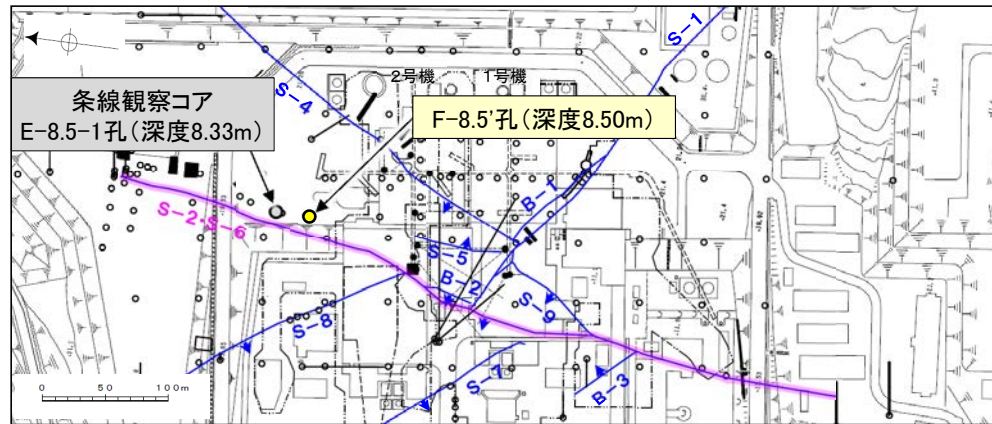


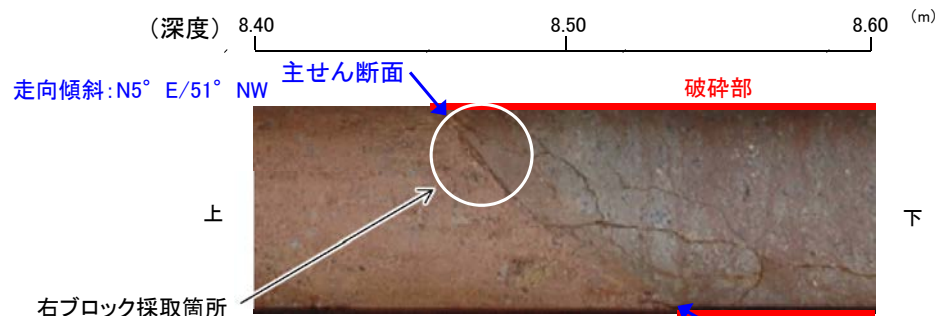
### 3. 3. 4 S-2・S-6 鉍物脈法による調査

### 3.3.4(1) S-2・S-6 鉱物脈法(F-8.5'孔) ー主せん断面の認定ー

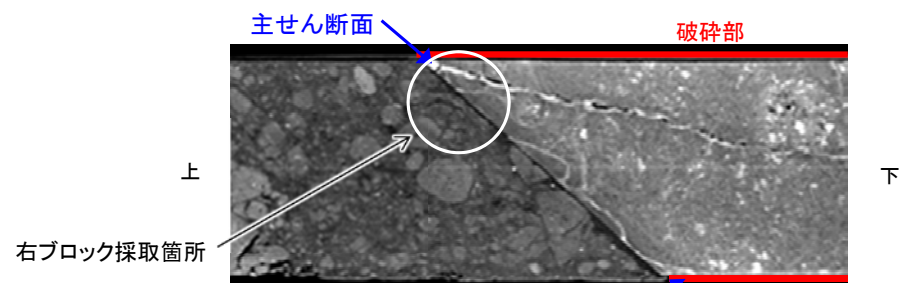
- F-8.5'孔の深度8.50mから採取した試料(左下ボーリングコア写真)を用いて、鉱物脈法による調査を行った。
- F-8.5'孔で確認されたS-2・S-6を対象に行った巨視的観察(ボーリングコア観察, CT画像観察)において、最も直線性・連続性が高く、明確に分帯でき、細粒化が進んでいる断層面を主せん断面と認定した(左下ボーリングコア写真, CT画像)。
- 隣接孔(E-8.5-1孔)の主せん断面における条線観察の結果、140° Rの条線(データ集4(9))が確認されたことから、F-8.5'孔において、140° Rの条線方向で薄片を作成した(右下ブロック写真)。



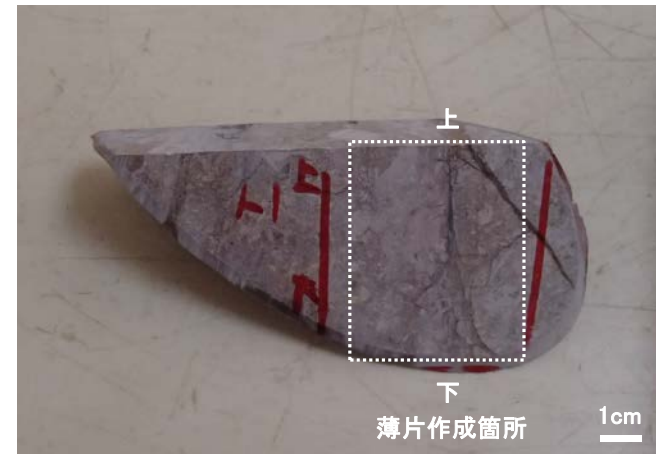
調査位置図



ボーリングコア写真(F-8.5'孔)



CT画像(F-8.5'孔)

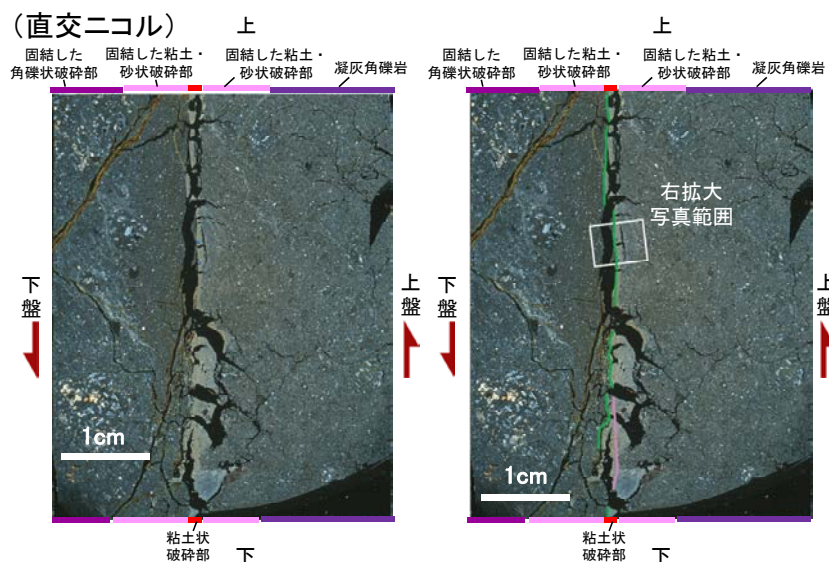
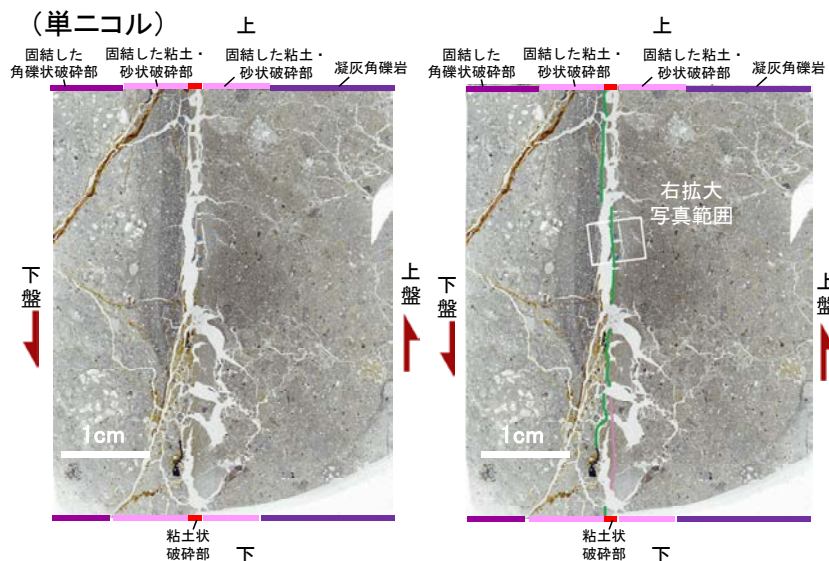


ブロック写真

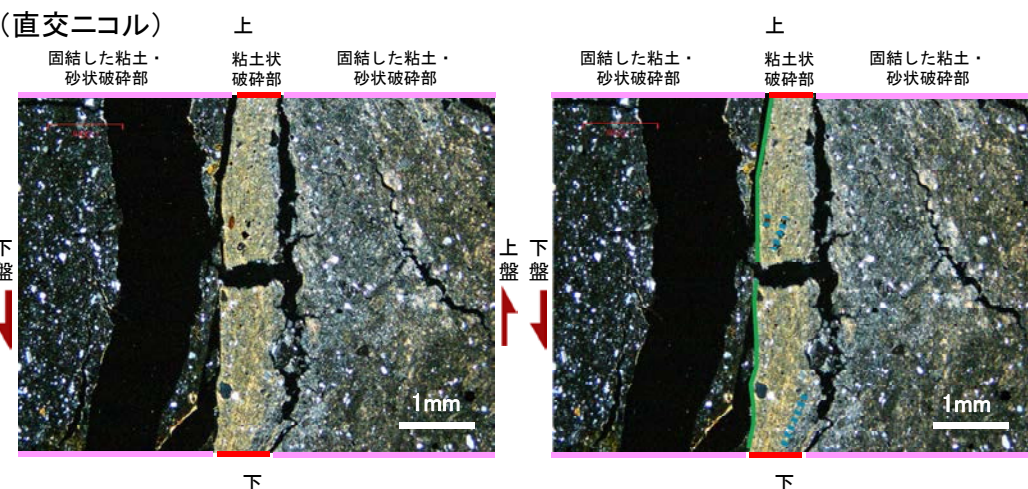
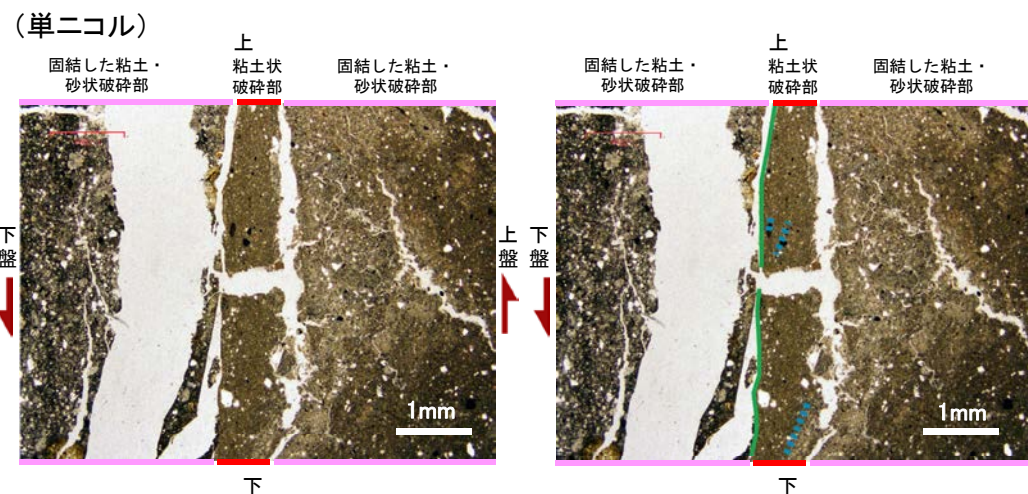


### 3.3.4(1) S-2・S-6 鉦物脈法(F-8.5'孔) ー最新面の認定ー

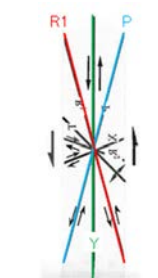
- 上盤側から、凝灰角礫岩、固結した粘土・砂状破碎部、粘土状破碎部、固結した粘土・砂状破碎部、固結した角礫状破碎部に分帯される(左下薄片写真)。
- 薄片観察の結果、粘土状破碎部の下盤側に認められる、最も直線的で連続性のよい面(左下薄片写真緑線)を最新面とした。
- また、最新面付近におけるP面の配置から、見かけ逆断層センスが認められ(右下拡大写真), 断層の走向傾斜が  $N5^{\circ} E/51^{\circ} NW$ , 条線のレイクが  $140^{\circ} R$  であることから、最新活動は左横ずれを伴う逆断層センスである。



薄片写真(F-8.5' 140° R<sub>1</sub>) (右は構造等を加筆)



拡大写真(右は構造等を加筆)



せん断センスを示す複合面構造(狩野・村田(1998)に加筆)

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

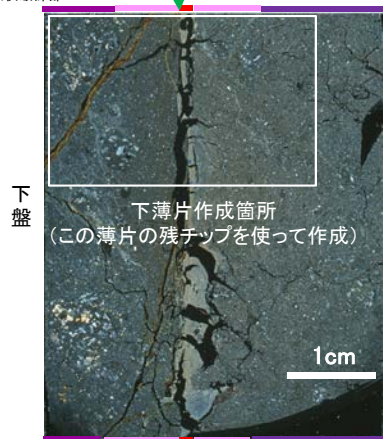


### 3.3.4(1) S-2・S-6 鉱物脈法(F-8.5'孔) ー最新面と粘土鉱物脈ー

- 薄片観察の結果, 最新面を含む粘土状破碎部には, 直交ニコルの画像(下拡大写真)で, 微細で淡黄色の色調を呈する粘土鉱物が認められる。
- また, この粘土鉱物は, XRD分析を踏まえると, スメクタイトであると判断される(P.71)。
- 最新面と粘土鉱物の関係について観察した結果, この粘土鉱物は, 最新面を脈状に横断していることを確認した(下拡大写真)。
- この横断状況について, 詳細に観察した結果を, 次頁に示す。

(直交ニコル) 上 最新面

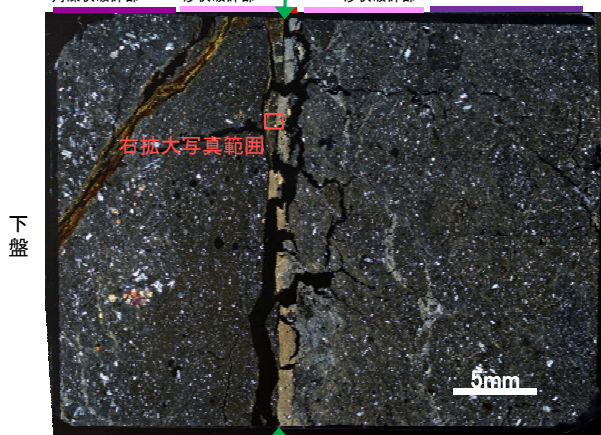
固結した角礫状破碎部 固結した粘土・砂状破碎部 固結した粘土・砂状破碎部 凝灰角礫岩



薄片写真(F-8.5'\_140° R\_1)

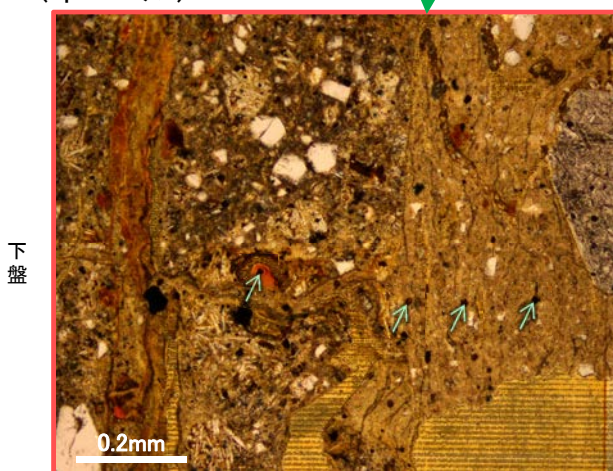
(直交ニコル) 上 最新面

固結した角礫状破碎部 固結した粘土・砂状破碎部 固結した粘土・砂状破碎部 凝灰角礫岩

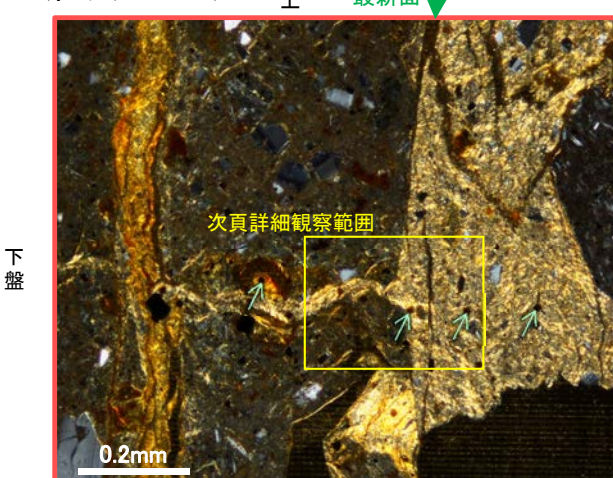


薄片写真(F-8.5'\_140° R\_2)

(単ニコル) 上 最新面

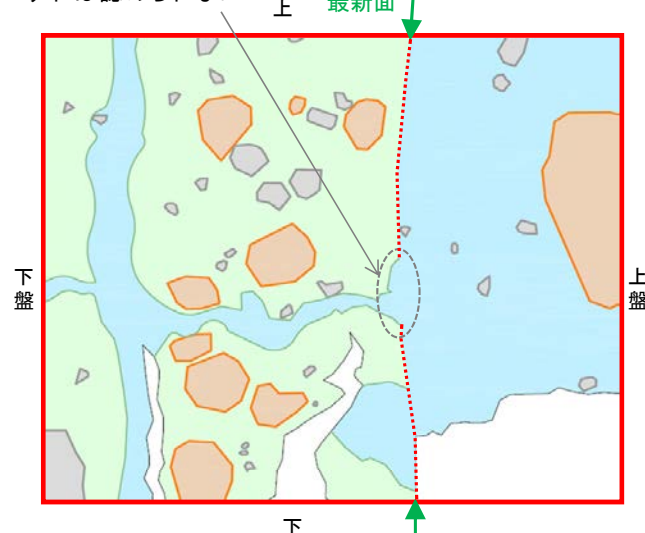


(直交ニコル) 上 最新面



拡大写真

最新面を脈状に横断し  
ずれば認められない



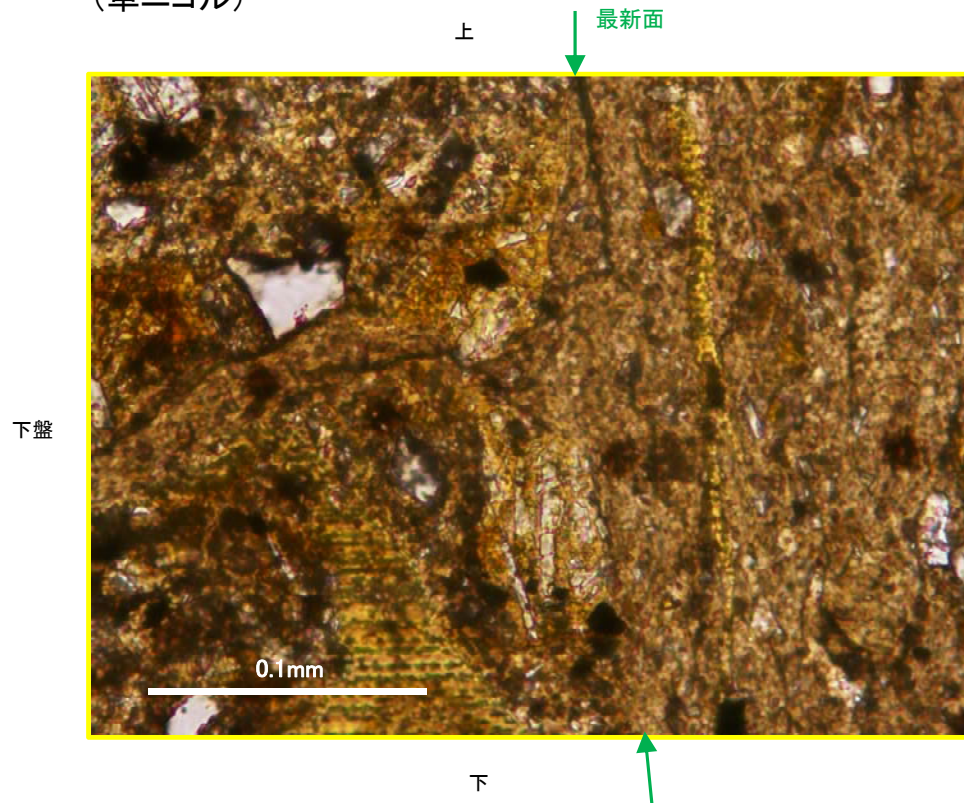
- 凡例
- 粘土鉱物(スメクタイト)
  - 固結した粘土・砂状破碎部
  - 空隙部
  - 岩片
  - 斜長石など
  - 不透明鉱物
  - 最新面

拡大写真スケッチ

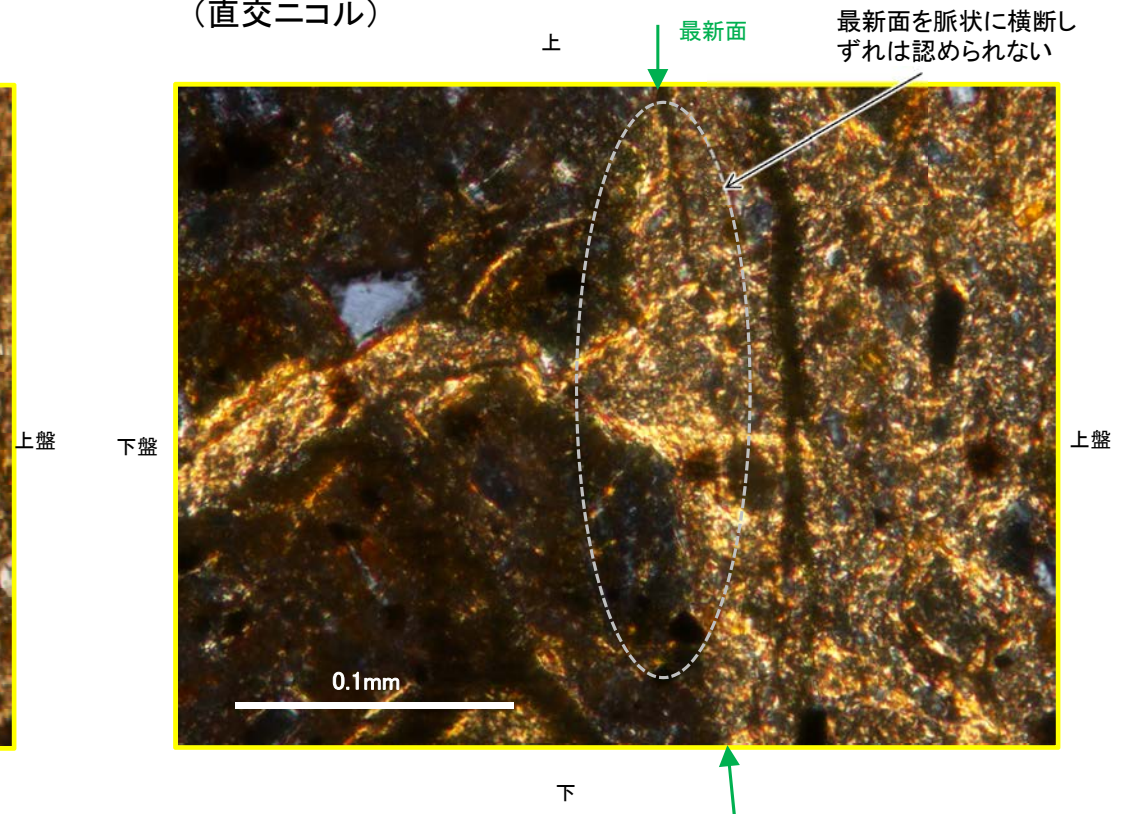


○粘土鉱物は、最新面を脈状に横断している。  
 ○最新面を脈状に横断する粘土鉱物にずれが認められない(下詳細観察写真)ことから、S-2・S-6の最新活動は粘土鉱物脈形成以前に限られる。

(単ニコル)



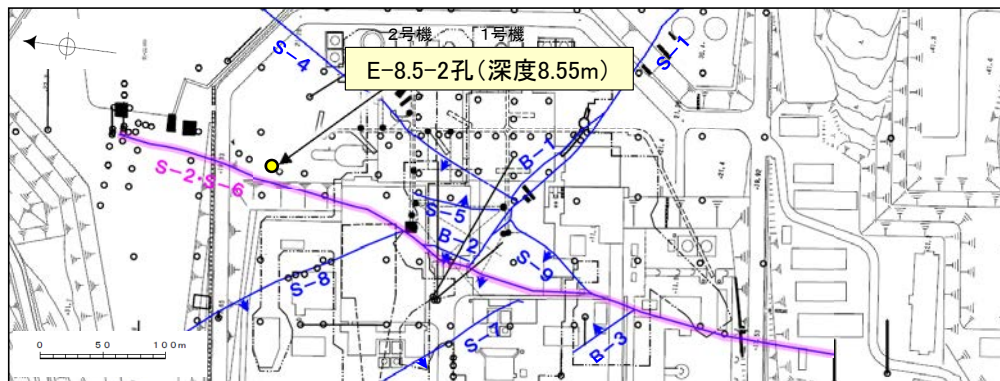
(直交ニコル)



詳細観察写真

### 3.3.4(2) S-2・S-6 鉱物脈法(E-8.5-2孔) —主せん断面の認定—

- E-8.5-2孔の深度8.55mで確認されたS-2・S-6を対象に行った巨視的観察(ボーリングコア観察, CT画像観察)において, 最も直線性・連続性が高く, 明確に分帯でき, 細粒化が進んでいる断層面を主せん断面と認定した(左下ボーリングコア写真, CT画像)。
- 主せん断面における条線観察の結果, 105° R, 160° Rの概ね鉛直, 水平の2つの条線(データ集4(9))が確認されたことから, 鉛直(90° R), 水平(0° R)で薄片を作成した(右下ブロック写真)。その結果, 鉛直方向の薄片には, 変位センスを認定できる明瞭な構造は認められない(データ集4(9))ことから, 水平方向の薄片を用いて, 変位センスを含め, 最新面の認定を行った。



調査位置図

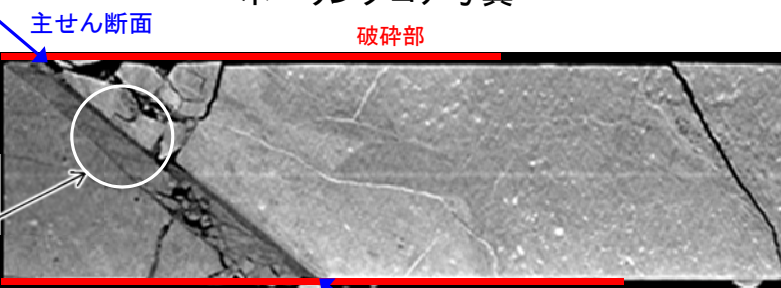
(深度) 8.50 8.60 8.70 8.75 (m)

走向傾斜:  
N8° E/51° NW



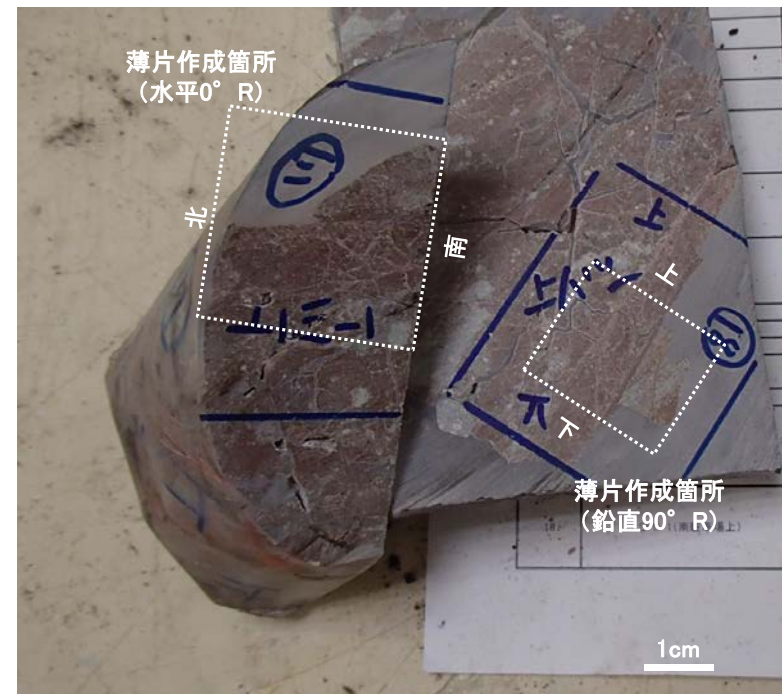
ボーリングコア写真

下



CT画像

下

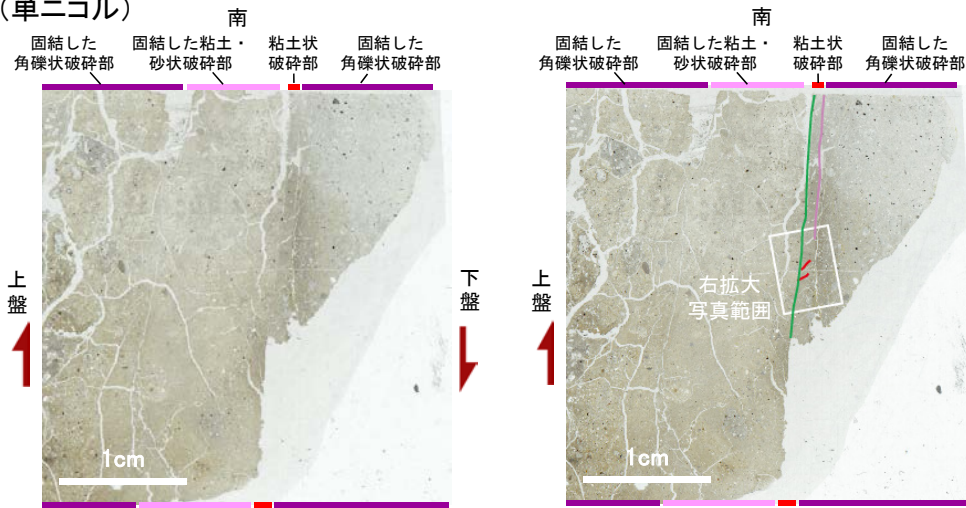


ブロック写真

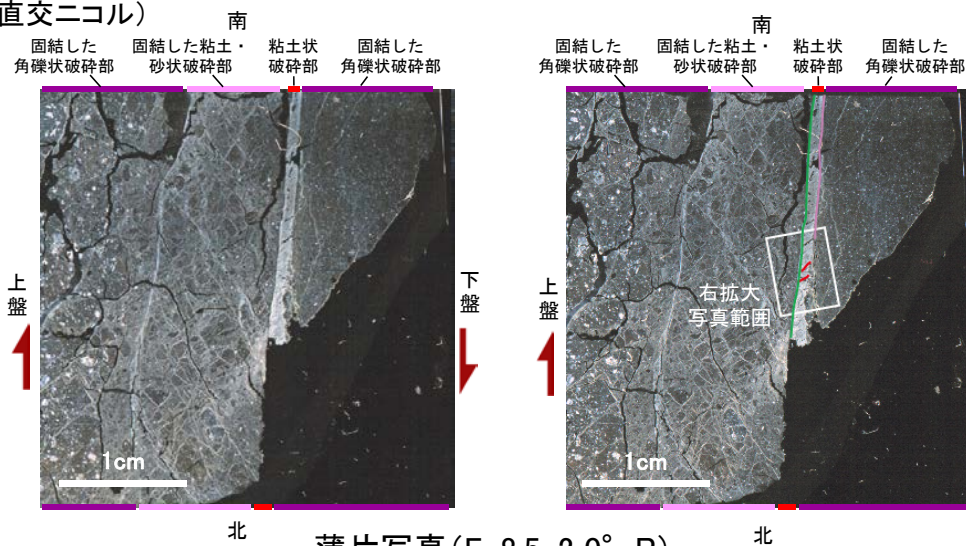


- 上盤側から、固結した角礫状破碎部、固結した粘土・砂状破碎部、粘土状破碎部、固結した角礫状破碎部に分帯される(左下薄片写真)。
- 薄片観察の結果、比較的連続性のよいY面が2本認められる。そのうち、粘土状破碎部の上盤側に認められる、最も直線的で連続性のよい面(左下薄片写真緑線)を最新面とした。
- また、最新面付近におけるR1面の配置から、見かけ左横ずれセンスが認められ(右下拡大写真), 断層の走向傾斜が  $N8^{\circ} E/51^{\circ} NW$ , 条線のレイクが  $160^{\circ} R$  であることから、最新活動は左横ずれを伴う逆断層センスである。

(単ニコル)

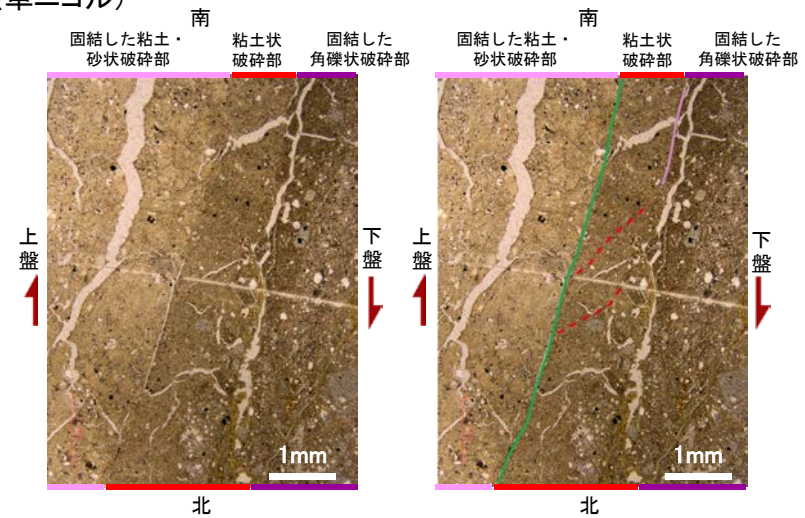


(直交ニコル)

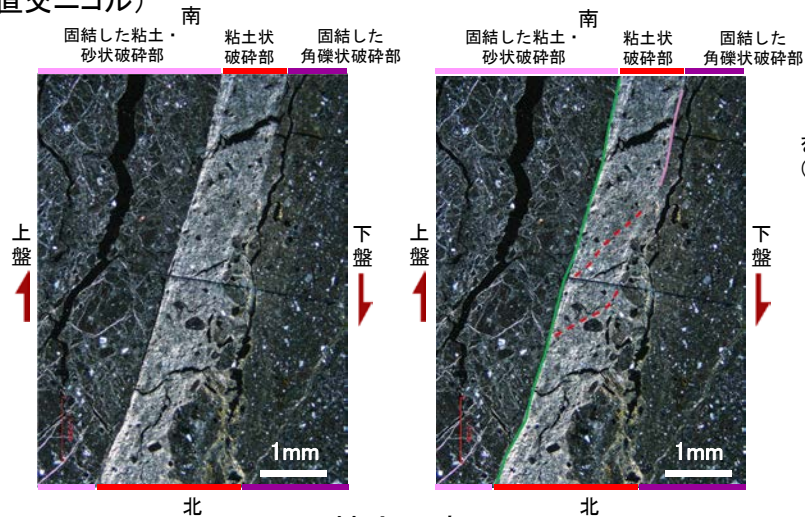


薄片写真(E-8.5-2\_0° R)  
(右は構造等を加筆)

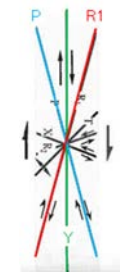
(単ニコル)



(直交ニコル)



拡大写真  
(右は構造等を加筆)



せん断センスを示す複合面構造(狩野・村田(1998)に加筆)

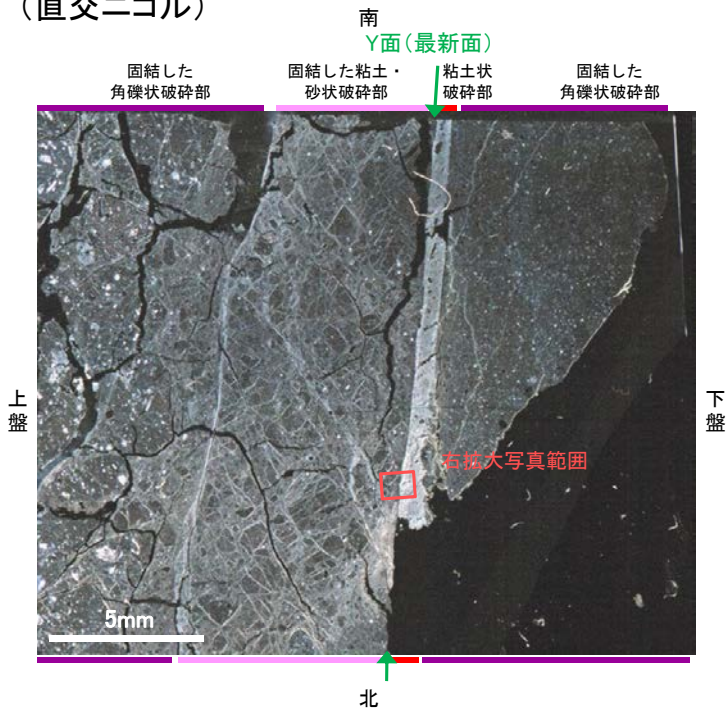
凡例

- Y面(最新面)
- - - Y面(その他)
- - - R1面(不明瞭)
- 変位方向



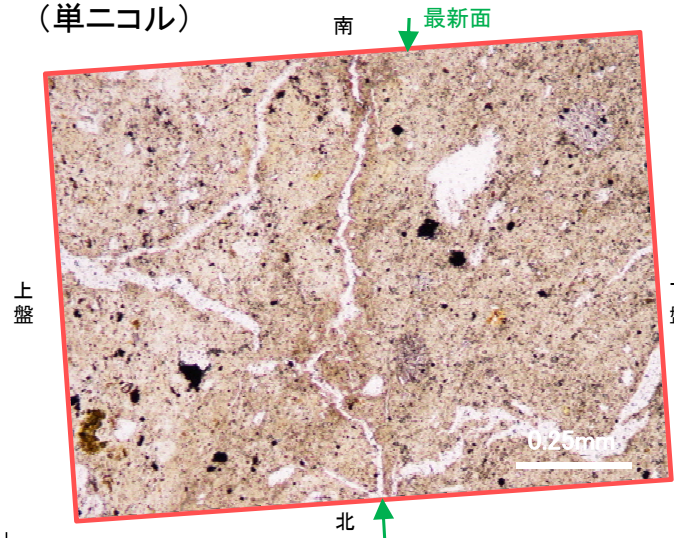
- 薄片観察の結果, 最新面を含む粘土状破碎部には, 直交ニコルの画像(右拡大写真下)で, 微細で白色~淡黄色の色調を呈する粘土鉱物が認められる。
- また, この粘土鉱物は, XRD分析を踏まえると, スメクタイトであると判断される(P.71)。
- 最新面と粘土鉱物の関係について観察した結果, この粘土鉱物は, 最新面を横断していることを確認した(右拡大写真)。
- この横断状況について, 詳細に観察した結果を, 次頁に示す。

(直交ニコル)

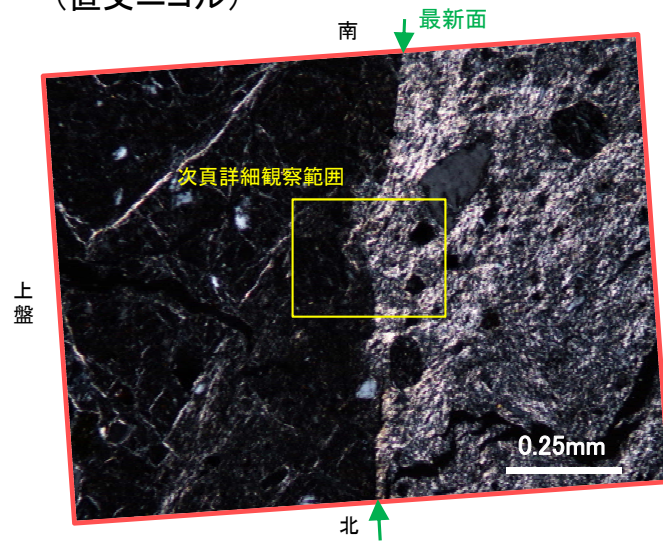


薄片写真(E-8.5-2\_0° R)

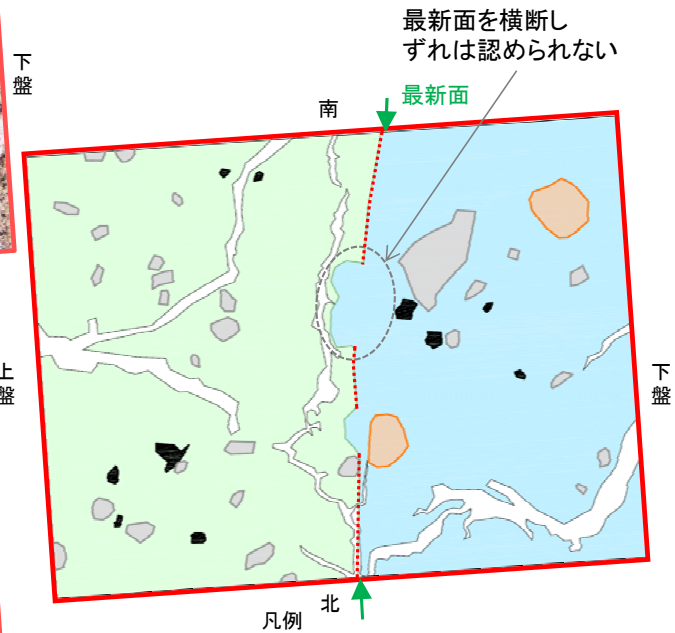
(単ニコル)



(直交ニコル)



拡大写真



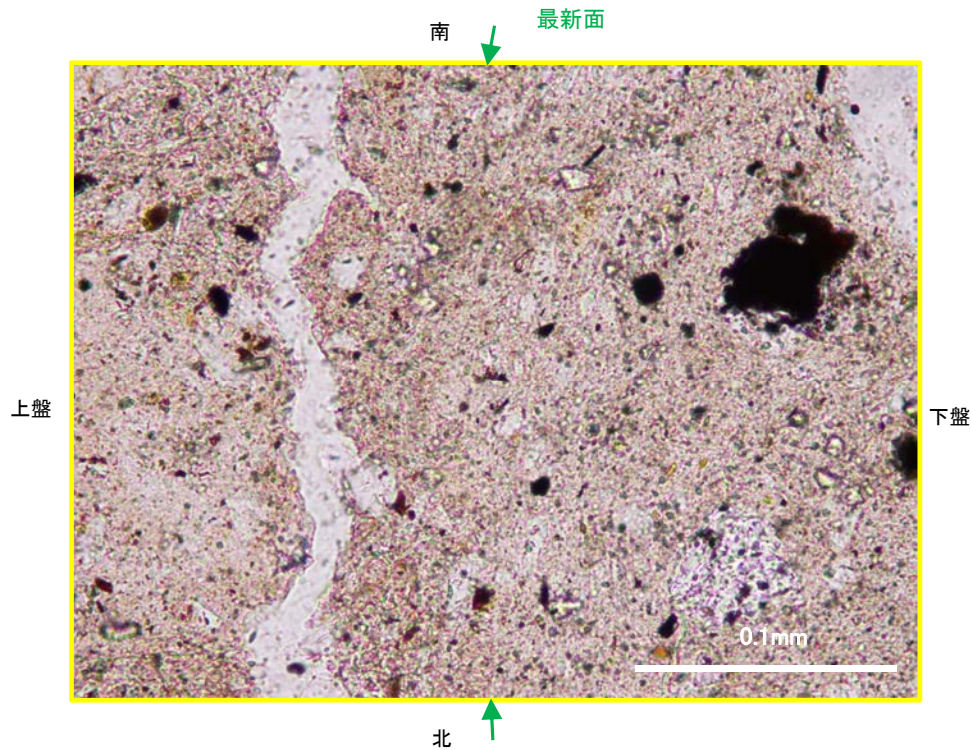
- 凡例
- 粘土鉱物(スメクタイト)
  - 固結した粘土・砂状破碎部
  - 空隙部
  - 岩片
  - 斜長石など
  - 不透明鉱物
  - 最新面

拡大写真スケッチ

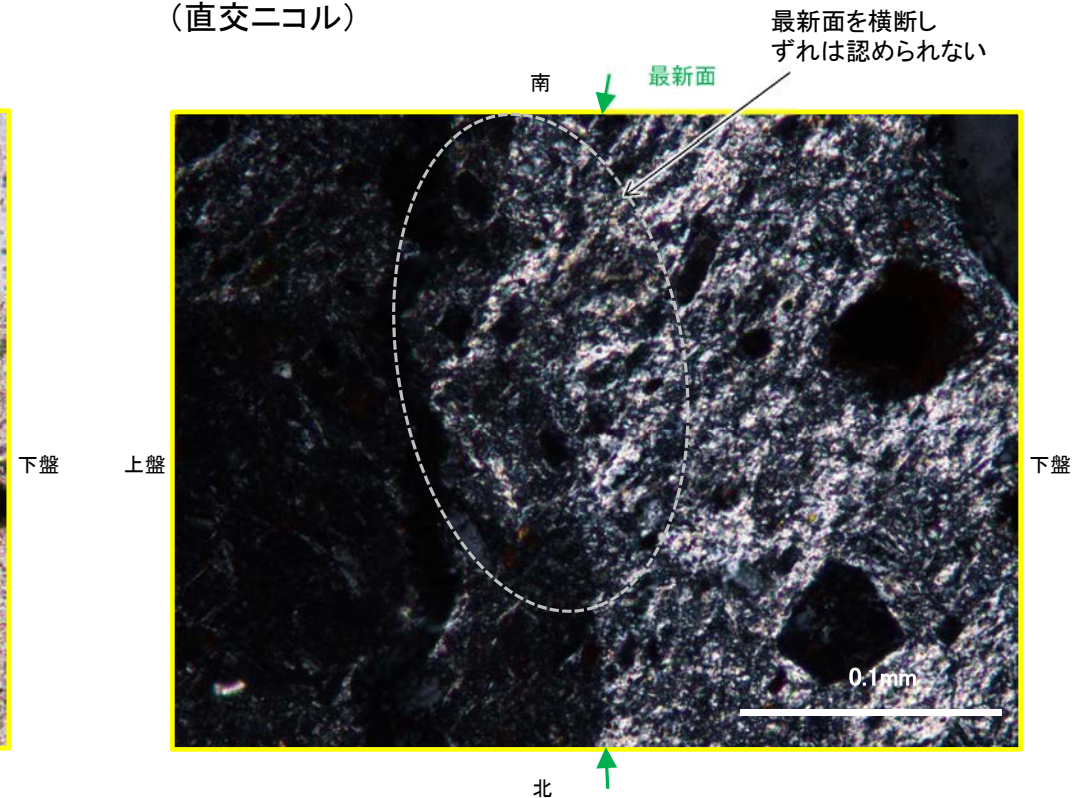


○粘土鉱物は、最新面を横断している。  
 ○最新面を横断する粘土鉱物にずれが認められない(下詳細観察写真)ことから、S-2・S-6の最新活動は粘土鉱物脈形成以前に限られる。

(単ニコル)



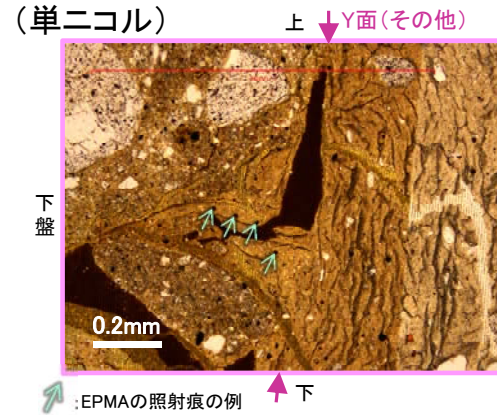
(直交ニコル)



詳細観察写真



○前頁までに示したとおり, E-8.5-2孔の最新面については, 粘土鉱物脈にずれが認められないことを確認した。  
 ○なお, 最新面よりやや連続性に劣るY面(その他)についても, もう一方の条線方向である90° Rの薄片を用いて, 観察を行った結果を示す。  
 ○Y面(その他)についても, 粘土鉱物は, Y面(その他)を脈状に横断し, ずれが認められない(右詳細観察写真)。



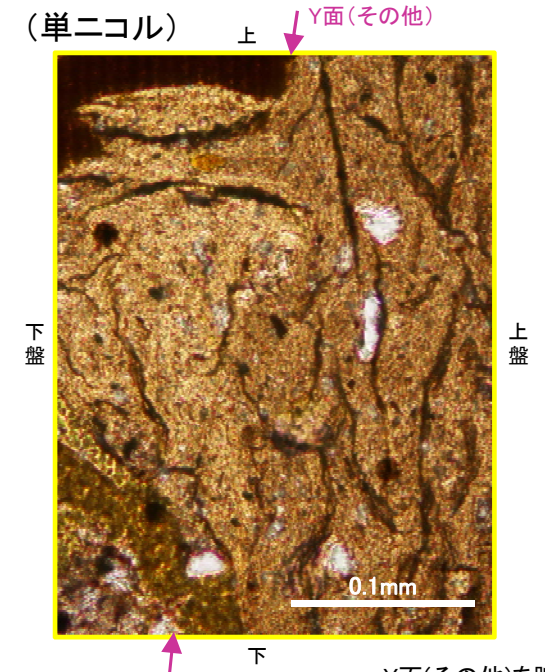
Y面(その他)を脈状に横断  
 ずれは認められない



凡例

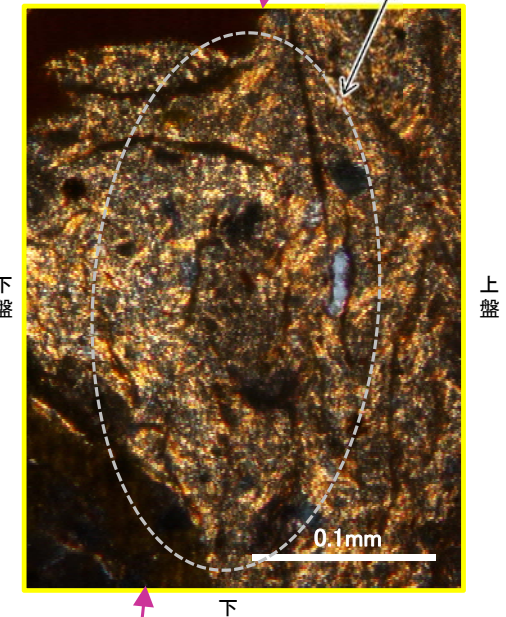
- 粘土鉱物(スメクタイト)
- 固結した角礫状破砕部
- 空隙部
- 岩片
- 斜長石など
- 不透明鉱物
- 最新面

拡大写真スケッチ



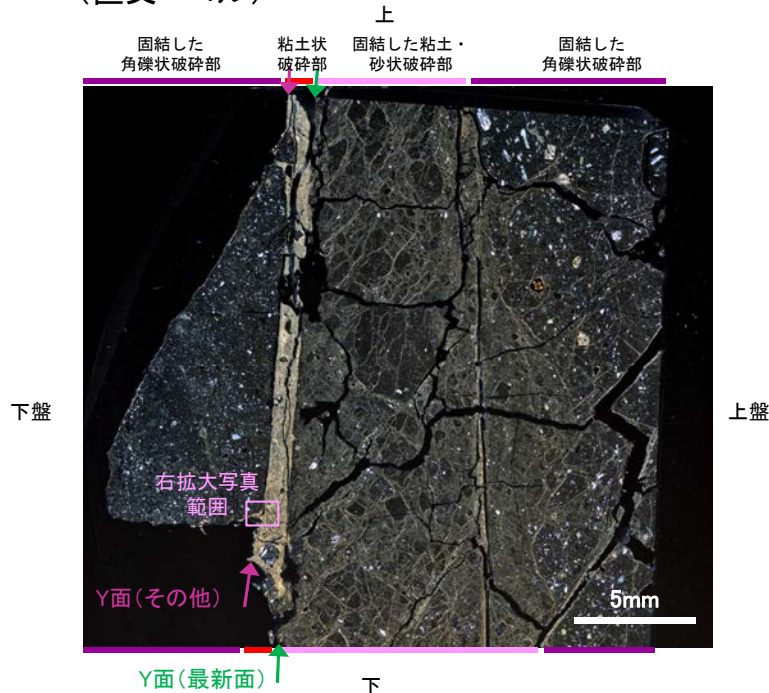
(直交ニコル) 上 ↓ Y面(その他)

Y面(その他)を脈状に横断し  
 ずれは認められない



詳細観察写真

(直交ニコル)



薄片写真(E-8.5-2\_90° R)

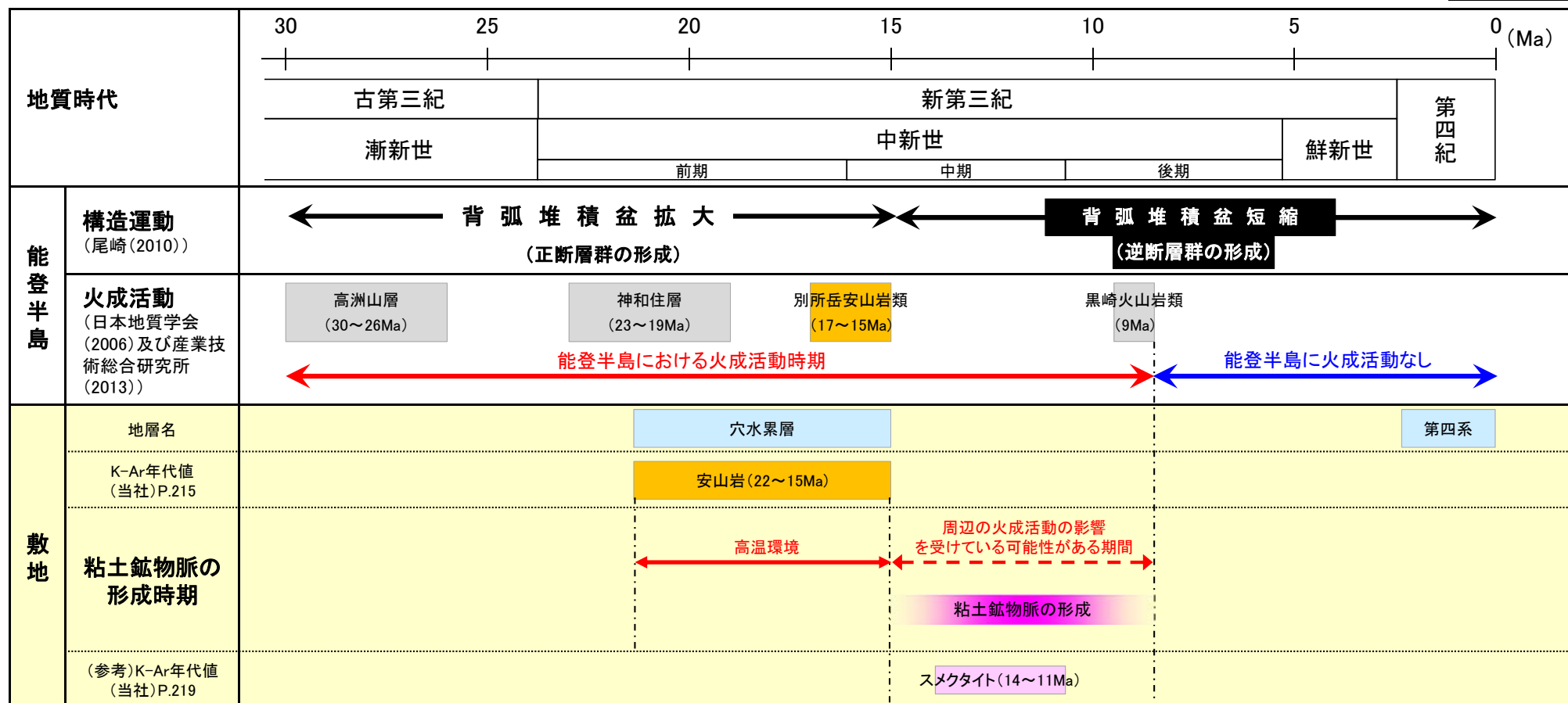
### 3.3.4(3) 鉱物脈法によるS-2・S-6の最新活動時期

○能登半島, 敷地の構造運動・火成活動の変遷の観点から, 粘土鉱物脈の形成年代について検討した結果を以下に示す。

- 粘土鉱物脈は, 熱水変質作用を受けて形成されたものであると判断されること(P.71)から, 敷地において火成活動の影響を受けている環境下で形成されたものと考えられる。
- 敷地において火成活動の影響を受けている可能性がある期間は, 能登半島の火成活動史に基づけば, 黒崎火山岩類形成(9Ma)以降は認められないことから, 粘土鉱物脈は, 後期中新世以前に形成されたと考えられる。
- また, 粘土鉱物脈は, 逆断層センスを示す最新面を横断し, ずれは認められないことから, これらは別所岳安山岩類形成期末期に対応する構造運動の転換期(正断層群形成期⇒逆断層群形成期)以降のイベントであると考えられる。
- なお, 上記は, 参考で示したS-2・S-6の最新面付近の粘土中に含まれるスメクタイトのK-Ar年代値※(14~11Ma)とも整合している。

○以上より, 最新面を横断する粘土鉱物脈は, 後期中新世以前に形成されたと考えられることから, S-2・S-6の最新活動は後期中新世以前であると判断される。

※:K-Ar年代分析結果の詳細については, [コメント回答\[5\]](#)参照



能登半島, 敷地の構造運動・火成活動の変遷

### 3.3.5 S-2・S-6の活動性評価 ーまとめー

○S-2・S-6の活動性評価を以下に示す。

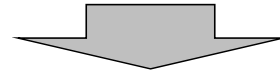
#### (1) 中位段丘 I 面での上載地層法による調査の結果

調査位置	調査結果
No.2トレンチ	S-2・S-6は、約12～13万年前に堆積したMI段丘堆積物に変位・変形を与えていない。

#### (2) 有識者会合の評価に対する調査結果(鉦物脈法による調査結果)

調査位置	調査結果
F-8.5'孔(深度8.50m)	S-2・S-6の最新面を横断する後期中新世以前の粘土鉦物脈にずれは認められない。
E-8.5-2孔(深度8.55m)	

(有識者会合の評価に関連して行った検討については、次頁以降に示す。)



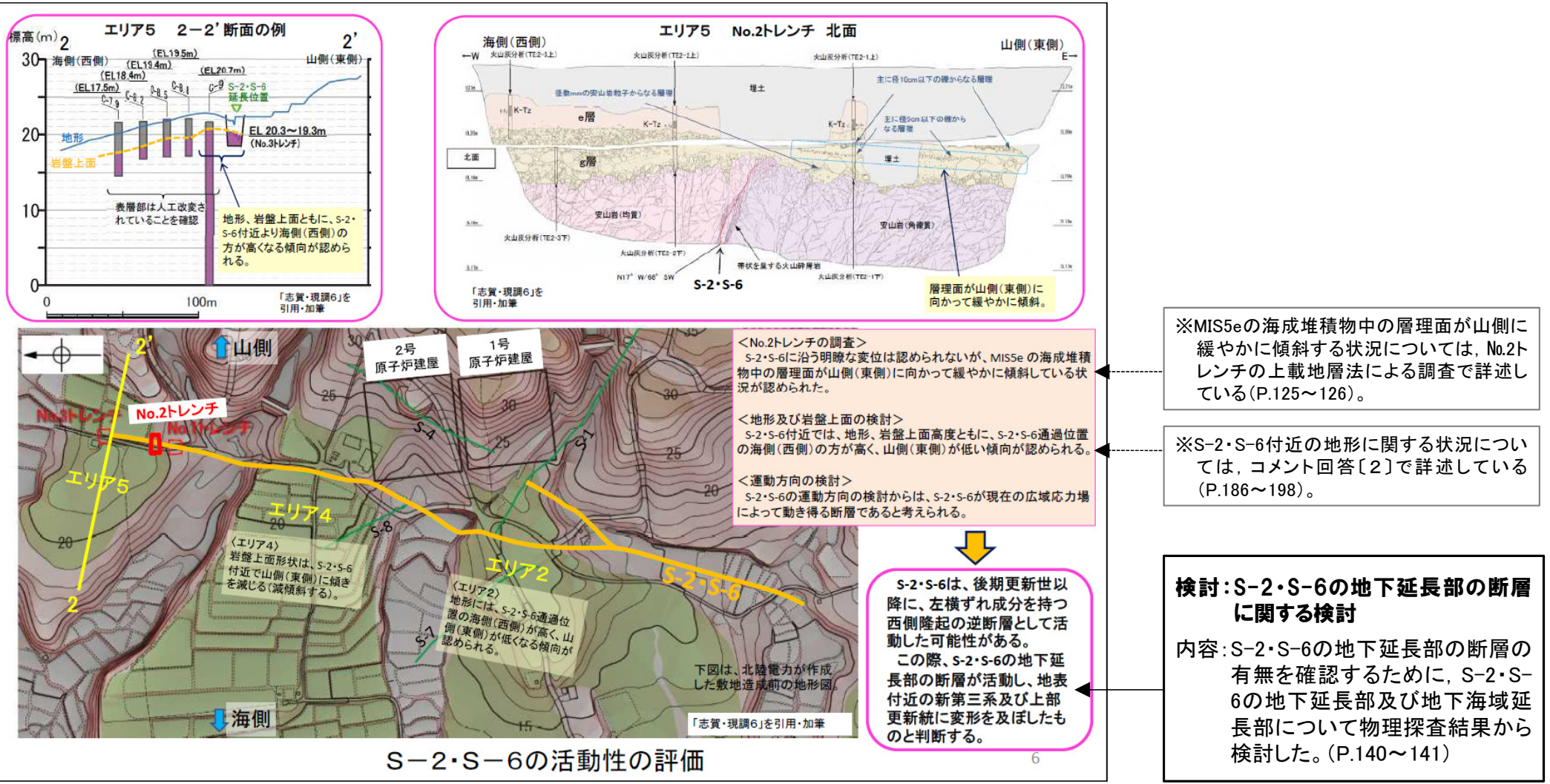
#### S-2・S-6の活動性評価

- 上載地層法による評価を行った結果、S-2・S-6に後期更新世以降(約12～13万年前以降)の活動は認められない。
- 有識者会合の評価に対する調査として、鉦物脈法による評価を行った結果、S-2・S-6に後期更新世以降(約12～13万年前以降)の活動は認められない。



# (参考) S-2・S-6 有識者会合の評価に関連して行った検討 — 検討内容 —

OS-2・S-6の有識者会合の評価に関連して、下記右に示す検討を行った。



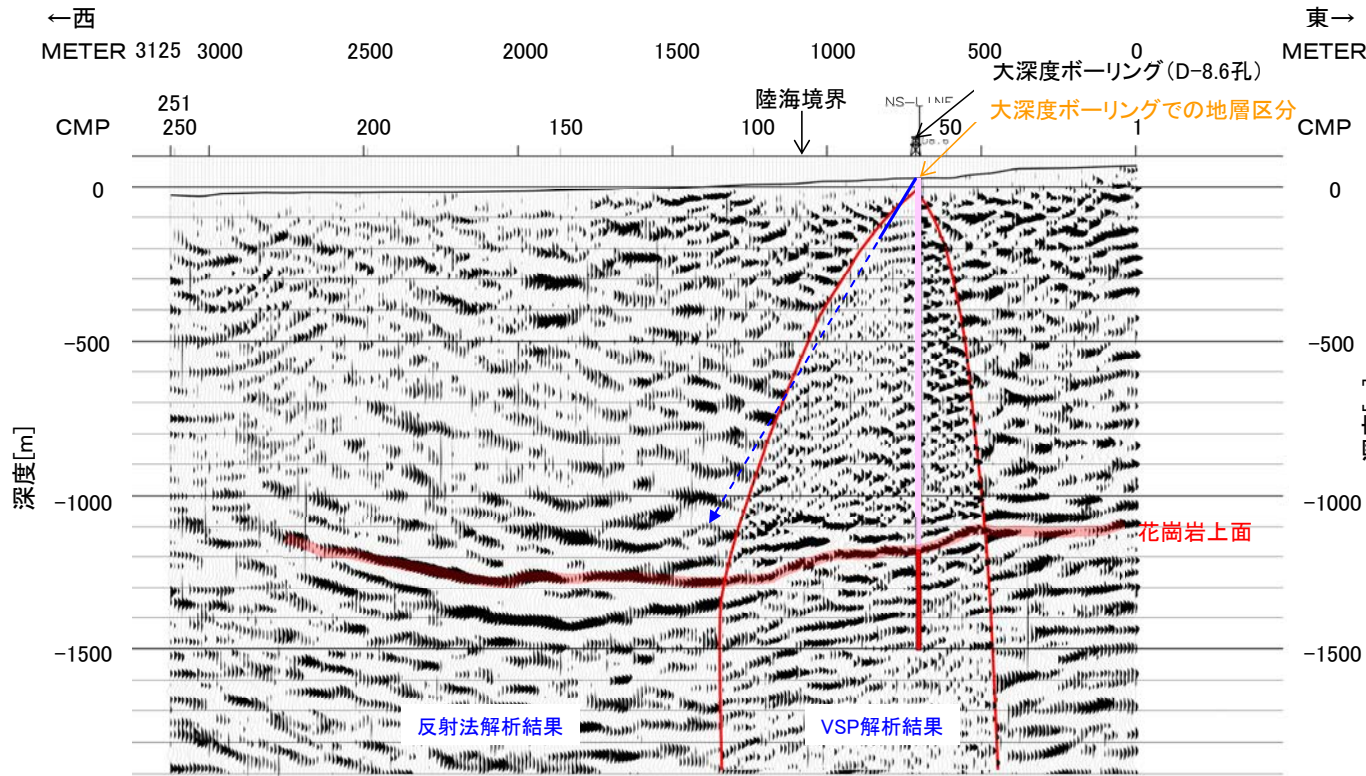
## 有識者会合のS-2・S-6の活動性評価

(「北陸電力株式会社志賀原子力発電所の敷地内破砕帯の評価について(報告)平成28年4月27日原子力規制庁」から引用)



# (参考) S-2・S-6の地下延長部の断層に関する検討

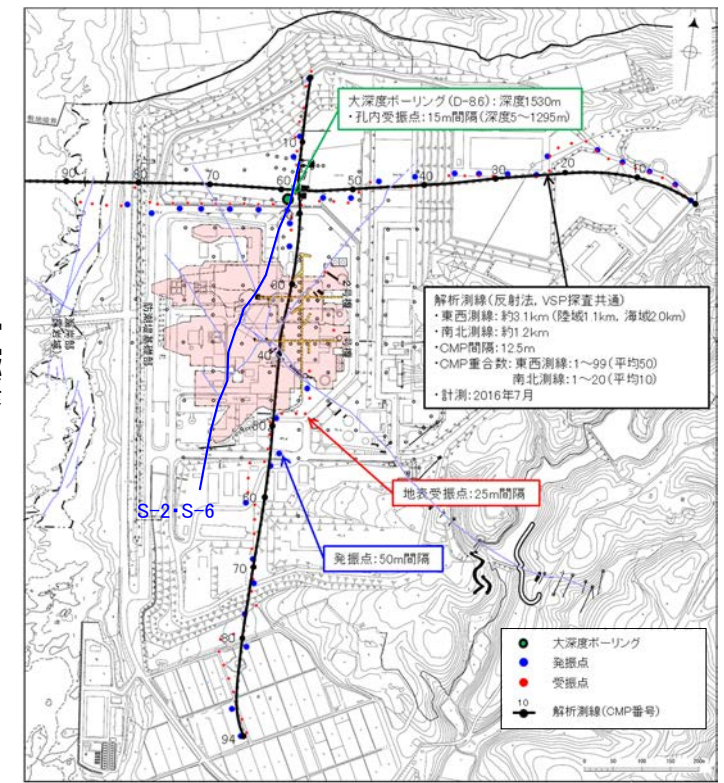
○反射法・VSP探査の結果, S-2・S-6の地下延長の花崗岩上面に相当する反射面に, 変位を与える断層は認められない。



凡例

- : 古第三系～新第三系
- : 花崗岩

--- S-2・S-6の地下延長



断層(陸域:EL-4.7m 海岸部:地表面)

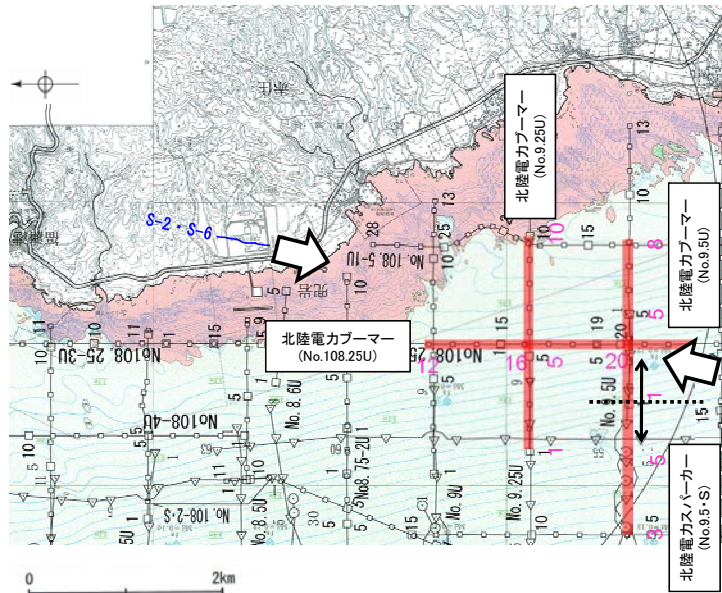
調査位置図

反射法・VSP探査結果(東西測線:深度断面)



# (参考) S-2・S-6の地下延長部の断層に関する検討(地下海域延長部)

○音波探査記録の解析の結果、S-2・S-6の地下海域延長部に断層は認められない。



位置図(石川県(1997)に一部加筆)

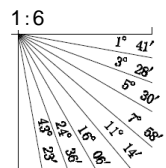
- No.8 ○—○ 調査測線(北陸電力:スーパー・シングルチャンネル・約2450ジュール)
- No.9・S ○—○ 調査測線(北陸電力:スーパー・シングルチャンネル・約360ジュール)
- No.8U ○—○ 調査測線(北陸電力:プーマー・マルチチャンネル・約200ジュール)

石川県(1997)の底質凡例

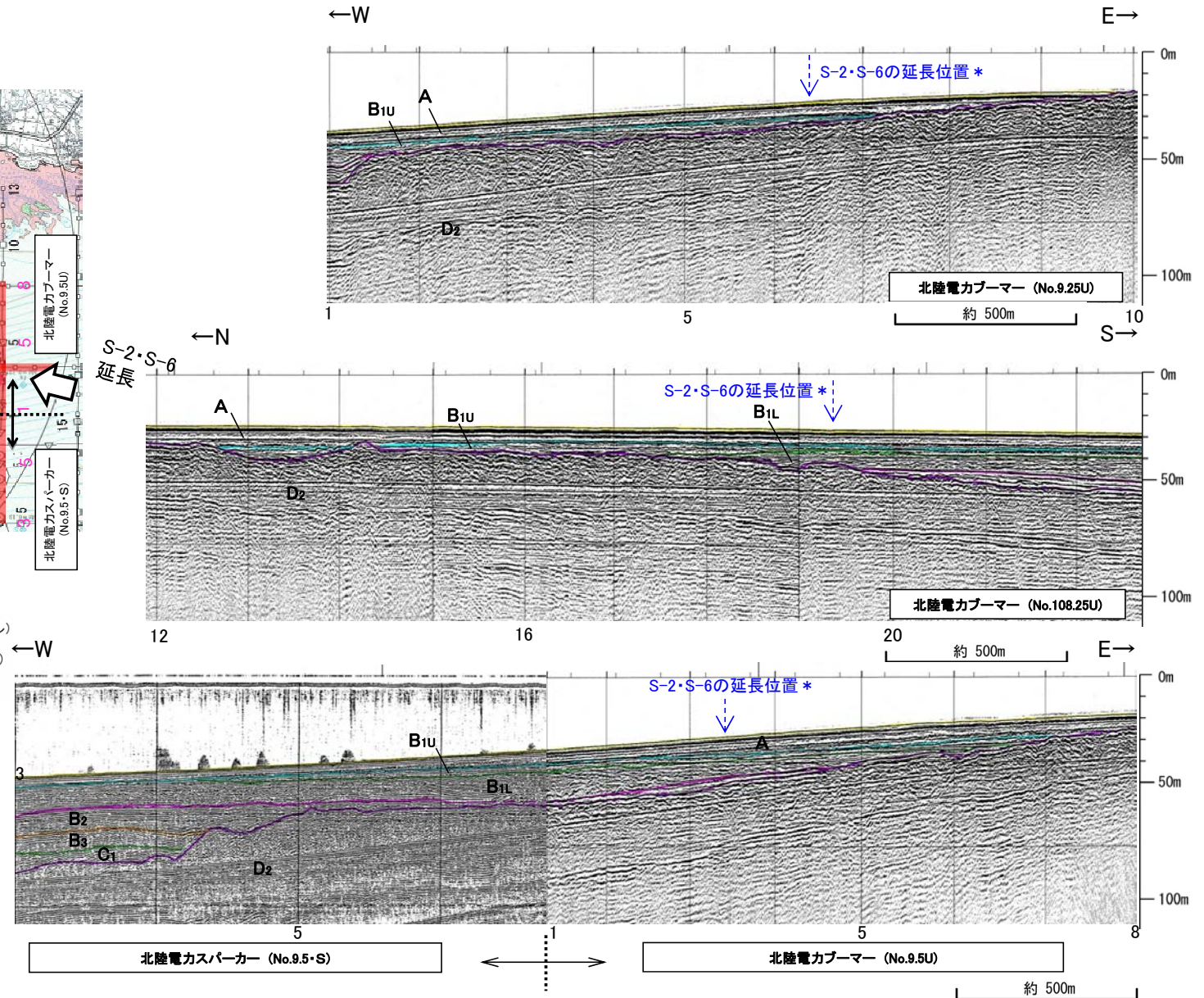
- S-2・S-6(EL-4.7m)
- 右図記録範囲

- 岩石
- 中砂
- 細砂

石川県(1997):1:33,000漁場環境図「富来・志賀・羽咋海域」, 石川県



地質時代	地質層序
第四紀	更新世 後期 A層
	更新世 中期 B層
	更新世 前期 C層
第三紀	新第三紀 D層
	古第三紀 先第三紀 D <sub>2</sub> 層



\* S-2・S-6の延長位置は、S-2・S-6の平均走向・平均傾斜角に基づき、海底面での位置を図示している。

---

余白

---

3. 4 S-4



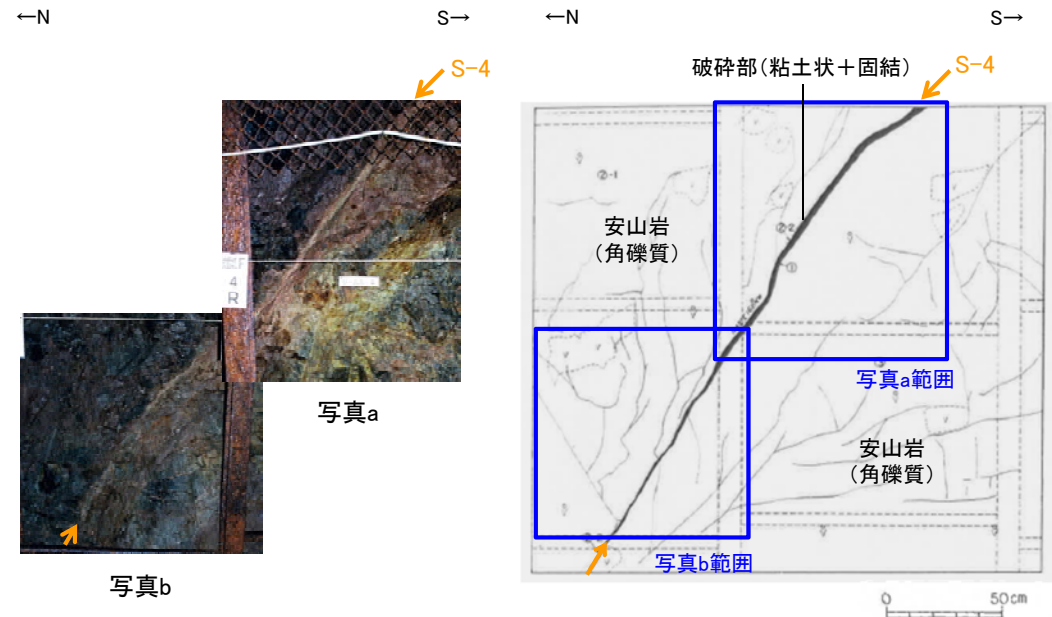
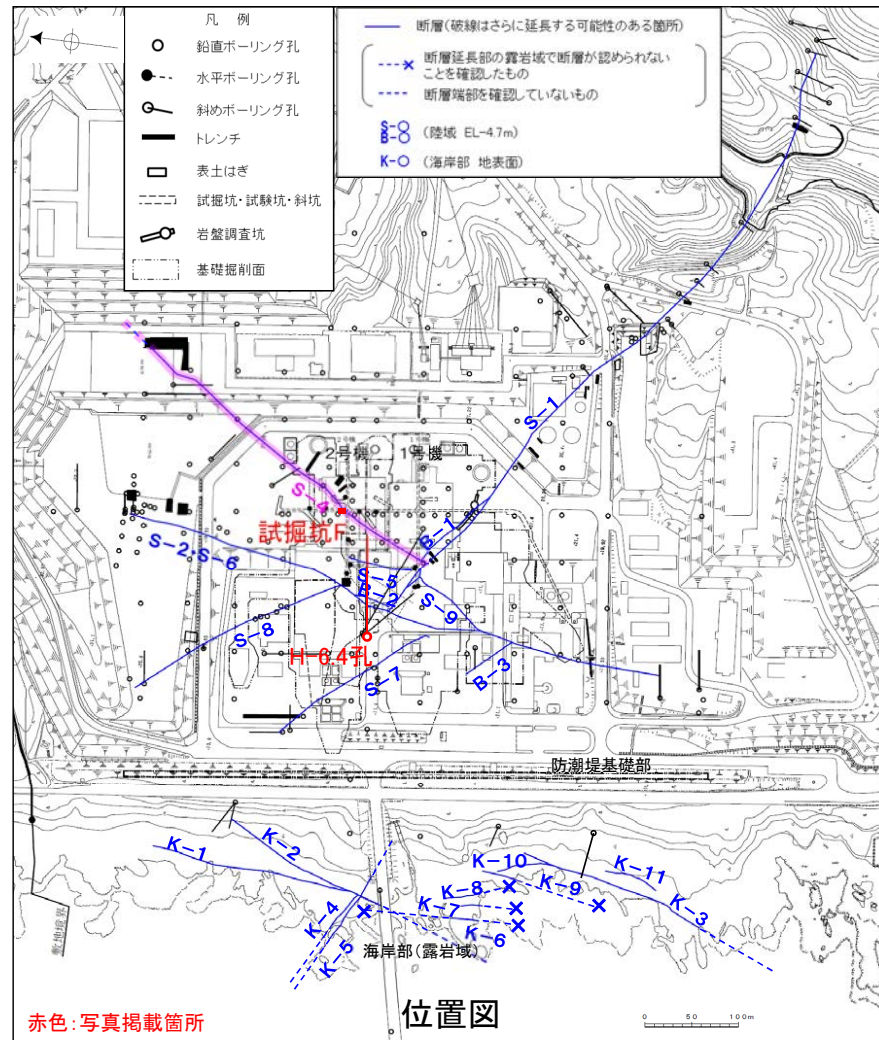
### 3.4.1 S-4の性状

#### ○S-4断層

- ・概ね北東-南西走向(一般走向N29° E※1), 北西傾斜(66° NW※2)で, 全長370m以上である。
- ・破砕部は, 粘土状破砕部, 固結した破砕部からなり, 粘土状破砕部が認められない箇所もある。
- ・破砕部全体の幅は平均7cm(最大20cm), 粘土状破砕部の幅は平均2cm(最大10cm)である(データ集5(1))。
- ・固結した破砕部の運動方向は正断層で, 粘土状破砕部の運動方向は左横ずれ逆断層である(データ集5(2))。

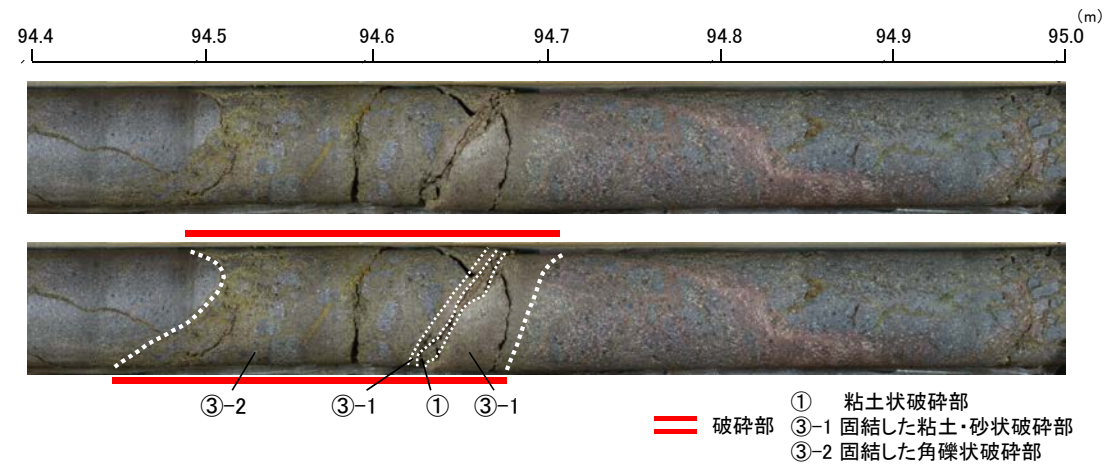
※1 一般走向は真北基準で示す

※2 傾斜の確認位置: 試掘坑



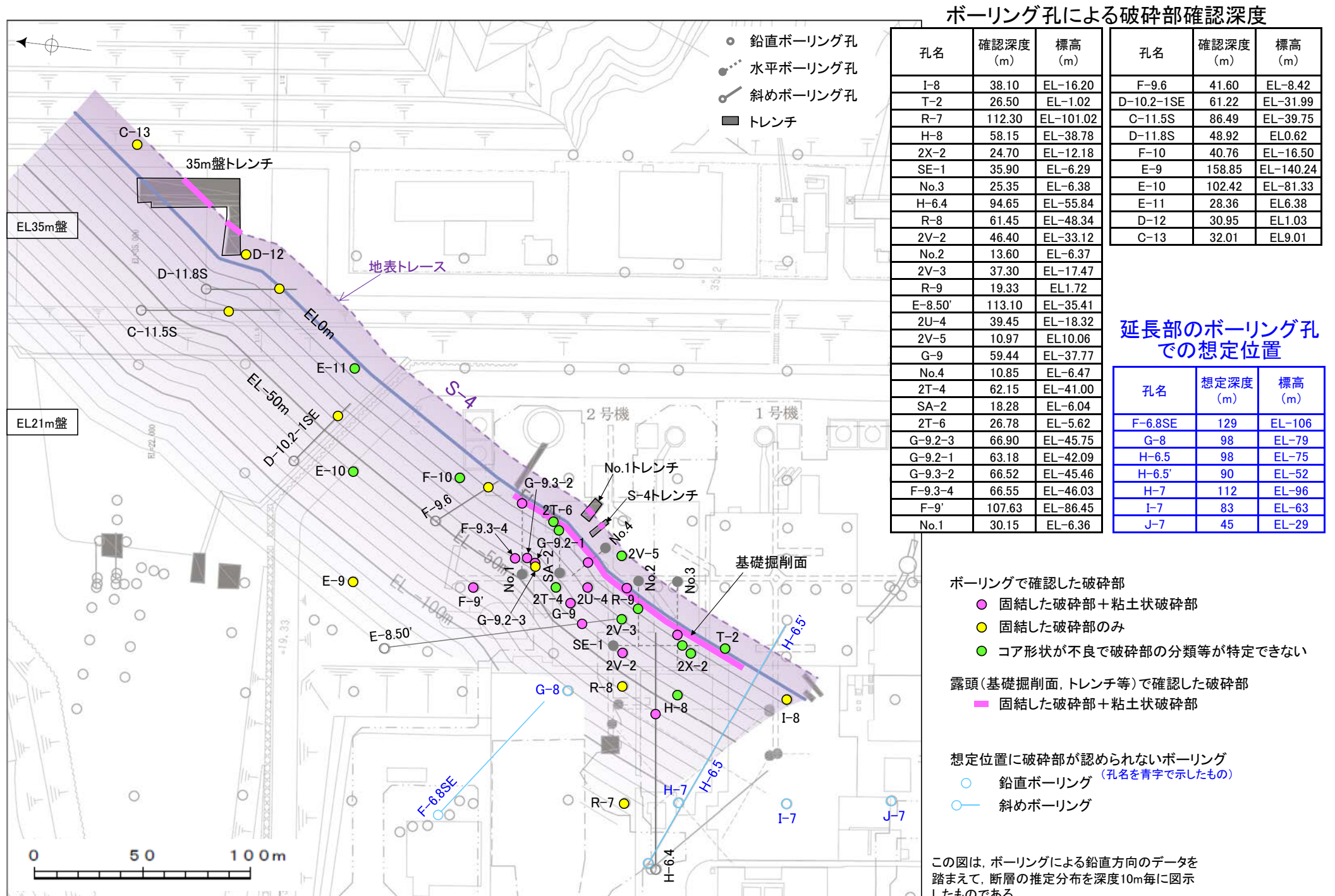
S-4写真(試掘坑F: 東側壁)

S-4スケッチ(試掘坑F: 東側壁)



S-4写真(H-6.4孔)(下写真は破砕部加筆)

### 3.4.1 S-4の性状 ー固結した破砕部・粘土状破砕部の分布状況ー





### 3.4.2 S-4の活動性評価 — 評価の考え方, 調査位置 —

○S-4の活動性評価の考え方及び調査位置は下記のとおり。

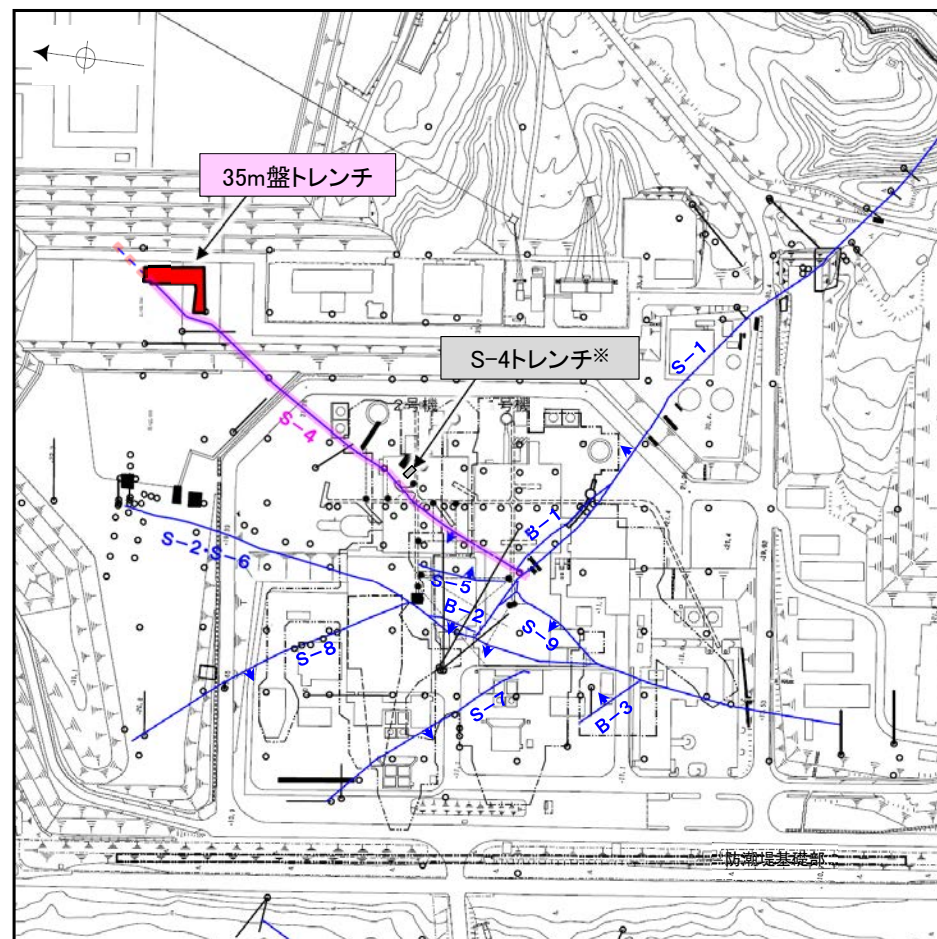
#### (1) 高位段丘 I a面での上載地層法による調査

○MIS5e以前の段丘堆積物が現存する以下の位置において上載地層法による調査を行う。

評価手法	調査位置	記載頁
上載地層法	35m盤トレンチ	P.146～155



S-4の活動性評価

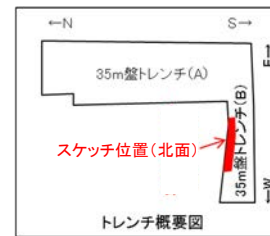
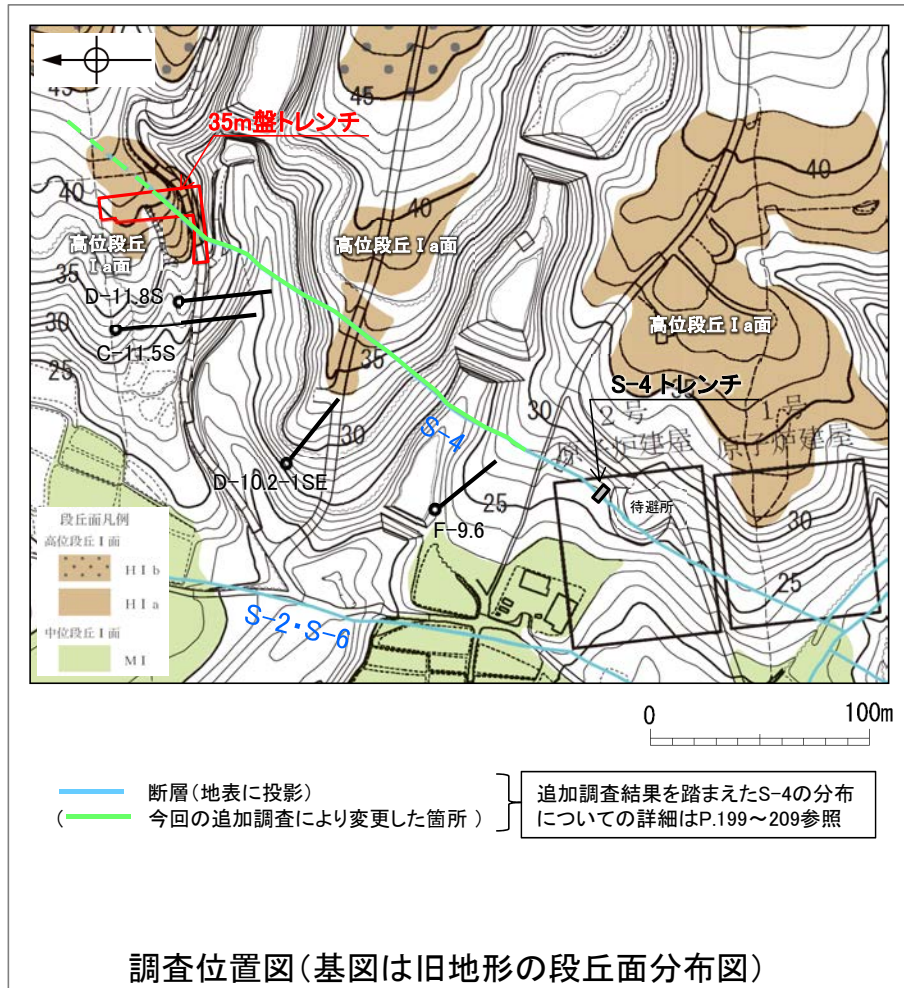


調査位置図(S-4関連)

※ S-4トレンチの上載地層法による調査データは、[データ集5\(5\)](#)参照。

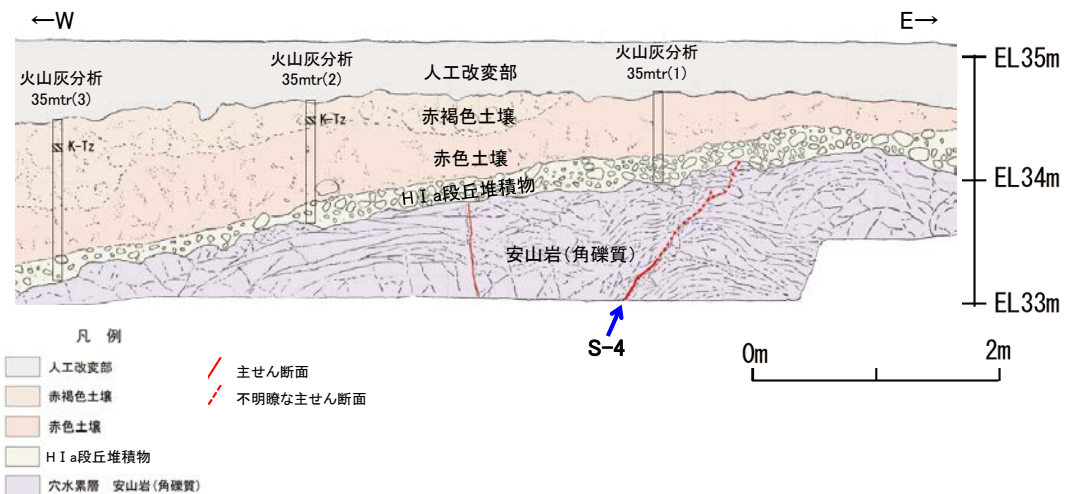
### 3.4.3 S-4 上載地層法(35m盤トレンチ) ー概要ー

- S-4の活動性評価を行うため、高位段丘 I a面を判読した位置において、トレンチ調査(35m盤トレンチ)を実施した。
- 35m盤トレンチにおいて、幅2~20cmの固結した破碎部及び幅フィルム状~3cmの粘土状破碎部からなるS-4を確認。
- 基盤の安山岩(角礫質)の上位には、下位からH I a段丘堆積物、赤色土壌、赤褐色土壌が分布する。
- S-4は基盤直上の約12~13万年前より古い高海面期に堆積したH I a段丘堆積物に変位・変形を与えていない。



テフラの年代(町田・新井, 2011)

K-Tz: 9.5万年前



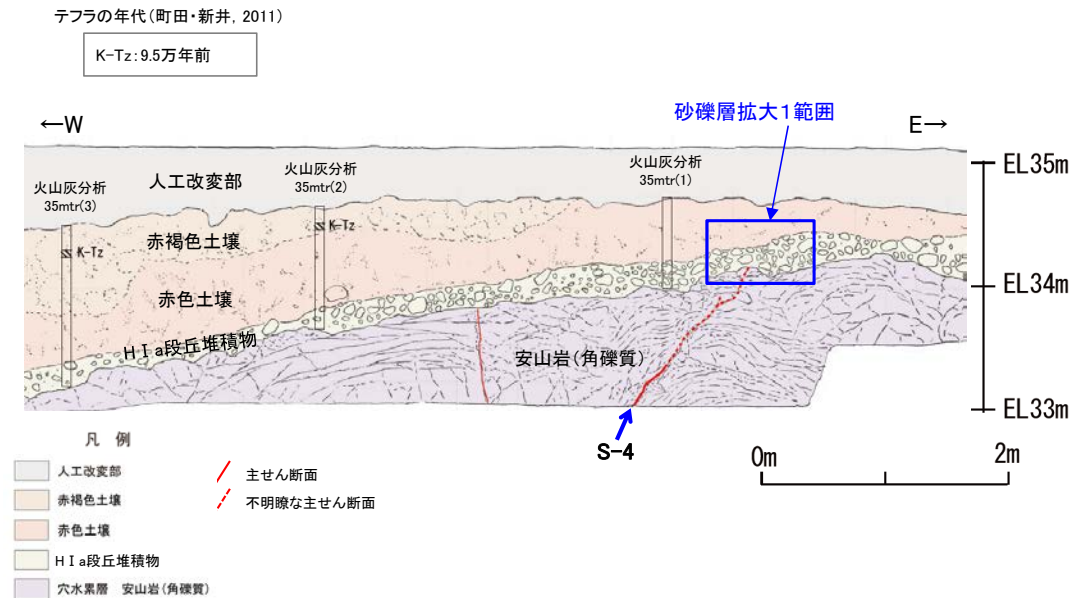


### 3.4.3 S-4 上載地層法(35m盤トレンチ) -H I a段丘堆積物の特徴-

○ P.53において海成段丘堆積物と認定した35m盤トレンチのH I a段丘堆積物は、以下の特徴を有する。

- ・亜円～亜角礫主体で、円礫も混じる(本頁, P148)。
- ・礫の含有率が高い(本頁, P148)。
- ・基質中に粒径0.1～0.2mm主体の石英粒子を含む(P.149, 150)。

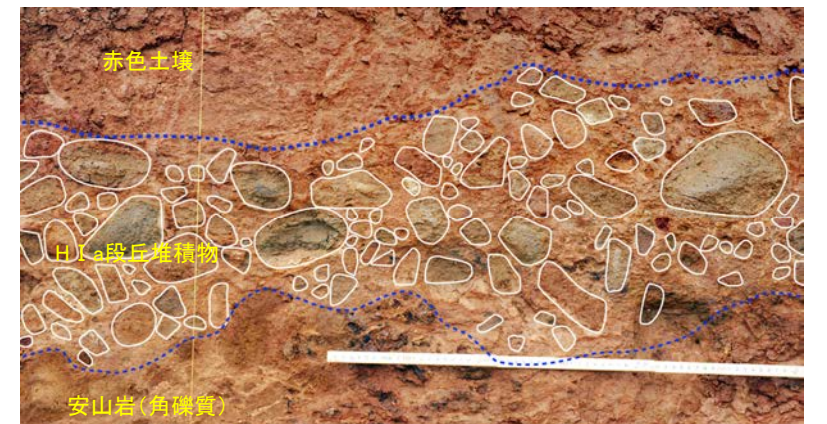
#### 【35m盤トレンチ(砂礫層拡大1)】



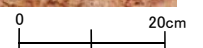
35m盤トレンチ 北面スケッチ



拡大1写真



拡大1写真(礫等を加筆)



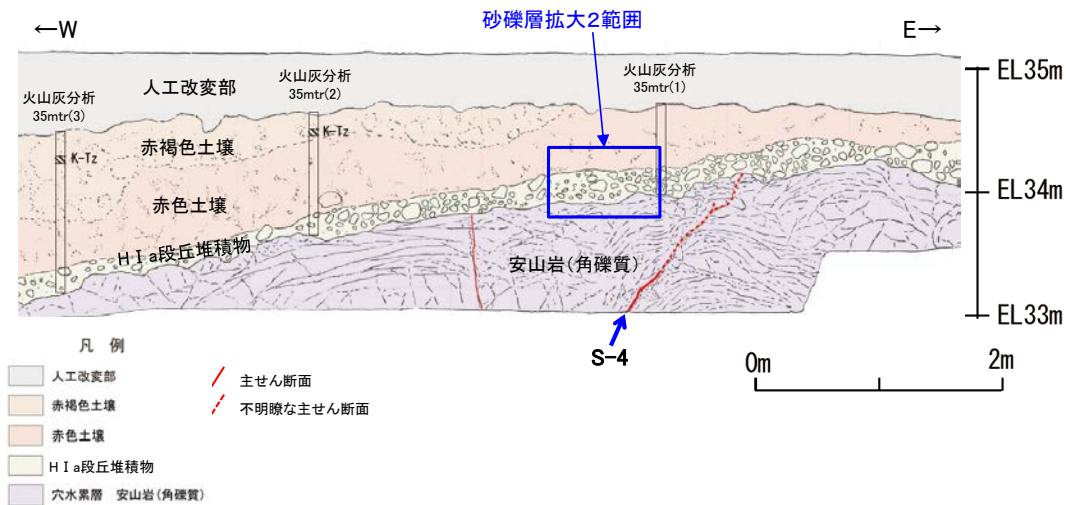
- ・亜円～亜角礫主体で、円礫も混じる。
- ・礫の含有率が高い。



## 【35m盤トレンチ(砂礫層拡大2)】

テフラの年代(町田・新井, 2011)

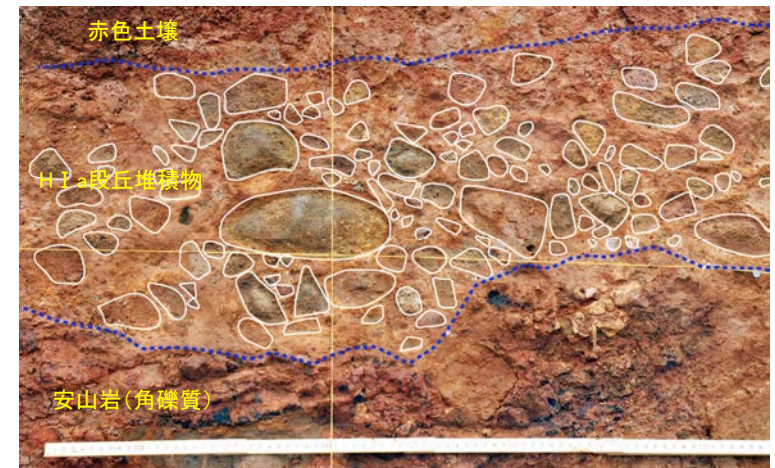
K-Tz: 9.5万年前



35m盤トレンチ 北面スケッチ



拡大2写真



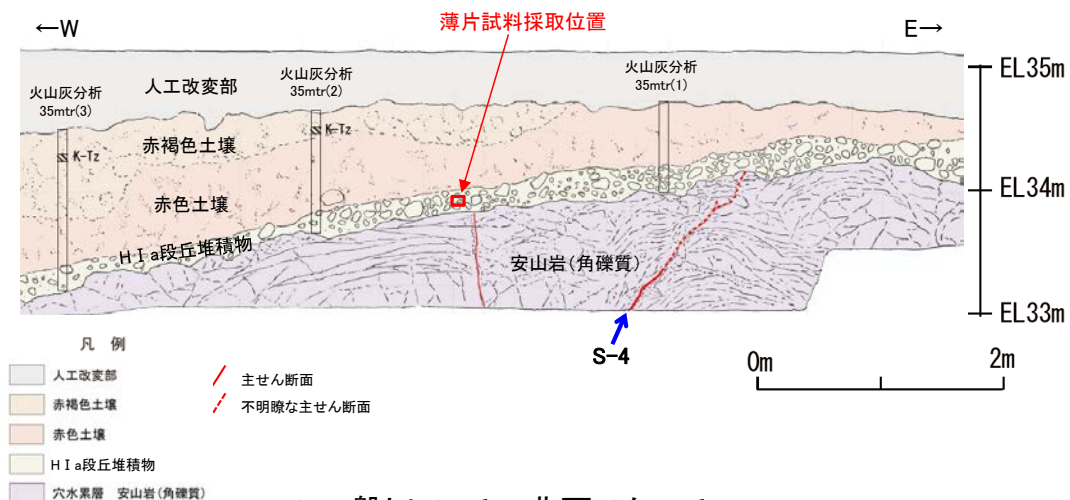
拡大2写真(礫を加筆)

- ・亜円～亜角礫主体で、円礫も混じる。
- ・礫の含有率が高い。

# 【薄片観察】

テフラの年代(町田・新井, 2011)

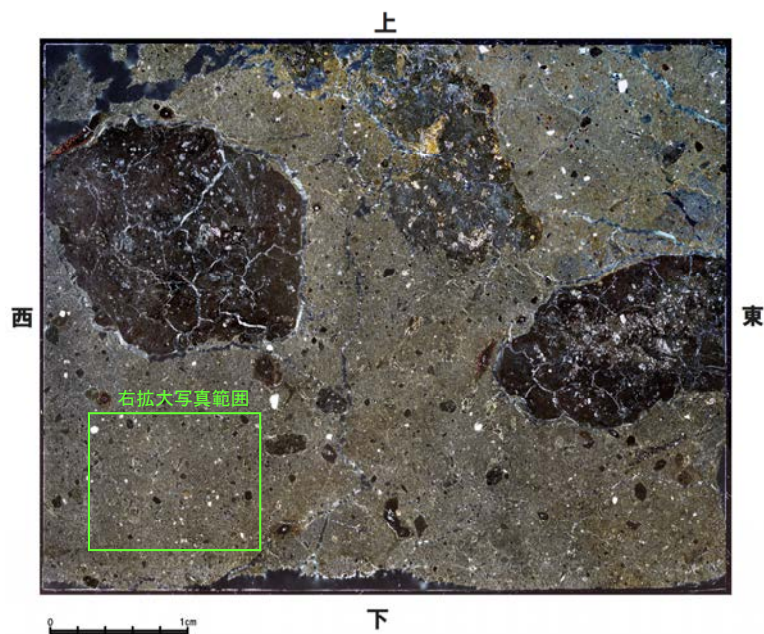
K-Tz: 9.5万年前



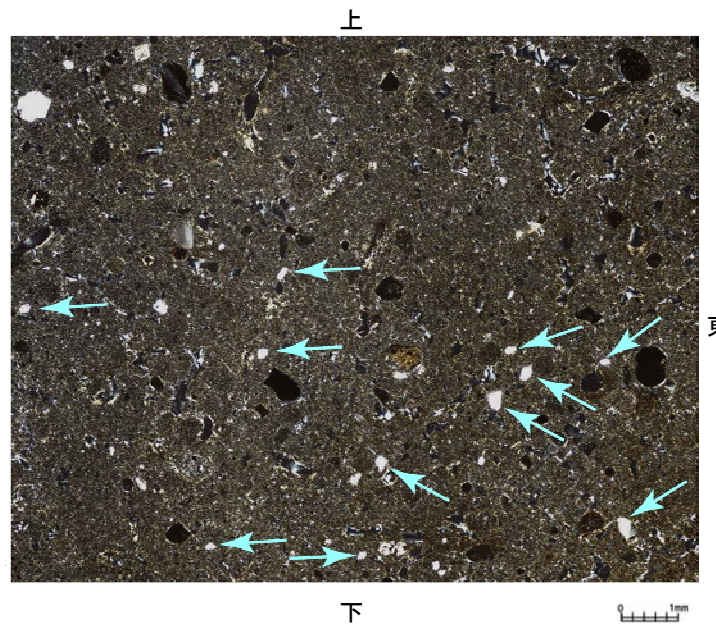
35m盤トレンチ 北面スケッチ

※基質中に白く見える粒子の鉱物を定量的に確認するために実施したEPMA分析結果については、次頁参照。

(顕微鏡下における観察結果)※  
 拡大写真中の基質中に白く見えるものの大部分が石英で、その粒径は0.1~0.2mm主体である。その他白く見えるものとしてカリ長石が含まれる。



薄片写真(直交ニコル 東西反転)



← 石英粒子の例

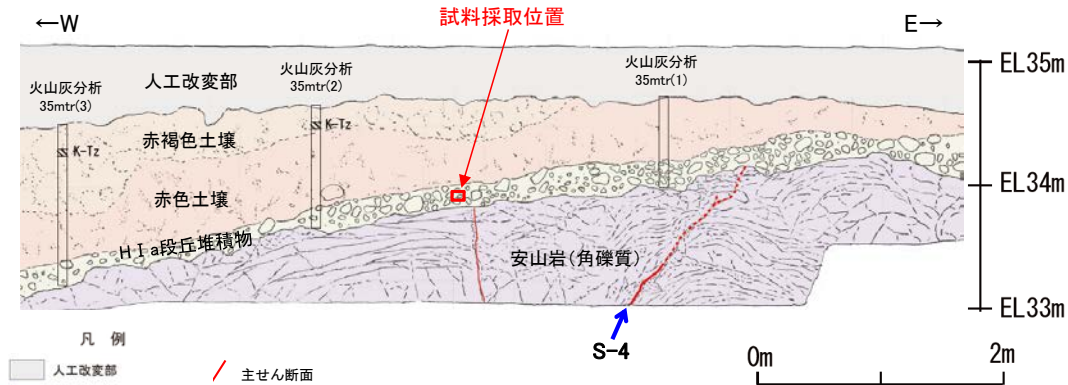
拡大写真



# 【EPMA分析】

テフラの年代(町田・新井, 2011)

K-Tz: 9.5万年前



35m盤トレンチ 北面スケッチ

EPMA分析結果(50粒子)

	鉱物名			合計
	石英	斜長石	カリ長石	
個数	46	0	4	50
%	92.0	0.0	8.0	100.0

(EPMA分析結果)  
 ○EPMA分析の結果, 基質中に白く見える粒子は, 石英を主体とし, その他の鉱物としてカリ長石を含むことが定量的に確認され, 顕微鏡下の薄片による観察結果と整合する。

EPMA分析結果(100%ノーマライズデータ)

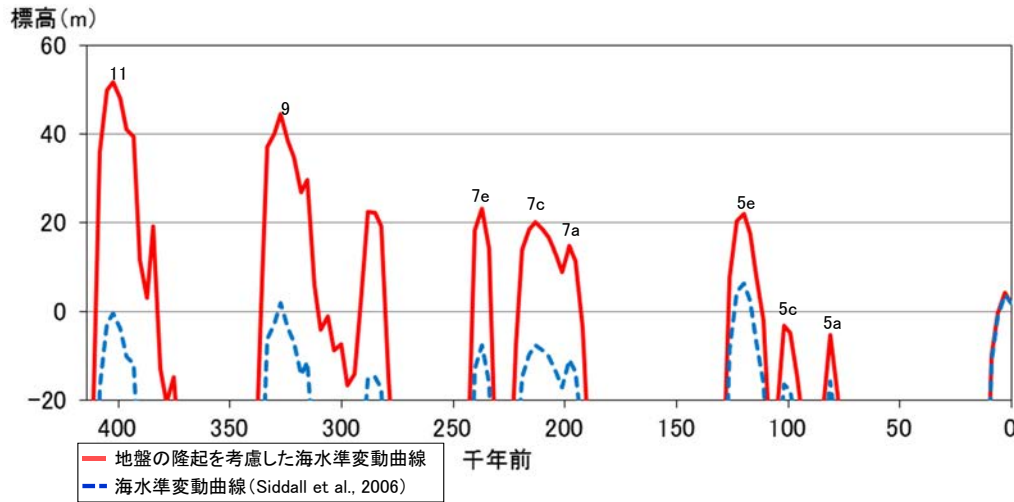
鉱物名	(wt.%)									Total
	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	
Qz	99.80	0.01	0.05	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Qz	99.03	0.01	0.58	0.13	0.00	0.00	0.08	0.04	0.13	100.00
Qz	99.85	0.02	0.02	0.09	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Qz	99.78	0.00	0.08	0.07	0.02	0.00	0.01	0.01	0.03	100.00
Qz	99.85	0.02	0.03	0.08	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	100.00
Qz	99.94	0.00	0.03	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	100.00
Qz	99.88	0.00	0.03	0.08	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	100.00
Qz	99.85	0.00	0.05	0.05	0.00	0.02	0.01	0.01	0.01	100.00
Qz	99.79	0.01	0.06	0.09	0.00	0.00	0.01	0.02	0.01	100.00
Qz	97.47	0.18	1.32	0.19	0.00	0.01	0.02	0.49	0.31	100.00
Qz	99.93	0.00	0.03	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Qz	99.81	0.03	0.06	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	100.00
Qz	99.90	0.00	0.03	0.06	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	100.00
Qz	99.84	0.00	0.02	0.12	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	100.00
Qz	99.77	0.02	0.02	0.15	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	100.00
Qz	99.91	0.02	0.05	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Qz	99.85	0.01	0.06	0.05	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	100.00
Qz	99.85	0.01	0.03	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Qz	99.92	0.01	0.04	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	100.00
Kf	65.74	0.02	17.66	0.04	0.00	0.00	0.01	0.82	15.72	100.00
Qz	99.74	0.02	0.07	0.11	0.00	0.04	0.00	0.01	0.01	100.00
Qz	99.89	0.01	0.02	0.06	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	100.00
Qz	99.85	0.01	0.02	0.08	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	100.00
Qz	99.86	0.03	0.06	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	100.00
Qz	99.63	0.01	0.23	0.10	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	100.00
Qz	99.83	0.00	0.07	0.07	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	100.00
Qz	99.90	0.01	0.05	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Qz	99.82	0.03	0.03	0.10	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	100.00
Qz	99.93	0.01	0.02	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Kf	65.77	0.01	17.79	0.09	0.00	0.00	0.00	0.72	15.62	100.00
Qz	99.94	0.01	0.03	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	100.00
Qz	99.92	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	100.00
Kf	65.16	0.02	17.80	0.09	0.00	0.00	0.00	0.58	16.36	100.00
Kf	65.45	0.02	17.73	0.07	0.01	0.00	0.03	0.60	16.10	100.00
Qz	99.88	0.00	0.07	0.04	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	100.00
Qz	99.90	0.00	0.04	0.04	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	100.00
Qz	99.88	0.00	0.07	0.02	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	100.00
Qz	99.88	0.02	0.03	0.05	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	100.00
Qz	99.83	0.04	0.07	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Qz	99.84	0.01	0.05	0.05	0.00	0.01	0.01	0.02	0.01	100.00
Qz	99.94	0.01	0.03	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Qz	99.61	0.00	0.22	0.09	0.00	0.01	0.03	0.02	0.02	100.00
Qz	99.82	0.09	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	100.00
Qz	99.93	0.00	0.01	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	100.00
Qz	99.75	0.01	0.20	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Qz	99.81	0.00	0.03	0.08	0.00	0.00	0.04	0.01	0.02	100.00
Qz	99.16	0.01	0.64	0.10	0.01	0.02	0.01	0.01	0.05	100.00
Qz	98.76	0.01	0.43	0.64	0.00	0.14	0.00	0.00	0.01	100.00
Qz	99.81	0.04	0.02	0.09	0.00	0.00	0.02	0.00	0.01	100.00
Qz	99.80	0.03	0.05	0.11	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	100.00

Qz : 石英, Kf : カリ長石

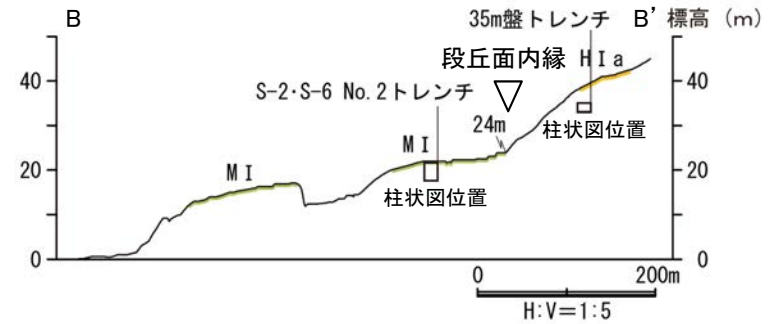


### 3.4.3 S-4 上載地層法 (35m盤トレンチ) — 調査位置と過去の海水準との関係 —

OP.56においてMIS5e(約12~13万年前)より古い高海面期に堆積したと判断した35m盤トレンチのH I a段丘堆積物について、その位置する標高と過去の海水準との関係を、断面図と柱状図により示す。



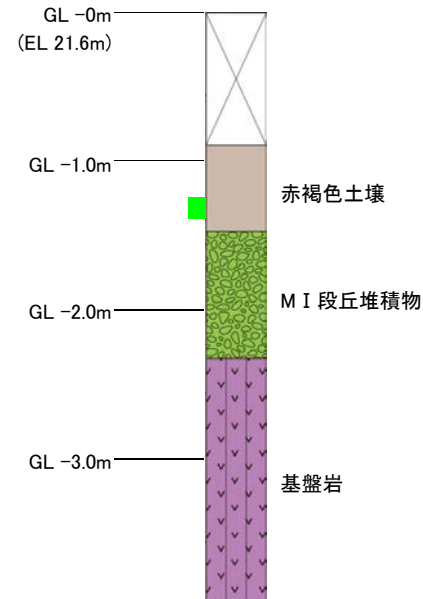
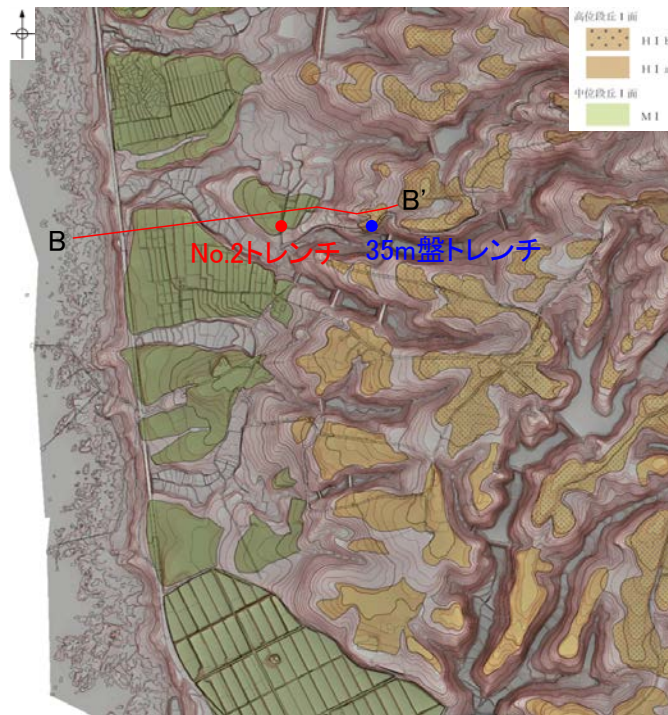
敷地の平均隆起速度(0.13m/千年)をもとに補正した海水準変動曲線



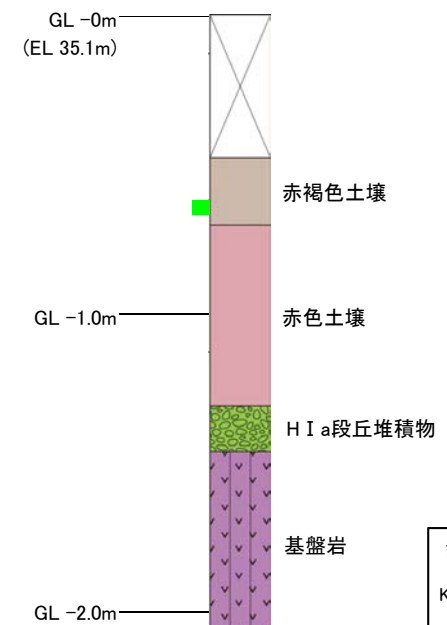
地形断面図

テフラの年代(町田・新井, 2011)

K-Tz: 9.5万年前



S-2-S-6 No. 2トレンチ 柱状図



35m盤トレンチ 柱状図

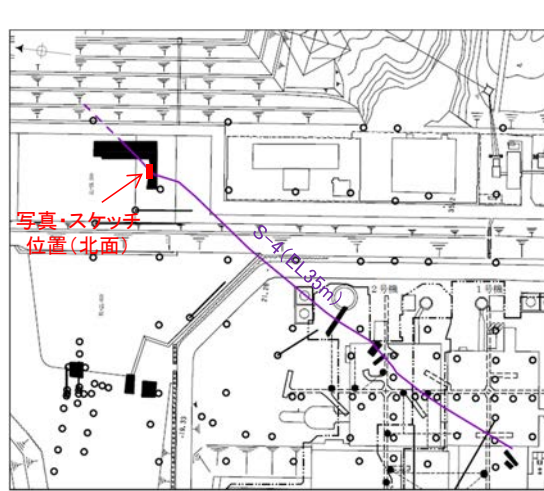
凡例  
記号  
K-Tz

### 3.4.3 S-4 上載地層法(35m盤トレンチ) —被覆層の特徴—

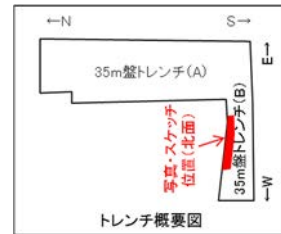
○35m盤トレンチのH I a段丘堆積物の上位に分布する被覆層について観察・分析を行った。

○H I a段丘堆積物の上位には高位段丘面(MIS5eより古い高海面期に形成)に特徴的な赤色土壌※が認められ、その上位に赤褐色土壌(K-Tzの降灰層準含む)が認められる。

※:赤色土壌は下末吉期の温暖な気候を経て形成されたと考えられ、高位段丘を識別する重要な特徴とされている(松井・加藤(1965), 成瀬(1974), 阿部ほか(1985))。

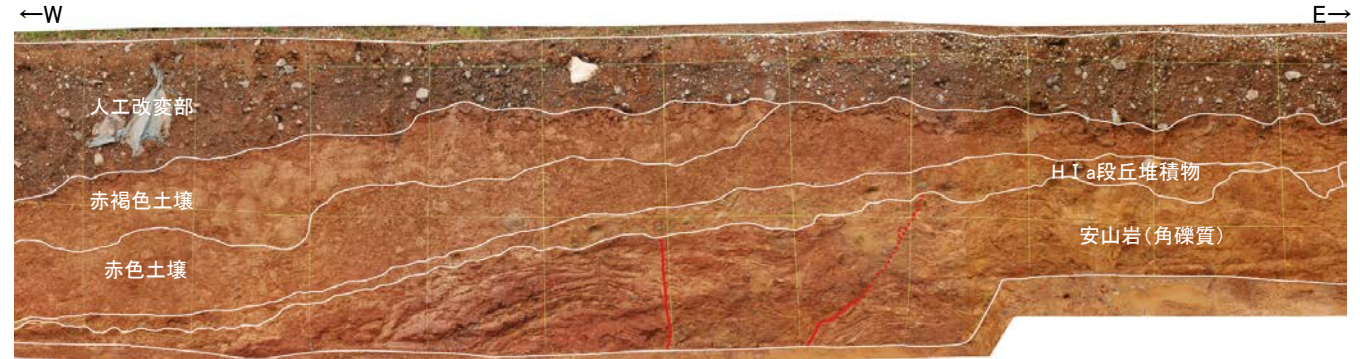


位置図

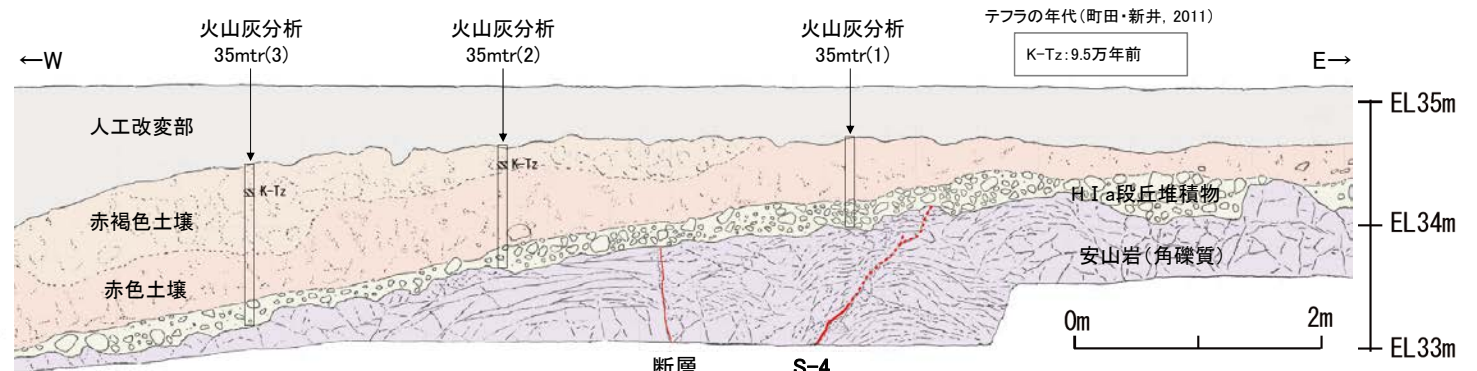


トレンチ概要図

- 凡例
- 人工改変部
  - 赤褐色土壌
  - 赤色土壌
  - H I a段丘堆積物
  - 穴水累層 安山岩(角礫質)
  - 主せん断面
  - 不明瞭な主せん断面



断層 S-4  
写真(35m盤トレンチ(B)北面)



断層 S-4  
N40° W/66° SW N30° E/64° NW (走向は真北基準)  
35m盤トレンチ 北面スケッチ

**【遊離酸化鉄分析・火山灰分析結果】**

- ・赤色土壌について実施した遊離酸化鉄分析の結果、能登半島の赤色土壌と同程度である。(データ集2(2))
- ・火山灰分析の結果、赤褐色土壌中からK-Tz(9.5万年前)が認められる(データ集5(4))。

**赤褐色土壌**

- ・色調5YR4/6~7.5YR5/8, 弱いトラ斑を伴う。
- ・中程度の角塊~亜角塊状土壌構造が認められる。

**赤色土壌**

- ・色調5YR4/6~7.5YR5/8, トラ斑を伴う。
- ・中程度の角塊状土壌構造が認められる。

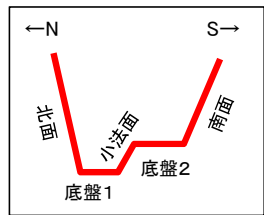
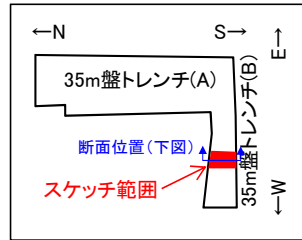
**H I a段丘堆積物**

- ・砂礫層からなる。基質はシルト質細砂であり、礫は亜円~亜角礫を主体とし、円礫も混じる。
- ・礫は半クサリ化している。

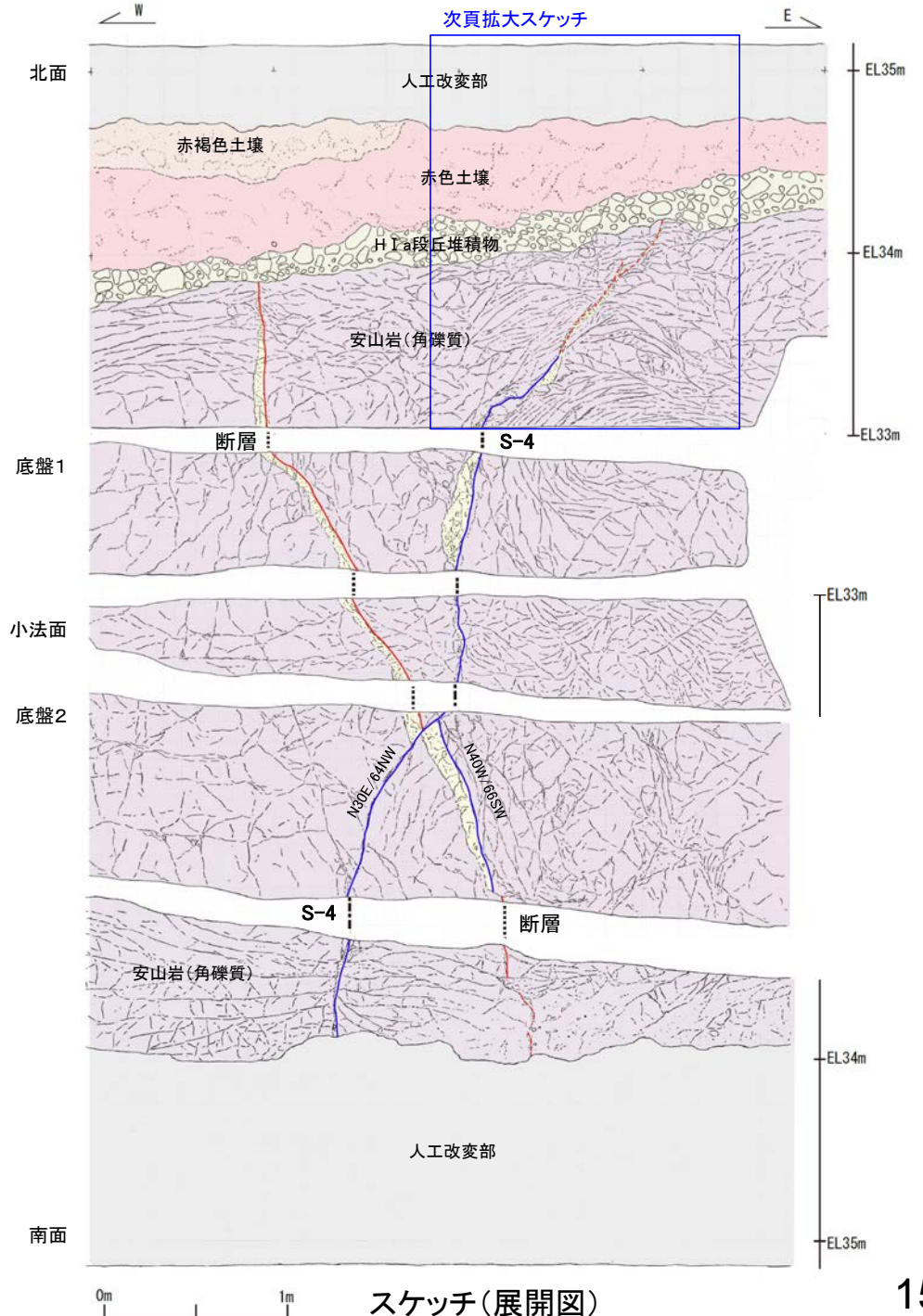


### 3.4.3 S-4 上載地層法 (35m盤トレンチ) -S-4と上載地層との関係-

○上載地層との関係を詳細に観察した結果, S-4は基盤直上のH I a段丘堆積物に変位・変形を与えていない(P154, 155)。



- 人工改変部
- 赤褐色土壌
- 赤色土壌
- H I a段丘堆積物
- 穴水果層 安山岩(角礫質)
- 固結した破碎部
- 主せん断面 (粘土状破碎部を伴う)
- 主せん断面 (粘土状破碎部を伴わない)
- 破線は主せん断面が不明瞭な箇所

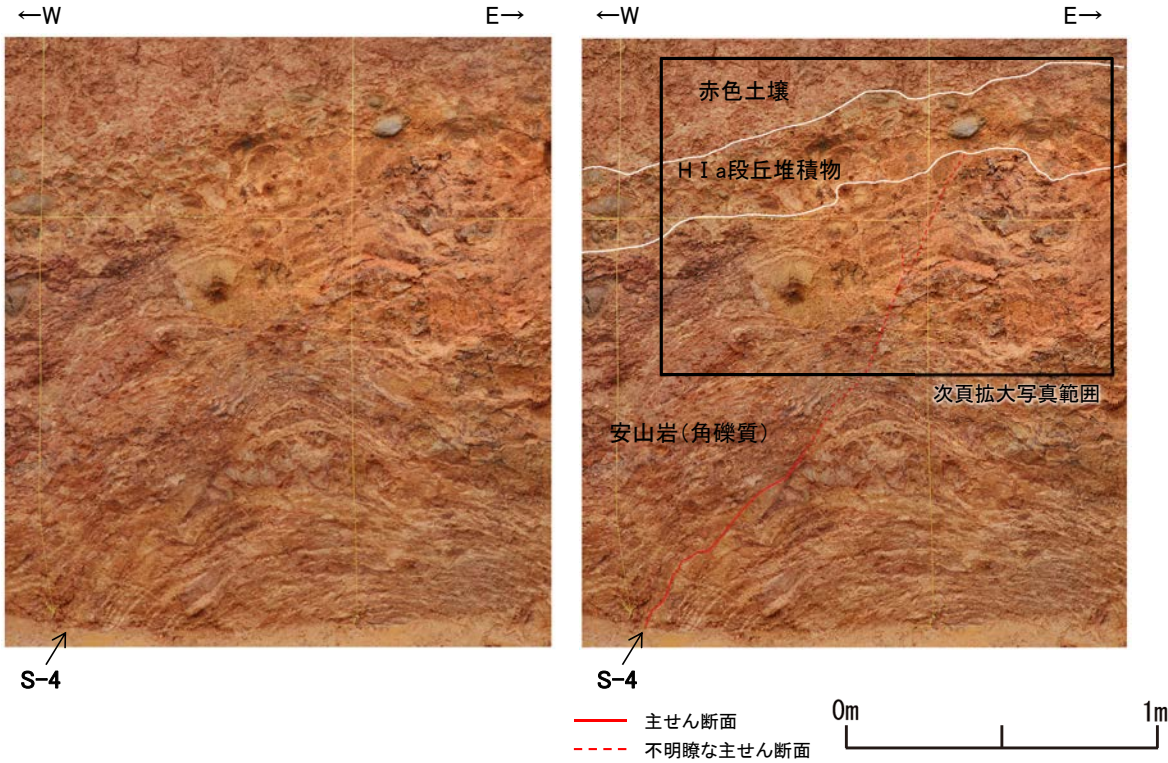


・本トレンチには, S-4の他にS-4に斜交する断層が認められる。S-4に斜交する断層は, 底盤にてS-4に切られており, さらに基盤直上のH I a段丘堆積物にも変位・変形を与えていない。

# 【写真・拡大スケッチ(北面)】

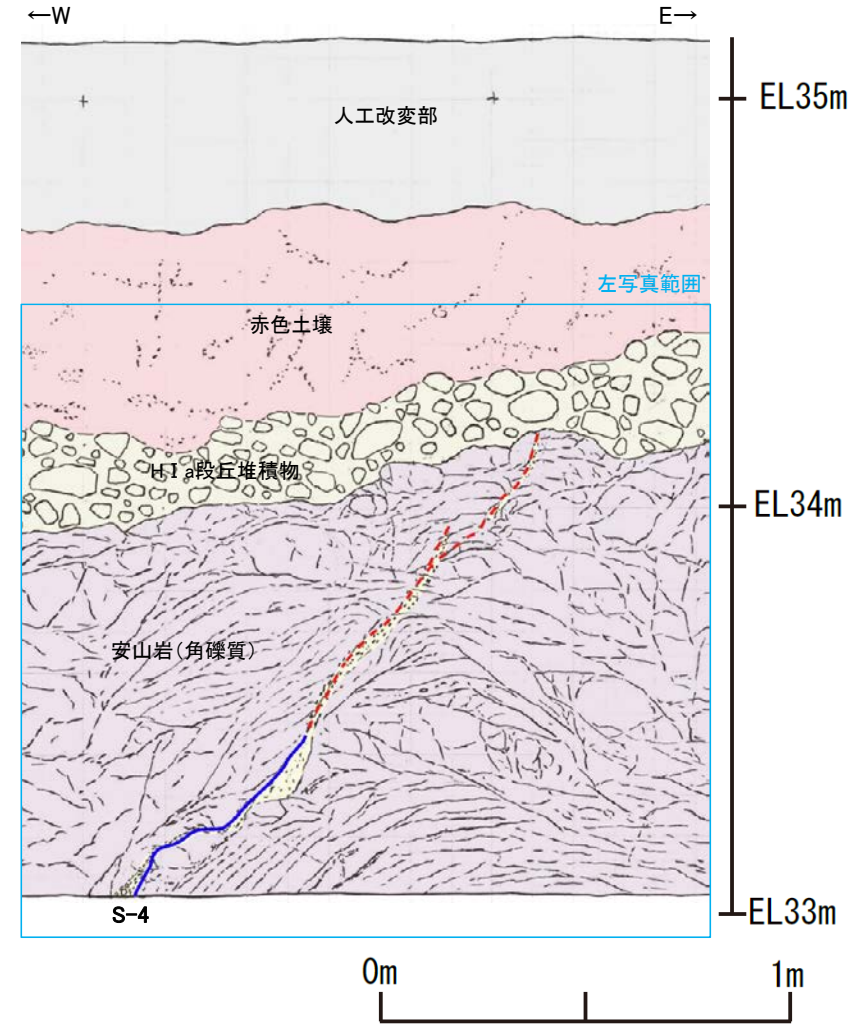
【S-4】  
 S-4は、走向・傾斜N30° E/64° NW(走向は真北基準)で、幅2~10cmの固結した破碎部及び幅フィルム状~3cmの灰褐~明褐色を呈する粘土状破碎部からなる。  
 北面においてタマネギ状風化に伴う割れ目が形成され、断層トレースが不明瞭となっている。S-4は、法面の上部において2条に分岐し、西側の破碎部は岩盤中で消失する。東側の破碎部は岩盤の上面まで追跡でき、岩盤を覆うH I a段丘堆積物に変位・変形を与えていない。

- 人工改変部
- 赤褐色土壌
- 赤色土壌
- H I a段丘堆積物
- 穴水累層 安山岩(角礫質)
- 固結した破碎部
- 主せん断面(粘土状破碎部を伴う)
- 不明瞭な主せん断面(粘土状破碎部を伴わない)



35m盤トレンチ(B)北面 写真

(地質境界等を加筆)



35m盤トレンチ(B)北面 拡大スケッチ

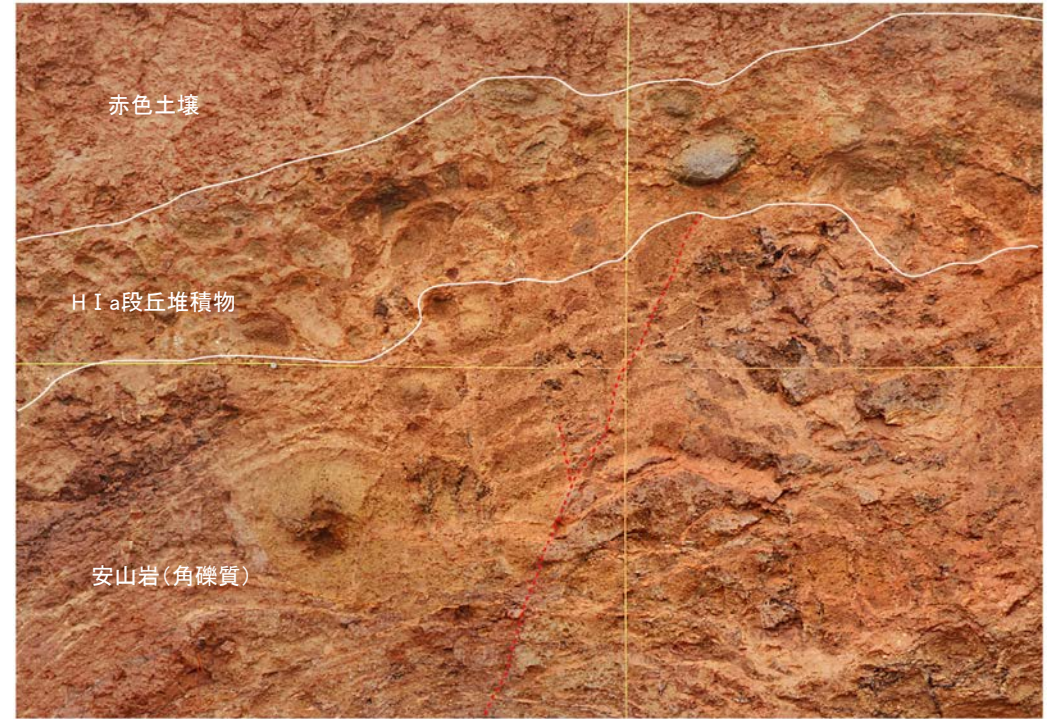


# 【拡大写真(北面)】



↑  
S-4

岩盤上面付近 拡大写真



--- 不明瞭な主せん断面

↑  
S-4

0 20cm

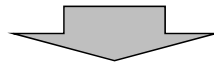
岩盤上面付近 拡大写真(S-4等を加筆)

### 3.4.4 S-4の活動性評価 ーまとめー

○S-4の活動性評価の結果を以下に示す。

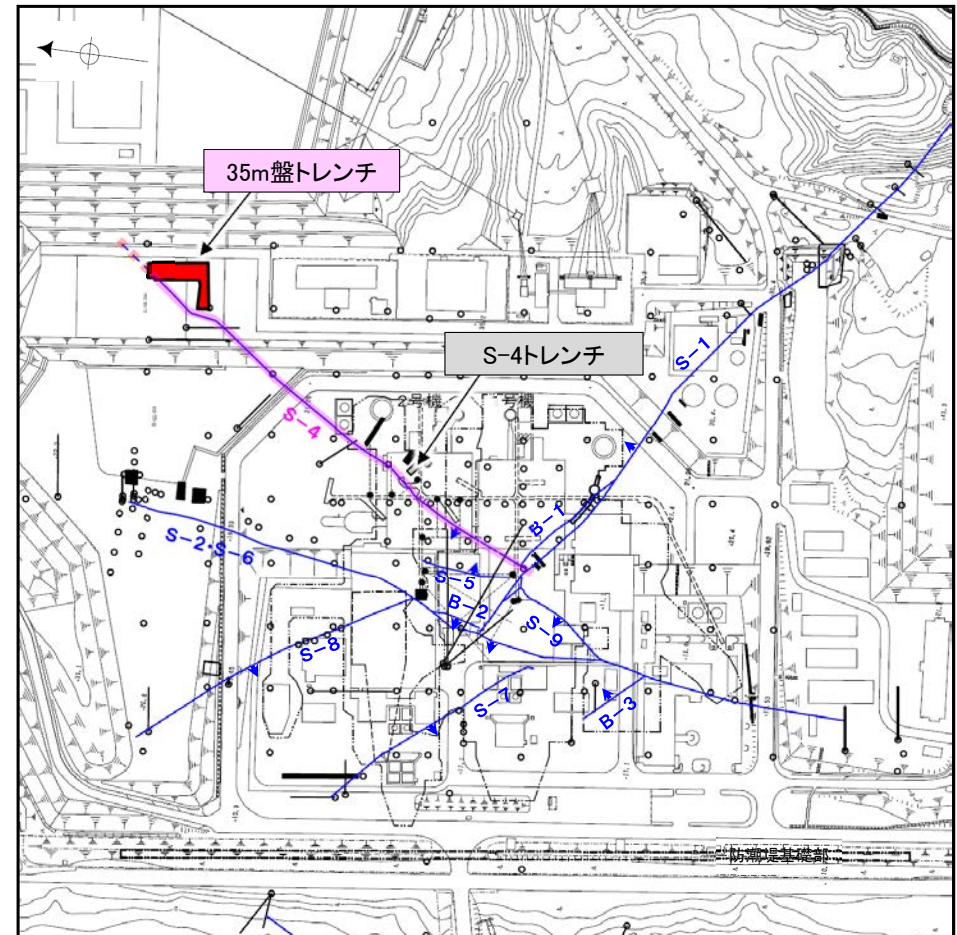
#### (1) 高位段丘 I a面での上載地層法による調査

調査位置	調査結果
35m盤トレンチ	S-4は、約12～13万年前より古い高海面期に堆積したHIa段丘堆積物に変位・変形を与えていない。



#### S-4の活動性評価

○上載地層法による評価を行った結果、S-4に後期更新世以降(約12～13万年前以降)の活動は認められない。

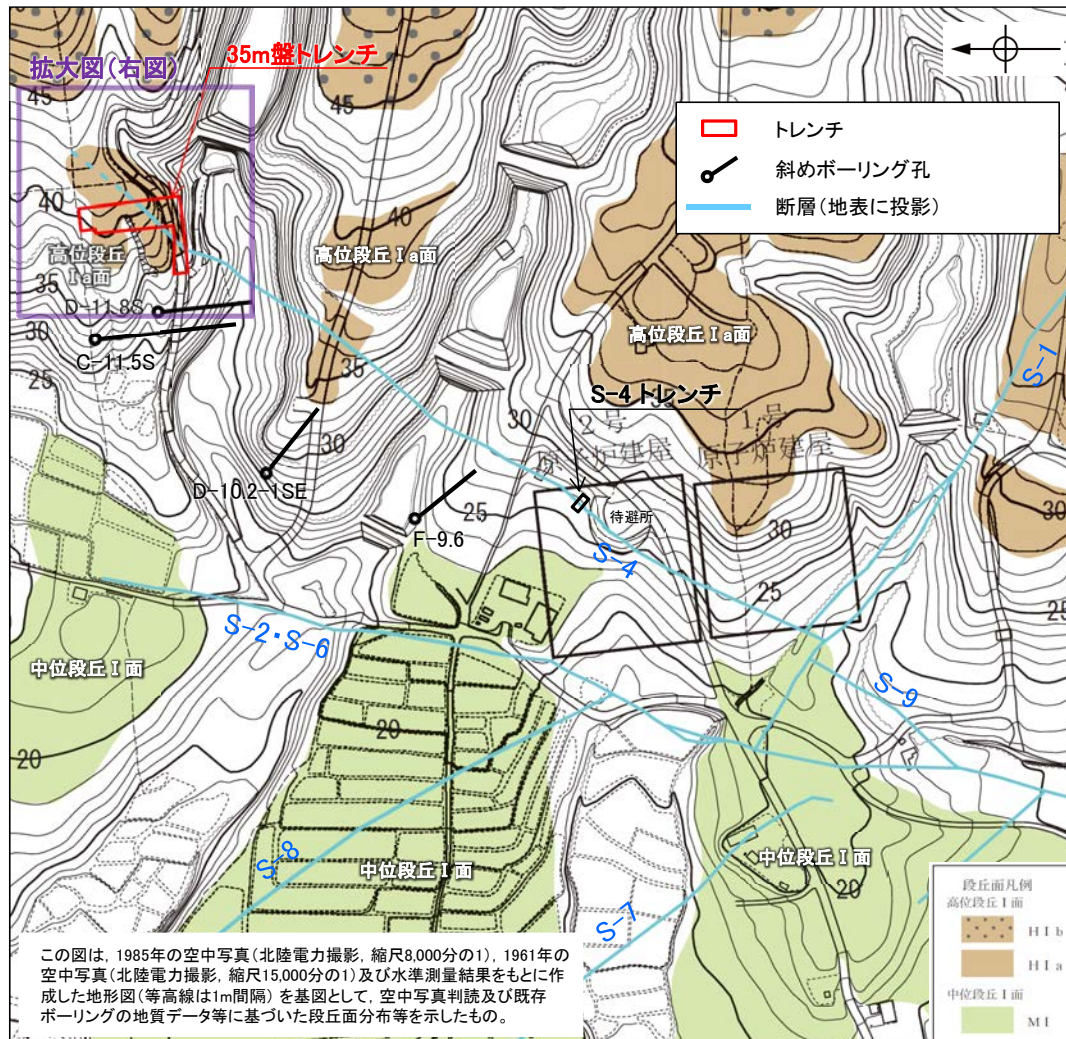


調査位置図(S-4関連)

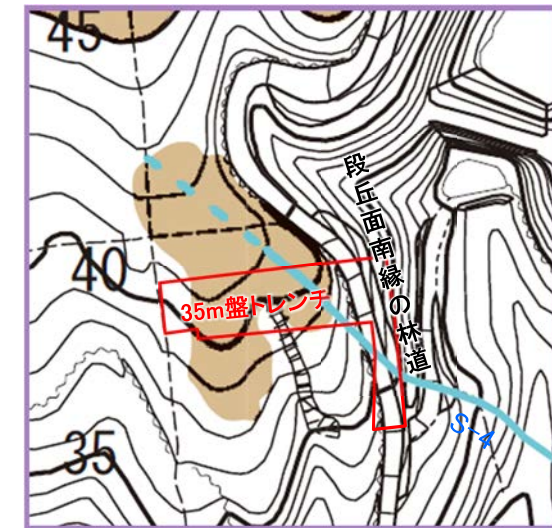


# (参考) 高位段丘 I a面の分布範囲の見直しについて

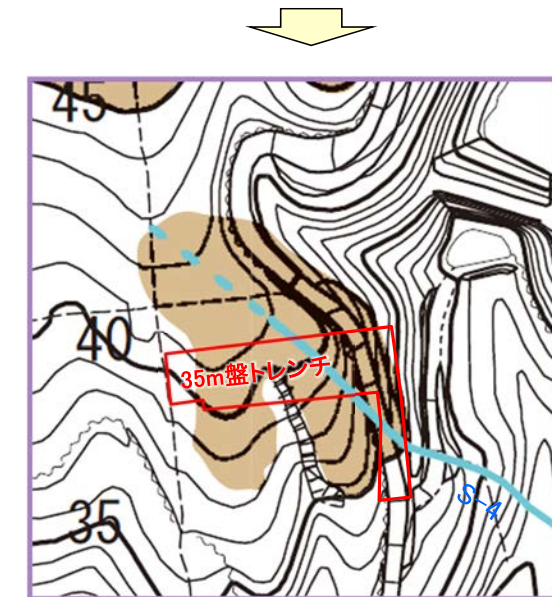
- 今回、高位段丘 I a面の分布の範囲付近で、S-4の35m盤トレンチを実施した結果、同段丘面の分布縁辺南方に海成堆積物を確認した(右図A)。
- そこで、古い空中写真(段丘面南縁の林道造成前の1961年の空中写真)を用いて、同段丘面の分布の再確認も行い(次頁)、高位段丘 I a面の範囲の見直しを行った(右図B)。



調査位置図(基図は旧地形の段丘面分布図)



図A 見直し前(H26.8.12設置変更許可申請時)



図B 見直し後(今回)



## 【空中写真】



空中写真(1985年撮影)



空中写真(1961年撮影)



---

余白

---

3. 5 K-2, K-3

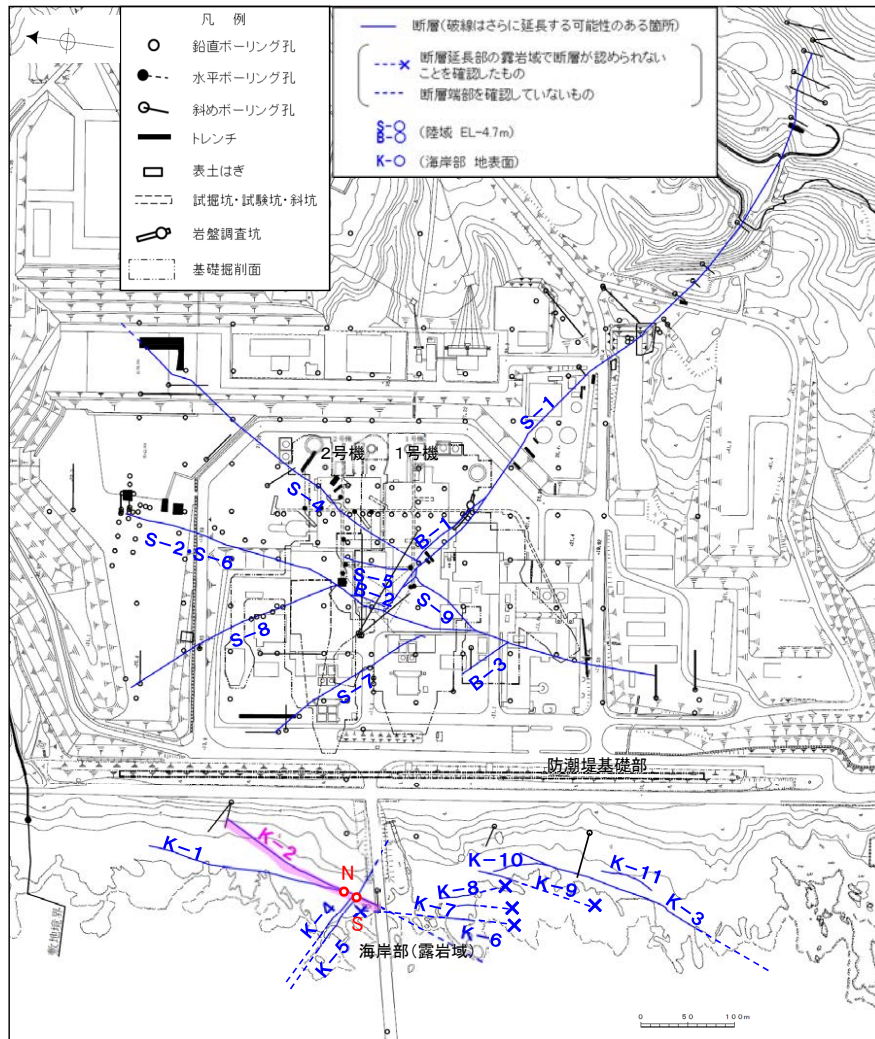


# 3.5.1(1) K-2の性状

## ○K-2断層

- ・概ね南北走向(一般走向N19° E※1), 東傾斜(72° SE※2)で, 全長180m以上である。
- ・破砕部は, 固結した破砕部からなる。
- ・破砕部の幅は平均20cm(最大46cm)である(データ集6(1))。
- ・破砕部の運動方向は, 見かけ右横ずれ※3正断層である(P.167)。

※1: 一般走向は真北基準で示す ※2: 傾斜の確認位置: 海岸部露頭  
 ※3: K-2とK-5,K-4,K-1の会合部の状況より判断(第553回審査会合 資料2 P.85~87参照)

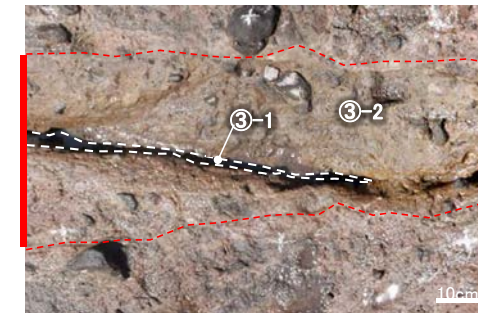


位置図

赤色: 写真掲載箇所



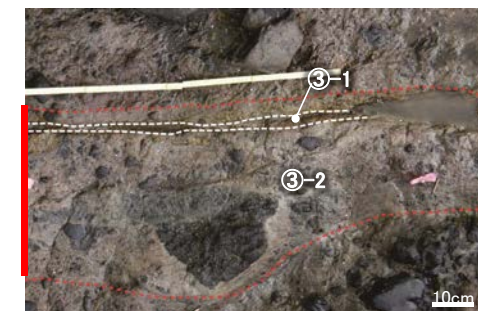
K-2  
K-2写真 遠景(N地点)



K-2写真 拡大(N地点)(下は破砕部を加筆)



K-2  
K-2写真 遠景(S地点)



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

K-2写真 拡大(S地点)(下は破砕部を加筆)

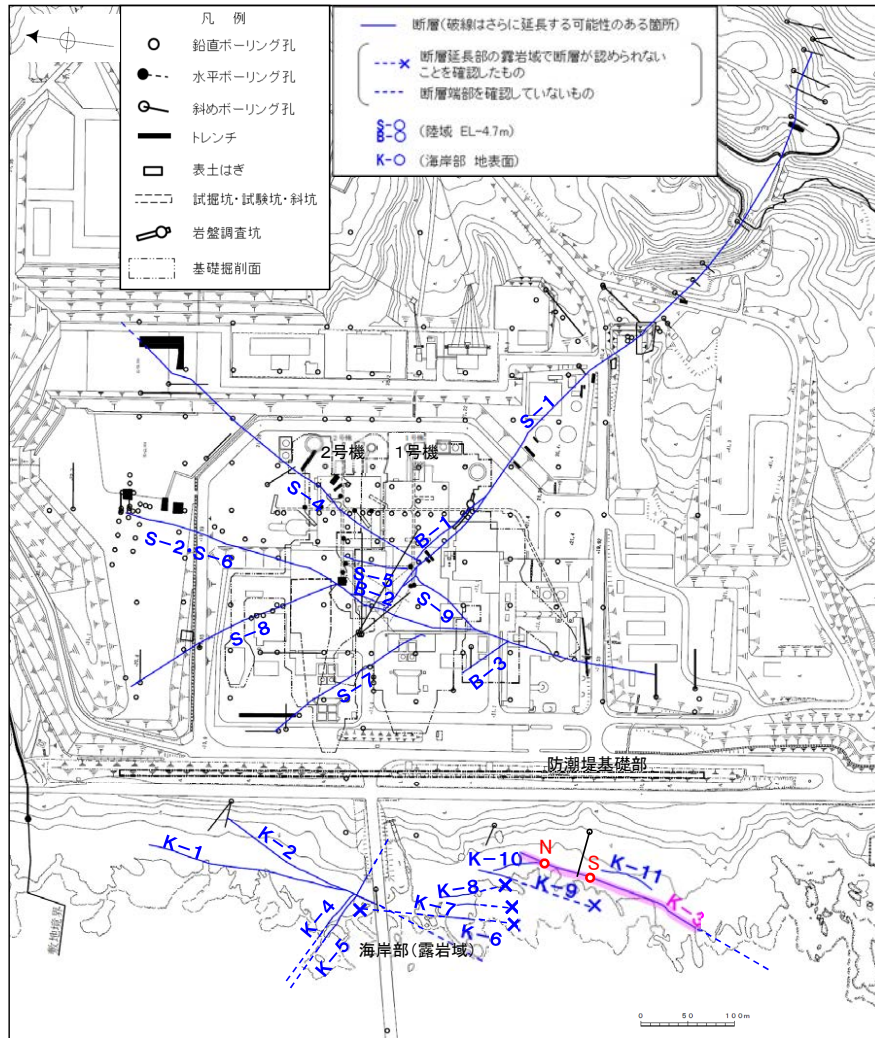


# 3.5.1(2) K-3の性状

## ○K-3断層

- ・概ね南北走向(一般走向N16° E※1), 東傾斜(70° SE※2)で, 全長200m以上である。
- ・破砕部は, 固結した破砕部からなる。
- ・破砕部の幅は平均15cm(最大19cm)である(データ集6(1))。
- ・破砕部の運動方向は, 見かけ右横ずれ※3正断層である(P.174)。

※1: 一般走向は真北基準で示す ※2: 傾斜の確認位置: 海岸部露頭  
※3: K-3とK-10の会合部の状況より判断(第553回審査会合 資料2 P.88参照)

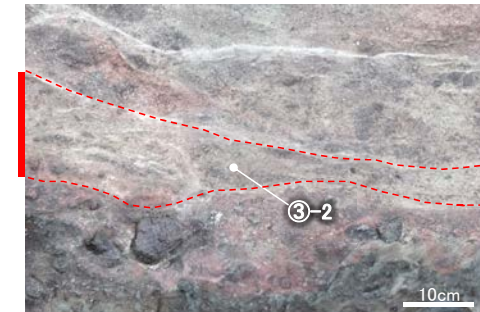


位置図

赤色: 写真掲載箇所



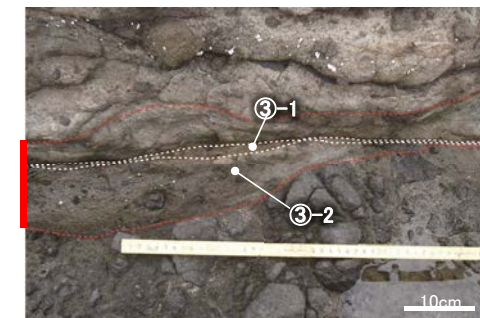
K-3写真 遠景(N地点)



K-3写真 拡大(N地点)(下は破砕部を加筆)



K-3写真 遠景(S地点)



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

K-3写真 拡大(S地点)(下は破砕部を加筆)



### 3.5.2 K-2, K-3の活動性評価 — 評価の考え方, 調査位置 —

○K-2, K-3の活動性評価の考え方及び調査位置は下記のとおり。

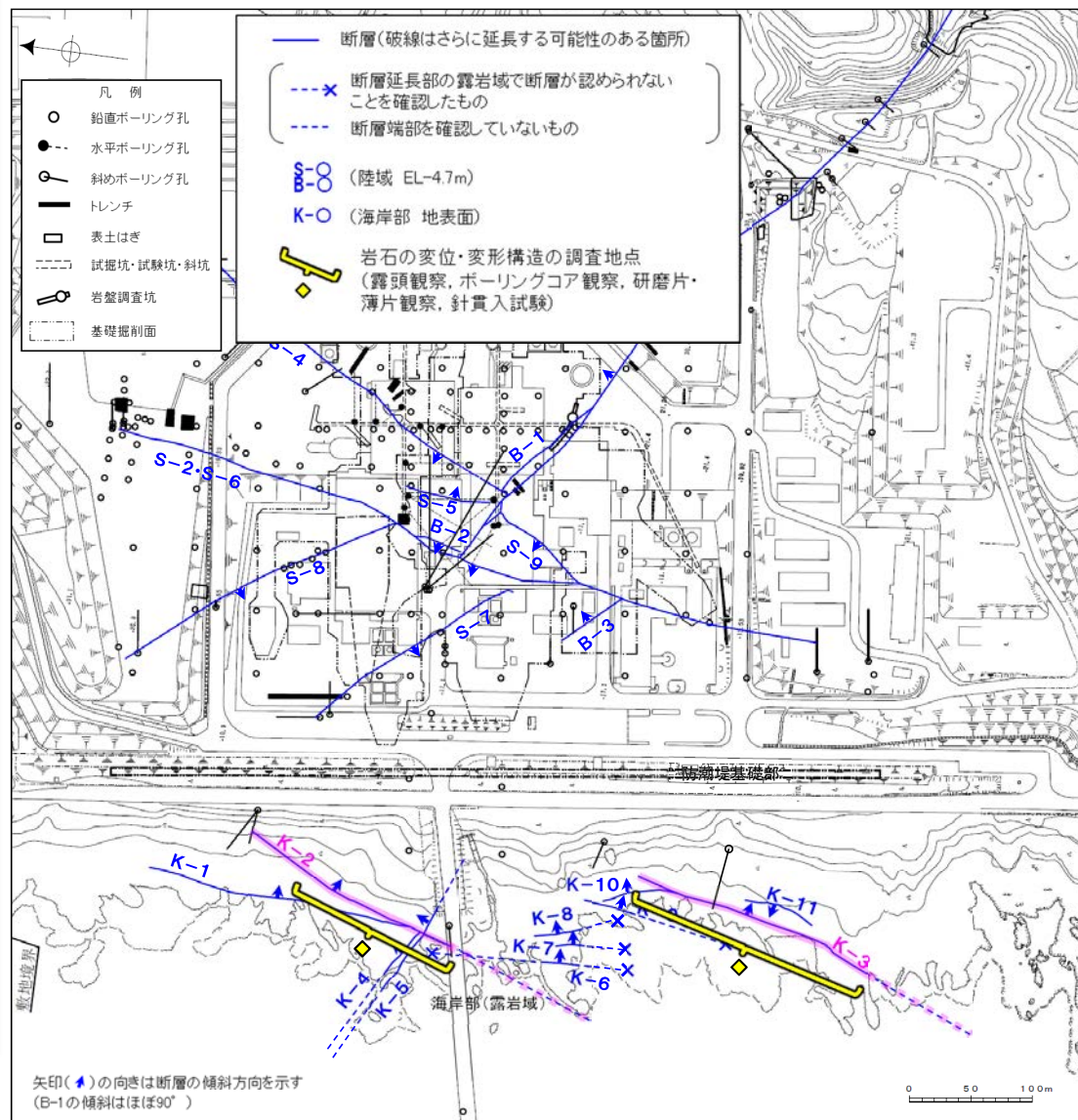
#### (1) 破碎部の岩石の変位・変形構造による評価

- K-2, K-3については、露岩域に位置することから、上載地層法は適用できない。さらに、後述するとおり、全線が固結した破碎部のみからなり、粘土鉱物からなる鉱物脈が認められないことから、固結した破碎部の岩石の変位・変形構造による評価を行った。
- この評価にあたっては、破碎部の運動方向や性状について詳細に把握することが重要であることから、巨視的～微視的に複数の観点から確認するため、以下の①～④の調査を行った。
- 調査により確認した破碎部の岩石の変位・変形構造の特性について、能登半島、敷地の構造運動・火成活動の変遷と対応づけることにより、最新活動の年代を評価した。

評価手法	調査位置及び観察内容	記載頁	
岩石の変位・変形構造	K-2	①露頭観察	P.163～165
		②ボーリングコア観察	P.166
		③研磨片・薄片観察	P.167～169
	K-3	①露頭観察	P.170～172
		②ボーリングコア観察	P.173
		③研磨片・薄片観察	P.174～176
	K-2 K-3	④針貫入試験	P.177



#### K-2, K-3の活動性評価

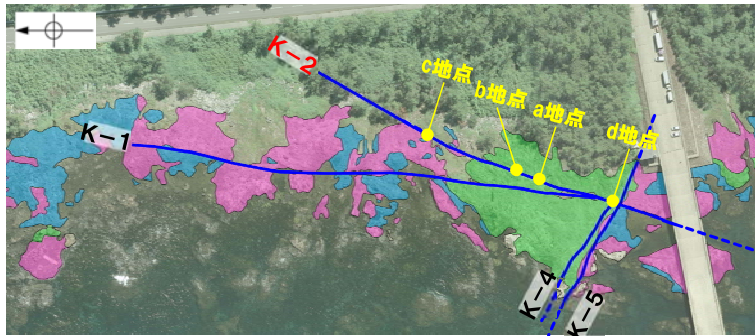


調査位置図(K-2, K-3関連)



### 3.5.3(1) K-2 岩石の変位・変形構造 —①露頭観察—

○露頭観察の結果, K-2の破碎部は, 全線が固結した破碎部のみからなる。固結した破碎部には, 延性的に変形する構造(次頁, 次々頁)が認められ, 破碎部全体が岩石化している(右下写真)。

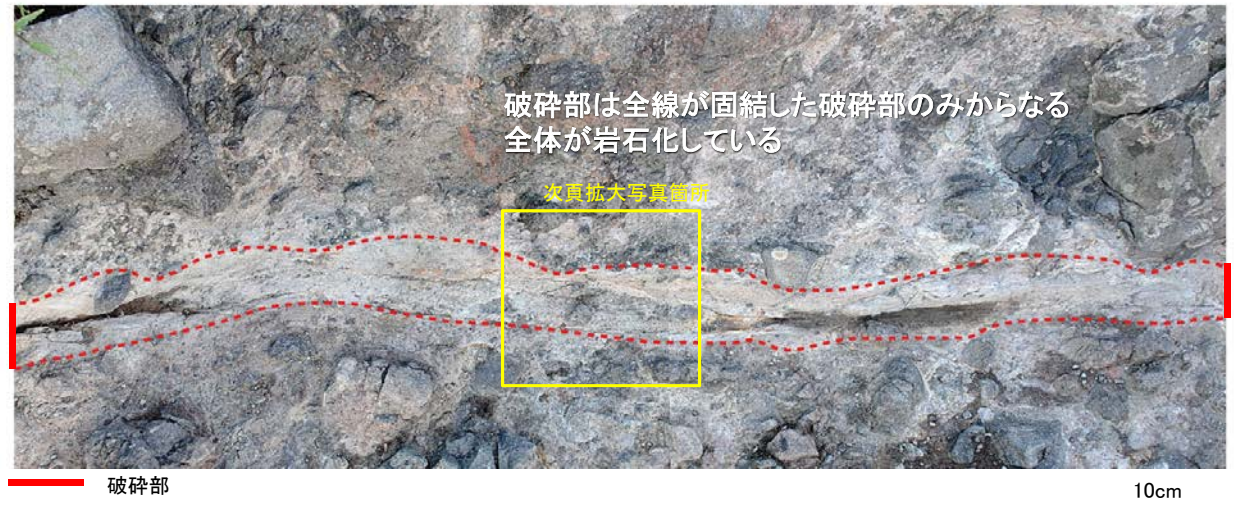


凡例

- 穴水累層 安山岩(均質)
- 穴水累層 安山岩(角礫質)
- 穴水累層 凝灰角礫岩
- 露頭観察地点
- 断層(地表面)  
(破線はさらに延長する可能性のある箇所)

※b地点, c地点のデータについてはデータ集6(1)参照

調査位置図



a地点 破碎部の状況写真(下は破碎部を加筆)

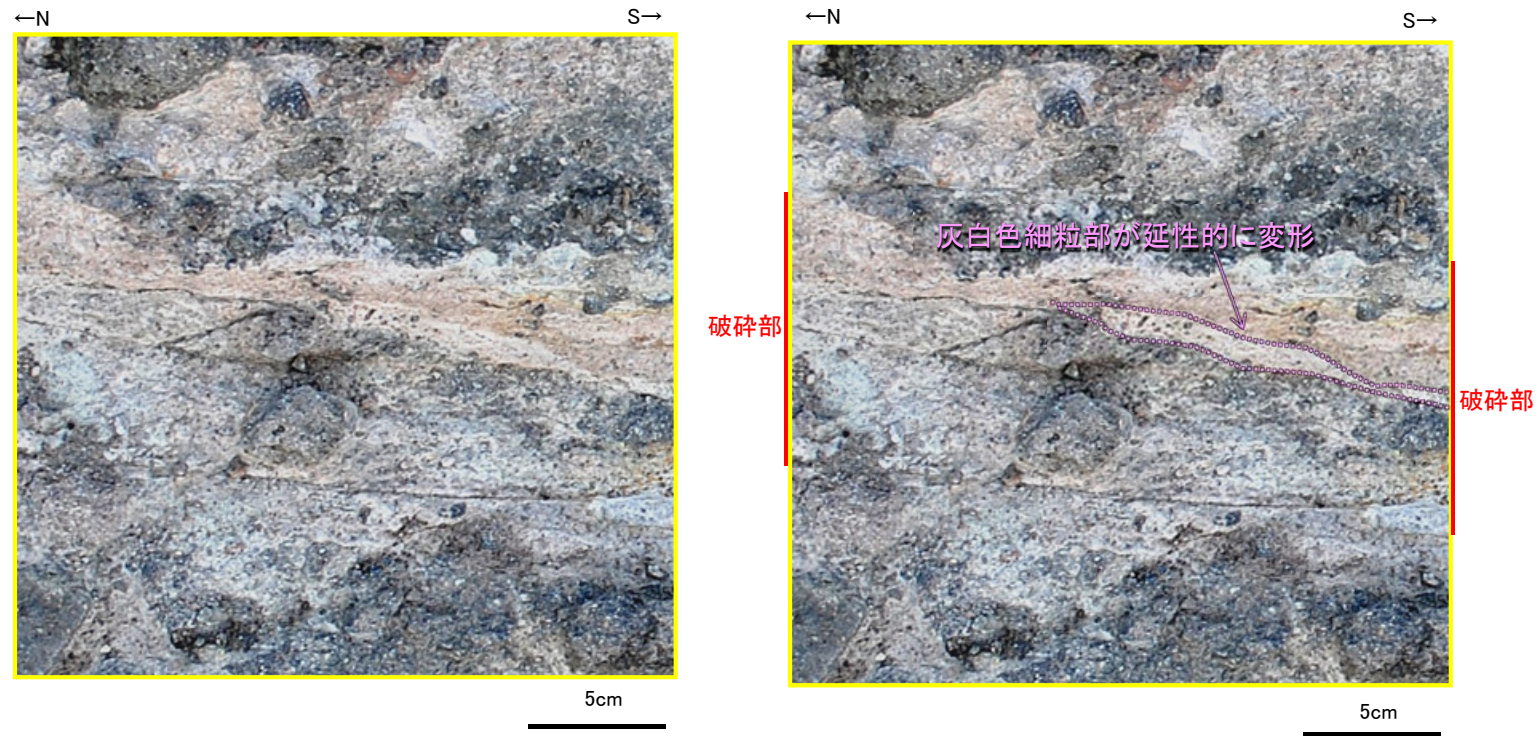


K-2

a地点 遠景写真



## 【破砕部中に認められる変形構造の例①】



前頁a地点 拡大写真  
(右は変形構造を加筆)

## 【破碎部中に認められる変形構造の例②】



d地点南側 写真

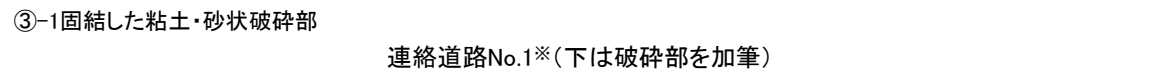
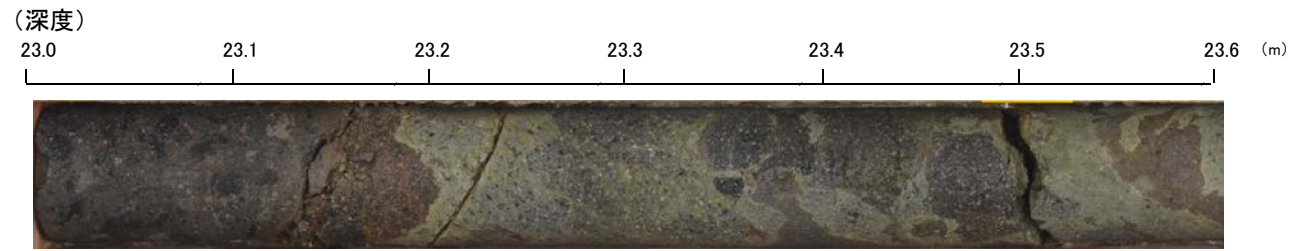
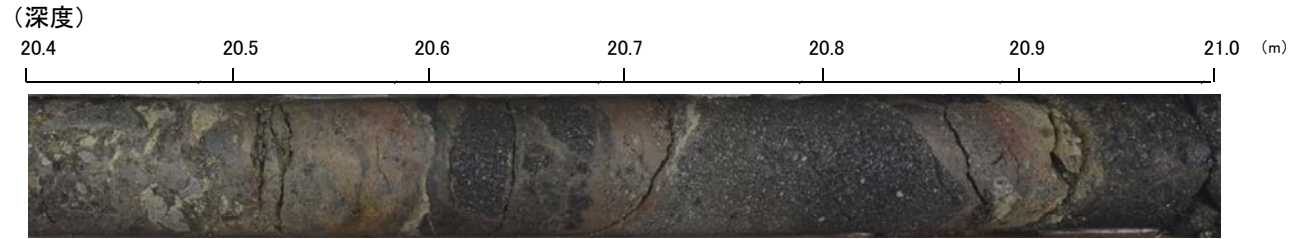
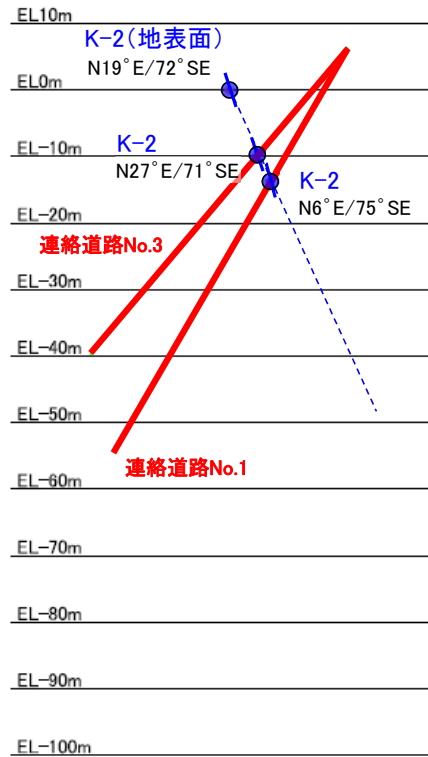
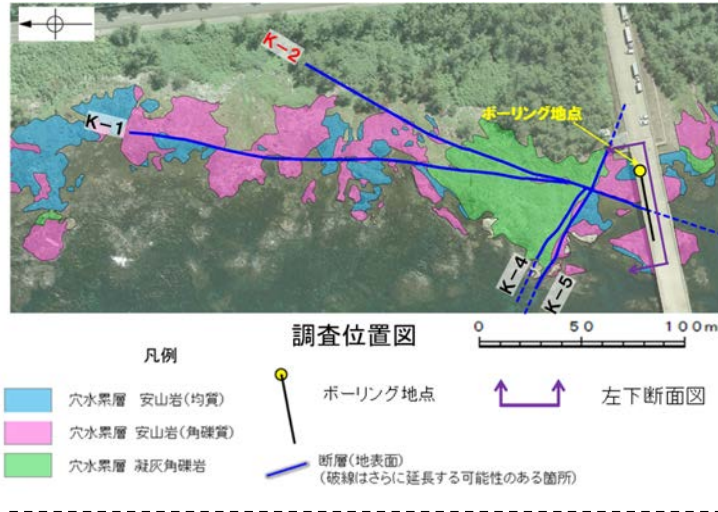


d地点北側 写真



### 3.5.3(1) K-2 岩石の変位・変形構造 —②ボーリングコア観察—

○ボーリングコア観察の結果、破碎部は、深部においても固結した破碎部のみからなる。



ボーリングで認められたK-2の破碎部の写真

※想定延長範囲の全コア写真、破碎部周辺のBHTV画像については、データ集6(2)参照



### 3.5.3(1) K-2 岩石の変位・変形構造 —③研磨片・薄片観察—

#### 【研磨片観察】

- 研磨片観察の結果、主せん断面付近には、岩片が延性的に変形する構造が認められる(右拡大写真)。
- その延性的に変形する構造を引きずりとした場合、その引きずり方向から正断層センスの動きが認められる。

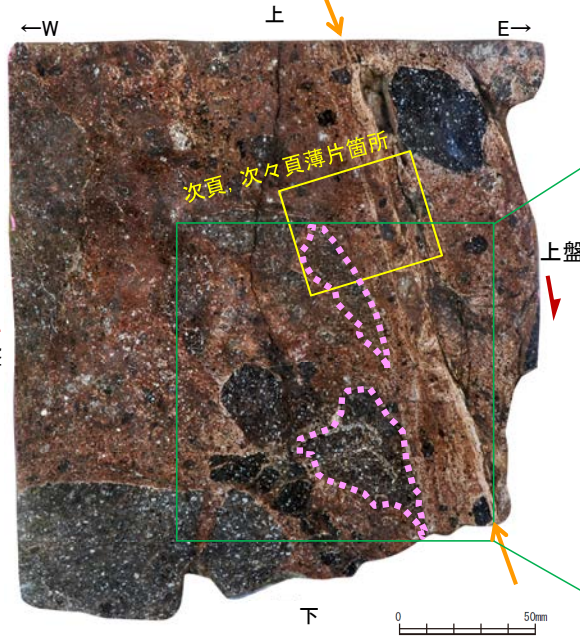
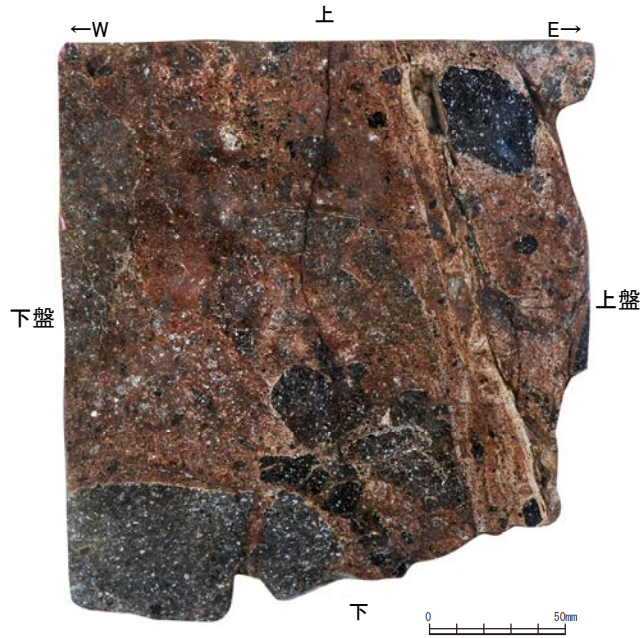


破砕部

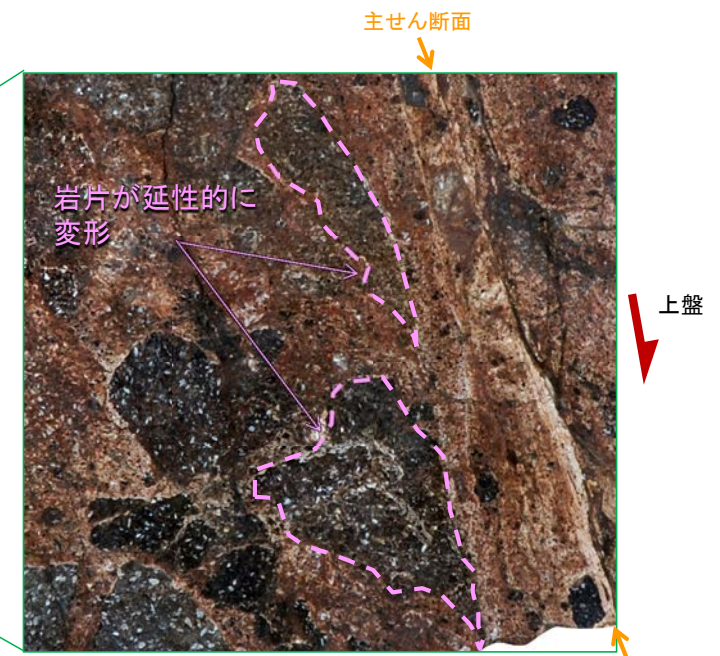
試料採取位置(K-2 a地点)

10cm

主せん断面



変形構造



\*: その他地点のデータについてはデータ集6(3)参照

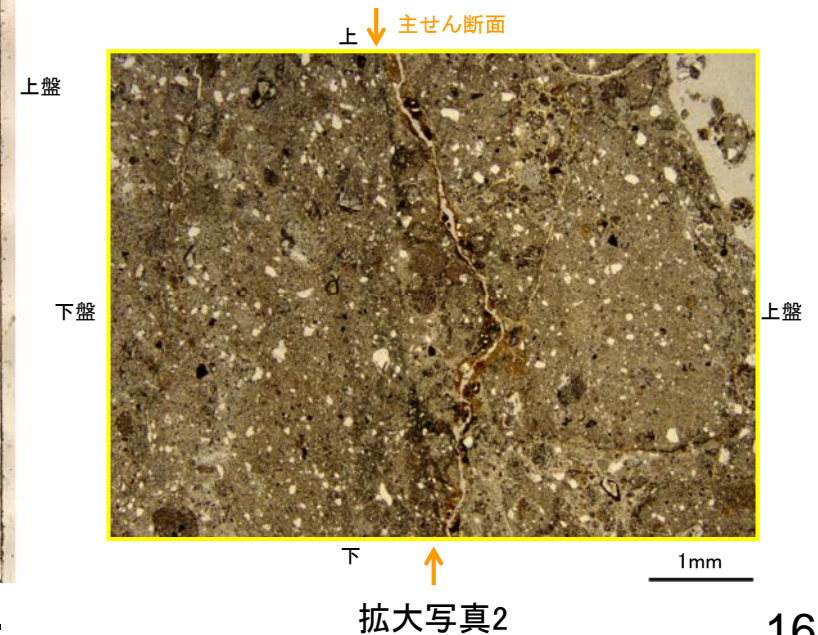
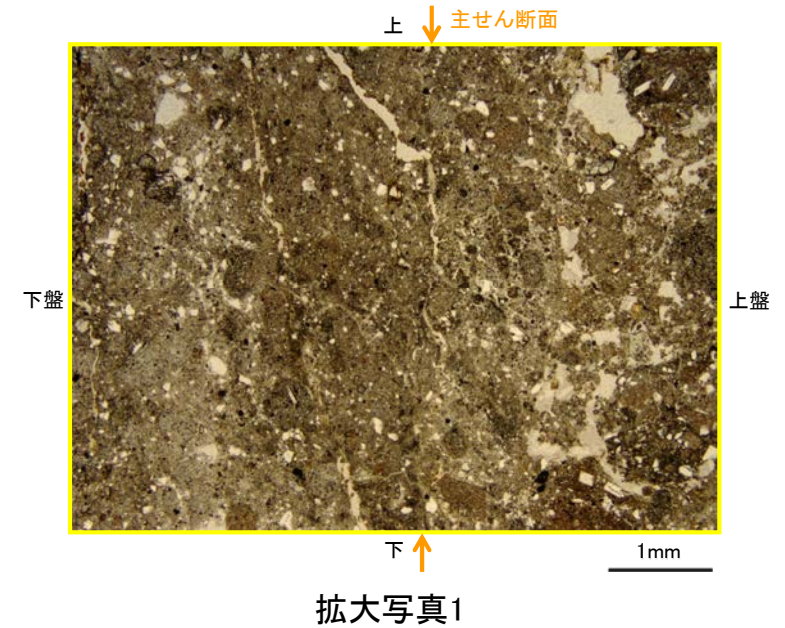
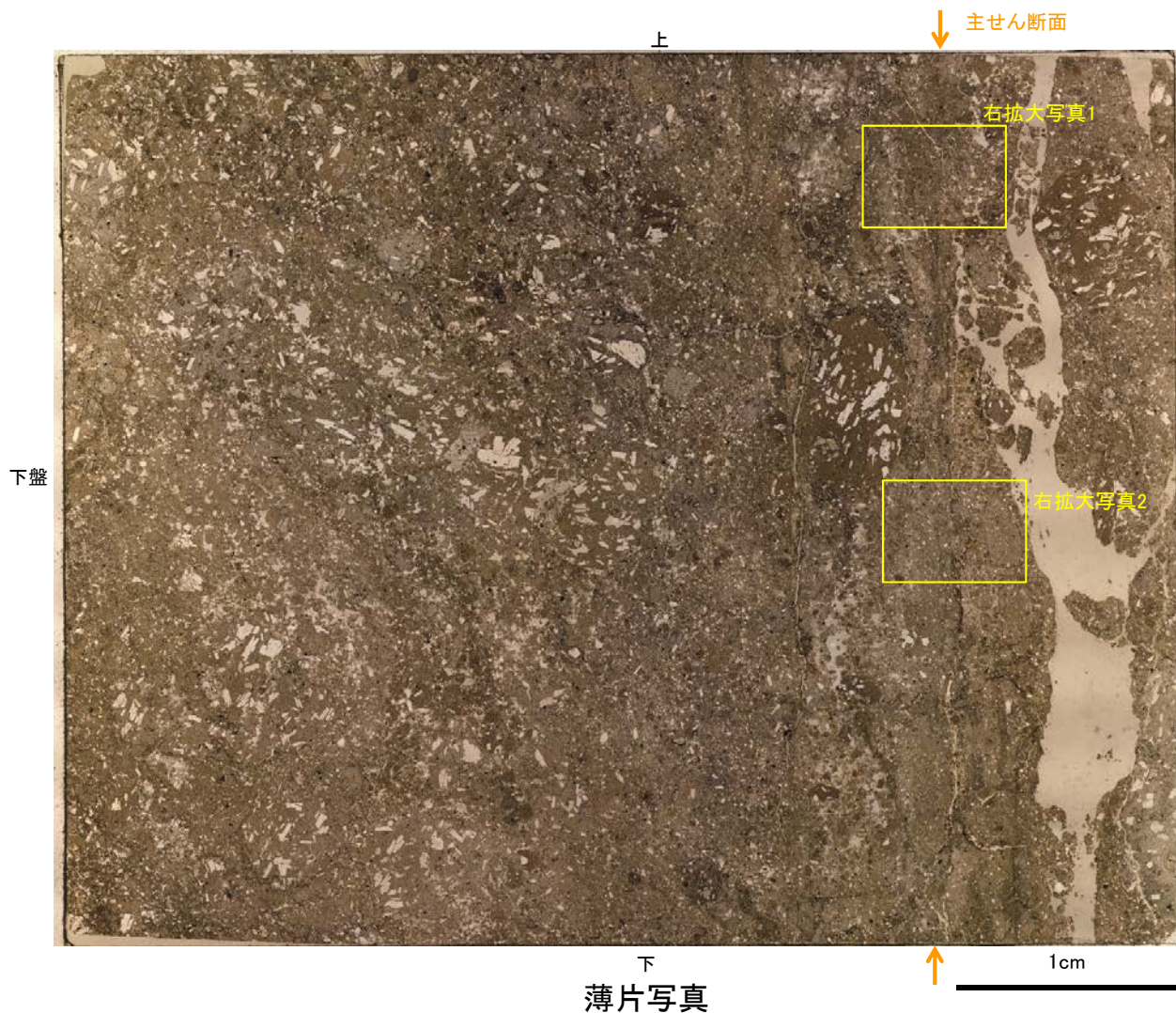
研磨片写真(右は変形構造を加筆)  
(薄片は研磨片の反対面で作成)

拡大写真(下は変形構造を加筆)



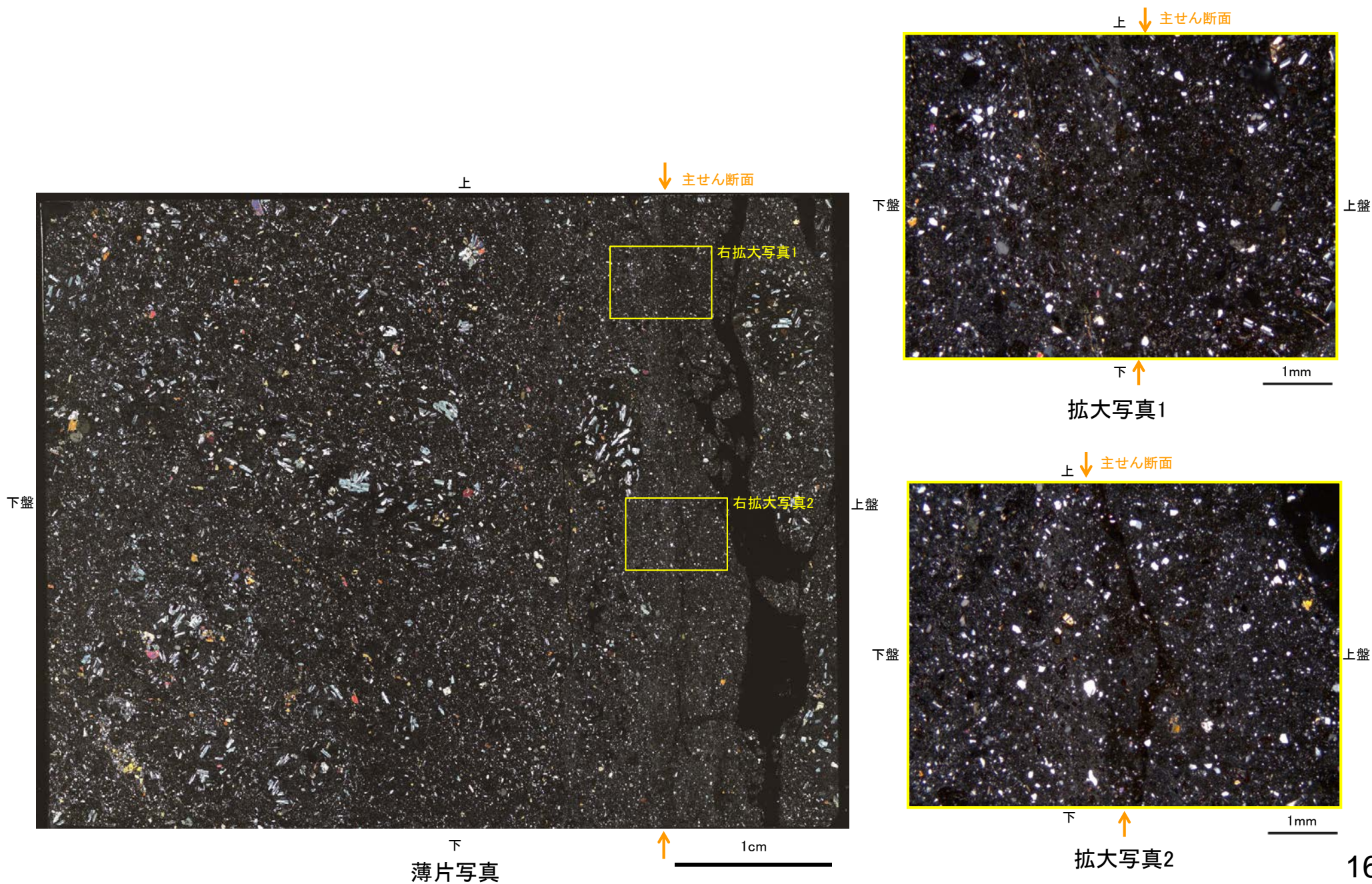
## 【薄片観察(単ニコル)】

- 薄片観察の結果, 研磨片で確認された主せん断面付近は, 周辺に比べて細粒なゾーンとして認められる(薄片写真)。
- 主せん断面には, 直線性・連続性のよい不連続面は認められない(拡大写真1)。また, 不明瞭な不連続面が認められる箇所においては, その不連続面は密着している(拡大写真2)。





# 【薄片観察(直交ニコル)】



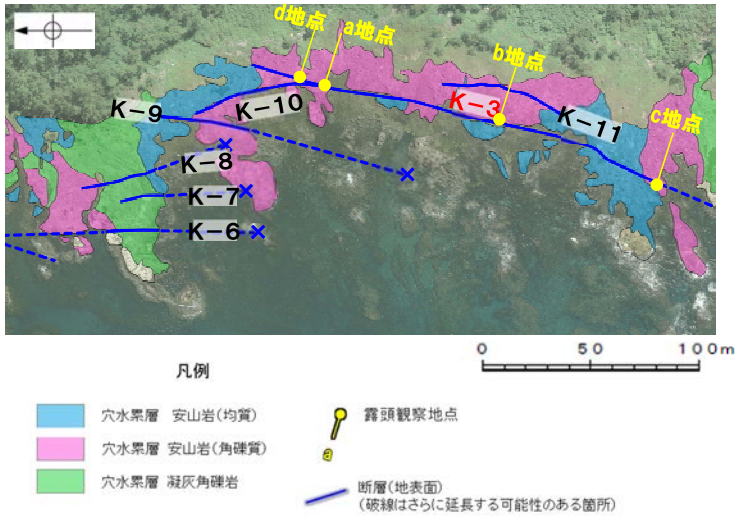


---

余白

### 3.5.3(2) K-3 岩石の変位・変形構造 —①露頭観察—

○露頭観察の結果, K-3の破碎部は, 全線が固結した破碎部のみからなる。固結した破碎部には, 延性的に変形する構造(次頁, 次々頁)が認められ, 破碎部全体が岩石化している(右下写真)。

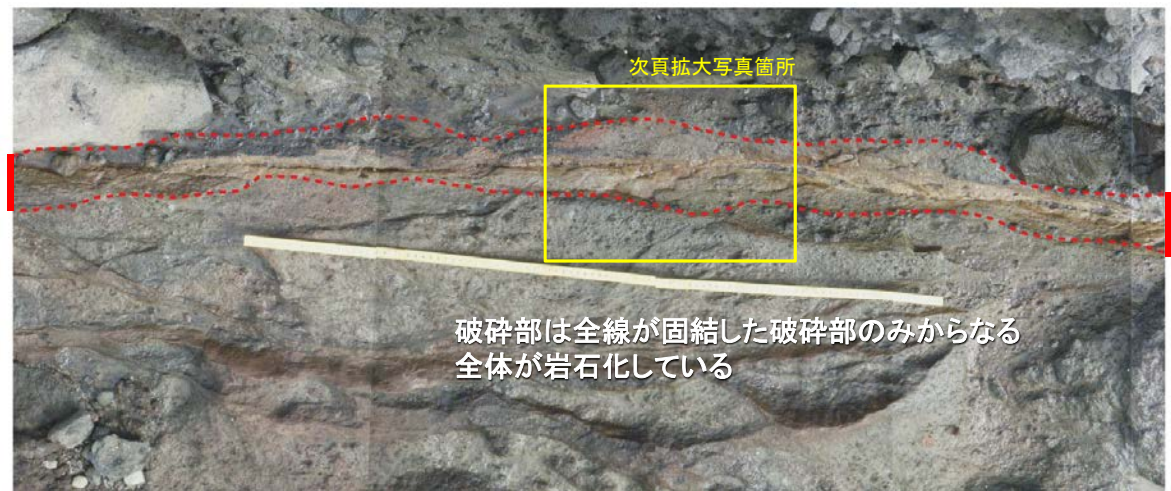


※b地点, c地点のデータについてはデータ集6(1)参照

調査位置図



a地点 遠景写真



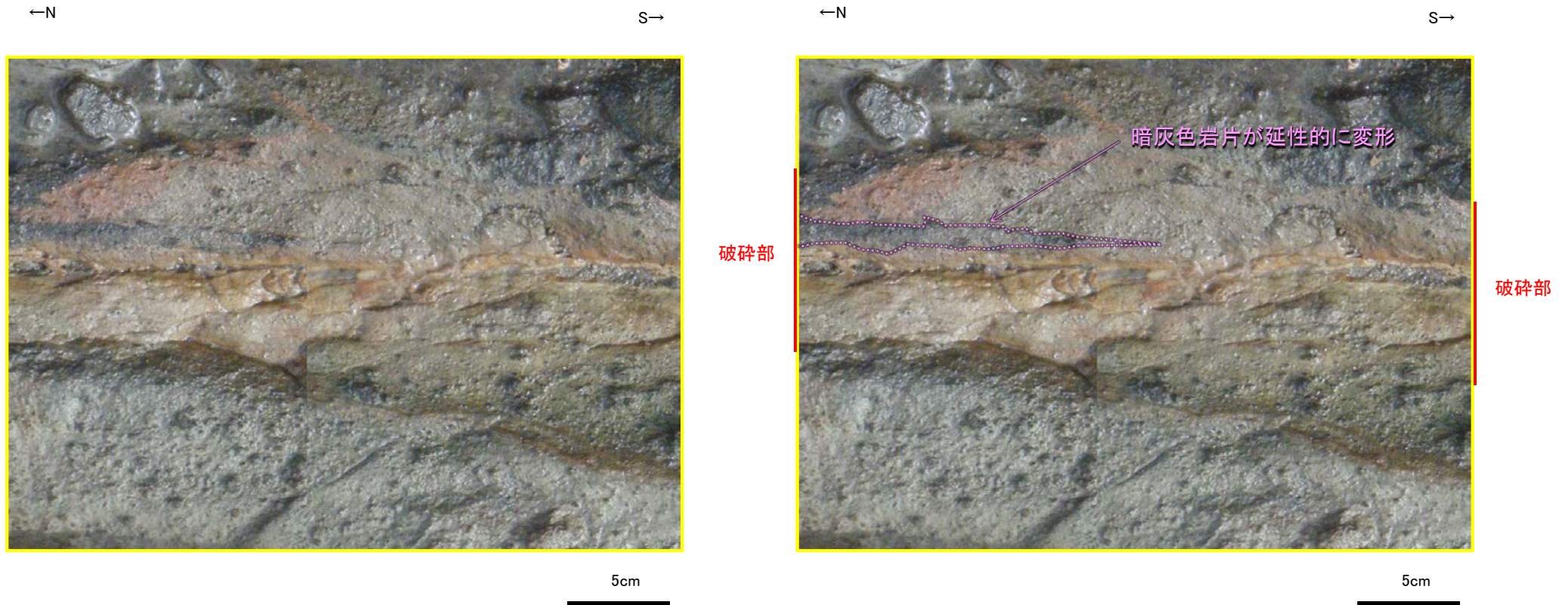
破碎部

a地点 破碎部の状況写真(下は破碎部を加筆)

10cm



## 【破碎部中に認められる変形構造の例①】



前頁a地点 拡大写真  
(右は変形構造を加筆)

## 【破碎部中に認められる変形構造の例②】

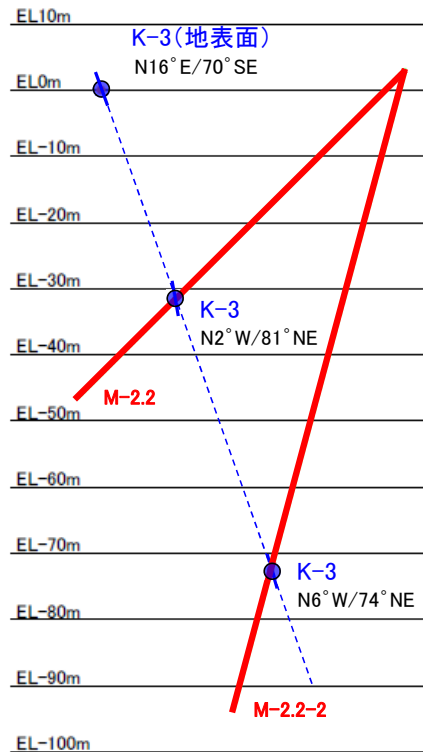
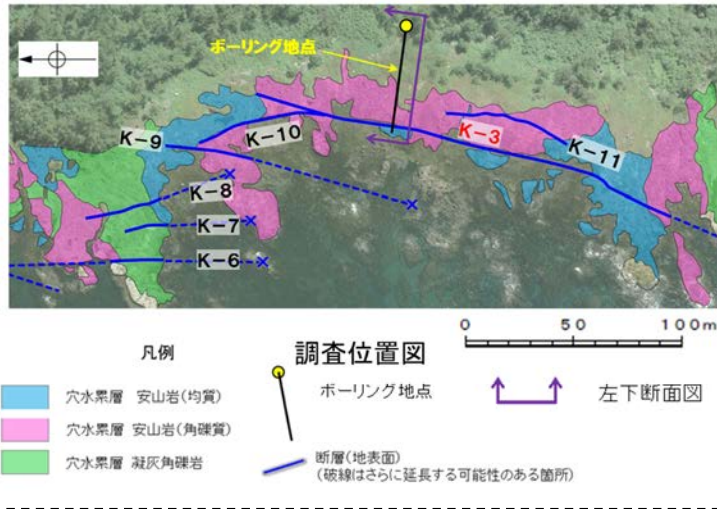


d地点 写真



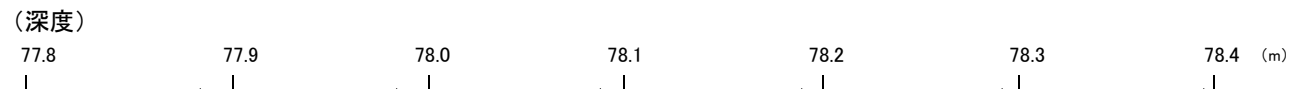
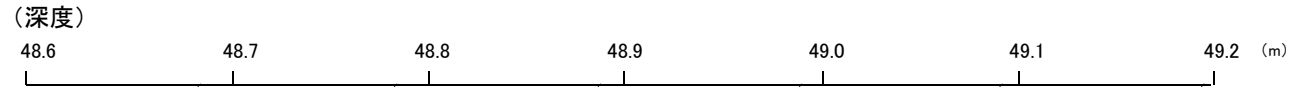
### 3.5.3(2) K-3 岩石の変位・変形構造 —②ボーリングコア観察—

○ボーリングコア観察の結果、破碎部は、深部においても固結した破碎部のみからなる。



断面図(掘進方向)

ボーリング孔



③-1 固結した粘土・砂状破碎部

破碎部

ボーリングで認められたK-3の破碎部の写真

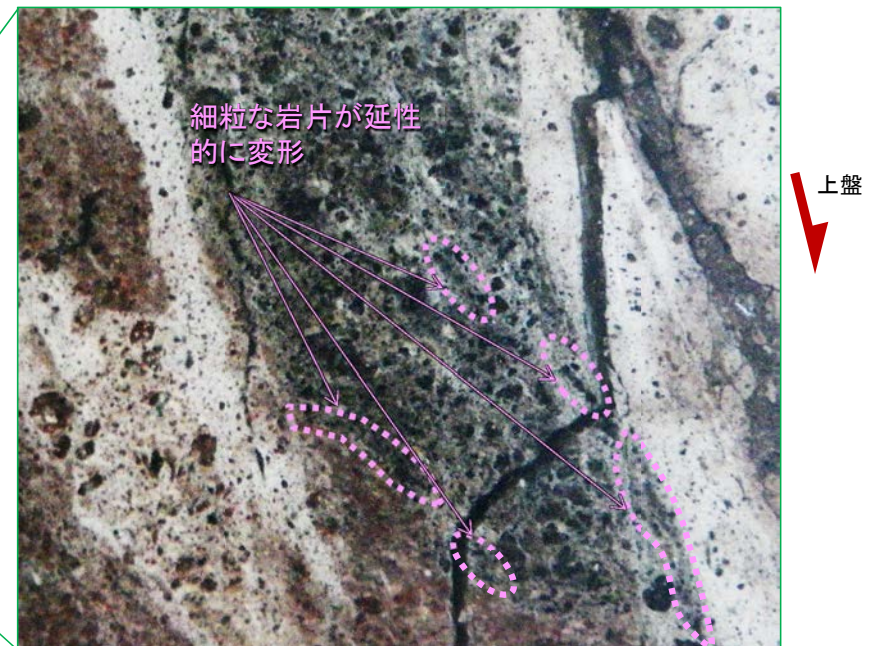
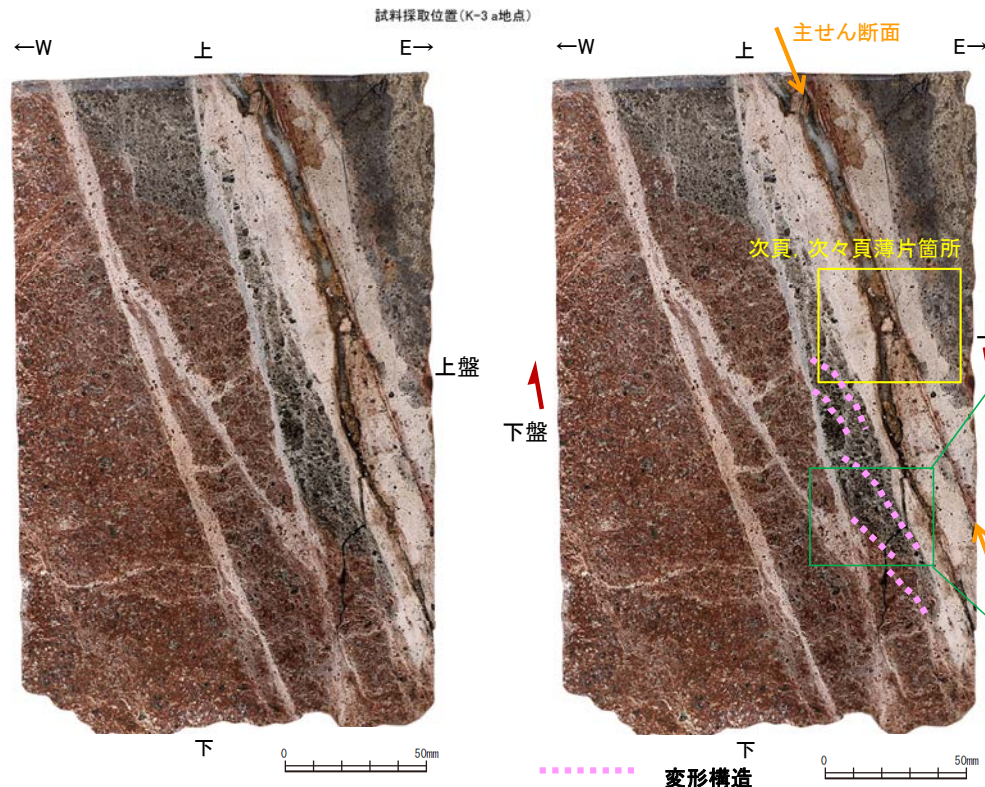
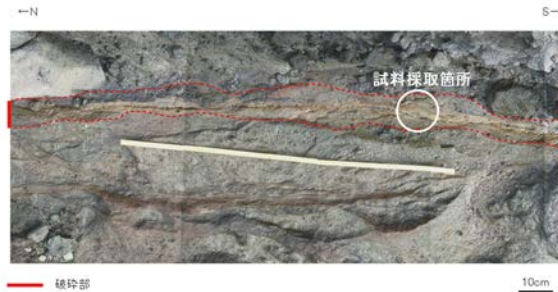
※想定延長範囲の全コア写真、破碎部周辺のBHTV画像については、[データ集6\(2\)](#)参照



### 3.5.3(2) K-3 岩石の変位・変形構造 —③研磨片・薄片観察—

#### 【研磨片観察】

- 研磨片観察の結果、主せん断面付近には、細粒な岩片が延性的に変形する構造が認められる(右拡大写真)。
- その延性的に変形する構造を引きずりとした場合、その引きずり方向から正断層センスの動きが認められる。



\*: その他地点のデータについてはデータ集6(3)参照

研磨片写真(右は変形構造を加筆)  
薄片は研磨片の反対面で作成)

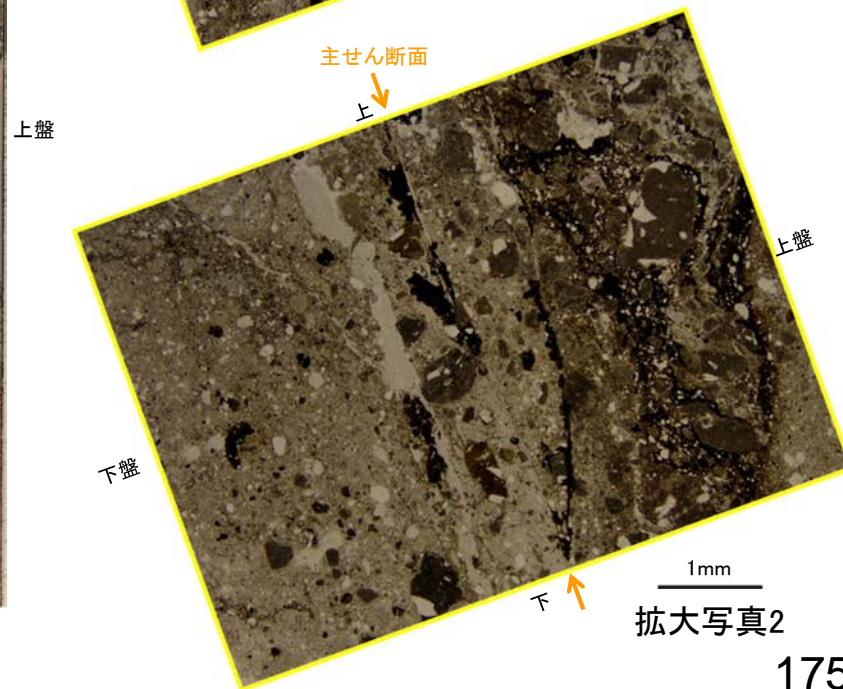
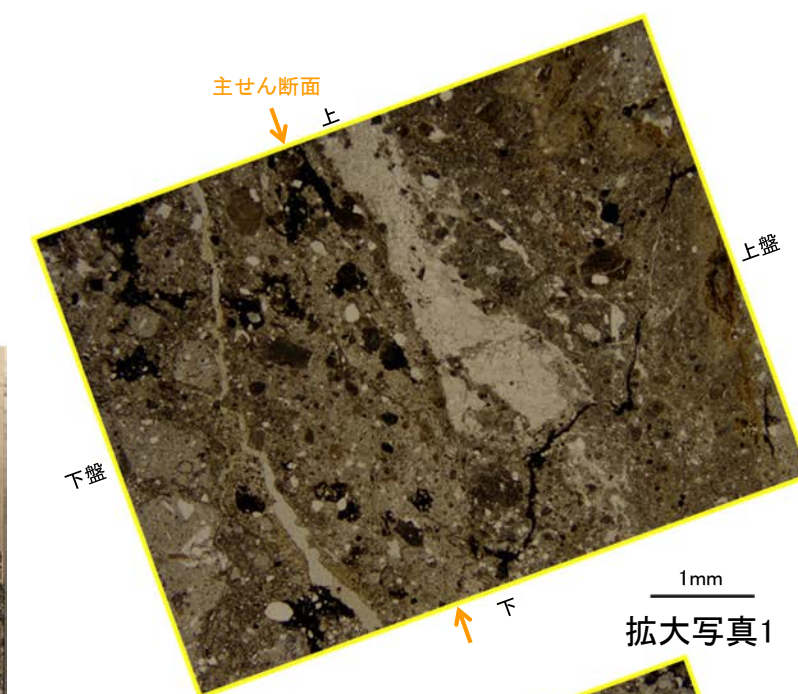
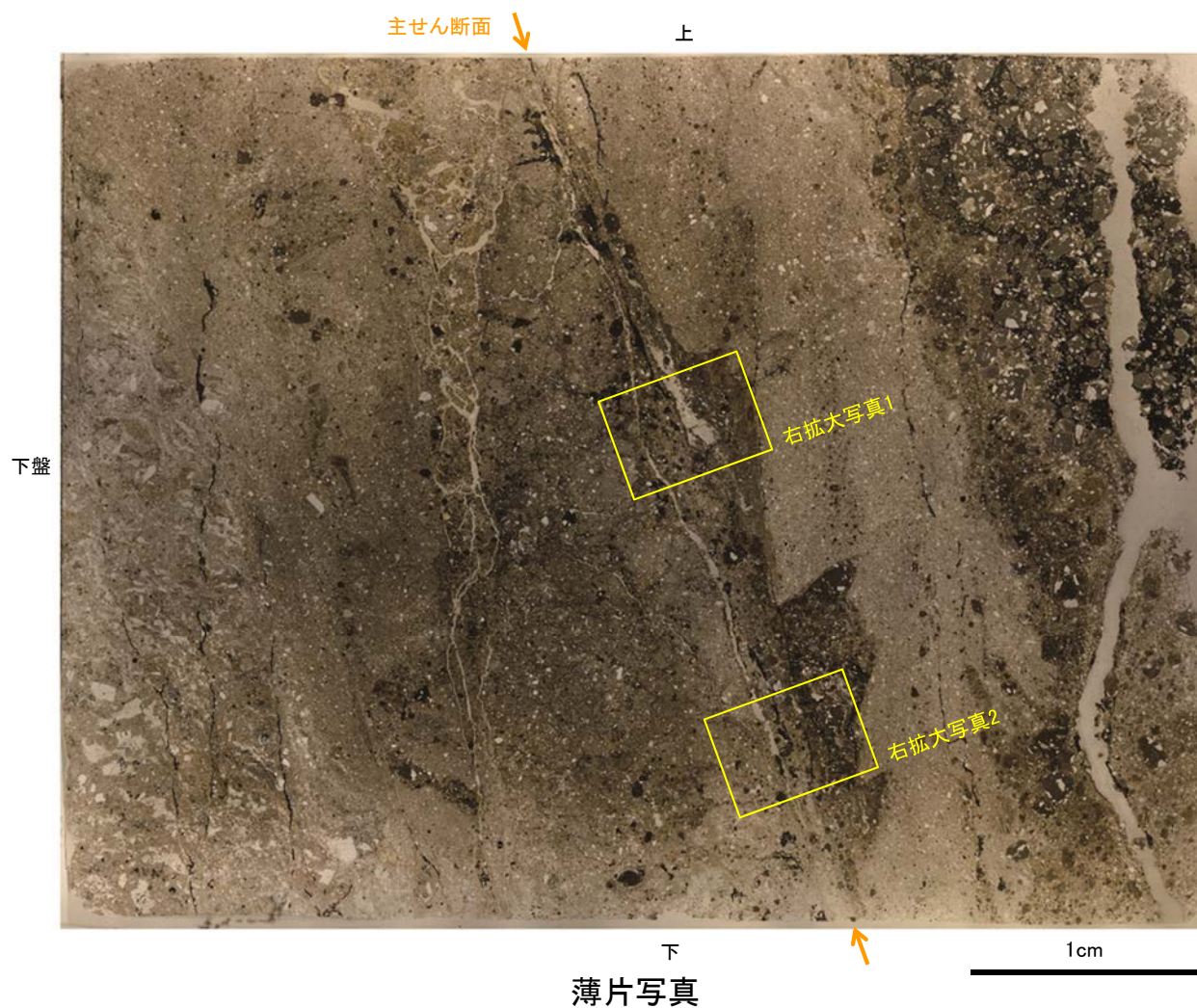
拡大写真(下は変形構造を加筆)



## 【薄片観察(単ニコル)】

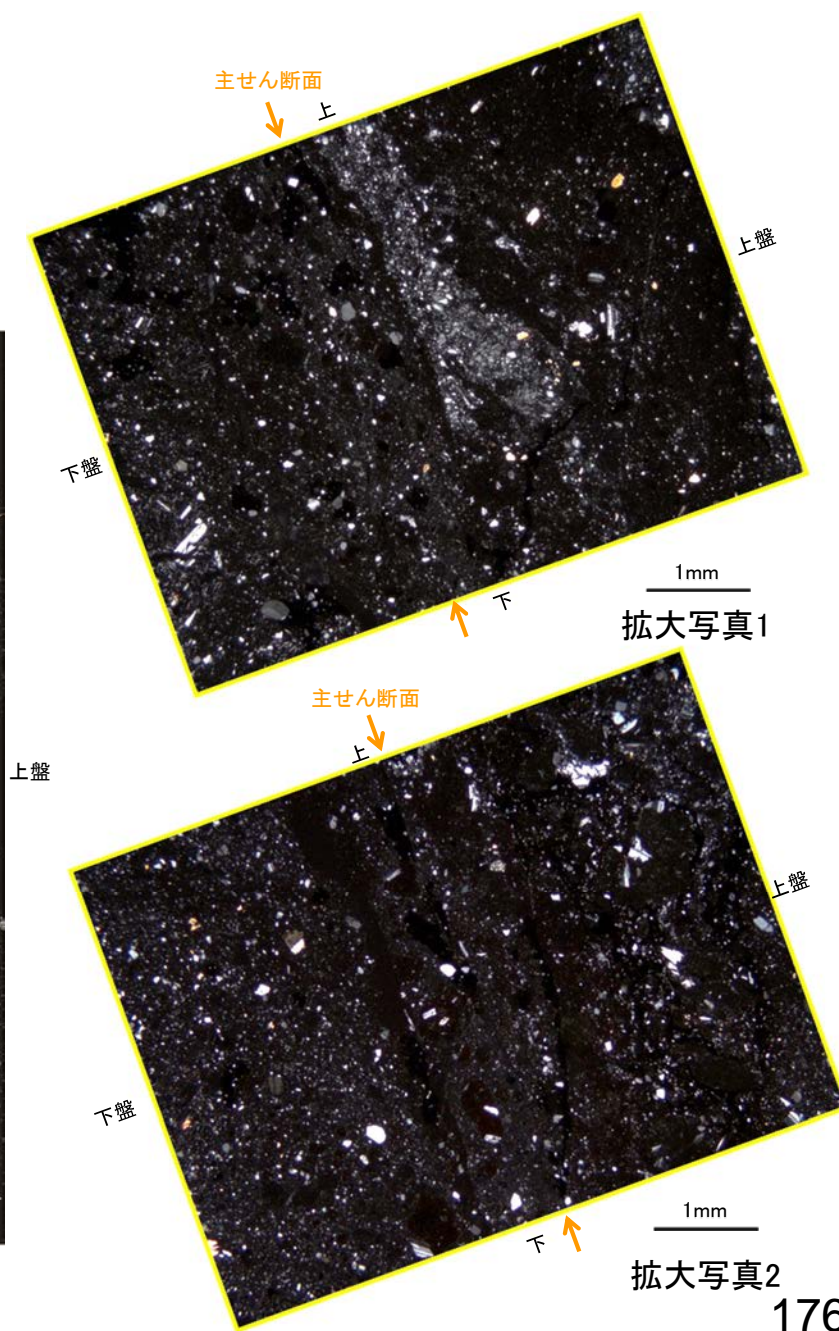
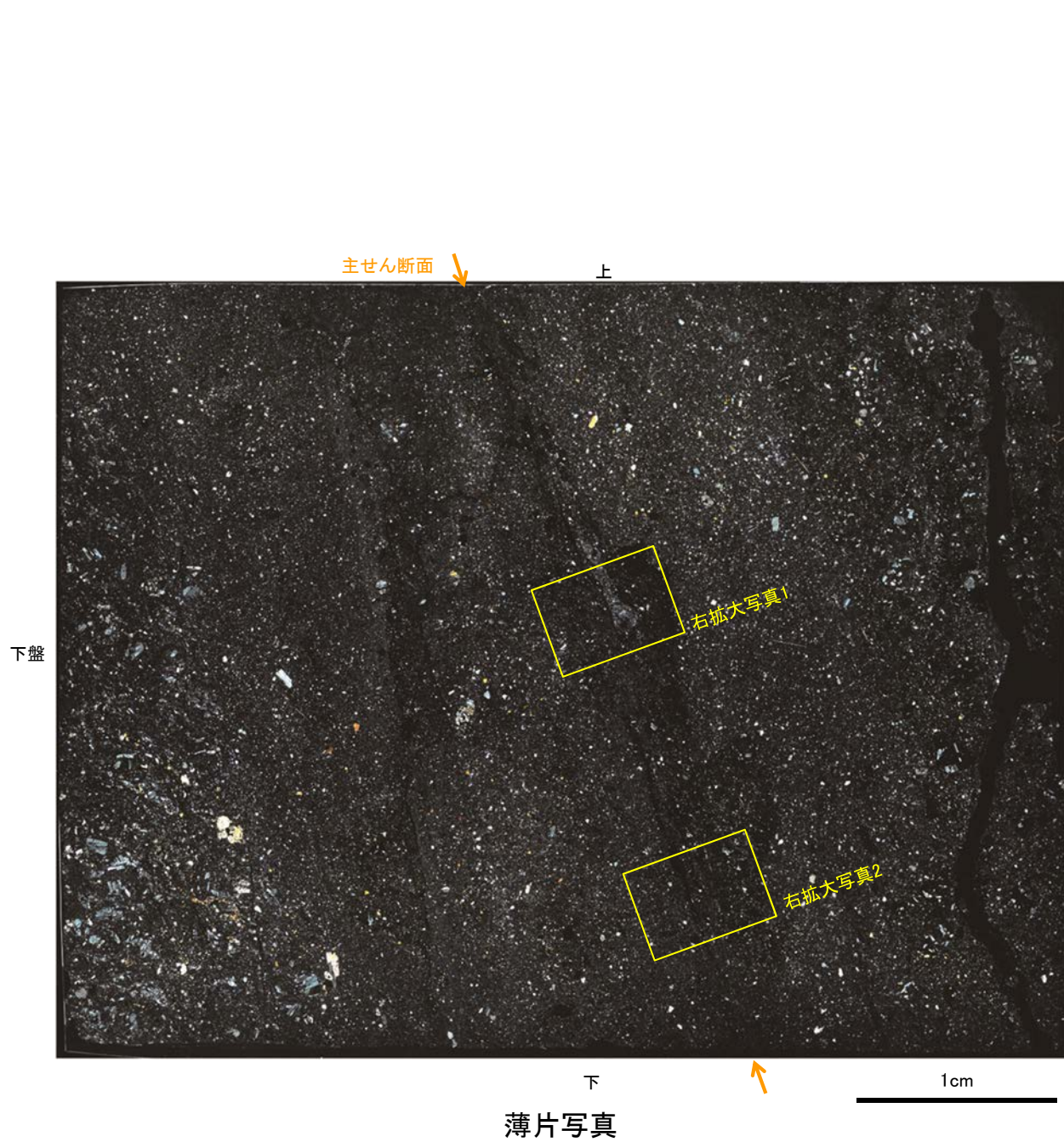
○薄片観察の結果, 研磨片で確認された主せん断面付近は, 周辺に比べて細粒なゾーンとして認められる(薄片写真)。

○主せん断面には, 直線性・連続性のよい不連続面は認められない(拡大写真1)。また, 不明瞭な不連続面が認められる箇所においては, その不連続面は密着している(拡大写真2)。





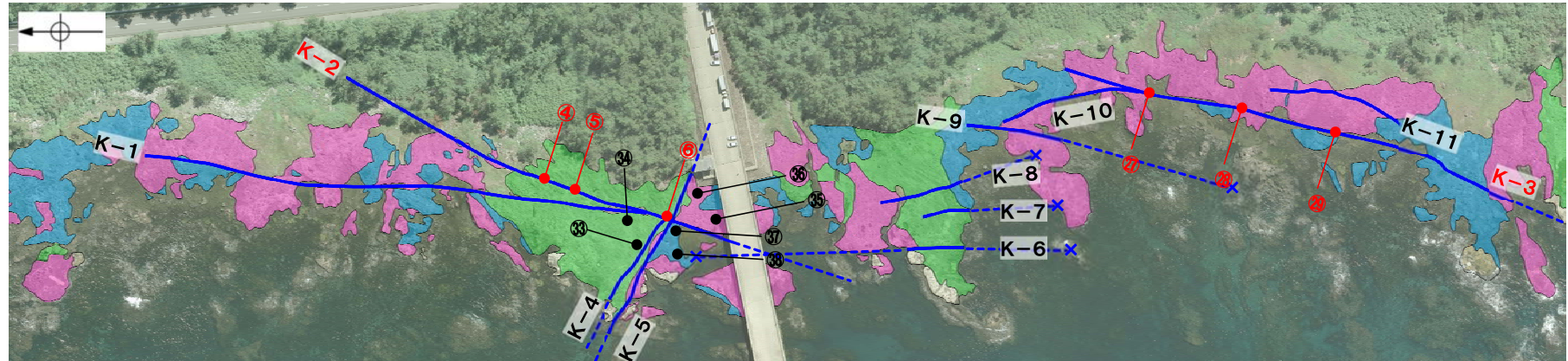
# 【薄片観察(直交ニコル)】



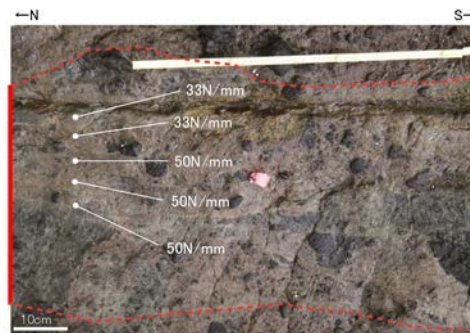


### 3.5.3(3) K-2, K-3 岩石の変位・変形構造 —④針貫入試験—

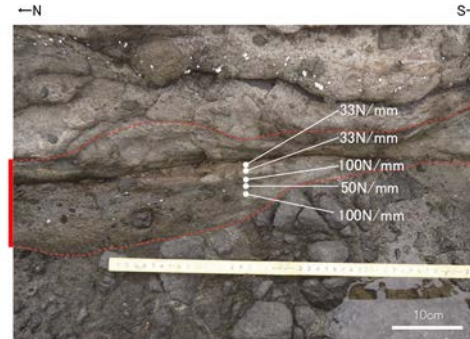
○K-2, K-3の固結した破碎部の岩石化の程度を確認するため、周辺岩盤を含めて針貫入試験を行った。  
 ○その結果、K-2, K-3の固結した破碎部は、いずれも周辺岩盤である凝灰角礫岩や安山岩(角礫質)と同程度の硬さを有していることを確認した。



※海岸部の全断層の針貫入試験データについてはデータ集6(4)参照 調査位置図



針貫入試験測定例(測点⑥, K-2)



針貫入試験測定例(測定⑳, K-3)

- 穴水累層 安山岩(均質)
- 穴水累層 安山岩(角礫質)
- 穴水累層 凝灰角礫岩
- 針貫入試験位置
- ① 赤字: 破碎部のデータ
- 黒字: 周辺岩盤のデータ
- 破碎部

凡例

- 断層(地表面)  
(破線はさらに延長する可能性のある箇所)
- x— 断層延長部の露岩域で断層が認められないことを確認したもの
- - - 断層端部を確認していないもの

#### K-2, K-3の破碎部の針貫入試験結果

試料名	測点番号	針貫入勾配(N/mm)
K-2	④	38
	⑤	42
	⑥	42
平均値		41N/mm※1

※1 3地点(各5データ)の計15データの平均値

試料名	測点番号	針貫入勾配(N/mm)
K-3	㉗	56
	㉘	50
	㉙	71
平均値		58N/mm※1

#### 周辺岩盤の針貫入試験結果

試料名	測点番号	針貫入勾配(N/mm)
凝灰角礫岩	㉓	42
	㉔	50
平均値		46N/mm※2

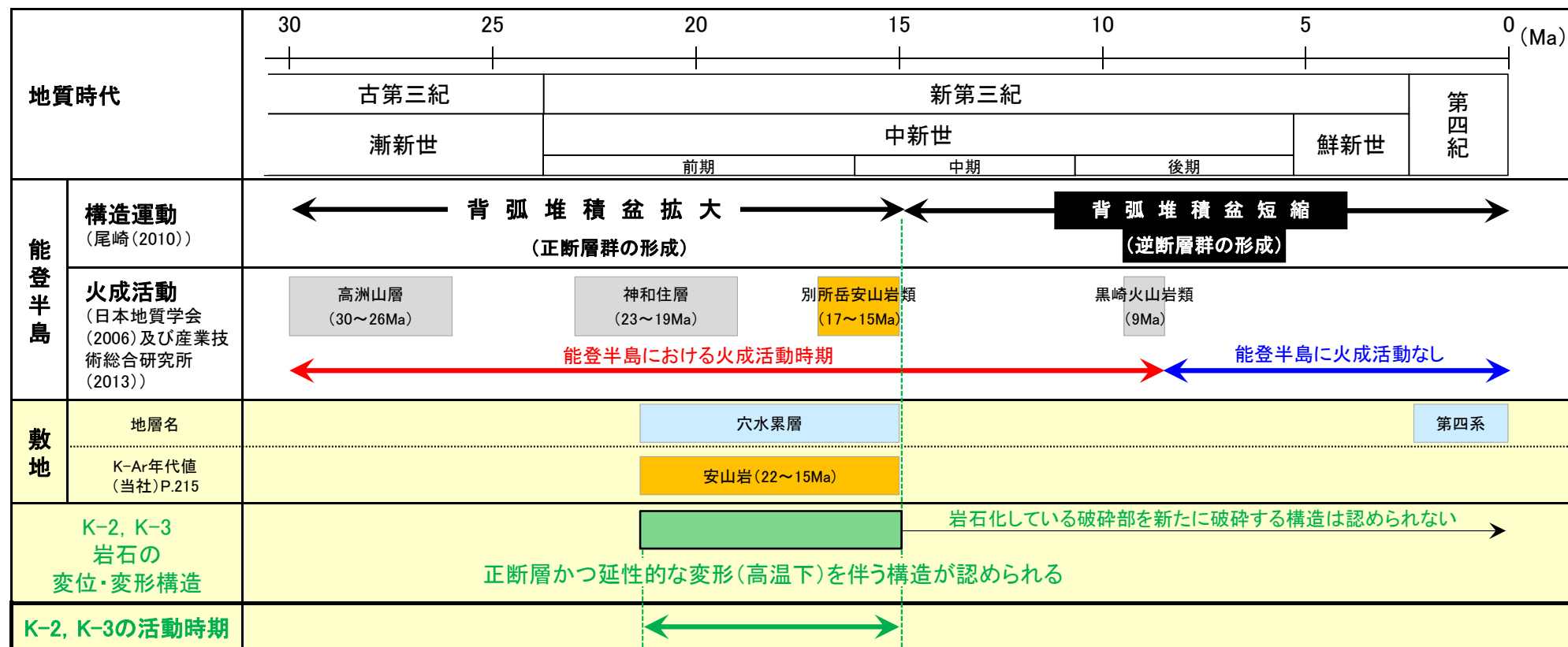
試料名	測点番号	針貫入勾配(N/mm)
安山岩(均質)	㉖	100(以上)
	㉗	100(以上)
平均値		100(以上)N/mm※2

※2 2地点(各5データ)の計10データの平均値

試料名	測点番号	針貫入勾配(N/mm)
安山岩(角礫質)	㉕	63
	㉖	63
平均値		63N/mm※2

### 3.5.4 K-2, K-3の活動性評価 —まとめ—

- K-2, K-3の変位センスは, 正断層センスである。また, 変形構造としては, 延性的に変形する構造が認められ, 破砕部全体が周辺岩盤と同程度に岩石化している。この岩石化している破砕部を新たに破砕する構造は認められない。
- 能登半島, 敷地の構造運動・火成活動の変遷を踏まえると, 正断層が顕著に見られるのは, 背弧堆積盆拡大時の中期中新世以前, 延性的な変形を形成できるのは, 高温下, すなわち, 敷地において火成活動があった中期中新世以前と考えられる。
- 以上のことから, K-2, K-3は, 中期中新世以前に活動した断層と判断され, それ以降に活動した痕跡は認められない。



能登半島, 敷地の構造運動・火成活動の変遷



#### K-2, K-3の活動性評価

- 岩石の変位・変形構造による評価を行った結果, K-2, K-3に後期更新世以降(約12~13万年前以降)の活動は認められない。



---

## 3. 6 活動性評価のまとめ

## 3.6 活動性評価のまとめ

断層	活動性評価結果
S-1	<ul style="list-style-type: none"><li>○上載地層法による評価を行った結果、S-1に後期更新世以降(約12～13万年前以降)の活動は認められない。</li><li>○有識者会合の評価に対する調査として、S-1北西部において鉱物脈法による調査を行った結果、S-1に後期更新世以降(約12～13万年前以降)の活動は認められない。</li></ul>
S-2・S-6	<ul style="list-style-type: none"><li>○上載地層法による評価を行った結果、S-2・S-6に後期更新世以降(約12～13万年前以降)の活動は認められない。</li><li>○有識者会合の評価に対する調査として、鉱物脈法による評価を行った結果、S-2・S-6に後期更新世以降(約12～13万年前以降)の活動は認められない。</li></ul>
S-4	<ul style="list-style-type: none"><li>○上載地層法による評価を行った結果、S-4に後期更新世以降(約12～13万年前以降)の活動は認められない。</li></ul>
K-2 K-3	<ul style="list-style-type: none"><li>○岩石の変位・変形構造による評価を行った結果、K-2, K-3に後期更新世以降(約12～13万年前以降)の活動は認められない。</li></ul>

S-1, S-2・S-6, S-4, K-2, K-3の5本の断層については、いずれも後期更新世以降の活動は認められない。



---

## コメント回答

[1] 土壌の遊離酸化鉄分析について	コメントNo.12
[2] S-2・S-6周辺の地形について	コメントNo.14, 15
[3] S-4の北東方への延伸について	コメントNo.28
[4] S-4トレンチについて	コメントNo.16, 17
[5] K-Ar年代について	コメントNo.18, 22
[6] 斜長石のアルバイト化の検討	コメントNo.48

## 〔1〕 土壌の遊離酸化鉄分析について

No	コメント	回答概要
12	遊離酸化鉄分析結果で用いている永塚(1975)のデータが志賀サイトで適用できるか確認すること。	・敷地を含む能登半島の赤色土壌(高位段丘面)の結晶化指数は、赤褐色土壌(中位段丘面)より大きい傾向が認められることから、永塚(1975)の遊離酸化鉄分析は、土壌化程度の指標として敷地においても適用できる。



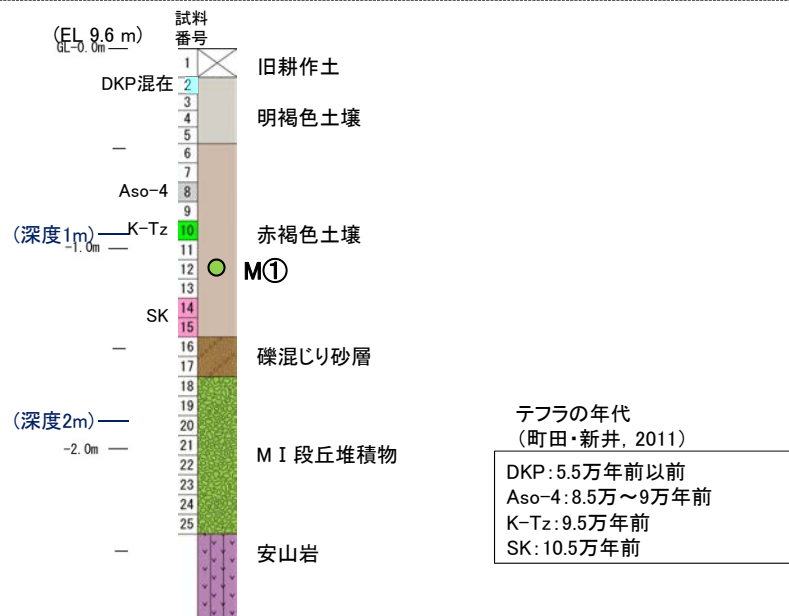
# [1] 土壤の遊離酸化鉄分析について —概要—

○中位段丘 I 面の赤褐色土壤と高位段丘 I a面の赤色土壤を対象に遊離酸化鉄分析を行い、土壤化程度の定量的な検討を行った。

○その結果、遊離酸化鉄分析による結晶化指数は、赤褐色土壤に比べ赤色土壤が大きくなる傾向があり、土壤化程度の定量的な指標として有効である。

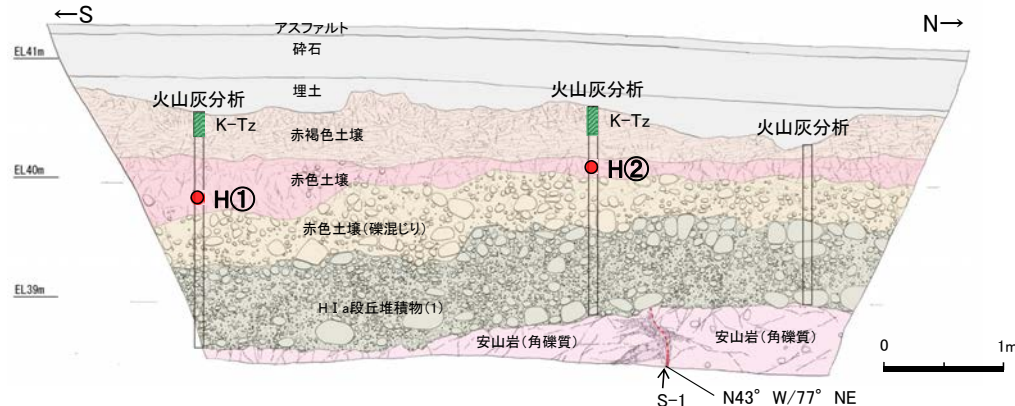
## 【中位段丘 I 面】

・敷地北方ピット火山灰確認用ボーリング(P.58)の赤褐色土壤で試料採取(下図のM①)

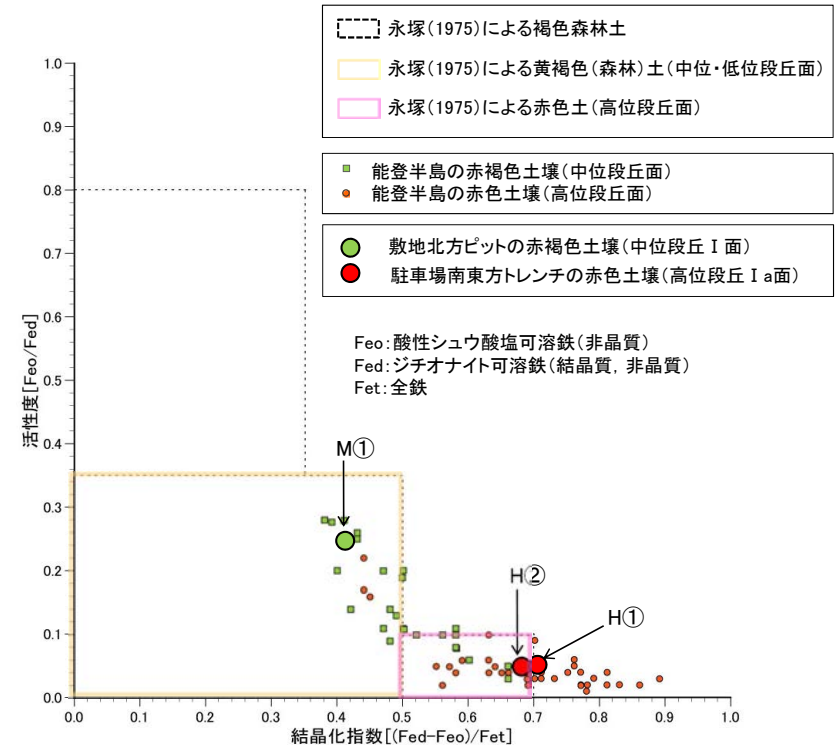


## 【高位段丘 I a 面】

・駐車場南東方トレンチ西壁面(P.82)の赤色土壤で試料採取(下図のH①及びH②)



上記以外の高位段丘 I a面の赤色土壤の遊離酸化鉄分析結果については、データ集2(2)を参照。

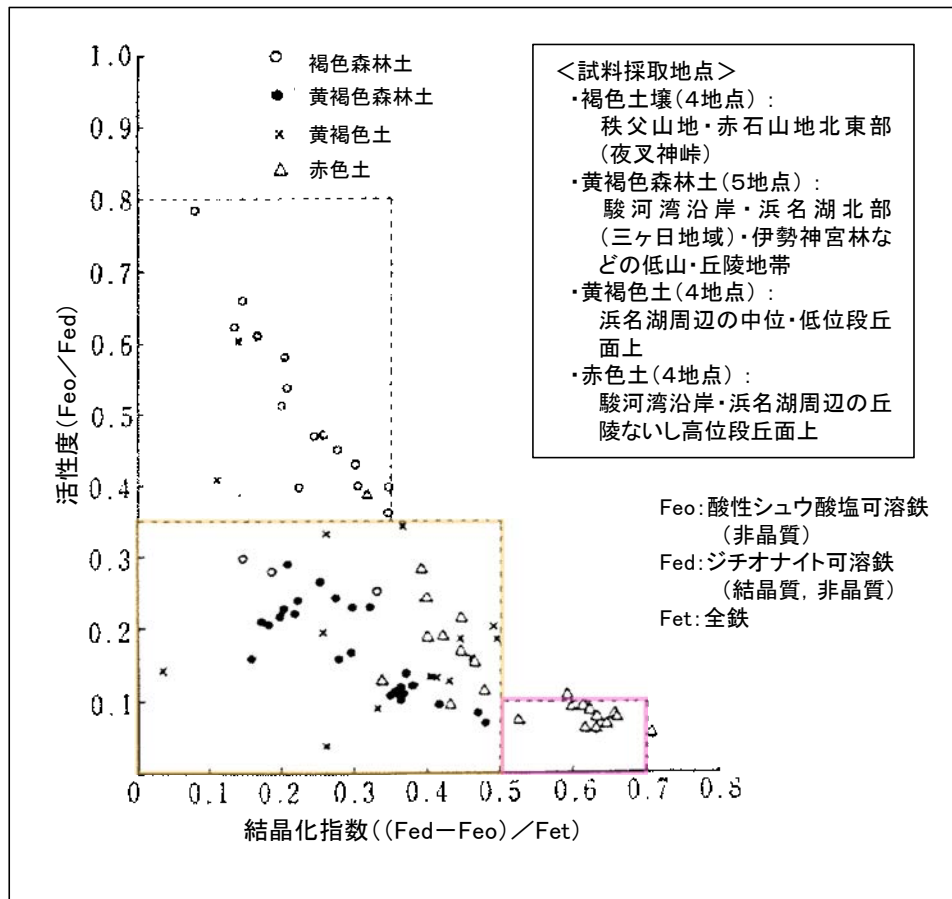


遊離酸化鉄分析結果

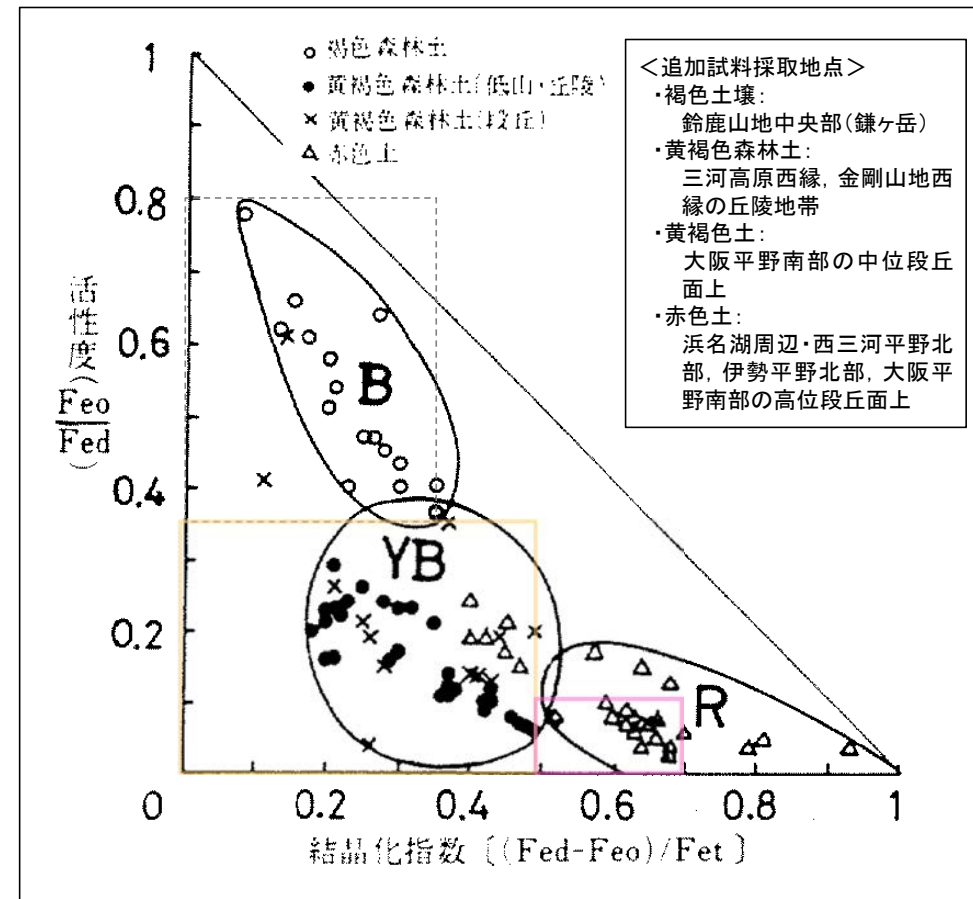
- ・東海地方の試料に基づく遊離酸化鉄分析(永塚, 1975)によれば、赤色土は黄褐色土に比べ結晶化指数が大きい。
- ・また、能登半島の試料を対象とした遊離酸化鉄分析においても同様の傾向(赤色土壤は赤褐色土壤に比べ結晶化指数が大きい)が認められている。
- ・さらに、敷地及び敷地極近傍においても、SKテフラ(10.5万年前)を挟在する赤褐色土壤(敷地北方ピット)に比べ、赤褐色土壤の下位に分布する赤色土壤(駐車場南東方トレンチ)の結晶化指数は大きい。

# [1] 土壤の遊離酸化鉄分析について —永塚(1975)—

○東海地方の試料に基づく遊離酸化鉄分析(永塚, 1975)によれば, 赤色土は黄褐色土に比べ結晶化指数が大きい。



褐色森林土・黄褐色(森林)土・赤色土の遊離酸化鉄の活性度と結晶化指数の分布図 (永塚, 1975)



褐色森林土・黄褐色森林土・赤色土の遊離酸化鉄の活性度と結晶化指数の分布領域 (永塚, 1975)

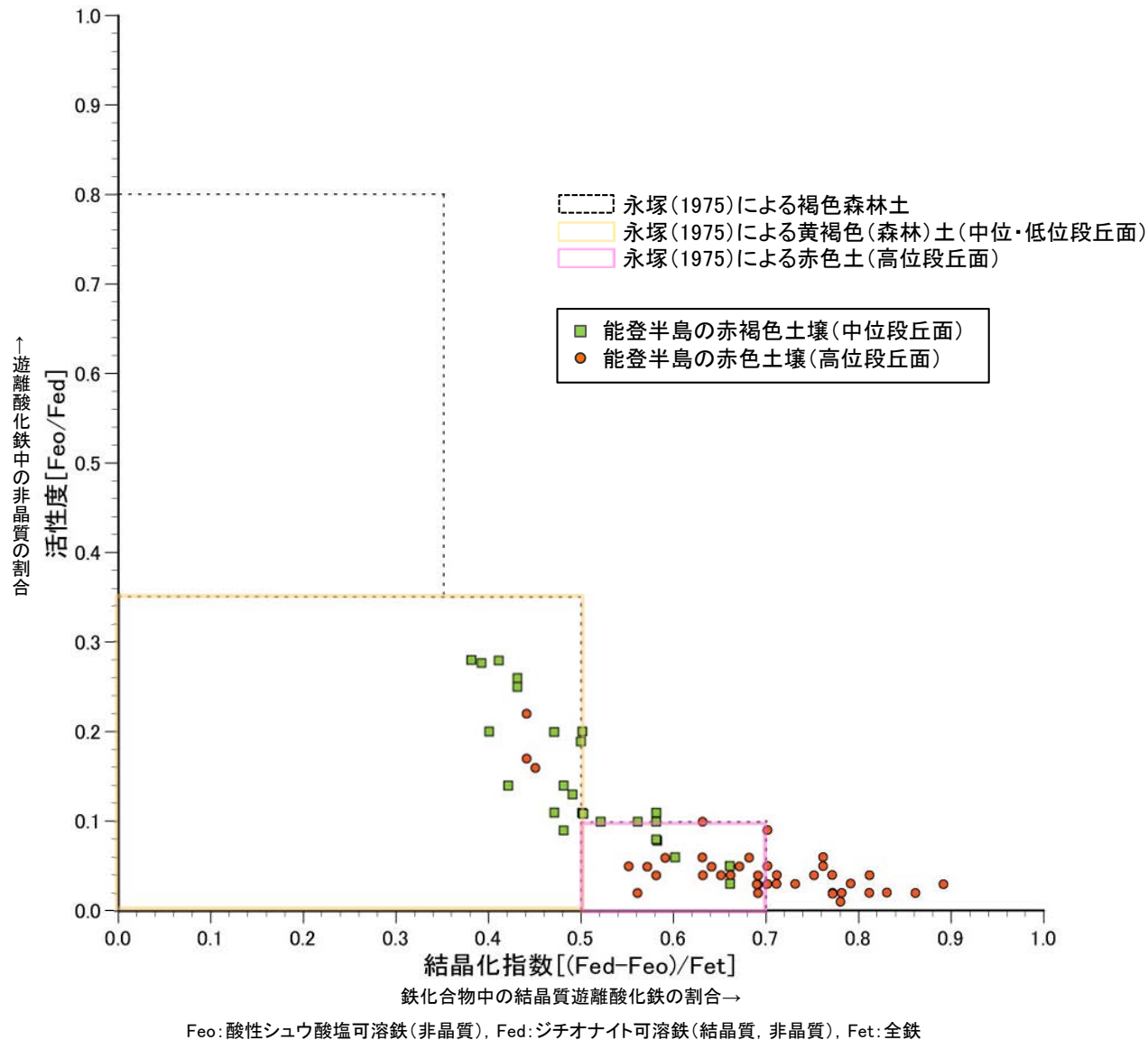
- ・遊離酸化鉄の活性度と結晶化指数は, 褐色森林土, 黄褐色(森林)土, 赤色土に対応した3つの異なったグループに分かれて分布する傾向がある。
- ・赤色土は黄褐色土に比べ結晶化指数が大きく, 活性度と結晶化指数は, 土壤を定量的に3つのグループに識別するための指標として, きわめて有効であるといえる。



# [1] 土壤の遊離酸化鉄分析について —能登半島—

○遊離酸化鉄分析の適用性について確認するため、能登半島の段丘面に分布する赤褐色土壤と赤色土壤の遊離酸化鉄分析を実施した。

○その結果、能登半島の赤色土壤(高位段丘面)の結晶化指数は、赤褐色土壤(中位段丘面)より大きい傾向が認められることから、永塚(1975)の遊離酸化鉄分析は、土壤化程度の指標として敷地においても適用できる。



遊離酸化鉄分析結果

---

余白

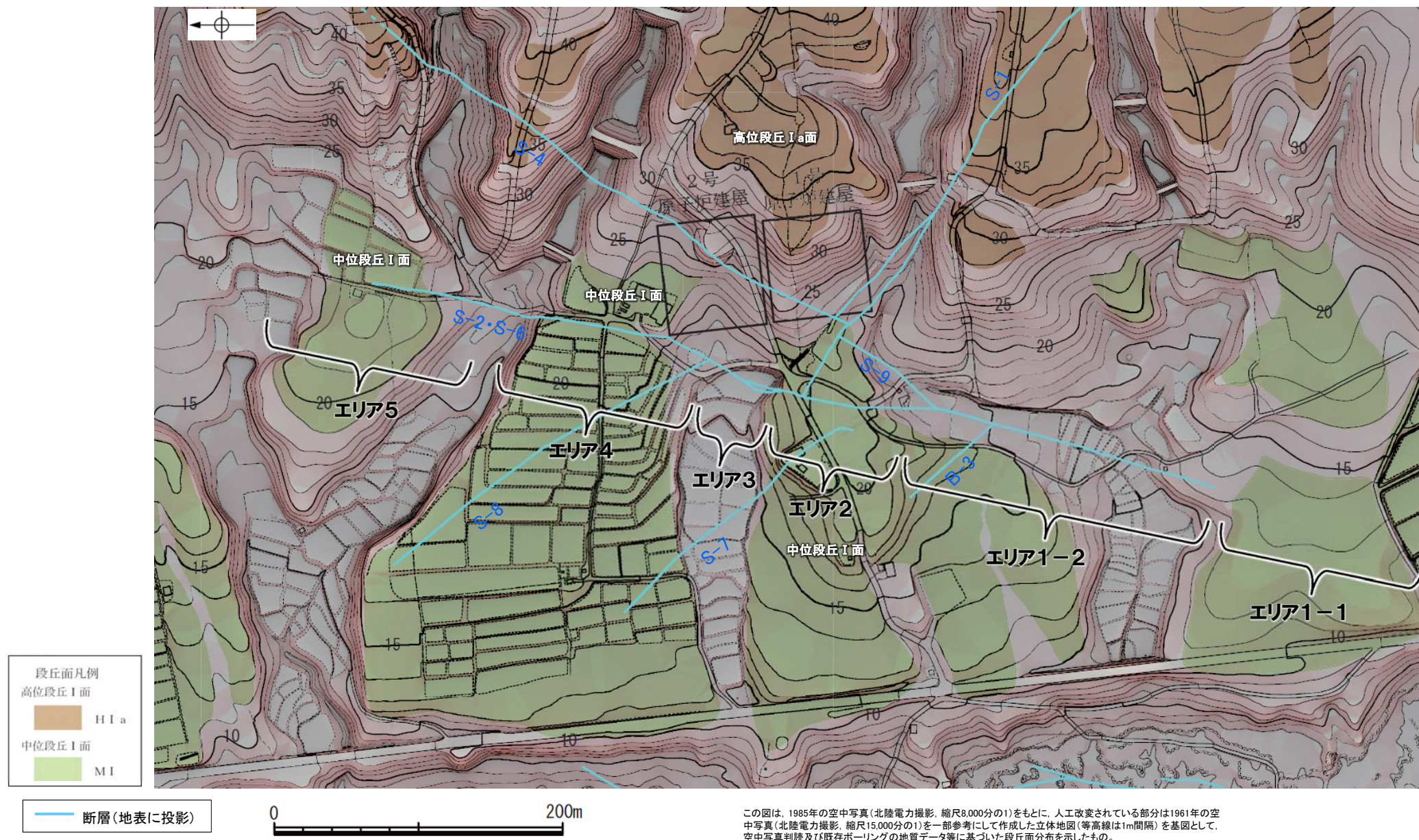


## [2] S-2・S-6周辺の地形について

No	コメント	回答概要
14	S-2・S-6の北方に認められる西側が高い地形(凸状地形)の部分だけではなく、S-2・S-6に沿った全体の地形について説明すること。	・S-2・S-6に沿って地形の特徴を基にエリアごとに分割し、詳細に調査した結果、S-2・S-6沿いにはリニアメント・変動地形は認められない。
15	S-2・S-6の北方に認められる西側が高い地形(凸状地形)は岩盤上面の起伏を反映した組織地形であるとの評価について、平面図だけでなく断面図も提示して説明すること。	・ボーリング調査結果を踏まえた「凸状地形」付近の断面図を作成した。 ・「凸状地形」付近で実施したボーリング調査によれば、断層は認められず、「凸状地形」の頂部付近には、相対的に堅硬である安山岩(均質)が周辺よりもやや優勢に分布していることから、「凸状地形」は、波蝕台形成時における岩盤上面の起伏を反映した局所的なものと推定される。

## [2] S-2・S-6周辺の地形 ー平面図ー

○空中写真判読及び詳細DEM解析を実施し、S-2・S-6に沿って地形の特徴を基にエリアごとに分割し、リニアメント・変動地形の判読を行った。エリアごとの詳細調査結果を踏まえると、S-2・S-6沿いにリニアメント・変動地形は認められない。(下図に示した各エリア毎の調査結果については、次頁以降に示す)

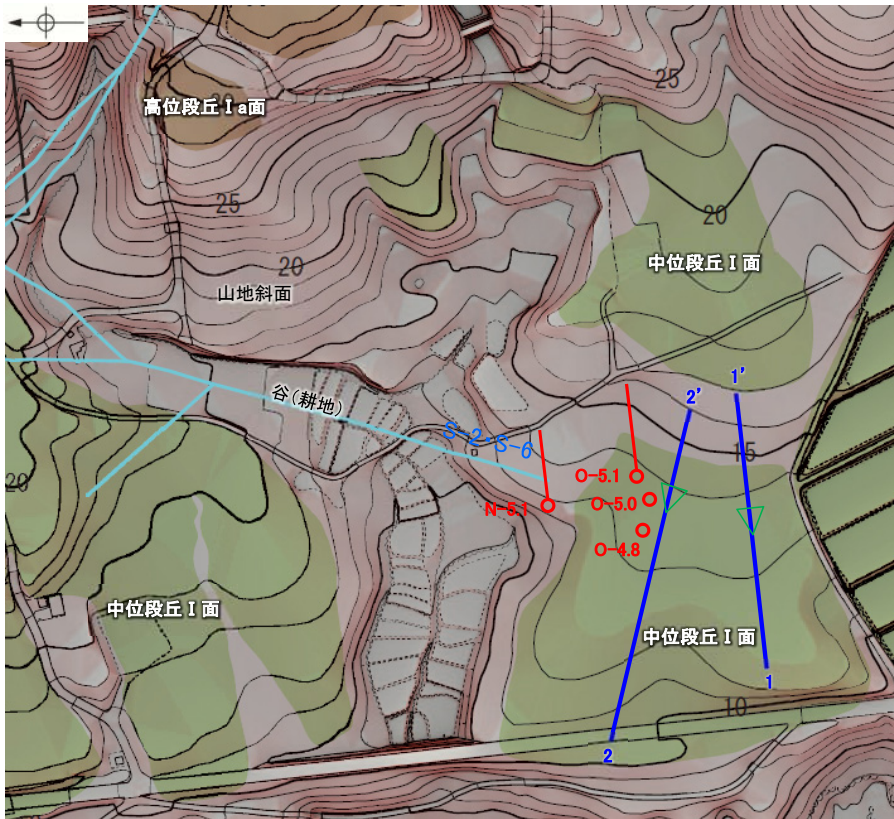


この図は、1985年の空中写真(北陸電力撮影、縮尺8,000分の1)をもとに、人工改変されている部分は1961年の空中写真(北陸電力撮影、縮尺15,000分の1)を一部参考にして作成した立体地図(等高線は1m間隔)を基図として、空中写真判読及び既存ボーリングの地質データ等に基づいた段丘面分布を示したものである。

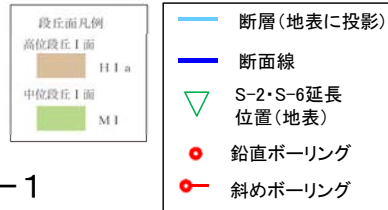
断層位置図(基図は旧地形の段丘面分布図)



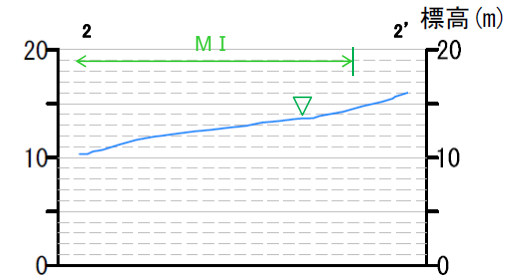
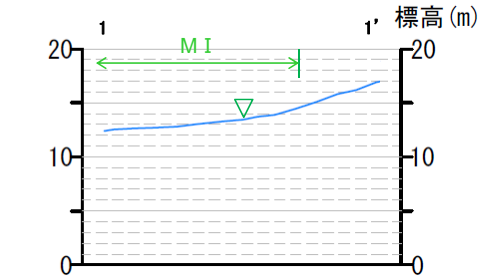
## [2] S-2・S-6周辺の地形 - エリア1-1における調査結果 -



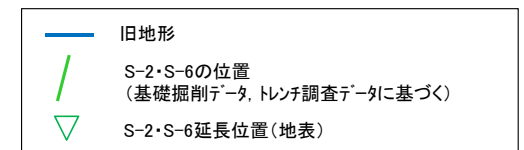
0 100m



エリア1-1



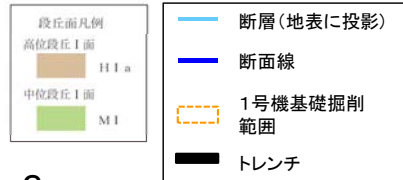
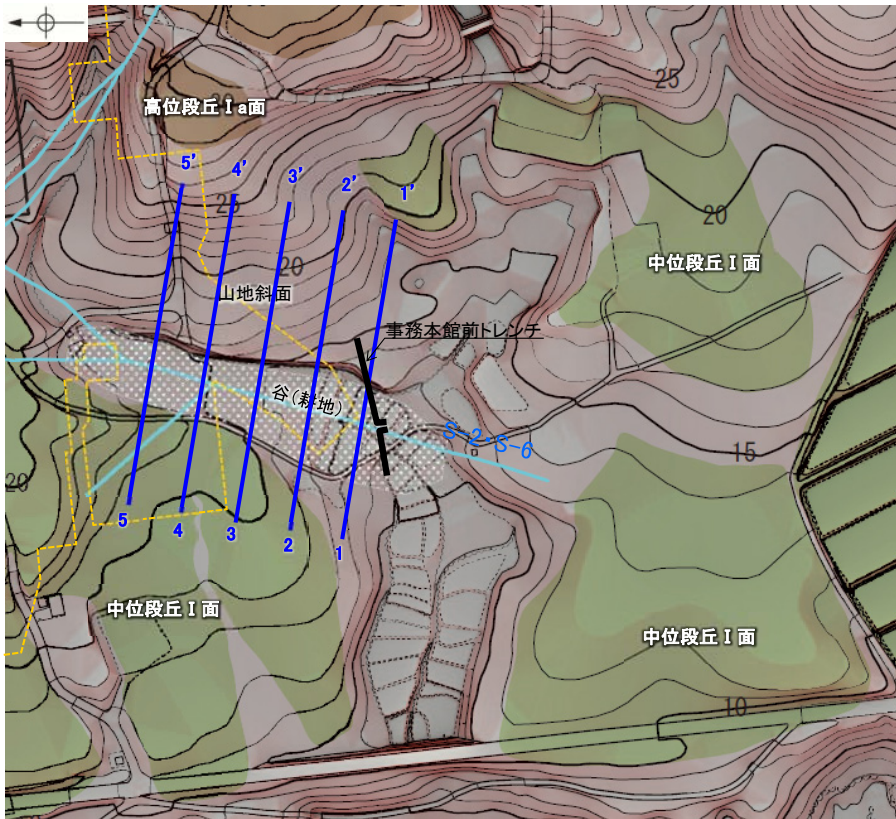
0 100m



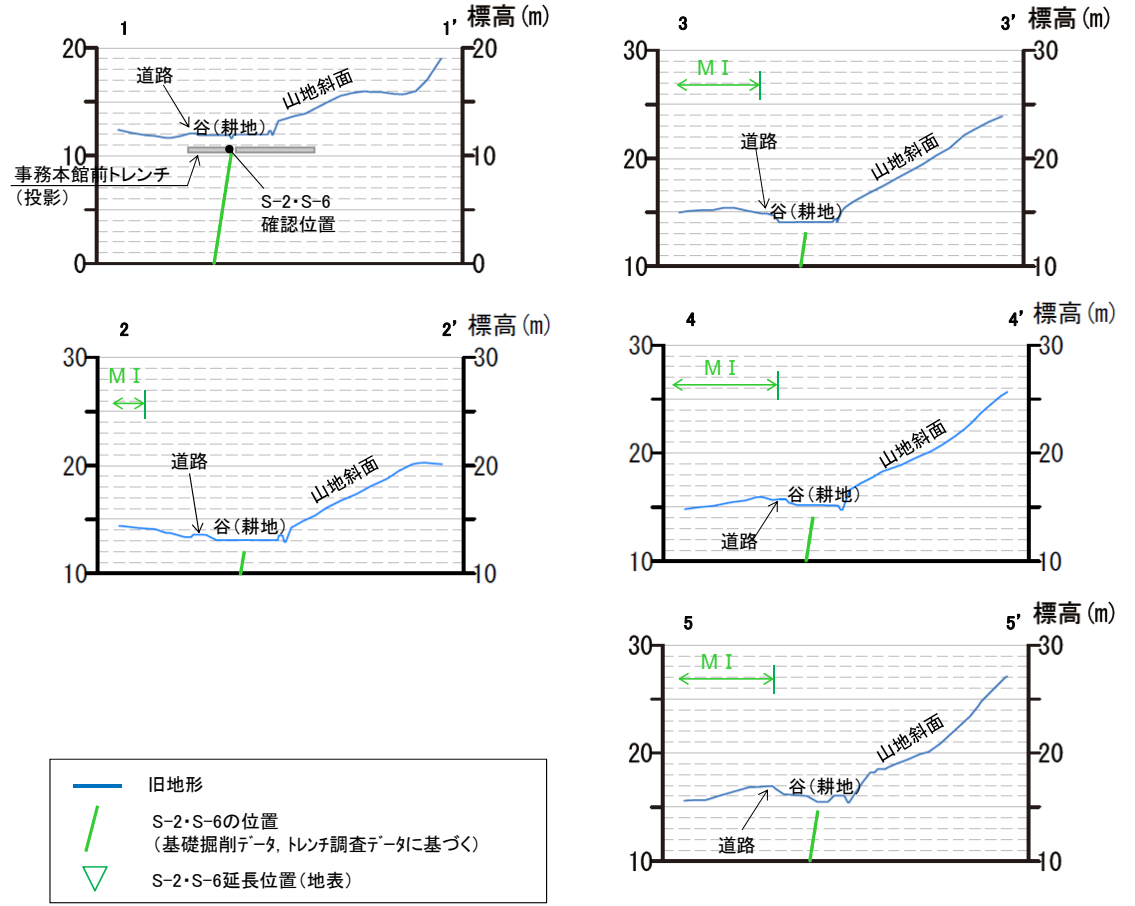
地形断面図(H:V=1:5)

S-2・S-6周辺の地形	・S-2・S-6南方延長部では、中位段丘I面はほぼ同一勾配となっており、傾斜変換等は認められない。
地質データ	・ボーリング調査の結果によれば、S-2・S-6はN-5.1孔以南のボーリング孔では認められない。
考察	➢ 「地形」及び「地質」データを踏まえると、S-2・S-6は本エリアには連続しない。

# [2] S-2・S-6周辺の地形 - エリア1-2における調査結果 -



エリア1-2

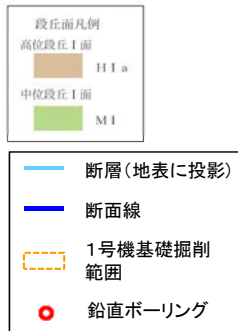
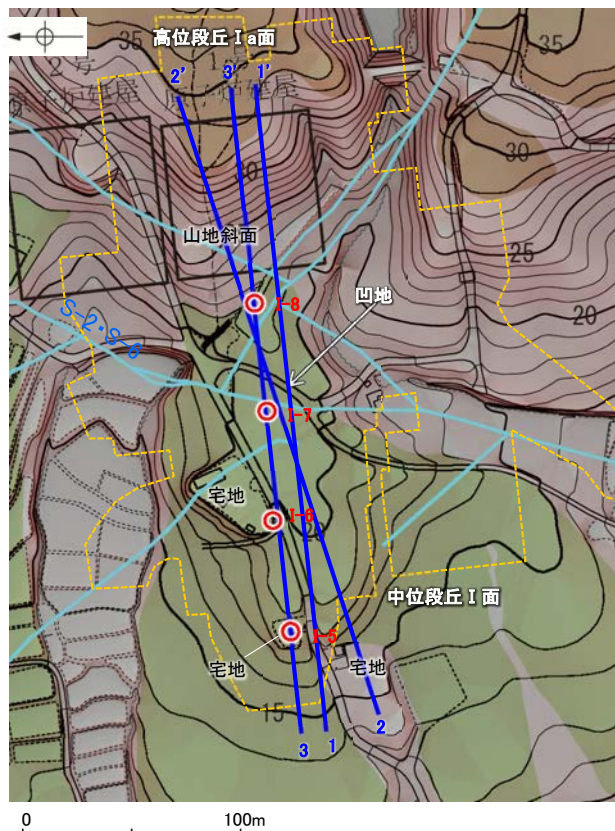


地形断面図(H:V=1:5)

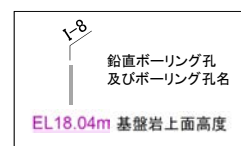
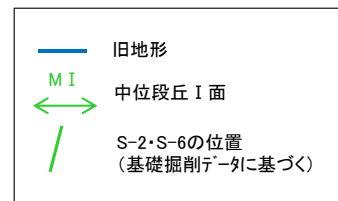
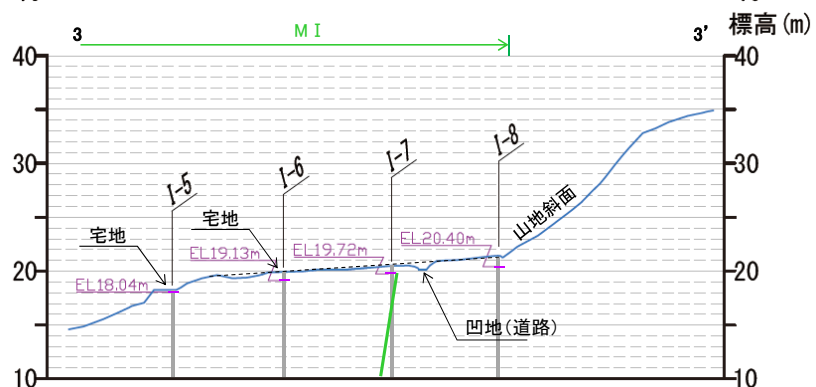
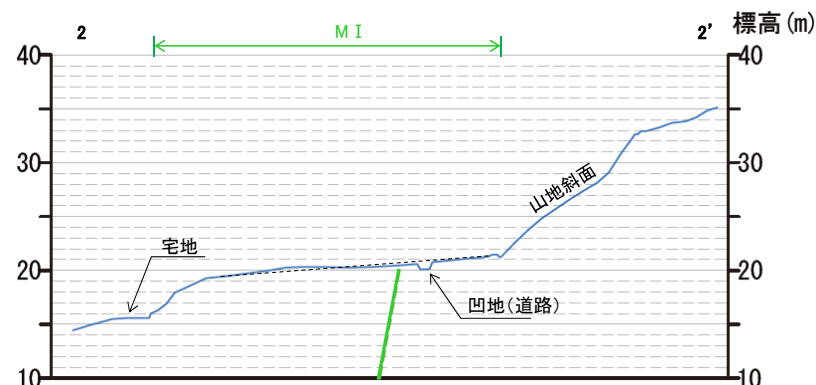
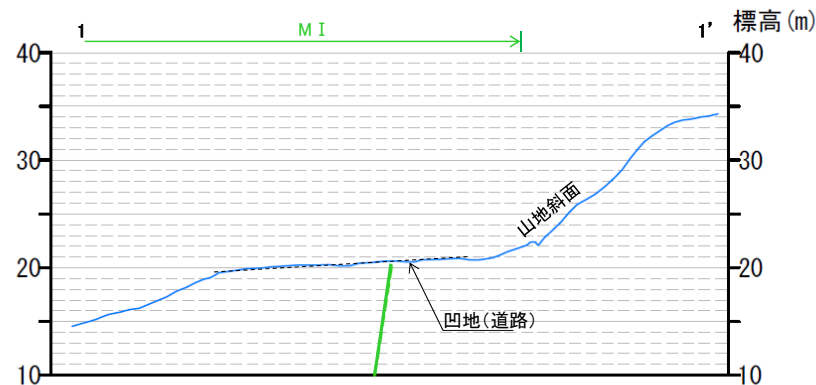
S-2・S-6周辺の地形	・S-2・S-6周辺には、谷が認められる。
地質データ	・1号機基礎掘削データ及び事務本館前トレンチ調査の結果によれば、S-2・S-6以外に断層等の構造は認められない(1-1'断面)。
考察	➢「地質」データを踏まえると、S-2・S-6周辺に認められる谷はS-2・S-6周辺が相対的弱部となり差別侵食を受けて形成されたものと推定される。



# [2] S-2・S-6周辺の地形 - エリア2における調査結果 -



エリア2

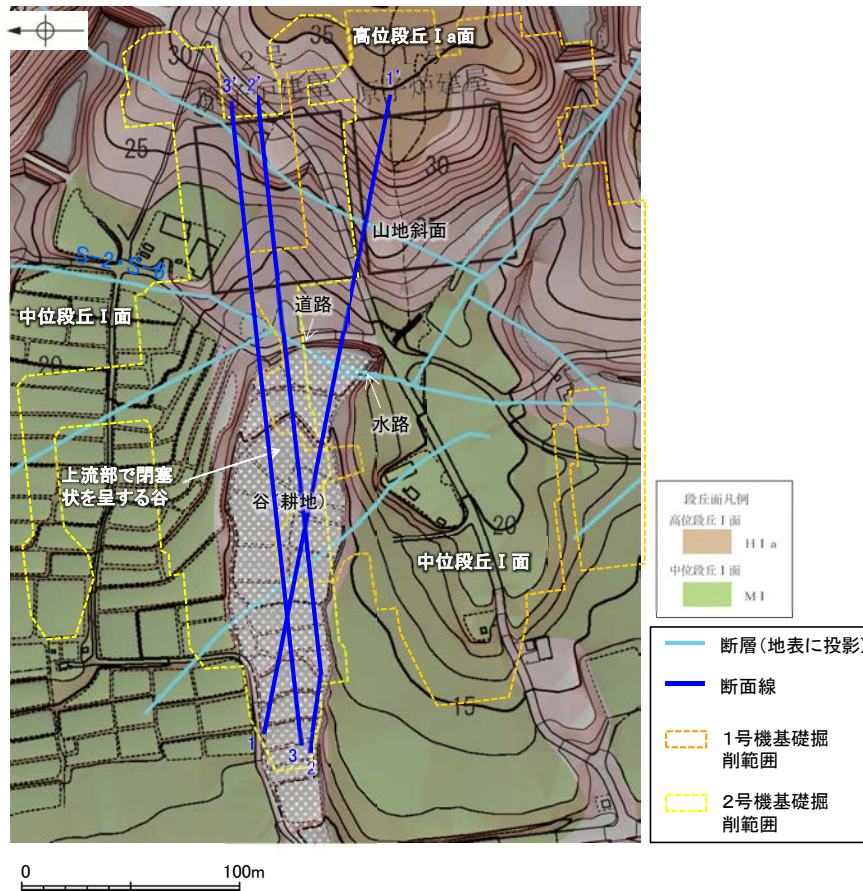


--- 同一勾配を示す補助線

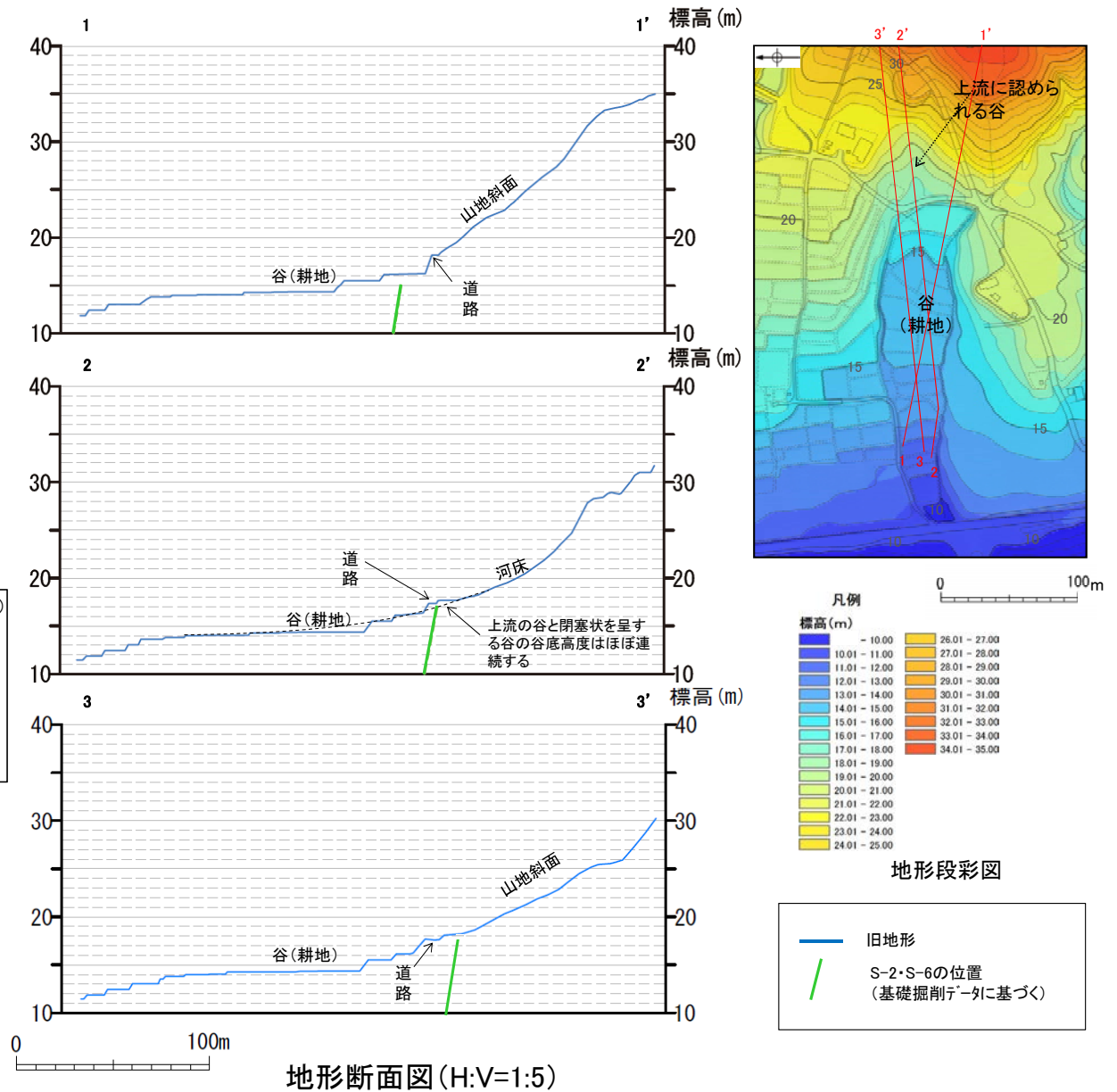
地形断面図(H:V=1:5)

S-2・S-6周辺の地形	<ul style="list-style-type: none"> <li>・S-2・S-6の東方には凹地が認められる。</li> <li>・凹地及びS-2・S-6を挟んで、いずれの断面も中位段丘I面はほぼ同一勾配となっており、傾斜変換等は認められない。(2-2'断面においてS-2・S-6の約50m西側に海側がやや高い地形が認められるが、その高まりは最大でも50cm程度の小さなものであるとともに隣接する2つの断面(1-1', 3-3'断面)では認められないことから、局所的なものであると考えられる)。</li> </ul>
地質データ	・50m間隔のボーリングデータによれば、凹地及びS-2・S-6を挟んで、中位段丘I面下の岩盤上面高度は、海側に向かって徐々に低下する(3-3'断面)。
考察	➢ 「地形」及び「地質」データを踏まえると、S-2・S-6の東方に認められる凹地は道路建設による改変により形成されたものと推定される。

# [2] S-2・S-6周辺の地形 - エリア3における調査結果 -



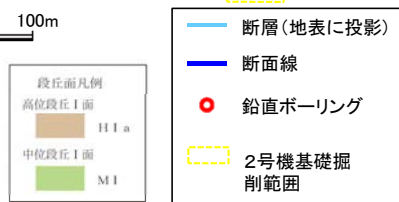
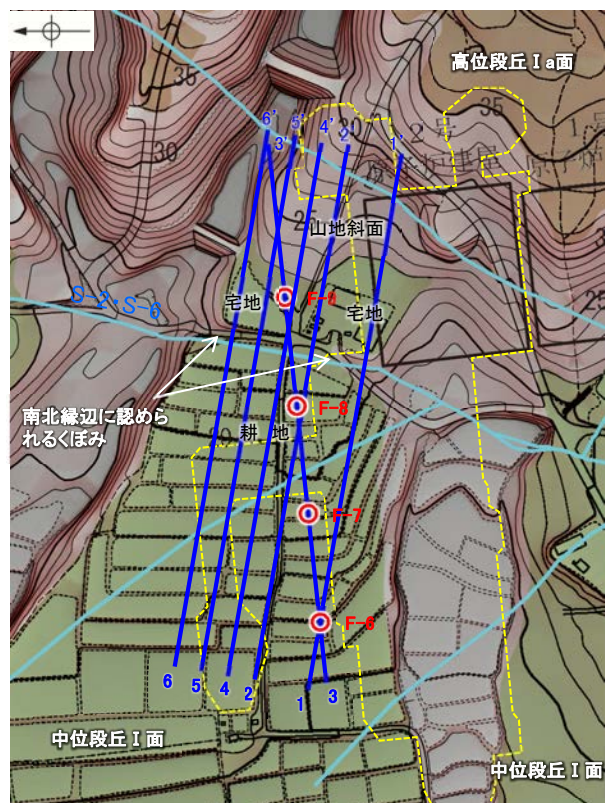
エリア3



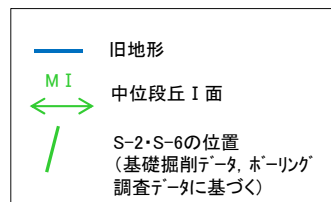
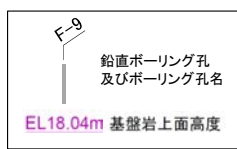
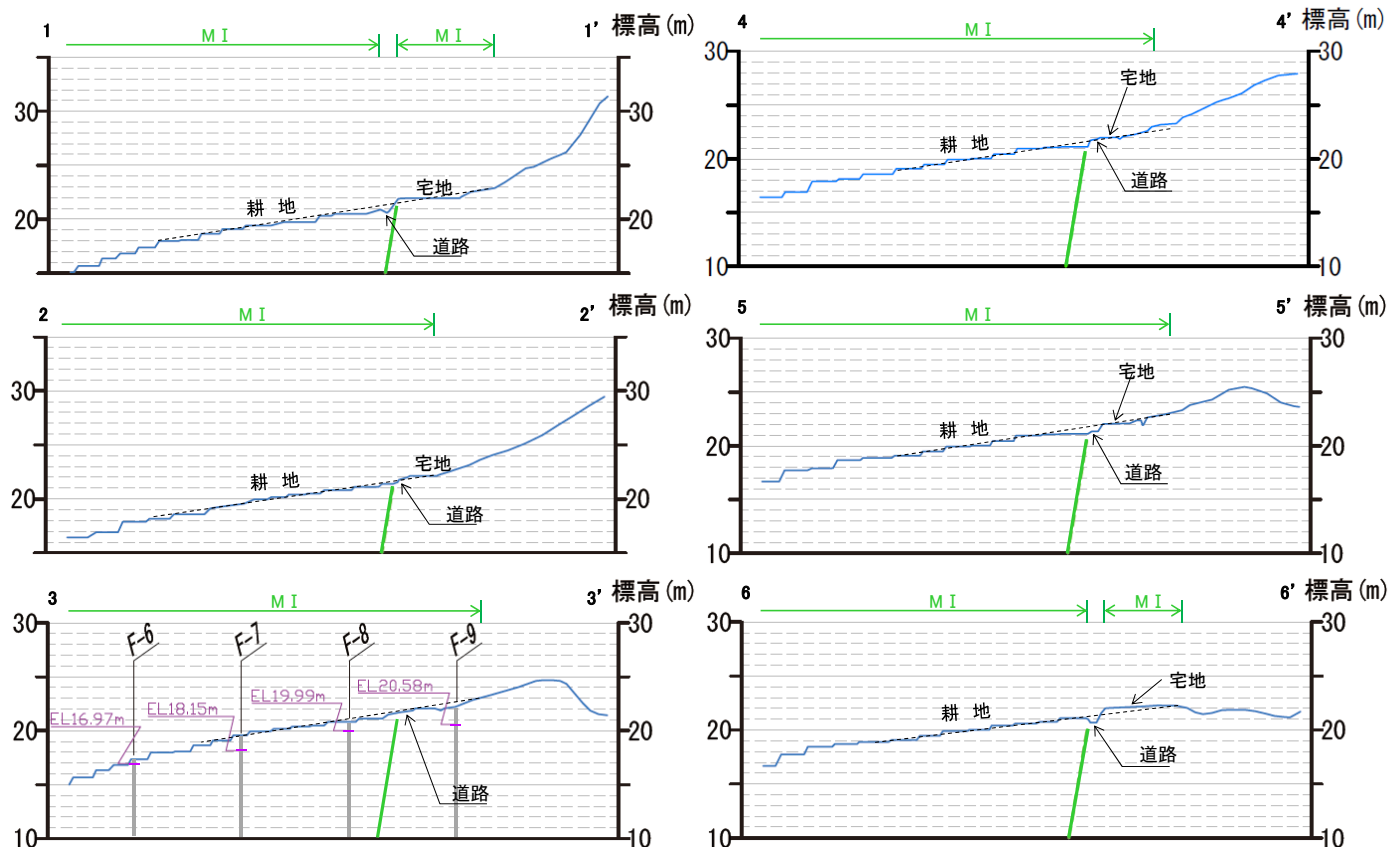
S-2・S-6周辺の地形	<ul style="list-style-type: none"> <li>・S-2・S-6周辺には、上流部で閉塞状を呈する谷が認められる。</li> <li>・閉塞状を呈する谷の位置には、人工的に改変された地形(道路)が認められる。</li> <li>・上記地形(道路)の上流にも谷が認められ(地形段彩図)、この谷と閉塞状を呈する谷の谷底高度はほぼ連続する。(2-2' 断面)</li> <li>・谷(耕地)は、谷幅に比べて浅く、また、道路上流部の谷の長さに対して谷幅が広い。</li> </ul>
考察	> 「地形」データを踏まえると、閉塞状を呈する谷は、道路建設及び耕地整備による改変により形成されたものと推定される。



# [2] S-2・S-6周辺の地形 - エリア4における調査結果 -



エリア4

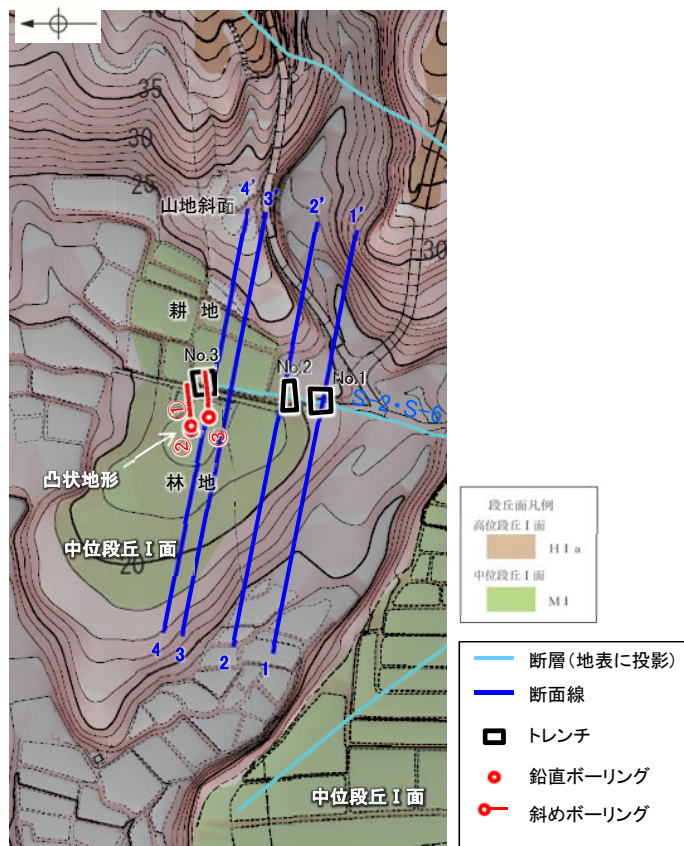


同一勾配を示す補助線

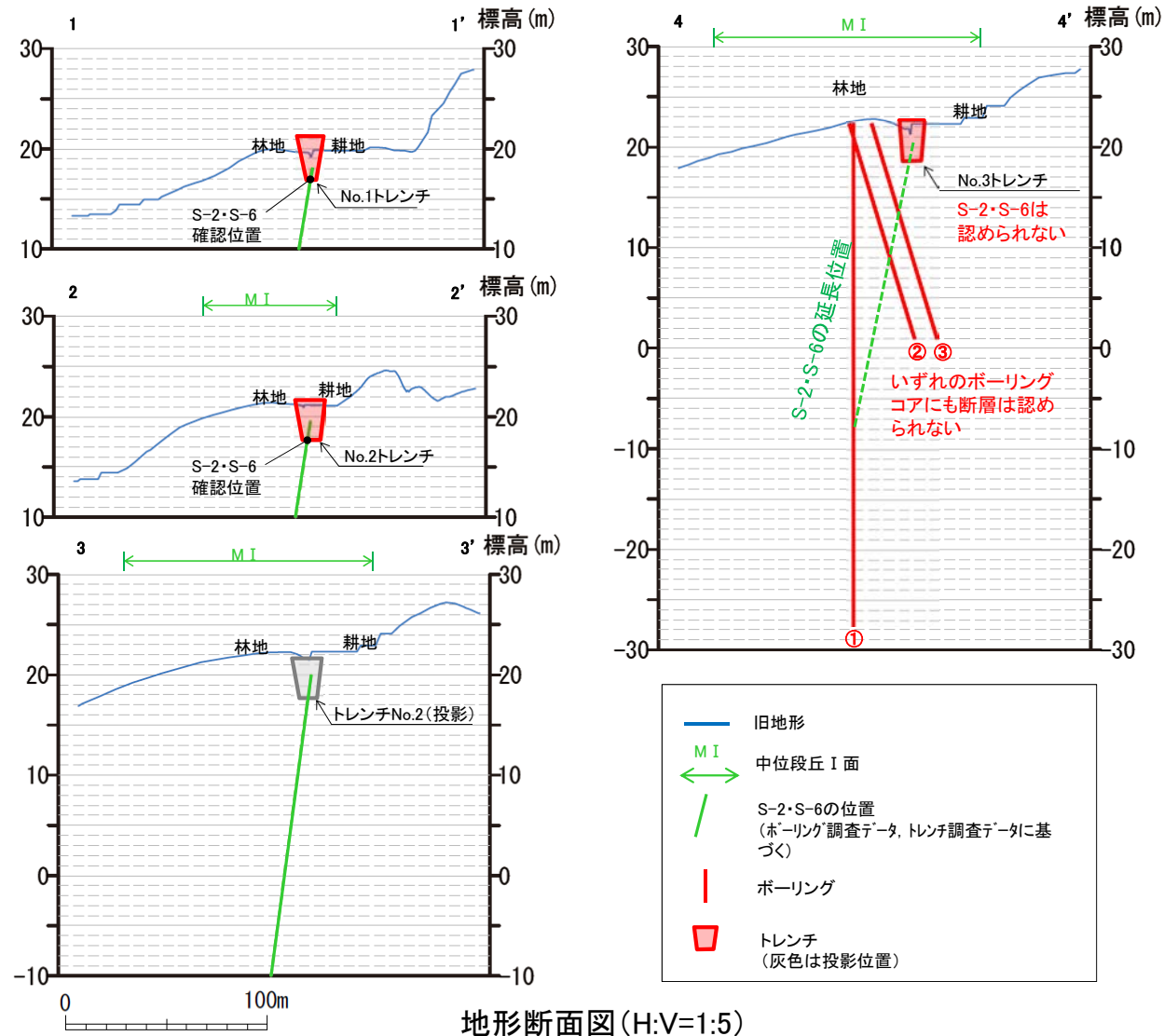
地形断面図(H:V=1:5)

S-2・S-6周辺の地形	<ul style="list-style-type: none"> <li>・S-2・S-6周辺の段丘面の南北縁辺(道路付近)には、くぼみが認められ、段丘面の中央部ではくぼみは認められない(2-2', 3-3', 4-4' 断面)。</li> <li>・くぼみの有無に関わらず、S-2・S-6を挟んで、いずれの断面も段丘面ではほぼ同一勾配となっており、傾斜変換等は認められない。</li> </ul>
地質データ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・50m間隔のボーリングデータによれば、S-2・S-6を挟んで、中位段丘I面下の岩盤上面高度は、海側に向かって徐々に低下する(3-3' 断面)。</li> </ul>
考察	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 「地形」及び「地質」データを踏まえると、段丘面の南北縁辺に認められるくぼみは、S-2・S-6周辺が相対的弱部となり側方侵食により形成されたものと推定される。</li> </ul>

## [2] S-2・S-6周辺の地形 - エリア5における調査結果 -



エリア5

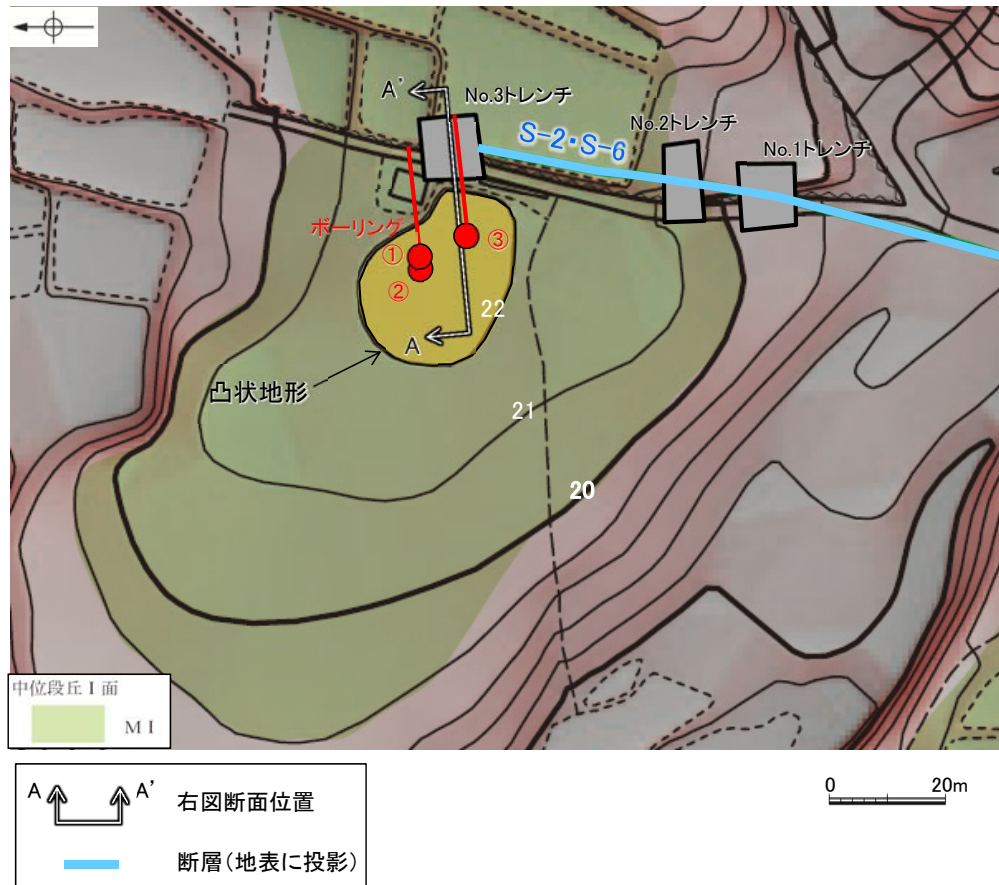


S-2・S-6周辺の地形	・S-2・S-6の北方に西側が高い「凸状地形」が認められる。
地質データ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・傾斜変換の位置におけるトレンチ調査の結果、岩盤中にS-2・S-6が確認され、同岩盤を覆う堆積物に変位・変形は認められない(1-1', 2-2' 断面)。</li> <li>・「凸状地形」が最も顕著な箇所に位置するNo.3トレンチには、S-2・S-6は認められず、更にその付近で実施した深部方向へのボーリング調査でも断層は認められない(4-4' 断面, 詳細はP.194~195参照)。</li> <li>・「凸状地形」の頂部付近には、相対的に堅硬である安山岩(均質)が周辺よりもやや優勢に分布している(詳細はP.196~198参照)。</li> </ul>
考察	➢ 「地質」データ及び「エリア1~4」の考察結果を踏まえると、「凸状地形」は、波蝕台形成時における岩盤上面の起伏を反映した局所的なものと推定される。

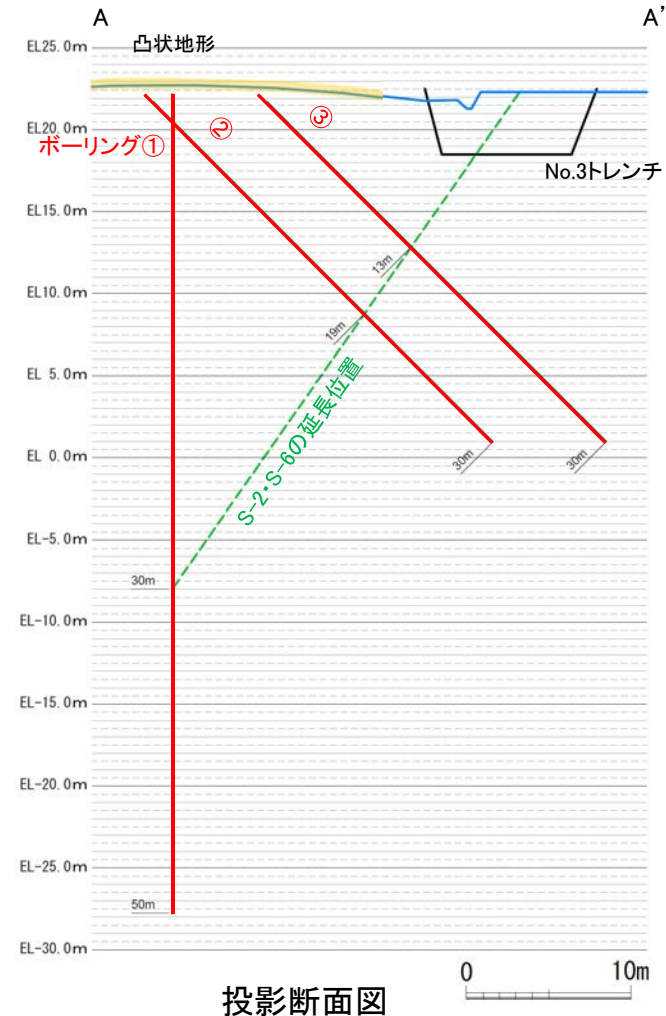


## 〔2〕 S-2・S-6周辺の地形 – 「凸状地形」の深部における断層の有無 –

- エリア5において、S-2・S-6の北方に西側が高い「凸状地形」が認められたことから、この基部において、西側を隆起させるような断層の有無を確認するために、凸部の頂部付近から3本のボーリング調査を実施した。
- その結果、いずれのボーリングコアにも深部に断層は認められないことが確認された(次頁)。
- また、S-2・S-6はNo.1, No.2トレンチでは確認されるが、「凸状地形」が最も顕著に表れているNo.3トレンチにおいては確認されない(データ集4(7))。



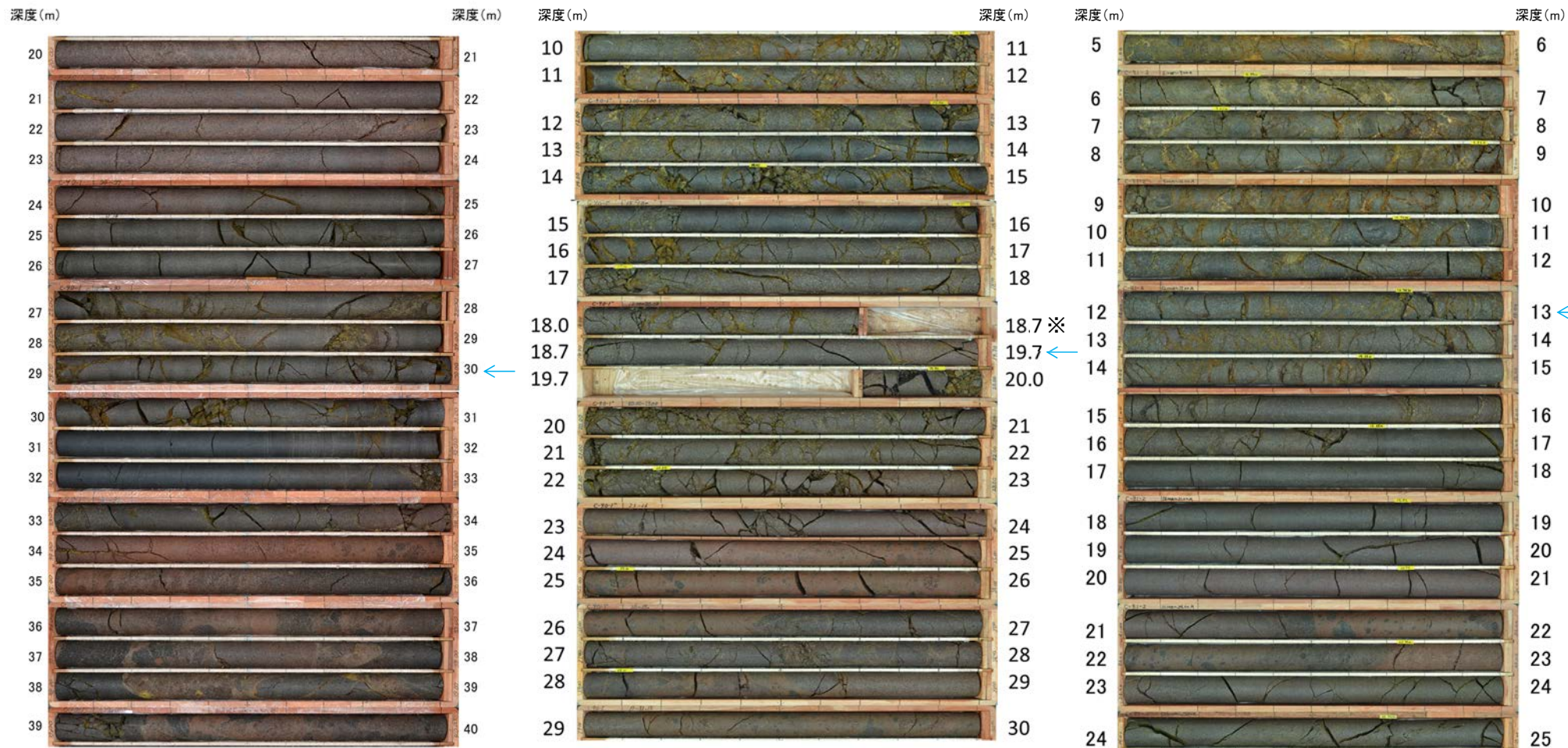
調査位置図



・いずれのボーリングコアにも断層は認められない。

# 【ボーリングコア写真】

← S-2・S-6想定延長位置



ボーリング①  
コア写真(深度20~40m)  
(S-2・S-6想定深度30m)

ボーリング②  
コア写真(深度10~30m)  
(S-2・S-6想定深度19m)

ボーリング③  
コア写真(深度5~25m)  
(S-2・S-6想定深度13m)

※18.7~19.7m間はS-2・S-6の想定延長位置にあたり、割れ目の詳細観察のため、コアの切断位置を変更した。

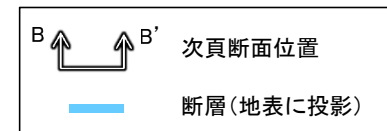
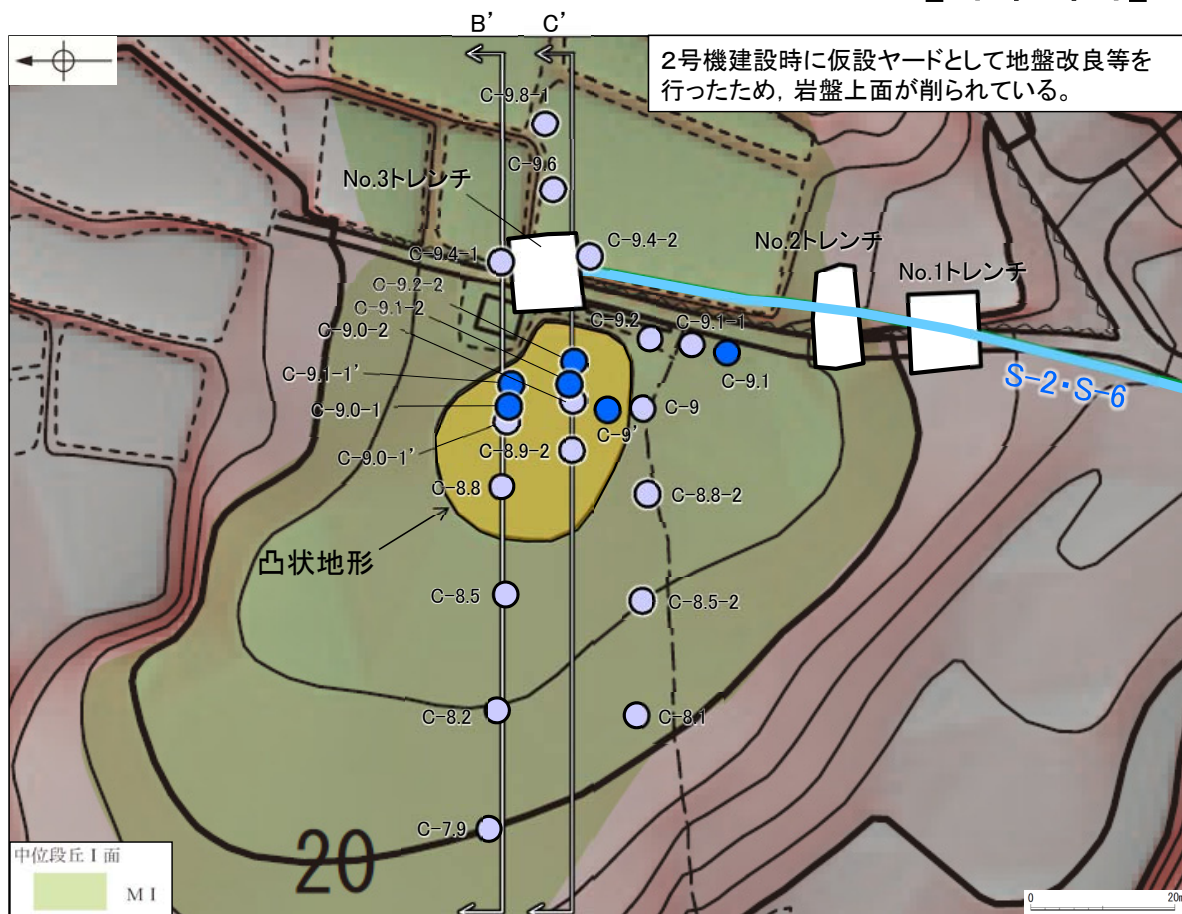


## [2] S-2・S-6周辺の地形 -「凸状地形」と周辺岩盤の硬軟の関係-

○このエリアの表層部については2号機建設工事の際に人工改変を受けている(一度掘削した後、埋土・盛土により現地盤に整地されている)ことから、岩盤上面の地質の状況を直接確認することはできないが、現状の地質の状況が分かる範囲で「凸状地形」の成因について検討するため、周辺で群列ボーリングを実施し、岩盤の性状について検討した。

○群列ボーリングの結果、「凸状地形」の頂部付近の浅層部は、相対的に堅硬である安山岩(均質)が周辺よりやや優勢に分布していることが確認された(本頁に平面図、次頁に断面図を示す)。

### 【平面図】



地質分布図

岩盤最上位の岩種  
(改変されている場合は、埋土・盛土直下位の岩種)

- 穴水累層 安山岩(均質)
- 穴水累層 安山岩(角礫質)・凝灰角礫岩

(参考)岩石試験一覧表\*

岩種	安山岩(均質)		安山岩(角礫質)	凝灰角礫岩
	Aa	Ba	Bb	Bb
試験個数	21	123	317	151
密度 (g/cm <sup>3</sup> )	平均値	2.71	2.68	2.27
	標準偏差	0.06	0.05	0.09
吸水率 (%)	平均値	1.12	1.34	12.58
	標準偏差	0.58	0.56	2.45
有効閉塞率 (%)	平均値	2.98	3.53	25.28
	標準偏差	1.41	1.37	3.61
試験個数	21	123	317	151
	P波速度 (km/s)	平均値	5.65	5.53
超音波速度測定	標準偏差	0.23	0.25	0.41
	S波速度 (km/s)	平均値	3.06	2.98
弾性係数 (×10 <sup>9</sup> N/m <sup>2</sup> )	標準偏差	0.10	0.18	0.23
	平均値	65.1	61.9	21.8
動弾性係数 (×10 <sup>4</sup> kg/cm <sup>2</sup> )	標準偏差	(66.4)	(63.1)	(22.2)
	平均値	4.9	7.5	5.7
動ポアソン比	標準偏差	(5.0)	(7.6)	(5.8)
	平均値	0.29	0.29	0.33
試験個数	21	123	317	151
	一軸圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )	平均値	156.2	147.9
力学的試験	標準偏差	(1,593)	(1,508)	(152)
	平均値	34.9	33.8	6.1
静弾性係数 (×10 <sup>9</sup> N/m <sup>2</sup> )	標準偏差	(356)	(345)	(62)
	平均値	59.6	57.3	12.0
静弾性係数 (×10 <sup>4</sup> kg/cm <sup>2</sup> )	標準偏差	(60.8)	(58.4)	(12.2)
	平均値	7.4	8.5	5.5
試験個数	4	33	65	42
	引張強度 (N/mm <sup>2</sup> )	平均値	10.8	9.8
引張試験	標準偏差	(110)	(100)	(15)
	平均値	—	2.6	0.6
試験個数	4	33	65	42
	標準偏差	—	(26)	(6)

● 穴水累層の3岩種のうち、安山岩(均質)は他の2岩種に比べて硬質である。

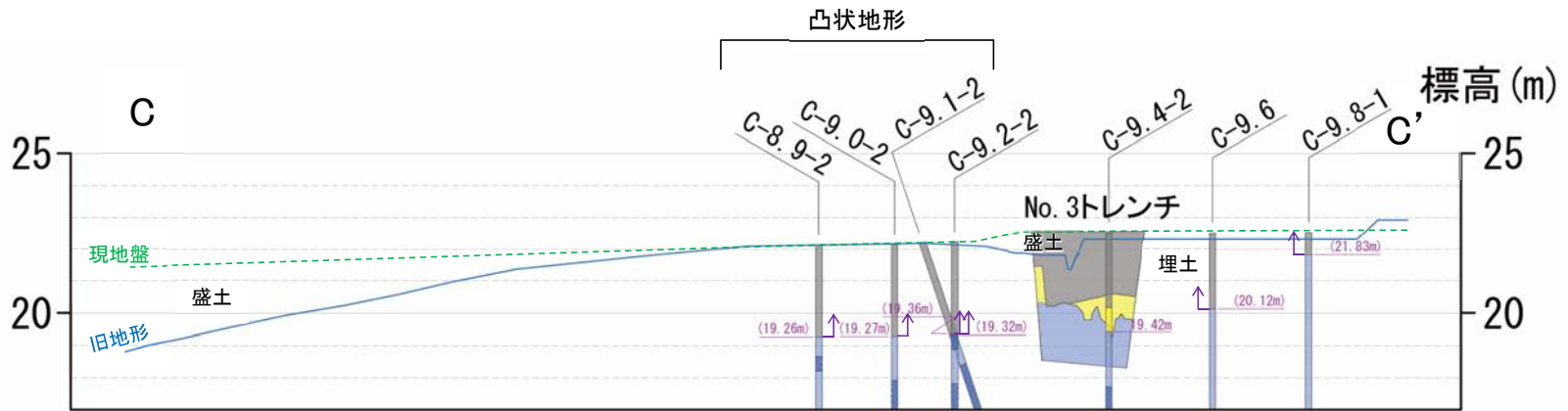
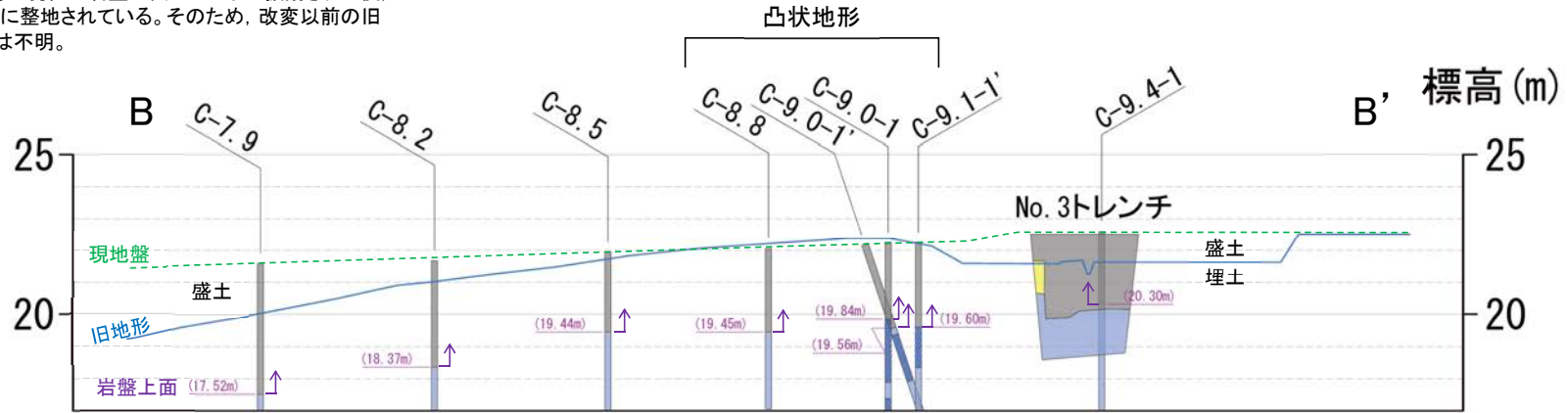
● 安山岩(角礫質)及び凝灰角礫岩は、ほぼ同程度の硬さである。

\* 敷地全域のボーリングコア等による3岩種の平均物性値(志賀原子力発電所 原子炉設置変更許可申請書(2号原子炉の増設)参照)

各ボーリングデータについては、データ集4(7)参照。

# 【断面図】

旧地形は、2号機建設時に現在の岩盤上面レベルまで掘削された後、埋土・盛土により現地盤に整地されている。そのため、改変以前の旧地形における岩盤上面は不明。



- 現地盤 (敷地造成後)
- 旧地形 (敷地造成前)

- 埋土・盛土
  - 砂礫・土壌
  - 安山岩 (均質)
  - 安山岩 (角礫質)
  - 凝灰角礫岩
- 穴水累層

※本エリアは、2号機建設時に仮設ヤードとして地盤改良等を行ったため、岩盤上面が削られて表層部は殆ど盛土か埋土に置き換えられた。なお、現地盤はEL21.5~22.5mに整地されている。

- (19.26m) 岩盤上面標高  
(括弧付きは人工改変された岩盤上面標高を示す)
- ↑ 改変された岩盤上面  
(改変以前の岩盤上面標高はより高いことを示す)



地形地質断面図 (H:V=1:3)



## 【海岸部の例】

- 敷地内と同じ穴水累層の安山岩が広く分布する海岸部では、岩盤上面の形状が凹凸に富む状況が確認されるとともに、安山岩(角礫質)と安山岩(均質)が接して分布する箇所において、相対的に堅硬な安山岩(均質)が高まりとして残る状況が確認される。
- 「凸状地形」付近で実施したボーリング調査によれば、断層は認められず、「凸状地形」の頂部付近には、相対的に堅硬である安山岩(均質)が周辺よりもやや優勢に分布していることから、「凸状地形」は、波蝕台形成時における岩盤上面の起伏を反映した局所的なものと推定される。

←W(海側)

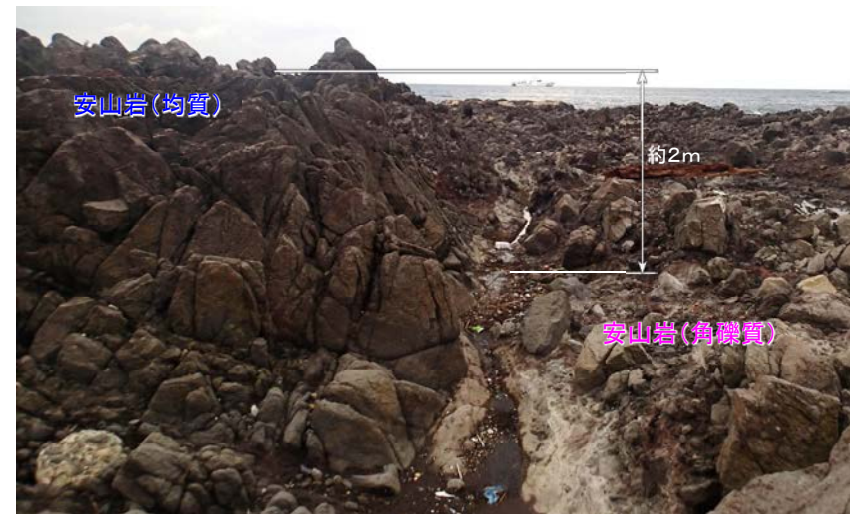
E(山側)→

←SW

NE→



海岸部写真



海岸部写真

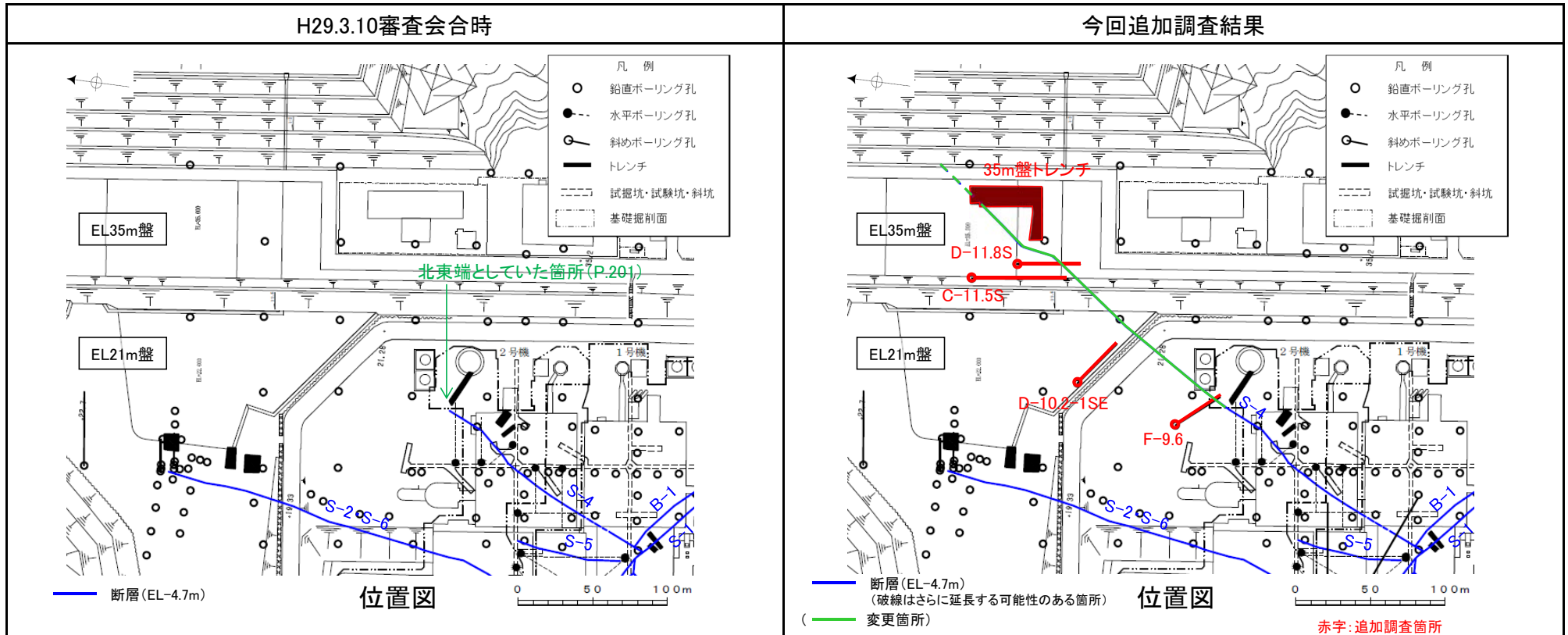
### [3] S-4の北東方への延伸について

No	コメント	回答概要
28	断層の端部を止めていない断層については、端部の状況を説明すること。S-4の北東端についても同様。	<ul style="list-style-type: none"><li>・追加調査の結果、既往調査によるS-4の北東方に新たに固結した破碎部及び粘土状破碎部を確認した。</li><li>・これら破碎部は、既往調査によるS-4と、走向・傾斜が調和的であること、3次的に連続して分布していることから、S-4は35m盤トレンチまで連続しているものと評価した。</li><li>・さらに、破碎部の幅に大きな違いが認められないこと及び最新面の条線のレイクが同様の傾向が認められることも確認している。</li></ul>



# [3] S-4の北東方への延伸について ー概要ー

○北東方延長の追加調査結果を踏まえ、S-4の分布の見直しを行った。



破砕部の性状比較表

(走向は真北基準)

	既往調査(H29.3.10審査会合時までの調査)		今回追加調査分	
	基礎掘削面・試掘坑・ボーリング調査		ボーリング調査(4本)	35m盤トレンチ調査
走向	概ね北東-南西走向(一般走向N29° E)		概ね北東-南西走向(N7° ~30° E)	概ね北東-南西走向(N22° ~52° E)
傾斜	北西傾斜(試掘坑:66° NW, ボーリング:38° ~72° NW)		北西傾斜(54° ~62° NW)	北西傾斜(56° ~82° NW)
破砕部の幅	平均9cm(最大20cm)		平均7cm(最大10cm)	2~15cm

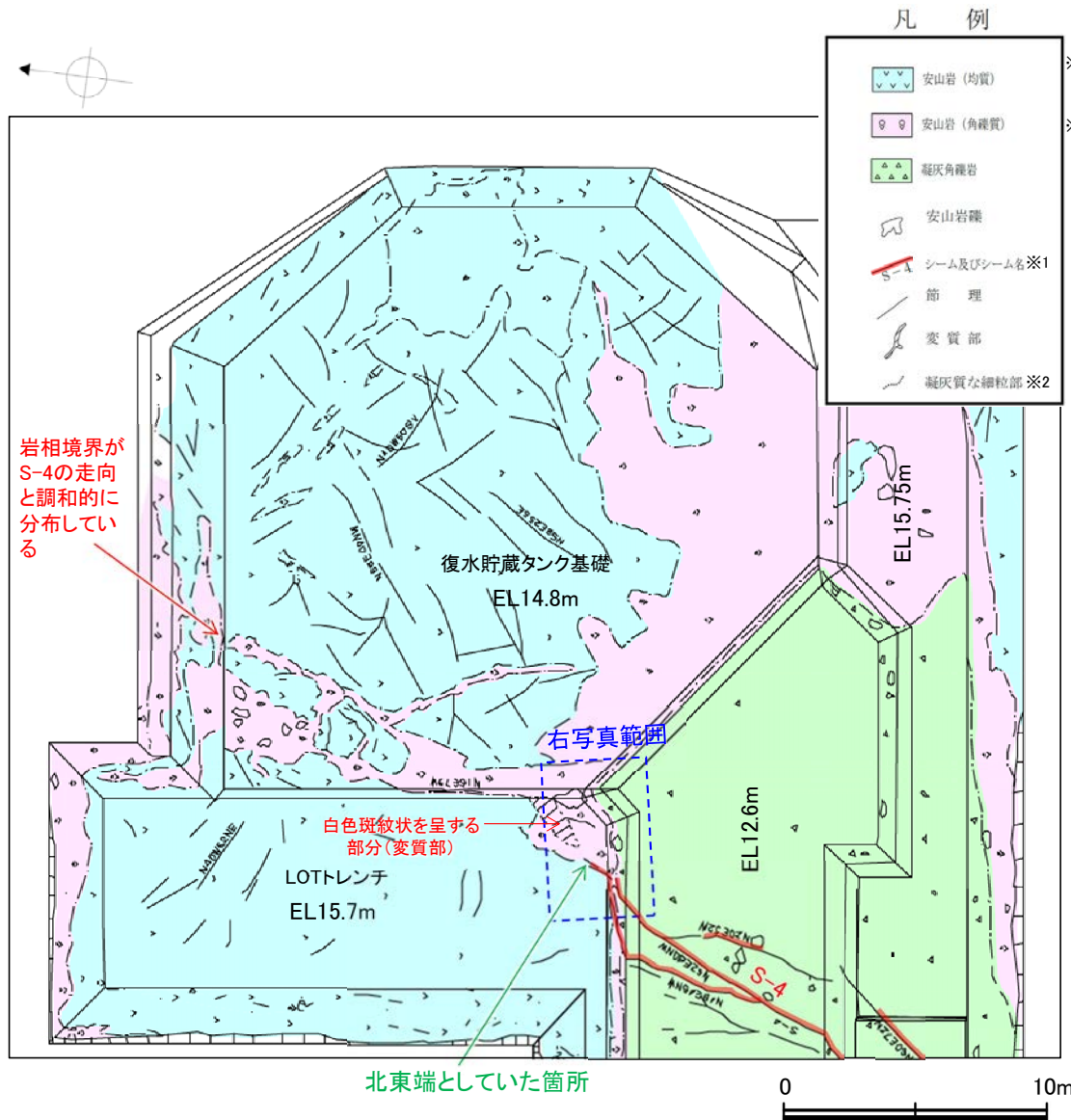
・H29.3.10審査会合時は、2号機基礎掘削面において粘土状破砕部が認められなくなる箇所をS-4の北東端としていた。

・しかしながら、北東端としていた箇所付近の岩盤に色調境界が認められ、また、その延長方において岩相境界がS-4の走向と調和的に分布している(次頁)ことから、S-4が構造としてさらに北東方に連続する可能性を考慮して、今回、追加調査(ボーリング調査、トレンチ調査)を実施した。

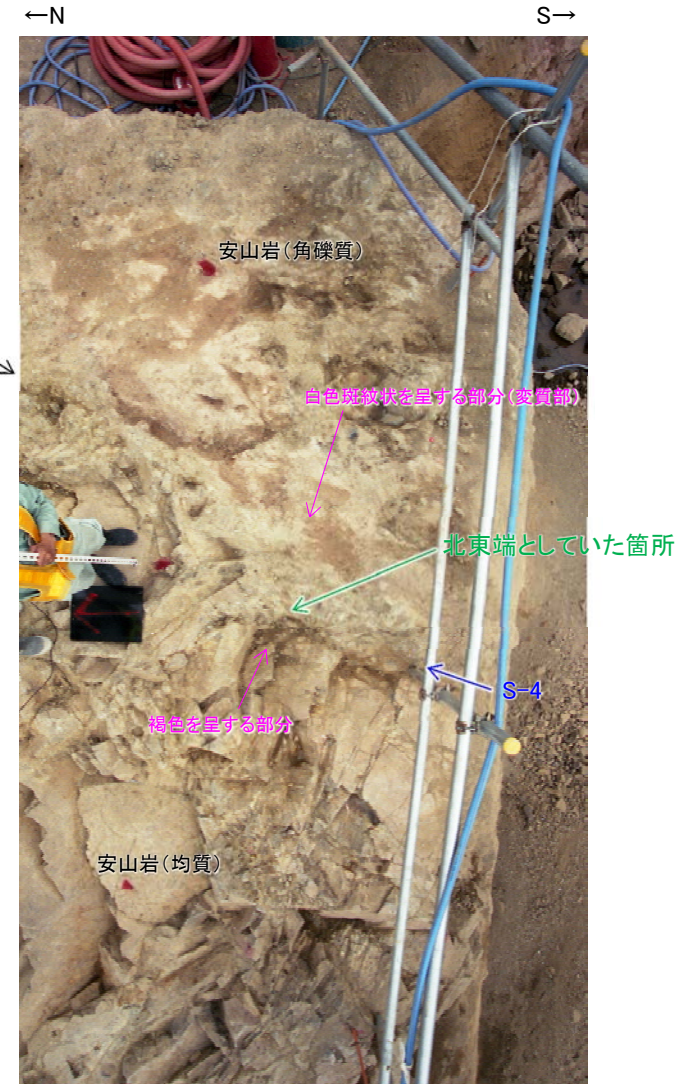
・追加調査の結果、既往調査によるS-4の北東方に新たに固結した破砕部及び粘土状破砕部を確認した。  
 ・これら破砕部は、既往調査によるS-4と、走向・傾斜が調和的であること(上表、P.202~207)、3次元的に連続して分布していること(P.208)から、S-4は35m盤トレンチまで連続しているものと評価した。  
 ・さらに、破砕部の幅に大きな違いが認められないこと(上表、P.202~207)及び最新面の条線のレイクが同様の傾向が認められること(P.209)も確認している。

# [3] S-4の北東方への延伸について -H29.3.10審査会合時の北東端-

○H29.3.10審査会合時は、2号機基礎掘削面において粘土状破碎部が認められなくなる箇所をS-4の北東端としていた。  
 ○しかしながら、北東端付近で色調境界(褐色を呈する部分と白色斑紋状を呈する部分との境界)が認められ、また、その延長方において安山岩(均質)と安山岩(角礫質)の岩相境界がS-4の走向と調和的に分布している(右下写真)。



※1:スケッチ時の記載用語。  
 「粘土状破碎部」に対応する。  
 ※2:スケッチ時の記載用語。



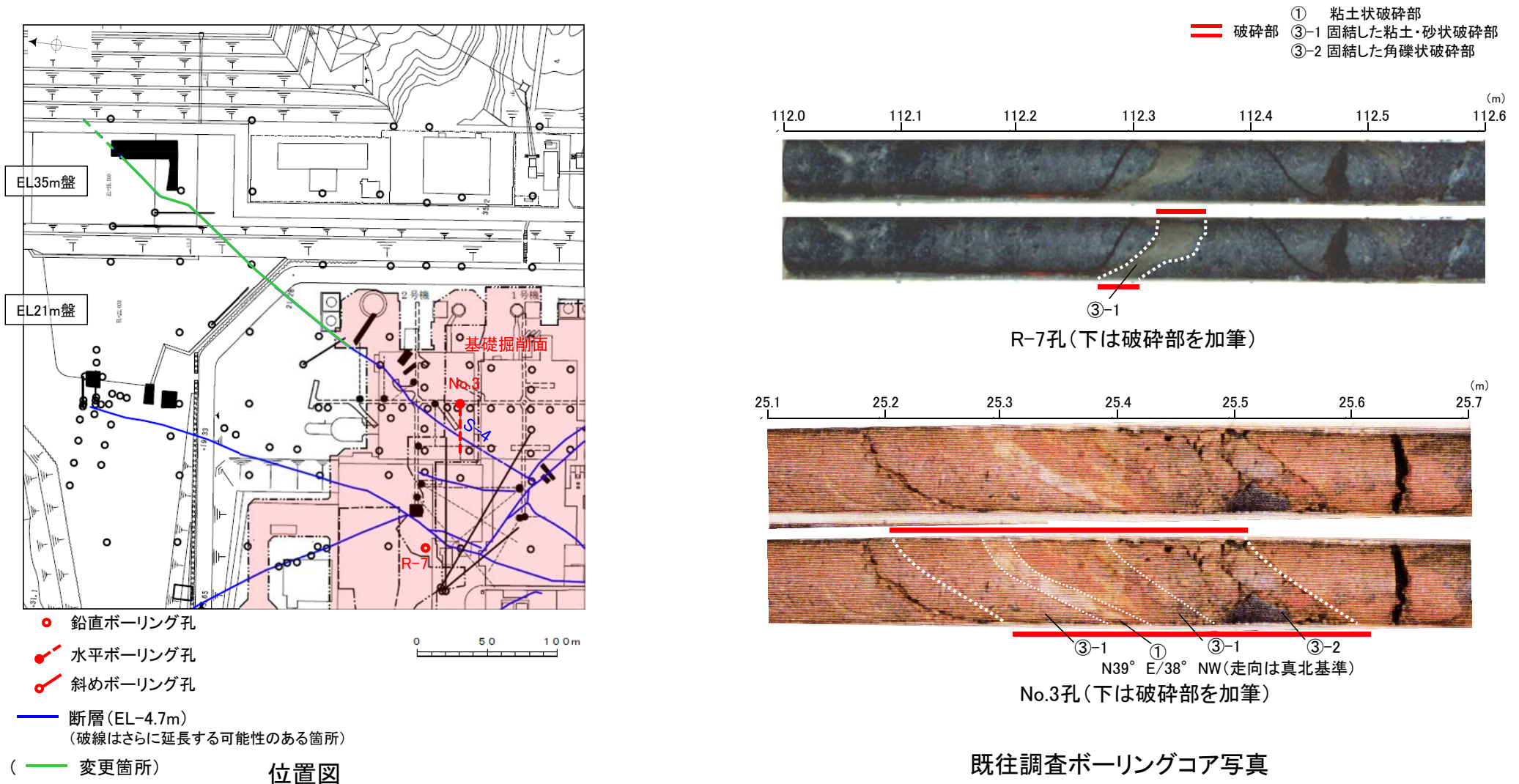
LOTレンチ底盤写真



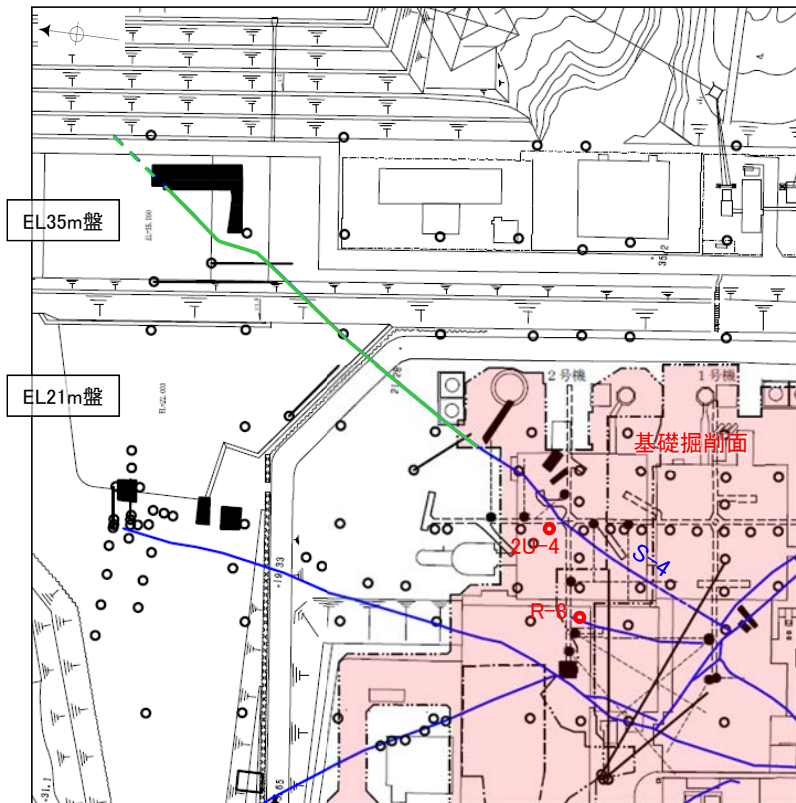
# [3] S-4の北東方への延伸について — 破砕部の性状比較 —

○今回調査において確認したS-4の走向・傾斜は、既往調査によるS-4の走向・傾斜と調和的である。  
 ○今回調査において確認したS-4の破砕部の幅は、既往調査によるS-4の破砕部の幅と比較して、大きな違いは認められない。  
 (P.202~207に既往調査によるS-4の性状と今回調査によるS-4の性状を比較して示す)

## 【既往調査(H29.3.10審査会合時までの調査)によるS-4の性状(1/2)】

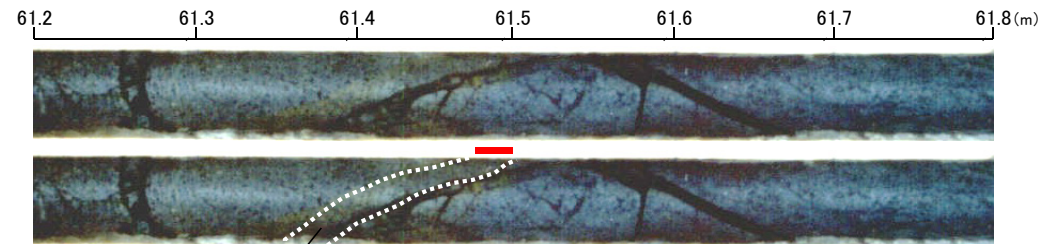


## 【既往調査(H29.3.10審査会合時までの調査)によるS-4の性状(2/2)】

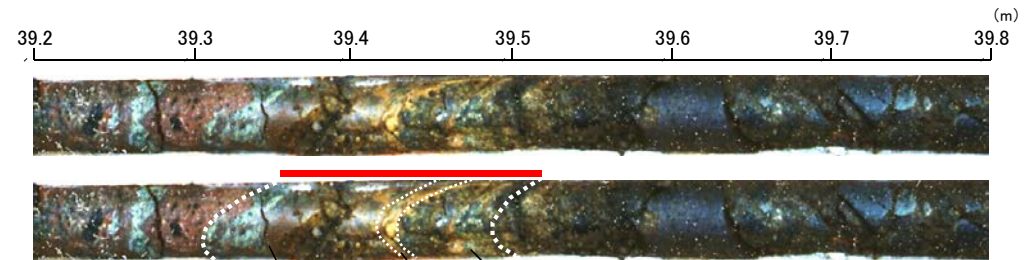


- 鉛直ボーリング孔
  - 水平ボーリング孔
  - 斜めボーリング孔
  - 断層(EL-4.7m)  
(破線はさらに延長する可能性のある箇所)
  - (— 変更箇所)
- 位置図**

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



③-1  
R-8孔(下は破砕部を加筆)



③-2 ① ③-1  
N58° E/72° NW(走向は真北基準)  
2U-4孔(下は破砕部を加筆)

既往調査ボーリングコア写真

【既往調査(基礎掘削面・ボーリング)によるS-4破砕部の性状】

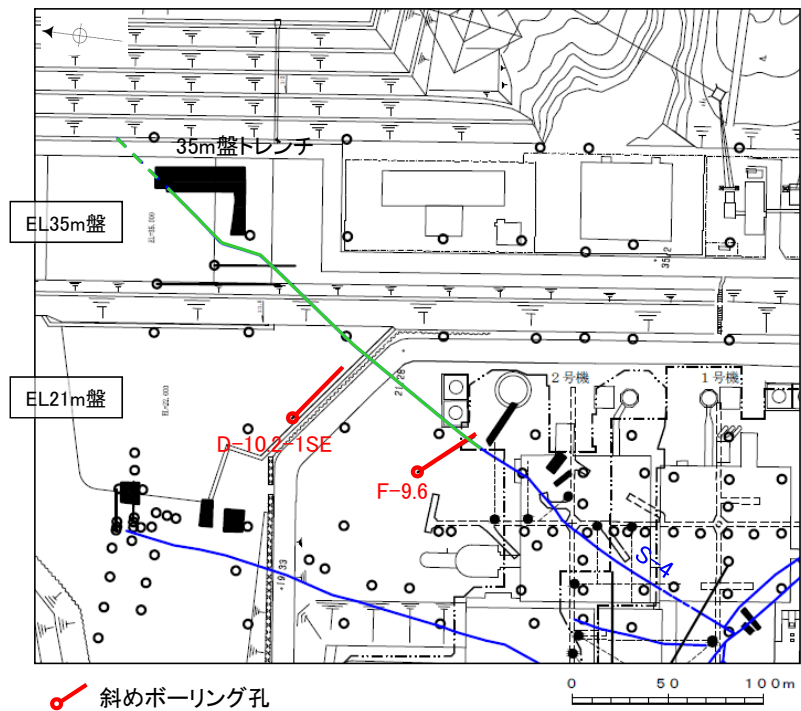
走向	概ね北東-南西走向(一般走向N29° E)
傾斜	北西傾斜(38° ~72° NW)
破砕部の幅	平均9cm(最大20cm)

(走向は真北基準)



# 【今回調査ボーリングによるS-4の性状(1/2)】

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



- 斜めボーリング孔
- 断層 (EL-4.7m)  
(破線はさらに延長する可能性のある箇所)
- 変更箇所

位置図



③-1 N7° E/56° NW(走向は真北基準)

F-9.6孔(下は破碎部を加筆)



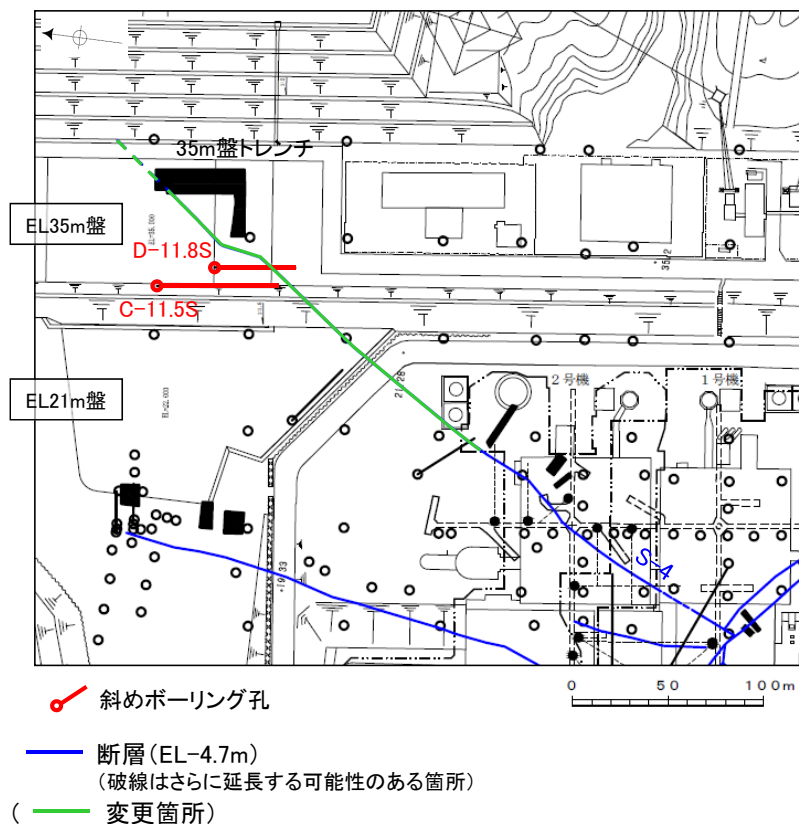
③-1 N27° E/54° NW(走向は真北基準)

D-10.2-1SE孔(下は破碎部を加筆)

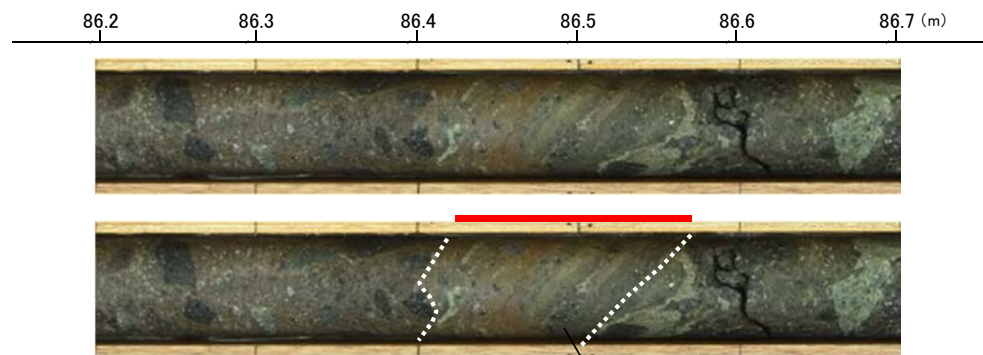
今回調査ボーリングコア写真

# 【今回調査ボーリングによるS-4の性状(2/2)】

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

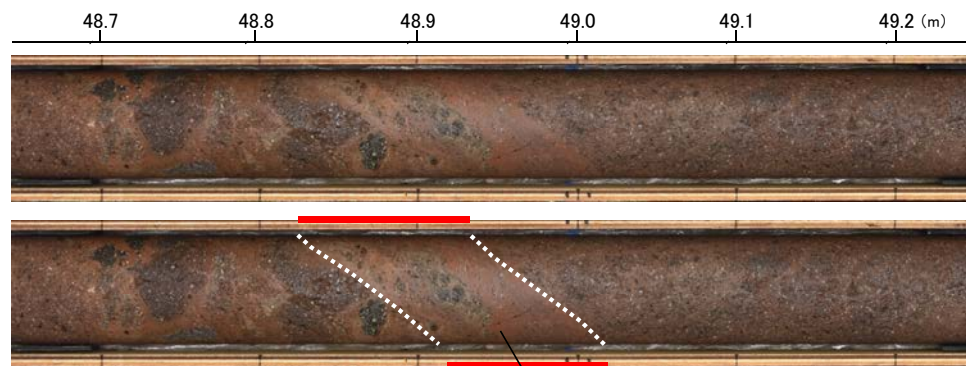


位置図



③-1 N28° E/62° NW (走向は真北基準)

C-11.5S孔 (下は破碎部を加筆)



③-1 N30° E/60° NW (走向は真北基準)

D-11.8S孔 (下は破碎部を加筆)

今回調査ボーリングコア写真

【今回調査ボーリングによるS-4破碎部の性状】

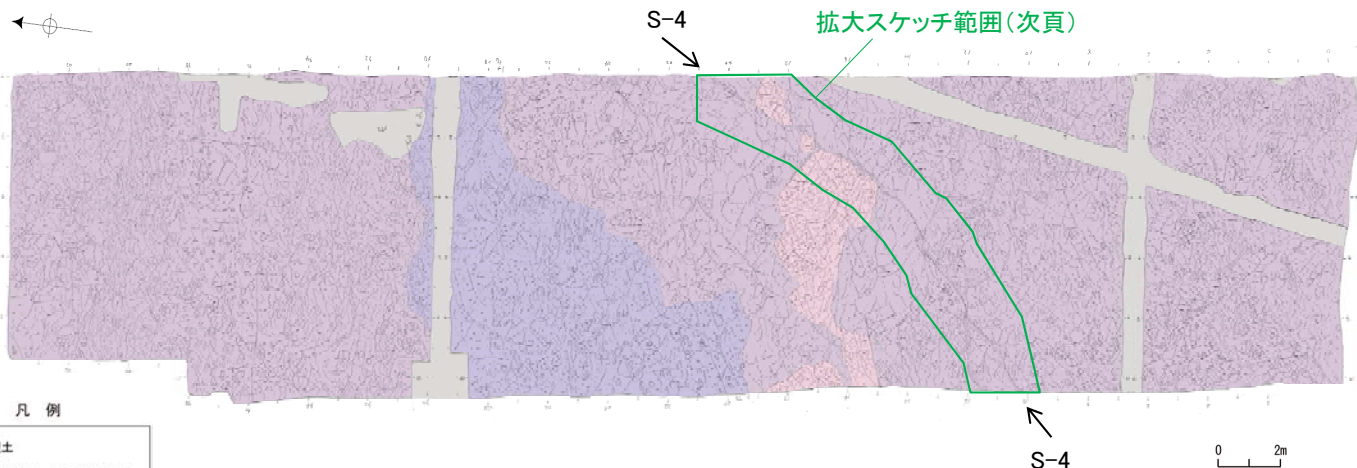
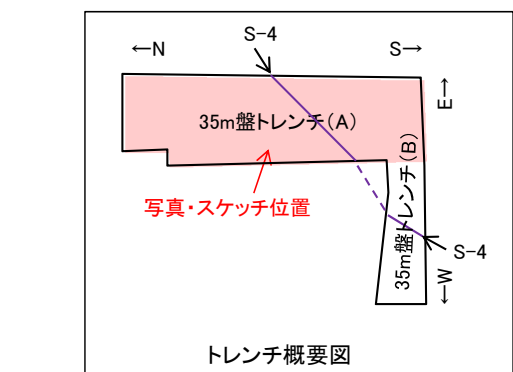
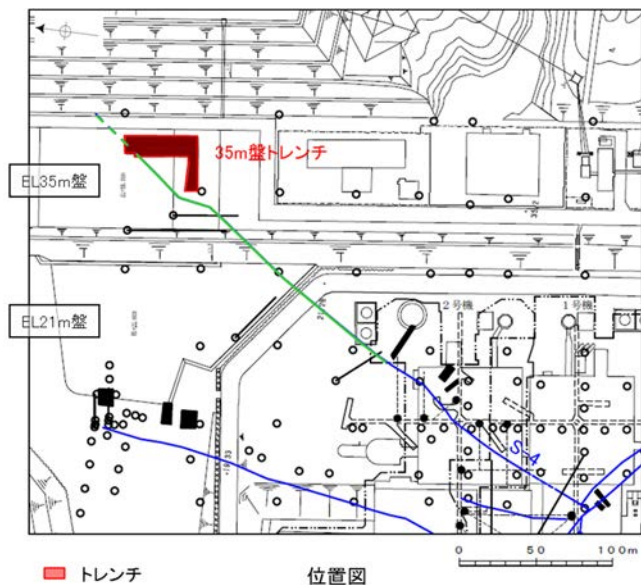
走向	概ね北東-南西走向 (N7° ~ 30° E)
傾斜	北西傾斜 (54° ~ 62° NW)
破碎部の幅	平均7cm (最大10cm)

(走向は真北基準)



# [3] S-4の北東方への延伸について — 破碎部の性状比較③(今回調査トレンチ) —

## ■ 今回調査トレンチ(35m盤トレンチ)によるS-4の性状



### 【今回調査トレンチによるS-4破碎部の性状】

走向	概ね北東-南西走向(N22° ~52° E)
傾斜	北西傾斜(56° ~82° NW)
破碎部の幅	2~15cm

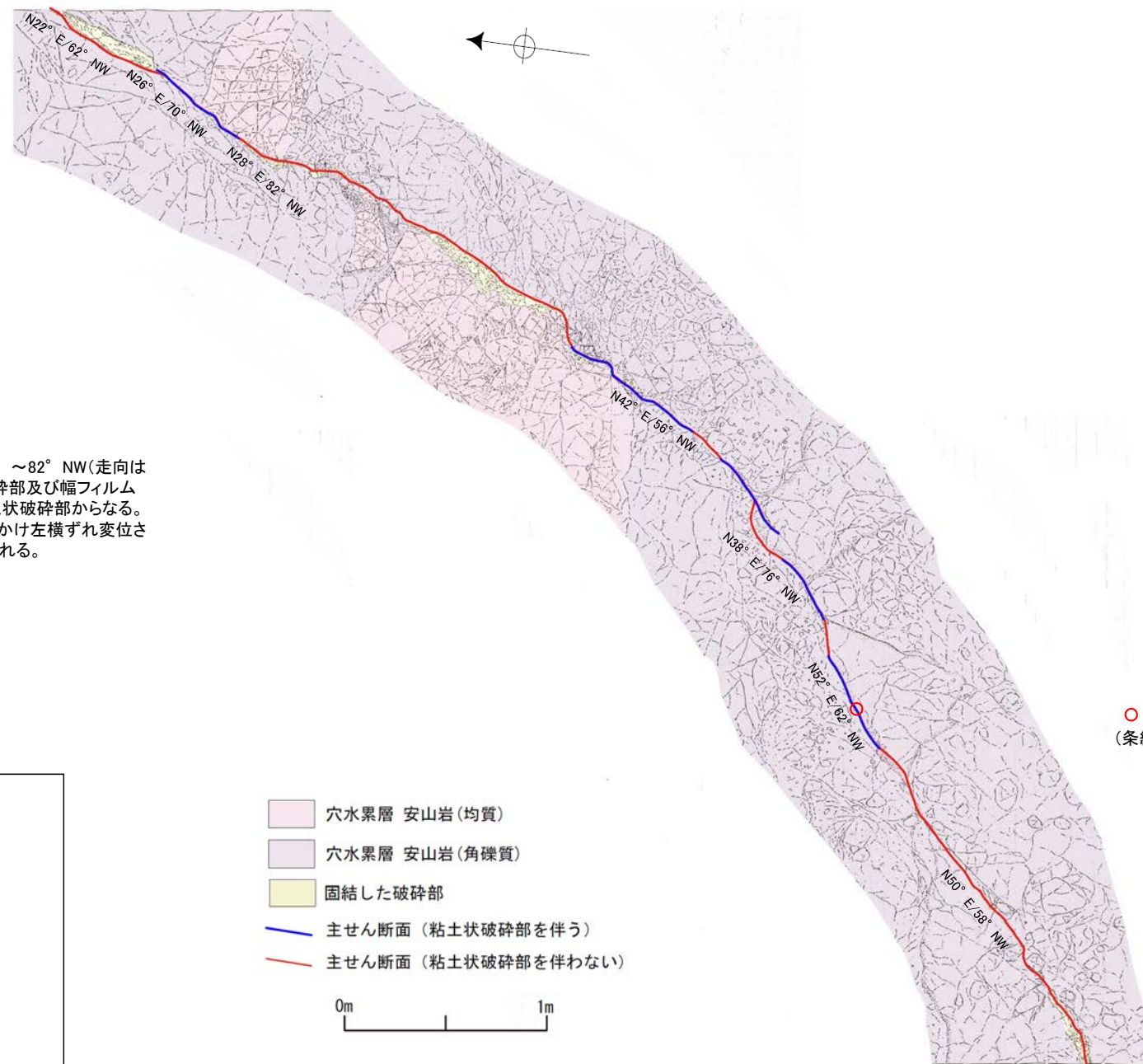
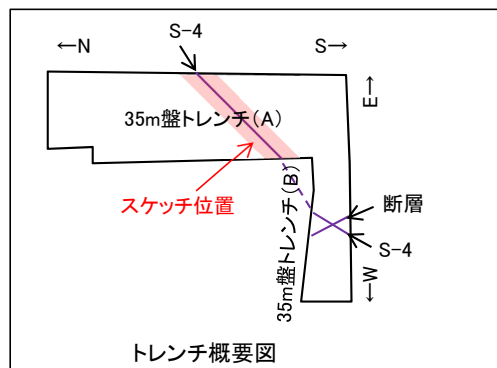
(走向は真北基準)

### [3] S-4の北東方への延伸について — 破碎部の性状比較④(今回調査トレンチ 詳細スケッチ) —

○35m盤トレンチ(A)の底盤について詳細に観察を行い、固結した破碎部及び粘土状破碎部の分布状況を確認した。

#### 【S-4】

S-4は、走向・傾斜N22° E~N52° E/56° ~82° NW(走向は真北基準)で、幅2~15cmの固結した破碎部及び幅フィルム状~0.5cmの灰褐~明褐色を呈する粘土状破碎部からなる。底盤において、S-4は安山岩(均質)を見かけ左横ずれ変位させており、主せん断面には条線が認められる。

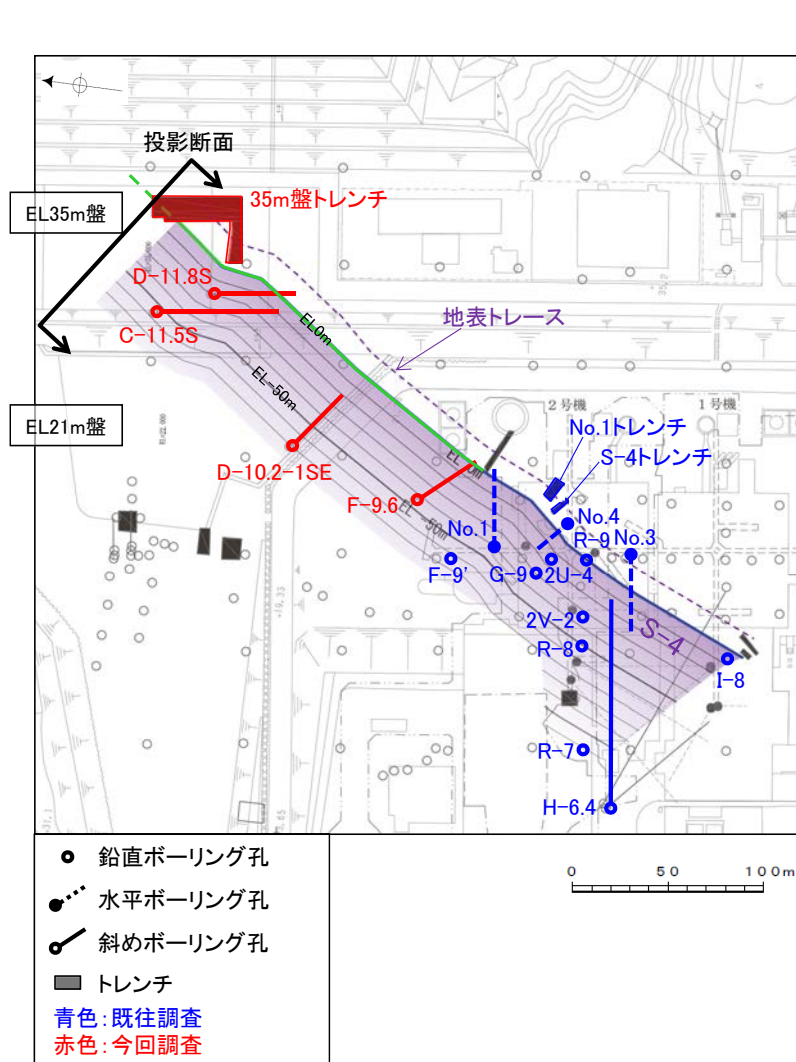


S-4付近詳細スケッチ

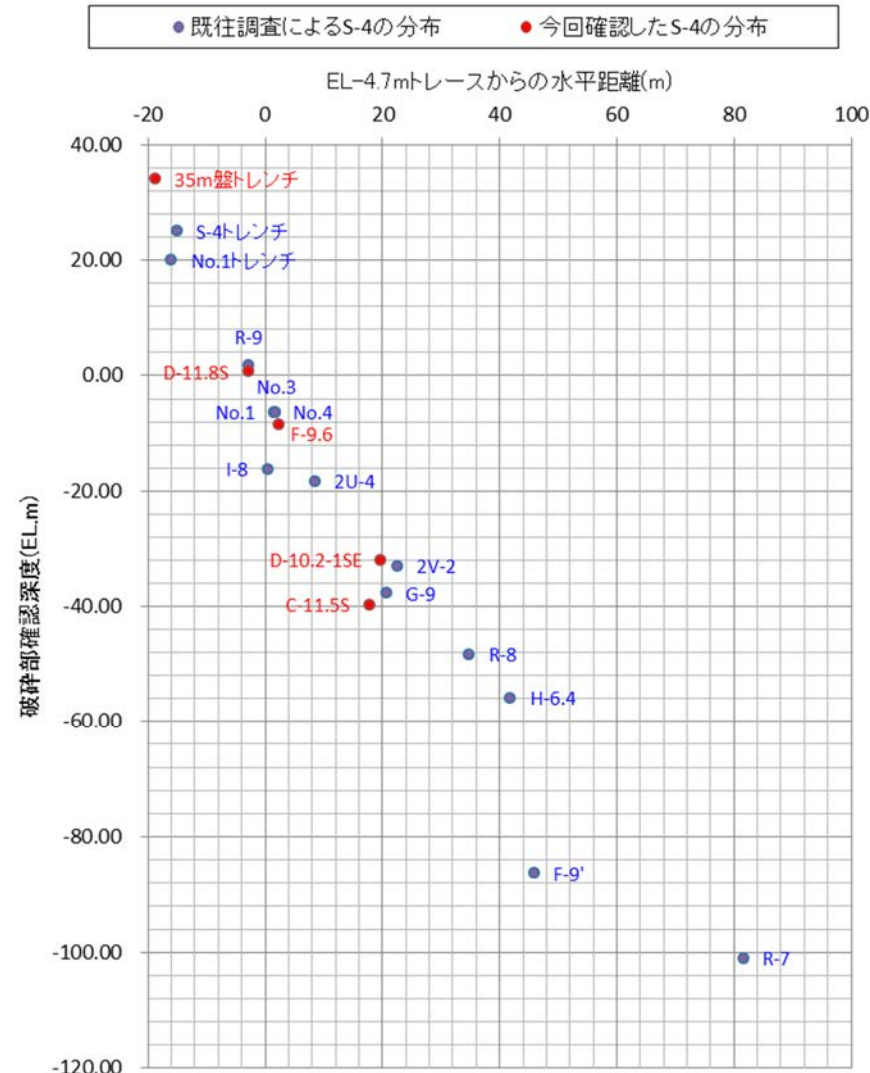


# [3] S-4の北東方への延伸について - 3次元的な位置関係 -

○今回調査(ボーリング調査・トレンチ調査)により確認したS-4が、既往調査によるS-4と一連の構造であるかどうかを確認するため、投影断面図を作成し、3次元的な位置関係について確認した。  
 ○その結果、今回調査により確認したS-4の分布(投影断面図 ●)は、既往調査によるS-4の分布(投影断面図 ●)の範囲内にほぼ位置しており、これらは3次元的に連続して分布していることを確認した。



位置図



投影断面図

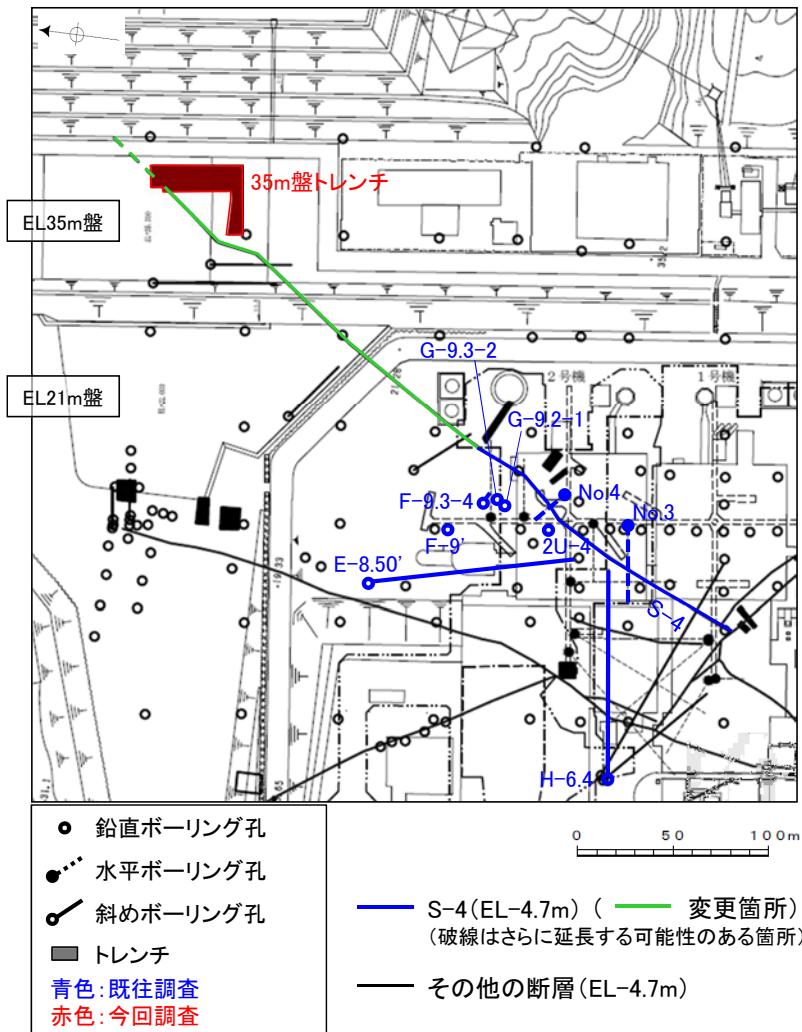
ボーリングによる破砕部確認深度

孔名	確認深度 (m)	標高 (m)
I-8	38.10	EL-16.20
R-7	112.30	EL-101.02
No.3	25.35	EL-6.38
H-6.4	94.65	EL-55.84
R-8	61.45	EL-48.34
2V-2	46.40	EL-33.12
R-9	19.33	EL1.72
2U-4	39.45	EL-18.32
G-9	59.44	EL-37.77
No.4	10.85	EL-6.47
F-9'	107.63	EL-86.45
No.1	30.15	EL-6.36
F-9.6	41.60	EL-8.42
D-10.2-1SE	61.22	EL-31.99
C-11.5S	86.49	EL-39.75
D-11.8S	48.92	EL0.62

青字: 既往調査によるデータ  
 赤字: 今回確認したデータ

# [3] S-4の北東方への延伸について 一条線レイクの比較

○今回調査(ボーリング調査・トレンチ調査)により確認したS-4が、既往調査によるS-4と異なる動きをしていないことを確認するため、最新面の条線観察により運動方向を確認した。  
 ○調査により確認したS-4の最新面の条線のレイクは、既往調査によるS-4と同様の傾向が認められる。



位置図

## 条線観察結果

試料名	走向/傾斜 (走向は真北基準)	最新面の条線観察結果	
		条線のレイク*	変位センス
ボーリングF-9' (深度107.63m)	下盤側 N31° E/62° NW	160° R	左横ずれ 逆断層
ボーリング2U-4 (深度39.45m)	下盤側 N58° E/72° NW	120° R	左横ずれ 逆断層
ボーリングG-9.2-1 (深度63.18m)	下盤側 N42° E/52° NW	140° R	(不明)
ボーリングF-9.3-4 (深度66.55m)	下盤側 N44° E/63° NW	150° R	(不明)
水平ボーリング No.3 (深度25.35m)	下盤側 N39° E/38° NW	150° R	(不明)
水平ボーリング No.4 (深度10.85m)	下盤側 N43° E/69° NW	135° R	(不明)
ボーリング G-9.3-2 (深度66.52m)	下盤側 N40° E/52° NW	150° R	(不明)
		40° R	(不明)
ボーリング E-8.50' (深度113.10m)	下盤側 N38° E/54° NW	131° R	(不明)
ボーリング H-6.4 (深度94.65m)	上盤側 N39° E/56° NW	88° R	(不明)
35m盤トレンチ(A) 底盤	下盤側 N52° E/62° NW	135° R	(不明)
		110° R	(不明)

青字: 既往調査によるデータ  
 赤字: 今回確認したデータ

※ 上盤側で確認したレイクは下盤側に換算して示す

(条線データはデータ集5(3)参照)



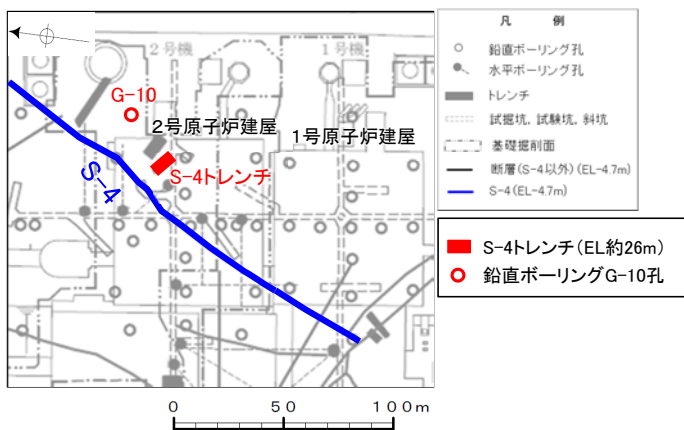
## [4] S-4トレンチについて

No	コメント	回答概要
16	S-4の走向データについて、トレンチ壁面と全体平面図の走向が違っているように見えることについて説明すること。	<ul style="list-style-type: none"><li>・S-4トレンチでの走向は、真北補正を行うと南西壁ではN52° E、北東壁ではN44° ~60° Eとなり、平面図におけるS-4トレンチ近傍の走向とほぼ同じである。</li><li>・本資料において、断層の走向データは、建設時のスケッチを除き、全て真北基準で示した。</li></ul>
17	S-4トレンチ南西壁のスケッチについて、説明文にある凝灰質な細粒部の分布について説明すること。	<ul style="list-style-type: none"><li>・当時の記載によると、岩盤の下半部には粘土状破碎部(シーム)及び固結した粘土・砂状破碎部(凝灰質な細粒部)が分布し、岩盤の上半部には固結した粘土・砂状破碎部(凝灰質な細粒部)のみ分布する。</li></ul>

# [4] S-4トレンチについて(建設時の調査)

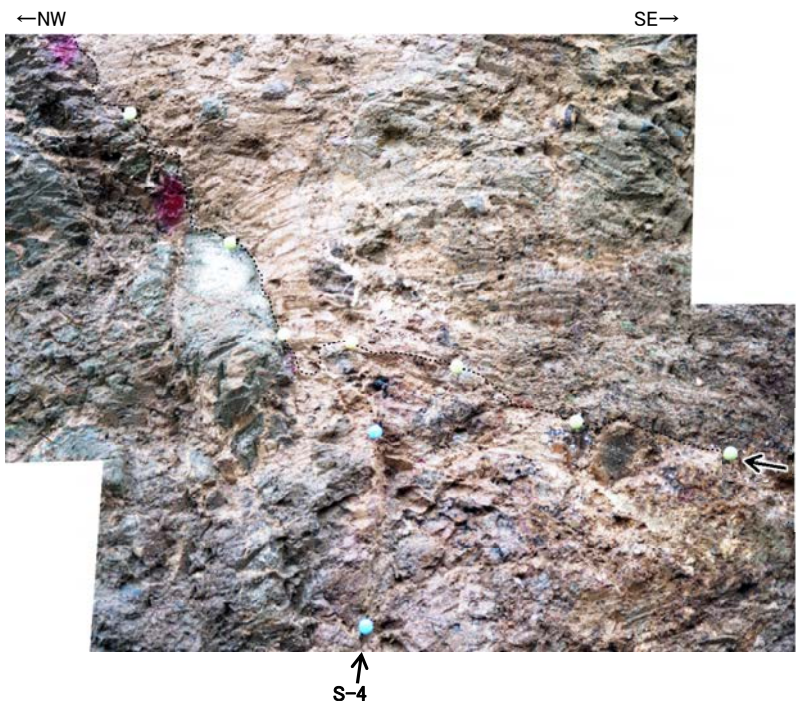
○建設時のトレンチ調査によれば、S-4は少なくとも約12~13万年前以前に堆積した砂礫層に変位・変形を与えていない。

(堆積物の年代及びS-4が変位・変形を与えていないことに関する詳細データはデータ集5(5),(6)参照)

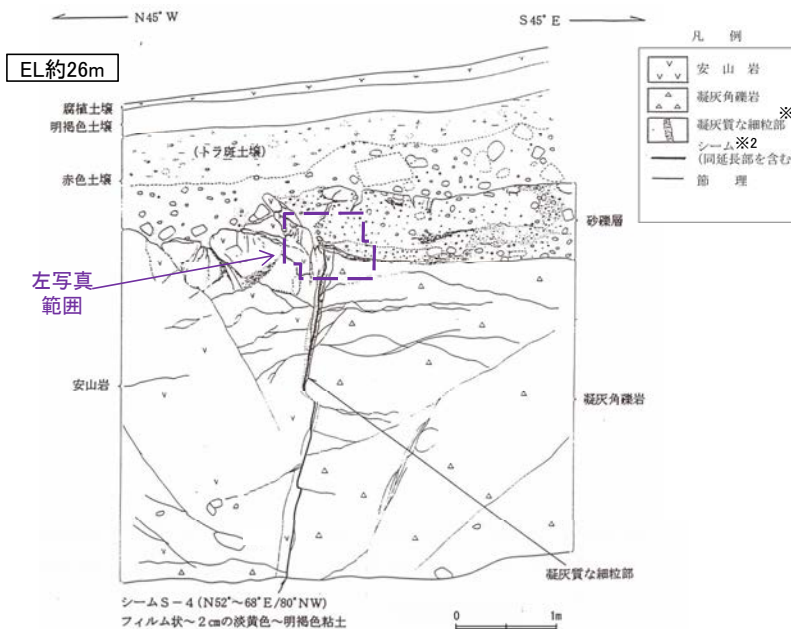


位置図

(S-4トレンチは、発電所建設時の変更により現存しない)



北東壁拡大写真(岩盤上面を加筆)



北東壁スケッチ

※1:スケッチ時の記載用語。  
 ※2:スケッチ時の記載用語。  
 「粘土状破砕部」に対応する。

(堆積物調査)

- ・基盤直上に分布する砂礫層は、分布標高が中位段丘I面の旧汀線高度(約21m)より高いこと、M I 段丘堆積物よりくさり礫を多く含むこと、赤色土壌の遊離酸化鉄分析結果等から、M I 段丘堆積物より古い時代に堆積したと考えられる(データ集5(5))。
- ・さらに、堆積物の年代に関するデータを拡充するため、周辺のボーリング試料を用いて火山灰分析を実施した結果、S-4トレンチの赤色土壌に相当する地層中からK-Tzの降灰層準を確認した(データ集5(6))。
- ・以上より、S-4トレンチの砂礫層は少なくとも約12~13万年前以前の堆積物と判断される。

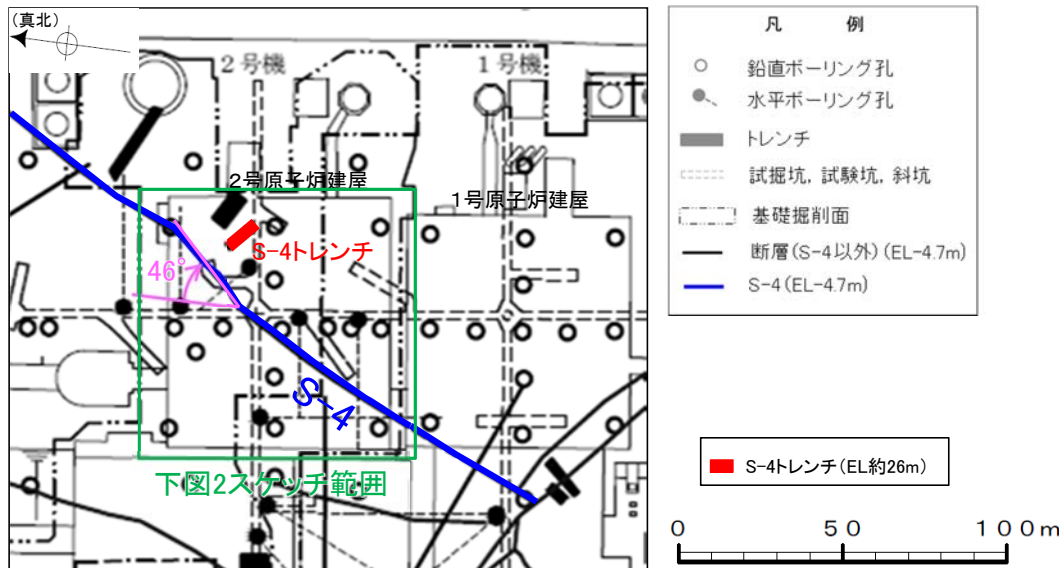
(上載地層との関係)

- ・S-4は、基盤直上の砂礫層(少なくとも約12~13万年前以前の堆積物)に変位・変形を与えていない。
- ・堆積構造が確認できるトレンチ壁面の詳細な写真の観察によれば、S-4直上において、岩盤の上面に段差はなく、その直上を覆う砂礫層に断面変位を示唆するようなせん断面や地層の擾乱は認められない(左写真)。

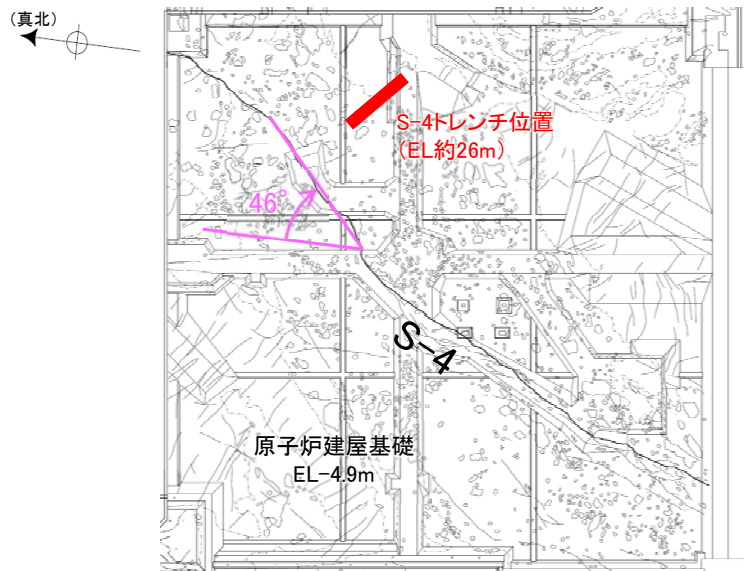


# [4] S-4トレンチについて ー走向データの整合性ー

OS-4トレンチでの走向は、真北補正を行うと南西壁(右上図3)では $N52^{\circ} E$ 、北東壁(右下図4)では $N44^{\circ} \sim 60^{\circ} E$ となり、平面図(左上図1)におけるS-4トレンチ近傍の走向( $N46^{\circ} E$ )とほぼ同じである。(コメントNo.16の回答)

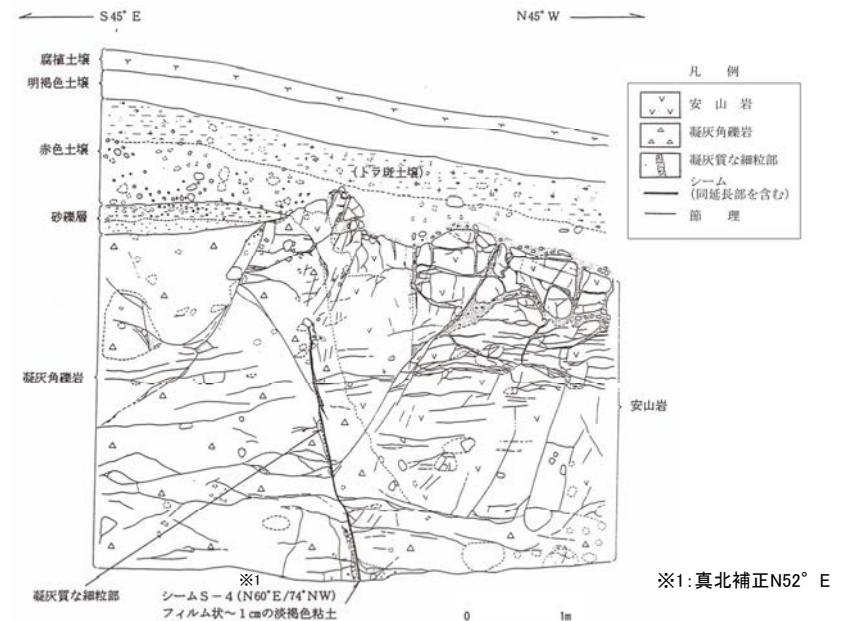


(図1) 平面図

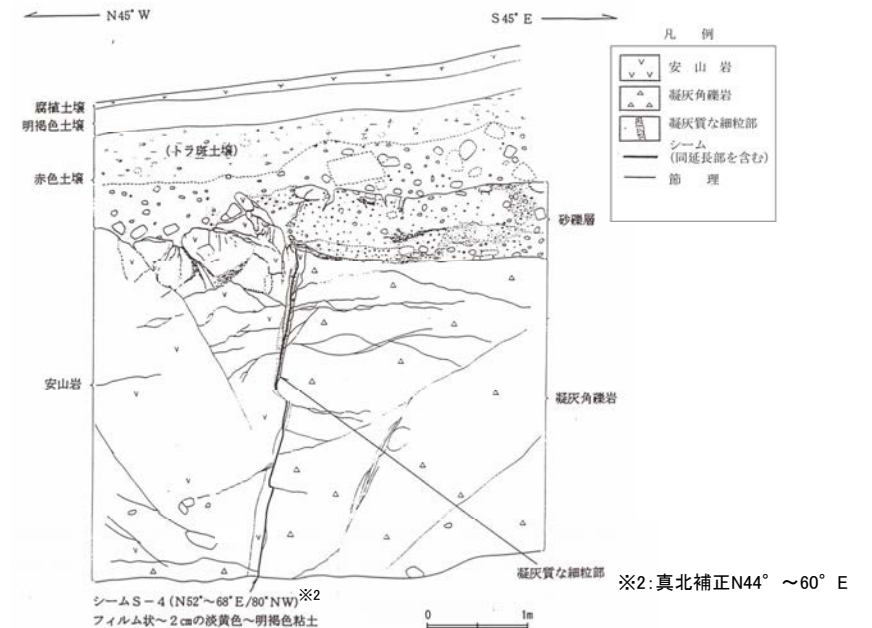


(図2) 基礎掘削面スケッチ

平面図(図1)におけるこの区間のS-4のトレースは、基礎掘削面(EL-4.9m)で直接確認したトレースによるものである。



(図3) 南西壁スケッチ

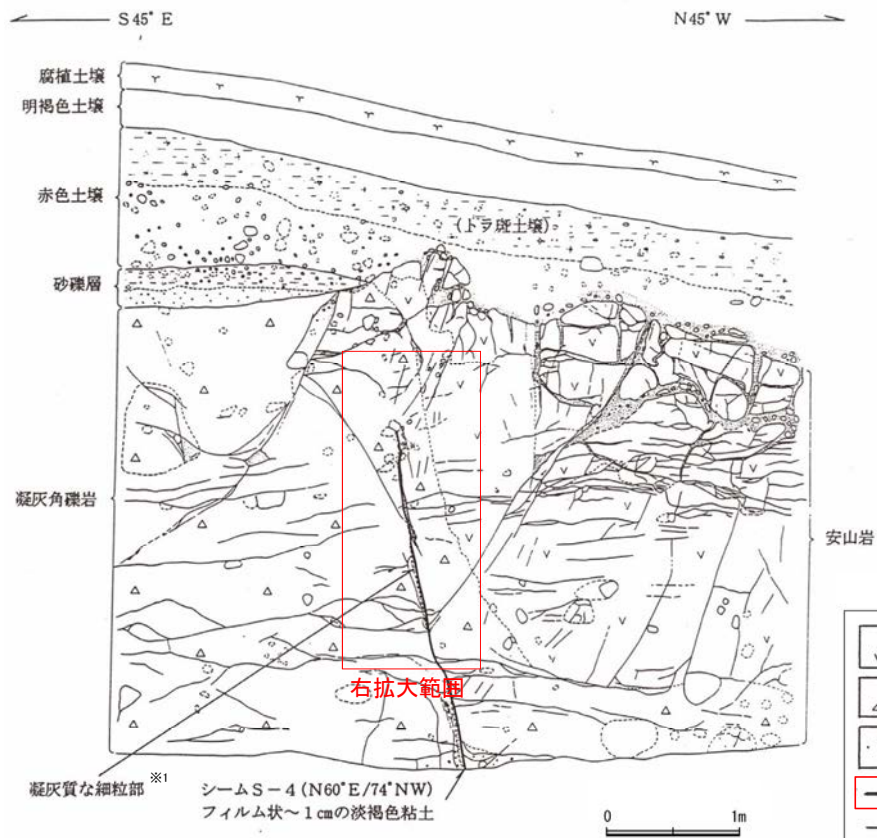


(図4) 北東壁スケッチ

# [4] S-4トレンチについて —凝灰質な細粒部の分布—

○S-4トレンチ南西壁の「凝灰質な細粒部」の分布については、当時の記載によると、岩盤の下半部には粘土状破碎部(シーム)及び固結した粘土・砂状破碎部(凝灰質な細粒部)が分布し、岩盤の上半部には固結した粘土・砂状破碎部(凝灰質な細粒部)のみ分布する。(コメントNo.17の回答)

○固結した粘土・砂状破碎部のみ分布する箇所も含めて、S-4が連続するものとした。



スケッチ(南西壁)

※1:スケッチ時の記載用語。

※2:スケッチ時の記載用語。  
「粘土状破碎部」に対応する。

\*:シーム(同延長部を含む)とは、シームが認められる部分のほか、凝灰質な細粒部が分布するがシームが認められない「シーム延長部」を含めて図示したもの。



S-4付近拡大

粘土状破碎部(シーム)が認められない  
〔「シーム延長部」に対応する区間〕

粘土状破碎部(シーム)が認められる

シーム S-4 (当時のスケッチの記載)  
幅フィルム状～1cmの淡褐色粘土。  
走向傾斜 N60° E/74° NW。  
岩盤の下半部でのみ確認され、比較的明瞭な面が連続する。  
面の一部には鏡肌が認められる。  
岩盤の上半延長部には凝灰質な細粒部が分布するがシームは認められず、岩盤は砂礫層に不整合で覆われる。  
(赤下線部の記載については、上図を参照)



## [5] K-Ar年代について

No	コメント	回答概要
18	K-Ar年代分析については、シーム及び周辺の安山岩での試料採取箇所、測定物、カリウムの含有量、非放射性アルゴンの含有量等を整理して提示し、年代値が示す意味を考察すること。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・K-Ar年代分析に用いた試料の採取箇所等について一覧表としてまとめた。</li> <li>・粘土鉱物(スメクタイト)の年代値については、測定物のXRD分析、粒径別XRD分析、TEM観察、EDS分析により信頼性を確認した。</li> <li>・複数箇所で採取した試料の年代分析結果に大きなばらつきは認められず、測定物の特定により粘土鉱物のK-Ar年代分析の信頼性が確認できたことから、粘土鉱物のK-Ar年代値は妥当であると判断した。</li> </ul>
22	安山岩のK-Ar年代について、年代測定の精度が低い可能性があることからデータの吟味を行うこと。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・薄片観察において斜長石の変質が顕著なものはデータから取り除いた。</li> </ul>

# [5] K-Ar年代について —安山岩—

- 敷地の安山岩の形成年代等を明らかにするために、K-Ar年代分析を実施した。
- 敷地内の安山岩のK-Ar年代値は、15～22Maを示す。
- なお、非放射性起源<sup>40</sup>Arの値が大きいもの(薄片観察において斜長石の変質が顕著なもの)は取り除いている。\*

\*H29.3.10審査会合資料で記載していた試料No.K-13.6-6, K-13.6-7, K-13.6-8, K-13.6-9は、斜長石の変質が顕著であり、試料No.I-9-1, I-9-2は、詳細な分析値が確認できないため、今回削除した。  
(次頁, [データ集7](#))

STP: 標準状態(0°C, 1気圧), Ma: 100万年前

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

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

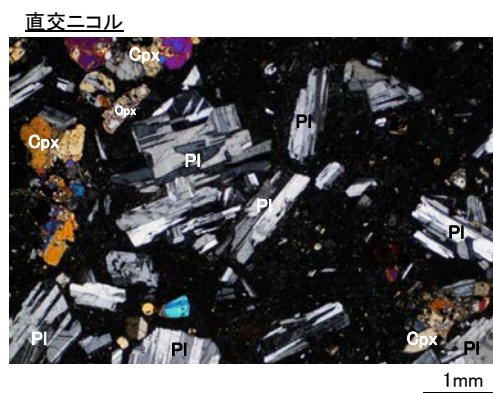
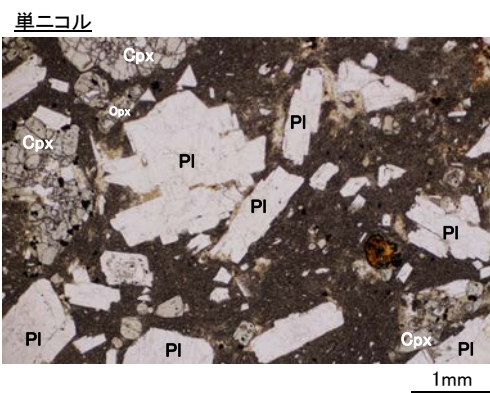


# [5] K-Ar年代について – 安山岩の年代値の精度に関する検討 –

- K-Ar年代値の精度を検討するために、分析を行った試料の薄片を作成し、斜長石の変質の有無などについて確認した。
- 変質が顕著であった4試料(No.K-13.6-6, K-13.6-7, K-13.6-8, K-13.6-9)と詳細な分析値が確認できない2試料(No.I-9-1, I-9-2)については、分析結果の精度に影響するため取り除くこととした。
- なお、これらの試料を取り除いたことにより、敷地内の安山岩の年代値は、14~24Maから15~22Maとなった。

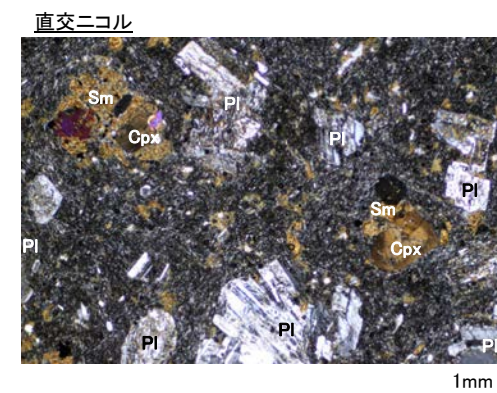
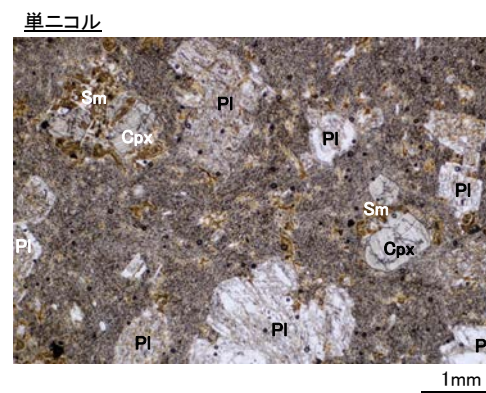
STP: 標準状態(0°C, 1気圧), Ma: 100万年前

対象物	試料No.	試料採取箇所	測定物 (粒径)	カリウム含有量 (wt. %)	放射性起源 <sup>40</sup> Ar (10 <sup>-8</sup> cc STP/g)	K-Ar年代 (Ma)	非放射性起源 <sup>40</sup> Ar (%)	備考	
敷地の 安山岩	I-9-1	I-9孔 深度56.23-56.36m	EL-27.67	-	-	14.8±0.7	-	S61実施	
	I-9-2	I-9孔 深度185.07-185.20m	EL-156.51m	-	-	16.2±0.8	-	S61実施	
	K-13.6-6	大深度ボーリング(K-13.6) 深度977.75-978.15m	EL-942.75m	斜長石 (#150-250)	0.311±0.006	17.05±0.70	14.1±0.6	68.2	斜長石の 変質が顕著
	K-13.6-7	大深度ボーリング(K-13.6) 深度1018.00~1018.30m	EL-982.95m	斜長石 (#150-250)	0.213±0.004	13.80±0.82	16.6±1.0	76.6	斜長石の 変質が顕著
	K-13.6-8	大深度ボーリング(K-13.6) 深度1075.00~1075.25m	EL-1039.93m	斜長石 (#150-250)	0.208±0.004	14.82±0.77	18.3±1.0	74.2	斜長石の 変質が顕著
	K-13.6-9	大深度ボーリング(K-13.6) 深度1107.90~1108.20m	EL-1072.85m	斜長石 (#150-250)	0.100±0.005	9.18±0.54	23.5±1.8	76.4	斜長石の 変質が顕著



凡例  
Pl: 斜長石  
Cpx: 単斜輝石  
Opx: 斜方輝石

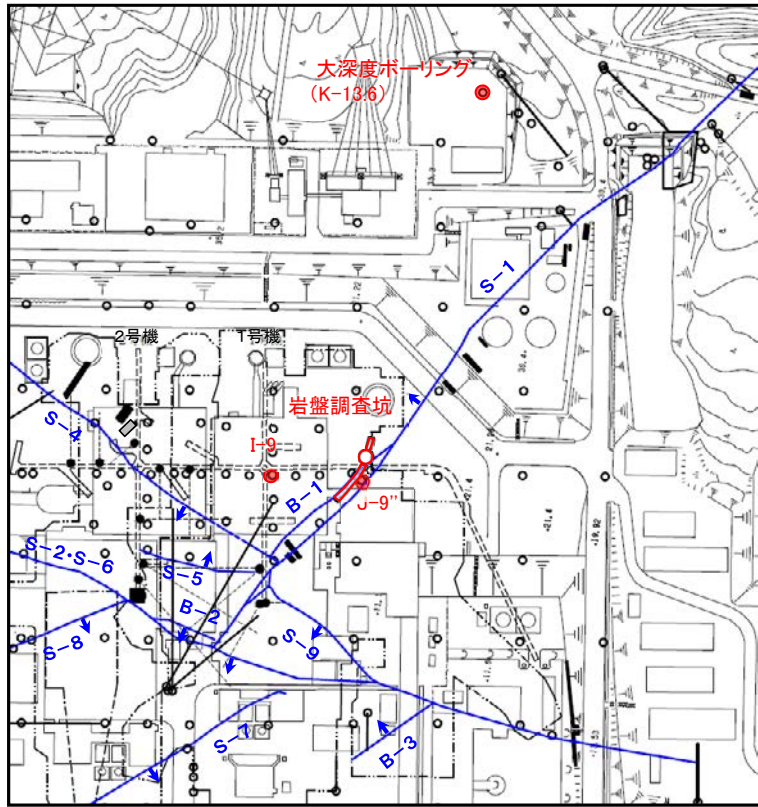
斜長石の変質が顕著でない薄片写真の例(K-13.6-10)



凡例  
Pl: 斜長石  
Cpx: 単斜輝石  
Sm: スメクタイト

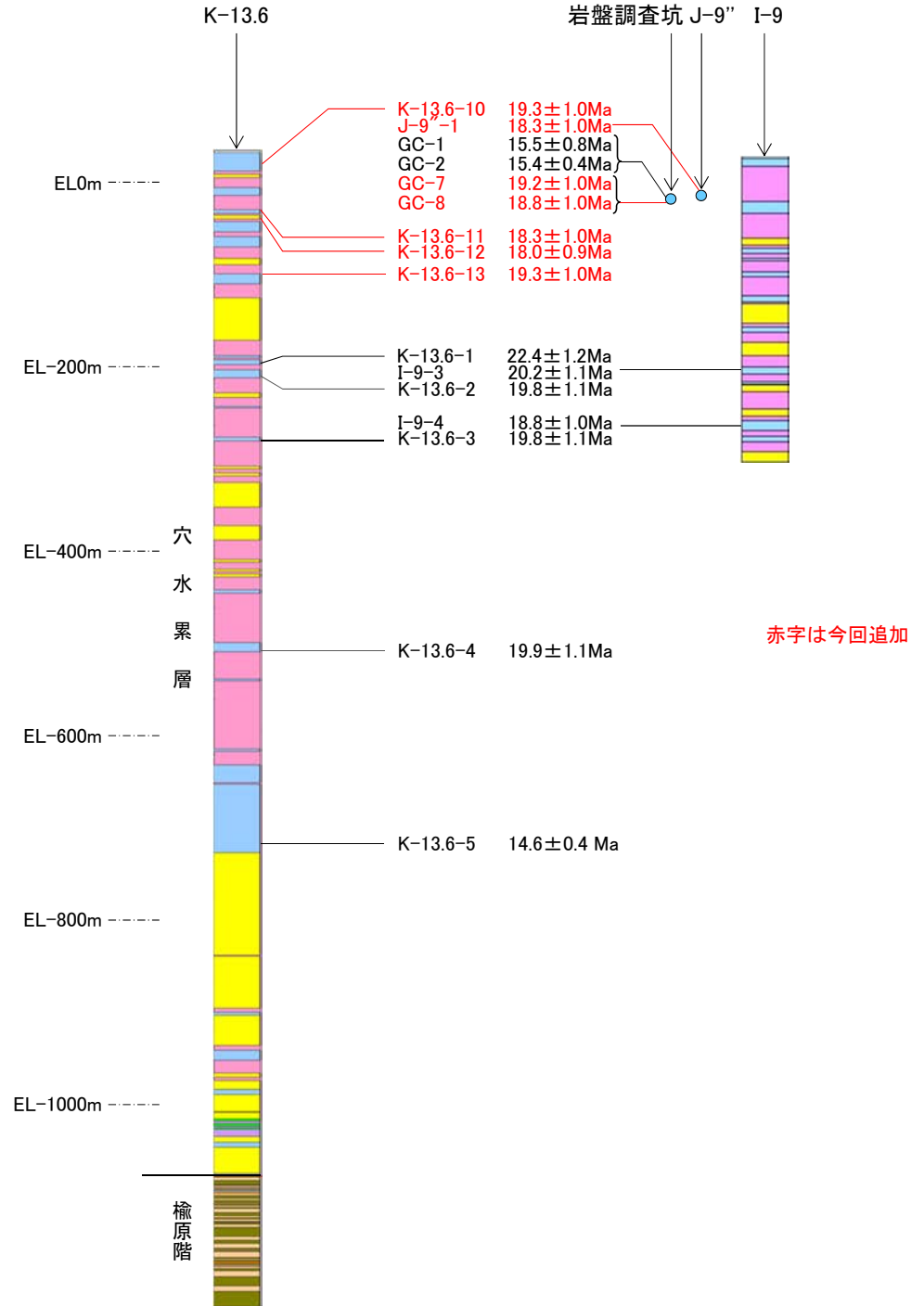
斜長石の変質が顕著な薄片写真の例(K-13.6-7)

# [5] K-Ar年代について —安山岩 試料採取位置—



断層(EL-4.7m) 位置図

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

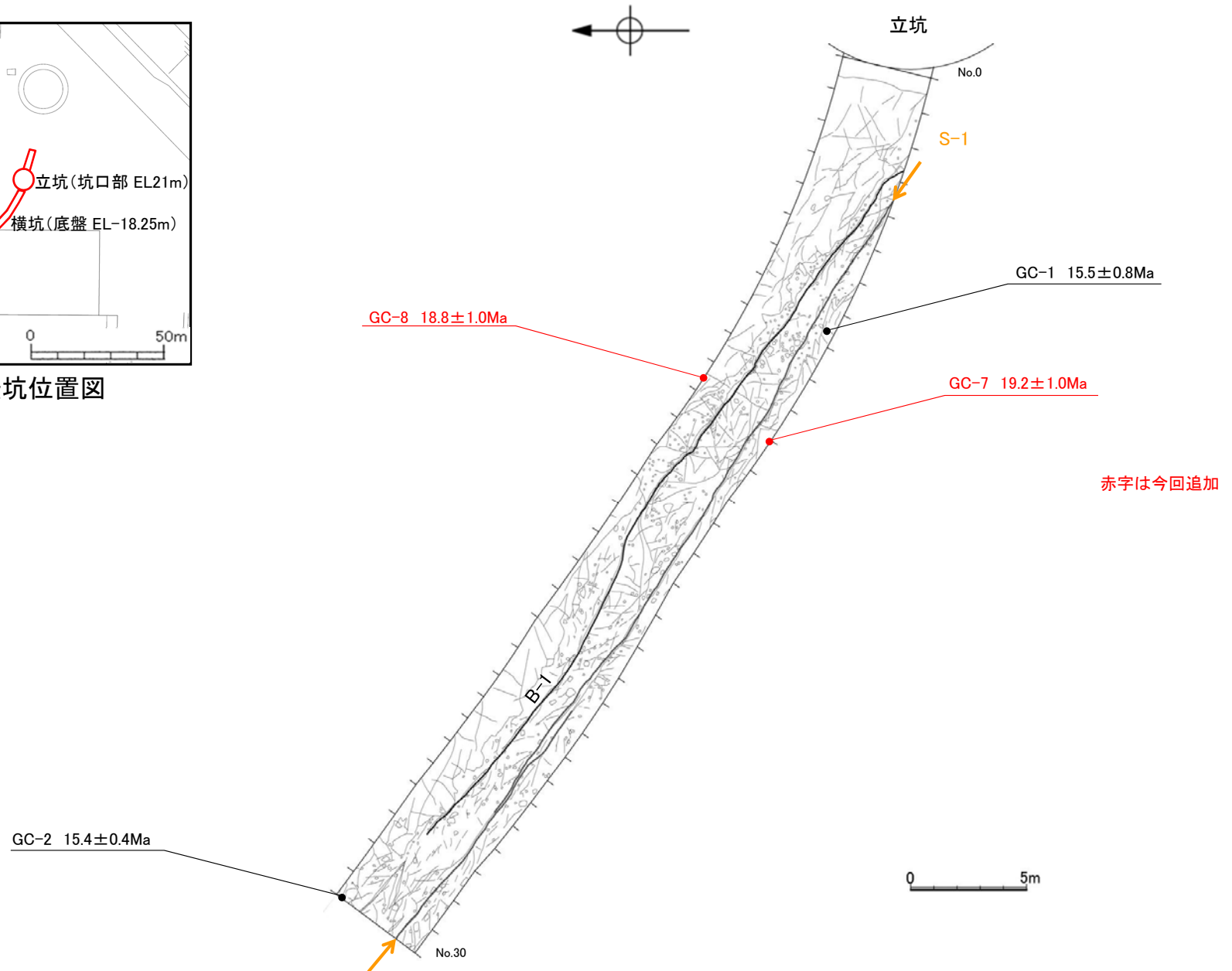




# 【岩盤調査坑内試料採取位置】



岩盤調査坑位置図



岩盤調査坑底盤スケッチ

## [5] K-Ar年代について —粘土鉱物(スメクタイト)—

○粘土鉱物の形成年代を明らかにするために、S-1及びS-2・S-6の最新面付近の粘土鉱物を対象として、K-Ar年代分析を実施した。

○粘土鉱物を対象としたK-Ar年代分析では、非放射性起源<sup>40</sup>Arの値が大きくなるため、測定誤差への配慮が必要となる。そこで、複数箇所(全8箇所)で試料を採取し、分析を行った。

○S-1の最新面付近の粘土中に含まれる粘土鉱物(スメクタイト)のK-Ar年代値は、10~15Maを示す。

○S-2・S-6の最新面付近の粘土中に含まれる粘土鉱物(スメクタイト)のK-Ar年代値は、11~14Maを示す。

○いずれの試料の年代分析結果にも、大きなばらつきは認められない。

STP: 標準状態(0°C, 1気圧), Ma: 100万年前

対象物	試料No.	試料採取箇所	測定物 (粒径)	カリウム含有量 (wt. %)	放射性起源 <sup>40</sup> Ar (10 <sup>-8</sup> cc STP/g)	K-Ar年代 (Ma)	非放射性起源 <sup>40</sup> Ar (%)	備考
S-1 最新面付近の 粘土	1	岩盤調査坑 No.15~16付近 EL-18.25m	スメクタイト (0.2-0.4 μm)	0.652±0.013	26.12±4.01	10.3±1.6	90.4	
	2	岩盤調査坑 No.16~17付近 EL-18.25m	スメクタイト (0.2-0.4 μm)	0.382±0.008	16.17±2.95	10.9±2.0	91.8	
	3	岩盤調査坑 No.24~25付近 EL-18.25m	スメクタイト (0.2-0.4 μm)	0.689±0.014	30.75±7.51	11.5±2.8	93.6	
	4-1	岩盤調査坑 No.27付近 EL-18.25m	スメクタイト (<5 μm)	0.540±0.011	31.91±5.89	15.1±2.8	71.2	今回追加
	4-2		スメクタイト (<1 μm)	0.512±0.010	27.21±6.12	13.6±3.1	82.3	今回追加
	4-3		スメクタイト (<0.4 μm)	0.503±0.010	21.76±5.96	11.1±3.0	87.0	今回追加
	4-4		スメクタイト (<0.1 μm)	0.425±0.009	24.26±6.99	14.6±4.2	88.2	今回追加
S-2・S-6 最新面付近の 粘土	5	E-8.5+5'孔 深度9.3m EL11.82m	スメクタイト (0.2-1 μm)	0.420±0.008	23.33±6.35	14.3±3.9	94.5	今回追加
	6	E-8.6+5'孔 深度8.9m EL12.24m	スメクタイト (0.2-1 μm)	0.337±0.007	17.66±2.93	13.5±2.2	91.1	今回追加
	7	F-8.5" 深度8.80m EL12.33m	スメクタイト	0.375±0.008	21.12±1.98	14.5±1.4	84.7	今回追加
	8-1	E-8.4'孔 深度31.70m EL-10.61m	スメクタイト (<5 μm)	0.638±0.013	29.08±6.22	11.7±2.5	93.0	今回追加
	8-2		スメクタイト (<1 μm)	0.909±0.018	42.14±12.81	11.9±3.6	95.0	今回追加
	8-3		スメクタイト (<0.4 μm)	0.935±0.019	41.35±14.23	11.4±3.9	95.6	今回追加
	8-4		スメクタイト (<0.1 μm)	0.887±0.018	47.46±14.87	13.7±4.3	95.2	今回追加



## [5] K-Ar年代について —粘土鉱物のK-Ar年代分析の信頼性確認—

○下記の①～④の手法により、測定物(スメクタイト)の特定を行い、粘土鉱物のK-Ar年代分析の信頼性を確認した。  
 ○複数箇所採取した試料の年代分析結果に大きなばらつきは認められず、測定物の特定により粘土鉱物のK-Ar年代分析の信頼性が確認できたことから、粘土鉱物のK-Ar年代値は妥当であると判断した。

試料No.	信頼性確認手法	目的	結果	記載頁
1, 2, 3	① XRD分析	・測定物(スメクタイト)以外の不純物が混入しているか否かの確認	・一部の試料にスメクタイト以外の不純物が確認されるものの、K-Ar年代値に不純物の影響は及んでいない。	P.221
4-1~4 8-1~4	② 粒径別XRD分析	・測定物(スメクタイト)以外の不純物による影響の有無の確認	・本試料によるK-Ar年代値はスメクタイトの形成年代を示し、不純物の影響は及んでいない。	P.222~223
	③ TEM観察	・測定物(スメクタイト)の特定 ・測定物(スメクタイト)が結晶構造を保持しているか否かの確認	・K-Ar年代分析試料を対象に実施したXRD分析で認められた鉱物等が、TEM観察においても確認できた。 ・スメクタイトは普遍的に認められ、ほぼ自形結晶からなり、顕著な摩耗、破壊は認められない。	P.224
	④ EDS分析	・測定物(スメクタイト)の特定 ・試料に含まれていたスメクタイトとセピオライトについて、カリウム(K)の存否の確認	・K-Ar年代分析試料を対象に実施したXRD分析で認められた鉱物等が、EDS分析においても確認できた。 ・スメクタイトにはKが含まれ、セピオライトにはKが含まれていないことから、本試料を対象に実施したK-Ar年代分析により得られた年代値は、スメクタイトの形成年代を示し、セピオライトの影響は及んでいない。	P.225~230

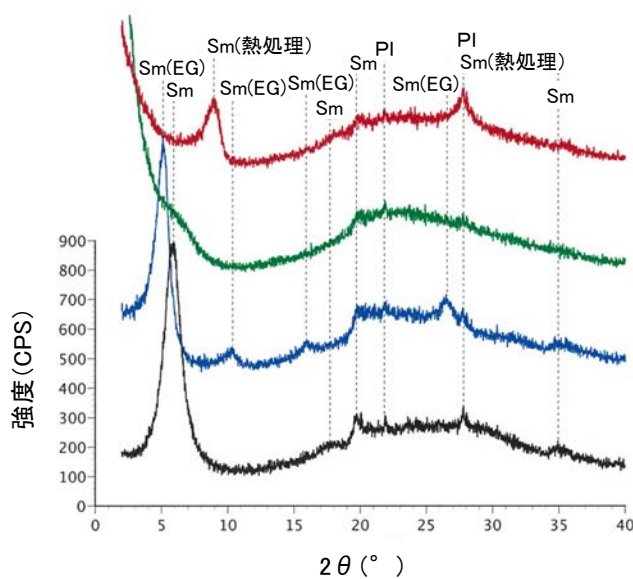
# [5] K-Ar年代について – 粘土鉱物のK-Ar年代分析の信頼性確認 ①XRD分析–

- 分析試料に測定物(スメクタイト)以外の不純物が混入しているか否かを確認することを目的に、K-Ar分析試料(No.1~3)を用いてXRD分析(定方位)を実施した。
- 試料No.3(右下グラフ)には、スメクタイト以外の鉱物は確認されない。
- 試料No.1(左下グラフ)及び試料No.2(中下グラフ)には、斜長石やクリストバライトが確認されるものの、その強度は小さく、得られた年代値についても試料No.3とほぼ同じであることからその影響は小さいものと考えられる。
- 以上のことから、本試料によるK-Ar年代値に不純物の影響は及んでいないと考えられる。

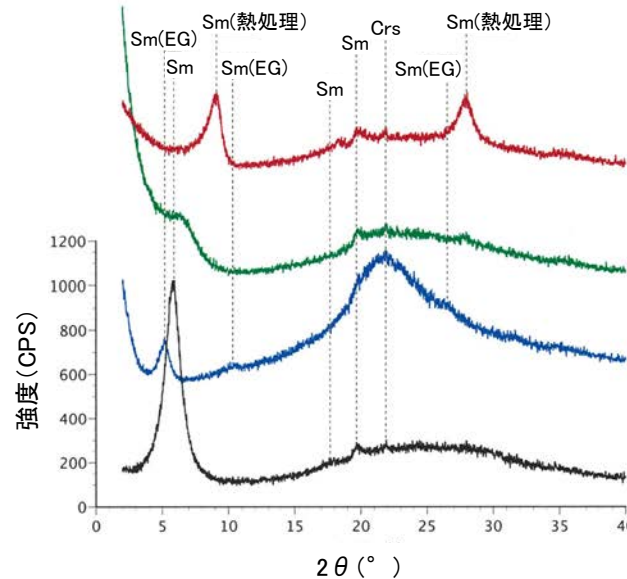
試料No.	カリウム含有量 (wt. %)	放射性起源 <sup>40</sup> Ar (10 <sup>-8</sup> cc STP/g)	K-Ar年代 (Ma)	非放射性起源 <sup>40</sup> Ar (%)
1	0.652±0.013	26.12±4.01	10.3±1.6	90.4
2	0.382±0.008	16.17±2.95	10.9±2.0	91.8
3	0.689±0.014	30.75±7.51	11.5±2.8	93.6

K-Ar年代分析結果

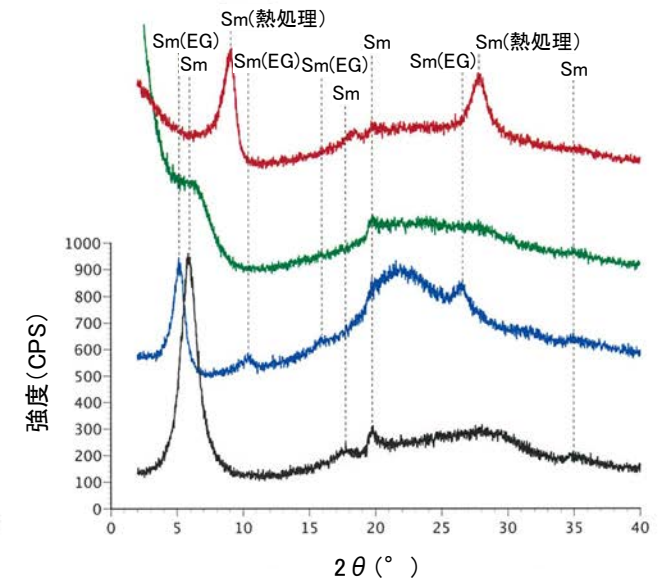
PI : 斜長石  
 Crs: クリストバライト  
 Sm: スメクタイト



試料No.1  
X線回折チャート



試料No.2  
X線回折チャート



試料No.3  
X線回折チャート



# [5] K-Ar年代について – 粘土鉱物のK-Ar年代分析の信頼性確認 ②粒度別XRD分析–

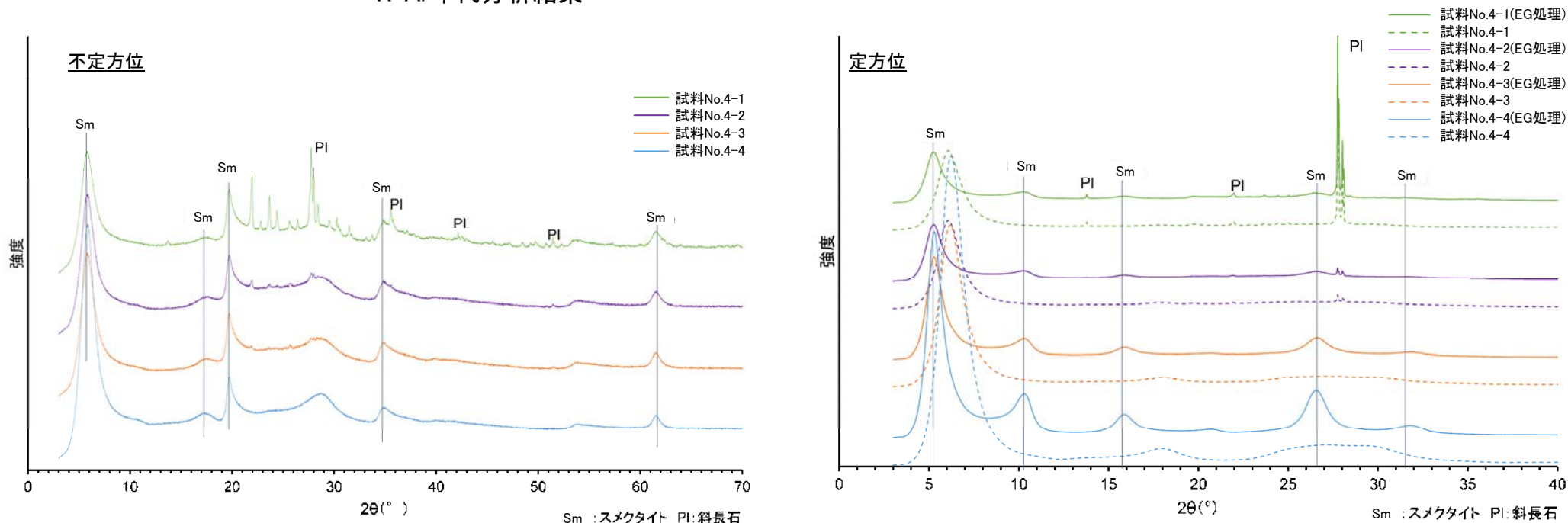
○分析試料に含まれる測定物(スメクタイト)以外の不純物の影響の有無を確認するために、分析試料を粒径別に分離し、XRD分析を実施した。試料は、超低温サーキュレータにより凍結粉碎し、水簸法と高速遠心分離により粒径分別を行った。  
 ○分析の結果、得られた年代値には粒径による影響は認められないことから、K-Ar年代値には不純物の影響は及んでいないと判断した。

## 【試料No.4-1～4の分析結果】

試料No.	粒径 (μm)	カリウム含有量 (wt. %)	放射性起源 <sup>40</sup> Ar (10 <sup>-8</sup> cc STP/g)	K-Ar年代 (Ma)	非放射性起源 <sup>40</sup> Ar (%)
4-1	<5	0.540±0.011	31.91±5.89	15.1±2.8	71.2
4-2	<1	0.512±0.010	27.21±6.12	13.6±3.1	82.3
4-3	<0.4	0.503±0.010	21.76±5.96	11.1±3.0	87.0
4-4	<0.1	0.425±0.009	24.26±6.99	14.6±4.2	88.2

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

K-Ar年代分析結果



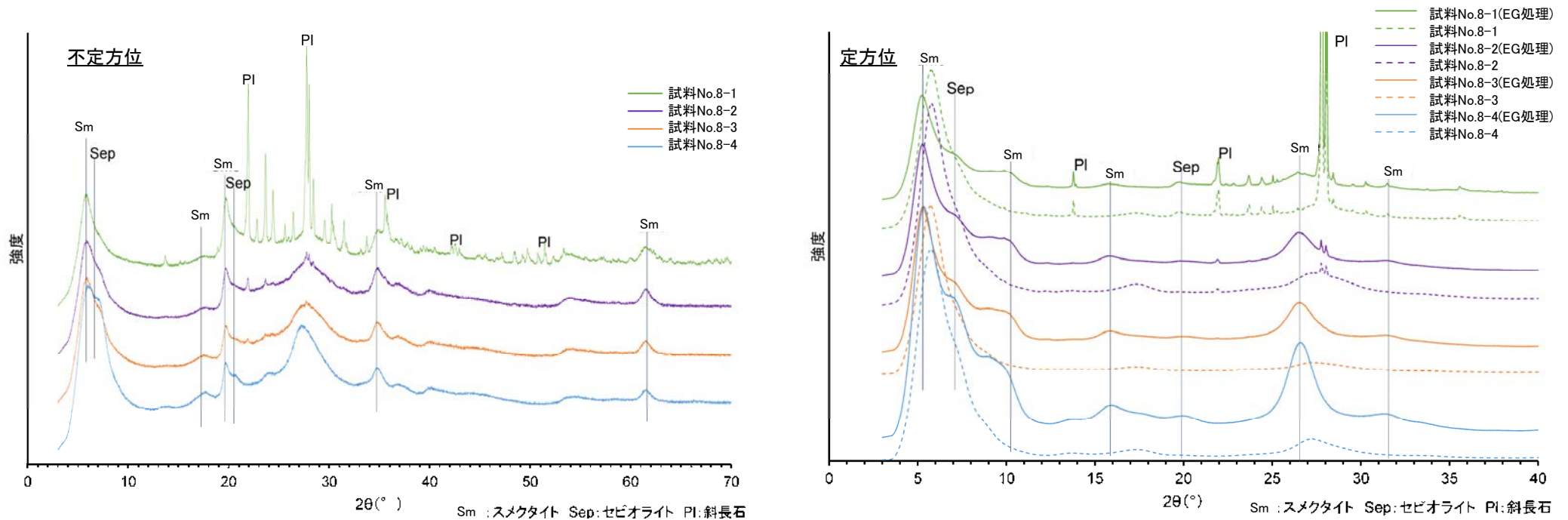
## 【試料No.8-1～4の分析結果】

試料No.	粒径 ( $\mu\text{m}$ )	カリウム含有量 (wt. %)	放射性起源 $^{40}\text{Ar}$ ( $10^{-8}\text{cc STP/g}$ )	K-Ar年代 (Ma)	非放射性起源 $^{40}\text{Ar}$ (%)
8-1	<5	$0.638 \pm 0.013$	$29.08 \pm 6.22$	$11.7 \pm 2.5$	93.0
8-2	<1	$0.909 \pm 0.018$	$42.14 \pm 12.81$	$11.9 \pm 3.6$	95.0
8-3	<0.4	$0.935 \pm 0.019$	$41.35 \pm 14.23$	$11.4 \pm 3.9$	95.6
8-4	<0.1	$0.087 \pm 0.018$	$47.46 \pm 14.87$	$13.7 \pm 4.3$	95.2

K-Ar年代分析結果

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

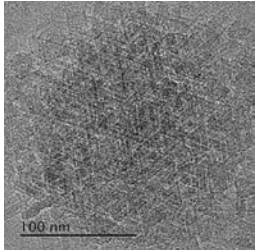
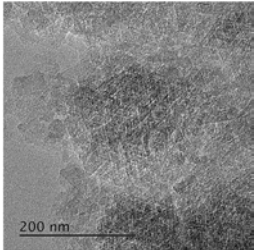
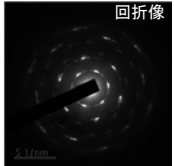
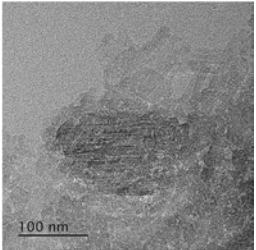
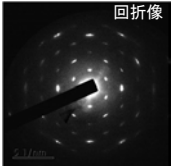
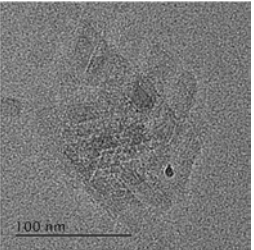
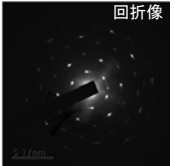
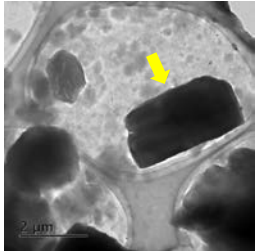
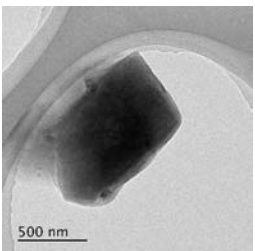
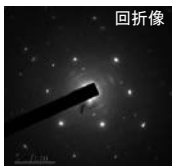
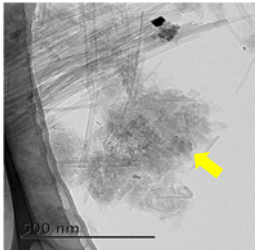
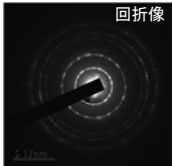
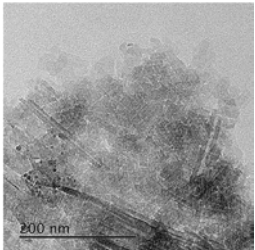
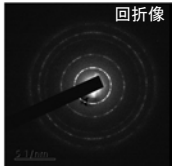
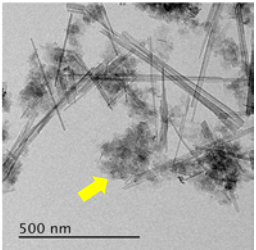
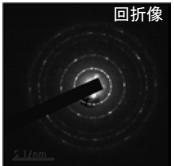
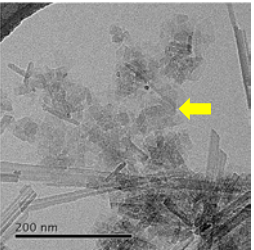
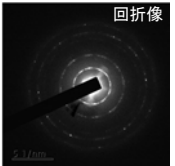
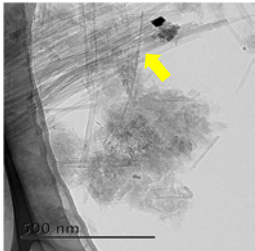
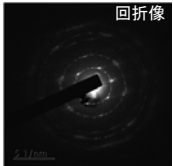
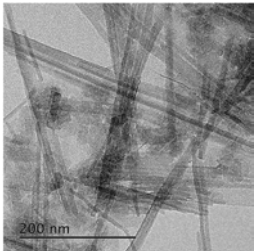
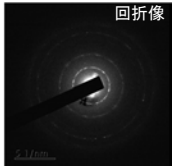
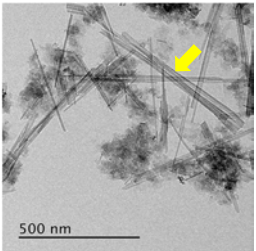
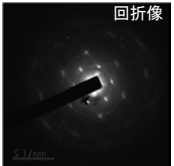
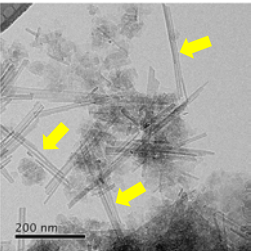
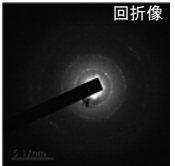
※セピオライトの影響については、P.225参照





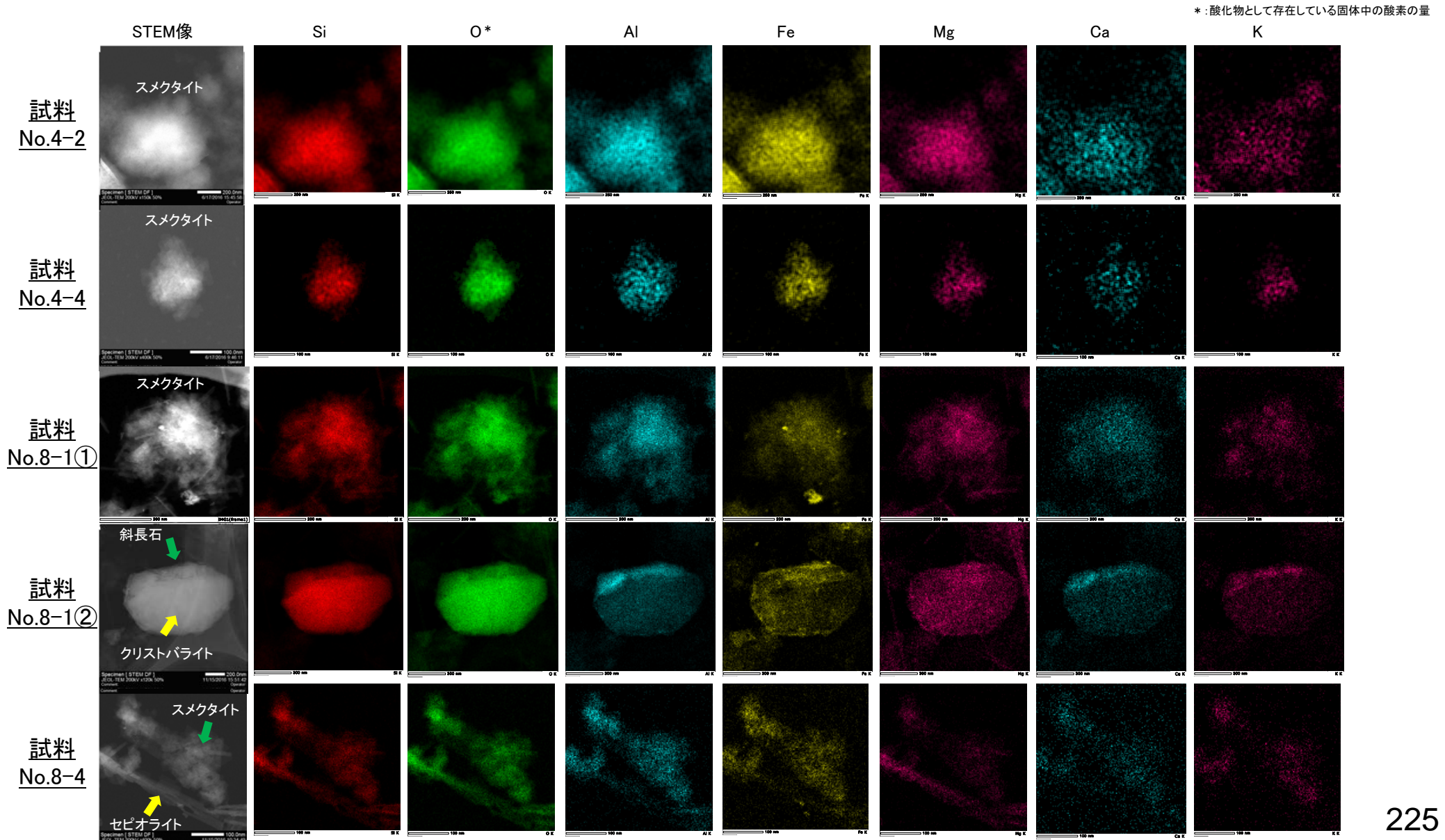
# [5] K-Ar年代について –粘土鉱物のK-Ar年代分析の信頼性確認 ③TEM観察–

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

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

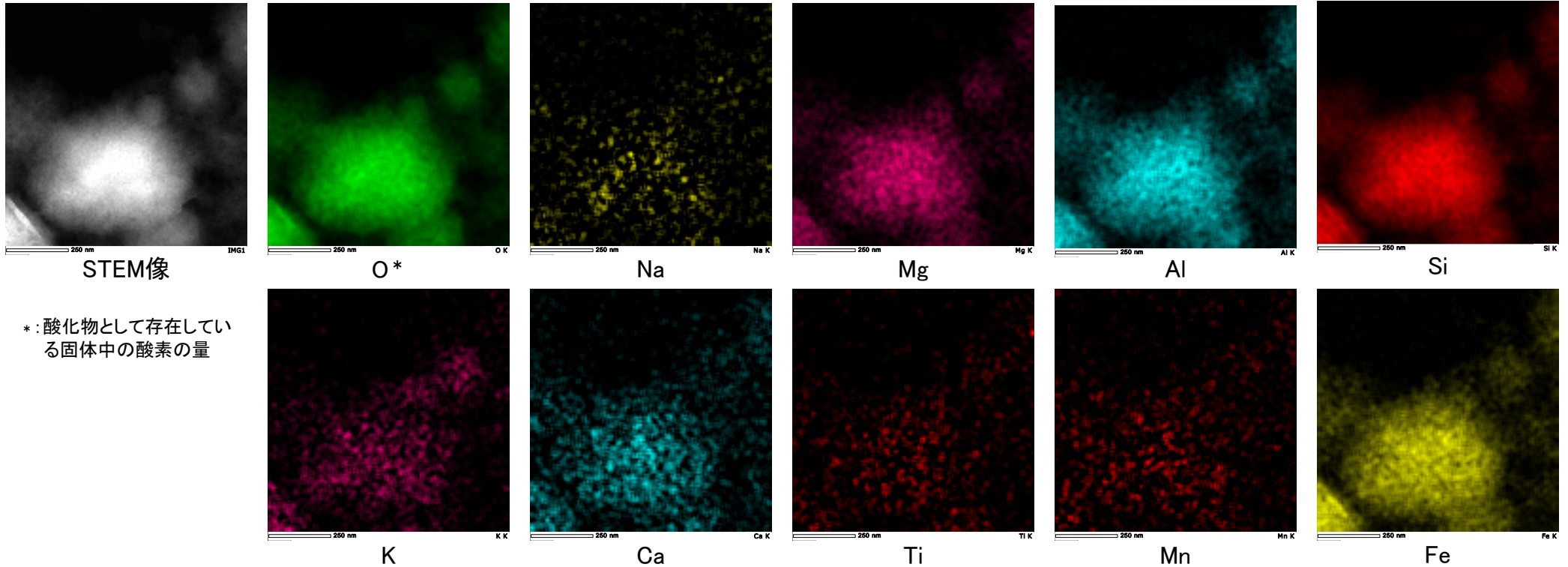
# [5] K-Ar年代について —粘土鉱物のK-Ar年代分析の信頼性確認 ④EDS分析—

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

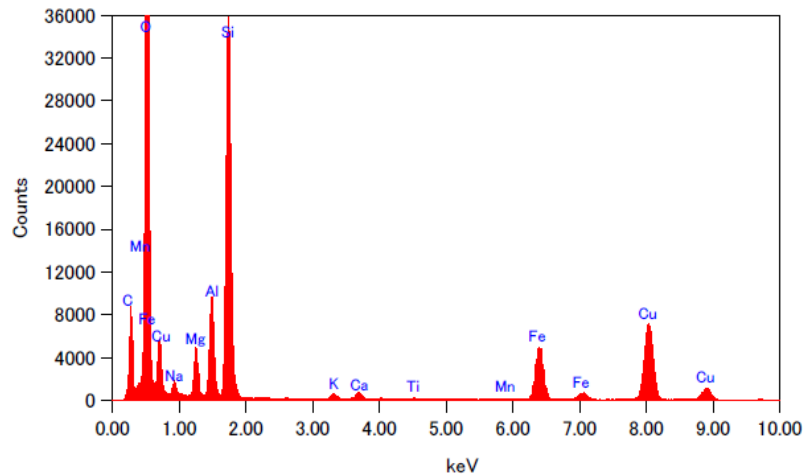




## 【試料No.4-2の分析結果】



\* : 酸化物として存在している固体中の酸素の量

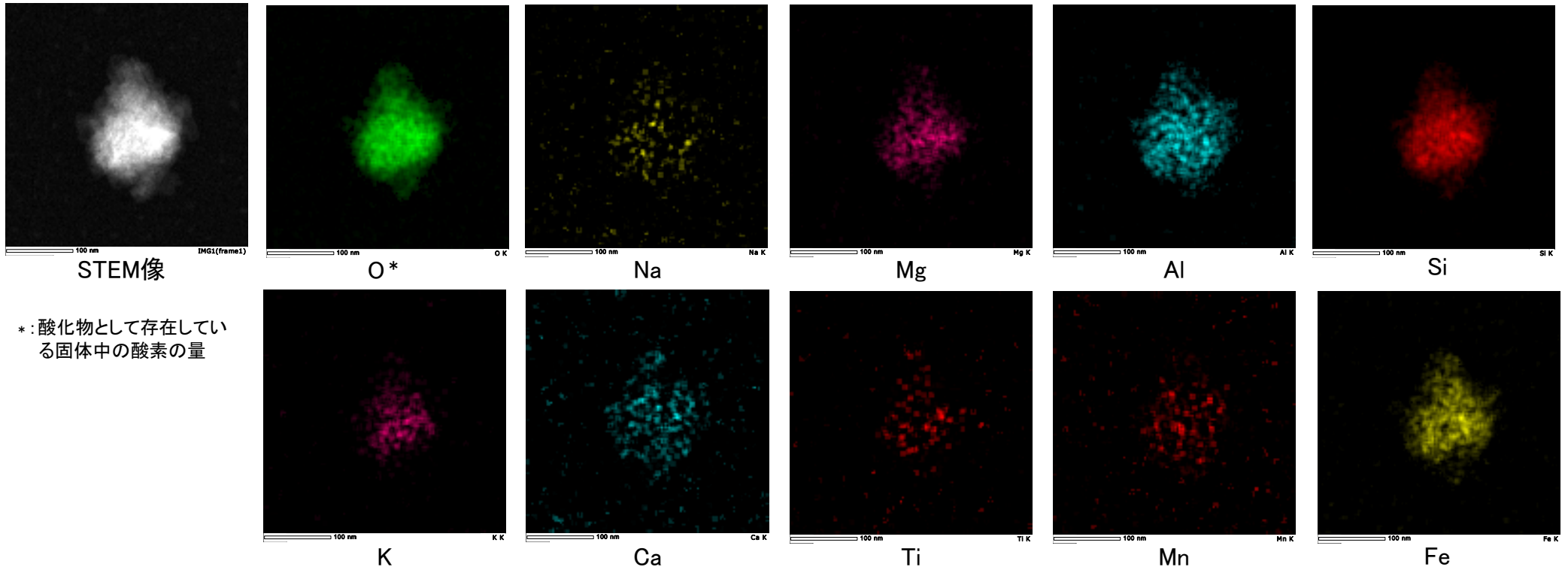


EDS分析結果

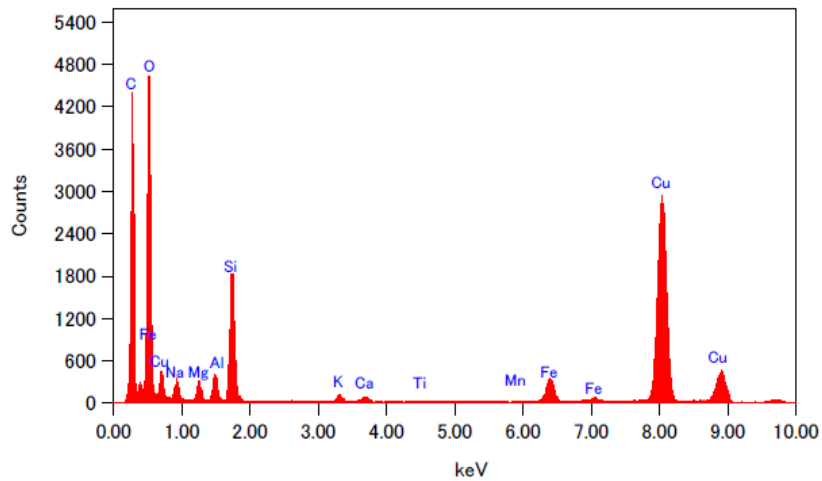
Elem	Wt %
Na <sub>2</sub> O	0.14
MgO	5.76
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6.95
SiO <sub>2</sub>	67.79
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.00
K <sub>2</sub> O	0.78
CaO	1.18
TiO <sub>2</sub>	0.28
MnO	0.13
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16.99
<b>Total</b>	<b>100.00</b>

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

## 【試料No.4-4の分析結果】



\* : 酸化物として存在している固体中の酸素の量



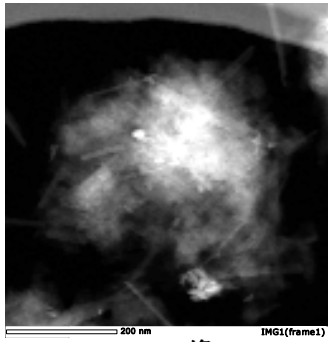
EDS分析結果

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

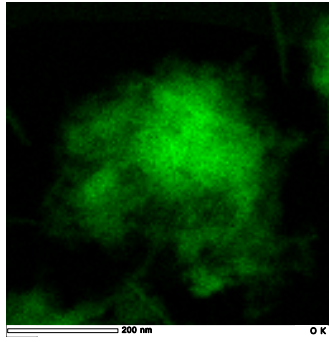
試料の固定にカーボン支持膜を張った銅製グリッドメッシュを用いているため、Cu, Cの測定値は取り除いた。



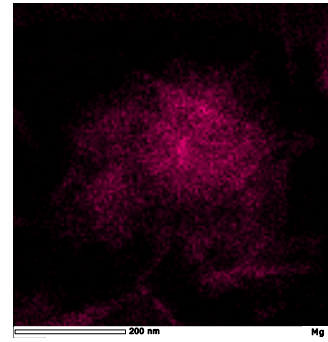
# 【試料No.8-1の分析結果①】



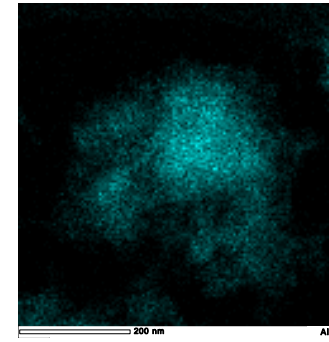
STEM像



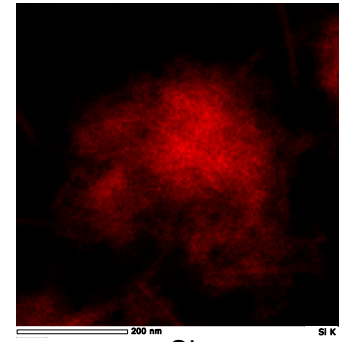
O\*



Mg

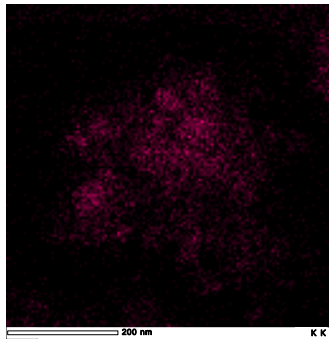


Al

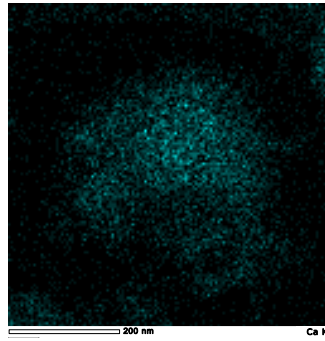


Si

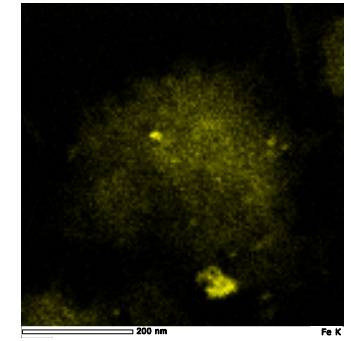
\* : 酸化物として存在している固体中の酸素の量



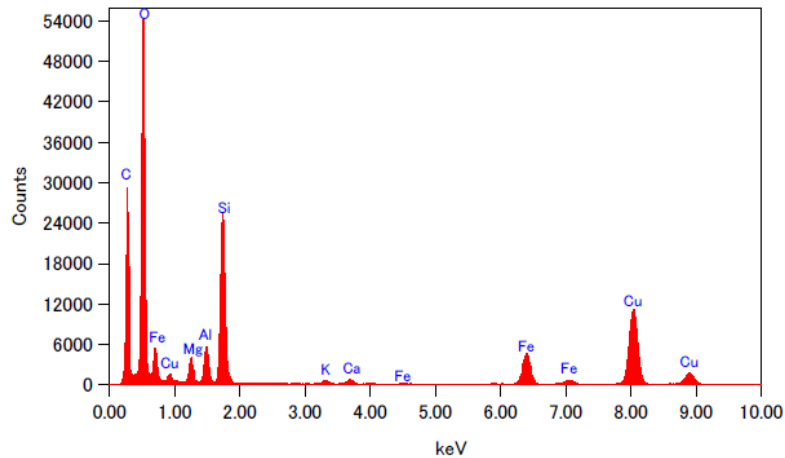
K



Ca



Fe



EDS分析結果

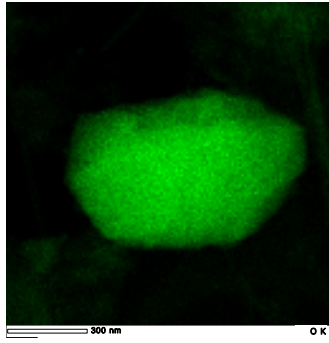
Elem	Wt %
Na <sub>2</sub> O	0.00
MgO	6.41
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5.50
SiO <sub>2</sub>	64.32
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.00
K <sub>2</sub> O	1.14
CaO	1.59
TiO <sub>2</sub>	0.00
MnO	0.00
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	21.04
Total	100.00

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

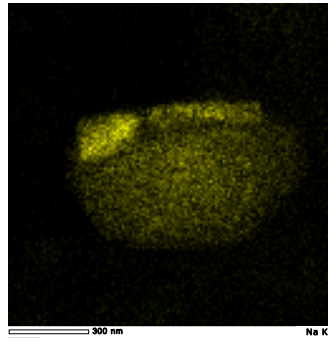
## 【試料No.8-1の分析結果②】



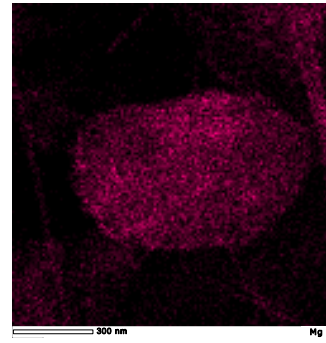
STEM像



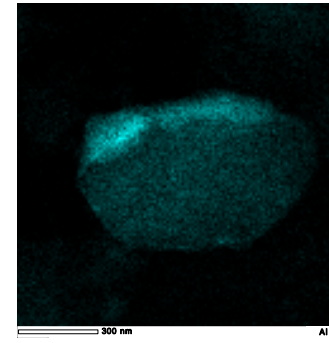
O\*



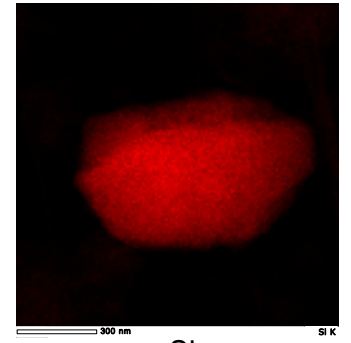
Na



Mg

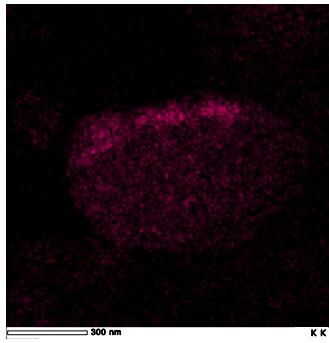


Al

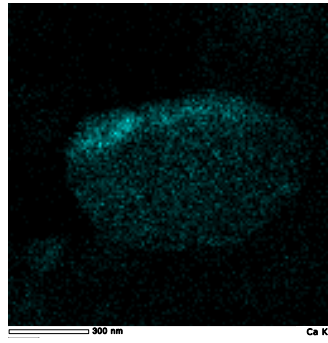


Si

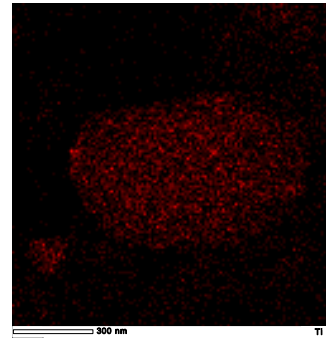
\* : 酸化物として存在している  
固体中の酸素の量



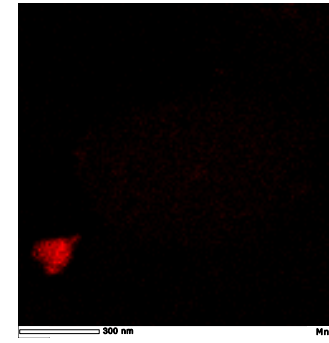
K



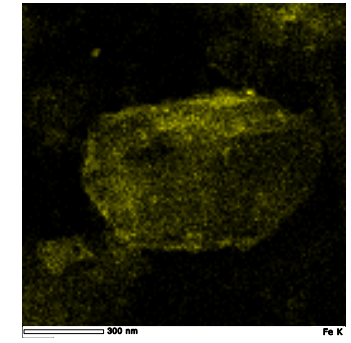
Ca



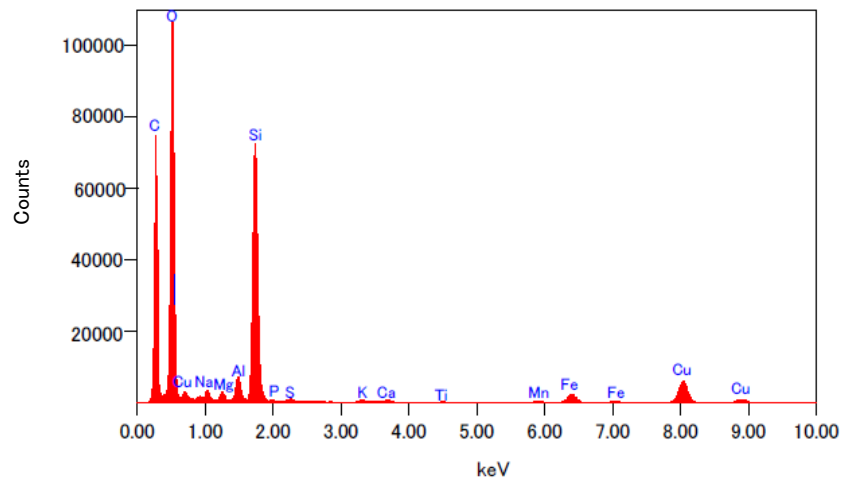
Ti



Mn



Fe



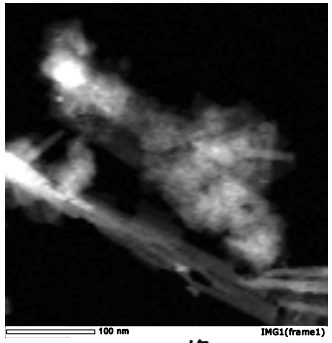
EDS分析結果

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

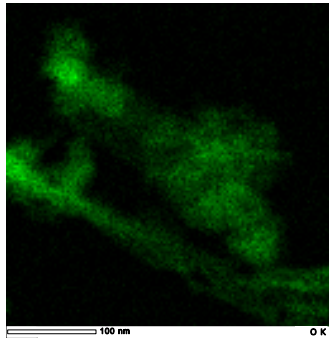
試料の固定にカーボン支持膜を張った銅製グリッドメッシュを用いているため、Cu, Cの測定値は取り除いた。



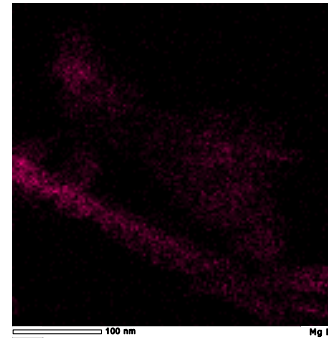
# 【試料No.8-4の分析結果】



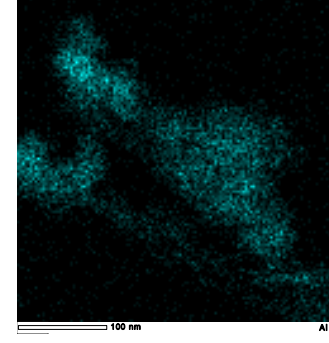
STEM像



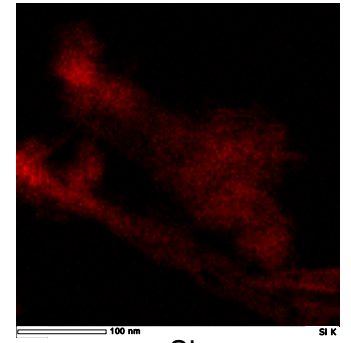
O\*



Mg

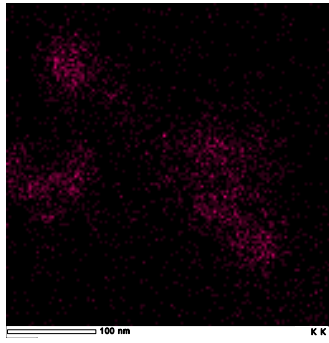


Al

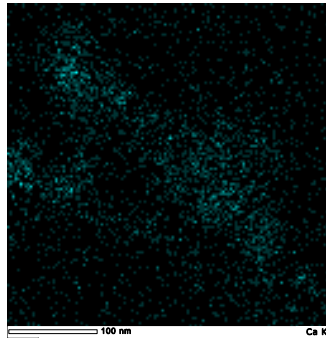


Si

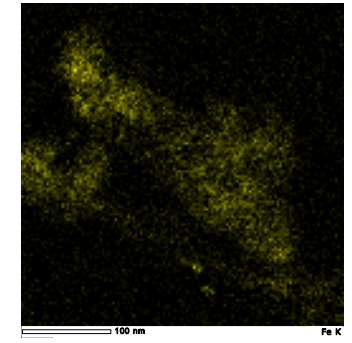
\* : 酸化物として存在している固体中の酸素の量



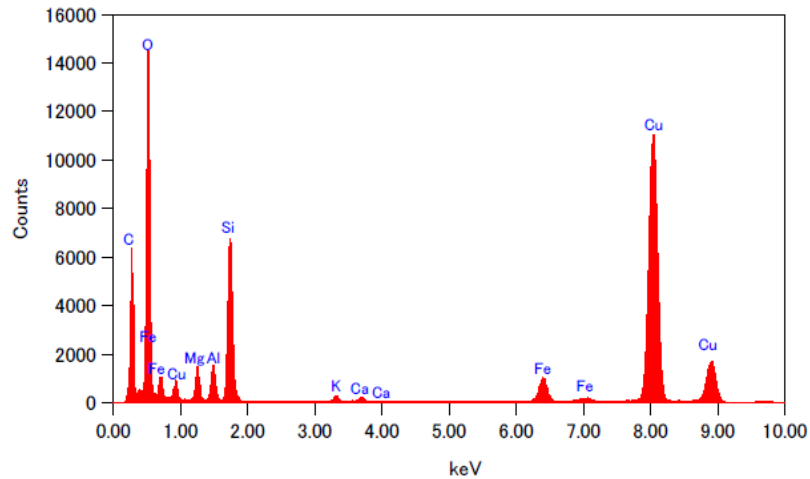
K



Ca



Fe



EDS分析結果

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

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

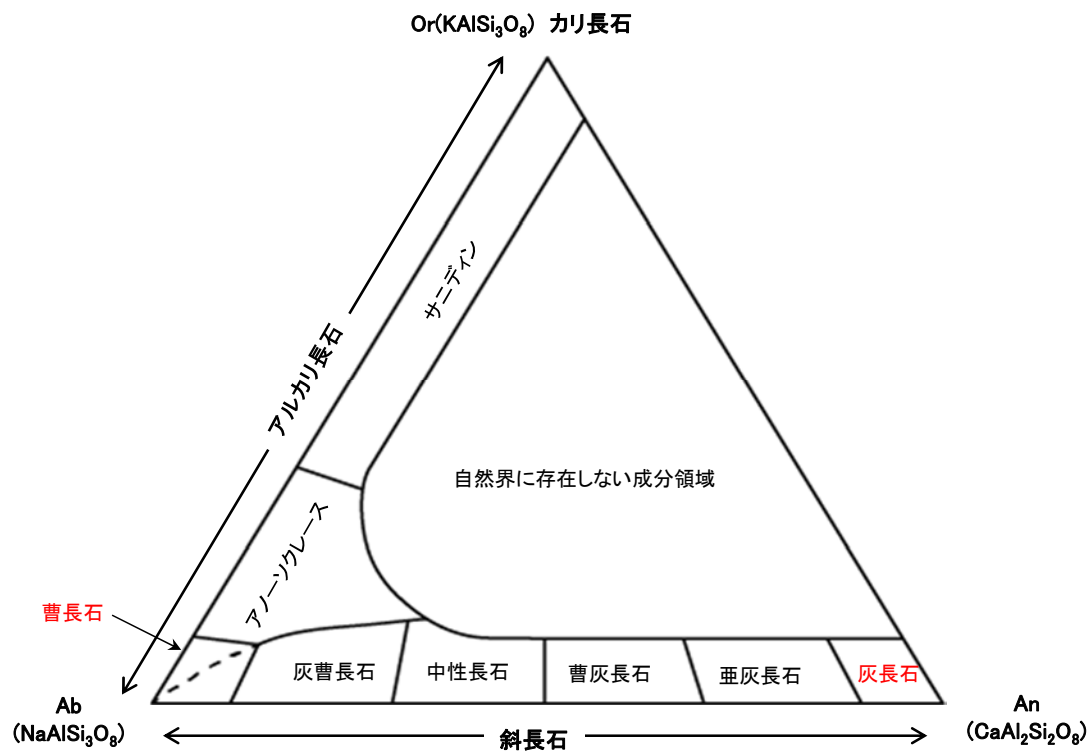
## 〔6〕斜長石のアルバイト化の検討

No	コメント	回答概要
48	斜長石のアルバイト化の検討が行われている場合は、その結果を示すこと。	<ul style="list-style-type: none"><li>・EPMA分析の結果、母岩、固結した破碎部及び粘土状破碎部の斜長石は概ね曹灰長石を示している。</li><li>・母岩、固結した破碎部及び粘土状破碎部の分析結果に大きな違いは認められないことから、粘土状破碎部に沿った熱水は曹長石化を促進させるような温度帯ではなかったものと考えられる。</li></ul>



## [6] 斜長石のアルバイト化の検討 —分析手法—

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

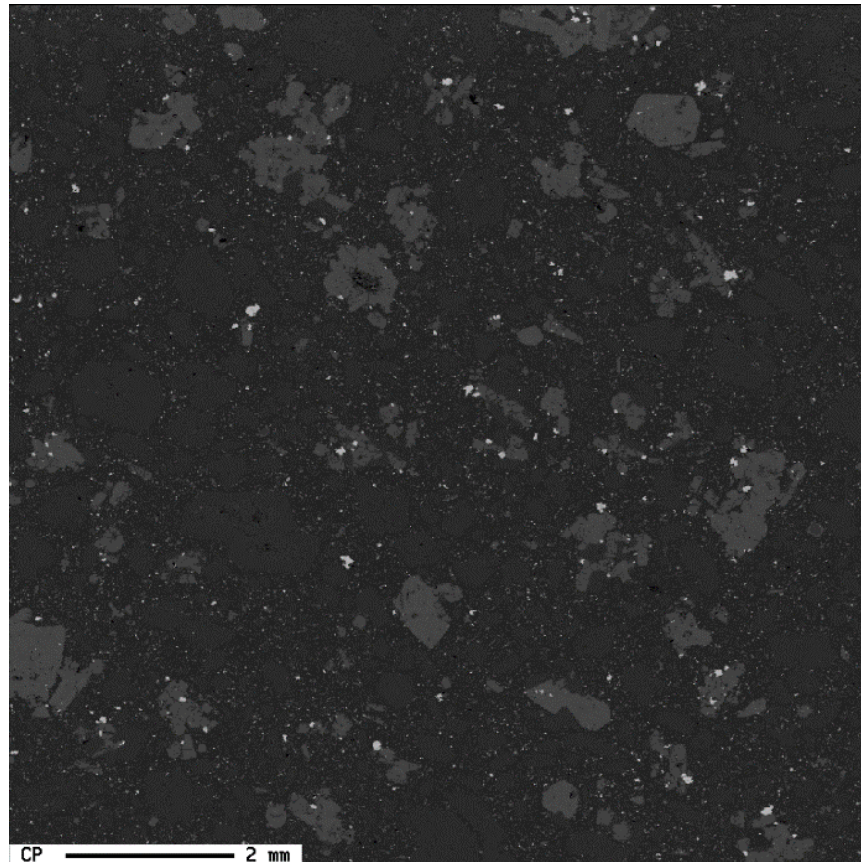


長石の化学組成と分類(黒田・諏訪(1983), Smith(1974))

## [6] 斜長石のアルバイト化の検討 –EPMAマッピング(母岩)–

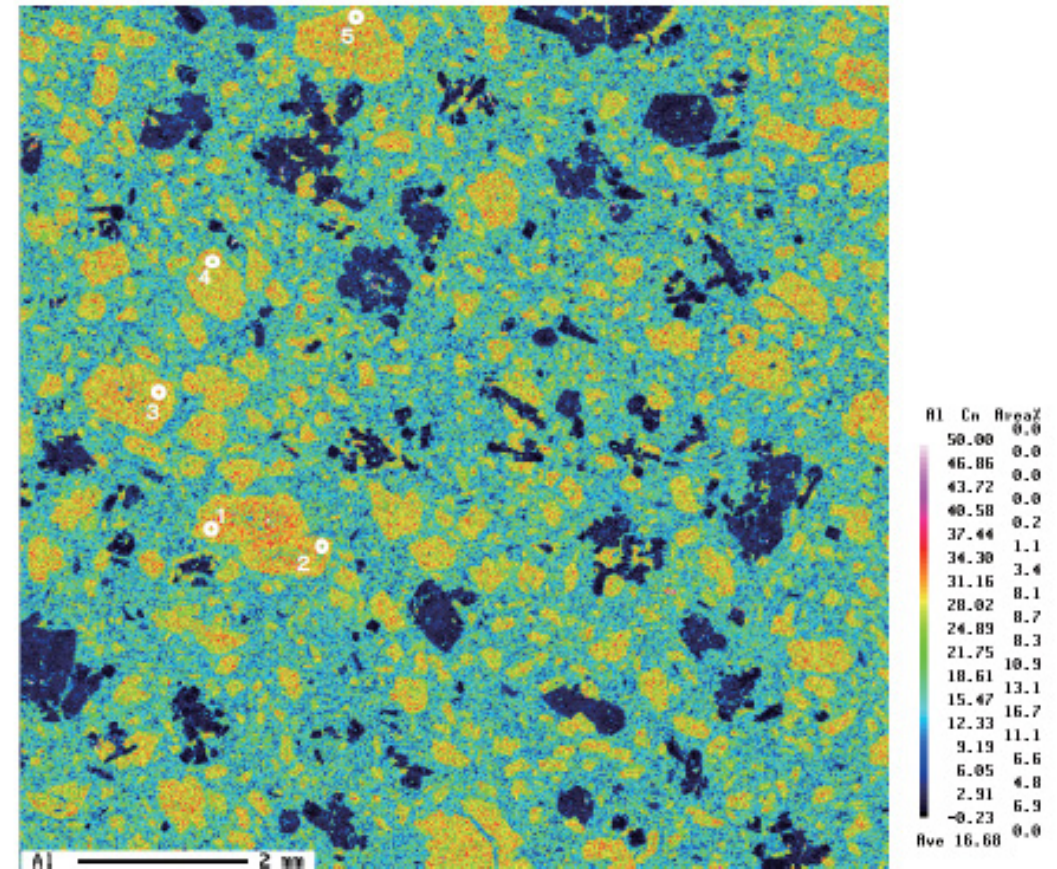
○母岩に含まれる斜長石粒子を選定し、5点でEPMA分析を実施した。

【 COMPO像 】



EPMAマッピング (COMPO像)

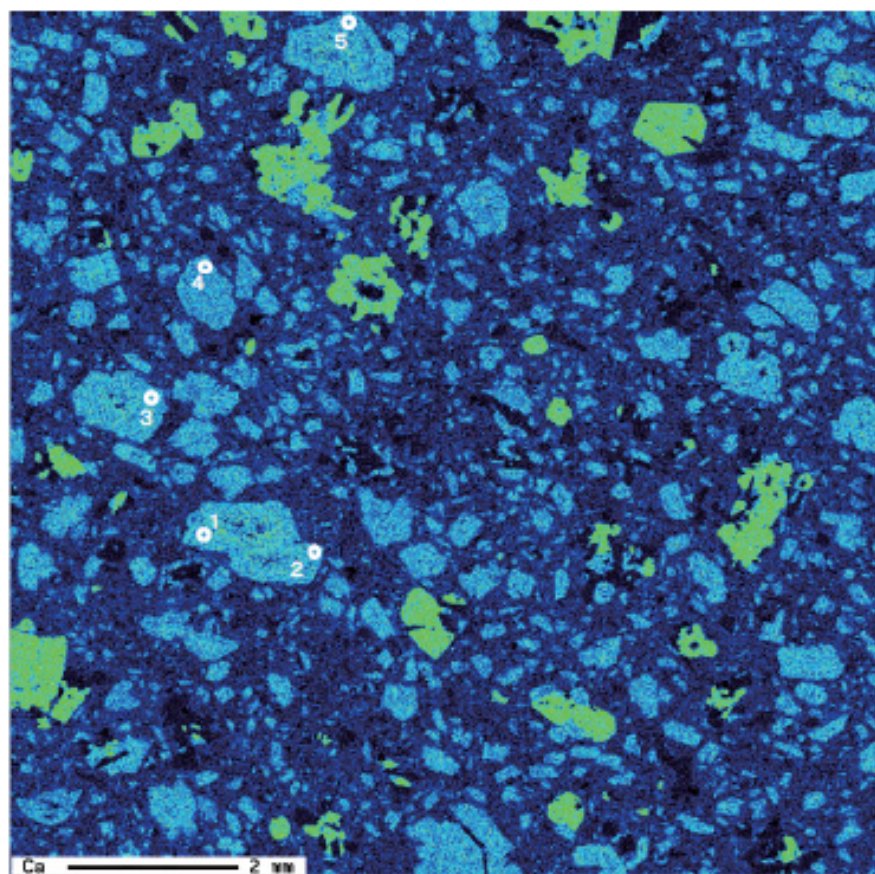
【 AIのマッピング 】



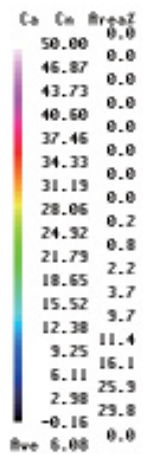
EPMAマッピング (AI)



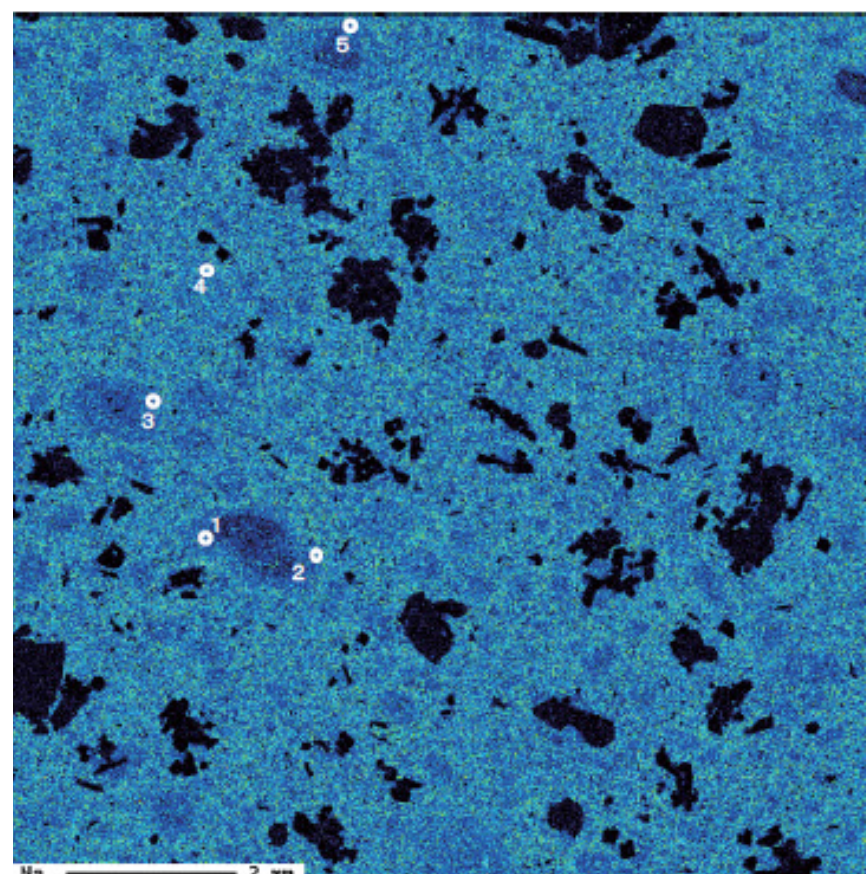
## 【Caのマッピング】



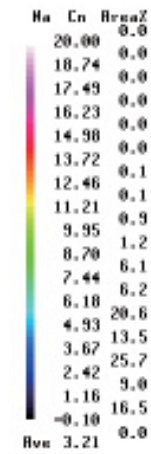
EPMAマッピング (Ca)



## 【Naのマッピング】



EPMAマッピング (Na)



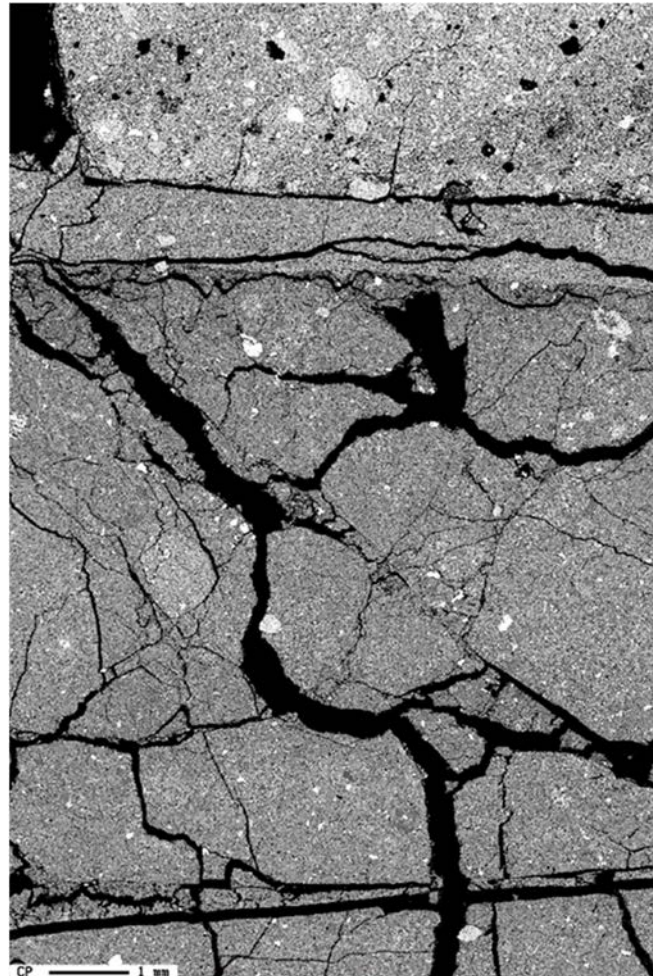
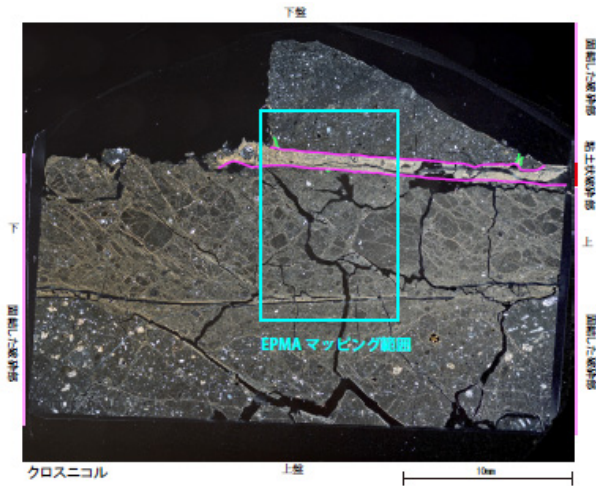


# 〔6〕 斜長石のアルバイト化の検討 –EPMAマッピング(粘土状破砕部及び固結した破砕部)–

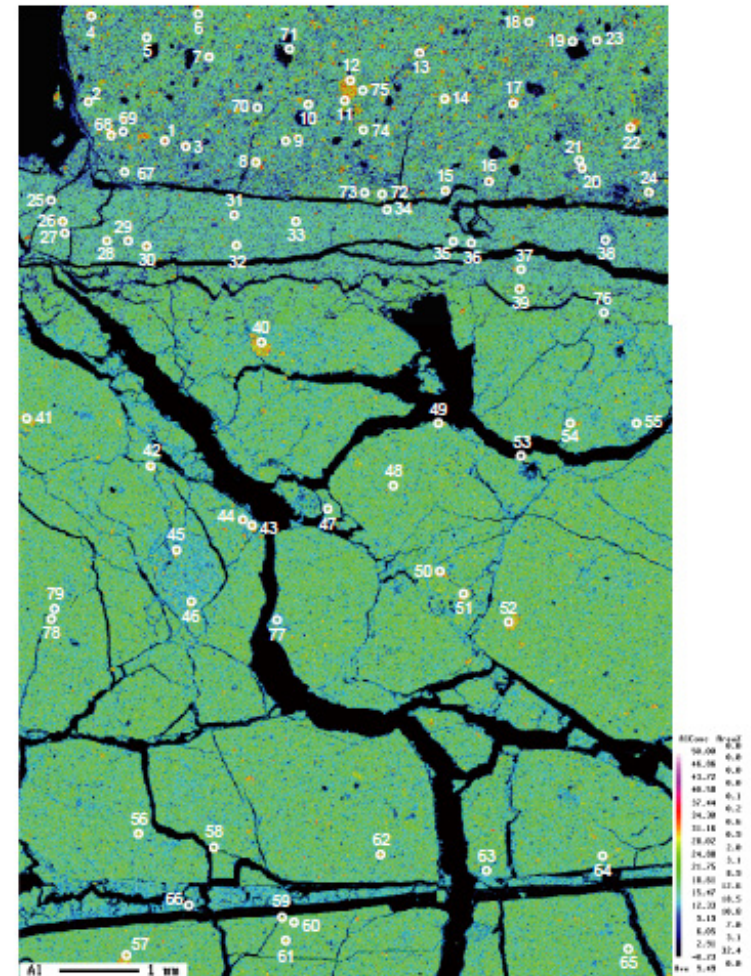
○固結した破砕部と粘土状破砕部に含まれる斜長石粒子を選定し、固結した破砕部では65点、粘土状破砕部では14点でEPMA分析を実施した。

【 COMPO像 】

【 AIのマッピング 】



EPMAマッピング (COMPO像)

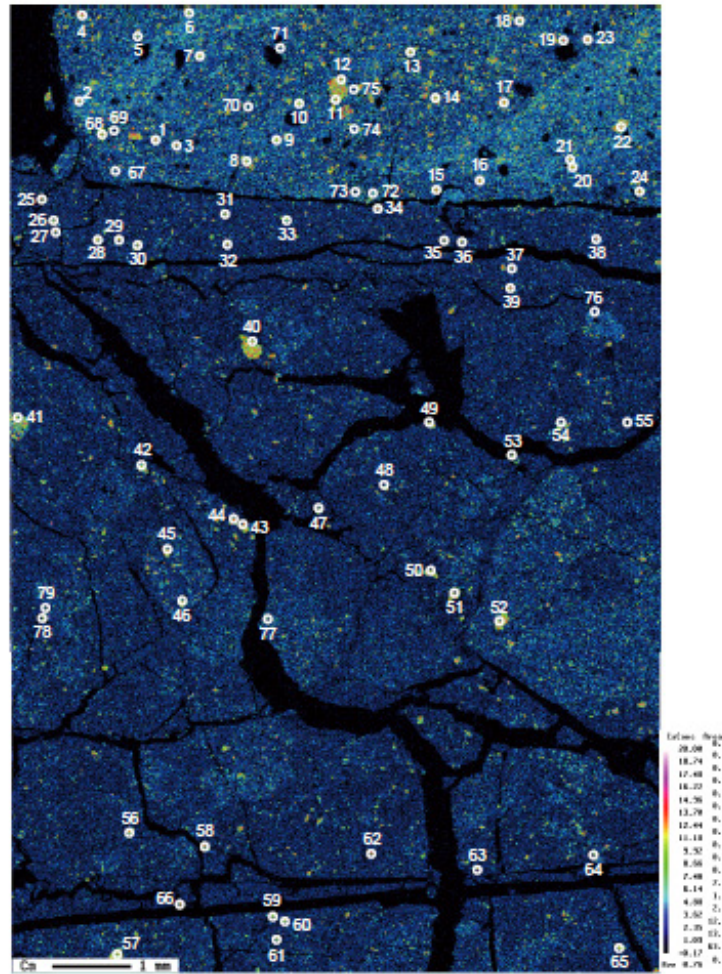
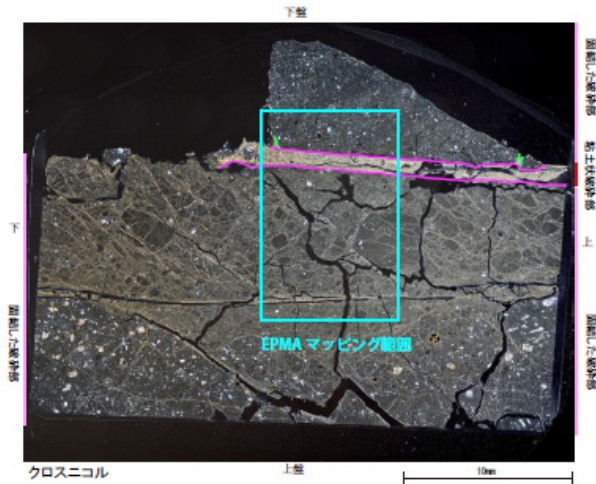


EPMAマッピング (AI)

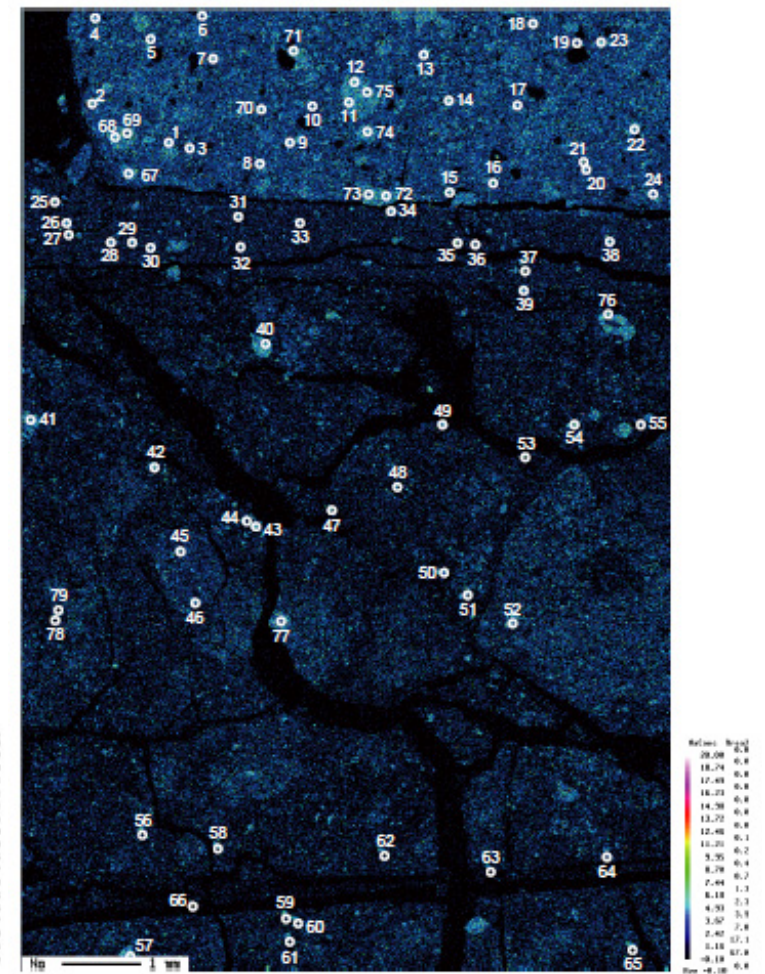


## 【Caのマッピング】

## 【Naのマッピング】



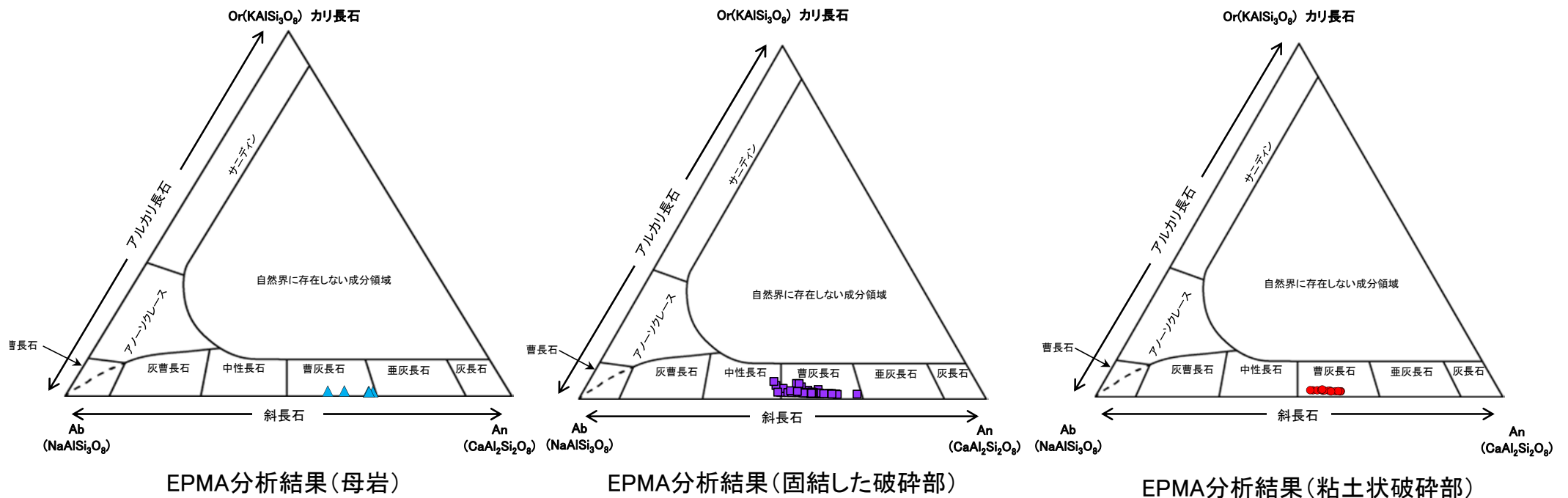
EPMAマッピング (Ca)



EPMAマッピング (Na)

# [6] 斜長石のアルバイト化の検討 ー分析結果ー

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





# [6] 斜長石のアルバイト化の検討 – (参考) 粘土状破砕部に認められる熱水鉱物 –

- 鉱物脈法による評価を行ったS-1, S-2・S-6の粘土状破砕部についてXRD分析を行った結果, 熱水鉱物としては, クリストバライト, スメクタイトが認められている。
- 文献によれば, これらの鉱物の生成温度は曹長石化(アルバイト化)を促進させるような温度帯ではなく, 前頁までに示した分析結果と整合している。

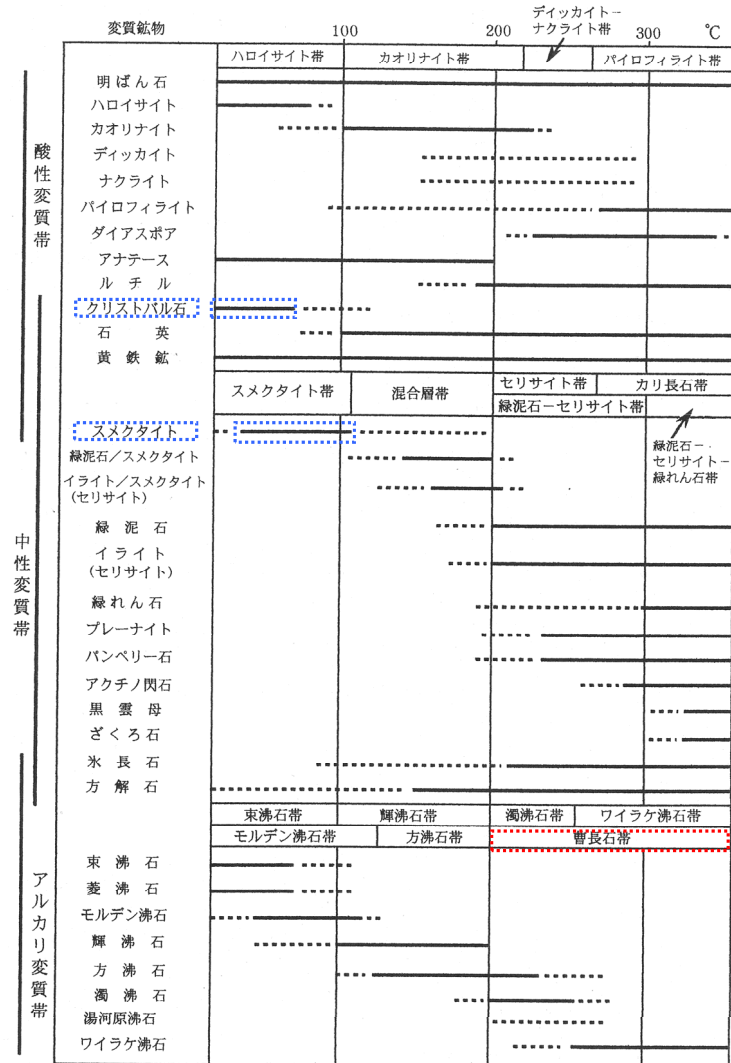
粘土状破砕部のXRD分析結果

試料採取箇所		検出鉱物			
		バクライト	斜長石	スメクタイト	赤鉄鉱
S-1	岩盤調査坑	+	○	△	±
S-2・S-6	E-8.6孔	+	△	△	±

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

○: 中量 (2,500~5,000cps)  
 △: 少量 (500~2,500cps)  
 ±: 微量 (250~500cps)  
 ±: きわめて微量 (<250cps)  
 標準石英最強回折線強度 (3回繰り返し測定, 平均53,376cps)

XRD分析チャートについては,  
 データ集8参照



変質鉱物と生成温度との関係(吉村, 2001)

# 参考文献

- 阿部勝征・岡田篤正・垣見俊弘(1985):地震と活断層, アイ・エス・ユー株式会社.
- 青木かおり・町田洋(2006):日本に分布する第四紀後期広域テフラの主元素組成-K<sub>2</sub>O-TiO<sub>2</sub>図によるテフラの識別, 地質調査研究報告, 57, 239-258.
- 防災科学技術研究所(2001):地すべり地形分布図 第12集「金沢・七尾・輪島」, 防災科学技術研究所研究資料, 第210号.
- 本多亮・澤田明宏・古瀬慶博・工藤健・田中俊行・平松良浩(2012):金沢大学重力データベースの公表, 測地学会誌, 58, 4, 153-160.
- 石川県(1997):1:33,000漁場環境図「富来・志賀・羽咋海域」, 石川県.
- Itaya, T., Doi, M., Ohira, T.(1996): Very low potassium analysis by flame photometry using ultra low blank chemical lines : an application of K-Ar method to ophiolites, *Geochemical Journal*, Vol.30, 31-39.
- 狩野謙一・村田明広(1998):構造地質学, 朝倉書店.
- 紘野義夫(1993):石川県地質誌 新版・石川県地質図(10万分の1)説明書, 石川県・北陸地質研究所.
- 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.
- 国土地理院(2006):<[http://vldb.gsi.go.jp/sokuchi/gravity/grv\\_serach/gravity.pl](http://vldb.gsi.go.jp/sokuchi/gravity/grv_serach/gravity.pl)>, (参照2006-12-21).
- 黒田吉益・諏訪兼位(1983):偏光顕微鏡と岩石鉱物, 共立出版, pp. 345.
- Lisiecki, L. E., Raymo, M. E. (2005): A Pliocene-Pleistocene stack of 57 globally distributed benthic δ<sup>18</sup>O records, *Paleoceanography*, 20, PA1003, doi:10.1029/2004PA001071.
- 町田洋・新井房夫(2011):新編 火山灰アトラス[日本列島とその周辺](第2刷), 東京大学出版会.
- 松井健・加藤芳朗(1965):中国・四国地方およびその周辺における赤色土の産状と生成時期—西南日本の赤色土の生成にかんする古土壌学的研究第2報, 資源研究所彙報, 64.
- 長橋良隆・佐藤孝子・竹下欣宏・田原敬治・公文富士夫(2007):長野県, 高野層ポーリングコア(TKN-2004)に挟在する広域テフラ層の層序と編年, 第四紀研究, 46-4, 305-325.
- 永塚鎮男(1975):西南日本の黄褐色森林土および赤色土の生成と分類に関する研究, 農業技術研究所報告B第26号別刷.
- 成瀬洋(1974):西南日本太平洋岸地域の海岸段丘に関する2・3の考察, 大阪経大論集, 99.
- 日本地質学会編(2006):日本地方地質誌4 中部地方, 朝倉書店.
- 太田陽子・国土地理院地理調査部(1997):「能登半島」1:100,000, 地殻変動土地条件図, 国土地理院技術資料, D.1, 347.
- 尾崎正紀(2010):能登半島北部20万分の1地質図及び説明書, 海陸シームレス地質情報集, 「能登半島北部沿岸域」, 数値地質図S-1, 地質調査総合センター.
- 産業技術総合研究所地質調査総合センター(2013):日本の火山(第3版), 1:2,000,000 地質編集図, 11.
- Siddall, M., Chappell, J., Potter E. K.(2006): Eustatic sea level during past interglacials, Sirocco, F., Litt, T., Claussen, M., Sanchez-Goni, M. F. editors. *The climate of past interglacials*, Elsevier, Amsterdam, 75-92.
- Smith, J. V. (1974): *Feldspar Minerals. 1 Crystal Structure and Physical Properties*, Springer-Verlag, pp. 627.
- 菅野三郎・奥村清(1978):地学の調べ方, コロナ社.
- 田中姿郎(2018):基盤岩の段差を埋める礫層の構造に関する検討, 日本地球惑星科学連合2018年大会, HCG24-P09.
- The Gravity Research Group in Southwest Japan (2001): Gravity measurements and database in southwest Japan, Gravity Database of Southwest Japan (CD-ROM), Bull. Nagoya University Museum, Special Rep., No.9.
- 豊蔵勇・大村一夫・新井房夫・町田洋・高瀬信一・中平啓二・伊藤孝(1991):北陸の海成段丘における三瓶木次テフラの同定とその意義, 第四紀研究, 30-2, 79-90.
- Yamamoto, A., Shichi, R., Kudo, T.(2011): Gravity database of Japan (CD-ROM), Earth Watch Safety Net Research Center, Chubu Univ., Special Publication, No.1.
- 吉村尚久(2001):粘土鉱物と変質作用, 地学団体研究会.