

島根原子力発電所  
敷地の地質・地質構造について

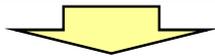
---

平成27年4月24日  
中国電力株式会社

# 本日の説明内容

## 1. 敷地の地形及び地質・地質構造

- 敷地における変位地形・リニアメントの有無の検討
- 敷地の地質・地質構造の検討
- 鍵層の分布に基づく2号炉エリア及び3号炉エリアの地層の連続性の検討



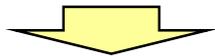
## 2. 敷地内のシームの評価 (1)シームの対比

- ボーリングコア及び試掘坑内におけるシームの抽出
- 2号炉及び3号炉原子炉建物基礎地盤で確認されたシームの対比



## 2. 敷地内のシームの評価 (2)シームの成因

- 各シームの類似性, 層厚, 鉱物組成及び背斜軸南側のシームの走向・傾斜によるシームの成因の検討



## 2. 敷地内のシームの評価 (3)シームの活動性

- サイトにおける広域応力場の検討
- 最も連続性の高いシームを対象とした条線及び貫入岩との切断関係に基づくシームの最終変位センスの検討
- 薄片観察による微細なずれの方向及び鉱物脈等との接触関係の検討



## 3. まとめ

- 応力場及び薄片観察(微細なずれの方向及び鉱物脈等との接触関係)によるシームの活動性の検討結果

---

1. 敷地の地形及び地質・地質構造	p.4
2. 敷地内のシームの評価	p.24
(1)シームの対比	p.24
(2)シームの成因	p.36
(3)シームの活動性	p.46
3. まとめ	p.82

余白

# 1. 敷地の地形及び地質・地質構造

## 2. 敷地内のシームの評価

(1) シームの対比

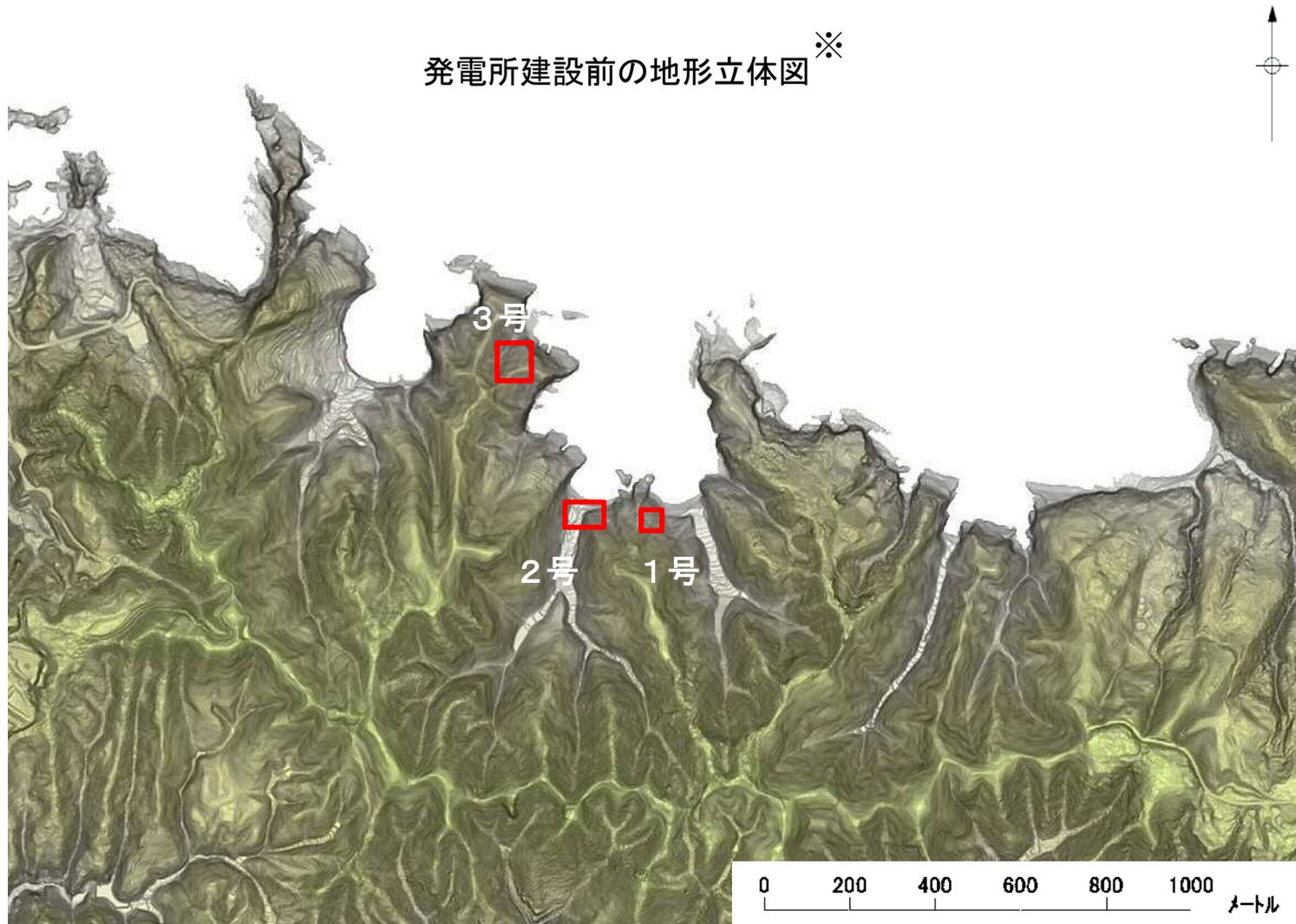
(2) シームの成因

(3) シームの活動性

## 3. まとめ

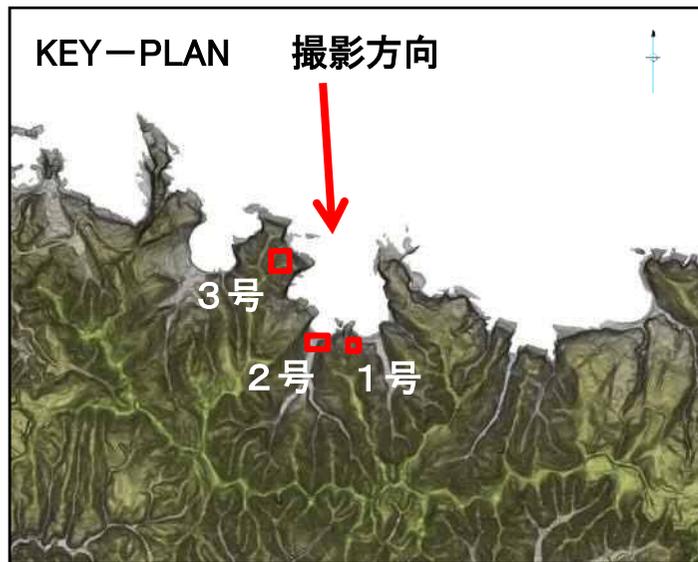
# 敷地の地形①

・変動地形学的調査の結果、敷地には変位地形・リニアメントは認められない。

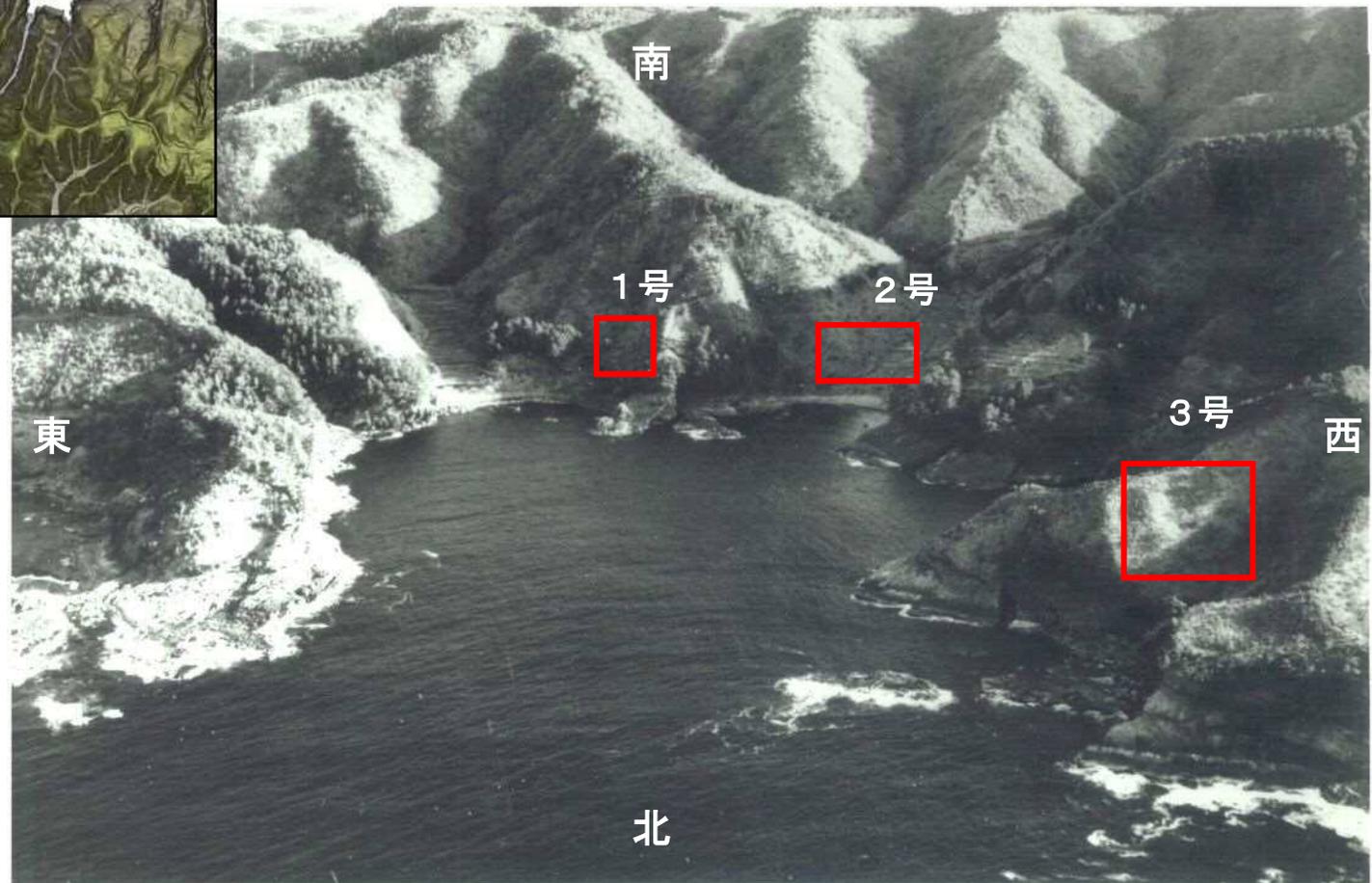


※航空レーザー測量で取得した2mメッシュのDEMデータに、空中写真により取得した旧地形のDEMデータを合成して作成したもの

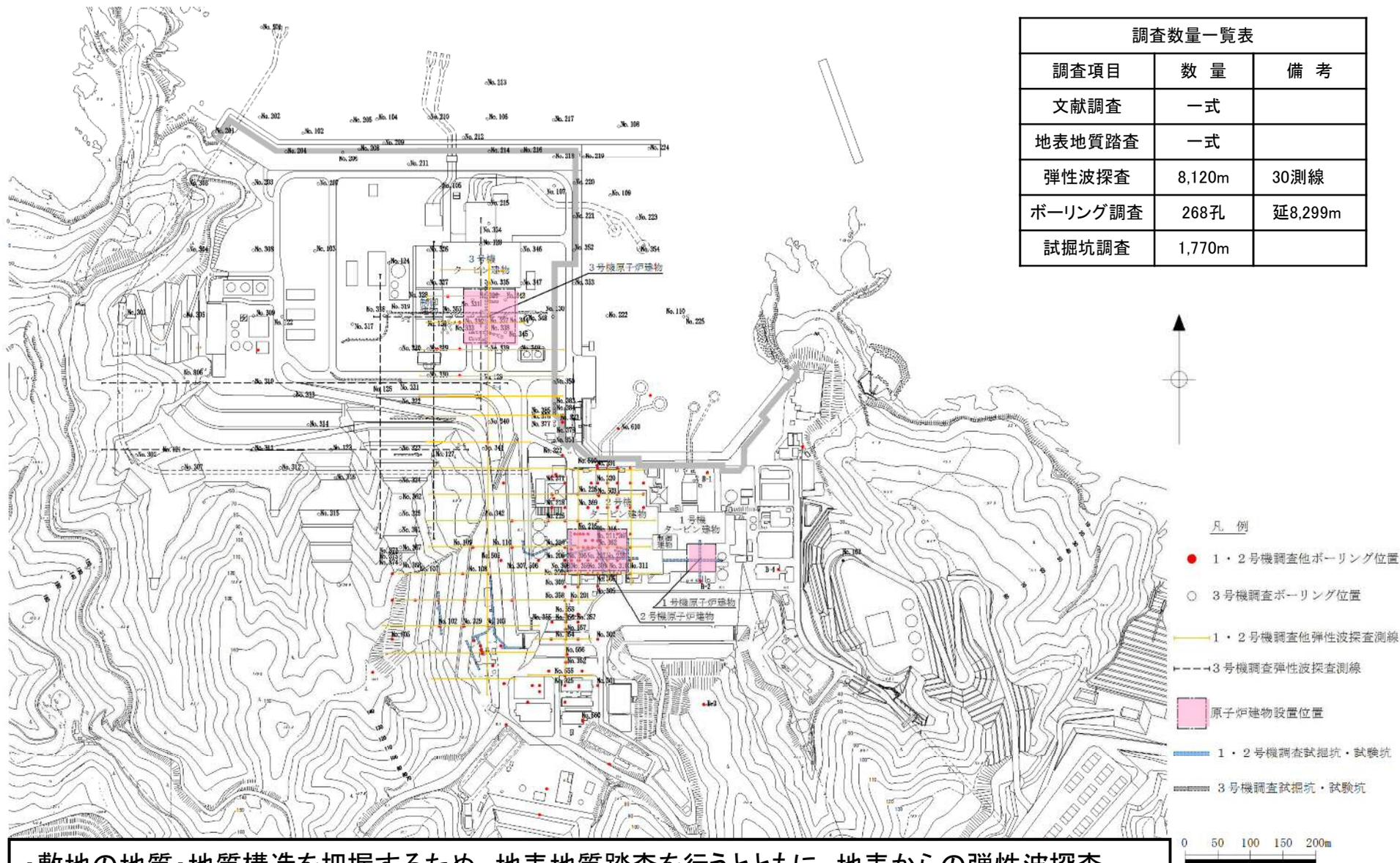
# 敷地の地形②



発電所建設前の写真（昭和42年撮影）



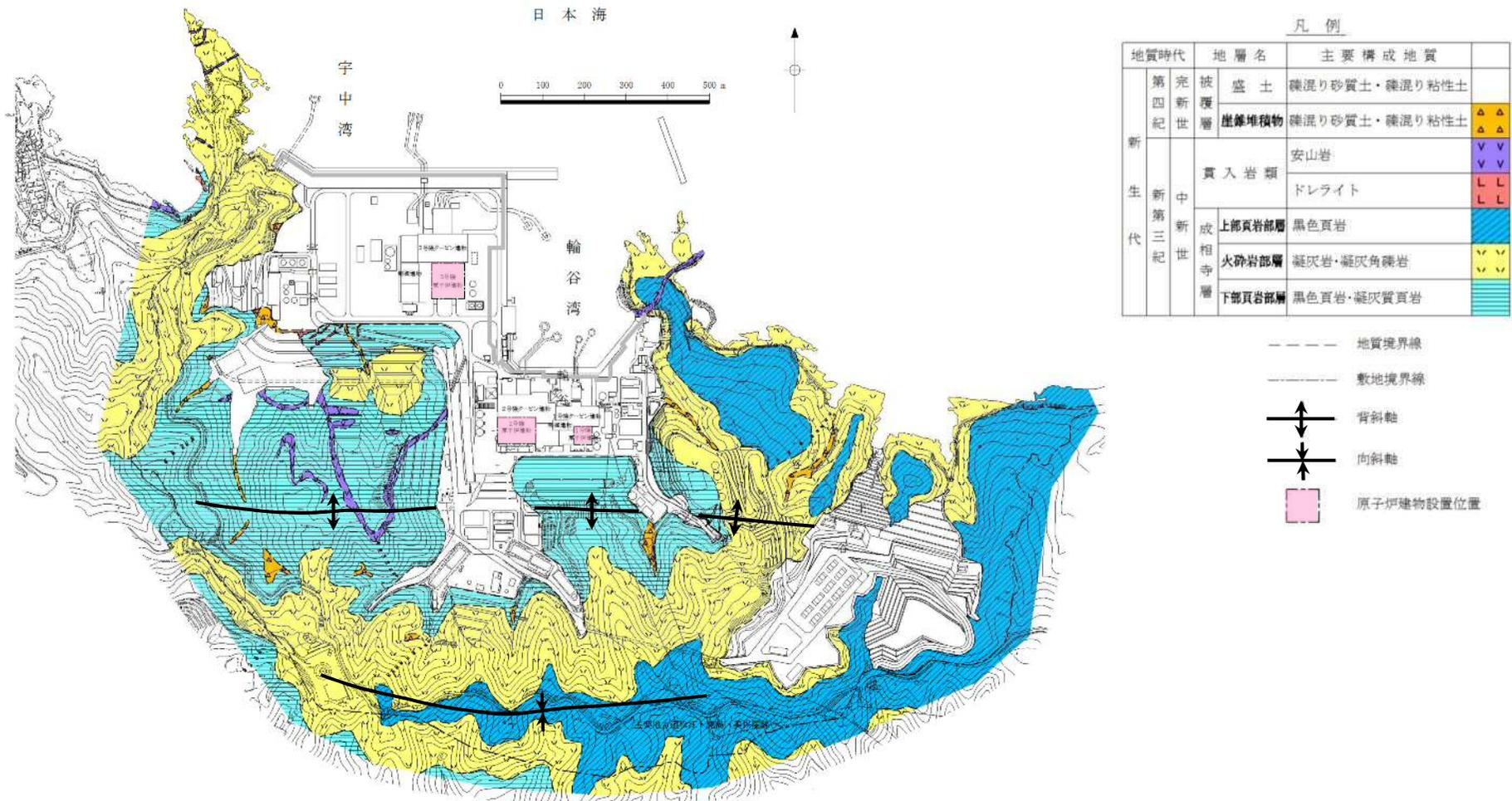
# 1. 敷地の地形及び地質・地質構造 敷地内地質調査内容



・敷地の地質・地質構造を把握するため、地表地質踏査を行うとともに、地表からの弾性波探査、ボーリング調査、試掘坑調査等を実施した。

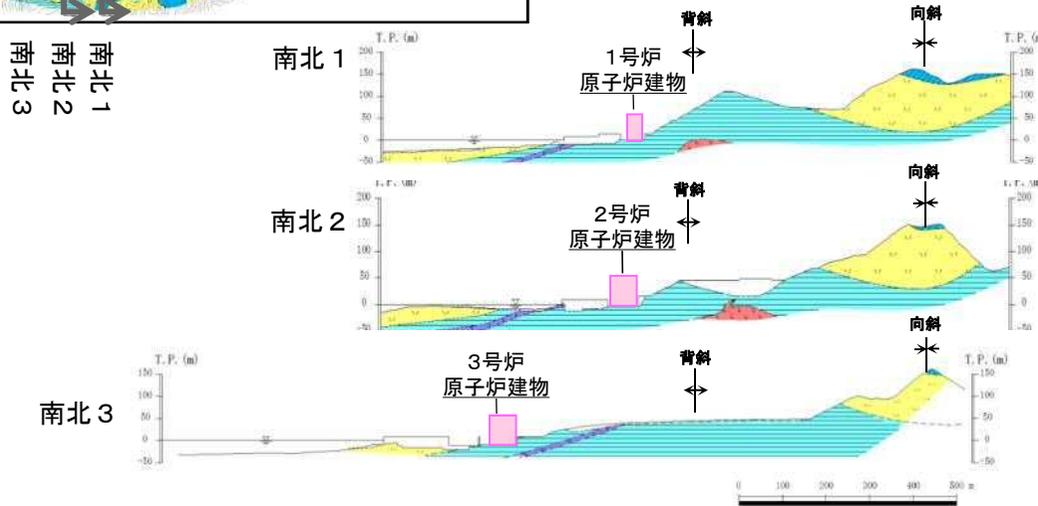
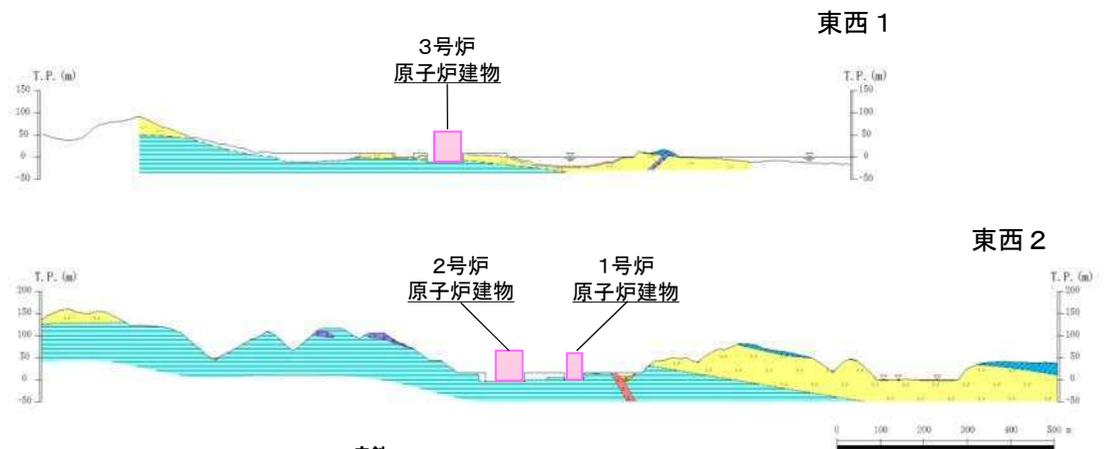
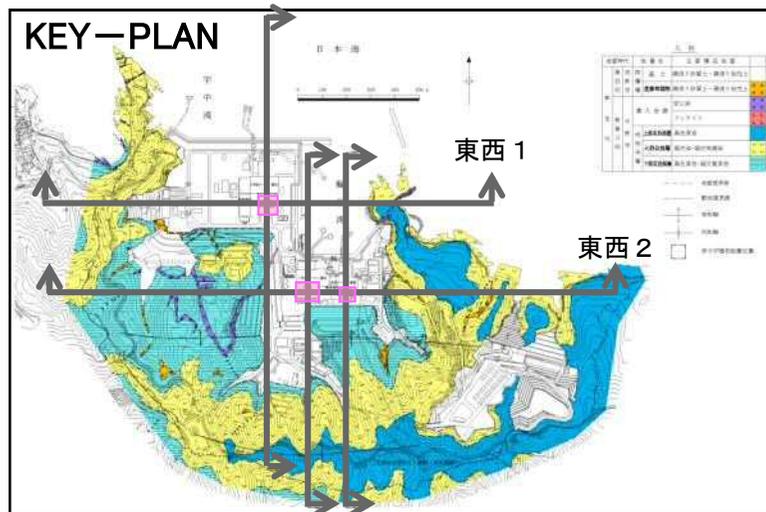
余白

# 1. 敷地の地形及び地質・地質構造 敷地の地質平面図



- ・敷地の地質は、新第三紀中新世の堆積岩類から成る成相寺層と貫入岩類及びそれらを覆う第四系の崖錐堆積物等から構成される。
- ・敷地の南方には、ほぼ東西方向の軸を持つ背斜構造が認められる。
- ・敷地には、破碎帯や活断層は確認されていない。

# 1. 敷地の地形及び地質・地質構造 敷地の地質断面図



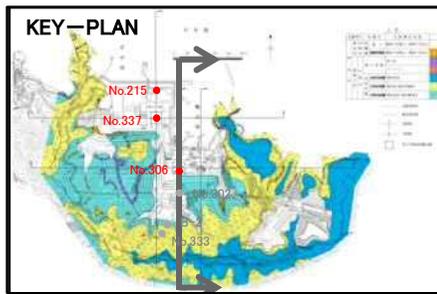
凡例

地質時代	地層名	主要構成地質	
第四紀	被覆層	盛土	礫混り砂質土・礫混り粘性土
	崖錐堆積物	礫混り砂質土・礫混り粘性土	△ △ △
第三紀	貫入岩類	安山岩	V V
		ドレライト	L L
	上部頁岩部層	黒色頁岩	■ ■
	火砕岩部層	凝灰岩・凝灰質礫岩	V V V
下部頁岩部層	黒色頁岩・凝灰質頁岩	■ ■	

----- 地質境界線

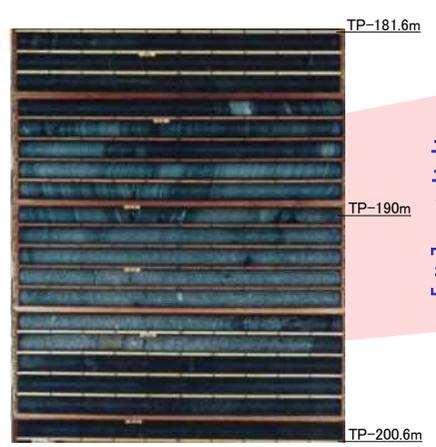
- 敷地に分布する成相寺層は、下位より下部頁岩部層、火砕岩部層、上部頁岩部層の3つの部層に区分される。
- 1～3号炉原子炉建物基礎地盤においては、主として黒色頁岩、凝灰質頁岩より成る「下部頁岩部層」が広く分布する。

# 1. 敷地の地形及び地質・地質構造 敷地に分布する鍵層①

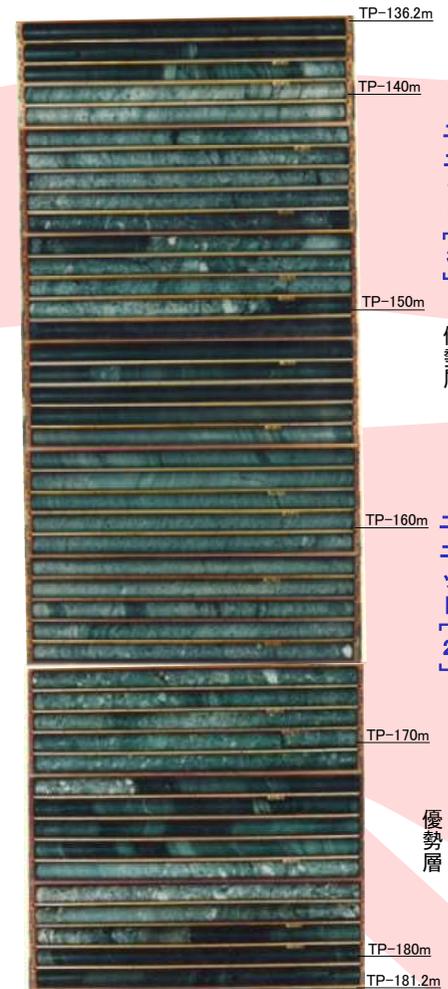


凡例		
地質時代	地層名	主要構成地質
第四紀	沖積層	礫混り砂質土・礫混り粘性土
	堆積堆積物	礫混り砂質土・礫混り粘性土
新第三紀	貫入岩類	安山岩 ドレナイト
	上部頁岩部層	黒色頁岩
	火砕岩部層	凝灰岩・凝灰角礫岩
	下部頁岩部層	黒色頁岩・凝灰質頁岩

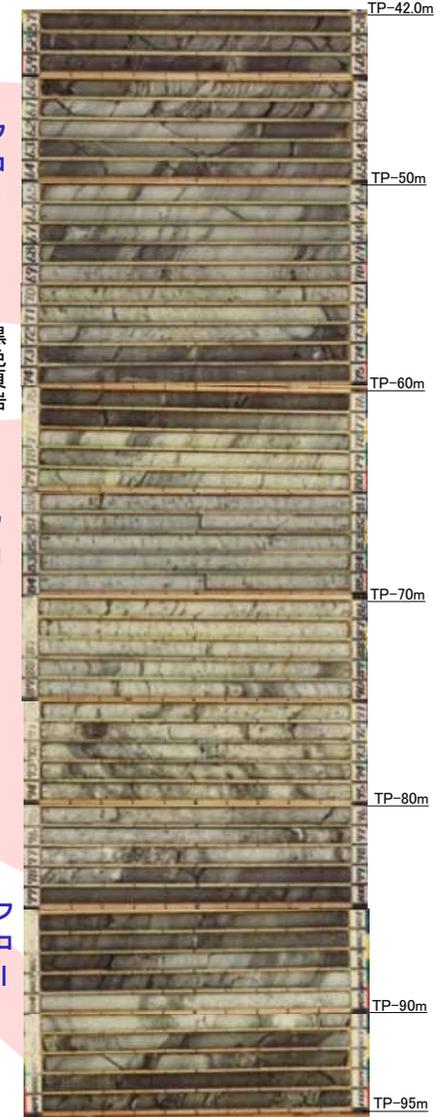
----- 地質境界線



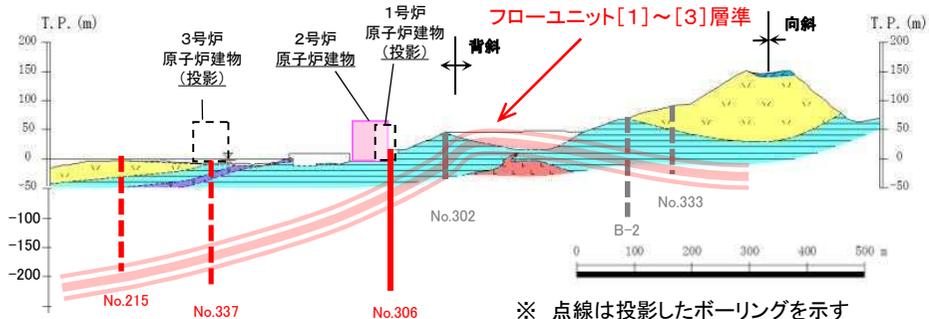
No.215コア写真



No.337コア写真



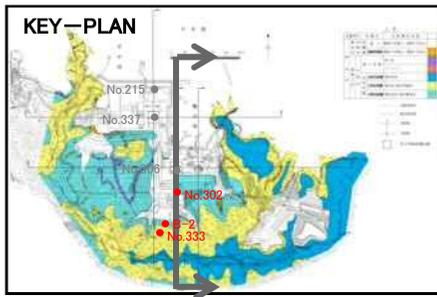
No.306コア写真



※ 点線は投影したボーリングを示す

- ・ 2号炉エリア及び3号炉エリアにおけるボーリング調査の結果、下部頁岩部層中において、連続性が高い堆積層が確認された。
- ・ 当該堆積層は、凝灰角礫岩主体で黒色頁岩優勢層を挟在し、級化層理を示す等の特徴を有することから、水中火砕流により堆積したものと考えており、フローユニットと呼称している。
- ・ 当該フローユニットは、地層の対比がし易いため、敷地の地質構造把握において鍵層となる。

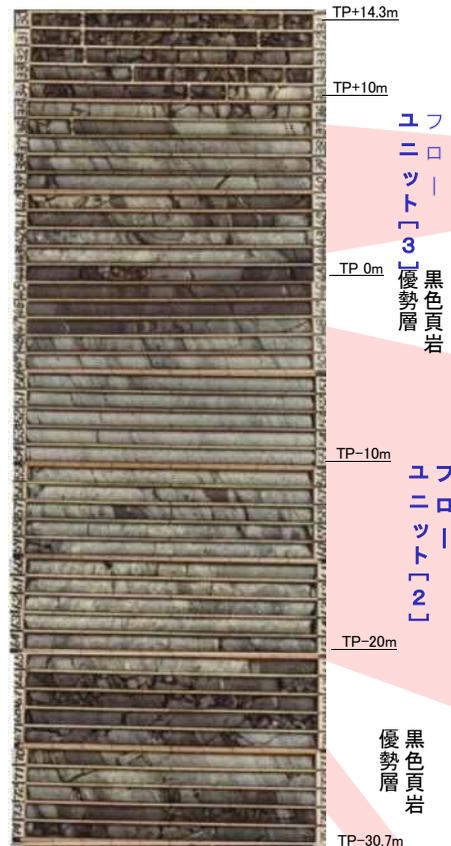
# 1. 敷地の地形及び地質・地質構造 敷地に分布する鍵層②



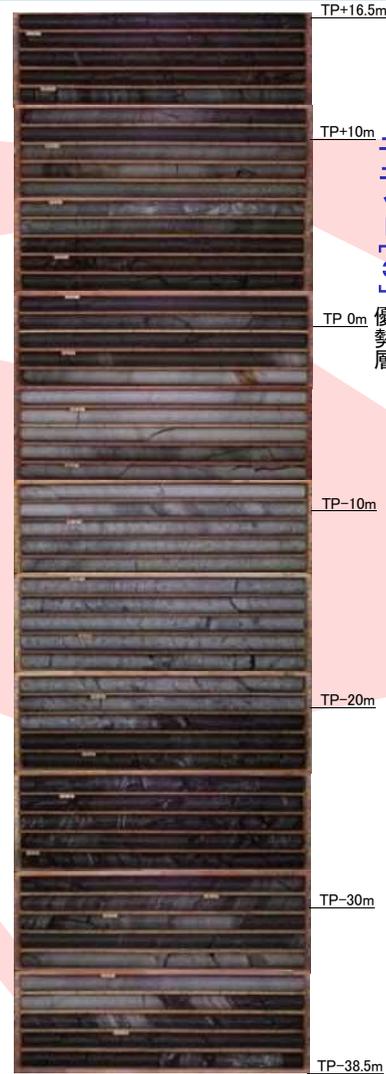
凡例

地質時代	地層名	主要構成地質
第四紀	表層	礫混り砂質土・礫混り粘性土
	埋蔵堆積物	礫混り砂質土・礫混り粘性土
中生代	貫入岩類	安山岩 ドレライト
	上部頁岩部層	黒色頁岩
	火砕岩部層	凝灰岩・凝灰角礫岩
	下部頁岩部層	黒色頁岩・凝灰質頁岩

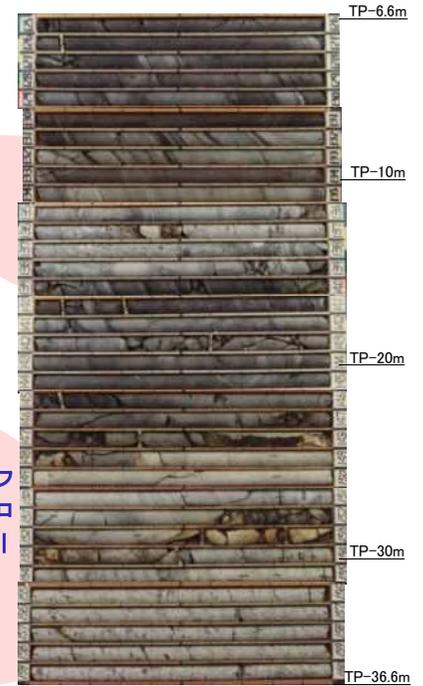
----- 地質境界線



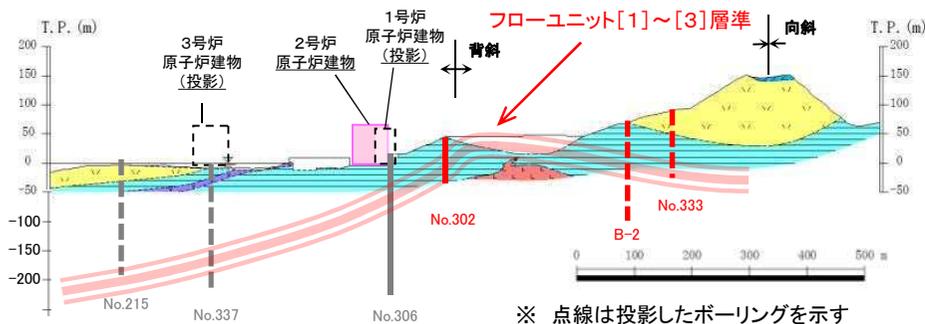
No.302コア写真



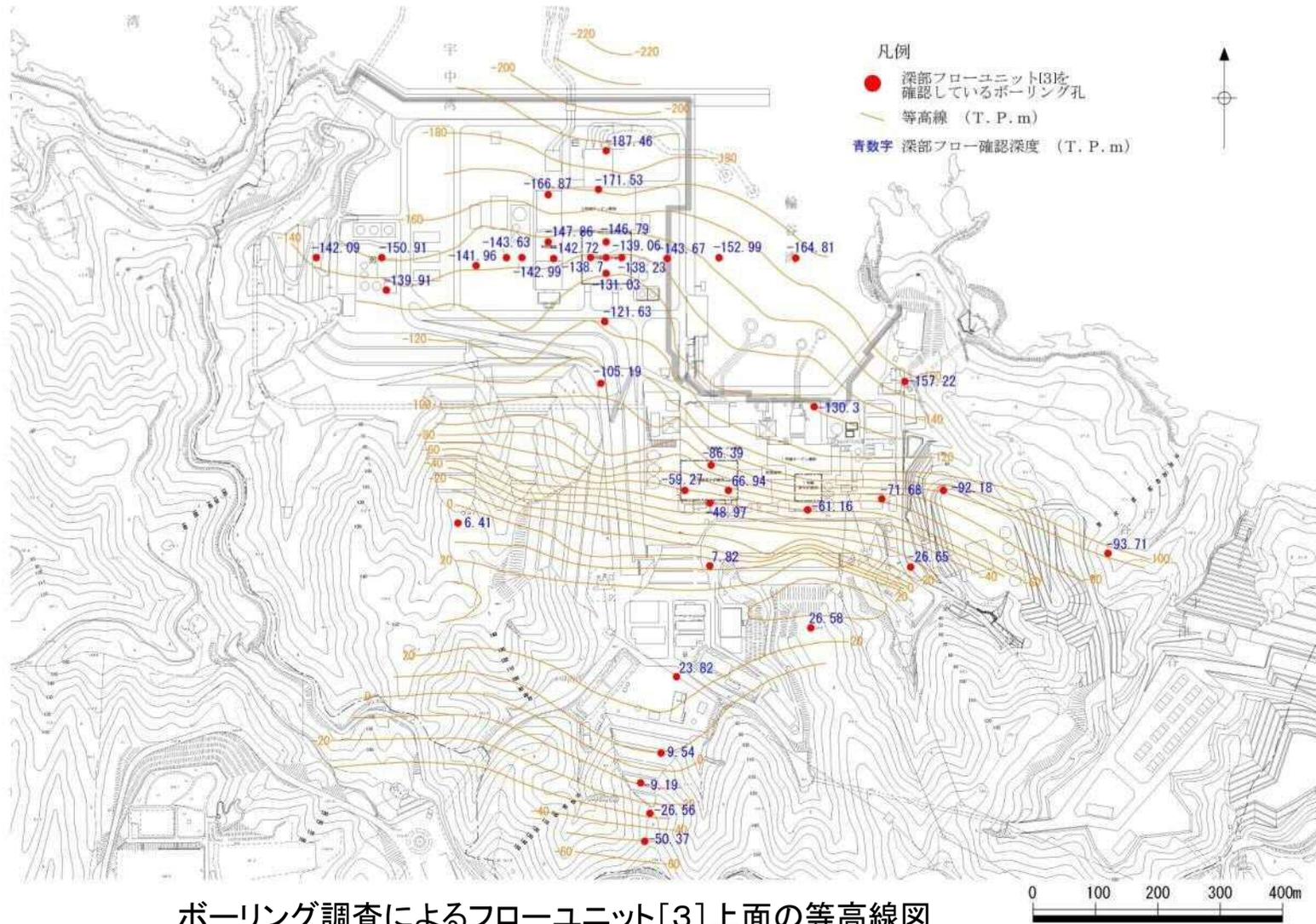
B-2コア写真



No.333コア写真



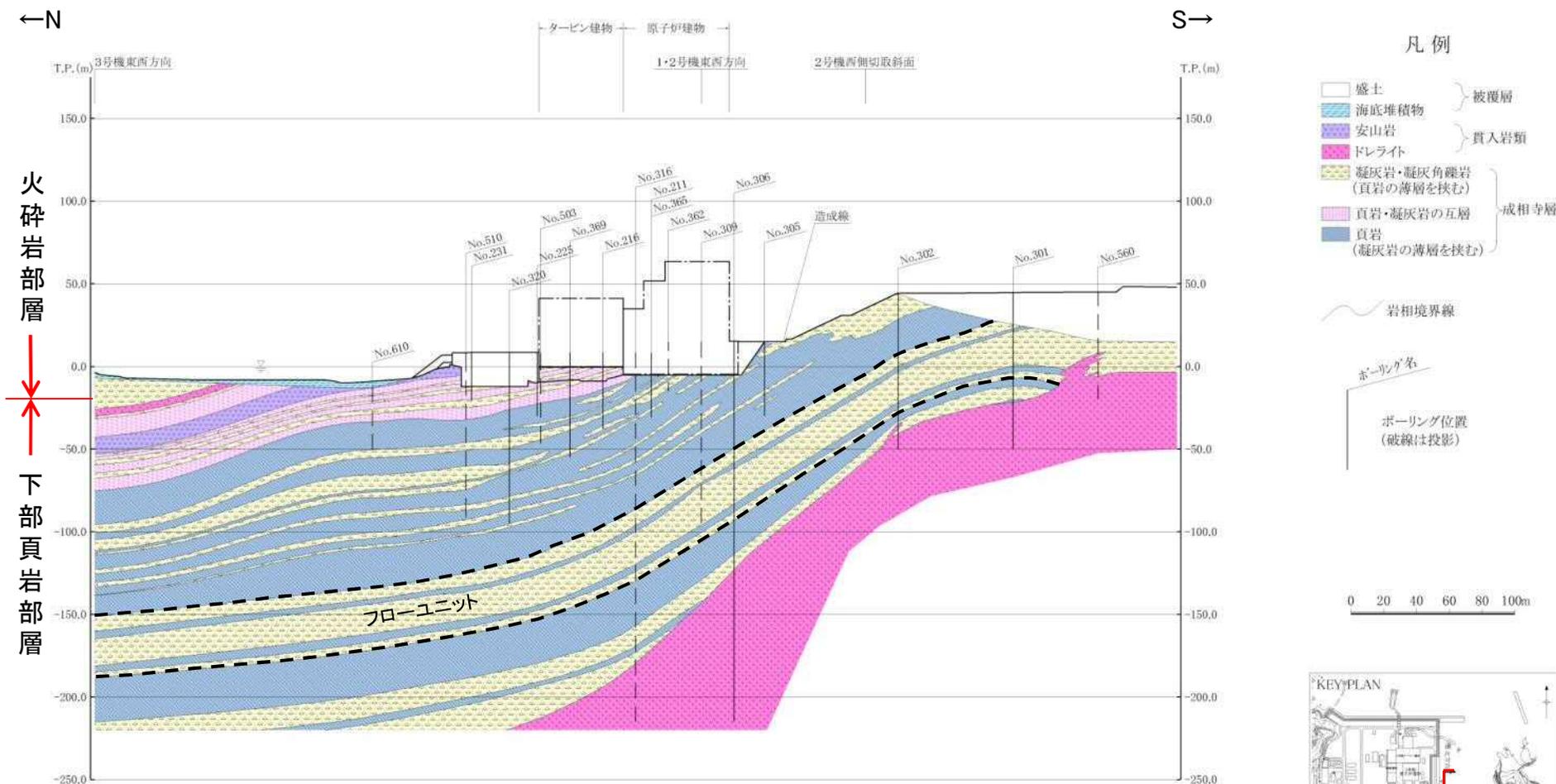
# 1. 敷地の地形及び地質・地質構造 鍵層の連続性



・ フローユニットの分布等に基づき敷地の地質構造を検討した結果、下部頁岩部層中の同一層準は、2号炉エリア及び3号炉エリアに連続的に分布すると考えられる。

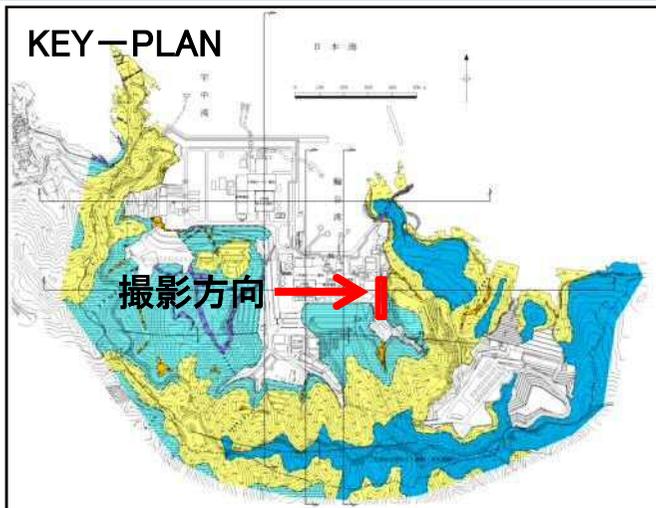
余白

# 地質鉛直断面図(2号炉原子炉建物基礎地盤)



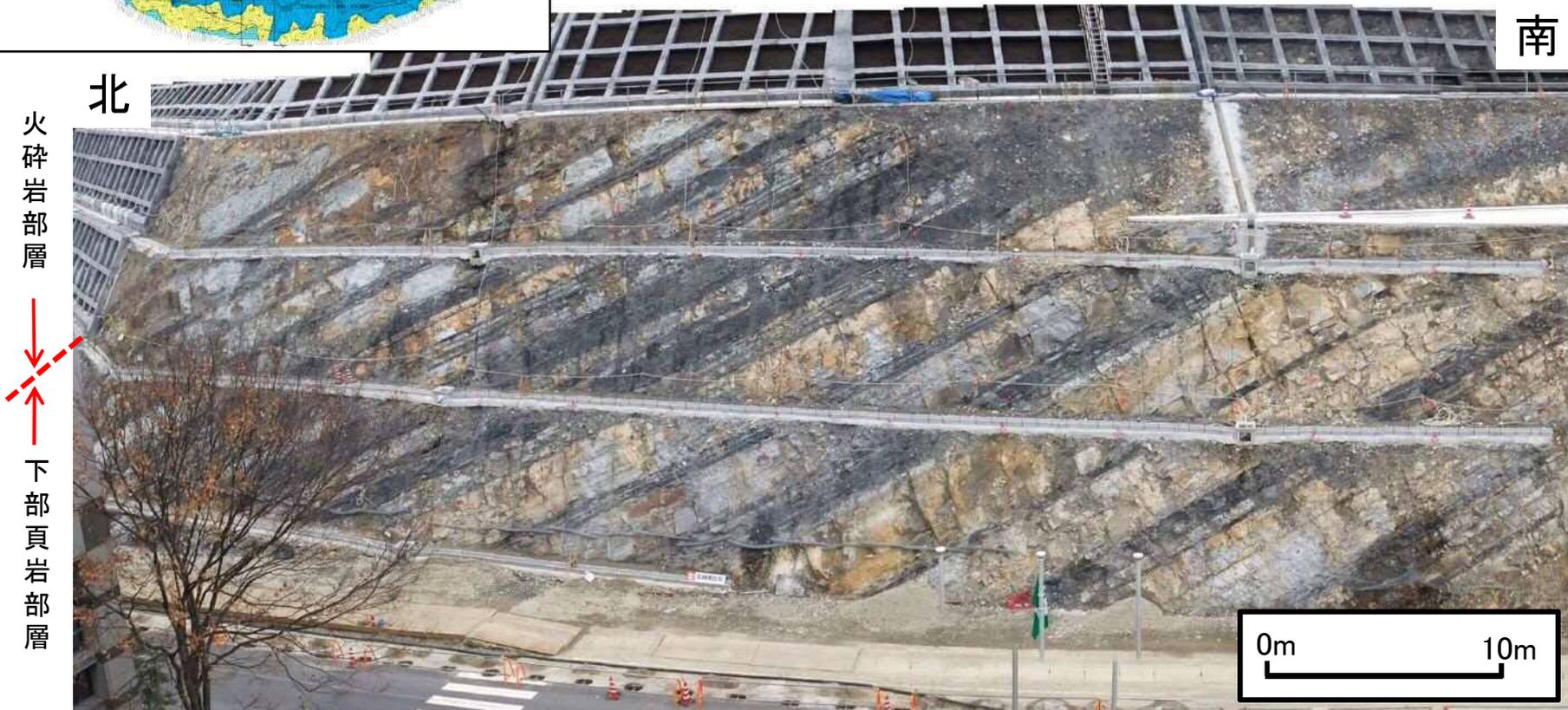
- ・2号炉原子炉建物基礎地盤には、主として下部頁岩部層、貫入岩類が分布する。
- ・下部頁岩部層は、頁岩(黒色頁岩及び凝灰質頁岩)を主体とし、凝灰岩及び凝灰角礫岩並びにこれらの互層から構成される。
- ・成相寺層の構造は、概ね西北西－東南東の走向を示し、北へ向かって約10°～30°傾斜している。

# 法面写真(1号炉原子炉建物東側)

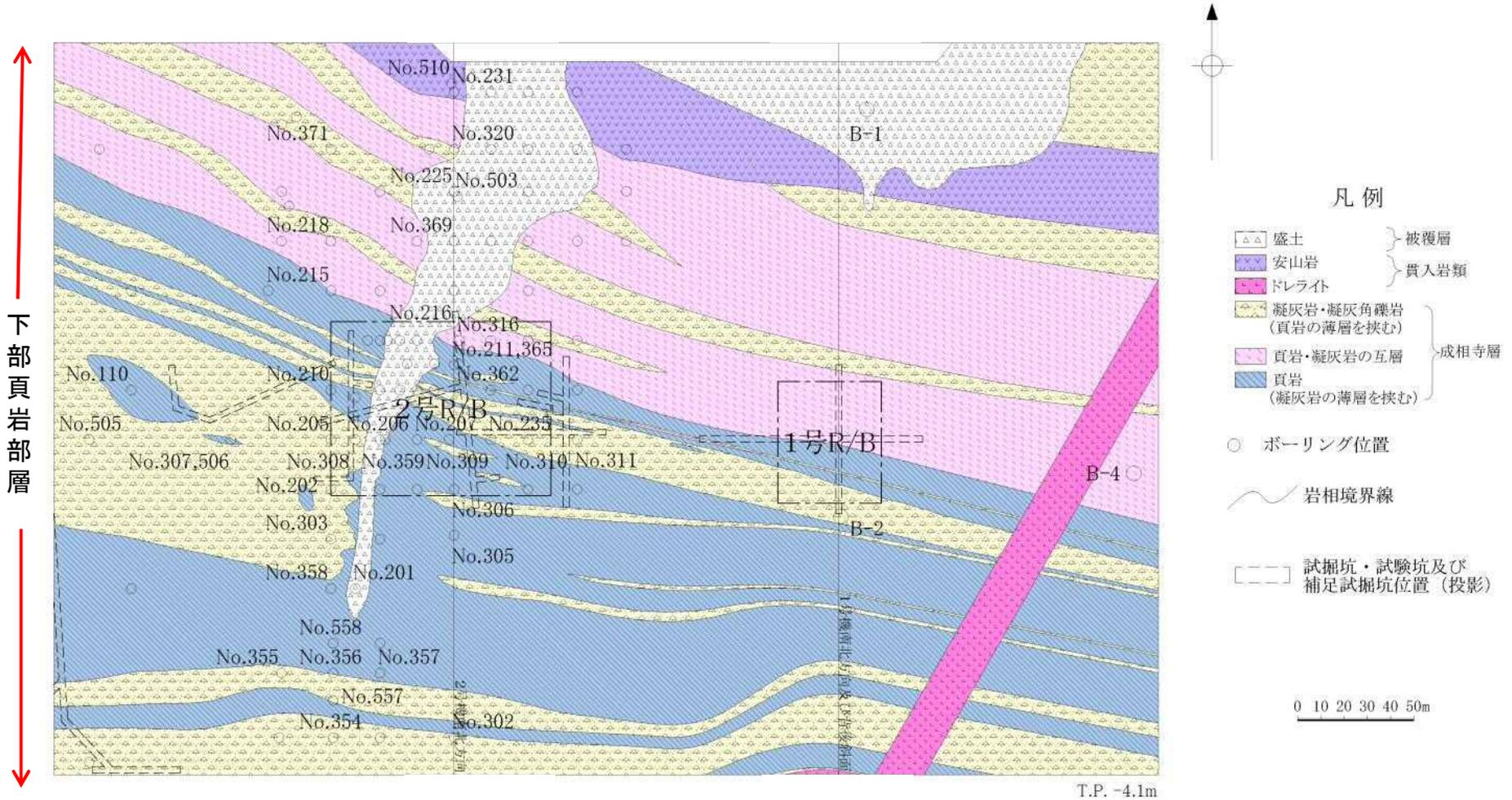


・成相寺層が、北へ向かって一様に傾斜する構造が認められる。

(平成25年撮影)

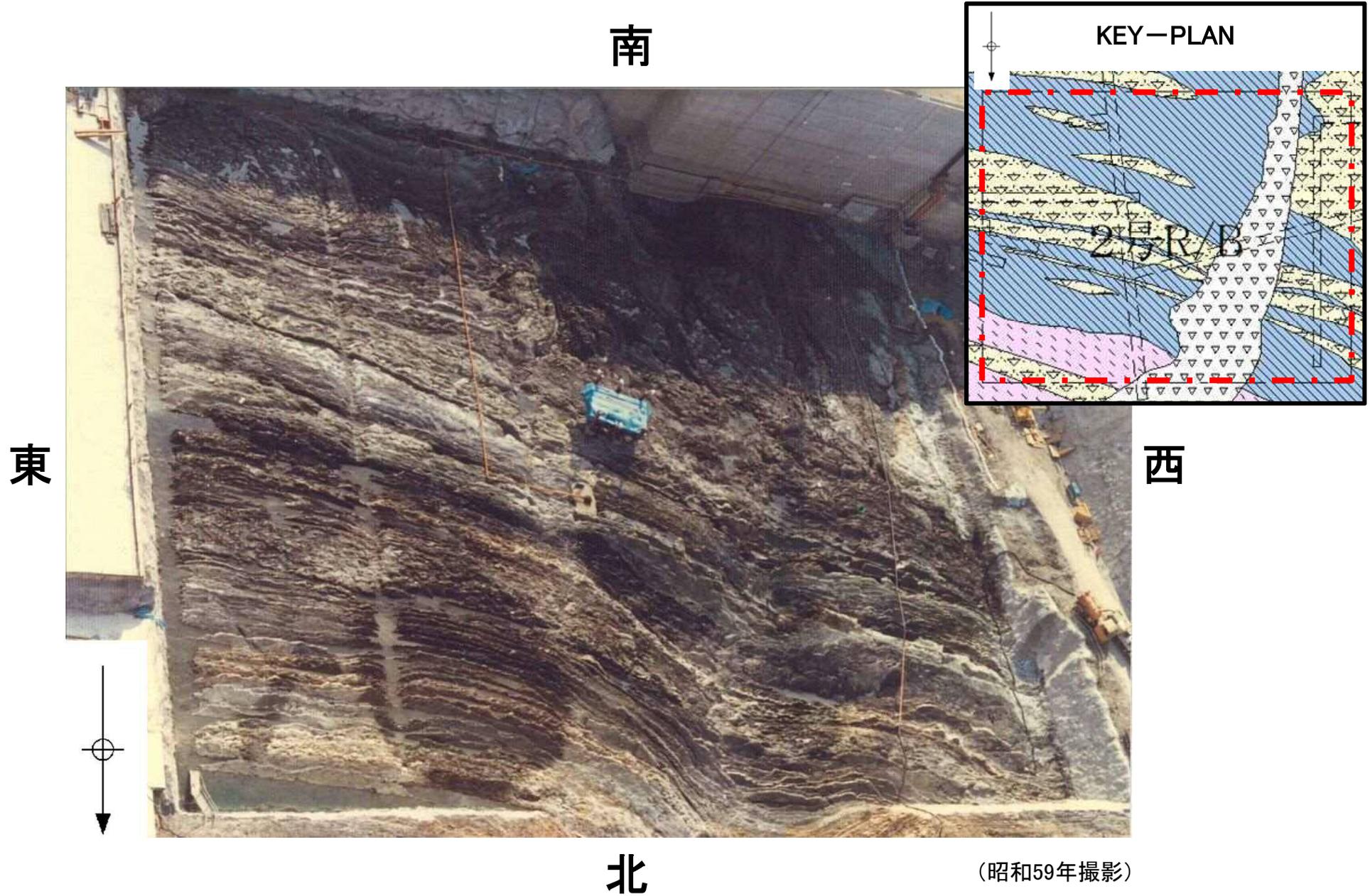


# 地質水平断面図(1・2号炉原子炉建物基礎地盤)



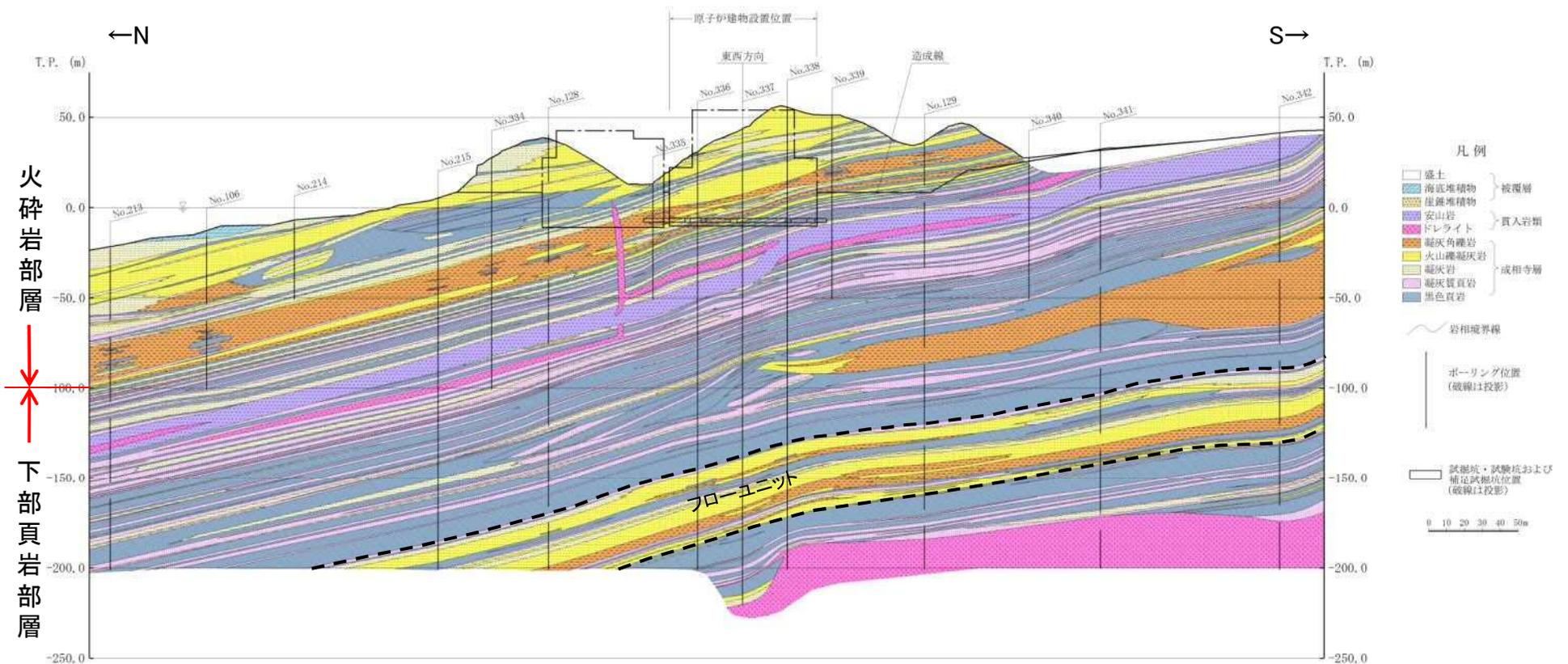
・成相寺層の構造は、概ね西北西－東南東の走向を示す。

# 底面付近写真(2号炉原子炉建物基礎地盤)

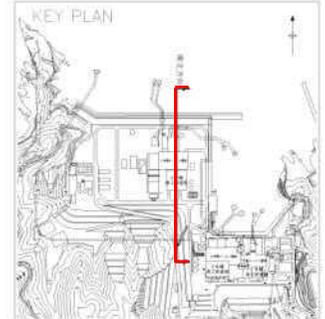


余白

# 地質鉛直断面図(3号炉原子炉建物基礎地盤)

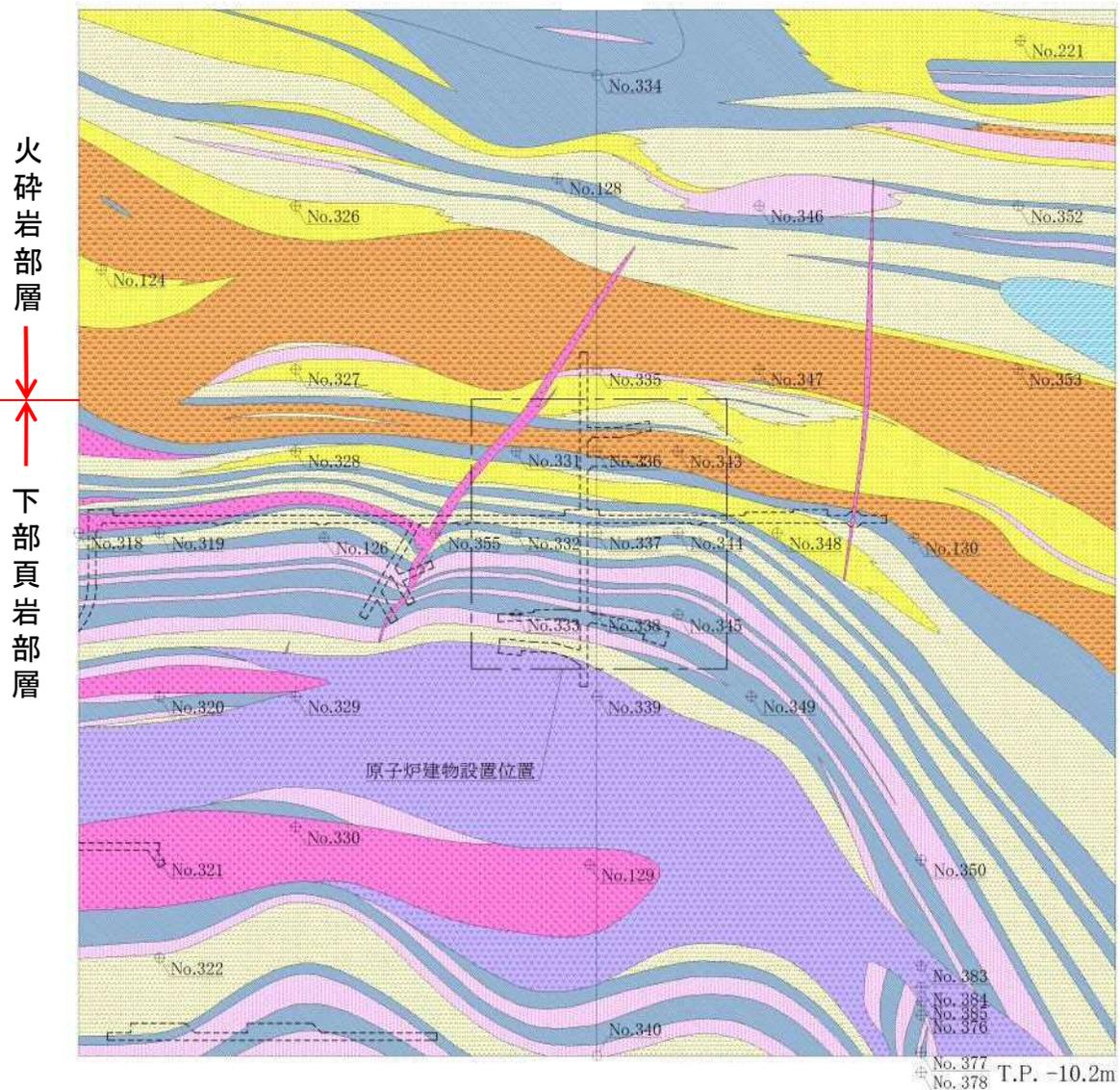


- ・3号炉原子炉建物基礎地盤には、成相寺層(下部頁岩部層、火砕岩部層)及び貫入岩類が分布する。
- ・下部頁岩部層は、頁岩(黑色頁岩及び凝灰質頁岩)を主体とし、凝灰岩、火山礫凝灰岩及び凝灰角礫岩並びにこれらの互層から構成される。
- ・火砕岩部層は、主として凝灰岩、火山礫凝灰岩及び凝灰角礫岩から構成される。
- ・成相寺層の構造は、ほぼ東西方向の走向を示し、北へ向かって約 $10^{\circ}$  ~  $20^{\circ}$  緩く傾斜している。



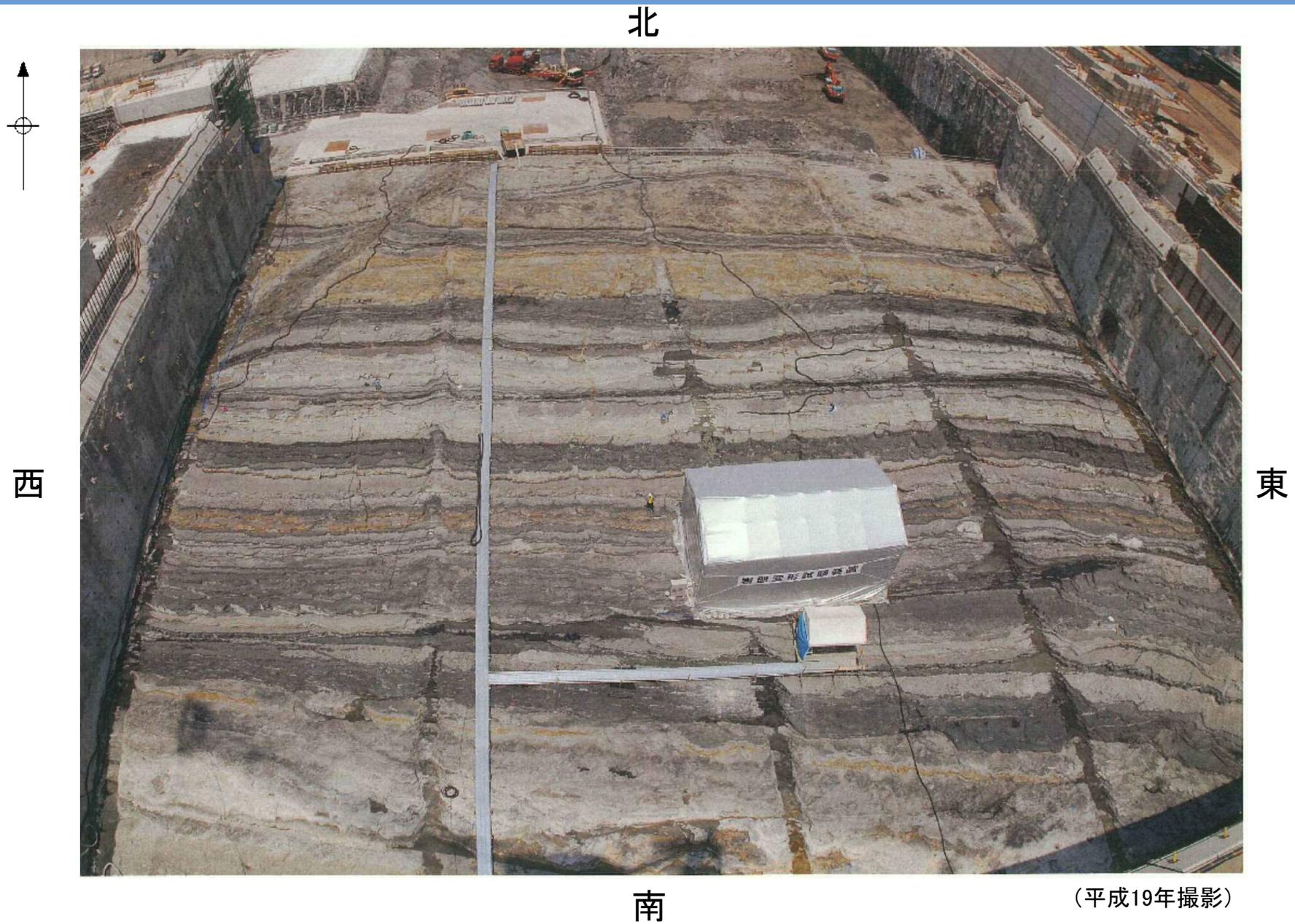
※ BTV解析結果は補足説明資料「BTV解析による見掛けの傾斜(3号炉南北断面)」参照

# 地質水平断面図(3号炉原子炉建物基礎地盤)



・成相寺層の構造は、概ね東西～北西～南東の走向を示す。

# 底面付近写真(3号炉原子炉建物基礎地盤)



余白

---

## 1. 敷地の地形及び地質・地質構造

## 2. 敷地内のシームの評価

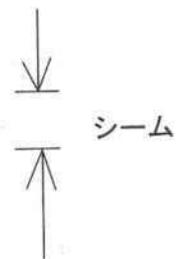
(1) シームの対比

(2) シームの成因

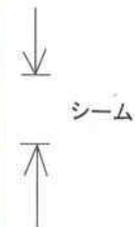
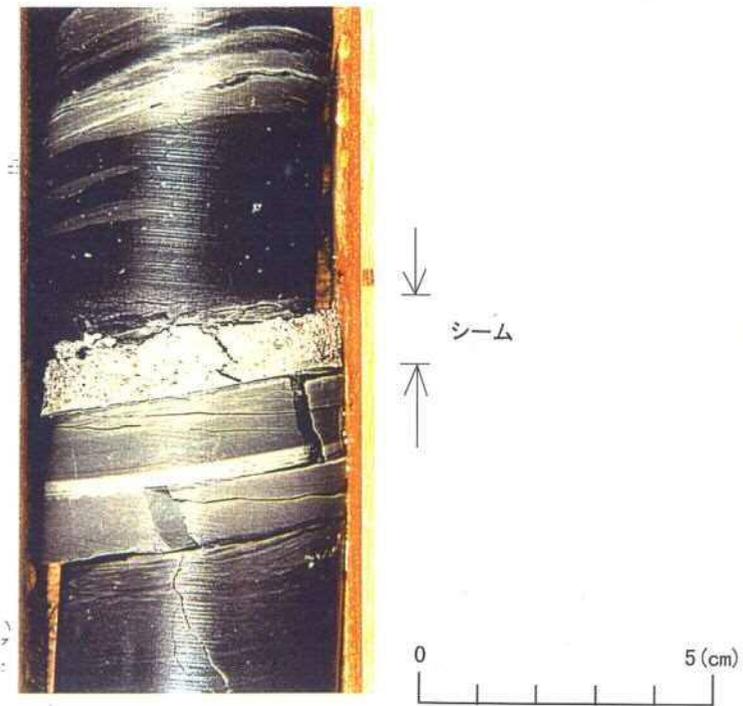
(3) シームの活動性

## 3. まとめ

# シームの抽出



試掘坑 (C-S坑) におけるシーム

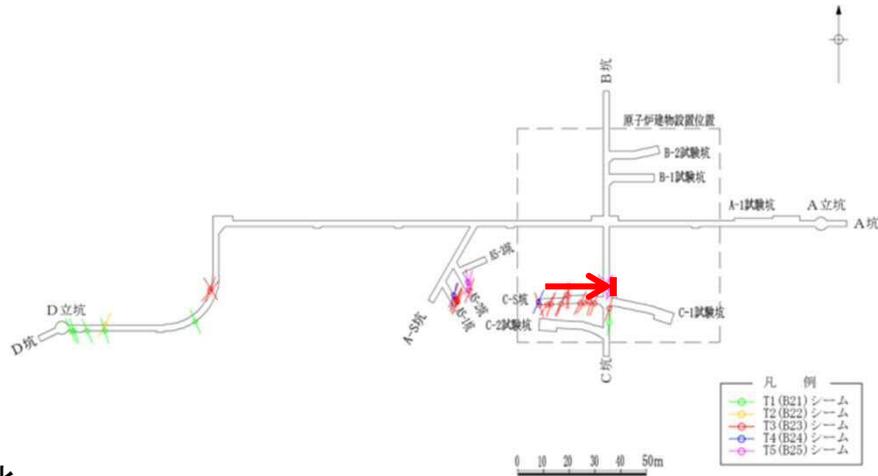


ボーリングコアにおけるシーム

・ 試掘坑及びボーリングにおいて、粘土分を含み、平板状あるいは平面状の形態を持ち、この面に沿って変位している可能性があるものをシームとして抽出した。

## 2. 敷地内のシームの評価 (1)シームの対比 シームの特徴

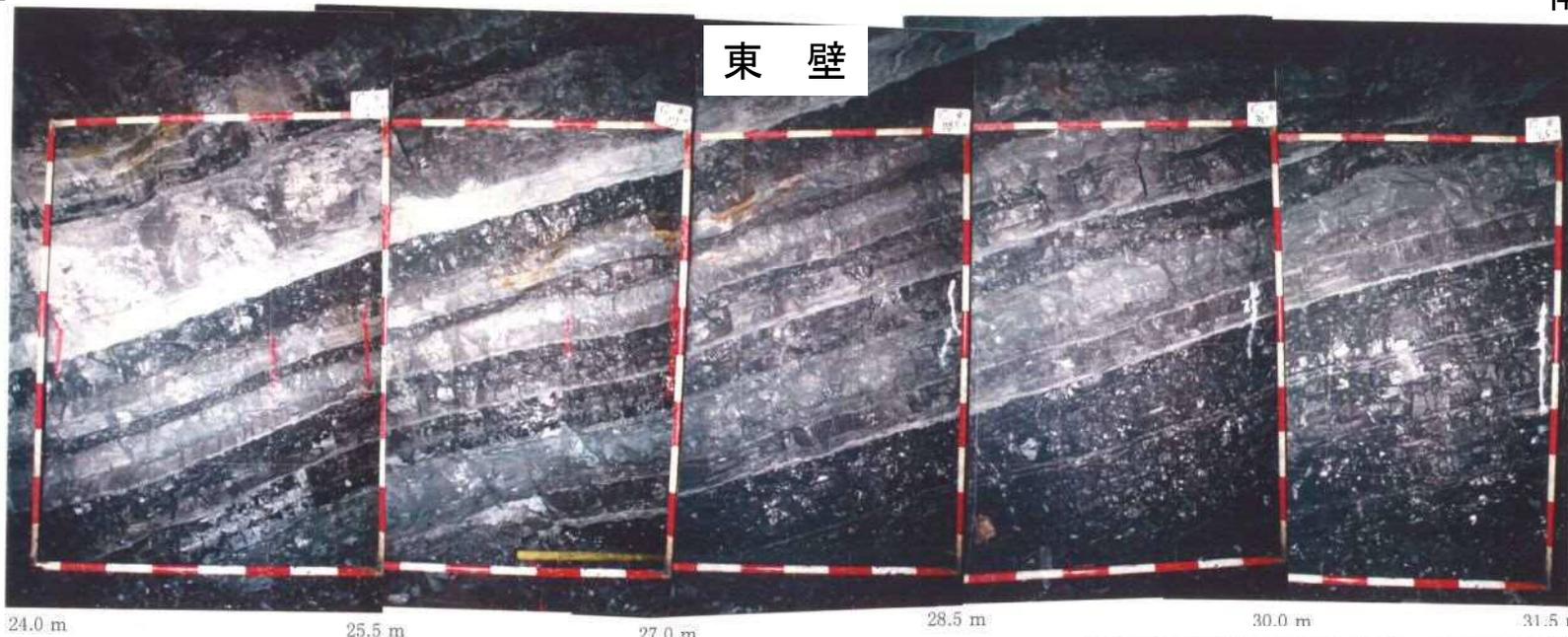
26



・シームは、地層を切ることなく、地層と同様の走向・傾斜で分布する。

北

南



3号炉試掘坑壁写真

坑名	側壁方向	位置
C坑	東	24.0 m ~ 31.5 m

# 2号炉原子炉建物基礎底面に分布するシームの性状

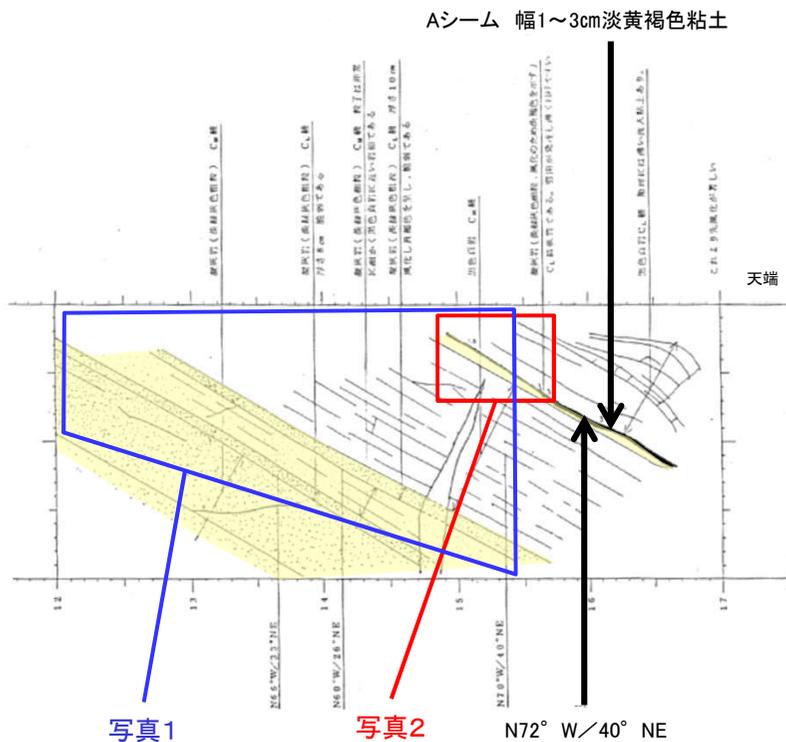


写真1

写真2

N72° W / 40° NE

Aシーム付近のスケッチ(試掘坑H坑西壁)



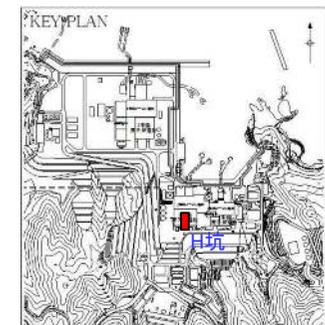
写真1 淡緑灰色粗粒凝灰岩



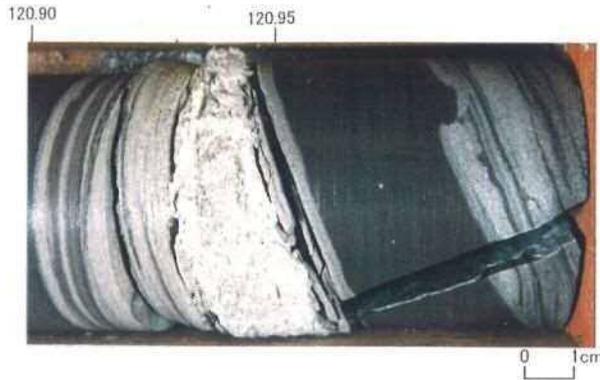
写真2 Aシーム



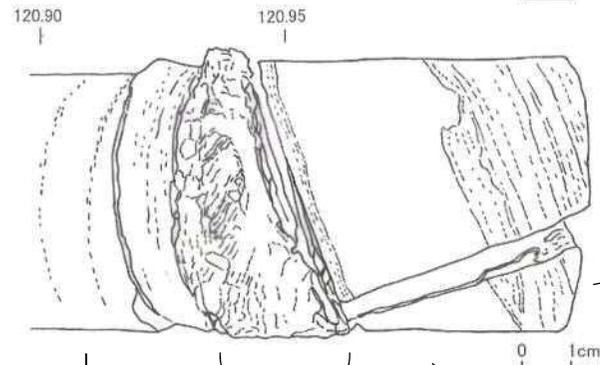
- ・ 2号炉原子炉建物基礎底面には、連続性を有するシーム（最大層厚約5cm程度）が分布しており、2号炉調査当時では「Aシーム」と呼称していた。
- ・ Aシームは、淡緑灰色粗粒凝灰岩層の上位に分布する。



# 3号炉原子炉建物基礎地盤に分布するB8シームの性状



B8シーム近接写真



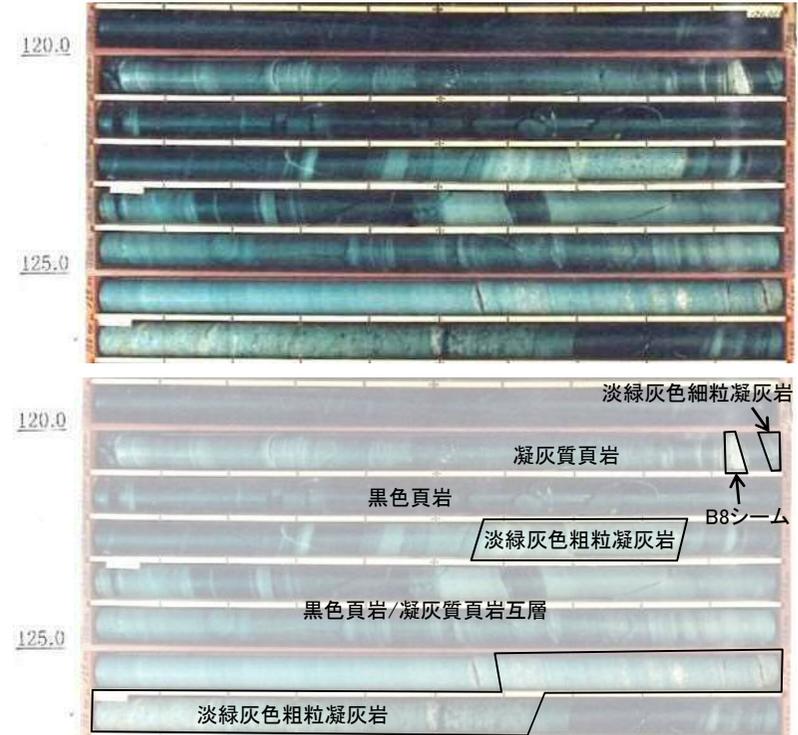
B8シームスケッチ

凝灰岩  
葉理の明瞭な  
細粒凝灰岩。

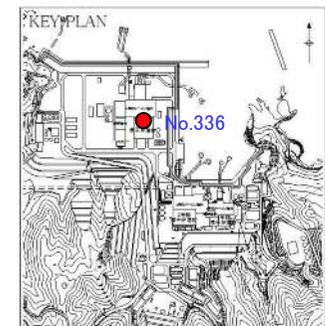
凝灰質頁岩  
ほぼ水平な葉理を有し、  
葉理に平行な割れ目が  
発達する。

シーム  
**N79E 22N**  
(孔壁画像観察による)

黑色頁岩  
高角の割れ目が見られる。  
シームより上位の連続性は不明。



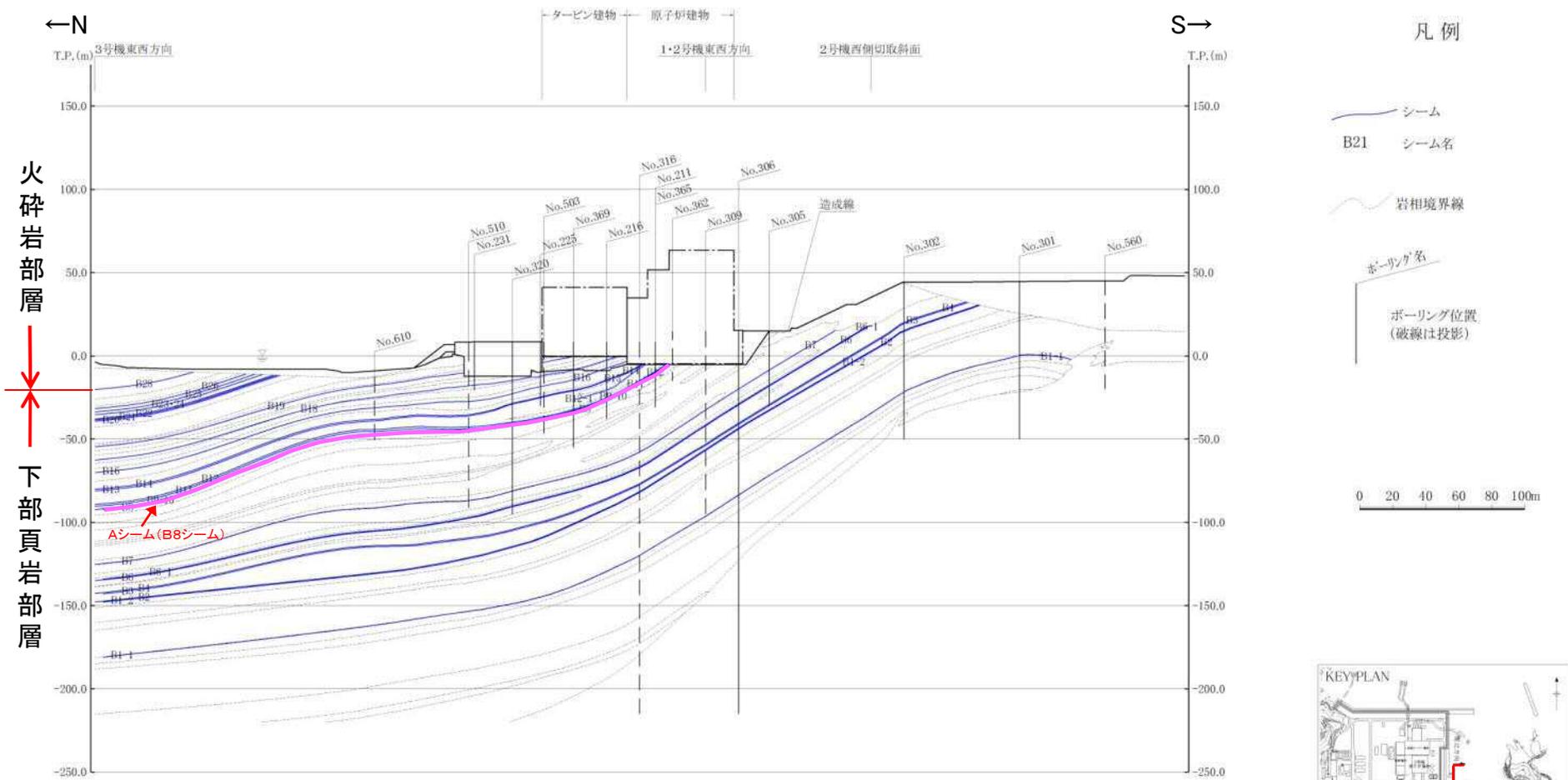
3号炉No.336コア写真



- ・ 3号炉原子炉建物基礎地盤において認められるB8シーム（最大層厚約6cm程度）は、淡緑灰色粗粒凝灰岩から成る火砕流堆積層の上位に位置すること等から、2号炉原子炉建物基礎底面で認められたAシームと同一のシームと考えられる。
- ・ 2号炉エリア及び3号炉エリアにおいて、下部頁岩部層の同一層準が連続すること、及びシームが地層を切ることなく堆積構造と調和的に分布することから、シームの活動性評価に当たり、3号炉エリアの地質データに基づく検討を行う。

2. 敷地内のシームの評価 (1)シームの対比

シーム分布鉛直断面図(2号炉原子炉建物基礎地盤(南北))

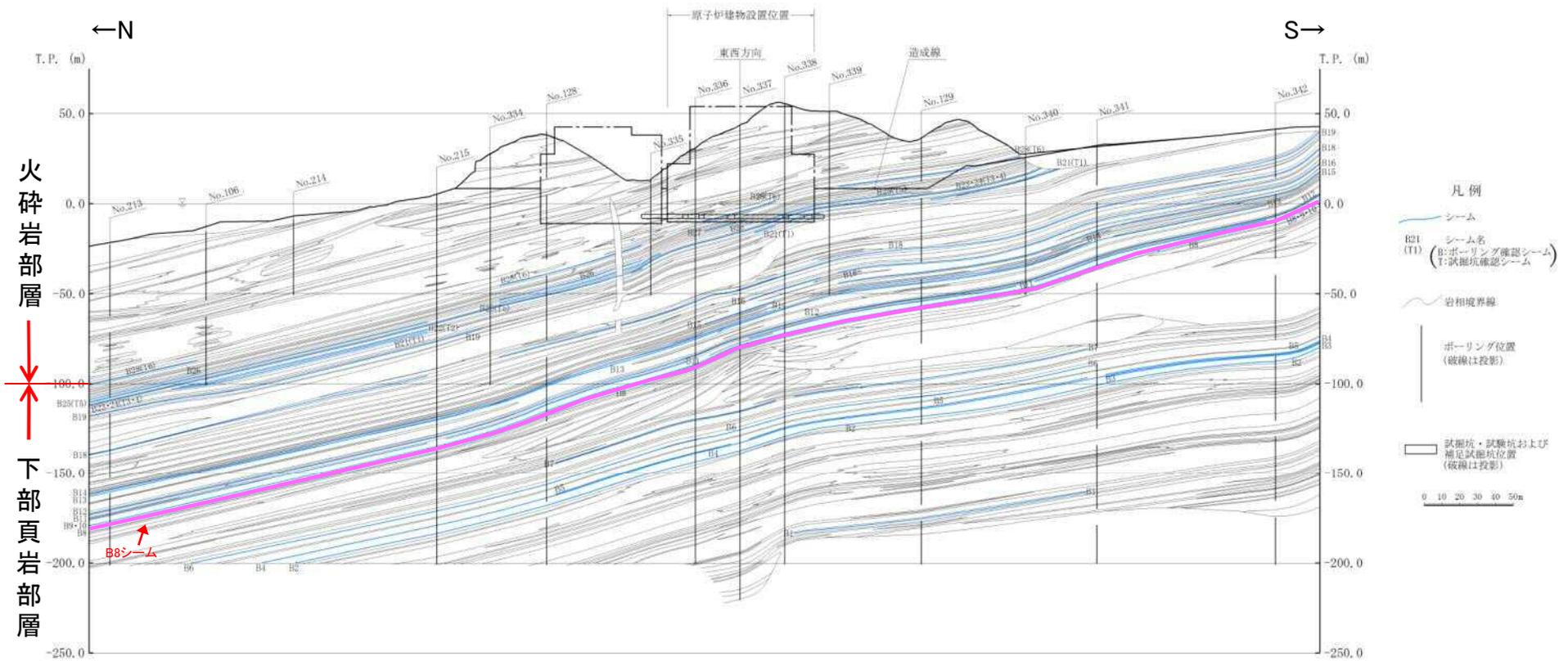


※シームは相当層準を示す。

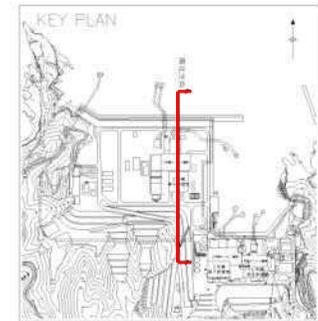
・シームは、地層の走向・傾斜と同一で、緩やかな北傾斜を示す。

2. 敷地内のシームの評価 (1)シームの対比

シーム分布鉛直断面図(3号炉原子炉建物基礎地盤(南北))

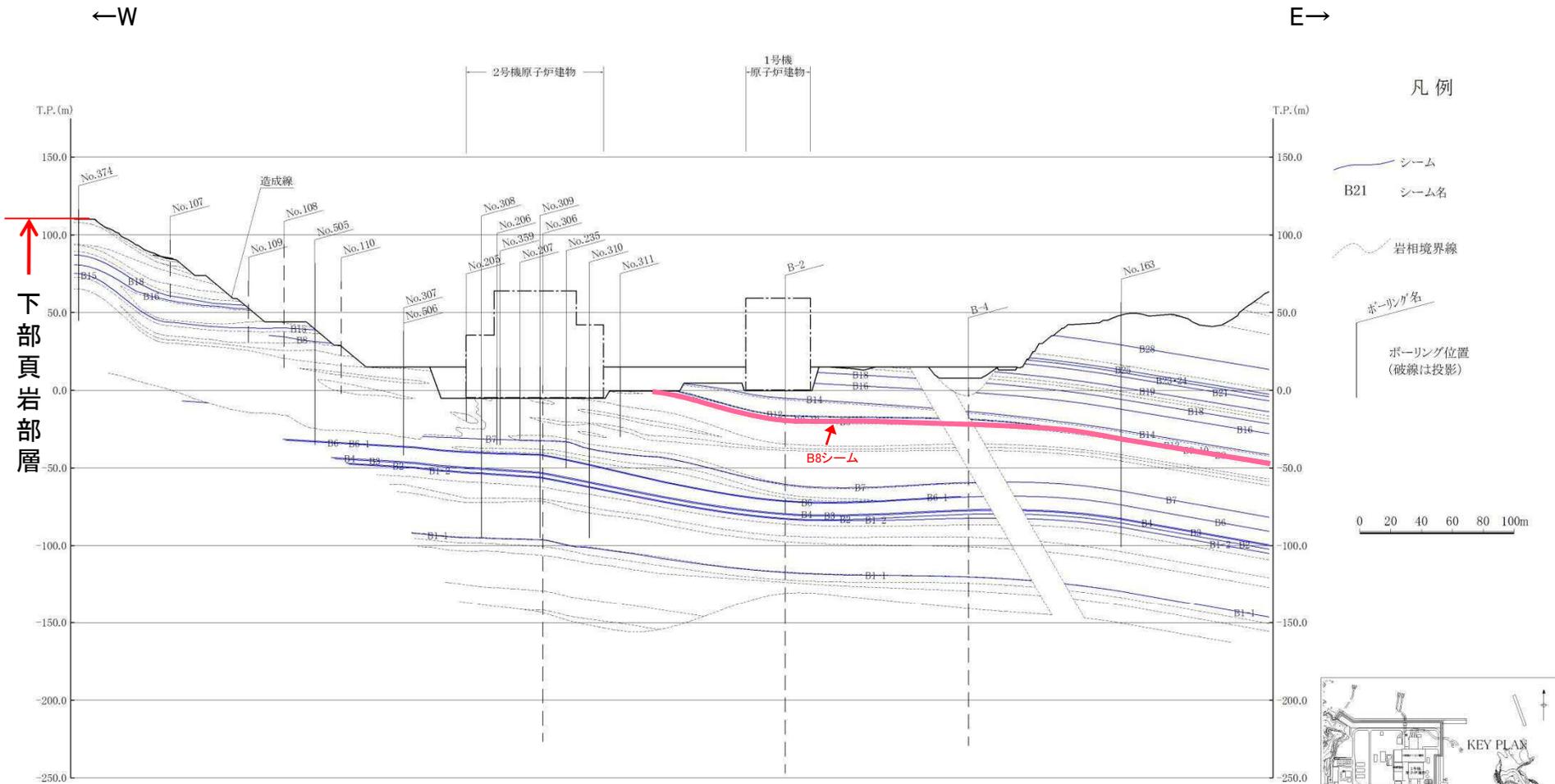


・シームは、地層の走向・傾斜と同一で、緩やかな北傾斜を示す。



2. 敷地内のシームの評価 (1)シームの対比

シーム分布鉛直断面図(2号炉原子炉建物基礎地盤(東西))

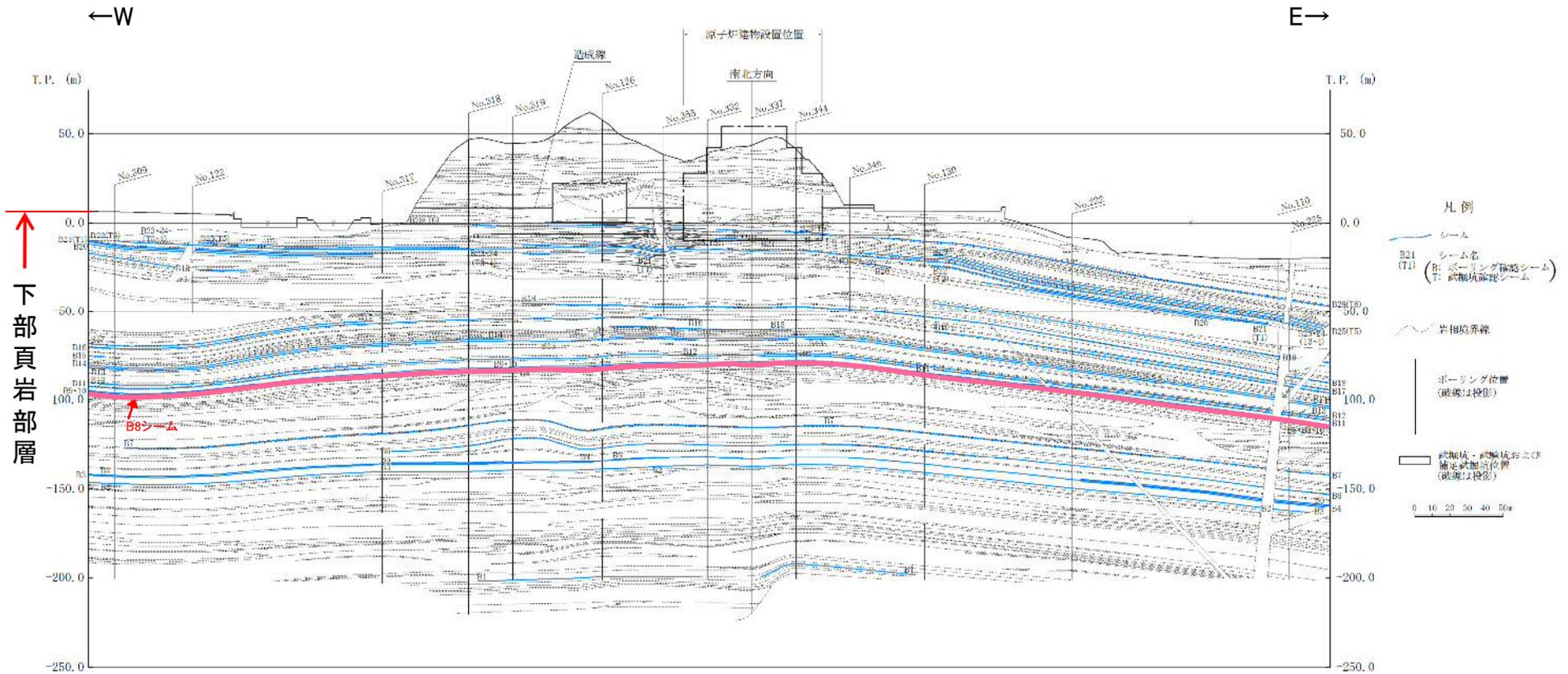


※シームは相当層準を示す。

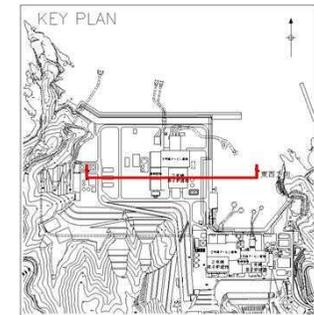
・シームは、地層の走向・傾斜と同一で、ほぼ水平に分布する。

2. 敷地内のシームの評価 (1)シームの対比

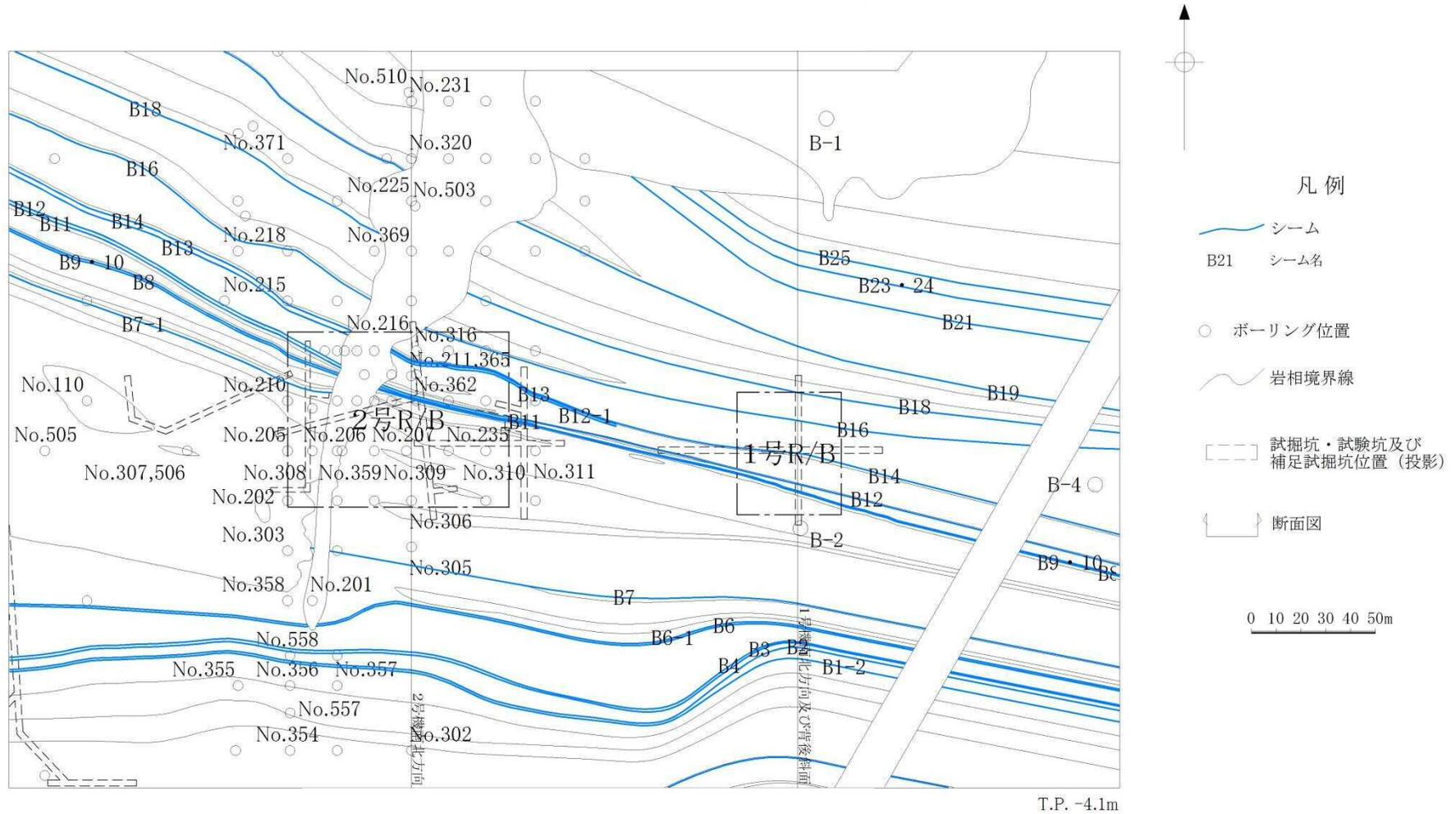
シーム分布鉛直断面図(3号炉原子炉建物基礎地盤(東西))



・シームは、地層の走向・傾斜と同一で、ほぼ水平に分布する。

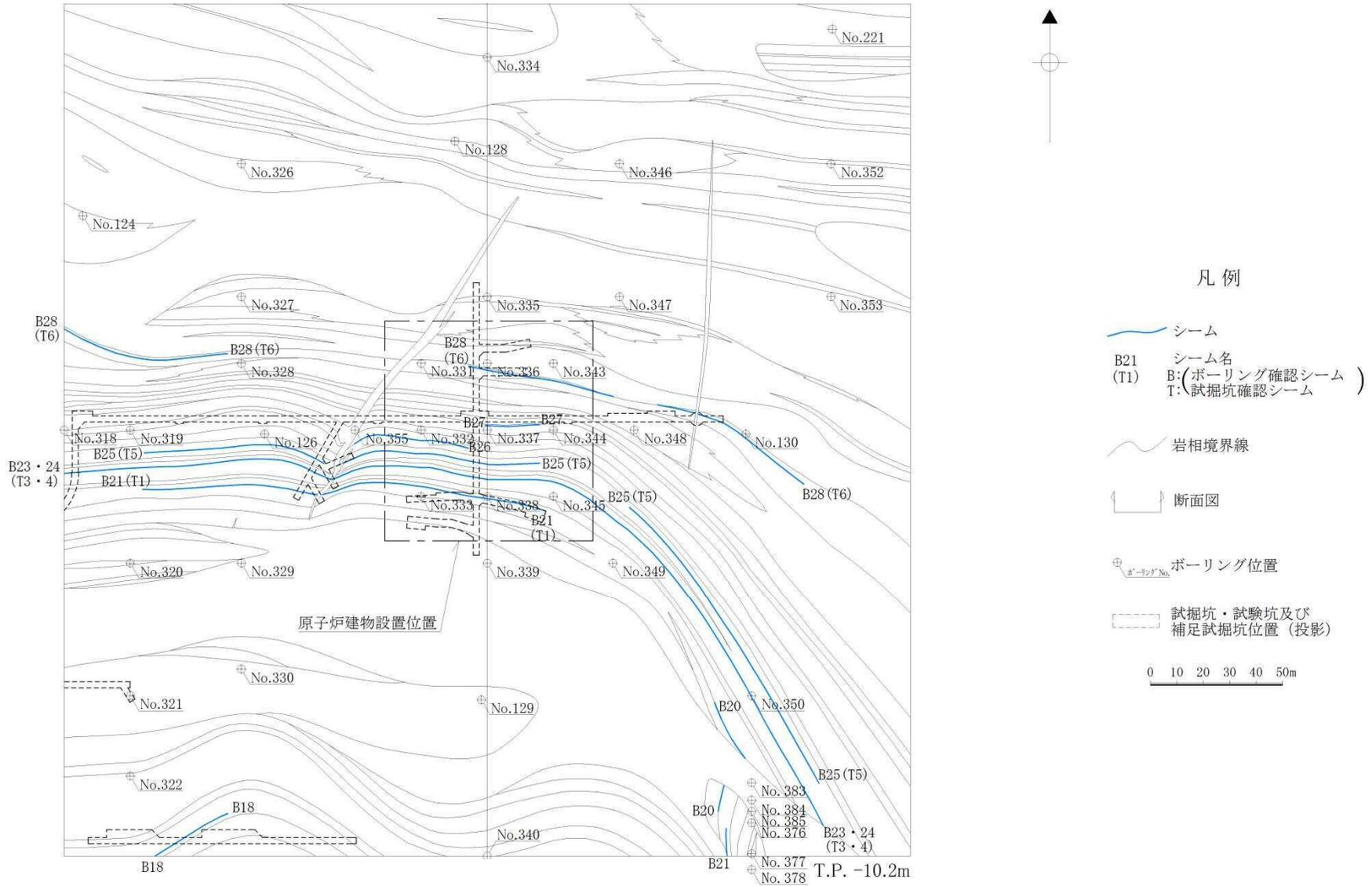


# シーム分布水平断面図(1・2号原子炉建物基礎地盤)



※シームは相当層準を示す。

# シーム分布水平断面図(3号原子炉建物基礎地盤)



余白

## 1. 敷地の地形及び地質・地質構造

## 2. 敷地内のシームの評価

(1) シームの対比

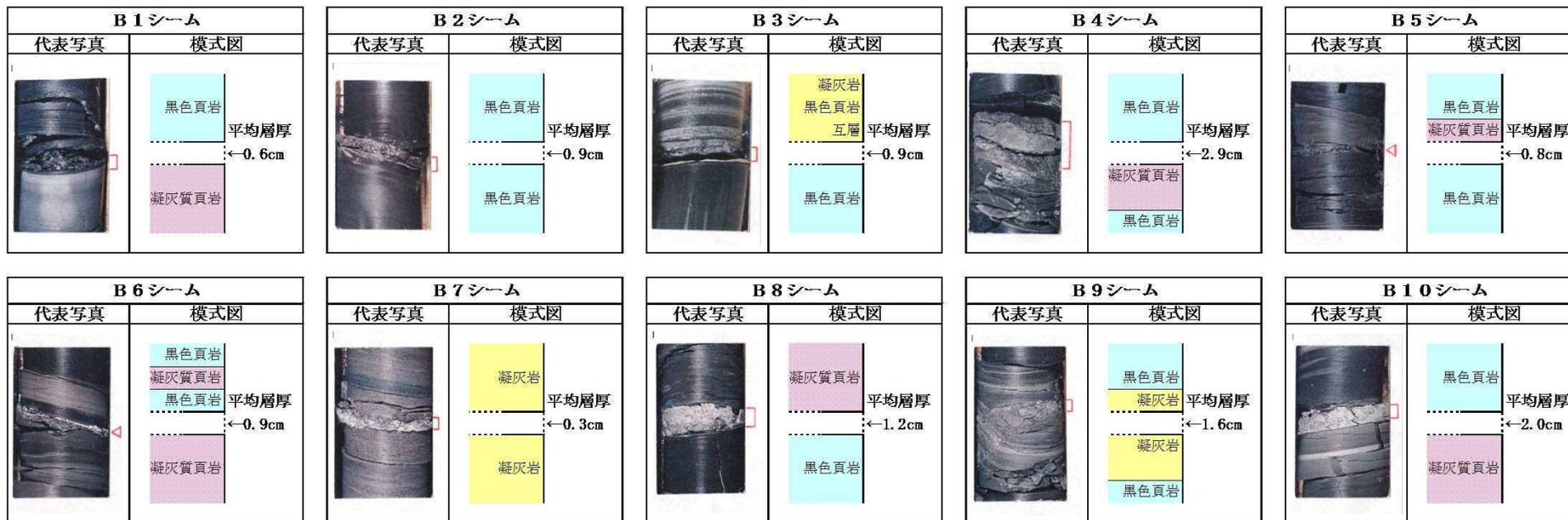
(2) シームの成因

(3) シームの活動性

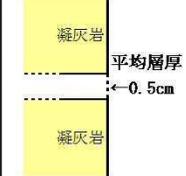
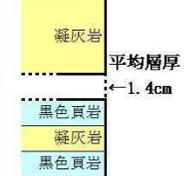
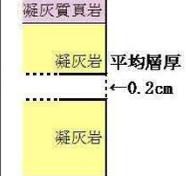
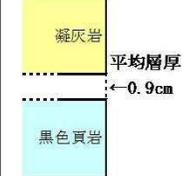
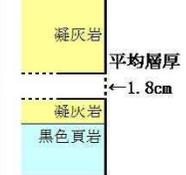
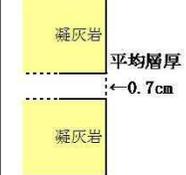
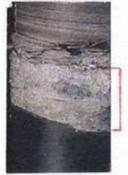
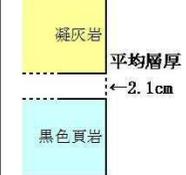
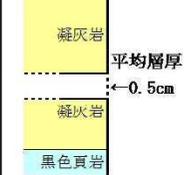
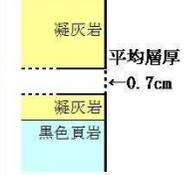
## 3. まとめ

# シームの類似性①

- ・3号炉原子炉建物基礎地盤において連続性を有するシームとして、 B1～B29までの計29層準が認められる。
- ・シームは、以下の共通の形態的特徴を有する。
  - ① ほとんどの厚さは3cm程度以下と薄い。
  - ② 地層を切ることなく堆積構造に調和的に分布する。
  - ③ 母岩との境界が明瞭である。
  - ④ 断層破碎帯に見られるような角礫化帯は認められない。
  - ⑤ 色調等から推定されるシームの原岩は概ね凝灰岩及び凝灰質頁岩から成る。



# シームの類似性②

<p><b>B 1 1 シーム</b></p> <p>代表写真</p>  <p>模式図</p>  <p>平均層厚 ←0.3cm</p>	<p><b>B 1 2 シーム</b></p> <p>代表写真</p>  <p>模式図</p>  <p>平均層厚 ←0.8cm</p>	<p><b>B 1 3 シーム</b></p> <p>代表写真</p>  <p>模式図</p>  <p>平均層厚 ←0.9cm</p>	<p><b>B 1 4 シーム</b></p> <p>代表写真</p>  <p>模式図</p>  <p>平均層厚 ←0.6cm</p>	<p><b>B 1 5 シーム</b></p> <p>代表写真</p>  <p>模式図</p>  <p>平均層厚 ←0.5cm</p>
<p><b>B 1 6 シーム</b></p> <p>代表写真</p>  <p>模式図</p>  <p>平均層厚 ←1.4cm</p>	<p><b>B 1 7 シーム</b></p> <p>代表写真</p>  <p>模式図</p>  <p>平均層厚 ←0.2cm</p>	<p><b>B 1 8 シーム</b></p> <p>代表写真</p>  <p>模式図</p>  <p>平均層厚 ←0.9cm</p>	<p><b>B 1 9 シーム</b></p> <p>代表写真</p>  <p>模式図</p>  <p>平均層厚 ←0.5cm</p>	<p><b>B 2 0 シーム</b></p> <p>代表写真</p>  <p>模式図</p>  <p>平均層厚 ←1.2cm</p>
<p><b>B 2 1 シーム</b></p> <p>代表写真</p>  <p>模式図</p>  <p>平均層厚 ←1.8cm</p>	<p><b>B 2 2 シーム</b></p> <p>代表写真</p>  <p>模式図</p>  <p>平均層厚 ←0.7cm</p>	<p><b>B 2 3 シーム</b></p> <p>代表写真</p>  <p>模式図</p>  <p>平均層厚 ←2.1cm</p>	<p><b>B 2 4 シーム</b></p> <p>代表写真</p>  <p>模式図</p>  <p>平均層厚 ←1.1cm</p>	<p><b>B 2 5 シーム</b></p> <p>代表写真</p>  <p>模式図</p>  <p>平均層厚 ←0.5cm</p>
<p><b>B 2 6 シーム</b></p> <p>代表写真</p>  <p>模式図</p>  <p>平均層厚 ←0.7cm</p>	<p><b>B 2 7 シーム</b></p> <p>代表写真</p>  <p>模式図</p>  <p>平均層厚 ←0.2cm</p>	<p><b>B 2 8 シーム</b></p> <p>代表写真</p>  <p>模式図</p>  <p>平均層厚 ←0.8cm</p>	<p><b>B 2 9 シーム</b></p> <p>代表写真</p>  <p>模式図</p>  <p>平均層厚 ←1.1cm</p>	<p>※B29シームの下位は割れ目を中心に風化の影響と思われる酸化汚染を受けている。</p>

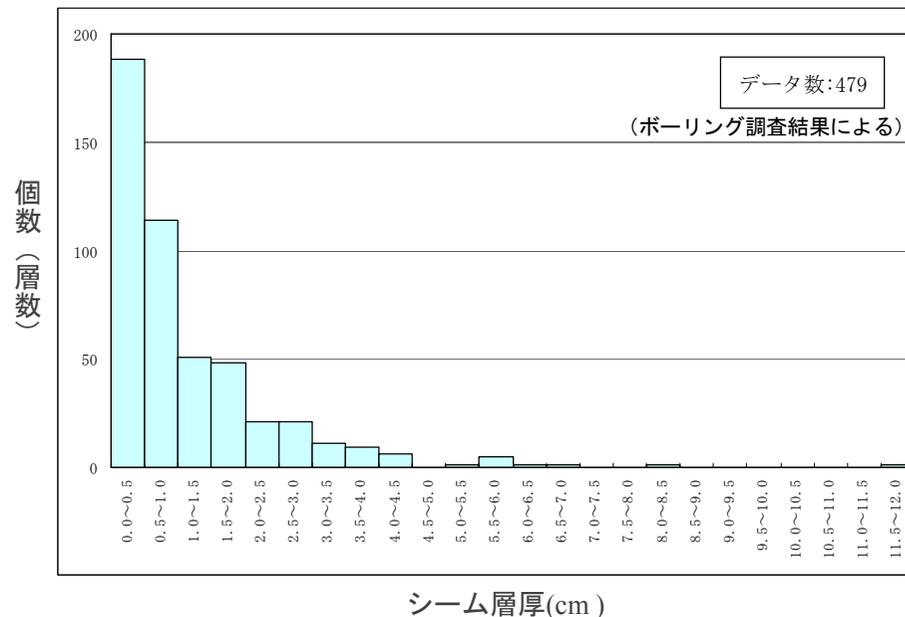
## 2. 敷地内のシームの評価 (2)シームの成因 シームの層厚の検討結果

### 確認シームの規模・性状及び位置関係

ボーリング確認シーム <sup>*1</sup>				試験坑確認シーム			
シーム名	炉心対応深度 <sup>*2</sup> T.P. (m)	平均層厚 (cm)	データ個数	性状	坑内シーム	試験坑での確認位置(起点からの距離 m)	性状
B29	+29	1.1	2	細礫混り淡褐色粘土	試験坑未到達層準		
B28	-4	0.8	18	細礫混り灰色粘土	T6	A立坑 ~ A坑 14	N79°E~57°W/5°~26°N, 厚さ16mm以下, 幅10~25mmが脆弱化
						A坑 30~40	N57°~83°W/15°~24°N, フィルム状
						A坑 80~87	N82°~87°E/10°~20°N, フィルム状
						B坑 2~10	
B27	-10	0.2	2	灰白色粘土	試験坑壁には出現しない		
B26	-12	0.7	10	灰色粘土質砂	試験坑壁には出現しない		
B25	-14	0.5	19	灰白色粘土質砂	T5	C坑 21~28	N58°~80°W/17°~23°N, フィルム状
B24	-16	1.1	26	灰色~灰白色粘土	T4	C坑 26~35	N73°~89°W/18°~22°N, 厚さ10mm
						D立坑 ~ D坑 10	N57°~82°E/17°~22°N, 厚さ5~10mm
						D坑 55~66	N60°~76°W/13°~18°N
						C坑 26~35	N73°E~72°W/14°~20°N, 厚さ17~19mm
B23	-16	2.1	57	細礫混り灰色粘土	T3	D立坑 ~ D坑 10	N63°E~87°W/10°~25°N, 厚さ20~45mm
						D坑 55~65	N67°~82°W/18°~24°N
						D立坑	N50°~82°E/18°~32°N
B22	-18	0.7	6	灰白色粘土	T2	D坑 6~18	N85°E~45°W/7°~17°N
						C坑 33~45	N64°~87°W/10°~23°N, フィルム状
B21	-19	1.8	17	細礫混り灰色~灰白色粘土	T1	D立坑 ~ D坑 17	N72°~88°E/10°~30°N
						D坑 46~49	N60°~82°W/7°~18°N, フィルム状
B20	-20	1.2	3	灰白色粘土	試験坑壁には出現しない		
B19	-29	0.5	3	粘土混り灰色砂礫			
B18	-48	0.9	35	灰色粘土			
B17	-53	0.2	7	灰白色粘土			
B16	-55	1.4	26	細礫混り灰色粘土			
B15	-60	0.5	14	細礫混り灰色粘土			
B14	-65	0.6	25	細礫混り灰色粘土			
B13	-66	0.9	23	細礫混り灰色~灰白色粘土			
B12	-75	0.8	33	灰白色粘土			
B11	-76	0.3	11	細礫混り灰色粘土			
B10	-79	2.0	34	細礫混り灰色~灰白色粘土			
B9	-79	1.6	7	細礫混り灰色粘土			
B8	-79	1.2	38	細礫混り灰色~灰白色粘土			
B7	-115	0.3	8	灰白色粘土			
B6	-125	0.9	8	細礫混り灰色~灰白色粘土			
B5	-132	0.8	4	粘土混り暗灰色細礫			
B4	-133	2.9	20	細礫混り灰色粘土			
B3	-133	0.9	5	砂混り灰色粘土			
B2	-137	0.9	15	砂礫混り灰色粘土			
B1	-200	0.6	3	粘土混り黒灰色砂			

\*1: ボーリングコアとボアホールカメラにより連続性を検討し認定されたシームである。

\*2: シーム含有層準の炉心部での出現深度を記載したものであり、炉心部におけるシームの有無を示したのではない。

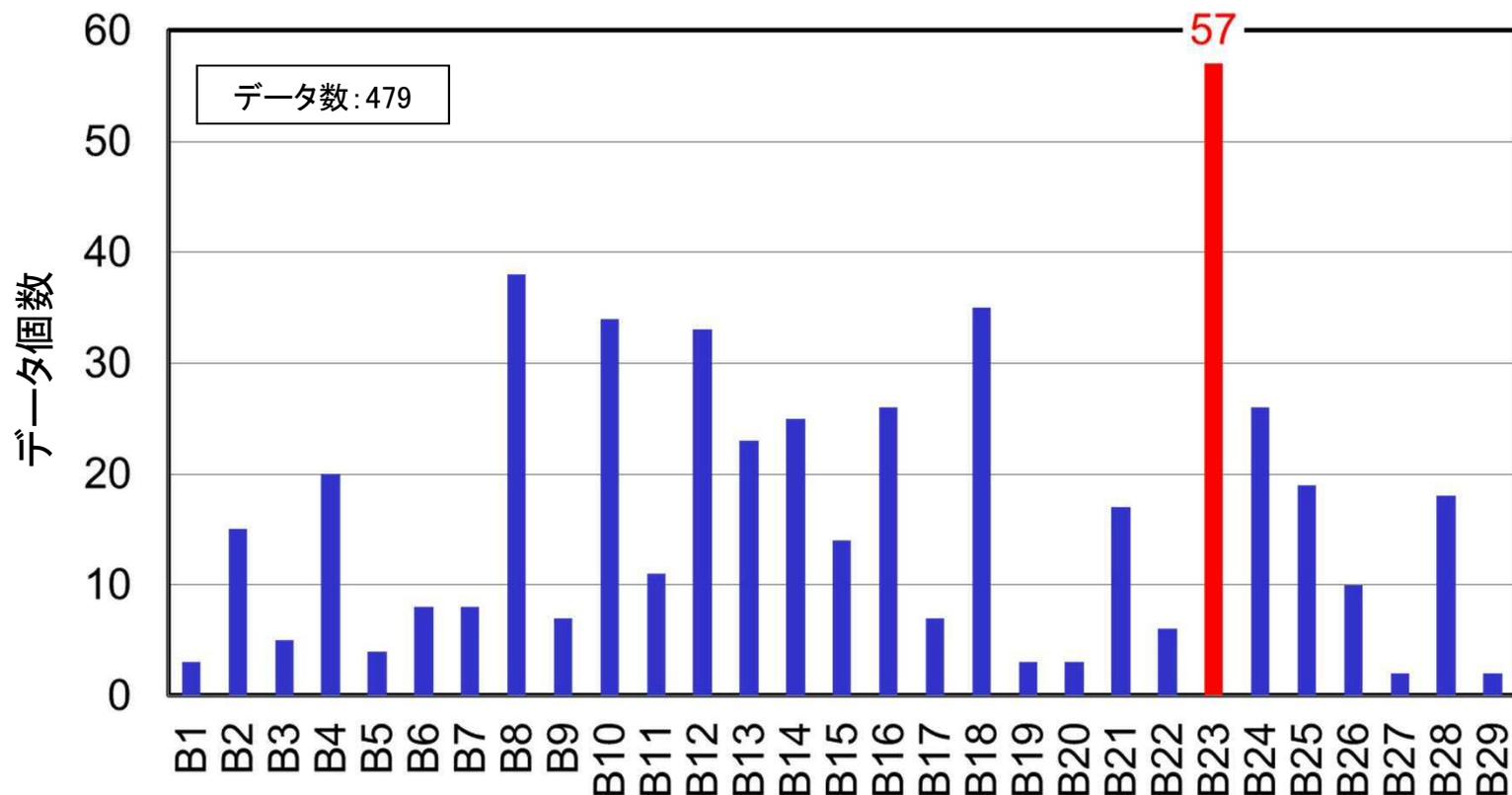


シーム層厚と個数 (層数) の関係

※ 厚さ5cm以上のシームの性状の詳細は補足説明資料「層厚5cm以上のシームの性状」参照

一部、層厚5cm以上のシームも認められるが、ほとんどの厚さは3cm程度以下と薄く、層厚の内訳としては、0.5cm以下のものが大半である。

# シームの連続性

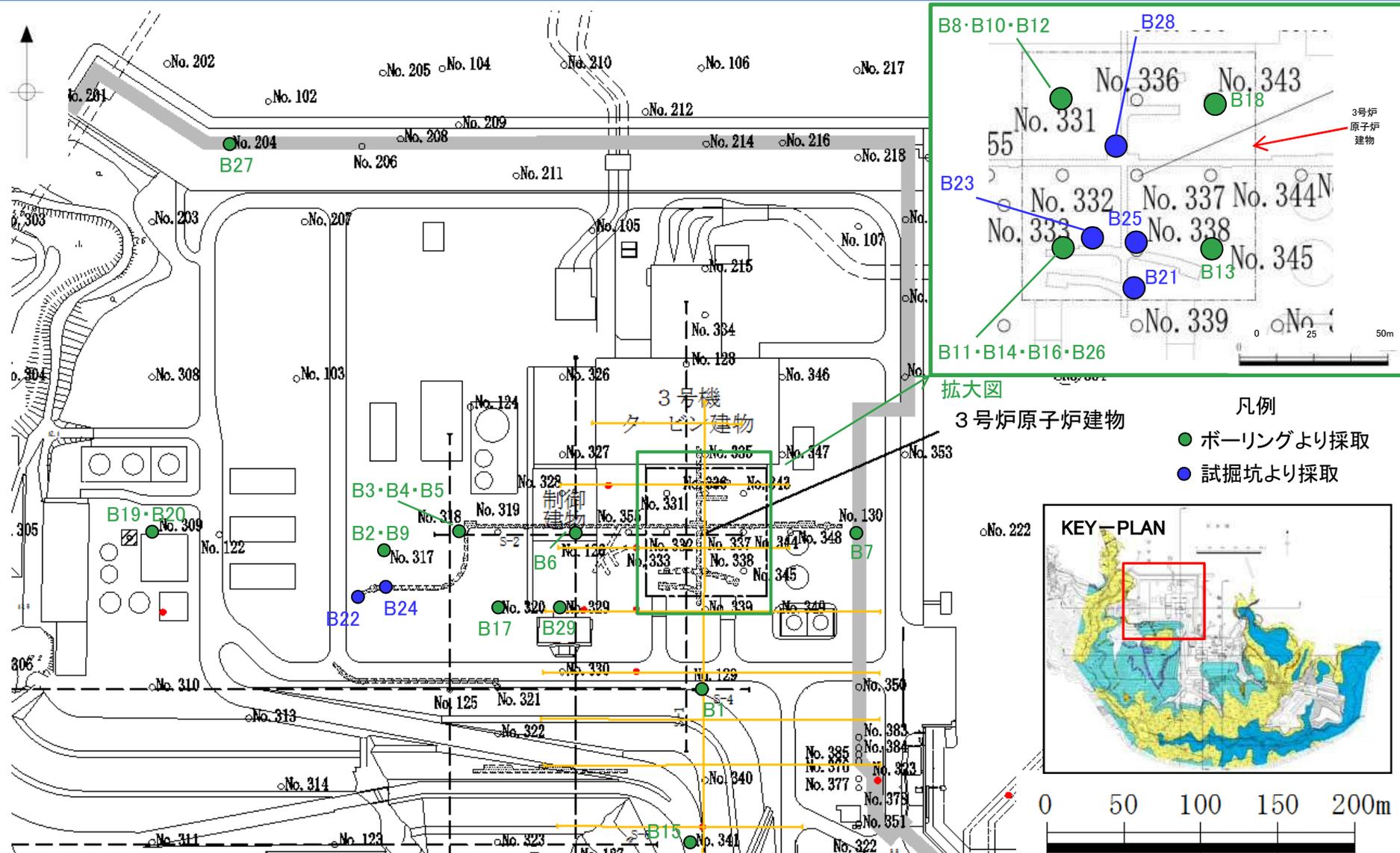


※ B23シームの類似性は補足説明資料「B23シームの類似性（ボーリングコアの観察）」参照  
※ B23シームの単純せん断試験結果は補足説明資料「B23シームの単純せん断試験」参照

## ボーリング調査におけるシームの出現頻度の整理

・3号炉のボーリング調査によるシームの出現頻度の整理結果から、B23シームが最も多く確認されており、B1～B29シームのうち最も連続性が高いシームであると考えられる。

# シームのX線回折分析



シームのX線回折分析用試料は、試掘坑及びボーリングで採取している。

# シームのX線回折分析結果

3号炉試掘坑及びボーリングコアのシームを用いたX線回折分析結果

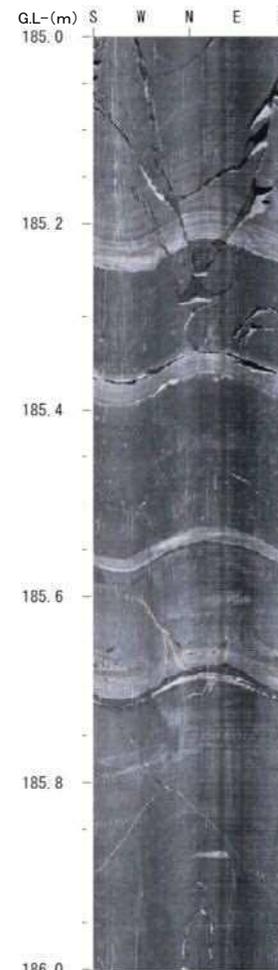
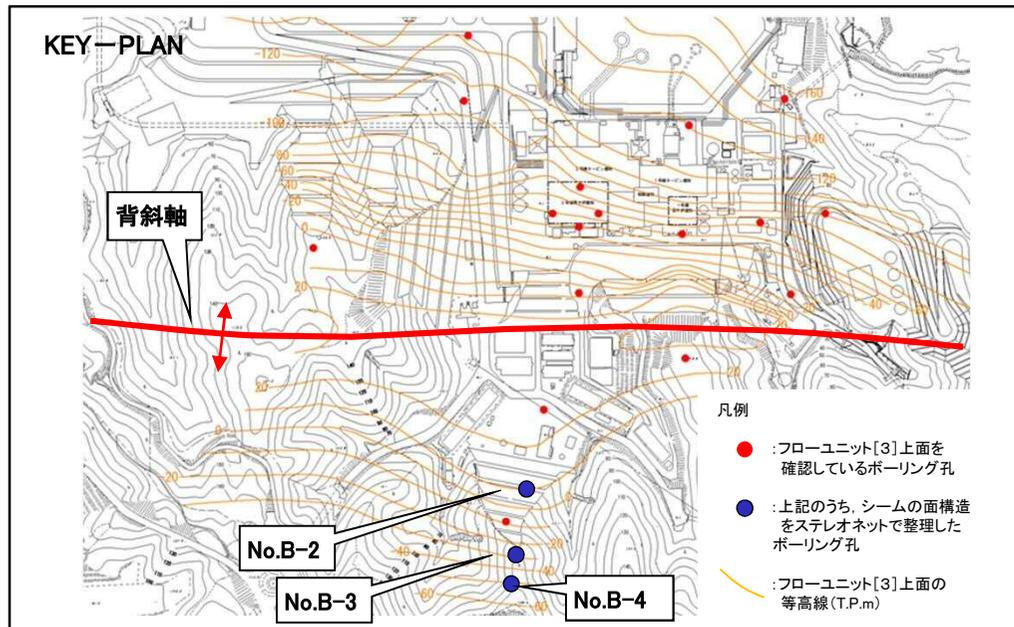
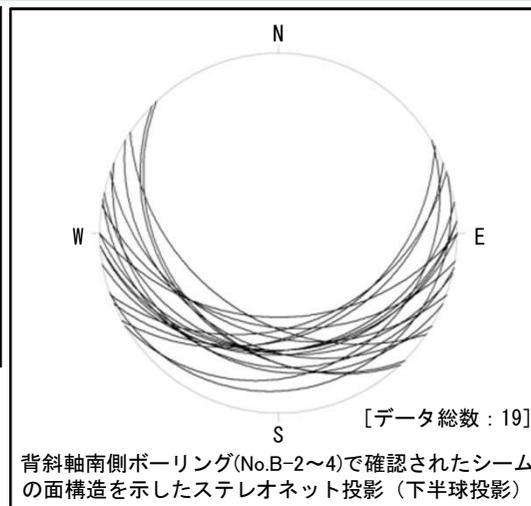
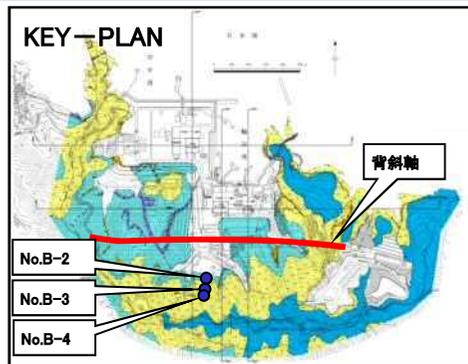
シームNo.		B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13	B14	B15	B16	B17	B18	B19	B20	B21	B22	B23	B24	B25	B26	B27	B28	B29
主要造岩 鉱物類	石英	○	○	○	○	○	◎	△	○	○	○	○	○	◎	○	△	△	△	◎	○	◎	○	○	+	◎	△	○	○	+	○
	斜長石	△	+	+	△	△	+	+	△	○	+	+	+	+	+	△			○	○	○	○	○		+	○	◎	○	+	△
	カリ長石	△												+					○			○	+					○		△
沸石	方沸石																													+
	斜ブチロル沸石																◎	◎			◎	+			+			○		
	スチルバイト																													△
	ローモンタイト																		○	+	◎	○			△	△				
粘土鉱物	スメクタイト																							+					+	◎
	イライト/スメクタイト混合層鉱物	○	◎	○	◎	◎	○	△	◎	○	◎	△	◎	○	○	○	△	+	○	△	○	◎	◎	△	△	◎	△	△		
	雲母類																								+					+
炭酸塩	方解石		△	◎	+	◎	◎	◎	○	○	△	◎	+	△	○	△	◎	◎		△	+	△			◎		+	+		
	ドロマイト	+										○	△																	
硫化鉱物	石膏			+	△																							+	+	
	黄鉄鉱	△	△	△	△	△	+		+	+	+	+	+	+	+	+	△		+	+	+	+	+	+	+	+	○	+	+	
	重晶石					△																								
その他	アナターゼ		+		+	+			+			+																		
	蛍石								○																					
	クリストバル石																			+										
備考																								試掘坑	試掘坑	試掘坑	試掘坑	試掘坑		試掘坑

◎:多量 ○:中量 △:少量 +:微量

※ B23シームのX線回折分析のチャートは補足説明資料「B23シームのX線回折分析のチャート」参照  
 ※ B23シーム及びその周辺母岩のX線回折分析結果は補足説明資料「B23シームと周辺母岩のX線回折分析結果」参照

・29層準全てのシームを対象としたX線回折分析の結果、いずれのシームも変質鉱物であるイライト/スメクタイト混合鉱物及び初生鉱物である石英、斜長石等で構成されており、概ね同様の性状を示す。

## 2. 敷地内のシームの評価 (2)シームの成因 背斜軸南側のボーリング結果



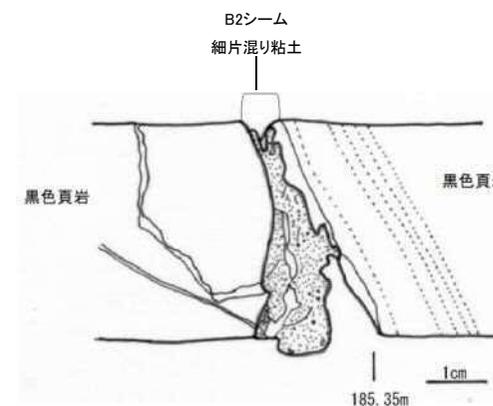
No.B-4のBHTV画像



9 1 2 3 4 5 6 7 8 (cm)

No.B-4で確認されたB2シームの接写写真

N43° W26° S



No.B-4で確認されたB2シームのスケッチ

### 背斜軸南側のボーリング結果の例 (No.B-4)

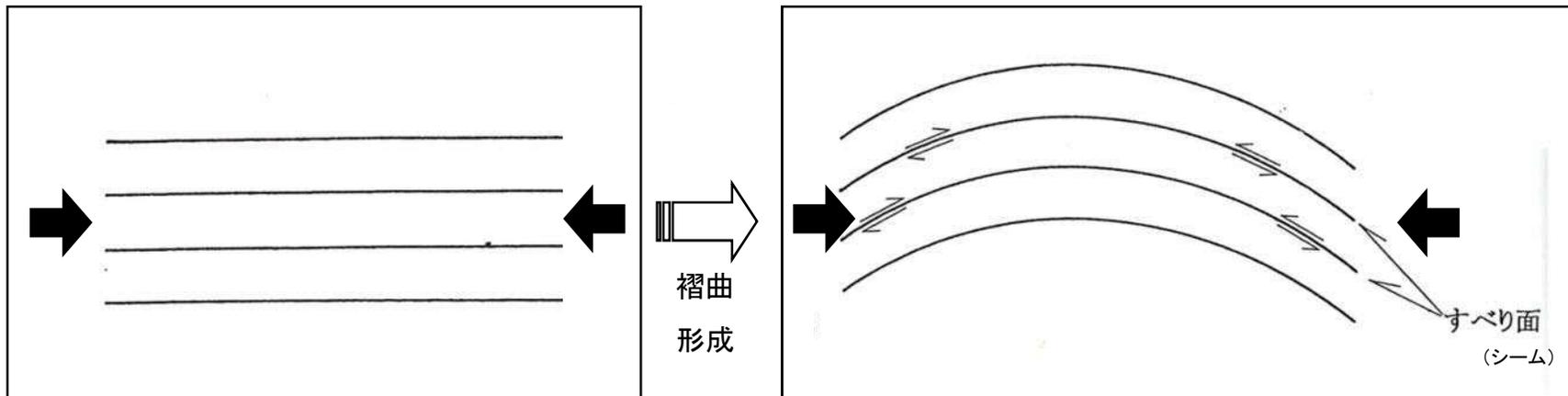
・ 背斜軸の南側に分布するシームは、地層の走向・傾斜と同様に、ほぼ東西走向で緩やかな南傾斜を示す。

# シームの成因

- ・シームは、いずれも厚さが薄く、母岩との境界面が明瞭であり、地層の走向・傾斜と同一である。
- ・シームの層厚は、0.5cm以下のものが大半である。
- ・X線回折分析の結果より、いずれのシームも概ね同様の鉱物で構成されている。
- ・敷地に分布するシームは、地層の走向・傾斜と同様に、背斜軸の北側では北傾斜、南側では南傾斜を示す。
- ・背斜軸北側の試掘坑においてシームとドレライトの切断関係を観察した結果、ドレライトがシームに切られており、上盤側が南方にずり上がる方向に変位している。
- ・背斜軸北側の試掘坑からシームを含む薄片試料を作製して観察した結果、その最新活動面は逆断層センスである。

以上のことから、シームは、褶曲運動に伴う層面すべりにより形成されたと考えられる。

※ シームとドレライトの切断関係は本資料「2. 敷地内のシームの評価 (3) シームの活動性 貫入岩（岩脈）との切断関係」参照  
※ シームのセンスの薄片観察結果は本資料「2. 敷地内のシームの評価 (3) シームの活動性 薄片観察結果 B23-DR-NE-SW」参照



層面すべり概念図

➡ : 応力の向き

余白

## 1. 敷地の地形及び地質・地質構造

## 2. 敷地内のシームの評価

(1) シームの対比

(2) シームの成因

(3) シームの活動性

## 3. まとめ

## シームの活動性評価方法

<敷地内及び敷地周辺の地質・地質構造調査に係る審査ガイド p.4>

### 2. 将来活動する可能性のある断層等の認定

#### 2.1 基本方針

(1)「将来活動する可能性のある断層等」は、後期更新世以降(約12~13万年前以降)の活動が否定できないものとする。

(2)その認定に当たって、後期更新世(約12~13万年前)の地形面又は地層が欠如する等、後期更新世以降の活動性が明確に判断できない場合には、中期更新世以降(約40万年前以降)まで遡って地形、地質・地質構造及び応力場等を総合的に検討した上で活動性を評価すること。

(3)なお、活動性の評価に当たって、設置面での確認が困難な場合には、当該断層の延長部で確認される断層等の性状等により、安全側に判断する必要がある。

<敷地内及び敷地周辺の地質・地質構造調査に係る審査ガイド p.13>

#### 4.1.2.3 地質調査

[解説]

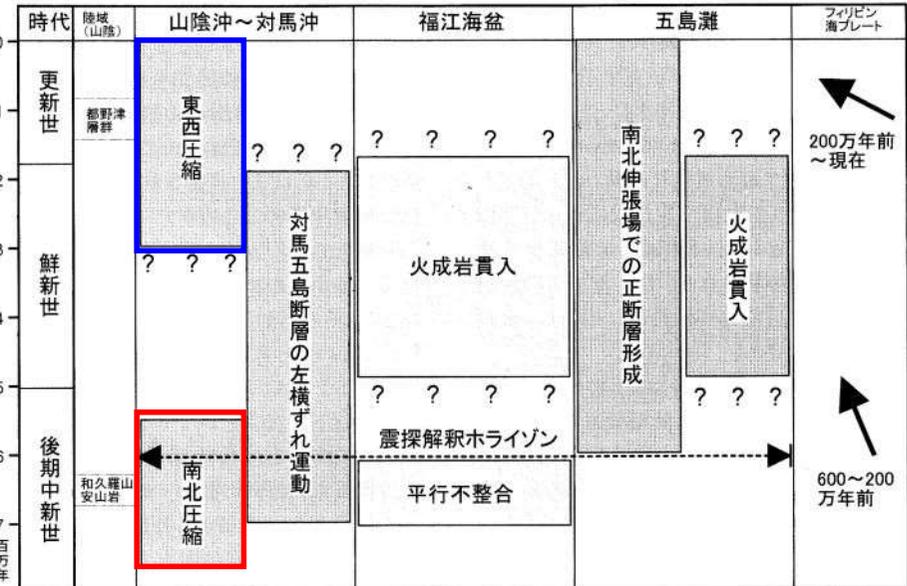
(5)断層の活動性評価に対し、断層活動に関連した微細なずれの方向(正断層、逆断層、右横ずれ断層、左横ずれ断層など)や鉱物脈あるいは貫入岩等との接触関係を解析することが有効な場合がある。

- 敷地内には上載地層がないため、応力場、シームの形成に関連したずれの方向及び鉱物脈との接触関係に着目し、シームの活動性を総合的に検討した。

## 2. 敷地内のシームの評価 (3)シームの活動性 山陰地域における応力場の変遷(新第三紀中新世～第四紀)

山陰地域における応力場の変遷(新第三紀中新世～第四紀)  
松江地域の地質総括表

地質時代	層序		主要岩相	火成活動	堆積環境	構造運動	放射年代及び化石帯・群集	
	島根半島	宍道低地帯 中国山地北縁						
第四紀	更新世	三角州、扇状地、扇状地、扇状地及び海浜砂丘堆積物及び沖積層(<50m)	砂、泥及び礫(泥炭を挟む)		内湾・潟湖と海岸平野		汽水・海生動物化石	
	後期更新世	低位段丘堆積物	礫、砂及び泥		河川流域			
		差層(<50m)	古層層状堆積物	泥、砂及び礫(泥炭及び火山灰を挟む)		内湾・潟湖と海岸平野		汽水・海生動物化石
		中位I段丘堆積物	泥、礫及び砂		海岸平野			
	中期更新世	大根島玄武岩	アルカリ玄武岩溶岩及びスコリア		火山活動	海岸平野		
		高位II段丘堆積物	礫、砂及び泥			湖と海岸平野		
		高位II段丘堆積物	礫、砂及び泥			湖と海岸平野		
		高位I段丘堆積物	礫、砂及び泥			湖と海岸平野		
	前期更新世	野呂玄武岩	アルカリ玄武岩溶岩		火山活動	内陸	1Ma(K-Ar)	
	第三紀	鮮新世	和久羅山安山岩	角閃石含有安山岩溶岩		海岸平野		5-6Ma(K-Ar)
後期中新世		松江層 <1100m	砂岩、シルト岩、アルカリ玄武岩-粗面安山岩溶岩・火砕岩など	カルデラ・カルデラ・カルデラ	内湾・潟湖		海-汽水動物化石 植物化石 11-12Ma(K-Ar) N10-11*	
中新世	古江層 (450-900m)	布志名層 (500m)	泥岩及びシルト岩	アルカリ玄武岩	内湾・潟湖		N9*	
	牛切層 (<300m)	大森層 (<500m)	流紋岩凝灰岩凝灰質砂岩泥質岩互層	アルカリ玄武岩	浅海		N8-9* 15Ma (FT, K-Ar)	
	成相寺層 (>1200m)	久利層 (200-800m)	泥岩、流紋岩溶岩、流紋岩火砕岩など	アルカリ玄武岩	沿岸		20Ma(FT) 23-26Ma(FT)	
	古浦層 (>800m) (伏在)	波多層 (<800m)	砂岩、礫岩、泥質岩、安山岩溶岩・火砕岩及び流紋岩火砕岩	アルカリ玄武岩	沿岸		36Ma(K-Ar) 36-53Ma(K-Ar)**	
古第三紀	漸新世	下久野花園岩	細粒黒雲母花園岩		島根半島		54Ma(K-Ar) 43-60Ma(K-Ar)**	
	中新世	希那花園岩 橋花園岩	粗-中粒黒雲母花園岩		中国山地北縁		44-63Ma(K-Ar)**	
		大東花園閃緑岩	中-粗粒黒雲母角閃石花園閃緑岩		珪長基大床運動			
白堊紀後期	八雲火山岩類 (>800m)	流紋岩-デイサイト火砕岩(主として溶融)及び流紋岩溶岩		内陸				
時代詳	上意東変成岩 馬曜変成岩	スカンズ及び角閃石ホルンフェルス(砂岩、泥岩及び礫岩起源)		浅海				



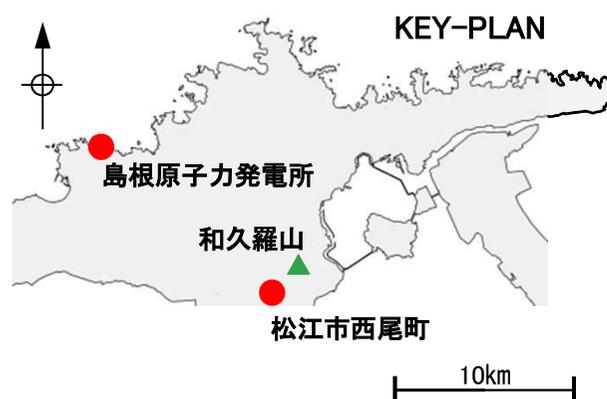
九州西方-山陰沖海域テクトニックイベント一覧  
伊藤・荒戸(1999)(2)に一部加筆

・鹿野ほか(1994)によると、中期～後期中新世頃まで主応力の方向は南北方向であり、この時期に、東西方向の褶曲は形成されたとしている。

・伊藤・荒戸(1999)によると、山陰沖海域における応力場は、後期中新世では「南北圧縮」であるが、鮮新世～更新世では「東西圧縮」であるとされている。

\*: Blow(1969)の浮遊性有孔虫化石帯 K-Ar: K-Ar年代 FT: フィッショントラック年代 \*\*: 対比可能な周辺地域の貫入岩体の年代を含む。

## 山陰地域における褶曲運動の完了時期

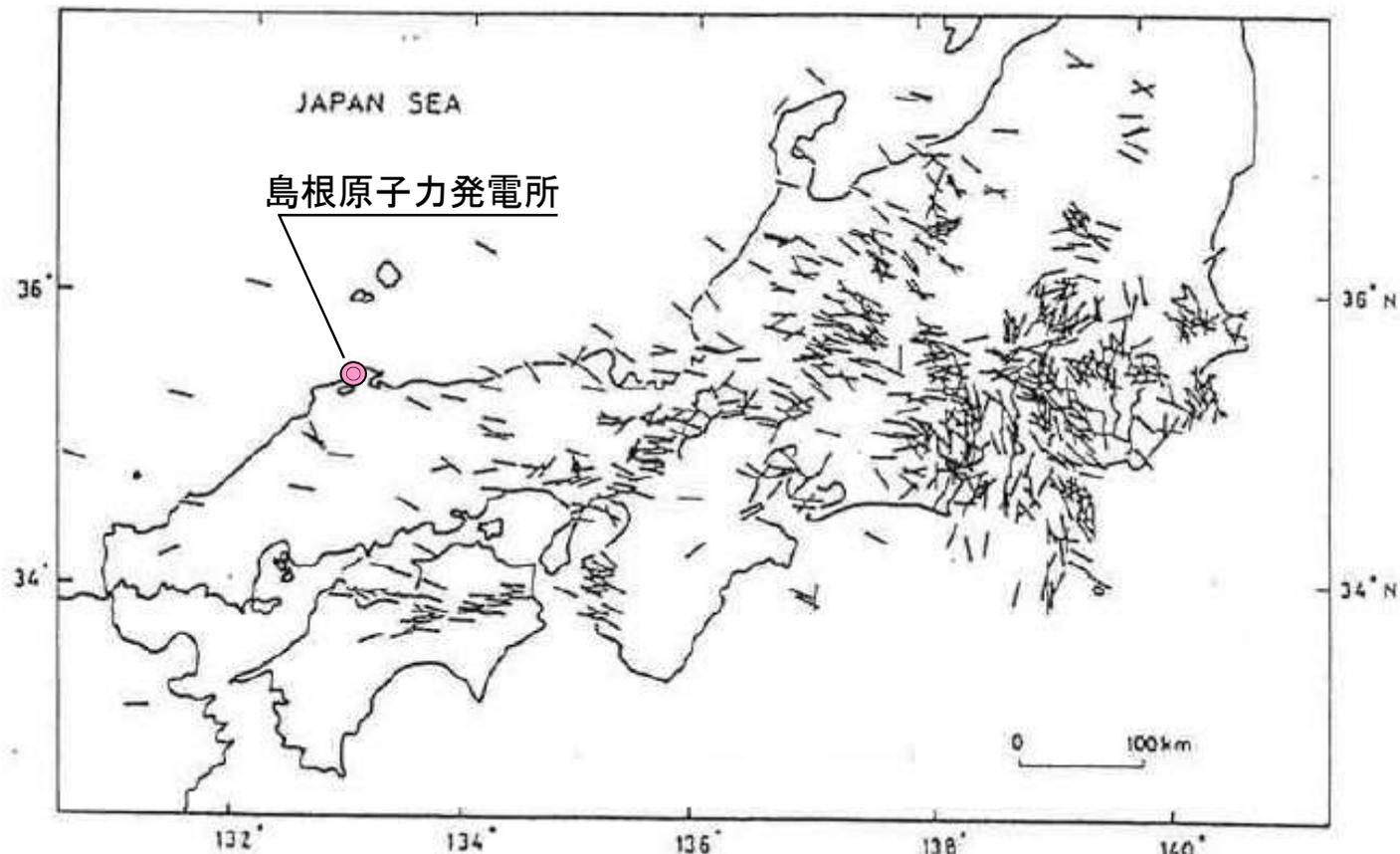


松江市西尾町東方の道路沿いの和久羅山安山岩 鹿野ほか(1994)を抜粋

- ・多井(1973)<sup>(3)</sup>及び鹿野ほか(1994)によると、松江市東部において大きく褶曲した松江層が和久羅山安山岩に不整合に覆われていることから、島根半島における褶曲運動の完了時期は和久羅山安山岩の貫入年代以前であるとされている。
- ・鹿野ほか(1994)によると、和久羅山安山岩の貫入年代は、約5～6Maとされている。

余白

## 山陰地域における現在の応力場



塚原・小林(1991) (4)より抜粋

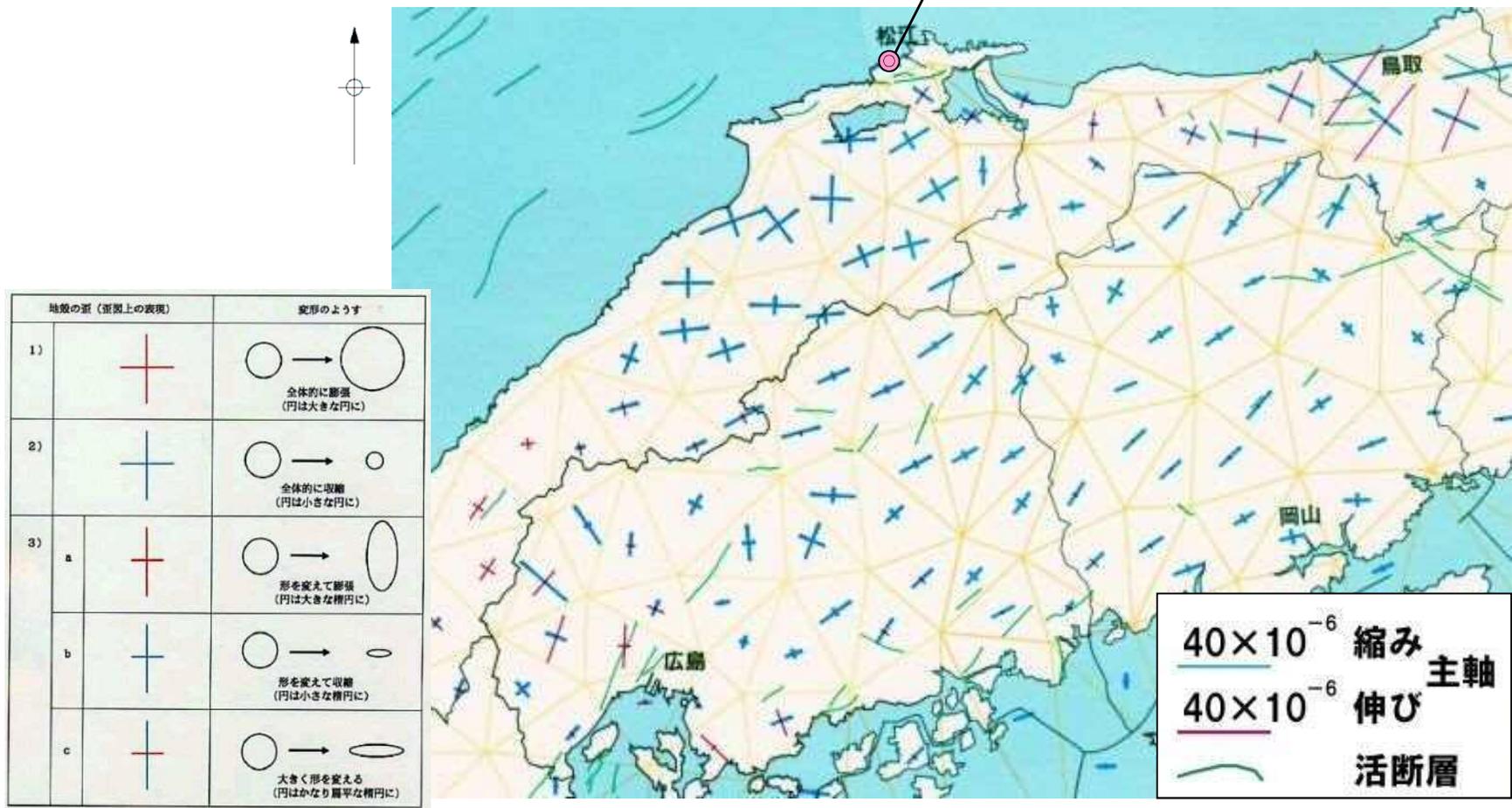
最大水平圧縮応力の方位

- ・塚原・小林(1991)は、震源深さ35kmより浅い地震で公表されたものを微小地震(マグニチュードは2.5~7.0)まで含めて収集して応力の方位を評価している。
- ・中国・四国地域では最大水平圧縮応力の方位はほぼ同じで西北西-東南東であり、横ずれ断層型の応力状態であるとされている。

# 山陰地域における現在の応力場(地殻変動)

中国地方の地殻歪(最近約100年間)

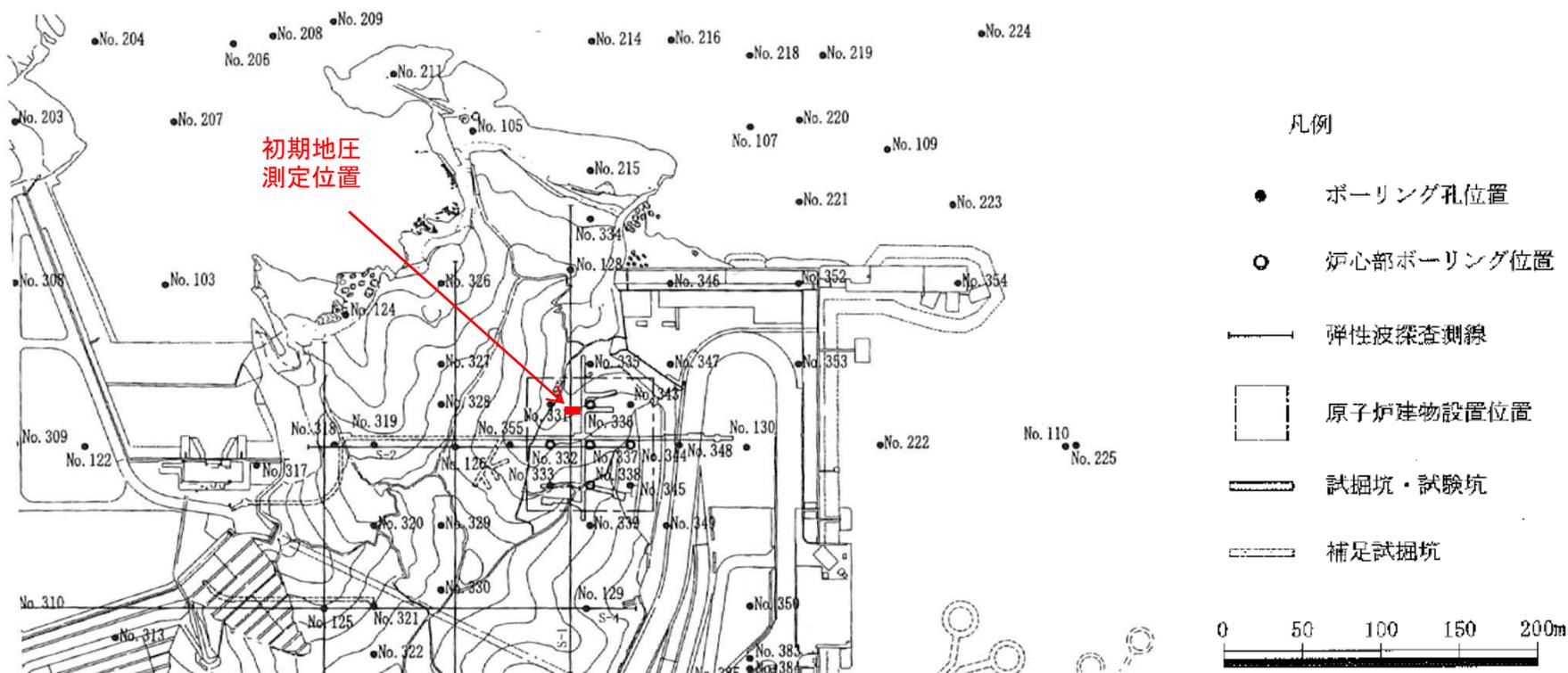
島根原子力発電所



国土地理院ホームページより

最近約100年間(1883年～1994年)の地殻歪は、概ね東西方向の圧縮歪が卓越している。

## 2. 敷地内のシームの評価 (3)シームの活動性 初期地圧の測定(概要)

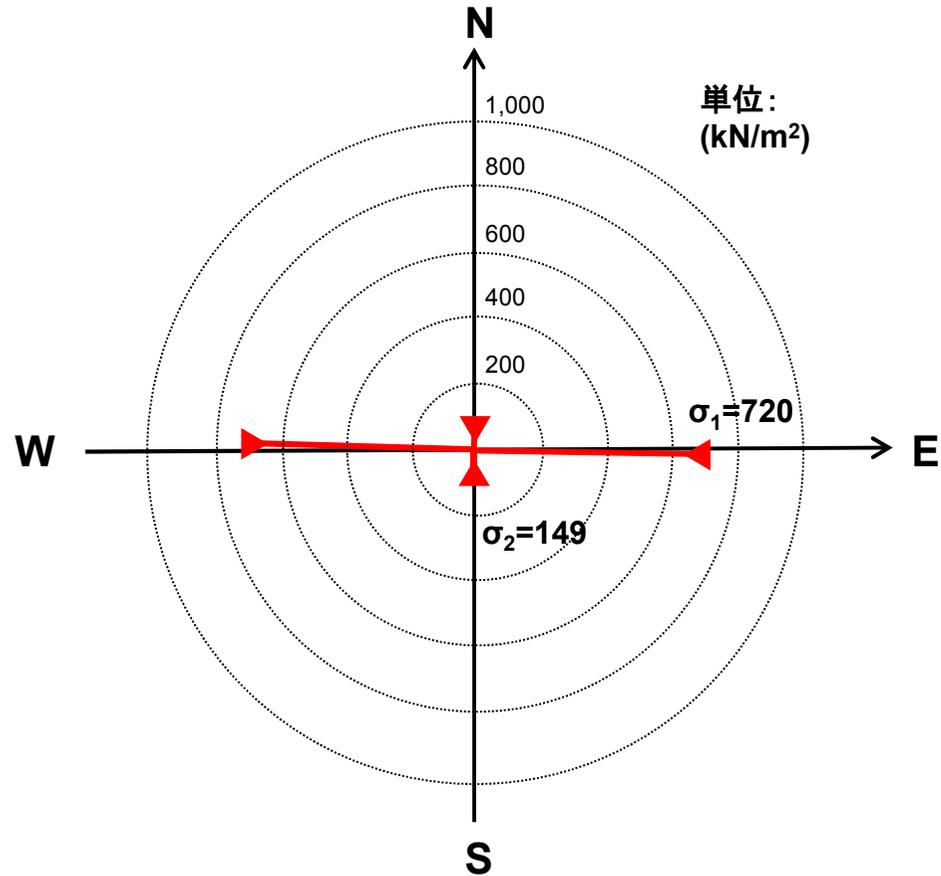


※ 初期地圧の測定方法は補足説明資料「初期地圧の測定方法」参照

・敷地内の岩盤応力状態を把握するため、3号炉建設時の試掘坑壁面にボーリング孔を設け、埋設ひずみ計を設置し、初期地圧を測定した。

## 2. 敷地内のシームの評価 (3)シームの活動性 初期地圧の測定(測定結果)

54

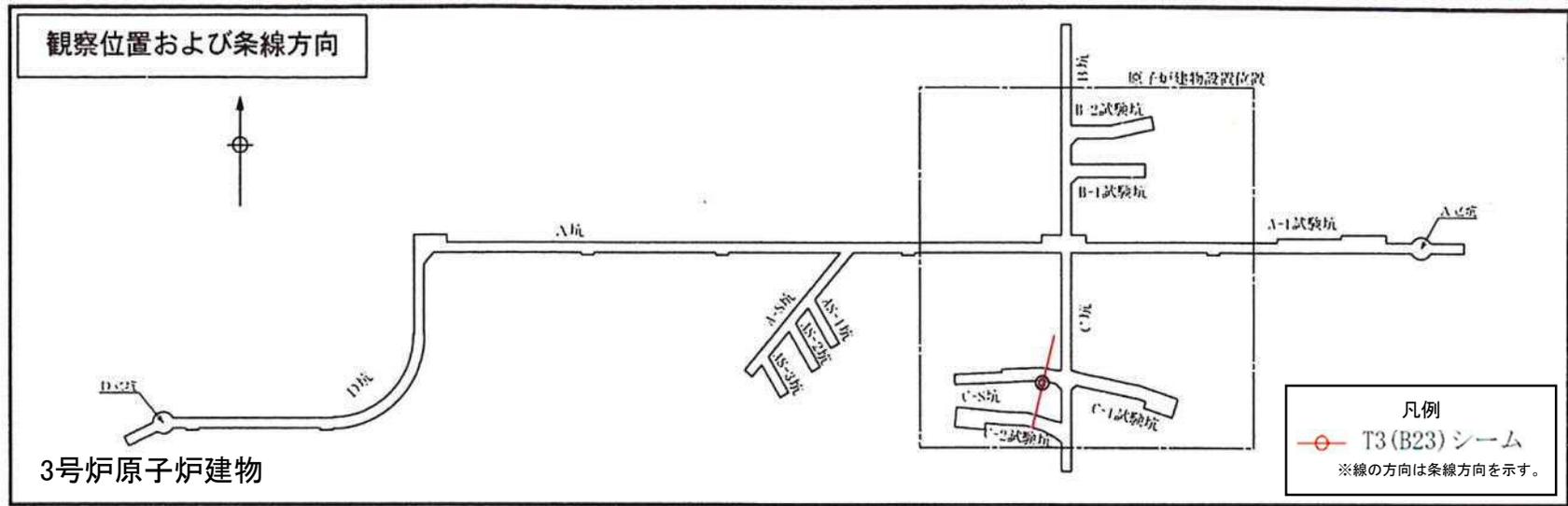


水平面主応力分布図

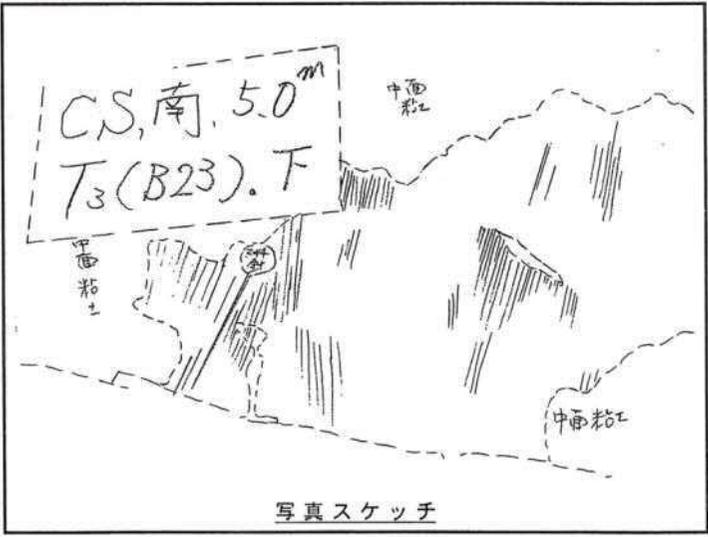
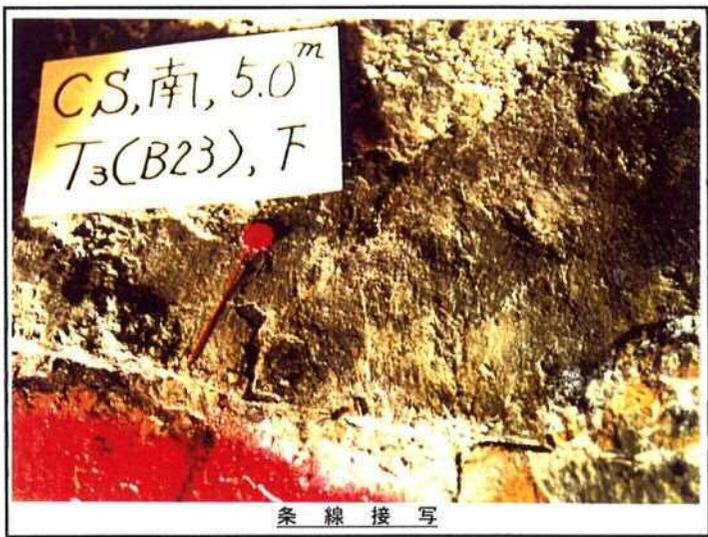
- ・東西方向の圧縮力が卓越しており、当地域周辺での広域的な地殻応力の方向と一致している。
- ・最大主応力はほぼ鉛直の方向を示し、測定した鉛直応力(902kN/m<sup>2</sup>)は地山土被り圧とほぼ同等であることから、測定結果は妥当であると考えられる。

# シームの条線観察位置図

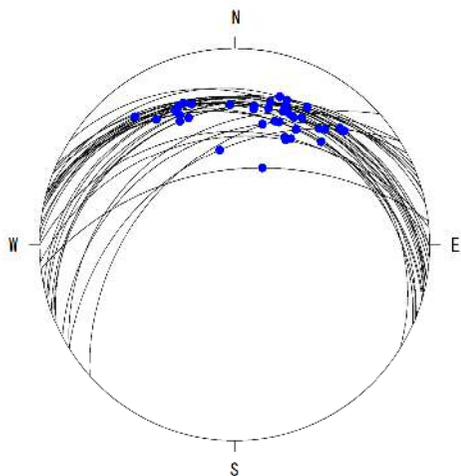
・シームの活動性を把握するために、試掘坑内に露出するシームについて、条線方向の観察を行った。



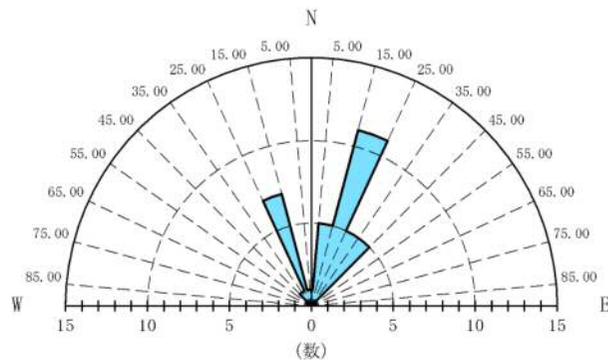
シーム No.	B23
坑名	C-S 坑
標尺	5.0m
壁方向	南壁
条線方向	N14° E



# シームの条線観察結果



ステレオネット投影 [37条線]  
(下半球投影)

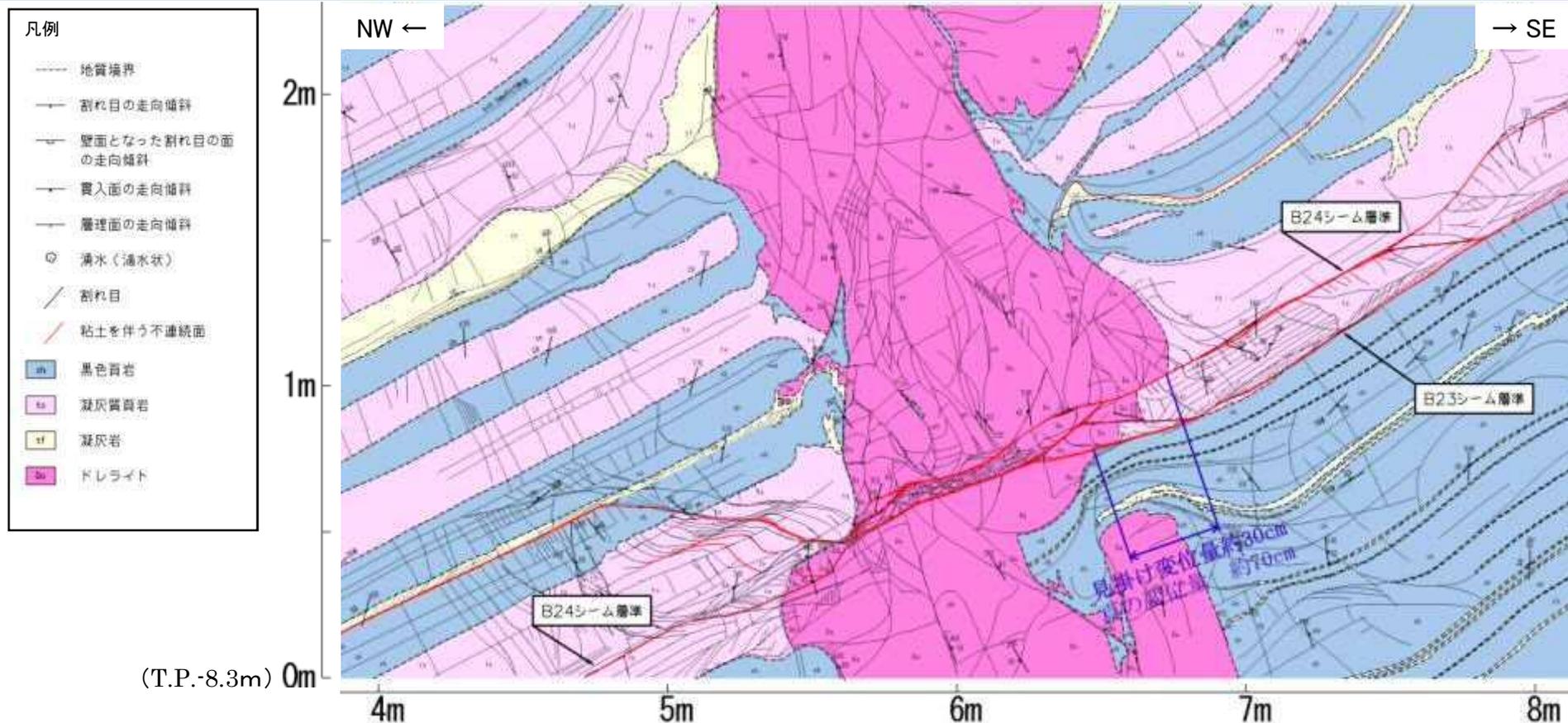


ローズダイヤグラム [37条線]



・シームの条線方向調査の結果, シームの最終変位方向は, 概ね南北方向であると考えられる。

## 2. 敷地内のシームの評価 (3) シームの活動性 貫入岩(岩脈)との切断関係



※ シームの想定変位量は、試掘坑壁上の見かけで最大30cm程度であり、観察位置での岩脈の貫入方向(N48° E)と条線方向(N22° E)を加味して算出した真の変位量で最大約70cmである。



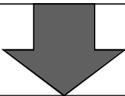
- ・試掘坑内の壁面観察の結果、ドレライトの岩脈がB24シームによって切られており、その変位方向は重力性の変位のセンスとは異なり、上盤側が南方へずり上がる方向である。
- ・このことから、シームの変位方向は、新第三紀中新世の南北圧縮応力場における褶曲運動に調和的であると考えられる。

余白

# 試掘坑におけるシームの薄片観察

## 薄片観察手順

**1. 試掘坑内地質観察**  
敷地に分布するシームのうち、最も連続性の高いB23シームを対象とし、シーム及びその周辺母岩を含んだ位置からブロックサンプリングを行う。



**2. 薄片試料作製・観察**  
サンプリングしたブロックより、シーム及びその周辺母岩を含めた薄片試料を作製し、以下のとおり観察する。

①せん断面の認定  
・他のせん断面に切られておらず、比較的連続性が高いものに絞り込む。

②最新活動面の認定  
・複合面構造やせん断面の直線性等の観点から、最新活動面を認定する。

③鉱物脈と最新活動面との関係の観察等  
・最新活動面上もしくはその近傍において、シームのずれの方向及び鉱物脈と最新活動面との関係を観察する。



試料採取状況(例)

・島根原子力発電所3号炉の建設時に、試掘坑で確認されるシームを対象として薄片試料を作製しておりシームのずれの方向及び鉱物脈との接触関係の観点から再観察した。

## 最新活動面の認定手順

- ・ ブロックサンプリング及び薄片試料の作製は、平成15年の3号炉増設に係る調査時に実施している。
- ・ ブロックは残っていないため、現存する薄片試料を用い、以下の認定手順により最新活動面を認定した。

### 最新活動面の認定手順

#### 1. 薄片全体の概略観察(肉眼観察)

スキャナー画像等による肉眼観察により、薄片全体を観察する。



#### 2. 詳細観察(鏡下観察)

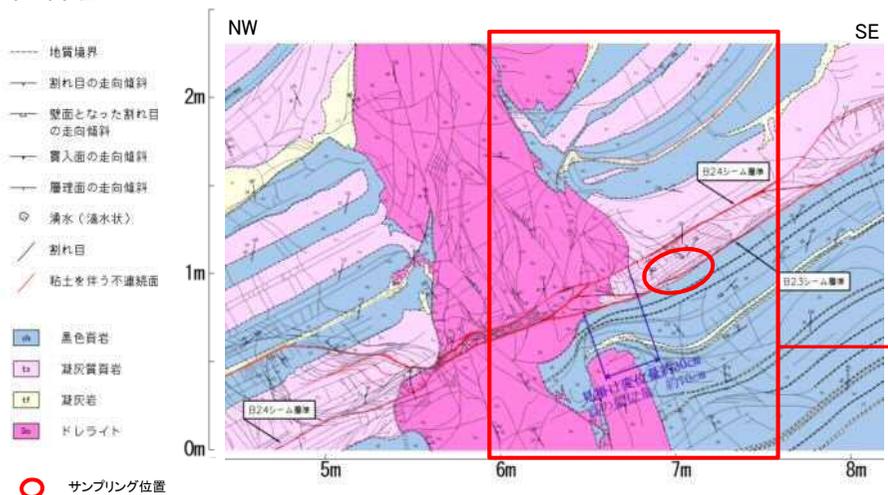
肉眼観察でせん断面、細粒化部等が確認できる箇所を中心に、鏡下観察により再観察し、総合的に最新活動面を認定する。

#### 肉眼観察, 鏡下観察の着目点

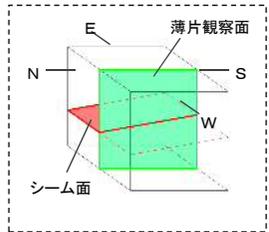
- ・ 直線性が高く、連続性のあるせん断面として認識できるものを抽出する。
- ・ 細粒化の有無を確認する。
- ・ 切り切られの関係を確認する。
- ・ 複合面構造及び変形組織の有無を確認する。

# 試掘坑における薄片観察(試料採取位置)

試料名: B23-AS1-1-N-S



AS-1坑 北東壁スケッチ図



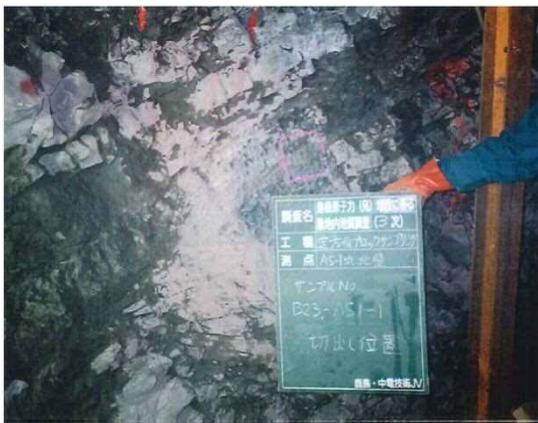
薄片観察概念図



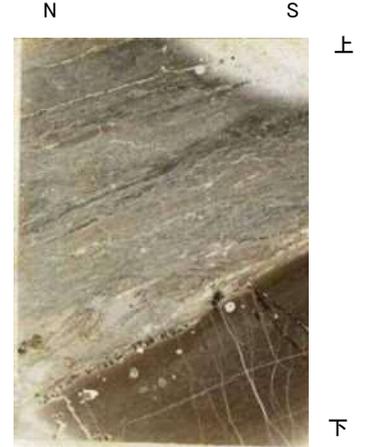
試掘坑写真(平成15年撮影) ○ サンプル位置



ブロック試料写真(平成15年採取) □ 薄片作成位置



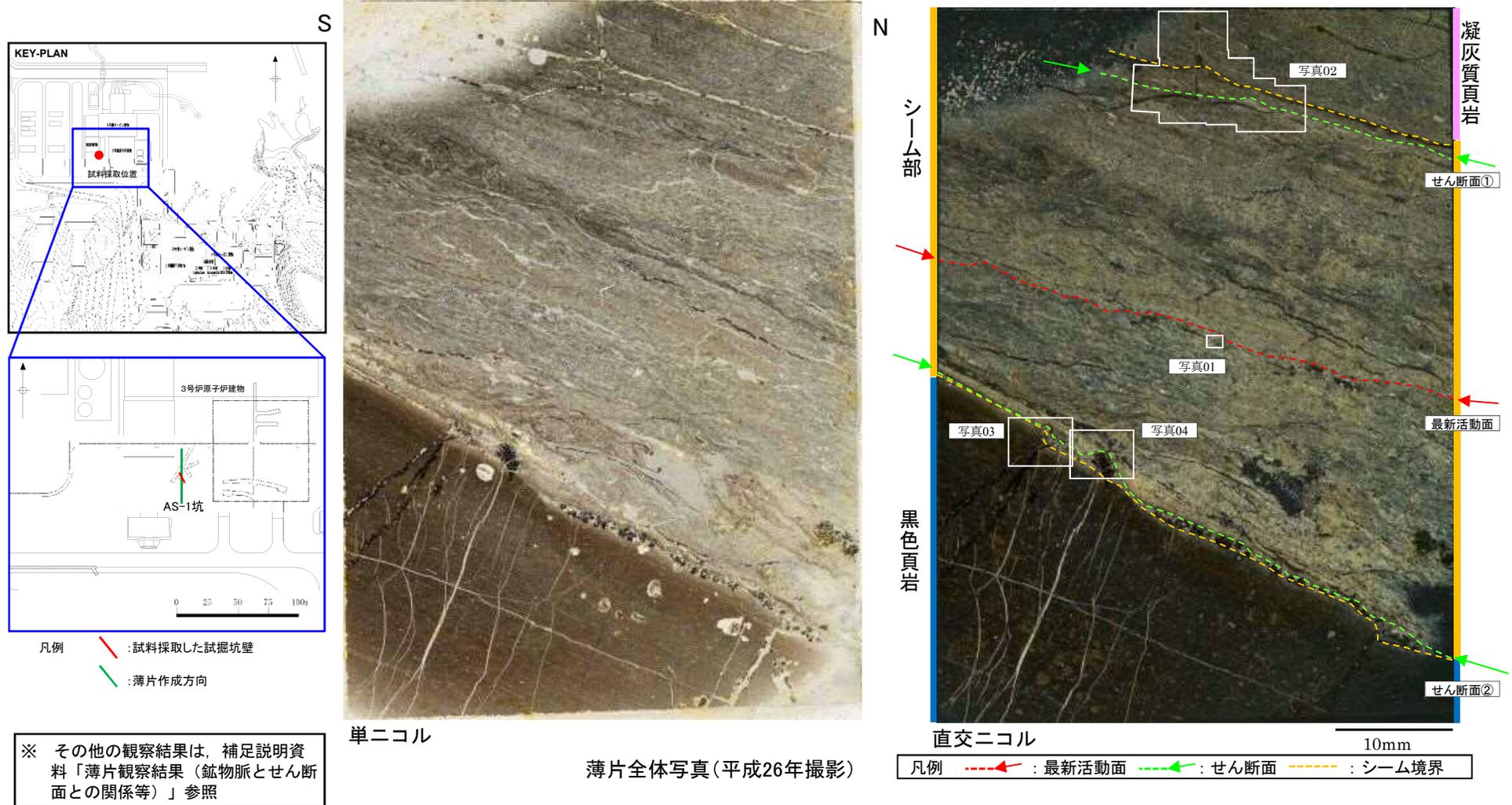
試掘坑サンプリング位置(平成15年撮影)



薄片写真(平成15年作製, 平成26年撮影)

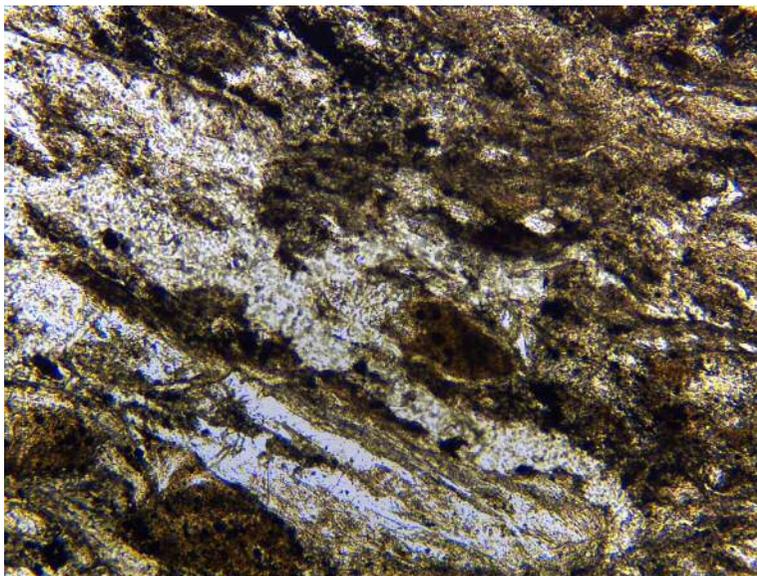
2. 敷地内のシームの評価 (3)シームの活動性

薄片観察結果 B23-AS1-1-N-S(せん断面及び最新活動面の認定)



- ・肉眼観察及び鏡下での詳細観察の結果、3条のせん断面を抽出した。
- ・複合面構造が見られず、どのせん断面も直線性・連続性に乏しいが、比較的直線性・連続性のある中央部のせん断面を最新活動面とした。

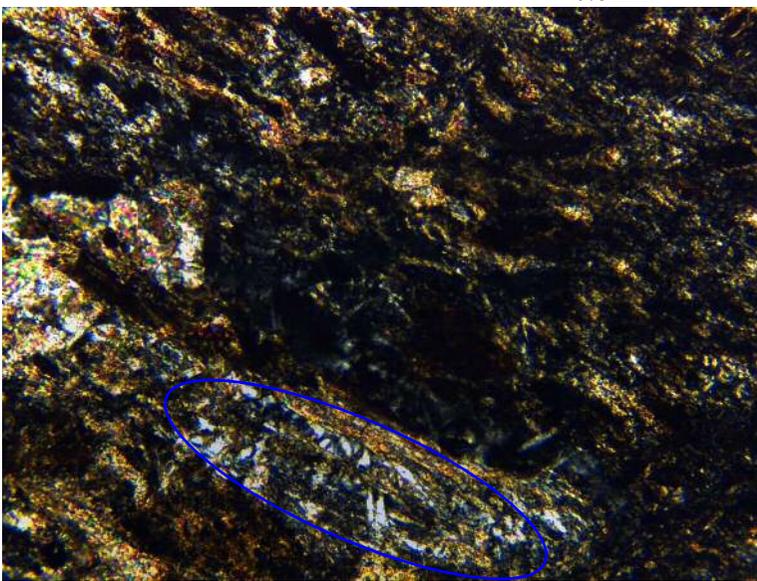
# 薄片観察結果 B23-AS1-1-N-S(鉍物脈と最新活動面との関係)



シーム部

単ニコル

0.5mm



直交ニコル

0.5mm

## 【写真01】

- ・最新活動面近傍に自形の鉍物が晶出している。
- ・単ニコルで無色, 直交ニコルで複屈折が小さく, 消光角も小さいことから, 濁沸石(ローモンタイト)であると考えられる。
- ・濁沸石は最新活動面付近に晶出しており, 変位・変形は認められない。

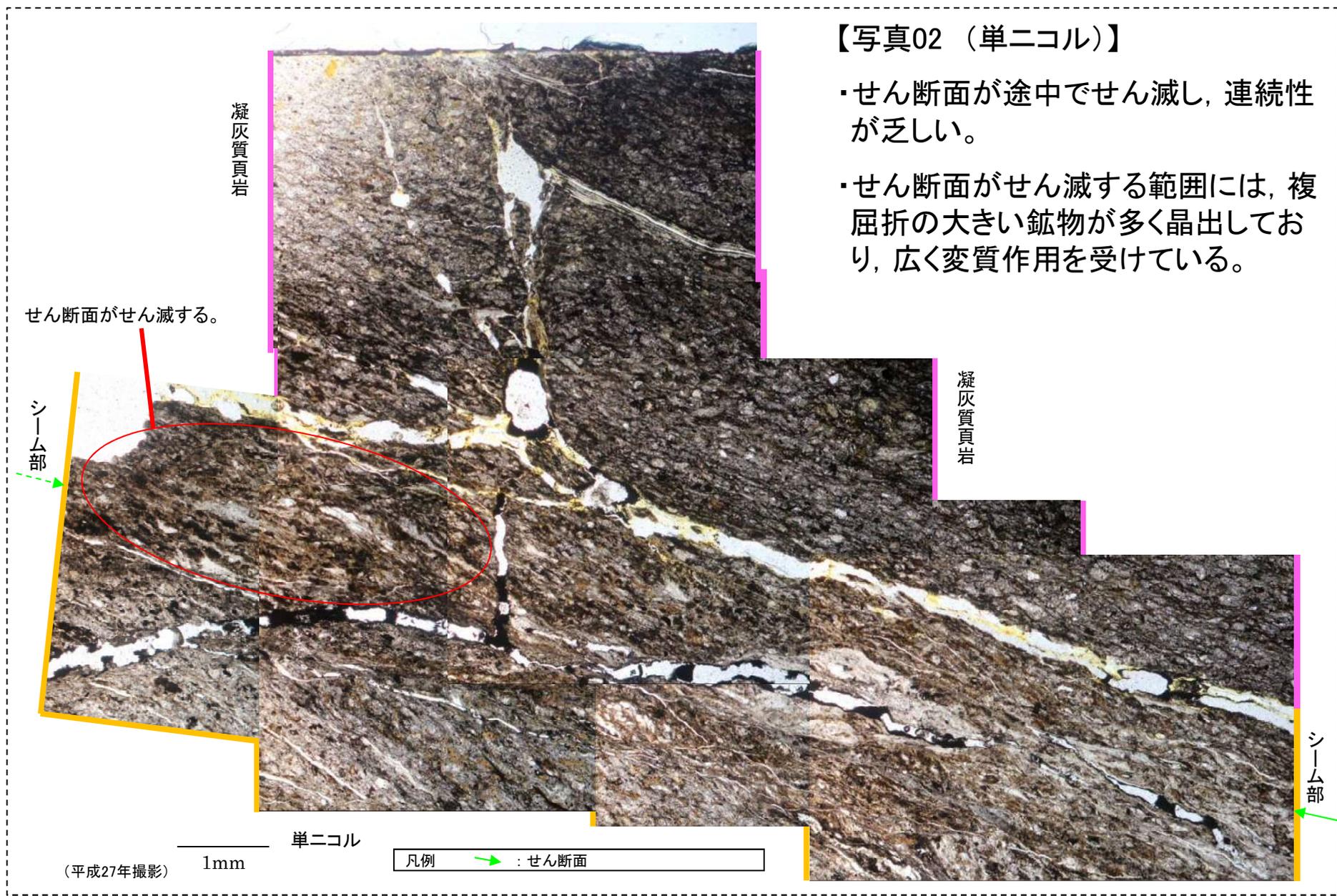
凡例  
← : 最新活動面  
○ : 濁沸石

余白

# 薄片観察結果 B23-AS1-1-N-S(せん断面①の性状)

【写真02 (単ニコル)】

- ・せん断面が途中でせん滅し、連続性が乏しい。
- ・せん断面がせん滅する範囲には、複雑屈折の大きい鉱物が多く晶出しており、広く変質作用を受けている。



(平成27年撮影)

1mm

単ニコル

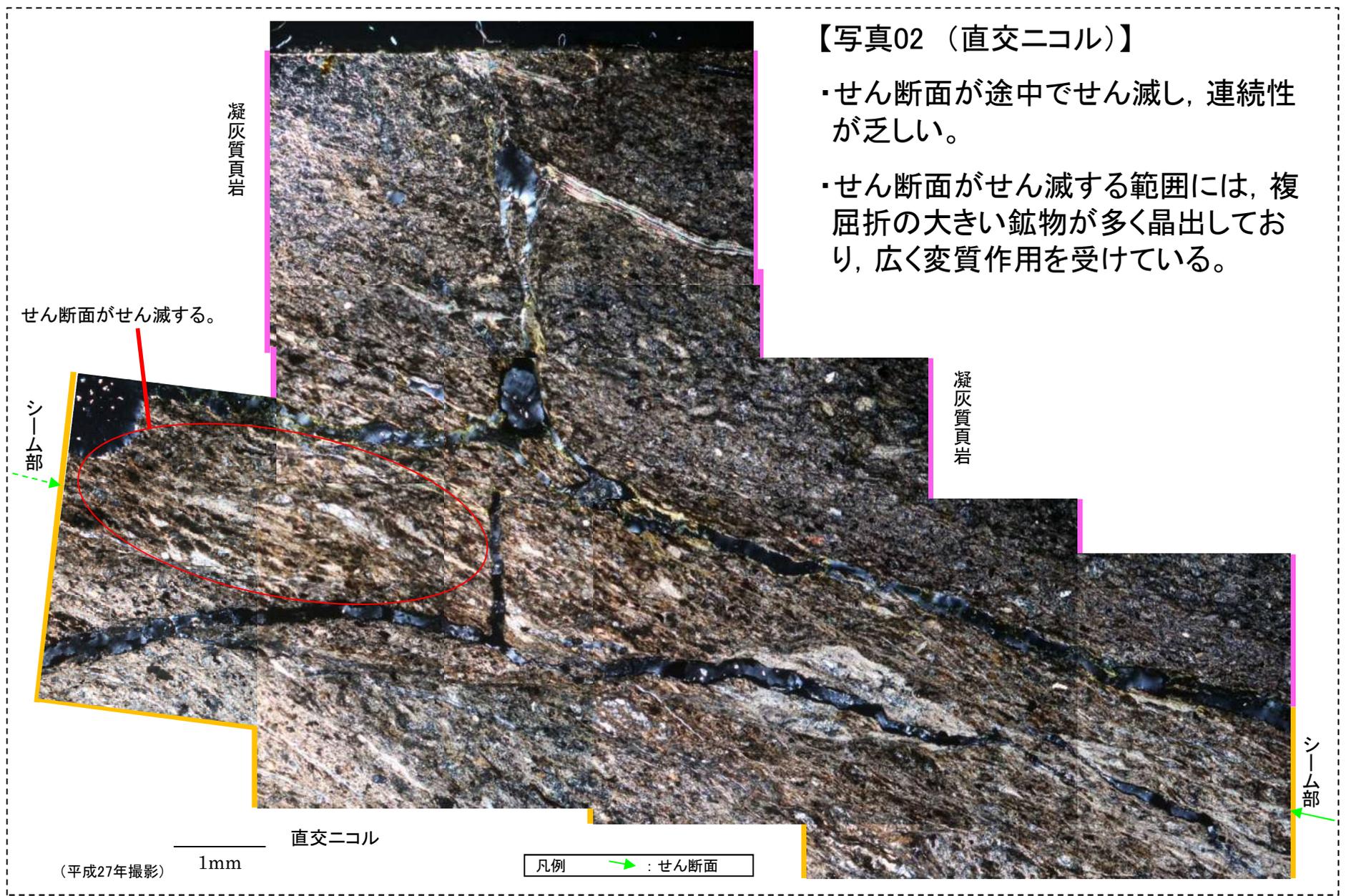
凡例 → : せん断面

シーム部

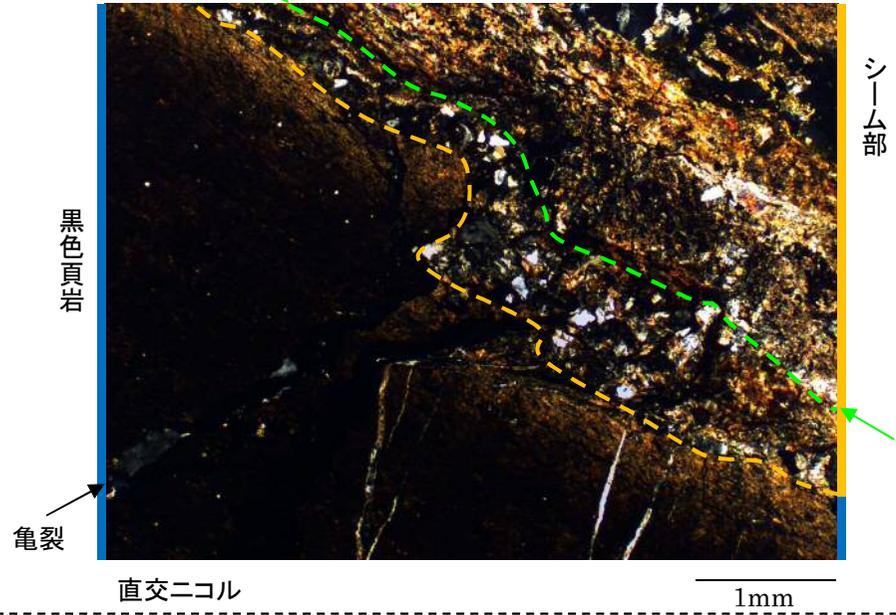
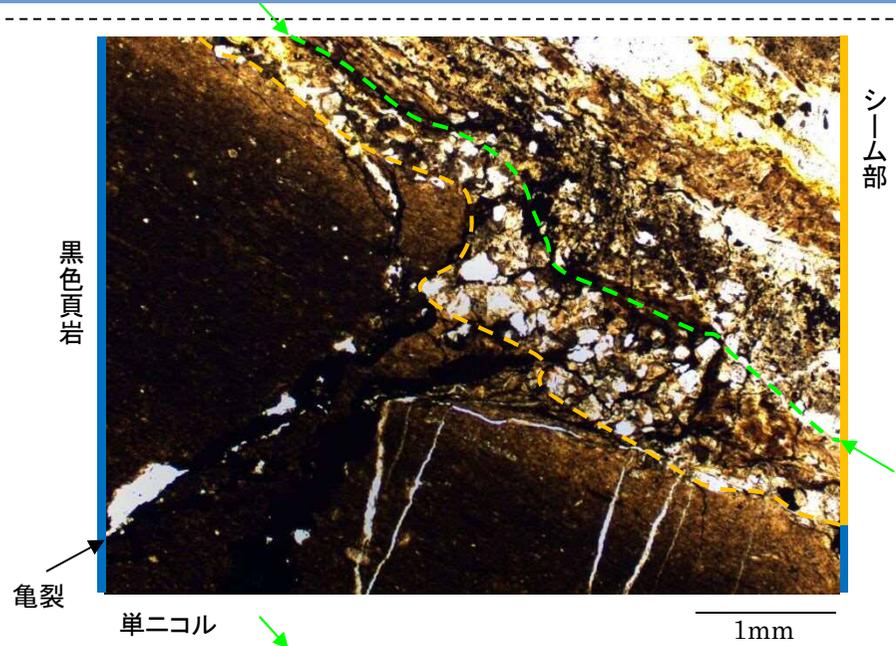
# 薄片観察結果 B23-AS1-1-N-S(せん断面①の性状)

【写真02 (直交ニコル)】

- ・せん断面が途中でせん滅し、連続性が乏しい。
- ・せん断面がせん滅する範囲には、複雑折の大きい鉱物が多く晶出しており、広く変質作用を受けている。



# 薄片観察結果 B23-AS1-1-N-S(せん断面②の性状)

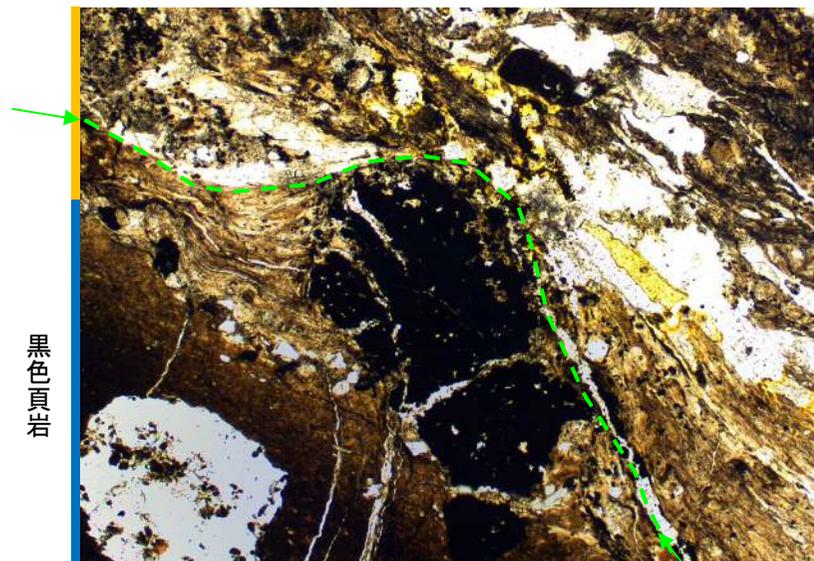


【写真03】

・せん断面は湾曲しており、直線性に乏しい。

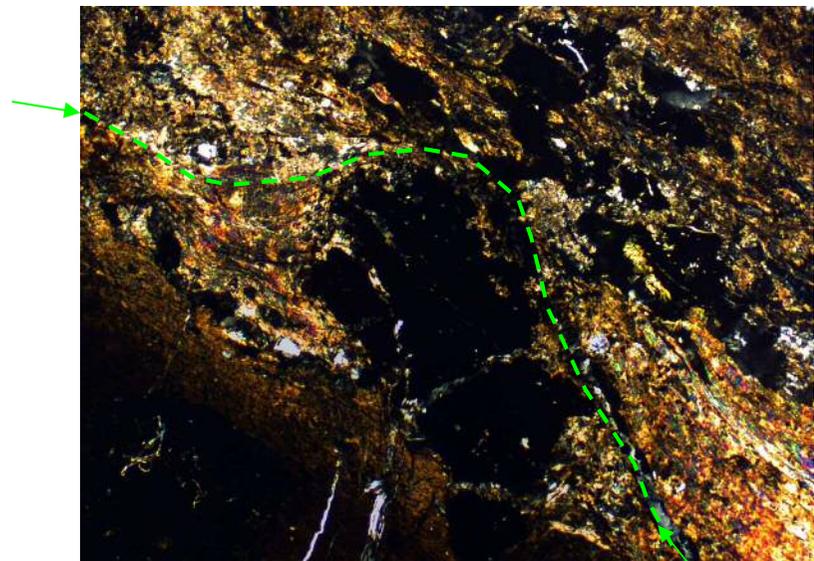
- 凡例
- : せん断面
  - ← : 亀裂
  - - - : シーム境界

# 薄片観察結果 B23-AS1-1-N-S(せん断面②の性状)



単ニコル

1mm



直交ニコル

1mm

### 【写真04】

- ・せん断面は湾曲しており、直線性に乏しい。

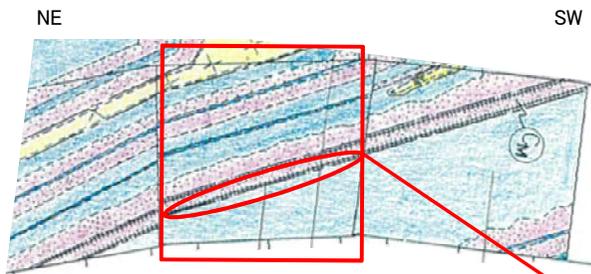
凡例  : せん断面

(平成27年撮影)

## 2. 敷地内のシームの評価 (3)シームの活動性 試掘坑における薄片観察(試料採取位置)

試料名 : B23-DR-NE-SW

- 凡例
- : 黑色頁岩
  - : 凝灰質頁岩
  - : 凝灰岩
  - : ドレライト



D坑R部 北西壁スケッチ図

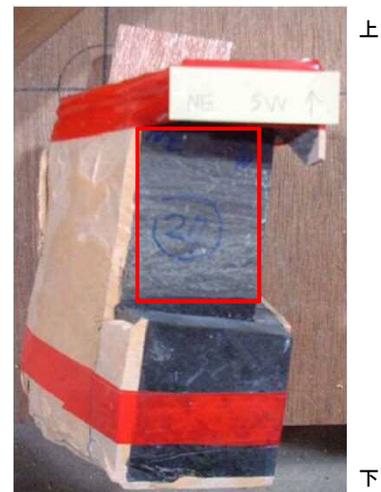


NE 天端 SW



試掘坑写真(平成9年撮影)

NE SW

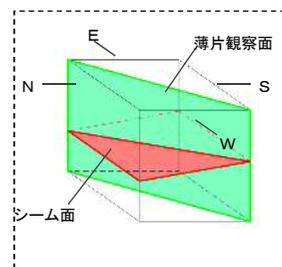


ブロック試料写真(平成15年採取)

○ サンプル位置



試掘坑サンプリング位置(平成15年撮影)

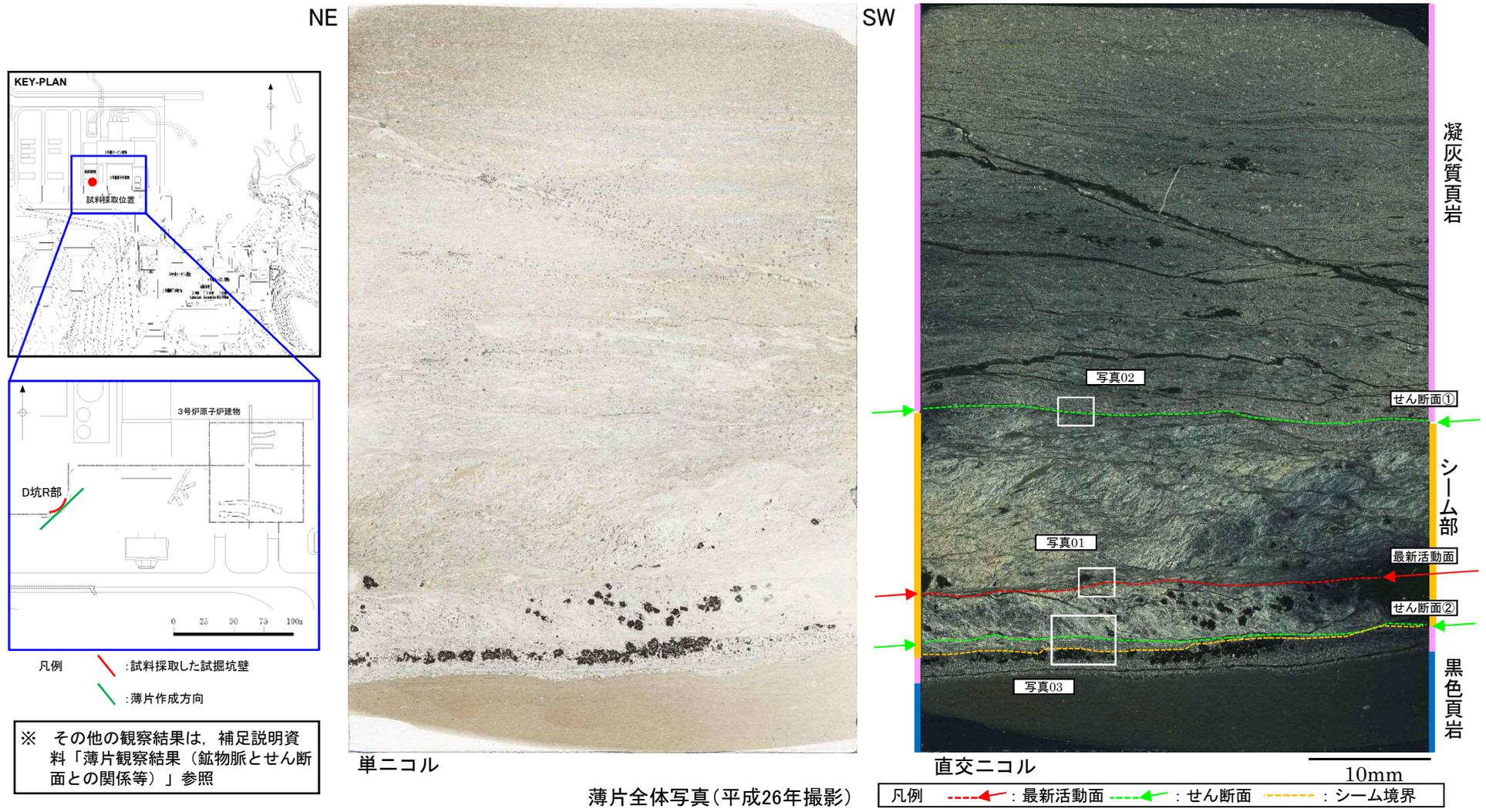


NE SW



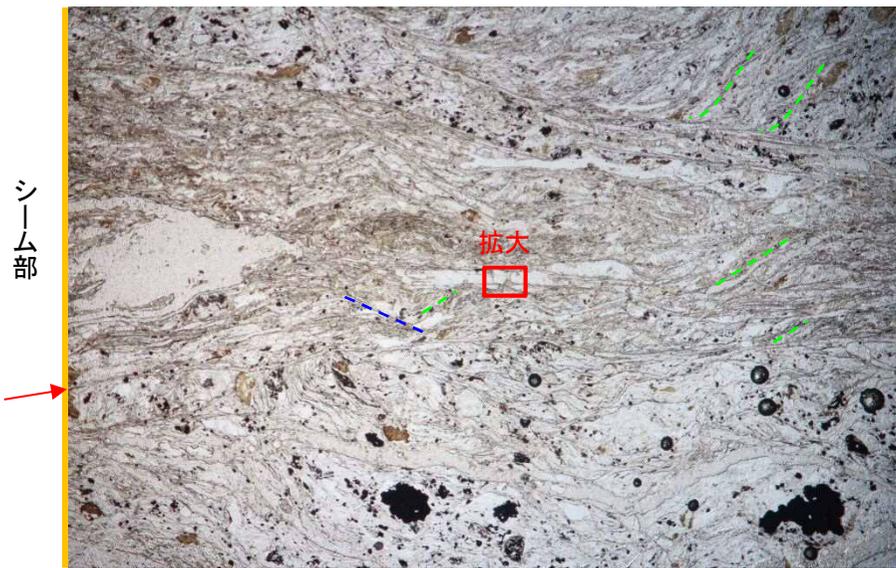
薄片写真(平成15年作製, 平成26年撮影)

# 薄片観察結果 B23-DR-NE-SW(せん断面及び最新活動面の認定)



- ・肉眼観察及び鏡下での詳細観察の結果、3条のせん断面を抽出した。
- ・複合面構造が確認されるが、どのせん断面も直線性・連続性に乏しい。
- ・このうち、比較的直線性・連続性のあるシーム中央部のせん断面を最新活動面とした。

# 薄片観察結果 B23-DR-NE-SW(鉍物脈と最新活動面との関係)



単ニコル

1mm



直交ニコル

1mm

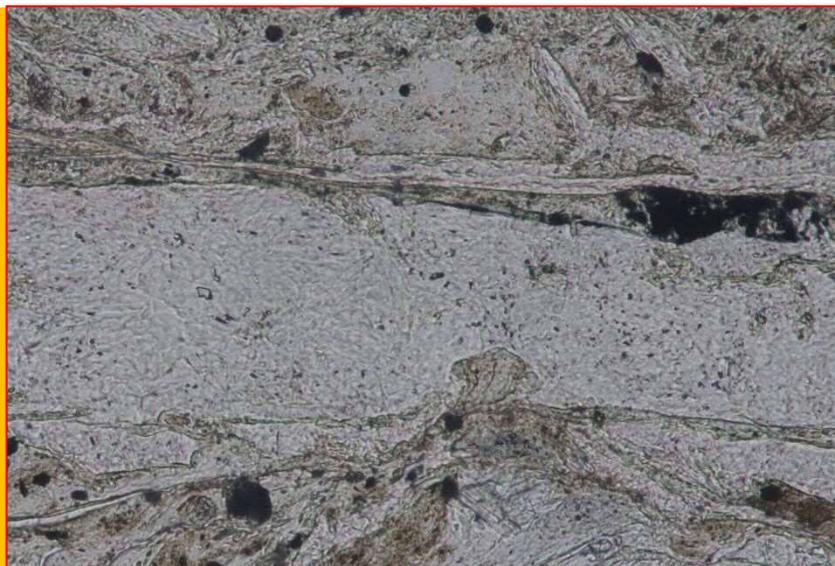
## 【写真01】

- ・最新活動面近傍に自形の鉍物が晶出している。
- ・単ニコルで無色、直交ニコルで複屈折が小さく、消光角も小さいことから、X線回折分析結果を踏まえると、濁沸石(ローモンタイト)であると考えられる。
- ・濁沸石は、最新活動面近傍に晶出しており、変位・変形は認められない。
- ・複合面構造(P面, R面)及び薄片作製方向から、最新活動面は逆断層センス(見かけ右横ずれ)であると考えられる。

凡例	← : 最新活動面	○ : 濁沸石
	○ : イライト/スメクタイト混合層鉍物	--- : P面
		--- : R面

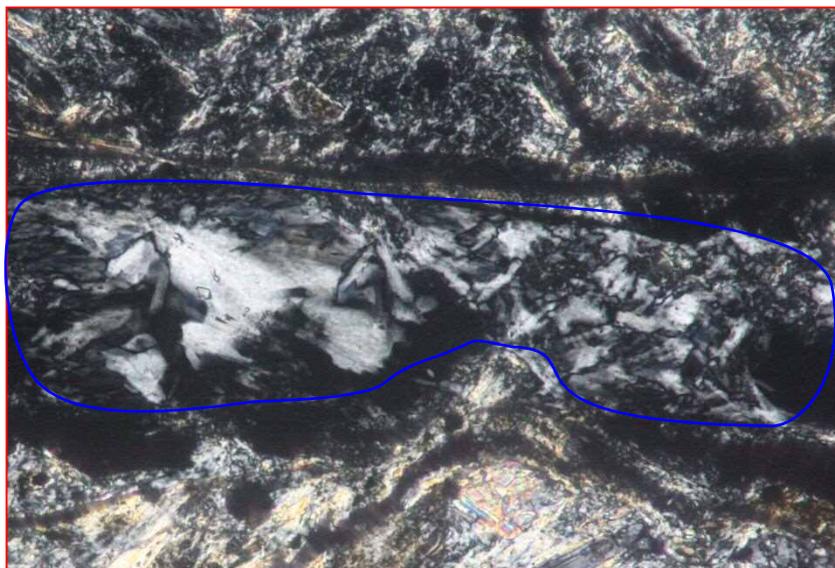
(平成27年撮影)

シーム部



単ニコル

0.1mm



直交ニコル

0.1mm

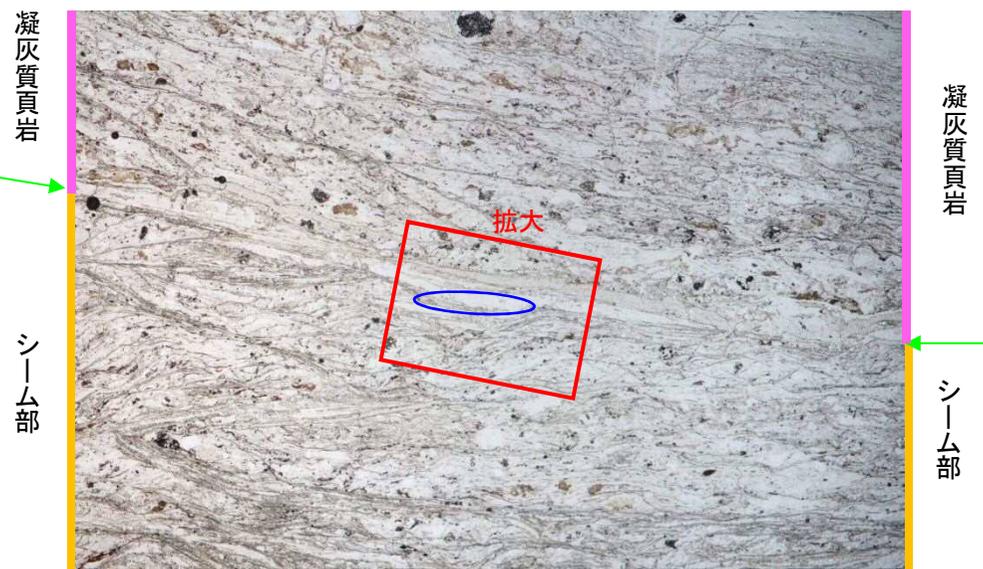
【写真01 拡大】

- ・最新活動面近傍に自形の鉍物が晶出している。
- ・単ニコルで無色, 直交ニコルで複屈折が小さく, 消光角も小さいことから, X線回折分析結果を踏まえると, 濁沸石(ローモンタイト)であると考えられる。
- ・濁沸石は, 最新活動面近傍に晶出しており, 変位・変形は認められない。

凡例 ○ : 濁沸石

(平成27年撮影)

# 薄片観察結果 B23-DR-NE-SW(鉍物脈とせん断面①との関係)

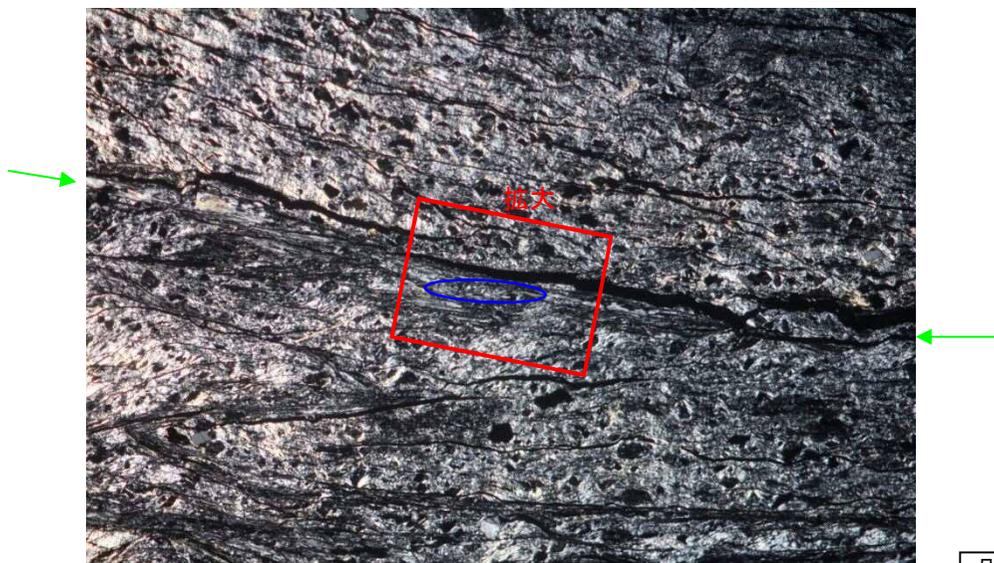


単ニコル

1mm

## 【写真02】

- ・せん断面近傍に自形の鉍物が晶出している。
- ・単ニコルで無色, 直交ニコルで複屈折が小さく, 消光角も小さいことから, 濁沸石(ローモンタイト)であると考えられる。
- ・濁沸石はせん断面に接するように晶出しており, 変位・変形は認められない。



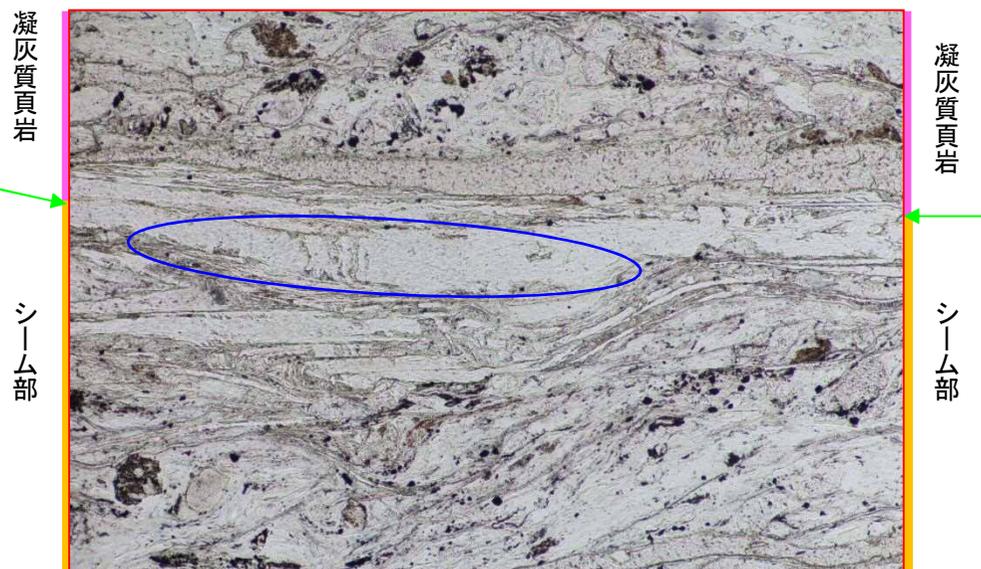
直交ニコル

1mm

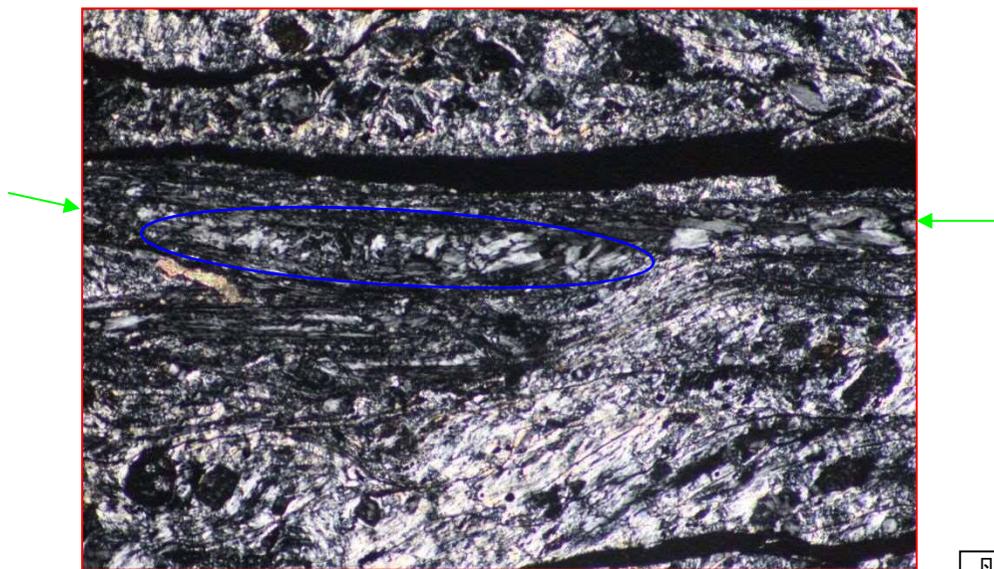
凡例    → : せん断面    ○ : 濁沸石

(平成27年撮影)

# 薄片観察結果 B23-DR-NE-SW(鉍物脈とせん断面①との関係)



単ニコル 0.5mm



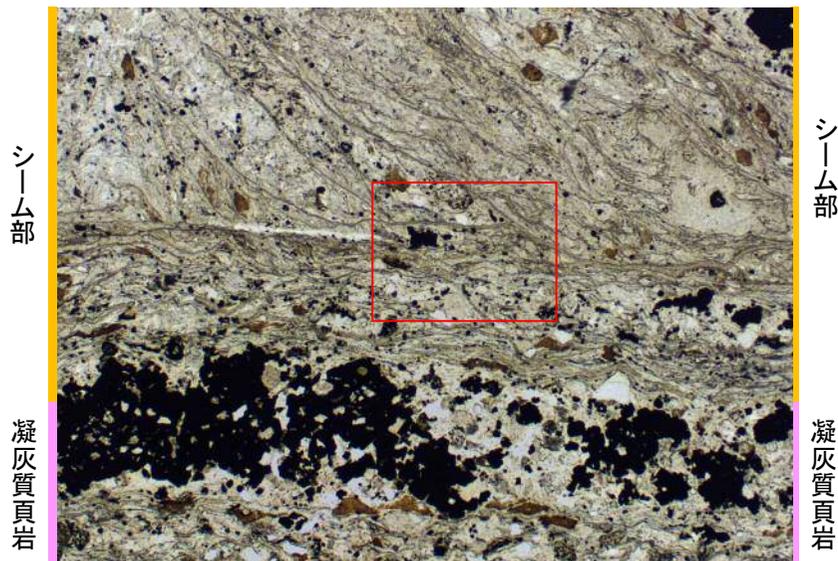
直交ニコル 0.5mm

## 【写真02 拡大】

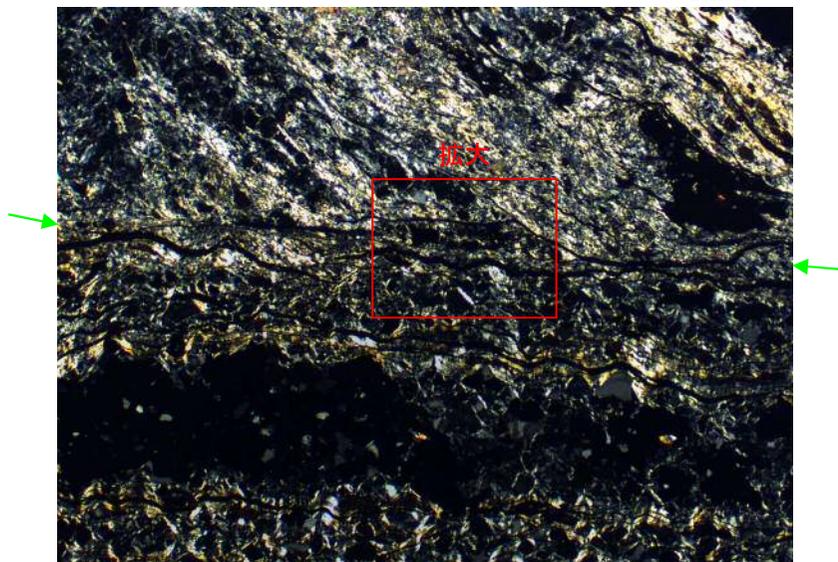
- ・せん断面近傍に自形の鉍物が晶出している。
- ・単ニコルで無色, 直交ニコルで複屈折が小さく, 消光角も小さいことから, 濁沸石(ローモンタイト)であると考えられる。
- ・濁沸石はせん断面に接するように晶出しており, 変位・変形は認められない。

凡例 → : せん断面 ○ : 濁沸石

# 薄片観察結果 B23-DR-NE-SW(せん断面②の性状)



単ニコル 1mm

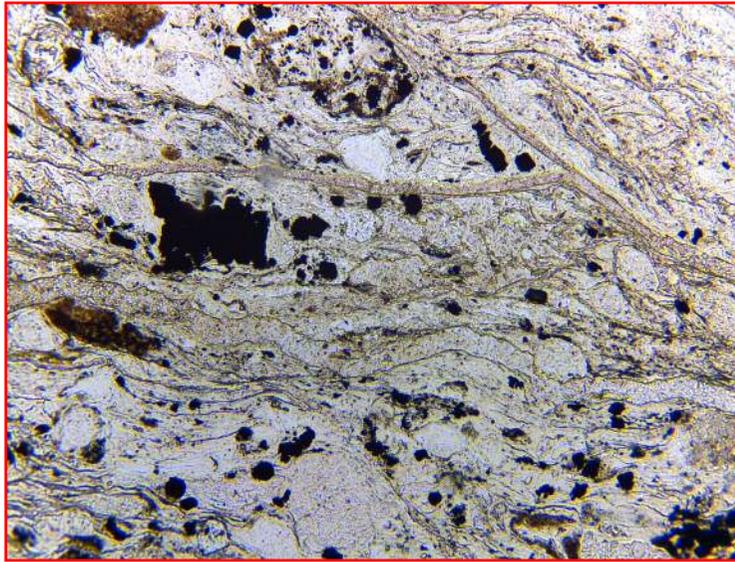


### 【写真03】

- ・せん断面は不明瞭であり、連続性に乏しい。

凡例 - - ← : せん断面

# 薄片観察結果 B23-DR-NE-SW(せん断面②の性状)



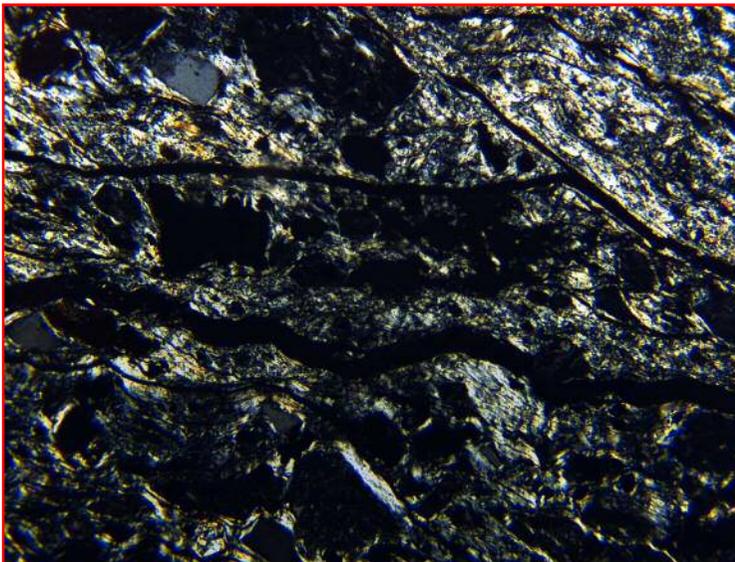
シーム部

単ニコル

0.5mm

## 【写真03 拡大】

- ・せん断面は不明瞭であり、連続性に乏しい。



直交ニコル

0.5mm

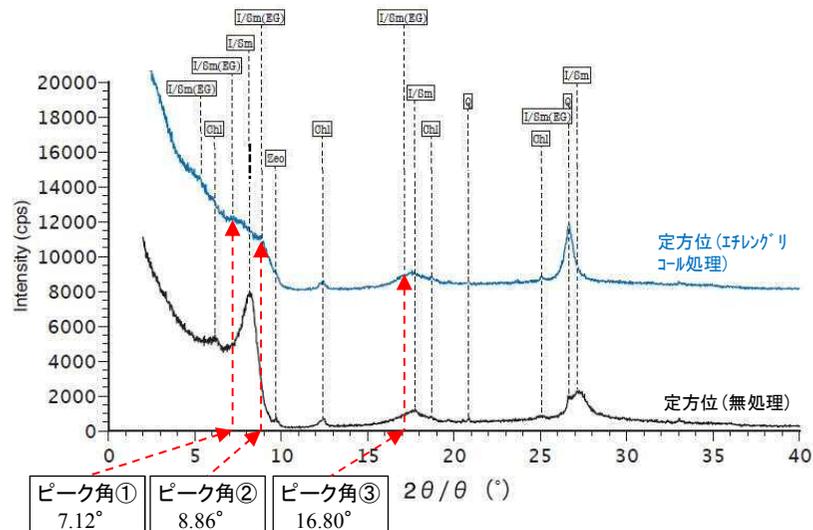
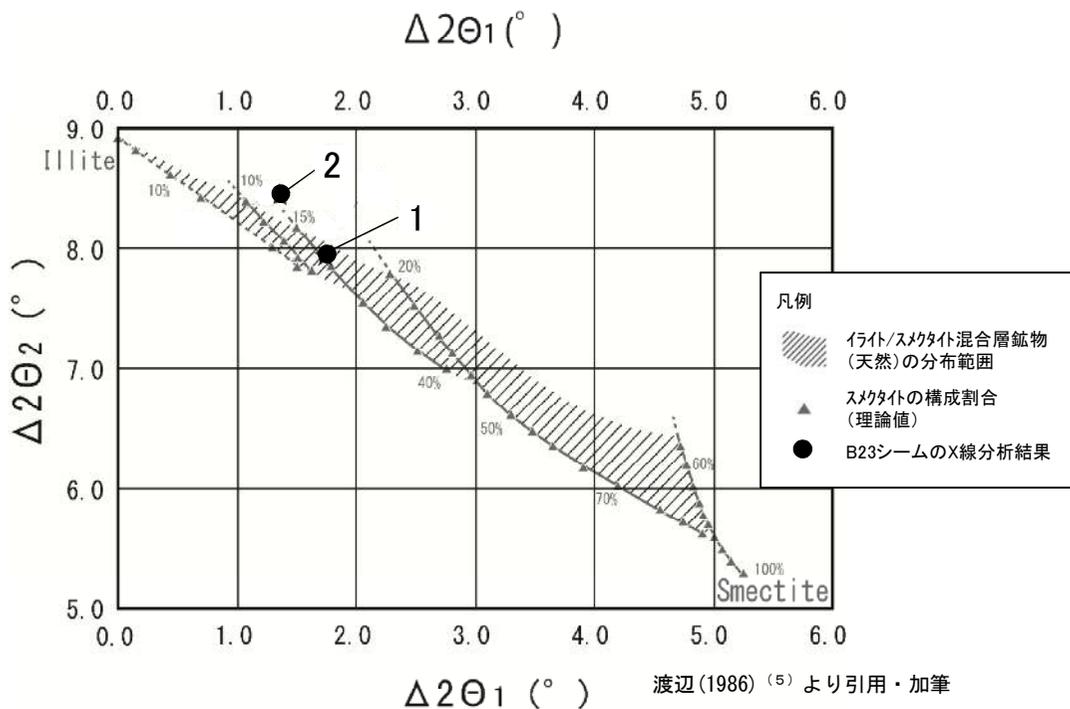
凡例 - - - - - : せん断面

## 2. 敷地内のシームの評価 (3)シームの活動性

# 薄片観察で確認された鉱物の生成条件(1)

<渡辺 (1986) によるイライト/スメクタイト混合層鉱物の構成比の検討方法>  
 手順 1 : X線回折分析のチャート(エフレングリコール処理, 右図) からイライト/スメクタイト混合層鉱物のピークを読み取る。  
 手順 2 : 読み取ったピーク角を右式に代入し, 得られた値を左図にプロットする。

横軸  $\Delta 2\theta 1 = (\text{ピーク角} 2) - (\text{ピーク角} 1)$   
 縦軸  $\Delta 2\theta 2 = (\text{ピーク角} 3) - (\text{ピーク角} 2)$



チャートから読み取ったイライト/スメクタイト混合層鉱物のピーク位置の例 (試料「No. 126-B23-s」)

※ イライト/スメクタイト混合層鉱物の構成比の検討手法の妥当性は補足説明資料「イライト/スメクタイト混合層鉱物の構成比分析結果の妥当性」参照

イライト/スメクタイト混合層鉱物の $\Delta 2\theta$ の計算結果及び左図へのプロット結果

No.	試料	a : 5~8°	b : 9~11°	c : 16~18°	d (=b-a) : $\Delta 2\theta 1$	e (=c-b) : $\Delta 2\theta 2$	左図へのプロット結果
B23シームX線分析試料 1	126-B23-s	7.12	8.86	16.80	1.74	7.94	およそスメクタイト=20%であると考えられる
B23シームX線分析試料 2	339-B23-s	7.46	8.82	17.26	1.36	8.44	およそスメクタイト=10%であると考えられる

・ 渡辺 (1986) によりイライト/スメクタイト混合層鉱物の構成比を検討した結果, B23シームの構成割合は, スメクタイト約10~20%, イライト約80~90%である。

# 薄片観察で確認された鉱物の生成条件(2)

鉱物の生成温度

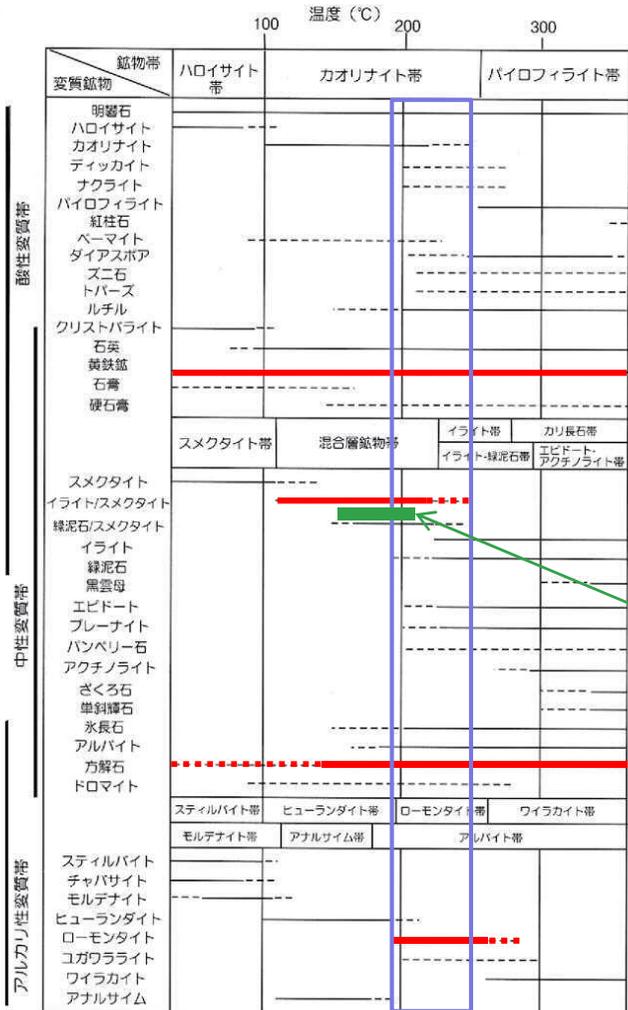
No	手法	手 法 と 原 理						
8	鉱物の構造変化	地下の温度変化に伴って、鉱物の結晶構造変化による鉱物種の変化、混合層粘土鉱物の構成層の変化が生じる。合成実験やボーリングデータ等により、温度との関係が得られている。						
		対 象	適用分野	長 所	短 所	温 度 範 囲	適用性および精度に関する情報	今後の課題
		①シリカ鉱物 ②粘土鉱物 ③沸石類	接触作用～低 度変成作用時 の古地温	多くの種類の鉱物が 対象となっている。	物理学的因子、化学的 因子の影響が考慮され ていない。 <sup>81)</sup>	①シリカ鉱物 ・オパール A: 50℃以下 ・オパール CT: 50～100℃ ・石英: 70～220℃ ②粘土鉱物 ・スメクタイト: 60℃以下 ・イライト/スメクタイト混 合層: 50～100℃ (スメクタイト>50%) 100～160℃ (イライト≥50%, スメ クタイト≤50%) 160～210℃ (イライト75%以上) ・イライト: 220～280℃ ・2M雲母: 280～350℃ ・サボリナイト: 70℃以下 ・I b 緑泥石: 70～170℃ ・コレンサイト: 100～170℃ ・II b 緑泥石: 170～350℃ ③沸石類 ・方沸石: 70℃以下 ・斜方沸石-輝沸石: 100℃以下 ・蘆沸石: 100～170℃ ・プレーナイト、パンペリー 石: 160～190℃ (以上、77)より引用)	火成岩の貫入や熱水変質を 受けていない堆積岩におい て適用可能。  各鉱物の生成温度範囲は 50℃以上の温度幅を有する ことが多いため、単一の鉱 物から数十℃以内の精度が 得られる場合は限られる。  複数の鉱物の共存関係から 推定される温度範囲の精度 が向上する可能性がある。	火山性堆積岩に対 しての適用、77)
Al <sub>2</sub> SiO <sub>5</sub> 鉱物 (紅柱石、矽線 石、藍晶石)	接触変成作用 時の古地温、 古圧力	実験的に高精度で温 度圧力条件が決定さ れた。 <sup>82)</sup>	実際のAl <sub>2</sub> SiO <sub>5</sub> 鉱物は純 粋ではないことによ る、数十℃程度異なる 可能性。 <sup>83)</sup>	合成実験による三重点の温度 圧力は500～530±30℃、370 ～420±30MPa <sup>82)</sup>	②紅柱石-藍晶石平衡、藍 晶石-矽線石平衡について は平衡曲線の位置につい てはほぼ決定している。 <sup>83)</sup>	不純物の挙動と複 雑な結晶の集合体 (フィプロライト) 等の問題。 <sup>82)</sup>		

金沢ほか (2005) <sup>(6)</sup>より引用

・金沢ほか(2005)によると、イライト/スメクタイト混合層鉱物の構成比がイライト75%以上であるときの生成温度範囲は160～210℃とされている。

# 薄片観察で確認された鉱物の生成条件(3)

温度と熱水溶液の相違による生成鉱物の生成環境



- ・吉村(2001)によると、変質帯の形成温度は変質鉱物の組合せから推定することが望ましいとされている。
- ・B23シームの薄片観察の結果、最新活動面上及びその近傍には、黄鉄鉱、イライト/スメクタイト混合層鉱物、方解石及びローモンタイトが確認されている(左図の赤線部分)。
- ・B23シームの薄片観察で確認されている鉱物の組み合わせから温度環境を推定した結果、これらの鉱物は約190~250°Cの温度で生成されたと考えられる。
- ・一方、イライト/スメクタイト混合層鉱物の構成比に基づく生成温度は約160~210°であることから、B23シームの薄片観察で確認された鉱物の生成温度は、200°C前後の高温域で生成されたものと考えられる。

B23シームのX線回折分析により確認されたイライト/スメクタイト構成比を踏まえた生成温度範囲

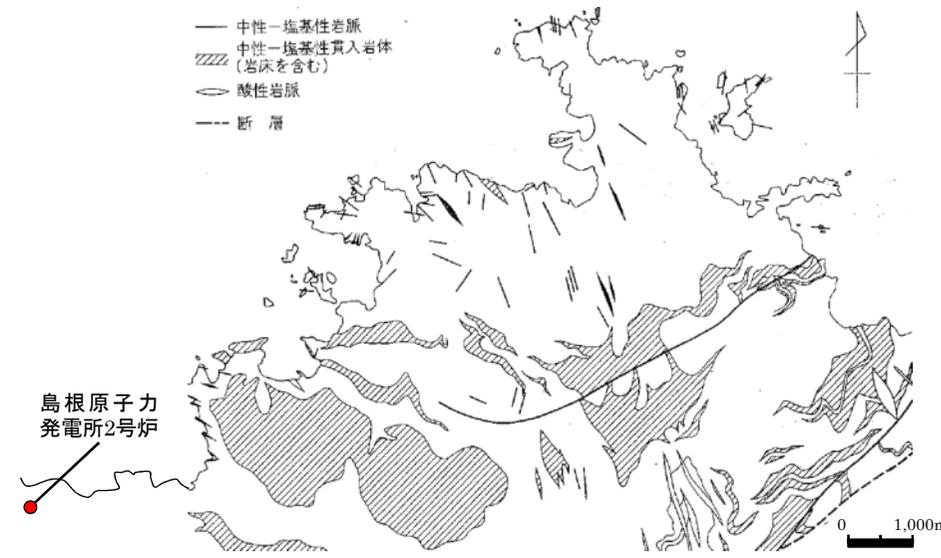
※ 敷地内における大深度ボーリングにより測定した地下増温率は補足説明資料「敷地内における現在の地下増温率」参照

凡例  
 — : B23シームの薄片観察により、最新活動面上及びその近傍に確認されていない鉱物  
 — : B23シームのX線回折分析・薄片観察により、最新活動面上及びその近傍に確認された鉱物  
 □ : 変質鉱物の組合せにより推定した生成温度帯

# 薄片観察で確認された鉱物の生成条件(4)

山陰地域における応力場の変遷(新第三紀中新世～第四紀)  
松江地域の地質総括表(再掲)

地質時代	層序	主要岩相	火成活動	堆積環境	構造運動	放射年代及び化石帯・群集	
第四紀	完新世	島根半島 共通低地帯 中国山地北縁 三角州、扇状地、扇状地、谷川及び海浜砂丘堆積物及び沖積層(<50m)		内湾・潟湖と海岸平野		汽水-海生動物化石	
	後更新世	低位段丘堆積物	礫、砂及び泥		河川流域		
		中位II段丘堆積物	泥、砂及び礫(泥炭及び火山灰を挟む)		内湾・潟湖と海岸平野		汽水-海生動物化石
		中位I段丘堆積物	泥、礫及び砂		湖と海岸平野		
	中期更新世	大根島玄武岩	アルカリ玄武岩溶岩及びスコリア	アルカリ玄武岩 火山活動	海岸平野		
		高位田段丘堆積物	礫、砂及び泥		湖と海岸平野		
		高位II段丘堆積物	礫、砂及び泥		湖と海岸平野		
		高位I段丘堆積物	礫、砂及び泥		湖と海岸平野		
	前期更新世	野呂玄武岩	アルカリ玄武岩溶岩	アルカリ玄武岩 火山活動	内陸	1Ma(K-Ar)	
	新第三紀	和久羅山安山岩	角閃石含有安山岩溶岩	カルカリ安山岩 安山岩火山活動	海岸平野		5-6Ma(K-Ar)
松江層 <1100m		砂岩、シルト岩、アルカリ玄武岩-粗面安山岩溶岩・火砕岩など	アルカリ玄武岩 火山活動	内湾・潟湖		海-汽水動物化石 堆積物化石 11-12Ma(K-Ar) N10-11*	
中新世	古江層 (450-900m)	泥岩及びシルト岩	アルカリ玄武岩 火山活動	内湾・潟湖		N9*	
	牛切層 (<300m)	流紋岩凝灰岩凝灰質砂岩凝灰質岩層	流紋岩、砂岩、安山岩溶岩、デイサイト溶岩など	浅海		N8-9* 15Ma (FT, K-Ar)	
	成相寺層 (>1200m)	久利層 (200-800m)	泥岩、流紋岩溶岩、流紋岩火砕岩など	沿岸		20Ma(FT) 23-26Ma(FT) 台島型植物群 淡水-汽水生貝化石	
	波多層 (<800m)	砂岩、礫岩、泥質岩、安山岩溶岩・火砕岩及び流紋岩火砕岩	火山岩層堆積物、デイサイト火砕岩(主として溶融)及び流紋岩溶岩	沿岸			
古第三紀	下野野花崗岩	細粒黒雲母花崗岩	珥底基大底運動	島根半島 中国山地北縁		36Ma(K-Ar) 36-53Ma(K-Ar)**	
	希部花崗岩 橋花崗岩	粗-中粒黒雲母花崗岩				54Ma(K-Ar) 43-60Ma(K-Ar)**	
	大東花園閃緑岩	粗-中粒黒雲母角閃石花園閃緑岩				44-63Ma(K-Ar)**	
白垩紀後期	八雲火山岩類 (>800m)	流紋岩-デイサイト火砕岩(主として溶融)及び流紋岩溶岩		内陸			
時代詳	上倉東変成岩 鳥啼變成岩	スカルン及び角閃石ホルンフェルス(砂岩、泥岩及び礫岩起源)		浅海			



境港地域北部における貫入岩の分布(鹿野・吉田(1985)(8)より引用・加筆)

・鹿野・吉田(1985)によると、敷地付近には、塩基性-中性の岩脈、岩床、あるいはラコリス様岩体が多数認められ、大規模岩体が母岩に熱変成を与えたとされている。

・鹿野ほか(1994)によると、塩基性-中性の貫入岩の年代は、中期中新世～後期中新世とされている。

以上のことから、薄片観察で認められた鉱物の熱源となる火成活動の年代は、少なくとも12～13万年前以前であると考えられる。

\*: Blow(1969)の浮遊性有孔虫化石帯 K-Ar: K-Ar年代 FT: フィッショントラック年代 \*\*: 対比可能な周辺地域の貫入岩体の年代を含む。

鹿野ほか(1994)より引用・加筆

## 1. 敷地の地形及び地質・地質構造

## 2. 敷地内のシームの評価

(1) シームの対比

(2) シームの成因

(3) シームの活動性

## 3. まとめ

### 3. まとめ

#### 1. 敷地の地形及び地質・地質構造

- 敷地には、変位地形・リニアメントは認められず、破碎帯や活断層は確認されていない。
- 敷地の地質は、新第三紀中新世の堆積岩類から成る成相寺層と貫入岩類及びそれらを覆う第四系の崖錐堆積物等から構成される。
- 下部頁岩部層中の同一層準は、2号炉エリア及び3号炉エリアに連続的に分布する。

#### 2. 敷地内のシームの評価 (1)シームの対比

- 試掘坑及びボーリングにおいて、粘土分を含み、平板状あるいは平面状の形態を持ち、この面に沿って変位している可能性のあるものをシームとして抽出した。
- シームは地層と同様の走向・傾斜で分布する。
- 2号炉原子炉建物基礎底面において代表的なAシームは、3号炉原子炉建物基礎地盤でも確認されること、下部頁岩部層の同一層準が連続すること等から、シームは2号炉エリア及び3号炉エリアに連続的に分布していると考えられる。

#### 2. 敷地内のシームの評価 (2)シームの成因

- シームは、層厚や鉱物組成の点から概ね同様の性状を示すこと、及び背斜軸南側においても地層と同様の走向・傾斜を示すこと等から、褶曲運動に伴う層面すべりにより形成されたと考えられる。

#### 2. 敷地内のシームの評価 (3)シームの活動性

- 山陰地域における南北圧縮応力場での褶曲運動の完了時期は、中新世末期であると考えられる。
- 山陰地域及び島根原子力発電所における現在の応力場は、東西圧縮であると考えられる。
- シームの最終変位の方向を示す条線の方向は、南北方向である。
- 3号炉試掘坑におけるシームの相対変位は、上盤が南方へずり上がる方向である。
- 薄片観察において認められた鉱物(濁沸石、イライト/スメクタイト混合層鉱物等)が変位・変形を受けていない。
- 薄片試料の作成方向及び複合面構造から、せん断センスは逆断層センスを示す。
- 薄片観察において認められた鉱物は、200°C前後の高温条件下で生成されたと考えられる。
- 薄片観察において認められた鉱物の熱源となる火成活動の年代は、少なくとも12~13万年前以前であると考えられる。

#### 3. まとめ

- 以上のことから、シームは少なくとも後期更新世以降に活動したものではないと考えられる。

## 参考文献

- (1) 鹿野和彦・山内靖喜・高安克己・松浦浩久・豊遙秋(1994): 松江地域の地質, 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 地質調査所.
- (2) 伊藤康人・荒戸裕之(1999): 九州西方—山陰・北陸海域日本海南部における鮮新世以降の応力場変遷, 地質ニュース 第541号.
- (3) 多井義郎(1973): いわゆる宍道褶曲帯について, 地質学論文集, 第9号, p.137-246.
- (4) 塚原弘明・小林洋二(1991): 中西部日本の地殻応力, 地震 第2輯 第44巻.
- (5) 渡辺隆(1986): 混合層粘土鉱物の構造解析と判定法の諸問題, 粘土科学, 第26巻, 第4号, p.238-246.
- (6) 金沢淳・富山眞吾・及川輝樹・梅田浩司(2005): 地質温度計による熱履歴の調査手法について, サイクル機構技報, No.26, 2005.3.
- (7) 吉村尚久(2001): 粘土鉱物と変質作用, 地学双書, 地学団体研究会.
- (8) 鹿野和彦・吉田史郎(1985): 境港地域の地質, 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 地質調査所.

## 島根原子力発電所

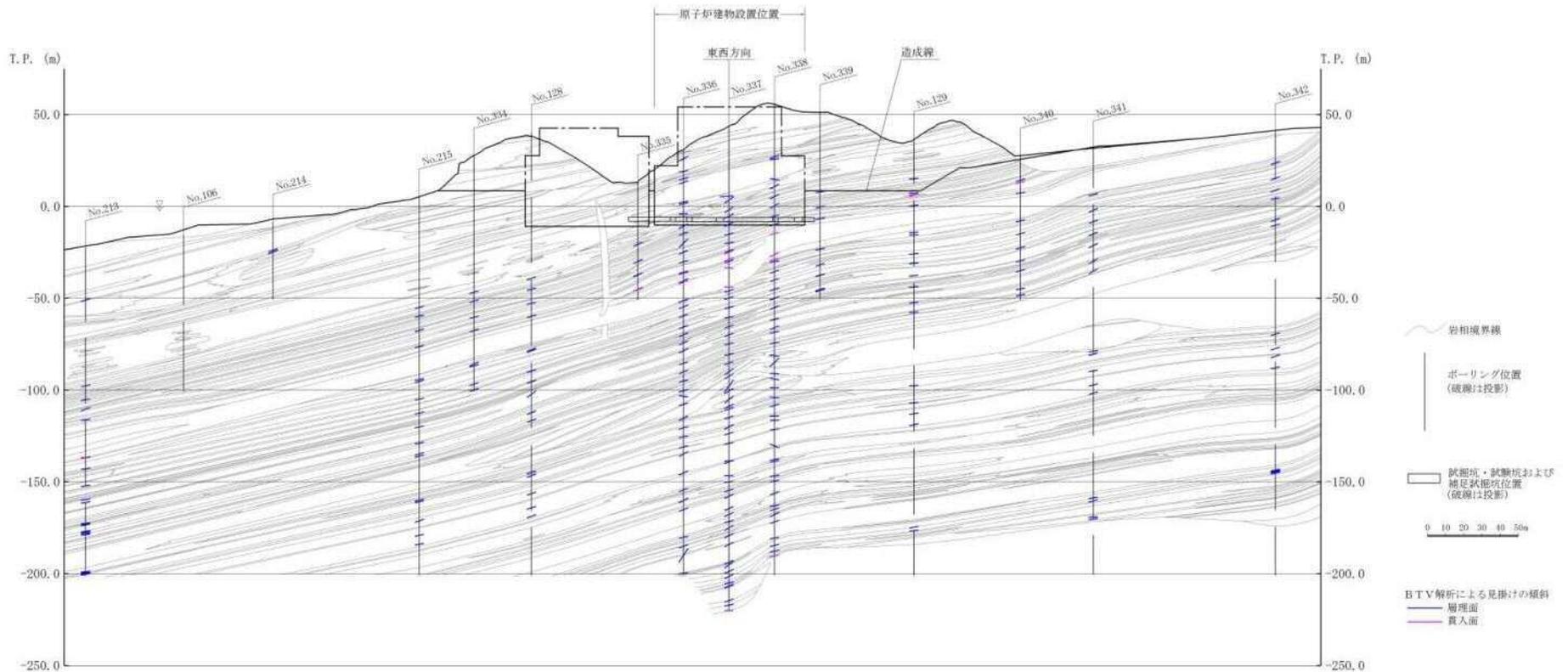
### 敷地の地質・地質構造について(補足説明)

---

平成27年4月24日  
中国電力株式会社

- 
- BTV解析による見掛けの傾斜(3号炉南北断面) p.2
  - 層厚5cm以上のシームの性状 p.3
  - B23シームの類似性(ボーリングコアの観察) p.15
  - B23シームの単純せん断試験 p.17
  - B23シームのX線回折分析のチャート p.19
  - B23シームと周辺母岩のX線回折分析結果 p.36
  - 初期地圧の測定方法 p.37
  - 薄片観察結果(鉱物脈とせん断面との関係等) p.39
  - イイト/スメタイト混合層鉱物の構成比 分析結果の妥当性 p.56
  - 敷地内における現在の地下増温率 p.58

# BTV解析による見掛けの傾斜(3号炉南北断面)



・BTV解析によると、東西走向で北にゆるやかに傾斜する地質構造が確認できる。



# 層厚5cm以上のシームの性状

## 確認シームの規模・性状及び位置関係

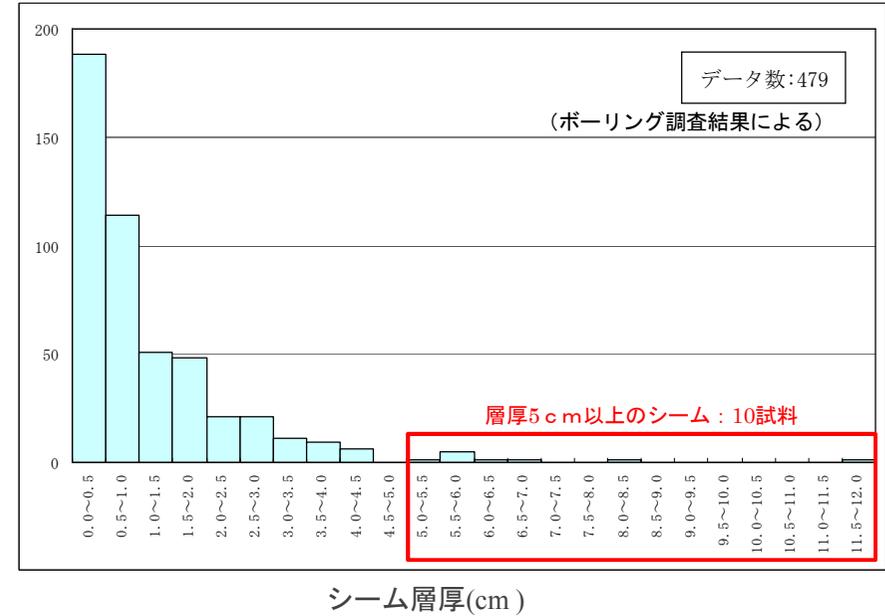
ボーリング確認シーム*1				試験坑確認シーム			
シーム名	炉心対応深度*2 T.P. (m)	平均層厚 (cm)	データ個数	性状	坑内シーム	試験坑での確認位置(起点からの距離 m)	性状
B29	+29	1.1	2	細礫混り淡褐色粘土	試験坑未到達層準		
B28	-4	0.8	18	細礫混り灰色粘土	T6	A立坑 ~ A坑 14	N79°E~57°W/5°~26°N, 厚さ16mm以下, 幅10~25mmが脆弱化
						A坑 30~40	N57°~83°W/15°~24°N, フィルム状
						A坑 80~87	N82°~87°E/10°~20°N, フィルム状
						B坑 2~10	
B27	-10	0.2	2	灰白色粘土	試験坑壁には出現しない		
B26	-12	0.7	10	灰色粘土質砂	試験坑壁には出現しない		
B25	-14	0.5	19	灰白色粘土質砂	T5	C坑 21~28	N58°~80°W/17°~23°N, フィルム状
B24	-16	1.1	26	灰色~灰白色粘土	T4	C坑 26~35	N73°~89°W/18°~22°N, 厚さ10mm
						D立坑 ~ D坑 10	N57°~82°E/17°~22°N, 厚さ5~10mm
						D坑 55~66	N60°~76°W/13°~18°N
						C坑 26~35	N73°~72°W/14°~20°N, 厚さ17~19mm
B23	-16	2.1	57	細礫混り灰色粘土	T3	D立坑 ~ D坑 10	N63°E~87°W/10°~25°N, 厚さ20~45mm
						D坑 55~65	N67°~82°W/18°~24°N
						D立坑	N50°~82°E/18°~32°N
B22	-18	0.7	6	灰白色粘土	T2	D坑 6~18	N85°E~45°W/7°~17°N
						C坑 33~45	N64°~87°W/10°~23°N, フィルム状
B21	-19	1.8	17	細礫混り灰色~灰白色粘土	T1	D立坑 ~ D坑 17	N72°~88°E/10°~30°N
						D坑 46~49	N60°~82°W/7°~18°N, フィルム状
B20	-20	1.2	3	灰白色粘土	試験坑壁には出現しない		
B19	-29	0.5	3	粘土混り灰色砂礫			
B18	-48	0.9	35	灰色粘土			
B17	-53	0.2	7	灰白色粘土			
B16	-55	1.4	26	細礫混り灰色粘土			
B15	-60	0.5	14	細礫混り灰色粘土			
B14	-65	0.6	25	細礫混り灰色粘土			
B13	-66	0.9	23	細礫混り灰色~灰白色粘土			
B12	-75	0.8	33	灰白色粘土			
B11	-76	0.3	11	細礫混り灰色粘土			
B10	-79	2.0	34	細礫混り灰色~灰白色粘土			
B9	-79	1.6	7	細礫混り灰色粘土			
B8	-79	1.2	38	細礫混り灰色~灰白色粘土			
B7	-115	0.3	8	灰白色粘土			
B6	-125	0.9	8	細礫混り灰色~灰白色粘土			
B5	-132	0.8	4	粘土混り暗灰色細礫			
B4	-133	2.9	20	細礫混り灰色粘土			
B3	-133	0.9	5	砂混り灰色粘土			
B2	-137	0.9	15	砂礫混り灰色粘土			
B1	-200	0.6	3	粘土混り黒灰色砂			

\*1: ボーリングコアとボアホールカメラにより連続性を検討し認定されたシームである。

\*2: シーム含有層準の炉心部での出現深度を記載したものであり、炉心部におけるシームの有無を示したのではない。

・一部、層厚5cm以上のシームも認められるが、ほとんどの厚さは3cm程度以下と薄く、層厚の内訳としては、0.5cm以下のものが大半である。

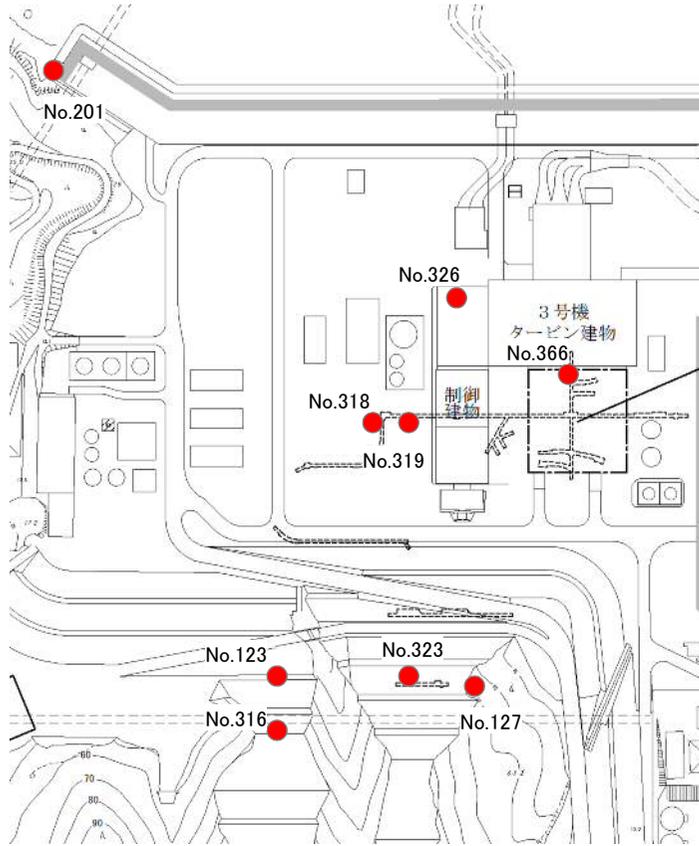
個数 (層数)



シーム層厚と個数 (層数) の関係

# 層厚5cm以上のシームの性状

層厚5cm以上のシームの性状一覧表



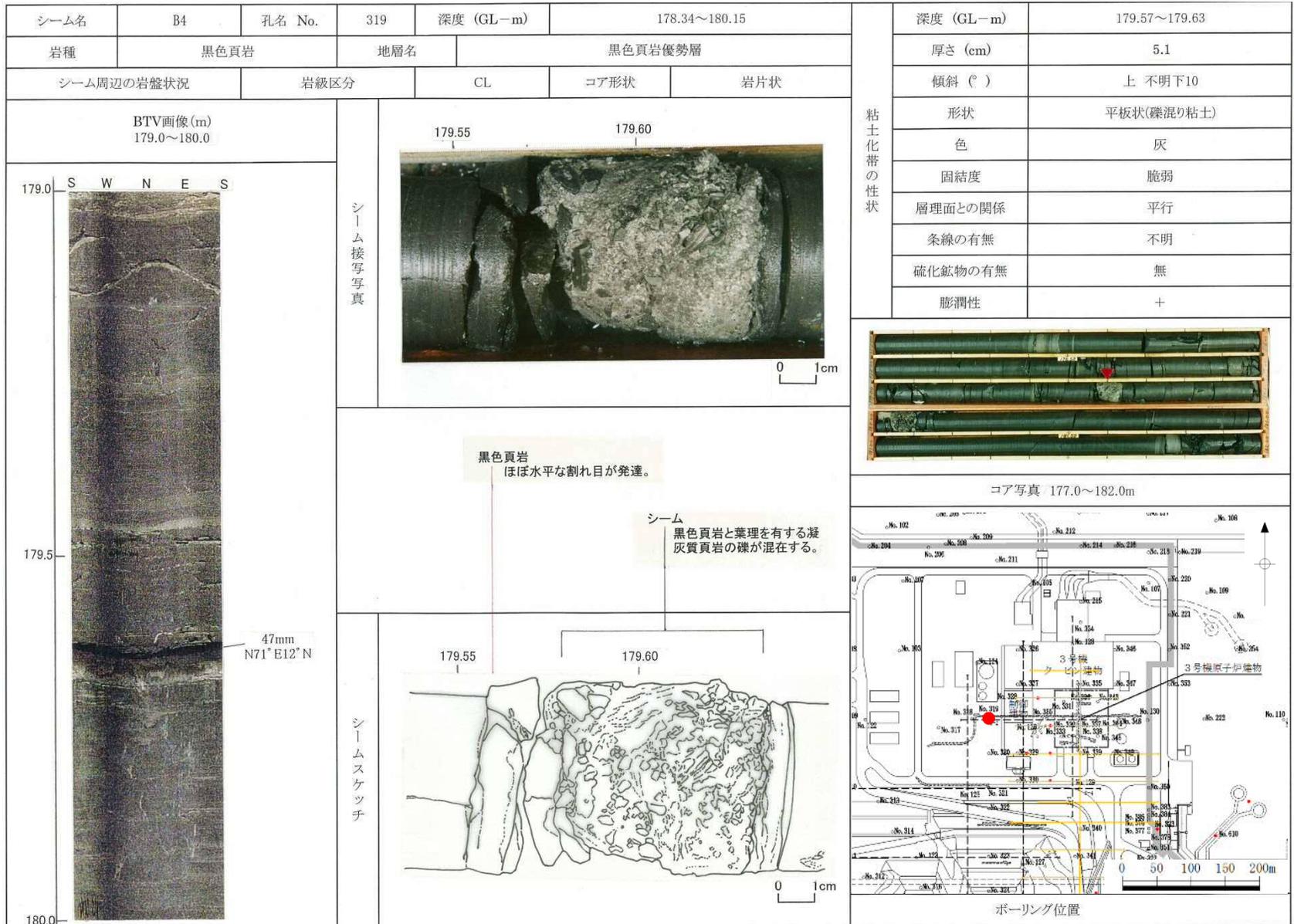
5 cm以上のシームを確認したボーリング位置図

シーム名	ボーリング孔名	深度 GL-(m)	層厚 (cm)	(参考) 全てのシーム		層理面との 関係	性状 (形状, 色)
				平均層厚 (cm)	データ 数		
B4	No.319	179.57~179.63	5.1	2.9	20	平行	平板状(礫混り粘土), 灰色
	No.123	164.24~164.32	6.9			平行	平板状, 暗灰色
B8	No.326	133.12~133.19	6.5	1.2	38	平行	平板状, 灰白色
B9	No.127	84.22	6.0	1.6	7	平行	平板状, 灰色
B10	No.316	104.72~104.78	5.7	2.0	34	平行	平板状, 灰色
	No.127	84.03	6.0			平行	平板状, 灰色
B16	No.323	90.52~90.58	5.8	1.4	26	平行	平板状, 淡灰色
B21 (T1)	No.201	47.67~47.80	12.0	1.8	17	平行	柱状, 淡灰色
B23 (T3)	No.318	61.58~61.64	5.6	2.1	57	平行	平板状(礫混り粘土), 灰白色
B24 (T4)	No.366	31.25~31.38	8.4	1.1	26	平行	平板状, 青灰色

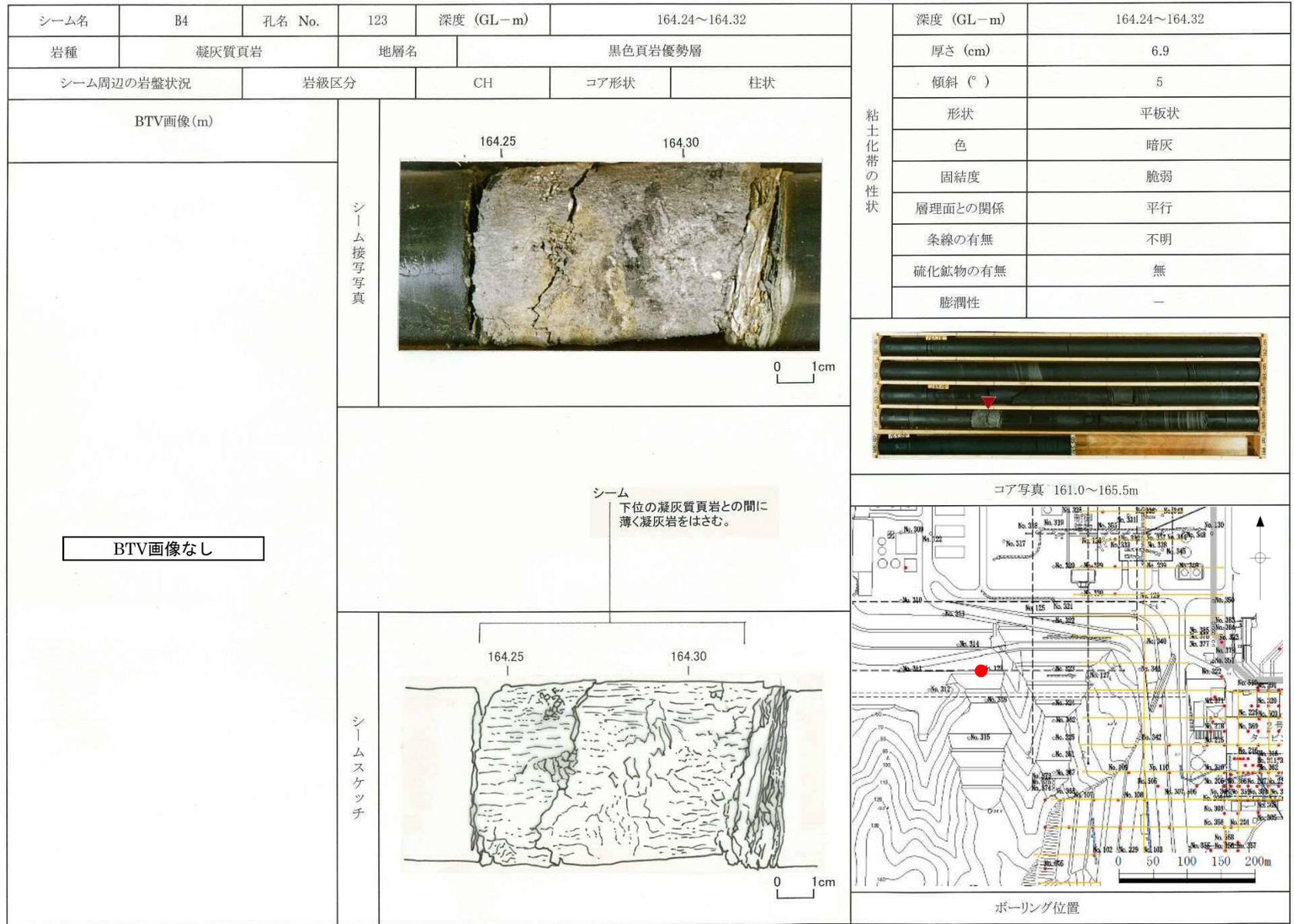
・シームの平均層厚は薄く、層厚5cm以上のシームは479試料中10試料と少数である。  
 ・5cm以上のシームを確認したボーリングの平面的な位置関係に規則性は認められない。  
 ・層厚5cm以上のシームは、層厚5cm以下のシームと同様、層理と平行に平板状に発達し、母岩との境界が明瞭であり、暗灰色～淡灰色を呈する。

以上のことから、層厚5cm以上のシームは局所的なものと考えられる。

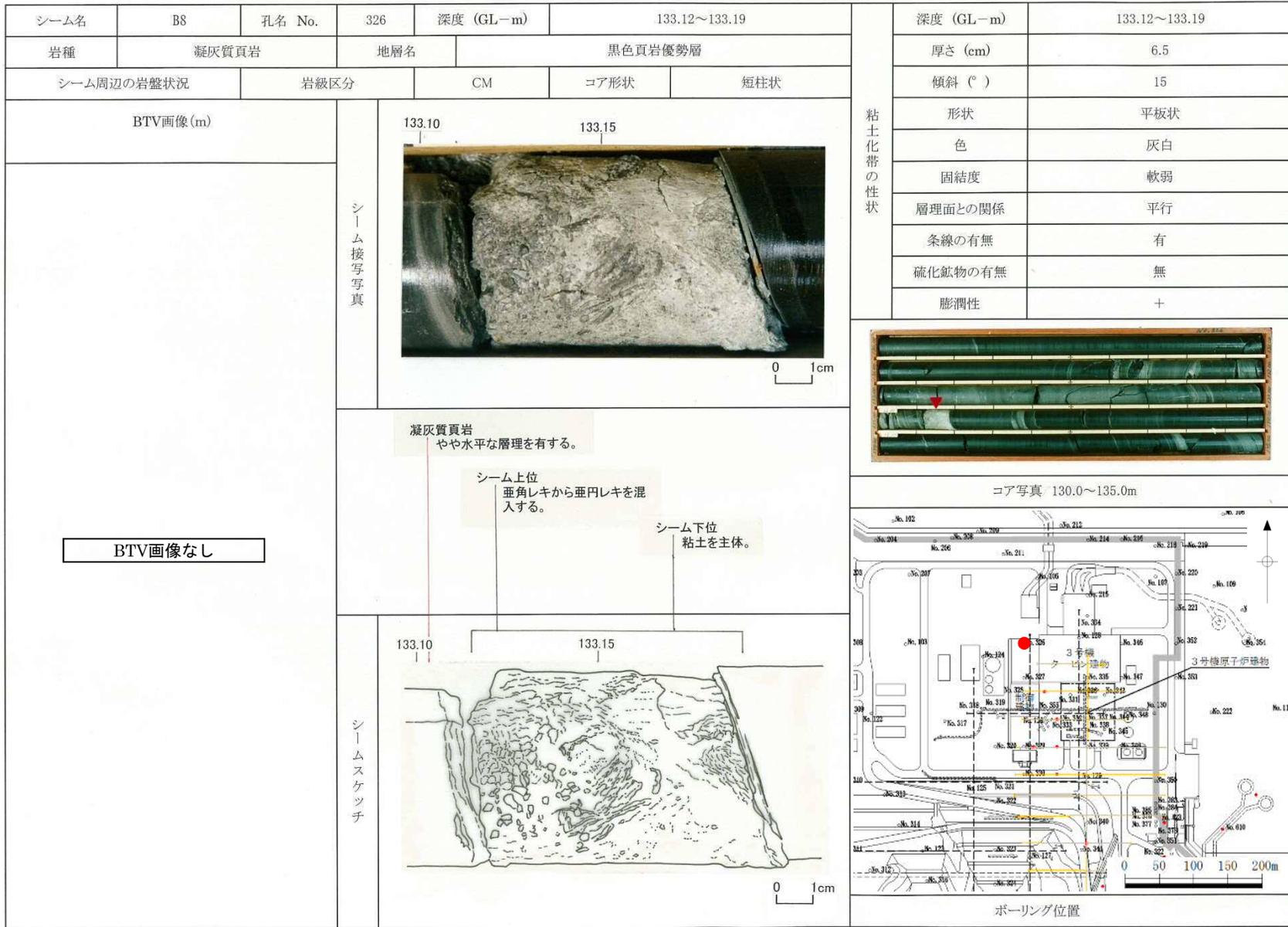
# 層厚5cm以上のシームの性状(B4シーム)



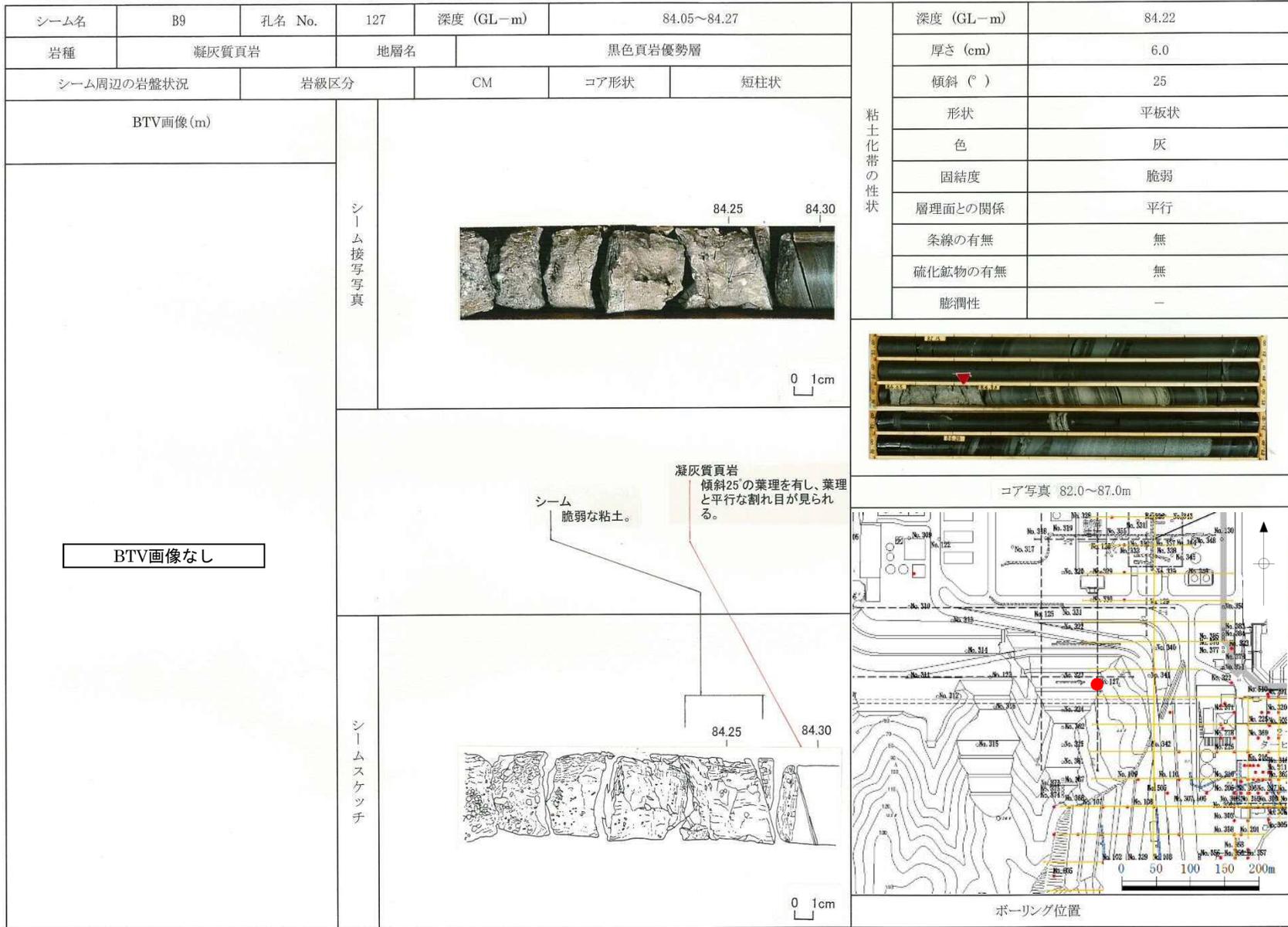
# 層厚5cm以上のシームの性状(B4シーム)



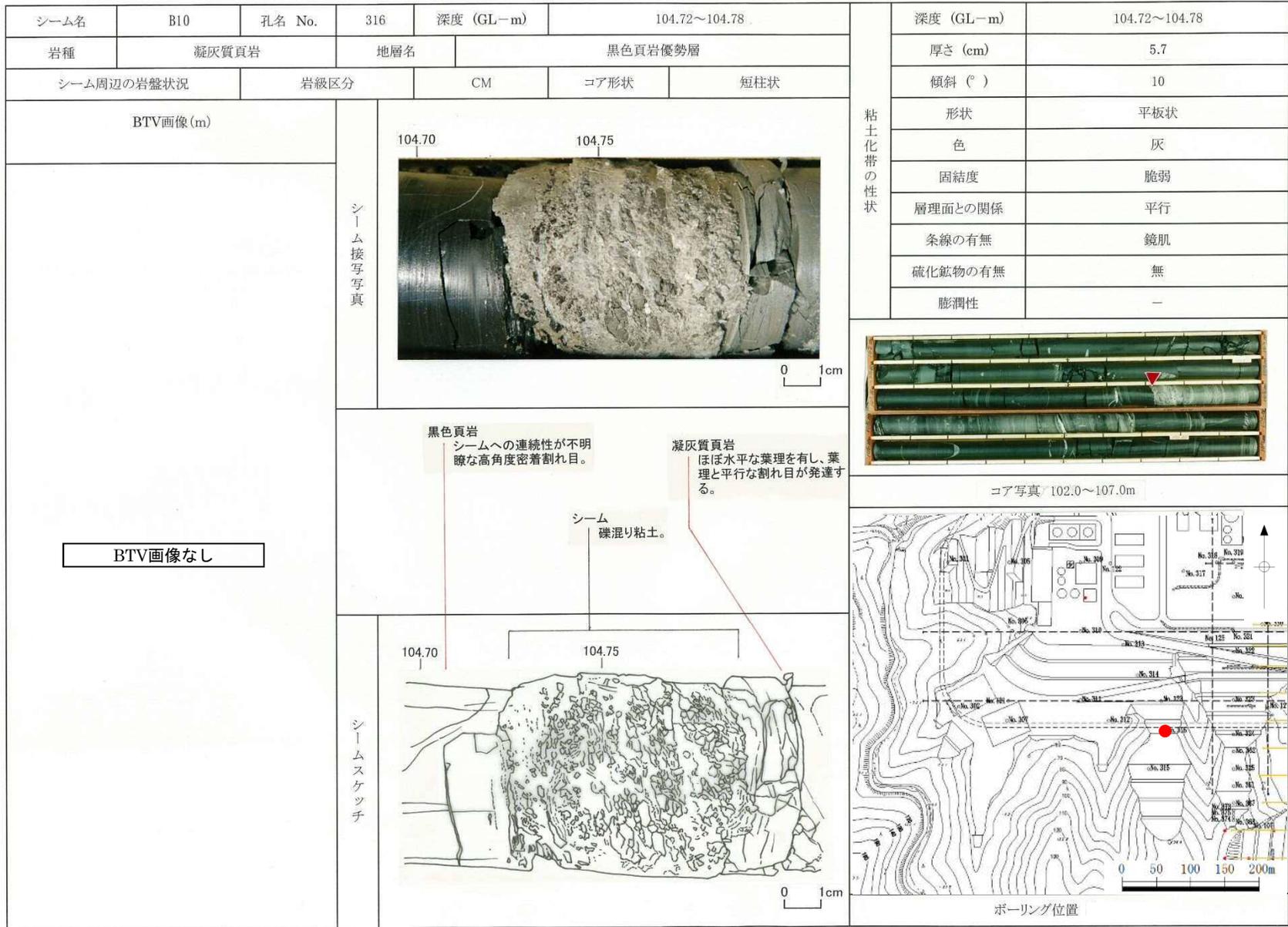
# 層厚5cm以上のシームの性状(B8シーム)



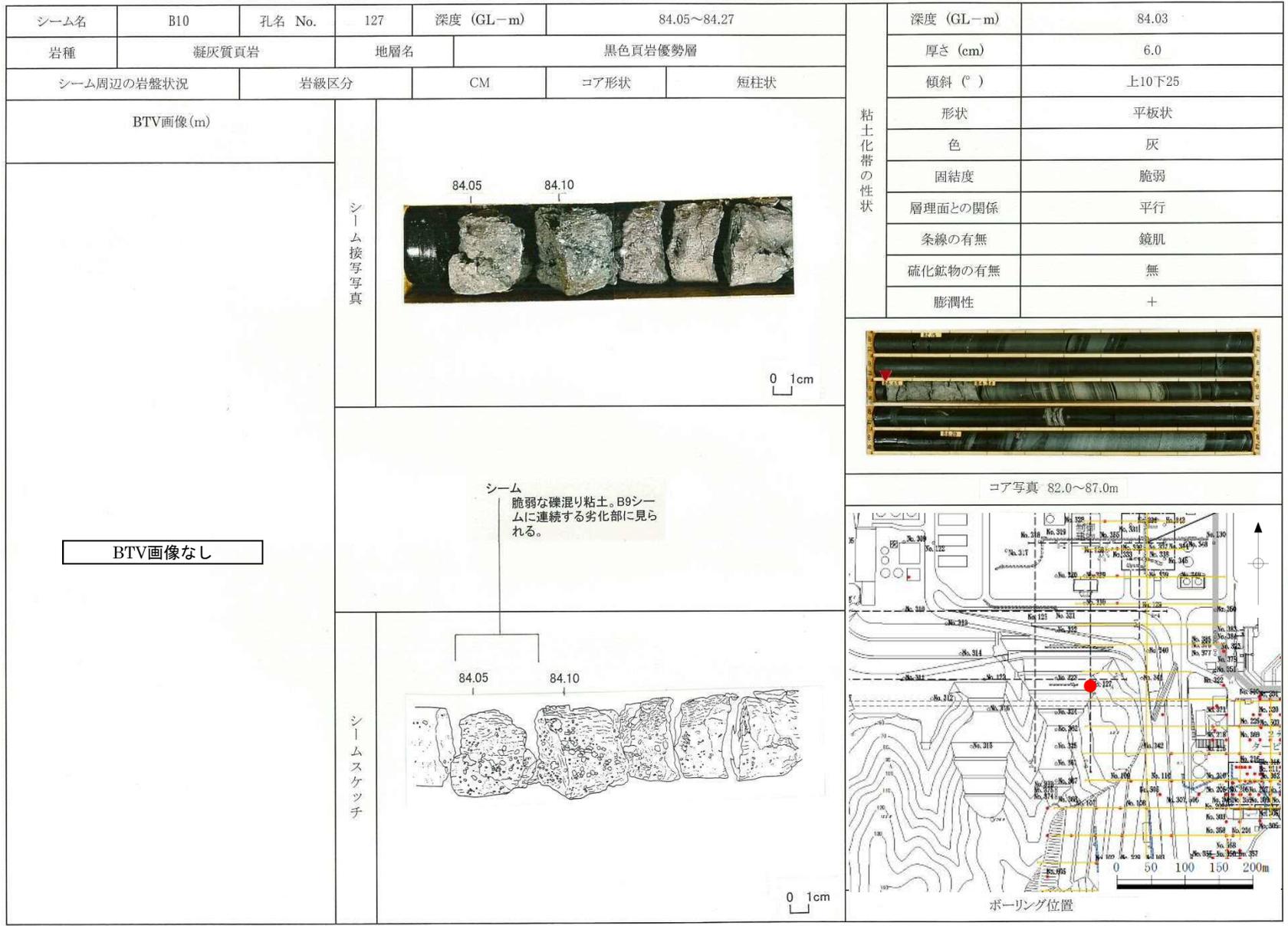
# 層厚5cm以上のシームの性状(B9シーム)



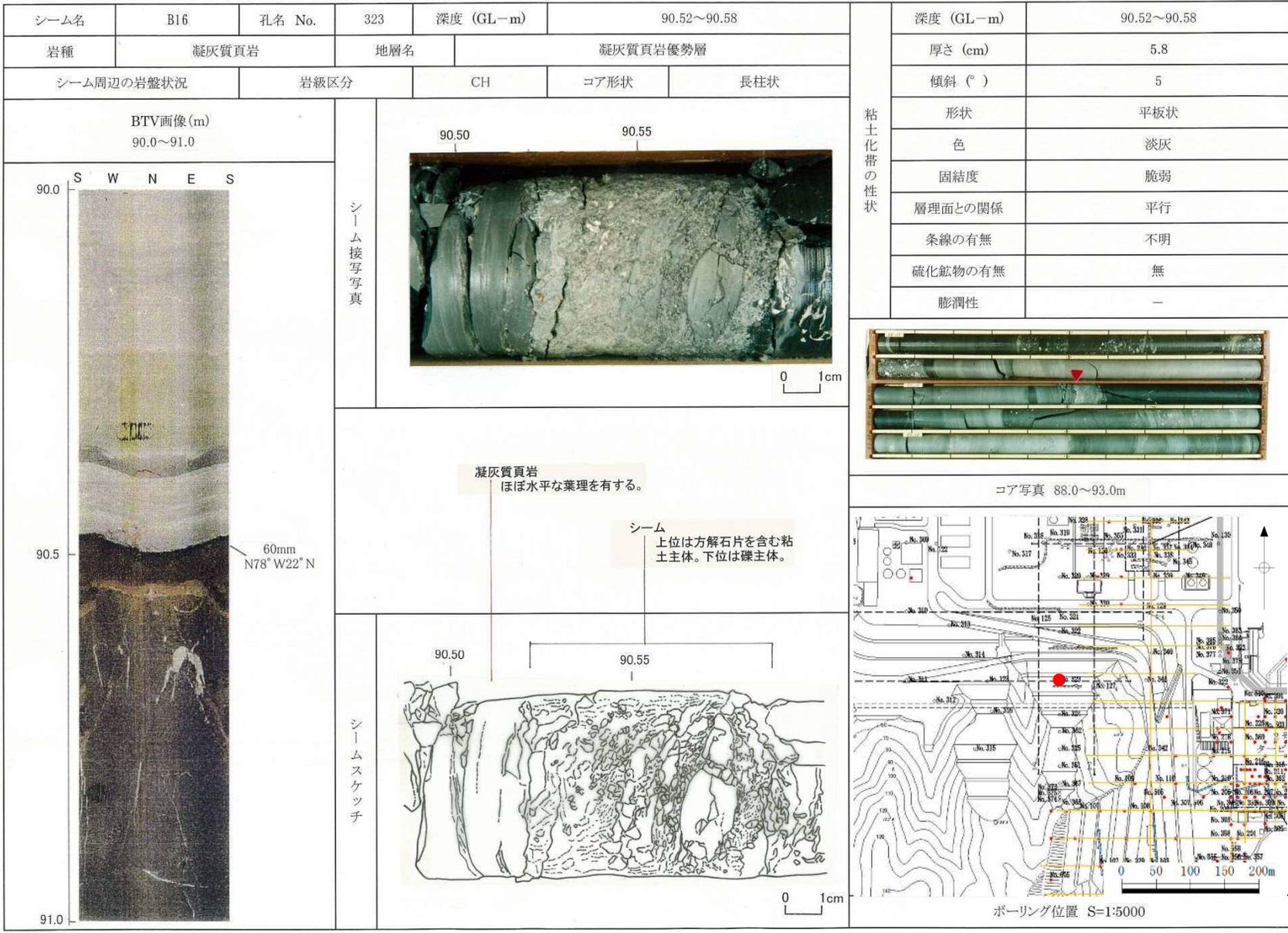
# 層厚5cm以上のシームの性状(B10シーム)



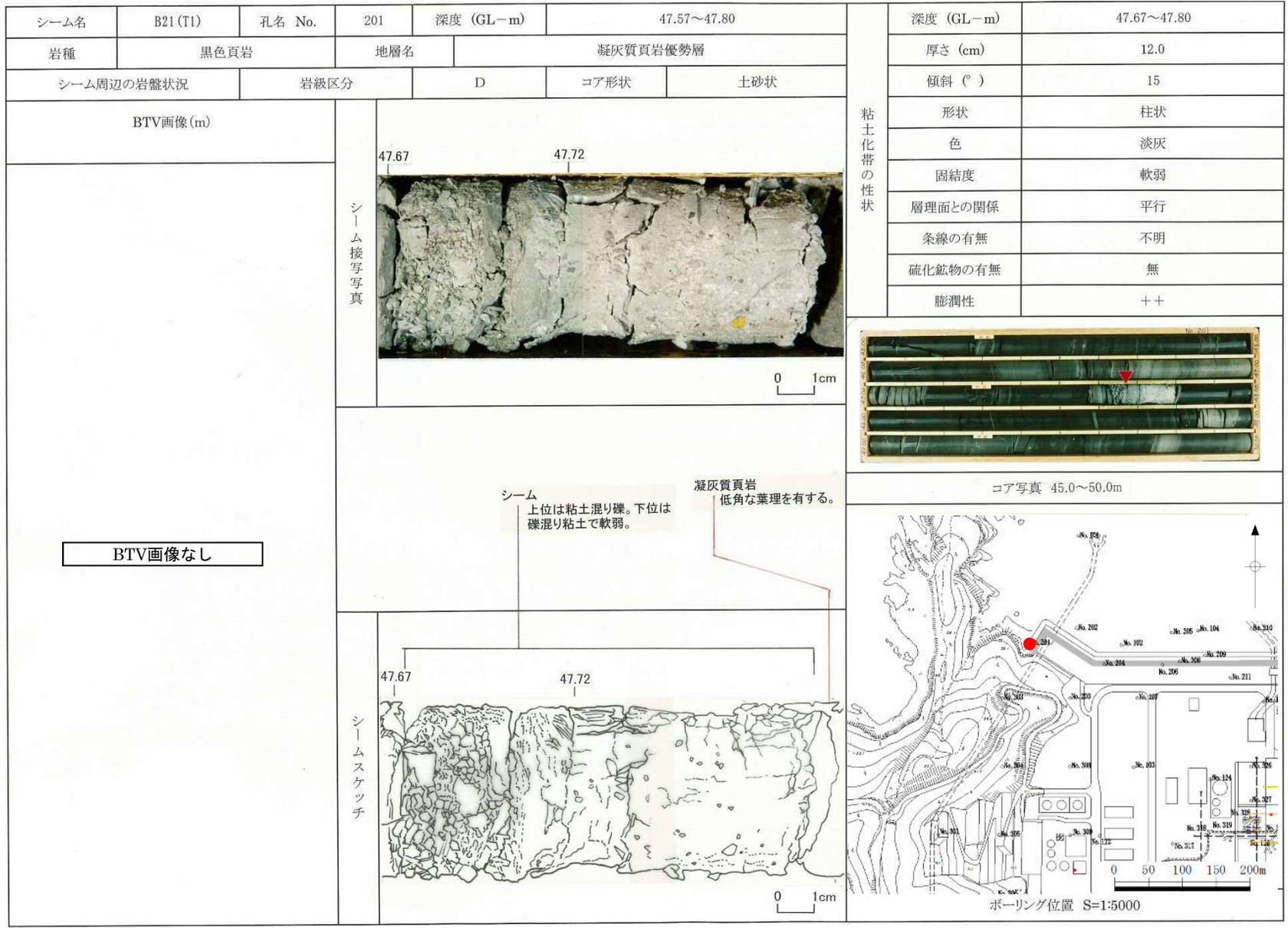
# 層厚5cm以上のシームの性状(B10シーム)



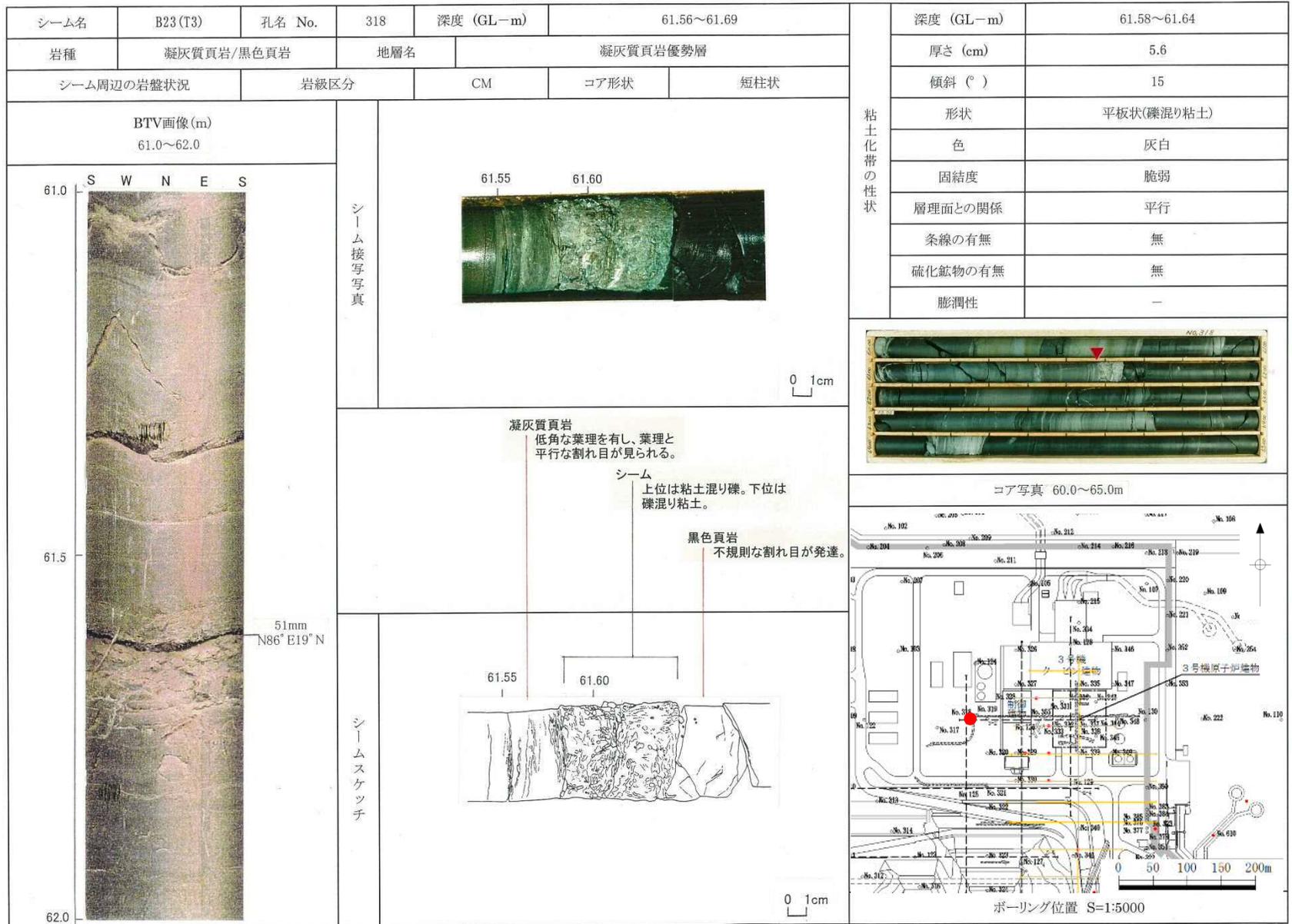
# 層厚5cm以上のシームの性状(B16シーム)



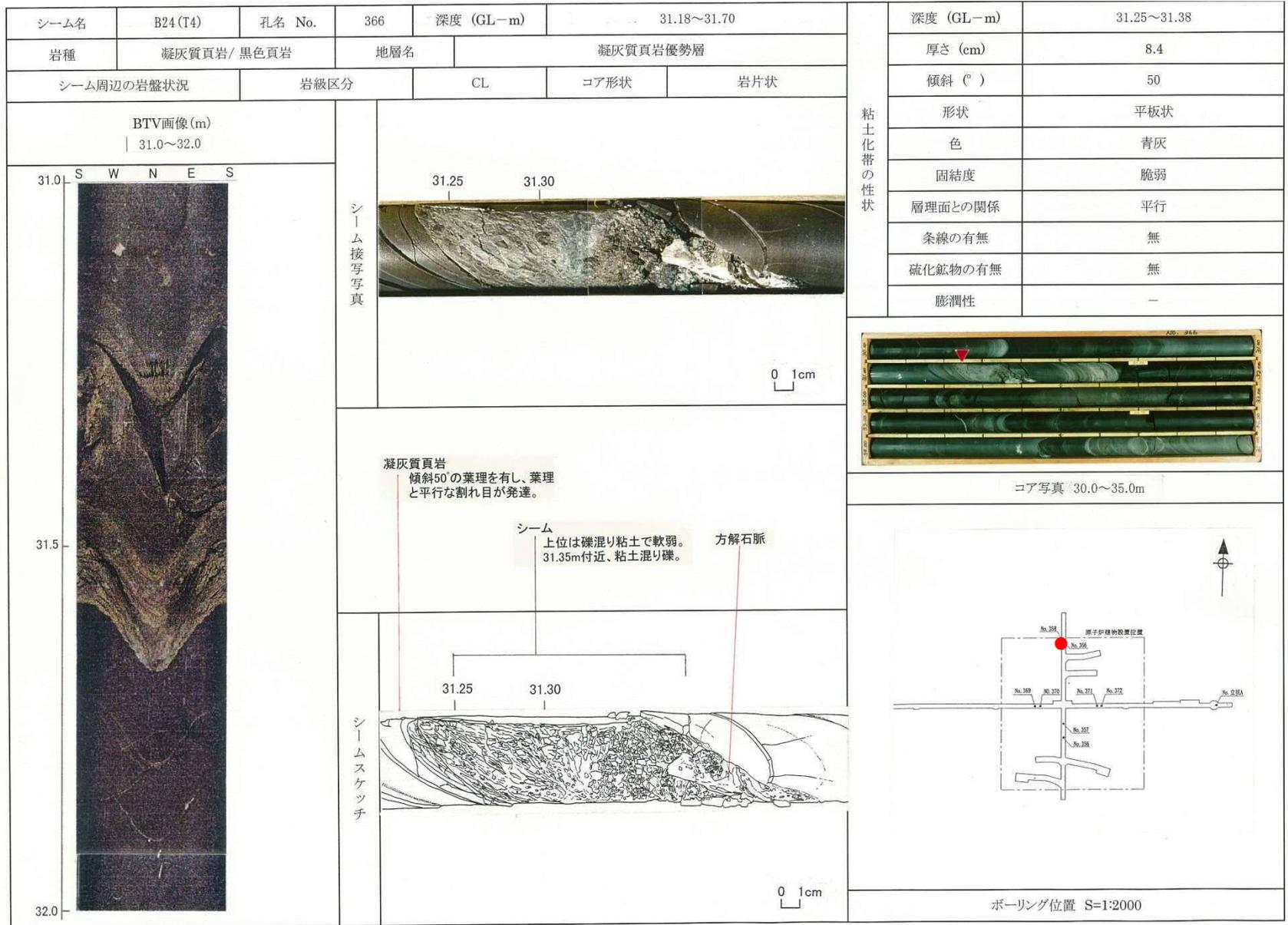
# 層厚5cm以上のシームの性状(B21シーム)



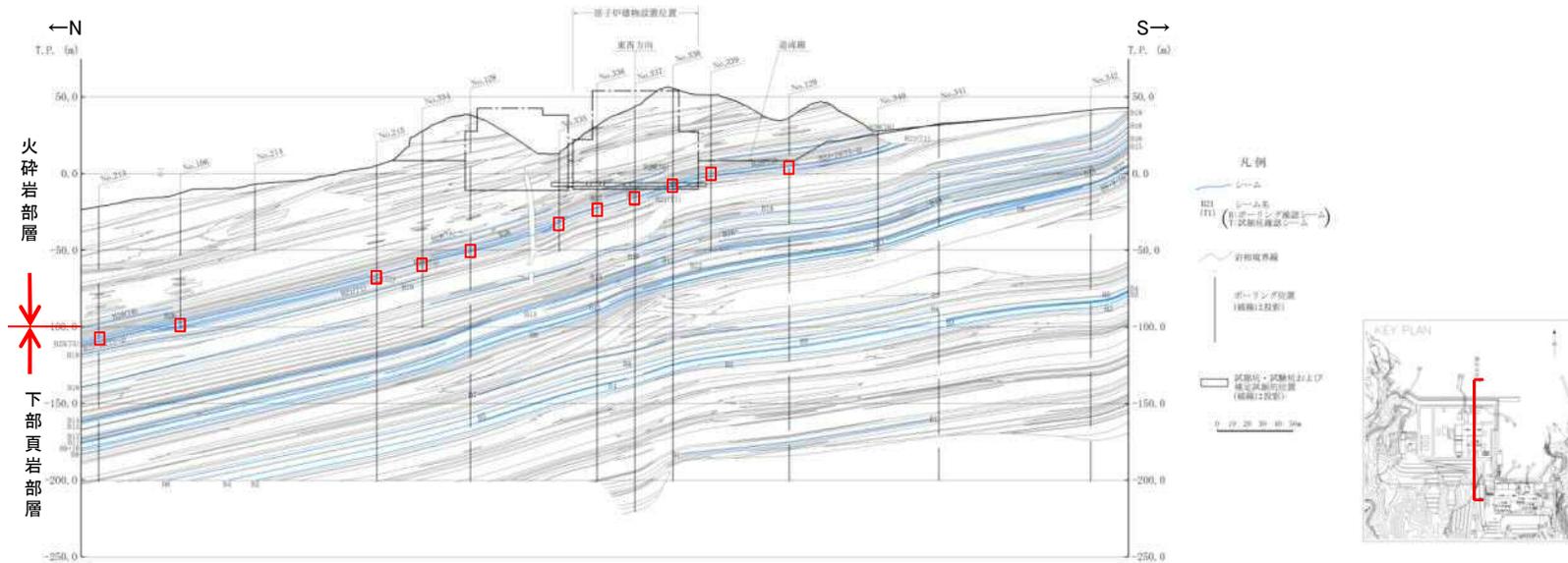
# 層厚5cm以上のシームの性状(B23シーム)



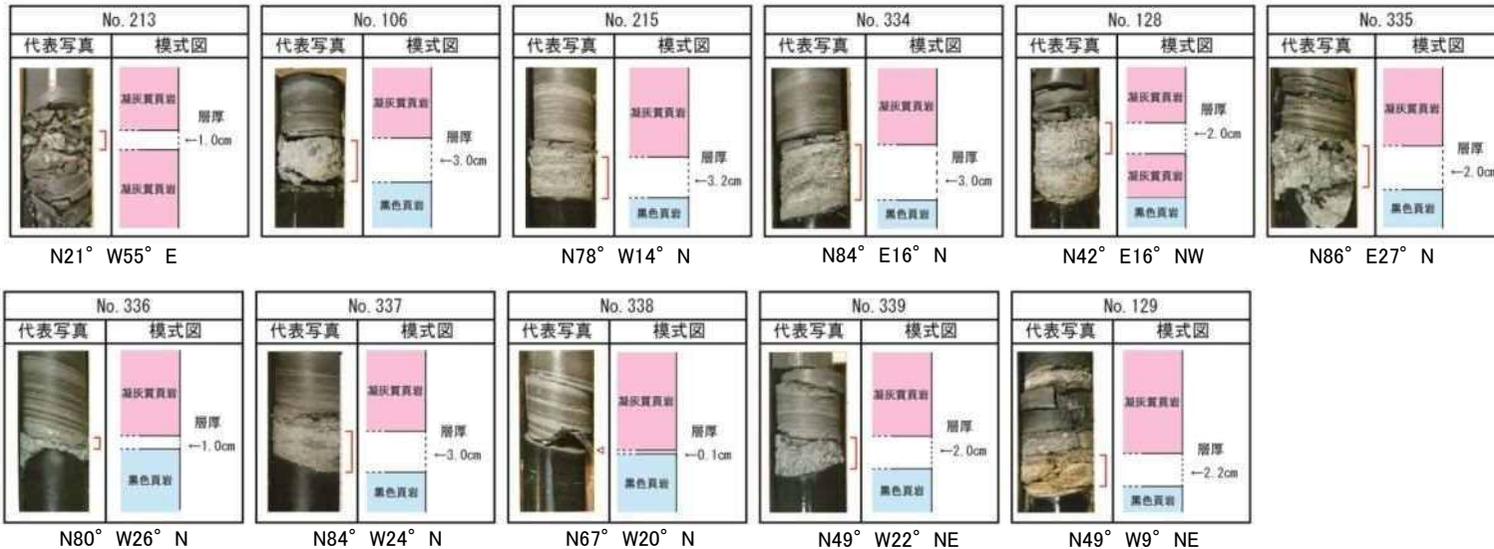
# 層厚5cm以上のシームの性状(B24シーム)



# B23シームの類似性(ボーリングコアの観察, 南北方向)

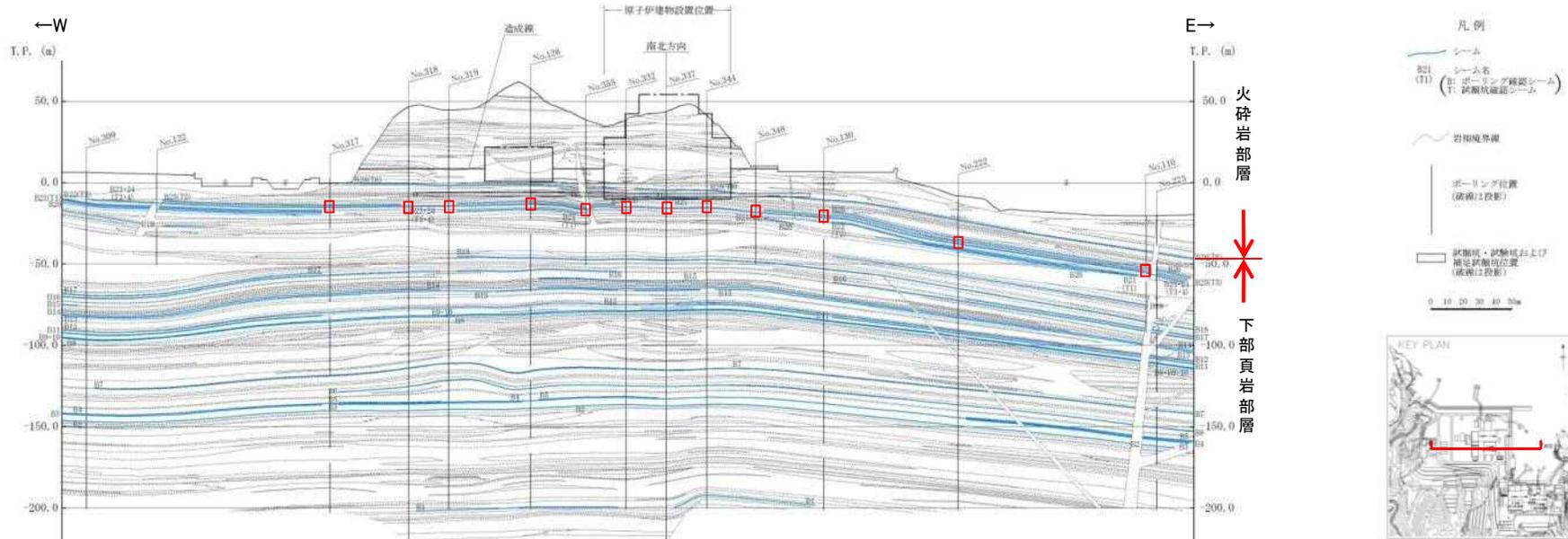


北から順に→



※No.129の下位は割れ目を中心に風化の影響と思われる酸化汚染を受けている。

# B23シームの類似性(ボーリングコアの観察, 東西方向)



西から順に→

※走向傾斜はBTV解析による。

<p>No. 317</p> <p>代表写真 模式図</p> <p>層厚 → 0.9cm</p> <p>N79° W11° N</p>	<p>No. 318</p> <p>代表写真 模式図</p> <p>層厚 → 5.6cm</p> <p>N86° E19° N</p>	<p>No. 319</p> <p>代表写真 模式図</p> <p>層厚 → 1.5cm</p> <p>N79° E29° N</p>	<p>No. 126</p> <p>代表写真 模式図</p> <p>層厚 → 3.0cm</p> <p>EW23° N</p>	<p>No. 355</p> <p>代表写真 模式図</p> <p>層厚 → 3.0cm</p> <p>N74° E22° N</p>	<p>No. 332</p> <p>代表写真 模式図</p> <p>層厚 → 1.6cm</p> <p>N74° W17° N</p>	<p>No. 337</p> <p>代表写真 模式図</p> <p>層厚 → 3.0cm</p> <p>N84° W24° N</p>
---	---	---	---	---	---	---

<p>No. 344</p> <p>代表写真 模式図</p> <p>層厚 → 2.5cm</p> <p>N78° W20° N</p>	<p>No. 348</p> <p>代表写真 模式図</p> <p>層厚 → 3.8cm</p> <p>EW14° N</p>	<p>No. 130</p> <p>代表写真 模式図</p> <p>層厚 → 1.0cm</p> <p>N64° W22° N</p>	<p>No. 222</p> <p>代表写真 模式図</p> <p>層厚 → 4.4cm</p> <p>N30° W13° NE</p>	<p>No. 110</p> <p>代表写真 模式図</p> <p>層厚 → 0.1cm</p> <p>N30° W13° NE</p>
---	---	---	--	--

※No.222の下位は割れ目を中心に風化の影響と思われる酸化汚染を受けている。

・最も連続性が高いB23シームは、主に凝灰岩もしくは凝灰質頁岩を上盤とし、黒色頁岩を下盤とするシームである。  
 ・褶曲軸からの距離とシーム厚さの間に関連性は見られない。

# B23シームの単純せん断試験

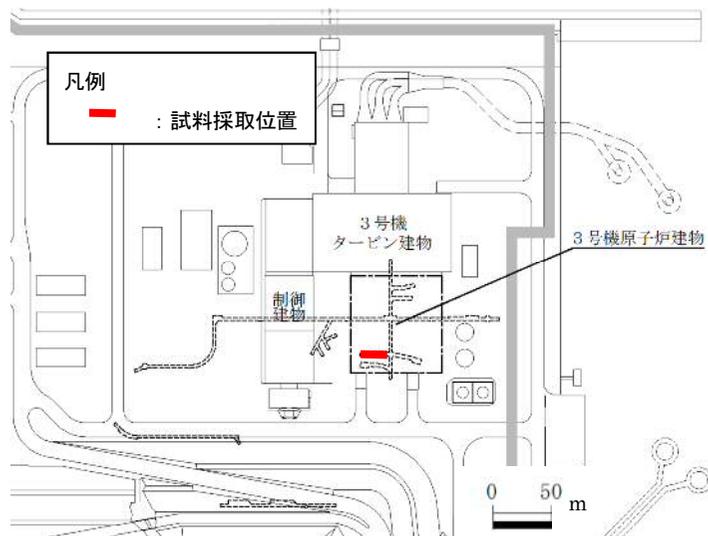
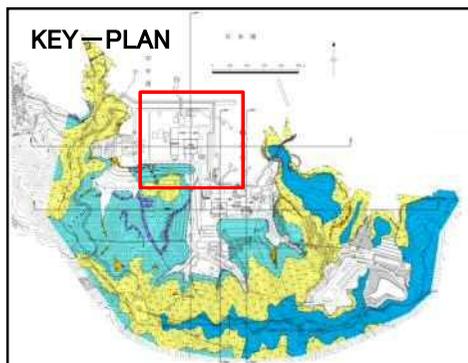
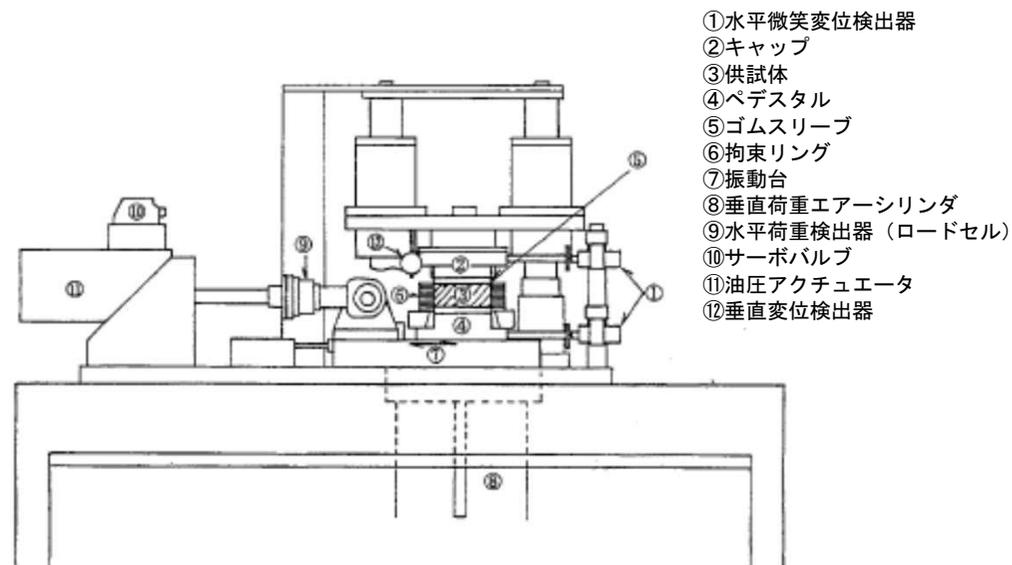


図. シームの物性試験試料採取位置図

表. シームの単純試験項目等一覧表

試験項目	供試体 種別・形状	数量
静的単純 せん断試験	不攪乱試料 Φ50 × h20mm	20供試体



- ①水平微小変位検出器
- ②キャップ
- ③供試体
- ④ペDESTAL
- ⑤ゴムスリーブ
- ⑥拘束リング
- ⑦振動台
- ⑧垂直荷重エアシリンダ
- ⑨水平荷重検出器 (ロードセル)
- ⑩サーボバルブ
- ⑪油圧アクチュエータ
- ⑫垂直変位検出器

図. 単純せん断試験装置概略図

・シームの力学特性(強度特性, 静的変形特性)の把握に当たっては, 敷地で最も連続性の高いB23シームを対象として, 3号炉試掘坑から試料を採取し, 単純せん断試験を実施した。

# B23シームの単純せん断試験(試験結果:強度特性及び静的変形特性)

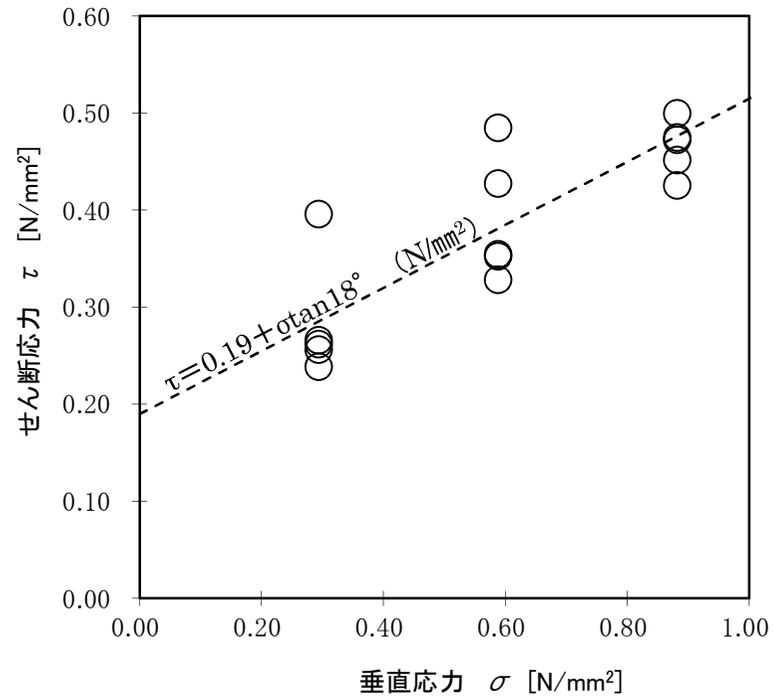


図. シームの静的単純せん断試験結果図 (強度特性)

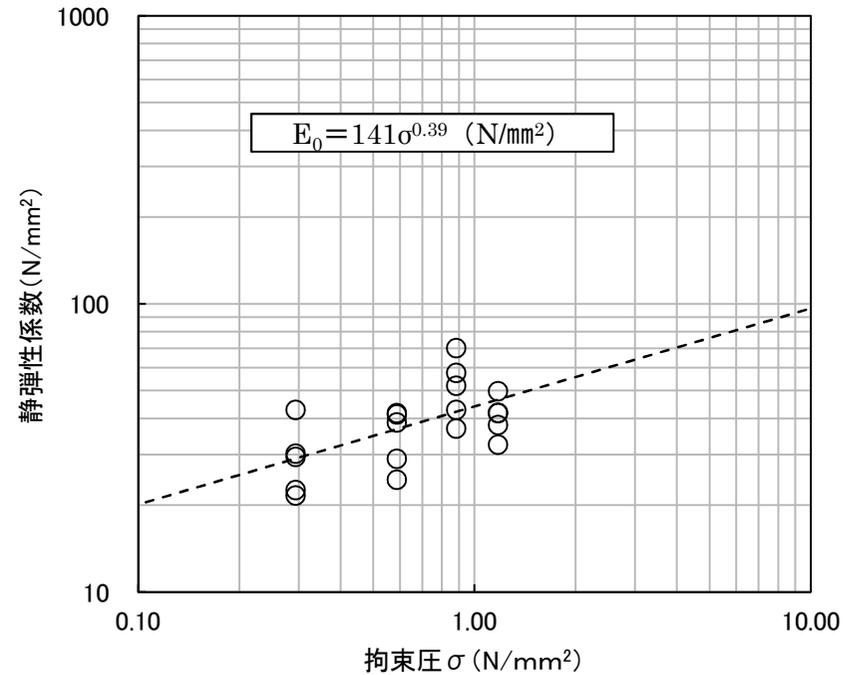
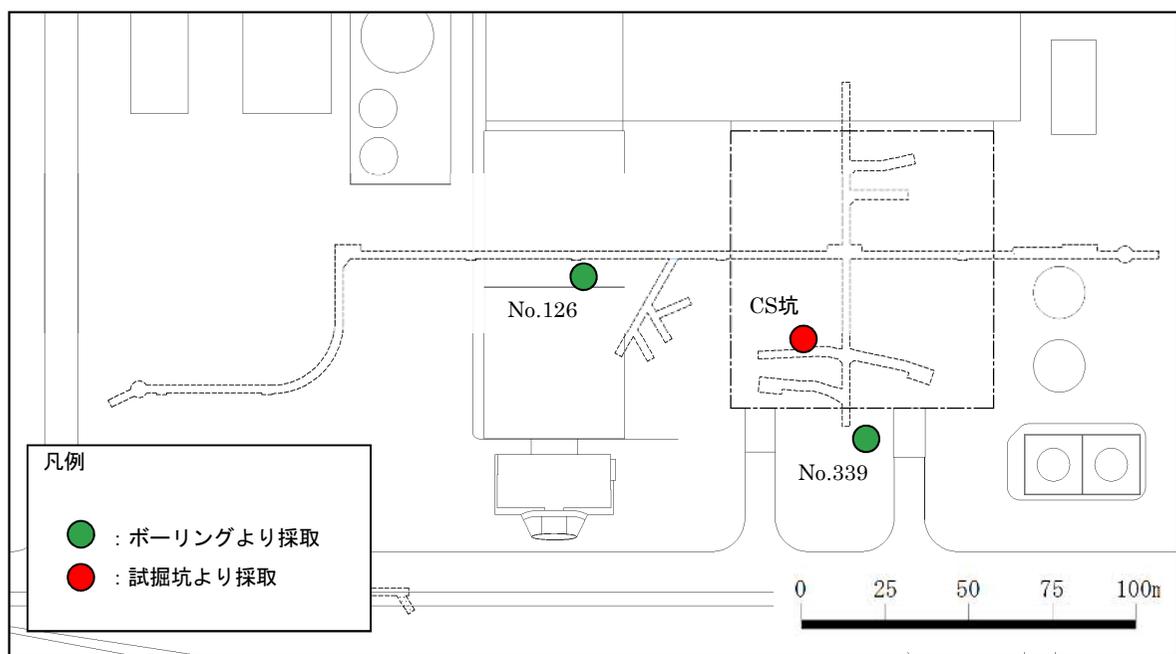


図. シームの静的単純せん断試験結果図 (静的変形特性)

# B23シームのX線回折分析のチャート(実績総括表)



B23シーム及び周辺母岩のX線回折分析の試料採取位置図

X線回折分析 実績総括表

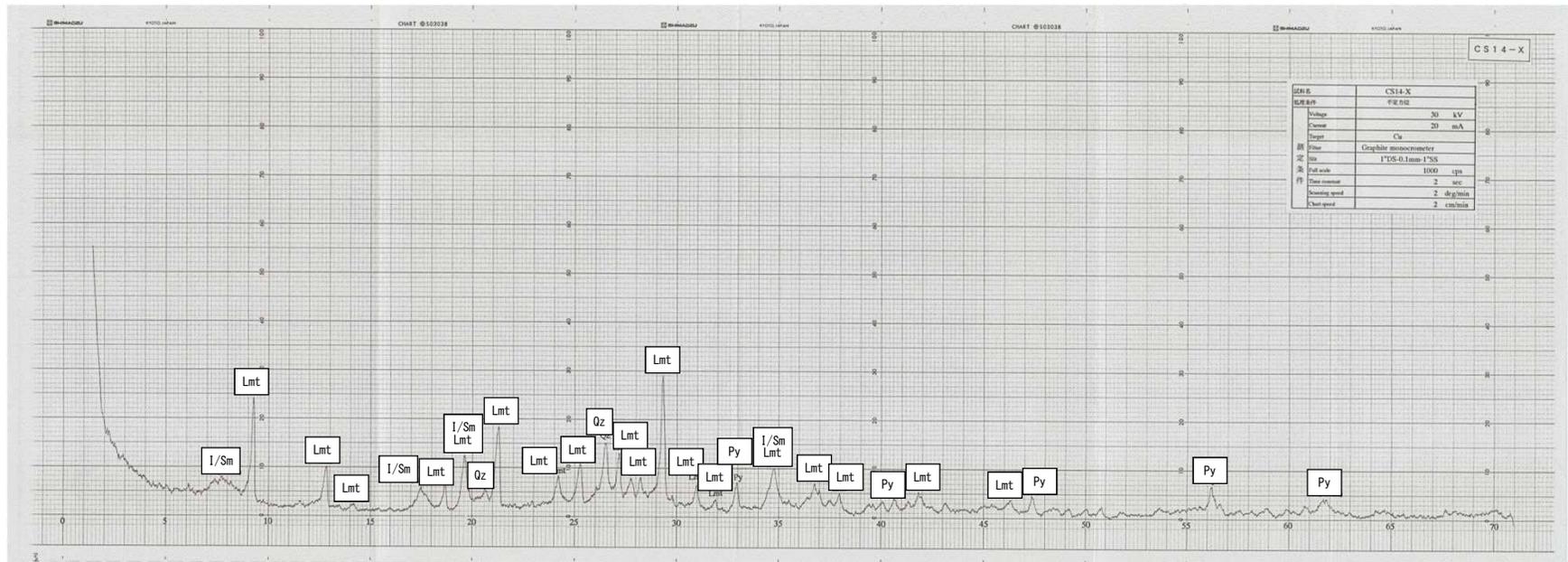
試料番号	試料採取位置	分析対象	X線回折分析 分析方法	補足説明資料 対応頁
CS14-X	CS坑(試掘坑)	B23シーム	<ul style="list-style-type: none"> <li>不定方位</li> <li>定方位(無処理)</li> <li>定方位(塩酸処理)</li> <li>定方位(エチレングリコール処理)</li> </ul>	pp.20~22
No.126-B23-u	ボーリングコアNo.126	B23シーム上盤母岩		pp.23~24
No.126-B23-s		B23シーム		pp.25~26
No.126-B23-l		B23シーム下盤母岩		pp.27~28
No.339-B23-u	ボーリングコアNo.339	B23シーム上盤母岩		pp.29~30
No.339-B23-s		B23シーム		pp.31~32
No.339-B23-l		B23シーム下盤母岩		pp.33~34

# B23シームのX線回折分析のチャート(不定方位)

凡例	[主要造岩鉱物類]	[沸石類]	[粘土鉱物]	[硫化鉱物]			
Qz	: 石英	Lmt	: ローモンタイト	I/Sm	: イライト/スメクタイト混合層鉱物	Py	: 黄鉄鉱

試料名: CS14-X

Intensity (cps)



2θ (°)

# B23シームのX線回折分析のチャート(定方位)

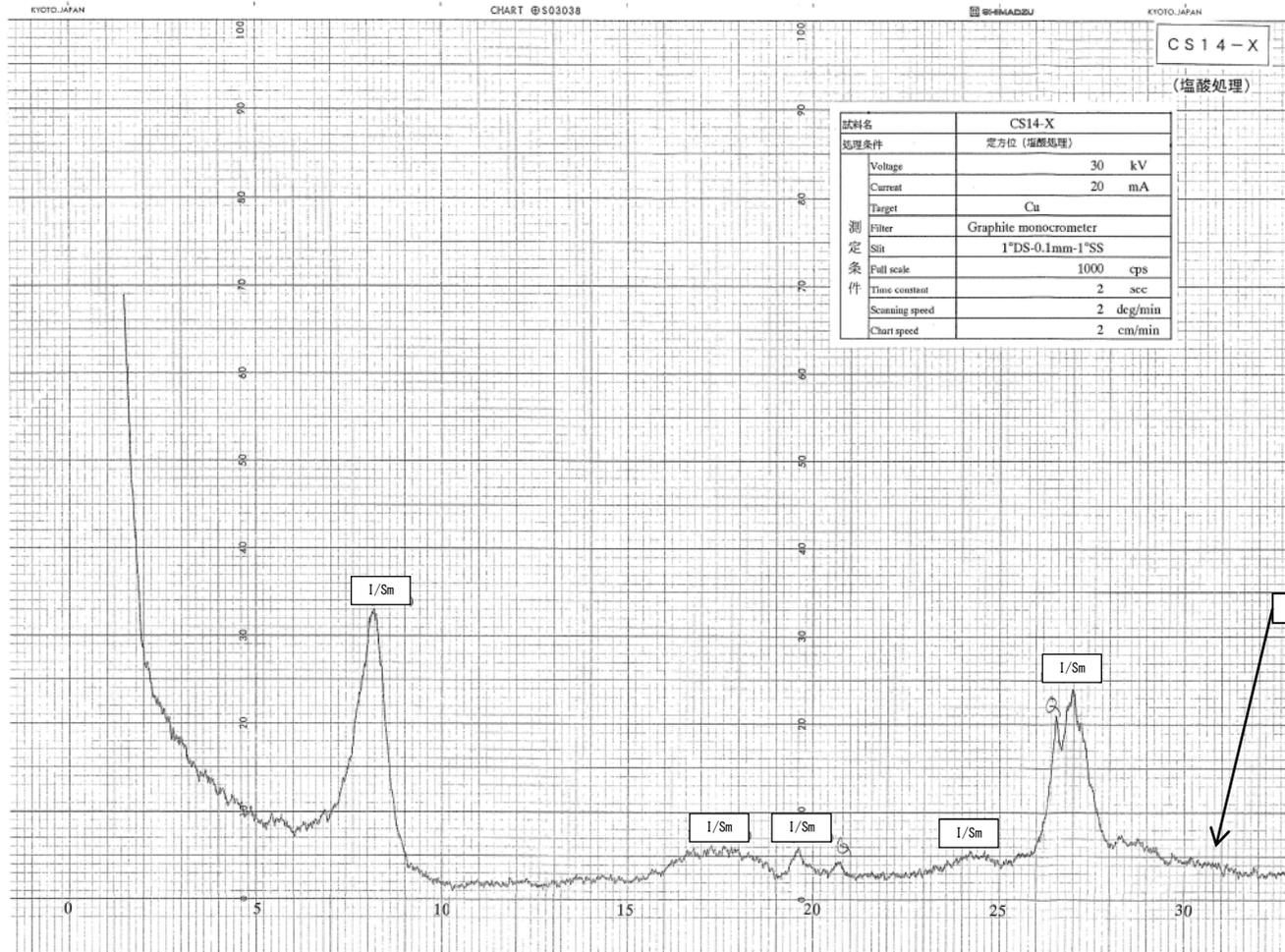
凡例

[粘土鉱物]

I/Sm : イライト/スメクタイト混合層鉱物

試料名: CS14-X

Intensity (cps)



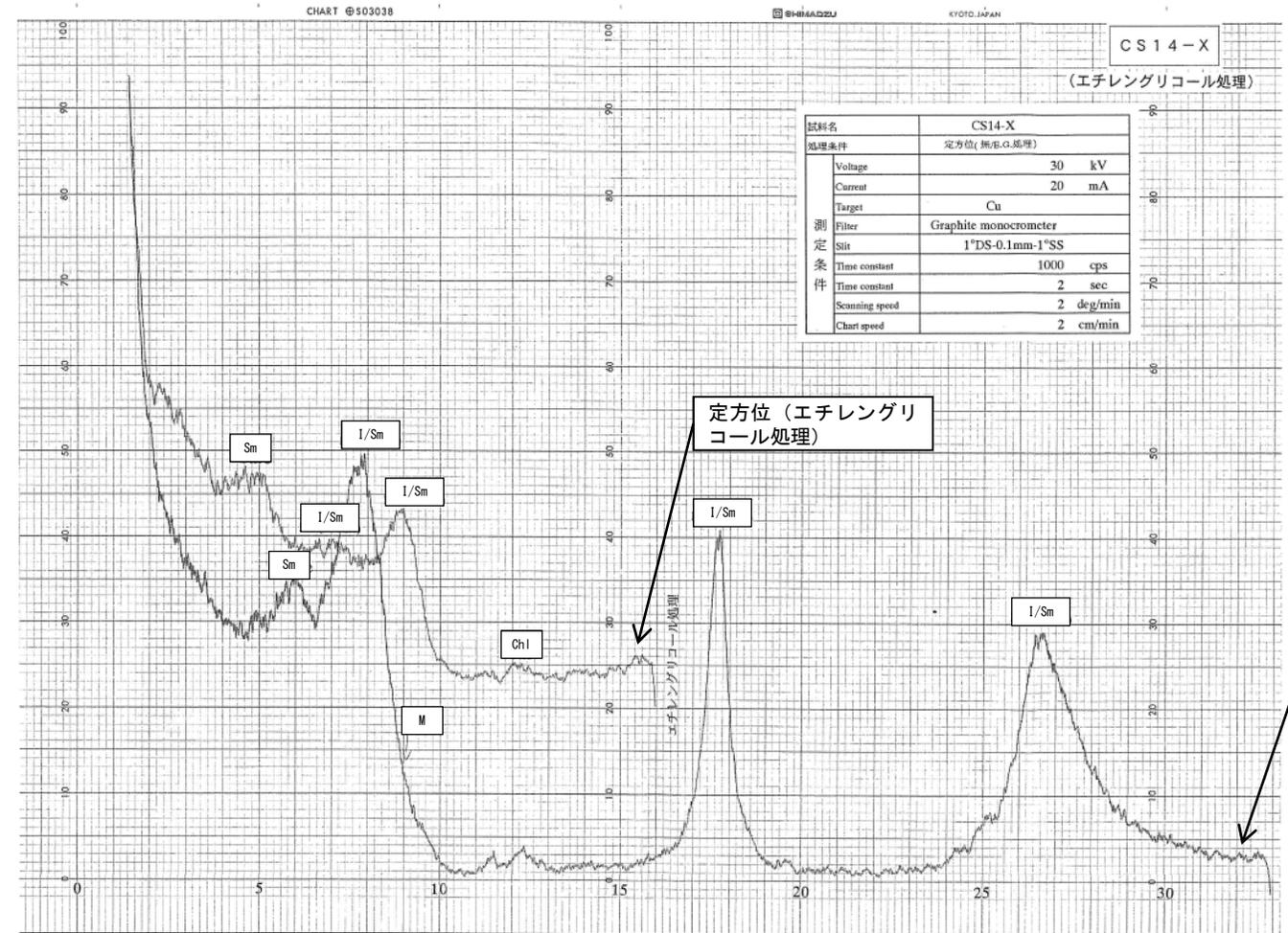
定方位 (塩酸処理)

# B23シームのX線回折分析のチャート(定方位)

試料名: CS14-X

- 凡例
- [粘土鉱物]
  - Sm : スメクタイト
  - I/Sm : イライト/スメクタイト混合層鉱物
  - M : 雲母類
  - Chl : 緑泥石

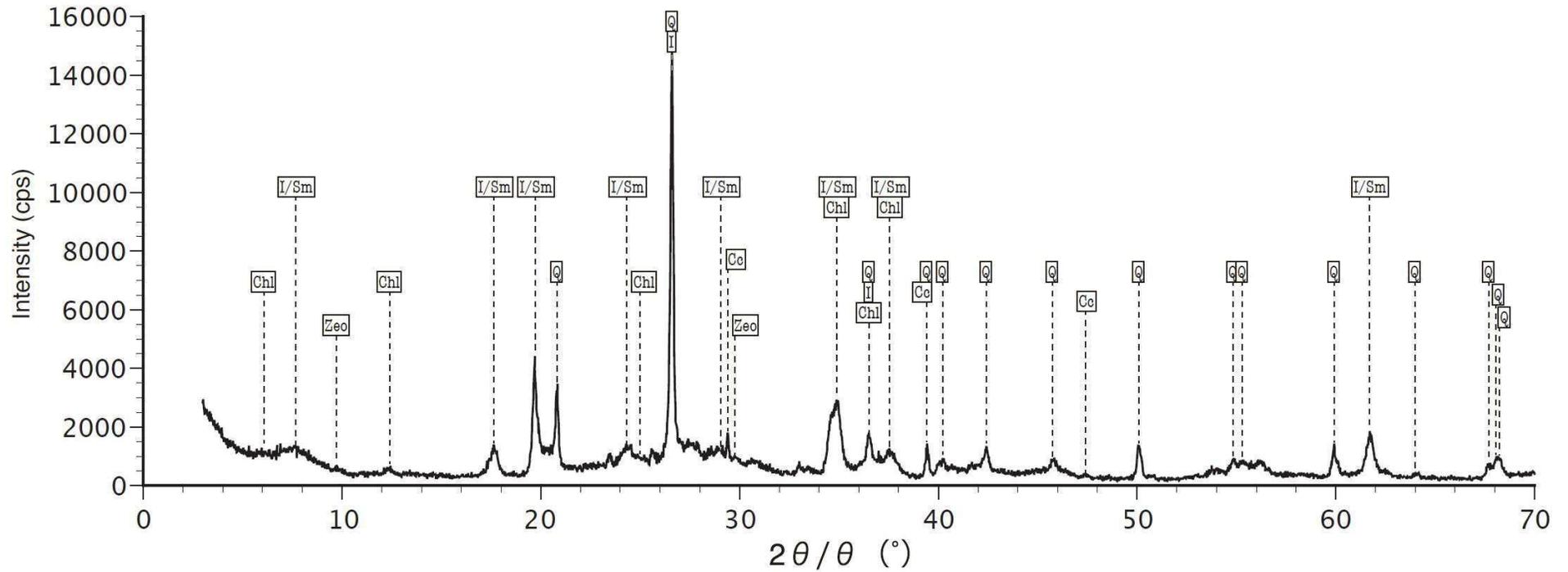
Intensity (cps)



2θ (°)

# X線回折分析のチャート(B23シーム上盤母岩, 不定方位)

試料名: No.126-B23-u

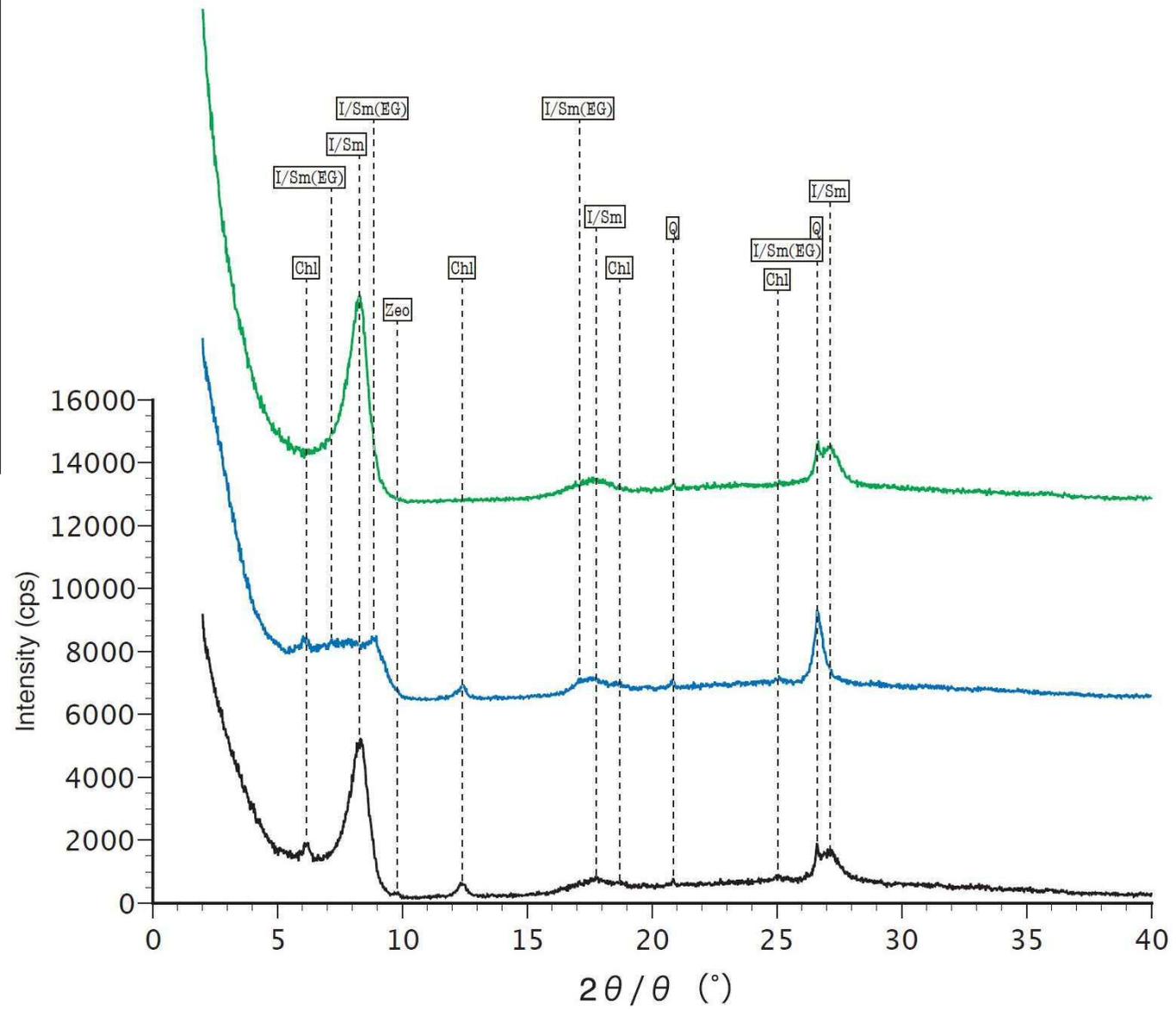


凡例	[主要造岩鉱物類]	[粘土鉱物]	[炭酸塩鉱物]	[沸石類]
— : 不定方位 (無処理)	Q : 石英	I : イライト	Cc : 方解石	Zeo : 沸石
		I/Sm : イライト/スメクタイト混合層鉱物		
		Chl : 緑泥石		

# X線回折分析のチャート(B23シーム上盤母岩, 定方位)

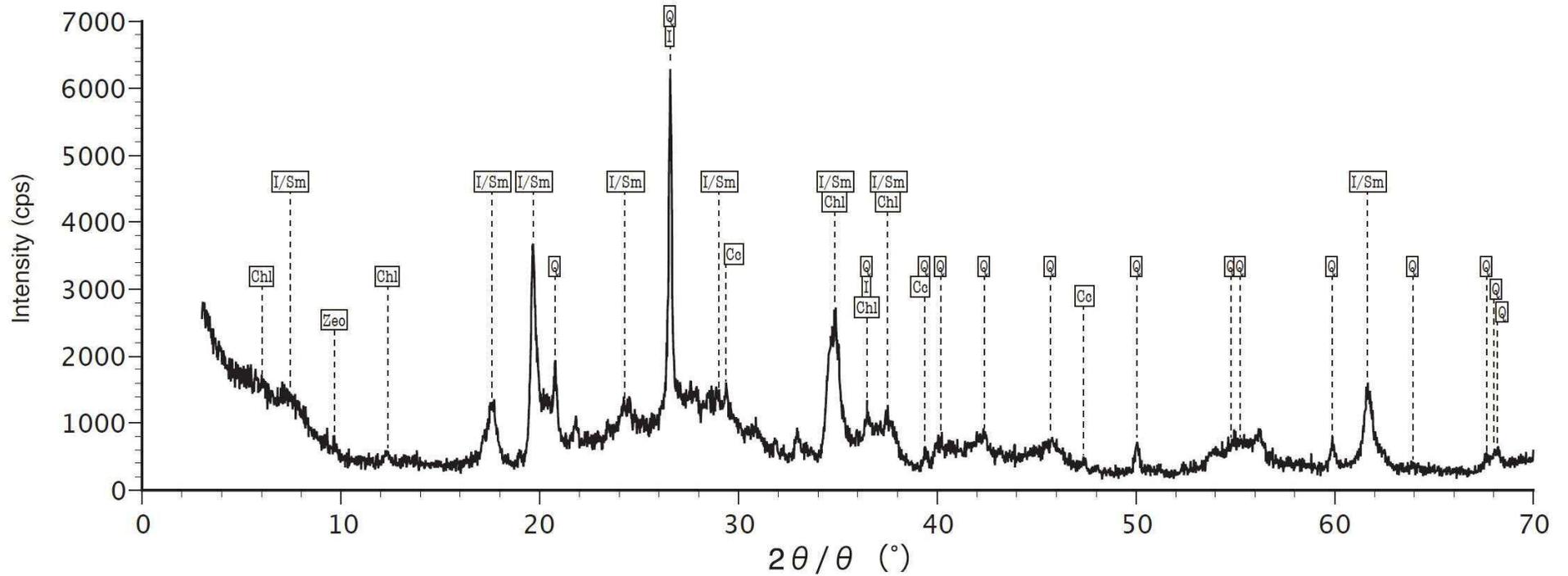
試料名: No.126-B23-u

- 凡例
- : 定方位 (無処理)
  - : 定方位 (エフレンジョール処理)
  - : 定方位 (塩酸処理)
- [主要造岩鉱物類]
- Q : 石英
- [粘土鉱物]
- I/Sm : イライト/スメクタイト混合層鉱物
  - I/Sm(EG) : イライト/スメクタイト混合層鉱物 (エフレンジョール処理後)
  - Chl : 緑泥石
- [沸石類]
- Zeo : 沸石



# X線回折分析のチャート(B23シーム, 不定方位)

試料名: No.126-B23-s



凡例	[主要造岩鉱物類]	[粘土鉱物]	[炭酸塩鉱物]	[沸石類]
— : 不定方位 (無処理)	Q : 石英	I : イライト	Cc : 方解石	Zeo : 沸石
		I/Sm : イライト/スメクタイト混合層鉱物		
		Chl : 緑泥石		

# X線回折分析のチャート(B23シーム, 定方位)

試料名: No.126-B23-s

凡例

- : 定方位 (無処理)
- : 定方位 (エフレンジョール処理)
- : 定方位 (塩酸処理)

[主要造岩鉱物類]

Q : 石英

[粘土鉱物]

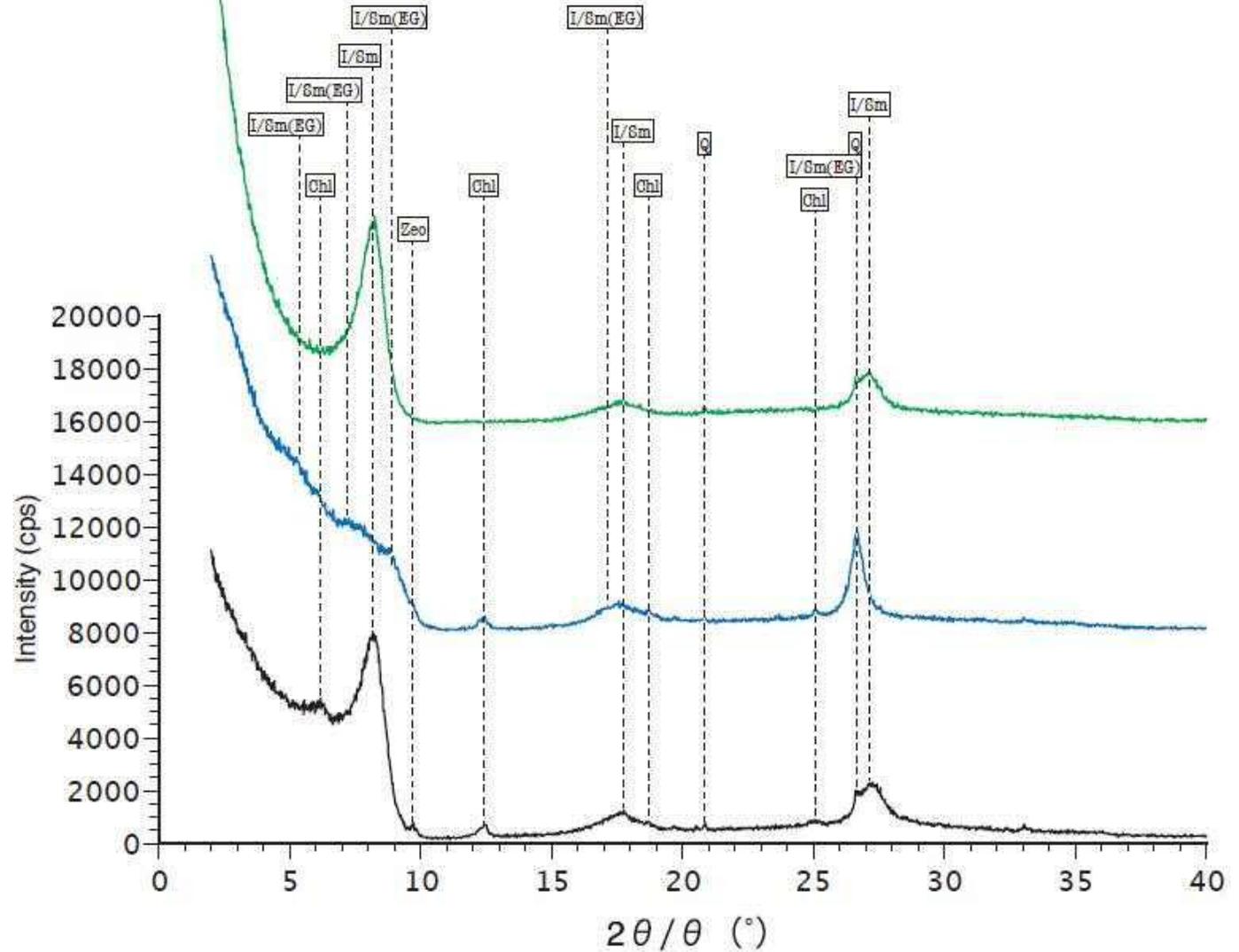
I/Sm : イライト/スメクタイト混合  
層鉱物

I/Sm(EG) : イライト/スメクタイト混合  
層鉱物 (エフレンジョール処理後)

Chl : 緑泥石

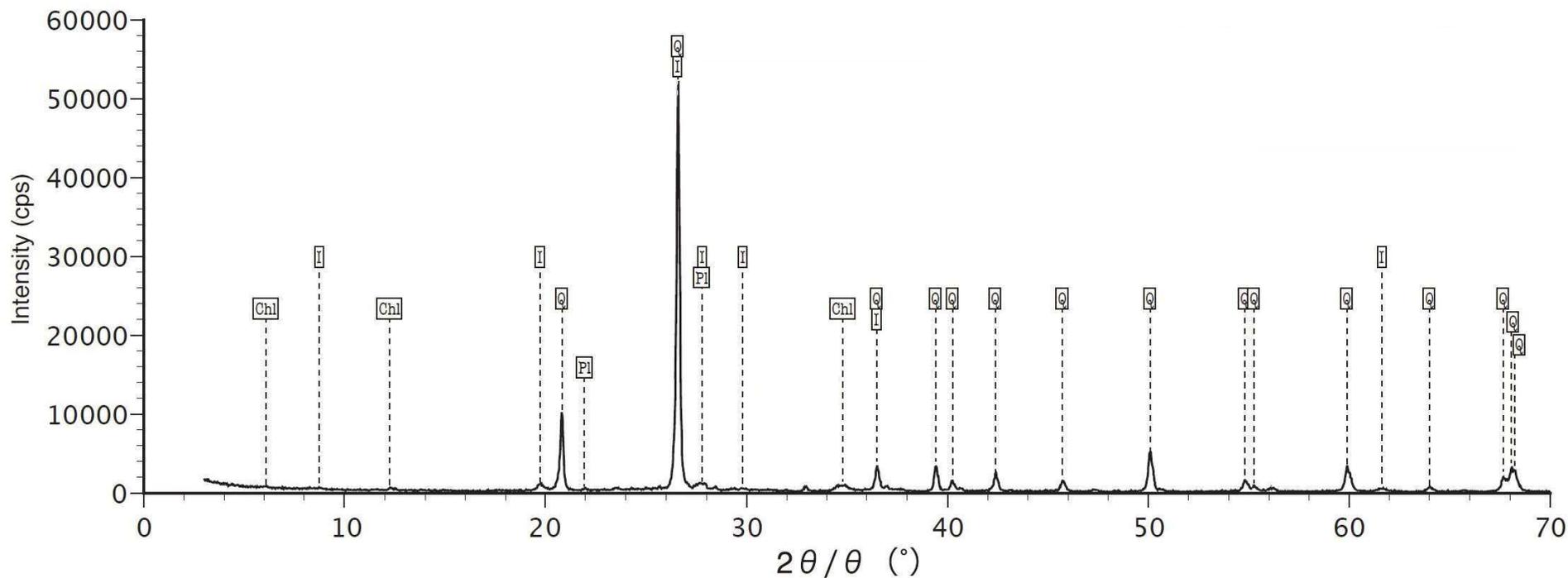
[沸石類]

Zeo : 沸石



# X線回折分析のチャート(B23シーム下盤母岩, 不定方位)

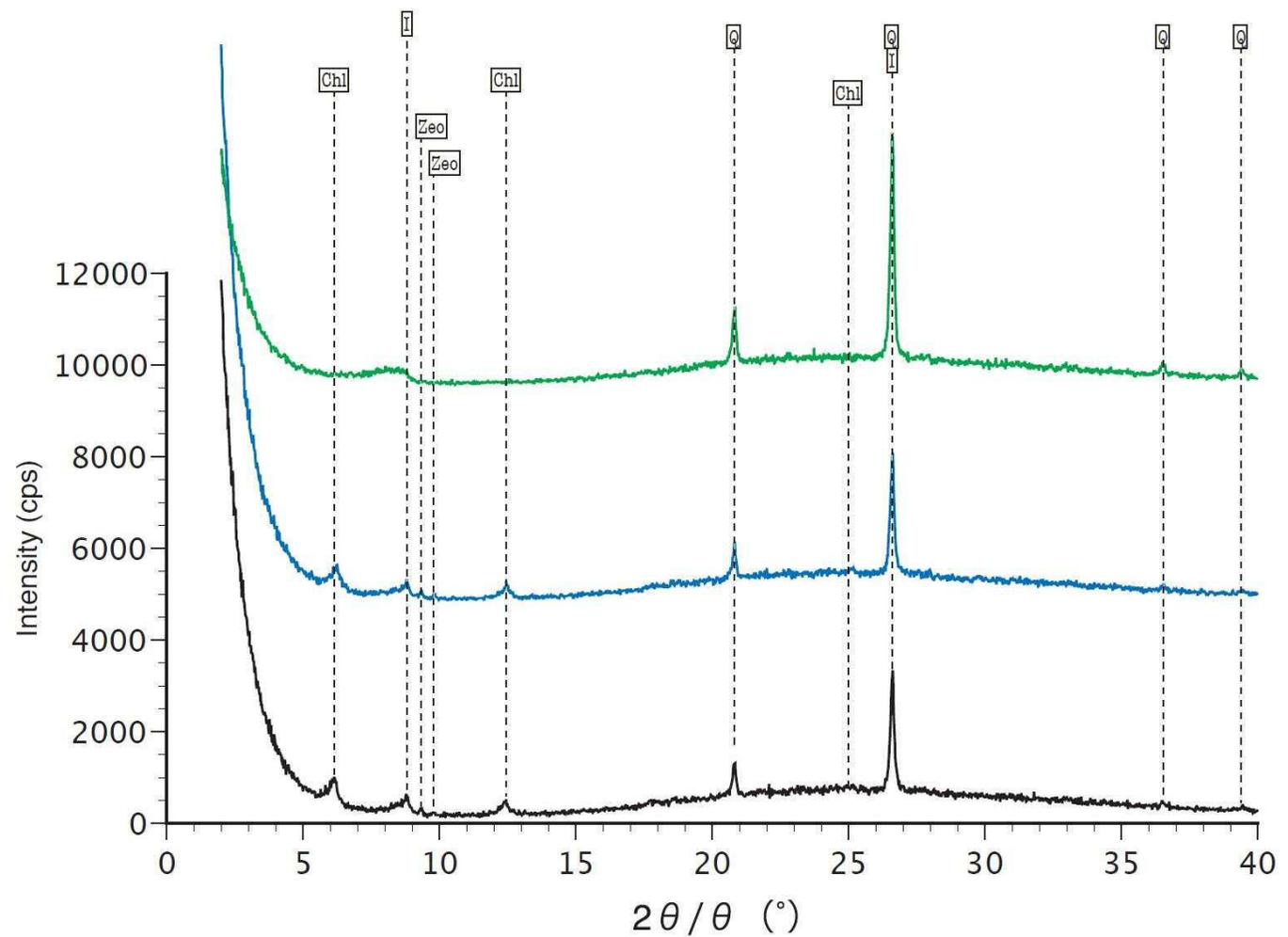
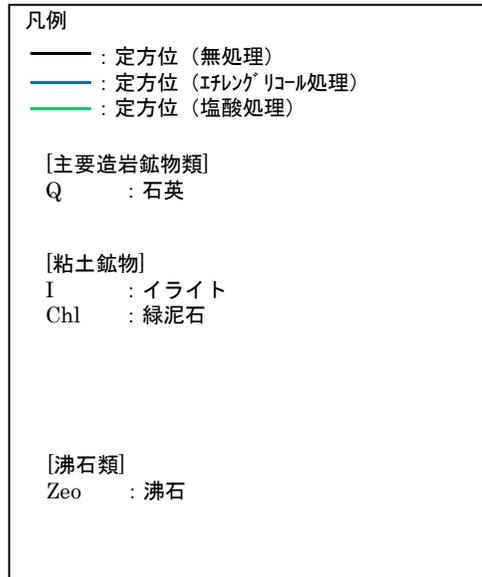
試料名: No.126-B23-I



凡例	[主要造岩鉱物類]	[粘土鉱物]
— : 不定方位 (無処理)	Q : 石英	I : イライト
	Pl : 斜長石	Chl : 緑泥石

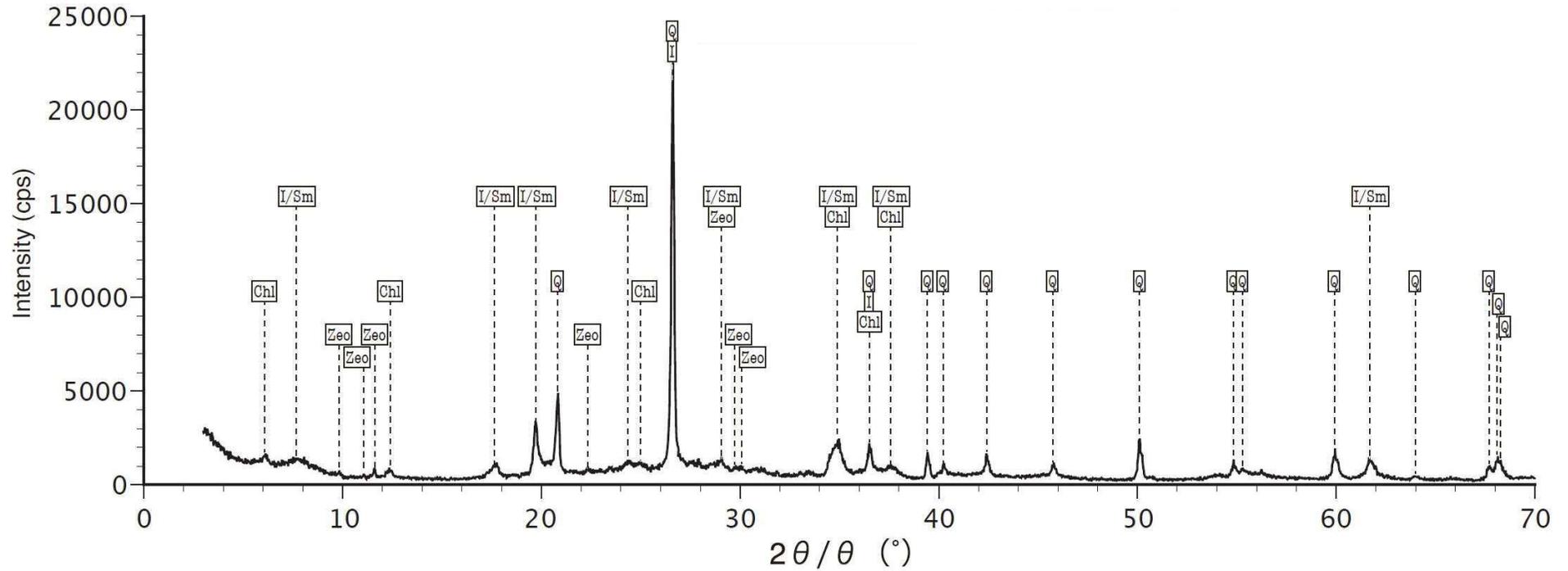
# X線回折分析のチャート(B23シーム下盤母岩, 定方位)

試料名: No.126-B23-I



# X線回折分析のチャート(B23シーム上盤母岩, 不定方位)

試料名: No.339-B23-u



凡例	[主要造岩鉱物類]	[粘土鉱物]	[沸石類]
— : 不定方位 (無処理)	Q : 石英	I : イライト	Zeo : 沸石
		I/Sm : イライト/スメクタイト混合層鉱物	
		Chl : 緑泥石	

# X線回折分析のチャート(B23シーム上盤母岩, 定方位)

試料名: No.339-B23-u

## 凡例

- : 定方位 (無処理)
- : 定方位 (エフレンジリコール処理)
- : 定方位 (塩酸処理)

## [主要造岩鉱物類]

Q : 石英

## [粘土鉱物]

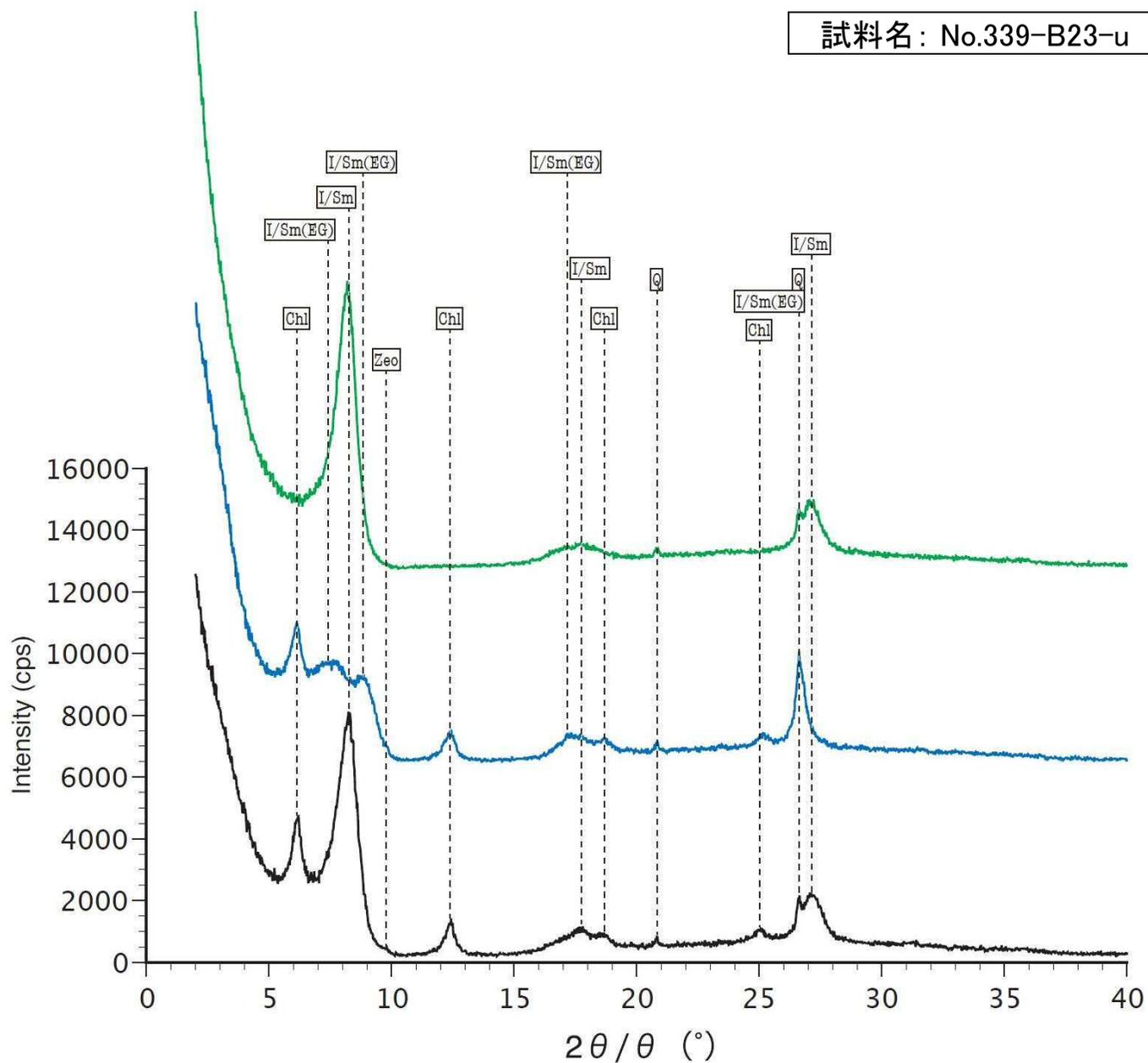
I/Sm : イライト/スメクタイト混合  
層鉱物

I/Sm(EG) : イライト/スメクタイト混合  
層鉱物 (エフレンジリコール処理後)

Chl : 緑泥石

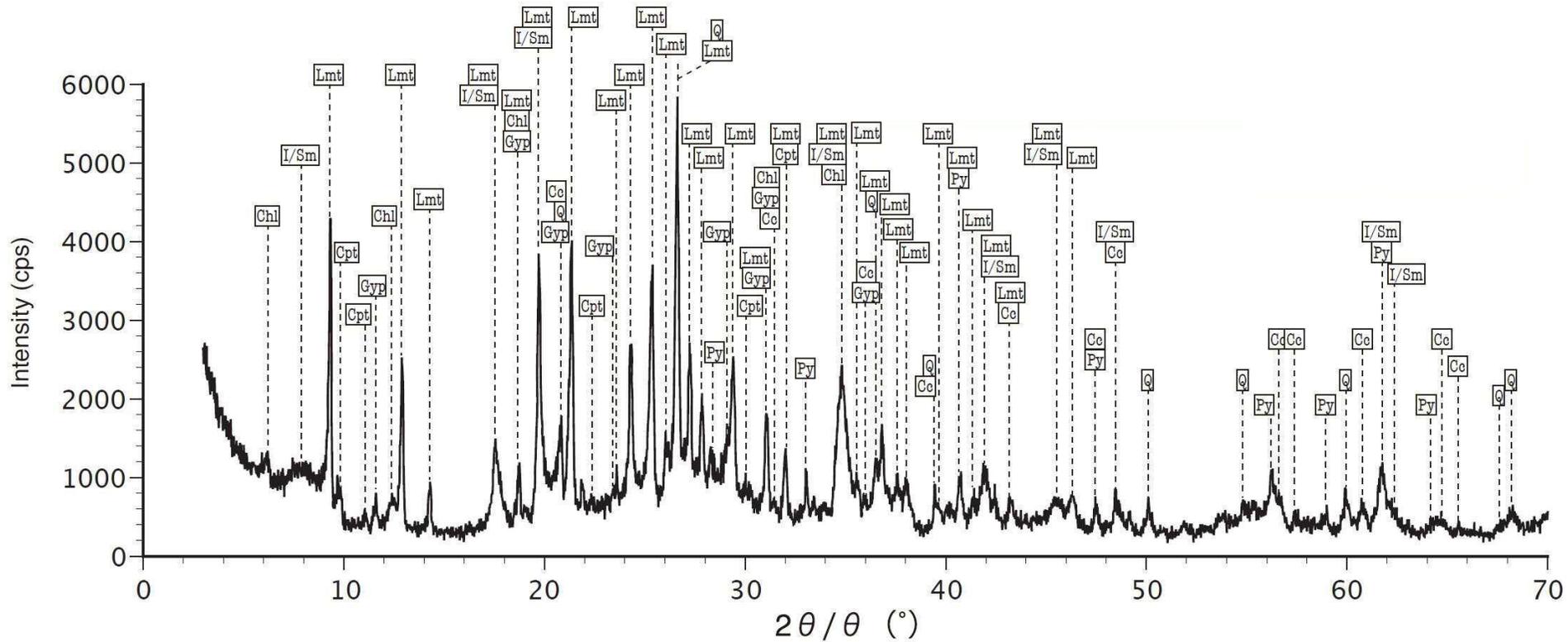
## [沸石類]

Zeo : 沸石



# X線回折分析のチャート(B23シーム, 不定方位)

試料名: No.339-B23-s

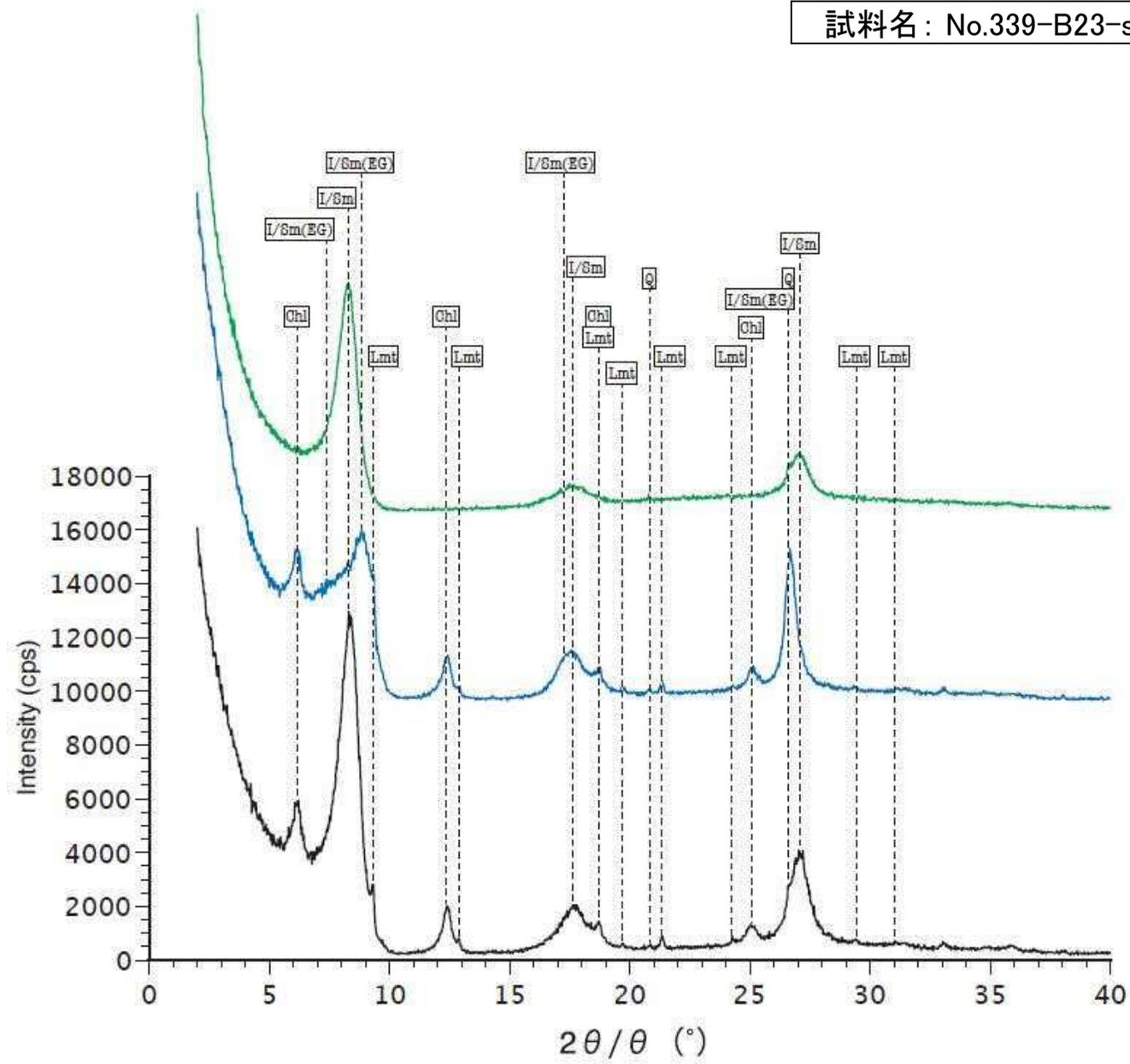


凡例	[主要造岩鉱物類]	[沸石類]	[粘土鉱物]	[炭酸塩鉱物]	[硫化鉱物]
— : 不定方位 (無処理)	Q : 石英	Cpt : 斜プチロル沸石	I/Sm : イライト/スメクタイト混合層鉱物	Cc : 方解石	Gyp : 石膏
		Lmt : ローモンタイト	Chl : 緑泥石		Py : 黄鉄鉱

# X線回折分析のチャート(B23シーム, 定方位)

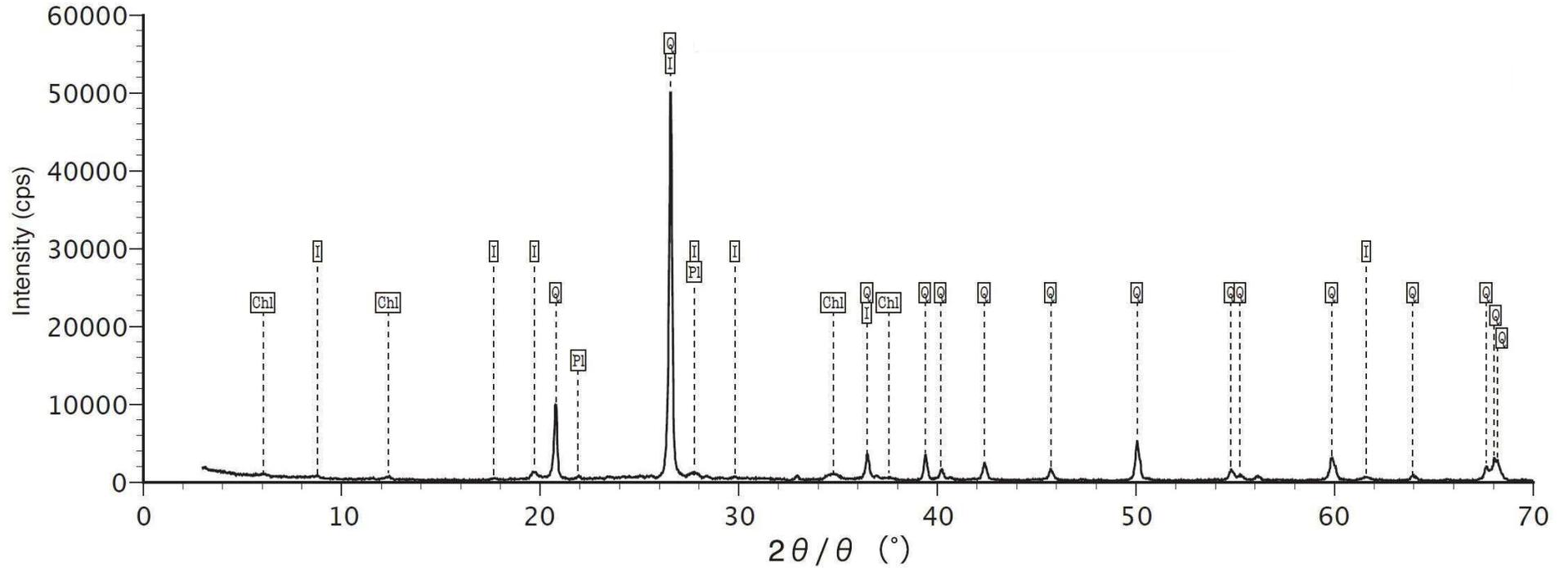
試料名: No.339-B23-s

- 凡例
- : 定方位 (無処理)
  - : 定方位 (エフレンジリコール処理)
  - : 定方位 (塩酸処理)
- [主要造岩鉱物類]
- Q : 石英
- [粘土鉱物]
- I/Sm : イライト/スメクタイト混合層鉱物
  - I/Sm(EG) : イライト/スメクタイト混合層鉱物 (エフレンジリコール処理後)
  - Chl : 緑泥石
- [沸石類]
- Lmt : ローモンタイト



# X線回折分析のチャート(B23シーム下盤母岩, 不定方位)

試料名: No.339-B23-I



凡例	[主要造岩鉱物類]	[粘土鉱物]
— : 不定方位 (無処理)	Q : 石英	I : イライト
	Pl : 斜長石	Chl : 緑泥石

# X線回折分析のチャート(B23シーム下盤母岩, 定方位)

試料名: No.339-B23-I

凡例

- : 定方位 (無処理)
- : 定方位 (エフェンゲリコール処理)
- : 定方位 (塩酸処理)

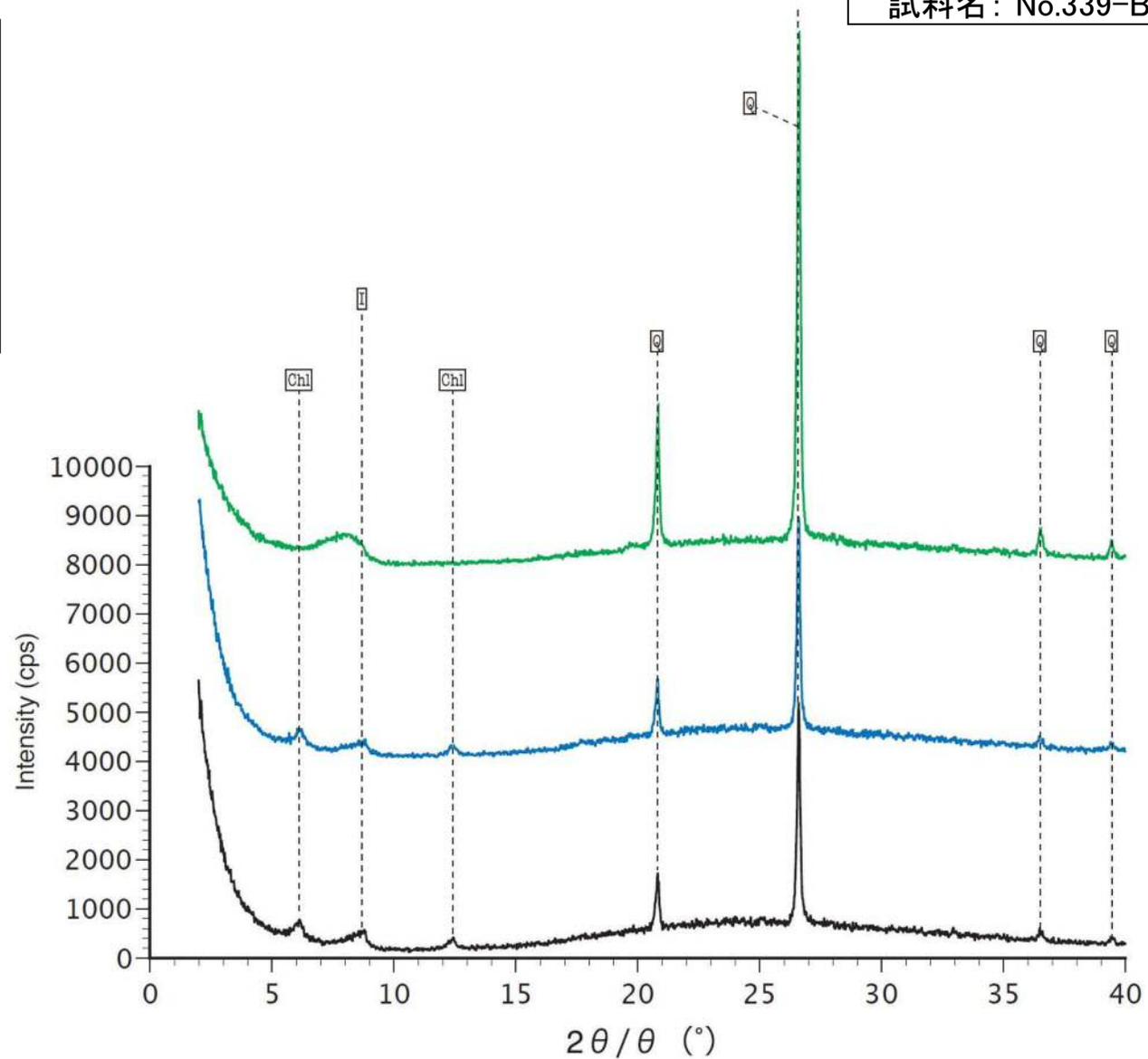
[主要造岩鉱物類]

Q : 石英

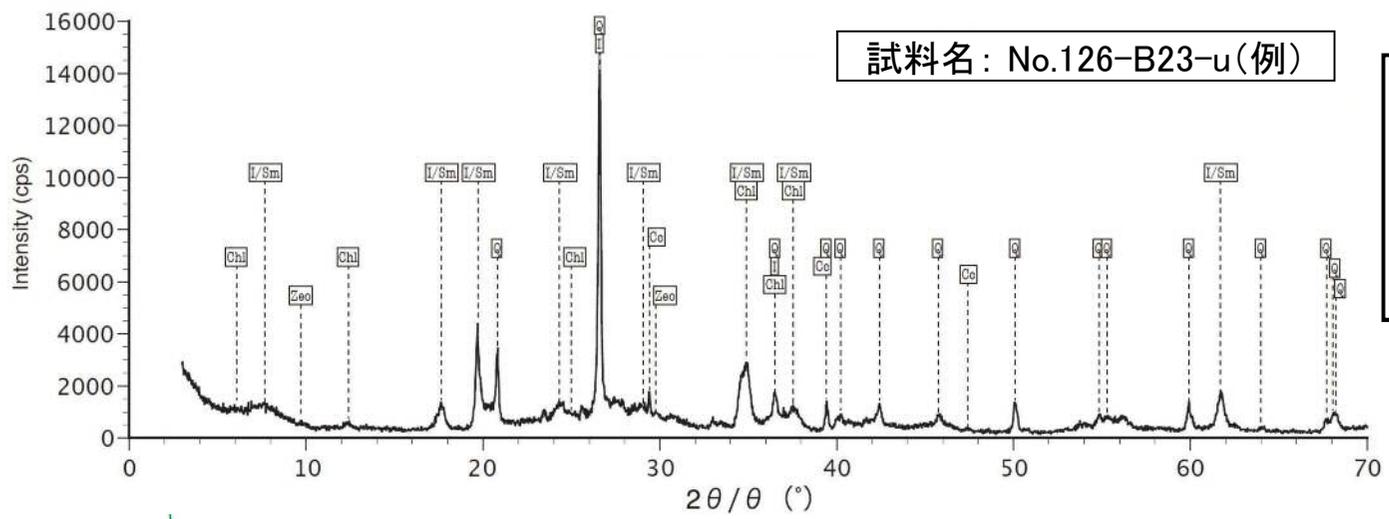
[粘土鉱物]

I : イライト

Chl : 緑泥石

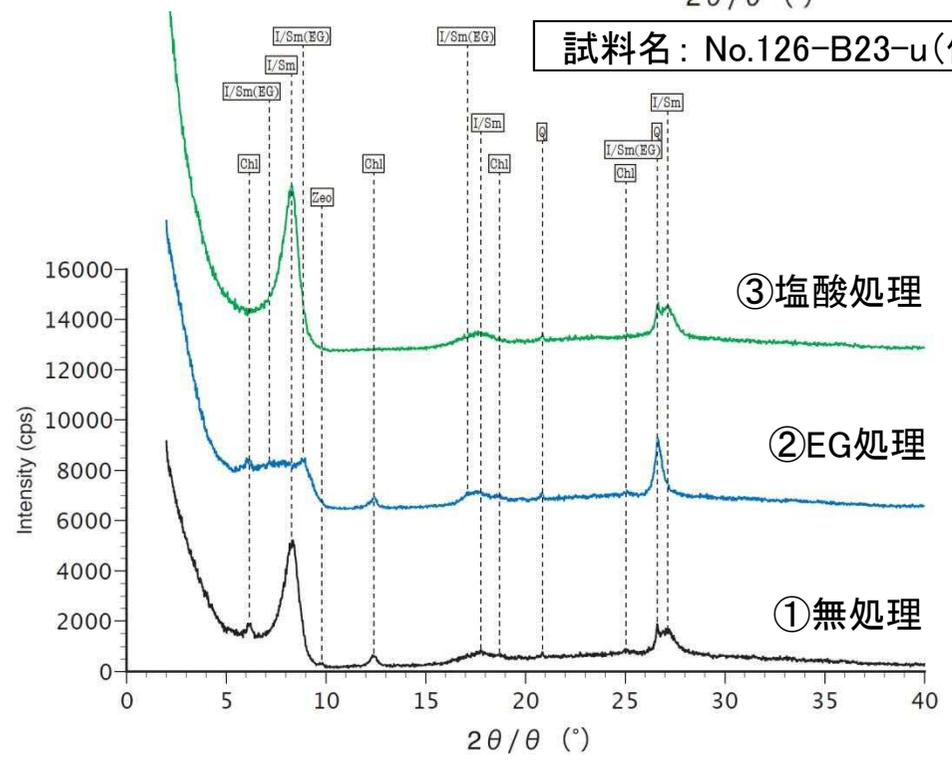


# (参考) X線回折分析の分析方法



試料名: No.126-B23-u(例)

[不定方位法]  
・ 通常の粉末法で測定した。  
・ 得られたデータを既知のデータと比較し、含有される鉱物の種類を同定した。



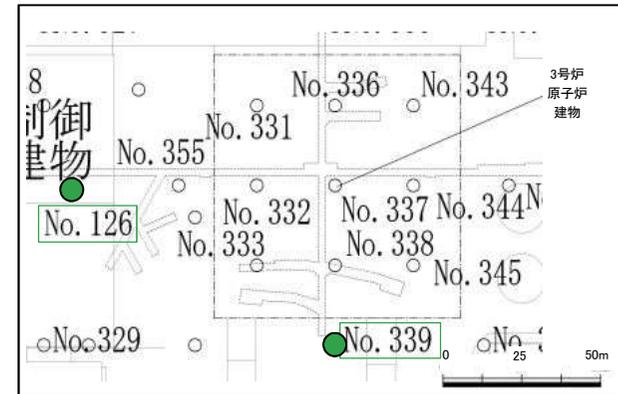
試料名: No.126-B23-u(例)

[定方位法]  
・ 水ひ法により2μm以下の粘土鉱物を濃集して測定した。  
①無処理  
粘土鉱物のピークが鮮明になる。  
②エチレングリコール処理 (EG処理)  
エチレングリコール処理により、スメクタイトが膨潤し、その底面間隔が広がるため、イライト/スメクタイト混合層鉱物のピークが変化する。  
③塩酸処理  
塩酸処理により、緑泥石の結晶構造が破壊され、そのピークが消失する。

# B23シームと周辺母岩のX線回折分析結果

シーム及び周辺母岩のX線回折分析 結果総括表

試料名	126-B23-u	126-B23-s	126-B23-l	339-B23-u	339-B23-s	339-B23-l
	母岩(上盤) 凝灰質頁岩	シーム	母岩(下盤) 黒色頁岩	母岩(上盤) 凝灰質頁岩	シーム	母岩(下盤) 黒色頁岩
主要造岩 鉱物類	石英	◎	○	◎	△	◎
	斜長石			△		△
沸石	沸石類	△	△	△		
	斜プチロル沸石				△	
	ローモンタイト				○	
粘土鉱物	イライト/スメクタイト混合層鉱物	△	△	△	△	
	イライト			△		△
	緑泥石	△	△	△	△	△
炭酸塩鉱物	方解石	△	△		△	
硫化鉱物	石膏				△	
	黄鉄鉱				△	



シーム及び周辺母岩のX線回折分析試料採取位置図

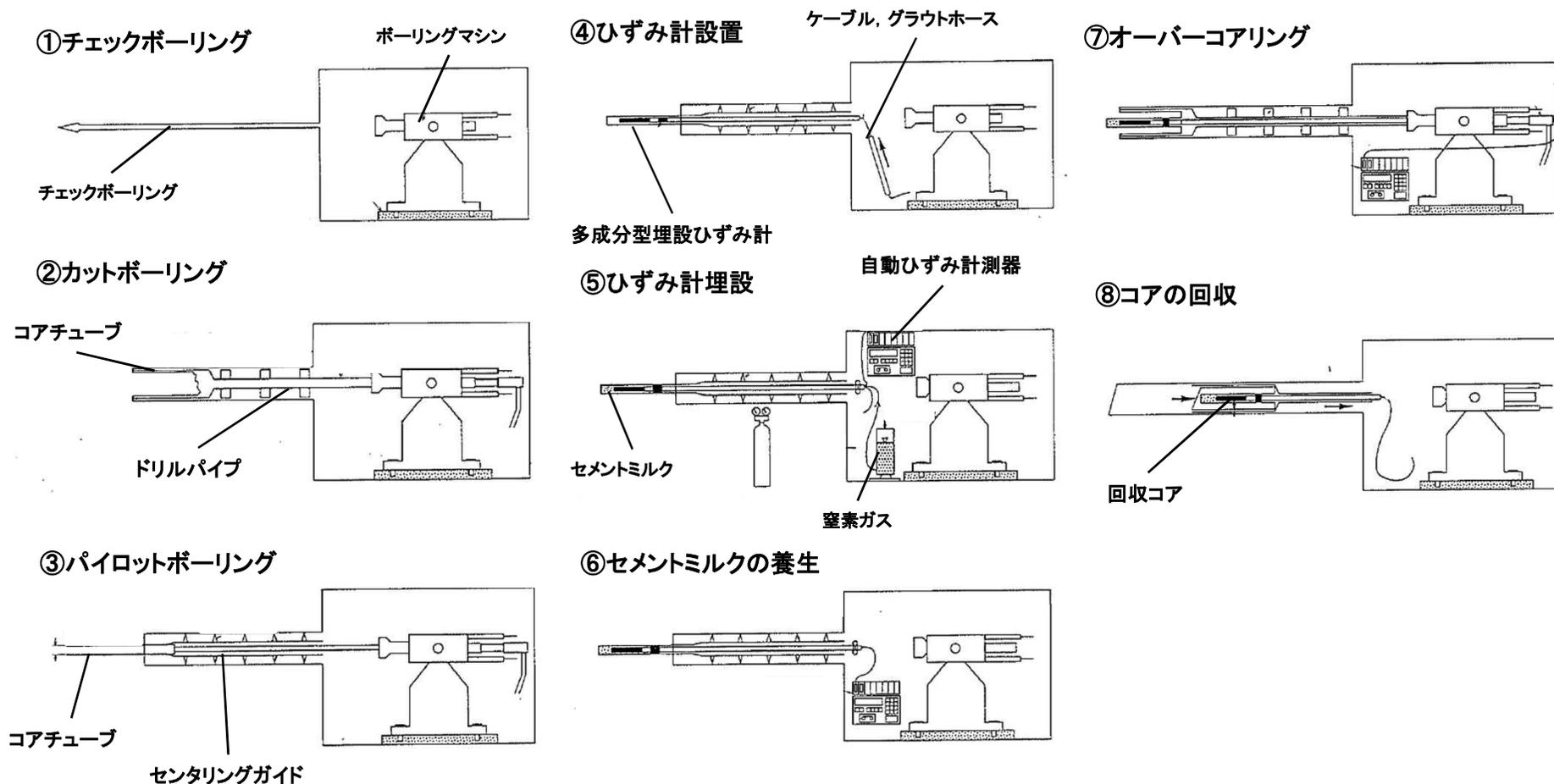
※ B23シームの薄片観察結果は本資料「2. 敷地内のシームの評価(3) シームの活動性 薄片観察結果」参照

凡例

[薄片観察結果]	[X線回折分析結果]		
<span style="background-color: yellow; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 20px; height: 10px;"></span> 局所的に確認できる鉱物	<span style="border: 2px solid green; display: inline-block; width: 20px; height: 10px;"></span> シームと上盤母岩(凝灰質頁岩)の両方で確認された鉱物	◎ 多量	△ 少量
<span style="background-color: lightgreen; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 20px; height: 10px;"></span> 全体的に認められる鉱物	<span style="border: 2px solid red; display: inline-block; width: 20px; height: 10px;"></span> シームと上盤母岩(凝灰質頁岩)のどちらかで確認された鉱物	○ 中量	+ 微量

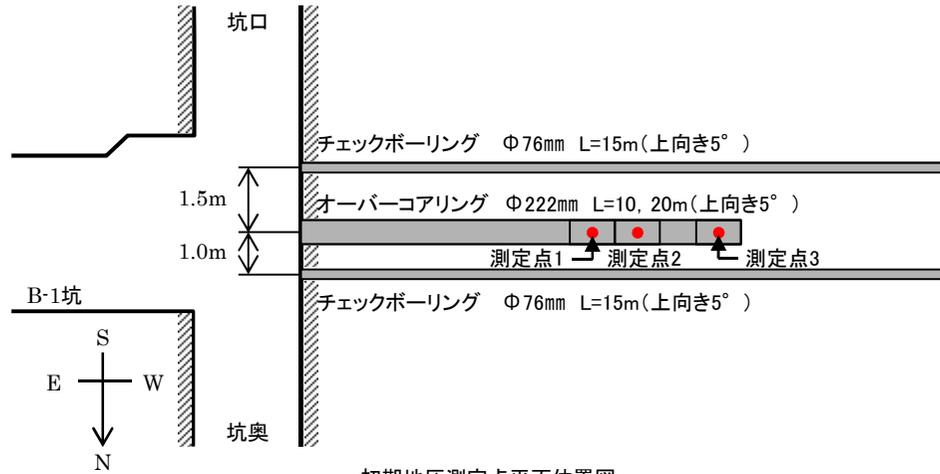
- ・薄片観察結果より、シームとその周辺母岩の色調等から、B23シームの母岩は凝灰質頁岩であると考えられる。
- ・ボーリングコアからB23シームとその周辺母岩の試料を採取し、X線回折分析を実施した結果、
  - ①下盤母岩(黒色頁岩)では、シームで認められるイライト/スメクタイト混合層鉱物が認められず、シームで認められないイライト及び斜長石が確認できる。
  - ②上盤母岩(凝灰質頁岩)では、シームの薄片観察で局所的に確認されている変質鉱物の方解石、黄鉄鉱及びローモンタイトを除くと、シームと概ね同様の鉱物組成であり、薄片観察結果と整合的である。

# 初期地圧の測定方法(概要)

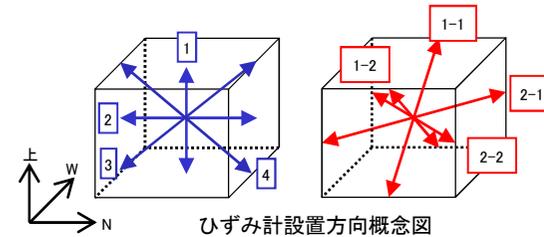


- ・多成分型埋設ひずみ計を測定用ボーリング孔内にセメントミルクで埋設・固着させる。
- ・大口径オーバーコアリングによる応力解放時の変位を測定し、その変化量に対応する応力を弾性論によって求める。

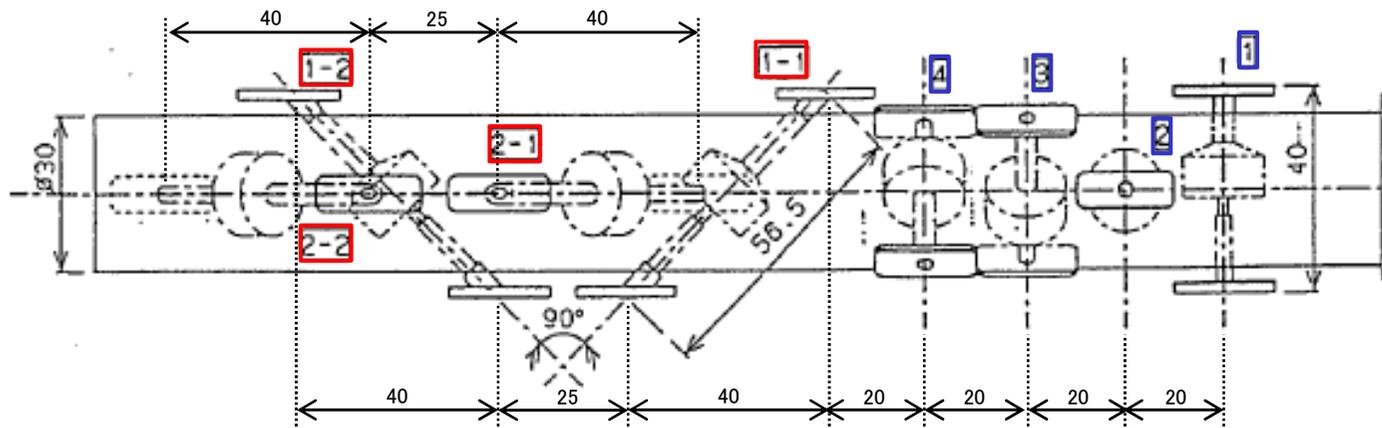
# 初期地圧の測定方法(測定点及びひずみ計設置位置)



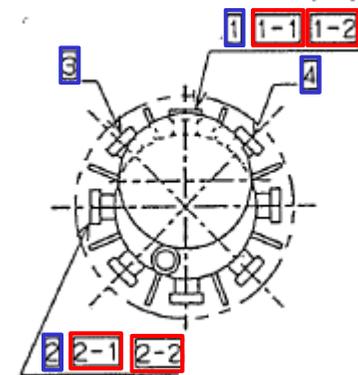
初期地圧測定点平面位置図



ひずみ計設置方向概念図



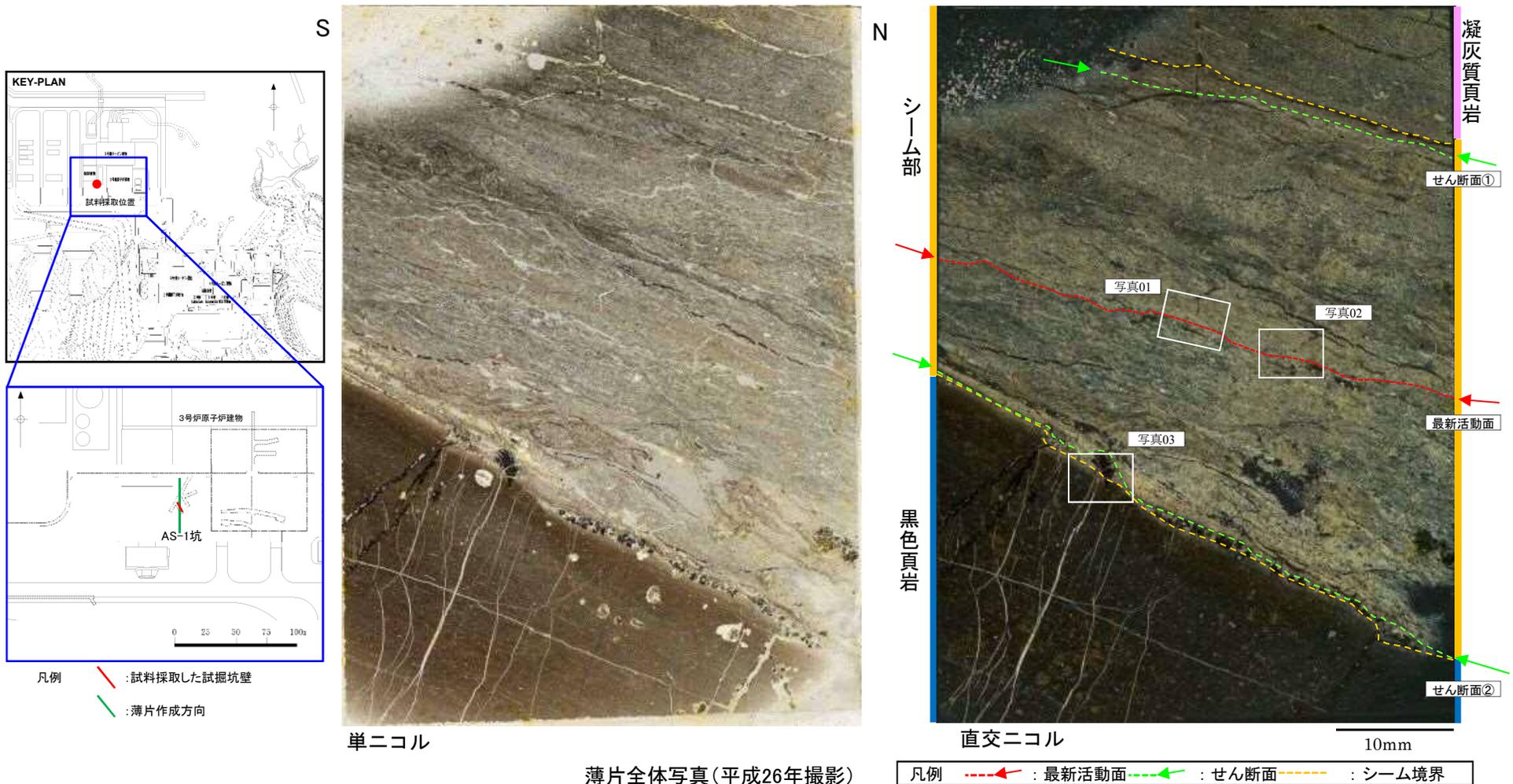
ひずみ計設置 側面透視図



ひずみ計設置 正面図

・ 測定点は3箇所とし、ひずみ計は8方向のひずみを測定できるようにそれぞれの測定点に設置した。

# 薄片観察結果 B23-AS1-1-N-S(鉍物脈とせん断面との関係等)



- ・肉眼観察及び鏡下での詳細観察の結果、3条のせん断面を抽出した。
- ・複合面構造が見られず、どのせん断面も直線性・連続性に乏しいが、比較的直線性・連続性のある中央部のせん断面を最新活動面とした。

# 薄片観察結果 B23-AS1-1-N-S(鉍物脈と最新活動面との関係) 40



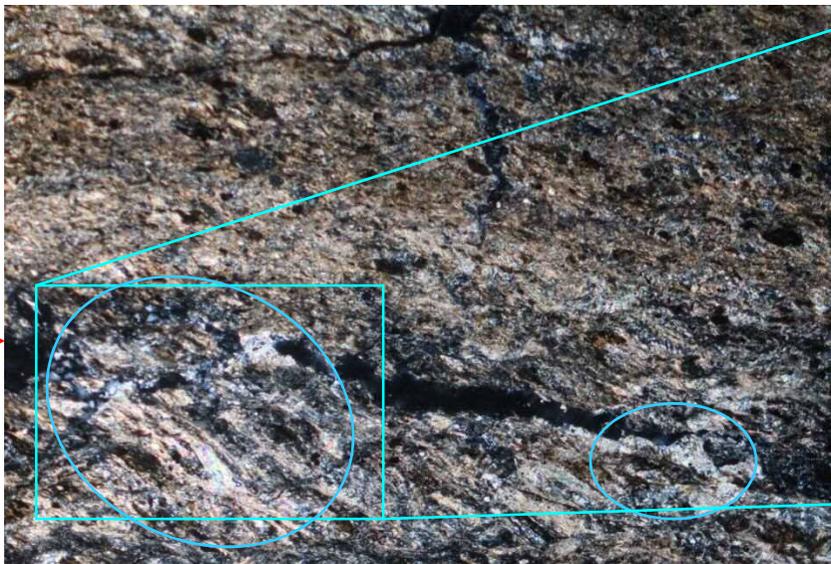
単ニコル

1mm

## 【写真01】

- ・自形鉍物が網目状に晶出している。
- ・これらの鉍物脈は劈開が顕著であり、複屈折が大きく、高次の干渉色が顕著であるため、方解石であると考えられる。
- ・方解石脈は、最新活動面近傍に晶出しており、変位・変形は認められない。

シーム部



直交ニコル

1mm



1mm

凡例 ← : 最新活動面 ○ : 方解石

(平成27年撮影)

# 薄片観察結果 B23-AS1-1-N-S(鉍物脈と最新活動面との関係) 41



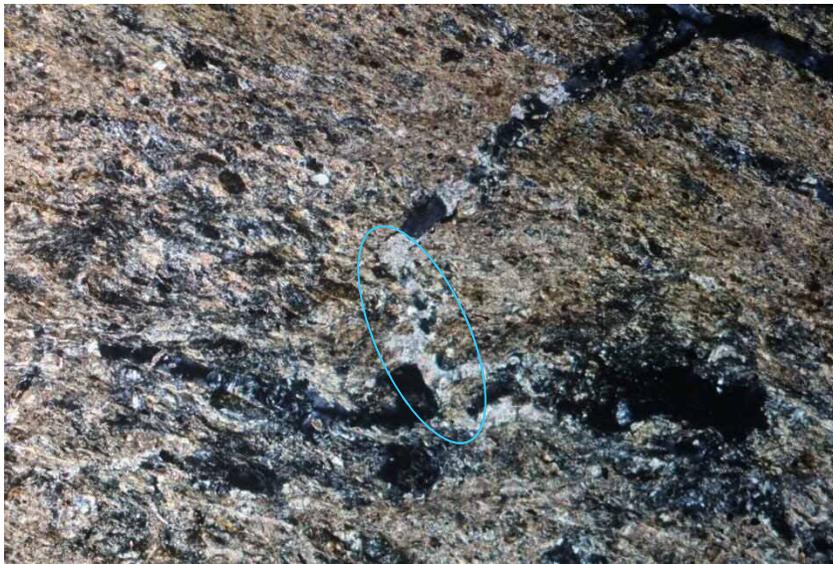
単ニコル

1mm

## 【写真02】

- ・自形鉍物からなる脈が晶出している。
- ・鏡下では、これらの鉍物脈は、劈開が顕著であり、複屈折が大きく、高次の干渉色が顕著であるため、方解石であると考えられる。
- ・方解石脈は、最新活動面を横断しており、変位・変形は認められない。

シーム部



直交ニコル

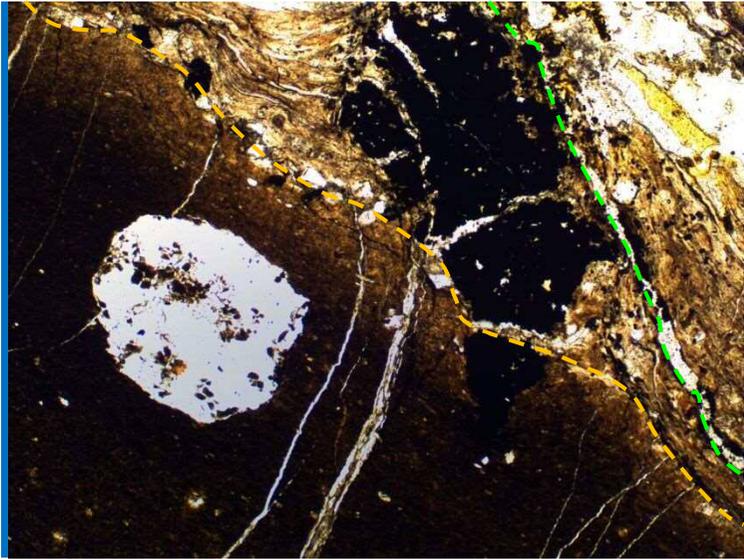
1mm

凡例    ← : 最新活動面    ○ : 方解石

(平成27年撮影)

# 薄片観察結果 B23-AS1-1-N-S(鉱物脈とせん断面①との関係) ④2

黒色頁岩

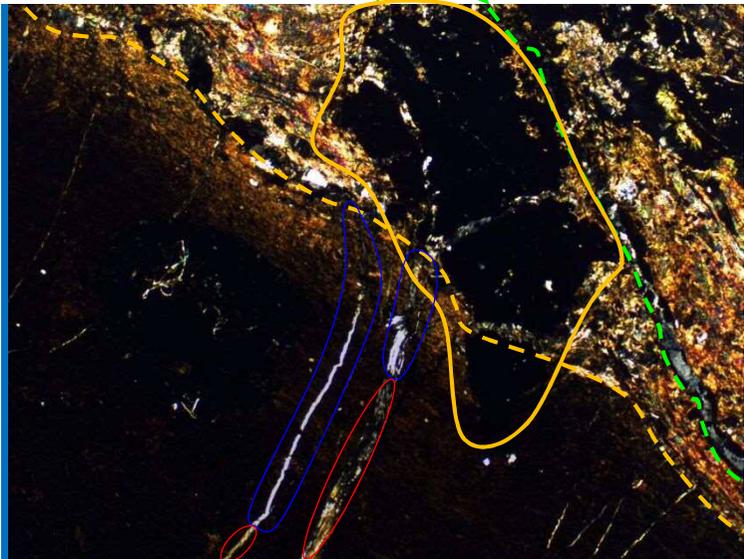


単ニコル

1mm

シーム部

黒色頁岩



直交ニコル

1mm

シーム部

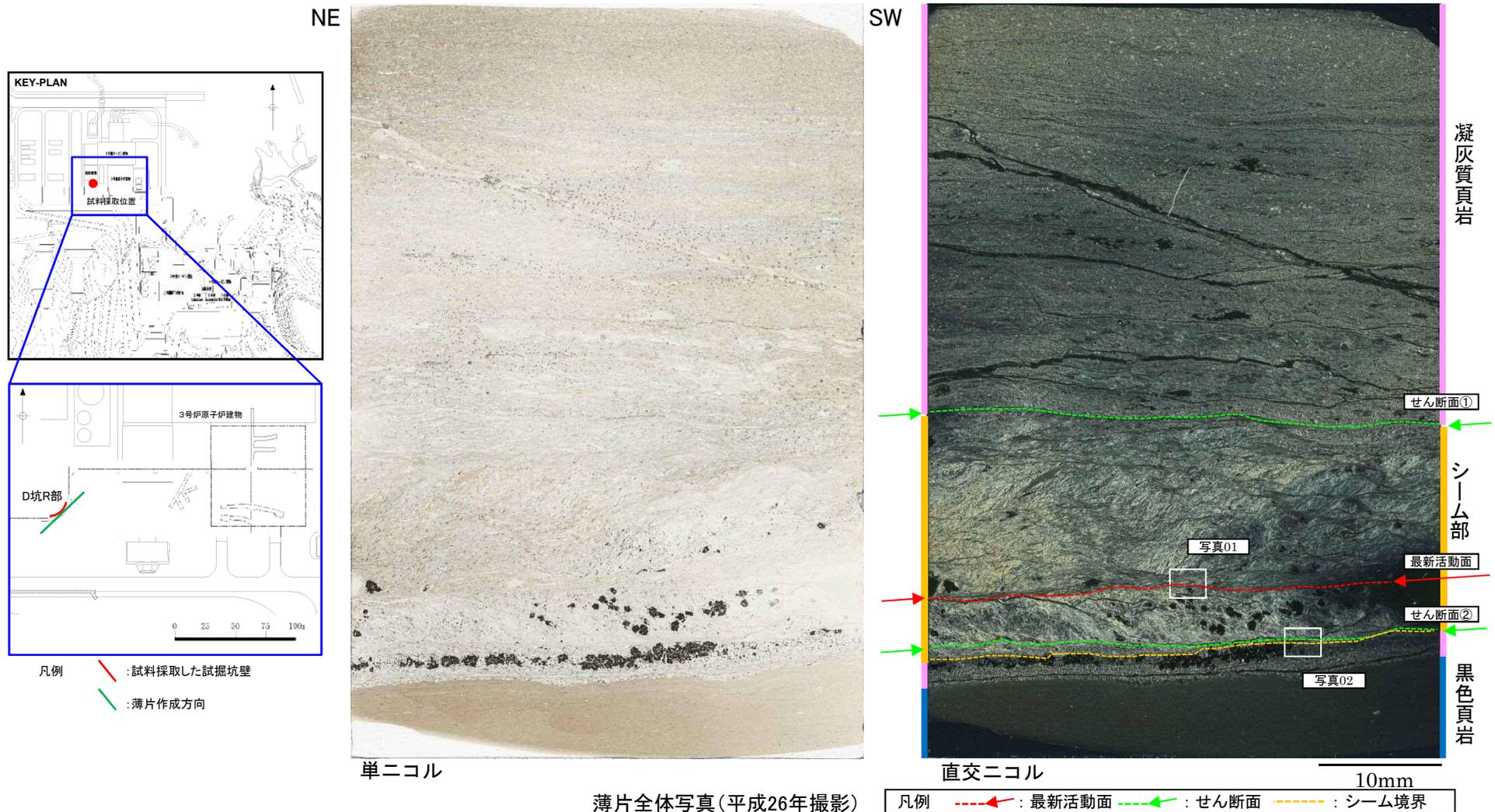
## 【写真03】

- ・黒色頁岩内の方解石脈の延長部は、シーム境界付近で途切れており、せん断面を切断していない。
- ・せん断面上に自形の鉱物が晶出している。
- ・単ニコル、直交ニコルで不透明であり、角張った方形であることから、X線回折分析結果を踏まえると、黄鉄鉱であると考えられる。
- ・黄鉄鉱は、せん断面上に晶出しており、変位・変形は認められない。

凡例	— — — — —	せん断面
	←	亀裂
	- - - - -	シーム境界
	○ (yellow)	黄鉄鉱
	○ (red)	方解石
	○ (blue)	濁沸石

(平成27年撮影)

# 薄片観察結果 B23-DR-NE-SW(鉱物脈とせん断面との関係等)



単ニコル

薄片全体写真(平成26年撮影)

直交ニコル

10mm

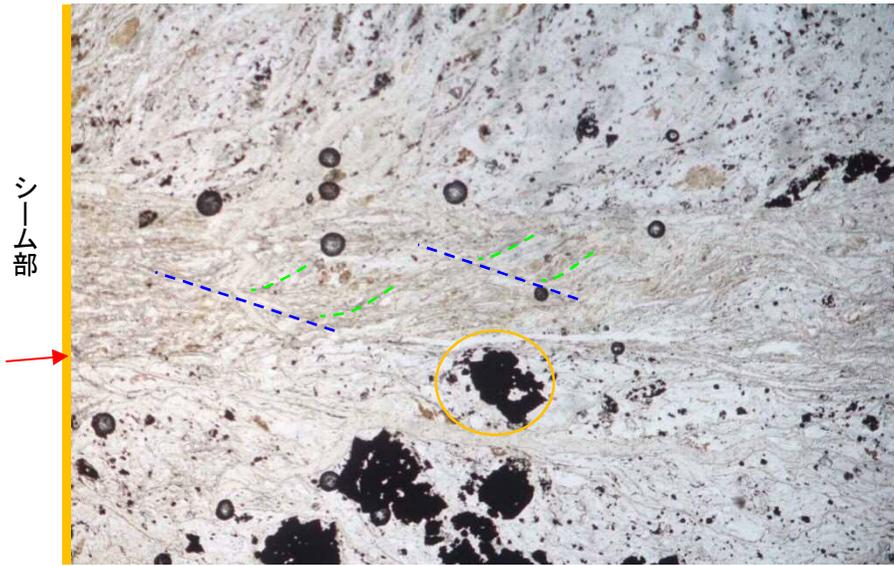
凝灰質頁岩

シーム部

黒色頁岩

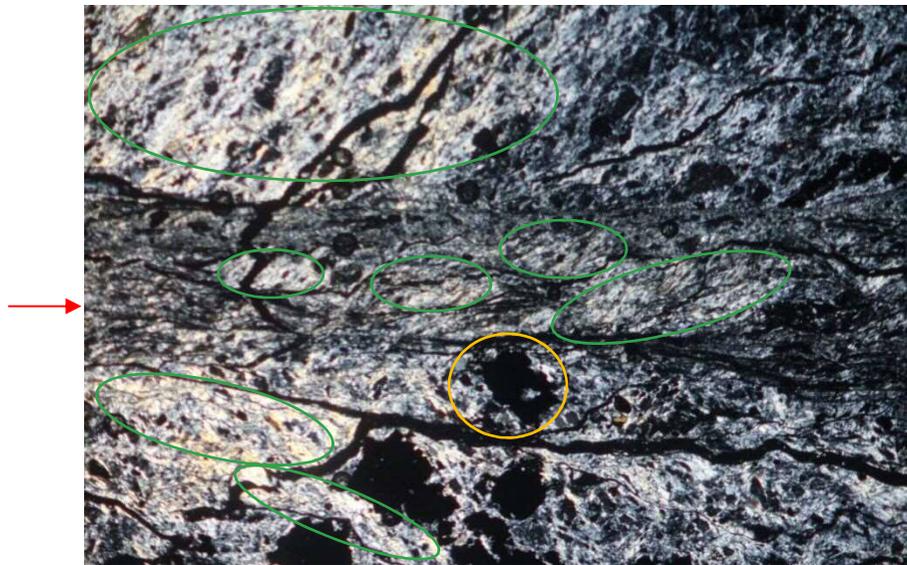
- ・肉眼観察及び鏡下での詳細観察の結果、3条のせん断面を抽出した。
- ・複合面構造が確認されるが、どのせん断面も直線性・連続性に乏しい。
- ・このうち、比較的直線性・連続性のあるシーム中央部のせん断面を最新活動面とした。

# 薄片観察結果 B23-DR-NE-SW(鉍物脈と最新活動面との関係) 44



単ニコル

1mm



直交ニコル

1mm

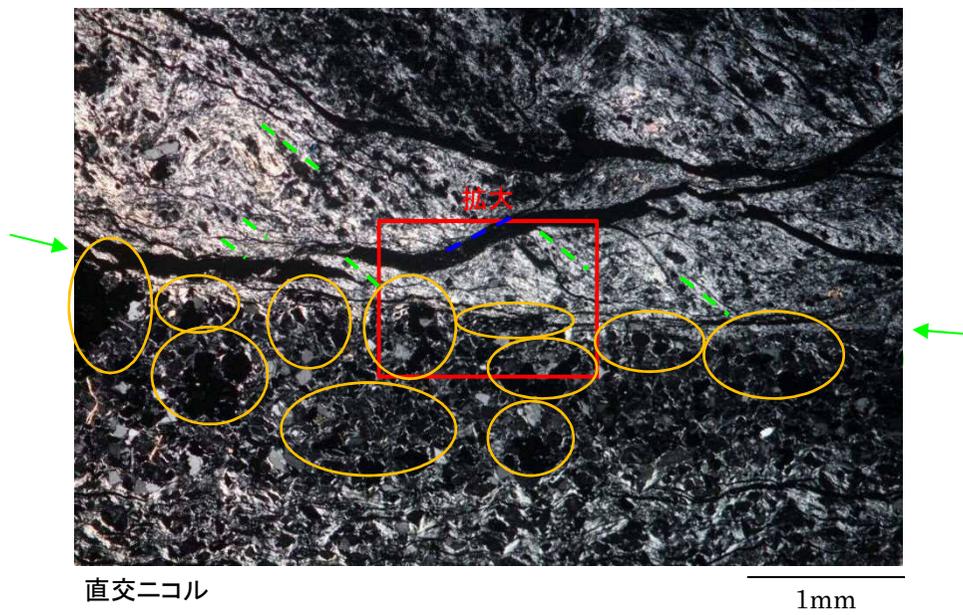
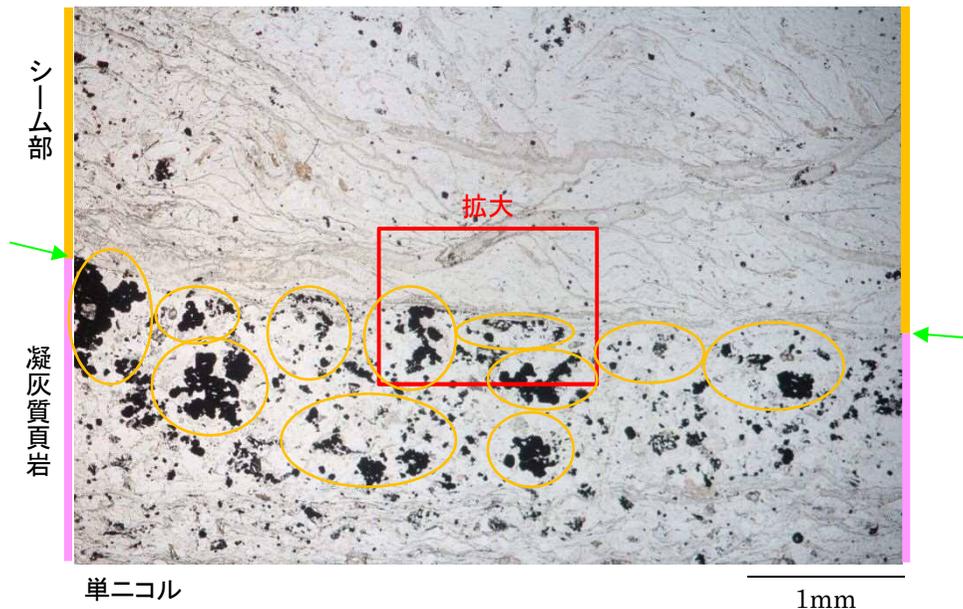
## 【写真01】

- ・最新活動面近傍に自形の鉍物が晶出している。
- ・これらの鉍物は、単ニコル、直交ニコルで不透明であり、角張った方形であることから、X線回折分析結果を踏まえると、黄鉄鉍であると考えられる。
- ・最新活動面に接するように晶出している黄鉄鉍には、変位・変形は認められない。
- ・複合面構造(P面、R面)及び薄片作製方向から、最新活動面は逆断層センス(見かけ右横ずれ)であると考えられる。

凡例	← : 最新活動面	○ : 黄鉄鉍
	○ : イライト/スメクタイト混合層鉍物	
	- - - : P面	- - - : R面

(平成27年撮影)

# 薄片観察結果 B23-DR-NE-SW(鉍物脈とせん断面②との関係) ④5



## 【写真02】

- ・せん断面近傍に自形の鉍物が晶出している。
- ・単ニコル, 直交ニコルで不透明であり, 角張った方形であることから, X線回折分析結果を踏まえると, 黄鉄鉍であると考えられる。
- ・黄鉄鉍は, せん断面に接するように晶出しており, 変位・変形は認められない。

凡例	←	: せん断面	
	- - -	: P面	- - -
	- - -	: R面	
	○	: 黄鉄鉍	

(平成27年撮影)

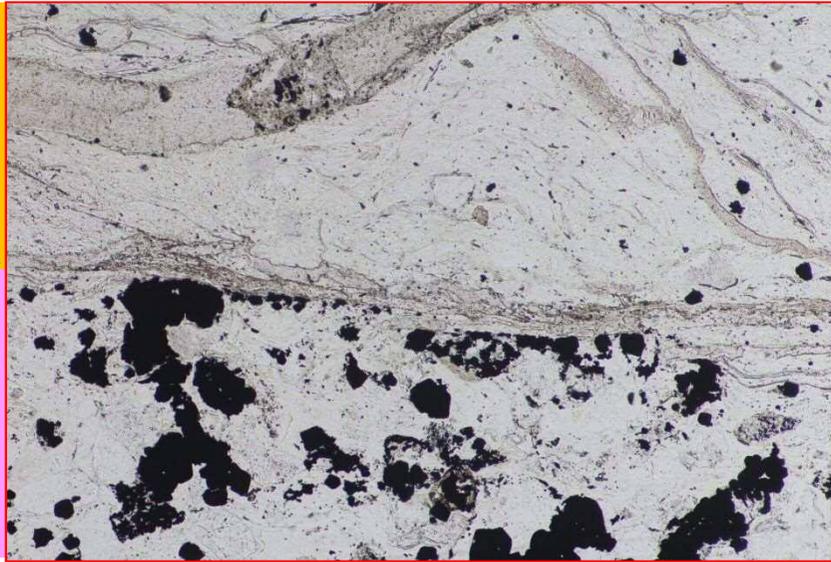
# 薄片観察結果

## B23-DR-NE-SW(鉍物脈とせん断面②との関係)

46

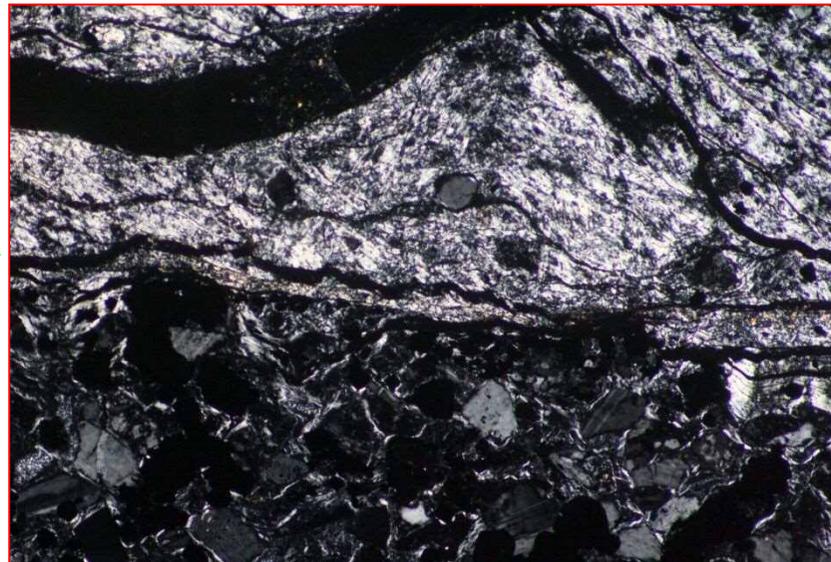
シーム部

凝灰質頁岩



単ニコル

1mm



直交ニコル

1mm

### 【写真02 拡大】

- ・せん断面近傍に自形の鉍物が晶出している。
- ・単ニコル, 直交ニコルで不透明であり, 角張った方形であることから, X線回折分析結果を踏まえると, 黄鉄鉍であると考えられる。
- ・黄鉄鉍は, せん断面に接するように晶出しており, 変位・変形は認められない。

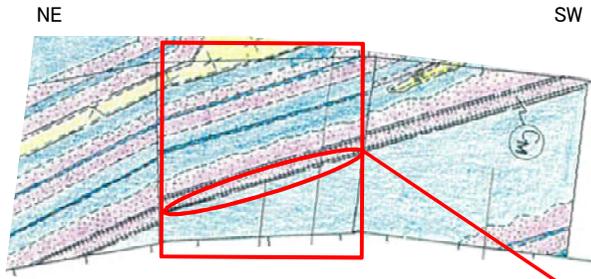
凡例 ← : せん断面

(平成27年撮影)

# 試掘坑における薄片観察 B23-DR-NW-SE (試料採取位置)

試料名 : B23-DR-NW-SE

- 凡例
- : 黑色頁岩
  - : 凝灰質頁岩
  - : 凝灰岩
  - : ドレライト



D坑R部 北西壁スケッチ図



試掘坑写真(平成9年撮影)



ブロック資料写真(平成15年採取)



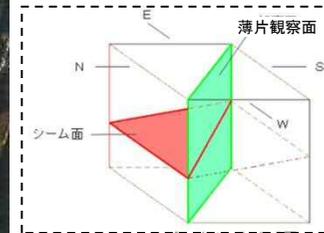
薄片写真(平成15年作製, 平成26年撮影)



B23シーム

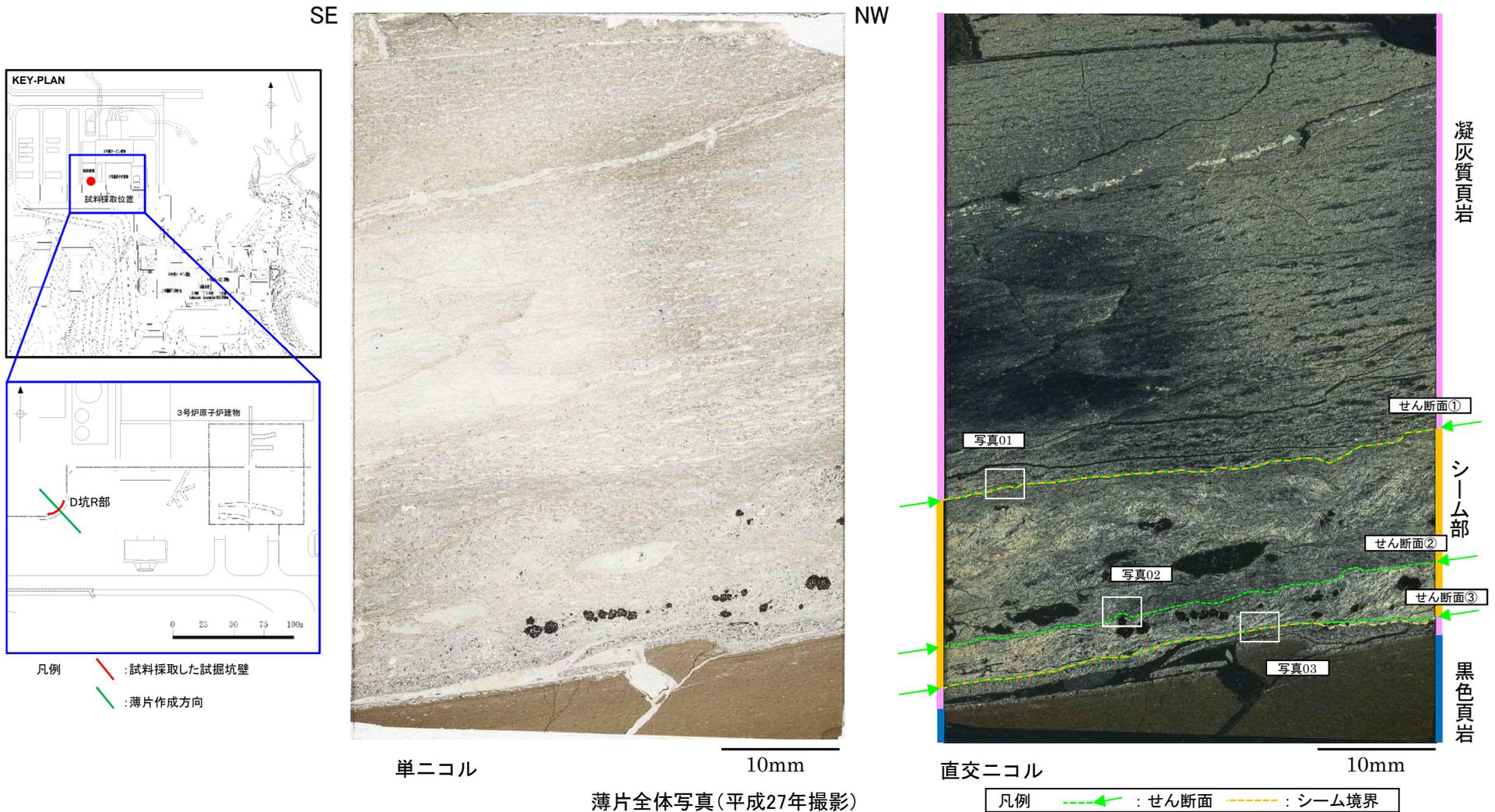


試掘坑サンプリング位置(平成15年撮影)



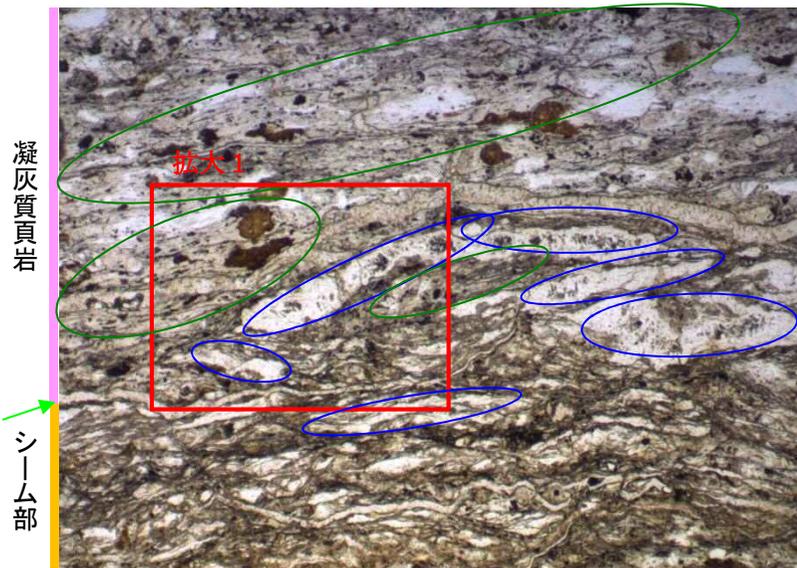
薄片観察概念図

# 薄片観察結果 B23-DR-NW-SE(せん断面の認定)

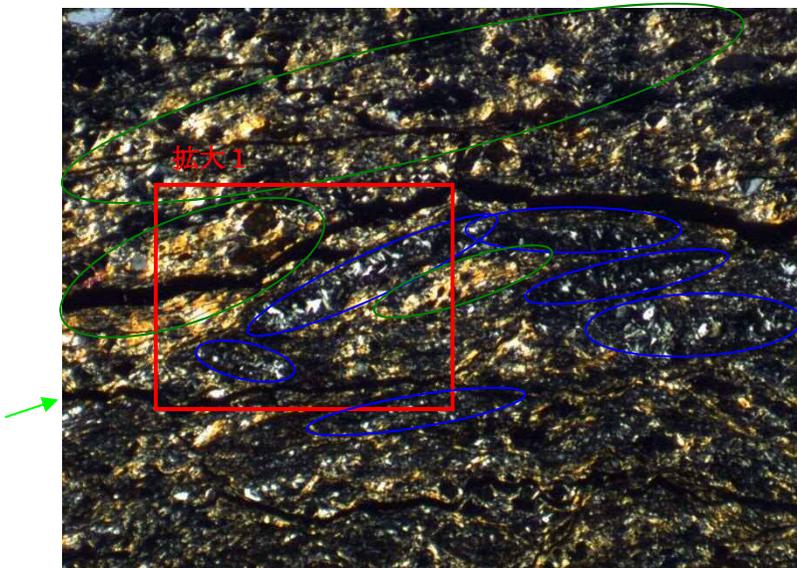


- ・ やや不明瞭ながらも部分的に複合面構造が認められる。
- ・ どのせん断面も連続性に乏しく、不明瞭である。

# 薄片観察結果 B23-DR-NW-SE (鉍物脈とせん断面①との関係) ④9



単ニコル 1mm



直交ニコル 1mm

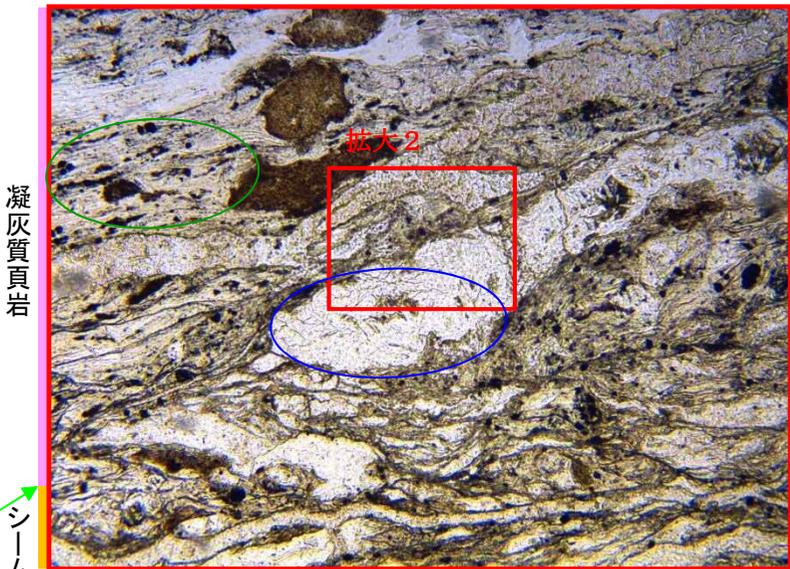
## 【写真01】

- ・せん断面近傍に自形鉍物が広く晶出している (図中の緑丸部分)。
- ・単ニコルで無色, 直交ニコルで高次の黄色であることから, X線回折分析結果を踏まえると, これらの鉍物は, イライト/スメクタイト混合層鉍物と考えられる。
- ・せん断面近傍に自形鉍物が脈状に晶出している (図中青部分)。
- ・単ニコルで無色, 直交ニコルで複屈折が小さく, 消光角も小さいことから, X線回折分析結果を踏まえると, 濁沸石(ローモンタイト)であると考えられる。
- ・濁沸石には, 変位・変形は認められない。

凡例	
	: せん断面
	: 濁沸石
	: イライト/スメクタイト混合層鉍物

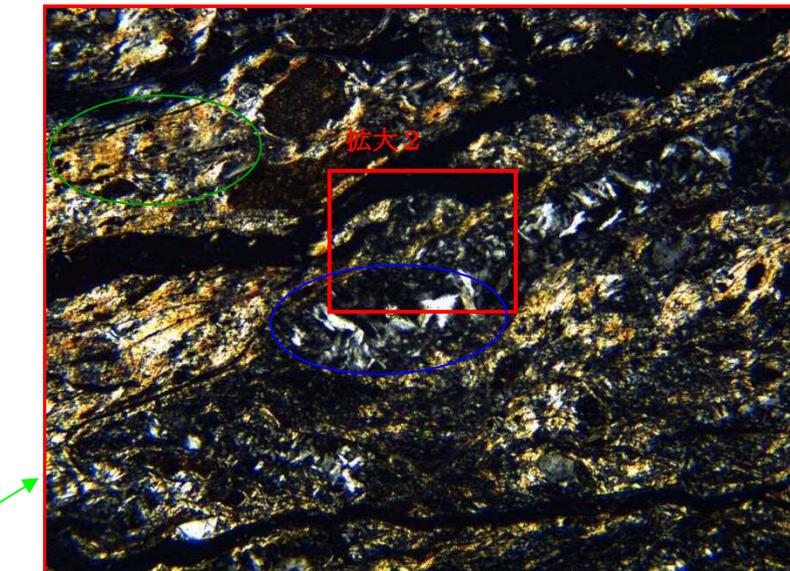
(平成27年撮影)

# 薄片観察結果 B23-DR-NW-SE (鉍物脈とせん断面①との関係) ⑤0



凝灰質頁岩  
単ニコル

0.5mm



直交ニコル

0.5mm

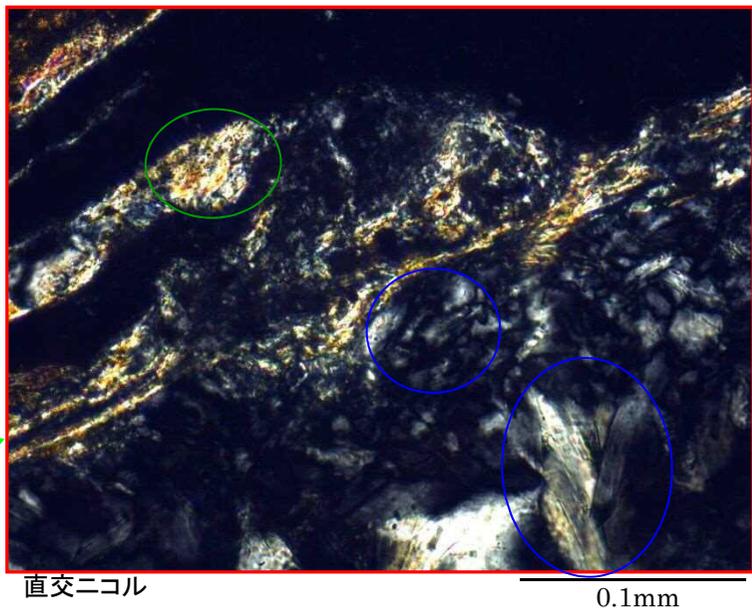
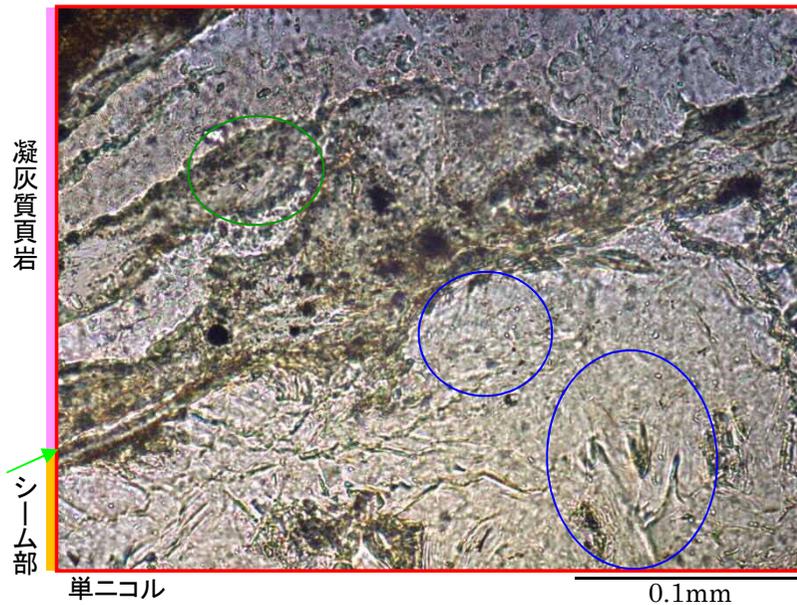
## 【写真01 拡大1】

- ・せん断面近傍に自形鉍物が広く晶出している (図中の緑丸部分)。
- ・単ニコルで無色, 直交ニコルで高次の黄色であることから, X線回折分析結果を踏まえると, これらの鉍物は, イライト/スメクタイト混合層鉍物と考えられる。
- ・せん断面近傍に自形鉍物が脈状に晶出している (図中青丸部分)。
- ・単ニコルで無色, 直交ニコルで複屈折が小さく, 消光角も小さいことから, X線回折分析結果を踏まえると, 濁沸石(ローモンタイト)であると考えられる。
- ・濁沸石には, 変位・変形は認められない。

凡例	←	: せん断面
	○	: 濁沸石
	○	: イライト/スメクタイト混合層鉍物

(平成27年撮影)

# 薄片観察結果 B23-DR-NW-SE (鉍物脈とせん断面①との関係) ⑤1



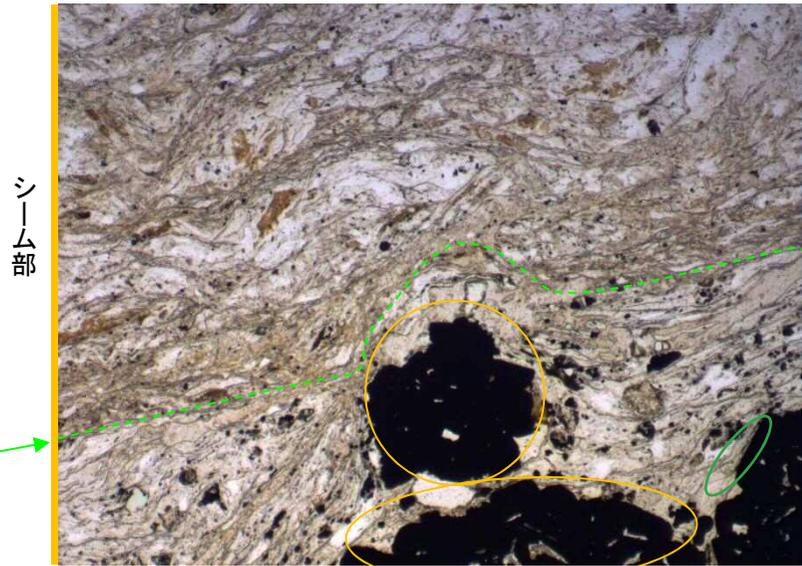
## 【写真01 拡大2】

- ・せん断面近傍に自形鉍物が広く晶出している (図中の緑丸部分)。
- ・単ニコルで無色, 直交ニコルで高次の黄色であることから, X線回折分析結果を踏まえると, これらの鉍物は, イライト/スメクタイト混合層鉍物と考えられる。
- ・せん断面近傍に自形鉍物が脈状に晶出している (図中青丸部分)。
- ・単ニコルで無色, 直交ニコルで複屈折が小さく, 消光角も小さいことから, X線回折分析結果を踏まえると, 濁沸石(ローモンタイト)であると考えられる。
- ・濁沸石には, 変位・変形は認められない。

凡例	←	: せん断面
	○	: 濁沸石
	○	: イライト/スメクタイト混合層鉍物

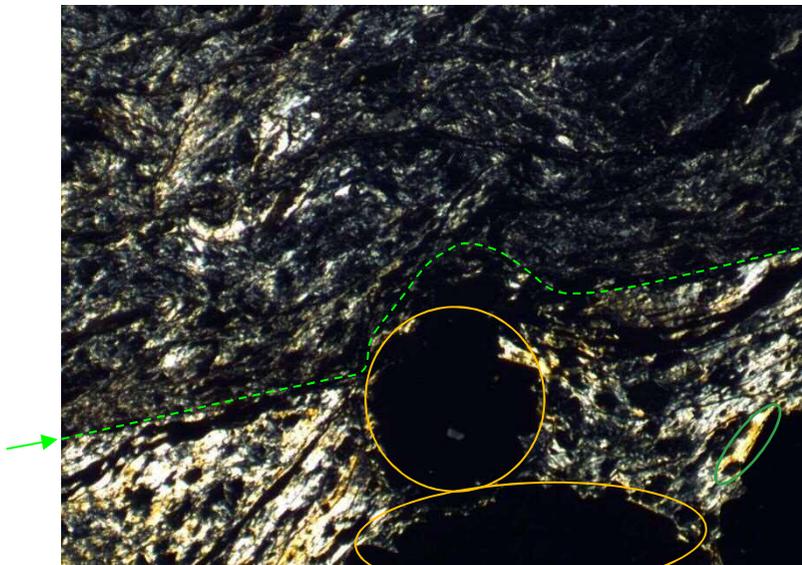
(平成27年撮影)

# 薄片観察結果 B23-DR-NW-SE (鉍物脈とせん断面②との関係) ⑤2



単ニコル

1mm薄片観察面



直交ニコル

1mm

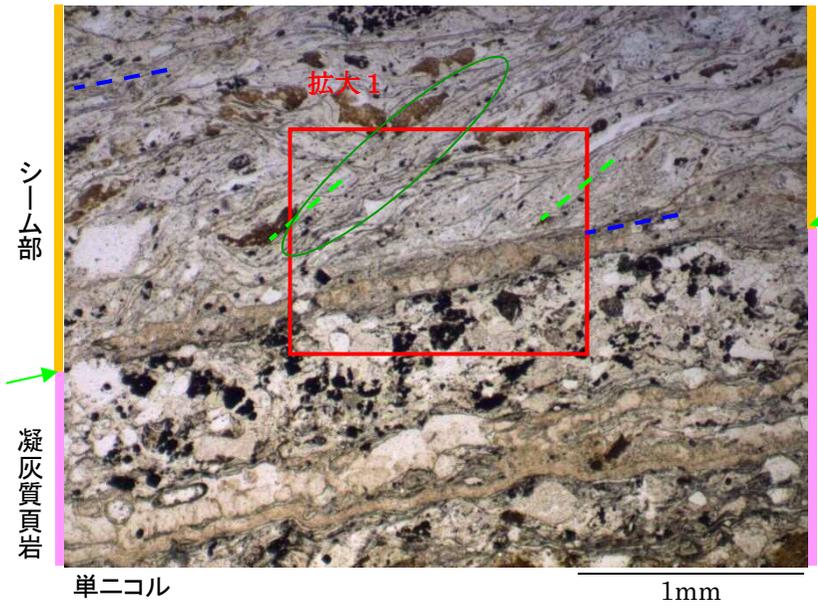
## 【写真02】

- ・せん断面は大きく湾曲している。
- ・せん断面近傍に自形の鉍物が晶出している。
- ・単ニコル，直交ニコルで不透明であり，角張った方角であることから，X線回折分析結果を踏まえると，黄鉄鉍であると考えられる。
- ・黄鉄鉍には，変位・変形は認められない。

凡例	←	：せん断面
	○	：イライト/スメクタイト混合層鉍物
	○	：黄鉄鉍

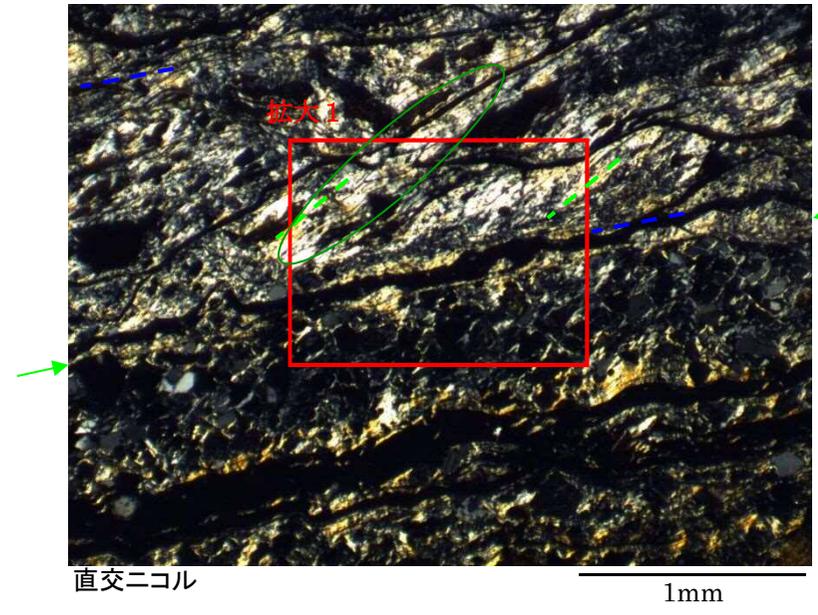
(平成27年撮影)

# 薄片観察結果 B23-DR-NW-SE (鉍物脈とせん断面③との関係) ⑤3



【写真03】

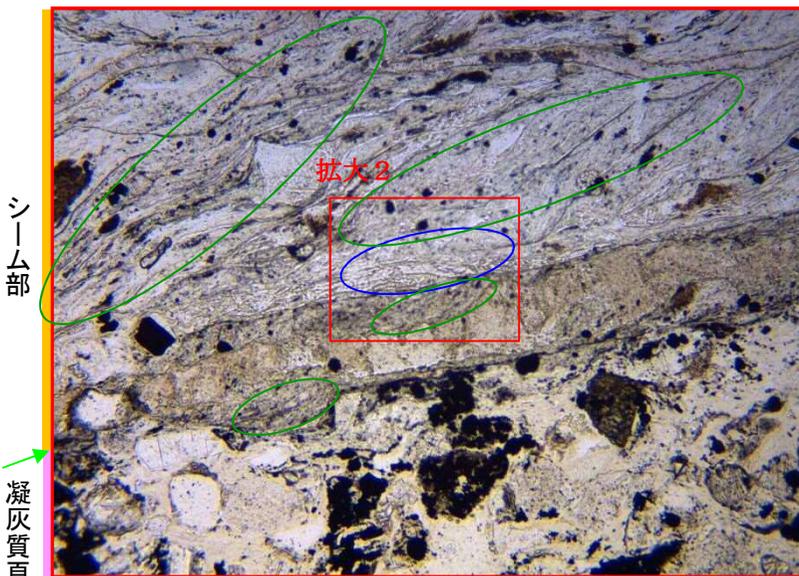
- ・せん断面近傍に自形鉍物が広く晶出している。
- ・単ニコルで無色，直交ニコルで高次の黄色であることから，X線回折分析結果を踏まえると，これらの鉍物は，イライト/スメクタイト混合層鉍物と考えられる。
- ・複合面構造 (P面, Y面) から，見かけ右横ずれであるとされる。



凡例	←	: せん断面
	- - -	: P面
	- - -	: Y面
	○	: イライト/スメクタイト混合層鉍物

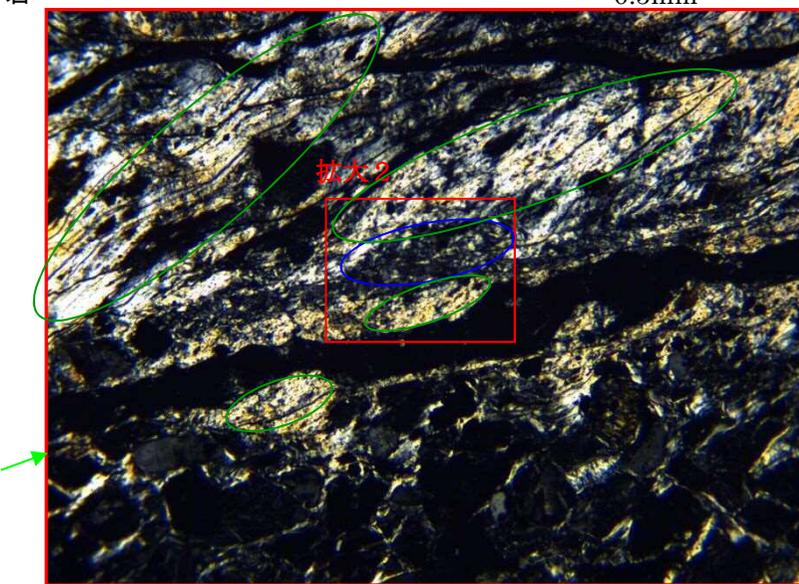
(平成27年撮影)

# 薄片観察結果 B23-DR-NW-SE (鉍物脈とせん断面③との関係) ⑤4



単ニコル

0.5mm



直交ニコル

0.5mm

## 【写真03 拡大1】

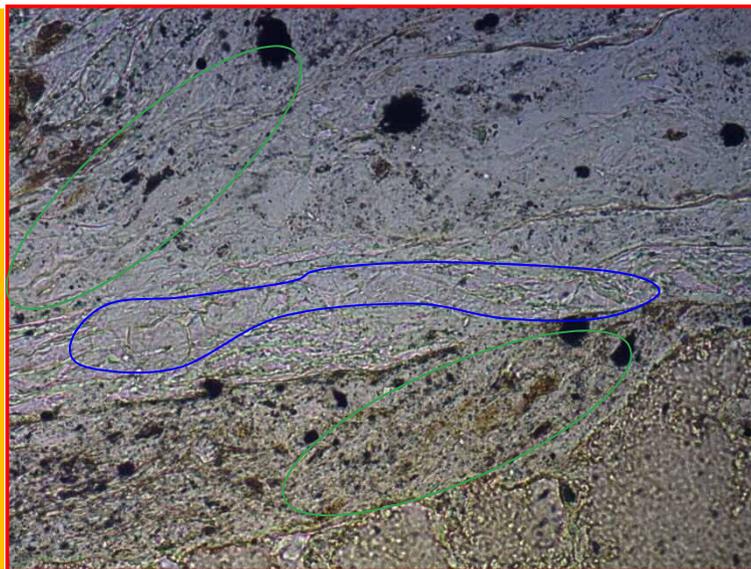
- ・せん断面近傍に自形鉍物が脈状に晶出している(図中青丸部分)。
- ・単ニコルで無色, 直交ニコルで複屈折が小さく, 消光角も小さいことから, X線回折分析結果を踏まえると, 濁沸石(ローモンタイト)であると考えられる。
- ・濁沸石には, 変位・変形は認められない。

凡例	←	: せん断面
	○	: イライト/スメクタイト混合層鉱物
	○	: 濁沸石

(平成27年撮影)

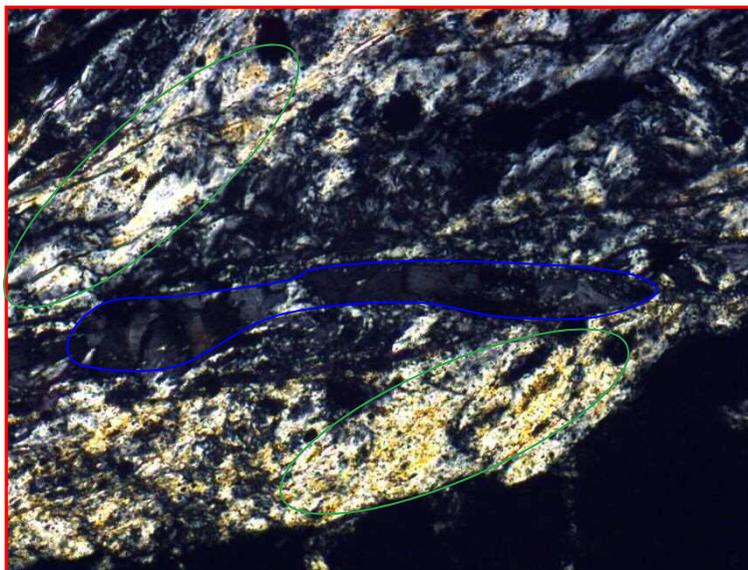
# 薄片観察結果 B23-DR-NW-SE (鉍物脈とせん断面③との関係) 55

シーム部



単ニコル

0.1mm



直交ニコル

0.1mm

## 【写真03 拡大2】

- ・せん断面近傍に自形鉍物が脈状に晶出している (図中青丸部分)。
- ・単ニコルで無色, 直交ニコルで複屈折が小さく, 消光角も小さいことから, X線回折分析結果を踏まえると, 濁沸石(ローモンタイト)であると考えられる。
- ・濁沸石には, 変位・変形は認められない。

- |    |   |                    |
|----|---|--------------------|
| 凡例 | ← | : せん断面             |
|    | ○ | : イライト/スメクタイト混合層鉍物 |
|    | ○ | : 濁沸石              |

(平成27年撮影)

# イライト/スメクタイト混合層鉱物の構成比 分析結果の妥当性(1)

## <文献調査結果（粘土層構造の推定方法）>

### 粘土層構造の推定方法

#### <東(2004)<sup>(1)</sup>>

- ・混合層構造は成分層の比率と積層タイプ(連結の仕方)に確率論を導入することでより厳密な解析が可能
- ・上記の解析結果に基づいて雲母/スメクタイト成分比と基本的な積層タイプ区分が即座に判定できる便利な判定図も公表されている(渡辺, 1986)。

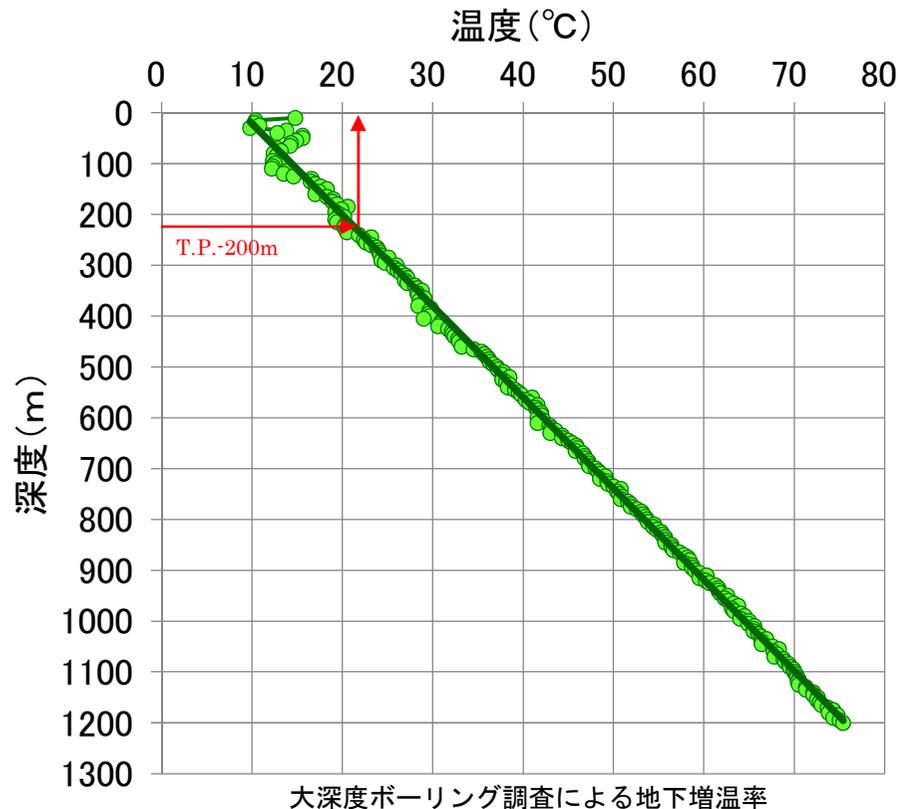
#### <佐藤ほか(1990)<sup>(2)</sup>, 中川(2009)<sup>(3)</sup>>

- ・渡辺(1986)を用いたイライト/スメクタイト混合層鉱物の成分比と積層タイプを検討している。

- ・東(2004)によると, 渡辺(1986)の判定図による粘土層構造の推定法は, イライト/スメクタイト混合層鉱物の構成比及び積層タイプを判別できる判定図であるとされている。
- ・佐藤ほか(1990)及び中川(2009)によると, 渡辺(1986)の手法を用い, イライト/スメクタイト混合層鉱物の成分比と積層タイプを検討している。



# 敷地内における現在の地下増温率



## 「熱水」の定義

<東(2004)>

- ・一般的には $3^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ の地下増温率に相当する地温よりも高温の水を熱水として考えればよいことになる。

<新版 地学辞典(1993)>

- ・熱水の温度は $50\sim 800^{\circ}\text{C}$ 、溶液成分は $\text{Na}\cdot\text{K}\cdot\text{Ca}\cdot\text{Cl}$ を主とし、全重量濃度3%程度から50%を超えるものまでである。

- ・大深度ボーリング調査結果では、地下増温率は約 $5.4^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ で一定であり、敷地内においてシームを確認した範囲（T.P.-200m程度まで）の地温は約 $10\sim 20^{\circ}\text{C}$ である。
- ・B23シームを対象とした薄片試料で認められる鉱物は約 $190\sim 250^{\circ}\text{C}$ の高温域で生成されたと考えられることから、これらの鉱物は現在の環境で生成したものではないと考えられる。

## 参考文献

---

- (1) 東正治(2004): 熱水鉱床と粘土鉱物, 粘土科学, 第43巻, 第4号, pp.219-227.
- (2) 佐藤努・藤井美香・渡辺隆・大塚良平(1980): スメクタイトのイライト化に伴う膨張層の変化, 鉱物学雑誌, 第19巻特別号, pp.17-22.
- (3) 中川聖子・益田晴恵・奥平敬元・千葉仁(2009): 南海トラフODP Site 808の火山灰層の自生粘土鉱物とその酸素同位体比から推定した生成条件, 地球化学, pp.1-13.

島根原子力発電所  
現地調査(敷地の地質・地質構造)  
(コメント回答)

---

平成27年4月24日  
中国電力株式会社

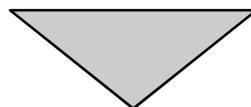
# 現地調査における主なコメント

: 本日回答分

1

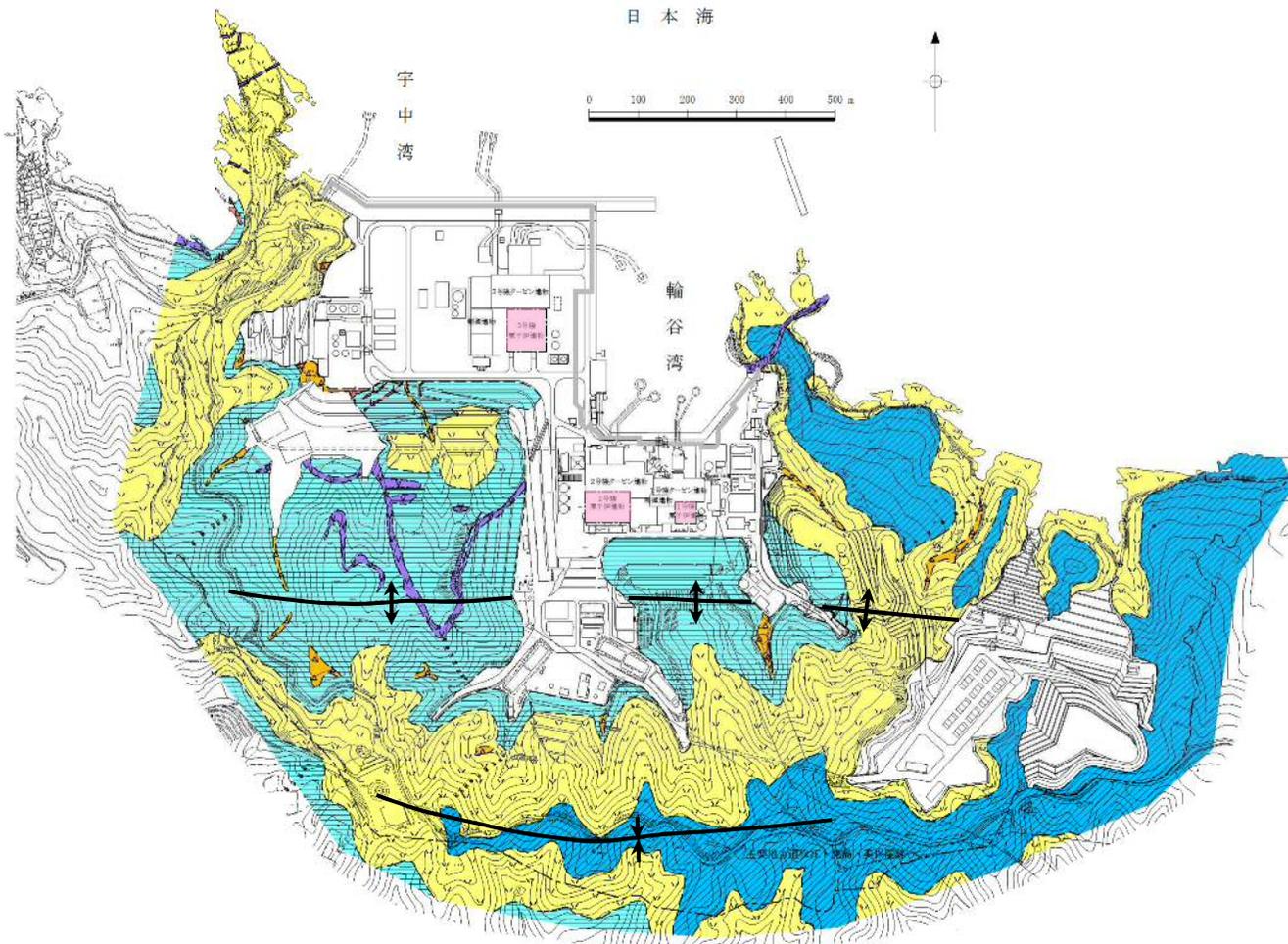
No.	コメント要旨	コメントを受けた 審査会合	頁
1	斜面部に認められる過褶曲の成因について検討すること。	平成27年2月5, 6日 現地調査	2
2	背斜軸付近の地質・地質構造が確認できる法面等の写真を提示すること。	平成27年2月5, 6日 現地調査	11
3	シーム確認ピット, 海岸露頭等において, NW-SE方向の節理が卓越するように見えるため, 2000年鳥取県西部地震との関連も含め, 成因を検討すること。	平成27年2月5, 6日 現地調査	15
4	1号放水口付近の海岸露頭で認められる貫入岩について, 周辺岩盤との接触部も含めて, 性状を確認すること。	平成27年2月5, 6日 現地調査	22
5	この地域における岩脈の貫入方向の特徴について整理すること。	平成27年2月5, 6日 現地調査	28
6	シーム確認ピット, 3号剥ぎ取り箇所等に分布するドレライトについて, 岩種区分を再検討すること。	平成27年2月5, 6日 現地調査	33

No.	コメント要旨
1	斜面部に認められる過褶曲の成因について検討すること。



回答方針
・文献調査結果等を踏まえ，過褶曲の成因について検討する。

# 敷地の地質・地質構造



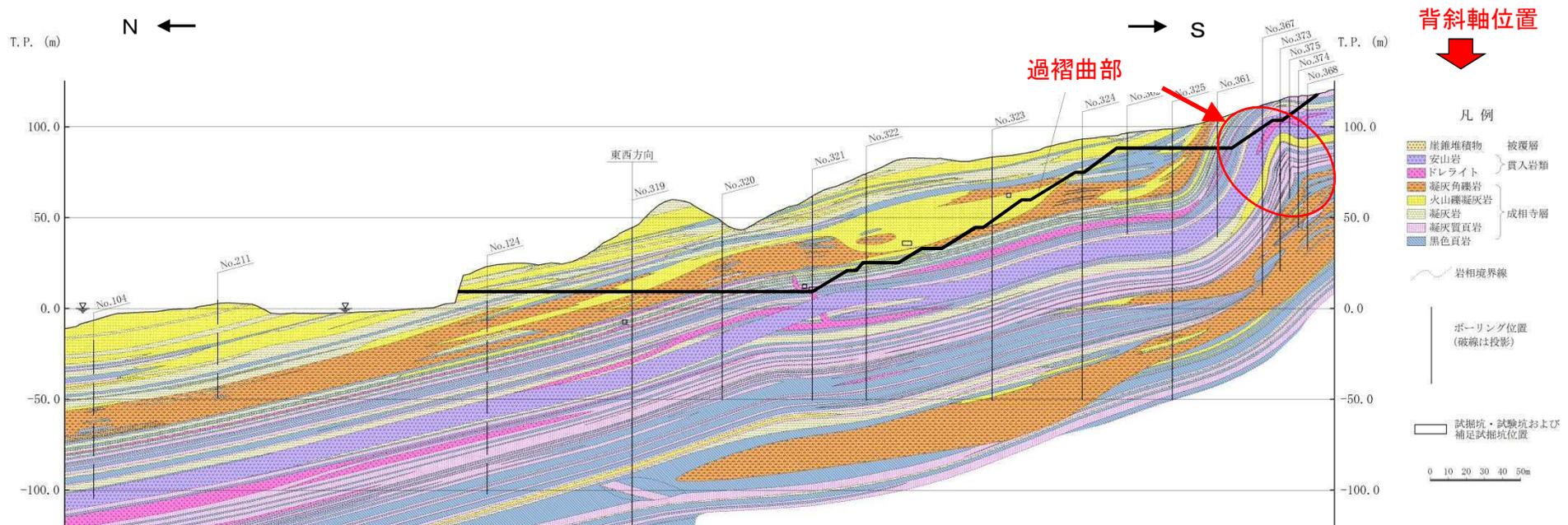
凡 例

地質時代	地層名	主要構成地質	
第四紀 完新世	被覆層	盛土	礫混り砂質土・礫混り粘性土
		崖錐堆積物	礫混り砂質土・礫混り粘性土
新第三紀 中新世 成相寺層	貫入岩類	安山岩	▽▽▽
		ドレライト	△△△
	上部頁岩部層	黒色頁岩	■
	火砕岩部層	凝灰岩・凝灰角礫岩	▽▽▽
	下部頁岩部層	黒色頁岩・凝灰質頁岩	■

- 地質境界線
- 敷地境界線
- ↕ 背斜軸
- ↕ 向斜軸
- 原子炉建物設置位置

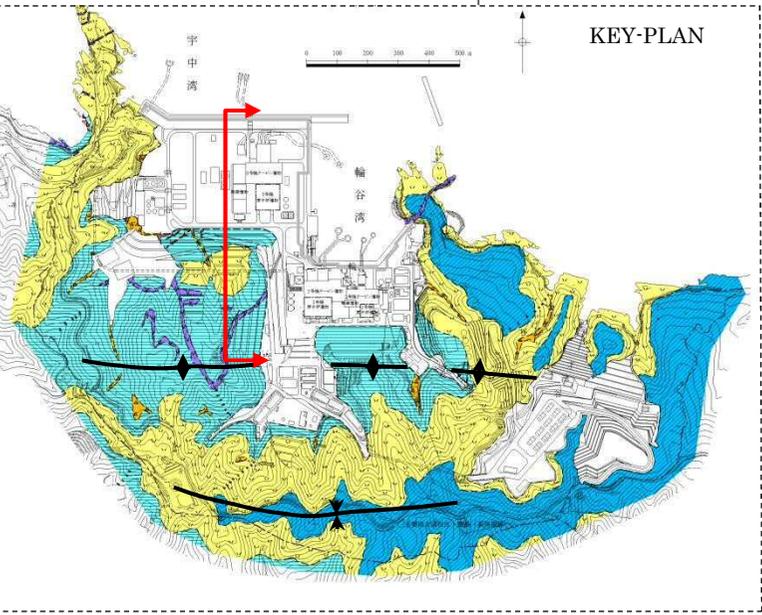
- ・敷地の地質は、新第三紀中新世の堆積岩類から成る成相寺層と貫入岩類及びそれらを覆う第四系の崖錐堆積物等から構成される。
- ・敷地の南方には、ほぼ東西方向の軸を持つ背斜構造が認められ、大局的には10～20°程度の緩やかな傾斜を示す。

# 背斜軸付近の地質構造



- 背斜軸位置
- 凡例
- 被覆層
    - 崖堆積物
    - 安山岩
    - 貫入岩類
  - 成相寺層
    - 凝灰角礫岩
    - 火山礫凝灰岩
    - 凝灰岩
    - 凝灰質頁岩
    - 黑色頁岩
  - 岩相境界線
  - ボーリング位置 (破線は投影)
  - 試験坑・試験坑および補正試験坑位置
- 0 10 20 30 40 50m

- 凡例
- 地質境界線
  - 敷地境界線
  - 背斜軸
  - 向斜軸
  - 原子炉建物設置位置



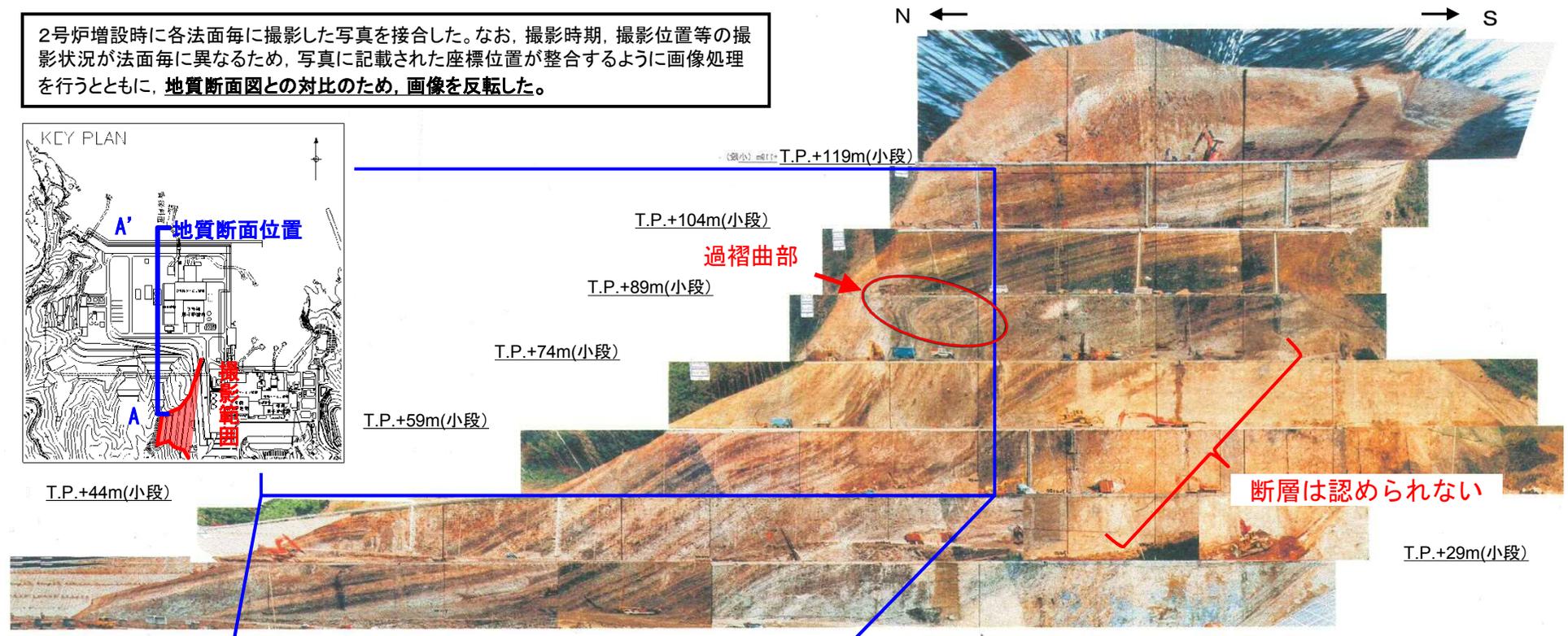
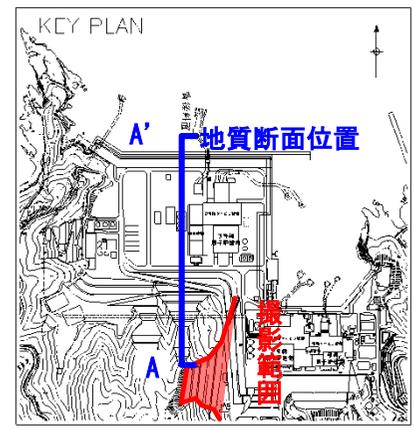
・ボーリング調査の結果、背斜軸の北側において、過褶曲部が確認された。

凡例

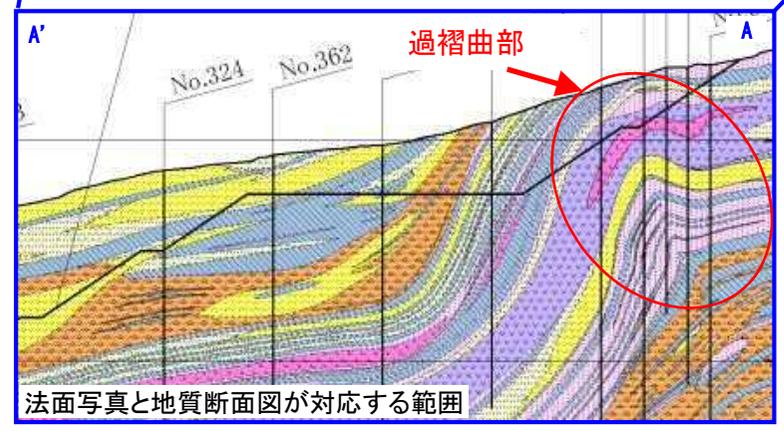
地質時代	地層名	主要構成地質	
第四紀 完新世	被覆層	盛土	礫混り砂質土・礫混り粘性土
		崖堆積物	礫混り砂質土・礫混り粘性土
新第三紀 中新世	貫入岩類		安山岩
			ドレライト
	成相寺層	上部頁岩部層	黑色頁岩
		火砕岩部層	凝灰岩・凝灰角礫岩
	下部頁岩部層	黑色頁岩・凝灰質頁岩	

# 過褶曲部の法面写真

2号炉増設時に各法面毎に撮影した写真を接合した。なお、撮影時期、撮影位置等の撮影状況が法面毎に異なるため、写真に記載された座標位置が整合するように画像処理を行うとともに、地質断面図との対比のため、画像を反転した。



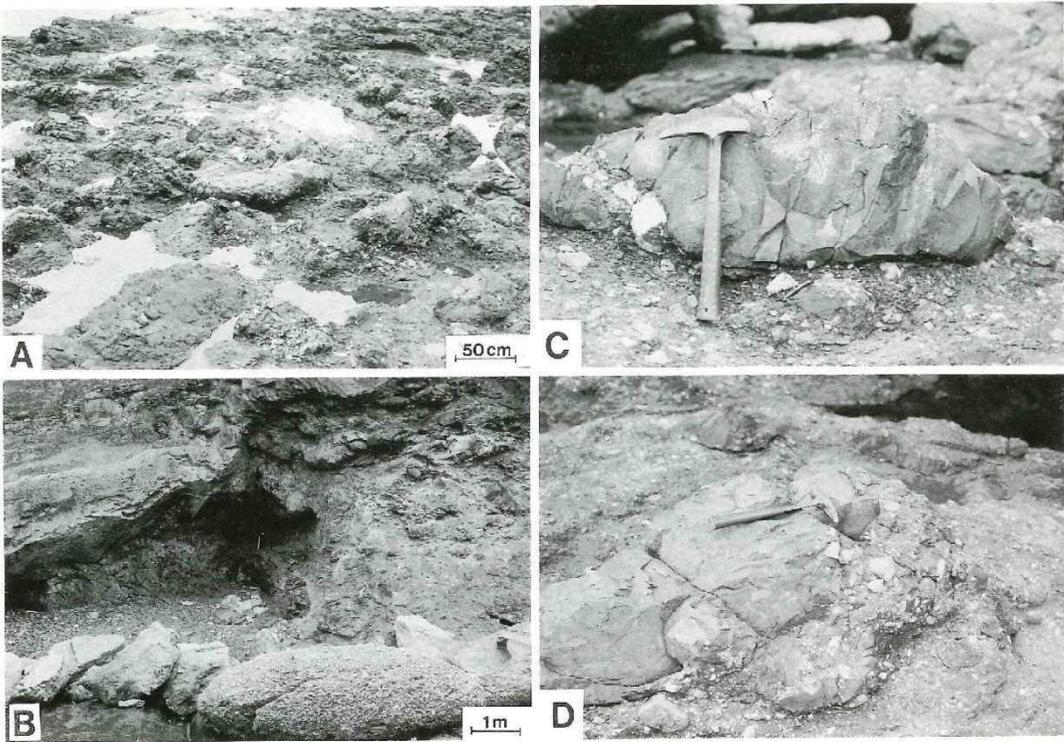
- 凡例
- 崖錐堆積物 被覆層
  - 安山岩 貫入岩類
  - ドレライト 貫入岩類
  - 凝灰角礫岩 成相寺層
  - 火山礫凝灰岩 成相寺層
  - 凝灰岩 成相寺層
  - 凝灰質頁岩 成相寺層
  - 黒色頁岩 成相寺層
  - 岩相境界線



・2号炉増設に係る敷地造成時の法面写真では、ボーリング調査において確認された過褶曲と同様の構造が認められる。

・過褶曲部の下位の地層はゆるやかな傾斜を示し、断層は認められない。

# 文献調査結果及び露頭調査結果(敷地近傍におけるスランプ層の分布)



A: スランプで干切れた泥岩岩塊。その長軸は一定方向に並ぶ傾向がある。 B: 地滑り堆積物中のスランプ褶曲(地すべり岩塊を主とする堆積物の上面とその左側に見ることができる)。 C: 泥岩岩塊、一部が割れてその中に基質の細かい岩片が入り込んでいる。 D: 泥岩岩塊、表面に基質の岩片がへばりついている。

鹿野・中野(1986)<sup>(1)</sup>に一部加筆

成相寺層の海底地すべり堆積物(片句東方の露頭の東岸)



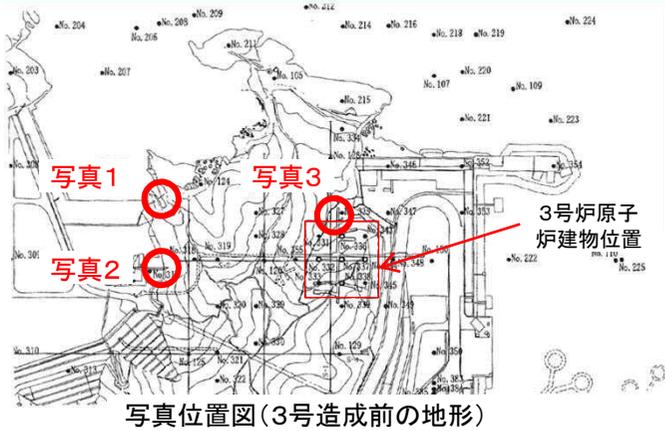
出典: 地理院地図(国土地理院HP)に一部加筆



成相寺層のスランプ褶曲(手結の露頭)

- ・鹿野・中野(1986)によると、成相寺層中の火砕岩・泥質岩は、噴火や地震のたびに、あるいは重力により不安定になり、沈下・再堆積したとされている。
- ・鹿野・中野(1986)によると、敷地近傍の片句付近の海岸において、泥岩の地すべり堆積物中に、泥岩シートのスランプ褶曲が認められるとされている。
- ・敷地近傍の露頭踏査の結果、手結付近の海岸露頭において、黒色頁岩を主体としたスランプ褶曲が認められる。

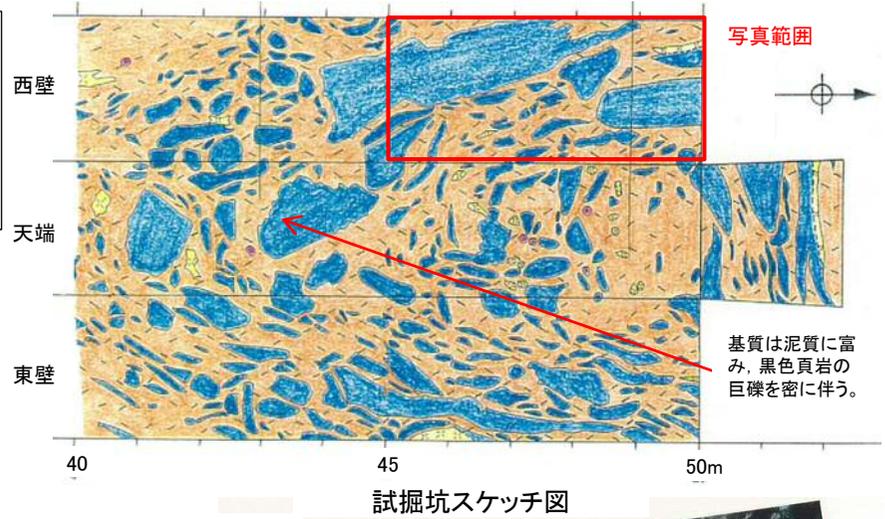
# 試掘坑調査及び露頭調査結果(敷地内におけるスランプ層の分布)



写真位置図(3号造成前の地形)

凡例

	: 黑色頁岩
	: 凝灰角礫岩
	: 凝灰岩
	: ドレライト



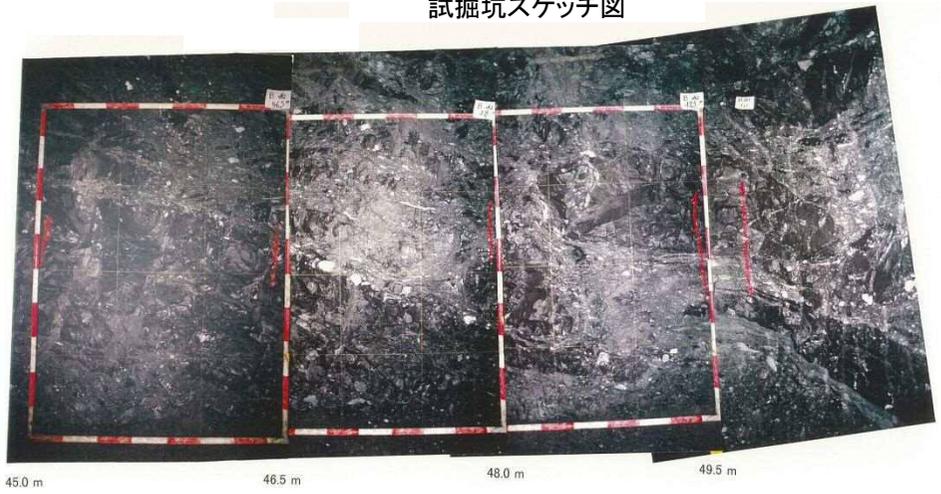
試掘坑スケッチ図



【写真1】  
火山灰～火山礫の基質に巨礫が混入している。



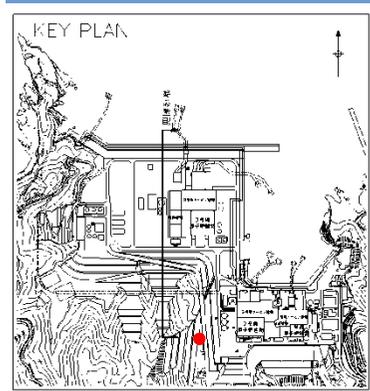
【写真2】  
凝灰質の基質中に数10cm～数m規模の黑色頁岩の巨礫を取り込んでいる。



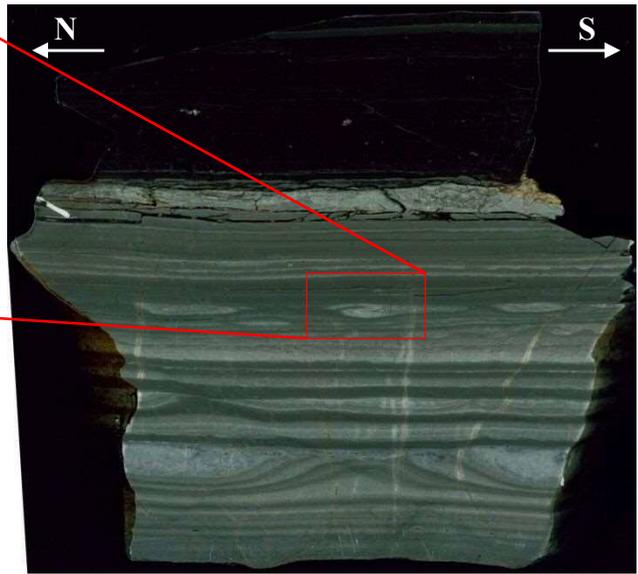
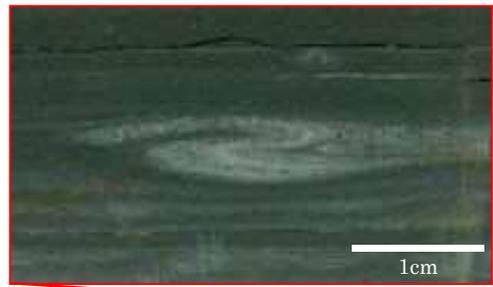
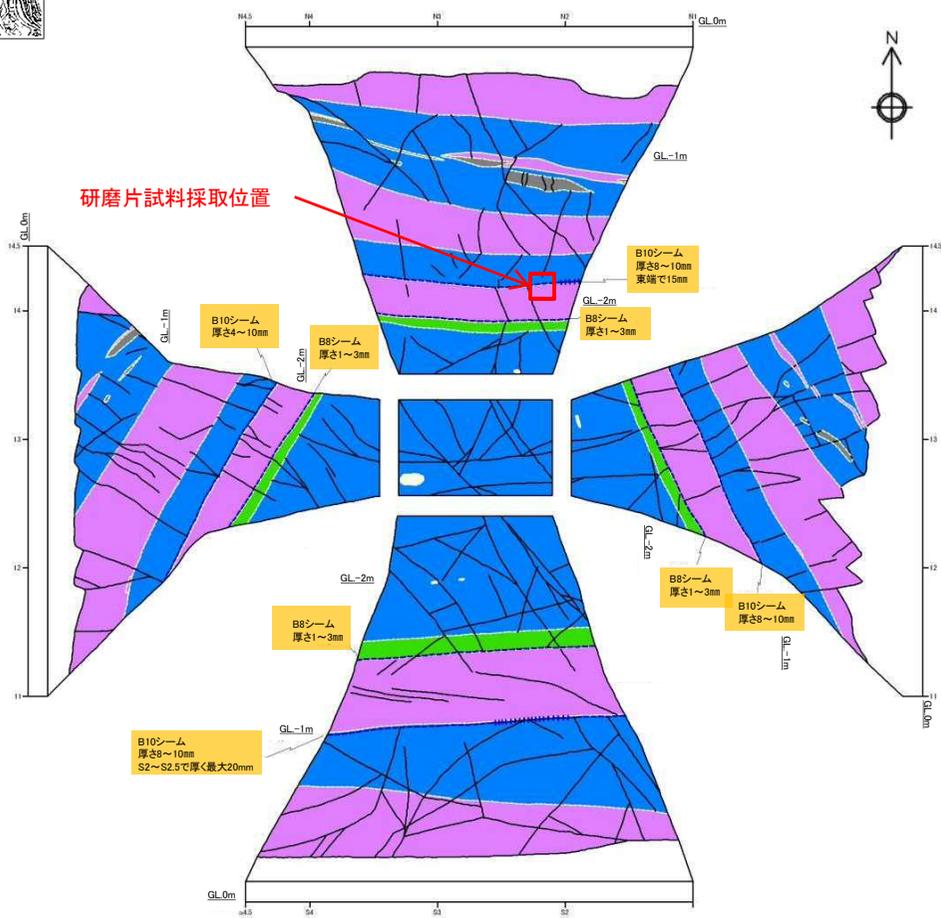
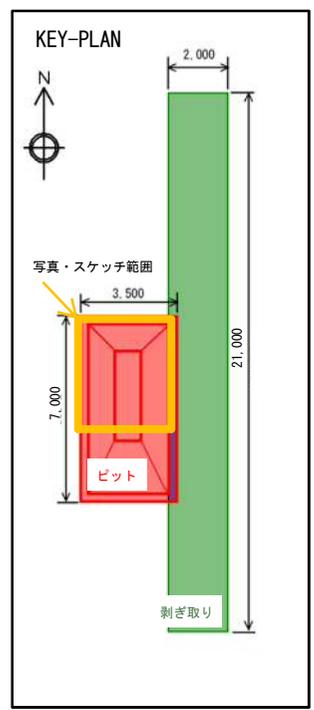
【写真3】試掘坑写真

・敷地内においても、凝灰質～火山礫からなる基質と黑色頁岩の角礫等で構成されるスランプ層が多数認められる。

# シーム確認ピットにおける未固結時の変形構造



ピット位置図



敷地内ピットから採取した研磨片

・過褶曲部が認められた斜面近傍のシーム確認ピットにおいて、研磨片を作製して観察した結果、小規模な変形構造が確認された。

・この変形構造は、上下層に変位が認められないことから、未固結時に生じたものと考えられる。

- ・敷地内の背斜軸北側において過褶曲部が認められるが、過褶曲部の下位の地層はゆるやかな傾斜を示し、断層は認められない。
- ・露頭調査、文献調査等の結果、敷地近傍及び敷地内において、多数のスランプ層及びスランプ褶曲が認められている。
- ・過褶曲部が認められた斜面近傍のシーム確認ピットにおける研磨片観察の結果、未固結時に生じたものと考えられる小規模な変形構造が確認された。

以上のことから、背斜軸北側に認められる過褶曲部の成因は明確ではないものの、新第三紀中新世の未固結時に発生した海底地すべりに伴うスランプ褶曲とも考えられる。

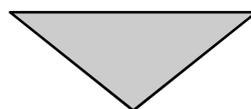
## (参考)スランプ褶曲の形成

### スランプ褶曲の定義

【狩野・村田（1998）<sup>(2)</sup>】

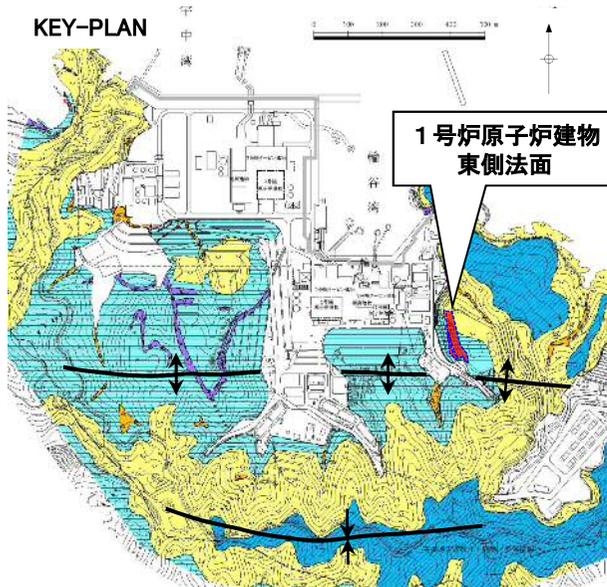
- ・スランプ褶曲は、海底地すべりによって移動した地層が最終的に停止するときに、後ろから押されて圧縮されることによって形成される。
- ・スランプ褶曲は、未固結時の流動変形であることと、上面が自由空間となる水圏と接しているために、褶曲軸や軸面が褶曲していたり、波長が一定しなかったり、褶曲の形が不規則であったり、褶曲した地層の厚さの変化が著しかったりする。

No.	コメント要旨
2	背斜軸付近の地質・地質構造が確認できる法面等の写真を提示すること。



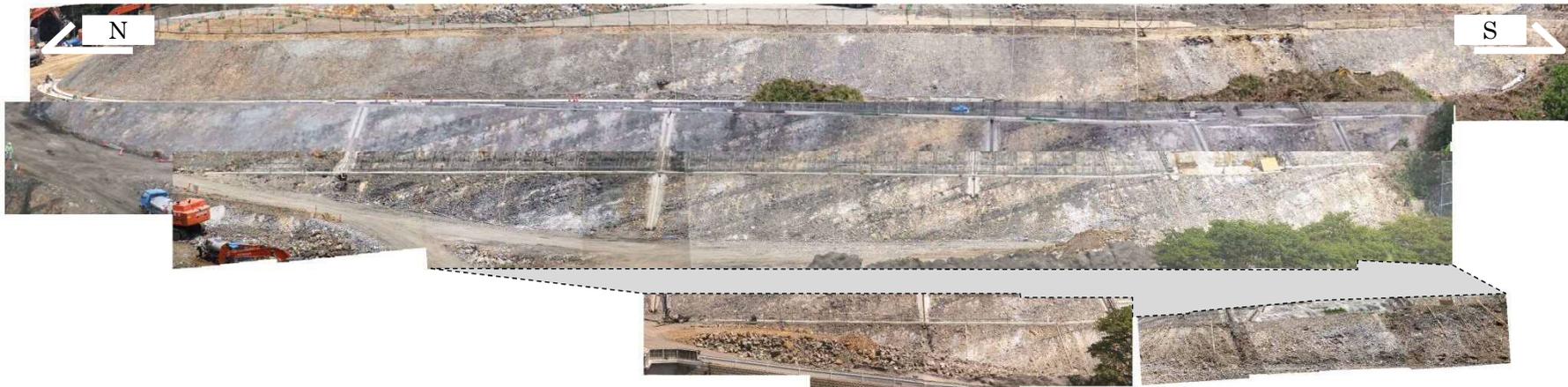
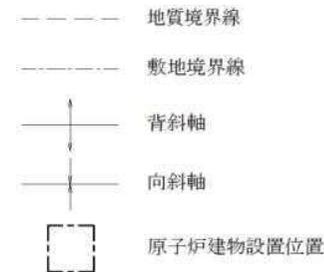
回答方針
・背斜軸付近で造成工事中に撮影した掘削面の写真を提示する。

# 背斜軸付近の地質・地質構造(1)



凡 例

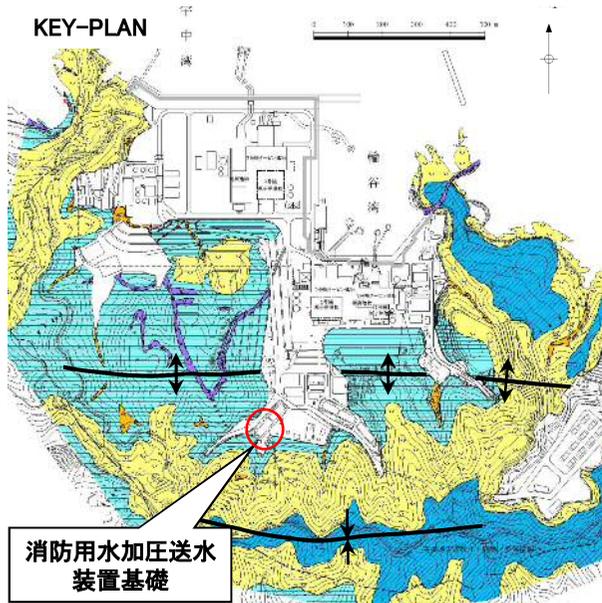
地質時代		地 層 名		主要構成地質	
新 第 四 紀	完 新 世	被 覆 層	盛 土	礫混り砂質土・礫混り粘性土	
			崖錐堆積物	礫混り砂質土・礫混り粘性土	▲ ▲ ▲ ▲
新 生 代	中 新 世	貫 入 岩 類	安山岩		▽ ▽ ▽ ▽
			ドレライト		■ ■ ■ ■
		成 相 寺 層	上部頁岩部層	黒色頁岩	■ ■ ■ ■
		火砕岩部層	凝灰岩・凝灰角礫岩	▽ ▽ ▽ ▽	
		下部頁岩部層	黒色頁岩・凝灰質頁岩	■ ■ ■ ■	



1号炉原子炉建物東側法面の写真（平成25年撮影）

・ 背斜軸北側の1号原子炉建物東側法面では、地層はほぼ東西走向で、緩やかな北傾斜を示す。

# 背斜軸付近の地質・地質構造(2)



凡例

地質時代	地層名		主要構成地質		
新 第四紀	完 新 世	被 覆 層	盛 土	礫混り砂質土・礫混り粘性土	
			崖錐堆積物	礫混り砂質土・礫混り粘性土	▲ ▲ ▲ ▲
新 生 代	中 新 世	貫 入 岩 類	安山岩		V V V V
			ドレライト		L L L L
	成 相 寺 層	上部頁岩部層	黒色頁岩		
		火砕岩部層	凝灰岩・凝灰角礫岩		V V V V
		下部頁岩部層	黒色頁岩・凝灰質頁岩		

----- 地質境界線

----- 敷地境界線

↑ ↓ 背斜軸

↑ ↓ 向斜軸

□ 原子炉建物設置位置



消防用加圧送水装置基礎底面の写真（平成23年撮影）

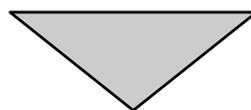
・ 背斜軸の南側の消防用加圧水装置基礎底面では、地層はほぼ東西走向で、緩やかな南傾斜を示す。

- ・ 背斜軸北側の1号原子炉建物東側法面では、地層はほぼ東西走向で、緩やかな北傾斜を示す。
- ・ 背斜軸の南側の消防用加圧水装置基礎底面では、地層はほぼ東西走向で、緩やかな南傾斜を示す。

以上のことから、敷地の地質構造は、背斜構造に対応した傾斜を示す。

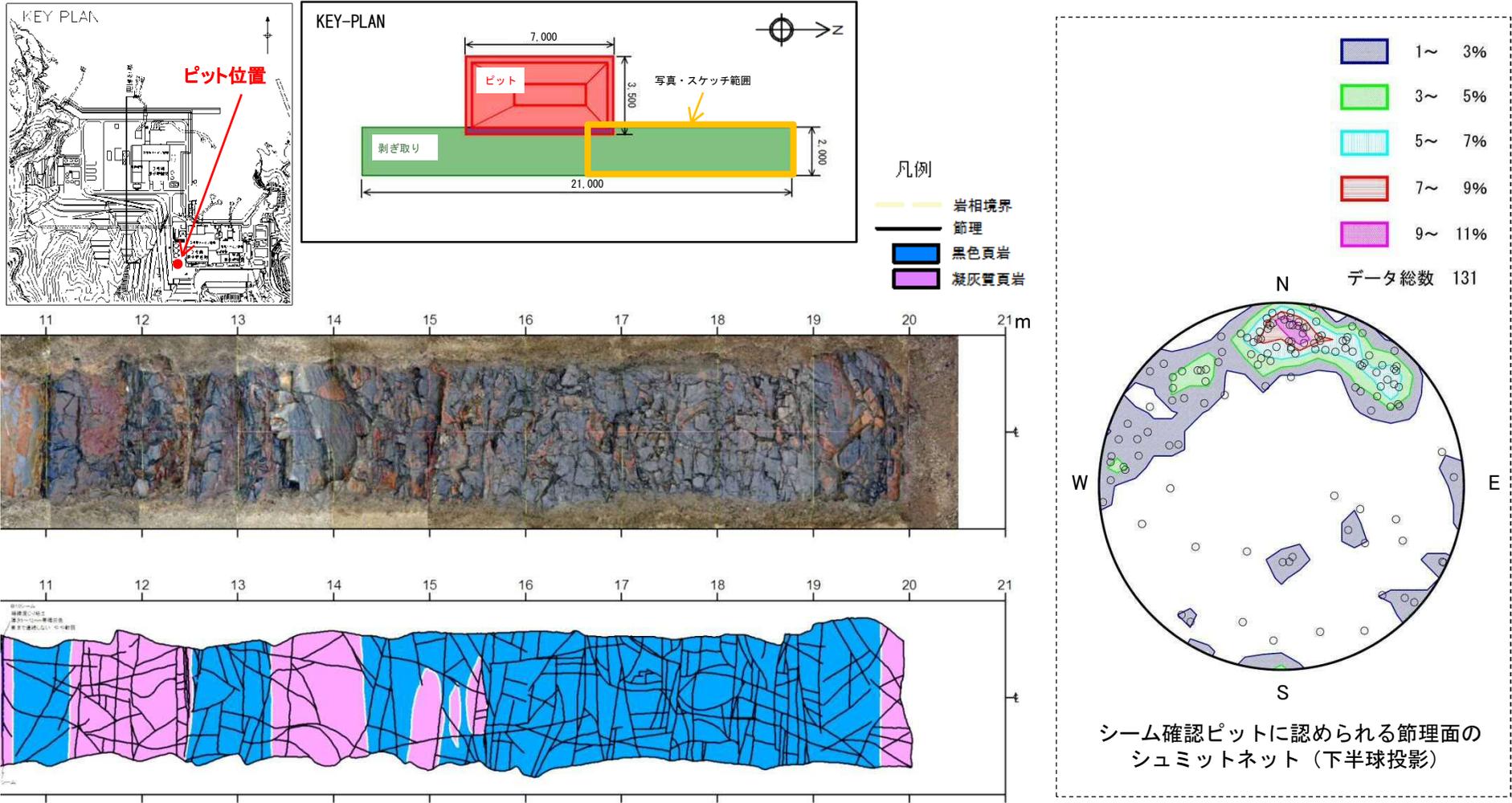
## コメントNo.3

No.	コメント要旨
3	シーム確認ピット，海岸露頭等において，NW-SE方向の節理が卓越するように見えるため，2000年鳥取県西部地震との関連も含め，成因を検討すること。



回答方針
・シーム確認ピット及び海岸露頭における節理の方向を整理し，成因について検討する。

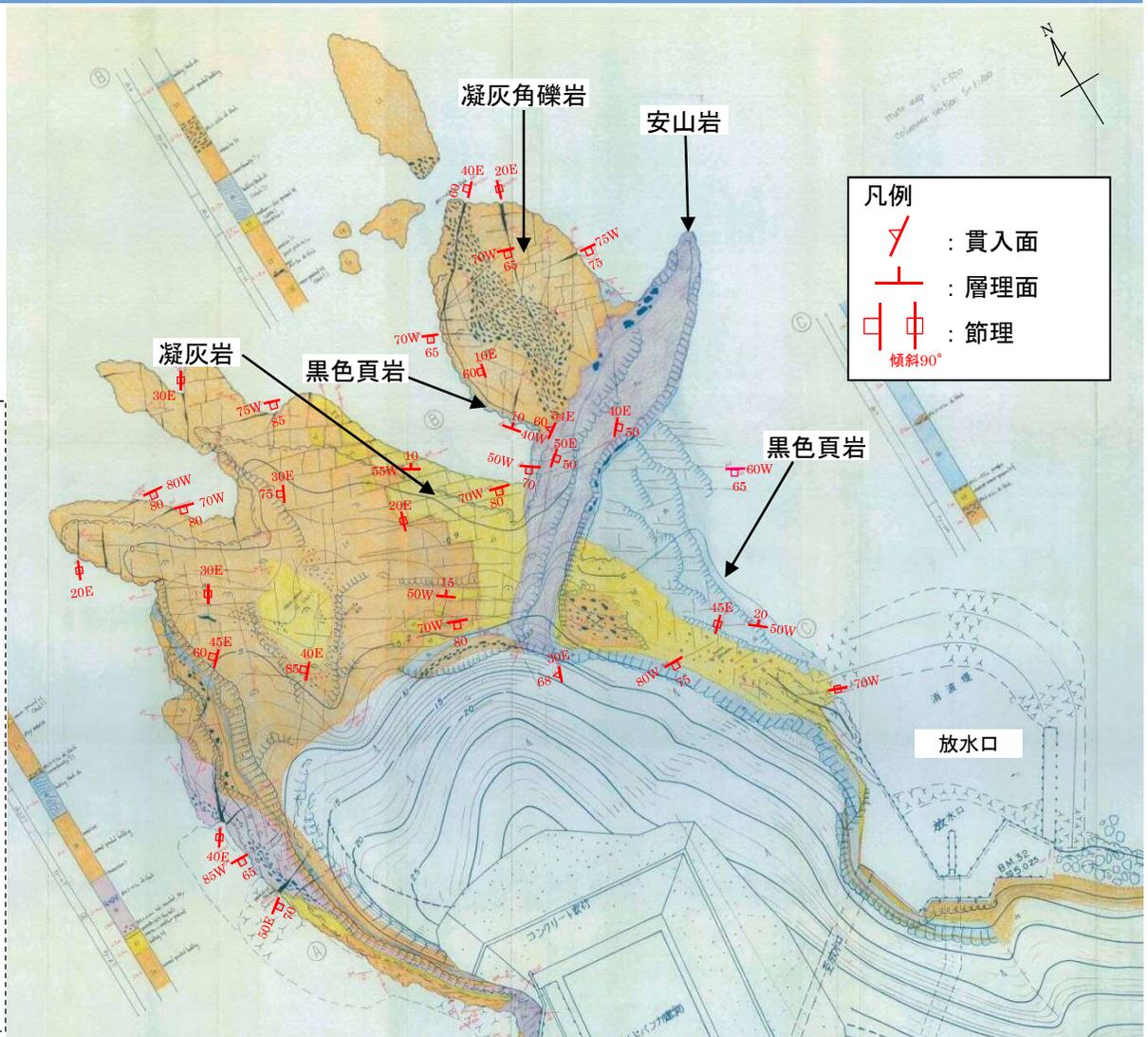
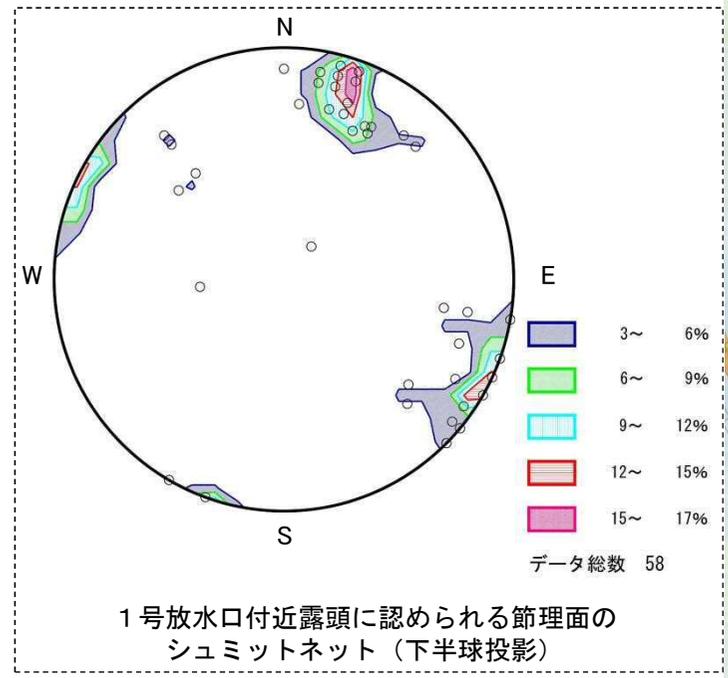
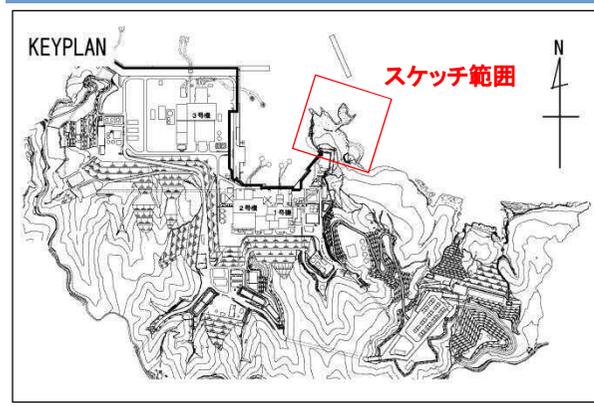
# 節理の状況(シーム確認ピット)



シーム確認ピットの剥ぎ取り箇所の写真等 (平成27年掘削, 撮影)

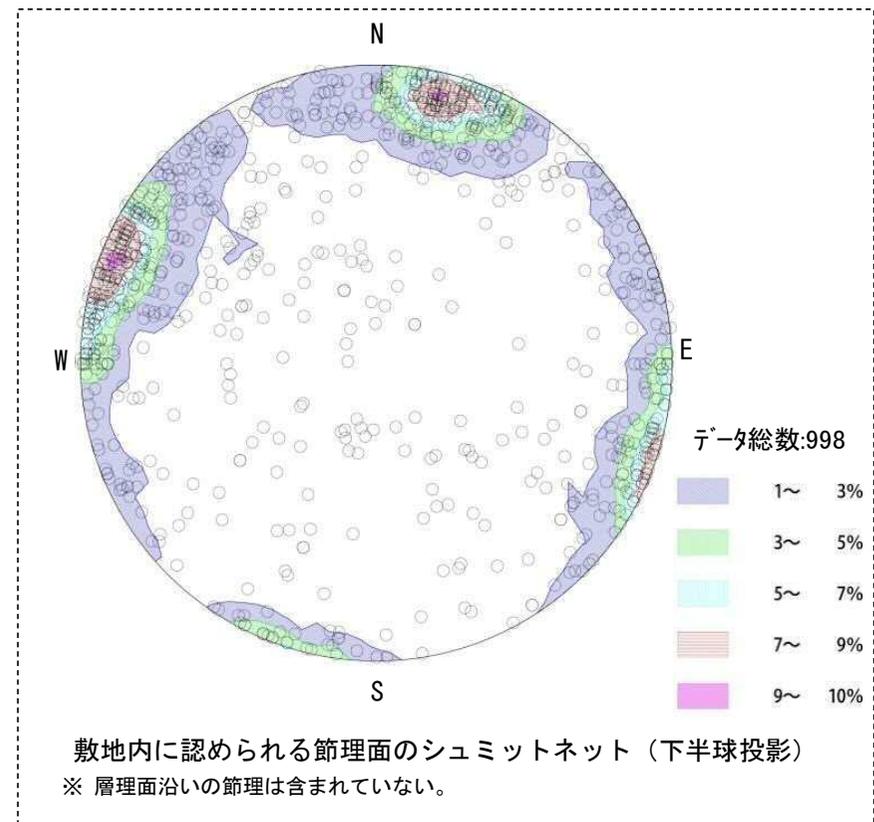
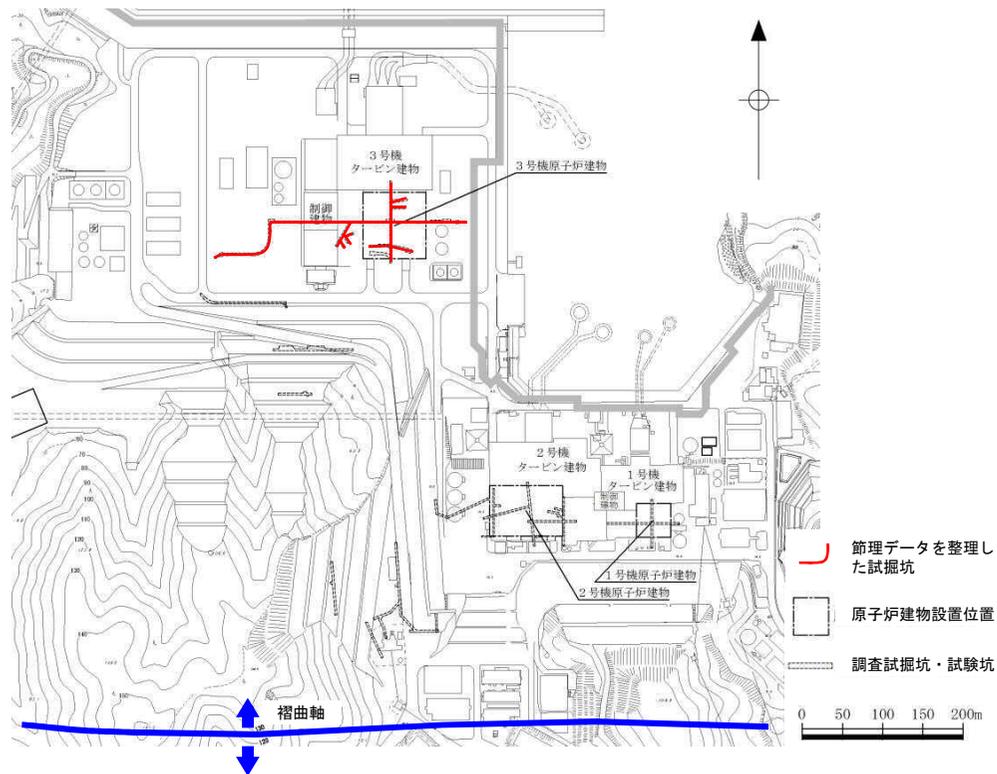
・シーム確認ピットにおける節理群は、概ねE-W系の高角節理が卓越する。

# 節理の状況(1号放水口付近露頭)



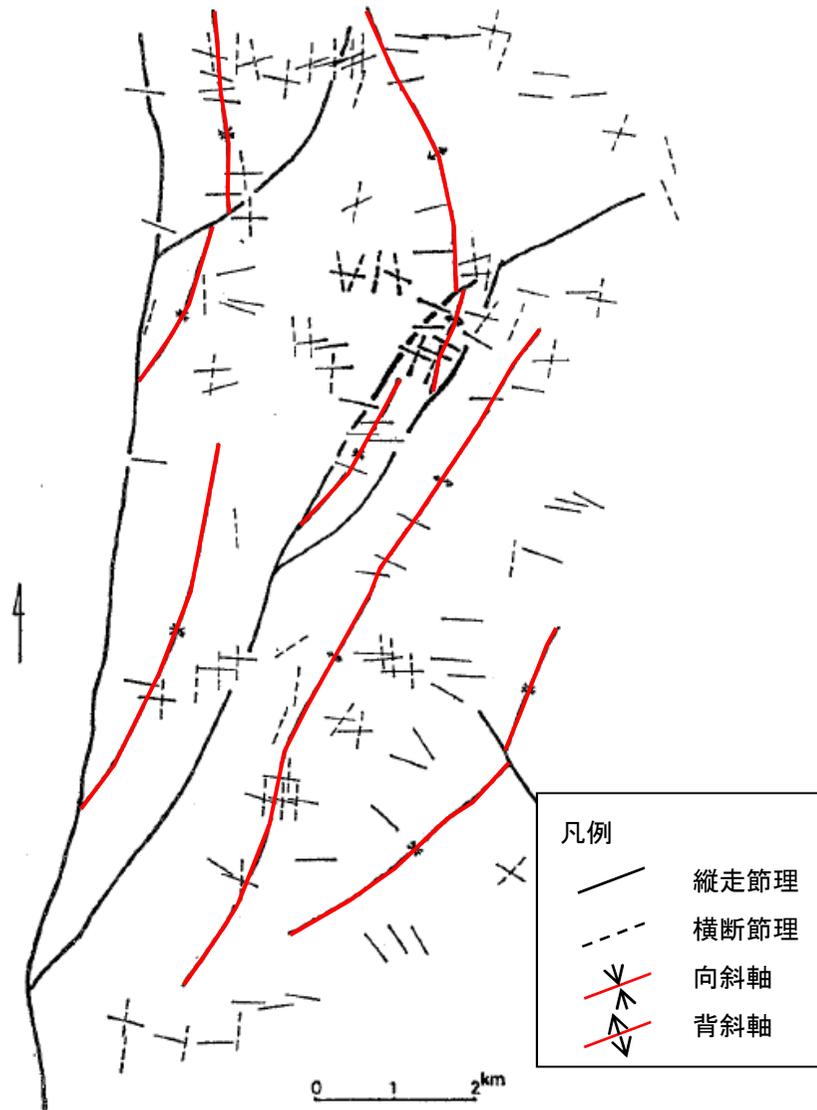
・ 1号放水口付近露頭では、概ねNNE-SSW系もしくはWNW-ESE系の高角節理が卓越する。

## 節理の状況 (3号炉試掘坑)



- ・ 3号炉試掘坑では、概ねNNE-SSW系もしくはWNW-ESE系の高角節理が卓越し、シーム確認ピット及び1号放水口付近露頭と同様である。

以上のことから、敷地内には褶曲軸に概ね平行方向、及び直交方向の高角節理が発達する。



- ・木村(1980)によると、堆積岩地域においては、地層面と直交する系統節理が、褶曲に対し一定の配列関係になるとされている。
- ・狩野・村田(1998)によると、系統節理は褶曲と密接に関連しており、褶曲帯を構成する地層中には地層面に直交した節理系が広く発達するとされている。また、これらの節理は、褶曲との関係で縦走節理、横断節理に区分され、いずれも褶曲運動に規制されつつ、最終的に地表面付近に至った低封圧下で生じた伸長節理と考えられるとされている。

ラワン褶曲帯南部地域に発達する縦走節理と横断節理  
木村(1980)<sup>(3)</sup>に一部加筆

## <露頭調査及び3号炉試掘坑調査結果（敷地内における節理の状況）>

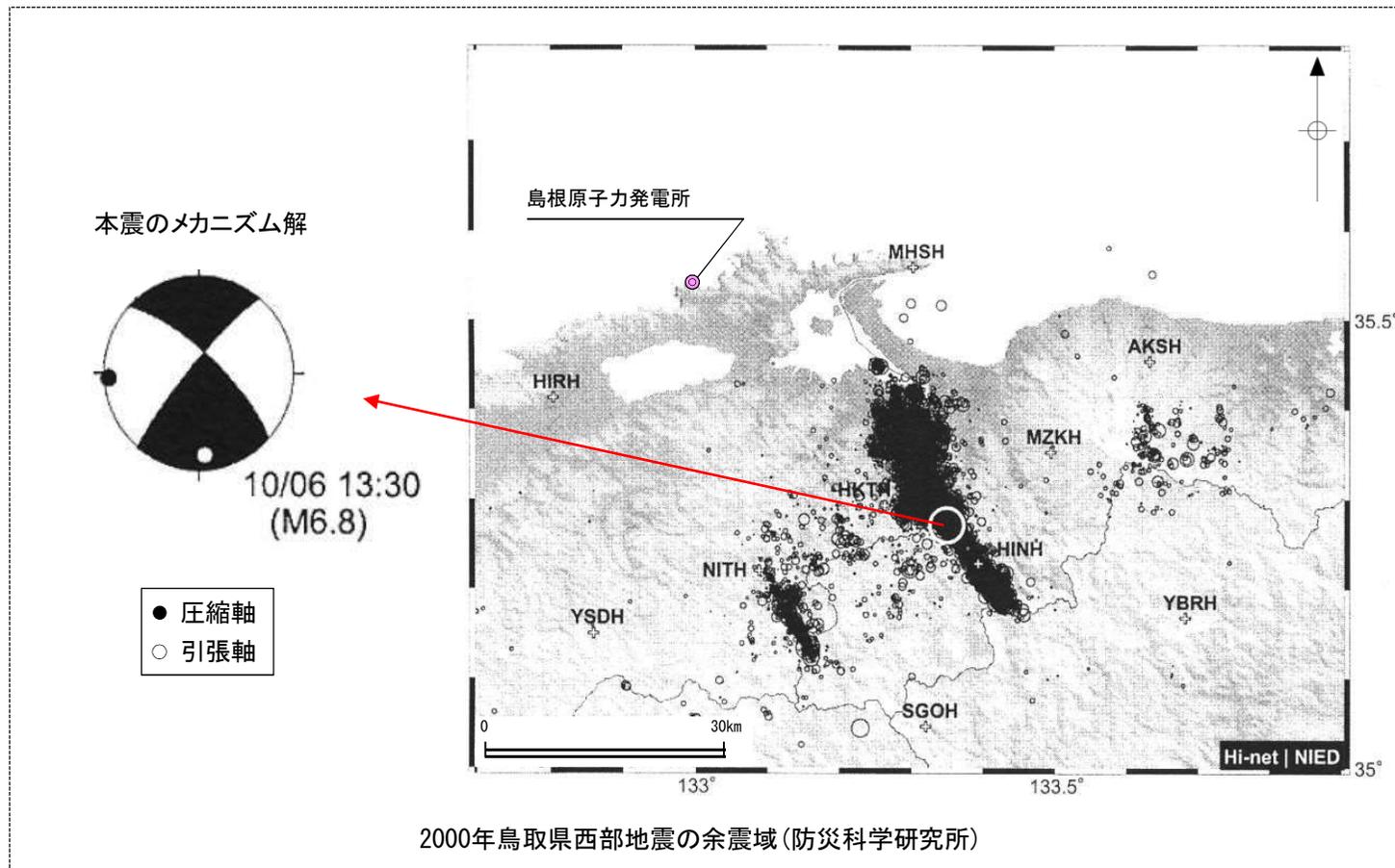
- ・ 敷地内には褶曲軸に概ね平行方向，及び直交方向の高角節理が発達する。

## <文献調査結果（節理の成因）>

- ・ 褶曲帯を構成する地層中には地層面と直交した節理系（高角節理）が広く発達する。
- ・ これらの高角節理は，褶曲との関係で縦走節理，横断節理に区分され，いずれも褶曲運動に規制されつつ，最終的に地表面付近に至った低封圧下で生じた伸長節理と考えられる。

以上のことから，敷地内に認められる高角節理群は，新第三紀中新世の褶曲運動に伴い，褶曲軸に対して平行方向及び直行方向に発達したものであると考えられる。

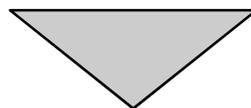
# (参考)2000年鳥取県西部地震の起震断層の走向



- 鳥取県西部地震のメカニズム解によると、起震断層の走向は概ねNW-SE系である。

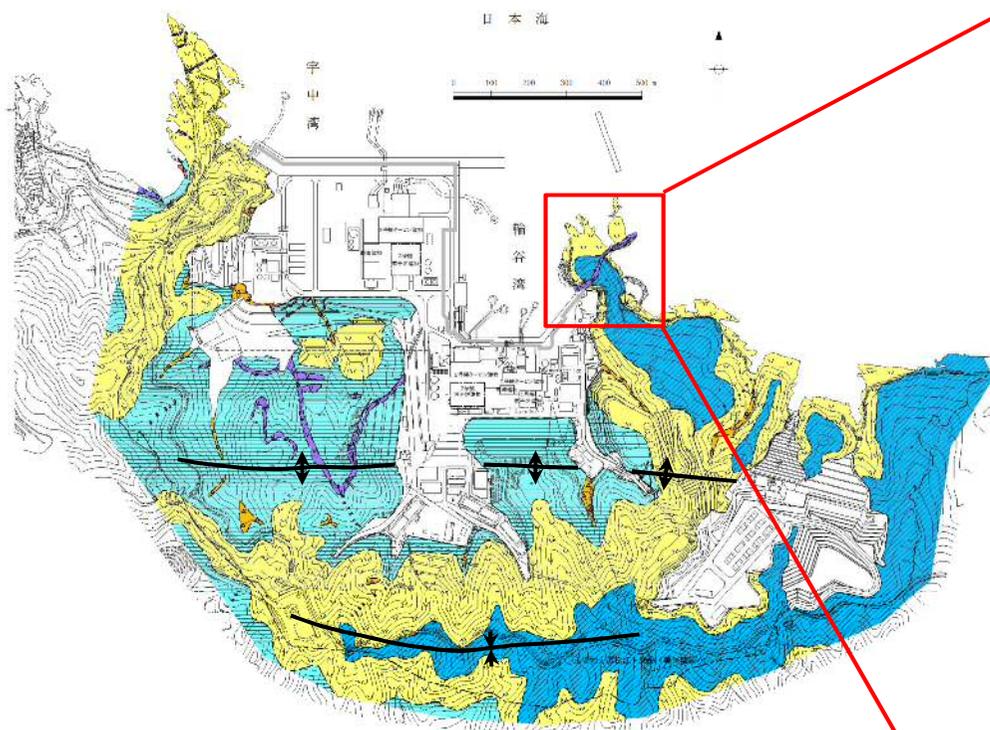
## コメントNo.4

No.	コメント要旨
4	1号放水口付近の海岸露頭で認められる貫入岩について、周辺岩盤との接触部も含めて、性状を確認すること。



回答方針
・地表地質踏査結果を踏まえ、貫入岩及び周辺岩盤との接触部の性状を確認する。

# 1号放水口付近露頭 位置図



凡例

地質時代	地層名	主要構成地質		
新 第四紀	完被層	盛土	礫混り砂質土・礫混り粘性土	
	崖堆積物	礫混り砂質土・礫混り粘性土	▲▲▲	
生 第三紀	貫入岩類	安山岩	▼▼▼	
		ドレライト	▲▲▲	
	成相寺層	上部頁岩部層	黒色頁岩	■
		火砕岩部層	凝灰岩・凝灰角礫岩	▼▼▼
		下部頁岩部層	黒色頁岩・凝灰質頁岩	■

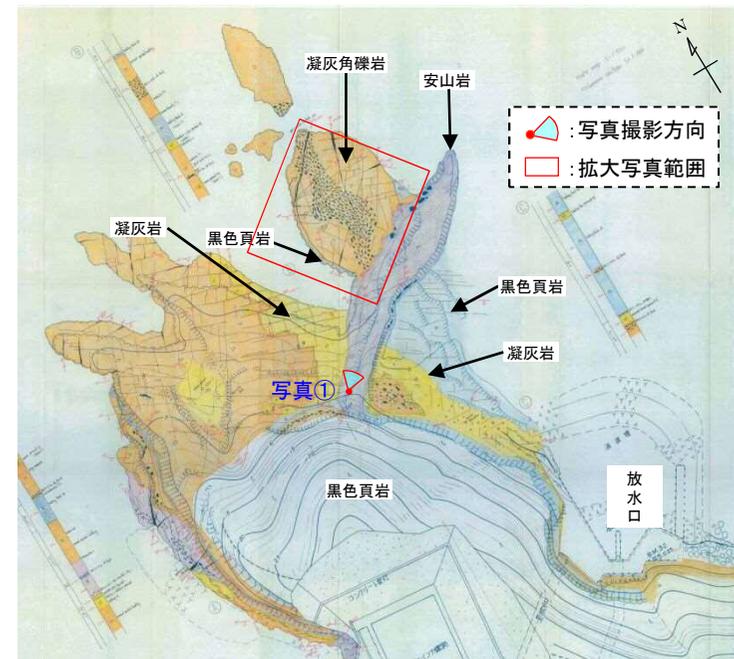
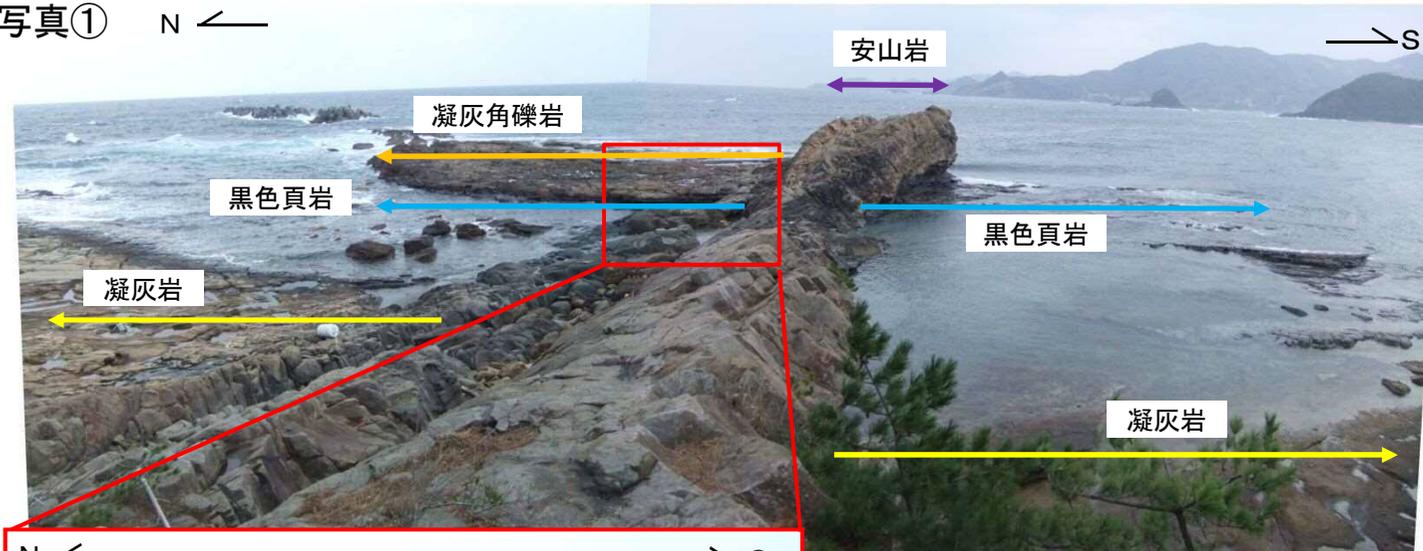
---	地質境界線
---	敷地境界線
↕	背斜軸
↗	向斜軸
□	原子炉建物設置位置

出典:国土地理院ホームページ(航空写真画像情報所在検索・案内システム)に一部加筆

・ 1号放水口付近の露頭には、NE-SW方向に貫入する安山岩の岩脈が認められる。

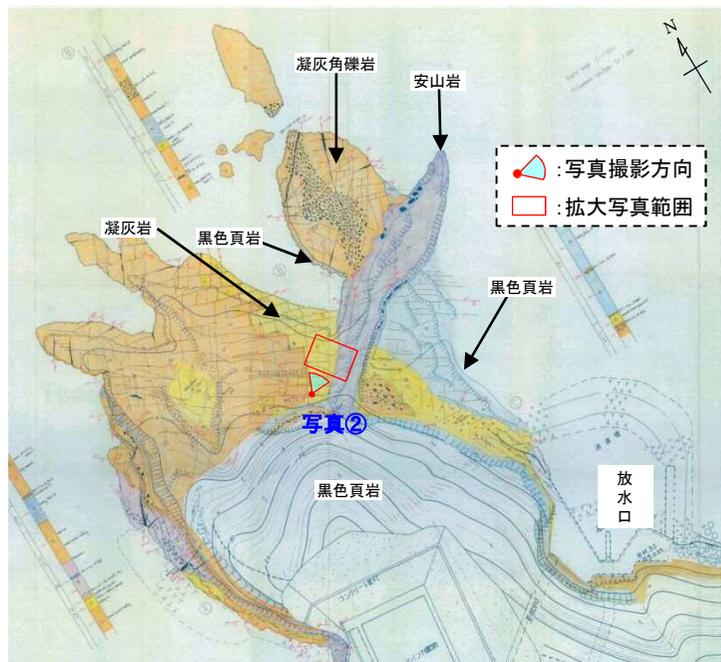
# 地表地質踏査結果(1号放水口付近露頭)

写真① N ←



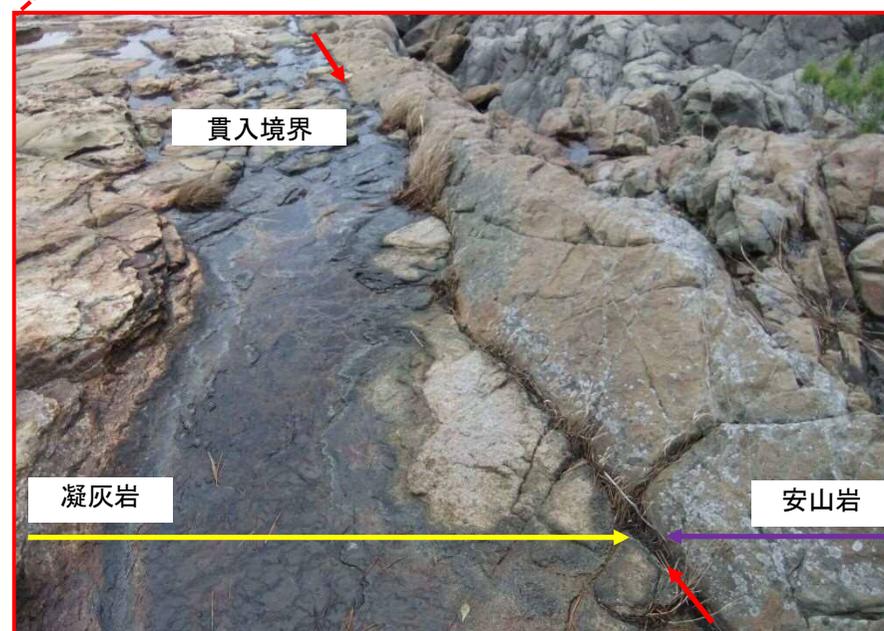
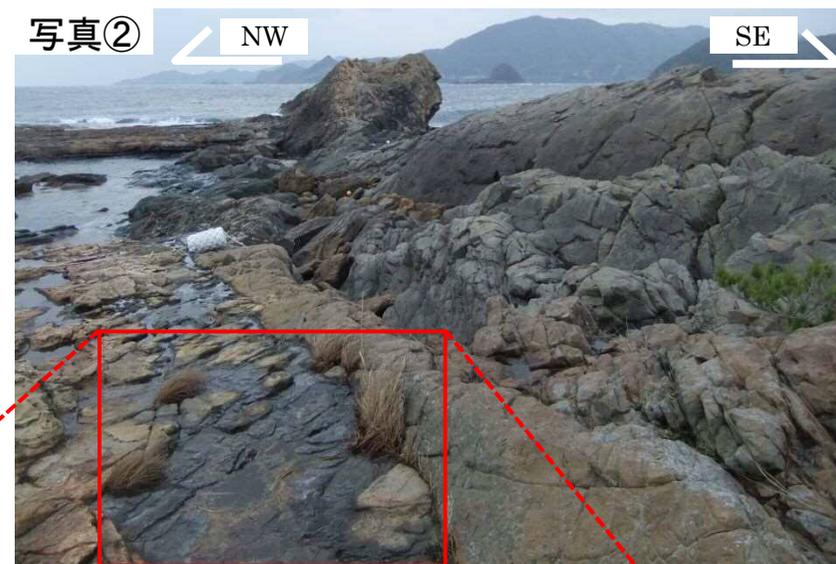
- ・安山岩を挟み、北西側と南東側に同層準の凝灰岩及び黑色頁岩が分布しており、これらに変位は認められない。
- ・黑色頁岩の上位に分布する凝灰角礫岩は、安山岩の南東側では差別浸食により削剥されたと考えられる。

# 地表地質踏査結果(1号放水口付近露頭 安山岩の境界部(北西側))

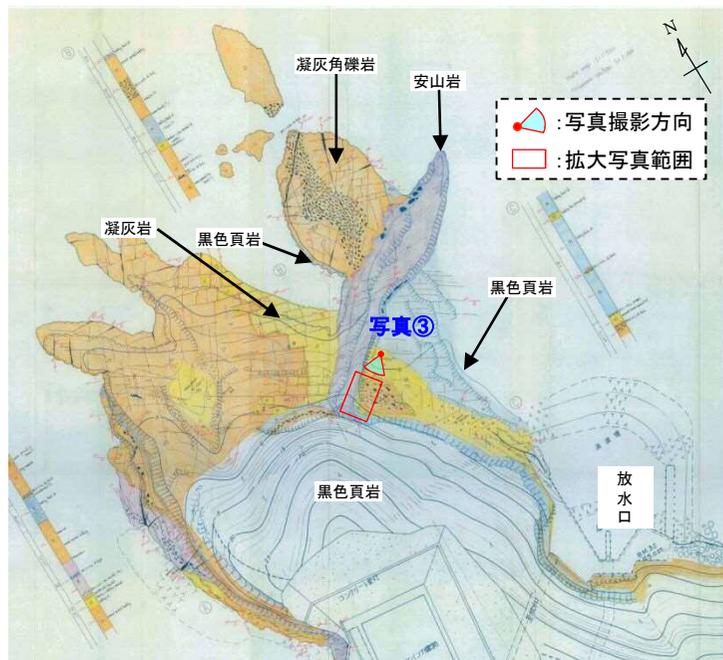


- ・凝灰岩と安山岩の境界面は直線状に伸び、接触部及び周囲部に破碎は認められない。

写真②



# 地表地質踏査結果(1号放水口付近露頭 安山岩の境界部(南東側))



- ・安山岩の下層が浸食され、安山岩露頭がオーバーハングする。
- ・凝灰岩と安山岩の接触部及び周囲部に破碎は認められない。

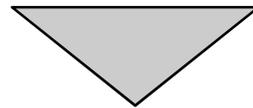


- ・安山岩を挟み、北西側と南東側に同層準の凝灰岩及び黒色頁岩が分布しており、これらに変位は認められない。
- ・凝灰岩と安山岩の境界面は直線状に伸び、接触部及び周囲部に破砕は認められない。

以上のことから、1号放水口の露頭で認められる安山岩(貫入岩)と周辺岩盤との接触部及び周辺部には、断層活動を示唆する破砕や変位は認められない。

## コメントNo.5

No.	コメント要旨
5	この地域における岩脈の貫入方向の特徴について整理すること。



回答方針
・文献調査結果，地質調査結果に基づき，岩脈の貫入方向の特徴について検討する。

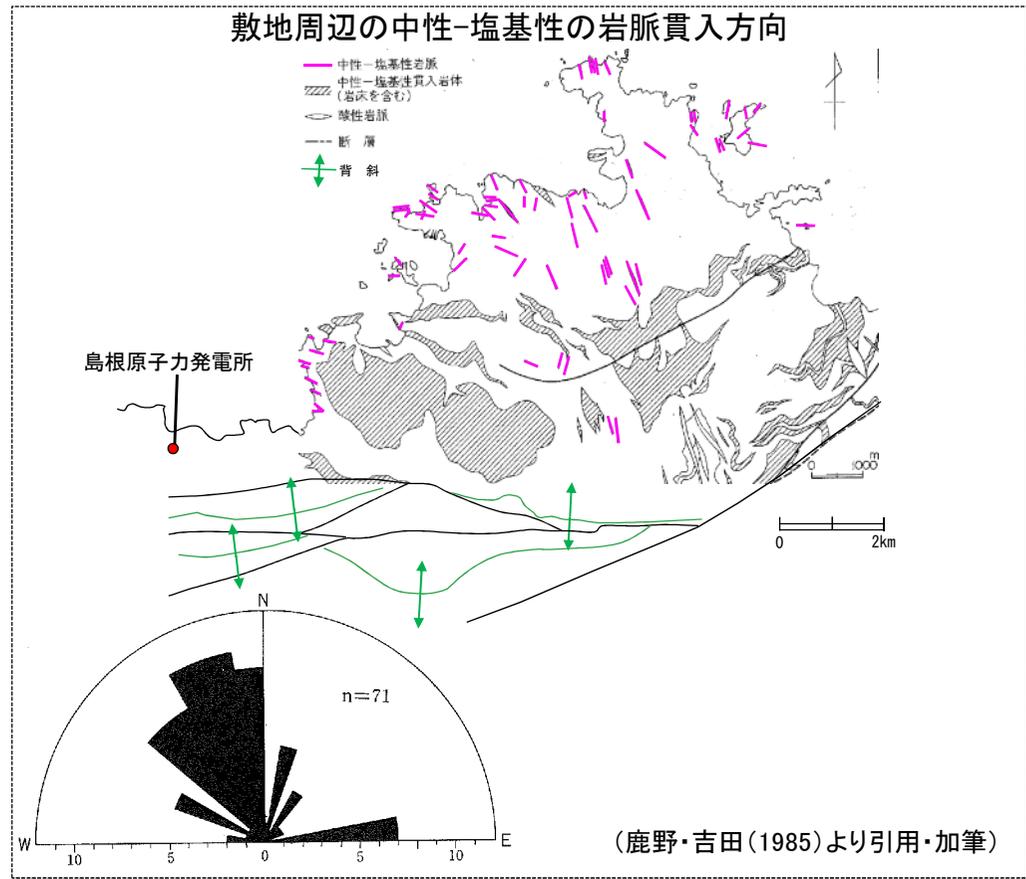
# 文献調査結果(敷地周辺の岩脈の貫入方向)

松江地域の地質総括表

地質時代	層序	主要岩相	火成活動	堆積環境	構造運動	放射年代及び化石群・群集	
第四紀	完新世	島根半島 三州、扇状地、泥礫層、砂州及び海岸砂丘堆積物及び中海層(<50m)		内湾-潟湖と海岸平野		汽水-海生動物化石	
	後更新世	低位段丘堆積物	砂、泥及び礫(泥炭を挟む)	河川流域			
		中位II段丘堆積物 差海層(<50m)	泥、砂及び礫(泥炭及び火山灰を挟む)	泥、礫及び砂	河川流域 内湾-潟湖と海岸平野		汽水-海生動物化石
	中更新世	中位I段丘堆積物	泥、礫及び砂	泥、礫及び砂	河川流域 内湾-潟湖と海岸平野		
		大根島玄武岩	アルカリ玄武岩溶岩及びスコリア	アルカリ玄武岩 火山活動	海岸平野		
		高位II段丘堆積物	礫、砂及び泥		湖と海岸平野		
		高位I段丘堆積物	礫、砂及び泥		湖と海岸平野		
	前更新世	野呂玄武岩	アルカリ玄武岩溶岩	アルカリ玄武岩 火山活動	内陸	1Ma(K-Ar)	
	第三紀	鮮新世	和久羅山安山岩	角閃石含有安山岩溶岩	角閃石含有安山岩溶岩 火山活動	海岸平野	5-6Ma(K-Ar)
		中新世	松江層 <1100m	砂岩、シルト岩、アルカリ玄武岩-粗面安山岩溶岩・火砕岩など	アルカリ玄武岩 火山活動	内湾-潟湖	海-汽水生動物化石 種化石 11-12Ma(K-Ar) N10-11*
古江層 (450-900m)			布志名層 (500m)	泥岩及びシルト岩	シルト岩、泥岩及び砂岩	内湾-潟湖	N9*
中新世		牛切層 (<300m)	大森層 (<500m)	流紋岩凝灰岩凝灰質砂岩泥質岩互層	礫岩、砂岩、安山岩溶岩、アイサイト溶岩など	浅海	N8-9* 15Ma (FT,K-Ar)
		成相寺層 (>1200m)	久利層 (200-800m)	川合層 (0-400m)	泥岩、流紋岩溶岩、流紋岩火砕岩など	浅海	20Ma(FT) 23-26Ma(FT) 台島型植物群 淡水-汽水生具化石
中新世		古浦層 (>800m) (伏在)	波多層 (<800m)	砂岩、礫岩、泥質岩、安山岩溶岩・火砕岩及び流紋岩火砕岩	火山岩層堆積物、アイサイト火砕岩、安山岩溶岩		
古第三紀		漸新世	下野野花崗岩	細粒黒雲母花崗岩	下野野花崗岩 花崗岩	島根半島	36Ma(K-Ar) 36-53Ma(K-Ar)**
			希那花崗岩 輪花崗岩	細-中粒黒雲母花崗岩	希那花崗岩 輪花崗岩	島根半島	54Ma(K-Ar) 43-60Ma(K-Ar)**
		始新世	中粒黒雲母花崗岩	中-粗粒黒雲母角閃石花崗閃緑岩	中粒黒雲母花崗岩	島根半島	44-63Ma(K-Ar)**
			八雲火山岩類 (>800m)	流紋岩・アイサイト火砕岩(主として溶結)及び流紋岩溶岩	流紋岩・アイサイト火砕岩(主として溶結)及び流紋岩溶岩	内陸	
白堊紀後期	土意楽変成岩 鳥屋崎変成岩	スカンズ及び角閃石ホルンフェルス(砂岩、泥岩及び礫岩起源)	スカンズ及び角閃石ホルンフェルス(砂岩、泥岩及び礫岩起源)	浅海			

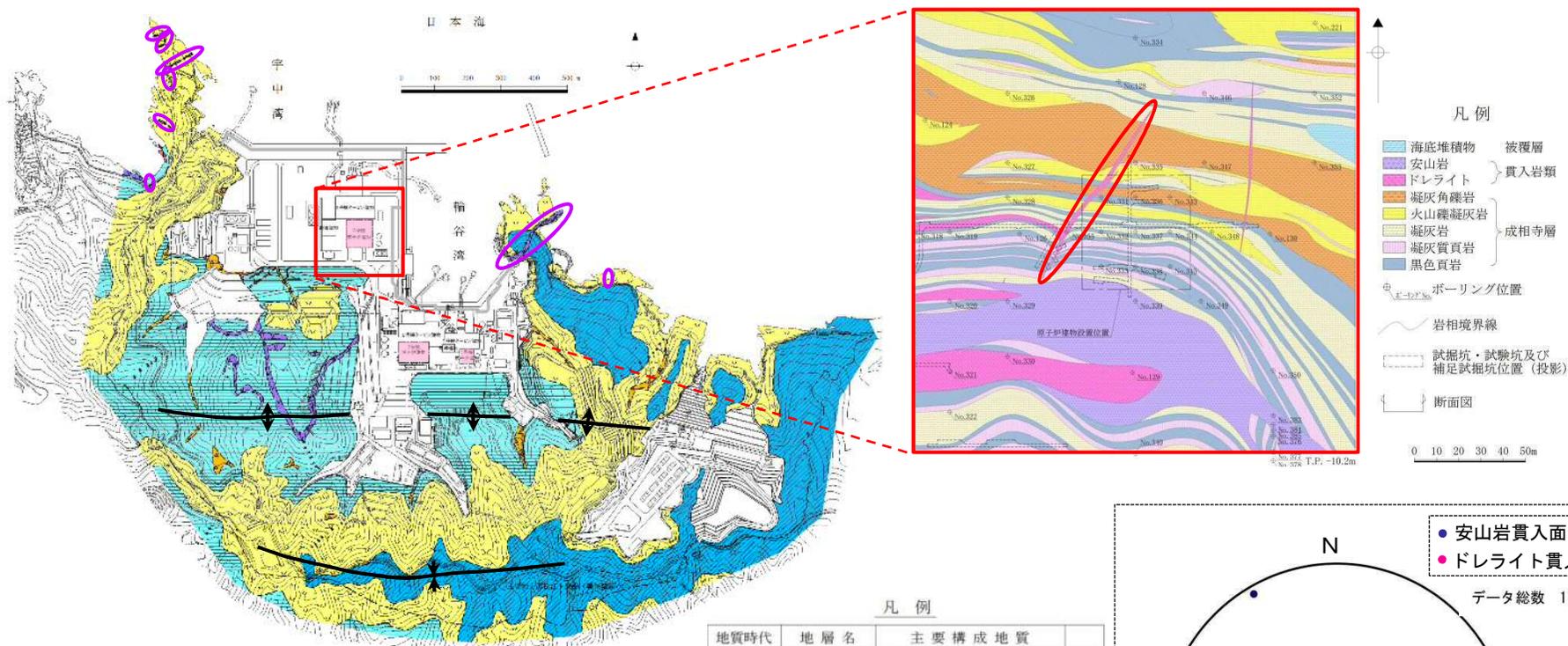
\*: Blow(1969)の浮遊性有孔虫化石帯 K-Ar: K-Ar年代 FT: フィッショントラック年代 \*\*: 対比可能な周辺地域の貫入岩体の年代を含む。

鹿野ほか(1994)に一部加筆



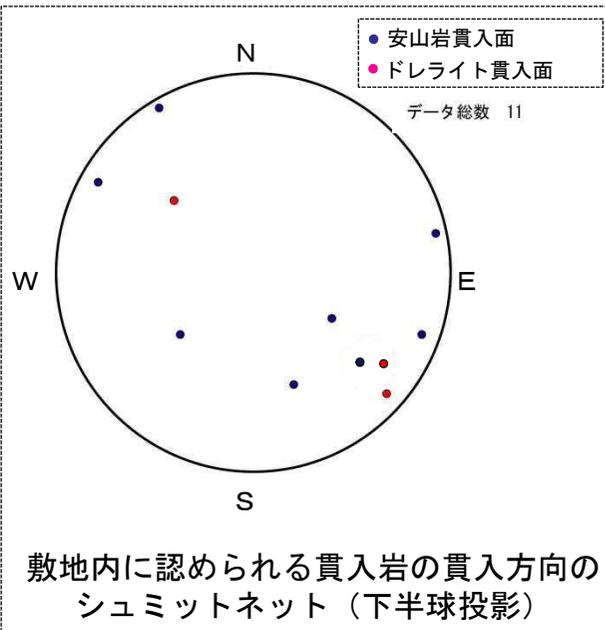
- 鹿野・吉田(1985)によると、牛切層～高洪山層(松江層相当)堆積時期に貫入した塩基性～中性の岩脈の走向は、N-S系からNNW-SSE系とされている。
- 小林(1979)<sup>(4)</sup>及び狩野・村田(1998)によると、岩脈の走向は、広域応力の最大水平圧縮成分( $\sigma_{Hmax}$ )を投影した方向になるとされている。
- 小林(1979)によると、島根半島北部の岩脈群(鹿野・吉田(1985)の岩脈群と対応)の卓越方位がほぼN-S方向であることから判断して、牛切層堆積期の岩脈形成時期に、島根半島には、 $\sigma_{Hmax}$ 軸がN-S方向であるテクトニック応力場が存在したと推定されるとしている。

# 試掘坑調査結果等(1)(敷地内の岩脈の貫入方向)



- シュミットネットで整理したドレライト (1岩体3箇所で走向・傾斜を調査)
- シュミットネットで整理した安山岩 (8岩体8箇所で走向・傾斜を調査)
- 地質境界線
- 敷地境界線
- ↕ 背斜軸
- ↗ 向斜軸
- 原子炉建物設置位置

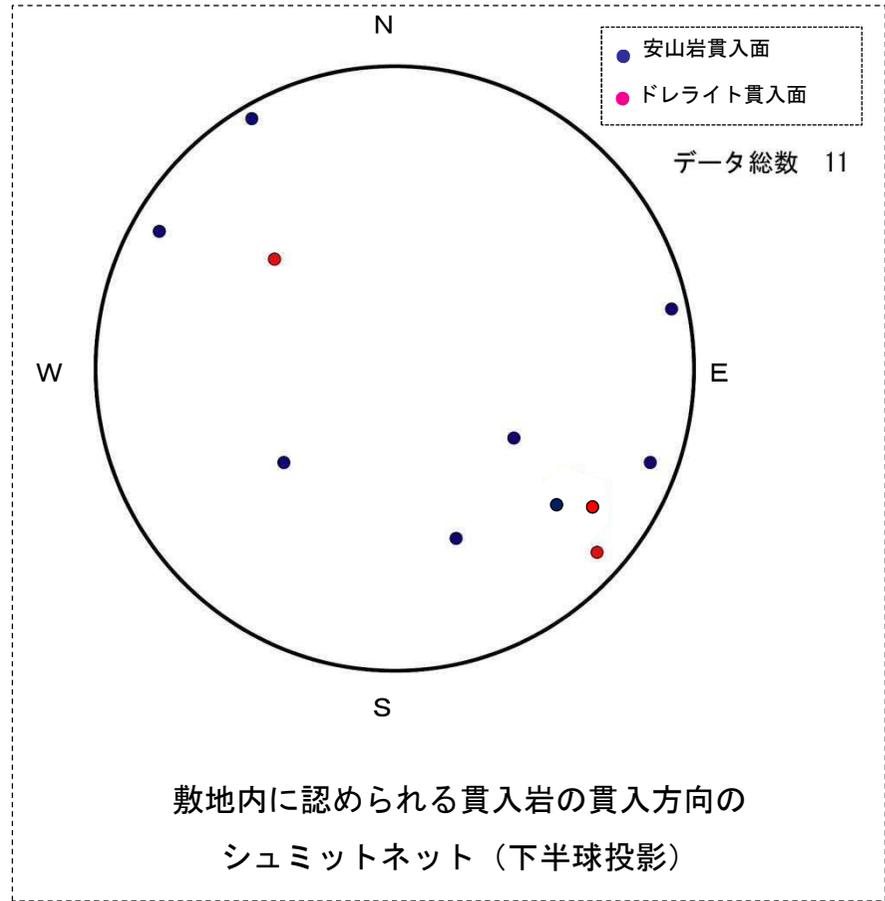
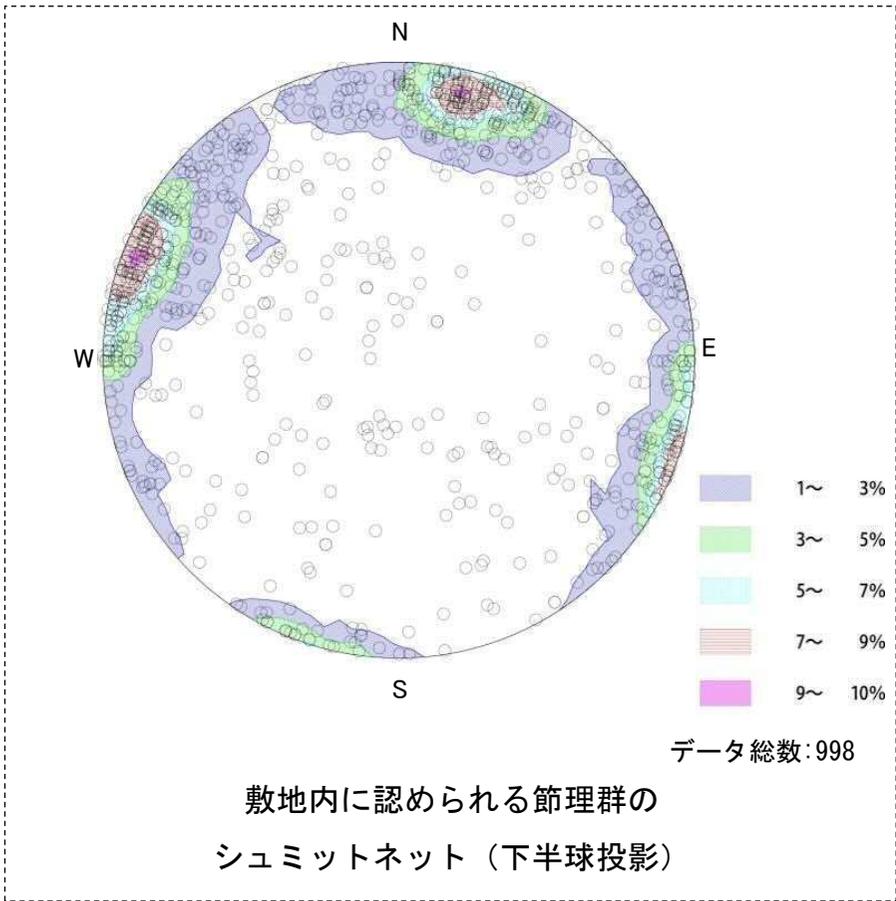
凡例			主要構成地質
第四紀	完新世	被覆層	礫混り砂質土・礫混り粘性土
		崖堆積物	礫混り砂質土・礫混り粘性土
新生代	中新世	貫入岩類	安山岩
			ドレライト
	成相寺層	上部頁岩部層	黒色頁岩
		火砕岩部層	凝灰岩・凝灰角礫岩
		下部頁岩部層	黒色頁岩・凝灰質頁岩



・敷地内における試掘坑調査及び地表地質踏査の結果、ドレライト及び安山岩の貫入方向は概ねNNE-SSW系である。

・敷地内において認められるドレライト及び安山岩の貫入年代は、K-Ar年代測定法により、それぞれ約13.4Ma、約12.6Maである。

敷地内に認められる貫入岩の貫入方向のシュミットネット(下半球投影)



・敷地内に認められるドレライト及び安山岩の貫入方向は、敷地内に認められるNNE-SSW系の高角節理群に概ね調和的である。

## <文献調査結果(敷地周辺の岩脈の貫入方向)>

- ・文献調査の結果, 敷地周辺において, 新第三紀中新世に貫入した塩基性~中性の岩脈の走向は概ねN-S系であり, この時代の広域応力場はN-S方向であると推定されるとしている。

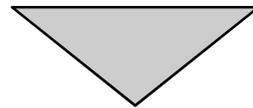
## <試掘坑調査結果等(敷地内の岩脈の貫入方向及び成因)>

- ・試掘坑調査及び地表地質踏査の結果, 敷地内に認められるドレライト及び安山岩の貫入方向は概ねNNE-SSW系であり, その貫入時期は中期中新世である。
- ・敷地内に認められるドレライト及び安山岩の貫入方向は, 敷地内に認められる高角節理に概ね調和的である。

以上のことから, 敷地周辺及び敷地内の岩脈の貫入方向は概ねN-SもしくはNNE-SSW系であり, 新第三紀中新世の南北圧縮の広域応力場に調和的に貫入したものと考えられる。

## コメントNo.6

No.	コメント要旨
6	シーム確認ピット， 3号剥ぎ取り箇所等に分布するドレライトについて， 岩種区分を再検討すること。



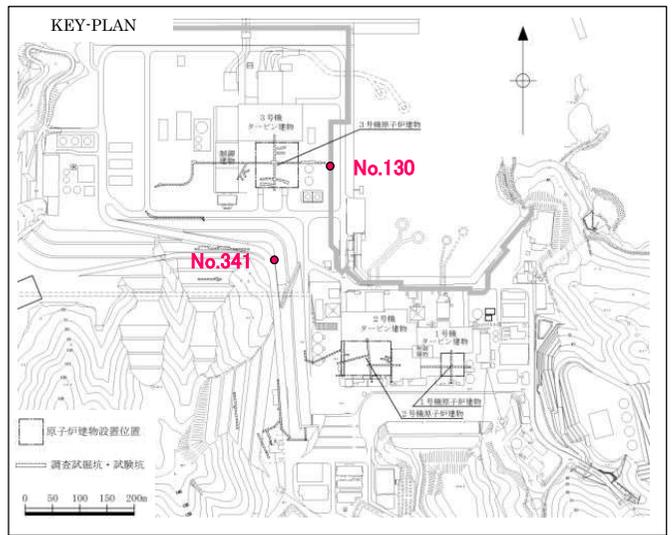
回答方針
・薄片観察結果， 帯磁率測定結果等を踏まえたドレライトの特徴について説明する。

現地調査時に「ドレライト」に区分したことの妥当性について指摘を受けた地点について、地質観察等を再度実施し、岩種区分を再検討した。

対象地点	検討方法
(1) 3号原子炉建物基礎地盤最深部	▪ 肉眼観察 ▪ 帯磁率測定 ▪ 薄片観察
(2) 3号剥ぎ取り箇所	
(3) シーム確認ピット	

# 敷地内に分布するドレライトの特徴

敷地に分布するドレライトは、下記の2通りのタイプに大別している。



ドレライト タイプ①	
肉眼観察	
	
No. 341 GL-231.6m~232.0m	
淡青灰色の塊状岩で、 $\phi$ 1mm以上の斜長石や輝石を斑晶とする粒子の粗いものからなる。	
薄片観察	
No. 341 GL-232.0m	
	
直交ニコル $\longleftrightarrow$ 1mm	
$\phi$ 1mmを超える粗粒な輝石が斜長石を取り込むオフィティック組織を示す。	

ドレライト タイプ②	
肉眼観察	
	
No. 130 GL-31.0m~31.4m	
暗緑色～灰緑色の塊状岩で、 $\phi$ 1mm程度の斜長石や輝石を斑晶とする粒子の比較的緻密なものからなる。	
薄片観察	
No. 130 GL-31.0m	
	
直交ニコル $\longleftrightarrow$ 1mm	
斜長石や単斜輝石の斑晶を持ち、石基は斜長石からなり、斑状組織を示す。	

# 帯磁率の相違による岩相の識別

## <小坂(1998)<sup>(5)</sup>>

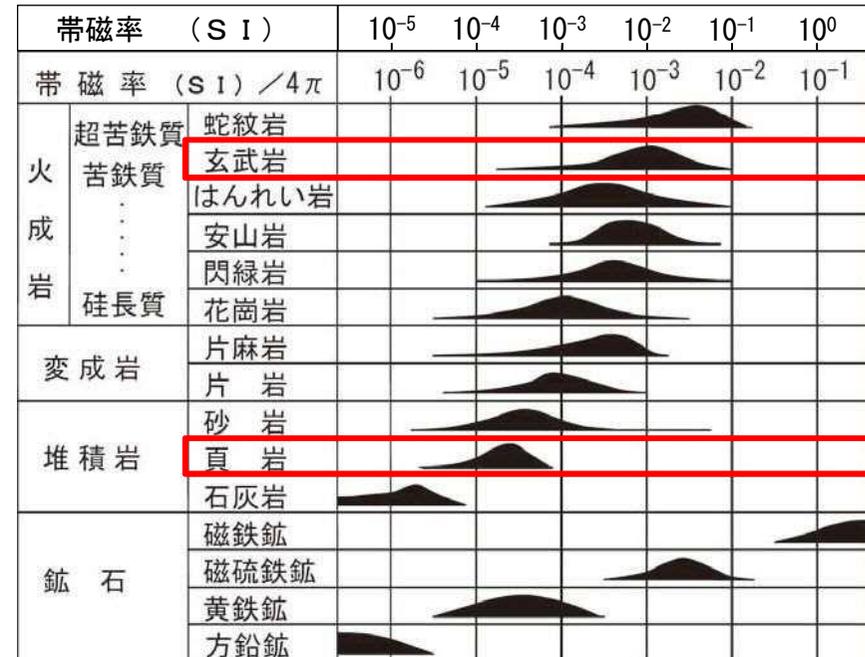
- ・帯磁率は一般に岩相と関連しており、帯磁率変化により岩相の変化を迅速に捉えることができる。
- ・変質の程度や風化の程度が帯磁率の変化として表される可能性がある。

## <物理探査学会(2012)<sup>(6)</sup>>

- ・岩石の磁性は、それに含まれる強磁性鉱物の種類と量によって異なり、磁性鉱物の形状や磁気構造にも関係する。
- ・一般的に、堆積岩よりも火成岩が、火成岩の中では珪長質岩よりも苦鉄質岩が高い傾向にある。

## <佐藤(2006)<sup>(7)</sup>>

- ・熱水変質により磁鉄鉱が分解することで、低い帯磁率を示す場合がある。

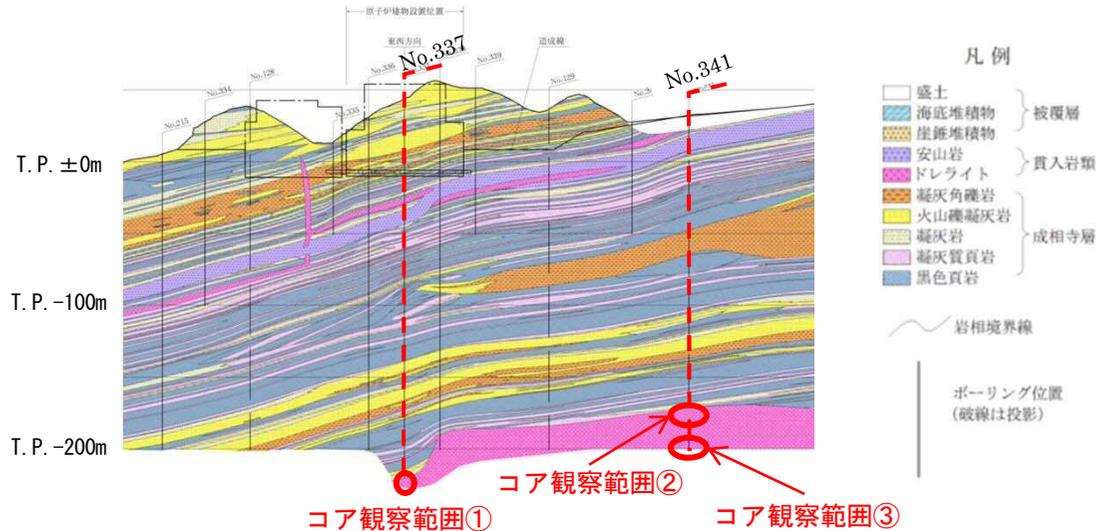
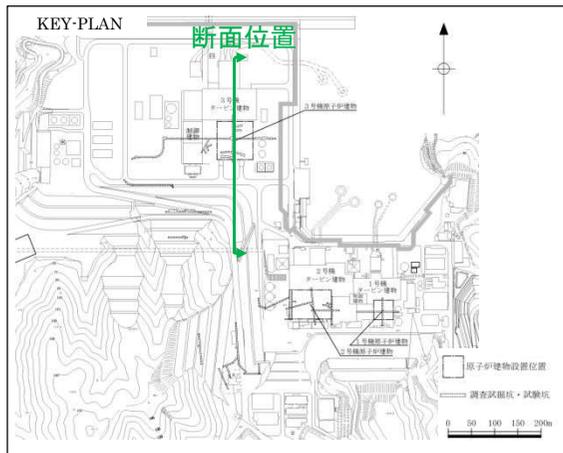


物理探査学会 (2012) に加筆

- ・物理探査学会(2012)によると、玄武岩の帯磁率は、10<sup>-2</sup>SIのオーダーを示す頻度が最も高く、10<sup>-4</sup>~10<sup>-1</sup>SIのオーダーを示すこともある。
- ・物理探査学会(2012)によると、頁岩の帯磁率は、10<sup>-4</sup>SIのオーダーを示す頻度が最も高く、10<sup>-5</sup>~10<sup>-3</sup>SIのオーダーを示すこともある。

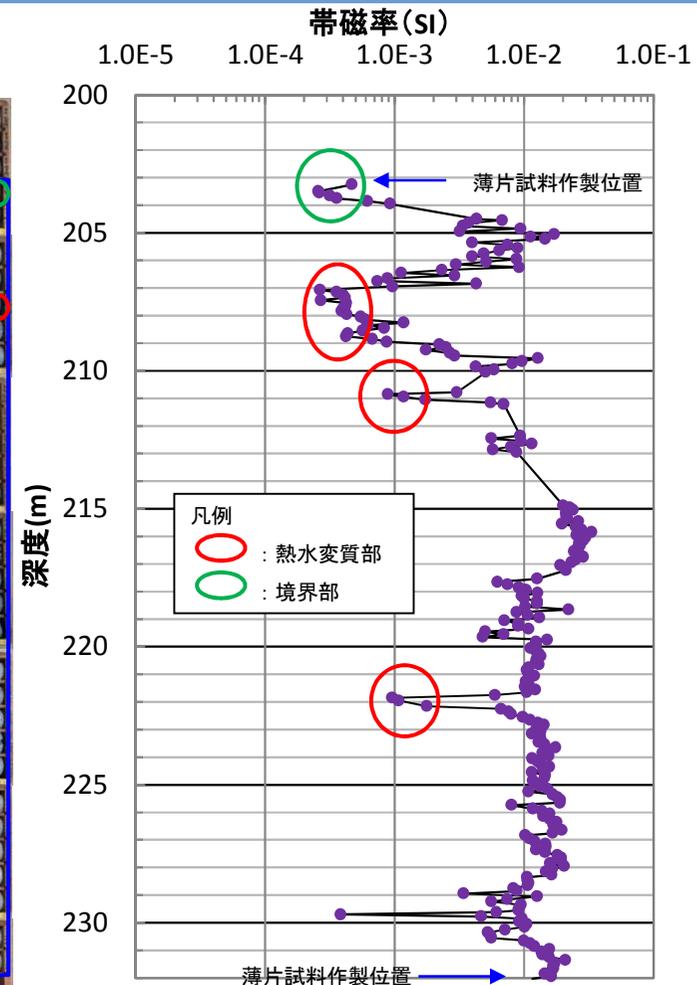
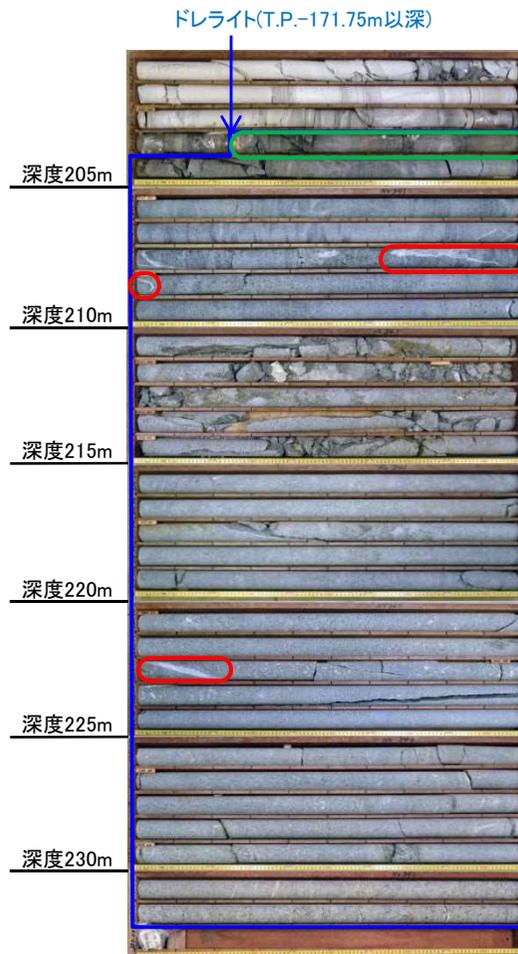
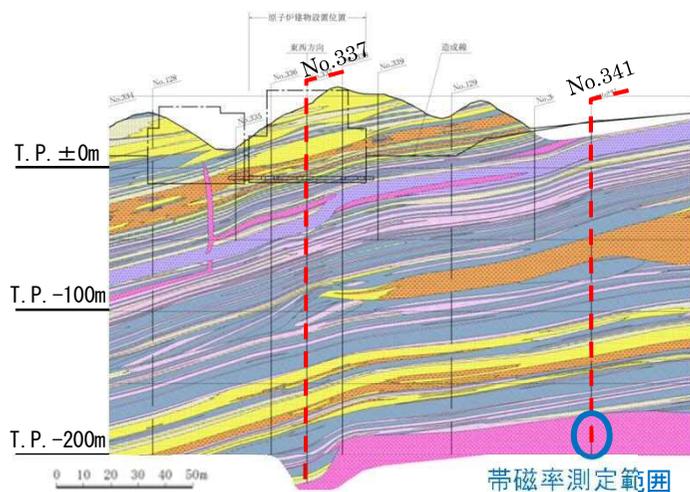
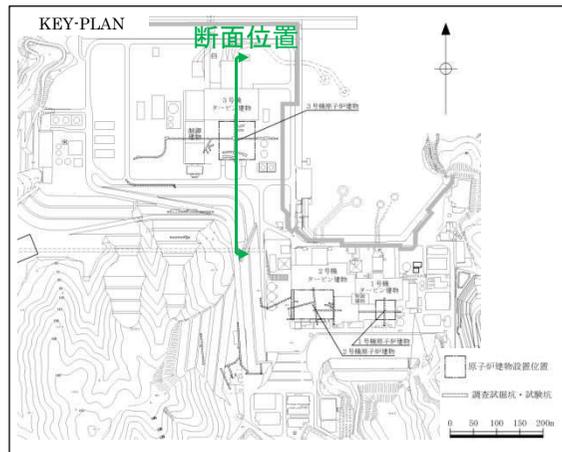
- ・小坂(1998)及び物理探査学会(2012)を踏まえると、帯磁率は、岩相と相関が認められることから、岩相区分の検討に有効と考えられるが、その際には、変質、風化の影響についても留意する必要がある。
- ・また、佐藤(2006)によれば、熱水変質により鉱物種が変化することで帯磁率が低下することがあることから、熱水を示唆する構造にも留意する必要がある。

# コア観察結果(3号原子炉建物基礎地盤最深部)



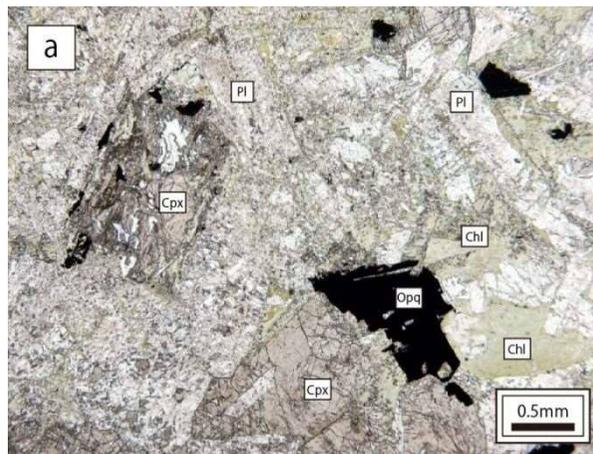
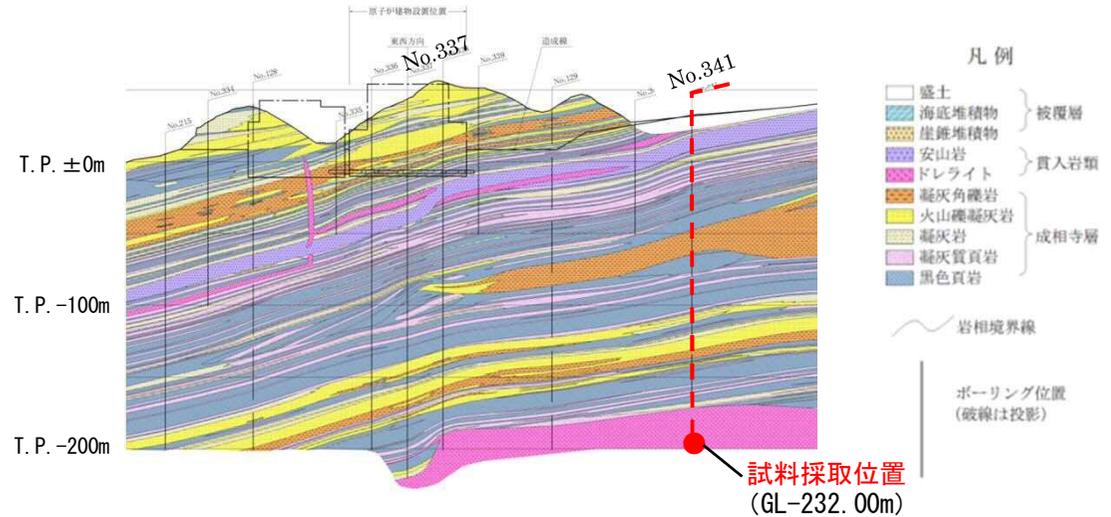
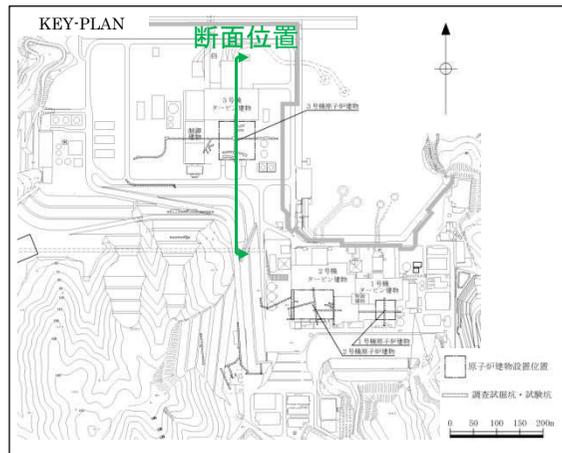
- ・ コア観察範囲①, ② (凝灰岩との境界部付近) は, 暗緑色を呈しており, 細粒緻密な岩相を示す。
- ・ コア観察範囲①, ②の上位の母岩は, 接触変成によりやや珪化している。
- ・ コア観察範囲③は, 淡青灰色を呈し, 粗粒な粒子から成る。

# 帯磁率測定結果(3号原子炉建物基礎地盤最深部)

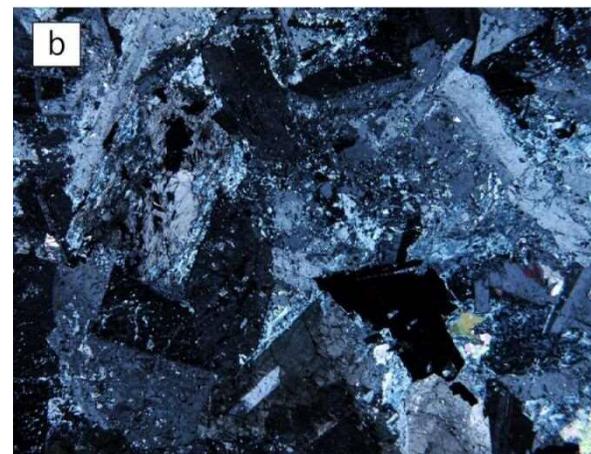


- ・ 帯磁率の測定結果は、 $10^{-2}$ SIのオーダーであり、物理探査学会(2012)の玄武岩の最頻値とほぼ同程度である。
- ・ 上記の帯磁率から2オーダー程度低下する範囲は、貫入境界や熱水変質が認められる箇所である。

# 薄片観察結果①(3号原子炉建物基礎地盤最深部)



単ニコル

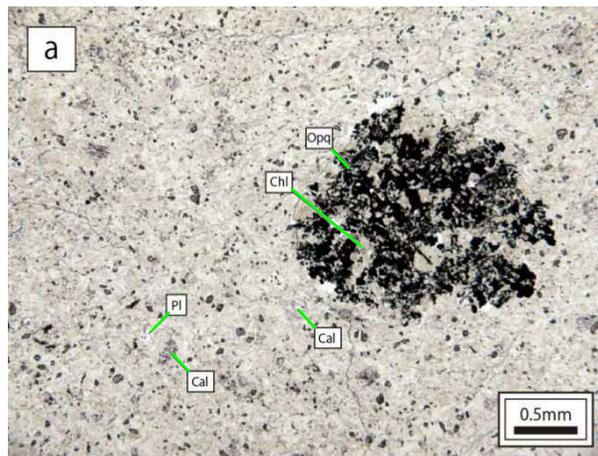
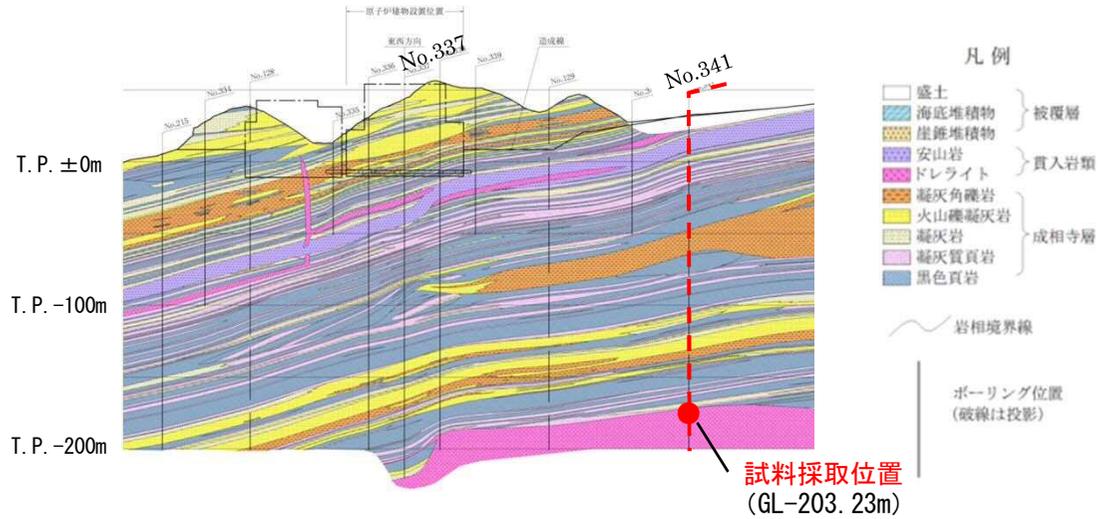
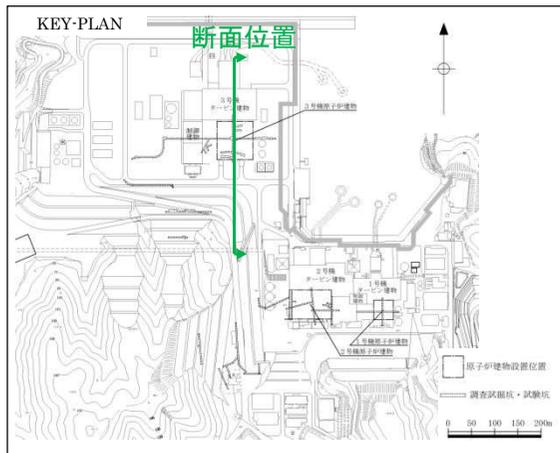


直交ニコル

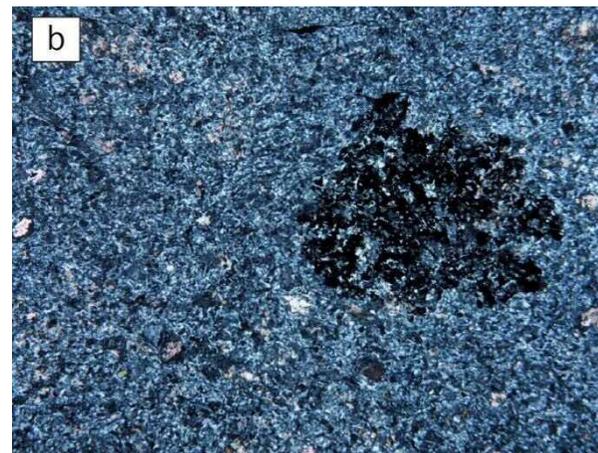
- 凡例
- Pl 斜長石
  - Cpx 単斜輝石
  - Chl 緑泥石
  - Opq 不透明鉱物

- 主成分鉱物は、斜長石や単斜輝石からなり、いずれもφ1mmを超える粗粒な結晶で構成される。
- 単斜輝石の結晶中に自形の斜長石が取り込まれるオフィティック組織を示す。

# 薄片観察結果②(3号原子炉建物基礎地盤最深部)



単ニコル

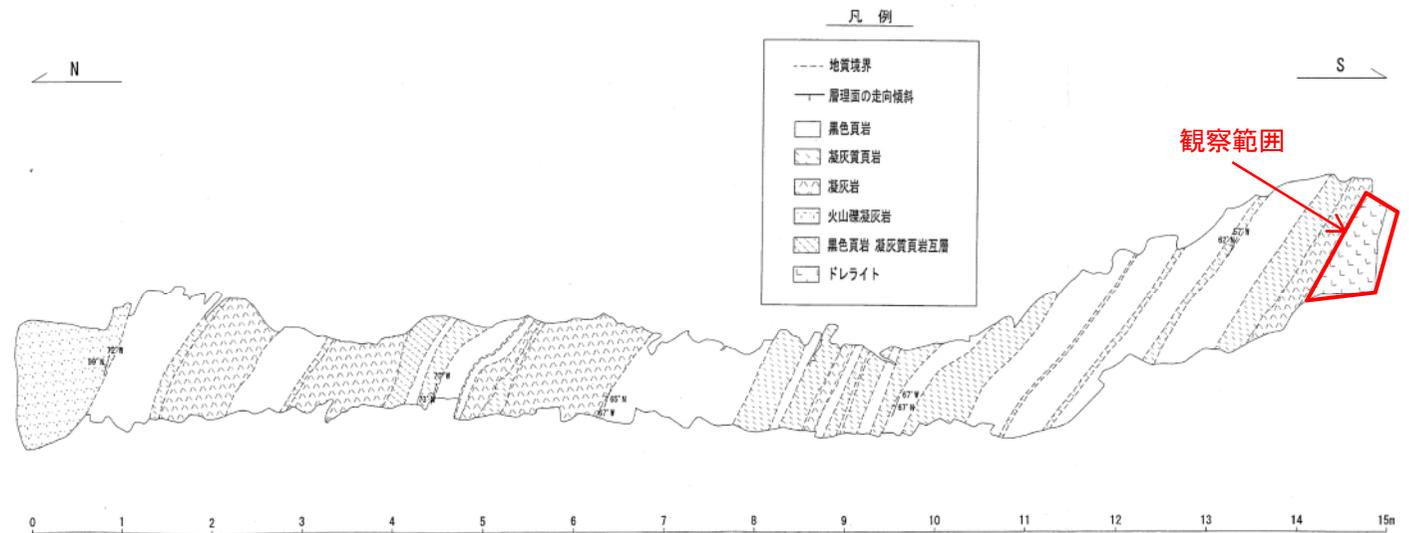
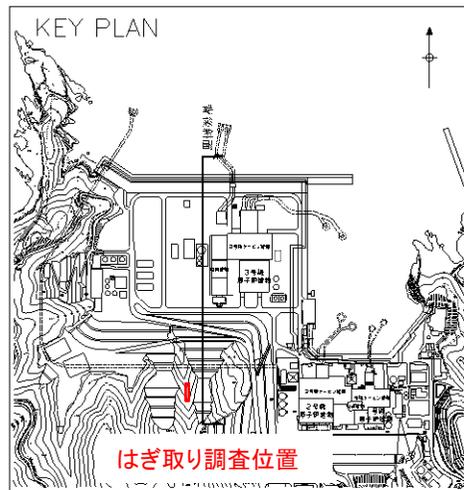


直交ニコル

- 凡例
- Pl 斜長石
  - Chl 緑泥石
  - Cal 方解石
  - Opq 不透明鉱物

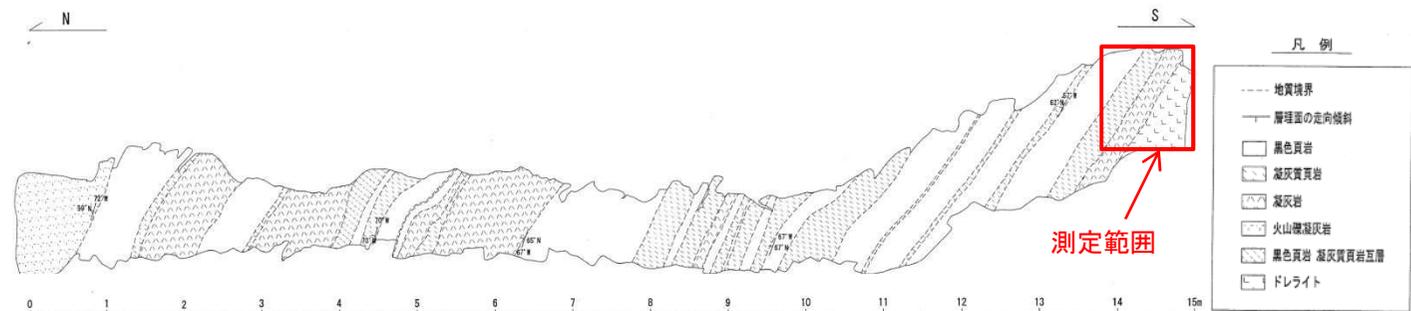
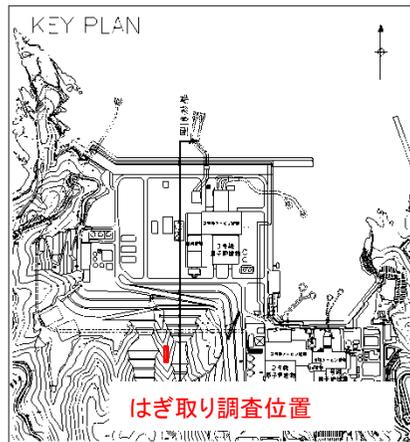
・不透明鉱物, 石英及び緑泥石の斑晶鉱物を持ち, 斜長石及び不透明鉱物が石基をなす斑状組織から成る。  
 ・石基は淡緑色を呈する。

# 露頭観察結果(3号剥ぎ取り箇所)



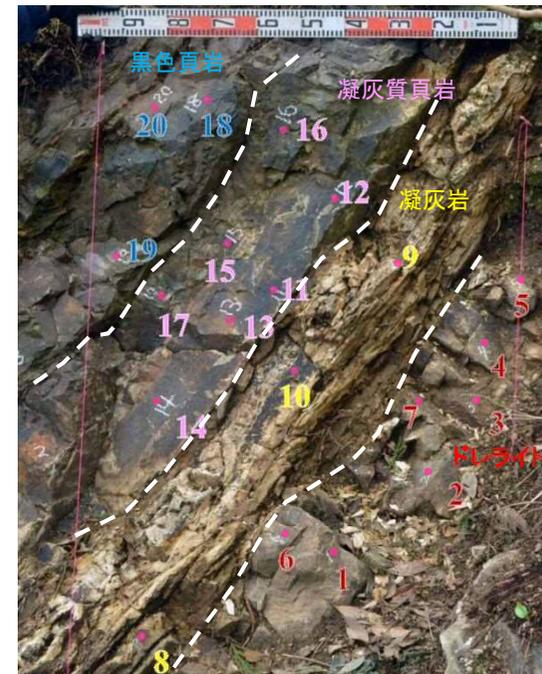
- ・ 全体的に風化が進んでいる。
- ・ 塊状暗褐色で、細粒緻密な岩相を示す。

# 帯磁率測定結果(3号剥ぎ取り箇所)



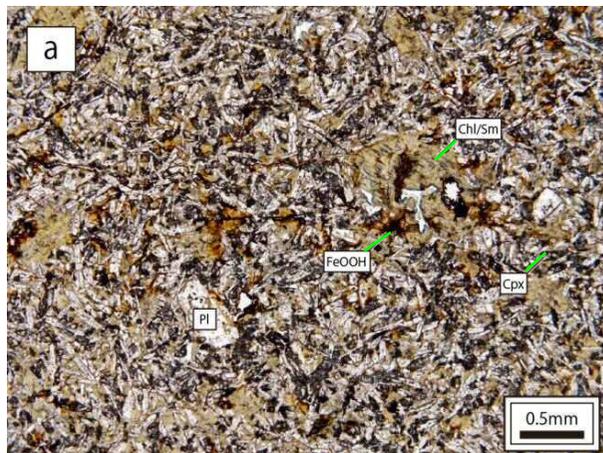
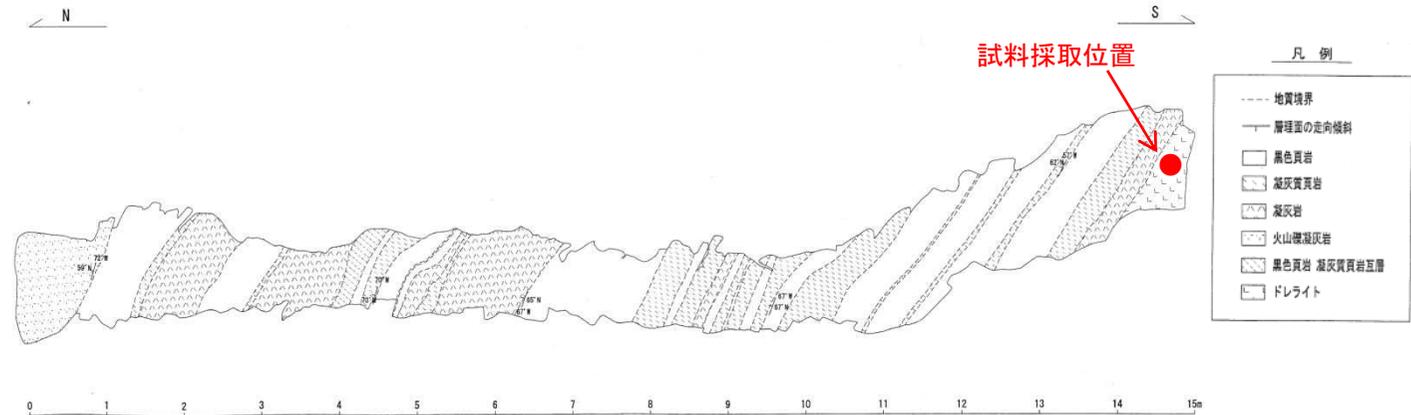
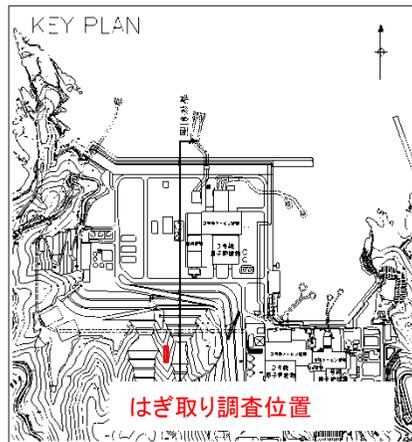
3号剥ぎ取り箇所の帯磁率測定結果

No.	岩種	帯磁率(μSI)
1	ドレライト	276
2		253
3		260
4		284
5		276
6		256
7		225
8	凝灰岩	115
9		55
10	凝灰質頁岩	96
11		86
12		85
13		103
14		109
15		119
16		101
17	黑色頁岩	112
18		134
19		105
20		81



- ・帯磁率を測定した結果,  $10^{-4}$  SIのオーダーであり, 物理探査学会(2012)の玄武岩の最頻値より2オーダー程度低い。
- ・凝灰岩, 凝灰質頁岩及び黑色頁岩の帯磁率は,  $10^{-4}$  SIのオーダーであり, 物理探査学会(2012)の頁岩の最頻値と同程度である。

# 薄片観察結果(3号剥ぎ取り箇所)



単ニコル



直交ニコル

凡例

Chl/Sm 緑泥石/スメクタイト混合層鉱物

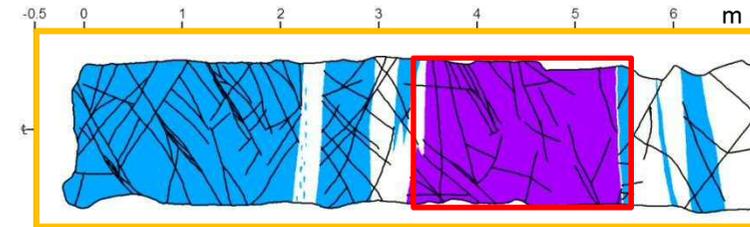
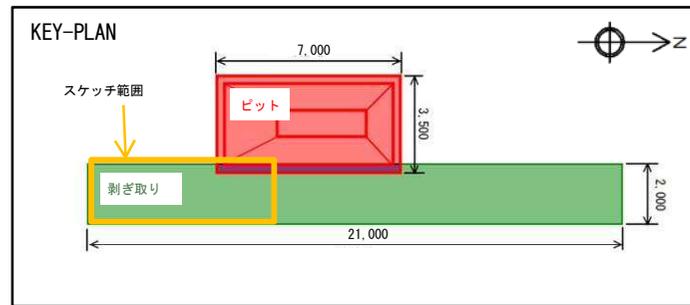
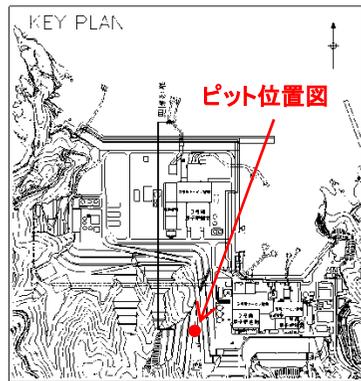
Pl 斜長石

Cpx 単斜輝石

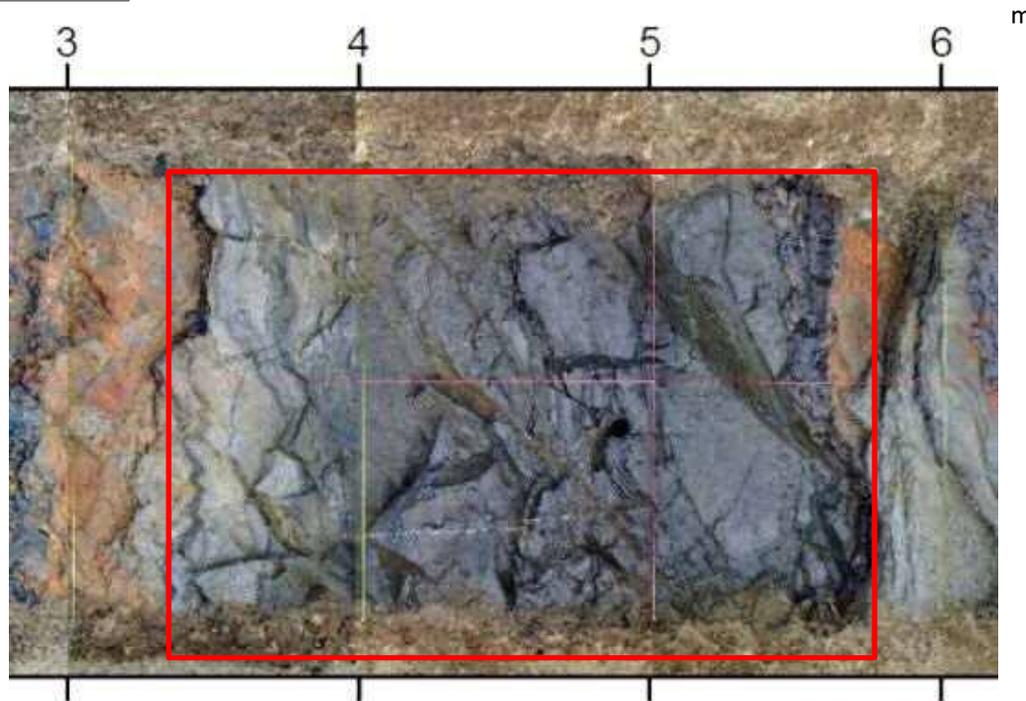
FeOOH 水酸化鉄鉱物

- ・ 斜長石や単斜輝石の斑晶を持ち，斜長石と輝石が石基をなす斑状組織から成る。
- ・ 斑晶の一部は変質し，緑泥石/スメクタイト混合層鉱物に置換している。

# 底盤観察結果(シーム確認ピット)

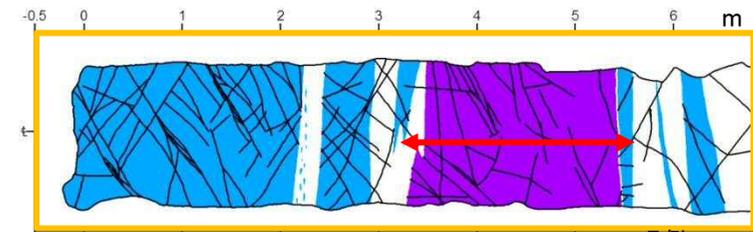
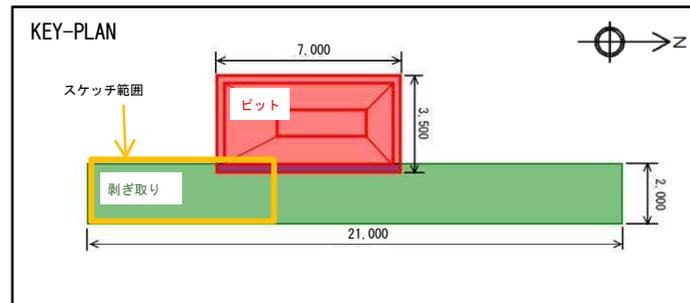
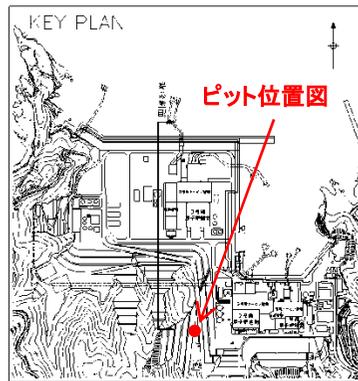


- 凡例
- 黑色頁岩
  - 凝灰岩
  - ドレライト
  - 節理
  - 観察範囲



- ・ 全体的に風化を受けているが、熱水変質の影響は認められない。
- ・ 暗緑色～灰緑色の塊状岩で、細粒緻密な岩相を示す。

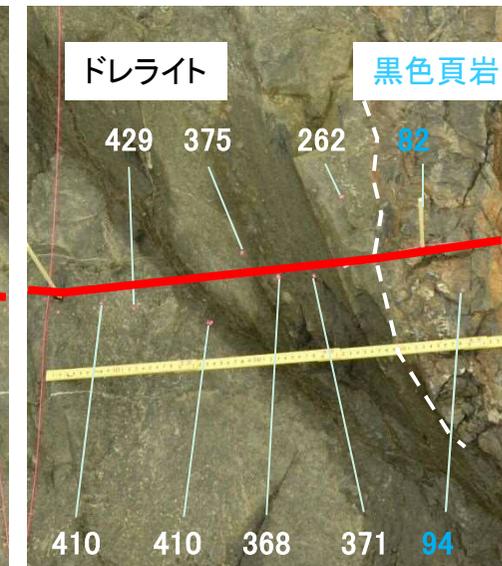
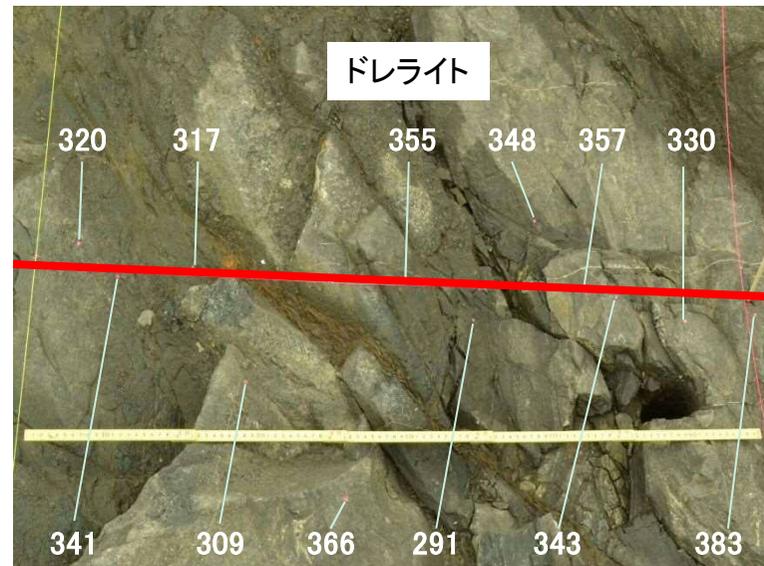
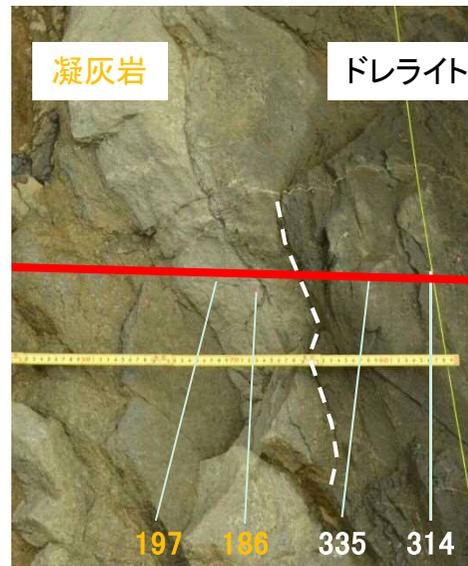
# 帯磁率測定結果(シーム確認ピット)



凡例  
 ■ 黒色頁岩  
 □ 凝灰岩  
 ■ ドレライト  
 — 節理  
 ⇄ 測定範囲

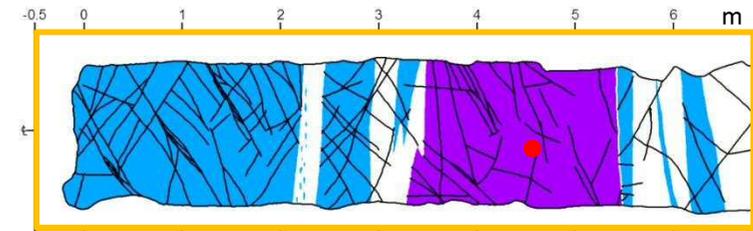
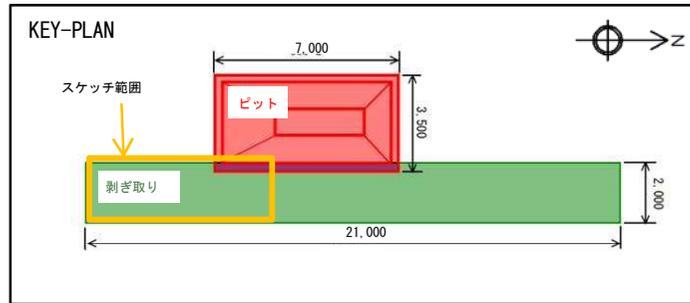
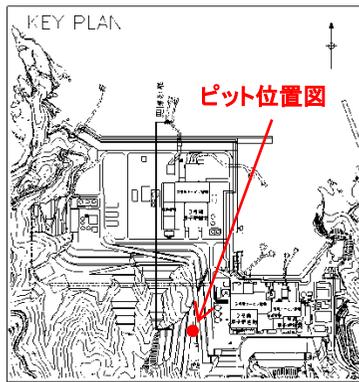
距離程4m

距離程5m

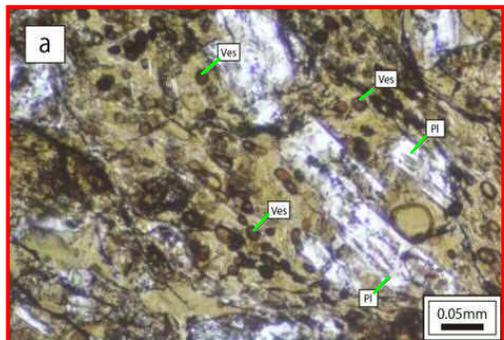


- ・帯磁率を測定した結果,  $10^{-4}$  SIのオーダーであり, 物理探査学会(2012)の玄武岩の最頻値より2オーダー程度低い。
- ・凝灰岩及び黒色頁岩の帯磁率は,  $10^{-4}$  SIのオーダーであり, 物理探査学会(2012)の頁岩の最頻値と同程度である。

# 薄片観察結果(シーム確認ピット)

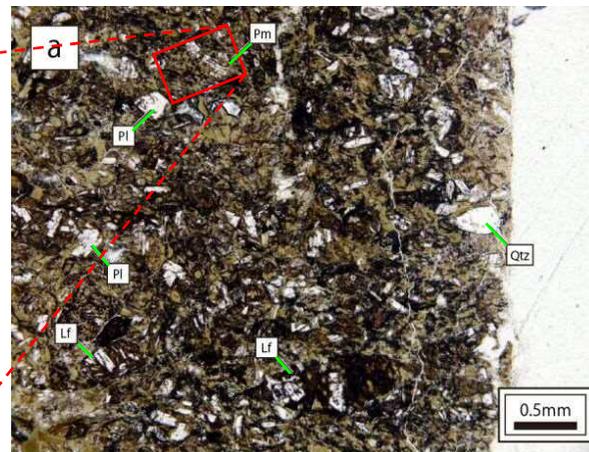


- 凡例
- 黒色頁岩
  - 凝灰岩
  - ドレライト
  - 節理
  - 試料採取位置



単ニコル

- 凡例
- Ves : 発泡痕
  - Pl : 斜長石
- 軽石の拡大図



単ニコル



直交ニコル

- 凡例
- Lf : 石質岩片
  - Pm : 軽石
  - Pl : 斜長石
  - Qtz : 石英

- ・ 石質岩片，斜長石等の碎屑物が多く認められる。
- ・ 発泡痕を含む軽石が認められる。

**【3号原子炉建物基礎地盤最深部の再検討結果】**

コア観察の結果，色調等，ドレライトの一般的な性状と整合的である。また，帯磁率の測定結果，一部で帯磁率が低い区間が認められるものの，これらは貫入境界付近，熱水変質部等に限られていること，及び，薄片観察の結果，斜長石，単斜輝石から成るオフィティック組織が認められることから，当該岩種はドレライトであることを確認した。

**【3号剥ぎ取り箇所への再検討結果】**

露頭観察の結果，色調等，ドレライトの一般的な性状と整合的である。また，帯磁率の測定結果，周辺の堆積岩と概ね同等の値を示すものの，薄片観察の結果，斜長石，単斜輝石から成る斑状組織が認められることから，当該岩種はドレライトであることを確認した。

**【シーム確認ピットの再検討結果】**

ピット底盤観察の結果，色調等，ドレライトの一般的な性状と類似した箇所も認められるものの，帯磁率の測定結果，周辺の堆積岩と概ね同等の値を示したこと，及び，薄片観察の結果，火山碎屑物が認められる等，凝灰岩の特徴と類似した性状が認められることから，当該岩種を凝灰岩に見直すこととする。

## 【参考】凝灰岩の特徴

### 肉眼観察

No.109 GL-10.0m~15.0m

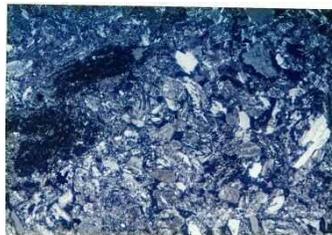


凝灰岩(一部に火山礫凝灰岩を含む)

灰～淡灰色を呈する。上方細粒化の級化層理を示すことが多く、上部は凝灰質頁岩に漸移することが多い。一部に平行葉理が弱く発達する。

### 薄片観察

No. 109 GL-12.0m



直交ニコル

1mm

石質岩片・斜長石・石英などの碎屑物の粒間を微細粒子が充填する。

## 参考文献

- (1) 鹿野和彦・中野俊(1986): 惠曇地域の地質, 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 地質調査所.
- (2) 狩野謙一・村田明広(1998): 構造地質学, 朝倉書店.
- (3) 木村学(1980): 節理系の解析と褶曲の形成機構, 地質学雑誌, 第86巻, pp.105-118.
- (4) 小林洋二(1979): 西南日本内帯における新第三紀後半の岩脈群と広域応力場, 火山, 第2集, 第24巻, 第3号, pp.153-168.
- (5) 小坂和夫(1998): 応用地質, 第39巻, 第2号, pp.208-216.
- (6) 一般社団法人 物理探査学会(2012): 物理探査ニュース, 第15号, 2012年7月.
- (7) 佐藤興平(2006): 砥沢岩体の帯磁率と化学組成, 群馬県立自然史博物館研究報告, pp.63-80.