 5-343～348)。
 ・不連続箇所には、I/S混合層生成以降の注入の痕跡や、薄片作成時等の乱れの影響は認められない(P.5-328～5-330, 5-335～5-338, 5-343～348)。

薄片③範囲A写真

5.2.8 K-2 (1) 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3枚作成した(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)

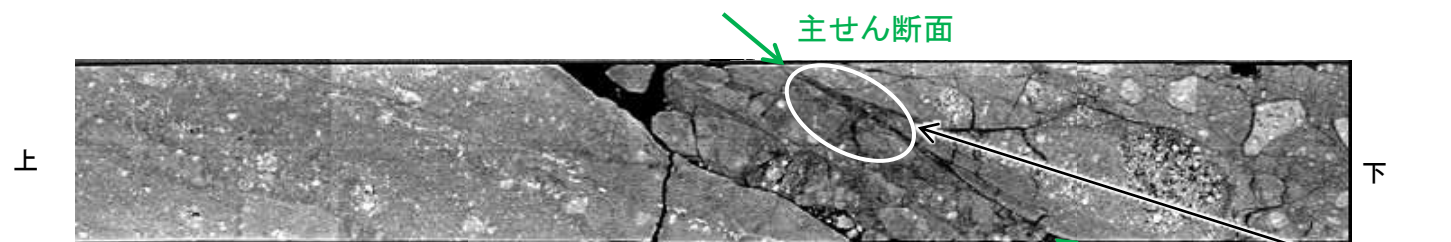
・条線観察結果については補足資料5.2-12(2)-7

調査位置図

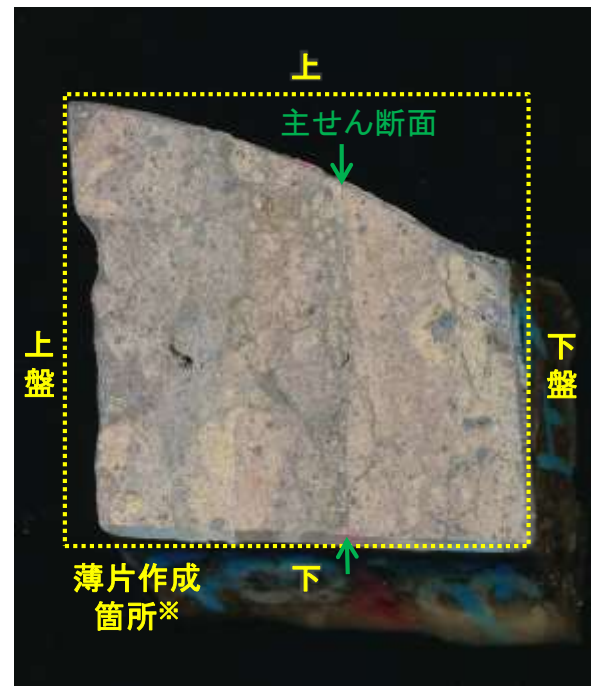


ボーリングコア写真(G-1.5-80孔)

- 砂状破碎部
- 固結した破碎部



CT画像(G-1.5-80孔)



ブロック写真

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

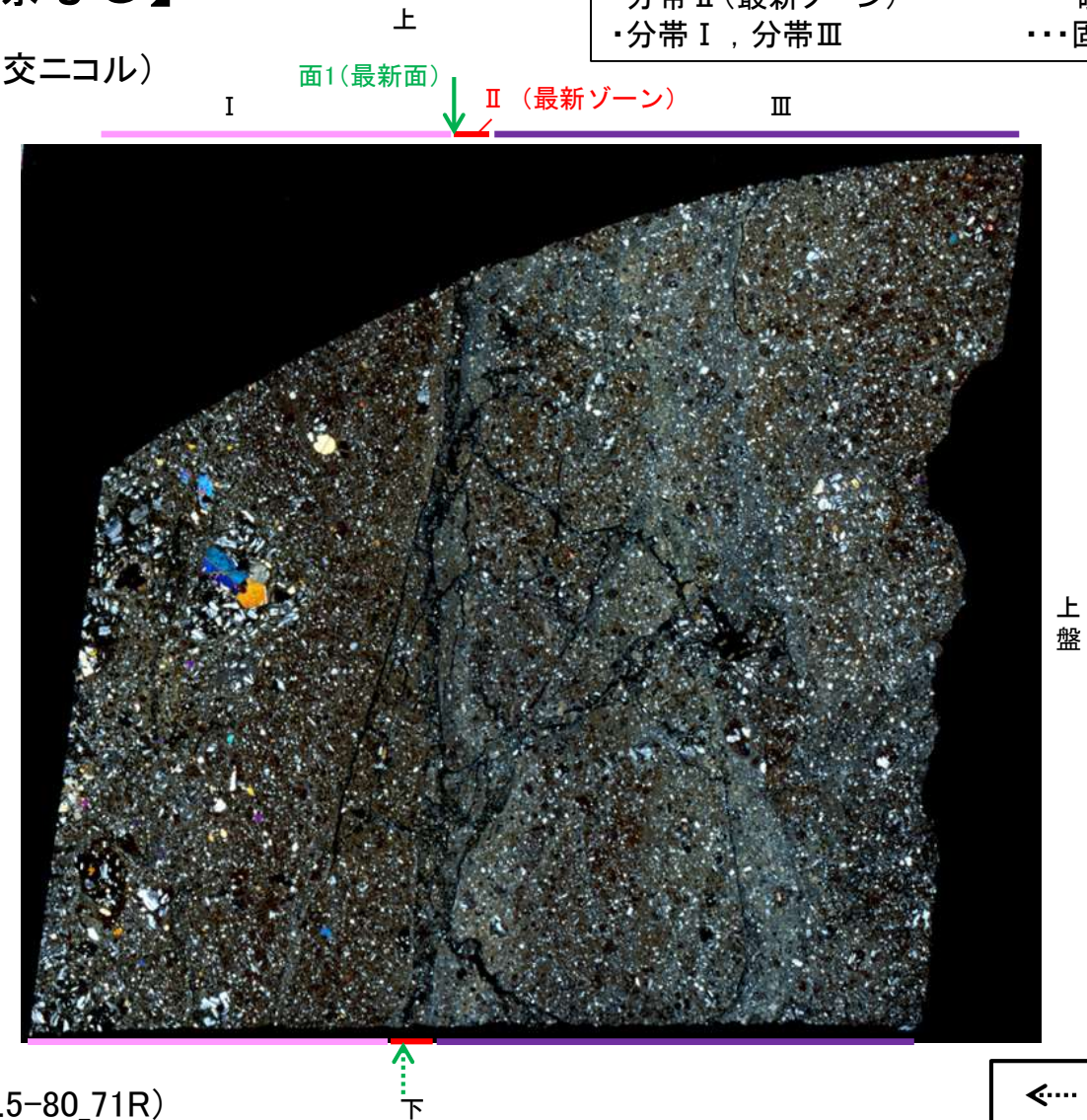
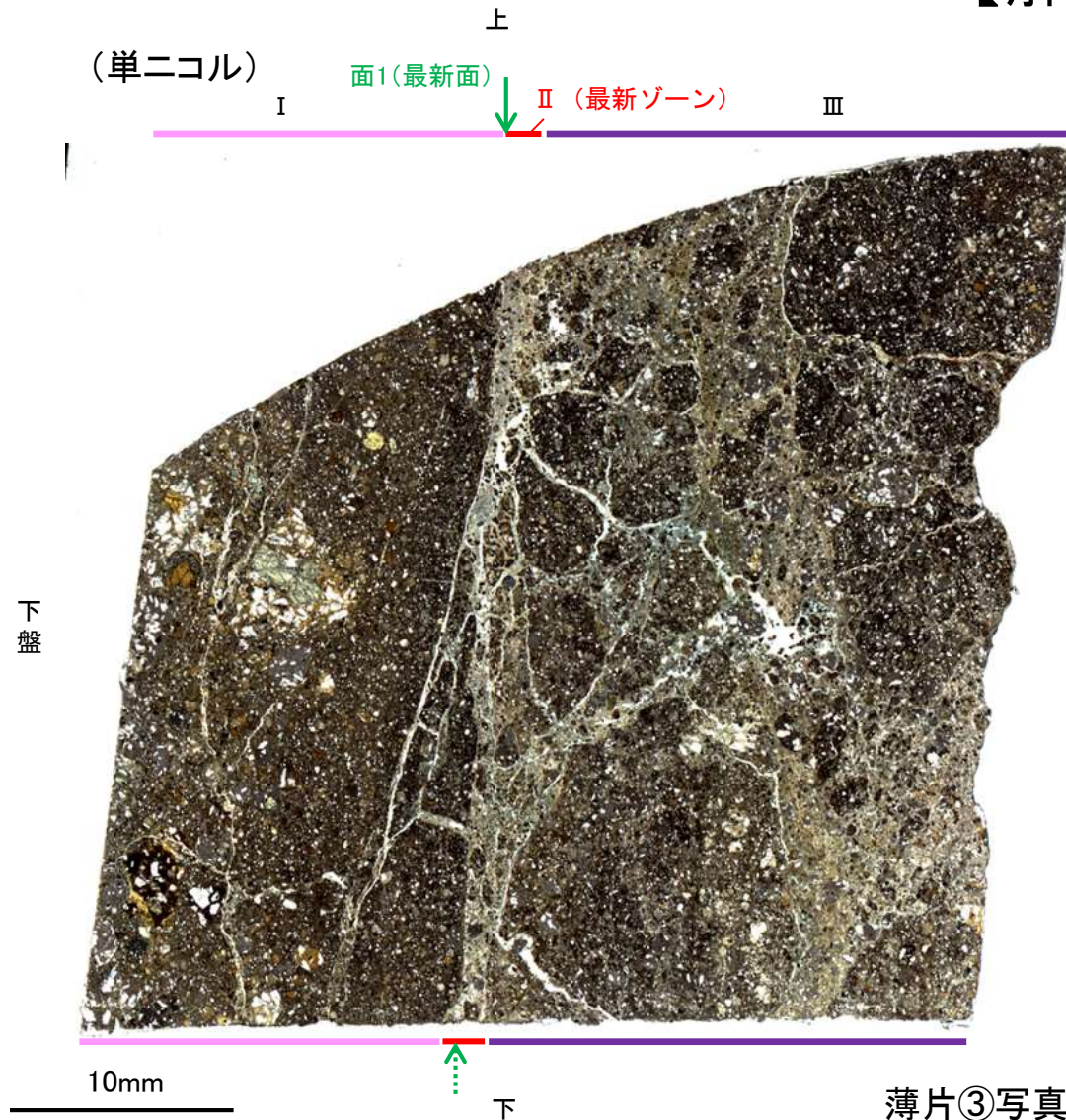
5.2.8 K-2 (1) G-1.5-80孔③ —最新面の認定(微視的観察)—

- 薄片③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※。
- 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)	・・・砂状破碎部
・分帯Ⅰ, 分帯Ⅲ	・・・固結した破碎部



薄片③写真(G-1.5-80_71R)

←… : 延長位置

- 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7mm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2mm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27mm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。

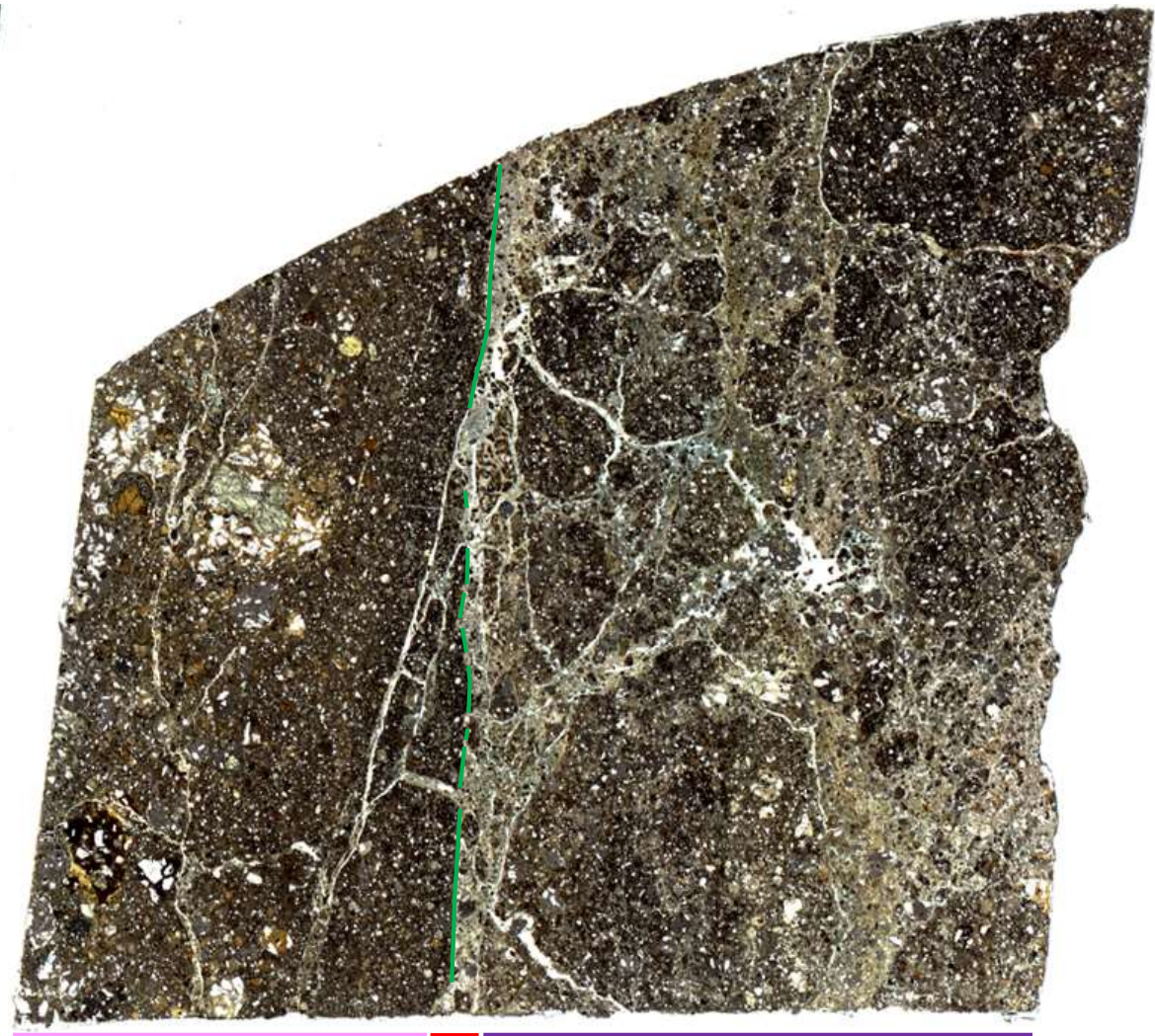
K-2_G-1.5-80孔③

【解釈線あり】

(単ニコル)

上
面1(最新面)
II (最新ゾーン)

I III



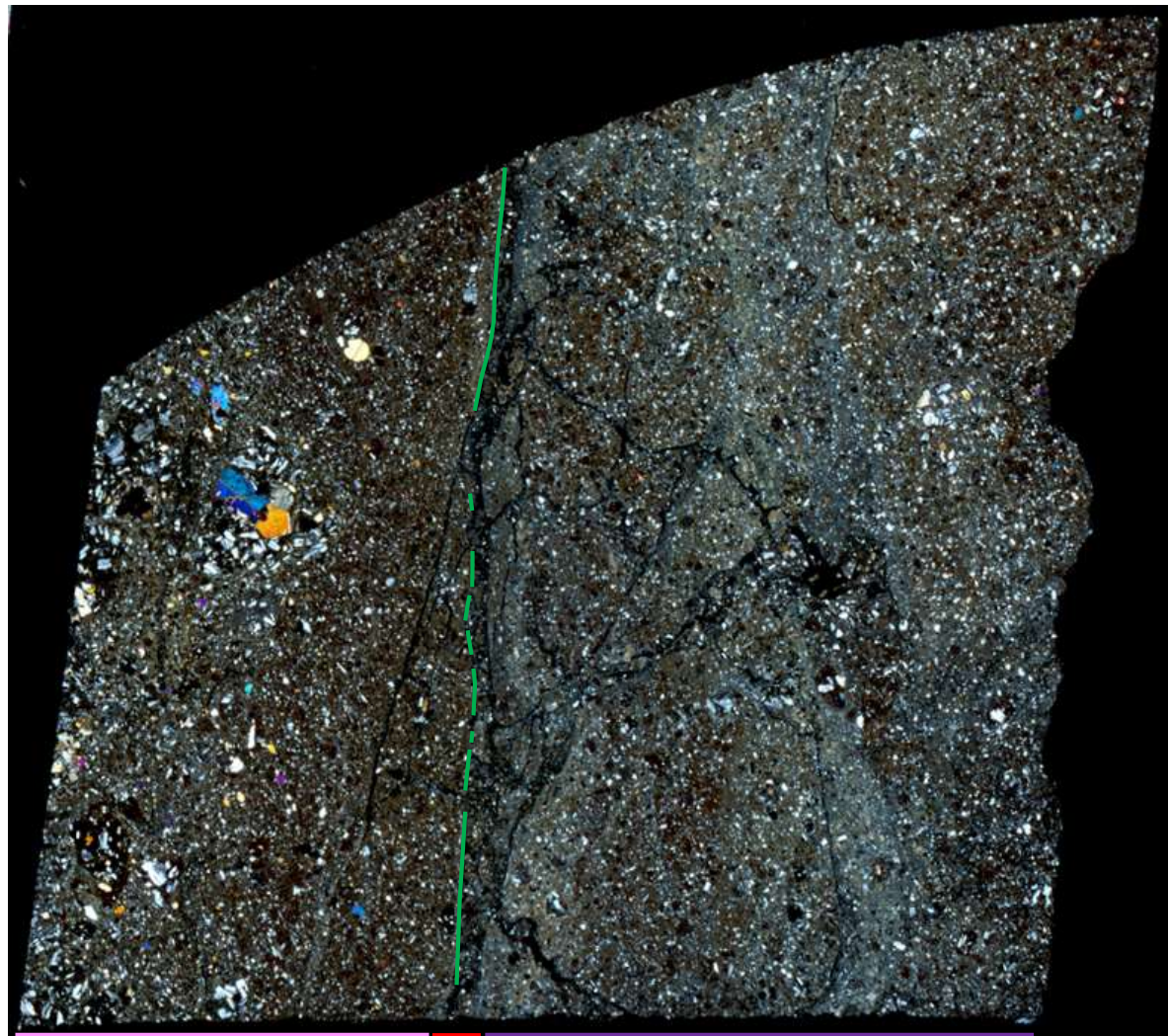
10mm

下

(直交ニコル)

上
面1(最新面)
II (最新ゾーン)

I III



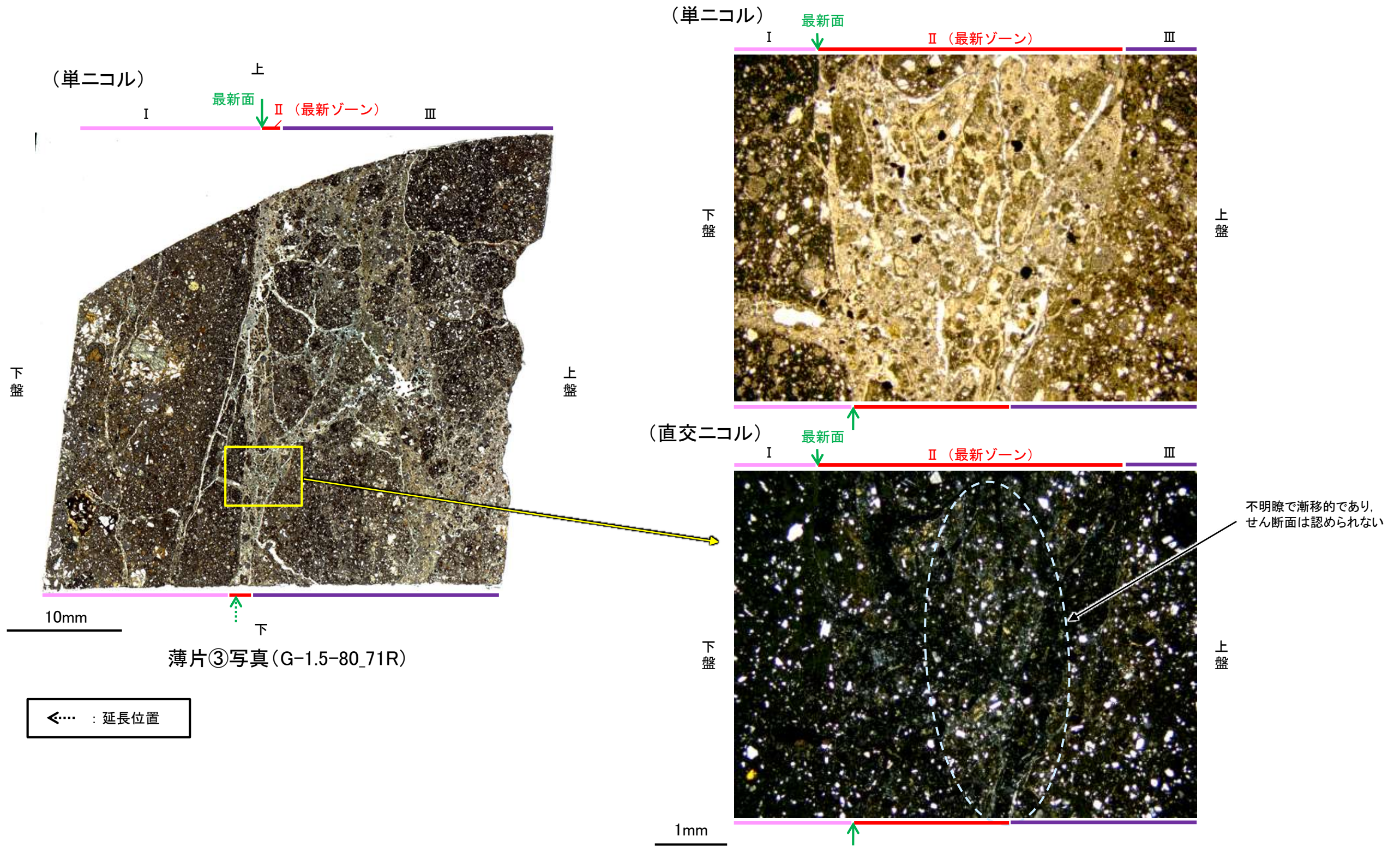
下

薄片③写真(G-1.5-80_71R)

← : 延長位置

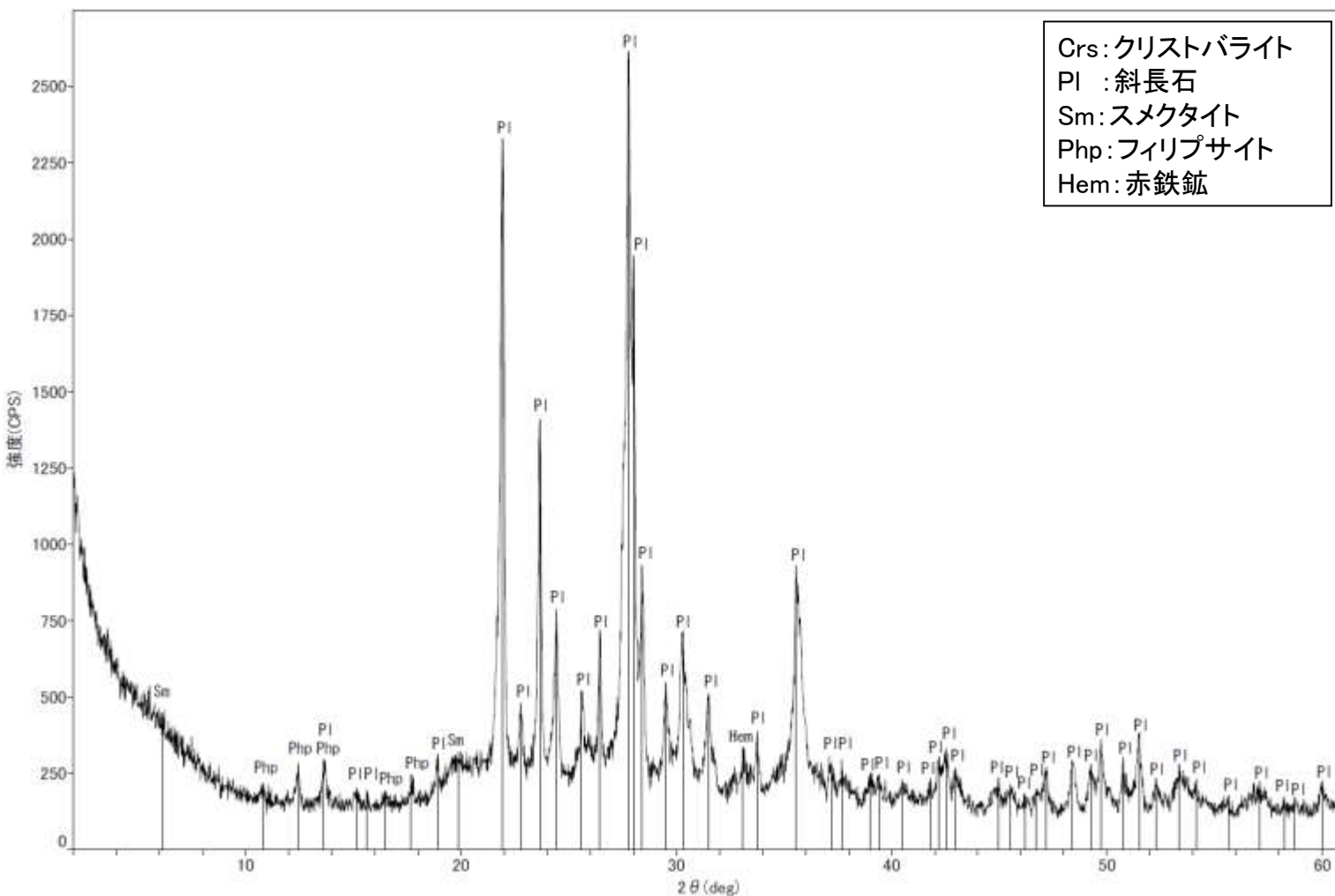
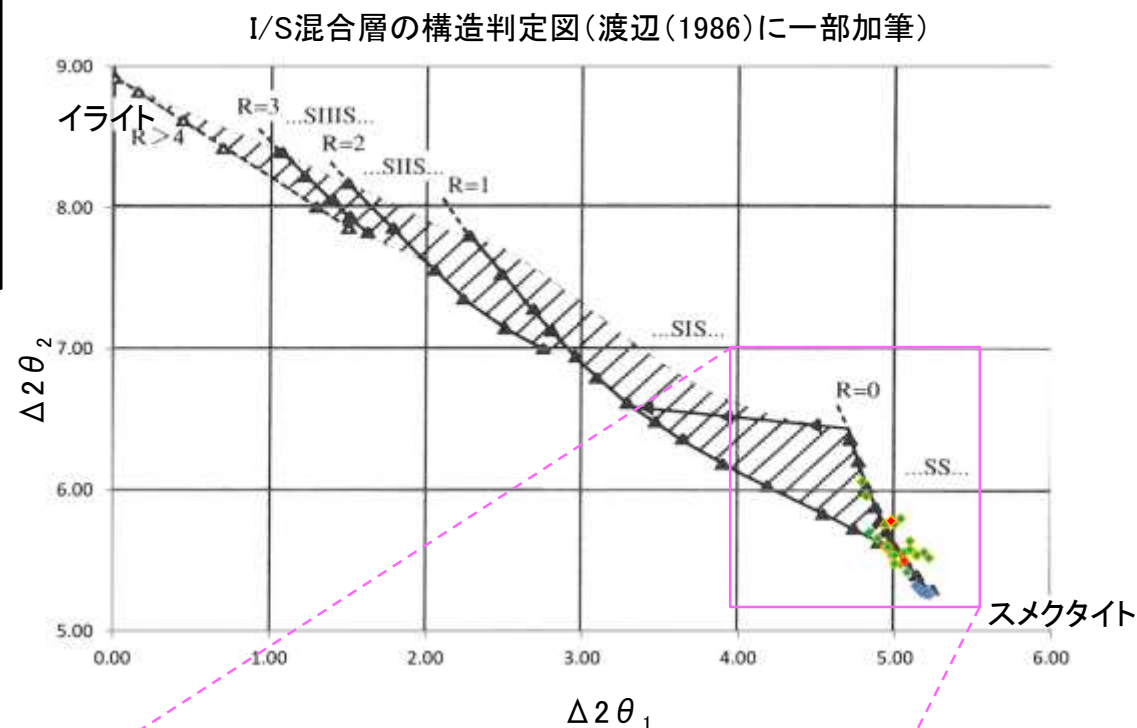
5.2.8 K-2 (1) G-1.5-80孔③ —最新ゾーンと分帯Ⅲとの境界—

○薄片③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。



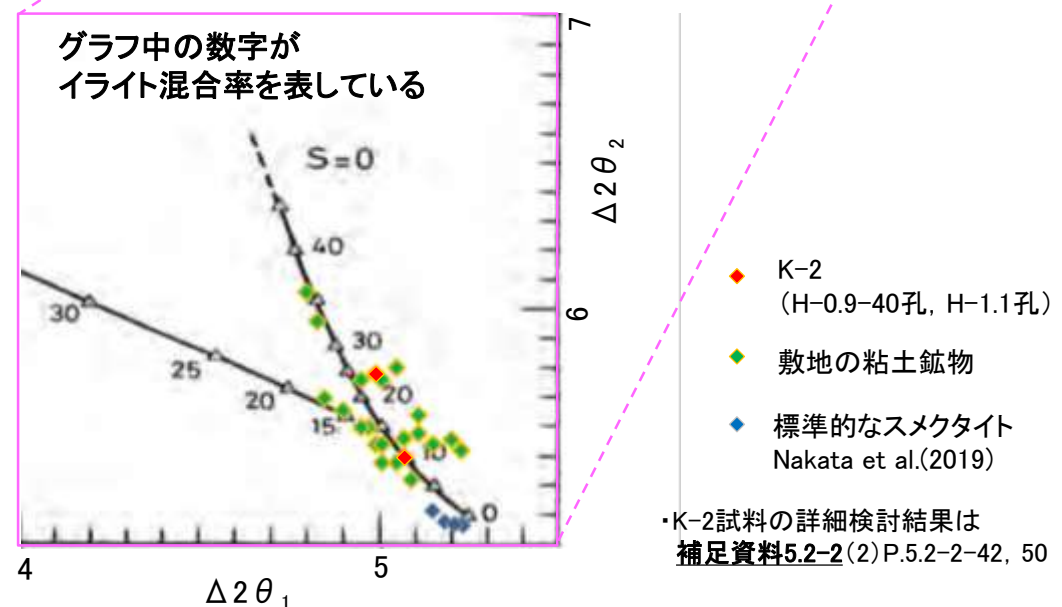
5.2.8 K-2 (1) G-1.5-80孔③ — 鉱物の同定(XRD分析, EPMA分析) —

- 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, 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

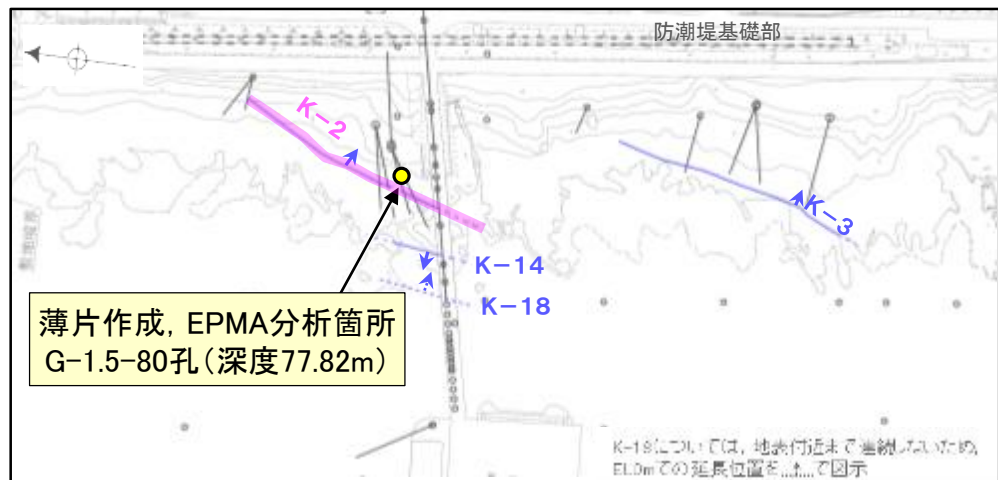
・回折チャート(定方位, EG処理)については
補足資料5.2-12(1) P.5.2-12-43



I/S混合層の構造判定図(渡辺(1981)に一部加筆)

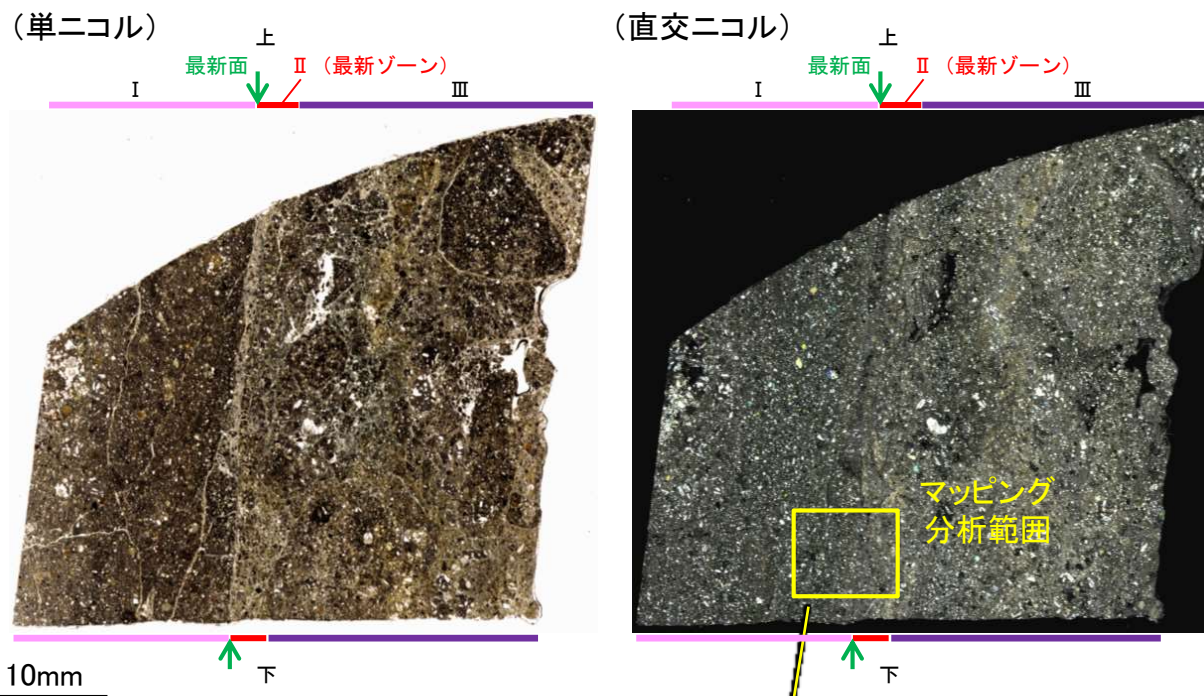
5.2.8 K-2 (1) G-1.5-80孔③ — 鉍物の同定(EPMA分析(定量)) —

○薄片②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。



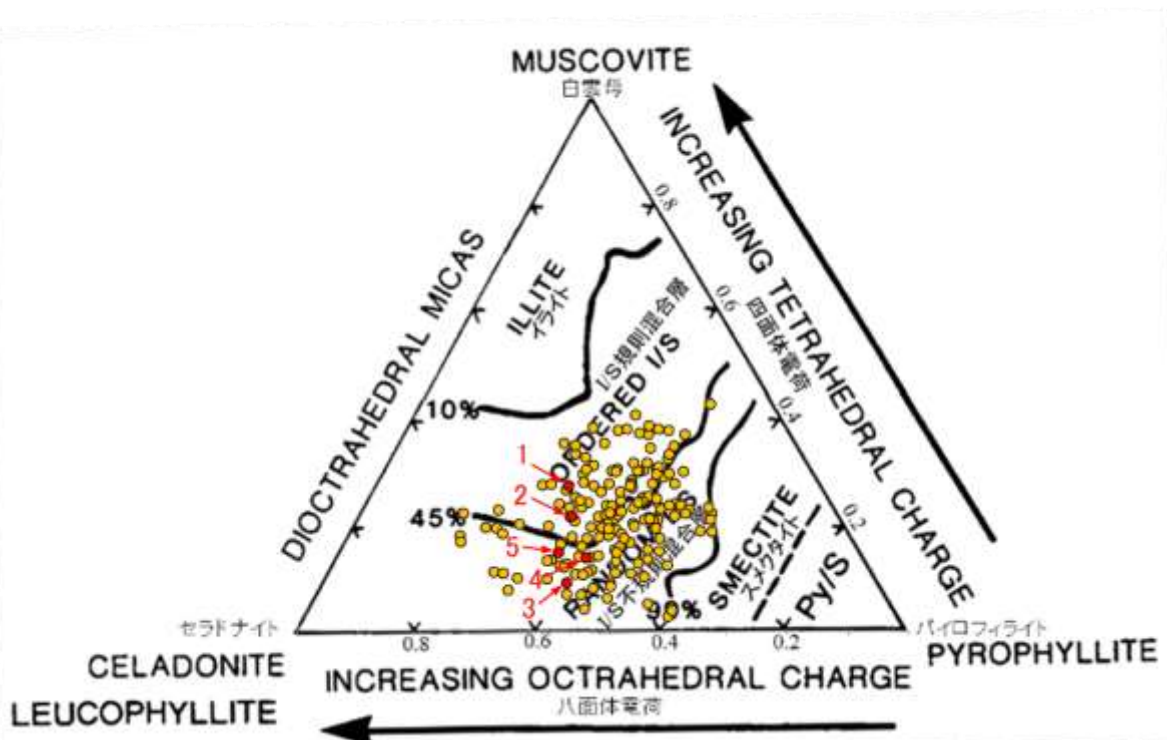
— 評価対象断層
K-O (海岸部 EL0m)

調査位置図

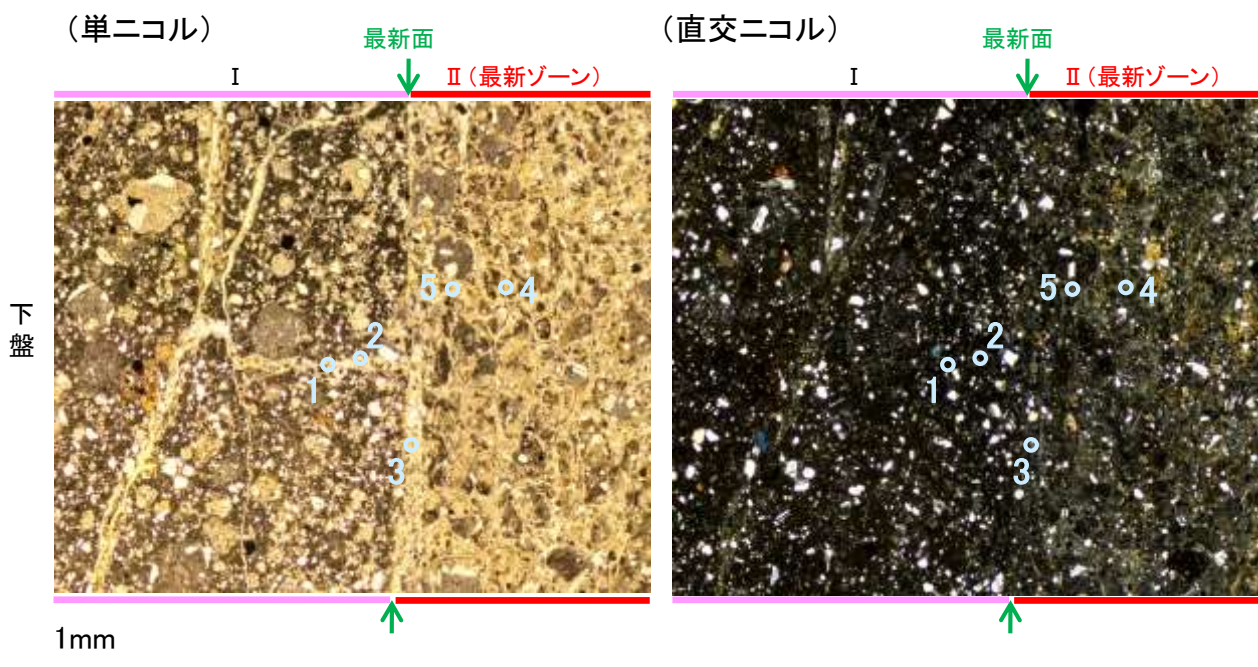


薄片②※写真

※薄片②を作成した箇所から2mm程度削り込んだ位置で薄片③を作成した



● 分析値(K-2.G-1.5-80孔)
分析番号位置は右図
● その他の分析値(敷地の粘土鉍物)

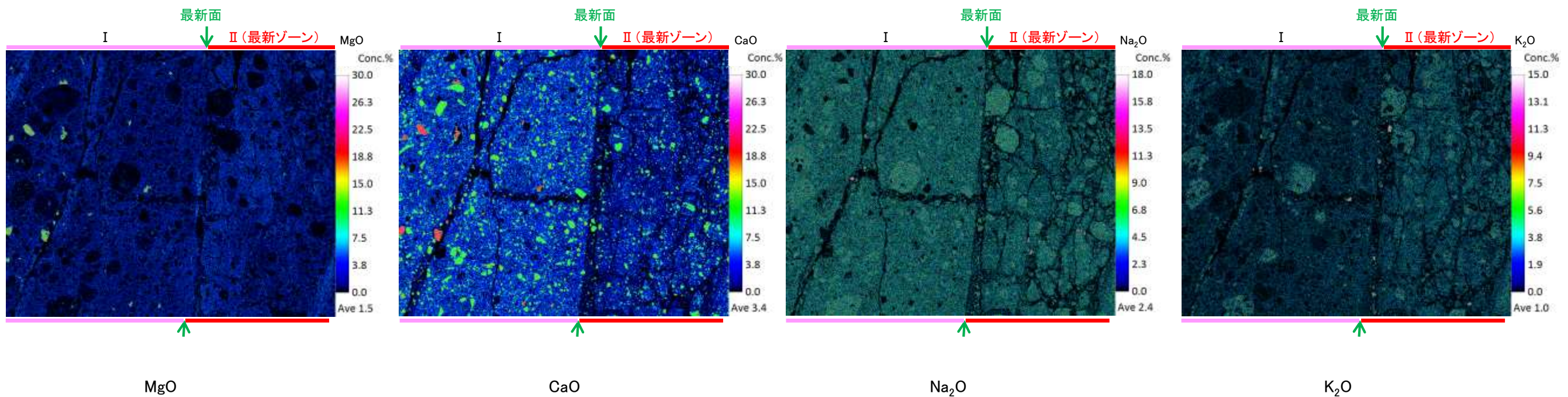
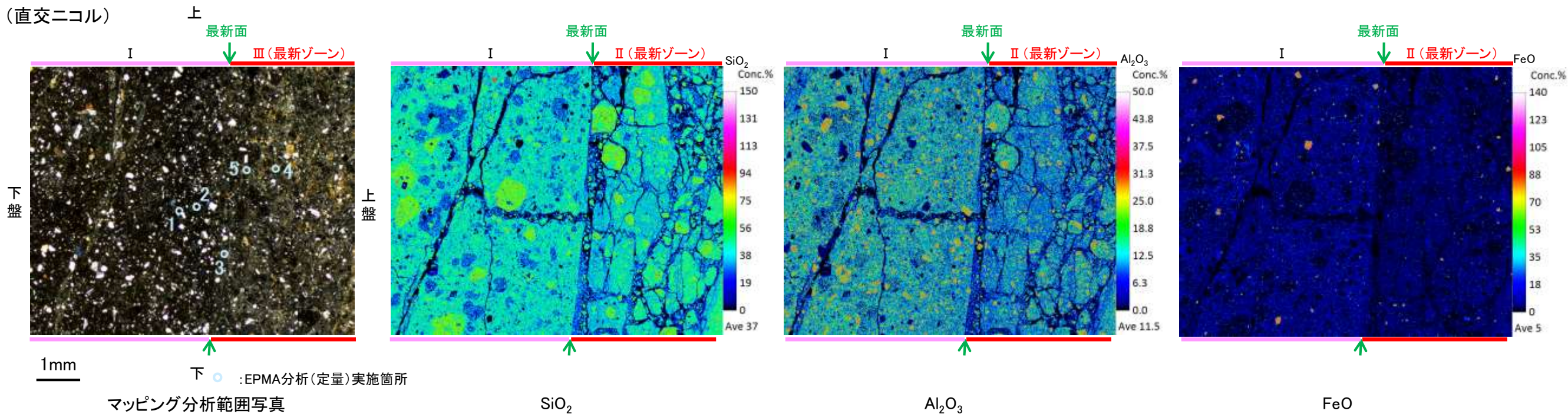


マッピング分析範囲写真

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)

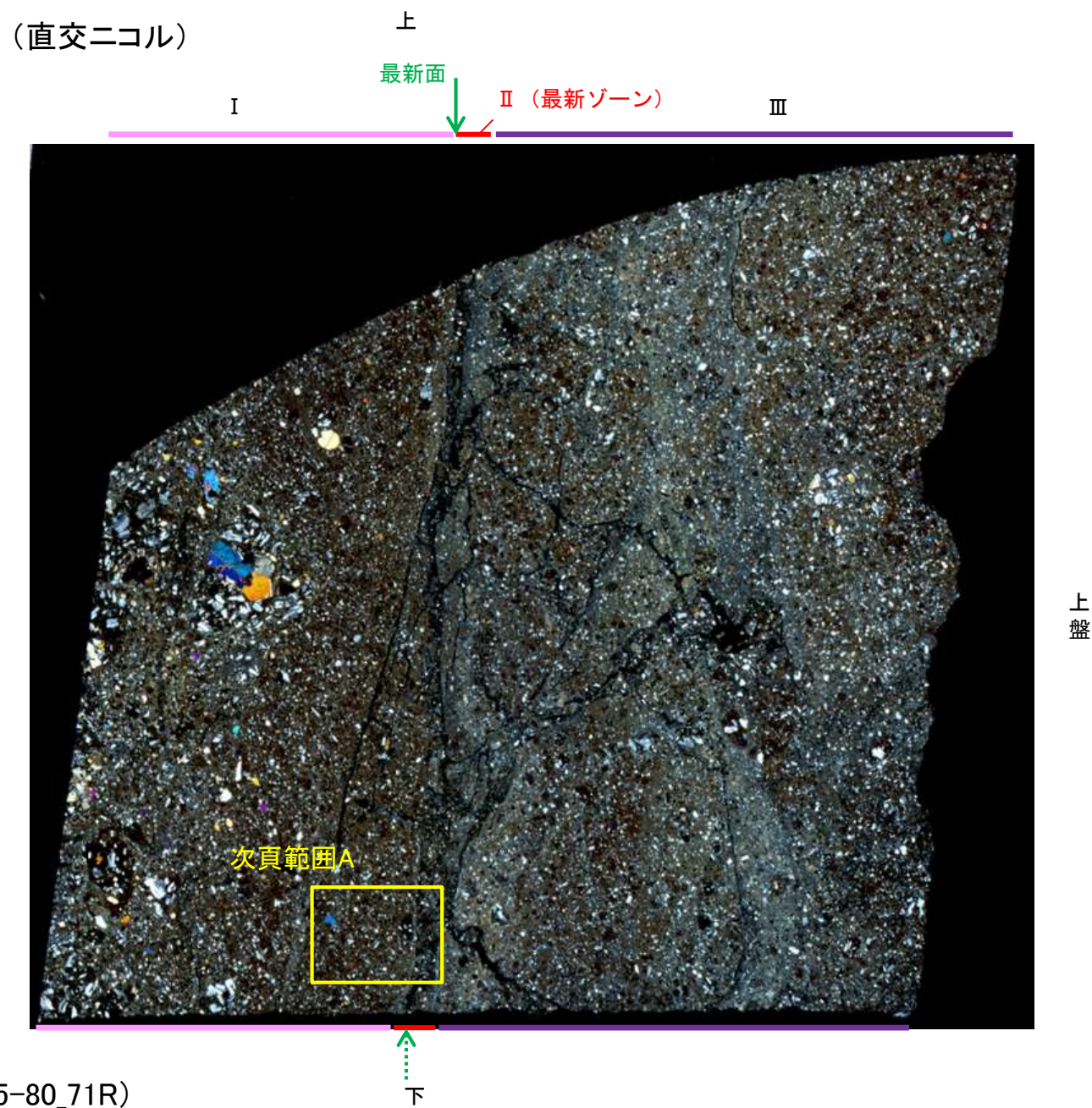
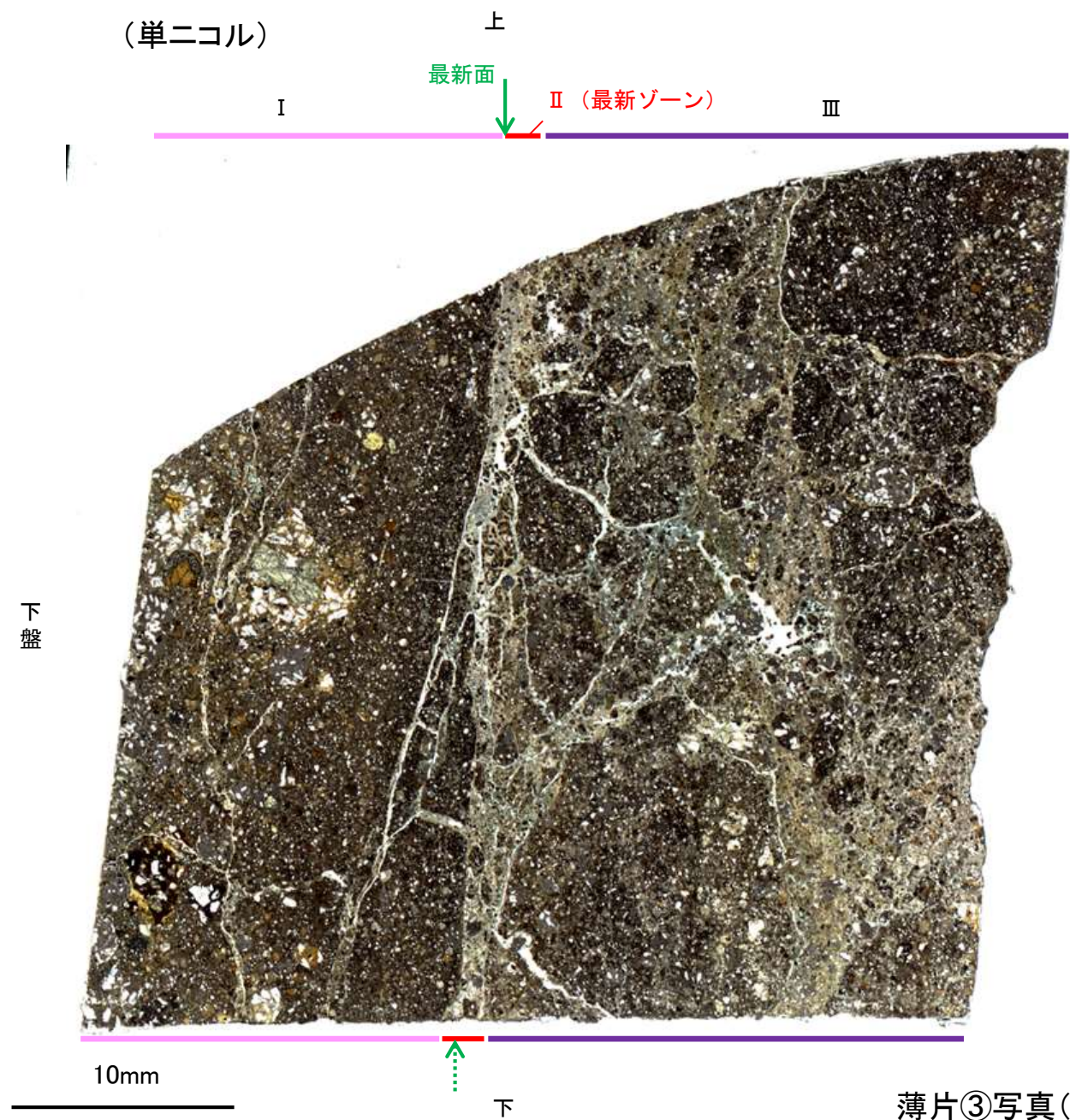
5.2.8 K-2 (1) G-1.5-80孔③ ー変質鉱物の分布(EPMA分析(マッピング))ー

○薄片②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。



5.2.8 K-2 (1) G-1.5-80孔③ —変質鉱物の分布(薄片観察)—

- 薄片③で実施した薄片観察や、薄片②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③写真(G-1.5-80_71R)

←… : 延長位置