

## 3. 活動性評価

---

- 3.1 支持地盤まで変位及び変形が及ぶ地すべり面がないことの確認
- 3.2 f-1断層の活動性評価
- 3.3 f-2断層の活動性評価

### 3.3.1 調査, 評価の概要

## 敷地の断層の抽出・評価フロー

#### 今回ご説明

- 敷地の断層**
- 地質構造形成過程
  - 敷地の断層の整理
- ・ 主要な断層
  - ・ その他の断層
  - ・ 原子炉施設設置位置の断層
  - ・ 小断層

#### 各種調査項目

##### 変動地形的調査

- (空中写真判読等の変動地形的調査)
- ・ 新しい時代の活動を示唆するリニアメント, 変動地形の有無
  - ・ 地すべり地形の有無

##### 地質調査

- (地表踏査, ボーリング調査, 試掘坑調査, トレンチ調査)
- ・ 敷地内の断層の有無, 性状, 位置・分布・連続性の確認
  - ・ 断層破碎部の性状の確認

##### 地球物理学的調査

- (反射法地震探査)
- ・ 地下深部の地震発生層から地表付近まで破壊している断層の有無

#### 活動性評価の検討対象とする断層の整理

耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設の直下にある断層

直下にある [ f-1, f-2, m-a ]

直下がない

F-1, F-2, F-3, F-4, F-5, F-6, F-7, F-8, F-9, F-10, f-a~f-g, f-j~f-p, m-b, m-c, f-3, 小断層

#### 断層の性状, 形成時期等に関する検討

カテゴリⅠ: 変位置, 破碎幅が小さく, 連続性がない断層

カテゴリⅡ: 他の断層より形成時期が相対的に古い断層

カテゴリⅢ: 形成時期が相対的に新しく, 地質構造を規制している断層

[ f-4, 小断層 ]

[ F-5, F-6, F-7, f-b~f-g, f-j~f-k, f-m~f-p, m-b, m-c, f-3 ]

[ F-1, F-2, F-3, F-4, F-8, F-9, F-10, f-a ]

Ⅲ-N: 敷地北部の地溝状を構成する断層 F-8, F-10

Ⅲ-C: 敷地中央~南部の地溝状を構成する断層 F-3, F-4, F-9

Ⅲ-W: 敷地西側の東傾斜の断層 F-1(一切山東方断層), F-2, f-a

#### 断層の活動性評価

##### 第3条\*に関する検討

支持地盤まで変位及び変形が及ぶ地すべり面がないことの確認

- 地すべり地形の有無
- 支持地盤まで達する地すべり面の有無

[ f-1 ] [ f-2 ] [ m-a ]

震源として考慮する活断層に該当しないことの確認  
地震活動に伴って永久変位が生じる断層に該当しないことの確認

- 新しい時代の活動を示唆するリニアメント, 変動地形の有無
- 地質・地質構造の確認(分布・連続性, 断層等との関係)
- 地下深部の地震発生層から地表付近まで破壊している断層の有無
- 断層破碎部の性状確認(破碎性状と固結・岩石化, 熱水変質, 微細構造)
- 後期更新世以降(約12~13万年前以降)の地形, 地層の変位・変形の有無
- 第四系の変状と断層による変位・変形の有無

##### 第4条\*に関する検討

敷地北部の地溝状を構成する断層 (F-8, F-10)

敷地中央~南部の地溝状を構成する断層 (F-3, F-4, F-9)

敷地西側の東傾斜の断層 (F-1(一切山東方断層), F-2, f-a)

震源として考慮する活断層に該当しないことの確認

- 新しい時代の活動を示唆するリニアメント, 変動地形の有無
- 地質・地質構造の確認(分布・連続性, 断層等との関係, 敷地近傍の地質構造との関係)
- 地下深部の地震発生層から地表付近まで破壊している断層の有無
- 断層破碎部の性状確認(破碎性状と固結・岩石化, 熱水変質, 微細構造)
- 後期更新世以降(約12~13万年前以降)の地形, 地層の変位・変形の有無
- 第四系の変状と断層による変位・変形の有無

類似性

- ・ 熱水変質に関連した破碎部構造
- ・ 地質構造との関連
- ・ 第四系の変状 等

#### 総合評価

\* 実用発電用原子炉及びその附属施設の位置, 構造及び設備の基準に関する規則

3.3.1 調査, 評価の概要

# f-2断層に関する調査, 活動性評価

## f-2断層の活動性評価

- 震源として考慮する活断層に該当しないことの確認
- 地震活動に伴って永久変位が生じる断層に該当しないことの確認

確認項目
① 新しい時代の活動を示唆するリニアメント, 変動地形の有無
② 地質・地質構造の確認(分布・連続性, 断層等との関係)
③ 地下深部の地震発生層から地表付近まで破壊している断層の有無
④ 断層破碎部の性状確認(破碎性状と固結・岩石化, 熱水変質, 微細構造)
⑤ 後期更新世以降(約12~13万年前以降)の地形, 地層の変位・変形の有無
⑥ 第四系の変状と断層による変位・変形の有無

項目	調査結果	確認項目	説明ページ
地形	空中写真判読によるとリニアメント, 変動地形は判読されない。	①	p79
地質・地質構造 (後期更新世以降の地層)	走向方向, 深度方向に連続性がない孤立した断層。 (北西側は原子炉建屋設置位置内, 南東側は原子炉建屋設置位置から外側約70m地点で消滅, T.P.約-45m以深に連続しない)	②③	p80~p83
	新第三系(泊層上部層)中で消滅し, 第四系基底面まで達していない。 第四系(M <sub>2</sub> 面段丘堆積物)及びその基底面に変位・変形を与えていない。 確認箇所: 起振実験ヤード南側法面・西側法面, タービン建屋南側法面(工事用進入路法面)	⑤	p85~p87
破碎部性状	破碎部には, 幅0.1cm~2cmの主に灰白色を呈する粘土を挟在する。	④	p84
変質鉱物脈との関係	高角度の変質鉱物脈に切られており, 高角度の変質鉱物脈の形成以降の活動はない。 確認箇所: 原子炉建屋基礎基盤(V-2), タービン建屋基礎基盤(VT-2)	②	p89~p118
第四系の変状	第四系の変状はない。変位のない断裂は, f-2断層と関係しない。	⑥	p119~p123

f-2断層は, 「将来活動する可能性のある断層等」に該当しない

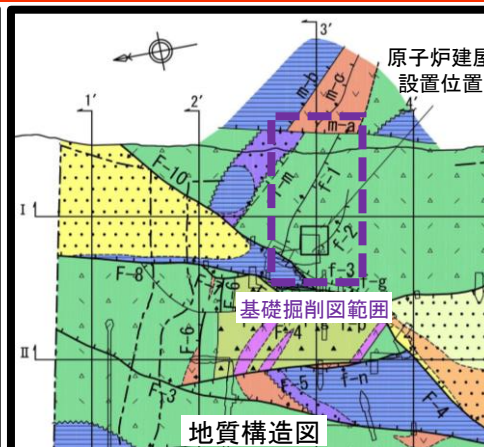
### 高角度の変質鉱物脈

項目	調査結果
成因	新第三系中新統の泊層中に熱水変質により形成された。 (セラドナイト, モンモリロナイト等からなる緑色脈と石英, 鱗珪石等からなる珪質岩)
形成時期	約10Ma(K-Ar年代)の値が得られている。 (SEM-EDSによる粘土鉱物の確認, 泊層堆積時期, 熱水活動時期等との対比も行っている)
分布状況 類似性	・泊層上部層のガラス質基質の火山碎屑岩中に認められ, ガラス質基質の火山碎屑岩中で消滅するものもあり, 下位の石質基質の火山碎屑岩には連続せず, 深部方向に連続しない。第四系が被覆する箇所では第四系に変位・変形を与えていない。 ・原子炉建屋, タービン建屋及びその周辺に分布するが, 走向, 分布形態, 挟在物の状況等は同様であり, 熱水変質の特徴を保持する変質鉱物脈である。
微細構造	・脈幅の膨縮が著しく, 母岩との境界も直線的でなく起伏が著しい。脈中の礫に破碎, 再配列等, せん断性の変形の痕跡は認められない。 ・V-1は, 試掘坑内において石英(玉髓)で充填されている箇所が確認された。

高角度の変質鉱物脈は, 熱水変質(約10Ma)の形態が保持されており, これ以降, 変位を生じていない。

### 3.3.1 調査, 評価の概要

## f-2断層の観察位置



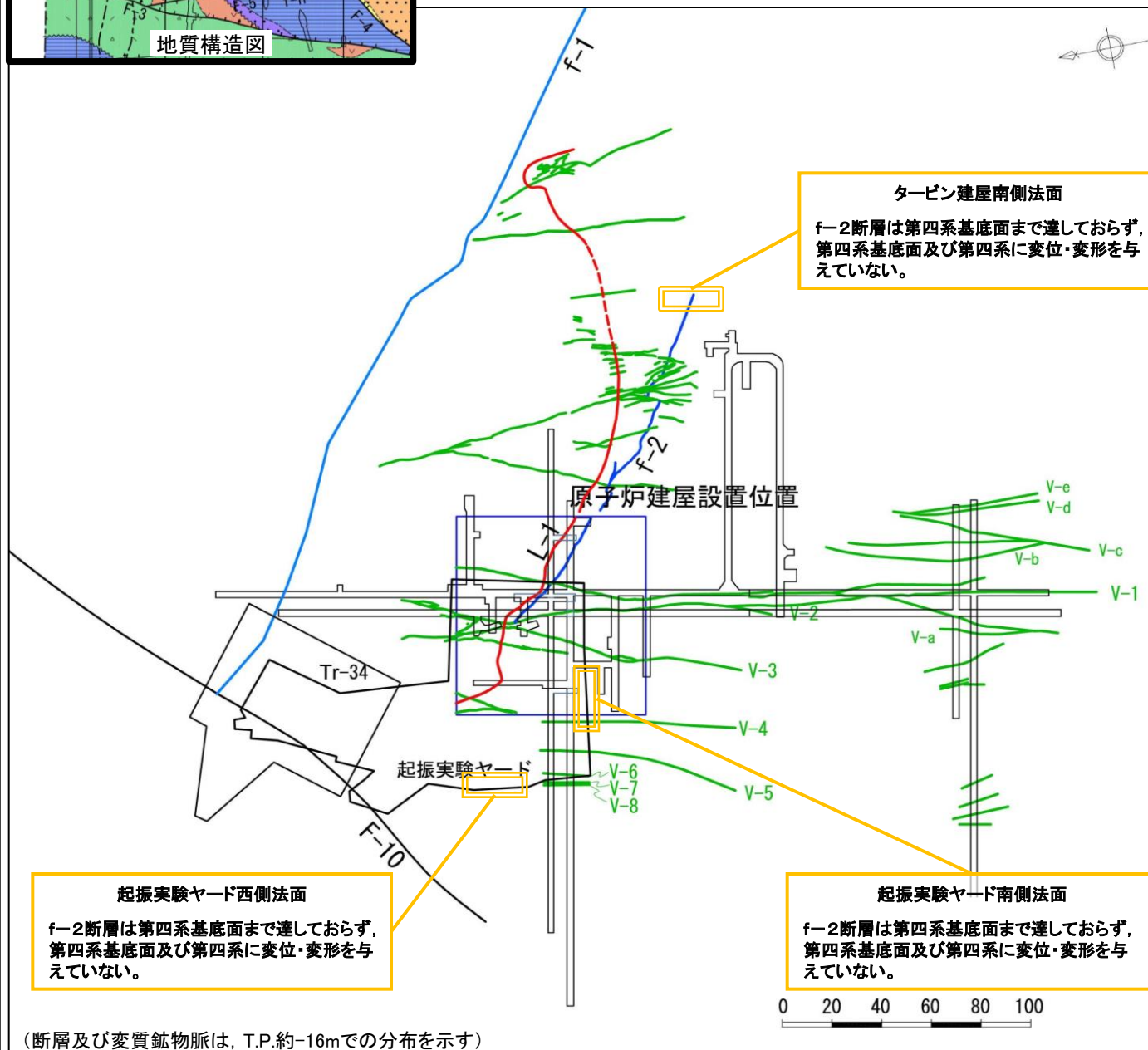
### 掘削・詳細観察時期

設置許可申請      発電所建設      追加地質調査

試掘坑  
起振実験ヤード

基礎掘削

Tr-34



(断層及び変質鉱物脈は、T.P.約-16mでの分布を示す)

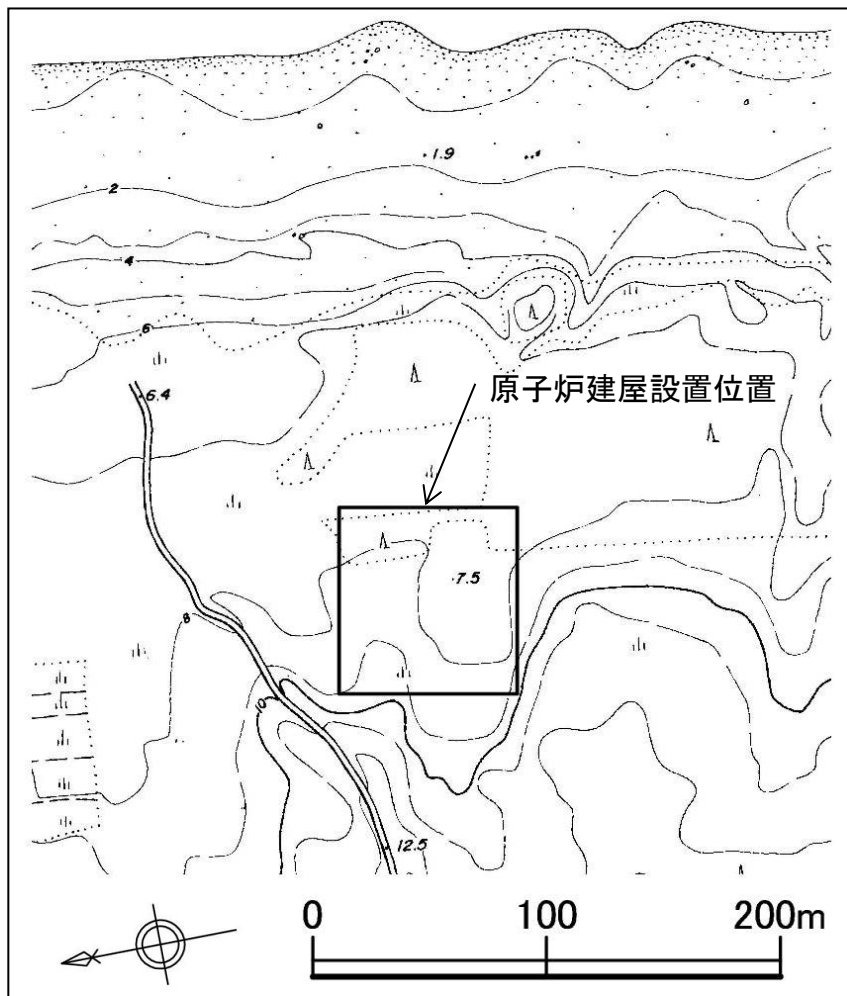
枠囲みの内容は商業機密又は防護上の観点から公開できません。



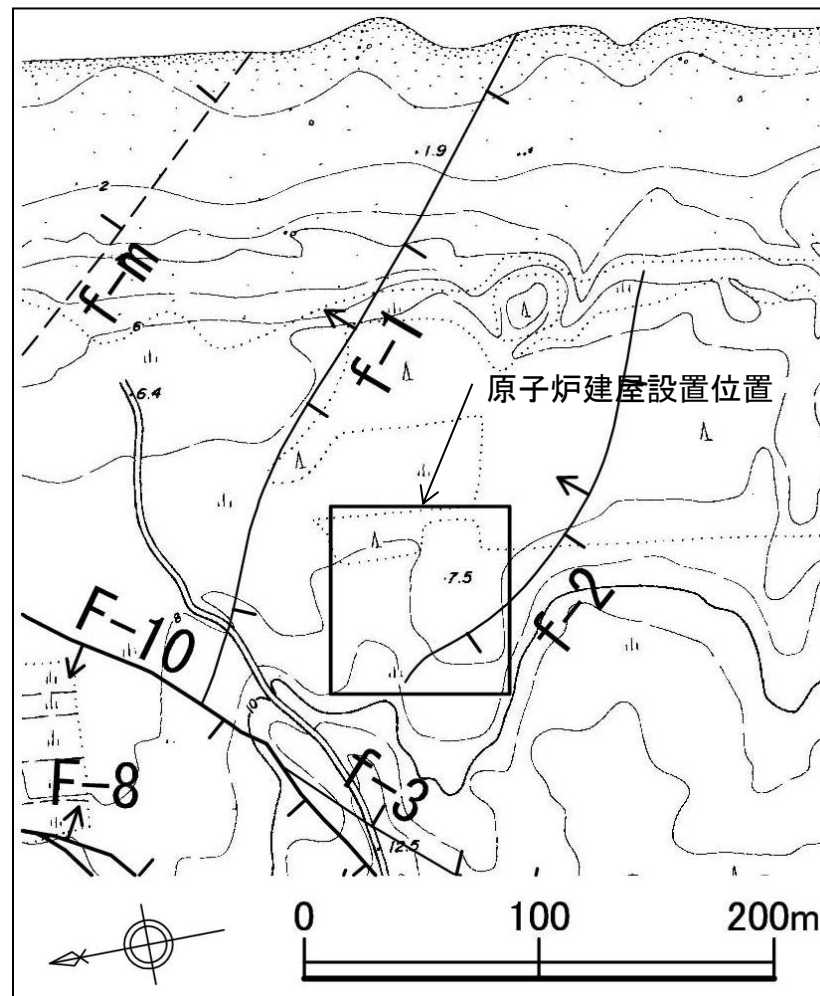
## 3.3.2 変動地形学的調査

## f-2断層周辺の地形

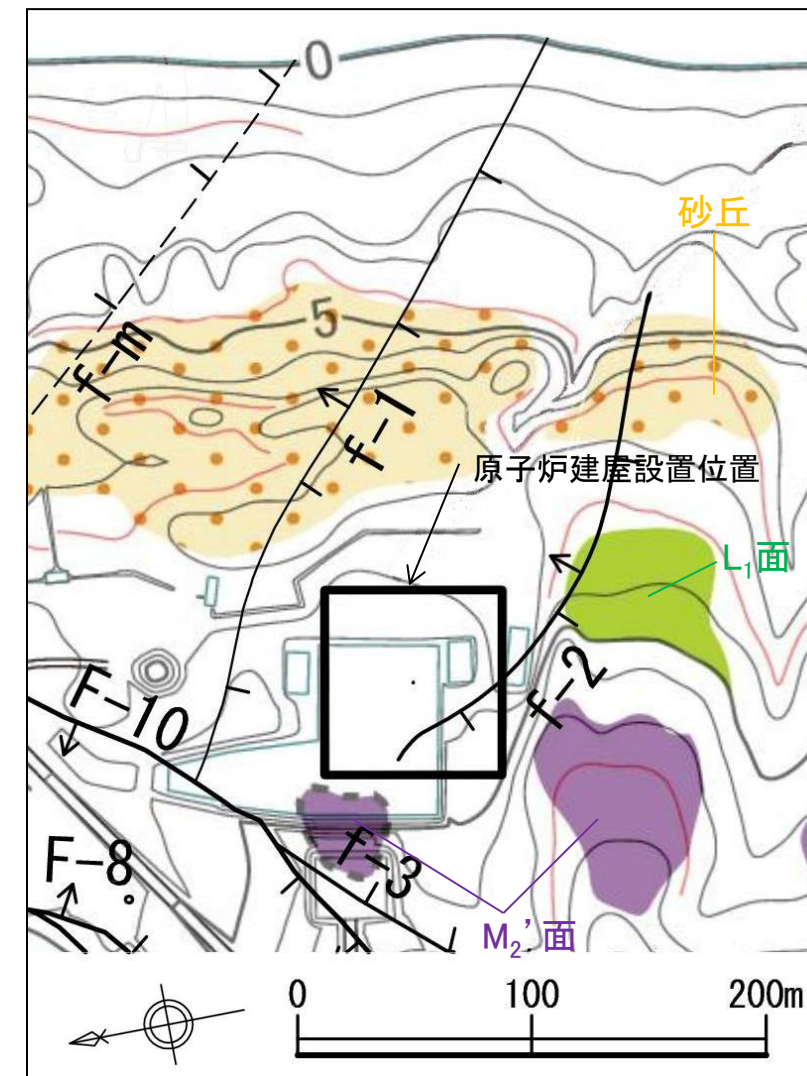
- 原子炉施設設置位置付近の地形図，敷地造成前の空中写真判読による地形面区分図，断層の分布を示す。
- 原子炉施設設置位置付近の地形は，段丘面(M<sub>2</sub>'面, L<sub>1</sub>面)及び砂丘より構成される。
- 空中写真判読によると，f-2断層に沿うリニアメント，高低差等の地形変化は判読されない。  
⇒ f-2断層にはリニアメント，変動地形は認められない。



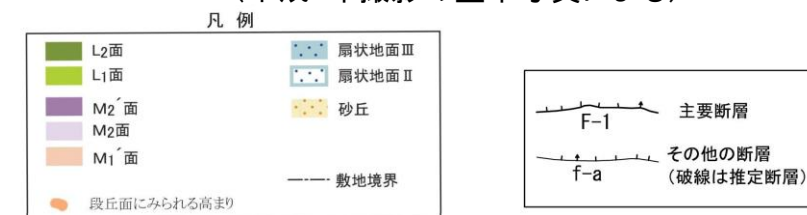
原子炉施設設置位置付近の地形図  
(昭和50年撮影の空中写真による)



原子炉施設設置位置付近の地形図に  
断層※を重ね合わせた図



原子炉施設設置位置付近の地形面区分図に  
断層※を重ね合わせた図  
(平成5年撮影の空中写真による)



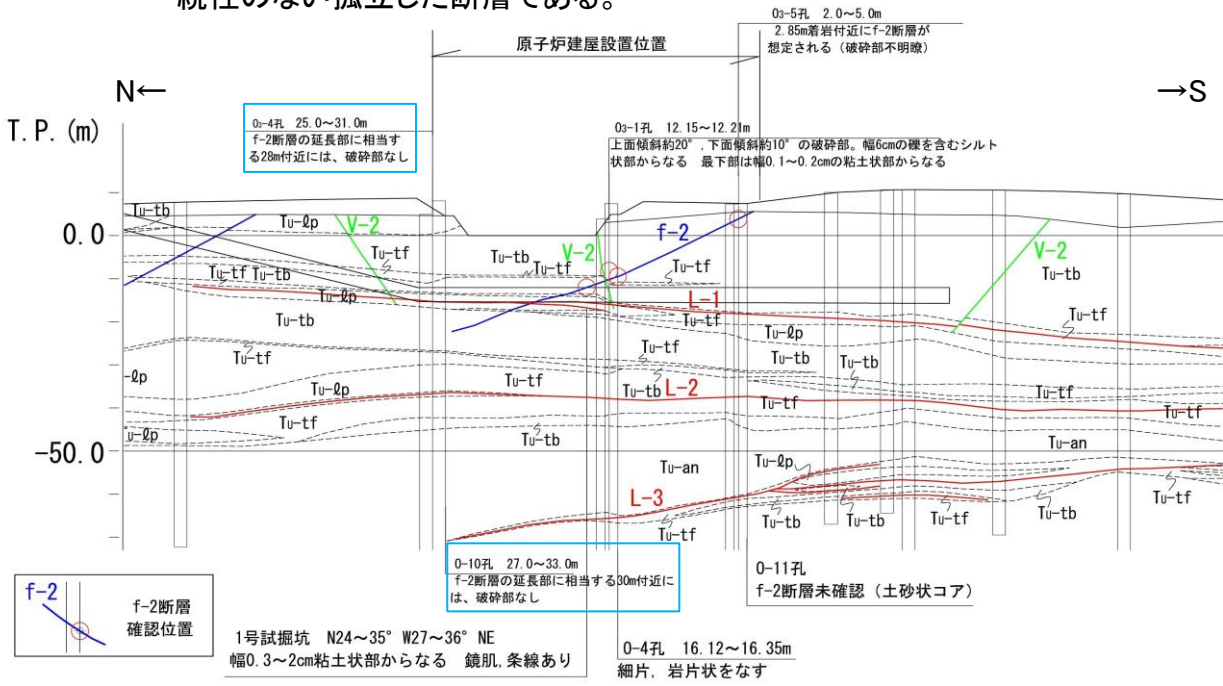
※原地形の岩盤上面における断層の分布



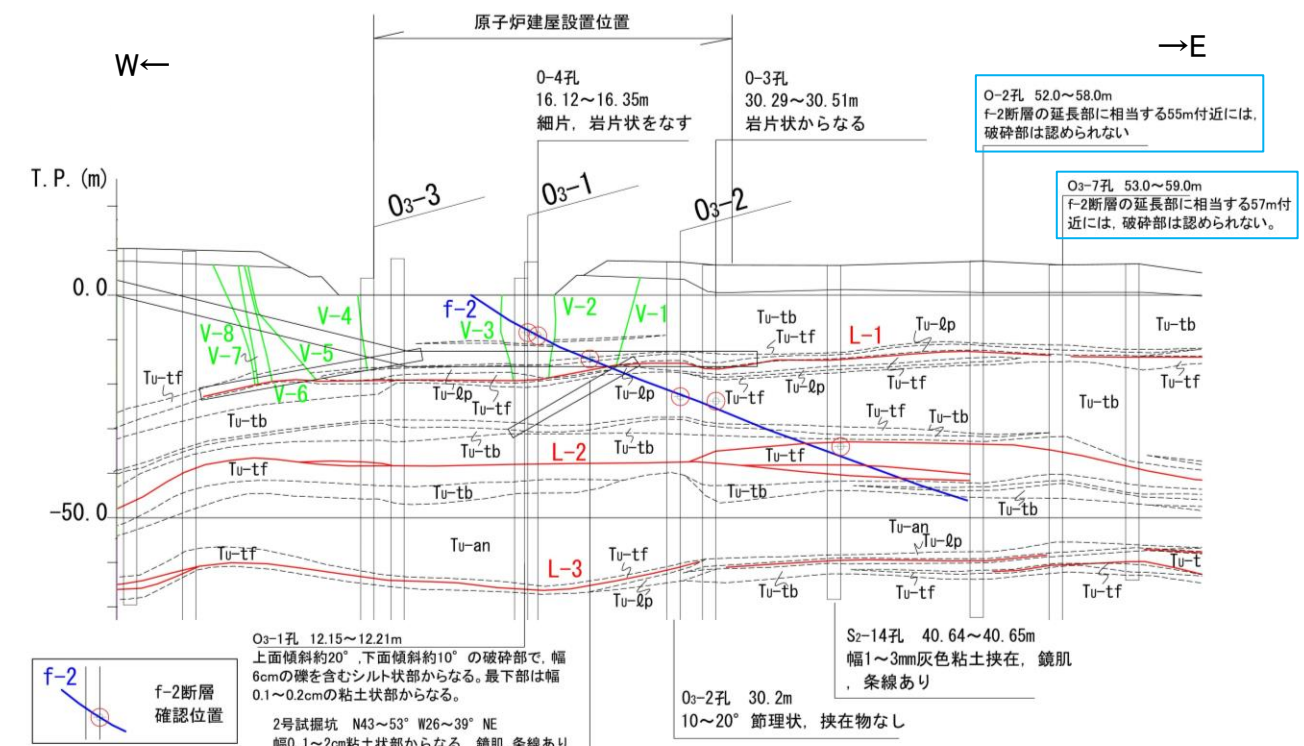
### 3.3.3 f-2断層の分布, 連続性

## f-2断層の分布, 連続性

- f-2断層はN35°W, 27°NEの走向・傾斜を有し, 上盤・下盤ともに泊層上部層よりなる。相対的に北側が上がる逆断層であり, 見かけ鉛直変位量は最大約0.2mである。
- 断層の破碎幅は約0.1cm~約6cmであり, 破碎部は主として粘土状を呈する。
- f-2断層の北西側延長部は, 原子炉建屋設置位置内で消滅し(ボーリング孔O-10孔, O<sub>3</sub>-4孔より北西側には連続しない), 南東側延長部は, 原子炉建屋設置位置の外側約70mの地点で消滅する(ボーリング孔O-2孔, O<sub>3</sub>-7孔より南東側には連続しない)。深さ方向については, T.P.約-45mより深部には連続しない。f-2断層は, 走向方向, 深度方向ともに連続性のない孤立した断層である。



f-2断層近傍地質鉛直断面図(X-X'断面)



f-2断層近傍地質鉛直断面図(Y-Y'断面)

f-2断層の諸元

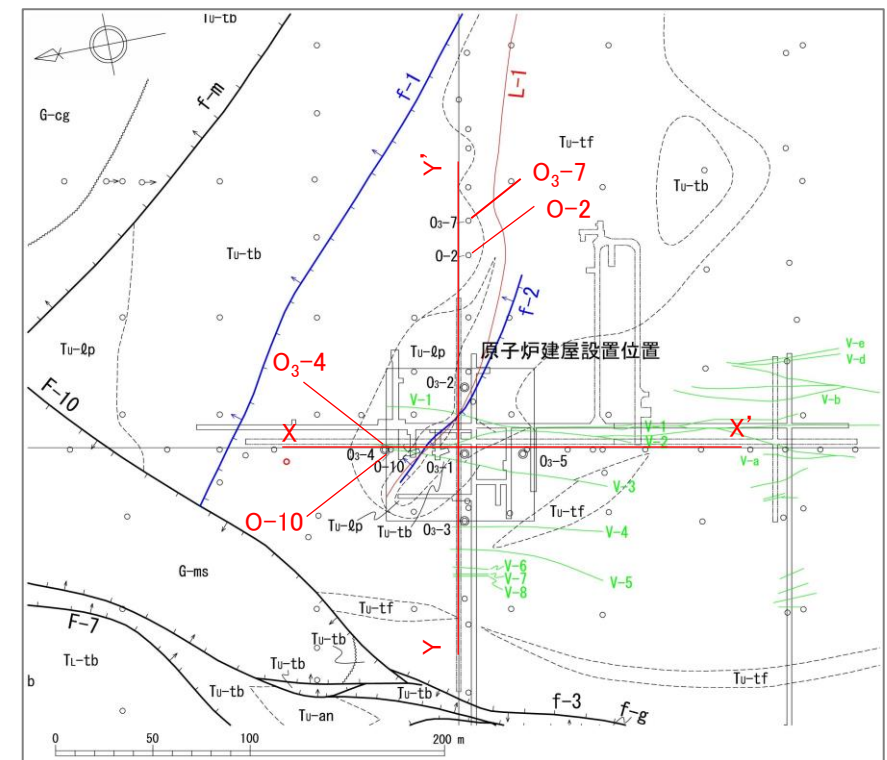
断層名	走向	傾斜	最大破碎幅 (cm)	延長 (m)	見かけ鉛直変位量
f-2	N35°W	27°NE	6	120	北上がり, 0.2m

凡例

- G-ss 砂岩(c-e部層)
- G-ms 泥岩(b部層)
- G-cg 礫岩(a部層)
- Tu-tb 凝灰角礫岩
- Tu-tp 火山礫凝灰岩
- Tu-tf 凝灰岩
- Tu-an 安山岩溶岩
- L-tb 凝灰角礫岩
- L-an 安山岩溶岩

--- 岩種境界  
 - - - 不整合境界  
 確認断層 (ケバは落ちの方向, 矢印は面の傾斜方向)  
 変質鉱物脈  
 断面図位置  
 ○ 炉心ボーリング位置  
 ※ ○ ボーリング位置 (昭和49年度~平成8年度実施)  
 ○ ボーリング位置 (平成22年度以降実施)  
 試験坑  
 補足調査坑

※矢印は斜めボーリングの掘削方向を示す



凡例

原子炉施設設置位置付近の地質水平断面図(T.P.約-16m)

- 高角度の変質鉱物脈
- 低角度の変質鉱物脈
- f-1断層, f-2断層
- 主要な断層等



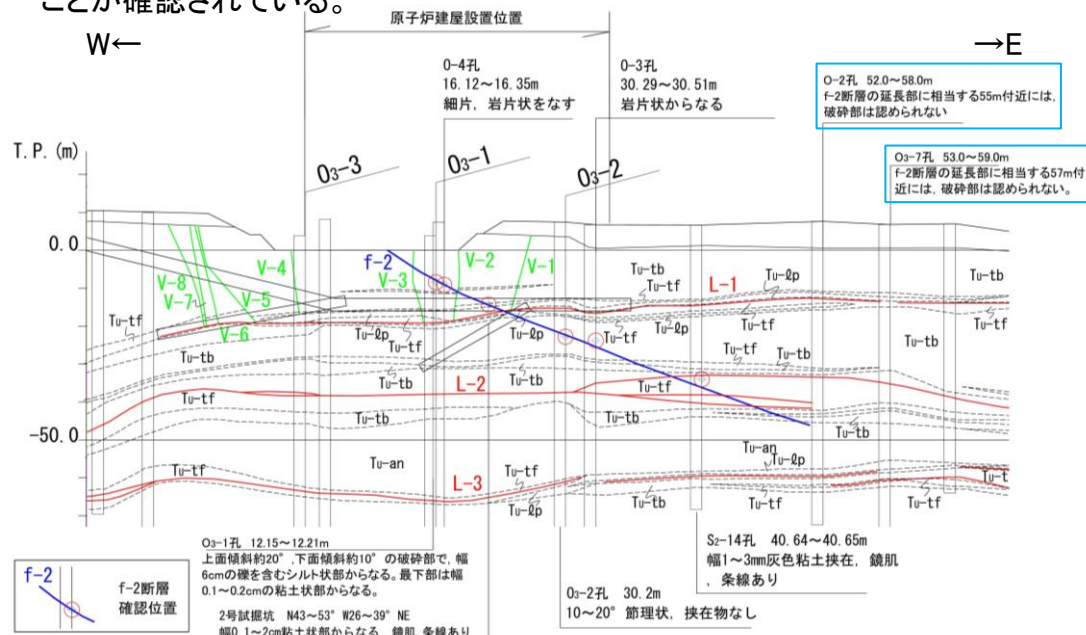




### 3.3.3 f-2断層の分布, 連続性

## f-2断層の分布(原子炉施設設置位置付近のボーリングコア)

➤ 原子炉施設設置位置のf-2断層は, 南東側のO-2孔, O<sub>3</sub>-7孔で分布しないことが確認されている。



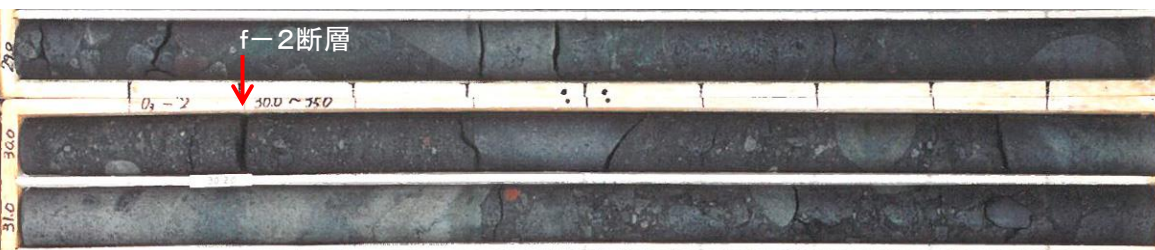
f-2断層近傍地質鉛直断面図(Y-Y' 断面)



O<sub>3</sub>-1孔 深度12.15m~12.21m:  
上面傾斜約20°, 下面傾斜約10°の破砕部。幅6cmの礫を含むシルト状部からなる。最下部は幅0.1cm~0.2cmの粘土状部からなる。



O-4孔 深度16.12m~16.35m: 細片, 岩片状。f-2断層と認定。



O<sub>3</sub>-2孔 深度30.20m: 10°~20° 節理状, 挟在物なし。f-2断層と認定。

【f-2断層のコアでの認定について】

- 試掘坑等での確認箇所の延長部に相当するコアで破砕部を確認した場合にf-2断層とする。
- 延長部に相当するコアで明瞭な破砕部が確認されなくても, コア形状, 地質分布等により, f-2断層が存在するとみなす場合もある。



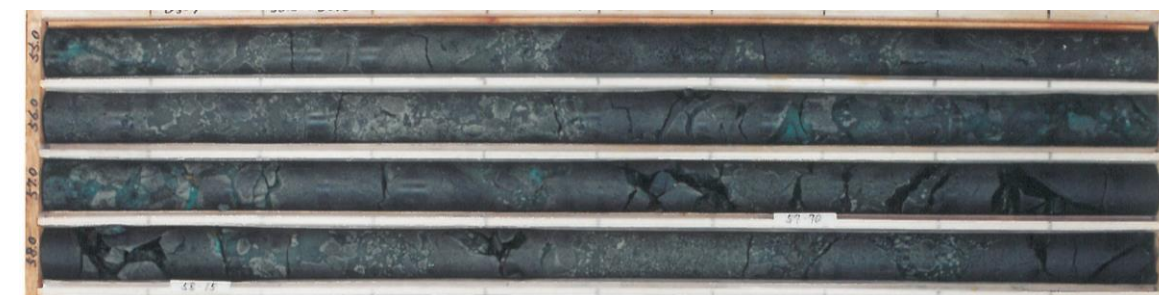
O-3孔 深度30.29m~30.51m: 岩片状。f-2断層と認定。



S<sub>2</sub>-14孔 深度40.64m~40.65m: 幅1mm~3mm灰色粘土挟在, 鏡肌, 条線あり, 傾斜約40°。



O-2孔: f-2断層の延長部に相当する55m付近には, 破砕部は認められない。



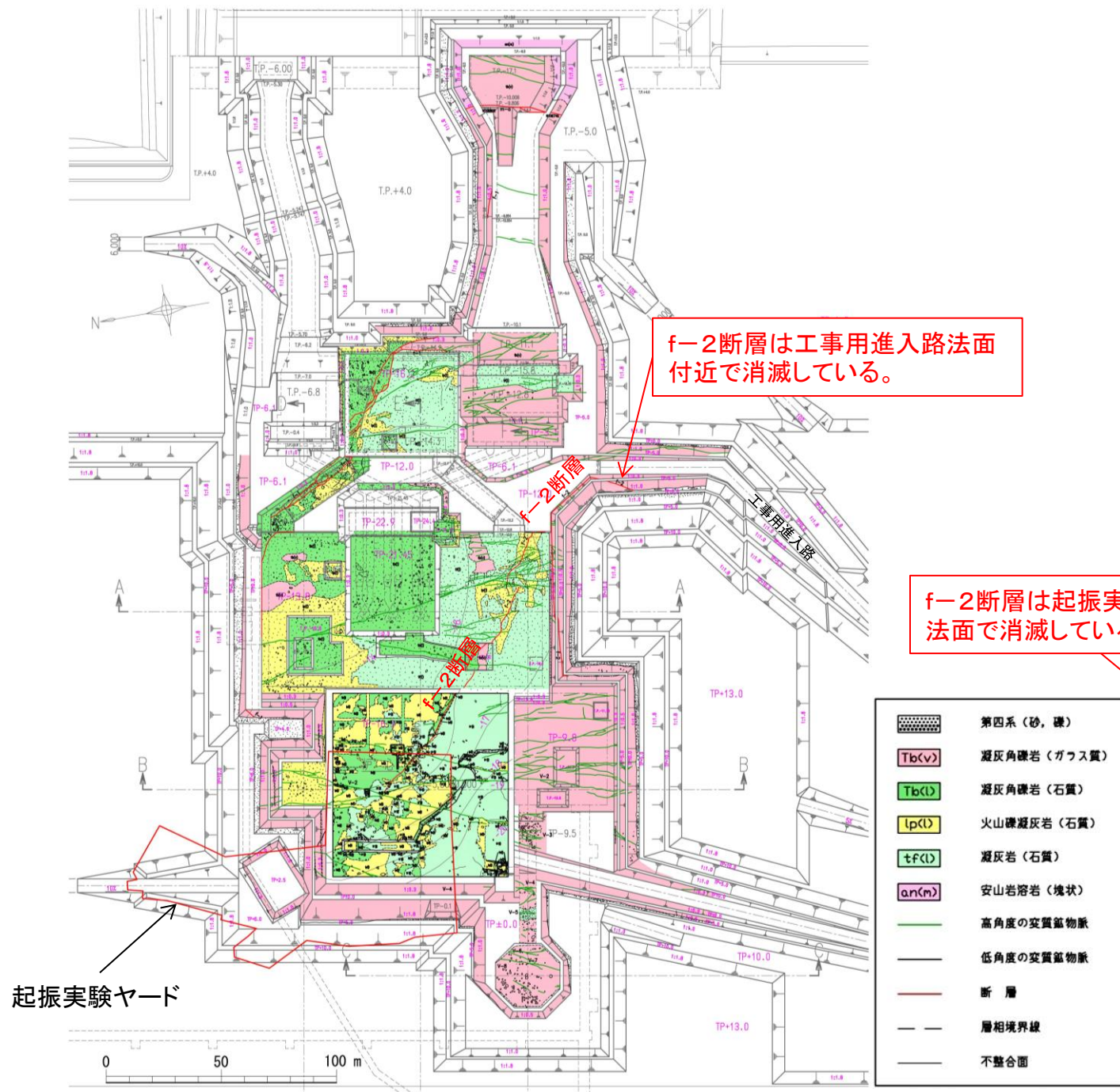
O<sub>3</sub>-7孔: f-2断層の延長部に相当する57m付近には, 破砕部は認められない。



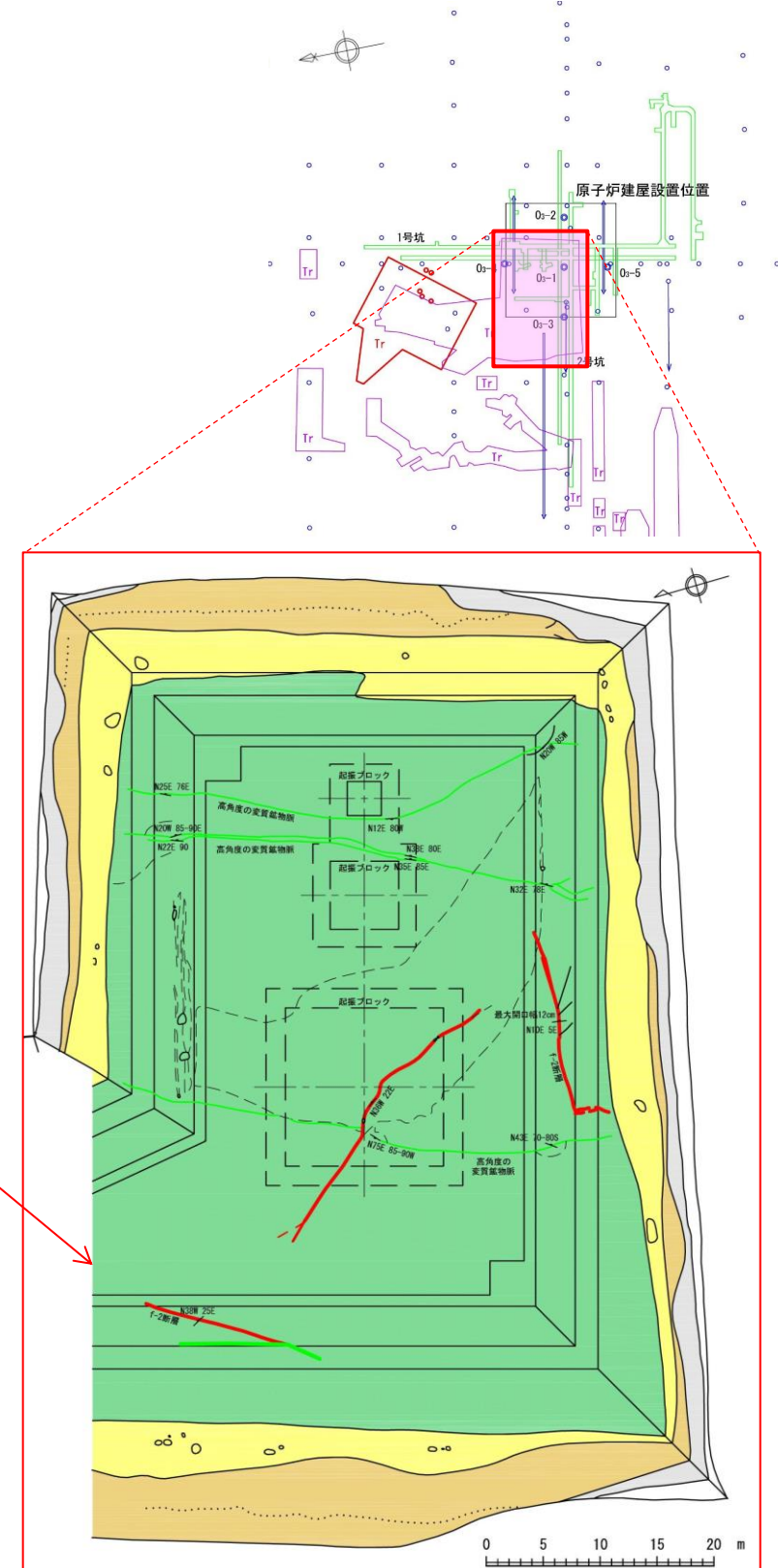
### 3.3.3 f-2断層の分布, 連続性

## f-2断層の分布, 連続性

- f-2断層は, タービン建屋南側の工事用進入路面付近で消滅し, これより南東側には延伸しない。
- f-2断層は, 起振実験ヤード西側法面で消滅している。  
⇒ f-2断層は, 走向方向, 深度方向ともに連続性がなく, 孤立した断層である。



原子炉施設基礎掘削面の断層分布



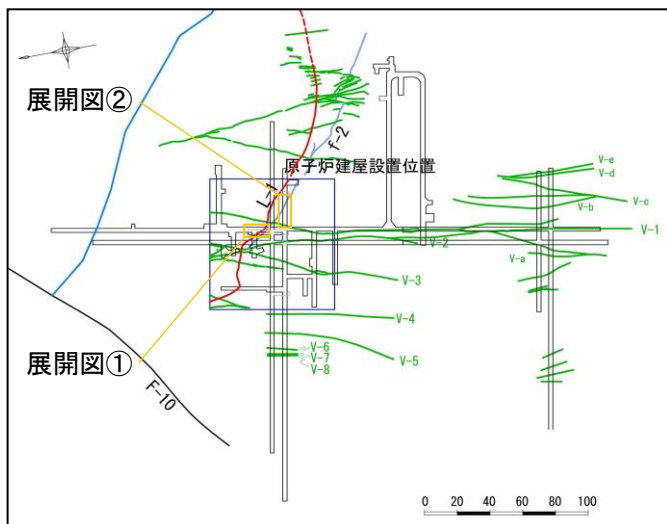
起振実験ヤードの断層分布 東北電力



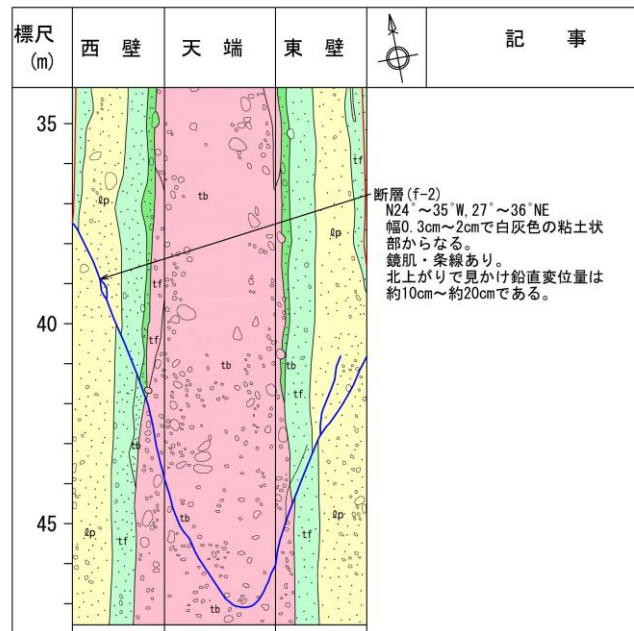
### 3.3.4 f-2断層の詳細性状

## f-2断層の性状(試掘坑)

- 試掘坑で確認されたf-2断層は、NW-SE方向で北東に約30°で傾斜し、見かけ鉛直変位量が約10cm～約20cmの逆断層である。
- f-2断層の破碎幅は0.1cm～2cmで灰白色の粘土を挟在し、鏡肌、条線が認められる。



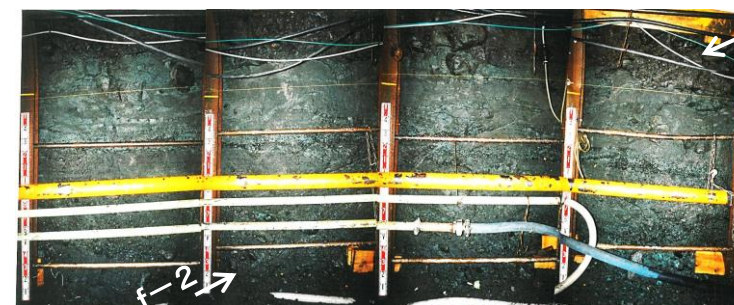
f-2断層展開図位置図



f-2断層の試掘坑展開図①

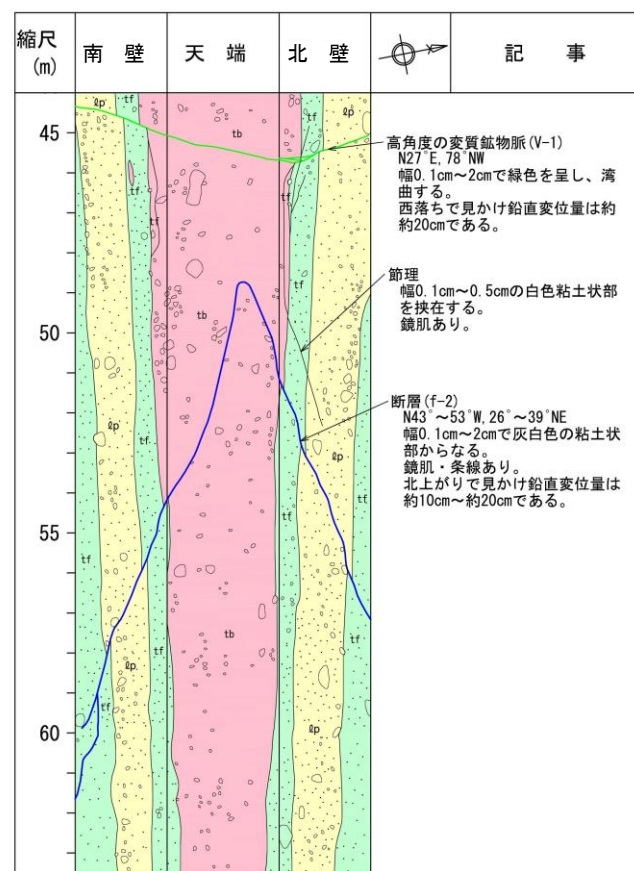
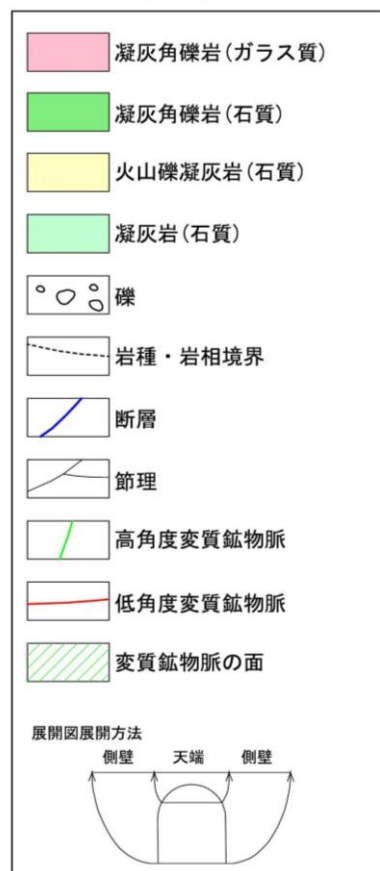


試掘坑西壁写真



試掘坑東壁写真

#### 凡例



f-2断層の試掘坑展開図②



試掘坑北壁写真



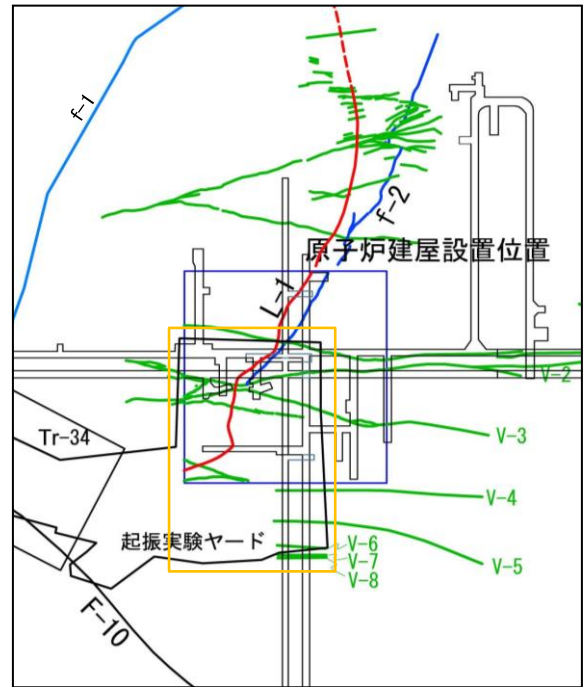
試掘坑南壁写真



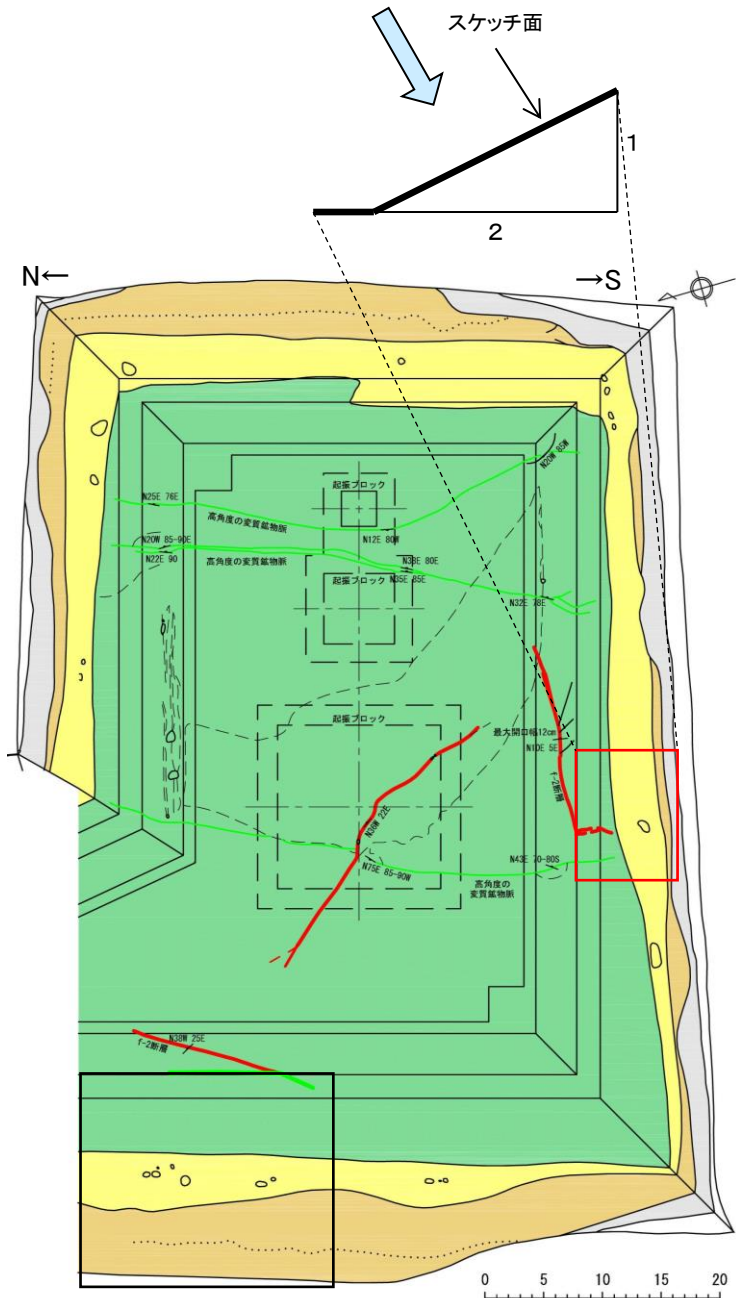
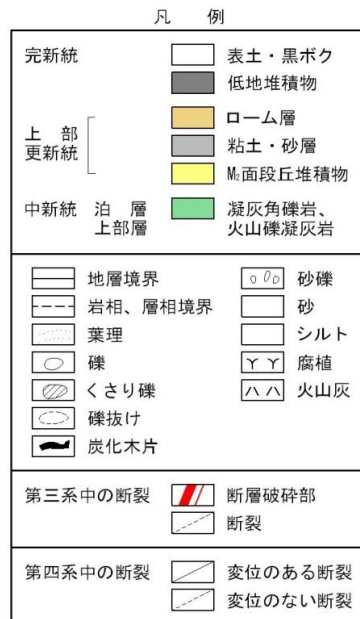
### 3.3.4 f-2断層の詳細性状

## f-2断層の性状(起振実験ヤード南側法面)

- 起振実験ヤード南側法面で確認されたf-2断層は、その上方延長部が、第四系基底面まで達していない。
- f-2断層は、これを被覆するM<sub>2</sub>面段丘堆積物及びその基底面に変位・変形を与えていない。
- f-2断層西側の高角度の変質鉍物脈は、その下方延長部が起振実験ヤード底盤でも確認されるが、上方延長部は、これを被覆するM<sub>2</sub>面段丘堆積物及びその基底面に変位・変形を与えていない。



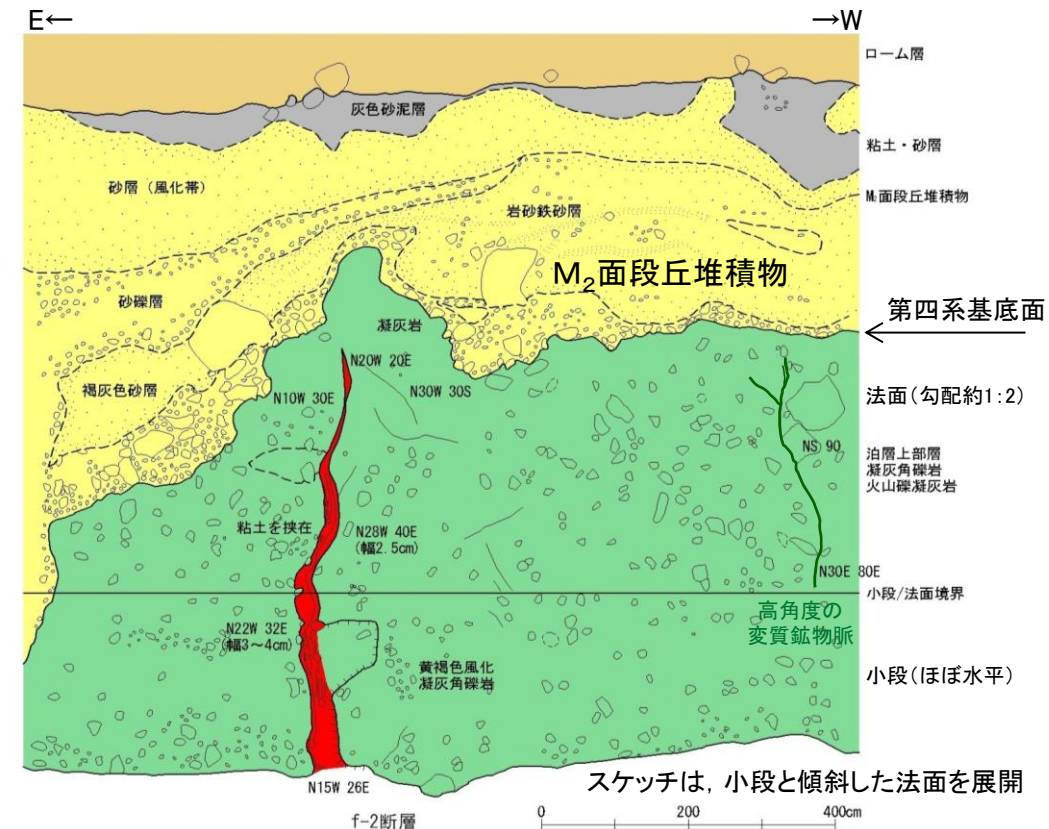
原子炉施設周辺の断層及び変質鉍物脈の分布図  
(T.P.約-16m)



起振実験ヤード南側法面スケッチ位置図



起振実験ヤード南側法面f-2断層写真



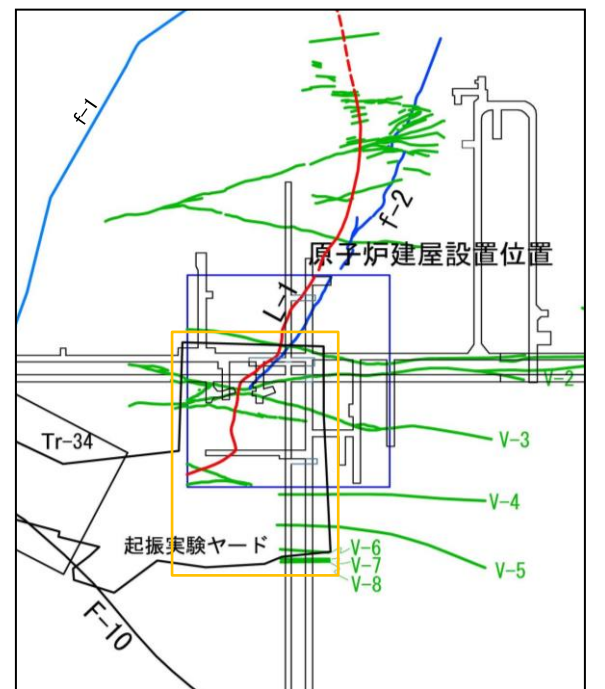
起振実験ヤード南側法面f-2断層スケッチ



### 3.3.4 f-2断層の詳細性状

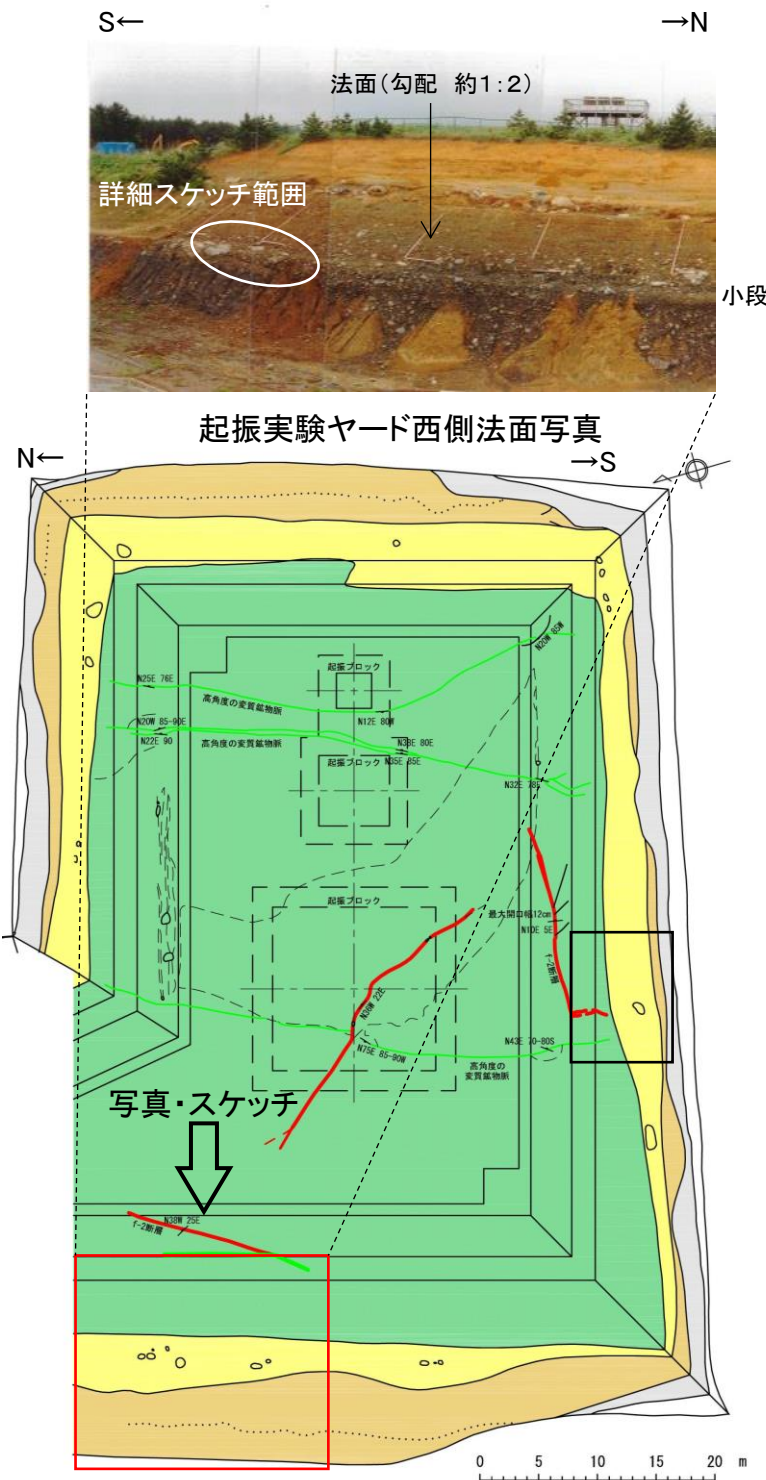
## f-2断層の性状(起振実験ヤード西側法面)

- 起振実験ヤード底盤で確認されたf-2断層は、両端で消滅し、その上方延長部が南側法面，西側法面に分布している。
- 西側法面のf-2断層は、小段付近の高角度の変質鉱物脈との会合部で消滅し、これを被覆する第四系基底面に達していない。
- f-2断層は、第四系及びその基底面に変位・変形を与えていない。

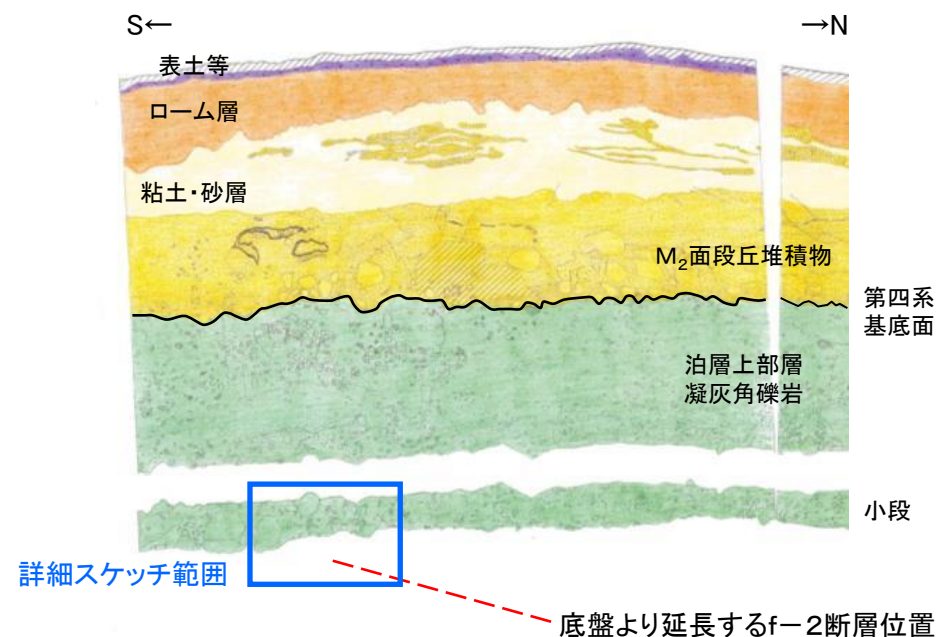


原子炉施設周辺の断層及び変質鉱物脈の分布図  
(T.P.約-16m)

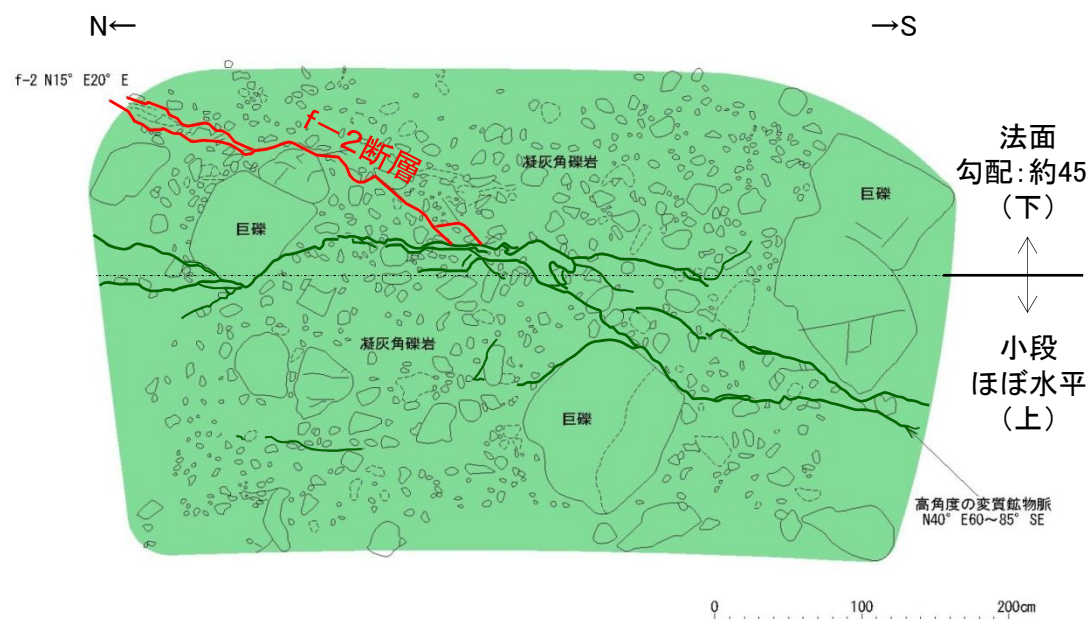
凡 例	
完新統	表土・黒ボク
	低地堆積物
上部更新統	ローム層
	粘土・砂層
中新統	M <sub>2</sub> 面段丘堆積物
	泊層上部層
	凝灰角礫岩、火山様凝灰岩
地層境界	砂礫
岩相、層相境界	砂
葉理	シルト
礫	腐植
くさり礫	火山灰
礫抜け	
炭化木片	
第三系中の断層	断層破砕部
	断層
第四系中の断層	変位のある断層
	変位のない断層



起振実験ヤード西側法面スケッチ位置図



起振実験ヤード西側法面スケッチ



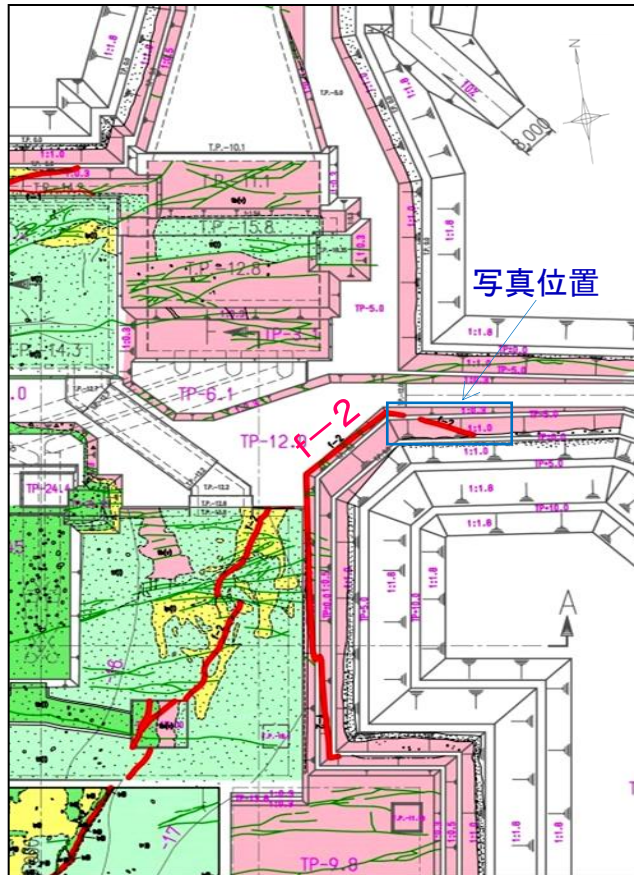
f-2断層消滅部の詳細スケッチ  
(起振実験ヤード西側の小段, 下法面)



### 3.3.4 f-2断層の詳細性状

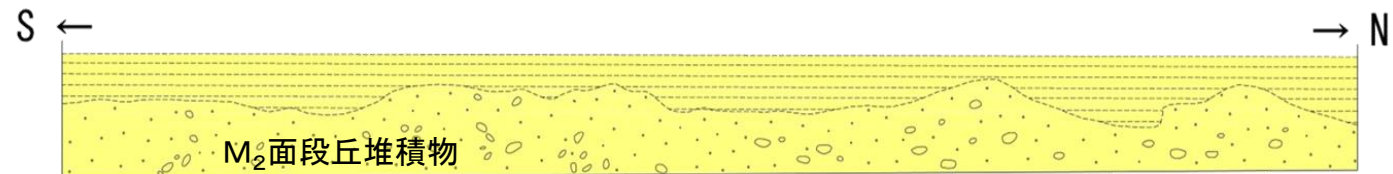
## f-2断層の性状(タービン建屋南側法面)

- タービン建屋南側の工事用進入路法面では、西面にf-2断層が確認され、東面にはf-2断層は延長していないことが確認されている。
- f-2断層は泊層上部層中で消滅しており、これを被覆する第四系に変位・変形を与えていない。



タービン建屋南側の工事用進入路法面写真

f-2断層



小段(ほぼ水平)

第四系基底面

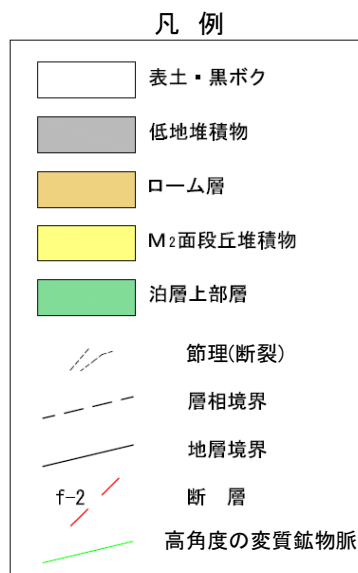
Tu-tb

法面(勾配約1:2)

0 5m

f-2断層

タービン建屋南側の工事用進入路法面スケッチ

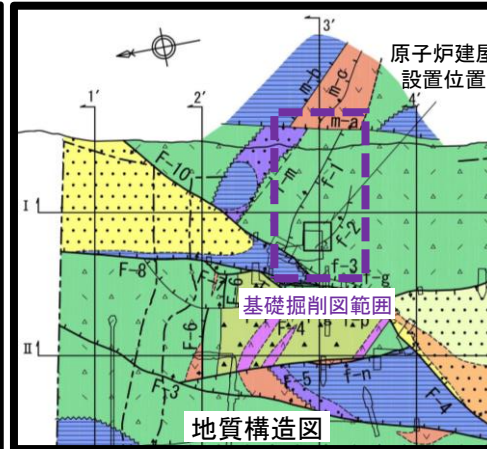


余 白



3.3.5 f-2断層と変質鉱物脈

高角度の変質鉱物脈の観察位置



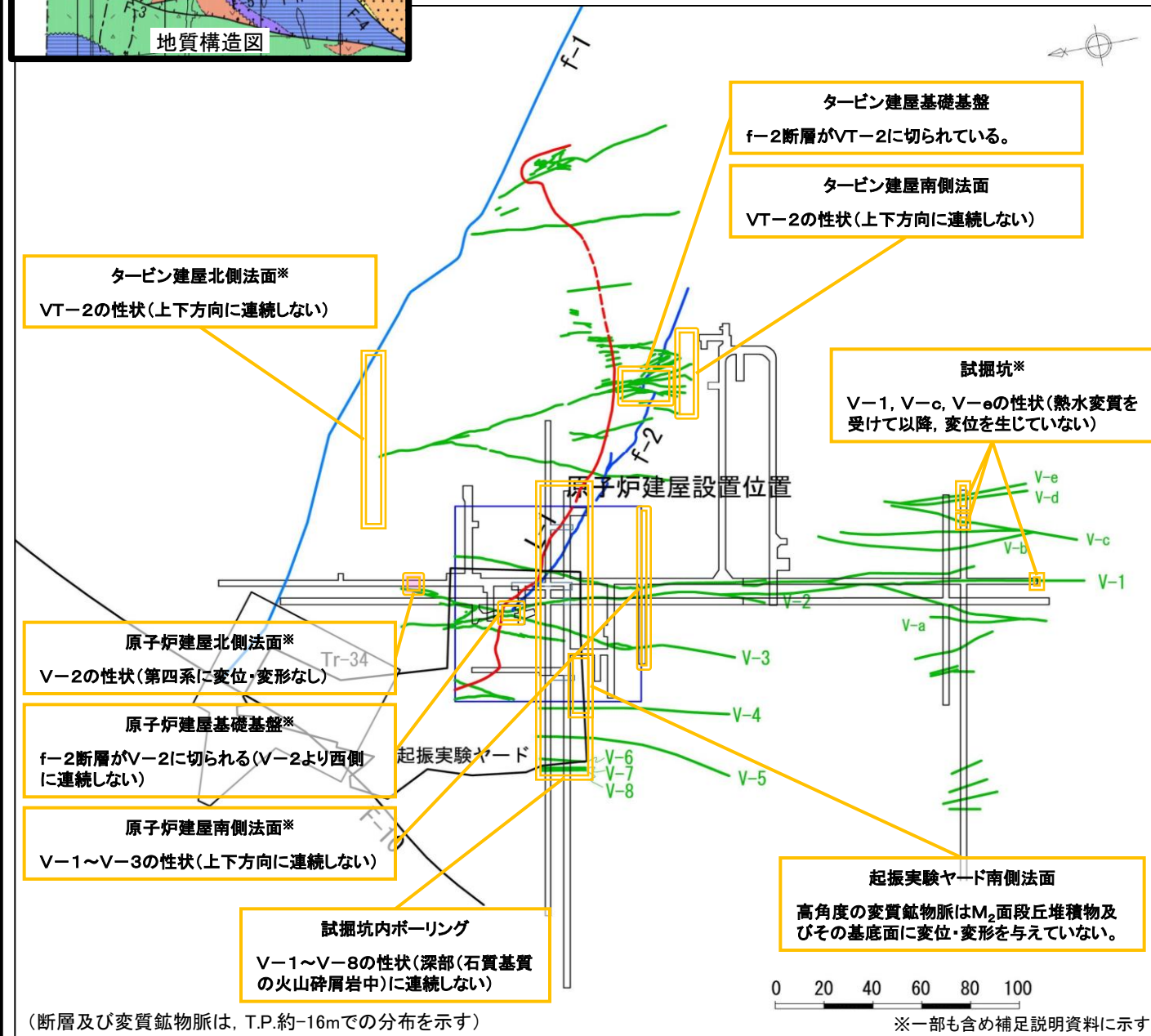
掘削・詳細観察時期

設置許可申請    発電所建設    追加地質調査

試掘坑  
起振実験ヤード

基礎掘削

Tr-34



枠囲みの内容は商業機密又は防護上の観点から公開できません。

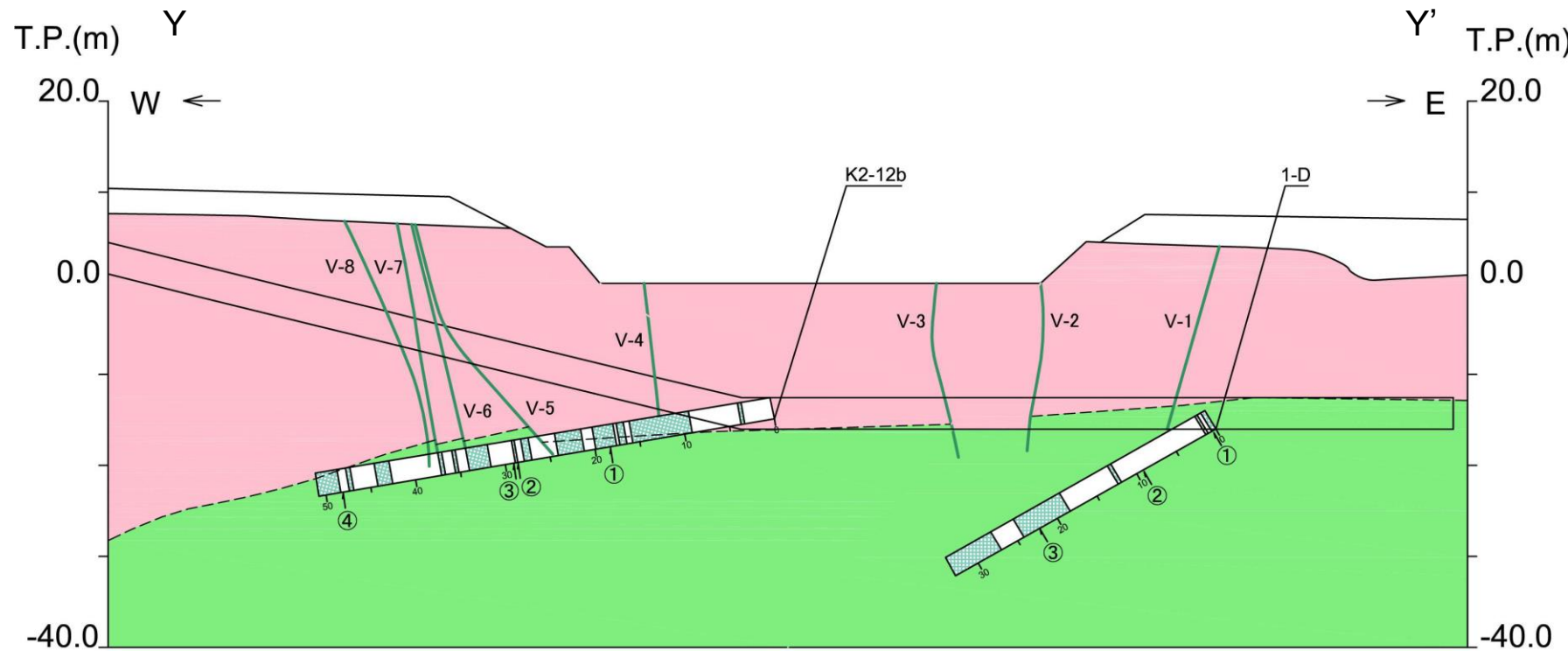




### 3.3.5 f-2断層と変質鉱物脈

## 高角度の変質鉱物脈の性状と深部連続性(試掘坑)

- 高角度の変質鉱物脈の深部の連続性を確認するため、試掘坑内から斜めボーリングを行った結果、高角度の変質鉱物脈は、ガラス質基質の火山碎屑岩中では明瞭であるが、これより下方の石質基質の火山碎屑岩中では断裂は不明瞭となり、深度方向に連続していない。
- なお、高角度の変質鉱物脈が下方に連続しないこと、また、上方では第四系中に連続しないこと等の状況は、トレンチや掘削法面でも確認されており、これらを補足説明資料に示す。



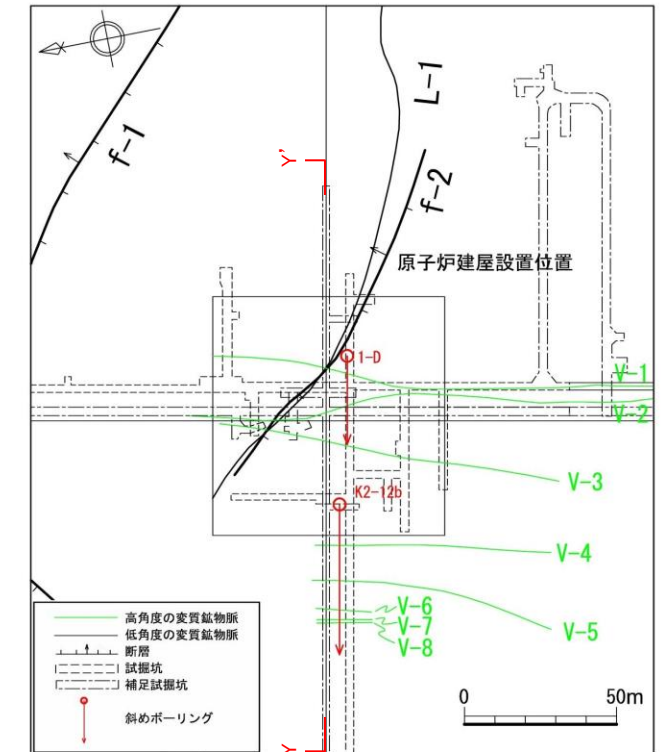
斜めボーリングの結果(Y-Y'断面投影)

K2-12b孔

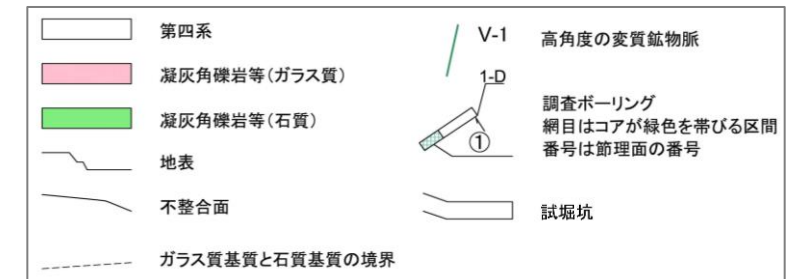
K2-12b孔では、以下の分離面が確認されたが、南北方向の高角な断裂は確認されなかったことからV-4~V-8は深度方向に連続していないと判断される。

**【確認された分離面】**

- ① 18.18m: フィルム状のセピオライトを伴う低角度の変質鉱物脈
- ② 28.12m: フィルム状の粘土を挟む湾曲した割れ目
- ③ 28.22m: 幅0.1cmの砂を挟む割れ目
- ④ 47.24m, 47.40m, 47.46m: フィルム状の粘土を挟むE-W方向の割れ目



凡例



1-D孔

1-D孔では、以下の分離面が確認されたが、南北方向の高角な断裂は確認されなかったことからV-1~V-3は深度方向に連続していないと判断される。

**【確認された分離面】**

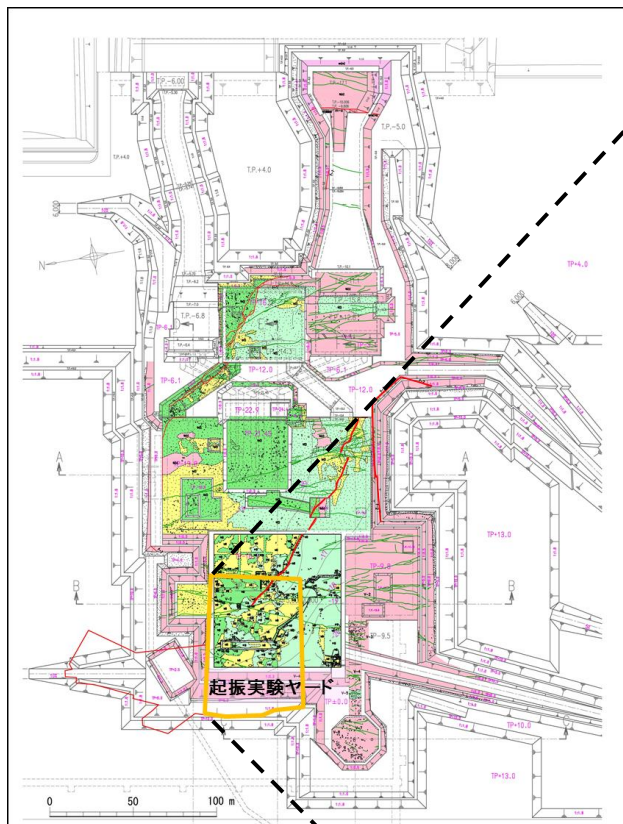
- ① 0.30m~0.50m: フィルム状~0.2cmの粘土を挟む割れ目を伴う岩片状部
- ② 9.00m~9.83m: 東西方向の割れ目を伴う岩片状部
- ③ 22.73m: 面が平滑ではない割れ目  
22.78m: 礫と基質の分離面

### 3.3.5 f-2断層と変質鉱物脈

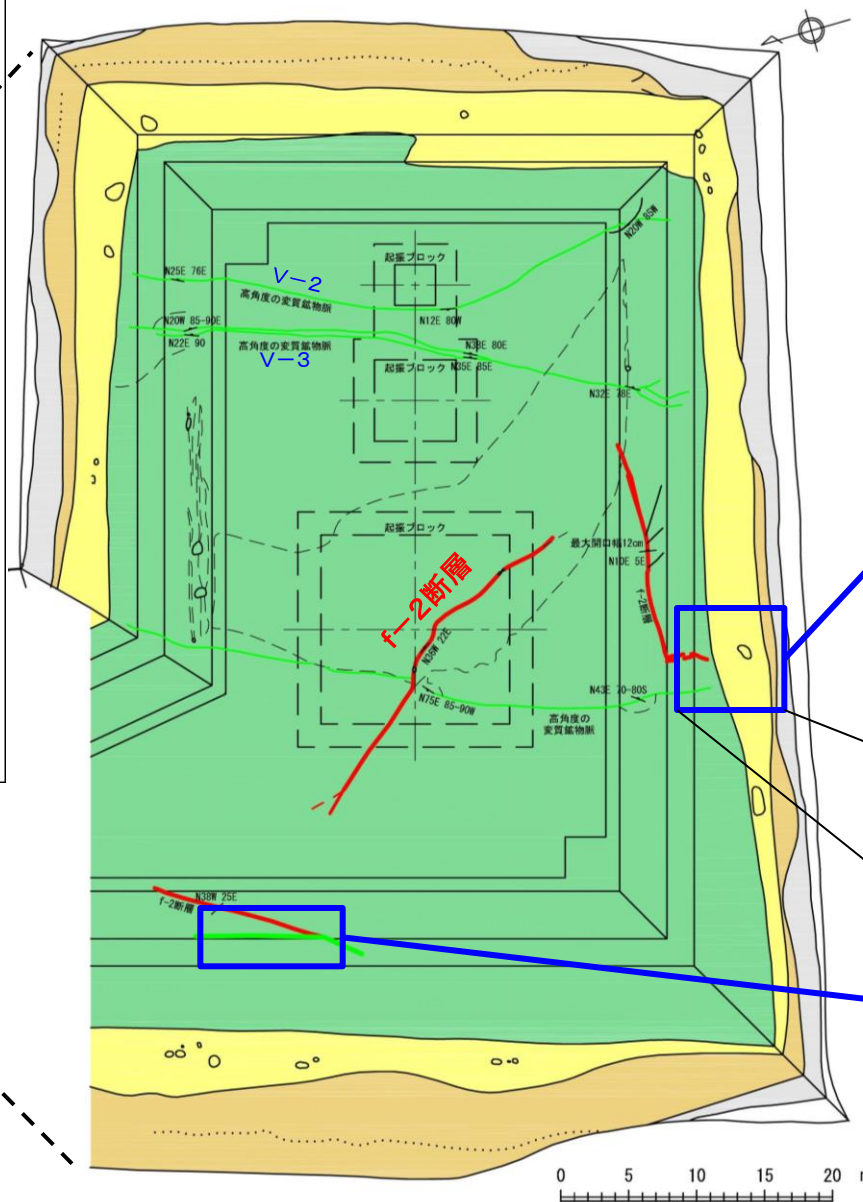
## 高角度の変質鉱物脈と第四系との関係(起振実験ヤード南側法面)

- 起振実験ヤード南側法面では、高角度の変質鉱物脈の上方延長部は第四系基底面に達しておらず、泊層上部層を被覆するM<sub>2</sub>面段丘堆積物及びその基底面に変位・変形は確認されない。
- なお、起振実験ヤード西側法面では、f-2断層が小段付近において、高角度の変質鉱物脈と会合して消滅している。

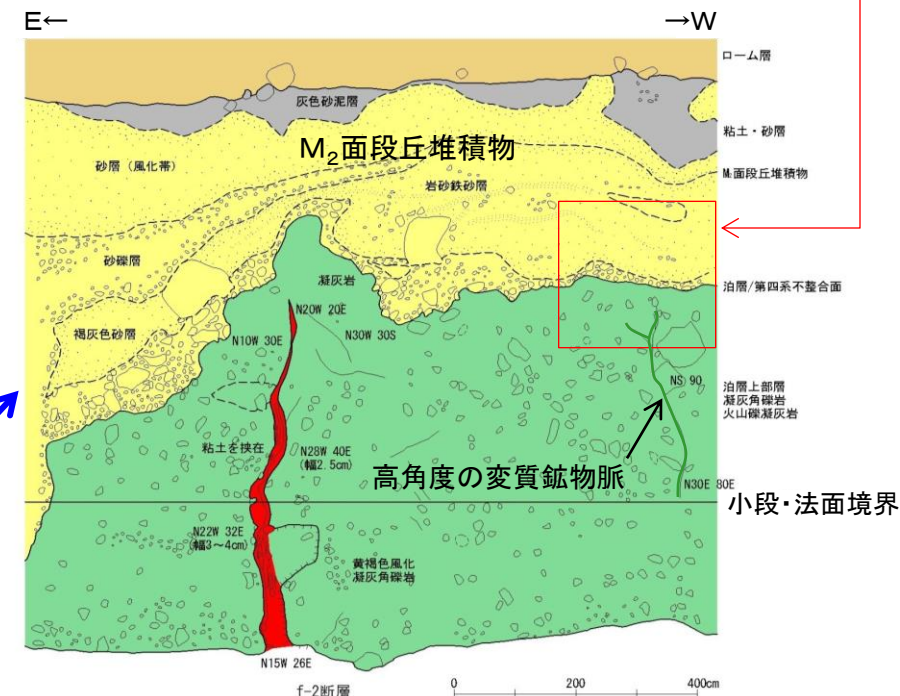
M<sub>2</sub>面段丘堆積物及びその基底面に  
変位・変形を与えていない



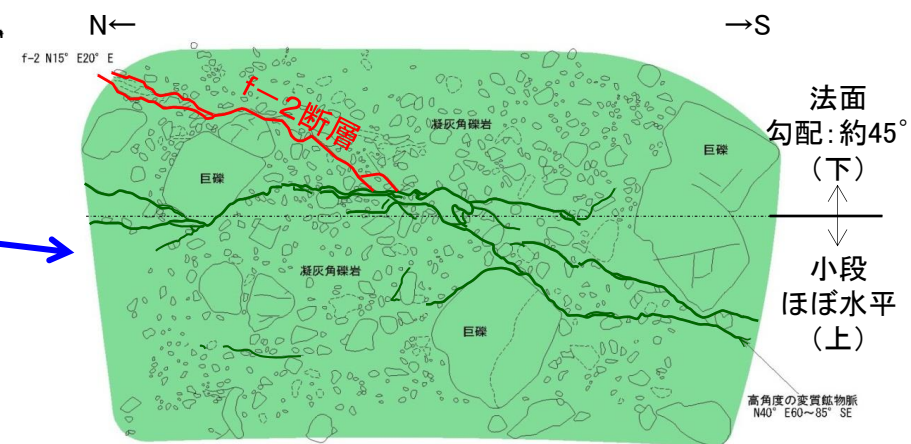
	第四系(砂, 礫)
	凝灰角礫岩(ガス質)
	凝灰角礫岩(石質)
	火山礫凝灰岩(石質)
	凝灰岩(石質)
	安山岩溶岩(塊状)
	高角度の変質鉱物脈
	断層
	層相境界線
	不整合面



起振実験ヤードの概略地質平面図



起振実験ヤード南側法面スケッチ

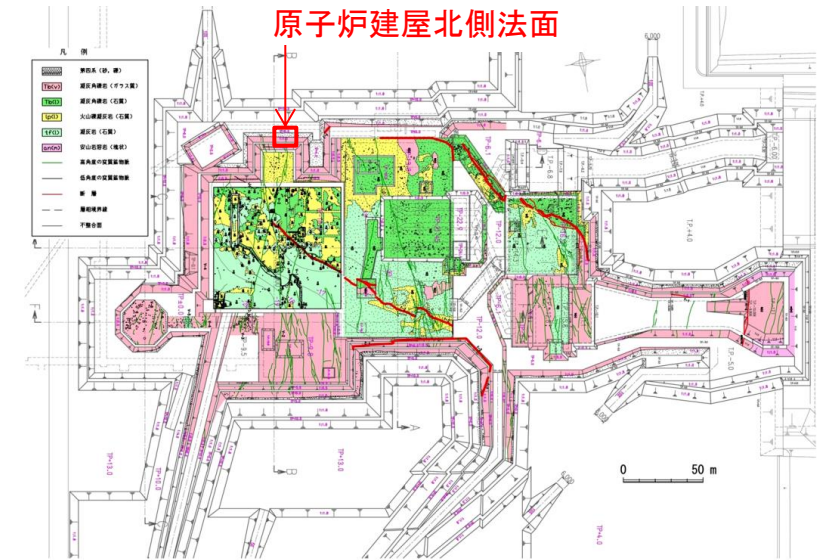


f-2断層消滅部の詳細スケッチ  
(起振実験ヤード西側の小段, 下法面)



# 高角度の変質鉱物脈と第四系との関係 (V-2, 原子炉建屋北側法面)

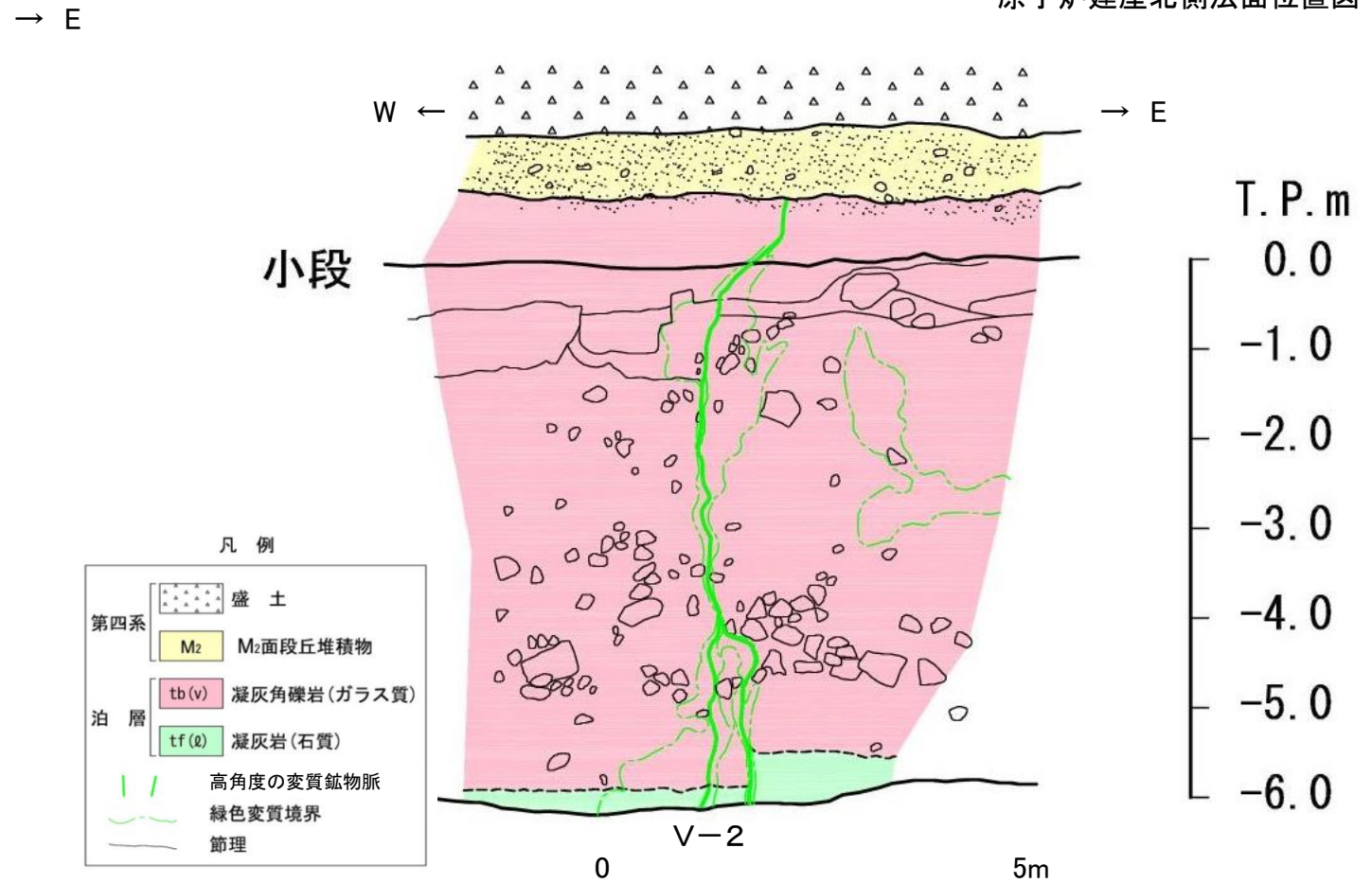
- 原子炉建屋北側法面の凝灰角礫岩(ガラス質)中に確認される高角度の変質鉱物脈V-2は、これを被覆するM<sub>2</sub>面段丘堆積物に変位・変形を与えていない。
- 高角度の変質鉱物脈V-2の下方で東側に分岐する脈は、上位の火山礫凝灰岩(ガラス質)と下位の凝灰岩(石質)の境界に約25cmで西落ちの変位が認められる。



原子炉建屋北側法面位置図



原子炉建屋北側法面写真



原子炉建屋北側法面スケッチ



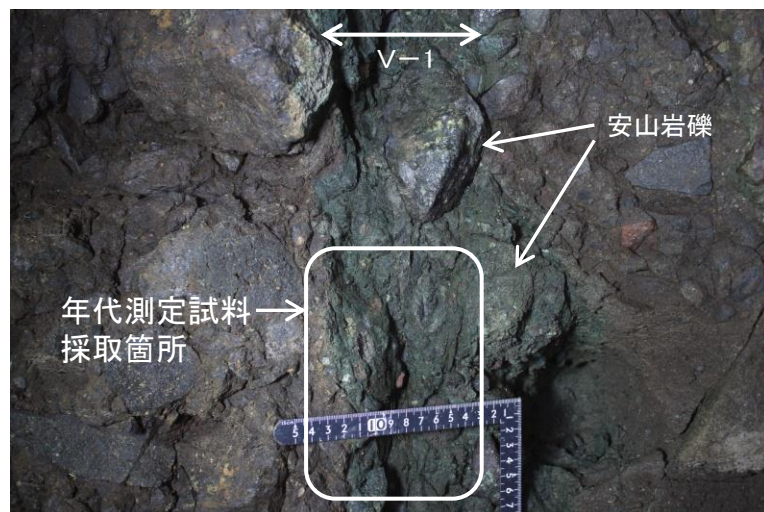
余 白



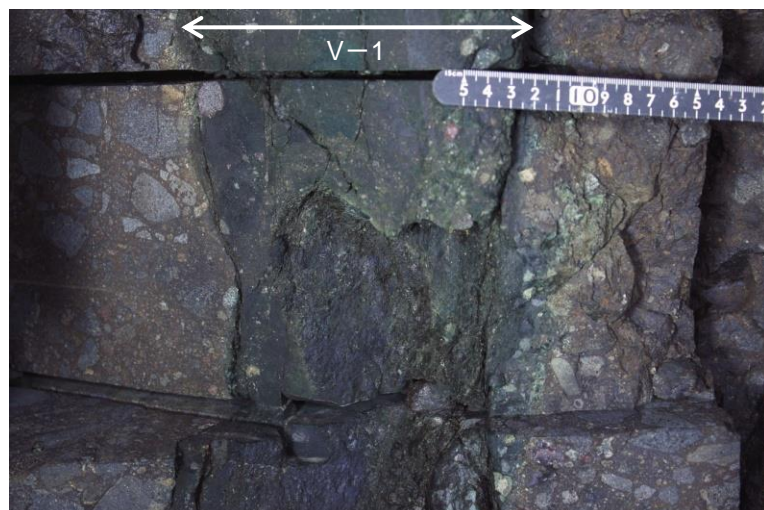
### 3.3.5 f-2断層と変質鉱物脈

## 高角度の変質鉱物脈の詳細性状(V-1, 試掘坑)

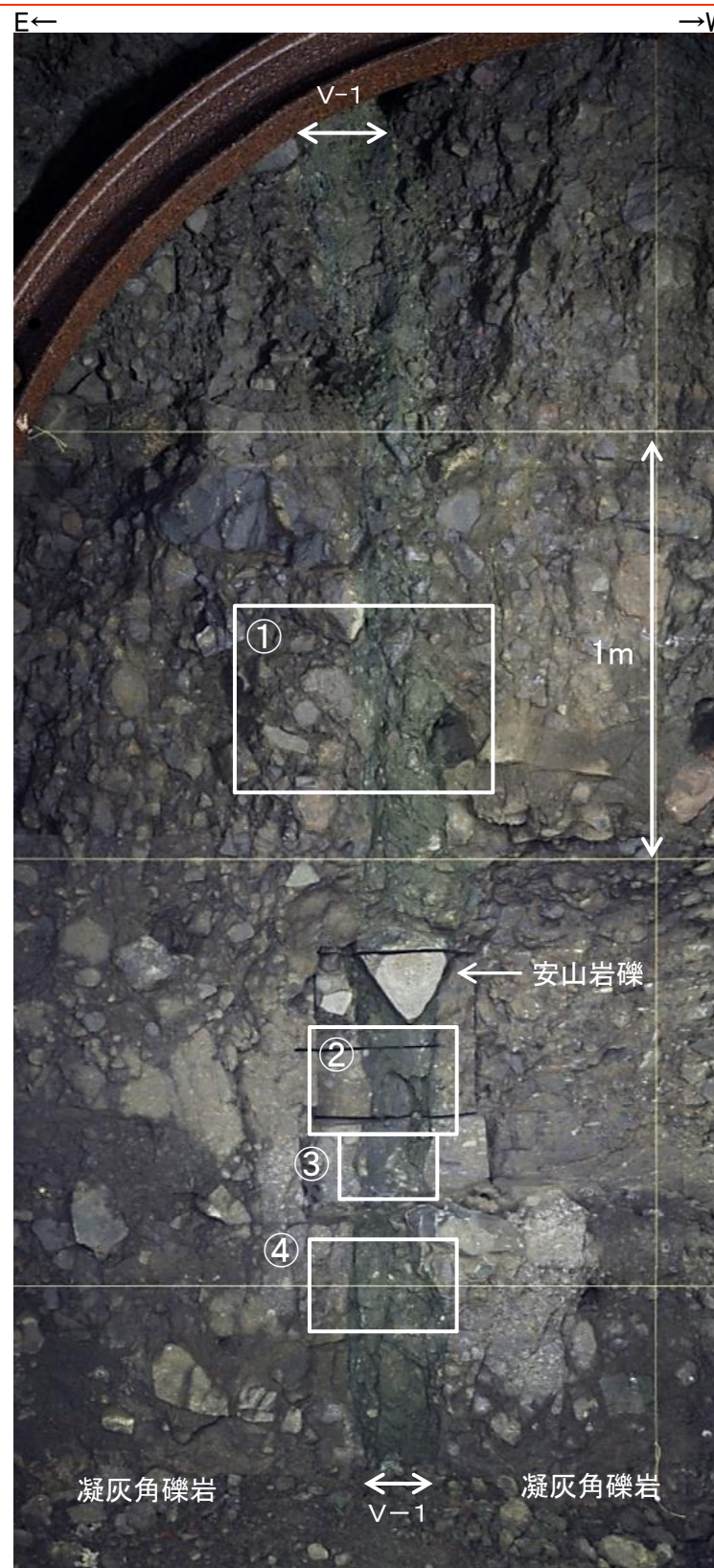
- 母岩と変質鉱物脈の境界は、直線的ではなく起伏が著しい。母岩の節理面の一部は緑色化している。
- 変質鉱物脈中には、上下方向に連続するせん断面は認められない。
- 変質鉱物脈中には多数の安山岩礫が含まれるが、礫の再配列等は認められない。
- 変質鉱物脈は、やや硬質～硬質部を主体とし、葉片状をなすやや軟質な部分は上下方向に連続しない。  
⇒高角度の変質鉱物脈は、熱水変質の特徴を保持し、熱水変質を受けて以降、変位を生じていない。



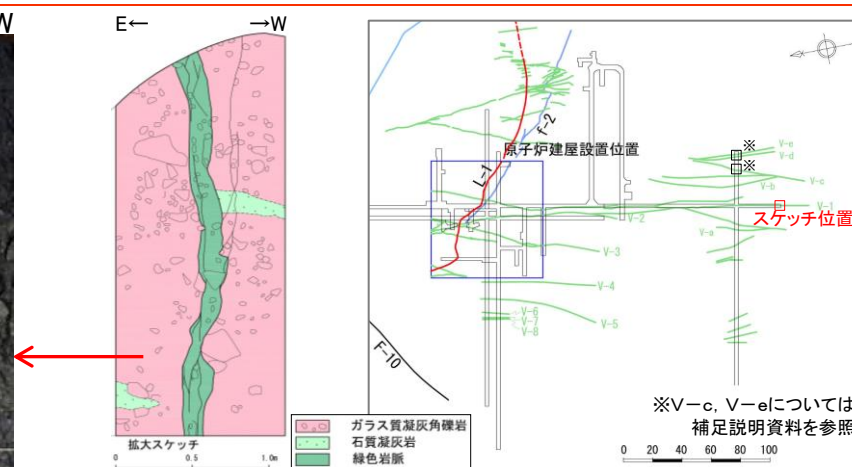
①やや硬質な暗緑色を呈する粘土鉱物脈中に多数の安山岩礫が含まれる。脈と母岩の境界は直線的ではなく起伏が著しい。



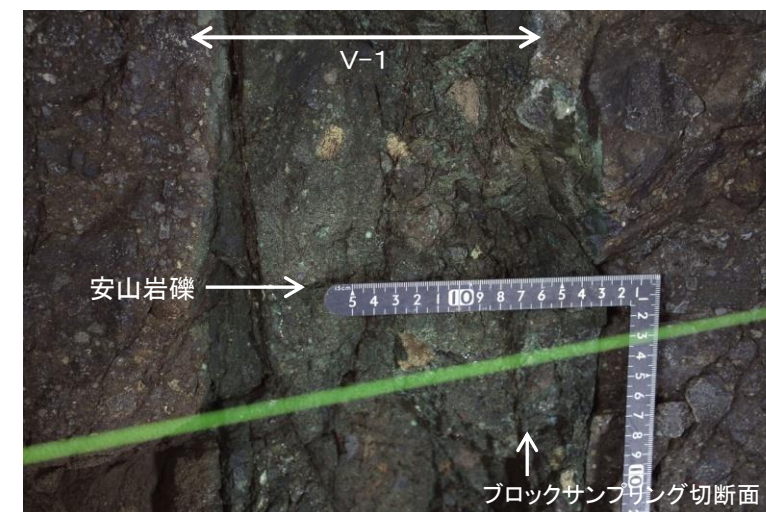
②硬質な暗緑色を呈する粘土鉱物脈中に安山岩礫を含む。脈に沿って母岩も部分的に緑色化している。上下方向に連続するせん断面は認められない。



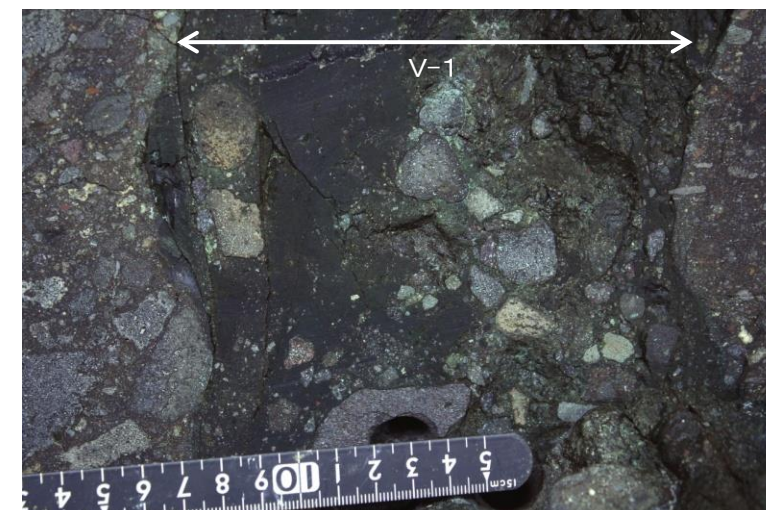
試掘坑南端切羽全景



V-1スケッチ(試掘孔掘削時)及び位置図



③やや硬質な暗緑色を呈する粘土鉱物脈中には、上下方向に連続する直線的なせん断面は認められない。



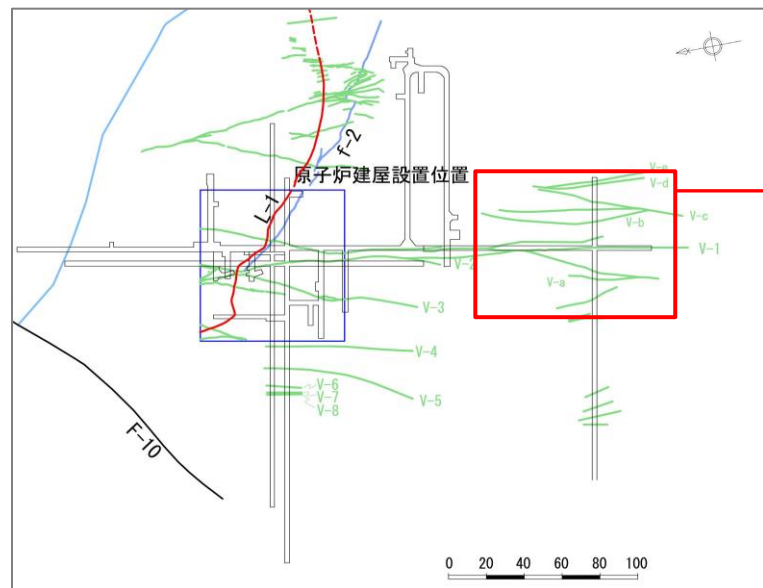
④硬質な暗緑色を呈する粘土鉱物脈中に直径0.5cm～2cm大の安山岩礫を含む。脈と母岩の境界は波打っている。



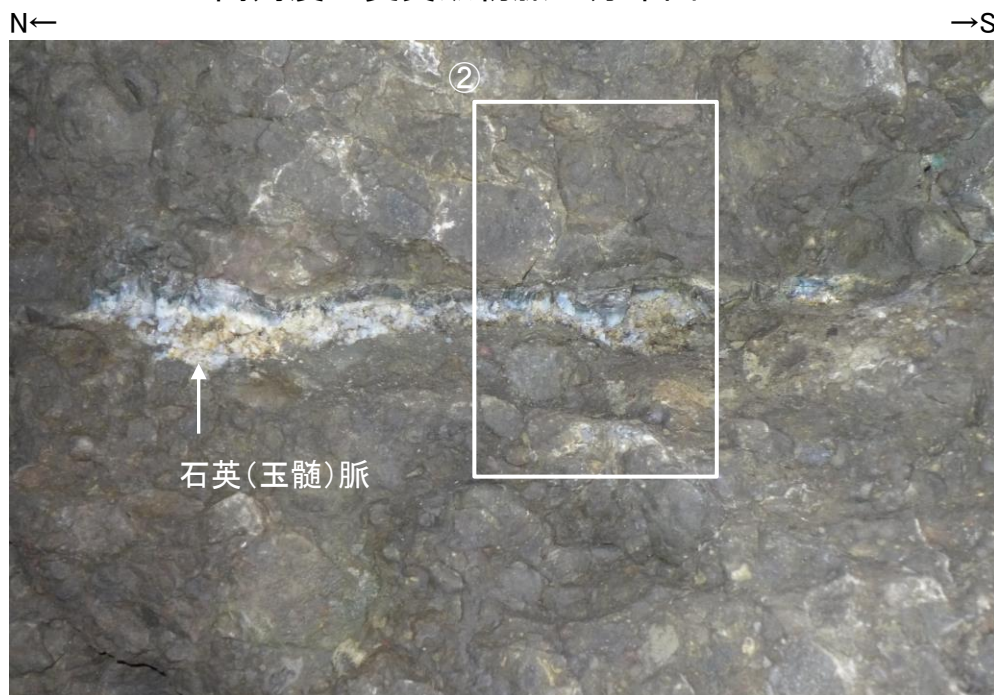
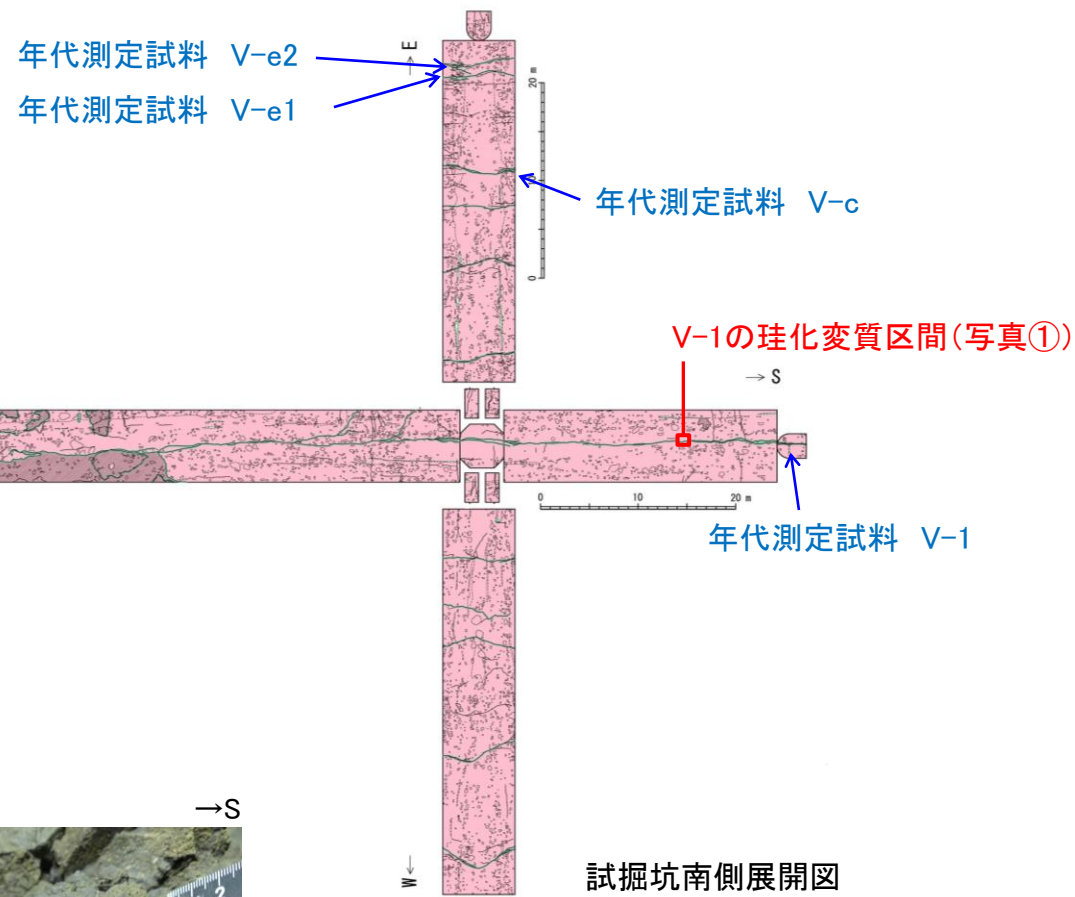
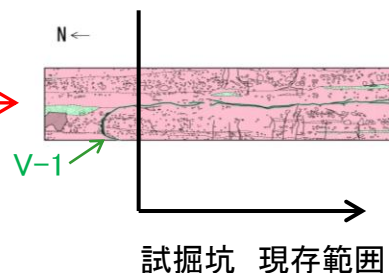
3.3.5 f-2断層と変質鉍物脈

# 高角度の変質鉍物脈の詳細性状(V-1の珪化変質部, 試掘坑)

- ▶ 試掘坑南側の高角度の変質鉍物脈V-1には、石英脈よりなる珪化変質区間が認められ、石英脈には玉髄が認められる。
  - ▶ 石英脈よりなるV-1は、硬質で固結して密着し、石英脈内部及び両側の岩盤に破碎構造も認められない。また、試掘坑壁面には、V-1周辺でV-1以外の亀裂や他の高角度の変質鉍物脈は認められない。
- ⇒ V-1は熱水変質を受けて以降、変位を生じていない。

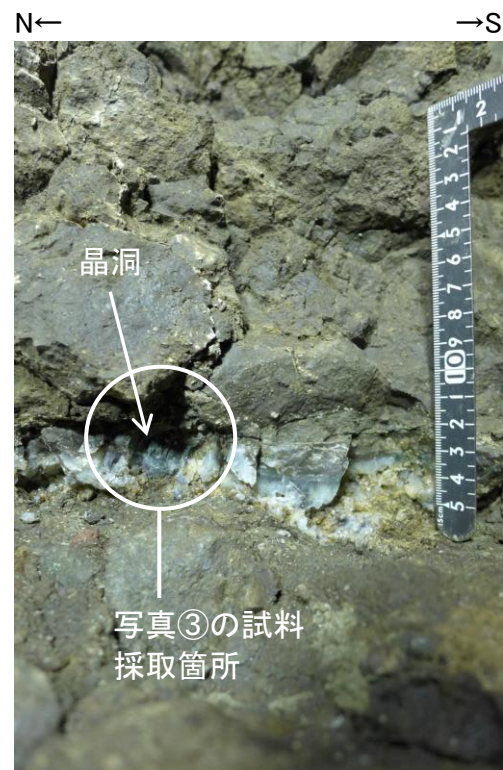


高角度の変質鉍物脈の分布図



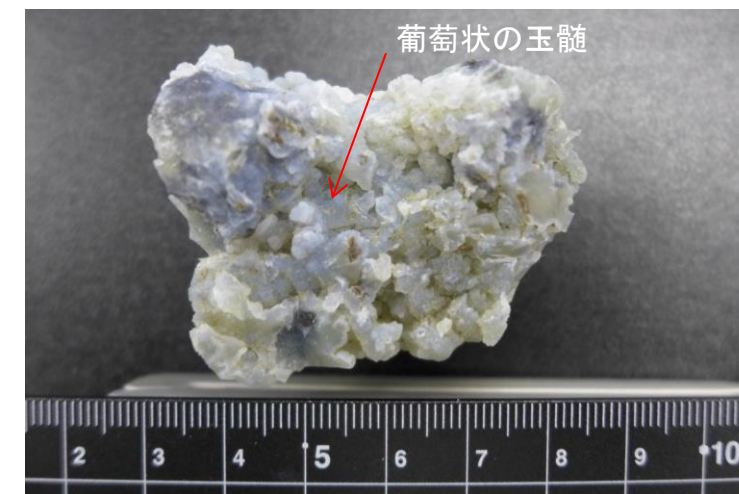
石英(玉髄)が充填し、固結したV-1。石英(玉髄)脈の両側は密着し、軟質な粘土等は挟在していない。

写真① V-1の珪化変質区間(試掘坑天端)



石英(玉髄)脈には熱水溶液からの沈殿を示す脈に平行な累帯構造が認められ、変質鉍物脈形成時の形態を保持している。

写真② V-1の石英(玉髄)脈の拡大



晶洞に面して葡萄状をなす玉髄が認められ、変質鉍物脈形成時の形態を保持している。

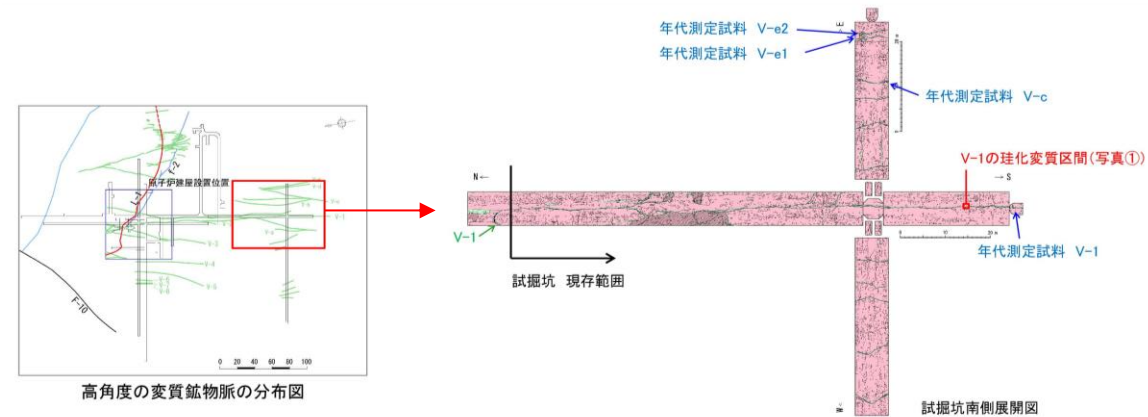
写真③ 珪化変質脈より採取した試料



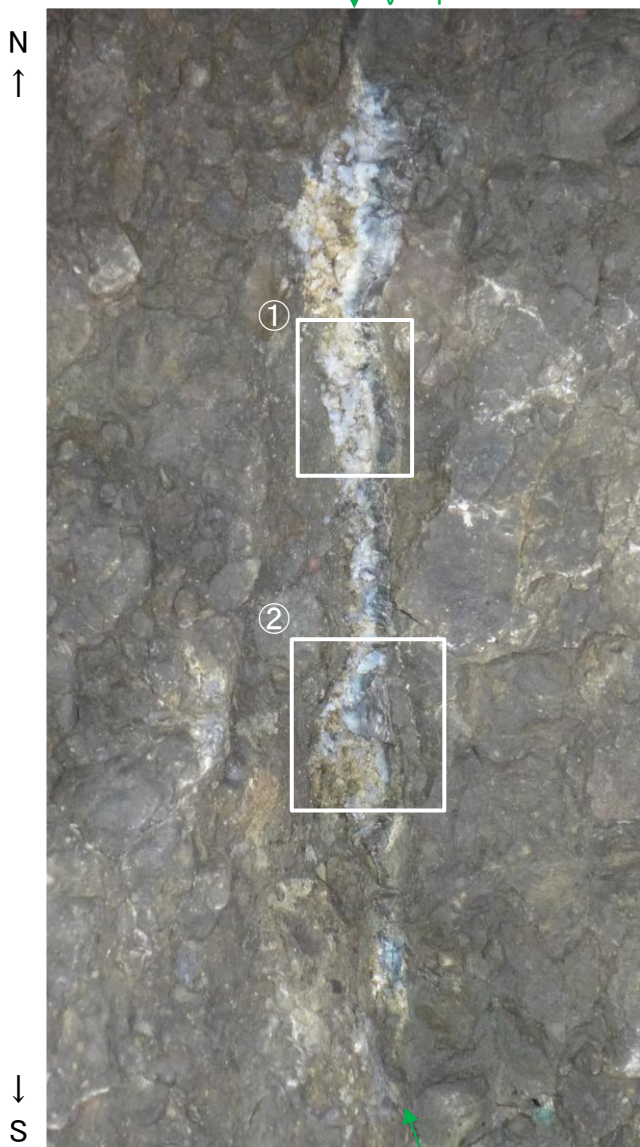
3.3.5 f-2断層と変質鉱物脈

# 高角度の変質鉱物脈の詳細性状(V-1の珪化変質部, 試掘坑)

- 高角度の変質鉱物脈V-1を充填する石英脈は、一部に累帯構造が認められることから、石英が熱水から徐々に晶出して形成されたと考えられる。
- 石英脈中には、母岩起源の礫、粒子が含まれないこと、境界が凹凸に富むことから、開口亀裂を石英が充填して形成されたと考えられる。
- 高角度の変質鉱物脈と母岩の境界は密着していることが多い。
- 高角度の変質鉱物脈は、全体としてはNNE-SSW走向であるが、膨縮し、部分的に認められる平滑な面は連続性に乏しい。  
⇒高角度の変質鉱物脈は、開口性の断裂を熱水変質鉱物が充填、置換して形成されたものであり、熱水変質脈形成時の形態を保っていることから、熱水変質を受けて以降、変位を生じていない。↓ V-1



高角度の変質鉱物脈の観察位置



ガラス質の凝灰角礫岩中の高角度の変質鉱物脈V-1の石英に充填される区間を下方より望む。



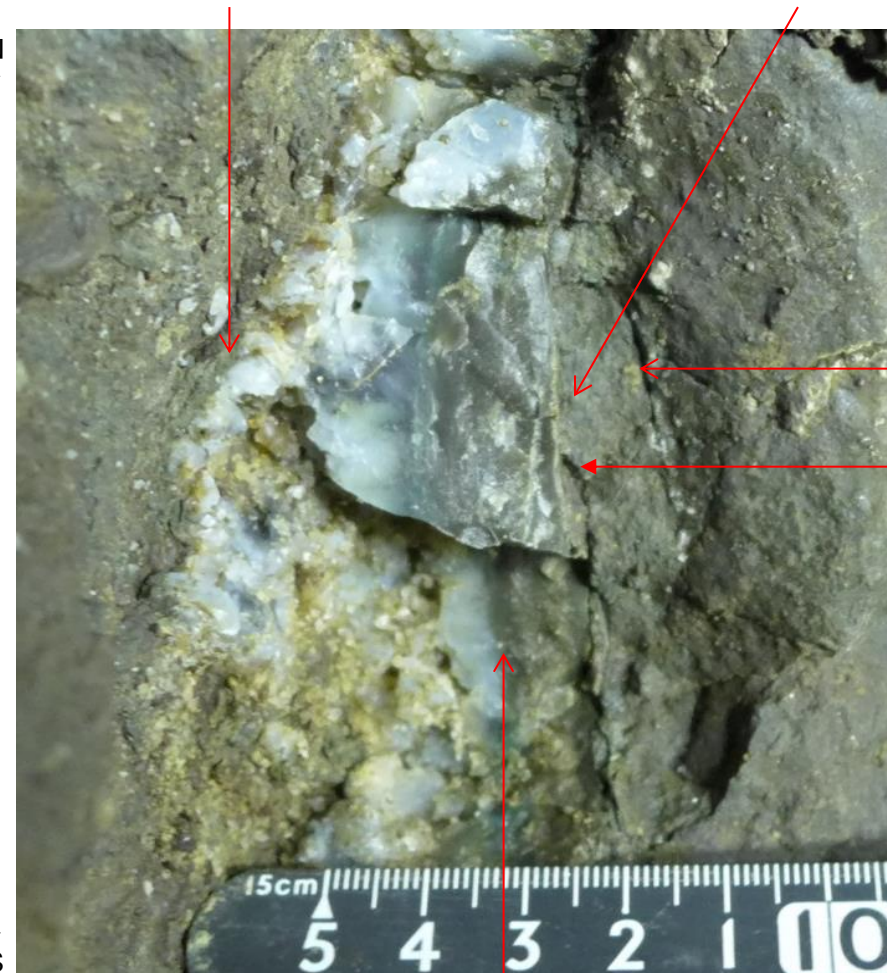
石英脈と母岩の境界は起伏に富み密着している。

写真①

石英脈と母岩の境界の節理は凹凸に富み連続性が悪い

晶洞

石英脈中の縞模様をなす累帯構造



石英脈中の縞模様を示す累帯構造

写真②

石英脈と母岩の境界は起伏に富み密着している

母岩との境界は直線的であるが密着する

節理

開口節理が脈で止まっている

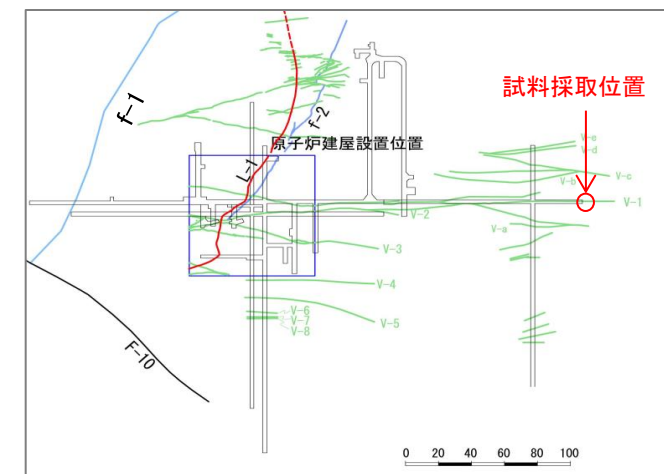
余 白



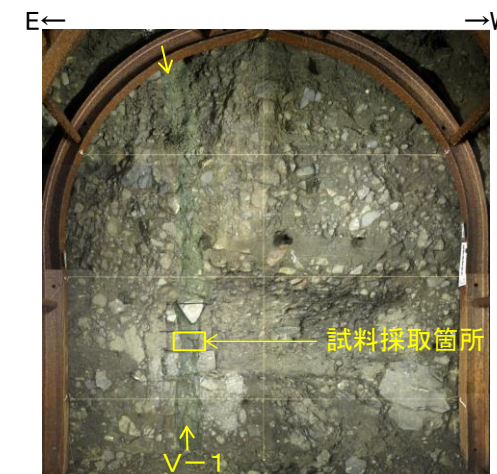
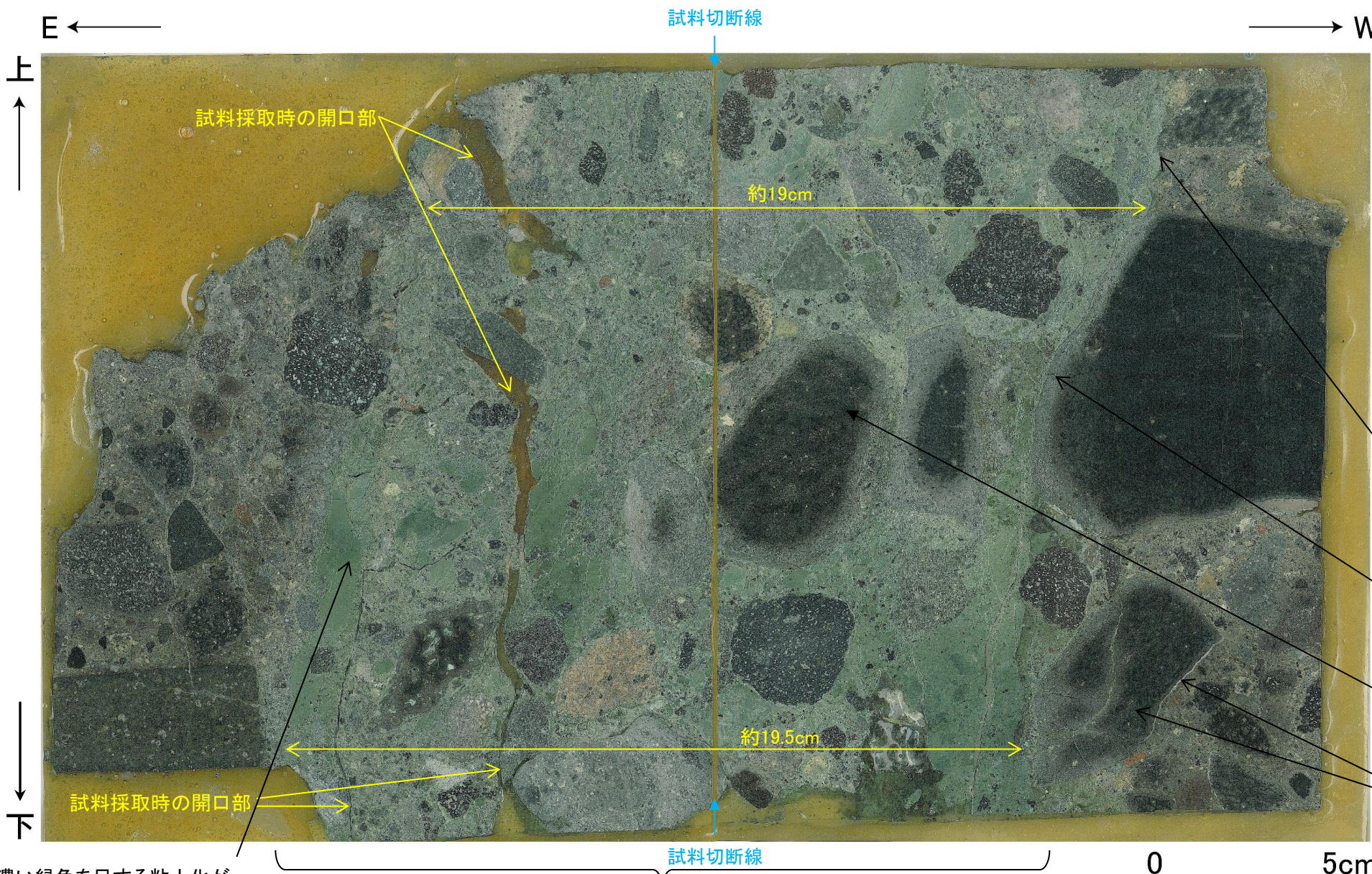
### 3.3.5 f-2断層と変質鉱物脈

## 高角度の変質鉱物脈の詳細性状(V-1の定方位試料, 試掘坑)

- ▶ 試掘坑切羽の高角度の変質鉱物脈V-1に概ね直交する断面の定方位試料を示す。
- ▶ 変質鉱物脈は、内部に淡緑色～濃緑色の色調変化が見られるが、全体として凝灰角礫岩の基質が緑色化している。
- ▶ 変質鉱物脈と母岩の境界部は、礫を避けて礫の外縁に沿っていること、変質鉱物脈中の礫にせん断されたものがないことから、開口性の断裂に沿って、熱水が浸透して形成されたものと考えられる。
- ▶ 変質鉱物脈と母岩の境界、変質鉱物脈中の割れ目は、起伏が著しく直線的ではない。  
⇒ 高角度の変質鉱物脈V-1は熱水変質の特徴を保持し、熱水変質を受けて以降、変位を生じていない。



試料採取位置図



試掘坑切羽写真

母岩との境界には不規則な起伏があり、熱水変質脈形成時の形態が保持されている。

脈が礫の外縁に沿っており、礫が破碎されていない。変質脈に接する礫表面付近は変色部が厚く、熱水変質の影響を受けている。

脈中の安山岩礫は、透水性が低いいため、内部は変質をほとんど受けていないが、礫表面付近は変質を受けている。

安山岩礫の割れ目、礫の外縁に沿って、緑色化している。

濃い緑色を呈する粘土化がモザイク状をなす。

脈中には、破碎した礫、礫の再配列、直線的なせん断面等の断層活動を示唆する構造は認められない。



試掘坑切羽より採取した高角度の変質鉱物脈V-1の鉛直断面



### 3.3.5 f-2断層と変質鉱物脈

## 高角度の変質鉱物脈の詳細性状(V-1の研磨片, 薄片観察結果)

- 高角度の変質鉱物脈V-1を対象に, 研磨片, 薄片観察を行った。
- 緑色の変質鉱物脈の亀裂に沿ってセピオライト脈が貫入している様子が認められる。
- セピオライト脈は, 密着しており, 直線性はなく, せん断構造は認められない。



- 薄片作成位置
- セピオライト脈

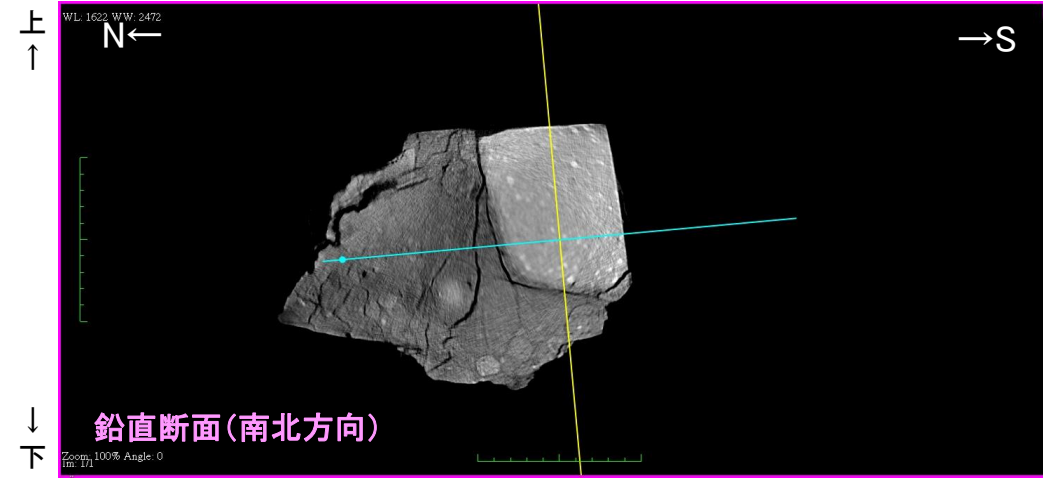
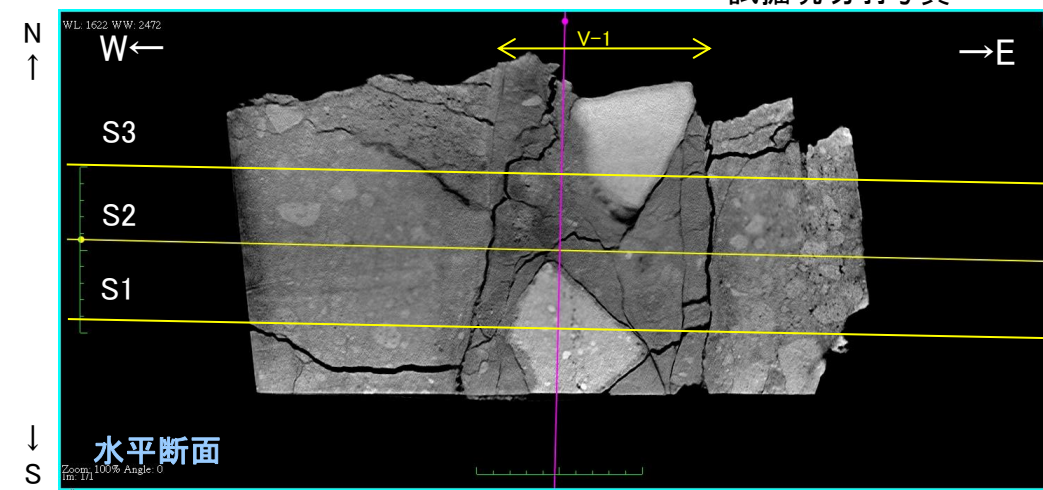
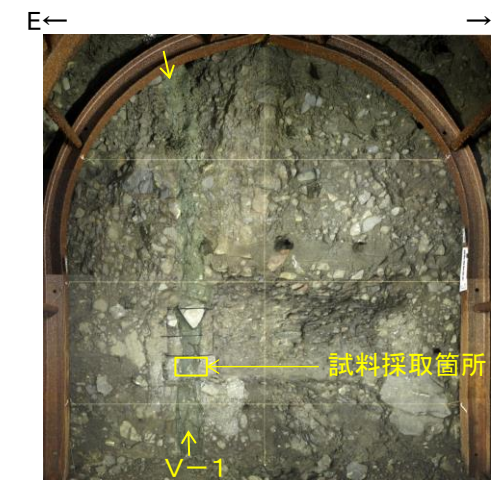
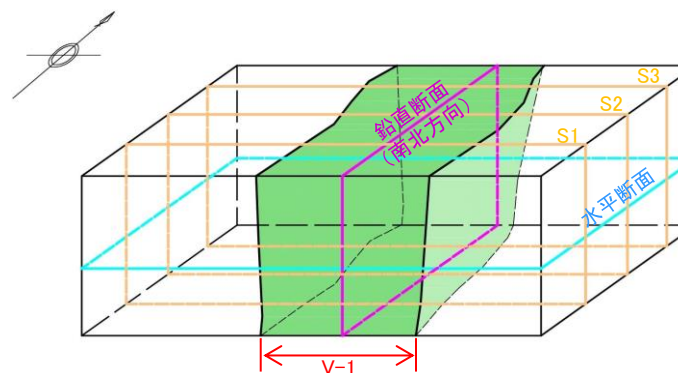
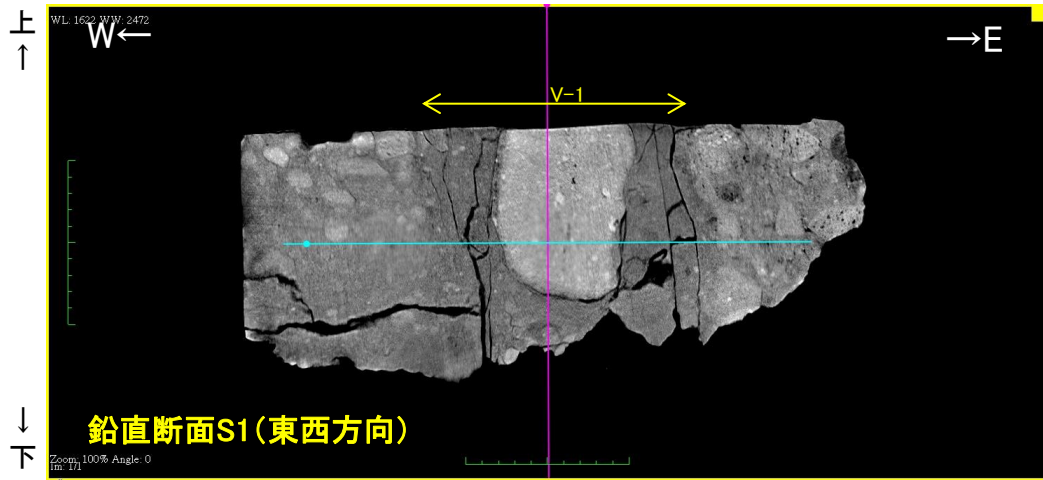
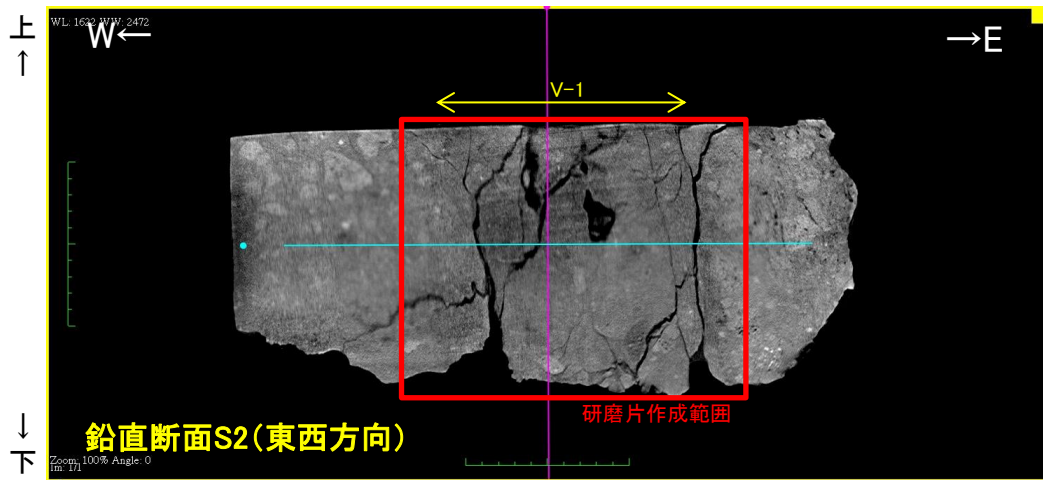
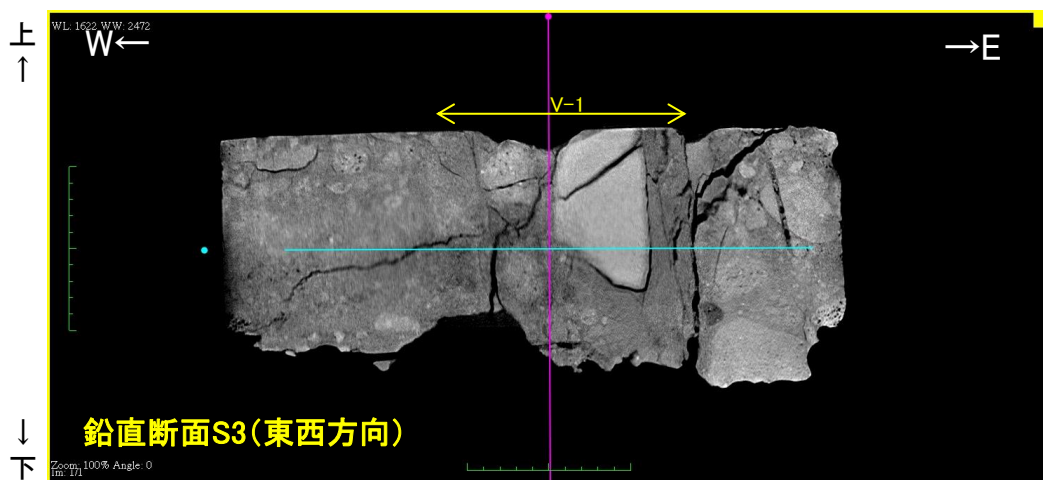
高角度の変質鉱物脈V-1の研磨片写真(左:解釈線なし, 右:解釈線あり)



### 3.3.5 f-2断層と変質鉱物脈

## 高角度の変質鉱物脈の詳細性状(V-1の定方位試料のCT画像, 試掘坑)

- ▶ 高角度の変質鉱物脈V-1の定方位試料の連続CT画像観察を行った。
- ▶ 高角度の変質鉱物脈に見られる断裂は、湾曲、屈曲し、礫を避けており、平滑な面とはなっていない。
- ▶ 高角度の変質鉱物脈の内部は、母岩の凝灰角礫岩と類似した組織を有していることから、凝灰角礫岩が熱水変質を受けて主として基質が粘土化したものと考えられる。



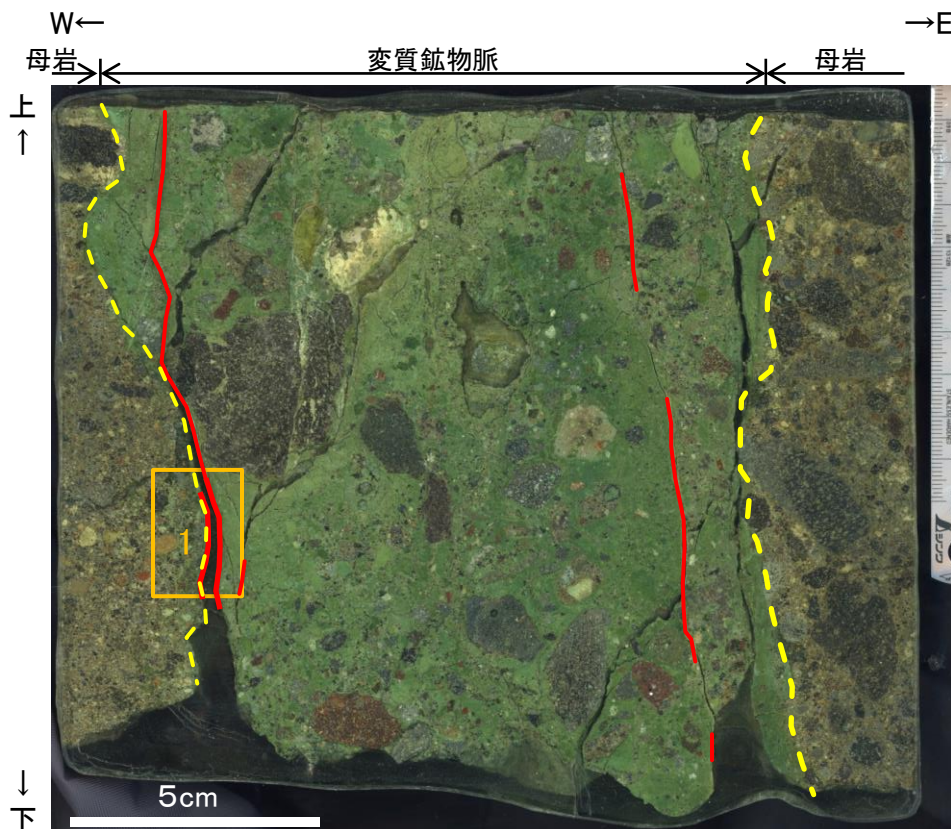
試料の開口部は、試料採取時に断裂に沿って生じたものである。



### 3.3.5 f-2断層と変質鉱物脈

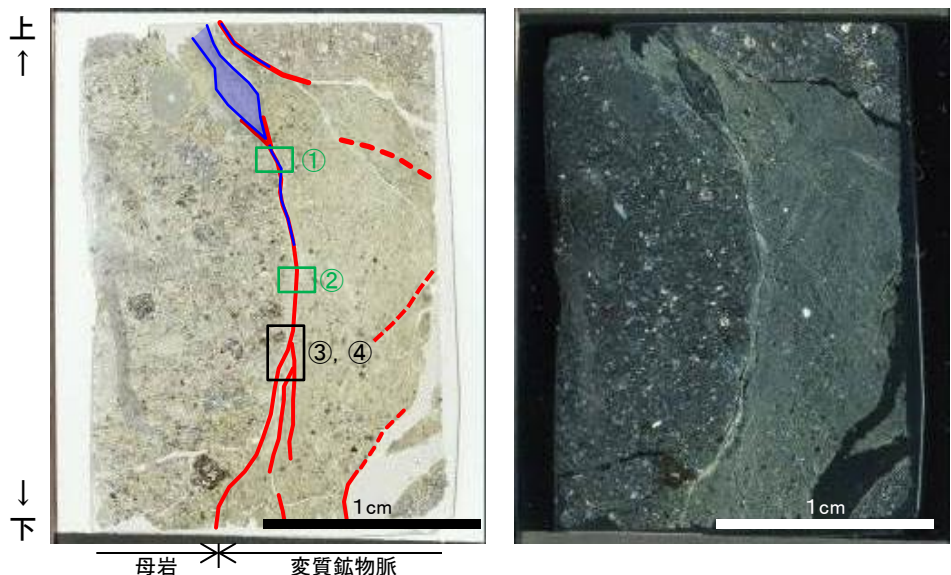
## 高角度の変質鉱物脈の詳細性状(V-1の研磨片, 薄片観察結果)

- 変質鉱物脈と母岩の間にせん断構造は認められず, 変質部中の亀裂に白色を呈するセピオライトが認められる。(薄片写真)
- セピオライトの中に沸石が認められる。(顕微鏡写真①)
- セピオライトに系統的な変形構造は認められない。(顕微鏡写真②)
- ⇒ 緑色の変質鉱物脈の形成後, 亀裂沿いにセピオライト脈が形成された。



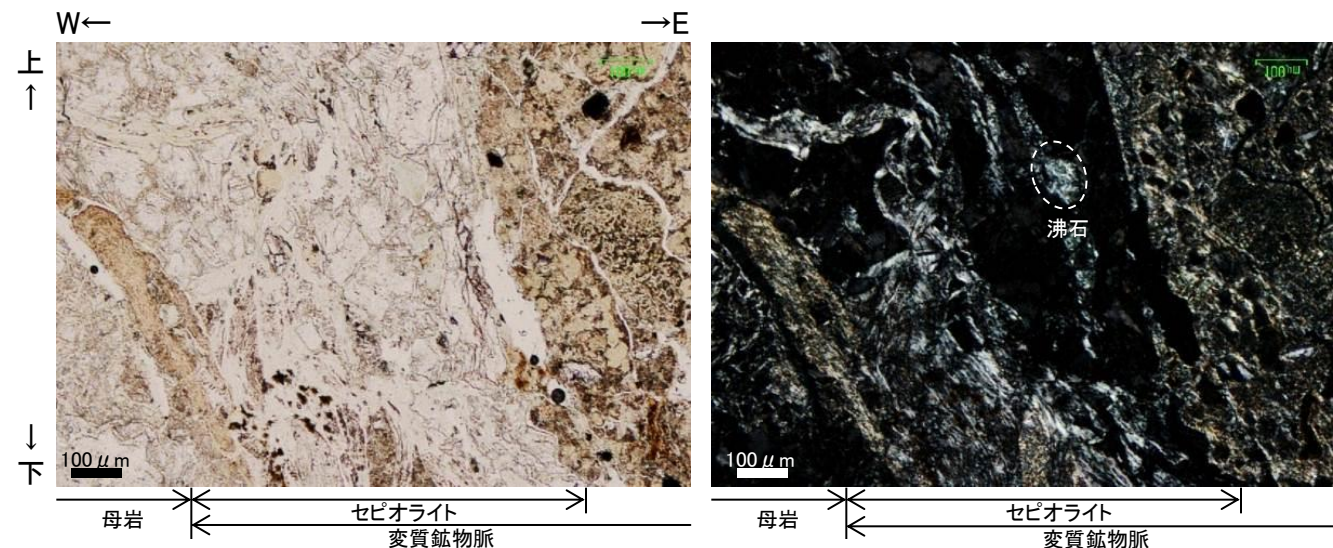
研磨片写真

薄片作成位置  
 セピオライト脈

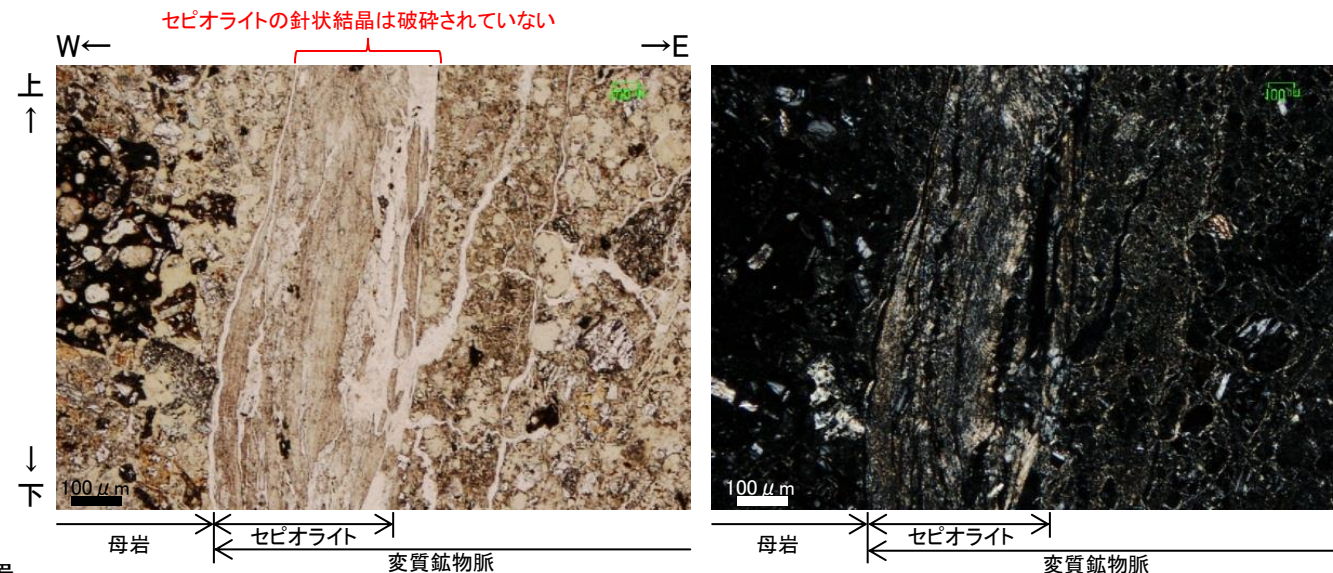


薄片写真(左:オープン, 右:クロス)

顕微鏡写真位置  
 セピオライト  
 沸石



顕微鏡写真①(左:オープン, 右:クロス)



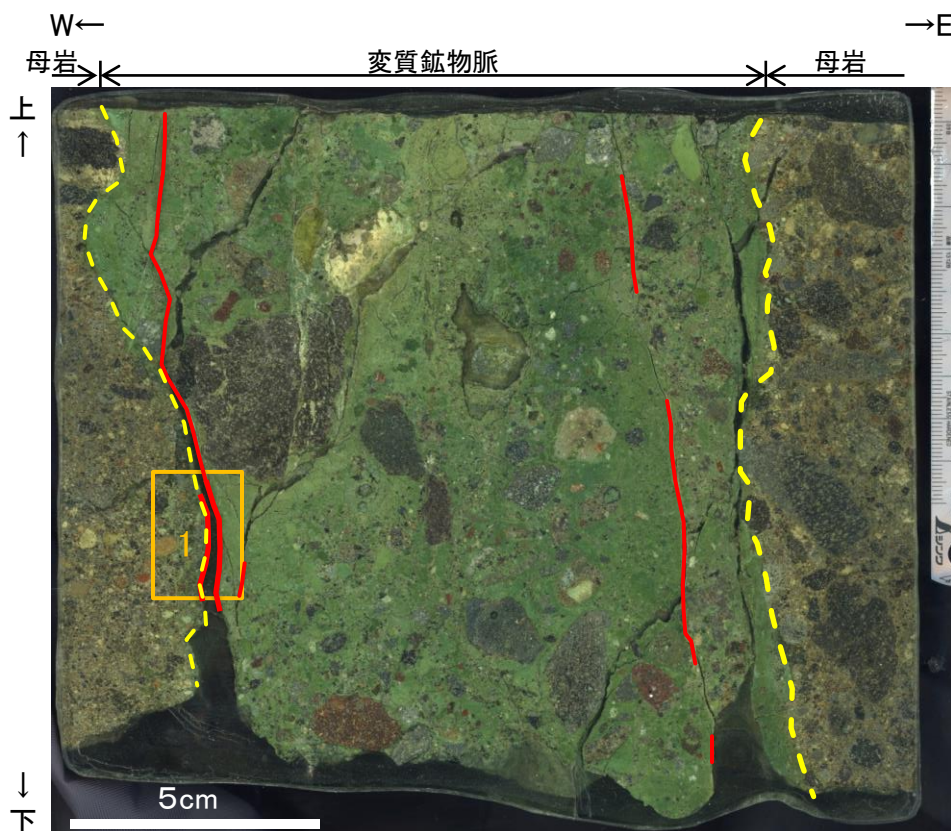
顕微鏡写真②(左:オープン, 右:クロス)



### 3.3.5 f-2断層と変質鉱物脈

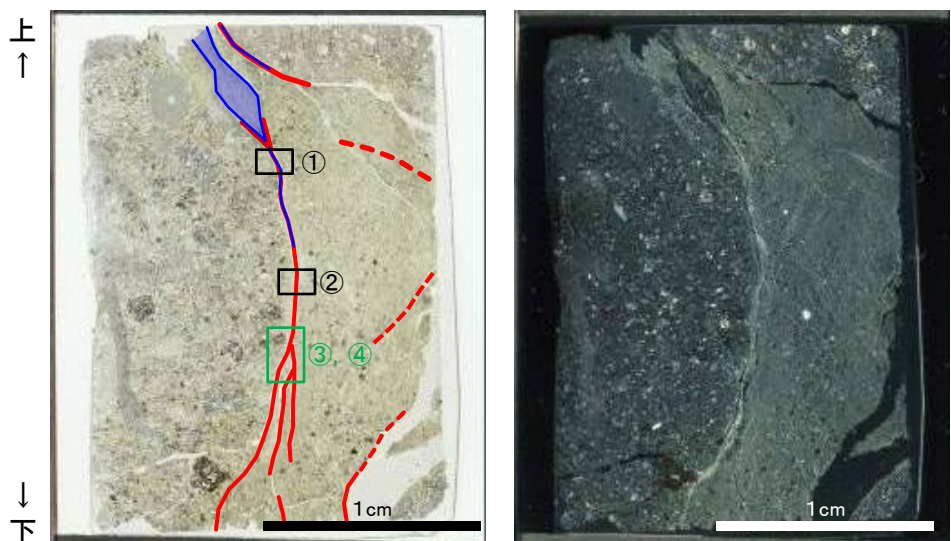
## 高角度の変質鉱物脈の詳細性状(V-1の研磨片, 薄片観察結果)

- 変質鉱物脈と母岩の間にせん断構造は認められず, 変質部中の亀裂に白色を呈するセピオライトが認められる。(薄片写真)
- セピオライトは脈状に分布する。(顕微鏡写真③)
- セピオライトに系統的な変形構造は認められない。(顕微鏡写真④)



研磨片写真

薄片作成位置  
 セピオライト脈



薄片写真(左:オープン, 右:クロス)

顕微鏡写真位置  
 セピオライト  
 沸石

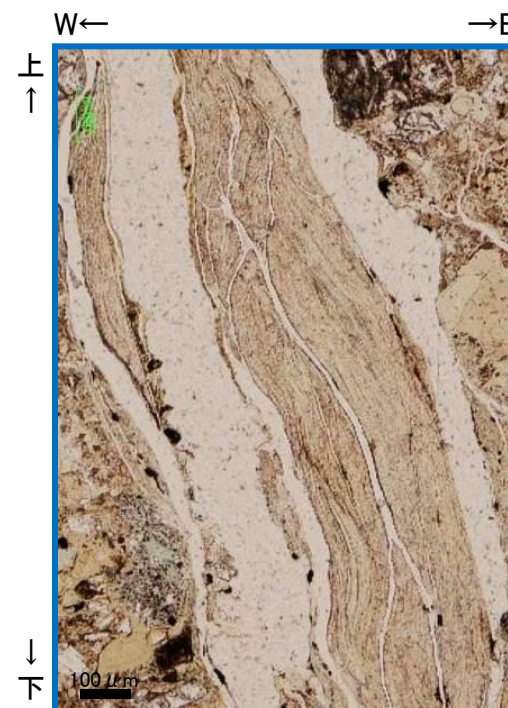


セピオライト セピオライト

顕微鏡写真③(左:オープン, 右:クロス)

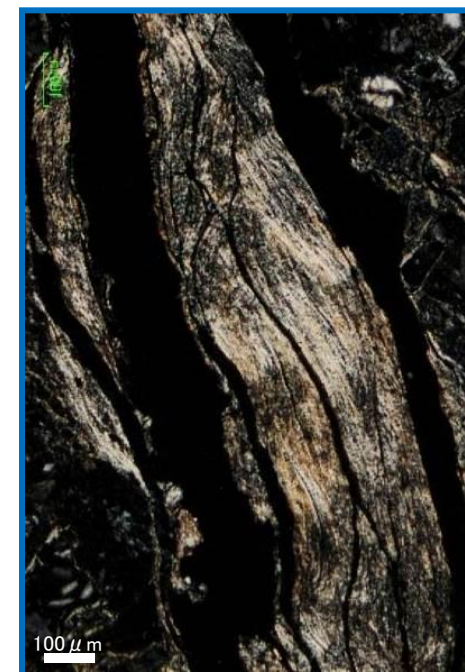


セピオライト セピオライト



↓  
下

顕微鏡写真④(左:オープン, 右:クロス)



↓  
下

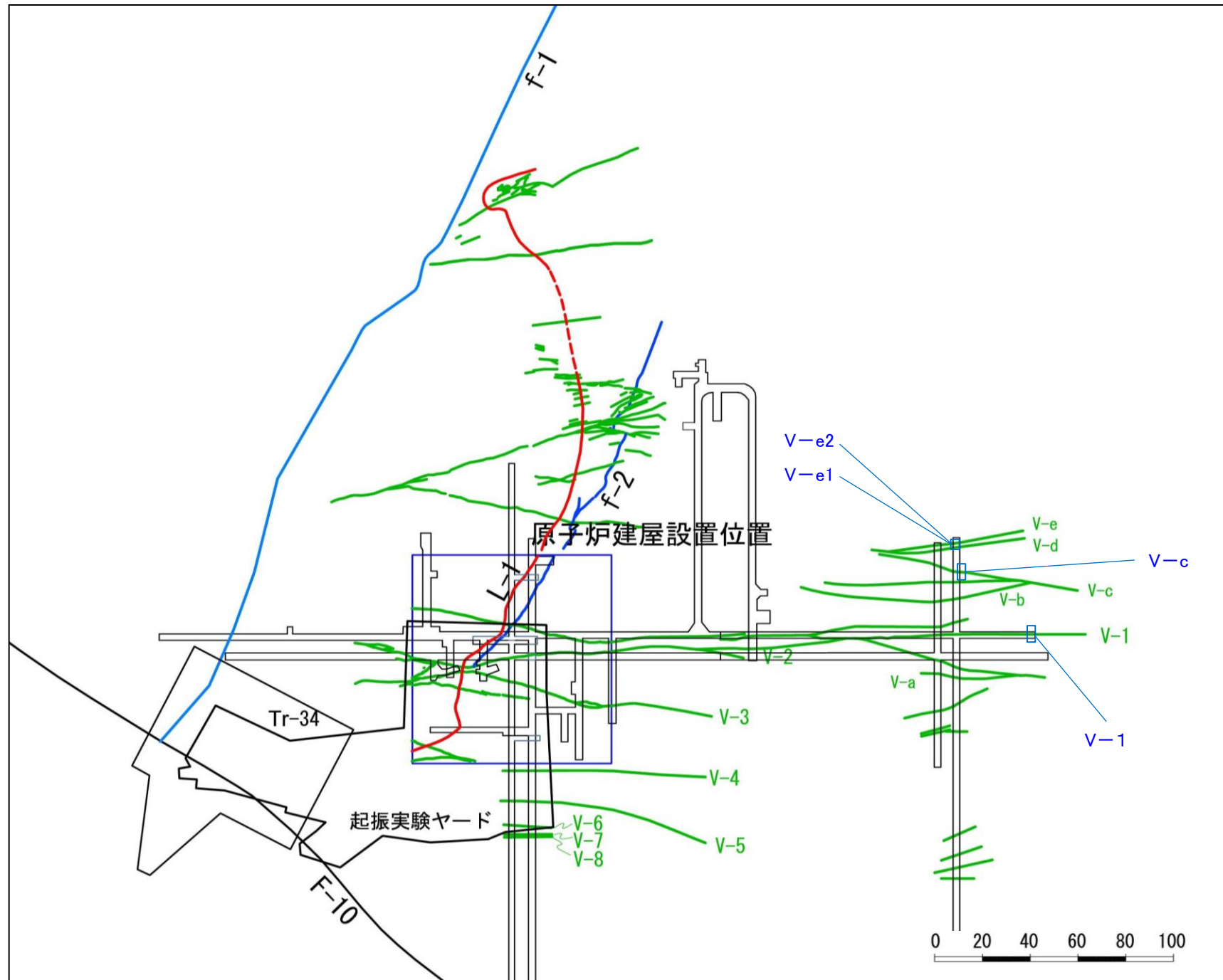


余 白



# 高角度の変質鉱物脈の年代測定試料採取位置

➤ 高角度の変質鉱物脈について、K-Ar法による年代測定を行った。

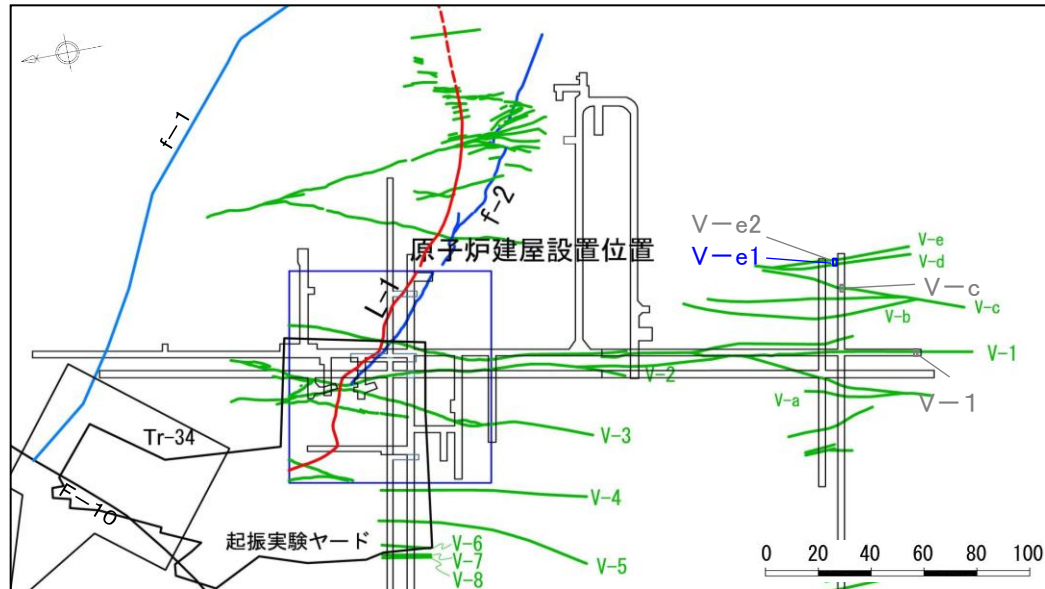


原子炉施設周辺の断層及び変質鉱物脈の分布図(T.P.約-16m)



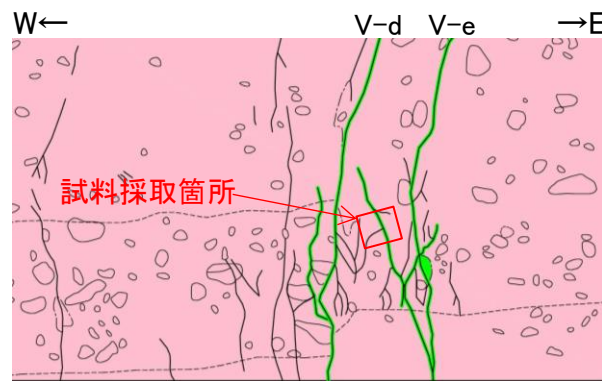
# 高角度の変質鉍物脈のK-Ar年代(V-e1: 鉍物分析結果)

- ▶ 試料は、緑色脈の軟質な粘土質部を採取した。
- ▶ 鉍物分離後のX線回折分析から、年代測定を行った試料はセラドナイトと判断される。



分析試料採取位置図(T.P.約-16m)

V-e1  
 走向・傾斜: N12°W90°  
 最大幅: 2cm  
 見かけの鉛直変位量: 0.05m



V-d, V-eスケッチ拡大(反転)

- 凡例
- 凝灰角礫岩(ガラス質)
  - 凝灰岩(石質)
  - 高角度の変質鉍物脈



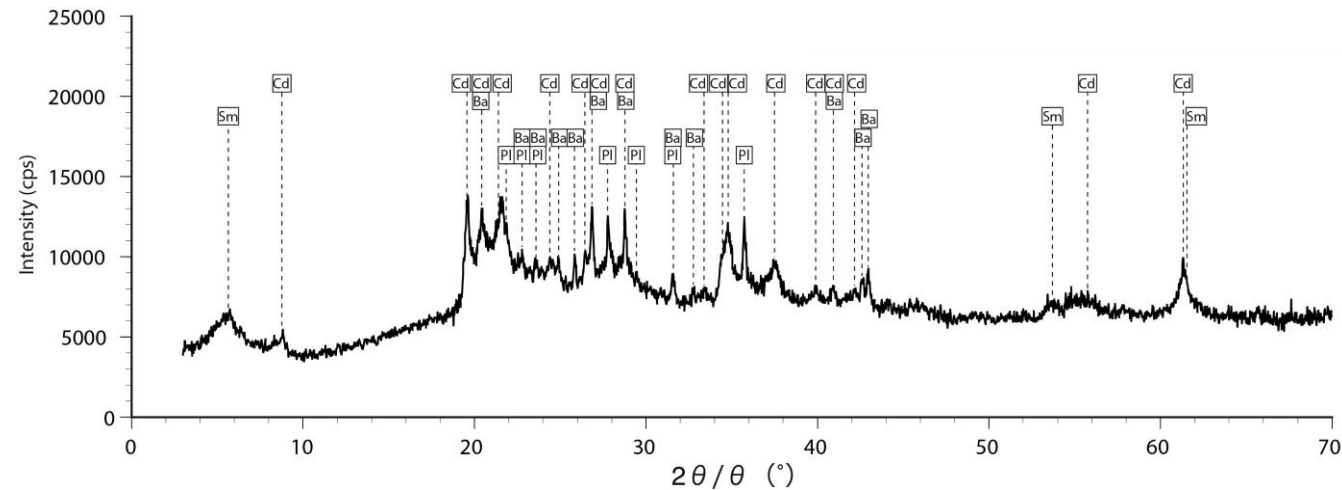
変質鉍物脈V-e



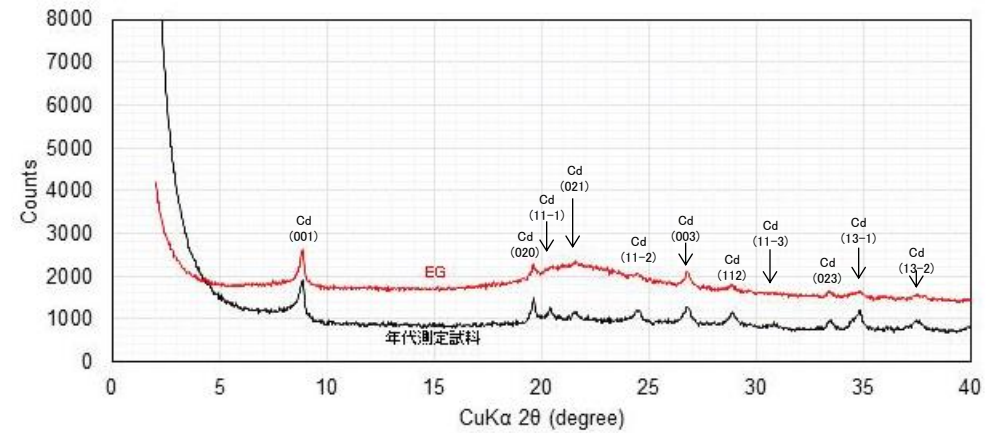
試料採取箇所



分析試料(処理前)



X線回折分析スペクトル(不定方位分析)



鉍物分離後のX線回折分析スペクトル(塩酸処理, 定方位分析)

【鉍物種凡例】

- Sm: スメクタイト
- Cd: セラドナイト
- Sp: セピオライト
- Ba: 重晶石
- Cp: 斜ブチロル沸石
- Pl: 斜長石

X線回折分析

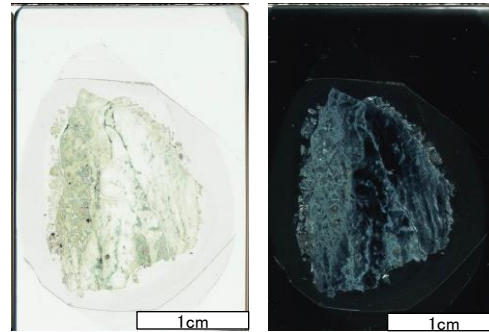
試料名	分析法	重晶石 Ba	セラドナイト Cd	斜ブチロル沸石 Cp	斜長石 Pl	セピオライト Sp	スメクタイト Sm
V-e1	不定方位	△	○	-	△	-	△
	定方位	-	○	-	-	-	-

◎ 卓越している, ○ 含まれている, △ 少量だが検出される, - 検出されない

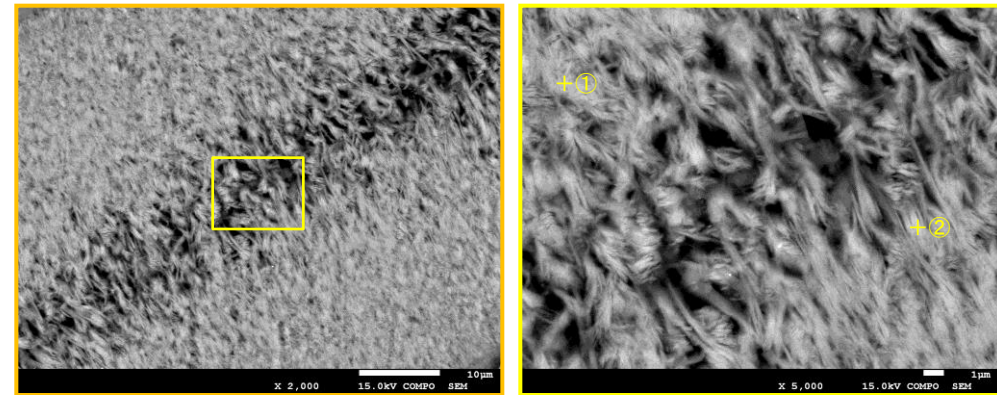
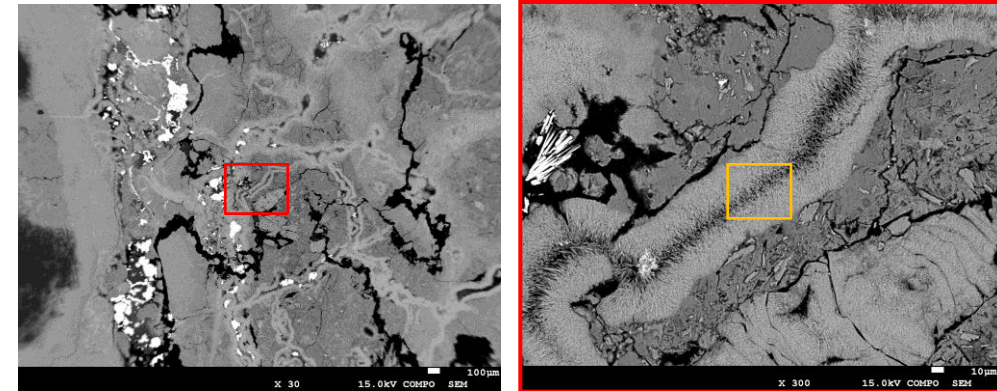


# 高角度の変質鉱物脈のK-Ar年代(V-e1: 鉱物分析結果)

- 年代測定を行った試料を用いてSEM観察を行った。
- 鉱物分離前の試料から薄片を作成し、EDS定量分析を行った。
- SEM観察から柱状の自生鉱物が見られた。
- EDS定量分析値は、K<sub>2</sub>Oに富む雲母粘土鉱物であるセラドナイトと概ね一致している。

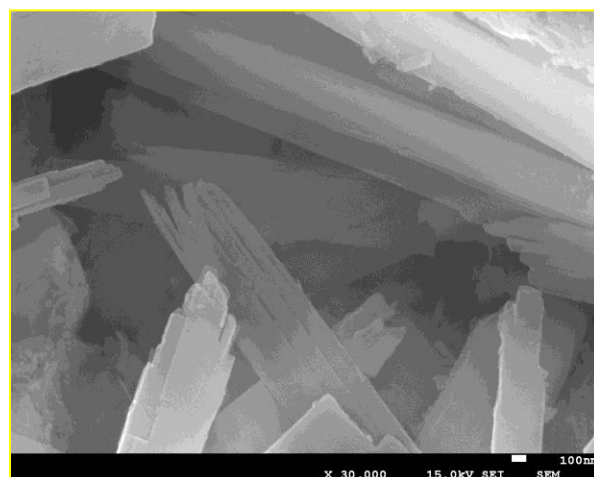
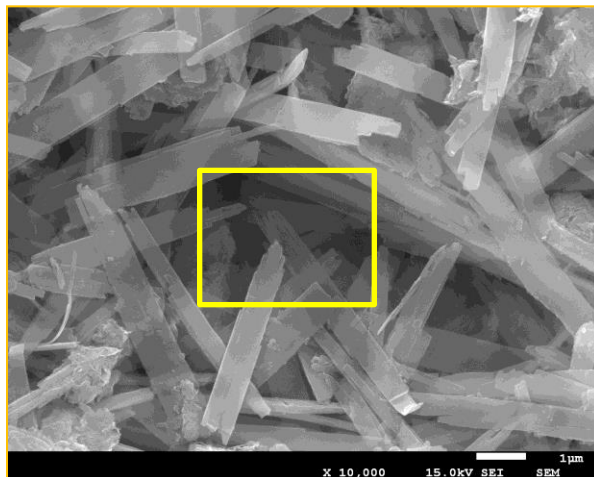
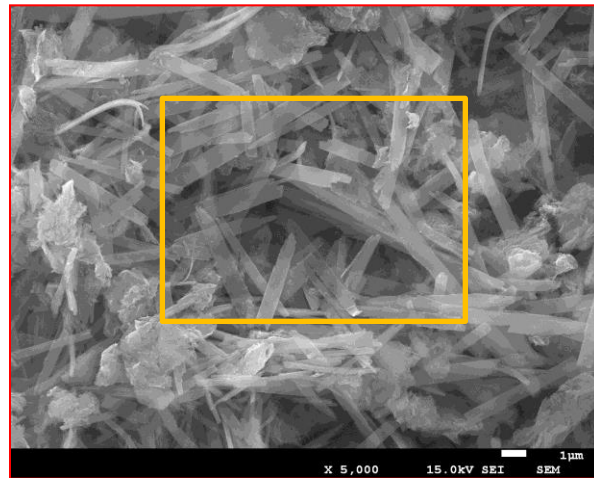
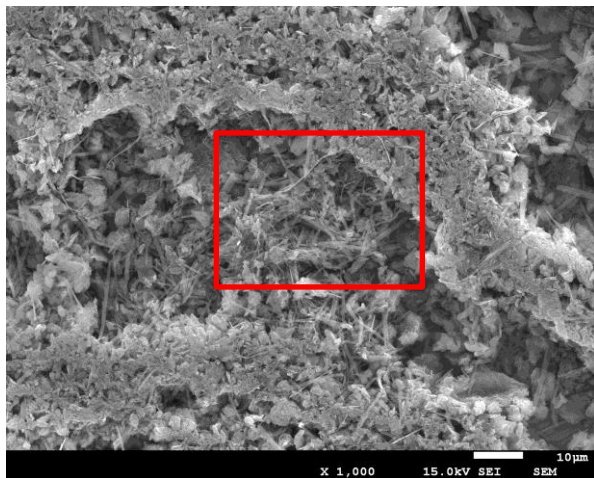


EDS分析薄片写真  
(左:オープン, 右:クロス)



試料の反射電子像とEDS定量分析箇所

+ 分析箇所



年代測定試料(粉末)のSEM像

EDS定量分析結果

	①	②	セラドナイト 文献値(1)	セラドナイト 文献値(2)
SiO <sub>2</sub>	60.45	59.29	55.61	55.30
TiO <sub>2</sub>	0.00	0.00	-	-
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.90	0.84	0.79	10.90
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-	-	17.19	6.95
FeO	20.57	22.06	4.02	3.54
MgO	7.17	6.99	7.26	6.56
CaO	0.12	0.00	0.21	0.47
Na <sub>2</sub> O	0.12	0.00	0.19	0.00
MnO	0.00	0.00	-	-
K <sub>2</sub> O	10.55	10.82	10.03	9.38
<b>Total</b>	<b>99.88</b>	<b>100.00</b>	<b>100.18</b>	<b>99.61</b>

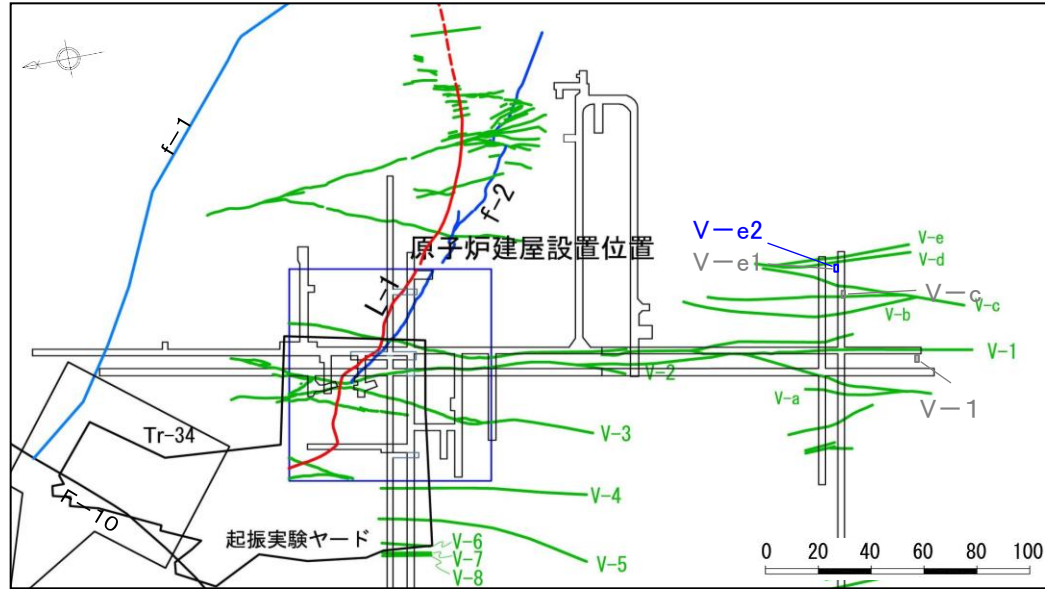
(単位:w%)

文献値(1): Celadonite from vesicular basalt near Reno, Nevada(cited in Hendricks & Ross 1941)  
文献値(2): Celadonite from lava from Vesuvius (cited in Hendricks & Ross 1941)

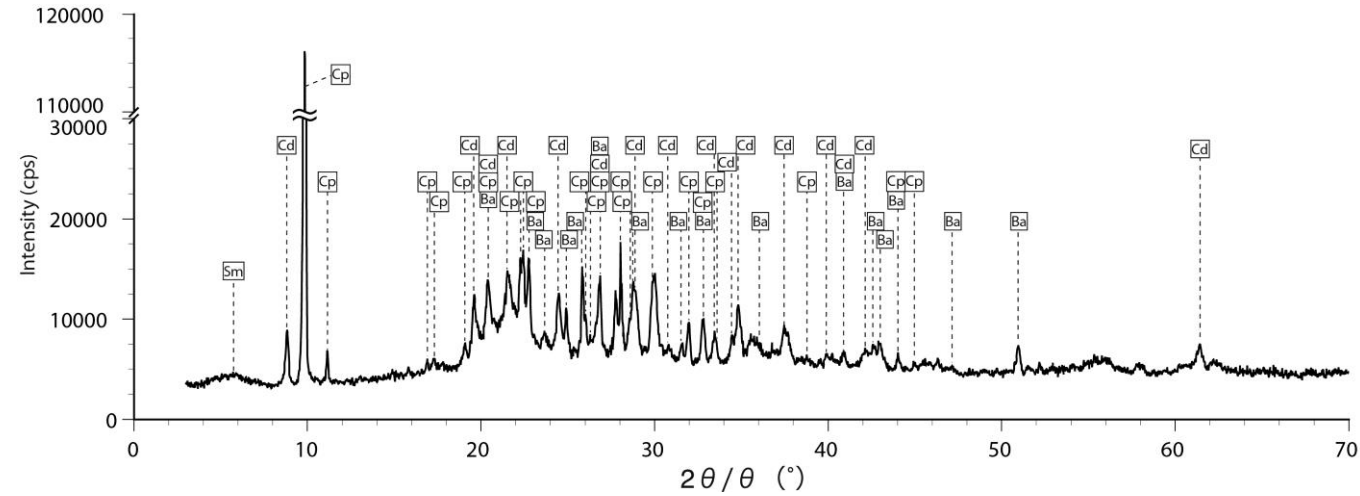


# 高角度の変質鉍物脈のK-Ar年代(V-e2: 鉍物分析結果)

- 試料は、緑色脈の軟質な礫混じり粘土質部を採取した。
- 鉍物分離後のX線回折分析から、年代測定を行った試料はセラドナイトと判断される。

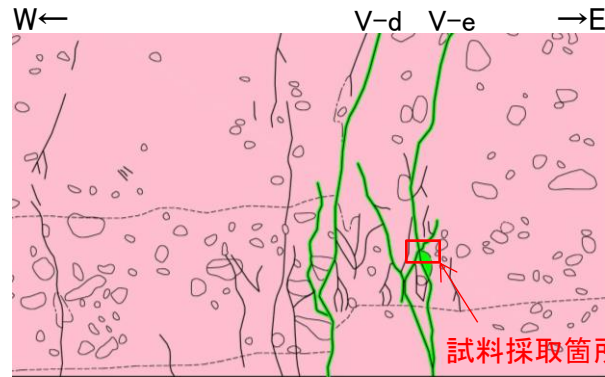


分析試料採取位置図(T.P.約-16m)



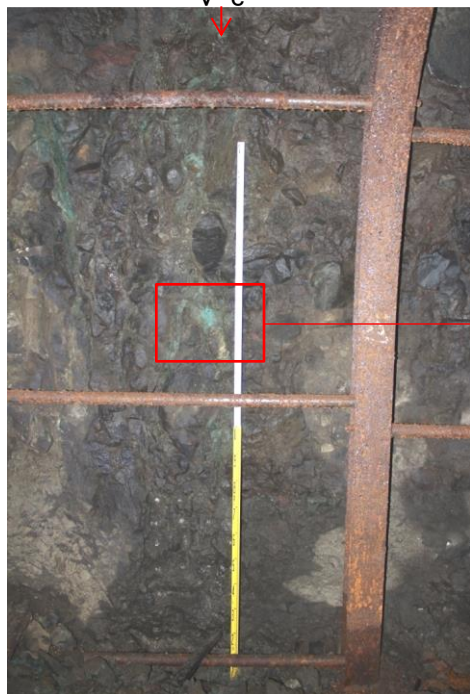
X線回折分析スペクトル(不定方位分析)

V-e2  
 走向・傾斜: N12° W90°  
 最大幅: 2cm  
 見かけの鉛直変位量: 0.05m

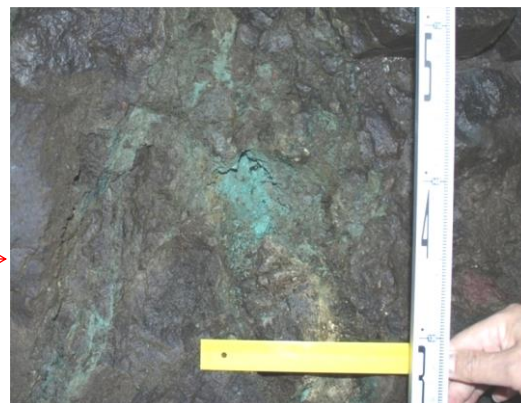


V-d, V-eスケッチ拡大(反転)

凡例  
 凝灰角礫岩(ガラス質)  
 凝灰岩(石質)  
 高角度の変質鉍物脈



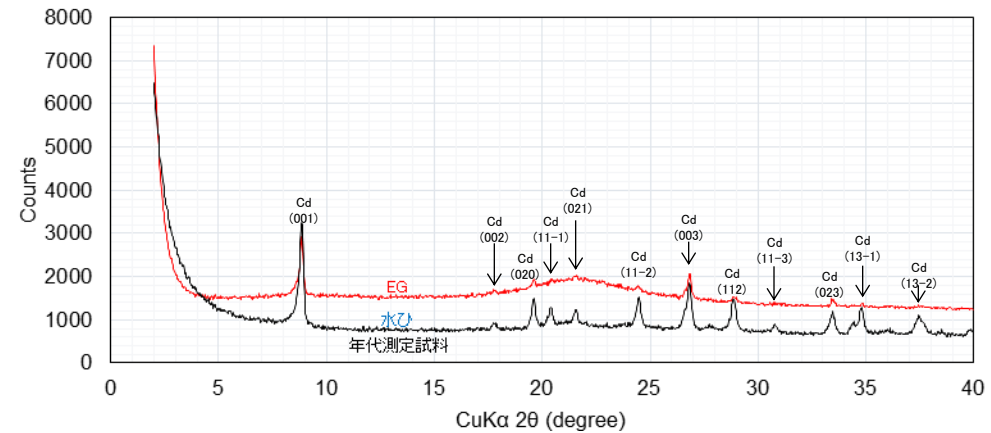
変質鉍物脈V-e



試料採取箇所



分析試料(処理前)



鉍物分離後のX線回折分析スペクトル(塩酸処理, 定方位分析)

【鉍物種凡例】

- Sm: スメクタイト
- Cd: セラドナイト
- Sp: セピオライト
- Ba: 重晶石
- Cp: 斜プチロル沸石
- Pl: 斜長石

X線回折分析

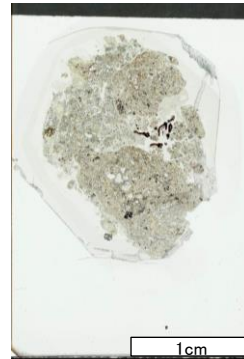
試料名	分析法	重晶石 Ba	セラドナイト Cd	斜プチロル沸石 Cp	斜長石 Pl	セピオライト Sp	スメクタイト Sm
V-e2	不定方位	△	○	◎	-	-	△
	定方位	-	○	-	-	-	-

◎ 卓越している, ○ 含まれている, △ 少量だが検出される, - 検出されない

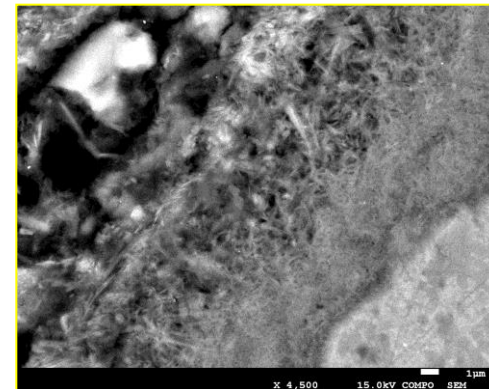
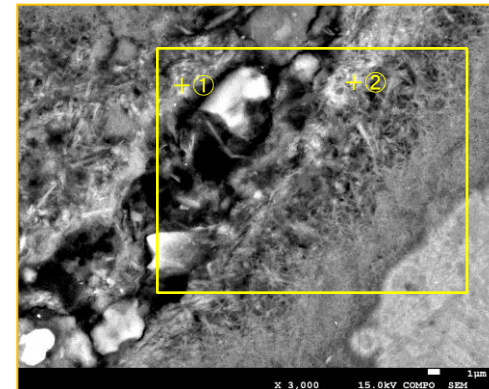
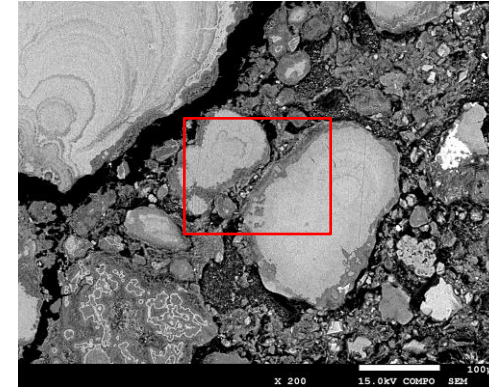


# 高角度の変質鉱物脈のK-Ar年代(V-e2: 鉱物分析結果)

- ▶ 年代測定を行った試料を用いてSEM観察を行った。
- ▶ 鉱物分離前の試料から薄片を作成し、EDS定量分析を行った。
- ▶ SEM観察から柱状の自生鉱物が見られた。
- ▶ EDS定量分析値は、K<sub>2</sub>Oに富む雲母粘土鉱物であるセラドナイトと概ね一致している。

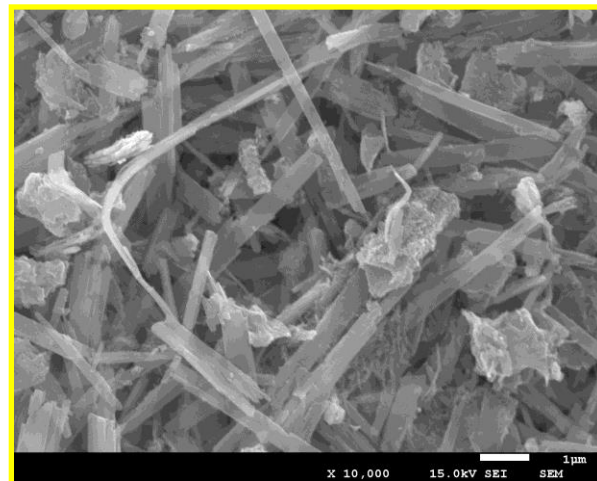
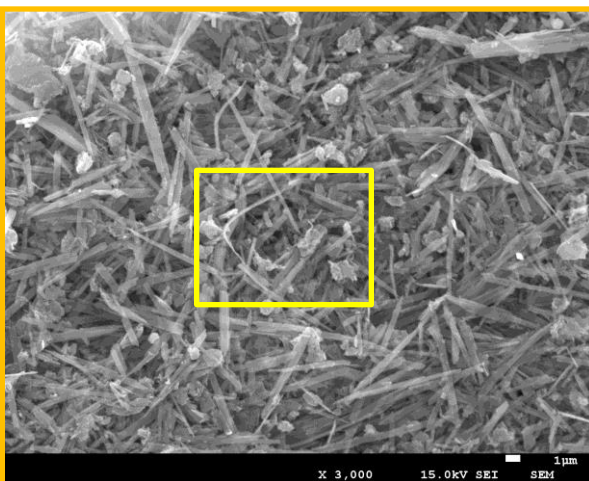
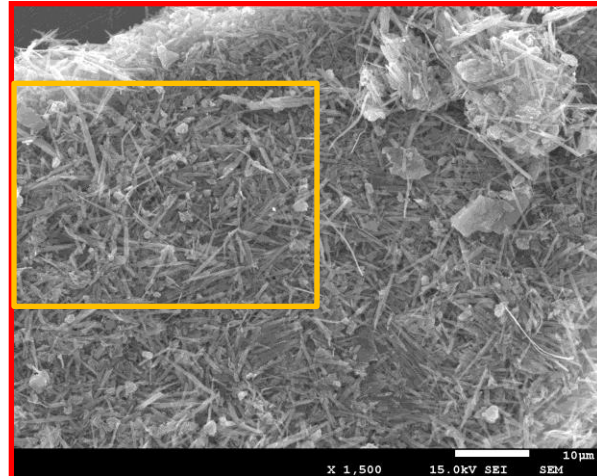
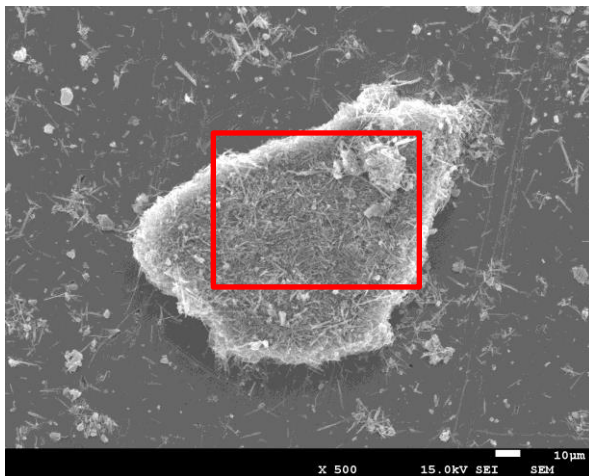


EDS分析薄片写真  
(左:オープン, 右:クロス)



試料の反射電子像とEDS定量分析箇所

+ 分析箇所



年代測定試料(粉末)のSEM像

EDS定量分析結果

	①	②	セラドナイト 文献値(1)	セラドナイト 文献値(2)
SiO <sub>2</sub>	63.81	62.61	55.61	55.30
TiO <sub>2</sub>	0.00	0.00	-	-
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.53	3.61	0.79	10.90
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-	-	17.19	6.95
FeO	15.74	17.44	4.02	3.54
MgO	8.4	7.34	7.26	6.56
CaO	0.39	0.12	0.21	0.47
Na <sub>2</sub> O	1.01	0.5	0.19	0.00
MnO	0.00	0.00	-	-
K <sub>2</sub> O	6.11	8.38	10.03	9.38
<b>Total</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.18</b>	<b>99.61</b>

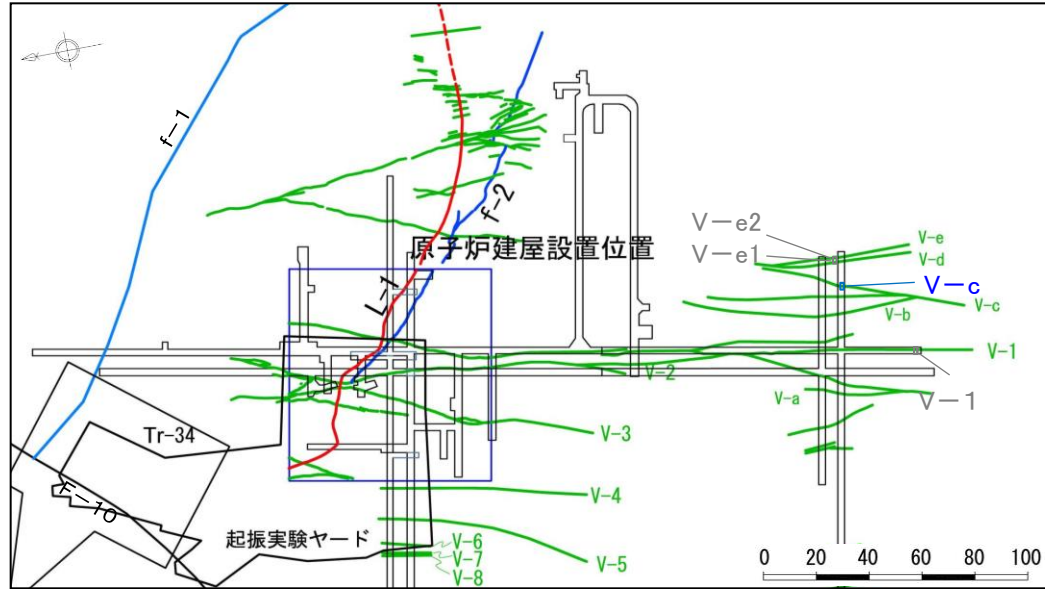
(単位:w%)

文献値(1): Celadonite from vesicular basalt near Reno, Nevada(cited in Hendricks & Ross 1941)  
文献値(2): Celadonite from lava from Vesuvius (cited in Hendricks & Ross 1941)



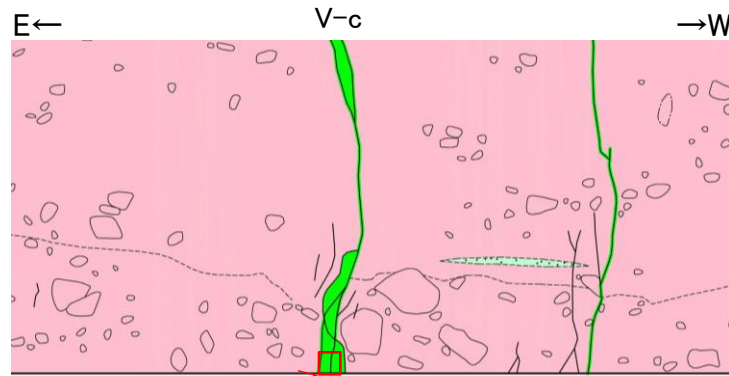
# 高角度の変質鉍物脈のK-Ar年代(V-c: 鉍物分析結果)

- ▶ 試料は、緑色脈の硬質な葉片部を採取した。
- ▶ 鉍物分離後のX線回折分析から、年代測定を行った試料はセラドナイトと判断される。



分析試料採取位置図(T.P.約-16m)

V-c  
 走向・傾斜: N26°E80°E  
 最大幅: 8cm  
 見かけの鉛直変位量: 0.7m



V-cスケッチ(反転)  
 凡例  
 ● 凝灰角礫岩(ガラス質)  
 ● 凝灰岩(石質)  
 ● 高角度の変質鉍物脈



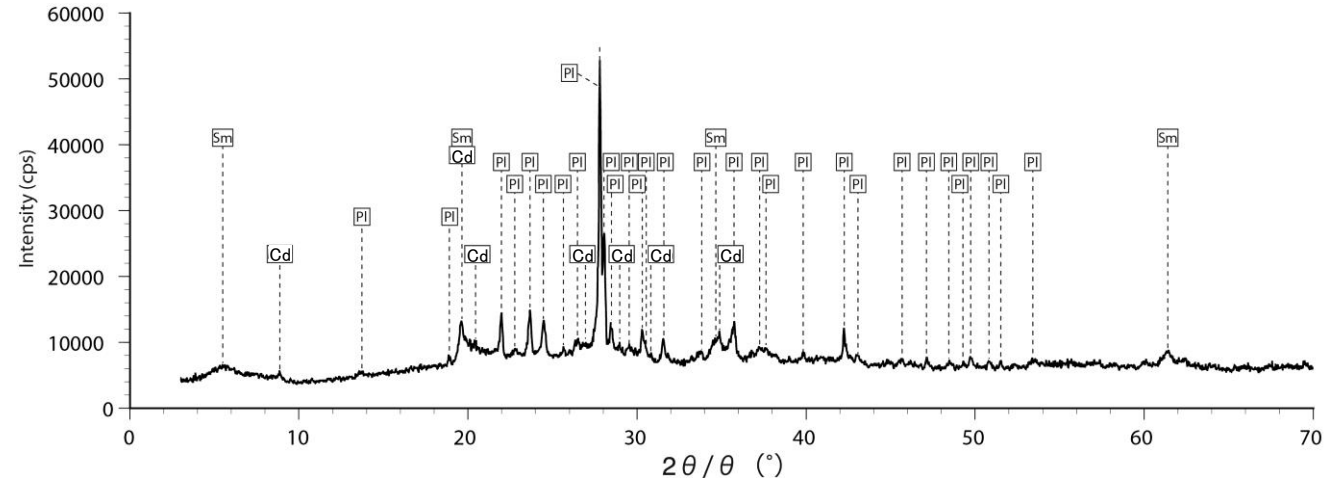
変質鉍物脈V-c



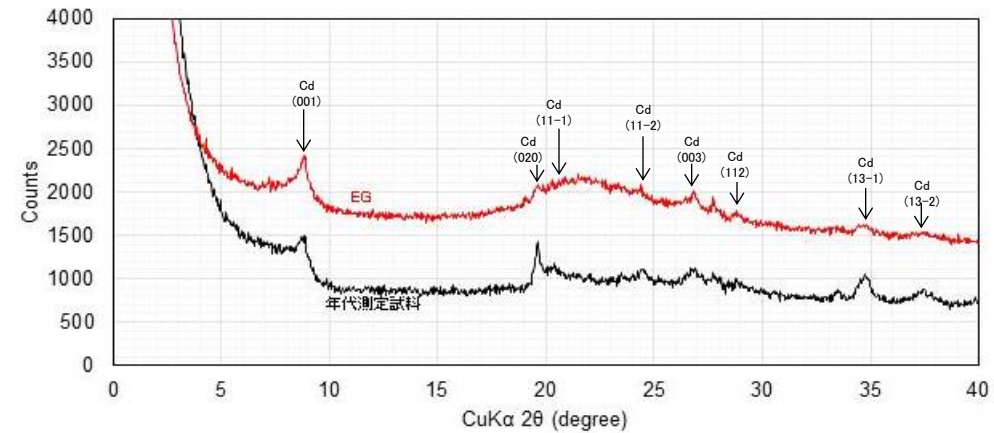
試料採取箇所



分析試料(処理前)



X線回折分析スペクトル(不定方位分析)



鉍物分離後のX線回折分析スペクトル(塩酸処理, 定方位分析)

【鉍物種凡例】  
 Sm: スメクタイト  
 Cd: セラドナイト  
 Sp: セピオライト  
 Ba: 重晶石  
 Cp: 斜ブチロル沸石  
 Pl: 斜長石

X線回折分析

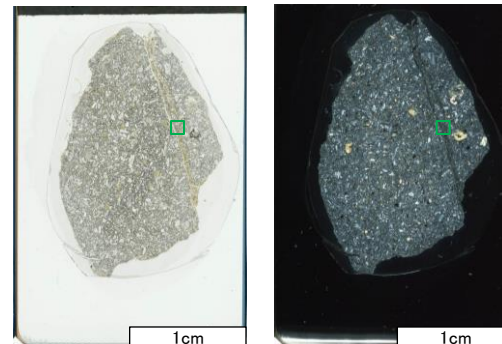
試料名	分析法	重晶石 Ba	斜ブチロル 沸石 Cp	セラドナイト Cd	斜長石 Pl	セピオライト Sp	スメクタイト Sm
V-c	不定方位	-	-	△	◎	-	△
	定方位	-	-	△	-	-	-

◎ 卓越している, ○ 含まれている, △ 少量だが検出される, - 検出されない

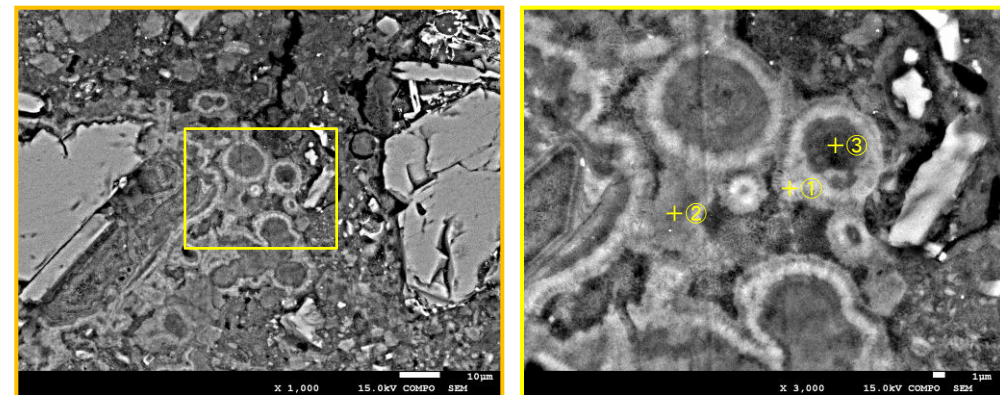
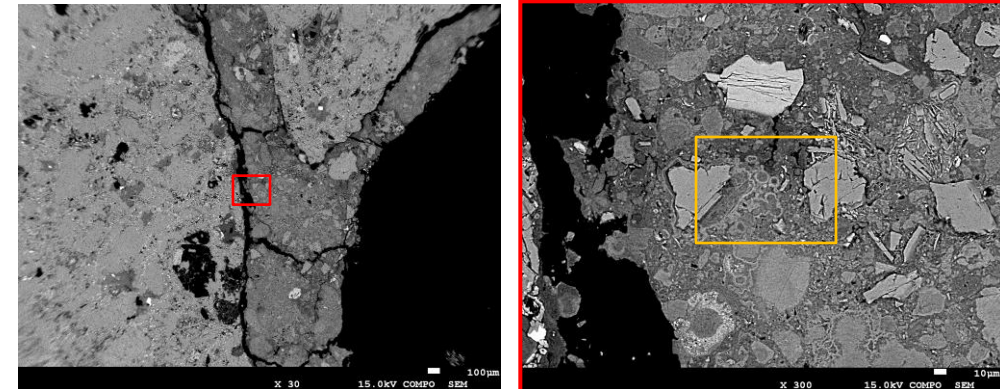


# 高角度の変質鉱物脈のK-Ar年代(V-c: 鉱物分析結果)

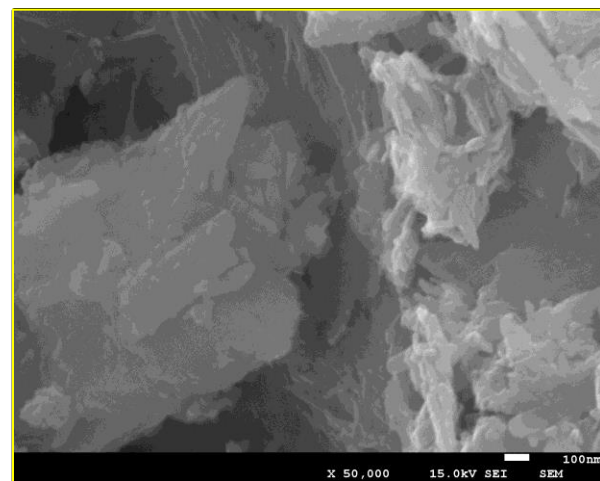
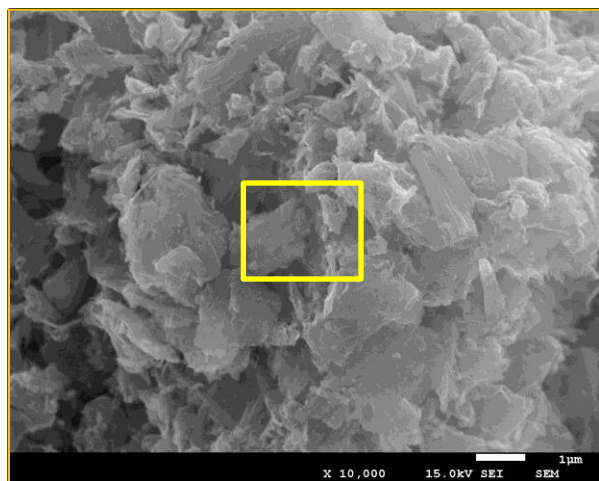
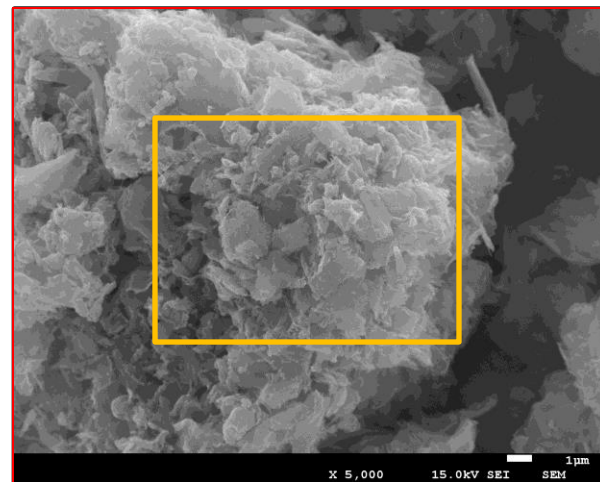
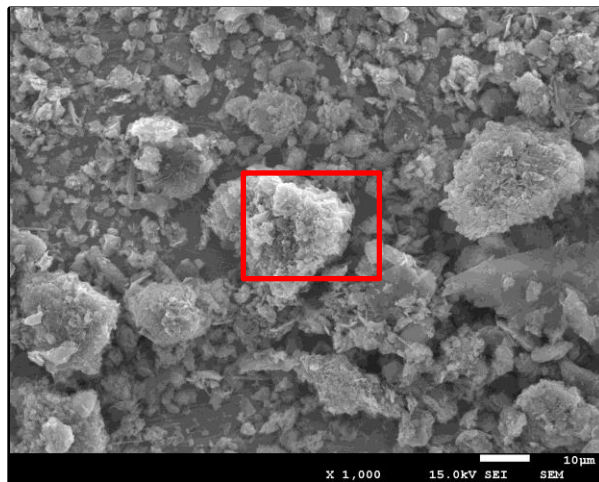
- 年代測定を行った試料を用いてSEM観察を行った。
- 鉱物分離前の試料から薄片を作成し、EDS定量分析を行った。
- SEM観察から柱状の自生鉱物が見られた。
- EDS定量分析値は、 $K_2O$ はやや低い値を示すが、雲母粘土鉱物であるセラドナイトと概ね一致している。



EDS分析薄片写真  
(左:オープン, 右:クロス)



試料の反射電子像とEDS定量分析箇所 + 分析箇所



年代測定試料(粉末)のSEM像

EDS定量分析結果

	①	②	③	セラドナイト 文献値(1)	セラドナイト 文献値(2)
SiO <sub>2</sub>	61.46	62.29	62.72	55.61	55.30
TiO <sub>2</sub>	0.38	0.67	0.29	-	-
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5.75	6.69	6.72	0.79	10.90
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-	-	-	17.19	6.95
FeO	21.14	20.25	20.26	4.02	3.54
MgO	5.97	5.66	5.84	7.26	6.56
CaO	0.59	0.99	0.62	0.21	0.47
Na <sub>2</sub> O	1.47	1.01	1.34	0.19	0.00
MnO	0.21	0.00	0.00	-	-
K <sub>2</sub> O	3.03	2.45	2.21	10.03	9.38
<b>Total</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.18</b>	<b>99.61</b>

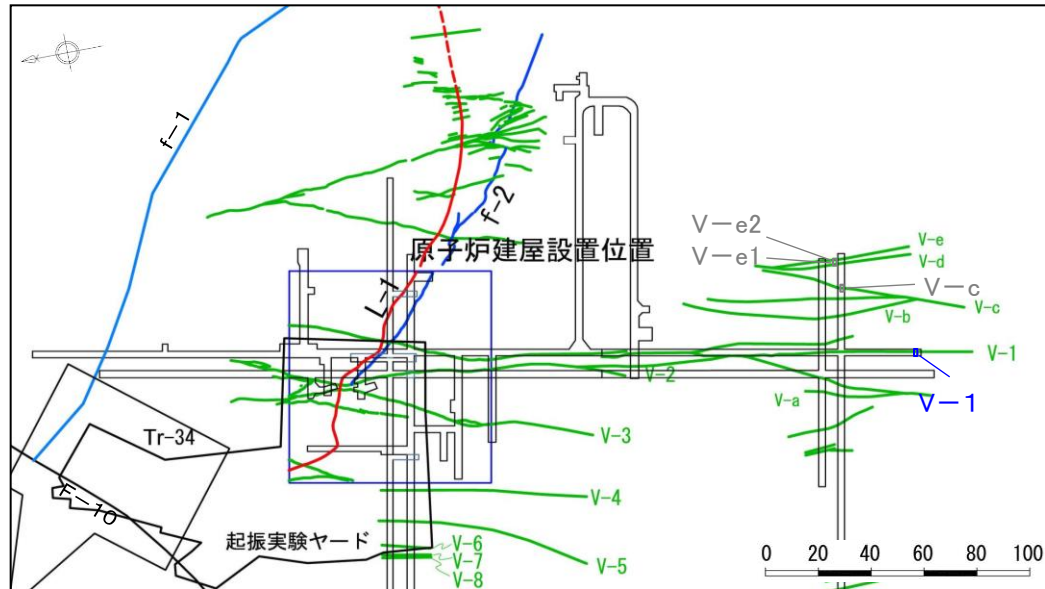
(単位:w%)

文献値(1): Celadonite from veticular basalt near Reno, Nevada(cited in Hendricks & Ross 1941)  
文献値(2): Celadonite from lava from Vesuvius (cited in Hendricks & Ross 1941)

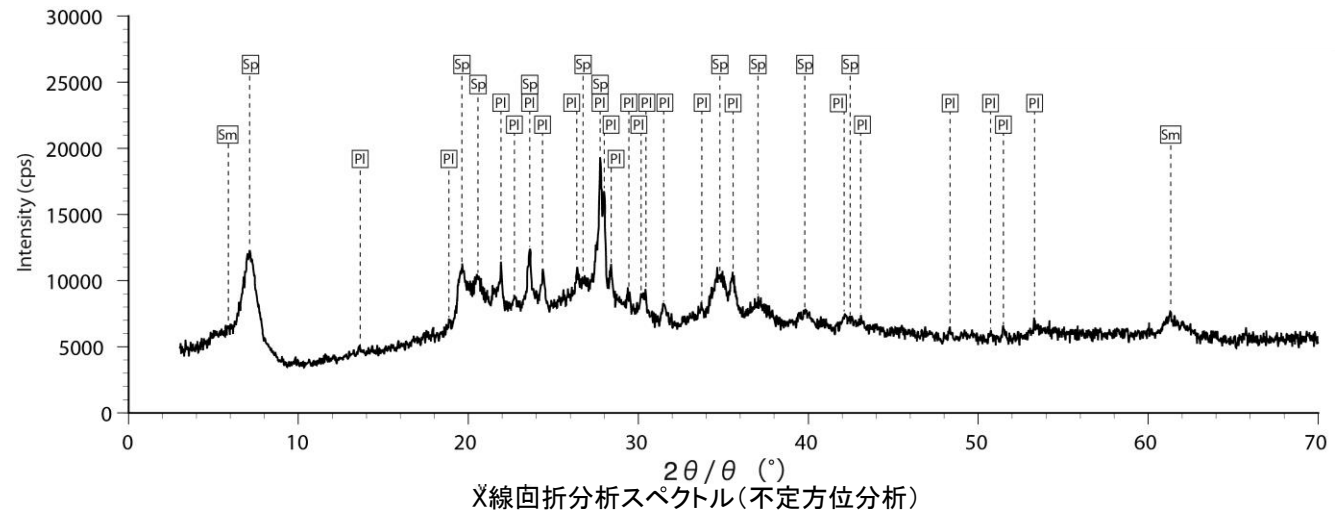


# 高角度の変質鉍物脈のK-Ar年代(V-1: 鉍物分析結果)

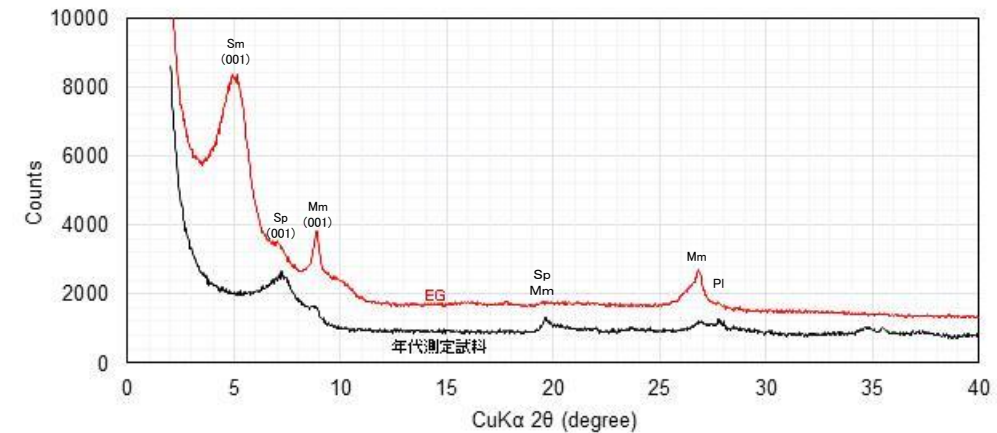
- ▶ 試料は、帯褐緑色脈のやや硬質な葉片部を採取した。
- ▶ 鉍物分離後のX線回折分析から、年代測定を行った試料(塩酸処理未実施)は、スメクタイト、セピオライト、雲母鉍物、斜長石が混合している。



分析試料採取位置図(T.P.約-16m)



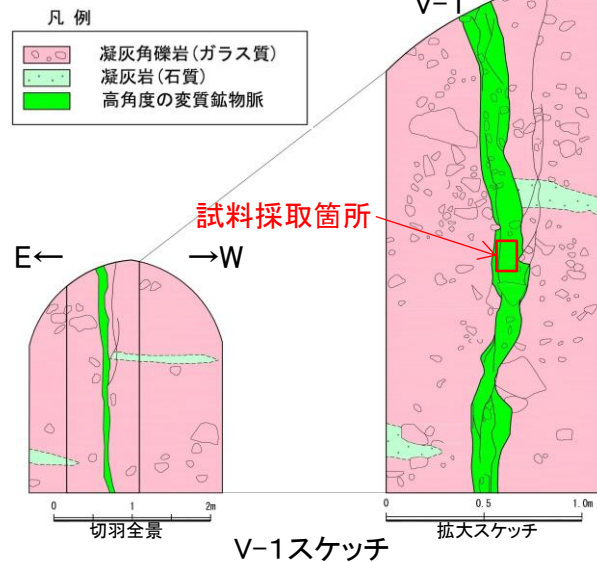
X線回折分析スペクトル(不定方位分析)



鉍物分離後のX線回折分析スペクトル(定方位分析)

- 【鉍物種凡例】
- Sm: スメクタイト
  - Cd: セラドナイト
  - Mm: 雲母粘土鉍物
  - Sp: セピオライト
  - Ba: 重晶石
  - Cp: 斜プチロル沸石
  - Pl: 斜長石

V-1  
 走向・傾斜: N8° E88° W  
 最大幅: 20cm  
 見かけの鉛直変位量: 1.2m



変質鉍物脈V-e



試料採取箇所



分析試料(処理前)

X線回折分析

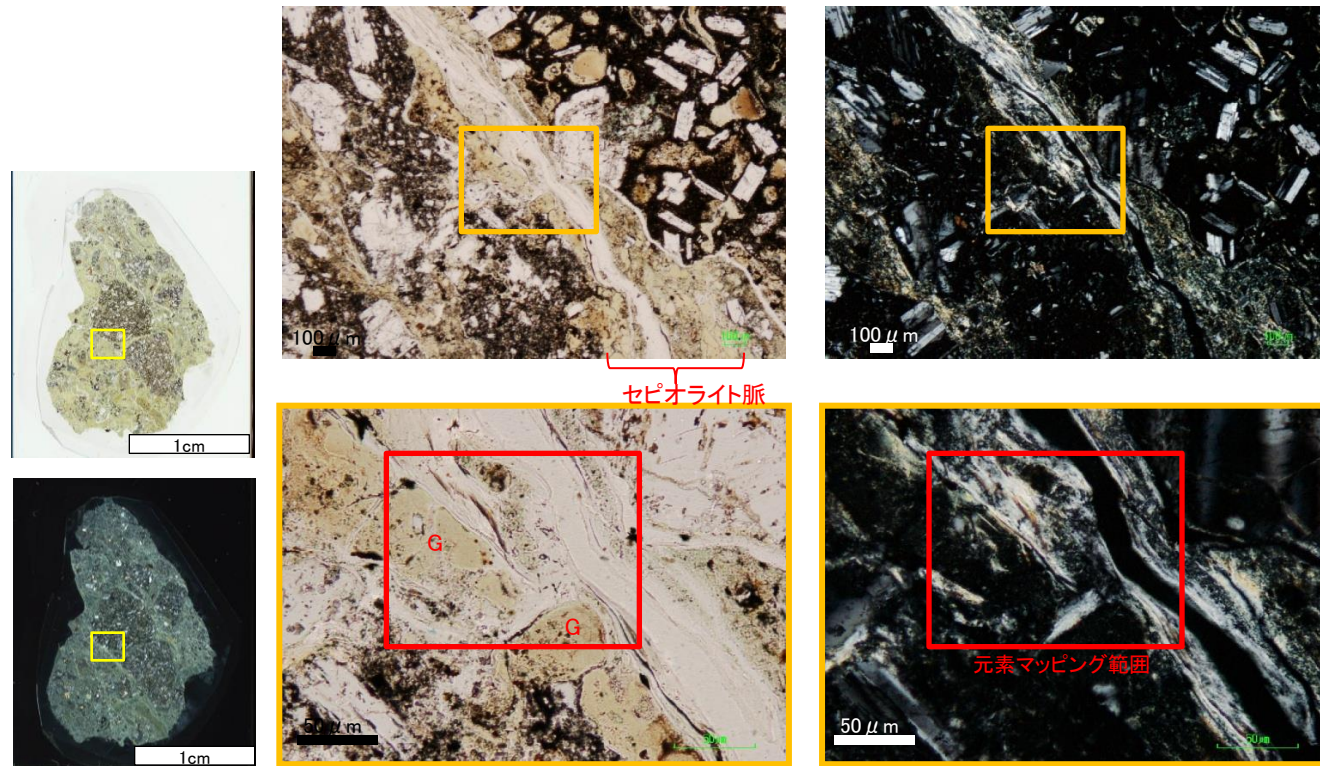
試料名	分析法	重晶石 Ba	セラドナイト Cd	斜プチロル沸石 Cp	雲母鉍物 Mm	斜長石 Pl	セピオライト Sp	スメクタイト Sm
V-1	不定方位	-	-	-	-	○	○	△
	定方位	-	-	-	△	△	△	○

◎ 卓越している, ○ 含まれている, △ 少量だが検出される, - 検出されない



# 高角度の変質鉱物脈のK-Ar年代(V-1: 鉱物分析結果)

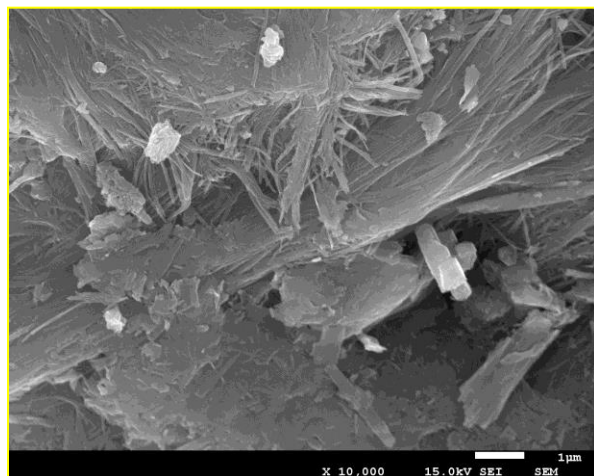
- K-Ar年代測定を行った粉末試料でSEM観察を行った。
- 鉱物分離前の試料から薄片を作成し、EDS定量分析を行った。
- 顕微鏡観察及び、SEM観察から柱状、繊維状の自生鉱物が見られた。
- EDS定量分析値で、粘土鉱物(セピオライト)がカリウムを少量含むことを確認した。



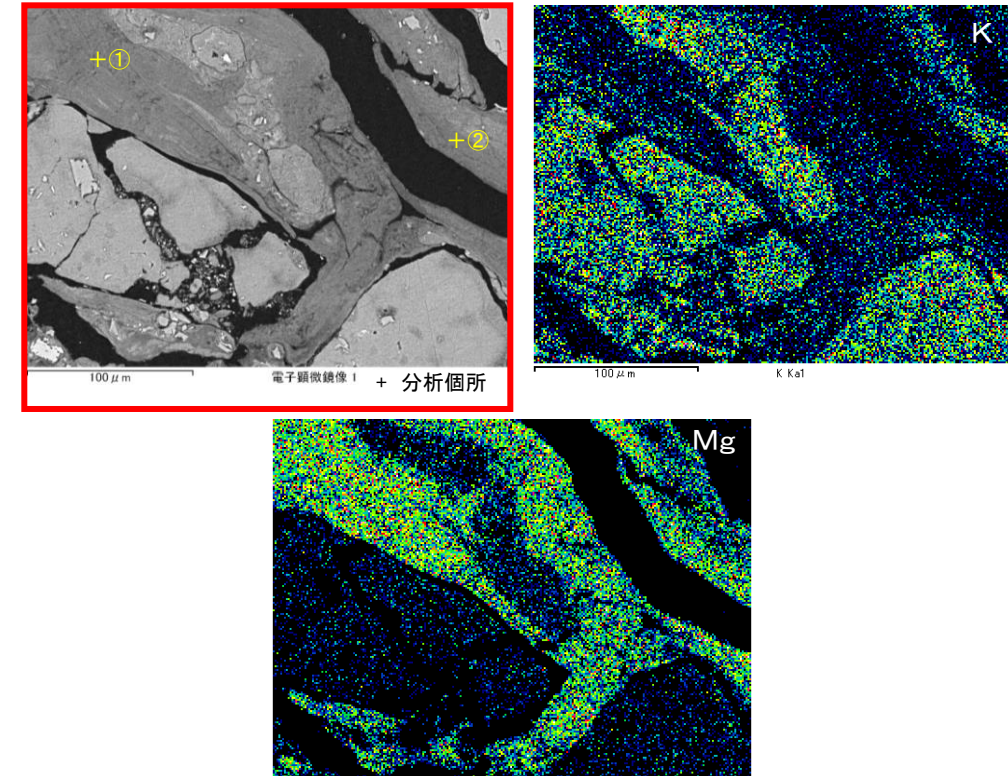
EDS分析薄片写真  
(上:オープン, 下:クロス)

G: ガラス

EDS分析顕微鏡写真  
(左:オープン, 右:クロス)



年代測定試料(粉末)のSEM像  
繊維状の自形鉱物(セピオライト)



試料の反射電子像とEDSによる元素マップ  
EDS定量分析結果

	①	②	セピオライト 文献値(1)	セピオライト 文献値(2)
SiO <sub>2</sub>	69.73	69.12	52.17	54.56
TiO <sub>2</sub>	0.23	0.34	0.20	-
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.20	1.90	1.47	0.99
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-	-	8.16	1.56
FeO	11.34	11.34	1.43	0.88
MgO	16.24	16.70	18.28	21.72
CaO	0.00	0.27	0.11	3.02
Na <sub>2</sub> O	0.27	0.34	0.12	0.01
MnO	0.00	0.44	0.09	-
K <sub>2</sub> O	0.00	0.23	0.15	0.02
H <sub>2</sub> O(+)	-	-	9.38	9.23
H <sub>2</sub> O(-)	-	-	8.29	7.92
<b>Total</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>99.85</b>	<b>99.91</b>

(単位:w%)

文献値(1): 青函トンネル産 Fe-セピオライト(Sakamoto et. al.,1980)  
文献値(2): 新潟県赤谷鉱山産セピオライト (Imai et. al.,1967)



## 3.3.5 f-2断層と変質鉱物脈

## 高角度の変質鉱物脈の粘土鉱物のK-Ar法による年代測定結果

- SEM, EDS分析結果から、年代測定試料中の粘土鉱物中にカリウムが含まれていることが確認された。
- 高角度の変質鉱物脈中には自形の鉱物が生成しており、K-Ar年代はいずれの試料も概ね10Maの値を示す。

年代測定結果

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

## [年代値について]

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

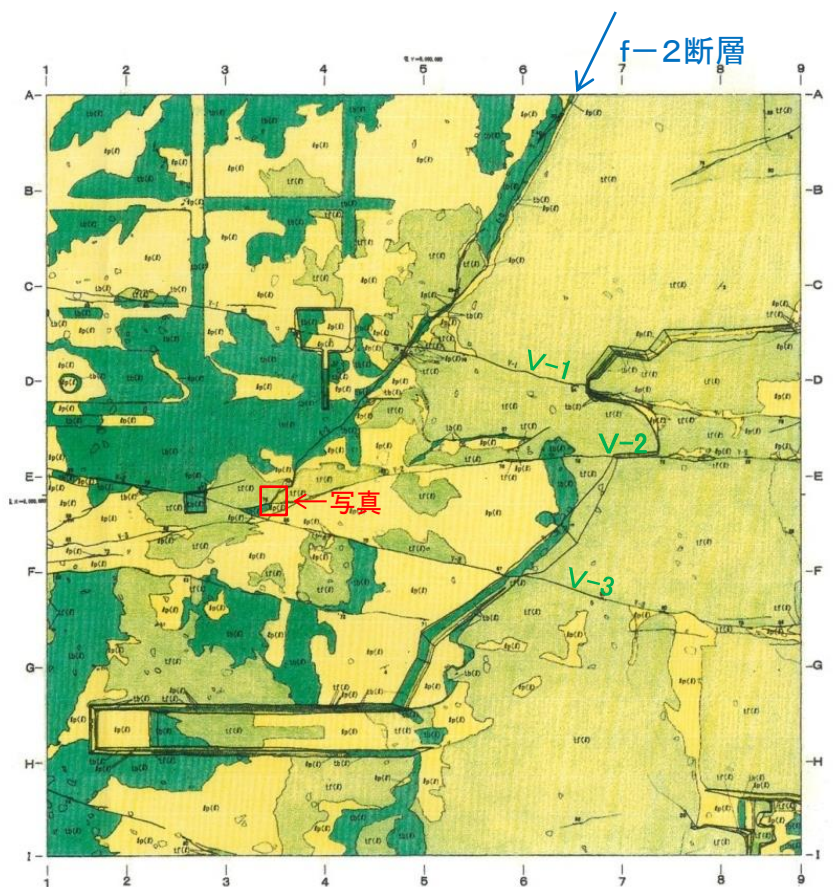
※K-Ar法による年代測定の手順、測定鉱物の文献との比較、粘土鉱物の年代測定に関する文献調査については、「補足説明資料」に示す。



### 3.3.5 f-2断層と変質鉱物脈

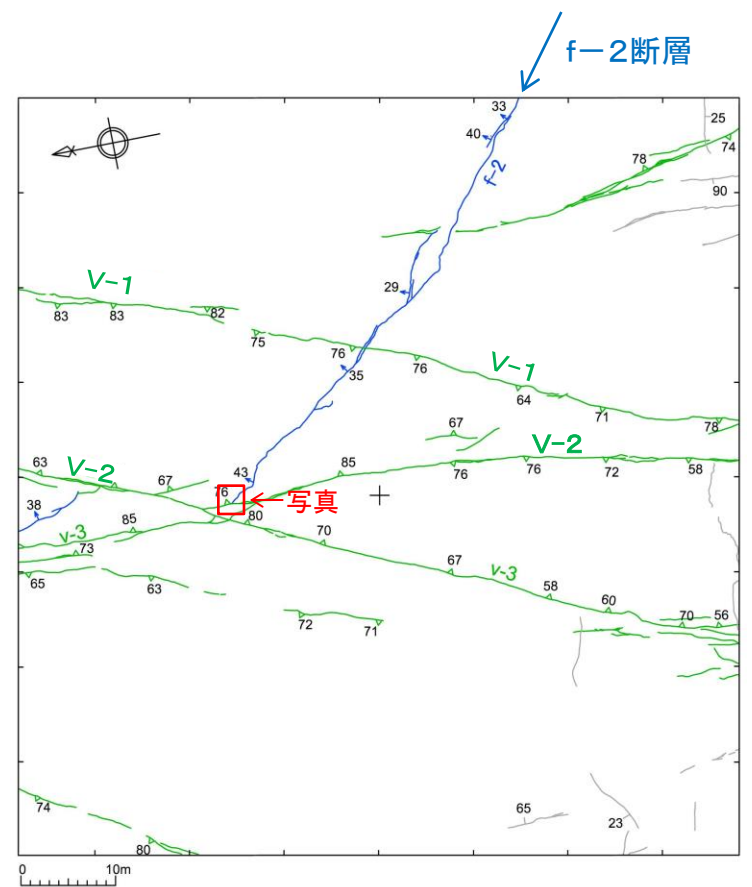
## 高角度の変質鉱物脈とf-2断層との関係(原子炉建屋基礎基盤)

- 高角度の変質鉱物脈V-1とf-2断層は、互いに変位を与えていない。
- f-2断層は高角度の変質鉱物脈V-2に接合し、これより西側には連続しない。



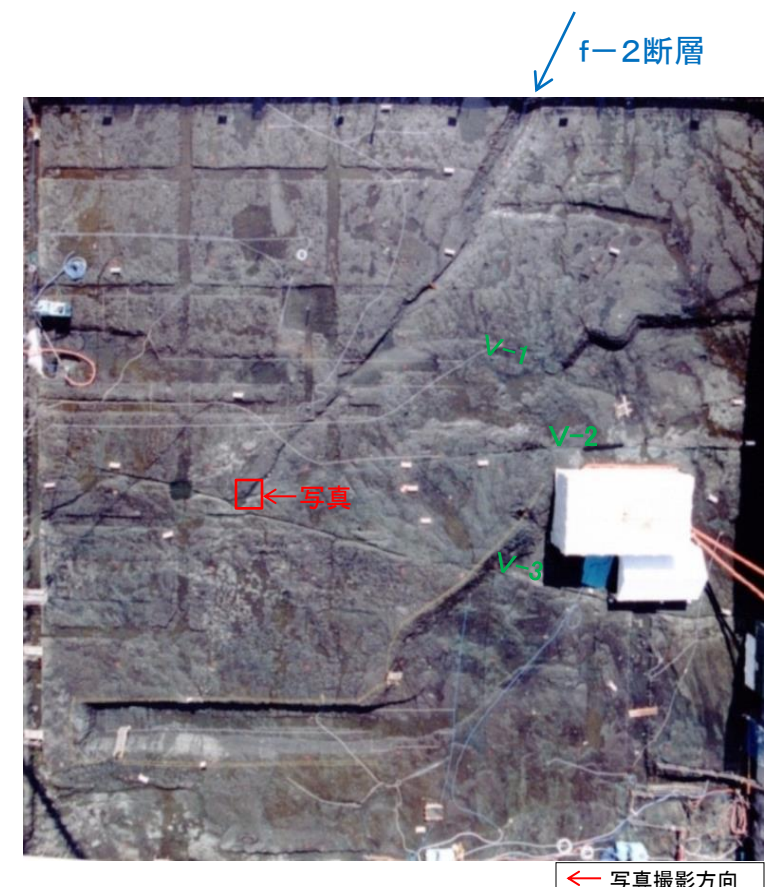
原子炉建屋基礎基盤の地質図  
凡例

- 凝灰角礫岩(石質)
- 火山礫凝灰岩(石質)
- 凝灰岩(石質)



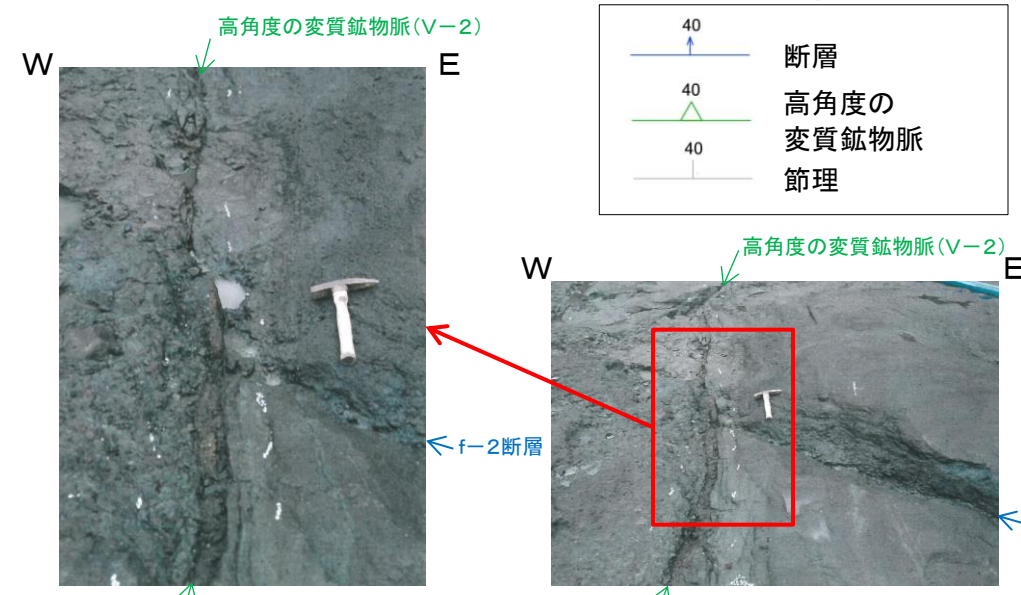
原子炉建屋基礎基盤の変質鉱物脈分布  
凡例

- 断層
- 高角度の変質鉱物脈
- 節理



原子炉建屋基礎基盤の写真  
← 写真撮影方向

【原子炉建屋基礎基盤のf-2断層】  
 走向: N2°E~N66°W  
 傾斜: 20°~46°NE  
 条線: L70°~R80°  
 幅: フィルム状~1cm  
 灰色~暗灰色粘土を挟在



f-2断層と高角度の変質鉱物脈V-2の接合状況

f-2断層: N24°W37°E, 緑灰色粘土0.1cm  
 V-2: N8°E76°E, 緑色粘土幅1cm~1.5cm

f-2断層は、高角度の変質鉱物脈V-2に接合し、これより西側には連続しない。





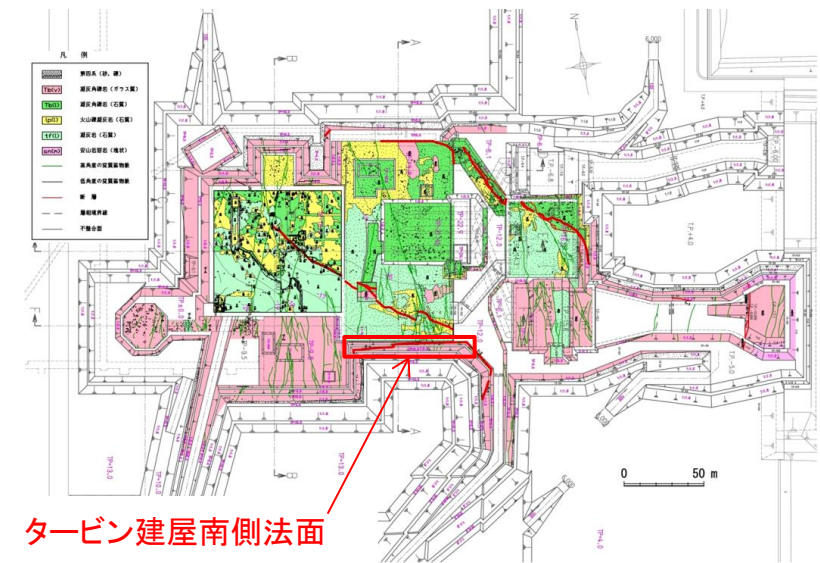


# 高角度の変質鉍物脈の分布，性状（タービン建屋南側法面）

- タービン建屋南側法面の凝灰角礫岩(ガラス質)中には，高角度の変質鉍物脈(VT-2)が確認されるが，上方延長部が凝灰角礫岩(ガラス質)中で消滅するもの，下方延長部が凝灰岩(石質)に達しないもの，凝灰岩(石質)まで達しても凝灰岩(石質)中で消滅するもの等，上下方向の連続性に乏しい。
- タービン建屋基礎基盤でf-2断層を切っている高角度の変質鉍物脈VT-2a, VT-2bは，タービン建屋南側法面において下方延長部が石質基質の凝灰岩に連続せず，消滅している。
- 高角度の変質鉍物脈は，湾曲，分岐・会合する。分岐・会合する変質鉍物脈に挟まれる凝灰角礫岩は，変質が軽微で，変形が認められない。
- タービン建屋基礎基盤で確認される高角度の変質鉍物脈の性状は，原子炉建屋基礎基盤で確認された高角度の変質鉍物脈と走向，分布形態，挟在物の状況等が同様であり，同種の変質鉍物脈である。

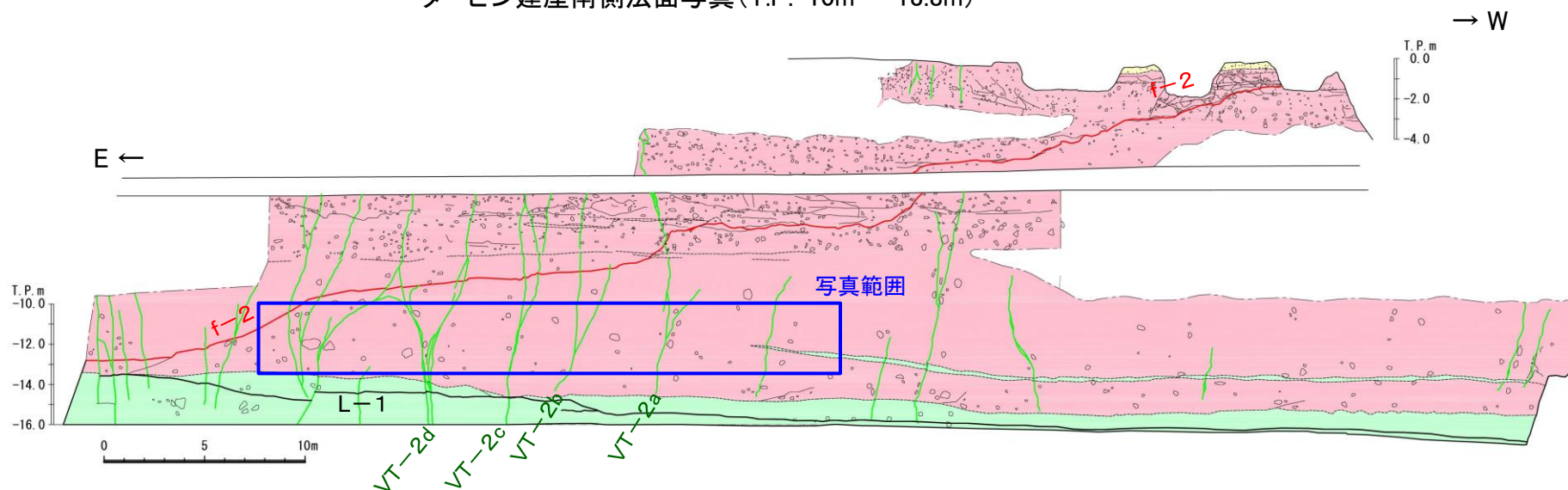


タービン建屋南側法面写真(T.P.-10m~-13.8m)



タービン建屋南側法面

タービン建屋南側法面位置図



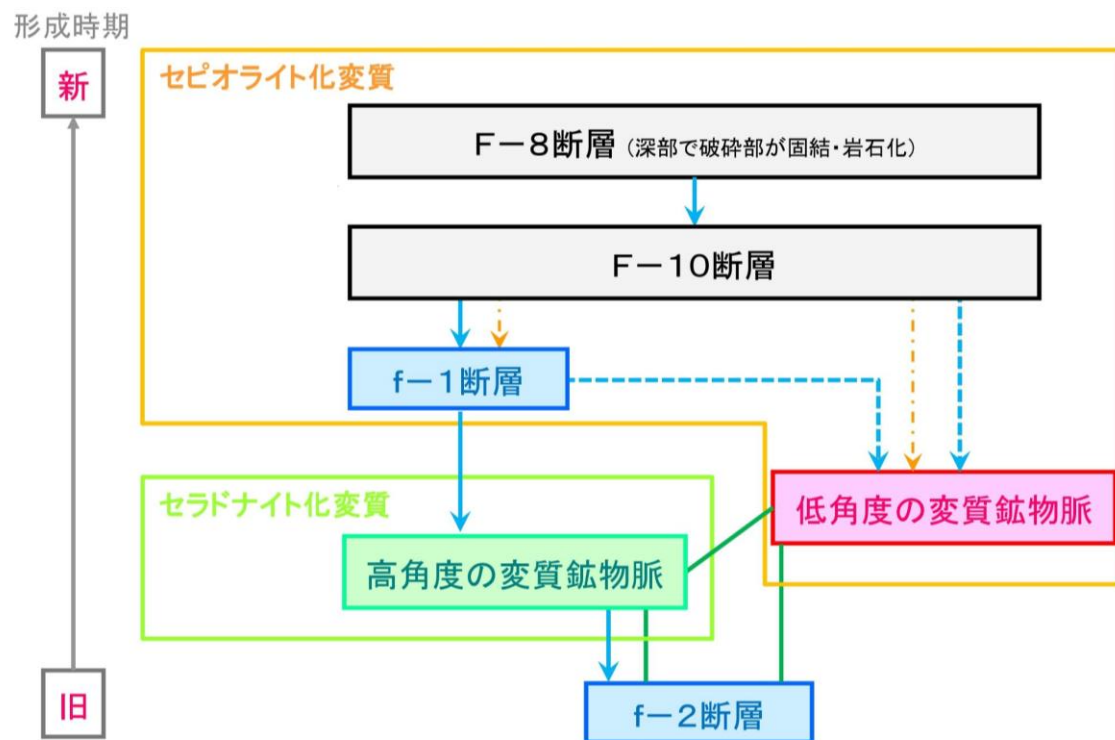
タービン建屋南側法面スケッチ

凡例	
第四系	M2面段丘堆積物
泊層	tb(v) 凝灰角礫岩(ガラス質)
	tf(l) 凝灰岩(石質)
	高角度の変質鉍物脈
	低角度の変質鉍物脈
	f-2 断層

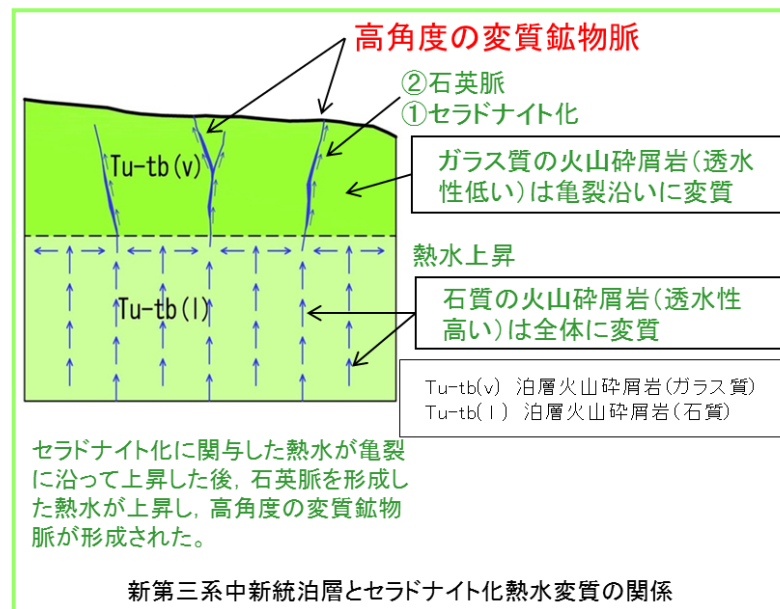


3.3.5 f-2断層と変質鉱物脈

f-2断層と周辺の断層，変質鉱物脈との関係



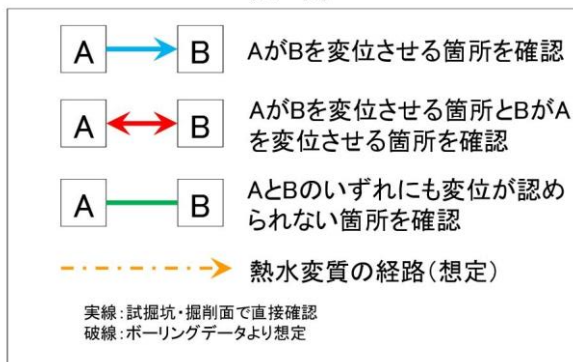
原子炉施設設置位置付近の断層，変質鉱物脈及び熱水変質作用の形成順序



セラドナイト化に関与した熱水が亀裂に沿って上昇した後，石英脈を形成した熱水が上昇し，高角度の変質鉱物脈が形成された。

新第三系中新統泊層とセラドナイト化熱水変質の関係

凡例



実線：試掘坑・掘削面で直接確認  
破線：ボーリングデータより想定

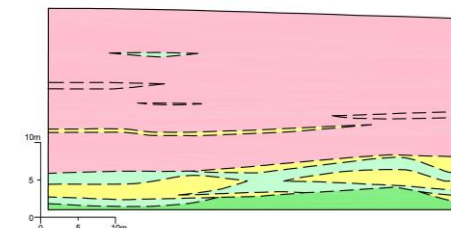
高角度の変質鉱物脈の特徴

- 表層付近に限られる主にガラス質基質の火山砕屑岩中に形成された南北方向の開口性の断裂群である。
- 下位の石質基質の火山砕屑岩中では消滅することから，深部方向には連続しない。
- 高角度の変質鉱物脈が形成された時期は，主要な断層，f-1断層の形成前であり，f-2断層の形成後である。
- 高角度の開口性の断裂群が形成された後，下方から上昇した熱水が断裂に沿って浸透し，粘土鉱物化，珪化を受けた。
- 熱水変質による形成時の形態が保持されていることから，変質鉱物脈形成後に変位を受けていない。
- 高角度の変質鉱物脈のK-Ar年代測定結果として，約10Maの年代値が得られている。

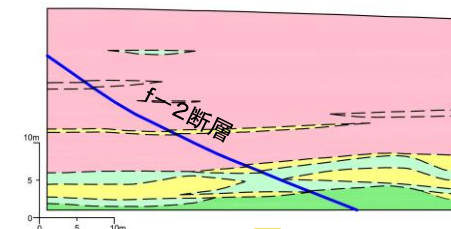
高角度の変質鉱物脈は，主に泊層上部層のガラス質基質の火山砕屑岩中に形成された局所的な引張性の断裂に熱水が浸透して形成されたものであり，変質鉱物脈の分布が局所的で，下位層(石質基質の火山砕屑岩)に連続しないこと，中新世(約10Ma)に熱水変質を受けた後には変位した痕跡が認められないことから，将来活動する可能性があるいは変位・変形を生ずる可能性はないと判断される。

高角度の変質鉱物脈の形成過程

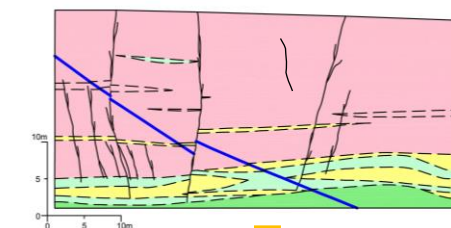
1. 泊層上部層の堆積



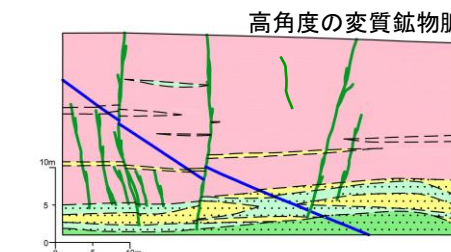
2. f-2断層の形成



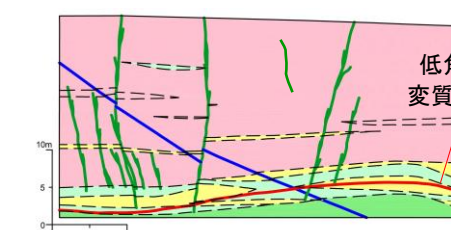
3. 高角度の断裂の形成



4. 高角度の断裂に沿う熱水変質



5. 低角度の変質鉱物脈の形成



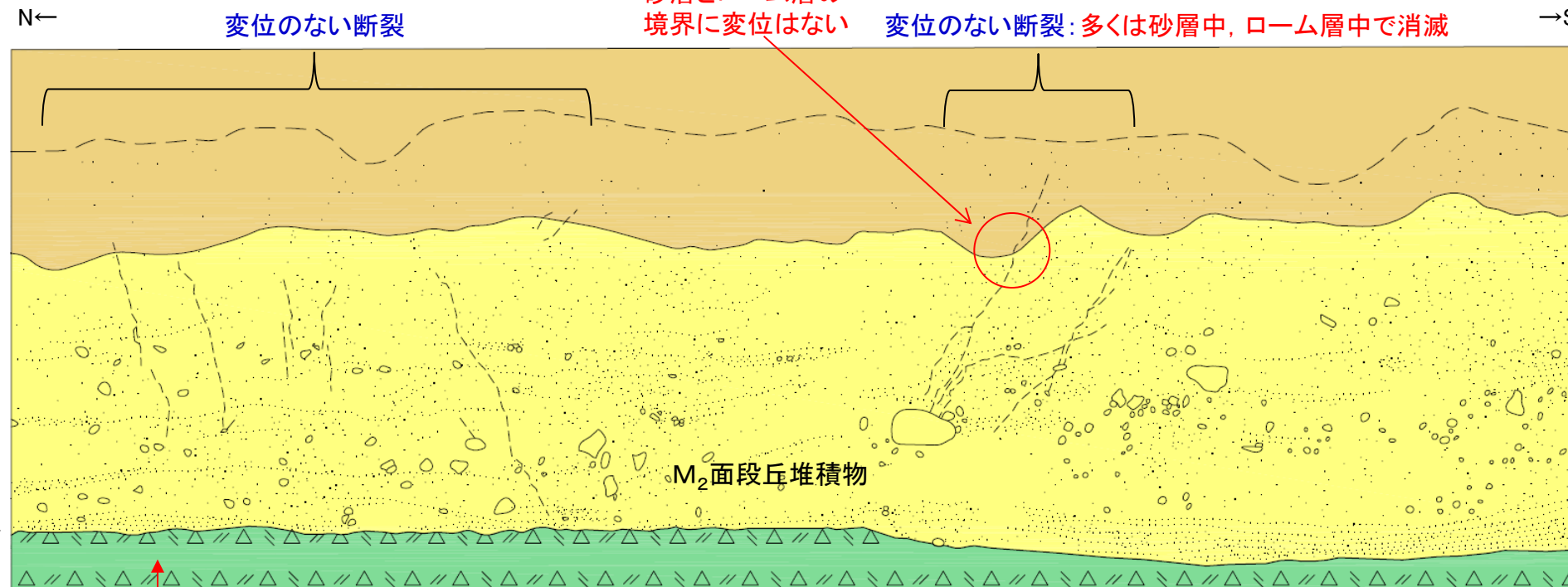
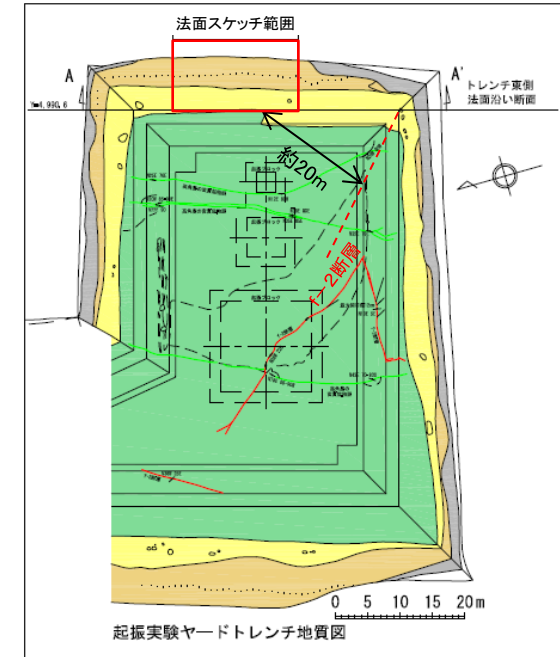


# f-2断層上盤の第四系中の変位のない断裂

- 起振実験ヤード東側法面には、f-2断層から約20m離れた箇所の第四系中に変位のない断裂※が認められる。この位置は、f-2断層の上盤に相当する。
- 変位のない断裂は、第四系中にのみ認められ、上方にも下方にも連続しない。また、下位の岩盤(泊層上部層)に断層は認められず、第四系基底面にも段差や撓み等の第四系の変状は認められない。



東側法面写真



凡例

	表土・黒ボク
	低地堆積物
	ローム層
	M <sub>2</sub> 面段丘堆積物
	泊層上部層
	節理(断裂)
	層相境界
	地層境界
	f-2 断層
	高角度の変質鉱物脈

泊層上部層に断層は認められない

東側法面スケッチ

法面(勾配約1:2)

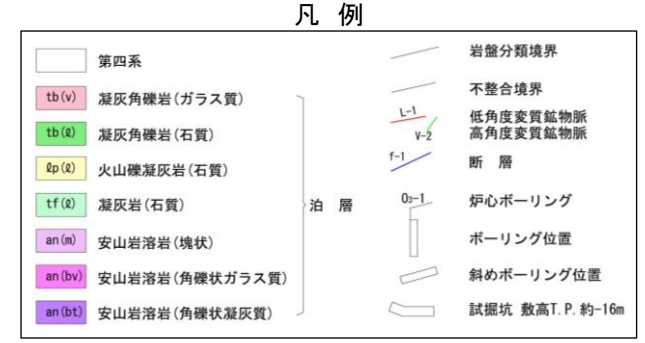
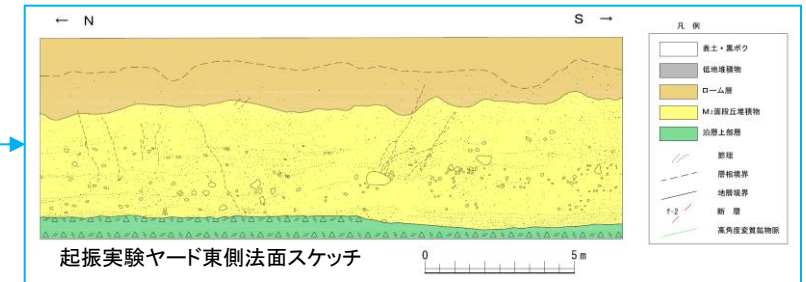
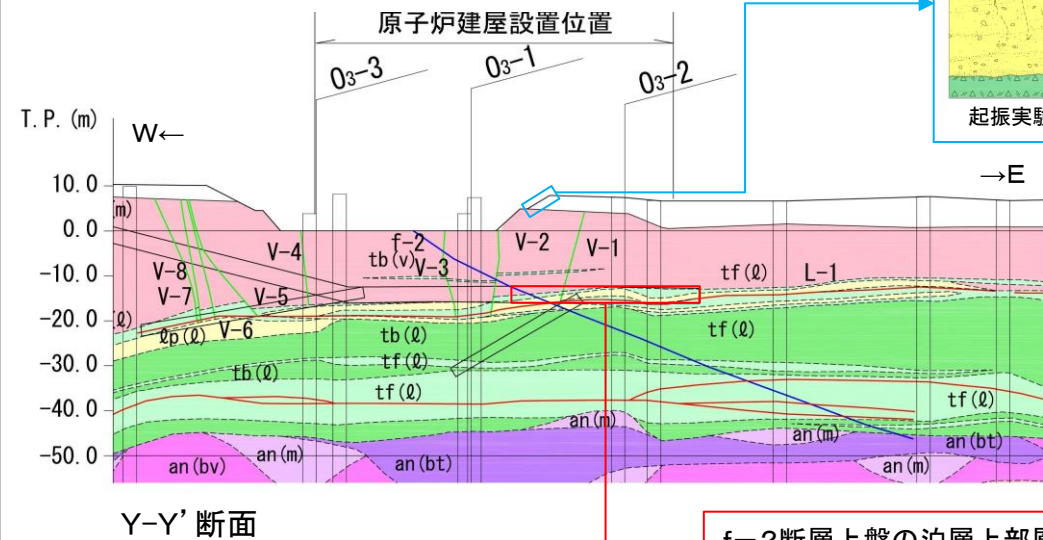
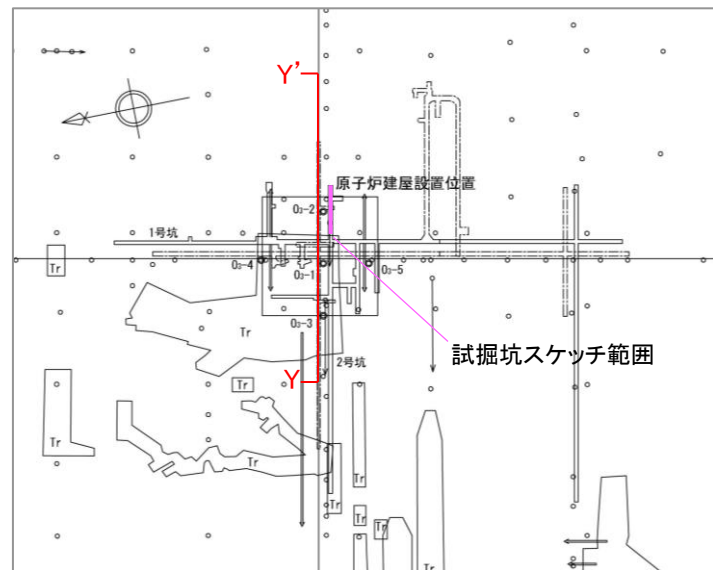


※変位のない断裂については、有識者会合において検討されたものである。

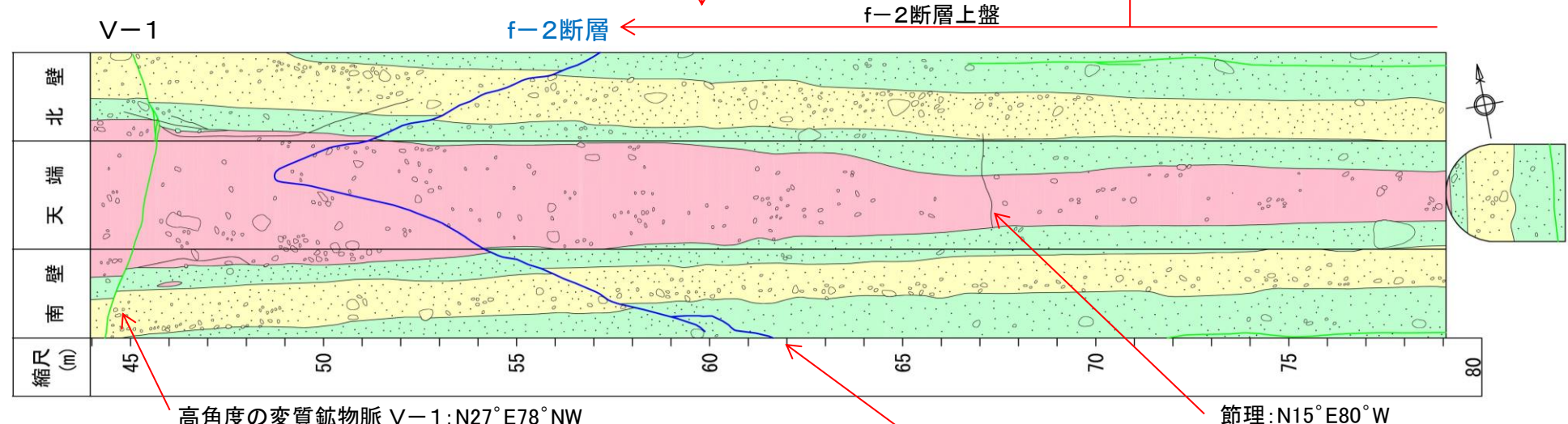
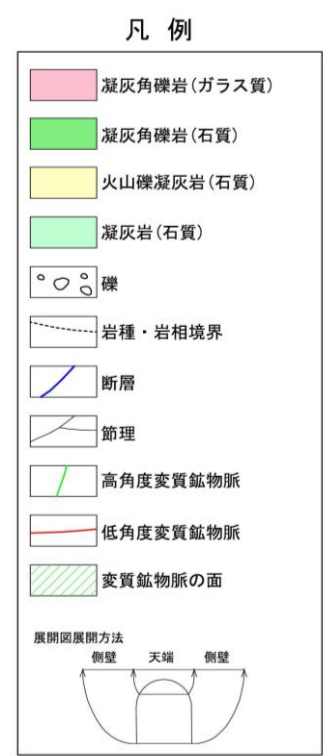


# f-2断層上盤の泊層上部層の状況(試掘坑)

- 起振実験ヤード東側法面のほぼ直下に位置する東西方向の試掘坑では、泊層上部層はf-2断層をはさんで上盤側も下盤側も同じ構造をなしており、f-2断層による撓曲構造等の変位、変形は認められない。
  - ⇒ f-2断層上盤の泊層上部層中には、第四系中の変位のない断裂の原因となるような構造が認められないこと、また、f-2断層は、前述のように後期更新世以降の活動はないことから、第四系中の変位のない断裂はf-2断層との関連性はない。
  - ⇒ 変位のない断裂は、f-2断層による「変位」、「変形」に該当するものではない。



f-2断層上盤の泊層上部層は、下盤側と概ね同様に東側に緩く傾斜し、f-2断層による撓曲構造等の変位、変形は認められない。  
天端付近に節理が1条認められるが、側壁には連続しない。



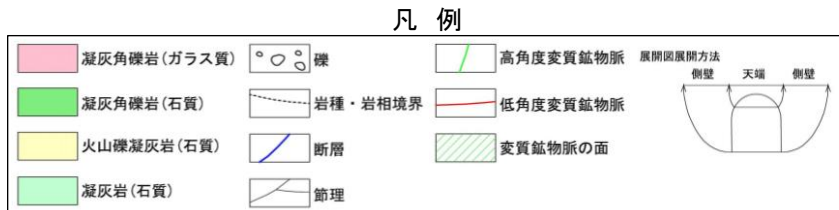
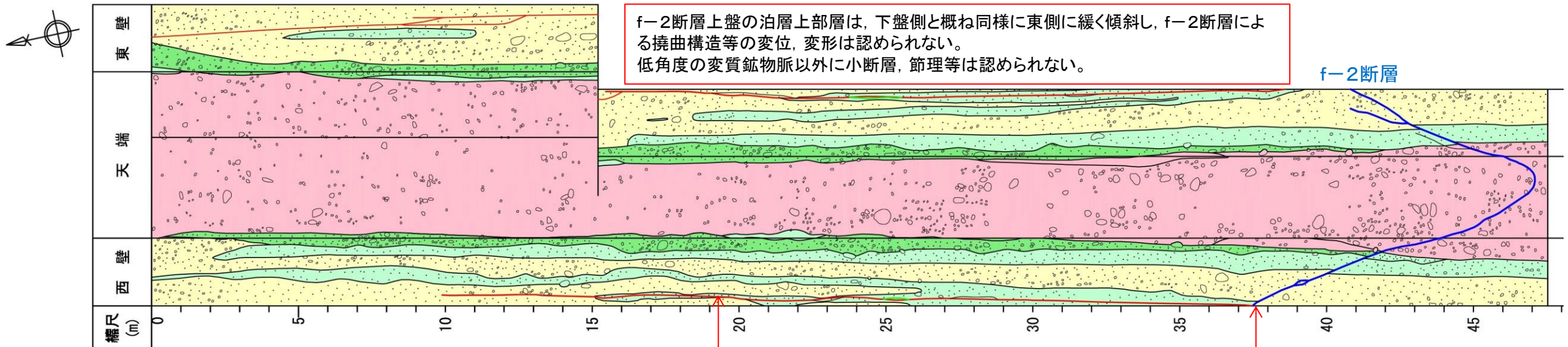
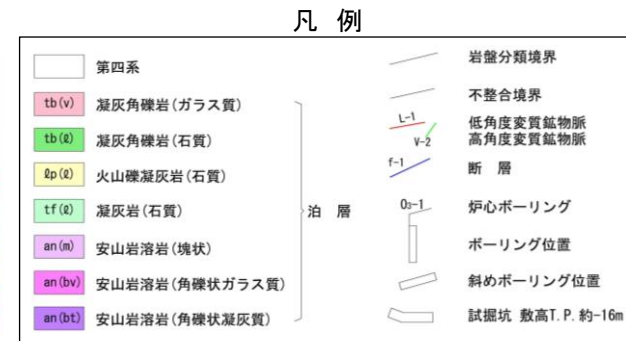
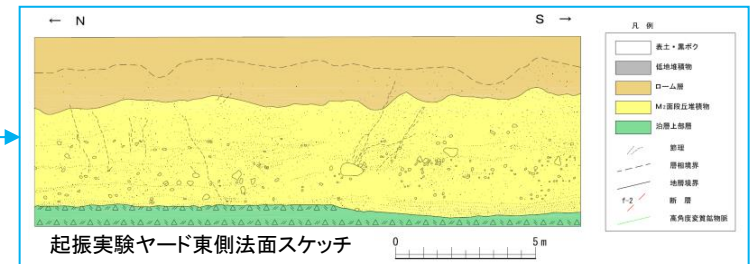
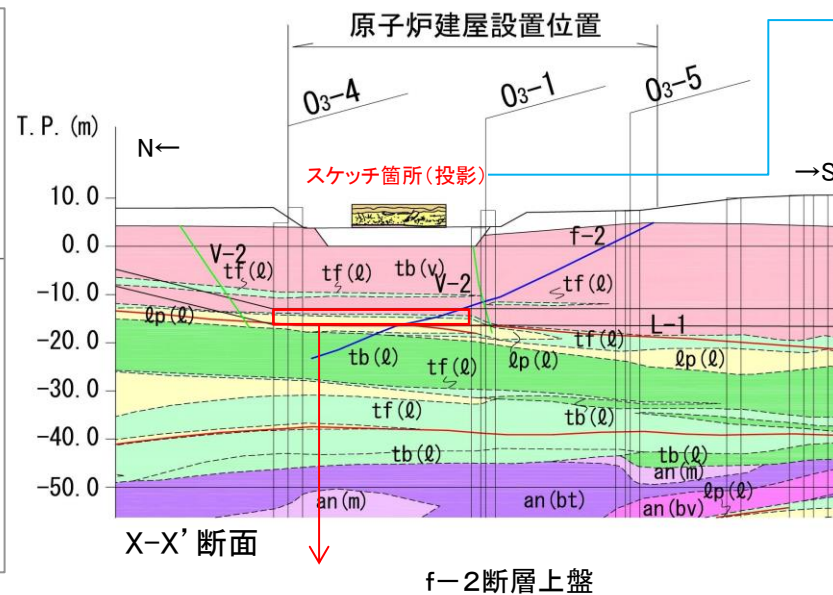
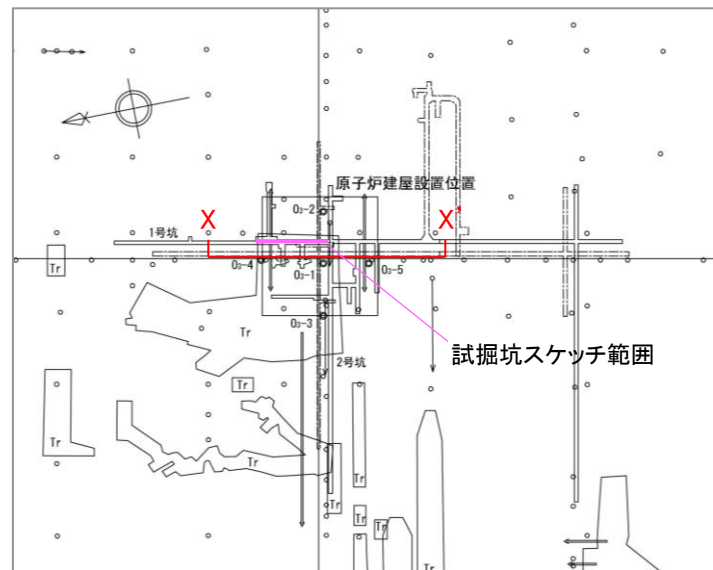
f-2断層  
N43° ~ 53° W, 26° ~ 39° NE  
幅0.1cm ~ 2cmで灰白色の粘土状部からなる。鏡肌、条線あり。  
北上がりで見かけ鉛直変位量は約10cm ~ 約20cmである。

東西方向試掘坑のf-2断層のスケッチ(展開図)



# f-2断層上盤の泊層上部層の状況(試掘坑)

- 起振実験ヤード東側法面のほぼ直下に位置する南北方向の試掘坑では、泊層上部層はf-2断層をはさんで上盤側も下盤側も同じ構造をなしており、f-2断層による撓曲構造等の変位、変形は認められない。
  - ⇒ f-2断層上盤の泊層上部層中には、第四系中の変位のない断裂の原因となるような構造が認められないこと、また、f-2断層は、前述のように後期更新世以降の活動はないことから、第四系中の変位のない断裂はf-2断層との関連性はない。
  - ⇒ 変位のない断裂は、f-2断層による「変位」、「変形」に該当するものではない



低角度の変質鉱物脈 L-1  
ほぼ水平

f-2断層  
N24° ~ 35° W, 27° ~ 36° NE  
幅0.3cm ~ 2cmで灰白色の粘土状部からなる。鏡肌、条線あり。  
北上がりで見かけ鉛直変位量は約10cm ~ 約20cmである。

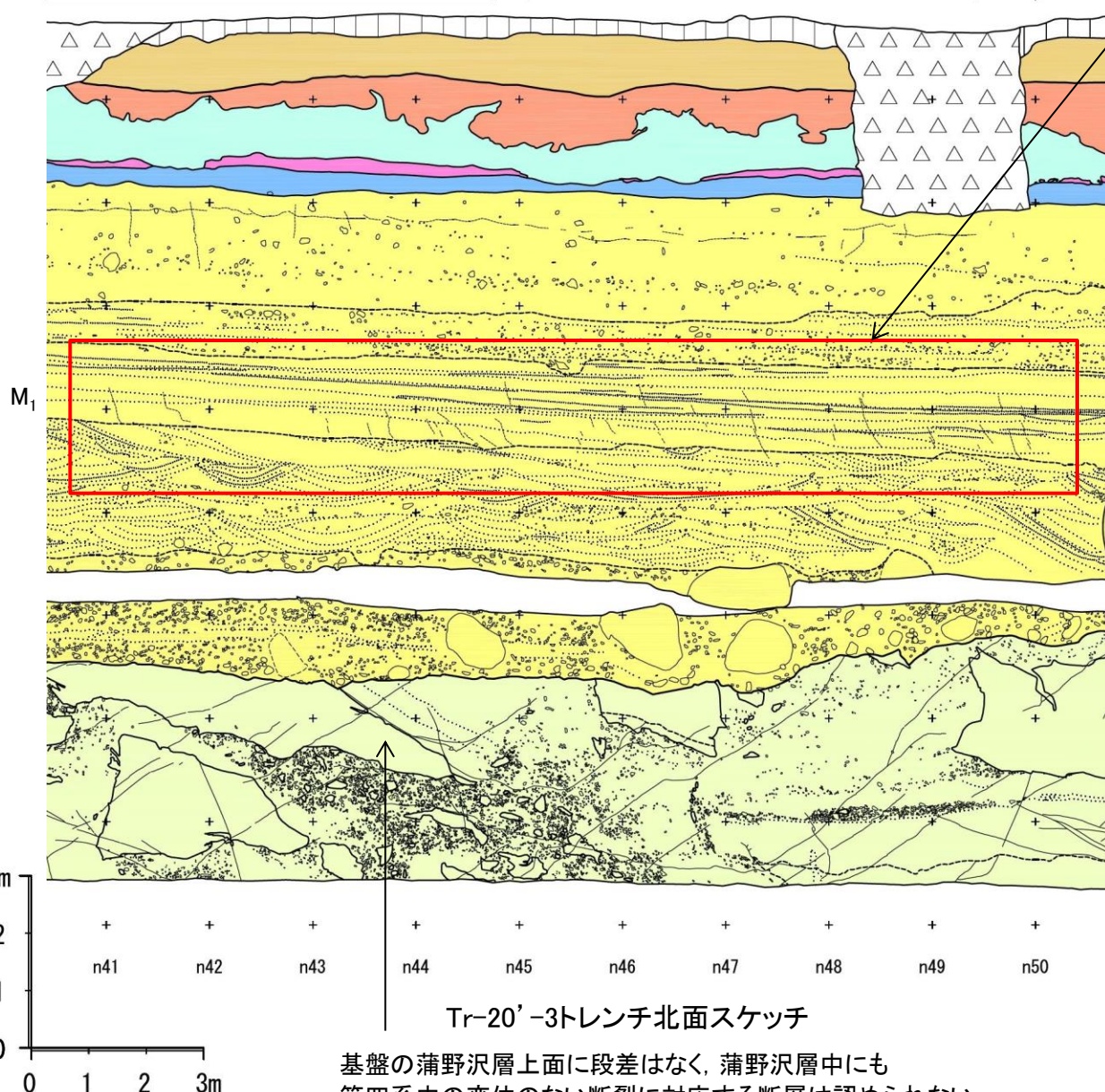
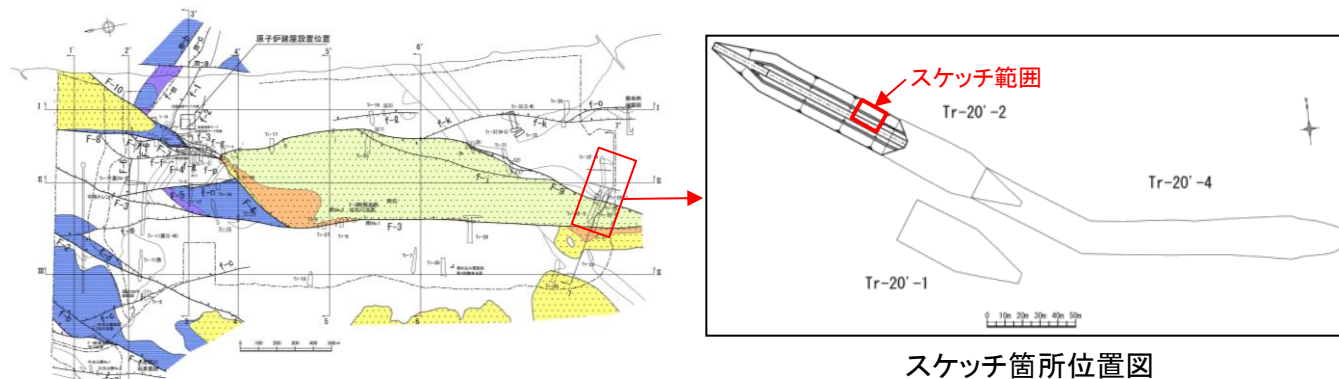
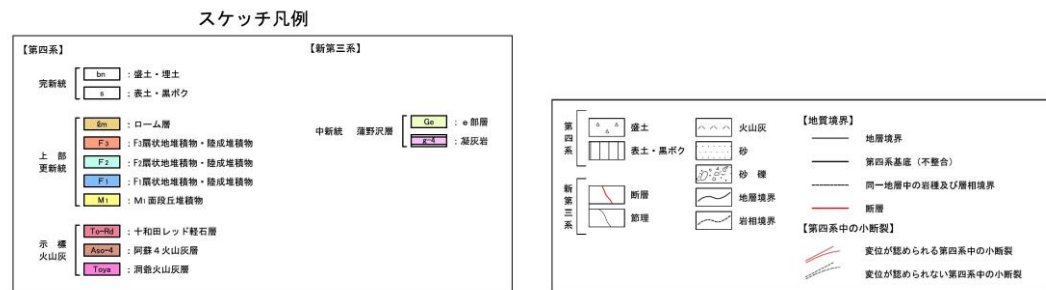
南北方向試掘坑のf-2断層のスケッチ(展開図)



### 3.3.6 第四系中の変位のない断裂

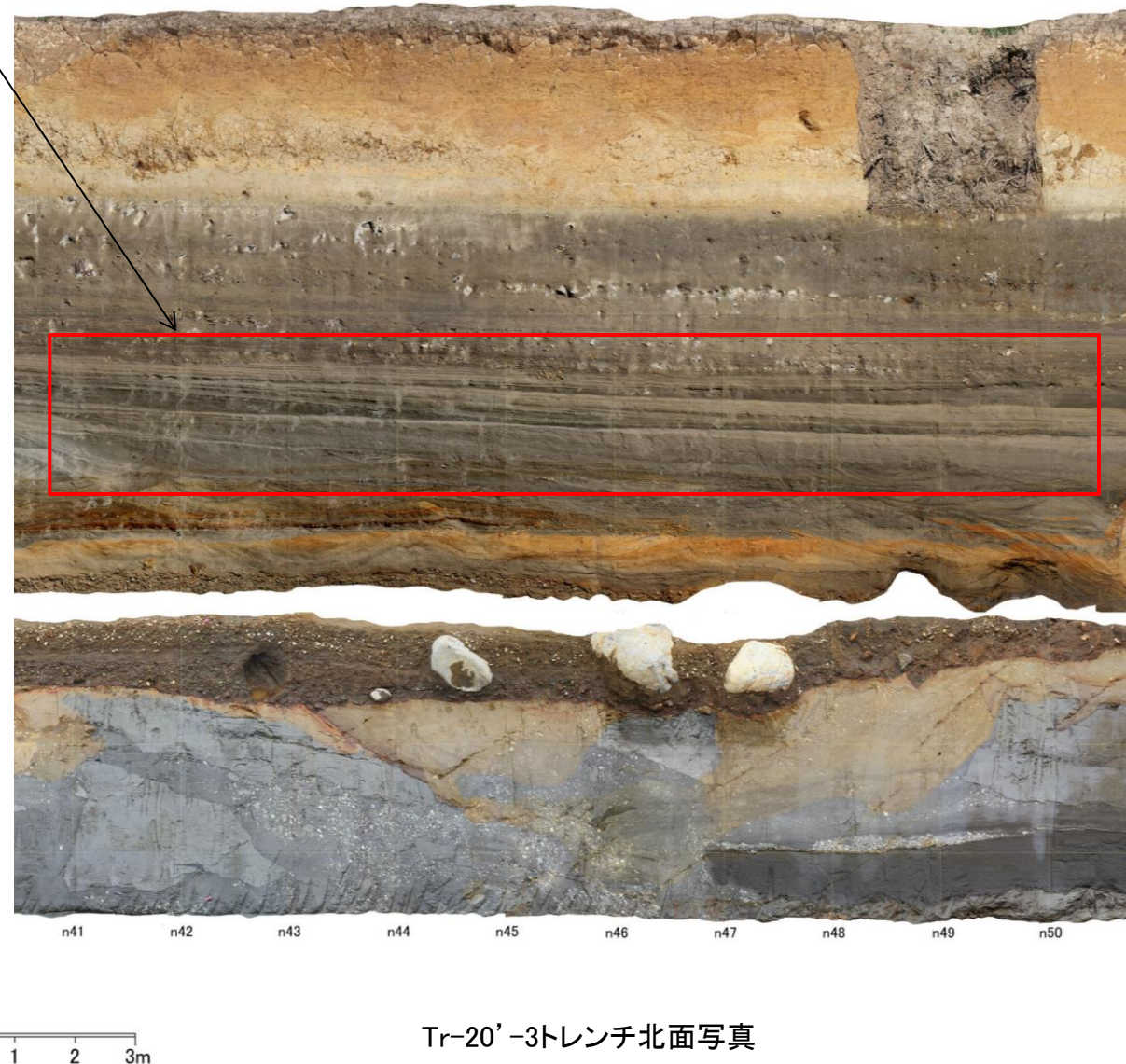
## 第四系中の変位のない断裂の事例 (Tr-20'-3トレンチ北面)

- Tr-20'-3トレンチでは、M<sub>1</sub>面段丘堆積物中に変位のない断裂が認められる。
- 変位のない断裂は上下方向に連続性がなく、下位の岩盤(蒲野沢層)中にM<sub>1</sub>面段丘堆積物中の変位のない断裂に対応する断層は認められない。
- 敷地に見られるその他の変位のない断裂の事例を補足説明資料に示す。



基盤の蒲野沢層上に段差はなく、蒲野沢層中にも第四系中の変位のない断裂に対応する断層は認められない

変位のない断裂が多く分布する範囲





### 3.3.6 第四系中の変位のない断裂

## まとめ

#### 1. f-2断層周辺の変位のない断裂に関する調査結果

f-2断層周辺の起振実験ヤード東側法面では、M<sub>2</sub>面段丘堆積物、ローム層中に高角度の変位のない断裂が確認されている。この断裂とf-2断層については、以下の特徴が認められる。

##### (断裂の特徴)

- f-2断層と水平距離で約20m離れており、第四系中で消滅し、岩盤(泊層上部層)上面に連続せず、岩盤中に断層も認められない。
- これらの変位のない断裂は、敷地内において、断層がなく第四系の変状もない多くの箇所を確認されている第四系中の断裂と同様である。

##### (f-2断層付近の特徴)

- 試掘坑等では、泊層上部層はf-2断層をはさんで上盤側も下盤側も同じ構造をなしており、f-2断層に対応した撓曲構造等の変位・変形は認められない。



f-2断層周辺の第四系の一部に認められる変位のない断裂は、f-2断層との関連性はない。

#### 2. 敷地内トレンチ調査の結果

- 敷地内のトレンチの多くの箇所で、第四系中に変位のない断裂の分布が確認されている。
- 変位のない断裂は、上下方向に連続性がなく、第四系中で消滅し、岩盤には連続しない。
- 変位のない断裂は、下位の岩盤(新第三系)中での断層等の有無に関わらず、多くの箇所において認められる。



敷地の第四系中に認められる変位のない断裂の多くは、断層との関連性はない。



## 3.3.7 まとめ

## 総合評価

## 1. 変動地形学的調査結果

- 空中写真判読によると、新しい時代の活動を示唆するリニアメント、変動地形は認められない。
- 敷地内には地すべり地形の存在は認められない。

## 2. 断層の連続性、破碎部の確認結果

- 走向方向は、北西側は原子炉建屋設置位置内、南東側は原子炉建屋設置位置の外側約70m地点で消滅し、深度方向は、T.P.約-45mより深部に連続しない。孤立した断層であり、少なくとも「地下深部の地震発生層から地表付近まで破壊している断層」には該当しない。
- 破碎部には、幅0.1cm～2cmの主に灰白色を呈する粘土を挟在する。
- 熱水変質により形成された高角度の変質鉱物脈に切られ、または互いに交差しており、高角度の変質鉱物脈の形成(約10Ma)以降の活動はないと判断される。

## 3. 高角度の変質鉱物脈の性状の確認結果

- 新第三系泊層中に熱水変質により形成され、形成時期として約10Ma(K-Ar年代)の値が得られている。
- 泊層のガラス質基質の火山碎屑岩中に認められ、下位の石質基質の火山碎屑岩には連続せず、深部方向に連続しない。第四系が被覆する箇所では第四系に変位・変形を与えていない。
- 脈幅の膨縮や母岩との境界の起伏が著しく、脈中の礫に破碎、再配列等、せん断性の変形の痕跡は認められない。また、試掘坑内において石英(玉髓)が充填されている箇所が確認された。
- 以上のことから、高角度の変質鉱物脈は、第四系に変位・変形が確認されず、また、下位層に連続せず、中新世(約10Ma)の熱水変質を受けて以降の形態が保存されており、熱水変質を受けて以降、変位を生じていないと判断される。

## 4. f-2断層と後期更新世以降の地層との関係の観察結果

- 新第三系(泊層上部層)中で消滅し、第四系基底面まで達していない。
- 第四系(M<sub>2</sub>面段丘堆積物)及びその基底面に変位・変形を与えていない。

以上のことから、

f-2断層は、第四紀後期更新世以降の活動はなく、「将来活動する可能性のある断層等」(「震源として考慮する活断層」, 「地震活動に伴って永久変位が生じる断層」, 「支持地盤まで変位及び変形が及ぶ地すべり面」)には該当しない。

## (参考)変位のない断裂とf-2断層との関係の検討結果

- f-2断層から約20m離れた箇所に変位のない断裂が認められるが、第四系の変状はない。この変位のない断裂は、第四系中で消滅し岩盤上面に連続せず、岩盤中に断層も認められないこと、f-2断層に対応した撓曲構造等もないこと等から、f-2断層との関係はないと判断される。



# 参考文献

1. 日本地すべり学会東北支部(1992):東北の地すべり・地すべり地形, 一分布図と技術者のための活用マニュアル
2. 一般社団法人斜面防災対策技術協会(2005):青森県の地すべり防止区域指定地
3. 国立研究開発法人防災科学技術研究所(2009):地すべり地形分布図第42集「野辺地・八戸」
4. 活断層研究会編(1991):[新編]日本の活断層一分布図と資料, 東京大学出版会
5. Hendricks, S.B.・Ross, C.S(1941): Chemical composition and genesis of glauconite and celadnite. *Amer. Min.*, 26, 683-708.
6. Sakamoto T.・Suzuki S.・Tatematsu H・Otsuka R. (1980):Iron-Sepiolite from the Seikan Tunnel, Japan. *J. Japan. Assoc. Miner. Petr. Econ. Geol.*, 75, 164-171.
7. Imai, N., Otsuka, R. and Nakamura, T. (1967):An occurrence of well-crystallized sepiolite from the Akatani iron mine, Niigata Pref., Northeastern Japan. *Jour. Japan. Assoc. Min. Pet. Econ. Geol.*, 57, 39-56.
8. 植田良夫・鈴木光郎(1973): 東北日本産海緑石とセラドナイトのK-Ar年代. *地質学論集*, 8, 151-159.
9. Watanabe N.・Takimoto T.・Shuto K.・Itaya T.(1993):K-Ar ages of the Miocene volcanic rocks from the Tomari area in the Simokita Peninsula, Northeast Japan arc. *J.Min.Petr.Econ.Geol.*, 88, 352-358.