

11. 敷地の地質および変質鉱物脈の年代値

11. 敷地の地質および変質鉱物脈の年代値

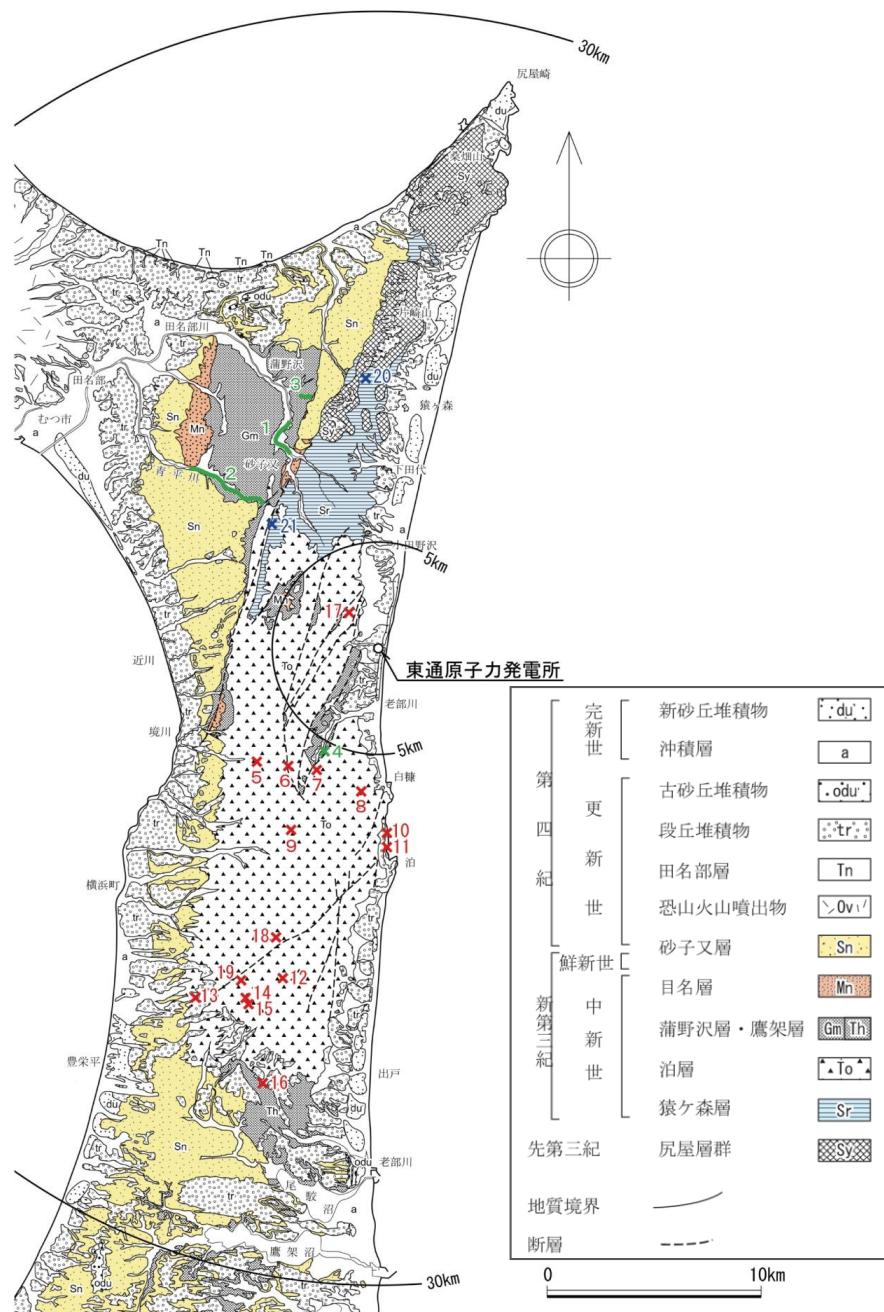
猿ヶ森層，泊層及び蒲野沢層の堆積年代

- 敷地近傍陸域及び敷地に分布する主要な地層である猿ヶ森層，泊層及び蒲野沢層について，敷地周辺陸域において堆積年代に関するデータが得られている。
- 猿ヶ森層からは台島型植物群に属する植物化石が産出し，本層最上部から *Crucidentricula kanayae* zone (16.9Ma~16.3Ma) に対比される珪藻化石群集が産出する。
- 泊層からは約15.2Ma~約12.7MaのK-Ar年代が得られており，本層下部から *Denticulopsis praelauta* zone (16.3Ma~15.9Ma) 及び *Denticulopsis lauta* zone (15.9Ma~14.9Ma) に対比される珪藻化石群集が産出する。
- 蒲野沢層からは *D. lauta* zone (15.9Ma~14.9Ma) ~ *Thalassiosira yabei* zone (11.5Ma~10.0Ma) に対比される珪藻化石群集が産出する。

敷地周辺陸域の堆積年代データ

		分析結果・測定結果	出典	
蒲野沢層	1	珪藻化石帯 <i>Denticulopsis lauta</i> Zone (15.9~14.9Ma [※]) ~ <i>Denticulopsis praedimorpha</i> Zone (12.9~11.5Ma [※])	秋葉・平松(1988)	
	2	珪藻化石帯 <i>Denticulopsis lauta</i> Zone (15.9~14.9Ma [※]) ~ <i>Thalassiosira yabei</i> Zone (11.5~10.0Ma [※])		
	3	珪藻化石帯 <i>Denticulopsis lauta</i> Zone (15.9~14.9Ma [※]) ~ <i>Denticulopsis praedimorpha</i> Zone (12.9~11.5Ma [※])	事業者調査結果	
	4	珪藻化石帯 <i>Denticulopsis lauta</i> Zone (15.9~14.9Ma [※])		
泊層	5	K-Ar年代(斜長石) 14.6±0.9Ma	watanabe et al. (1993)	
	6	K-Ar年代(斜長石) 12.8±1.0Ma		
	7	K-Ar年代(全岩) 14.5±0.4Ma		
	8	K-Ar年代(全岩) 13.7±0.9Ma		
	9	K-Ar年代(全岩) 15.2±0.5Ma		
	10	K-Ar年代(全岩) 13.2±0.6Ma		
	11	K-Ar年代(全岩) 13.0±0.6Ma		
	12	K-Ar年代(全岩) 14.6±0.5Ma		
	13	K-Ar年代(全岩) 13.9±0.5Ma		
	14	K-Ar年代(全岩) 13.6±0.5Ma		
	15	K-Ar年代(全岩) 13.1±0.7Ma		
	16	K-Ar年代(全岩) 14.5±0.9Ma		
	17	K-Ar年代(斜長石) 12.7±0.6Ma		事業者調査結果
	18	珪藻化石帯 <i>Denticulopsis praelauta</i> Zone (16.3~15.9Ma [※])		
	19	珪藻化石帯 <i>Denticulopsis lauta</i> Zone (15.9~14.9Ma [※])		
	猿ヶ森層	20		台島型植物群 (前期中新世後半~中期中新世初頭 ^{※※})
		21	珪藻化石帯 <i>Crucidentricula kanayae</i> Zone (16.9~16.3Ma [※])	事業者調査結果

※年代は，Yanagisawa・Akiba(1998)による。
※※年代は，地学団体研究会編(1996)による。



敷地周辺の地質図

—×— 蒲野沢層の年代試料採取箇所
× 泊層の年代試料採取箇所
× 猿ヶ森層の年代試料採取箇所

11. 敷地の地質および変質鉱物脈の年代値

高角度の変質鉱物脈のK-Ar年代測定結果

➤ 高角度の変質鉱物脈中には自形の鉱物が生成しており、K-Ar年代はいずれの試料も概ね10Maの値を示す。

年代測定結果

試料番号	測定鉱物 (粒径)	カリウム含有量 (N=2) (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 (%)
V-e1	セラドナイト (0.2-2 μm)	3.386 ± 0.068	134.8 ± 4.5	10.23 ± 0.39	62.7
V-e2	セラドナイト (0.2-2 μm)	4.410 ± 0.088	161.2 ± 4.0	9.40 ± 0.30	52.5
V-c	セラドナイト (0.2-2 μm)	2.487 ± 0.050	106.1 ± 4.3	10.96 ± 0.49	68.2
V-1	スメクタイト セピオライト 雲母鉱物 斜長石 (0.2-2 μm)	2.220 ± 0.044	91.1 ± 6.7	10.54 ± 0.80	81.2

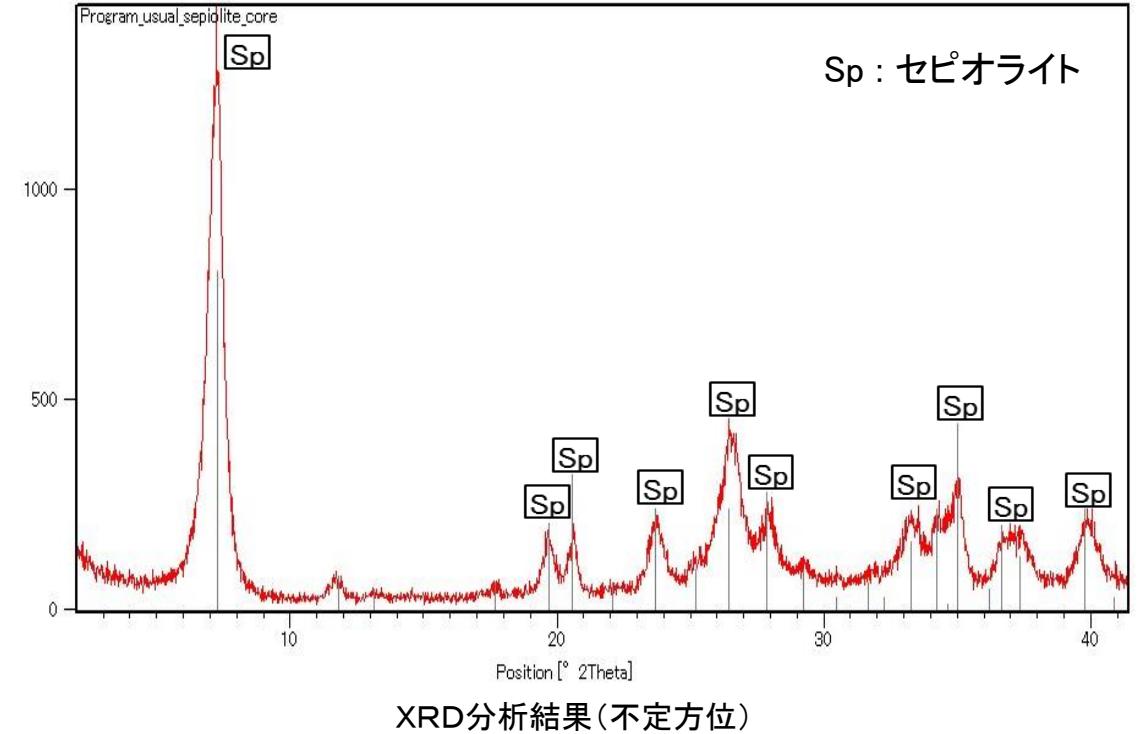
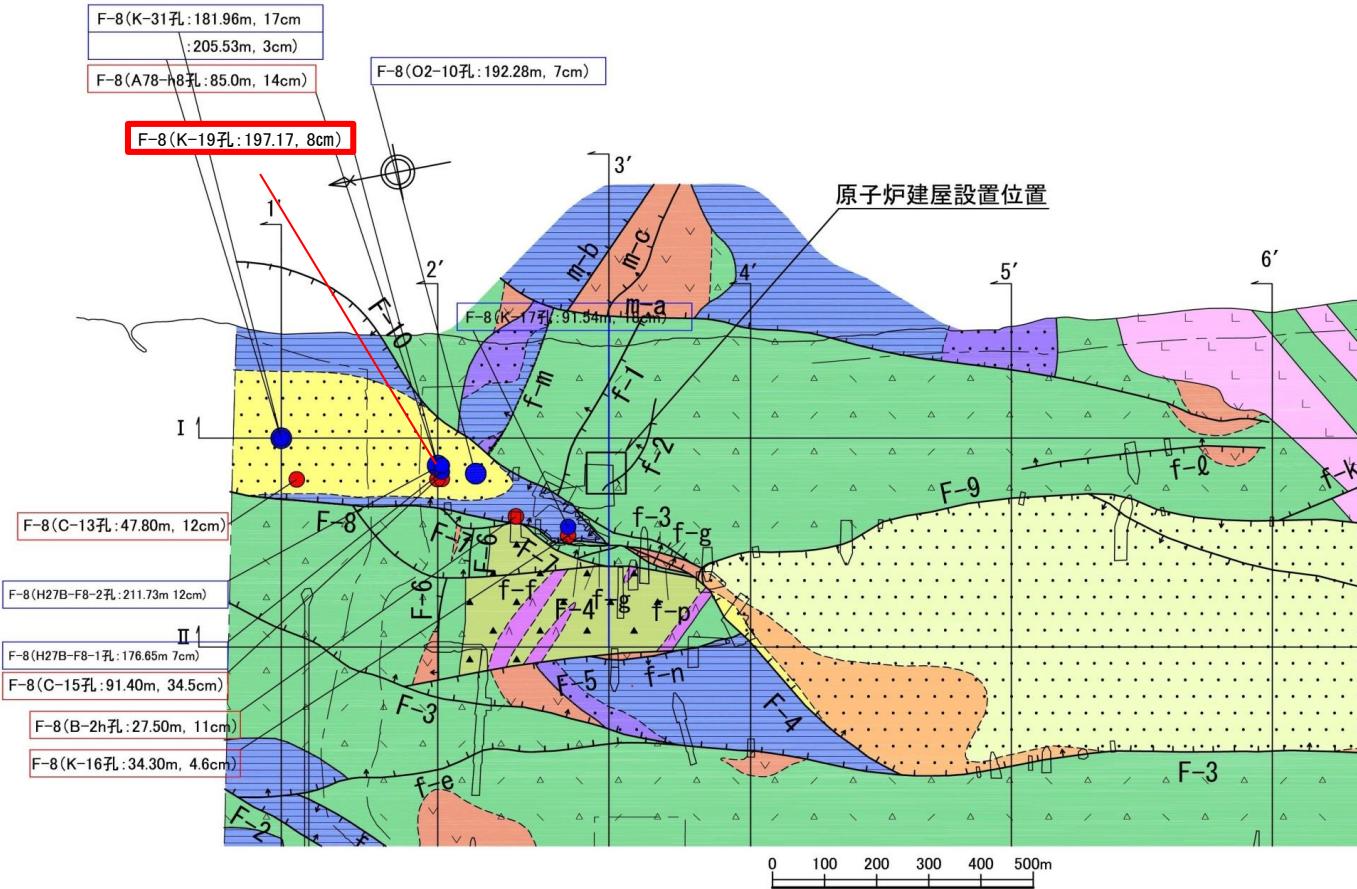
[年代値について]

- 東北日本の新第三系の熱水変質起源のセラドナイトのK-Ar年代から、約14.8Ma~4.9Maの年代値が得られている。(植田・鈴木, 1973)
- 青函トンネル掘削時に新第三紀系中新統の断層を埋めて産出したセピオライトの報告事例がある。(Sakamoto et al., 1980)
- 泊層の安山岩溶岩のK-Ar年代測定結果から、約15Ma ~ 13Maの年代値が得られている。(Watanabe et al., 1993)
⇒高角度の変質鉱物脈は、泊層中に認められる。自生鉱物のK-Ar年代値は泊層より若い年代を示しており、既存の報告とも整合しており、10Ma前後の熱水変質によって形成されたと考えられる。

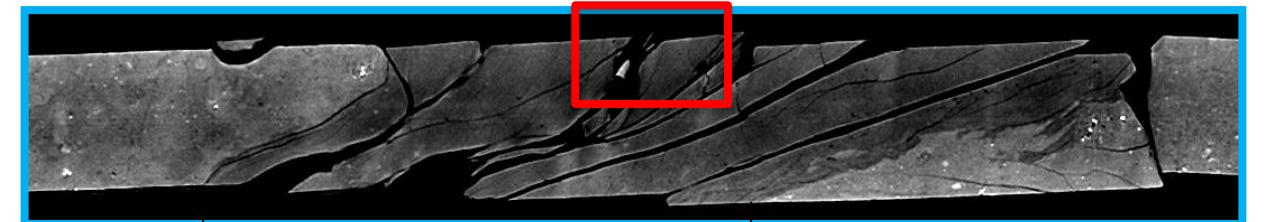
11. 敷地の地質および変質鉱物脈の年代値

セピオライトのK-Ar年代測定結果 (F-8断層)

- F-8断層の破碎部は、f-1断層の破碎部と同様にセピオライトが形成されている。F-8断層の破碎部は、軟質なガウジを伴わず、固結・岩石化している。
- 本孔におけるセピオライトのK-Ar法による年代は、 11.6 ± 1.0 Maの値が得られている。



ボーリングコア
試料採取箇所



F-8断層
197.10 197.20 197.30 197.40 197.50 m

CT画像

年代測定結果

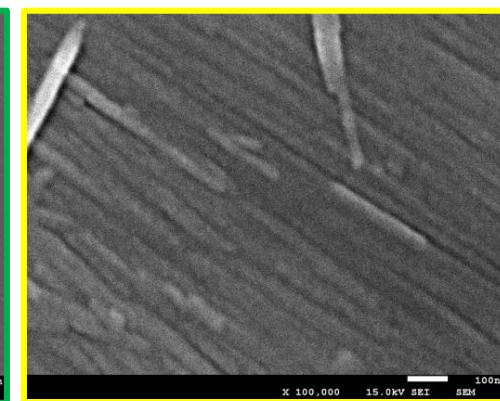
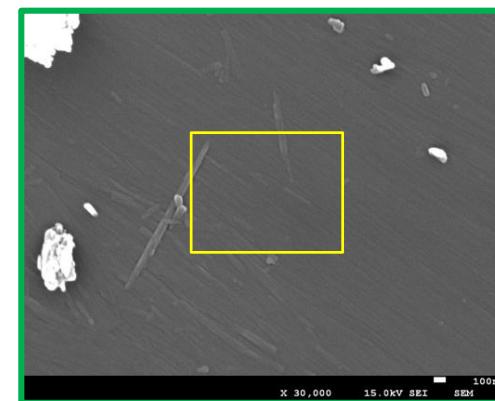
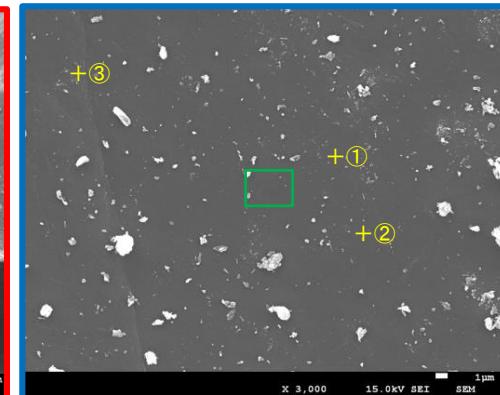
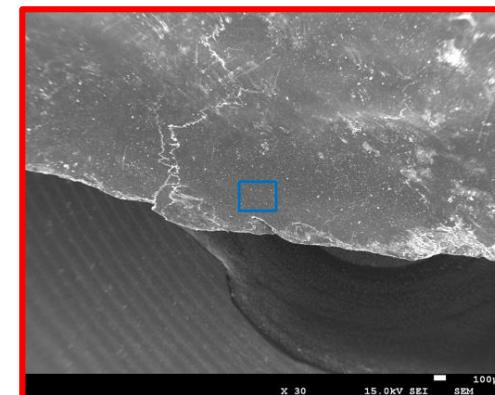
試料番号	測定鉱物 (粒径)	カリウム含有量 (N=2) (wt.%)	放射性起源 ⁴⁰ Ar (10 ⁻⁸ cc STP/g)	K-Ar年代 (Ma)	非放射性起源 ⁴⁰ Ar (%)
K-19 197.30-197.45m (F-8断層)	セピオライト (<#150)	0.225 ± 0.005	10.1 ± 0.9	11.6 ± 1.0	83.8

セピオライトのK-Ar年代測定結果 (F-8断層: 薄片, EDS分析結果)

- 年代測定を行った断層破碎部のEDS定量分析を行った。
- EDS定量分析値は、セピオライトの値と概ね一致している。
- SEM観察から繊維状の自生鉱物が見られた。



EDS定量分析試料



試料のSEM像とEDS定量分析箇所

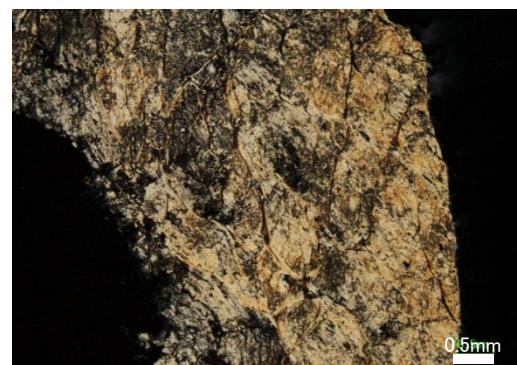
+ 分析箇所



研磨片



薄片写真
(左:オープン, 右:クロス)



顕微鏡写真
(左:オープン, 右:クロス)

EDS定量分析結果

化合物	①	②	③	セピオライト 文献値(1)	セピオライト 文献値(2)
SiO ₂	62.74	63.76	64.12	52.17	54.56
TiO ₂	0.00	0.00	0.00	0.20	-
Al ₂ O ₃	0.50	0.49	0.33	1.47	0.99
Fe ₂ O ₃	-	-	-	8.16	1.56
FeO	10.89	10.75	11.52	1.43	0.88
MgO	19.97	19.92	19.94	18.28	21.72
CaO	0.14	0.00	0.00	0.11	3.02
Na ₂ O	4.85	4.28	3.21	0.12	0.01
MnO	0.75	0.61	0.72	0.09	-
K ₂ O	0.15	0.19	0.16	0.15	0.02
H ₂ O(+)	-	-	-	9.38	9.23
H ₂ O(-)	-	-	-	8.29	7.92
Total	99.99	100.00	100.00	99.85	99.91

文献値(1): 青函トンネル産 Fe-セピオライト (Sakamoto et. al., 1980)

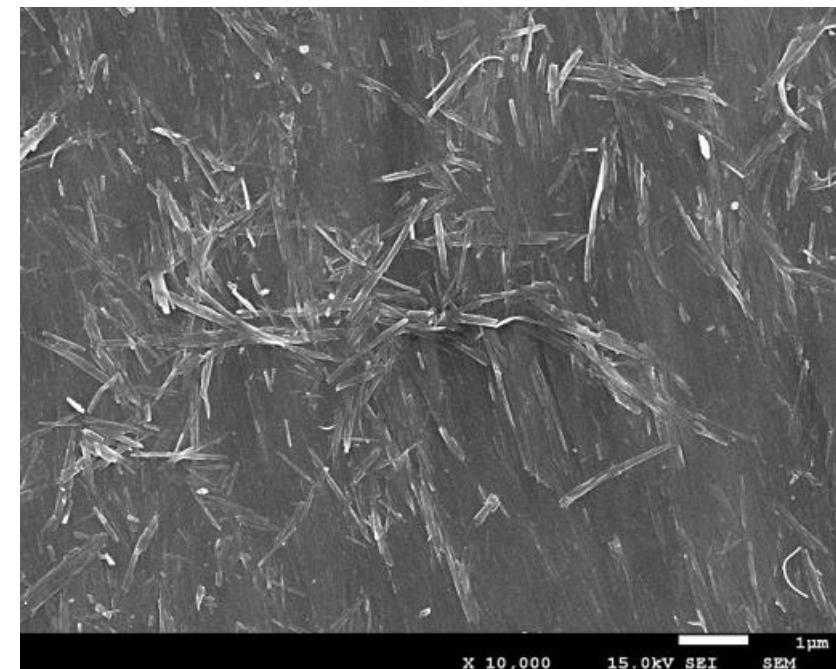
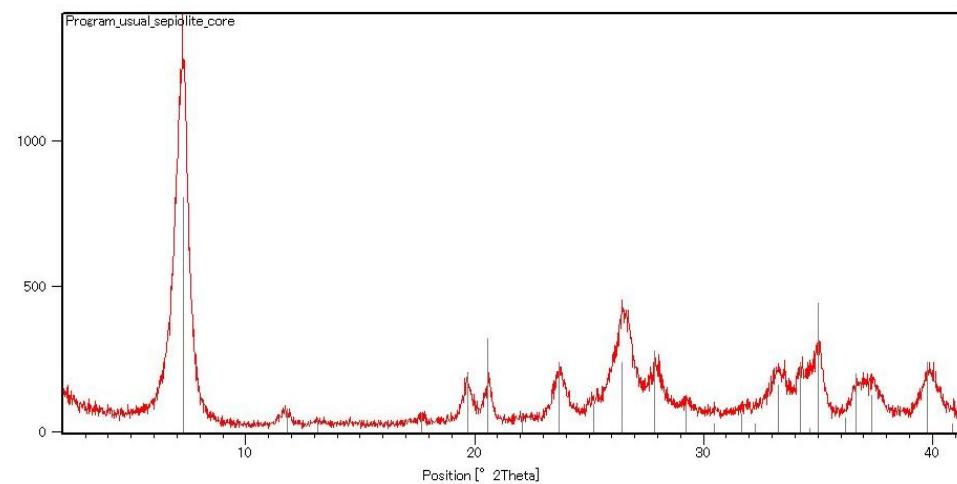
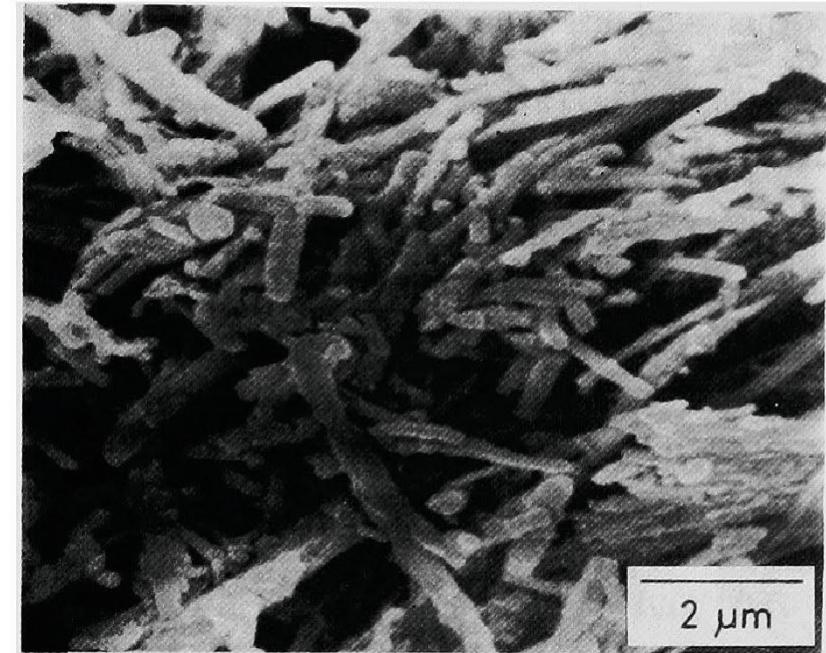
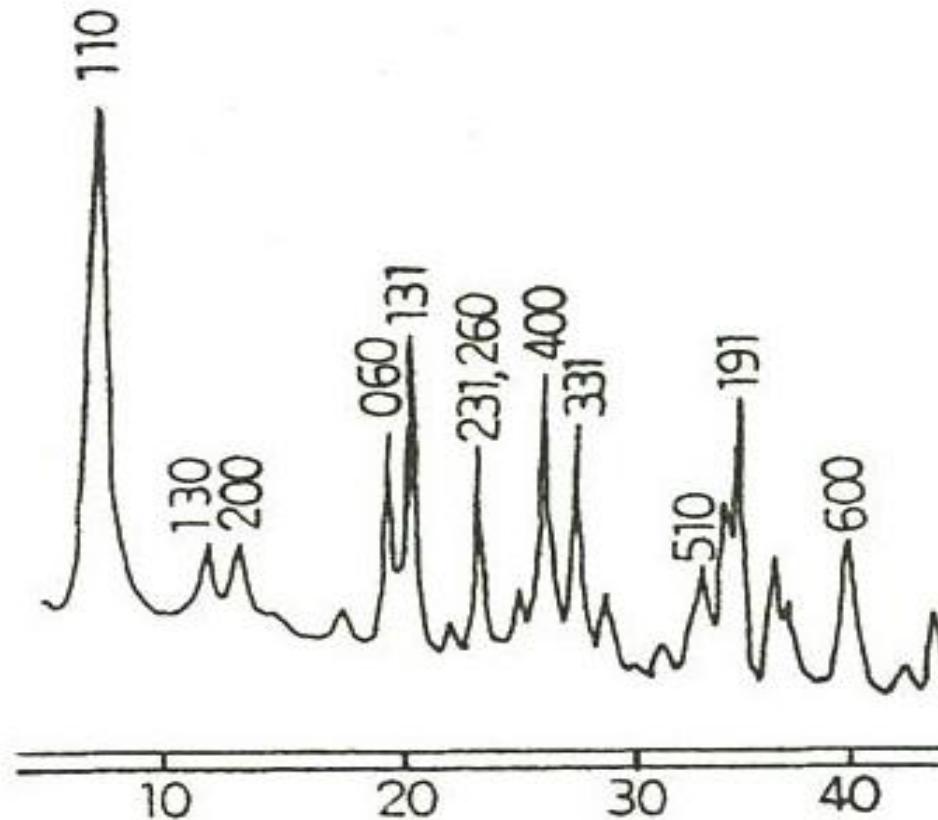
文献値(2): 新潟県赤谷鉱山産セピオライト (Imai et. al., 1967)

(単位:w%)

11. 敷地の地質および変質鉱物脈の年代値

セピオライトのK-Ar年代測定結果(F-8断層:セピオライトについて)

- 栃木県葛生で産出するセピオライト(今井, 1966)と敷地で見られるセピオライトのX線チャートと比較し, それぞれ同様のプロファイルを示すことを確認した。
- 青函トンネルで産出したセピオライトのSEM像(Sakamoto.et.al., 1980)と比較し, 類似した形態であることを確認した。



(上) 栃木県葛生で産出するセピオライトのX線チャート(今井, 1966)
(下) 東通敷地内(F-8断層破碎部)のX線チャート

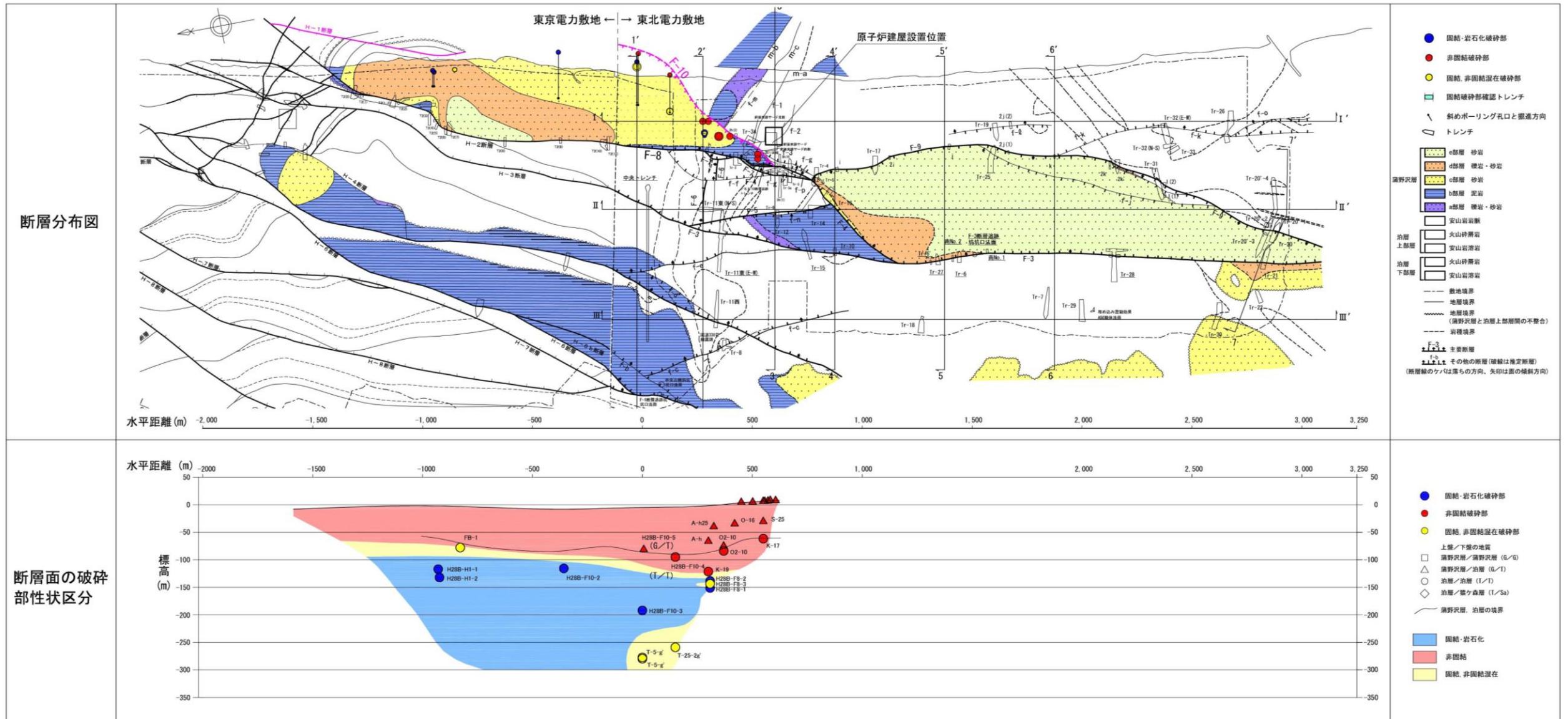
(上写真) 青函トンネル産セピオライトのSEM像(Sakamoto. et. al., 1980)
(下写真) 東通敷地内(F-8断層破碎部)セピオライトのSEM像

12. F-10断層破碎部の固結・岩石化

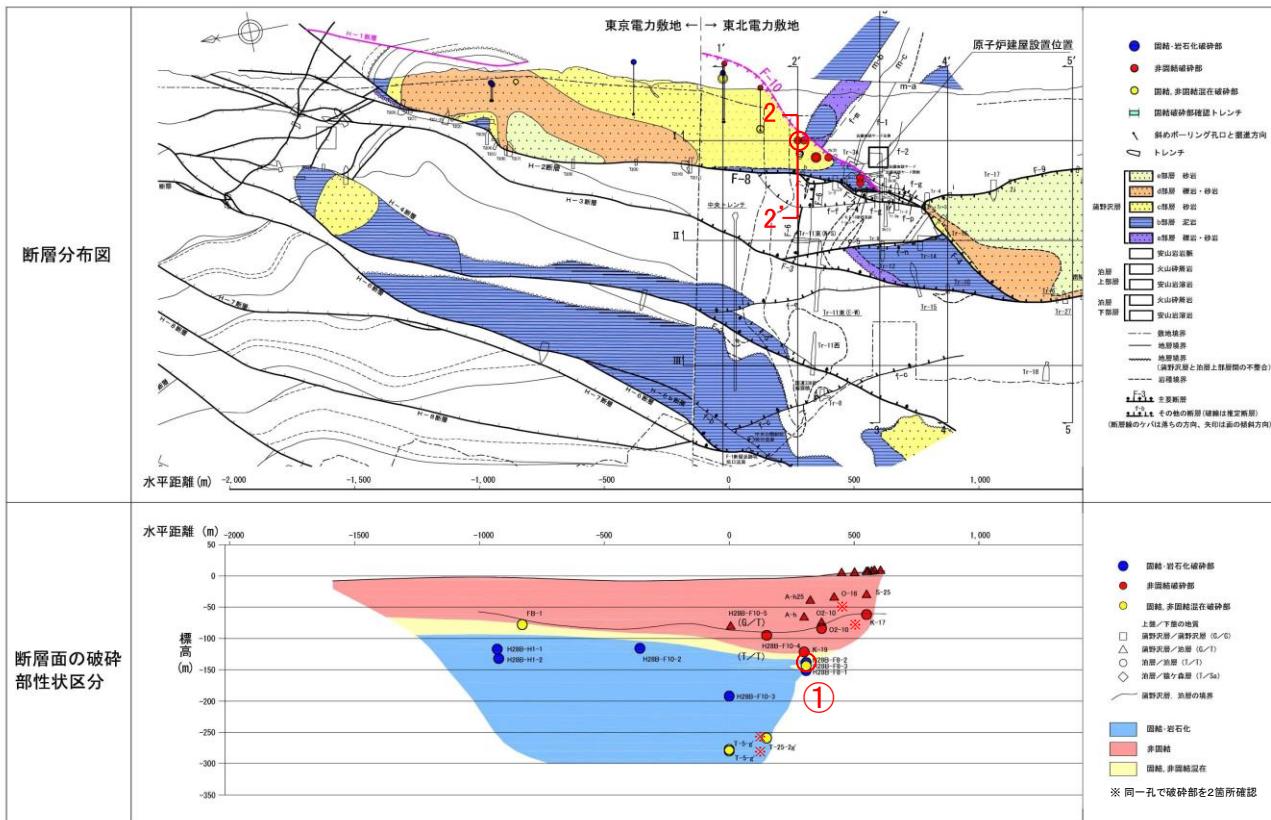
12. F-10断層破碎部の固結・岩石化

F-10断層破碎部の固結・岩石化 (H27B-F8-2孔)

➤ F-10断層の破碎部は、深部で広く固結・岩石化している。

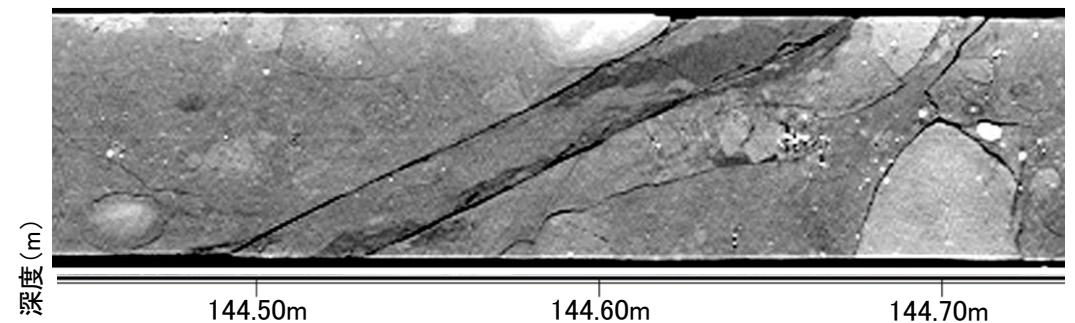
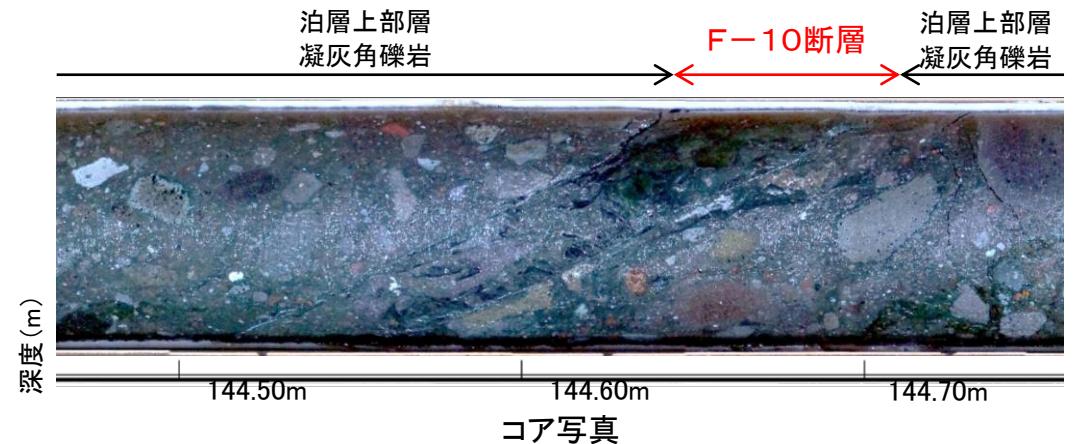
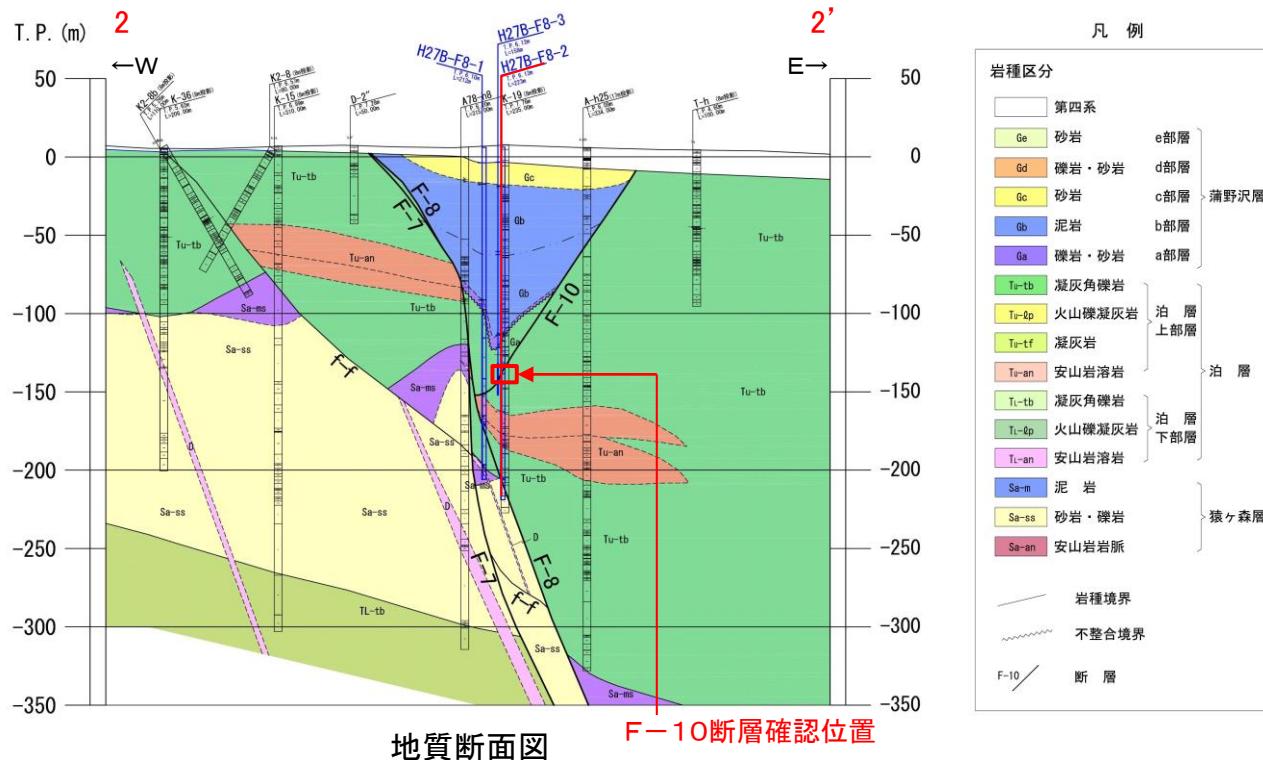


F-10断層破碎部の固結・岩石化 (H27B-F8-2孔)



- H27B-F8-2孔で確認されたF-10断層破碎部は泊層上部層中に位置する。
- 断層破碎部は、固結・岩石化し、粘土状の軟質部は認められない。
- X線CT画像から破碎部と母岩の明るさに差異はなく、両者が同等の密度であると判断される。
- 断層破碎部は、岩石相当の硬さで周辺の母岩と密着して一体の岩石となっている。
- 断層破碎部は、熱水変質によるセピオライト化、珪化作用で固結したと判断される。

F-10断層破碎部性状

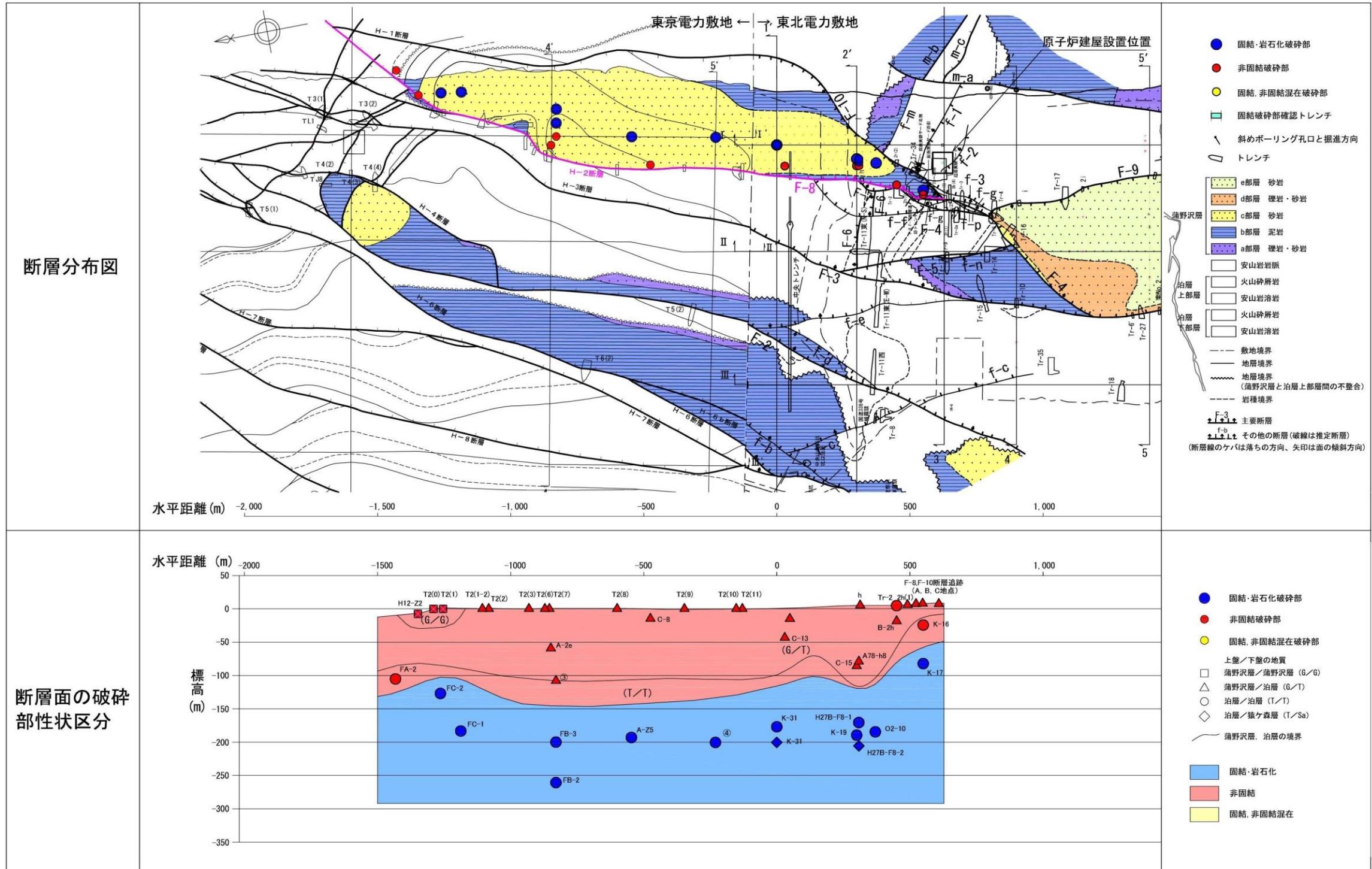


①H27B-F8-2孔 144.42m~144.75m

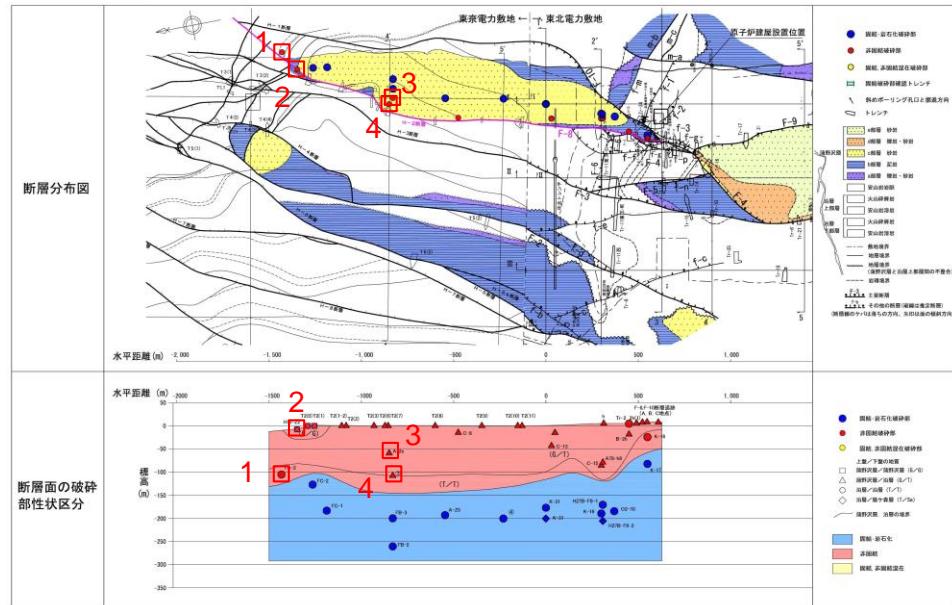
13. F-8断層破碎部の性状

F-8(H-2)断層破碎部の性状

- 東北電力敷地のF-8断層, この北方延長の東京電力敷地のH-2断層は, ボーリング22孔で破碎部が確認されている。
- 破碎部の性状は, 非固結の破碎部が10孔, 固結及び固結・岩石化する破碎部が12孔で確認されている。このうち, 石英を伴う固結・岩石化する破碎部は, 3孔で確認されている。
- 非固結及び固結・非固結混在の破碎部は, 深度約100mより浅部で上盤が蒲野沢層, 下盤が泊層の箇所に主に認められ, 固結及び固結・岩石化する破碎部は深度約100mより深部で上下盤が泊層の箇所に主に認められる。



H-2 (F-8)断層破碎部の個別性状 (1/7)



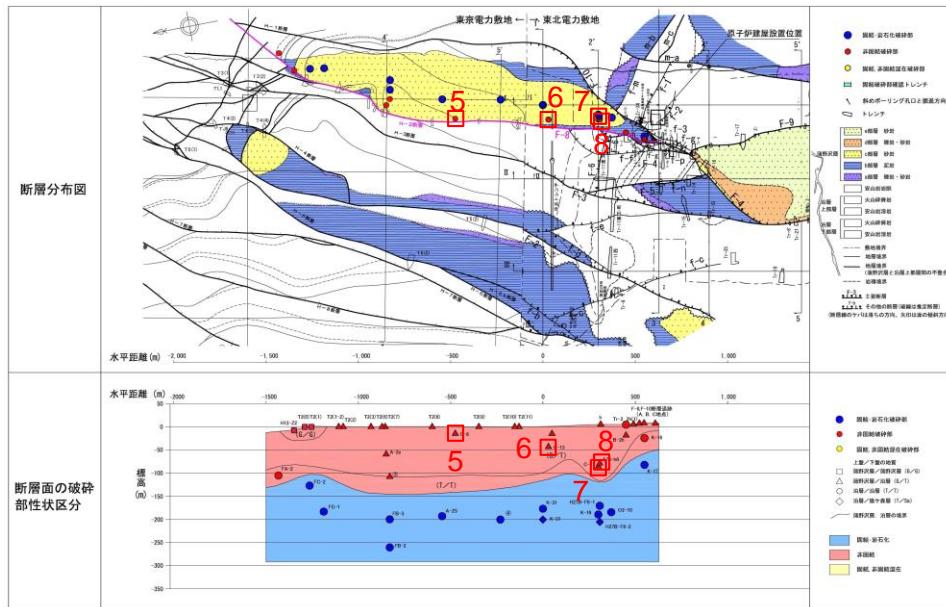
- 東京電力敷地H-2 (F-8)断層の非固結, 固結・非固結混在の破碎部を示す。
- H-2 (F-8)断層の非固結, 固結・非固結混在の破碎部は, 深度約100mより浅部で上盤が蒲野沢層, 下盤が泊層の箇所に主に認められる。

H-2断層の非固結破碎部

※1 G: 蒲野沢層, T: 泊層上部層, S: 猿ヶ森層

断層	孔番		深度(m)	上盤/下盤 の地質※1	断層破碎部の性状	コア写真
	①	②				
F-8 (H-2)	①	FA-2	107.10~ 107.31	T/T	非固結 ・粘土状部(3.6cm), 砂状部 ~細片状部 (幅9.9cm)よりなる。	
	②	H12-Z2	9.95~9.97	G/T	非固結 ・砂状部(幅1.9cm)よりなる。	
	③	A-2e	65.35~ 65.60	G/T	非固結 ・シルト状部(7.1cm), 砂状部 (10.6cm)よりなる (全体幅17.7m)。	
	④	③	113.96~ 114.67	G/T	非固結 ・粘土状部(幅5.5cm), 砂混 じりシルト部(幅4cm), 礫 状~レンズ状を呈する弱 破碎部(約38.6cm)よりなる。	

F-8(H-2)断層破碎部の個別性状(2/7)



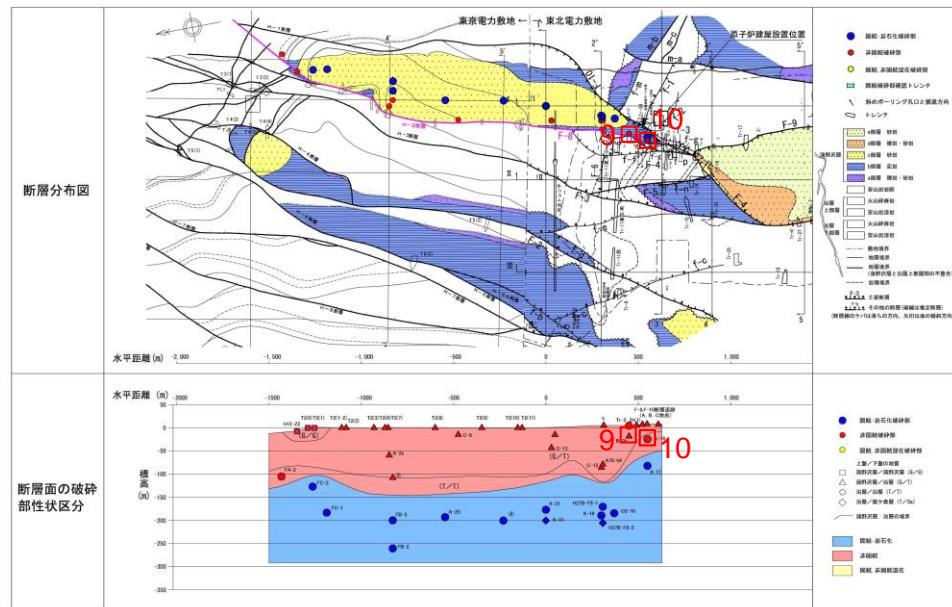
- 東京電力敷地のH-2断層, 東北電力敷地のF-8断層の非固結の破碎部を示す。
- F-8(H-2)断層の非固結の破碎部は, 深度約100mより浅部で上盤が蒲野沢層, 下盤が泊層の箇所に主に認められる。

H-2断層, F-8断層の非固結破碎部

断層	孔番		深度(m)	上盤/下盤の地質※1	性状	コア写真
	5	6				
F-8 (H-2)	5	C-8	22.10~ 22.25	G/T	非固結 ・砂状部(幅9.6cm)よりなる。	
	6	C-13	47.80~ 47.92	G/T	非固結 ・細片状, 葉片状よりなる。 (コア長12cm)	
	7	C-15	91.40~ 91.85	G/T	非固結 ・細片状~粘土状(幅34.5cm)よりなる。	
	8	A78-h8	85.00~ 85.60	G/T	非固結 ・細片状~粘土状(幅14cm)よりなる。	

※1 G: 蒲野沢層, T: 泊層上部層, S: 猿ヶ森層

F-8(H-2)断層破碎部の個別性状(3/7)



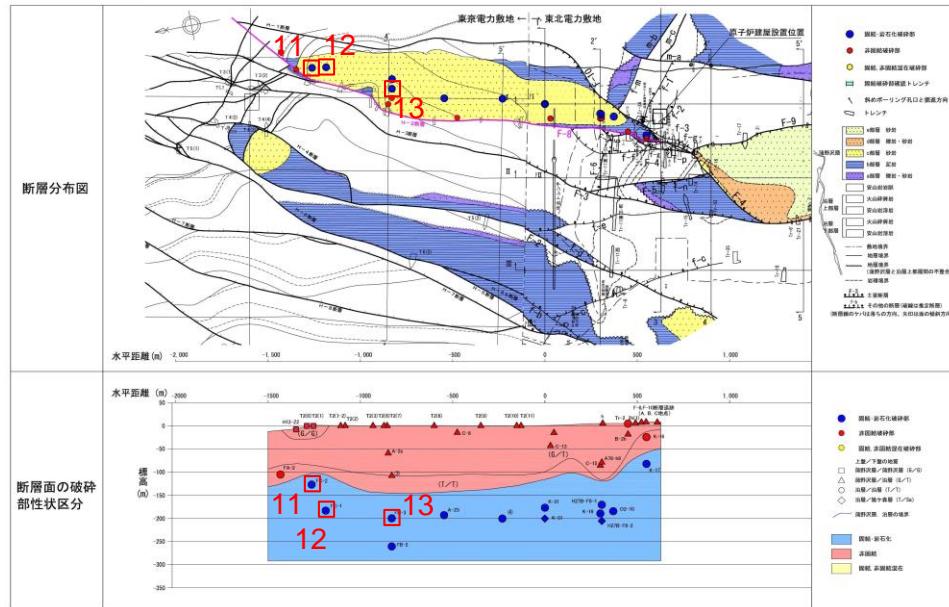
- 東北電力敷地のF-8断層の非固結の破碎部を示す。
- F-8断層の非固結の破碎部は、深度約100mより浅部で上盤が蒲野沢層、下盤が泊層の箇所に主に認められる。

F-8断層の非固結破碎部

断層	孔番		深度(m)	上盤/下盤の地質※1	性状	コア写真
	9	B-2h				
F-8 (H-2)	9	B-2h	27.50~27.85	G/T	非固結 ・粘土状部, 鱗片状部 (幅11cm)よりなる。	
	10	K-16	34.30~34.41	T/T	非固結 ・粘土状部 (幅4.6cm) よりなる。	

※1 G: 蒲野沢層, T: 泊層上部層, S: 猿ヶ森層

H-2(F-8)断層破碎部の個別性状(4/7)



- 東京電力敷地のH-2(F-8)断層の固結及び固結・岩石化する破碎部を示す。
- 固結及び固結・岩石化する破碎部は、深度約100mより深部で上下盤が泊層の箇所主に認められる。
- 固結及び固結・岩石化する破碎部は、セピオライト化する熱水変質型を主とし、場所によって石英脈を伴う。

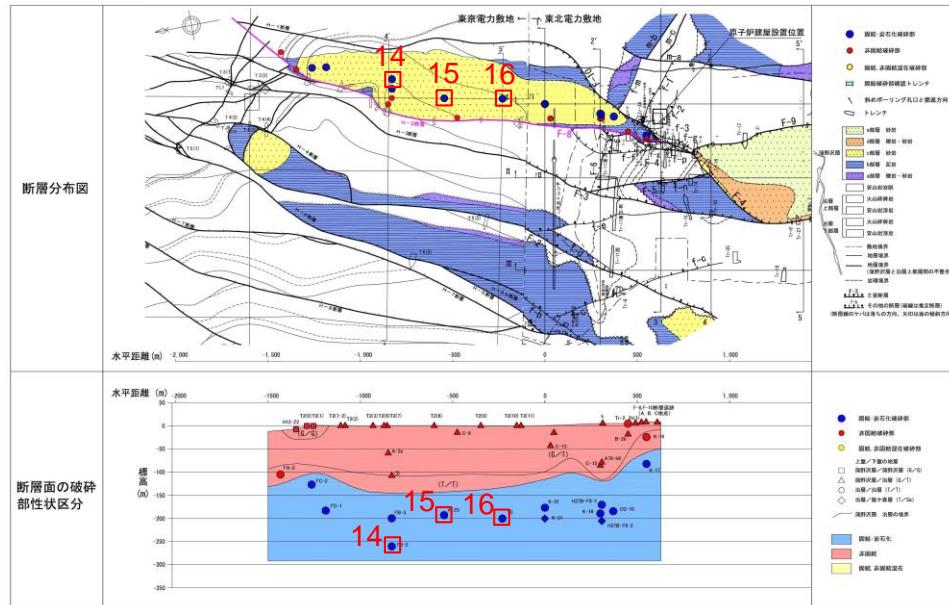
H-2断層の固結破碎部

断層	孔番	深度(m)	上盤/下盤の地質※1	性状	コア写真※2
F-8 (H-2)	11 FC-2	129.14~129.35	T/T	熱水変質型固結・岩石化 ・セピオライト化, 石英(玉髓)脈を伴い固結する(幅3.2cm)。	
	12 FC-1	185.49~185.66	T/T	熱水変質型固結 ・セピオライト化し固結する(幅4.0cm)。	
	13 FB-3	205.63~206.79	T/T	熱水変質型続成型固結 ・セピオライト化し固結する(205.63~205.77, 205.92~205.97, 206.74~206.79m間にセピオライトした破碎部あり)。 ・全体幅60.5cm。	

※1 G: 蒲野沢層, T: 泊層上部層, S: 猿ヶ森層

※2 Sp: セピオライト, Qz: 石英(玉髓)

H-2 (F-8)断層破碎部の個別性状 (5/7)



- 東京電力敷地のH-2 (F-8)断層の固結及び固結・岩石化する破碎部を示す。
- 固結及び固結・岩石化する破碎部は、深度約100mより深部で上下盤が泊層の箇所主に認められる。
- 固結及び固結・岩石化する破碎部は、セピオライト化する熱水変質型を主とし、場所によって石英(玉髓)脈、続成型固結破碎部を伴う。

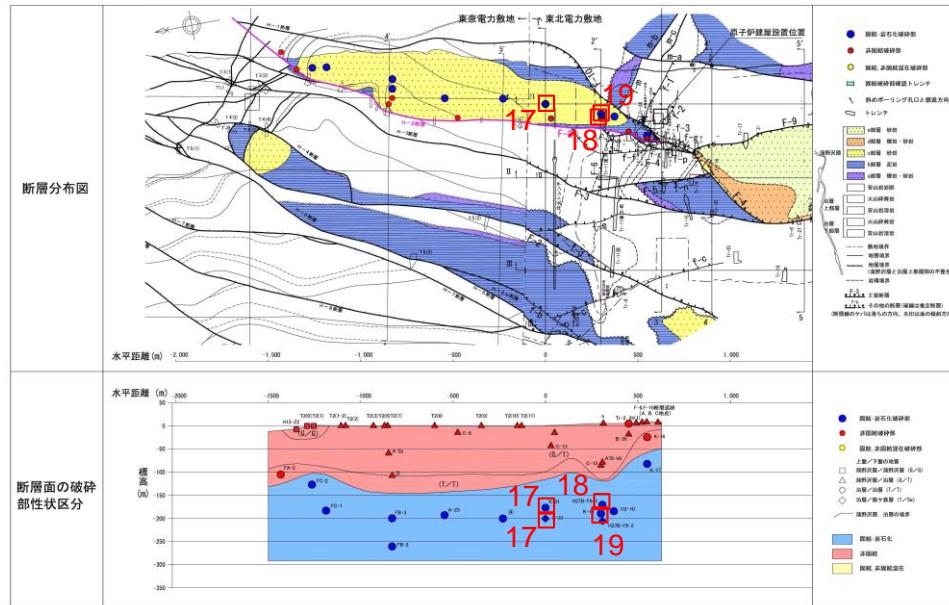
H-2断層の固結破碎部

断層	孔番	深度(m)	上盤/下盤の地質※1	性状	コア写真※2
F-8 (H-2)	14 FB-2	264.81~265.12	T/T	熱水変質型固結 ・セピオライト化し固結する(幅9.3cm)。	
	15 A-Z5	200.82~201.60	T/T	熱水変質型続成型固結・岩石化 ・セピオライト化し、石英(玉髓)脈を伴う固結区間と続成型固結区間がある。(幅約54.4cm)	
	16 ④	207.20~207.56	T/T	熱水変質型固結 ・セピオライト化し、固結する(幅約36cm)。	

※1 G: 蒲野沢層, T: 泊層上部層, S: 猿ヶ森層

※2 Sp: セピオライト, Qz: 石英(玉髓)

F-8(H-2)断層破碎部の個別性状(6/7)



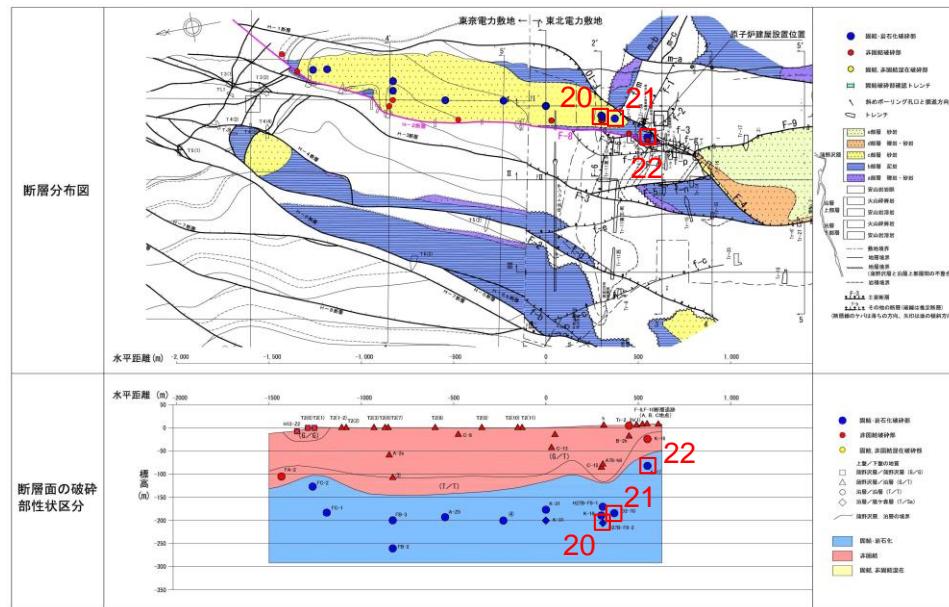
- ▶ 東北電力敷地のF-8(H-2)断層の固結及び固結・岩石化する破碎部を示す。
- ▶ 固結及び固結・岩石化する破碎部は、深度約100mより深部で上下盤が泊層の箇所主に認められる。
- ▶ 固結及び固結・岩石化する破碎部は、セピオライト化する熱水変質型を主とする。

F-8断層の固結破碎部

※1 G: 蒲野沢層, T: 泊層上部層, S: 猿ヶ森層
※2 Sp: セピオライト)

断層	孔番	深度(m)	上盤/下盤の地質※1	性状	コア写真※2
F-8 (H-2)	17 K-31	181.96~ 182.39	T/T	熱水変質型 固結 ・セピオライト化し固結する (幅17cm)。	
		205.53~ 205.62	T/S	熱水変質型 固結 ・セピオライト化し固結する (幅3cm)。	
	18 K-19	197.17~ 197.41	T/T	熱水変質型 固結 ・セピオライト化し固結する (幅約8cm)。	
	19 H27B-F8-1	176.65~ 176.90	T/T	熱水変質型 固結 ・セピオライト化し固結する (幅約7cm)。	

F-8(H-2)断層破砕部の個別性状(7/7)



- 東北電力敷地のF-8(H-2)断層の固結及び固結・岩石化する破砕部を示す。
- 固結及び固結・岩石化する破砕部は、深度約100mより深部で上下盤が泊層の箇所主に認められる。
- 固結及び固結・岩石化する破砕部は、セピオライト化する熱水変質型を主とし、場所によって石英(玉髓)脈を伴う。

F-8断層の固結破砕部

断層	孔番	深度(m)	上盤/下盤 の地質※1	性状	コア写真※2	
F-8 (H-2)	20	H27B-F8-2	211.73~ 212.16	T/S 熱水変質型 固結	セピオライト化し固結する (幅12cm)。	
	21	O2-10	192.28~ 192.48	T/T 熱水変質型 固結・岩石化	セピオライト化し、石英(玉 髓)脈を伴い固結する(幅 約7cm)。	
	22	K-17	91.04~ 91.54	T/T 熱水変質型 固結	セピオライト化し固結する (幅18cm)。	

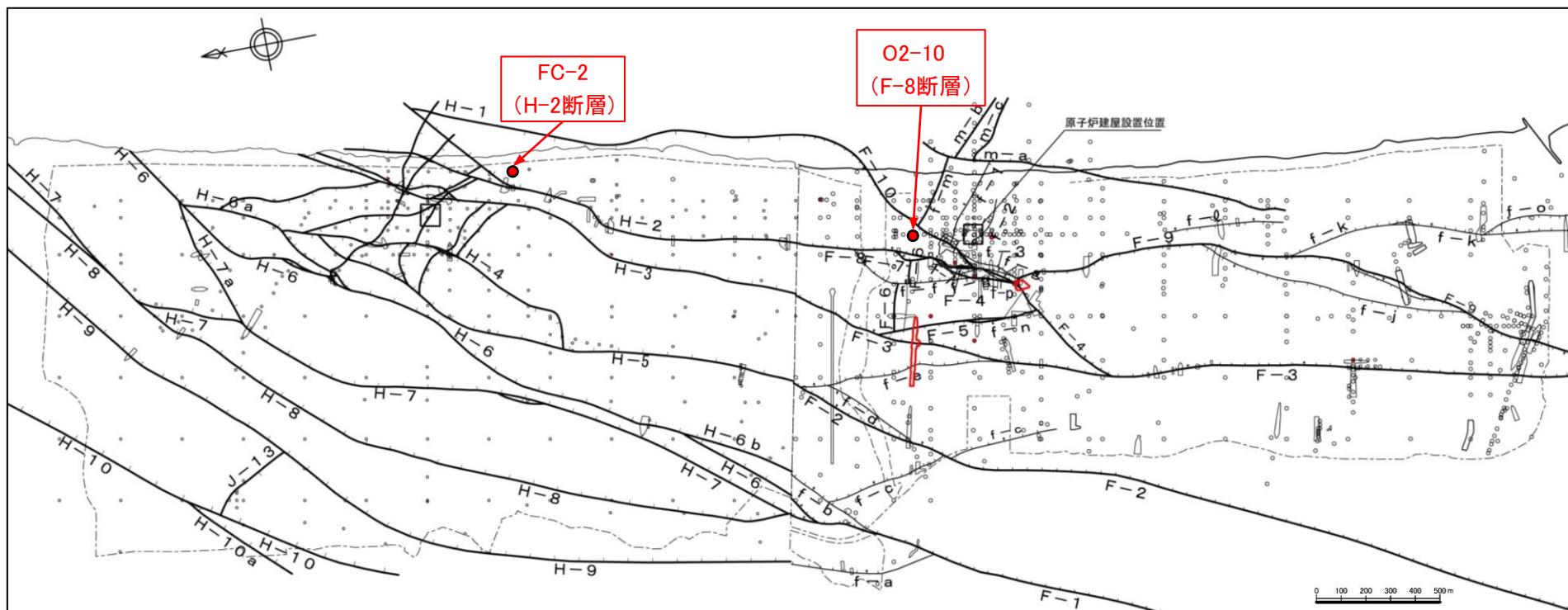
※1 G: 蒲野沢層, T: 泊層上部層, S: 猿ヶ森層

※2 Sp: セピオライト, Qz: 石英(玉髓)

F-8(H-2)断層破砕部の石英(玉髓)脈の例

断層	トレンチ・孔番	破砕部中の石英(玉髓)の性状	コア写真・研磨片写真	CT画像
F-8	O2-10※	<ul style="list-style-type: none"> 固結・岩石化したセピオライトからなる破砕部のせん断面に沿って網目状に充填 		
H-2	FC-2	<ul style="list-style-type: none"> 固結・岩石化したセピオライトからなる破砕部のせん断面に沿って網目状に充填 		

※ 現地調査時に確認した破砕部

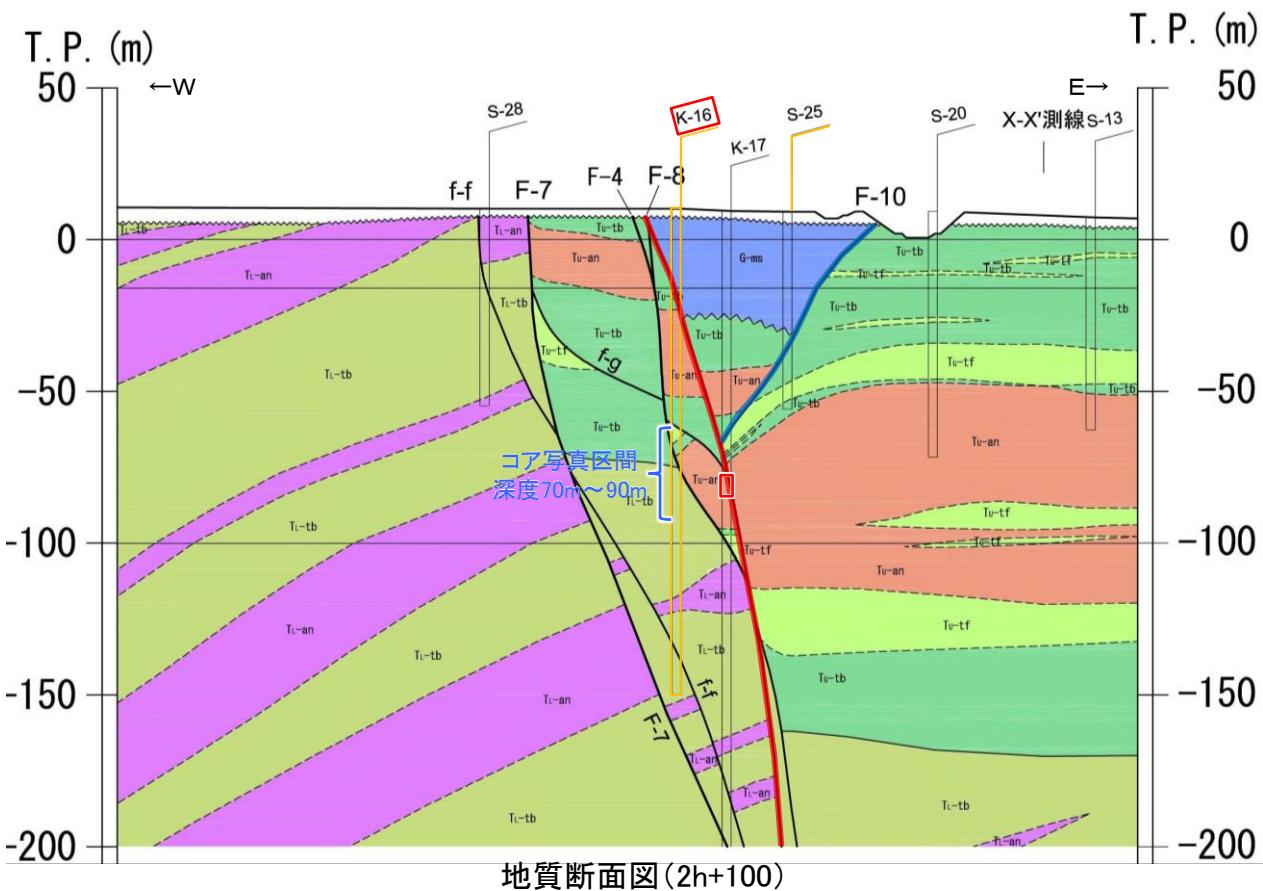


14. F-10断層とF-8断層の関係

14. F-10断層とF-8断層の関係

F-10断層とF-8断層の関係(K-16孔)

- K-16孔において、F-10断層が推定される区間にF-10断層に相当する断層は確認されない。
⇒F-10断層はF-8断層に切られる。

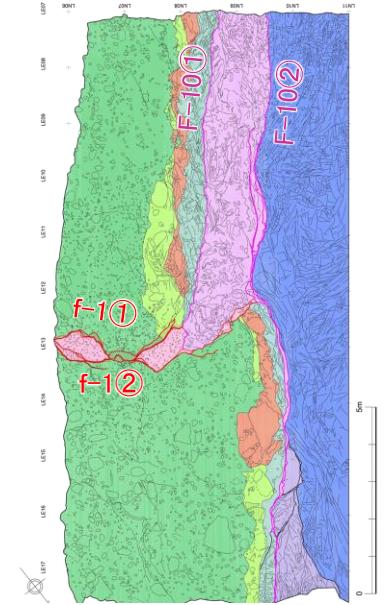


K-16孔 深度70~90mボーリングコア写真

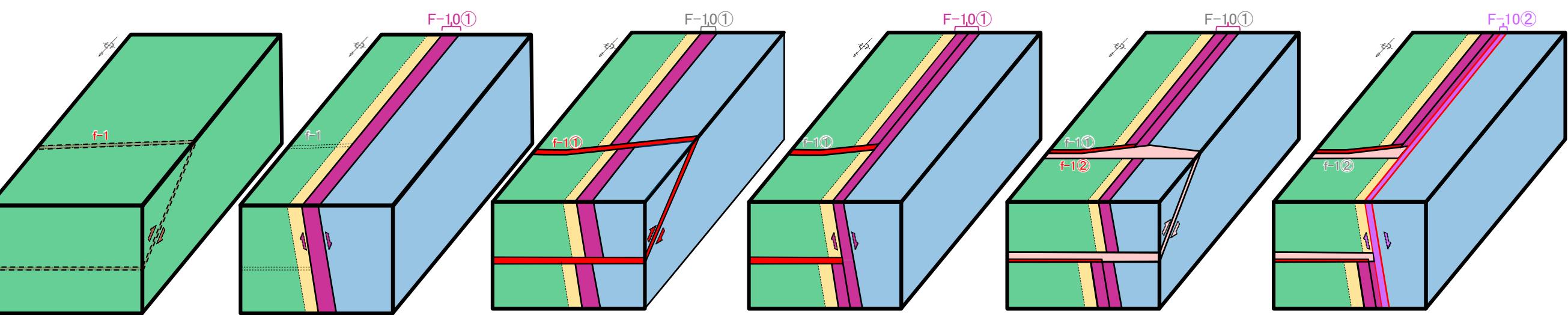
15. f-1断層とF-10断層の形成過程に関する考察

f-1断層とF-10断層の形成過程に関する考察

- Tr-34トレンチ底盤で観察されたF-10断層, f-1断層の分布, 新旧関係から形成過程を考察した。
- f-1断層(①, ②)とF-10断層(①, ②)の切り切れの関係として, f-1①はF-10①に, F-10①はf-1②に, f-1②はF-10②にそれぞれ切られることが認められる。
- f-1断層とF-10断層会合部の破碎部の詳細性状と分布を踏まえると, f-1断層とF-10断層の切り切れの関係は複雑で, 相互の形成の繰り返し等の可能性は考えられるものの, いずれの過程を経るにしても, 最後にF-10②がf-1②を切ることは明瞭であり, f-1断層は, 規模の大きなF-10断層に切られると判断される。
- f-1断層は, Tr-34東法面では破碎幅の狭い1条を呈しており, f-1断層はF-10断層形成前に泊層中に存在し, F-10断層の形成に伴って, f-1①, f-1②が各々形成された可能性がある。
⇒f-1断層とF-10断層の活動は, 『f-1断層等の形成と熱水変質の時期に関する考察』に示すように, 中新世で終了していると判断される。



Tr-34トレンチ -2.5m底盤



(1) f-1の形成
北東側上がりのf-1が形成される

(2) F-10①の形成
西側落ちのF-10①断層破碎部が形成され, f-1①が切られる

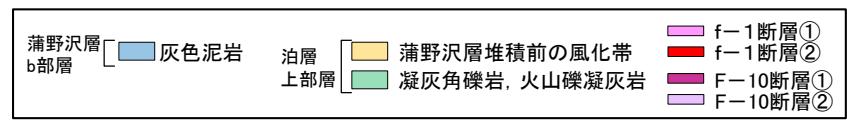
(3) f-1①の再形成
北東側上がりのf-1①にF-10①が切られる

(4) F-10①の再形成
西側落ちのF-10①にf-1①が切られる

(5) f-1②の形成
北東側上がりのf-1②にF-10①が切られる

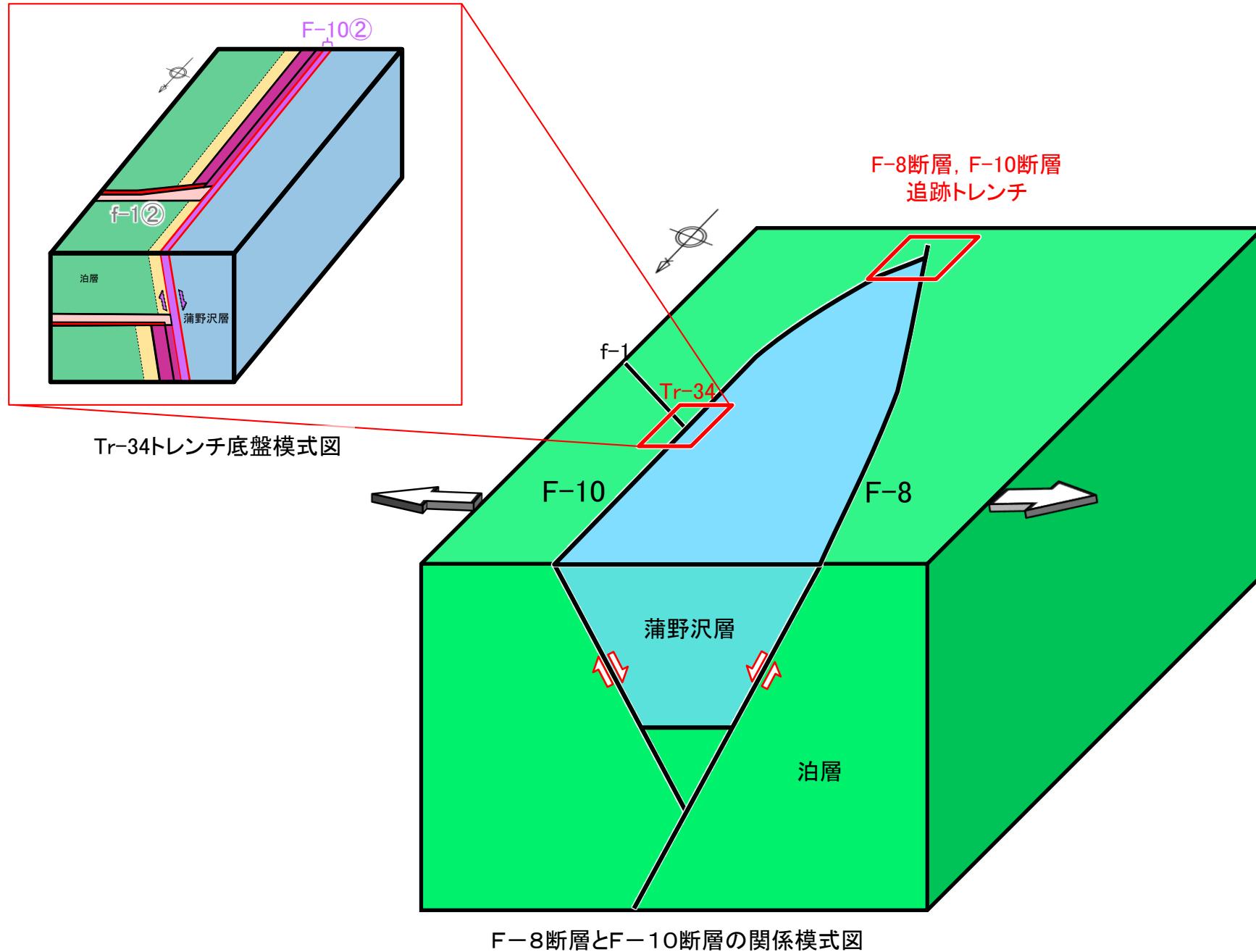
(6) F-10②の形成
西側落ちのF-10②にf-1②が切られる

F-10断層とf-1断層の形成過程

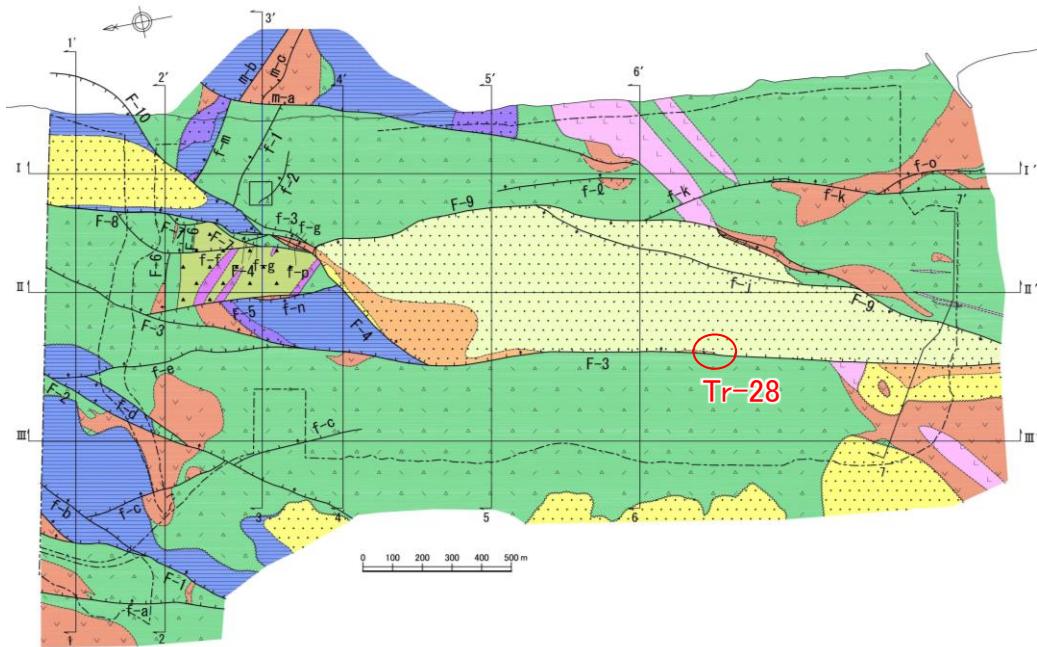


15. f-1断層とF-10断層の形成過程に関する考察 F-10断層とF-8断層の関係

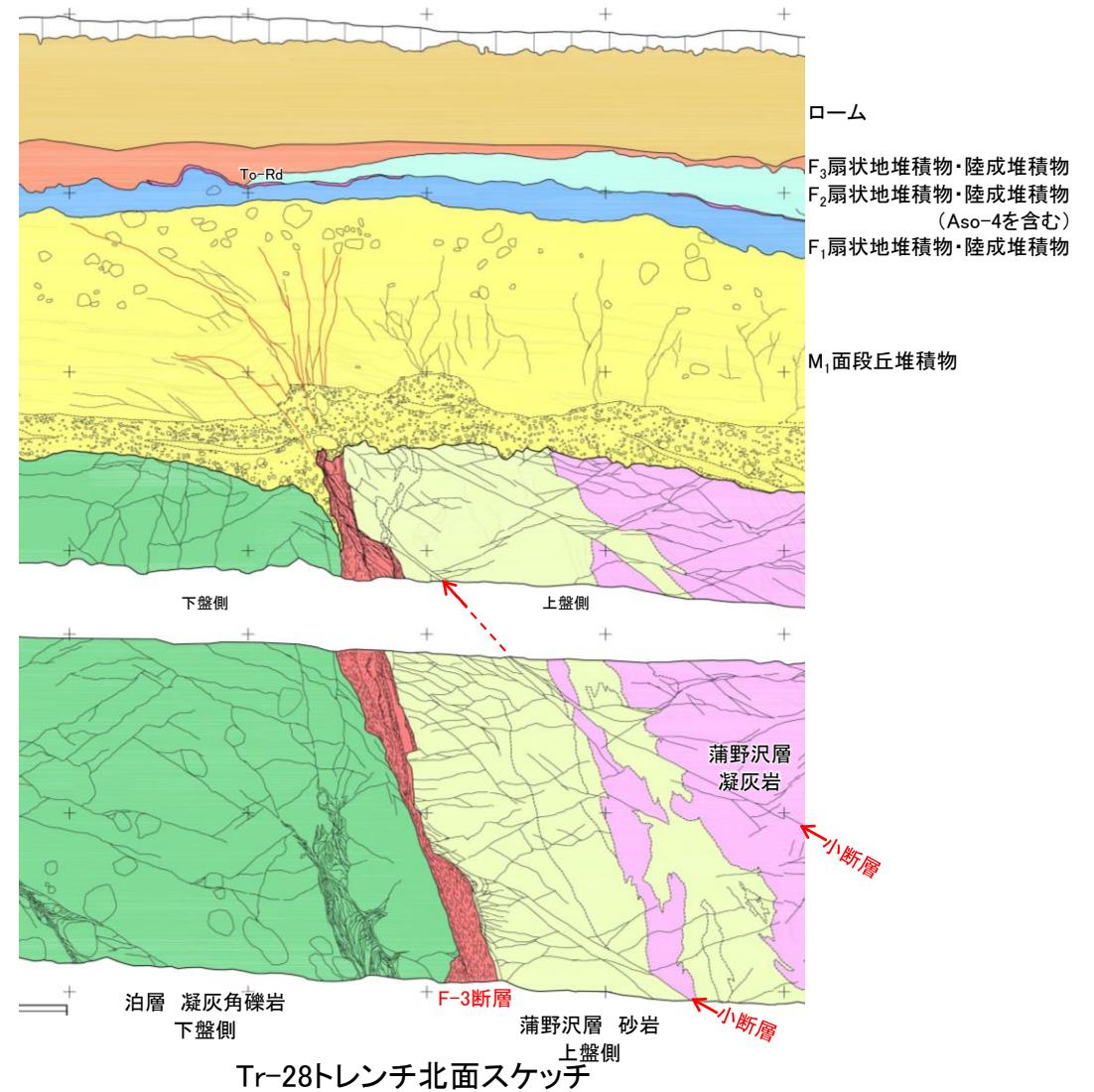
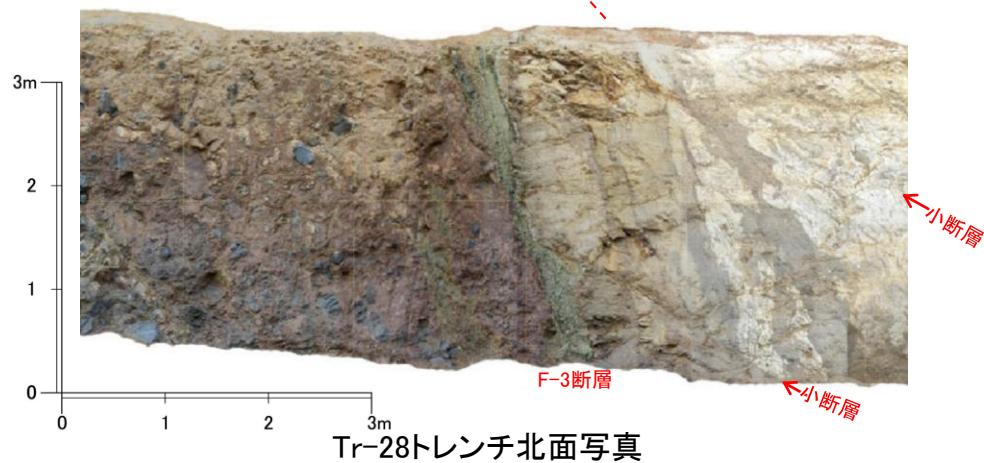
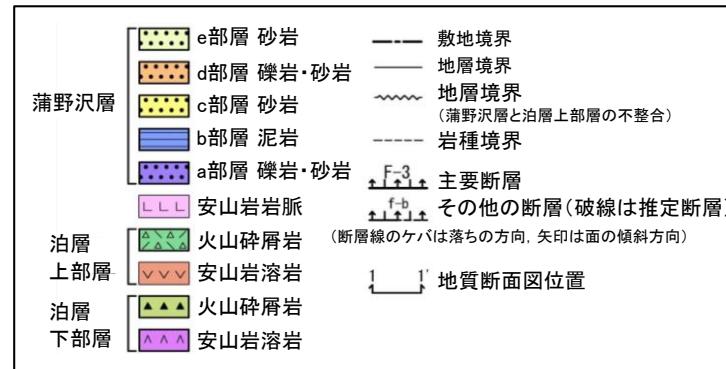
➤ f-1断層を切るF-10断層は、ボーリング調査およびトレンチ調査の結果により、F-8断層に切られている。



主要な断層を切る小断層の例(Tr-28トレンチ, F-3断層の例)



➤ f-1断層とF-10断層の關係に類似した事例として, Tr-28トレンチのF-3断層付近の小断層は, F-3断層破砕部の上盤側を変位させているが, 下盤側には達していない。



余 白