

鉱物組成分析データ S-2・S-6 No.2トレンチ(北面) -薄片観察(TE2N-r)-

東

東

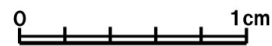
上

下 上

下



西



西



TE2N-r(直交ニコル 東西反転)

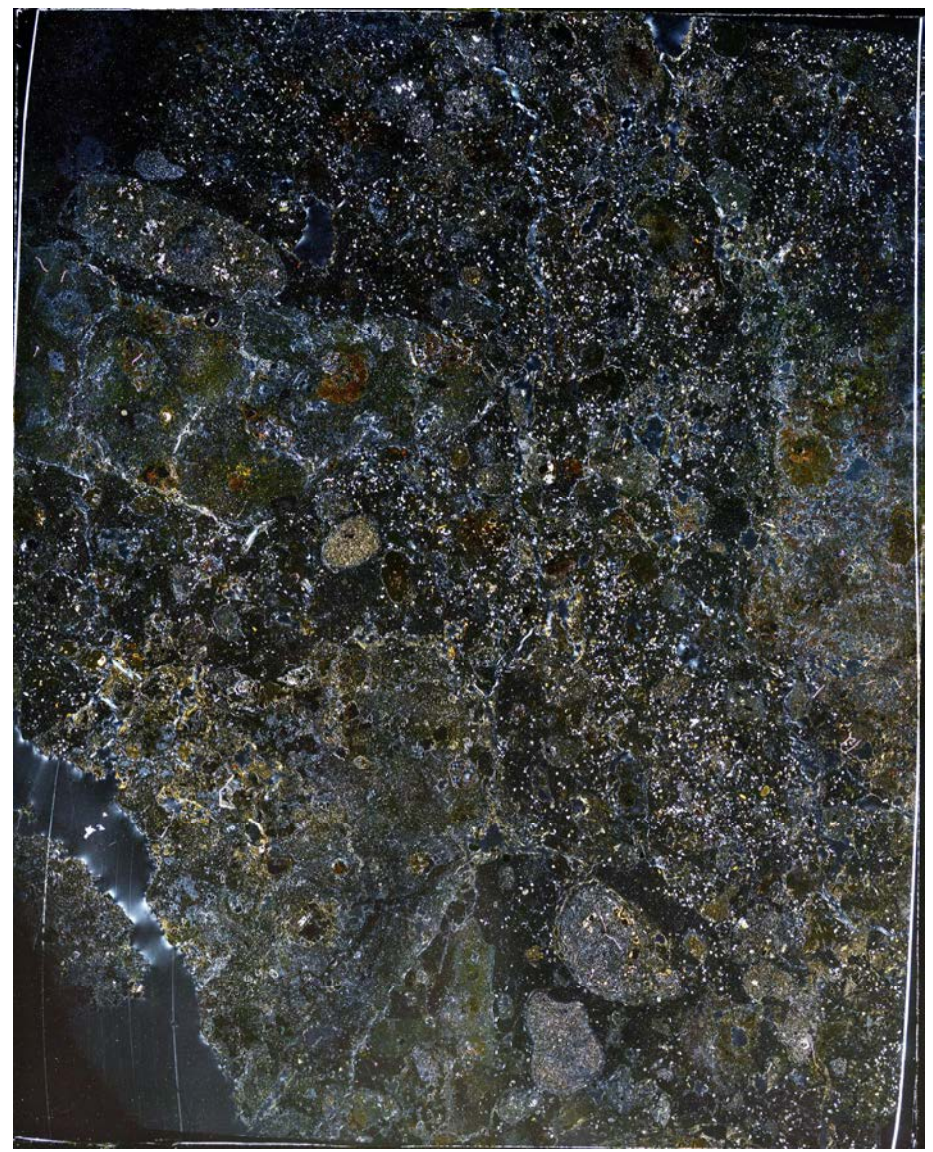
TE2N-r(直交ニコル 東西反転 礫等加筆)

鉱物組成分析データ S-2・S-6 No.2トレンチ(北面) —薄片観察(TE2N-s)—

東

東

上

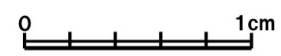


下 上

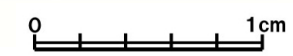


下

西



西



TE2N-s(直交ニコル 東西反転)

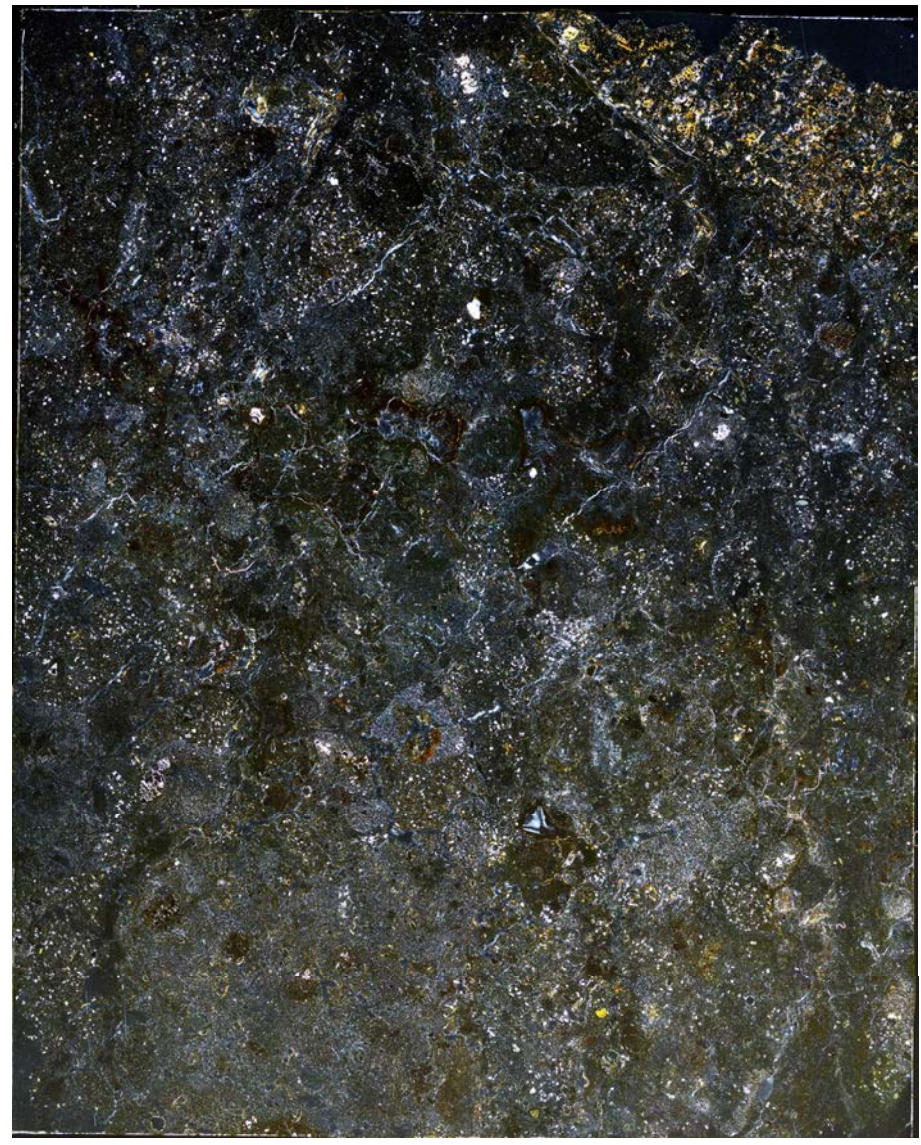
TE2N-s(直交ニコル 東西反転 礫等加筆)

鉱物組成分析データ S-2・S-6 No.2トレンチ(北面) -薄片観察(TE2N-t)-

東

東

上

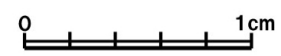


下 上

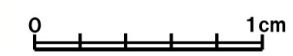


下

西



西



TE2N-t(直交ニコル 東西反転)

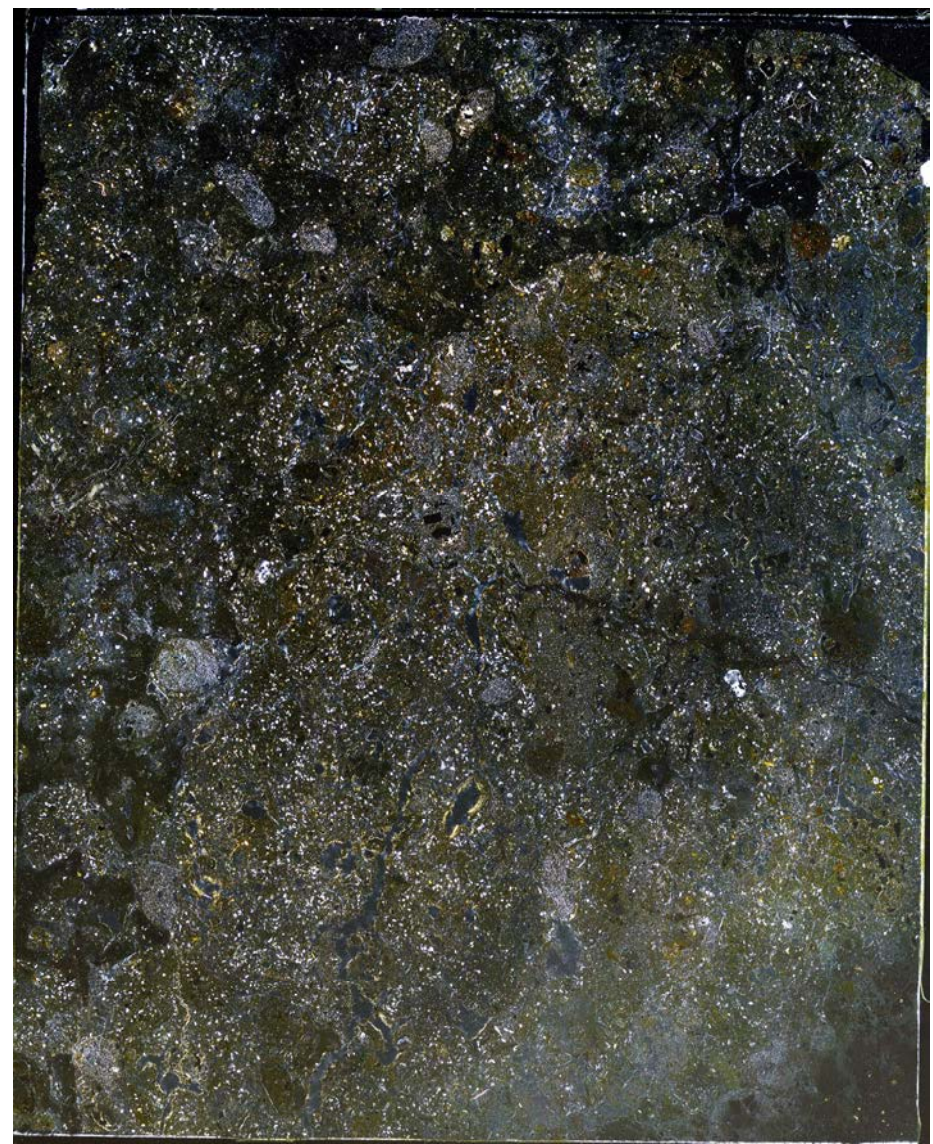
TE2N-t(直交ニコル 東西反転 礫等加筆)

鉱物組成分析データ S-2・S-6 No.2トレンチ(北面) -薄片観察(TE2N-u) -

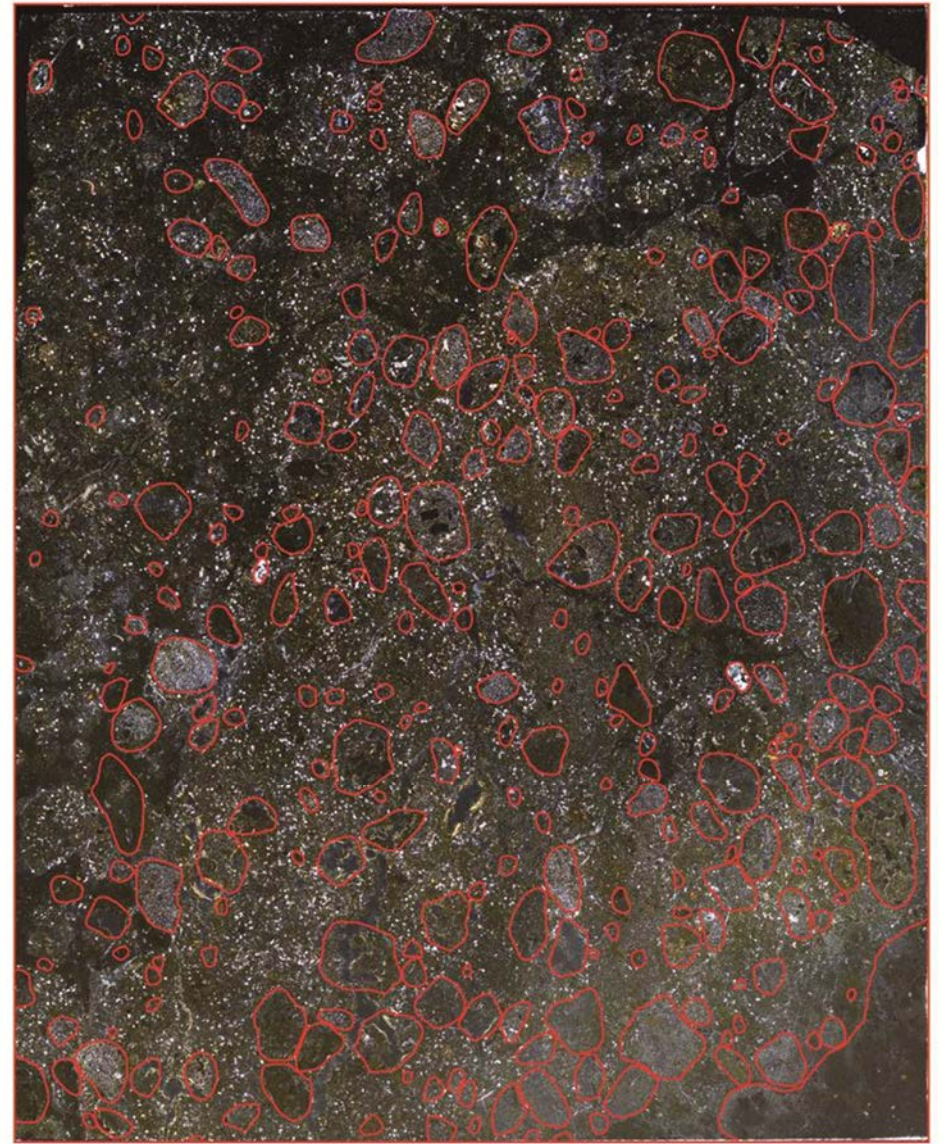
東

東

上

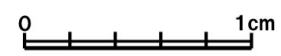


下 上

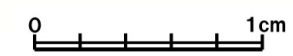


下

西



西



TE2N-u(直交ニコル 東西反転)

TE2N-u(直交ニコル 東西反転 礫等加筆)

鉍物組成分析データ S-2・S-6 No.2トレンチ(南面) -薄片観察(TE2S-a) -

西

西

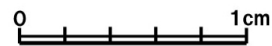
上

下 上

下



東



東



TE2S-a(直交ニコル 東西反転)

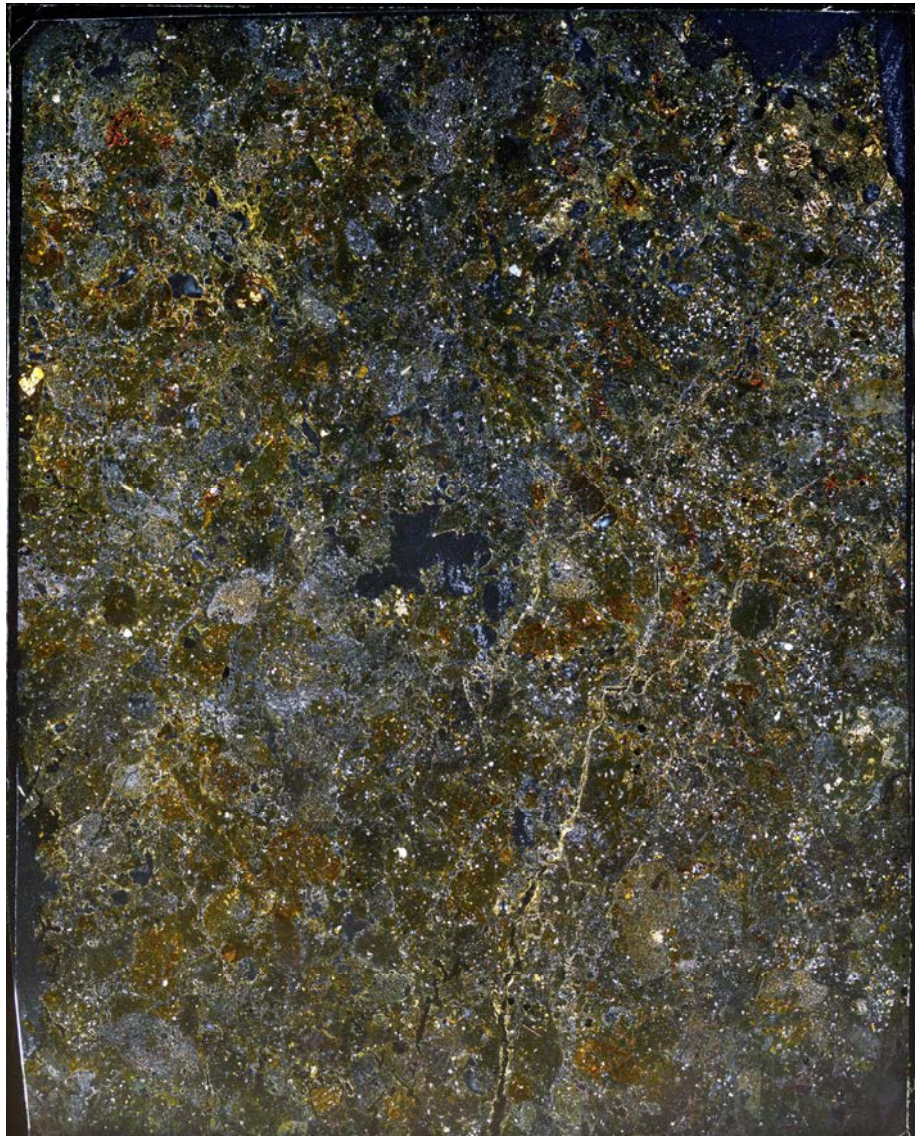
TE2S-a(直交ニコル 東西反転 礫等加筆)

鉱物組成分析データ S-2・S-6 No.2トレンチ(南面) -薄片観察(TE2S-b)-

西

西

上

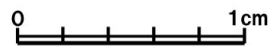


下 上



下

東



東



TE2S-b(直交ニコル 東西反転)

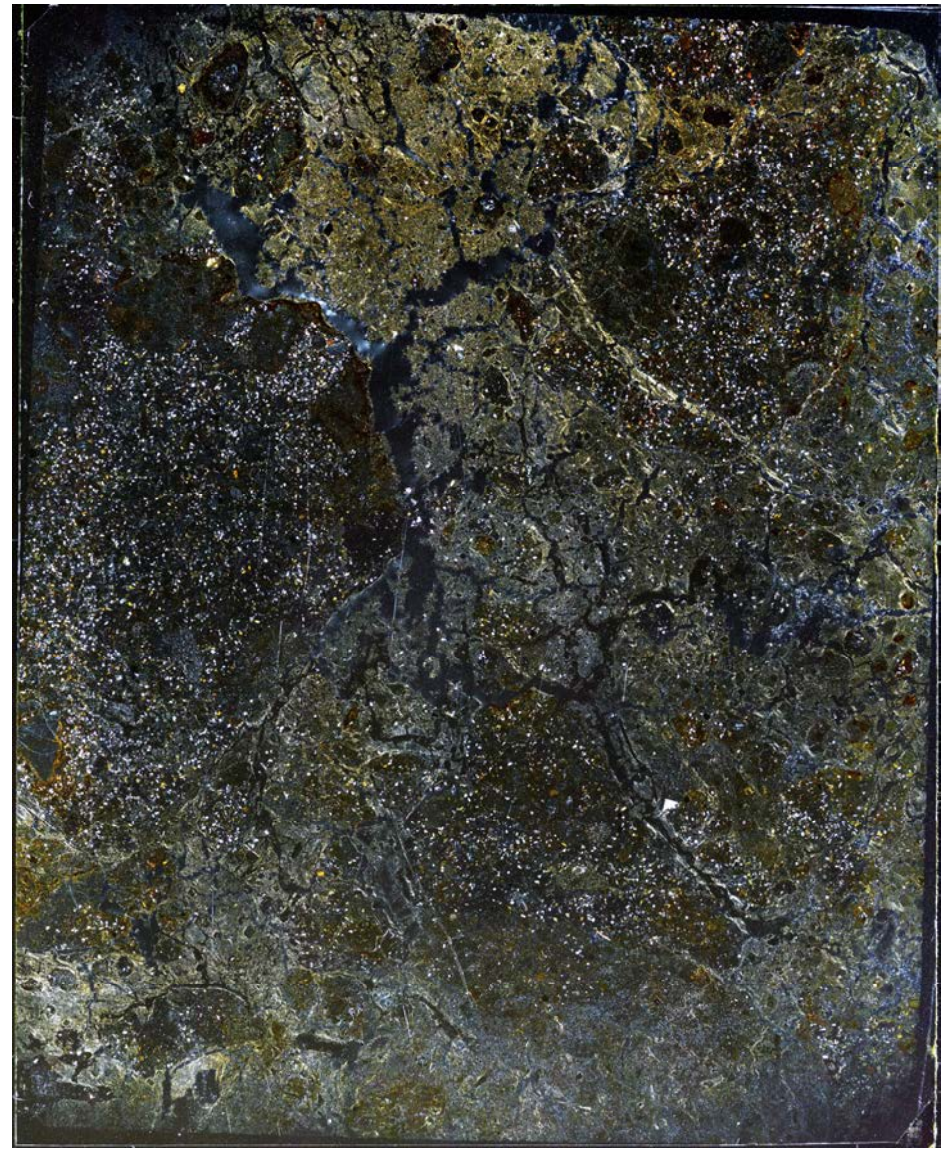
TE2S-b(直交ニコル 東西反転 礫等加筆)

鉱物組成分析データ S-2・S-6 No.2トレンチ(南面) -薄片観察(TE2S-c) -

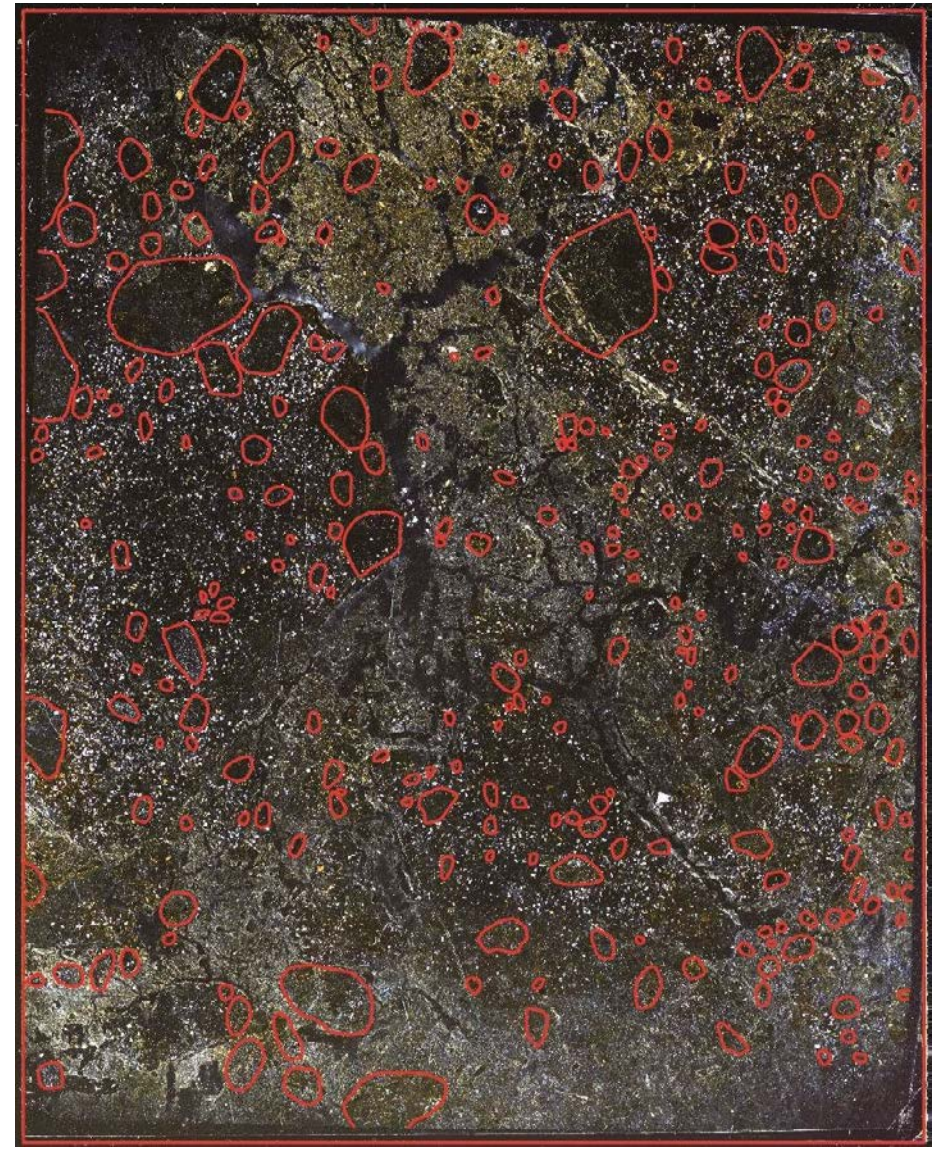
西

西

上

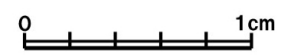


下上

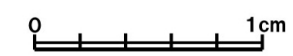


下

東



東



TE2S-c(直交ニコル 東西反転)

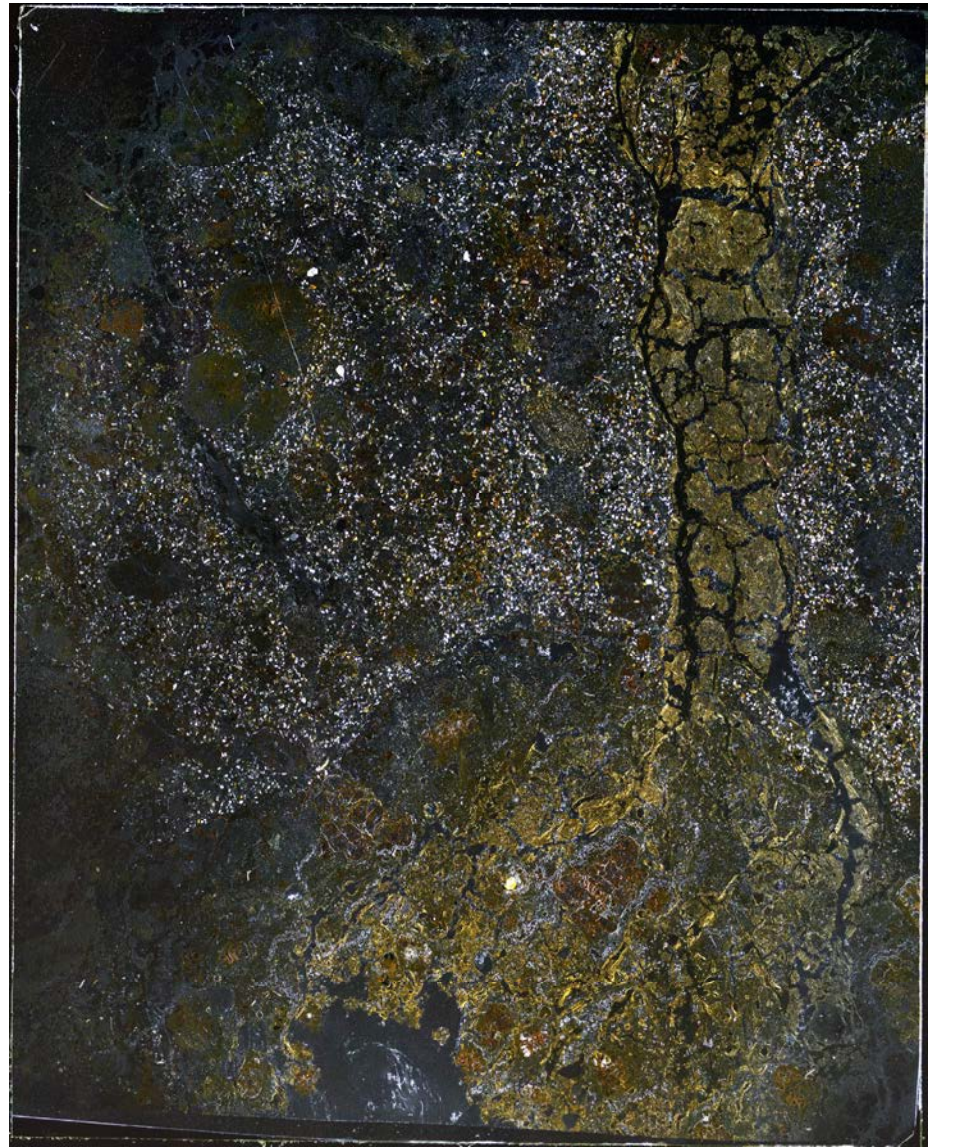
TE2S-c(直交ニコル 東西反転 礫等加筆)

鉱物組成分析データ S-2・S-6 No.2トレンチ(南面) -薄片観察(TE2S-d) -

西

西

上

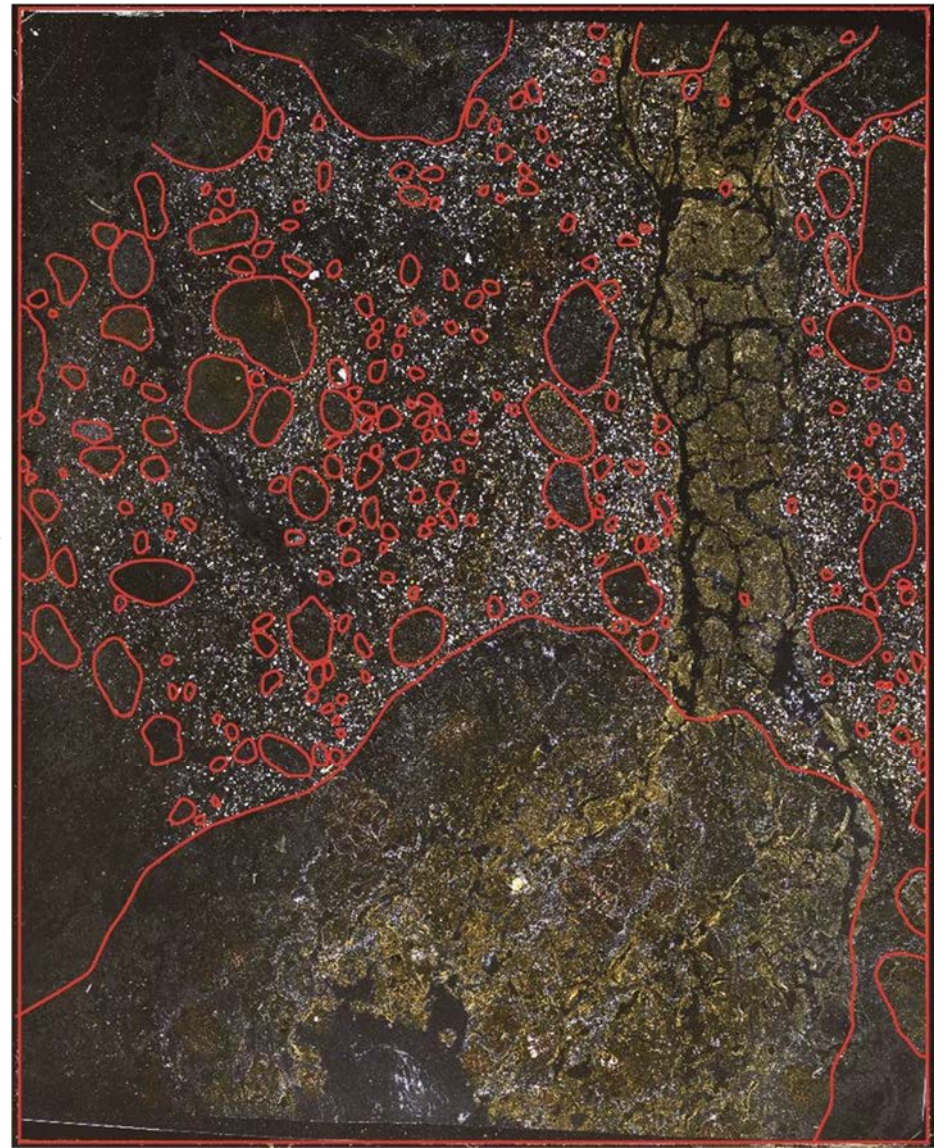


東

0 1cm

TE2S-d(直交ニコル 東西反転)

下上



下

東

0 1cm

TE2S-d(直交ニコル 東西反転 礫等加筆)

鉱物組成分析データ S-2・S-6 No.2トレンチ(南面) -薄片観察(TE2S-e) -

西

西

上

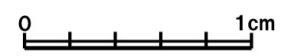


下上



下

東



東



TE2S-e(直交ニコル 東西反転)

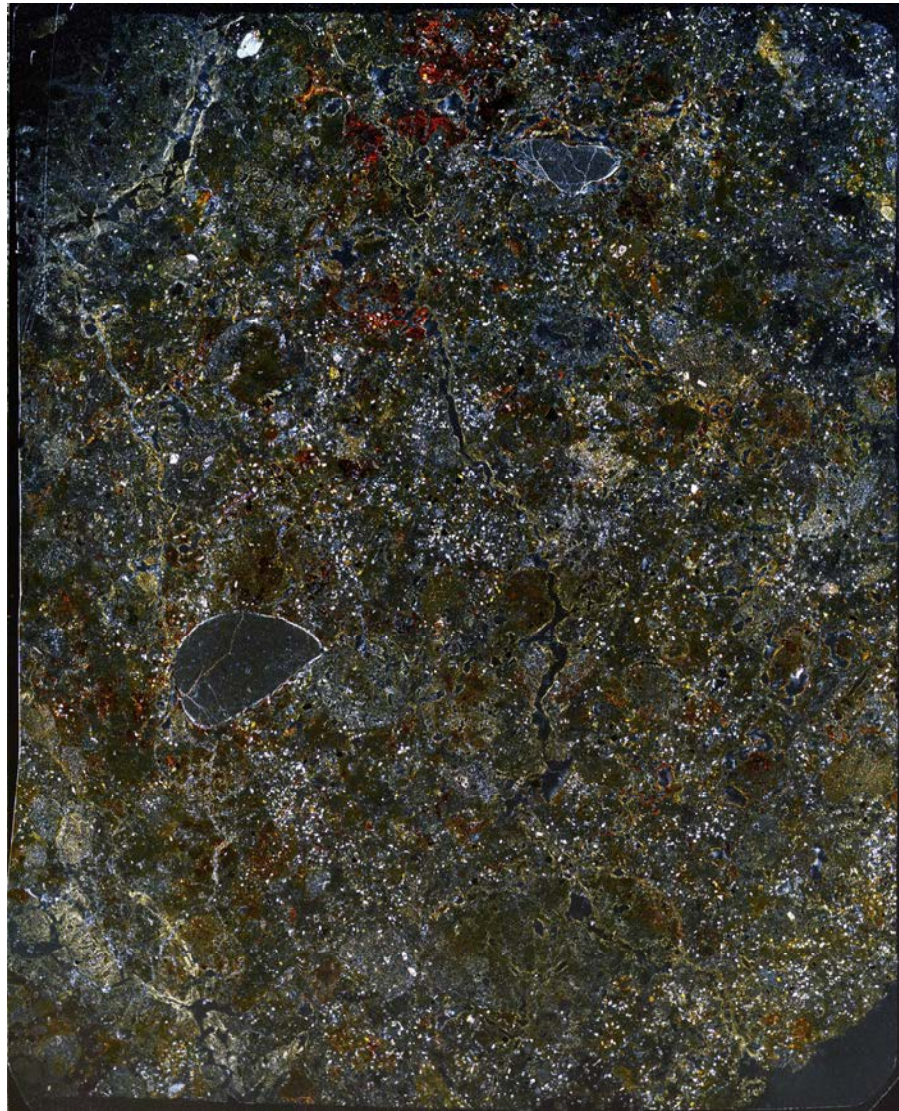
TE2S-e(直交ニコル 東西反転 礫等加筆)

鉱物組成分析データ S-2・S-6 No.2トレンチ(南面) -薄片観察(TE2S-f) -

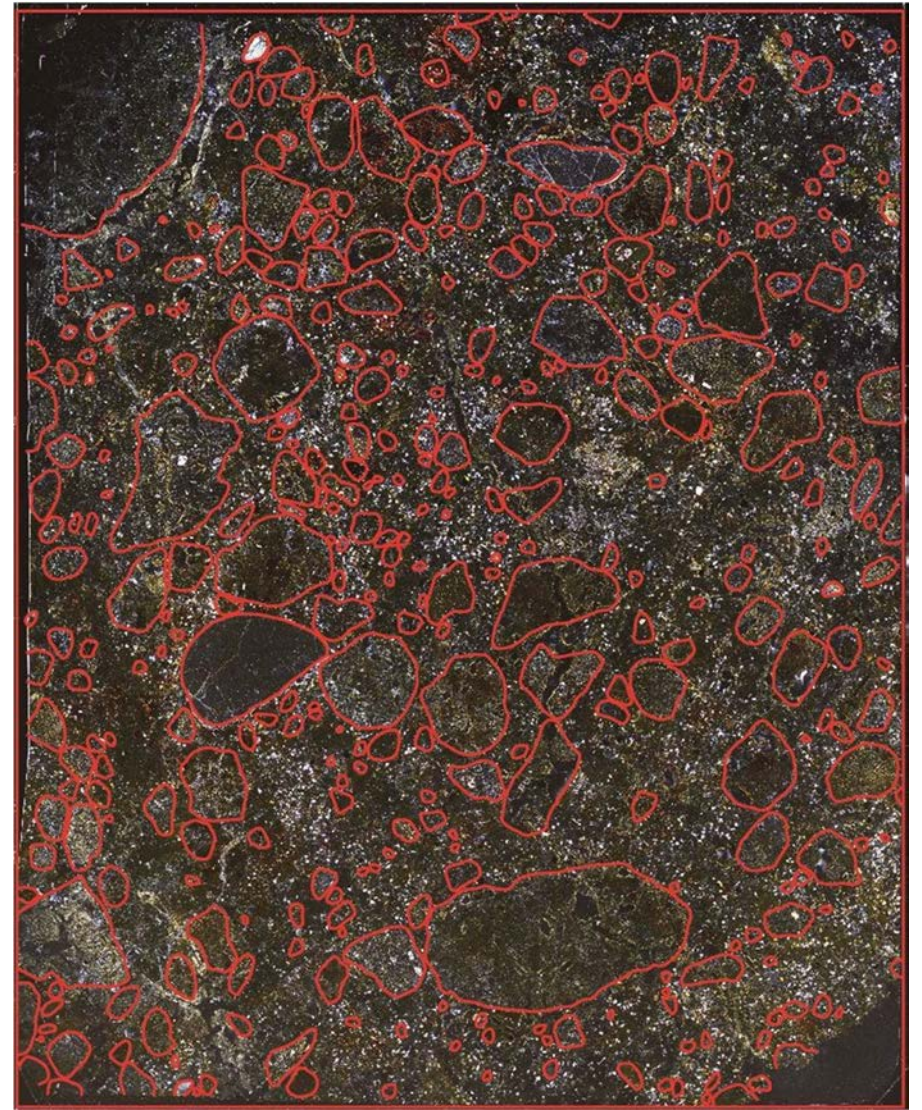
西

西

上

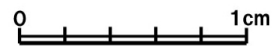


下 上



下

東



東



TE2S-f(直交ニコル 東西反転)

TE2S-f(直交ニコル 東西反転 礫等加筆)

鉍物組成分析データ S-2・S-6 No.2トレンチ(南面) -薄片観察(TE2S-g) -

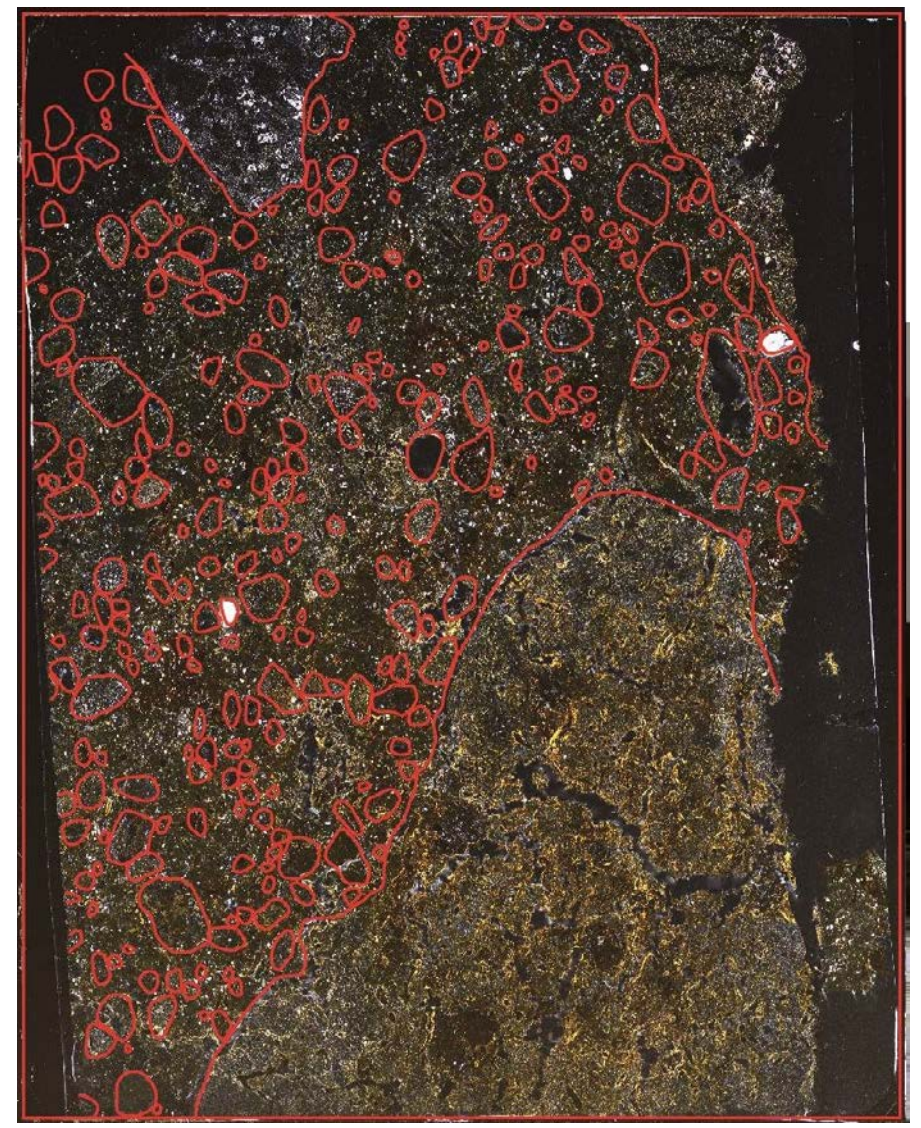
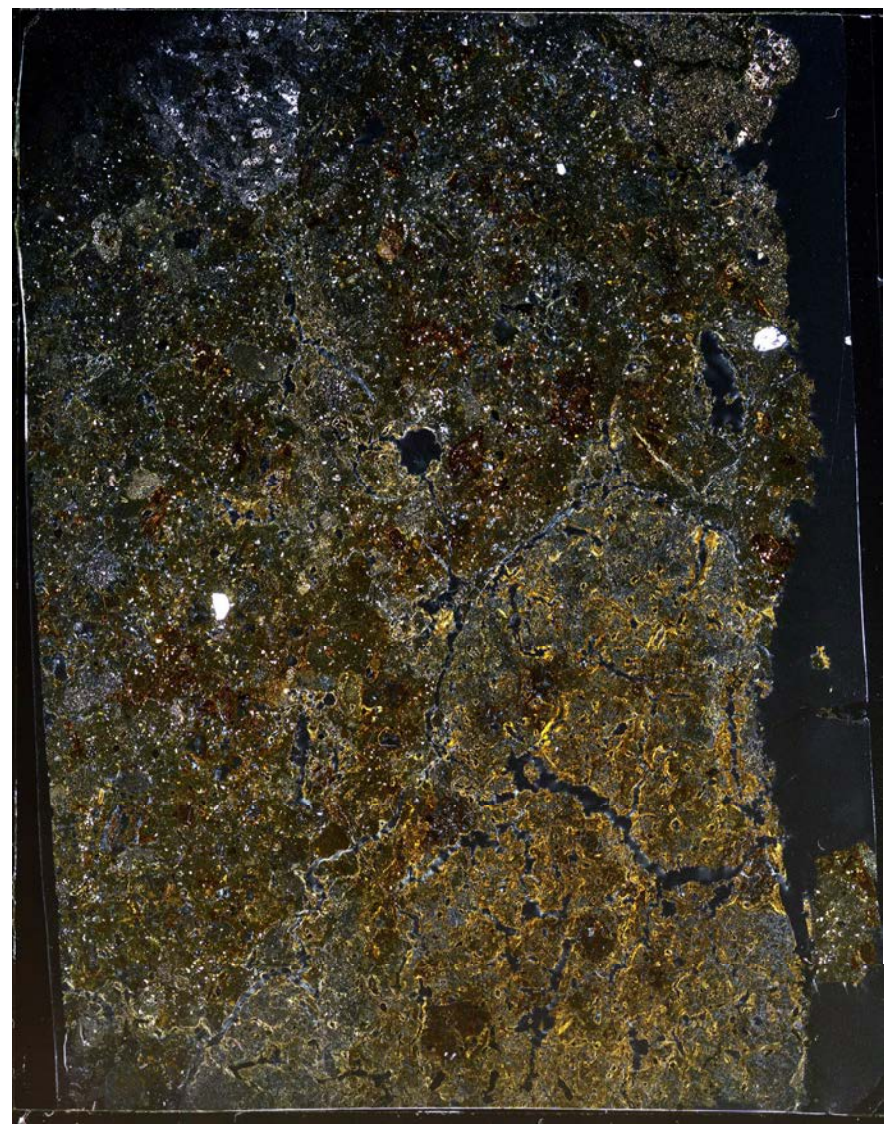
西

西

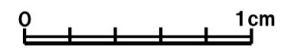
上

下上

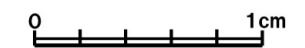
下



東



東



TE2S-g(直交ニコル 東西反転)

TE2S-g(直交ニコル 東西反転 礫等加筆)

鉱物組成分析データ S-2・S-6 No.2トレンチ(南面) -薄片観察(TE2S-h)-

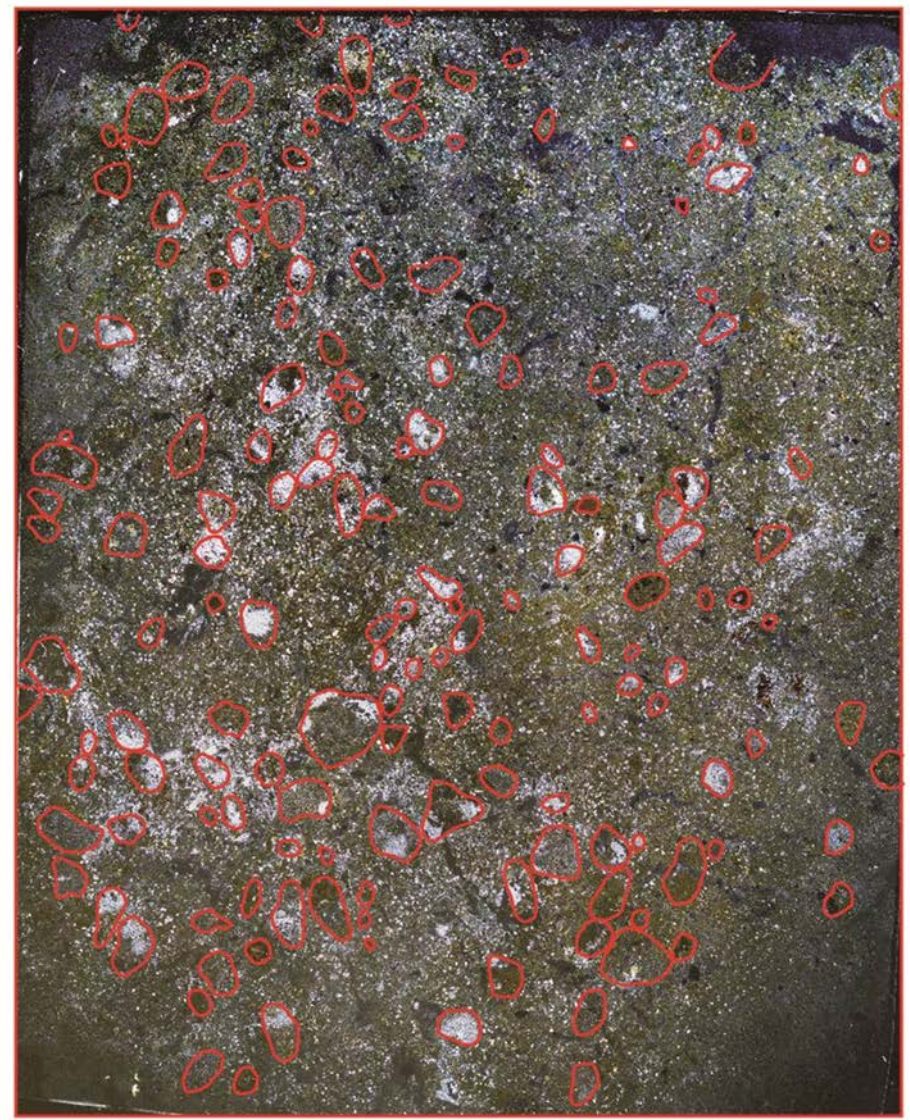
西

西

上

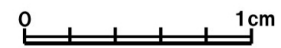


下上

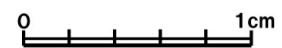


下

東



東



TE2S-h(直交ニコル 東西反転)

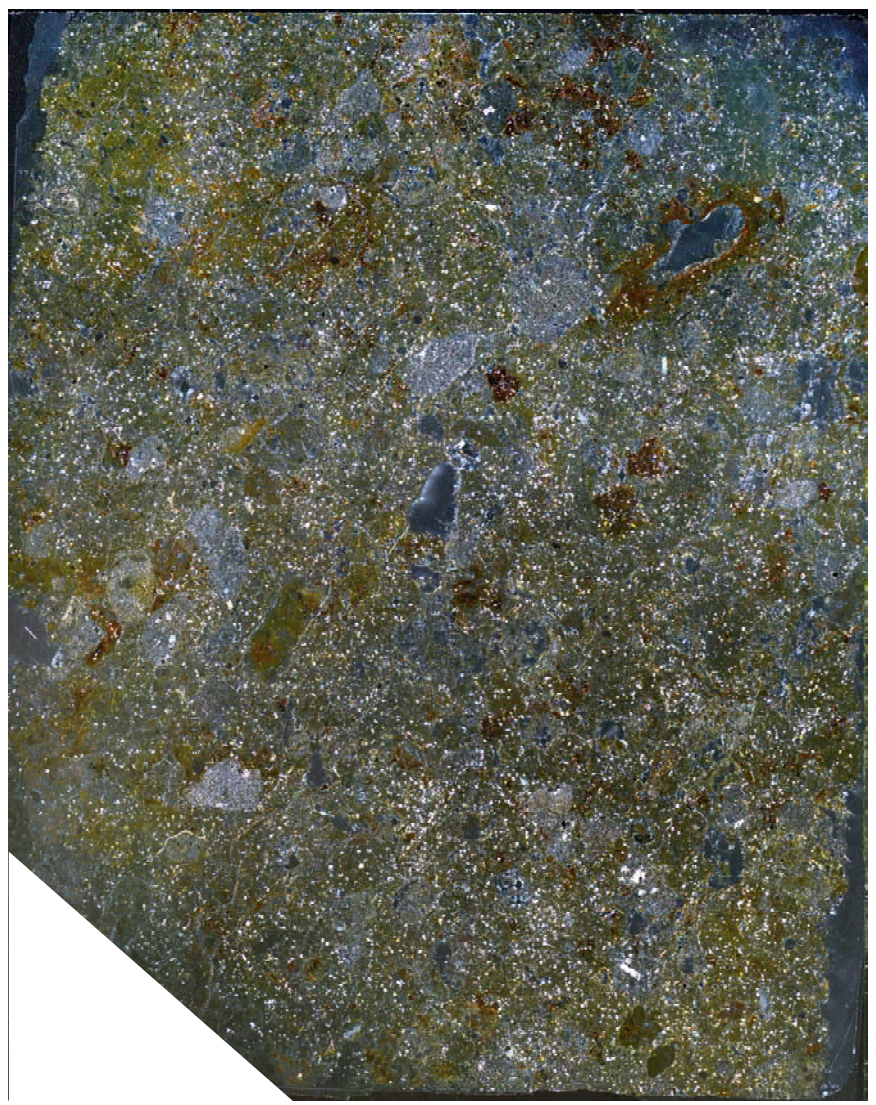
TE2S-h(直交ニコル 東西反転 礫等加筆)

鉱物組成分析データ S-2・S-6 No.2トレンチ(南面) -薄片観察(TE2S-i)-

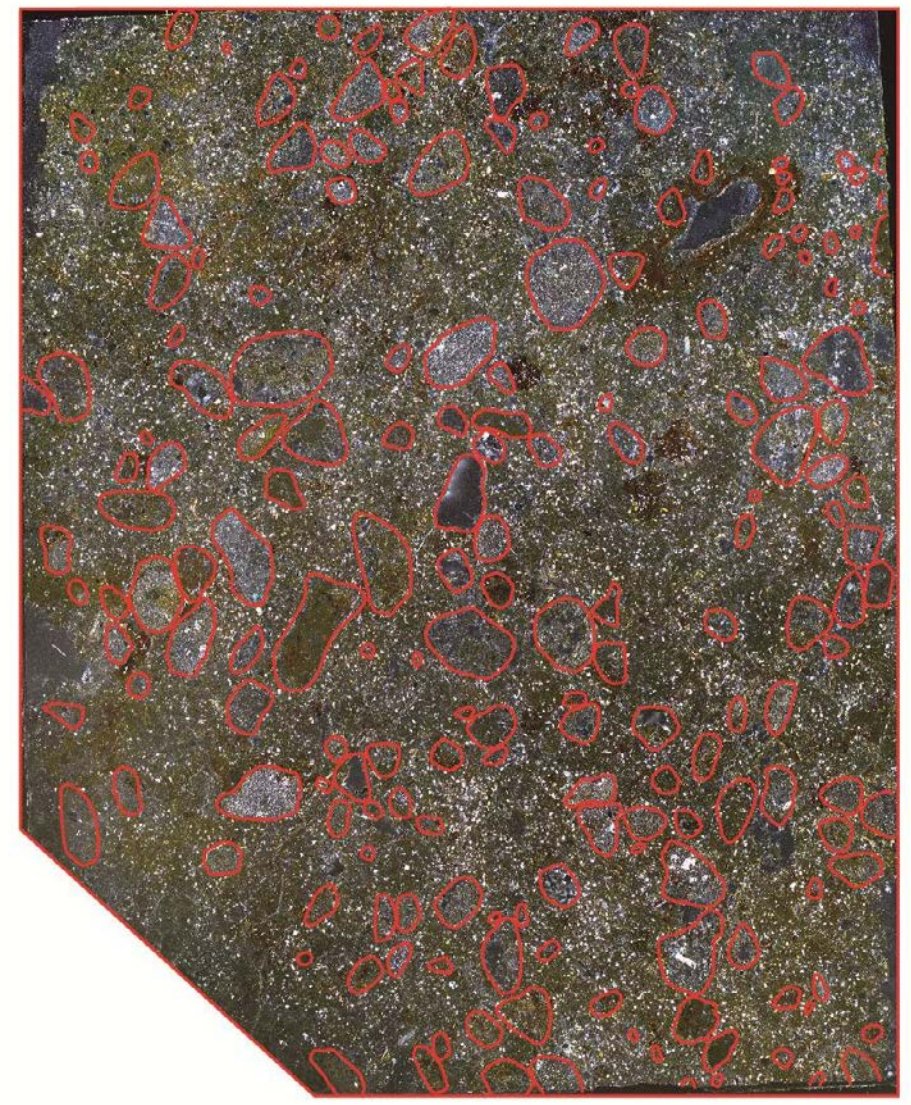
西

西

上

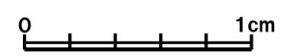


下上

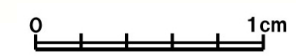


下

東



東



TE2S-i(直交ニコル 東西反転)

TE2S-i(直交ニコル 東西反転 礫等加筆)

鉱物組成分析データ S-2・S-6 No.2トレンチ(南面) -薄片観察(TE2S-j) -

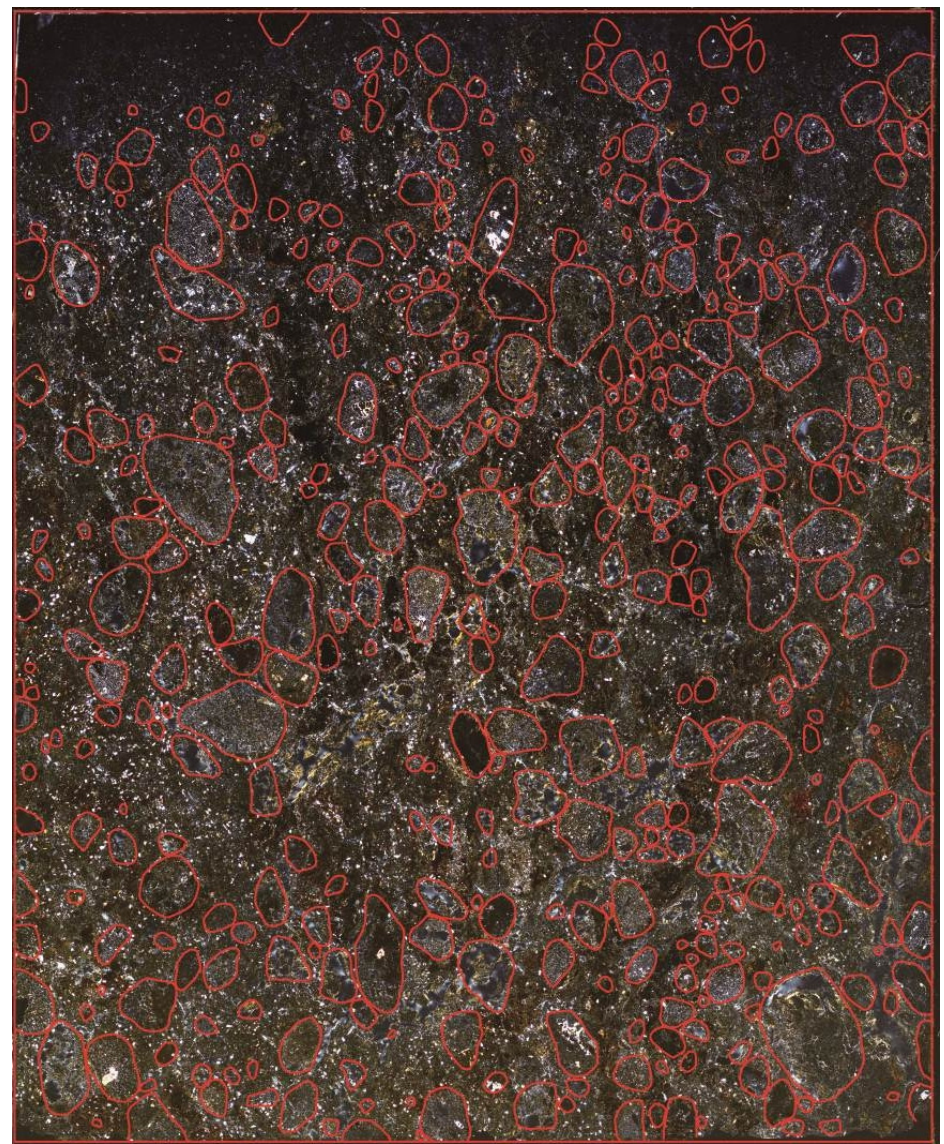
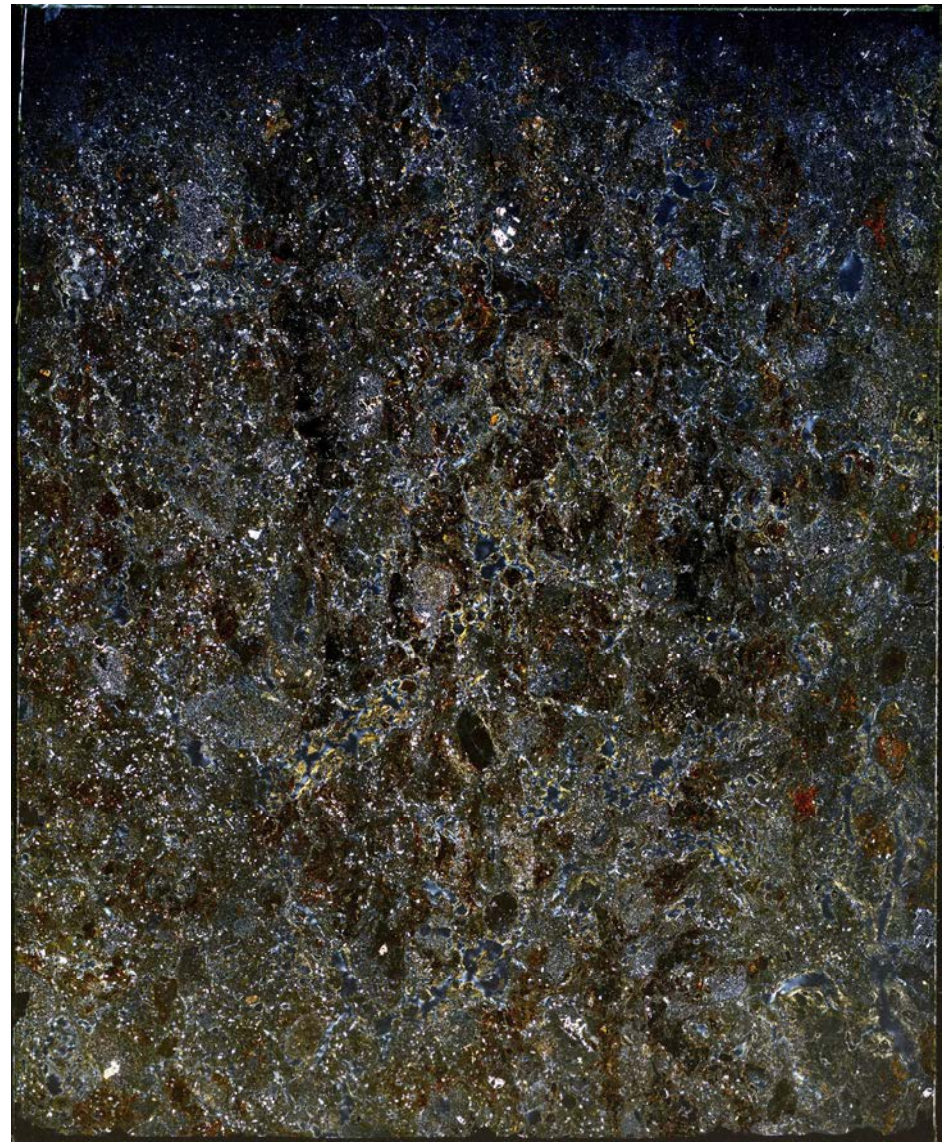
西

西

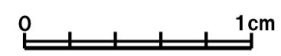
上

上

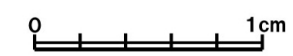
下



東



東



TE2S-j(直交ニコル 東西反転)

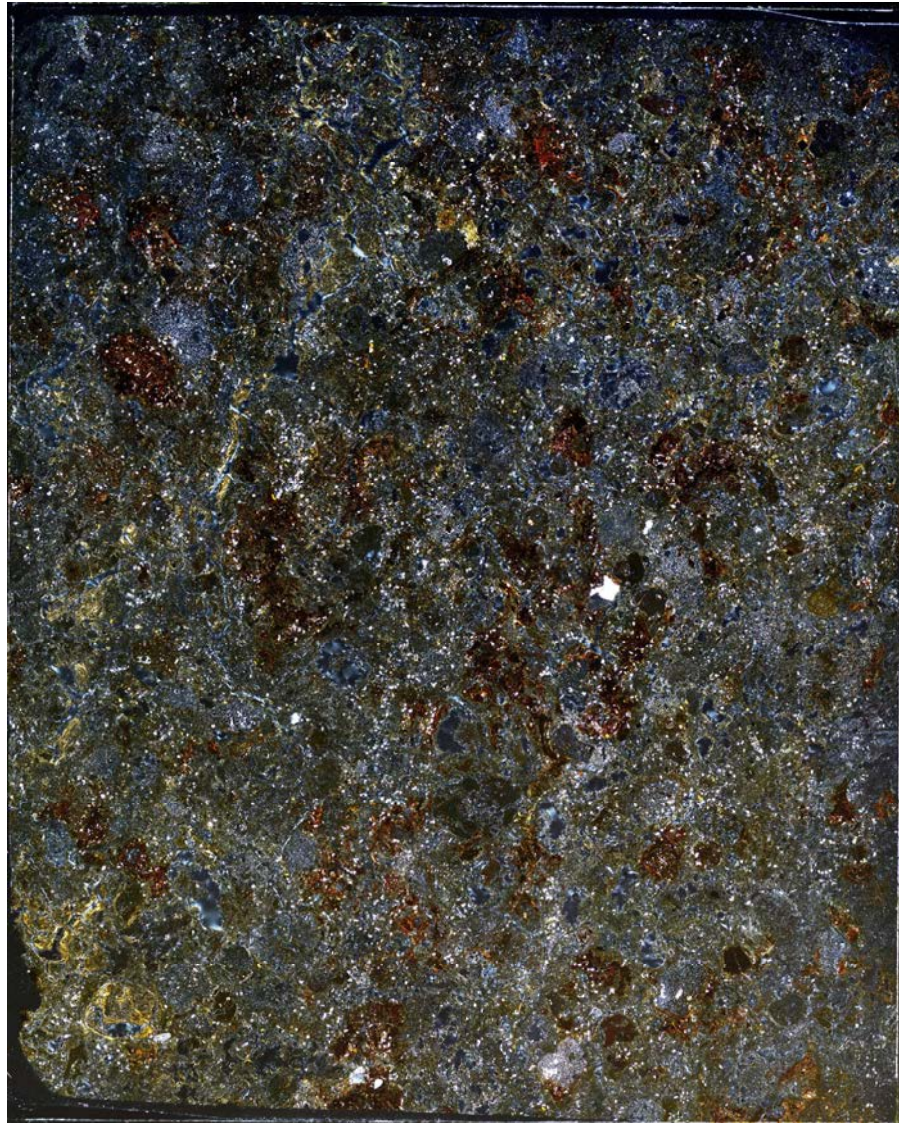
TE2S-j(直交ニコル 東西反転 礫等加筆)

鉱物組成分析データ S-2・S-6 No.2トレンチ(南面) -薄片観察(TE2S-k) -

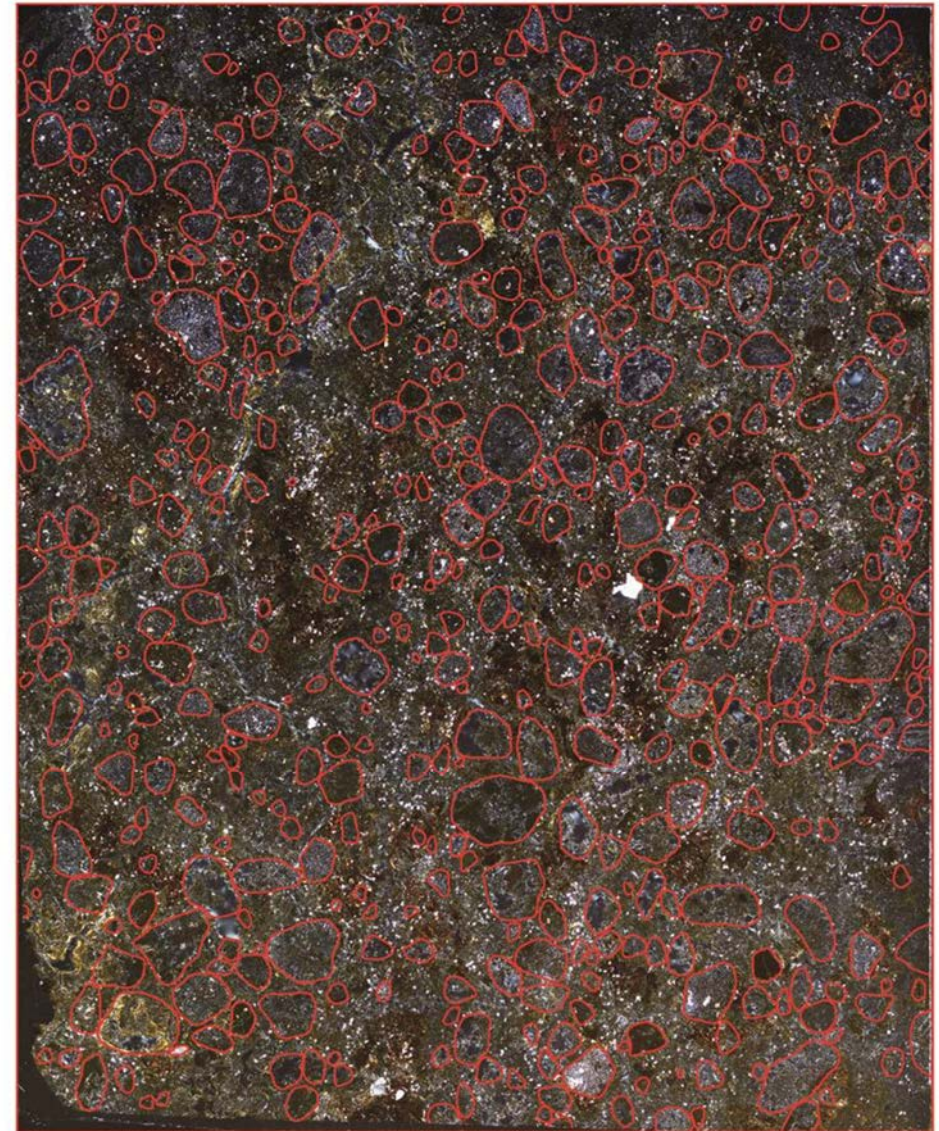
西

西

上

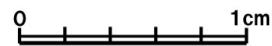


下 上



下

東



東



TE2S-k(直交ニコル 東西反転)

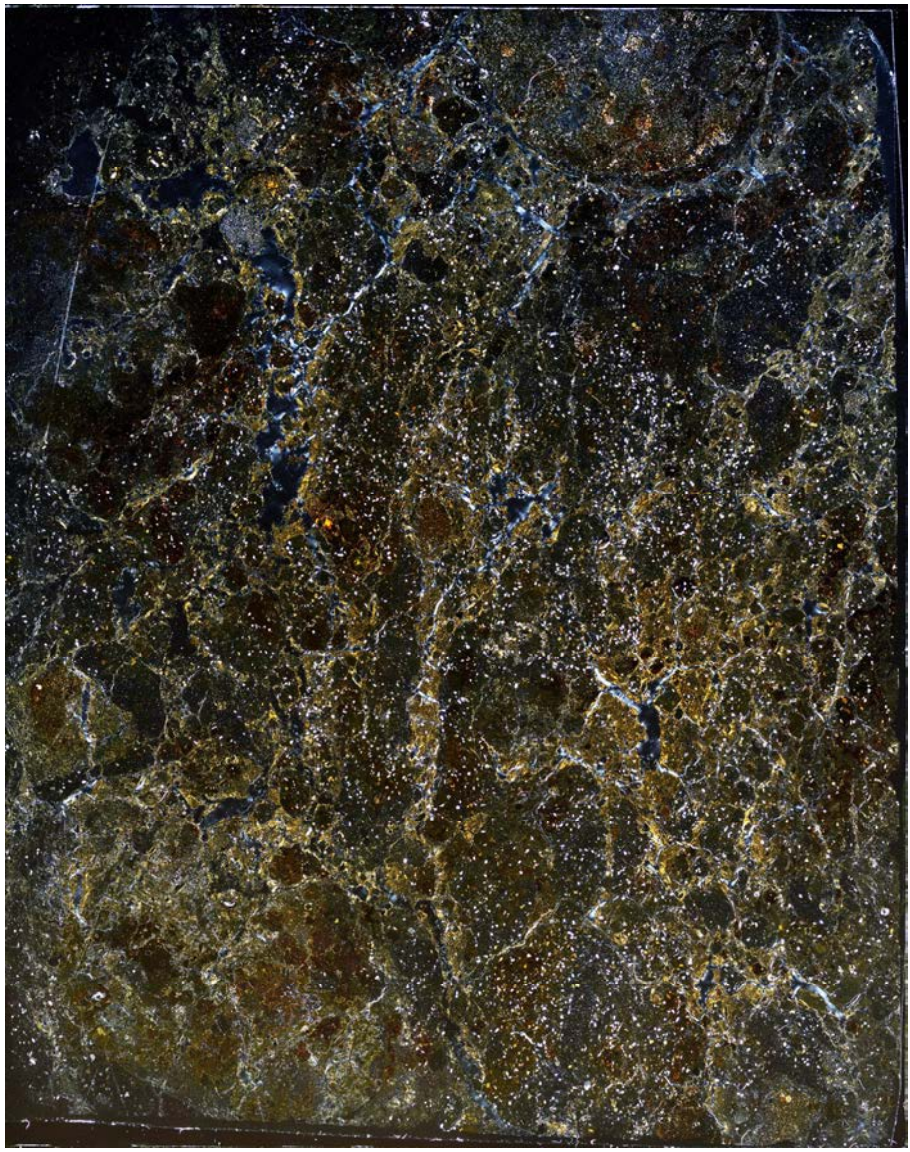
TE2S-k(直交ニコル 東西反転 礫等加筆)

鉱物組成分析データ S-2・S-6 No.2トレンチ(南面) -薄片観察(TE2S-I)-

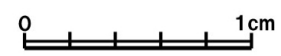
西

西

上



東

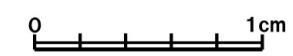


TE2S-I(直交ニコル 東西反転)

下上



東



TE2S-I(直交ニコル 東西反転 礫等加筆)

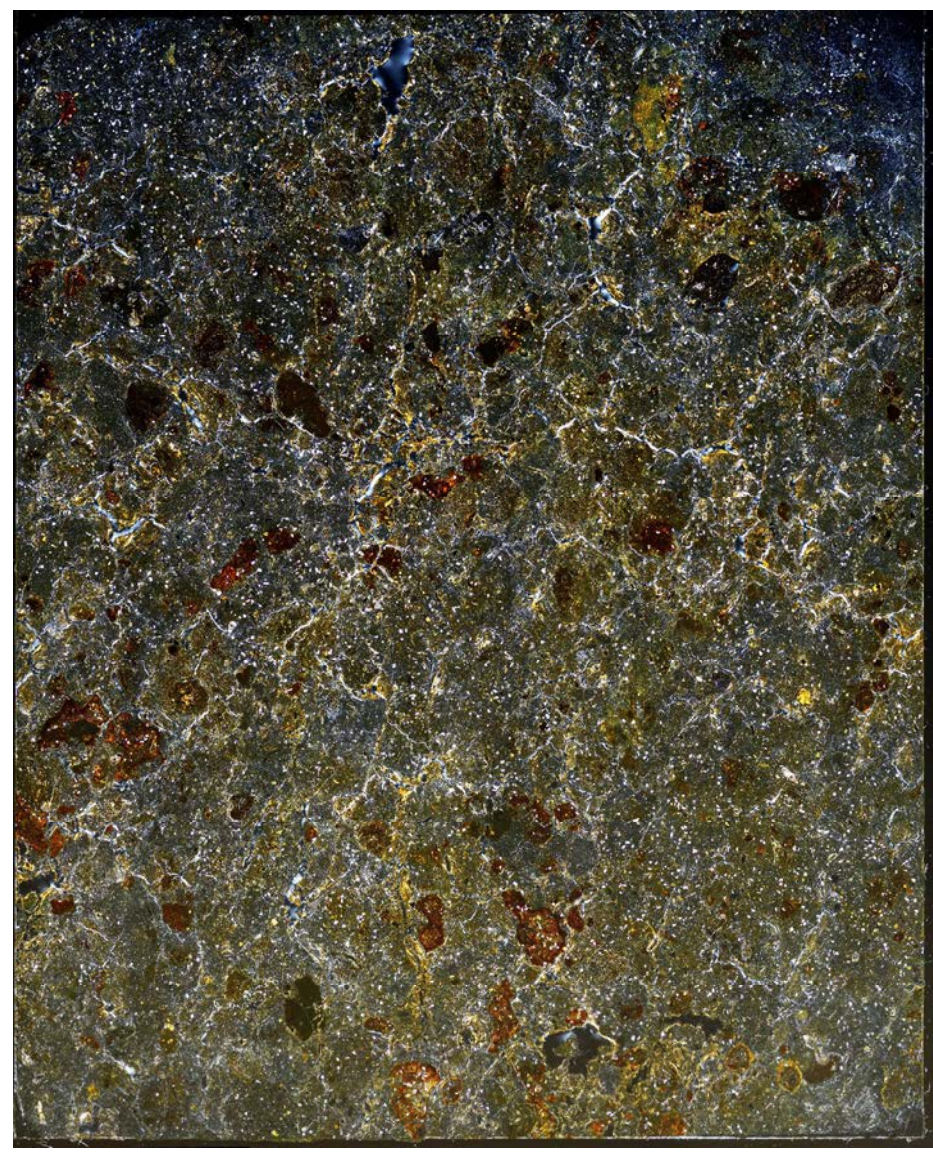
下

鉱物組成分析データ S-2・S-6 No.2トレンチ(南面) ー薄片観察(TE2S-m)ー

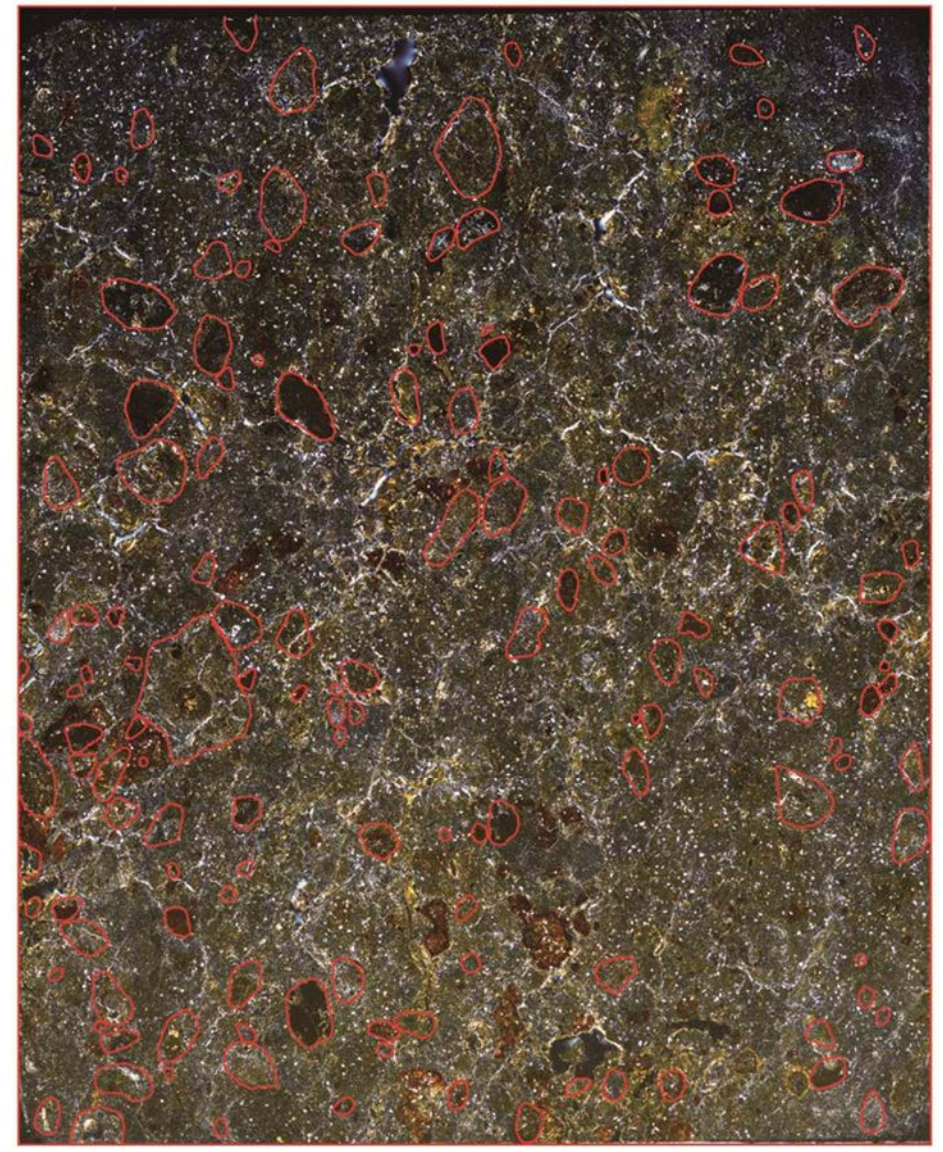
西

西

上

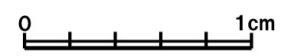


下 上

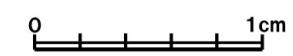


下

東



東

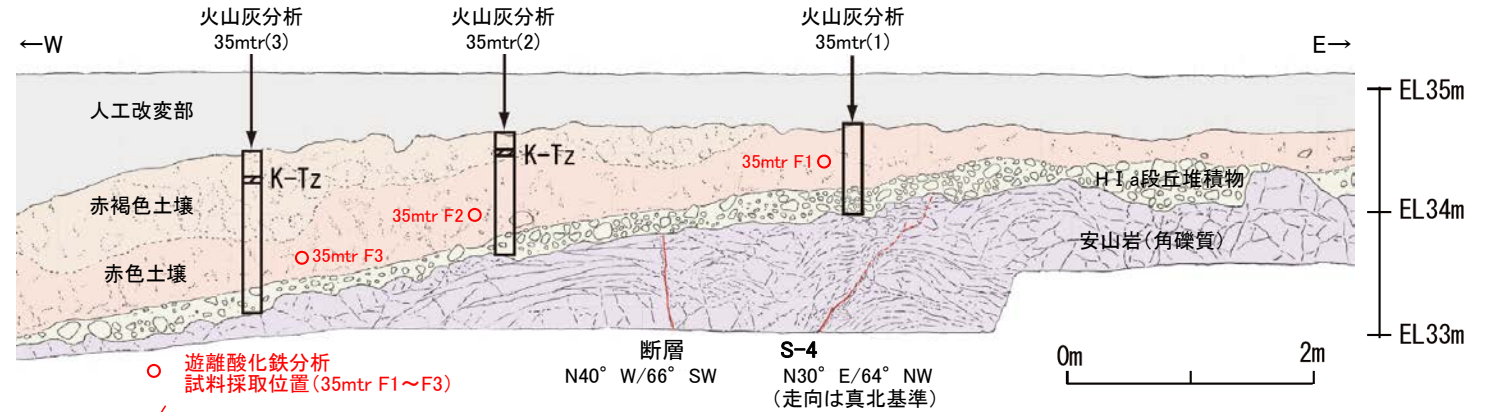


TE2S-m(直交ニコル 東西反転)

TE2S-m(直交ニコル 東西反転 礫等加筆)

(4) 遊離酸化鐵分析結果

遊離酸化鉄分析結果 35m盤トレンチ



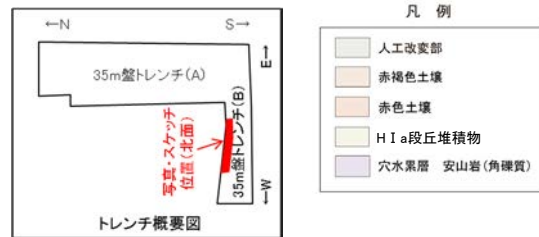
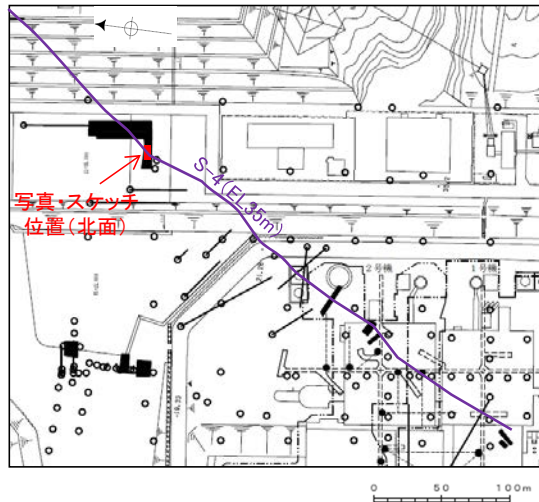
○ 遊離酸化鉄分析
試料採取位置(35mtr F1~F3)

— 主せん断面
- - - 不明瞭な主せん断面

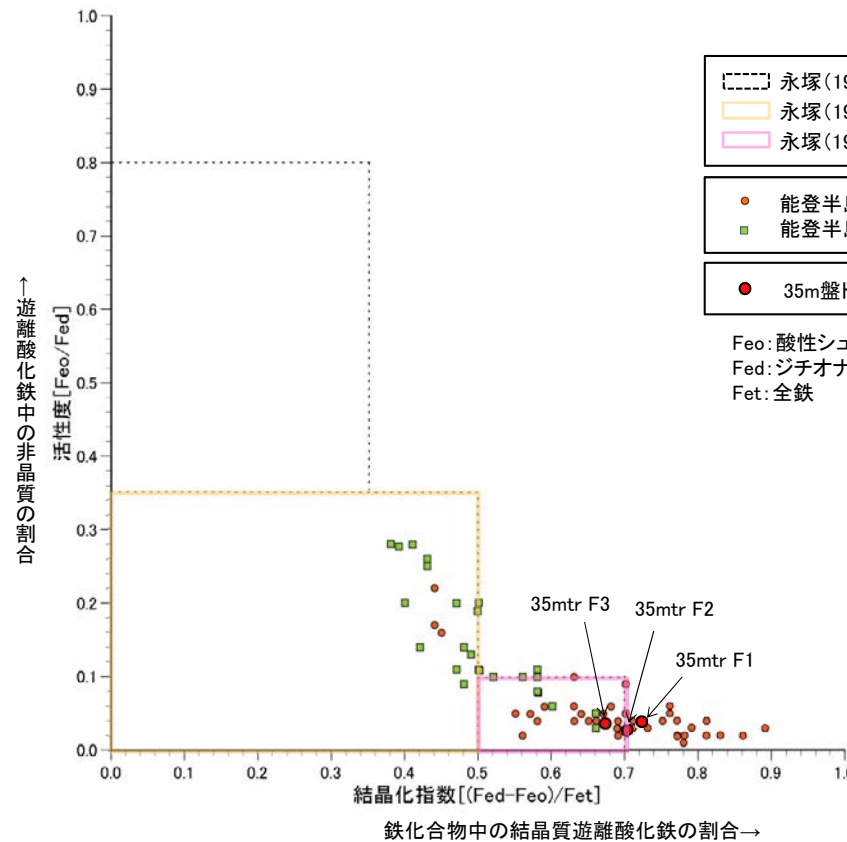
遊離酸化鉄分析 試料採取位置
(35m盤トレンチ(B) 北面)

テフラの年代(町田・新井, 2011)

K-Tz: 9.5万年前

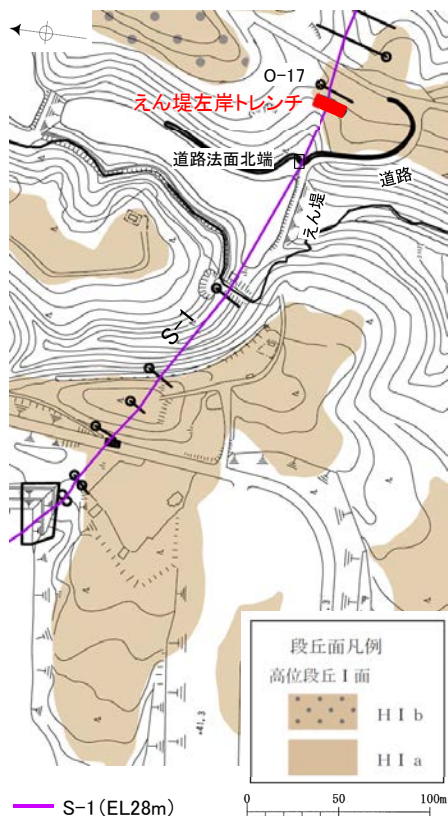


位置図

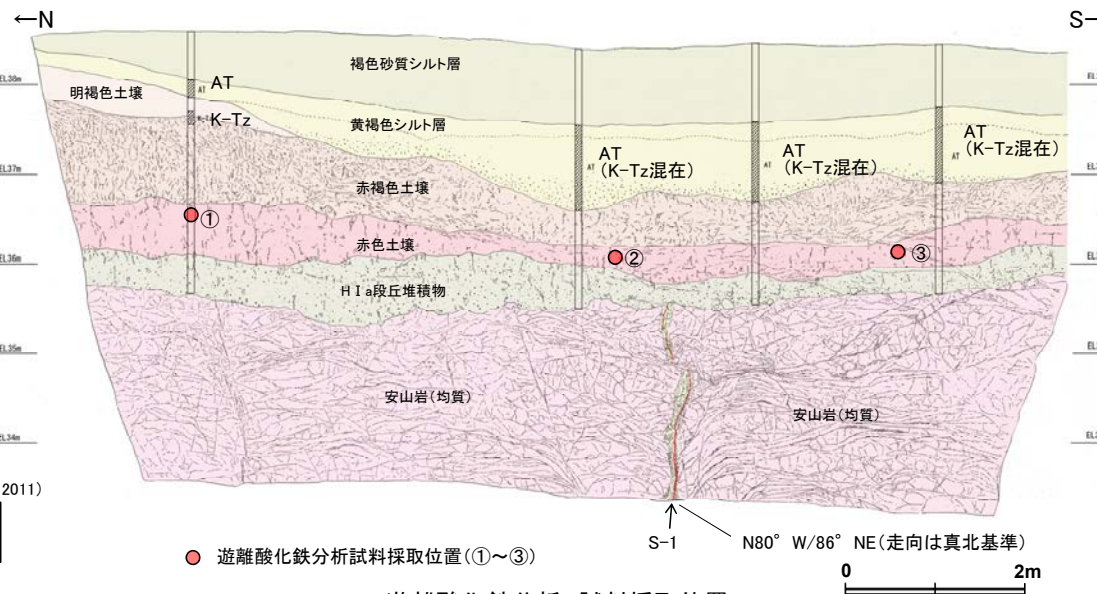


遊離酸化鉄分析結果

遊離酸化鉄分析結果 えん堤左岸トレンチ



位置図

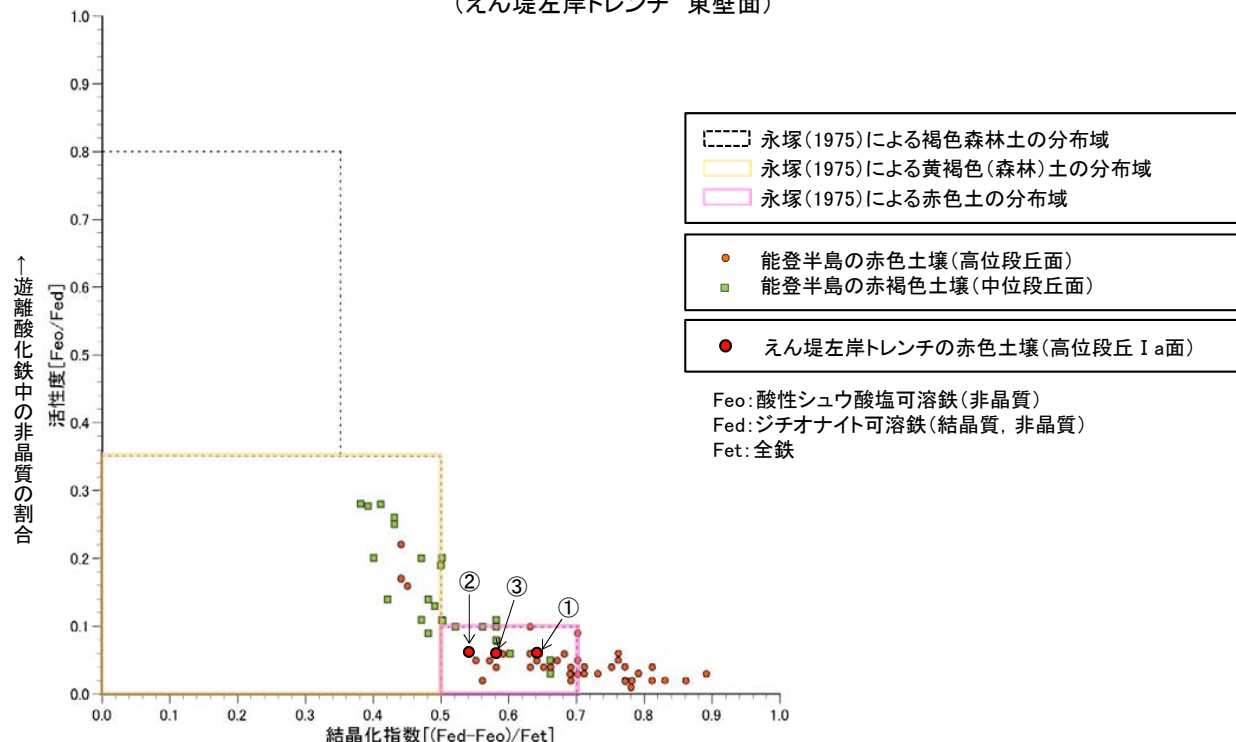


テフラの年代(町田・新井, 2011)

AT: 2.8万~3万年前
K-Tz: 9.5万年前

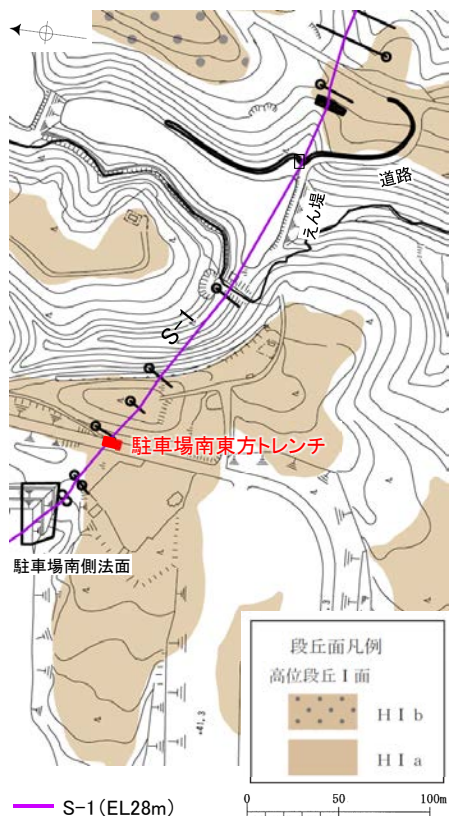
● 遊離酸化鉄分析試料採取位置(①~③)

遊離酸化鉄分析 試料採取位置
(えん堤左岸トレンチ 東壁面)

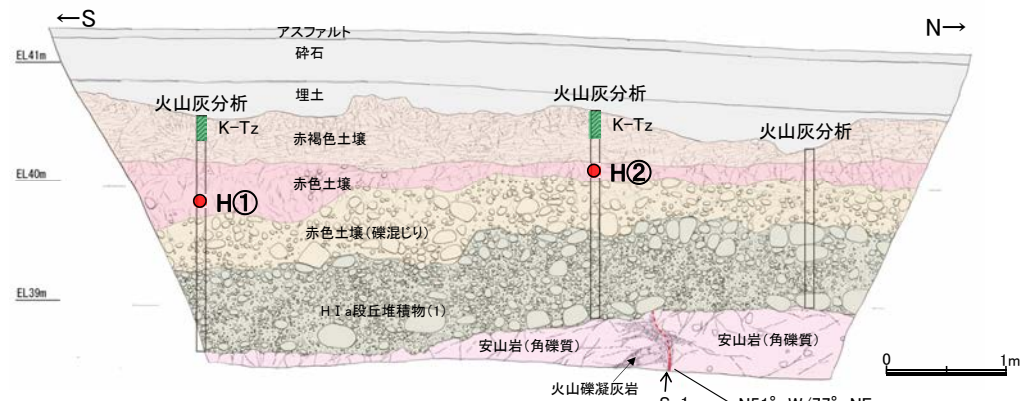


鉄化合物中の結晶質遊離酸化鉄の割合→
遊離酸化鉄分析結果

遊離酸化鉄分析結果 駐車場南東方トレンチ



位置図

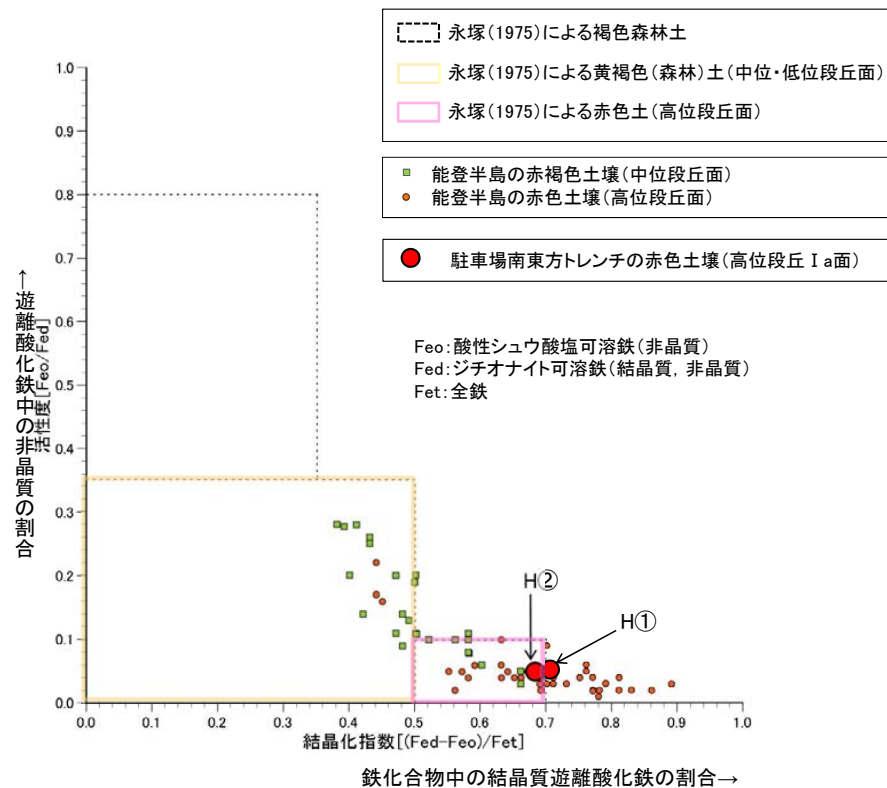


テフラの年代(町田・新井, 2011)

K-Tz: 9.5万年前

遊離酸化鉄分析 試料採取位置
(駐車場南東方トレンチ 西壁面※)

※: 第597回審査会合資料において記載
があった「東壁面」を「西壁面」に修正



遊離酸化鉄分析結果

(5) 中位段丘 I 面にステージ5cの段丘堆積物が
混在しないことに関する検討

中位段丘 I 面にステージ5cの段丘堆積物が混在しないことに関する検討

■海水準変動曲線を用いて、中位段丘 I 面(ステージ5eに形成)の分布高度と、ステージ5cの旧汀線高度について比較した。

【検討フロー】

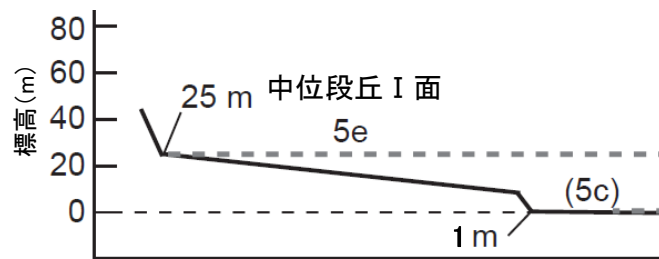
(1) 敷地付近の中位段丘 I 面の分布高度に基づくステージ5e以降の平均隆起速度の算出

・平均隆起速度 $(25\text{m} - 3\text{m}) / 124\text{kyr} = 0.18 \text{ mm/yr}$

(2) (1)に基づくステージ5cの旧汀線高度の算出

・ステージ5cの旧汀線高度 $(0.18\text{mm/yr} \times 101\text{kyr}) - 17\text{m} = 1 \text{ m}$

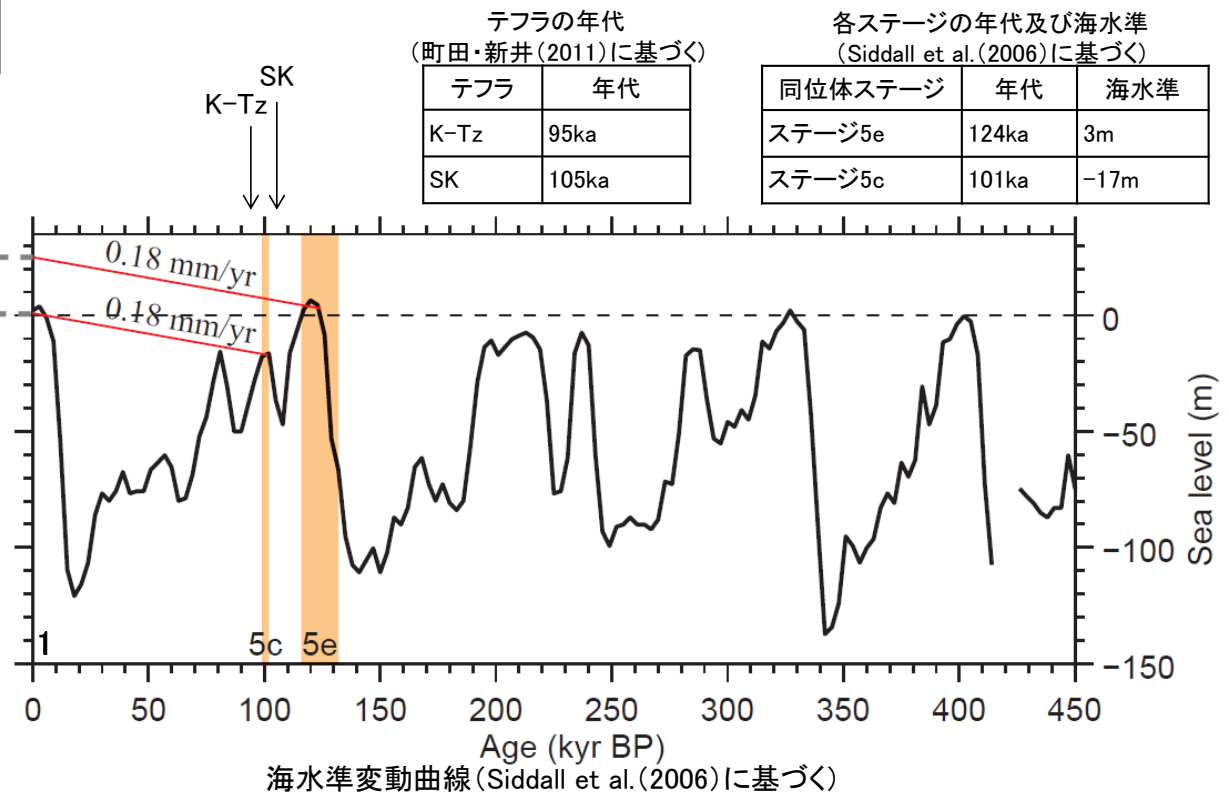
(3) 中位段丘 I 面の分布高度とステージ5cの旧汀線高度の比較



敷地付近の段丘面の模式図

・敷地付近では、中位段丘 I 面の分布高度が25m程度であり、ステージ5e以降の平均隆起速度は0.18mm/yrと推定される。それに基づき算出されるステージ5cの旧汀線は約1mであり、現海水準と同程度のため、ステージ5cの段丘面は分布しない。

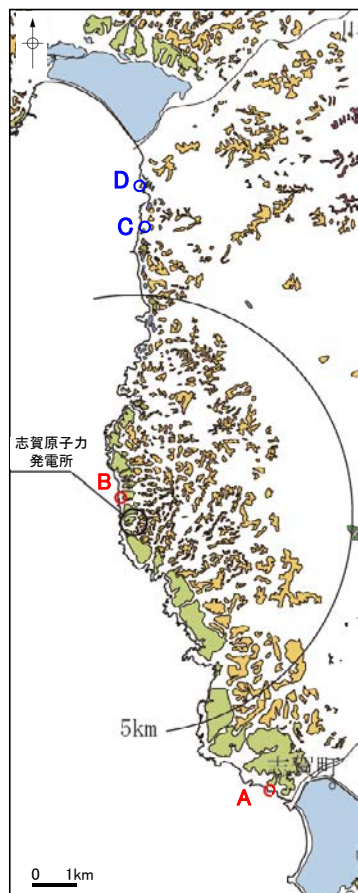
・つまり、敷地付近において、被覆層にK-Tz(95ka)を含む海成段丘面は、ステージ5e以前に形成されたと判断される。



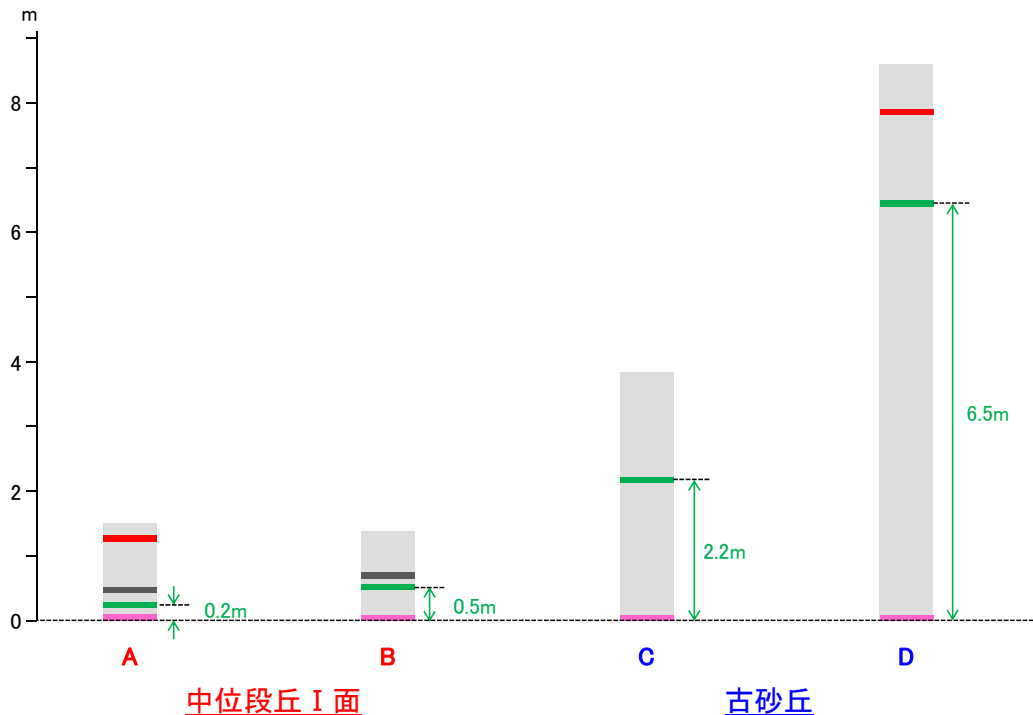
・上記検討によれば、敷地付近において、ステージ5cの旧汀線高度は中位段丘 I 面の分布高度に達しない。
・よって、中位段丘 I 面にステージ5cの段丘堆積物が混在する可能性はない。

SKの堆積環境に関する検討①

■中位段丘 I 面はSKが検出されないことが多く、古砂丘では比較的好く検出される。その要因としてSKの堆積環境の違いが考えられるため、中位段丘 I 面と古砂丘について、テフラを埋積する堆積物の堆積速度を比較した。



位置図



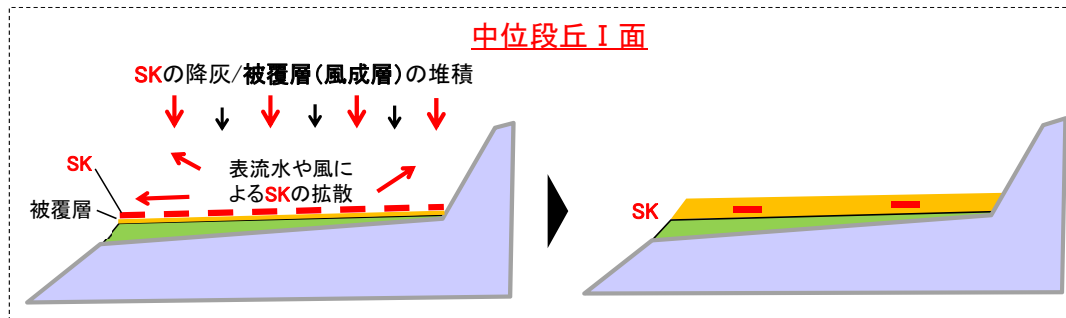
SK降灰以降の風成堆積物の厚さ

テフラの年代(町田・新井, 2011)

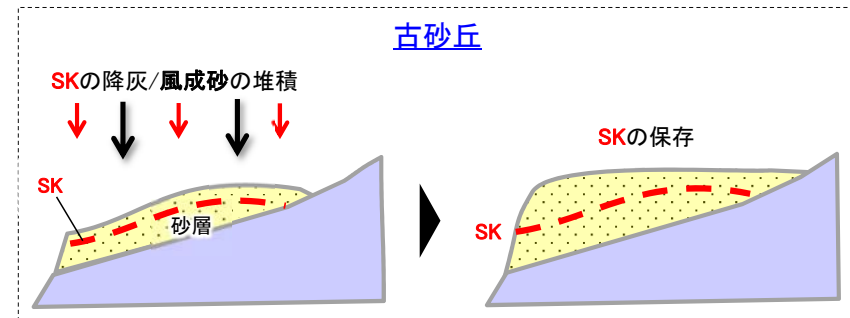


・SK降灰からK-Tz降灰期間(約1万年間)における堆積物の厚さは、中位段丘 I 面では数十cmであるのに対し、古砂丘では数mである。

・A,B地点の詳細はP.5.1-1-3~9, C,D地点の詳細は次頁を参照

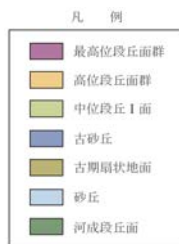
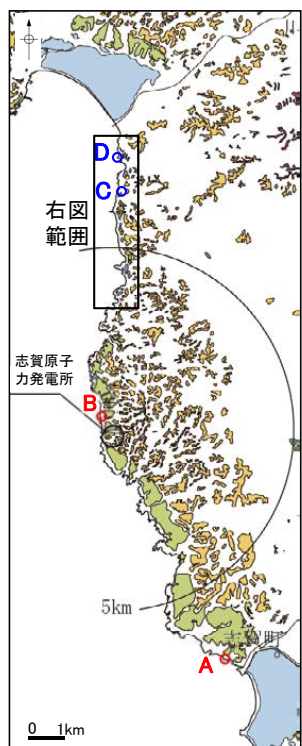


・堆積物が多量に供給されない(堆積速度が小さい)地点では、SKが表流水や風により拡散し、検出頻度が低くなると考えられる。



・堆積物が多量に供給される(堆積速度が大きい)地点では、SKがよく保存され、検出頻度が高くなると考えられる。

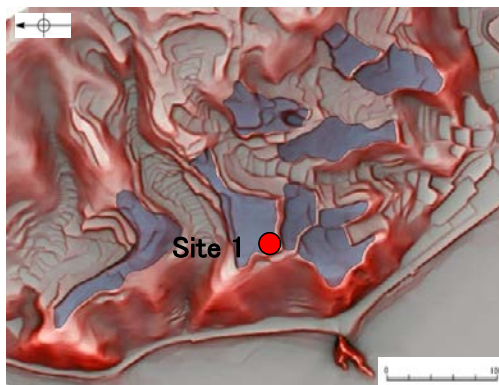
SKの堆積環境に関する検討②



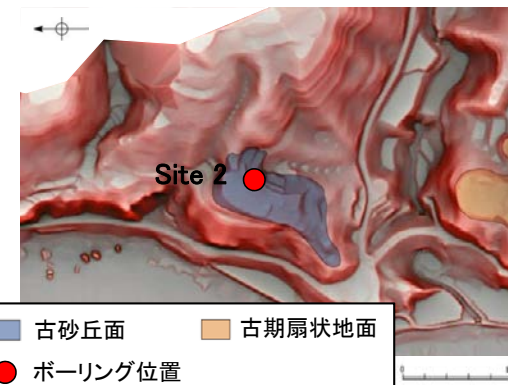
位置図



地形面区分図
(志賀町富来七海～福浦港付近、
服部ほか(2014)を一部修正)

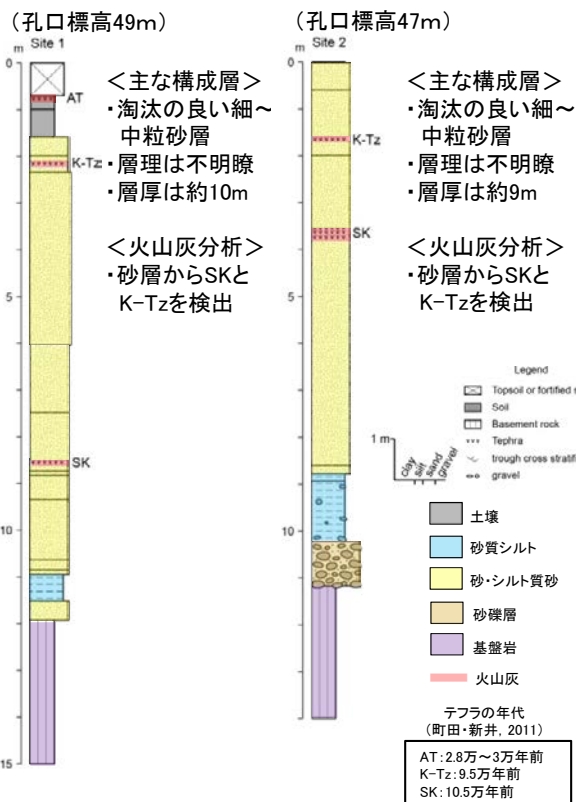


<地形面の形状>
・起伏のある尾根状, 小丘状



<地形面の形状>
・起伏のある尾根状

地形面区分図(服部ほか(2014)を編集)(基図は1961年の空中写真を使用して作成)



柱状図(服部ほか, 2014を編集)

Table 1. Particle composition and refractive index of volcanic glass from different sampling sites. Bw: bubble-wall shape, Pm: pumice shape, O: other shape, Opx: orthopyroxene, Ho: hornblende.

Site	Depth (m)	Tephra	Volcanic glass composition				Heavy minerals composition			Refractive index of	
			Bw	Pm	O	Opx	Ho	β -quartz	volcanic glass		
1	0.7-0.8	AT	442	0	0	30	28	0	1.4976-1.5004		
	2.1-2.2	K-Tz	0	0	0	76	9	2			
	8.5-8.6	SK	8	0	0	122	6	0			
2	1.6-1.7	K-Tz	3	0	0	90	8	7			
	3.5-3.6	SK	39	0	0	93	11	0			
5	0.7-0.8	K-Tz	4	0	0	1	2	3			
7	0.1-0.2	AT	47	0	0	85	8	1	1.4942-1.4998		
8	9.0-9.1	SK	2	0	0	119	1	0			
	0.2-0.3	AT	214	0	2	102	42	1	1.4970-1.5002		
	1.1-1.2	K-Tz	0	0	0	42	7	4			

Table 2. Major-element composition of volcanic glass. K-Tz tephra is measured by glass inclusion inside beta quartz from different sampling sites.

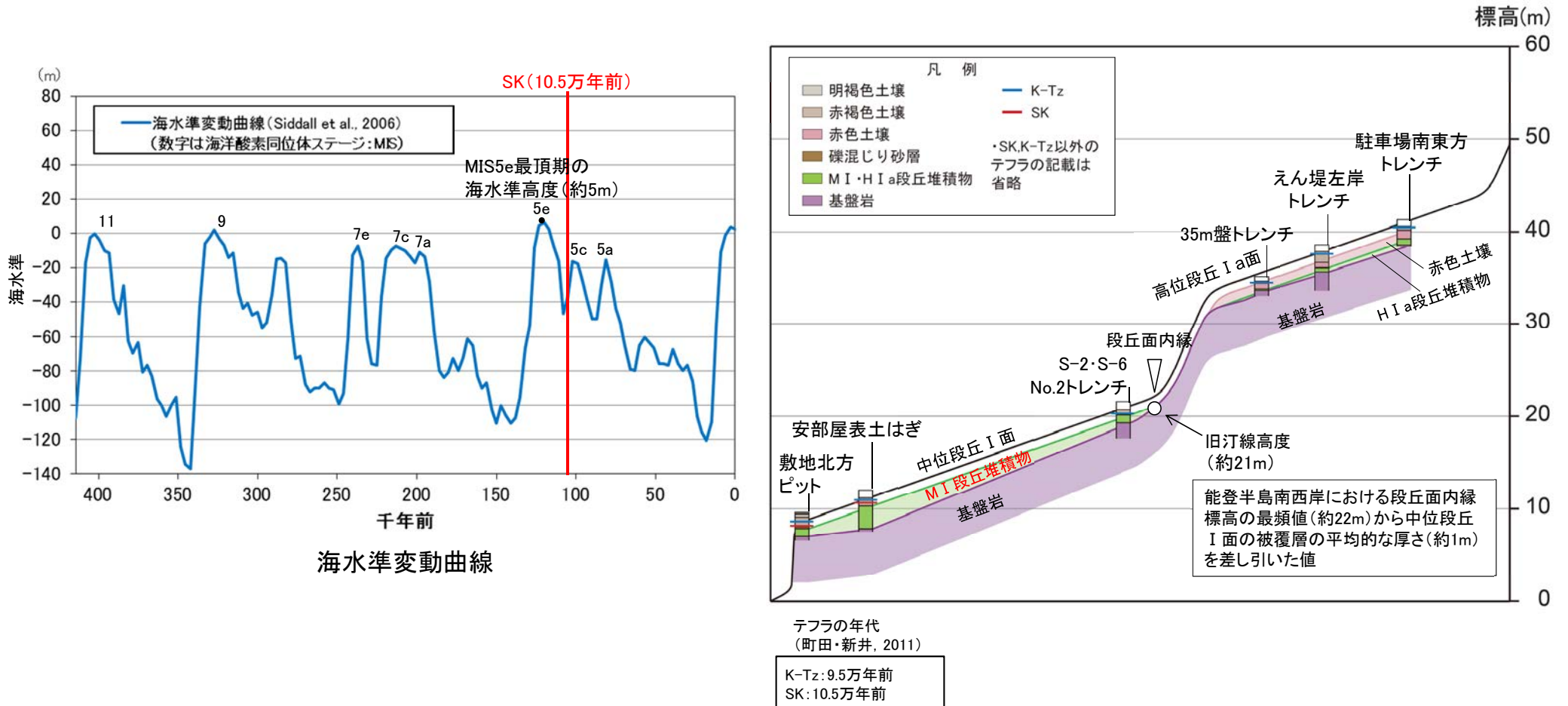
Site	Depth (m)	Tephra	Chemical composition (upper: mean wt%; lower: standard deviation)									
			SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Number
1	8.5-8.6	SK	76.82	0.09	13.74	0.50	0.09	0.09	0.70	3.96	4.01	15
			0.18	0.06	0.11	0.11	0.07	0.04	0.05	0.10	0.11	
			0.26	0.05	0.11	0.08	0.07	0.05	0.05	0.11	0.08	
2	3.5-3.6	SK	76.87	0.09	13.80	0.55	0.10	0.09	0.69	3.87	3.93	15
7	9.0-9.1	SK	76.53	0.16	13.93	0.62	0.10	0.05	0.65	4.01	3.96	1

火山灰分析結果(服部ほか, 2014に加筆)

(6) H I a段丘堆積物の堆積年代に関する海水準変動曲線と
能登半島南西岸の隆起速度を用いた検討

能登半島南西岸の地盤の隆起速度

- 敷地を含む能登半島南西岸の地盤の隆起速度について、中位段丘 I 面の旧汀線高度と形成年代を用いて推定した。
- M I 段丘堆積物は、海成堆積物であることから、中位段丘 I 面形成時の高海面期に堆積したものであり、段丘面前縁において被覆層である赤褐色土壌の下部にSK(10.5万年前;町田・新井, 2011)が確認されたことから、SK降灰直前の高海面期であるMIS5eに堆積したと判断できる。
- MIS5eの最頂期(約12.3万年前;Lisiecki and Raymo, 2005)の海水準高度は約5mであるのに対し、半島南西岸では旧汀線は約21mに分布する。この差(約16m)が、約12.3万年間の半島南西岸の地盤の隆起量(平均隆起速度:約0.13m/千年)を示す。



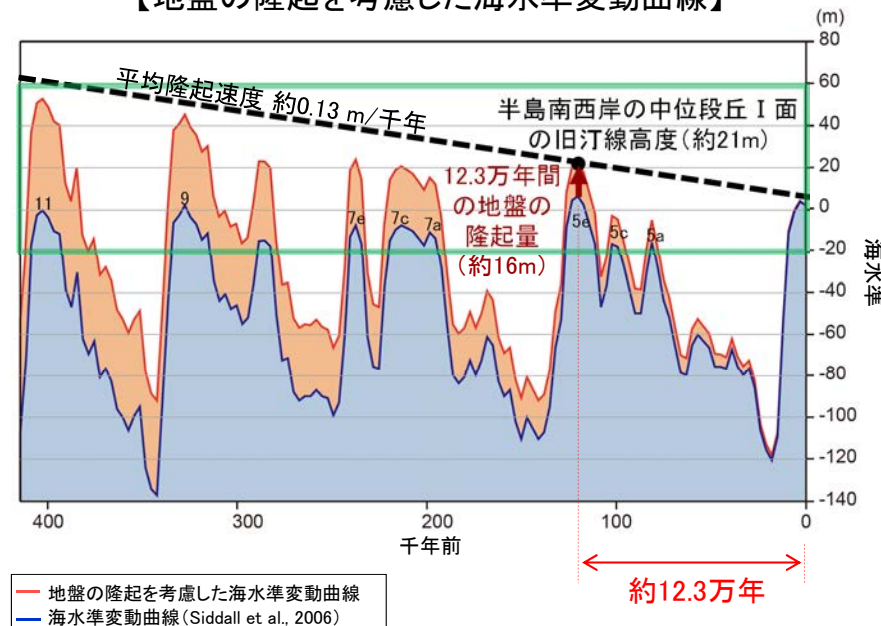
能登半島南西岸の地盤の隆起速度を考慮した海水準変動曲線

- 中位段丘 I 面の一つ上位に分布する高位段丘 I a面を構成するH I a段丘堆積物については、それを覆う土壤にK-Tz(約9.5万年前)より古いテフラが分布しないことから、その堆積時期に関して、過去の海水準高度との比較に基づく検討が必要となる。
- よって、半島南西岸における地盤の平均隆起速度(約0.13m/千年)を考慮した海水準変動曲線について、下記のとおり推定した。

【地盤の隆起を考慮しない海水準変動曲線】

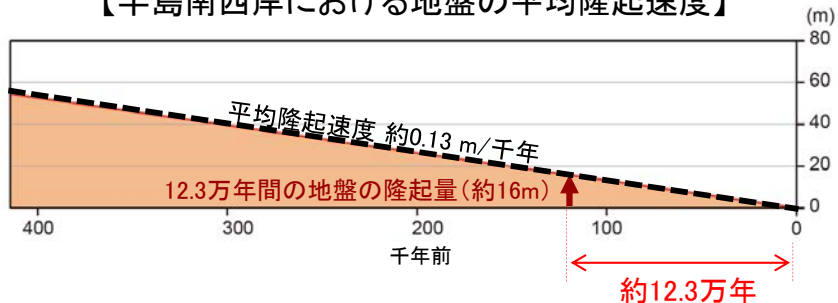


【地盤の隆起を考慮した海水準変動曲線】

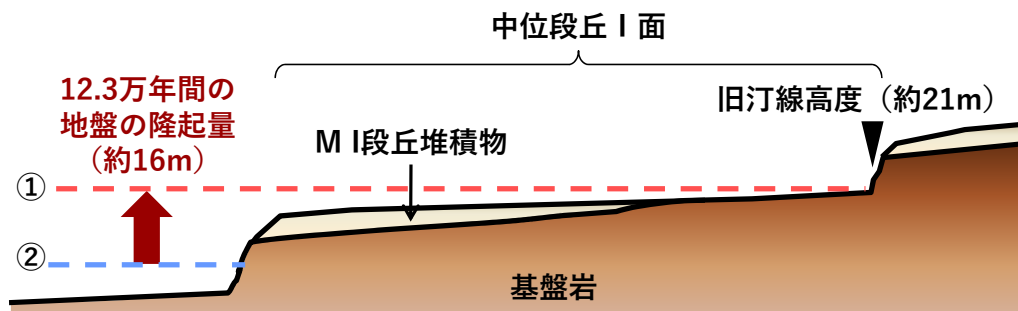


次頁左図の範囲

【半島南西岸における地盤の平均隆起速度】



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

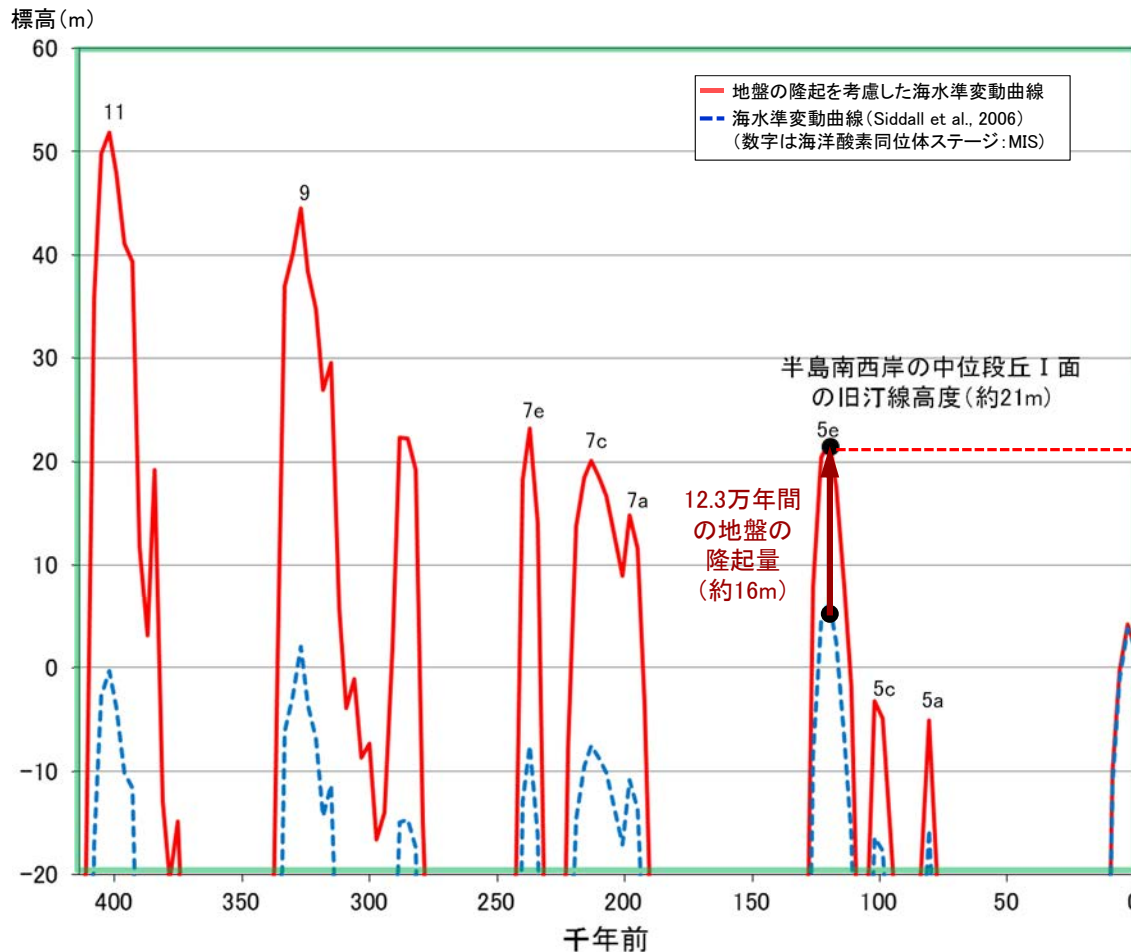


①地盤の隆起を考慮したMIS5e最頂期の海水準高度(約21m)

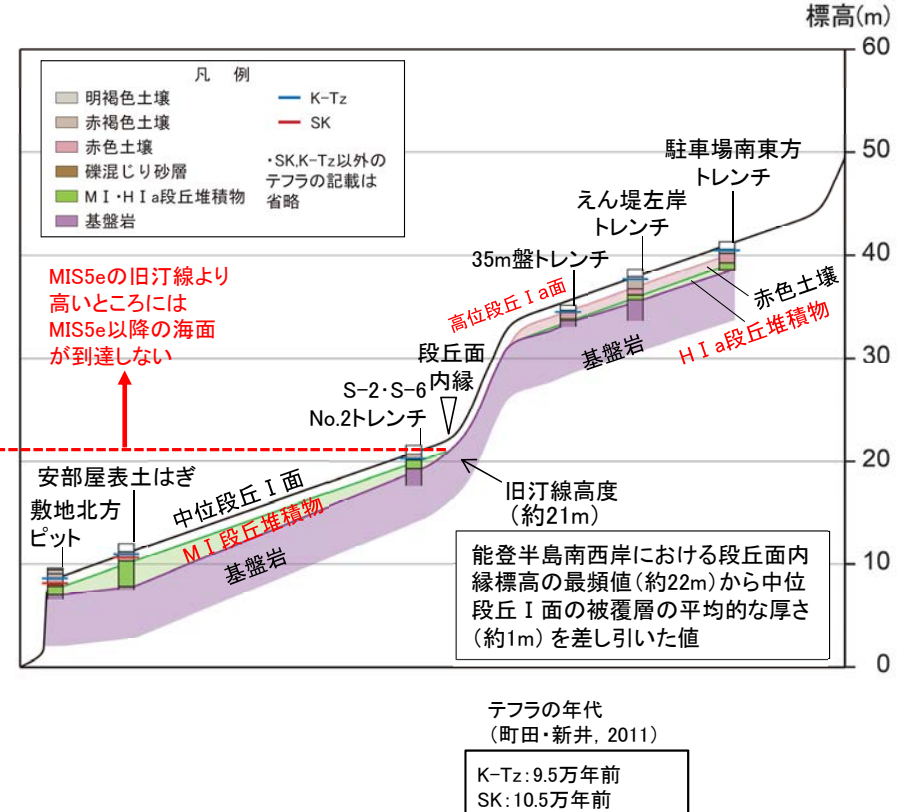
②地盤の隆起を考慮しない場合のMIS5e最頂期の海水準高度(約5m)

H I a段丘堆積物の堆積年代

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



地盤の隆起を考慮した海水準変動曲線



半島南西岸の段丘面の模式断面図

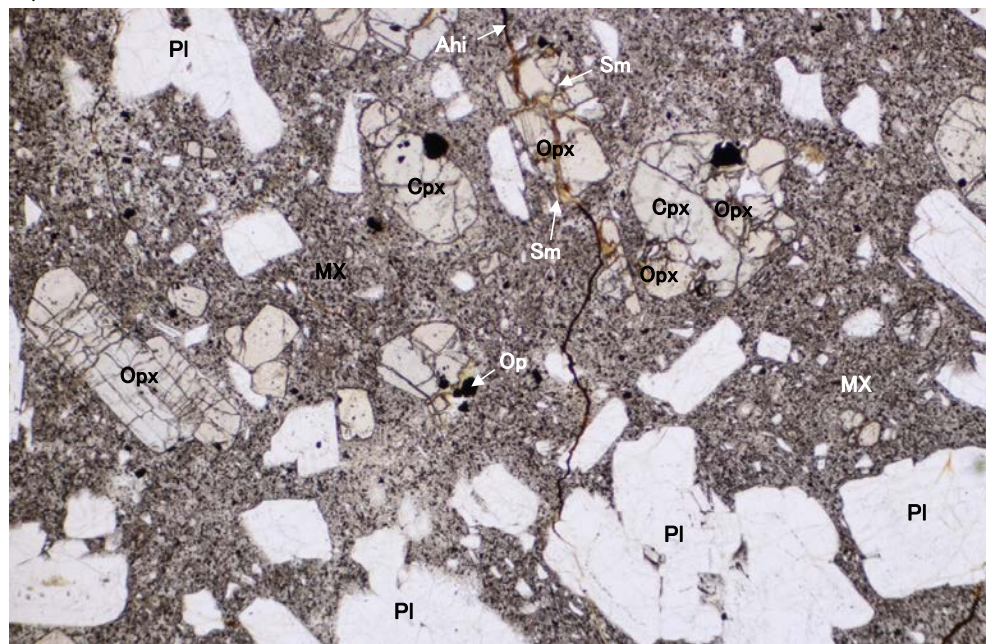
補足資料5. 1－2

敷地の安山岩に関する調査結果

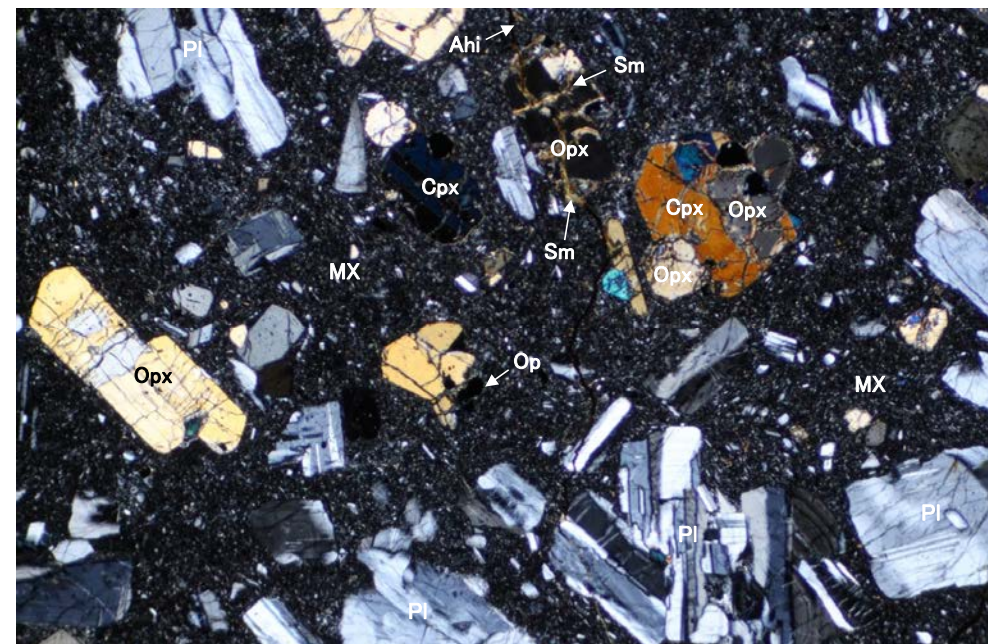
(1) 薄片觀察結果

■薄片観察により、安山岩の岩石組織・構成鉱物を確認した。

単ニコル



直交ニコル



(凡例)

PI : 斜長石

Cpx: 単斜輝石

Opx: 斜方輝石

Op: 不透明鉱物

Ahi: 水酸化鉄

Sm: スメクタイト様粘土鉱物

MX: 石基

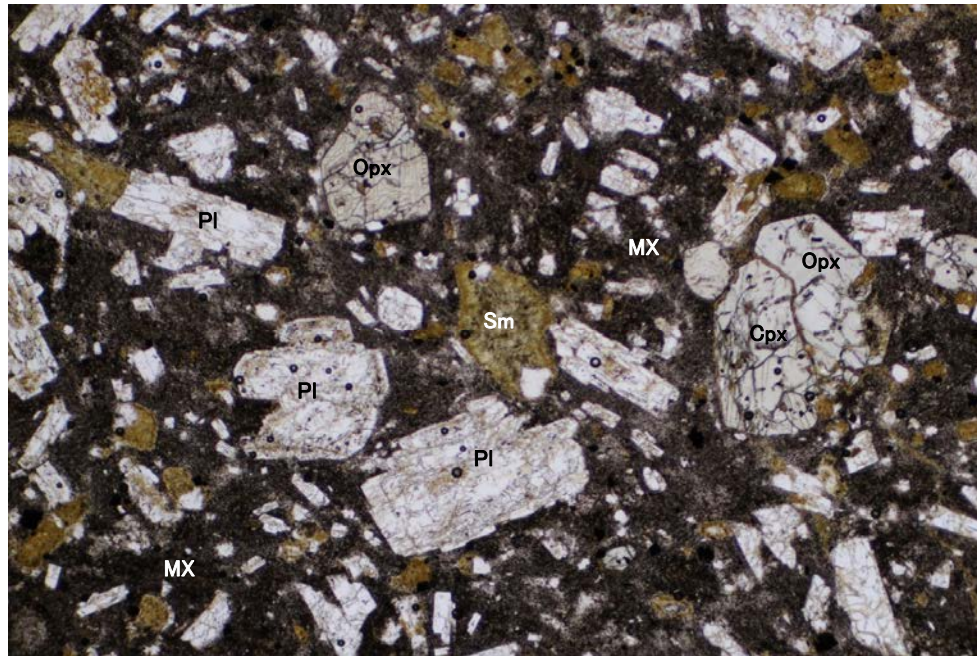
敷地に分布する安山岩(GC-1)の薄片顕微鏡写真

(顕微鏡観察結果)

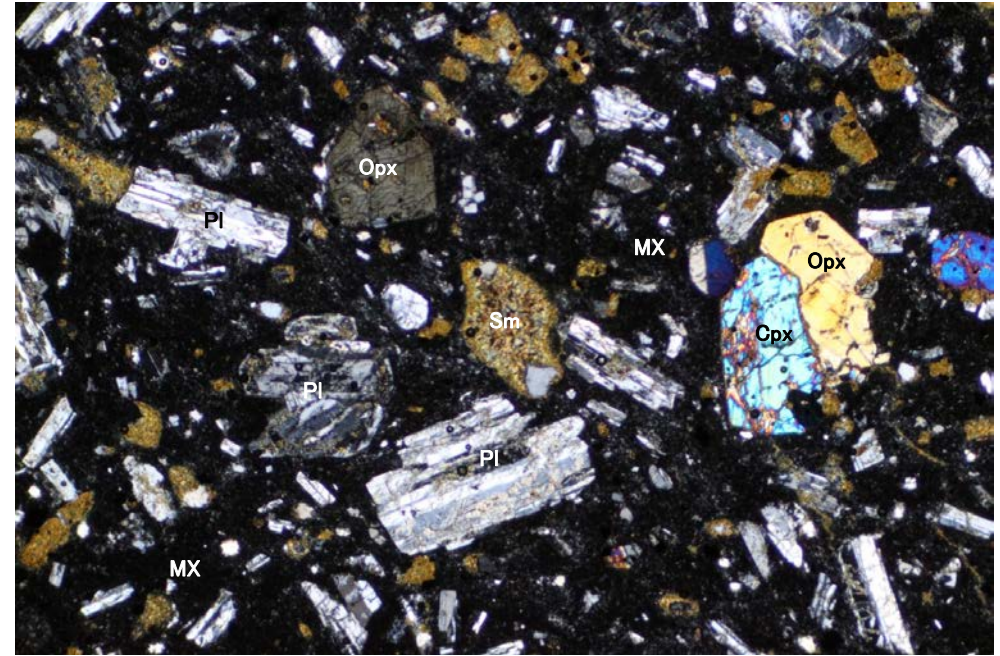
• 安山岩は両輝石安山岩であり、斑状組織をもつ。

■薄片観察により、安山岩の岩石組織・構成鉱物を確認した。

単ニコル



直交ニコル



(凡例)

- PI : 斜長石
- Cpx: 単斜輝石
- Opx: 斜方輝石
- Sm: スメクタイト様粘土鉱物
- MX: 石基

敷地に分布する安山岩(K-13.6-9)の薄片顕微鏡写真

(顕微鏡観察結果)

- ・ 安山岩は両輝石安山岩であり、斑状組織をもつ。

(2) K-Ar年代分析結果

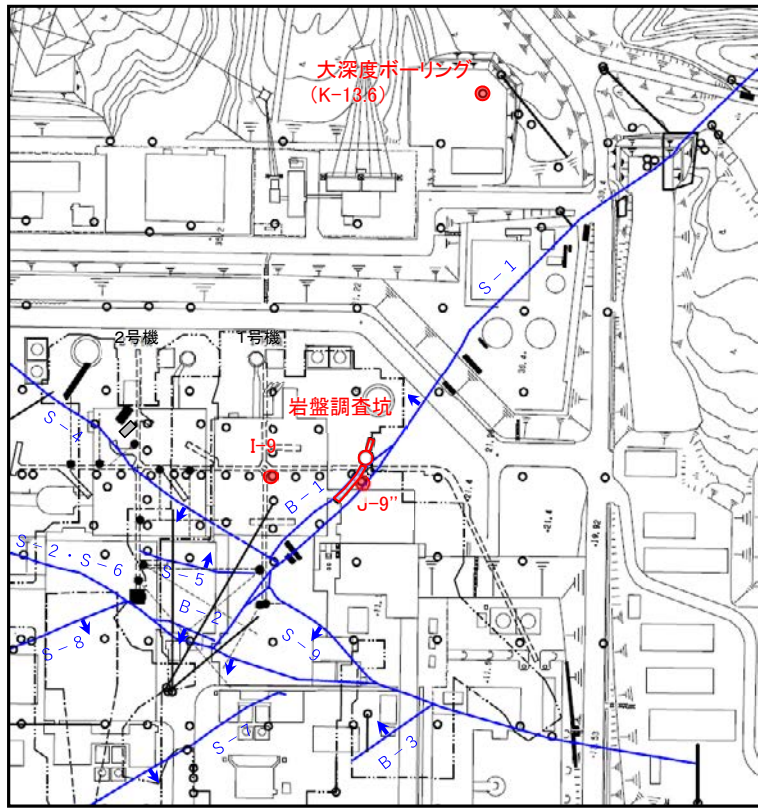
K-Ar年代について —安山岩—

- 敷地の安山岩の形成年代等を明らかにするために、K-Ar年代分析を実施した。
- 敷地内の安山岩のK-Ar年代値は、22～15Maを示す。

STP: 標準状態(0°C, 1気圧), Ma: 100万年前

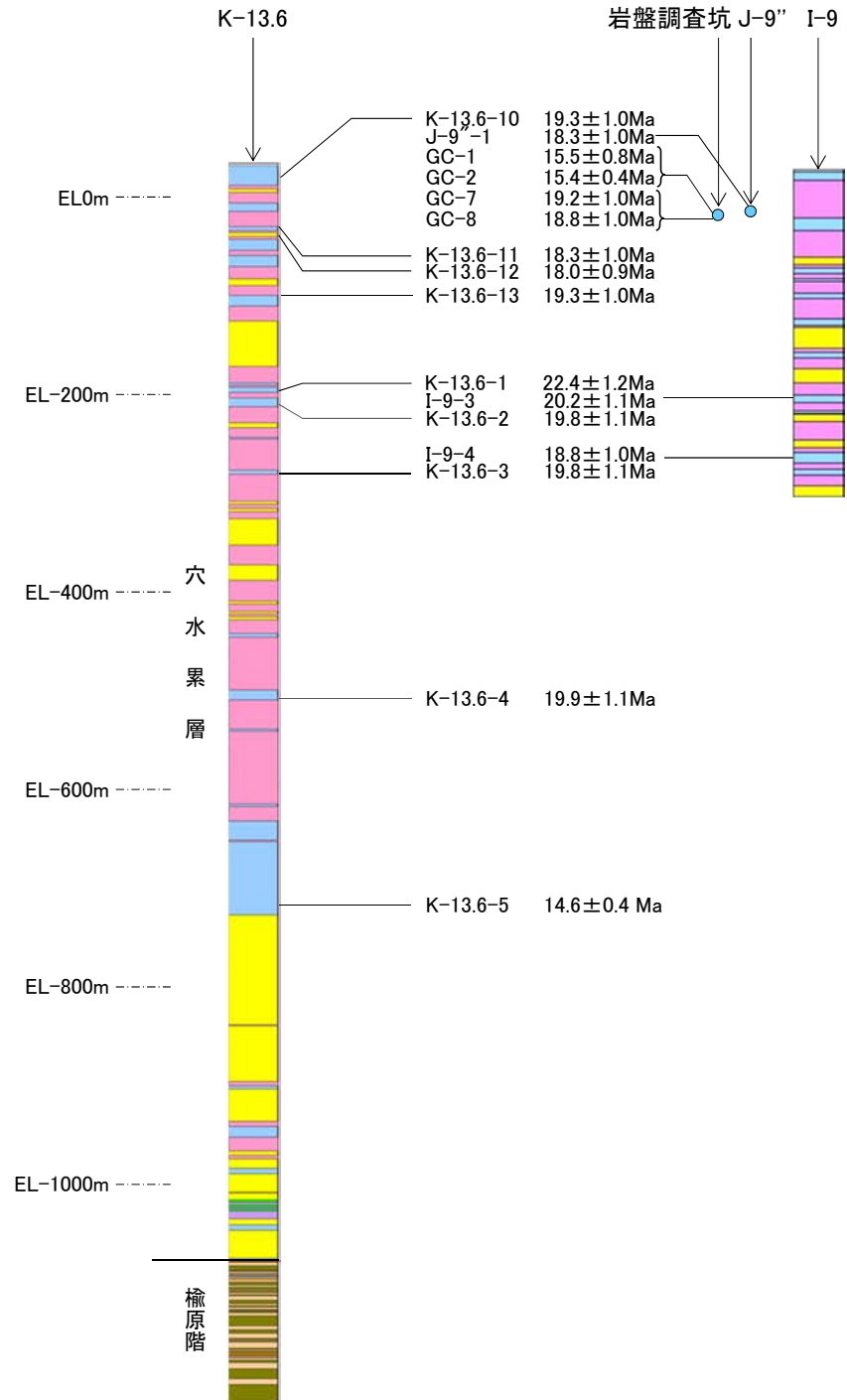
対象物	試料No.	試料採取箇所	測定物 (粒径)	カリウム含有量 (wt. %)	放射性起源 ⁴⁰ Ar (10 ⁻⁸ cc STP/g)	K-Ar年代 (Ma)	非放射性起源 ⁴⁰ Ar (%)	備考	
敷地の 安山岩	K-13.6-10	大深度ボーリング(K-13.6) 深度22.40-22.60m	EL+12.72m	斜長石 (#150-250)	0.151±0.008	11.35±0.17	19.3±1.0	26.0	
	J-9'-1	J-9'孔 深度35.40-35.55m	EL-14.40m	斜長石 (#150-250)	0.147±0.007	10.51±0.17	18.3±1.0	32.3	
	GC-1	岩盤調査坑 No7~8付近 底盤(EL-18.25m) 南西側	EL-18.25m	斜長石 (#150-200)	0.133±0.007	8.04±0.15	15.5±0.8	40.7	
	GC-2	岩盤調査坑 No30切羽 北東側	EL-18.25m	斜長石 (#150-200)	0.204±0.004	12.24±0.20	15.4±0.4	36.0	
	GC-7	岩盤調査坑 No10~11付近 南西側	EL-18.25m	斜長石 (#150-250)	0.134±0.007	10.04±0.17	19.2±1.0	30.0	
	GC-8	岩盤調査坑 No10~11付近 北東側	EL-18.25m	斜長石 (#150-250)	0.182±0.009	13.35±0.22	18.8±1.0	29.5	
	K-13.6-11	大深度ボーリング(K-13.6) 深度66.40-66.55m	EL-31.28m	斜長石 (#150-250)	0.133±0.007	9.48±0.15	18.3±1.0	27.4	
	K-13.6-12	大深度ボーリング(K-13.6) 深度95.55-95.75m	EL-60.43m	斜長石 (#150-250)	0.149±0.007	10.48±0.17	18.0±0.9	28.2	
	K-13.6-13	大深度ボーリング(K-13.6) 深度135.25-135.55m	EL-100.18m	斜長石 (#150-250)	0.136±0.007	10.22±0.19	19.3±1.0	30.5	
	K-13.6-1	大深度ボーリング(K-13.6) 深度233.00-233.20m	EL-197.90m	斜長石 (#150-250)	0.102±0.005	8.90±0.19	22.4±1.2	39.0	
	I-9-3	I-9孔 深度228.55-228.80m	EL-200.05m	斜長石 (#150-250)	0.111±0.006	8.75±0.20	20.2±1.1	37.1	
	K-13.6-2	大深度ボーリング(K-13.6) 深度241.00-241.30m	EL-205.93m	斜長石 (#100-200)	0.138±0.007	10.64±0.21	19.8±1.1	41.2	
	I-9-4	I-9孔 深度286.70-286.80m	EL-258.10m	斜長石 (#150-250)	0.146±0.007	10.73±0.24	18.8±1.0	44.3	
	K-13.6-3	大深度ボーリング(K-13.6) 深度314.25-314.60m	EL-279.23m	斜長石 (#150-250)	0.157±0.008	12.16±0.23	19.8±1.1	33.8	
	K-13.6-4	大深度ボーリング(K-13.6) 深度539.50-539.95m	EL-504.48m	斜長石 (#150-250)	0.158±0.008	12.29±0.22	19.9±1.1	32.4	
K-13.6-5	大深度ボーリング(K-13.6) 深度754.10~754.50m	EL-719.1m	斜長石 (#150-250)	0.442±0.009	25.06±0.44	14.6±0.4	38.0		

*低カリウム試料(0.2wt.%未満)の定量は、Itaya et al. (1996)による極低ブランク法により行った。なお、標準試料(Itaya et al., 1996)の分析誤差が5%未満であることから、分析誤差は5%とした。



断層(EL-4.7m) 位置図

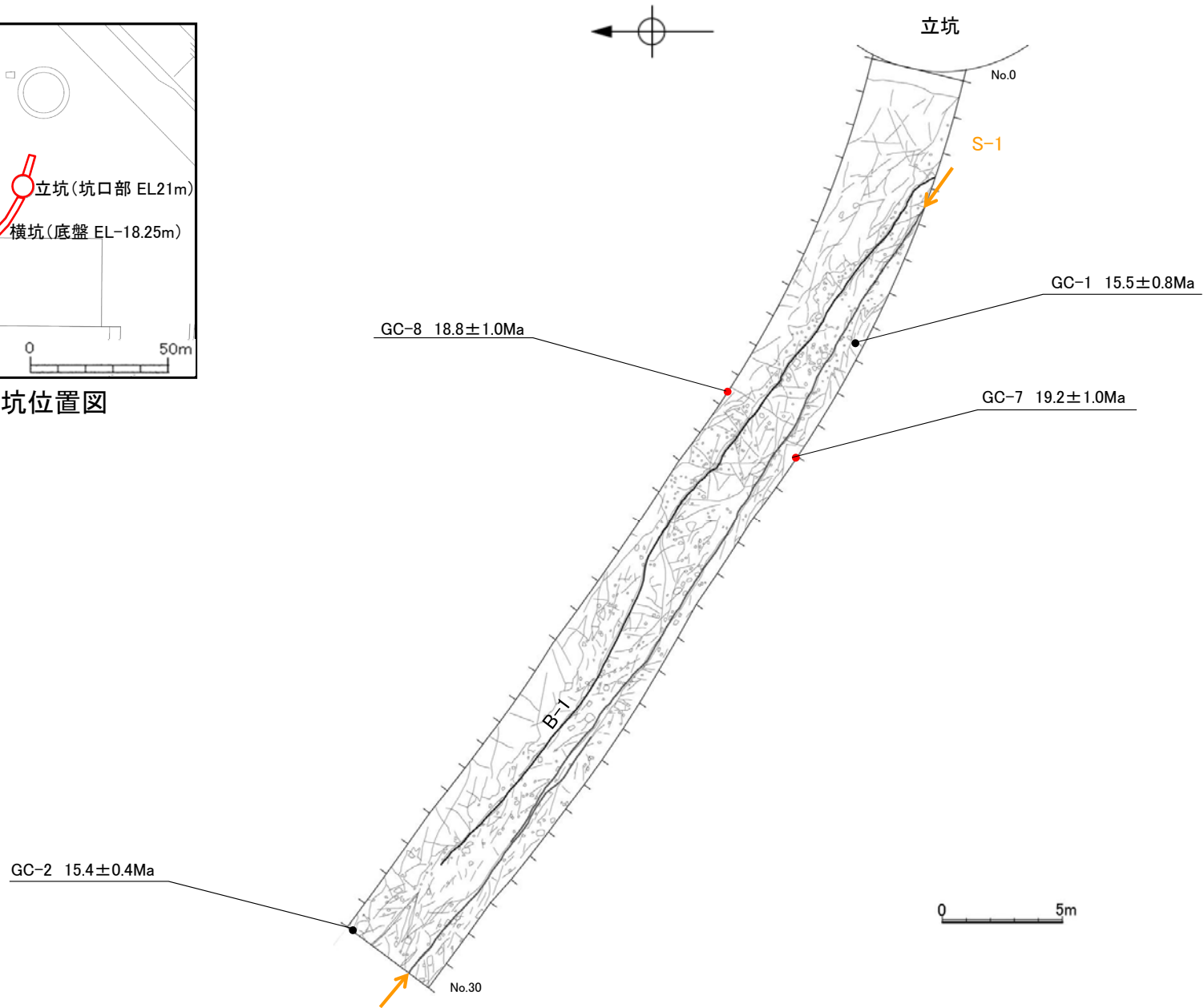
地層名	地質
穴水累層	安山岩(均質)
	安山岩(角礫質)
	凝灰角礫岩
	凝灰岩
	デイサイト(角礫質)
榆原階	頁岩
	砂岩
	礫岩



【岩盤調査坑内試料採取位置】



岩盤調査坑位置図

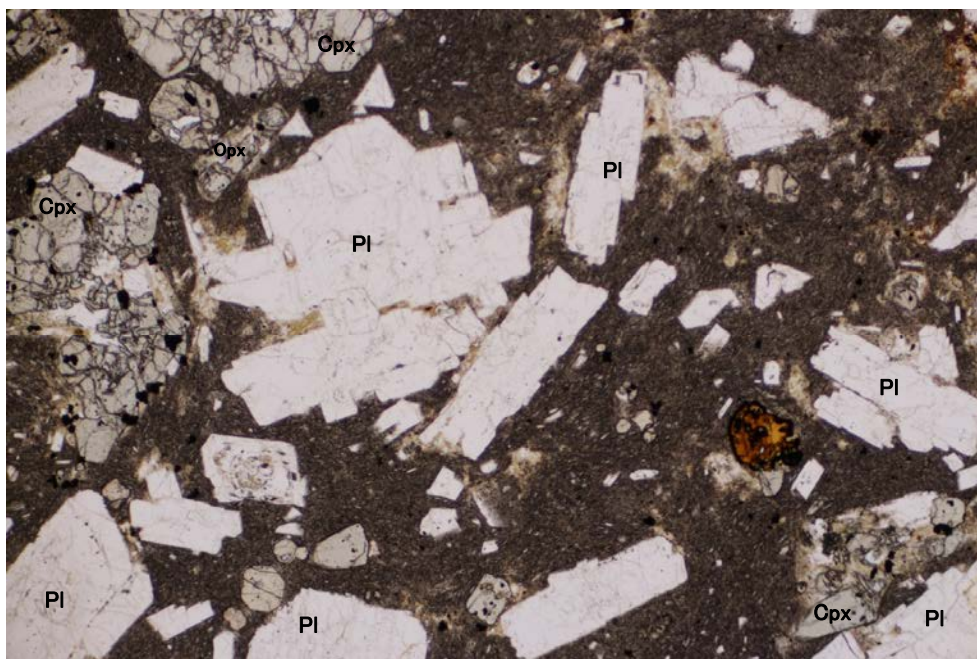


岩盤調査坑底盤スケッチ

安山岩の年代分析試料の薄片観察 (K-13.6-10)



単ニコル



1mm

直交ニコル



1mm

凡例

- Pl : 斜長石
- Cpx: 単斜輝石
- Opx: 斜方輝石

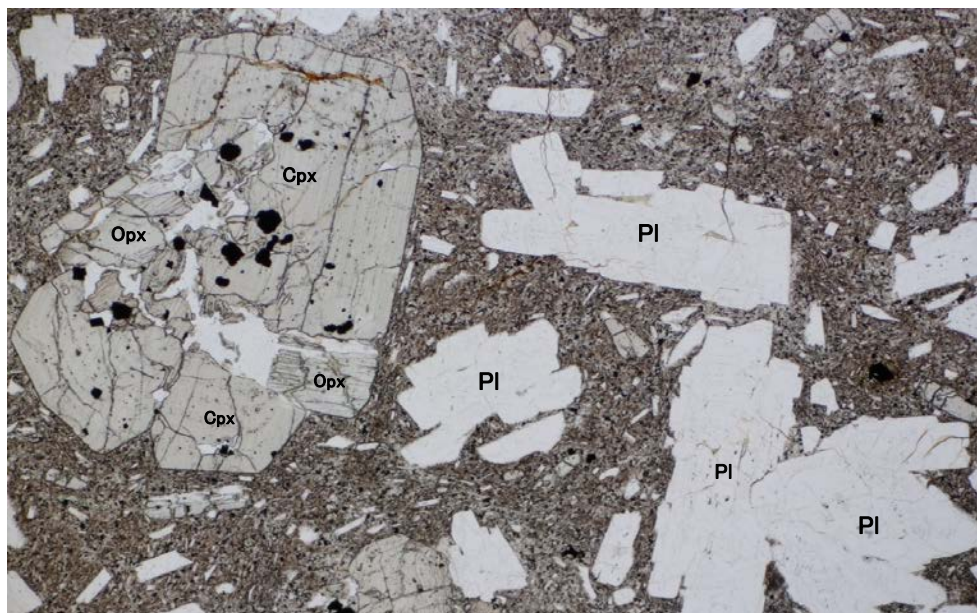
K-Ar年代分析試料(K-13.6-10)の薄片顕微鏡写真

- ・斜長石を対象としたK-Ar年代値は 19.3 ± 1.0 Maを示す。
- ・薄片観察において斜長石の変質が顕著でないことを確認した。

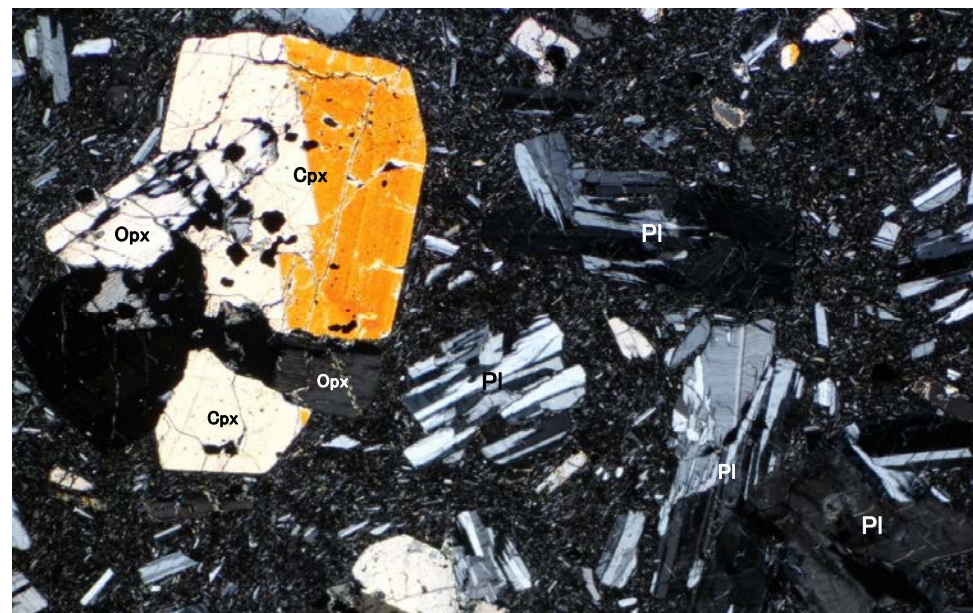
安山岩の年代分析試料の薄片観察 (J-9"-1)



単ニコル



直交ニコル



凡例

- Pl : 斜長石
- Cpx: 単斜輝石
- Opx: 斜方輝石

K-Ar年代分析試料(J-9"-1)の薄片顕微鏡写真

- ・斜長石を対象としたK-Ar年代値は 18.3 ± 1.0 Maを示す。
- ・薄片観察において斜長石の変質が顕著でないことを確認した。

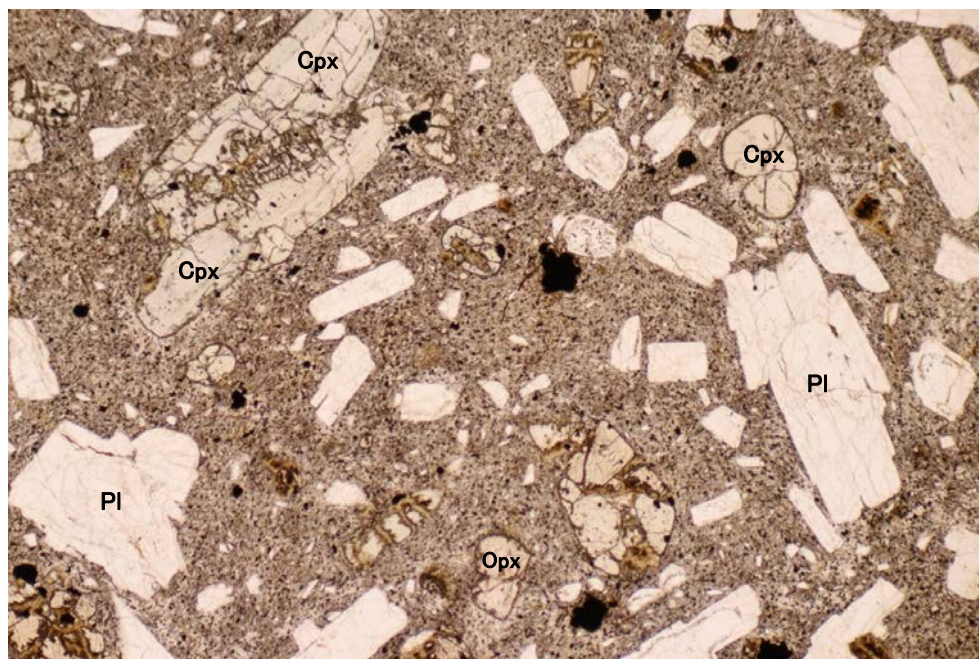
安山岩の年代分析試料の薄片観察 (GC-1)



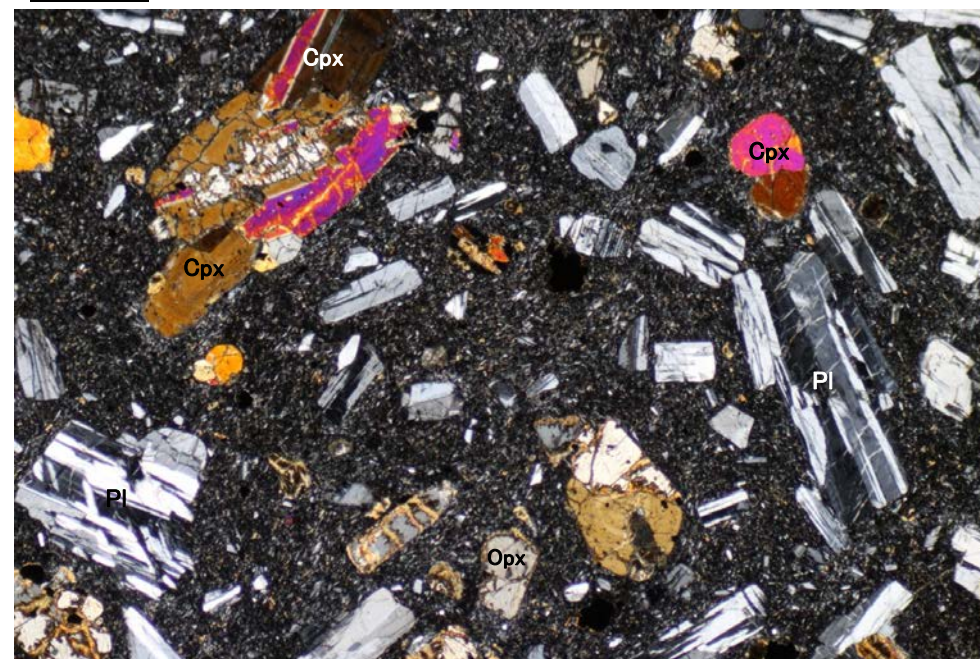
試料採取位置

岩盤調査坑 No.7~8付近 南西側

単ニコル



直交ニコル



凡例

- Pl : 斜長石
- Cpx: 単斜輝石
- Opx: 斜方輝石

K-Ar年代分析試料(GC-1)の薄片顕微鏡写真

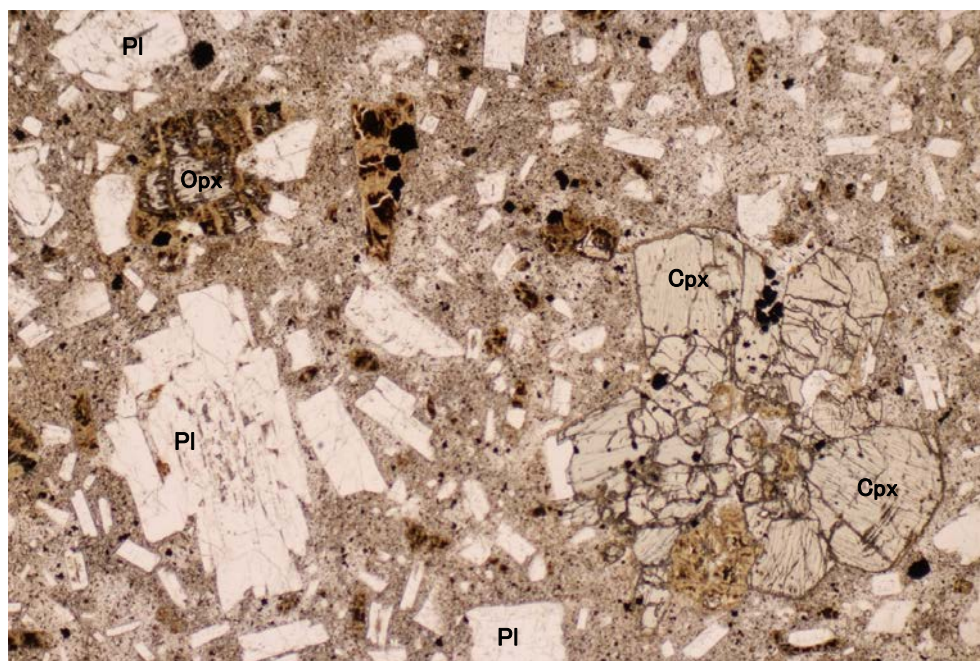
- ・斜長石を対象としたK-Ar年代値は 15.5 ± 0.8 Maを示す。
- ・薄片観察において斜長石の変質が顕著でないことを確認した。



試料採取位置

岩盤調査坑 No.30切羽 北東側

単ニコル



直交ニコル



凡例

- Pl : 斜長石
- Cpx : 単斜輝石
- Opx : 斜方輝石

1mm

1mm

K-Ar年代分析試料(GC-2)の薄片顕微鏡写真

- ・斜長石を対象としたK-Ar年代値は 15.4 ± 0.4 Maを示す。
- ・薄片観察において斜長石の変質が顕著でないことを確認した。

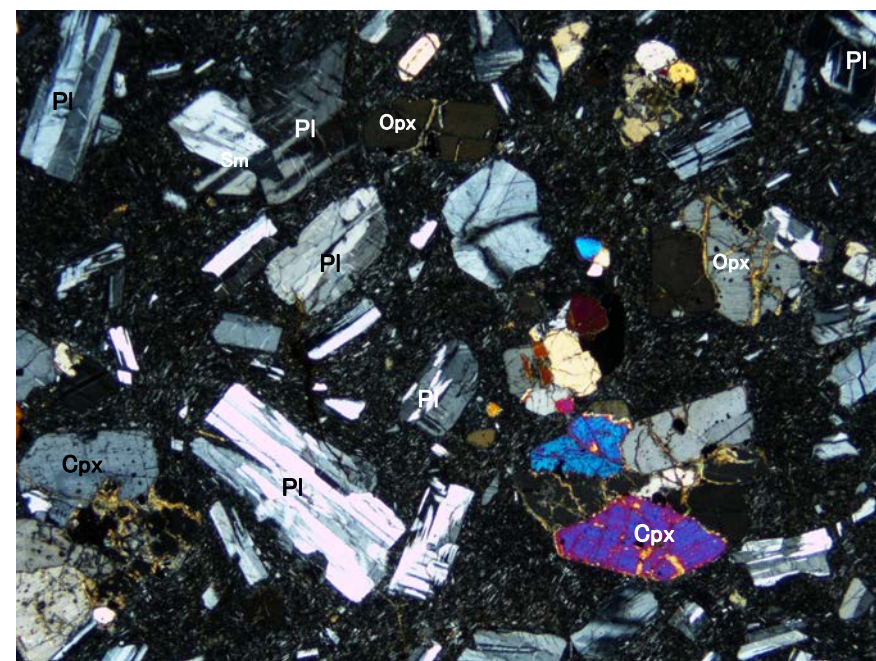


試料採取位置

岩盤調査坑 No.10~11付近 南西側

単ニコル

直交ニコル



凡例

- Pl : 斜長石
- Cpx : 単斜輝石
- Opx : 斜方輝石

K-Ar年代分析試料(GC-7)の薄片顕微鏡写真

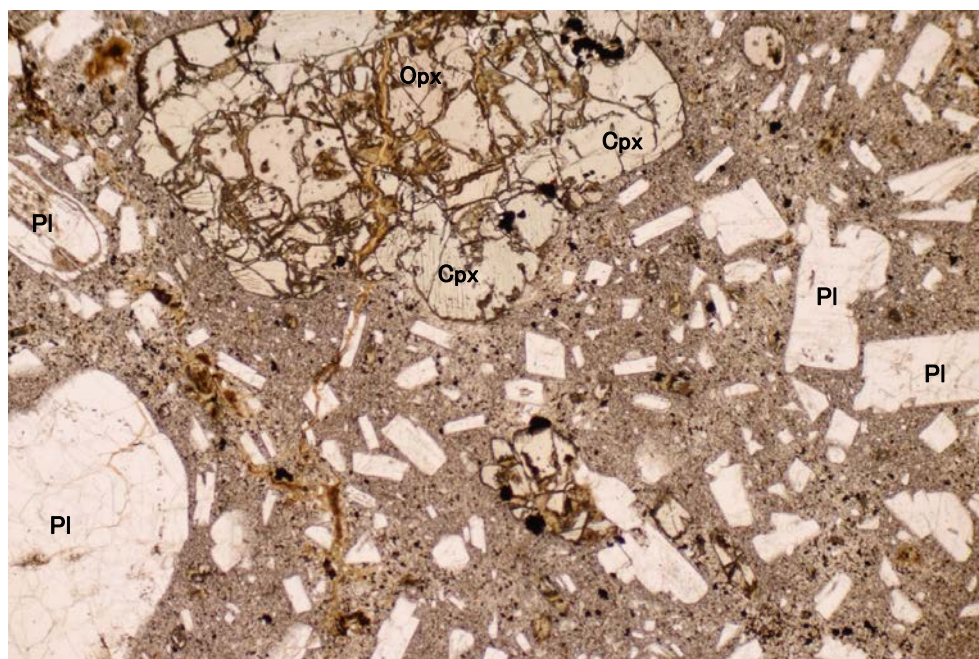
- ・斜長石を対象としたK-Ar年代値は 19.2 ± 1.0 Maを示す。
- ・薄片観察において斜長石の変質が顕著でないことを確認した。



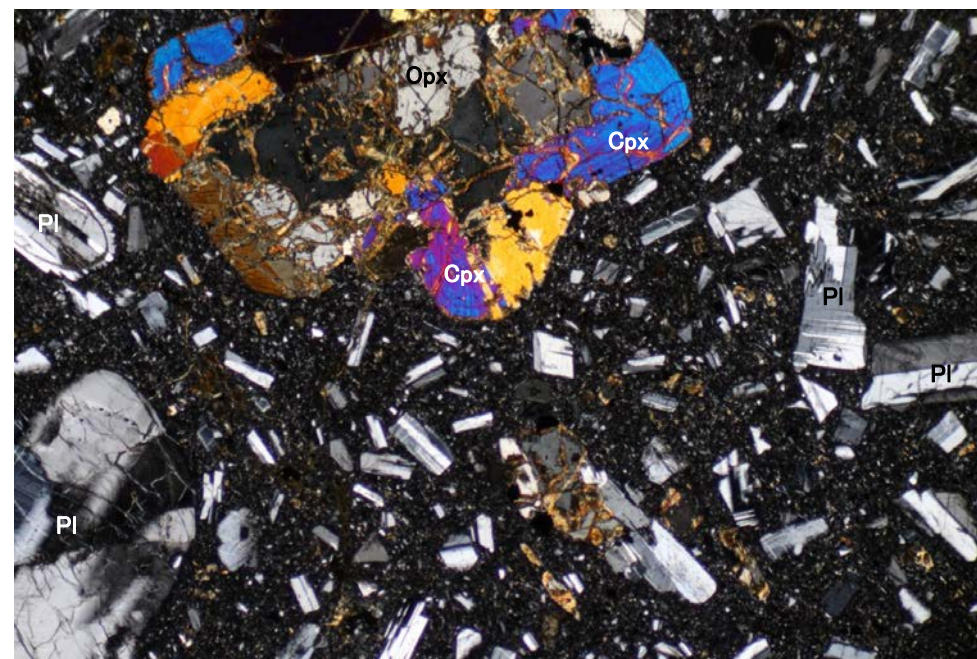
試料採取位置

岩盤調査坑 No.10~11付近 北東側

単ニコル



直交ニコル



凡例

- Pl : 斜長石
- Cpx: 単斜輝石
- Opx: 斜方輝石

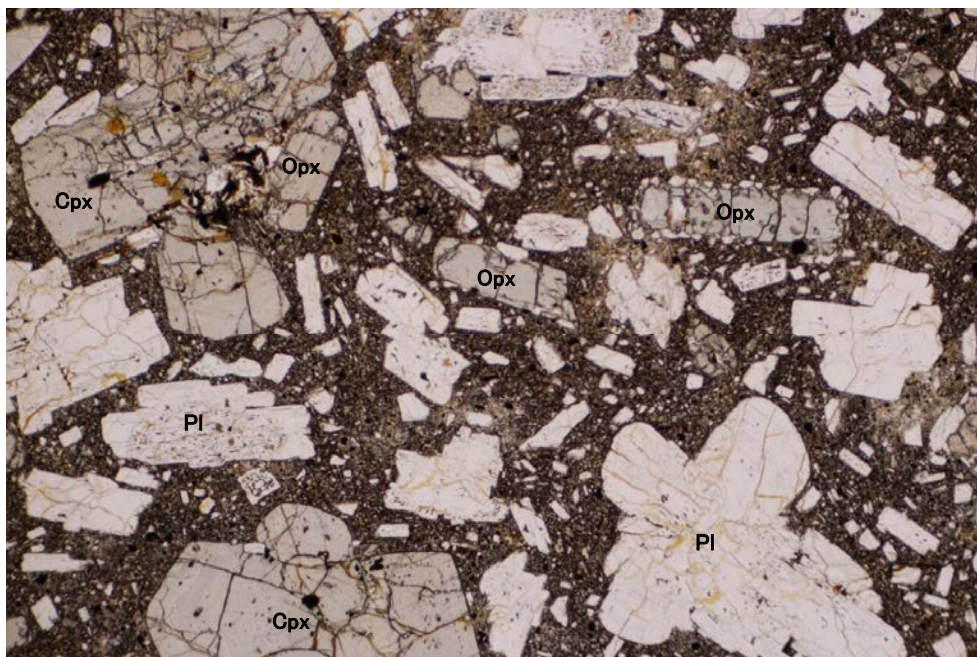
K-Ar年代分析試料(GC-8)の薄片顕微鏡写真

- ・斜長石を対象としたK-Ar年代値は 18.8 ± 1.0 Maを示す。
- ・薄片観察において斜長石の変質が顕著でないことを確認した。

安山岩の年代分析試料の薄片観察 (K-13.6-11)



単ニコル



直交ニコル



凡例

- Pl : 斜長石
- Cpx: 単斜輝石
- Opx: 斜方輝石

K-Ar年代分析試料(K-13.6-11)の薄片顕微鏡写真

- ・斜長石を対象としたK-Ar年代値は 18.3 ± 1.0 Maを示す。
- ・薄片観察において斜長石の変質が顕著でないことを確認した。

安山岩の年代分析試料の薄片観察 (K-13.6-12)



単ニコル



直交ニコル



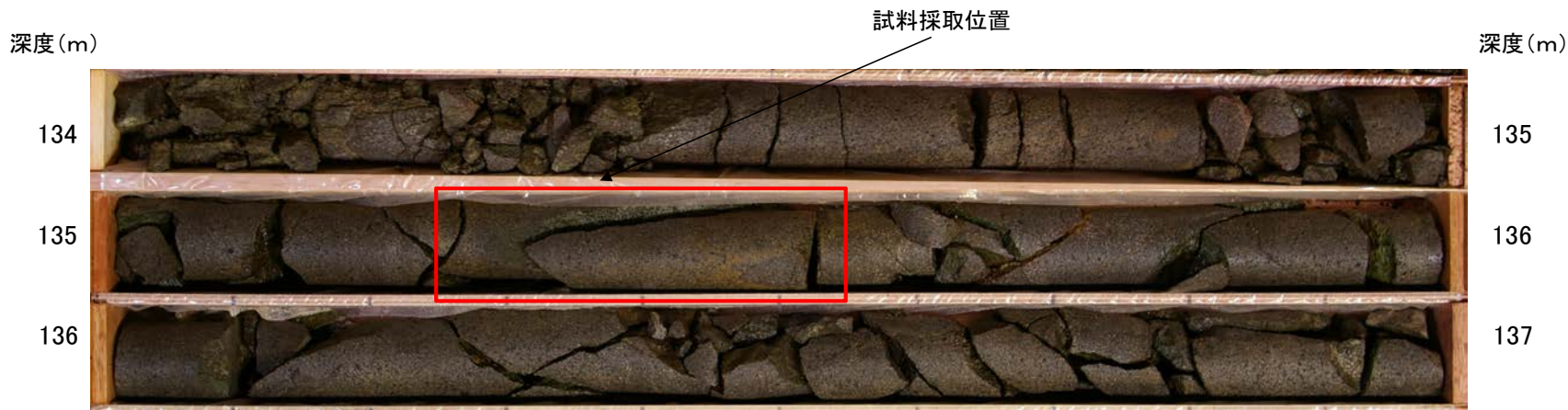
凡例

- Pl : 斜長石
- Cpx : 単斜輝石
- Opx : 斜方輝石

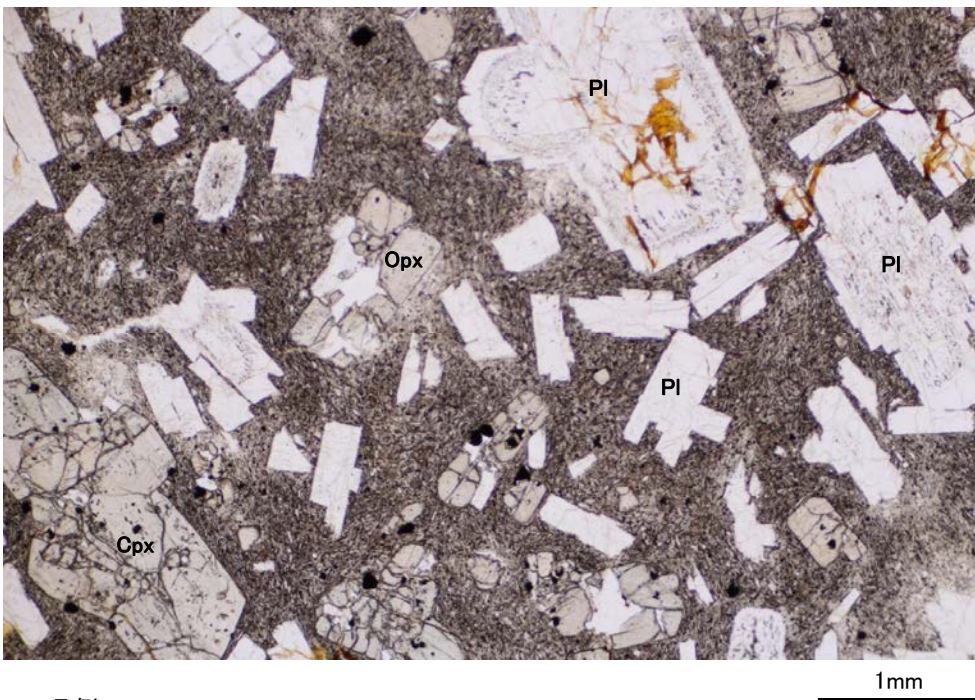
K-Ar年代分析試料(K-13.6-12)の薄片顕微鏡写真

- ・斜長石を対象としたK-Ar年代値は 18.0 ± 0.9 Maを示す。
- ・薄片観察において斜長石の変質が顕著でないことを確認した。

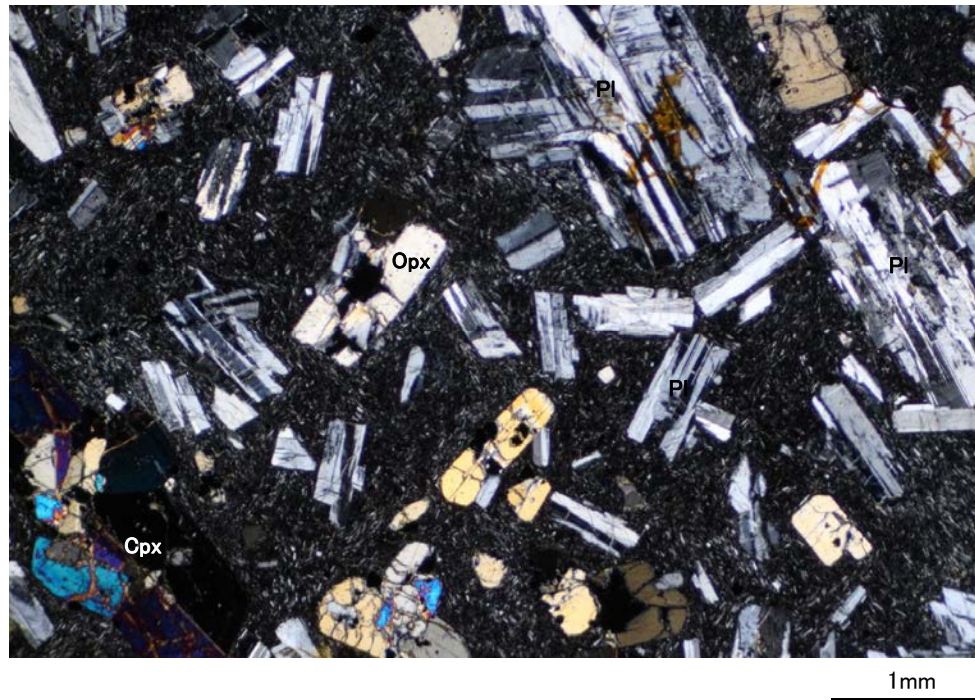
安山岩の年代分析試料の薄片観察 (K-13.6-13)



単ニコル



直交ニコル



凡例

- Pl : 斜長石
- Cpx: 単斜輝石
- Opx: 斜方輝石

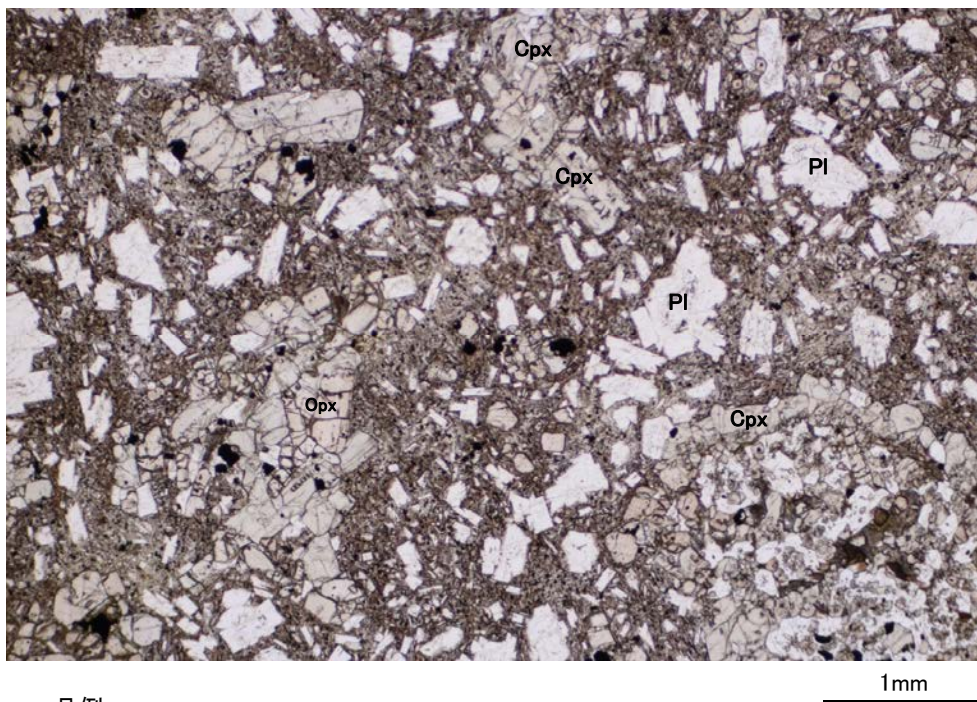
K-Ar年代分析試料(K-13.6-13)の薄片顕微鏡写真

・斜長石を対象としたK-Ar年代値は 19.3 ± 1.0 Maを示す。
・薄片観察において斜長石の変質が顕著でないことを確認した。

安山岩の年代分析試料の薄片観察 (K-13.6-1)



単ニコル



直交ニコル



凡例

- Pl : 斜長石
- Cpx: 単斜輝石
- Opx: 斜方輝石

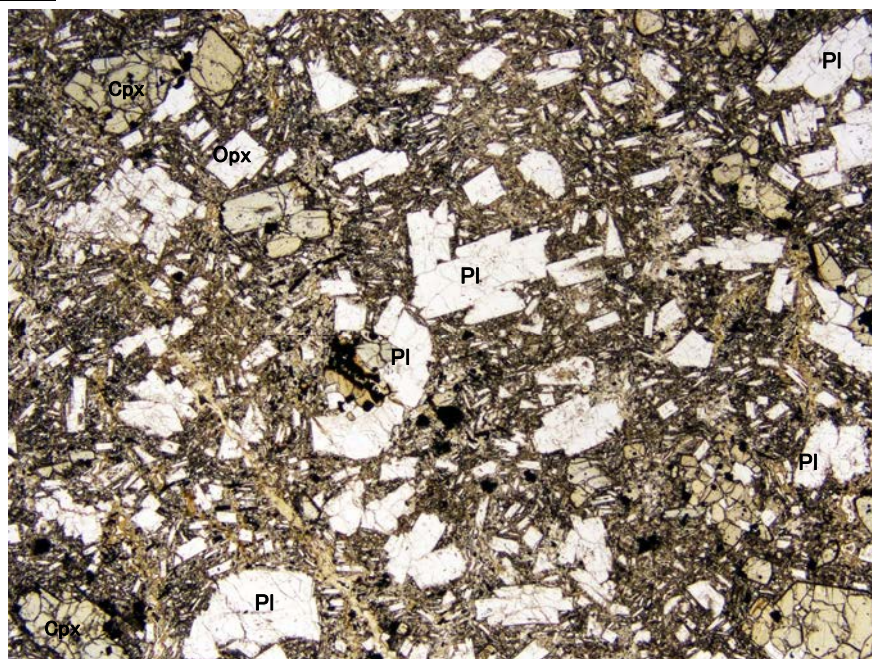
K-Ar年代分析試料(K-13.6-1)の薄片顕微鏡写真

- ・斜長石を対象としたK-Ar年代値は 22.4 ± 1.2 Maを示す。
- ・薄片観察において斜長石の変質が顕著でないことを確認した。

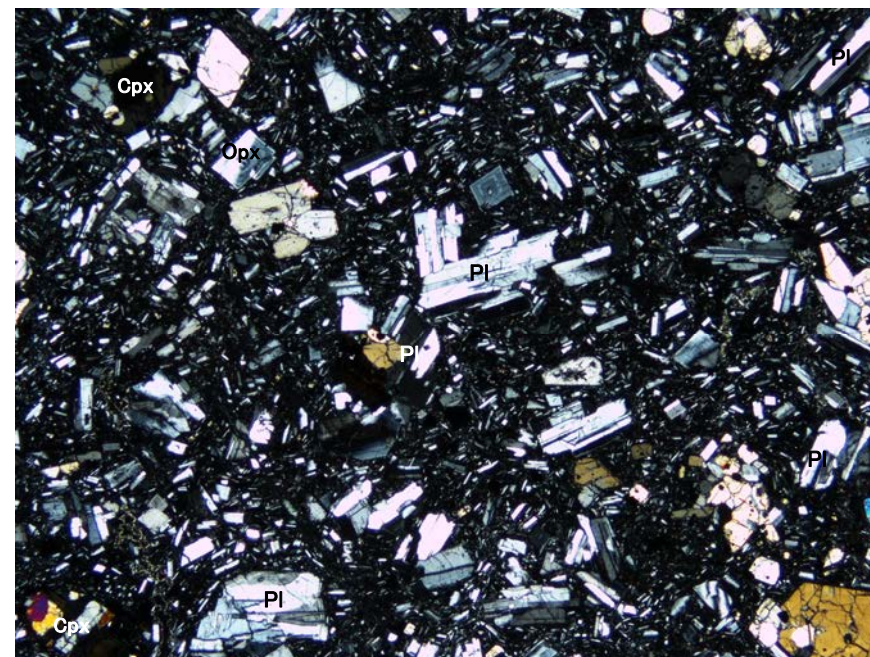
安山岩の年代分析試料の薄片観察 (I-9-3)



単ニコル



直交ニコル



凡例

- Pl : 斜長石
- Cpx : 単斜輝石
- Opx : 斜方輝石

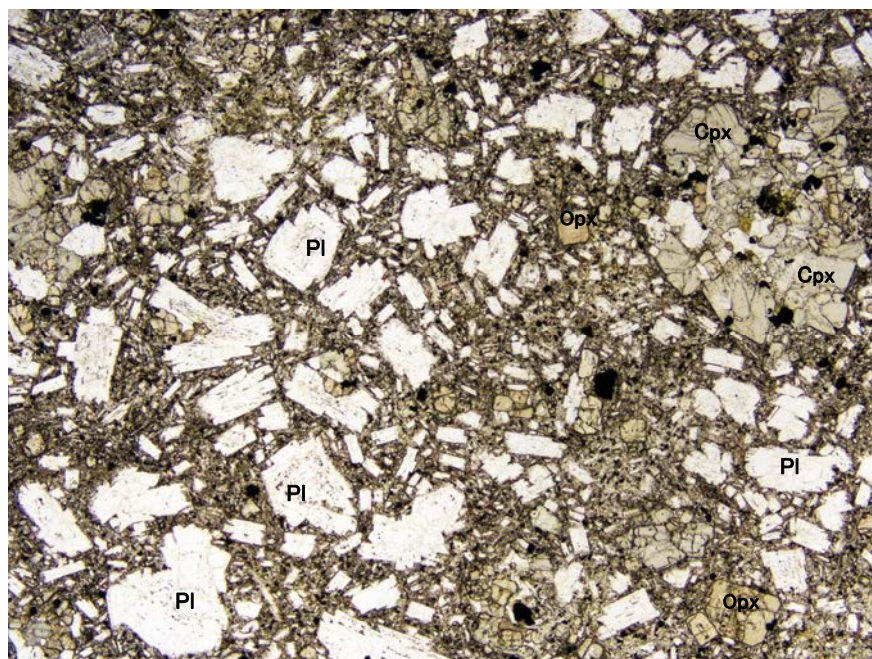
K-Ar年代分析試料(I-9-3)の薄片顕微鏡写真

- ・斜長石を対象としたK-Ar年代値は 20.2 ± 1.1 Maを示す。
- ・薄片観察において斜長石の変質が顕著でないことを確認した。

安山岩の年代分析試料の薄片観察 (K-13.6-2)



単ニコル



1mm

直交ニコル



1mm

凡例

- Pl : 斜長石
- Cpx: 単斜輝石
- Opx: 斜方輝石

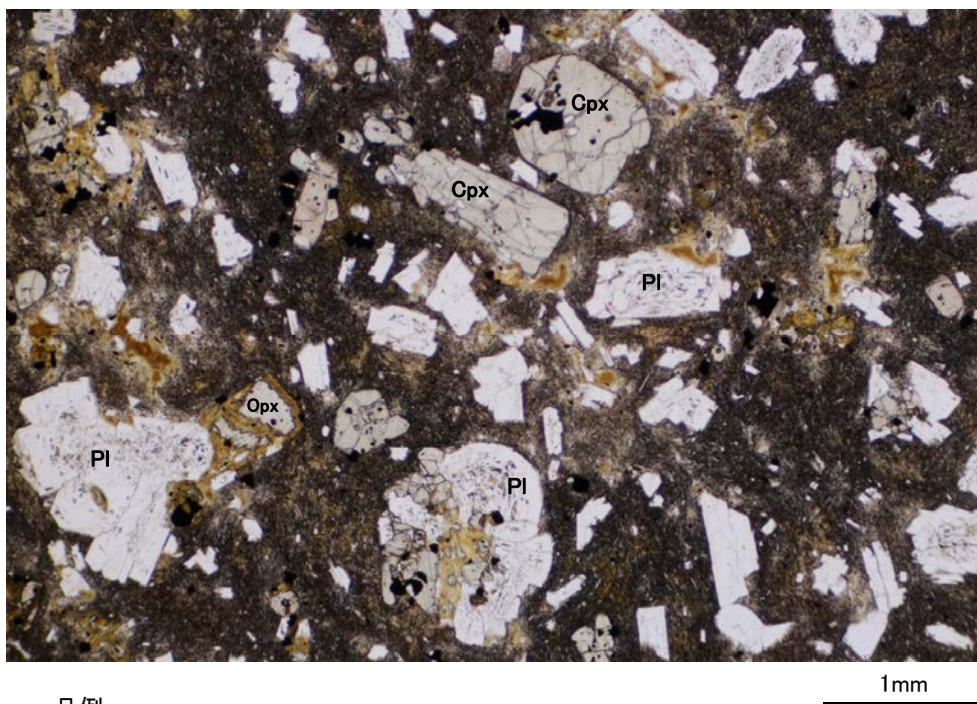
K-Ar年代分析試料(K-13.6-2)の薄片顕微鏡写真

・斜長石を対象としたK-Ar年代値は 19.8 ± 1.1 Maを示す。
・薄片観察において斜長石の変質が顕著でないことを確認した。

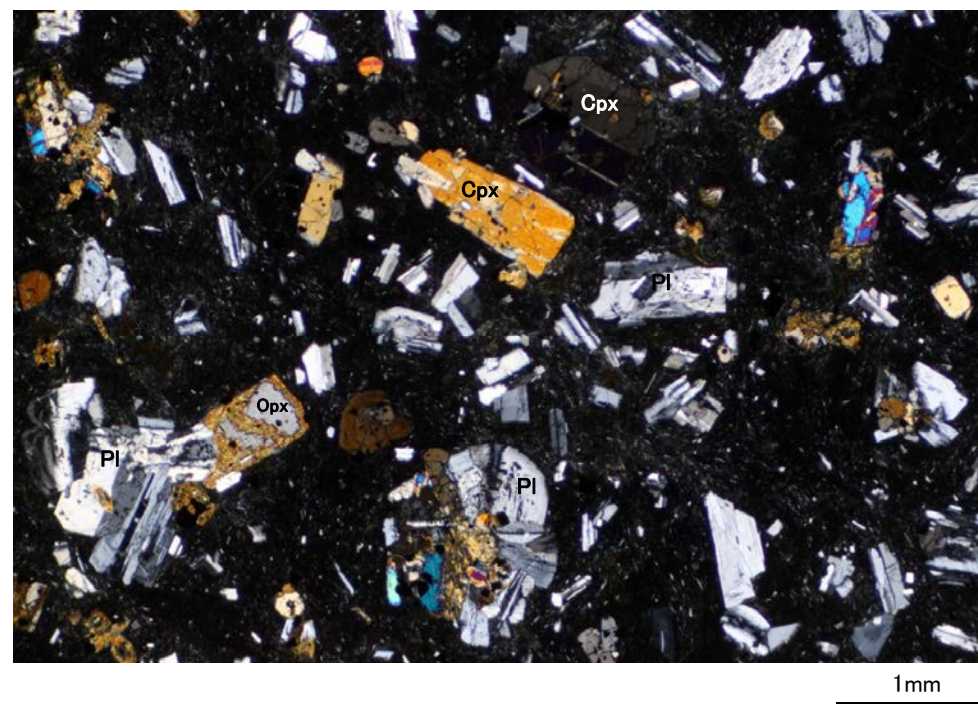
安山岩の年代分析試料の薄片観察 (I-9-4)



単ニコル



直交ニコル



凡例

- Pl : 斜長石
- Cpx : 単斜輝石
- Opx : 斜方輝石

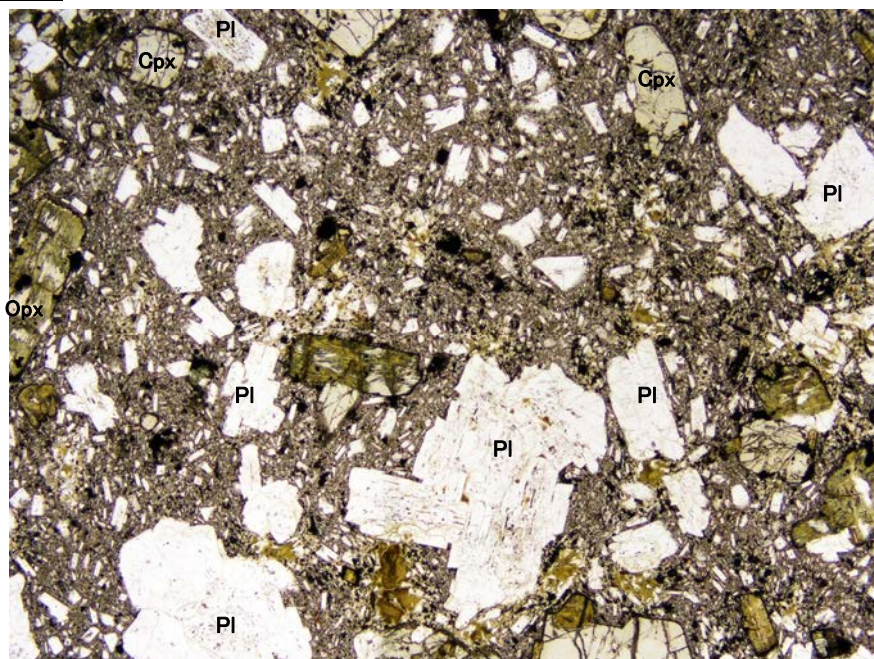
K-Ar年代分析試料(I-9-4)の薄片顕微鏡写真

- ・斜長石を対象としたK-Ar年代値は 18.8 ± 1.0 Maを示す。
- ・薄片観察において斜長石の変質が顕著でないことを確認した。

安山岩の年代分析試料の薄片観察 (K-13.6-3)

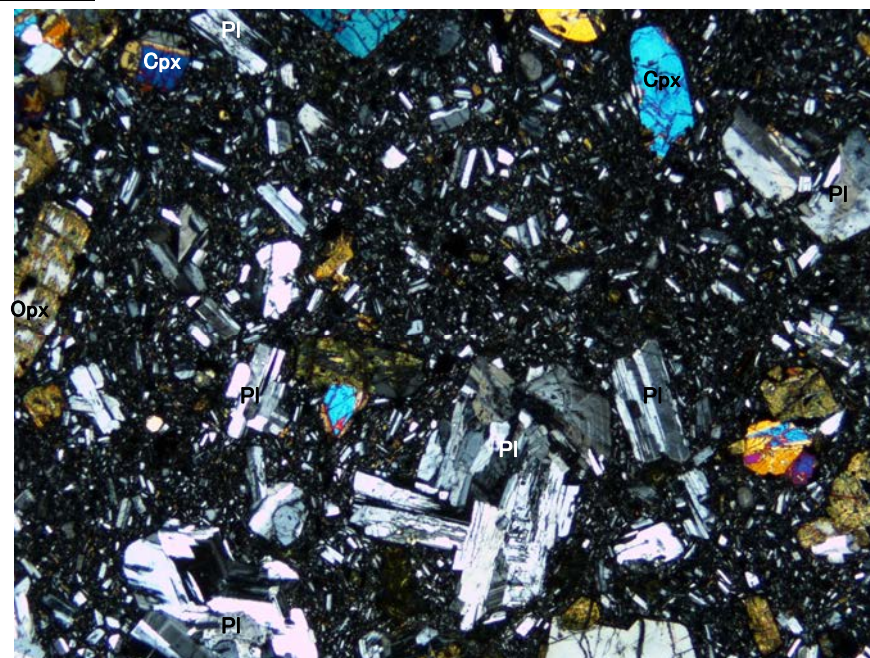


単ニコル



1mm

直交ニコル



1mm

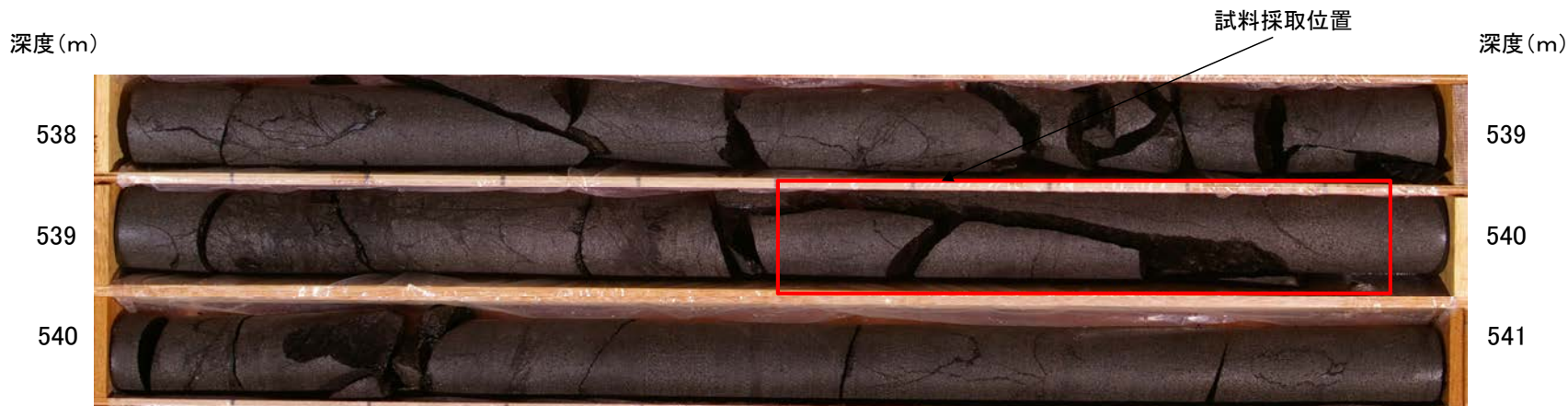
凡例

- Pl : 斜長石
- Cpx: 単斜輝石
- Opx: 斜方輝石

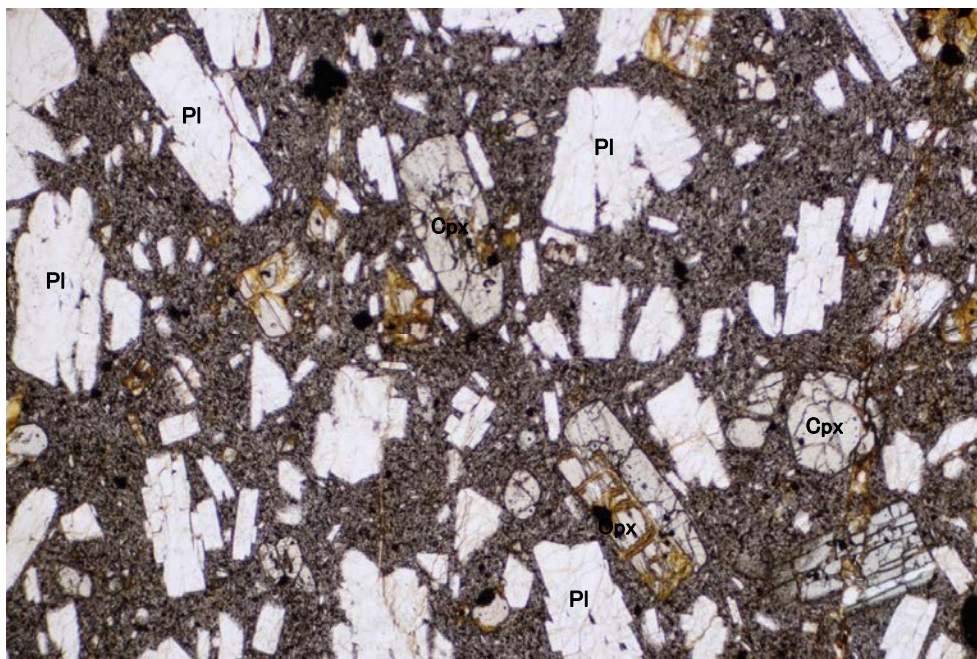
K-Ar年代分析試料(K-13.6-3)の薄片顕微鏡写真

- ・斜長石を対象としたK-Ar年代値は 19.8 ± 1.1 Maを示す。
- ・薄片観察において斜長石の変質が顕著でないことを確認した。

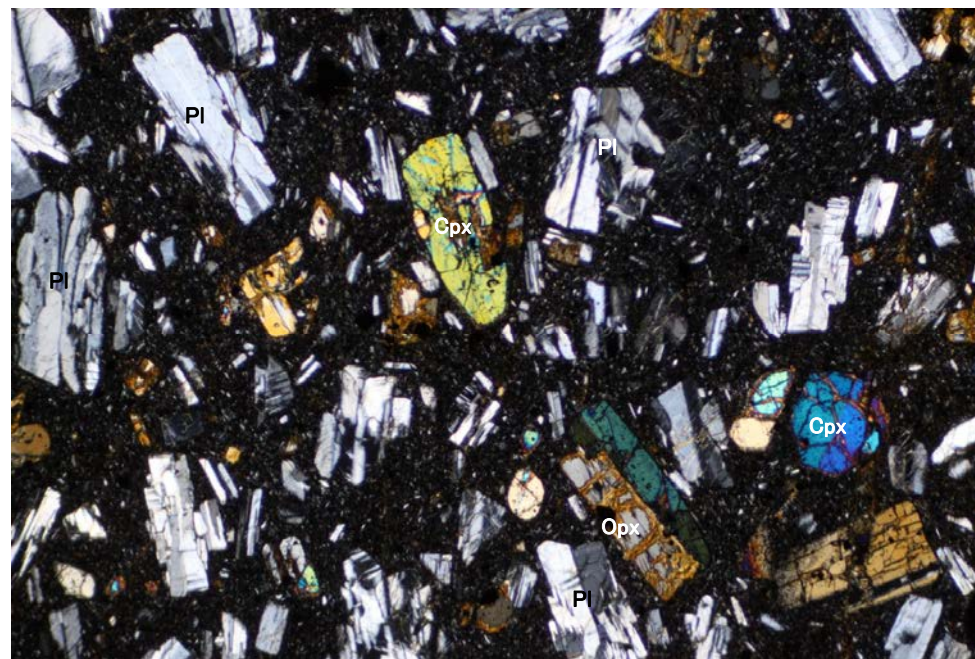
安山岩の年代分析試料の薄片観察 (K-13.6-4)



単ニコル



直交ニコル



凡例

- Pl : 斜長石
- Cpx: 単斜輝石
- Opx: 斜方輝石

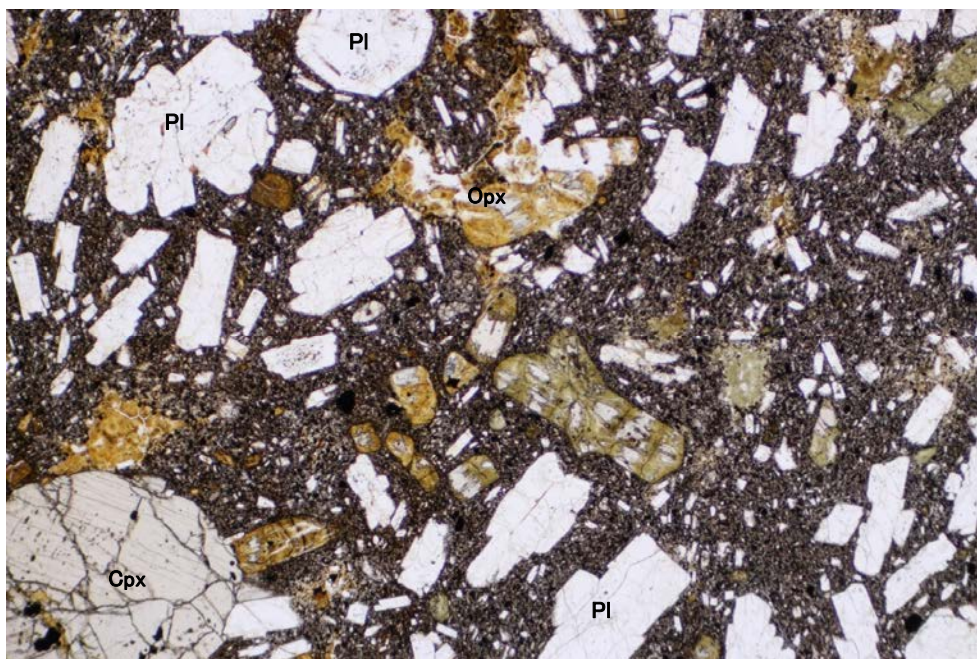
K-Ar年代分析試料(K-13.6-4)の薄片顕微鏡写真

- ・斜長石を対象としたK-Ar年代値は 19.9 ± 1.1 Maを示す。
- ・薄片観察において斜長石の変質が顕著でないことを確認した。

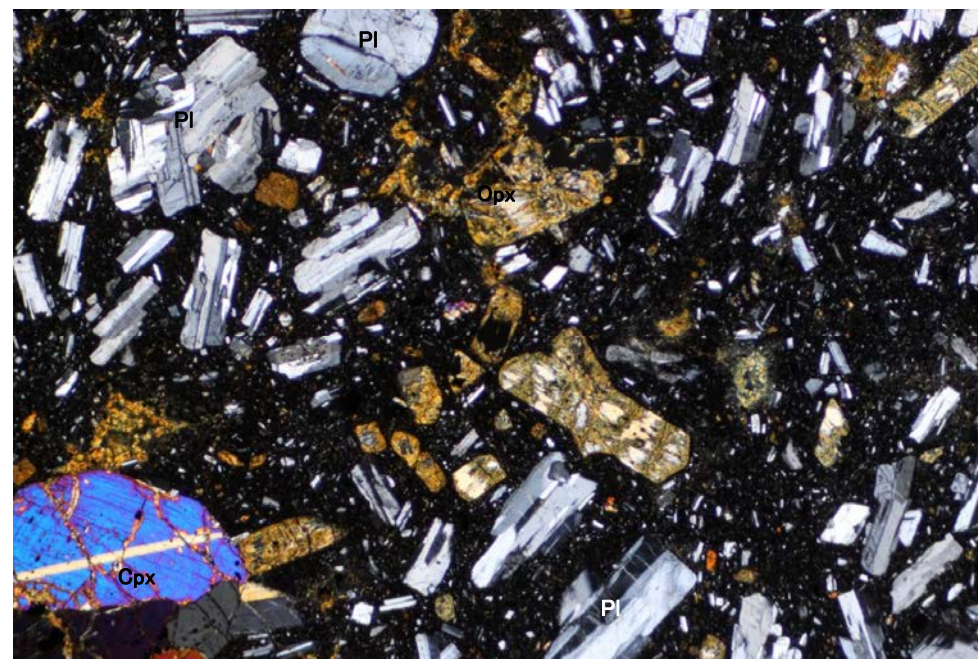
安山岩の年代分析試料の薄片観察 (K-13.6-5)



単ニコル



直交ニコル



凡例

- Pl : 斜長石
- Cpx: 単斜輝石
- Opx: 斜方輝石

K-Ar年代分析試料(K-13.6-5)の薄片顕微鏡写真

- ・斜長石を対象としたK-Ar年代値は 14.6 ± 0.4 Maを示す。
- ・薄片観察において斜長石の変質が顕著でないことを確認した。

(3)化学分析結果

敷地の安山岩に関する調査(化学分析)

■ 敷地の安山岩の化学組成を確認するため、大深度ボーリング及び岩盤調査坑から採取した敷地内の安山岩(均質)について、化学分析を実施した。

[生データ]

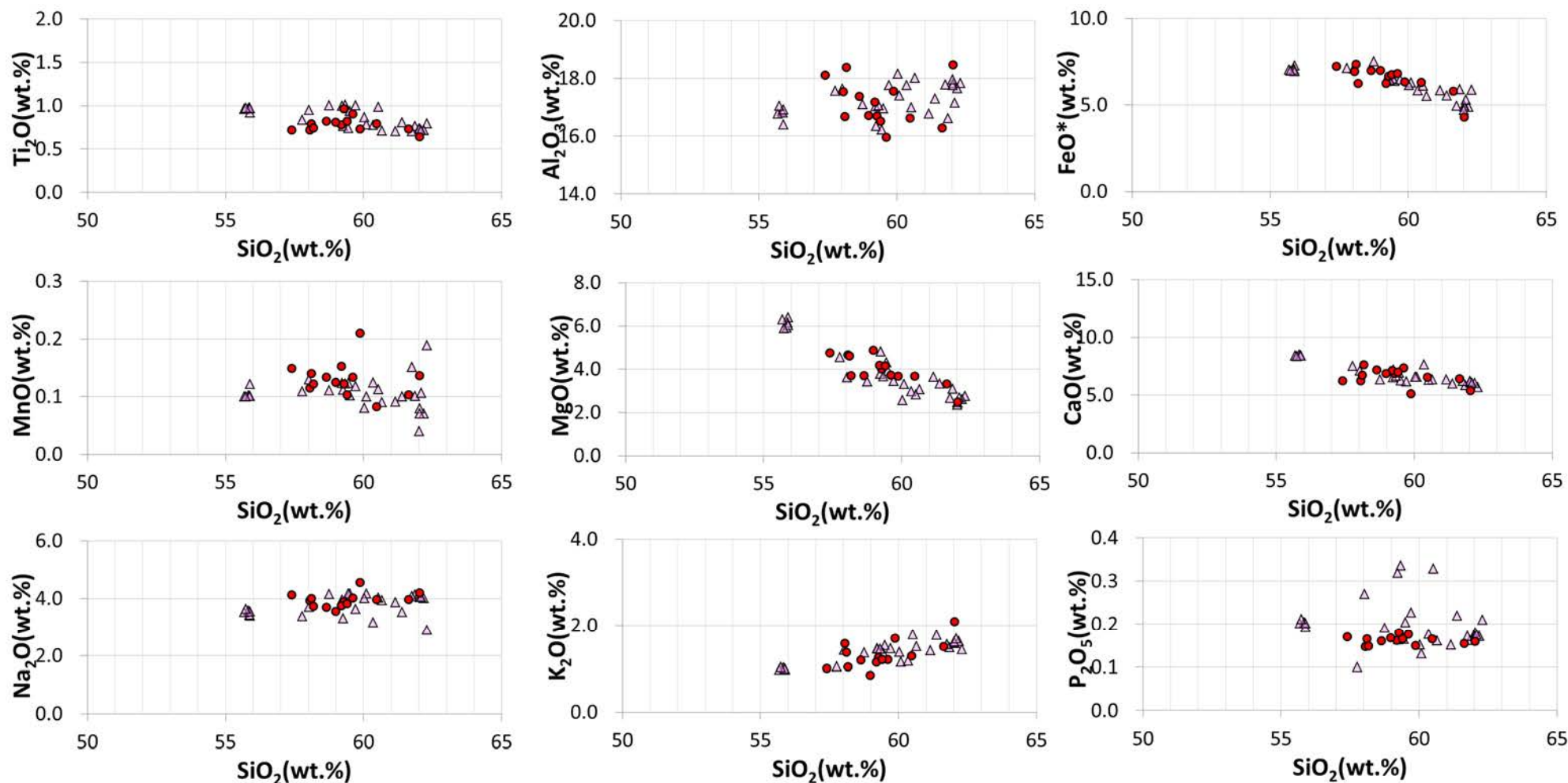
対象物	試料No.	採取標高 (m)	(wt.%)	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO*	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Total	FeO*/MgO	Na ₂ O+K ₂ O
安山岩	GC-1	-18.25		56.77	0.80	16.83	6.79	0.13	3.60	6.99	3.59	1.16	0.16	96.82	1.89	4.75
安山岩	I-9-1	-27.65		60.15	0.72	16.39	5.49	0.07	1.82	5.93	3.81	1.37	0.16	95.91	3.02	5.18
安山岩	I-9-2	-156.50		57.61	0.88	15.43	6.59	0.13	3.62	7.15	3.90	1.17	0.17	96.65	1.82	5.07
安山岩	K-13.6-1	-197.88		58.05	0.77	16.86	6.15	0.15	4.12	7.01	3.68	1.13	0.16	98.08	1.49	4.81
安山岩	I-9-3	-199.90		56.61	0.78	16.06	6.73	0.12	4.70	6.60	3.41	0.82	0.16	95.99	1.43	4.23
安山岩	K-13.6-2	-205.93		56.90	0.73	17.98	6.14	0.12	3.64	7.48	3.66	1.03	0.15	97.83	1.69	4.69
安山岩	I-9-4	-258.80		57.49	0.80	15.99	6.54	0.10	4.04	6.78	3.70	1.18	0.16	96.78	1.62	4.88
安山岩	K-13.6-3	-279.23		58.56	0.77	16.11	6.14	0.08	3.57	6.35	3.85	1.26	0.16	96.85	1.72	5.11
安山岩	K-13.6-4	-504.38		58.20	0.95	16.41	6.56	0.12	3.96	6.74	3.83	1.24	0.18	98.19	1.66	5.07
安山岩	K-13.6-5	-719.08		55.37	0.69	16.74	6.63	0.11	4.46	5.98	3.75	1.51	0.14	95.38	1.49	5.26
安山岩	K-13.6-6	-942.58		58.75	0.61	17.51	4.09	0.13	2.37	5.13	3.99	1.99	0.15	94.72	1.73	5.98
安山岩	K-13.6-7	-982.93		57.03	0.70	16.74	6.05	0.20	3.52	4.91	4.35	1.62	0.14	95.26	1.72	5.97
安山岩	K-13.6-8	-1039.93		53.95	0.74	15.50	6.84	0.13	4.29	6.26	3.72	1.28	0.15	92.86	1.59	5.00
安山岩	K-13.6-9	-1072.88		53.90	0.68	17.02	6.82	0.14	4.47	5.89	3.88	0.95	0.16	93.91	1.53	4.83

[100%ノーマライズデータ]

対象物	試料No.	採取標高 (m)	(wt.%)	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO*	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Total	FeO*/MgO	Na ₂ O+K ₂ O
安山岩	GC-1	-18.25		58.63	0.83	17.38	7.01	0.13	3.72	7.22	3.71	1.20	0.17	100.00	1.89	4.91
安山岩	I-9-1	-27.65		62.72	0.75	17.09	5.72	0.07	1.90	6.18	3.97	1.43	0.17	100.00	3.02	5.40
安山岩	I-9-2	-156.50		59.61	0.91	15.96	6.82	0.13	3.75	7.40	4.04	1.21	0.18	100.00	1.82	5.25
安山岩	K-13.6-1	-197.88		59.19	0.79	17.19	6.27	0.15	4.20	7.15	3.75	1.15	0.16	100.00	1.49	4.90
安山岩	I-9-3	-199.90		58.97	0.81	16.73	7.01	0.13	4.90	6.88	3.55	0.85	0.17	100.00	1.43	4.41
安山岩	K-13.6-2	-205.93		58.16	0.75	18.38	6.28	0.12	3.72	7.65	3.74	1.05	0.15	100.00	1.69	4.79
安山岩	I-9-4	-258.80		59.40	0.83	16.52	6.76	0.10	4.17	7.01	3.82	1.22	0.17	100.00	1.62	5.04
安山岩	K-13.6-3	-279.23		60.46	0.80	16.63	6.34	0.08	3.69	6.56	3.98	1.30	0.17	100.00	1.72	5.28
安山岩	K-13.6-4	-504.38		59.27	0.97	16.71	6.68	0.12	4.03	6.86	3.90	1.26	0.18	100.00	1.66	5.16
安山岩	K-13.6-5	-719.08		58.05	0.72	17.55	6.95	0.12	4.68	6.27	3.93	1.58	0.15	100.00	1.49	5.51
安山岩	K-13.6-6	-942.58		62.02	0.64	18.49	4.32	0.14	2.50	5.42	4.21	2.10	0.16	100.00	1.73	6.31
安山岩	K-13.6-7	-982.93		59.87	0.73	17.57	6.35	0.21	3.70	5.15	4.57	1.70	0.15	100.00	1.72	6.27
安山岩	K-13.6-8	-1039.93		58.10	0.80	16.69	7.37	0.14	4.62	6.74	4.01	1.38	0.16	100.00	1.59	5.38
安山岩	K-13.6-9	-1072.88		57.40	0.72	18.12	7.26	0.15	4.76	6.27	4.13	1.01	0.17	100.00	1.53	5.14

FeO*: 全鉄をFeOとして表示

■ 地質の形成環境について検討するため、前頁で示した敷地内の安山岩の化学組成と文献で示されている能登半島の火山岩の化学組成との比較検討を行った。



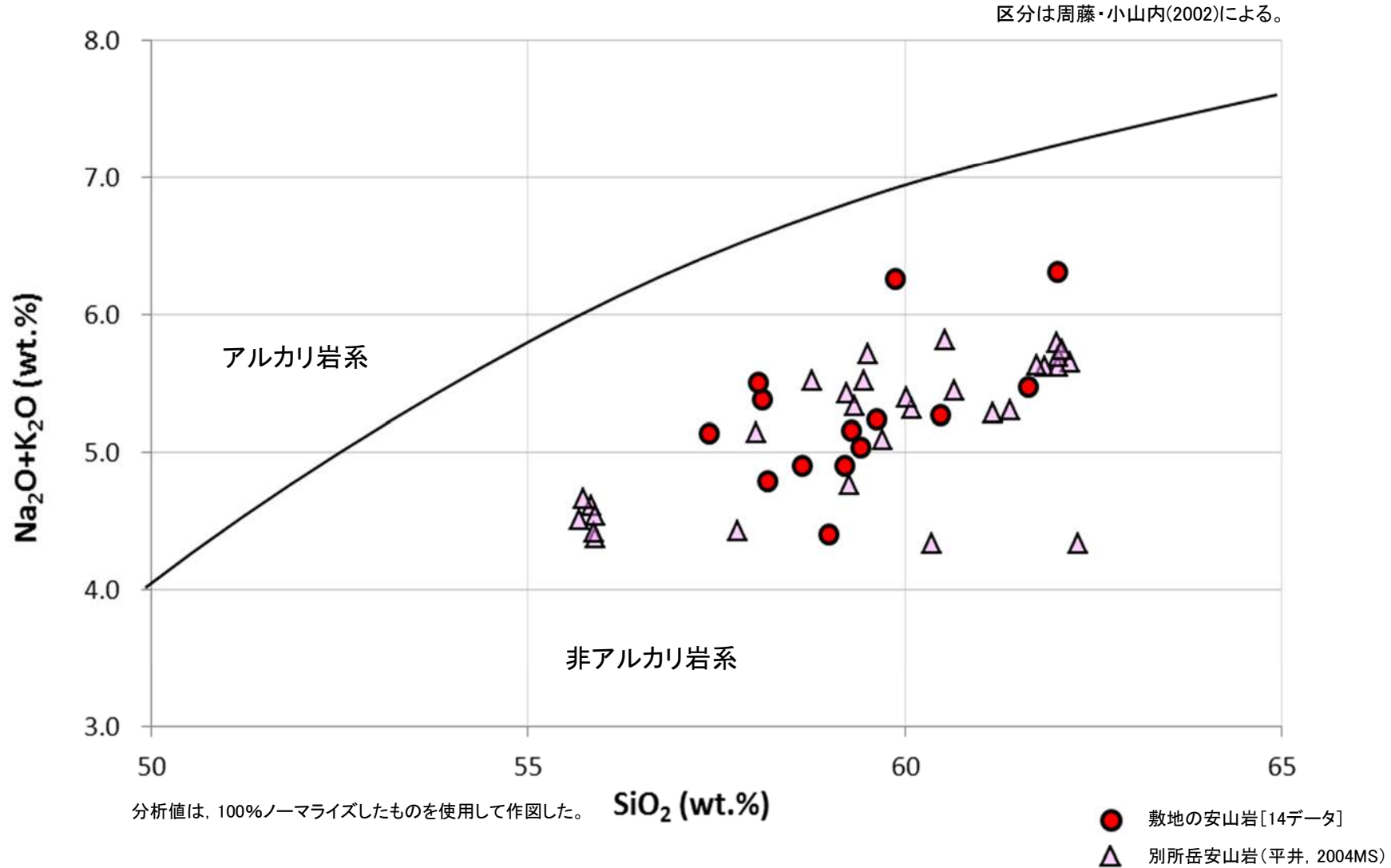
分析値は、100%ノーマライズしたものを使用して作図した。

● 敷地の安山岩[14データ]
△ 別所岳安山岩(平井, 2004MS)

文献による能登半島の火山岩と敷地における安山岩(均質)の主要成分(ハーカー図)

・ 敷地の安山岩(均質)の主要成分は、平井(2004MS)の能登半島の別所岳安山岩の主要成分の分布範囲に含まれる。

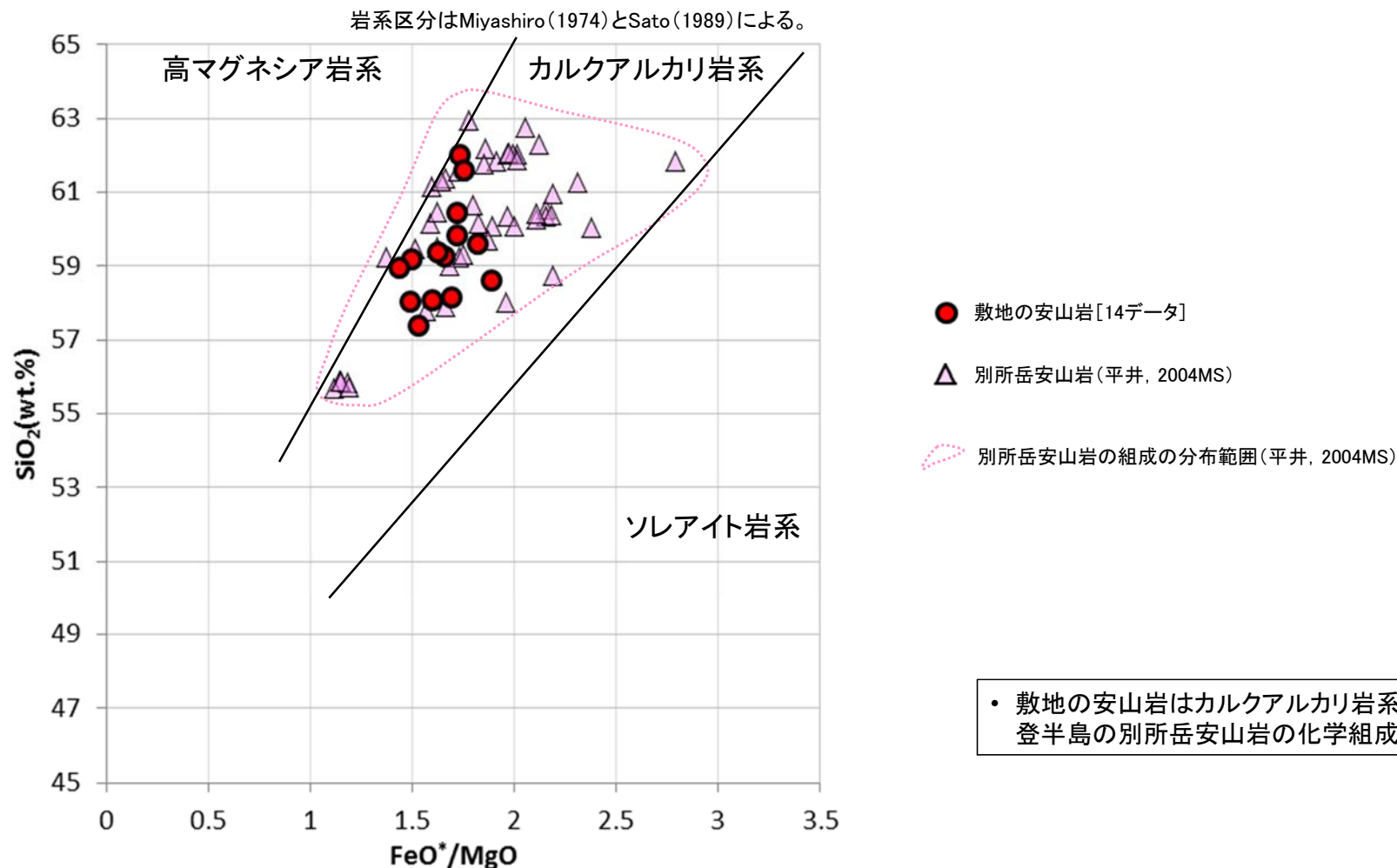
■ 敷地内の安山岩の化学組成と文献で示されている能登半島の火山岩の化学組成との比較について、周藤・小山内(2002)の区分により検討した結果について示す。



能登半島と敷地における火山岩の主要成分(SiO₂-Na₂O+K₂O図)

• 敷地の安山岩(均質)は、周藤・小山内(2002)の区分によれば非アルカリ岩系に属し、平井(2004MS)の能登半島の別所岳安山岩の主要成分の分布範囲に含まれる。

■ 敷地内の安山岩の化学組成と文献で示されている能登半島の火山岩の化学組成との比較について、Miyashiro(1974)とSato(1989)の区分により検討した結果について示す。



• 敷地の安山岩はカルクアルカリ岩系に属し、平井(2004MS)の能登半島の別所岳安山岩の化学組成の範囲に含まれている。

能登半島と敷地における火山岩の主要成分(FeO*/MgO図)

分析値は、100%ノーマライズしたものを使用して作図した。

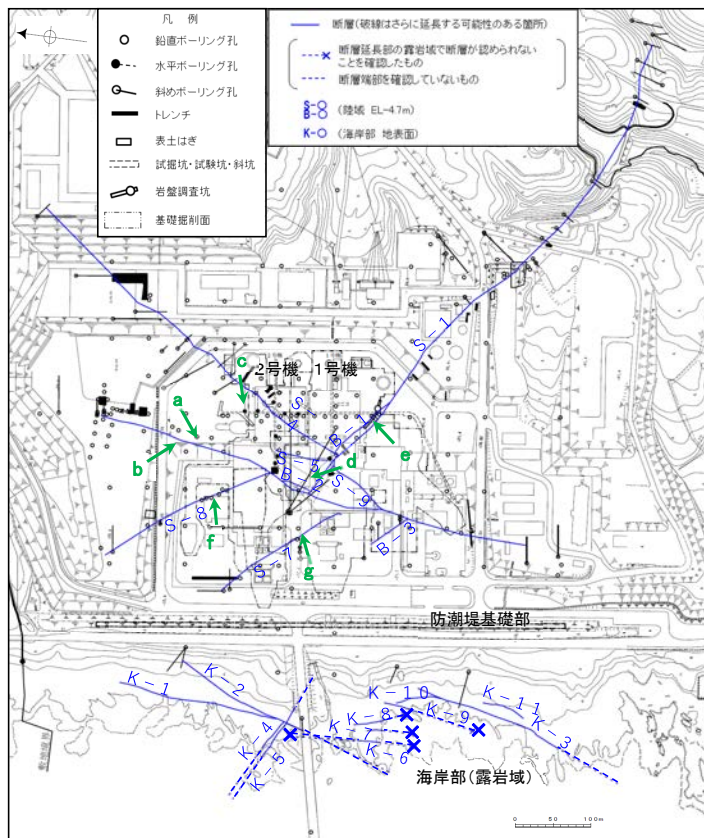
余白

補足資料5. 1－3

変質鉱物に関する調査結果

(1) 試料採取位置

試料採取位置(粘土鉱物脈, XRD分析(粘土分濃集))



粘土鉱物(XRD分析(粘土分濃集))試料

試料採取位置図

試料採取箇所 (XRD分析(粘土分濃集))試料)		
採取位置 (左位置図)	深度	標高
a E-8.5+5"孔	9.30m	EL 11.82m
b E-8.4'孔	31.70m	EL -10.61m
c F-9.3-4孔	66.40m	EL -45.82m
d H-6.5-2孔	81.90m	EL-59.10m
e 岩盤調査坑 No.27孔	0.25m	EL -18.25m
f F-6.82-6孔	17.08m	EL -1.97m
g H-5.5-2孔	19.33m	EL -3.75m

各試料の回折チャート(定方位(粘土分濃集))は補足資料5.1-3(2)参照

試料a, c, d, g

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°

試料b, e

XRD分析 測定諸元
 装置: Rigaku Ultima IV
 Target: Cu(K α)
 Voltage: 40kV
 Detector: D/teX Ultra
 Divergence Slit: 0.5°
 Step size: 0.01°

試料f

XRD分析 測定諸元
 装置: 島津製作所 XRD-6100
 Target: Cu(K α)
 Voltage: 30kV
 Detector: SC
 Divergence Slit: 1.0°
 Receiving Slit: 0.30mm
 Step size: 0.02°

試料採取位置(粘土鉱物脈, XRD分析(粘土分濃集))

○ 試料採取位置

a. E-8.5+5“孔 深度9.30m付近



b. E-8.4‘孔 深度31.70m付近



c. F-9.3-4孔 深度66.40m付近



d. H-6.5-2孔 深度81.90m付近



試料採取位置(粘土鉱物脈, XRD分析(粘土分濃集))

○ 試料採取位置

e. 岩盤調査坑No.27孔 深度0.25m付近

(深度) 0.0 0.2 0.4 0.6 0.8 1.0 (m)



f. F-6.82-6孔 深度17.08m付近

(深度) 17.0 17.2 17.4 17.6 17.8 18.0 (m)

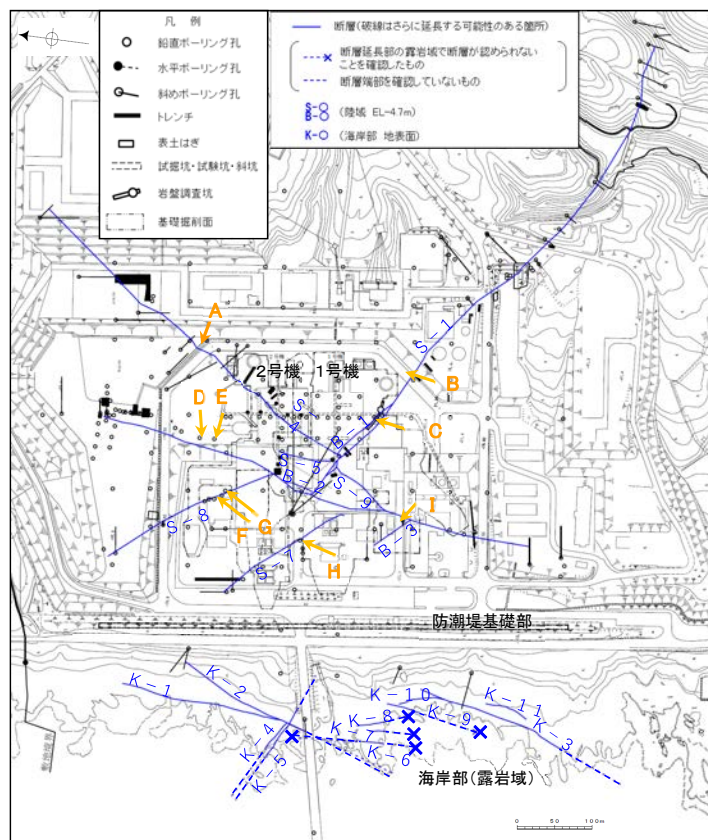


g. H-5.5-2孔 深度19.33m付近

(深度) 19.0 19.2 19.4 19.6 19.8 20.0 (m)



試料採取位置(粘土鉱物脈, EPMA分析)



粘土鉱物(EPMA分析試料)

試料採取位置図

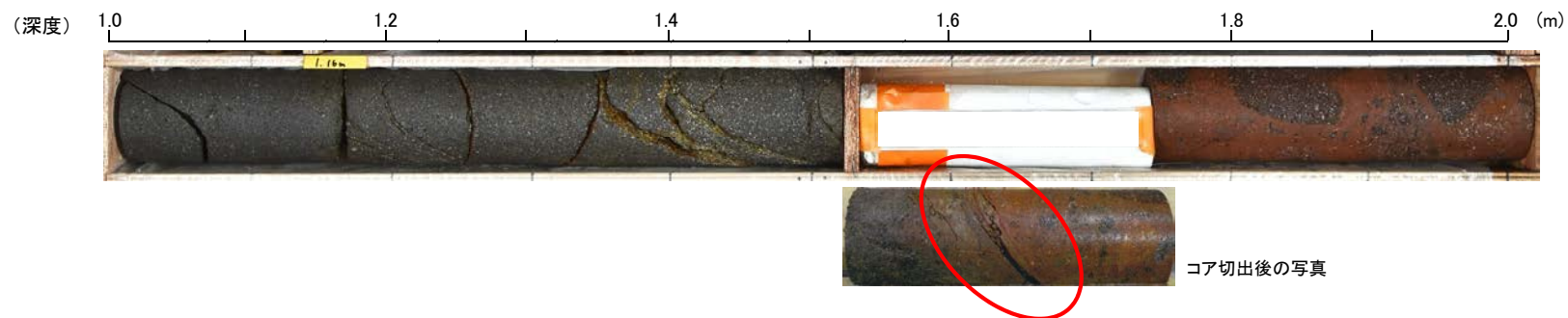
試料採取箇所 (EPMA分析試料)		
採取位置 (左位置図)	深度	標高
A E-11.1SE-2孔	1.65m	EL 19.72m
B K-10.3SW孔	27.81m	EL -6.17m
C 岩盤調査坑No.25切羽	(切羽面)	EL -17.60m
D E-8.5-2孔	8.55m	EL 12.66m
E F-8.5'孔	8.50m	EL 12.63m
F F-6.75孔	26.85m	EL -15.76m
G F-6.8孔	23.75m	EL -12.63m
H H-5.7'孔	14.35m	EL -3.26m
I K-6.2-2孔	30.94m	EL -19.45m

各試料のEPMA分析結果は補足資料5.1-3(3)参照

試料採取位置(粘土鉱物脈, EPMA分析)

○ 試料採取位置

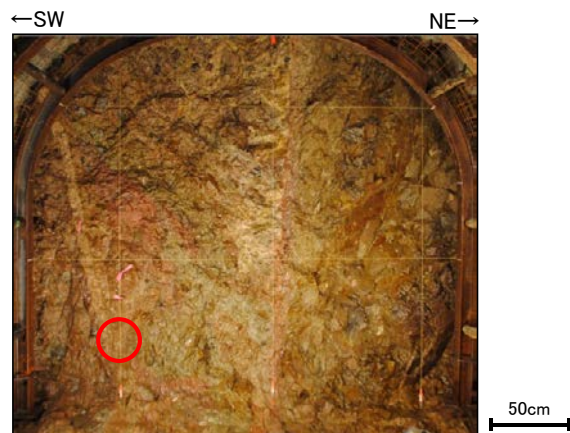
A. E-11.1SE-2孔 深度1.65m付近



B. K-10.3SW孔 深度27.81m付近



C. 岩盤調査坑No.25切羽



試料採取位置(粘土鉱物脈, EPMA分析)

○ 試料採取位置

D. E-8.5-2孔 深度8.55m付近

(深度) 8.0 8.2 8.4 8.6 8.8 9.0 (m)



E. F-8.5'孔 深度8.50m付近

(深度) 8.0 8.2 8.4 8.6 8.8 9.0 (m)



F. F-6.75孔 深度26.85m付近

(深度) 26.0 26.2 26.4 26.6 26.8 27.0 (m)



コア切出後の写真

試料採取位置(粘土鉱物脈, EPMA分析)

○ 試料採取位置

G. F-6.8孔 深度23.75m付近

(深度) 23.0 23.2 23.4 23.6 23.8 24.0 (m)



H. H-5.7'孔 深度14.35m付近

(深度) 14.0 14.2 14.4 14.6 14.8 15.0 (m)



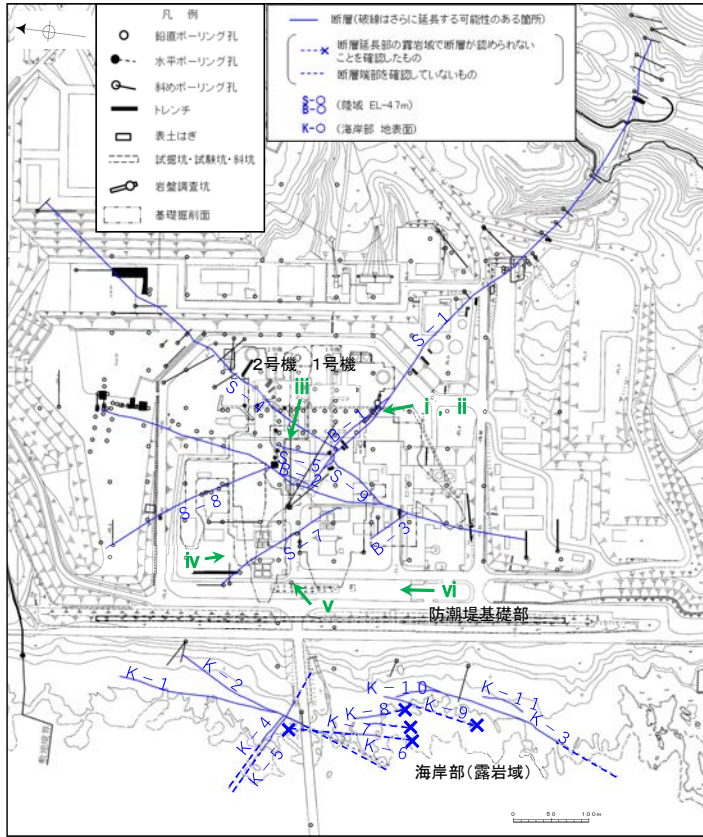
コア切出後の写真

I. K-6.2-2孔 深度30.94m付近

(深度) 30.5 30.7 30.9 31.1 31.3 31.5 (m)



試料採取位置(白色鉱物脈, XRD分析)



白色鉱物脈 (XRD分析試料)

試料採取位置図

試料採取箇所 (XRD分析試料)		
試料採取位置 (左位置図)	深度	標高
i 岩盤調査坑No.30切羽	(切羽面)	EL -15.56m
ii KR-13孔	2.47m	EL -16.75m
iii H-6.4孔	112.95m	EL -68.78m
iv F-4.9孔	136.57m	EL -125.44m
v R-4.5孔	68.63m	EL -57.56m
vi K-4.2孔	80.63m	EL -69.36m

各試料の回折チャート(不定方位)は補足資料5.1-3(5)参照

試料 ii 以外

XRD分析 測定諸元

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

試料 ii

XRD分析 測定諸元

装置:島津製作所 XRD-6100
Target: Cu (K α)
Voltage: 30kV
Current: 20mA
Detector: SC
Scanning Speed: 2° /min
Divergence Slit: 1.0°
Receiving Slit: 0.30mm
Sampling Range: 0.02°

試料採取位置(白色鉍物脈, XRD分析)

i. 岩盤調査坑No.30切羽

○ 試料採取位置



ii. KR-13孔 深度2.47m付近



iii. H-6.4孔 深度112.95m付近



試料採取位置(白色鉍物脈, XRD分析)

○ 試料採取位置

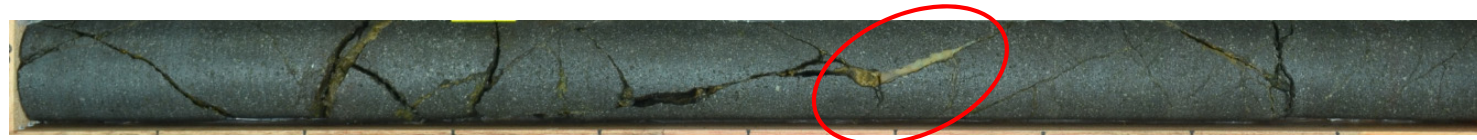
iv. F-4.9孔 深度136.57m付近

(深度) 136.0 136.2 136.4 136.6 136.8 137.0 (m)



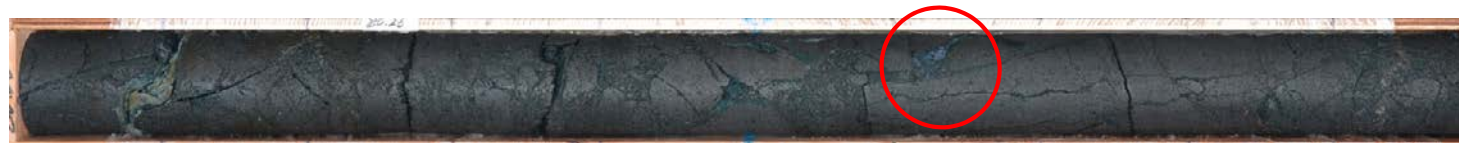
v. R-4.5孔 深度68.63m付近

(深度) 68.0 68.2 68.4 68.6 68.8 69.0 (m)



vi. K-4.2孔 深度80.63m付近

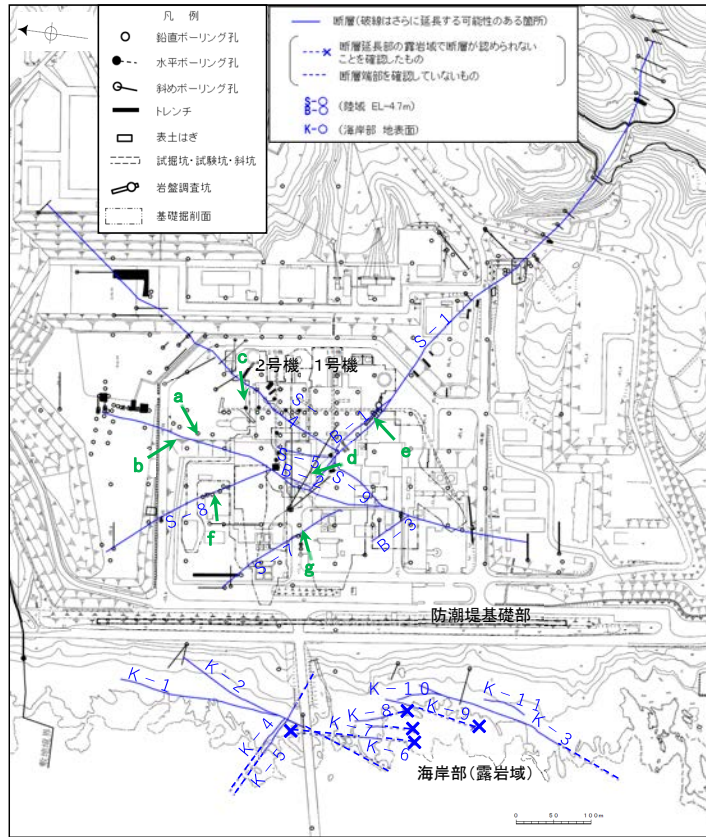
(深度) 80.0 80.2 80.4 80.6 80.8 81.0 (m)



(2) XRD分析(粘土分濃集)結果
(I/S混合層の構造判定, 八面体シート構造判定)

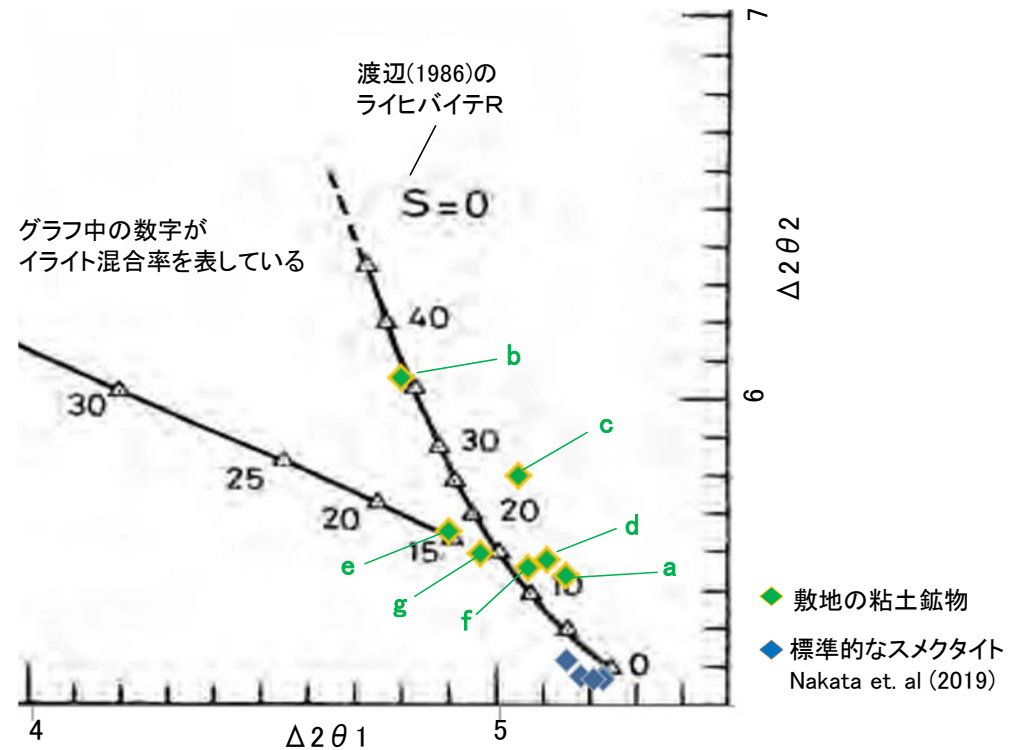
渡辺(1986, 1981)によるI/S混合層の構造判定

○敷地の粘土鉱物のXRD分析結果を渡辺(1981)にプロットした位置は、イライト混合率10~35%部分に該当する。



試料採取位置図

粘土鉱物 (XRD分析(粘土分濃集)試料)



I/S混合層の構造判定図(渡辺(1981)に一部加筆)

各試料の回折チャートは、次頁以降

試料採取箇所 (XRD分析(粘土分濃集)試料)		渡辺(1986, 1981)の図へのプロット結果	
採取位置 (上位置図)	標高	ライヒバイテ	イライト混合率
a E-8.5~5"孔	EL 11.82m	R=0	10%t程度
b E-8.4'孔	EL -10.61m	R=0	35%t程度
c F-9.3-4孔	EL -45.82m	R=0	20%t程度
d H-6.5-2孔	EL -59.10m	R=0	10%t程度
e 岩盤調査坑 No.27付近	EL -18.25m	R=0	20%t程度
f F-6.82-6孔	EL -1.97m	R=0	10%t程度
g H-5.5-2孔	EL -3.75m	R=0	15%t程度

渡辺(1986, 1981)によるI/S混合層の構造判定結果

試料a, c, d, g

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°

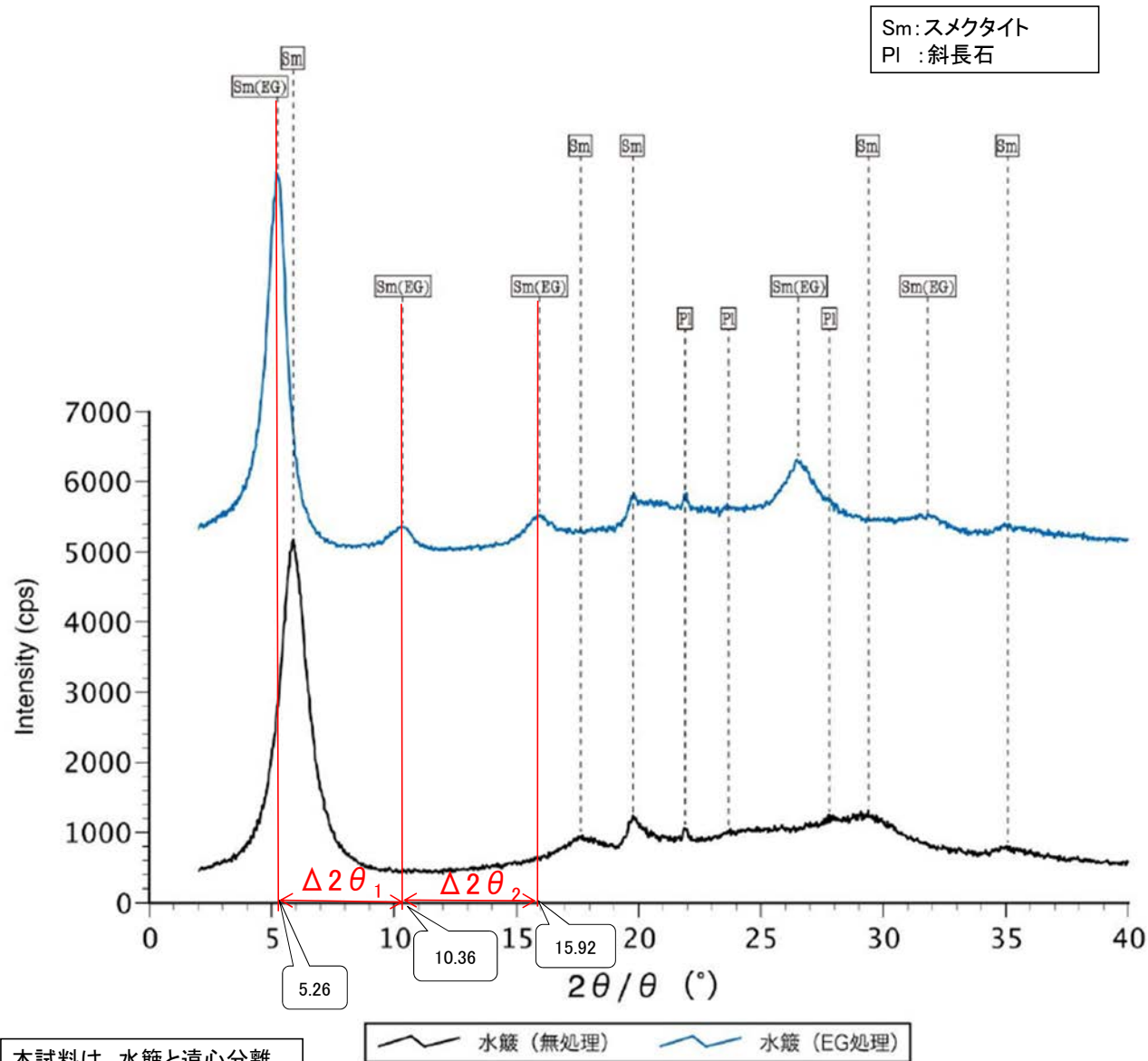
試料b, e

XRD分析 測定諸元
装置: Rigaku Ultima IV
Target: Cu(K α)
Voltage: 40kV
Detector: D/teX Ultra
Divergence Slit: 0.5°
Step size: 0.01°

試料f

XRD分析 測定諸元
装置: 島津製作所 XRD-6100
Target: Cu(K α)
Voltage: 30kV
Detector: SC
Divergence Slit: 1.0°
Receiving Slit: 0.30mm
Step size: 0.02°

E-8.5+5"孔 -X線回折チャート 定方位(粘土分濃集)-

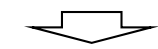


本試料は、水簸と遠心分離によって、粒径0.2~1.0μmの粘土分を濃集している。

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

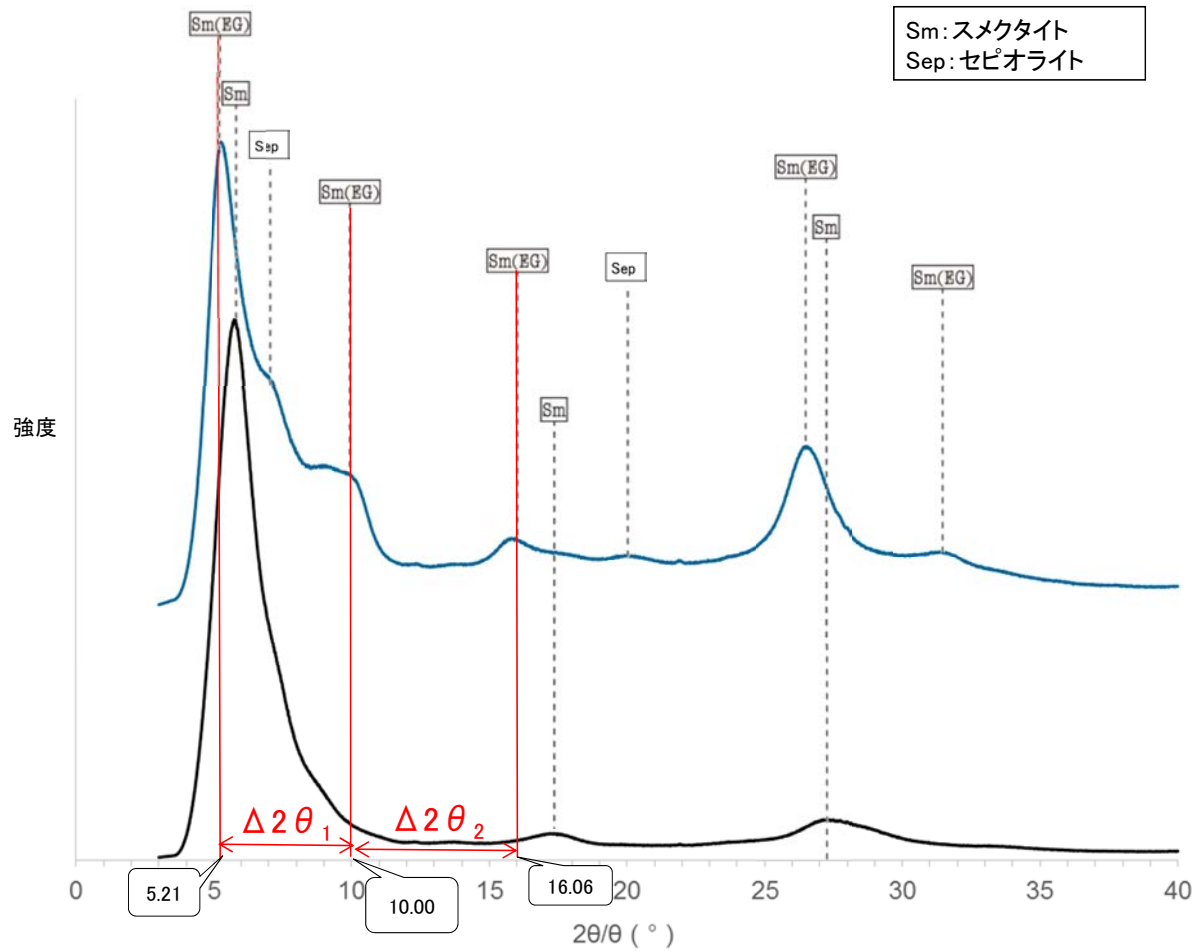
①5~8°	5.26°
②9~11°	10.36°
③16~18°	15.92°
$\Delta 2\theta_1$ (②-①)	5.10°
$\Delta 2\theta_2$ (③-②)	5.56°



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

E-8.4' 孔 —X線回折チャート 定方位(粘土分濃集)—



Sm: スメクタイト
Sep: セピオライト

EG処理スメクタイトのピーク回折角

①5~8°	5.21°
②9~11°	10.00°
③16~18°	16.06°
Δ2θ ₁ (②-①)	4.79°
Δ2θ ₂ (③-②)	6.06°



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35%程度混合

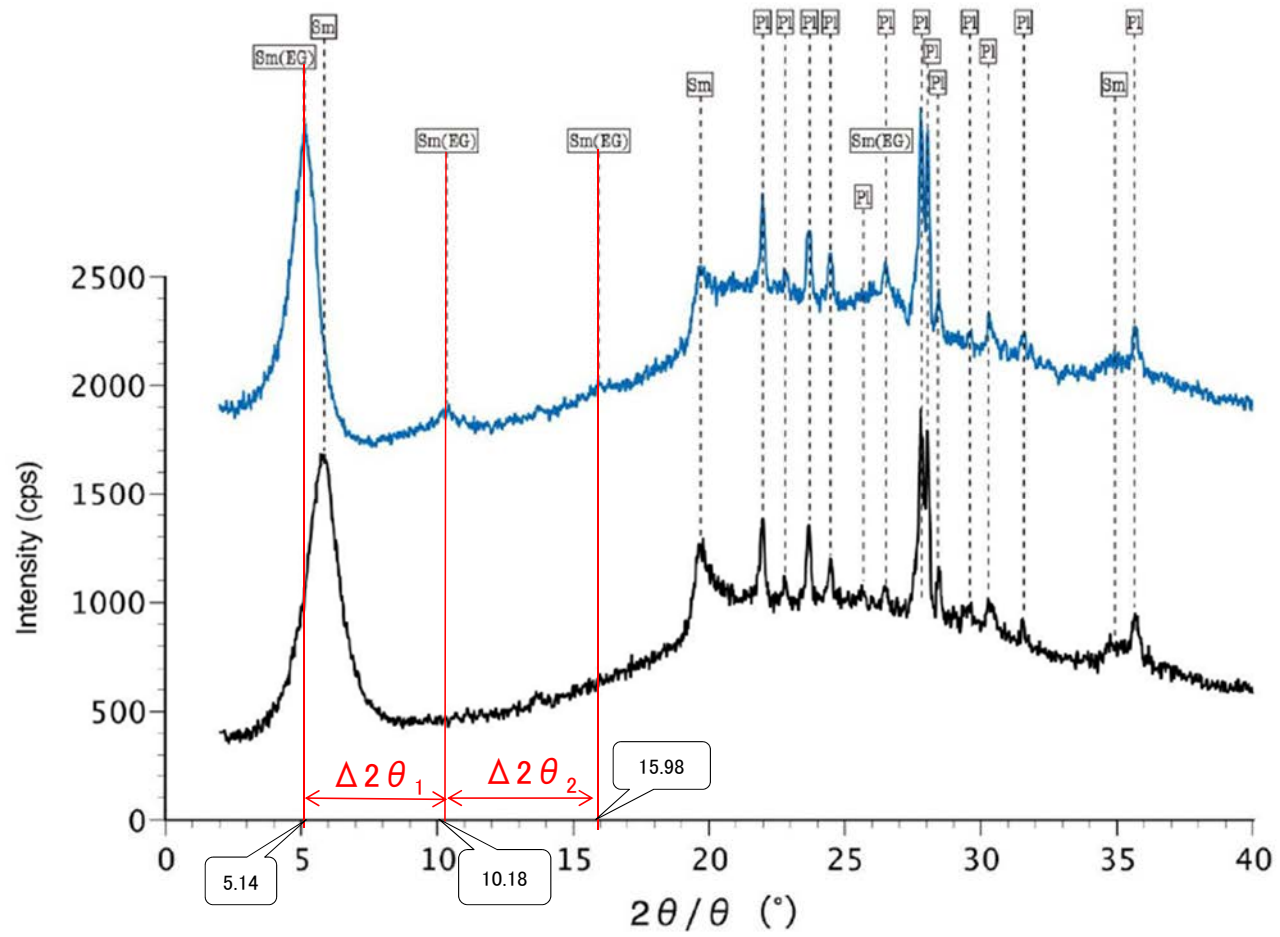
本試料は、水簸と遠心分離
によって、粒径0.4μm以下の
粘土分を濃集している。

— 水簸 (無処理) — 水簸 (EG処理)

回折チャート
(EG処理も合わせて表示)

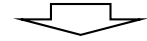
F-9.3-4孔 -X線回折チャート 定方位(粘土分濃集)-

Sm:スメクタイト
Pl:斜長石



EG処理スメクタイトのピーク回折角

①5~8°	5.14°
②9~11°	10.18°
③16~18°	15.98°
$\Delta 2\theta_1$ (②-①)	5.04°
$\Delta 2\theta_2$ (③-②)	5.80°



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20%程度混合

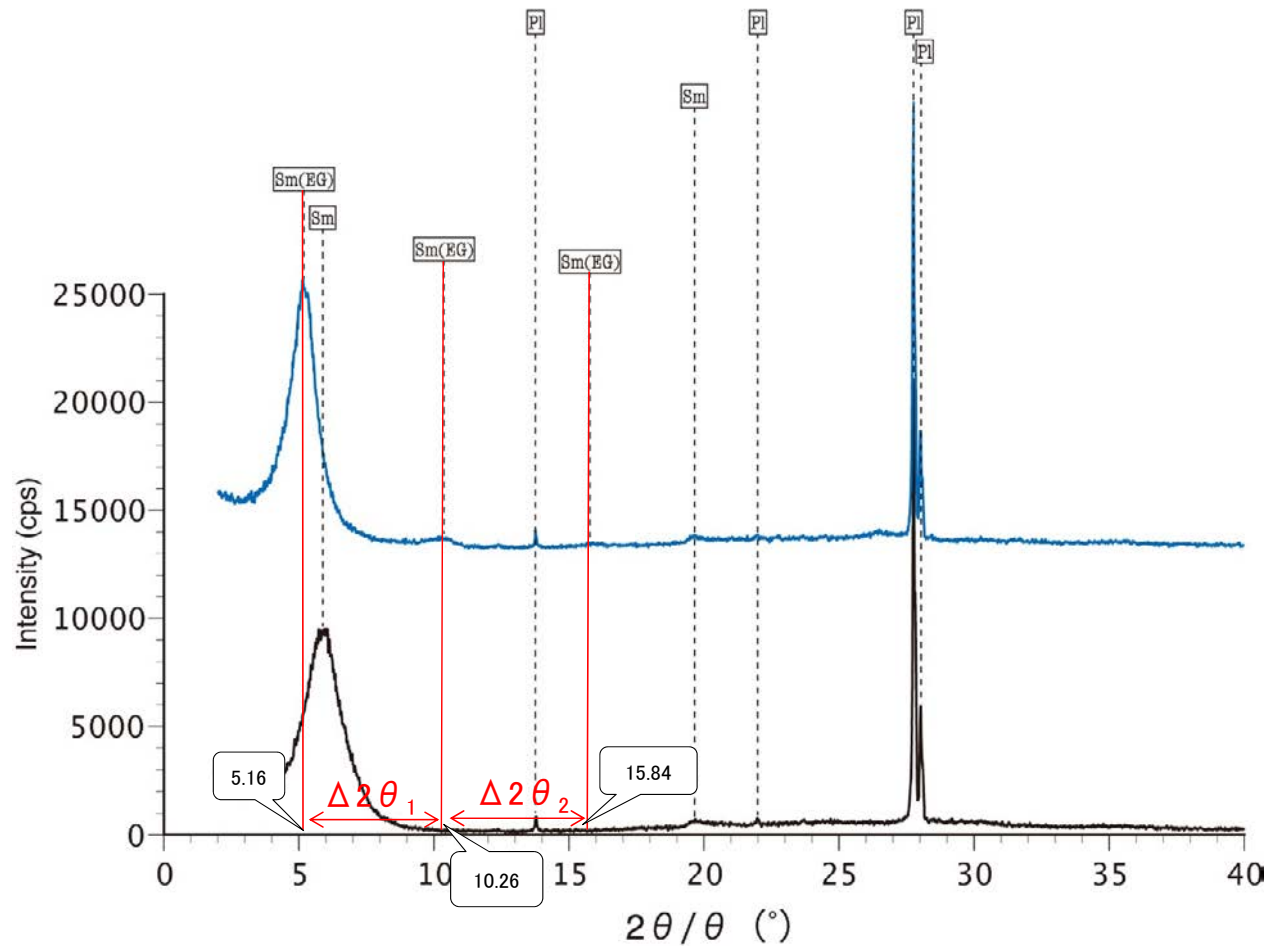
本試料は、水簸と遠心分離
によって、粒径0.2~2.0μmの
粘土分を濃集している。

— 水簸 (無処理) — 水簸 (EG処理)

回折チャート
(EG処理も合わせて表示)

H-6.5-2孔 -X線回折チャート 定方位(粘土分濃集)-

Sm:スメクタイト
Pl:斜長石



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。

水簸 (無処理) 水簸 (EG処理)

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

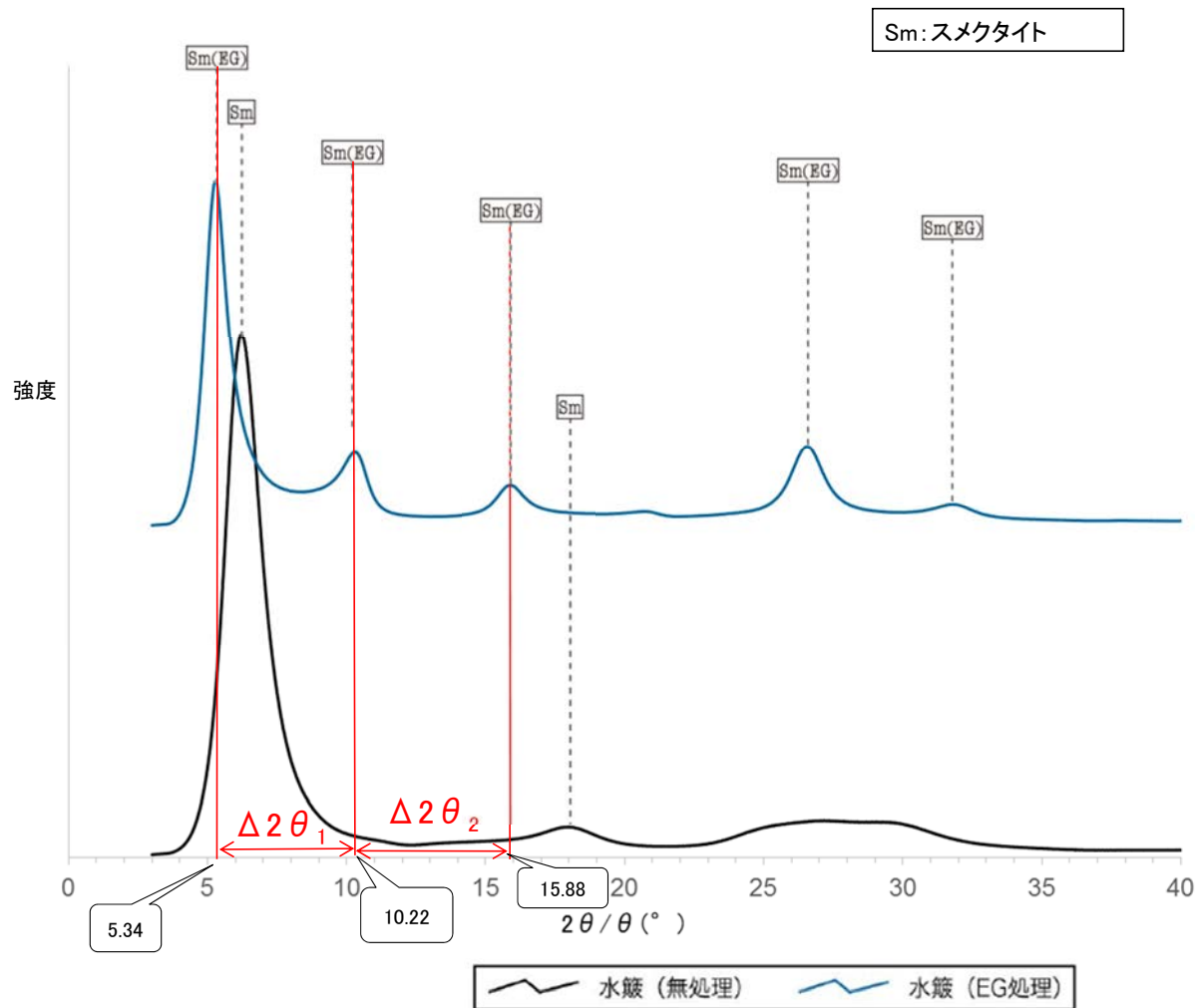
①5~8°	5.16°
②9~11°	10.26°
③16~18°	15.84°
$\Delta 2\theta_1$ (②-①)	5.10°
$\Delta 2\theta_2$ (③-②)	5.58°



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

岩盤調査坑No.27付近 —X線回折チャート 定方位(粘土分濃集)—



本試料は、水簸と遠心分離によって、粒径0.1 μ m以下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

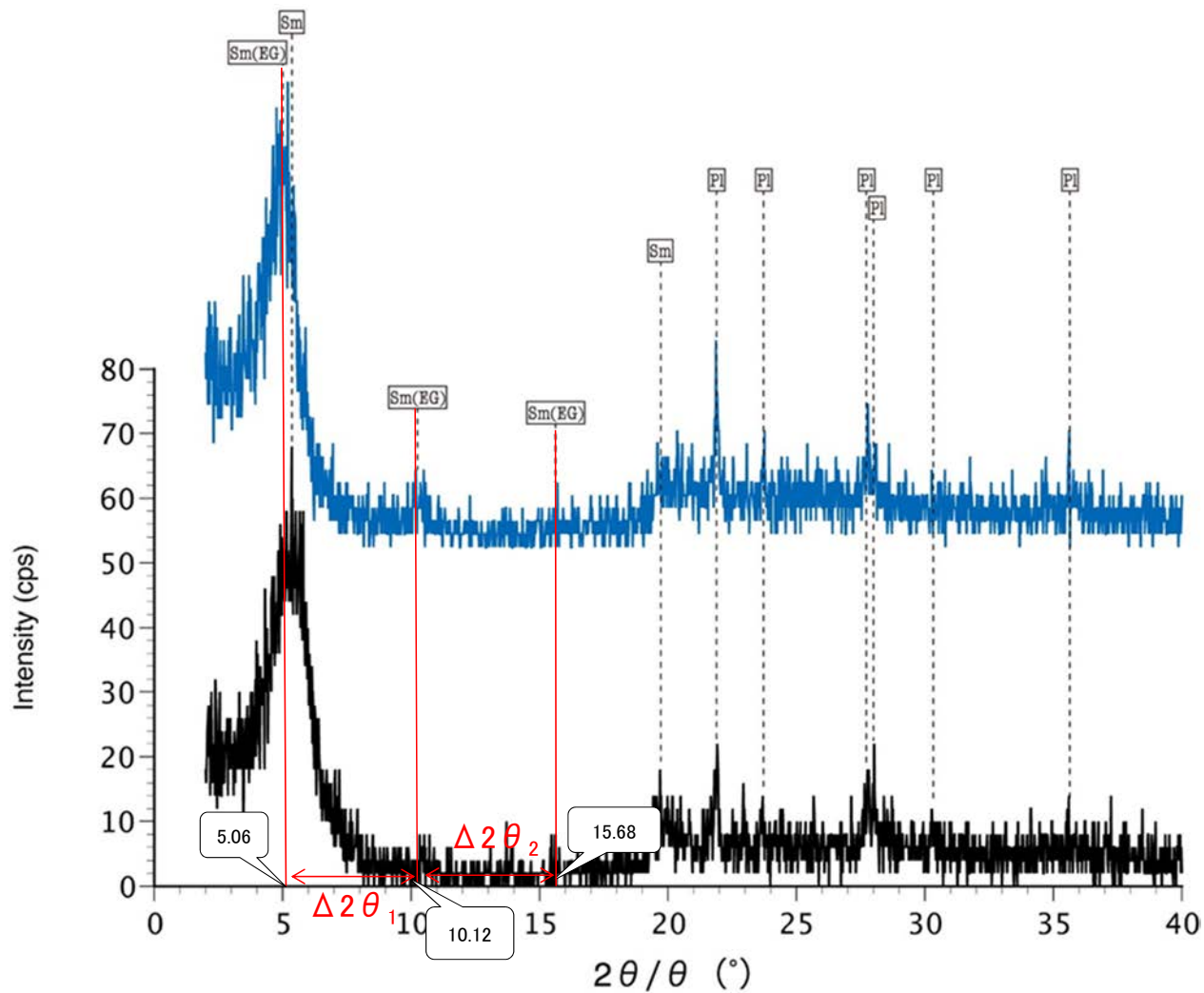
①5~8°	5.34°
②9~11°	10.22°
③16~18°	15.88°
$\Delta 2\theta_1$ (②-①)	4.88°
$\Delta 2\theta_2$ (③-②)	5.66°

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20%程度混合

F-6.82-6孔 -X線回折チャート 定方位(粘土分濃集)-

Sm:スメクタイト
Pl:斜長石



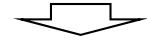
本試料は、水簸と遠心分離によって、粒径0.2~2μmの粘土分を濃集している。

— 水簸 (無処理) — 水簸 (EG処理)

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

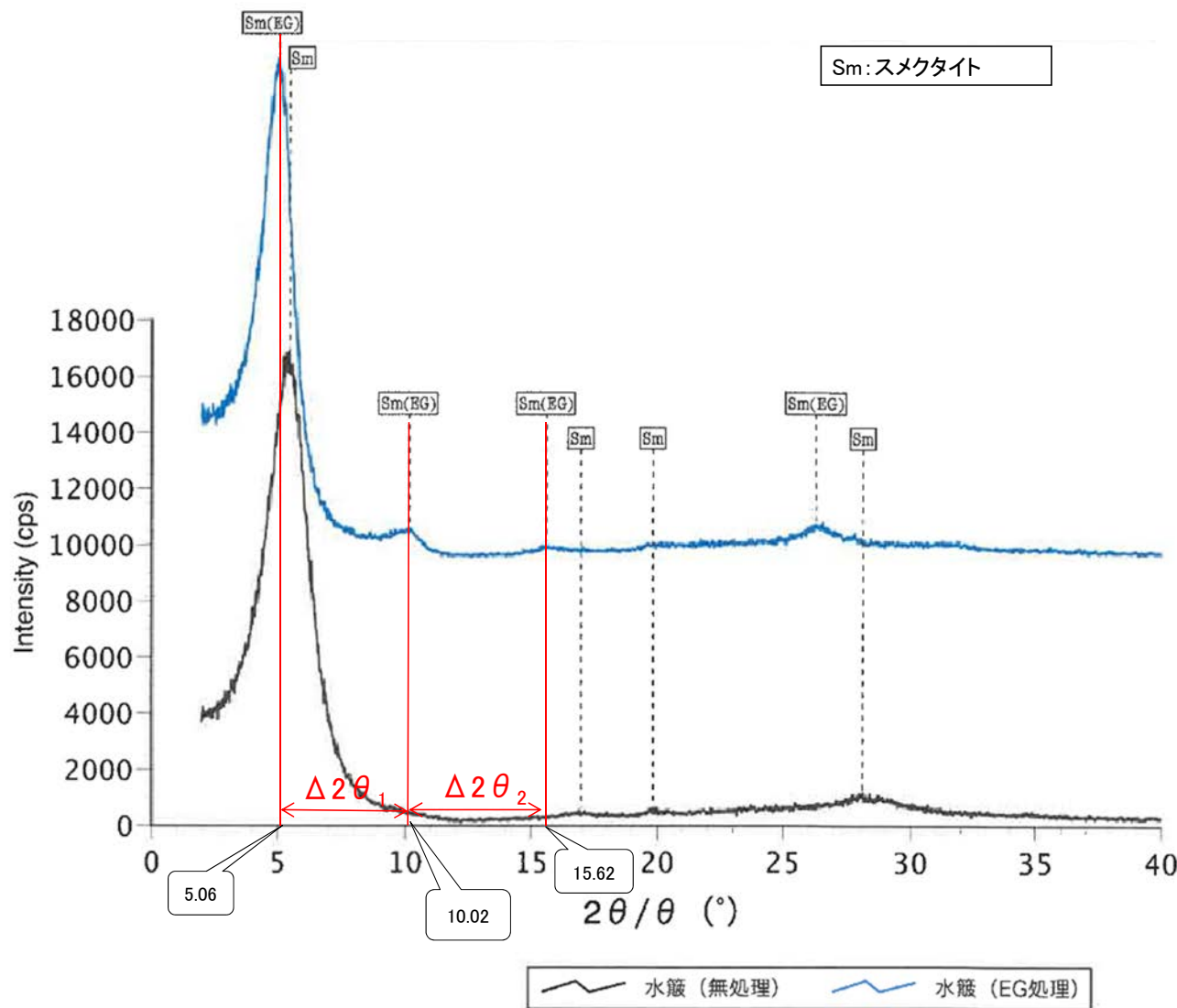
①5~8°	5.06°
②9~11°	10.12°
③16~18°	15.68°
$\Delta 2\theta_1$ (②-①)	5.06°
$\Delta 2\theta_2$ (③-②)	5.56°



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

H-5.5-2孔 -X線回折チャート 定方位(粘土分濃集)-



本試料は、水簸と遠心分離によって、粒径0.4~1.0μm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°	5.06°
②9~11°	10.02°
③16~18°	15.62°
Δ2θ ₁ (②-①)	4.96°
Δ2θ ₂ (③-②)	5.60°

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15%程度混合

八面体シート構造の検討

○粘土鉱物の八面体シート構造を検討するため、粘土分を濃集したXRD(不定方位)分析を実施し、d(060)ピーク位置により八面体シート構造を判定した。分析の結果、敷地の粘土鉱物は「2八面体型」の粘土鉱物と判断される。

【d(060)からの2八面体・3八面体の判定】

粘土鉱物学 (白水, 2010)	<p>・d(060)から、$b=6 \times d(060)$によって得られた“b値”は、層面方向の周期を示す値として用いることができる。</p> <p>2八面体型鉱物のd(060)の値は、一般のAl質では1.49~1.50 Åであるが、鉄を含む海緑石などでは1.52 Å近くまで大きくなる。</p> <p>3八面体型は1.52 Åよりも大で、Mg質は1.53~1.54 Å、鉄を多く含めば1.56 Å程度になる。</p>
粘土鉱物の判定のしかた (三條, 1992)	<p>・粘土鉱物の識別は、一般には単位構造の高さd(Å)をもとに粘土鉱物を確認する方法がとられ、大区分法として、プリズム反射(6軸方向)の周期による区別法が行われている。</p> <p>プリズム反射(060)が1.52 Å以下のものは、dioctahedral(2八面体型)、1.53 Å以上のものは、trioctahedral(3八面体型)として分けている。</p>

グループ	主要八面体陽イオン	代表的鉱物種	(060)のd (Å)	
スメクタイト	2八面体型	Al	モンモリロナイト	1.49~1.5
		Fe ³⁺	ノントロナイト	1.51~1.52
	3八面体型	Mg, Fe	サポナイト	1.52~1.54
雲母	2八面体型	Al, Fe	イライト	1.48~1.50
		Fe ³⁺	海緑石	1.51
	3八面体型	Mg, Fe	黒雲母	1.54~1.56
緑泥石	3八面体型	Mg, Fe	クリノクロア	1.54
混合層鉱物	2八面体型	Al, Fe	イライト/スメクタイト混合層	1.50~1.51
	3八面体型	Mg, Fe	緑泥石/スメクタイト混合層	di:1.50 tri:1.54

d < 1.52で2八面体、
d ≥ 1.52で3八面体とする。



【敷地の粘土鉱物の判定】

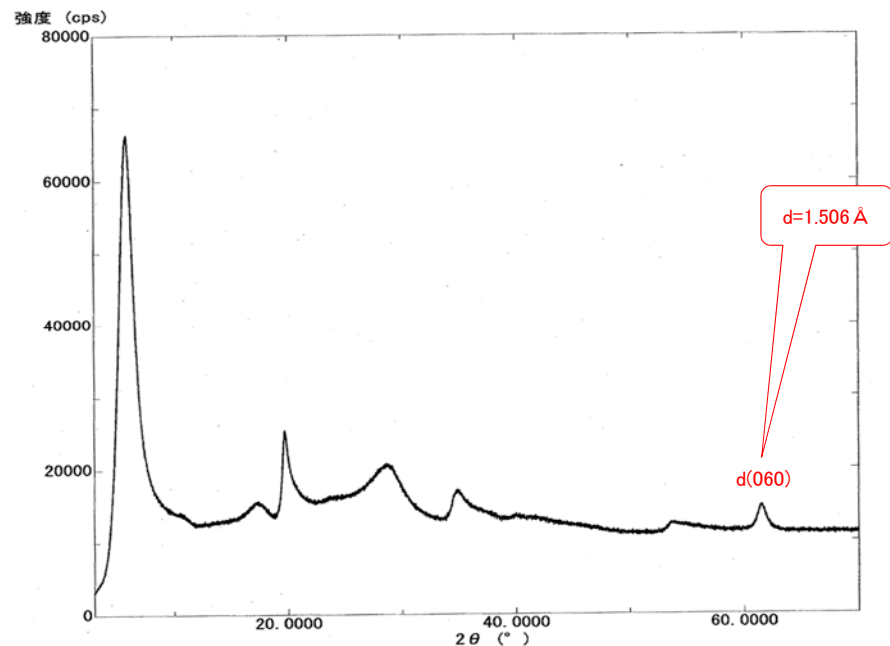
試料採取位置	粒径	(060)のd (Å)	判定結果
岩盤調査坑 No.27付近	<0.1 μm	1.506	2八面体型
	<0.4 μm	1.507	
	<1 μm	1.510	
	<5 μm	1.508	
E-8.4'孔 深度31.70m	<0.1 μm	1.509	
	<0.4 μm	1.504	
	<1 μm	1.510	
	<5 μm	1.509	

各試料の回折チャートは、
次頁、次々頁

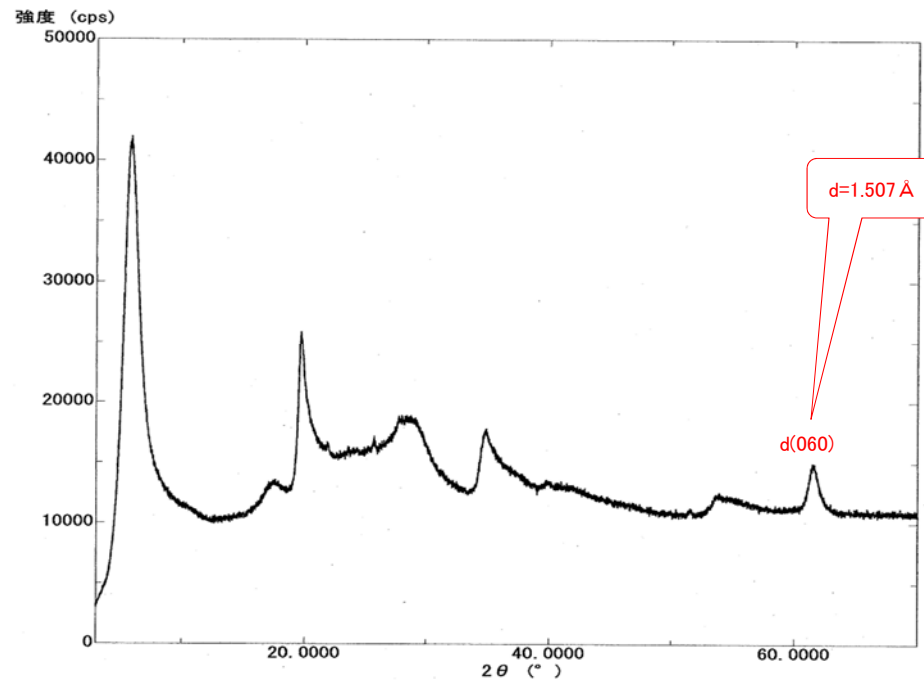
吉村(2001)を基に作成

岩盤調査坑 No.27付近 -X線回折チャート 不定方位-

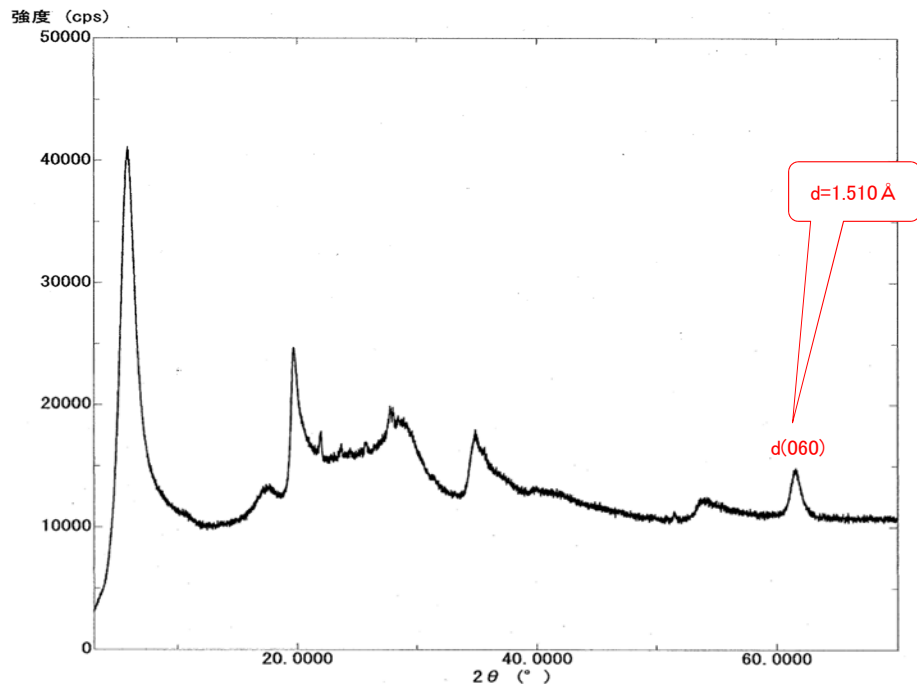
粒径 <0.1 μm



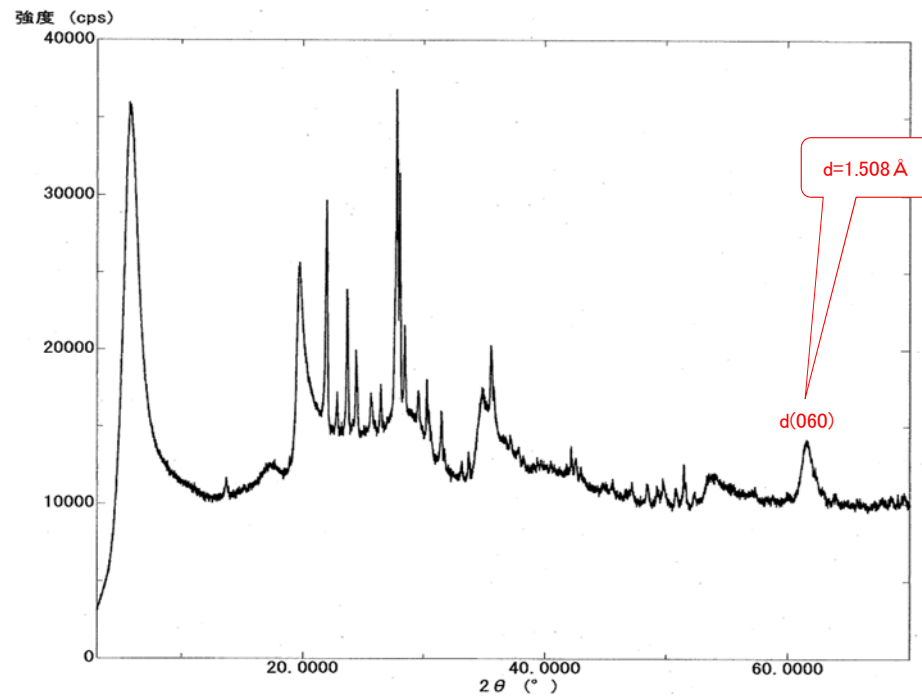
粒径 <0.4 μm



粒径 <1 μm

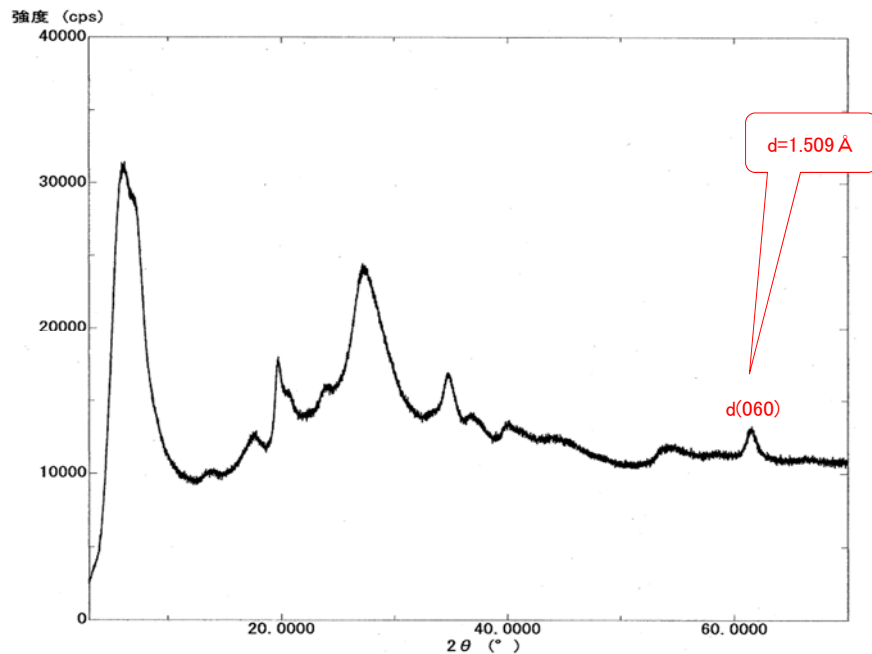


粒径 <5 μm

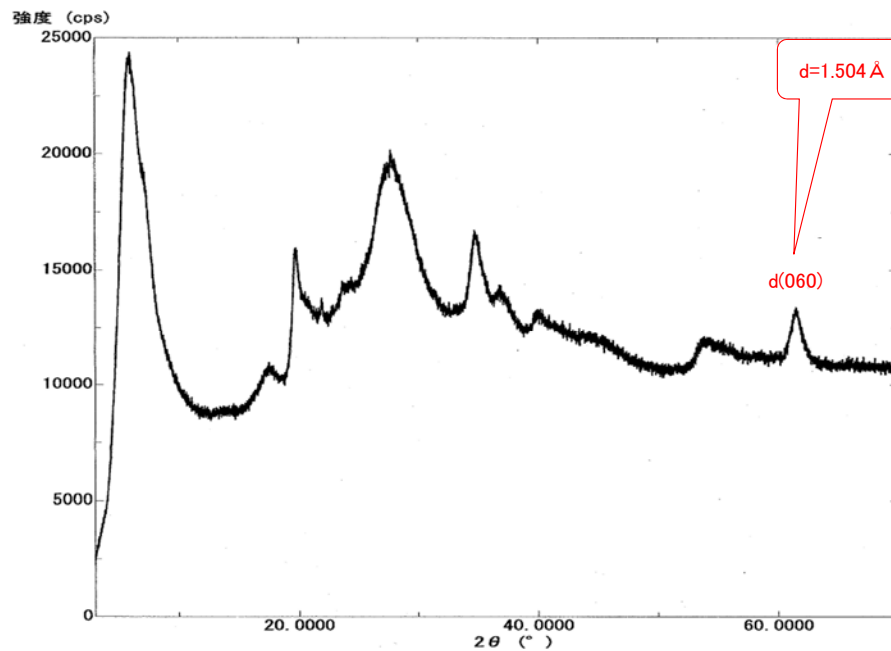


E-8.4'孔_深度31.70m -X線回折チャート 不定方位-

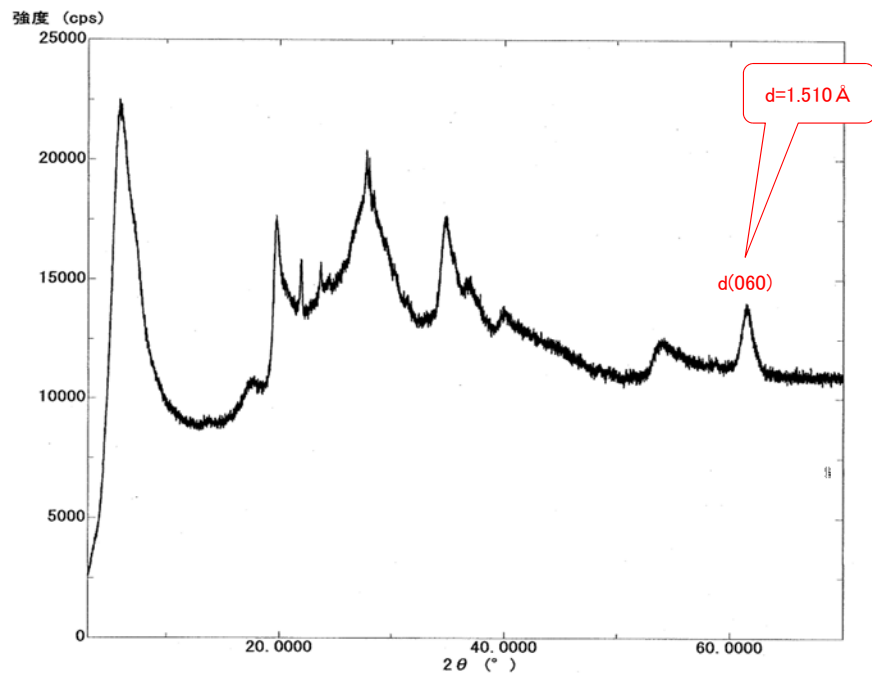
粒径 <math><0.1 \mu\text{m}</math>



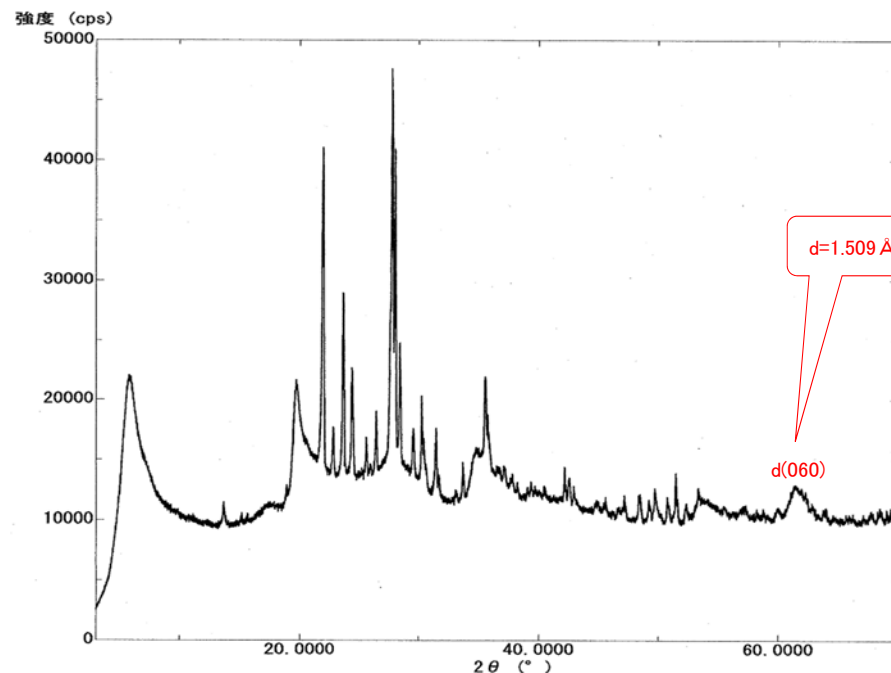
粒径 <math><0.4 \mu\text{m}</math>



粒径 <math><1 \mu\text{m}</math>



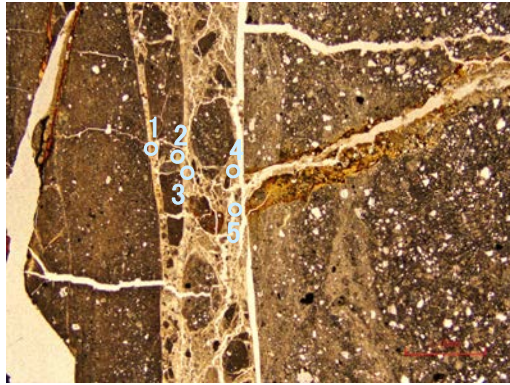
粒径 <math><5 \mu\text{m}</math>



(3) 粘土鉱物のEPMA分析結果

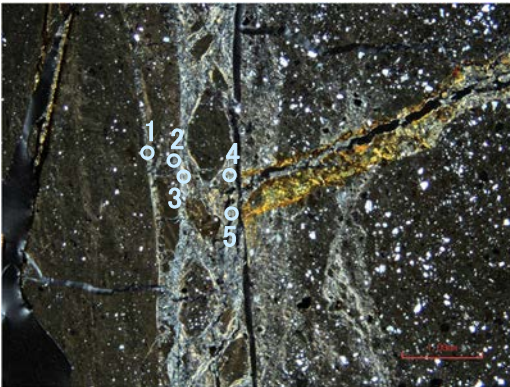
E-11.1SE-2孔 - EPMA分析結果, 化学組成検討 -

単ニコル



1.0mm

直交ニコル



1.0mm

分析位置(拡大範囲①)

【EPMA分析結果】

分析位置	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
[生データ(%)]										
SiO ₂	48.73	47.61	51.39	45.29	45.28	43.65	46.01	47.87	51.58	47.32
TiO ₂	0.60	0.17	0.28	0.29	0.28	0.21	0.25	0.44	0.33	0.26
Al ₂ O ₃	16.91	15.58	11.05	13.68	11.15	15.87	15.53	16.66	19.20	12.62
TFe ₂ O ₃	9.60	10.24	11.76	11.32	9.58	10.20	7.57	7.89	6.22	12.07
MnO	0.02	0.04	0.04	0.04	0.08	0.04	0.01	0.01	0.01	0.02
MgO	2.88	3.80	4.71	2.60	4.72	1.79	2.09	3.89	2.39	3.63
CaO	2.14	1.01	1.80	1.93	1.14	1.68	1.62	2.03	2.97	1.51
Na ₂ O	0.90	0.14	0.08	0.35	0.11	0.53	0.94	0.35	1.48	0.36
K ₂ O	0.87	0.39	0.72	0.73	0.67	0.30	0.57	1.01	1.54	0.58
total	82.63	78.98	81.82	76.22	73.01	74.27	74.60	80.14	85.72	78.37

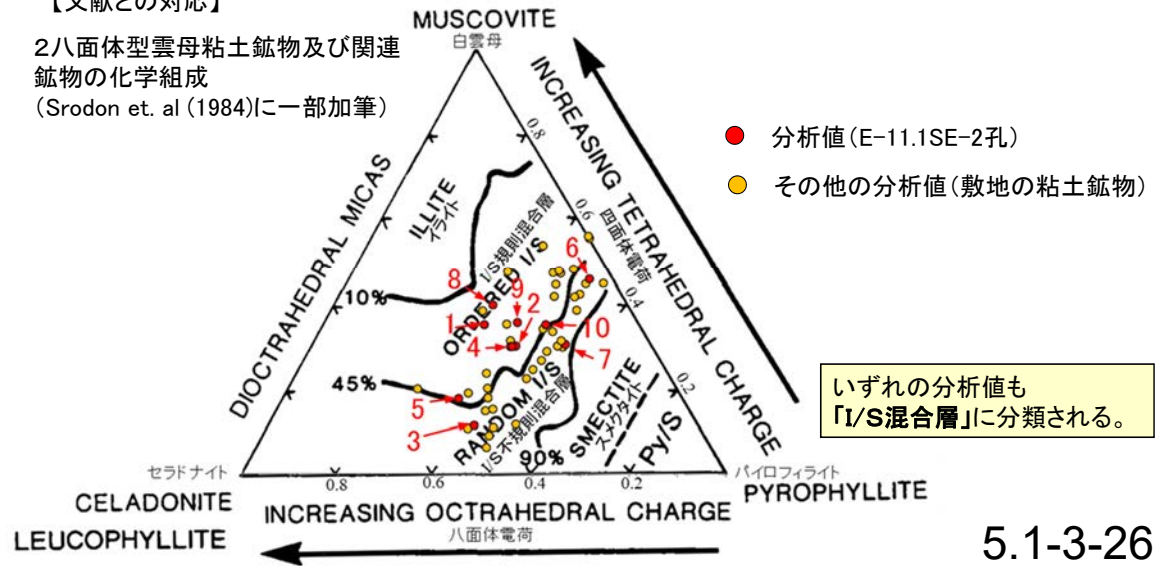
カリウムを含むことを確認した。

【EPMA分析結果に基づく組成式】

位置	組成式	位置	組成式
1	(Ca _{0.17} Na _{0.13} K _{0.08})(Fe _{0.54} Al _{1.13} Mg _{0.32})(Si _{3.64} Al _{0.36})O ₁₀ (OH) ₂	6	(Ca _{0.15} Na _{0.08} K _{0.03} Mg _{0.17})(Fe _{0.90} Al _{1.05} Mg _{0.05})(Si _{3.53} Al _{0.47})O ₁₀ (OH) ₂
2	(Ca _{0.08} Na _{0.02} K _{0.04} Mg _{0.16})(Fe _{0.60} Al _{1.12} Mg _{0.28})(Si _{3.69} Al _{0.31})O ₁₀ (OH) ₂	7	(Ca _{0.14} Na _{0.15} K _{0.06} Mg _{0.07})(Fe _{0.66} Al _{1.16} Mg _{0.18})(Si _{3.69} Al _{0.31})O ₁₀ (OH) ₂
3	(Ca _{0.15} Na _{0.01} K _{0.07} Mg _{0.07})(Fe _{0.67} Al _{0.87} Mg _{0.46})(Si _{3.88} Al _{0.12})O ₁₀ (OH) ₂	8	(Ca _{0.16} Na _{0.05} K _{0.10} Mg _{0.16})(Fe _{0.65} Al _{1.07} Mg _{0.28})(Si _{3.60} Al _{0.40})O ₁₀ (OH) ₂
4	(Ca _{0.17} Na _{0.05} K _{0.08} Mg _{0.02})(Fe _{0.70} Al _{1.01} Mg _{0.29})(Si _{3.70} Al _{0.30})O ₁₀ (OH) ₂	9	(Ca _{0.22} Na _{0.20} K _{0.14})(Fe _{0.48} Al _{1.24} Mg _{0.25})(Si _{3.64} Al _{0.36})O ₁₀ (OH) ₂
5	(Ca _{0.10} Na _{0.02} K _{0.07} Mg _{0.13})(Fe _{0.61} Al _{0.93} Mg _{0.46})(Si _{3.82} Al _{0.18})O ₁₀ (OH) ₂	10	(Ca _{0.12} Na _{0.05} K _{0.06} Mg _{0.22})(Fe _{1.01} Al _{0.79} Mg _{0.20})(Si _{3.64} Al _{0.36})O ₁₀ (OH) ₂

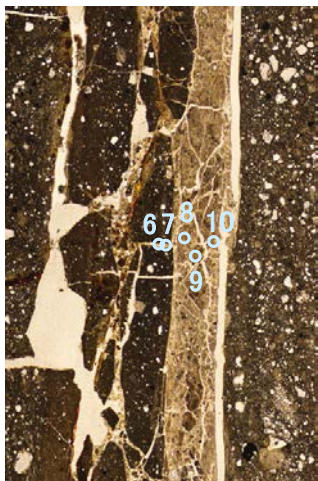
【文献との対応】

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)



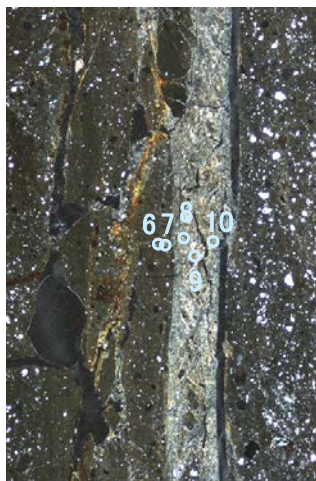
いずれの分析値も
「I/S混合層」に分類される。

単ニコル



1.0mm

直交ニコル

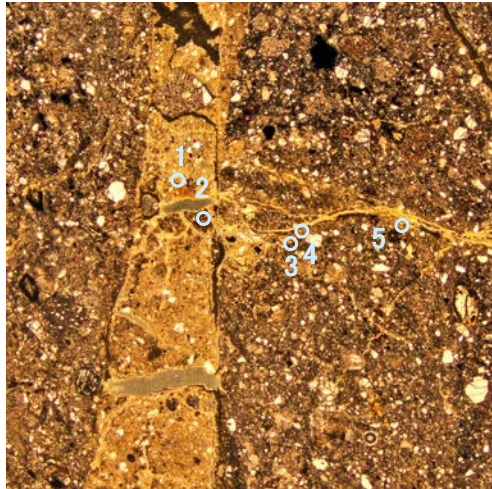


1.0mm

分析位置(拡大範囲②)

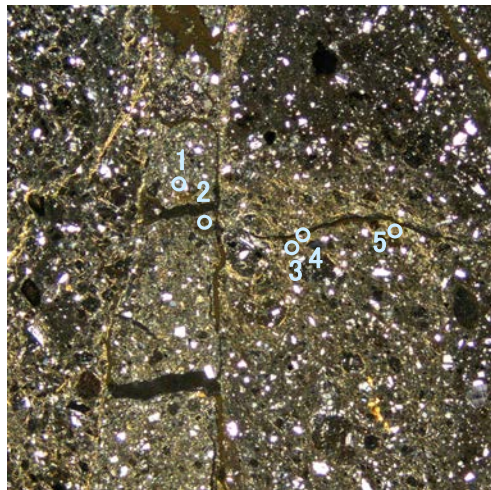
K-10.3SW孔 –EPMA分析結果, 化学組成検討–

単ニコル



0.5mm

直交ニコル



0.5mm

分析位置

【EPMA分析結果】

分析位置	1	2	3	4	5
[生データ(%)]					
SiO ₂	44.89	46.74	49.02	50.94	45.01
TiO ₂	0.69	0.59	0.61	0.43	0.32
Al ₂ O ₃	10.92	11.59	10.23	13.53	8.24
TFe ₂ O ₃	10.90	12.21	19.74	15.14	18.81
MnO	0.03	0.05	0.01	0.03	0.18
MgO	2.53	1.76	2.39	2.02	3.79
CaO	2.50	2.74	1.74	2.98	1.64
Na ₂ O	1.19	1.83	0.22	1.14	0.05
K ₂ O	0.57	0.83	0.73	1.01	0.62
total	74.21	78.34	84.69	87.22	78.67

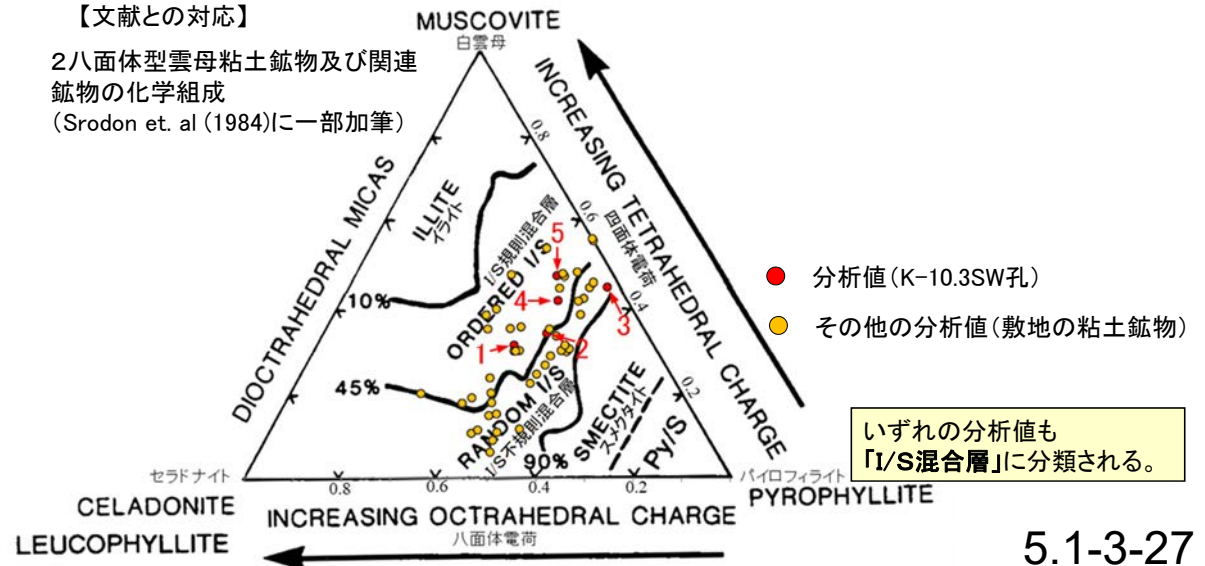
カリウムを含むことを確認した。

【EPMA分析結果に基づく組成式】

位置	組成式
1	(Ca _{0.22} Na _{0.19} K _{0.06} Mg _{0.02})(Fe _{0.98} Al _{0.74} Mg _{0.29})(Si _{3.68} Al _{0.32})O ₁₀ (OH) ₂
2	(Ca _{0.23} Na _{0.28} K _{0.08})(Fe _{1.04} Al _{0.72} Mg _{0.21})(Si _{3.65} Al _{0.35})O ₁₀ (OH) ₂
3	(Ca _{0.13} Na _{0.03} K _{0.07} Mg _{0.23})(Fe _{1.56} Al _{0.42} Mg _{0.03})(Si _{3.45} Al _{0.46})O ₁₀ (OH) ₂
4	(Ca _{0.22} Na _{0.16} K _{0.09} Mg _{0.07})(Fe _{1.16} Al _{0.70} Mg _{0.14})(Si _{3.58} Al _{0.42})O ₁₀ (OH) ₂
5	(Ca _{0.14} Na _{0.01} K _{0.06} Mg _{0.33})(Fe _{1.60} Al _{0.28} Mg _{0.12})(Si _{3.52} Al _{0.48})O ₁₀ (OH) ₂

【文献との対応】

二八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)



岩盤調査坑No.25切羽 —EPMA分析結果, 化学組成検討—

【EPMA分析結果】

分析位置	1	2	3	4	5
〔生データ(%)〕					
SiO ₂	48.50	48.32	48.48	45.99	49.61
TiO ₂	0.07	0.05	0.07	0.86	0.35
Al ₂ O ₃	2.96	2.75	2.99	10.76	12.03
TFe ₂ O ₃	22.53	21.78	23.23	13.42	12.65
MnO	0.13	0.00	0.08	0.11	0.09
MgO	4.47	4.56	4.31	3.37	3.89
CaO	0.76	0.75	0.69	0.94	1.09
Na ₂ O	0.08	0.09	0.07	0.39	0.41
K ₂ O	1.64	1.80	1.95	0.88	1.61
total	81.14	80.10	81.87	76.72	81.73

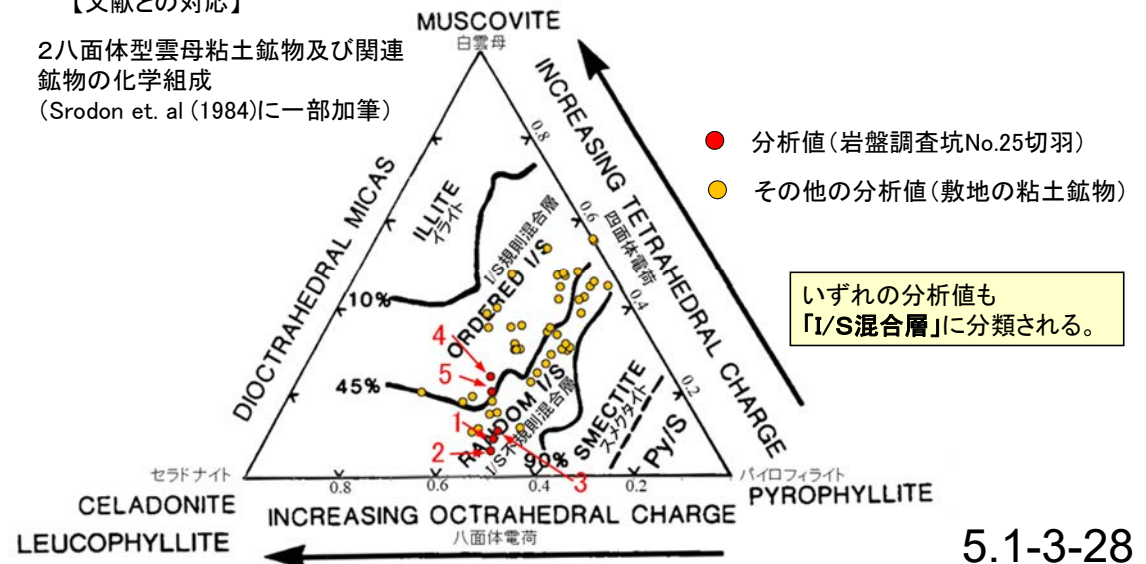
カリウムを含むことを確認した。

【EPMA分析結果に基づく組成式】

位置	組成式
1	(Ca _{0.07} Na _{0.01} K _{0.17} Mg _{0.09})(Fe _{1.37} Al _{0.19} Mg _{0.44})(Si _{3.91} Al _{0.09})O ₁₀ (OH) ₂
2	(Ca _{0.07} Na _{0.01} K _{0.19} Mg _{0.09})(Fe _{1.34} Al _{0.20} Mg _{0.46})(Si _{3.94} Al _{0.06})O ₁₀ (OH) ₂
3	(Ca _{0.06} Na _{0.01} K _{0.20} Mg _{0.09})(Fe _{1.40} Al _{0.17} Mg _{0.43})(Si _{3.89} Al _{0.11})O ₁₀ (OH) ₂
4	(Ca _{0.08} Na _{0.06} K _{0.09} Mg _{0.03})(Fe _{0.83} Al _{0.80} Mg _{0.38})(Si _{3.76} Al _{0.24})O ₁₀ (OH) ₂
5	(Ca _{0.09} Na _{0.06} K _{0.16} Mg _{0.05})(Fe _{0.73} Al _{0.88} Mg _{0.39})(Si _{3.80} Al _{0.20})O ₁₀ (OH) ₂

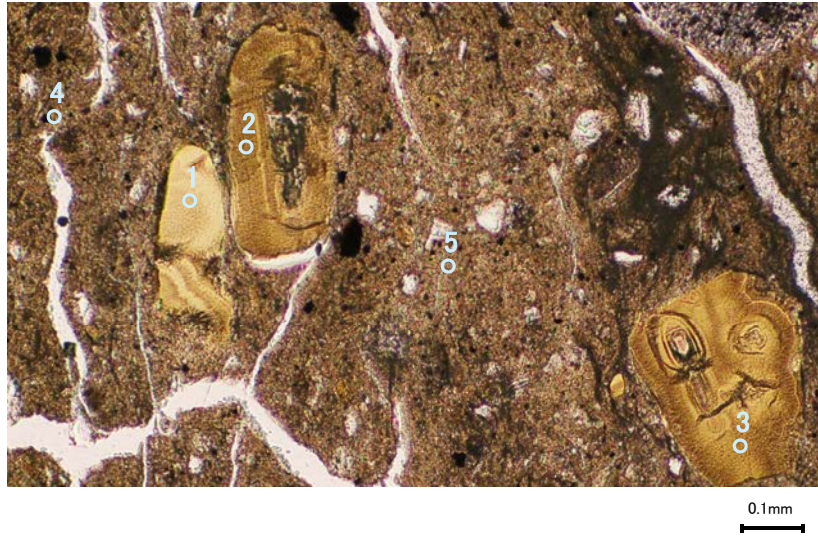
【文献との対応】

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)

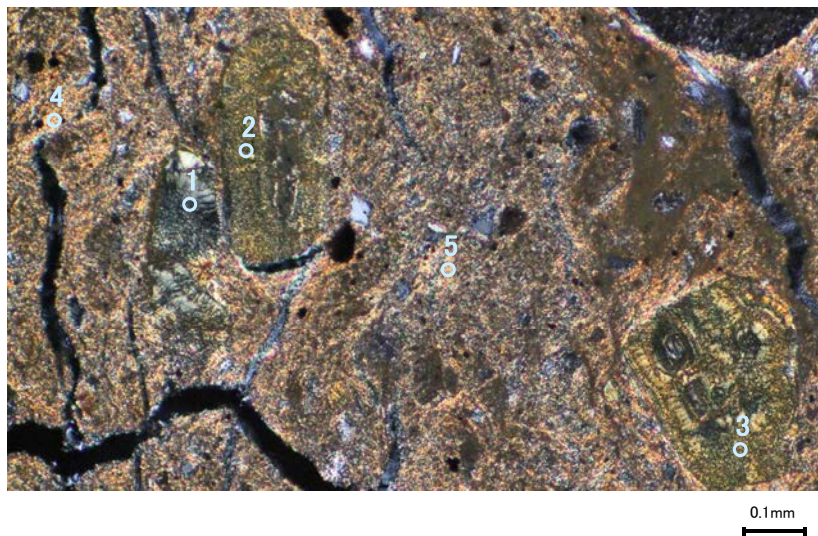


いずれの分析値も
 「I/S混合層」に分類される。

単ニコル



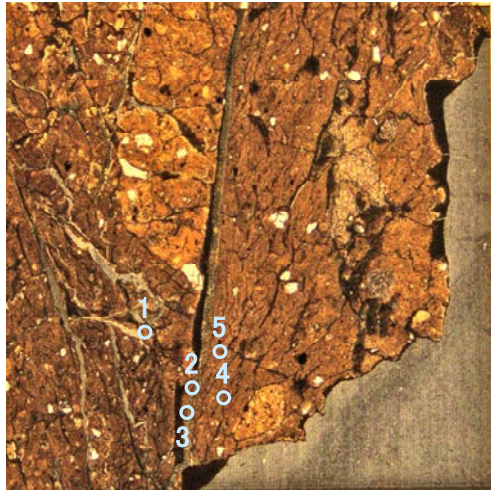
直交ニコル



分析位置

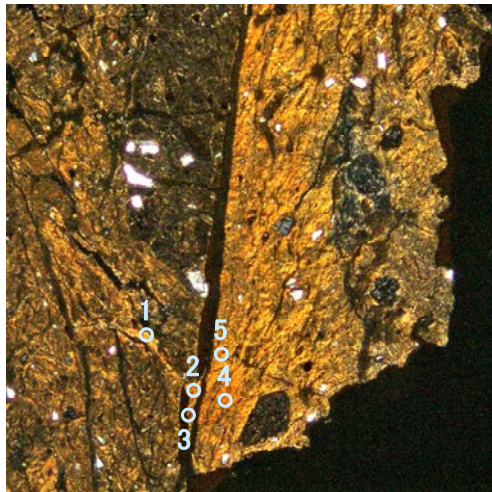
E-8.5-2孔 - EPMA分析結果, 化学組成検討 -

単ニコル



0.5mm

直交ニコル



0.5mm

分析位置

【EPMA分析結果】

分析位置	1	2	3	4	5
〔生データ (%)〕					
SiO ₂	48.78	45.53	51.65	49.16	50.02
TiO ₂	0.40	0.57	0.48	0.28	0.34
Al ₂ O ₃	15.42	16.80	16.14	16.15	15.57
TFe ₂ O ₃	8.92	9.23	10.37	8.25	8.73
MnO	0.01	0.01	0.04	0.00	0.01
MgO	3.31	2.89	3.24	2.55	2.82
CaO	1.22	1.36	1.83	2.14	2.09
Na ₂ O	0.12	0.06	0.39	0.67	0.81
K ₂ O	0.35	0.29	0.34	0.25	0.38
total	78.53	76.74	84.48	79.46	80.76

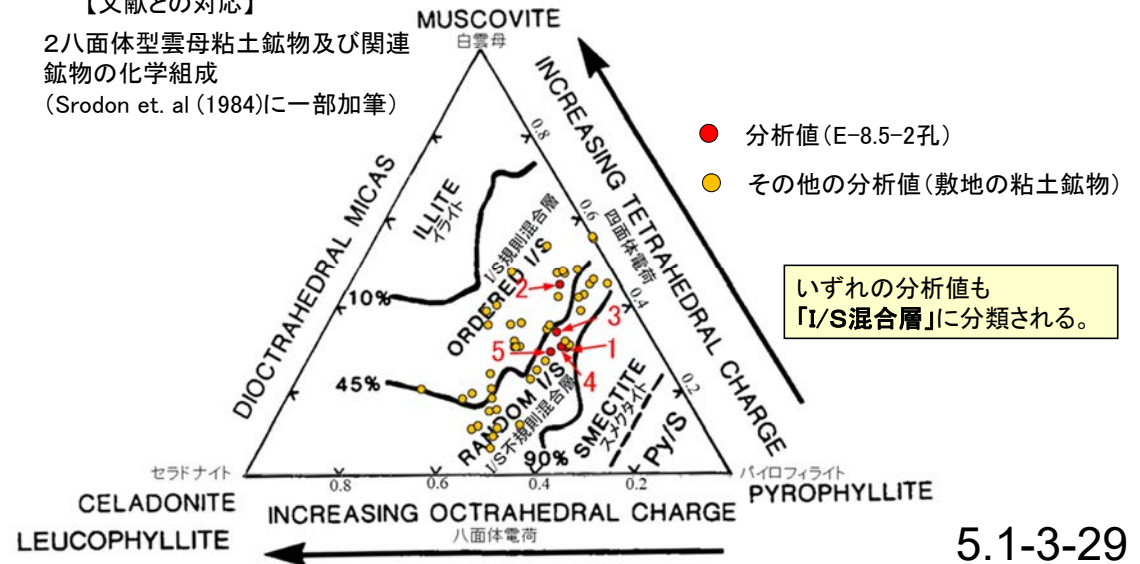
カリウムを含むことを確認した。

【EPMA分析結果に基づく組成式】

位置	組成式
1	(Ca _{0.10} Na _{0.02} K _{0.03} Mg _{0.19})(Fe _{0.74} Al _{1.08} Mg _{0.19})(Si _{3.70} Al _{0.30})O ₁₀ (OH) ₂
2	(Ca _{0.11} Na _{0.01} K _{0.03} Mg _{0.21})(Fe _{0.78} Al _{1.09} Mg _{0.13})(Si _{3.55} Al _{0.45})O ₁₀ (OH) ₂
3	(Ca _{0.14} Na _{0.05} K _{0.03} Mg _{0.15})(Fe _{0.80} Al _{1.01} Mg _{0.19})(Si _{3.66} Al _{0.34})O ₁₀ (OH) ₂
4	(Ca _{0.17} Na _{0.10} K _{0.02} Mg _{0.09})(Fe _{0.68} Al _{1.13} Mg _{0.20})(Si _{3.70} Al _{0.30})O ₁₀ (OH) ₂
5	(Ca _{0.17} Na _{0.12} K _{0.04} Mg _{0.09})(Fe _{0.71} Al _{1.07} Mg _{0.23})(Si _{3.71} Al _{0.29})O ₁₀ (OH) ₂

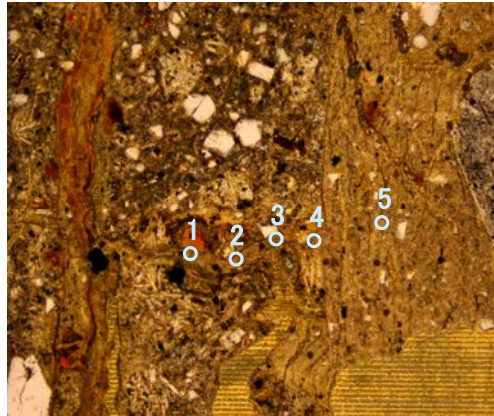
【文献との対応】

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)



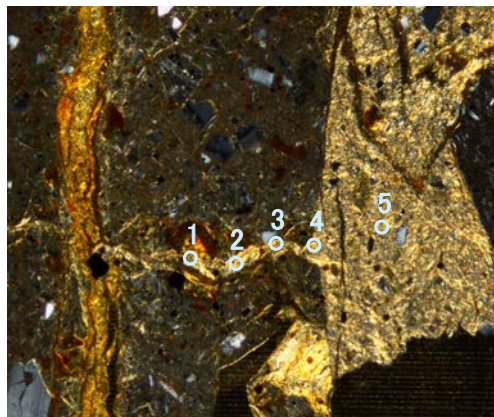
F-8.5' 孔 - EPMA分析結果, 化学組成検討 -

単ニコル



0.2mm

直交ニコル



0.2mm

分析位置

【EPMA分析結果】

分析位置	1	2	3	4	5
〔生データ (%)〕					
SiO ₂	46.88	48.94	49.85	51.69	46.72
TiO ₂	0.41	0.32	0.22	0.35	0.27
Al ₂ O ₃	16.90	15.86	17.53	16.95	15.62
TFe ₂ O ₃	10.76	12.26	10.68	11.58	12.00
MnO	0.05	0.07	0.03	0.06	0.07
MgO	3.19	3.07	3.02	3.27	2.77
CaO	1.21	1.25	1.41	1.28	1.26
Na ₂ O	0.12	0.14	0.26	0.17	0.13
K ₂ O	0.35	0.35	0.39	0.32	0.32
total	79.86	82.26	83.39	85.66	79.15

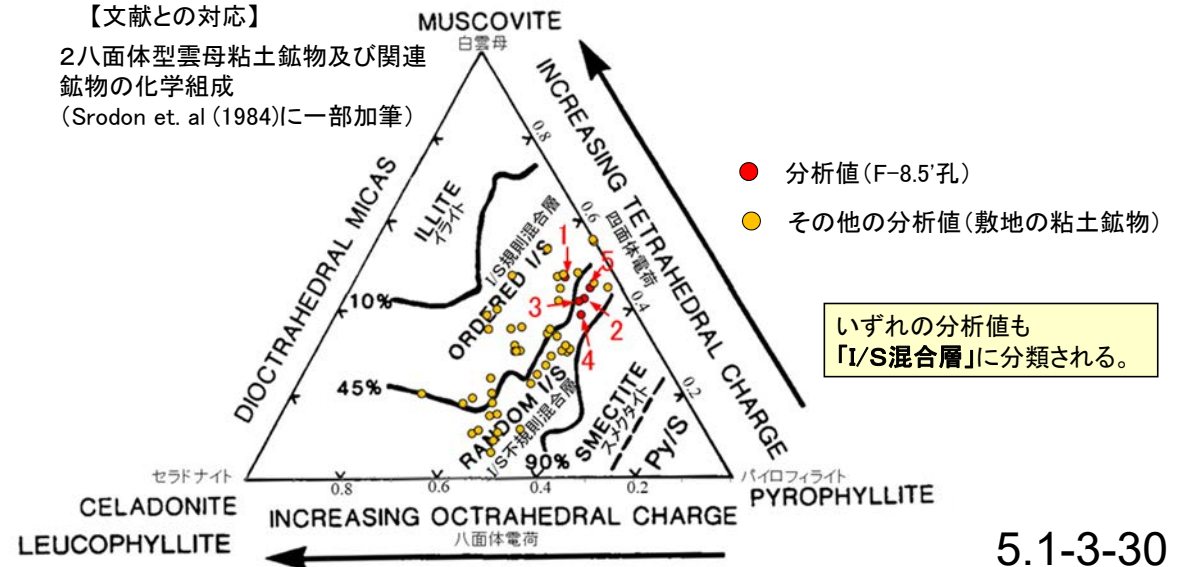
カリウムを含むことを確認した。

【EPMA分析結果に基づく組成式】

位置	組成式
1	(Ca _{0.10} Na _{0.02} K _{0.03} Mg _{0.26}) (Fe _{0.88} Al _{1.02} Mg _{0.10}) (Si _{3.52} Al _{0.48}) O ₁₀ (OH) ₂
2	(Ca _{0.10} Na _{0.02} K _{0.03} Mg _{0.25}) (Fe _{0.98} Al _{0.94} Mg _{0.09}) (Si _{3.57} Al _{0.43}) O ₁₀ (OH) ₂
3	(Ca _{0.11} Na _{0.04} K _{0.04} Mg _{0.22}) (Fe _{0.84} Al _{1.06} Mg _{0.10}) (Si _{3.58} Al _{0.42}) O ₁₀ (OH) ₂
4	(Ca _{0.10} Na _{0.02} K _{0.03} Mg _{0.23}) (Fe _{0.88} Al _{1.00} Mg _{0.11}) (Si _{3.61} Al _{0.39}) O ₁₀ (OH) ₂
5	(Ca _{0.10} Na _{0.02} K _{0.03} Mg _{0.25}) (Fe _{0.99} Al _{0.94} Mg _{0.06}) (Si _{3.55} Al _{0.45}) O ₁₀ (OH) ₂

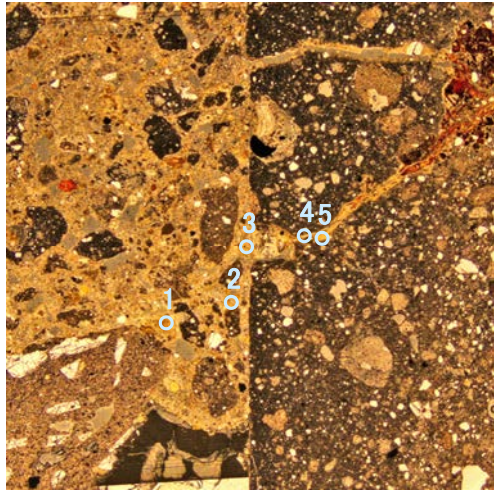
【文献との対応】

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)



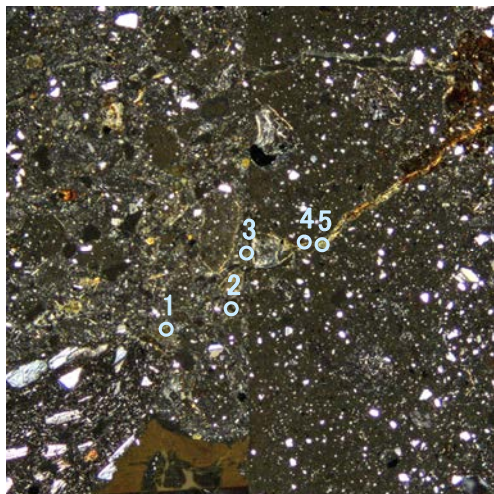
F-6.75孔 - EPMA分析結果, 化学組成検討 -

単ニコル



1.0mm

直交ニコル



1.0mm

分析位置

【EPMA分析結果】

分析位置	1	2	3	4	5
〔生データ(%)〕					
SiO ₂	44.41	45.39	39.92	47.02	51.92
TiO ₂	0.55	0.61	0.40	0.37	0.40
Al ₂ O ₃	13.73	14.13	6.09	12.46	9.13
TFe ₂ O ₃	11.51	8.53	30.60	11.53	26.43
MnO	0.06	0.04	0.01	0.02	0.03
MgO	2.23	2.87	1.38	1.83	3.31
CaO	3.38	2.70	1.29	2.80	1.66
Na ₂ O	0.87	0.56	0.08	0.92	0.10
K ₂ O	0.45	0.22	0.64	0.41	0.39
total	77.19	75.04	80.40	77.35	93.35

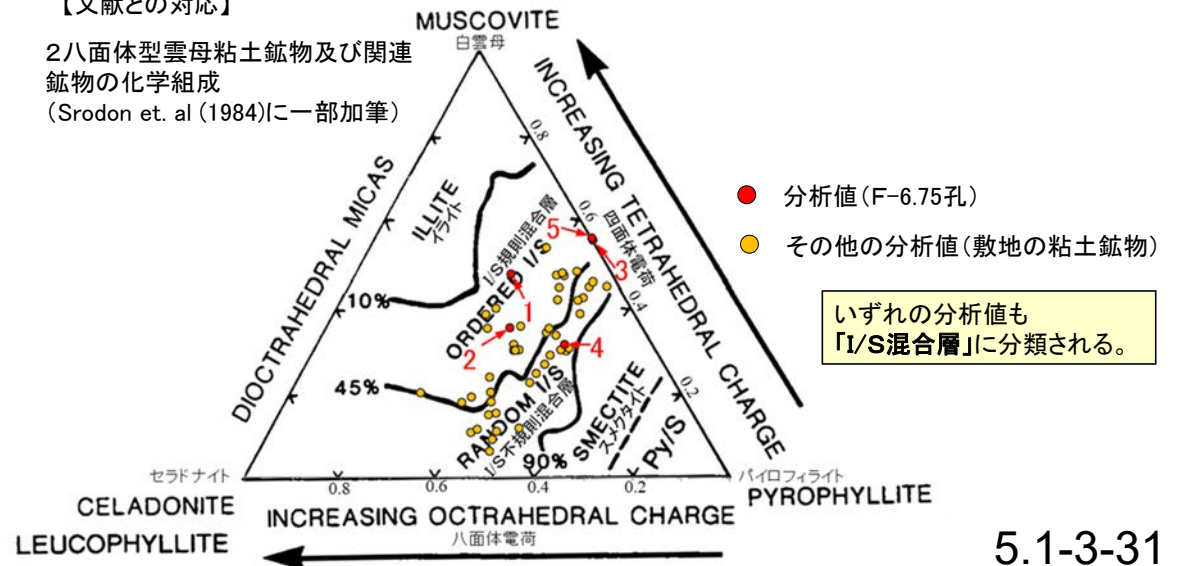
カリウムを含むことを確認した。

【EPMA分析結果に基づく組成式】

位置	組成式
1	(Ca _{0.29} Na _{0.13} K _{0.05} Mg _{0.05}) (Fe _{0.99} Al _{0.80} Mg _{0.21}) (Si _{3.52} Al _{0.48}) O ₁₀ (OH) ₂
2	(Ca _{0.23} Na _{0.09} K _{0.02} Mg _{0.07}) (Fe _{0.75} Al _{0.98} Mg _{0.27}) (Si _{3.64} Al _{0.36}) O ₁₀ (OH) ₂
3	(Ca _{0.11} Na _{0.01} K _{0.06} Mg _{0.16}) (Fe _{2.62}) (Si _{3.14} Al _{0.56}) O ₁₀ (OH) ₂
4	(Ca _{0.24} Na _{0.14} K _{0.04} Mg _{0.03}) (Fe _{0.99} Al _{0.83} Mg _{0.18}) (Si _{3.68} Al _{0.32}) O ₁₀ (OH) ₂
5	(Ca _{0.12} Na _{0.01} K _{0.03} Mg _{0.33}) (Fe _{1.91} Al _{0.14}) (Si _{3.43} Al _{0.57}) O ₁₀ (OH) ₂

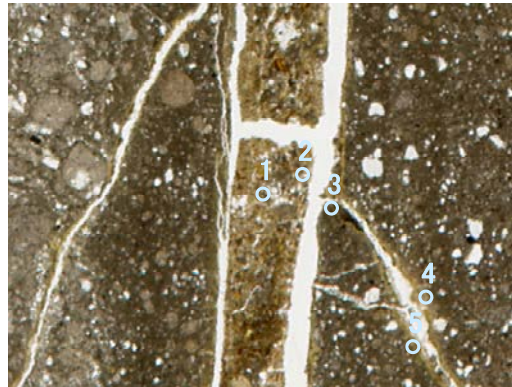
【文献との対応】

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)

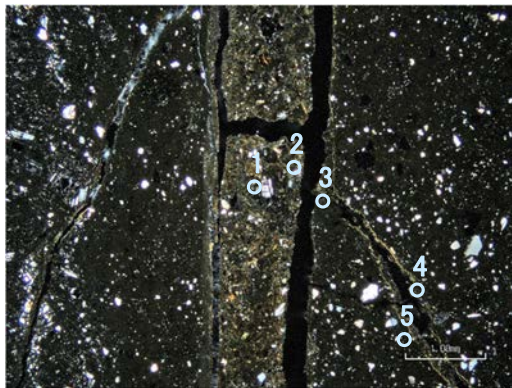


F-6.8孔 - EPMA分析結果, 化学組成検討 -

単ニコル



直交ニコル



分析位置

【EPMA分析結果】

分析位置	1	2	3	4	5
[生データ(%)]					
SiO ₂	48.21	44.50	50.32	55.17	53.73
TiO ₂	0.29	0.25	0.19	0.23	0.24
Al ₂ O ₃	6.69	5.33	7.77	5.38	5.63
TFe ₂ O ₃	34.82	32.95	33.19	29.00	28.74
MnO	0.07	0.06	0.03	0.08	0.05
MgO	2.27	2.23	2.15	3.87	3.56
CaO	1.63	1.59	1.64	1.45	1.56
Na ₂ O	0.18	0.10	0.10	0.13	0.08
K ₂ O	0.34	0.28	0.48	0.57	0.37
total	94.49	87.27	95.88	95.87	93.96

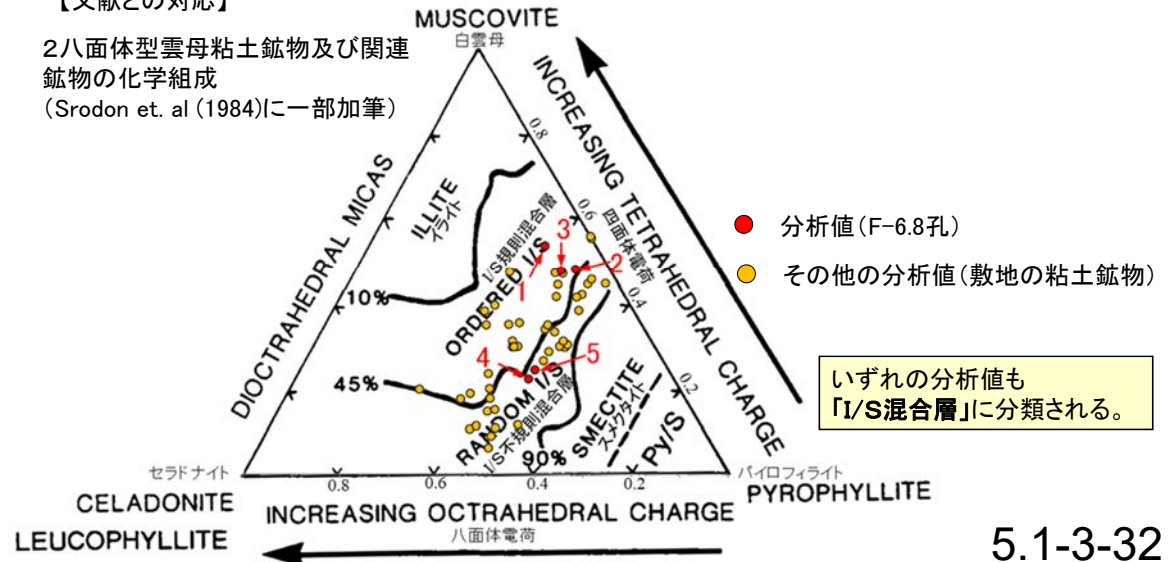
カリウムを含むことを確認した。

【EPMA分析結果に基づく組成式】

位置	組成式
1	(Ca _{0.13} Na _{0.02} K _{0.03} Mg _{0.14})(Fe _{1.88} Al _{0.02} Mg _{0.10})(Si _{3.45} Al _{0.55})O ₁₀ (OH) ₂
2	(Ca _{0.13} Na _{0.01} K _{0.03} Mg _{0.19})(Fe _{1.93} Mg _{0.07})(Si _{3.46} Al _{0.49})O ₁₀ (OH) ₂
3	(Ca _{0.12} Na _{0.01} K _{0.04} Mg _{0.12})(Fe _{1.74} Al _{0.15} Mg _{0.10})(Si _{3.51} Al _{0.49})O ₁₀ (OH) ₂
4	(Ca _{0.11} Na _{0.02} K _{0.05} Mg _{0.09})(Fe _{1.49} Al _{0.21} Mg _{0.30})(Si _{3.77} Al _{0.23})O ₁₀ (OH) ₂
5	(Ca _{0.12} Na _{0.01} K _{0.03} Mg _{0.10})(Fe _{1.51} Al _{0.21} Mg _{0.28})(Si _{3.75} Al _{0.25})O ₁₀ (OH) ₂

【文献との対応】

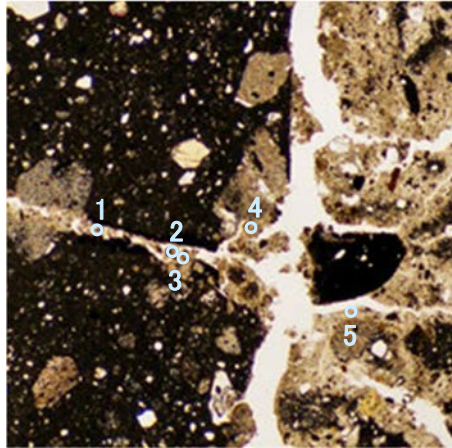
2八面体型雲母粘土鉱物及び関連
 鉱物の化学組成
 (Srodon et. al (1984)に一部加筆)



いずれの分析値も
 「I/S混合層」に分類される。

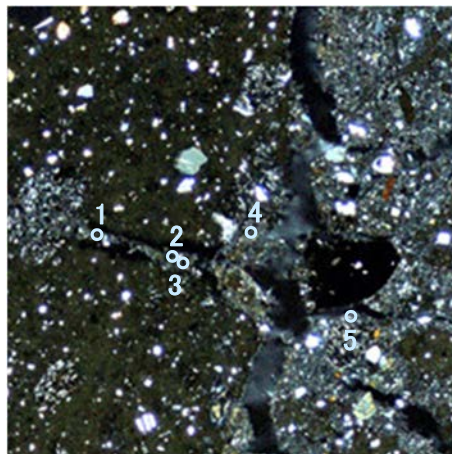
H-5.7'孔 —EPMA分析結果, 化学組成検討—

単ニコル



0.5mm

直交ニコル



0.5mm

分析位置

【EPMA分析結果】

分析位置	1	2	3	4	5
[生データ(%)]					
SiO ₂	43.75	40.37	53.54	46.71	42.45
TiO ₂	0.39	0.27	0.30	0.37	0.30
Al ₂ O ₃	8.99	7.72	16.62	11.72	10.43
TFe ₂ O ₃	8.30	11.72	6.81	6.00	6.55
MnO	0.07	0.07	0.15	0.18	0.06
MgO	3.41	3.07	2.85	3.30	3.26
CaO	1.59	1.45	4.51	2.78	2.42
Na ₂ O	0.66	0.52	2.64	1.74	1.43
K ₂ O	0.53	0.54	1.01	0.57	0.54
total	75.16	76.28	94.56	78.77	73.33

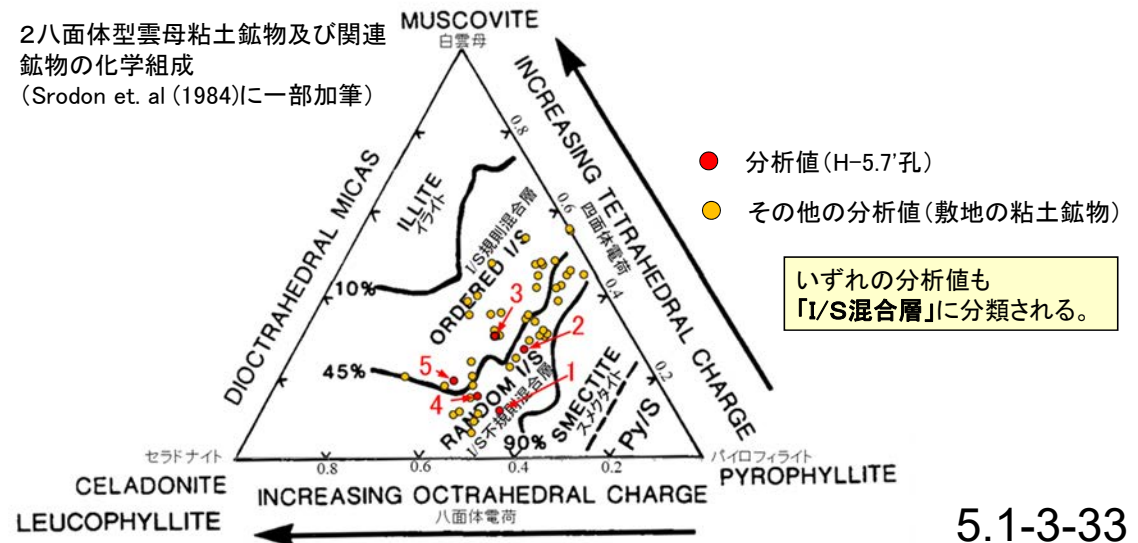
カリウムを含むことを確認した。

【EPMA分析結果に基づく組成式】

位置	組成式
1	(Ca _{0.15} Na _{0.11} K _{0.06} Mg _{0.08}) (Fe _{0.80} Al _{0.82} Mg _{0.37}) (Si _{3.88} Al _{0.12}) O ₁₀ (OH) ₂
2	(Ca _{0.14} Na _{0.09} K _{0.06} Mg _{0.18}) (Fe _{1.18} Al _{0.57} Mg _{0.25}) (Si _{3.73} Al _{0.27}) O ₁₀ (OH) ₂
3	(Ca _{0.33} Na _{0.35} K _{0.09}) (Fe _{0.51} Al _{1.05} Mg _{0.29}) (Si _{3.70} Al _{0.30}) O ₁₀ (OH) ₂
4	(Ca _{0.25} Na _{0.28} K _{0.06}) (Fe _{0.54} Al _{0.98} Mg _{0.41}) (Si _{3.85} Al _{0.15}) O ₁₀ (OH) ₂
5	(Ca _{0.23} Na _{0.25} K _{0.06}) (Fe _{0.64} Al _{0.91} Mg _{0.44}) (Si _{3.81} Al _{0.19}) O ₁₀ (OH) ₂

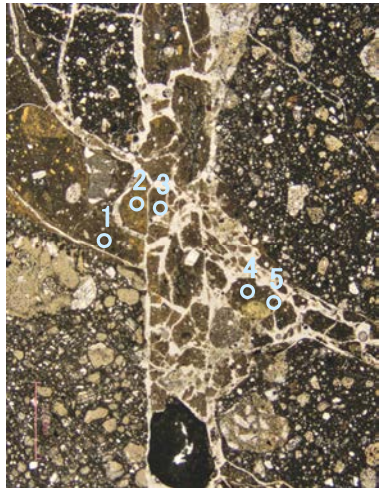
【文献との対応】

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)

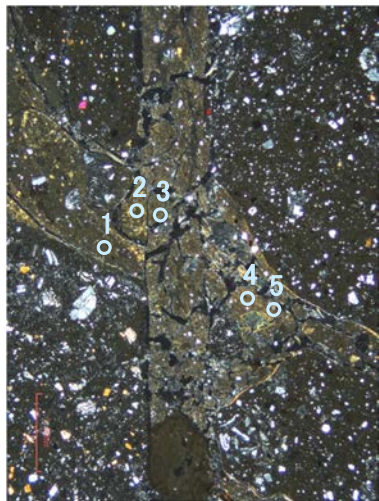


K-6.2-2孔 - EPMA分析結果, 化学組成検討 -

単ニコル



直交ニコル



分析位置

【EPMA分析結果】

分析位置	1	2	3	4	5
〔生データ(%)〕					
SiO ₂	56.36	53.59	53.80	54.59	49.03
TiO ₂	0.88	1.42	0.64	0.66	0.89
Al ₂ O ₃	14.87	19.05	13.08	15.53	12.56
TFe ₂ O ₃	10.31	11.20	9.40	7.11	8.94
MnO	0.04	0.08	0.10	0.00	0.05
MgO	4.35	3.98	4.82	3.85	4.97
CaO	1.34	0.83	1.01	3.01	1.56
Na ₂ O	0.62	0.31	0.60	1.78	0.48
K ₂ O	0.75	0.67	1.24	1.38	1.17
total	89.52	91.11	84.69	87.91	79.66

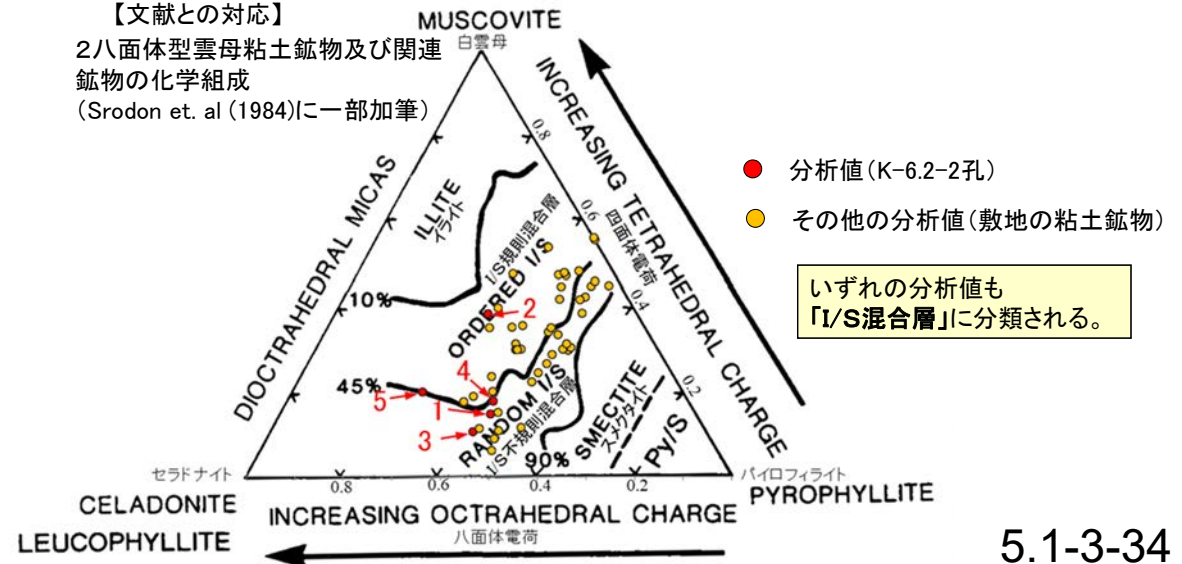
カリウムを含むことを確認した。

【EPMA分析結果に基づく組成式】

位置	組成式
1	(Ca _{0.10} Na _{0.08} K _{0.07} Mg _{0.02})(Fe _{0.53} Al _{1.05} Mg _{0.42})(Si _{3.85} Al _{0.15}) O ₁₀ (OH) ₂
2	(Ca _{0.06} Na _{0.04} K _{0.06} Mg _{0.09})(Fe _{0.57} Al _{1.12} Mg _{0.31})(Si _{3.61} Al _{0.39}) O ₁₀ (OH) ₂
3	(Ca _{0.08} Na _{0.08} K _{0.11} Mg _{0.04})(Fe _{0.51} Al _{1.01} Mg _{0.48})(Si _{3.89} Al _{0.11}) O ₁₀ (OH) ₂
4	(Ca _{0.23} Na _{0.24} K _{0.12})(Fe _{0.37} Al _{1.10} Mg _{0.40})(Si _{3.82} Al _{0.18}) O ₁₀ (OH) ₂
5	(Ca _{0.13} Na _{0.07} K _{0.12} Mg _{0.04})(Fe _{0.52} Al _{0.94} Mg _{0.54})(Si _{3.80} Al _{0.20}) O ₁₀ (OH) ₂

【文献との対応】

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)



(4) 粘土鉱物のCEC分析, XAFS分析結果

CEC分析結果

【岩盤調査坑No.24～25付近】

○カリウム全量の定量結果に比べて、交換性カリウムは十分に小さい。

<CEC分析結果>

容積 (ml)	24.81
質量 (g)	0.3062

	Fe	Mn	Mg	Ca	Na	K
測定結果 (mg/L)	0.04	<0.01	62.9	70.9	2.63	13.5

	Mg	Ca	Na	K
陽イオン量 (cmol/kg)	41.9	28.7	0.9	2.8 ^②
重量比 (wt.%)	0.51	0.57	0.02	0.11

CEC 陽イオン交換容量
74.3 (cmol/kg)

代表的な層状ケイ酸塩鉱物の陽イオン交換容量

タイプ	鉱物種名 (過剰電荷量の範囲*)	陽イオン交換容量 (CEC, cmol _c kg ⁻¹)
1:1	カオリナイト (~0)	2~15
1:1	アンティゴライト (~0)	—
2:1	パイロフィライト (~0)	—
2:1	タルク (~0)	<1
2:1	モンモリロナイト (-0.2 ~ -0.6)	80~150
2:1	バイデライト (-0.2 ~ -0.6)	—
2:1	ノントロナイト (-0.2 ~ -0.6)	—
2:1	サボナイト (-0.2 ~ -0.6)	—
2:1	ヘクトライト (-0.2 ~ -0.6)	—
2:1	2八面体パーミキュライト (-0.6 ~ -0.9)	10~150
2:1	3八面体パーミキュライト (-0.6 ~ -0.9)	100~200
2:1	イライト (-0.6 ~ -0.9)	10~40

*半単位胞あたりの値。

日本粘土学会編(2009)を編纂

<湿式分析結果>

カリウム全量 定量結果 (wt.%)	0.69 ^①
--------------------------	-------------------

①カリウム全量 (wt.%) 湿式化学分析	②交換性カリウム (wt.%) CEC分析	試料中のカリウム全量のうち 非交換性カリウムの割合 (①-②)/①
0.69	0.11	84%

【岩盤調査坑No.27付近】

○カリウム全量の定量結果に比べて、交換性カリウムは十分に小さい。

<CEC分析結果>

容積 (ml)	24.85
質量 (g)	0.1507

	Fe	Mn	Mg	Ca	Na	K
測定結果 (mg/L)	0.03	<0.01	31.1	33.5	0.81	5.24

	Mg	Ca	Na	K
陽イオン量 (cmol/kg)	42.2	27.6	0.6	2.2
重量比 (wt.%)	0.51	0.55	0.01	0.09

CEC 陽イオン交換容量
72.5 (cmol/kg)

代表的な層状ケイ酸塩鉱物の陽イオン交換容量

タイプ	鉱物種名 (過剰電荷量の範囲*)	陽イオン交換容量 (CEC, cmol _c kg ⁻¹)
1:1	カオリナイト (~0)	2~15
1:1	アンティゴライト (~0)	—
2:1	パイロフィライト (~0)	—
2:1	タルク (~0)	<1
2:1	モンモリロナイト (-0.2 ~ -0.6)	80~150
2:1	バイデライト (-0.2 ~ -0.6)	—
2:1	ノントロナイト (-0.2 ~ -0.6)	—
2:1	サボナイト (-0.2 ~ -0.6)	—
2:1	ヘクトライト (-0.2 ~ -0.6)	—
2:1	2八面体パーミキュライト (-0.6 ~ -0.9)	10~150
2:1	3八面体パーミキュライト (-0.6 ~ -0.9)	100~200
2:1	イライト (-0.6 ~ -0.9)	10~40

*半単位胞あたりの値。

日本粘土学会編(2009)を編纂

<EDS分析結果(参考)>

	Fe	Mn	Mg	Ca	Na	K
重量比 (wt.%)	11.88	0.10	3.48	0.84	0.11	0.64

<湿式分析結果>

カリウム全量 定量結果 (wt.%)	0.50
--------------------------	------

①カリウム全量 (wt.%) 湿式化学分析	②交換性カリウム (wt.%) CEC分析	試料中のカリウム全量のうち 非交換性カリウムの割合 (①-②)/①
0.50	0.09	82%

【E-8.5+5" 孔】

○カリウム全量の定量結果に比べて、交換性カリウムは十分に小さい。

<CEC分析結果>

容積 (ml)	24.98
質量 (g)	0.3015

	Fe	Mn	Mg	Ca	Na	K
測定結果 (mg/L)	0.02	0.01	45.1	110	4.59	9.52

	Mg	Ca	Na	K
陽イオン量 (cmol/kg)	30.7	45.5	1.7	2.0
重量比 (wt.%)	0.37	0.91	0.04	0.08

CEC 陽イオン交換容量
79.9 (cmol/kg)

代表的な層状ケイ酸塩鉱物の陽イオン交換容量

タイプ	鉱物種名 (過剰電荷量の範囲*)	陽イオン交換容量 (CEC, cmol _c kg ⁻¹)
1:1	カオリナイト (~0)	2~15
1:1	アンティゴライト (~0)	—
2:1	パイロフィライト (~0)	—
2:1	タルク (~0)	<1
2:1	モンモリロナイト (-0.2 ~ -0.6)	80~150
2:1	バイデライト (-0.2 ~ -0.6)	—
2:1	ノントロナイト (-0.2 ~ -0.6)	—
2:1	サボナイト (-0.2 ~ -0.6)	—
2:1	ヘクトライト (-0.2 ~ -0.6)	—
2:1	2八面体パーミキュライト (-0.6 ~ -0.9)	10~150
2:1	3八面体パーミキュライト (-0.6 ~ -0.9)	100~200
2:1	イライト (-0.6 ~ -0.9)	10~40

*半単位胞あたりの値。

日本粘土学会編(2009)を編纂

<湿式分析結果>

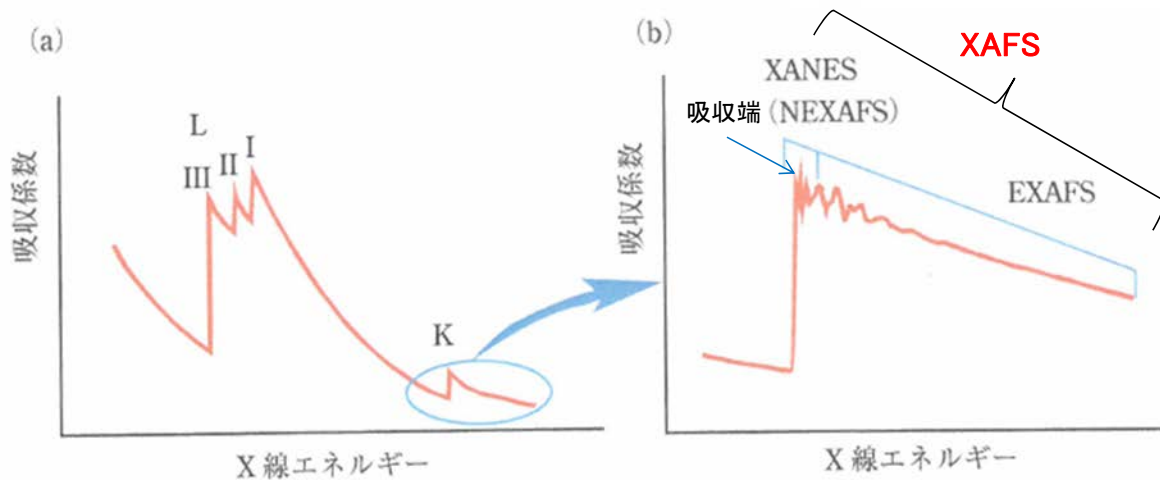
カリウム全量 定量結果 (wt.%)	0.42
--------------------------	------

①カリウム全量 (wt.%) 湿式化学分析	②交換性カリウム (wt.%) CEC分析	試料中のカリウム全量のうち 非交換性カリウムの割合 (①-②)/①
0.42	0.08	81%

XAFS分析の概要

—XAFS(ザフス:X線吸収微細構造 X-ray Absorption Fine Structure)とは (雨宮(2008)より抜粋)—

- ・XAFS分光法は、試料によるX線の吸収強度をX線エネルギーの関数として測定するものである。
- ・XAFSは内殻電子の励起を対象とする。内殻準位は元素によってほぼ固有のエネルギーを有するため、それぞれの元素の内殻電子がちょうど真空準位まで励起されるようなX線のエネルギーにおいて、X線吸収スペクトルは急激な立ち上がりを示す(吸収端)。
- ・XAFSは吸収端後(高エネルギー側)に現れるピークや周期的な波打ち構造のことを指しており、これらを解析することによって、以下のような情報を得ることができる。
 - 1) 吸収端に対応する原子(吸収原子)の周辺にどのような原子が、いくつ、どの方向に、どのくらいの原子間距離で存在しているか。
 - 2) 吸収原子と周辺の原子との原子間距離が、どの程度の分布を持っているか。
 - 3) 吸収原子の付近の電子状態がどのようになっているか。



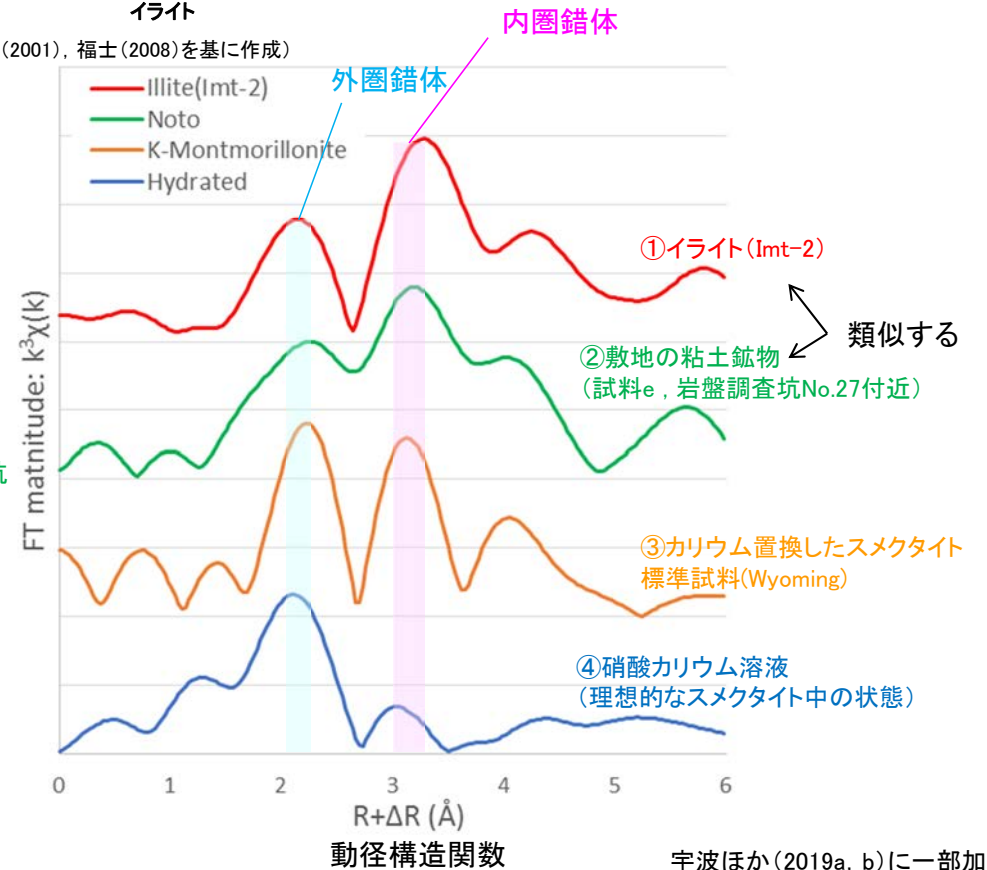
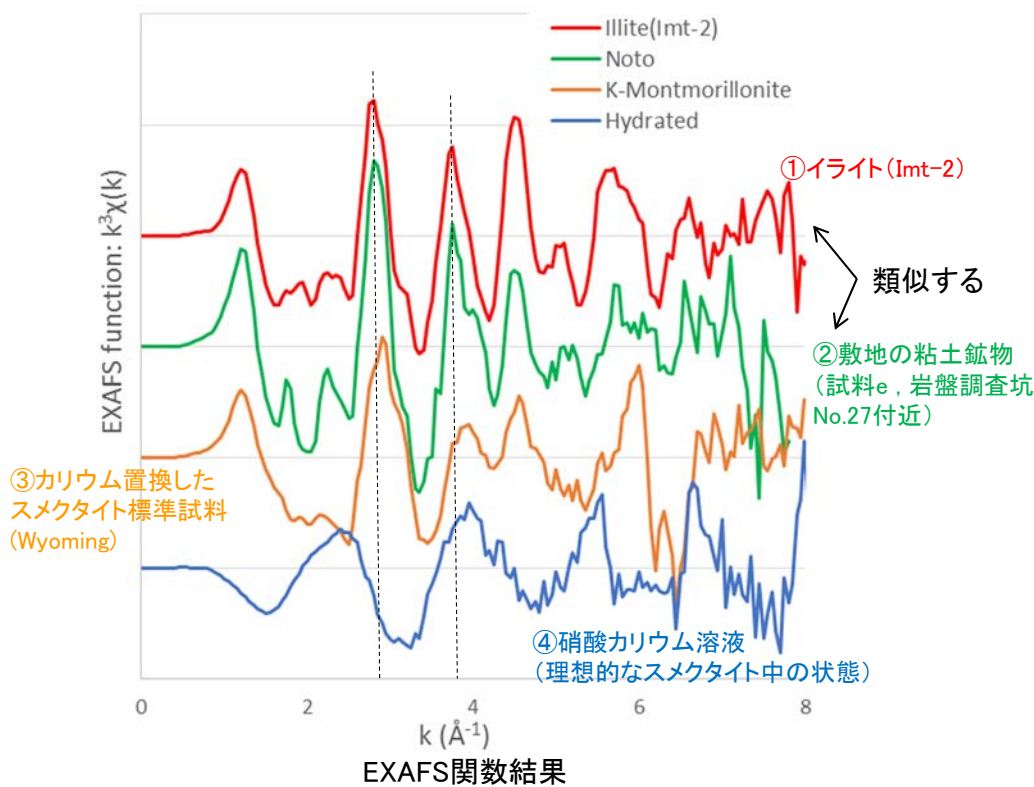
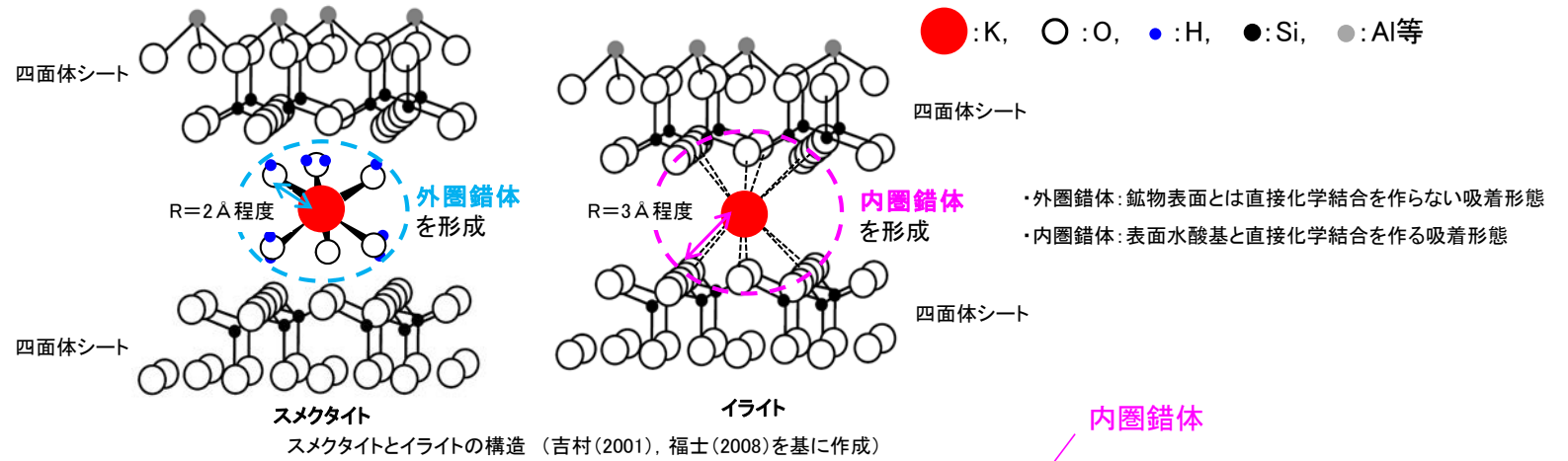
- ・XANES (X線吸収端近傍構造, X-ray Absorption Near Edge Structure)
⇒吸収端付近の大きく波打つ構造
- ・EXAFS (広域X線吸収微細構造, Extended X-ray Absorption Fine Structure)
⇒エネルギーの高い領域ある小さいながら緩やかな波打ち構造
- ・XAFSは、XANESとEXAFSの総称。

日本XAFS研究会(2017)に一部加筆

■分析内容

- ・場所: 高エネルギー加速器研究機構(KEK)(つくば市)
- ・分析装置: BL-9A
- ・分析試料: ①イライト標準試料(Imt-2)
②敷地の粘土鉱物(試料e, 岩盤調査坑No.27付近)
③カリウム置換したスメクタイト標準試料(Wyoming)
④硝酸カリウム溶液
- ・分析のポイント: カリウム原子周りの分子構造(カリウム原子周りの水和の有無, H₂Oの配位状況)

XAFS分析結果

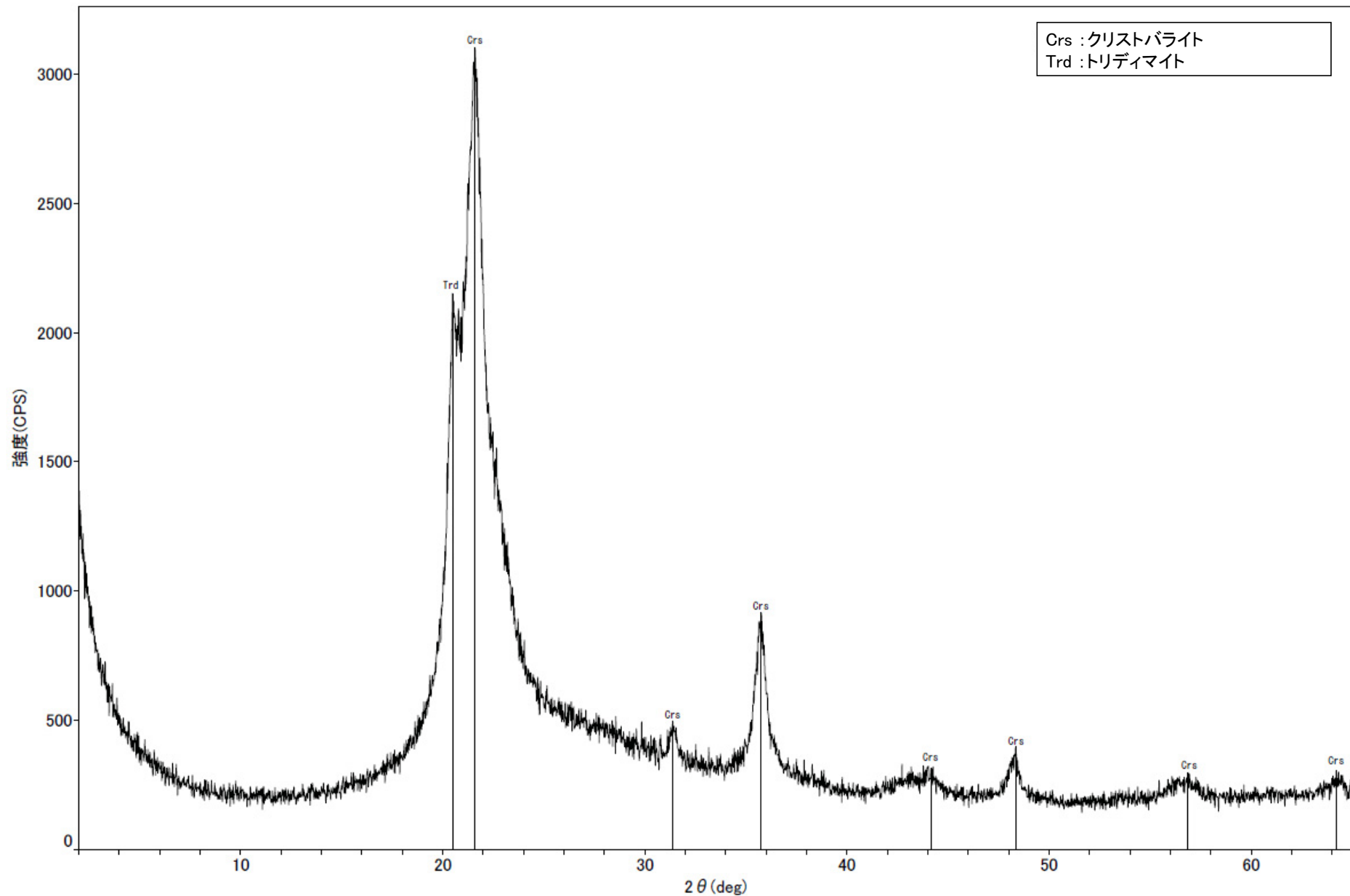


・XAFSから得られたEXAFS関数及び動径構造関数について、イライトの標準試料 (Imt-2)、カリウム水和イオン (硝酸カリウム溶液) との関数と比較することによって、カリウム原子周りの構造を推定した結果、敷地の粘土鉱物 (試料e, 岩盤調査坑 No.27付近) の関数はイライトの関数と類似する。
・敷地の粘土鉱物は、イライトと同様に内圏錯体 ($R+\Delta R=3\text{Å}$ 付近) の寄与が認められる。一方で、カリウム水和イオンにおいて特徴的に認められる外圏錯体 ($R+\Delta R=2\text{Å}$ 付近) の寄与は、敷地の粘土鉱物では内圏錯体に比べて小さい。

(5) XRD分析結果(白色鉍物脈)

岩盤調査坑No.30切羽 ーX線回折チャート 不定方位ー

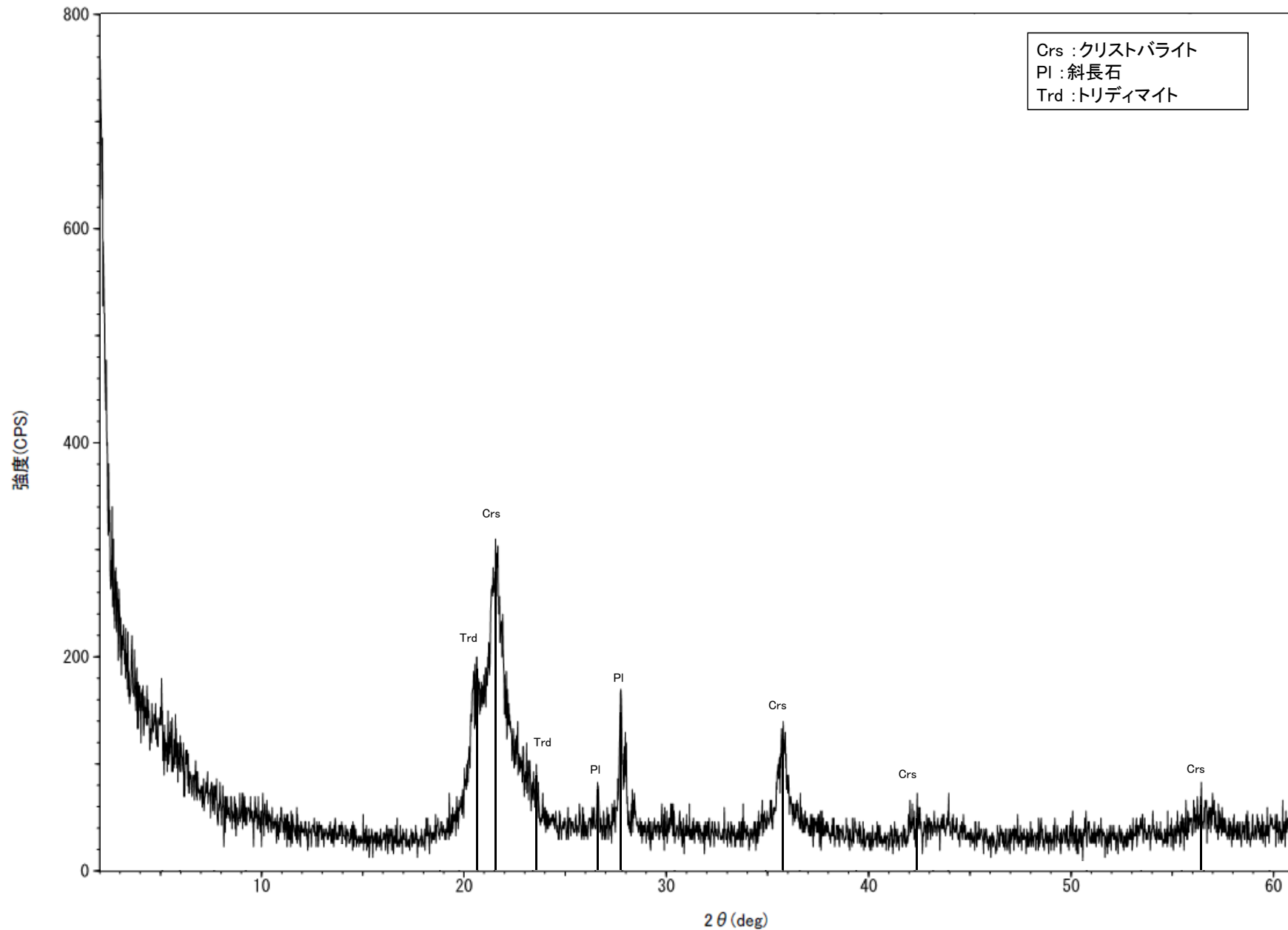
○クリストバライトとトリディマイトのピークが見られるため、この白色鉱物脈には、オパールCTが含まれる。



回折チャート

KR-13孔 -X線回折チャート 不定方位-

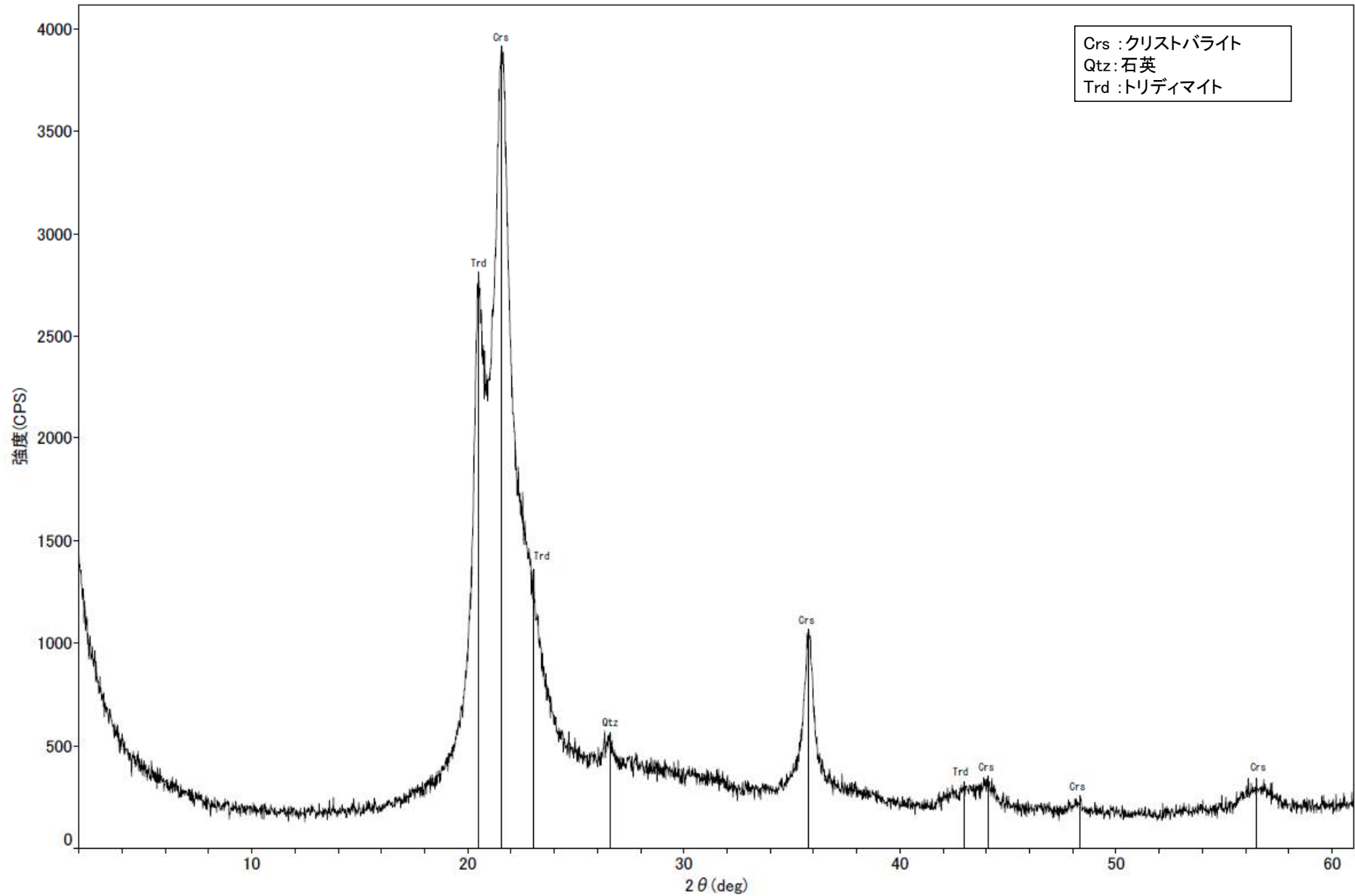
○クリストバライトとトリディマイトのピークが見られるため、この白色鉱物脈には、オパールCTが含まれる。



回折チャート

H-6.4孔 —X線回折チャート 不定方位—

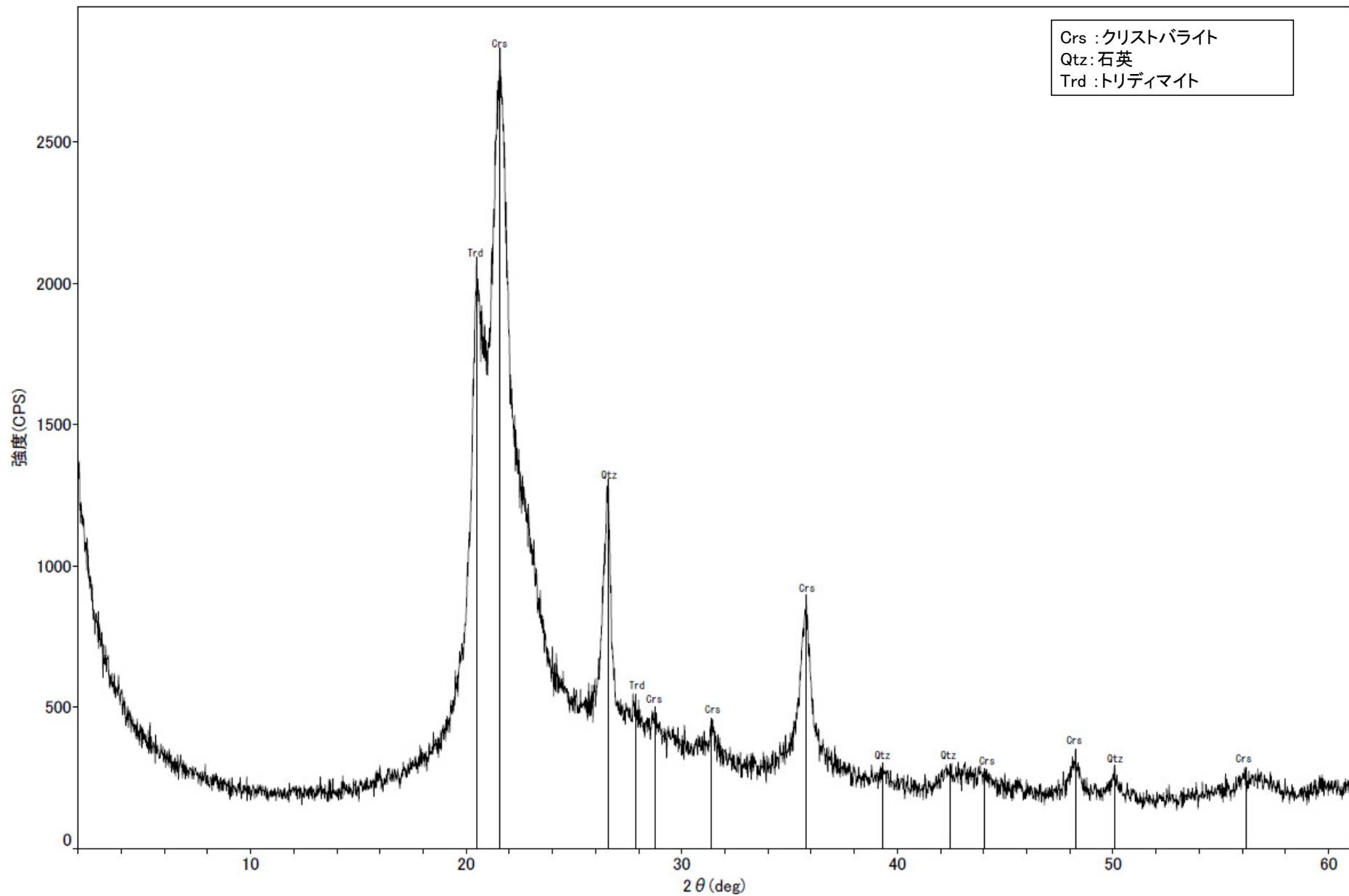
○クリストバライトとトリディマイトのピークが見られるため、この白色鉍物脈には、オパールCTが含まれる。



回折チャート

F-4.9孔 —X線回折チャート 不定方位—

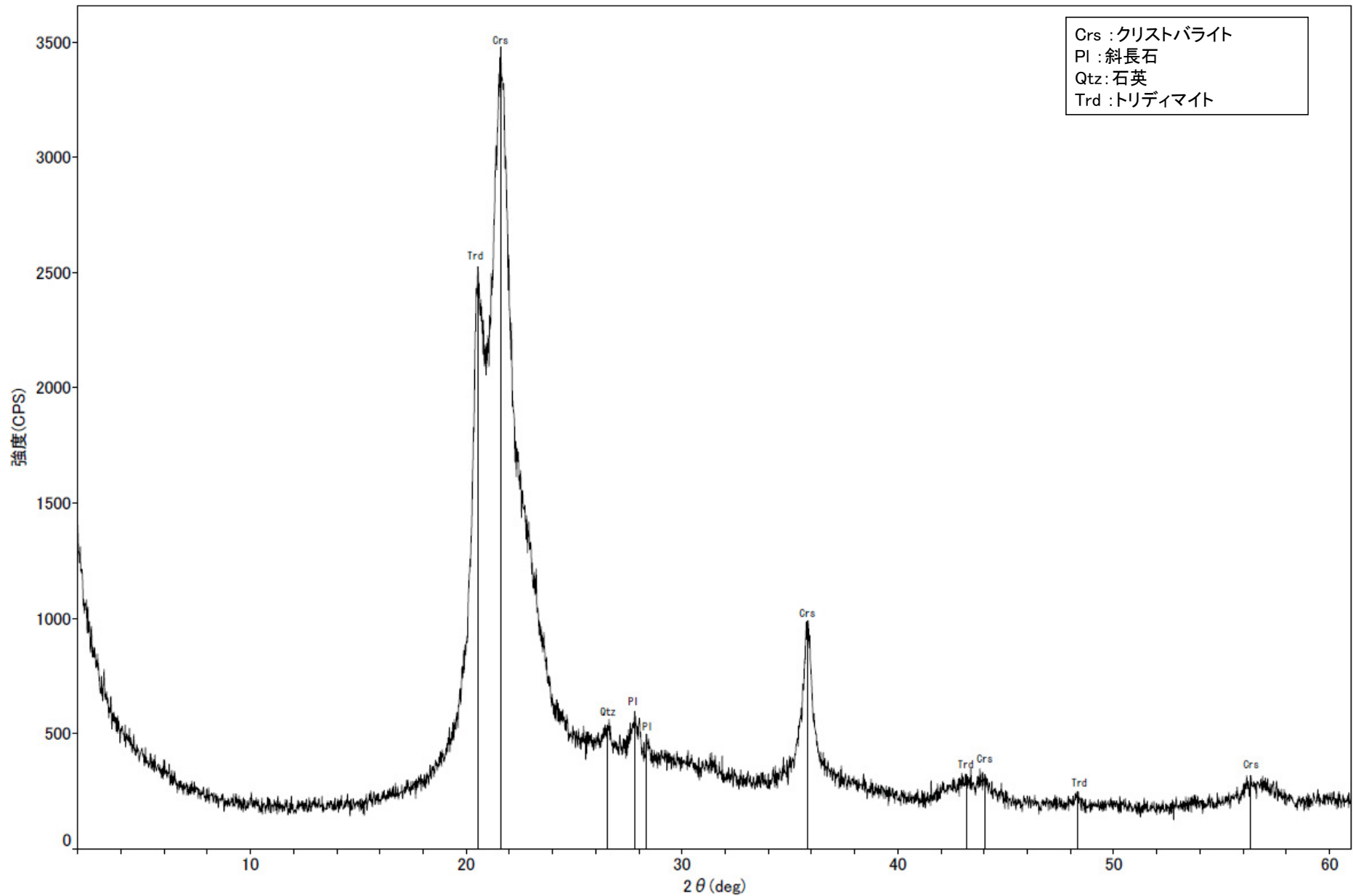
○クリストバライトとトリディマイトのピークが見られるため、この白色鉍物脈には、オパールCTが含まれる。



回折チャート

R-4.5孔 —X線回折チャート 不定方位—

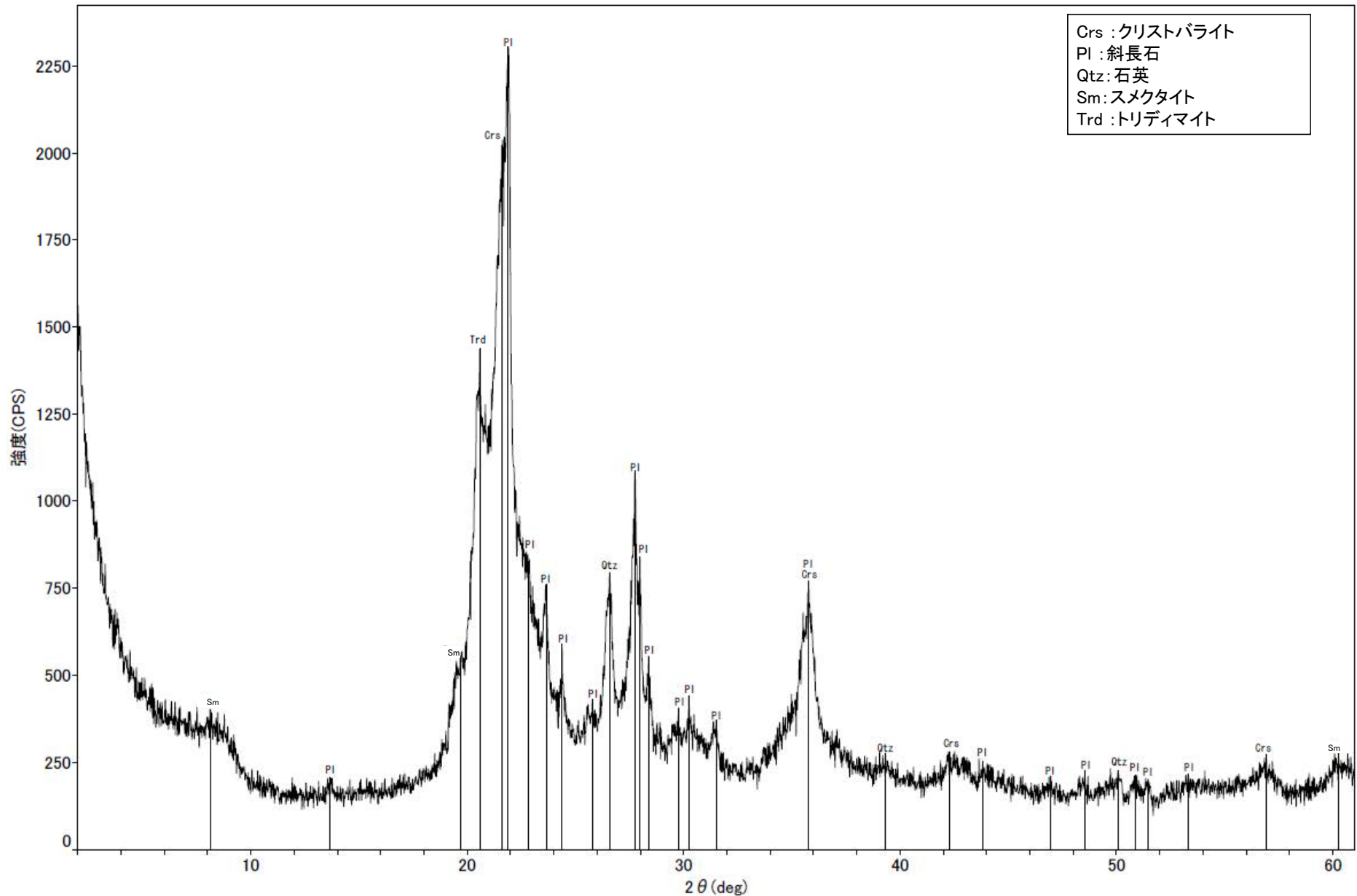
○クリストバライトとトリディマイトのピークが見られるため、この白色鉱物脈には、オパールCTが含まれる。



回折チャート

K-4.2孔 ーX線回折チャート 不定方位ー

○クリスト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

(6) 変質鉱物の生成温度の検討結果

変質鉱物の生成温度 ー文献調査ー

- 敷地内で確認された変質鉱物であるI/S混合層, オパールCTの生成温度に関する文献調査を実施した。
- I/S混合層は地下深部で生成された場合は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。
- オパールCTは地温約50°C以上の地下深部で生成されることが示されている。

■I/S混合層の生成温度に関する知見

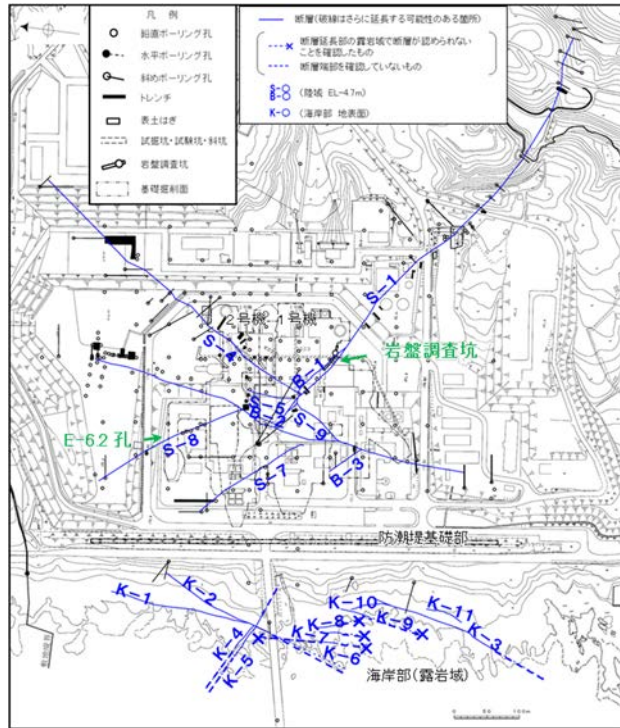
吉村(2001)	<p><地下深部での生成></p> <ul style="list-style-type: none"> ・I/S混合層における積層の仕方, I層とS層の含有率, 規則度及び出現温度との関係を見るとI/S混合層が出現する温度は50~60°Cである。 <p><熱水による生成></p> <ul style="list-style-type: none"> ・熱水変質作用によるI/S混合層の生成温度は約120~220°Cである。
井上(2003)	<p><熱水による生成></p> <ul style="list-style-type: none"> ・スメクタイトのイライト化は熱水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。

■オパールCTの生成温度に関する知見

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Aoyagi et. al (1980), Iijima et. al (1981)から, 45°Cと仮定している。
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。

I/S混合層の生成温度 — 酸素同位体比分析 —

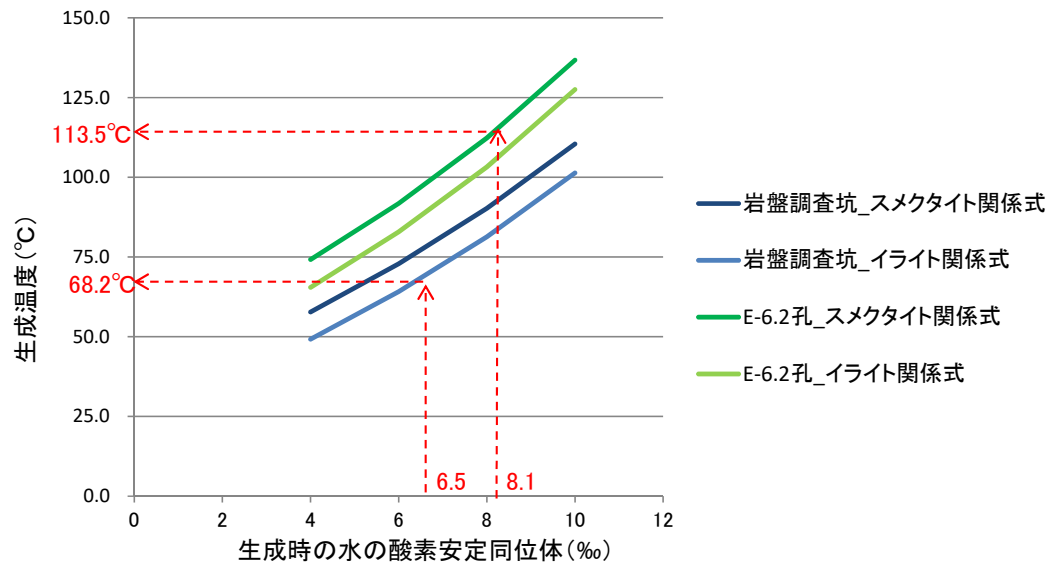
- 粘土鉱物の生成温度は、「粘土鉱物の酸素安定同位体比」と「粘土鉱物生成時の水の酸素安定同位体比」により推定できる。
- 敷地のI/S混合層の酸素安定同位体比を分析した結果、23.5‰、21.3‰の値が得られた。
- 鉱物生成時の水の酸素安定同位体比については、6.5～8.1‰(次頁)を用いた。
- I/S混合層の生成温度は、Sheppard and Gilg (1996)の関係式により、68～114℃程度で生成したと試算される。



試料採取位置図

I/S混合層の酸素安定同位体と生成温度

試料名	鉱物名	鉱物の酸素同位体比(‰)	水の酸素同位体比(‰)	適用する関係式 (Sheppard and Gilg, 1996)	生成温度(℃)
岩盤調査坑_No.27孔	I/S混合層	23.5	6.5～8.1 (次頁参照)	スメクタイトの関係式	77.0～91.2
				イライトの関係式	68.2～82.3
E-6.2孔 深度137.30～137.60m	I/S混合層	21.3		スメクタイトの関係式	96.6～113.5
				イライトの関係式	87.7～104.4



・Sheppard and Gilg (1996)によると、スメクタイトやイライトの酸素安定同位体分別係数(α)と生成温度(T)には以下の関係があるとしている。

-スメクタイトの関係式: $1000 \ln \alpha_{\text{smectite-water}} = 2.55 \times 10^6 \times T^{-2} - 4.05$

-イライトの関係式: $1000 \ln \alpha_{\text{illite-water}} = 2.39 \times 10^6 \times T^{-2} - 3.76$

ここで、 $\alpha_{\text{smectite(illite)-water}} = \frac{(\text{スメクタイト(イライト)の酸素安定同位体比} + 10^3)}{(\text{スメクタイト(イライト)生成時の水の酸素安定同位体比} + 10^3)}$

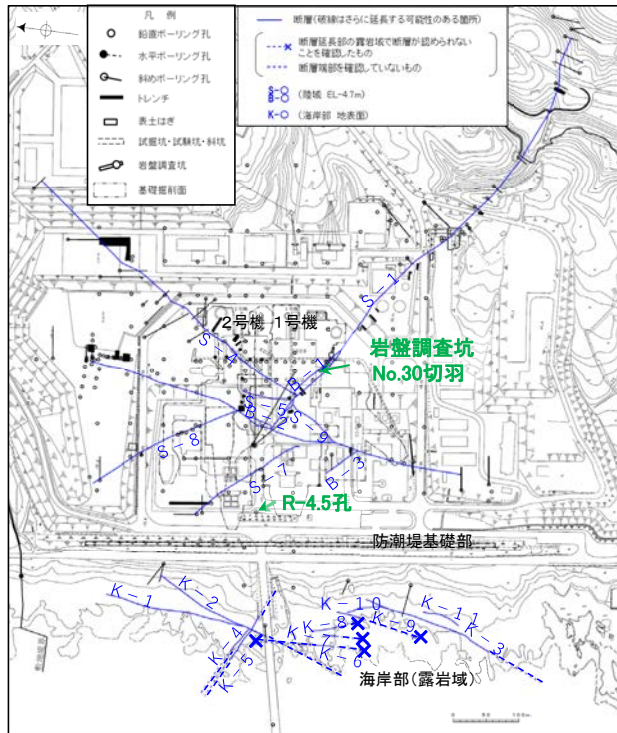
・つまり、「粘土鉱物の酸素安定同位体比」と「粘土鉱物生成時の水の酸素安定同位体比」により、粘土鉱物の生成温度が推定できる。

【粘土鉱物生成時の水の酸素安定同位体比】

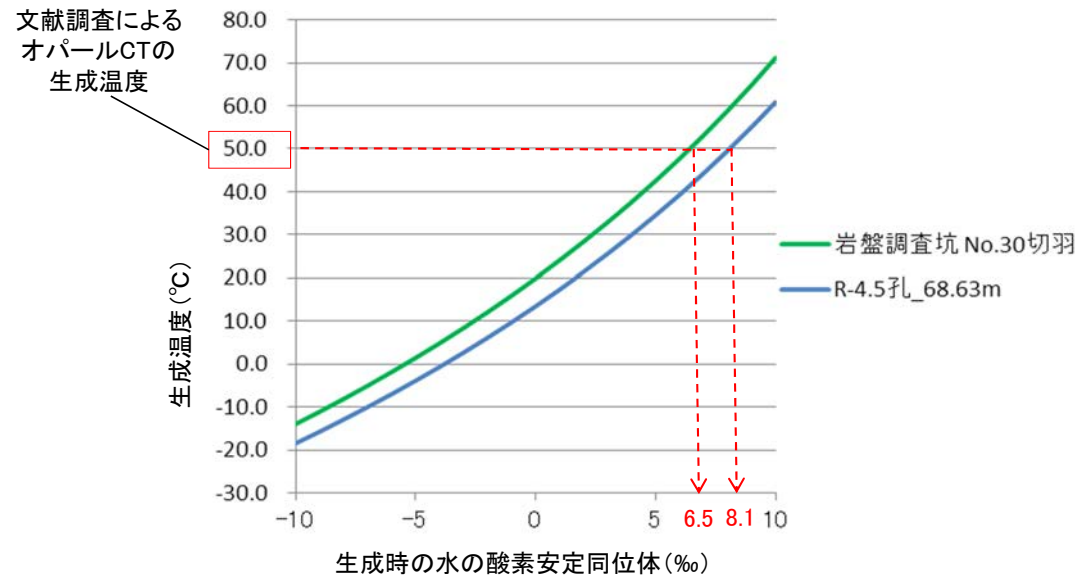
- 粘土鉱物生成時の水の酸素安定同位体比は、粘土鉱物の酸素安定同位体比と生成温度から推定される。
- 粘土鉱物生成時の水の酸素安定同位体比は、I/S混合層及びオパールCTがともに敷地で広く認められることから、オパールCTの酸素安定同位体比と生成温度から推定した。
- オパールCTの酸素安定同位体比を分析した結果、34.6‰、36.3‰の値が得られた。
- オパールCTの生成温度は、文献調査(前々頁)より、50℃を用いた。
- オパールCT生成時の水の酸素安定同位体比は、O'Neil and Clayton(1964)の関係式により、6.5～8.1‰と試算される。

オパールCT生成時の水の酸素安定同位体比

試料名	鉱物名	鉱物の酸素安定同位体比(‰)	生成温度	適用する関係式(O'Neil and Clayton, 1964)	生成時の水の酸素安定同位体比(‰)
岩盤調査坑 No.30切羽	オパールCT	34.6	T=50℃ (文献調査による)	石英の関係式	6.5
R-4.5孔 深度68.63m	オパールCT	36.3			8.1



試料採取位置図



・O'Neil and Clayton(1964)によると、石英の酸素安定同位体分別係数(α)と生成温度(T)には以下の関係があるとしている。

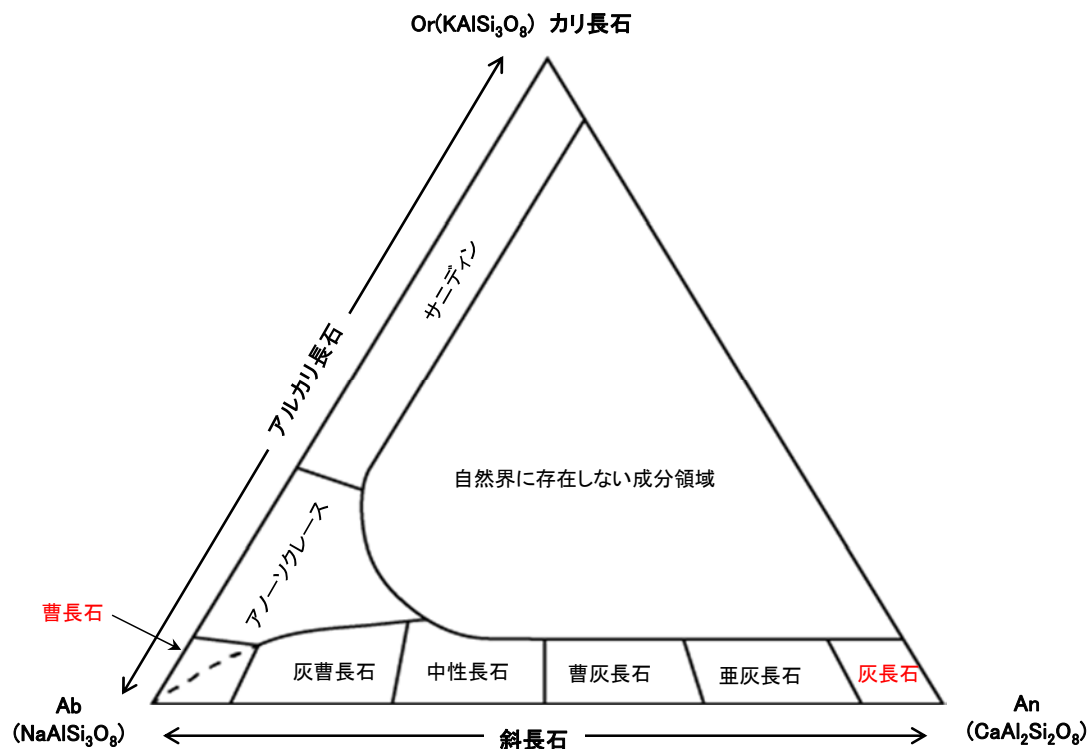
$$- \text{石英の関係式: } 1000 \ln \alpha = 2.55 \times 10^6 \times T^{-2} - 4.05 \quad \text{ここで, } \alpha = \frac{(\text{石英の酸素安定同位体比} + 10^3)}{(\text{石英生成時の水の酸素安定同位体比} + 10^3)}$$

・つまり、「石英の酸素安定同位体比」と「生成温度」により、石英生成時の水の酸素安定同位体比が推定できる。

余白

(7) 斜長石のアルバイト化の検討

- 斜長石は曹長石(アルバイト)から灰長石(アノーサイト)に至る長石の固溶体系列であり、斜長石は変質・変成作用によりCaを放出して、Naを取り込むことにより曹長石化(アルバイト化)することが知られている。
- 熱水変質作用による斜長石の曹長石化の有無を検討するために、S-2・S-6における固結した破砕部、粘土状破砕部及びS-2・S-6近傍の母岩に含まれる斜長石を対象にEPMA分析を実施した。(母岩:L-6'孔, 固結した破砕部・粘土状破砕部:E-8.5-2孔)

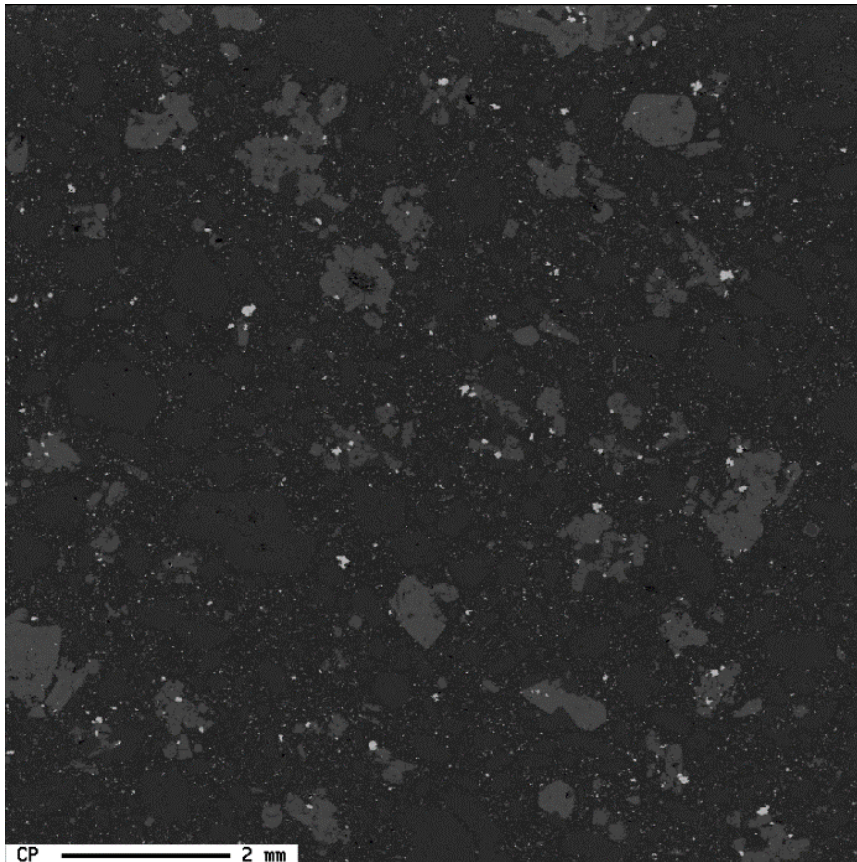


長石の化学組成と分類(黒田・諏訪(1983), Smith(1974))

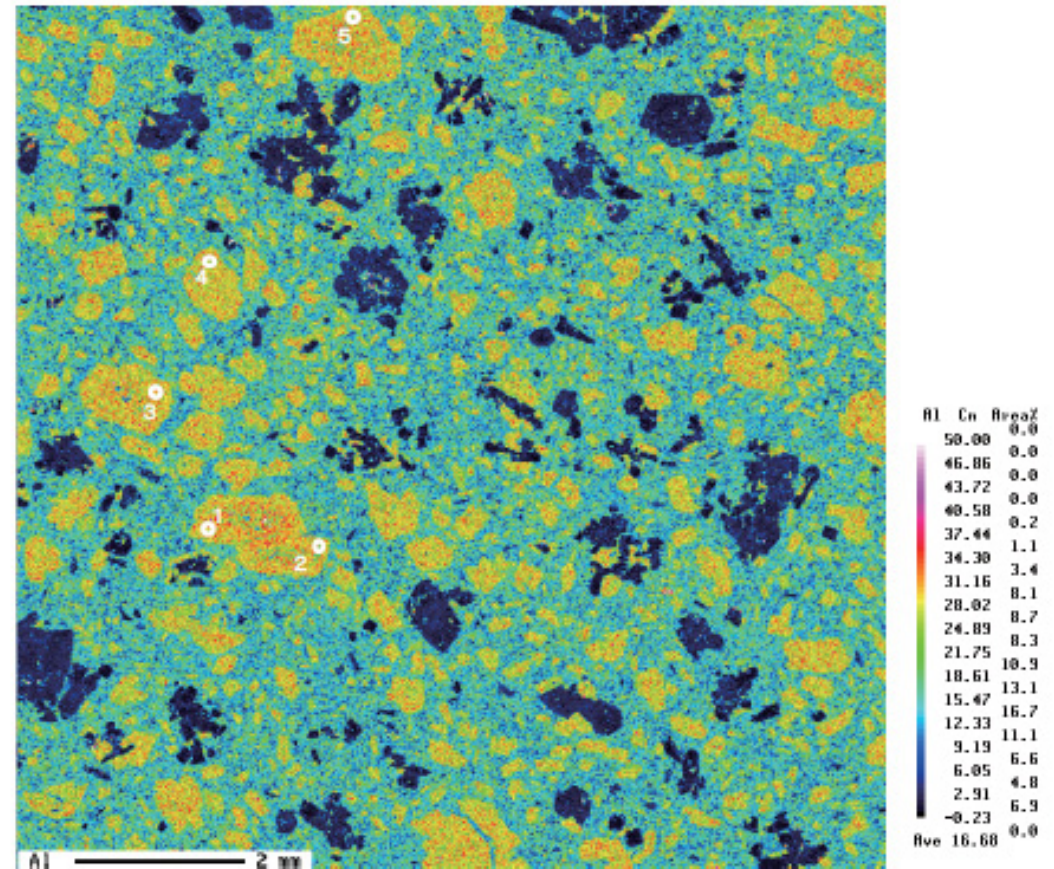
○母岩に含まれる斜長石粒子を選定し、5点でEPMA分析を実施した。

【 COMPO像 】

【 AIのマッピング 】

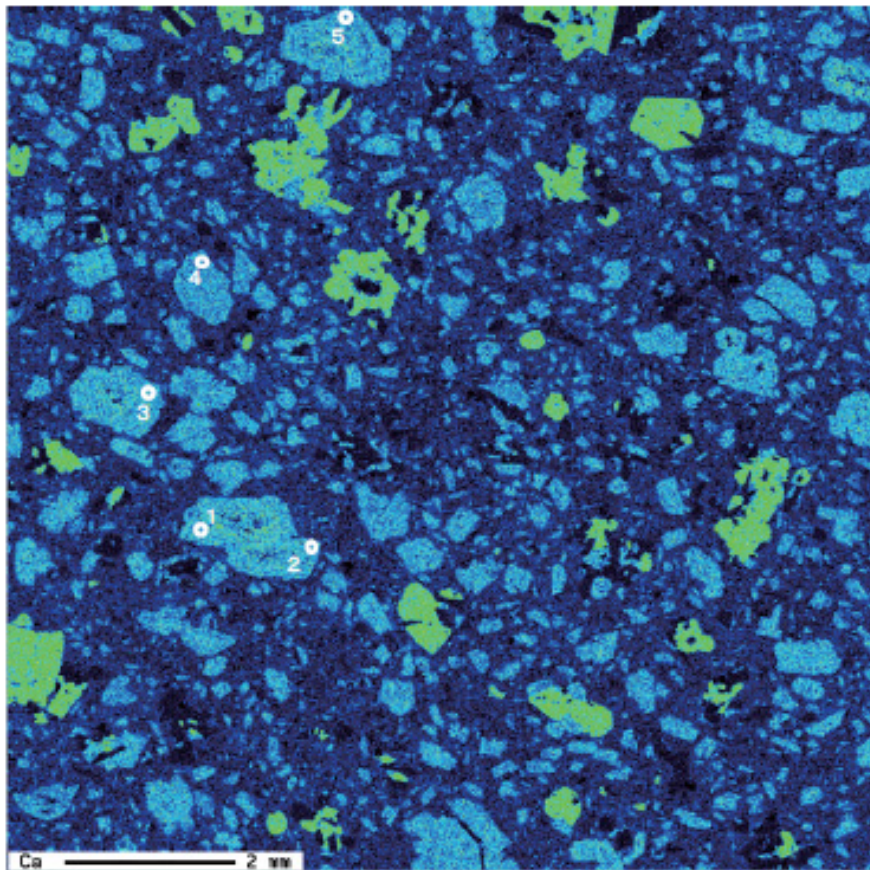


EPMAマッピング (COMPO像)



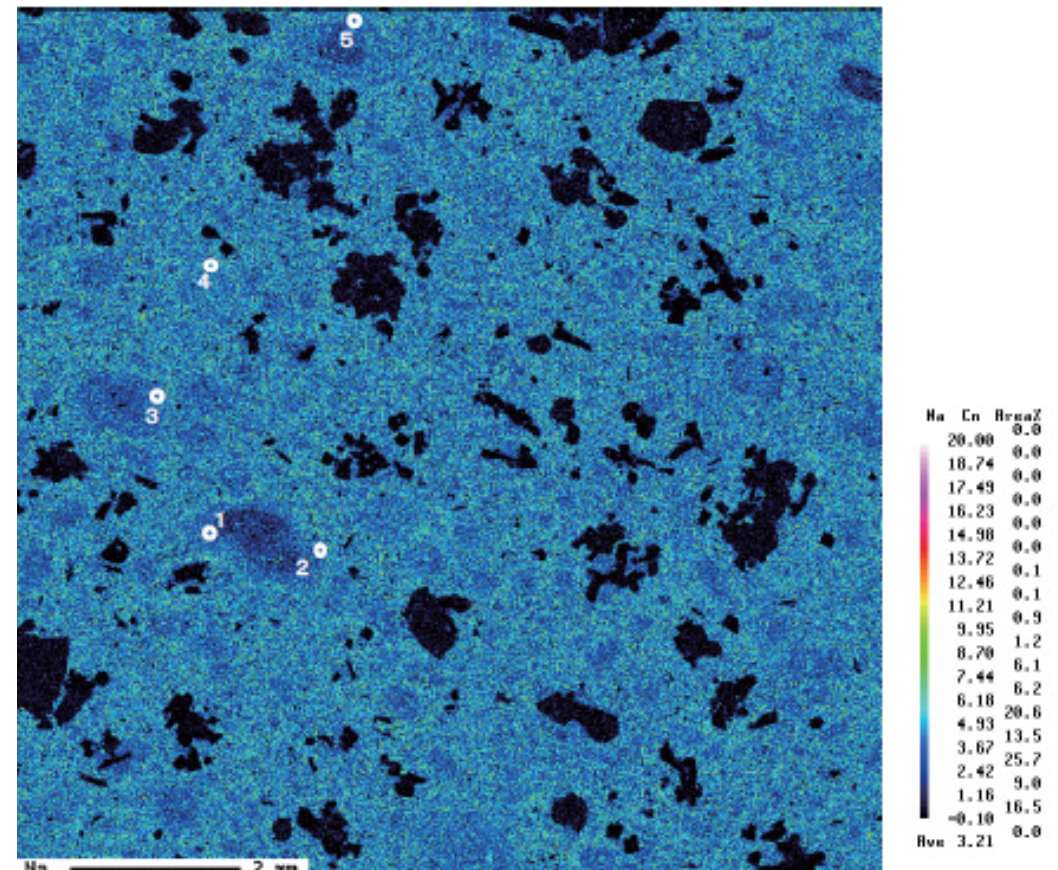
EPMAマッピング (AI)

【Caのマッピング】



EPMAマッピング (Ca)

【Naのマッピング】



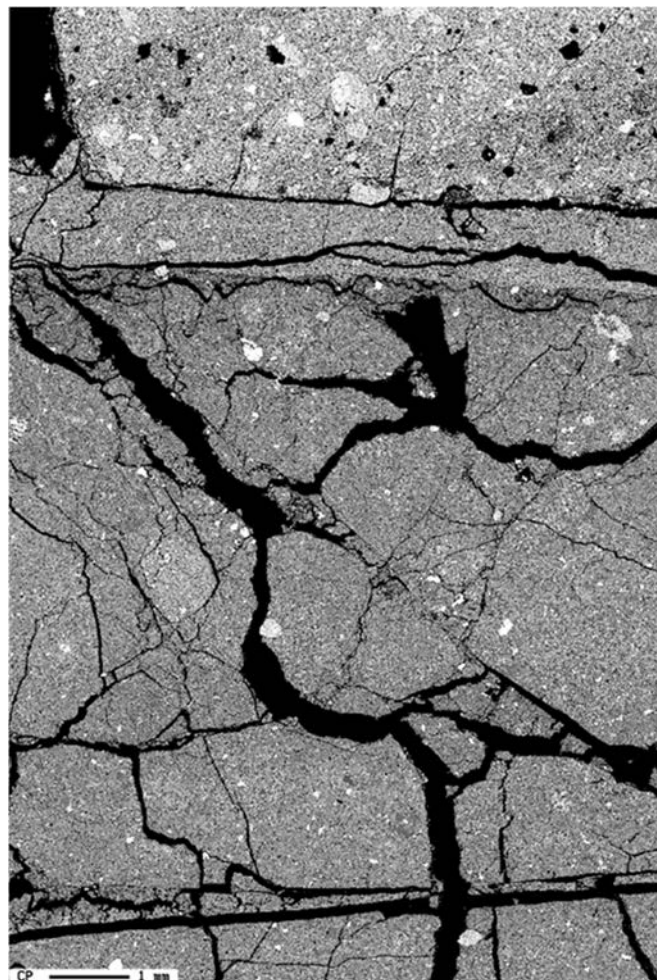
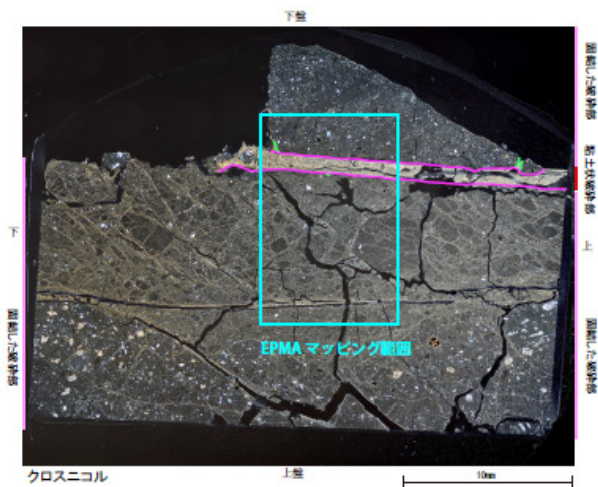
EPMAマッピング (Na)

斜長石のアルバイト化の検討 –EPMAマッピング(粘土状破砕部及び固結した破砕部)–

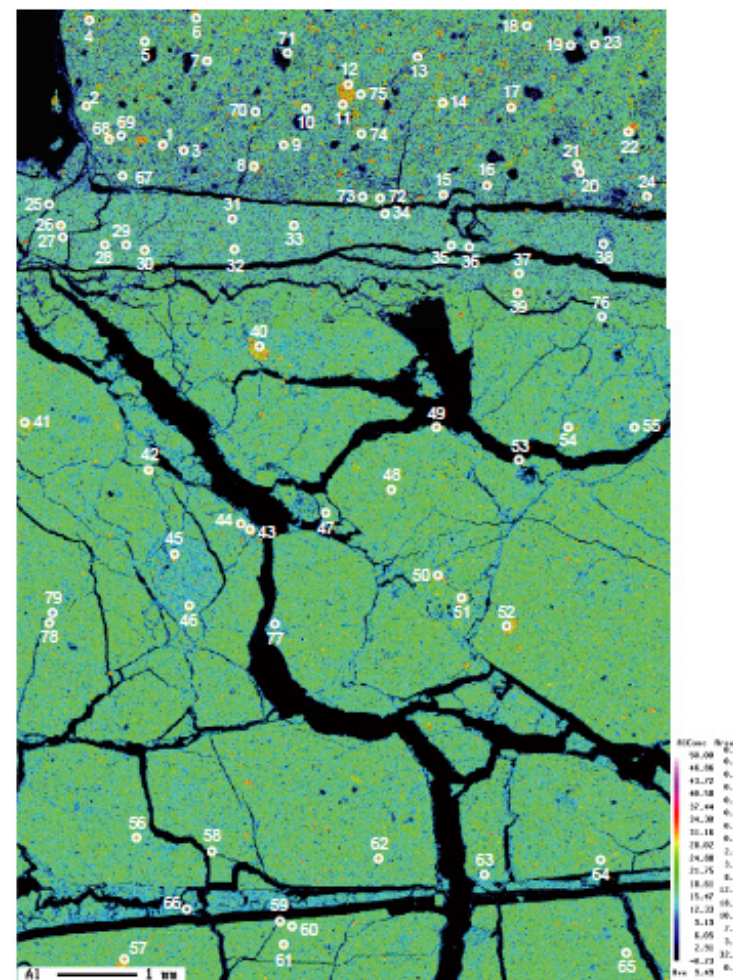
○固結した破砕部と粘土状破砕部に含まれる斜長石粒子を選定し、固結した破砕部では65点、粘土状破砕部では14点でEPMA分析を実施した。

【 COMPO像 】

【 AIのマッピング 】



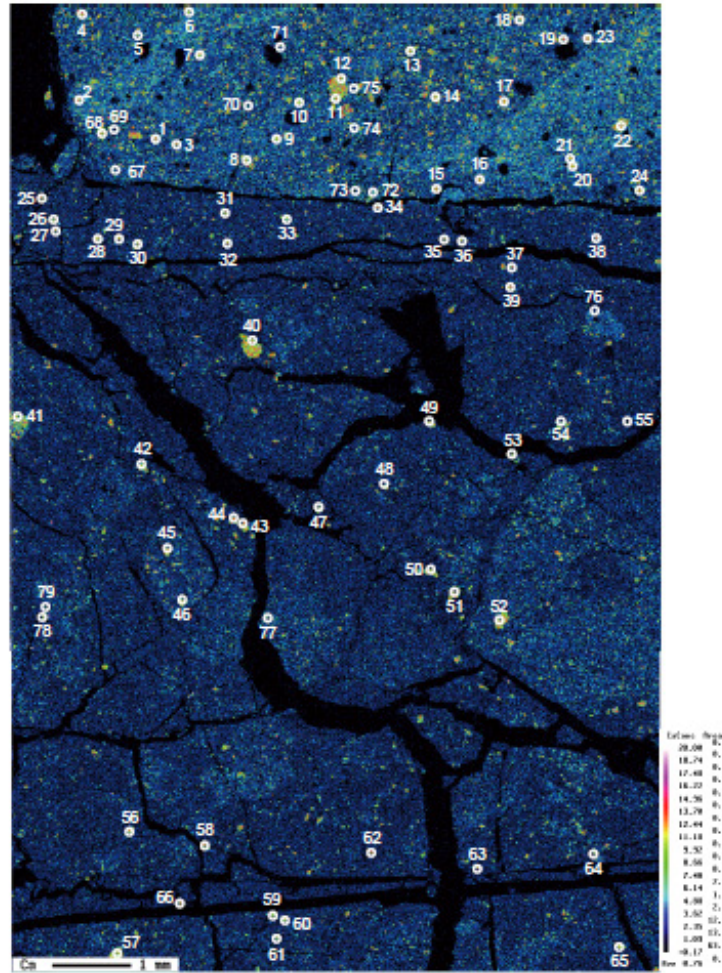
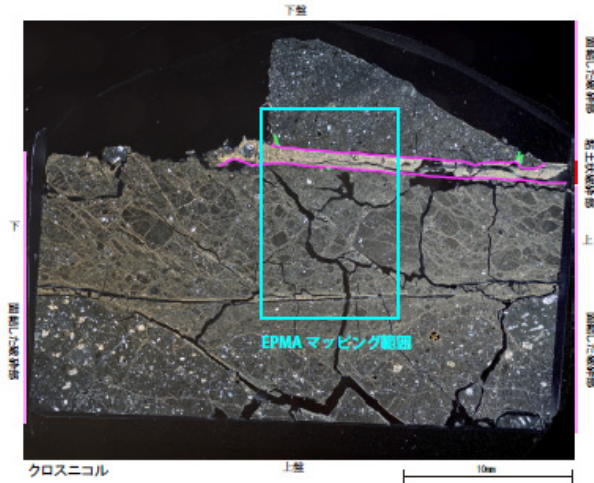
EPMAマッピング (COMPO像)



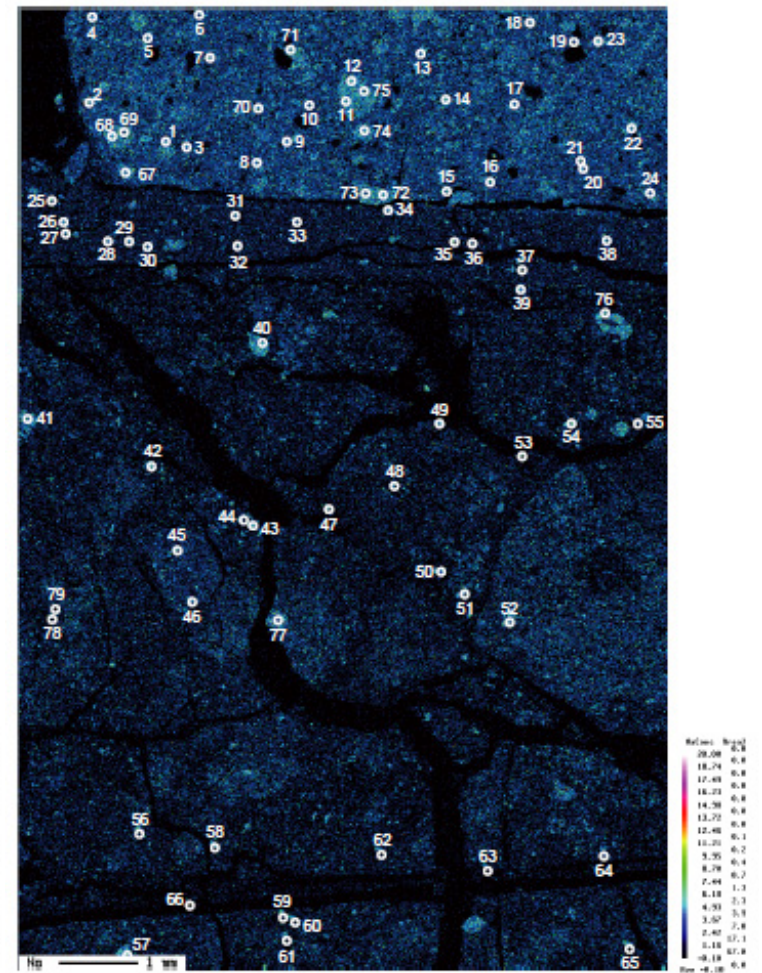
EPMAマッピング (AI)

【Caのマッピング】

【Naのマッピング】

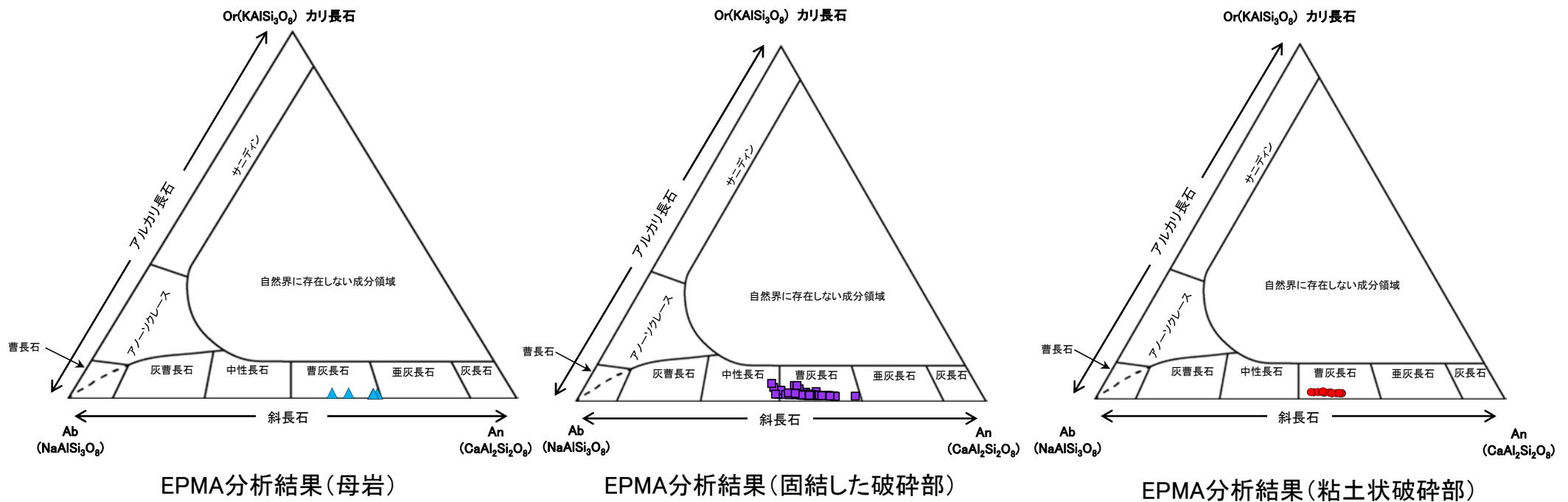


EPMAマッピング (Ca)



EPMAマッピング (Na)

- EPMA分析の結果，母岩，固結した破砕部及び粘土状破砕部の斜長石は概ね曹灰長石を示している。
- 母岩，固結した破砕部及び粘土状破砕部の分析結果に大きな違いは認められないことから，粘土状破砕部に沿った熱水は曹長石化(アルバイト化)を促進させるような温度帯ではなかったものと考えられる。



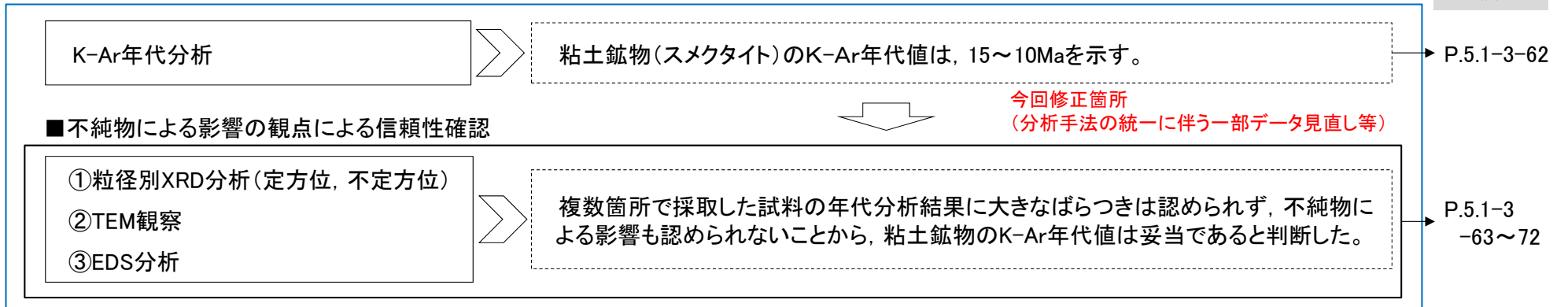
(8) 粘土鉱物のK-Ar年代分析の信頼性確認

粘土鉱物のK-Ar年代分析の信頼性確認（第597回審査会合時及び今回の信頼性確認）

- 敷地の粘土鉱物のK-Ar年代値は、15～10Maを示す。
- 第597回審査会合では、不純物による影響の観点から測定物の特定を行い、粘土鉱物のK-Ar年代分析の信頼性を確認した。
- 今回、更なる信頼性確認として、カリウムの長期間保持の観点から、測定物の詳細な結晶構造を確認し、試料中に含まれるカリウムの固定状態を検討した。
- 以上の結果より、K-Ar年代分析の測定物はI/S混合層であり、その年代値（15～10Ma）はI/S混合層の生成年代を示す。さらに、この年代値は、カリウムの長期的な保持の観点からも信頼性が確認されている。

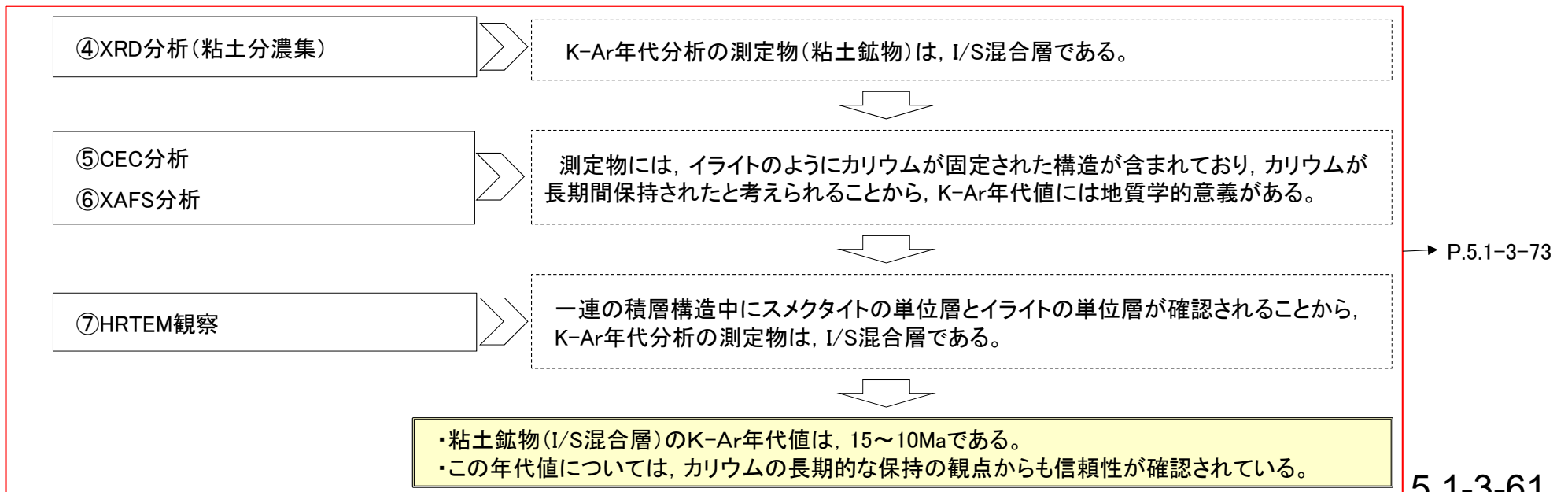
【第597回審査会合時の信頼性確認】

記載頁



【今回の信頼性確認】

■カリウムの長期間保持の観点による信頼性確認



粘土鉱物のK-Ar年代について (第597回審査会合時の信頼性確認)

- 粘土鉱物の生成年代を明らかにするために、S-1及びS-2・S-6の最新面付近の粘土鉱物を対象として、K-Ar年代分析を実施した。
- 粘土鉱物を対象としたK-Ar年代分析では、非放射性起源⁴⁰Arの値が大きくなるため、測定誤差への配慮が必要となる。そこで、複数箇所(全8箇所)で試料を採取し、分析を行った。
- S-1及びS-2・S-6の最新面付近の粘土中に含まれる粘土鉱物(スメクタイト)のK-Ar年代値は、15~10Maを示す。
- いずれの試料の年代分析結果にも、大きなばらつきは認められない。

赤字: 今回修正箇所

STP: 標準状態(0°C, 1気圧), Ma: 100万年前

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 (%)	備考
S-1 最新面付近の 粘土	1	岩盤調査坑 No.15~16付近 EL-18.25m	スメクタイト (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-18.25m	スメクタイト (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-18.25m	スメクタイト (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付近 EL-18.25m	スメクタイト (<5 μm)	0.512±0.010*	21.7±4.6*	10.9±2.3	93.1	
	4-2		スメクタイト (<1 μm)	0.504±0.010*	19.2±5.2*	9.8±2.6	94.5	
	4-3		スメクタイト (<0.4 μm)	0.489±0.010*	20.2±5.8*	10.6±3.1	94.8	
	4-4		スメクタイト (<0.1 μm)	0.407±0.009*	16.3±6.5*	10.3±4.1	96.2	
S-2・S-6 最新面付近の 粘土	5	E-8.5+5'孔 深度9.3m EL11.82m	スメクタイト (0.2-1 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	スメクタイト (0.2-1 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	スメクタイト (0.2-1 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	スメクタイト (<5 μm)	0.638±0.013	29.1±6.2	11.7±2.5	93.0	
	8-2		スメクタイト (<1 μm)	0.909±0.018	42.1±12.8	11.9±3.6	95.0	
	8-3		スメクタイト (<0.4 μm)	0.935±0.019	41.4±14.2	11.4±3.9	95.6	
	8-4		スメクタイト (<0.1 μm)	0.887±0.018	47.5±14.9	13.7±4.3	95.2	

※: 試料No.4-1~4-4については、他試料の分析手法に合わせて定量を実施した。

- 下記の①～③の手法により、不純物による影響の観点から測定物(スメクタイト)の特定を行い、粘土鉱物のK-Ar年代分析の信頼性を確認した。
- 複数箇所採取した試料の年代分析結果に大きなばらつきは認められず、不純物による影響も認められないことから、粘土鉱物のK-Ar年代値は妥当であると判断した。

試料No.	信頼性確認手法*	目的	結果	記載頁
4-1～4 8-1～4	① 粒径別XRD分析	・測定物(スメクタイト)以外の不純物による影響の有無の確認	・本試料によるK-Ar年代値はスメクタイトの形成年代を示し、不純物の影響は及んでいない。	P.5.1-3-64～65
	② TEM観察	・測定物(スメクタイト)の特定 ・測定物(スメクタイト)が結晶構造を保持しているか否かの確認	・K-Ar年代分析試料を対象に実施したXRD分析で認められた鉱物等が、TEM観察においても確認できた。 ・スメクタイトは普遍的に認められ、ほぼ自形結晶からなり、顕著な摩耗、破壊は認められない。	P.5.1-3-66
	③ EDS分析	・測定物(スメクタイト)の特定 ・試料に含まれていたスメクタイトとセピオライトについて、カリウム(K)の存否の確認	・K-Ar年代分析試料を対象に実施したXRD分析で認められた鉱物等が、EDS分析においても確認できた。 ・スメクタイトにはKが含まれ、セピオライトにはKが含まれていないことから、本試料を対象に実施したK-Ar年代分析により得られた年代値は、スメクタイトの形成年代を示し、セピオライトの影響は及んでいない。	P.5.1-3-67～72

※: 第597回審査会合資料2-1, P.220における信頼性確認手法「①XRD分析」による不純物の影響検討については、XRD分析(定方位)を実施しXRD分析(不定方位)を実施していなかったことから、信頼性確認一覧から除外した。

① 粒径別XRD分析 (第597回審査会合時の信頼性確認)

○分析試料に含まれる測定物(スメクタイト)以外の不純物の影響の有無を確認するために、分析試料を粒径別に分離し、XRD分析を実施した。試料は、超低温サーキュレータにより凍結粉碎し、水簸法と高速遠心分離により粒径分別を行った。
○分析の結果、得られた年代値には粒径による影響は認められないことから、K-Ar年代値には不純物の影響は及んでいないと判断した。

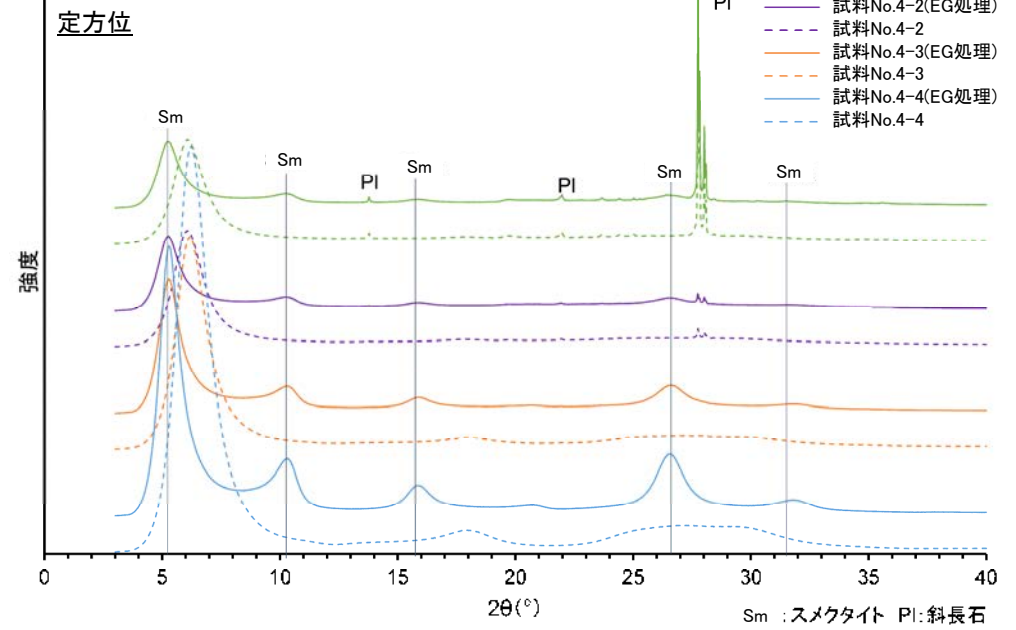
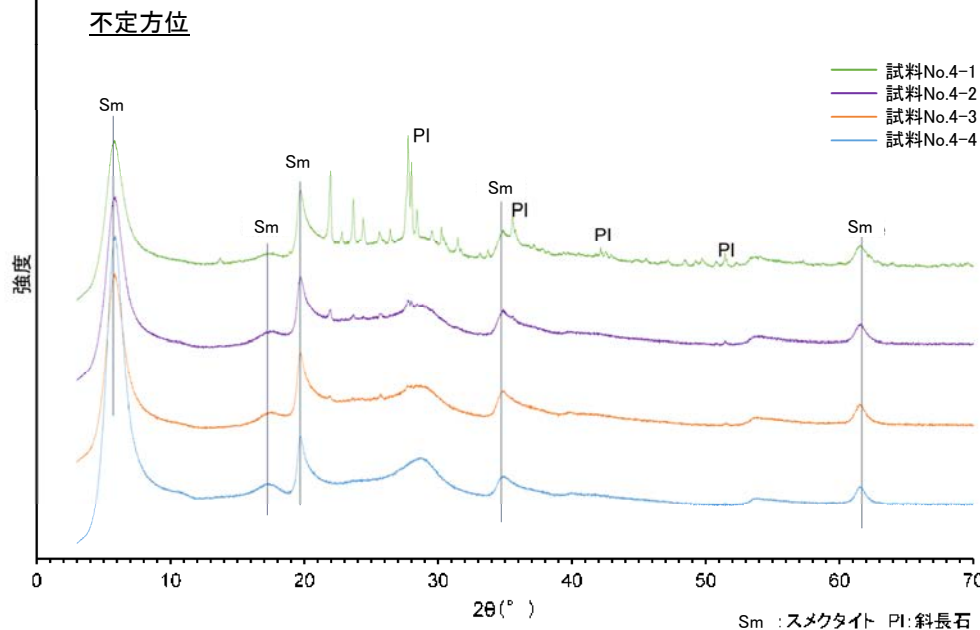
【試料No.4-1～4の分析結果】

試料No.	粒径 (μm)	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 (%)
4-1	<5	0.512±0.010	21.7±4.6	10.9±2.3	93.1
4-2	<1	0.504±0.010	19.2±5.2	9.8±2.6	94.5
4-3	<0.4	0.489±0.010	20.2±5.8	10.6±3.1	94.8
4-4	<0.1	0.407±0.009	16.3±6.5	10.3±4.1	96.2

- ・すべての試料に、スメクタイトが確認される。
- ・試料No.4-1及びNo.4-2(粗粒な試料)には斜長石が含まれ、細粒な試料ほどスメクタイトの強度が大きくなるが、得られた年代値には粒径による影響は認められない。
- ・以上のことから、K-Ar年代値はスメクタイトの形成年代を示し、不純物の影響は及んでいないと判断できる。

K-Ar年代分析結果

赤字:今回修正箇所



X線回折チャート

【試料No.8-1～4の分析結果】

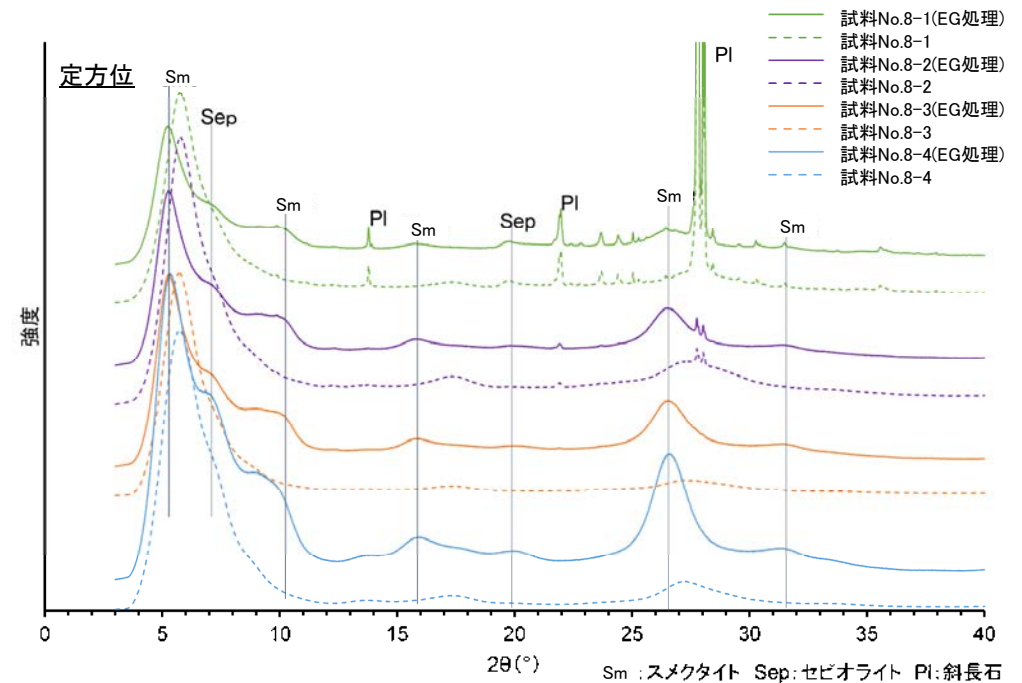
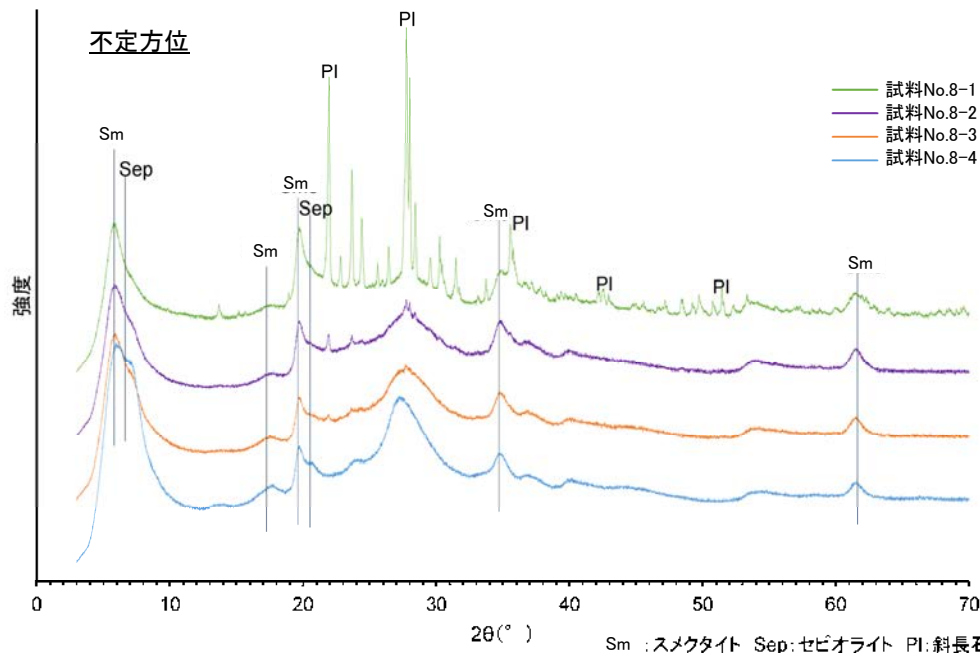
試料No.	粒径 (μm)	カリウム含有量 (wt. %)	放射性起源 ^{40}Ar (10^{-8}cc STP/g)	K-Ar年代 (Ma)	非放射性起源 ^{40}Ar (%)
8-1	<5	0.638 ± 0.013	29.1 ± 6.2	11.7 ± 2.5	93.0
8-2	<1	0.909 ± 0.018	42.1 ± 12.8	11.9 ± 3.6	95.0
8-3	<0.4	0.935 ± 0.019	41.4 ± 14.2	11.4 ± 3.9	95.6
8-4	<0.1	0.887 ± 0.018	47.5 ± 14.9	13.7 ± 4.3	95.2

K-Ar年代分析結果

赤字：今回修正箇所

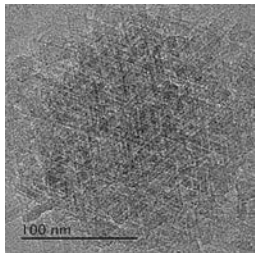
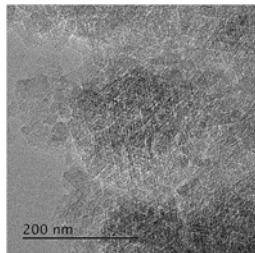
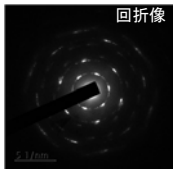
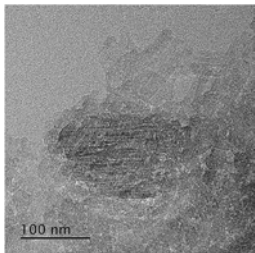
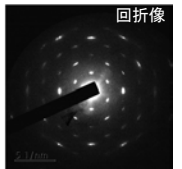
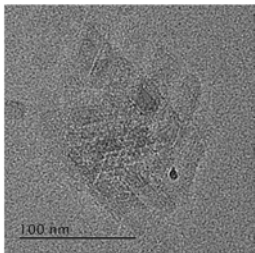
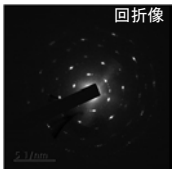
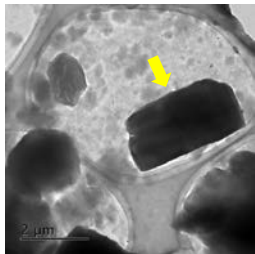
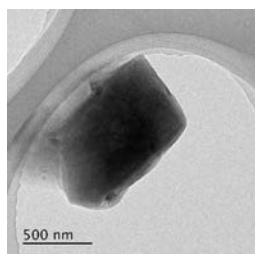
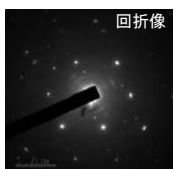
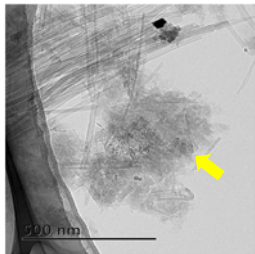
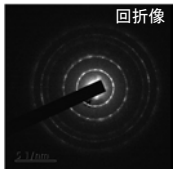
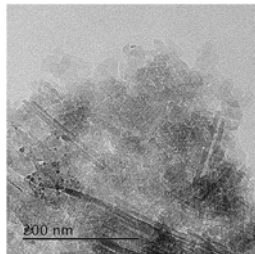
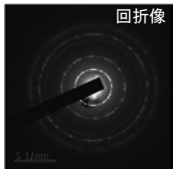
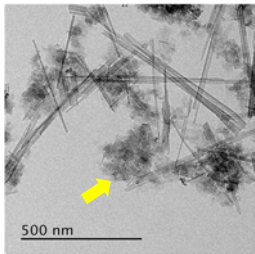
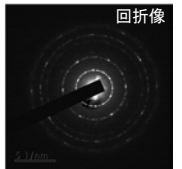
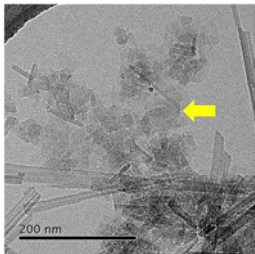
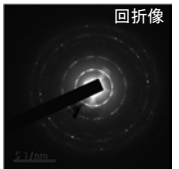
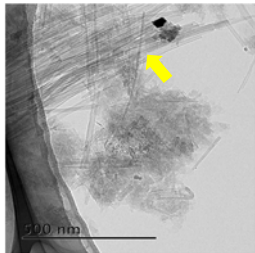
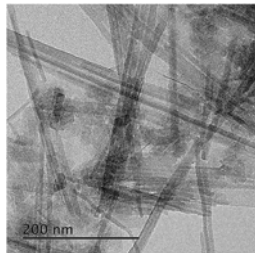
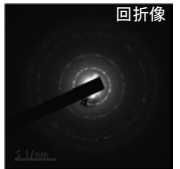
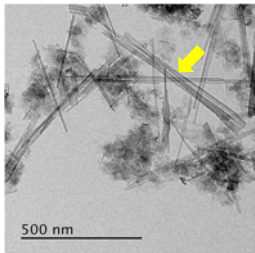
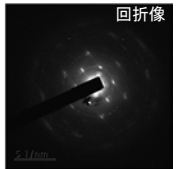
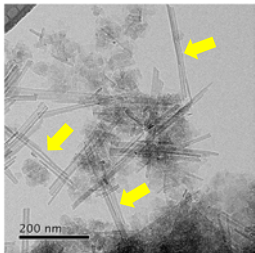
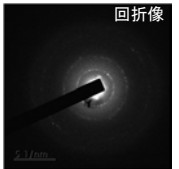
- すべての試料に、スメクタイトが確認される。
- 試料No.8-1及びNo.8-2(粗粒な試料)には斜長石が含まれ、細粒な試料ほどスメクタイト及びセピオライトの強度が大きくなる。試料No.8-4(細粒な試料)の年代値がやや古いものの、誤差の範囲内であり、得られた年代値には粒径による影響は認められない。
- 以上のことから、K-Ar年代値はスメクタイトの形成年代を示し、不純物の影響※は及んでいないと判断できる。

※セピオライトの影響については、P.5.1-3-67



②TEM観察 (第597回審査会合時の信頼性確認)

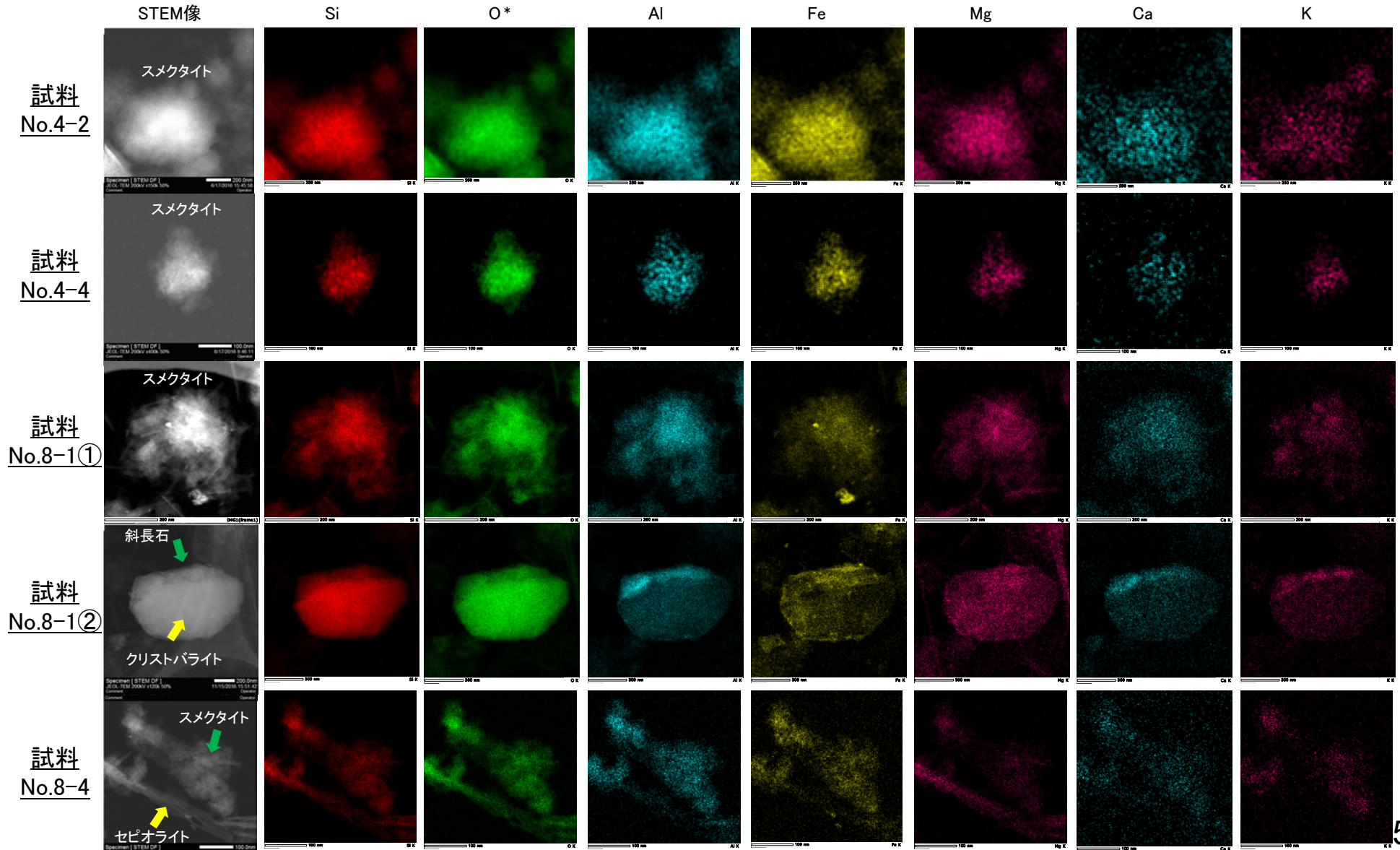
- K-Ar年代分析に用いた試料のTEM観察(使用装置:JEM-2100F)を実施し,測定物(スメクタイト)の特定を行った。
- また, K-Ar年代分析の測定物(スメクタイト)の結晶構造を保持しているかについても確認した。
- TEM観察の結果, 試料No.4はスメクタイトが主体, 試料No.8はスメクタイトとセピオライトが主体であり, ごくまれに斜長石が認められた。K-Ar年代分析試料を対象に実施したXRD分析で認められた鉱物等が, TEM観察においても確認できた。
- スメクタイトは普遍的に認められ, ほぼ自形結晶からなり, 顕著な摩耗, 破壊は認められない。よって, 本試料を対象に実施したK-Ar年代分析により得られた年代値は, 破壊を受けていないスメクタイトの形成年代を示していると判断できる。

試料No.4-1	試料No.4-2	試料No.4-3	試料No.4-4
 <p>・厚さの薄い平板状粒子の集合体 スメクタイト</p>	  <p>回折像 ・厚さの薄い平板状粒子の集合体 スメクタイト</p>	  <p>回折像 ・厚さの薄い平板状粒子の集合体 スメクタイト</p>	  <p>回折像 ・厚さの薄い平板状粒子の集合体 スメクタイト</p>
 <p>斜長石</p>	  <p>回折像 ・回折像は同心円状に並ばない 斜長石</p>		
試料No.8-1	試料No.8-2	試料No.8-3	試料No.8-4
  <p>回折像 ・厚さの薄い平板状粒子の集合体 スメクタイト</p>	  <p>回折像 ・厚さの薄い平板状粒子の集合体 スメクタイト</p>	  <p>回折像 ・厚さの薄い平板状粒子の集合体 スメクタイト</p>	  <p>回折像 ・厚さの薄い平板状粒子の集合体 スメクタイト</p>
 <p>・細長い棒状の粒子 セピオライト</p>	  <p>回折像 ・細長い棒状の粒子 セピオライト</p>	  <p>回折像 ・細長い棒状の粒子 セピオライト</p>	  <p>回折像 ・細長い棒状の粒子 セピオライト</p>

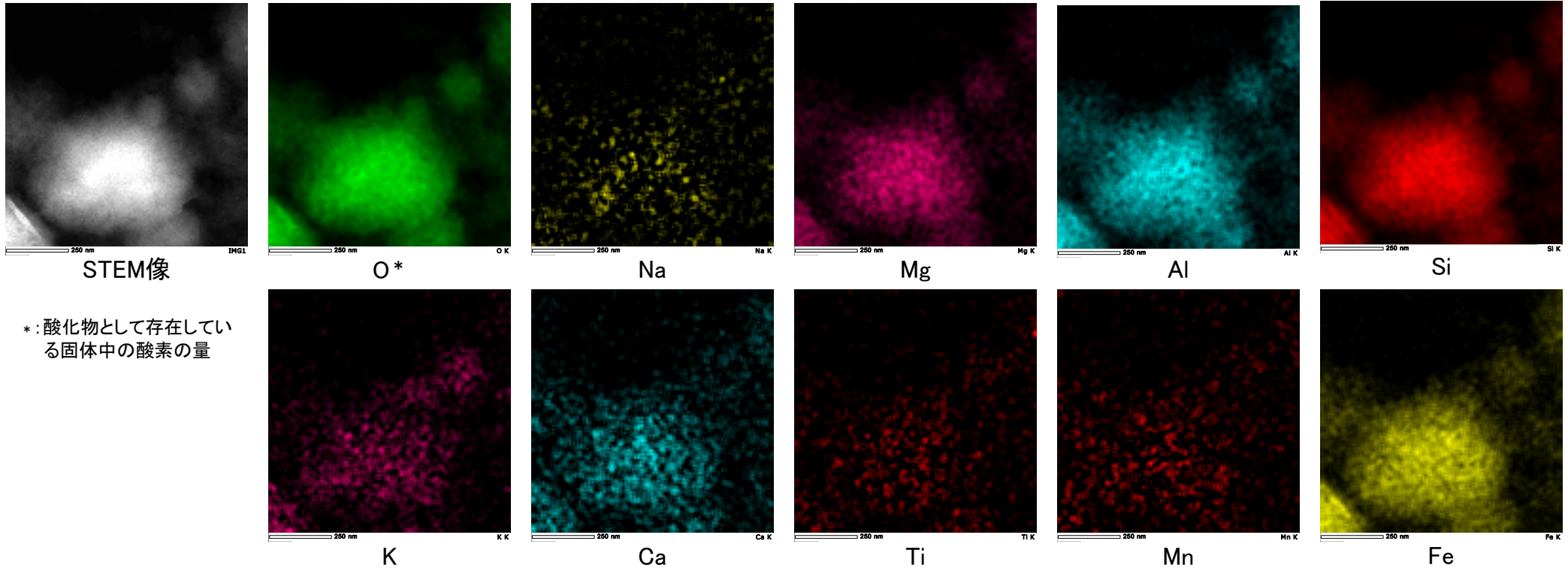
③EDS分析 (第597回審査会合時の信頼性確認)

OK-Ar年代分析に用いた試料のEDS分析(使用装置:JED-2300T ドライSD100GV検出器)を実施し、測定物(スメクタイト)の特定を行った。
 ○また、K-Ar年代分析の年代値の測定物がスメクタイトであることを確認するために、試料に含まれていたスメクタイトとセピオライトについて、カリウム(K)の存否を確認した。
 ○K-Ar年代分析試料を対象に実施したXRD分析で認められた鉱物等が、EDS分析においても確認できた(詳細な分析結果は次頁以降に示す)。
 ○スメクタイトにはKが含まれ、セピオライトにはKが含まれていない(試料No.8-4)ことから、本試料を対象に実施したK-Ar年代分析により得られた年代値は、スメクタイトの形成年代を示し、セピオライトの影響は及んでいないと判断できる。

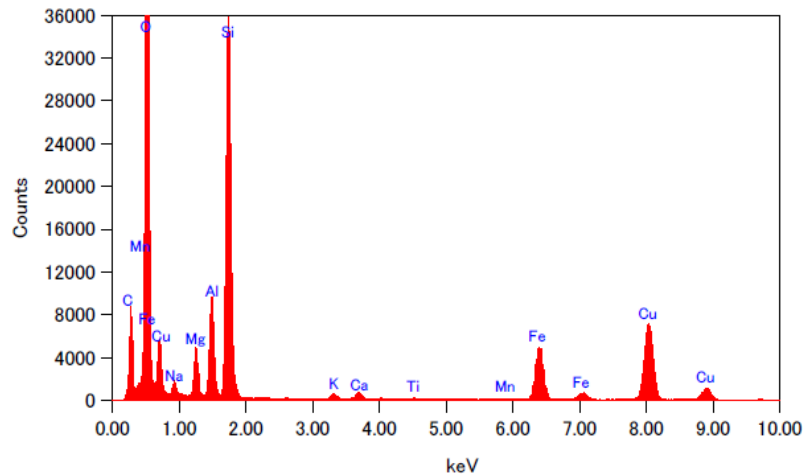
*: 酸化物として存在している固体中の酸素の量



【試料No.4-2の分析結果】



* : 酸化物として存在している固体中の酸素の量

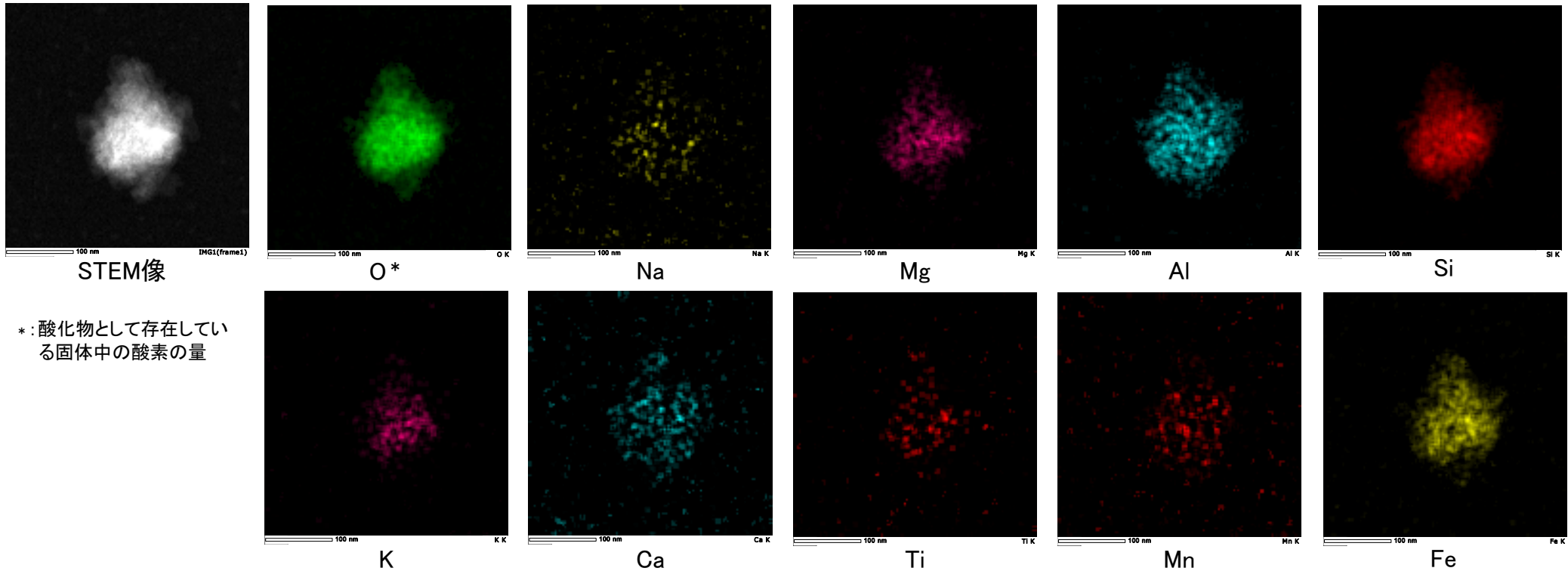


EDS分析結果

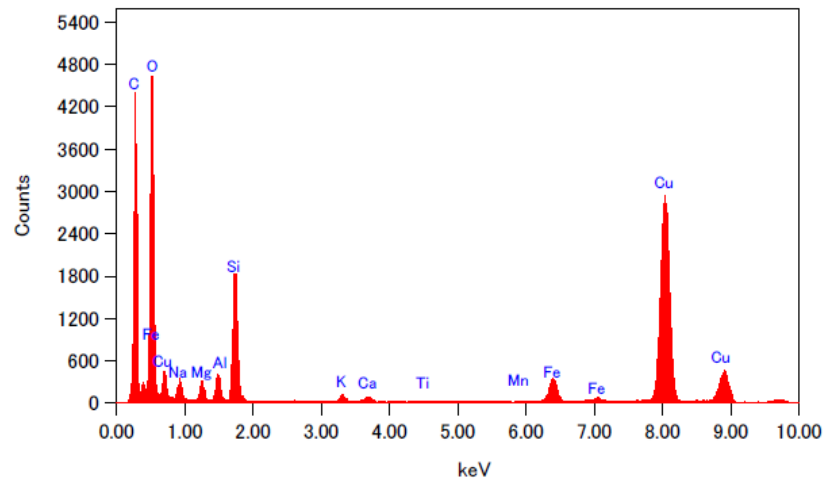
Elem	Wt %
Na ₂ O	0.14
MgO	5.76
Al ₂ O ₃	6.95
SiO ₂	67.79
P ₂ O ₅	0.00
K ₂ O	0.78
CaO	1.18
TiO ₂	0.28
MnO	0.13
Fe ₂ O ₃	16.99
Total	100.00

試料の固定にカーボン支持膜を張った銅製グリッドメッシュを用いているため、Cu, Cの測定値は取り除いた。

【試料No.4-4の分析結果】



* : 酸化物として存在している固体中の酸素の量

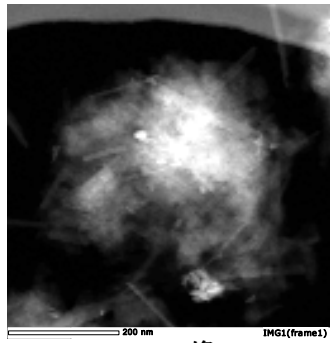


EDS分析結果

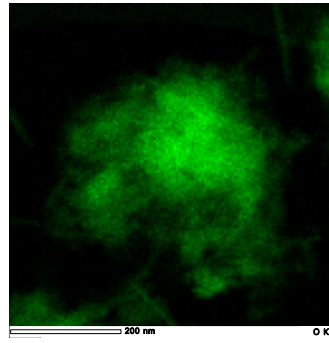
Elem	Wt %
Na ₂ O	0.21
MgO	6.18
Al ₂ O ₃	5.29
SiO ₂	62.60
P ₂ O ₅	0.00
K ₂ O	2.67
CaO	2.37
TiO ₂	0.26
MnO	0.57
Fe ₂ O ₃	19.85
Total	100.00

試料の固定にカーボン支持膜を張った銅製グリッドメッシュを用いているため、Cu, Cの測定値は取り除いた。

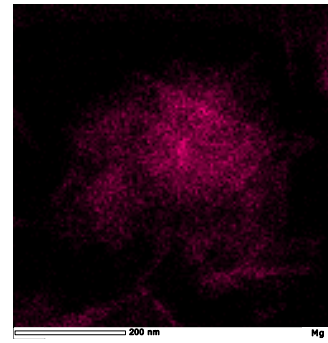
【試料No.8-1の分析結果①】



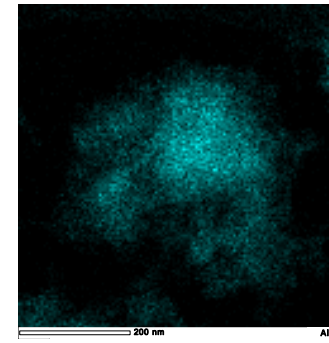
STEM像



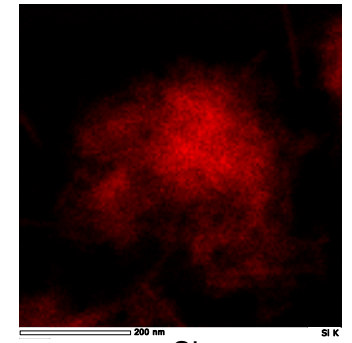
O*



Mg

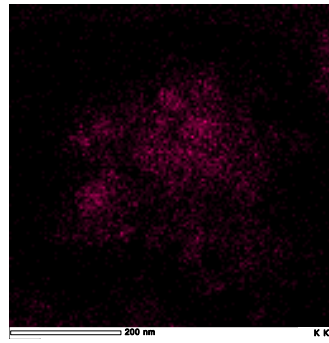


Al

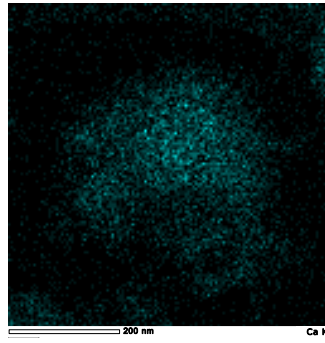


Si

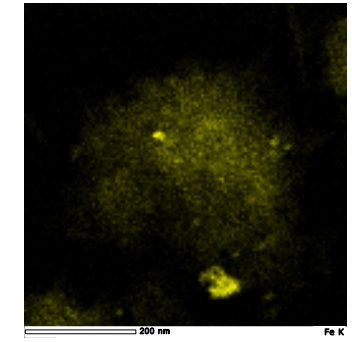
* : 酸化物として存在している固体中の酸素の量



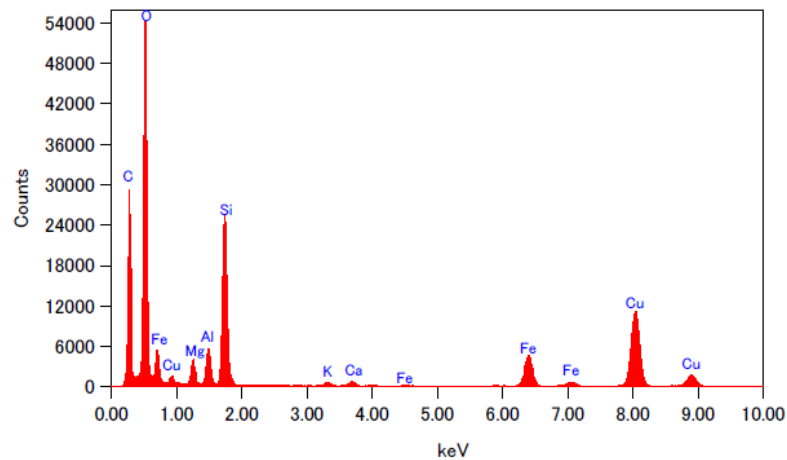
K



Ca



Fe

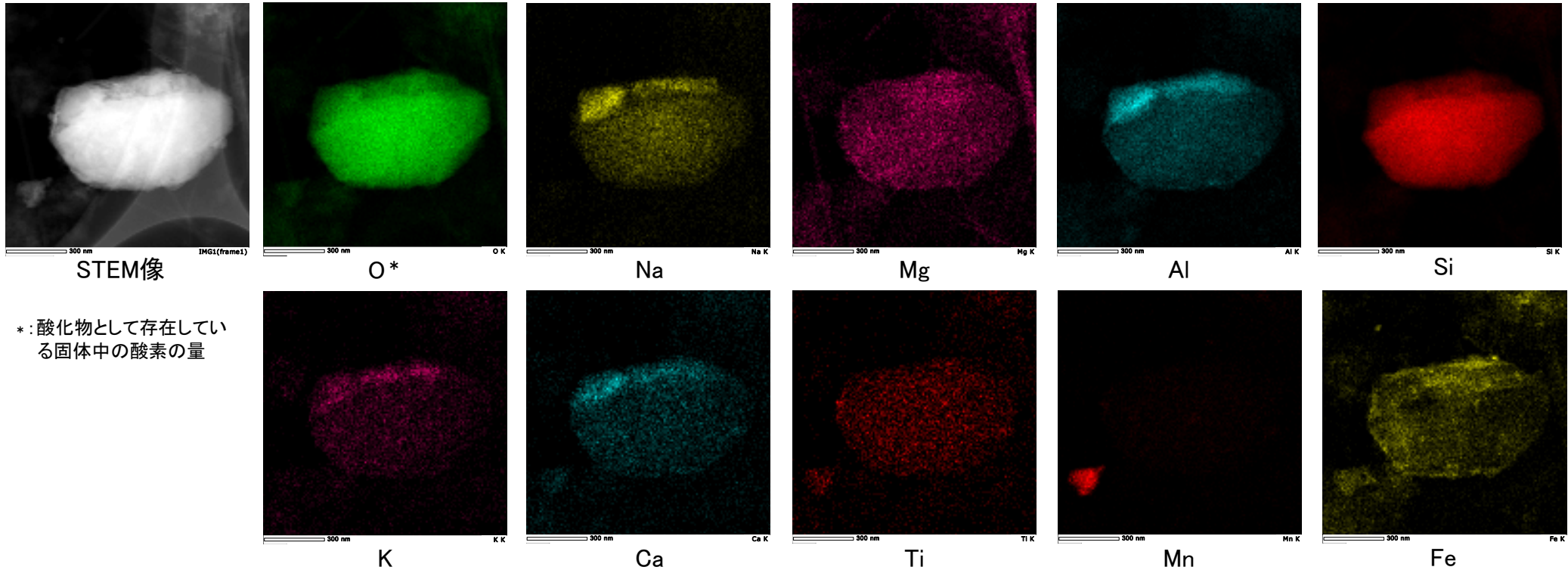


EDS分析結果

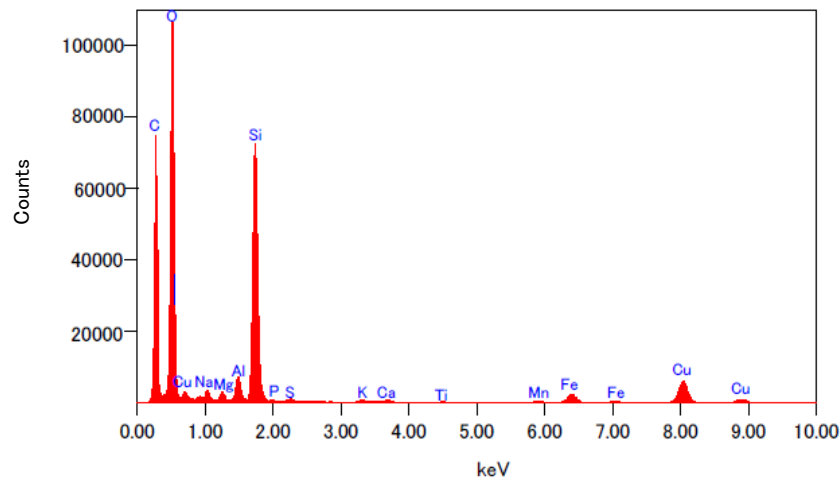
Elem	Wt %
Na ₂ O	0.00
MgO	6.41
Al ₂ O ₃	5.50
SiO ₂	64.32
P ₂ O ₅	0.00
K ₂ O	1.14
CaO	1.59
TiO ₂	0.00
MnO	0.00
Fe ₂ O ₃	21.04
Total	100.00

試料の固定にカーボン支持膜を張った銅製グリッドメッシュを用いているため、Cu, Cの測定値は取り除いた。

【試料No.8-1の分析結果②】



* : 酸化物として存在している
固体中の酸素の量

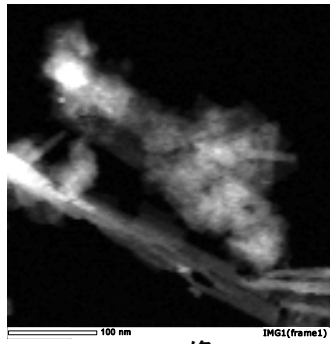


EDS分析結果

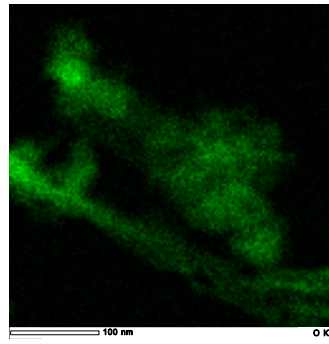
Elem	Wt %
Na ₂ O	1.97
MgO	1.96
Al ₂ O ₃	3.10
SiO ₂	85.63
P ₂ O ₅	0.43
K ₂ O	0.48
CaO	0.71
TiO ₂	0.21
MnO	0.62
Fe ₂ O ₃	4.89
Total	100.00

試料の固定にカーボン支持膜を張った銅製グリッドメッシュを用いているため、Cu, Cの測定値は取り除いた。

【試料No.8-4の分析結果】

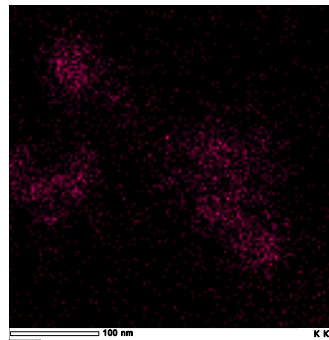


STEM像

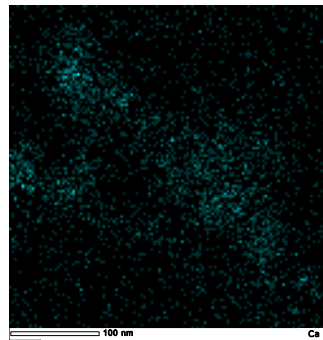


O*

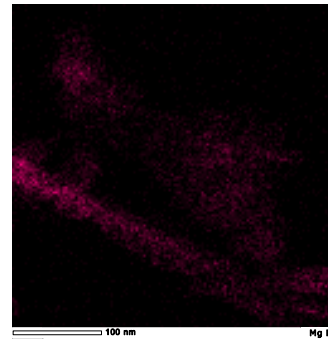
* : 酸化物として存在している固体中の酸素の量



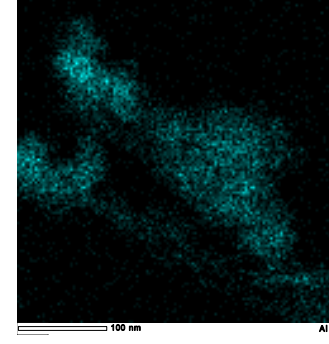
K



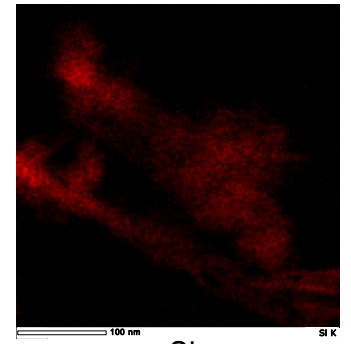
Ca



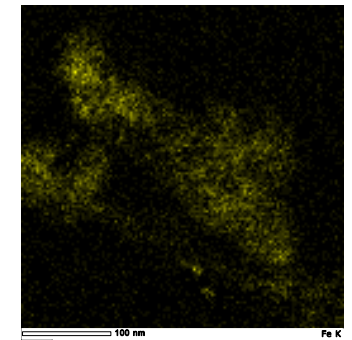
Mg



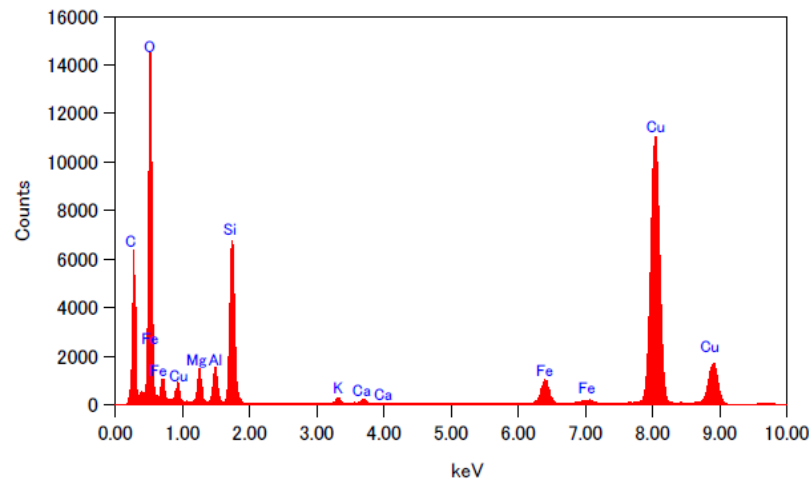
Al



Si



Fe



EDS分析結果

Elem	Wt %
Na ₂ O	0.00
MgO	9.34
Al ₂ O ₃	5.63
SiO ₂	64.65
P ₂ O ₅	0.00
K ₂ O	1.95
CaO	1.71
TiO ₂	0.00
MnO	0.00
Fe ₂ O ₃	16.72
Total	100.00

試料の固定にカーボン支持膜を張った銅製グリッドメッシュを用いているため、Cu, Cの測定値は取り除いた。

カリウムの長期間保持の観点による信頼性確認（今回の信頼性確認）

○カリウムの長期間保持の観点によるK-Ar年代の信頼性確認として、下記④～⑦を実施した。
 ○下記の④により、K-Ar年代の測定物がI/S混合層であることを確認した。
 ○また、下記の⑤～⑥によると、K-Ar年代の測定物にはイライトのようにカリウムが固定される構造が含まれ、このカリウムは長期間保持されたと考えられることから、この試料のK-Ar年代値には地質学的意義がある。
 ○さらに、下記の⑦によって、測定物がI/S混合層でありことを確認したことから、信頼性が確認された。

試料No.	No.4-4（岩盤調査坑 No.27付近） No.5（E-8.5+5”孔） No.8-3（E-8.4’孔）	No.3（岩盤調査坑 No.24～25付近） No.4-3（岩盤調査坑 No.27付近） No.5（E-8.5+5”孔）	No.4-3（岩盤調査坑 No.27付近）	No.4-3（岩盤調査坑 No.27付近）
分析名	④XRD分析（粘土分濃集）	⑤CEC分析	⑥XAFS分析	⑦HRTEM観察
分析の目的	・第597回審査会合においては、測定物をスメクタイトと特定している一方で、試料中にはカリウムが存在するとしていた。 ⇒測定物（粘土鉱物）の詳細な結晶構造を確認することによって測定物がI/S混合層である可能性を検討する。	・K-Ar年代値が信頼性を有するには、試料中に固定されたカリウムが含まれている必要がある。 ⇒粘土鉱物中の交換性カリウムと固定されたカリウムの量を分析する。	・K-Ar年代値が信頼性を有するには、試料中に固定されたカリウムが含まれている必要がある。 ⇒粘土鉱物中に含まれるカリウム原子周りの分子構造から、イライトと似た構造の存在を確認する。	・スメクタイトとイライトでは、単位層の間隔が異なる。 ⇒粘土鉱物の積層構造（単位層の間隔）を観察することによって、イライト構造の存在を確認する。
結果概要	・K-Ar年代分析の測定物（粘土鉱物）は、I/S混合層である。	・交換性カリウム含有量を定量した結果、カリウム全含有量に比べて十分に小さく、固定されたカリウムが十分に含まれていると判断される。（宇波ほか、2019a, b） ・K-Ar年代の測定物にはイライトのようにカリウムが固定された構造が含まれ、このカリウムは長期間保持されたと考えられることから、この試料のK-Ar年代値には地質学的意義がある。（宇波ほか、2019a, b）	・K-Ar年代の測定物のXAFS分析の結果、カリウム原子周りの構造を表すEXAFS関数及び構造関数がイライト標準試料の関数と類似する。（宇波ほか、2019a, b）	・一連の積層構造中にスメクタイトの単位層とイライトの単位層が確認されることから、K-Ar年代分析の測定物はI/S混合層である。（東京大学小暮研究室ほかによる観察）
記載頁	No.4-4⇒P.5.1-3-19 No.5⇒P.5.1-3-15 No.8-3⇒P.5.1-3-16	No.3⇒P.5.1-3-36 No.4-3⇒P.5.1-3-37 No.5⇒P.5.1-3-38	No.4-3⇒P.5.1-3-40	No.4-3⇒本資料P.156（試料e）

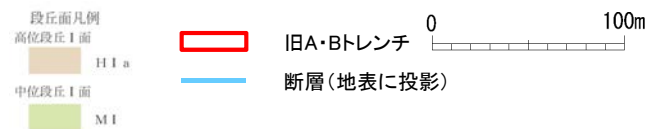
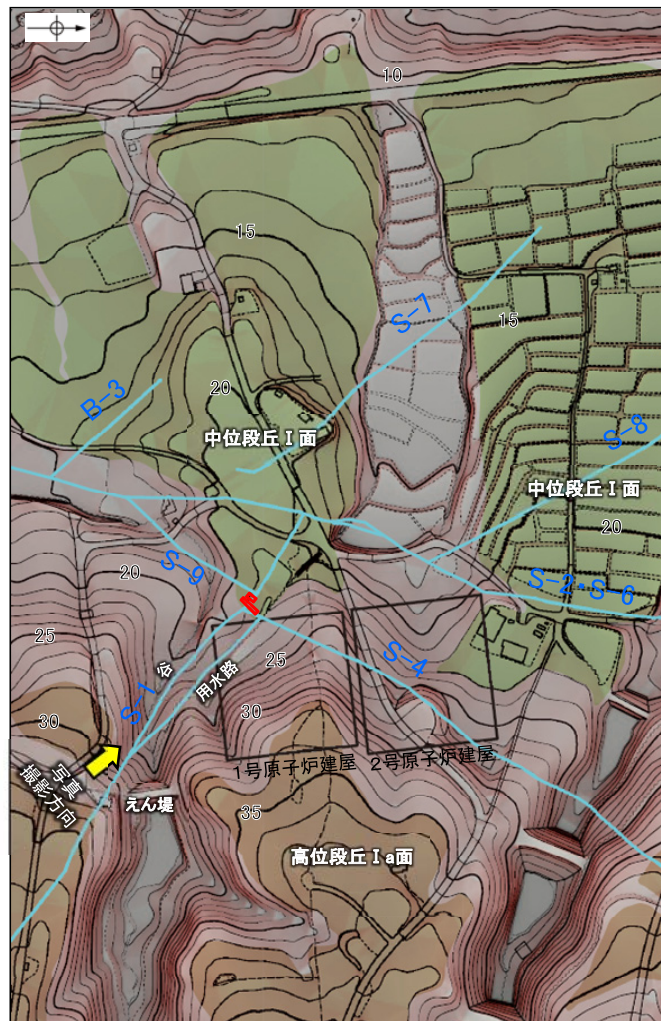
余白

補足資料5. 2-1

活動性評価に関する調査結果(S-1)

(1) 露頭調査結果

(1)-1 旧A・Bトレンチ

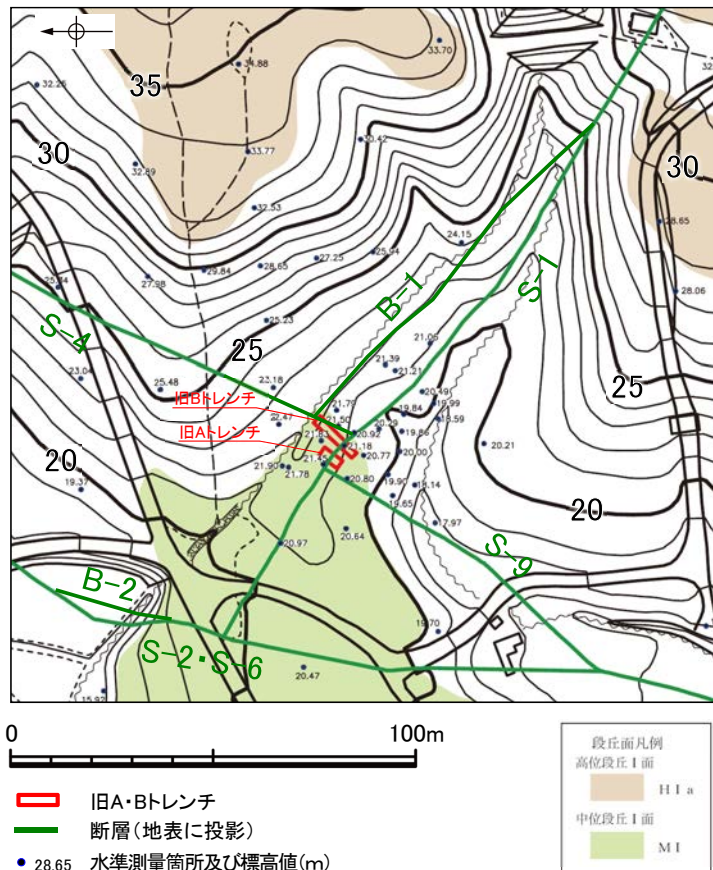


写真(樹木伐採後)



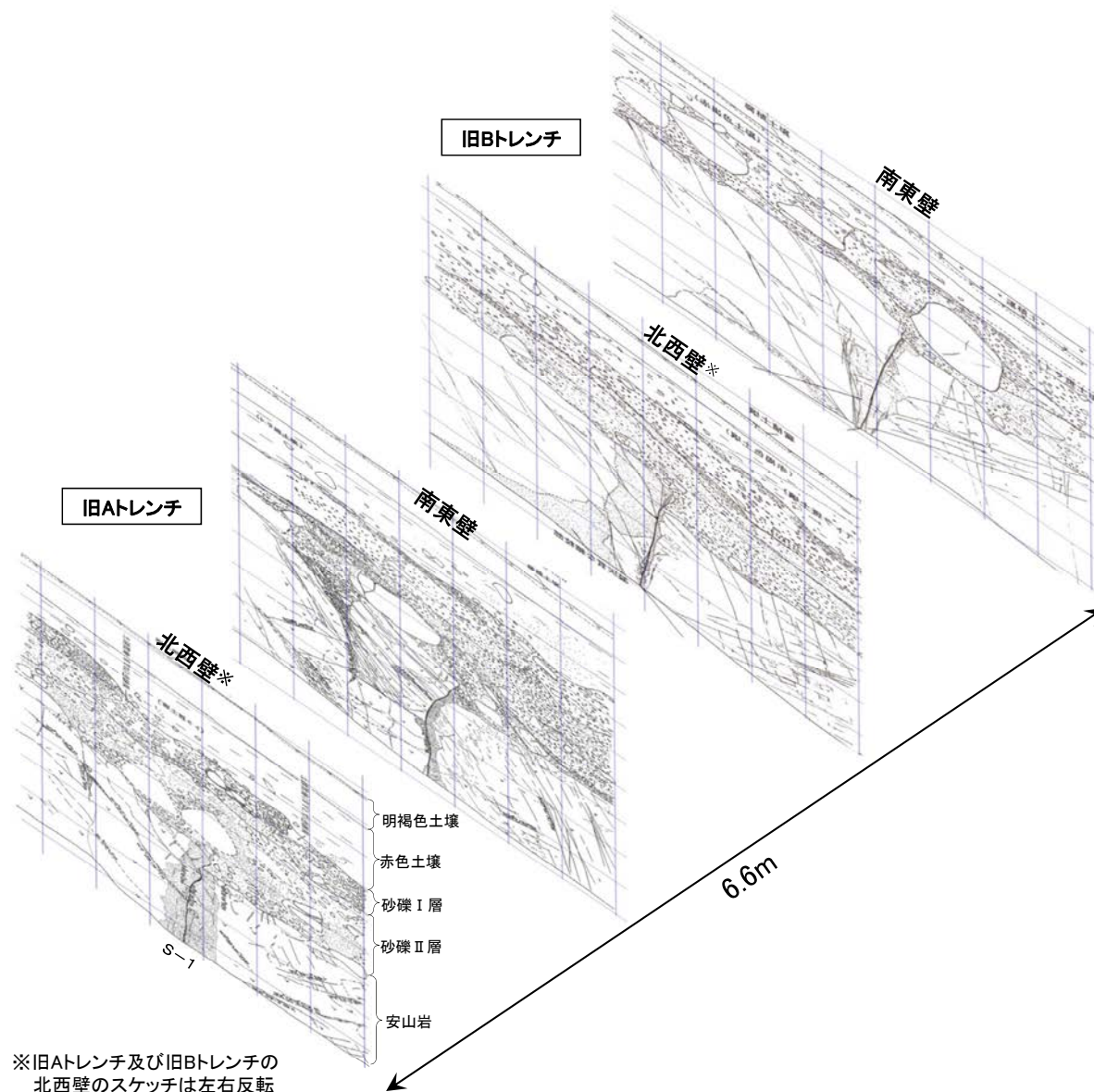
写真(樹木伐採後)(トレンチ位置等を加筆)

・旧A・Bトレンチはほぼ平坦な地形(中位段丘I面)に位置し、旧A・Bトレンチ位置には傾斜変換等の地形の異常は認められない。



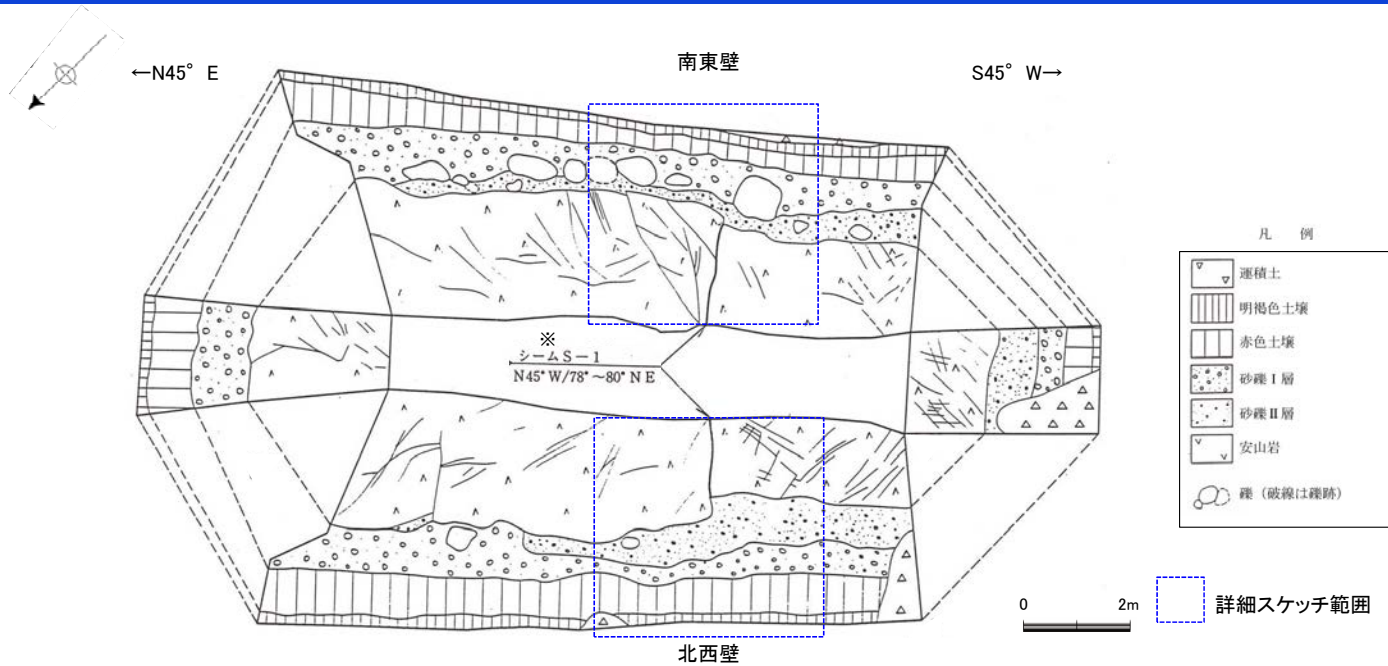
旧A・Bトレンチ周辺の地形図

- ・旧A・Bトレンチ周辺等において水準測量を実施しており、旧Aトレンチの地盤標高はEL21～21.5m、旧Bトレンチの地盤標高はEL21～22mである。
- ・旧A・Bトレンチの4壁面は近接した位置関係にあり(6.6m区間にS-11にほぼ直交してならぶ)、各壁面に見られる地質の性状等にも共通性がある。



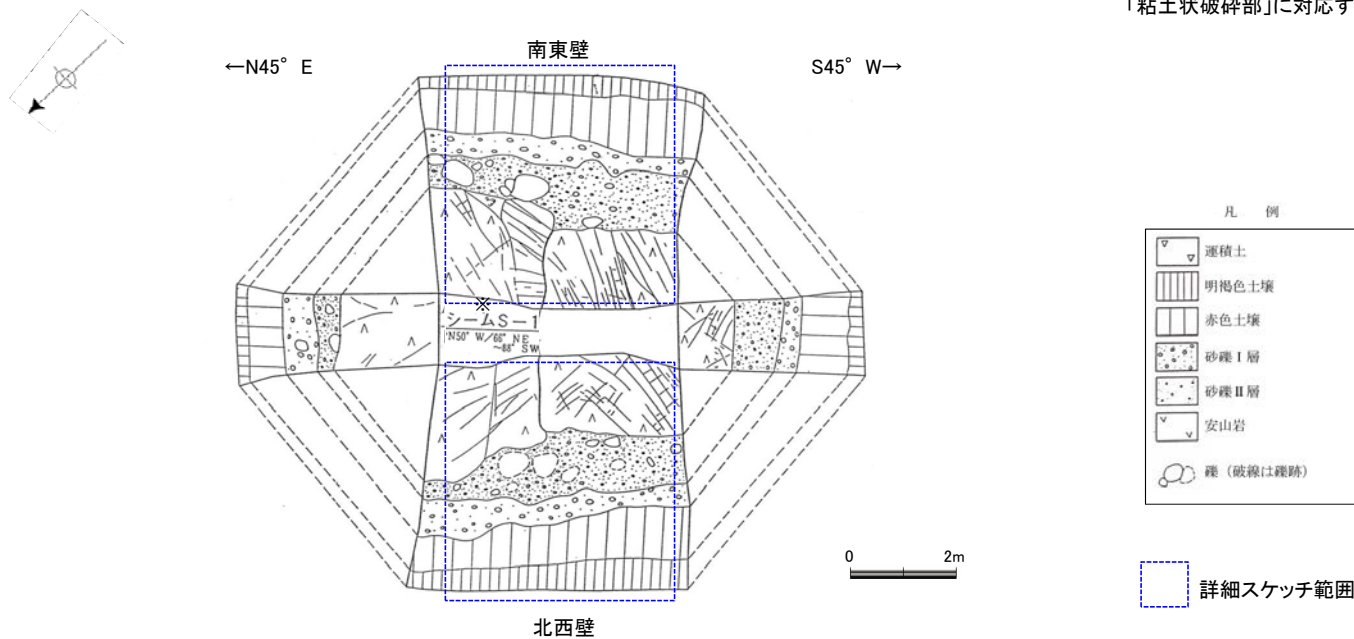
トレンチの各壁面の位置関係

旧A・Bトレンチ スケッチ(展開図)ー



旧Bトレンチ展開図

※:スケッチ時の記載用語。
「粘土状破砕部」に対応する。



旧Aトレンチ展開図

・穴水累層の安山岩を中位段丘I面を構成する堆積層が不整合に覆う。
・安山岩中にS-1が認められる。
・堆積層は下位から、砂礫II層、砂礫I層、赤色土壌、明褐色土壌の順で構成される。

旧A・Bトレンチ ー旧Aトレンチ南東壁面の詳細観察①ー

- 旧A・BトレンチにおけるS-1の岩盤部、段差部及び堆積物の状況について、スケッチの観察結果を整理するとともに、写真においても確認した。
- 下記スケッチ及び全景写真は、トレンチ壁面に記録された測量基準点を利用し、基準線枠(50cmメッシュ)を重ねて表示した。横軸は水平、縦軸は鉛直を示す(アルファベットは4壁面で同一の標高)。

明褐色土壌 (軽塩土)
色調: 7.5YR5/6 ~ 10YR5/4,
土壌構造: きわめて弱い

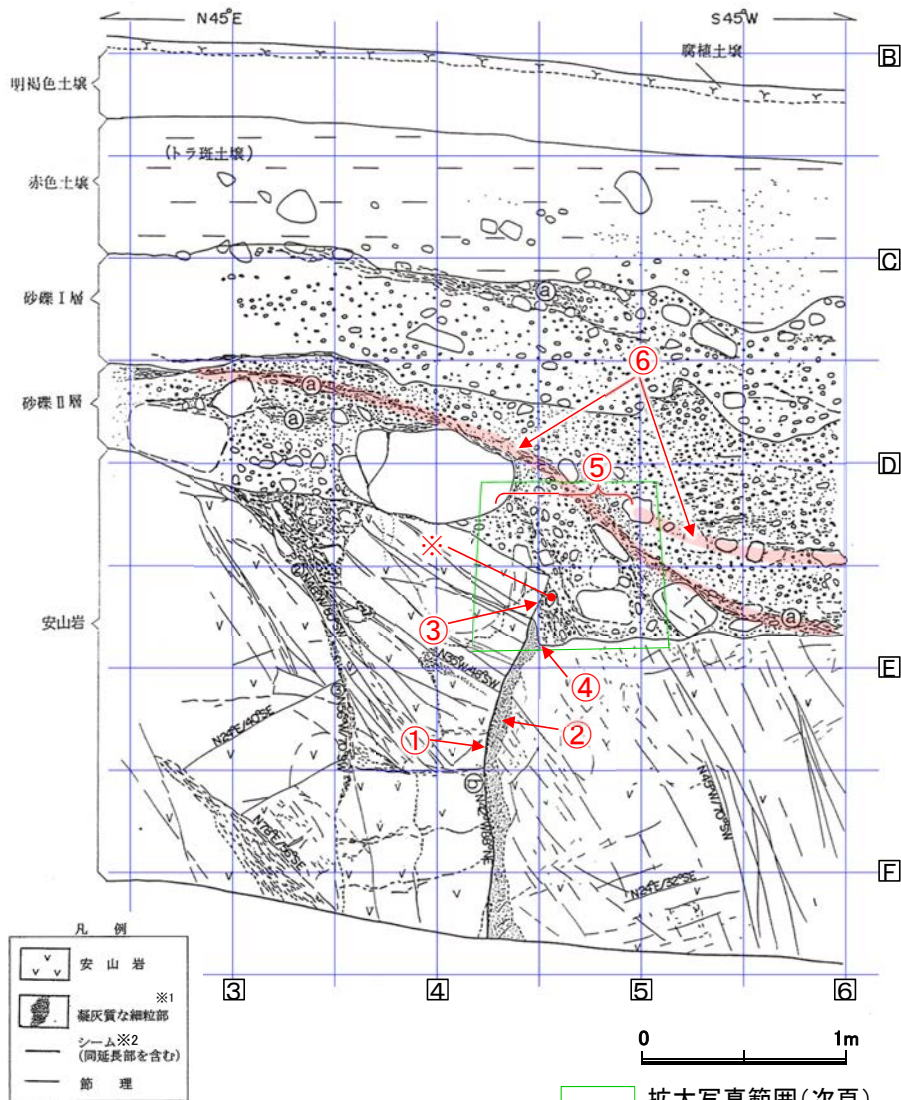
赤色土壌
トラ斑土壌 (軽塩土)
色調: 2.5YR4/8 と 7.5YR7/3 からなるやや明瞭な横縞~まだら状の斑紋が認められる。
土壌構造: 中~強度, 細粒亜角塊状構造。
礫: 径1~20cm程度の安山岩半くさり~くさり礫が点在する。
砂礫I層との境界は比較的明瞭。

砂礫I層
色調: 黄褐~雑色。
礫: 最大径20cm, 平均径3~5cm, 安山岩角~亜円礫主体, 一部くさり礫化。
基質: 固結した粗粒砂~細礫で安山岩片及び石英・長石を主体とする。粒子間には淡黄褐色膠結物質が充填する。
砂礫II層との境界はおおむね明瞭

砂礫II層
全体にくさり礫を多数含有し砂礫I層と比較して軟質である。
色調: 明褐~雑色。
礫: 最大径85cm, 平均径1~3cm, 安山岩亜角~亜円礫主体。くさり礫多い。
基質: 安山岩起源の粗粒砂及び細礫を主体とする。しまり良好。

① 厚さ2~10cm, 白色軟質物質が水平~網目状に分布する。砂礫II層の上部~下部にかけて及び砂礫I層上部に分布する。

※2
② シームS-1
幅フィルム状~1cmの明黄色~赤灰色粘土。走向傾斜N42°W/66°~88°NE。比較的明瞭な面が緩く波曲しながら上方ほど低角となる。面の表面には鏡肌認められ一部に縦ずれ性条線が刻されている。砂礫II層と岩盤の境界付近では粘土は不明瞭となり鏡肌は断続的となる。岩盤上限面の見掛け上の段差は20cm。



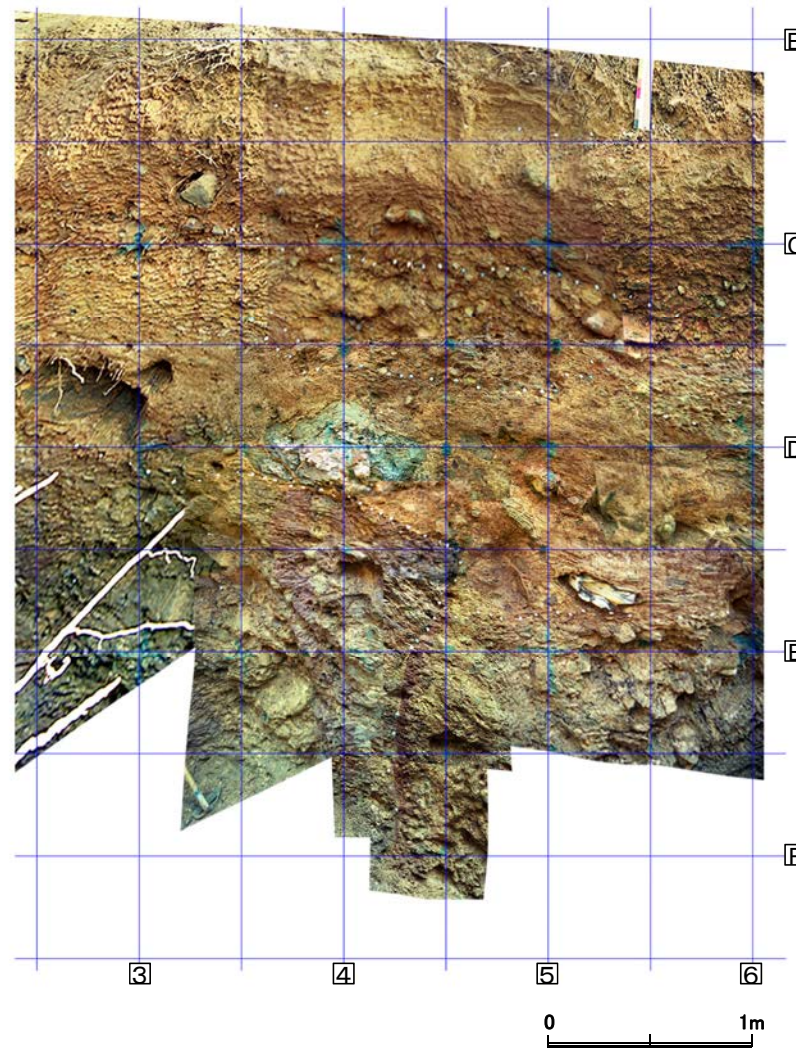
スケッチ

拡大写真範囲(次頁)

※1: スケッチ時の記載用語。

※2: スケッチ時の記載用語。
「粘土状破砕部」に対応する。

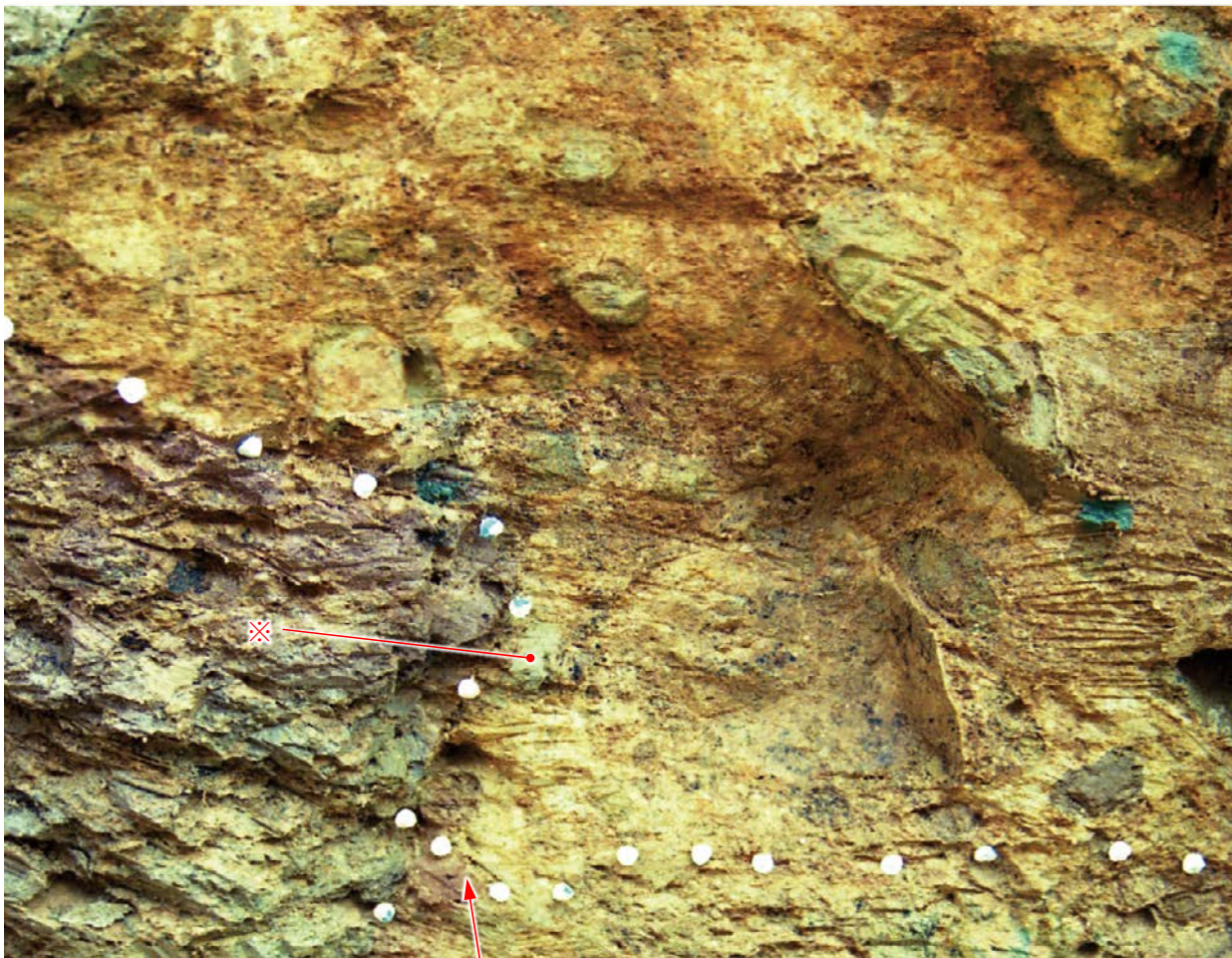
S-1周辺部については上記の詳細スケッチ(原縮尺1/20)を作成しており、壁面全体については展開図(原縮尺1/50)を作成している。(他3断面も同様)



全景写真

壁面写真から確認できる測量基準点(青色のスプレー)を利用して、基準線枠(50cmメッシュ)に合わせて、壁面写真を加工した。(他3断面も同様)

⑤段差部や段差部直上の砂礫II層では、S-1の延長位置や周辺に断層変位を示唆するようなせん断面や地層の擾乱は認められない。

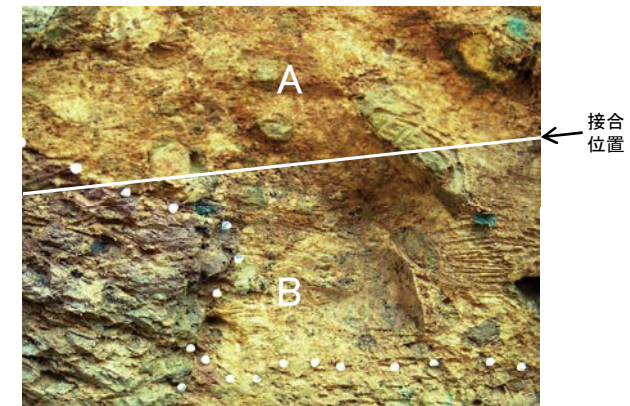


↑
主せん断面

④段差部の基部(段差壁面の最下点)の位置は、S-1より海側に位置し、その下方延長にも断層や割れ目は存在しない。



拡大写真



左拡大写真は上記の2枚の写真を接合したもの

	観察結果
岩盤部	①幅フィルム状～1cmの明黄色～赤灰色粘土が分布する。 ②主せん断面に沿って下盤側に凝灰質な細粒部が分布する。同細粒部は、軟弱層ではなく、細粒岩相である(他3壁面の記載についても同様)。
段差部	③段差部において、S-1上方延長位置の岩盤と砂礫II層の境界に沿って粘土(断層ガウジ)は分布しない*1。 ④段差部の基部(段差壁面の最下点)の位置は、S-1より海側に位置し、その下方延長にも断層や割れ目は存在しない。
堆積物	⑤段差部や段差部直上の砂礫II層では、S-1の延長位置や周辺に断層変位を示唆するようなせん断面や地層の擾乱は認められない。 ⑥砂礫II層では、段差を埋積する際に形成された礫や砂の配列からなる堆積構造が認められ、S-1の延長位置で、この堆積構造に変位や擾乱は認められない。また、この礫の配列より下側の地層が海側に向かってせん滅していることから、引きずられた撓曲変形とは説明できず、段差部を堆積物が埋めた自然な堆積構造を呈しているものと判断される。 ※段差部に近接して位置する径約5cmの礫(長軸方向が高角度で傾斜)については、同礫周辺の堆積物に擾乱(引きずりの構造)や再配列を示唆する傾向(段差に沿って複数の礫が配列する)は認められない。なお、このような礫は、防潮堤基礎部で侵食により形成された凹部を埋める堆積物中においても確認される。

*1 壁面スケッチの記載によれば、「礫層II層と岩盤の境界付近で粘土は不明瞭となり・・・」とある。これは、岩盤中のS-1は薄い粘土の挟み層であるが、段差部の岩盤と堆積物の境界には、詳細な観察によっても粘土が確認できなかったことを記載したものである。(この状況については、再度、当時実際に壁面観察を行いスケッチ作成にかかわった地質技術者に確認した。)(他3壁面の記載についても同様)

旧A・Bトレンチ ー旧Aトレンチ北西壁面の詳細観察①ー

明褐色土壌 (軽塩土)
色調 7.5YR5/6, 無構造

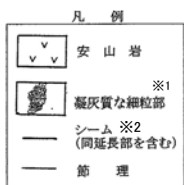
赤色土壌
トラ斑土壌 (軽塩土)
色調: 2.5YR4/8 と 7.5YR7/3 からなる明瞭な
横縞~まだら状の斑紋が認められる。
土壌構造: 中~強度, 細~中粒亜角塊状構造。
礫: 径1~8cm程度の安山岩くさり礫が点
在する。
砂礫I層との境界は比較的明瞭。

砂礫I層
色調: 黄褐~雑色。
礫: 最大径20cm, 平均径2~5cm, 安山岩亜
角~亜円礫主体, 一部くさり礫化。
基質: 固結した粗粒砂~細礫で安山岩片及び石
英・長石を主体とする。粒子間は淡黄褐
色膠結物質が充填する。
砂礫II層との境界はおおむね明瞭

砂礫II層
全体にくさり礫を多数含有し砂礫I層と比較
して軟質である。
色調: 明褐~雑色。
礫: 最大径80cm, 平均径1~4cm, 安山岩
亜角~亜円礫主体, くさり礫多い。
基質: 安山岩起源の粗粒砂及び細礫よりなる。

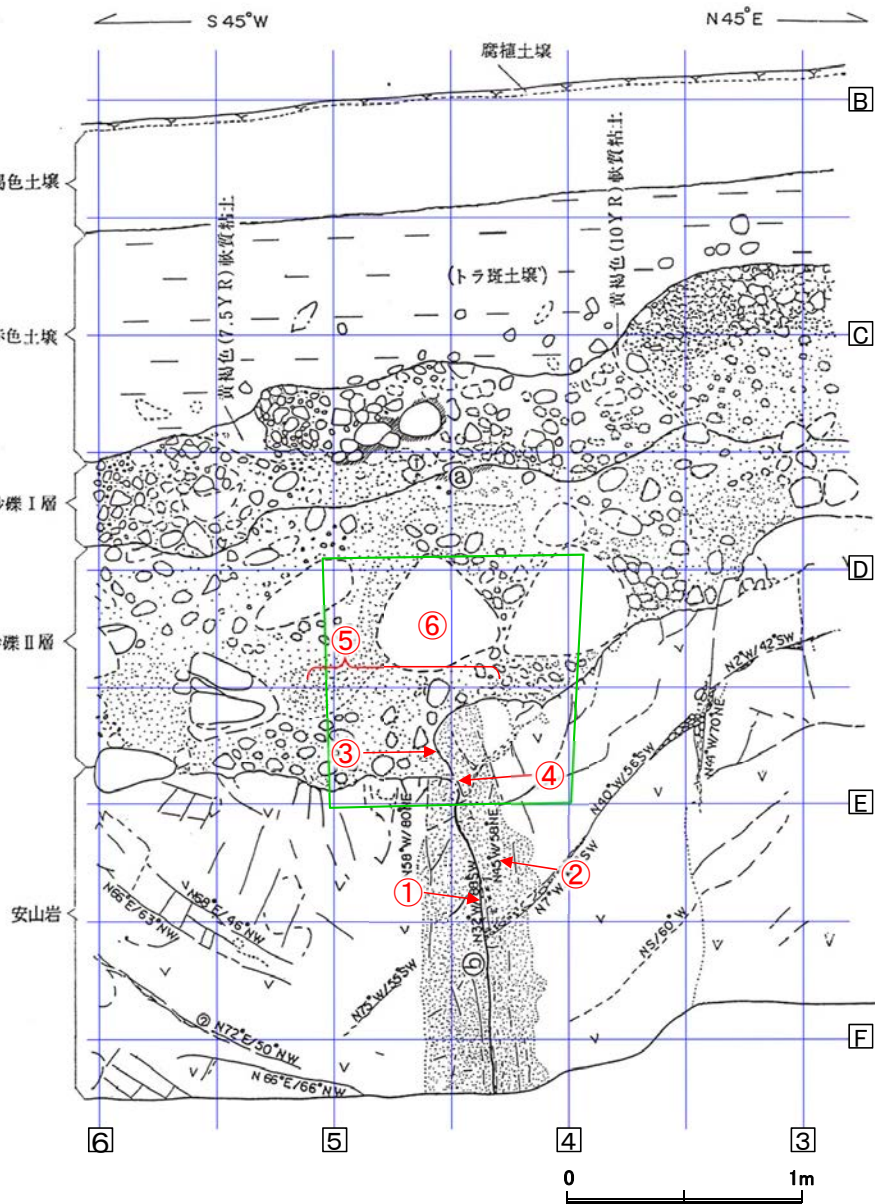
① 厚さ2~8cm, 白色軟質物質が砂礫I層・II
層中に局部的に分布する。

※2
② シームS-1
幅フィルム状~1cmの褐灰色~暗黄灰色粘土。
走向傾斜 N32°W/88°SW。
比較的明瞭な面が連続ないしは一部断続する。
面の表面には鏡肌認められ一部に縦ずれ性
条線が刻されている。
砂礫II層と岩盤の境界付近では粘土は不明瞭
となり鏡肌は断続的となる。
岩盤上限面の見掛け上の段差は20cm。



※1: スケッチ時の記載用語。

※2: スケッチ時の記載用語。
「粘土状破碎部」に対応する。



拡大写真範囲(次頁)

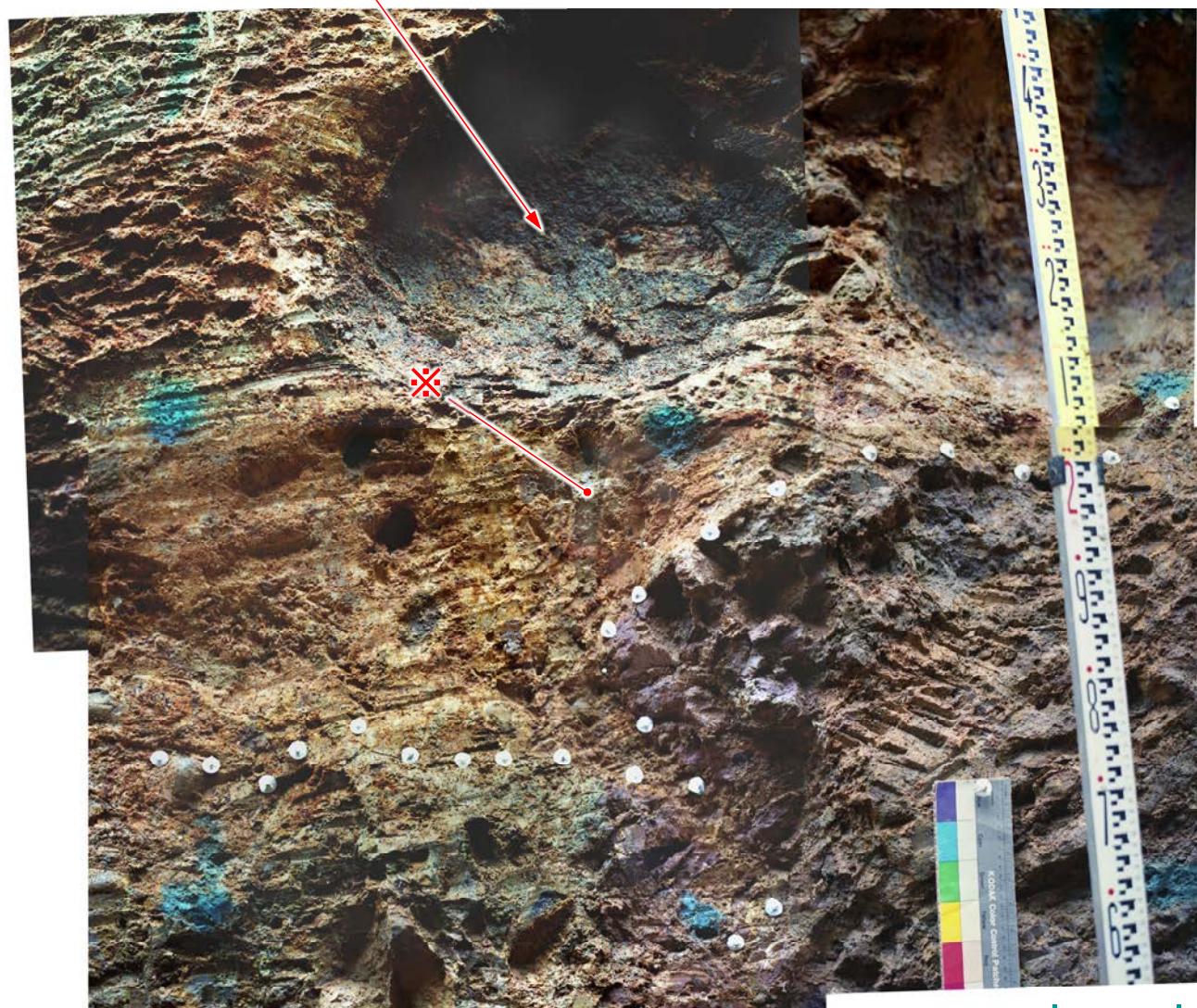
スケッチ



全景写真

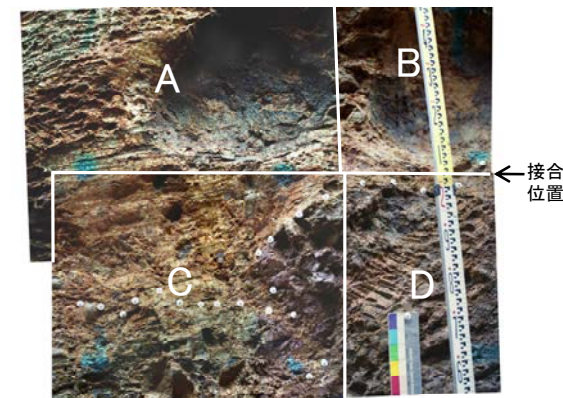
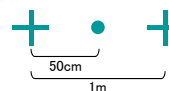
⑥砂礫II層では段差部の凸部直上に巨礫が分布し、これに段差部が断層変位とした場合に想定される凹地側への倒れ込みや回転は認められない。

⑤段差部や段差部直上の砂礫II層では、S-1の延長位置や周辺に断層変位を示唆するようなせん断面や地層の擾乱は認められない。



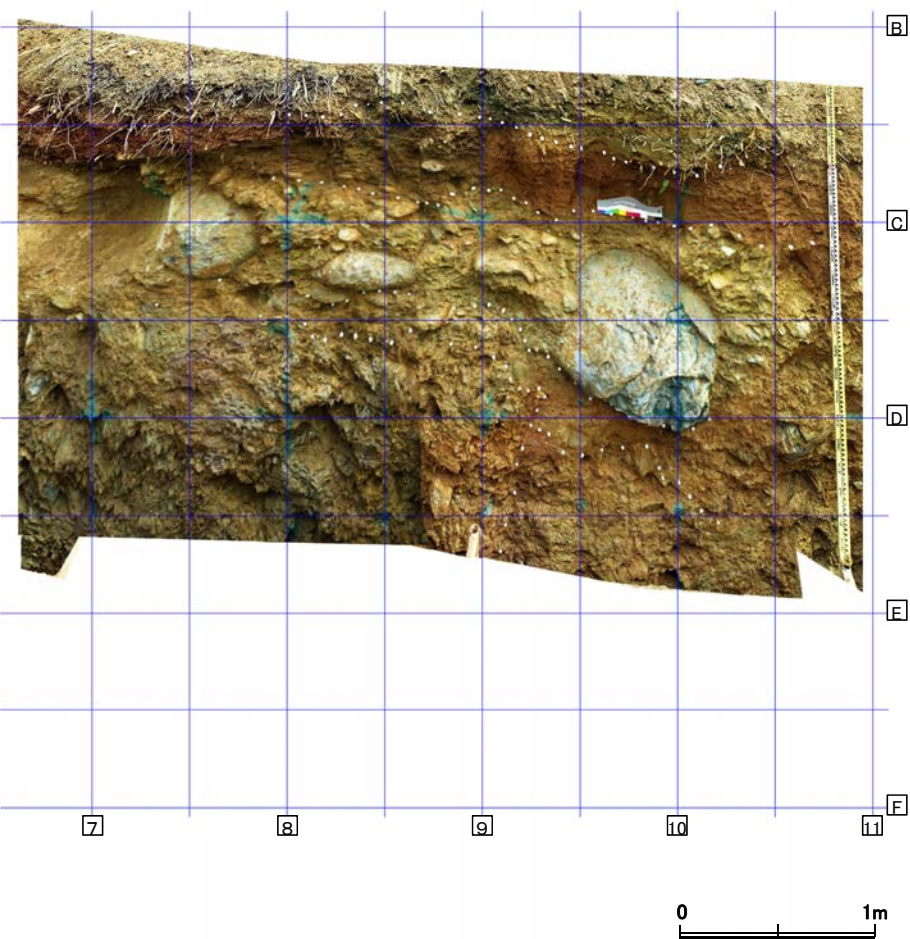
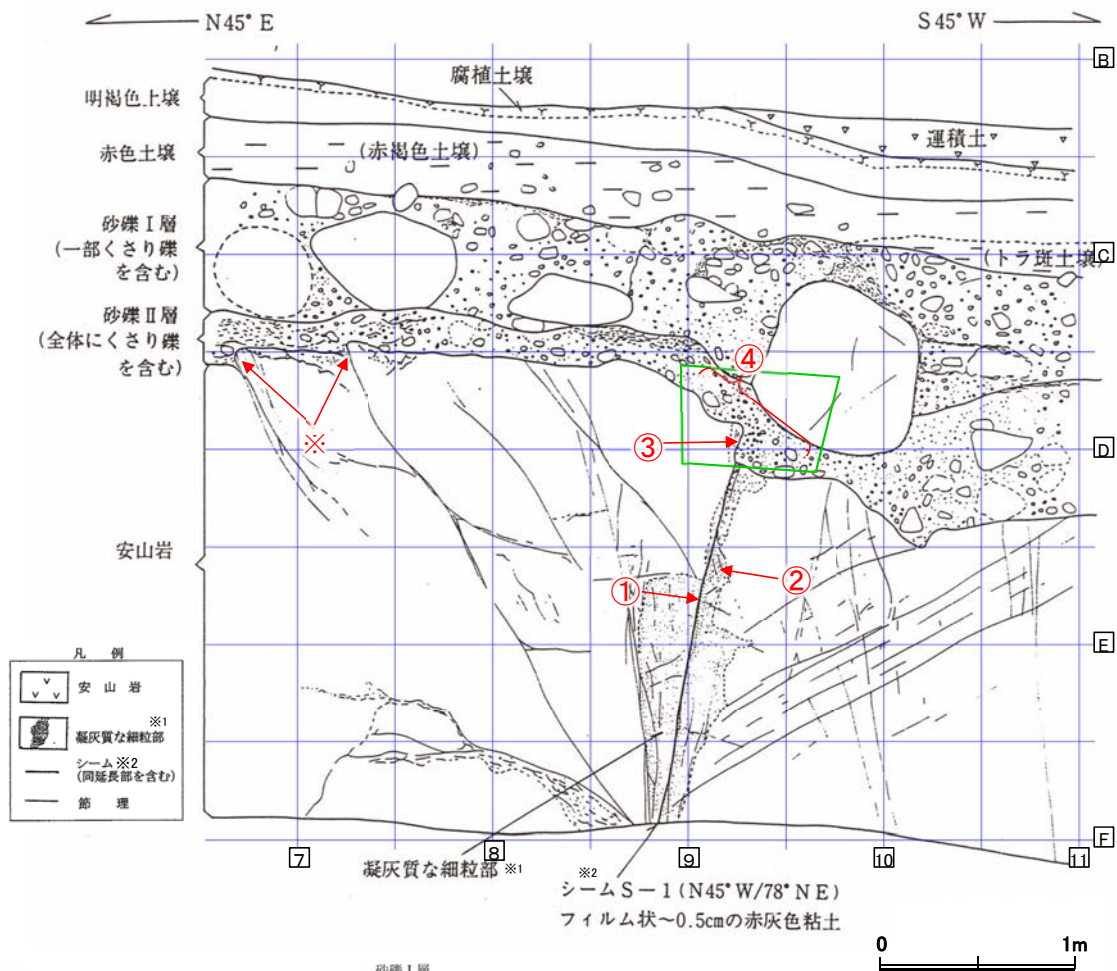
拡大写真

主せん断面



左拡大写真は上記の4枚の写真を接合したもの

	観察結果
岩盤部	<p>①幅フィルム状～1cmの褐灰色～暗黄灰色粘土が分布する。</p> <p>②主せん断面に沿って凝灰質な細粒部が分布する。</p>
段差部	<p>③段差部において、S-1上方延長位置の岩盤(凝灰質な細粒部)と砂礫II層の境界に沿って粘土(断層ガウジ)は分布しない。また、同境界はS-1延長位置より海側に張り出し、湾曲した形状を示す。</p> <p>④段差部直下の岩盤中ではS-1は不明瞭となる。</p>
堆積物	<p>⑤段差部や段差部直上の砂礫II層では、S-1の延長位置や周辺に断層変位を示唆するようなせん断面や地層の擾乱は認められない。</p> <p>⑥砂礫II層では段差部の凸部直上に巨礫が分布し、これに段差部が断層変位とした場合に想定される凹地側への倒れ込みや回転は認められない。</p> <p>※拡大写真において、段差部と上記巨礫間に、矩形を呈する様に映る礫については、調査鎌での削り痕(礫芯部を確認)によるものである。</p>



明褐色土 (軽植土)
色調 7.5YR5/6 ~ 10Y5/4, 無構造

赤色土
赤褐色土 (軽植土~埋填土)
色調: 5YR4.5/8.
土壌構造: 中~弱度, 中粒亜角塊状構造。
礫: 最大径 15cm, 平均径 3 ~ 5cm, 安山岩 亜角礫が散在する。
下部で一部にトラ斑土壌が認められる。

トラ斑土 (軽植土)
色調: 5YR4/8, キュータン 2.5YR5/8, 斑点状 に弱い斑紋が認められる。
土壌構造: 中~強度, 細粒亜角塊状構造。
砂礫I層との境界は比較的明瞭。

砂礫I層
黄褐~雑色
礫: 最大径 90cm, 平均径 3 ~ 5cm, 安山岩 亜角~亜円礫主体, 一部くさり礫化。
基質: 固結した粗粒砂~細粒で安山岩片及び石英・長石を主体とする。粒子間は淡黄褐色膠結物質が充填する。

砂礫II層
明褐~雑色, 全体にくさり礫を多数含有し砂礫I層と比較して軟質である。
礫: 最大径 30cm, 平均径 1 ~ 3cm, 安山岩 亜角~亜円礫主体, くさり礫が多い。
基質: 安山岩起源の粗粒砂及び細礫よりなる。縮まり良好。

※2
シームS-1
幅フィルム状~0.5cmの赤灰色粘土。
走向傾斜 N45°W/78°NE。
比較的明瞭な面が連続ないし一部断続する。面の表面には鏡肌が認められ一部に縦ずれ性条線が刻されている。
砂礫II層と岩盤の境界付近では粘土は不明瞭となる。
岩盤上限面の見掛け上の段差は 20cm

拡大写真範囲 (次頁)

全景写真

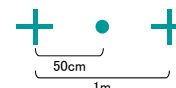
※1: スケッチ時の記載用語。

※2: スケッチ時の記載用語。
「粘土状破碎部」に対応する。

④段差部や段差部直上の砂礫Ⅱ層では、S-1の延長位置や周辺に断層変位を示唆するようなせん断面や地層の擾乱は認められない。



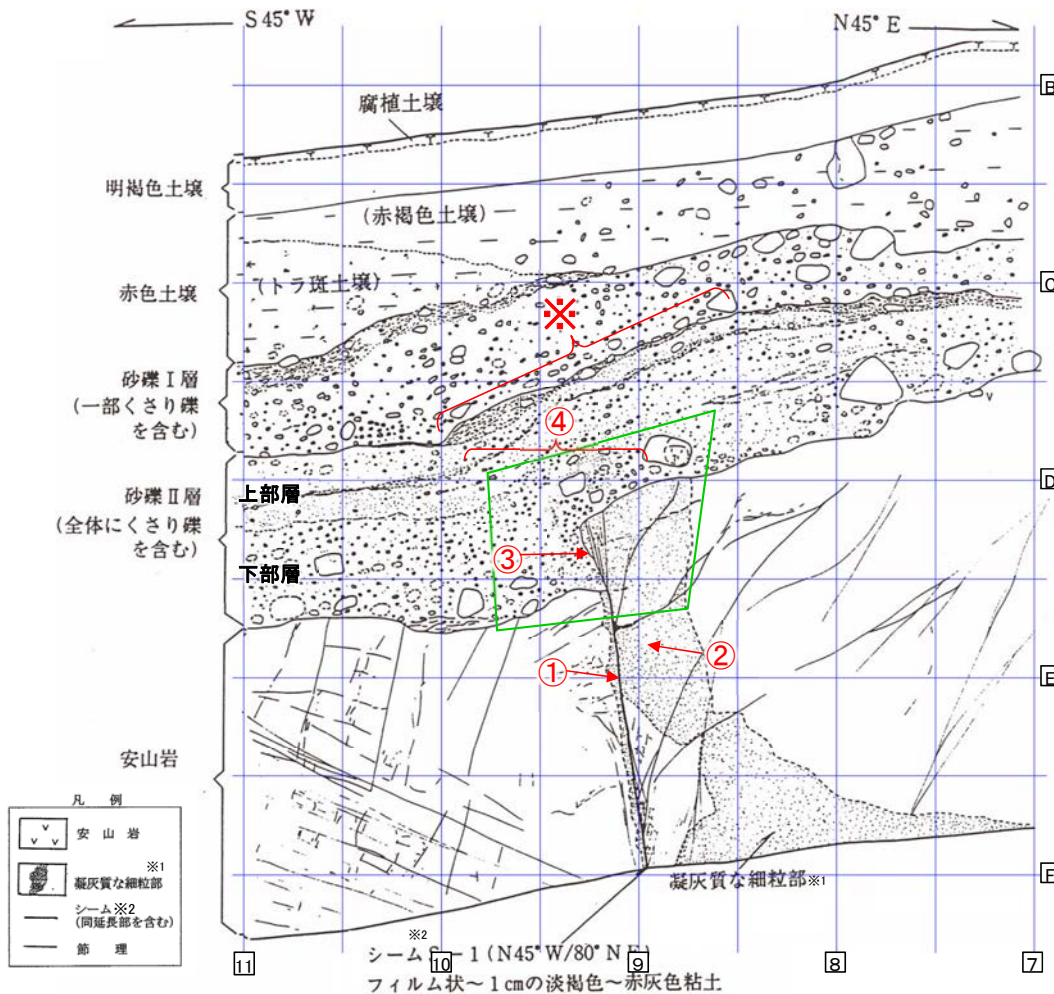
↑
S-1上方延長



拡大写真

	観察結果
岩盤部	①幅フィルム状～0.5cmの赤灰色粘土が分布する。 ②主せん断面に沿って凝灰質な細粒部が分布する。
段差部	③段差部において、S-1上方延長位置の岩盤(凝灰質な細粒部)と砂礫Ⅱ層の境界に沿って粘土(断層ガウジ)は分布せず、同境界はS-1延長位置より山側に弧状に入り込む形状を示す。 ※段差部の山側約2mの2箇所、西側傾斜の節理に沿った岩盤上面に小さな段差が認められるが、砂礫Ⅱ層に埋積されており、また、山側の節理は岩盤下方まで連続しない。なお、このような岩盤上面の段差は、岩盤が露出する海岸部の随所で見られる事象である。
堆積物	④段差部や段差部直上の砂礫Ⅱ層では、S-1の延長位置や周辺に断層変位を示唆するようなせん断面や地層の擾乱は認められない。

旧A・Bトレンチ ー旧Bトレンチ北西壁面の詳細観察①ー



明褐色土壌 (軽植土)
色調 7.5YR5/6 ~ 10Y5/4, 無構造

赤色土壌
赤褐色土壌 (軽植土 ~ 埴壤土)
色調: 5YR4.5/8,
土壌構造: 中 ~ 弱度, 細 ~ 中粒亜角塊状構造。
礫: 最大径 25cm, 平均径 3 ~ 5cm, 安山岩
亜角礫が散在する。
下部で一部にトラ斑土壌が認められる。

トラ斑土壌 (軽植土)
色調: 5YR4.5/8, キュータン 2.5YR5/8, 斑点
状に弱い斑紋が認められる。
土壌構造: 中 ~ 強度, 細粒亜角塊状構造。
礫: 径 1 ~ 8cm 程度の安山岩くさり礫点在。
砂礫Ⅰ層との境界は比較的明瞭。

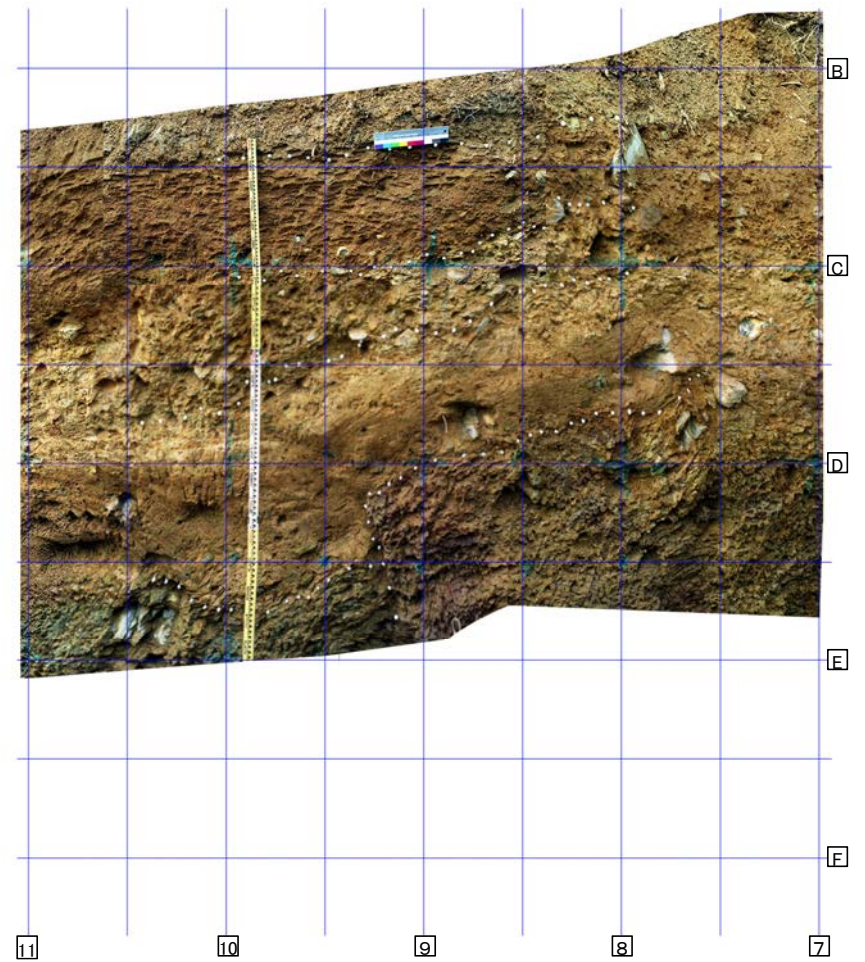
砂礫Ⅰ層
黄褐 ~ 雑色
礫: 最大径 20cm, 平均径 3 ~ 5cm, 安山岩亜
角 ~ 亜円礫主体, 一部くさり礫化。
基質: 固結した粗粒砂 ~ 細礫で安山岩片及び石
英・長石を主体とする。粒子間は淡黄褐
色膠結物質が充填する。
砂礫Ⅱ層との境界はおおむね明瞭

砂礫Ⅱ層
明褐 ~ 雑色, 全体にくさり礫を多数含有し
砂礫Ⅰ層と比較して軟質である。
上部層: 厚さ 30 ~ 40cm
礫: 安山岩起源の細礫
基質: 粗粒砂と白色粒状物質を主体とす
る。しまり良好。
下部層に比べ層理の識別が可能。
下部層: 厚さ 30 ~ 40cm (上盤側) 及び 50
~ 60cm (下盤側)。
礫: 最大径 30cm, 平均径 1 ~ 3cm, 安
山岩亜角 ~ 亜円礫主体。くさり礫
が多い。
基質: 上部層と同質の粗粒砂及び細礫よ
りなる。しまり良好。白色粒状物
質の混入は減少する。
上部層と下部層の境界は上盤側ではやや
不明瞭。

※2
シーム S-1
幅フィルム状 ~ 1cm の淡褐色 ~ 赤灰色粘
土。
走向傾斜 N45°W/80°NE。
比較的明瞭な面が連続ないし一部断続す
る。
面の表面には鏡肌が認められ一部に縦ず
れ性糸線が刻されている。
砂礫Ⅱ層と岩盤の境界付近では粘土は不
明瞭となる。
岩盤上限面の見掛け上の段差は 35cm。
上盤側の岩盤には N40°E/80°NW ~ 80°SE
の断裂が分布する。

拡大写真範囲(次頁)

スケッチ

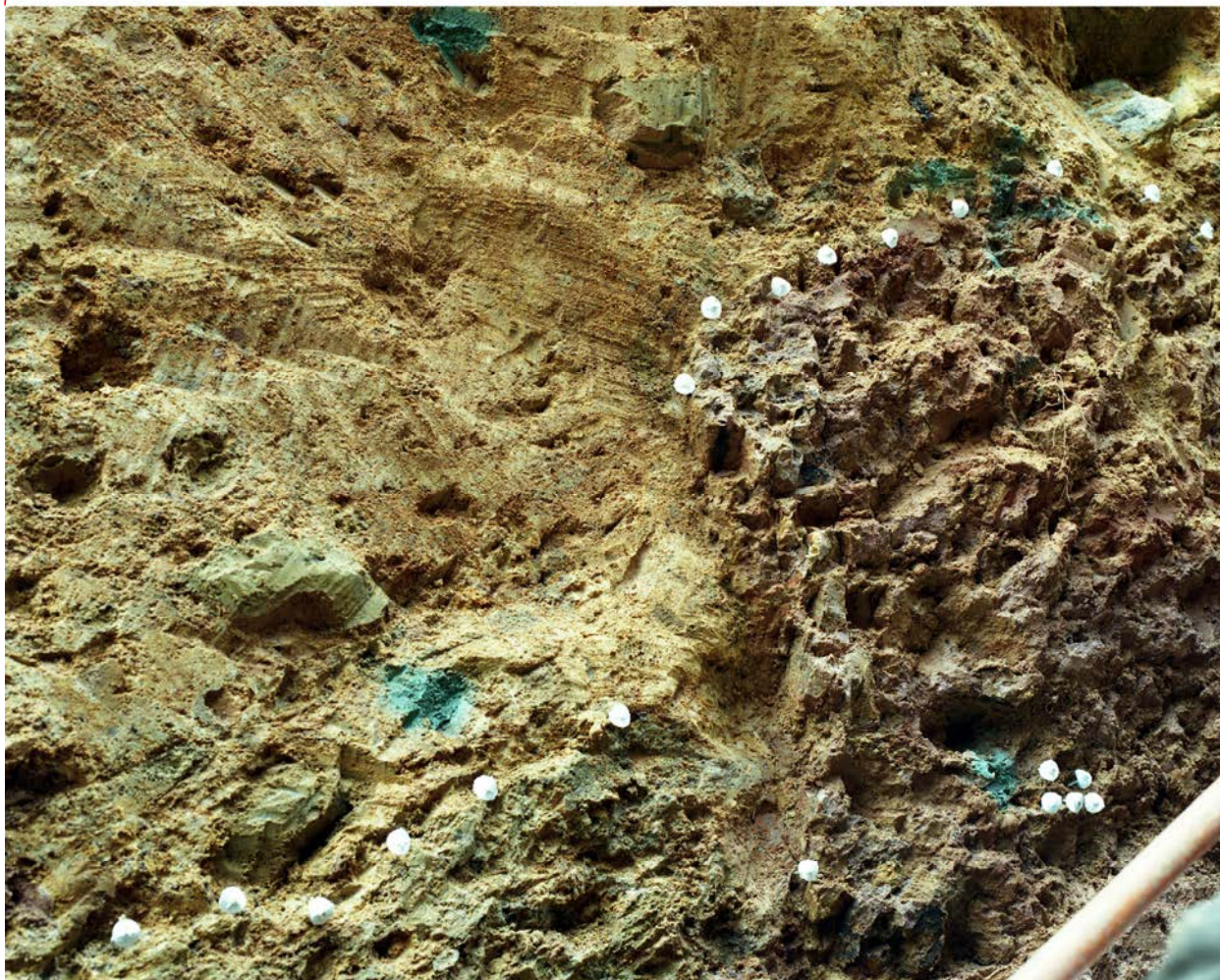


全景写真

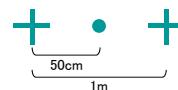
※1: スケッチ時の記載用語。

※2: スケッチ時の記載用語。
「粘土状破砕部」に対応する。

④段差部や段差部直上の砂礫Ⅱ層では、S-1の延長位置や周辺に断層変位を示唆するようなせん断面や地層の擾乱は認められない。



↑
主せん断面



拡大写真

	観察結果
岩盤部	①幅フィルム状～1cmの淡褐色～赤灰色粘土が分布する ②主せん断面に沿って凝灰質な細粒部が分布する。
段差部	③段差部において、S-1上方延長位置の岩盤(凝灰質な細粒部)と砂礫Ⅱ層の境界に沿って粘土(断層ガウジ)は分布しない。
堆積物	④段差部や段差部直上の砂礫Ⅱ層では、S-1の延長位置や周辺に断層変位を示唆するようなせん断面や地層の擾乱は認められない。 ※段差部付近の砂礫Ⅱ層上面に認められる地層の曲りを想定させるような形状については、同様の形状が他の3壁面には認められないこと及び上述④のとおり、砂礫Ⅱ層中には断層変位を示唆するようなせん断面や地層の擾乱は認められないことから、岩盤上面の段差形状を反映した堆積構造と考えられる。

	旧Aトレンチ		旧Bトレンチ	
	南東壁	北西壁	南東壁	北西壁
岩盤部	①幅フィルム状～1cmの明黄色～赤灰色粘土が分布する。 ②主せん断面に沿って下盤側に凝灰質な細粒部※が分布する。	①幅フィルム状～1cmの褐灰色～暗黄灰色粘土が分布する。 ②主せん断面に沿って凝灰質な細粒部※が分布する。	①幅フィルム状～0.5cmの赤灰色粘土が分布する。 ②主せん断面に沿って凝灰質な細粒部※が分布する。	①幅フィルム状～1cmの淡褐色～赤灰色粘土が分布する。 ②主せん断面に沿って凝灰質な細粒部※が分布する。
段差部	③段差部において、S-1上方延長位置の岩盤と砂礫Ⅱ層の境界に沿って粘土は分布しない。 ④段差部の基部の位置は、S-1より海側に位置し、その下方延長にも断層や割れ目は存在しない。	③段差部において、S-1上方延長位置の岩盤と砂礫Ⅱ層の境界に沿って粘土は分布しない。また、同境界はS-1延長位置より海側に張り出し、湾曲した形状を示す。 ④段差部直下の岩盤中ではS-1は不明瞭となる。	③段差部において、S-1上方延長位置の岩盤と砂礫Ⅱ層の境界に沿って粘土は分布せず、同境界はS-1延長位置より山側に弧状に入り込む形状を示す。	③段差部において、S-1上方延長位置の岩盤と砂礫Ⅱ層の境界に沿って粘土は分布しない。
堆積物	⑤段差部や段差部直上の砂礫Ⅱ層では、S-1の延長位置や周辺に断層変位を示唆するようなせん断面や地層の擾乱は認められない。 ⑥砂礫Ⅱ層では、段差を埋積する際に形成された礫や砂の配列からなる堆積構造が認められ、S-1の延長位置で、この堆積構造に変位や擾乱は認められない。	⑤段差部や段差部直上の砂礫Ⅱ層では、S-1の延長位置や周辺に断層変位を示唆するようなせん断面や地層の擾乱は認められない。 ⑥砂礫Ⅱ層では段差部の凸部直上に巨礫が分布し、これに段差部が断層変位とした場合に想定される凹地側への倒れ込みや回転は認められない。	④段差部や段差部直上の砂礫Ⅱ層では、S-1の延長位置や周辺に断層変位を示唆するようなせん断面や地層の擾乱は認められない。	④段差部や段差部直上の砂礫Ⅱ層では、S-1の延長位置や周辺に断層変位を示唆するようなせん断面や地層の擾乱は認められない。

下線：4壁面共通に見られる事象

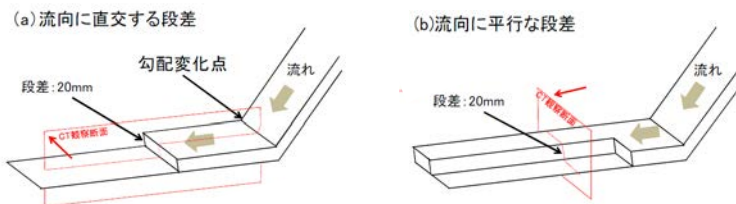
※凝灰質な細粒部:スケッチ時の記載用語。軟弱層ではなく、細粒岩相である。

旧A・Bトレンチについては、いずれの壁面においても、段差部周辺の砂礫Ⅱ層には断層変位を示唆するようなせん断面や地層の擾乱は認められないこと等から、S-1は中位段丘Ⅰ面を構成する堆積層に変位・変形を与えていない。

- 旧A・Bトレンチを模擬して、既存の段差を砂礫層が埋める場合の段差付近の砂礫層内部に見られる構造の特徴について確認した。
- 実験の結果、旧A・Bトレンチに見られる砂礫層の構造について、既存の段差を砂礫層が埋積したとする評価を支持する知見が得られた。

実験条件

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



【主な成果】

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

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

(a) 流向に直交する段差がある場合の堆積構造

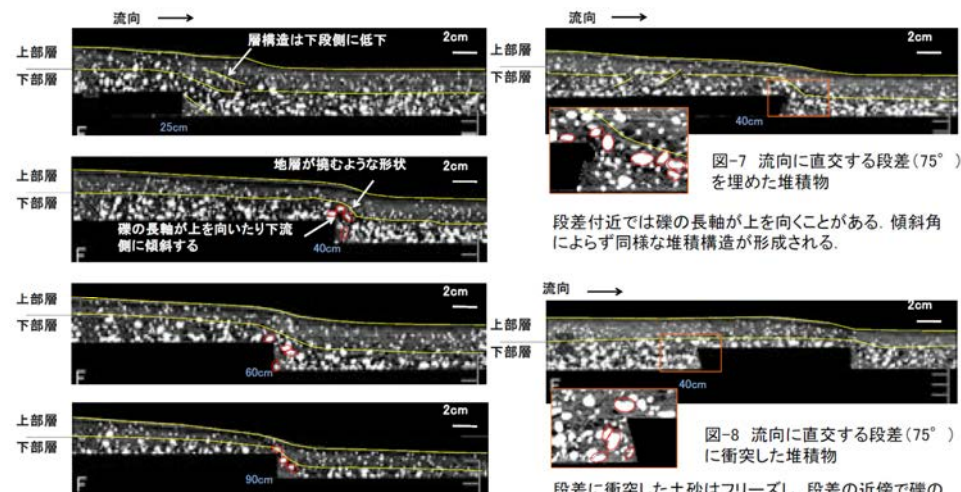


図-6 流向に直交する段差(90°)を埋めた堆積物。青字は勾配変化点からの距離

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

(b) 流向に平行な段差がある場合の堆積構造

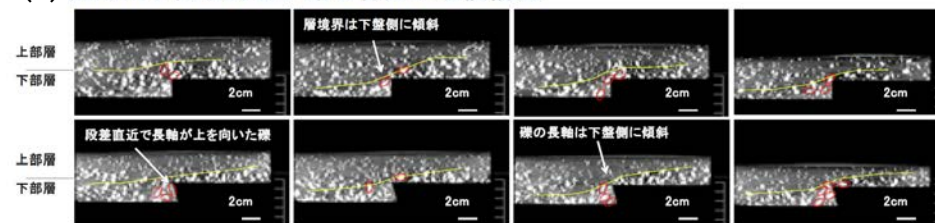


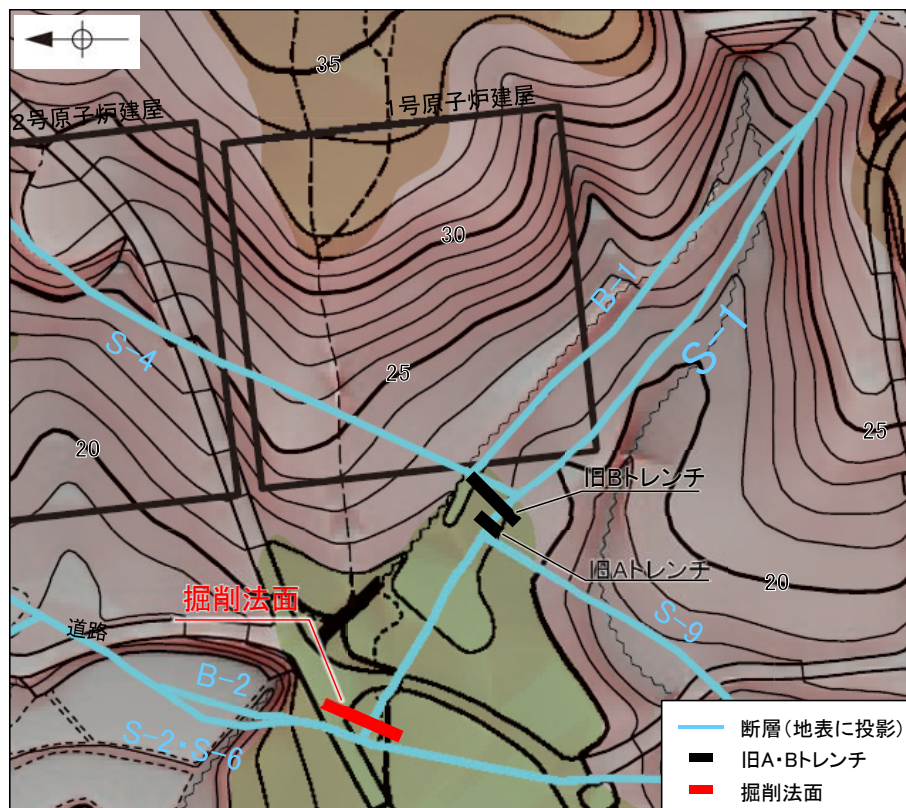
図-9 流向に平行な段差を埋めた堆積物。左がより上流側の断面。上段: 段差角度90°, 下段: 段差角度75°

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

(1)-2 掘削法面

掘削法面 — 上載地層との関係 —

■ 中位段丘 I 面上での1号機建設時の工事の際に、S-1と上載地層の関係が確認できる法面が出現したため、調査を行っている。以下に、その調査結果を示す。

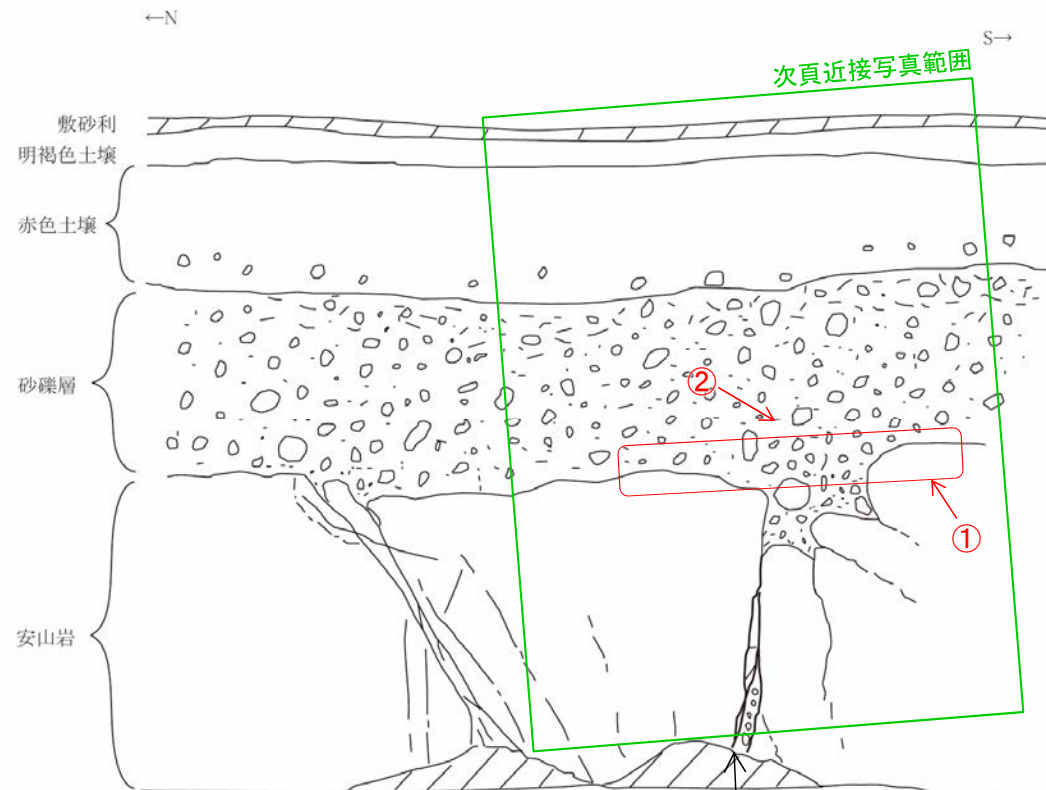


この図は、1985年の空中写真(北陸電力撮影、縮尺8,000分の1)、1961年の空中写真(北陸電力撮影、縮尺15,000分の1)及び水準測量結果をもとに作成した立体地図(等高線は1m間隔)を基図として、空中写真判読及び既存ボーリングの地質データ等に基づいた段丘面分布等を示したものである。

- 段丘面凡例
- 高位段丘 I 面 H I a
 - 中位段丘 I 面 M I



旧地形図(立体地図)

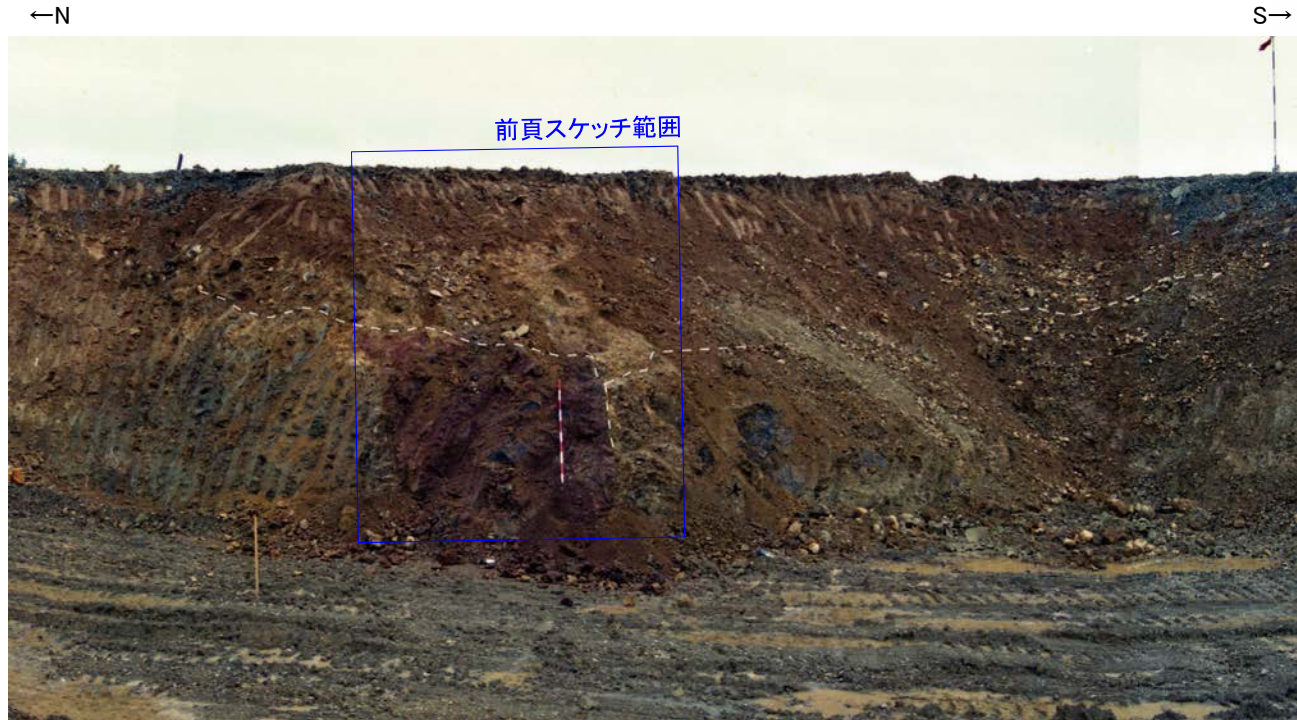


掘削法面スケッチ
S-1 (N50~53° W/78° NE)

●ポイント

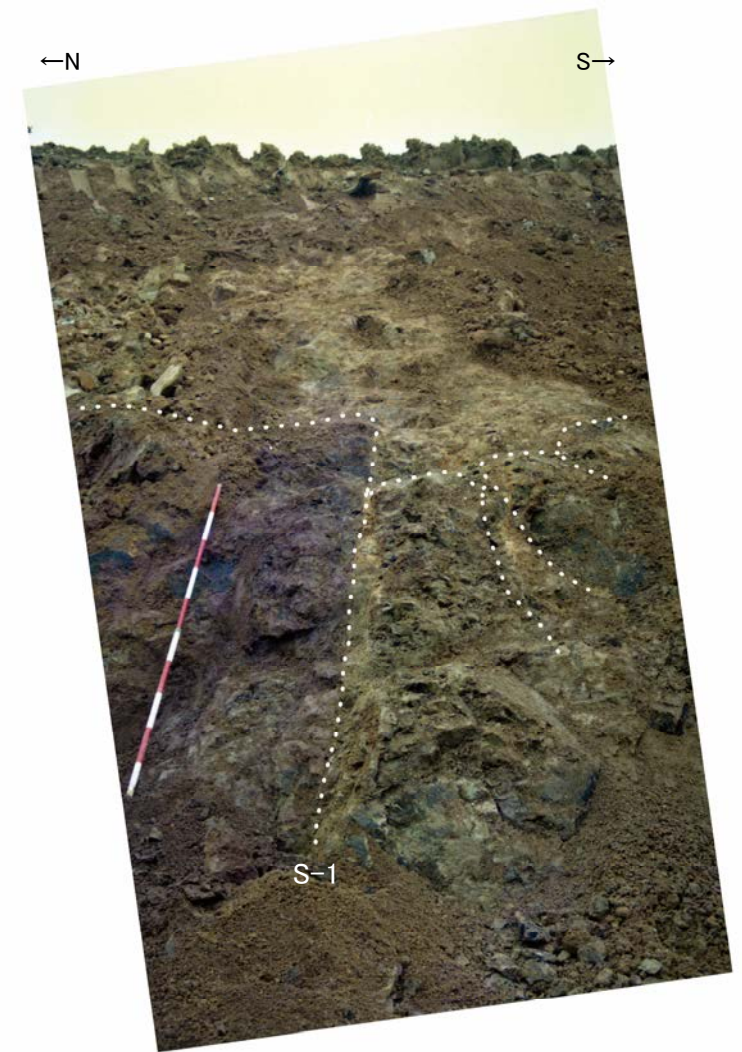
- ① S-1上方の幅約1.5mの凹地を挟んで、安山岩の上面には高度差は認められない。
- ② S-1の上方付近の砂礫層には、安山岩の変位を示唆するような地層のせん断や引きずり、乱れはない。

・掘削法面において、S-1は中位段丘 I 面を構成する堆積層に変位・変形を与えていない。



掘削法面 全景写真
(岩盤上面, S-1を白破線で加筆)

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



掘削法面 近接写真
(岩盤上面, 割れ目, S-1を白点で加筆)

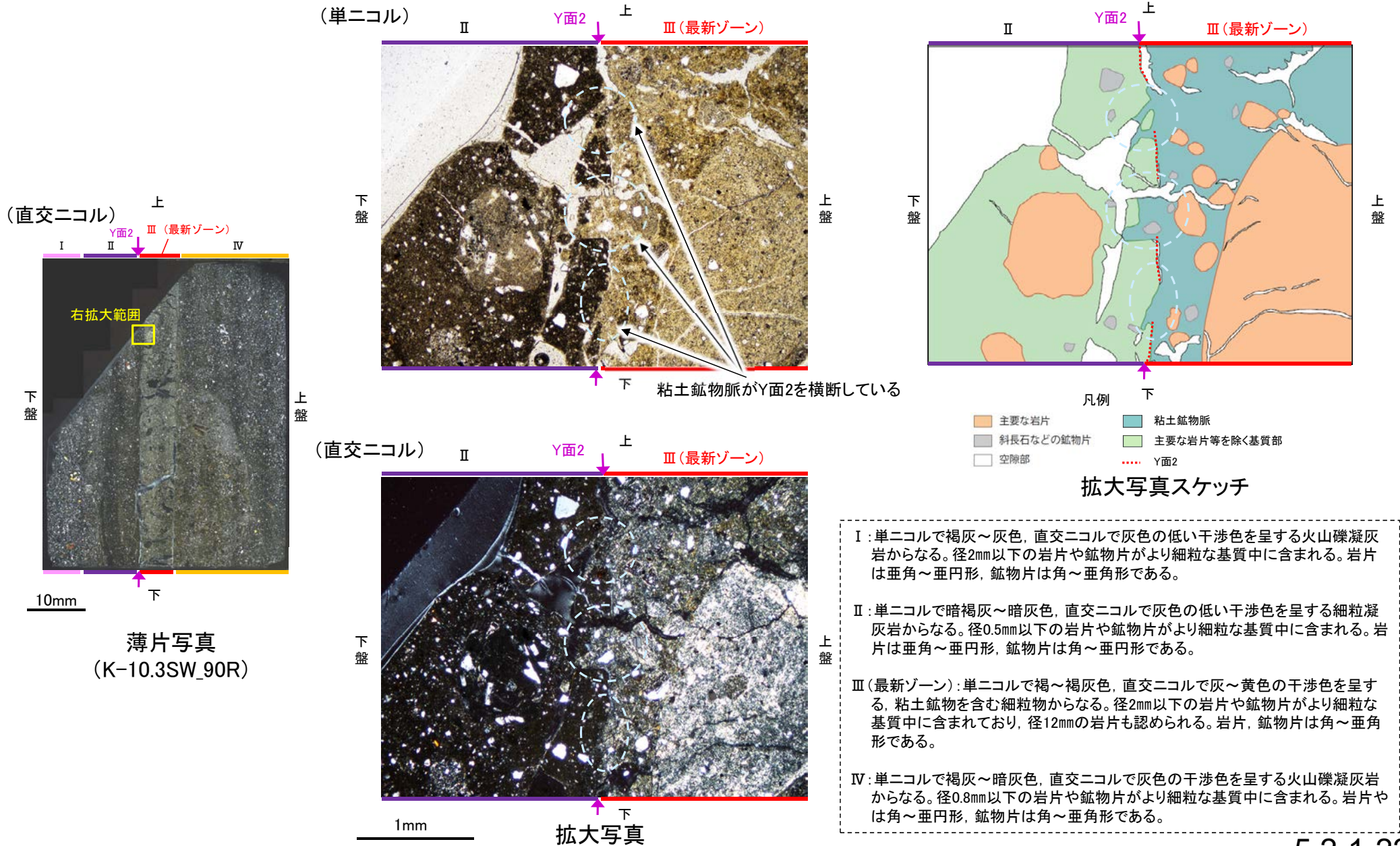
(2) 薄片觀察

(2)-1 K-10.3SW孔

K-10.3SW孔 —Y面2と鉱物脈(薄片観察)—

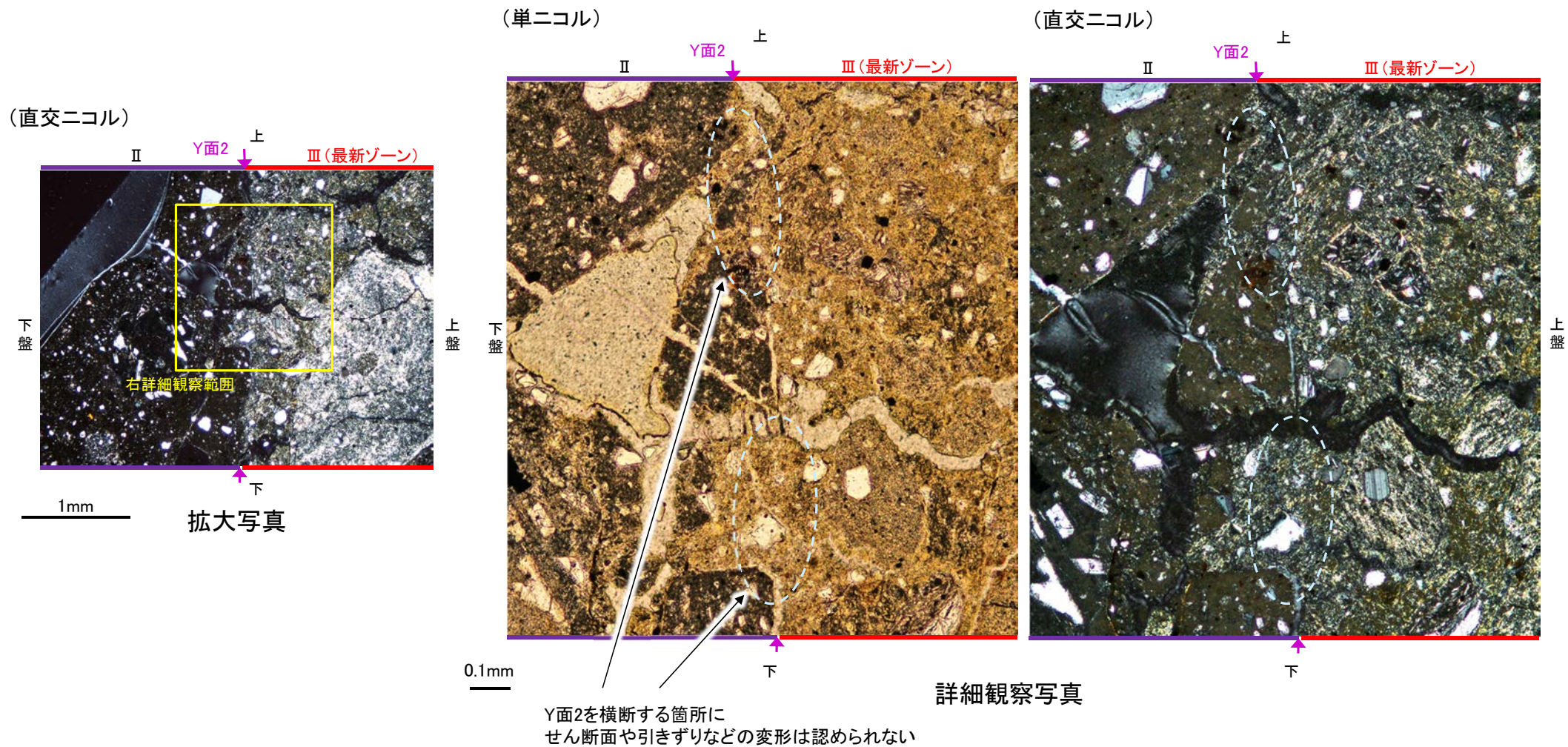
○Y面2と鉱物脈の関係について、以下に示す。

○最新ゾーンには、単ニコルで褐～褐灰色、直交ニコルで灰～黄色の干渉色を呈する、粘土鉱物を含む細粒物からなる粘土鉱物脈が認められ、Y面2を横断して分布している。



K-10.3SW孔 ーY面2と鉱物脈(詳細観察)ー

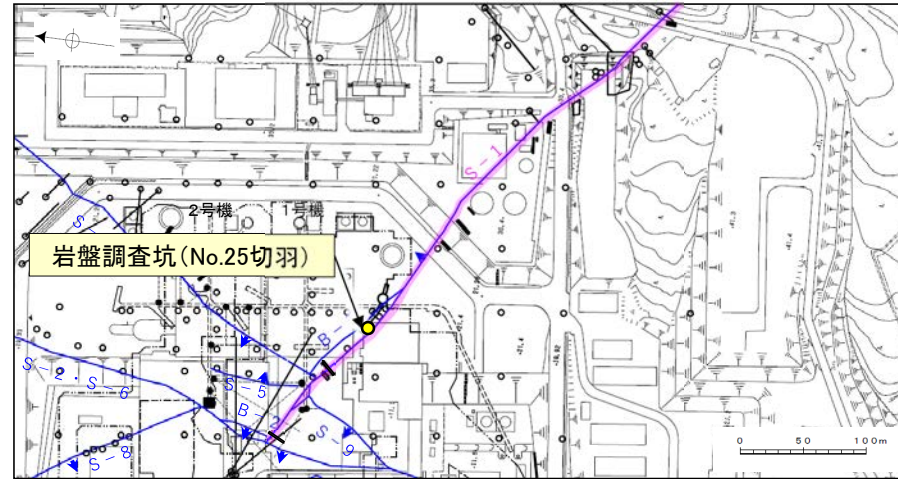
○粘土鉱物脈がY面2を横断する箇所について詳細に観察した結果, せん断面や引きずりなどの変形は認められない。



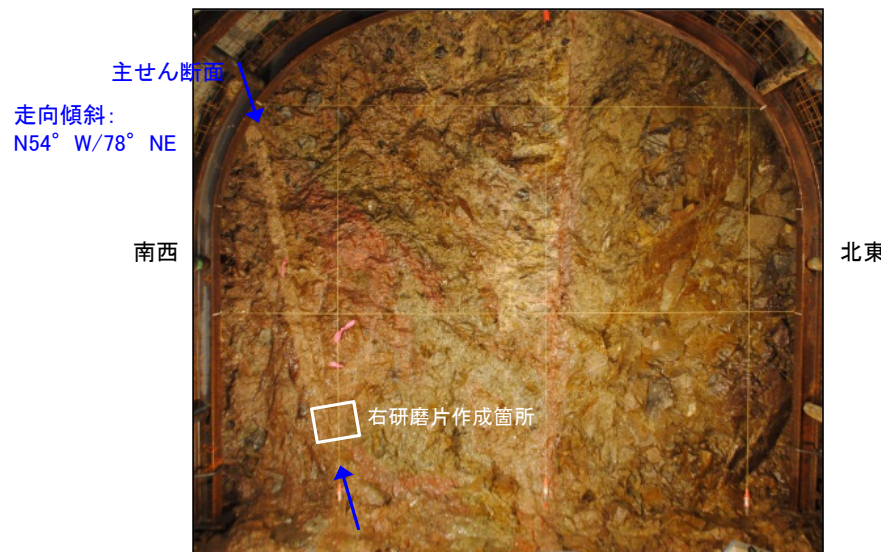
(2)-2 岩盤調査坑No.25切羽

岩盤調査坑No.25切羽 —主せん断面の認定—

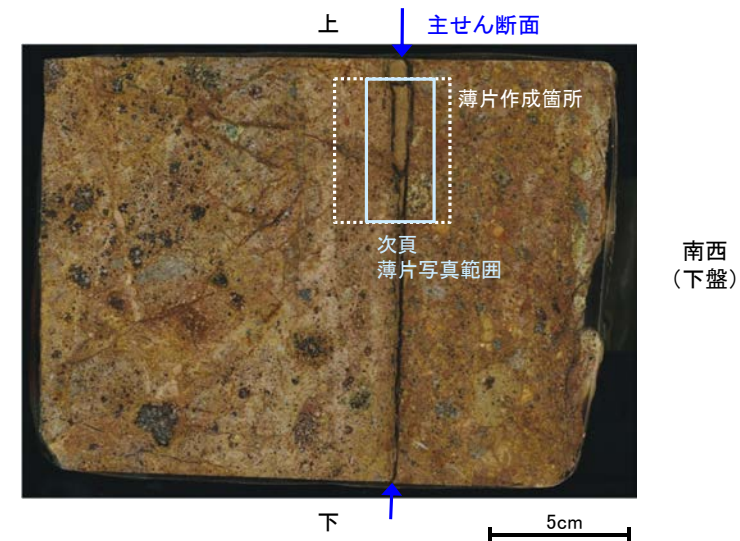
- 岩盤調査坑No.25切羽から採取した試料(左下露頭写真)を用いて、鉱物脈法による調査を行った。
- 岩盤調査坑No.25切羽で確認されたS-1を対象に行った巨視的観察(露頭観察, 研磨片観察)において、最も直線性・連続性がよく、明確に分帯でき、細粒化が進んでいる断層面を主せん断面と認定した(右下研磨片写真)。
- 主せん断面における条線観察の結果、 40° Rの条線(補足資料2.5-1(2)-1)が確認されたことから、条線方向で薄片を作成した(右下研磨片写真)。



調査位置図



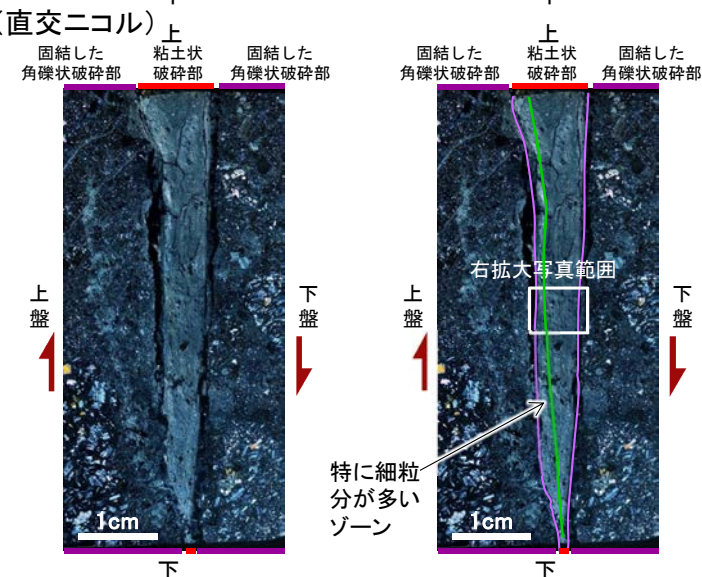
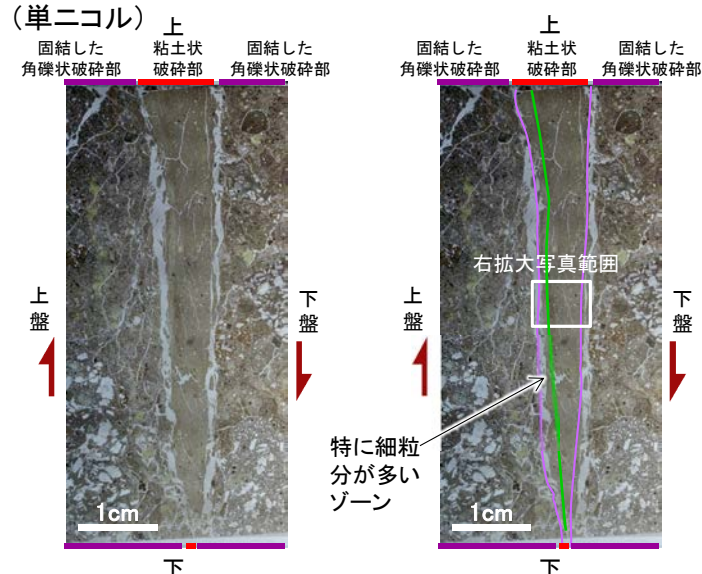
露頭写真(No.25切羽) 0 1m



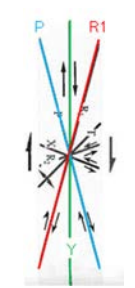
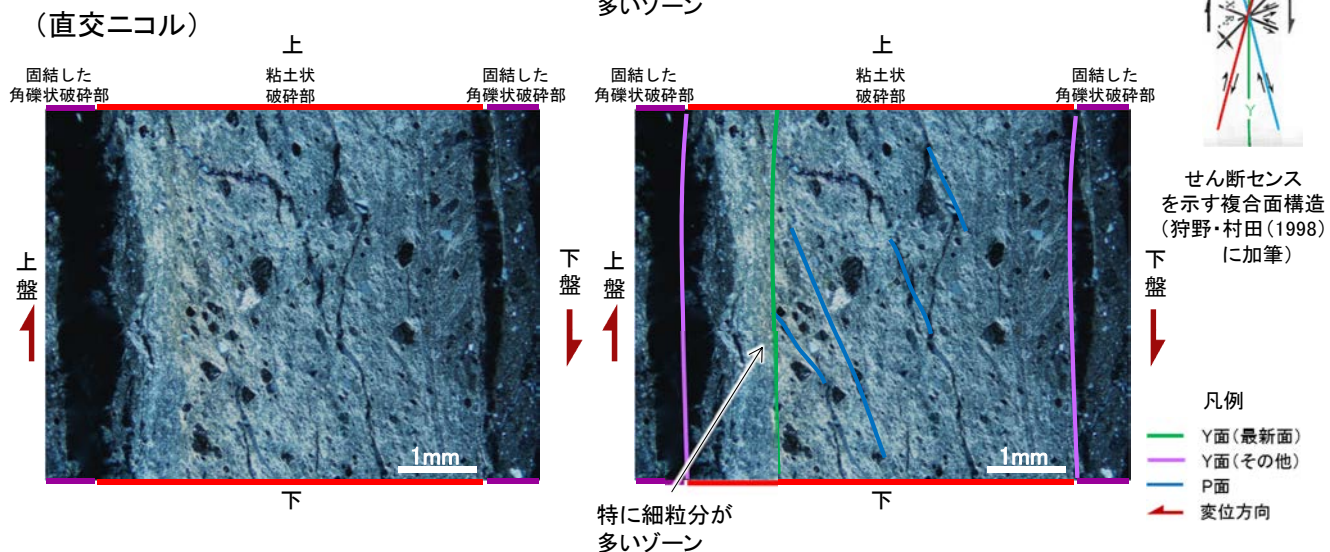
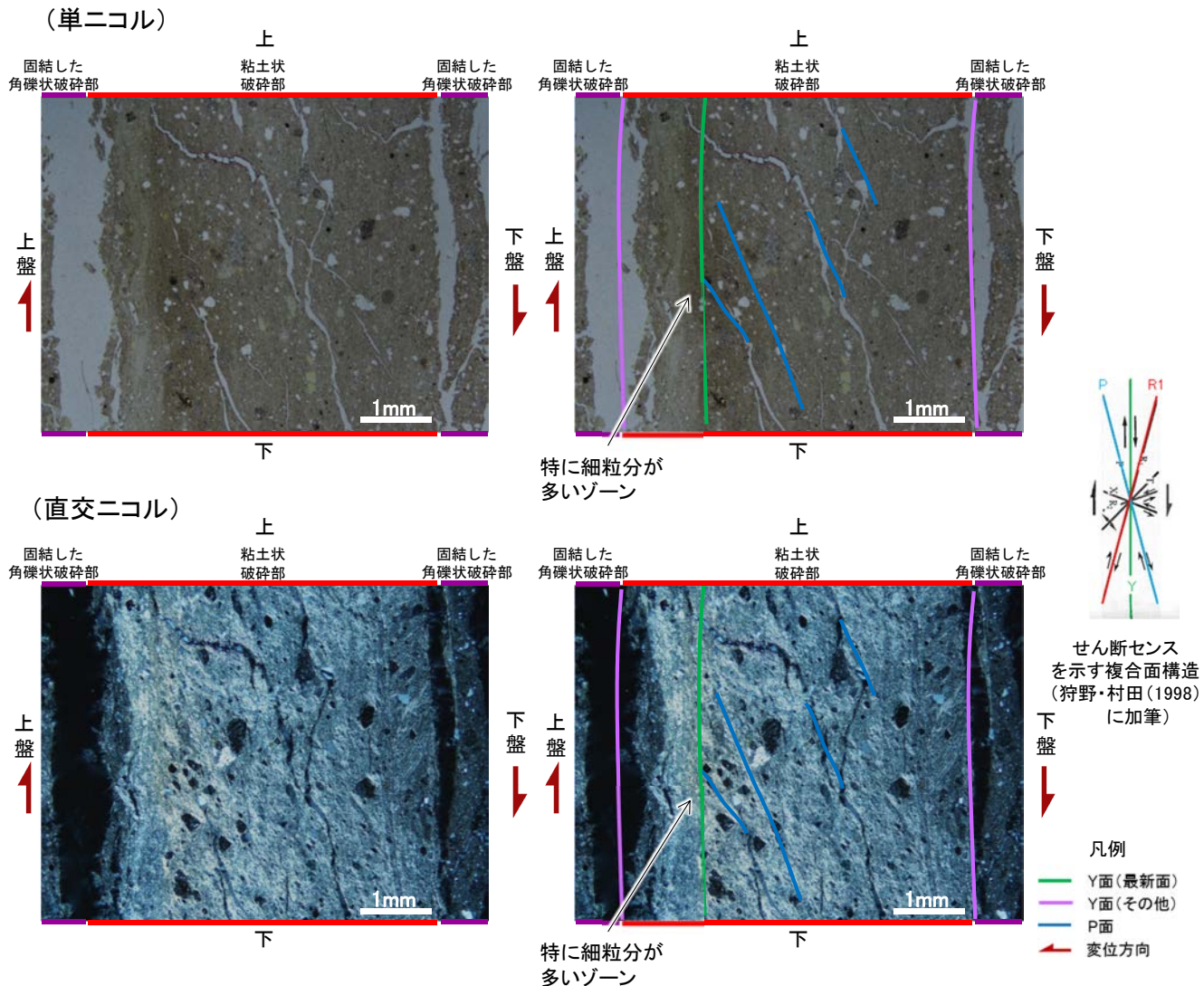
研磨片写真(No.25-2_40R)

岩盤調査坑No.25切羽 ー最新面の認定ー

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



薄片写真(No.25-2_40R_1)(右は構造等を加筆)



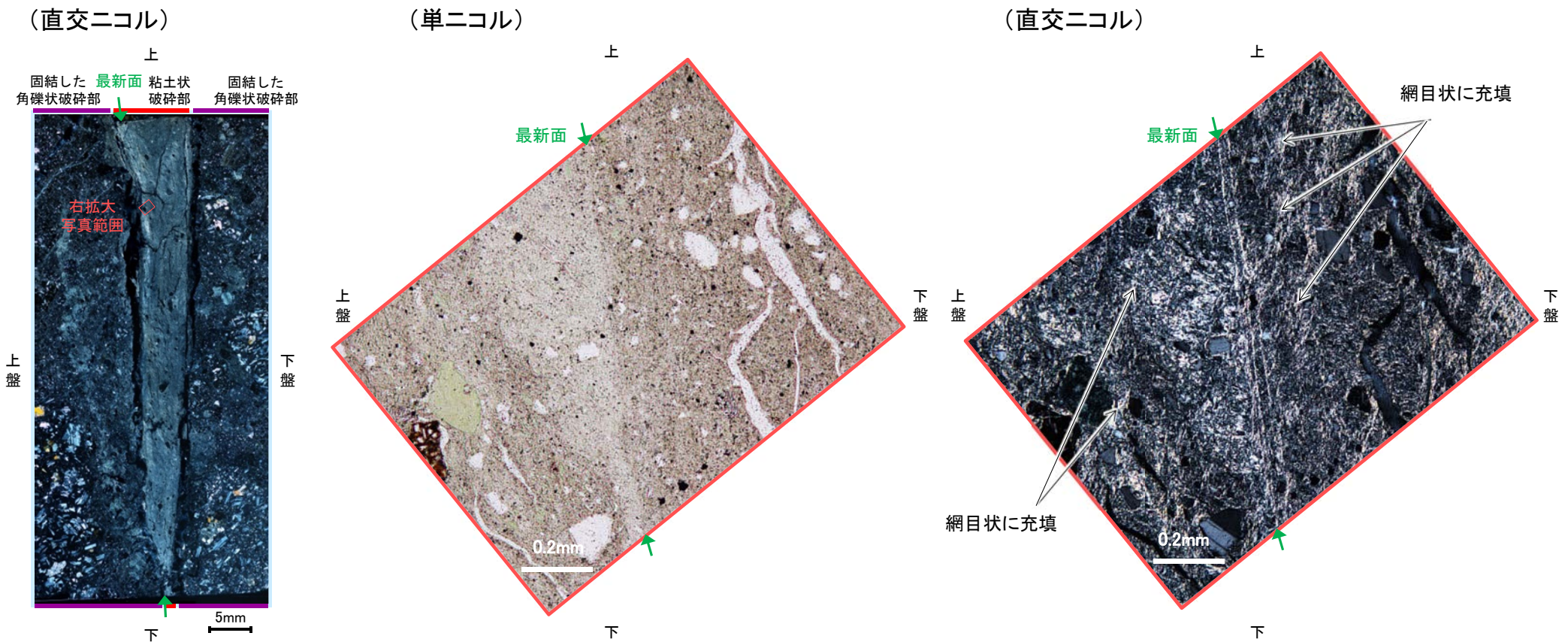
せん断センスを示す複合面構造(狩野・村田(1998)に加筆)

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

拡大写真(右は構造等を加筆)

岩盤調査坑No.25切羽 ー最新面と粘土鉱物脈ー

- 薄片観察の結果、最新面を含む粘土状破碎部には、直交ニコルの画像(右下拡大写真右)で、微細で白色の色調を呈する粘土鉱物が認められる。この粘土鉱物は、最新面やその周辺を網目状に充填しながら、最新面を不明瞭にしている。
- また、この粘土鉱物は、XRD分析を踏まえると、スメクタイトであると判断される(補足資料2.4-2(2))。
- 最新面と粘土鉱物の関係を詳細に観察することを目的に、同一鉱物でもその結晶の伸長方向の差異を確認できる鋭敏色検板を用いた観察を行った。
- 鋭敏色検板を用いて詳細に観察した結果を、次頁に示す。



薄片写真(No.25-2_40R_1)

拡大写真