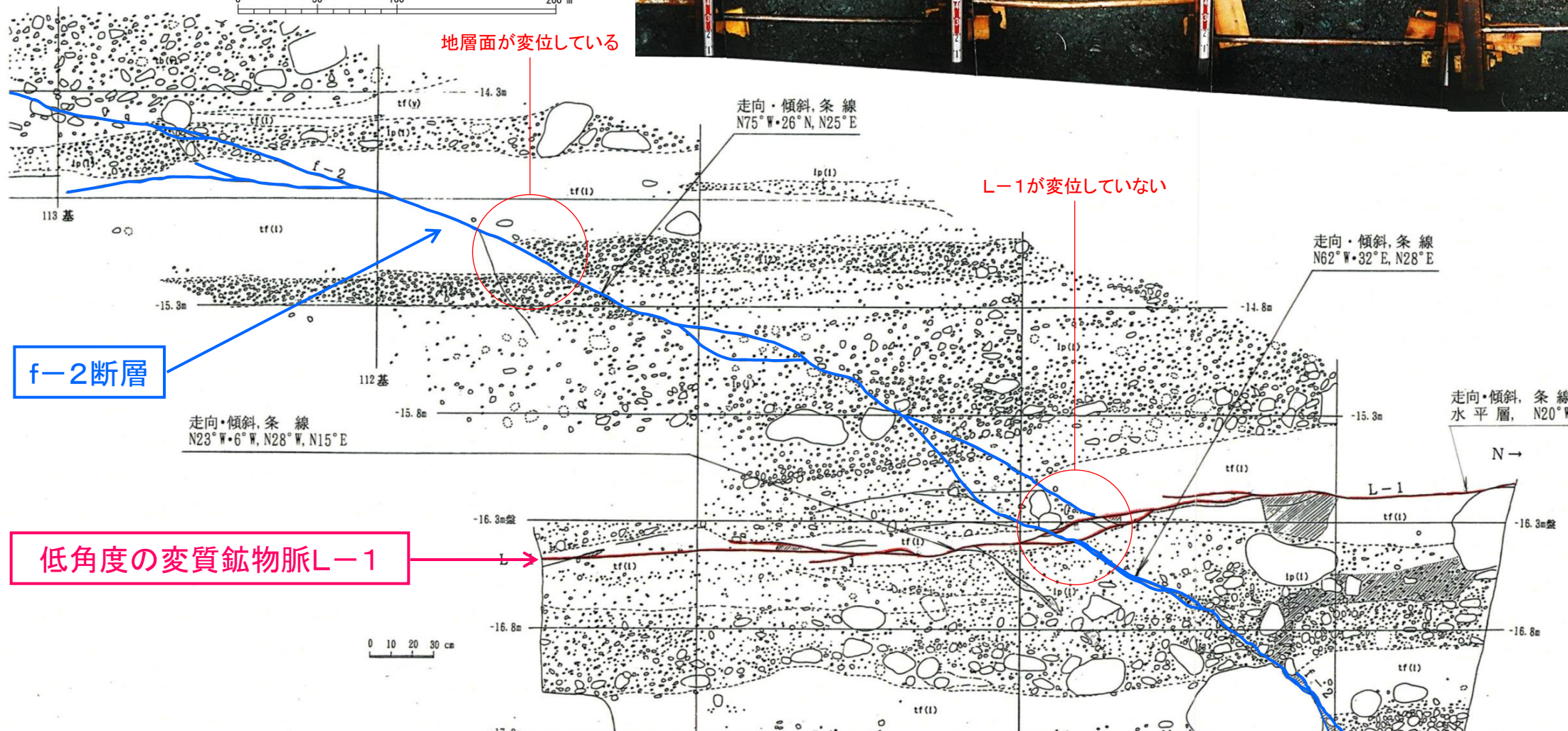
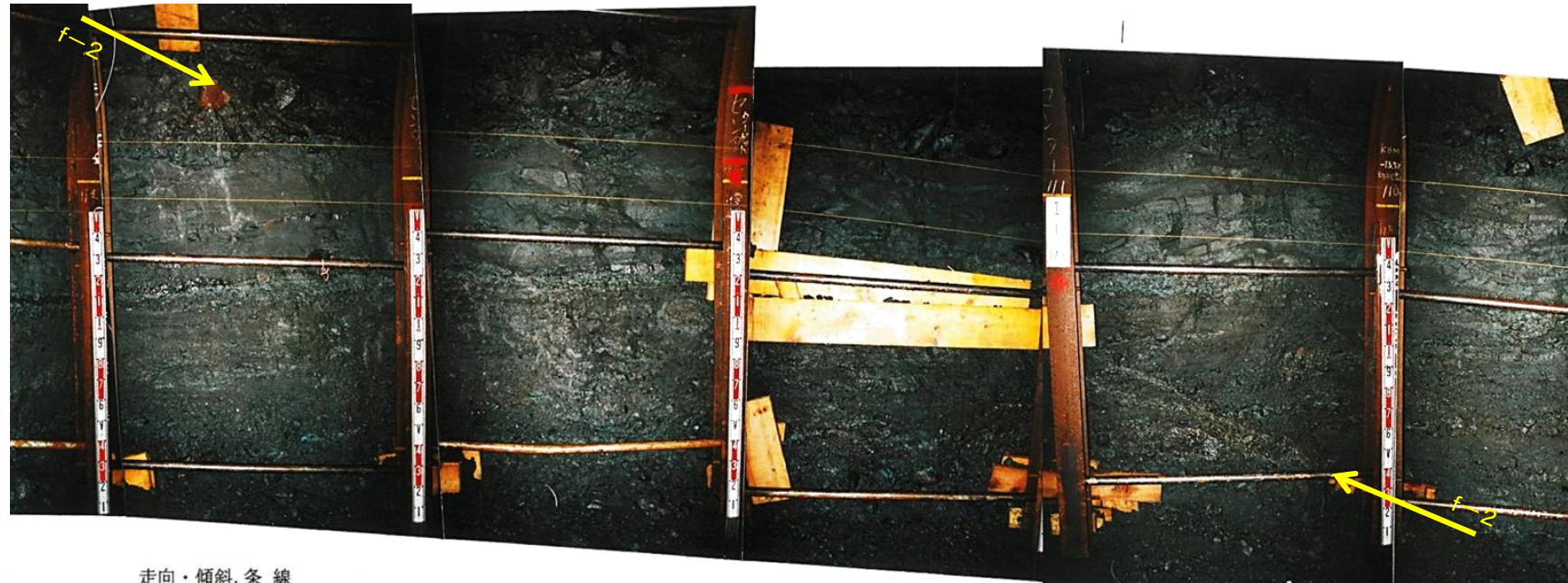
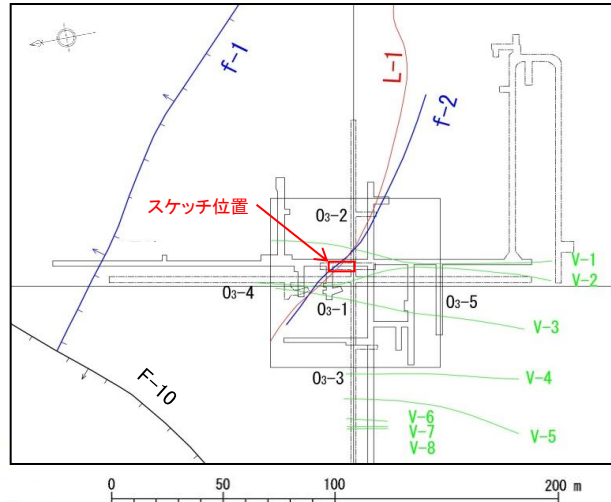


# 原子炉施設設置位置付近の断層，変質鉱物脈

---

# 低角度の変質鉱物脈とf-2断層との関係(試掘坑西側壁)

- 試掘坑内においてf-2断層を確認し、低角度の変質鉱物脈L-1との関係を把握した。
- f-2断層は、岩相境界に変位を与えているものの、低角度の変質鉱物脈L-1に変位を与えていない。  
⇒ f-2断層は、低角度の変質鉱物脈L-1形成後、活動していない。



f-2断層

低角度の変質鉱物脈L-1

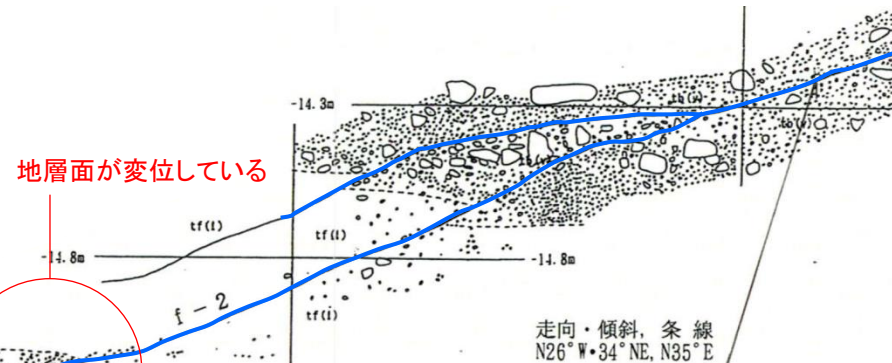
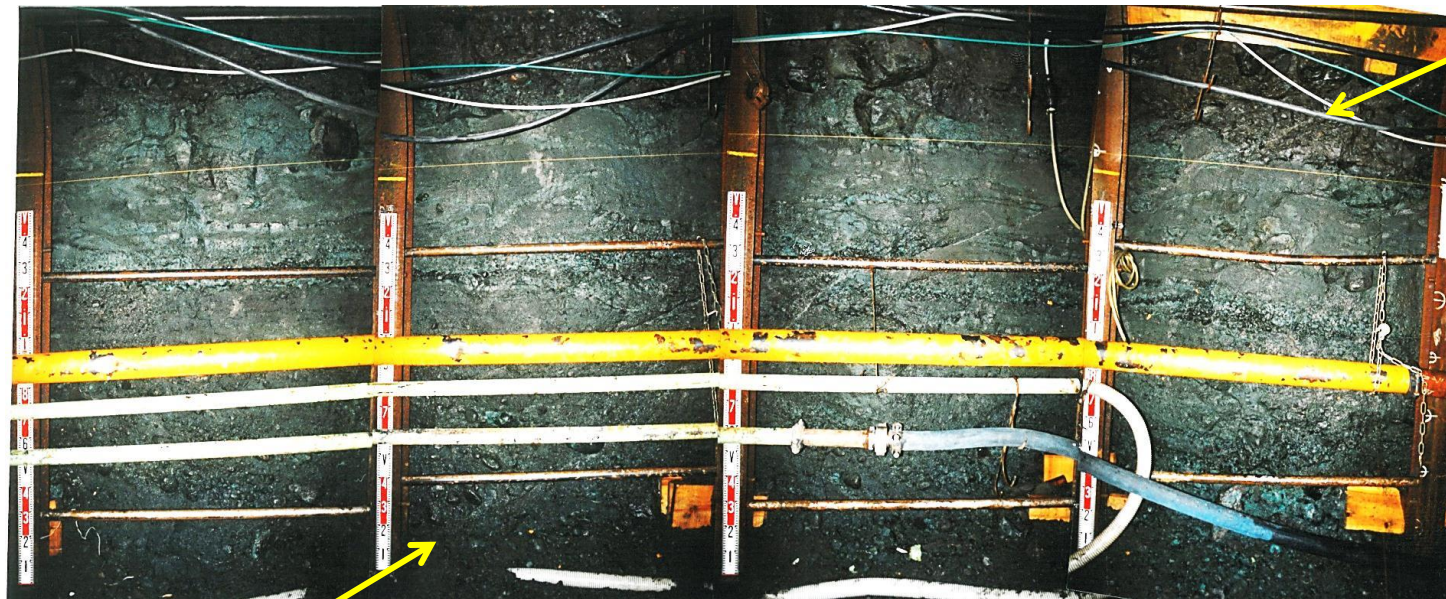
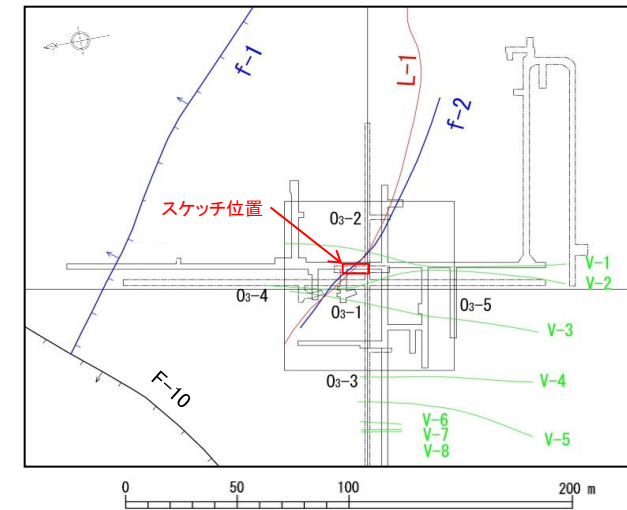
凡例

	f-2	断層
	L-1	低角度の変質鉱物脈
		節理
		岩相境界
		礫
		軟質化している部分
	tb(v)	凝灰角礫岩(ガラス質)
	tb(l)	凝灰角礫岩(石質)
	lp(v)	火山礫凝灰岩(ガラス質)
	lp(l)	火山礫凝灰岩(石質)
	tf(v)	凝灰岩(ガラス質)
	tf(l)	凝灰岩(石質)

試掘坑西側壁のf-2断層詳細スケッチ

# 低角度の変質鉱物脈とf-2断層との関係(試掘坑東側壁)

- 試掘坑内においてf-2断層を確認し、低角度の変質鉱物脈L-1との関係を把握した。
- f-2断層は、岩相境界に変位を与えているものの、低角度の変質鉱物脈L-1に変位を与えていない。  
⇒ f-2断層は、低角度の変質鉱物脈L-1形成後、活動していない。

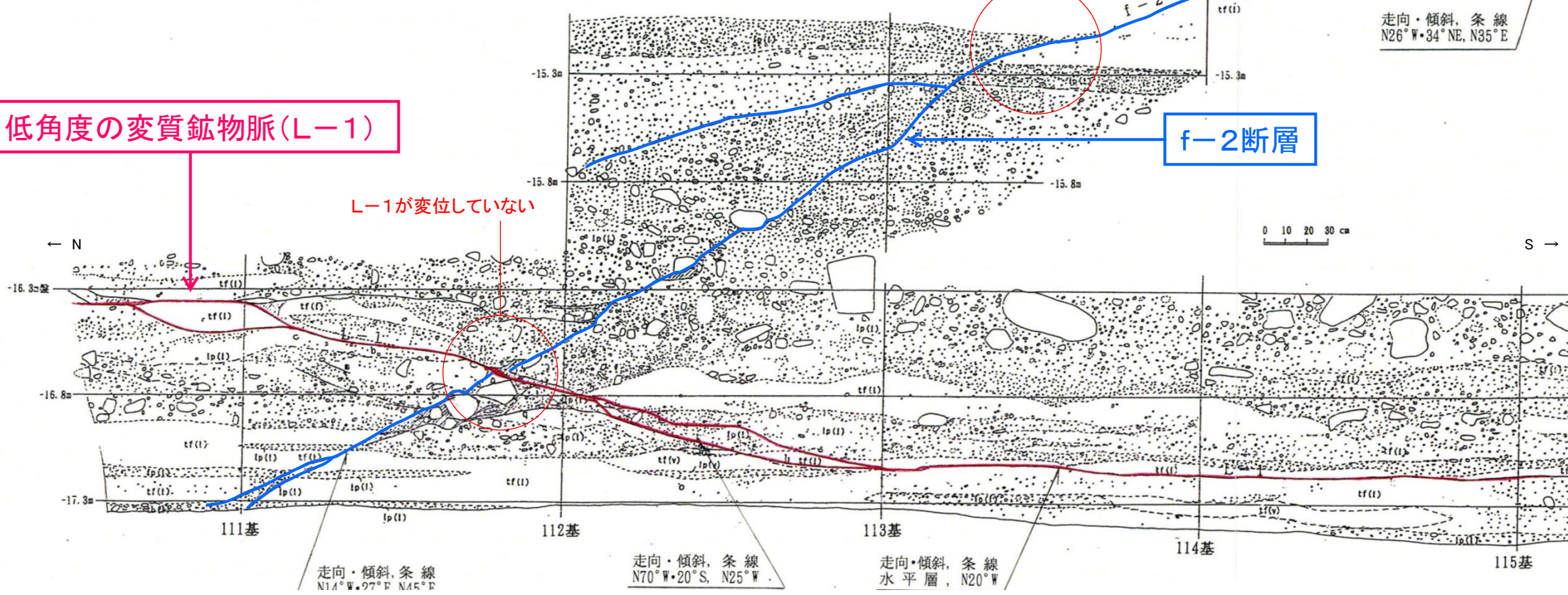


低角度の変質鉱物脈(L-1)

L-1が変位していない

地層面が変位している

f-2断層



凡例

	f-2	断層
	L-1	低角度の変質鉱物脈
		節理
		岩相境界
		礫
		軟質化している部分
	tb(v)	凝灰角礫岩(ガラス質)
	tb(l)	凝灰角礫岩(石質)
	lp(v)	火山礫凝灰岩(ガラス質)
	lp(l)	火山礫凝灰岩(石質)
	tf(v)	凝灰岩(ガラス質)
	tf(l)	凝灰岩(石質)

試掘坑東側壁のf-2断層詳細スケッチ

# f-2断層と変質鉱物脈

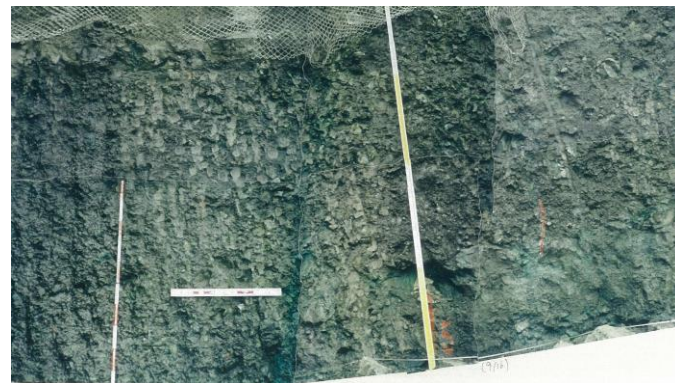
---

# 高角度の変質鉍物脈の分布，性状(原子炉建屋北側法面)

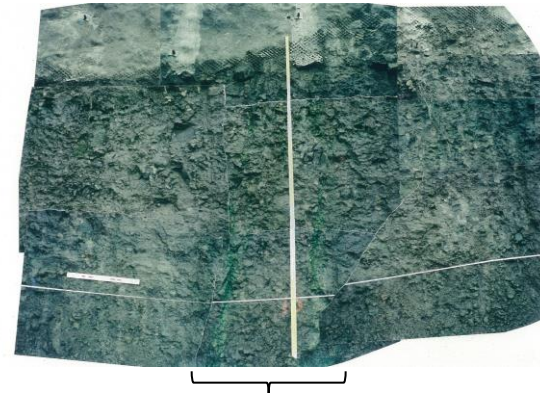
- 凝灰角礫岩(ガラス質)中に確認される高角度の変質鉍物脈には，上下方向で消滅するもの，下方延長部が凝灰岩(石質)に達しないもの，凝灰岩(石質)まで達しても凝灰岩(石質)中で消滅するものが認められ，上下方向の連続性に乏しい。
- 凝灰角礫岩(ガラス質)中では変位を有する高角度の変質鉍物脈が，下方では変位が認められなくなる。また，凝灰角礫岩(ガラス質)中でも変位を有しない高角度の変質鉍物脈が認められる。
- 高角度の変質鉍物脈は，凝灰岩(石質)中の低角度の変質鉍物脈と交差する箇所では，互いに変位を与えていない。
- 高角度の変質鉍物脈は，湾曲し直線性に乏しく，分岐・会合しており，分岐・会合する変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。



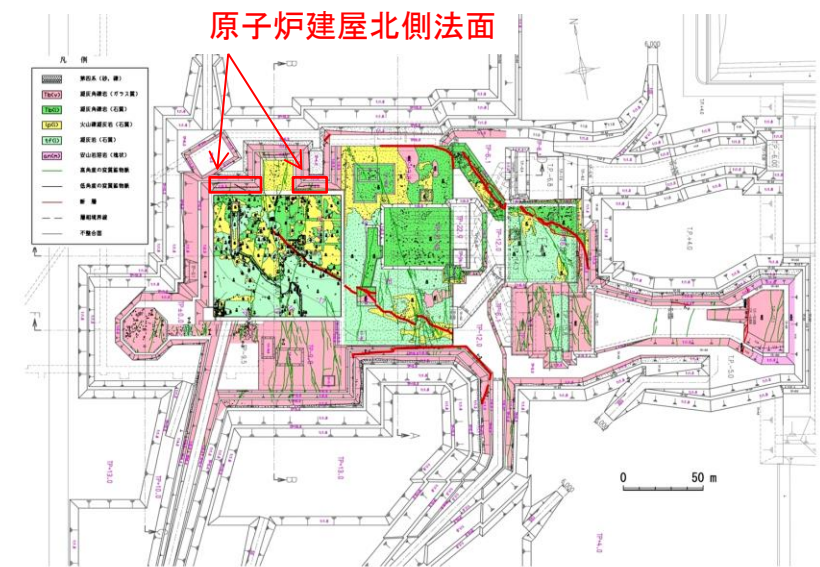
①原子炉建屋北側法面西側写真(T.P.-5m~-9m付近)



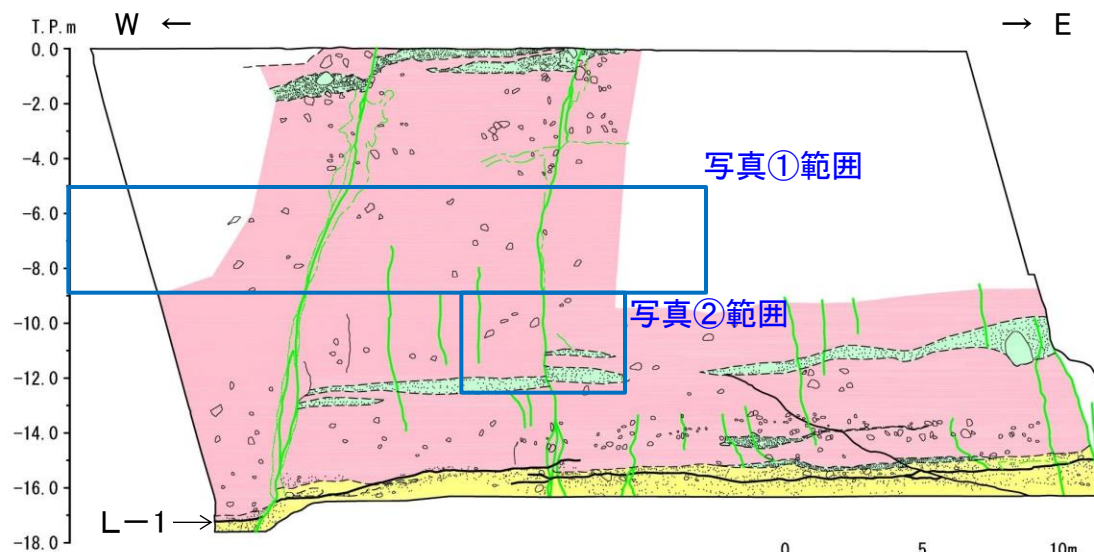
②原子炉建屋北側法面西側写真(T.P.-9m~-12.5m付近)



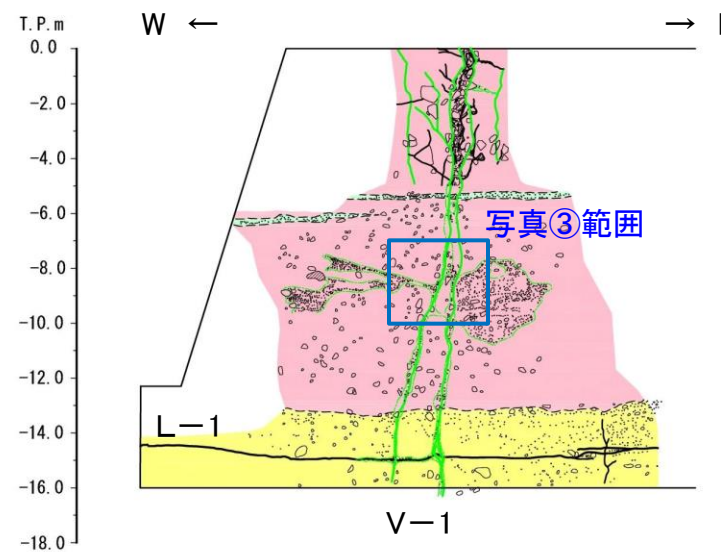
③原子炉建屋北側法面東側写真(T.P.-5m~-10m付近)



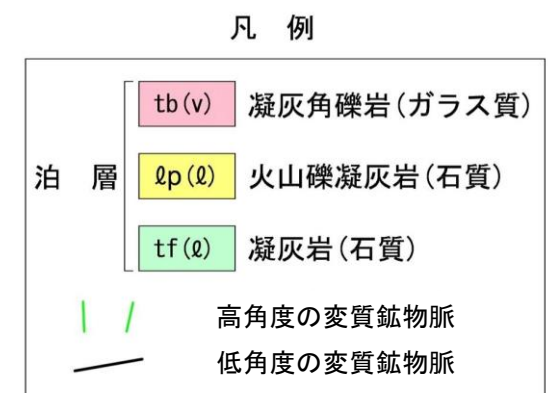
原子炉建屋北側法面位置図



原子炉建屋北側法面西側スケッチ

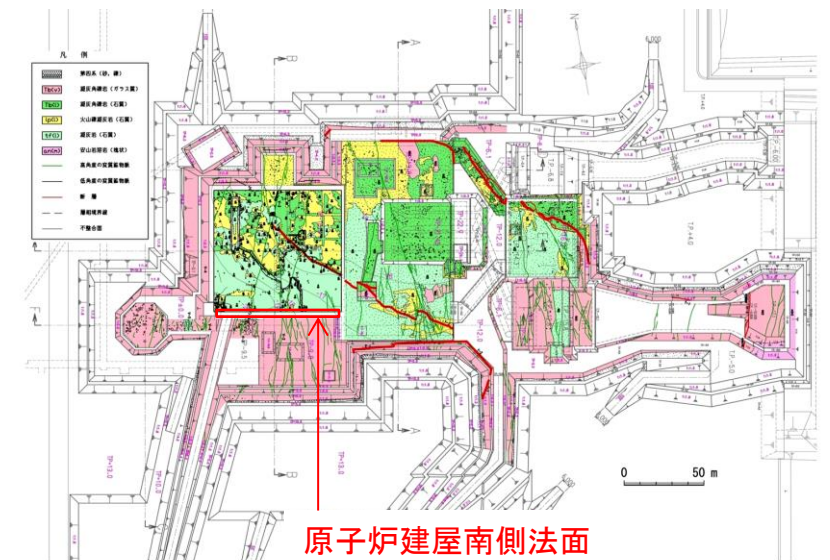


原子炉建屋北側法面東側スケッチ



# 高角度の変質鉍物脈の分布，性状(原子炉建屋南側法面)

- 凝灰角礫岩(ガラス質)中に確認される高角度の変質鉍物脈には，上下方向で消滅するもの，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)中で消滅するものが認められ，上下方向の連続性に乏しい。
- 凝灰角礫岩(ガラス質)中では変位を有する高角度の変質鉍物脈が，下方では変位が認められなくなる。また，凝灰角礫岩(ガラス質)中でも変位を有しない高角度の変質鉍物脈が認められる。
- 高角度の変質鉍物脈は，凝灰岩(石質)中の低角度の変質鉍物脈と交差する箇所では，互いに変位を与えていない。
- 高角度の変質鉍物脈は，湾曲し直線性に乏しく，分岐・会合しており，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。



原子炉建屋南側法面

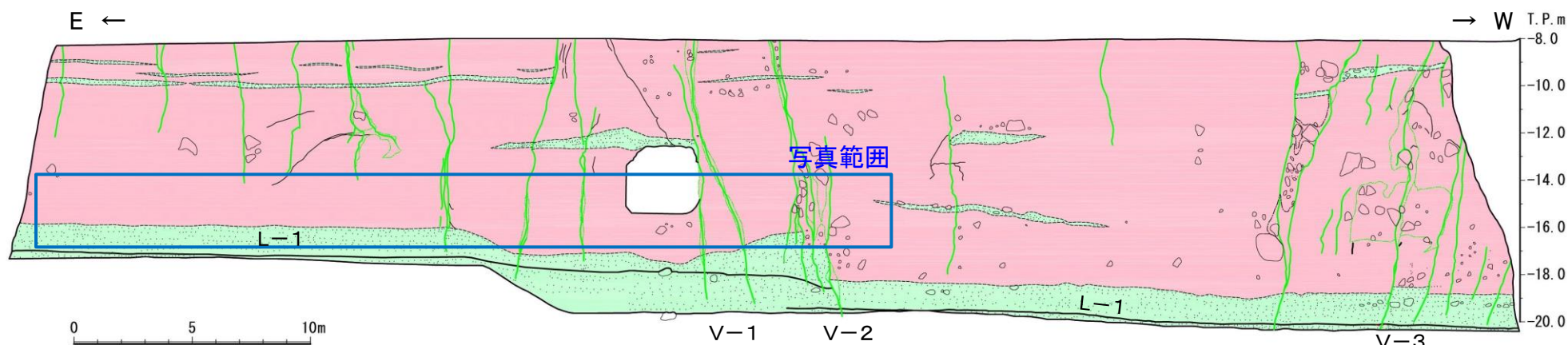
原子炉建屋南側法面位置図



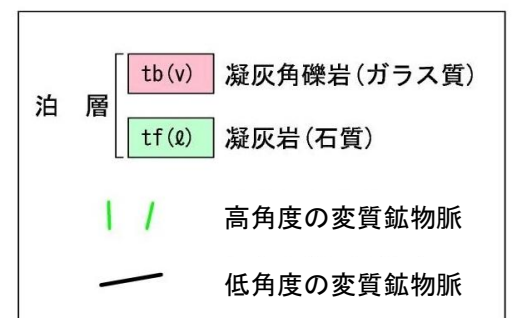
原子炉建屋南側法面写真(T.P.-14m~-17m)

V-1

V-2



原子炉建屋南法面スケッチ

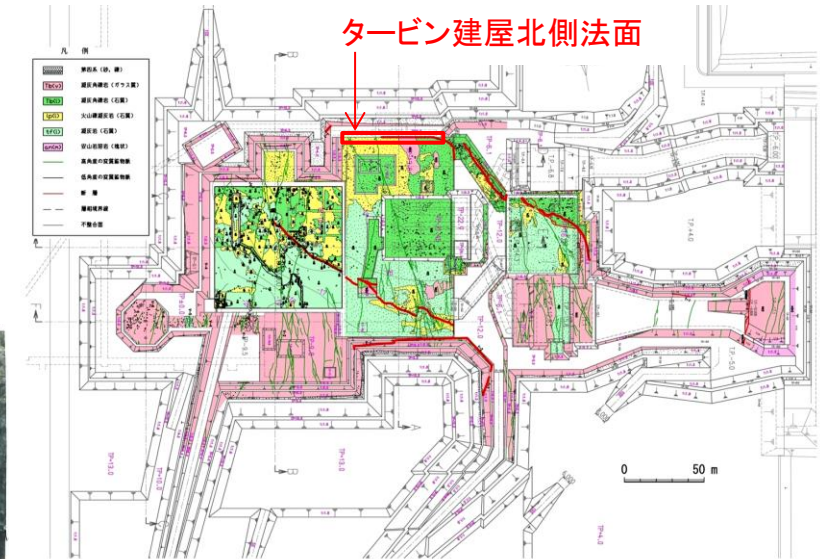


# 高角度の変質鉍物脈の分布，性状(タービン建屋北側法面)

- タービン建屋北側法面の凝灰角礫岩(ガラス質)中には，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。
- 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。



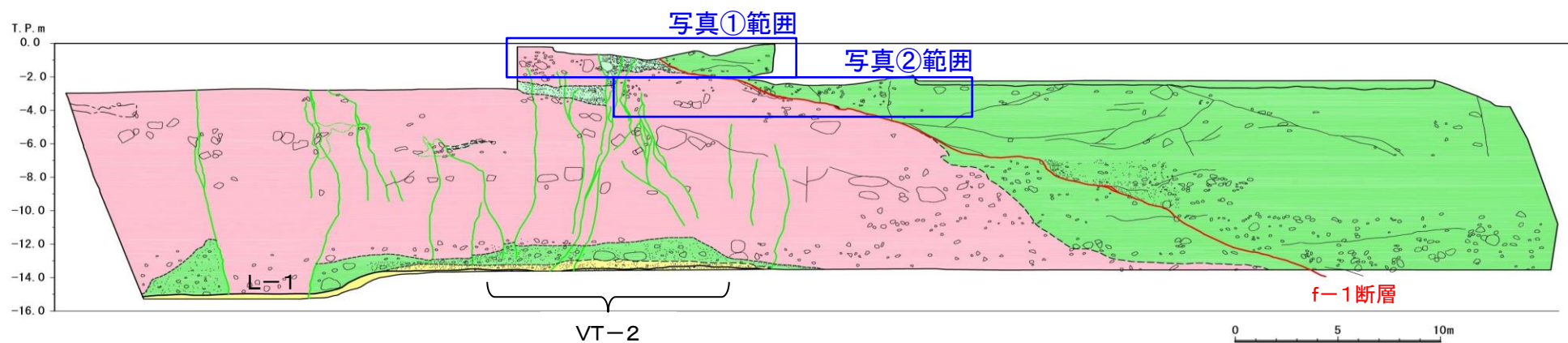
VT-2  
①タービン建屋北側法面写真(T.P.0m~-2m)



タービン建屋北側法面位置図



VT-2  
②タービン建屋北側法面写真(T.P.-2m~-4m)



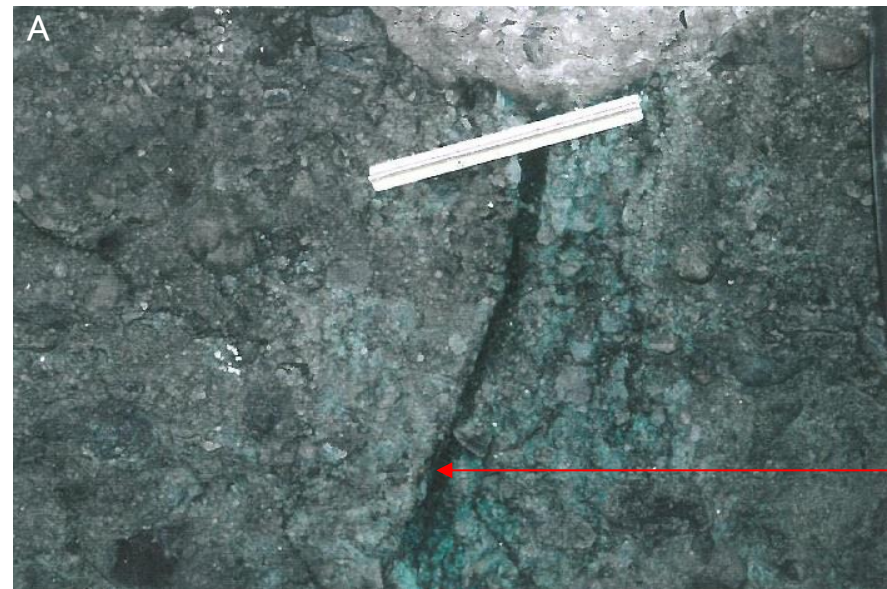
タービン建屋北側法面スケッチ

凡例

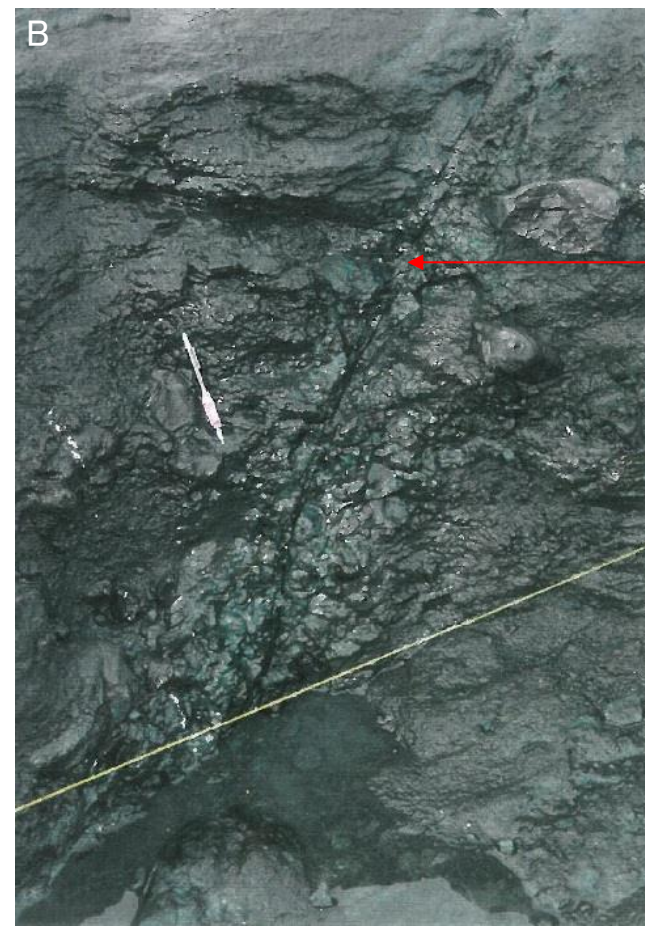
凝灰角礫岩(ガラス質)	tb(v)
火山礫凝灰岩(石質)	lp(l)
凝灰岩(石質)	tf(l)
高角度の変質鉍物脈	(Green wavy lines)
低角度の変質鉍物脈	(Black wavy lines)

# 高角度の変質鉱物脈の性状(V-1, 原子炉建屋基礎基盤)

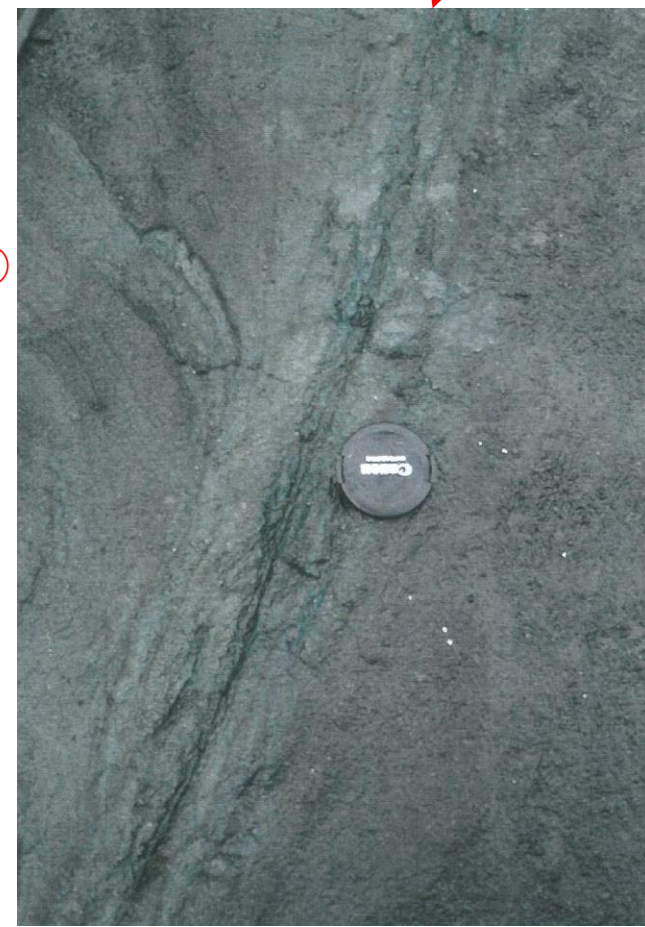
➤ 原子炉建屋基礎基盤で確認された高角度の変質鉱物脈V-1は、幅0.1cm~1.5cmで緑色粘土を伴う。



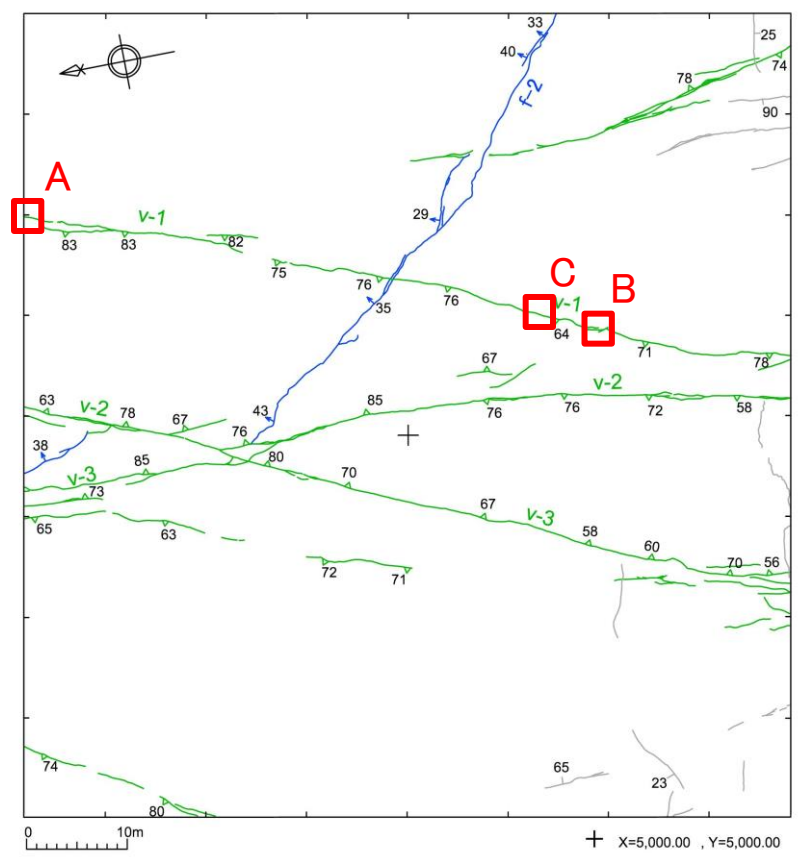
① V-1 : N60° E82° W,  
細礫混じり緑色脈0.3cm~1.5cm,  
脈に沿って緑色変質する。



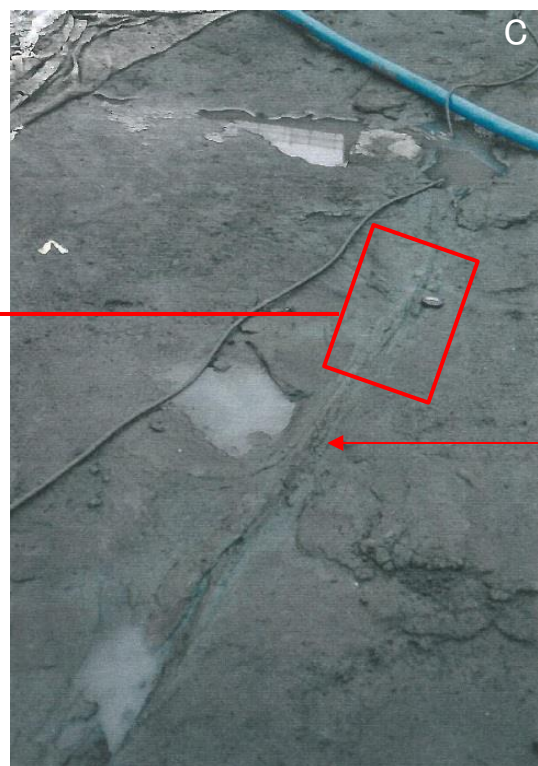
② V-1 : N34° E65° W  
フィルム状の緑色粘土を挟む



③ V-1 : N26° E72° W, 緑色粘土幅0.1cm  
暗緑色変質部0.5cm~1cm, 褐色部を伴う



写真位置図(原子炉基礎基盤)

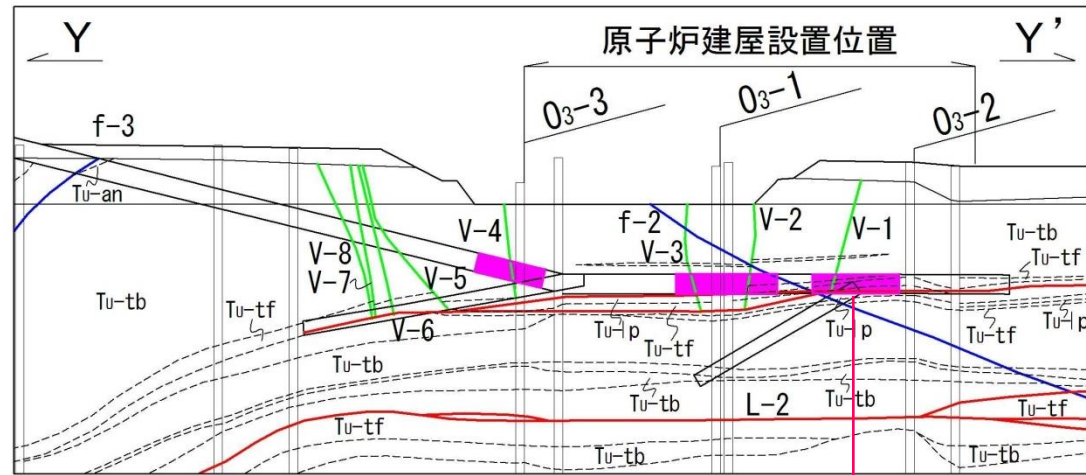


※カメラキャップは径5.5cm

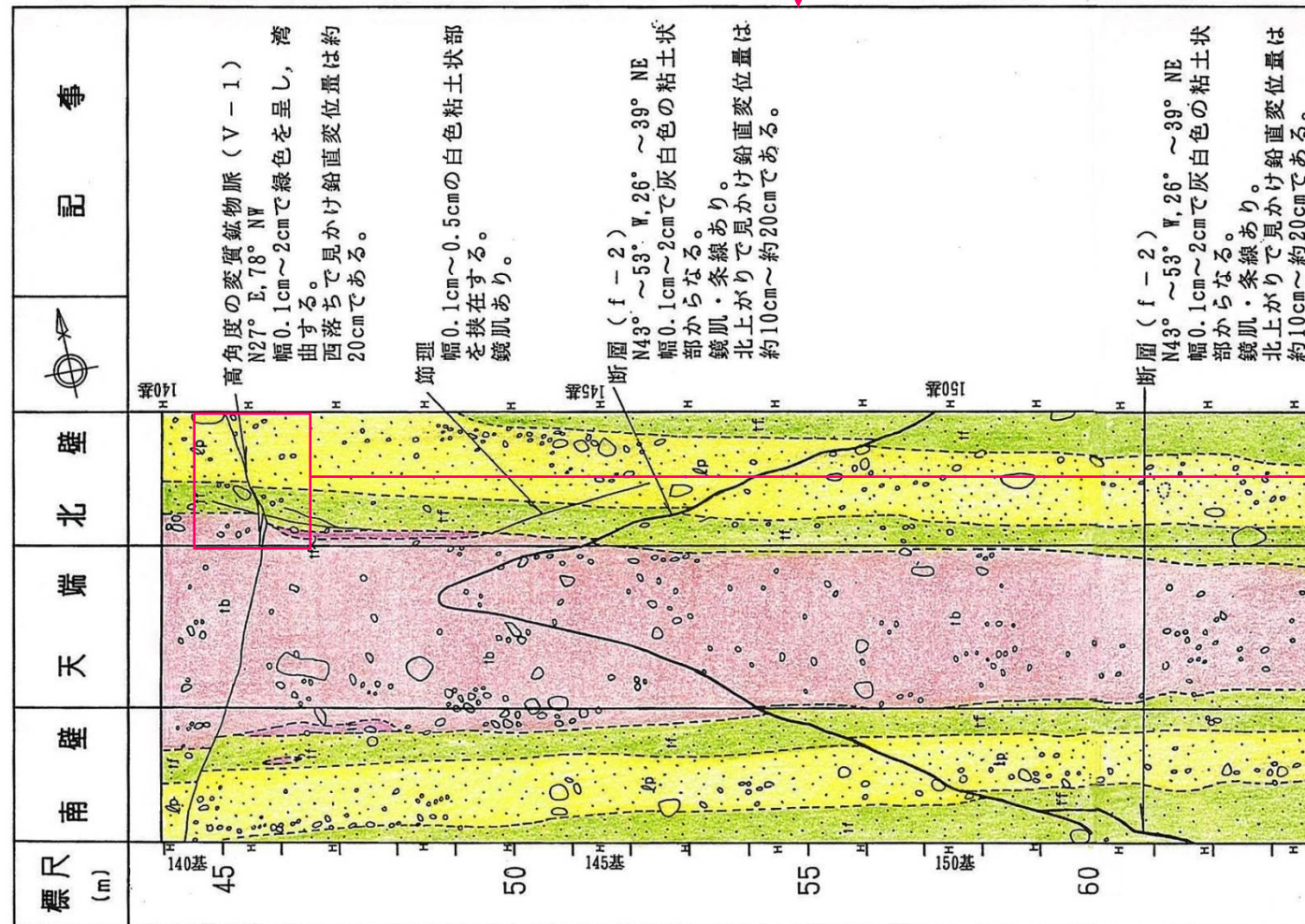
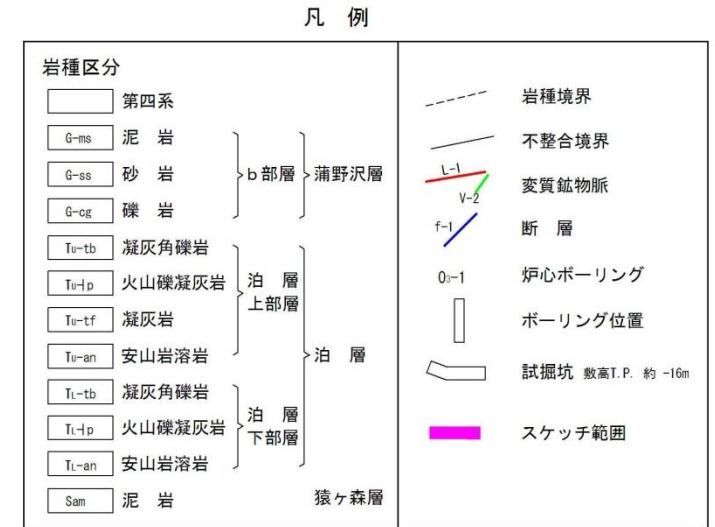
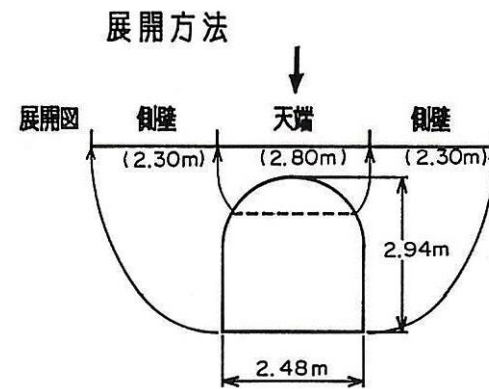


# 高角度の変質鉍物脈の性状 (V-1, 試掘坑)

➤ 試掘坑における高角度の変質鉍物脈V-1は、北西側に傾斜し、幅は0.1cm~2cmであり、見かけ鉛直変位量は西落ちで約20cmである。

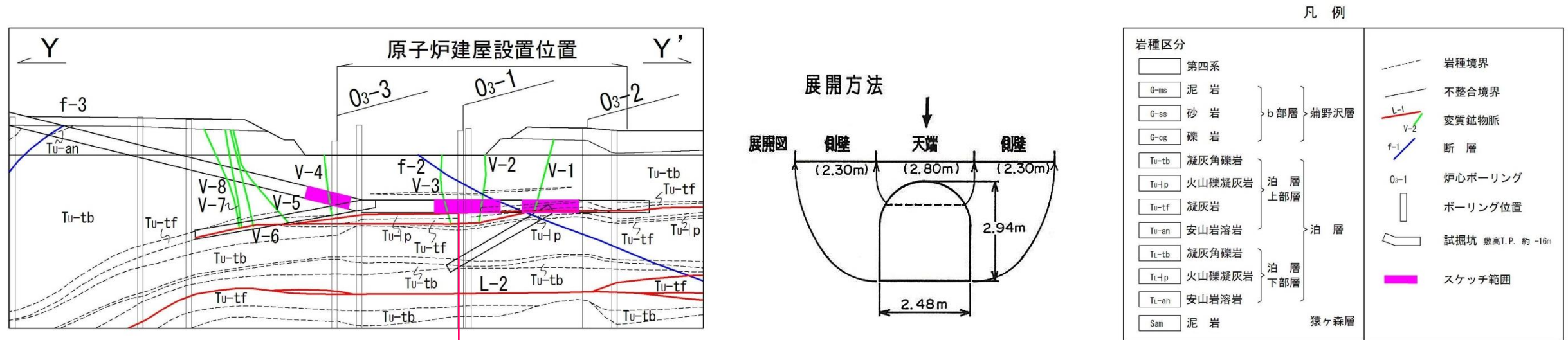


※試掘坑は投影



# 高角度の変質鉱物脈の性状 (V-2, 試掘坑)

▶ 試掘坑における高角度の変質鉱物脈V-2は、東側に傾斜し、幅は3cm~20cmであり、見かけ鉛直変位量は東落ちで約120cmである。



凡例

岩種区分	岩種境界
第四系	不整合境界
G-ms 泥岩	L-1 変質鉱物脈
G-ss 砂岩	V-2 変質鉱物脈
G-cg 礫岩	f-1 断層
Tu-tb 凝灰角礫岩	O-1 炉心ボーリング
Tu-lp 火山礫凝灰岩	ボーリング位置
Tu-tf 凝灰岩	試掘坑 敷高1.P. 約-16m
Tu-an 安山岩溶岩	スケッチ範囲
Tu-tb 凝灰角礫岩	
Tu-lp 火山礫凝灰岩	
Tu-an 安山岩溶岩	
Sam 泥岩	

岩種境界  
不整合境界  
L-1 変質鉱物脈  
V-2 変質鉱物脈  
f-1 断層  
O-1 炉心ボーリング  
ボーリング位置  
試掘坑 敷高1.P. 約-16m  
スケッチ範囲

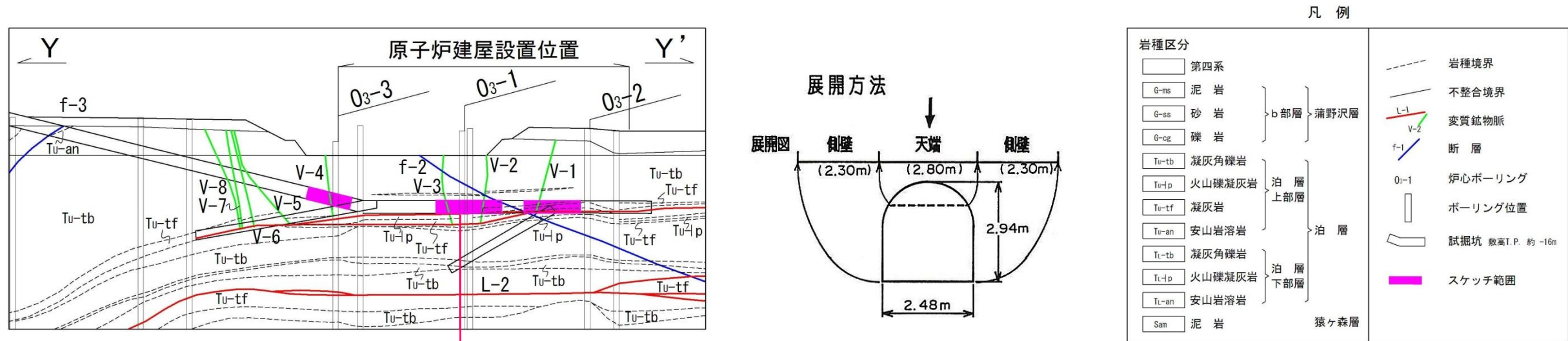
猿ヶ森層

標尺 (m)	南壁	天端	北壁	記	専
20				<p>高角度の変質鉱物脈 N29° E, 58° SE 7.4#A状~幅0.2cmで緑色を呈する。 鏡肌, 条線あり。</p> <p>高角度の変質鉱物脈 (V-3) N10° E, 70° E 幅1cm~15cmで緑色及び黄褐色を呈する。 東落ちで見かけ鉛直変位量は約70cmである。鏡肌, 条線あり。</p> <p>掘理 N72° E, 62° S 挟在物なし。</p> <p>高角度の変質鉱物脈 N5° E, 70° E~90° 7.1#A状~幅0.1cmで緑灰色を呈する。 鏡肌あり。</p> <p>高角度の変質鉱物脈 N2° E, 85° E 7.1#A状~幅0.5cmで緑灰色を呈する。 鏡肌あり。</p> <p>高角度の変質鉱物脈 N22° W, N72° E 7.1#A状で緑色及び灰白色を呈する。 鏡肌あり。</p> <p>高角度の変質鉱物脈 N7° E, 80° W~90° 幅0.2cm~0.5cmで緑色及び黄褐色を呈する。鏡肌, 条線あり。</p> <p>高角度の変質鉱物脈 N2° E, 72° E 幅0.5cm~5cmで緑色及び橙色(珪質岩)を呈する。鏡肌, 条線あり。</p> <p>高角度の変質鉱物脈 (V-2) N7° E, 76° W 幅3cm~20cmで緑色, 黄褐色及び橙色(珪質岩)を呈する。 西落ちで見かけ鉛直変位量は約120cmである。</p> <p>掘理 ほぼ水平 幅0.1cm~0.5cmの白色粘土状部を挟在する。鏡肌あり。</p> <p>火山礫凝灰岩 (石質) 亜 火山礫凝灰岩を多く含む部分がある。</p>	
25					
30					
35					
40					



# 高角度の変質鉍物脈の性状 (V-3, 試掘坑)

➤ 試掘坑における高角度の変質鉍物脈V-3は、東側に傾斜し、幅は1cm~15cmであり、見かけ鉛直変位量は東落ちで約70cmである。

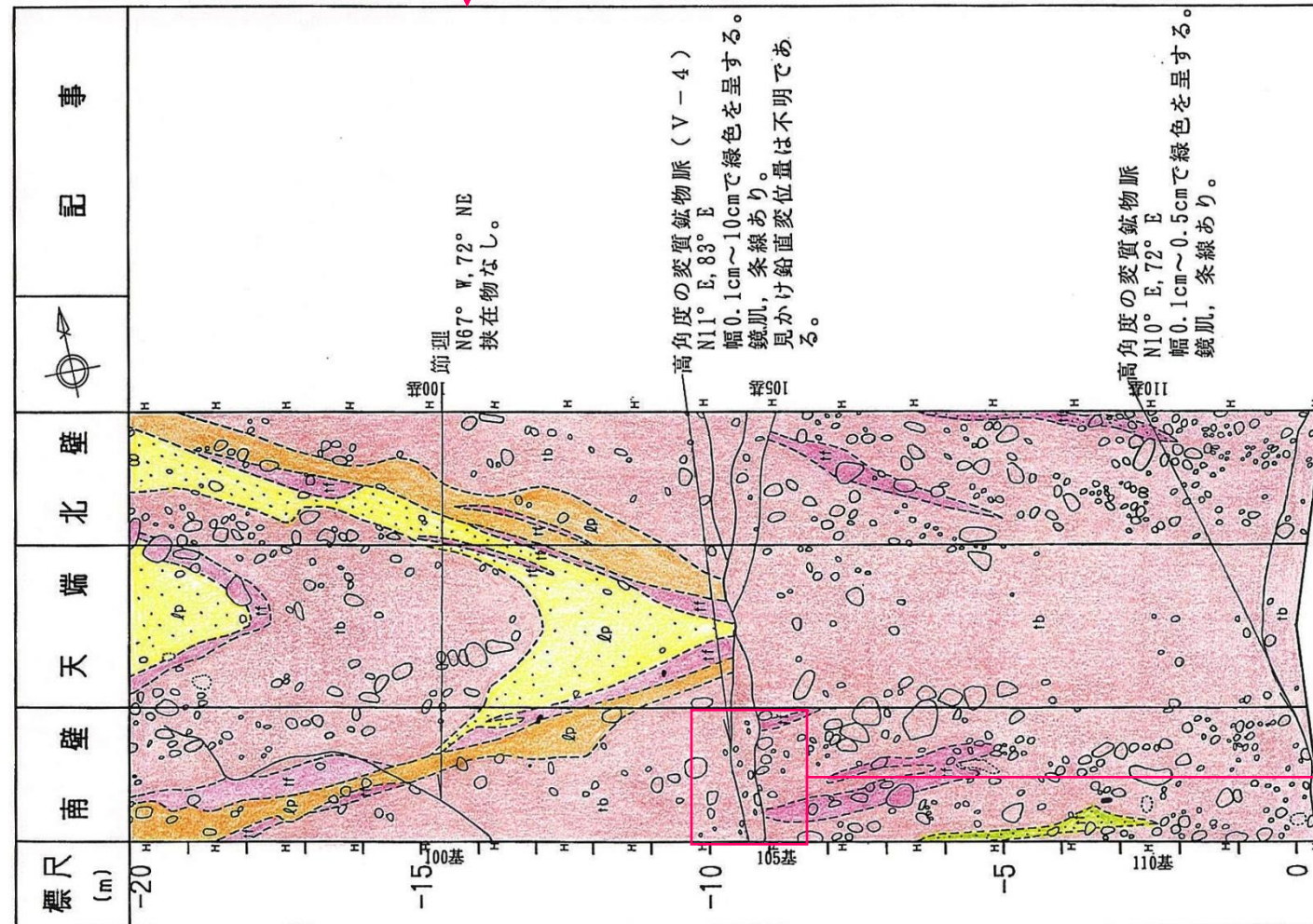
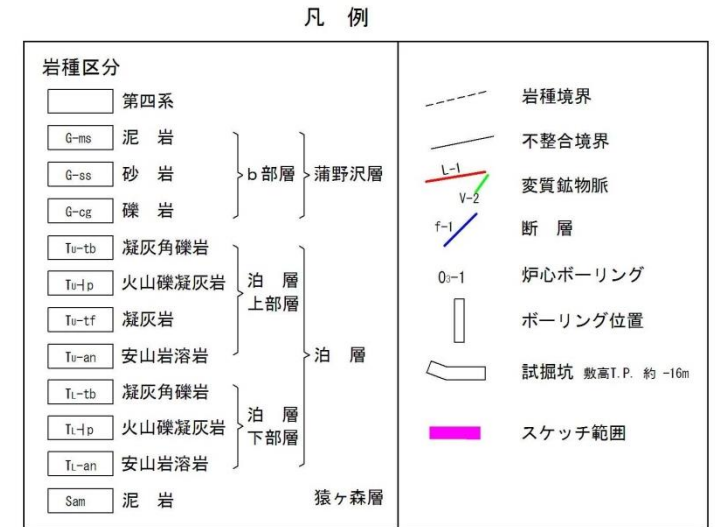
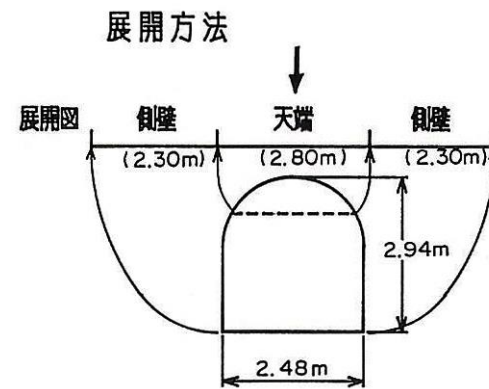
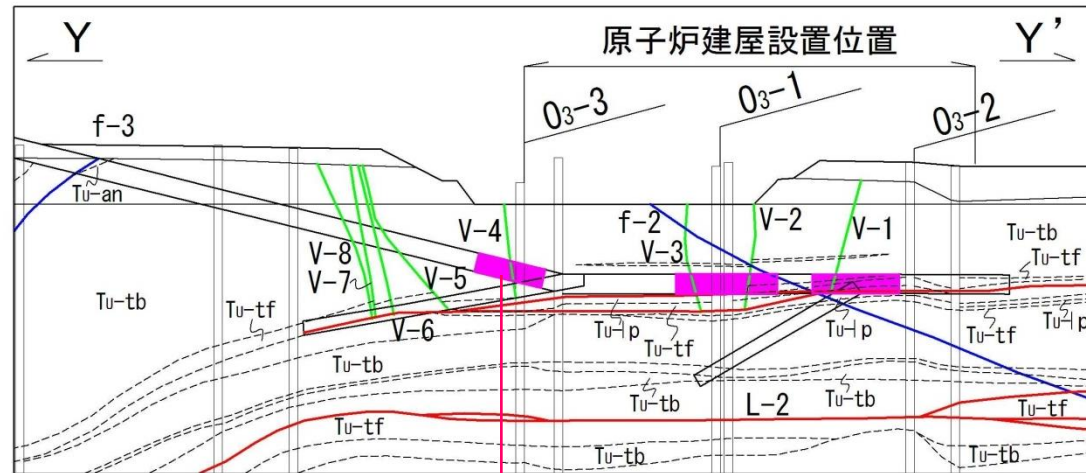


標尺 (m)	南壁	天端	北壁	記	専
20				<p>高角度の変質鉍物脈 N29° E, 58° SE 71μm状~幅0.2cmで緑色を呈する。 鏡肌, 条線あり。</p>	<p>高角度の変質鉍物脈 (V-3) N10° E, 70° E 幅1cm~15cmで緑色及び黄褐色を呈する。 東落ちで見かけ鉛直変位量は約70cmである。鏡肌, 条線あり。</p>
25				<p>高角度の変質鉍物脈 N72° E, 62° S 挟在物なし。</p>	
30				<p>高角度の変質鉍物脈 N5° E, 70° E~90° W 71μm状~幅0.1cmで緑灰色を呈する。 鏡肌あり。</p>	
35				<p>高角度の変質鉍物脈 N2° E, 85° E 71μm状~幅0.5cmで緑灰色を呈する。 鏡肌あり。</p>	
40				<p>高角度の変質鉍物脈 N22° W, N72° E 鏡肌あり。</p>	



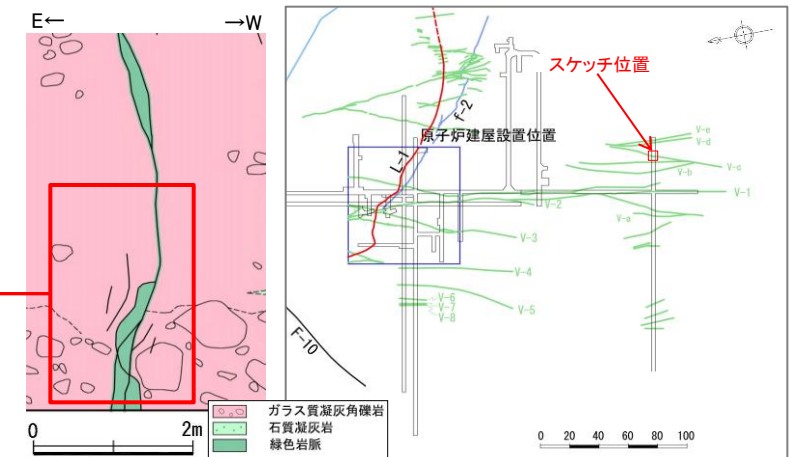
# 高角度の変質鉍物脈の性状 (V-4, 試掘坑)

➤ 試掘坑における高角度の変質鉍物脈V-4は、東側に傾斜し、幅は0.1cm~10cmであり、見かけ鉛直変位量は不明である。



# 高角度の変質鉍物脈の詳細性状 (V-c, 試掘坑)

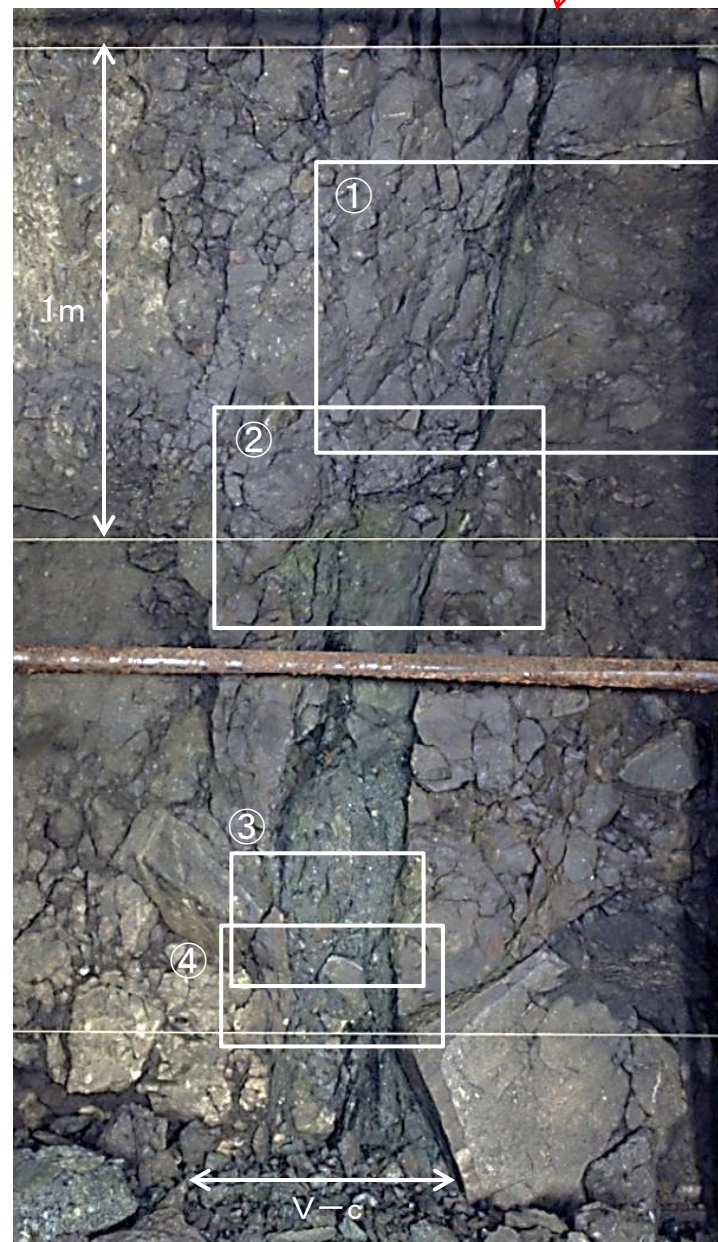
- 母岩と変質鉍物脈の境界は、直線的でなく起伏が著しい。また、変質鉍物脈の幅は上方で不連続に狭くなり、節理状となる。母岩の節理面の一部は緑色化している。
- 変質鉍物脈中には、上下方向に連続するせん断面は認められない。
- 変質鉍物脈中には多数の安山岩礫が含まれるが、礫の再配列等は認められない。
- 変質鉍物脈は、硬質部を主体とし、葉片状をなすやや軟質な部分は上下方向に連続しない。  
⇒高角度の変質鉍物脈は、熱水変質の特徴を保持し、熱水変質を受けて以降、変位を生じていない。



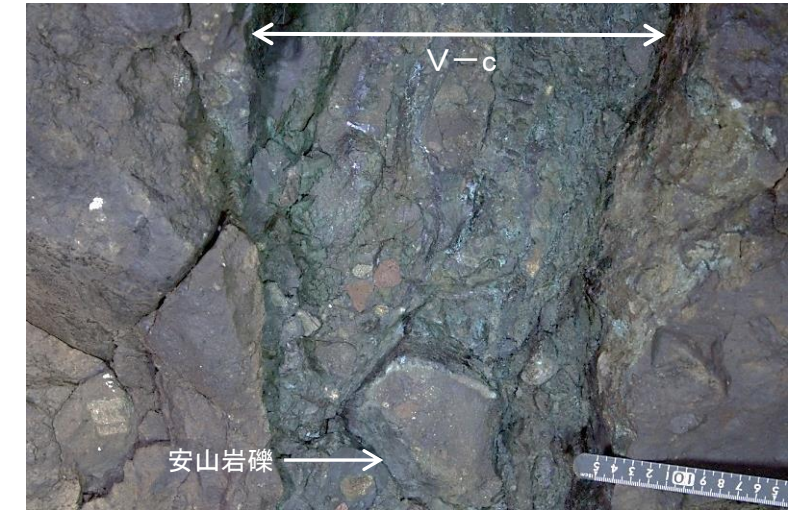
V-cスケッチ(試掘孔掘削時)及び位置図



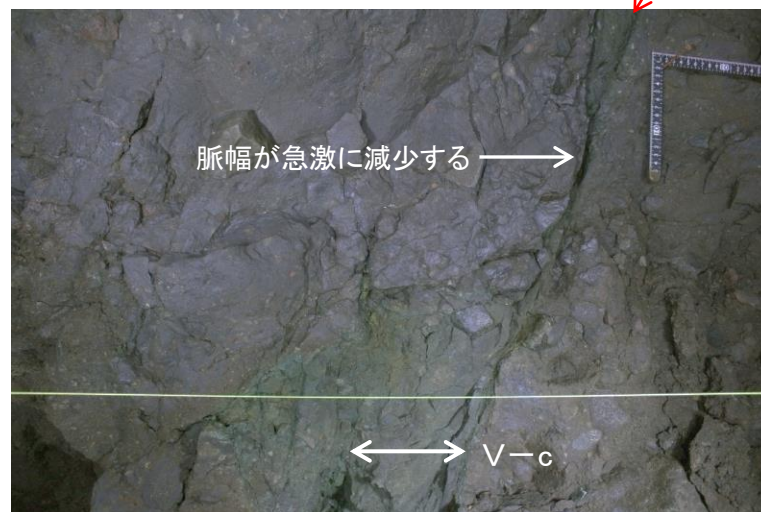
①変質鉍物脈と母岩の境界は直線的ではなく起伏が激しい。上方では脈幅が狭くなり、節理状となる。



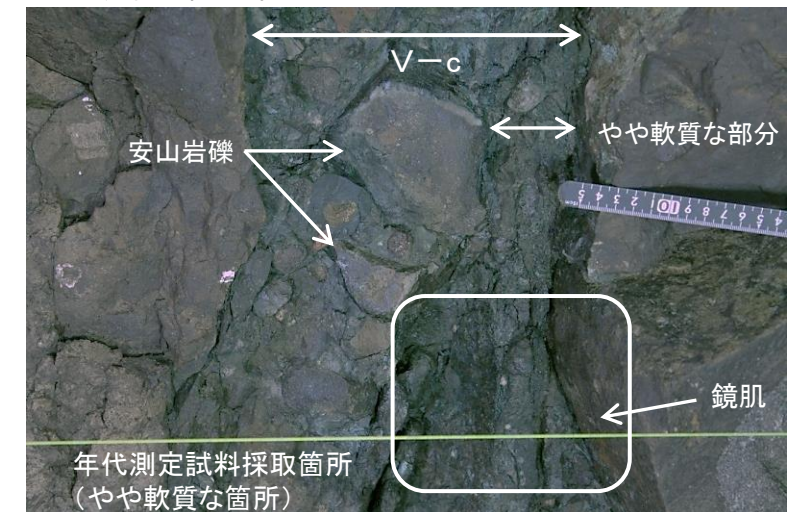
試掘坑南壁V-c全景



③硬質で暗緑色を呈する脈中に大小様々な安山岩礫が含まれるが、再配列等は認められない。脈と母岩の境界は直線的ではなく起伏が著しい。



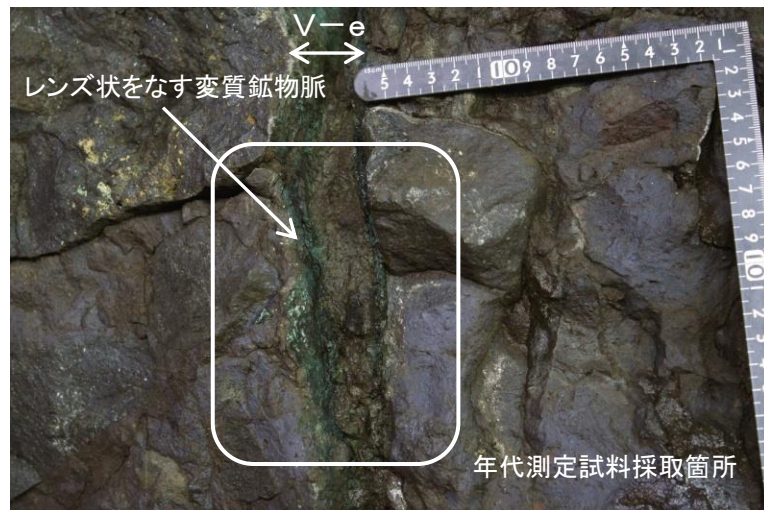
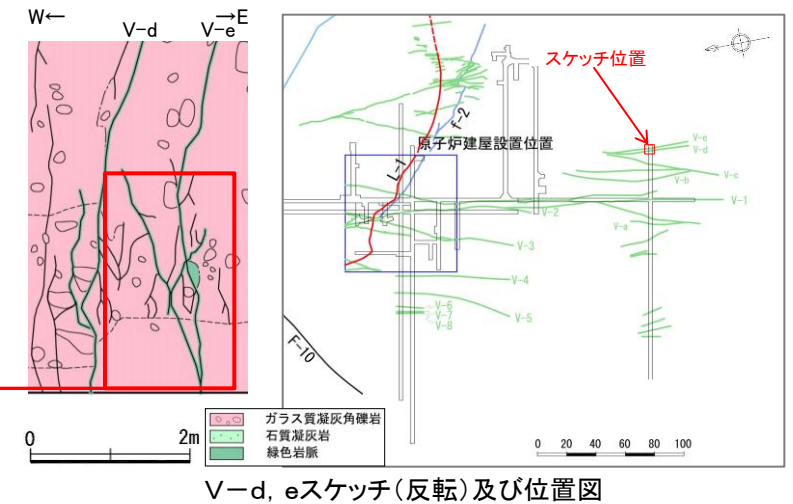
②変質鉍物脈の幅の膨縮が著しく、上方で薄くなり節理状となる。



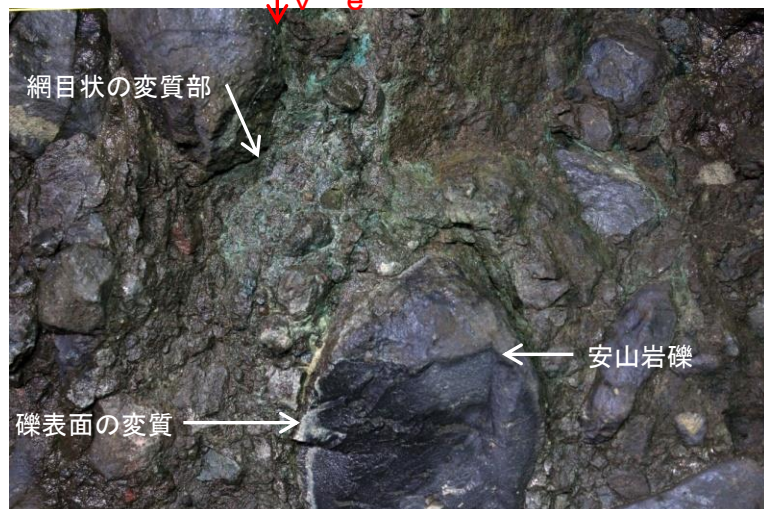
④硬質な暗緑色を呈する脈中にレンズ状～葉片状をなすやや軟質な部分が不連続に分布する。脈と母岩の境界は直線的ではなく湾曲する。

# 高角度の変質鉍物脈の詳細性状(V-e, 試掘坑)

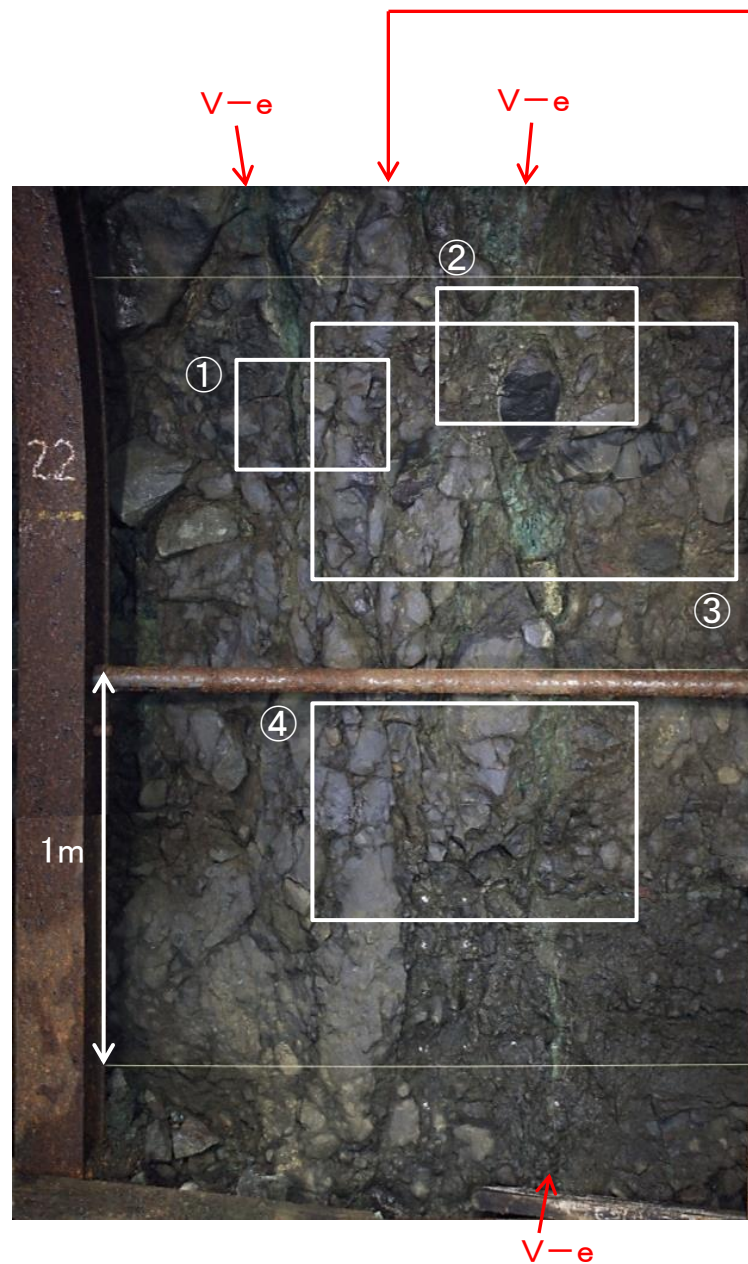
- 変質鉍物脈は、部分的に脈幅が膨縮し、礫部を避けて屈曲・湾曲し、全体に直線性に乏しく、連続するせん断面は認められない。
- 上下で節理状の細脈に分岐し、上下方向の連続性に乏しい。母岩の節理面の一部は緑色化している。
- 母岩と変質鉍物脈の境界は、直線的でなく起伏が著しい。また、変質鉍物脈の幅は上方で不連続に狭くなり、節理状となる。母岩の節理面の一部は緑色化している。
- 変質鉍物脈中には多数の安山岩礫が含まれるが、礫の再配列等は認められない。
- 変質鉍物脈は、硬質部を主体とし、葉片状をなすやや軟質な部分は上下方向に連続しない。  
⇒高角度の変質鉍物脈は、熱水変質の特徴を保持し、熱水変質を受けて以降、変位を生じていない。



①変質鉍物脈は、レンズ状(幅約3cm, 内部は硬質)に厚くなっているが、脈は下方で急激に薄くなり、上方では消滅している。



②直線性に乏しく幅の狭い変質鉍物脈が礫間を通る。脈に接する礫表面がわずかに変質している。



試掘坑北壁V-e全景



③変質鉍物脈は部分的にポケット状(軟質な緑色粘土鉍物を挟む)に厚くなるが、上下に節理状の細脈となる。



④2条の変質鉍物脈は、写真より下方で会合し、1条となる。

# 変質鉱物脈の鉱物・化学組成

▶ 変質鉱物脈の鉱物・化学組成について、X線分析結果と化学組成に対応関係のあるものについて再整理した。

	鉱物組成	化学組成
高角度の変質鉱物脈	・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, α- 鱗珪石等からなる白色珪質脈より構成される。	・低角度の変質鉱物脈に比べてMgが少なく, Fe, Kが多い。
低角度の変質鉱物脈	・セピオライトを主体とした褐色脈からなり, その他にモンモリロ ナイト等より構成される。	・高角度の変質鉱物脈に比べてFe, Mn, Mgが多い。
考 察	・高角度の変質鉱物脈と低角度の変質鉱物脈は, 変質鉱物種及び化学組成が異なっていることから, 異なった成分の熱水により 形成されたと考えられる。	

変質鉱物脈及び母岩のX線分析結果

	試料番号	斜長石	セピオライト	セラドナイト	モンモリロナイト	磁鉄鉱	針鉄鉱	石英	α-鱗珪石	方解石	対象
高 角 度 の 変 質 鉱 物 脈	V-1-b						○	○			珪質岩(V-1)
	V-2-b	○							○		珪質岩(V-2)
	V-1-c	○		○	○						変質した母岩
	v-c	○		○	○						変質した母岩
低 角 度 の 変 質 鉱 物 脈	L-1-1	○	○							+	T.P.約-16m(L-1)
	L-1-2	○	○		○						T.P.約-16m(L-1)
	L-2-1	○	○			+					T.P.約-38m(L-2)
	L-3-1	○	○			+					T.P.約-65m(L-3)
	L-3-2	○	○			○					T.P.約-65m(L-3)

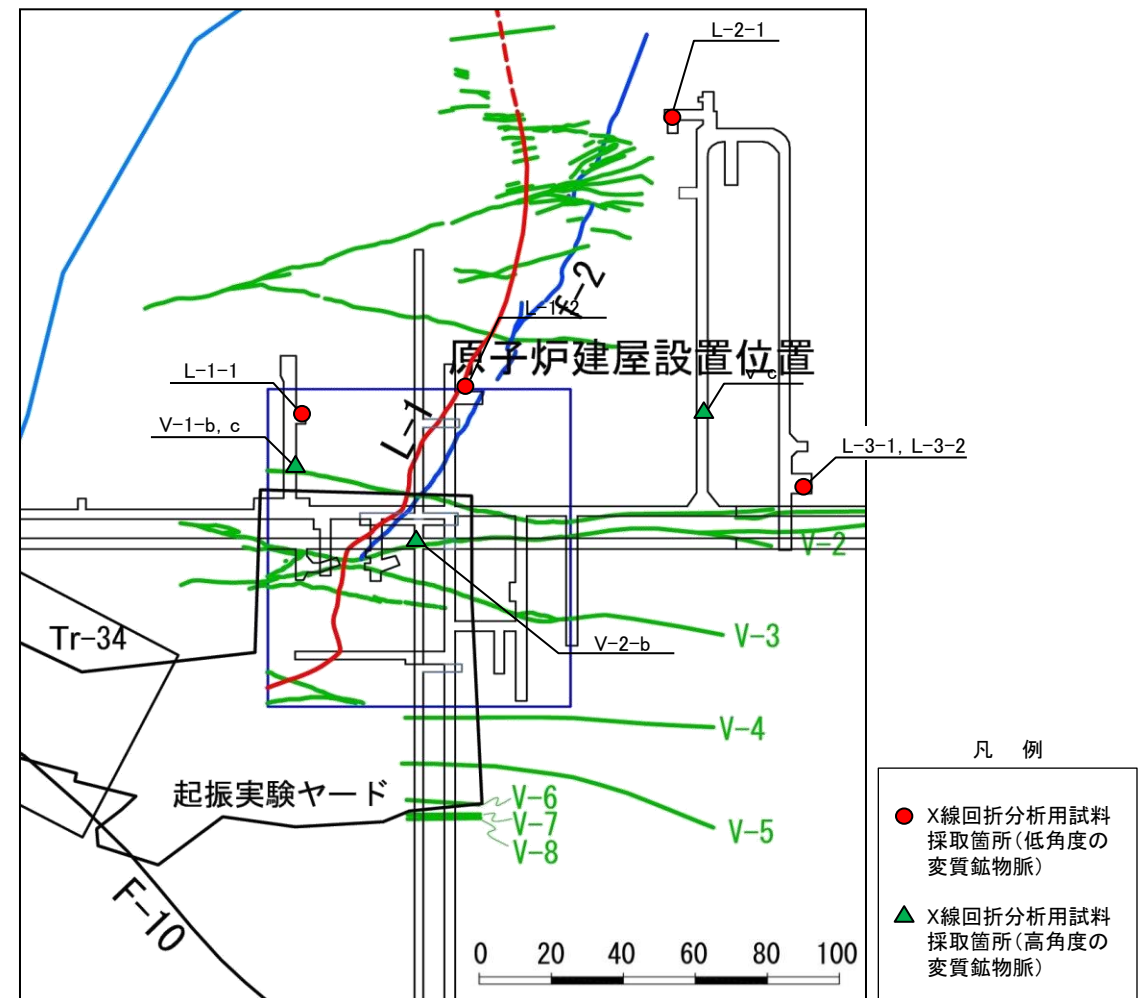
○:存在 +:微量

変質鉱物脈及び母岩の化学組成

	試料番号	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	※FeO <sub>x</sub>	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	total
高 角 度 の 変 質 鉱 物 脈	V-1-b	89.44	0.01	0.06	7.27	0.04	0.08	0.03	0.06	0.04	0.12	97.15
	V-2-b	80.13	0.09	2.00	5.34	0.02	1.20	0.80	0.61	0.87	0.05	91.11
	V-1-c	50.16	0.19	5.03	18.20	0.05	3.40	2.24	1.58	2.67	0.01	83.53
	v-c	51.27	0.53	13.62	10.13	0.07	4.28	6.46	2.40	1.42	0.01	90.19
低 角 度 の 変 質 鉱 物 脈	L-1-1	51.79	0.13	3.67	10.12	0.88	12.58	1.33	0.65	0.19	0.03	81.37
	L-1-2	52.43	0.30	7.40	9.98	0.62	9.44	3.25	1.25	0.47	0.05	85.19
	L-2-1	49.45	0.16	4.51	7.84	0.57	13.37	1.95	0.86	0.23	0.02	78.96
	L-3-1	54.85	0.12	4.35	9.25	0.70	11.06	0.96	0.69	0.86	0.02	82.86
	L-3-2	53.79	0.27	8.30	9.64	0.50	9.70	2.03	1.11	1.31	0.05	86.70

※FeO<sub>x</sub>=Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>×0.9+FeO

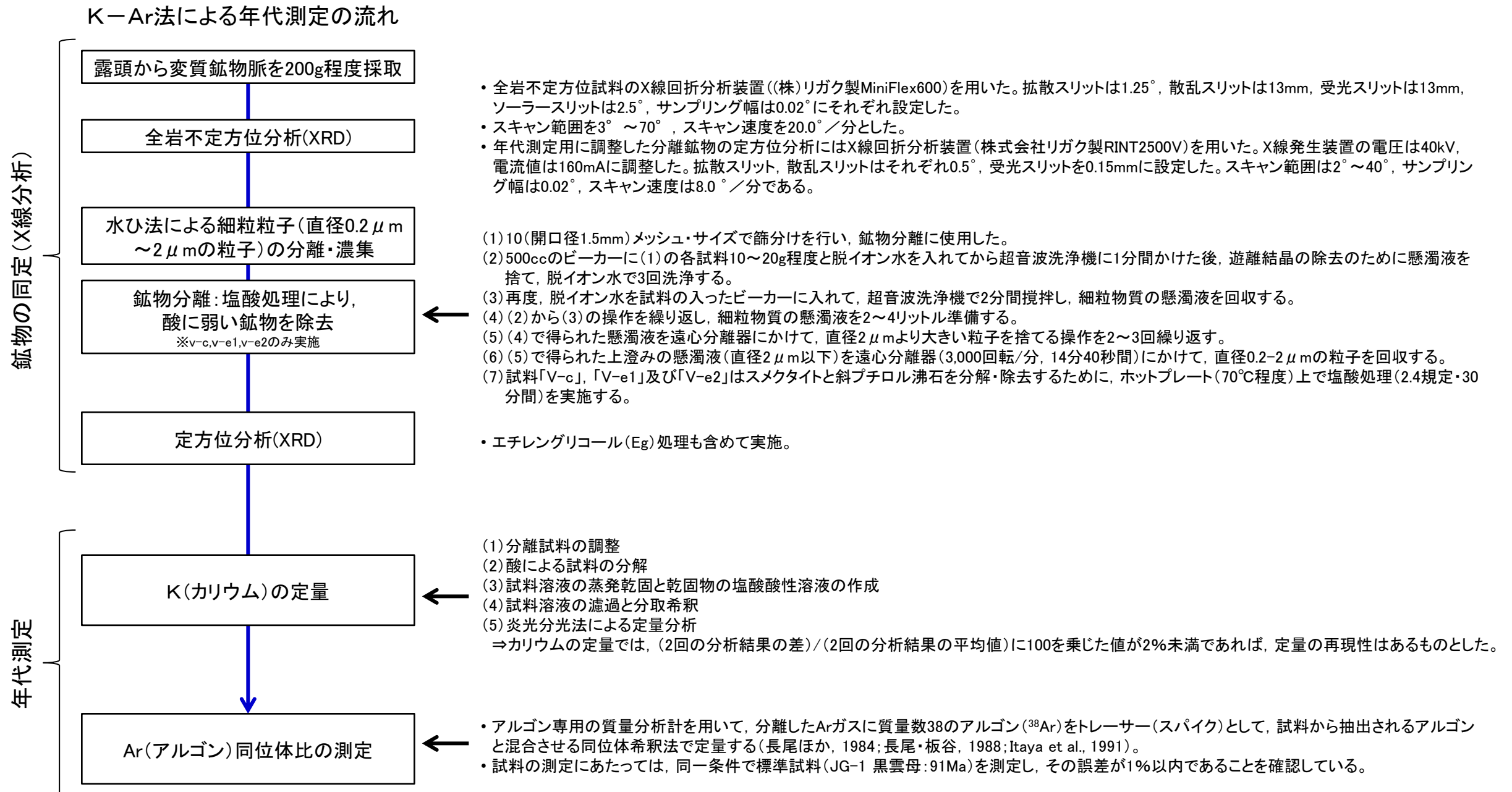
単位:wt%



分析試料採取位置図

# K-Ar法による年代測定の流れ

- K-Ar法による年代測定は以下の手順で行った。
- 分析にあたり、変質鉍物脈を対象とすることから、水ひ、塩酸処理等を行いXRD分析を行った上で、カリウムの定量、アルゴン同位体比の測定を行った。





# セラドナイトの特徴に関する文献

- セラドナイトは、XRDでは、10Å(2θ=8°)に明瞭なピークが現れ、シャープなXRDプロファイルを示す雲母粘土鉱物である。
- K<sub>2</sub>O含有量は、最大で9.5%~10%である。  
⇒緑色の高角度変質鉱物脈(v-c, v-e1, v-e2)の粘土鉱物(K-Ar年代測定試料)は、主としてセラドナイトからなる。

Odin et al.(1988)に加筆

Table 12. Comparison of mineralogical observations for celadonite and glauconitic minerals.

Factor	Celadonite	Glauconitic minerals
Mineralogy	10Å sheet silicate	10Å sheet silicate
Main octahedral cation	Iron, mainly ferric	Iron, mainly ferric
Interlayer cations	High content	from low to high
K <sub>2</sub> O maximum	9.5-10.0%	8.5-9.0%
X-ray diagrams	Sharp peaks	Broad peaks
I.R. spectra	Sharp bands some are specific	Broad bands some are specific
Crystal form	Well-shaped laths	Globules to irregular blades
Crystal size	Max. 15 to 30 μm (length)	Max. 5 to 10 μm (diameter)
Tetrahedral Al	Low, <0.2/4 sites	0.25. to 0.50/4 sites
Octahedral Mg	0.6-0.8/2 sites	0.3-0.5/2 sites

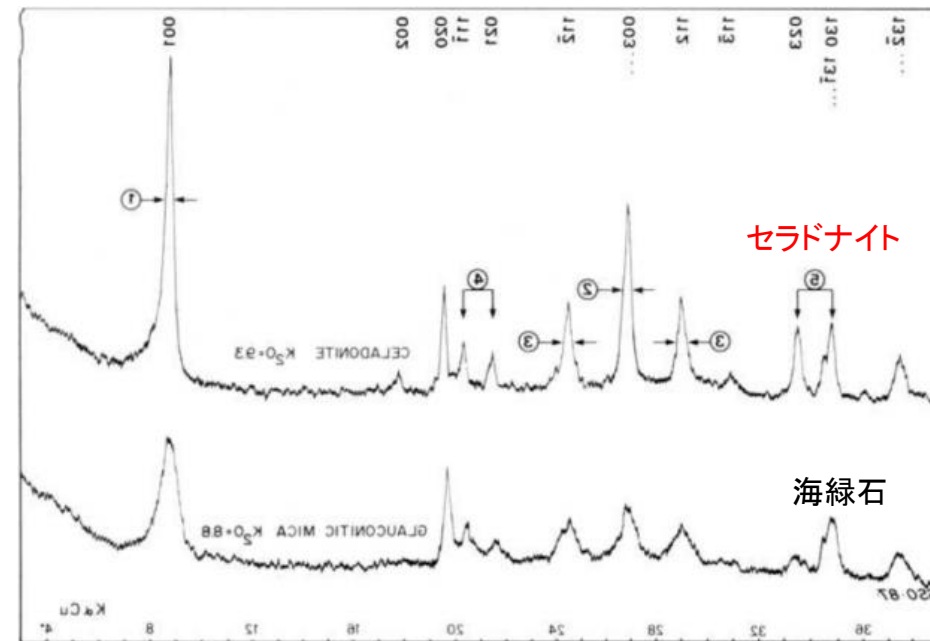
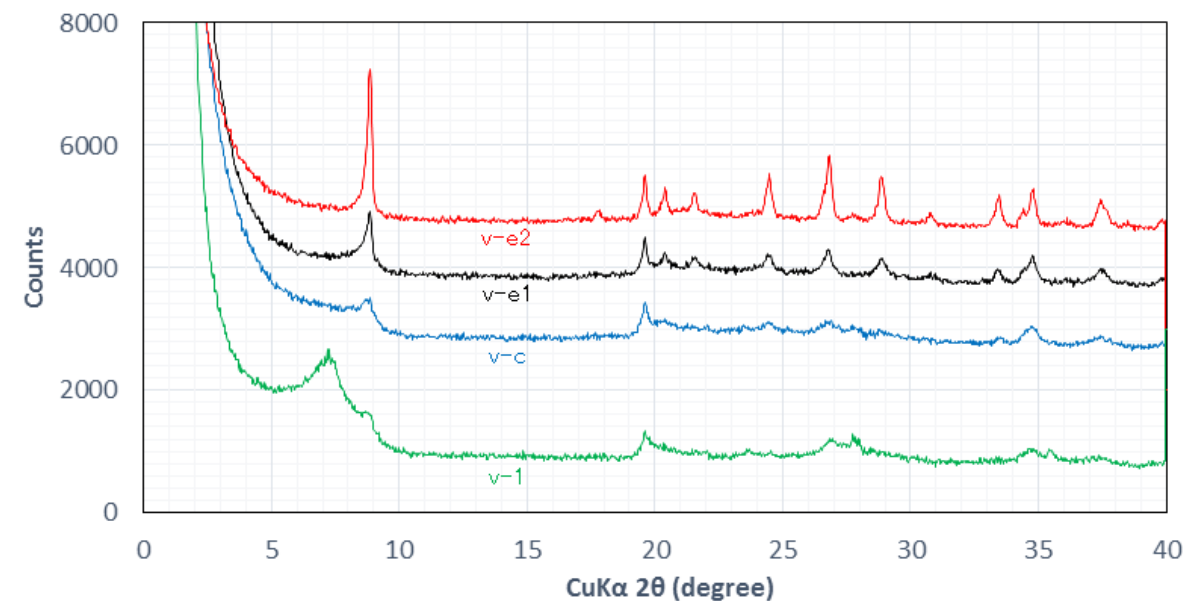


Figure 7. Comparison of X-ray diffraction patterns for potassium-rich celadonite and glauconitic mica. The celadonite is from a vein at Monte Baldo; the glauconitic mica is from the Late Cretaceous of southeastern France (Conard et al., 1982). When similar conditions of diffraction and recording are used, the difference between the two minerals may be observed by looking at 1) the width of the 001 peak; 2) the width of the 003 peak; 3) the width of the 112 and 112<sup>-</sup> peaks; 4) the shape of the 111<sup>-</sup> and 021 peaks; 5) the relative height of peaks 023 and 130. (After Odin and Delamare, 1986)

Odin et al.(1988)に加筆  
(X線チャートは左右反転)



X線回折分析結果

# セラドナイトの生成温度に関する文献

➤ Odin et al.,(1988)は、酸素同位体温度計から求められたセラドナイトの生成温度は6°C~84°Cとしており、高いものでは生成温度が50°C~100°Cのものもあるとしている。

**Table 14.** Oxygen isotopic data for celadonite and associated minerals; corresponding approximate temperatures are quoted.

Minerals	$\delta^{18}\text{O}$		Calculated T (°C)		Comments
	SMOW%	$\delta^{18}\text{O}_{\text{W}} = 0\text{‰}$	$\delta^{18}\text{O}_{\text{W}} = -1\text{‰}$		
1 Celadonite	21.4	26 <sup>b</sup>	-		Vein, with goethite and calcite
2 Celadonite	21.9	22 <sup>b</sup>	-		Vein, with ferric oxides
2 Calcite	33.2	7 <sup>c</sup>	-		In last phase
3 Celadonite	19.5	35 <sup>d</sup>	-		Zoned vesicle fillings of celadonite and nontronite
3 Nontronite	22.9	35 <sup>e</sup>	-		
4 Celadonite	23.2	-	9 <sup>b</sup>		Celadonite lenses in sheet flows, with minor nontronite
4 Celadonite	23.8	-	6 <sup>b</sup>		
4 Quartz	34.4	-	20 <sup>h</sup>		Massive chert from borders
5 Celadonite	23.7	-	14 <sup>d</sup>		In vein with minor nontronite
5 Green clay	21.4	-	26 <sup>d</sup>		Vein, mixture celadonite-nontronite
5 Calcite	30.6	-	9 <sup>f</sup>		
5 Calcite	26.4	-	29 <sup>f</sup>		In interpillow area with celadonite-nontronite and chert
5 Quartz	32.1	-	35 <sup>g</sup>		Massive chert in interpillow area with celadonite, nontronite and calcite
5 Saponite			53 <sup>e</sup>		
6 Celadonite	17.1	52 <sup>b</sup>	-		Scoriaceous top of basaltic flow : amygdules filled with celadonite ; chert with celadonite and calcite
6 Quartz	28.5	52 <sup>h</sup>	-		
6 Celadonite	16.2	59 <sup>b</sup>	-		Upper part of vesicular zone : vesicles filled with intergrowth of celadonite and saponite
6 Saponite	23.6	65 <sup>i</sup>	-		
6 Celadonite	14.6	72 <sup>b</sup>	-		Veins and vesicle fillings in the lower part of the vesicular zone
6 Saponite	21.3	84 <sup>i</sup>	-		
6 Celadonite	13.4	84 <sup>b</sup>	-		Vesicular zone
6 Saponite	20.9	88 <sup>i</sup>	-		Vesicular zone

1) Leg 35, D.S.D.P., Bellingshausen Abyssal Plain (Kastner and Gieskes, 1976); 2) Leg 34, D.S.D.P., Nazca Plate (Seyfried et al. 1978); 3) Peru-Chile Trench (Stakes and O'Neil, 1982); 4) Troodos ophiolite, Cyprus (Desprairies, unpublished); 5) Legs 51-53, Bermuda Rise (Böhlke et al., 1984); 6) Leg 81, D.S.D.P., Rockall Plateau (Desprairies et al., 1984 and unpublished). a) Assuming formation in equilibrium with Cretaceous sea-water (Shackleton and Kennett, 1975). Fractionation factors for b) glauconite (Savin and Epstein, 1970); c) calcite (Craig, 1957); d) - e) illite and smectite (Yeh and Savin, 1977); f) calcite (O'Neil et al. 1969); g) quartz (Knauth and Epstein, 1976); h) quartz (Clayton et al., 1972); i) Mg-smectite (Escande, 1983).

# 粘土鉱物のK-Ar法に関する文献

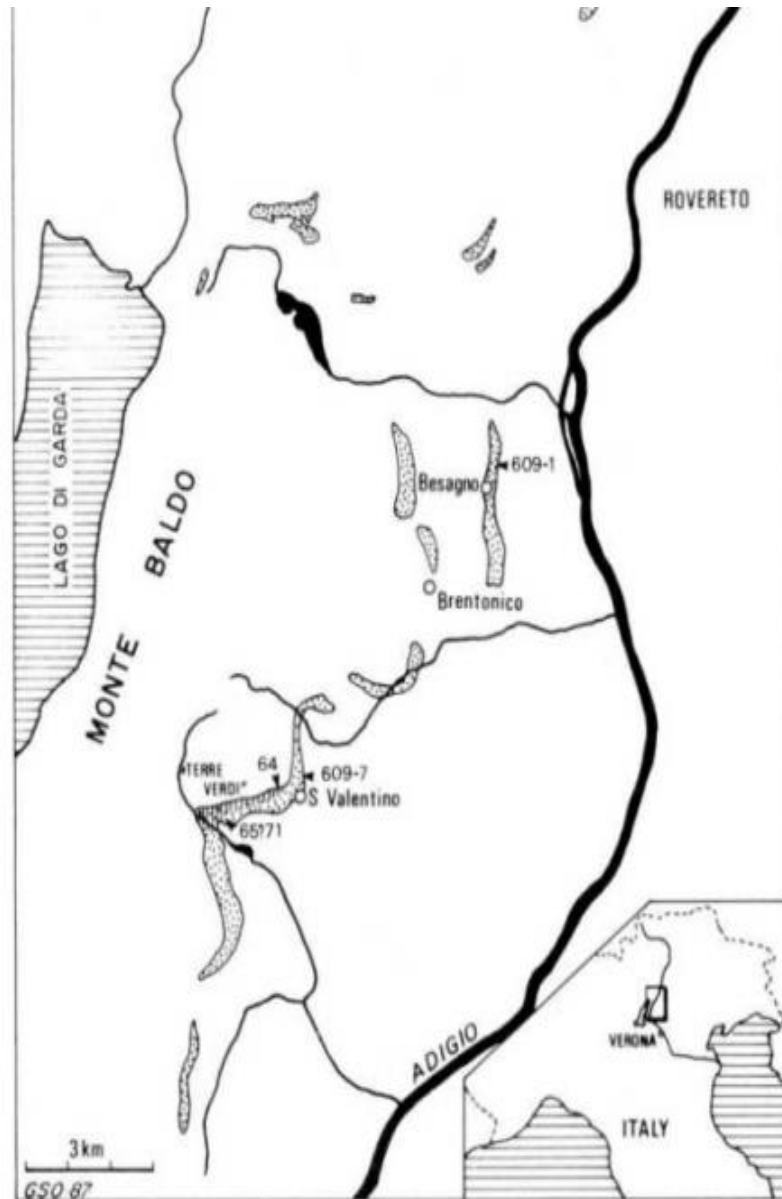
- 粘土鉱物を対象にしたK-Ar法による年代測定に関する文献収集を行った。
- 植田・鈴木(1973)は、東北～北海道に分布する新第三系のセラドナイトについてK-Ar法による年代測定を行い、その年代を約14.5Ma～4.9Maとしている。
- John K. et. al. (2014)は、片麻岩中のノトロナイトの変質によって生成したセラドナイトについてK-Ar法による年代測定を行い、セラドナイトはK<sub>2</sub>Oを～9%含み、K-Ar法による年代測定によって年代決定が可能としている。

熱水変質粘土鉱物のK-Ar法による年代測定に関する文献

著者	論文名及び要旨	対称鉱物	試料数	K-Ar年代 (Ma)
植田良夫 他(1973)	【東北日本産海緑石とセラドナイトのK-Ar年代】 東北地方の主に中新世の西黒沢階～女川階の海成層に含まれる続成作用によって形成された海緑石と火山砕屑岩、層状マンガン鉱床等に含まれる熱水変質により形成されたセラドナイトのK-Ar年代測定を行った。全試料のK-Ar年代は4.9～14.8m.yを示し、測定に伴う誤差、試料自体の課題、鉱物の形成過程での課題等があるものの、胚胎層準の年代より若い値を示しており、続成時期、変質時期を示すものと考えられる。	海緑石	11	約5.7～14.8
		セラドナイト	13	約4.9～14.7
Odin et al. (1988)	【セラドナイトと海緑石のK-Ar年代】 海外で産出したセラドナイトと海緑石の生成年代についてまとめており、セラドナイトのK-Ar年代とRb-Sr年代測定結果の比較を行い、両者の年代値が概ね一致していることを示している。	セラドナイト 海緑石	多数	多数
関根亮太 他(1995)	【北部九州、小鹿田-山国金鉱床地域の火山活動・熱水変質作用の時期】 豊肥火山岩地域の熱水変質岩及び非変質火山岩のK-Ar年代測定を行い、K-Ar年代より熱水作用が火山活動の最終時期に起きたと結論している。	セリサイト	4	約3～4
		火山岩 (非変質)	3	約3～5
濱崎聡志(1966)	【熊本県天草地域の火成活動とセリサイト化熱水変質作用のK-Ar年代】 天草地域の石英斑岩、花崗閃緑岩及びセリサイト脈のK-Ar年代測定を行い、K-Ar年代より火成岩類の貫入時期、熱水変質時期を考察している。	セリサイト	2	約16
		火成岩	2	約14～17
花室孝広他(2008)	【紀伊半島南部、本宮および十津川地域の温泉周辺の熱水活動史】 四万十帯中の熱水変質帯を構成するセリサイトのK-Ar年代測定を行い、熱水によるセリサイト生成時の年代を決定している。	セリサイト	3	約12～14
John K. et. al.(2014)	【Timing and Significance of Celadonite Alteration in Graphitic Schist on southern Eyre Peninsula, South Australia】 Uley黒鉛鉱床の黒鉛片岩及びSleaford Bayの海蝕崖の片麻岩中のノトロナイト変質に関連して生成したセラドナイトを対象にK-Ar年代測定により変質時期を考察している。	セラドナイト	1 Sleaford 湾	約46
			1 Uley鉱床	約15

# セラドナイトのK-Ar法による年代測定に関する文献

- Odin et al. (1988)は、海外で産出したセラドナイトの生成年代をまとめている。
- これらの研究は、セラドナイトのK-Ar法による年代とRb-Sr法による年代測定結果の比較を行い、両者の年代値が概ね一致していることを示している。



**Table 15.** K-Ar ages of celadonite and volcanics stratigraphically interlayered in the Biarriziano from Monte Baldo (Southern Alps).

Geochronometer		K %	% rad.	Apparent age ± 2σ
Whole-rock basalt San Valentino	609.7	0.66	63.7	36.5 ± 2.0 (1)
Same sample as above	609.7	0.66	49.3 *	35.5 ± 1.8 * (2)
Plagioclase Besagno	609.1	1.26 *	96.0 *	40.4 ± 0.8 * (1)
Vesicular dark Celadonite San Valentino	C64a	7.74	84.8	29.7 ± 0.8 (1)
Vesicular light Celadonite San Valentino	C64b	6.72	57.1	27.0 ± 1.4 (2)
Celadonite vein (light) Brentonico	C71b	6.47	70.9	30.1 ± 1.5 (2)
Celadonite vein (dark) Brentonico	C71a	7.41	75.7 *	31.6 ± 1.6 * (2)
Celadonite vein "Brentonico" (BM 1921)	C65	8.04	86.1	30.1 ± 0.8 (2)
Vesicular Celadonite Castellano	C44a	7.35	71.0 *	28.5 ± 1.4 * (2)

1) Odin et al. (1986); 2) unpublished argon analyses by M. Zelveler in Brest.  
\* mean of 2 measurements.

**Table16.** Rb-Sr ages of Eocene celadonites from the Monte Baldo area.

	Rb (ppm)	Sr (ppm)	<sup>87</sup> Rb/ <sup>86</sup> Sr	<sup>87</sup> Sr/ <sup>86</sup> Sr	Apparent age ± 2σ
Vesicular celadonite Castellano, C44a	199.8	4.35	133.4	0.75452	24.8 ± 0.6 (1)
Vesicular dark celadonite San Valentino, C64a	398.7	5.05	230.8	0.80264	29.1 ± 0.6 (2)
Celadonite vein Brentonico, (British Museum sample), C65	412.5	28.6	41.9	0.72416	28.3 ± 1.0 (2)

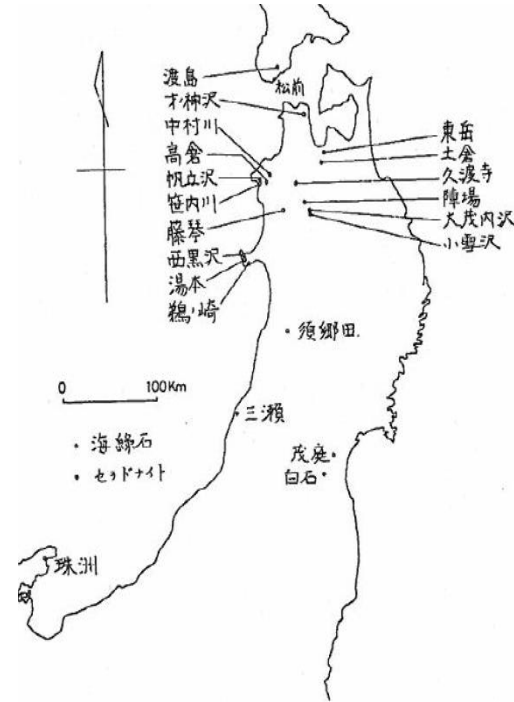
(1) using an initial <sup>87</sup>/86 Sr ratio of 0.70750 measured on calcite glomerules of the basalt  
(2) using an initial <sup>87</sup>/86 Sr ratio of 0.70736 measured on calcite from overlying sediment  
\*(Data by P.D. Fullagar in Chapel Hill)

**Figure 19.** Sample locations for celadonite-bearing volcanics from the Monte Baldo area. Volcanics are dotted. The area where celadonite is abundant is dashed. It is called *Terre Verdi*.

Odin et al. (1988)

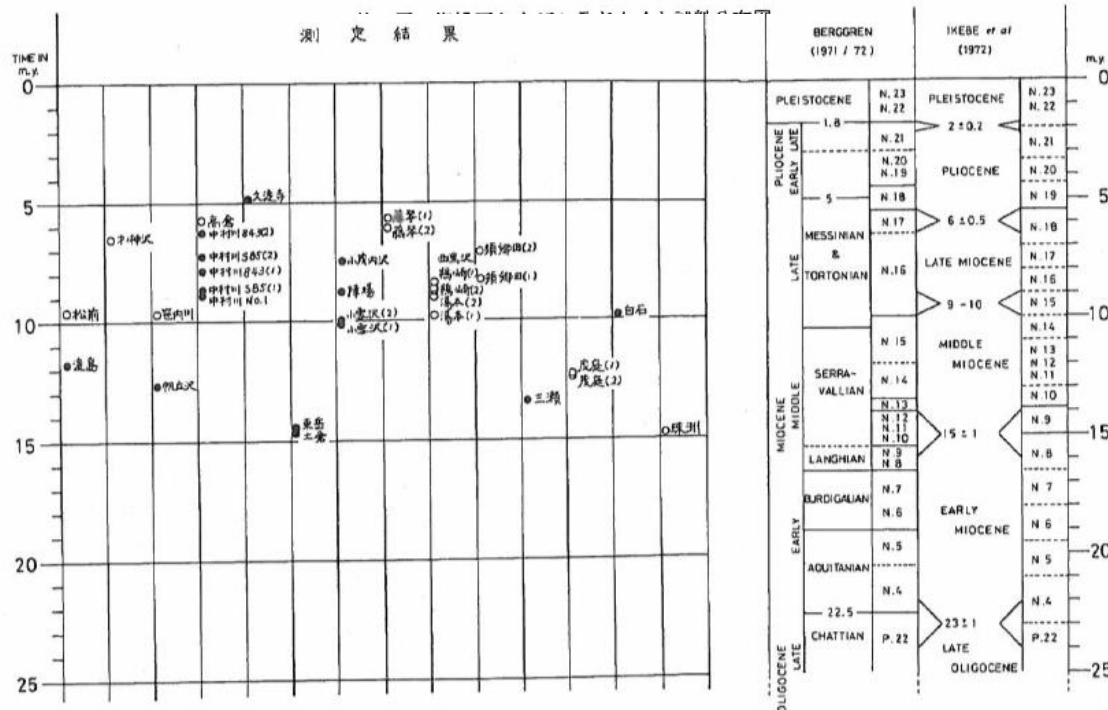
# セラドナイトのK-Ar法による年代測定に関する文献

- 植田・鈴木(1973)は、東北日本において、新第三系の地層に含まれるセラドナイトのK-Ar法による年代を多数報告している。
- 東北地方のセラドナイトの生成年代は、中新世以降であることを示している。



第2表 海緑石及びセラドナイトのK-Ar年代

番号	分析番号	試料名	鉱物	試料量 (gr)	K %	<sup>36</sup> Ar <sup>at</sup> / <sup>39</sup> Ar	<sup>40</sup> Ar <sup>T</sup> / <sup>39</sup> Ar	<sup>40</sup> Ar <sup>R</sup> / <sup>39</sup> Ar	<sup>40</sup> Ar <sup>R</sup> / <sup>39</sup> K	Air correction %	Calculated Age(×10 <sup>5</sup> yr)
1	1039	松前	海緑石	1.0418	1.99	2.64920	3.244150	0.21661	0.000565	81.66	9.6
2	1048	オノ神沢	"	1.0909	4.42	1.48000	1.78812	0.30119	0.00038	82.77	6.4
3	831	笹内川	"	1.0371	4.35	0.00130	0.51496	0.12387	0.000573	74.72	9.7
4	844	高倉	"	1.0864	4.13	0.00142	0.49064	0.06980	0.000344	85.67	5.8
5	815 847	藤琴	"	1.0654 1.0457	4.71	0.00092 0.00076	0.36108 0.31332	0.08247 0.08207	0.000335 0.000362	75.42 71.80	5.7 6.1
6	842	西黒沢	"	1.0303	3.60	0.00087	0.33772	0.07968	0.000494	76.25	8.4
7	838 1015	湯本	"	1.0265 1.0140	3.81	0.00123 0.36112	0.45758 0.44401	0.09298 0.08266	0.000531 0.000576	79.57 81.33	9.0 9.8
8	830 849	鶴ノ崎	"	1.1047 1.1253	4.91	0.00056 0.00071	0.29608 0.35243	0.12980 0.13598	0.000511 0.000515	55.98 59.63	.7 .8
9	820 846	須郷田	"	1.0855 1.0157	4.44	0.00112 0.00137	0.45614 0.48769	0.11830 0.08165	0.000491 0.000420	72.68 83.15	8.3 7.1
10	833 855	茂庭	"	1.0442 1.0282	4.73	0.00100 0.00151	0.47565 0.62681	0.17336 0.17356	0.000725 0.000729	62.23 71.30	12.3 12.4
11	745	珠洲	"	1.0226	5.47	0.00040	0.28660	0.16744	0.000869	41.31	14.8
12	1049	渡島	セラドナイト	1.0282	2.32	0.83472	1.09476	0.25311	0.000687	76.25	11.8
13	827	帆立沢	"	1.0790	2.45	0.00066	0.29563	0.09398	0.000746	66.08	12.7
14	829 851	中村川843	"	1.2514 1.0355	3.15 3.63	0.00113 0.00210	0.43347 0.69708	0.09270 0.06919	0.000466 0.000345	77.16 89.17	7.9 6.3
15	822 853	中村川S 85	"	0.9230 1.0896	2.88 2.73	0.00094 0.00129	0.35083 0.45172	0.07243 0.06359	0.000541 0.000433	79.31 84.53	9.2 7.3
16	739	中村川No 1	"	1.0752	4.98	0.00062	0.28246	0.09818	0.000550	64.97	9.4
17	848	久渡寺	"	1.0771	2.92	0.00149	0.48391	0.04235	0.000289	91.14	4.9
18	746	東岳	"	1.0255	4.77	0.00011	0.17800	0.14045	0.000851	18.29	14.5
19	740	土倉	"	1.1356	5.14	0.00061	0.36206	0.17651	0.000866	48.75	14.7
20	845	陣場	"	1.0240	5.87	0.00059	0.33113	0.15020	0.000517	52.74	8.8
21	835	小茂内沢	"	1.0577	4.29	0.00043	0.22996	0.09639	0.000442	55.35	7.5
22	839 843	小雪沢	"	1.0162 1.1236	4.91	0.00054 0.00052	0.31453 0.31454	0.14840 0.15433	0.000598 0.000590	50.82 48.93	10.2 10.0
23	841	三瀬	"	1.1171	5.72	0.00087	0.51952	0.25571	0.000786	49.57	13.4
24	823	白石	"	1.1350	2.84	0.00020	0.15564	0.09015	0.000579	38.04	9.8



第4図 測定値  
ここに示された値は測定値そのものである。同一試料で2回測定されたものは(1), (2)を附して区別してある。また各コラムは第2図の各コラムの順序に対応する。ちなみに右端に最近提案されている絶対年代表をかかげた。ここで注意すべきことは、測定値は補正されていない値で、これから直ちに提案された地層年代に対応させることはできない。全般的に実際よりも若い時代を示す傾向があると考えられるが、もし第2図の地層の対比に従うならば、東岳、土倉、珠洲のものは最も古く、最も生成時期に近いと考えられる。

$\lambda_e = 0.585 \times 10^{-10} \text{ Yr}^{-1}$   
 $\lambda_r = 4.72 \times 10^{-10} \text{ Yr}^{-1}$   
<sup>36</sup>Ar<sup>at</sup>: atmospheric argon 36  
<sup>40</sup>Ar<sup>T</sup>: total argon 40  
<sup>40</sup>Ar<sup>R</sup>: radiogenic argon 40

# 石英の生成温度に関する文献

➤ 平ほか(1996), 吉村(2001)の温度と熱水溶液の違いによる熱水性鉱物の安定温度範囲によれば, 熱水溶液からの石英の生成温度は, 約100°C~約350°Cとされている。

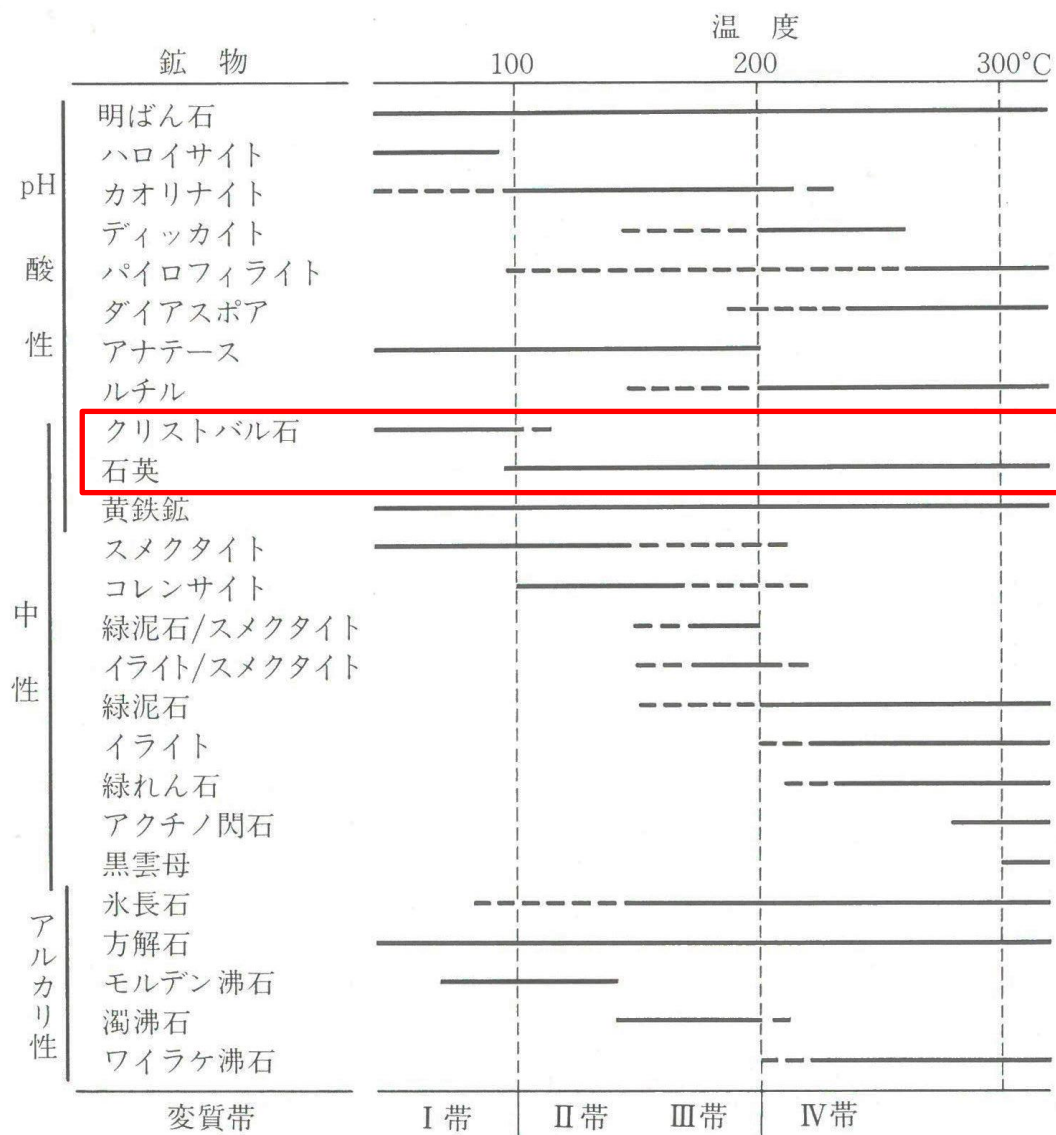
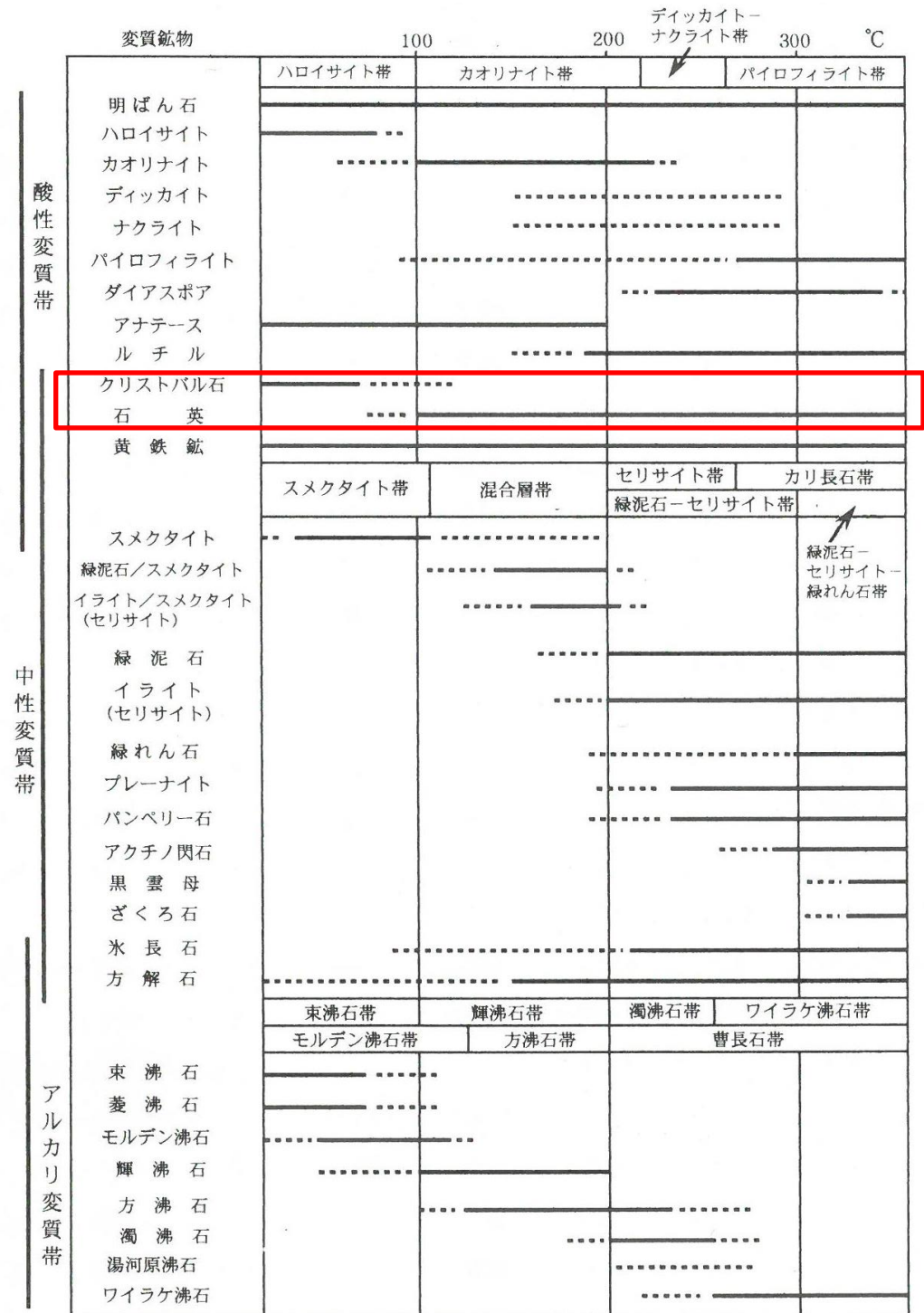


図 8.15 熱水性鉱物の安定温度範囲にもとづく変質分帯。

平ほか(1996)に一部加筆



図V-35 温度と熱水溶液の相違による変質鉱物の生成環境 ここに示した各変質帯の形成温度は一応の目安である。 Inoue(1995); 井沢(1996)をもとに編集

吉村尚久(2001)に一部加筆

# 高角度の変質鉍物脈の性状

---

# 試掘坑の高角度の変質鉱物脈の性状

- ▶ 高角度変質鉱物脈は、両盤の面が平滑ではなく起伏が著しいこと、脈幅の膨縮が著しいこと、変質鉱物(スメクタイト、セラドナイト、針鉄鉱、石英、α-鱗珪石)を含み、脈沿いに母岩が緑色化していること等から熱水変質により形成されたものである。
- ▶ 正断層センスの僅かなずれを伴うものもあるが、走向方向に変位量の変化が著しいこと、下方に連続しないこと、走向方向の連続性は数m～数100m程度であること、条線のレイクの方向も多様であること、石英に充填された部分があることから、熱水変質の特徴が強いと判断し、小断層とは区別している。

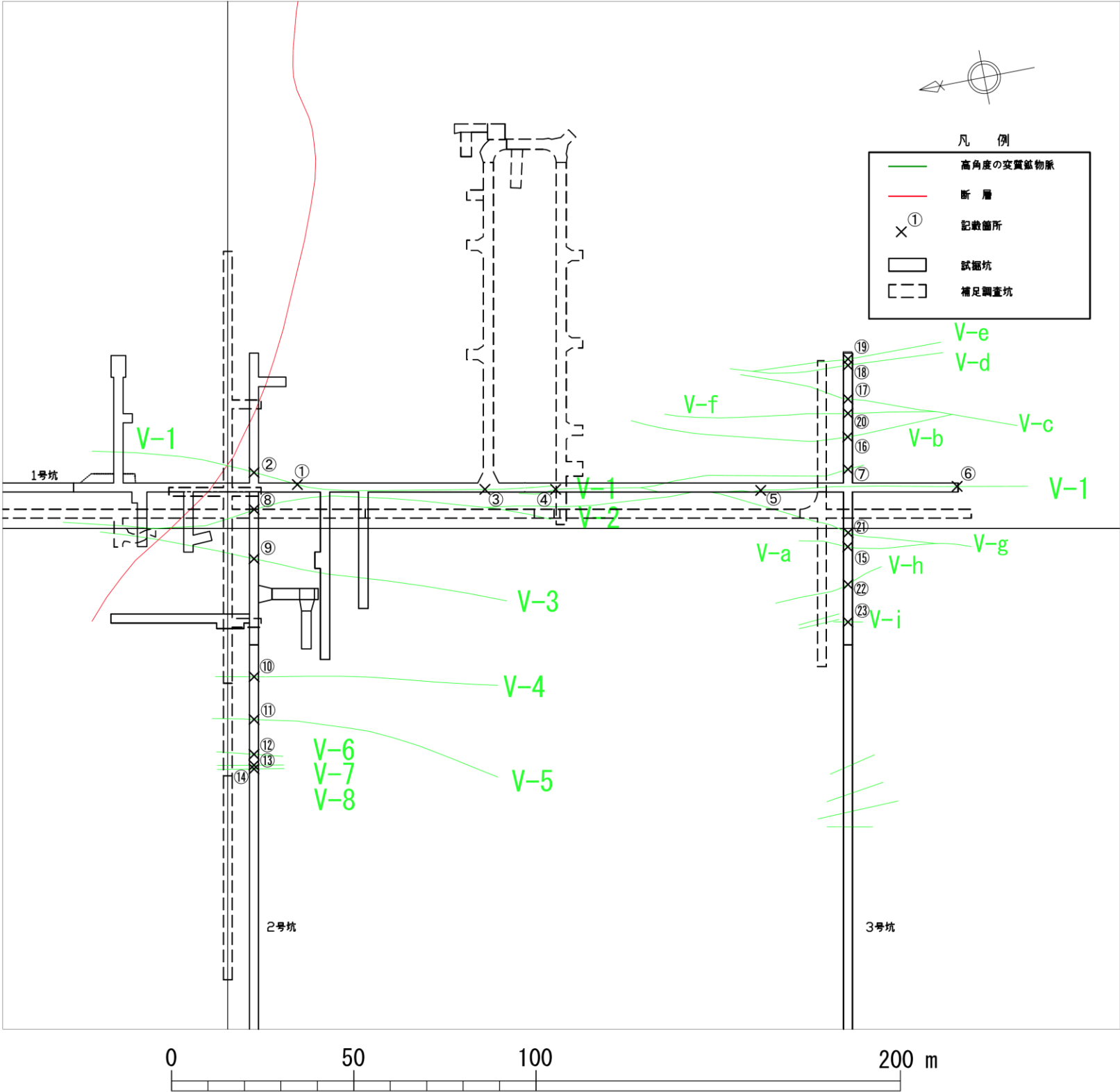
試掘坑の高角度変質鉱物脈の性状一覧表

No.	名称	確認位置	脈の方向		脈幅 (cm)	条線	鏡肌	見かけのずれ		性状
			走向	傾斜				ずれ量 (m)	落ちの方向	
①	V-1	1号坑	N 27° E N 20° E	78° W 70° W	0.1~2 3~15	20°S なし	有 なし	0.2 不明	正・西落ち 不明	緑色を呈する。 緑色を呈する。
②	V-1	2号坑	N 27° E	78° W	0.1~2	20°S	有	0.2	正・西落ち	緑色を呈し、面は湾曲する。
③	V-1	1号坑	N 12° E	88° W	3~8	70°N 30°N	有	不明	西落ち	緑色及び黄褐色を呈し、面は礫を避けるように湾曲し、分岐も多くみられる。
④	V-1	1号坑	N 9° E	84° W	0.1~0.5	64°N、45°N 10°N	有	1.8	正・西落ち	緑色を呈し面は直線的であるが湾曲している。
⑤	V-1	1号坑	N 10° E	85° W	フィルム~ 0.2	不明瞭	有	不明	不明	湾曲している、周辺約0.2~0.3mに割れ目が数条認められる。
⑥	V-1	1号坑	N 8° E	88° W	10~20	75°N 20°N	有	1.2	正・西落ち	緑色を呈する。
⑦	V-1 (派生)	3号坑	N 6° W	88° E	0.2~7	50°N 80°N	有	なし	-	一部粘土状、硬質鱗片状を呈し、脈は礫を避けるように細かく湾曲し、分岐脈が多い。
⑧	V-2	2号坑	N 7° E	76° W	3~20	不明瞭	有	1.2	正・西落ち	黄褐色～橙色の珪質岩を挟み、脈幅は膨縮が激しい。
⑨	V-3	2号坑	N 10° E	70° E	1~15	不明瞭	有	0.7	正・東落ち	緑色及び黄褐色を呈し、面は直線的で、脈幅は膨縮する。
⑩	V-4	2号坑	N 11° E	83° E	0.1~10	50°S	有	不明	不明	緑色を呈する。
⑪	V-5	2号坑	N 6° E	50° E	0.5~10	60°S	有	1.4	正・東落ち	緑色～黄褐色を呈する。
⑫	V-6	2号坑	N 13° E	76° E	フィルム~ 15	不明瞭	-	0.3	正・東落ち	鉱物脈の面は不明瞭である。緑色粘土及び黄褐色粘土を挟む。
⑬	V-7	2号坑	N 12° E	80° E	0.5~15	30°S	有	0.7	正・東落ち	緑色粘土及び黄褐色粘土を挟む
⑭	V-8	2号坑	N 13° E	65° E	1~12	90°	有	不明	不明	緑色物、緑色粘土及び黄褐色粘土を挟む。
⑮	V-a	3号坑	N 10° E	74° W	0.1~1	70°N 不明瞭	有	0.15	正・西落ち	白色鉱物及び緑色粘土を挟む。面は礫を避け細かく湾曲する。
⑯	V-b	3号坑	N 7° W	68° W	2~12	70°S	有	0.3	正・西落ち	緑色を呈する。
⑰	V-c	3号坑	N 26° E	80° E	1~8	90° 不明瞭	有	0.7	正・東落ち	緑色を呈し、分岐・消滅し、脈幅は膨縮する。
⑱	V-d	3号坑	N 2° E	90°	0.2~1	90° 20°N	有	0.5	正・西落ち	緑色を呈し、湾曲し、分岐する。
⑲	V-e	3号坑	N 12° W	90°	0.2~2	不明瞭	有	0.05	正・東落ち	緑色を呈し、著しく分岐し、礫を避けるように湾曲する。
⑳	V-f	3号坑	N 9° W	90°	1~7	0°~10°N	有	なし	-	緑色を呈し、礫を避けるように細かく湾曲する。
㉑	V-g	3号坑	N 26° E	82° E	0.1~0.2	80°N	有	なし	-	緑色及び白色を呈し、礫を避けるように湾曲する。北側底盤付近で消滅する。
㉒	V-h	3号坑	N 18° W	70° E	0.5~8	0° 50°S	有	なし	-	緑色を呈する。
㉓	V-i	3号坑	N 11° E	55° E	フィルム~6	90°	有	-	-	緑色を呈し、細かく湾曲する。

※ 次頁に観察位置を示す



# 試掘坑の高角度の変質鉍物脈の性状(位置図)



試掘坑の高角度変質鉍物脈の確認位置図

# 原子炉施設掘削面の高角度の変質鉱物脈の性状

原子炉施設掘削面の高角度変質鉱物脈の性状一覧表(1/2)

NO.	名称	建屋名	脈の方向		脈幅 (cm)	条線	鏡肌	見かけのずれ		記事
			走向	傾斜				ずれ量(m)	落ちの方向	
1	V-1	原子炉建屋	N 25° E	85° W	2~5	R45°	有	-	-	濃緑色を呈する。
2	V-1	原子炉建屋	N 30° E	80° E	0.5~2	-	有	-	-	濃緑色を呈し、フィルム状をなす。脈沿いに母岩が幅10~20cmが緑色化する。
3	V-1	サービス建屋	N 11° E	59° W	0.5~30	-	有	-	-	暗緑色を呈し、膨縮が著しい。
4	V-1	サービス建屋	N 3° E	64° W	1~6	-	-	-	-	鉱物脈下部は、濃緑色を呈し上部は褐色を呈する。上部で幅が広がる。
5	V-1	サービス建屋	N 16° E	85° E	1~3	R50°	有	-	-	濃緑色を呈する。
6	V-1	原子炉建屋	N 26° E	83° W	フィルム~ 0.1	-	有	-	-	緑色を呈し、節理状をなして礫を避けて湾曲する。
7	V-1	原子炉建屋	N 35° E	75° W	-	-	-	0.15	正・西落ち	緑色を呈し、節理状をなす。
8	V-1	原子炉建屋	N 25° E	76° W	フィルム~ 0.3	R35°	有	-	-	緑色を呈し、節理状をなす。
9	V-1	原子炉建屋	N 26° E	64° W	フィルム~1	-	有	-	-	緑色を呈し、節理状をなす。
10	V-2	サービス建屋	N 20° E	88° W	0.1~0.2	-	-	-	-	緑色を呈し、節理状をなす。
11	V-2	サービス建屋	N 30° E	79° W	1~3	-	-	-	-	緑色を呈し、珪質岩を含む。
12	V-2	8000T/C	N 25° E	87° E	0.5~1	不明	有	-	-	緑色を呈し、珪質岩を含み、フィルム状粘土を伴う。
13	V-2	8000T/C	N 40° E	75° E	1~10	-	-	-	-	緑色を呈し、固結シルトからなり、局部的にフィルム状粘土を伴う。
14	V-2	原子炉建屋	N 38° E	63° E	フィルム~ 0.2	-	有	-	-	緑色を呈し、節理状をなして湾曲する。
15	V-2	原子炉建屋	N 8° E	76° E	フィルム~ 1.5	-	-	-	-	緑色~黄褐色を呈する。
16	V-2	原子炉建屋	N 15° E	76° W	フィルム~3	L10°~ 水平	有	-	-	緑色を呈する。
17	V-2	原子炉建屋	N 25° E	58° W	フィルム	R80°	有	-	-	緑色を呈し節理状をなす。
18	V-3	原子炉建屋	N 15° E	65° E	2~3	不明	有	0~1	正・東落ち	緑色を呈し、珪質岩(幅1~2cm)からなる。下部では変位は見られない。
19	V-3	8000T/C	N 17° E	70° W	5~7	不明	有	-	-	緑色を呈し、脈の中心部に幅2~5cmで黄褐色の珪質岩を含む。
20	V-3	排気筒連絡ダクト	N 30° E	83° E	5~8	-	-	-	-	緑色を呈し、局部的に軟質化する。
21	V-3	8000T/C	N 20° E	88° E	0.3~10	-	-	-	-	緑色を呈する。
22	V-3	原子炉建屋	N 15° E	62° E	フィルム~ 0.1	-	有	-	-	緑色を呈する。
23	V-3	原子炉建屋	N 34° E	70° E	フィルム	-	有	-	-	緑色を呈し、これに沿って、幅約5cm程度で割れ目が発達する。
24	V-3	原子炉建屋	N 38° E	58° E	フィルム~ 0.1	L10°	有	-	-	緑色を呈する。
25	V-3	原子炉建屋	N 28° E	70° E	フィルム	-	有	-	-	緑色を呈し、これに沿って割れ目が発達する。

※ 次頁に観察位置を示す

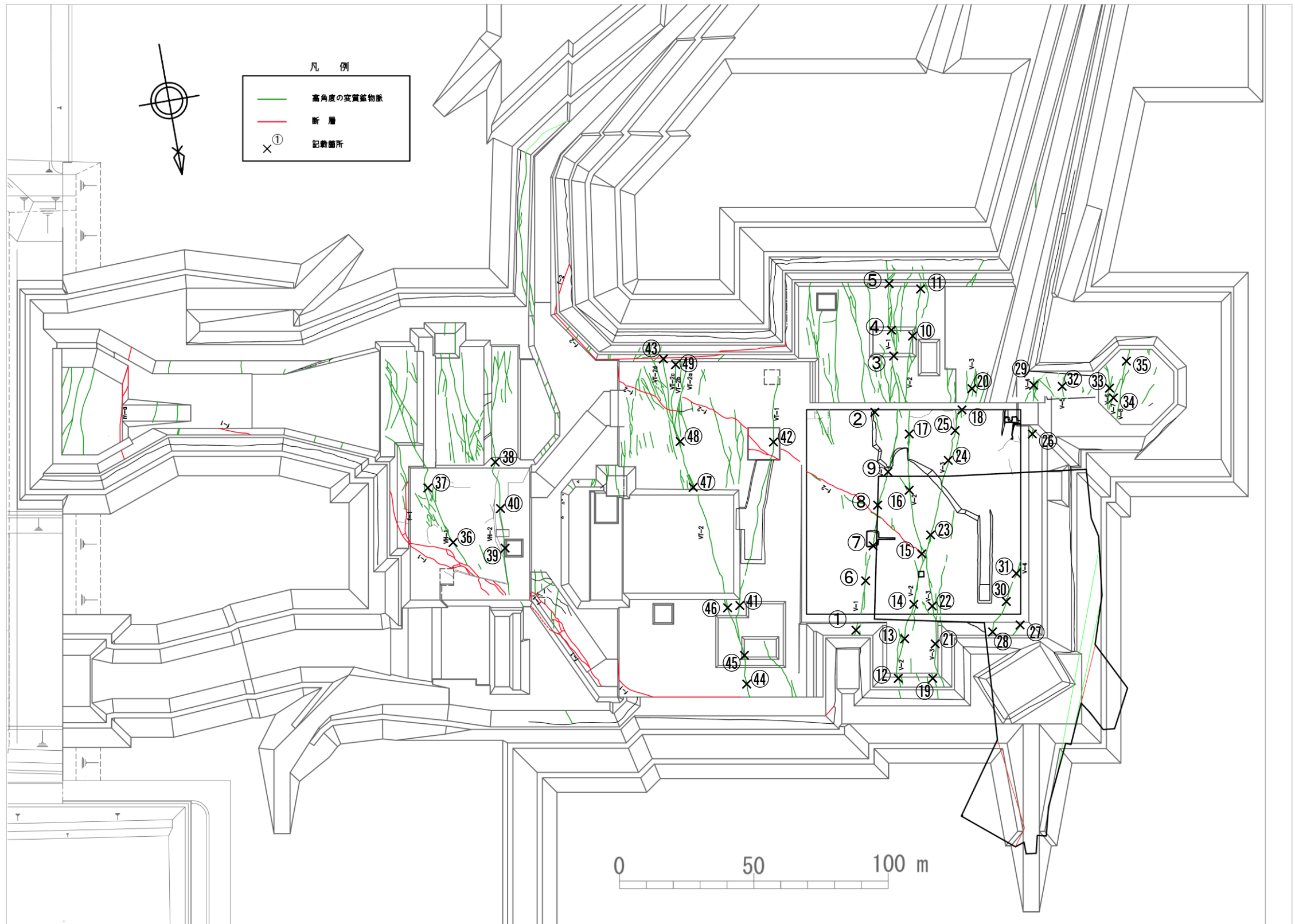
# 原子炉施設掘削面の高角度の変質鉱物脈の性状

原子炉施設掘削面の高角度変質鉱物脈の性状一覧表(2/2)

No	名称	建屋名	脈の方向		脈幅 (cm)	条線	鏡肌	見かけのずれ		記事
			走向	傾斜				ずれ量(m)	落ちの方向	
26	V-4	原子炉建屋	N 62° E	80° W	2~5	-	-	0.6~0.8	正・西落ち	緑色を呈し,下部のtf(1)中で連続性が乏しくなる。
27	V-4	原子炉建屋	N 8° W	68° W	1~3	R65°	有	0.9	正・西落ち	緑色を呈する。
28	V-4	原子炉建屋	N 65° E	87° E	0.5~1.5	-	-	0.5	正・東落ち	緑色を呈し,幅0.3~1cmの珪質岩(黄褐色)を挟む。母岩の幅30~40cmは緑色化する。
29	V-4	排気筒連絡ダクト	N 10° E	85° W	0~15	R60°~ R70°	有	-	-	緑色を呈し,シルト混じり細片状を呈する。
30	V-4	原子炉建屋	N 44° E	74° W	フィルム	R10°	有	-	-	緑色を呈する。
31	V-4	原子炉建屋	N 40° E	80° W	フィルム	-	有	-	-	緑色を呈し,面はやや不明瞭である。
32	V-5	排気筒連絡ダクト	N 50° E	57° E	フィルム	R60°	有	-	-	緑色を呈する。
33	V-6	排気筒基礎	N 40° E	78° W	フィルム ~2	-	-	不明	不明	緑色を呈し,破砕部は不連続であり,一部開口する。
34	V-7	排気筒基礎	N 35° E	87° E	15~40	-	-	-	-	緑色を呈し,連続性が悪く,面は平滑ではない。
35	V-8	排気筒基礎	N 36° E	69° E	0	L24°	有	-	-	緑色を呈し,節理状。
36	VH-1	海水熱交換建屋	N 12° W	75° E	0~0.5	-	-	-	-	緑色を呈する。
37	VH-1	海水熱交換建屋	N 9° W	67° E	0.8~1	-	-	-	-	緑色を呈し,一部でフィルム状のセピオライト伴う。
38	VH-2	海水熱交換建屋	N 20° E	60° E	0.2~2	-	-	不明	不明	緑色を呈し,母岩との境界部に幅0.1~0.2cmの粘土を伴う。
39	VH-2	海水熱交換建屋	N S	72° E	フィルム ~0.15	-	-	-	-	緑色を呈する。
40	VH-2	海水熱交換建屋	N 8° E	67° E	1~2	-	-	-	-	緑色を呈する。
41	VT-1	タービン建屋	N 28° E	75° E	0.1~0.2	-	有	-	-	緑色を呈する。
42	VT-1	タービン建屋	N 10° E	87° W	0.2~0.3	-	有	-	-	緑色を呈する。
43	VT-2	タービン建屋	N 8° E	82° E	3~5	不明	有	-	-	緑色を呈し,珪質岩(幅0.5~1.0cm)を挟む。
44	VT-2	タービン建屋	N 3° E	70° W	0.2~0.5	R20°	有	0.7~0.8	正・西落ち	緑色を呈する。
45	VT-2	タービン建屋	N S	75° W	1~3	-	無	0.9	正・西落ち	緑色を呈し,珪質岩を挟む。鉱物脈の左右で岩層に変位が見られる。
46	VT-2	タービン建屋	N 10° W	80° W	1~2	-	有	-	-	緑色を呈する。
47	VT-2	タービン建屋	N 15° E	85° E	2~3	-	有	-	-	緑色を呈する。
48	VT-2	タービン建屋	N 8° E	85° E	10~20	-	有	-	-	緑色を呈し,幅1~2cm程度粘土化する。
49	VT-2	タービン建屋	N 18° E	88° E	10	-	-	-	-	緑色を呈する。

※ 次頁に観察位置を示す

# 原子炉施設掘削面の高角度の変質鉱物脈の性状(位置図)



原子炉施設掘削面の高角度変質鉱物脈の確認位置図

# 試掘坑の高角度の変質鉍物脈のXRD回析結果

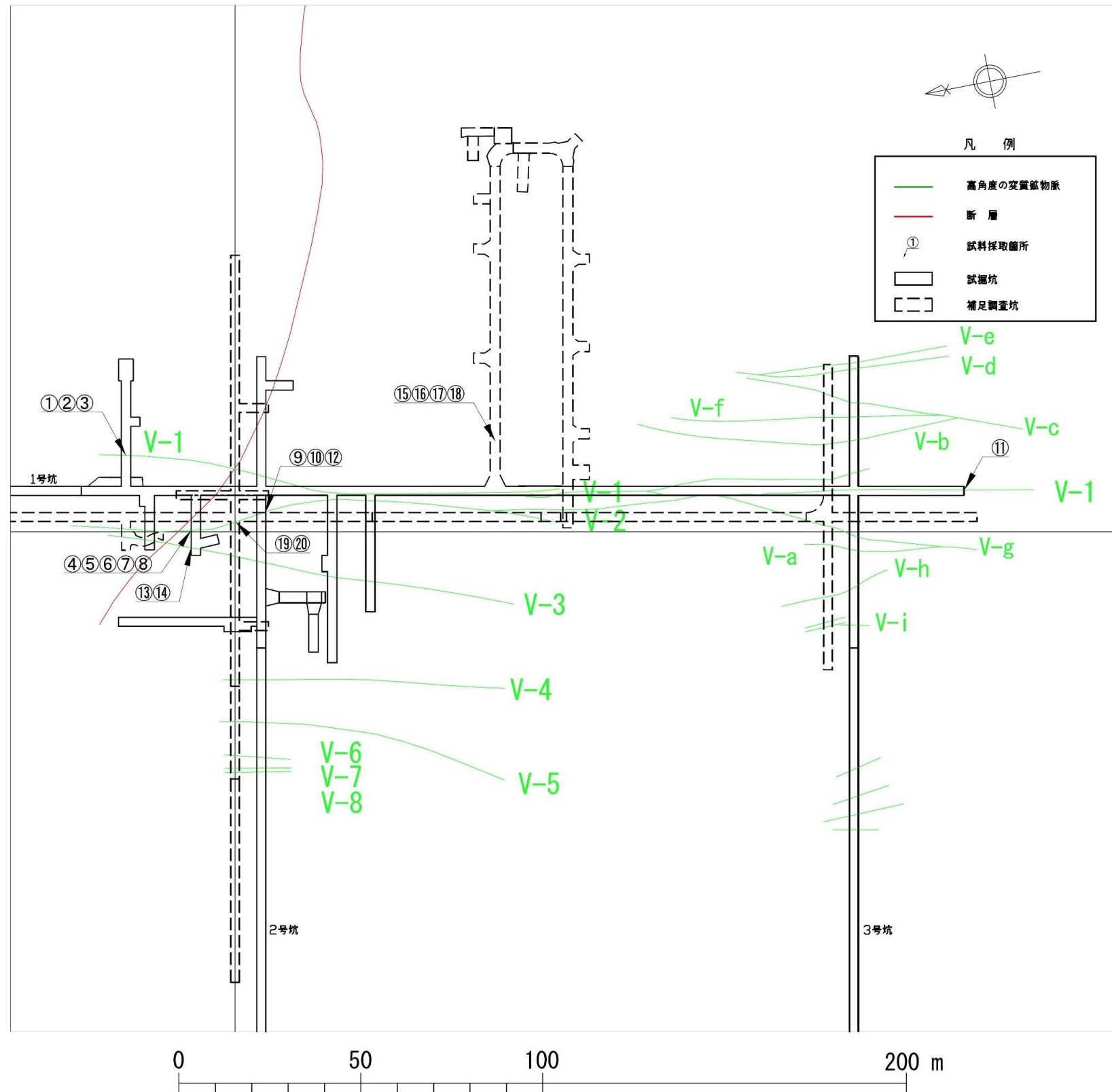
試掘坑の高角度変質鉍物脈の鉍物組成(XRD分析結果)

No.	名称	採取試料の性状	試料名	斜長石	セラトナイト	モンモリロナイト	針鉄鉍	石英	$\alpha$ -鱗珪石	方解石
①	V-1	珪質岩	V-1-b				○	○		
②	V-1	変質した母岩	V-1-c	○	○					
③	V-1	緑色粘土部	G5-2	○		○		○		
④	V-2	緑色粘土部	G-4XR			○				
⑤	V-2	黒色鱗片状部	G-1XR	○		○				
⑥	V-2	黒色鱗片状部	G-2XR			○				
⑦	V-2	黒色鱗片状部	G-3XR			○				
⑧	V-2	脆弱基質部	G-5XR			○				
⑨	V-2	高シリカ岩部	SG-3			○		○		
⑩	V-2	緑色粘土部	SG-2			○				
⑪	V-1	緑色粘土部	SG1-1	○		○				
⑫	V-2	緑色粘土部	SG-1	○		○				
⑬	V-3	緑色脈	V-3-a	○	+	○				+
⑭	V-3	緑色粘土部	EV-3-2	○	+	○				+
⑮	v	脆弱基質部	G4-4	○	○					
⑯	v	緑色粘土部	G4-3	○	○					
⑰	v	緑色粘土部(ガラス質基質)	G4-1	○	○					
⑱	v	緑色粘土部(石質基質)	G4-2	○	○		○	○		
⑲	V-2	緑色脈	V-2-a		○					
⑳	V-2	珪質岩	V-2-b	○					○	

※ ○存在 +微量

※ 次頁に試料採取位置を示す

# 試掘坑の高角度の変質鉍物脈のXRD回析結果(位置図)

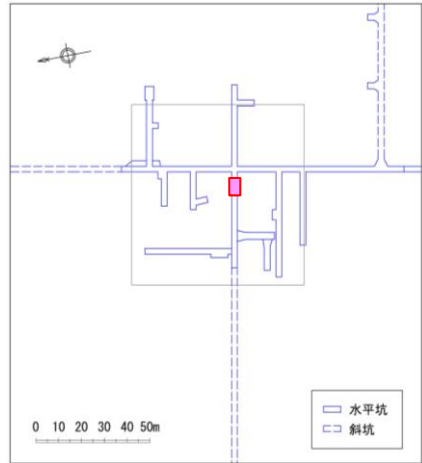


試掘坑の高角度変質鉍物脈の確認位置図

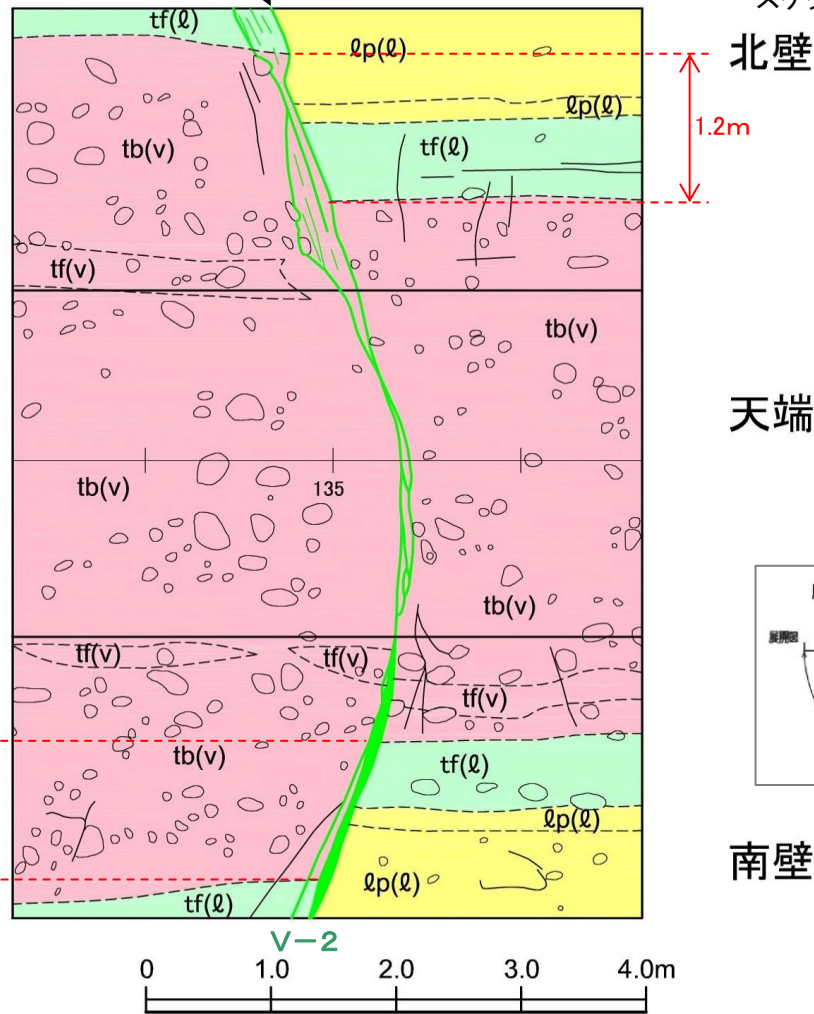
# 高角度変質鉬物脈の性状(V-2, 試掘坑2号坑)

▶ 試掘坑2号坑の高角度変質鉬物脈V-2は、北側壁で最大約1.2m西落ちの変位が確認された。

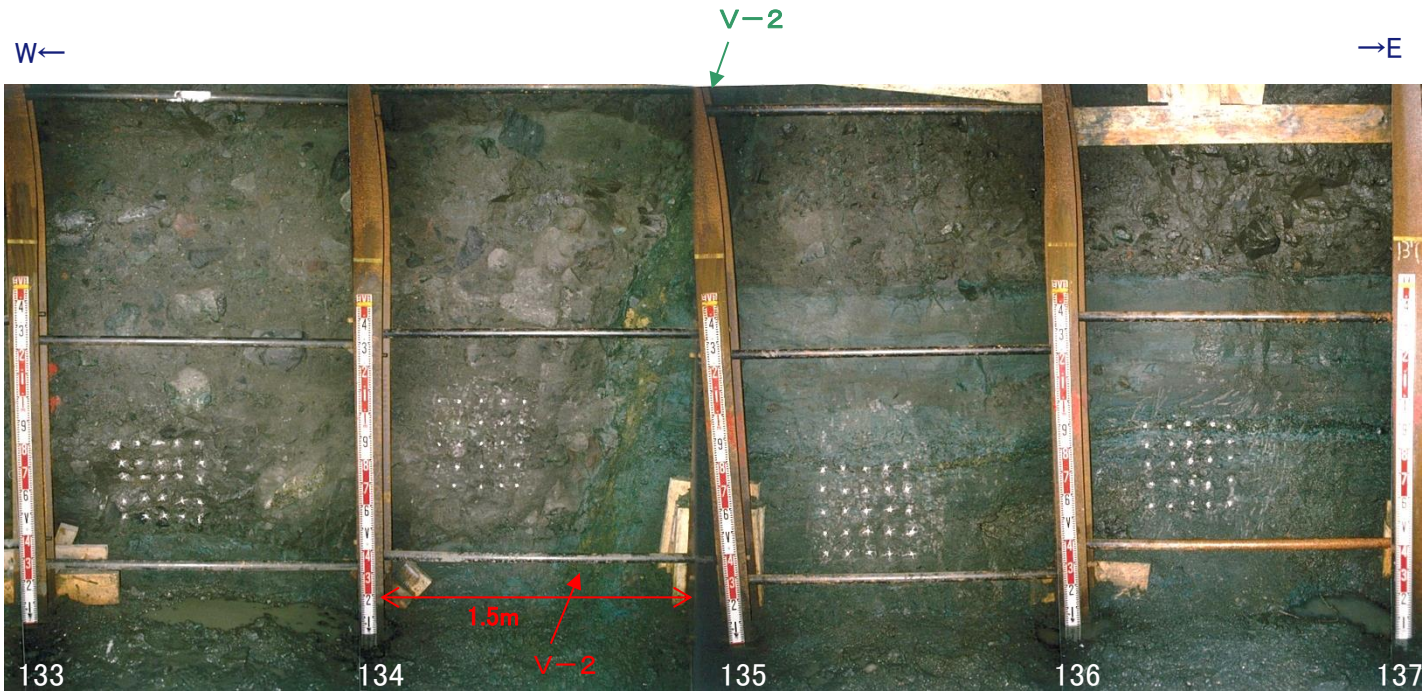
Tb(v)	凝灰角礫岩・火山礫凝灰岩・凝灰岩(ガラス質)
Tb(l)	凝灰角礫岩(石質)
lp(l)	火山礫凝灰岩(石質)
tf(l)	凝灰岩(石質)



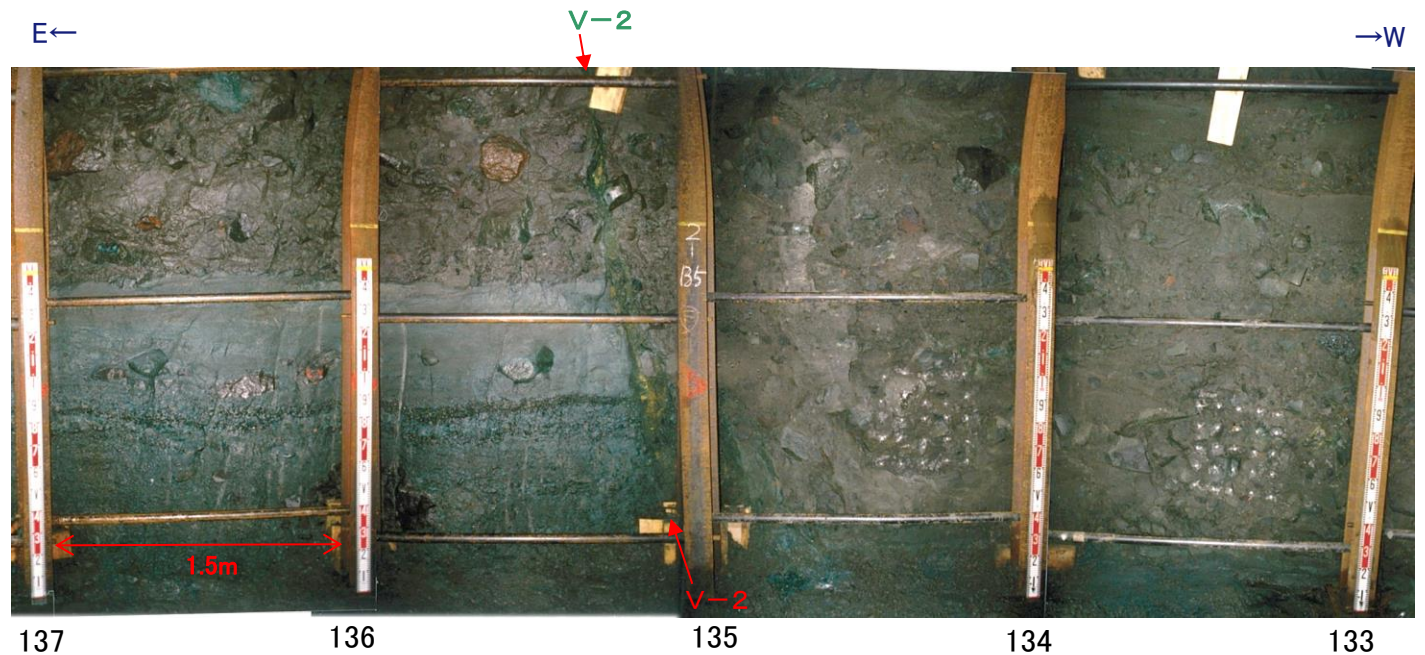
V-2: N7° E76° W,  
幅3~20cm  
ずれ量約1.2m, 西落ち



高角度変質鉬物脈 V-2スケッチ  
(試掘坑2号水平坑133基~137基)



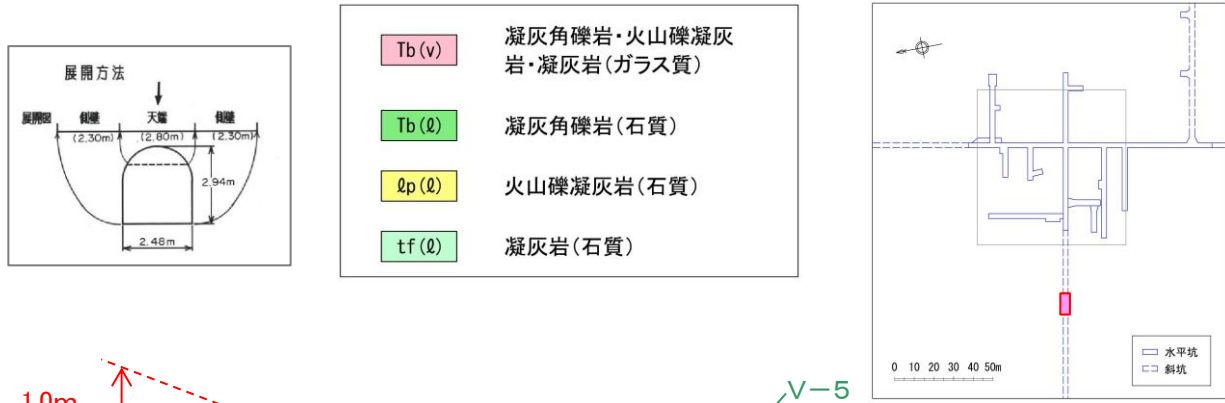
試掘坑2号水平坑北側壁133基~137基



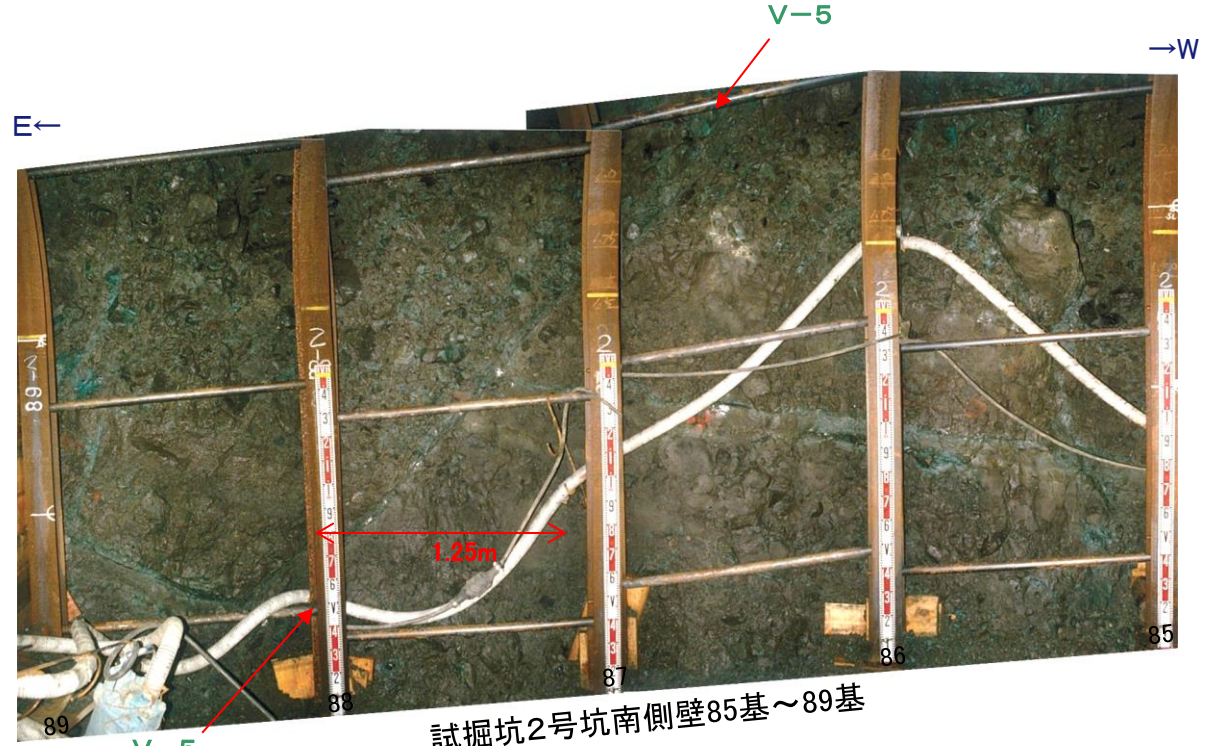
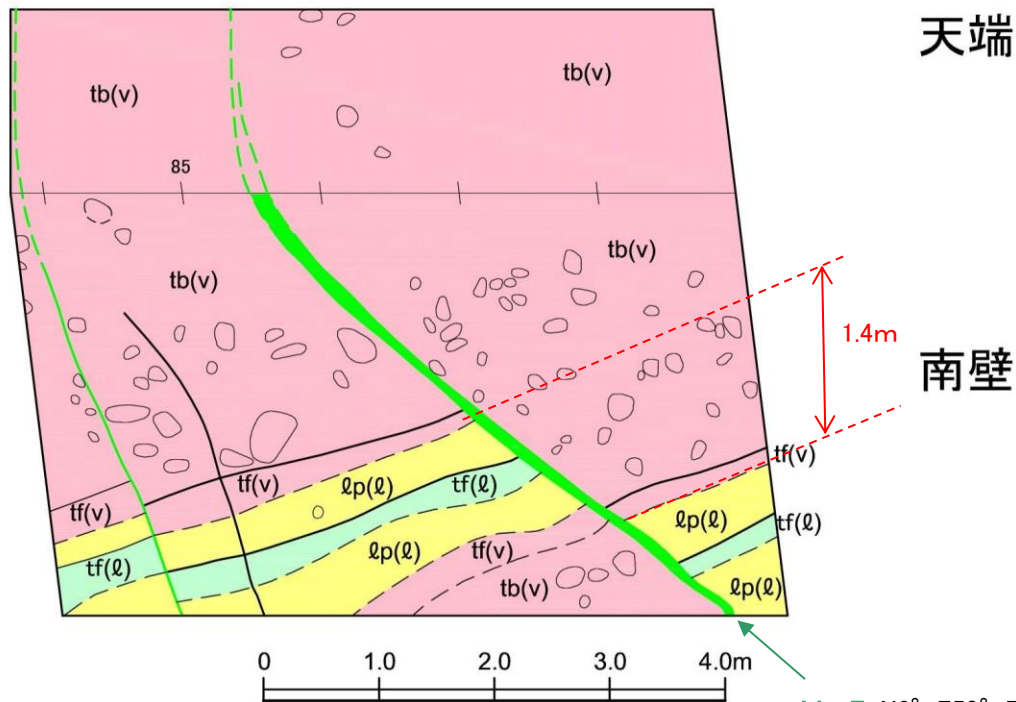
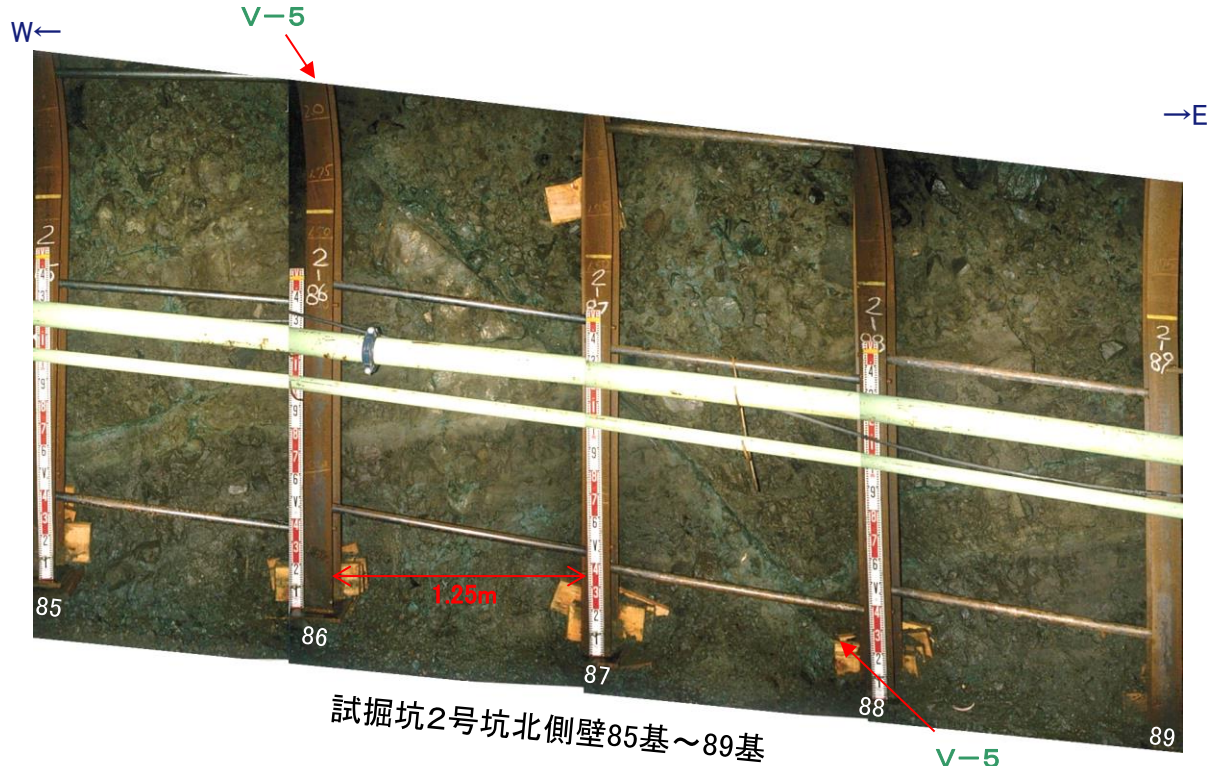
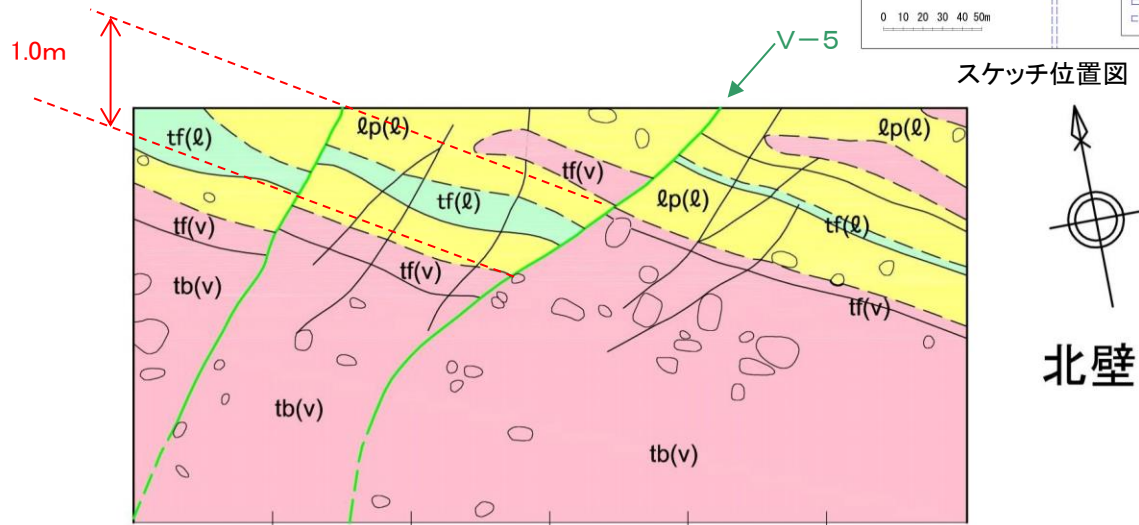
試掘坑2号水平坑南側壁133基~137基

高角度変質鉬物脈 V-2写真

# 高角度変質鉍物脈の性状(V-5, 試掘坑2号斜坑)



試掘坑2号斜坑の高角度変質鉍物脈V-5は、最大約1.4m、東落ちの変位が確認された。



高角度変質鉍物脈 V-5スケッチ (試掘坑2号坑85基~89基)

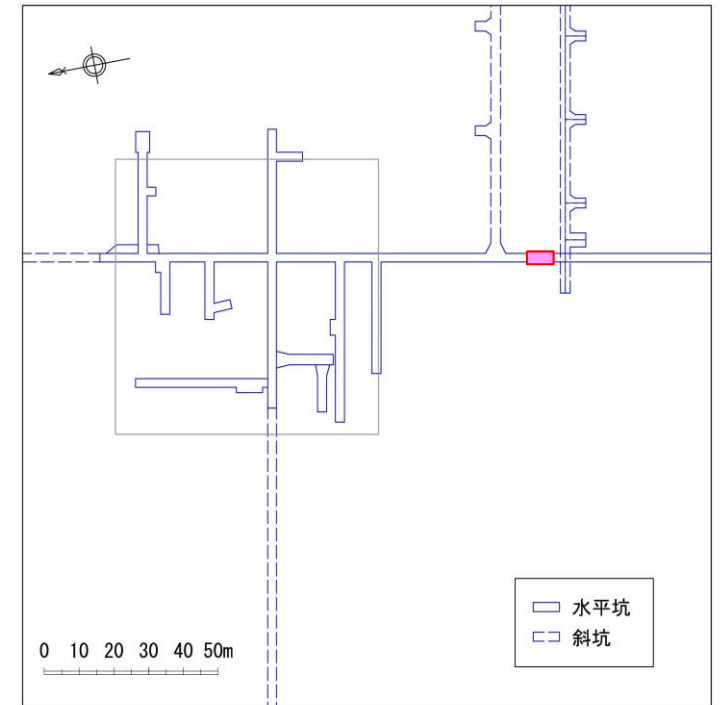
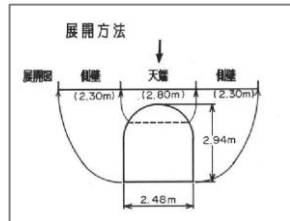
V-5: N6° E50° E, 幅0.5~10cm ずれ量約1.4m, 東落ち

高角度変質鉍物脈 V-2写真

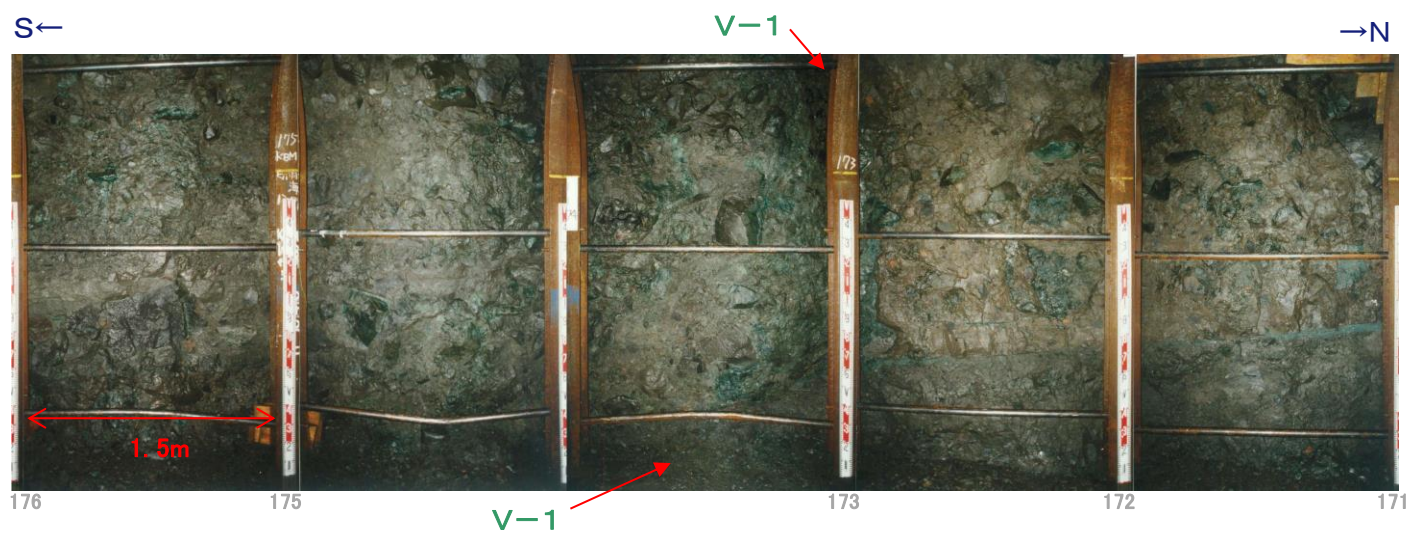
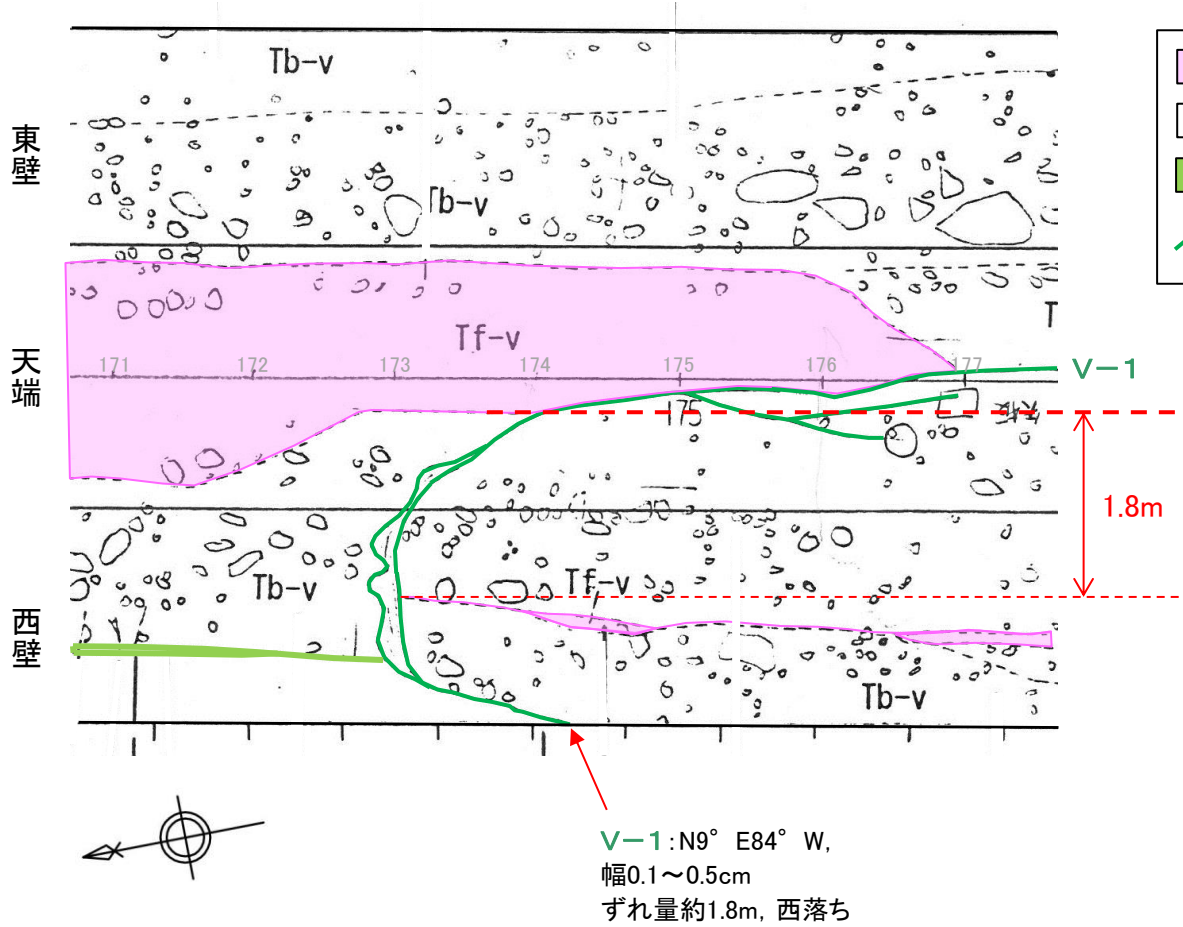


# 高角度変質鉱物脈の性状(V-1, 試掘坑1号坑)

試掘坑1号坑の高角度変質鉱物脈V-1は, 最大約1.8m西落ちの変位が確認された。



スケッチ位置図



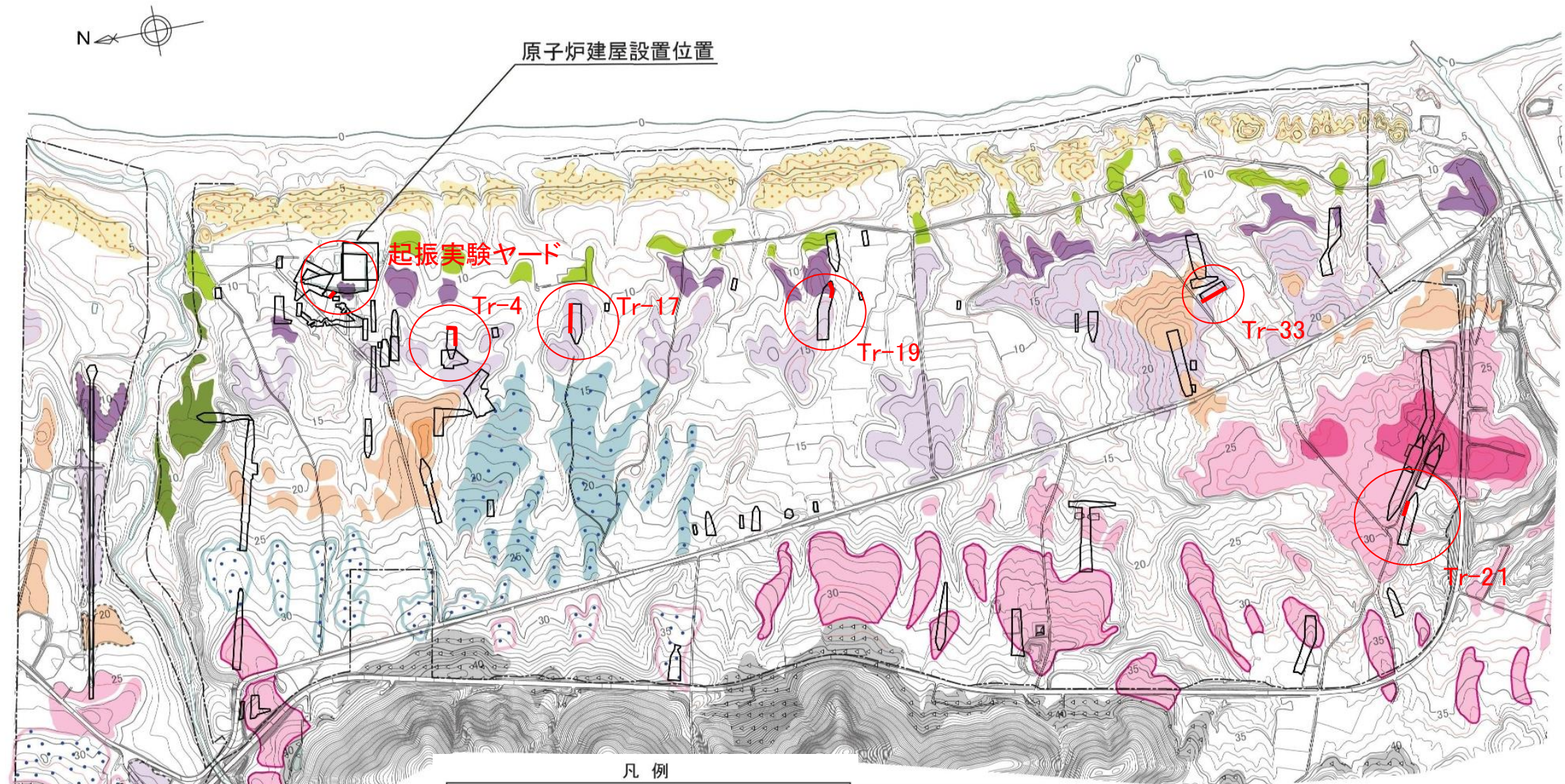
高角度変質鉱物脈 V-1写真 (試掘坑1号水平坑西壁 171基~176基)

高角度変質鉱物脈 V-1スケッチ (試掘坑1号水平坑171基~178基)

## 第四系中の変位のない断裂

---

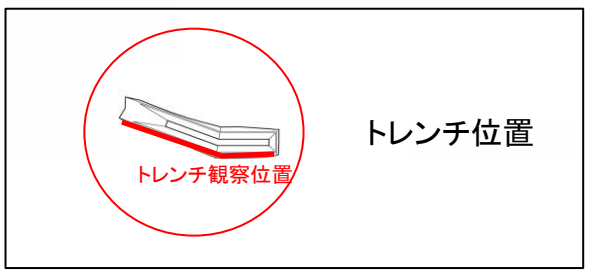
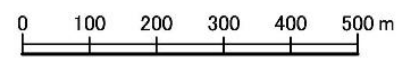
# 第四系中の変位のない断裂の事例 位置図



凡例

L2面	扇状地面Ⅲ
L1面	扇状地面Ⅱ
M2'面	扇状地面Ⅰ
M2面	砂丘
M1'面	崖錐
M1面	敷地境界
M1+面	
段丘面にみられる高まり	
人工改変により原地形がほとんど失われている	

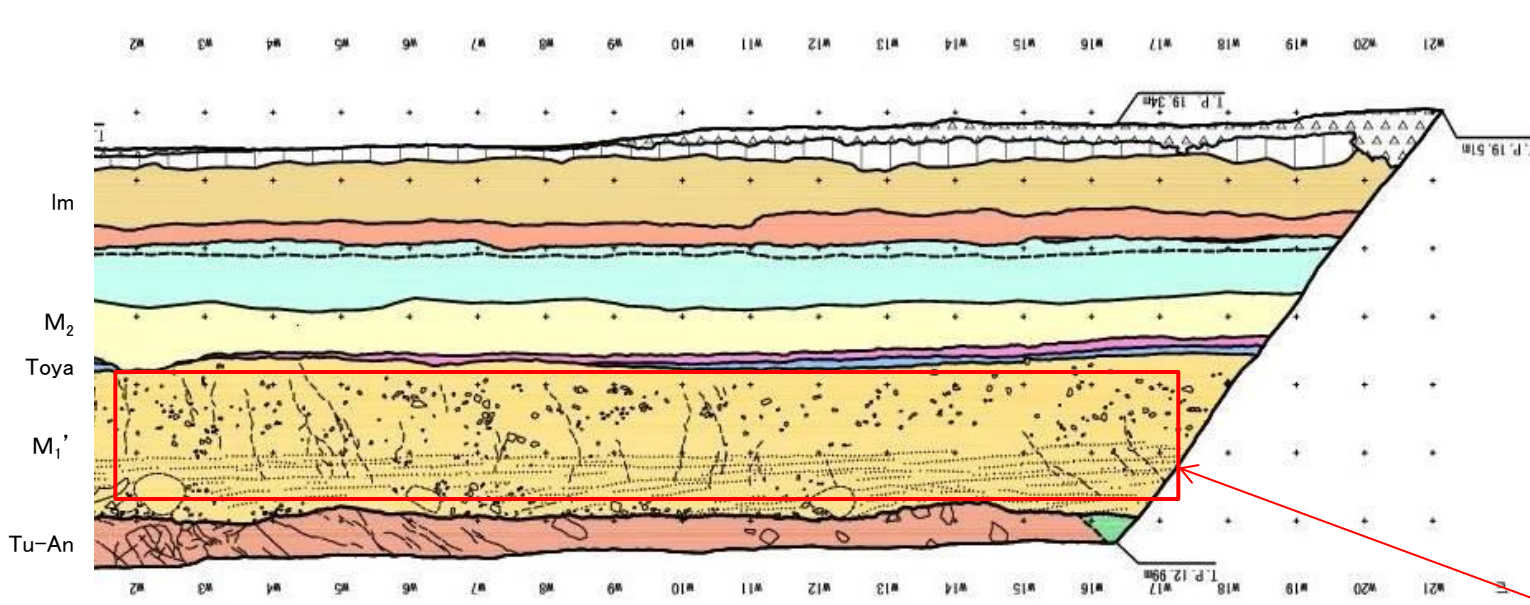
\* 扇状地面については、分布高度及び形態に基づいて高位よりⅠ、Ⅱ、Ⅲ面に区分した



\* 地形図は空中写真(平成5年撮影)によるDEMから作成(等高線は1.0m間隔、赤線は0.5m間隔で入れた補助線)

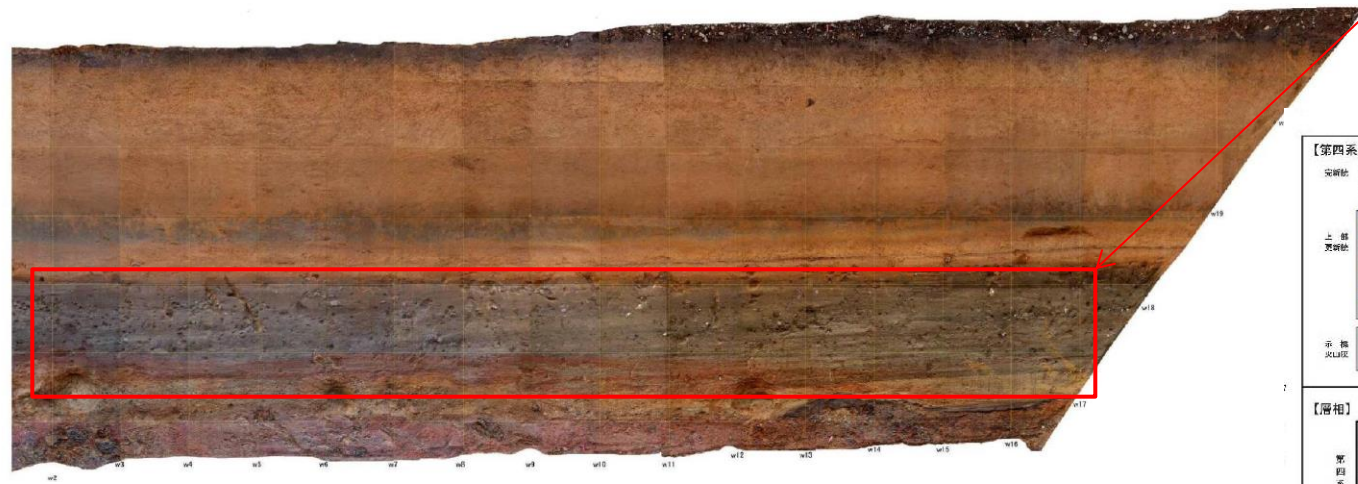
# 第四系中の変位のない断裂の事例(Tr-33トレンチ)

- Tr-33トレンチ西面では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。当該箇所には第四系の変状は認められない。
- 変位のない断裂は上下方向に連続性がなく、下位の岩盤(泊層上部層)中に変位のない断裂に関連する断層は認められない。
- M<sub>1</sub>'面段丘堆積物の上位のM<sub>2</sub>面段丘堆積物中には明瞭な断裂は確認されない。

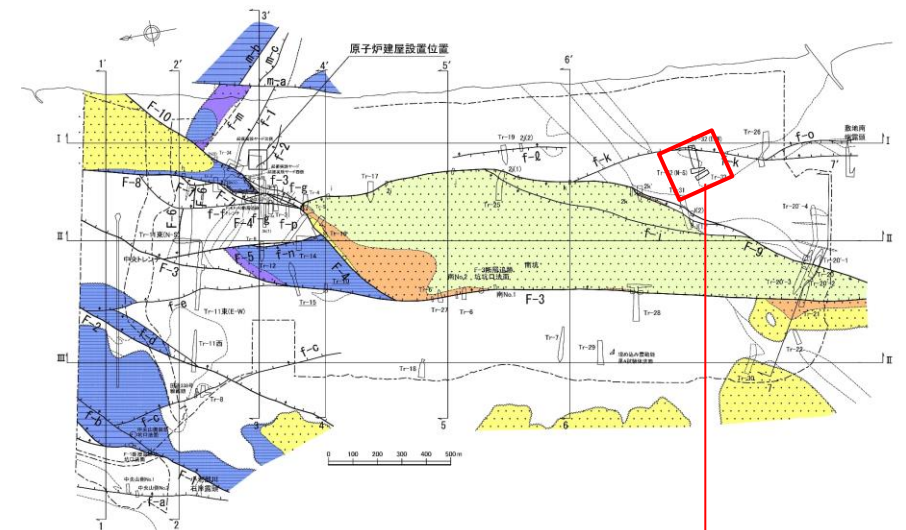


Tr-33トレンチ西面スケッチ

S ← 地表面 → N



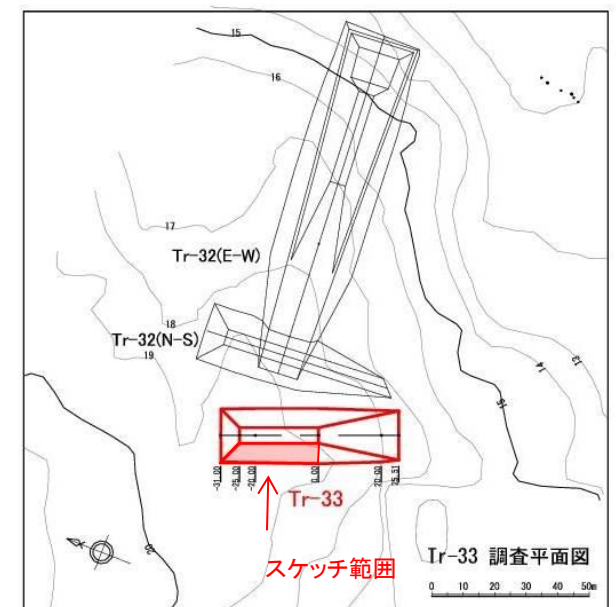
Tr-33トレンチ西面写真



変位のない断裂が多く分布する範囲

スケッチ凡例

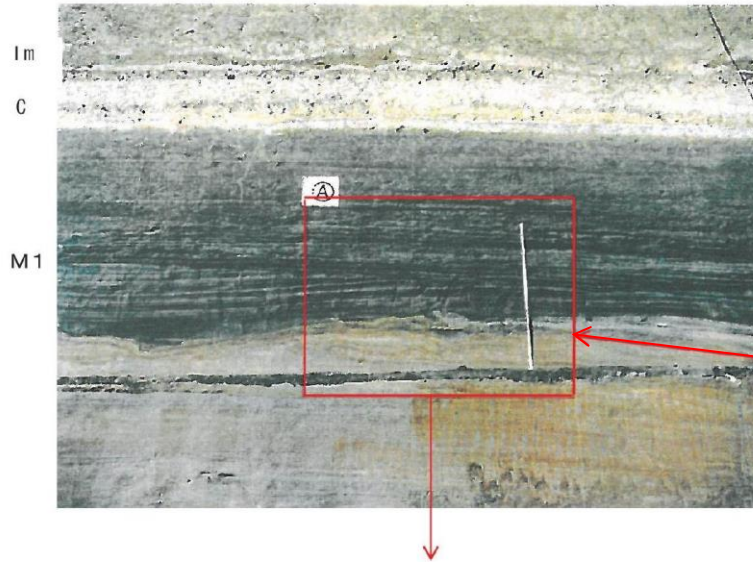
<p>【第四系】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Im: 黄土・礫土</li> <li>M<sub>2</sub>: 黄土・高砂土</li> <li>Toya: ローム層</li> <li>M<sub>1</sub>: F<sub>1</sub>・F<sub>2</sub>・F<sub>3</sub>・F<sub>4</sub>・F<sub>5</sub>・F<sub>6</sub>・F<sub>7</sub>・F<sub>8</sub>・F<sub>9</sub>・F<sub>10</sub>・F<sub>11</sub>・F<sub>12</sub>・F<sub>13</sub>・F<sub>14</sub>・F<sub>15</sub>・F<sub>16</sub>・F<sub>17</sub>・F<sub>18</sub>・F<sub>19</sub>・F<sub>20</sub>・F<sub>21</sub>・F<sub>22</sub>・F<sub>23</sub>・F<sub>24</sub>・F<sub>25</sub>・F<sub>26</sub>・F<sub>27</sub>・F<sub>28</sub>・F<sub>29</sub>・F<sub>30</sub>・F<sub>31</sub>・F<sub>32</sub>・F<sub>33</sub>・F<sub>34</sub>・F<sub>35</sub>・F<sub>36</sub>・F<sub>37</sub>・F<sub>38</sub>・F<sub>39</sub>・F<sub>40</sub>・F<sub>41</sub>・F<sub>42</sub>・F<sub>43</sub>・F<sub>44</sub>・F<sub>45</sub>・F<sub>46</sub>・F<sub>47</sub>・F<sub>48</sub>・F<sub>49</sub>・F<sub>50</sub>・F<sub>51</sub>・F<sub>52</sub>・F<sub>53</sub>・F<sub>54</sub>・F<sub>55</sub>・F<sub>56</sub>・F<sub>57</sub>・F<sub>58</sub>・F<sub>59</sub>・F<sub>60</sub>・F<sub>61</sub>・F<sub>62</sub>・F<sub>63</sub>・F<sub>64</sub>・F<sub>65</sub>・F<sub>66</sub>・F<sub>67</sub>・F<sub>68</sub>・F<sub>69</sub>・F<sub>70</sub>・F<sub>71</sub>・F<sub>72</sub>・F<sub>73</sub>・F<sub>74</sub>・F<sub>75</sub>・F<sub>76</sub>・F<sub>77</sub>・F<sub>78</sub>・F<sub>79</sub>・F<sub>80</sub>・F<sub>81</sub>・F<sub>82</sub>・F<sub>83</sub>・F<sub>84</sub>・F<sub>85</sub>・F<sub>86</sub>・F<sub>87</sub>・F<sub>88</sub>・F<sub>89</sub>・F<sub>90</sub>・F<sub>91</sub>・F<sub>92</sub>・F<sub>93</sub>・F<sub>94</sub>・F<sub>95</sub>・F<sub>96</sub>・F<sub>97</sub>・F<sub>98</sub>・F<sub>99</sub>・F<sub>100</sub></li> <li>M<sub>1</sub>': M<sub>1</sub>'面段丘堆積物</li> <li>Tu-An: 礫層</li> </ul>	<p>【新第三系】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>層状砂岩</li> <li>中砂岩</li> <li>粗砂岩</li> <li>礫層</li> <li>礫層上部層</li> </ul>
<p>【層相】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>黄土・高砂土</li> <li>ローム</li> <li>礫層</li> <li>礫層上部層</li> </ul>	<p>【地質境界】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>新第三系と第四系境界</li> <li>地層境界</li> <li>同一地層中の層相境界</li> <li>断層</li> </ul>
<p>【第四系中の小断裂】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>変位が認められる第四系中の小断裂</li> <li>変位が認められない第四系中の小断裂</li> </ul>	



スケッチ箇所位置図

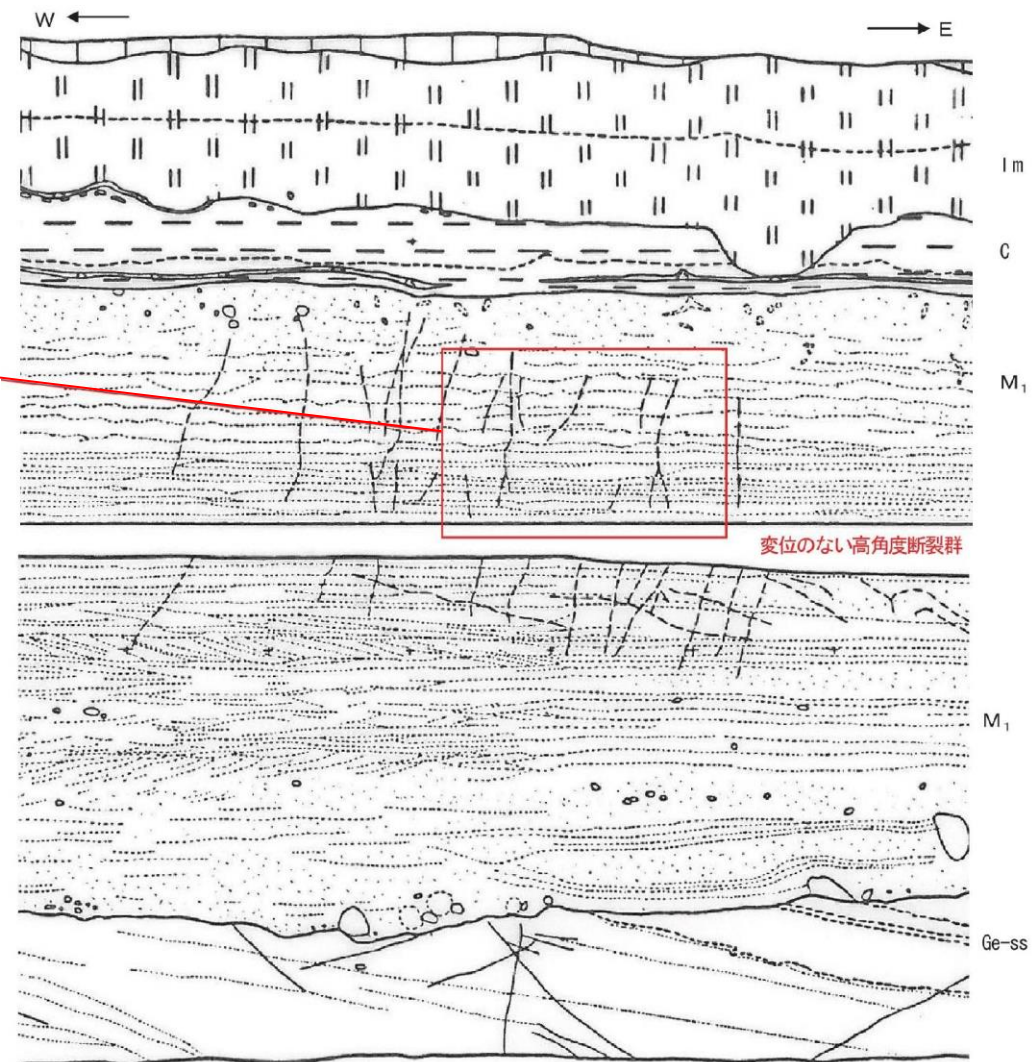
# 第四系中の変位のない断裂の事例 (Tr-21トレンチ)

- Tr-21トレンチ北面ではF-3断層から約30m離れた箇所の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。当該箇所には第四系の変状は認められない。
- 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)中に変位のない断裂に関連する断層は認められない。

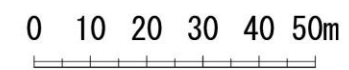
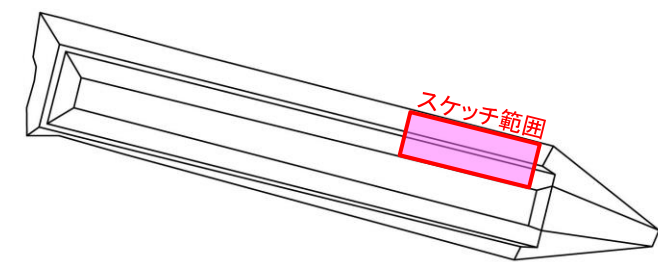
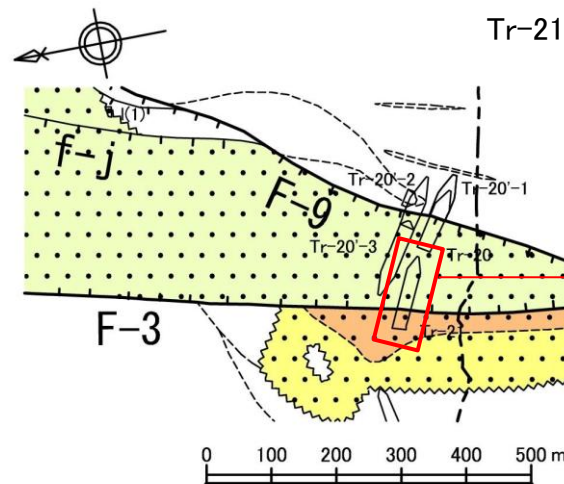


蒲野沢層を被覆するM<sub>1</sub>面段丘堆積物中の変位のない高角度断裂群)  
【Tr21 トレンチ北法面 中央～東側】

Tr-21トレンチ北面写真



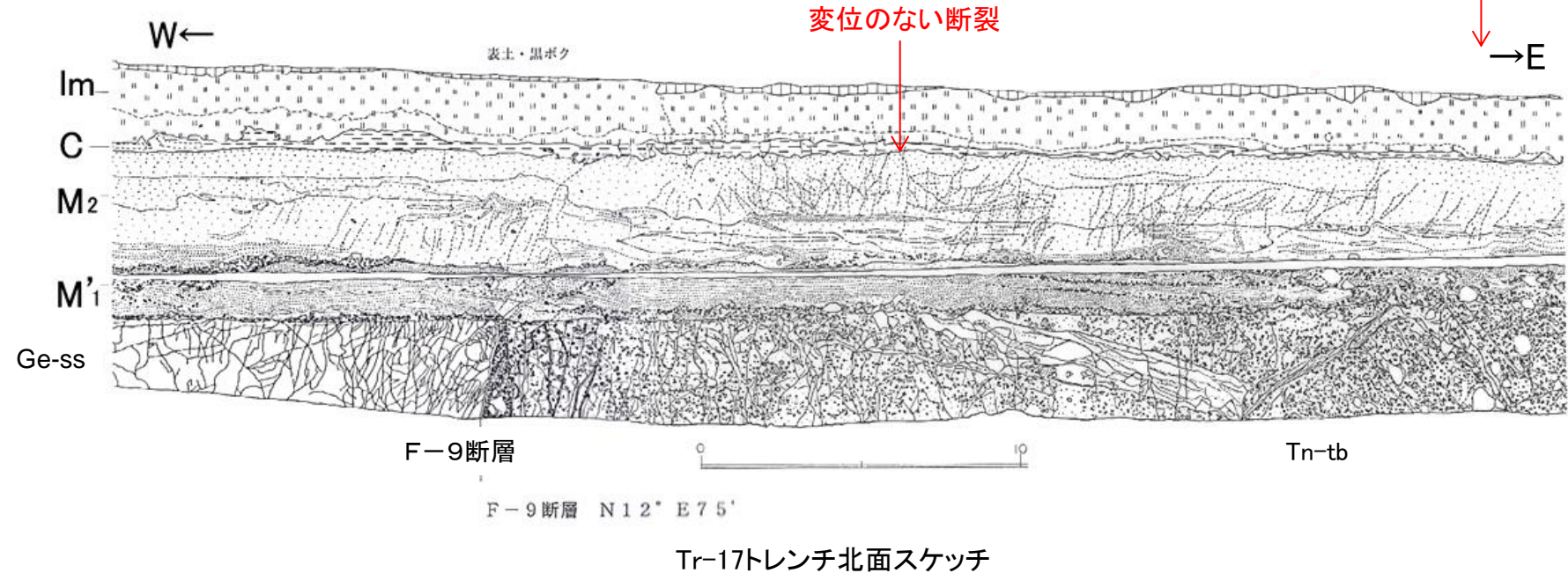
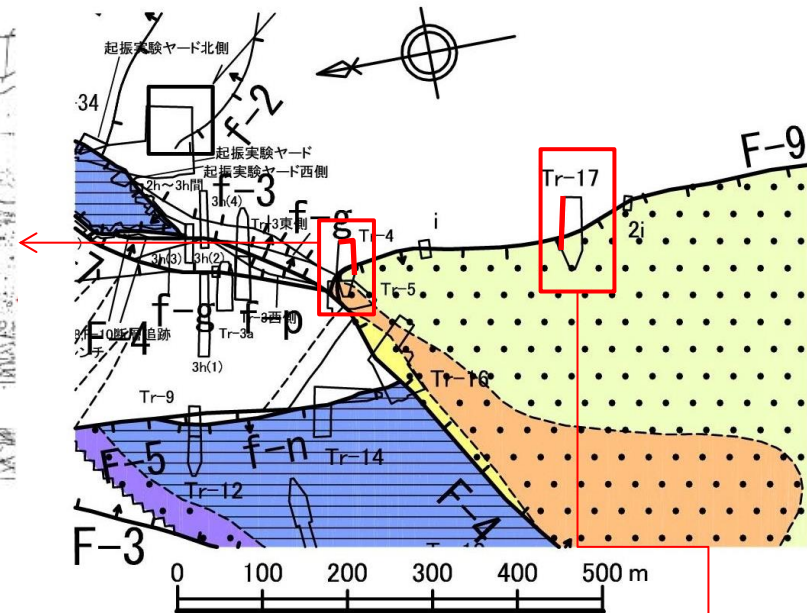
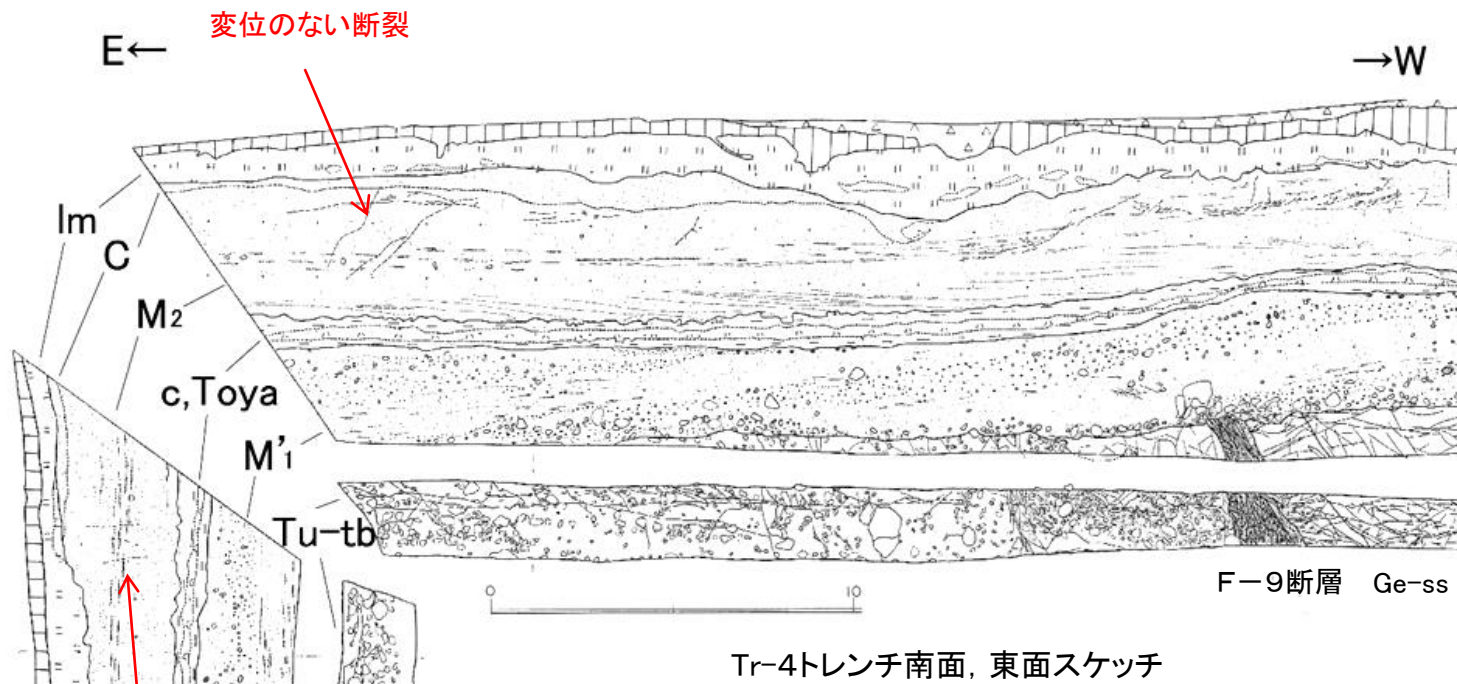
Tr-21トレンチ北面スケッチ



スケッチ箇所位置図

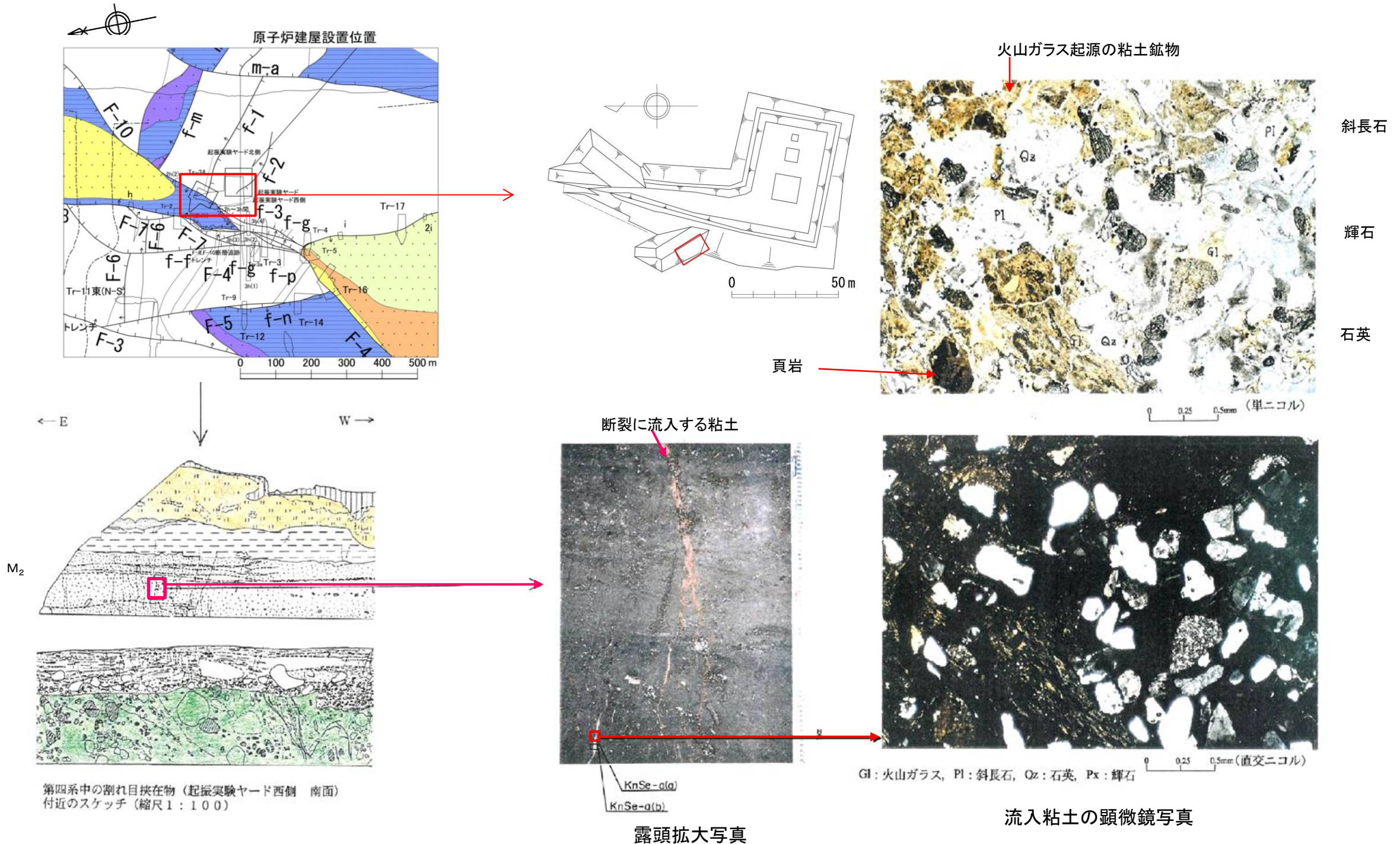
# 第四系中の変位のない断裂の事例 (Tr-4トレンチ, Tr-17トレンチ)

- Tr-17トレンチ, Tr-4トレンチではF-9断層から約20m離れた箇所のM<sub>2</sub>面段丘堆積物中に変位のない断裂が認められる。当該箇所には第四系の変状は認められない。
- 変位のない断裂は上下方向に連続性がなく, 下位の岩盤(泊層上部層)中に変位のない断裂に関連する断層は認められない。
- M<sub>2</sub>面段丘堆積物の下位のM<sub>1</sub>'面段丘堆積物に明瞭な断裂は認められない。



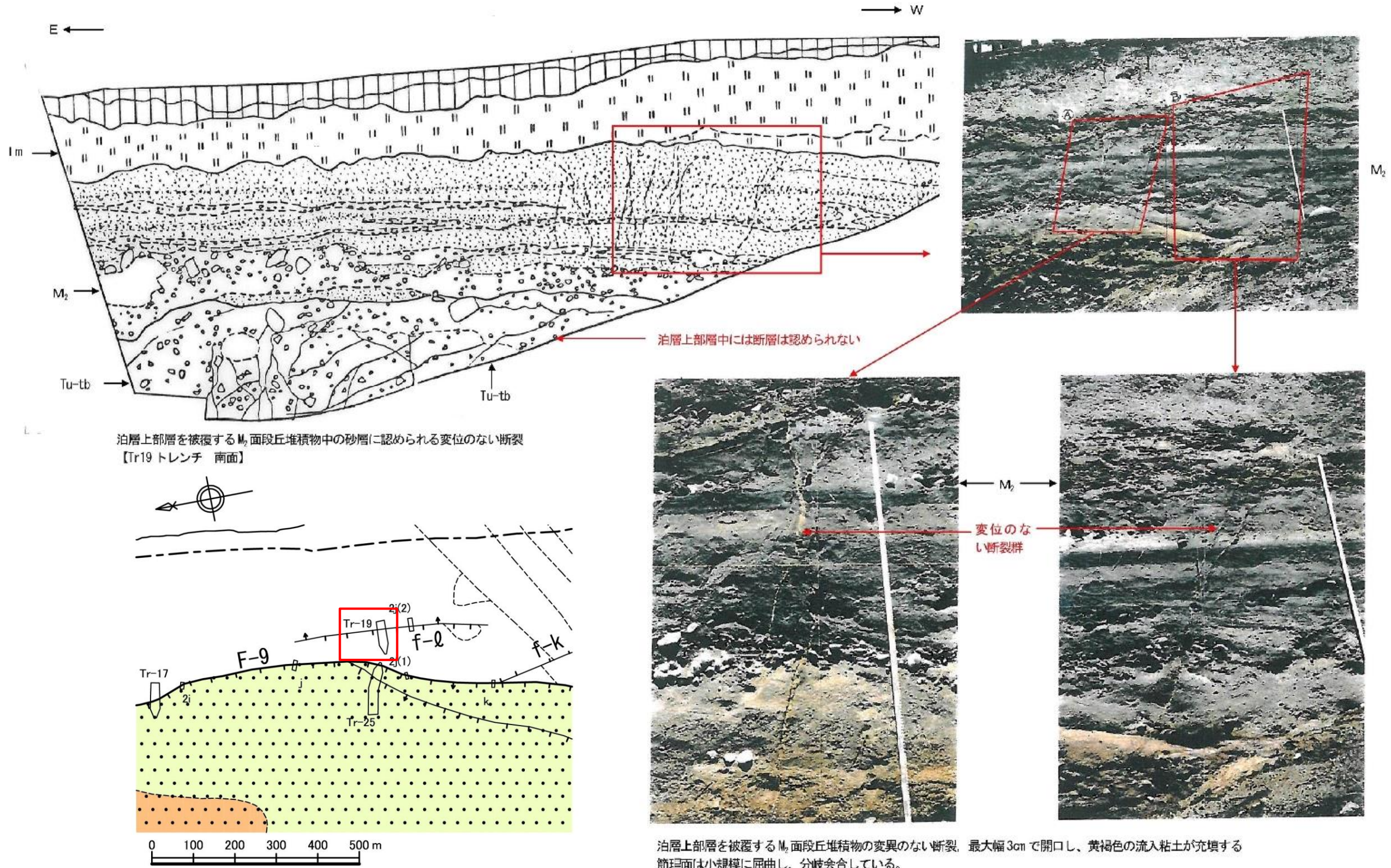
# 第四系中の変位のない断裂の事例(起振実験ヤード西側)

- 起振実験ヤード西側トレンチ南面では、M<sub>2</sub>面段丘堆積物中の変位のない断裂に沿って粘土が認められ、顕微鏡観察によれば、粘土鉱物を主とし、M<sub>2</sub>面段丘堆積物起源の円磨された石英、斜長石等よりなる砂粒子を含む。  
⇒ 変位のない断裂は開口性であり、流入粘土を伴う場合もある。



# 第四系中の変位のない断裂の事例 (Tr-19トレンチ)

- Tr-19トレンチではf-l断層から約60m離れた箇所にM<sub>2</sub>面段丘堆積物中に変位のない断裂が認められる。当該箇所に第四系の変状は認められない。
- 変位のない断裂は上下方向に連続性がなく、下位の岩盤(泊層上部層)中に変位のない断裂に関連する断層は認められない。



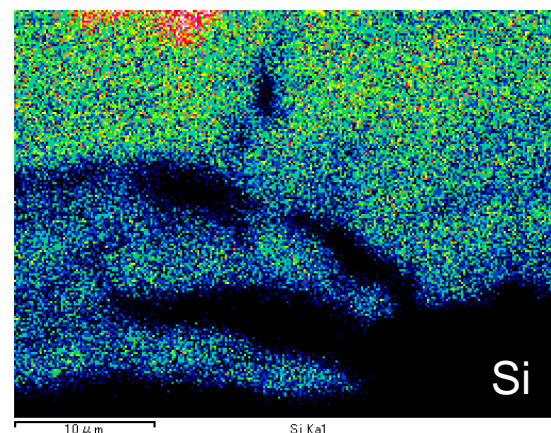
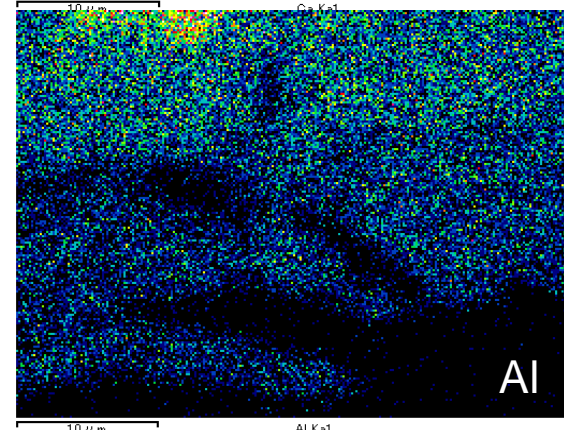
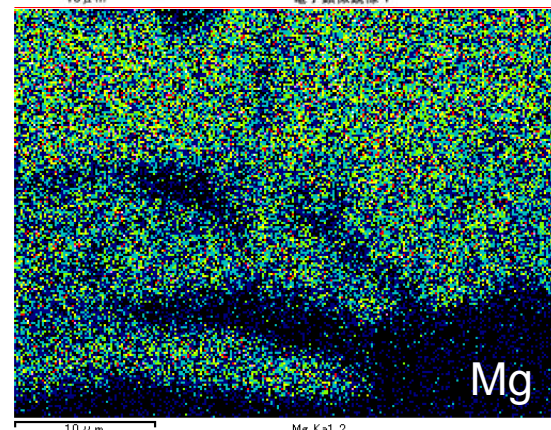
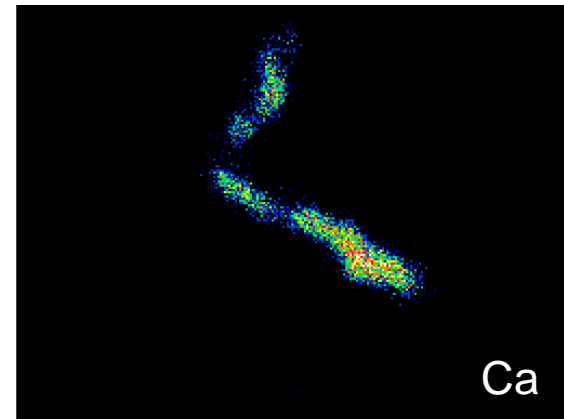
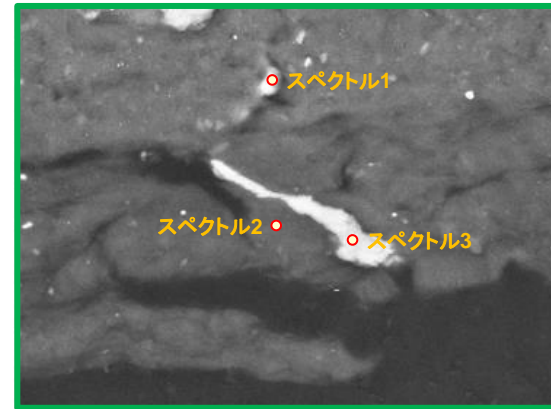
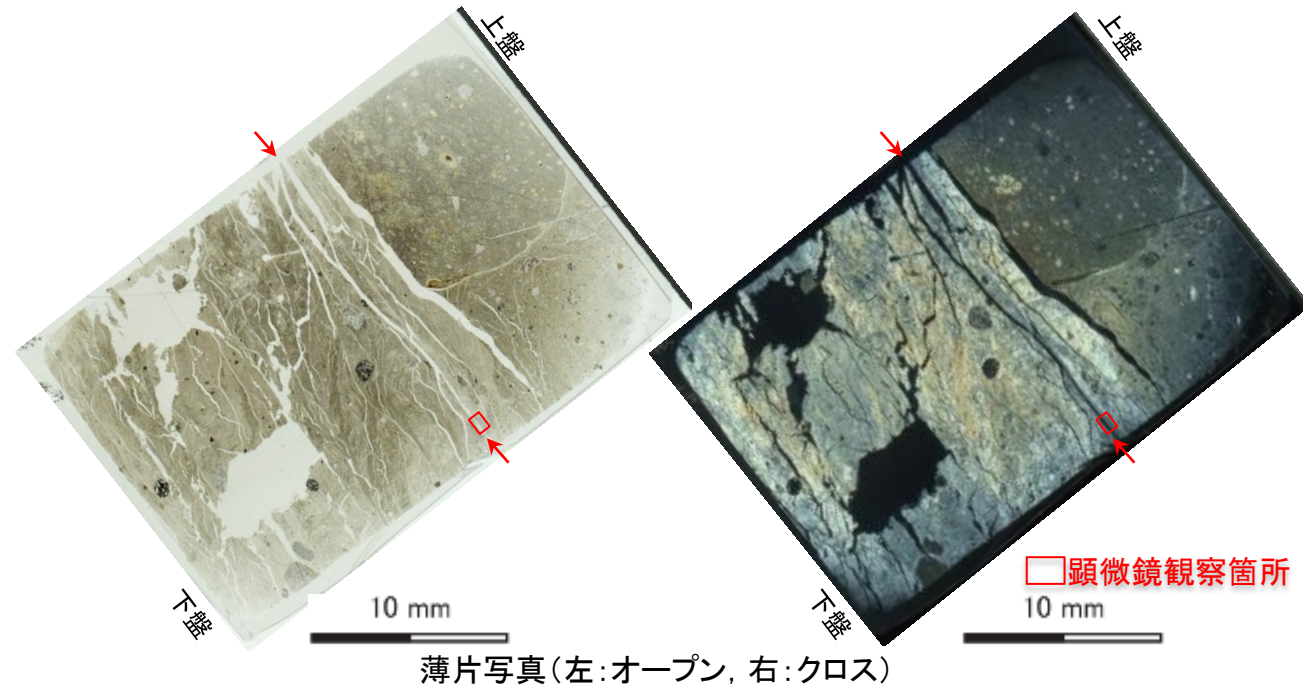


# m-a断層破碎部の組織観察

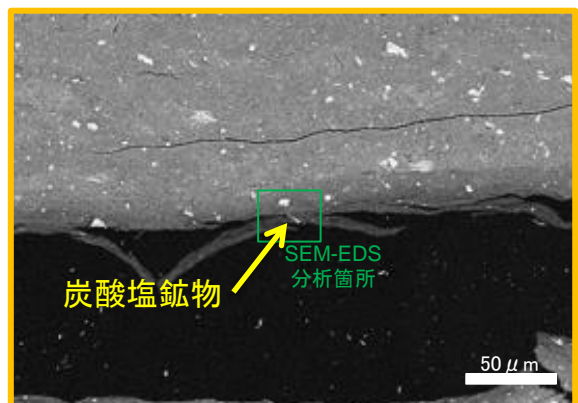
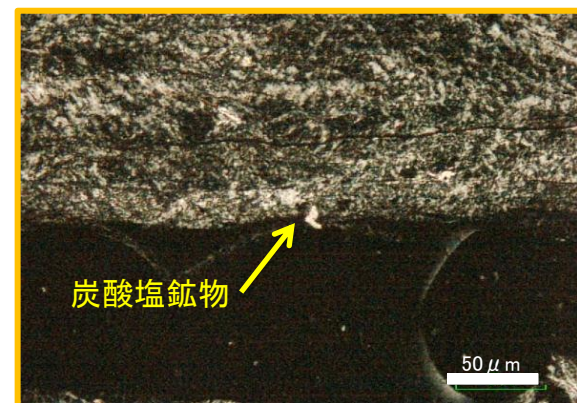
---

# m-a断層破碎部の組織観察(H27B-ma-2' 孔: せん断面を充填する鉱物について)

- せん断面を充填する鉱物について検討することを目的として、同一箇所を薄片を作成し、SEM-EDS分析を行った。
- SEM像から、せん断面の表層部を鉱物が充填している様子が認められる。
- 鉱物は、Caを主成分とすることから方解石であると考えられ、その周囲の鉱物は、Si, Mg, Al, Feに富むことからセピオライトであると考えられる。



顕微鏡写真(左:オープン, 右:クロス)



顕微鏡拡大写真(オープン)

SEM像

測定箇所	Na	Mg	Al	Si	K	Ca	Ti	Mn	Fe	Total
スペクトル1	0.00	2.53	3.06	13.18	0.50	38.69	0.29	0.70	0.80	59.74
スペクトル2	0.00	5.06	5.91	30.23	0.53	14.35	0.16	0.48	1.42	58.14
スペクトル3	0.00	1.46	1.44	10.32	0.32	32.02	0.16	0.80	0.39	46.89

## 参考文献

1. 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.
2. 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. Petr. Econ. Geol., 57, 39-56.
3. 土質工学会(1994):土質基礎工学ライブラリー23 土の凍結—その理論と実際—
4. 長尾敬介・西戸裕嗣・板谷徹丸・緒方惟一 (1984):K-Ar法による年代測定. 岡山理科大学蒜山研究所研究報告, 9, 19-38.
5. 長尾敬介・板谷徹丸 (1988):K-Ar法による年代測定. 地質学論集, 29, 5-21.
6. 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, no. 8, p.151-159.
7. Itaya T., Nagao K., Inoue K., Honjou Y., Okada T. and Ogata A. (1991):Argon isotope analysis by a newly developed mass spectrometric system for K-Ar dating. Mineralogical J., 15, 203-221.
8. 日本粘土学会 (2009): 粘土ハンドブック第3版, 技報堂出版.
9. Odin G.S., A. Desprairies, P. D. Fullagar, H. Bellon, A. Decarreau, F. Frohlich and M. Zelvelder (1988) : Nature and geological significance of celadonite. 334 -398 in: Green Marine Clays. (G.S. Odin, editor). Developments in Sedimentology Series, 45. Elsevier Publ., Amsterdam.
10. 関根亮太・井沢英二・渡辺公一郎・板谷徹丸(1995): 北部九州, 小鹿田—山国金鉱床地域の火山活動・熱水変質作用の時期, 資源地質, 45, 5, 295-302.
11. 濱崎聡志(1996): 熊本県天草地域の火成活動とセリサイト化熱水変質作用のK-Ar年代, 地質調査所月報, 47, 4, 201-207
12. 花室孝広・梅田浩司・高島勲・根岸義光(2008): 紀伊半島南部, 本宮および十津川地域の温泉周辺の熱水活動史, 岩石鉱物科学, 37, 27-38.
13. John Keeling, Horst Zwingmann, Peter Self, Mark Raven(2014): Timing and significance of celadonite alteration in graphitic schist on southern Eyre Peninsula, South Australia, Australian Clay Minerals Society Conference, 91-95.
14. 平 朝彦, 浜野洋三, 藤井敏嗣, 下田陽久, 末広 潔, 徳山英一, 住 明正, 上田 博, 竹内謙介, 佐野有司, 蒲生俊敬, 井澤英二(1996):岩波講座 地球惑星科学,地球の観測, 岩波書店
15. 吉村尚久 (2001):粘土鉱物と変質作用, 地学団体研究会