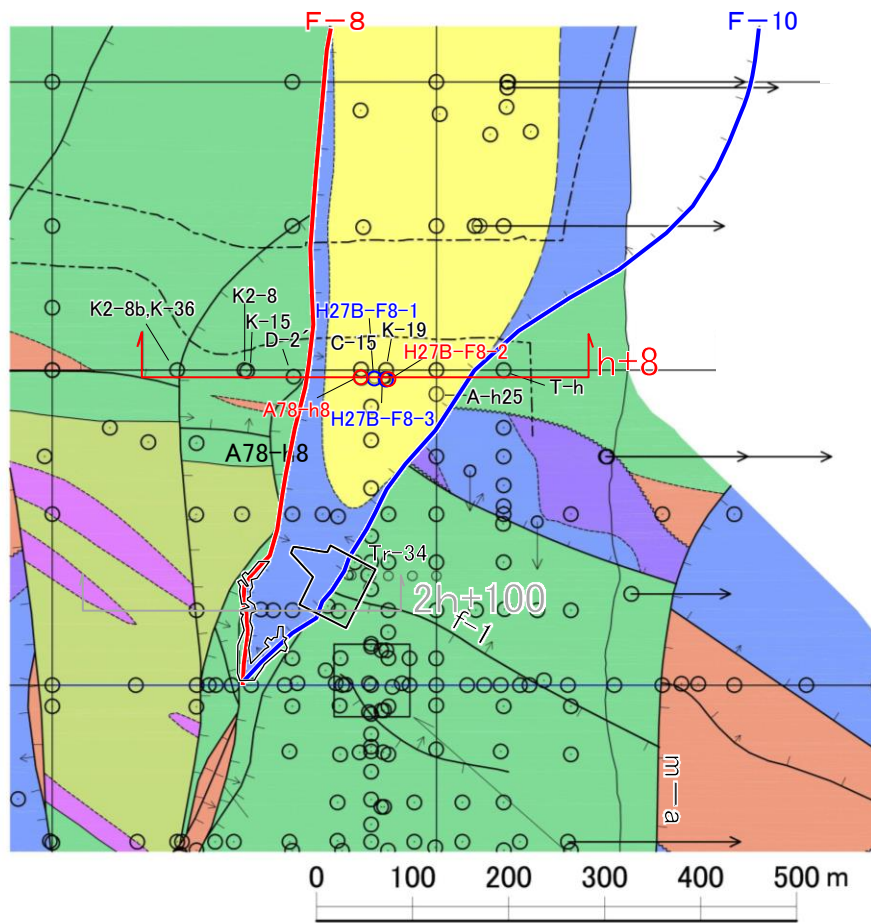


# F-10断層とF-8断層の関係(東西方向の地質断面:h+8断面)

- F-8断層, F-10断層は地溝状を構成する正断層で, 見かけ鉛直変位量はF-8断層が約200m, F-10断層が約110m以上である。
- 東西方向の測線(h+8断面)上で実施したボーリング調査によれば, H27B-F8-2孔ではF-10断層より深部にF-8断層が確認されるが, これより西側のA78-h8孔ではF-10断層は確認されない。  
⇒F-10断層は, F-8断層に切られていると判断される。

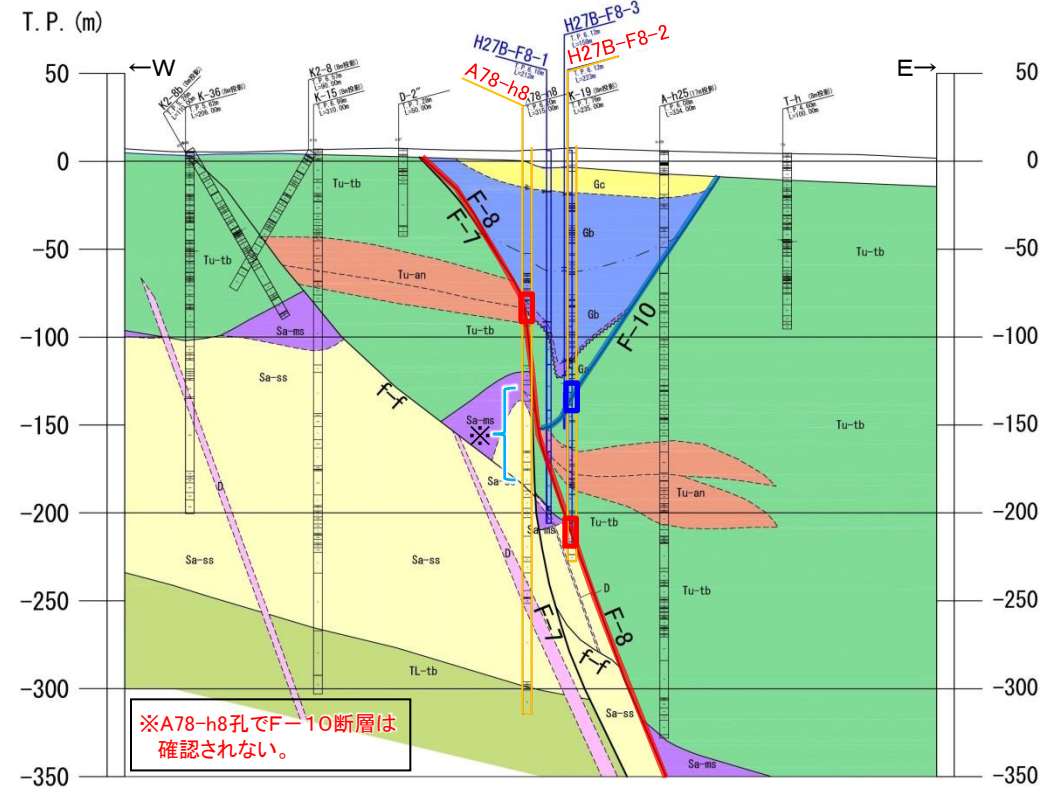


地質構造図



凡例

岩種区分	
第四系	
Ge 砂岩	e部層
Gd 礫岩・砂岩	d部層
Gc 砂岩	c部層
Gb 泥岩	b部層
Ga 礫岩・砂岩	a部層
Tu-tb 凝灰角礫岩	泊層 上部層
Tu-2p 火山礫凝灰岩	
Tu-tf 凝灰岩	
Tu-an 安山岩溶岩	泊層
Tl-tb 凝灰角礫岩	
Tl-2p 火山礫凝灰岩	
Tl-an 安山岩溶岩	泊層 下部層
Sa-m 泥岩	
Sa-ss 砂岩・礫岩	
Sa-an 安山岩岩脈	猿ヶ森層
—	岩種境界
~~~~~	不整合境界
F-10	断層



地質断面図(h+8断面)



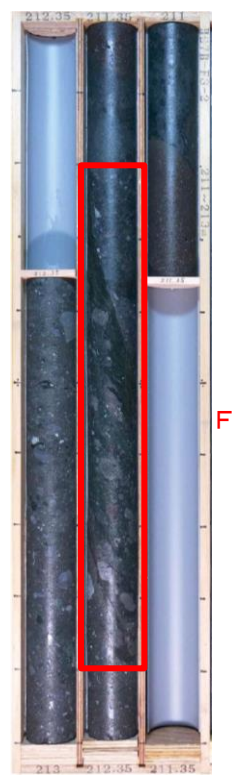
A78-h8孔(84m~87m)

F-8断層



H27B-F8-2孔(143m~146m)

F-10断層



H27B-F8-2孔(211m~213m)

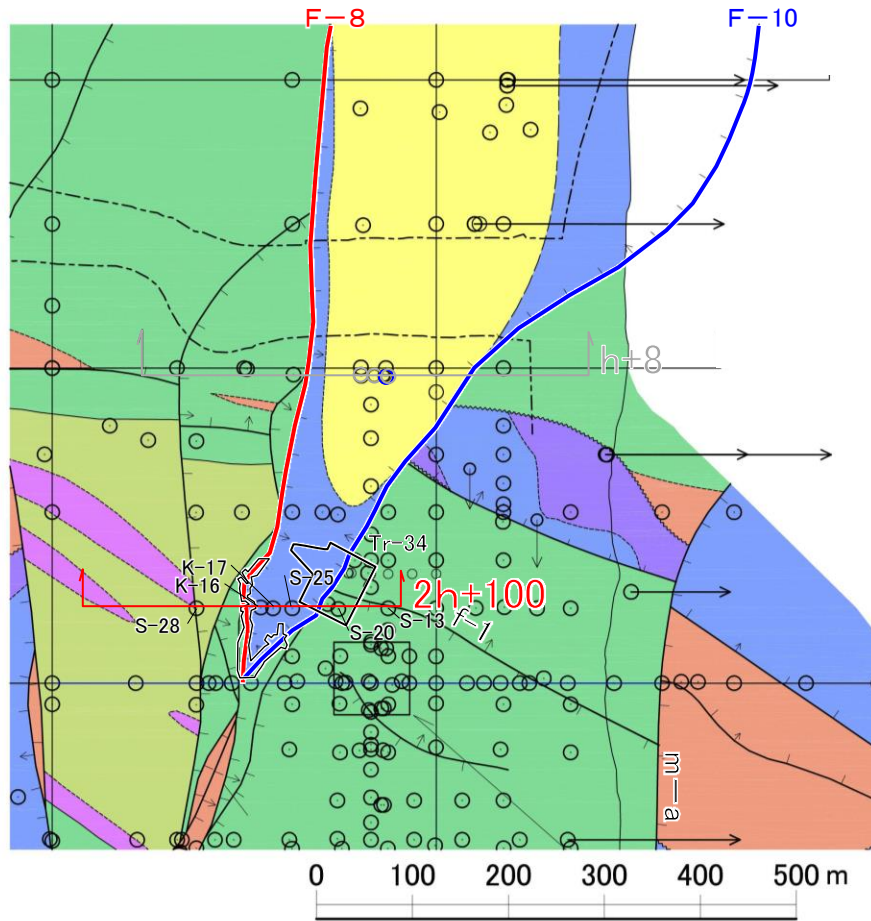
F-8断層

ボーリングコア写真



# F-10断層とF-8断層の関係(東西方向の地質断面:2h+100断面)

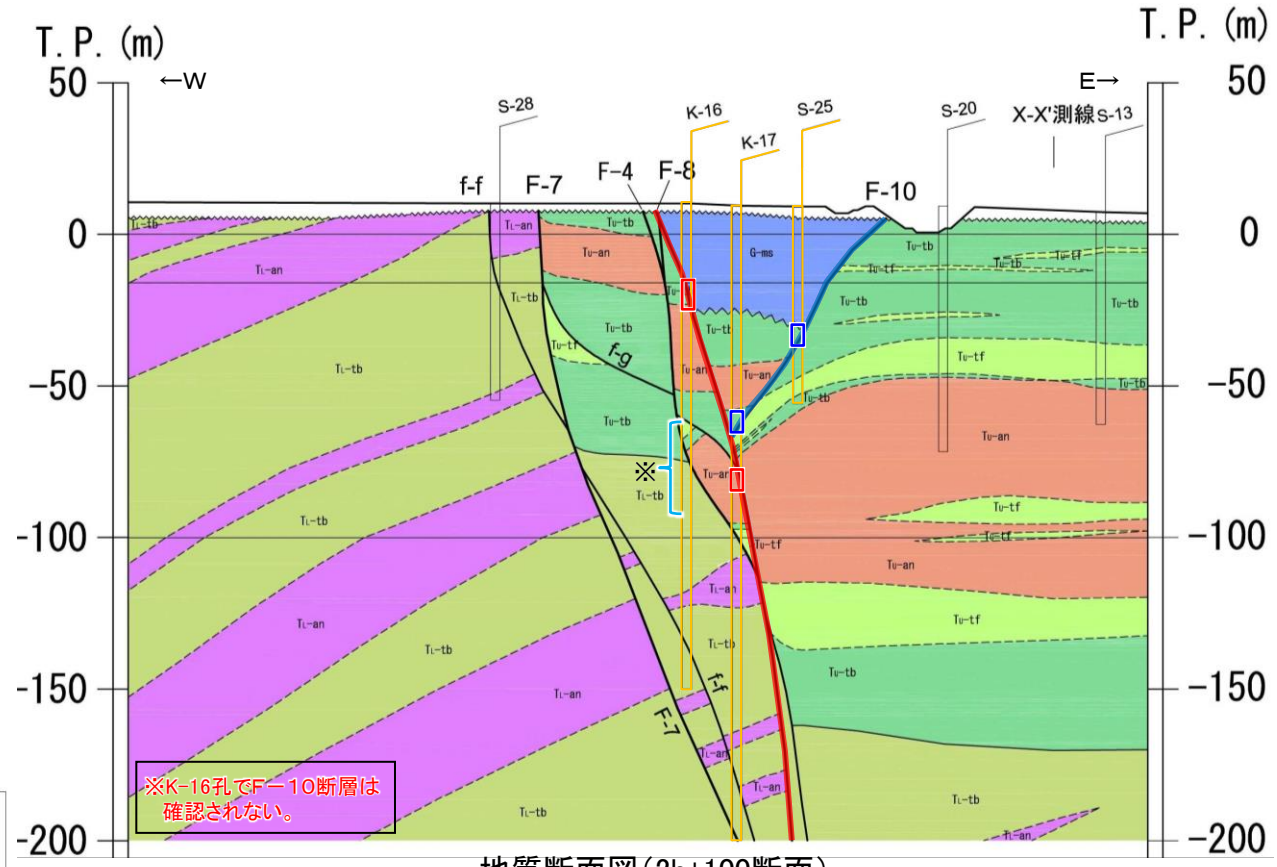
東西方向の測線(2h+100断面)上で実施したボーリング調査によれば, K-17孔ではF-10断層より深部にF-8断層が確認されるが, これより西側のK-16孔ではF-10断層は確認されない。  
⇒F-10断層は, F-8断層に切られていると判断される。



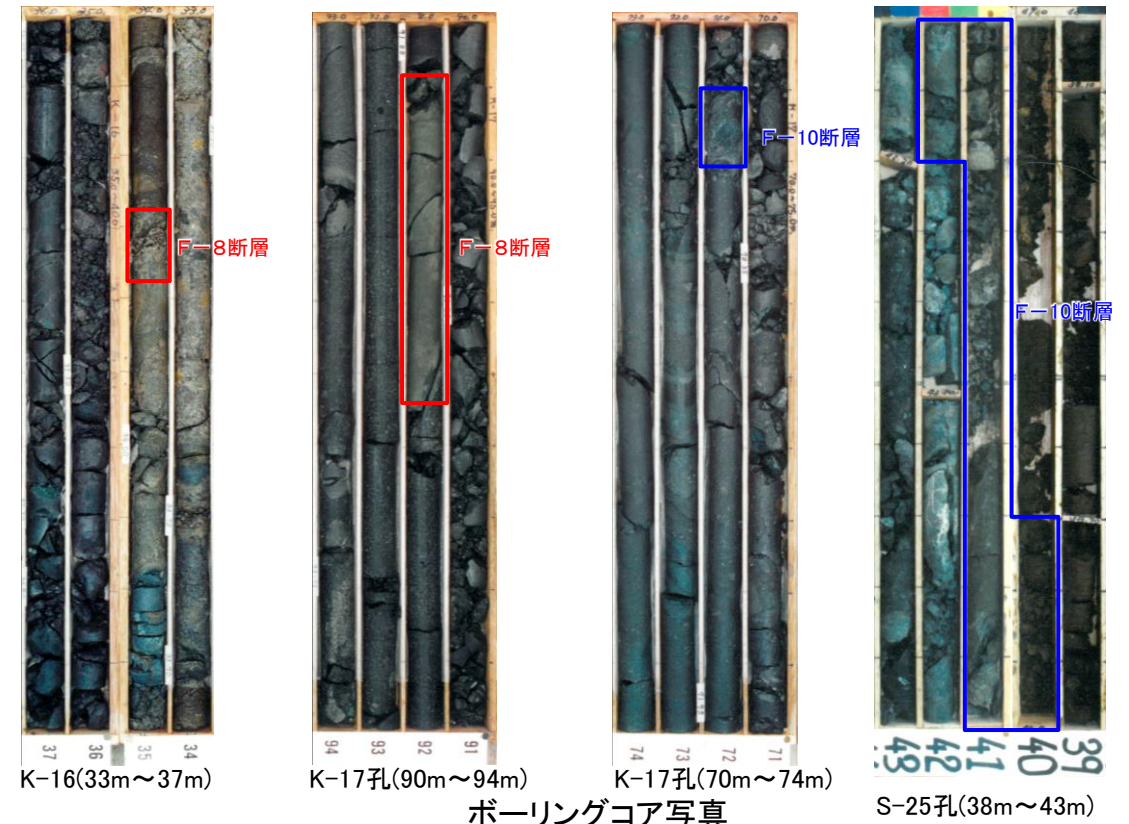
地質構造図

凡例

岩種区分	
□	第四系
Ge	砂岩 e部層
Gd	礫岩・砂岩 d部層
Gc	砂岩 c部層 蒲野沢層
Gb	泥岩 b部層
Ga	礫岩・砂岩 a部層
Tu-tb	凝灰角礫岩
Tu-tp	火山礫凝灰岩 泊層上部層
Tu-tf	凝灰岩
Tu-an	安山岩溶岩 泊層
Tl-tb	凝灰角礫岩
Tl-tp	火山礫凝灰岩 泊層下部層
Tl-an	安山岩溶岩
Sa-m	泥岩
Sa-ss	砂岩・礫岩
Sa-an	安山岩岩脈
—	岩種境界
~~~~~	不整合境界
—/—	断層



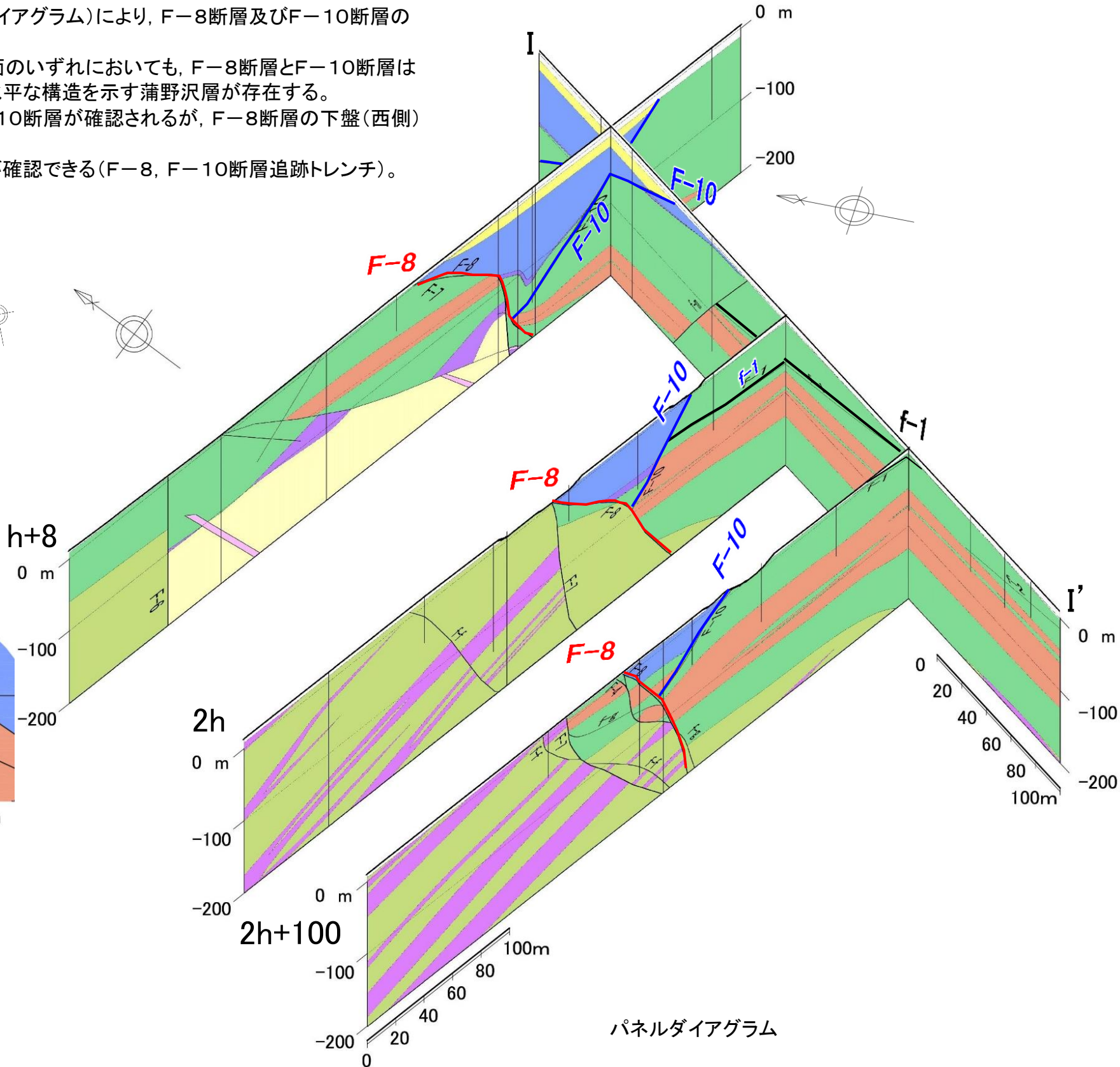
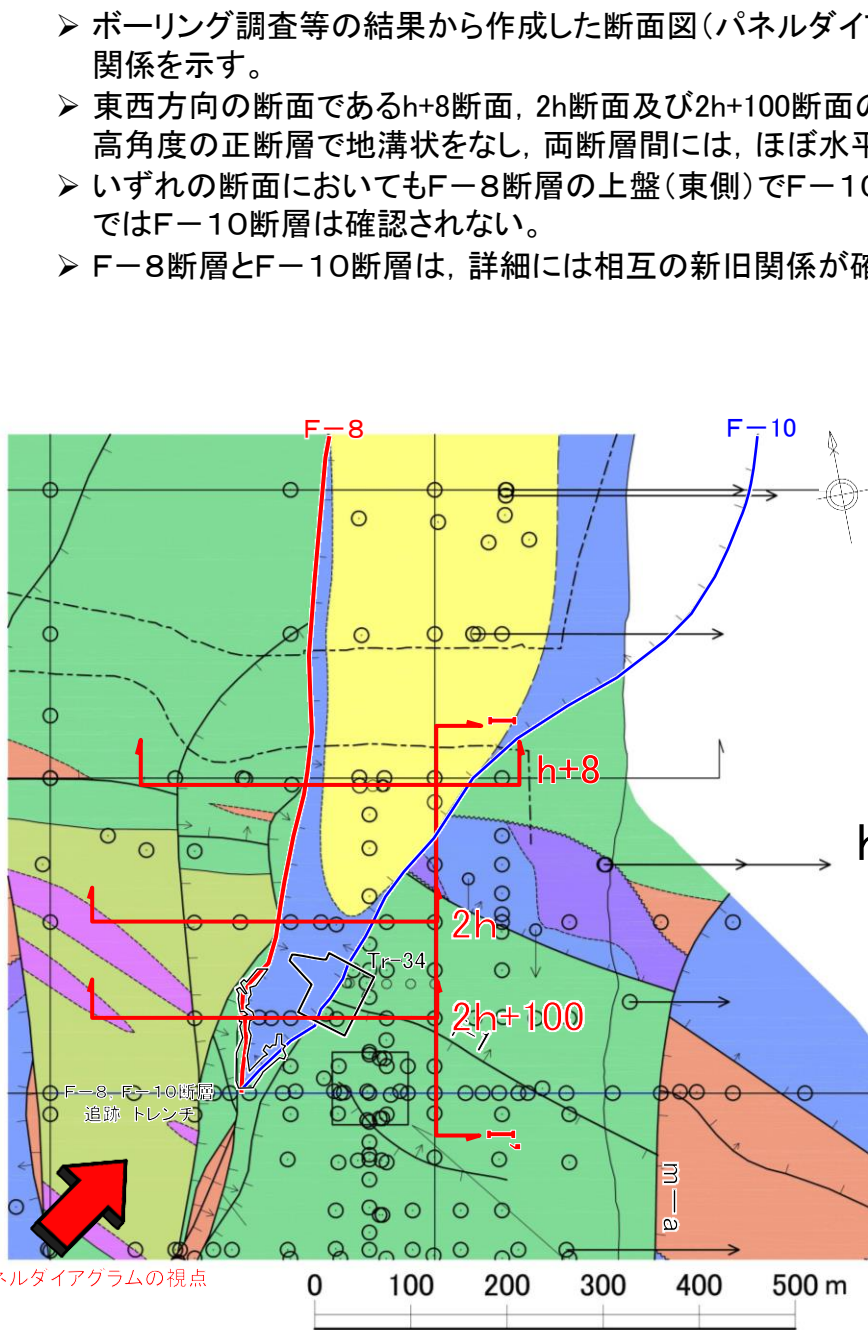
地質断面図(2h+100断面)





# F-10断層とF-8断層の関係

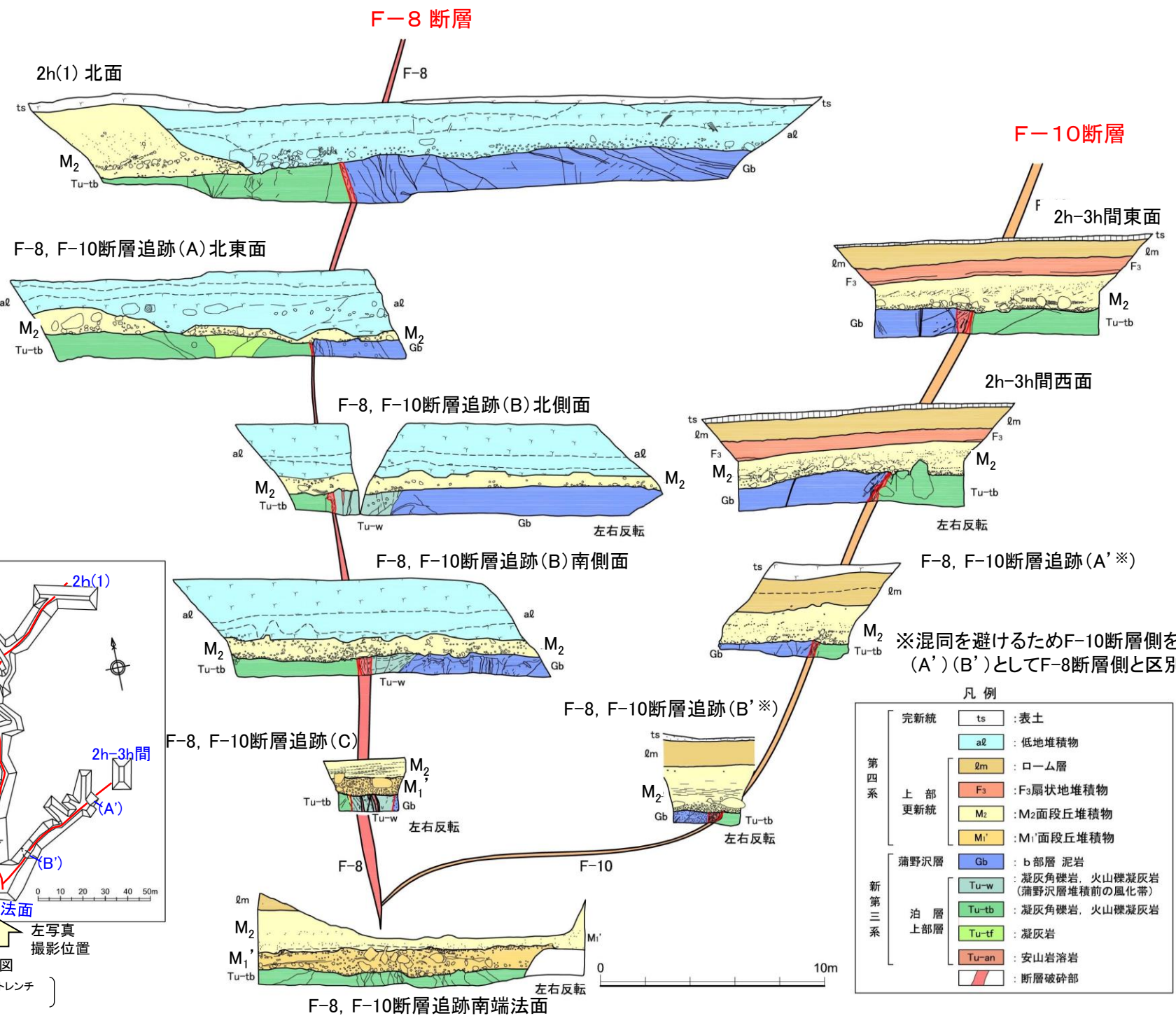
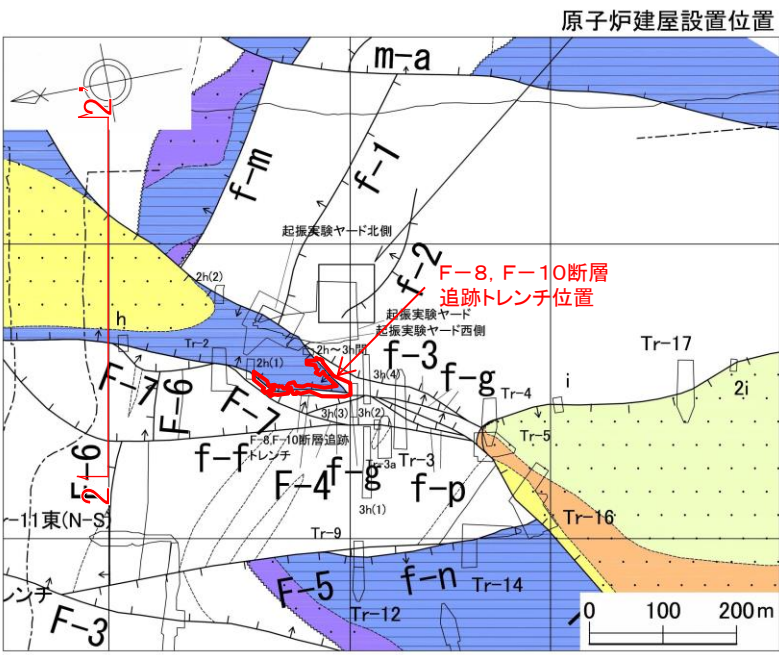
- ▶ ボーリング調査等の結果から作成した断面図(パネルダイアグラム)により, F-8断層及びF-10断層の関係を示す。
- ▶ 東西方向の断面であるh+8断面, 2h断面及び2h+100断面のいずれにおいても, F-8断層とF-10断層は高角度の正断層で地溝状をなし, 両断層間には, ほぼ水平な構造を示す蒲野沢層が存在する。
- ▶ いずれの断面においてもF-8断層の上盤(東側)でF-10断層が確認されるが, F-8断層の下盤(西側)ではF-10断層は確認されない。
- ▶ F-8断層とF-10断層は, 詳細には相互の新旧関係が確認できる(F-8, F-10断層追跡トレンチ)。





# F-10断層とF-8断層の関係(F-8, F-10断層追跡トレンチ)

➤ F-8断層とF-10断層の接合部付近のトレンチ(F-8, F-10断層追跡トレンチ)では, F-8断層とF-10断層は互いに近接し, さらにその南方では, F-8断層, F-10断層ともに消滅し, 南端法面では確認されない。



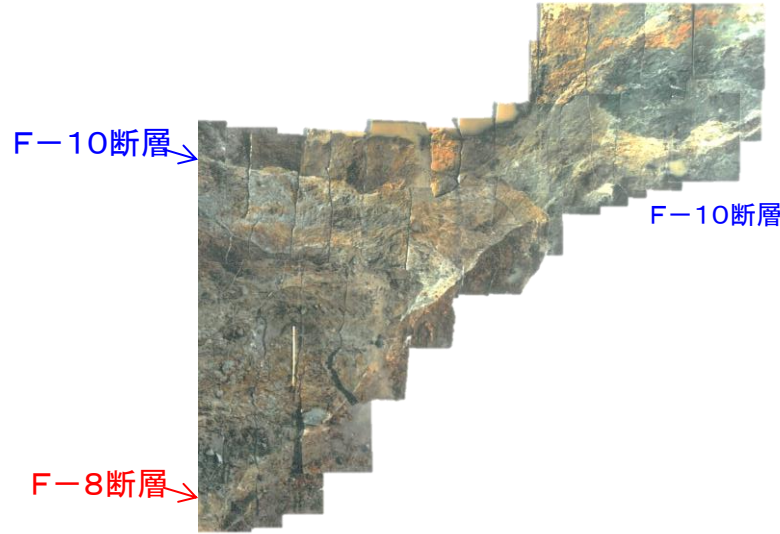
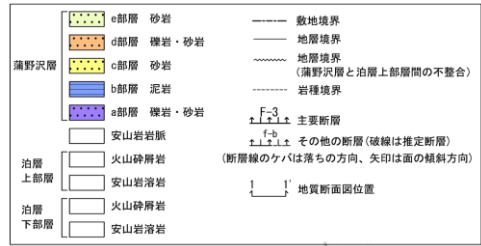
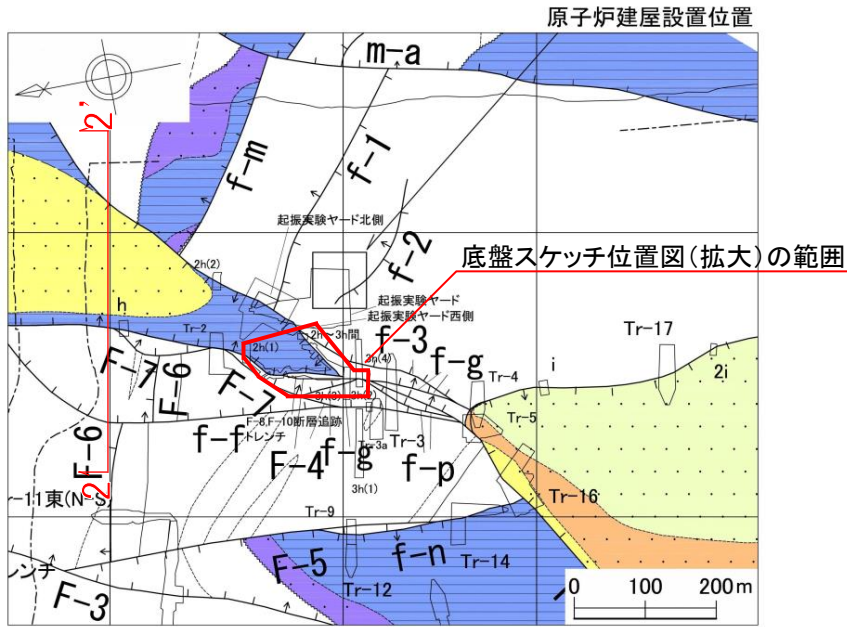
スケッチ位置図  
(F-8, F-10断層追跡トレンチ  
2h-3h間トレンチ)

F-8, F-10断層追跡トレンチ調査結果

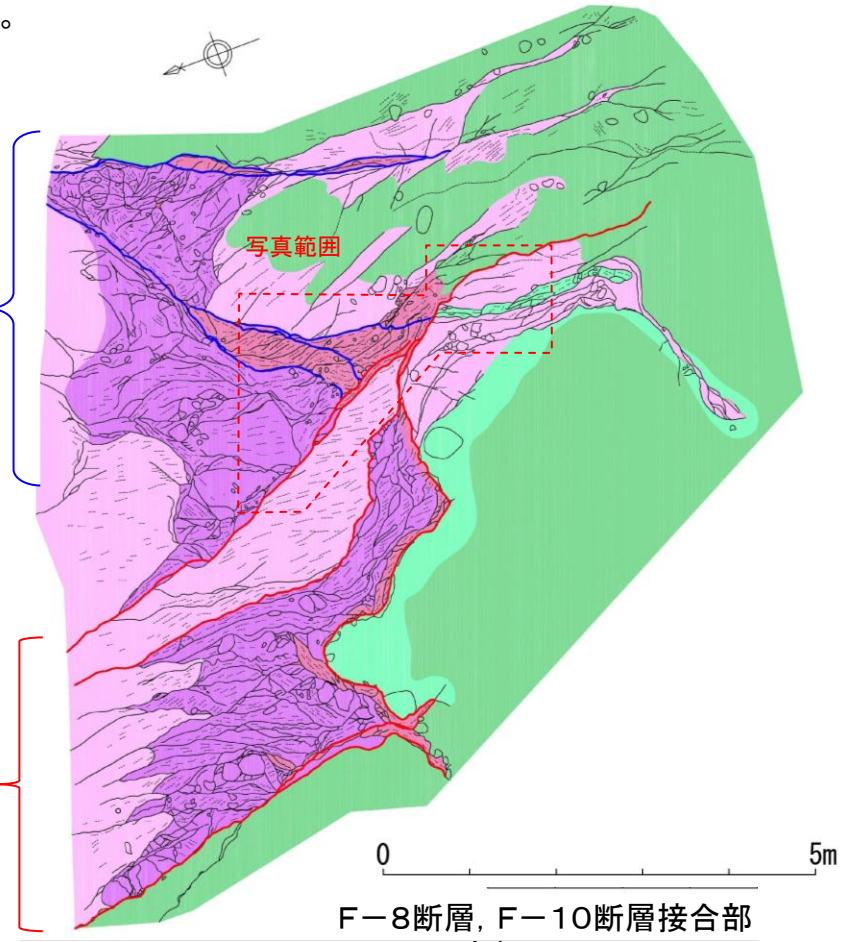


# F-10断層とF-8断層の関係(F-8, F-10断層追跡トレンチ)

➤ F-8断層とF-10断層が近接する箇所でトレンチ底盤の詳細観察を行った結果、F-10断層はF-8断層に切れ、ともに消滅する。  
⇒ f-1断層を切るF-10断層は、F-8断層に切られることから、相対的にF-8断層の活動時期はf-1断層より新しい。



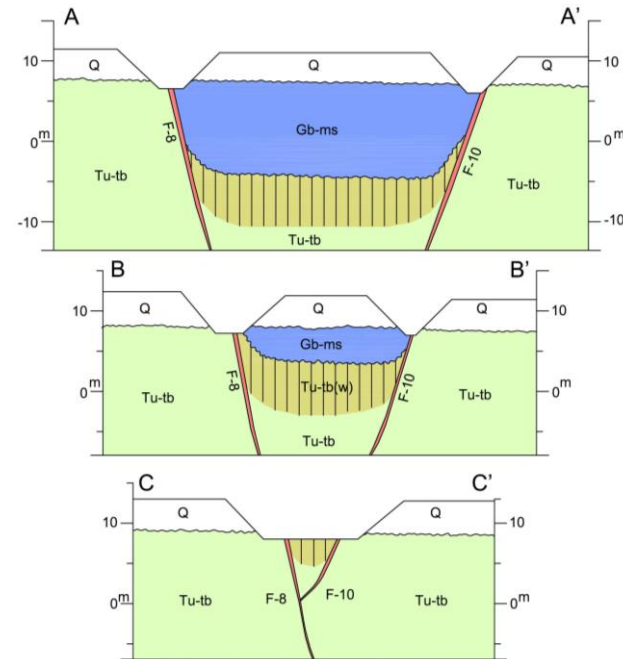
F-8断層, F-10断層接合部  
底盤写真



F-8断層, F-10断層接合部  
底盤スケッチ



底盤スケッチ位置図(拡大)



断面図

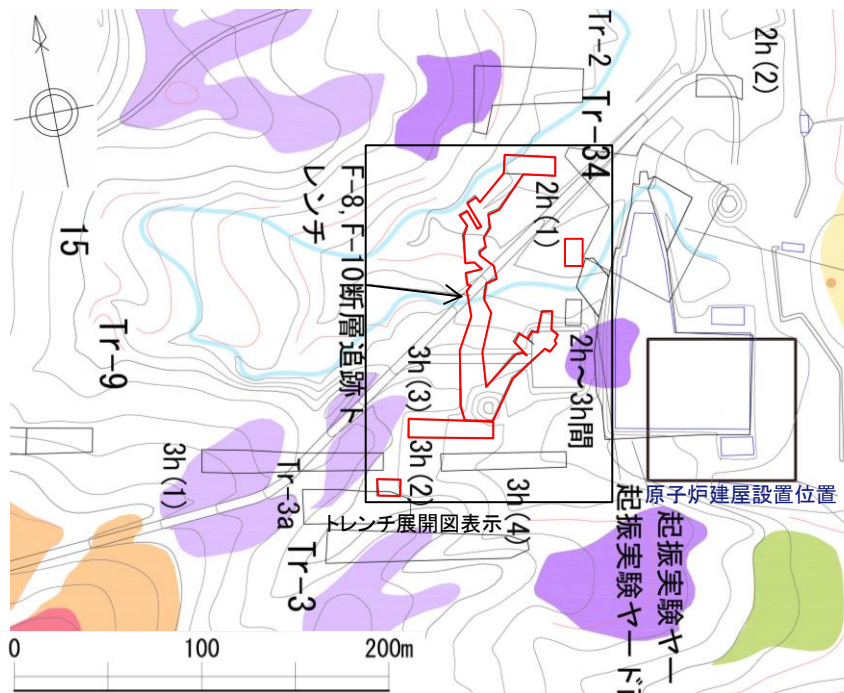




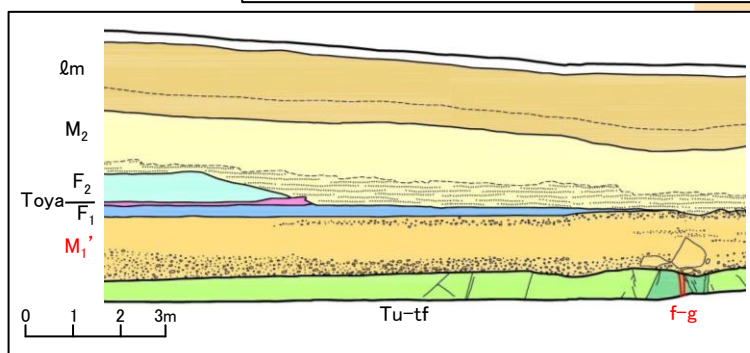
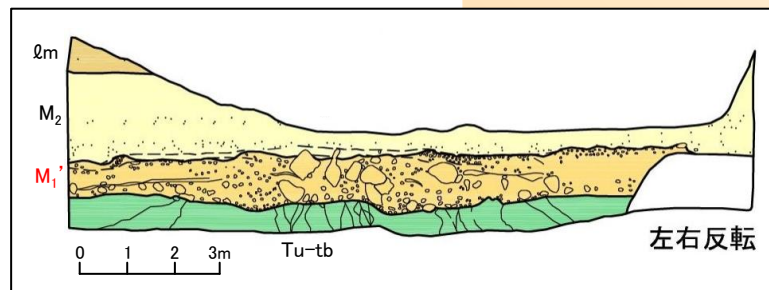
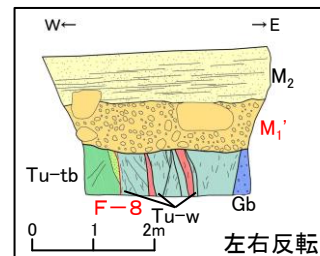
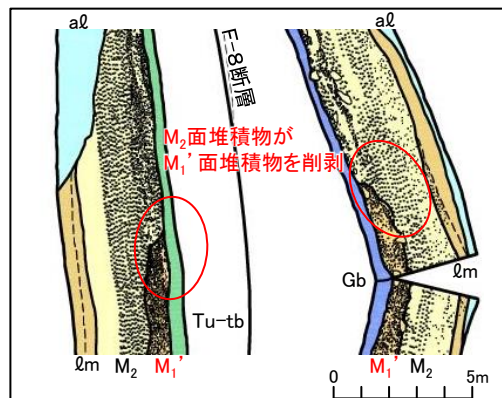
### 3.4.3 分布・連続性, 断層等との関係

## F-8, F-10断層追跡トレンチ付近のM<sub>1</sub>' 面段丘堆積物の分布状況

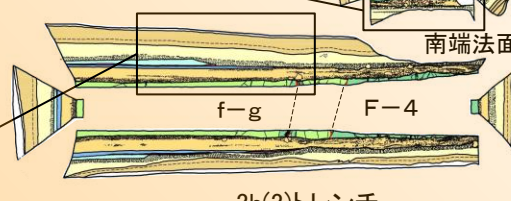
- F-8, F-10追跡トレンチ南端法面に近接する3h(3)トレンチ等では, Toyaに覆われるM<sub>1</sub>' 面段丘堆積物を確認していること, 周囲の法面でも同様の堆積物を確認していることから, 南端法面の第四系の基底にはM<sub>1</sub>' 面段丘堆積物が分布していると判断される。
- F-8断層南端付近のトレンチでは, M<sub>1</sub>' 面及びM<sub>2</sub>面段丘堆積物が確認されており, M<sub>2</sub>面段丘堆積物がM<sub>1</sub>' 面段丘堆積物を削剥して堆積する様子が認められる。
- F-8, F-10断層追跡トレンチ(C)では, F-8断層を被覆するM<sub>1</sub>' 面段丘堆積物に変位・変形は認められない。



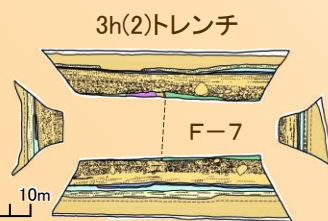
トレンチ位置図  
(地形面区分図)



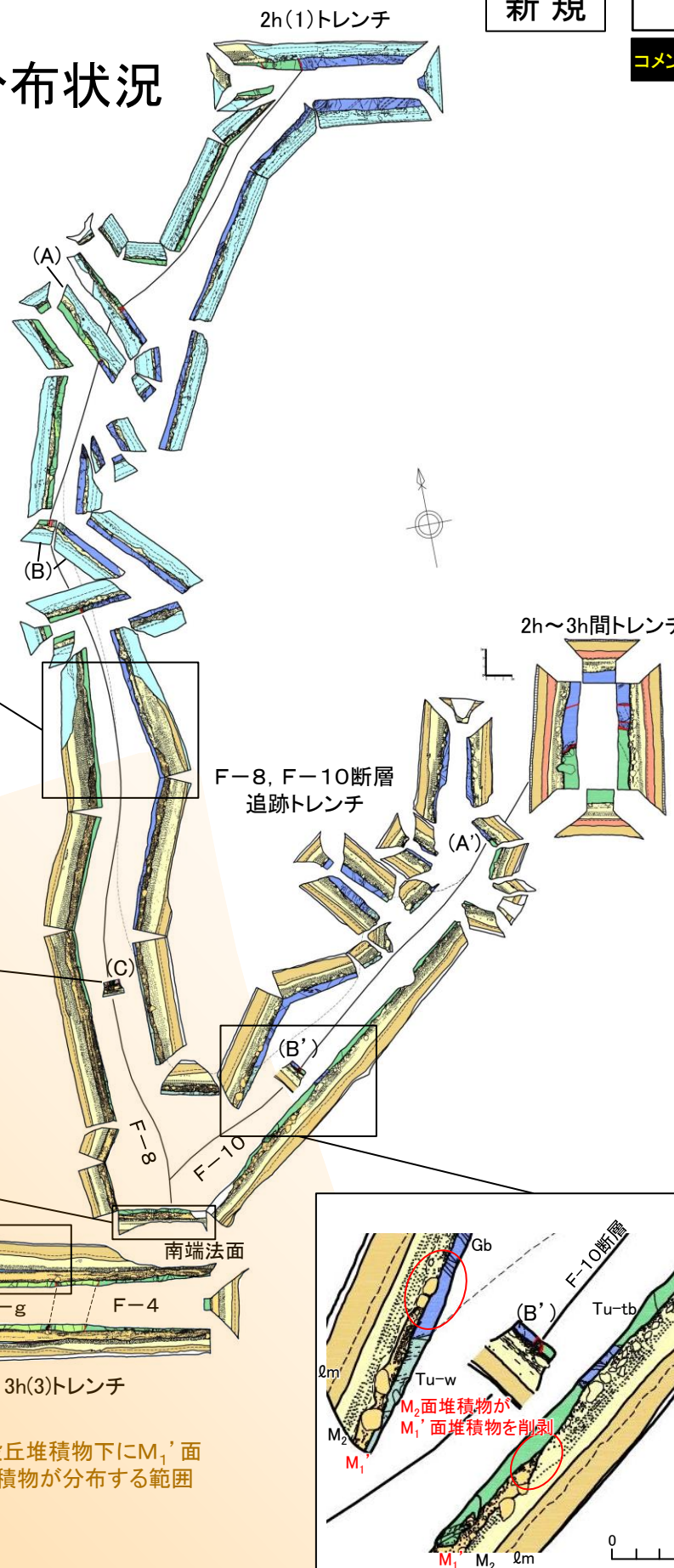
3h(3)トレンチ(拡大)



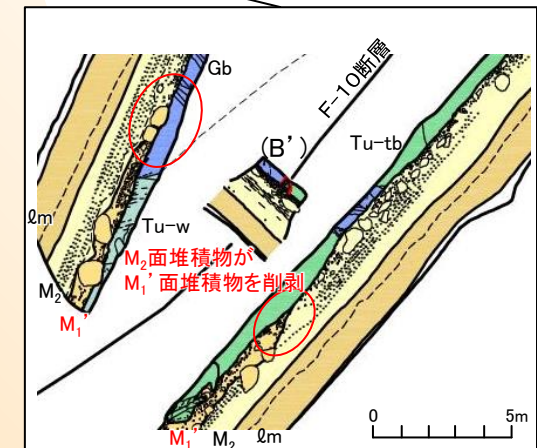
3h(3)トレンチ



3h(2)トレンチ



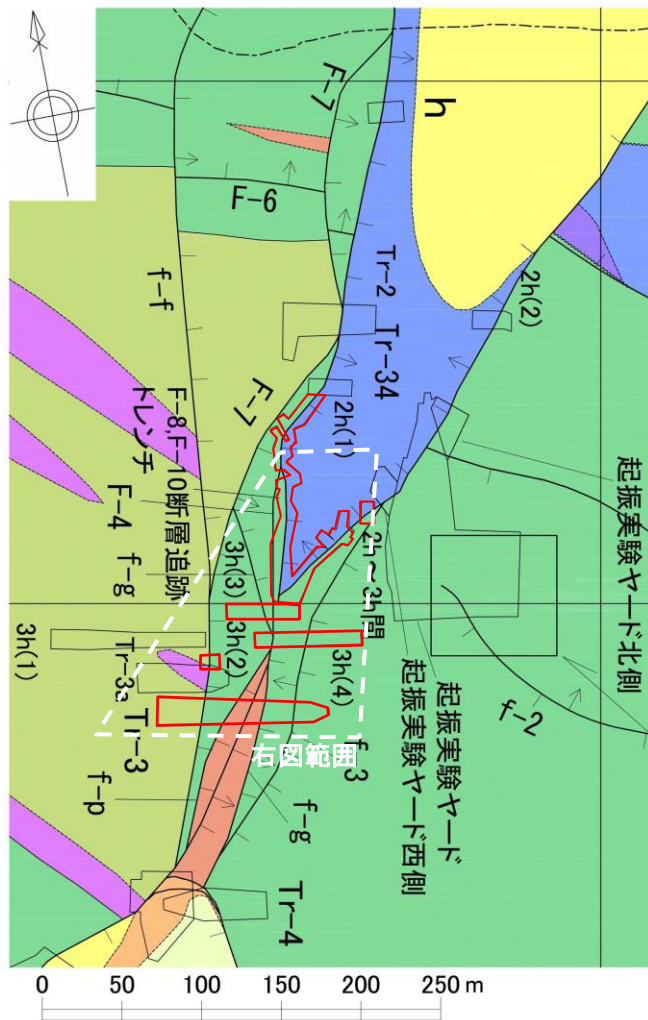
2h(1)トレンチ~ 3h(2)トレンチ展開図



完新統	s	: 表土・黒ボク
	aL	: 低地堆積物
	Qm	: ローム層
	F3	: F3 扇状地堆積物
	F2	: F2 扇状地堆積物
上部更新統	F1	: F1 扇状地堆積物
	M2	: M2 面段丘堆積物
	M1'	: M1' 面段丘堆積物
示標火山灰	Toya	: 洞爺火山灰層
蒲野沢層b部層	Gb	: 泥岩, 凝灰岩
	Tu-w	: 凝灰角礫岩, 火山礫凝灰岩 (蒲野沢層堆積前の風化帯)
泊層上部層	Tu-tb	: 凝灰角礫岩
	Tu-tf	: 凝灰岩
泊層下部層	Tu-tb	: 凝灰角礫岩
	Tu-an	: 安山岩溶岩
		: 断層破砕部



# F-8断層南端付近の断層の分布



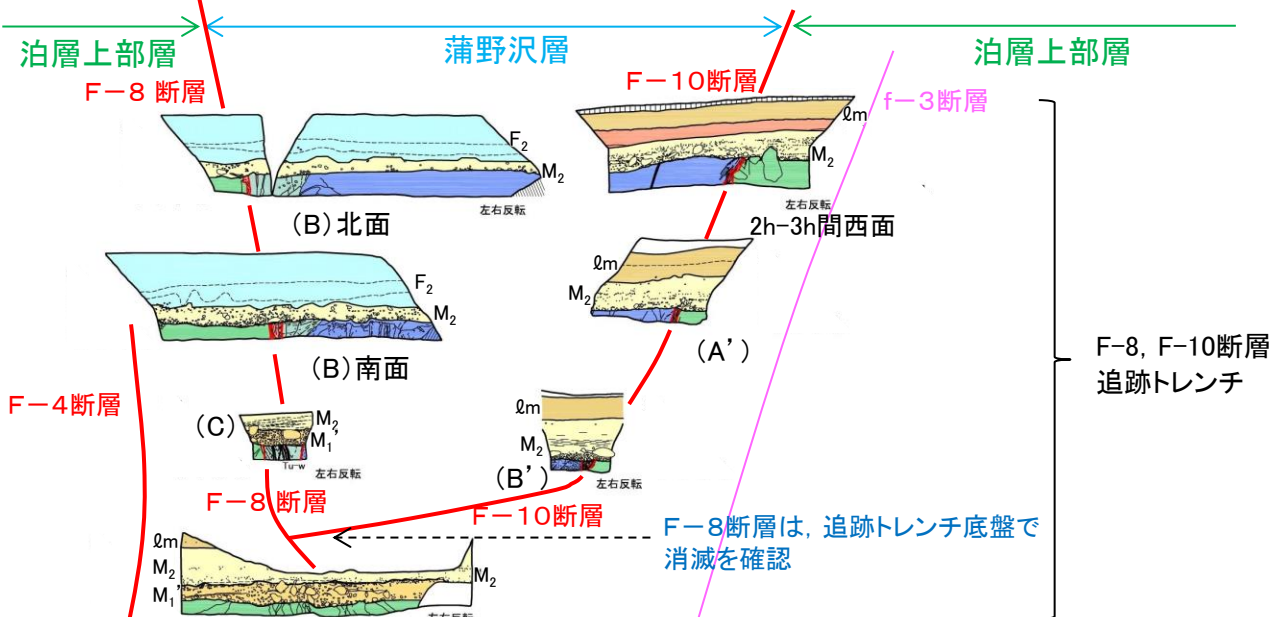
凡 例

e部層 砂岩	地層境界
d部層 礫岩・砂岩	地層境界 (蒲野沢層と泊層上部層間の不整合)
蒲野沢層 c部層 砂岩	岩種境界
b部層 泥岩	F-3 主要断層
a部層 礫岩・砂岩	f-b その他の断層(破線は推定断層)
泊層 上部層 火山砕屑岩	(断層線のケバは落ちの方向、矢印は面の傾斜方向)
安山岩溶岩	
泊層 下部層 火山砕屑岩	
安山岩溶岩	

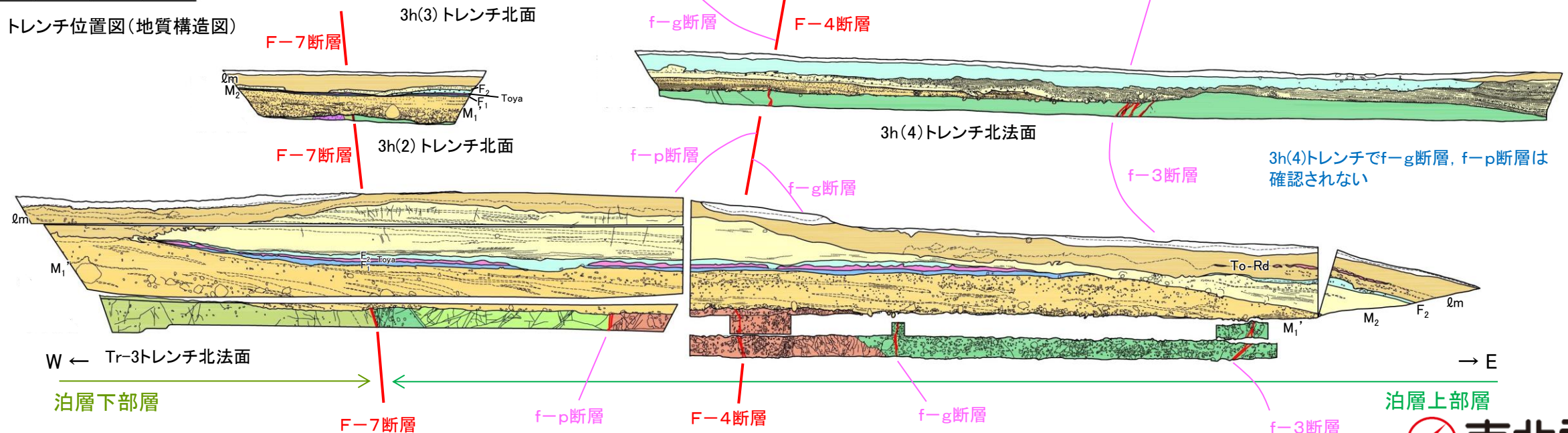
トレンチ凡例

s	: 表土・黒ボク
a&l	: 低地堆積物
Qm	: ローム層
F2	: F2扇状地堆積物
F1	: F1扇状地堆積物
M2	: M2面段丘堆積物
M1'	: M1'面段丘堆積物
To-Rd	: 十和田レッド軽石層
Toya	: 洞爺火山灰層
蒲野沢層 b部層 Gb	: 凝灰岩
Tu-w	: 凝灰角礫岩, 火山礫凝灰岩 (蒲野沢層堆積前の風化帯)
Tu-tb	: 凝灰角礫岩
Tu-tf	: 凝灰岩
Tu-an	: 安山岩溶岩
泊層 上部層 Tu-tb	: 凝灰角礫岩
泊層 下部層 Tu-tb	: 凝灰角礫岩

- F-10断層を切るF-8断層は、F-8, F-10断層追跡トレンチの底盤で消滅し、南端法面では確認されず、同トレンチより南側には延長しない。
- f-3断層は起振実験ヤード西側付近でF-10断層に切られると考えられる。なお、F-8断層との切り切られの関係はないと考えられる。
- F-4断層はF-8, F-10追跡トレンチ付近でF-8断層に会合すると考えられる。
- なお、F-4断層, f-3断層は断層を覆うM1'面段丘堆積物に変位・変形がなく、F-4断層には石英(玉髓)脈が充填、横断している箇所がある。



トレンチ位置図(地質構造図)



F-8断層, F-10断層会合部付近のトレンチ調査結果







### 3.4.3 分布・連続性, 断層等との関係

## F-8断層と周辺の断層の新旧関係

#### 【F-8断層】

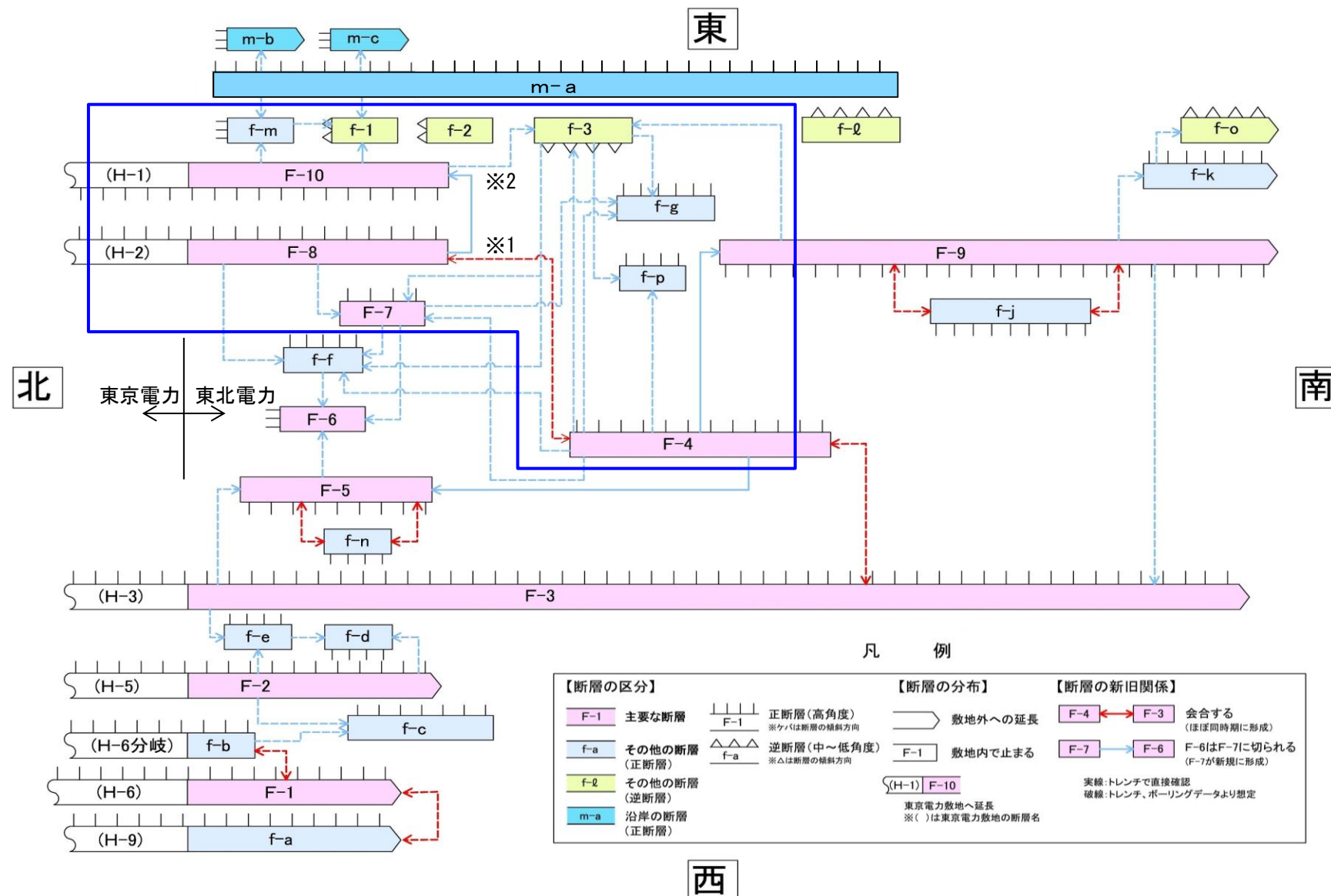
- F-8断層は, その東側を並走するF-10断層と対をなして地溝状の蒲野沢層分布域を形成する正断層である。
- F-8断層の北方延長部は東京電力HD敷地のH-2断層に連続し, 南方では急激に変位量を減じてF-10断層と会合し, 両断層が消滅する。

#### 【F-4断層とF-8断層】(※1)

- F-4断層は東傾斜の正断層でF-9断層と対をなして地溝状の蒲野沢層分布域を形成し, F-9断層を切る。その北方では, Tr-3トレンチ, 3h(4)トレンチ, 3h(3)トレンチでF-4断層が確認されるが, F-8, F-10断層追跡トレンチでは確認されない。
- B-B'断面ではボーリング(K-16孔)により, F-8断層とF-4断層は区別される。  
⇒ F-4断層はF-8, F-10断層追跡トレンチ付近において, F-8断層に会合すると考えられる。

#### 【f-3断層とF-10断層】(※2)

- f-3断層は泊層上部層中の逆断層センスの断層で, C-C'断面では試掘坑内で確認され, B-B'断面では確認されない。
- C-C'断面では, 泊層内の地層の対比, 断層の傾斜等からF-4断層に切られると考えられる。  
⇒ f-3断層はF-10断層に切れられ, また, F-8断層との切り切られの関係はないと考えられる。

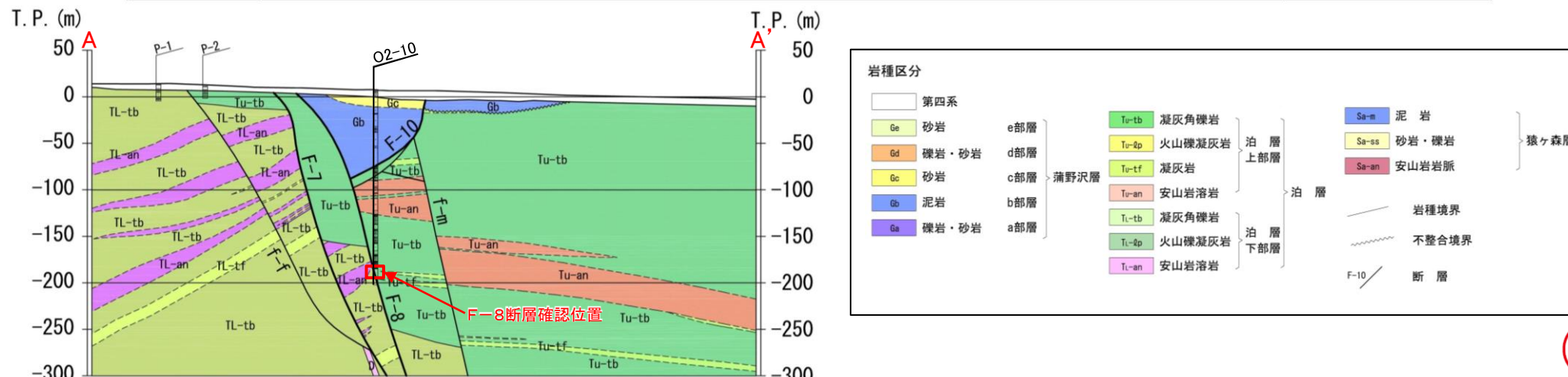
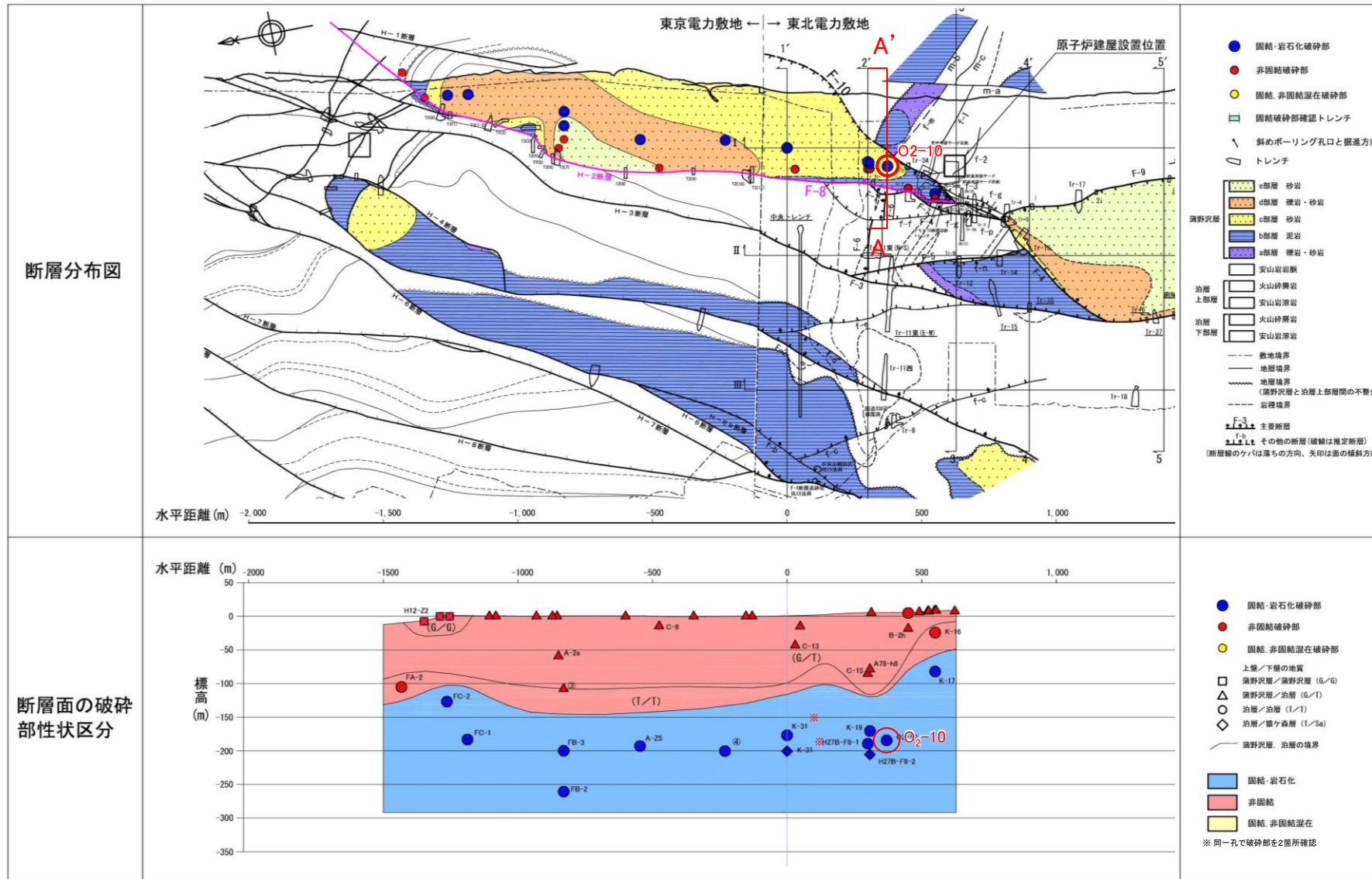


敷地の断層の新旧関係



# F-8(H-2)断層の性状(固結・岩石化)

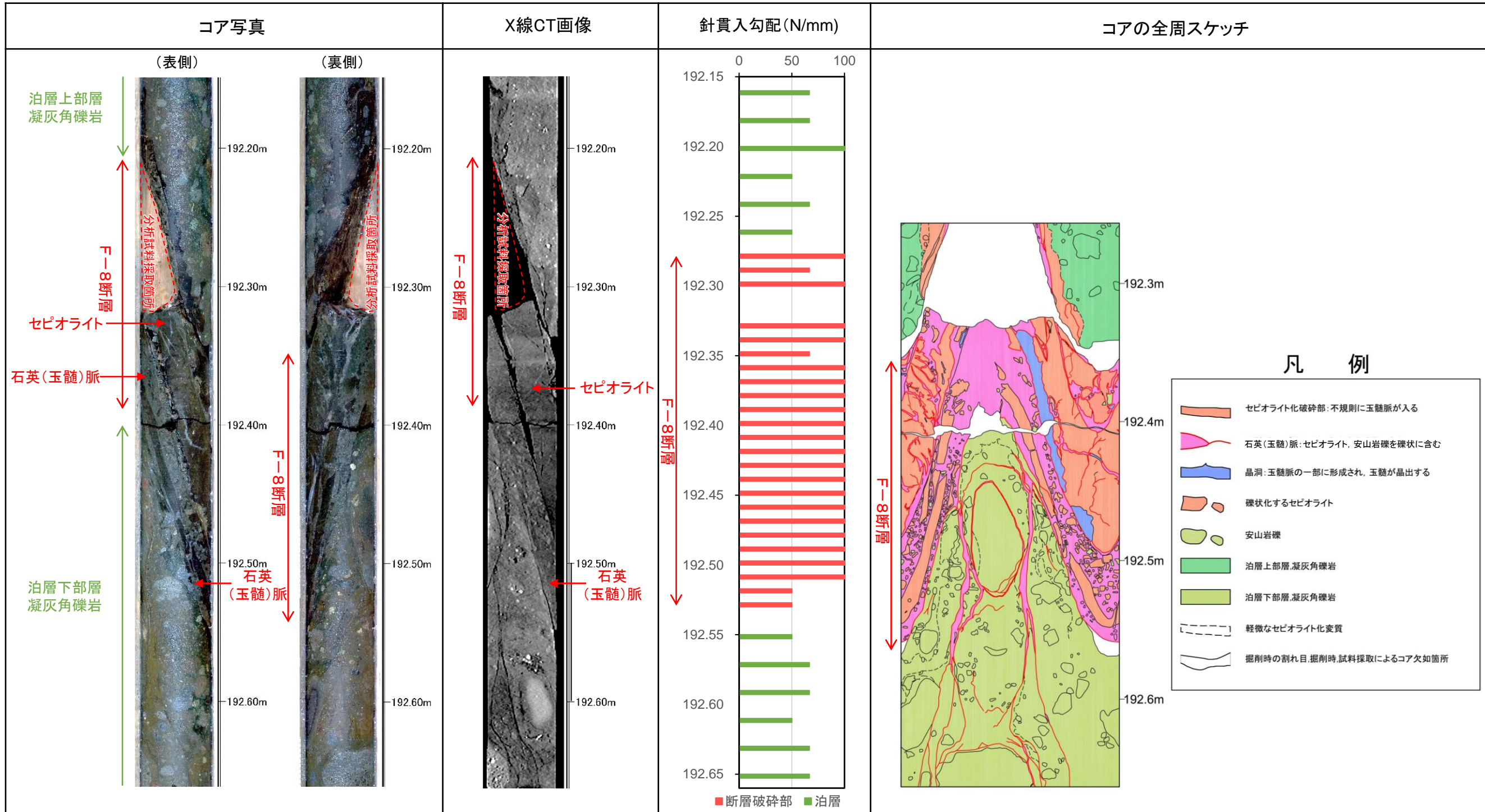
➤ F-8断層破碎部は多様な性状が確認されるが、深部で広く固結・岩石化しており、このうちO<sub>2</sub>-10孔で確認されたF-8断層破碎部は、熱水変質によるセピオライト化、珪化作用を受け、固結・岩石化し、石英(玉髓)脈が認められる。





# F-8(H-2)断層破碎部の固結・岩石化(O<sub>2</sub>-10孔)

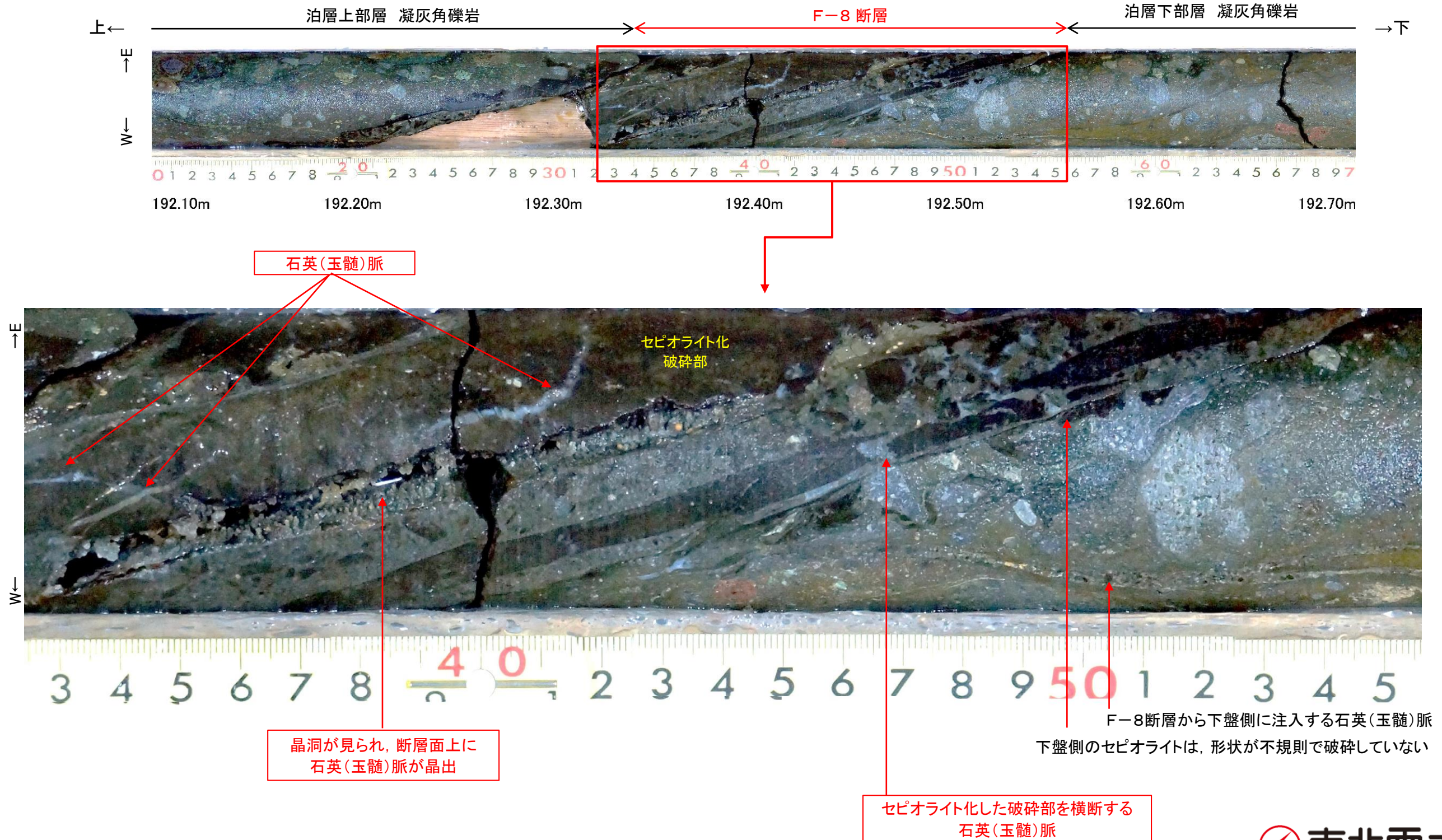
- O<sub>2</sub>-10孔で確認されたF-8断層の破碎部は、熱水変質によるセピオライト化、珪化作用を受け、固結・岩石化している。
- F-8断層の石英(玉髓)脈は、セピオライト化した破碎部を充填していることから、セピオライト化した後で、珪化作用を受けたと考えられる。
- F-8断層破碎部の針貫入抵抗は、母岩よりも高い値を示し、破碎部は硬質である。





# F-8断層破碎部の固結・岩石化(O<sub>2</sub>-10孔の石英(玉髓)脈)

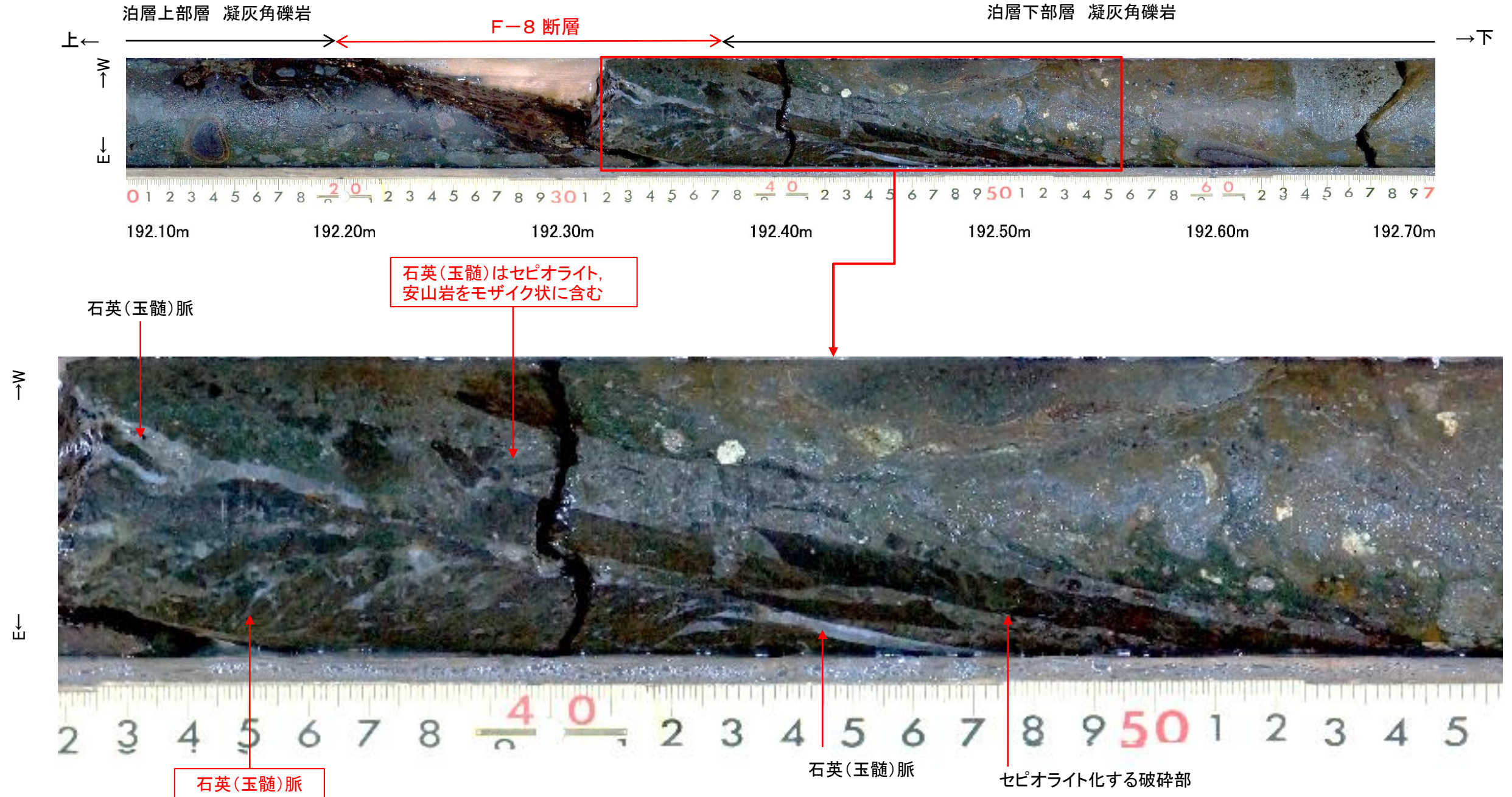
- O<sub>2</sub>-10孔で確認されたF-8断層破碎部は、熱水変質によりセピオライト化、珪化作用を受け、固結・岩石化している。
- セピオライト化した断層破碎部中に石英(玉髓)脈が認められ、破碎部を充填もしくは破碎部を横断している箇所が認められる。





# F-8断層破碎部の固結・岩石化(O<sub>2</sub>-10孔の石英(玉髓)脈)

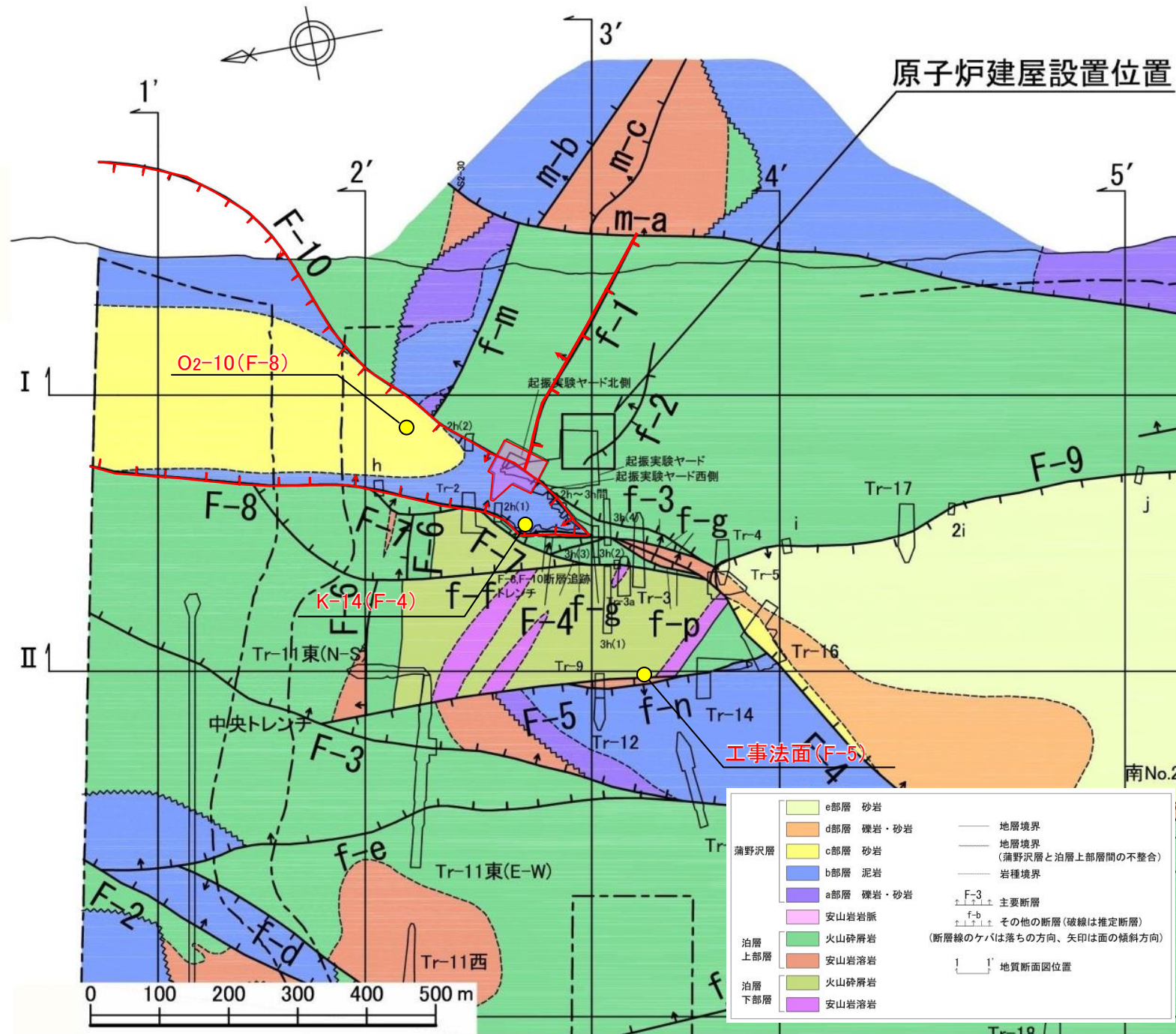
- ▶ O<sub>2</sub>-10孔で確認されたF-8断層破碎部は、熱水変質によりセピオライト化、珪化作用を受け、固結・岩石化している。
- ▶ セピオライト化した断層破碎部中に石英(玉髓)脈が認められ、破碎部を充填もしくは破碎部を横断している箇所が認められる。





# 石英(玉髓)脈の流体包有物①(試料採取位置)

- 石英(玉髓)の生成環境について検討するため、敷地の断層破碎部で確認される石英(玉髓)脈の流体包有物の均質化温度測定を行った。
- 試料は、断層破碎部に石英(玉髓)脈が認められる3試料(F-4断層(K-14孔), F-5断層(工事法面), F-8断層(O<sub>2</sub>-10孔))を測定した。



試料採取位置図

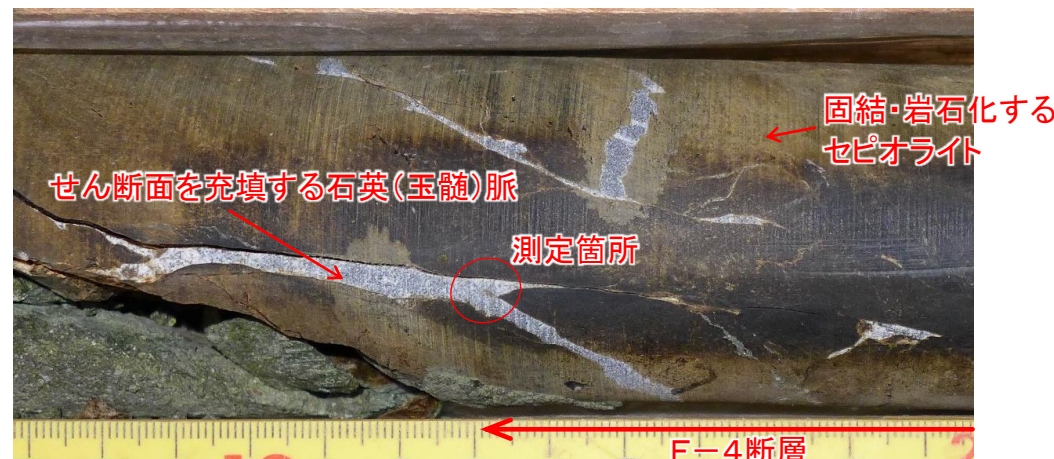


# 石英(玉髄)脈の流体包有物①(分析試料の産状:F-8断層(O<sub>2</sub>-10孔), F-4断層(K-14孔))

- O<sub>2</sub>-10孔のF-8断層破碎部は、セピオライトを伴う断層破碎部を石英(玉髄)脈が充填している。
- K-14孔のF-4断層破碎部も同様に、セピオライトを伴う断層破碎部を石英(玉髄)脈が充填している。



O<sub>2</sub>-10孔のF-8断層破碎部コア写真

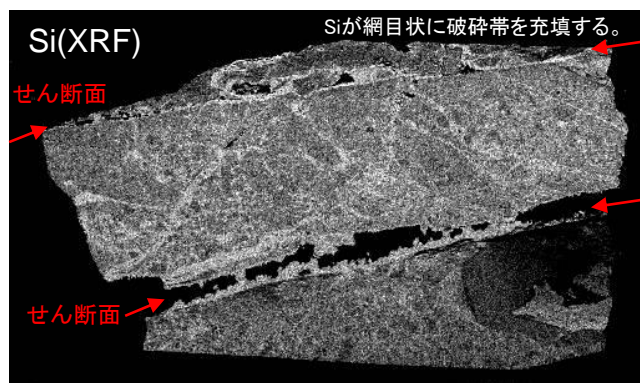


K-14孔のF-4断層破碎部コア写真

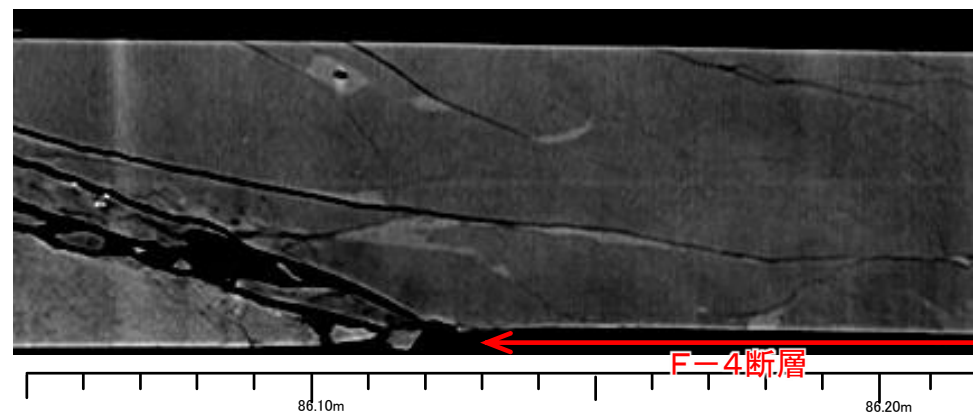
Siが網目状に破碎帯を充填する。



研磨片



Siの元素マップ



K-14孔のF-4断層破碎部CT画像

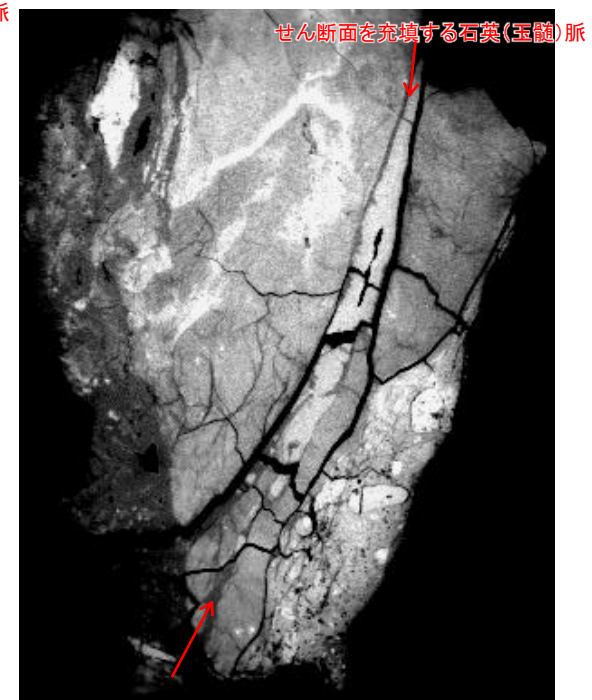
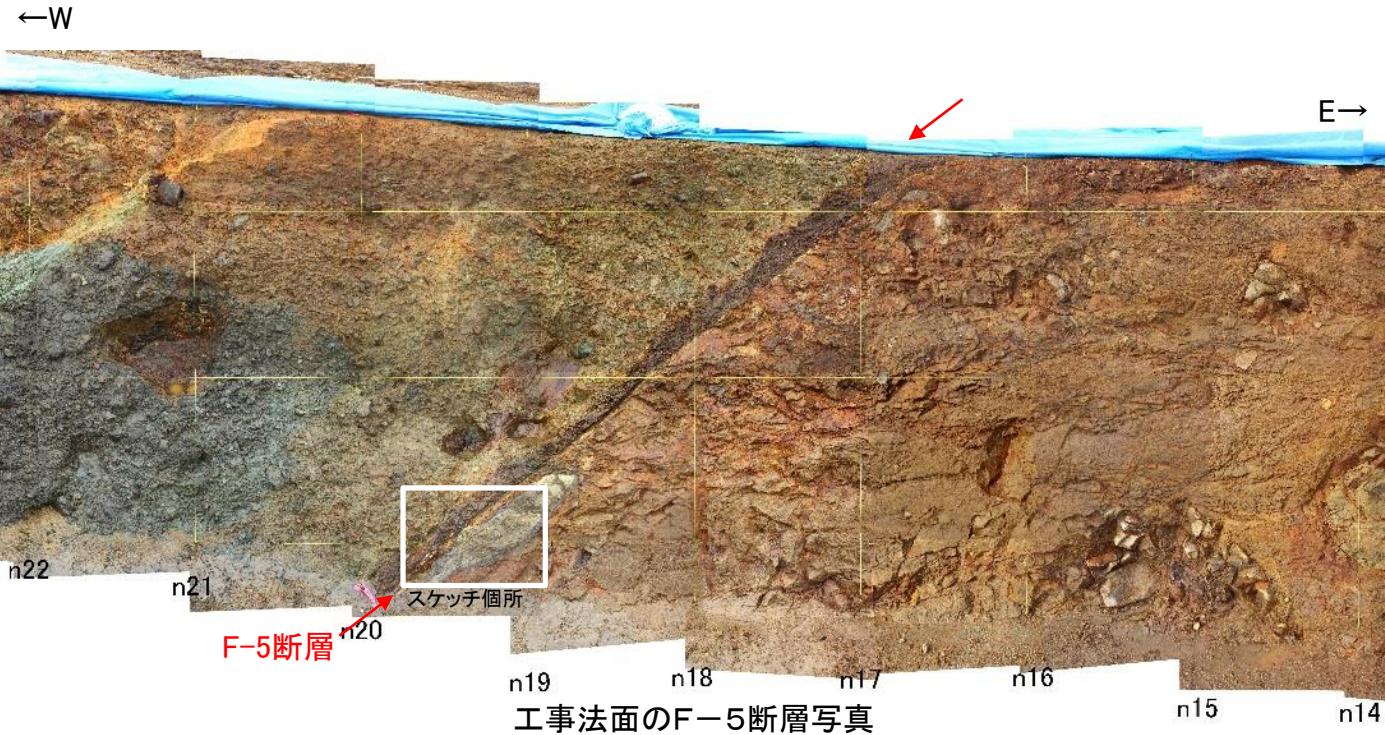


せん断面沿いにセピオライトが認められ、それを覆うように石英が晶出している



# 石英(玉髓)脈の流体包有物①(分析試料の産状:F-5断層)

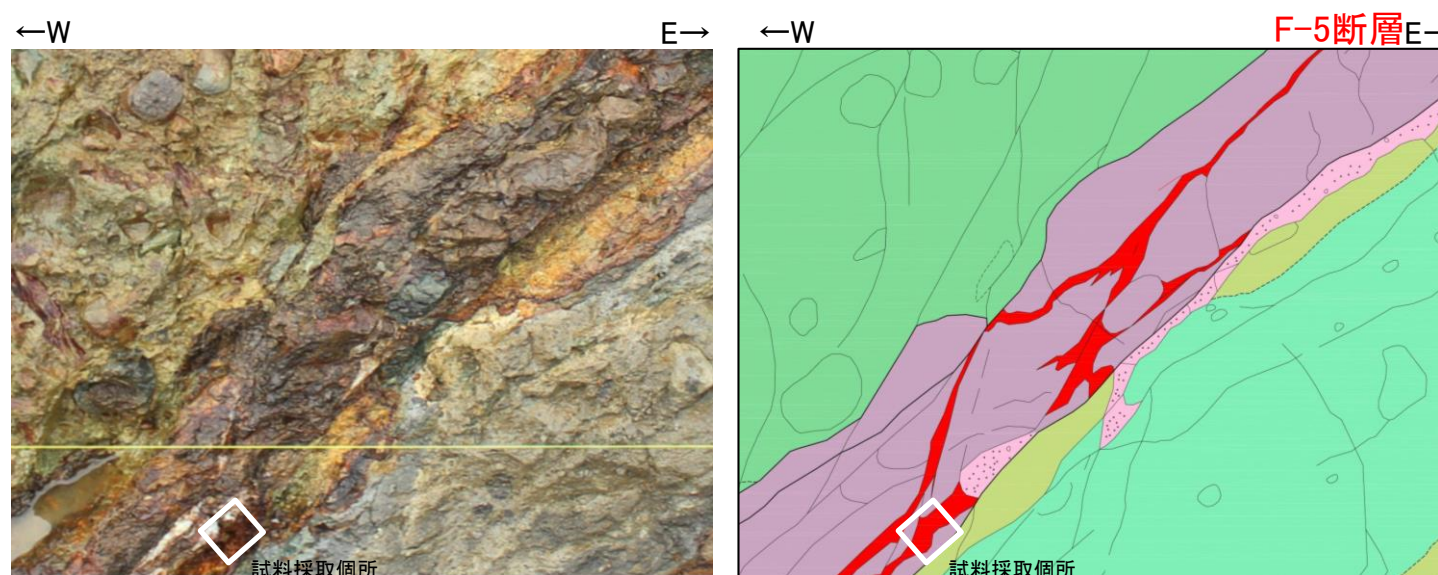
➤ 工事法面のF-5断層破碎部は、セピオライトを伴う断層破碎部を石英(玉髓)脈が充填している。



測定試料(左:写真, 右:X線CT)



破碎部中の石英(玉髓)の状況



試料採取箇所(左:写真, 右:スケッチ)

凡例

泊層	凝灰角礫岩
上部層	火山礫凝灰岩, 凝灰角礫岩
下部層	凝灰岩
F-5断層	破碎部(セピオライト)
	破碎部(軟質化)
	石英(玉髓)脈
—	節理
- - -	同一地層中の岩種及び層相境界



### 3.4.4 F-8断層の活動性

## 石英(玉髓)脈の流体包有物②(測定結果)

#### 【F-8断層破碎部の測定結果】

➤ 均質化温度は、335°C～365°Cの値が得られた。

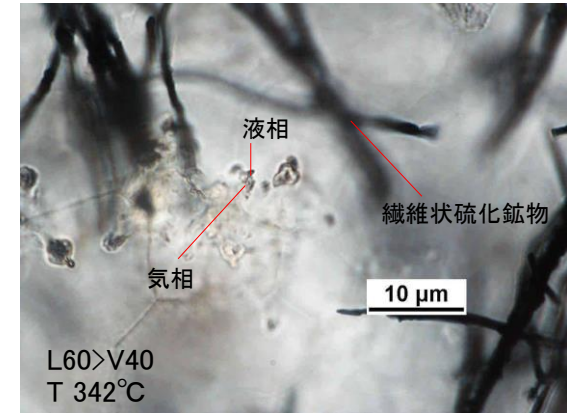
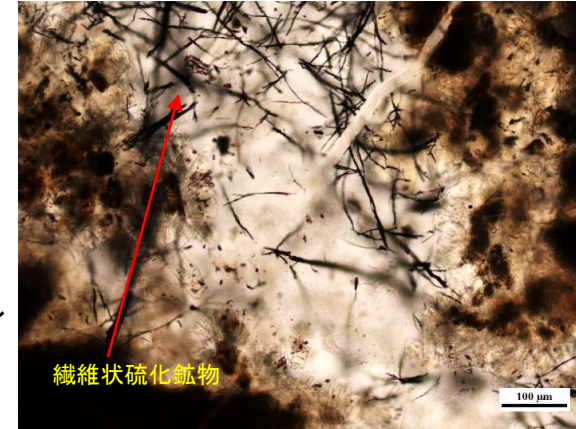
#### 【F-4断層破碎部の測定結果】

➤ 断層破碎部の石英(玉髓)脈に流体包有物は認められなかった。

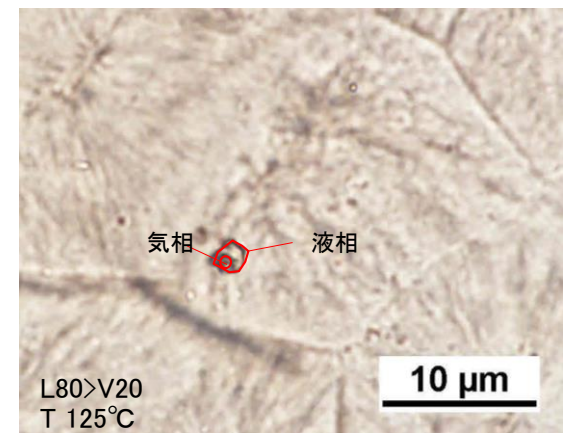
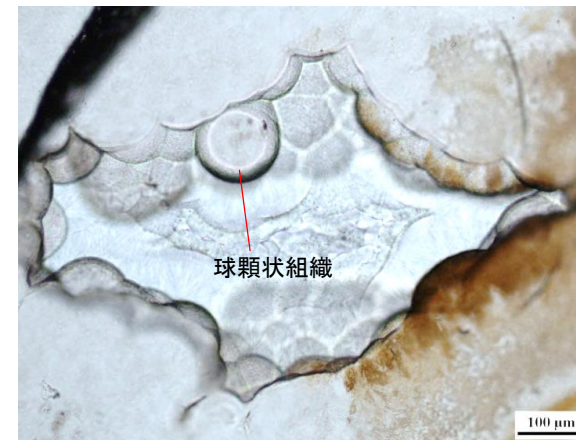
#### 【F-5断層破碎部の測定結果】

➤ 均質化温度は、125°C～150°Cの値が得られた。

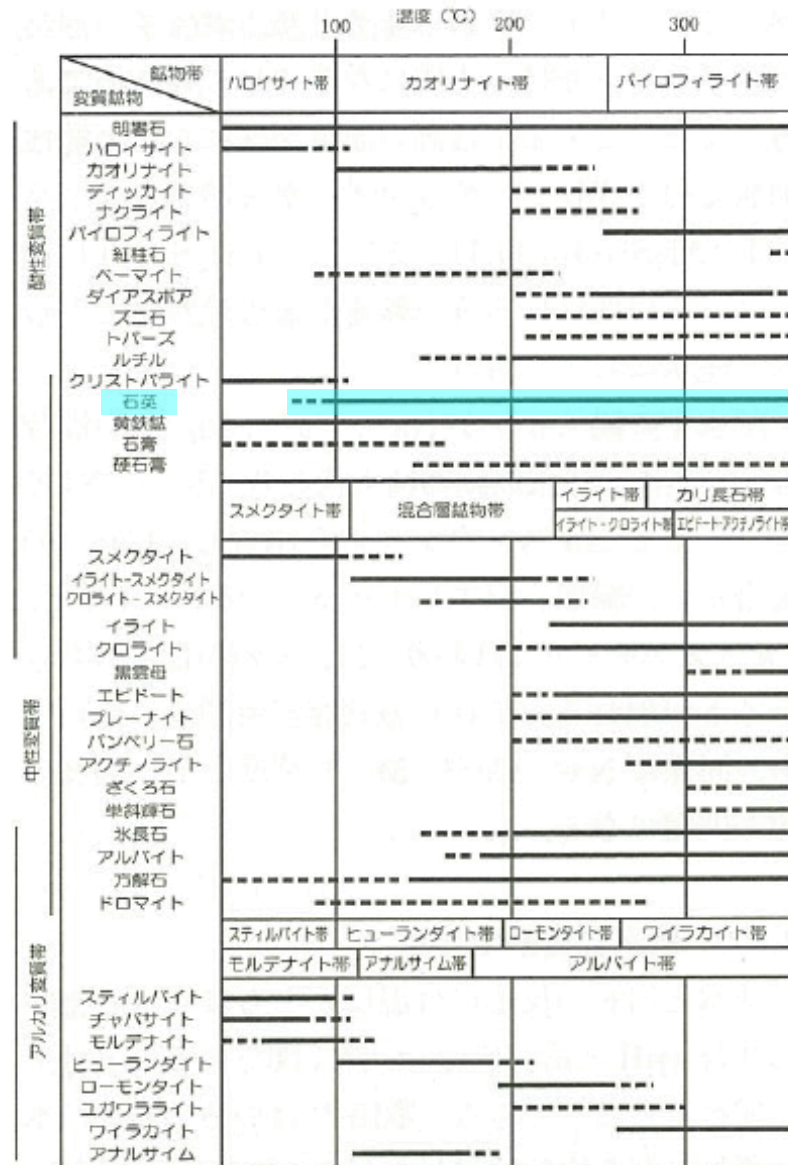
⇒ 敷地内で確認された石英(玉髓)脈は、セピオライト化変質作用の後に、高温の熱水環境下で晶出したものと考えられる。なお、敷地内の第四系には熱水変質の痕跡は認められない。



測定試料中の流体包有物(F-8断層 O2-10-4)



測定試料中の流体包有物(F-5断層 F5③)



日本粘土学会編(2009)

#### 流体包有物の均質化温度測定結果

断層	試料番号	包有物	均質化温度
F-8	O2-10	O2-10-1	初成 356°C
		O2-10-2	初成 365°C
		O2-10-3	初成 335°C
		O2-10-4	初成 342°C
F-4	F4①	—	包有物未確認
F-5	F5①	初成	125°C
	F5②	初成	150°C
	F5③	初成	125°C

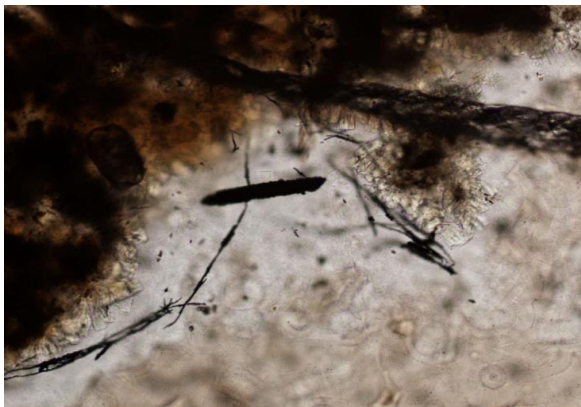


余白



# 石英(玉髓)脈の流体包有物②(F-8断層(O<sub>2</sub>-10孔)について)

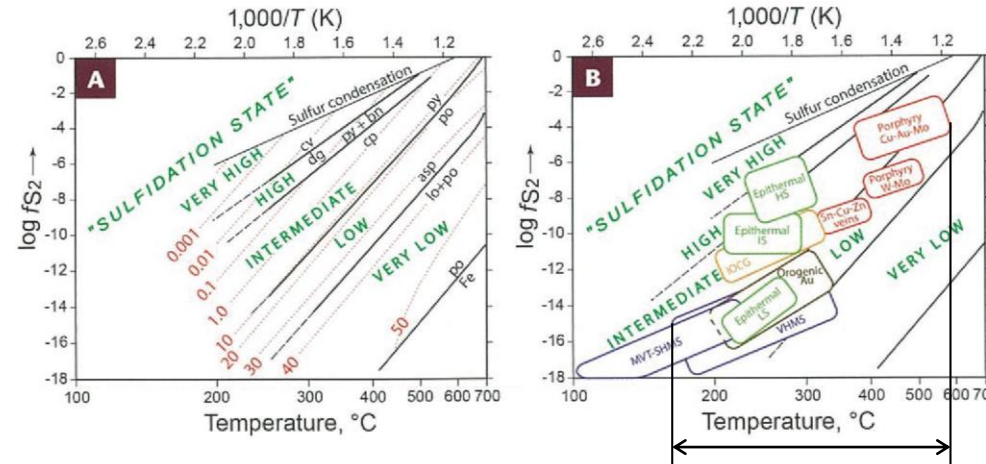
- O<sub>2</sub>-10孔のF-8断層破碎部中の石英(玉髓)脈は他の試料に比べ不透明鉱物を含む流体包有物が認められたことから、反射顕微鏡観察およびSEM-EDXによる元素同定を実施した。
- これらの不透明鉱物は、硫化鉱物であり、繊維状に産する黄銅鉱(CuFeS<sub>2</sub>)と斑銅鉱(Cu<sub>5</sub>FeS<sub>4</sub>)が認められた。これらの鉱物は、いずれも約170℃～600℃の環境下で共生する。  
⇒F-8断層(O<sub>2</sub>-10孔)の流体包有物の均質化温度が他より高いのは、石英(玉髓)脈形成時の硫化鉱物を伴う流体をトラップしたためと考えられる。



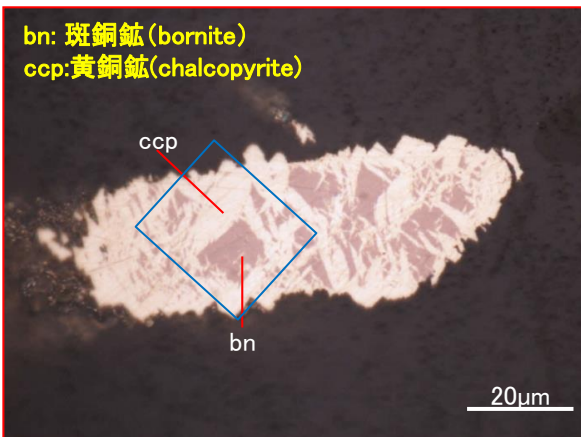
透過顕微鏡写真



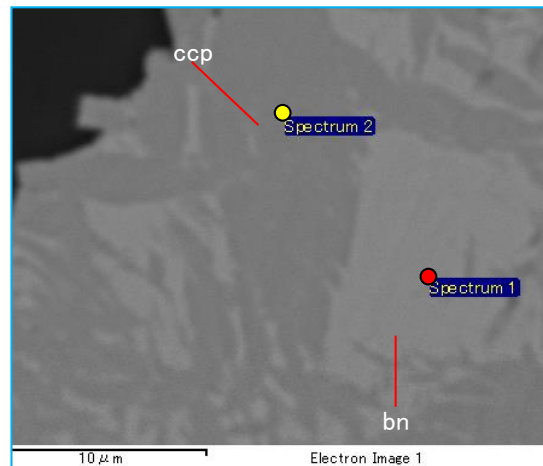
反射顕微鏡写真



**FIGURE 5** (A) Log  $fS_2$  versus temperature diagram, illustrating various sulfidation states (in green) of the hydrothermal fluids, based on stable sulfide mineral assemblages (from Einaudi et al. 2003). FeS (mol%) content of sphalerite is also plotted (in red; from Barton and Toulmin 1964); sphalerite is a common mineral in many hydrothermal ore types and its FeS content can indicate the temperature or sulfur fugacity. (B) Log  $fS_2$  versus temperature estimated for various hydrothermal ore deposits. Colours are visualization aids only. Abbreviations: asp (arsenopyrite), bn (bornite), cp (chalcopyrite), cv (covellite), dg (digenite), lo (loellingite), po (pyrrhotite), py (pyrite). Ore deposit abbreviations as in TABLE 1.



不透明鉱物の拡大反射顕微鏡写真



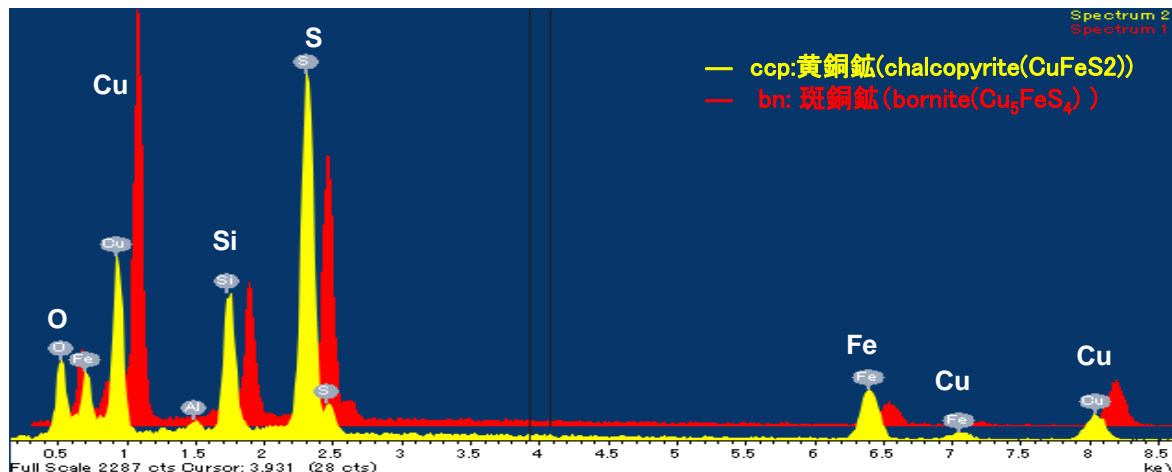
EDX分析箇所

**TABLE 1** MAJOR SULFIDE AND SULFOSALT MINERALS IN HYDROTHERMAL DEPOSITS RELATED TO BASE AND PRECIOUS METALS.

Metal	Major sulfides	Minor sulfides/sulfosalts	Deposit types
Copper - Cu	chalcopyrite* - CuFeS <sub>2</sub> , bornite* - Cu <sub>5</sub> FeS <sub>4</sub> , chalcocite* - Cu <sub>2</sub> S	covellite - CuS, enargite - Cu <sub>3</sub> AsS <sub>4</sub> , tennantite-tetrahedrite - Cu <sub>12</sub> (As, Sb) <sub>4</sub> S <sub>13</sub> ; >180 sulfide and sulfosalt species	Porphyry Cu(-Mo-Au) deposits, HS and IS epithermal, skarn, VHMS, SHMS, IOCG
Zinc - Zn	sphalerite - ZnS (common host of Fe, In, Cd)	wurtzite - ZnS (rare); >20 Cu, Tl, and Ag-bearing sulfosalts	HS and IS epithermal, skarn, VHMS, SHMS, MVT
Lead - Pb	galena - PbS (common host of Ag)	>160 sulfosalt species	HS and IS epithermal, skarn, VHMS, SHMS, MVT
Silver - Ag	acanthite - Ag <sub>2</sub> S (also selenides, etc.)	>120 sulfosalt and sulfide species	LS epithermal Au-Ag deposits, IS polymetallic epithermal deposits
Iron - Fe	pyrite* - FeS <sub>2</sub> , pyrrhotite - FeS, chalcopyrite* - CuFeS <sub>2</sub>	marcasite* - FeS <sub>2</sub> , arsenopyrite* - FeAsS; >110 sulfide and sulfosalt species	Fe-bearing sulfides are not mined for iron. Pyrite, pyrrhotite, and marcasite, are ubiquitous in hydrothermal ore deposits as gangue minerals.

Abbreviations: HS, IS, LS (high, intermediate, low sulfidation); IOCG (iron oxide-Cu-Au); MVT (Mississippi Valley type); SHMS (sedimentary-hosted massive sulfide); VHMS (volcanic-hosted massive sulfide); \* these minerals may contain economically recoverable gold.

熱水鉱床における硫化鉱物および硫化物と金属元素との関係 (Kisseva and Edmonds(2017))



黄銅鉱、斑銅鉱のEDXスペクトル



## 3.4.4 F-8断層の活動性

## F-8(H-2)断層に見られる第四系の変状

## F-8断層とH-2断層の関係と活動性

F-8断層は、南方ではF-10断層と会合し消滅するが、北方延長部は東京電力HD敷地のH-2断層に連続する(H-2断層は北方でさらにH-2a断層に分岐する)。

このF-8(H-2)断層については、中新世以降の活動はないと判断される。

- 断層の南端部付近では、断層を被覆するM<sub>1</sub>'面段丘堆積物(MIS5e)及びM<sub>2</sub>面段丘堆積物(MIS5c)、断層の北端部付近では、断層を被覆するM<sub>2</sub>面段丘堆積物に、変位・変形は認められない。

F-8断層:F-8,F-10断層追跡トレンチ 等                      H-2断層:T2(0)トレンチ 等

- 破碎部は断層全線にわたって深部で広く固結・岩石化し、中新世に形成された石英(玉髓)脈が破碎部を充填、横断している箇所が認められる。

石英(玉髓)脈を伴う固結・岩石化破碎部を確認したボーリング孔

F-8断層:O2-10                      H-2断層:FC-2, A-Z5

固結・岩石化破碎部を確認したボーリング孔

F-8断層:K17, K19, K31, H27B-F8-1, H27B-F8-2                      H-2断層:FC-1, FB-2, FB-3, ④

## F-8(H-2)断層の一部に認められる、第四系の変状に関する検討

一方、H-2断層、F-8断層においては、第四系の変状(第四系基底面の段差、第四系中の小断裂、撓み及び第四系中への粘土注入)が見られるトレンチも確認されており、これら第四系の変状の形態、F-8(H-2)断層との関係等について検討を行った。

F-8断層:hトレンチ, Tr-2トレンチ

H-2断層:T2(1-2)トレンチ, T2(7)トレンチ, T2(10)トレンチ 等



# F-8(H-2)断層の第四系の変状(第四系の変状の一覧表)

断層名	確認箇所	新第三系の断層			変状の有無 ○:なし ●:あり	変状の形態				備考
		上盤/下盤	傾斜方向	変位センス※1		基底面の段差 ●:段差あり ( ):落ちの方向	葉理等のずれを伴う 小断裂 ●:小断裂あり 正:正断層型 逆:逆断層型 ( ):落ちの方向	粘土注入 ●:粘土注入あり	撓み ●:撓みあり	
		G:蒲野沢層 T:泊層 S:猿ヶ森層								
H-2断層※2	T2(0)	G/T	南東	正(南東側落下)	○					M <sub>2</sub> 面段丘堆積物に変状なし
	T2(1)	G/T			○					M <sub>2</sub> 面段丘堆積物に変状なし
	T2(1-2)	G/T			●	なし	● 正(南東側) 逆(北西側, 南東側)	なし	●	南面:小断裂及び撓み (北面は変状なし)
	T2(2)	G/T			●	●(南東側)	● 正(南東側) 逆(北西側)	●	なし	東面:段差及び小断裂 西面:段差, 小断裂及び粘土注入
	T2(3)	G/T			●	なし	● 正(南東側) 逆(北西側)	●	なし	
	T2(6)	G/T			●	なし	● 正(南東側) 逆(北西側)	●	なし	
	T2(7)	G/T			●	●(南東側)	● 正(南東側) 逆(北西側)	●	なし	北面:段差, 小断裂及び粘土注入 南面:段差及び小断裂
	T2(8)	G/T			●	●(南東側)	● 正(南東側) 逆(北西側)	●	なし	
	T2(9)	G/T			●	●(南東側)	● 正(南東側) 逆(北西側)	●	なし	
	T2(10)	G/T			●	なし	● 正(南東側) 逆(北西側)	●	なし	
	T2(11)	G/T			●	なし	● 正(南東側) 逆(北西側)	●	なし	北面:段差及び粘土注入 南面:小断裂
H-2a断層※2	T2(0)	G/T	南東	正(南東側落下)	○					M <sub>2</sub> 面段丘堆積物に変状なし
	T2(1)	G/T			●	●(北西側)	なし	なし	なし	北面:段差 (南面は変状なし)
F-8断層※3	h	G/T	南東	正(南東側落下)	●	●(北西側)	● 正(南東側) 逆(北西側)	●	●	北面:段差, 粘土注入, 撓み 南面:小断裂, 撓み
	Tr-2	G/T			●	なし	● 正(北西側, 南東側) 逆(北西側)	なし	なし	北面:小断裂(正, 逆) 南面:小断裂(正)
	2h(1)	G/T			○					低地堆積物に被覆される
	F-8,F-10断層 追跡A地点	G/T			○					M <sub>2</sub> 面段丘堆積物(礫層)に変状なし
	F-8,F-10断層 追跡B地点	G/T			○					M <sub>2</sub> 面段丘堆積物(礫層)に変状なし
	F-8,F-10断層 追跡C地点	G/T			○					M <sub>1</sub> '面段丘堆積物, M <sub>2</sub> 面段丘堆積物に変状なし

※1鉛直隔離に基づくみかけの変位の方向を示す

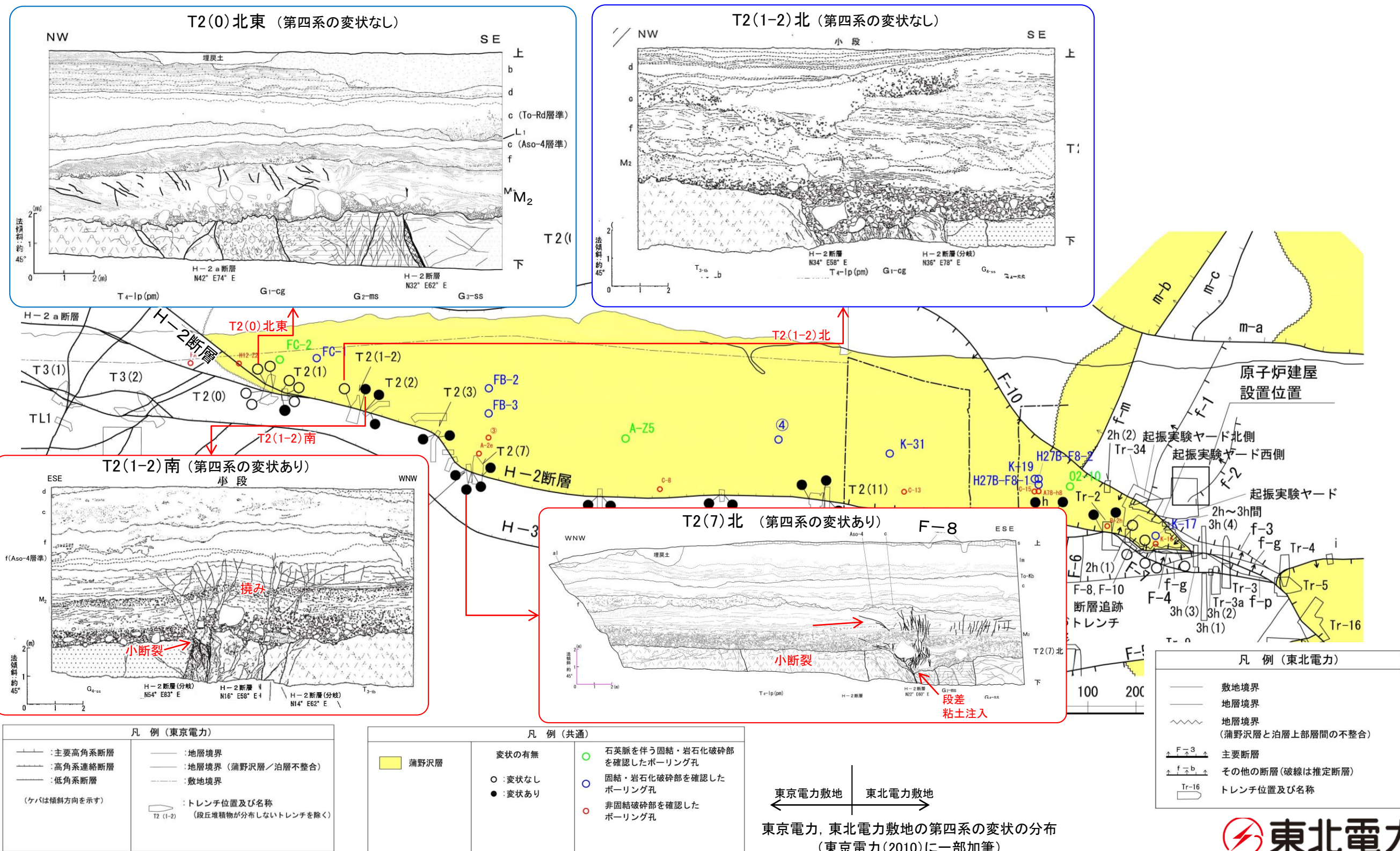
※2東京電力HD 東通原子力発電所設置許可申請時の資料に基づく

※3東北電力調査結果



# F-8(H-2)断層のトレンチ, ボーリング位置図①

- F-8断層にはM<sub>1</sub>'面段丘堆積物, M<sub>2</sub>面段丘堆積物が, 東京電力HD敷地のH-2断層にはM<sub>2</sub>面段丘堆積物が分布している。
- F-8(H-2)断層では, トレンチで第四系の変状が認められるが, 隣接するトレンチで変状を生じている箇所と生じていない箇所, 同じトレンチでも北面と南面に変状の有無, 変状の形態が異なる等, 短い区間で変化し, 第四系の変状は連続性に乏しい。



— (ケバは傾斜方向を示す)	— 主要高角系断層	— 地層境界
— (ケバは傾斜方向を示す)	— 高角系連絡断層	— 地層境界 (蒲野沢層/泊層不整合)
— (ケバは傾斜方向を示す)	— 低角系断層	— 敷地境界
○	○ トレンチ位置及び名称	
	T2 (1-2)	(段丘堆積物が分布しないトレンチを除く)

■	蒲野沢層	○	石英脈を伴う固結・岩石化破砕部を確認したボーリング孔
○	変状なし	○	固結・岩石化破砕部を確認したボーリング孔
●	変状あり	○	非固結破砕部を確認したボーリング孔

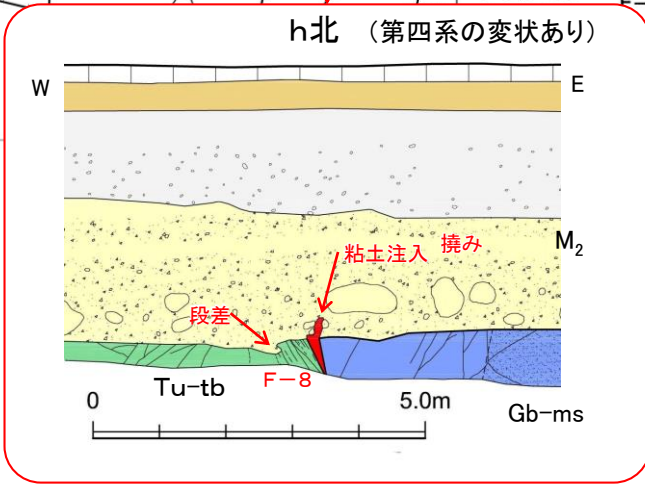
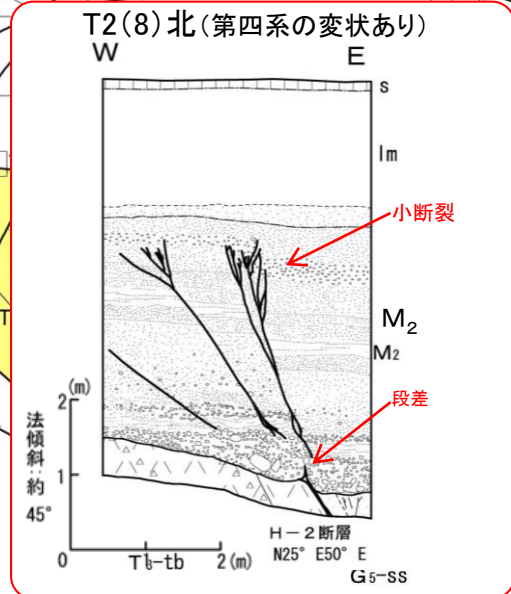
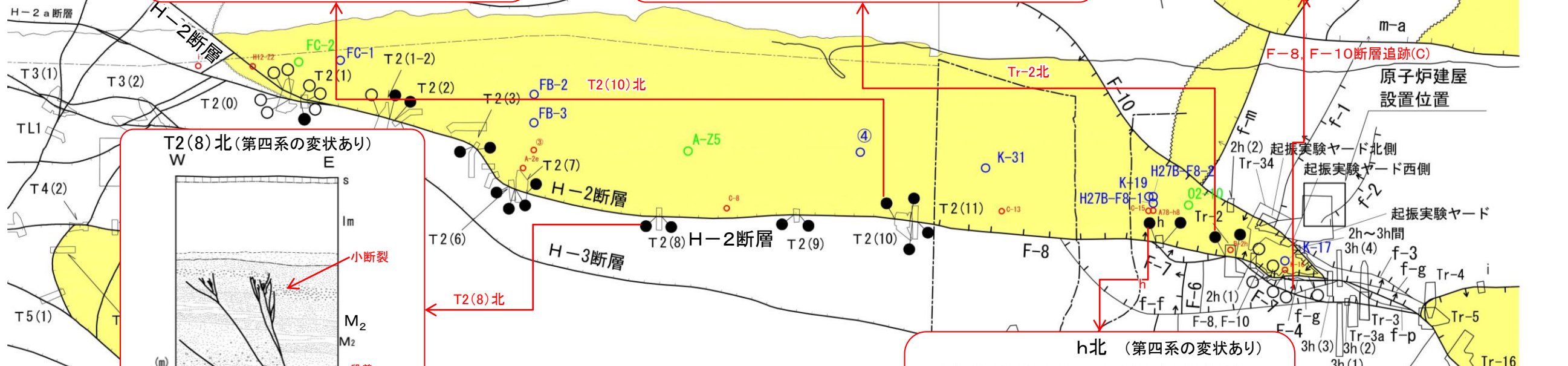
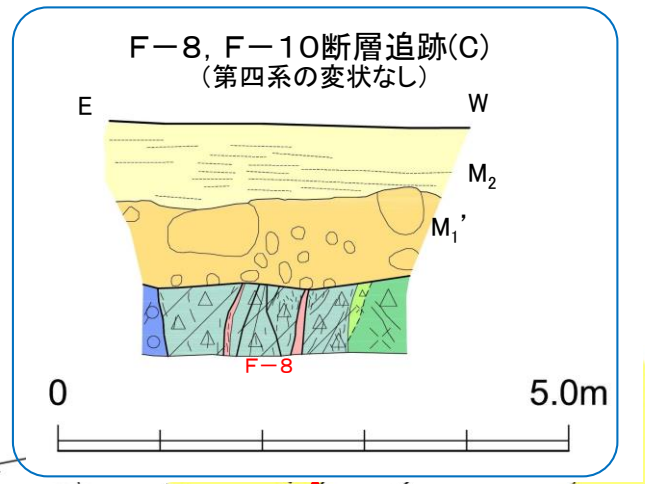
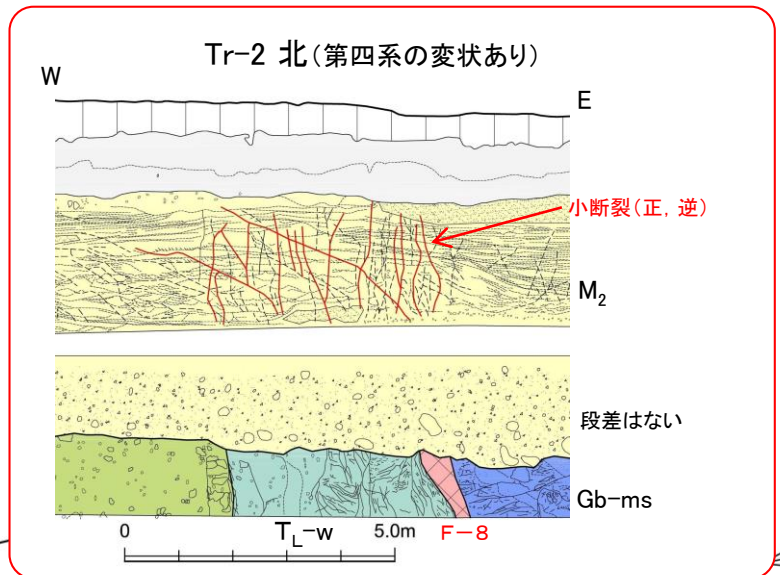
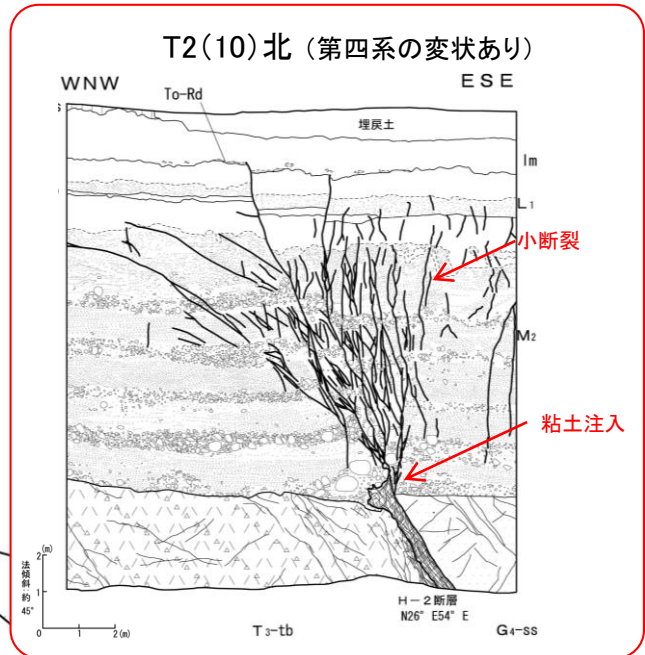
—	敷地境界
—	地層境界
—	地層境界 (蒲野沢層と泊層上部層間の不整合)
—	主要断層
—	その他の断層 (破線は推定断層)
○	トレンチ位置及び名称

東京電力, 東北電力敷地の第四系の変状の分布 (東京電力(2010)に一部加筆)





# F-8(H-2)断層のトレンチ, ボーリング位置図②



— (主要高角系断層)	— (地層境界)
— (高角系連絡断層)	— (地層境界(蒲野沢層/泊層不整合))
— (低角系断層)	— (敷地境界)
(ケハは傾斜方向を示す)	○ (トレンチ位置及び名称)
	T2(1-2) (段丘堆積物が分布しないトレンチを除く)

■ 蒲野沢層	○ 変状なし	○ 石英脈を伴う固結・岩石化破砕部を確認したボーリング孔
	● 変状あり	○ 固結・岩石化破砕部を確認したボーリング孔
		○ 非固結破砕部を確認したボーリング孔

—	敷地境界
—	地層境界
—	地層境界(蒲野沢層と泊層上部層間の不整合)
—	主要断層
—	その他の断層(破線は推定断層)
—	トレンチ位置及び名称

東京電力, 東北電力敷地の第四系の変状の分布 (東京電力(2010)に一部加筆)



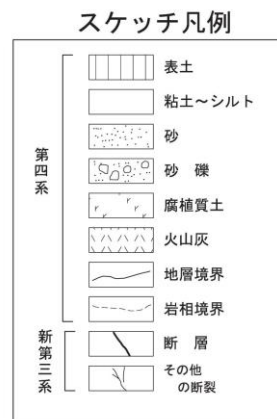
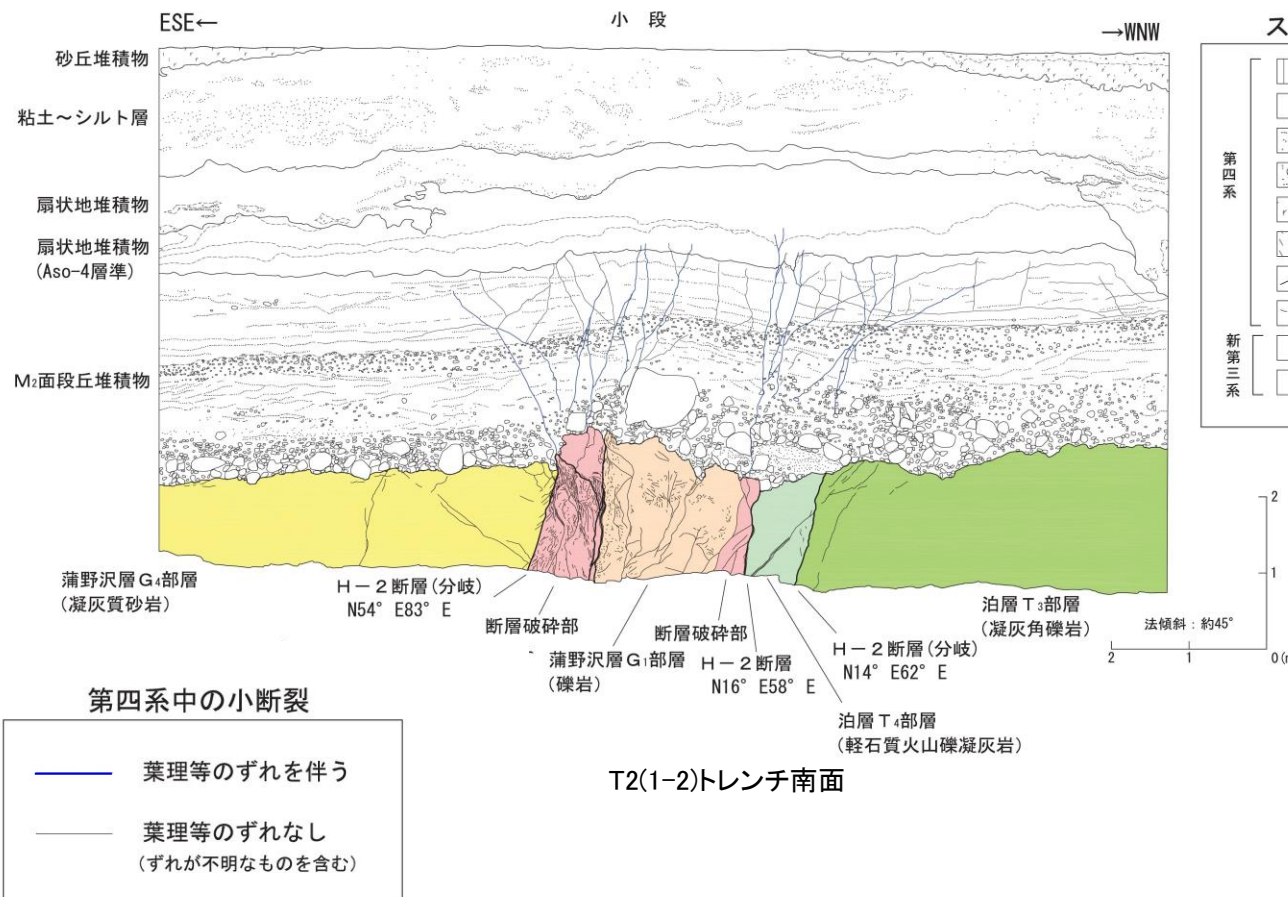
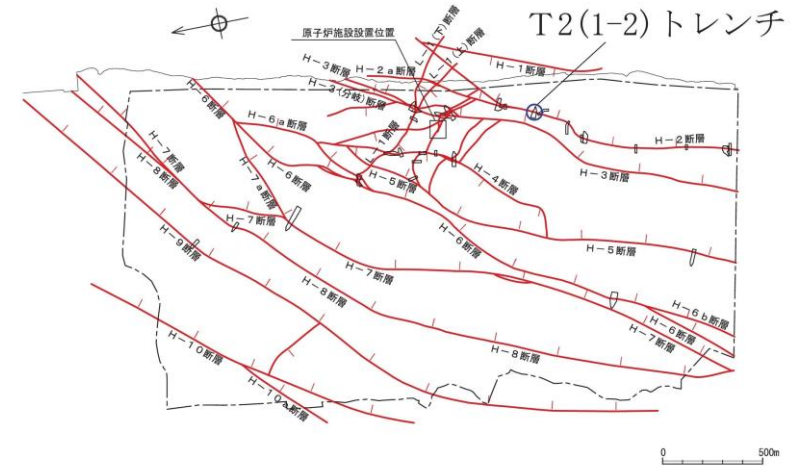
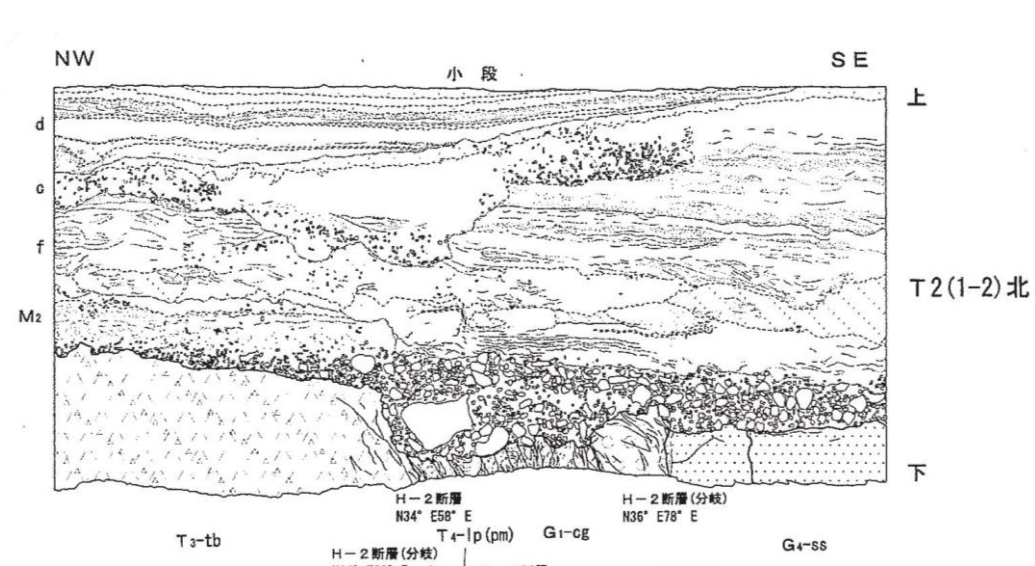
余白



### 3.4.4 F-8断層の活動性

## H-2(F-8)断層の第四系の変状の特徴(T2(1-2)トレンチ)

- H-2断層のT2(1-2)トレンチ北面には、第四系の変状は認められない。
- 一方、T2(1-2)トレンチ南面では第四系基底面及び上位の第四系が調和的に上方に凸状に撓んでいる状況(第四系中の撓み)、第四系中の葉理等の小規模なずれ(小断裂)が認められ、第四系の変状に連続性がない。



変状の形態 - 撓み(例) -  
 ・新第三系が断層(H-2断層)による破碎、風化等によって軟質となっている箇所において、その部分が盛り上がり、これを被覆する第四系(M2面段丘堆積物及び扇状地堆積物(Aso-4層準))に調和的な撓みが認められる。

全景写真

図-1(3) 第四系基底面及び第四系の撓み (T2(1-2)トレンチ南面)



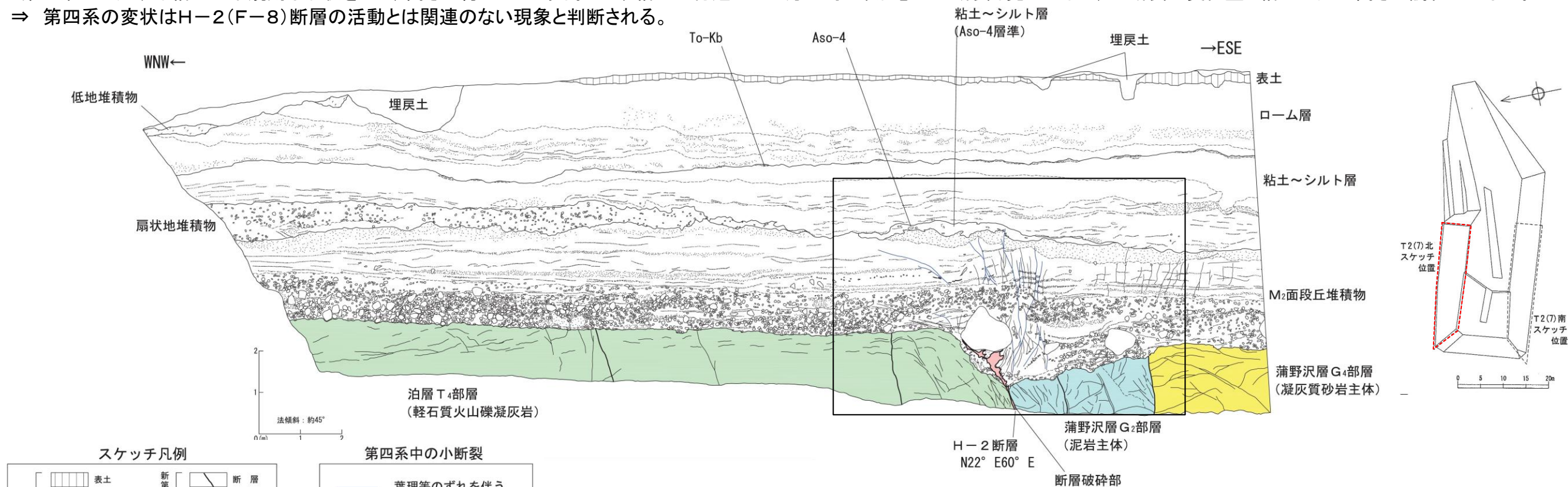
### 3.4.4 F-8断層の活動性

## H-2断層の第四系の変状の詳細(T2(7)トレンチ北面)

- T2(7)トレンチ北面では、H-2断層を覆う第四系(M<sub>2</sub>面段丘堆積物)の基底面に、H-2断層を挟んで高度差(段差)、第四系中の小断裂、第四系中への粘土注入が認められる。
- 阿蘇-4火山灰層(Aso-4)層準に変位が見られるが、十和田キビダngo火山灰層(To-Kb)層準には変位は見られない。

#### 【第四系の変状の特徴】

- 第四系基底面の段差は断層の上盤(蒲野沢層)側が低い段差であり、高度差は約90cmである。この段差は、第四系基底面を覆う礫層の厚さが、上盤側で概ね高度差に対応して厚くなっていることから、基本的に侵食によるものと考えられる。
  - 第四系中の小断裂は、断層から連続しておらず、高角度で正断層センス(上盤下がり)のものと低角度で逆断層センス(上盤上がり)のものが混在し、葉理等のずれの量は最大約30cmであり、変位の累積性は認められず、段差量と小断裂の変位量は調和的でない。
  - 第四系に注入する粘土は不規則な形状を呈し、高さは約70cmである。また、粘土の付近から上方に向かう形態の小断裂も見られるが、小断裂の変位量と粘土注入の高さは調和的でない。
- ⇒ 第四系の変状はH-2(F-8)断層の活動とは関連のない現象と判断される。



※東京電力HD 東通原子力発電所設置許可申請時の資料を基に東北電力の解釈を追記した



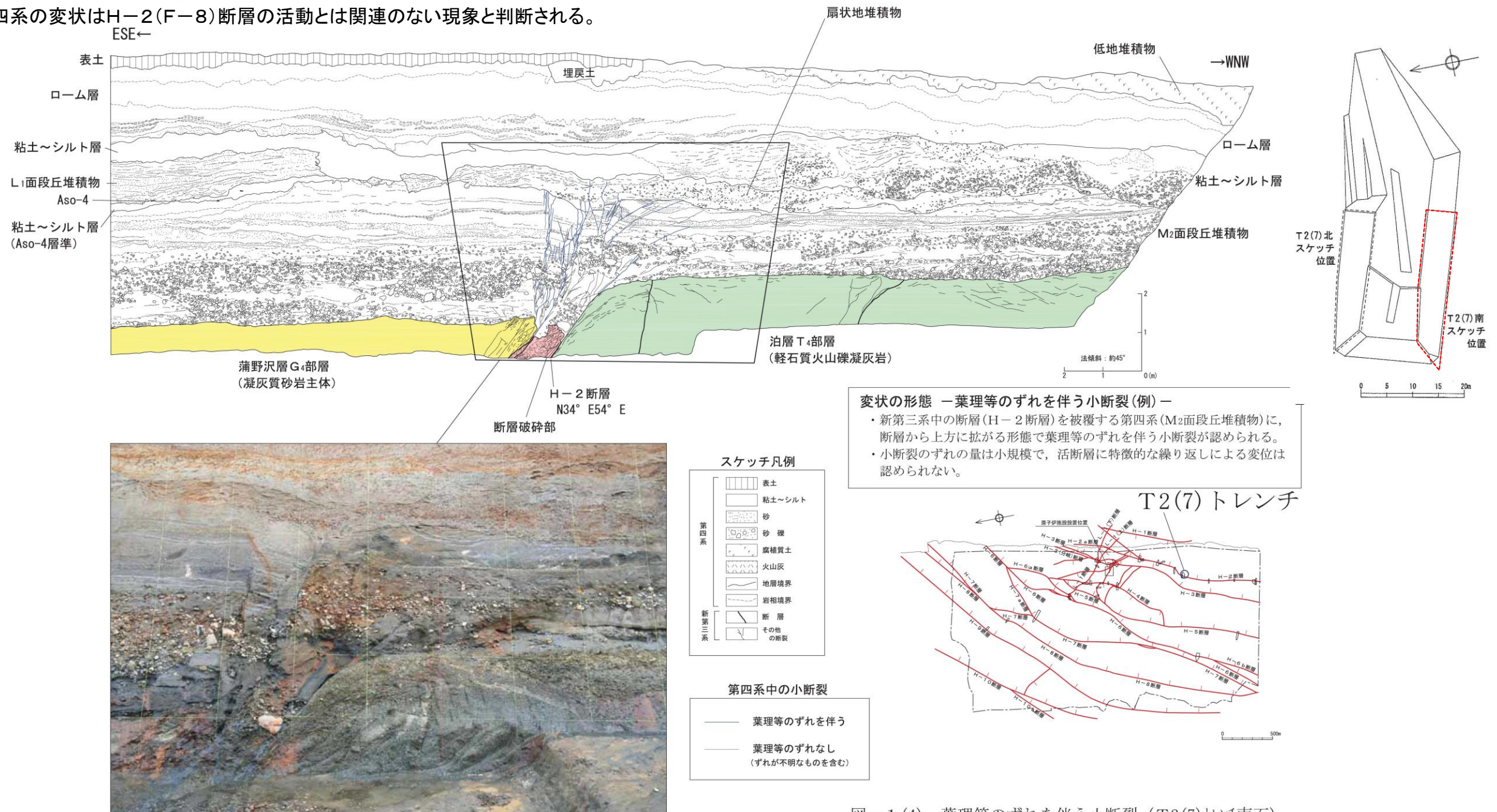
### 3.4.4 F-8断層の活動性

## H-2断層の第四系の変状の詳細(T2(7)トレンチ南面)

➤ T2(7)トレンチ南面では、H-2断層を覆う第四系(M<sub>2</sub>面段丘堆積物)の基底面に、H-2断層を挟んで高度差(段差)、第四系中の小断裂が認められる。

#### 【第四系の変状の特徴】

- 第四系基底面の段差は断層の上盤(蒲野沢層)側が低い段差であり、高度差は約60cmである。この段差は、第四系基底面を覆う礫層の厚さが、上盤側で概ね高度差に対応して厚くなっていることから、基本的に侵食によるものと考えられる。
  - 第四系中の小断裂には、断層から連続しているものがあるものの、高角度で正断層センス(上盤下がり)のものと低角度で逆断層センス(上盤上がり)のものが混在し、葉理等のずれの量は最大約70cmであり、変位の累積性は認められず、段差量と小断裂の変位量は調和的でない。
- ⇒ 第四系の変状はH-2(F-8)断層の活動とは関連のない現象と判断される。



変状の形態 — 葉理等のずれを伴う小断裂 (例) —

- ・ 新第三系中の断層(H-2断層)を被覆する第四系(M<sub>2</sub>面段丘堆積物)に、断層から上方に拡がる形態で葉理等のずれを伴う小断裂が認められる。
- ・ 小断裂のずれの量は小規模で、活断層に特徴的な繰り返しによる変位は認められない。

図-1(4) 葉理等のずれを伴う小断裂 (T2(7)トレンチ南面)



### 3.4.4 F-8断層の活動性

## H-2断層の第四系の変状の詳細(T2(10)トレンチ北面)

- T2(10)トレンチ北面では、H-2断層を覆う第四系(M<sub>2</sub>面段丘堆積物)中に小断裂、第四系中への粘土注入が認められる。
- 小断裂は、阿蘇-4火山灰層(Aso-4)層準及び十和田レッド軽石層(To-Rd)層準に変位が見られるが、それより上位の地層には変位は見られない。

#### 【第四系の変状の特徴】

- H-2断層を挟んで、第四系基底面に段差は認められない。
- 小断裂には高角度で正断層センス(上盤下がり)のものと低角度で逆断層センス(上盤上がり)のものが混在し、葉理等のずれの量は最大約40cmで、変位の累積性は認められない。  
⇒ 第四系の変状はH-2(F-8)断層の活動とは関連のない現象と判断される。
- 正断層センスの小断裂(下図のBタイプ)は逆断層センスの小断裂(同Aタイプ)を切ることから、正断層センスの小断裂の形成前を復元すると、逆断層センスの小断裂の形態が確認された。  
⇒ 逆断層センスの小断裂形成後に、正断層センスの小断裂が形成されたと考えられ、第四系中に短時間で異なる動き(圧縮・引張)が生じたこととなり、小断裂の形成はH-2(F-8)断層の活動とは関連しないと考えられる。

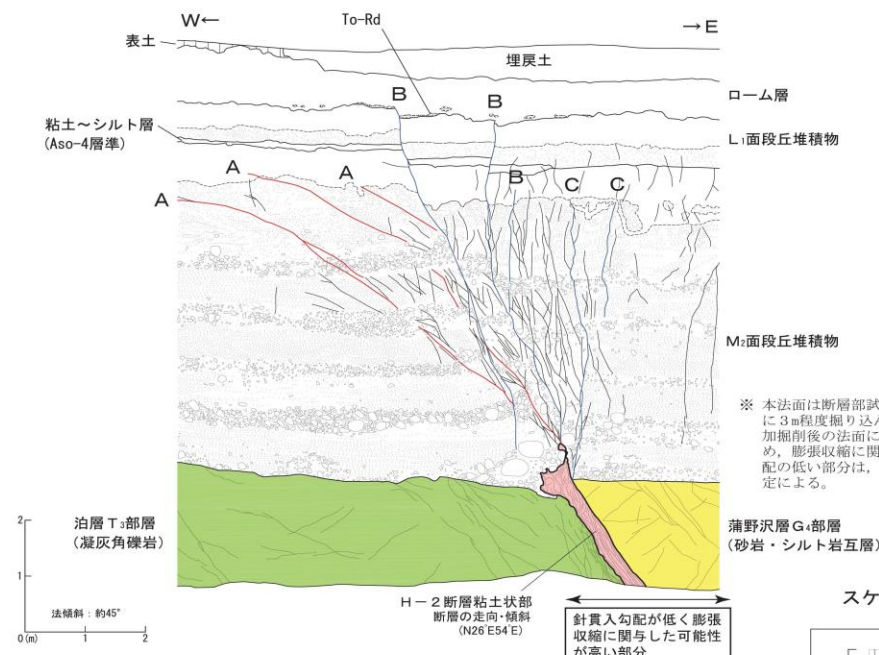


図-12(1) T2(10)トレンチ北面の状況

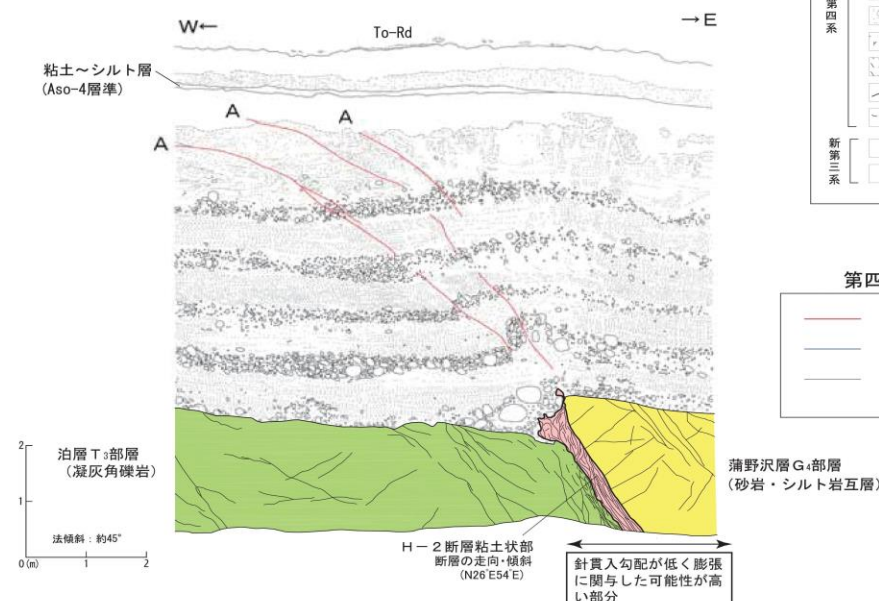
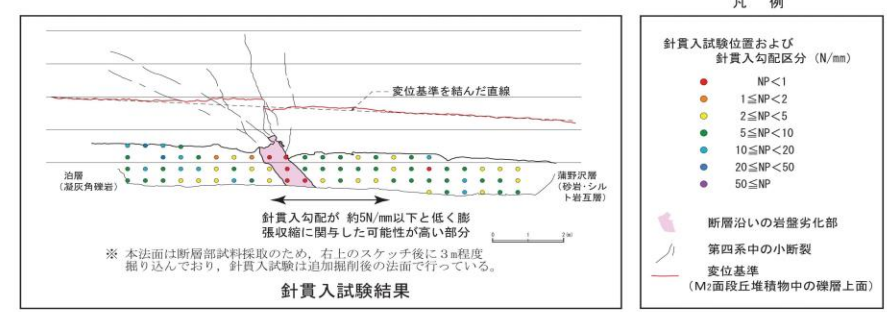
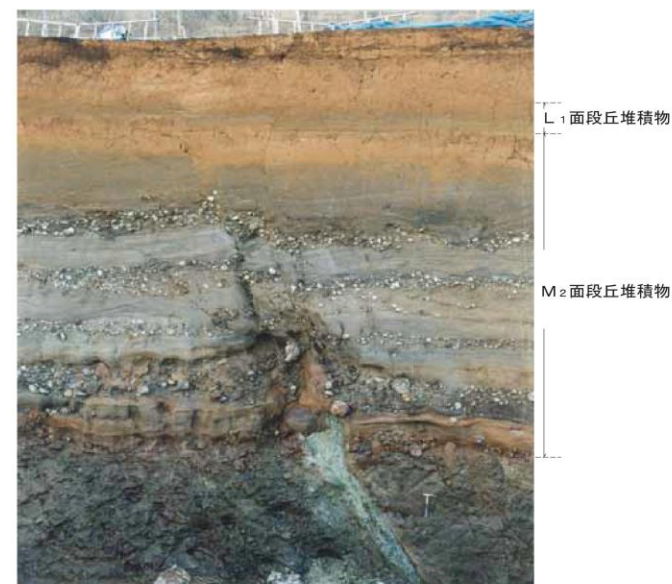
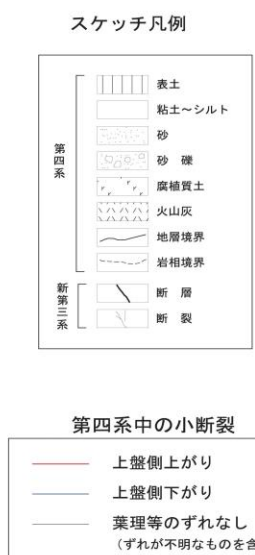
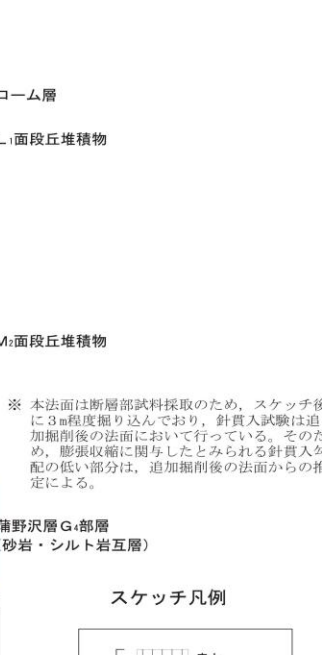


図-12(2) 正断層形成前の復元図



変状によるずれを伴う小断裂の分布形態を、模型実験による剪断層連続帯の形状と比較すると、最も西側に認められる上盤側上がりの小断裂(Aタイプ小断裂)には、模型実験による基盤の断層の逆断層変位で形成された剪断層に特徴的な雁行状のパターンからの剪断層の成長、より高角度の剪断層の発達、上に凸状の剪断層の形状が認められる。

一方、Bタイプ小断裂及びCタイプ小断裂の形態とその間の地層が落ち込む状況は、模型実験による基盤の断層の正断層変位で形成される剪断層に特徴的なくさび状の地層の落ち込みや剪断層が地盤表面付近で傾斜が急になり湾曲する形状に類似している。

また、Aタイプ小断裂は、Bタイプ小断裂に切られていることから、これらの断層が別々に形成された可能性が考えられるため、上盤側下がり小断裂形成前の状況を復元して下図に示した。

以上の検討結果から、はじめ断層沿いの蒲野沢層側劣化部の上昇に伴って、第四系中にAタイプ小断裂が形成されるとともに、断層部粘土が圧入され、その後、蒲野沢層側劣化部の下降によって、Bタイプ、Cタイプの小断裂が形成された機構が考えられる。

このように考えられた変状の形成過程は、海水準変動にともなって膨張性的変状と収縮性的変状が生じたとする「岩盤劣化部の膨張・収縮による変状モデル」と整合する。



### 3.4.4 F-8断層の活動性

## H-2断層の第四系の変状の詳細(T2(10)トレンチ南面)

➤ T2(10)トレンチ南面では、H-2断層を覆う第四系(M<sub>2</sub>面段丘堆積物)中に小断裂、第四系中への粘土注入が認められる。

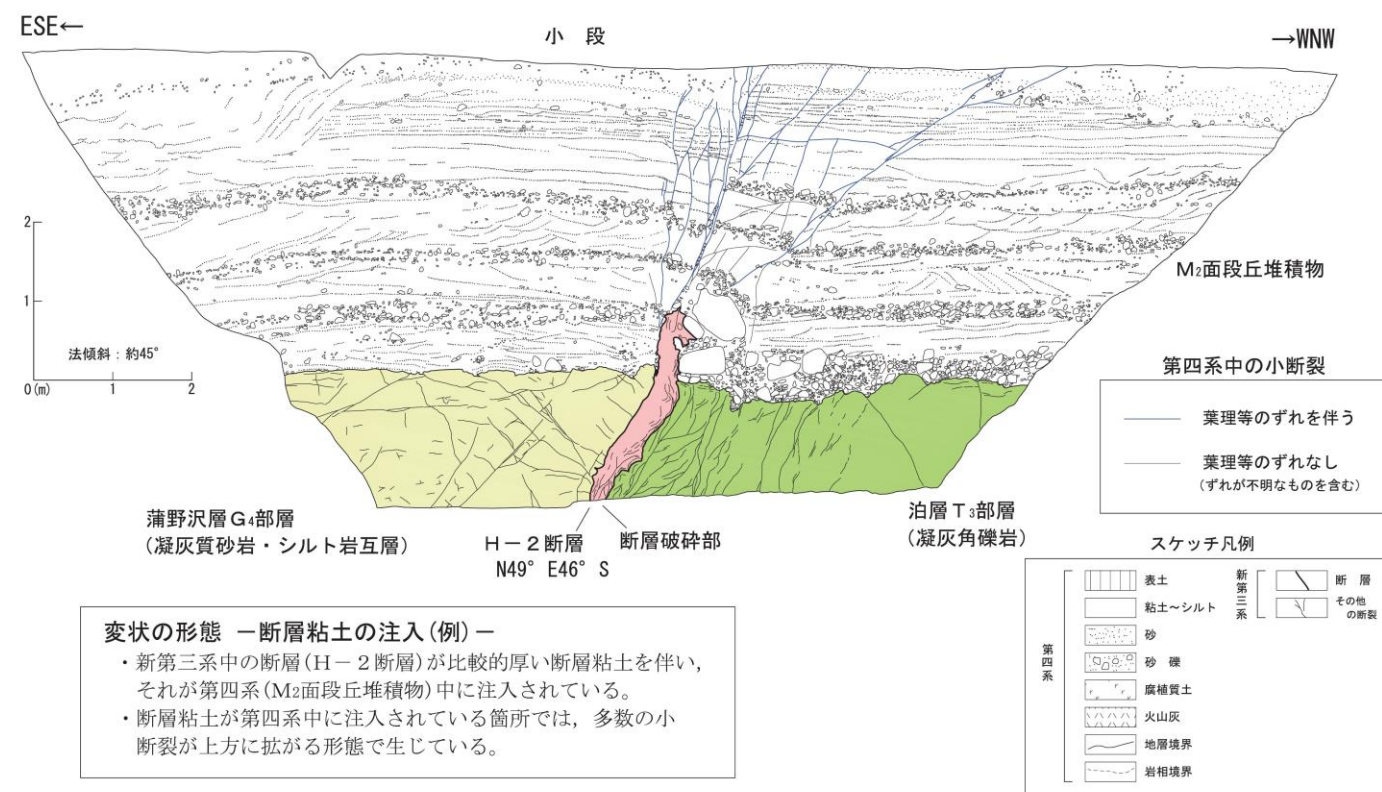
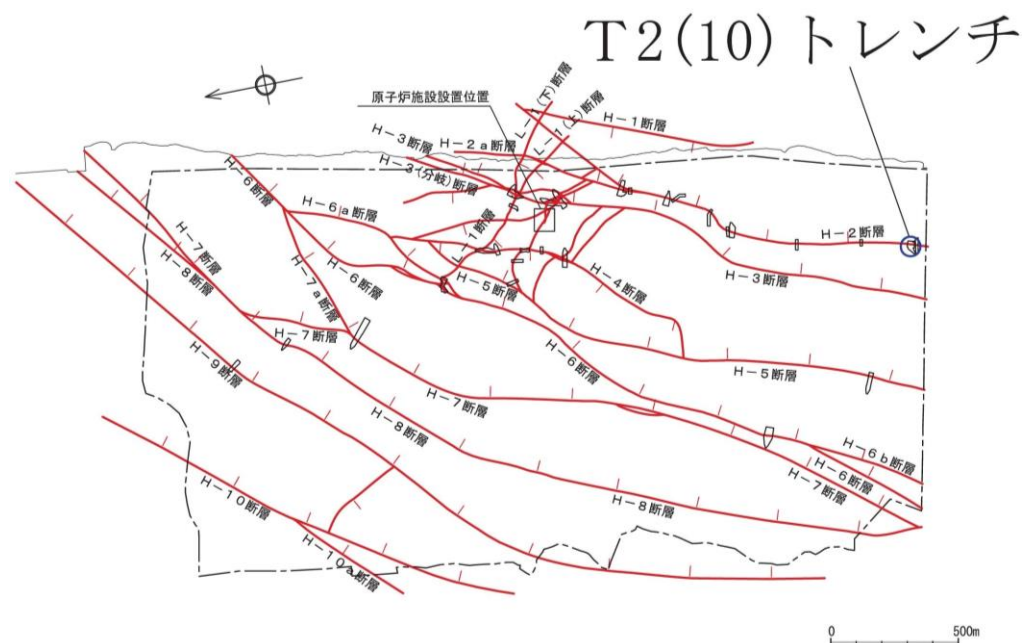
#### 【第四系の変状の特徴】

➤ H-2断層を挟んで、第四系基底面に段差は認められない。

➤ 小断裂には、高角度で正断層センス(上盤下がり)のものと低角度で逆断層センス(上盤上がり)のものが混在し、葉理等のずれの量は最大約40cmであり、変位の累積性は認められない。

➤ 粘土が注入している箇所は、断層破碎部の軟質な粘土が不規則な形状で注入し(高さ約60cm)、粘土の頂部から上方に広がる形態の小断裂も見られるが、小断裂の変位は粘土注入の高さと関連しない。

⇒ 第四系の変状はH-2(F-8)断層の活動とは関連のない現象と判断される。

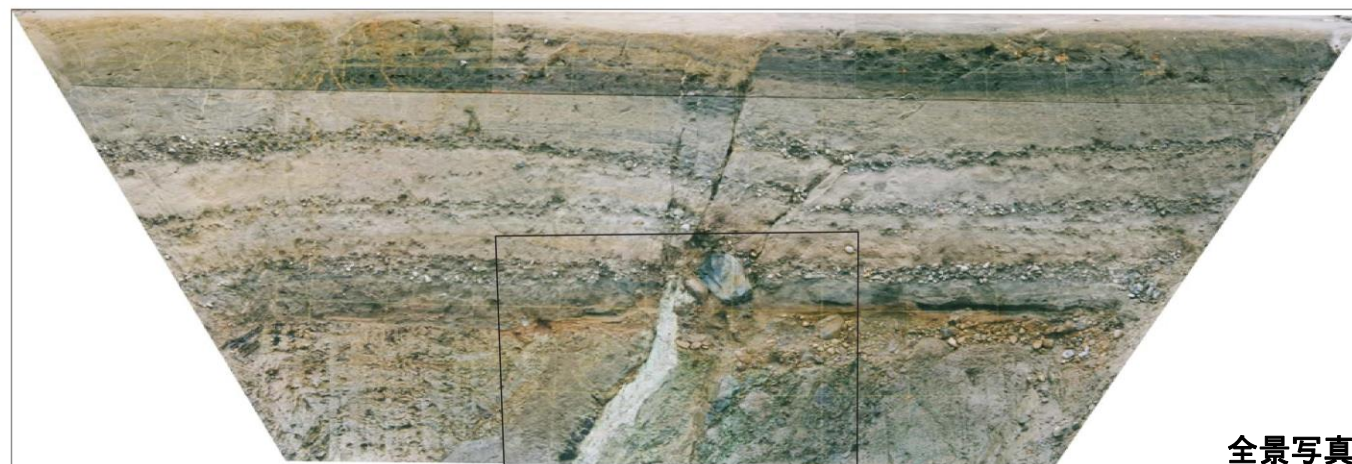


変状の形態 - 断層粘土の注入(例) -

- ・新第三系中の断層(H-2断層)が比較的厚い断層粘土を伴い、それが第四系(M<sub>2</sub>面段丘堆積物)中に注入されている。
- ・断層粘土が第四系中に注入されている箇所では、多数の小断裂が上方に広がる形態で生じている。



拡大写真



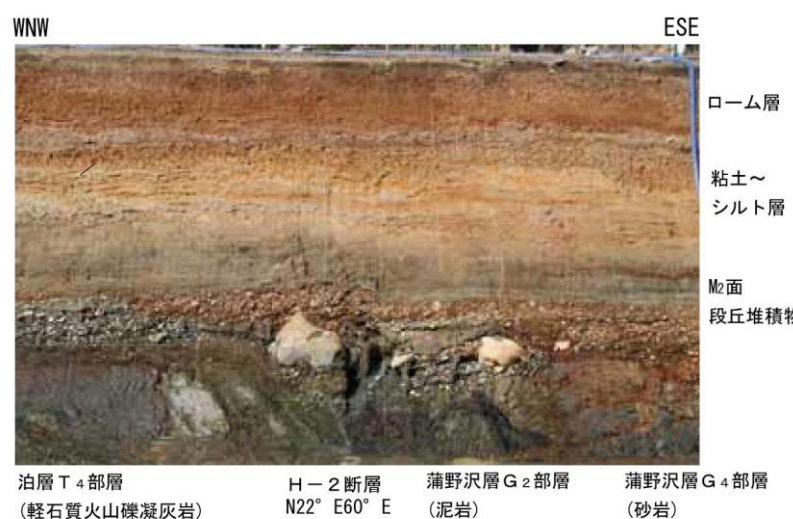
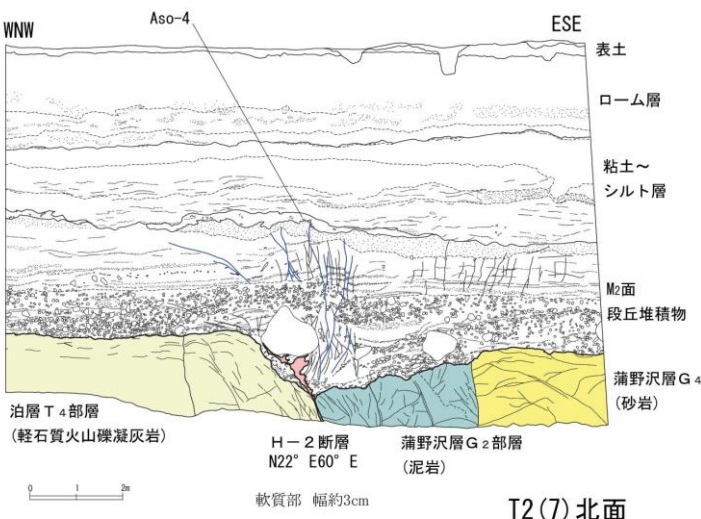
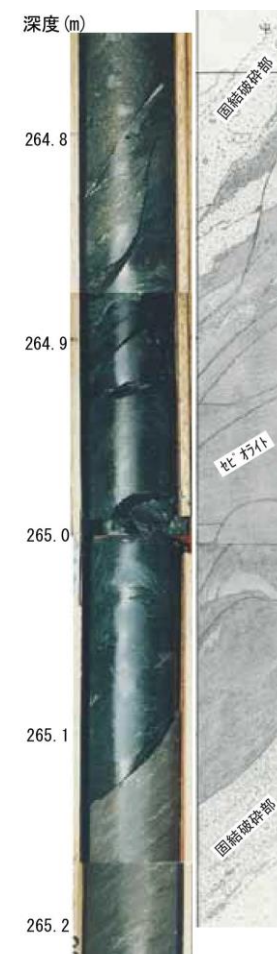
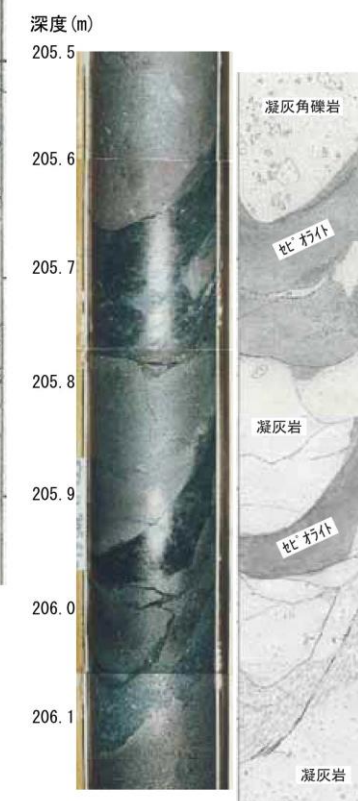
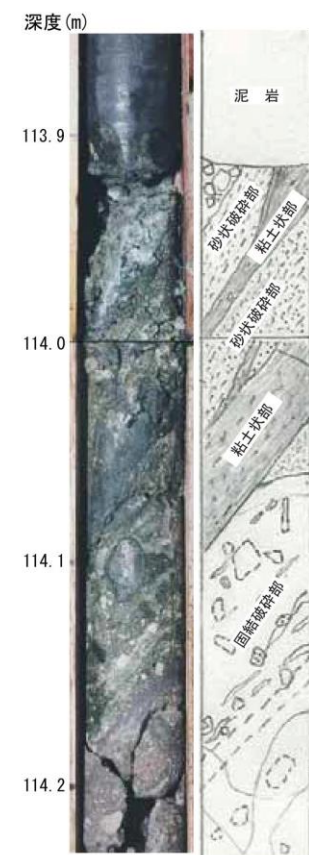
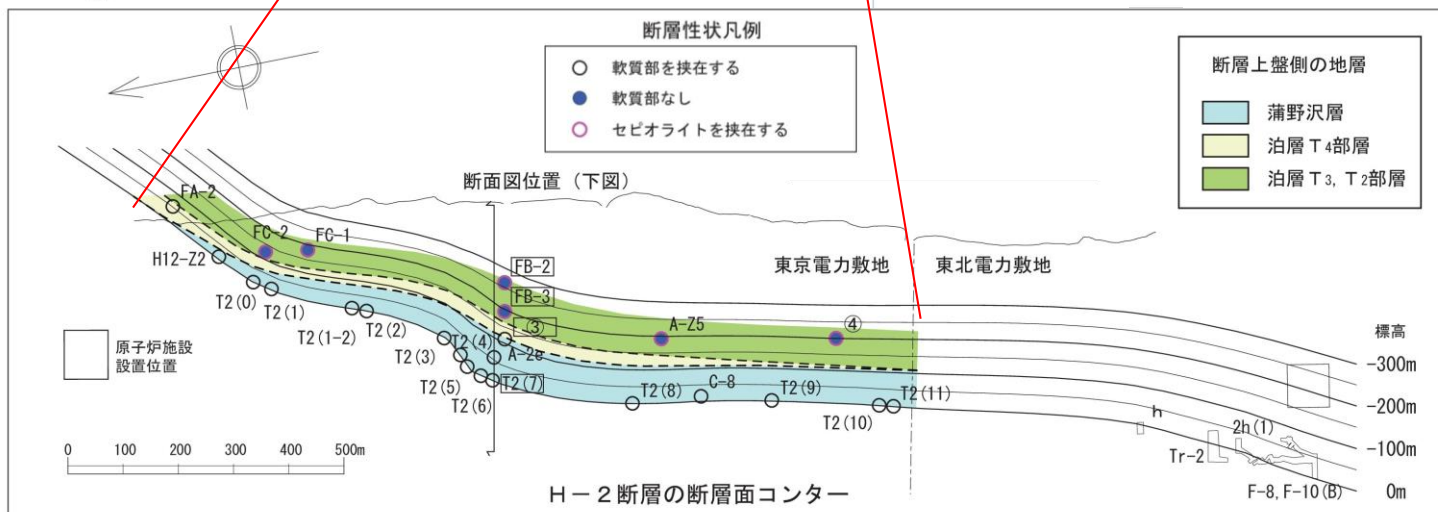
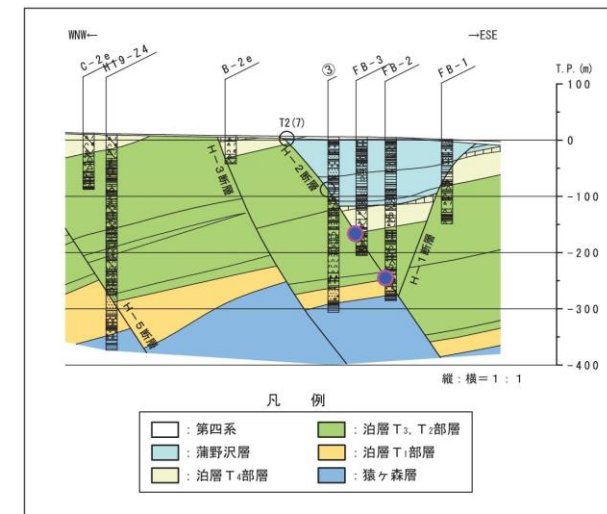
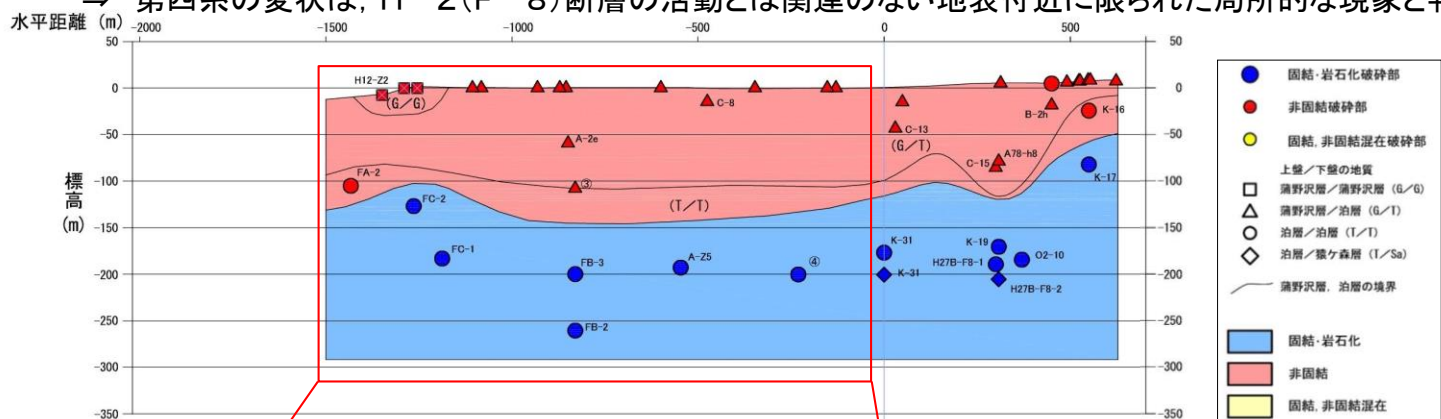
全景写真



### 3.4.4 F-8断層の活動性

## H-2断層(第四系の変状箇所)の深部に関する考察(断層破碎部の性状)

- H-2断層で第四系の変状が認められるT2(7) トレンチの近傍において実施されたボーリング調査結果によれば、標高-100m以深のH-2断層の破碎部はセピオライトを伴い、固結・岩石化した破碎部からなり、繰り返しの活動で形成される軟質なガウジを伴うシャープなせん断面は認められない。
- ⇒ 石英(玉髓)脈の存在もあわせると、H-2(F-8)断層の最終活動時期は中新世であり、少なくとも後期更新世における活動はないと判断される。
- ⇒ 第四系の変状は、H-2(F-8)断層の活動とは関連のない地表付近に限られた局所的な現象と判断される。



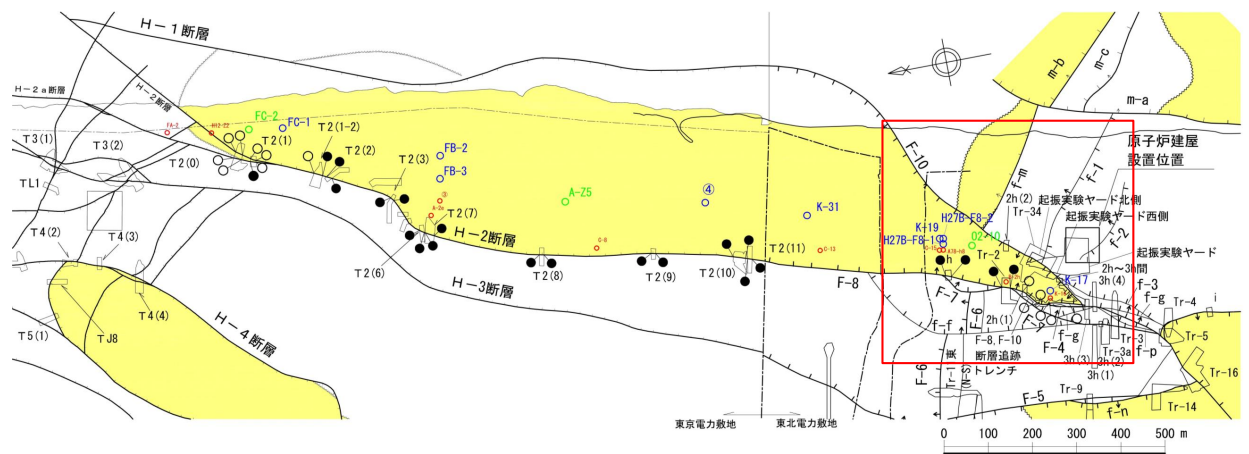
小断裂凡例  
 — 葉理等のずれを伴う  
 — 葉理等のずれなし

※東京電力HD 東通原子力発電所設置許可申請時の資料を基に東北電力の解釈を追記した

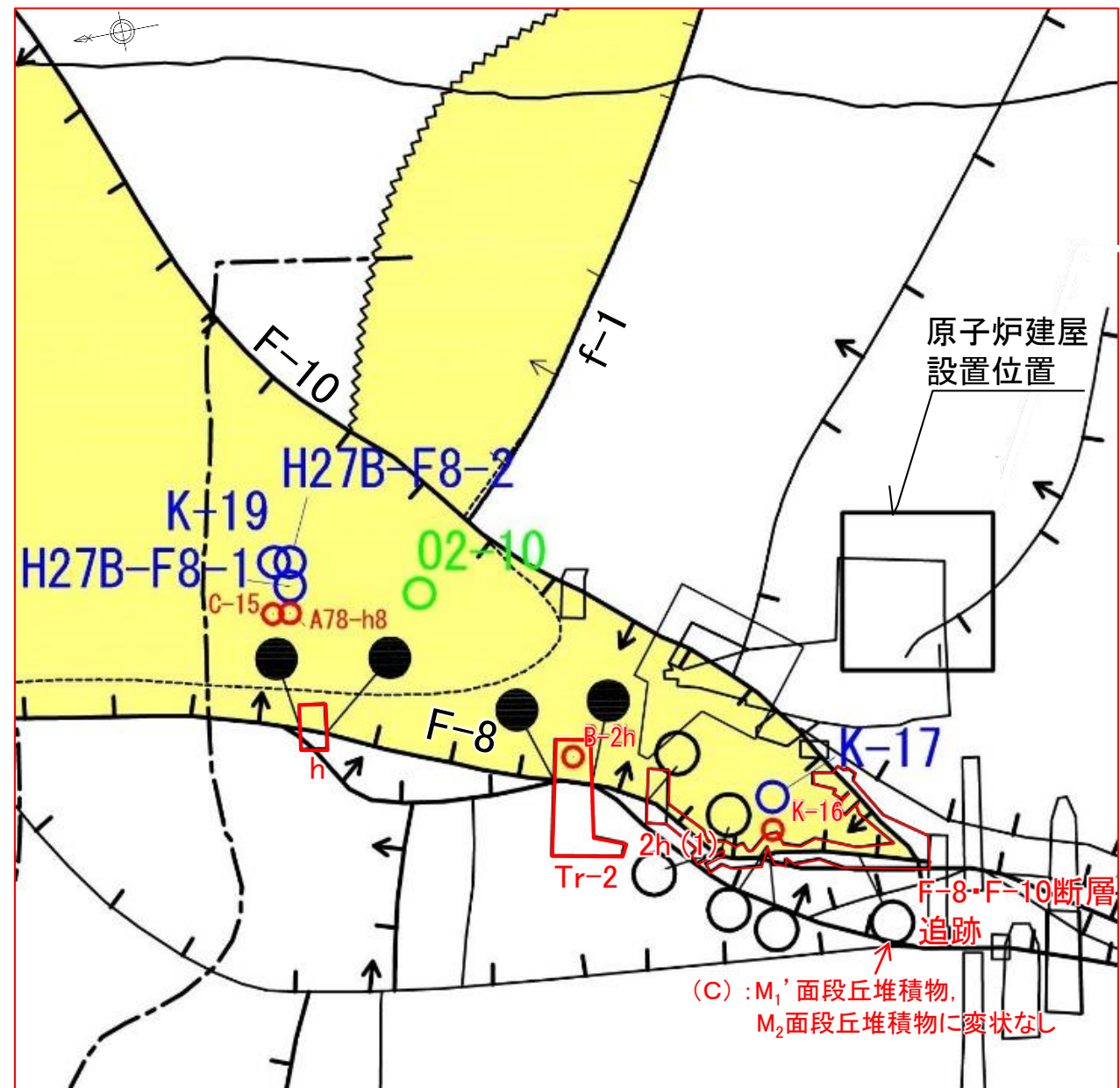


3.4.4 F-8断層の活動性

F-8断層のトレンチ, ボーリング位置図(拡大)



右図拡大



(C) : M<sub>1</sub>' 面段丘堆積物, M<sub>2</sub>面段丘堆積物に変状なし

凡例 (東北電力)	
	敷地境界
	地層境界
	地層境界 (蒲野沢層と泊層上部層間の不整合)
	主要断層
	その他の断層 (破線は推定断層)
	トレンチ位置及び名称

凡例 (共通)			
	蒲野沢層		
	変状の有無		
	○ : 変状なし		石英脈を伴う固結・岩石化破碎部を確認したボーリング孔
	● : 変状あり		固結・岩石化破碎部を確認したボーリング孔
			非固結破碎部を確認したボーリング孔



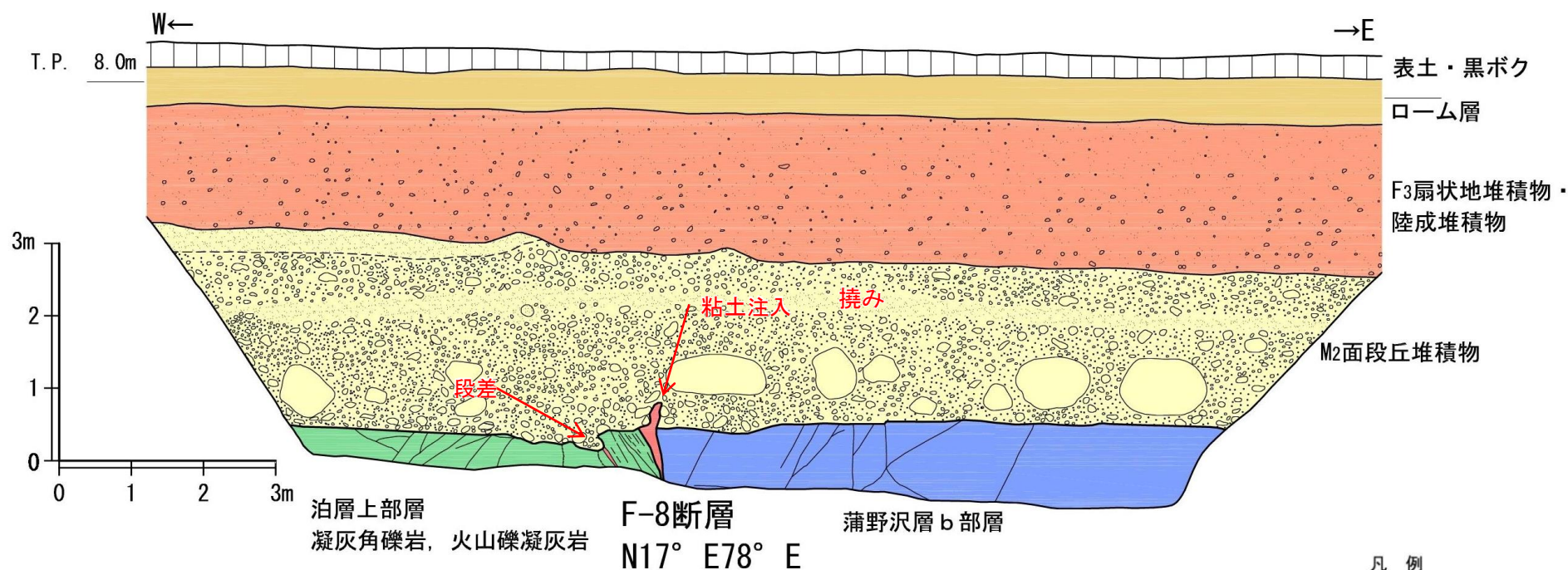
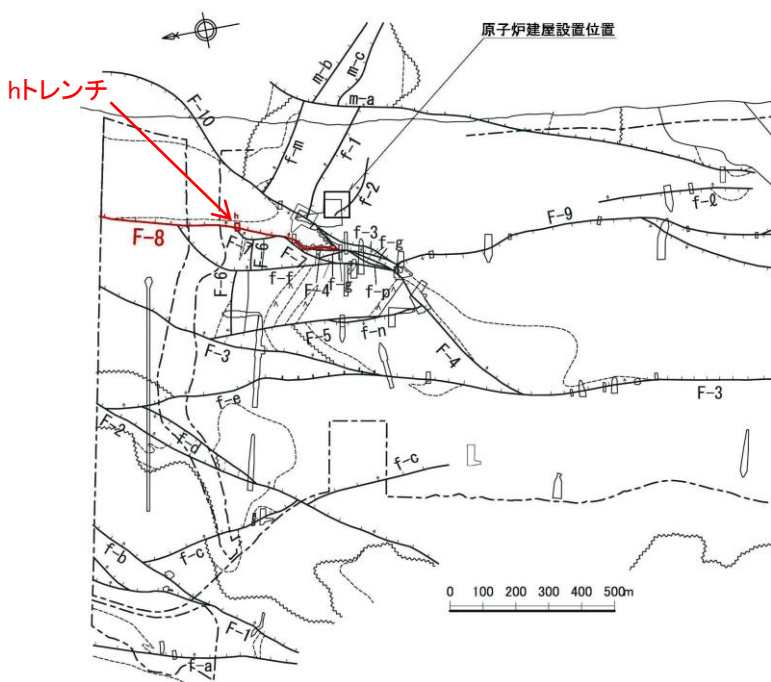
### 3.4.4 F-8断層の活動性

## F-8断層の第四系の変状の詳細(hトレンチ北面)

hトレンチ北面では、F-8断層を覆う第四系(M<sub>2</sub>面段丘堆積物)の基底面に高度差(段差)、第四系中への粘土注入、第四系中の撓みが認められる。

#### 【第四系の変状の特徴】

- ▶ 第四系基底面の段差は、西側が低く高度差は約8cmであるが、局所的であり、段差部直上の第四系には変形(地層の乱れ)がない。また、法面全体ではF-8断層を挟んで東西両側の岩盤上面に高度差はなく、この段差は堆積構造と考えられる。
  - ▶ 第四系中に注入する粘土は不規則な形状を呈し、高さは約20cmであるが、第四系基底面の段差とは異なる場所に見られ、段差とは調和的な現象ではない。
  - ▶ 第四系中の撓みは、M<sub>2</sub>面段丘堆積物の礫層の上面が凸状に約15cm高くなっているが、岩盤上面の形態とは調和的ではない。
- ⇒ 第四系の変状はF-8断層の活動とは関連のない現象と判断される。

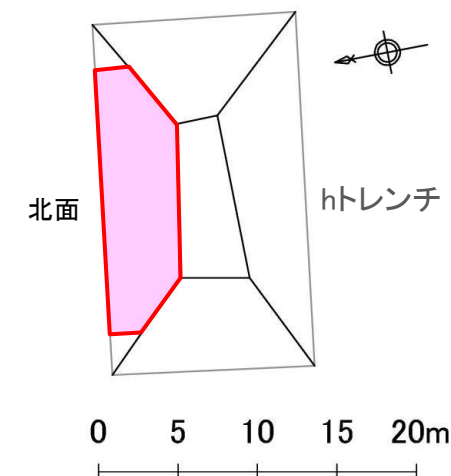


hトレンチ北面スケッチ

※F-8断層及びその近傍のスケッチは有識者会合で既出である

#### 凡例

完新統		: 表土・黒ボク
上部更新統		: ローム層
		: F <sub>3</sub> 扇状地堆積物・陸成堆積物
		: M <sub>2</sub> 面段丘堆積物
蒲野沢層b部層		: 泥岩・砂岩
泊層上部層		: 凝灰角礫岩
		: 断層破砕部



位置図



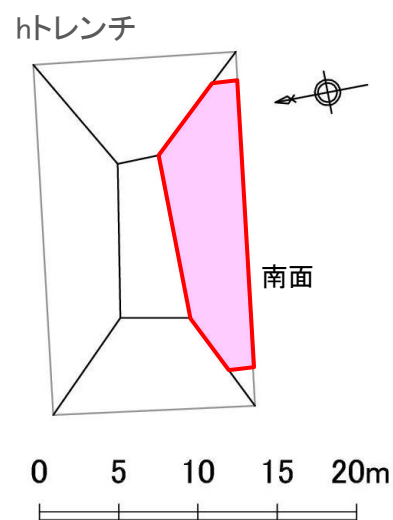
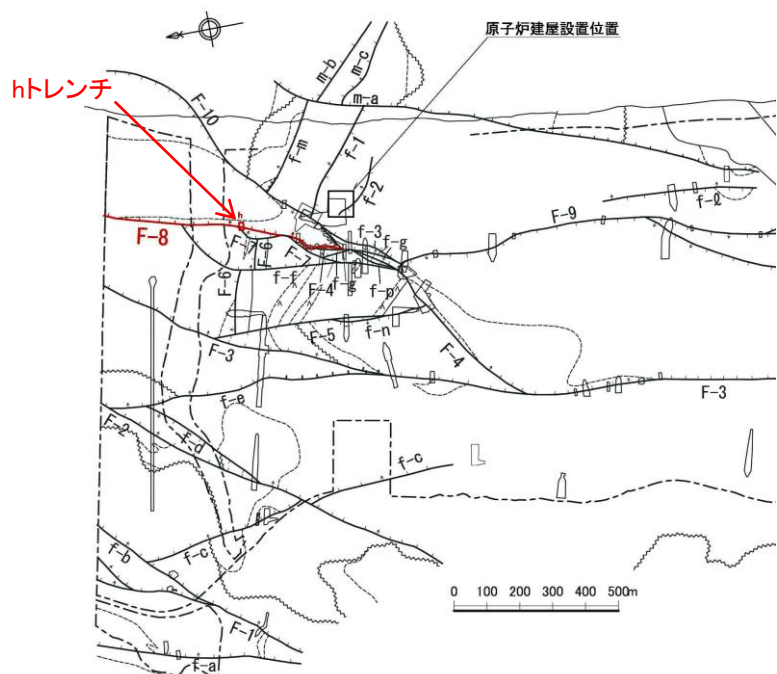
### 3.4.4 F-8断層の活動性

## F-8断層の第四系の変状の詳細(hトレンチ南面)

hトレンチ南面では、F-8断層を覆う第四系(M<sub>2</sub>面段丘堆積物)中に小断裂、撓みが認められる。

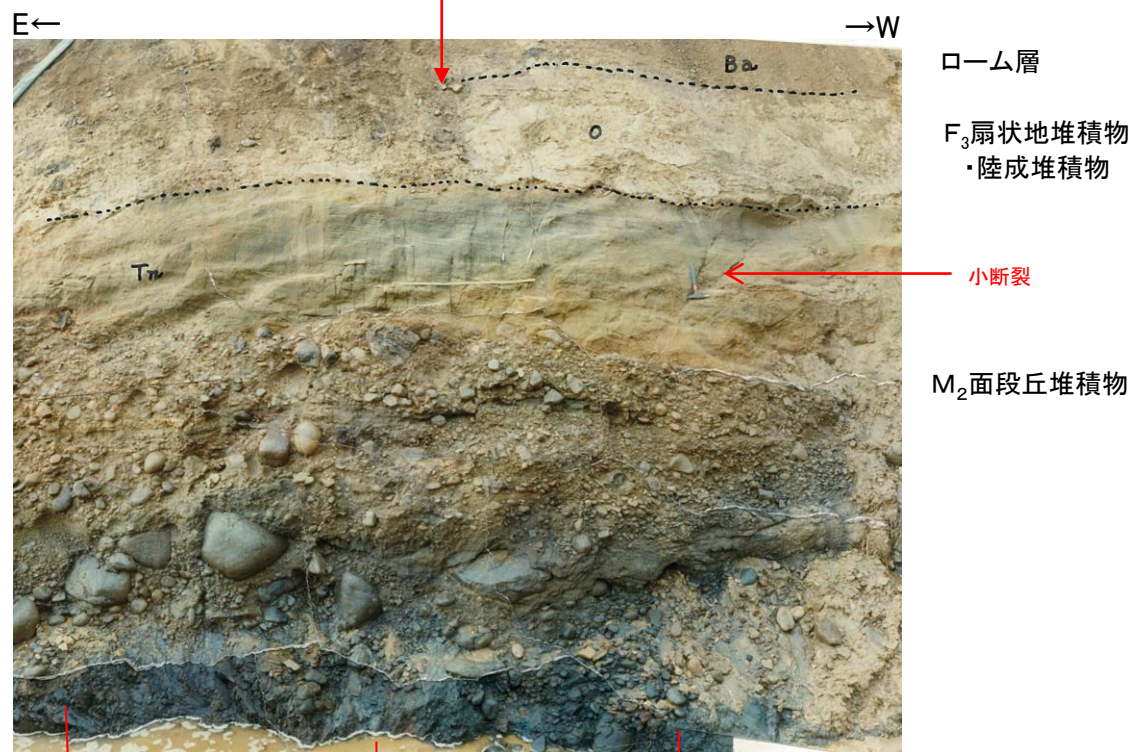
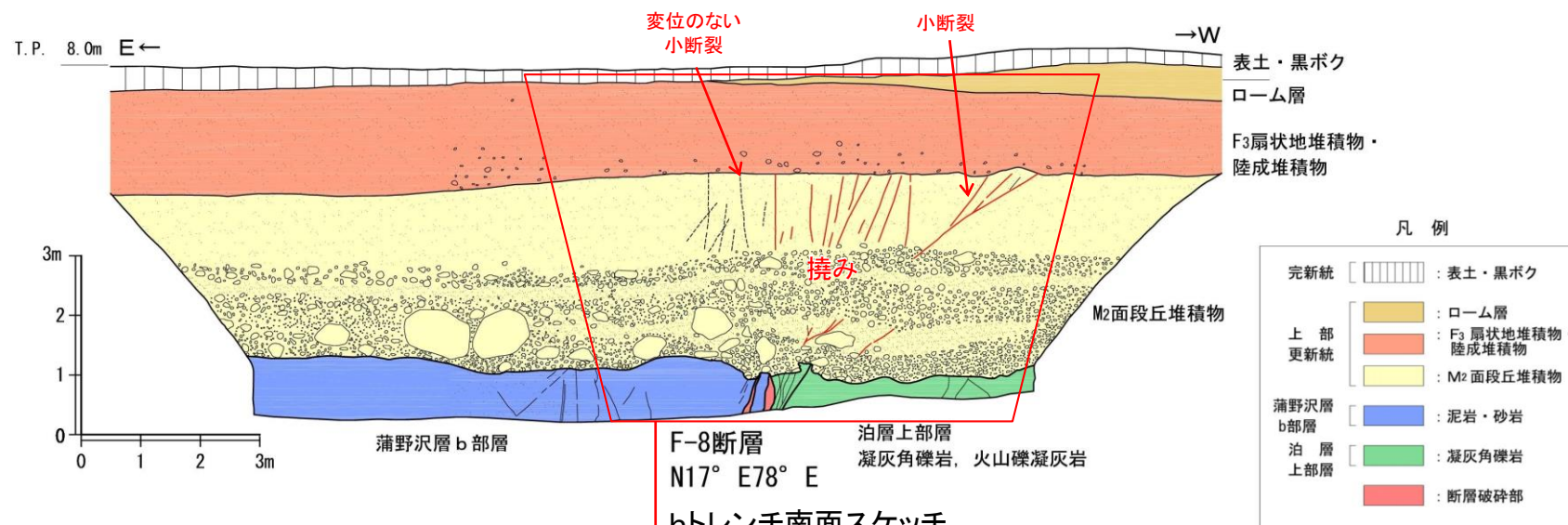
#### 【第四系の変状の特徴】

- F-8断層を挟んで、第四系基底面に高度差(段差)は認められない。
  - 小断裂は、砂層中にのみ認められ、高角度で正断層センス(上盤下がり)のものと低角度で逆断層センス(上盤上がり)のものが混在し、葉理等のずれの量は最大約6cmであり、変位の累積性は認められない。また、M<sub>2</sub>面段丘堆積物中で消滅し、第四系基底面、F-8断層に達していない。
  - 撓みは、M<sub>2</sub>面段丘堆積物の礫層の上面が約14cm高くなっているが、堆積構造の可能性も考えられる。
- ⇒ 第四系の変状はF-8断層の活動とは関連のない現象と判断される。



位置図

※F-8断層及びその近傍のスケッチは有識者会合で既出である



蒲野沢層 泥岩 F-8 泊層上部層 凝灰角礫岩

hトレンチ南面写真



### 3.4.4 F-8断層の活動性

## F-8断層の第四系の変状の詳細(Tr-2トレンチ北面)

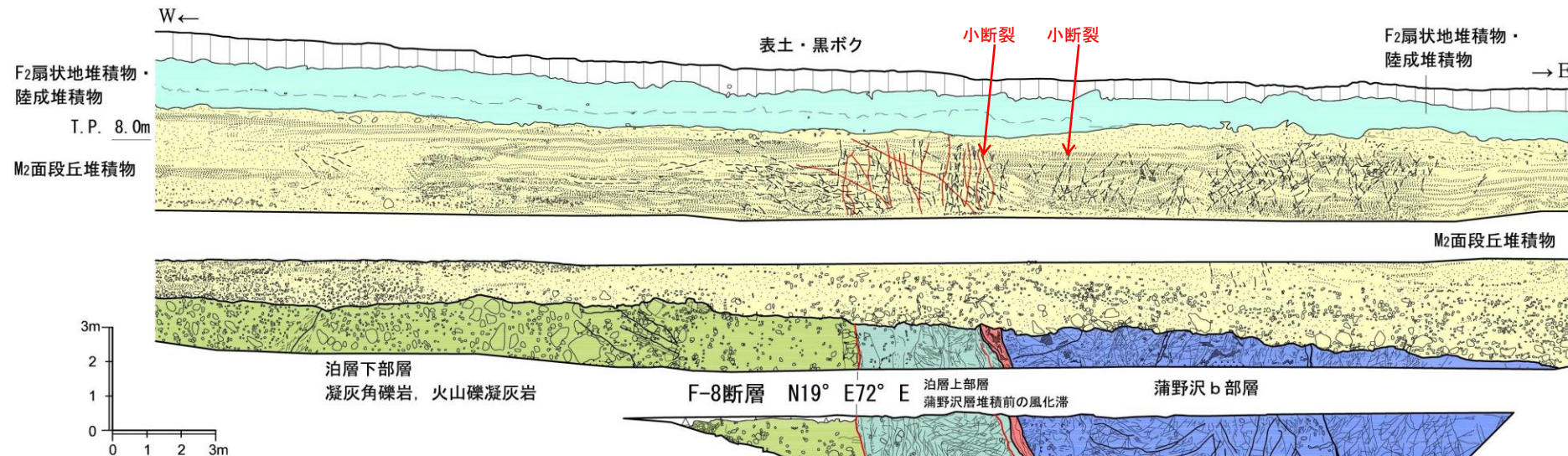
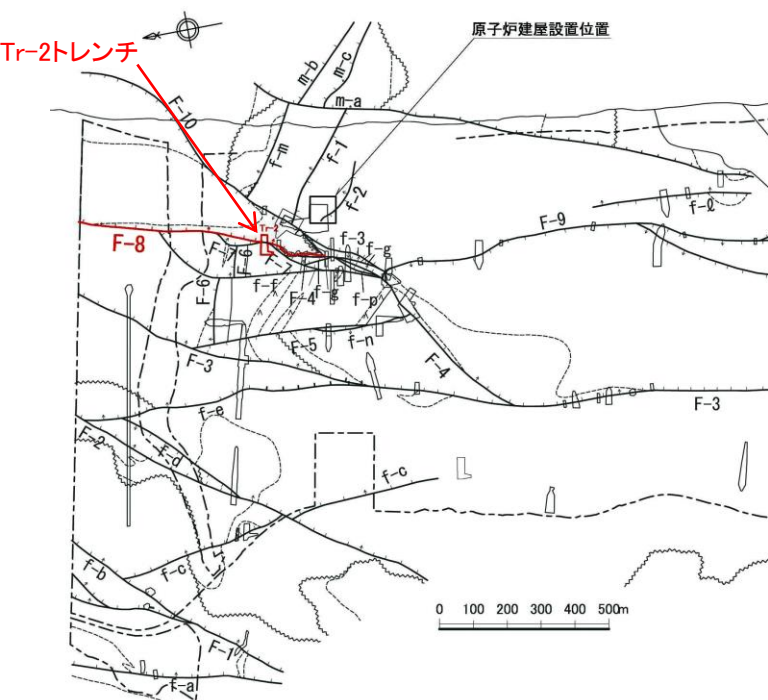
➤ Tr-2トレンチ北面では、F-8断層を覆う第四系(M<sub>2</sub>面段丘堆積物)中に小断層が認められる。

#### 【第四系の変状の特徴】

➤ F-8断層を挟んで、第四系基底面に高度差(段差)は認められない。

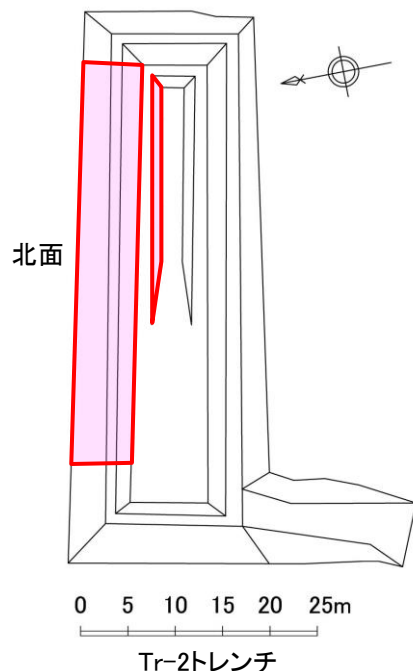
➤ 小断層は、砂層中にも認められ、高角度で正断層センス(上盤下がり)のものと低角度で逆断層センス(上盤上がり)のものが混在し、葉理等のずれの量は最大約1cmと僅かであり、変位の累積性も認められない。また、M<sub>2</sub>面段丘堆積物中で消滅し、第四系基底面、F-8断層に達していない。

⇒ 第四系の変状はF-8断層の活動とは関連のない現象と判断される。



Tr-2トレンチ北面スケッチ

※F-8断層及びその近傍のスケッチは有識者会合で既出である



#### 凡例

完新統	▲▲▲▲▲	: 盛土・埋土
		: 表土・黒ボク
上部更新統	■	: F <sub>2</sub> 扇状地堆積物 陸成堆積物
	■	: M <sub>2</sub> 面段丘堆積物
示標	■	: 阿蘇4 火山灰層
蒲野沢層	■	: 泥岩・凝灰岩
b部層	■	: 凝灰角礫岩, 火山礫凝灰岩
泊層	■	: 凝灰角礫岩, 火山礫凝灰岩
上部層	■	: (蒲野沢層堆積前の風化帯)
泊層	■	: 凝灰角礫岩, 火山礫凝灰岩
下部層	■	: 凝灰角礫岩, 火山礫凝灰岩
	///	: 断層破碎部



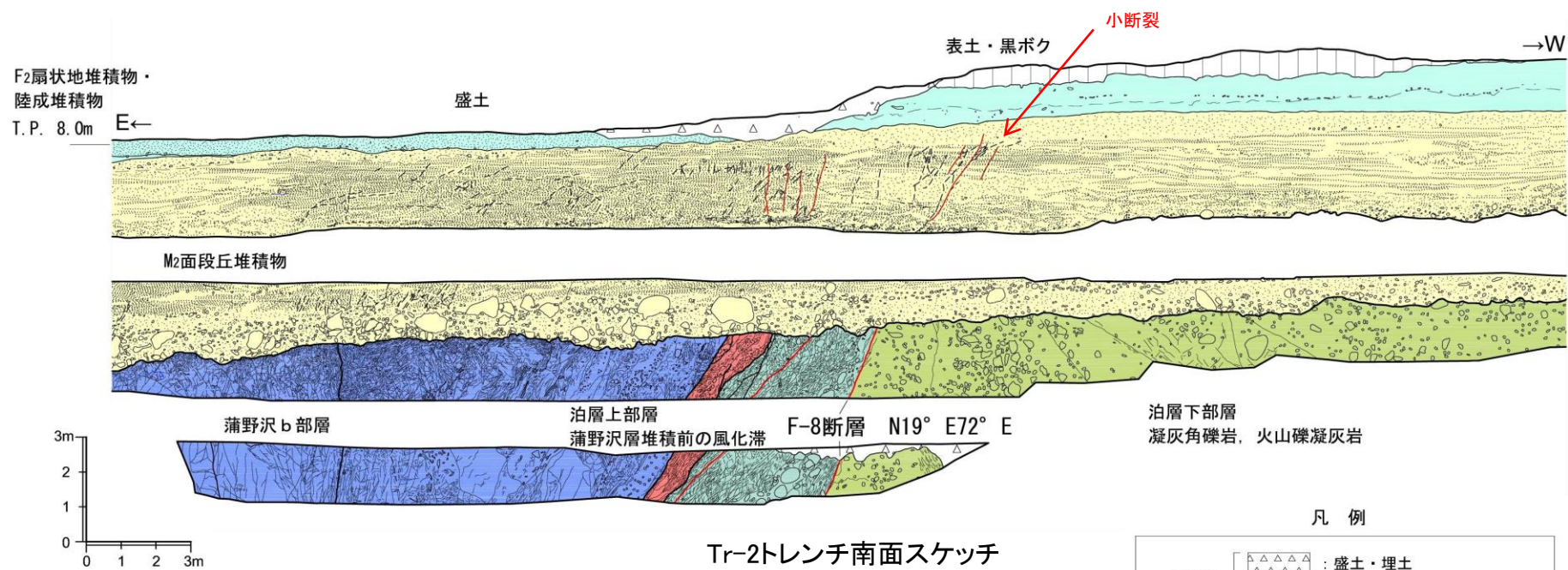
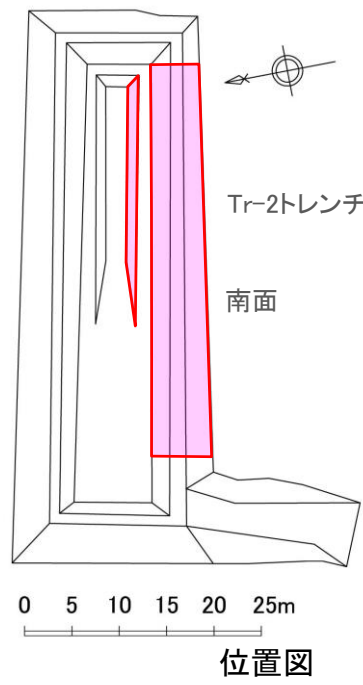
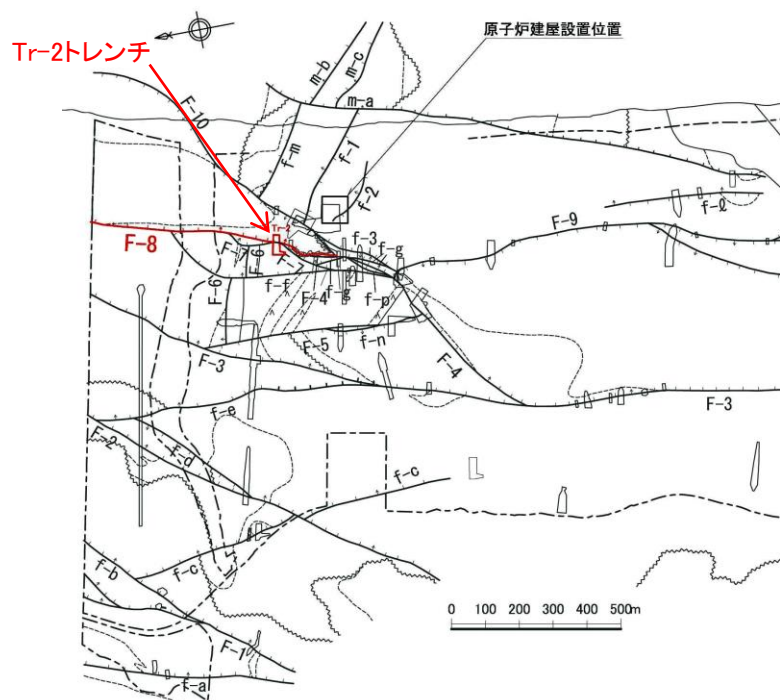
### 3.4.4 F-8断層の活動性

## F-8断層の第四系の変状の詳細(Tr-2トレンチ南面)

➤ Tr-2トレンチ南面では、F-8断層を覆う第四系(M<sub>2</sub>面段丘堆積物)中に小断裂が認められる。

#### 【第四系の変状の特徴】

- F-8断層を挟んで、第四系基底面に高度差(段差)は認められない。
  - 第四系中の小断裂は、砂層中のみ認められ、高角度で正断層センスであり、逆断層センスの小断裂は認められない。葉理等のずれの量は最大約5cmと僅かで、変位の累積性も認められない。また、M<sub>2</sub>面段丘堆積物中で消滅し、第四系基底面、F-8断層に達していない。
- ⇒ 第四系の変状はF-8断層の活動とは関連のない現象と判断される。



※F-8断層及びその近傍のスケッチは有識者会合で既出である

凡例

完新統	△△△△	: 盛土・埋土
		: 表土・黒ボク
上部更新統	■	: F <sub>2</sub> 扇状地堆積物 陸成堆積物
	■	: M <sub>2</sub> 面段丘堆積物
示標火山灰	■	: 阿蘇4火山灰層
蒲野沢層b部層	■	: 泥岩・凝灰岩
泊層上部層	■	: 凝灰角礫岩, 火山礫凝灰岩 (蒲野沢層堆積前の風化帯)
泊層下部層	■	: 凝灰角礫岩, 火山礫凝灰岩
	—/—	: 断層破碎部



余白



3.4.4 F-8断層の活動性

# 第四系の変状とF-8(H-2)断層との関係

## F-8(H-2)断層の活動性

- 断層の南端部, 北端部付近では, 断層を被覆するM<sub>1</sub>'面段丘堆積物, M<sub>2</sub>面段丘堆積物に変位・変形は認められない。
- 破碎部は深部で広く固結・岩石化し, 中新世に形成された石英(玉髓)脈が破碎部を充填, 横断している箇所が認められる。



F-8(H-2)断層は中新世以降の活動はないと判断される。

## F-8(H-2)断層の一部に認められる, 第四系の変状に関する検討

第四系の変状※には, 以下の特徴がみられる。なお, F-8(H-2)断層の北部と南部では第四系の変状は認められない。

※ 第四系基底面の段差, 第四系中の小断裂, 第四系中の撓み及び第四系中への粘土注入

走向方向の連続性	<ul style="list-style-type: none"> <li>・変状の有無, 形態が短い区間で変化し, 走向方向の連続性に乏しい。</li> <li>・T2(1-2)トレンチでは南面には変状があるが, 北面にはない。</li> </ul>
小断裂の変位センス	<ul style="list-style-type: none"> <li>・小断裂には高角度の正断層センス(上盤下がり)と低角度の逆断層センス(上盤上がり)が混在し, 後期更新世の応力場と整合しない。</li> <li>・第四系中で消滅する小断裂もある。</li> </ul>
変位の累積性, 変位量	<ul style="list-style-type: none"> <li>・小断裂のずれは小規模で, 断層活動に特有な変位の累積性も認められない。</li> <li>・粘土注入の高さと小断裂の変位量に関連性がない。</li> </ul>
第四系基底面の段差	<ul style="list-style-type: none"> <li>・断層を挟んで第四系基底面に段差が見られる所と見られない所がある。</li> <li>・T2(7)トレンチでは段差がみられるが, 断層の上盤側が低く, 形態的に後期更新世の応力場と整合しない。段差量と小断裂の変位量も調和的でない。この段差は, 第四系基底面を覆う礫層の厚さが, 上盤側で概ね高度差に対応して厚くなっていることから, 侵食によるものと考えられる。</li> </ul>
深部での断層破碎部の性状	<p>第四系の変状が認められる箇所でも, 地下深部では断層破碎部が固結・岩石化し, 破碎部には繰り返しの活動で形成される軟質なガウジを伴うシャープなせん断面は認められない。</p>



第四系の変状は, F-8(H-2)断層の活動とは関連のない, 地表付近に限られた局所的な現象と判断される。

なお, 第四系の変状の成因について, 必ずしも全てを説明できるものではないが, 断層活動とは関連のない以下の要因が可能性としては考えられる。

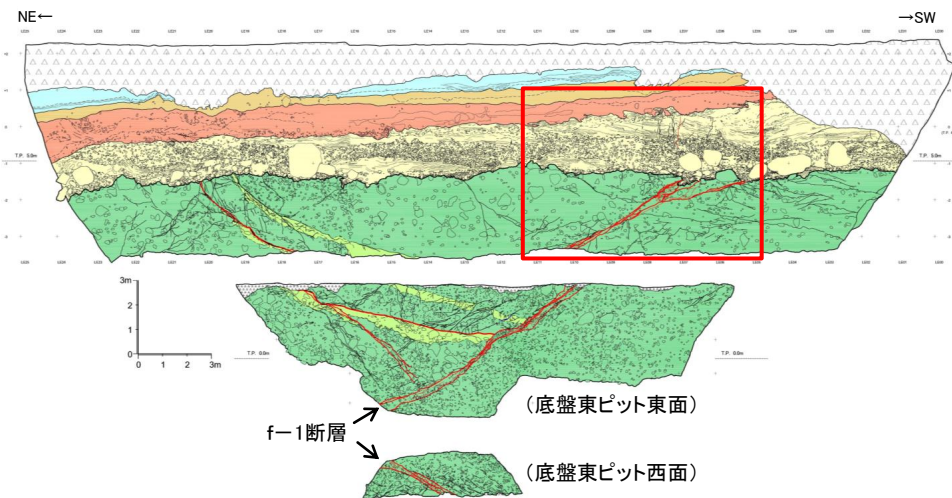
- ・ 岩盤の劣化による岩盤表層部の膨張・収縮
- ・ パイピング, 湧水等による第四系中の重力性の沈下
- ・ 地震動による受動的な作用
- ・ 断層破碎部に沿う熱水等の注入
- ・ 凍結・融解による膨張・収縮



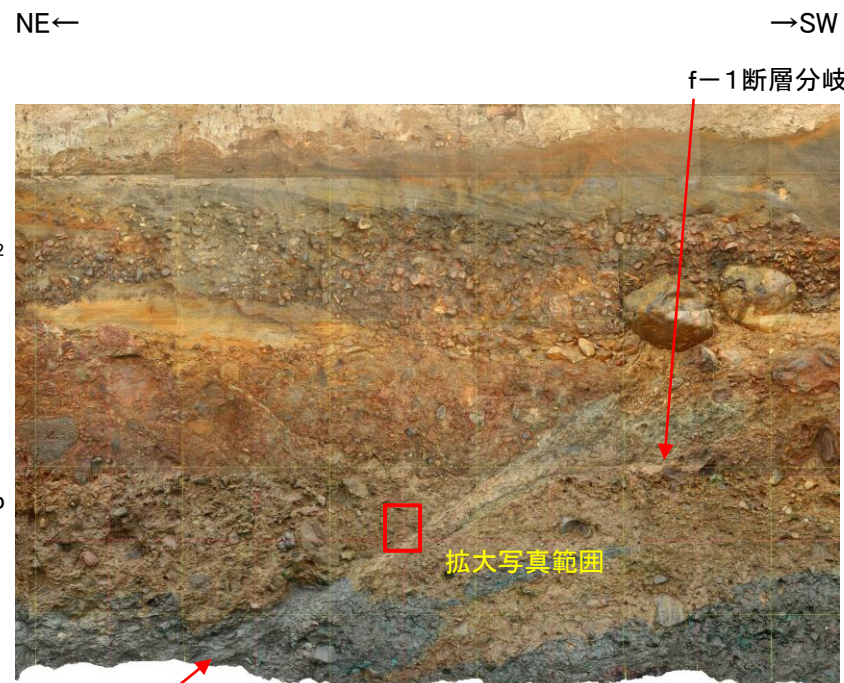
### 3.4.5 断層破碎部の詳細性状

## f-1断層破碎部性状 (Tr-34トレンチ東+1.2m面の劣化度C~Dの凝灰角礫岩)

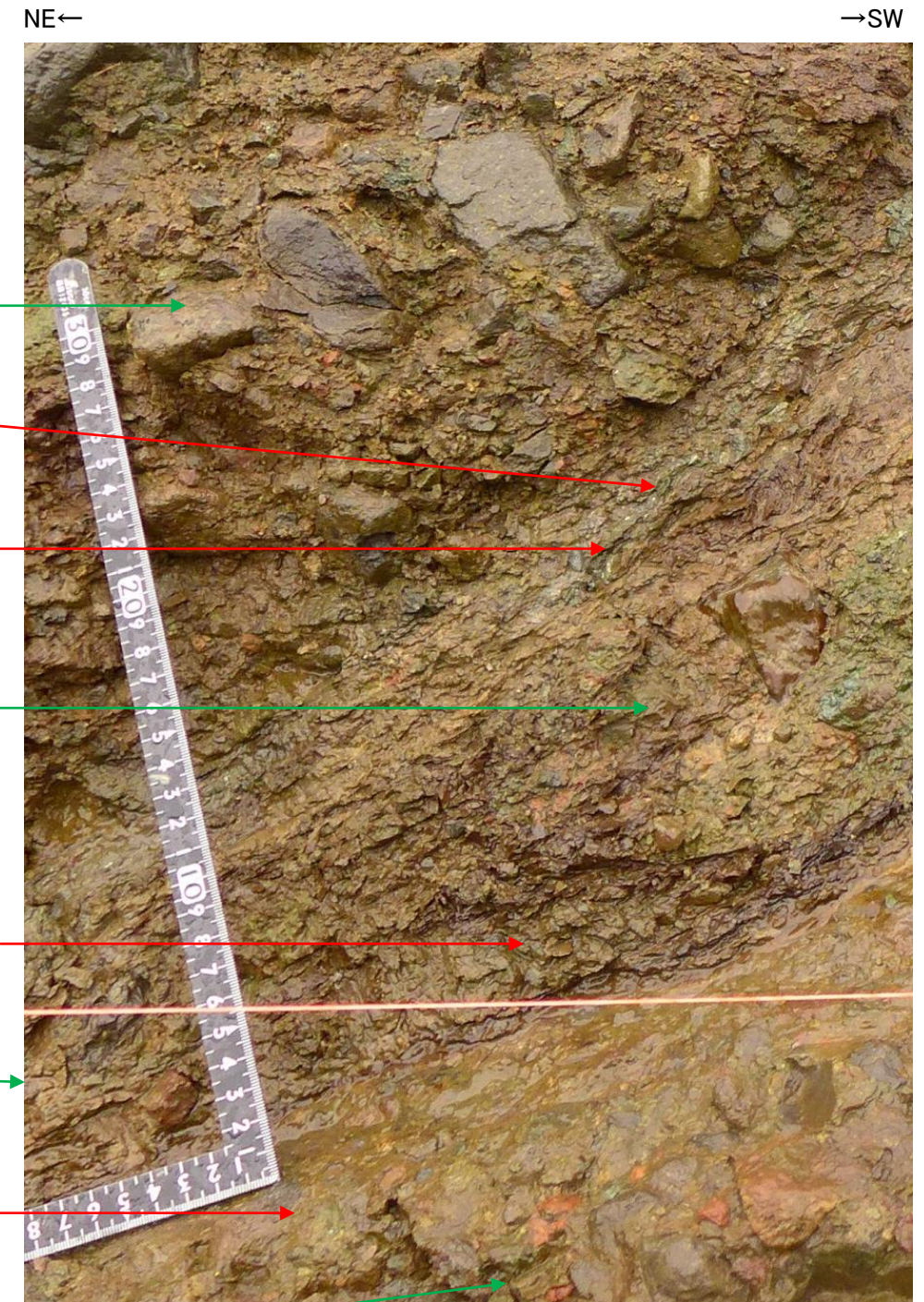
- ▶ Tr-34トレンチ東+1.2m面の泊層上部層凝灰角礫岩(劣化度C~D)中のf-1断層は、幅約0.15m~0.2mであり、風化により破碎部の粘土化がやや進行し、軟質化している。
- ▶ 泊層上部層凝灰角礫岩の基質は黄褐色化しやや軟質化しているが礫は硬質のものが多い。
- ▶ f-1断層破碎部は、分岐、会合する細脈状をなす数条の葉片状セピオライト(一部は粘土化)と脈間の基質が軟質化する凝灰角礫岩より構成される。
- ▶ セピオライト脈間の基質が軟質化する凝灰角礫岩に含まれる礫の表面、形状には破碎の痕跡は認められない。



Tr-34トレンチ東+1.2m面スケッチ



f-1断層付近の写真: Tr-34トレンチ東+1.2m面



上盤の凝灰角礫岩  
(基質はやや軟質、礫は硬質)

f-1断層上盤側  
(せん断面にセピオライト付着)

葉片状セピオライト: 最大幅2cm

破碎部: 基質が軟質化する  
凝灰角礫岩

葉片状セピオライト: 最大幅2.5cm  
(傾斜方向に膨縮著しい)

破碎部: 基質が軟質化する  
凝灰角礫岩

f-1断層下盤側  
(平滑ではなく条線不明瞭)

下盤の凝灰角礫岩  
(基質はやや軟質、礫は硬質)

劣化度C~Dの凝灰角礫岩中のf-1断層拡大写真

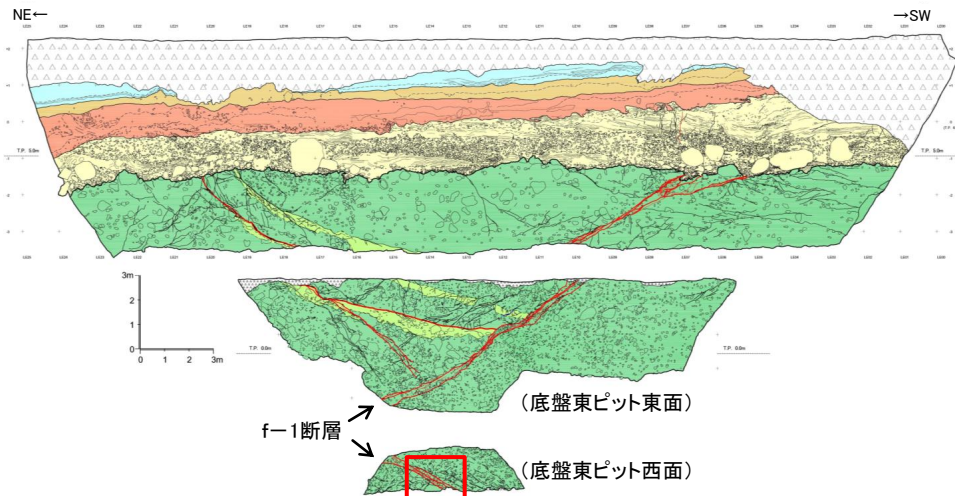
※全景写真と拡大写真は撮影時期が異なるため細部は一致しない



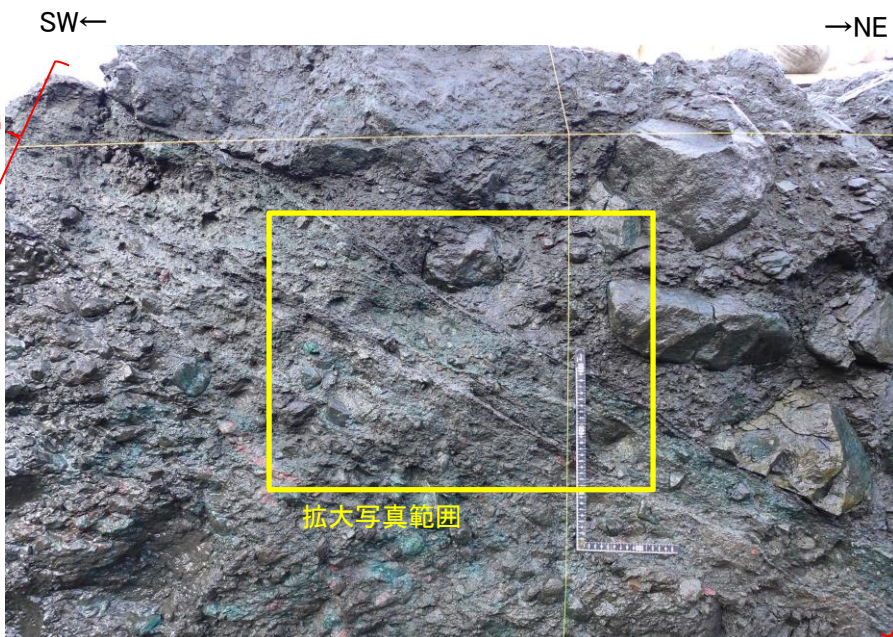
### 3.4.5 断層破碎部の詳細性状

## f-1断層破碎部性状 (Tr-34トレンチ 底盤東ピット西面の劣化度Aの凝灰角礫岩)

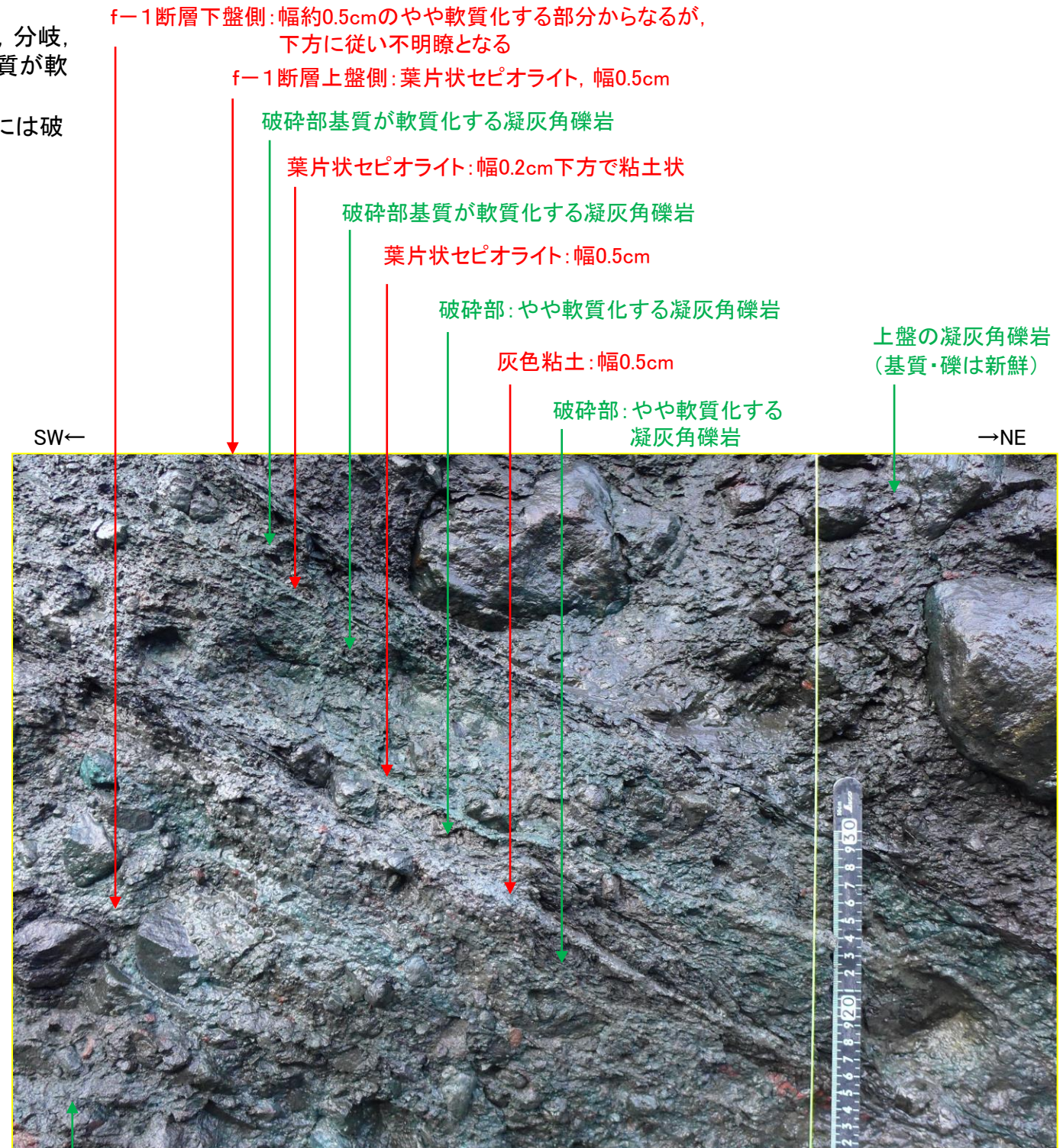
- ▶ 盤下げ部においては、泊層上部層凝灰角礫岩の基質、礫は、新鮮で硬質(劣化度A)である。
- ▶ 底盤東ピット西面の凝灰角礫岩中のf-1断層は、幅約13cmであり、破碎部は、分岐、会合する細脈状をなす数条の葉片状セピオライト(一部は粘土化)と脈間の基質が軟質化する凝灰角礫岩より構成される。
- ▶ セピオライト脈間の基質が軟質化する凝灰角礫岩に含まれる礫の表面、形状には破碎の痕跡は認められない。



Tr-34トレンチ東+1.2m面スケッチ



f-1断層付近の写真:底盤東ピット西面



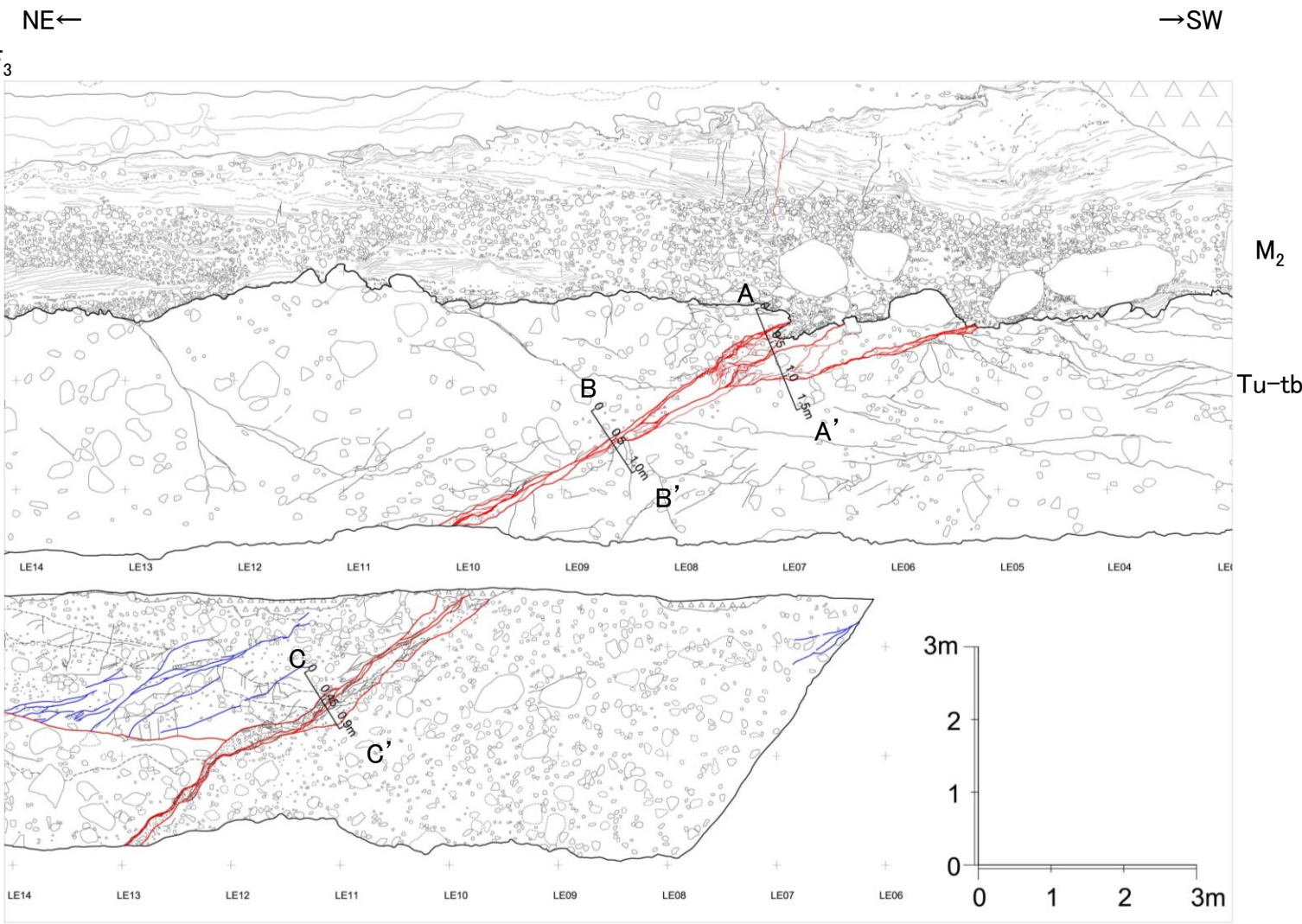
下盤の凝灰角礫岩  
(基質・礫は新鮮)

凝灰角礫岩中のf-1断層拡大写真

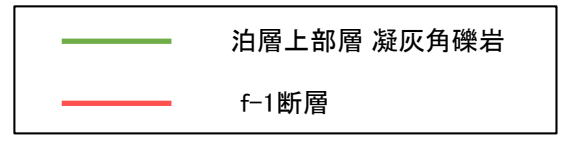
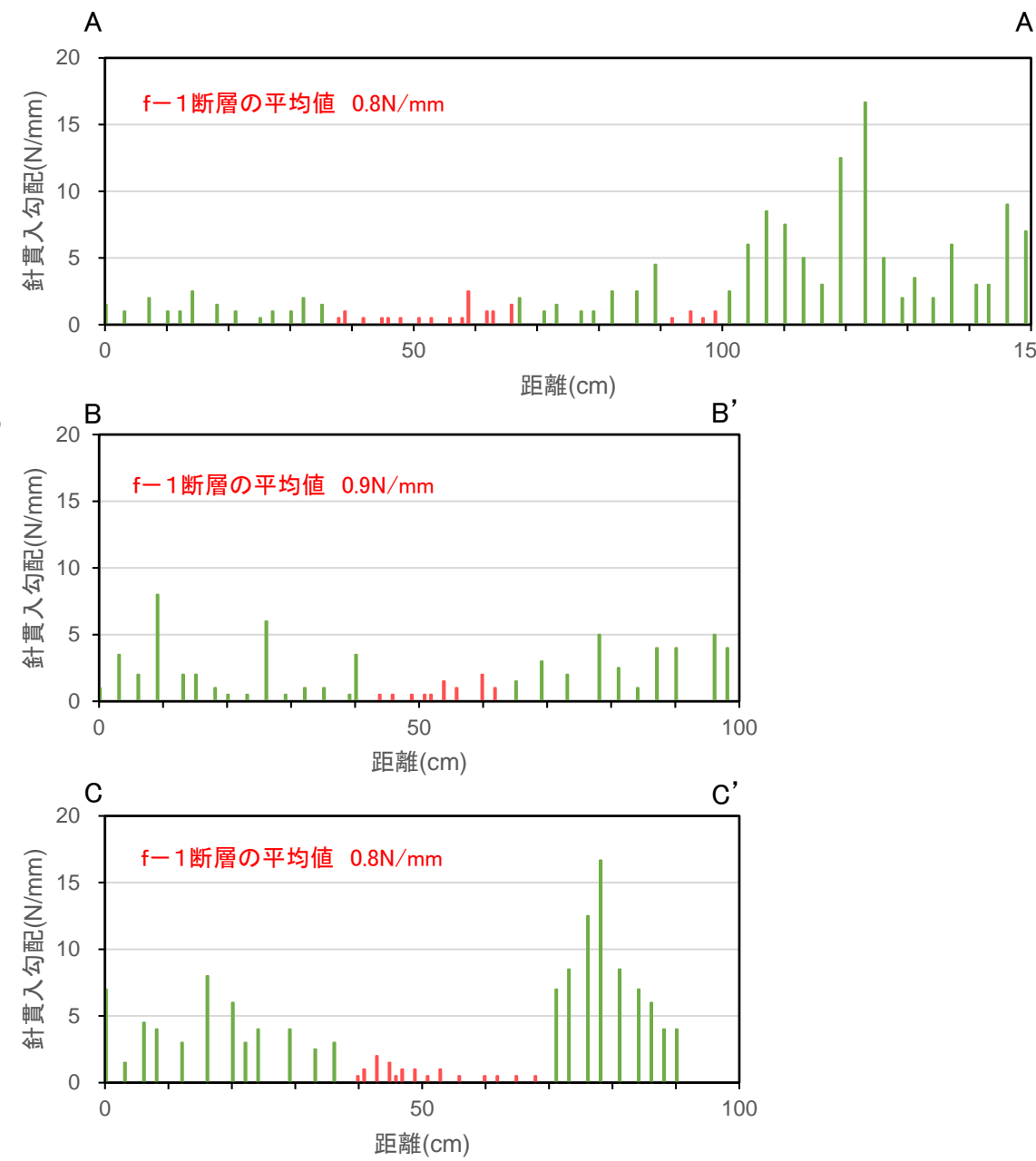


# f-1断層破碎部の針貫入試験結果

- Tr-34トレンチ東+1.2m面において、f-1断層及びその近傍の母岩の針貫入試験を実施した。
- f-1断層の針貫入勾配は母岩より軟質である。



A A' 針貫入試験位置



針貫入試験結果

Tr-34トレンチ東+1.2m面 針貫入試験位置図

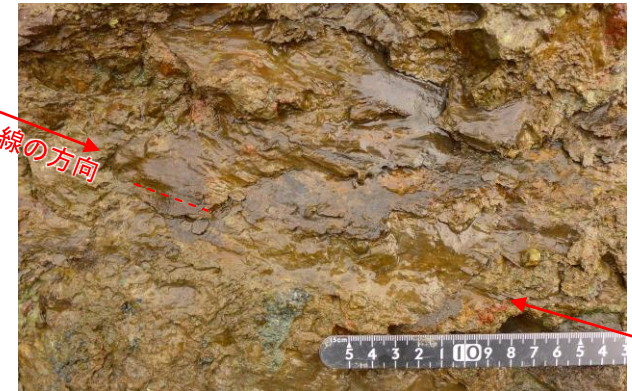


# f-1断層及び小断層の破碎部の条線

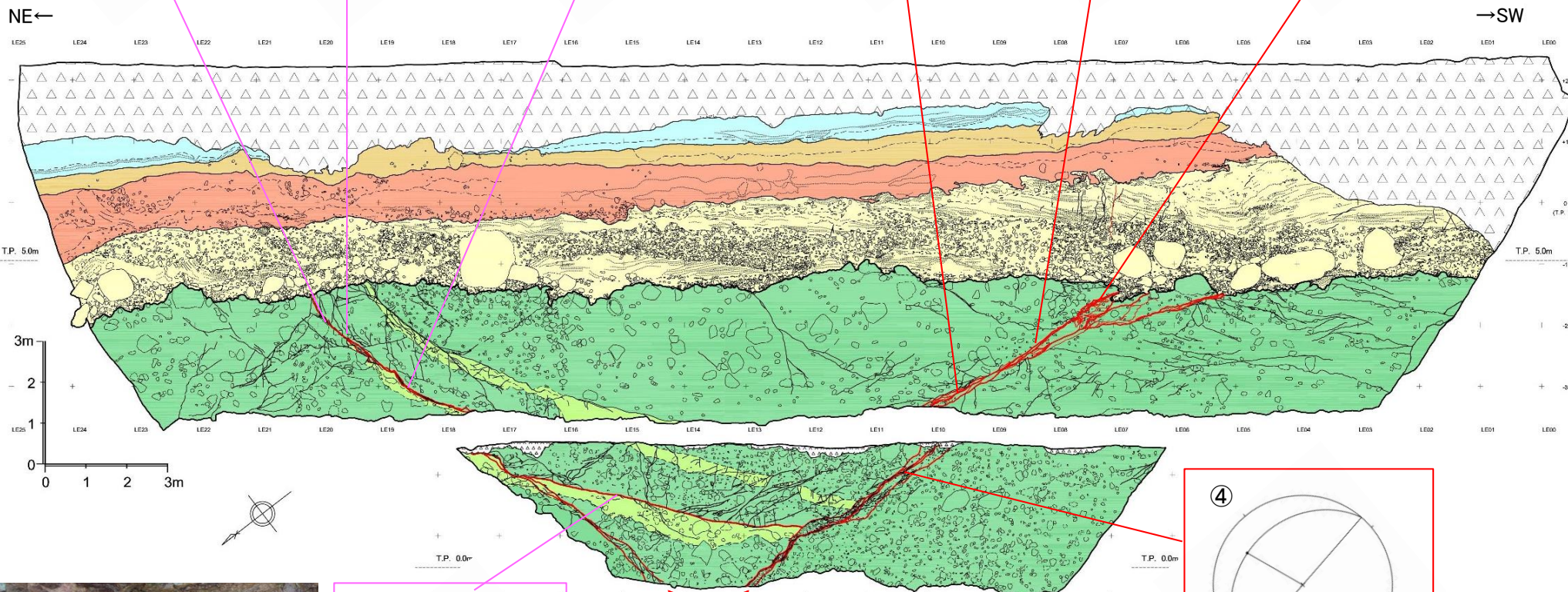
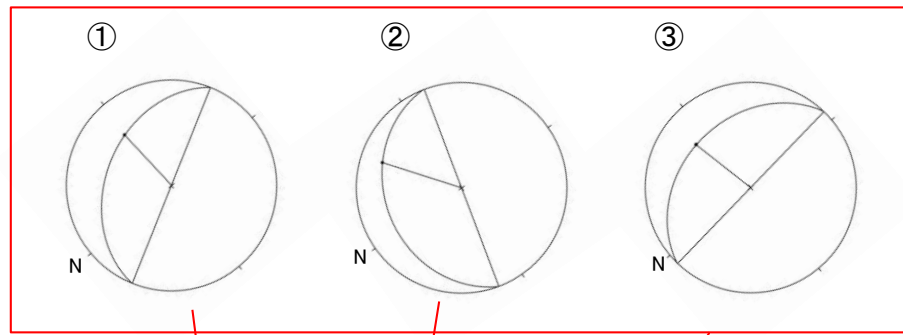
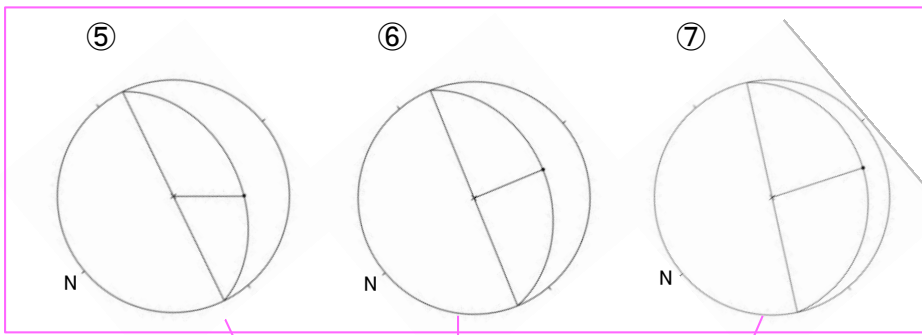
➤ Tr-34トレンチ東+1.2m面においては、f-1断層、小断層の破碎部の一部で条線が認められ、条線のレイクは傾斜方向が卓越する。

小断層

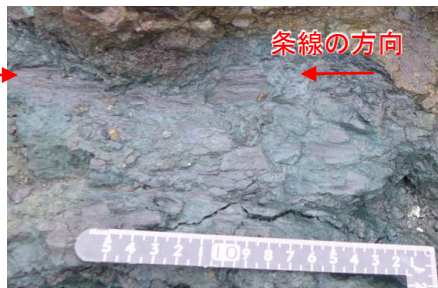
f-1断層



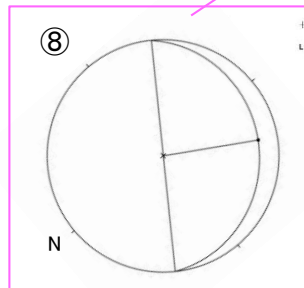
③地点のf-1断層の条線



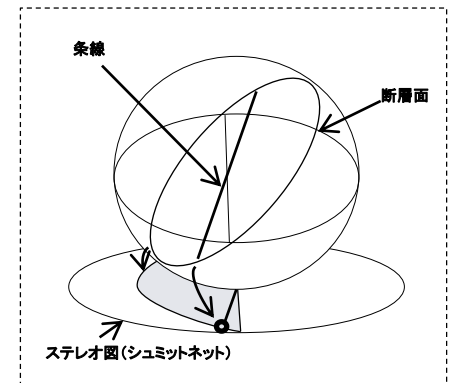
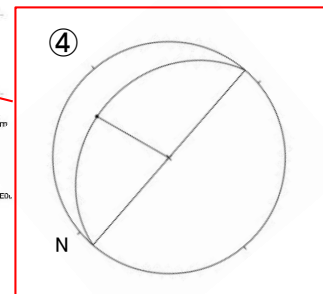
番号	断層名	走向	傾斜	条線のレイク
①	f-1断層	N28°W	38°E	L70°
②		N76°W	28°N	L55°
③		N6°W	35°E	R85°
④		N9°W	30°E	R80°
⑤	小断層	N76°W	35°S	L65°
⑥		N72°W	36°S	90°
⑦		N62°W	20°S	R85°
⑧		N56°W	18°S	R87°



⑧地点の小断層の条線



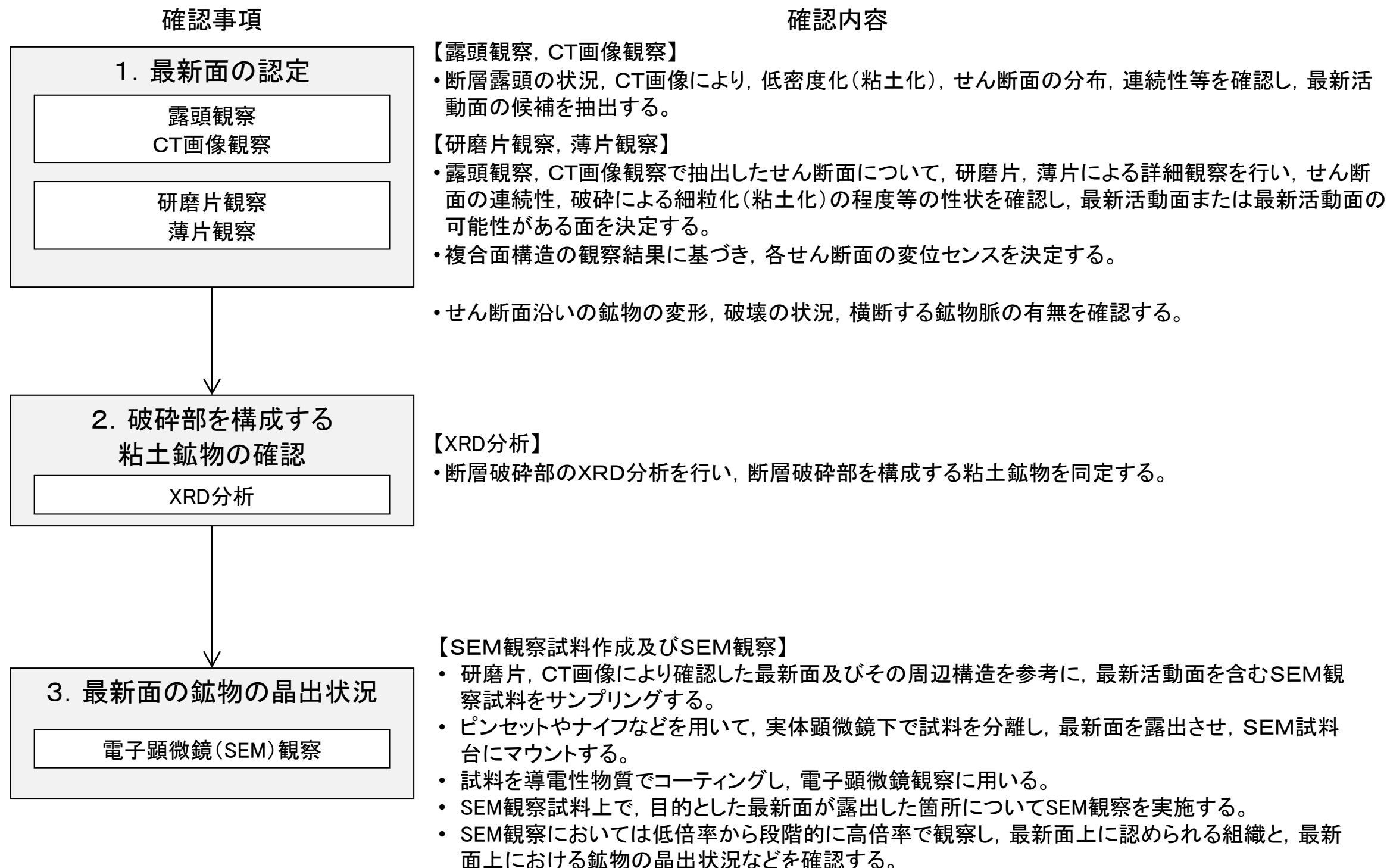
小断層 f-1断層  
f-1断層、小断層破碎部の条線



断層面と条線の投影方法概念図

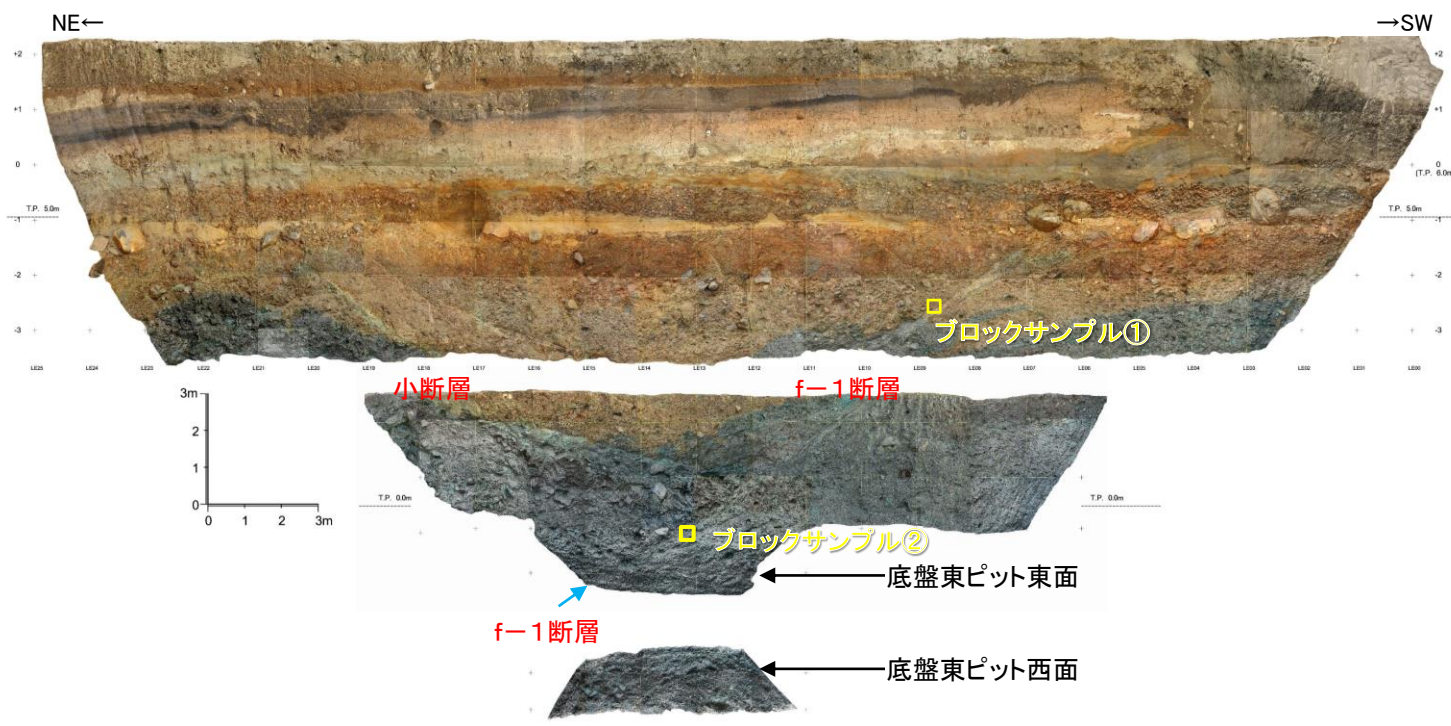


## f-1 断層破碎部の組織観察(検討フロー)

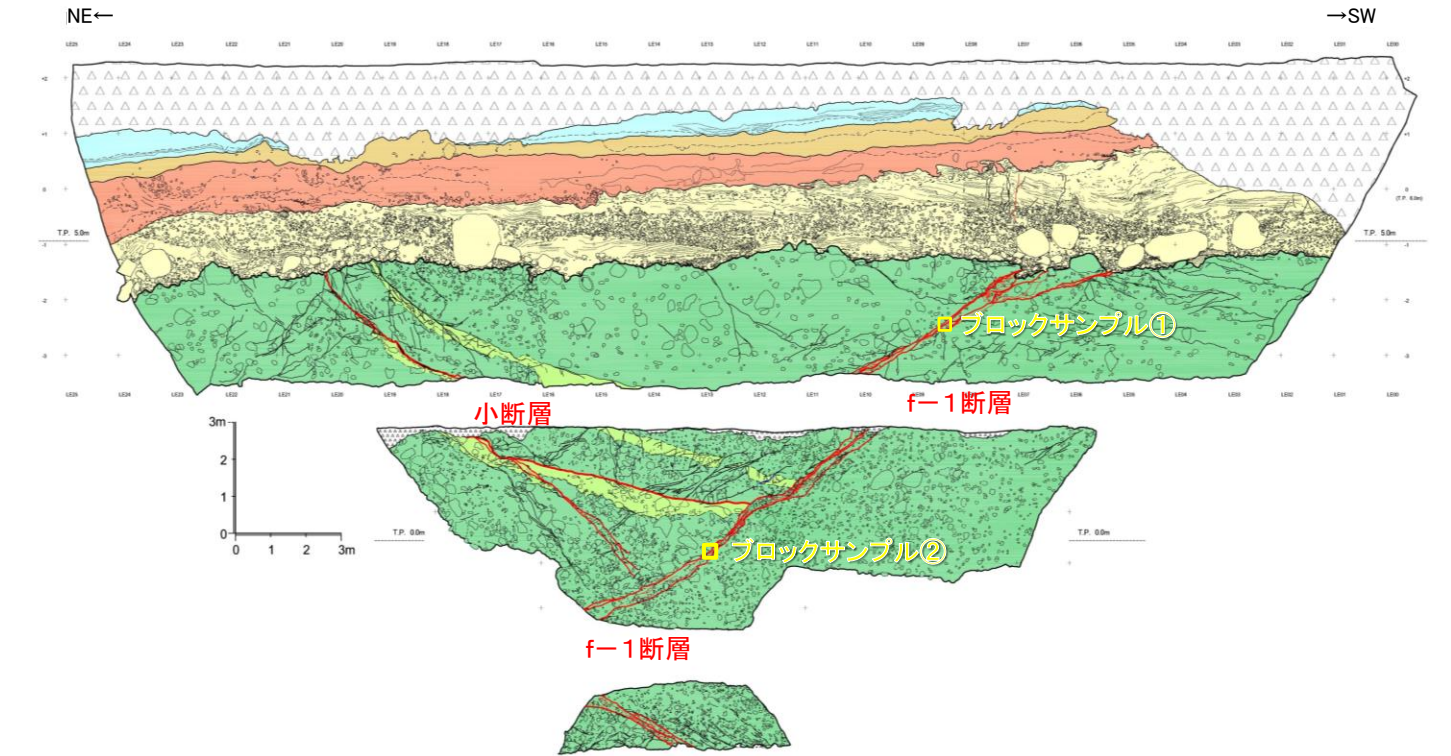




# Tr-34トレンチ東+1.2m面の断層詳細調査実施箇所



試料採取箇所(Tr-34トレンチ東+1.2m面 写真)



試料採取箇所(Tr-34トレンチ東+1.2m面 スケッチ)

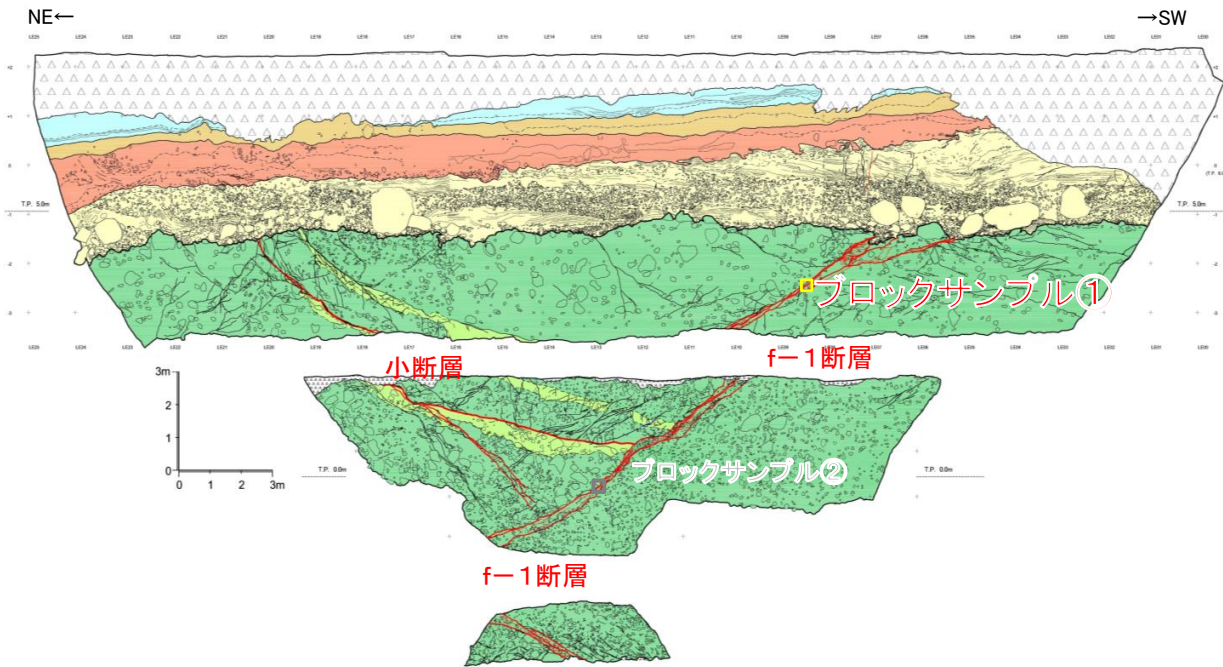
調査内容	目的
ブロックサンプル①	岩盤上面付近(岩盤劣化部)のf-1断層の運動センス(研磨片, 薄片観察), 最新面の鉱物の晶出状況(SEM観察)等を確認する。
ブロックサンプル②	新鮮部のf-1断層の運動センス(研磨片, 薄片観察), 最新面の鉱物の晶出状況(SEM観察)等を確認する。

- 【第四系】
  - 完新統
    - △ bn △ : 盛土・埋土
    - al : 低地堆積物
  - 上部更新統
    - lm : ローム層
    - F<sub>3</sub> : F<sub>3</sub>扇状地堆積物・陸成堆積物
    - M<sub>2</sub> : M<sub>2</sub>面段丘堆積物
- 【新第三系】
  - 中新統
    - 泊層上部層
      - Tu-tb : 凝灰角礫岩, 火山礫凝灰岩
      - Tu-tf : 凝灰岩
- 【層相】
  - : 砂
  - (large) : 巨礫
  - (dots) : 砂礫
  - ▨ : 葉理
- 【地質境界】
  - (solid) : 新第三系と第四系境界
  - (dashed) : 地層境界
  - - - (dotted) : 同一地層中の岩種及び層相境界
- 【第四系中の小断裂】
  - (solid) : 変位が認められる第四系中の小断裂
  - (dashed) : 変位が認められない第四系中の小断裂
- 【第三系中の断裂】
  - ▨ : 節理
  - (red) : 断層破碎部



# f-1断層破碎部の性状(1.最新面の認定:ブロックサンプル①,露頭状況)

- f-1断層破碎部のうち,直線性,連続性に富むせん断面が認められる箇所を試料採取を行い,分析を行った。
- 断層破碎部は幅約20cm程度で,非固結である。



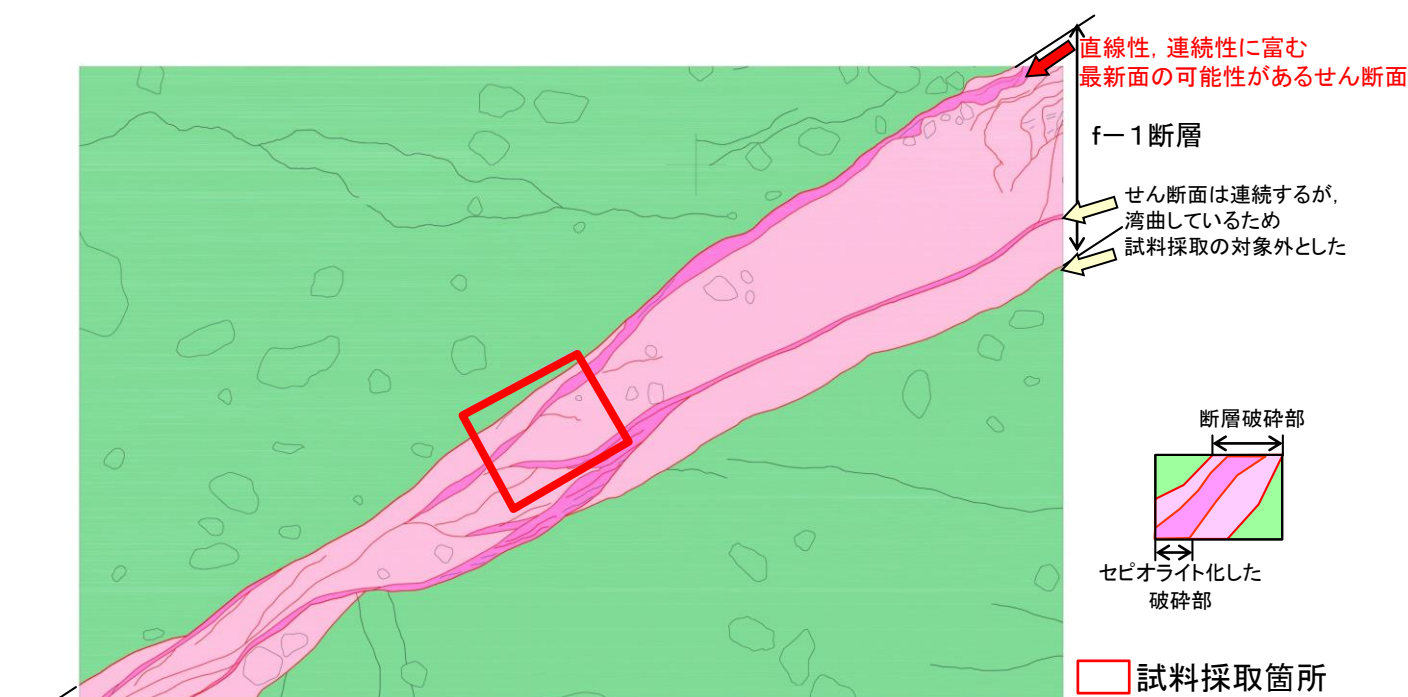
試料採取箇所 (Tr-34トレンチ東+1.2m面 スケッチ)



ブロックサンプル①採取状況



ブロックサンプル①採取箇所写真

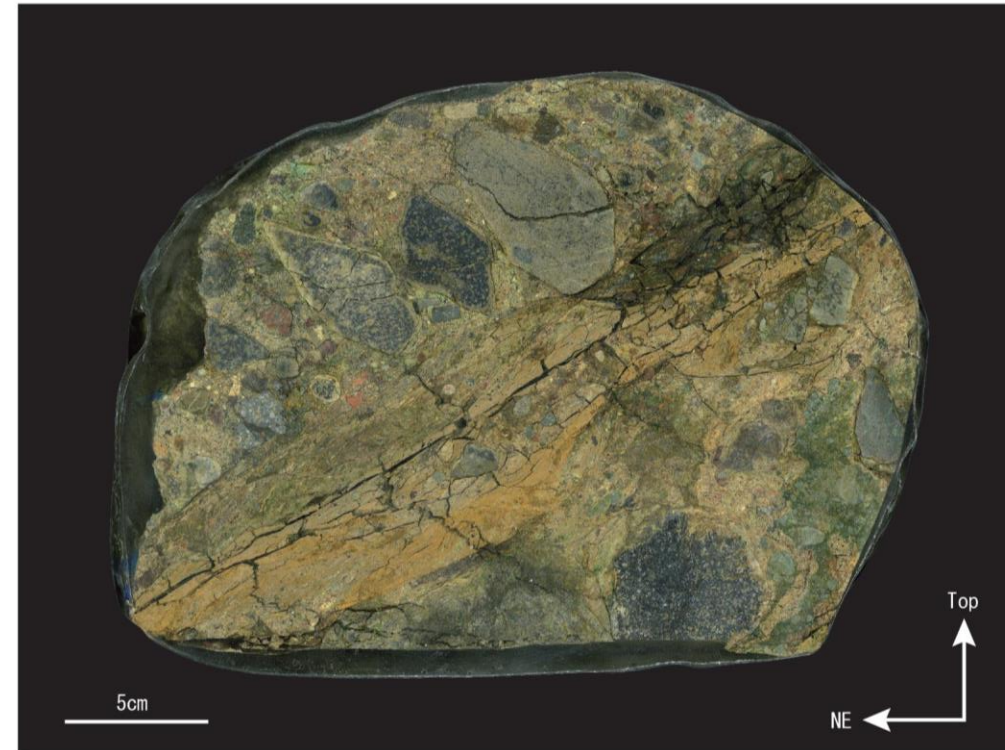


ブロックサンプル①採取箇所スケッチ

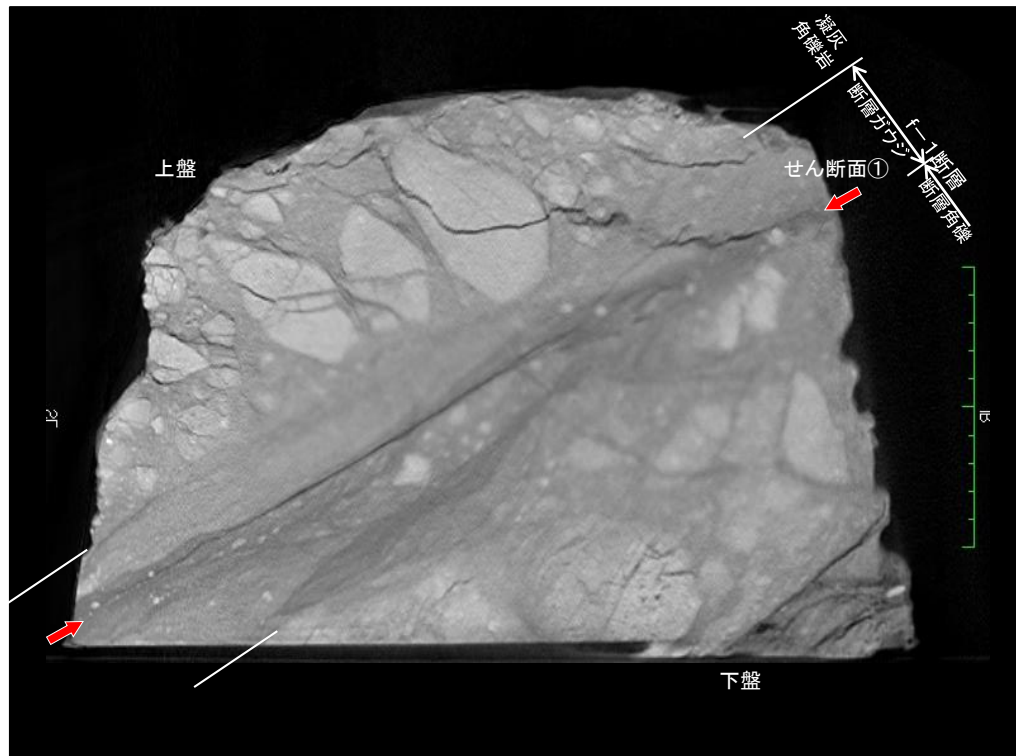


# f-1断層破碎部の性状(1.最新面の認定:ブロックサンプル①研磨片観察)

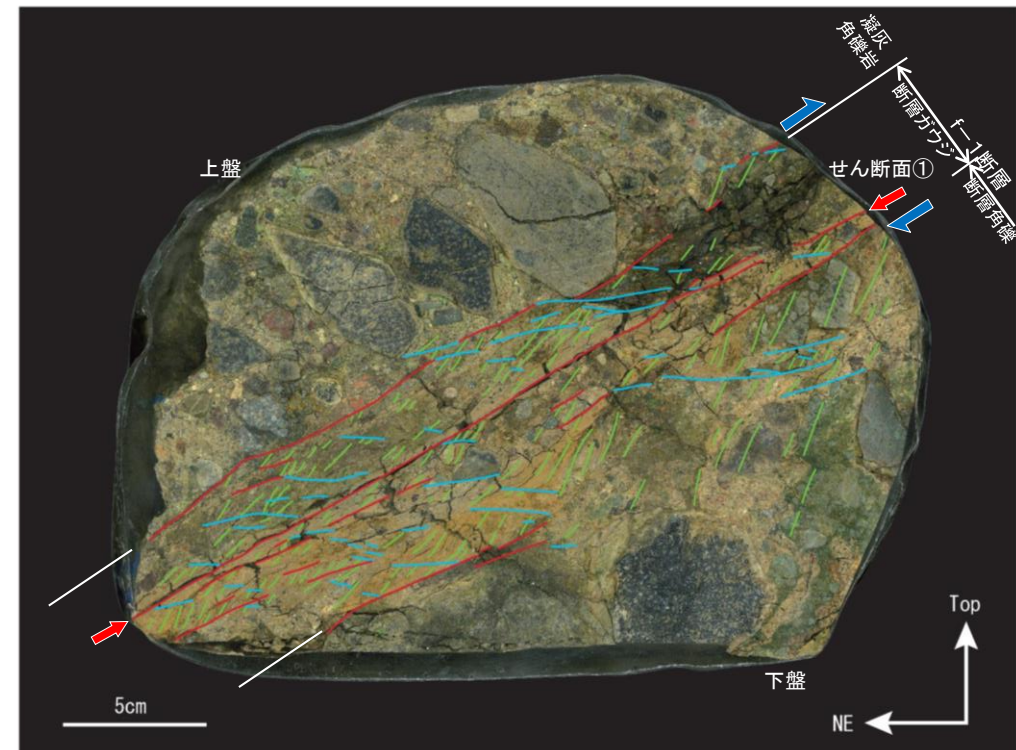
- f-1断層破碎部は全体的に逆断層の組織が発達している。
- せん断面①は、一部でわずかに湾曲するが、直線性に富む。
- せん断面①について最新面の可能性があるせん断面として、薄片、顕微鏡観察を行った。



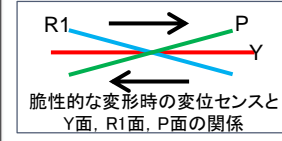
研磨片写真(解釈線なし)



X線CT画像



研磨片写真(解釈線あり)





# f-1 断層破碎部の組織観察(1.最新面の認定:ブロックサンプル①, 薄片観察)

【f-1断層破碎部の性状, 運動センス】

➢ せん断面①は比較的シャープに認められ, 逆断層の変位センスを示す。

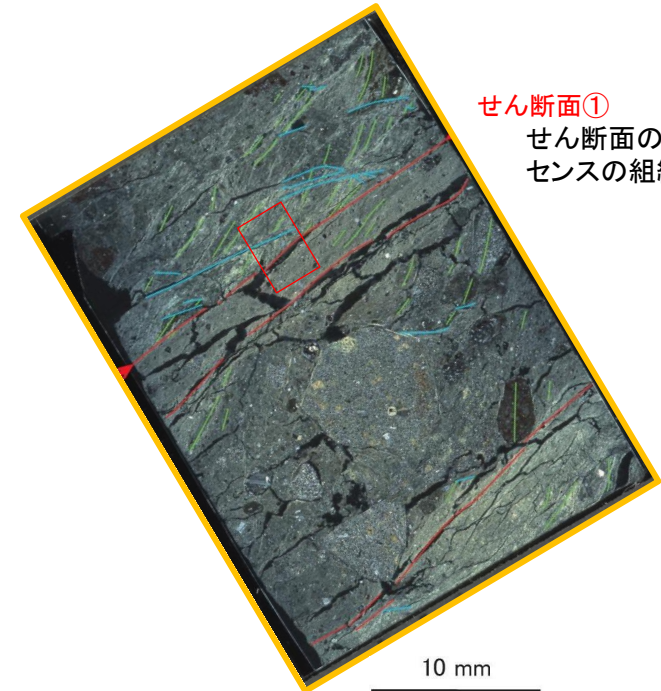
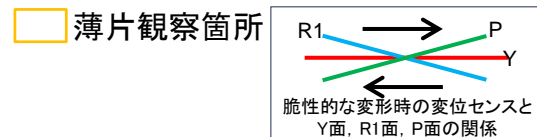
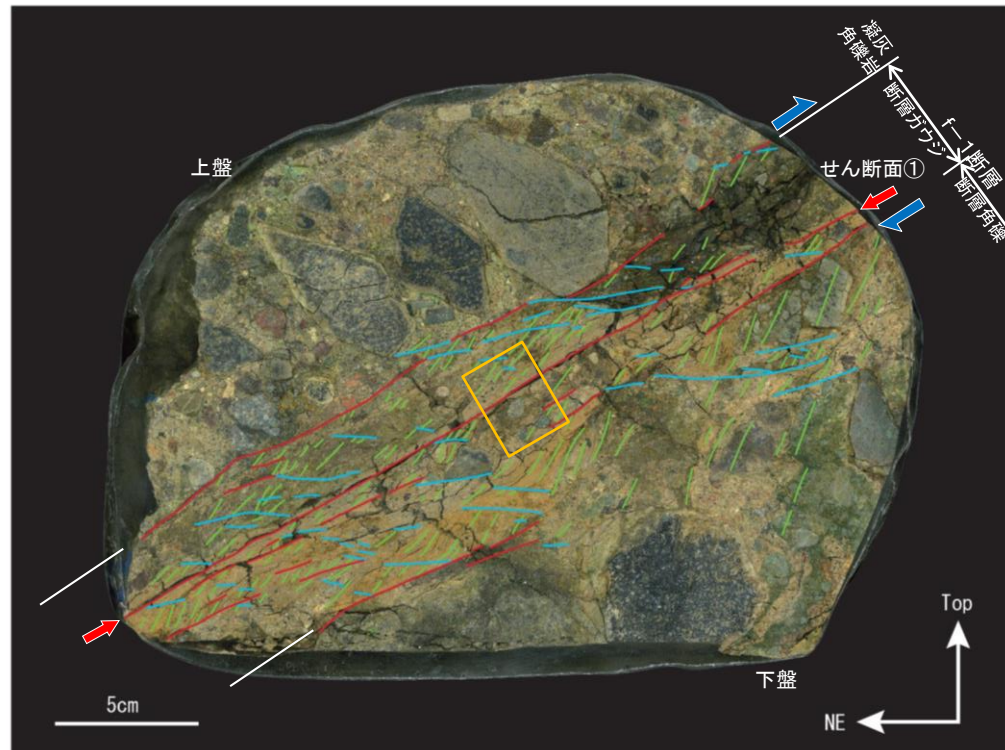
【せん断面を横断する鉱物脈】

➢ せん断面を横断する鉱物脈は認められない。

【せん断面沿いの鉱物の晶出状況】

➢ せん断面に沿って粘土鉱物が認められ, 変形や破碎は生じていない。

⇒せん断面①を最新面の可能性があるせん断面としてSEM観察を行った。



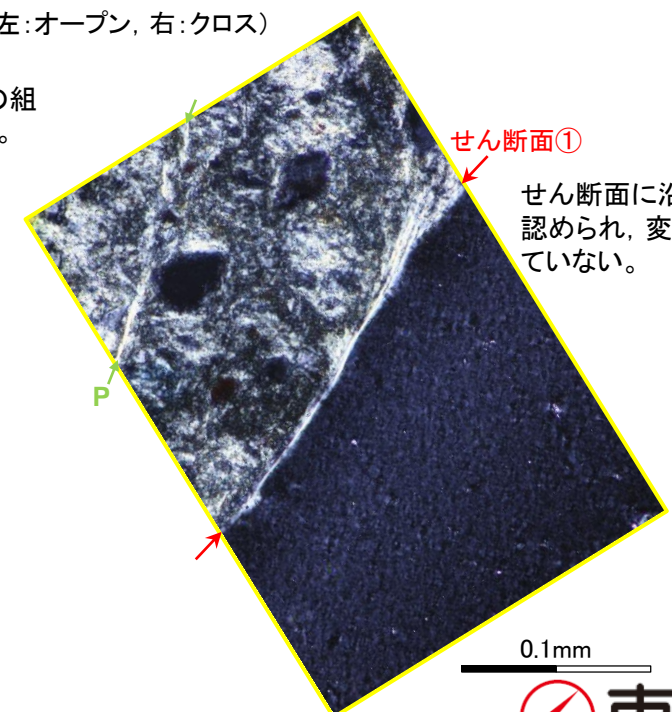
せん断面①  
せん断面の周囲は逆断層  
センスの組織が発達している。

薄片写真(左:オープン, 右:クロス)



周囲には逆断層の組織が発達している。

せん断面①



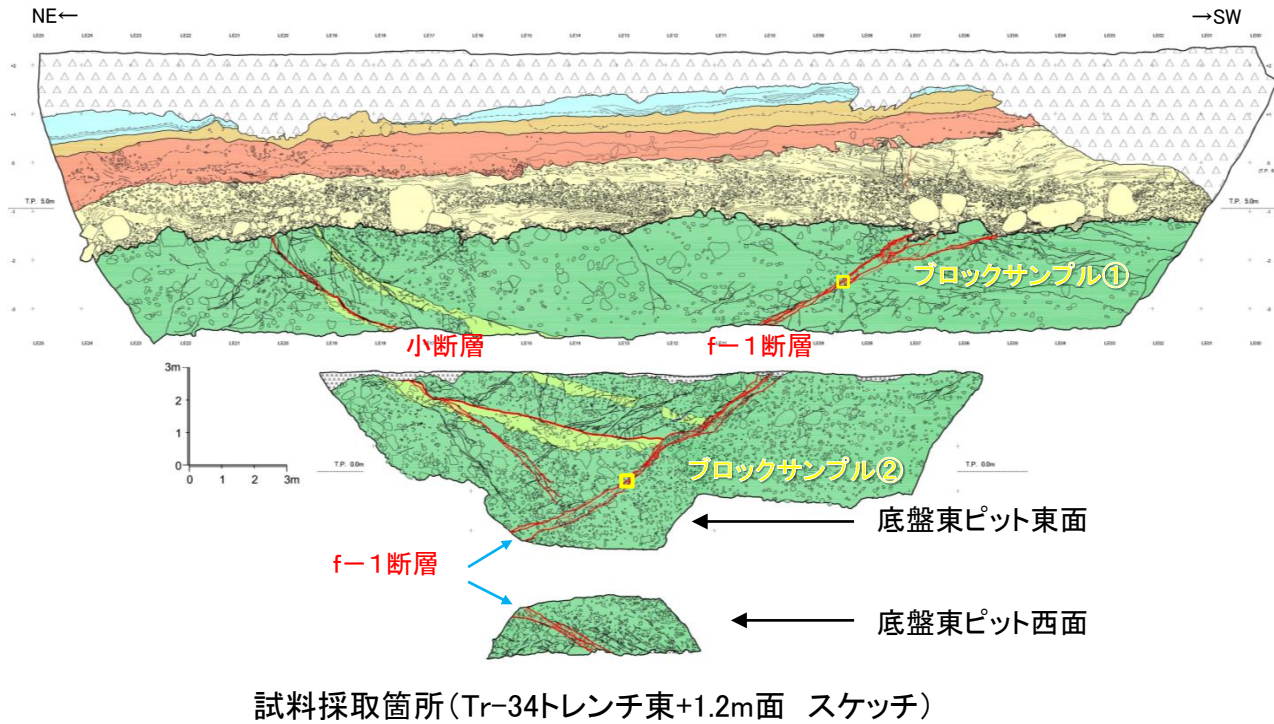
せん断面①  
せん断面に沿って粘土鉱物が認められ, 変形や破碎は生じていない。

顕微鏡写真



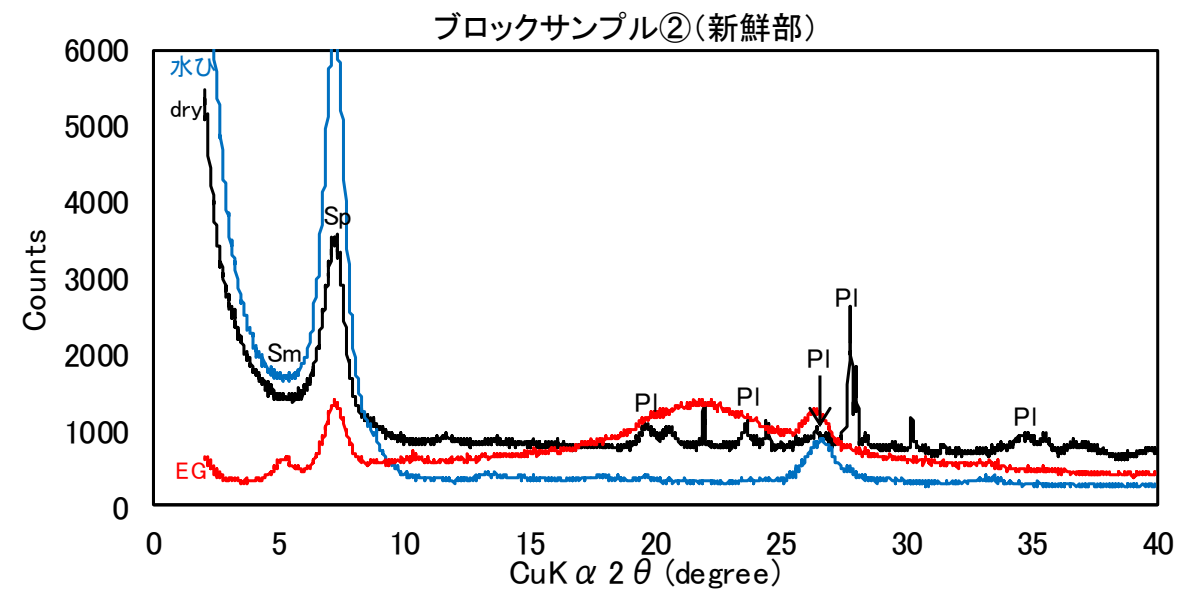
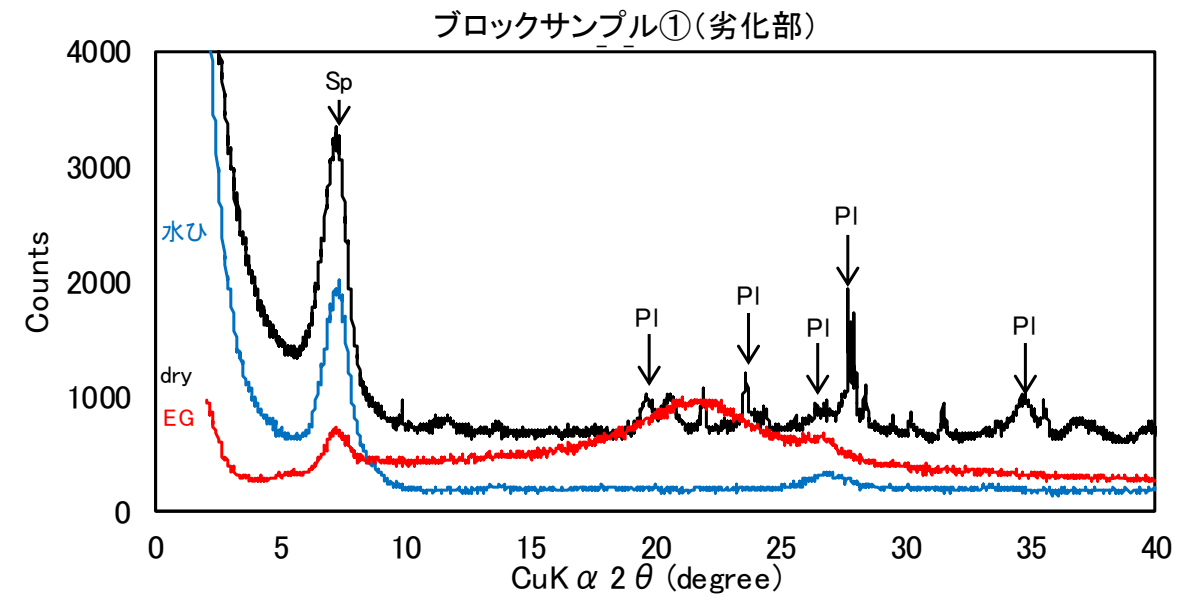
# f-1断層破碎部の組織観察(2. 破碎部を構成する粘土鉱物の確認)

- 断層破碎部のXRD分析を行った。
- f-1断層破碎部を構成する主な粘土鉱物はセピオライト, スメクタイトである。



XRD分析結果一覧

試料番号	地質状況	構成する主な粘土鉱物
ブロックサンプル① (劣化部)	断層破碎部	セピオライト
ブロックサンプル② (新鮮部)	断層破碎部	セピオライト, スメクタイト



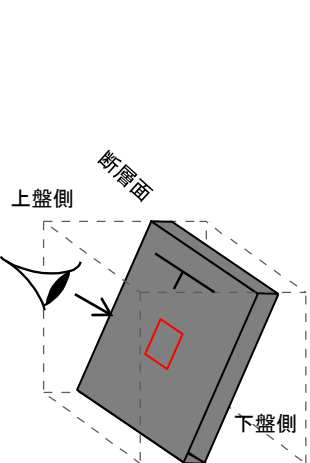
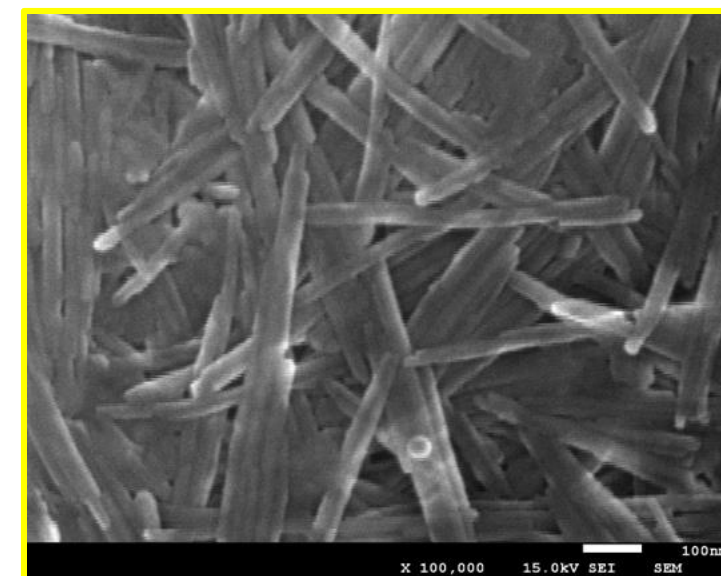
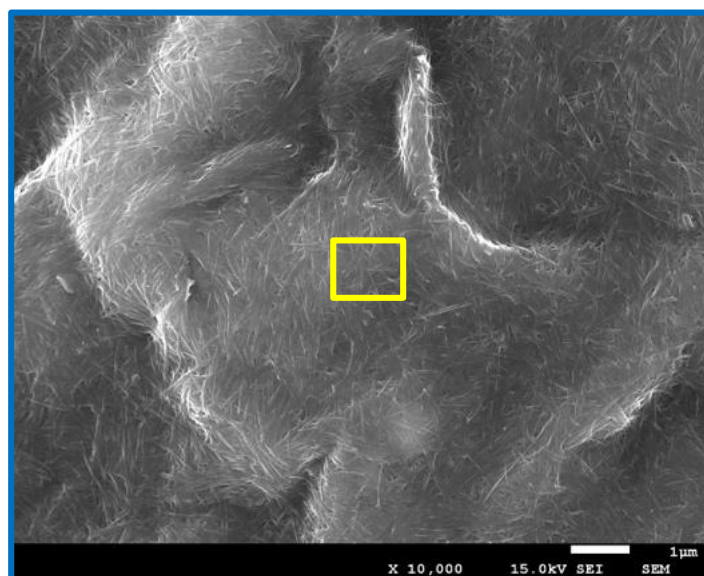
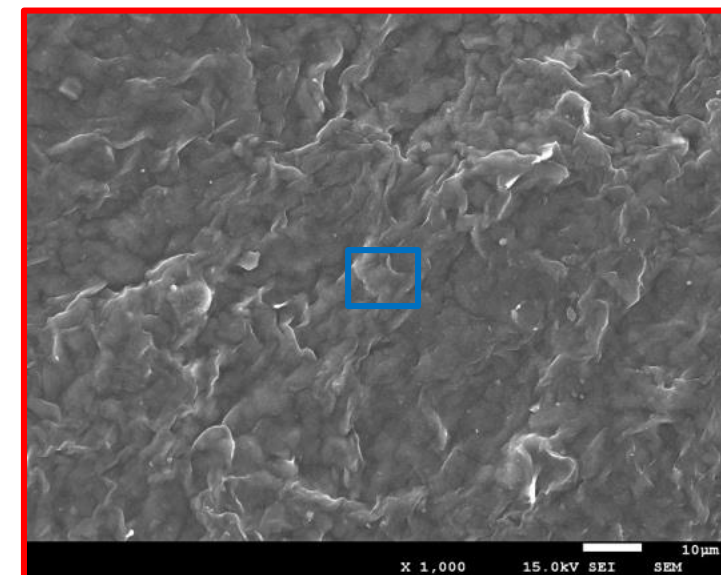
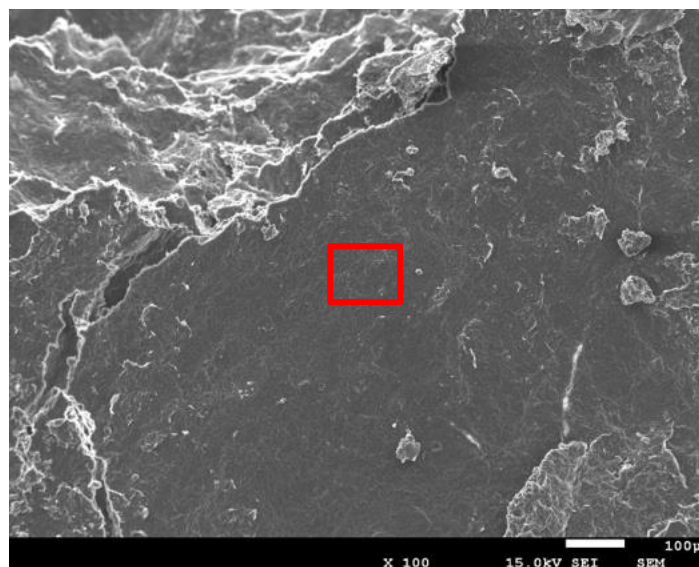


# f-1 断層破碎部の組織観察 (3. 最新面の鉱物の晶出状況: ブロックサンプル①, SEM観察)

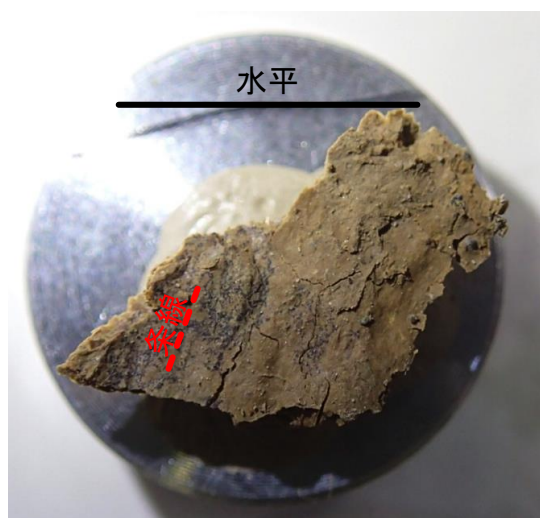
- せん断面①のSEM観察の結果, 繊維状の自形のセピオライトが生成し, 破碎を受けた組織は認められない。
- SEMによるセピオライトの晶出状況は, 顕微鏡観察によるせん断面沿いの粘土鉱物の変形や破碎が認められない様子と整合する。



試料採取箇所(断層面)



上盤側から断層面を観察

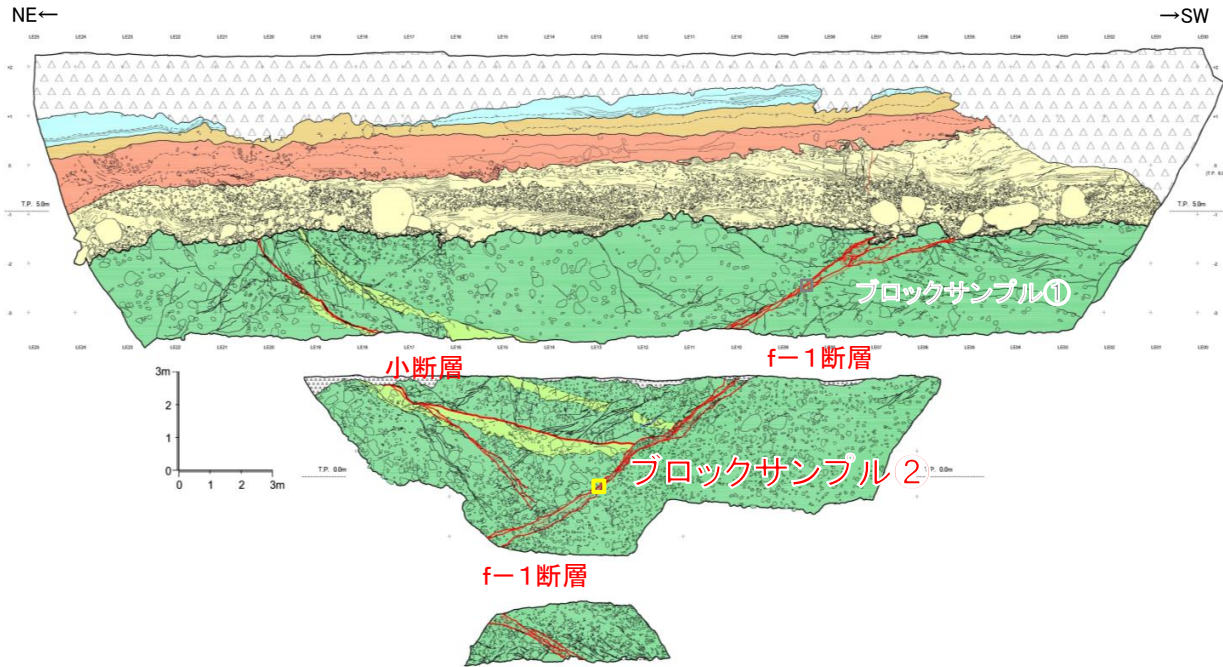


SEM観察試料

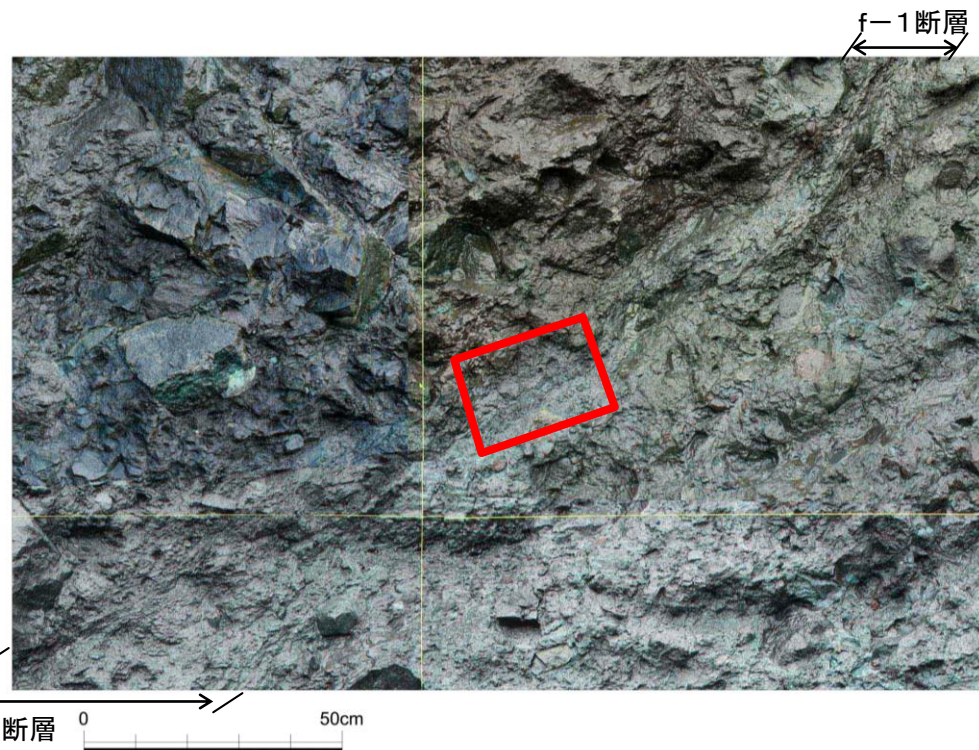


# f-1断層破碎部の組織観察(1.最新面の認定:ブロックサンプル②, 露頭状況)

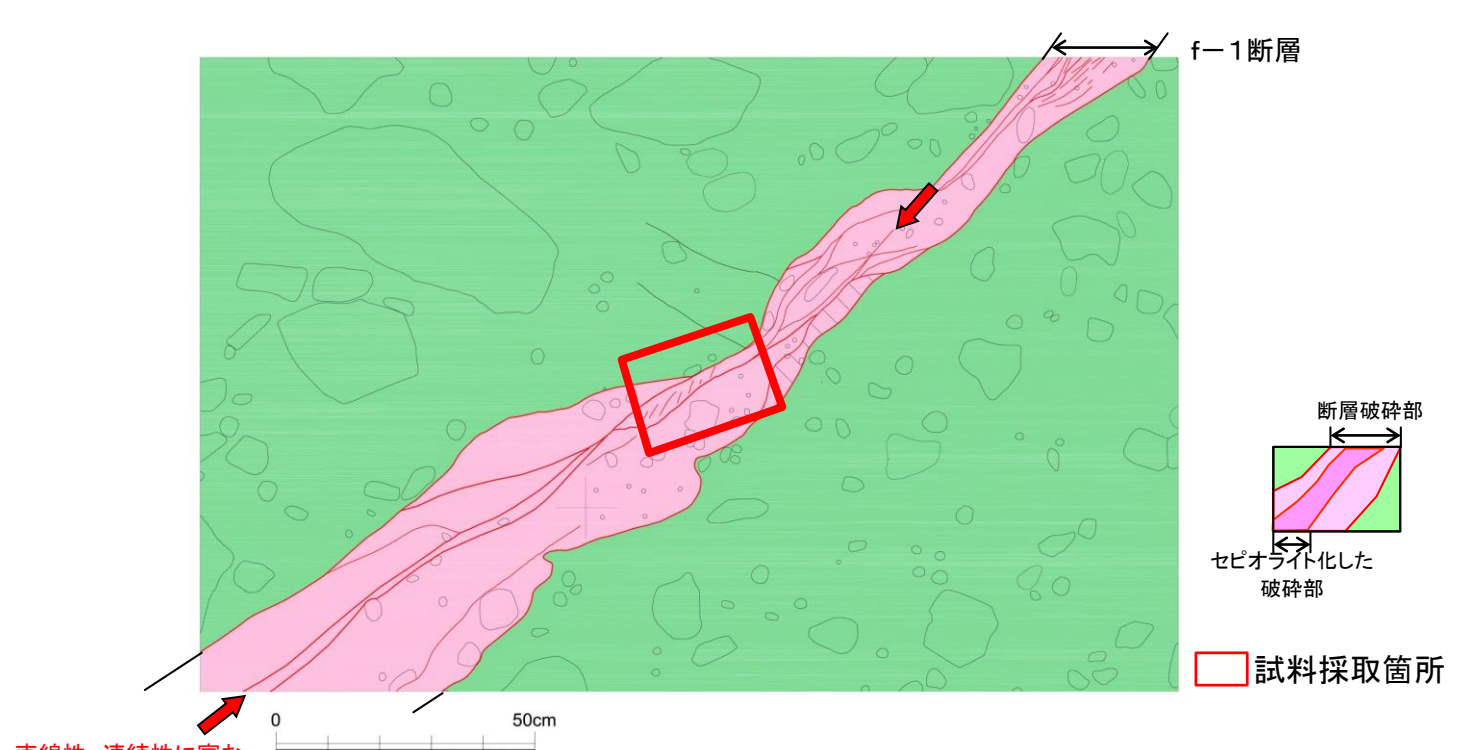
- f-1断層破碎部のうち、直線性、連続性に富むせん断面が認められる箇所を試料採取を行い、分析を行った。
- 断層破碎部は幅約15cm程度で軟質化しており、非固結である。



ブロックサンプル②採取状況



ブロックサンプル②採取箇所写真



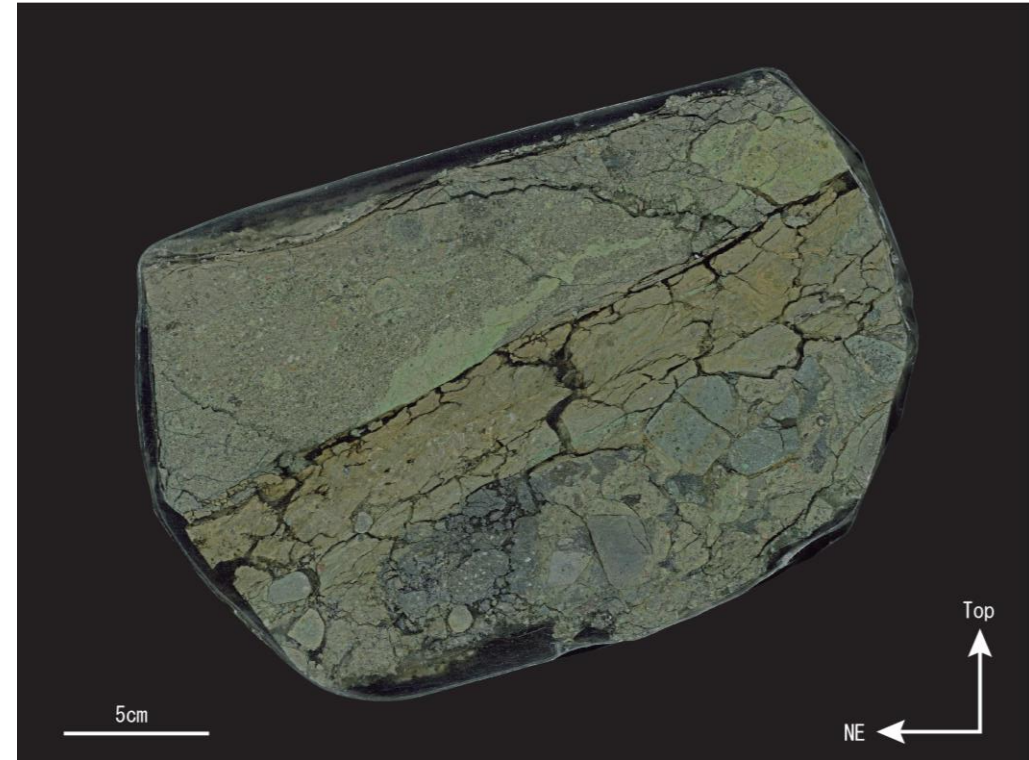
直線性、連続性に富む  
最新面の可能性があるせん断面

ブロックサンプル②採取箇所スケッチ

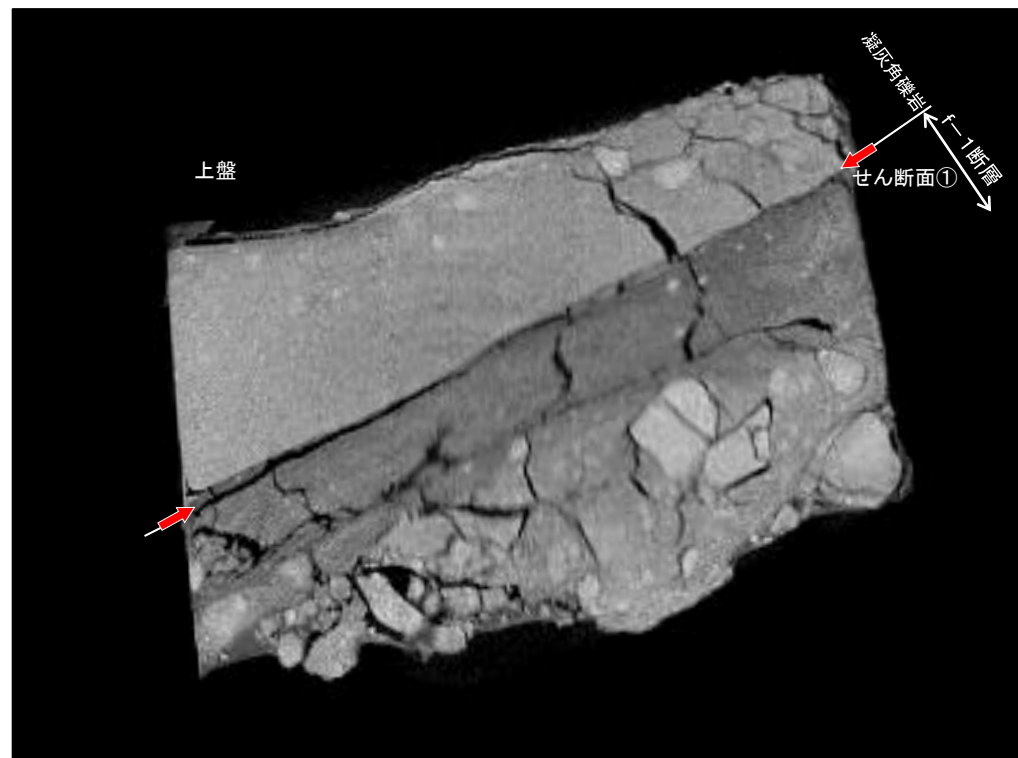


# f-1断層破碎部の組織観察(1.最新面の認定:ブロックサンプル②研磨片観察)

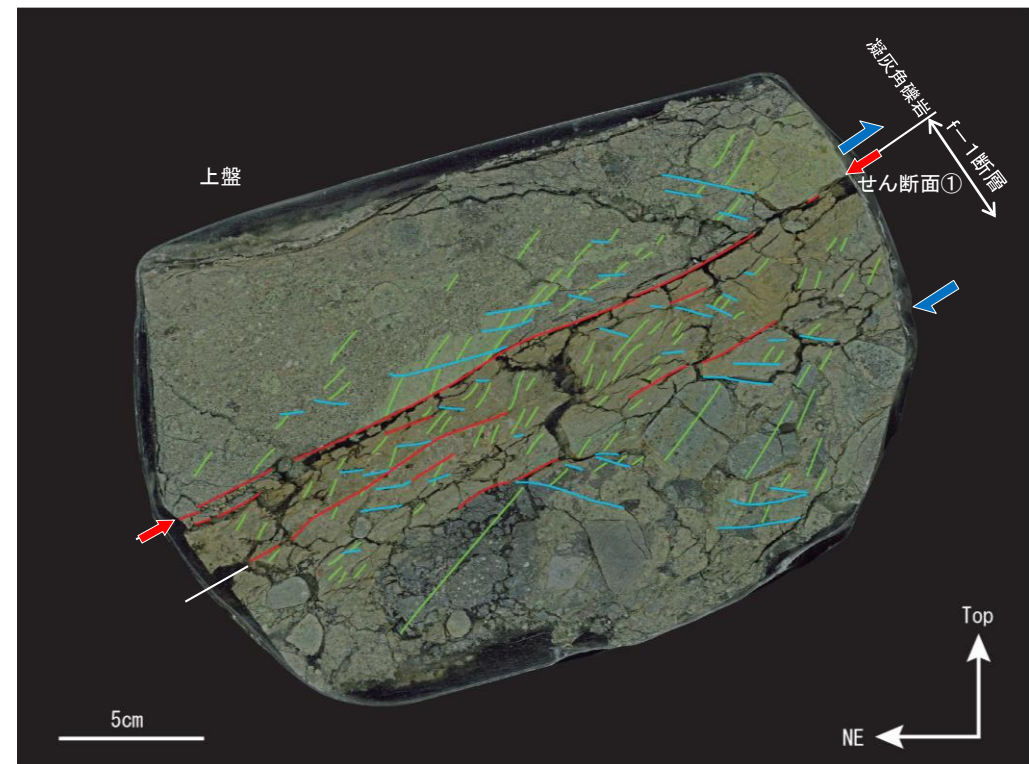
- f-1断層破碎部は全体的に逆断層の変位センスを示す。
- このうち、せん断面①は直線性、連続性に富むせん断面として、せん断面①が認められる。
- せん断面①について最新面の可能性があるせん断面として、薄片、顕微鏡観察を行った。



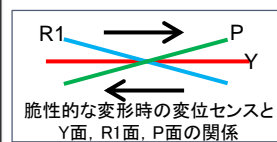
研磨片写真(解釈線なし)



X線CT画像



研磨片写真(解釈線あり)





# f-1 断層破碎部の組織観察(1.最新面の認定:ブロックサンプル②, 薄片観察)

【f-1断層破碎部の性状, 運動センス】

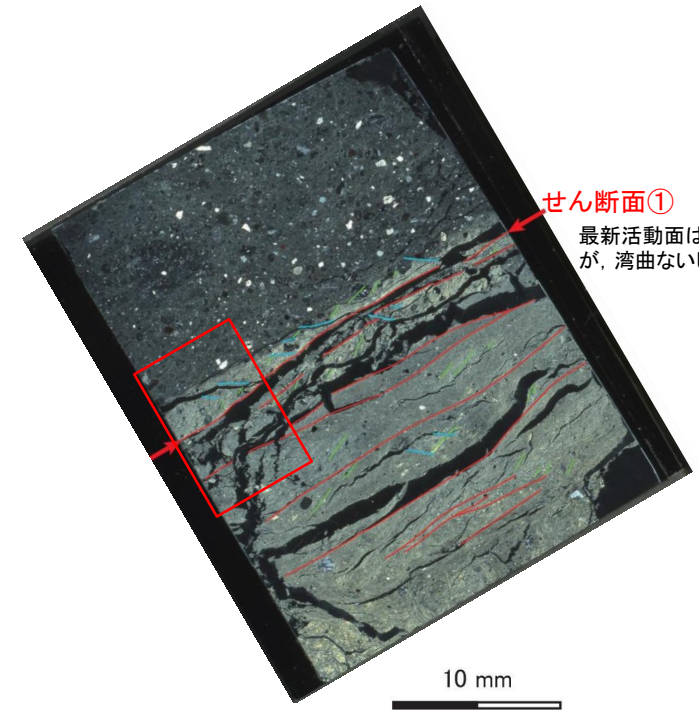
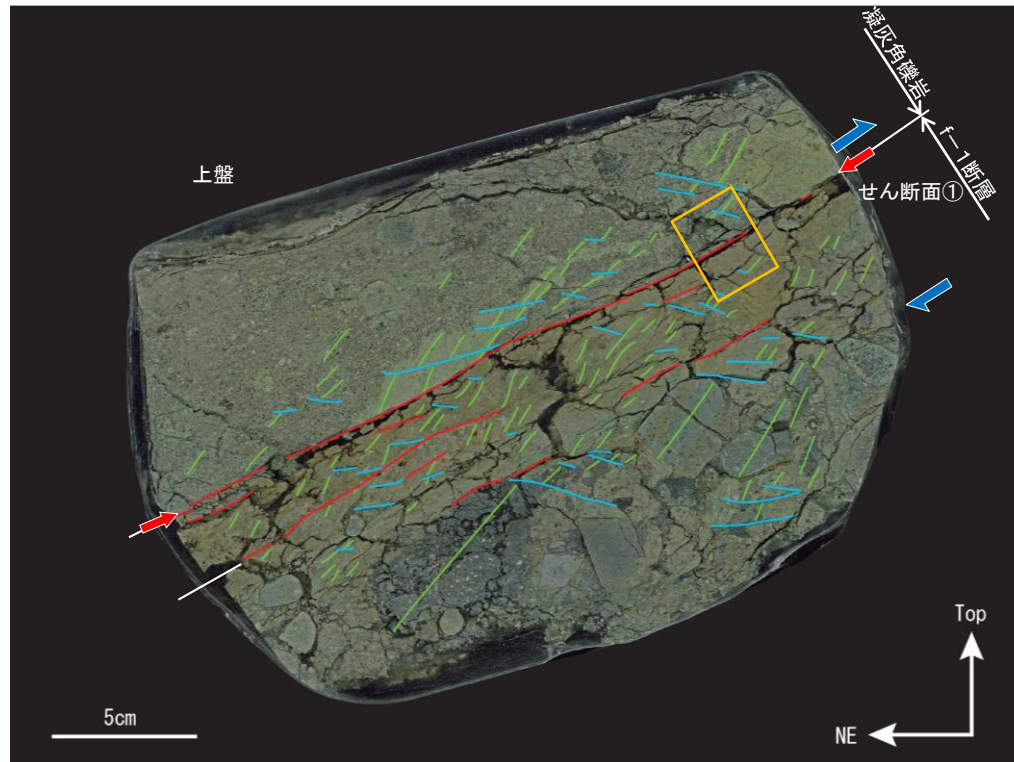
➢ せん断面①は連続的に認められるが, 湾曲ないし屈曲し, せん断面の周囲は逆断層の組織が発達している。

【せん断面を横断する鉱物脈】

➢ せん断面を横断する鉱物脈は認められない。

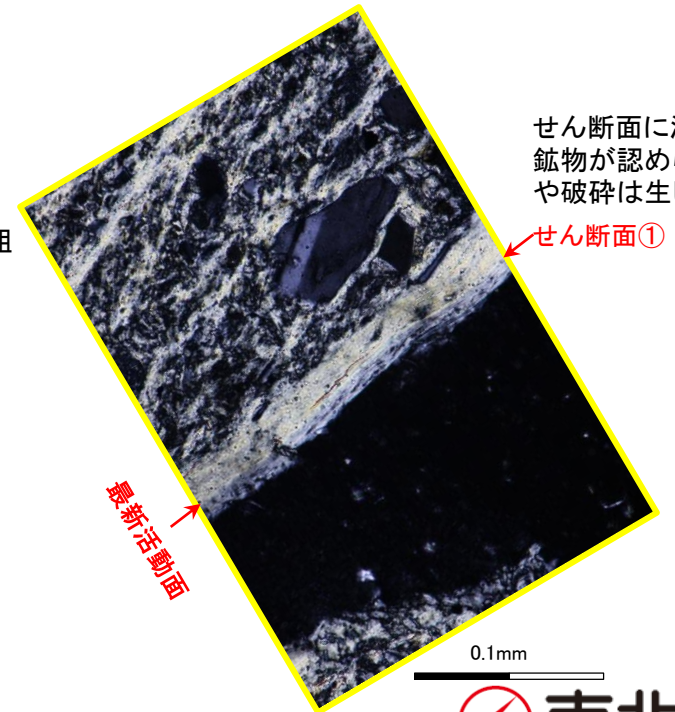
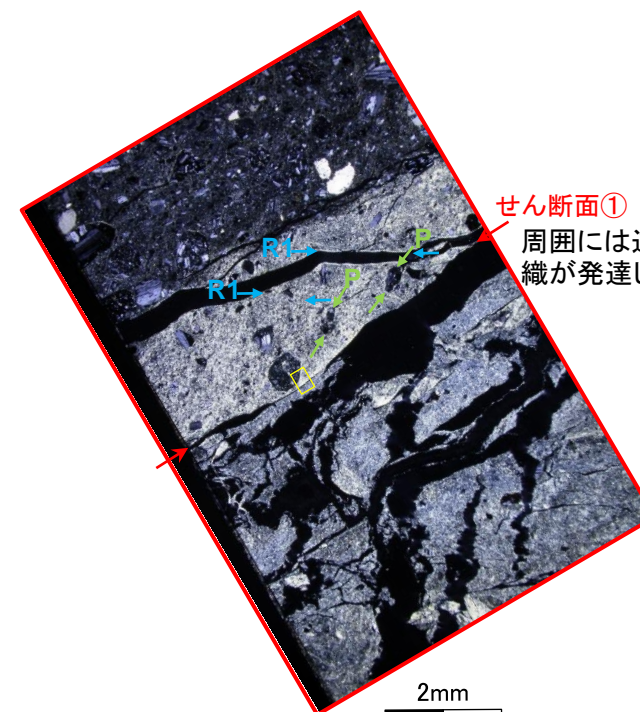
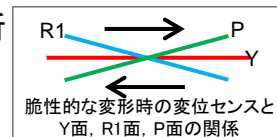
【せん断面沿いの鉱物の晶出状況】

➢ 最新活動面に沿って粘土鉱物が認められ, 変形や破碎は生じていない。  
⇒せん断面①を最新面の可能性があるせん断面としてSEM観察を行った。



薄片写真(左:オープン, 右:クロス)

□ 薄片観察箇所

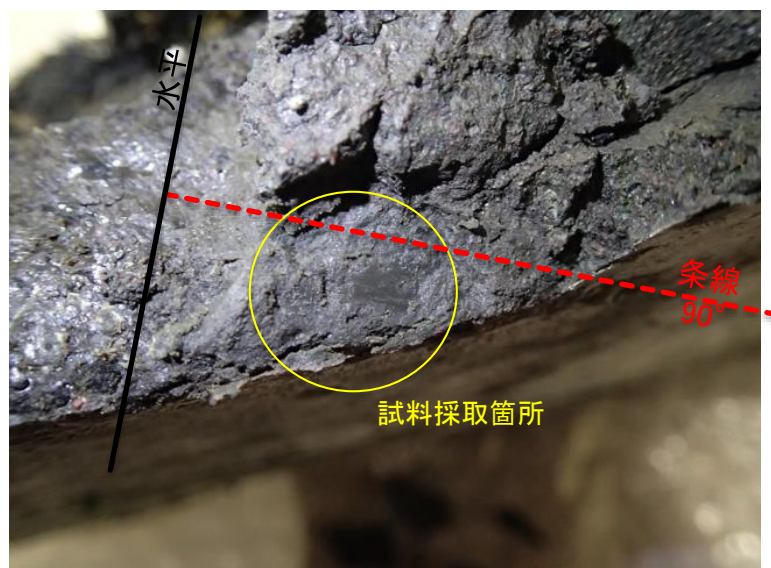


顕微鏡写真

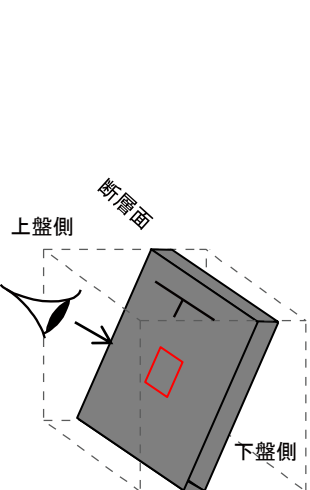
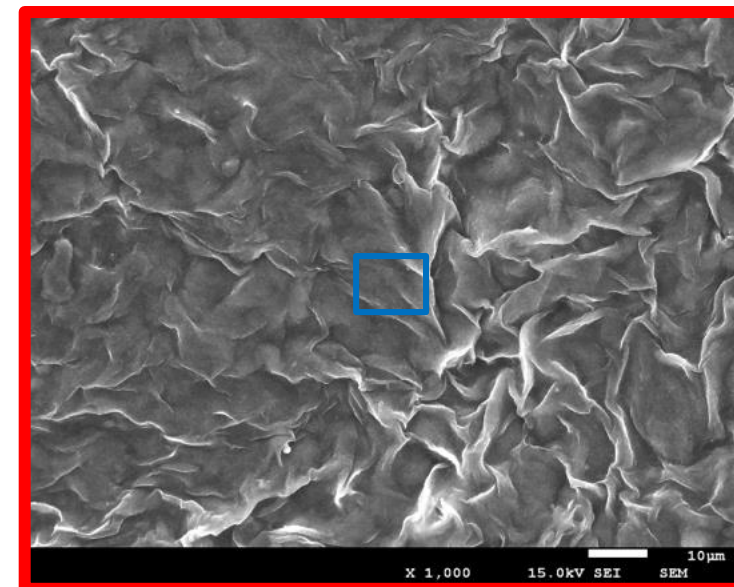
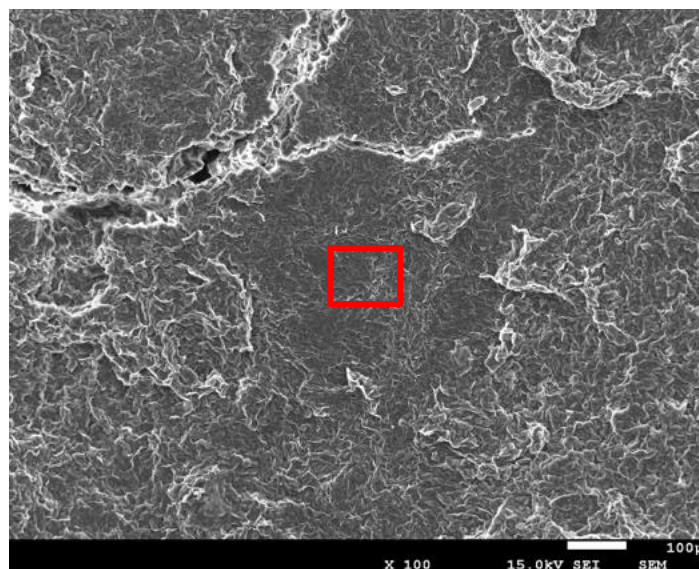


# f-1 断層破碎部の組織観察 (3. 最新面の鉱物の晶出状況: ブロックサンプル②, SEM観察)

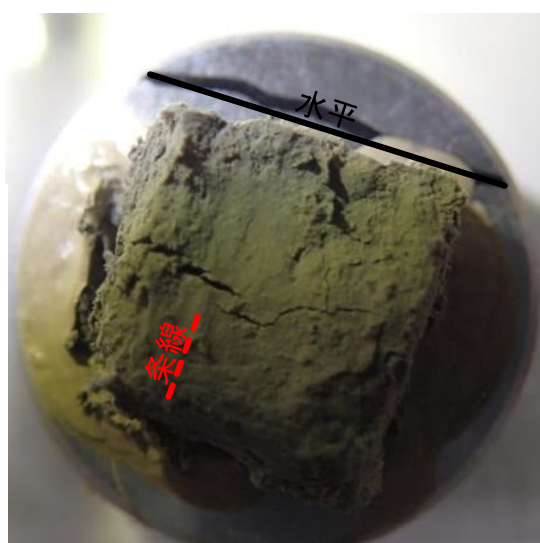
- せん断面①のSEM観察の結果, 繊維状の自形のセピオライトが生成し, 破碎を受けた組織は認められない。
- SEMIによるセピオライトの晶出状況は, 顕微鏡観察によるせん断面沿いの粘土鉱物の変形や破碎が認められない様子と整合する。



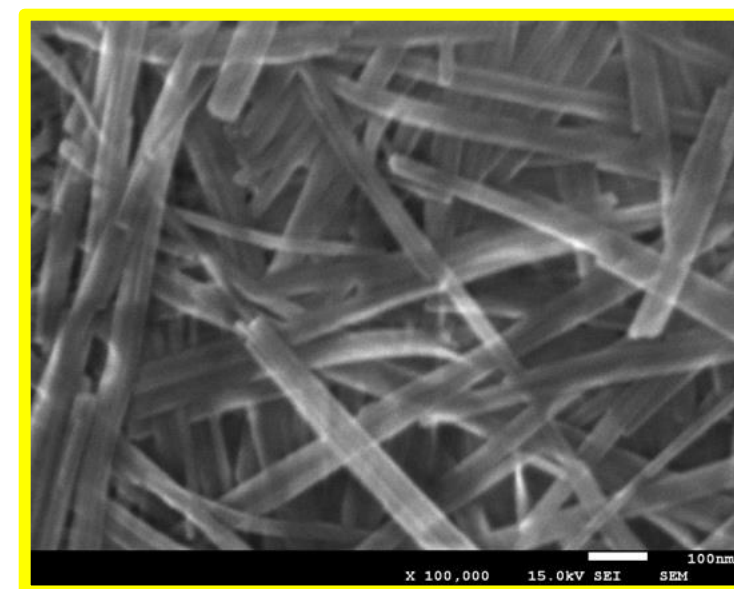
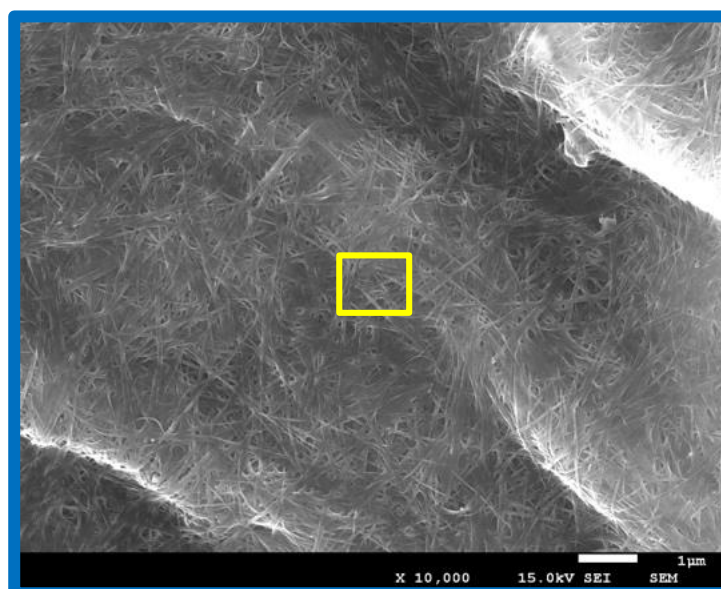
試料採取箇所 (断層面)



上盤側から断層面を観察



SEM観察試料





# f-1 断層破碎部の組織観察(まとめ)

- f-1断層破碎部の最新活動面のSEM観察結果から、最新活動面には自形のセピオライトが晶出しており、破碎されていないことが確認された。
- また、顕微鏡観察の結果からも、最新面上に変形構造がない粘土鉱物が確認された。  
⇒f-1断層は、粘土鉱物の生成以降の断層活動はないと考えられる。

f-1断層破碎部の組織観察結果

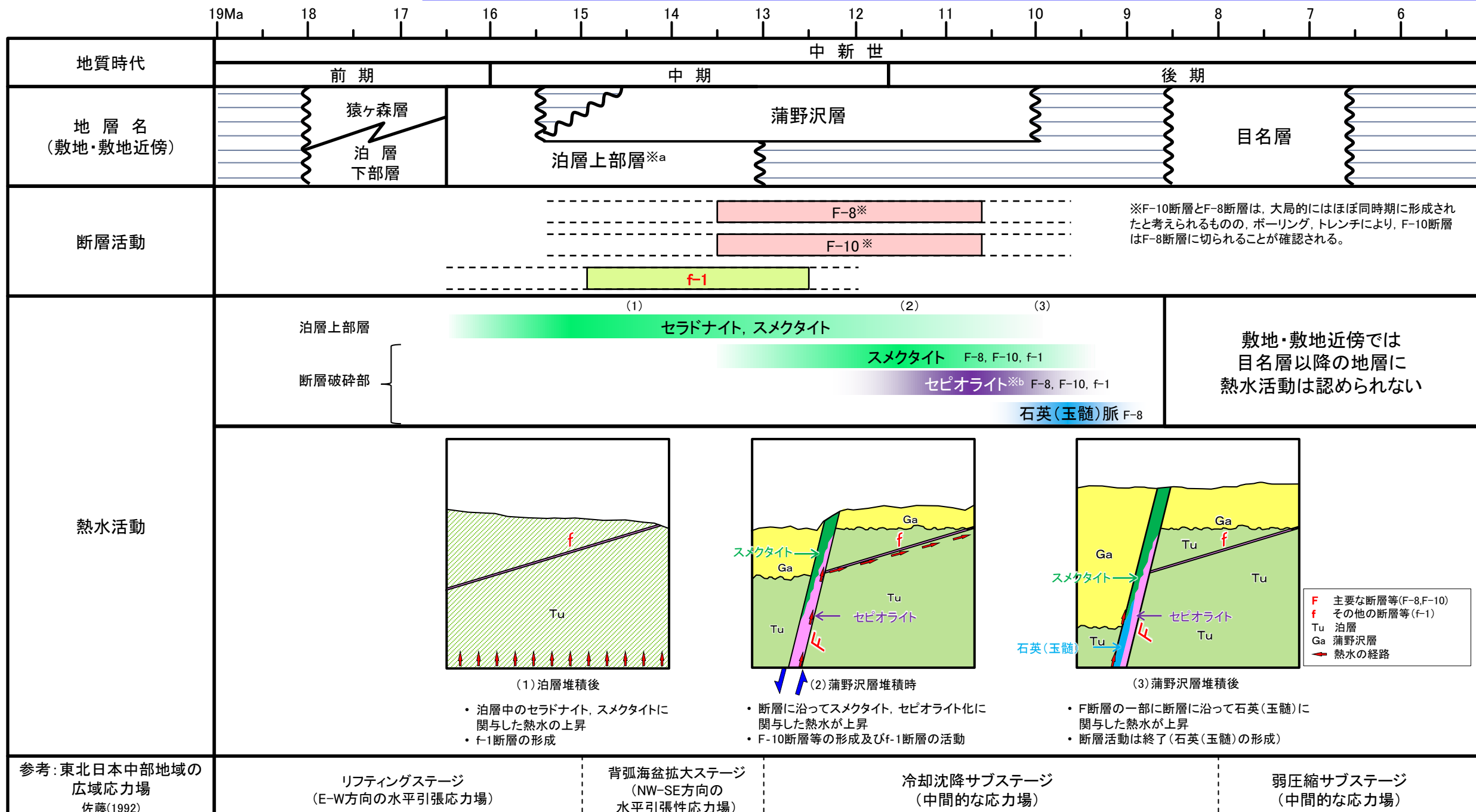
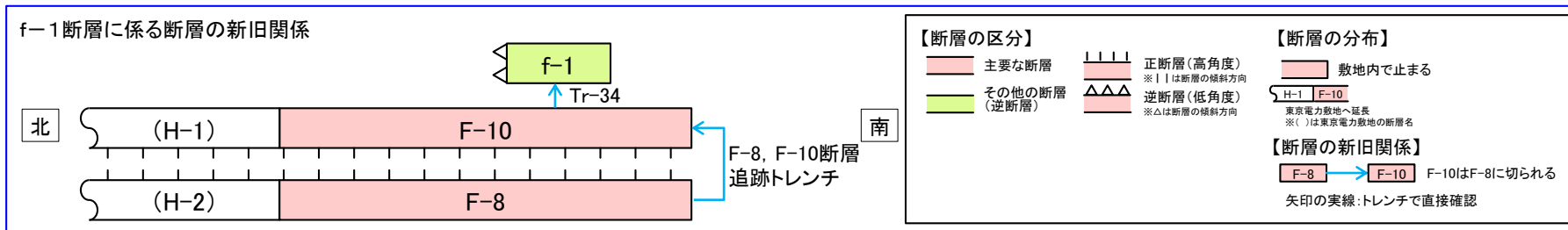
項目	最新面の認定			破碎部を構成する粘土鉱物	せん断面を横断する鉱物脈	最新面の鉱物の晶出状況		
	露頭観察	CT観察	研磨片観察			XRD分析	薄片観察	SEM観察
確認内容	断層破碎部の性状		直線性・連続性に富むせん断面					
ブロックサンプル① (劣化部)	非固結	せん断面①	一部でわずかに湾曲するが、直線性に富む	最新面と判断	セピオライト	認められない	せん断面沿いに破碎されていない粘土鉱物が認められる	自形のセピオライトが晶出し、破碎されていない
ブロックサンプル② (新鮮部)	非固結	せん断面①	直線的でシャープ	最新面と判断	セピオライト スメクタイト	認められない	せん断面沿いに破碎されていない粘土鉱物が認められる	自形のセピオライトが晶出し、破碎されていない
H27B-f1-1孔※ (新鮮部)	非固結	せん断面②	比較的連続	最新面の可能性	セピオライト スメクタイト	認められない	せん断面沿いに粘土鉱物の配列は認められるが、破碎、変形の有無は不明	自形のセピオライトが晶出し、破碎されていない
		せん断面③	比較的連続	最新面と判断	セピオライト スメクタイト	認められない	せん断面沿いに粘土鉱物の配列は認められるが、破碎、変形の有無は不明	自形のセピオライトが晶出し、破碎されていない

※ H27B-f1-1孔の観察結果は補足説明資料に示した。



# f-1断層等の形成と熱水変質の時期に関する考察

➤ f-1断層は、周囲の断層との新旧関係、断層破碎部に認められる熱水変質の状況等から、その活動が中新世で終了していると考えられることから、少なくとも後期更新世以降の活動はない。



※a 泊層のK-Ar年代、珪藻化石帯の年代から、約16.5Ma～約13Maの報告がある(Watanabe et al.,(1993), Yanagisawa and Akiba(1998))  
 ※b セピオライトの年代として11.6±1.0Maの年代値が得られている (F-8断層: K-Ar法)  
 ※c セラドナイトの年代として、約10Maの値が得られている(高角度の変質鉱物脈:K-Ar法)。また、東日本の熱水変質起源のセラドナイトのK-Ar年代として約14.8Ma～4.9Maの報告がある。(植田・鈴木(1973))



# f-1断層の活動性評価

## f-1断層の活動性評価

- 支持地盤まで変位及び変形が及ぶ地すべり面がないことの確認
- 震源として考慮する活断層に該当しないことの確認
- 地震活動に伴って永久変位が生じる断層に該当しないことの確認

(説明箇所:2)

支持地盤まで変位及び変形が及ぶ地すべり面がないことの確認

○ 敷地の断層は支持地盤※1まで変位及び変形が及ぶ地すべり面に該当しない  
 ○ 敷地近傍で指摘されている地すべり地形箇所は、岩盤の侵食抵抗の違いを反映した組織地形である

支持地盤まで変位及び変形が及ぶ地すべり面がない

(説明箇所:3.3)

地下深部への連続性

○ 深部はF-10断層に切れ、連続しない

※1 支持地盤は泊層上部層

震源として考慮する活断層に該当しない

(説明箇所:3.2)

リニアメント、変動地形

○ 空中写真判読により、リニアメント、変動地形は認められない

(説明箇所:3.4.2)

後期更新世以降の地層に見られる第四系の変状と断層との関係

○ M<sub>2</sub>面段丘堆積物(MIS5c)に断層による変位・変形は認められない、岩盤上面に高度差はない※2  
 ○ f-1断層延長上の第四系に断裂、礫の再配列等は認められない

少なくともMIS5c以降の活動はない

- ① 直立した礫、礫間の粘土 (f-1断層付近岩盤上面、礫層の性状)
  - ・ 岩盤上面は起伏に富む侵食面の形態をなす
  - ・ 直立した礫は堆積作用によるもの、礫の回転、再配列は認められない
  - ・ 礫間の粘土は段丘堆積物堆積時もしくは堆積後に局所的に形成
- ② 岩盤上面の僅かな高まりの分布・性状
  - ・ 岩盤上面の僅かな高まりは奥行き方向に連続せず、広がりをもたない
  - ・ 小断層はf-1断層に切れ、消滅(基盤のポップアップ状の隆起を生ずる構造ではない)
- ③ 第四系中の小断裂の分布・性状
  - ・ 小断層は正断層センスで下方で変位量を減じ、f-1断層に連続しない
  - ・ 小断層の形態・本数は走向方向で変化し、連続性がなく局所的
- ④ 岩盤劣化部の分布
  - ・ 岩盤劣化部は、表層部に限られ、深部は劣化部がなく新鮮

第四系中に見られる各種性状は断層活動とは関連しない

支持

(説明箇所:3.4.3)

分布・連続性断層等との関係

○ f-1断層はF-10断層に切れ、F-10断層はF-8断層に切られる

F-8断層はf-1断層より活動時期が新しい

後期更新世以降の断層活動はない

地震活動に伴って永久変位が生じる断層に該当しない

(説明箇所:3.4.4)

F-8断層の活動性

○ 石英(玉髓)脈が断層破碎部を充填、横断している箇所が認められる  
 ○ 石英(玉髓)脈は高温の熱水環境下で晶出、形成時期は中新世  
 ○ M<sub>1</sub>'面段丘堆積物(MIS5e)、M<sub>2</sub>面段丘堆積物(MIS5c)に変位・変形はない

F-8断層は中新世(石英(玉髓)脈形成)以降の活動はない  
 (第四系の変状はF-8断層の活動とは関連しない)

(説明箇所:3.4.5)

断層破碎部の詳細性状

○ 熱水変質により破碎部がセピオライト化、形成年代は約10Ma  
 ○ SEM観察により、最新面にセピオライトが晶出し、破碎されていない

約10Ma(セピオライト形成)以降の活動はない

f-1断層は、「将来活動する可能性のある断層等」に該当しない

赤字: 有識者会合後の新たなデータ、検討等により得られた結果を赤字で示す。  
 ※2 「東北電力株式会社東通原子力発電所敷地内破碎帯の評価について」(H27.3.25)においては、『有識者会合は、…、段丘堆積物基底面にはf-1断層のずれによる変位が認められないことを確認した。』とされている。



# 参考文献

1. 町田洋・新井房夫(2003):新編 火山灰アトラス[日本列島とその周辺], 東京大学出版会
2. Shackleton, N. J. (1987) :Oxygen isotopes, ice volume and sea level. *Quaternary Science Reviews*, 6, 183-190.
3. Chappell, J. (1994) : Upper Quaternary sea levels, coral terraces, oxygen isotopes and deep-sea temperatures. *地学雑誌*, 103, 828-840.
4. 小池一之・町田 洋編, (2001), 「日本の海成段丘アトラス」, 東京大学出版会, 105, CD-ROM(3枚)付図2葉.
5. 活断層研究会編(1991):[新編]日本の活断層一分布図と資料, 東京大学出版会
6. 日本地すべり学会東北支部(1992):東北の地すべり・地すべり地形, 一分布図と技術者のための活用マニュアル
7. 一般社団法人斜面防災対策技術協会(2005):青森県の地すべり防止区域指定地
8. 国立研究開発法人防災科学技術研究所(2009):地すべり地形分布図第42集「野辺地・八戸」
9. Sakamoto T.・ Suzuki S.・ Tatematsu H・ Otsuka R. (1980):Iron-Sepiolite from the Seikan Tunnel, Japan. *J. Japan. Assoc. Miner. Petr. Econ. Geol.*, 75, pp.164-171.
10. 小坂英輝・三輪敦志・今泉俊文・稲垣秀輝・橋本修一・楳原京子・佐々木亮道(2014):仙台市街地にあらわれた大年寺山断層の断層露頭, *応用地質*, 第55巻, 第4号, 166-176.
11. 曾根賢治・上田圭一(1993):1988年深溝断層(西深溝地区)トレンチ調査, 特集:日本の活断層発掘調査[43], *活断層研究*, 11, 47-50.
12. 日本粘土学会編(2009):粘土ハンドブック(第三版), 技報堂出版
13. 佐藤比呂志(1992):東北日本中部地域の後期新生代テクトニクス. *地調月報*, 43,119-139
14. Kisseva, E. S. and Edmonds, M.(2017):*Elements, An International Magazine of mineralogy, geochemistry, and petrology*, vol13, No.12.
15. 東京電力株式会社(2010a):東京電力(株)東通原子力発電所 敷地の地質・地質構造敷地の断層にみられる変状について, 資料第113C-10-5号, 平成22年11月
16. 東京電力株式会社(2010b):東通原子力発電所原子炉施設設置許可申請書 平成18年9月(平成19年3月一部補正, 平成21年4月一部補正, 平成22年4月一部補正)
17. Watanabe N., Takimoto T., Shuto K., Itaya T.(1993):K-Ar ages of the Miocene volcanic rocks from the Tomari area in the Simokita Peninsula, Northeast Japan arc. *J.Min.Petr.Econ.Geol.*, 88, 352-358.
18. Yanagisawa, Y. and Akiba, F. (1998) Refined Neogene diatom biostratigraphy for the northwest Pacific around Japan, with an introduction of code numbers for selected diatom biohorizons. *Jour. Geol. Soc. Japan*, 104, pp.395-414.
19. 植田良夫・鈴木光郎(1973):東北日本産海緑石とセラドナイトのK-Ar年代, *地質学論集*, 8, 151-159.