



H4-CA-219-R03

浜岡原子力発電所 敷地の地質・地質構造（コメント回答） 補足説明資料

2022年2月25日

審査会合・現地調査におけるコメント一覧（未回答分）

No.	コメント	コメント時期
89	H-8, H-9断層の平面分布について、反射記録におけるH断層系の解釈も含めて検討すること。	2021年4月2日 第962回審査会合
90	H断層系のブロック試料・薄片の観察結果等の調査結果について、評価した性状の有無だけでなく、それら性状の程度や差異、評価の考え方等も含めて観察事実に基づく丁寧な記載を行うこと。	2021年4月2日 第962回審査会合
91	H-9断層の試料分析・測定結果においてT-11地点のデータを示しているものは、上載地層による活動性評価を行っているBF4地点北トレンチにおけるデータを示すこと。	2021年4月2日 第962回審査会合
92	深部の断層がH断層系と同性状の断層ではないとする解釈について、一次データである柱状図の記載を、その後の解釈によって変更するのであれば、スケッチなどを用いた詳細な検討内容を示すこと。	2021年4月2日 第962回審査会合
93	H断層系の分布形態及び性状の各種調査結果に関し、H-8断層についても他の断層と同項目の調査結果を追加し、他の断層との類似性を示すこと。	2021年4月2日 第962回審査会合
94	36H01断層はH断層系と同じ地質学的場で形成された、との新規規制基準適合性に係る4号炉設置変更許可申請書における記載について、同断層が今回示されたH断層系が分布しないとする地域に位置していることとの関係を説明すること。	2021年4月2日 第962回審査会合
95	H断層系の平面方向の分布範囲を示した図について、断層の分布が確認された範囲か、地層の後方回転から断層が推定される範囲か、この範囲を超えてH断層系が分布しないとする範囲を示したものが明確にわかるよう表現を適正化すること。	2021年4月2日 第962回審査会合
96	H断層系の活動機構の検討に関し、domino faultsの知見について、浜岡と同様な堆積場における事例の有無を確認し、事例があるのであれば資料に追加したうえで既往知見からも裏付けた説明を行うこと。	2021年4月2日 第962回審査会合
97	BF4, BF1及び比木2地点の泥層の対比において、BF4地点と比木2地点とを直接対比できるようなデータの拡充をはかるとともに、泥層基底礫の形状の対比について3地点のサンプル数をそろえたうえで考察すること。	2021年4月2日 第962回審査会合

回答済みコメント（No.1～88）の一覧は補足説明資料 I 章に掲載

1. H-8断層及びH-9断層の分布について（反射記録等を用いた検討）【コメントNo.89への回答】	3
2. 大深度ボーリング柱状図においてH断層系と関連があるように記載された深部の断層について【コメントNo.92への回答】	13
3. 36H01断層とH断層系の関係について【コメントNo.94への回答】	33
4. BF4地点の隆起速度について	37
5. 比木2地点及びBF1地点における古谷泥層の調査結果	40
6. 御前崎地域におけるMIS5eの泥層堆積環境の変遷の考察	62
7. BF4地点のトレンチ写真	73
8. BF4地点極近傍における笠名礫層相当露頭の詳細	105

I 既往コメント一覧

II 参考文献一覧

<過去の審査会合資料との関係について>
過去の審査会合における既報告事項を含む頁には、既提出資料との関係についての注釈を頁右上に記載する。

(注釈例)

第443回 資料2-1

① ②
p.14 追記
③ ④

①資料を提出した審査会合開催回

②資料番号

③該当頁

④「一部修正」：既提出資料から評価を見直したもの。
「追記」：既提出資料から評価の見直しはしないものの、記載の充実、適正化を図ったもの。

「再掲」：既提出資料から変更のないもの。
(スライドタイトルの変更等軽微な変更を含む。)

1

H-8断層及びH-9断層の分布について (反射記録等を用いた検討)

【コメントNo.89への回答】

<コメントNo.89>

- H-8, H-9断層の平面分布について, 反射記録におけるH断層系の解釈も含めて検討すること。

<回答要旨>

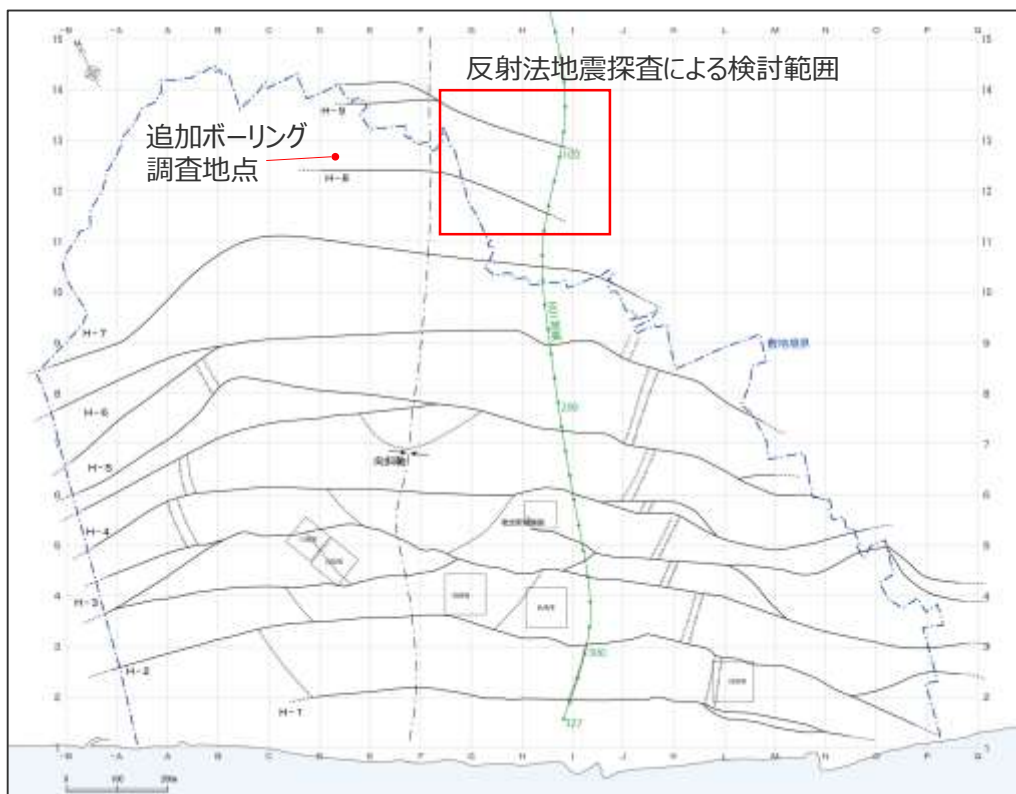
- 重要施設の直下でないH-8断層及びH-9断層については, ボーリング調査によるH断層系の分布の検討範囲は局所的であったため, 今回, ボーリング調査が実施されていない範囲について, 反射法地震探査R01測線における反射記録を用いてH断層系の平面分布を検討した。反射記録による断層の分布は, 第871回会合資料2-2における検討結果を踏まえ, 「比較的整然と連続する反射面群」を通ることなく地表付近から深部にかけて連続的に認められる「南傾斜の明瞭な不連続面」から検討した。
- さらに, H-8断層の平面分布は, 新たに試料採取のために実施したボーリング調査により確認したH-8断層の位置も反映し, 見直した。
- これらの結果によっても, 従来確認しているH断層系の特徴(走向N40~80°Wで, 海岸線(N60°W)とほぼ平行に互いに50~150m程度の間隔で, 分布する)に変わりがないことが確認された。

反射記録等を用いたH-8断層及びH-9断層の分布の検討

本編資料で述べたように、重要施設直下の断層であるH-1～H-7断層の分布は、ボーリング調査により三次元的に把握した鍵層（同一のものと認定された複数の凝灰岩層）の標高差と、露頭やボーリングコアにおいて確認した断層の位置から検討している。

一方、重要施設の直下でないH-8断層及びH-9断層については、ボーリング調査によるH断層系の分布の検討範囲は局所的であったため、今回、ボーリング調査が実施されていない範囲について、反射法地震探査R01測線における反射記録を用いてH断層系の分布を検討した。反射記録による断層の分布は、第871回会合資料2-2における検討結果※を踏まえ、「比較的整然と連続する反射面群」を通ることなく地表付近から深部にかけて連続的に認められる「南傾斜の明瞭な不連続面」から検討した。なお、H-8断層の分布については、H-8断層の追加調査（ボーリング調査：次々頁参照）により確認したH-8断層の位置等も踏まえ、見直した。

※ 反射記録において、ボーリング・露頭調査により作成した三次元モデルのH断層系と対応する部分には「南傾斜の明瞭な不連続面」が認められ、H断層系に挟まれた領域には、比較的整然と連続する複数の反射面が認められる。



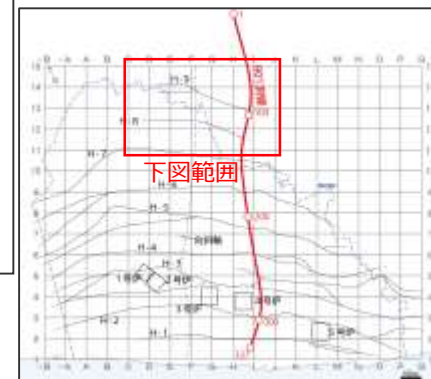
<検討に用いた反射法地震探査測線位置図>

<反射法地震探査諸元(R01測線)>

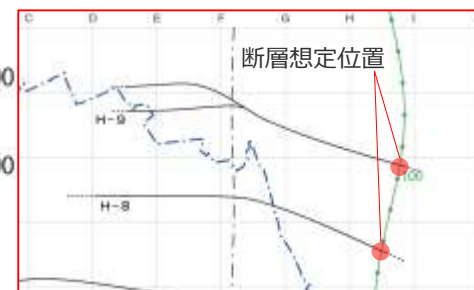
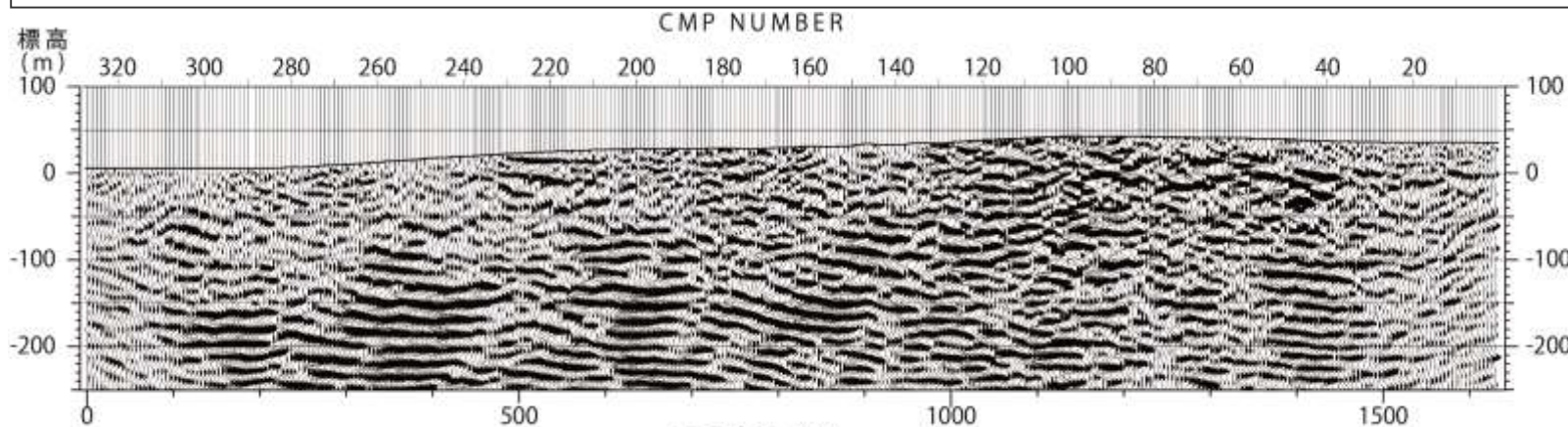
震源	中型バイブレータ車 8t×1台
発振点間隔	10m
スイープ周波数	10～110Hz
スイープ回数	5～10回
スイープ時間	16秒
収録システム	RT2 System
収録時間	3秒 (1000Hz)
受振器	速度型10Hz, 3個/グループ (R01測線)
受振点間隔	10m

反射法地震探査（R01測線）における検討

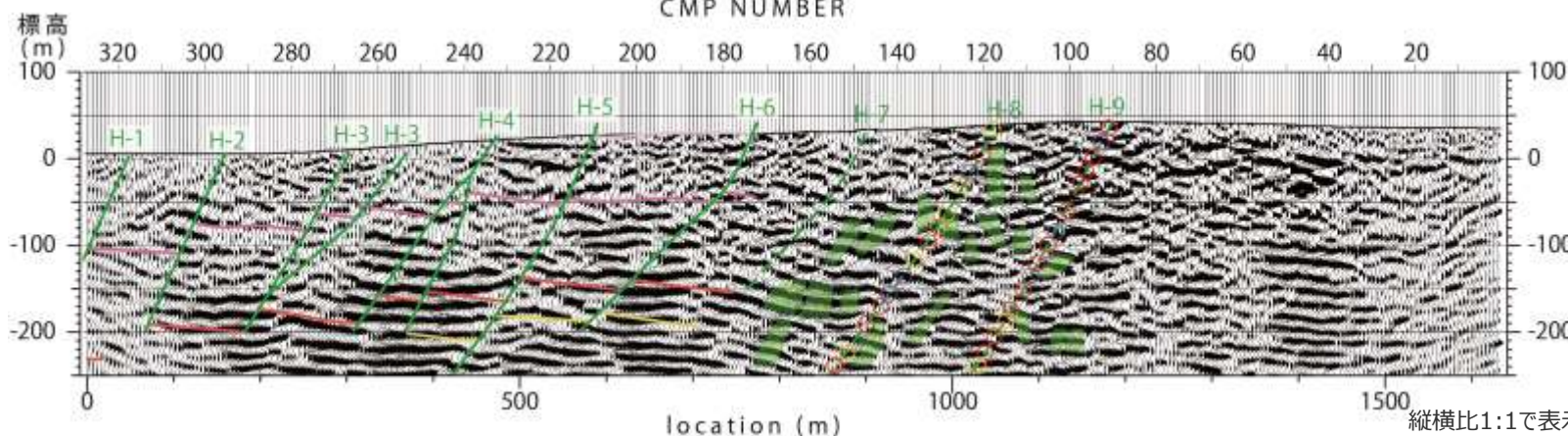
- 本測線のCMP80～170程度において、標高-250m程度以浅の反射面は比較的明瞭である。これら明瞭な反射面には、比較的整然と連続する反射面群が断続的に認められる。それら反射面群を地表付近から深部にかけて直線状に分断する「南傾斜の明瞭な不連続面」（反射面の消失、断裂及び顕著な屈曲のいずれかが直線状に連続すると解釈できるもの）が認められ、これらはH-8及びH-9断層であると考えられる。
- 本測線で推定されるH-8及びH-9断層も、150m程度の間隔で分布し、傾斜は60°程度である。
- それらの断層の水平断面(T.P.-13.5m)におけるH-8及びH-9断層のCMPは、それぞれ123付近、96付近にあたり、この地点付近を通過するようH-8及びH-9断層の平面分布を推定した。



測線位置図



T.P.-13.5mの断層分布



縦横比1:1で表示

- 凡例
- /// H断層（3Dモデル）
 - /// H断層（反射記録による検討）
 - 凝灰岩層（K-1）
 - 凝灰岩層（K-2u）
 - 凝灰岩層（K-3）
- H断層付近の反射面の解釈
- 反射面の消失
 - 反射面の断裂
 - 反射面の顕著な屈曲
 - 比較的整然と連続する反射面群

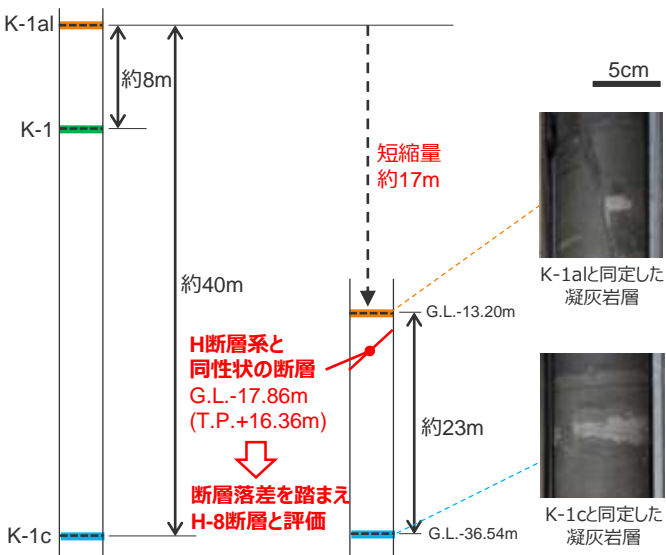
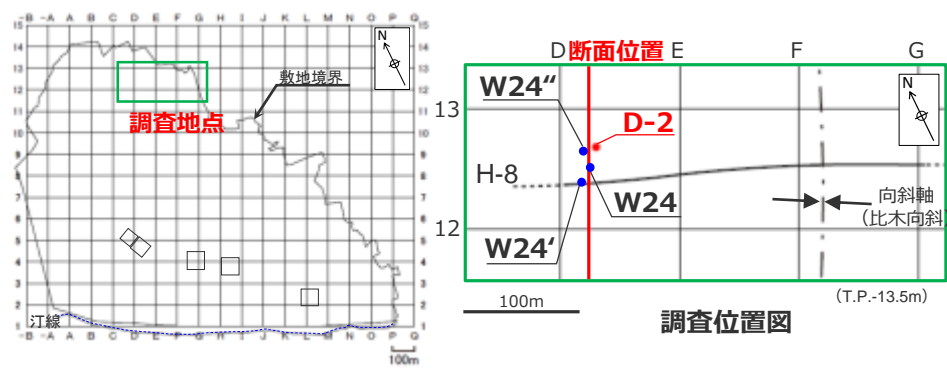
H-8断層の追加調査内容及び断層の確認結果

- H-8断層の追加調査として、H-8断層を確認し、採取した試料を用いてH-m4～H-m0, H-1～H-7, H-9断層と同項目の観察・試料分析を行った。
- H-8断層の確認にあたっては、同断層の西側延伸部では既往ボーリング（W24, W24', W24''孔）により、H断層系と同性状の断層が確認できており、この断層がH-8断層である可能性が高いと考えられることから、この断層が有意に大きい落差（10m程度以上）を持つこと示すため、断層の上盤側及び下盤側の鍵層について調査した。
- 断層の観察・試料分析にあたっては、新鮮な試料が必要となることから、上記既往ボーリング調査地点付近において新たに試料採取用のボーリング（D-2孔）を実施し、上記鍵層の調査についても同孔のコアを用いて実施した。

- D-2孔においては、標高17m付近（上記既往ボーリングで確認されたH断層系と同性状の断層の延長部）でH断層系と同性状の断層が確認された。*
- また、断層の上盤側及び下盤側にはそれぞれ凝灰岩が確認され、層相及び火山ガラスの屈折率によりK-1a, K-1cと同定された。
- これら凝灰岩を鍵層として用いると、両凝灰岩間の層厚は、標準的な層厚に比べ約17mの短縮がみられることから、D-2孔及び既往ボーリング（W24, W24', W24''孔）で確認されたH断層系と同性状の断層の落差は約17mであると考えられる。

D-2孔及び既往ボーリング（W24, W24', W24''孔）で確認されたH断層系と同性状の断層は、有意に大きい落差を持つことが確認できたことから、同断層がH-8断層であると評価した。

※D-2孔において確認したH断層系と同性状の断層（H-8断層）の詳細は本編資料p.138に示す。

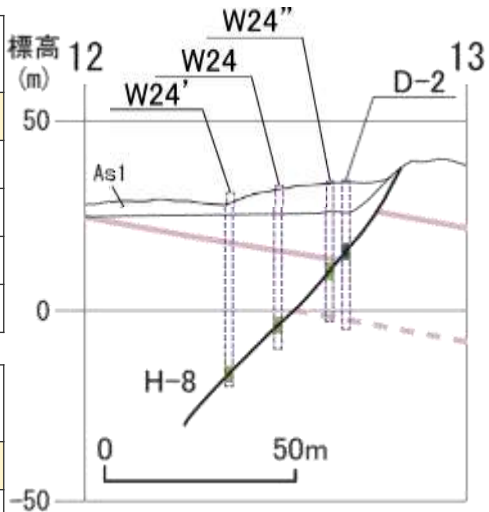


(K-1a)

孔名	深度 (m)	火山ガラスの屈折率 (nd)		
D-2	13.20	1.510	1.520	1.530
W16	36.04			
W17	35.50			
W18	31.49			
	31.62			

(K-1c)

孔名	深度 (m)	火山ガラスの屈折率 (nd)		
D-2	36.54	1.500	1.510	1.520
W18	51.59			
W19	49.02			



凡例

- 黒成砂層 (As1)
- 相良層 (砂岩・泥岩互層)
- 断層
- 凝灰岩 (鍵層)
- K-1
- K-1c ※

ボーリングでの確認箇所

- H-8断層 (新規孔)
- H-8断層 (既存孔)

※D-2孔のK-1c凝灰岩の同定結果を踏まえ、W24''孔において標高-0.32mで確認されていた凝灰岩層（前頁参照）もK-1c凝灰岩であると判断した。

追加調査結果を踏まえたH-8断層断面図

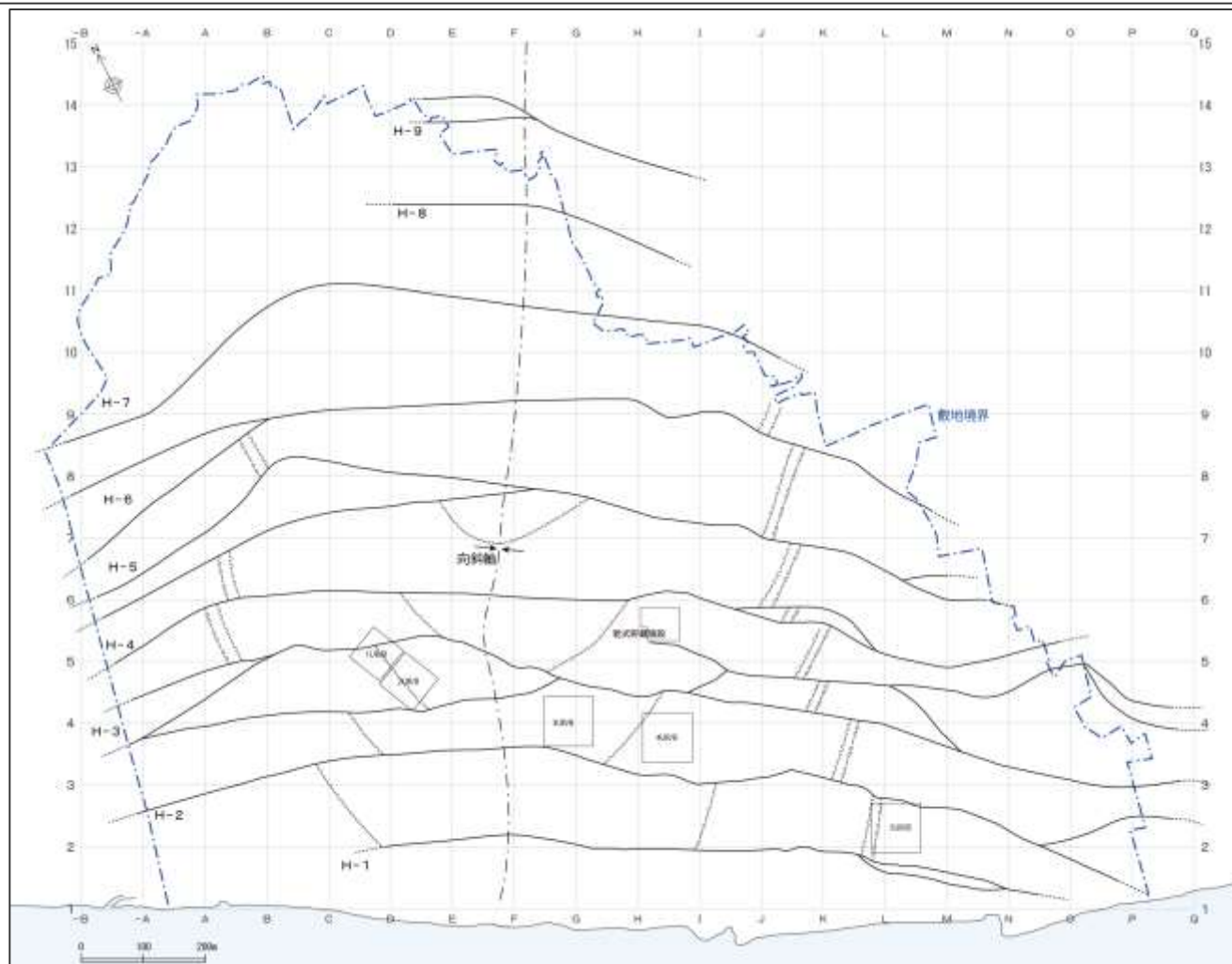
敷地内で確認される凝灰岩の層序

周辺ボーリング孔で確認された凝灰岩層との火山ガラス屈折率比較

D-2, W24, W24', W24''孔の柱状図、コア写真及びH-8断層であることを確認した断層の詳細は、データ集に示す。また、W16～19孔の位置は本編資料p.363に、柱状図及びコア写真は、第563回審査会合 資料2 pp.122～137にそれぞれ示す。

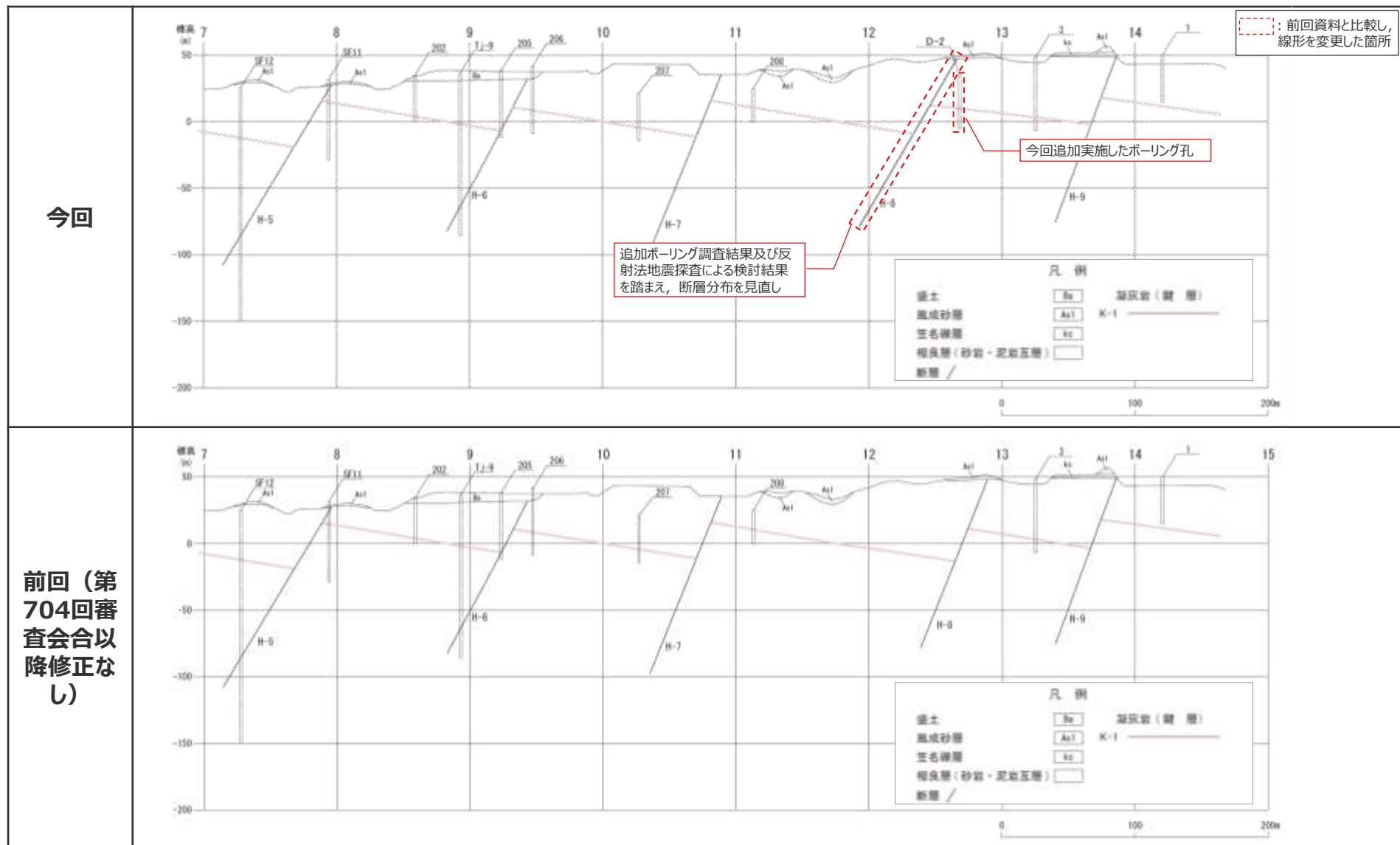
H断層系分布図（水平断面）

- これらの検討を踏まえH-8及びH-9断層の平面分布を見直した。
- これらの結果によっても、従来確認しているH断層系の特徴（走向N40°~80°Wで、海岸線（N60°W）とほぼ平行に互いに50~150m程度の間隔で、分布する）に変わりがないことが確認された。



地質水平断面図（T.P.-13.5m）

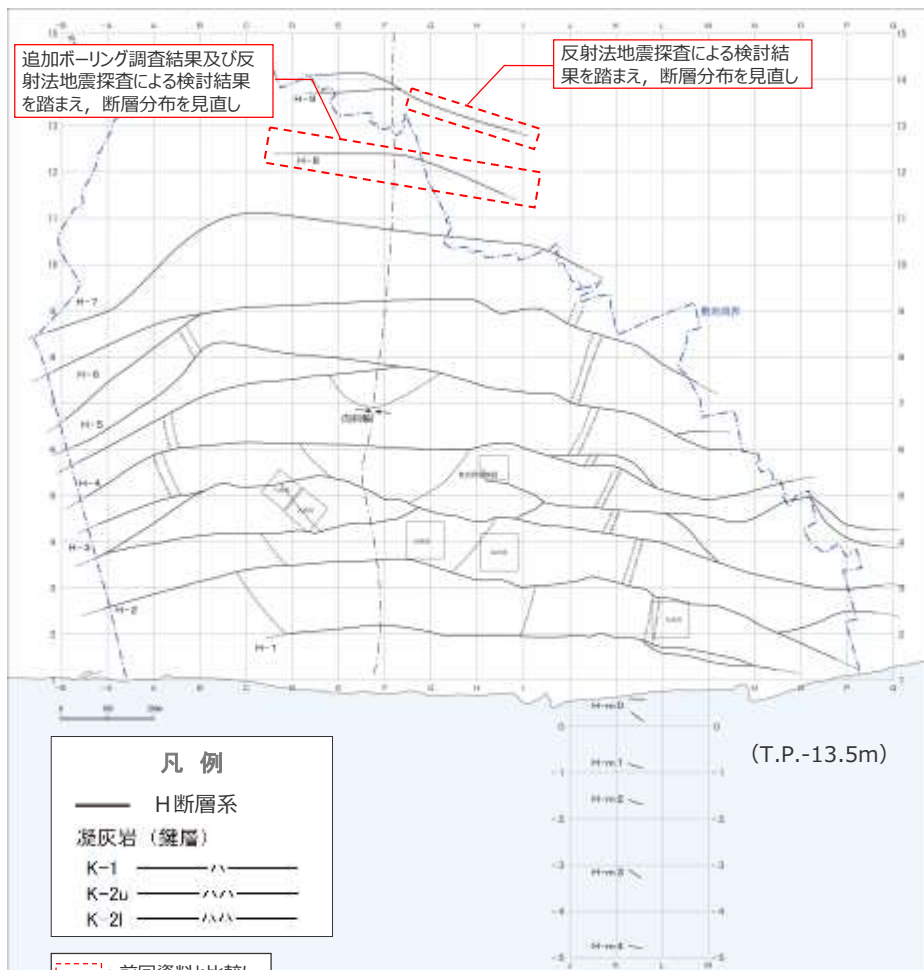
H断層系分布図の変更点 (F+60-Line断面)



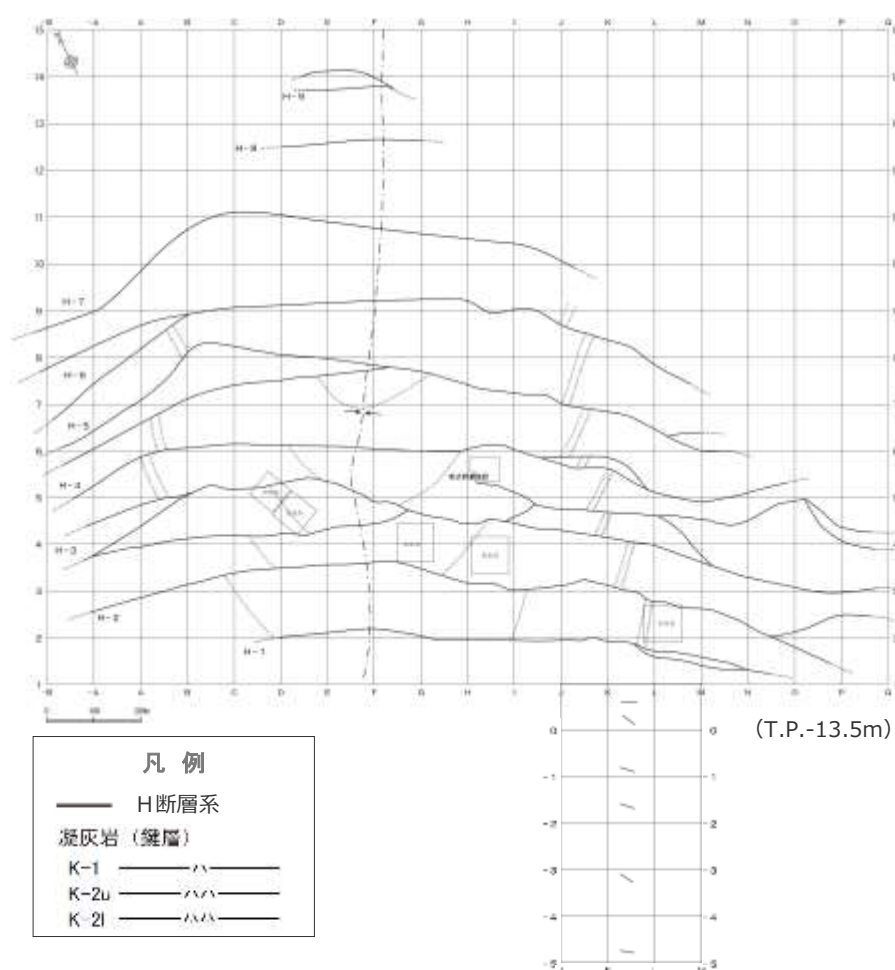
H断層系分布図の変更点（水平断面）

今回

前回（第704回審査会合以降変更なし）



：前回資料と比較し、線形を変更した箇所



凝灰岩層深度及びH断層系深度一覧表 (F+60-Line断面)

ボーリング番号	孔口標高 (m)	深度 標高	凝灰岩層 (下限深度 : 数値の単位[m])
			K-1
SF12	24.95	深度	37.71
		標高	-12.76
SF11	31.51	深度	16.63
		標高	14.88
202	34.89	深度	33.45
		標高	1.44
Tj-9	36.45	深度	36.18
		標高	0.27
205	38.19	深度	
		標高	
206	41.50	深度	26.60
		標高	14.90
207	21.00	深度	25.52
		標高	-4.52
208	24.73	深度	14.38
		標高	10.35
3	48.32	深度	44.95
		標高	3.37
1	49.86	深度	23.90
		標高	25.96

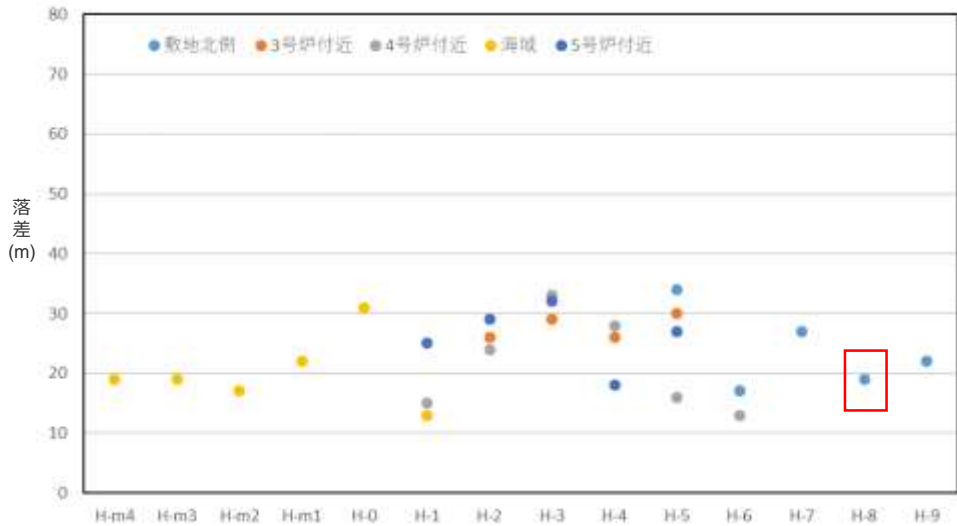
ボーリング 番号	孔口標高 (m)	H断層名	深度(m)
			標高(m)
SF12	24.95	H-5	110.82
			-85.87
SF11	31.51	H-5	10.90
			20.61
202	34.89		
Tj-9	36.45	H-6	101.30
			-64.85
205	38.19	H-6	43.90
			-5.71
206	41.50		
207	21.00		
208	24.73		
3	48.32		
1	49.86		
D-2	34.22	H-8	17.86
			16.36

※赤字で記載した箇所は、今回追加したデータを示す。

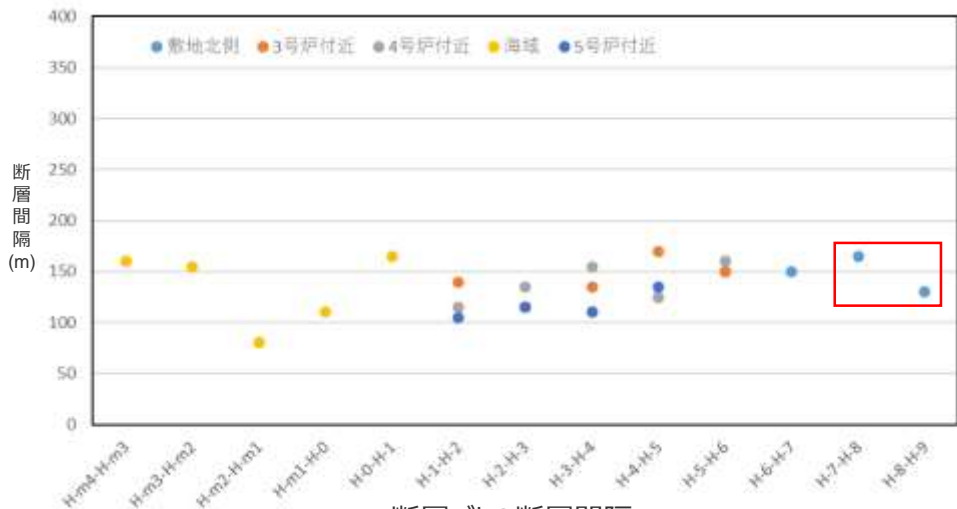
H断層系の分布形態（落差・断層間隔・走向傾斜）

コメントNo.93を受けボーリング調査により確認したH-8断層の情報（赤枠部）を反映

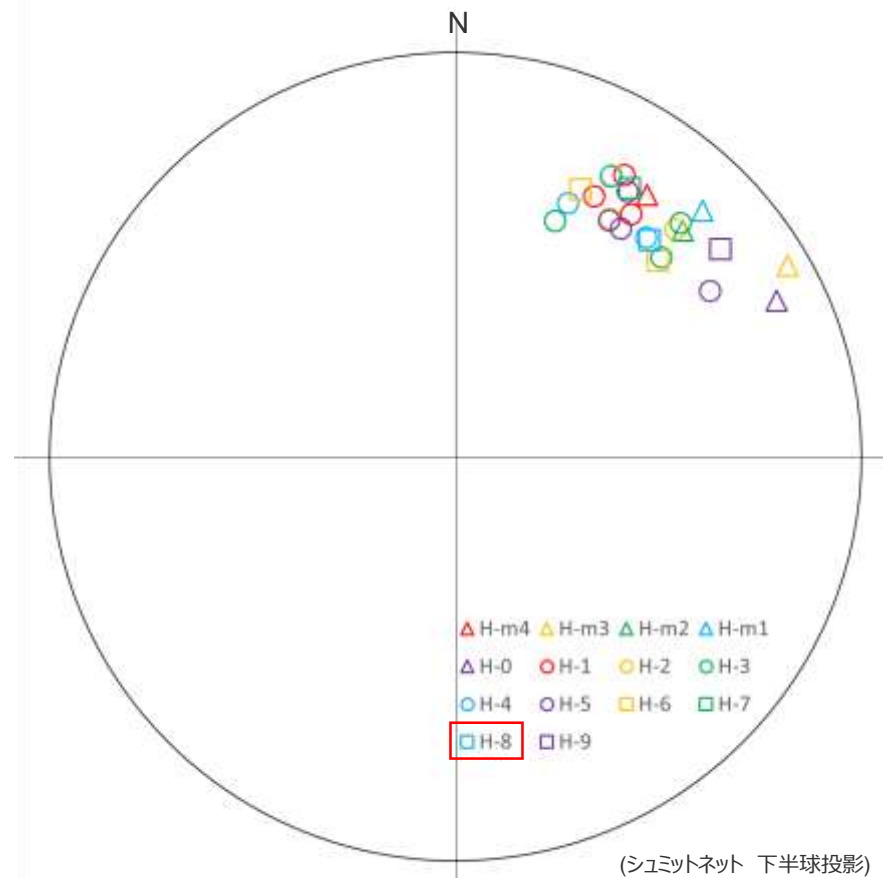
- ボーリングデータの豊富な3～5号各炉心付近の断面並びに敷地北側断面及び海域断面において、H断層系の落差、走向/傾斜及び断層間隔を推定した。
- ボーリング孔の投影などの影響により厳密な値ではないが、各断層の落差は20m程度、走向/傾斜はN50W/65S程度、断層間隔は100～150m程度と概ね一致している。



断層ごとの落差



断層ごとの断層間隔



断層ごとの走向・傾斜

赤枠は前回からの変更箇所

(参考) H断層系の分布形態の類似性 (グラフ描画に用いた数値)

- ボーリングデータの豊富な3～5号各炉心付近の断面並びに敷地北側断面及び海域断面において、H断層系の落差、走向/傾斜及び断層間隔を推定した。
- ボーリング孔の投影などの影響により厳密な値ではないが、各断層の落差は20m程度、走向/傾斜はN50W/65S程度、断層間隔は150m程度と概ね一致している。
各断面における鍵層、断層の位置は第817回審査会合資料2-2及び机上配布資料1参照

		H-1※1	H-2	H-3※1	H-4※1	H-5	H-6	H-7	H-8	H-9
3号炉 付近断面	落差(m)		26	29	26	30				
	走向/傾斜		N46W/67S	N46W/69S	N61W/68S	N54W/59S				
	断層間隔(m)		140	115	135	170	150			
4号炉 付近断面	落差(m)	15	24	33	28	16	13			
	走向/傾斜	N62W/62S	N61W/68S	N67W/53S	N66W/58S	N57W/67S	N44W/59S			
	断層間隔(m)		115	135	155	125	160			
5号炉 付近断面	落差(m)	25	29	32	18	27				
	走向/傾斜	N59W/70S	N57W/59S	N44W/60S	N49W/61S	N33W/64S				
	断層間隔(m)		105	115	110	135				
敷地北側 断面	落差(m)					34	17	27	19 (24)	22
	走向/傾斜					N57W/59S	N65W/62S	N57W/68S	N48W/61S (N61W/68S)	N38W/72S
	断層間隔(m)						150	150	160 (195)	130 (100)
		H-m4	H-m3※1	H-m2	H-m1※1	H-m0※1	H-1			
海域断面	落差(m)	19	19	17	22	31	13			
	走向/傾斜	N54W/69S	N30W/84S	N45W/68S	N45W/75S	N26W/77S	N54W/63S			
	断層間隔(m)		160	155	80	110	165			

落差は断層を挟んだボーリングにおいて確認された最も浅部の鍵層（凝灰岩層）の鉛直変位量(1m刻み)、走向/傾斜及び断層間隔はT.P.-13.5m付近（海域断面は海底面付近）における値（それぞれ1°刻み、5m刻み）
表中の網掛け部は近傍ボーリングデータなし。赤字で記載した箇所は、追加調査・検討結果を踏まえ今回見直したデータを示す。（ ）内の数値は、第871回審査会合資料記載の数値を示す。

※1：分岐あるいは近接する2本の断層がある場合、落差は2本を合わせた値、走向/傾斜及び断層間隔は、ボーリングにて確認された断層のうち連続性の良いもの（海域断面については落差の大きい断層）を対象とした

2 大深度ボーリング柱状図において H断層系と関連があるように記載された深部の断層について 【コメントNo.92への回答】

<コメントNo.92>

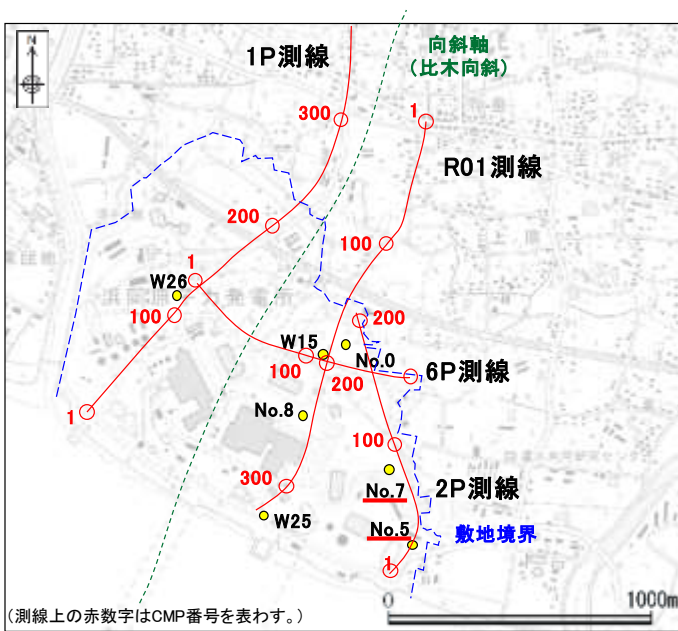
- 深部の断層がH断層系と同性状の断層ではないとする解釈について、一次データである柱状図の記載を、その後の解釈によって変更するのであれば、スケッチなどを用いた詳細な検討内容を示すこと。

<回答要旨>

- 大深度ボーリングNo.5孔及びNo.7孔の柱状図における、H断層系と関連するような性状の記載のある深部（K-8凝灰岩以深）の断層を、コア写真の詳細観察により、H断層系と同性状の断層に該当しないとした解釈について、ボーリングコア写真に加えコアスケッチ等も用いて、その詳細を示す。

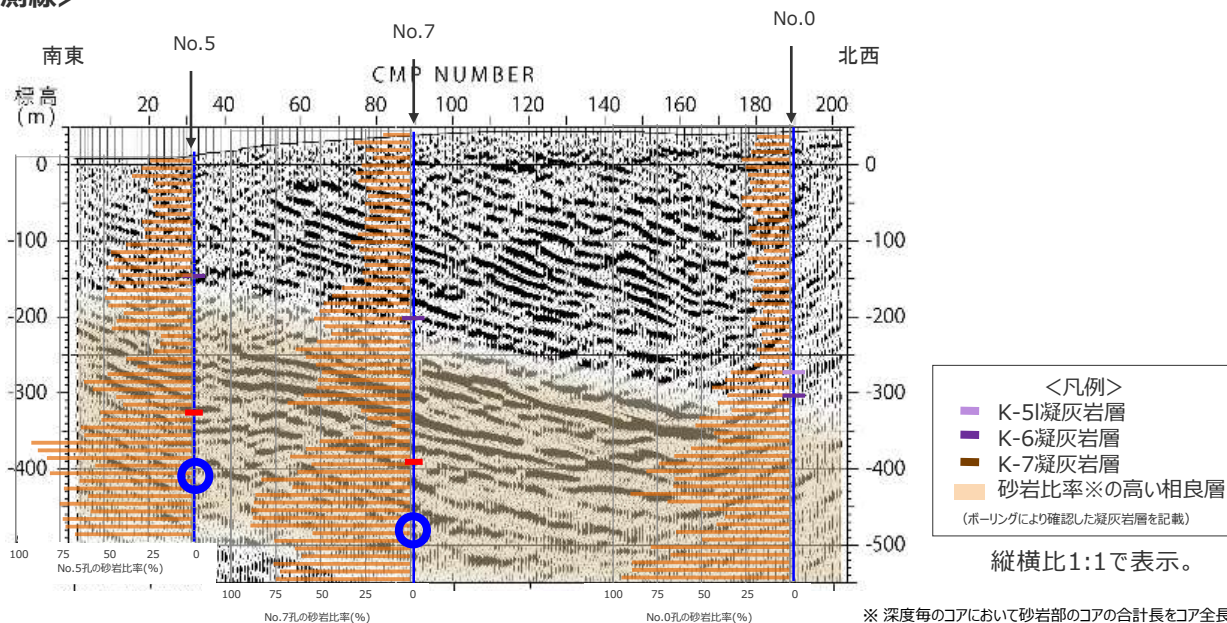
大深度ボーリングNo.5孔及びNo.7孔について

- 大深度ボーリングNo.5孔, No.7孔は, 反射断面の2P測線上に位置している。
- 大深度ボーリングNo.5孔及びNo.7孔の柱状図において, H断層系と関連するような性状の記載 (“地層混交帯”の記事) のある, 深部 (K-8凝灰岩層以深) の断層はそれぞれ以下の通りである。
 - 大深度ボーリングNo.5孔: 深度 420.30 ~ 423.56m (標高-409.37~-412.63m)
 - 大深度ボーリングNo.7孔: 深度 521.45 ~ 522.55m (標高-477.57~-478.67m)



ボーリング孔位置図

<2P測線>



※ 深度毎のコアにおいて砂岩部のコアの合計長をコア全長で除した, 砂岩泥岩互層に占める砂岩の割合

- : K-8凝灰岩層
(No.5: 標高-328.95~-329.84m)
(No.7: 標高-392.32~-392.57m)
- : 柱状図にH断層系と関連するような性状の記載 (“地層混交帯”の記事) のある箇所

本検討にあたり、「H断層系と同性状の断層」に該当するか否かの検討の具体的内容を以下に再掲する。
(詳細は本編資料pp.270～278, 「H断層系延伸部の更なる検討-大深度ボーリング深部の断層の検討-」参照)

ボーリングコアにおいて想定されうるH断層系の性状を踏まえ、以下に示す通りH断層系の特徴を有する「H断層系と同性状の断層」を検討する。

◇検討対象断層

コアの乱れ（岩片状や粒状のコア，コア欠け部，断層密集部等）がコア長で10cm以上認められる断層を対象とする。

◇「H断層系と同性状の断層」に該当するか否かの検討

検討対象断層について，以下の指標により「H断層系と同性状の断層」か否か判断する。

○断層性状による判断の指標（「H断層系と同性状の断層」は以下の性状をすべて有する。）

- 少なくとも1条の，高角な断層面が存在する。（細粒物質の有無や，開離型断層・ゆ着型断層の区別は参考扱いとする。）
- 断層面に挟まれた部分や断層面沿いにおいて，流動的な変形構造（不明瞭な層理あるいは層理の急傾斜）が認められる。
- 断層を挟んで，地層の繰り返しが認められない。（逆断層ではない。）
- EW走向かつ南傾斜である。（BHTVにより確認可能な場合）
- 断層幅（断層面に挟まれた，層理が不明瞭あるいは急傾斜が認められる部分の幅）が比較的大きい※1。

※1 断層面に対し直交方向について5cm程度以上を目安とする。

大深度ボーリングNo.5孔の柱状図において、“地層混交帯”とされている 深部の断層の解釈（深度 420.30 ~ 423.56m）

<柱状図の記事>

- 420.30m~423.56mの区間を“地層混交帯”とし、上部の420.30m、下部の423.56mそれぞれに開離型断層としている。
- 以下、①地層混交帯部、②断層部（上側）、③断層部（下側）それぞれについて、詳細を確認する。

【柱状図】

420.30m ∠60° 開離型断層。細粒物質の幅は1mm。上部3cmは破碎。

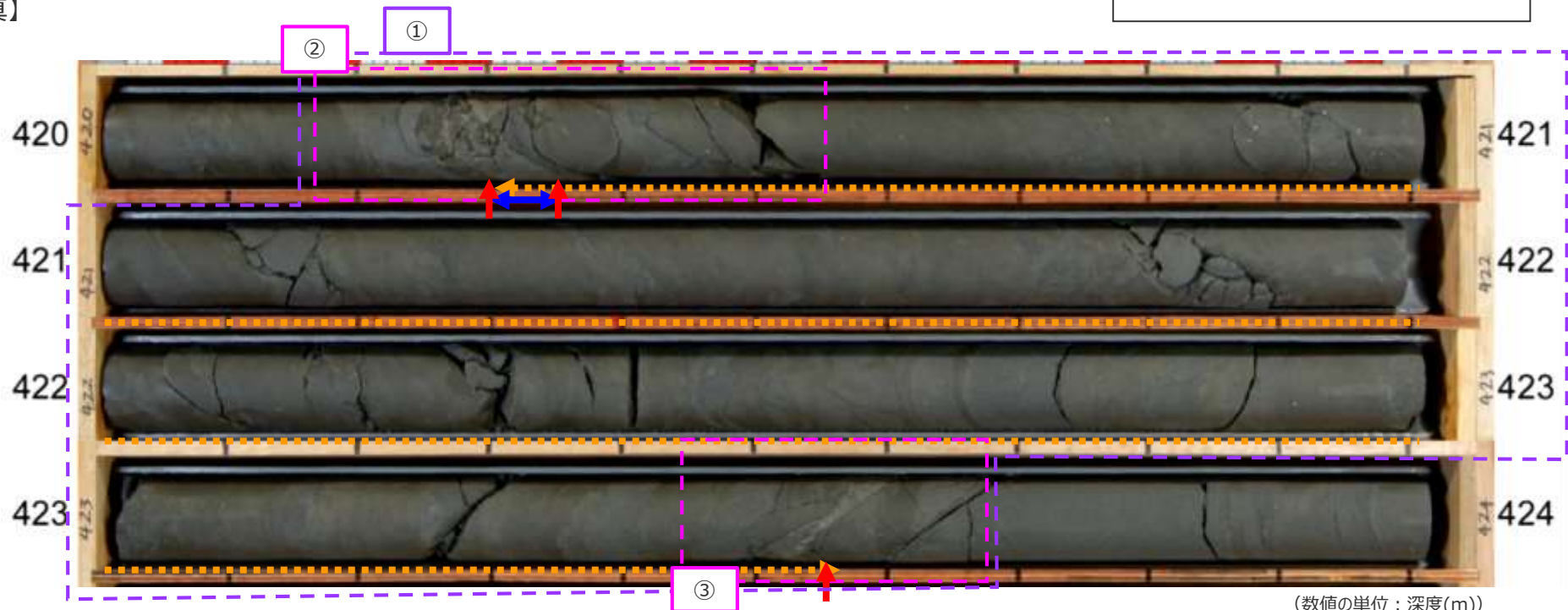
420.30~423.56mに地層混交帯。

423.56m ∠50° 開離型断層。細粒物質の幅は1~3mm。

(No.5孔：孔口標高 10.93m)

- 柱状図記事で“地層混交帯”としている区間
- 開離型断層
- コアの乱れ（層理が不明瞭等）

【コア写真】



(数値の単位：深度(m))

①地層混交帯部とH断層系との比較（コア写真，スケッチ）

- H断層系と評価している箇所の「地層混交帯」（H-m0断層を例示）では、高角な断層に伴う流動的な変形構造（層理面の切断・引きずり変形による急傾斜化）が認められる。
- 一方、No.5孔の深部の“地層混交帯”では、層理面には顕著な乱れは認められず、健岩部と同様に堆積時の形状を保存している。

●PT-6孔（H-m0断層（南））

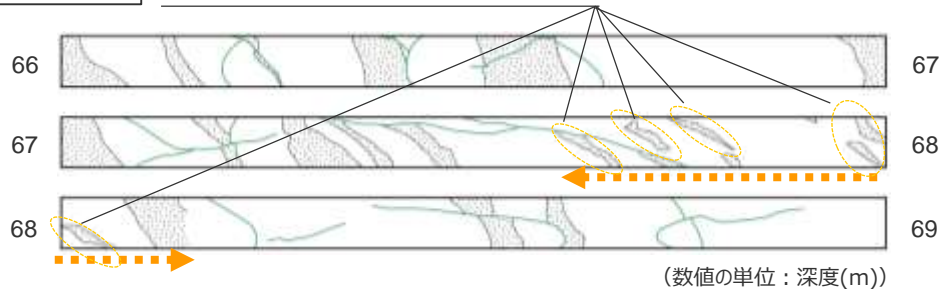
コア写真

<凡例> 流動的な変形構造



コアスケッチ

高角な断層に伴う流動的な変形構造（層理面の切断・引きずり変形による急傾斜化）が認められる



<凡例> 断層 砂岩 泥岩 凝灰岩

●No.5孔（深部の地層混交帯）

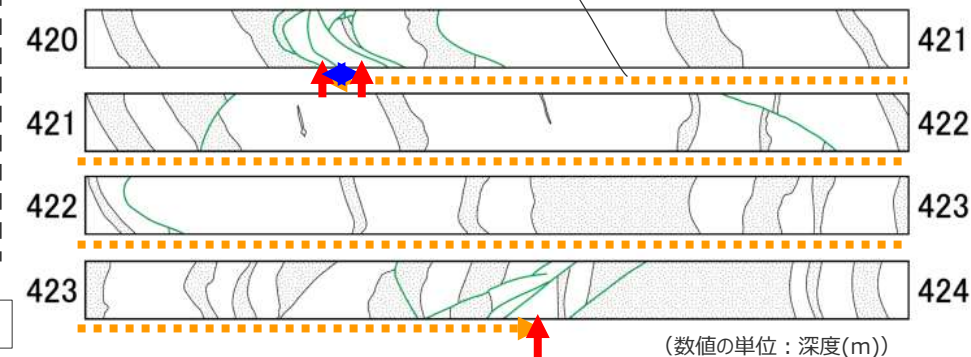
コア写真

420.30m 傾60° 開離型断層。細粒物質の幅は1mm。上部3cmは破砕。
 420.30~423.56mに地層混交帯。
 423.56m 傾50° 開離型断層。細粒物質の幅は1~3mm。



コアスケッチ

層理面には顕著な乱れは認められない






柱状図記事で“地層混交帯”としている区間
 開離型断層
 コアの乱れ（層理が不明瞭等）

①地層混交帯部の詳細確認

【柱状図】

420.30m 〳60° 開離型断層。細粒物質の幅は1mm。上部3cmは破砕。
 420.30~423.56mに地層混交帯。
 423.56m 〳50° 開離型断層。細粒物質の幅は1~3mm。

(No.5孔：孔口標高 10.93m)





-  柱状図記事で“地層混交帯”としている区間
-  開離型断層
-  コアの乱れ（層理が不明瞭等）

<断層性状の詳細確認結果>

柱状図記事で“地層混交帯”としている420.30~423.56mの区間には、砂岩と泥岩が入り混じったような層相が認められるが、岩片状を呈する部分や層理に顕著な乱れも認められない。

これらのことから、本区間は、地層混交帯（流動的な変形構造をもつ区間）ではなく、堆積時の構造（健岩部）と解釈される。

→本構造は、“地層混交帯”ではない。

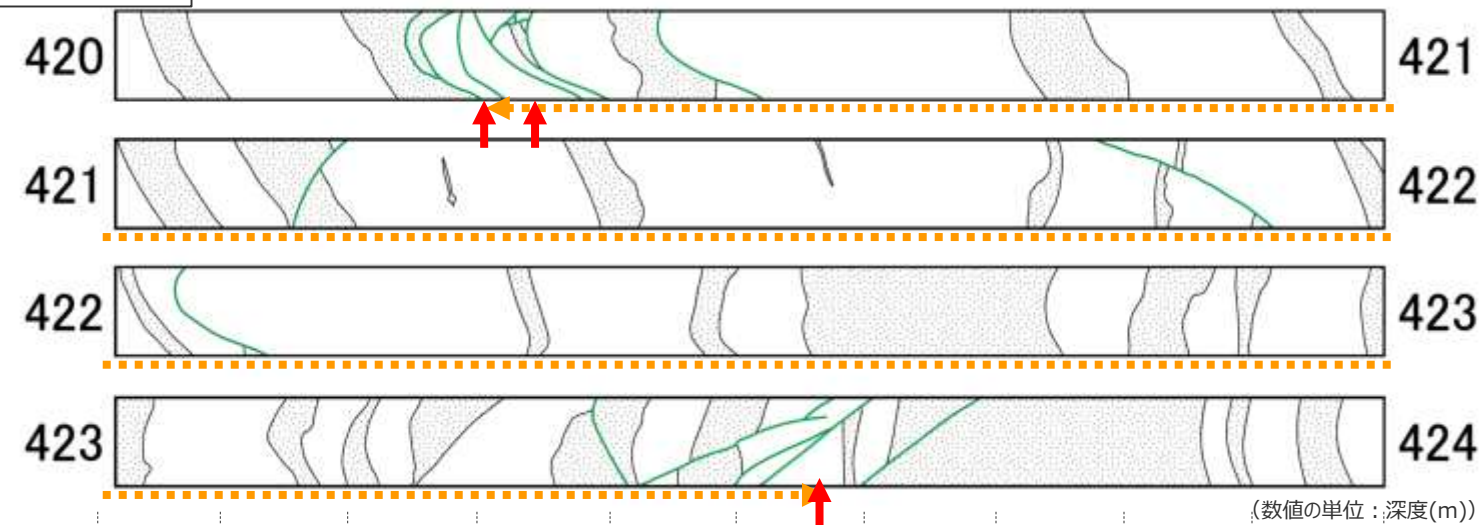
- <凡例>
-  断層
 -  砂岩
 -  泥岩
 -  凝灰岩

コア写真



(注)：本区間は、砂岩比率の高い相良層の範囲であるが、局所的に泥岩比率が高くなっている。

コアスケッチ



(数値の単位：深度(m))

②断層部（上側）の詳細確認

【柱状図】

420.30m 傾60° 開離型断層。細粒物質の幅は1mm、上部3cmは破碎。
420.30~423.56mに地層混交帯。
423.56m 傾50° 開離型断層。細粒物質の幅は1~3mm。

(No.5孔：孔口標高 10.93m)

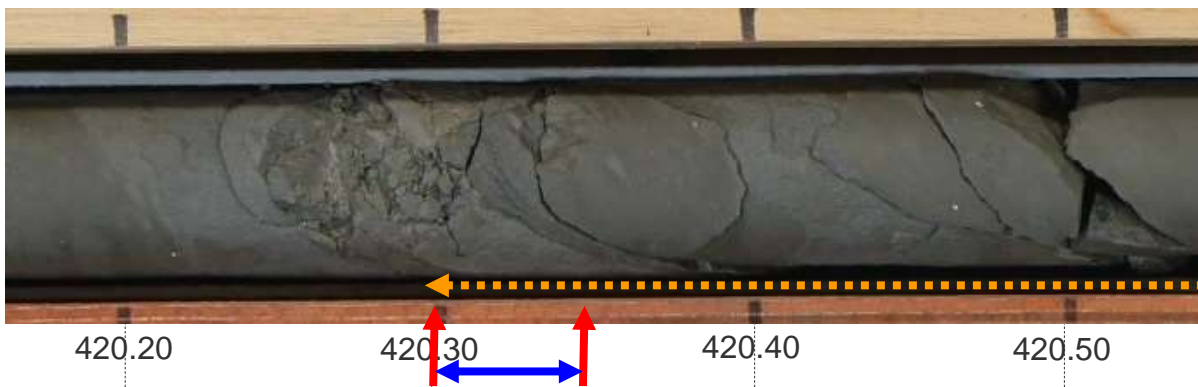
＜断層性状の詳細確認結果＞




上部の420.30mの高角な開離型断層は、その下部の420.35m程度までコアの乱れが認められ、直下の地層が引きずりを受けていることから、一定の幅は持つものの、その幅（断層面に対し直交方向の幅）は5cmに満たないため、「H断層系と同性状の断層」に該当しない。

なお、同断層の上部3cm程度は、柱状図記事に破碎とあるように、小規模な亀裂が認められるが、コアが不均質に割れていることから、掘削・採取時のコアの乱れと解釈される。

→本断層は、「H断層系と同性状の断層」に該当しない。

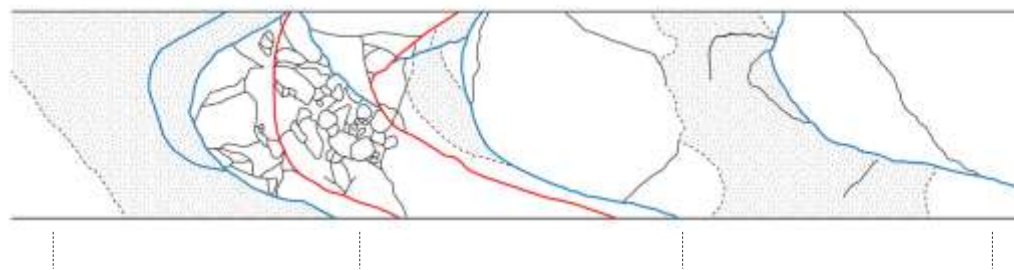
コア写真



-  柱状図記事で“地層混交帯”としている区間
-  開離型断層
-  コアの乱れ（層理が不明瞭等）

(数値の単位：深度(m))

コアスケッチ



-  開離型断層
-  ゆ着型断層
-  地層境界
-  亀裂・機械割れ
-  砂岩
-  泥岩

(注) 420.30m, 420.35mに開離型断層が認められるが、柱状図の記事では、420.30mの開離型断層を代表として記載している。

③断層部（下側）の詳細確認

【柱状図】

420.30m ∠60° 開離型断層。細粒物質の幅は1mm。上部3cmは破碎。

420.30~423.56mに地層混交帯。

423.56m ∠50° 開離型断層。細粒物質の幅は1~3mm。

(No.5孔：孔口標高 10.93m)

<断層性状の詳細確認結果>

423.56mの開離型断層は、断層近傍のコアが岩片状~粒状を呈しておらず、健岩部と解釈されることから、本断層は、幅を持たない開離型断層と解釈される。

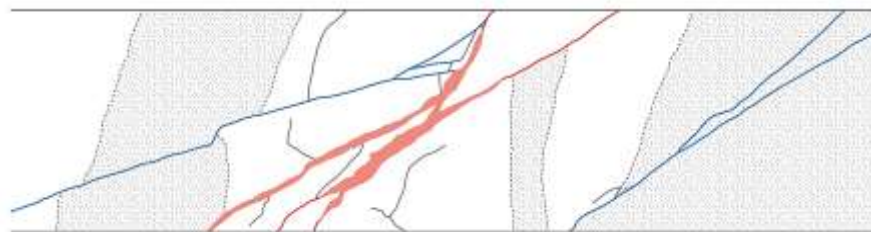
→本断層は、「H断層系と同性状の断層」に該当しない。

コア写真



- ←---→ 柱状図記事で“地層混交帯”としている区間
- ←---→ 開離型断層
- ←---→ コアの乱れ（層理が不明瞭等）

コアスケッチ



- 開離型断層
- 細粒物質
- ゆ着型断層
- - - 地層境界
- 亀裂・機械割れ
- 砂岩
- 泥岩

(注) 423.56mの開離型断層は、詳細に見ると、近接した2条の断層面が交差するように認められる。

まとめ

<まとめ>

- 柱状図記事において、“地層混交帯”と記載された区間及び上下の開離型断層は、ボーリングコアの詳細観察結果から、断層に挟まれた区間は、堆積時の構造（健岩部）であり、“地層混交帯”ではないと解釈される。また上部、下部の開離型断層はいずれも、幅を持たない小断層あるいは幅が比較的小さい（5cmに満たない）小断層と解釈される。

⇒これらの構造は、「H断層系と同性状の断層」に該当しない。

大深度ボーリングNo.7孔の柱状図において、“地層混交帯”とされている深部の断層の解釈（深度 521.45 ～ 522.55m）

<柱状図の記事>

- 521.45m及び521.87mに開離型断層，521.45～522.55mの区間を“地層混交帯”，522.55mに開離型断層としている。
- 以下，①上部区間（深度521.45～522.00m），②下部区間（深度522.00～522.55m）について，詳細を確認する。

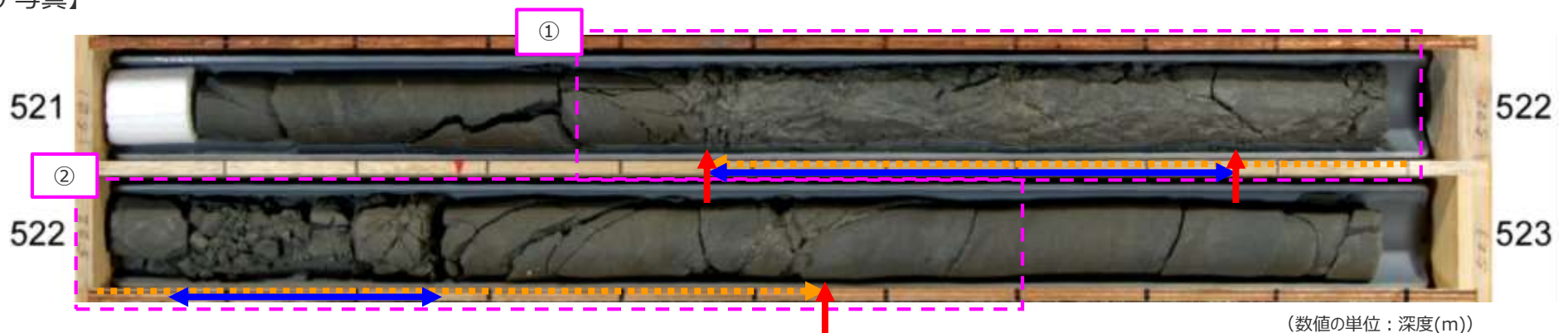
【柱状図】

520.73～521.06mはコア流出。
521.06～522.00mは岩片状。
521.45m ∠55° 開離型断層。細粒物質の幅はフィルム状～1mm。
521.45～522.55は地層混交帯。
521.87m ∠60° 開離型断層。細粒物質の幅は1～3mm。
522.06～522.25mは粒状。
522.25～522.39mは岩片状。
522.55m ∠60° 開離型断層。細粒物質の幅は1～5mm。

(No.7孔：孔口標高 43.88m)

柱状図記事で“地層混交帯”としている区間
開離型断層
コアの乱れ（層理が不明瞭等）

【コア写真】



①上部区間（深度521.45～522.00m）の詳細確認

【柱状図】

520.73～521.06mはコア流出。
 521.06～522.00mは岩片状
 521.45m ∠55° 開離型断層。細粒物質の幅はフィルム状～1mm。
 521.45～522.55は地層混交帯。
 521.87m ∠60° 開離型断層。細粒物質の幅は1～3mm。
 522.06～522.25mは粒状。
 522.25～522.39mは岩片状。
 522.55m ∠60° 開離型断層。細粒物質の幅は1～5mm。

(No.7孔：孔口標高 43.88m)

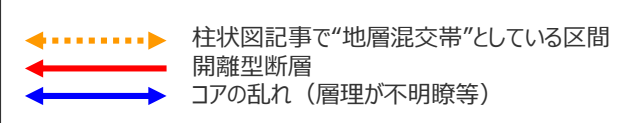
<断層性状の詳細確認結果>

柱状図で“地層混交帯”としている区間のうち、開離型断層に挟まれた区間（521.45～521.87m）は、砂岩層であり、網目状の構造（ゆ着型断層含む）が認められるが、岩片状～粒状を呈していないこと、層理面に顕著な乱れも認められないことから、堆積構造が保持されていると考えられる。また、下側の開離型断層より下部の区間（521.87～522.00m）は、コアに乱れがなく、健岩部であると解釈される。

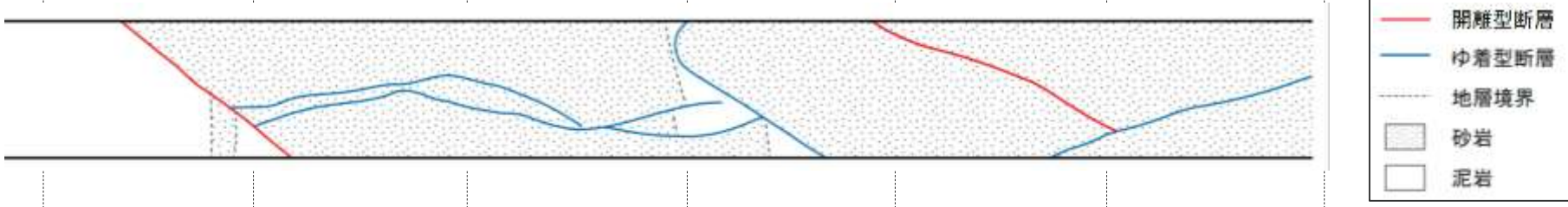
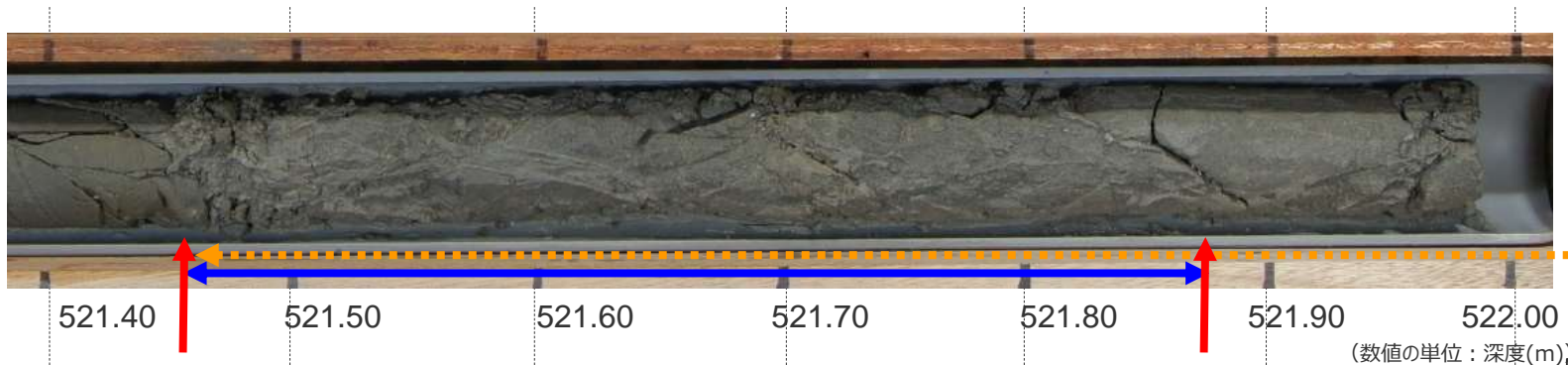
上側の開離型断層（521.45m）及び下側の開離型断層（521.87m）は、断層近傍のコアが岩片状～粒状を呈しておらず、いずれも幅をもたない小断層と解釈される。

これらのことから、これら構造は、堆積時の構造（健岩部）及び幅を持たない小断層と解釈される。

→本構造は、「H断層系と同性状の断層」に該当しない。



コア写真
 コアスケッチ



②下部区間（深度522.00～522.55m）の詳細確認

【柱状図】

520.73～521.06mはコア流出。
521.06～522.00mは岩片状。
521.45m ∠55° 開離型断層。細粒物質の幅はフィルム状～1mm。
521.45～522.55は地層混交帯。
521.87m ∠60° 開離型断層。細粒物質の幅は1～3mm。
522.06～522.25mは粒状。
522.25～522.39mは岩片状。
522.55m ∠60° 開離型断層。細粒物質の幅は1～5mm。

(No.7孔：孔口標高 43.88m)

＜断層性状の詳細確認結果＞

柱状図記事で“地層混交帯”としている区間のうち、522.06～522.25mのコアは、岩片状～粒状に見えるが、不均質に割れており、端部は水平な割れ目でコア昇降部（コア写真の▼部）にあたることから、掘削・採取時のコアの乱れと解釈する。

“地層混交帯”としている区間のうち、その他の区間（522.00～522.06m、522.25～522.55m）は、一部に割れ目は認められるが、コアに乱れがなく、層理面に顕著な乱れも認められないことから、健岩部と解釈される。

下側の開離型断層（522.55m）は、断層近傍のコアが岩片状～粒状を呈しておらず、幅をもたない小断層と解釈される。これらのことから、これら構造は、幅を持たない小断層及び掘削・採取時のコアの乱れであると解釈される。

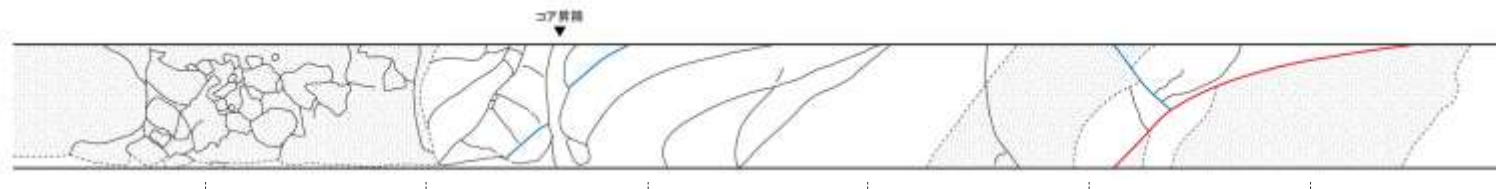
→本構造は、「H断層系と同性状の断層」に該当しない。

コア写真



(数値の単位：深度(m))

コアスケッチ



- ←.....→ 柱状図記事で“地層混交帯”としている区間
- ←————→ 開離型断層
- ←————→ コアの乱れ（層理が不明瞭等）

- 開離型断層
- ゆ着型断層
- 地層境界
- 亀裂・機械割れ
- 砂岩
- 泥岩

まとめ

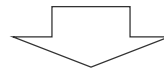
<まとめ>

- 柱状図記事において、“地層混交帯”と記載された区間及び上下の開離型断層は、ボーリングコアの詳細観察結果から、断層に挟まれた区間は、堆積時の構造（健岩部）及び掘削・採取時のコアの乱れであり、「地層混交帯」ではないと解釈される。また上部、下部の断層はいずれも、幅を持たない小断層と解釈される。

⇒これらの構造は、「H断層系と同性状の断層」に該当しない。

<コメントNo.92>

- 深部の断層がH断層系と同性状の断層ではないとする解釈について、一次データである柱状図の記載を、その後の解釈によって変更するのであれば、スケッチなどを用いた詳細な検討内容を示すこと。



<まとめ>

- 大深度ボーリングNo.5孔及びNo.7孔の柱状図における、H断層系と関連するような性状の記載のある深部（K-8凝灰岩以深）の断層を、H断層系と同性状の断層に該当しないとした解釈について、ボーリングコア写真に加え、コアスケッチを用いて検討内容を詳細に示した。

【深部の断層の解釈】

大深度ボーリングNo.5孔，No.7孔の深部（K-8凝灰岩以深）にある，柱状図に“地層混交帯”と記載された区間については，いずれも幅が比較的小さい（または幅を持たない）小断層に挟まれた堆積時の構造（健岩部）または掘削・採取時のコアの乱れであり，当該区間の断層はH断層系と同性状の断層に該当しないと解釈している。

(補足) ボーリングコアのCT画像を用いた確認について




コア写真による解釈（スケッチ図により説明を補足）に関し、補足としてCT画像の観察結果との整合性を確認する。

①地層混交帯部のCT画像について

【柱状図】

420.30m 60° 開離型断層。細粒物質の幅は1mm、上部3cmは破碎。
 420.30~423.56mに地層混交帯。
 423.56m 50° 開離型断層。細粒物質の幅は1~3mm。

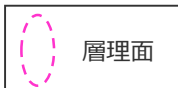
(No.5孔：孔口標高 10.93m)

-  柱状図記事で“地層混交帯”としている区間
-  開離型断層
-  コアの乱れ（層理が不明瞭等）

<断層性状の詳細確認結果> (CT画像より)

コア写真による解釈（スケッチ図により説明を補足）と同様、岩片状を呈する部分は認められず、層理面は堆積時の構造が保存され（右CT画像ピンク枠）、顕著な乱れも認められない。

→CT画像による観察結果は、「記事に“地層混交帯”とされた区間は、堆積時の構造（健岩部）であり、本構造は“地層混交帯”ではない」としたコア写真による解釈と整合的である。

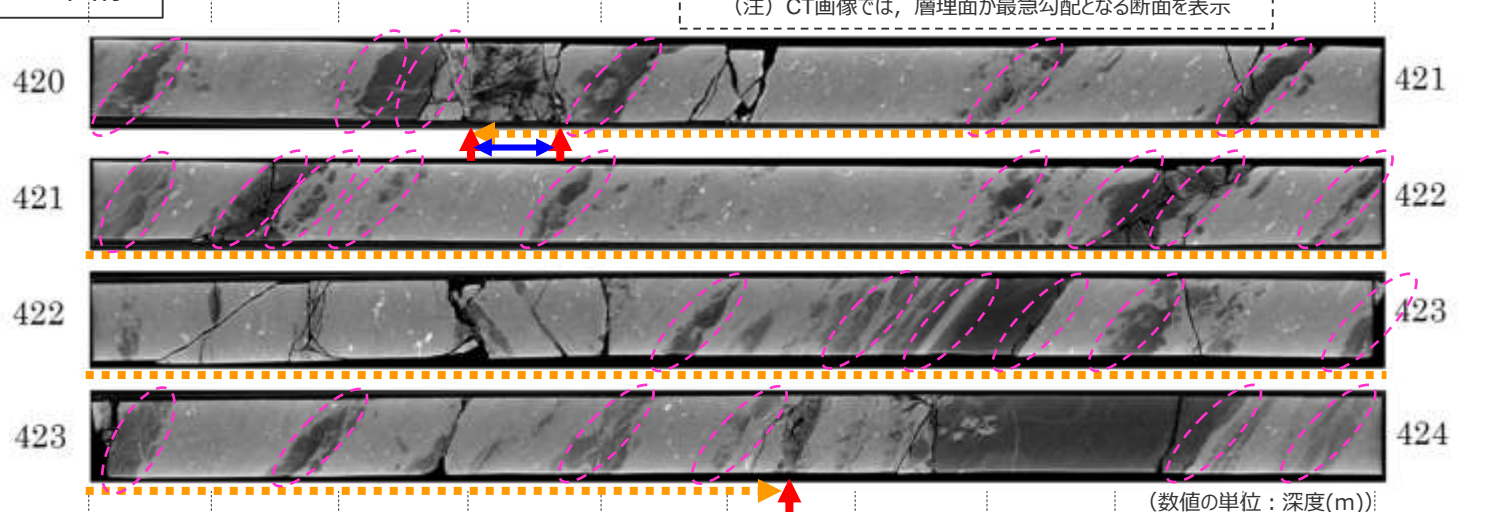


コア写真



(注)：本区間は、砂岩比率の高い相良層の範囲であるが、局所的に泥岩比率が高くなっている。

CT画像



(注) CT画像では、層理面が最急勾配となる断面を表示

(数値の単位：深度(m))

(数値の単位：深度(m))

②断層部（上側）のCT画像について

【柱状図】

420.30m ∠60° 開離型断層。細粒物質の幅は1mm。上部3cmは破碎。
420.30～423.56mに地層混交帯。

423.56m ∠50° 開離型断層。細粒物質の幅は1～3mm。

(No.5孔：孔口標高 10.93m)

<断層性状の詳細確認結果> (CT画像より)

コア写真による解釈（スケッチ図により説明を補足）と同様、2条の平行な断層面が認められ、断層面に挟まれる区間は、コアの乱れが認められる。本断層は一定の幅を持つものの、その幅（断層面に対し直交方向の幅）は5cmに満たない。

→CT画像による観察結果は、「本断層は一定の幅を持つものの、その幅（断層面に対し直交方向の幅）は5cmに満たないことから、『H断層系と同性状の断層』に該当しない」としたコア写真による解釈と整合的である。

コア写真



420.20

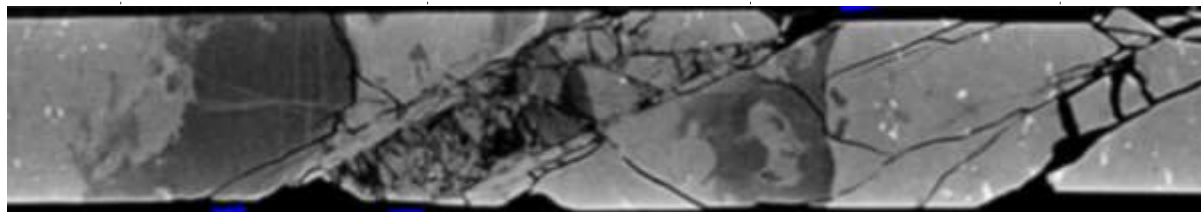
420.30

420.40

420.50 (数値の単位：深度(m))

- ←---→ 柱状図記事で“地層混交帯”としている区間
- ←→ 開離型断層
- ←→ コアの乱れ（層理が不明瞭等）

CT画像



注) CT画像では、開離型断層の断層面が最急勾配となる断面を表示

③断層部（下側）のCT画像について

【柱状図】

420.30m $\angle 60^\circ$ 開離型断層。細粒物質の幅は1mm。上部3cmは破碎。
420.30~423.56mに地層混交帯。

423.56m $\angle 50^\circ$ 開離型断層。細粒物質の幅は1~3mm。

(No.5孔：孔口標高 10.93m)

<断層性状の詳細確認結果> (CT画像より)

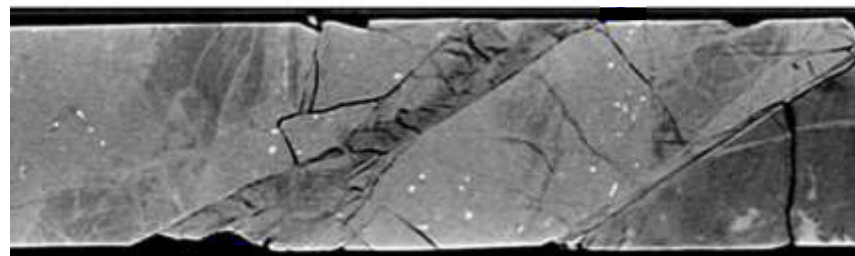
断層近傍は、コア写真による解釈（スケッチ図により説明を補足）と同様、岩片状~粒状を呈しておらず、健岩部と解釈される。




→CT画像による観察結果は、「本断層は幅を持たない開離型断層であり、『H断層系と同性状の断層』に該当しない」としたコア写真による解釈と整合的である。

コア写真



423.50 423.60 (数値の単位：深度(m))



-  柱状図記事で“地層混交帯”としている区間
-  開離型断層
-  コアの乱れ（層理が不明瞭等）

①上部区間（深度521.45～522.00m）のCT画像について

【柱状図】

520.73～521.06mはコア流出。
521.06～522.00mは岩片状。
521.45m ∠55° 開離型断層。細粒物質の幅はフィルム状～1mm。
521.45～522.55は地層混交帯。
521.87m ∠60° 開離型断層。細粒物質の幅は1～3mm。
522.06～522.25mは粒状。
522.25～522.39mは岩片状。
522.55m ∠60° 開離型断層。細粒物質の幅は1～5mm。

(No.7孔：孔口標高 43.88m)

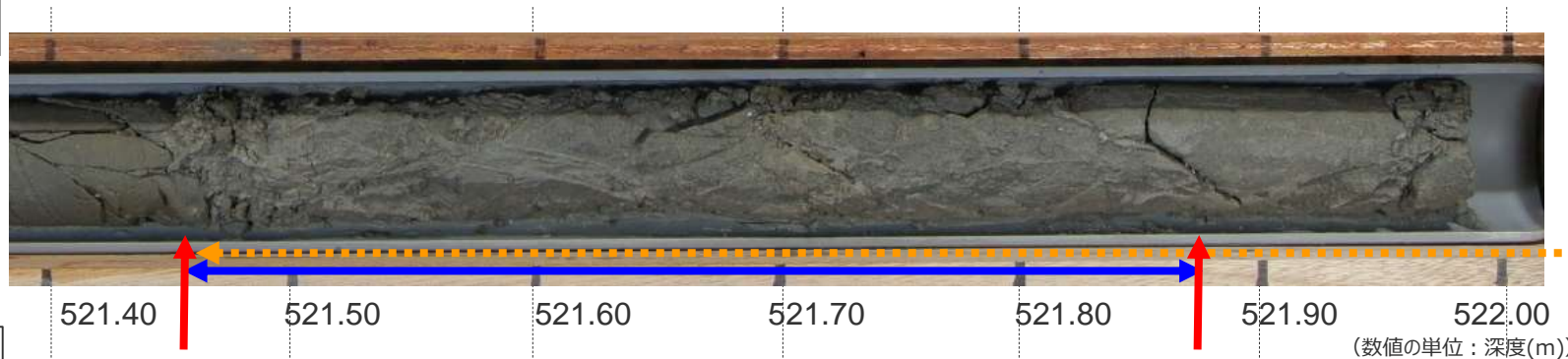
<断層性状の詳細確認結果> (CT画像より)

“地層混交帯”とされる区間は、コア写真による解釈（スケッチ図により説明を補足）と同様、一部に破碎が認められるものの、砂岩や間に挟在する泥岩（高密度部）の層理面は保存されている。また上側、下側の開離型断層は、断層近傍のコアが岩片状～粒状を呈しておらず、いずれも幅をもたない小断層と解釈される。

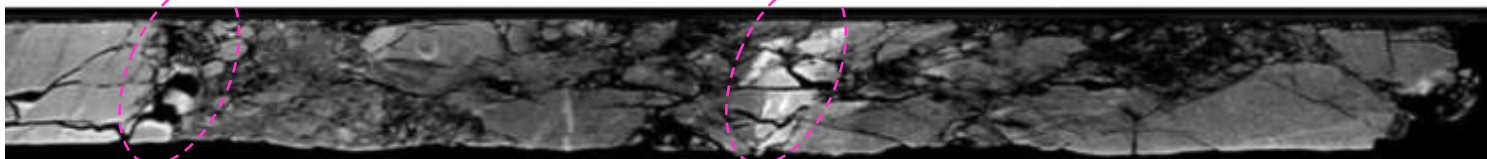
→CT画像による観察結果は、「本構造は堆積時の構造（健岩部）及び幅を持たない小断層であり、『H断層系と同性状の断層』に該当しない」としたコア写真による解釈と整合的である。

柱状図記事で“地層混交帯”としている区間
開離型断層
コアの乱れ（層理が不明瞭等）

コア写真



CT画像



層理面

②下部区間（深度522.00～522.55m）のCT画像について

【柱状図】

520.73～521.06mはコア流出。
521.06～522.00mは岩片状。
521.45m ∠55° 開離型断層。細粒物質の幅はフィルム状～1mm。
521.45～522.55は地層混交帯。
521.87m ∠60° 開離型断層。細粒物質の幅は1～3mm。
522.06～522.25mは粒状。
522.25～522.39mは岩片状。
522.55m ∠60° 開離型断層。細粒物質の幅は1～5mm。

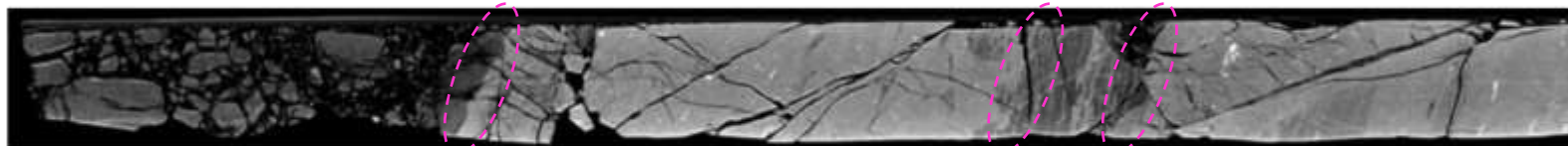
(No.7孔：孔口標高 43.88m)

コア写真



522.00 522.10 522.20 522.30 522.40 522.50 522.60 522.70
(数値の単位：深度(m))

CT画像



層理面

<断層性状の詳細確認結果> (CT画像より)

“地層混交帯”とされる区間は、コア写真による解釈（スケッチ図により説明を補足）と同様、一部に破碎が認められるものの、砂岩や間に挟在する泥岩（高密度部）の層理面は保存されている。また下側の開離型断層は、断層近傍のコアが岩片状～粒状を呈しておらず、幅をもたない小断層と解釈される。

→CT画像による観察結果は、「本構造は、幅を持たない小断層及び掘削・採取時のコアの乱れであり、『H断層系と同性状の断層』に該当しない」としたコア写真による解釈と整合的である。

←-----→ 柱状図記事で“地層混交帯”としている区間
←-----→ 開離型断層
←-----→ コアの乱れ（層理が不明瞭等）

3 36H01断層とH断層系の関係について

【コメントNo.94への回答】

<コメントNo.94>

- 36H01断層はH断層系と同じ地質学的場で形成された、との新規規制基準適合性に係る4号炉設置変更許可申請書における記載について、同断層が今回示されたH断層系が分布しないとする地域に位置していることとの関係を説明すること。

<回答要旨>

- 36H01断層とH断層系の関係について示すとともに、H断層系の活動性評価における36H01断層の位置づけについて整理して示す。
- 36H01断層は、「御前崎地域の相良層（新第三系）」、「東西方向圧縮が卓越する地域における南北方向の引張場」、「断層形成時に流動的な変形を生じるような未固結～半固結状態地盤」という“地質学的場”で形成されたと考えられる断層であり、この点においてはH断層系と共通することから、36H01断層とH断層系は、『同じ地質学的場で形成された』と表現・記載している。
- 上記のように36H01断層をH断層系と『同じ地質学的場で形成された』とすること、同断層がH断層系が分布しないとする地域に位置することは矛盾せず、H断層系と36H01断層の形成時期は異なり、両者は連続する断層でもない。
- 現在、H断層系の活動性評価にあたっては、36H01断層を直接用いておらず、H断層系の活動性は、H-9断層の活動性をもって評価することとしている。

36H01断層について

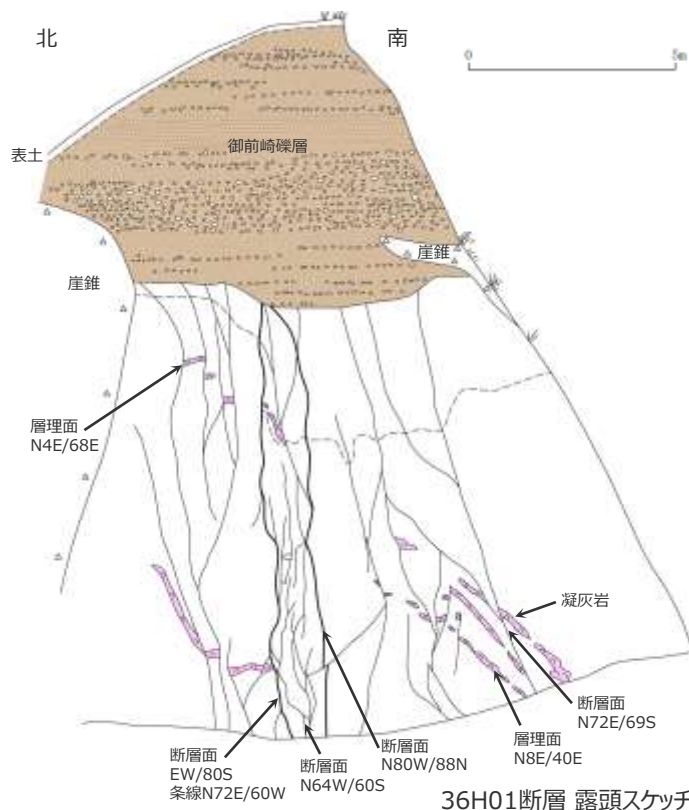
- 新規制基準適合性に係る4号炉設置変更許可申請書（以下、申請書という）に記載している36H01断層は、敷地東方約3.5kmの御前崎市白羽付近に露頭が認められ、相良層の下部と考えられる泥岩層内の断層である。（当該断層露頭は現存していない。）
- 36H01断層は、その性状から流動的な変形を生じるような未固結～半固結状態地盤において形成されたと考えられ、この点においてH断層系と類似している。
- しかし、36H01断層が認められるのは、敷地表層の砂岩泥岩互層及び敷地深部の砂岩比率の高い相良層よりもさらに下位の泥岩層であり、この層位関係を考慮すれば、断層形成時に流動的な変形を生じるような未固結～半固結状態にあった期間は、H断層系の母岩である砂岩泥岩互層と36H01断層の母岩である泥岩層では異なることから、H断層系と36H01断層の形成時期は異なり、両者は連続する断層ではないと考えられる。（詳細は次頁参照）
- なお、敷地周辺における調査結果から、36H01断層は、「震源として考慮する活断層」には該当しない。



【36H01断層の露頭観察結果】

（申請書の記載を一部修正）

- 概ねN60～80°W走向、60～80°S傾斜であるが、上盤側断層面の一部には高角度北傾斜の断層面も認められる。
- 2条の平行な断層面が認められ、断層面沿いには厚さ1cm程度の細粒物質が認められる。
- 断層面近傍では、砂岩及び凝灰岩は角礫状を呈さず、一部で膨縮が認められ、レンズ状をなしている。また、凝灰岩には明瞭な引きずりが認められる。
- 本断層は、断層周辺の断層に伴う凝灰岩の引きずりの方向から、南傾斜の正断層と推定される。
- 36H01断層は、御前崎礫層と考えられる礫層に不整合に覆われており、礫層の基底面に変位や変形は認められない。



36H01断層 露頭写真

H断層系の活動性評価における36H01断層の位置づけについて

- 36H01断層は、前々頁に示す調査結果から「御前崎地域の相良層（新第三系）」、「東西方向圧縮が卓越する地域における南北方向の引張場」、「断層形成時に流動的な変形を生じるような未固結～半固結状態地盤」という“地質学的場”で形成されたと考えられる断層であり、この点においてはH断層系と共通することから、申請書において、36H01断層とH断層系は、『同じ地質学的場で形成された』と表現・記載し（表1）、御前崎地域がこのような“地質学的場”にあった時代を特定することが、H断層系の活動性評価に資する検討のひとつであると考え、その検討の一つとして、36H01断層と、その上部を不整合に覆う礫層との関係を示している（表2“申請時”欄）。
- なお、上記のように36H01断層をH断層系と『同じ地質学的場で形成された』とすることで、同断層がH断層系が分布しないとする地域に位置することは矛盾せず、前頁に示す通り、両者は連続する断層でもない。
- 現在、H断層系の活動性評価にあたっては、36H01断層を直接用いておらず、H断層系（H-m4～H-m0、H-1～H-7断層）の活動性は、H-9断層の活動性をもって評価する（H断層系の活動性評価方針：本編資料p.330）こととしている（表2“現在”欄）。

表1 H断層系と36H01断層

	H断層系 H-m4～H-m0, H-1～H-9断層	36H01断層
形成時の場応力	東西方向圧縮が卓越する地域における南北方向の引張場	
形成時の母岩物性	断層形成時に流動的な変形を生じるような未固結～半固結状態地盤	
母岩	御前崎地域の相良層（新第三系）	
(細分化)	砂岩泥岩互層※1 (浮遊性有孔虫化石帯N.19※3)	泥岩層※2 (浮遊性有孔虫化石帯N.16※3)
その他特徴	後方回転を伴う層状構造が認められない など	

同一の地質学的場で形成された

活動時期はすべて同じ時代である
(検討の詳細は本編資料4.4章参照)

- ※1 杉山ほか(1988)の比木互層に相当
- ※2 杉山ほか(1988)の須々木泥岩層に相当
- ※3 杉山ほか(1988)による

表2 申請時（2015.1）と現在におけるH断層系の活動性評価方針と検討内容

	H断層系の活動性評価方針	検討内容（以下の年代をそれぞれ検討【 】内は各検討結果）	H断層系の活動性評価結果
申請時	断層性状から推定されるH断層系の形成時期並びにH断層系及び同断層系に類似する断層の上載地層の堆積年代から総合的に活動性を評価。	<ul style="list-style-type: none"> H断層系の性状から推定されるH断層系の形成時期 【相良層堆積後間もなく（数百万年前）】 T-11断層（H-9断層）の上載地層（礫層）の堆積年代 【後期更新世（約10万年前）】 36H01断層の上載地層（礫層）の堆積年代 【後期更新世（約8万年前）】 H-2断層の上載地層（シルト層）の堆積年代 【完新世（約1万年前）】 	H断層系は後期更新世以降活動していない。
現在	H断層系の活動性は、どの断層でも代表できることを示したうえで、H-9断層の上載地層の堆積年代から活動性を評価。	<ul style="list-style-type: none"> H-9断層の上載地層（泥層）の堆積年代 【後期更新世（約12～13万年前）】 <small><補足> H-9断層の上載地層（礫層）及びH-2断層の上載地層（シルト層）の堆積年代については、H断層系の活動性はどの断層でも代表できることを示すにあたり、H断層系が形成後再活動していないことの根拠の一部としている。（詳細は本編資料p.326参照） また、H断層系の性状から推定されるH断層系の形成時期については、活動性評価には用いていないものの、相良層堆積後間もない時期であったと考えている。</small>	H断層系は後期更新世以降活動していない。

4 BF4地点の隆起速度について

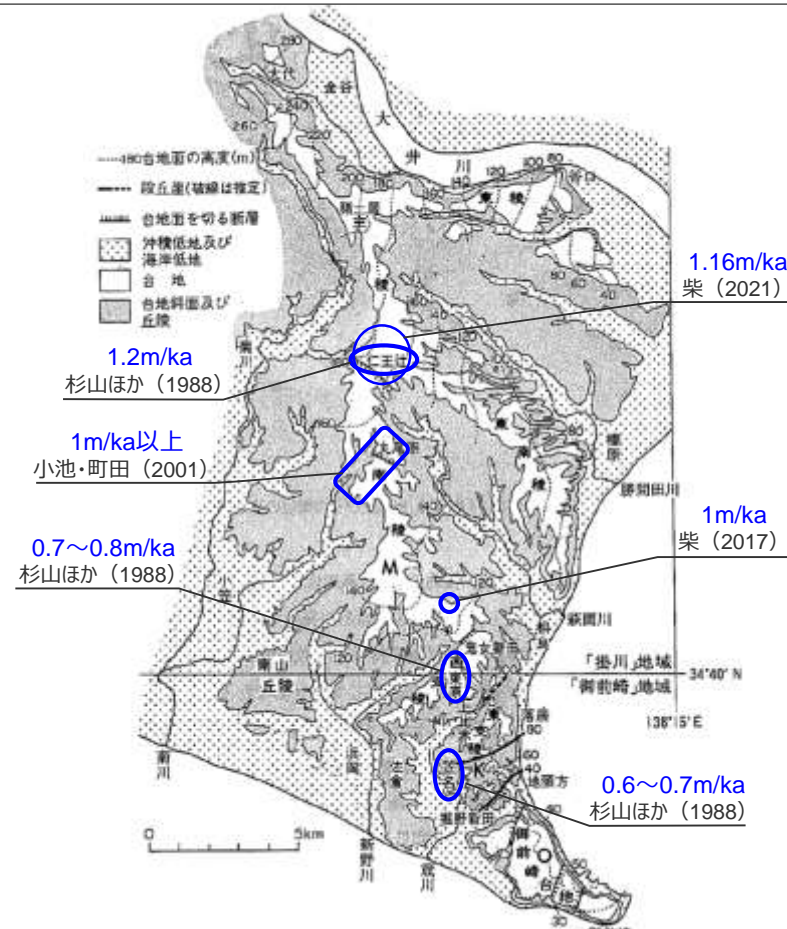
御前崎地域の後期更新世以降の隆起速度に関する知見

- 御前崎地域には、上部更新統の海成段丘が発達し、同地域は隆起域であることが知られている。
- 小池・町田 (2001), 杉山ほか (1988), 柴 (2021) などは、牧ノ原段丘堆積物 (MIS5e, 上位より牧ノ原礫層・京松原砂層・古谷泥層で構成) の分布標高を用いて、隆起速度の検討を行っているが、これら知見からは、御前崎地域の隆起速度は0.6~1.2m/千年程度である。
- 池谷・堀江 (1982), 杉山ほか (1988), 小池・町田 (2001) などは、牧ノ原段丘堆積物の同時堆積面が南に向かって低下することから、牧ノ原段丘の隆起量は北西部で大きく、南部及び東部で小さい (杉山ほか (1988)) ことを指摘している。

表 御前崎地域の後期更新世以降の隆起速度に関する知見

文献	隆起速度に関する記載 (青字は当社による換算)	隆起速度算出に 使われている調査結果
小池・町田 (2001)	最大で1m/ka以上	京松原砂層の上面標高 (70-130m)
杉山ほか (1988)	約6-7m/万年→0.6~0.7m/ka 牧ノ原段丘南部 (笠名付近) 約7-8m万年→0.7~0.8m/ka 牧ノ原段丘南部 (西原-東原付近) 約12m/万年→1.2m/ka 牧ノ原段丘中部 (仁王辻付近)	牧ノ原段丘堆積物のうち海成層から推定される堆積時の最高海面位置 笠名付近: 約85-87m 西原-東原付近: 約95-97m 仁王辻付近: 約160m
柴 (2017)	1年に約1mm→1m/ka	京松原砂層の上面標高 (120m)
柴 (2021)	1年に約1.16mm→1.16m/ka	古谷層の上面標高 (150m)

当社においても、敷地東方に分布する完新世段丘の隆起速度を検討しており、その隆起速度0.8m/kaである。(検討の詳細は、第981回審査会合 資料1-4 p.93参照。)



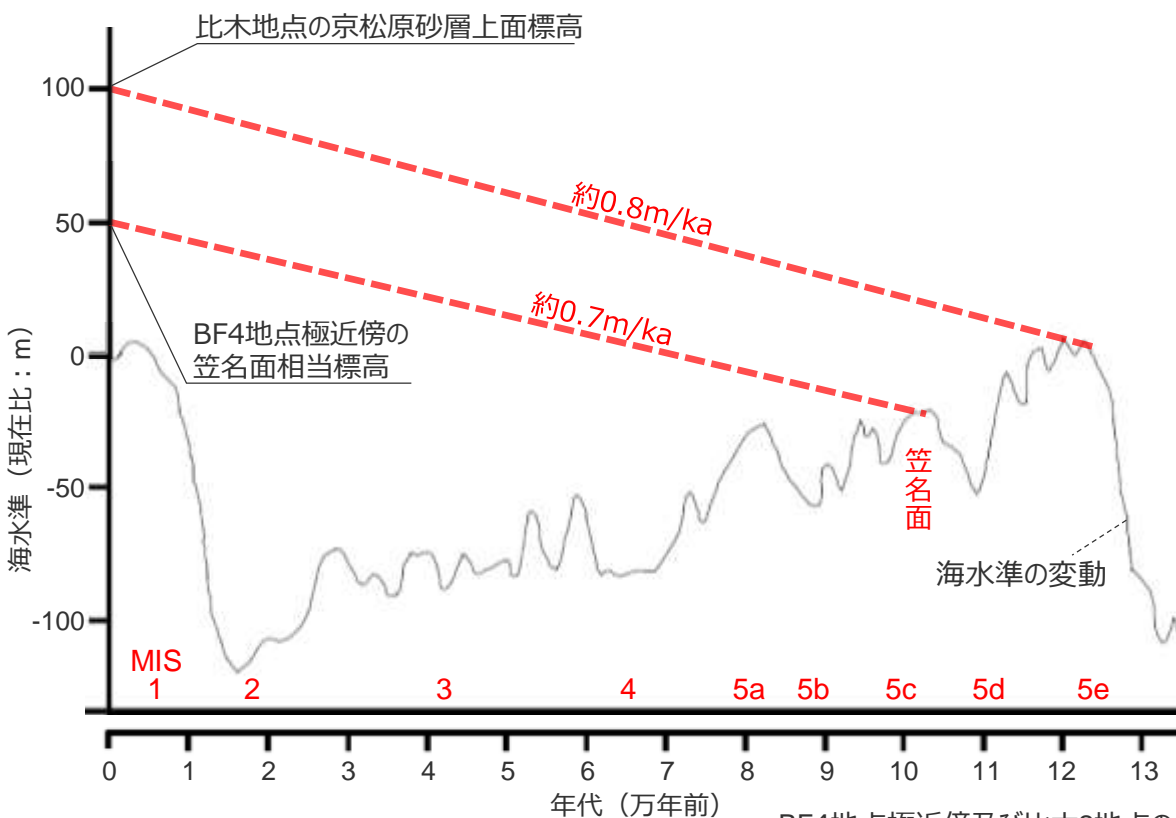
第3図 牧ノ原台地周辺の地形と台地面の高度分布
杉山ほか(1987)の第1図を一部修正
M: 牧ノ原段丘, K: 笠名段丘, O: 御前崎段丘

各知見における隆起速度と
その算出地点
杉山ほか (1988) に加筆

BF4地点極近傍の隆起速度について

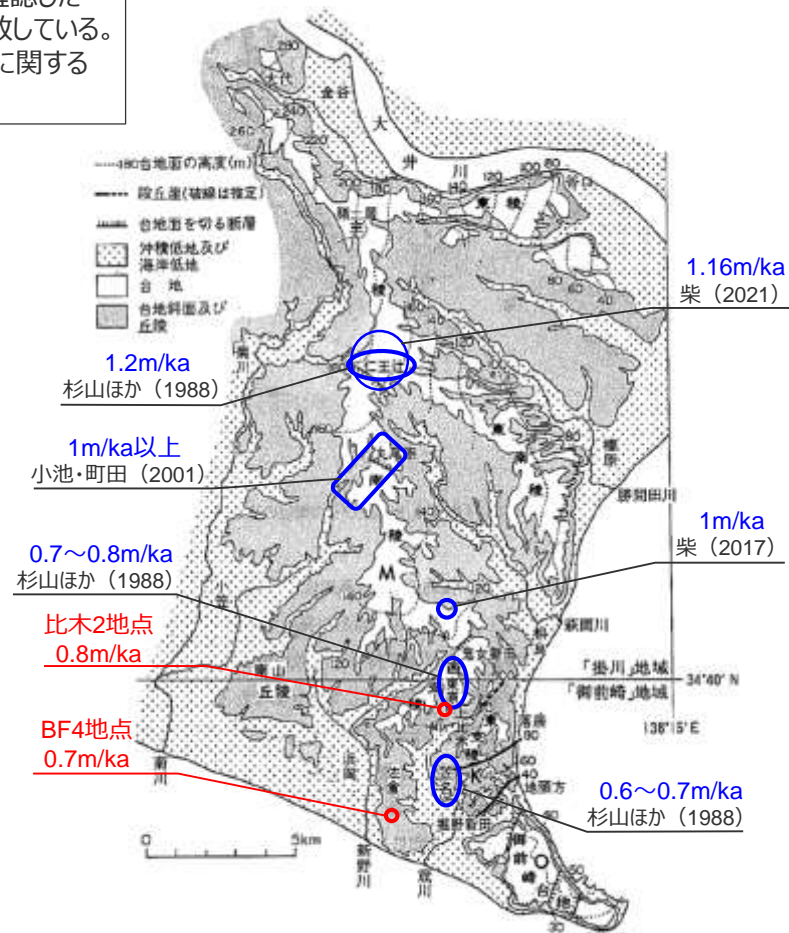
- BF4地点極近傍の笠名面相当 (MIS5c) の標高 (約50m) から算出される隆起速度は、約0.7m/千年である。
- この結果は、当社によるボーリング調査※において標準的な牧ノ原段丘堆積物 (MIS5e) が分布することを確認した比木2地点の京松原砂層の上面標高 (約100m) から算出される隆起速度 (約0.8m/千年) とも概ね一致している。
- また、これら当社調査により算出した隆起速度は、前頁に示す御前崎地域の後期更新世以降の隆起速度に関する知見とも整合的である。

※比木2地点のボーリング調査結果 (W30孔: 柱状図・コア写真) は第654回審査会合 資料1-3 pp.81~84に示す。



海水準変動曲線は小池・町田 (2001) を参考に作成。

BF4地点極近傍及び比木2地点の段丘堆積物の標高から算出される隆起速度



第3図 牧ノ原台地周辺の地形と台地面の高度分布
杉山ほか (1987) の第1図を一部修正
M: 牧ノ原段丘, K: 笠名段丘, O: 御前崎段丘

各知見における隆起速度と当社調査による隆起速度
杉山ほか (1988) に加筆

5 比木2地点及びBF1地点における古谷泥層の調査結果

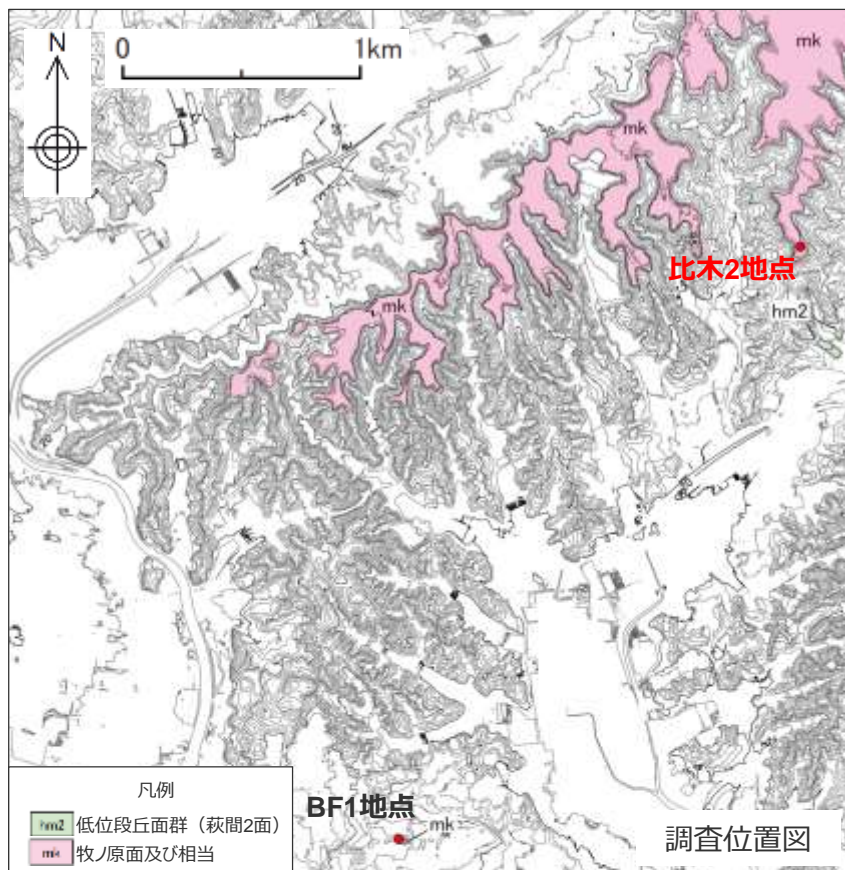
①

比木2地点における調査結果

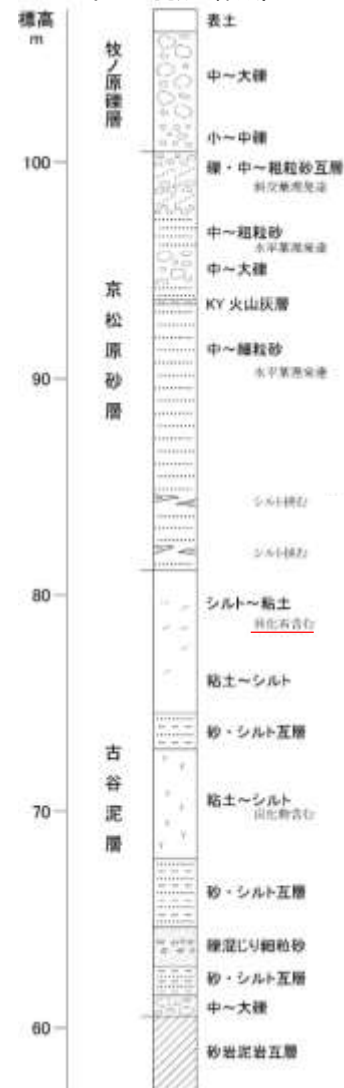
比木2地点（標準的な牧ノ原段丘堆積物の分布地点）の概要

- 比木2地点は、杉山ほか（1988）がKy火山灰層（古谷泥層の上位層準である京松原砂層中の火山灰層）の露頭を確認した地点（御前崎市比木）である。
- Ky火山灰層露頭上部からボーリング調査（W30孔）を行った結果、牧ノ原礫層～京松原礫層～古谷泥層という標準的な牧ノ原段丘堆積物がいずれも厚く堆積していることを確認した。
- 同地点の古谷泥層は、層厚20m程度であり、基底から高さ15m付近には貝化石が確認される。

W30孔のボーリング柱状図・コア写真は第654回審査会合 資料1-3 pp.81～84に示す。



比木2地点
模式柱状図
(W30孔から作成)

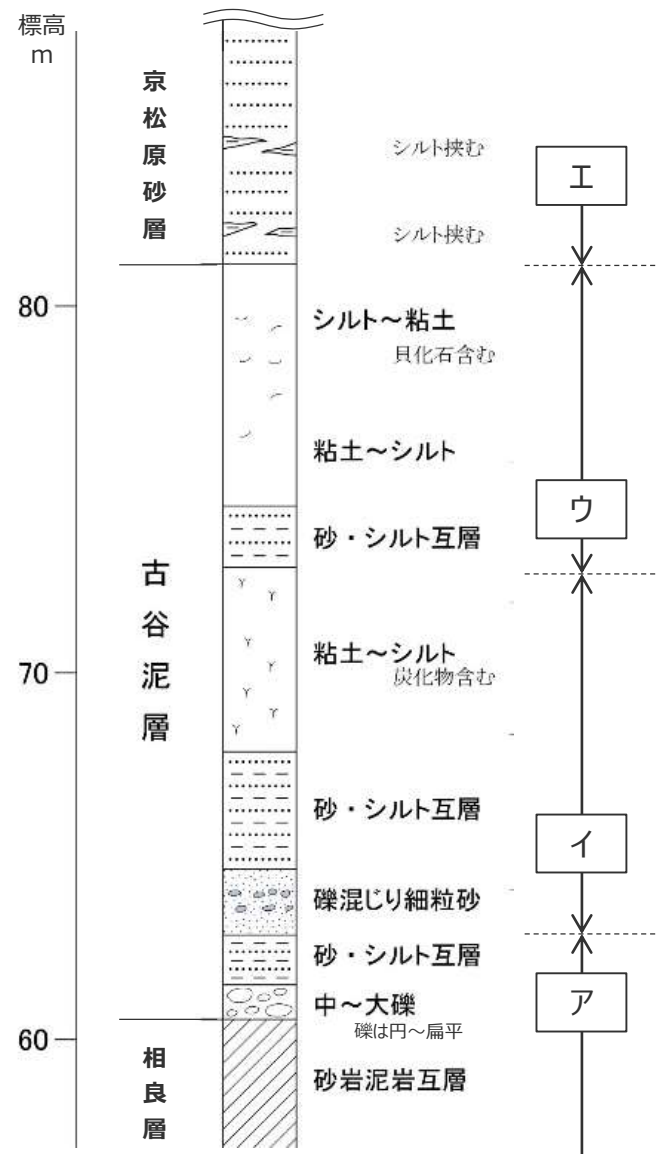


比木2地点の古谷泥層の層相の概要

●比木2地点のボーリング調査（W30孔）から、古谷泥層（比木2）の層相を、以下にまとめる。

- 本地点の古谷泥層は、大きく3回の上方細粒化サイクル（右図ア～ウ）が認められる。
- 最下部の上方細粒化サイクルとなる古谷泥層の基底部は、相良層を不整合に覆い、円～扁平礫を主体とするシルト質礫層（礫支持）から上方に砂・シルト互層へと移化する。目視による観察では、本層準に化石は認められない（右図ア）。
- その上位の上方細粒化サイクルでは、礫混じり細粒砂から上方に砂・シルト互層を経て、粘土～シルトへと移化する。目視による観察では、本層準下部の礫混じり細粒砂及び砂・シルト互層においては化石は認められないが、上部の粘土～シルトには炭化物が認められる（右図イ）。
- 最上部の上方細粒化サイクルでは、砂・シルト互層から粘土～シルトへ移化する。本層準には、貝化石が認められる（右図ウ）。
- 最上部では、京松原砂層と考えられる海浜成の砂礫層に覆われる（右図エ）。

W30孔のコア写真・柱状図は第654回審査会合資料1-3 pp.81～84に示す。



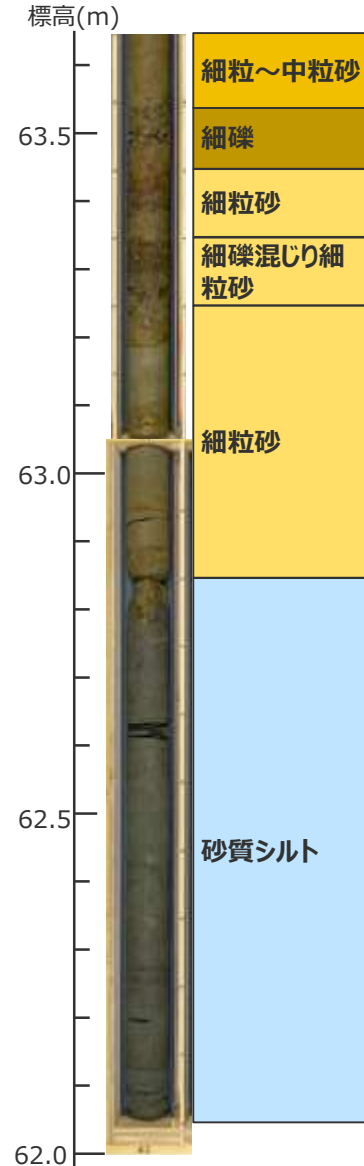
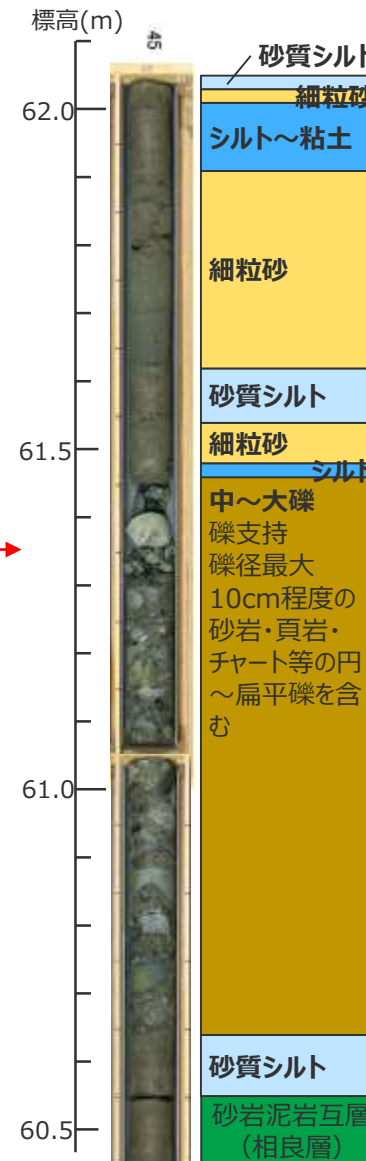
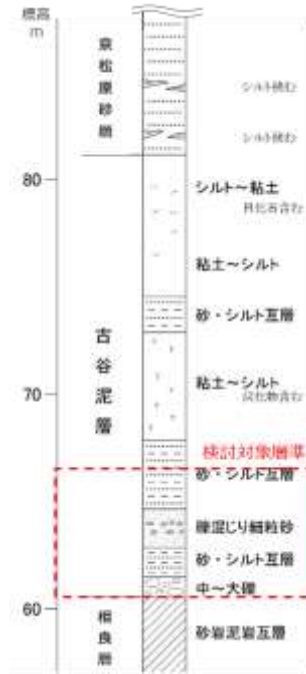
比木2地点基底付近の層相・基底礫の特徴 (ボーリングW30孔)

【層相】

- 相良層を不整合に覆う層厚10cm程度の砂質シルトの上位には、層厚80cm程度の中～大礫層から始まり、層厚数cmから数十cmの砂・シルトの互層を経て、層厚80cm程度の砂質シルト層へと移化する上方細粒化が認められる。さらにその上位には、次の上方細粒化サイクルの下部にあたる層厚10～数十cmの砂層や礫層が堆積する。
- 細粒砂にはほぼ水平な葉理が認められる。砂質シルト層は所々に砂層の薄層を挟んでおり、BF4地点の泥層のような塊状を呈さない。
- 目視で確認できる火山灰層及び貝等の化石は認められない。

【基底礫の特徴】

- 基底礫は、標高60.6～61.4m付近において、比較的厚い中～大礫層をなす。
- 基底礫は礫支持で、礫径最大10cm程度の砂岩・泥岩・頁岩・チャートの円～扁平礫が含まれる。



W30孔のコア写真・柱状図は第654回
審査会合資料1-3 pp.81～84に示す。

ボーリングW30孔コア写真及び層相・基底礫の特徴

比木2地点の古谷泥層の花粉分析結果

・比木2地点の古谷泥層において、ボーリングコア（W30孔）から採取した試料（1試料／標高20cm程度）を用いて実施した花粉分析（木本花粉）結果を示す。

【比木2地点の花粉分析結果】

・比木2地点の花粉分析結果から、同地点の古谷泥層をその基底から上位にかけて、以下の5種の層準に分類した。

H1a帯：ハンノキ属やニレ属-ケヤキ属等水辺のような湿った環境を好む種の花粉が多く見られる層準。

H1b帯：検出される花粉が、モミ属、ツガ属、トウヒ属、マツ属等針葉樹主体となる層準。

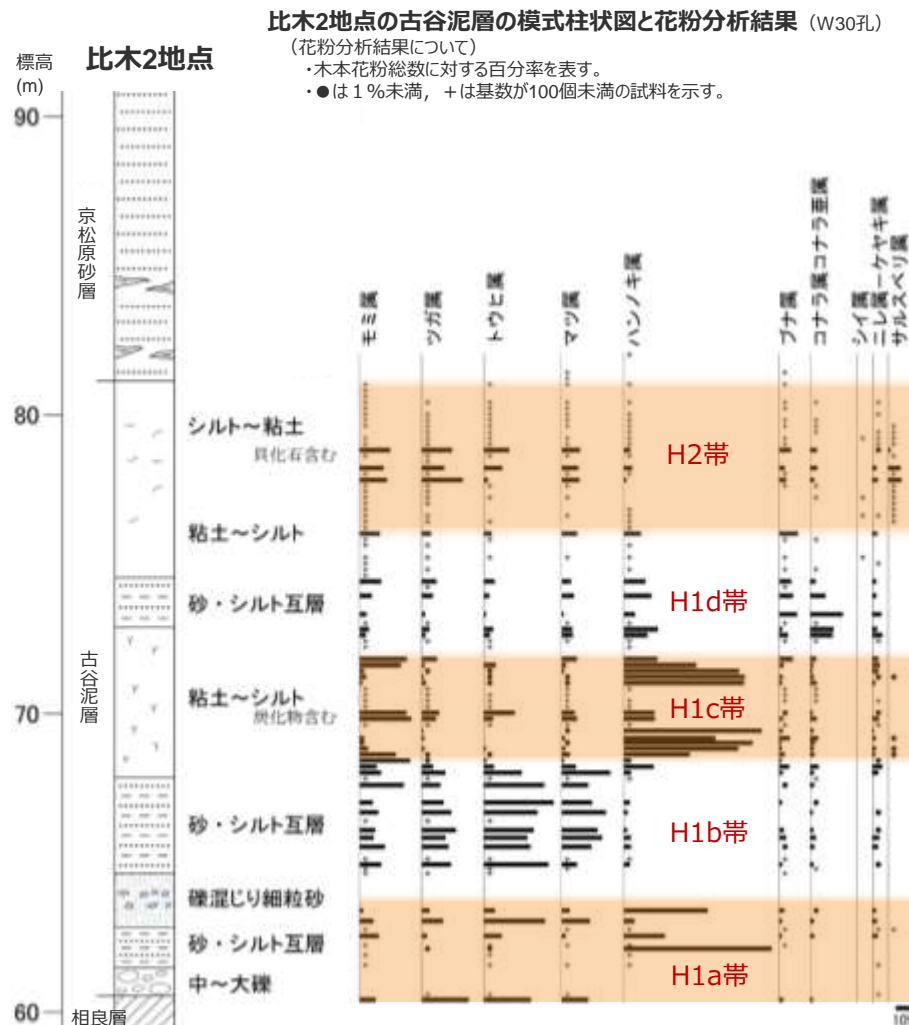
H1c帯：ハンノキ属等水辺のような湿った環境を好む種の花粉が多く見られる層準。

H1d帯：花粉の検出数が相対的に少ない層準。

H2帯：花粉の検出数は相対的に少ないが、温暖種であるサルスベリ属が見られる層準。

・比木2地点の花粉分析結果からは、上位層において大半の試料からサルスベリ属の花粉が検出され、同花粉の検出を古谷泥層上部堆積時の気候が温暖であったことの根拠のひとつとしている杉山ほか（1988）の知見と整合的である。

分析結果の詳細は第654回審査会合資料1-3 pp.26～28に示す。

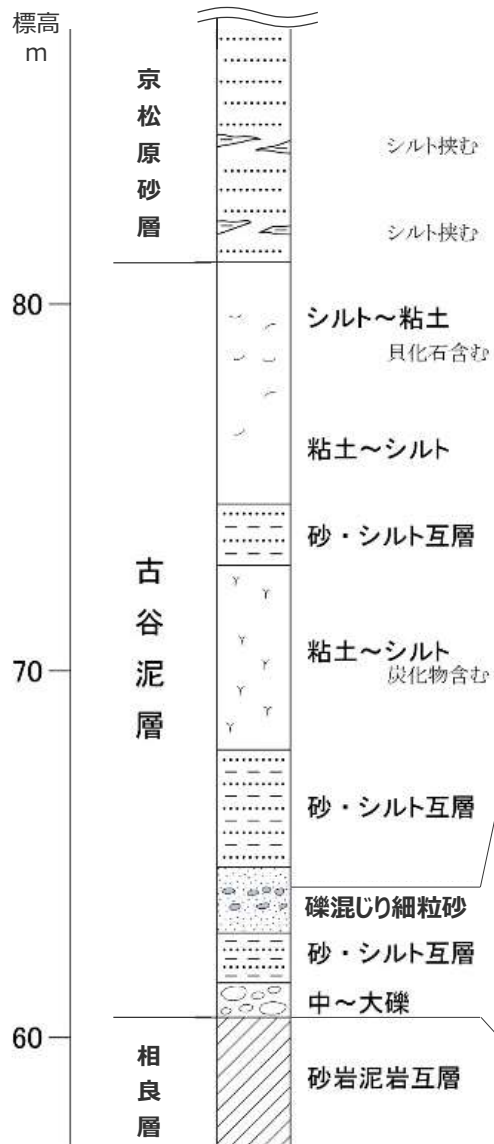


比木2地点の古谷泥層の火山灰分析結果

本頁記載の分析は、コメントNo.97を踏まえ、W30孔より採取した試料により実施した。



- 比木2地点の古谷泥層において、ボーリングコア（W30孔）から採取した試料（基底から上位3.5m, 1試料/標高20cm）を用いて実施した火山灰分析結果を示す。
- いずれの試料においても火山ガラス・重鉍物はほとんど検出されず、屈折率測定や主成分分析から給源火山を特定できるだけの火山ガラス・鉍物は検出されなかった。



Bw : バブルウォールタイプ
 Pm : パミスタイプ
 O : 低発泡タイプ
 Opx : 斜方輝石
 Gho: 緑色普通角閃石
 Cum: カミングトン閃石

試料番号 (採取深度(m))	火山ガラスの 形態別含有量 (/3000粒子)			重鉍物の含有量 (/3000粒子)		
	Bw	Pm	O	Opx	Gho	Cum
43.0-43.2	0.2	0	0	0	5	0
43.2-43.4	0	0	0	0	11	0
43.4-43.6	0.2	0	0	0	9	0
43.6-43.8	0.1	0	0	0	2	0
43.8-44.0	0.1	0	0	0	5	0
44.0-44.2	0.1	0	0	0	8	0
44.2-44.4	0	0	0	0	6	0
44.4-44.6	0	0.1	0	0	6	0
44.6-44.8	0	0	0	0	5	0
44.8-45.0	0	0	0	0	5	0
45.0-45.2	0.2	0	0.1	0	9	0
45.2-45.4	0.3	0	0.2	0	5	0
45.4-45.6	0.2	0	0	0	6	0
45.6-45.8	0	0	0	0.1	6	0
45.8-46.0	0	0	0	0.1	6	0
46.0-46.2	0.1	0	0	0	8	0
46.2-46.4	0	0	0	0	4	0
46.4-46.5	0	0	0	0	0.2	0

比木2地点の古谷泥層の微化石分析結果

本頁記載の分析は、コメントNo.97を踏まえ、W30孔より採取した試料により実施した。

比木2地点の古谷泥層において、ボーリングコア（W30孔）から採取した試料（基底から上位3.5m、1試料/標高20cm）を用いて実施した微化石（珪藻化石、有孔虫化石、石灰質ナノ化石、放散虫化石）分析結果を示す。

（珪藻化石）

いずれの試料においても、極稀に化石が検出された。検出された化石は海生種が主体である。
(分析結果の詳細はデータ集に示す。)

（有孔虫化石）

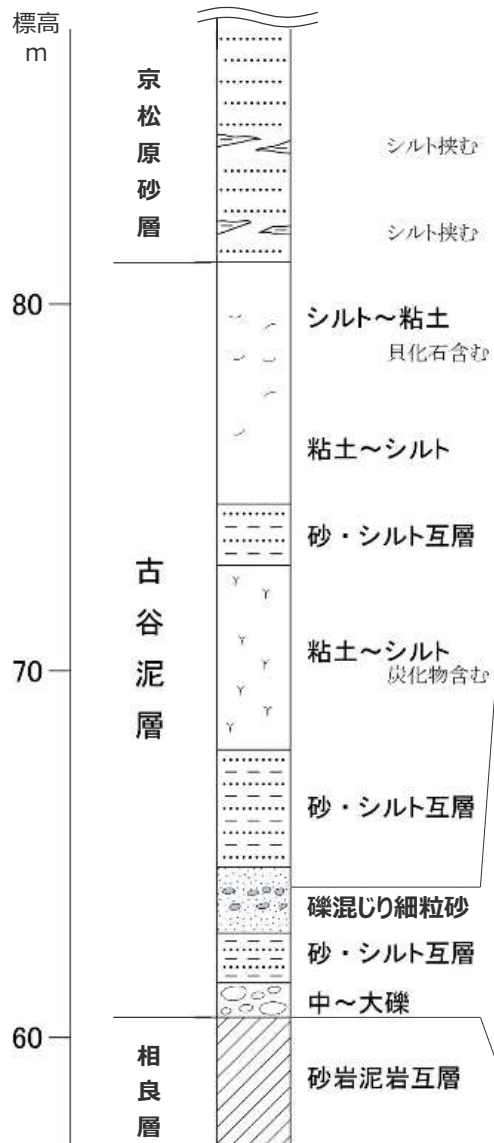
基底付近及び基底から3m程度上位において、極稀に化石が検出された。
(分析結果の詳細はデータ集に示す。)

（石灰質ナノ化石）

いずれの試料においても、化石は検出されなかった。

（放散虫化石）

基底から2m程度の層準にかけて、稀～極稀に化石が検出された。



試料番号 (採取深度(m))	化石検出頻度※1			
	珪藻化石※2	有孔虫化石	石灰質ナノ化石	放散虫化石
43.0-43.2	極稀	極稀	—	—
43.2-43.4	極稀	—	—	—
43.4-43.6	極稀	極稀	—	—
43.6-43.8	極稀	—	—	—
43.8-44.0	極稀	—	—	—
44.0-44.2	極稀	—	—	—
44.2-44.4	極稀	—	—	極稀
44.4-44.6	極稀	—	—	極稀
44.6-44.8	極稀	—	—	極稀
44.8-45.0	極稀	—	—	極稀
45.0-45.2	極稀	—	—	—
45.2-45.4	極稀	—	—	極稀
45.4-45.6	極稀	—	—	極稀
45.6-45.8	極稀	—	—	極稀
45.8-46.0	極稀	極稀	—	極稀
46.0-46.2	極稀	極稀	—	極稀
46.2-46.4	極稀	—	—	極稀
46.4-46.5	極稀	極稀	—	稀

※1 試料0.5～数十g(珪藻化石), 約50g(有孔虫化石・放散虫化石), 約20g(石灰質ナノ化石)中から検出される化石の頻度。
— : 検出されない。

（珪藻化石）

極稀：スライド(18×18mm)中に99個体以下の頻度で検出される。

（有孔虫化石・放散虫化石）

稀：観察皿(8×8cm)中に8～2個体の頻度で検出される。

極稀： " 1個体程度の頻度で検出される。

※2 青字：海生種主体。黒字：淡水生種・海生種混合。

②

BF1地点における調査結果

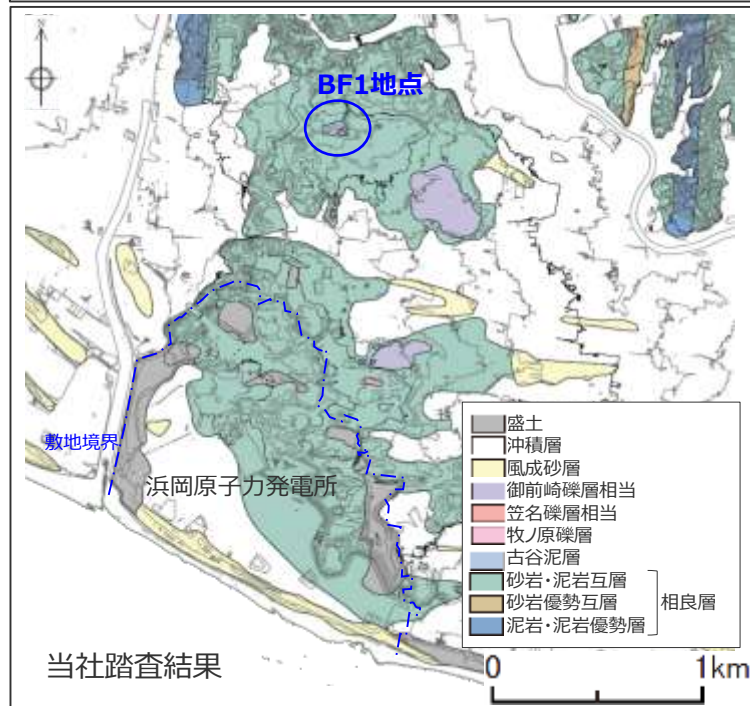
BF4極近傍の古谷泥層分布地点に関する知見及び踏査結果

【文献調査結果】

- 池谷・堀江(1982), 杉山ほか(1988)及び長田(1998)は, 牧ノ原台地西支稜南方の御前崎市佐倉 (BF4地点より北へ約1km, 下図中赤丸) に古谷泥層※の分布を図示している。池谷・堀江(1982) は古谷泥層の露出する全ての露頭を観察し, 牧ノ原台地主稜のほか新第三系の基盤上に侵食を免れて各地に独立して点々と分布するとしている。杉山ほか(1988)は牧ノ原台地西支稜南方においても古谷泥層が散在的に分布するとしている。長田(1998)は牧ノ原台地とその周辺の沖積層を除く第四系について数百か所の露頭を示し, 御前崎市佐倉の古谷泥層の位置をOM-51と示している。なお, 池谷・堀江(1982), 杉山ほか(1988)及び長田(1998) は, いずれもBF4地点周辺において相良層群を覆う泥層は古谷泥層以外示していない。
- 池谷・堀江(1982), 杉山ほか(1988)及び長田(1998)は, 古谷泥層を牧ノ原段丘堆積物の3ないし4つの構成層の最下位層としている。

【当社調査(踏査)結果】

- 当該地点を踏査した結果, 文献の記載位置付近には, 標高60m付近に古谷泥層が分布していることを確認した (BF1地点, 下図中青丸)。本地点の古谷泥層は上位を牧ノ原礫層に覆われており, 本地点の東方には御前崎礫層相当層が, 南方には笠名礫層相当層が分布している。
- なお, 池谷・堀江(1982)及び杉山ほか(1988)は, 本地点周辺において古谷泥層以外の堆積物を図示していないが, 長田(1998)は, 古谷泥層分布域の東部に御前崎礫層相当層 (文献の表記では白羽礫層, 下図中緑丸) の分布域を示している。

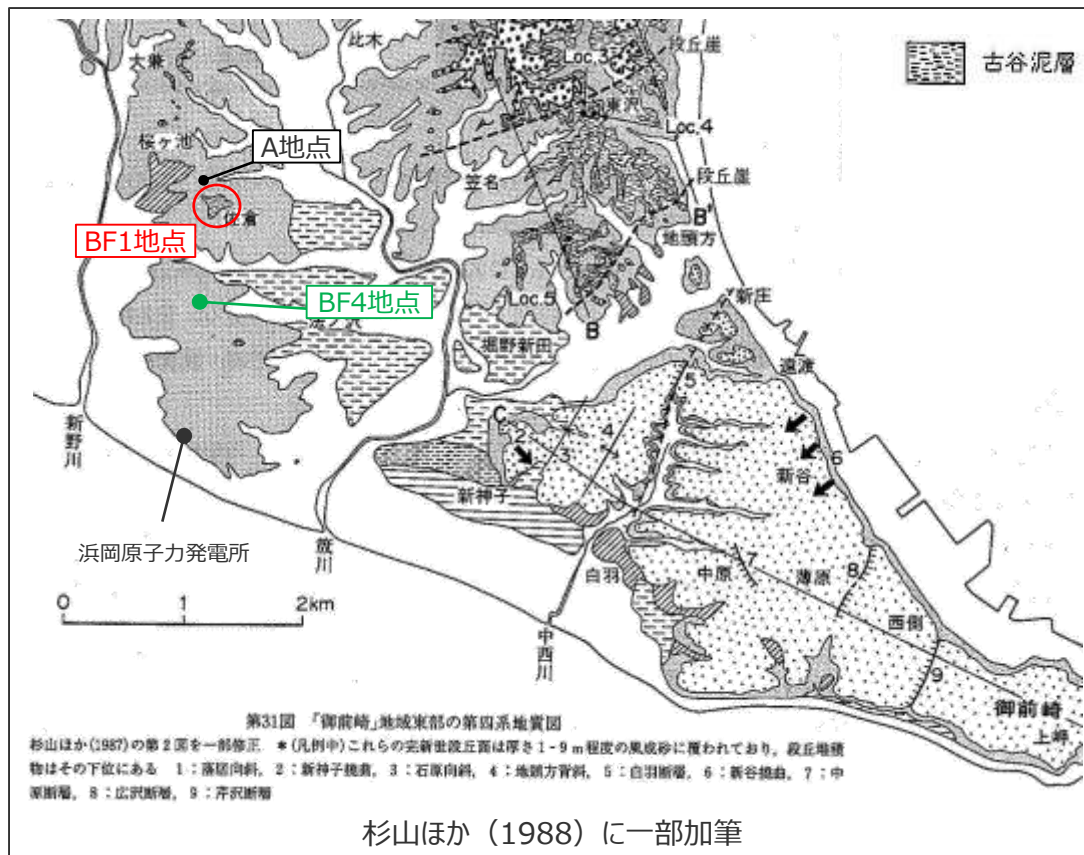


※池谷・堀江(1982)における古谷泥層の表記は「古谷層」。



BF1地点（BF4地点極近傍の古谷泥層分布地点）の概要

- 池谷・堀江(1982), 杉山ほか(1988)及び長田(1998)における御前崎市佐倉の古谷泥層分布域の地表地質調査を実施したところ, 文献の記載どおり古谷泥層の分布が確認できたことから, この地点 (BF1地点) の古谷泥層をBF4地点の泥層の対比の対象として, 詳細な調査・分析を実施した。



BF1地点の古谷泥層(後述)

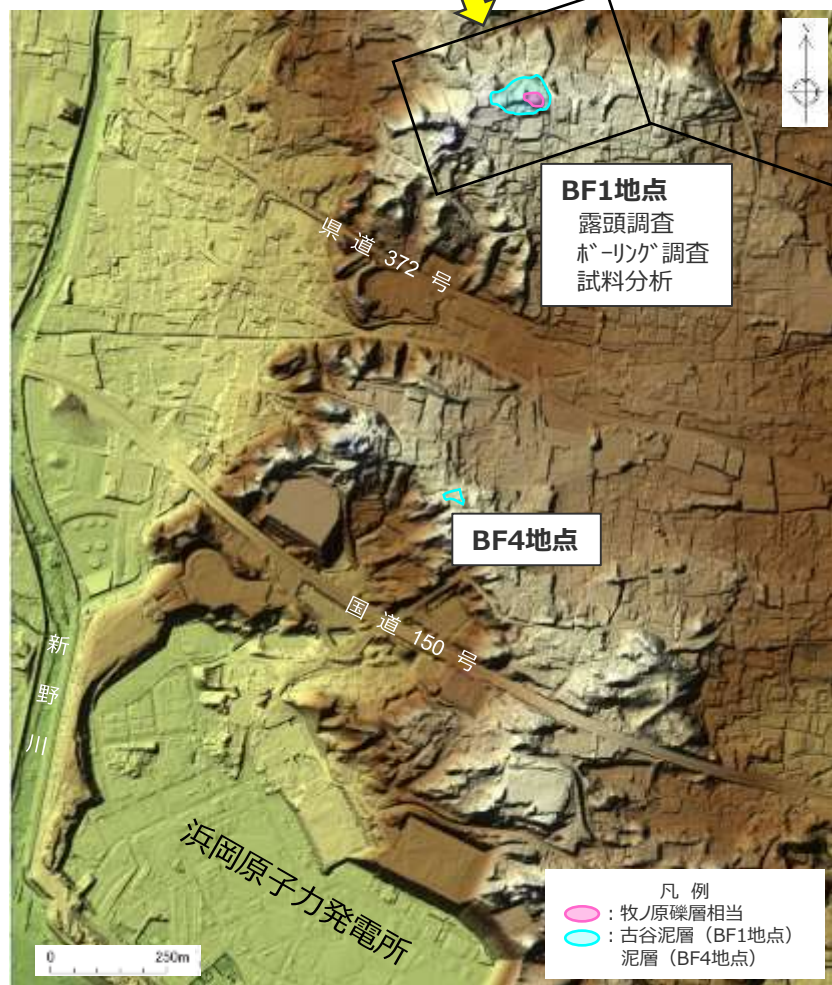


【参考】BF1地点近傍(左図A地点)の相良層

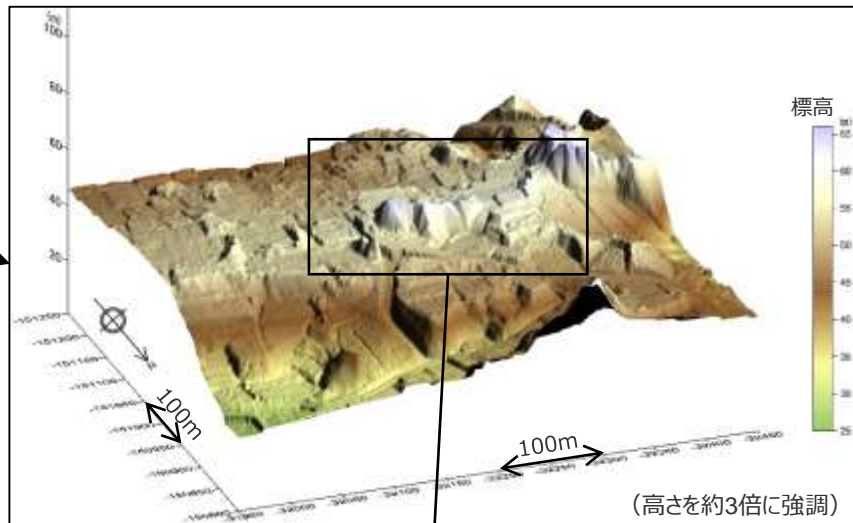
BF1地点における調査

• BF1地点においては、詳細な地質調査（露頭調査，ボーリング調査等）を行った。

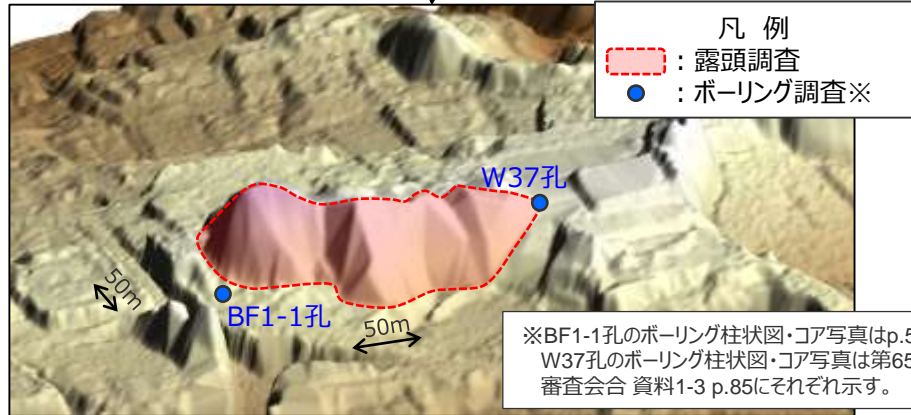
【調査地点位置図】



右図の鳥瞰方向



【地質調査範囲 (BF1地点)】

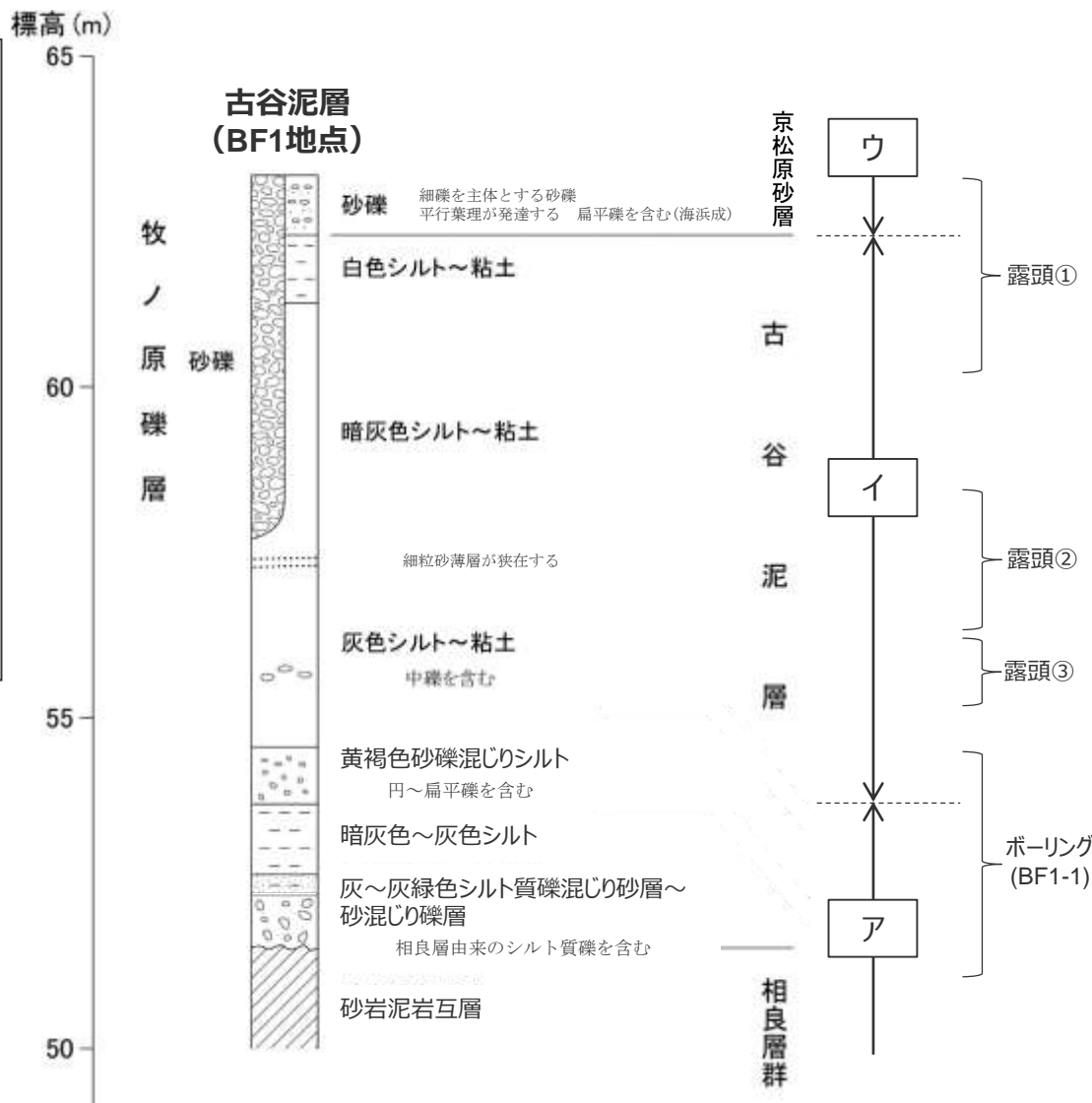


※BF1-1孔のボーリング柱状図・コア写真はp.57に、
W37孔のボーリング柱状図・コア写真は第654回
審査会合 資料1-3 p.85にそれぞれ示す。

いずれの図も2010年3～4月撮影の航空レーザ測量によるDEMデータより作成

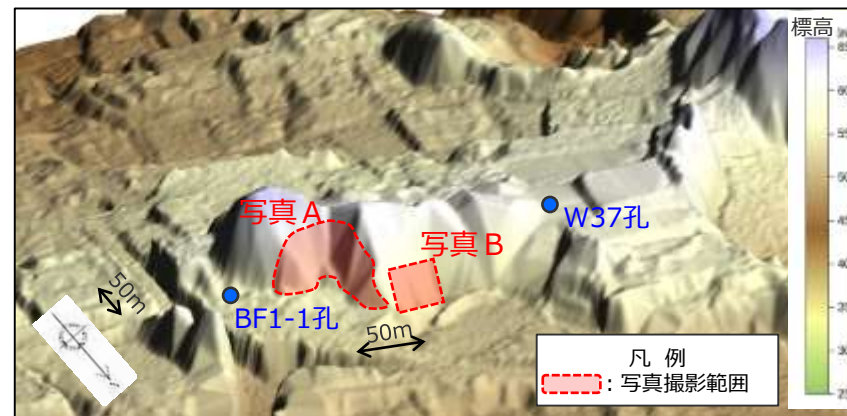
BF1地点の古谷泥層の層相の概要

- BF1地点の露頭調査及びボーリング調査から、古谷泥層（BF1地点）の層相を、以下にまとめる。
- ・古谷泥層の基底は相良層を不整合に覆い、層相は、底部の相良層由来のシルト質礫を含むシルト質砂混じり礫～礫混じり砂層から上方へ細粒化し、シルト層へ移化する（右図ア）。
- ・その上位では、円～扁平礫を含む砂礫混じりシルト層（基質支持）から、灰～暗灰色～白色のシルト～粘土層へと再び細粒化する層相の変化が認められ、シルト～粘土層が厚く堆積する（右図イ）。
- ・最上部では、京松原砂層と考えられる海浜成の砂礫層が堆積する。また、露頭東部では牧ノ原礫層と考えられる大礫を含む砂礫層が厚く堆積する（右図ウ）。
- ・なお、BF1地点の古谷泥層中には、目視で確認できる貝等の化石は見られない。



BF1地点の露頭に見られる古谷泥層の概要

- 露頭調査は、丘陵部北面に広く露出する古谷泥層を対象として実施し、地質分布及び層相について調査を行った。
- 露頭では、侵食が進んでいるものの、斜面全体にわたって古谷泥層が確認される。
- 古谷泥層の層相は、露頭の頂部にあたる東部において、白色シルト～粘土層からなり、小礫を主体とした砂礫層及び大礫を含む砂礫層に不整合に覆われる（露頭①）。露頭中部では暗灰色～灰色のシルト層～粘土層からなり、細粒砂の薄層を挟在する（露頭②）。露頭下部では古谷泥層は灰色のシルト層～粘土層からなり、中礫を含む（露頭③）。



2010年3～4月撮影の航空レーザ測量によるDEMデータより作成
高さを約3倍に強調



調査露頭写真 (写真B)
露頭下部(露頭③)

調査露頭写真 (写真A(三次元画像))

BF1地点の露頭に見られる砂層及び礫層 (露頭頂部(露頭①))

- 本露頭の頂部は標高62～63m程度であり、露頭東部にあたる。
- 本地点の古谷泥層は、白色シルト～粘土層からなり、小礫を主体とした砂礫層及び大礫を含む砂礫層に不整合に覆われる。
- なお、小礫を主体とした砂礫層は、淘汰がよいこと、扁平礫を含み平行配列が認められること、水平な層理がみられることから海成の堆積物と考えられ、標高約50m付近に分布する笠名礫層よりも高位（標高約60m付近）に分布し、古谷泥層の上位に位置することから、京松原砂層と考えられる。
- また、大礫を含む砂礫層は、淘汰が悪いこと、扁平礫を含まないことから、河成の堆積物と考えられ、古谷泥層及び上位の砂礫層を側方より削り込み不整合に覆うことから、牧ノ原礫層と考えられる。



下図表示範囲

露頭①

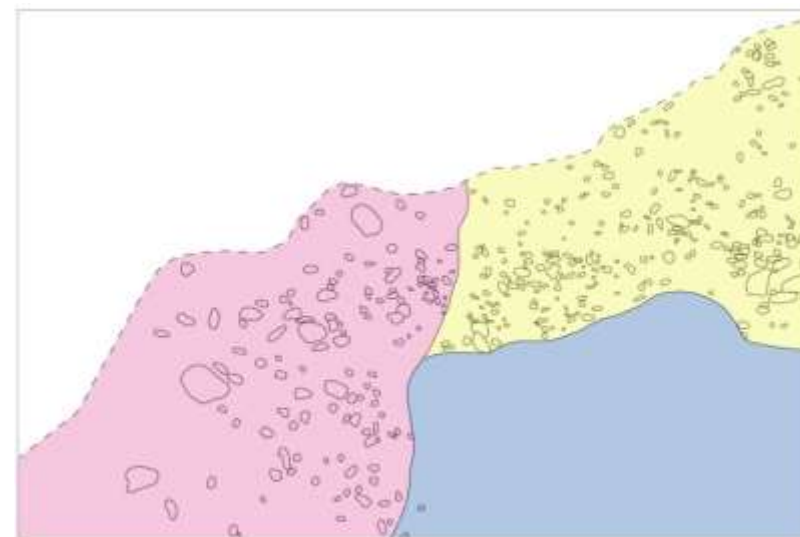
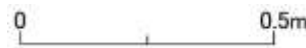
東

西 東

西



露頭①拡大写真



凡例	
	大礫を含む砂礫層
	小礫を主体とした砂礫層
	泥層 (古谷泥層)

露頭スケッチ

BF1地点の古谷泥層を覆う砂礫層の礫の分析結果 (露頭頂部(露頭①))

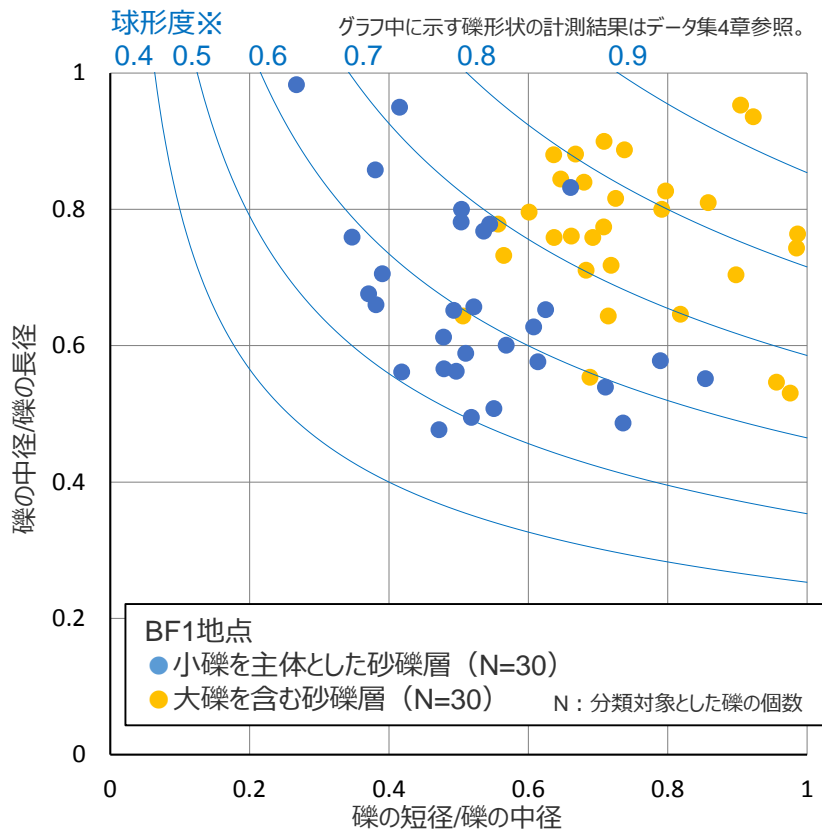
- BF1地点の古谷泥層を覆う小礫を主体とした砂礫層と大礫を含む砂礫層中の礫について、その礫種・形状の検討を行った。
- いずれの礫も砂岩が大部分を占め、泥岩やチャート、頁岩といった堆積岩から構成される。
- 礫の形状を測定し、球形度の検討を行ったところ、小礫を主体とした砂礫層中の礫の球形度は0.5～0.7付近 (比較的扁平状) であるのに対し、大礫を含む砂礫層中の礫は0.7～0.9付近 (比較的球状) であり、両者の分布に差異がみられた。この分布結果は、小礫を主体とした砂礫層中を海成の京松原砂層、大礫を含む砂礫層を河成の牧ノ原礫層とする、当社の地層区分と調和的な結果である。



小礫を主体とした砂礫層中の礫



大礫を含む砂礫層中の礫



※ グラフ中青曲線で示す球形度は Krumbein(1941)による。

$$\text{球形度} = \sqrt[3]{\frac{\text{礫の体積}}{\text{礫を外圍する球の体積}}} = \sqrt[3]{\frac{\text{礫の短径} \times \text{礫の中径}}{\text{礫の長径}^2}}$$

BF1地点の古谷泥層の層相 (露頭中部(露頭②), 露頭下部(露頭③))

- 本地点は露頭中部にあたり標高60m程度である。
- 本地点の古谷泥層は、暗灰色～灰色のシルト層～粘土層からなり、細粒砂の薄層を狭在する。



露頭②

東

西



露頭②拡大写真

- 本地点は露頭下部にあたり標高55m程度である。
- 本地点の古谷泥層は灰色のシルト層～粘土層からなり、中礫を含む。



露頭③

東

西



露頭③拡大写真

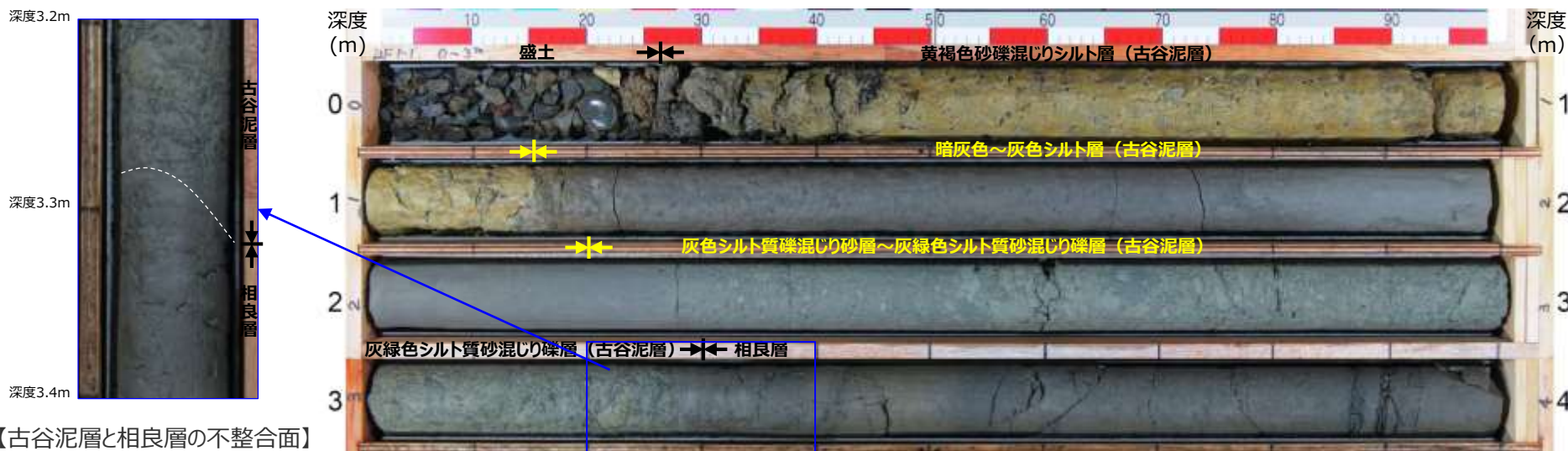
BF1地点の古谷泥層の層相 (ボーリングBF1-1孔)

- 露頭より底部の古谷泥層について、層相の確認及び相良層との関係を確認するためボーリング調査を実施した。ボーリングの孔口標高は54.94mである。
- 古谷泥層と相良層の不整合面を深度3m程度 (標高51m) で確認した。
- 古谷泥層の層相は、深度0.3~1.2m程度までは黄褐色の砂礫混じりシルト層 (基質支持) , 深度1.2~2.2mは暗灰色~灰色のシルト層, 深度2.2~3.3mは灰色シルト質礫混じり砂層~灰緑色シルト質砂混じり礫層 (基質支持) である。

標尺 (m)	標高 (m)	深度 (m)	柱状図	層相区分	色調	記
0	54.85 54.59	0.00 0.28		盛土	暗灰	0.00-0.28 盛土
1	53.70	1.18		砂礫混じりシルト	黄褐色	0.28-1.18 砂礫混じりシルト 礫径~3cm 礫と砂は多く含まれる
2	52.65	2.20		シルト	暗灰	1.18-2.20 シルト
3	51.60	3.30		シルト質礫混じり砂層	灰	2.20-3.30 シルト質砂混じり礫~シルト質礫混じり砂 礫は泥付およびシルト質の礫 礫径~5cm程度 重角~重円 淘汰普通 砂は細~粗粒 2.20-2.92 礫が少なく砂主体
4				砂岩	灰緑	3.30- 砂岩泥岩互層 (相良層) 砂岩層の割合が少なく、全体の1割以下

【ボーリング柱状図】

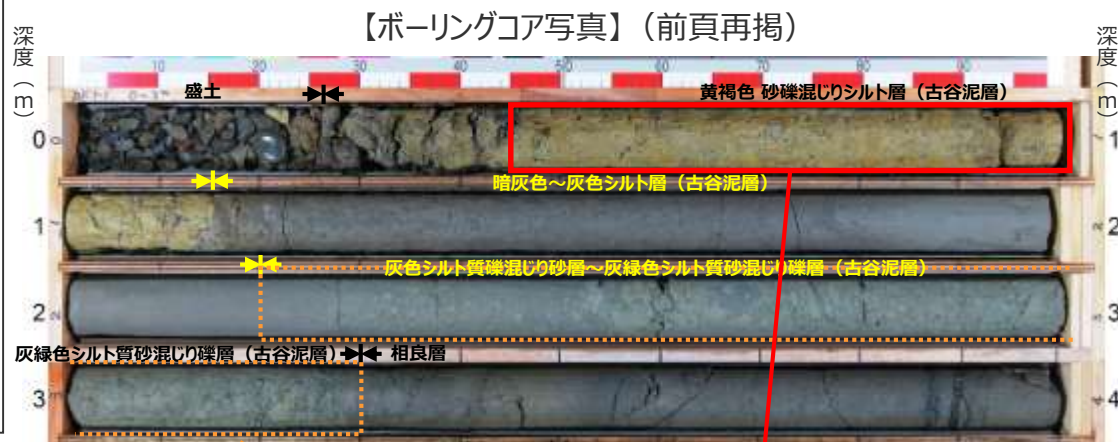
【ボーリングコア写真】



【古谷泥層と相良層の不整合面】

BF1地点の泥層基底礫（礫種）の分析結果（ボーリングBF1-1孔）

- 基底付近に確認される礫について、上位の黄褐色砂礫混じりシルト層には、礫径2cm程度の砂岩・頁岩・チャートの円～扁平礫が含まれる。下位の灰色シルト質礫混じり砂層～灰緑色シルト質砂混じり礫層には、礫径最大5cm程度のシルト質の亜角～亜円礫が含まれる。
- 上位に含まれる砂岩・頁岩・チャートの礫は、その礫種から大井川流域からもたらされた四万十累層群起源と考えられ、下位に含まれるシルト質の礫は、その礫種から相良層由来と考えられる。
- なお、BF4地点の基底礫は大部分が四万十層群起源と考えられることから、上位の“砂岩・頁岩・チャートの円～扁平礫”をBF4地点との対比対象とする。



②：シルト質亜角～亜円礫を含む
（相良層由来と考えられる）

①：砂岩・頁岩・チャートの円～扁平礫を含む
（大井川由来（四万十層群起源）と考えられる）



①砂岩・頁岩・チャートの円～扁平礫の写真
（BF1-1孔ボーリングコアの該当区間を半割して採取）

BF1地点の古谷泥層の花粉分析結果

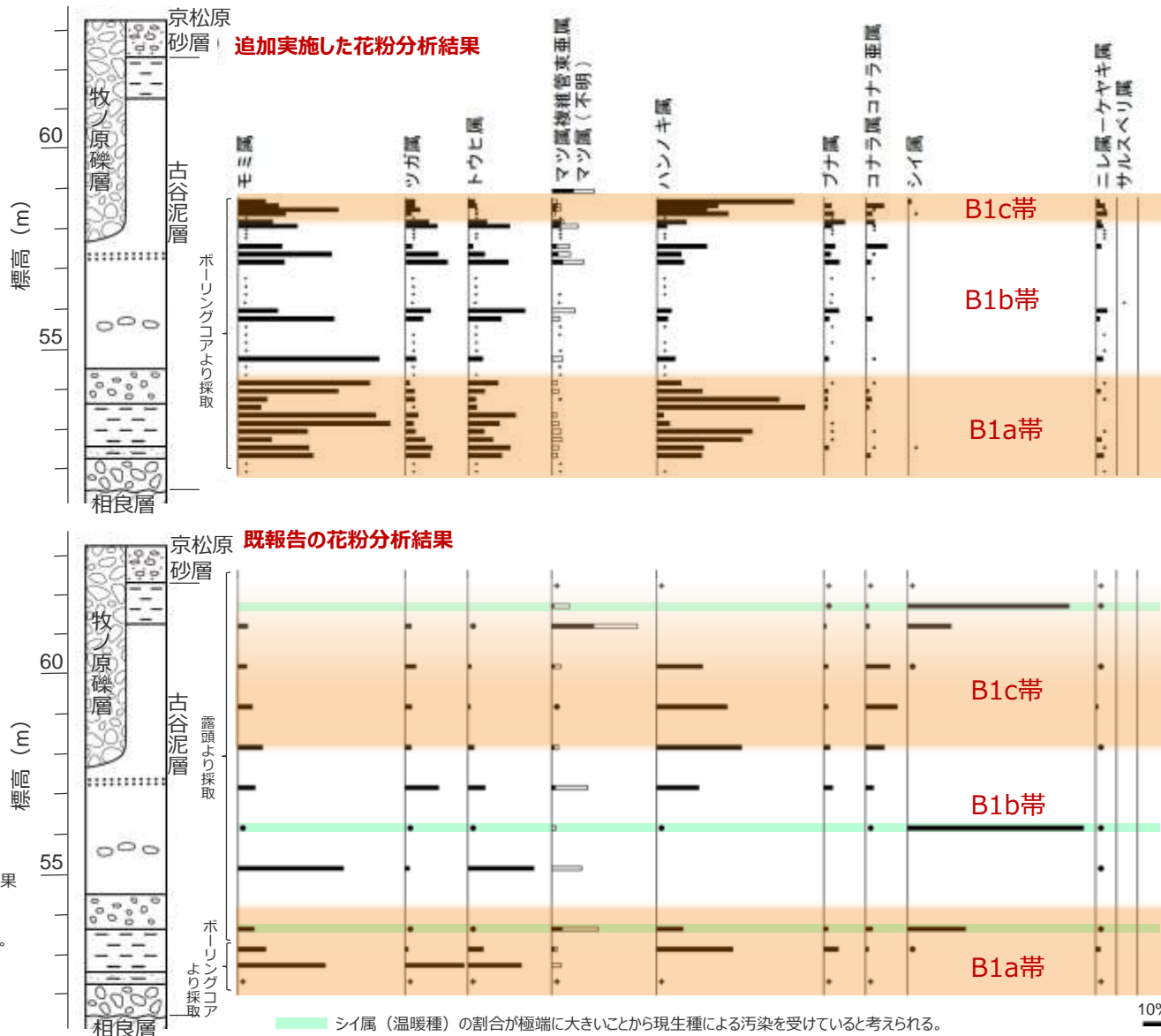
- BF1地点の古谷泥層堆積時の環境について検討するため、古谷泥層の花粉分析（木本花粉）を実施した。
- 既報告の花粉分析（結果：右図下段）は、露頭から採取した試料（1試料／標高1m程度）を中心に分析を行ったものであったため、一部現生温暖種による污染が見られた。
- そこで、現生種による污染を受けにくいボーリングコア（W37孔）から採取した試料（1試料／標高20cm程度）を用いた追加の花粉分析も実施した。

- 追加実施した花粉分析結果（右図上段）から、BF1地点の古谷泥層を、基底から上位にかけて、以下の3種の層準に分類した。この結果は既報告の分析結果とも概ね対応している。
- B1a帯：ハンノキ属やニレ属-ケヤキ属等水辺のような湿った環境を好む種の花粉が多く見られる層準。
- B1b帯：検出される花粉が、モミ属、ツガ属、トウヒ属、マツ属等針葉樹主体となる層準。
- B1c帯：B1a帯と似た花粉の組成であり、ハンノキ属等水辺のような湿った環境を好む種の花粉が多く見られる層準。
- BF1地点の花粉分析結果からは、杉山ほか（1988）が古谷泥層上部堆積時の気候が温暖であったことの根拠のひとつとしているサルスベリ属（*Lagerstroemia*）の花粉は、1試料のみからでしか検出されなかった。

BF1地点の古谷泥層での花粉分析結果

上段：ボーリングコア（W37孔）による分析結果
下段：露頭+ボーリングコア（BF1-1孔）による分析結果
（第563回審査会合にて報告）

- 木本花粉総数に対する百分率を表す。
- は1%未満、+は基数が100個未満の試料を示す。



シイ属（温暖種）の割合が極端に大きいことから現生種による污染を受けていると考えられる。

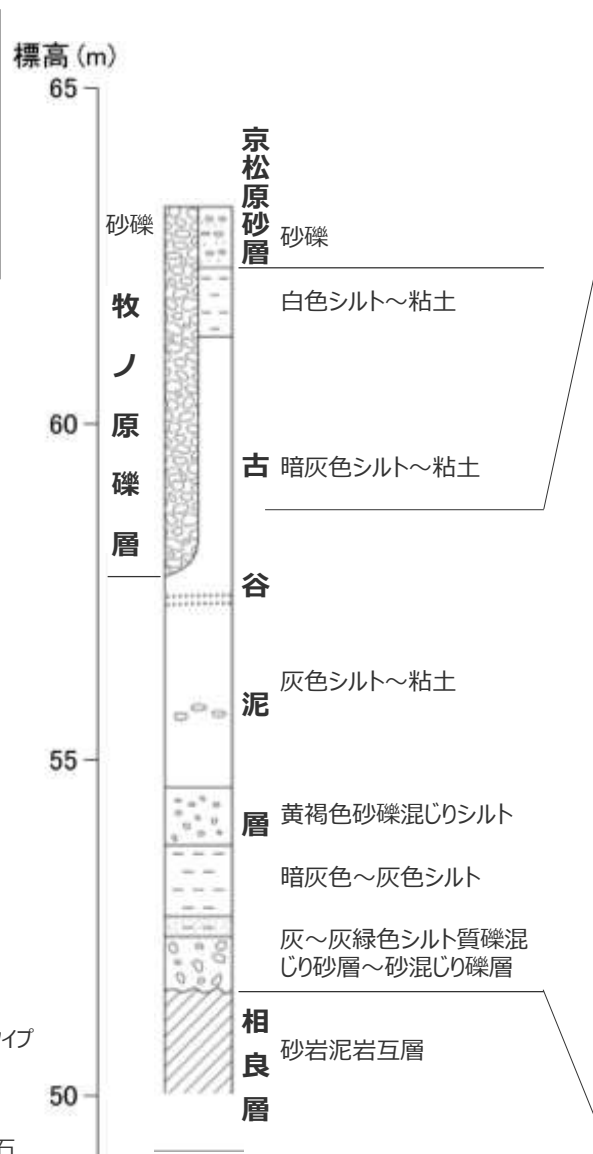
W37孔のボーリング柱状図・コア写真は第654回審査会合 資料1-3 p.85に、花粉分析結果の詳細は同資料 pp.24, 25に示す。

BF1地点の古谷泥層の火山灰分析結果

本頁記載の分析は、コメントNo.97を踏まえ、W37孔より採取した試料により実施した。



- BF1地点の古谷泥層において、ボーリングコア（W37孔）から採取した試料（基底から上位約7m、40cmにつき20cmの試料を採取）を用いて実施した火山灰分析結果を示す。
- いずれの試料においても火山ガラス・重鉍物はほとんど検出されず、屈折率測定や主成分分析から給源火山を特定できるだけの火山ガラス・鉍物は検出されなかった。



試料番号 (採取深度(m))	火山ガラスの 形態別含有量 (/3000粒子)			重鉍物の含有量 (/3000粒子)		
	Bw	Pm	O	Opx	Gho	Cum
1.0-1.2	0.3	0	0	0	0.2	0
1.4-1.6	1.1	0.1	0.4	0.1	0.2	0
1.8-2.0	1	0	0.3	0	0.4	0
2.2-2.4	0.8	0	0.2	0.3	0.1	0.2
2.6-2.8	0.5	0	0.3	0.3	0.1	0
3.0-3.2	1.3	0	0	0	0.4	0
3.4-3.6	0.6	0	0	0	0.5	0
3.8-4.0	0.6	0	0	0.1	0.4	0.3
4.2-4.4	1	0	0	0	0.1	0
4.6-4.8	0.5	0	0	0	0.4	0
5.0-5.2	0.2	0	0	0	0.4	0
5.4-5.6	0.3	0	0	0	0.1	0
5.8-6.0	1	0	0	0	0.2	0
6.2-6.4	0.9	0	0	0.3	0.5	0
6.6-6.8	0.2	0	0	0.3	0.2	0
7.0-7.2	1.6	0	0	0.1	0.2	0
7.4-7.6	3.4	0	0	0.1	0.2	0.1

BF1地点の古谷泥層の微化石分析結果

本頁記載の分析は、コメントNo.97を踏まえ、W37孔より採取した試料により実施した。



• BF1地点の古谷泥層において、ボーリングコア（W37孔）から採取した試料（基底から上位約7m、1試料／標高20cm）を用いて実施した微化石（珪藻化石、有孔虫化石、石灰質ナノ化石、放散虫化石）分析結果を示す。

（珪藻化石）

いずれの試料においても、稀～極稀に化石が検出され、一部普通または豊富に検出される層準も認められた。基底より3m程度までは淡水生種が主体であるが、それより上部は海水生種が主体となる。（分析結果の詳細はデータ集に示す。）

（有孔虫化石）

いずれの試料においても、化石は検出されなかった。

（石灰質ナノ化石）

いずれの試料においても、化石は検出されなかった。

（放散虫化石）

基底から上位1.5m付近を除き、稀～極稀に化石が検出された。

※1 試料0.5～数十g(珪藻化石)、約50g(有孔虫化石・放散虫化石)、約20g(石灰質ナノ化石)中から検出される化石の頻度。

- : 検出されない。

（珪藻化石）

豊富：スライド(18×18mm)中に6,000～4,000個体の頻度で検出される。

普通： " 3,600～1,200個体の頻度で検出される。

稀： " 900～100個体の頻度で検出される。

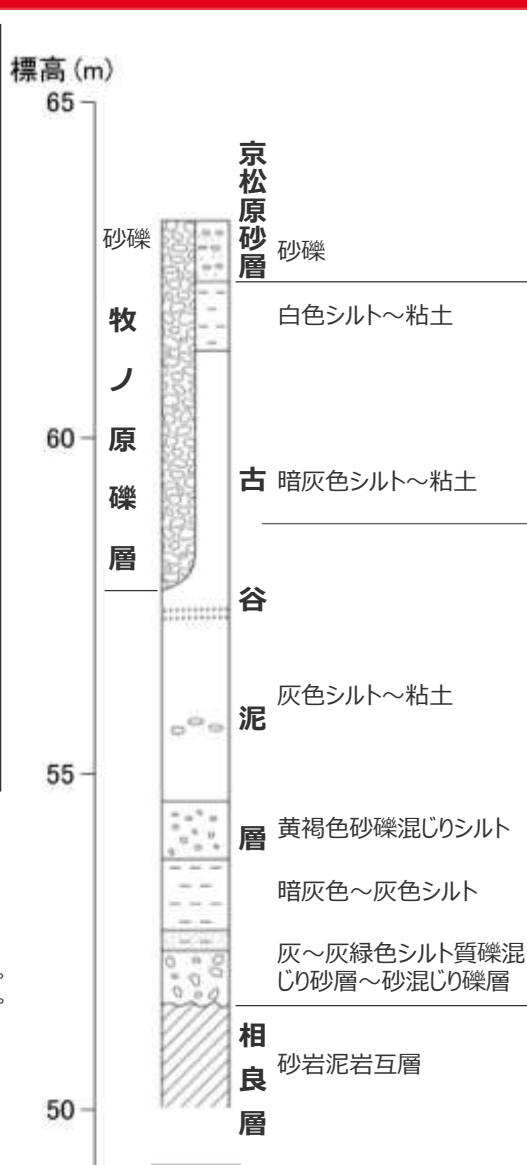
極稀： " 99個体以下の頻度で検出される。

（有孔虫化石・放散虫化石）

稀： 観察皿(8×8cm)中に8～2個体の頻度で検出される。

極稀： " 1個体程度の頻度で検出される。

※2 赤字：淡水生種主体。青字：海水生種主体。黒字：淡水生種・海水生種混合。



試料番号 (採取深度(m))	化石検出頻度※1			
	珪藻化石※2	有孔虫化石	石灰質ナノ化石	放散虫化石
1.0-1.2	稀	-	-	稀～極稀
1.2-1.4	稀	-	-	稀～極稀
1.4-1.6	稀	-	-	稀～極稀
1.6-1.8	普通	-	-	稀～極稀
1.8-2.0	稀	-	-	極稀
2.0-2.2	稀	-	-	極稀
2.2-2.4	稀	-	-	極稀
2.4-2.6	普通	-	-	極稀
2.6-2.8	稀	-	-	極稀
2.8-3.0	極稀	-	-	稀～極稀
3.0-3.2	極稀	-	-	稀
3.2-3.4	極稀	-	-	稀～極稀
3.4-3.6	稀	-	-	稀～極稀
3.6-3.8	稀	-	-	稀～極稀
3.8-4.0	稀	-	-	極稀
4.0-4.2	稀	-	-	極稀
4.2-4.4	稀	-	-	極稀
4.4-4.6	稀	-	-	極稀
4.6-4.8	稀	-	-	稀～極稀
4.8-5.0	稀	-	-	極稀
5.0-5.2	稀	-	-	極稀
5.2-5.4	稀	-	-	極稀
5.4-5.6	稀	-	-	極稀
5.6-5.8	稀	-	-	極稀
5.8-6.0	普通	-	-	極稀
6.0-6.2	稀	-	-	-
6.2-6.4	稀	-	-	-
6.4-6.6	稀	-	-	-
6.6-6.8	稀	-	-	極稀
6.8-7.0	稀	-	-	極稀
7.0-7.2	普通	-	-	極稀
7.2-7.4	豊富	-	-	極稀
7.4-7.6	普通	-	-	極稀
7.6-7.8	稀	-	-	極稀

6 御前崎地域におけるMIS5eの泥層堆積環境の変遷の考察

比木2,BF1,BF4地点におけるMIS5eの堆積環境変遷について

BF4地点の泥層は、MIS5eの海水の流入する静水環境下で堆積したと考えられ、極近傍の地形・地質に基づく検討から、そのような堆積環境はMIS5eであると考えられる。また、古谷泥層（MIS5e）の分布が示される比木2地点及びBF1地点との対比に基づく検討から、BF4地点の泥層は古谷泥層に相当すると考えられる。これら検討結果から、BF4地点の泥層はMIS5eの堆積物と評価している。

ここでは、文献に示される古谷泥層の堆積環境の変遷（次頁参照）を踏まえ、対比に基づく検討の対象とした3地点（比木2地点、BF1地点、BF4地点）における調査結果の特徴（下表）を説明し得る堆積環境の変遷（堆積環境①～④、次々頁以降参照）について考察した。

その結果、これら3地点の特徴に着目した堆積環境の変遷は無理なく考察することができ、BF4地点の泥層はMIS5eの堆積物であるとする評価を支持している。

地点	層相・基底礫に関する調査結果				微化石等に関する調査結果			
	基底の 現標高※1	基底礫※2	基底礫の 特徴	基質の層相	産出する微化石		Mn成分に富む ざくろ石※3	花粉
					珪藻	放散虫 (海生生物)		
比木2	61m	径5～85mm程度の円～扁平礫，堆積岩主体，変成岩・火成岩を含む	礫支持	下部：砂・シルト互層 上部：主にシルト～粘土	海水生種主体	稀～極稀	検出される	5層準に分帯できる
BF1	52m	(基盤直上) 相良層由来礫 (基盤より約2m上方) 径5～70mm程度の円～扁平礫，堆積岩主体，変成岩・火成岩礫を含む	基質支持	塊状無層理のシルト～粘土	基底から上方へ 淡水生種主体 ↓ 淡水生種・ 海水生種混合	稀～極稀	検出される	3層準に分帯でき、比木2地点の下部3層準に対比される
BF4	49m	径5～75mm程度の円～扁平礫，堆積岩主体，変成岩・火成岩礫を含む	基質支持	塊状無層理のシルト～粘土	検出されない	極稀	検出される	他地点の最下位の層準にみられる種を極微量に検出

堆積環境①の考察における調査項目

堆積環境②の考察における調査項目

堆積環境③の考察における調査項目

堆積環境④は本表に記載のない泥層の上位層にあたる。

※1 比木2及びBF1についてはボーリング地点での値、BF4についてはトレンチにおける平均的な値とした。

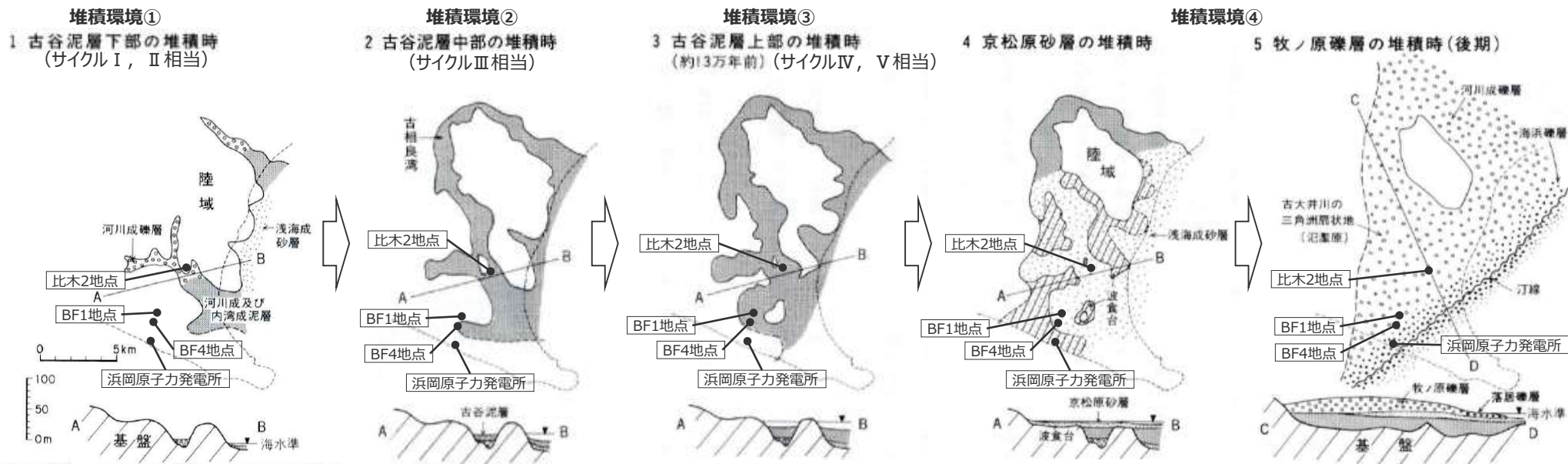
※2 変成岩・火成岩礫は、天竜川河口から海流によって運ばれてきたものと考えられる。(詳細は本編資料p.385参照) 礫径は、礫形状の分析に用いた礫の最小短径と最大長径である。

※3 Mn成分に富むざくろ石は、天竜川河口から海流によって運ばれてきたものと考えられる。(詳細は本編資料p.393参照)

御前崎～牧ノ原台地における古谷泥層の堆積環境変遷に関しては、以下のような知見がある。

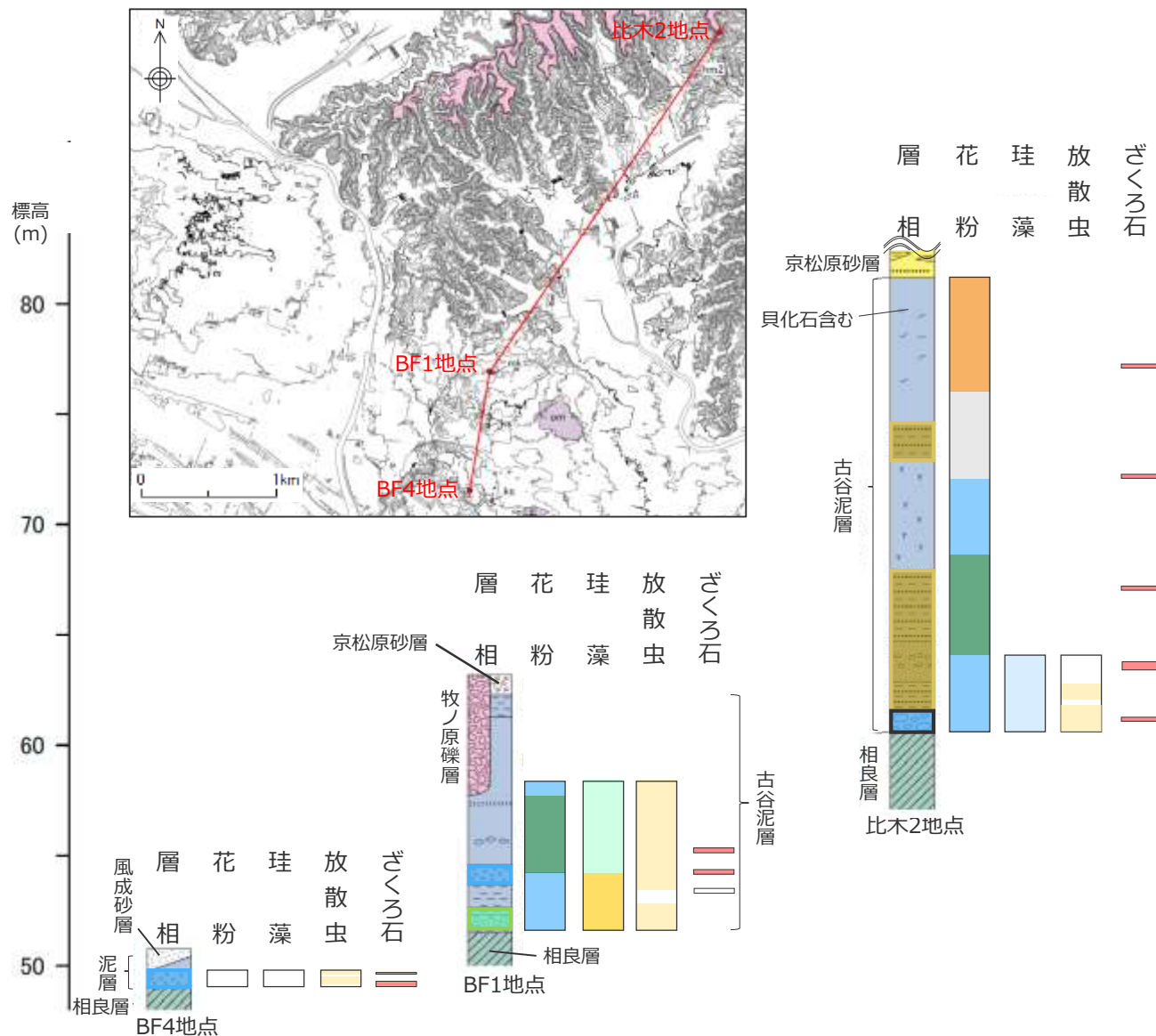
- 杉山ほか(1988)は、本地域のMIS5e以降の堆積環境変遷図(下図)を示し、古谷泥層を、最終間氷期(下末吉期)の海進期に、基底の相良層群に深く切り込んだ谷地形を埋積した主として河川成及び内湾成の泥層としている。また、その層相は、主としてシルト層及び粘土層からなり、礫層及び砂層を伴うとし、基底部及び泥層中に、礫層や砂層が発達する層準が3層あるとしている。
- 池谷・堀江(1982)は、古谷泥層の堆積環境変遷について、下末吉海進期に、基盤の新第三系を大きく削剥した深いV字谷に、粗粒の河床堆積物が堆積した(サイクルI)以降、海水準の上昇に伴い、主として海水の影響の少ない河川ないし潟成の細粒～粗粒堆積物が堆積した(サイクルII)後、谷が拡大した湾内で外洋水の影響を受けた沿岸性の環境下において塊状のシルト等が堆積し(サイクルIII)、さらに拡大した湾内で主として泥層が厚く堆積し(サイクルIV)、最終的に、海面変動が安定し、湾が細粒堆積物によって埋め立てられ沼沢地化していった(サイクルV)としている。
- 高清水ほか(1996)は、古谷泥層を、主として泥層からなり礫層や砂層を挟むとし、低海水準期に基盤を削り込んで谷を作った礫層から成る河川堆積物、その後の海進によって、谷の中に形成された主として塊状の泥質堆積物から成る溺れ谷埋積堆積物、その上位に重なる主として泥層から成る内湾底の堆積物、そこから移化した、潮汐や波浪の影響が認められる湾口のバリアーである砂質堆積物や、古谷泥層最上部にあたる主として砂礫層～泥層の互層から成る湾奥のデルタ堆積物に区分している。

御前崎～牧ノ原台地におけるMIS5eの堆積環境変遷(杉山ほか(1988)に加筆)、サイクルI～Vは池谷・堀江(1982)による、堆積環境①～④は本検討との対応



本考察において参照した調査結果

凡例	
層相 (古谷泥層/泥層)	
	シルト～粘土
	砂または砂・シルト互層
	基底礫 (円～扁平, 変成岩・火成岩礫※1含む, 基質支持)
	基底礫 (円～扁平, 変成岩・火成岩礫※1含む, 礫支持)
	基底礫 (相良層由来, 基質支持)
分析結果	
	分析範囲
花粉	
	湿った環境を好む種主体
	針葉樹主体
	検出量が少ない
	温暖種を含む
	空欄 検出量が少ない
珪藻	
	淡水生種主体
	海水生種主体
	淡水生種・海水生種の混合
	空欄 検出されない
放散虫 (海生生物)	
	検出 (稀～極稀)
	空欄 検出されない
Mn成分に富むざくろ石※2	
	検出される



BF4地点-BF1地点-比木2地点における調査結果の模式柱状図

※1 変成岩・火成岩礫は、天竜川河口から海流によって運ばれてきたものと考えられる。
(詳細は本編資料p.385参照)

※2 Mn成分に富むざくろ石は、天竜川河口から海流によって運ばれてきたものと考えられる。
(詳細は本編資料p.393参照)

本考察において参照した調査結果及び推定される環境の特徴

		層相・基底礫に関する調査結果及び考察				微化石等に関する調査結果及び考察			
		基底の 現標高※1	基底礫※2	基底礫の 特徴	基質の層相	産出する微化石		Mn成分に富む ざくろ石※3	花粉
						珪藻	放散虫 (海生生物)		
調査結果	比木 2	61m	径5～85mm程度の円～扁平礫，堆積岩主体，変成岩・火成岩を含む	礫支持	下部：砂・シルト互層 上部：主にシルト～粘土	海水生種主体	稀～極稀	検出される	5層準に分帯できる
	BF1	52m	(基盤直上) 相良層由来礫 (基盤より約2m上方) 径5～70mm程度の円～扁平礫，堆積岩主体， 変成岩・火成岩礫を含む	基質支持	塊状無層理のシルト～粘土	基底から上方へ 淡水生種主体 →淡水生種・海生種混合	稀～極稀	検出される	3層準に分帯でき，比木2地点の下部3層準に対比される
	BF4	49m	径5～75mm程度の円～扁平礫，堆積岩主体， 変成岩・火成岩礫を含む	基質支持	塊状無層理のシルト～粘土	検出されない	極稀	検出される	他地点の最下位の層準にみられる種を極微量に検出
調査結果から推定される環境の特徴	環境①	考察に未使用	比木2：上流域より礫の供給が多く基底付近に堆積 BF1：上流域より相良層由来の礫がわずかに供給される BF4：上流域からの礫供給はほとんどない	比木2：流水の影響が及ぶ環境下 BF1・BF4：静穏な環境下	比木2・BF4：淡水主体の環境下をほとんど経ることなく海水主体の環境下に移行 BF1：淡水主体の環境下		参考：湿った環境を好む種主体層準に該当		
	環境②		稀に海から礫が混入する環境下		比木2・BF4：海水主体の環境下 BF1：海水の比率が相対的に増加		参考：湿った環境を好む種主体～針葉樹主体層準に該当		
	環境③		基底礫無し	3地点とも静穏な環境下	データなし	比木2：海水主体の環境下	参考：湿った環境を好む種主体～温暖種を含む層準に該当		

※1 比木2及びBF1についてはボーリング地点での値，BF4についてはトレンチにおける平均的な値とした。

※2 変成岩・火成岩礫は，天竜川河口から海流によって運ばれてきたものと考えられる。(詳細は本編資料p.385参照) 礫径は，礫形状の分析に用いた礫の最小短径と最大長径である。

※3 Mn成分に富むざくろ石は，天竜川河口から海流によって運ばれてきたものと考えられる。(詳細は本編資料p.393参照)

古谷泥層堆積時の各地点の標高

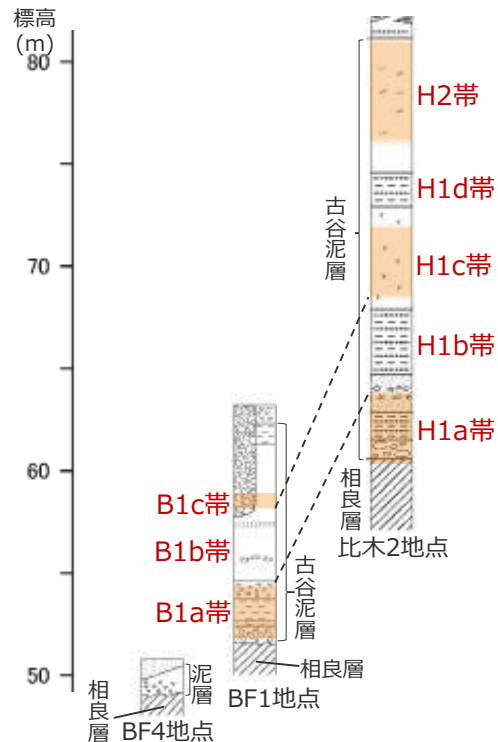
比木2地点の古谷泥層基底面の現標高は他の2地点より高いが、これは、本地域で認められる地点間の隆起速度の差（下図左、詳細は補足説明資料pp38,39参照）に起因するものと考えられるため、泥層堆積環境の変遷の考察にあたり、古谷泥層堆積時の各地点の標高について考察した。

隆起速度の差について、花粉分析結果により考察した。比木2地点で分帯できる5層準のうち下位3層準と、BF1地点で分帯される3層準が対比される（下図中）ことから、B1b帯/B1a帯境界とH1b帯/H1a帯の境界あるいはB1c帯/B1b帯の境界とH1c帯/H1b帯の境界は概ね同時代と考えられる。このことから、古谷泥層堆積時の3地点の関係は下図右に示すとおり、比木2地点とBF4地点の標高が概ね等しくなる。この場合、比木2地点は、古谷泥層堆積開始から現在までの約12万～13万年の間にBF4・BF1地点と比べ約10m相対的に隆起したことになり、隆起速度の差は0.08m/千年程度となる。この花粉分析結果から求めた隆起速度の差は、比木2地点・BF4地点極近傍の段丘堆積物の標高から求めた隆起速度の差である約0.1m/千年（詳細は、補足説明資料p.39参照）と同程度である。

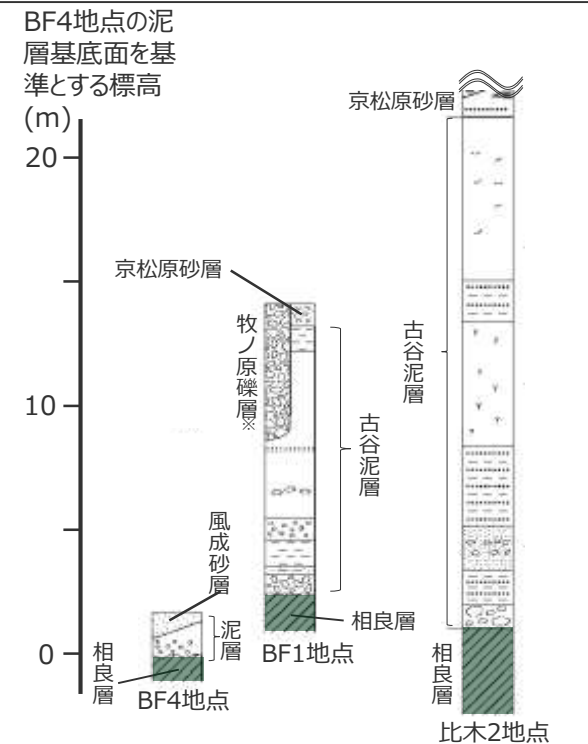
なお、下図右を見ると、BF1地点の標高がBF4地点よりやや高いが、BF4地点とBF1地点は比較的近いことから、両地点の標高差は泥層堆積時からほとんど変わっていないものと考えられ、当時の河床標高を反映したものと考えられる。



各知見における隆起速度と当社調査による隆起速度（補足説明資料p.39再掲）
杉山ほか (1988) に加筆



花粉分析結果



古谷泥層及び泥層堆積時（推定）の模式柱状図

堆積環境① 古谷泥層堆積初期（比木2,BF1,BF4地点）

【本状況における知見】

- 池谷・堀江（1982）は、古谷泥層の堆積初期について、下末吉海進期に、基盤の新第三系を大きく削割した深いV字谷に、粗粒の河床堆積物が堆積し、その後、海水準の上昇に伴い、主として海水の影響の少ない河川ないし潟成の細粒～粗粒堆積物が堆積したとしている。

《比木2地点の調査結果から推定される堆積環境の特徴》

- ◆ 基底礫は四万十層群由来の礫を主体とする礫層であり、赤石山脈を源流とする河川の流域にあった。
- ◆ 海水生種主体の珪藻化石が検出されていることから、淡水を主体とする環境下にほとんど置かれることなく海水を主体とする環境下に移行した。

《知見を踏まえた具体的な堆積環境の考察結果》

- ・ 古大井川の氾濫原であり、通常は水が流れない。
- ・ 基盤上面に大井川により運ばれた河成礫が堆積。

《BF1地点の調査結果から推定される堆積環境の特徴》

- ◆ 最下位の基底礫は相良層由来の礫であり、小規模な河川流域にあった。
- ◆ 淡水生種主体の珪藻化石が検出されていることから、海水位上昇時においても淡水を主体とする環境下にあった。

《知見を踏まえた具体的な堆積環境の考察結果》

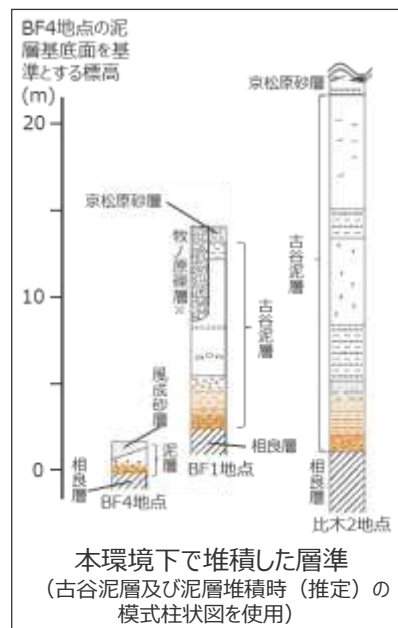
- ・ 古大井川の谷幅の狭い支流で地表水の流入が比較的多い。
- ・ 基盤上面に流域の相良層由来のシルト中に礫が混入しながら堆積。

《BF4地点の調査結果から推定される堆積環境の特徴》

- ◆ BF1地点のような相良層由来の礫は確認されず、上流からの堆積物の少ない沢に位置していた。
- ◆ 放散虫化石が検出されていることから、淡水を主体とする環境下にほとんど置かれることなく海水を主体とする環境下に移行した。

《知見を踏まえた具体的な堆積環境の考察結果》

- ・ BF1地点を流れる古大井川の支流に、BF1地点より下流において流れ込む幅の狭い沢であり、キャッチメントエリアが狭く、地表水の流入は極めて少なく、上流からの運搬物は少ない。



杉山ほか（1988）の「1 古谷泥層下部の堆積時」に加筆

堆積環境② 古谷泥層堆積中期（比木2,BF1,BF4地点）

【本状況における知見】

- 池谷・堀江（1982）は、海水準の上昇に伴い、古谷泥層の堆積域は次第に拡大していき、二つの谷の上流部は結合して中央部に大きな島状の陸地を持つ環状の湾（古相良湾）が出現し、外洋水の影響を受けた沿岸性の環境下において塊状のシルト等が堆積したとしている。

《比木2地点の調査結果から推定される堆積環境の特徴》

- ◆ 海水生種主体の珪藻化石が検出されていること等から、引き続き海水を主体とする環境下にあった。
- ◆ 堆積構造が明瞭な層相であり、流水の影響の及ぶ環境下にあった。
- ◆ 変成岩・火成岩礫が含まれており、一部の礫は海域より混入した。

《知見を踏まえた具体的な堆積環境の考察結果》

- ・ 常時は流路から外れていたため、海水位上昇時は、河川水と海水が混じることがほとんどなく、海面下に水没。
- ・ 古大井川は現在の大井川同様規模が大きく、谷幅が広く、海水準上昇の際、波浪・潮汐流等の外洋の影響が届き、海成礫が運ばれ基底礫の一部となる。

《BF1地点の調査結果から推定される堆積環境の特徴》

- ◆ 海水生種と淡水種が混合する珪藻化石が検出されていること等から、流入する海水量が増した。
- ◆ 塊状無層理であり、静穏な環境下にあった。
- ◆ 変成岩・火成岩礫が含まれており、一部の礫は海域より混入した。

《知見を踏まえた具体的な堆積環境の考察結果》

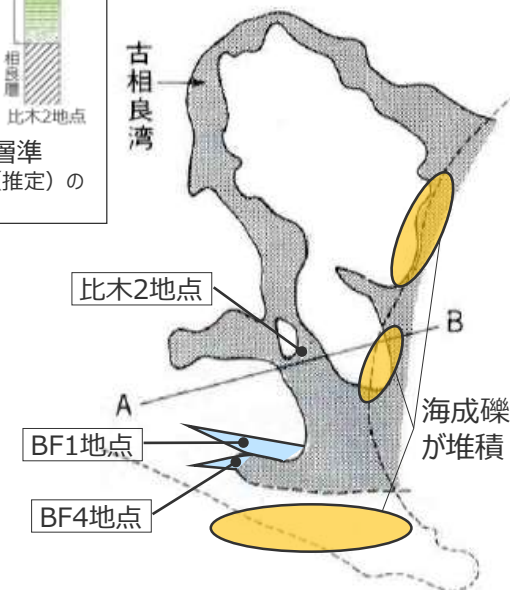
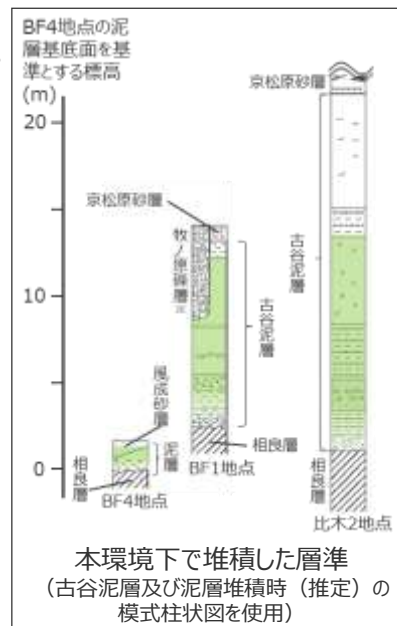
- ・ ほぼ流路中に位置し、海水位上昇時は河川水と海水が入り混じりながら海面下に水没。
- ・ 海面上昇時、幅の狭い谷奥に位置しており、波浪・潮汐流の影響がほとんどなく、基盤上に堆積していた河成礫を主体とする基底礫上に、泥層が無層理状態で堆積。
- ・ その後、海水準上昇時の一時期において、外洋に面した海岸に堆積した礫が、極稀に高波などのイベントによって湾奥に運ばれ、堆積中の泥層に混入し、基質支持の基底礫の一部となる。

《BF4地点の調査結果から推定される堆積環境の特徴》

- ◆ 放散虫化石が検出されていること等、引き続き海水を主体とする環境下にあった。
- ◆ 塊状無層理であり、静穏な環境下にあった。
- ◆ 変成岩・火成岩礫が含まれており、一部の礫は海域より混入した。

《知見を踏まえた具体的な堆積環境の考察結果》

- ・ 河川流水がほとんどないため、海水位上昇時は、河川水と海水が混じることがほとんどなく、海面下に水没。
- ・ 幅の狭い谷奥に位置しているため、海面上昇時、波浪・潮汐流の影響がほとんどなく泥層が無層理状態で堆積。
- ・ 海水準上昇時の一時期において、BF1地点同様、外洋に面した海岸に堆積した礫が、堆積中の泥層に混入し、基質支持の基底礫の一部となる。



杉山ほか（1988）の「2 古谷泥層中部の堆積時」に加筆

堆積環境③ 古谷泥層堆積後期（比木2,BF1,BF4地点）

【本状況における知見】

- 池谷・堀江（1982）は、さらなる海水準の上昇に伴い、さらに拡大した古相良湾内で主として泥層が厚く堆積し、最終的に、海面変動が安定し、湾が細粒堆積物によって埋め立てられ沼沢地化していったとしている。

《比木2地点の調査結果から推定される堆積環境の特徴》

- ◆ 層相が、粘土～シルトに変化しており、静穏な環境下になった。

《知見を踏まえた具体的な堆積環境の考察結果》

- 水位上昇に伴い谷幅が広がり、BF1地点とBF4地点の谷が一体化したのち、比木2地点も含まれる古相良湾と一体化し、泥層が厚く堆積。

《BF1地点の調査結果から推定される堆積環境の特徴》

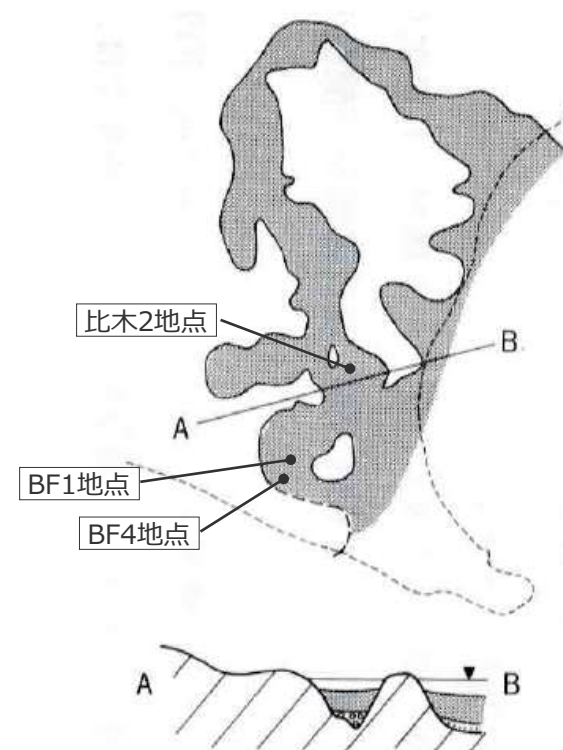
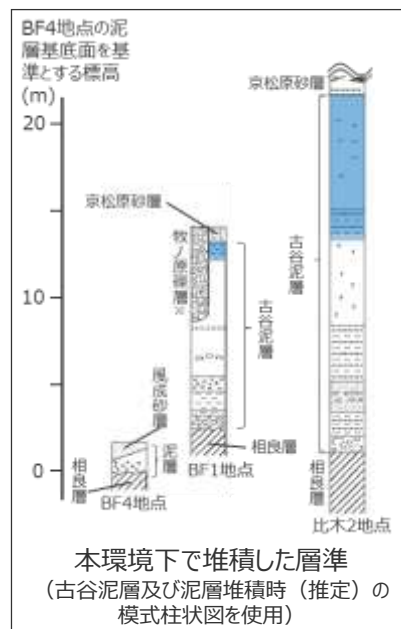
- ◆ 層相が、下位層より引き続き粘土～シルトが連続しており、静穏な環境が継続していた。
- ◆ 比木2では本層上部に貝化石が認められるが、本地点では認められないことから、本環境末期の堆積物は現存しない。

《知見を踏まえた具体的な堆積環境の考察結果》

- BF1地点とBF4地点の谷が一体化し、引き続き泥層が堆積。

《BF4地点の調査結果から推定される堆積環境の特徴》

- ◆ 層厚が薄く、本環境下における堆積物は現存しないが、BF1地点と同様の環境であったと推定される。



杉山ほか（1988）の「3古谷泥層上部の堆積時」に加筆

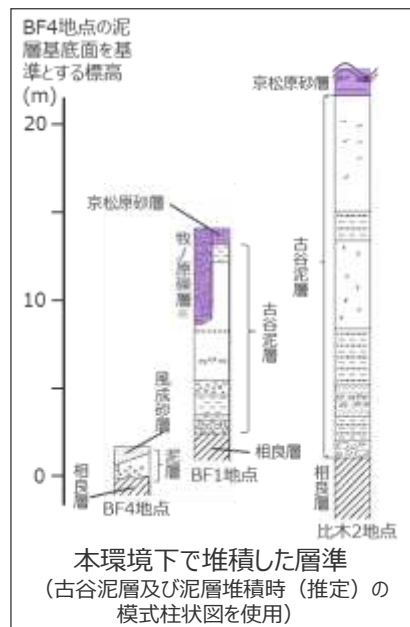
堆積環境④ 京松原砂層・牧ノ原礫層堆積時（比木2,BF1,BF4地点）

【本状況における知見】

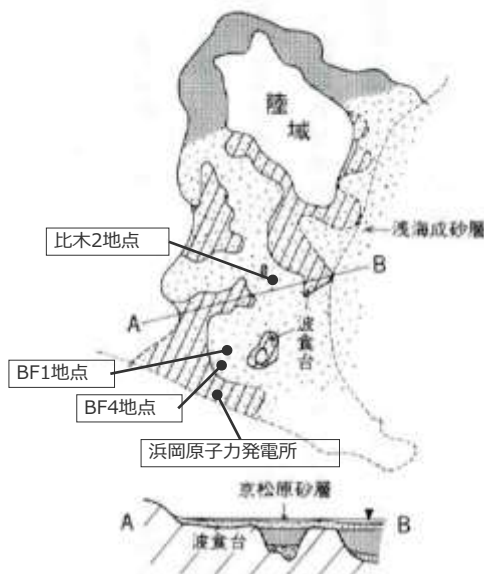
- 杉山ほか(1988)は、京松原砂層が堆積を始めた頃には、基盤が海底に露出していた地形的に高い部分は波食によって平坦化されるとともに、沈水谷部では古谷泥層の堆積が進み、波食台面と古谷泥層堆積上面とは高度的にほとんど差がなくなっていたと考えられるとし、京松原砂層下部は最大水深10m程度の浅海底（古谷泥層により埋積された沈水谷部及び波食台）上に堆積した沿岸漂砂と推定している。その後、古大井川の氾濫原に形成された数多くの分流が古相良湾に流れ込み牧ノ原礫層が堆積したとしている。

《比木2地点・BF1地点・BF4地点の調査結果から推定される堆積環境の特徴》

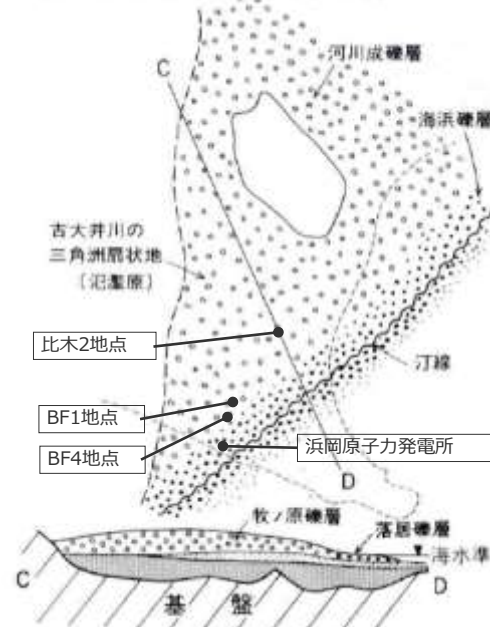
- ◆ 比木2地点及びBF1地点においては、京松原砂層が堆積しており、沿岸漂砂が漂着・堆積する環境下にあった。
 - ◆ BF4地点には京松原砂層が現存していないが、同様な環境下にあったものと推定される。
- 《知見を踏まえた具体的な堆積環境の考察結果》
- ・ 3地点とも外洋に位置し、京松原砂層が堆積したのち、牧ノ原礫層が堆積し陸化する。



4 京松原砂層の堆積時



5 牧ノ原礫層の堆積時(後期)



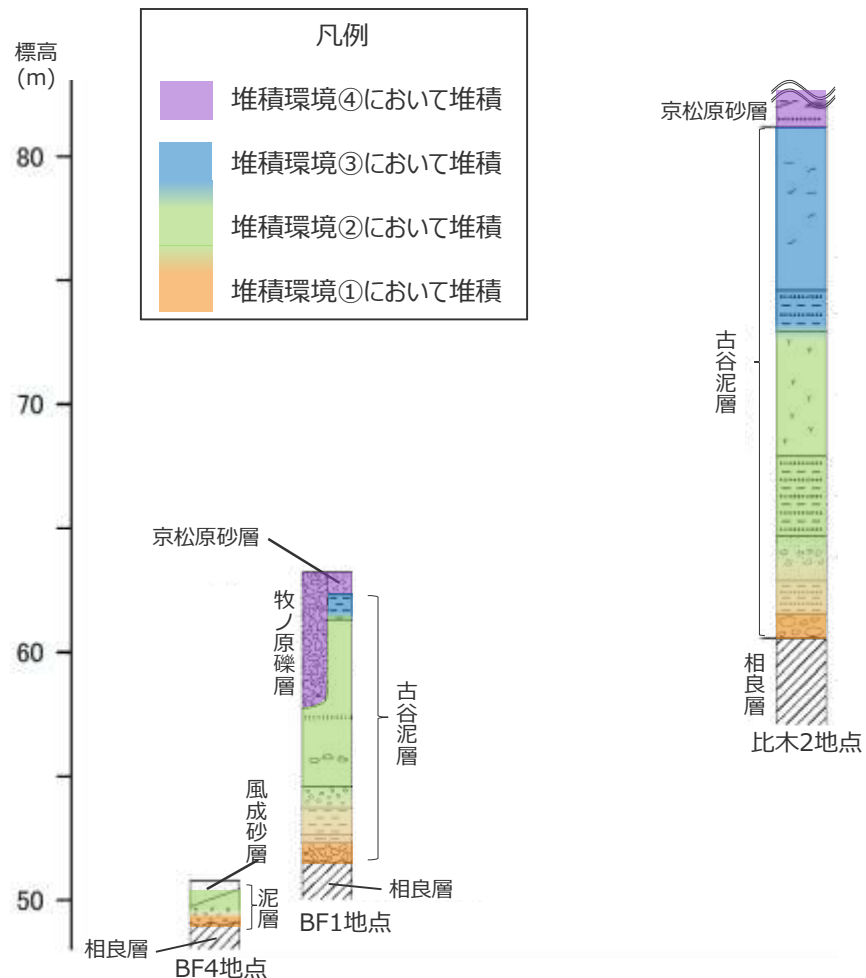
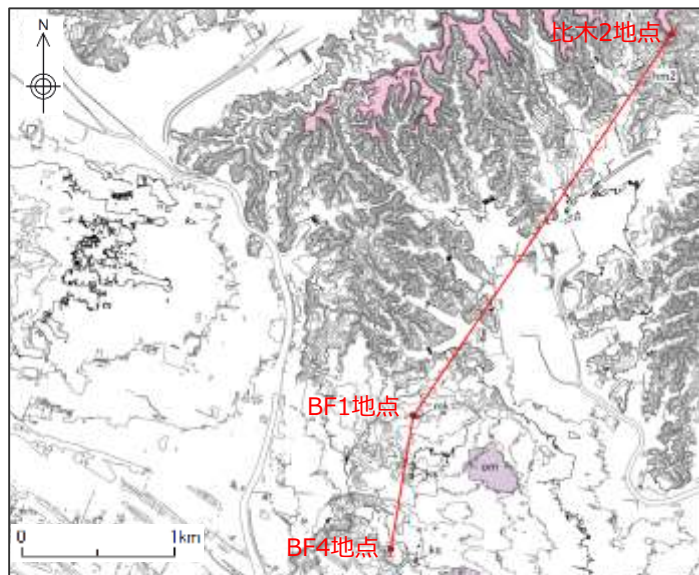
杉山ほか（1988）の「4 京松原砂層の堆積時」, 「5 牧ノ原礫層の堆積時（後期）」に加筆

考察のまとめ

BF4地点の泥層は、極近傍の地形・地質に基づく検討及び古谷泥層との対比に基づく検討から、MIS5eの堆積物と評価している。

文献に示される古谷泥層の堆積環境の変遷を踏まえ、対比に基づく検討の対象とした3地点（比木2地点、BF1地点、BF4地点）における調査結果の特徴を説明し得る堆積環境の変遷について考察したところ、3地点の右図に示す層準付近は、それぞれ、考察した堆積環境①～④の下で堆積した地層である可能性が示唆された。

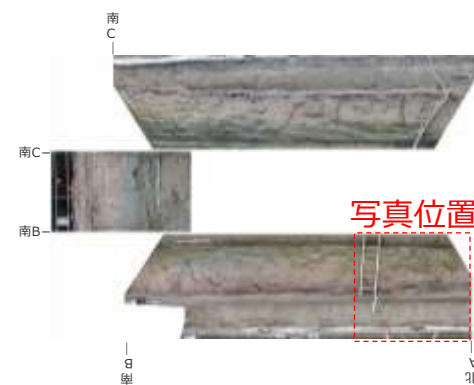
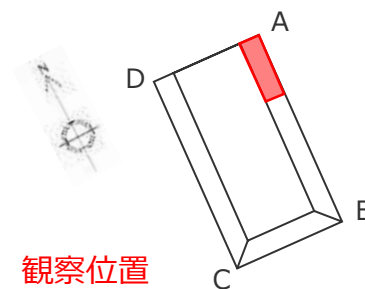
このように、これら3地点の特徴に着目した堆積環境の変遷は無理なく考察することができ、BF4地点の泥層はMIS5eの堆積物であるとする評価を支持している。



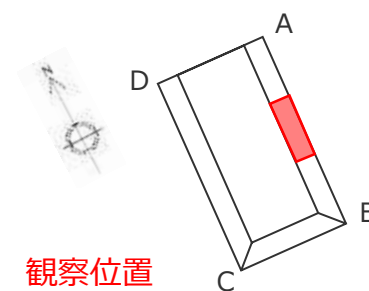
7

BF4地点のトレンチ写真

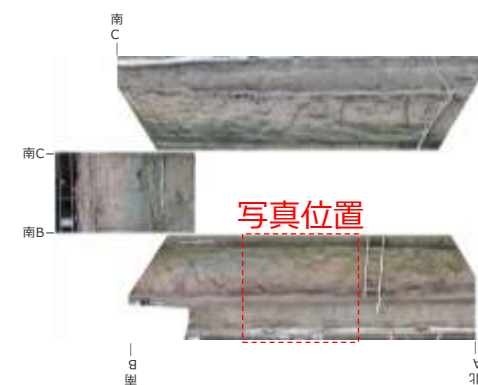
BF4地点 南トレンチ② 拡大写真 (1 / 7)



BF4地点 南トレンチ② 拡大写真 (2 / 7)

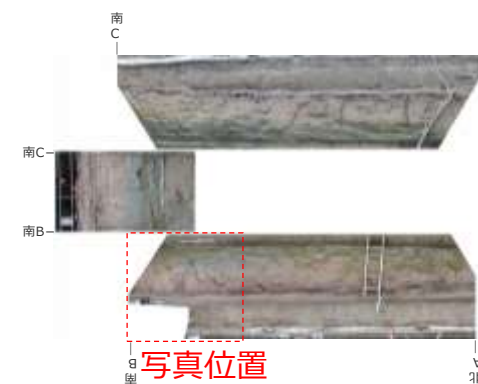
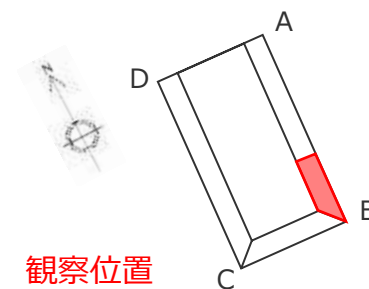


観察位置

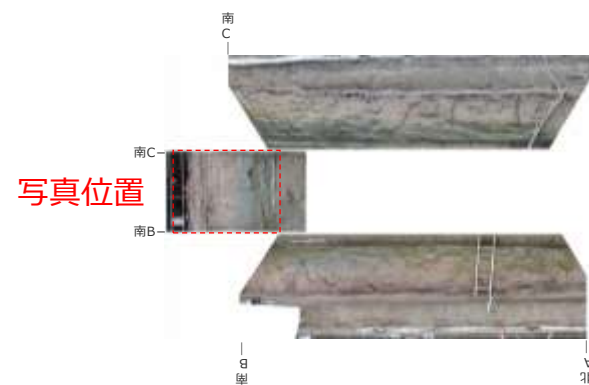
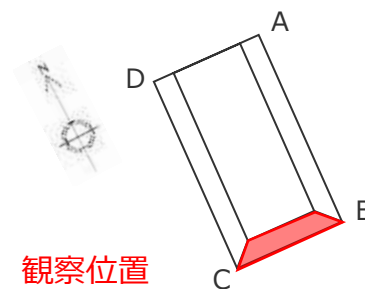


写真位置

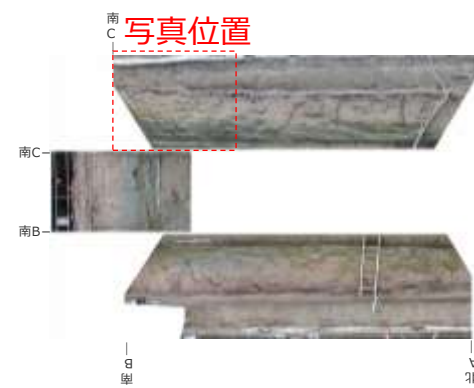
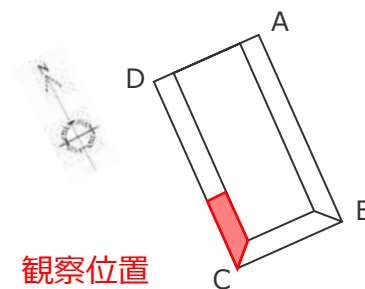
BF4地点 南トレンチ② 拡大写真 (3 / 7)



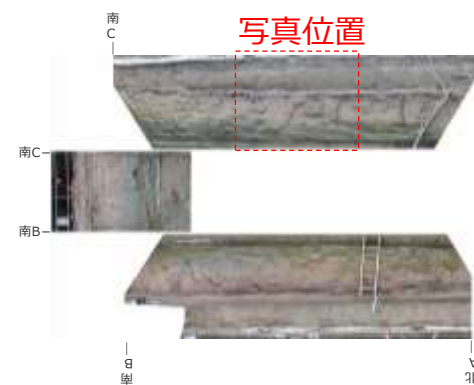
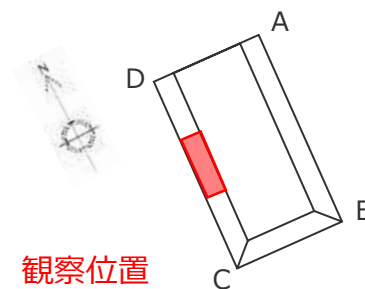
BF4地点 南トレンチ② 拡大写真 (4 / 7)



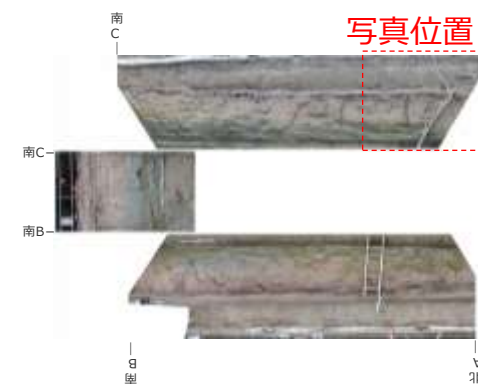
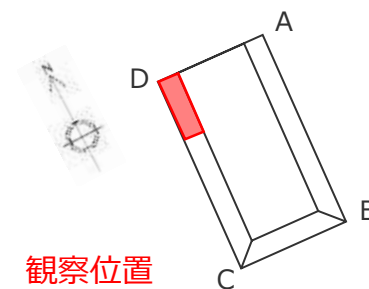
BF4地点 南トレンチ② 拡大写真 (5 / 7)



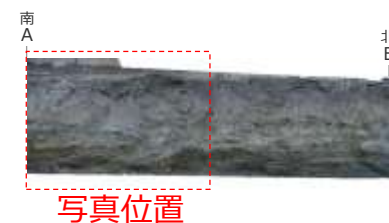
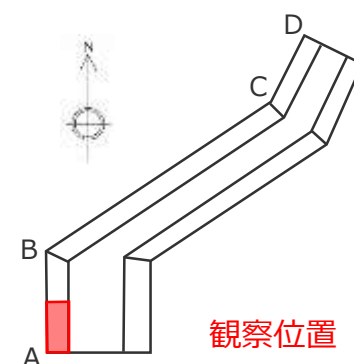
BF4地点 南トレンチ② 拡大写真 (6 / 7)



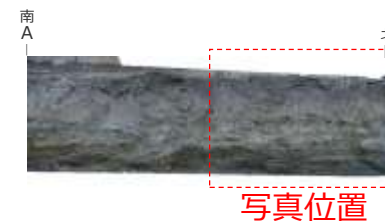
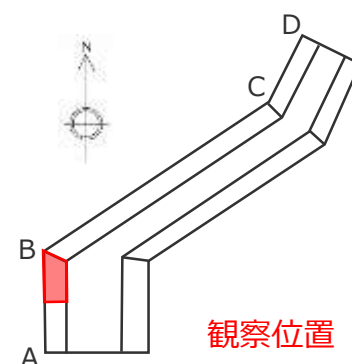
BF4地点 南トレンチ② 拡大写真 (7 / 7)



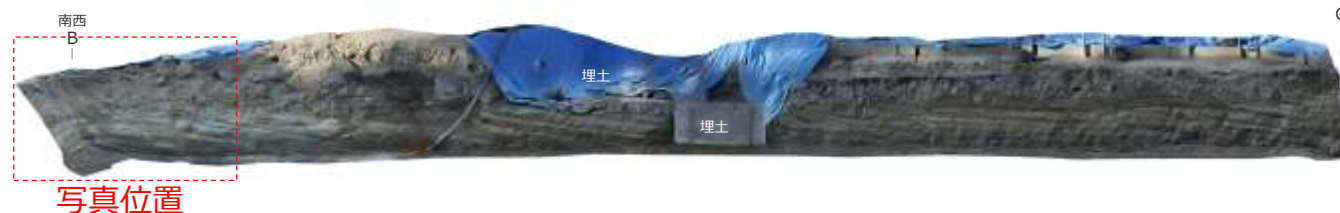
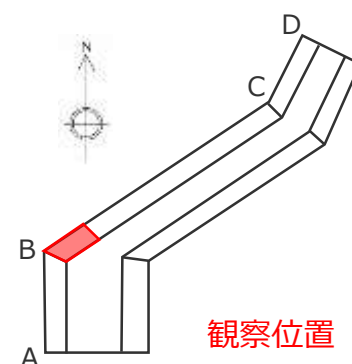
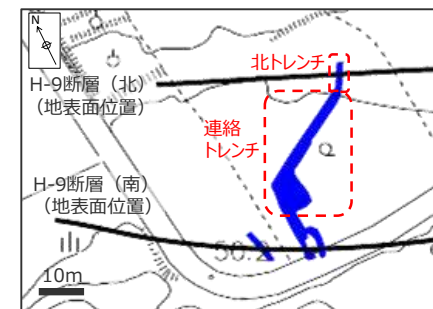
BF4地点 連絡トレンチ西側 拡大写真 (1 / 8)



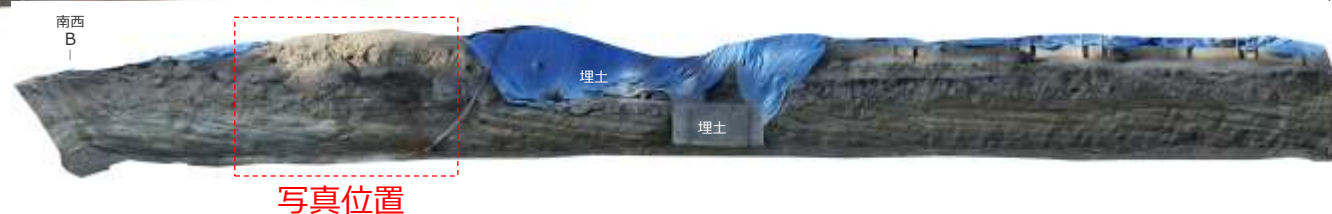
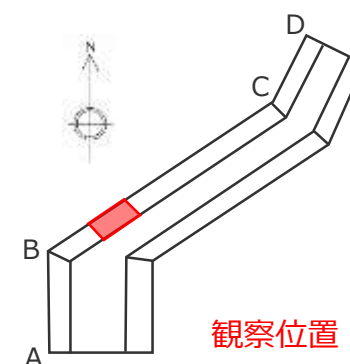
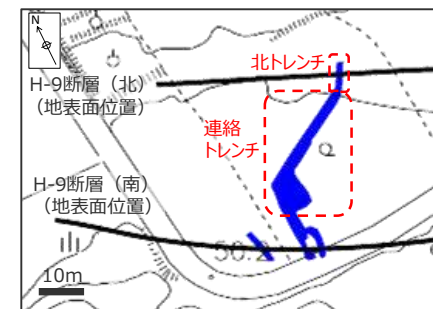
BF4地点 連絡トレンチ西側 拡大写真 (2 / 8)



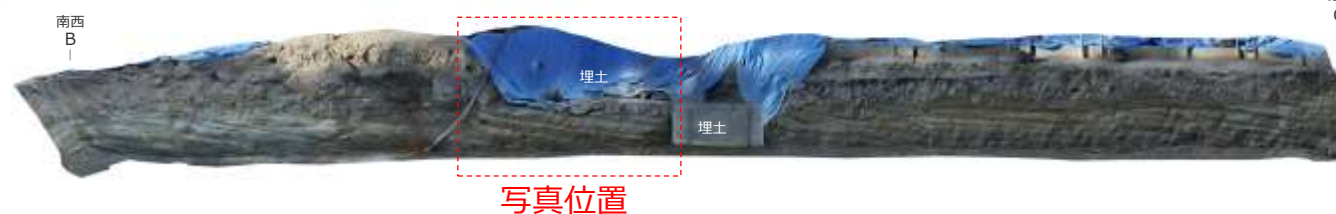
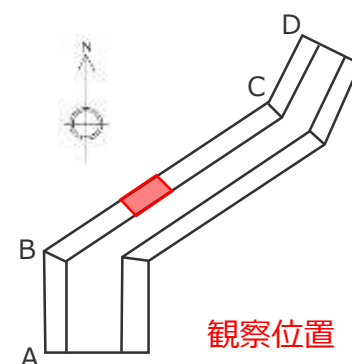
BF4地点 連絡トレンチ西側 拡大写真 (3 / 8)



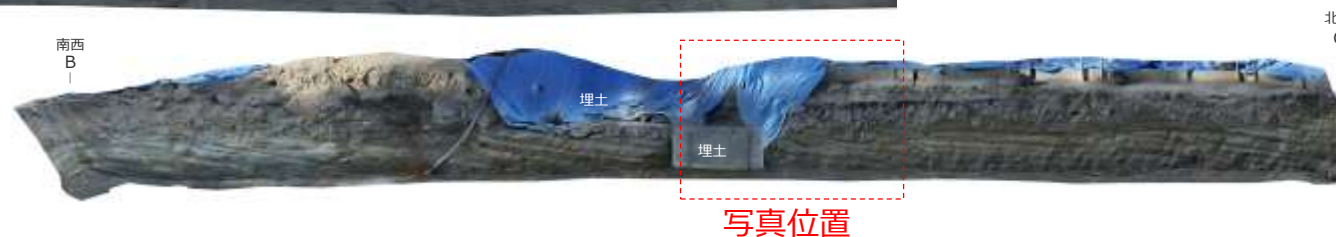
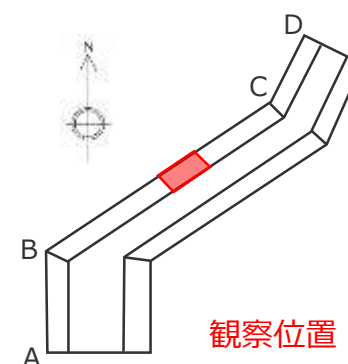
BF4地点 連絡トレンチ西側 拡大写真 (4 / 8)



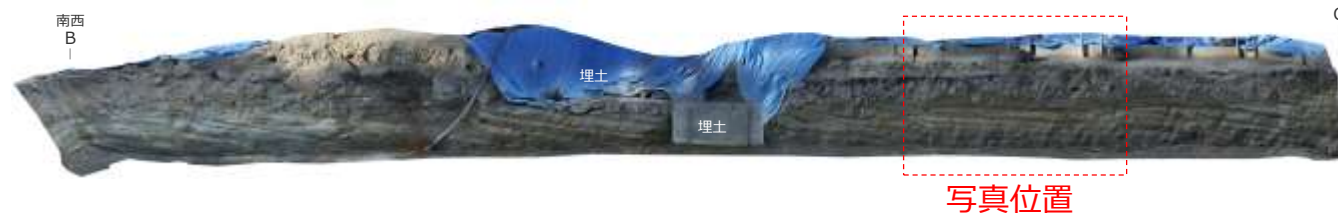
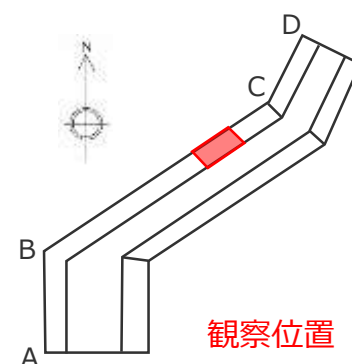
BF4地点 連絡トレンチ西側 拡大写真 (5 / 8)



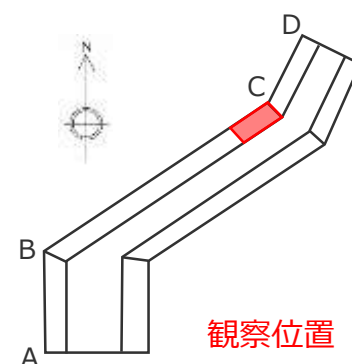
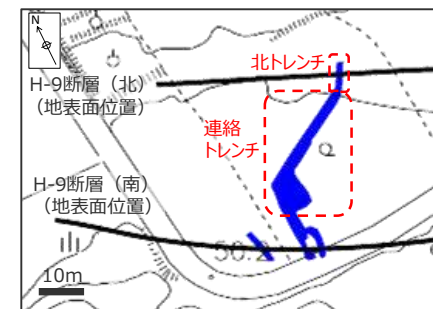
BF4地点 連絡トレンチ西側 拡大写真 (6 / 8)



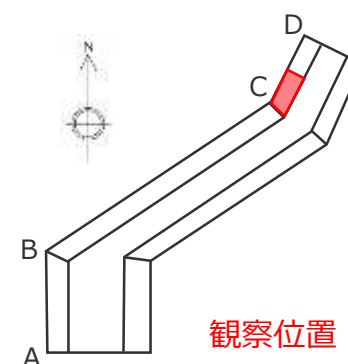
BF4地点 連絡トレンチ西側 拡大写真 (7 / 8)



BF4地点 連絡トレンチ西側 拡大写真 (8 / 8)



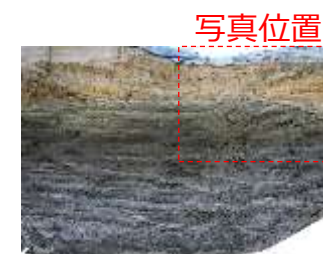
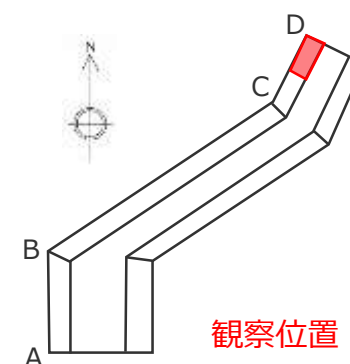
BF4地点 北トレンチ西側 拡大写真 (1 / 2)



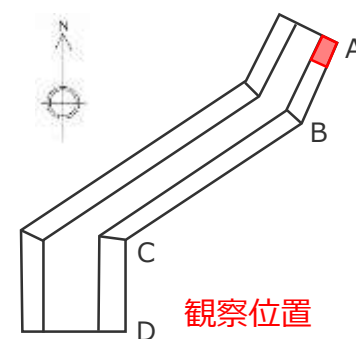
写真位置



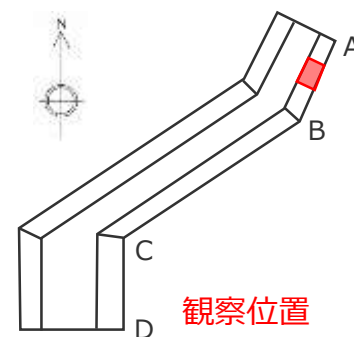
BF4地点 北トレンチ西側 拡大写真 (2 / 2)



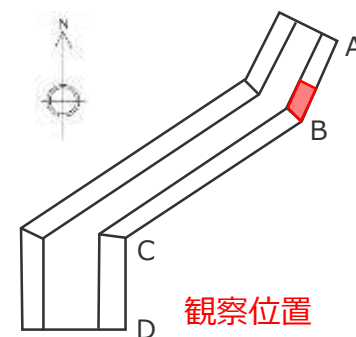
BF4地点 北トレンチ東側 拡大写真（1 / 3）



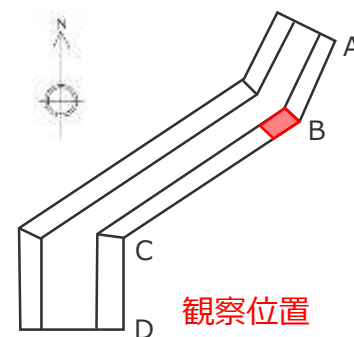
BF4地点 北トレンチ東側 拡大写真 (2 / 3)



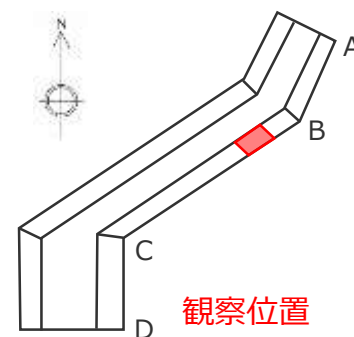
BF4地点 北トレンチ東側 拡大写真 (3 / 3)



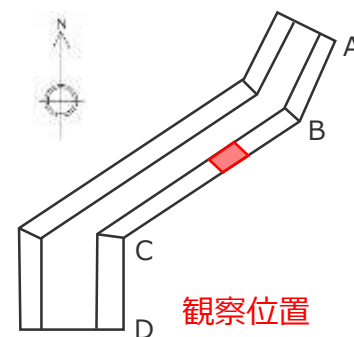
BF4地点 連絡トレンチ東側 拡大写真 (1 / 9)



BF4地点 連絡トレンチ東側 拡大写真 (2 / 9)



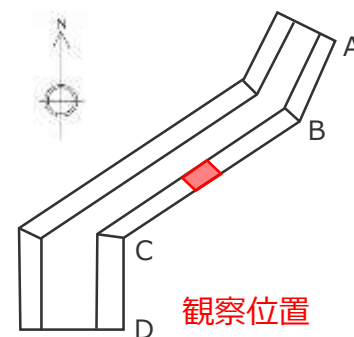
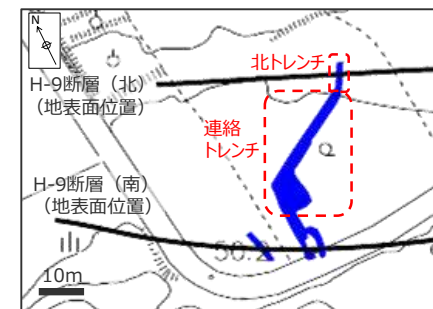
BF4地点 連絡トレンチ東側 拡大写真 (3 / 9)



写真位置



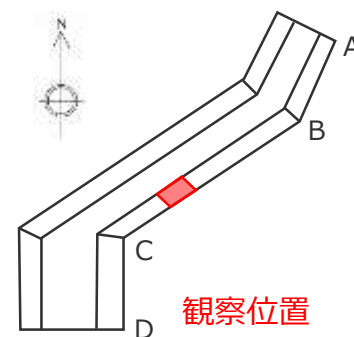
BF4地点 連絡トレンチ東側 拡大写真（4 / 9）



写真位置

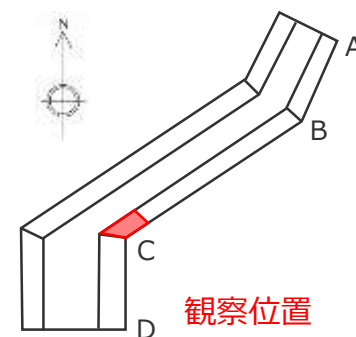
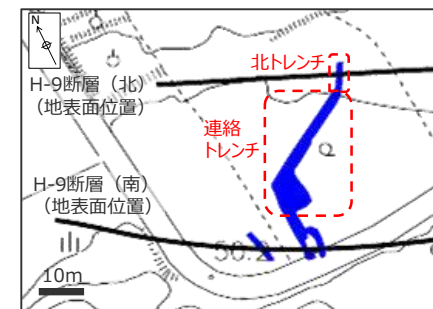


BF4地点 連絡トレンチ東側 拡大写真 (5 / 9)

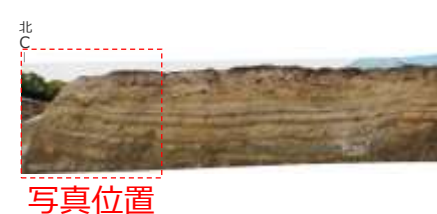
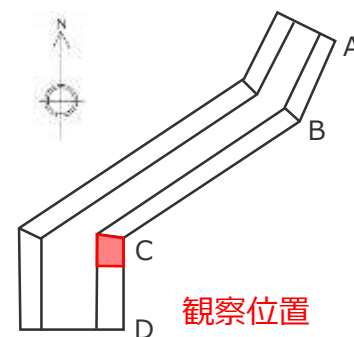


写真位置

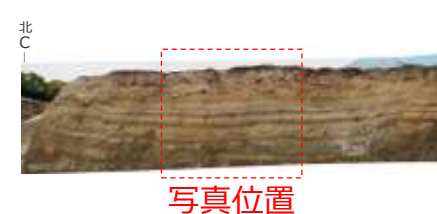
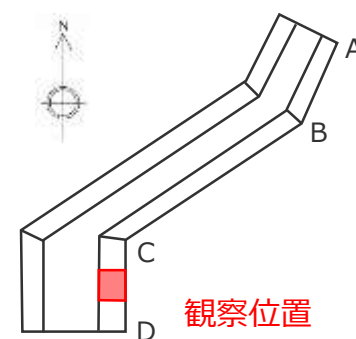
BF4地点 連絡トレンチ東側 拡大写真 (6 / 9)



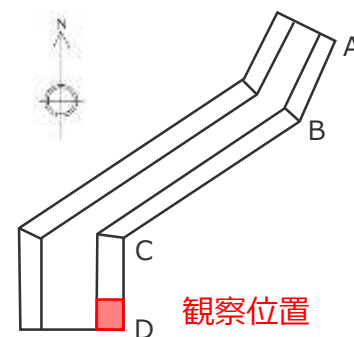
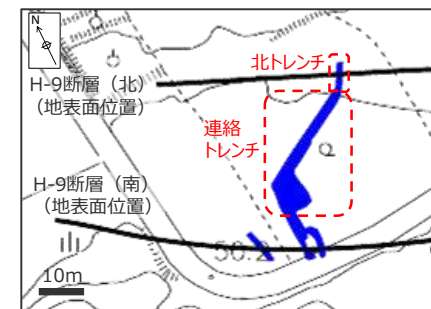
BF4地点 連絡トレンチ東側 拡大写真 (7 / 9)



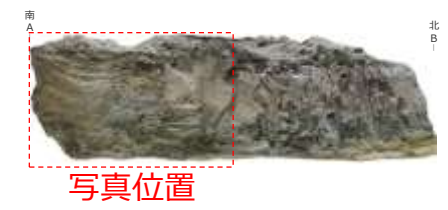
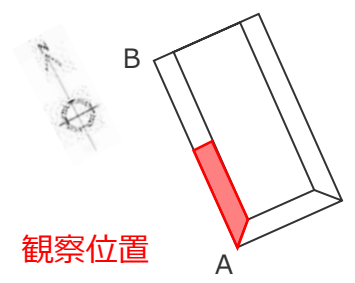
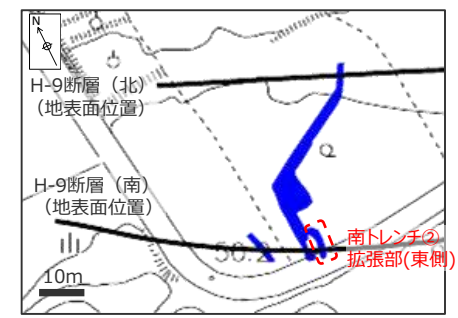
BF4地点 連絡トレンチ東側 拡大写真 (8 / 9)



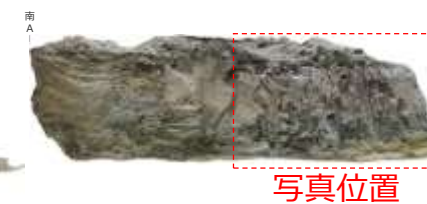
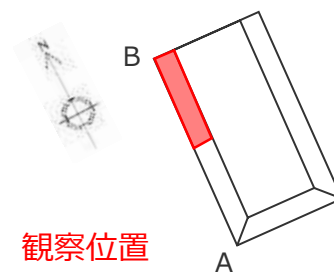
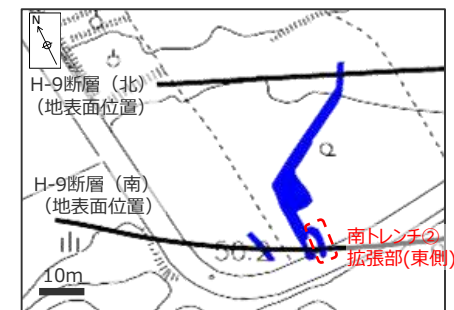
BF4地点 連絡トレンチ東側 拡大写真 (9 / 9)



BF4地点 南トレンチ②拡張部 拡大写真 (1 / 2)



BF4地点 南トレンチ②拡張部 拡大写真 (2 / 2)

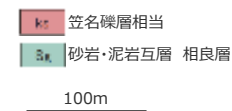
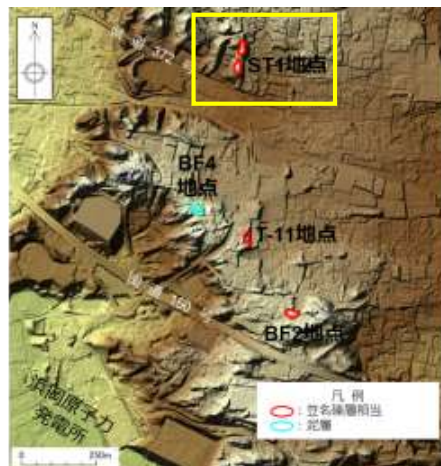


8

BF4地点極近傍における笠名礫層相当露頭の詳細

ST1地点の笠名礫層相当露頭（全体写真）

- ST1地点は、地形面の標高は約50mで、標高差12m程度の急崖に位置している。
- 相良層からなる基盤を不整合に覆って礫層が分布しており、その層厚は概ね2～3mである。

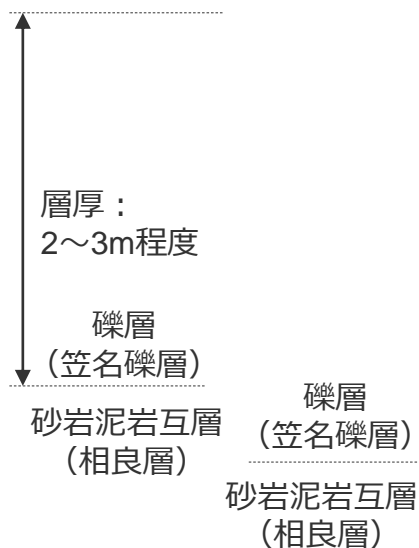


ST1地点の笠名礫層相当露頭（拡大写真）

- ST1地点では、相良層からなる基盤を不整合に覆って礫層が分布しており、その層厚は概ね2～3mである。
- 礫層は、中礫～大礫からなり、粗砂～細礫を基質とする（礫支持）。



拡大写真①

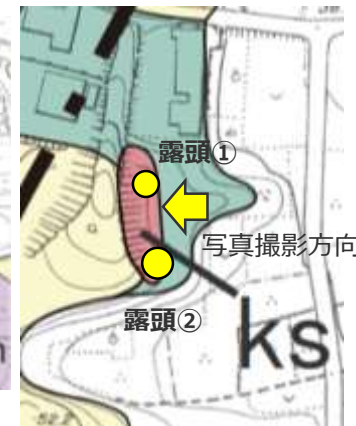
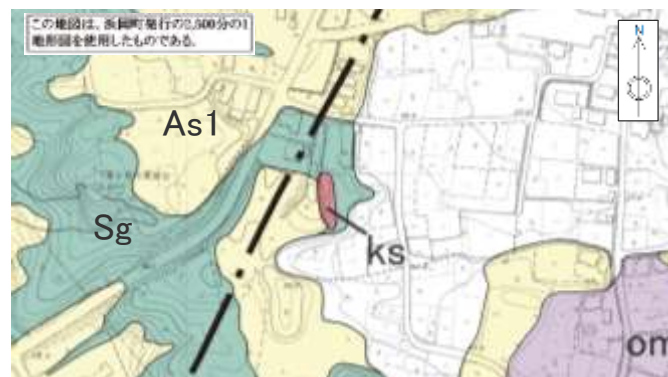
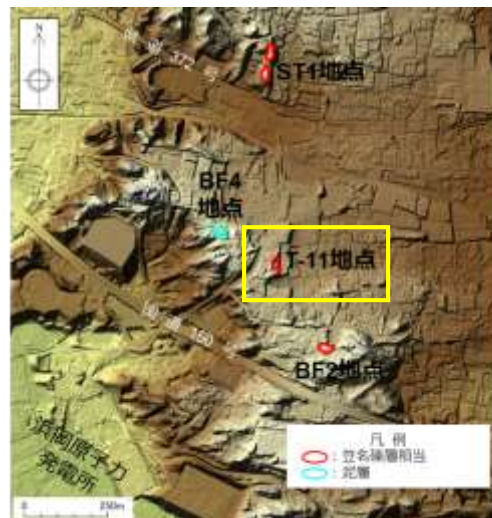


(左写真の白点線四角部を拡大)

拡大写真②

T-11地点の笠名礫層相当露頭（全体写真）

- T-11地点は、標高約48～50mで南北に連続する平坦な地形面からなり、その北西側には高さ1～2m程度の基盤の高まりが認められる。
- 同地点の北側にはH-9断層を覆う礫層の露頭（露頭①）が認められ、同地点の南にも礫層の露頭（露頭②）が認められる。



南

北

露頭②（礫層）

 標高約50m
（地形面）

露頭①（H-9断層部）

 標高約48m
（笠名礫層上面）

露頭全景写真

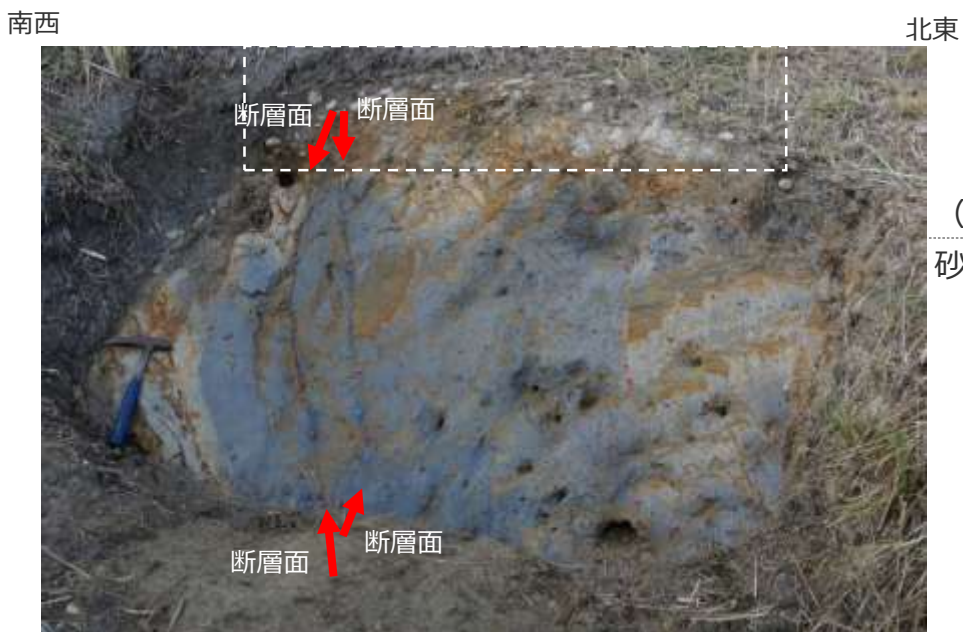
T-11地点の笠名礫層相当露頭（拡大写真）

- T-11地点のH-9断層は、礫層に不整合に覆われており、礫層の基底面及び不整合面下位の相良層赤色風化帯に変位は認められない。
- 礫層は、細礫～中礫からなり、粗砂を基質とする（礫支持）。



礫層部の拡大写真

(下写真の白点線四角部を拡大)



露頭①写真

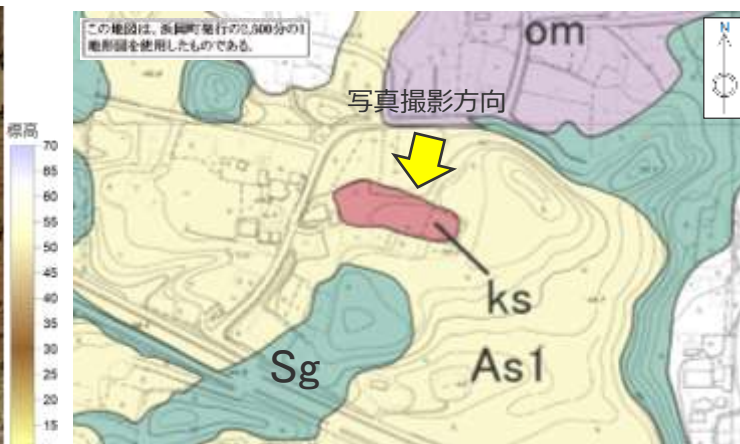
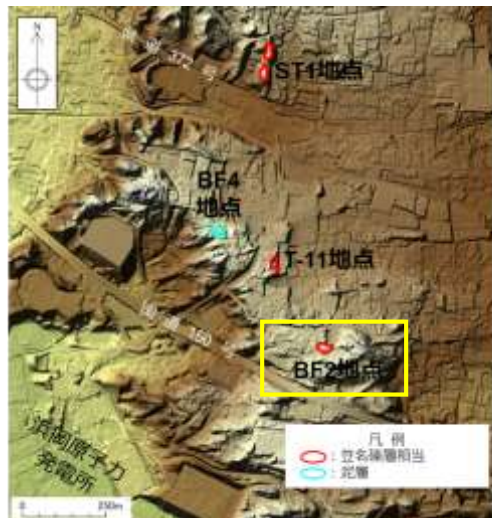
礫層
 (笠名礫層)
 砂岩泥岩互層
 (相良層)
 礫層
 (笠名礫層)
 砂岩泥岩互層
 (相良層)



露頭②写真

BF2地点の笠名礫層相当露頭（全体写真）

- BF2地点は、地形面の標高は約53mであり、相良層からなる基盤を不整合に覆って礫層が分布している。



東



露頭全景写真

西

標高約53m
(地形面)



礫層分布位置を次頁に拡大
(白点線四角部)

BF2地点の笠名礫層相当の露頭（拡大写真）

東



露頭全体写真

西

- 礫層は、中礫～大礫からなり、粗砂～細礫を基質とする（礫支持）。

礫層
(笠名礫層)

砂岩泥岩互層
(相良層)

東

西



(左写真の白点線四角部を拡大)

露頭拡大写真（笠名礫層）

礫層
(笠名礫層)

砂岩泥岩互層
(相良層)

I 既往コメント一覧

審査会合・現地調査におけるコメント一覧

No.	コメント概要	分類	コメント時期	コメント回答時期
1	敷地周辺の応力場について、現在は半年間のデータとなっているが、もう少し長い期間のデータで確認すること。	既往知見	2016年1月18日 第316回審査会合	2017年2月17日 第443回審査会合
2	小断層系をステレオネットで示し、H断層系との関係を示すこと。	敷地の地質・ 地質構造	2016年1月18日 第316回審査会合	2017年2月17日 第443回審査会合
3	H断層系の落差と傾斜の表について、地質断面図等と整合を図ること。	H断層系の分布	2016年1月18日 第316回審査会合	2017年2月17日 第443回審査会合
4	敷地の西側や敷地前面について、H断層系の分布や性状等のデータを示すこと。	H断層系の分布・性 状	2016年1月18日 第316回審査会合	2018年8月3日 第608回審査会合
5	細粒物質のX線回折分析について、母岩（相良層）部分についてより断層に近接する箇所で実施すること。	H断層系の性状	2016年1月18日 第316回審査会合	2017年2月17日 第443回審査会合
6	細粒物質の性状について、より詳細な検討を充実すること。	H断層系の性状	2016年1月18日 第316回審査会合	2017年2月17日 第443回審査会合
7	H断層系をリストラックな正断層と評価していることについて、大深度ボーリング等のデータにより検討を深めること。	深部地質構造と H断層系	2016年1月18日 第316回審査会合	2017年2月17日 第443回審査会合
8	H-9断層について、上載層が限られた範囲の分布であることを踏まえ、他に年代評価できる指標がないか、また模式地と比較して鉱物組成や帯磁率が同様かといった観点で、データの補強を行うこと。	H断層系の上載地 層による評価	2016年1月18日 第316回審査会合	2017年2月17日 第443回審査会合
9	4号炉法面に複数認められるキंक褶曲状の局所的な褶曲構造について、その分布、成因を検討すること。	敷地の地質・ 地質構造	2017年2月17日 第443回審査会合	2018年8月3日 第608回審査会合
10	東西圧縮による褶曲に伴って形成されたとする南北系の逆断層について、向斜軸西側にも同様の構造があることを示すこと。	敷地の地質・ 地質構造	2017年2月17日 第443回審査会合	2018年8月3日 第608回審査会合
11	H断層系の分布範囲について、御前崎台地における、H断層系に類似する断層の存在、褶曲軸の傾斜方向の対比等も含め、その地質学的な解釈を説明すること。	H断層系の分布	2017年2月17日 第443回審査会合	2018年8月3日 第608回審査会合
12	石英粒子の表面構造解析の基準について、元文献の記載と事業者の評価が分かるように記載すること。	H断層系の性状	2017年2月17日 第443回審査会合	2018年8月3日 第608回審査会合
13	反射法地震探査結果の分解能について、反射断面の範囲をより詳細に分割し、分解能を定量的に示すこと。	深部地質構造と H断層系	2017年2月17日 第443回審査会合	2018年8月3日 第608回審査会合
14	走向傾斜が変化するという敷地の地下深部の構造について、各調査手法によるデータの整合性を確認すること。	深部地質構造と H断層系	2017年2月17日 第443回審査会合	2018年8月3日 第608回審査会合
15	代表的なボーリング柱状図について、露頭で確認できる小断層系（ゆ着型、開離型）の情報も含めて記載を充実させること。また、BHTV調査の資料について、凡例も含めて柱状図と記載を対応させること。	敷地の地質・ 地質構造	2017年3月 現地調査	2018年8月3日 第608回審査会合
16	H断層系、小断層系について、正断層・逆断層があり、一部条線も認められるため、小断層解析の実施も含め、発達史の観点から検討を深めること。	敷地の地質・ 地質構造	2017年3月 現地調査	2018年11月26日 第654回審査会合
17	向斜構造の中で正断層としてH断層系が滑ったとの解釈について、H断層系以外で、浅部で低角な円弧すべり状の地すべり断層がないか、過去のデータ等も含めて確認すること。	敷地の地質・ 地質構造	2017年3月 現地調査	2018年8月3日 第608回審査会合

審査会合・現地調査におけるコメント一覧

No.	コメント概要	分類	コメント時期	コメント回答時期
18	H断層系の分布について、BHTV等の結果を反映するとともに、鍵層となる凝灰岩の対比についても定量的なデータを示すことで、信頼性を説明すること。	H断層系の分布	2017年3月 現地調査	2018年8月3日 第608回審査会合
19	敷地内の露頭データについて、追加された新たなデータも含めて再整理すること。	H断層系の性状	2017年3月 現地調査	2018年8月3日 第608回審査会合
20	H断層系の特徴について、破碎帯の構造、固さ、帯磁率等も含め整理すること。	H断層系の性状	2017年3月 現地調査	2018年8月3日 第608回審査会合
21	H-4断層露頭で確認されたスマア構造について、その詳細な構造を示すこと。	H断層系の性状	2017年3月 現地調査	2018年8月3日 第608回審査会合
22	H-5断層の法面に認められる複数の断層面について、法面観察や薄片観察等のデータから、その幅や活動性について検討すること。	H断層系の性状	2017年3月 現地調査	2018年11月26日 第654回審査会合
23	H断層系の形成時期に関し、断層周囲の母岩の引きずりから相良層が未固結～半固結時の時代に形成されたとの解釈について、他地点の事例も調査して説明性をより向上させること。	H断層系の性状	2017年3月 現地調査	2018年8月3日 第608回審査会合
24	深部（400m程度以深）にみられる断層等の地質構造も踏まえううえで、H断層系が収斂することについて根拠を示すこと。	深部地質構造と H断層系	2017年3月 現地調査	2018年8月3日 第608回審査会合
25	大深度ボーリングW15孔のBHTV調査結果から、地層の走向傾斜が深部で南西傾斜に変化するとの評価について、データを追加して全体的な傾向を示すこと。	深部地質構造と H断層系	2017年3月 現地調査	2018年8月3日 第608回審査会合
26	W15孔などの代表的なボーリング孔について、全長に亘って帯磁率を計測して示すこと。	深部地質構造と H断層系	2017年3月 現地調査	2018年8月3日 第608回審査会合
27	BF4地点の上載地層を古谷泥層とする評価について、固さ、帯磁率、年代分析など、科学的・客観的なデータを充実させて説明性を向上させること。	H断層系の上載地層による活動性評価	2017年3月 現地調査	2018年4月6日 第563回審査会合
28	BF4'トレンチについて、H-9断層と上載地層との関係をより明確に観察できる調査位置を検討すること。	H断層系の上載地層による活動性評価	2017年3月 現地調査	2018年4月6日 第563回審査会合
29	GTG南法面トレンチにおいて上載地層として評価している笠名礫層相当層について、固さや帯磁率を示すこと。	H断層系の上載地層による活動性評価	2017年3月 現地調査	2018年4月6日 第563回審査会合
30	上載地層として評価している砂層（笠名礫層相当層）について、新規基準では最終間氷期の地層は活動性評価には使えないので、評価の仕方を工夫すること。	H断層系の上載地層による活動性評価	2017年3月 現地調査	2018年4月6日 第563回審査会合
31	トレンチ調査について、できれば断層部分をより深く掘削し、上載地層との関係をより明確にすること。	H断層系の上載地層による活動性評価	2017年3月 現地調査	2018年4月6日 第563回審査会合
32	H断層系が2つの断層面を有しつつ分岐する現象について、観察あるいは理論的考察をもって説明すること。	H断層系の性状	2018年4月6日 第563回審査会合	2018年11月26日 第654回審査会合
33	地形調査の検討範囲を広げると共に堆積物基底面高度を示すこと。	H断層系の上載地層による活動性評価	2018年4月6日 第563回審査会合	2018年11月26日 第654回審査会合
34	泥層に含まれる礫種について層序との関係も踏まえ定量的に示すこと。	H断層系の上載地層による活動性評価	2018年4月6日 第563回審査会合	2018年11月26日 第654回審査会合

審査会合・現地調査におけるコメント一覧

No.	コメント概要	分類	コメント時期	コメント回答時期
35	BF1地点の古谷泥層を覆う砂礫層について、既往文献との関係を考察すること。	H断層系の上載地層による活動性評価	2018年4月6日 第563回審査会合	2018年11月26日 第654回審査会合
36	花粉分析について、試料の棄却の根拠を明確にするとともに、古気候については既往文献との対比に基づいた検討をすること。	H断層系の上載地層による活動性評価	2018年4月6日 第563回審査会合	2018年11月26日 第654回審査会合
37	化石分析について、化石が産出されないことも含め検討結果を示すこと。	H断層系の上載地層による活動性評価	2018年4月6日 第563回審査会合	2018年11月26日 第654回審査会合
38	H-9断層の断層面の傾斜方向が、局所的に変化している状況を示すこと。	H断層系の上載地層による活動性評価	2018年4月6日 第563回審査会合	2018年11月26日 第654回審査会合
39	地質・地質構造の記述に対応した地質図・地質構造図について、海域を含めて示すこと。	敷地の地質・地質構造	2018年8月3日 第608回審査会合	2018年11月26日 第654回審査会合
40	敷地の断層の分類と評価方法について、地形・地質調査を踏まえて整理すること。	敷地の地質・地質構造	2018年8月3日 第608回審査会合	2018年11月26日 第654回審査会合
41	断層の新旧関係の判断フローについて、選定の過程に落差を用いることの妥当性を含め再検討すること。	敷地の地質・地質構造	2018年8月3日 第608回審査会合	2018年11月26日 第654回審査会合
42	褶曲に伴う浅部の層面すべりの有無、分布・性状を示すこと。	敷地の地質・地質構造	2018年8月3日 第608回審査会合	2018年11月26日 第654回審査会合
43	H断層系分布図（水平断面、重要構造物との位置関係図）について、陸域と海域を併せて示すこと。その際、分布図上の断層端部の位置づけを明確にすること。	H断層系の分布	2018年8月3日 第608回審査会合	2018年11月26日 第654回審査会合
44	H断層系の平面分布が湾曲する根拠を示すこと。	H断層系の分布	2018年8月3日 第608回審査会合	2018年11月26日 第654回審査会合
45	H断層系分布図（鉛直断面）について、BHTVの結果の反映の有無やボーリングデータの投影の有無、従来からの変更の有無と理由、断層に同一の名称を用いている際の補記を示すとともに、陸域と海域を併せた断面図も示すこと。	H断層系の分布	2018年8月3日 第608回審査会合	2018年11月26日 第654回審査会合
46	H断層系分布図（鉛直断面）に示す鍵層・断層について、深度一覧表に示すこと。	H断層系の分布	2018年8月3日 第608回審査会合	2018年11月26日 第654回審査会合
47	海域の断面図に、地質情報や取水設備との関係を示すこと。	H断層系の分布	2018年8月3日 第608回審査会合	2018年11月26日 第654回審査会合
48	海域のH断層系について、陸域と異なり地層の後方回転が見られない理由も含め、陸域のH断層系と差異がないとする根拠を示すこと。	H断層系の分布・性状	2018年8月3日 第608回審査会合	2018年11月26日 第654回審査会合
49	帯磁率の測定結果について、相良層の母岩で高く、断層の中で低く見える点について、解釈を示すこと。	H断層系の性状	2018年8月3日 第608回審査会合	2018年11月26日 第654回審査会合
50	敷地深部の鍵層が浅部と異なり連続するとしている根拠を整理すること。	深部地質構造とH断層系	2018年8月3日 第608回審査会合	2018年11月26日 第654回審査会合
51	深部でP波速度が低くなっている部分の要因を検討すること。	深部地質構造とH断層系	2018年8月3日 第608回審査会合	2018年11月26日 第654回審査会合

審査会合・現地調査におけるコメント一覧

No.	コメント概要	分類	コメント時期	コメント回答時期
52	深部の黒色の薄層について、詳細な性状を示すとともに、分布深度が浅部にも及ぶ場合は、どのように差別化しているのか示すこと。	深部地質構造とH断層系	2018年8月3日 第608回審査会合	2018年11月26日 第654回審査会合
53	H断層系を同一の断層群とする際の論理構成や結論を明確にすること。その際、H-9断層露頭の調査結果等、重要な情報は本編資料で整理すること。	H断層系の活動性評価	2018年8月3日 第608回審査会合	2018年11月26日 第654回審査会合
54	ゆ着型断層についても他の性状により細分化した分類とするなど、断層の分類は、データに基づく客観的な分類に見直すこと。	敷地の地質・地質構造	2018年11月26日 第654回審査会合	2019年4月12日 第704回審査会合
55	ゆ着型断層、開離型断層について、用語の定義を明確にするとともに、両者の区分に係るエビデンスを示すこと。	敷地の地質・地質構造	2018年11月26日 第654回審査会合	2019年4月12日 第704回審査会合
56	敷地の断層のうち、Flexural-slip Faultとしている層理面沿いの黒色の境界層について、H断層系との直接的な関係か、少なくとも黒色の境界層がある層理面とH断層系との関係を確認すること。	敷地の地質・地質構造	2018年11月26日 第654回審査会合	2019年4月12日 第704回審査会合
57	断層の切り切れ関係が明確に確認できる、より詳細なスケッチ及び写真を示すこと。	敷地の地質・地質構造	2018年11月26日 第654回審査会合	2019年4月12日 第704回審査会合
58	H断層系の活動性評価フローについて、「分布」「性状」の何をもって「一連の断層群である」とするのかを明確にするとともに、その根拠としている「分布」「性状」「推定される形成要因」の関係がわかるようフロー中の文章の記載を適正化すること。	H断層系の活動性評価	2018年11月26日 第654回審査会合	2019年4月12日 第704回審査会合
59	H断層系分布図（水平断面及び鉛直断面）について、海域と陸域の断層が一連の構造であるとの評価であれば、それがわかるよう統合して示すこと。また、東西端は端部の確認の有無を区別して図に示すこと。	H断層系の分布	2018年11月26日 第654回審査会合	2019年4月12日 第704回審査会合
60	H断層系の分布について、弧状に分布するとした根拠を具体的に示すこと。	H断層系の分布	2018年11月26日 第654回審査会合	2019年4月12日 第704回審査会合
61	敷地近傍の地層の走向傾斜について、向斜と後方回転の二つの構造の影響を受けた結果であることを踏まえ、両者の関係の解釈を整理して説明すること。	深部地質構造とH断層系	2018年11月26日 第654回審査会合	2019年4月12日 第704回審査会合
62	大深度ボーリングの孔壁調査結果のシュミットネットについて、深度別の色分けの考え方を明記すること。	深部地質構造とH断層系	2018年11月26日 第654回審査会合	2019年4月12日 第704回審査会合
63	大深度ボーリングの孔壁調査について、傾斜角も示すこと。	深部地質構造とH断層系	2018年11月26日 第654回審査会合	2019年4月12日 第704回審査会合
64	敷地深部について三次元の地質構造が理解できるような形で示すこと。	深部地質構造とH断層系	2018年11月26日 第654回審査会合	2019年4月12日 第704回審査会合
65	敷地深部の断層の分布の検討に用いているボーリングコアについて、柱状図も示すこと。	H断層系の活動性評価	2018年11月26日 第654回審査会合	2019年4月12日 第704回審査会合
66	BF4地点におけるH-9断層の分布について、BHTVのデータから推定される地表位置と分布図の位置にずれが認められるので、各地点で確認された調査結果を対比し、どのように分布を考えたのか詳細を示すこと。	H断層系の上載地層による活動性評価	2018年11月26日 第654回審査会合	2019年4月12日 第704回審査会合
67	比木2地点においても、BF4 - BF1地点間の対比項目と同等の分析を実施したうえで、対比を検討すること。	H断層系の上載地層による活動性評価	2018年11月26日 第654回審査会合	2019年4月12日 第704回審査会合
68	PS検層結果と相良層の層相の対比に用いている相良層の岩石試験結果（超音波伝播速度測定）について、データのばらつきを示すこと。	深部地質構造とH断層系	2018年11月26日 第654回審査会合	2019年4月12日 第704回審査会合

審査会合・現地調査におけるコメント一覧

No.	コメント概要	分類	コメント時期	コメント回答時期
69	資料中に不整合や不備が散見されるので、確認した上で再整理すること。	-	2018年11月26日 第654回審査会合	2019年4月12日 第704回審査会合
70	敷地の断層の平面分布図に記載した断層やH断層系の鉛直断面図におけるH断層や凝灰岩層の分布等、過去の資料から変更した点をデータに基づき詳細に説明すること。	-	2019年4月12日 第704回審査会合	2019年12月20日 第817回審査会合
71	ゆ着型・開離型という断層の分類を今後も使い続けるのであれば、平面分布図で開離型・ゆ着型と表記したエビデンスを示すとともに、断層活動の時間的な前後関係についてもエビデンスを示したうえで海外や新しい知見も踏まえて矛盾なく整理すること。	敷地の地質・ 地質構造	2019年4月12日 第704回審査会合	2019年12月20日 第817回審査会合
72	H断層系の分布の検討において、反射法地震探査や海上音波探査といった類似の手法に対する同様な視点による検討や、手法の異なる調査結果同士の整合性の確認により、説明性の向上をはかること。	H断層系の分布	2019年4月12日 第704回審査会合	2019年12月20日 第817回審査会合
73	未固結～半固結で形成されたH断層系の断層面に認められる細粒物質の成因について考察すること。	H断層系の性状	2019年4月12日 第704回審査会合	2019年12月20日 第817回審査会合
74	大深度ボーリングに見られる地層の走向の深部方向への変化をH断層系と関連付けて説明するのであれば、H断層系が分布する深度を踏まえたうえで、走向変化が深さ方向に続いていく現象について考察すること。	深部地質構造と H断層系	2019年4月12日 第704回審査会合	2019年12月20日 第817回審査会合
75	I断面の4つの大深度ボーリングにおいて深部に確認される主な開離型断層について、H断層と認定しなかった根拠を示すこと。	深部地質構造と H断層系	2019年4月12日 第704回審査会合	2019年12月20日 第817回審査会合
76	BF4地点のH-9断層の分布・連続性について、1孔の深度18m付近に見られる断層の評価等も含め詳細に説明すること。	H断層系の上載地 層による活動性評価	2019年4月12日 第704回審査会合	2019年12月20日 第817回審査会合
77	各節のまとめは、関連する検討結果を重要度に応じ網羅的に記載すること。	-	2019年4月12日 第704回審査会合	2019年12月20日 第817回審査会合
78	敷地内の断層の活動性をEW系正断層のうち規模の大きなH断層系の活動性評価で代表できるのか、及びH断層系の活動性をH-9断層の活動性評価で代表できるのか、という2点について、下記コメント（コメントNo.79～84）を踏まえ十分な根拠を示し説明性を向上させること。	敷地の地質・ 地質構造	2019年12月20日 第817回審査会合	2020年7月3日 第871回審査会合
79	活動性評価の対象とする断層の選定にあたっては、NS系正断層も、他の断層グループと同様に扱い整理すること。	敷地の地質・ 地質構造	2019年12月20日 第817回審査会合	2020年7月3日 第871回審査会合
80	連続性の良い断層間の関係のうち、EW系逆断層とEW系正断層との関連性については根拠に基づき説明すること。	敷地の地質・ 地質構造	2019年12月20日 第817回審査会合	2020年7月3日 第871回審査会合
81	ボーリング・露頭調査により陸域及び海域において確認されたH断層系について、反射法地震探査等との対応関係を示すこと。	H断層系の分布	2019年12月20日 第817回審査会合	2020年7月3日 第871回審査会合
82	反射法地震探査の深部に認められる強反射面等について、ボーリング調査による地質情報との関連を示すこと。	深部地質構造と H断層系	2019年12月20日 第817回審査会合	2020年7月3日 第871回審査会合
83	反射記録については、元となる時間断面を提出すること。	深部地質構造と H断層系	2019年12月20日 第817回審査会合	2020年7月3日 第871回審査会合
84	地すべり移動体内の構造に関する知見として引用しているMoore et al.(2015)については、文献の内容を精査し、適切に引用すること。	H断層系の 形成要因	2019年12月20日 第817回審査会合	2020年7月3日 第871回審査会合

審査会合・現地調査におけるコメント一覧

No.	コメント概要	分類	コメント時期	コメント回答時期
85	断層面に見られる細粒物質の微細構造や組成も含めたH断層系の分布形態・性状について、調査・分析結果を表形式で各断層横並びに示したうえで、それらの特徴を比較・分析し、H断層系の活動性評価は、どの断層でも代表できることを示すこと。	H断層系の分布形態・性状等に基づく評価	2020年7月3日 第871回審査会合	2021年4月2日 第962回審査会合
86	H断層系の断層面にみられる細粒物質が周辺母岩に比べ軟質であることの考察について、記載を充実させること。	H断層系の分布形態・性状等に基づく評価	2020年7月3日 第871回審査会合	2021年4月2日 第962回審査会合
87	正断層に関する一般的特徴やH断層系の形成要因に関する文献の引用に際し、引用理由も含め適切に整理すること。	H断層系の分布形態・性状等に基づく評価	2020年7月3日 第871回審査会合	2021年4月2日 第962回審査会合
88	大深度ボーリングNo.5孔及びNo.7孔の柱状図において、H断層系と関連するような性状の記載のある深部の断層について、事業者の解釈を示すこと。	敷地深部の地質構造	2020年7月3日 第871回審査会合	2021年4月2日 第962回審査会合

Ⅱ 参考文献一覧

[和文]

- ・ 相山光太郎・田中姿郎・佐々木俊法(2017)「断層破碎帯の詳細構造解析に基づく断層の活動性の検討：山田断層の例」『応用地質』第58巻，第1号，pp.2-18。
- ・ 青島晃・佐藤友哉・鈴木竜成・下谷豪史(2011)「遠州灘の海岸の砂に含まれるざくろ石の性質と起源の推定」『伊那谷自然史論集』第12巻，pp.19-24。
- ・ 阿部真郎・高橋明久・荻田茂・小松順一・森屋洋・吉松弘行(2006)「新第三紀層分布域における地震の震度と地すべりの地形・地質的特徴」『日本地すべり学会誌』43巻，第3号，pp.155-162。
- ・ 荒井晃作・岡村行信・池原研・芦寿一郎・徐垣・木下正高(2006)「浜松沖前弧斜面上部に発達する活断層とテクトニクス」『地質学雑誌』第112巻，第12号，pp.749-759。
- ・ 池谷仙之・堀江善裕(1982)「静岡県牧ノ原台地に発達する古谷層(上部更新統)の堆積環境」『第四紀研究』第21巻，第2号，pp.75-93。
- ・ 今泉俊文・宮内崇裕・堤浩之・中田高(2018)『活断層詳細デジタルマップ 新編』東京大学出版会。
- ・ 長田敏明(1998)「牧ノ原台地の地形と地質－東海地方中部における海水面と地表面の変動－」『地団研専報』第46号。
- ・ 活断層研究会(1991)『新編 日本の活断層 分布図と資料』東京大学出版会。
- ・ 加藤尚希・廣野哲朗・石川剛志・大谷具幸(2015)「阿寺断層田瀬露頭における断層ガウジの鉱物学的・地球化学的特徴」『活断層研究』第43号，pp.1-16。
- ・ 金折裕司・宮腰勝義・角田隆彦・佐竹義典(1978)「断層粘土中の石英粒子の表面構造」『電力中央研究所報告 研究報告377011』。
- ・ 狩野謙一・田中秀実・吉田智治・松井信治(1993)「赤石構造帯の形成過程－中新世における西南日本弧東部の地殻変遷と関連して－」『地質学論集』第42号，pp.203-223。
- ・ 狩野謙一・村田明広(1998)，『構造地質学』朝倉書店，pp.16-23,156-169。
- ・ 川上紳一・金折裕司・荒川崇史・長屋啓子・長谷川ゆか(1991)「縞状堆積物に認められる土石流堆積物と層内褶曲－土石流発生と内陸地震の周期を探る－」『応用地質』32巻，1号，pp.9-18。
- ・ 川村喜一郎，金松敏也，山田泰広(2017)「海底地すべりと災害－これまでの研究成果と現状の問題点－」『地質学雑誌』第123巻，第12号，pp.999-1014。
- ・ 木村敏雄(1984)『地質構造の科学』朝倉書店，pp.67-68,133-139,157-159。
- ・ 木村敏雄・速水格・吉田鎮男(1993)『日本の地質』東京大学出版会。
- ・ 黒田啓介(1970)，「古谷泥層の植物遺体」『静岡大学地学研究報告』第2巻，第1号，pp.91-95。
- ・ 小池一之・町田洋(2001)，『日本の海成段丘アトラス』東京大学出版会。
- ・ 国土技術政策総合研究所・土木研究所 (2006)，「平成16年(2004年)新潟県中越地震土木施設災害調査報告」『国土技術政策総合研究所研究報告』第27号/『土木研究所報告』第203号。
- ・ 国土地理院(1997)，「4.中部・近畿地方の地殻ひずみ」『日本の地殻水平変位図』(<http://www.gsi.go.jp/cais/HIZUMI-hizumi4.html>)。
- ・ 碎屑性堆積物研究会(1983)『地学双書24 堆積物の研究法－礫岩・砂岩・泥岩－』地学団体研究会。
- ・ 齊藤隆・金森邦夫・熊谷誠(1991)「堆積盆地の分類と石油の所在」『石油技術協会誌』第56巻，第1号，pp.16-27。
- ・ 佐伯健太郎・亀高正男・小峰佑介・岡崎和彦・相山光太郎・宮脇理一郎・飯田高弘(2019)「福島県いわき市，湯ノ岳断層の2018年トレンチ調査(その1)－トレンチ壁面観察結果－」『日本地質学会学術大会講演要旨』第126年学術大会，R15-P-5。
- ・ 産業技術総合研究所地質調査総合センター(2013)『日本重力データベースDVD版』。
- ・ 産業技術総合研究所地質調査総合センター(2015)『20万分の1日本シームレス地質図』(<https://gbank.gsj.jp/seamless/2d3d/>)。
- ・ 重富素子・林愛明(1999)「野島断層に産出する互層状の断層ガウジとシェードタキライトから推定される地震断層イベント」『構造地質』第43号，pp.33-42。
- ・ 下総台地研究グループ(2010)「茨城県南東部の更新統で確認された液状化・側方流動の痕跡と小断層群の形成」『地球科学』第64巻，第4号，pp.149-158。
- ・ 柴正博(2017)『駿河湾の形成 島弧の大規模隆起と海水準上昇』東海大学出版部。
- ・ 柴正博(2021)「本州中央部における鮮新世以降の隆起運動の特徴と海水準上昇」『地球科学』第75巻，第1号，pp.37-55。
- ・ 杉山雄一・寒川旭・下川浩一・水野清秀(1987)『静岡県御前崎地域の段丘堆積物(上部更新統)と更新世後期における地殻変動』地質調査所月報，第38巻，第8号，pp.443-472。

[和文]

- ・ 杉山雄一・寒川旭・下川浩一・水野清秀(1988)『地域地質研究報告 5万分の1地質図幅 御前崎地域の地質』地質調査所。
- ・ 杉山雄一(1989)「島弧における帯状構造の屈曲とプレートの斜め沈み込み第2部 - 西南日本外帯の屈曲構造とプレート間相対運動の変遷 - 」『地質調査所月報』第40巻, 第10号, pp.543-564。
- ・ 杉山雄一(1992)「西南日本前弧域の新生代テクトニクス - 静岡地域のデータを中心に - 」『地質調査所月報』第43巻, 第1/2号, pp.91-112。
- ・ 杉山雄一・水野清秀・狩野謙一・村松武・松田時彦・石塚治・及川輝樹・高田亮・荒井晃作・岡村行信・実松健造・高橋正明・尾山洋一・駒澤正夫(2010)『20万分の1地質図幅 静岡及び御前崎 (第2版)』産業技術総合研究所地質調査総合センター。
- ・ 鈴木源啓(1972)「相良・掛川地方新第三系に発達する小断層群」『静岡地学』第22号, pp.31,32。
- ・ 鈴木康弘(2010)「東海～四国沖の陸棚外縁活撓曲の再発見」『科学』Vol.80, No.8, pp.779-781。
- ・ 高橋雅紀(2004)「日本列島のE-W短縮テクトニクスの原因とその開始時期」『日本地震学会2004年度秋季大会予稿集』B048。
- ・ 田中元・山田琢哉・横田修一郎・鈴木茂之(2007)「岡山県, 成羽層群の小褶曲構造に規制された地すべりとその内部構造」『応用地質』第48巻, 第5号, pp.232-240。
- ・ 谷和夫・上田圭一・阿部信太郎・仲田洋文・林泰幸(1997)「野島地震断層で観察された未固結な表層地盤の変形構造」『土木学会論文集』No. 568/III-39, pp.21-39。
- ・ 中野俊・西来邦章・宝田晋治・星住英夫・石塚吉浩・伊藤順一・川辺禎久・及川輝樹・古川竜太・下司信夫・石塚治・山元孝広・岸本清行(2013)『200万分の1地質編集図 11.日本の火山 (第3版)』産業技術総合研究所地質調査総合センター。
- ・ 日本原燃(2015)「再処理施設、MOX燃料加工施設 敷地周辺陸域の活断層評価の内、出戸西方断層(コメント回答(その1))」『核燃料施設等の新規規制基準適合性に係る審査会合』第68回, 資料1-1。
- ・ 日本地すべり学会(2013)『すべり面 - 地質的特徴と構造・物性 - 』pp.7-12,31。
- ・ 野崎保(2008)「2007年新潟県中越沖地震による初生的岩盤地すべりと層面すべり」『日本地すべり学会誌』第45巻, 第1号, pp.72-77。
- ・ 野崎保・永田秀尚・竹下秀敏(2015)「2008年岩手・宮城内陸地震による祭時大橋右岸の初生岩盤地すべりと前駆現象」『応用地質』第56巻, 第4号, pp.149-156。
- ・ 平田大二(2010)「日本列島20億年 謎解きの旅」『自然科学のとびら』第16巻, 2号, pp.12,13。
- ・ 三梨昴・垣見俊弘(1964)「いわゆる異常堆積について」『地質ニュース』No.117, pp.8-14。
- ・ 山田英司・野田利弘・中井健太郎・浅岡顕(2019)「弾塑性力学に基づく正断層群の形成に関する数値シミュレーション」『日本地震学会2019年度秋季大会予稿集』S10-04。
- ・ 横田修一郎・永田秀尚・横山俊治・田近淳・野崎保(2015)『ノンテクトニック断層 - 識別方法と事例 - 』近未来社。
- ・ 吉岡敏和(1989)「褶曲に伴う層面すべり断層」『活断層研究』7号, pp.5-12。
- ・ 吉永佑一・原口強・遠田晋次・横田修一郎(2009)「火山体周辺に見られる隆起帯および火山性活断層の形成過程 - 鹿児島県新島を例にして - 」『活断層研究』31号, pp.11-18。
- ・ 渡邊敦宏・中濱早苗(2013)「地すべり面が露頭した全国的にも類をみない大規模地すべり災害に挑む!」『国土交通省国土技術研究会論文集2013年度』pp.47-52。

[英文]

- ・ Almagor, G. and Z. Garfunkel(1979), "Submarine slumping in continental margin of Israel and northern Sinai", The American Association of Petroleum Geologists Bulletin, Vol.63, No.3, pp.324-340.
- ・ Bense, V. F. , E. H. Van den Berg and R. T. Van Balen (2003), "Deformation mechanisms and hydraulic properties of fault zones in unconsolidated sediments; the Roer Valley Rift System, The Netherlands", Hydrogeology Journal, Vol.11, pp.319-332.
- ・ Buchanan, P. G. and K. R. McClay(1992), "Experiments on basin inversion above reactivated domino faults", Marine and Petroleum Geology, Vol.9, pp.486-500.
- ・ Buiter, Susanne J. H. and O. Adrian Pfiffner(2003), "Numerical models of the inversion of half-graben basins", Tectonics, Vol.22, No.5, 1057.
- ・ Burg J.-P.(2017), "EXTENSION SYSTEMS"(http://www.files.ethz.ch/structuralgeology/JPB/files/English/3extsyst.pdf)

[英文]

- Fossen, H.(2010a), "Deformation bands formed during soft-sediment deformation: Observations from SE Utah", *Marine and Petroleum Geology*, Vol.27, pp.215-222.
- Fossen, H.(2010b), "Structural Geology", Cambridge University Press, UK, pp.333-351.
- Hirono, T.(1998), "Paleostress reconstruction using the stress inversion method in the eastern Tokai district, central Japan", *The Journal of the Geological Society of Japan(地質学雑誌)*, Vol.104, No.2, pp.137-142.
- Kelly, P. G., D. C. P. Peacock, D. J. Sanderson and A. C. McGurk(1999), "Selective reverse-reactivation of normal faults, and deformation around reverse-reactivated faults in the Mesozoic of the Somerset coast", *Journal of Structural Geology*, Vol.21, pp.493-509.
- Komura, K., K. Aiyama, T. Nagata, H. P. Sato, A. Yamada and Y. Aoyagi(2019), "Surface rupture and characteristics of a fault associated with the 2011 and 2016 earthquakes in the southern Abukuma Mountains, northeastern Japan, triggered by the Tohoku-Oki earthquake", *Earth, Planets and Space*, Vol.71, No.106.
- Krumbein, W. C.(1941), "Measurement and geological significance of shape and roundness of sedimentary particles", *Journal Sedimentary Petrology*, Vol.11, No.2, pp.64-72.
- McClay, K. R. and P. G. Ellis(1987), "Geometries of extensional fault systems developed in model experiments", *Geology*, Vol.15, pp.341-344.
- Moore, G. F., B. B. Boston, M. Strasser, M. B. Underwood, and R. A. Ratliff(2015), "Evolution of tectono-sedimentary systems in the Kumano Basin, Nankai Trough forearc", *Marine and Petroleum Geology*, Vol.67, pp.604-616.
- Schuck, B., C. Janssen, A. M. Schleicher, V. G. Toy and G. Dresen(2018), "Microstructures imply cataclasis and authigenic mineral formation control geomechanical properties of New Zealand's Alpine Fault", *Journal of Structural Geology*, Vol.110, pp.172-186.
- The University of Sydney, "The dynamics of continents and basins"(<https://www.geosci.usyd.edu.au/users/prey/Teaching/Geos-3003/geos3003.html>)
- University of Leeds(2009), "teaching resources in structural geology in the School of Earth Sciences of the University of Leeds"(<https://www.see.leeds.ac.uk/structure/learnstructure/index.htm>).
- UNIVERSITY OF LEEDS(2013), "Introduction to Structural Geology"(https://www.see.leeds.ac.uk/fileadmin/Documents/Admissions/Masters/step-up/Introduction_to_structural_geology_1.pdf).