

敦賀発電所2号炉
敷地の地形，地質・地質構造について
(コメント回答)
補足説明資料3
薄片観察結果(その1)

令和3年5月19日
日本原子力発電株式会社

余白

- 本資料は、破砕部の最新活動面から採取した薄片試料の観察結果を取りまとめたものである。
- 薄片観察により最新活動面沿いの変位センス及び断層岩区分の評価を行った。
- 断層岩区分の評価については、Passchier and Trouw(2005)に加え、Manatschal(1999)、相山ほか(2017)および相山・金折(2019)の参考文献を追加し、これらの文献による定義を参考とした。
- 本資料では、K断層及びK断層の連続性評価に関わる10孔の破砕部について取りまとめており、その他の破砕部については、今後提出する。

断層岩の区分について

敦賀発電所における断層岩の区分	断層岩区分(薄片観察)					
	Passchier and Trouw(2005)		Manatschal(1999)		相山ほか(2017) 相山・金折(2019)	
断層ガウジ	断層ガウジ	数少ない岩片が粘土鉱物に富む基質中に孤立して存在する。基質には面構造が発達することがあり、岩片もレンズ状の形態をしていることが多い。	断層ガウジ	基質支持であり、基質は粘土鉱物に富み、強い定向配列が認められる。丸みを帯びている岩片や、レンズ状に引き延ばされた岩片が認められる。	断層ガウジ	断層ガウジ帯は、断層面に境された複数枚の断層ガウジからなる層状構造を示す。フラグメントの周りに粘土鉱物が一様に分布する。粘土鉱物は定向配列している。
	未固結カタクレーサイト	細粒基質中の岩片量が30%以下である。※1				
断層角礫	未固結角礫岩	未固結角礫岩は、30%以上の壁岩角礫片または破断脈と細粒基質からなっている。	断層角礫	記載なし。	断層角礫	記載なし。
カタクレーサイト	固結角礫岩 固結カタクレーサイト	カタクレーサイトに認められる特徴として、粒界を横断する破断面も含む、多様な粒径の角張った破片が細粒基質中に含まれ、多くの大きい粒子には流体及び固体包有物からなるヒールドフラクチャーが交差する。 固結角礫岩や固結カタクレーサイトは、圧力溶解・析出の豊富な痕跡を示すことが多い。岩片は、流体包有物の配列したヒールドクラックによって切断されていることもある。ランダムファブリックを有することが多い。 固結角礫岩は破砕岩片量>30%、固結カタクレーサイトは破砕岩片量<30%である。※2	カタクレーサイト	岩片が角ばっており、粒子内にマイクロクラックが発達しジグソー状の組織が認められる。 基質の割合の増加や角礫がわずかに丸みを帯びることにより、岩片支持から基質支持に変化する。	カタクレーサイト	破砕流動を示すカタクレーサイトの基質は細粒緻密な破砕岩片からなり、粘土鉱物をわずかに含む。 破砕流動したフラグメントによるP面が発達する。 塑性変形した黒雲母(黒雲母フィッシュ等)が認められる。

- C. W. Passchier and R. A. J. Trouw(2005): Microtectonics Second Edition, Springer.
- G. Manatschal(1999): Fluid- and reaction-assisted low-angle normal faulting: evidence from rift-related brittle fault rocks in the Alps (Err Nappe, eastern Switzerland). Journal of Structural Geology, 21, 777-793.
- 相山光太郎・田中姿郎・佐々木俊法(2017): 断層破砕帯の詳細構造解析に基づく断層の活動性の検討: 山田断層の例. 応用地質, 58, 2-18.
- 相山光太郎・金折裕司(2019): 山口一出口雲地震帯西部に沿って新たに発見された活断層系. 地質学雑誌, 125, 555-570.

※1: Passchier and Trouw(2005)では岩片量30%以下の未固結脆性断層岩を断層ガウジと未固結カタクレーサイトに分類しているが、敦賀発電所における破砕部の区分においてはこれらを断層ガウジと表記している。

※2: Passchier and Trouw(2005)では固結脆性断層岩に含まれる岩片の割合から固結角礫岩と固結カタクレーサイトに分類しているが、敦賀発電所における破砕部の区分においてはこれらをカタクレーサイトと表記している。

余白

目次(1/2)

確認箇所	深度(m)	破碎帯名	頁
H24-A-11	10.20~12.76	K断層	補足3-7~
H24-E-2	18.24~19.45		
H24-E-1	10.31~14.05		
Lカットピット	-		
H24-E-2	13.23~15.82		
H24-E-1	8.41~9.70		
2-1ピット	-		
H24-B-1	7.50~10.93		
H24-B-3	7.37~7.70		
1-1ピット底盤	-		
H24-H-6-1	9.58~14.36		
H24-H-6	9.92~14.69		
H24-H-9-1	10.43~11.00		
H24-H-14	4.93~7.81		
H24-H-13	8.89~9.80		

孔名	深度(m)	破碎帯名	頁
H24-D1-1	45.91~48.28	非モデル化	補足3-29~
	49.20~49.91	非モデル化	
	53.77~54.54	非モデル化	
	58.96~59.30	非モデル化	
	60.12~60.15	D-1	
	68.84~69.00	非モデル化	
	78.77~79.19	非モデル化	
	81.20~81.42	非モデル化	
	89.91~89.95	D-33	
	90.26~90.84	f-d1-1-10	
	91.26~91.52	f-d1-1-11	
	93.12~93.24	非モデル化	
	99.68~99.71	非モデル化	
H27-B-1	34.54~34.59	非モデル化	補足3-45~
	42.41~42.49	非モデル化	
	44.24~44.53	非モデル化	
	44.53~44.83	非モデル化	
	45.36~45.39	非モデル化	
	47.40~47.51	非モデル化	
	49.17~49.22	非モデル化	
	52.72~52.81	非モデル化	
	53.17~53.22	非モデル化	
	59.82~59.85	D-1	
	69.70~69.73	非モデル化	
	74.36~74.50	非モデル化	
	75.57~76.00	非モデル化	
	78.72~78.87	非モデル化	
	85.38~85.41	f-b-1-16	
	113.51~113.60	非モデル化	
	118.94~119.12	D-41	
139.82~139.88	D-42		

(注)・深度は、ボーリングコアの再観察結果を踏まえた破碎部の範囲を記載している。
 ・破碎帯名は、後段の連続性評価の結果として記載している。なお、「非モデル化」とは、近傍ボーリングに連続しないと判断された破碎部を示す。

目次(2/2)

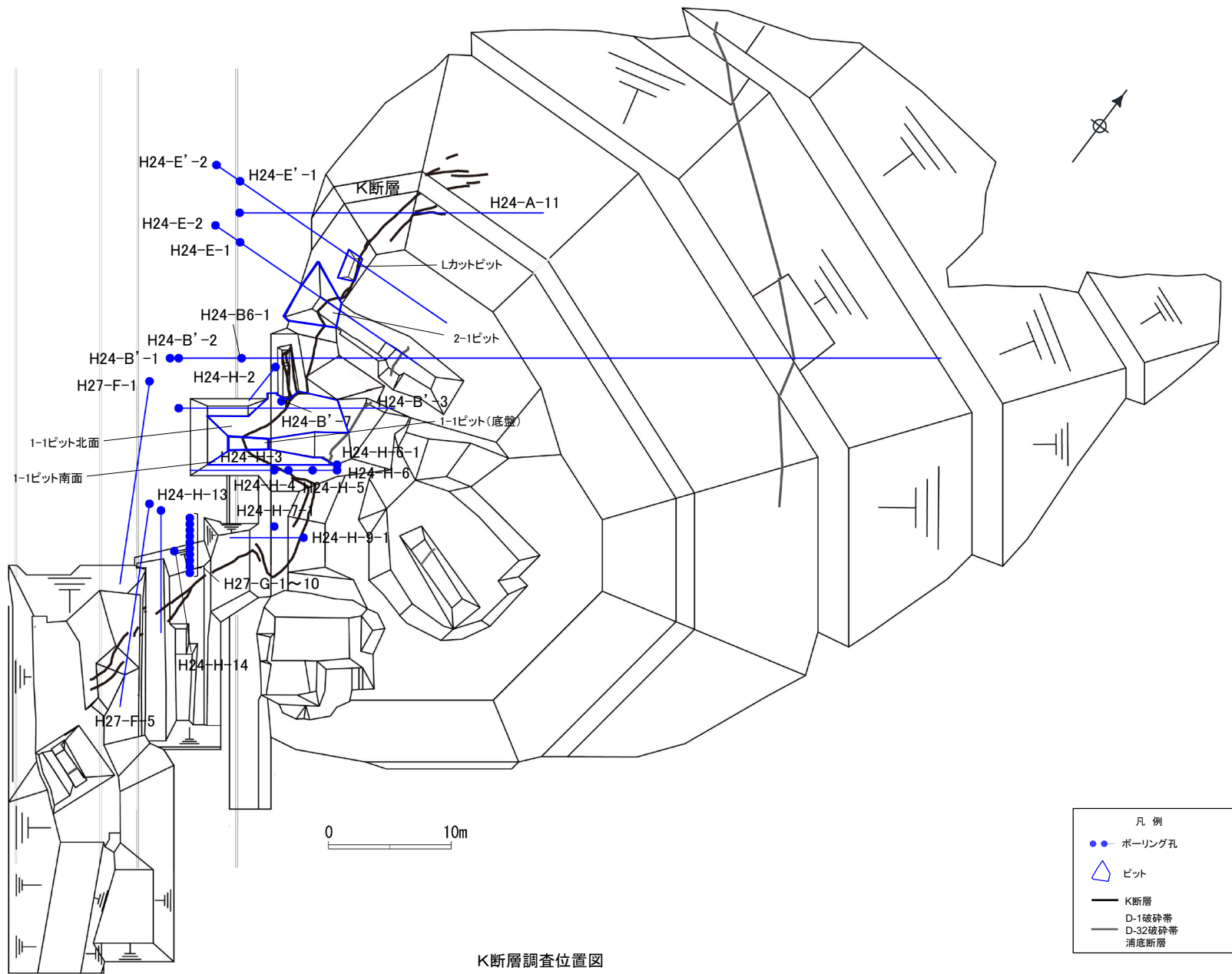
孔名	深度(m)	破砕帯名	頁
H27-B-2	31.15～31.66	非モデル化	補足3-71～
	34.37～34.48	非モデル化	
	35.36～35.46	非モデル化	
	35.68～35.73	非モデル化	
	35.92～35.95	非モデル化	
	48.08～48.12	非モデル化	
	54.72～54.77	非モデル化	
	60.26～60.69	非モデル化	
	61.29～61.69	D-1	
	68.02～68.06	非モデル化	
	85.58～85.76	非モデル化	
	88.38～88.43	D-41	
	88.88～88.94	f-b-2-14	
	91.69～91.76	非モデル化	
	120.63～120.65	非モデル化	
	127.41～127.48	D-42	
	128.82～128.97	D-44	
134.15～134.23	f-b-2-20		
152.10～152.15	f-b-2-21		
154.53～154.71	f-b-2-22		
H24-B14-2	28.50～28.66	f-b14-2-1	補足3-97～
	38.10～38.27	f-b14-2-2	
	47.37～47.40	非モデル化	
	49.24～49.55	D-44	
	101.47～101.52	f-b14-2-6	
	109.16～109.46	D-1	
H24-D1-3	13.94～14.06	H-3d	補足3-109～
	14.41～14.52	H-4'	
	34.23～34.52	D-1	
	52.13～52.28	非モデル化	
	56.88～57.24	D-35	

孔名	深度(m)	破砕帯名	頁
H24-D1-2	12.38～12.97	D-1	補足3-117～
	19.78～19.87	非モデル化	
	31.44～31.46	非モデル化	
H24-D1-4	10.91～10.93	D-1	補足3-123～
	27.75～28.43	D-35	
	52.97～53.46	非モデル化	
	60.06～60.38	非モデル化	
	61.47～61.52	f-d1-4-5	
63.67～63.90	非モデル化		
H27-B-3	26.70～26.90	非モデル化	補足3-131～
	28.12～28.14	非モデル化	
	29.10～29.12	非モデル化	
	42.85～42.91	H-2	
	56.69～56.72	非モデル化	
	58.89～58.98	非モデル化	
	59.69～59.75	非モデル化	
	76.59～76.89	H-3c	
	119.11～119.25	D-1	
	129.84～129.91	非モデル化	
H27-B-4	23.97～24.42 (H27-B-4')	D-1	補足3-143～
	48.39～48.43	非モデル化	
	64.65～64.91	H-6c	
	93.13～93.22	H-7	
H24-D1-5	8.51～8.71	f-d1-5-1	補足3-149～
	10.19～10.21	H-3d	
	10.45～10.50	H-4'	
	47.47～47.89	D-1	

K断層

余白

調査位置図

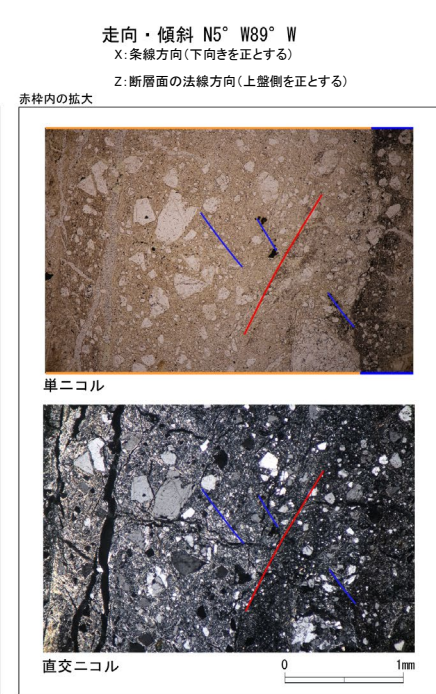
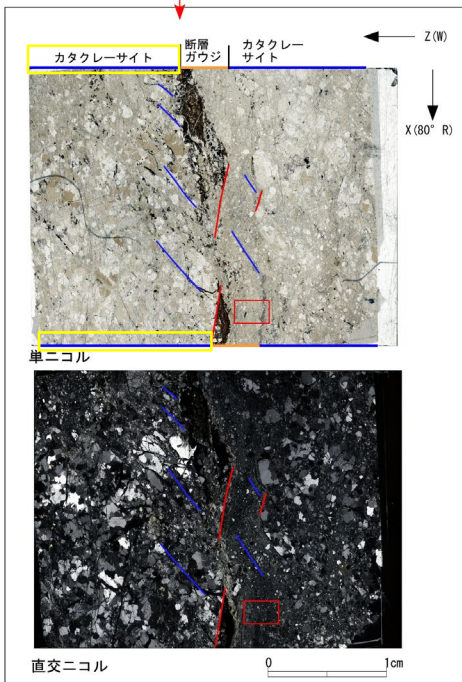
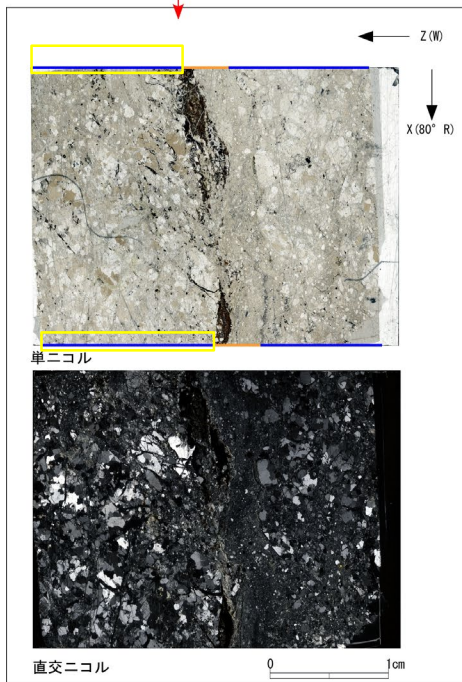
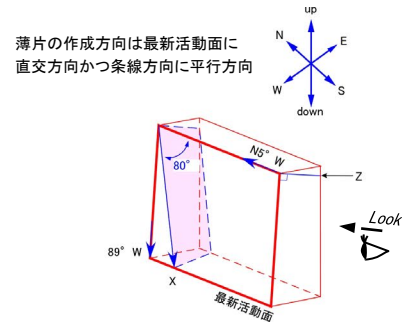
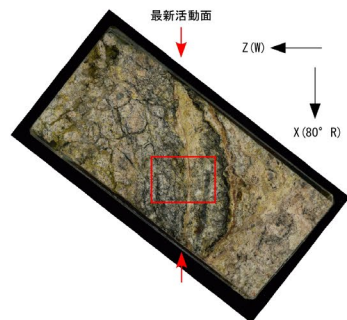
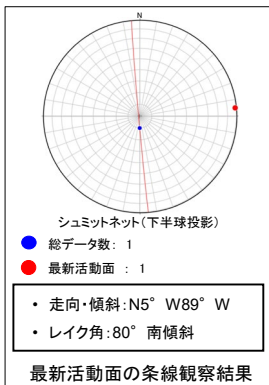


K断層調査位置図

H24-A-11 深度10.20~12.76m K断層

・H24-A-11のボーリングコアから採取した薄片試料の観察結果によれば最新活動面(深度11.81m)の変位センスは、逆断層成分が卓越する。

・薄片観察に基づく断層岩区分の評価を行った結果、最新活動面付近に基質を構成する粘土鉱物が多く認められることから、断層ガウジを伴う破砕部であると判断した。(追加した文献も踏まえても変更なし。)



走向・傾斜 N5° W89° W

X: 条線方向(下向きを正とする)

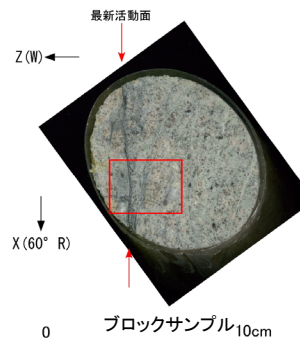
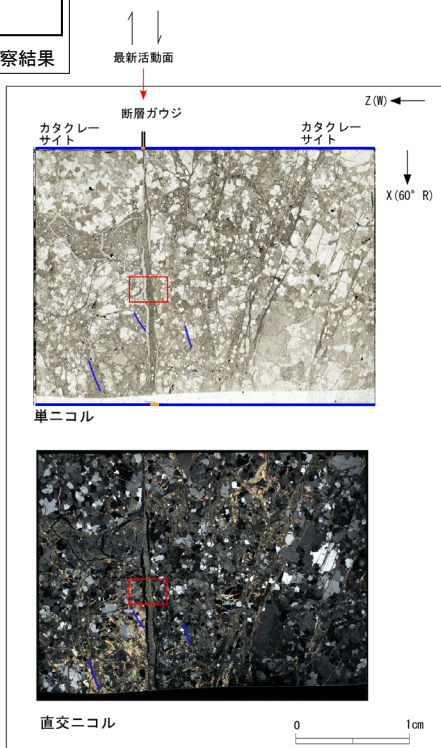
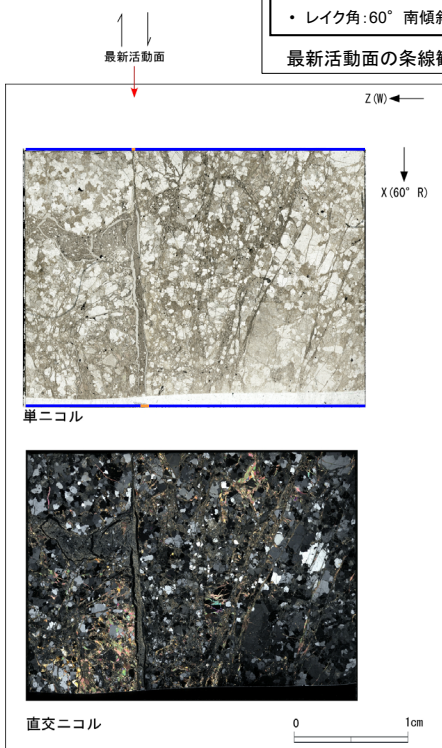
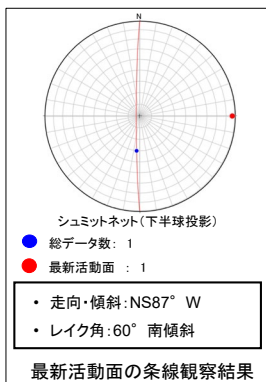
Z: 断層面の法線方向(上盤側を正とする)

- 凡例
- 断層ガウジ
 - カタクレーサイト
 - R1面
 - P面

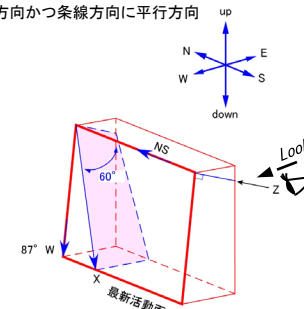
H24-E'-2 深度18.24~19.45m K断層

・H24-E'-2のボーリングコアから採取した薄片試料の観察結果によれば最新活動面(深度18.86m)の変位センスは、右ずれを伴う逆断層である。

・薄片観察に基づく断層岩区分の評価を行った結果、最新活動面付近に基質を構成する粘土鉱物が多く認められることから、断層ガウジを伴う破碎部であると判断した。(追加した文献も踏まえても変更なし。)



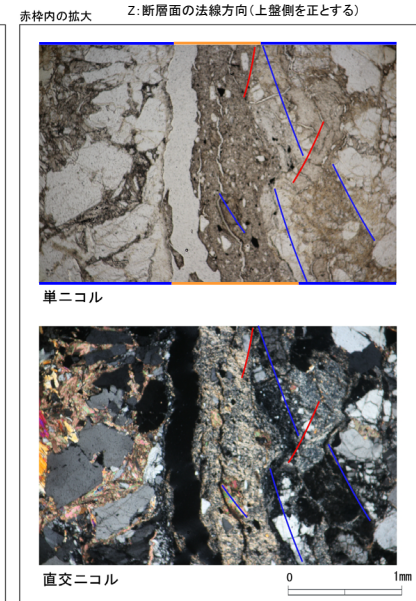
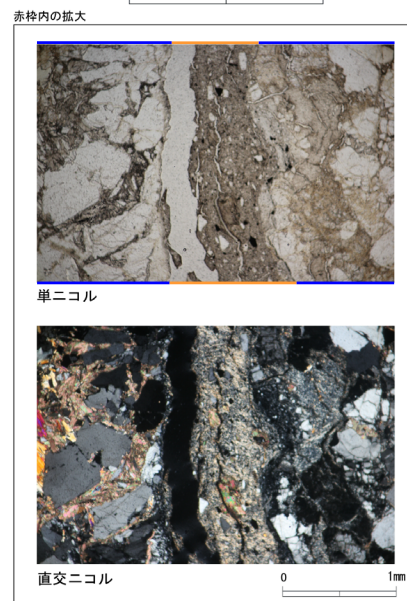
薄片の作成方向は最新活動面に
直交方向かつ条線方向に平行方向



走向・傾斜 NS87° W

X: 条線方向(下向きを正とする)

Z: 断層面の法線方向(上盤側を正とする)

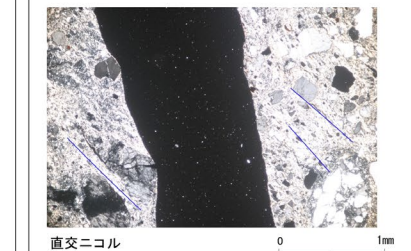
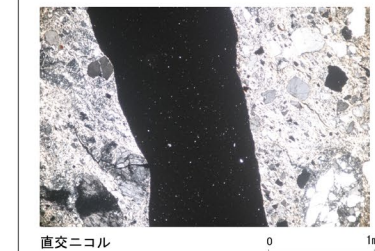
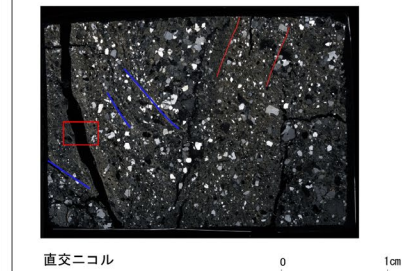
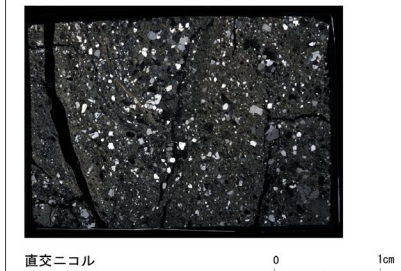
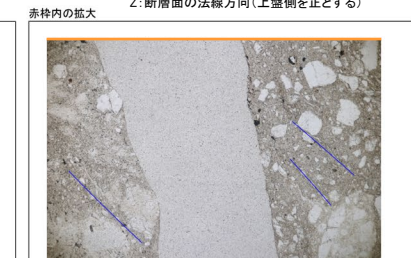
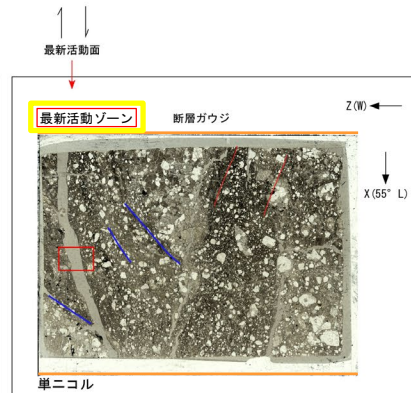
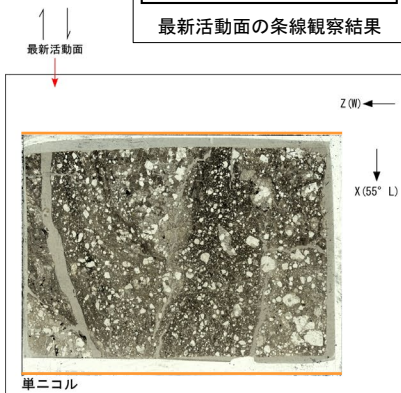
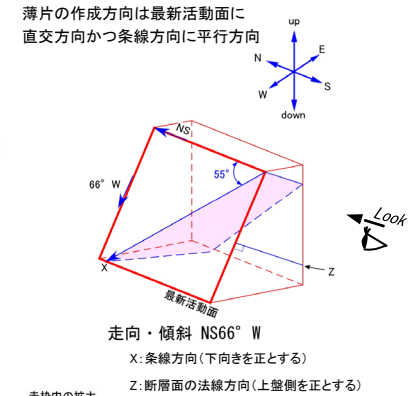
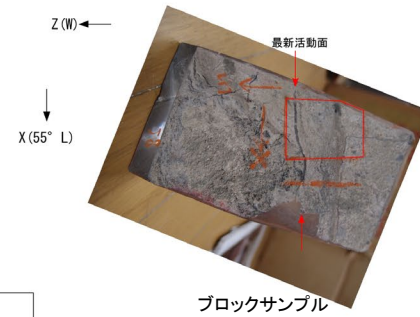
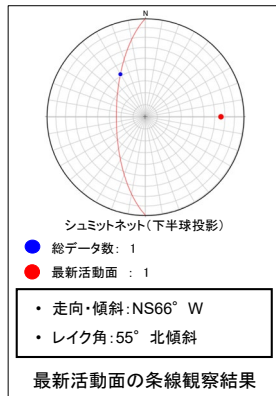


凡例

- 断層ガウジ
- カタクレーサイト
- R1面
- P面

H24-E'-1 深度10.31~14.05m K断層(1/2)

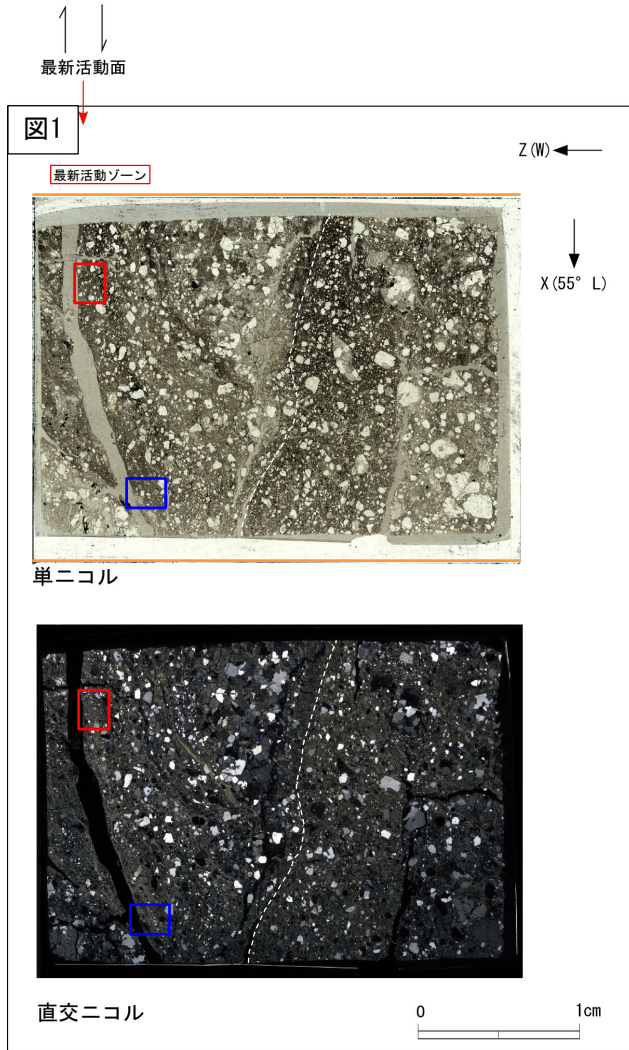
- ・H24-E'-1のボーリングコアから採取した薄片試料の観察結果によれば最新活動面(深度10.72m)の変位センスは、左ずれを伴う逆断層である。
- ・追加した文献も踏まえて薄片観察を実施したところ、最新活動ゾーンについては、以下の特徴が認められることから、断層ガウジを伴う破碎部であると判断した。
- 基質は粘土鉱物を主体とする。
- せん断構造に伴う粘土鉱物の定向配列が認められる。
- レンズ状に引き延ばされた岩片が認められる。



- 凡例
- 断層ガウジ
 - カタクレーサイト
 - R1面
 - P面

H24-E'-1 深度10.31~14.05m K断層(2/2)

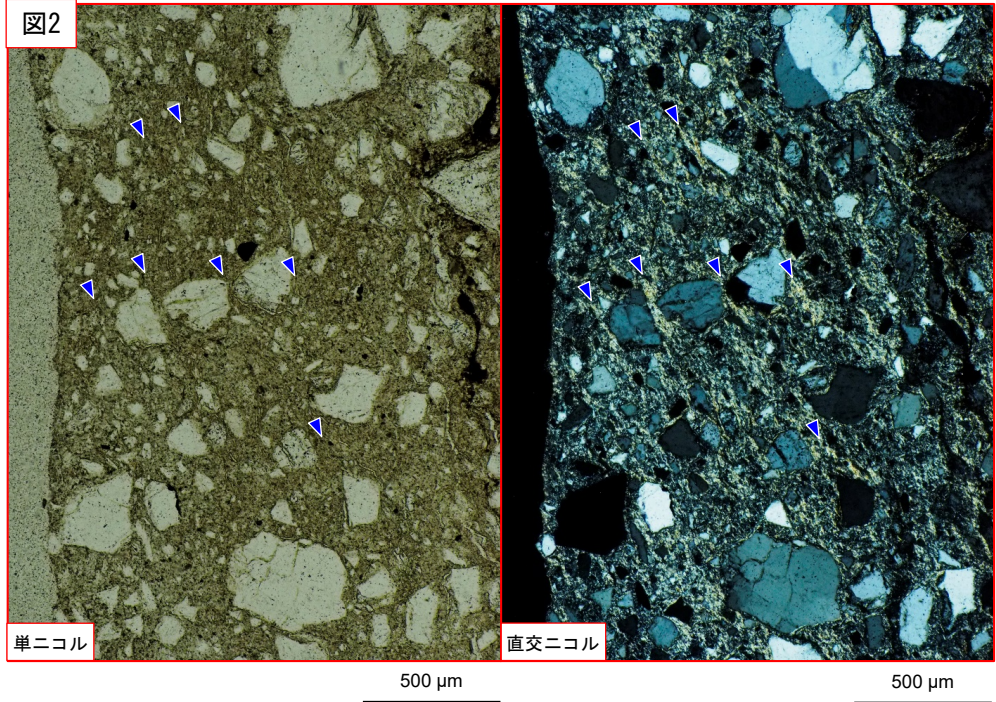
- ・最新活動に伴うゾーンについては、以下の特徴が認められる。
 - 基質は粘土鉱物を主体とする。(図2, 3)
 - せん断構造に伴う粘土鉱物の定向配列が認められる。(図2)
 - レンズ状に引き延ばされた岩片が認められる。(図3)



単ニコル

直交ニコル

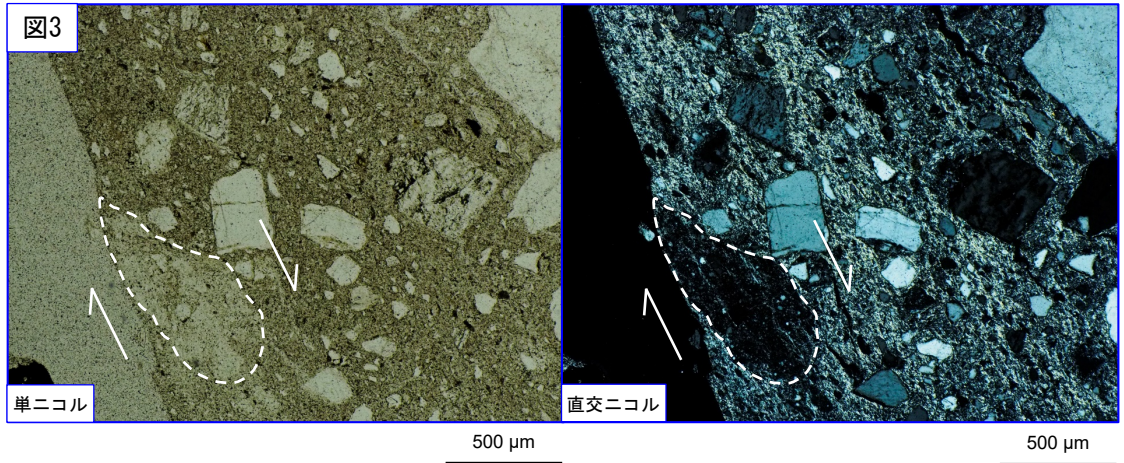
図1では、断層ガウジが異なる複数のゾーンに分帯されている様子が認められる。
破線は認定したゾーンの境界を示す。



単ニコル

直交ニコル

青矢印の方向は粘土鉱物の配列方向を示す。



単ニコル

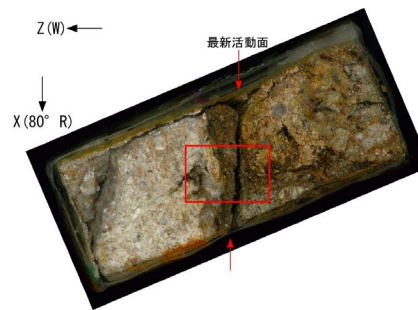
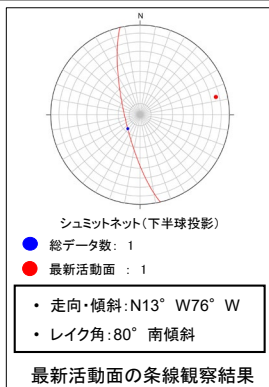
直交ニコル

破線はレンズ状に引き延ばされた岩片を示す。白矢印はせん断方向を示す。

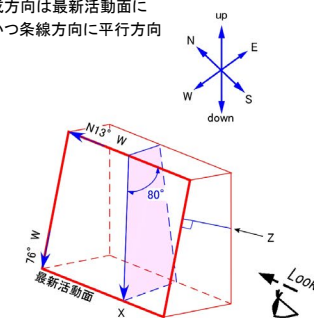
D-1トレンチLカットピット K断層

・D-1トレンチLカットピットから採取した薄片試料の観察結果によれば最新活動面の変位センスは、逆断層成分が卓越する。

・薄片観察に基づく断層岩区分の評価を行った結果、最新活動面付近に基質を構成する粘土鉱物が多く認められることから、断層ガウジを伴う破碎部であると判断した。(追加した文献も踏まえても変更なし。)



薄片の作成方向は最新活動面に
直交方向かつ条線方向に平行方向



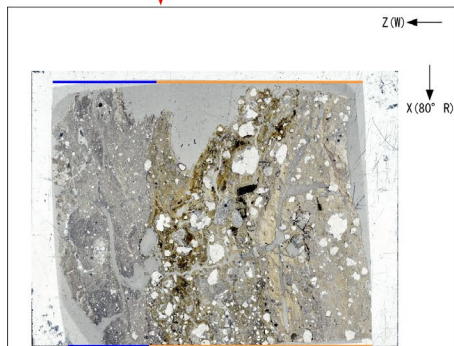
0 10cm

ブロックサンプル

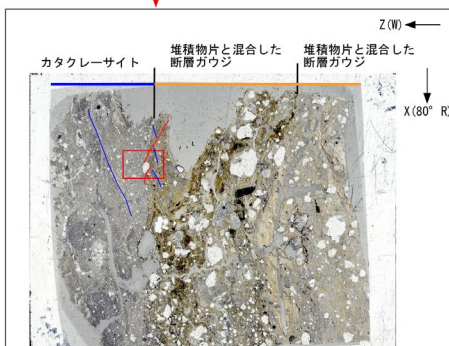
走向・傾斜 N13° W76° W

X: 条線方向(下向きを正とする)

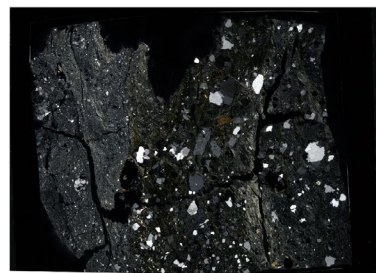
Z: 断層面の法線方向(上側を正とする)



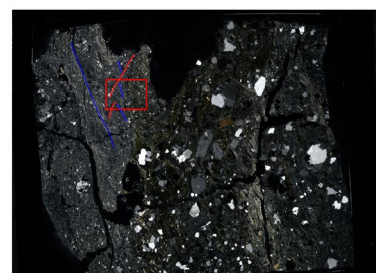
単ニコル



単ニコル

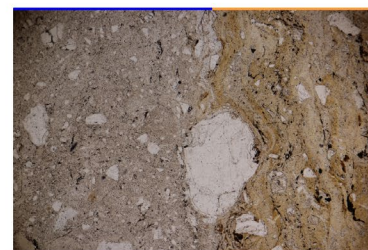


直交ニコル



直交ニコル

赤枠内の拡大



単ニコル

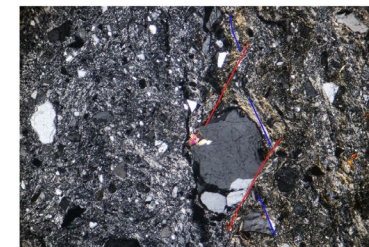
赤枠内の拡大



単ニコル



直交ニコル



直交ニコル

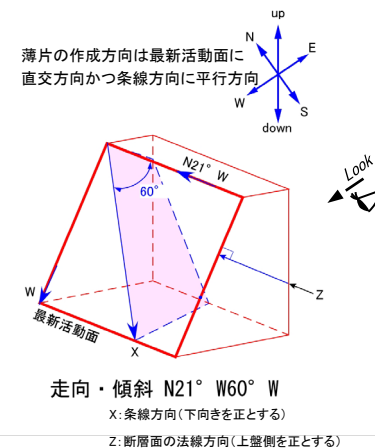
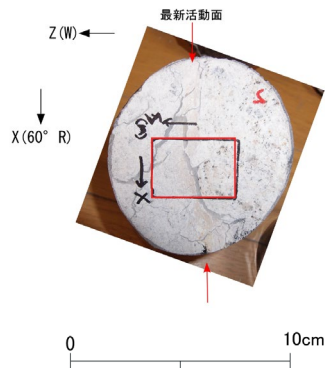
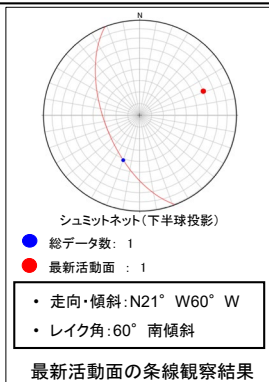
凡例

- 断層ガウジ
- カタクレーサイト
- R1面
- P面

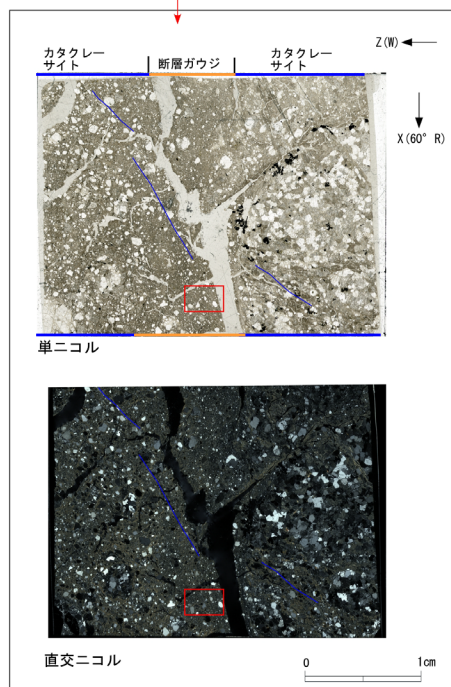
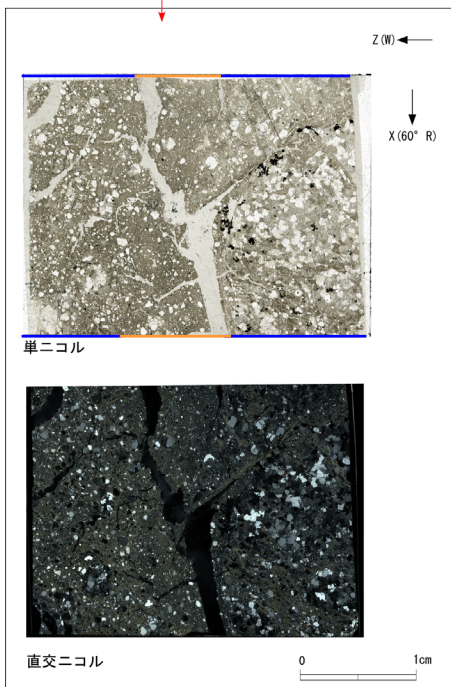
H24-E-2 深度13.23~15.82m K断層

・H24-E-2のボーリングコアから採取した薄片試料の観察結果によれば最新活動面(深度13.42m)の変位センスは、右ずれを伴う逆断層である。

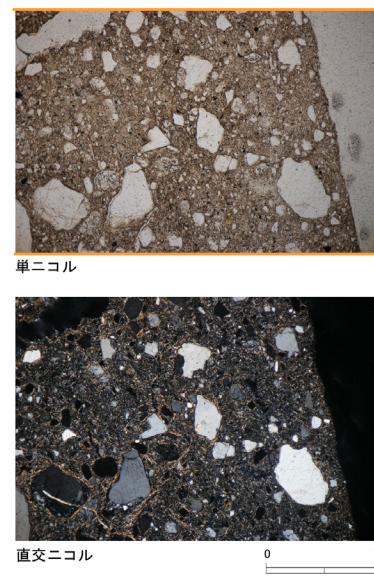
・薄片観察に基づく断層岩区分の評価を行った結果、最新活動面付近に基質を構成する粘土鉱物が多く認められることから、断層ガウジを伴う破碎部であると判断した。(追加した文献も踏まえても変更なし。)



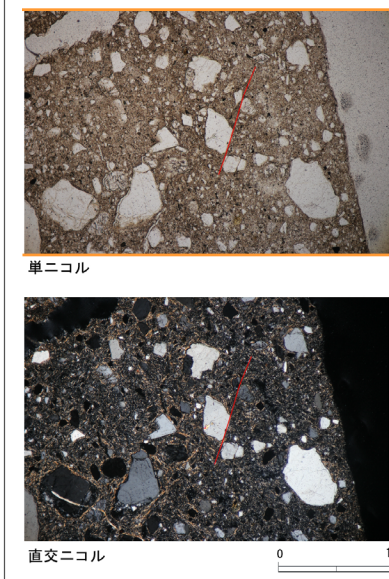
ブロックサンプル



赤枠内の拡大



赤枠内の拡大

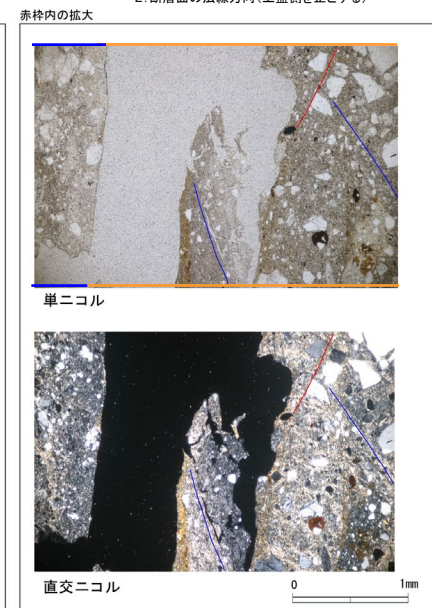
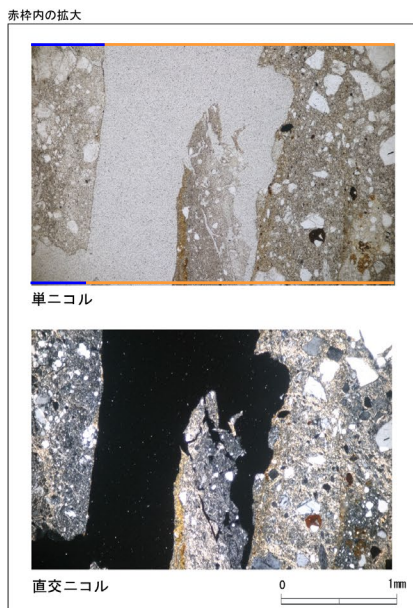
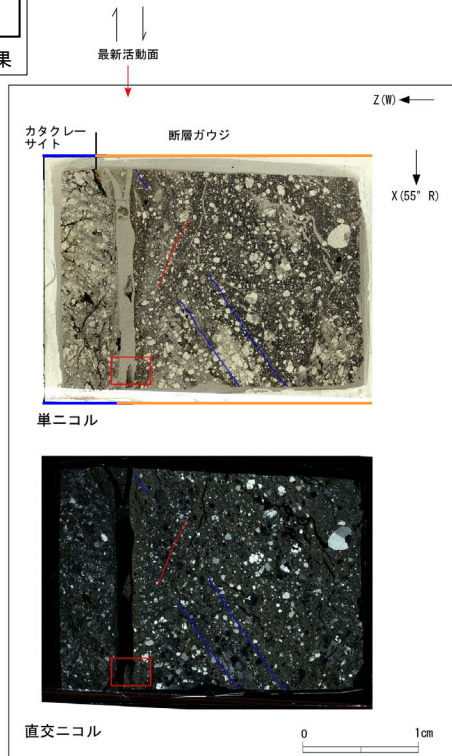
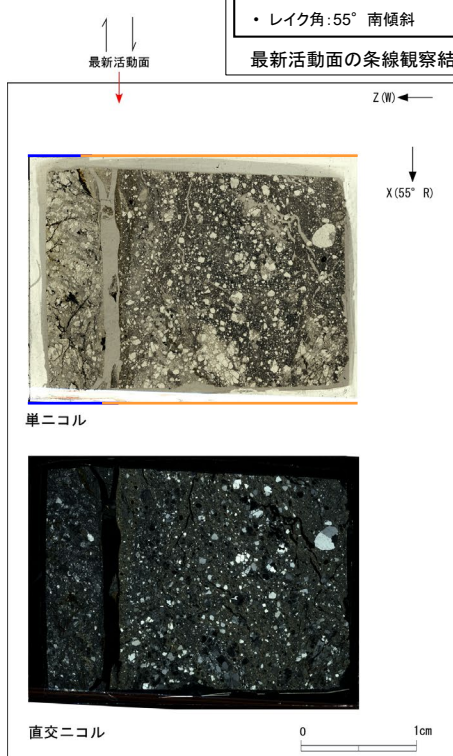
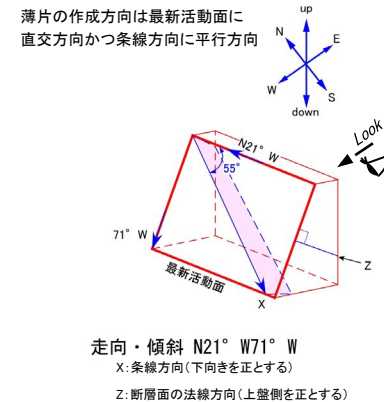
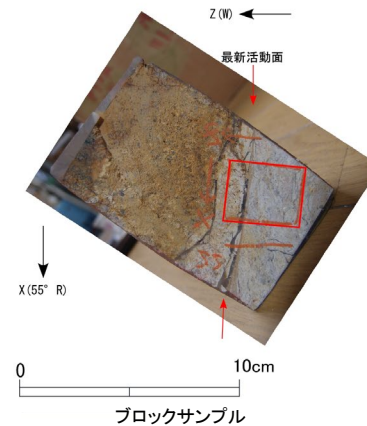
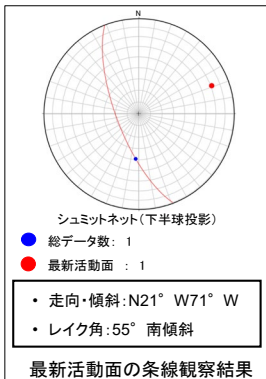


- 凡例
- 断層ガウジ
 - カタクレーサイト
 - R1面
 - P面

H24-E-1 深度8.41~9.70m K断層

・H24-E-1のボーリングコアから採取した薄片試料の観察結果によれば最新活動面(深度8.44m)の変位センスは、右ずれを伴う逆断層である。

・薄片観察に基づく断層岩区分の評価を行った結果、最新活動面付近に基質を構成する粘土鉱物が多く認められることから、断層ガウジを伴う破碎部であると判断した。(追加した文献も踏まえても変更なし。)

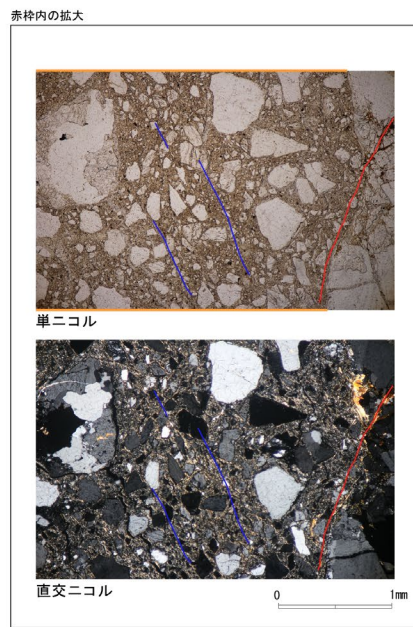
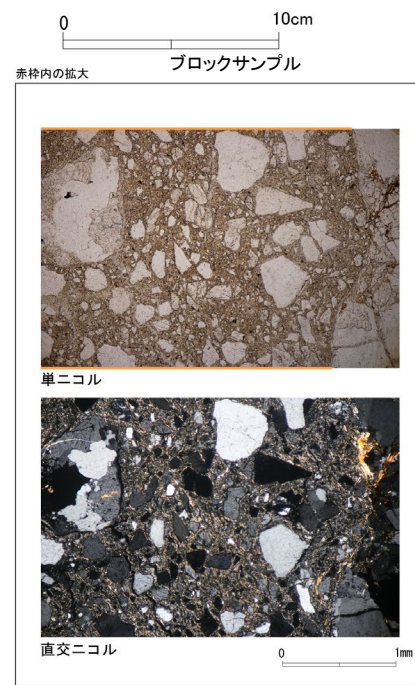
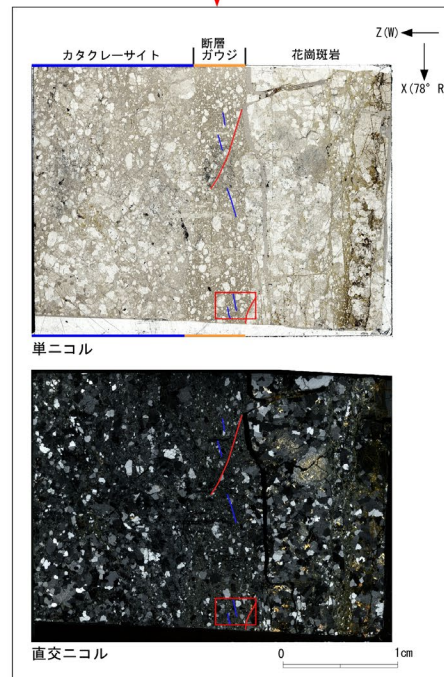
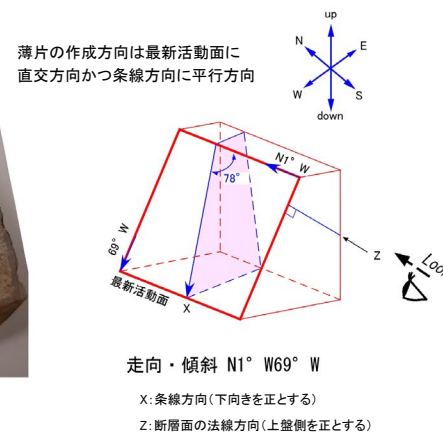
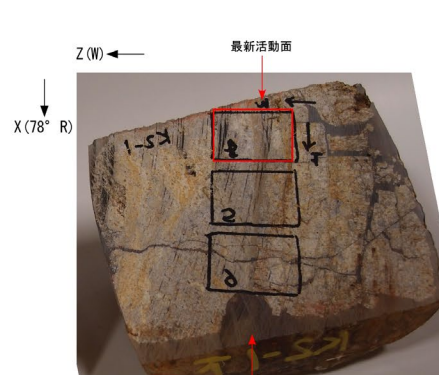
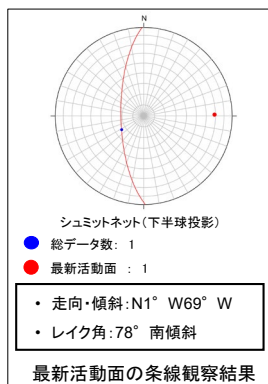


- 凡例
- 断層ガウジ
 - カタクレーサイト
 - R1面
 - P面

D-1トレンチ2-1ピット K断層

・D-1トレンチ2-1ピットから採取した薄片試料の観察結果によれば最新活動面の変位センスは、逆断層成分が卓越する。

・薄片観察に基づく断層岩区分の評価を行った結果、最新活動面付近に基質を構成する粘土鉱物が多く認められることから、断層ガウジを伴う破碎部であると判断した。(追加した文献も踏まえても変更なし。)

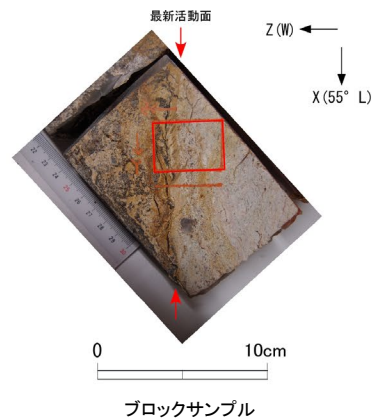
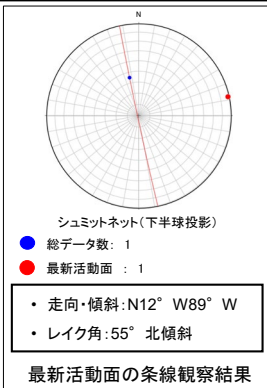


- 凡例
- 断層ガウジ
 - カタクレーサイト
 - R1面
 - P面

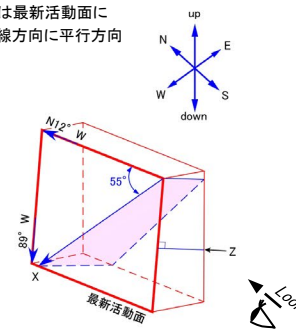
H24-B'-1 深度7.50~10.93m K断層

・H24-B'-1のボーリングコアから採取した薄片試料の観察結果によれば最新活動面(深度7.91m)の変位センスは、左ずれを伴う逆断層である。

・薄片観察に基づく断層岩区分の評価を行った結果、最新活動面付近に基質を構成する粘土鉱物が多く認められることから、断層ガウジを伴う破碎部であると判断した。(追加した文献も踏まえても変更なし。)



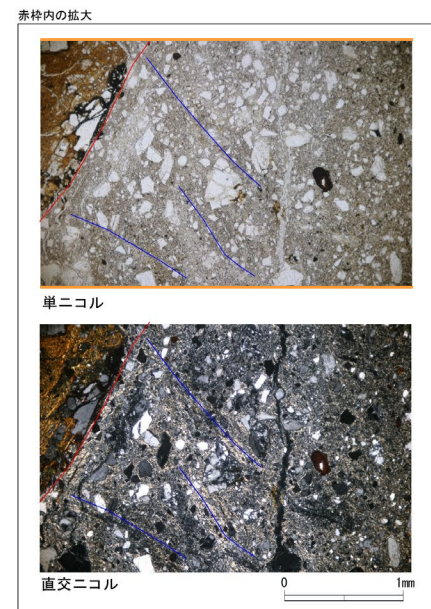
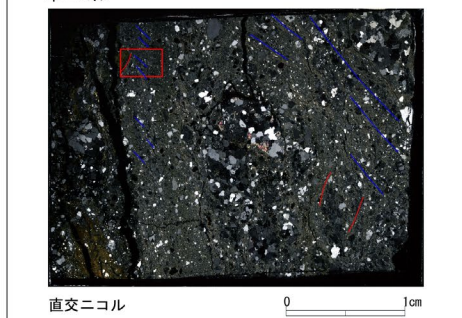
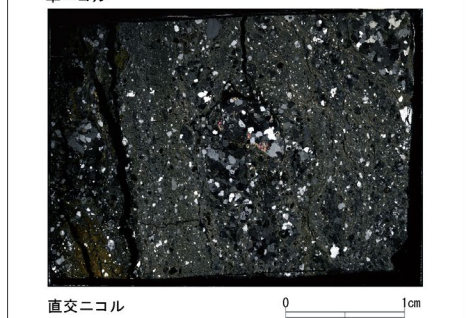
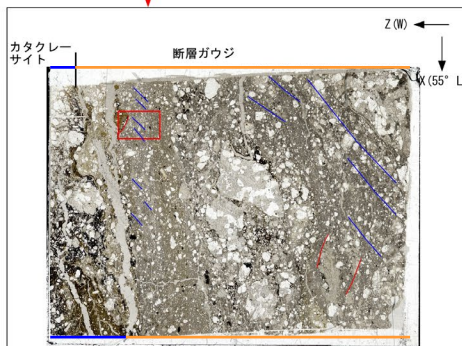
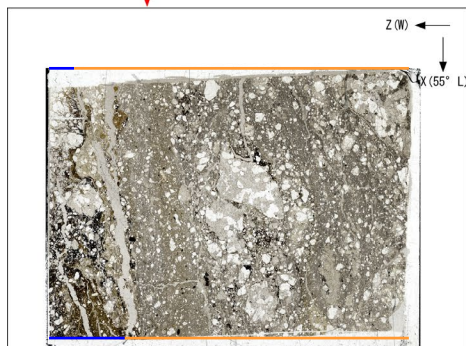
薄片の作成方向は最新活動面に
直交方向かつ条線方向に平行方向



走向・傾斜 N12° W89° W

X: 条線方向(下向きを正とする)

Z: 断層面の法線方向(上盤側を正とする)

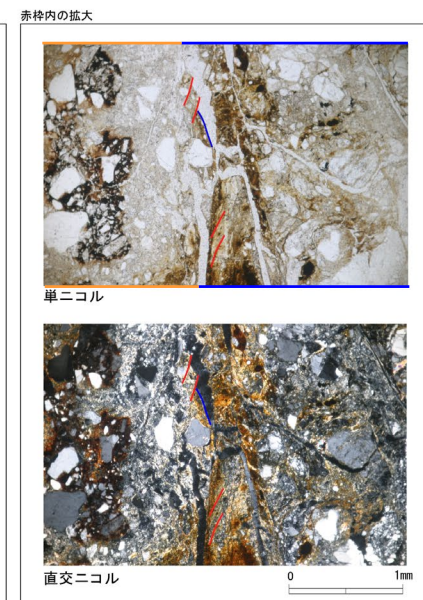
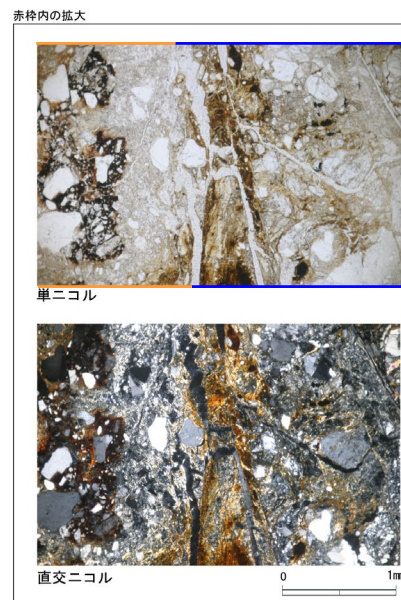
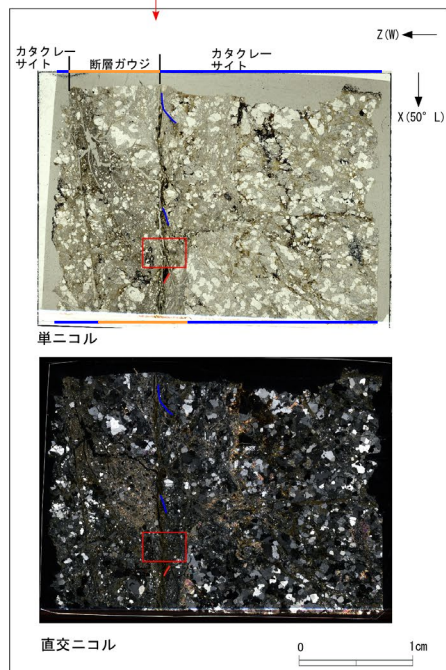
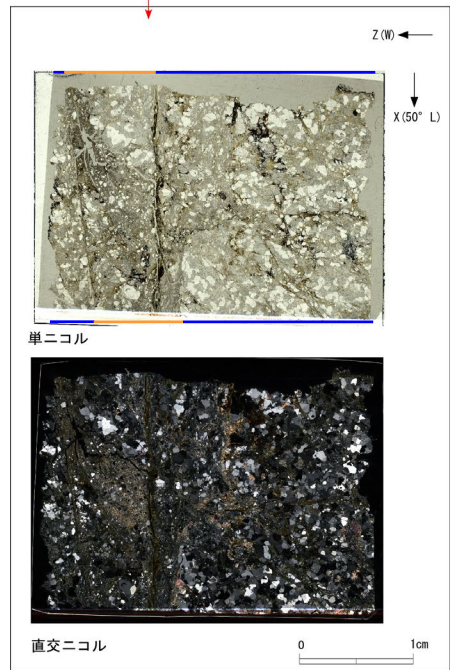
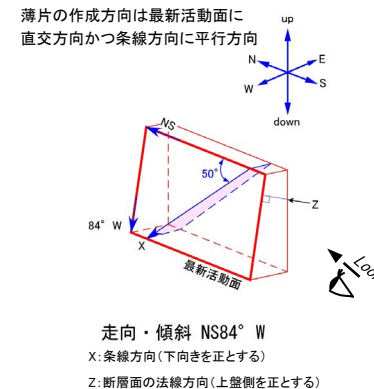
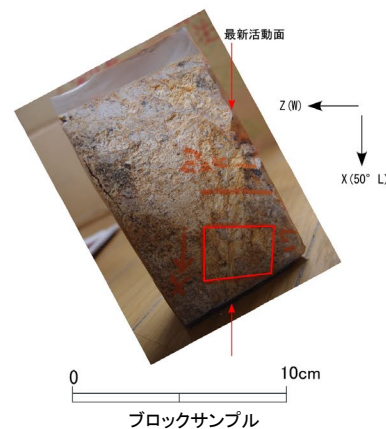
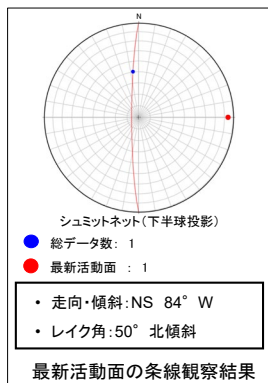


- 凡例
- 断層ガウジ
 - カタクレーサイト
 - R1面
 - P面

H24-B'-3 深度7.37~7.70m K断層

・H24-B'-3のボーリングコアから採取した薄片試料の観察結果によれば最新活動面(深度7.70m)の変位センスは、左ずれを伴う逆断層である。

・薄片観察に基づく断層岩区分の評価を行った結果、最新活動面付近に基質を構成する粘土鉱物が多く認められることから、断層ガウジを伴う破碎部であると判断した。(追加した文献も踏まえても変更なし。)



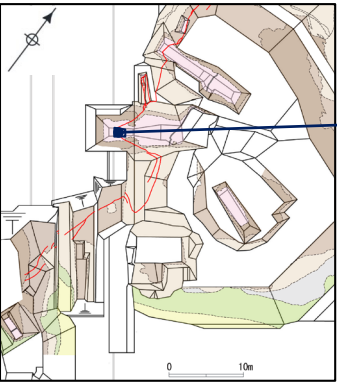
- 凡例
- 断層ガウジ
 - カタクレーサイト
 - R1面
 - P面

D-1トレンチ1-1ピット K断層(1/3)

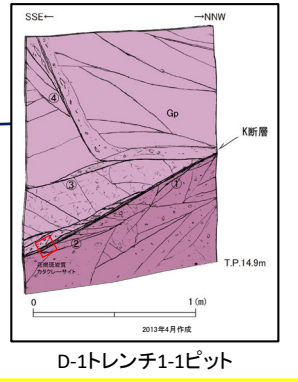
・D-1トレンチ1-1ピットから採取した薄片試料の観察結果によれば最新活動面の変位センスは、逆断層成分が卓越する。

・追加した文献も踏まえて薄片観察を実施したところ、最新活動ゾーンについては、以下の特徴が認められることから、断層ガウジを伴う破碎部であると判断した。

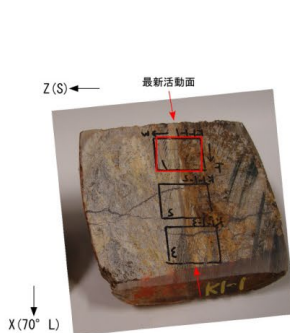
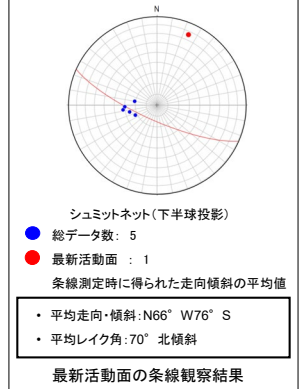
- ▶ 粘土状部の分布は帯状で直線的である。
- ▶ 基質は粘土鉱物を主体とする。
- ▶ せん断構造に伴う粘土鉱物の定向配列が認められる。
- ▶ 岩片は少ない。



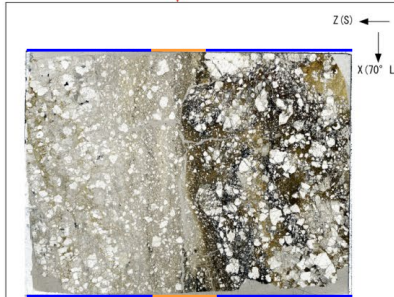
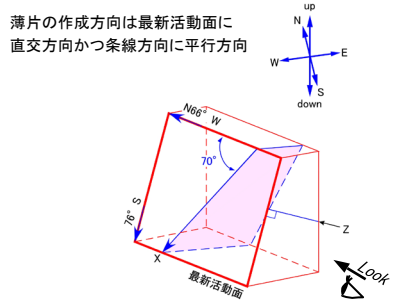
試料採取位置図



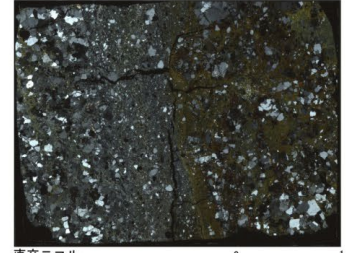
D-1トレンチ1-1ピット



ブロックサンプル



単ニコル



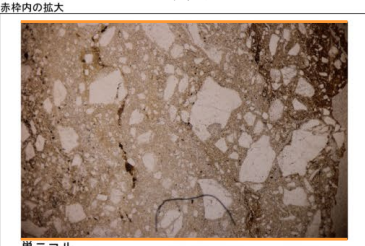
直交ニコル



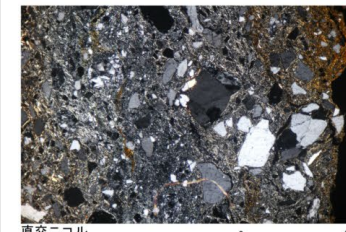
単ニコル



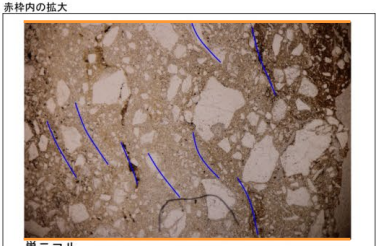
直交ニコル



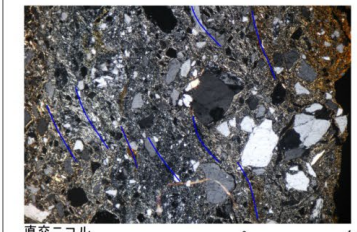
単ニコル



直交ニコル



単ニコル



直交ニコル

- 凡例
- 断層ガウジ
 - カタクレーサイト
 - R1面
 - P面

D-1トレンチ1-1ピット K断層(2/3)

・最新活動に伴うゾーンについては、以下の特徴が認められる。

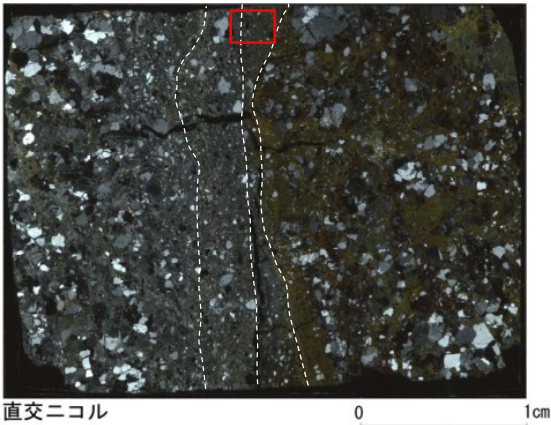
- 粘土状部の分布は帯状で直線的である。(図1)
- 基質は粘土鉱物を主体とする。(図2)

↑ ↓
最新活動面

図1



単ニコル

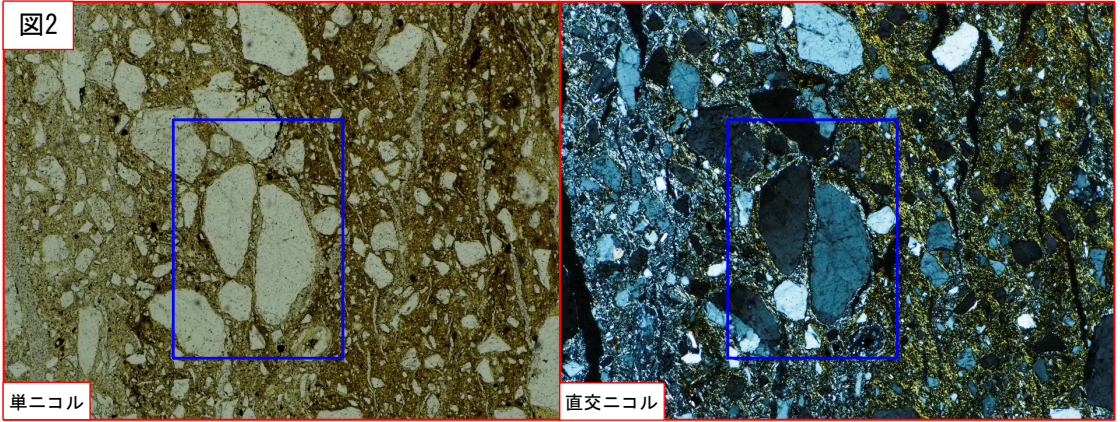


直交ニコル

図1では、断層ガウジが異なる複数のゾーンに分帯されている様子が認められる。

破線は認定したゾーンの境界を示す。

図2



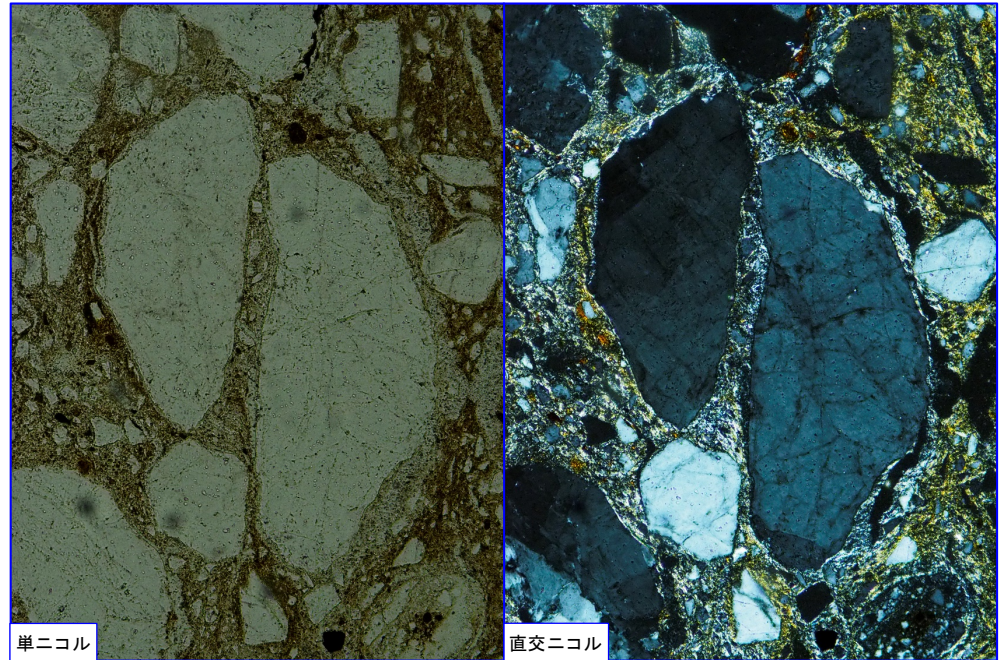
単ニコル

直交ニコル

500 μm

500 μm

↓ 拡大



単ニコル

直交ニコル

100 μm

100 μm

図2では、周囲に白色の断層ガウジを伴う岩片が、黄色の断層ガウジに取り込まれている様子も見られる。

D-1トレンチ1-1ピット K断層(3/3)

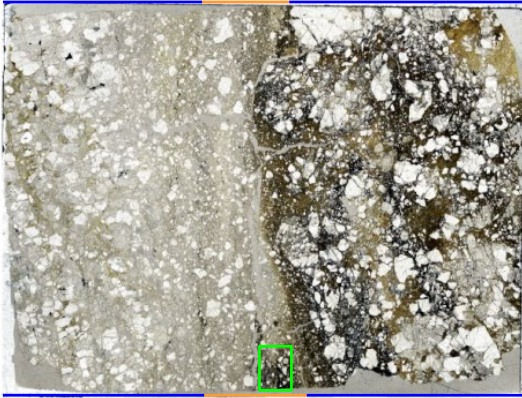
- ・最新活動に伴うゾーンについては、以下の特徴が認められる。
 - 基質は粘土鉱物を主体とする。(図3)
 - せん断構造に伴う粘土鉱物の定向配列が認められる。(図3)



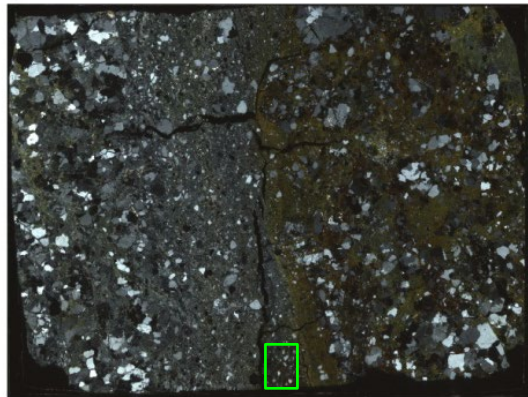
最新活動ゾーン

Z(S) ←

X(70° L) ↓

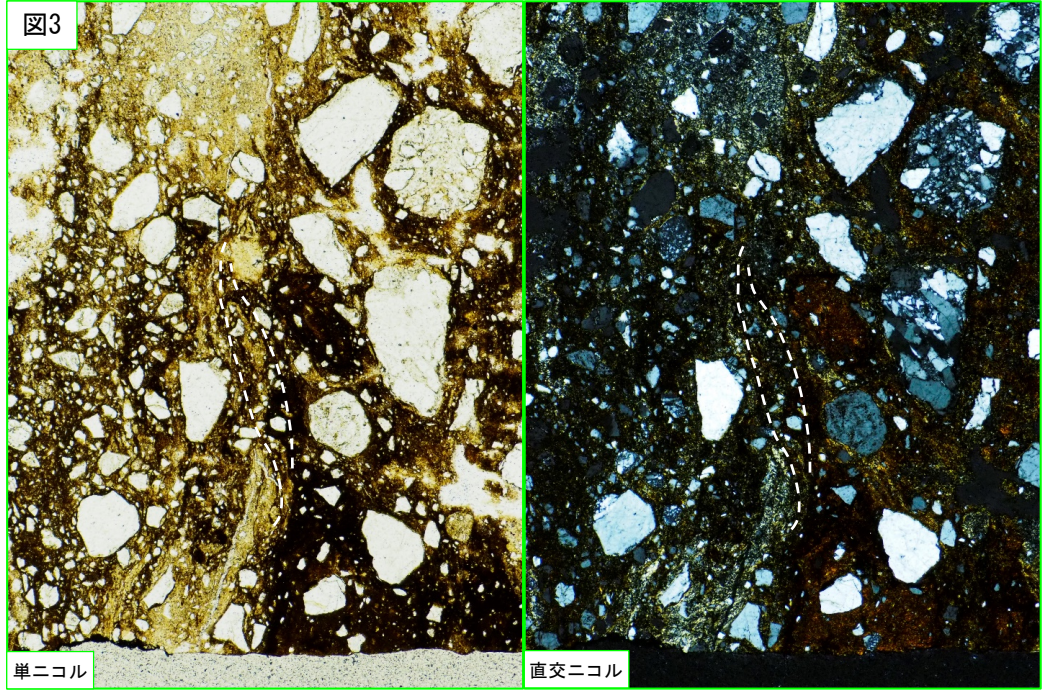


単ニコル



直交ニコル

0 1cm



単ニコル

直交ニコル

500 μm

500 μm

破線は粘土鉱物の配列を示す。