

浜岡原子力発電所

敷地の地質・地質構造（コメント回答）

2019年12月20日

審査会合・現地調査におけるコメント一覧（未回答分）

No.	コメント概要	コメント時期	コメント回答該当箇所
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	補足説明資料1（1.過去の資料からの変更点及びその経緯）
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。	2019年4月12日 第704回審査会合	本編（3.敷地の地質・地質構造）
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。	2019年4月12日 第704回審査会合	補足説明資料2（1.各種調査結果の対比について）
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。	2019年4月12日 第704回審査会合	補足説明資料2（2.H断層系の断層面に認められる細粒物質についての考察）
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。	2019年4月12日 第704回審査会合	本編（4.3敷地深部の地質構造とH断層系） 補足説明資料2（3.地層の走向変化が深度方向に続いていく現象についての考察）
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。	2019年4月12日 第704回審査会合	本編（4.3敷地深部の地質構造とH断層系） 補足説明資料2（4.H断層系の深部への連続性の検討）
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。	2019年4月12日 第704回審査会合	本編（4.5上載地層による活動性評価） 補足説明資料2（5.BF4地点のH-9断層の分布に関する検討）
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	本編全体

※回答済みコメント（No.1～69）の一覧は補足説明資料2に掲載

1. 既往知見等の整理	6
2. 敷地の地形	12
3. 敷地の地質・地質構造	19
(1) 敷地の地質	20
(2) 敷地の断層	28
(3) 活動性評価の対象とする断層の選定	52
4. H断層系の活動性評価	89
4.1 H断層系の分布	91
(1) 陸域（ボーリング・露頭）における検討	92
(2) 海域における分布の検討	118
4.2 H断層系の性状	134
(1) 露頭等の観察結果	135
(2) 試料分析・測定結果	156
4.3 敷地深部の地質構造とH断層系	171
(1) 敷地深部の地質構造の概要	172
(2) 相良層の北に開いた構造に関する検討	178
(3) H断層系の深部への連続性に関する検討	188
4.4 H断層系の形成要因	212
(1) 正断層群形成に関する知見と敷地周辺の地質構造	213
(2) 地すべりに関する知見	218
(3) 敷地深部のbedding-slip fault	226
4.5 上載地層による活動性評価	240
(1) H-9断層と上載地層の関係（BF4地点における調査）	241
(2) BF1地点の古谷泥層 （BF1地点及び比木2地点における調査）	262
(3) BF4地点の泥層の堆積年代 （BF1地点及び比木2地点の古谷泥層との対比）	279
H断層系の活動性評価のまとめ	302

【補足説明資料 1】

1. 過去の資料からの変更点及びその経緯
2. 既提出資料の見直し・修正について

【補足説明資料 2】

1. 各種調査結果の対比について
2. H断層系の断層面に認められる細粒物質についての考察
3. 地層の走向変化が深さ方向に続いていく現象についての考察
4. H断層系の深部への連続性の検討
5. BF4地点のH-9断層の分布に関する検討
6. 落差の大きい正断層に切られる断層についての検討
7. 前回の審査会合からの主な追加, 修正
8. 既往コメント一覧
9. 参考文献一覧

【データ集 1】

1. 敷地の断層の平面分布図関連資料
2. H断層系分布図関連資料

【データ集 2】

1. 4号炉原子炉建屋基礎露頭観察記録
2. H断層系の深部への連続性の検討関連資料

<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

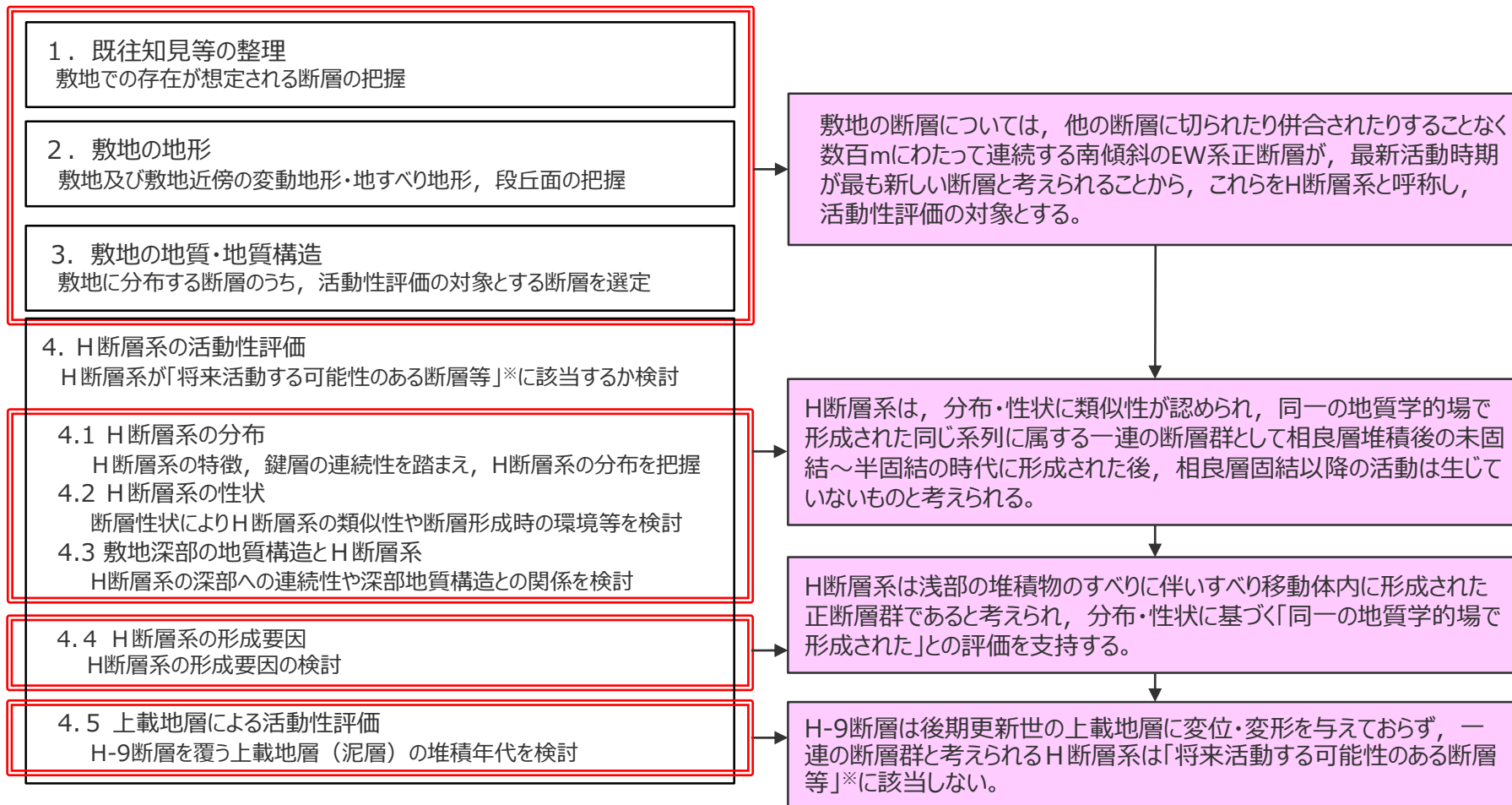
①資料を提出した審査会合開催回

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は含む。)

敷地の地質・地質構造の評価の全体構成



※「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」による「将来活動する可能性のある断層等」：
・震源として考慮する活断層
・地震活動に伴って永久変位が生じる断層
・支持地盤まで変位及び変形が及ぶ地すべり面

【検討方針】

1. 既往知見等の整理
 - ・ 敷地及び敷地近傍の地質・地質構造及び地すべり地形に関する既往知見等を整理し、敷地での存在が想定される断層について検討する。
2. 敷地の地形
 - ・ 敷地及び敷地周辺においてリニアメント・変位地形及び地すべり地形の有無を確認するとともに、段丘面区分を行う。
3. 敷地の地質・地質構造
 - ・ 敷地に分布する断層を分類し、分類した各断層グループの切り切れ関係から活動性評価の対象とする断層を選定する。
4. H断層系の活動性評価
 - ・ 敷地及び敷地前面海域におけるH断層系の分布・性状を確認する。
 - ・ 敷地深部の地質構造を把握し、文献による知見も踏まえ、H断層系の深部への連続性や深部地質構造との関係を検討する。
 - ・ H-9断層により変位・変形を受けていない上載地層の堆積時期を検討する。

【検討結果】

1. 既往知見等の整理
 - ・ 敷地において、活断層、活褶曲等の活構造及び地すべり地形の存在を示唆する文献は確認されない。
2. 敷地の地形
 - ・ 敷地には活断層を示唆する変動地形や地すべり地形は認められない。
 - ・ 敷地には段丘面は判読されないが、敷地北側にはMIS5c及びMIS5aと考えられる段丘面が判読される。
3. 敷地の地質・地質構造
 - ・ 敷地の断層は、EW系正断層、EW系逆断層、NS系逆断層、flexural-slip faultの4つに分類される。
 - ・ EW系正断層（南傾斜断層）のうち、他の断層に切られず東西に数百mに渡って連続する断層が、最新活動時期が最も新しい断層と考えられることから、これらをH断層系と呼称し、活動性評価の対象とする。
4. H断層系の活動性評価
 - ・ H断層系は、分布・性状に類似性が認められ、同一の地質学的場で形成された同じ系列に属する一連の断層群として相良層堆積後の未固結～半固結の時代に形成された後、相良層固結以降の活動は生じていないものと考えられる。また、H断層系は深部に連続しない。
 - ・ H断層系は他の断層活動や火山活動に伴い形成された構造ではなく浅部の堆積物のすべりに伴いすべり移動体内に形成された正断層群であると考えられ、成因による検討からも、「同一の地質学的場で形成された」との評価が支持される。
 - ・ H断層系は、分布・性状及び推定される形成要因から同一の断層群と考えられるため、活動性評価については、上載地層の分布するH-9断層を対象に行う。
 - ・ H-9断層が後期更新世（約12～13万年前）の堆積物である古谷泥層に対比される泥層に変位・変形を与えていないことから、H-9断層は、後期更新世（約12～13万年前）以降活動していないものと判断され、H断層系の活動時期はその性状から相良層が固結するよりも前と考えられるものの、活動性評価によっても、H断層系は後期更新世（約12～13万年前）以降活動していないものと判断される。
 - ・ これらの検討結果から、H断層系は将来活動する可能性のある断層等に該当しないものと評価した。

第704回(2019.4.12)審査会合からの主な追加, 修正

項目	既報告検討事項	主な追加検討事項		
		本資料記載事項	補足説明資料記載事項	主な追加調査
1. 既往知見等の整理	<ul style="list-style-type: none"> 文献により敷地の地質・地質構造の知見を把握。 			
2. 敷地の地形	<ul style="list-style-type: none"> 空中写真判読等により敷地の変動地形を検討。 			
3. 敷地の地質・地質構造	<ul style="list-style-type: none"> 敷地の断層を, 細粒物質の有無, センス, 走向により分類。分類した断層の切り切られの関係から検討対象断層を選定。 	<ul style="list-style-type: none"> 検討対象断層の選定にあたって, 細粒物質の有無による分類を取りやめ 切られた断層の片割れを検討し切り切れ関係を検討 		
4. H断層系の活動性評価	<ul style="list-style-type: none"> 露頭, ボーリング調査等によりH断層系の分布を検討。 		<ul style="list-style-type: none"> 異なる調査間の比較 	
4.1 H断層系の分布				
4.2 H断層系の性状	<ul style="list-style-type: none"> 露頭, ボーリングコア観察, 各種分析によりH断層系の性状を把握。 		<ul style="list-style-type: none"> 細粒物質の成因に関する検討 	
4.3 敷地深部の地質構造とH断層系	<ul style="list-style-type: none"> 大深度ボーリング孔の孔壁調査による地層の走向・傾斜の変化の分析, 反射法地震探査により, H断層系の深部への連続性を検討。 	<ul style="list-style-type: none"> 深部の断層はH断層と性状が異なることを検討 	<ul style="list-style-type: none"> 深部の地層の走向変化に関する検討 深部の断層に関する検討 	<ul style="list-style-type: none"> 反射法地震探査
4.4 H断層系の形成要因	<ul style="list-style-type: none"> 敷地周辺の活断層分布や応力場に基づく検討から形成要因を地すべりに絞り込み, 大深度ボーリングコアのCT画像解析により, 層理面沿いに正断層センスの変形構造が敷地深部に分布していることを確認。 			
4.5 上載地層による活動性評価	<ul style="list-style-type: none"> H-9断層により変位変形を受けていない上載地層が, 地形・層相等から近傍の古谷泥層と対比されることを検討。 	<ul style="list-style-type: none"> 追加調査結果を踏まえ, H-9断層(北)の分布を見直し。 	<ul style="list-style-type: none"> 追加調査結果の詳細 	<ul style="list-style-type: none"> 既存ボーリング地点付近のトレンチ調査

詳細は補足説明資料2に掲載

1

既往知見等の整理

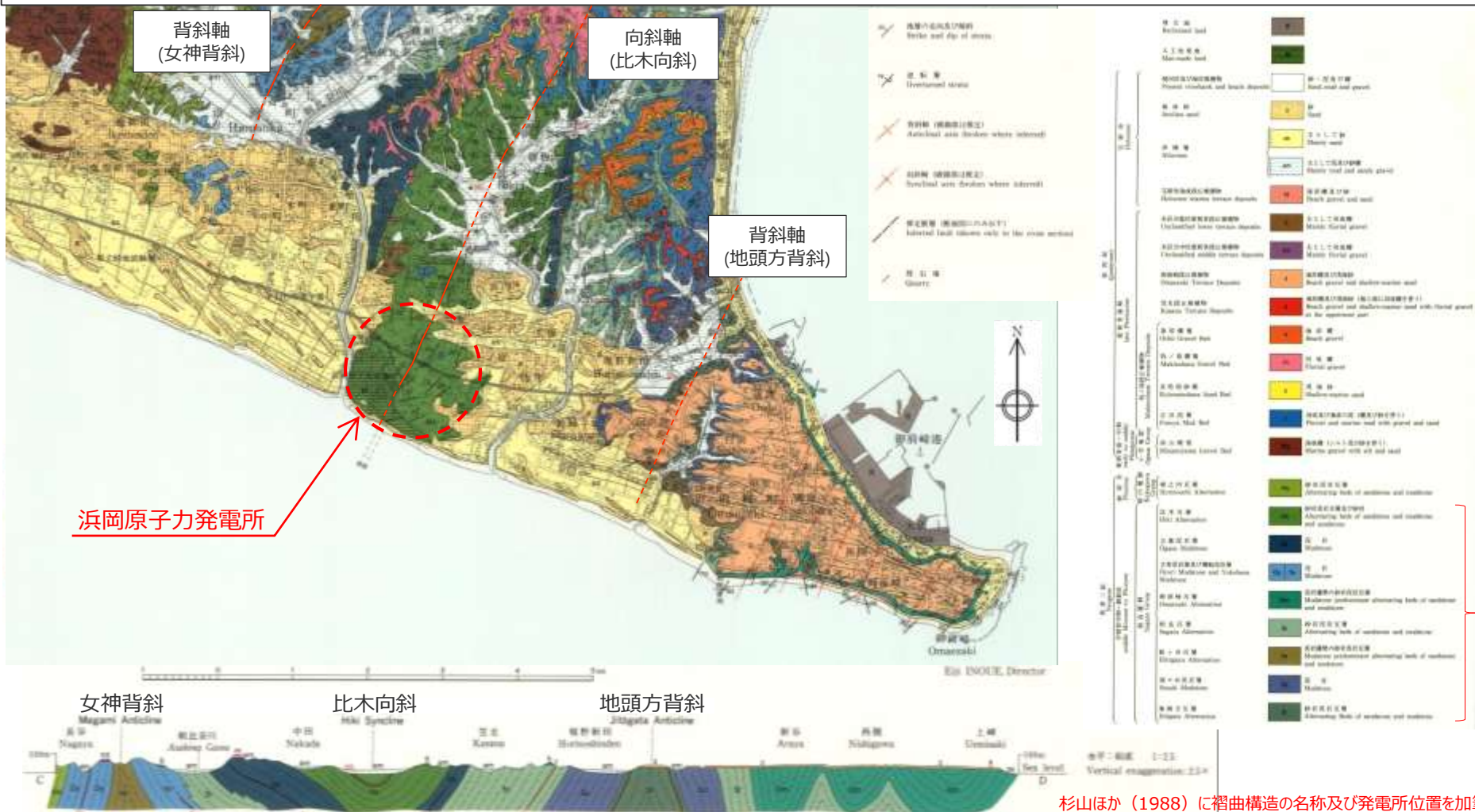
【検討内容】

敷地及び敷地近傍の地質・地質構造及び地すべり地形に関する既往知見等（文献及び従来審査での当社評価内容）を整理し、敷地での存在が想定される断層について検討する。

敷地及び敷地近傍の地質・地質構造に関する知見※

※ 知見の詳細は、第704回審査会合資料1-3 参考資料参照。

- 敷地及び敷地近傍には、新第三系の相良層群が一様に分布する。
- 敷地において、活断層、活褶曲等の活構造及び地すべり地形の存在を示唆する文献は確認されない。
- 敷地及び敷地近傍には、北東-南西方向の新第三系及び下部更新統の褶曲構造（女神背斜，比木向斜，地頭方背斜）が認められ、これらのうち比木向斜の褶曲軸が敷地内を通る。



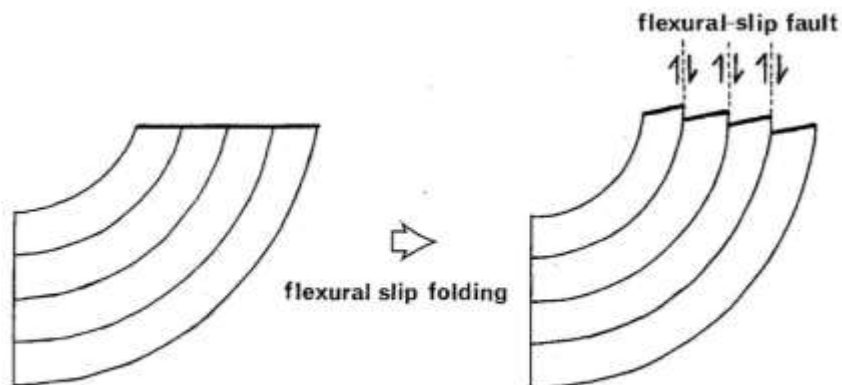
杉山ほか（1988）に褶曲構造の名称及び発電所位置を加筆

褶曲構造に関連する断層についての一般的知見

褶曲構造に関連する断層としては、一般的知見を踏まえれば層面すべり (flexural-slip fault) 及び逆断層が想定される。

層面すべり (flexural-slip fault)

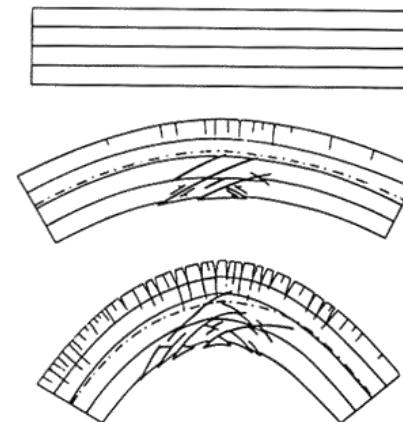
- (曲げ褶曲において) 顕著な相対的変位は単層相互に層理面に沿って起こる。(木村 (1984))
- 曲げ褶曲が、層厚をほぼ一定に保存したまま成長できるのは、変形の相当量が層面すべりによって解消されているからである。(木村 (1984))
- ある成層した地層がフレクチャー褶曲(木村(1984)の曲げ褶曲に該当)する場合、層理面や流動しやすい地層に沿って層面すべりが生じる。(吉岡 (1989))
- 層面すべりは、普通、翼部で最大となるが軸部ではゼロとなる。地層が最も傾斜している部分で層面すべりの量は最大となる。(吉岡 (1989))



第3図 褶曲に伴う層面すべり断層の模式図 吉岡 (1989)

逆断層

- 変形が層面すべりによっても解消されないときは、軸部に破断を生じる。(木村 (1984))
- 座屈褶曲の進行に伴って変形量が増大すると、これまですべっていた単層と単層の相互圧迫が強くなり、一方層理面と圧縮軸の間の角度が大きくなるため、すべり面に平行なせん断力成分が減少する。このためもはや層面すべりによってはひずみを解消できなくなり、それに代わって多数の小断層系を形成してレンズ褶曲の様式でひずみを解消していくようになる。(木村 (1984))
- 座屈褶曲が成長していくときには、そのたわみの内側、すなわち内弧側では層平行方向の短縮が生じる。このような座屈褶曲作用によるひずみ分布に伴って、内弧側では逆断層・衝上断層や小褶曲が形成されることがある。(狩野・村田 (1998))



図Ⅴ-2-2 層平行圧縮による座屈褶曲の内弧側と外弧側の変形(Ramsay, 1967)
一点鎖線は中立面。

狩野・村田 (1998)

敷地近傍にみられる断層についての知見※

※ 知見の詳細は、第704回審査会合資料1-3 参考資料参照。

- ◆断層のセンス・走向傾斜について【鈴木（1972）】
 - ・相良層群に見られる小断層は、急傾斜の正断層と、これよりやや低角度傾斜の逆断層とに大別できる。
 - ・小断層のうち、逆断層は主に南北走向、正断層は主に東西走向である。（ポイントダイアグラム(右図)及び断層の走向図(下図)より。）
 - ・正断層は逆断層を切っている。
- ◆断層から復元される古応力について【Hirono（1998）】
 - ・応力インバージョン法による断層解析の結果、相良層群に発達する断層群は、北北西－南南東圧縮断層系と、西北西－東南東圧縮断層系の2つが認められる。

鈴木（1972）に一部加筆

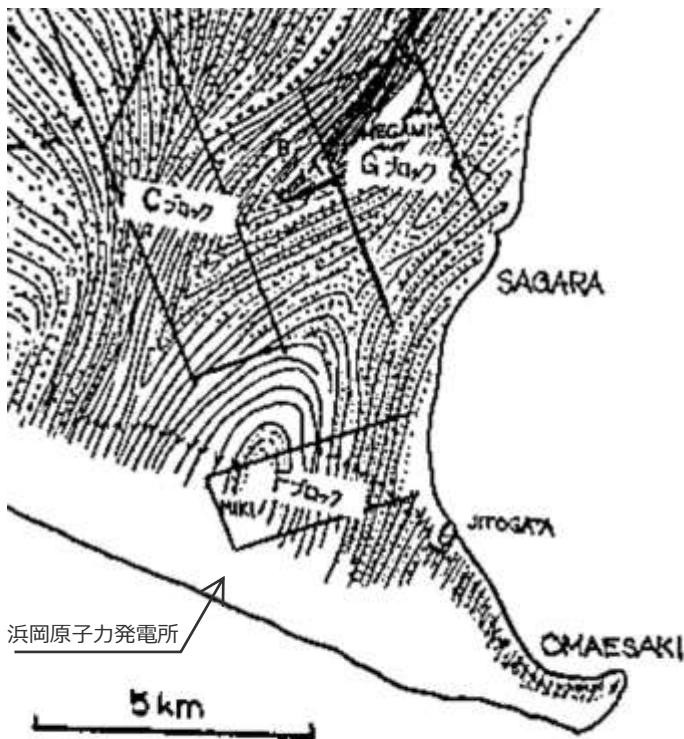


図1 相良・掛川地方の地質と調査範囲

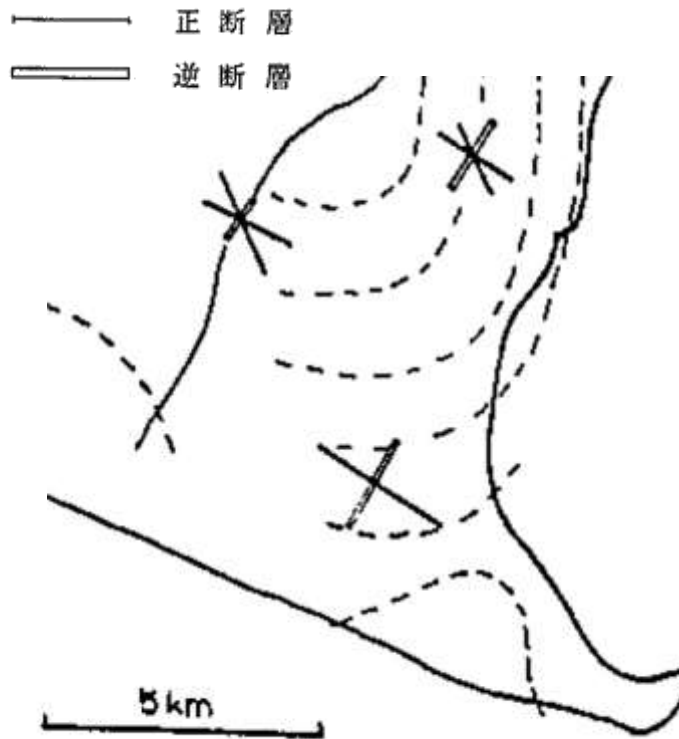
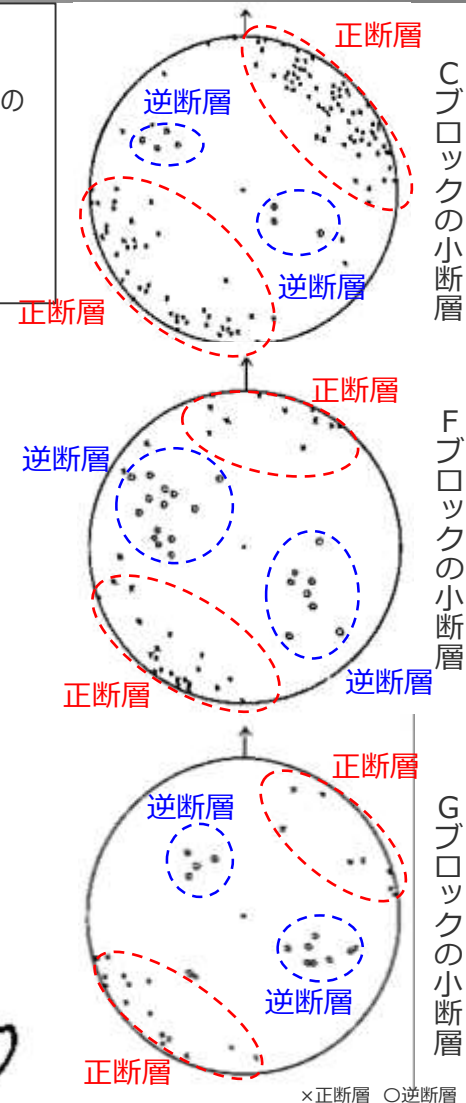
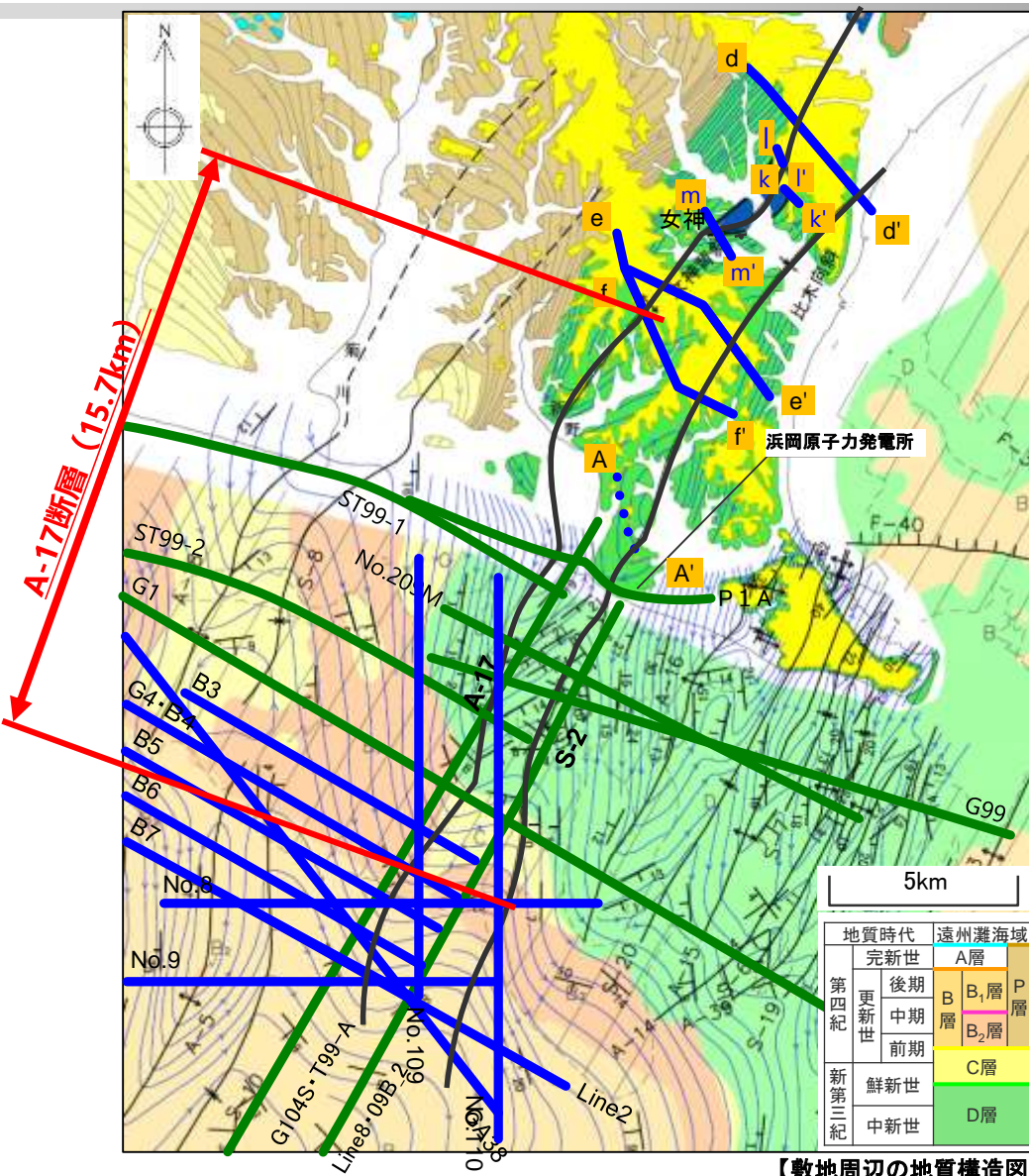


図3 各ブロックの断層の走向



第2図 ポイントダイアグラム
(極中心等面積網, 上半球使用)

敷地周辺の地質構造の審査におけるA-17グループの評価結果



【敷地周辺の地質構造図】

- 敷地の褶曲構造（比木向斜）は、敷地周辺の地質調査において「A-17グループ」と評価した構造に含まれる。
- 「A-17グループ」は、プレートの沈み込みに伴う水平方向の圧縮応力によって、現在とは異なる古い堆積盆（前弧海盆）の内部に形成された褶曲構造であり、中期更新世の末頃までに成長を停止したと考えられる。また、海域の音波探査記録及び陸域の地表地質調査結果から、褶曲構造を覆う後期更新世（約12～13万年前）の上載地層が分布する複数の調査地点において、いずれも上載地層に変位・変形が認められないこと、さらに、それらの調査地点の間の上載地層が存在しない範囲についても、南北方向の音波探査記録、パネルダイヤグラム、地質構造図等による検討によって、部分的な活動を示唆する構造の変化が認められないことを確認していることから、「震源として考慮する活断層」とは考えられない。
- しかしながら、審査におけるコメントを踏まえて、より慎重に評価することとし、上載地層が存在しない範囲について最大となるように長さ15.7kmを「A-17断層」として「震源として考慮する活断層」と評価している。
- なお、「A-17断層」は比木向斜の軸方向を考慮すれば、南北走向の逆断層と想定される。

- ＜凡例＞
- 後期更新世（約12～13万年前）の上載地層に、変位・変形が認められないことを確認した調査地点
 - 後期更新世（約10万年前）の上載地層に、変位・変形が認められないことを確認した調査地点
 - 部分的な活動を示唆する構造の変化が認められないことを確認した調査地点

1. 既往知見等の整理のまとめ

【検討結果】

<文献調査結果>

(敷地及び敷地近傍の地質・地質構造)

- 敷地及び敷地近傍には、新第三系の相良層群が一様に分布する。
- 敷地において、活断層、活褶曲等の活構造及び地すべり地形の存在を示唆する文献は確認されない。
- 敷地及び敷地近傍には、北東-南西方向の新第三系及び下部更新統の褶曲構造（女神背斜，比木向斜，地頭方背斜）が認められ、これらのうち比木向斜の褶曲軸が敷地内を通る。

(褶曲構造に関連する断層，敷地近傍に見られる断層)

- 褶曲構造に関連する断層としては、一般的知見を踏まえれば層面すべり（flexural-slip fault）及び逆断層が想定される。
- 敷地近傍の相良層群に見られる小断層は、急傾斜の正断層（主に東西走向）と、これよりやや低角度傾斜の逆断層（主に南北走向）とに大別でき、正断層は逆断層を切っている。
- 相良層群に発達する断層群は、北北西－南南東圧縮断層系と、西北西－東南東圧縮断層系の2つが認められる。

<従来審査での当社評価の内容>

- 敷地の褶曲構造（比木向斜）を含む「A-17グループ」は、「震源として考慮する活断層」とは考えられないものの、審査コメントを踏まえて、より慎重に評価することとし、上載地層が存在しない範囲を「A-17断層」として「震源として考慮する活断層」と評価している。

【評価】

- ✓ 敷地と敷地近傍の地質（新第三系）は一様であり、敷地特有の活断層及び地すべり地形は確認されない。また、敷地は敷地近傍を含めた一連の褶曲構造に属する。これらを踏まえれば、敷地での存在が想定される断層には、敷地近傍に見られる断層が含まれると考えられる。
- ✓ 上記に加え、褶曲構造に関連する断層についての知見及び従来審査での当社評価の内容も併せて考慮すると、敷地での存在が想定される断層は以下①～③の通りである。

(文献調査結果より)

- ① 東西走向の正断層
- ①' 南北走向の逆断層（西北西－東南東圧縮系断層）
- ①" 北北西－南南東圧縮系断層
- ② 褶曲に伴う断層
（層面すべり（flexural-slip fault）, 逆断層）

(従来審査での当社評価内容より)

- ③ A-17断層※

※ A-17断層については、「震源として考慮する活断層」として「将来活動する可能性のある断層等」に該当すると評価しているが、本資料においては「地震活動に伴って永久変位が生じる断層」に該当するか否かについて検討する。

2

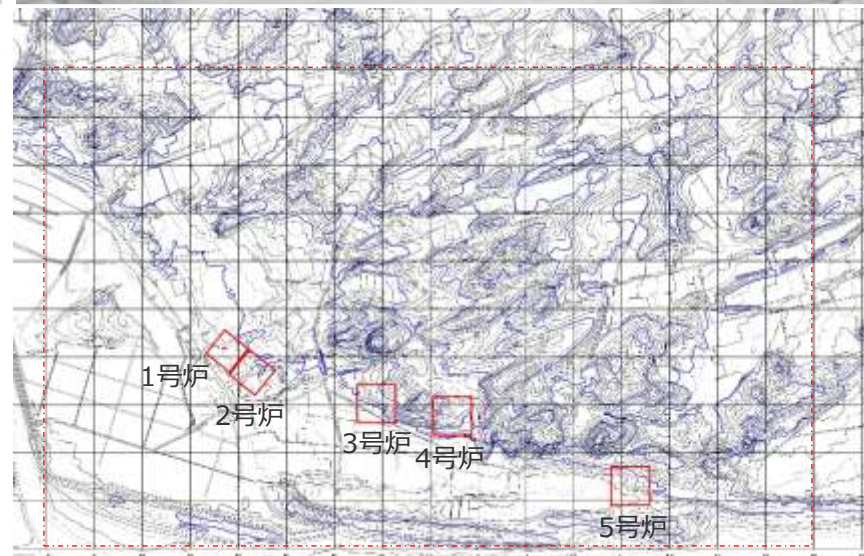
敷地の地形

【検討内容】

- 敷地のリニアメント・変位地形及び地すべり地形の有無を確認するため、空中写真判読及び変動地形学的調査を行う。
- 地形面判読及び地表地質調査を行い、敷地及び敷地北側の段丘面区分を行う。

敷地の変動地形学的調査

- 発電所建設前の空中写真（1962年撮影）及びその写真を図化した地形図により空中写真判読，変動地形学的調査を行った結果，敷地には活断層を示唆する変動地形や地すべり地形は認められない。なお，敷地には段丘面は判読されない。

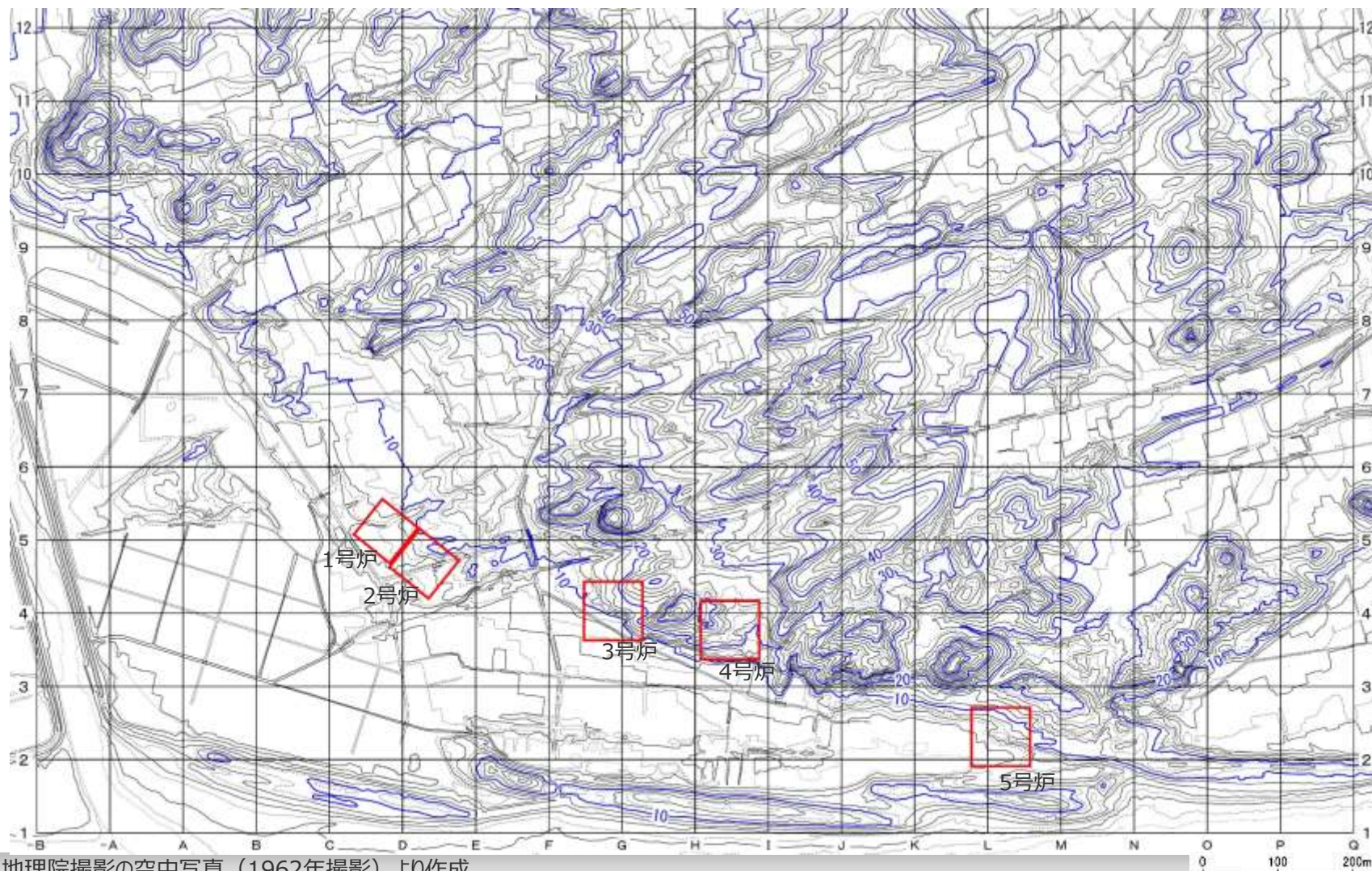


国土地理院撮影の空中写真（1962年撮影）
CB62-7 C23-8,9,10 (1:10,000)

国土地理院撮影の空中写真
（1962年撮影）より作成。
次頁にて拡大したものを示す。

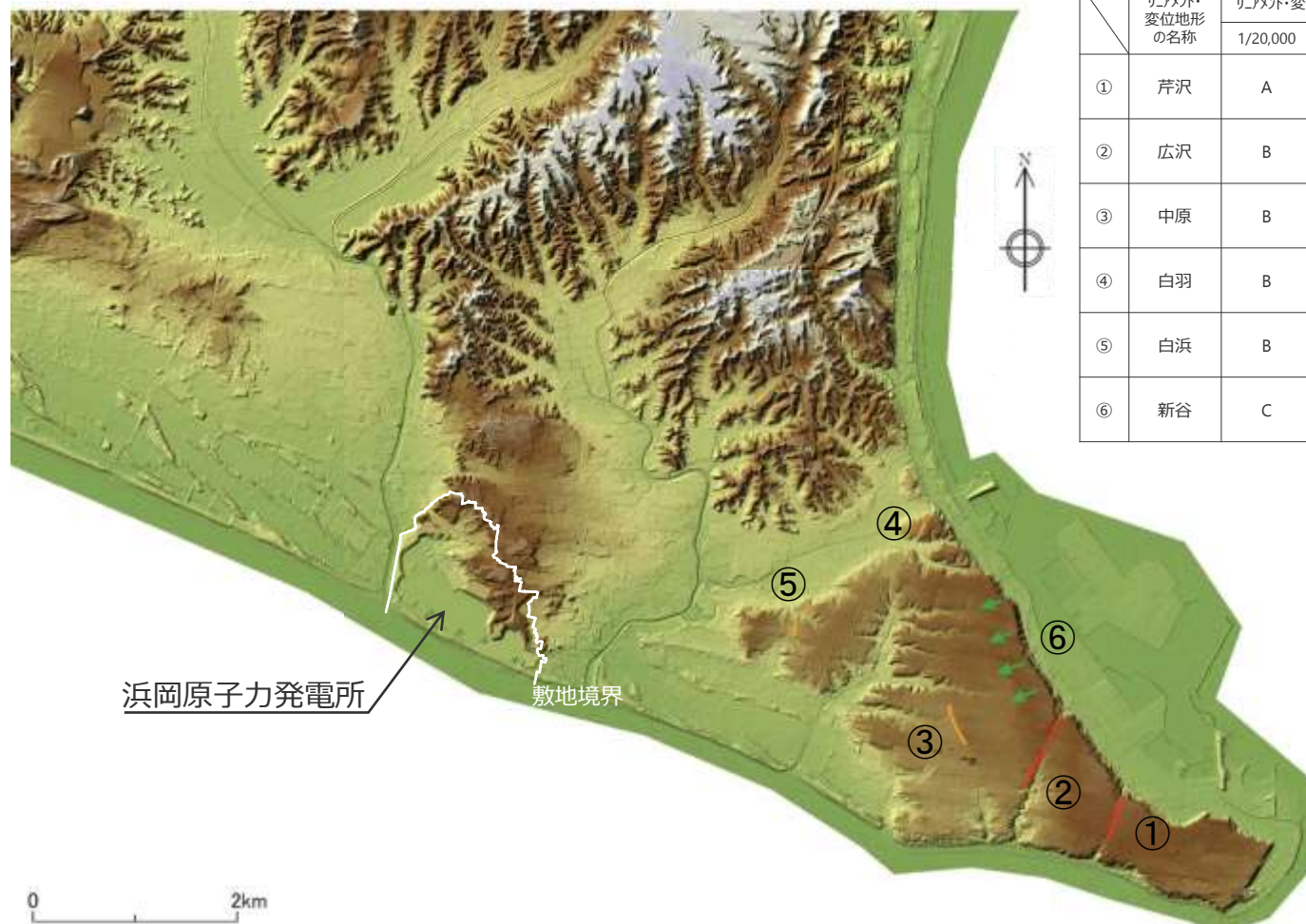
敷地の変動地形学的調査

- 発電所建設前の空中写真（1962年撮影）を図化した地形図により、変動地形学的調査を行った結果、敷地には活断層を示唆する変動地形や地すべり地形は認められない。なお、敷地には段丘面は判読されない。



敷地近傍の変動地形学的調査

- 航空レーザー測量（2010年当社実施）によるDEMデータより作成した陰影図を用いて変動地形学的調査を行った結果、敷地近傍の御前崎台地において、文献（例えば、今泉ほか（2018））に示される短い活断層に対応するリニアメント・変位地形が6本確認されるが、敷地においては、変動地形は判読されない。



<地形判読結果>

	リニアメント・変位地形の名称	リニアメント・変位地形のランク		判読長 (km)	方向	地形要素と比高(a) ()内は読図による
		1/20,000	1/8,000			
①	芹沢	A	A	0.4	NNE-SSW	2.9 i) (W) (E)
②	広沢	B	A	0.7	NNE-SSW	4.9 i) 1.5
③	中原	B	B	0.5	NW-SE	i) 4.4
④	白羽	B	B	0.1	NNE-SSW	2.5 i) (5)
⑤	白浜	B	B	0.4	NNE-SSW	5.8 i)
⑥	新谷	C	C	1.3	NNW-SSE	ii) (5)

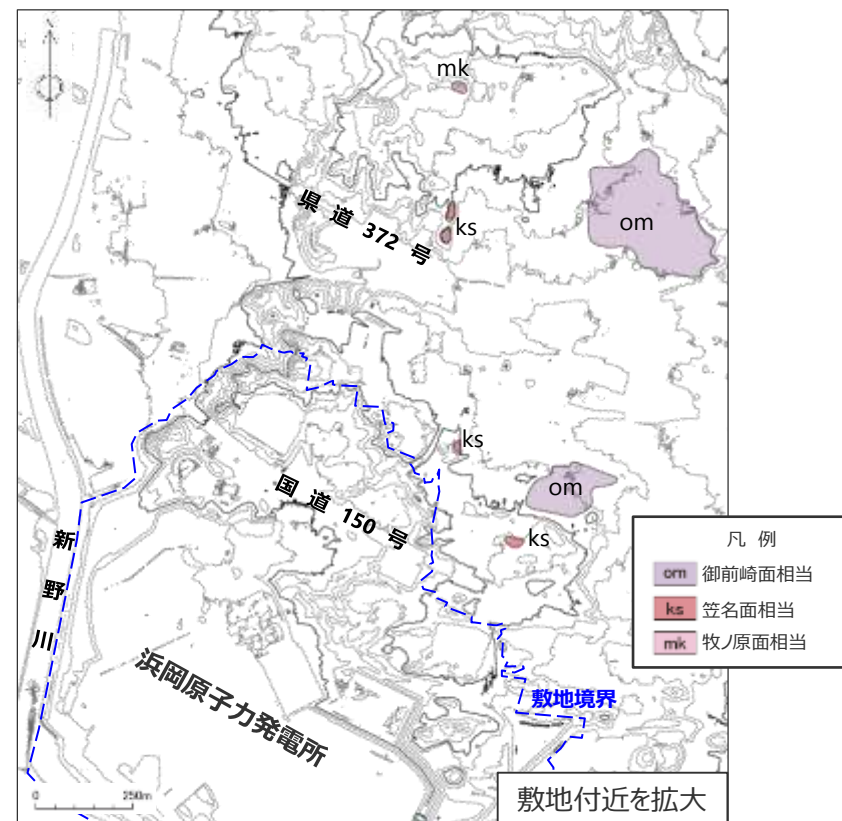
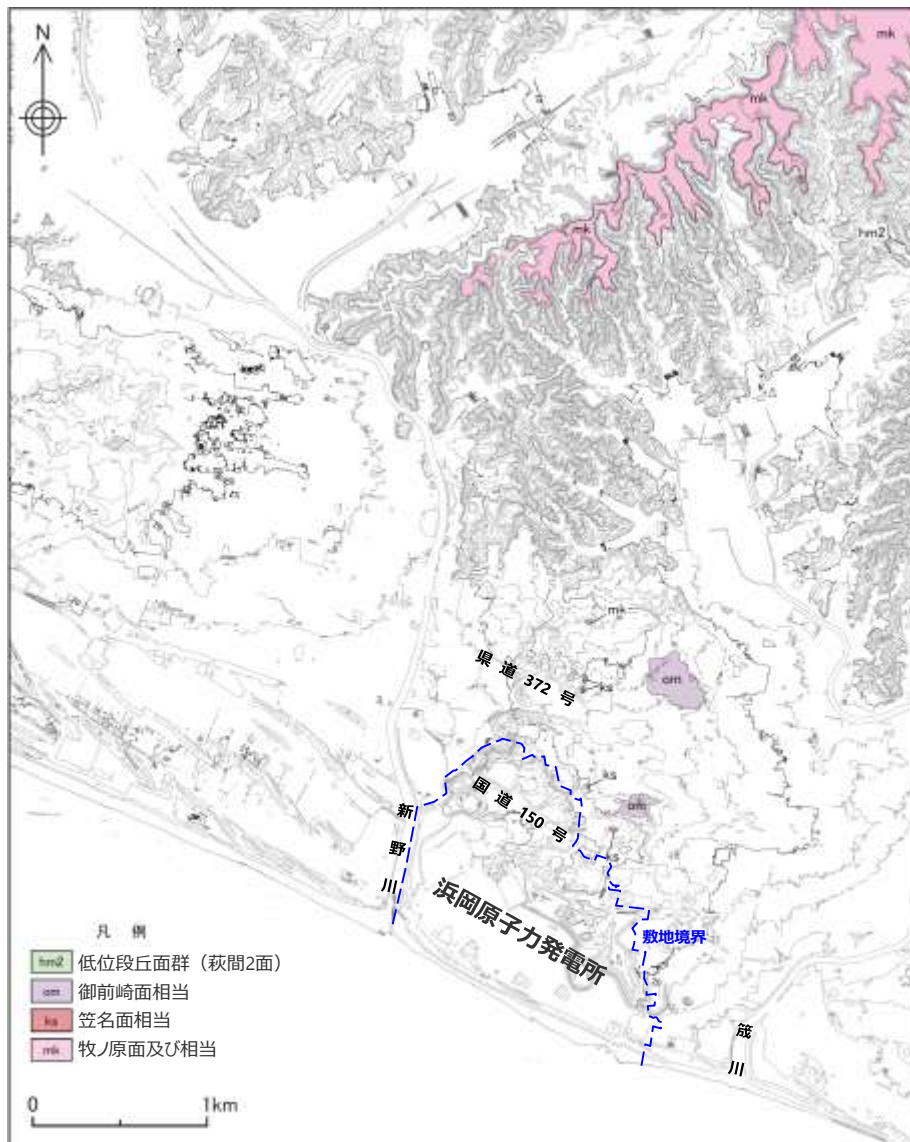
凡例

- リニアメント・変位地形のランク
- A 変位地形である可能性が高い
 - B 変位地形である可能性がある
 - C 変位地形である可能性が低い
- 地形要素
- i) 崖・緩斜面・高度不連続
 - ii) 地形面の傾斜

2010年3～4月撮影の
航空レーザー測量による
DEMデータより作成

敷地及び敷地北側の段丘面区分

- 敷地及び敷地北側についてDEMによる地形調査を行った結果、敷地には段丘面は判読されない。
- 一方、敷地北側には3段の地形面が判読され、地質調査結果によると段丘堆積物が認められる。これらの地形面は、本地域における、高位から牧ノ原～笠名～御前崎の3つの段丘構成を踏まえると、高位から牧ノ原面 (MIS5d～5e) , 笠名面 (MIS5c) , 御前崎面 (MIS5a) にそれぞれ対比される。



敷地及び敷地北側の段丘面区分対比表

段丘面名称	形態・分布	分布高度 (m)	面の保存状態	堆積物	南関東との対比
低位段丘面群	現河川沿いに分布する。	—	段丘面を開析する谷はほとんど認められない。	主として、礫層からなる。層厚は2～5m程度である。	立川面群 (MIS2～MIS4)
御前崎面	御前崎台地に広く分布し、海成段丘の形態を呈する。	30～50	段丘面を開析する谷が段丘外縁から内側に向かって発達するが、原面の保存は良い。	主として、分級の良い細礫、砂からなる海成層である。層厚は一般に4～10mである。表層部には赤色土が認められる。	三崎面 (MIS5a)
笠名面	牧之原市笠名付近などにおいて、牧ノ原面の低位に分布する。	40～70	段丘面を開析する谷が段丘面外縁から内側に向かって発達する。	下位は砂層、礫層を主体とする海成層であり、上位は礫層からなる河成層である。層厚は約5mである。上位層中に鬼界－葛原火山灰層（約9万5千年前）を挟在することが報告されている。	小原台面 (MIS5c)
牧ノ原面	牧ノ原台地に広く分布し、扇状地性の形態を示す。	80～250	段丘面を開析する谷が段丘面外縁から内側に向かって発達し、一部樹枝状を呈する。	下位よりシルト層を主体とする谷埋め性堆積物である古谷泥層、海成砂層からなる京松原砂層、礫層を主体とする牧ノ原礫層からなる。それぞれの層厚は30m程度、5～6m、5～30mである。	下未吉面 (MIS5e)～小原台面 (MIS5d)

2. 敷地の地形のまとめ

【検討結果】

- 敷地には活断層を示唆する変動地形や地すべり地形は認められない。なお、敷地には段丘面は判読されない。
- 敷地近傍の御前崎台地において、文献に示される短い活断層に対応するリニアメント・変位地形が6本確認される。
- 敷地北側には3段の地形面が判読され、地質調査結果によると段丘堆積物が認められる。これらの地形面は、本地域における、高位から牧ノ原～笠名～御前崎の3つの段丘構成を踏まえると、高位から牧ノ原面（MIS5d～5e）、笠名面（MIS5c）、御前崎面（MIS5a）にそれぞれ対比される。

【評価】

- 敷地には活断層を示唆する変動地形や地すべり地形は認められない。
- 敷地北側にはそれぞれMIS5a,5c,5d～5eに対比される3段の段丘堆積物が認められる。

3

敷地の地質・地質構造

【検討内容】

敷地内の詳細な調査により敷地の地質・地質構造を把握し、確認される断層を分類したうえで、分類した各断層グループの切り切れ関係から活動性評価の対象とする断層を選定する。

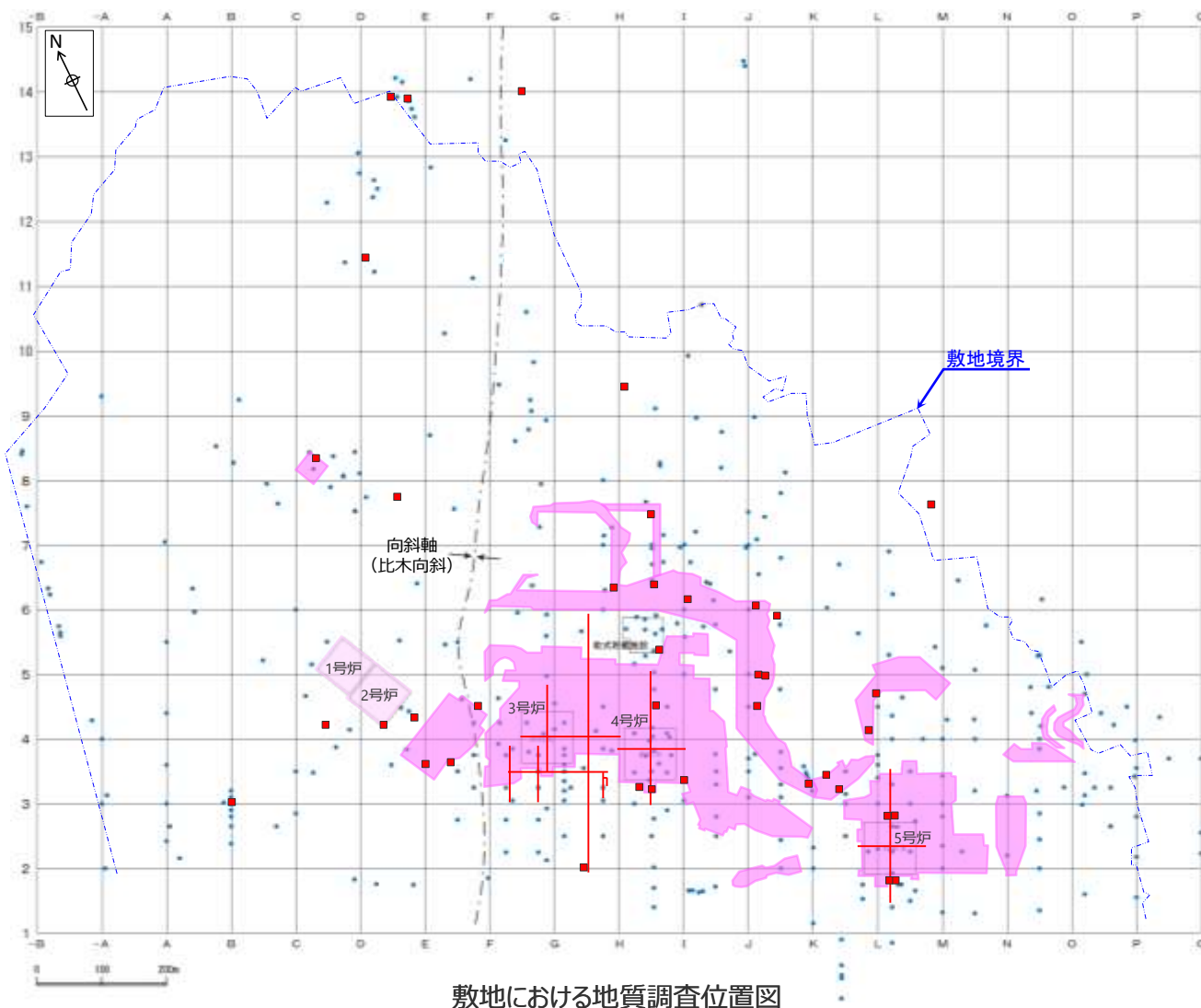
(1)

敷地の地質

【検討内容】

敷地の地質・地質構造の概要を示す。

敷地の調査位置図



敷地における地質調査位置図

● ボーリング調査地点
(敷地陸域の断層分布を検討するために用いた孔を記載)

■ 露頭調査地点 (断層露頭)

■ 露頭調査地点 (構造物基礎, 法面)

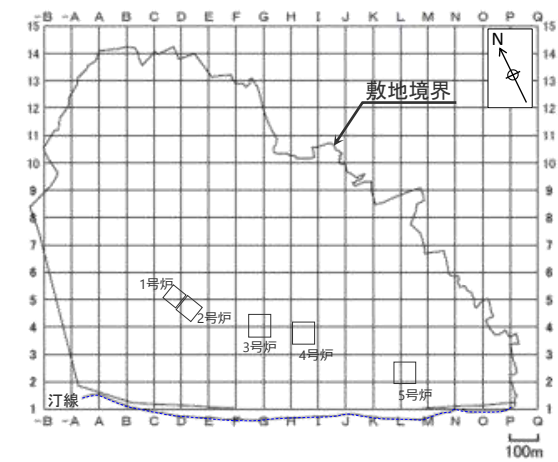
■ 露頭調査地点 (3号炉増設調査より前※)

— 試掘坑位置

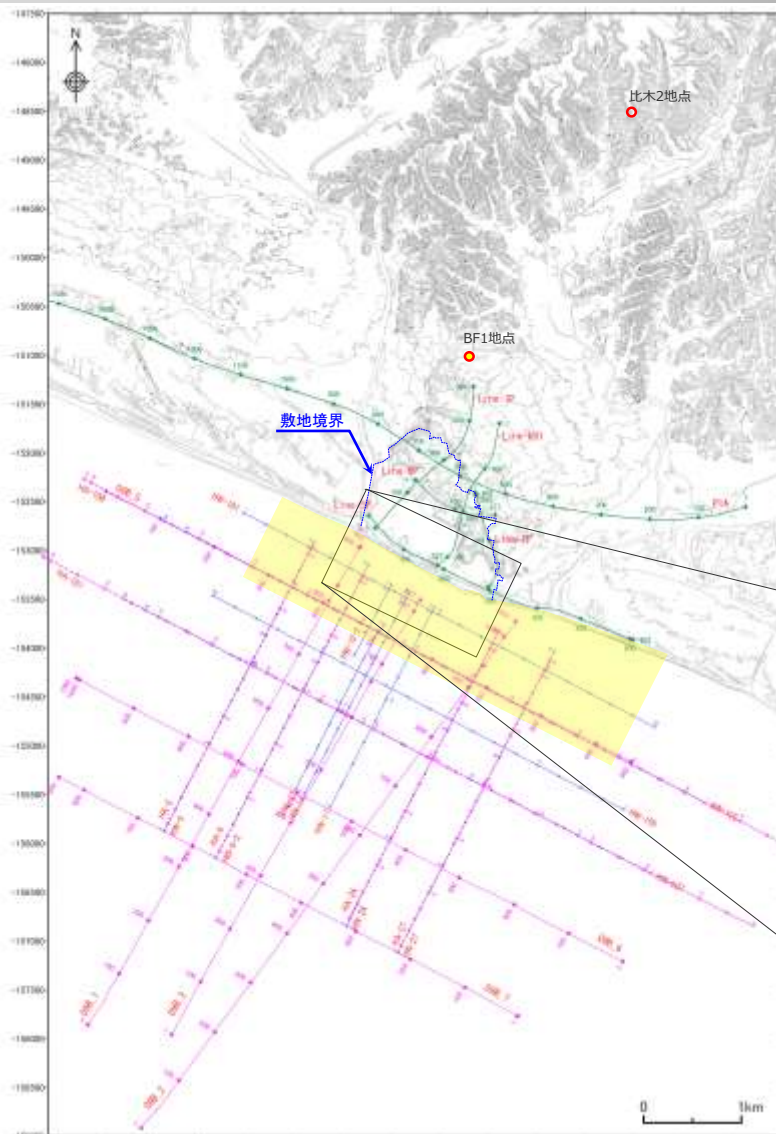
<凡例>

- ボーリング調査地点
(敷地陸域の断層分布を検討するために用いた孔を記載)
- 露頭調査地点 (断層露頭)
- 露頭調査地点 (構造物基礎, 法面)
- 露頭調査地点 (3号炉増設調査より前※)
- 試掘坑位置

※断層分布に関する調査のみ



敷地及び敷地極近傍の調査位置図

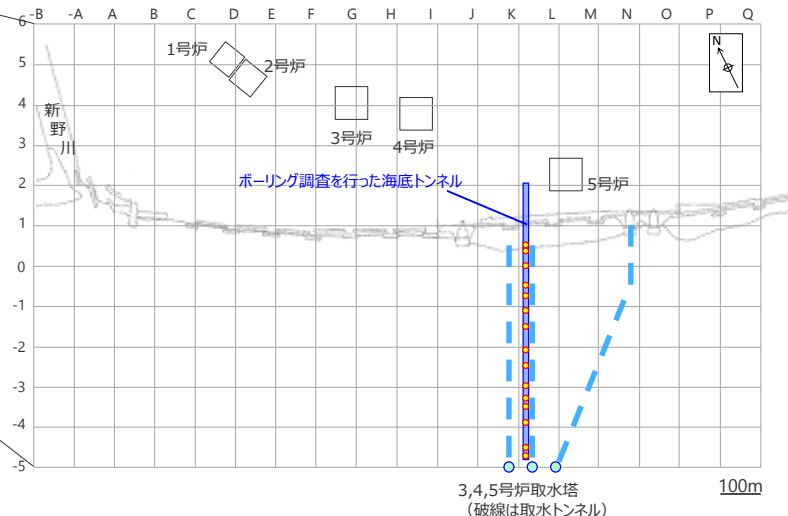
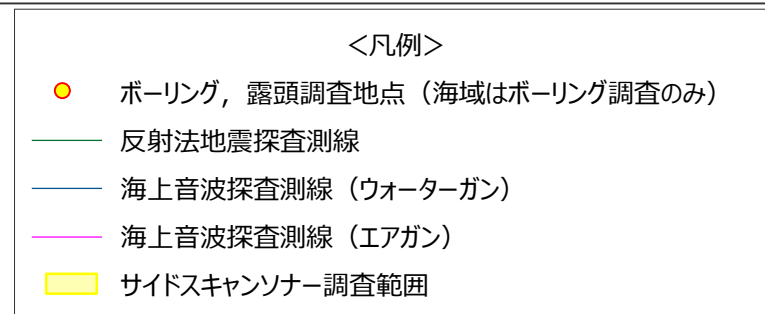


敷地、敷地極近傍における地質調査位置図

- 敷地及び敷地極近傍（左図の範囲）の地質・地質構造を把握するためボーリング調査、露頭調査、サイドスキャンソナー調査及び地下構造調査（反射法地震探査及び海上音波探査）を実施した。

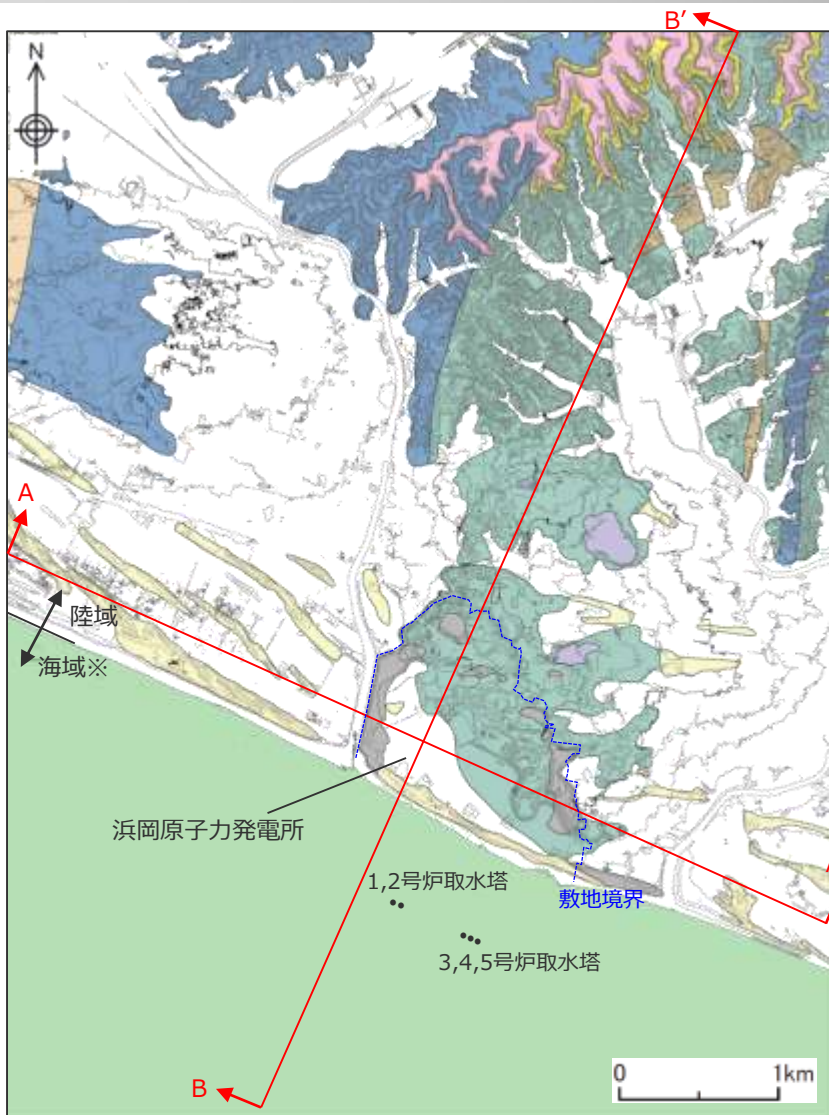
【参考】

第704回審査会合から反射法地震探査（Line-R01）を追加で実施した。
（結果については、4.3章及び補足説明資料2参照。）

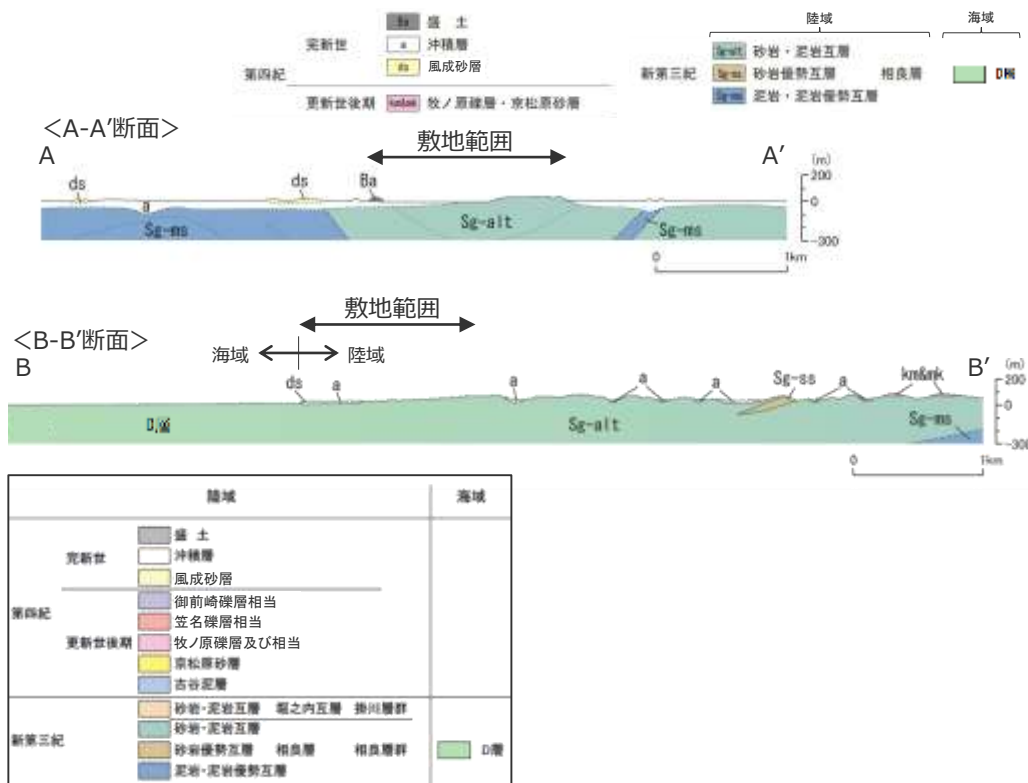


敷地の地質の概要

- 敷地及び敷地北側には、新第三紀中新世後期から鮮新世前期に堆積した相良層群相良層が分布し、その上を風成砂層が覆う。相良層は敷地前面海域にも連続的に分布し（D層）、その上を完新統（A層）が覆う。
- 相良層は、中部半深海（水深600～1,000m程度）の海底（堆積盆）に堆積した堆積岩であり（杉山ほか（1988））、火山フロントから離れており火成活動が見られない地域である（中野ほか（2013））ことから、熱水などによる影響は認められない。
- 敷地北側には、御前崎礫層～古谷泥層に対比される段丘堆積物が標高40～50m程度にかけて、局所的に分布する。



※海域についてはA層（完新統）を除いて記載した。

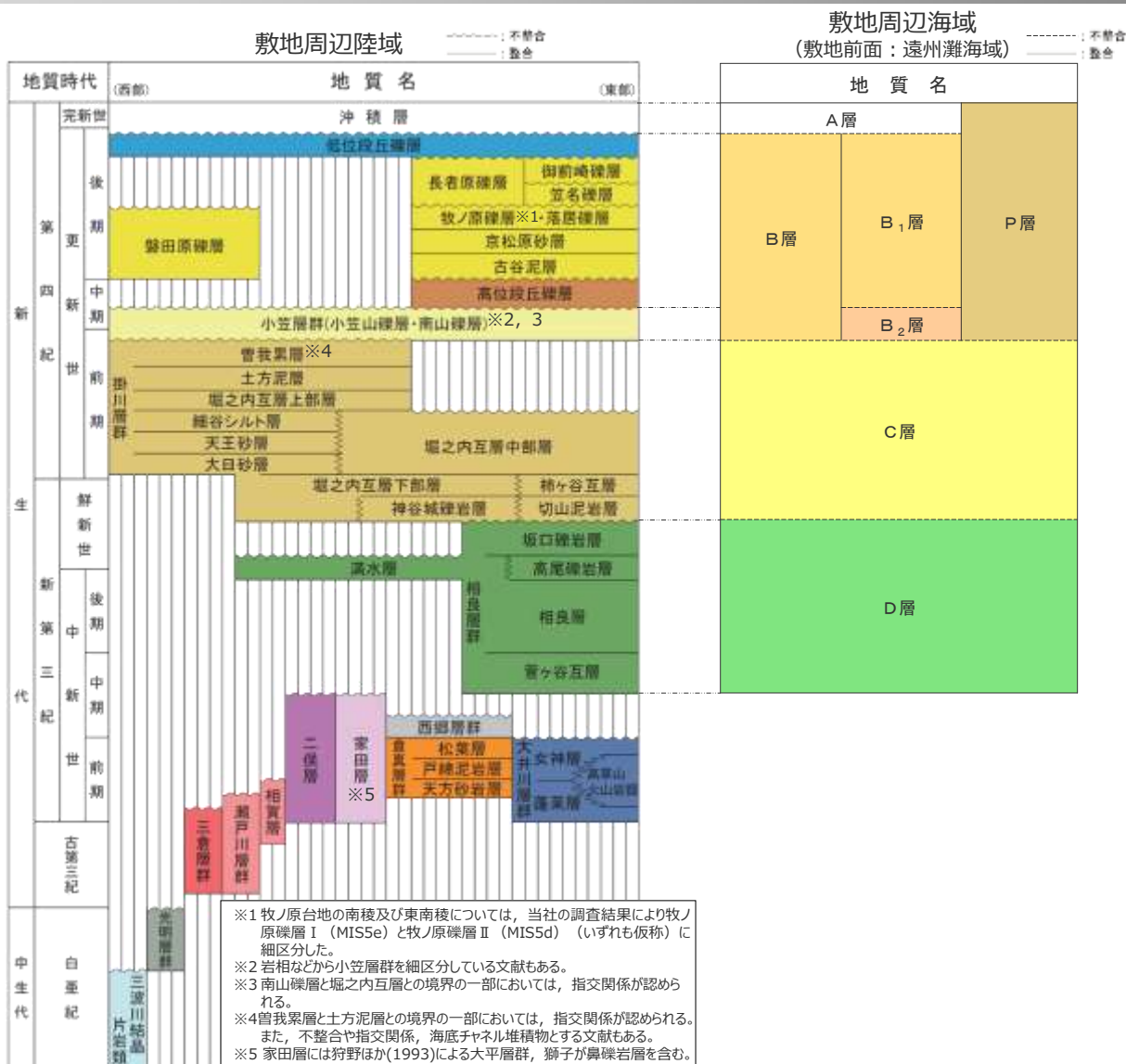


敷地及び敷地北側の地質層序表

時代		地層名		層厚	構成岩石	地層の概要	
第四紀	完新世	風成砂層		0.5～10数m	砂	よく淘汰された中～粗粒砂よりなる。 海岸線に平行に砂丘を形成している。	
		現海浜堆積物		0.5～6m	砂, 礫	海岸部の汀線付近に分布する。	
		海成礫混じり砂層		4～6m	砂, 礫	敷地内の標高0～6mに分布する。	
		沖積層	山地部	20m以下	砂, シルト	シルト層は有機質物質を含む。	
	海岸部		25m以下	礫, 砂, シルト	シルト層及び砂層は有機質物質を含む。 礫径は数mm～数cmの円礫よりなる。		
	後期更新世	段丘堆積物	御前崎礫層相当層		2～3m	礫, シルト	礫は亜円ないし円礫で主に径1～3cmよりなる。
			笠名礫層相当層※		3m以下	礫, 砂	礫は扁平礫を含む円礫で主に径3～10cmよりなる。
			牧ノ原礫層相当層※		7m	礫	礫は亜円～円礫で主に径5～15cmよりなる。
			京松原砂層相当層※		1m	礫	礫は扁平礫を含む円礫で主に径1～5cmよりなる。
			古谷泥層※		10m以下	シルト～粘土, 砂, 礫	シルト・粘土を主体とし, 下部に砂, 扁平礫を含む円礫を挟む
新第三紀	鮮新世前期～中新世後期	相良層群相良層		1,500m以上	砂岩泥岩互層	凝灰岩層や軽石層を挟む。連続性が良く厚みがあり特徴的な凝灰岩層については, 上位よりK-1, K-2, K-3・・・と付番し, 鍵層として地層の対比に使用している。	

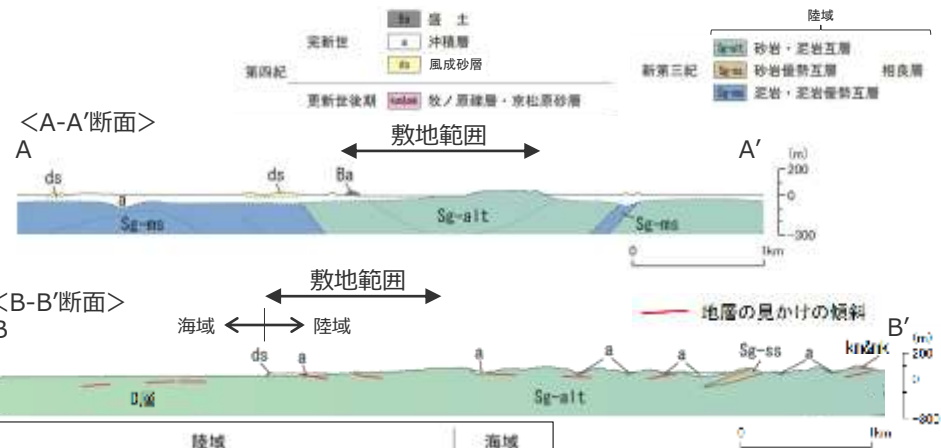
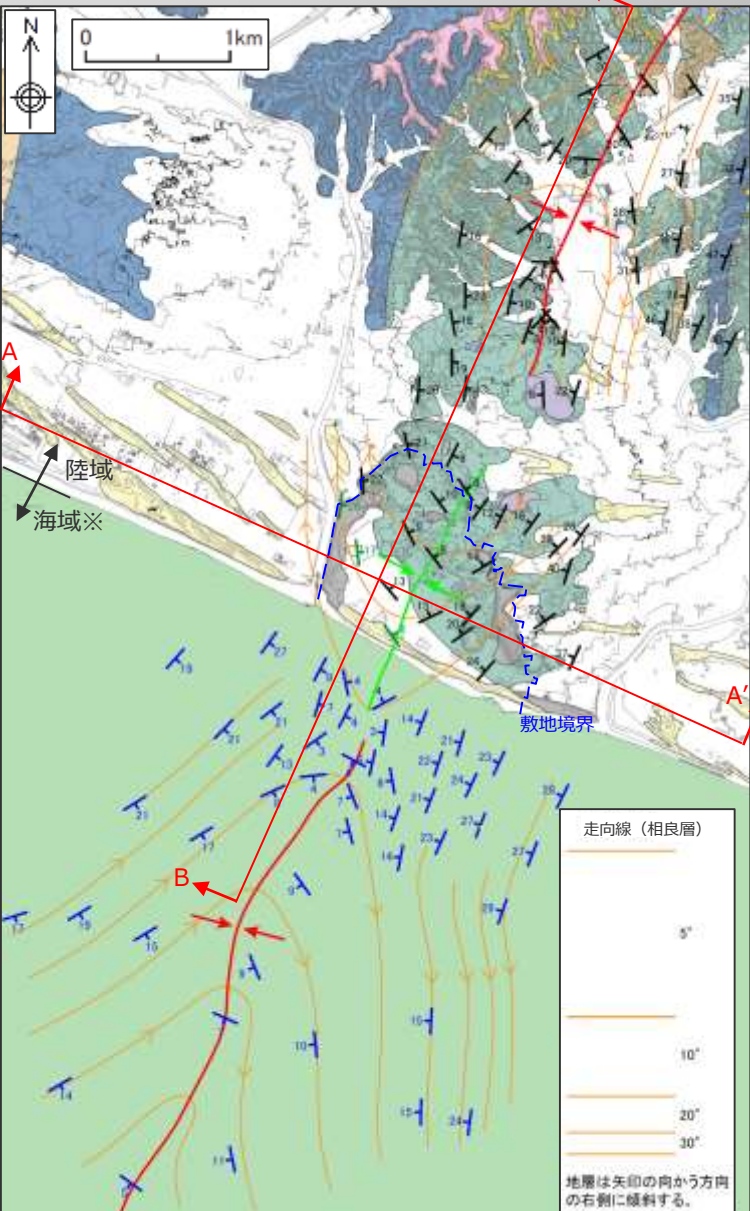
※敷地には分布せず, 敷地北側に分布する。

(参考) 敷地周辺の地質層序表



敷地の地質構造の概要

- 敷地極近傍（左図の範囲）の相良層には、北北東－南南西方向の向斜軸（比木向斜）が認められる。
- 敷地極近傍において、大局的には、向斜軸は南にプランジし相良層は向斜軸を中心に南に開いた構造を示すが、敷地北側から敷地前面海域にかけての局所的な範囲においては、向斜軸は北にプランジし相良層は向斜軸を中心に北に開いた構造を示す。



陸域		海域
完新世	盛土 沖積層 風成砂層	
第四紀	御前崎礫層相当 笠名礫層相当 更新世後期 牧ノ原礫層及び相当 京松原砂層 古谷泥層	
新第三紀	砂岩・泥岩互層 龜之内互層 掛川層群 砂岩・泥岩互層 砂岩優勢互層 相良層 相良層群 泥岩・泥岩優勢互層	D層

X 向斜軸(北プランジ) X 向斜軸(南プランジ)

相良層層理の走向傾斜

T 地表面質調査によるデータ
T BHTVによるデータ
T 海上音波探査によるデータ (D層)

※海域についてはA層（完新統）を除いて記載した。

3(1) 敷地の地質のまとめ

【検討結果】

- 敷地及び敷地北側には、新第三紀中新世後期から鮮新世前期に堆積した相良層群相良層が分布し、その上を風成砂層が覆う。相良層は敷地前面海域にも連続的に分布し（D層）、その上を完新統（A層）が覆う。
- 敷地極近傍の相良層には、北北東－南南西方向の向斜軸（比木向斜）が認められる。大局的には、向斜軸は南にプレンジし相良層は向斜軸を中心に南に開いた構造を示すが、敷地北側から敷地前面海域にかけての局所的な範囲においては、向斜軸は北にプレンジし相良層は向斜軸を中心に北に開いた構造を示す。

(2)

敷地の断層

【検討内容】

「1.既往知見等の整理」の検討結果を踏まえ、敷地内の調査により、敷地の断層の確認、分類を行う。

敷地の断層の検討方針

【検討方針】

- 「1.既往知見等の整理」の検討結果より、敷地での存在が想定される断層として、以下の断層が挙げられる。
(文献調査結果より)
 - ① 東西走向の正断層
 - ①' 南北走向の逆断層 (西北西 - 東南東圧縮系断層)
 - ①'' 北北西 - 南南東圧縮系断層
 - ② 褶曲に伴う断層 (層面すべり (flexural-slip fault) , 逆断層)
(従来審査での当社評価内容より)
 - ③ A-17断層
- これらの断層を念頭に、さらにその他の断層の存在の可能性も考慮したうえで、露頭調査 (法面・試掘坑) 及び地下構造調査により、敷地の断層の確認、分類を行う。
 - なお、「②褶曲に伴う断層」のうち、逆断層は、「①'南北走向の逆断層 (西北西 - 東南東圧縮系断層)」として検討を行う。

敷地での存在が想定される断層		敷地の断層の確認 (調査方法)
文献	① 東西走向の正断層 ①' 南北走向の逆断層 (西北西 - 東南東圧縮系断層) ①'' 北北西 - 南南東圧縮系断層	変動地形学的調査※ 地下構造調査 〔反射法地震探査〕 海上音波探査 露頭調査 (法面・試掘坑・構造物基礎)
	② 褶曲に伴う断層 (層面すべり (flexural-slip fault))	変動地形学的調査※ 露頭調査(法面)
従来審査	③ A-17断層	変動地形学的調査※ 地下構造調査 〔反射法地震探査〕 海上音波探査 露頭調査 (法面・試掘坑・構造物基礎)
その他の断層		変動地形学的調査※ 地下構造調査 〔反射法地震探査〕 海上音波探査 露頭調査 (法面・試掘坑・構造物基礎)

※変動地形学的調査結果については、「2.敷地の地形」参照。

【参考】

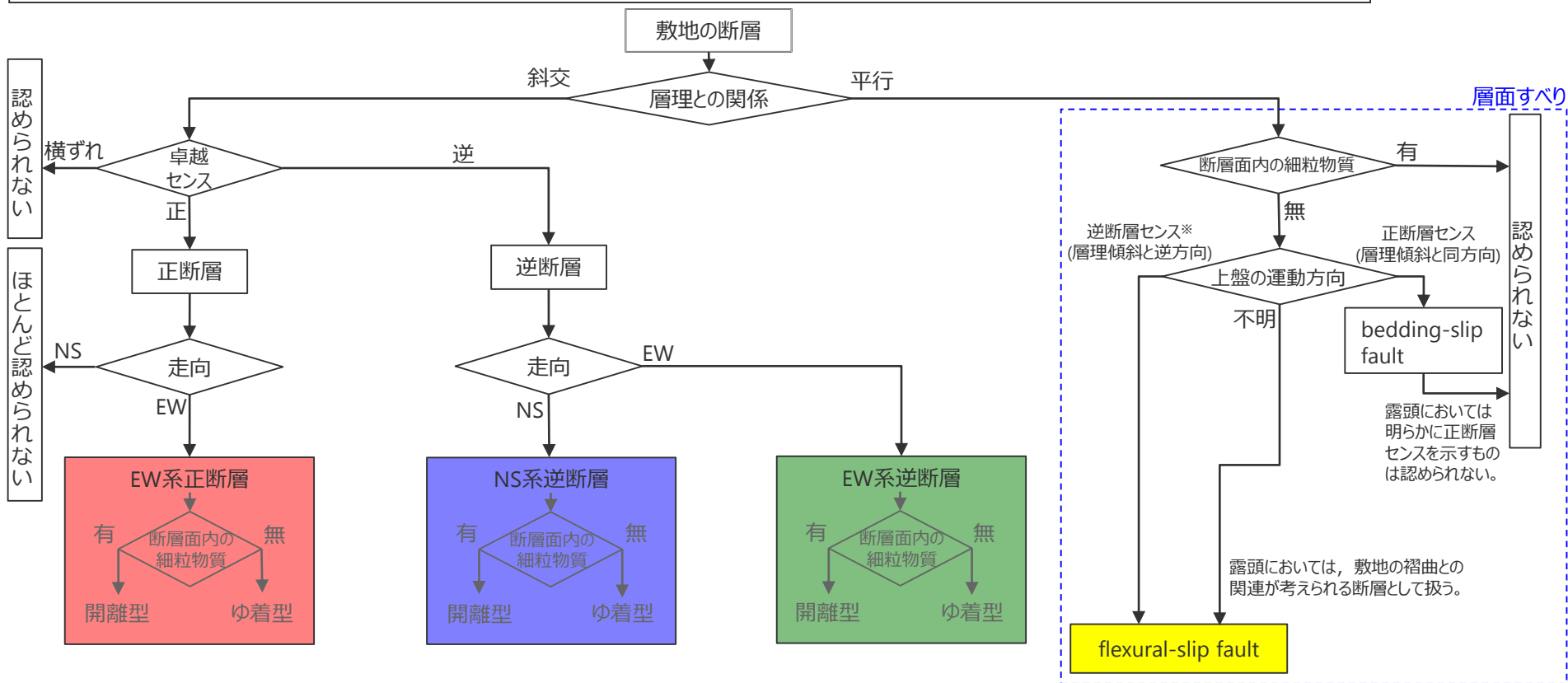
第704回審査会合から、敷地の断層の調査方法として「露頭調査(構造物基礎)」を追加した。



確認された断層の分類

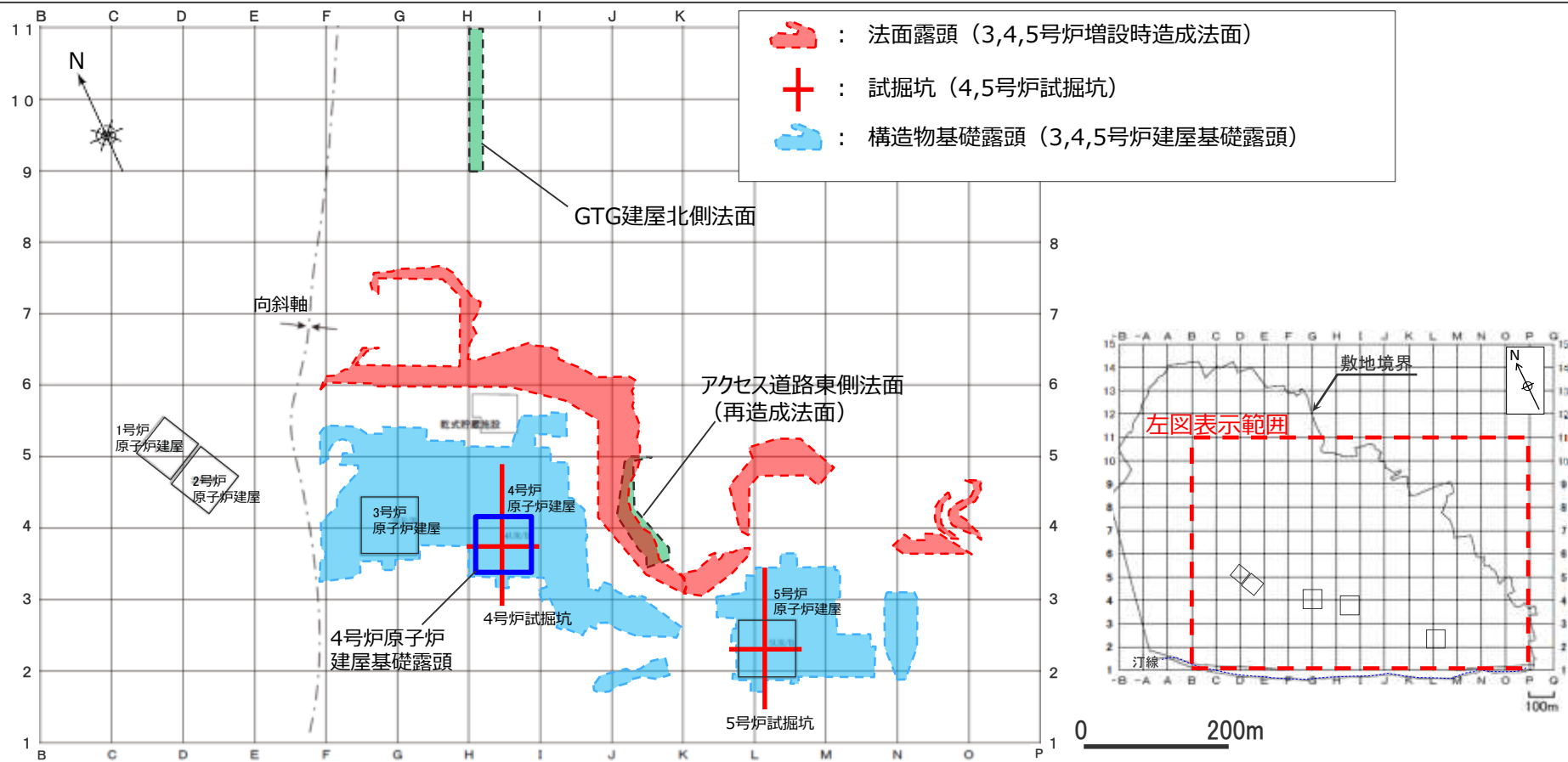
- 露頭調査により確認された断層は、層理との関係、運動センス、走向により、以下の通りEW系正断層、EW系逆断層、NS系逆断層、及びflexural-slip faultに分類した。なお、次節「(3)活動性評価の対象とする断層の選定」に関する検討には用いないが、正断層及び逆断層については断層面内に細粒物質が含まれる開離型断層と含まれないゆ着型断層が存在する。

【参考】第704回審査会合（従来）からの変更点
 (従来) ・ 正断層・逆断層をそれぞれゆ着型断層と開離型断層に分類したうえで、開離型断層をEW系正断層、NS系逆断層及びEW系逆断層と分類、呼称。
 ・ 稀に認められる南北走向の正断層を「認められない」と表記。
 (今回) ・ 正断層・逆断層をそれぞれEW系正断層、NS系逆断層及びEW系逆断層と分類、呼称。
 ・ 稀に認められる南北走向の正断層を「ほとんど認められない」と表記。



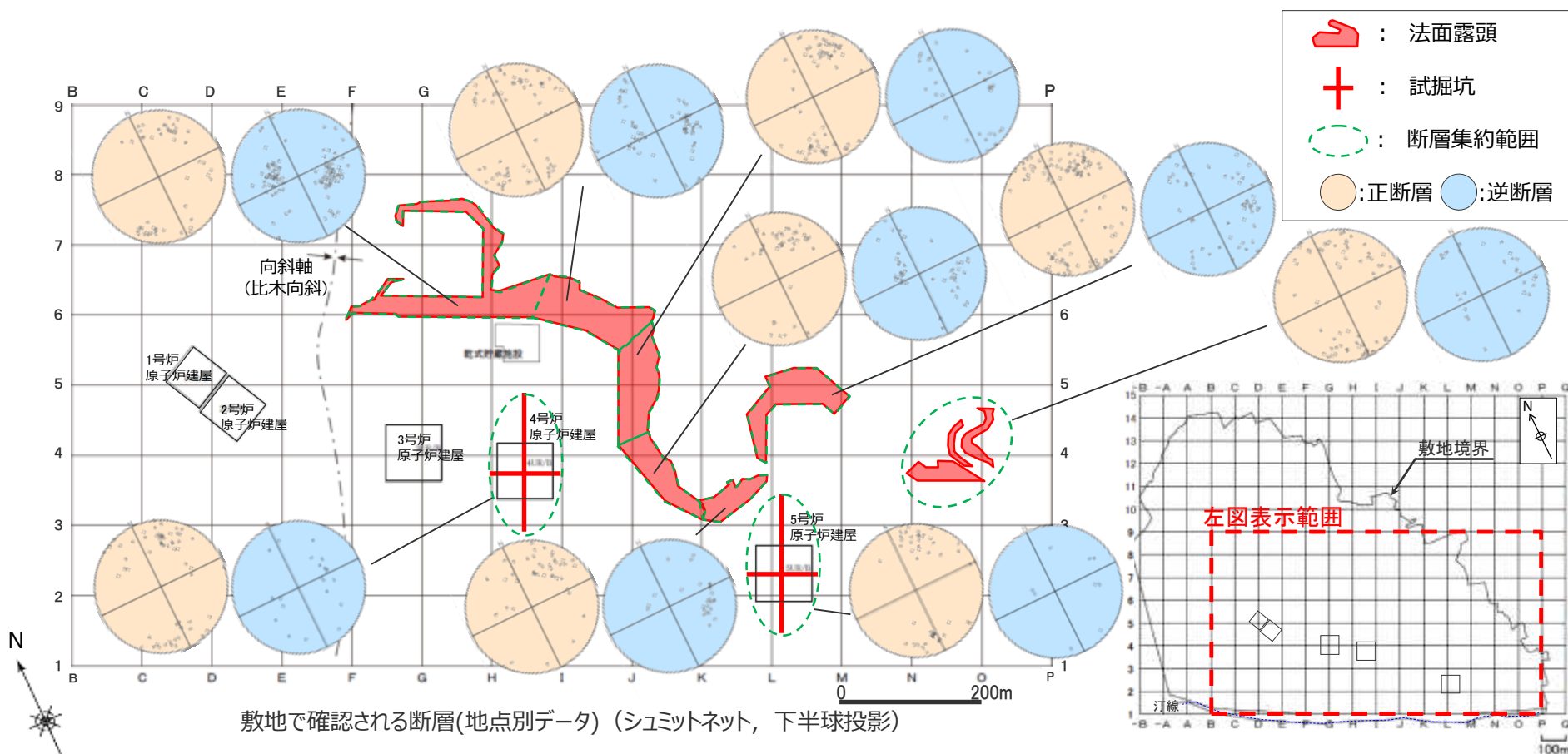
敷地の断層の調査（露頭調査）

- 敷地の断層について、各露頭において以下の調査を行った。
 - 敷地の断層及びその分布を確認するため、法面・試掘坑（3,4,5号炉増設時造成法面・4,5号炉試掘坑）において調査を実施し、確認された断層をセンス・走向傾斜から分類した。
 - これらの断層の規模を把握するため、法面・試掘坑において各断層グループの断層の持つ落差について整理した。また、構造物基礎露頭（4号原子炉建屋基礎露頭）において各断層グループの断層の全長について整理するとともに、より広域な露頭（3,4,5号炉建屋基礎露頭）において連続性の良い断層の分布を確認した。
 - また、4号炉増設時法面を再造成したアクセス道路東側法面及びGTG建屋※北側法面においては、flexural-slip faultの分布の確認を行った。
- ※GTG建屋・・・緊急時ガスタービン発電機建屋



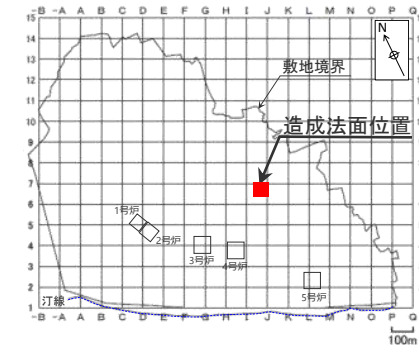
敷地の断層の分布（法面・試掘坑調査結果）

- ・ 法面・試掘坑により敷地内の広範囲の露頭を調査したところ、正断層及び逆断層が確認された。
- ・ いずれの露頭においても、確認される断層の走向傾斜は、同様の傾向を示し、主に東西走向の高角正断層及び南北走向の低角逆断層及び東西走向の高角逆断層が分布する。
- ・ このうち、正断層及び逆断層のうち南北走向の断層の走向傾斜は、敷地近傍に見られる断層についての知見（鈴木（1972））に概ね一致する。
- ・ 今回調査した範囲において、横ずれセンスの卓越する断層は確認されなかった。



敷地の断層の観察例

- 敷地に見られる逆断層及び正断層の観察例として、敷地内における造成法面の露頭観察結果を示す。
- 敷地に見られる断層のセンスは、断層を挟んだ凝灰岩層または特徴的な砂岩層のずれにより判別できる。
- 正断層は、レンズ状砂岩や、周辺砂岩・凝灰岩の引きずりを伴うことがあり、これら変形構造からもセンスが判別できる。
- いずれのセンスの断層も、断層面に細粒物質を伴わない断層（ゆ着型断層）と、細粒物質を伴う断層（開離型断層）が確認される。



造成法面全体図



緑枠部拡大



緑枠部拡大

細粒物質



正断層

緑枠部拡大

ゆ着型断層・開離型断層の分類について

- 断層面の密着性による断層の分類について、大塚(1948)、井尻ほか(1955)、垣見(1965)は、断層面がゆ着し、容易に面を出せないような断層を「ゆ着断層」や「面なし断層」として示している。また、衣笠ほか(1969)、小断層解析グループ(1973)、照井ほか(1993)は、断層の観察の際、断層面そのものを掘り出せる断層（開離型）であるか、断層の両盤間の物質が周囲の岩石と同程度に固結した断層（ゆ着型）であるかにより分類し、地学団体研究会(1996)は、両盤の断層が密着していない断層を「開いた断層」、両盤が密着し、固結した断層を「閉じた断層」としている。（次頁参照。）
- これらの知見を踏まえ、当社は、断層面に軟質な細粒物質を含み断層面が容易に分離する断層を「開離型断層」、断層面に軟質な細粒物質を含まず断層面を挟んだ両盤が密着している断層を「ゆ着型断層」とした。
- ゆ着型断層及び開離型断層に対してそれぞれ実施した針貫入試験によると、ゆ着型断層と開離型断層の貫入勾配には大きな差異が見られ、両者は明確に区分される。（次々頁参照。）
- なお、それぞれの断層の形成時期について、地層がまだ十分に固化しないうちにゆ着型の断層が生じ、その後岩質や封圧条件が変化してから開離型の断層ができた可能性がある、との知見がある。（例えば、小断層解析グループ(1973)。）

開離型断層の例




ゆ着型断層の例



※ゆ着型断層は、断層面露出後の風化等の影響により、断層面が軟質化し、開離型断層と同様な性状を呈する場合があるため、断層面露出直後の性状により判断している。

(参考) ゆ着型断層・開離型断層の分類に関する知見※

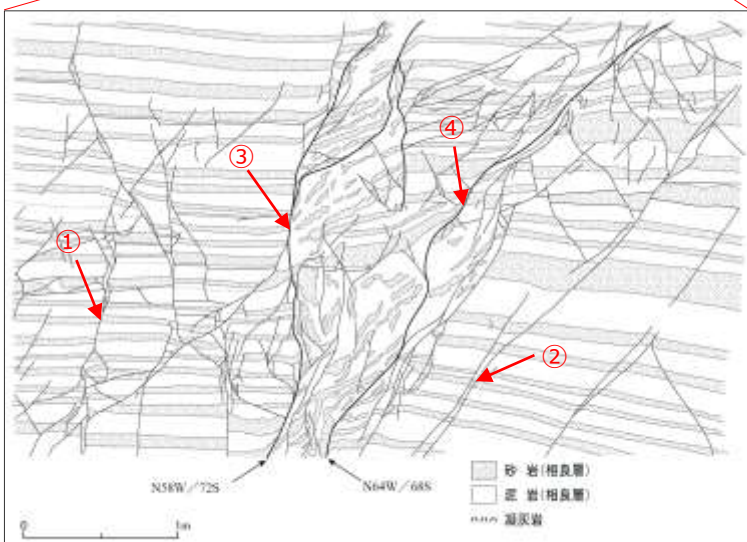
※ 知見の詳細は、第704回審査会合資料1-2 補足説明資料参照。  中部電力

断層面の密着性により断層を分類した研究は以下のようなものがある。

- 大塚(1948)は、断層を活断層、休断層、ゆ着断層の3つに分類し、ゆ着断層を、地質時代に生じてその両側の地塊がそれ以降全く動かさずゆ着してしまったもの、としている。
- 井尻ほか(1955)は、断層面をはがしてみることができず、断層の上盤と下盤とは、幅が1mm程度の暗色の泥岩のような物質によって癒着している断層を観察し、このような、断層面が失われる傾向にある断層を“面なし断層”と呼んでいる。また、面なし断層は、地層がまだ十分に固化しないうちに生じ、断層の両盤が融着し、断層面が不鮮明になったものと推察している。
- 垣見(1965)は、断層面の性質に着目した断層の分類について説き、断層のなかには、断層面がくっついていて、ハンマーでも面を出せないようなものもあり、面なし断層と呼ばれているとしている。この面なし断層は、断層間物質が両側の盤の性質とほとんど同じなので、地層が固結するときに、断層間物質も一緒に固結したと考えられるとしている。
- 衣笠ほか(1969)は、断層を、その性質において、断層面そのものを掘り出せる断層（開離型）であるか断層の両盤の間の物質が周囲の岩石と同程度に固結した断層（ゆ着型）であるかに着目し、分類している。
- 小断層解析グループ(1973)は、ハンマーで容易にたたき出せる程度に開離（open）している断層や、断層がゆ着（closed）して白色のスジ状を呈する断層等に区分し、最初にゆ着型の断層が生じ、その後岩質や封圧条件が変化してから開離型の断層ができた可能性があるとしている。
- 照井ほか(1993)は、断層性状の観察において、ハンマーなどで直接断層面を掘出し観察することが可能な断層について、開離型の用語を用いている。
- 地学団体研究会(1996)は、両盤の断層が密着していない断層を「開いた断層」、両盤が密着し、固結した断層を「閉じた断層」としている。

(参考) ゆ着型断層・開離型断層の針貫入試験結果

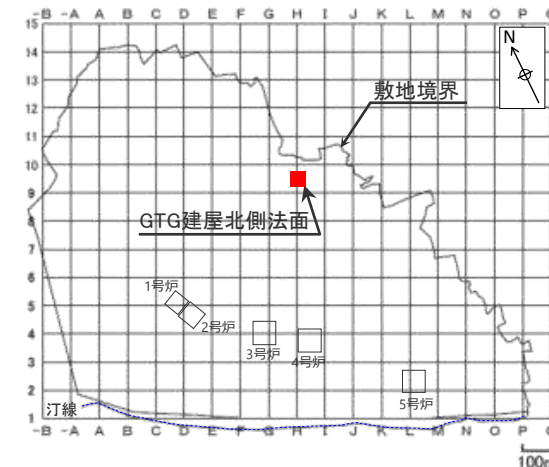
- 敷地内のGTG建屋北側法面において、ゆ着型断層と開離型断層の針貫入試験を実施し、貫入勾配（貫入荷重(N)／針の貫入長さ(mm)）を指標として、硬さの定量的な評価を行った。
- ゆ着型断層と開離型断層の貫入勾配には大きな差異が見られ、両者は明確に区分される。



(Aの範囲のスケッチ)



(Bの範囲のスケッチ)



地点	対象断層	貫入勾配※ (N/mm)
①	ゆ着型断層	6.17
②	ゆ着型断層	4.57
③	開離型断層 (H-6断層上盤)	0.20
④	開離型断層 (H-6断層下盤)	0.27
⑤	開離型断層	0.23

※ 各測定点において5回測定し、最大値と最小値を除外した平均値を記載。

<針貫入試験実施地点 (①~⑤) >

確認される断層 (法面・試掘坑調査結果)

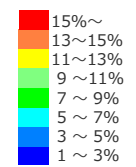
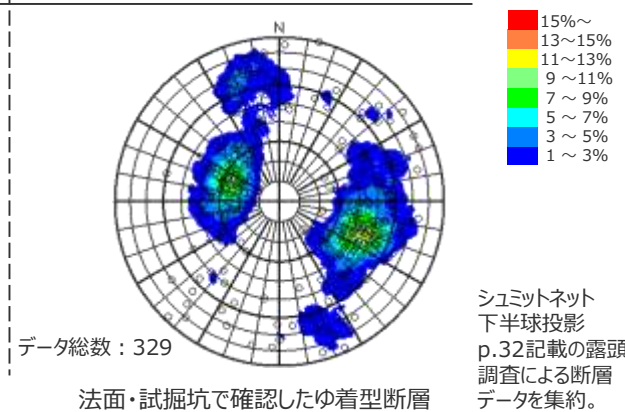
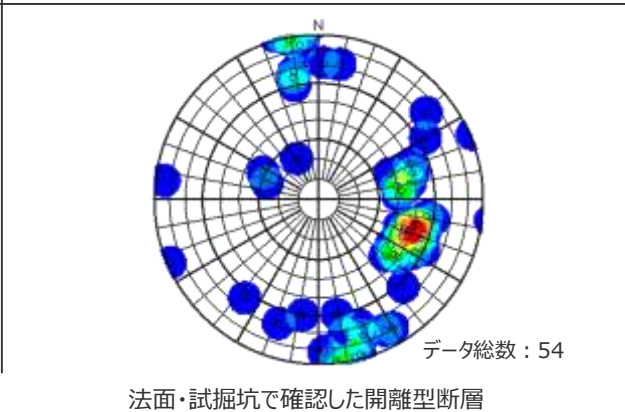
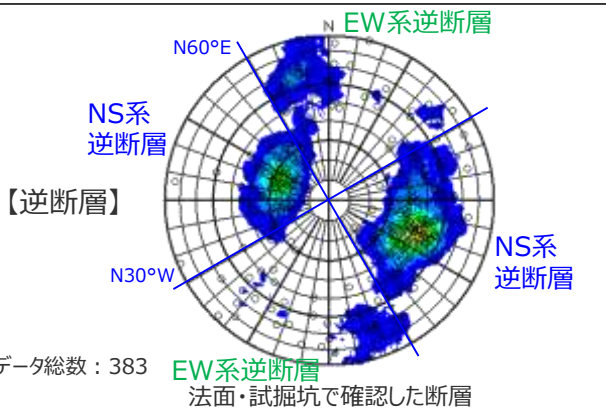
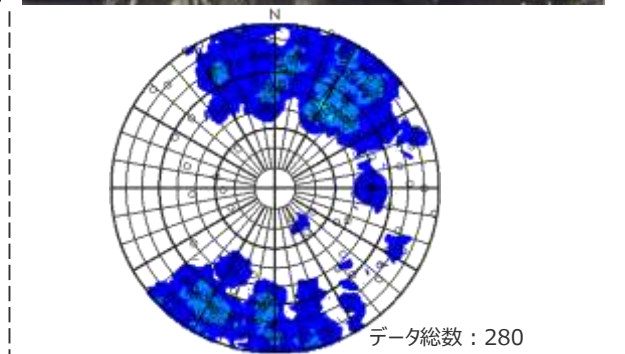
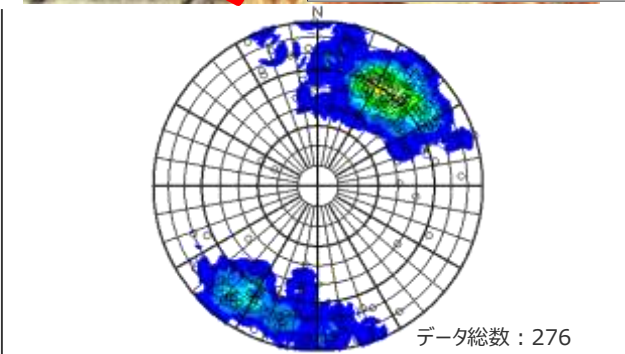
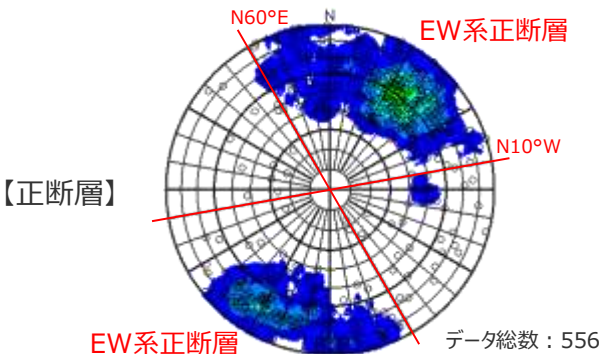
- 露頭調査の結果、主に東西走向の高角正断層、南北走向の低角逆断層及び東西走向の高角逆断層が確認され、南北走向の正断層はほとんど確認されない。
- 確認された正断層及び逆断層は、いずれも断層面に厚さ数mm程度の細粒物質を伴う断層(開離型断層)と、断層面に細粒物質を伴わない断層(ゆ着型断層)に分類される。
- ここで、走向がN60°E~EW~N10°Wの正断層をEW系正断層、走向がN60°E~NS~N30°Wの逆断層をNS系逆断層、それ以外の逆断層をEW系逆走向逆断層とした。



開離型断層の例(4号炉試掘坑)
正断層N43°W/62°SW



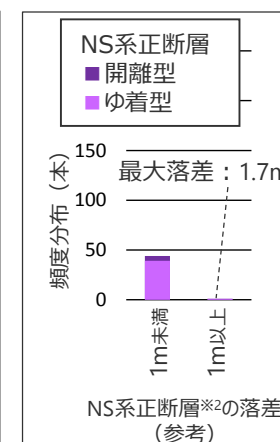
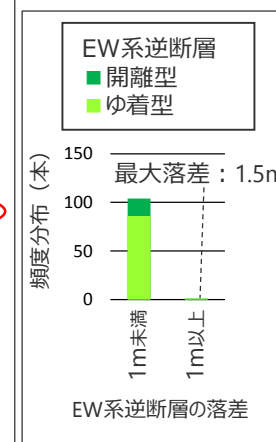
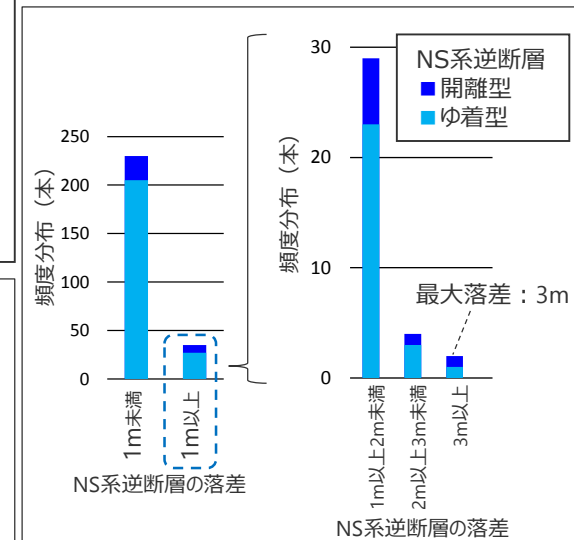
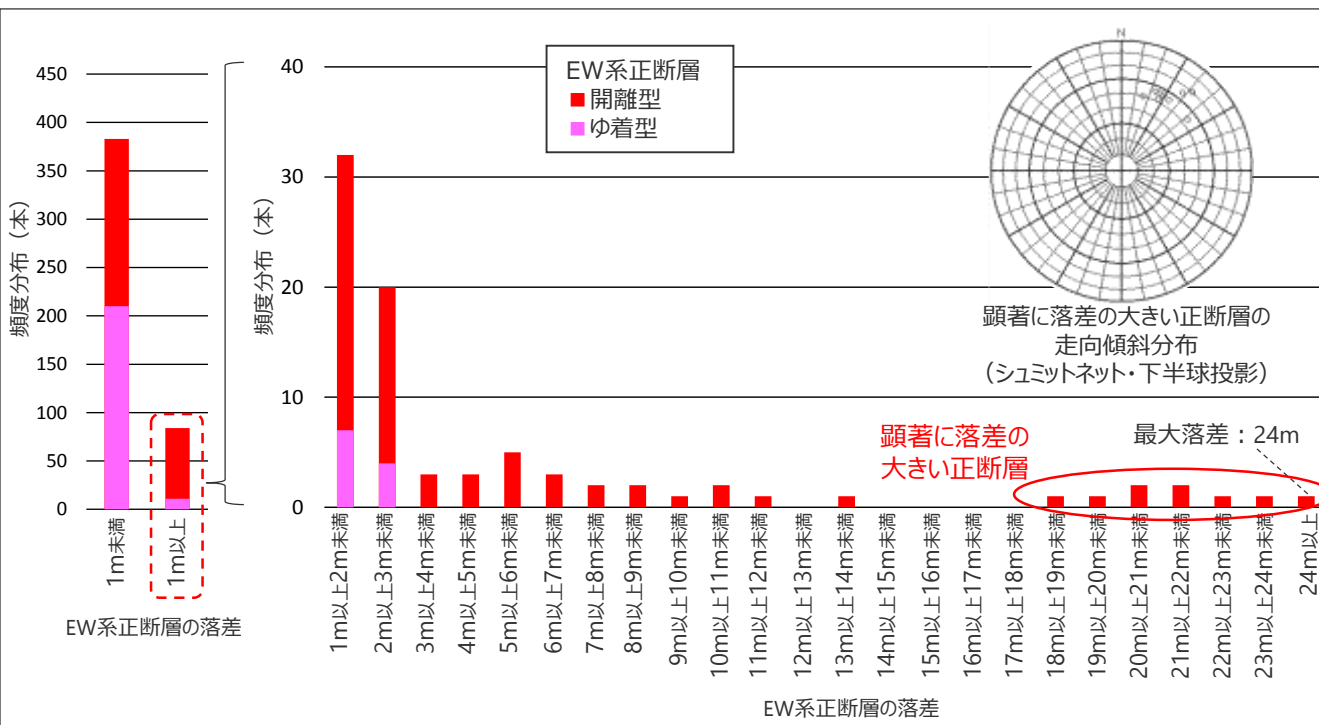
ゆ着型断層の例(4号炉試掘坑)
逆断層N4°E/35°E



シュミットネット
下半球投影
p.32記載の露頭
調査による断層
データを集約。

断層の落差 (法面・試掘坑調査結果)

- 敷地の断層の規模を把握するため、露頭調査 (法面・試掘坑) で確認された断層 (p.37における集約結果) について、断層落差※1により整理した。
- いずれの断層グループにおいても、大半の断層の落差は1m未満と小さい。
- EW系正断層には、落差1m以上の断層が低い頻度で見られ、顕著に落差の大きい断層 (いずれも南傾斜) が数本確認される。EW系正断層の最大落差は24mである。
- 逆断層については、NS系逆断層、EW系逆断層ともに落差1m以上の断層が低い頻度で見られる。NS系逆断層の最大落差は3m、EW系逆断層の最大落差は1.5mであり、正断層のように、顕著に落差の大きい断層は確認されない。
- 確認される断層の数に着目すると、EW系正断層が最も多く、次いでNS系逆断層、EW系逆断層の順である。



※1 一部の落差が小さい断層を除き、落差は層間落差により整理した。

※2 稀に認められるEW系正断層 (走向: N60°E~EW~N10°W) 以外の正断層 (南北走向の正断層) をNS系正断層として参考情報として示す。

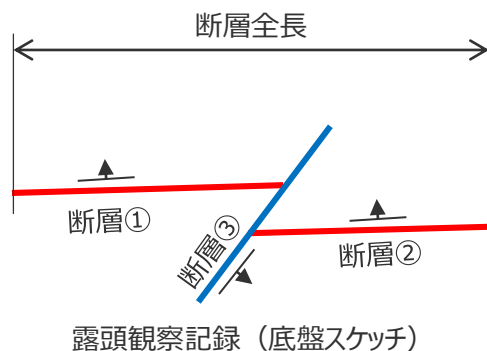
断層の全長（構造物基礎露頭調査）

- 敷地の断層の規模を把握するため、構造物基礎露頭（4号原子炉建屋基礎）で確認された断層について、断層の全長をその断層の落差との関係と併せて整理した。
- 検討対象とする断層は、露頭観察記録（1/100スケッチ）に記載された傾斜方向と鍵層（凝灰岩層または砂岩層）の変位方向によって断層の変位センスが確認できる断層とした。なお、傾斜の記載がない、または鍵層を横断をしていない断層は小規模な断層の中でも特に小規模であると判断し、検討対象から除外した。

構造物基礎露頭（4号原子炉建屋基礎）における断層の全長及び落差の考え方

【断層の全長】

- 観察範囲（4号炉原子炉建屋基礎露頭）における、水平面上の断層長さをその断層の全長とした。
- 他の断層に切られると判断される断層については、切られる前の断層の長さも合算して断層の全長とした。

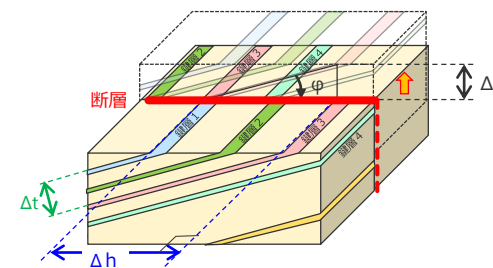


断層①と②の走向・傾斜、落差、変位センス及び断層③の変位によるスケッチ上の見かけの水平変位量を踏まえ、断層①と②が同一の断層（断層③に切られる断層）と判断される場合には、断層①と②の断層長さを合算して断層の全長とする。

【断層の落差】

- 断層を挟んで隣り合う異なる地層間の層厚（層間落差）または同一地層の見かけの水平変位量と地層の傾斜角※から算出した鉛直変位量を落差とした。

※4号炉原子炉建屋基礎付近の地層の傾斜角：15°N



- 断層を挟んで隣り合う異なる地層間の層厚（層間落差）： Δt
- 同一地層の見かけの水平変位量と地層の傾斜角から算出した鉛直変位量： Δz

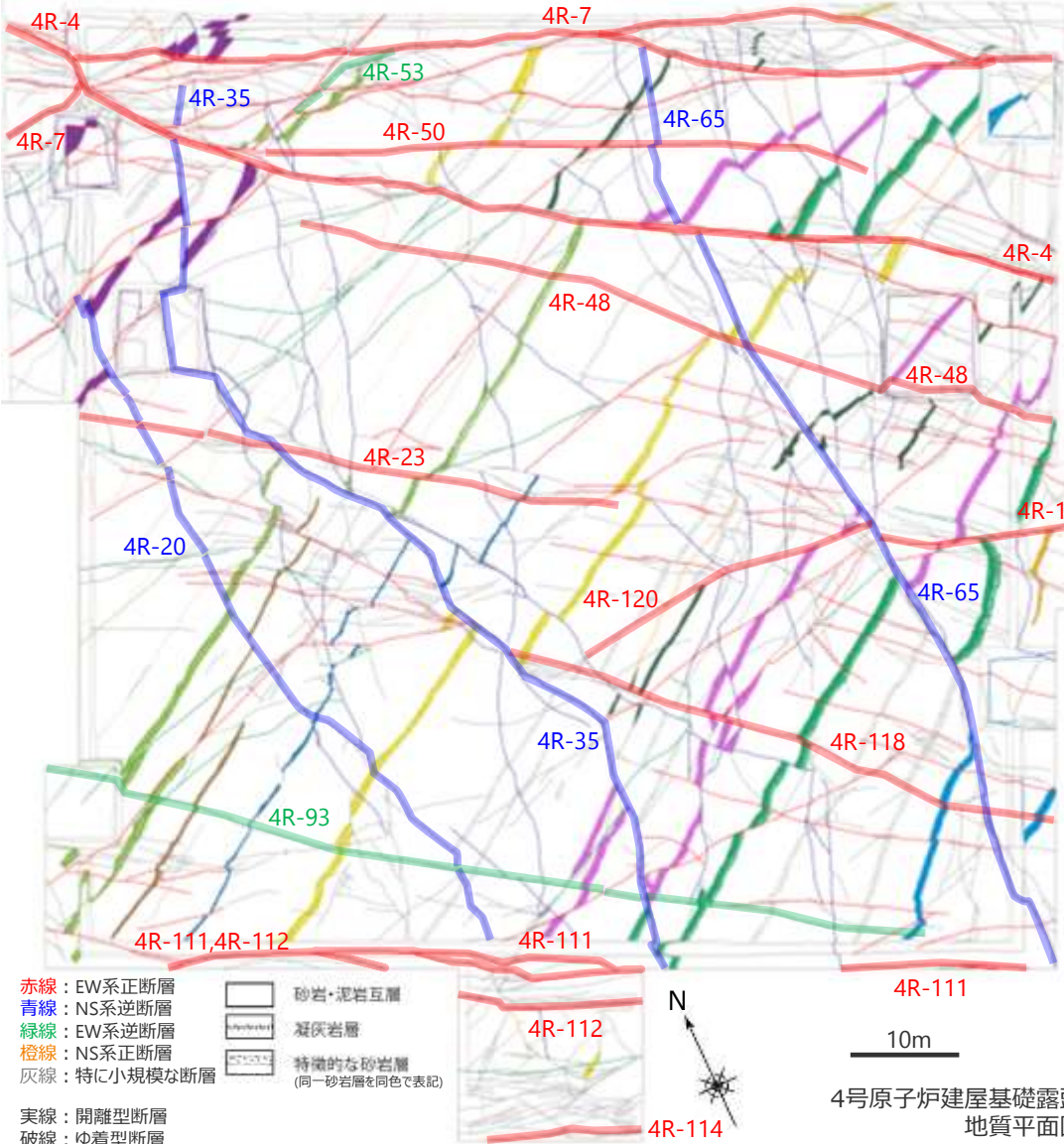
$$\left[\begin{array}{l} \Delta z = \Delta h \tan \phi \\ \phi : \text{地層（相良層）の傾斜角（15°）} \\ \Delta h : \text{同一地層（鍵層）の水平変位量} \end{array} \right]$$

【補足】

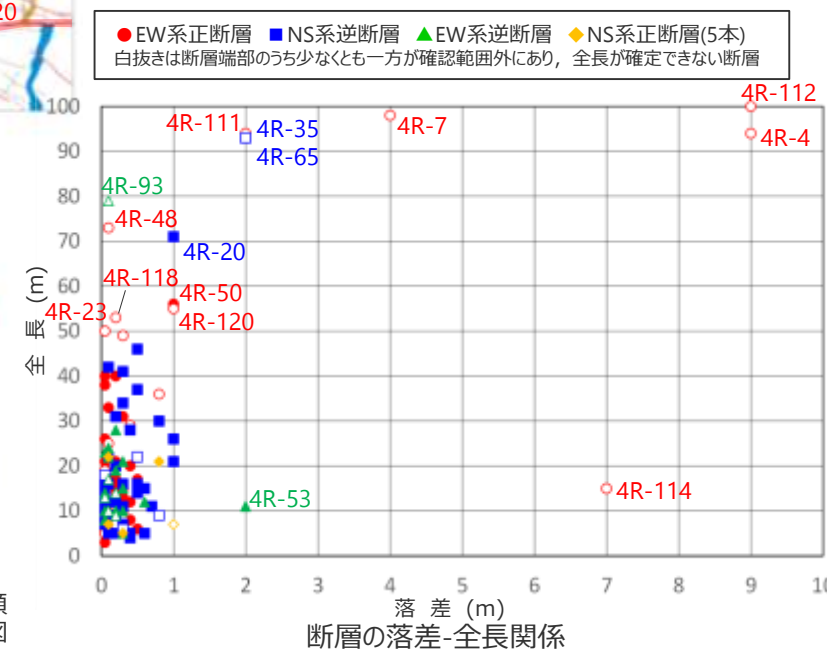
4号炉原子炉建屋基礎付近の地層の傾斜角を踏まえれば、層間落差（ Δt ）と鉛直変位量（ Δz ）の理論的な誤差は、3%程度である。（ $\Delta t = \Delta z \cos 15^\circ$ ）

断層の全長

(構造物基礎露頭調査結果 4号原子炉建屋基礎露頭)

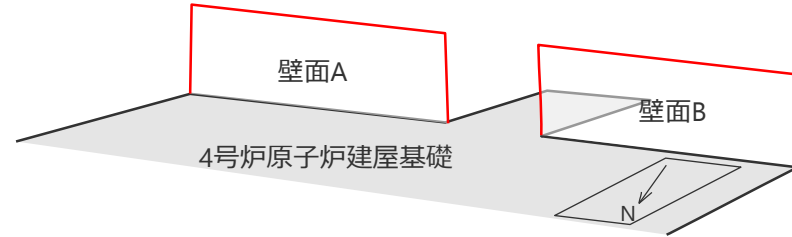
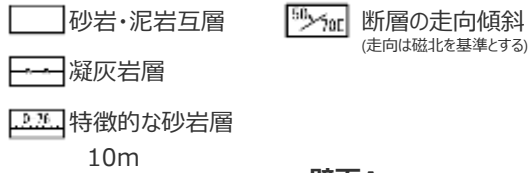


- 4号原子炉建屋基礎露頭において、各断層グループの断層の全長について整理した。
- いずれの断層グループにおいても、大半の断層は全長50m以下と短く、これらのうちほとんどの断層の落差は概ね1m以下と小さい。
- EW系正断層には、全長100m近い比較的長い断層が数本見られ(4R-4,7,111,112断層)、これらの断層の落差は比較的大きい。さらに、これらの断層の一部(4R-4,111,112断層)は変位を受けずに露頭範囲を越えて連続する。
- NS系逆断層には、全長70~90m程度の比較的長い断層が数本見られ(4R-20,35,65断層)、これらの断層の落差は比較的大きいが、露頭範囲において他の断層で連続性が途切れている。
- EW系逆断層は、大半の断層は50m以下と短く、80mを越える断層も見られる(4R-93断層)が、他の断層で連続性が途切れている。
- 確認される断層の数に着目すると、EW系正断層が最も多く(79本)、次いでNS系逆断層(43本)、EW系逆断層(24本)の順である。



(参考) 4号炉原子炉建屋南側の壁面状況

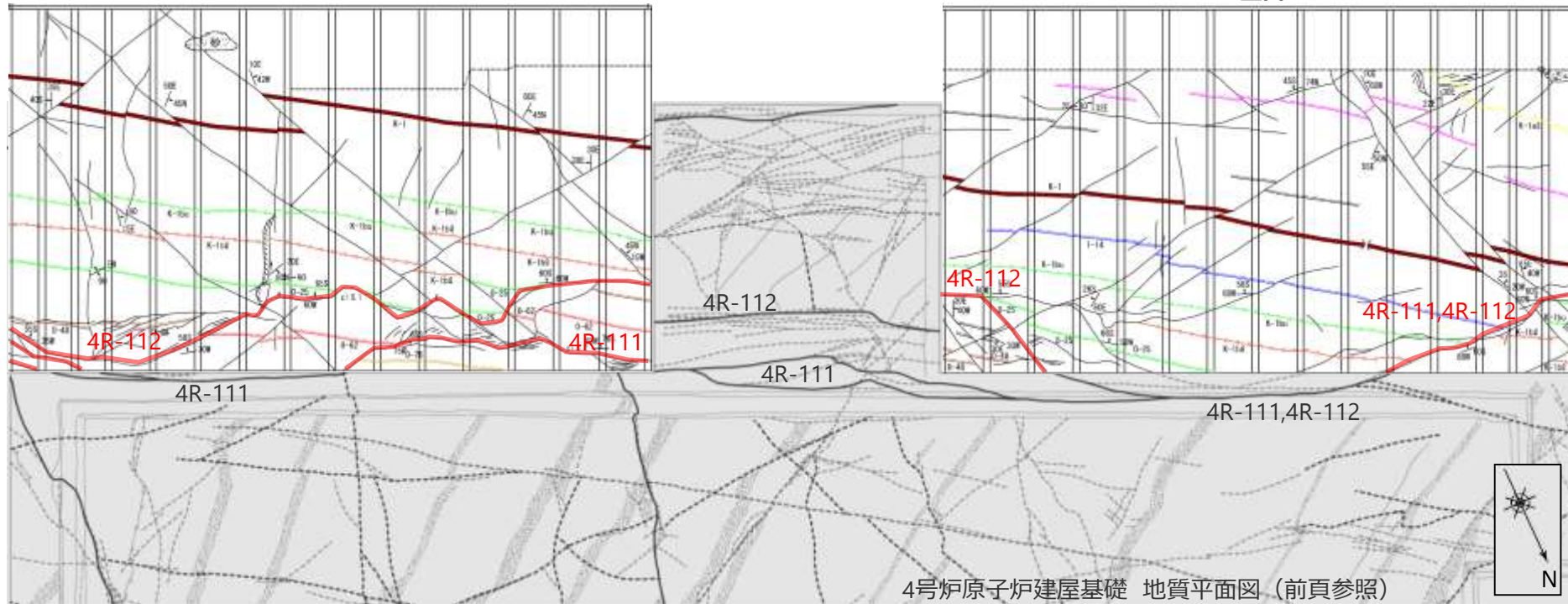
• 4号原子炉建屋南側壁面では4R-111,4R-112断層が分岐（併合）しながら、変位を受けずに露頭範囲を越えて連続する。



4号原子炉建屋基礎露頭（前頁）との位置関係

壁面A

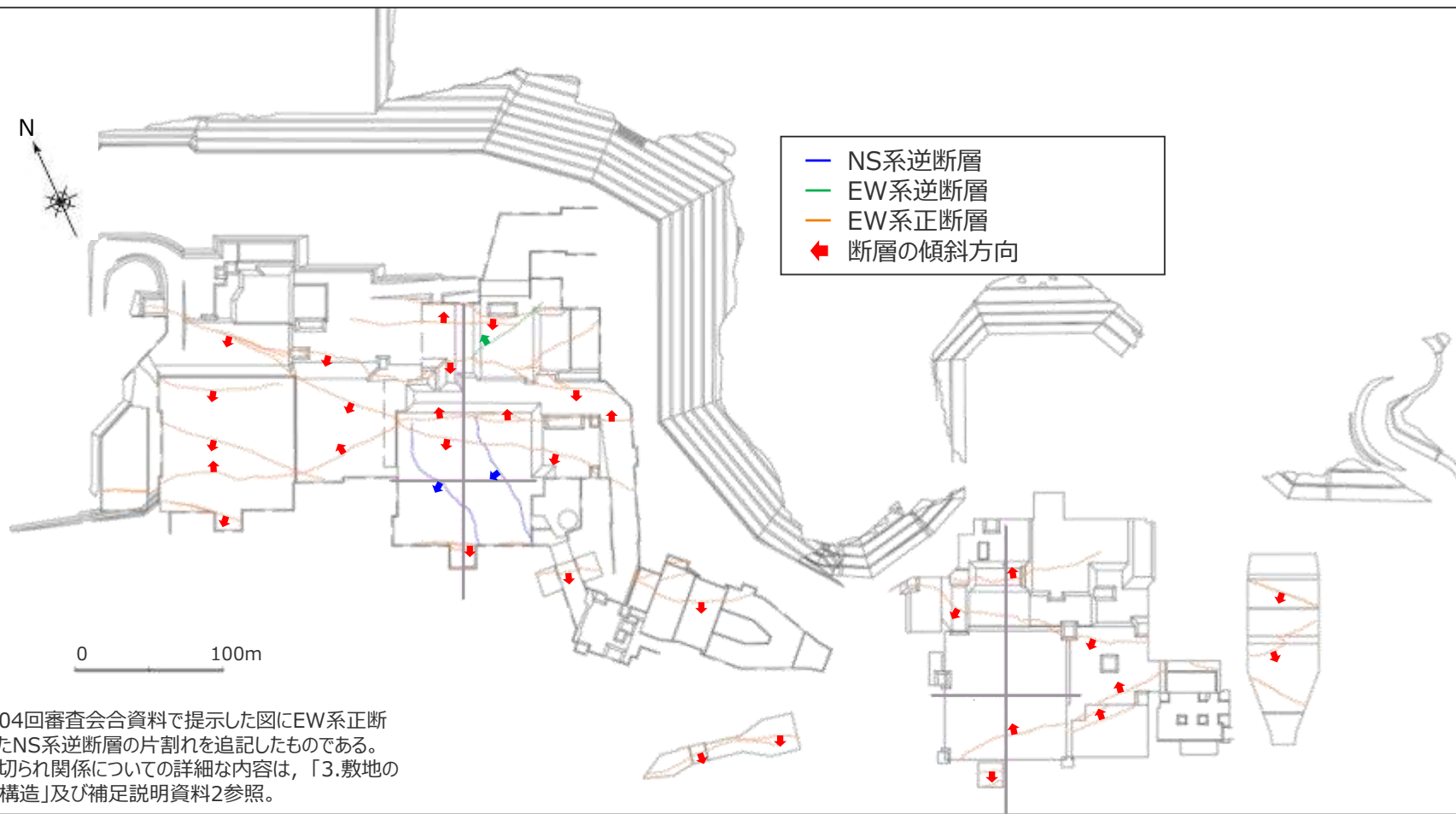
壁面B



断層の連続性

(構造物基礎露頭調査結果 3,4,5号炉建屋基礎露頭)

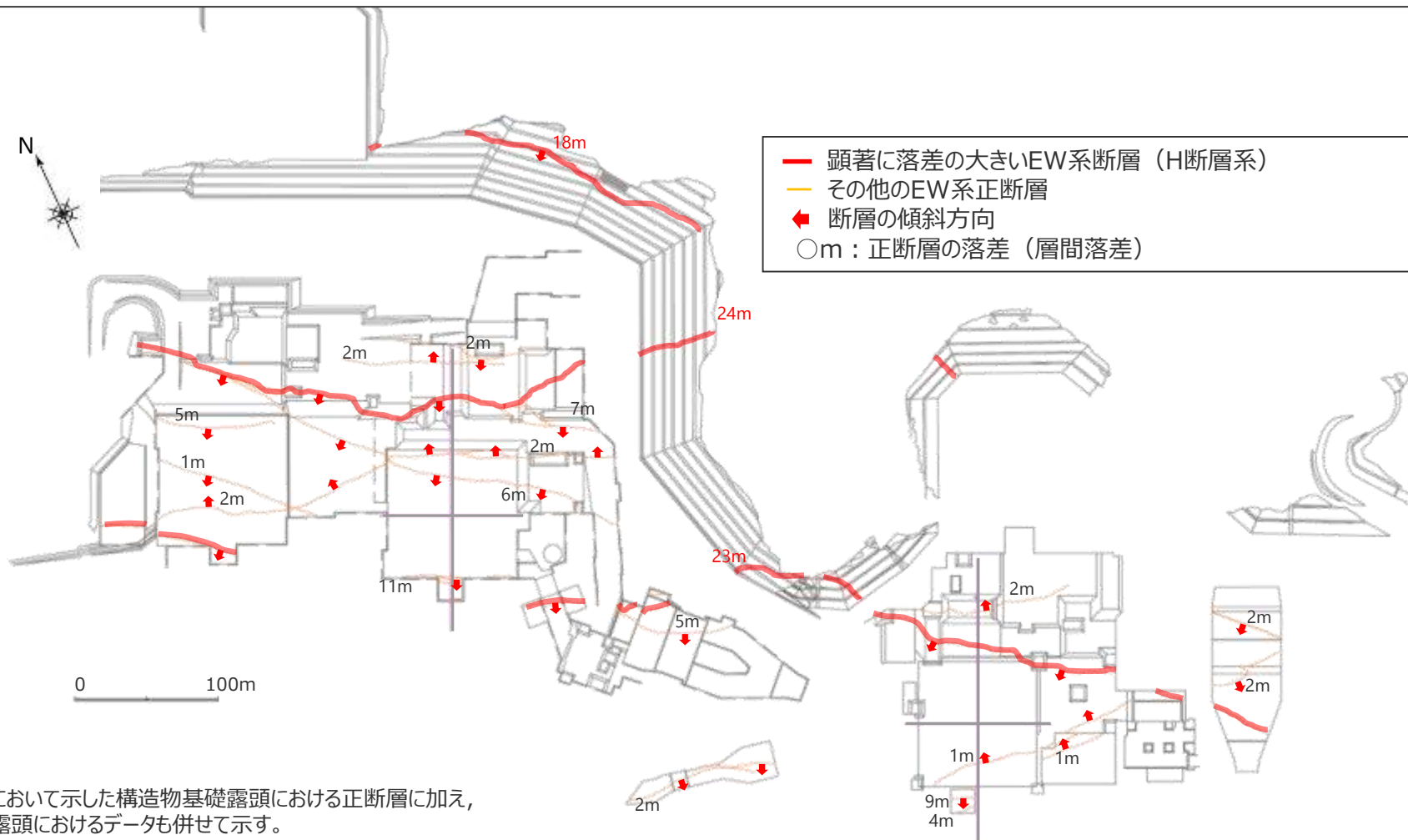
- 4号炉原子炉建屋基礎露頭においては、変位を受けずに露頭範囲を越えて連続する断層（いずれもEW系正断層）も確認されることから、検討範囲を拡大し、3,4,5号炉建屋基礎露頭において、構造物幅（80m程度）を越えて変位を受けずに連続する断層を示す。
- NS系逆断層、EW系逆断層は4号炉原子炉建屋内で見られたように、長い断層でも他の断層（EW系正断層）により連続性が途切れるのに対し、EW系正断層は、NS系逆断層、EW系逆断層に比べ連続性が良く、分岐（併合）を伴いながら、東西方向に数百mにわたって連続するものもある。



断層の連続性

(構造物基礎露頭調査結果 3,4,5号炉建屋基礎露頭)

- 3,4,5号炉建屋基礎露頭において、構造物幅（80m程度）を越えて変位を受けずに連続するEW系正断層について、その落差に着目すると、いずれの断層の落差も1m以上と比較的大きく、落差が大きい断層ほど連続性が良い傾向にあり、顕著に落差の大きいEW系正断層（落差概ね15m以上）が、一定の間隔を持って平行に分布する。



前頁において示した構造物基礎露頭における正断層に加え、
法面露頭におけるデータも併せて示す。

敷地の断層（正断層・逆断層）の特徴

法面・試掘坑及び構造物基礎露頭において、確認した敷地の断層（正断層・逆断層）の特徴は以下の通り。

（断層の分布・分類）

- いずれの露頭においても、確認される断層の走向傾斜は、同様の傾向を示し、主に東西走向の高角正断層及び南北走向の低角逆断層及び東西走向の高角逆断層が分布する。（走向がN60°E～EW～N10°Wの正断層をEW系正断層、走向がN60°E～NS～N30°Wの逆断層をNS系逆断層、それ以外の逆断層をEW系逆走向逆断層と分類、呼称。）
- いずれの断層も断層面内に厚さ数mm程度の細粒物質を伴う断層（開離型断層）と、断層面内に細粒物質を伴わない断層（ゆ着型断層）に分類される。

（断層の数、落差、全長、連続性）

断層グループ	断層の数の相対関係	断層の落差	断層の全長、連続性
EW系正断層	多 (79本)	<ul style="list-style-type: none"> • 大半の断層は落差1m未満。 • 落差1m以上の断層が低頻度で見られ、顕著に落差の大きい断層（いずれも南傾斜）が数本確認される。 • 最大落差は24m。 	<ul style="list-style-type: none"> • 大半の断層は全長50m未満。 • 数百m変位を受けずに連続するものもあり、これらの断層の落差は、いずれも1m以上と比較的大きい。 • 落差が大きい断層ほど連続性が良い傾向にあり、顕著に落差の大きい断層が、一定の間隔を持って平行に分布する。
NS系逆断層	中 (43本)	<ul style="list-style-type: none"> • 大半の断層は落差1m未満。 • 落差1m以上の断層が低頻度で見られる。 • 最大落差は3m。 	<ul style="list-style-type: none"> • 大半の断層は全長50m未満。 • 長い断層でも他の断層（EW系正断層）により連続性が途切れる。
EW系逆断層	少 (24本)	<ul style="list-style-type: none"> • 大半の断層は落差1m未満。 • 落差1m以上の断層が低頻度で見られる。 • 最大落差は1.5m。 	<ul style="list-style-type: none"> • 大半の断層は全長50m未満。 • 長い断層でも他の断層（EW系正断層）により連続性が途切れる。

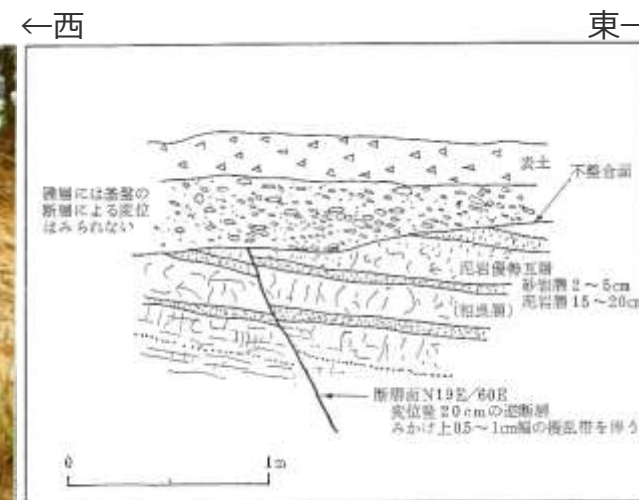
※（）内は4号炉原子炉建屋基礎露頭内で見られる断層の本数。

(参考) 敷地近傍の小断層の例

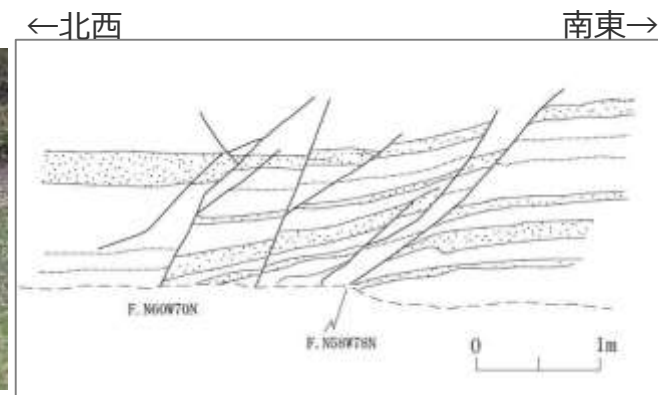
敷地近傍においても、敷地内の断層と同様な、南北走向の逆断層(Loc.A)、東西走向の正断層(Loc.B)が認められる。(いずれも断層面内に細粒物質を伴わない、ゆ着型断層。)



Loc.A

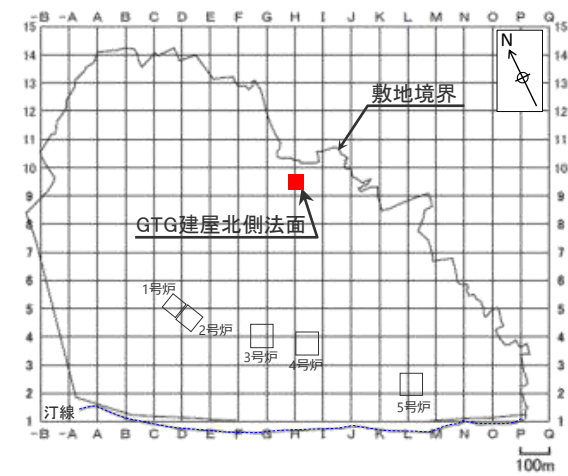


Loc.B



flexural-slip fault の観察例①

- GTG建屋北側法面において、層面すべりの知見等に基づき層理面を観察したところ、層理沿いに黒色の境界層が確認された。
- この黒色の境界層は固結しており、細粒物質は認められない。また、この黒色の境界層を詳細に観察すると、砂岩と泥岩とが混在したような性状が認められた。
- 露頭観察からは、この黒色の境界層の運動センスは確認できないが、本層は層理に平行であることから敷地の褶曲に伴う層面すべりである可能性が考えられるため、ここでは断層（flexural-slip fault）として扱う。



(右の写真①の拡大)

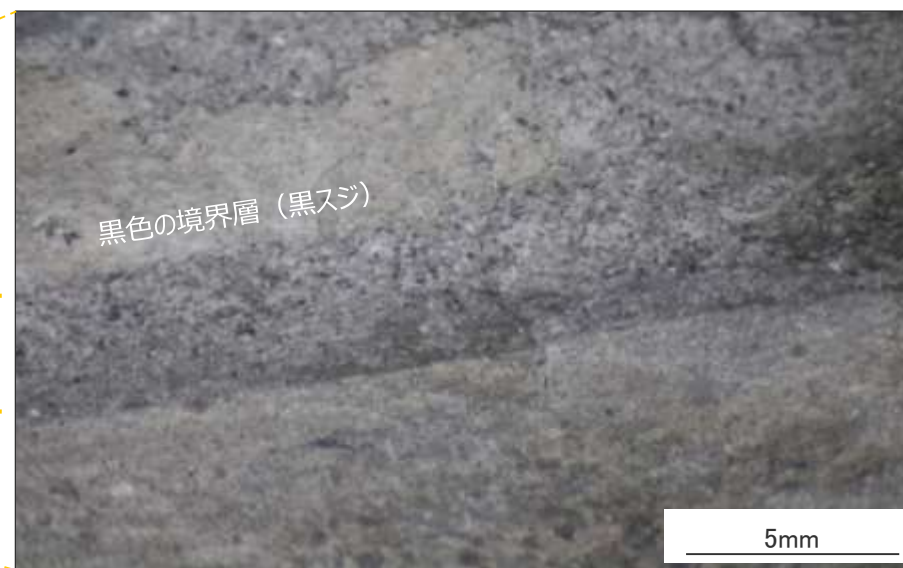
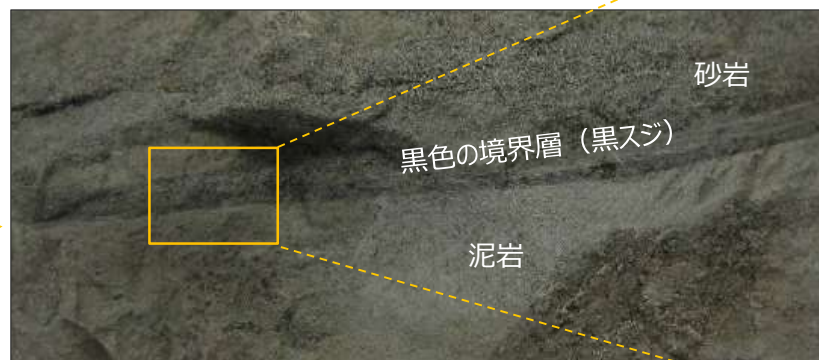
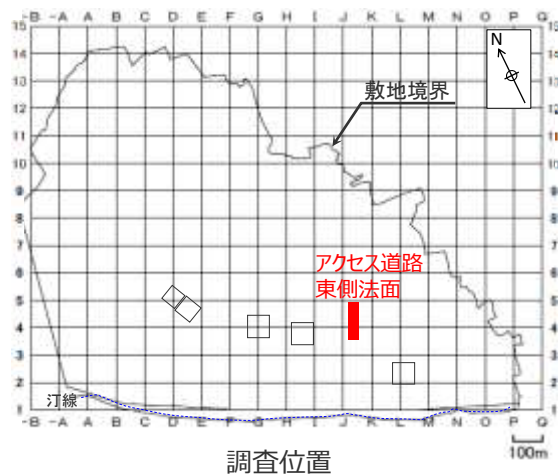


(右の写真②の拡大)



flexural-slip fault の観察例②

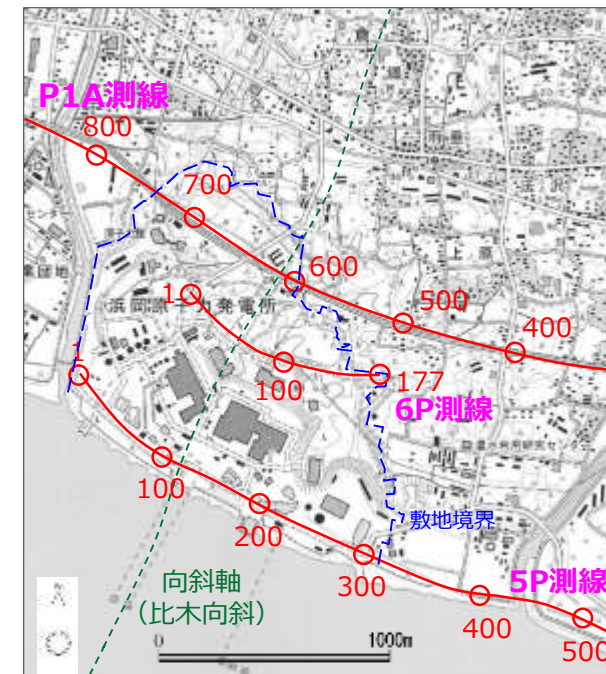
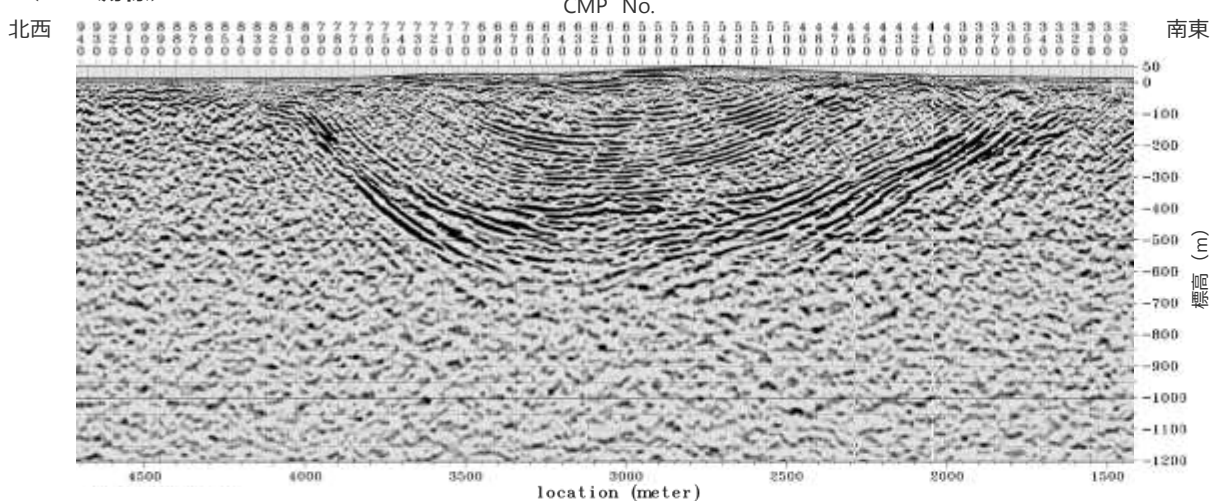
- アクセス道路東側法面において、層面すべりの知見等に基づき層理面を観察したところ、層理沿いに黒色の境界層が確認された。この黒色の境界層は固結しており、細粒物質は認められない。また、この黒色の境界層を詳細に観察すると、砂岩と泥岩とが混在したような性状が認められた。
- 露頭観察からは、この黒色の境界層のセンス（上盤側の運動方向）は確認できないが、本層は層理に平行であることから敷地の褶曲に伴う層面すべりである可能性が考えられるため、ここでは断層（flexural-slip fault）として扱う。



地下構造調査結果（陸域東西測線：反射法地震探査P1A,5P,6P測線）

- 地下構造調査（反射法地震探査：東西測線）の結果からは、敷地及び敷地近傍において、「敷地での存在が想定される断層」とした「A-17断層」（南北走向の逆断層）と同傾向で地下深部から連続し地表付近まで及んでいる断層は確認されず、それ以外にも地下深部から地表付近まで及ぶような変位の累積性を有する断層も確認されない。

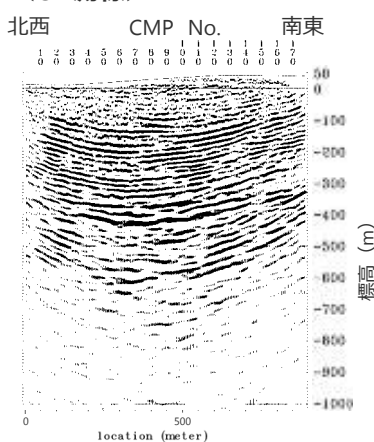
<P1A測線>



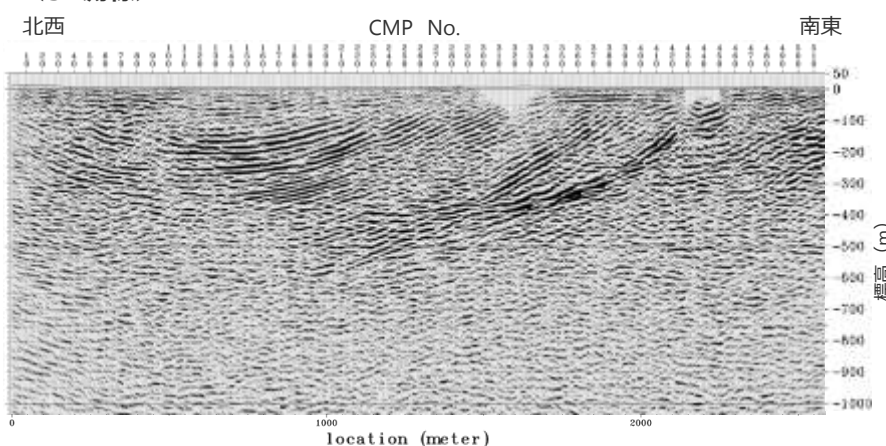
反射法地震探査測線位置図
(測線上の数字はCMP(共通中間点)番号を表わす。)

縦横比1:1で表示。

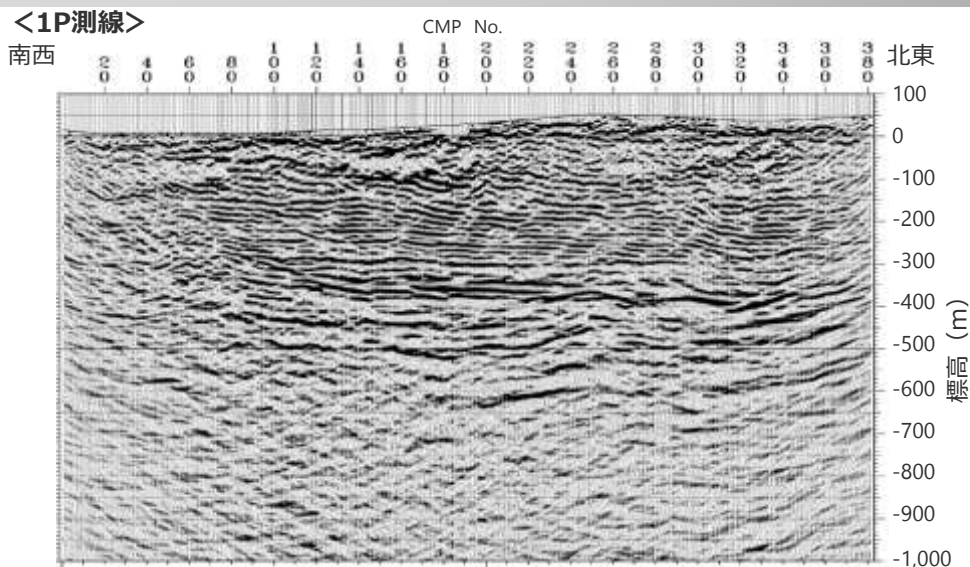
<6P測線>



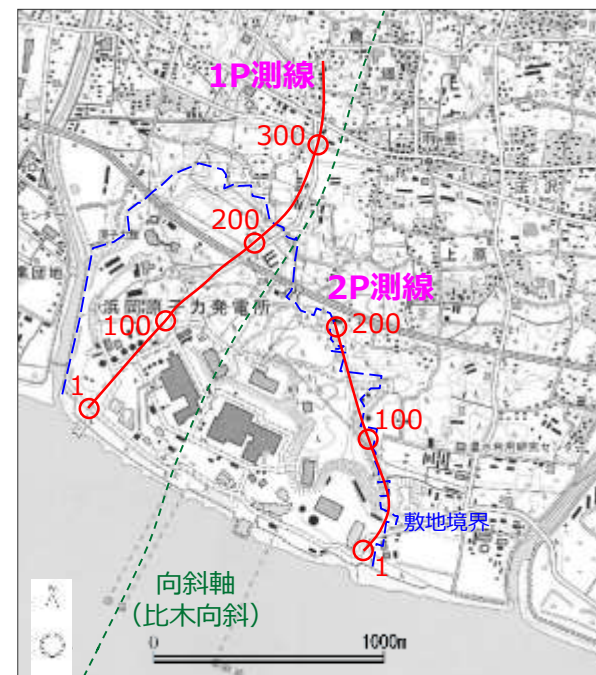
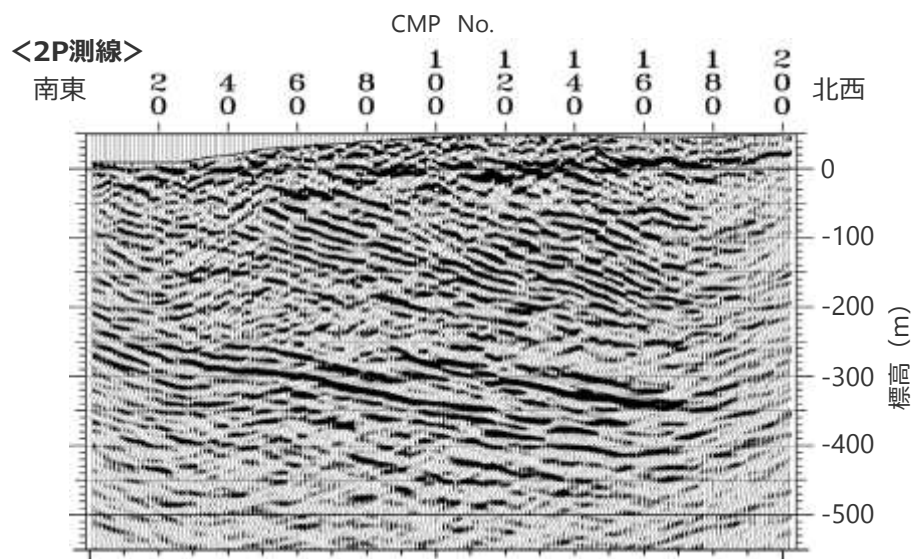
<5P測線>



地下構造調査結果（陸域南北測線：反射法地震探査1P,2P測線）



- 地下構造調査（反射法地震探査：南北測線）の結果からは、敷地及び敷地近傍において、地下深部から地表付近まで及ぶような変位の累積性を有する断層は確認されない。
- 敷地内から敷地の北側にかけての浅部において、南傾斜の明瞭な不連続面が規則的（ほぼ等間隔で平行）に認められ、複数の平行する南傾斜の断層群が想定される。これらの一部は後述するH断層であると考えられる。（H断層系の詳細は「4.H断層系の活動性評価」参照。）



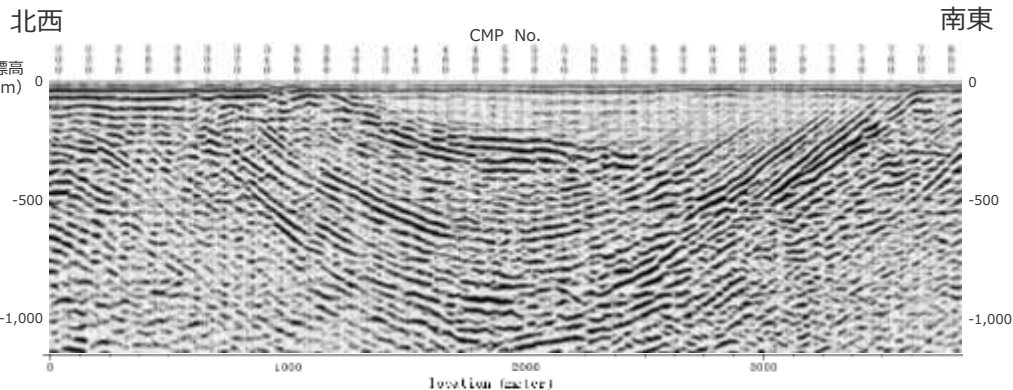
反射法地震探査測線位置図
(測線上の数字はCMP(共通中間点)番号を表わす。)

縦横比1:1で表示。

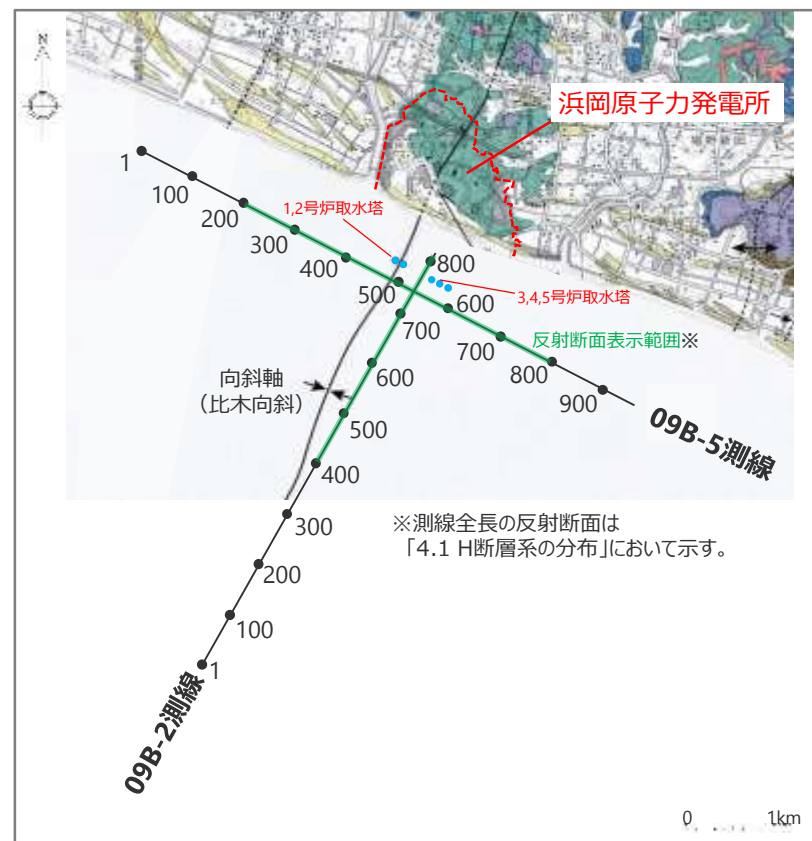
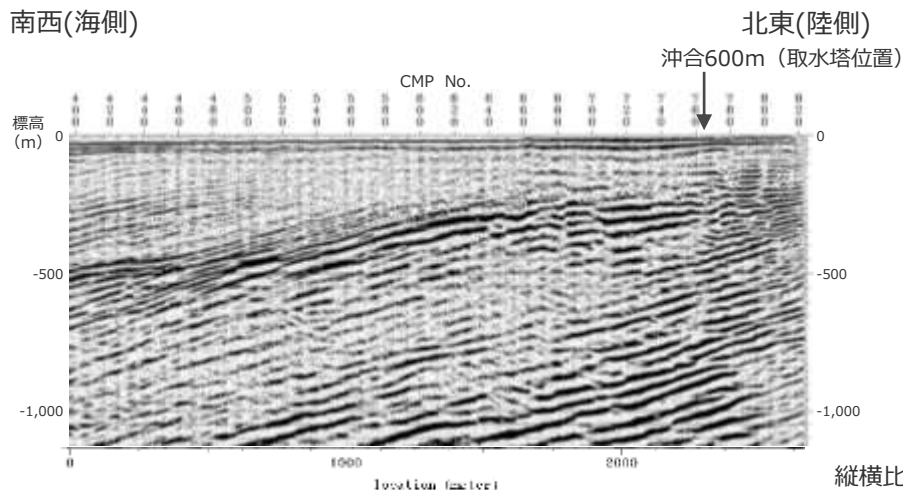
地下構造調査結果（海域測線：海上音波探査09B-5, 09B-2測線）

- 地下構造調査（海上音波探査：東西測線，南北測線）の結果からは，敷地近傍において，「敷地での存在が想定される断層」として「A-17断層」（南北走向の逆断層）と同傾向で地下深部から連続し地表付近まで及んでいる断層は確認されず，それ以外にも地下深部から地表付近まで及ぶような変位の累積性を有する断層も確認されない。

<09B-5測線> 東西測線



<09B-2測線> 南北測線



海上音波探査測線位置図

(測線上の数字はCMP番号を表わす。)

縦横比1:1で表示。

3(2) 敷地の断層のまとめ

【検討結果】

- 敷地内の広範囲の露頭を調査したところ、正断層及び逆断層が確認され、いずれの露頭においても、確認される断層の走向傾斜は、同様の傾向を示す。これらの断層は次のような断層グループに分類される。
- 運動センス、走向により、東西走向の高角正断層（EW系正断層）、南北走向の低角逆断層（NS系逆断層）及び東西走向の高角逆断層（EW系逆断層）に分類される。さらに、それぞれ、断層面内に厚さ数mm程度の細粒物質を伴う断層（開離型断層）と、断層面内に細粒物質を伴わない断層（ゆ着型断層）に分類される。
- 法面露頭からは、褶曲に伴うと考えられるflexural-slip faultが確認される。
- 敷地及び敷地近傍において、「敷地での存在が想定される断層」とした「A-17断層」（南北走向の逆断層）と同傾向で地下深部から連続し地表付近まで及んでいる断層は確認されず、それ以外にも地下深部から地表付近まで及ぶような変位の累積性を有する断層も確認されない。

敷地での存在が想定される断層		敷地の断層の確認		
		調査方法	調査結果	
			確認結果	分類
文献	① 東西走向の正断層 ①' 南北走向の逆断層 (西北西－東南東圧縮系断層) ①'' 北北西－南南東圧縮系断層	変動地形学的調査※1	確認されない。	
		地下構造調査	複数の平行する南傾斜の断層群が想定される。	・EW系正断層 (H断層系※2)
		露頭調査	正断層、逆断層が確認され、正断層は主に東西走向、逆断層は主に南北走向・東西走向のものが分布する。 いずれのセンスの断層も、断層面に細粒物質を伴わない断層と、細粒物質を伴う断層が確認される。	・EW系正断層 (開離型・ゆ着型) ・NS系逆断層 (開離型・ゆ着型) ・EW系逆断層 (開離型・ゆ着型)
	② 褶曲に伴う断層 (層面すべり (flexural-slip fault))	変動地形学的調査※1	確認されない。	
		露頭調査(法面)	flexural-slip faultである可能性のある黒色の境界層が確認される。	・flexural-slip fault
	従来審査	③A-17断層	変動地形学的調査※1	確認されない。
地下構造調査				
露頭調査				
その他の断層		変動地形学的調査※1	確認されない。	
		地下構造調査		
		露頭調査		

※1 変動地形学的調査結果については、「2.敷地の地形」参照。
 ※2 H断層系の詳細については、「4.H断層系の活動性評価」参照。

(3)

活動性評価の対象とする断層の選定

【検討内容】

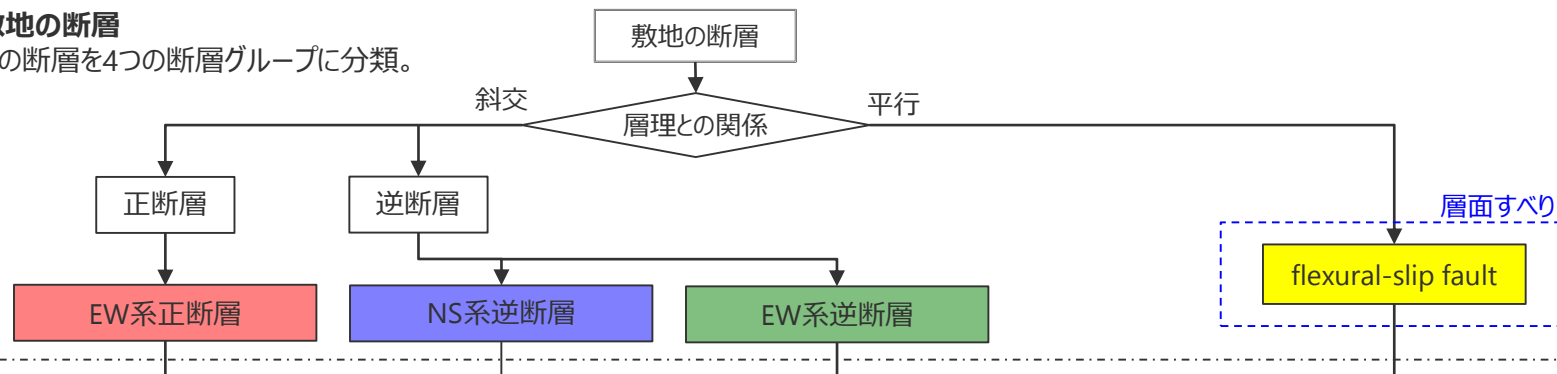
「(2)敷地の断層」の分類に従い分類された断層の切り切れ関係から、活動性評価の対象とする断層を選定する。

本節の検討の流れ

- 前節において確認，分類した敷地の断層から，活動性評価の対象とする断層の選定を行う。
- 検討は，まず，正断層・逆断層（EW系正断層，NS系逆断層，EW系逆断層）について，4号炉原子炉建屋基礎露頭より各断層グループ間の関係を検討した後，検討範囲を3,4,5号炉建屋基礎露頭に拡張し連続性の良い断層間の関係を検討したうえで，敷地の正断層・逆断層から活動性評価の対象とする断層を選定する。
- 次いで，flexural-slip faultと活動性評価の対象として選定された断層（H断層系）との関係を検討する。

(2) 敷地の断層

敷地の断層を4つの断層グループに分類。



(3) 活動性評価の対象とする断層の選定

① 正断層・逆断層についての検討

各断層グループ間の関係を検討（4号炉原子炉建屋基礎露頭）

連続性の良い断層間の関係を検討（3,4,5号炉建屋基礎露頭）

活動性評価の対象とする断層（H断層系）の選定

H断層系

② flexural-slip faultについての検討

flexural-slip faultと活動性評価の対象とする断層（H断層系）との関係を検討

敷地の断層のうち，H断層系を活動性評価の対象とする断層として選定

活動性評価の対象とする断層の選定におけるゆ着型断層／開離型断層の分類について



- 当社は、断層面の密着性による断層の分類についての知見（衣笠ほか（1969）等）を踏まえ、敷地の正断層・逆断層について、断層面に軟質な細粒物質を含み断層面が容易に分離する断層を「開離型断層」、断層面に軟質な細粒物質を含まず断層面を挟んだ両盤が密着している断層を「ゆ着型断層」と評価している。
- また、ゆ着型断層が生じ、その後開離型断層ができた可能性があるとの知見（例えば、小断層解析グループ（1973））を踏まえ、ゆ着型断層と開離型断層の切り切れ関係（ゆ着型断層は、開離型断層に一方的に切られる。）を試掘坑及び法面での露頭調査により確認している。
- 一方で、「1条の断層でも、砂岩を切る部分が癒着型なのに泥岩を切る部分が開離型ということがよくある」という知見（山路（2001））があり、また、敷地内においても長大な法面等の大規模露頭で見られる比較的長い開離型断層の一部には、同一の連続する断層内で部分的にゆ着型断層の性状を示す断層が確認される。（このような断層は、基本的に開離型断層と評価している。）
- 敷地の正断層・逆断層の大半は、ゆ着型断層と開離型断層に明確に分類され、それらの切り切れ関係も基本的には成り立つものと考えられるが、上記を踏まえれば、既存の調査結果においては、大部分で開離型の性状を示す断層が、観察範囲が限定的または他の断層に切られているなどの影響により比較的短い断層として確認される場合、その部分的な性状でゆ着型断層と評価された結果が含まれる可能性も考えられる。
- そこで、今回活動性評価の対象とする断層の選定にあたっては、ゆ着型・開離型の分類を使用せず検討を行う。

<参考> 山路（2001）の概要

- 小断層解析についての総説として、小断層解析の理論、研究史、露頭での注意点、今後の課題・展望等を論じている。
- 「露頭観察の注意点を学ぶのによい」文献として衣笠ほか（1969）と岩松・横田（1969）を挙げるとともに、「60年代に開発された小断層の記載法は今日でも役にたつ」とし、「小断層解析をおこなう者にとって必読の文献」として垣見ほか（1966）や衣笠ほか（1969）を挙げている。
- 一方で、露頭での記載の問題として、小断層の記載法に関し、「衣笠ほか（1969）によるクライテリアが使われているが、実際に使ってみて不満感を禁じ得ない。彼らは断層面を掘り出すことができるか否かで、開離型と癒着型を区別している。しかし1条の断層でも、砂岩を切る部分が癒着型なのに泥岩を切る部分が開離型ということがよくある。」としている。

部分的にゆ着型断層の性状を示す開離型断層の例

- 敷地内に見られる比較的長い開離型断層の一部には、同一の連続する断層内で部分的にゆ着型断層の性状を示す断層が確認される。
(このような断層は、基本的に開離型断層と評価している。)



ゆ着型断層と開離型断層両方の性状を示す断層（逆断層）



1-1拡大

開離型断層の性状（断層面内に細粒物質を伴う）を示す箇所



1-2拡大

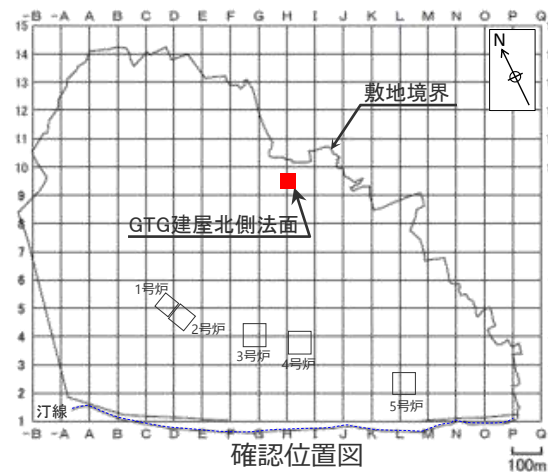


2-1拡大

ゆ着型断層の性状（断層面内に細粒物質を伴わない）を示す箇所



2-2拡大



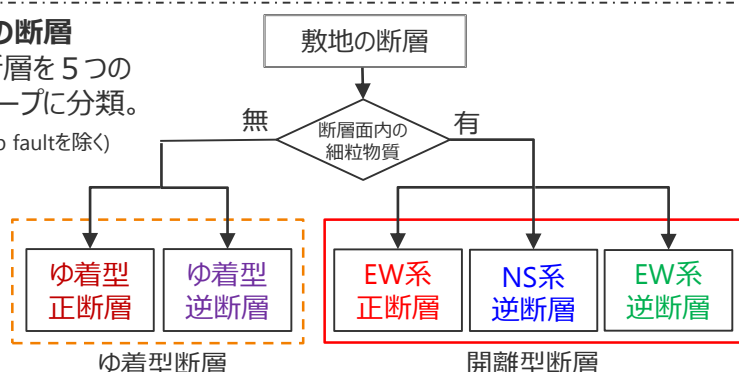
(参考) 第704回審査会合からの変更点

- 今回、活動性評価の対象とする断層の選定にあたっては、正断層・逆断層について、従来のゆ着型・開離型の分類を使用せず検討を行うこととした。
- そこで、従来は開離型断層に切られるとして以降の検討から除外していたゆ着型断層も含め、再度各断層グループ（前節において分類）間の関係を確認した。

第704回審査会合における検討の流れ（変更前）

(2) 敷地の断層

敷地の断層を5つの断層グループに分類。
(flexural-slip faultを除く)

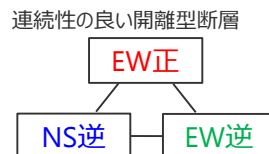


(3) 活動性評価の対象とする断層の選定

露頭で確認できるすべての断層を対象に
ゆ着型断層と開離型断層の関係を検討
(4号炉原子炉建屋基礎露頭)



連続性の良い開離型断層に着目して
開離型断層間の関係を検討
(3, 4, 5号炉建屋基礎露頭)

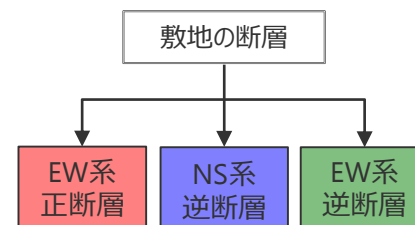


活動性評価の対象とする断層の選定

今回における検討の流れ（変更後）

(2) 敷地の断層

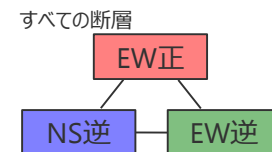
敷地の断層を3つの断層グループに分類。
(flexural-slip faultを除く)



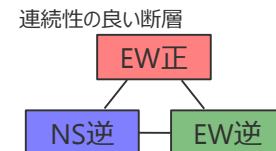
(3) 活動性評価の対象とする断層の選定

(ゆ着型断層・開離型断層の分類を取りやめ)

露頭で確認できるすべての断層を対象に
3つの断層グループ間の関係を検討
(4号炉原子炉建屋基礎露頭)



連続性の良い断層に着目して
3つの断層グループ間の関係を検討
(3, 4, 5号炉建屋基礎露頭)



活動性評価の対象とする断層の選定

① 正断層・逆断層についての検討

各断層グループ間の関係（4号炉原子炉建屋基礎露頭）



連続性の良い断層間の関係（3, 4, 5号炉建屋基礎露頭）



活動性評価の対象とする断層の選定



② flexural-slip faultについての検討

flexural-slip faultと活動性評価の対象とする断層（H断層系）との関係

各断層グループ間に関する関係について検討するにあたり、関連する前節までの検討結果は以下の通りである。

「1. 既往知見等の整理」

- 敷地及び敷地近傍には、新第三系の相良層群が一様に分布する。
- 敷地において、活断層及び地すべり地形の存在を示唆する文献は確認されない。
- 敷地及び敷地近傍には、北東-南西方向の新第三系及び下部更新統の褶曲構造が認められ、比木向斜の褶曲軸が敷地内を通る。
- 敷地近傍には東西走向正断層、南北走向逆断層をはじめとした小断層がみられる。(鈴木(1972), Hirono(1998))

「2. 敷地の地形」

- 敷地には活断層を示唆する変動地形や地すべり地形は認められない。

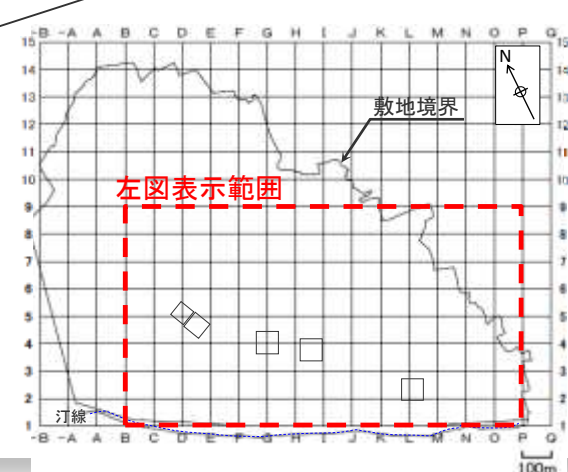
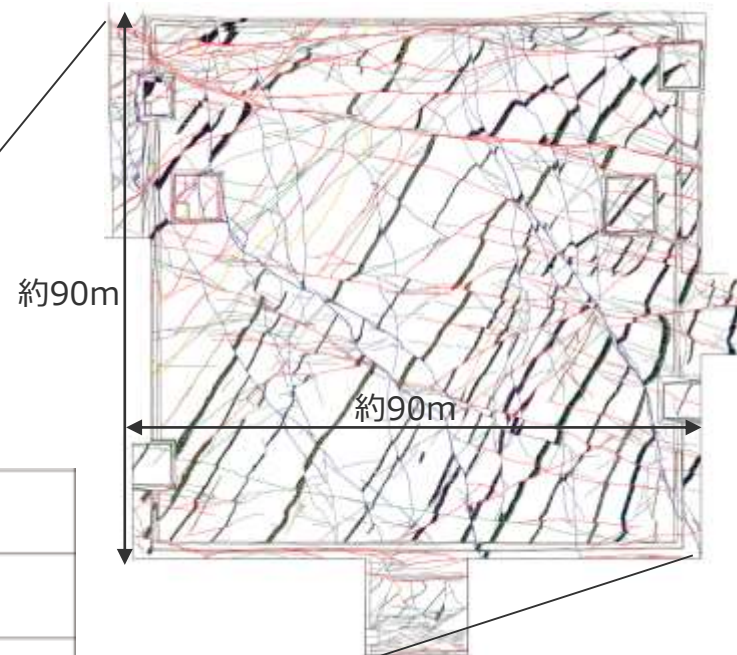
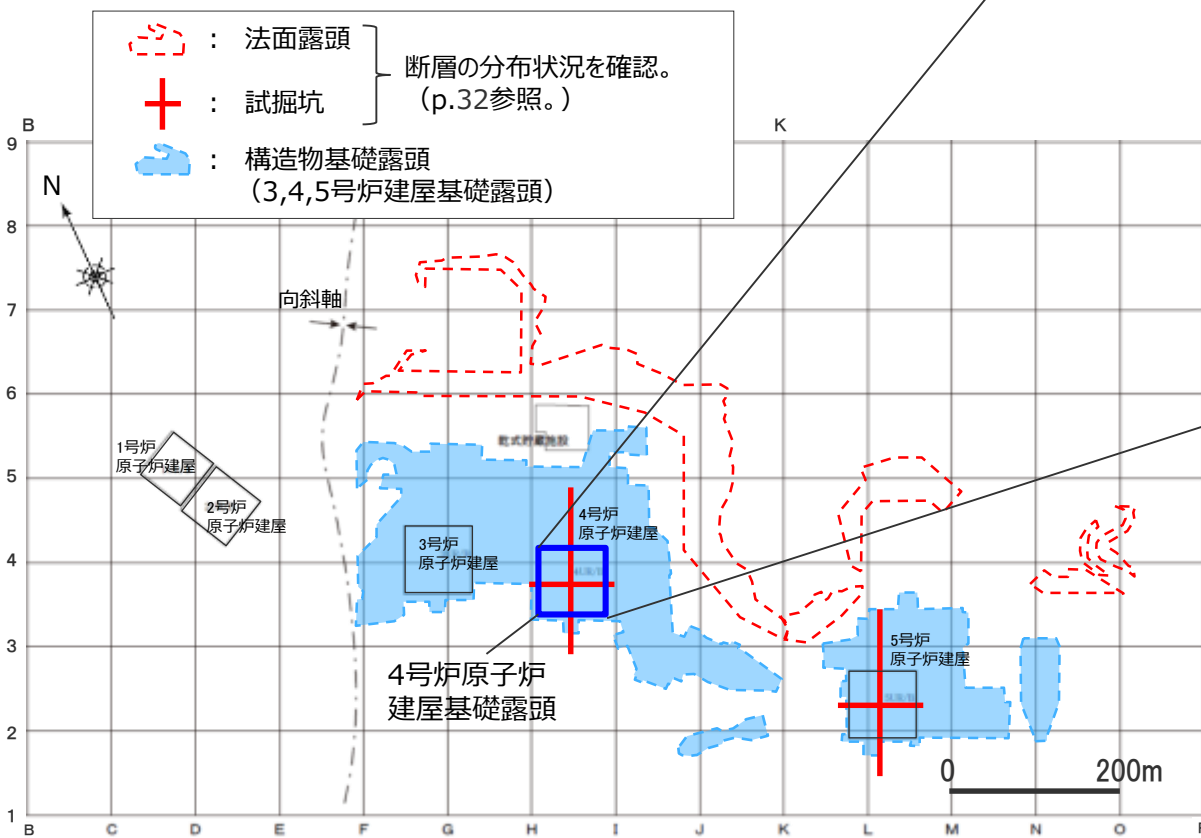
「3. 敷地の地質・地質構造」(前節まで)

- 敷地には相良層群相良層が一様に分布する。
- 敷地極近傍の相良層には、北北東-南南西方向の向斜軸(比木向斜)が認められる。
- 法面・試掘坑により敷地内の広範囲の露頭を調査したところ、いずれの露頭においても、主に東西走向の高角正断層(EW系正断層)及び南北走向の低角逆断層(NS系逆断層)及び東西走向の高角逆断層(EW系逆断層)が分布する。

同一の地質構造(比木向斜)内にあり、かつ一様な地質(相良層群相良層)である敷地において、広範囲な露頭調査を実施したところ、いずれの露頭においても、同様の断層が分布すると確認できていることから、まずは敷地内で詳細な観察記録(1/100スケッチ)のある4号炉原子炉建屋基礎露頭で代表してEW系正断層、NS系逆断層及びEW系逆断層の切り切れ関係を検討する。

調査地点位置及び検討対象断層

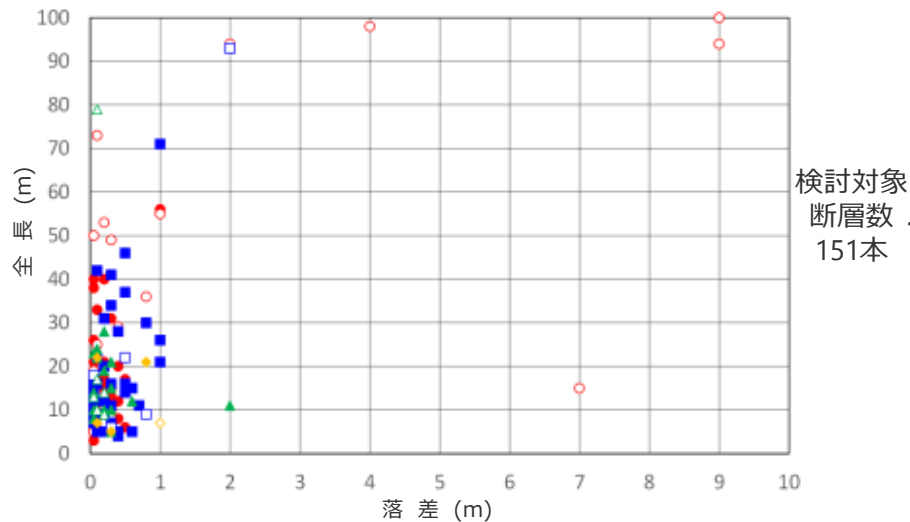
- 詳細な露頭観察記録（1/100スケッチ）のある4号炉原子炉建屋基礎露頭において、敷地の正断層（EW系正断層）及び逆断層（NS系逆断層・EW系逆断層）の最新活動時期の関係を、断層間の切り切れ関係から検討した。
- 検討対象とする断層は、スケッチに記載された傾斜方向と鍵層（凝灰岩層または砂岩層）の変位方向によって断層の変位センスが確認できる断層とした。なお、傾斜の記載がない、または鍵層を横断をしていない断層は、小規模な断層の中でも特に小規模であることから検討対象から除外した。（露頭観察記録の詳細はp.40及びデータ集2参照。）



切られることが確認できる断層／確認できない断層への分類

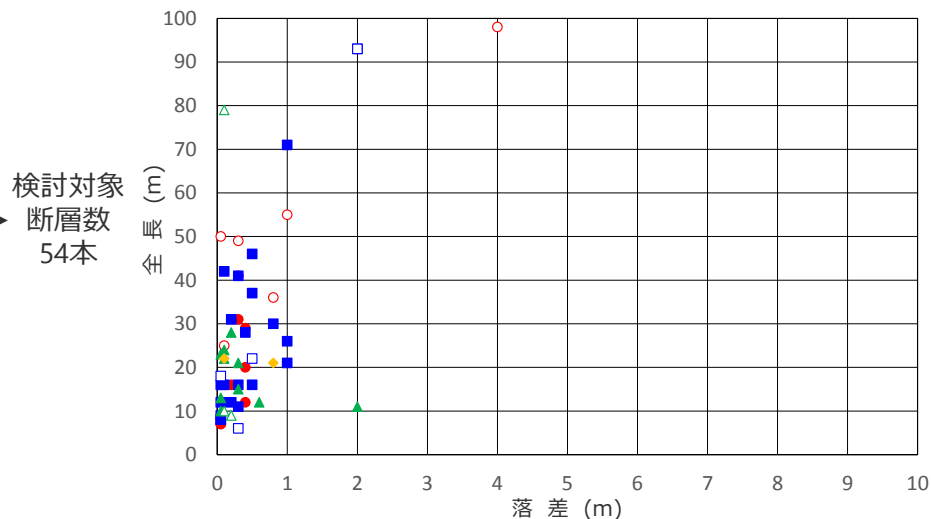
- 4号炉原子炉建屋基礎露頭で確認される断層について、同露頭範囲内において、他の断層に、切られることが確認できる（スケッチ上で、切られた断層の片割れが確認できる）断層と、切られることが確認できない（スケッチ上で、切られた断層の片割れが確認できない）断層に分類して以降の検討を実施した。

● EW系正断層 ■ NS系逆断層
 ▲ EW系逆断層 ◆ NS系正断層
 白抜きは断層端部のうち少なくとも一方が確認範囲外にあり、全長が確定できない断層

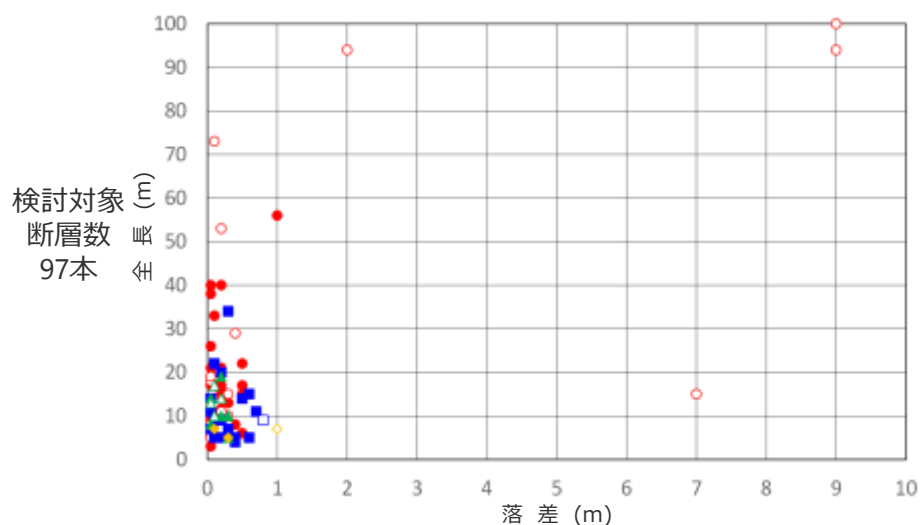


4号炉原子炉建屋基礎露頭 断層の落差-全長関係 (p.40再掲)

切られることが確認できる断層



切られることが確認できない断層



各断層グループ間の切り切れ関係

- まず、他の断層に切られることが確認できる断層に着目し、これらの断層とこれらの断層を切る断層を示す。
- 各断層グループの切り切れ関係を見ると、EW系正断層とNS系逆断層、NS系逆断層とEW系逆断層、EW系逆断層とEW系正断層はそれぞれ互いに切り切れ関係にある。

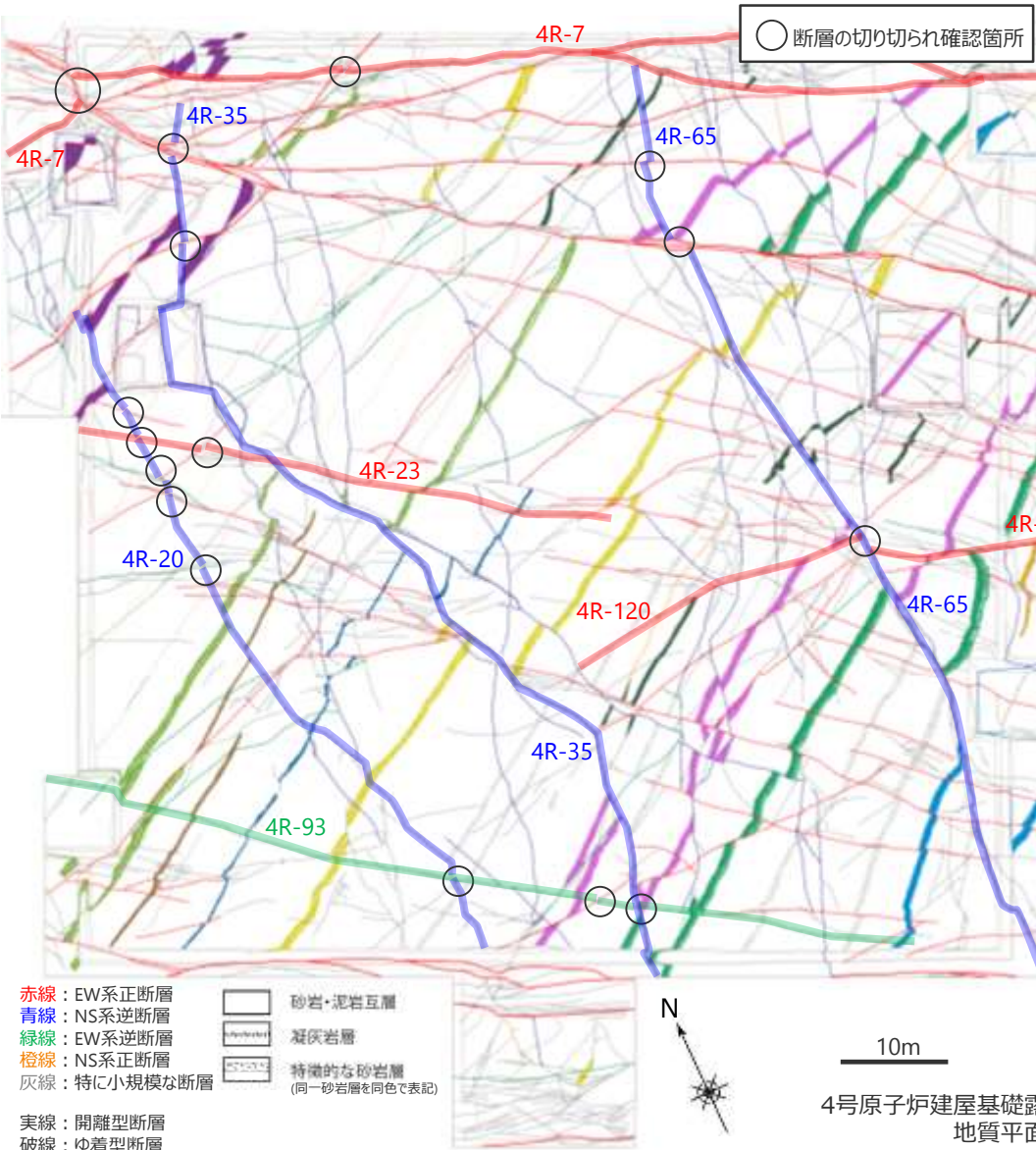
各断層の切り切れ関係

断層A 切られることが 確認できる断層	断層B 断層Aを切る断層 (断層Bが断層Aを切る)							断層A 切られることが 確認できる断層	断層B 断層Aを切る断層 (断層Bが断層Aを切る)				
	断層名称及び 断層グループ	断層名称及び 断層グループ	断層名称及び 断層グループ	断層名称及び 断層グループ	断層名称及び 断層グループ	断層名称及び 断層グループ	断層名称及び 断層グループ		断層名称及び 断層グループ	断層名称及び 断層グループ	断層名称及び 断層グループ	断層名称及び 断層グループ	断層名称及び 断層グループ
4R-7 EW正	4R-4 EW正	4R-19 EW正						4R-70 NS逆	4R-67 EW正				
4R-10 EW逆	4R-11 NS逆							4R-72 NS逆	4R-4 EW正				
4R-11 NS逆	4R-13 EW正							4R-75 NS逆	4R-48 EW正	4R-80 EW正			
4R-14 NS逆	4R-18 EW逆							4R-77 EW正	4R-65 NS逆				
4R-15 NS逆	4R-18 EW逆							4R-79 NS逆	4R-82 EW正				
4R-17 EW逆	4R-19 EW正							4R-81 NS逆	4R-79 NS逆	4R-82 EW正			
4R-19 EW正	4R-4 EW正	4R-31 EW正						4R-88 EW逆	4R-93 EW逆				
4R-20 NS逆	4R-21 EW正	4R-22 EW正	4R-23 EW正	4R-24 EW逆	4R-87 EW逆	4R-93 EW逆		4R-89 EW正	4R-93 EW逆				
4R-23 EW正	4R-39 EW正							4R-90 EW逆	4R-20 NS逆	4R-93 EW逆			
4R-34 EW正	4R-35 NS逆							4R-93 EW逆	4R-35 NS逆	4R-109 EW正			
4R-35 NS逆	4R-4 EW正	4R-19 EW正	4R-111 EW正	4R-112 EW正				4R-97 NS逆	4R-7 EW正				
4R-36 NS逆	4R-21 EW正	4R-35 NS逆	4R-91 EW逆	4R-106 EW逆				4R-100 NS逆	4R-23 EW正	4R-35 NS逆	4R-93 EW逆	4R-117 NS逆	
4R-37 NS逆	4R-38 EW正							4R-107 NS逆	4R-93 EW逆				
4R-39 EW正	4R-24 EW逆							4R-108 EW逆	4R-118 EW正				
4R-41 NS逆	4R-44 EW逆							4R-109 EW正	4R-35 NS逆	4R-118 EW正	4R-126 EW正	4R-149 NS逆	
4R-43 EW逆	4R-41 NS逆							4R-120 EW正	4R-65 NS逆				
4R-44 EW逆	4R-36 NS逆	4R-42 EW逆	4R-48 EW正					4R-122 NS逆	4R-120 EW正				
4R-45 EW逆	4R-48 EW正							4R-123 NS逆	4R-71 EW正	4R-139 EW正	4R-140 EW正	4R-141 EW正	
4R-46 NS逆	4R-4 EW正	4R-43 EW逆	4R-44 EW逆	4R-47 EW逆				4R-124 NS逆	4R-125 EW正				
4R-47 EW逆	4R-41 NS逆	4R-48 EW正						4R-125 EW正	4R-118 EW正				
4R-51 NS逆	4R-4 EW正	4R-50 EW正						4R-127 NS逆	4R-109 EW正	4R-126 EW正			
4R-53 EW逆	4R-31 EW正							4R-128 EW正	4R-109 EW正				
4R-57 EW正	4R-48 EW正	4R-116 EW正						4R-130 NS逆	4R-109 EW正	4R-126 EW正			
4R-58 NS逆	4R-56 EW正							4R-134 EW正	4R-65 NS逆				
4R-59 NS逆	4R-57 EW正							4R-136 EW逆	4R-135 EW正				
4R-64 NS逆	4R-117 NS逆	4R-118 EW正	4R-120 EW正					4R-138 EW正	4R-64 NS逆	4R-135 EW正	4R-137 NS逆		
4R-65 NS逆	4R-4 EW正	4R-50 EW正						4R-147 EW逆	4R-93 EW逆				

断層名称(4R-●)が、赤字の断層は他の断層に切られることが確認できる断層を、黒字の断層は他の断層に切られることが確認できない断層を、それぞれ表す。
各断層の詳細については、データ集2参照。

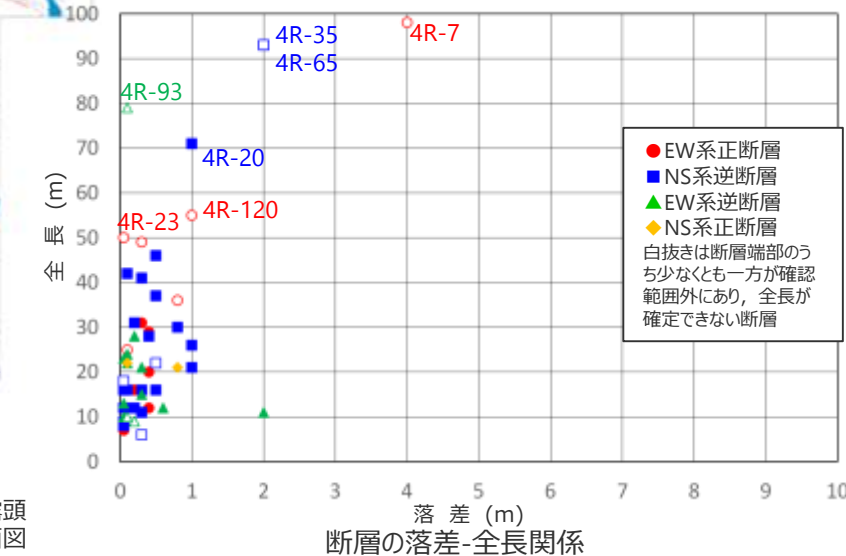
EW正 :EW系正断層 NS正 :NS系正断層
NS逆 :NS系逆断層 EW逆 :EW系逆断層

切られることが確認できる断層の例（全長50m以上の断層）

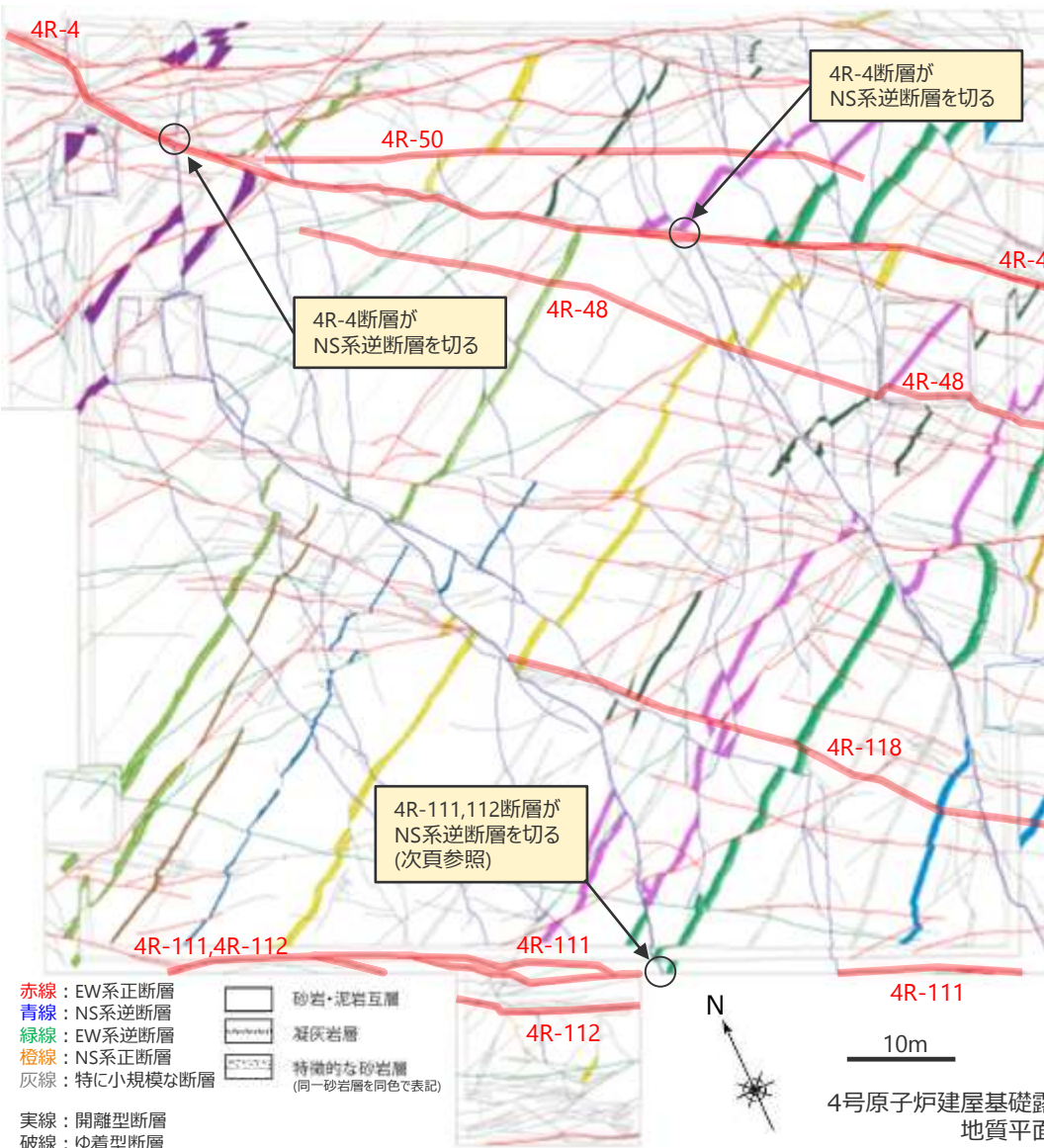


- 他の断層に切られることが確認できる断層（全長50m以上）と他の断層との切り切れ関係を示す。
- EW系正断層とNS系逆断層，NS系逆断層とEW系逆断層，EW系逆断層とEW系正断層はそれぞれ互いに切り切れ関係にある。

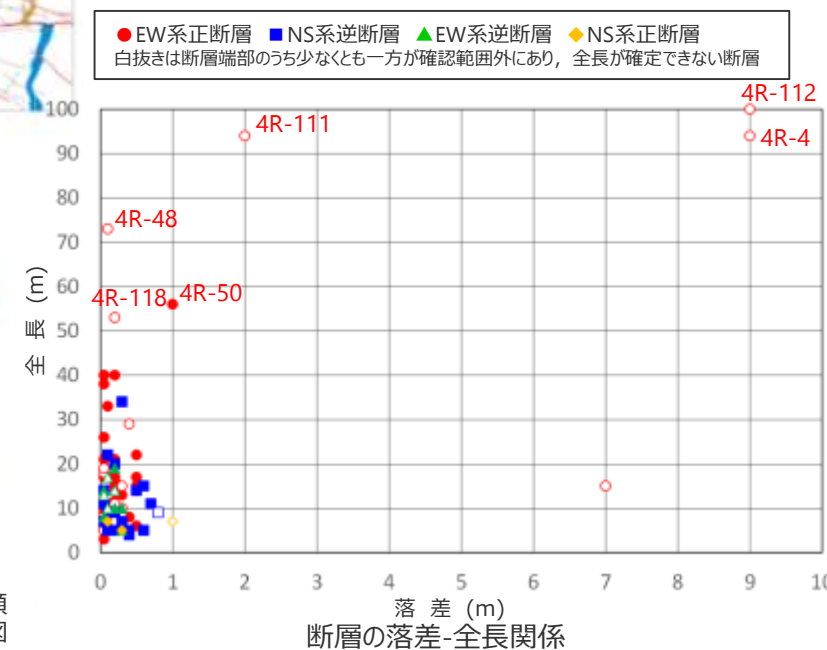
切られる断層	切る断層	切られる断層	切る断層
4R-7 (EW系正断層)	EW系正断層	4R-65 (NS系逆断層)	EW系正断層
4R-20 (NS系逆断層)	EW系正断層 EW系逆断層	4R-93 (EW系逆断層)	EW系正断層 NS系逆断層
4R-23 (EW系正断層)	EW系正断層	4R-120 (EW系正断層)	NS系逆断層
4R-35 (NS系逆断層)	EW系正断層		



切られることが確認できない断層

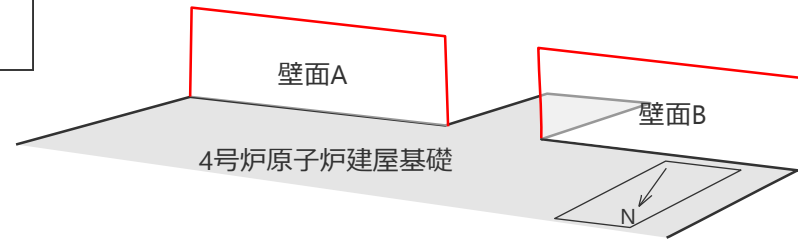
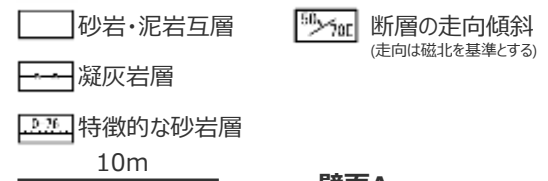


- 他の断層に切られることが確認できない断層に着目し、その連続性、落差について確認した。
- 大半の断層は、短く（全長50m未満）落差も小さい（落差1m未満）断層であり、これらの規模（全長、落差）を上回る断層は、いずれもEW系正断層である。
- EW系正断層には他の断層に切られず露頭範囲を越えて連続する断層(4R-4,111,112)が見られ、これらの断層は直交するNS系逆断層（EW系正断層及びEW系逆断層と互いに切り切れ関係）を切る。
- EW系正断層のうち、他の断層に切られず露頭範囲を越えて連続する断層の落差は他のEW系正断層に比べ大きい。

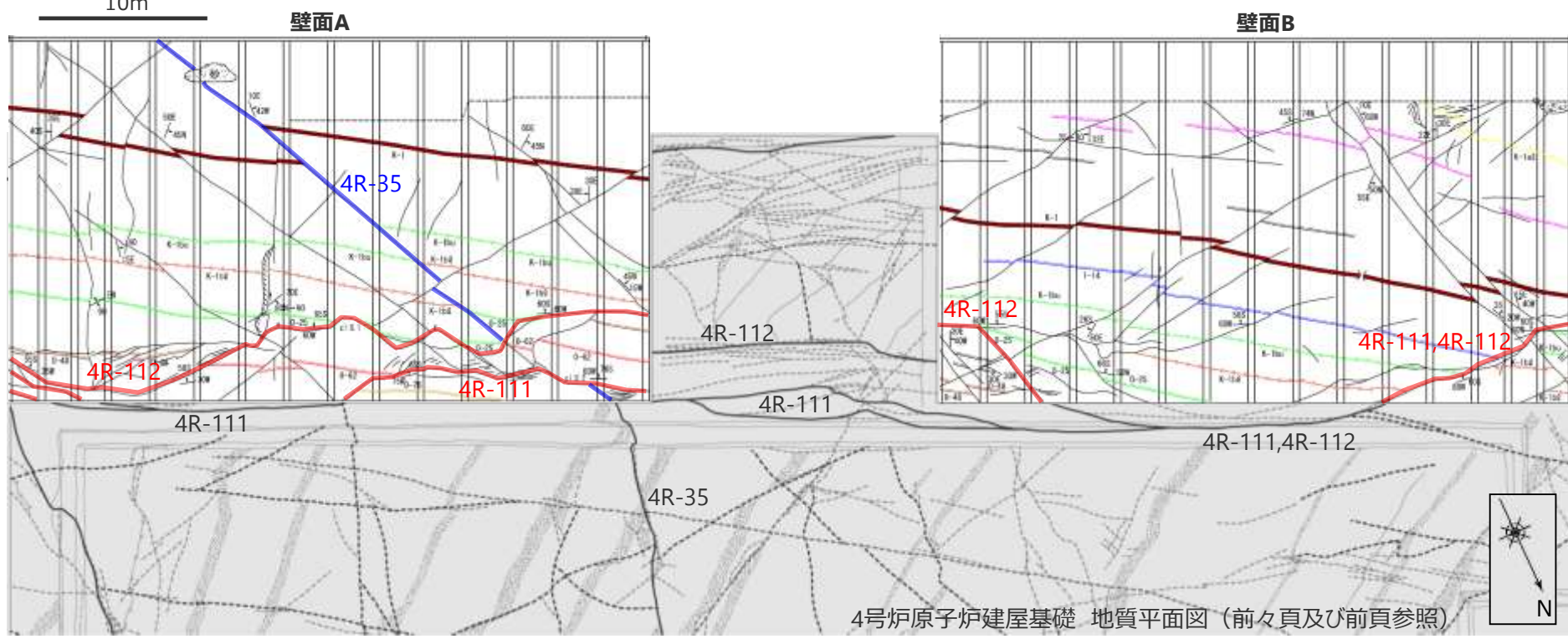


(参考) 4号炉原子炉建屋南側の壁面状況

- 4号原子炉建屋南側壁面では4R-111,4R-112断層（EW系正断層）が分岐（併合）しながら，他の断層に切れずに露頭範囲を越えて連続する。
- 4R-111,4R-112断層は直交する4R-35断層（NS系逆断層）を切る。



4号原子炉建屋基礎露頭（前々頁及び前頁）との位置関係



4号炉原子炉建屋基礎 地質平面図（前々頁及び前頁参照）

各断層グループ間に関する係についての検討結果

4号炉原子炉建屋基礎露頭において、EW系正断層、NS系逆断層及びEW系逆断層の関係を、断層間の切り切れ関係から検討した。

検討結果

- ・ 露頭範囲内で他の断層に切られることが確認できる断層に着目すると、EW系正断層とNS系逆断層、NS系逆断層とEW系逆断層、EW系逆断層とEW系正断層はそれぞれ互いに切り切れ関係にある。
- ・ 他の断層に切られることが確認できない断層に着目すると、大半の断層は短く（全長50m未満）落差も小さい（落差1m未満）断層であり、これらを除く断層は、いずれもEW系正断層のみである。
- ・ EW系正断層には他の断層に切られず露頭範囲を越えて連続する断層が見られ、これらの断層は直交するNS系逆断層（EW系正断層及びNS系逆断層と互いに切り切れ関係）を切る。
- ・ EW系正断層のうち、他の断層に切られることなく露頭範囲を越えて連続する断層の落差は、他のEW系正断層の落差に比べ大きい。

他の断層に切られることが確認できる断層に着目した各断層グループ間の切り切れ関係（それぞれ互いに切り切れ）からは、各断層グループの最新活動時期に明確な新旧関係は見られない。

しかし、これら互いに切り切れ関係にある断層グループの一つであるNS系逆断層を切り、他の断層に切られず露頭範囲を越えて連続するEW系正断層（落差が比較的大きい特徴を持つ）が存在することを踏まえれば、EW系正断層のうち、比較的大きい落差を持つ断層の中に最新活動時期が最も新しいと考えられる断層が存在すると考えられる。

これらの断層は他の断層に切られず同露頭範囲を越えて連続することから、確認範囲をさらに拡大して、各断層グループ間の関係を確認するとともに、EW系正断層をさらに細分し、最新活動時期の最も新しい断層の絞り込みを行う。

① 正断層・逆断層についての検討

各断層グループ間の関係（4号炉原子炉建屋基礎露頭）



連続性の良い断層間の関係（3, 4, 5号炉建屋基礎露頭）



活動性評価の対象とする断層の選定

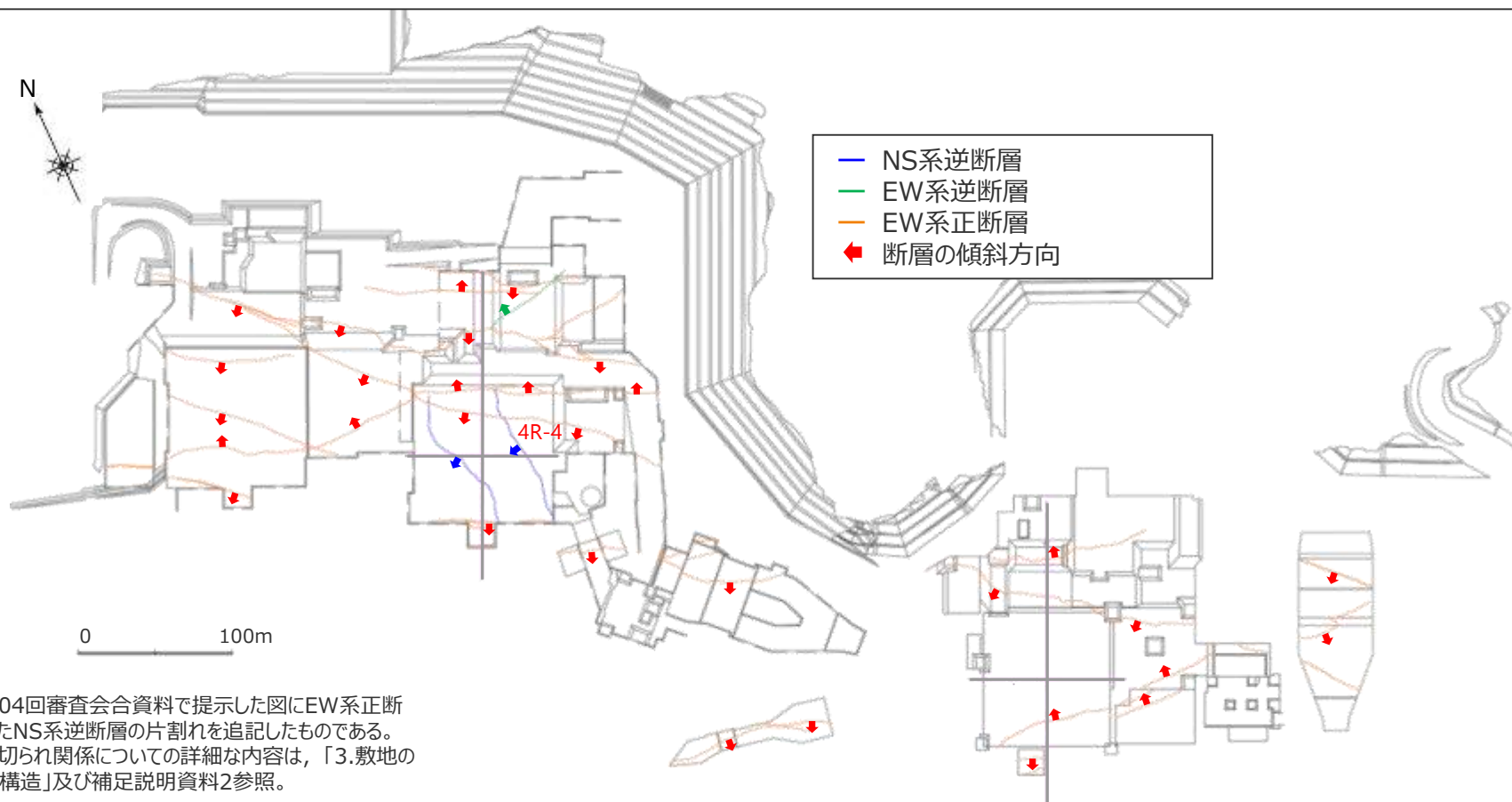


② flexural-slip faultについての検討

flexural-slip faultと活動性評価の対象とする断層（H断層系）との関係

連続性の良い断層の分布 (3,4,5号炉建屋基礎露頭)

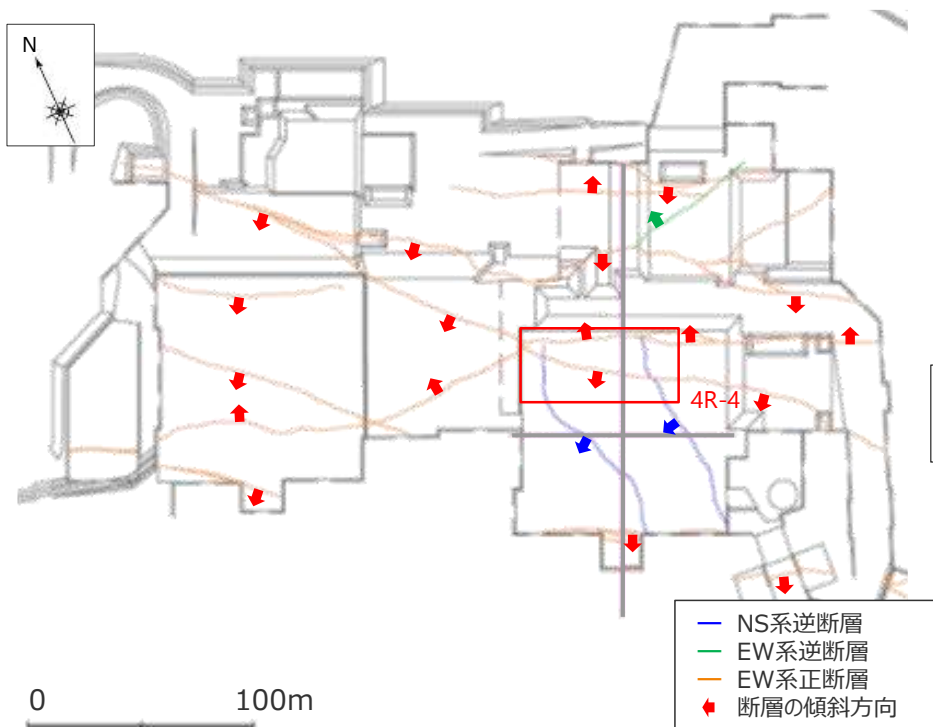
- 連続性の良い断層を対象に、各断層グループ間の関係を確認するとともに、EW系正断層をさらに細分し、最新活動時期の最も新しい断層を絞り込むため、構造物基礎露頭 (3,4,5号炉建屋基礎露頭) において、構造物幅 (80m程度) を越えて切られることなく連続する断層を示す。
- 切られることなく4号炉原子炉建屋基礎露頭範囲を越えて連続するEW系正断層 (4R-4) をはじめ、EW系正断層は、NS系逆断層、EW系逆断層に比べ連続性が良く、分岐 (併合) を伴いながら、東西方向に数百mにわたって連続するものもある。
- NS系逆断層は、上記の東西方向に数百mにわたって連続するようなEW系正断層を越えては連続せず、これらの正断層に切られる。
- EW系逆断層は、上記の東西方向に数百mにわたって連続するようなEW系正断層を越えては連続せず、これらの正断層に規制される。



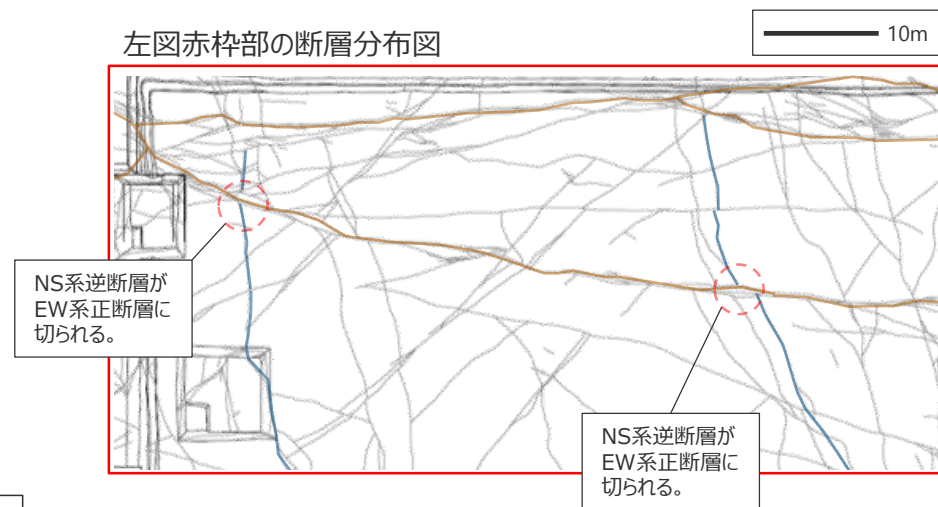
上図は第704回審査会合資料で提示した図にEW系正断層に切られたNS系逆断層の片割れを追記したものである。断層の切り切れ関係についての詳細な内容は、「3.敷地の地質・地質構造」及び補足説明資料2参照。

EW系正断層とNS系逆断層の関係(4号炉建屋基礎露頭拡大)

- 切られることなく4号炉原子炉建屋基礎露頭範囲を越えて連続するEW系正断層（4R-4）をはじめ、EW系正断層は、NS系逆断層、EW系逆断層に比べ連続性が良く、分岐（併合）を伴いながら、東西方向に数百mにわたって連続するものもある。
- NS系逆断層は、上記の東西方向に数百mにわたって連続するようなEW系正断層を越えては連続せず、これらの正断層に切られる。



左図赤枠部の断層分布図

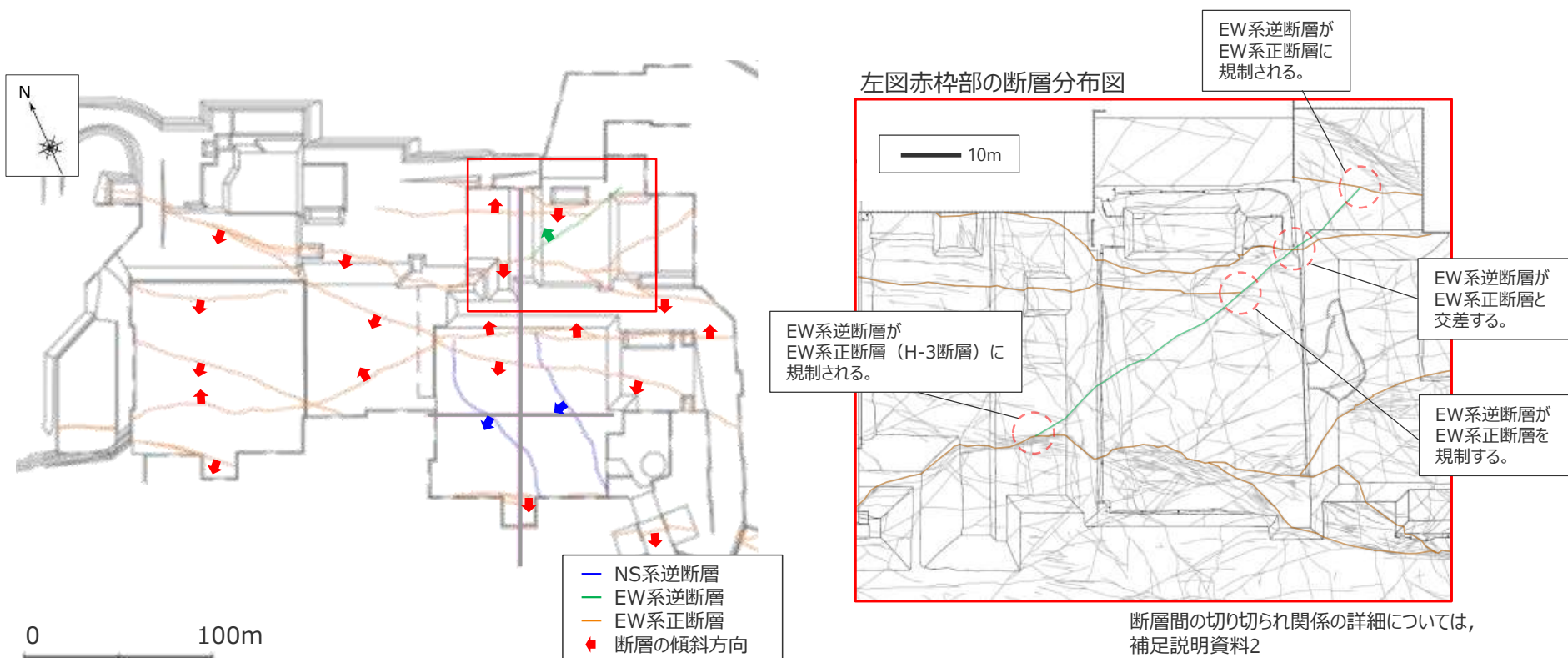


断層間の切り切れ関係の詳細については、
補足説明資料2
「6.落差の大きい正断層に切られる断層についての検討」
に示す。

EW系正断層とEW系逆断層の関係(4号炉建屋基礎露頭拡大)

- EW系正断層は、NS系逆断層、EW系逆断層に比べ連続性が良く、分岐（併合）を伴いながら、東西方向に数百mにわたって連続するものもある。
- EW系逆断層は、上記の東西方向に数百mにわたって連続するようなEW系正断層を越えては連続せず、これらの正断層に規制される。
- なお、下図に示すEW系逆断層は、EW系正断層を規制する、またはEW系正断層と交差する箇所があるが、最終的に別のEW系正断層に規制される。

本頁で示すEW系逆断層については、推定される断層の形成要因（後述）を踏まえ、EW系正断層（H断層系）が活動した際の局所的な圧縮場において活動したものと評価する。



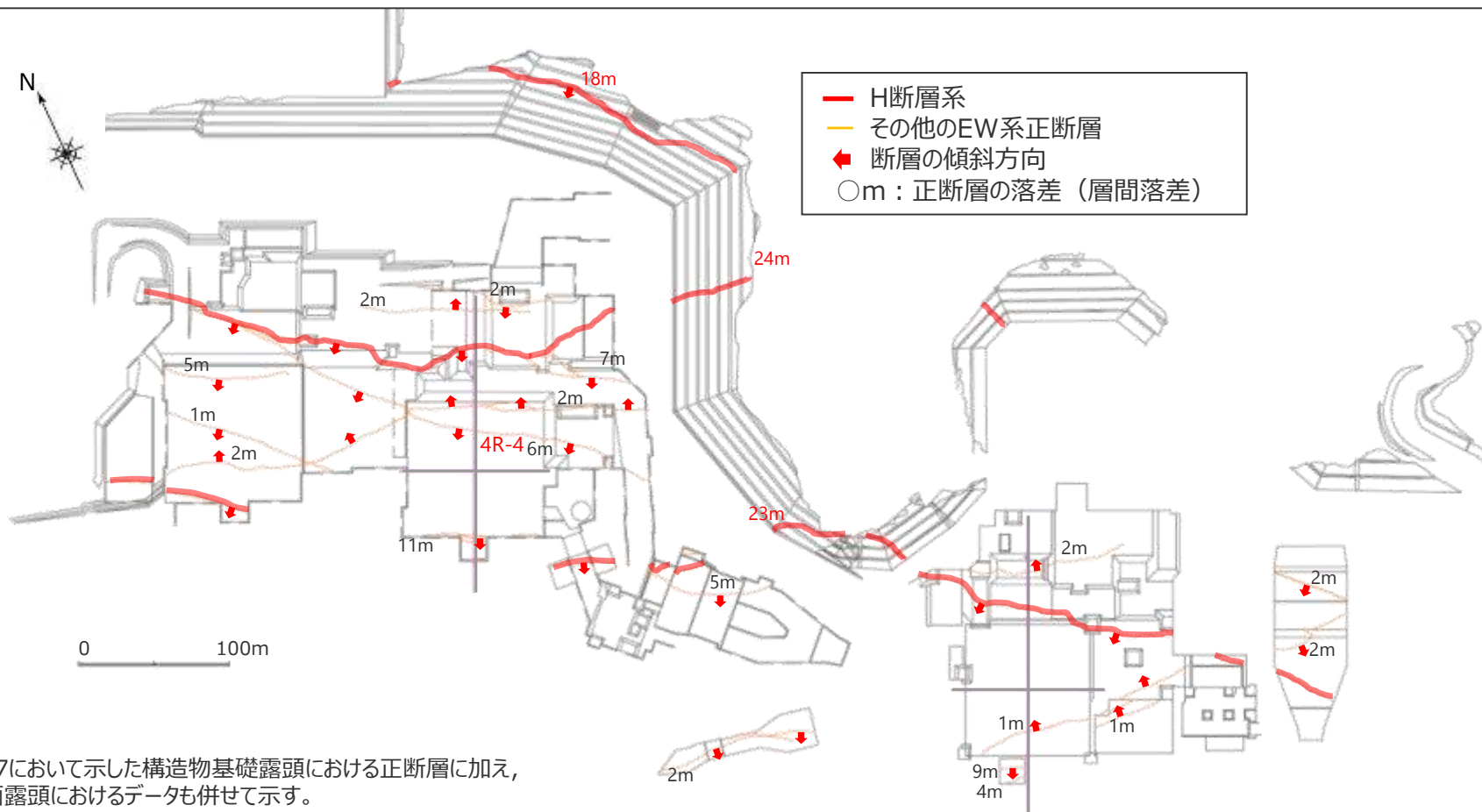
EW系正断層同士の関係 (3,4,5号炉建屋基礎露頭)

- 構造物基礎露頭 (3,4,5号炉建屋基礎露頭) において、構造物幅 (80m程度) を超えて連続するEW系正断層を示す。
- 北傾斜正断層は、南傾斜正断層に切られる。
- 南傾斜正断層には、他の断層に切られたり併合※されることなく東西に数百mに渡って連続する断層が存在する。

※併合関係については、相対的に落差が大きい断層を併合する (連続する) 断層、小さい断層を併合される (連続しない) 断層とする。

この、他の断層に切られたり併合されたりすることなく数百mにわたって連続する南傾斜のEW系正断層を、H断層系とする。

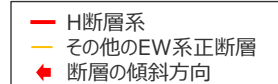
- H断層系は顕著に大きな落差 (概ね15m以上) を有する特徴を持ち、一定の間隔を持って平行に分布する。
- 切られることなく4号炉原子炉建屋基礎露頭範囲を越えて連続するEW系正断層 (4R-4) は、同露頭の北西においてH断層系に併合される。



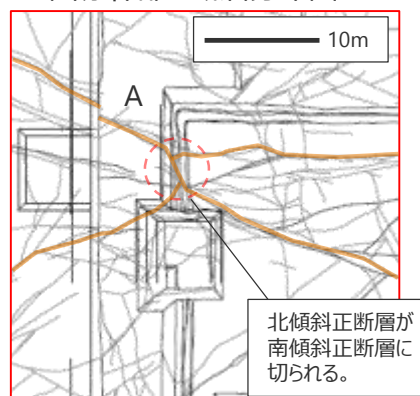
p.67において示した構造物基礎露頭における正断層に加え、法面露頭におけるデータも併せて示す。

EW系正断層同士の関係 (3号炉原子炉建屋基礎露頭拡大)

- 北傾斜正断層は、南傾斜正断層に切られる。
- なお、下図に示す北傾斜正断層は、南傾斜正断層を切る箇所があるが、別の南傾斜正断層に切られる。
- 南傾斜正断層には、他の断層に切られたり併合※されたりすることなく東西に数百mに渡って連続する断層が存在する。(詳細を次頁以降に示す。)
 - ※併合関係については、相対的に落差が大きい断層を併合する(連続する)断層、小さい断層を併合される(連続しない)断層とする。
- この、他の断層に切られたり併合されたりすることなく数百mにわたって連続する南傾斜のEW系正断層を、H断層系とする。

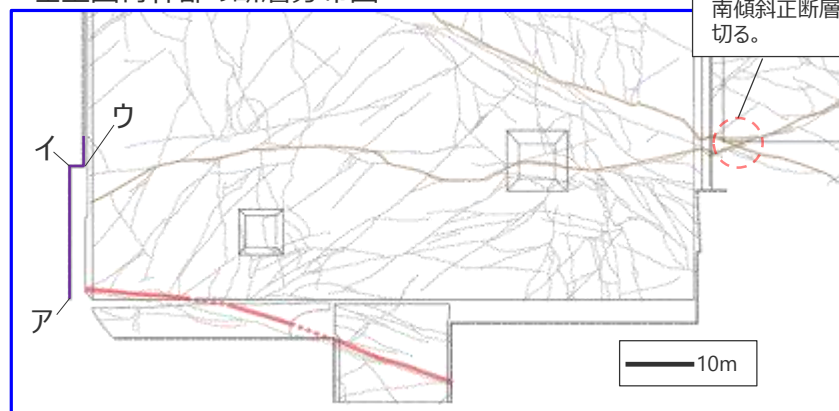


左図赤枠部の断層分布図

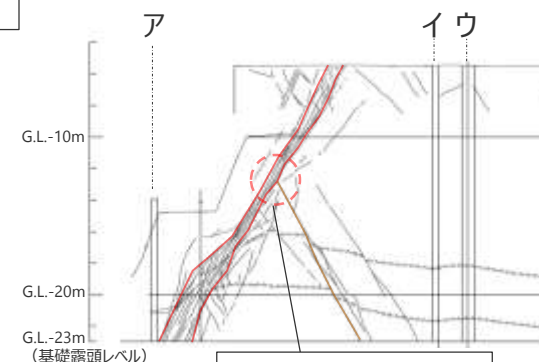


断層間の切り切れ関係の詳細については、補足説明資料2「6.落差の大きい正断層に切られる断層についての検討」に示す。

左上図青枠部の断層分布図



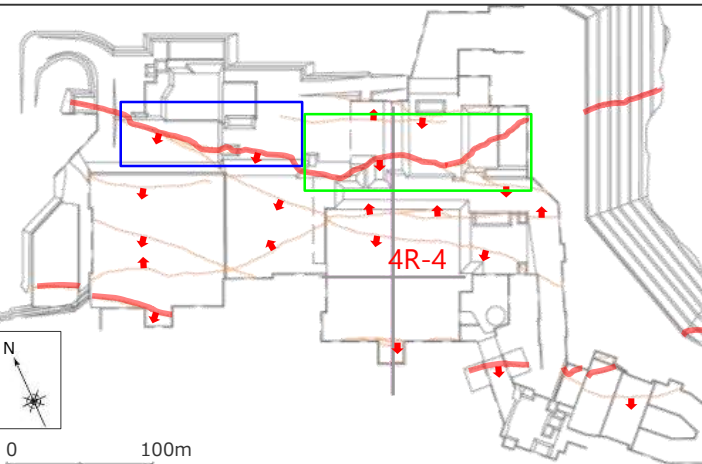
左図ア～ウ区間壁面スケッチ



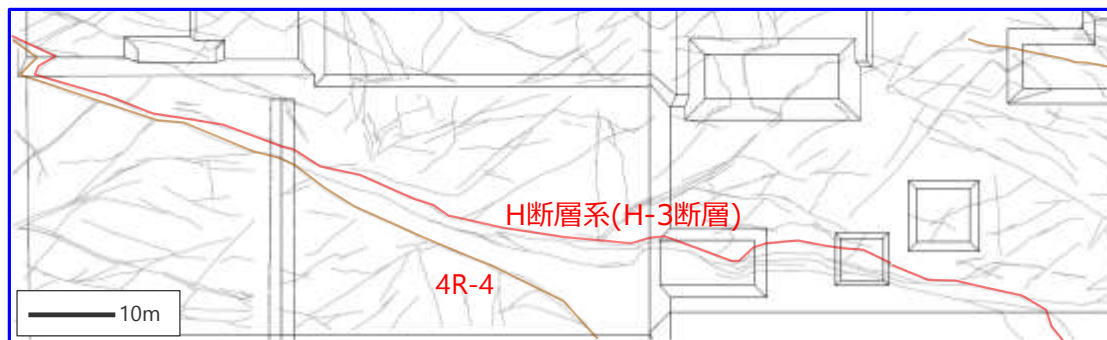
北傾斜正断層が南傾斜正断層に切られる。

H断層系の連続性 (3号炉建屋～4号炉建屋)

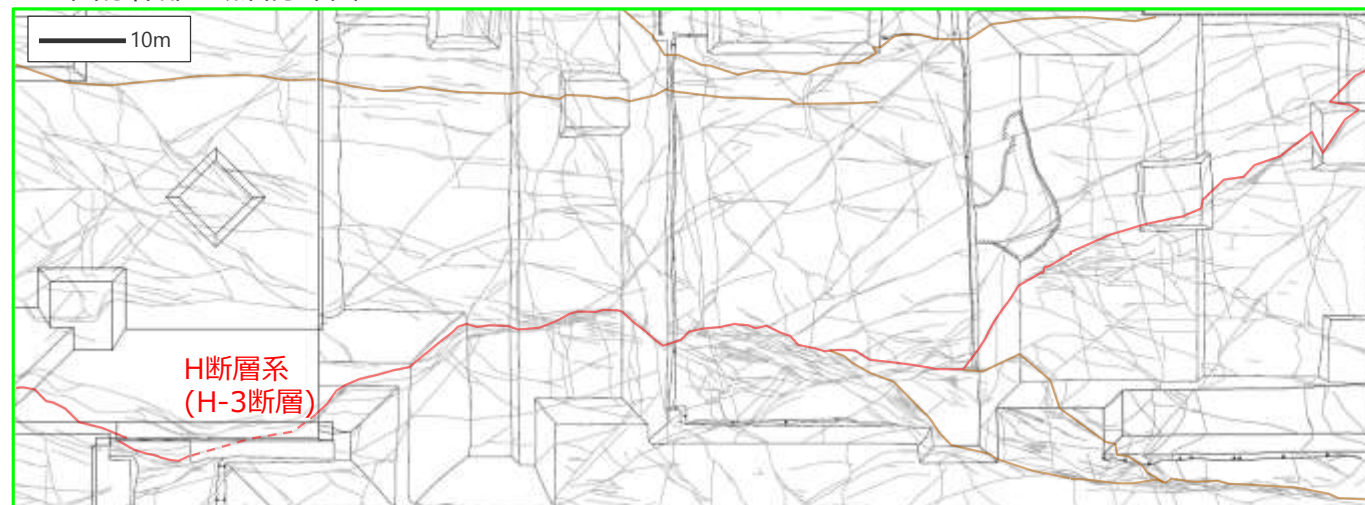
- H断層系は、他の断層に切られたり併合されたりすることなく連続する。
- 切られることなく4号炉原子炉建屋基礎露頭範囲を越えて連続するEW系正断層 (4R-4) は、同露頭の北西においてH断層系に併合される。



左図青枠部の断層分布図



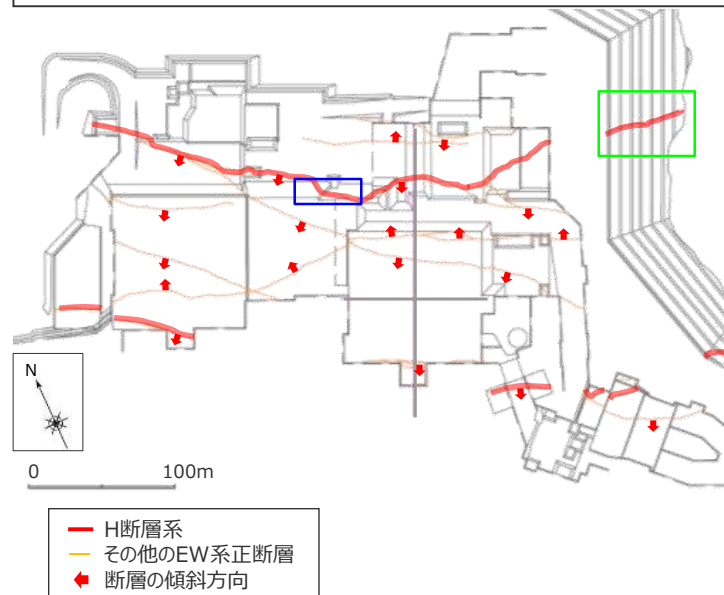
左上図緑枠部の断層分布図



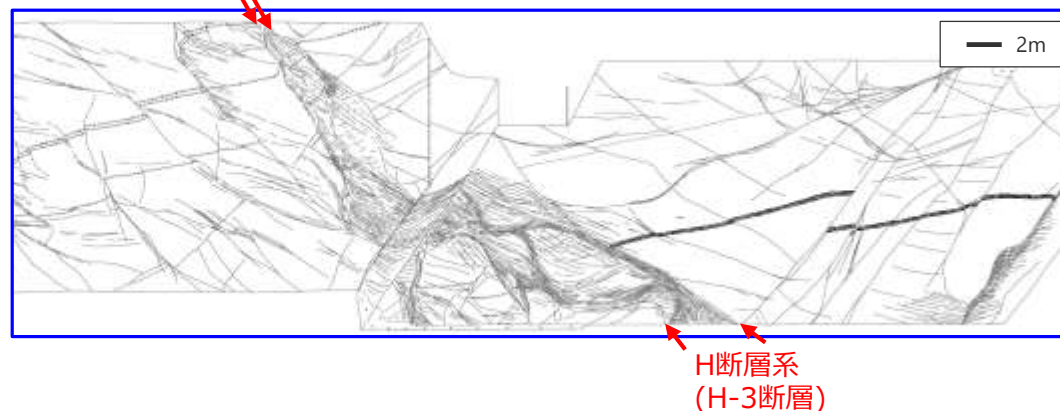
- H断層系
- その他のEW系正断層
- ◆ 断層の傾斜方向

H断層系の連続性 (3号炉建屋～4号炉建屋, 御前崎側法面)

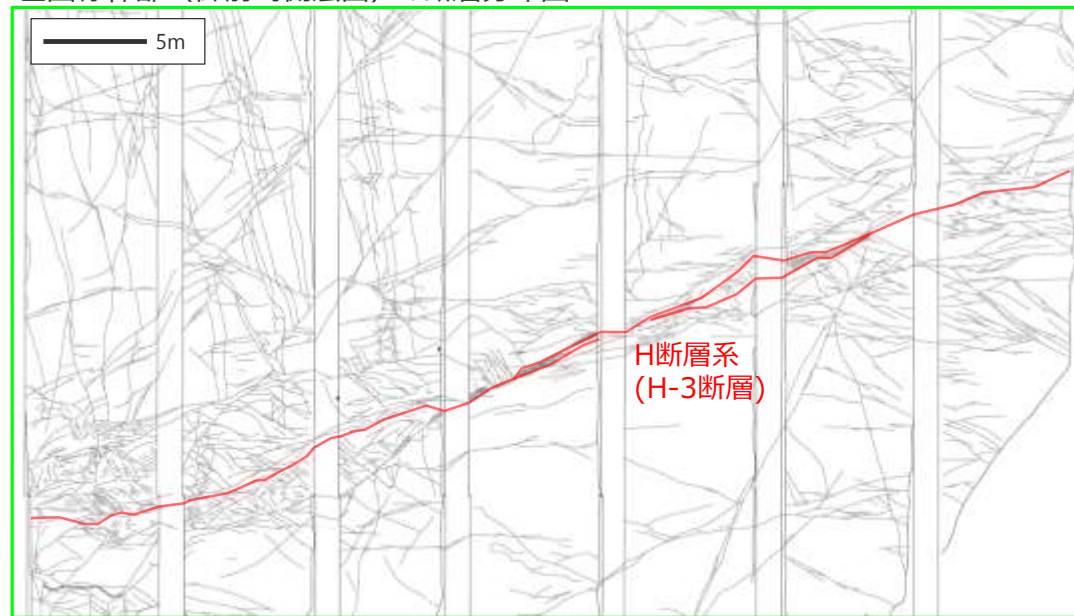
- H断層系は、他の断層に切られたり併合されたりすることなく連続する。



左図青枠部の法面露頭スケッチ

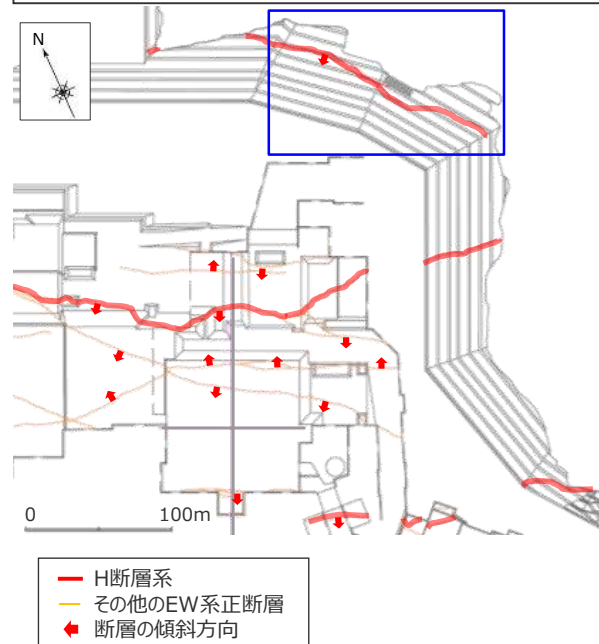


左図緑枠部 (御前崎側法面) の断層分布図

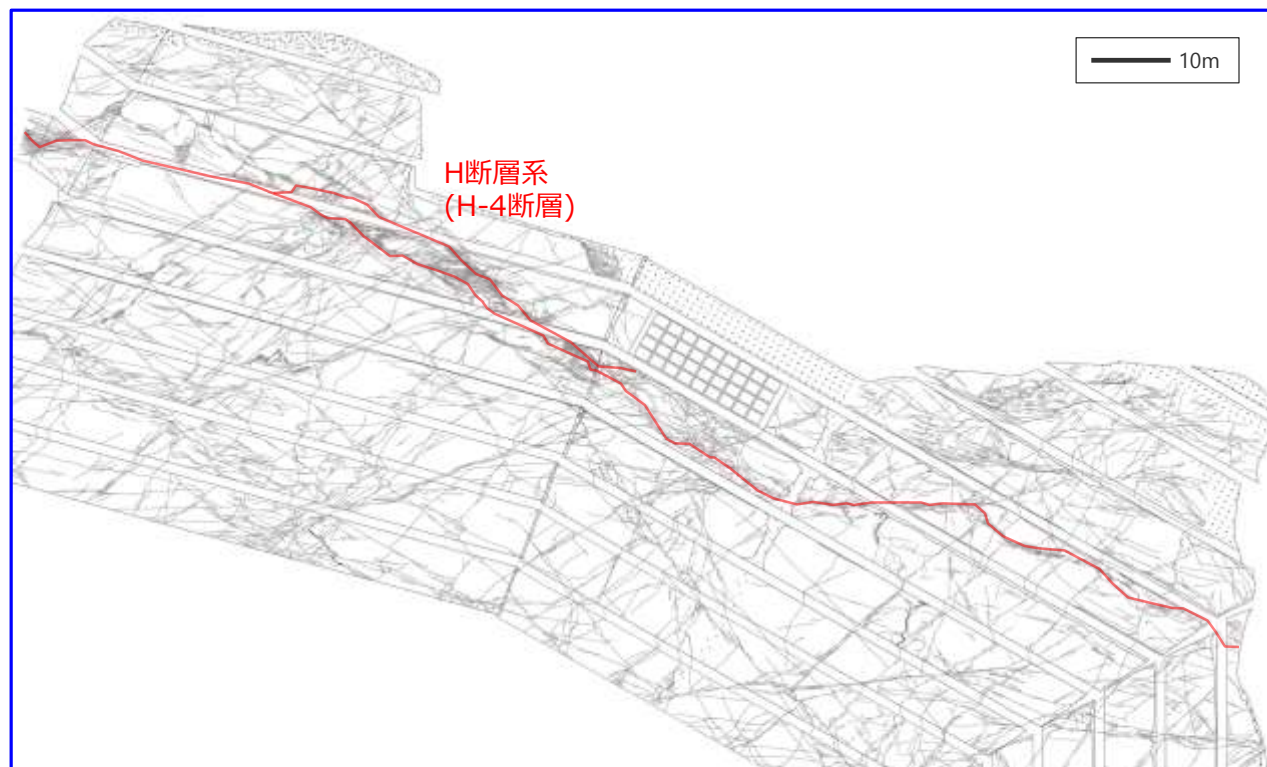


H断層系の連続性 (山側法面)

- H断層系は、他の断層に切られたり併合されたりすることなく連続する。

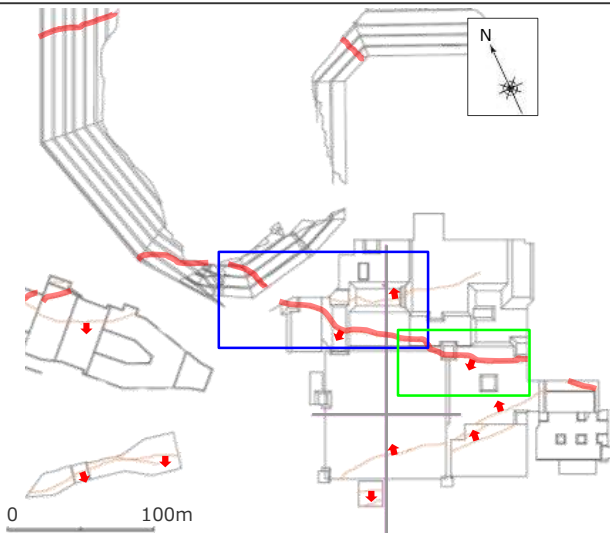


左図緑枠部 (山側法面) の断層分布図



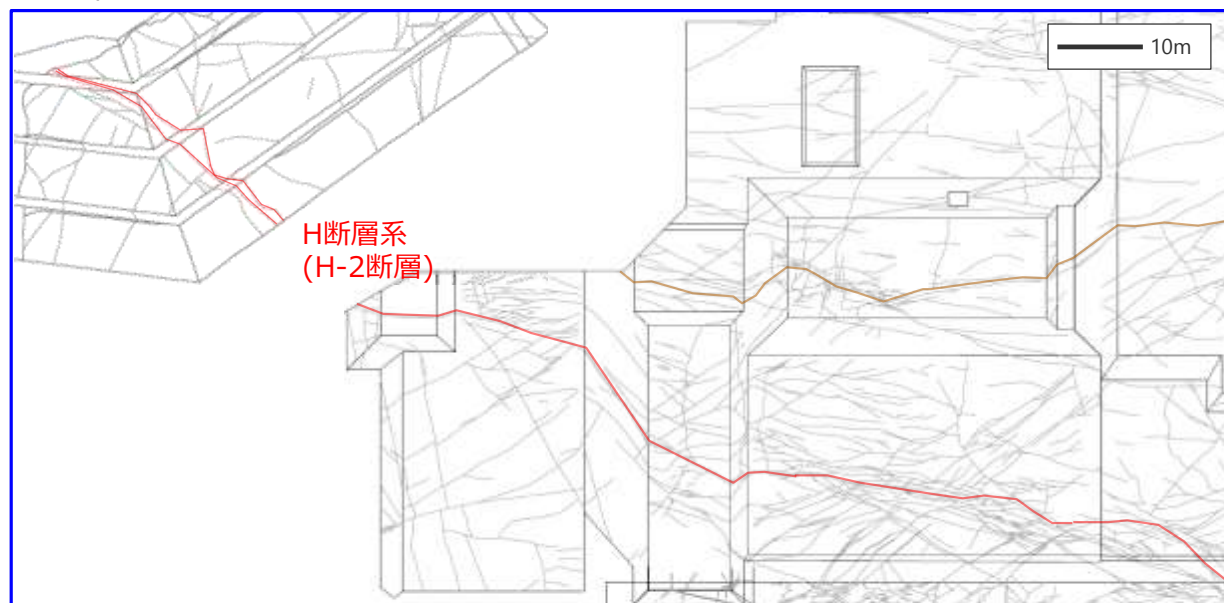
H断層系の連続性 (5号炉建屋)

- H断層系は、他の断層に切られたり併合されたりすることなく連続する。

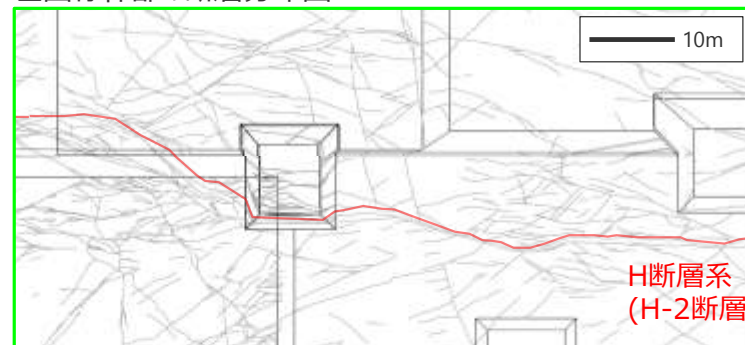


- H断層系
- その他のEW系正断層
- ◀ 断層の傾斜方向

左図青枠部の断層分布図



左図緑枠部の断層分布図



連続性の良い断層間の関係の検討結果

3,4,5号炉建屋基礎露頭において、連続性の良い断層を対象に、各断層グループ間の関係を確認し、EW系正断層をさらに細分し最新活動時期の最も新しい断層の絞り込みを行った。

検討結果

- EW系正断層は、NS系逆断層、EW系逆断層に比べ連続性が良く、分岐（併合）を伴いながら、東西方向に数百mにわたって連続するものもある。
- NS系逆断層及びEW系逆断層は、上記の東西方向に数百mにわたって連続するようなEW系正断層を越えては連続せず、NS系逆断層はEW系正断層に切られ、EW系逆断層はEW系正断層に規制される。
- EW系正断層のうち、北傾斜正断層は、南傾斜正断層に切られる。
- 南傾斜正断層には、他の断層に切られたり併合されことなく東西に数百mに渡って連続する断層が存在する。
- この、他の断層に切られたり併合されたりすることなく数百mにわたって連続する南傾斜のEW系正断層を、H断層系とする。
- H断層系は顕著に大きな落差（概ね15m以上）を有する特徴を持つ。

各断層グループの形成要因及び敷地の断層の形成過程についての考察

敷地の相良層へ作用する応力並びにここまで検討したEW系正断層・NS系逆断層・EW系逆断層の特徴（確認される断層の数、断層落差、全長）及びこれらの断層グループ間の切り切れ関係から、各断層グループの形成要因及び敷地の断層の形成過程について考察する。

敷地の相良層へ作用する応力

この地域は相良層堆積時から、プレートの沈み込みによる広域的な東西方向の圧縮応力場であり、これに合わせて相良層へは堆積場（大陸棚斜面から前弧海盆）の南側傾斜または北（陸）側隆起による重力性の南北方向の引張応力が働いていたものと考えられる。

ここまでの検討結果

（各断層グループの特徴）

断層グループ	断層の数の相対関係	断層の落差	断層の全長、連続性
EW系正断層	多	<ul style="list-style-type: none"> 大半の断層は落差1m未満。 落差1m以上の断層が低頻度で見られ、顕著に落差の大きい断層（いずれも南傾斜）が数本確認される。 最大落差は24m。 	<ul style="list-style-type: none"> 大半の断層は全長50m未満。 数百m変位を受けずに連続するものもあり、これらの断層の落差は、いずれも1m以上と比較的大きい。 落差が大きい断層ほど連続性が良い傾向にあり、顕著に落差の大きい断層が、一定の間隔を持って平行に分布する。
NS系逆断層	中	<ul style="list-style-type: none"> 大半の断層は落差1m未満。 落差1m以上の断層が低頻度で見られる。 最大落差は3m。 	<ul style="list-style-type: none"> 大半の断層は全長50m未満。 長い断層でも他の断層（EW系正断層）により連続性が途切れる。
EW系逆断層	少	<ul style="list-style-type: none"> 大半の断層は落差1m未満。 落差1m以上の断層が低頻度で見られる。 最大落差は1.5m。 	<ul style="list-style-type: none"> 大半の断層は全長50m未満。 長い断層でも他の断層（EW系正断層）により連続性が途切れる。

（断層の切り切れ関係）

「切られる断層」の切り切れ関係からは、各断層グループの最新活動時期に明確な新旧関係は見られないが、これら互いに切り切れ関係にある断層グループの一つであるNS系逆断層を切り、他の断層に切られず露頭範囲を越えて東西方向に数百mにわたって連続するEW系正断層（落差が比較的大きい特徴を持つ）が存在する。

連続性の良い断層に着目すると、NS系逆断層及びEW系逆断層は、上記の東西方向に数百mにわたって連続するようなEW系正断層を越えては連続せず、NS系逆断層はEW系正断層に切れ、EW系逆断層はEW系正断層に規制される。

上記を踏まえ、各断層グループの主な形成要因は次のように推定される。

EW系正断層：堆積場の傾斜及び隆起による重力性の南北方向の引張応力により形成

NS系逆断層：プレート沈み込みに伴う広域的な東西方向の圧縮応力により形成

EW系逆断層：東西方向に数百mにわたって連続するEW系正断層（落差が比較的大きい特徴を持つ）の活動に伴う局所的な南北方向の圧縮応力により形成さらに、断層の切り切れ関係から次のような敷地の断層の形成過程が推定される。

- ① 初期に、小規模な断層（短く、落差も小さい断層）として、東西圧縮によりNS系逆断層が、南北引張によりEW系正断層がほぼ同時期に形成された。
- ② 褶曲の進展により小規模なNS系逆断層同士が、隆起の進展により小規模なEW系正断層同士がそれぞれつながり、各断層の変位も蓄積された。
- ③ 隆起が進展、南傾斜の増大に伴う引張応力増大等により、ひずみが局所化し、ある程度の間隔を持って平行なEW系正断層が大きな変位を生じた。
- ②③の過程においては、EW系正断層の活動に伴う局所的な圧縮場でEW系逆断層も同時に形成された。

① 正断層・逆断層についての検討

各断層グループ間の関係（4号炉原子炉建屋基礎露頭）



連続性の良い断層間の関係（3, 4, 5号炉建屋基礎露頭）



活動性評価の対象とする断層の選定



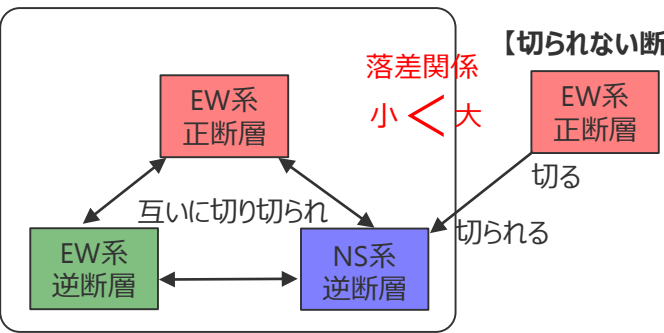
② flexural-slip faultについての検討

flexural-slip faultと活動性評価の対象とする断層（H断層系）との関係

活動性評価の対象とする断層の選定

活動性評価の対象とする断層として、以下の各断層の切り切れ関係から、最新活動時期が最も新しい断層（H断層系）を選定した。

各断層グループ間の関係 (4号炉原子炉建屋基礎露頭における検討)



- EW系正断層とNS系逆断層、NS系逆断層とEW系逆断層、EW系逆断層とEW系正断層はそれぞれ互いに切り切れ関係にある。
- EW系正断層には、他の断層に切られず露頭範囲を越えて連続する断層が見られ、これらの断層は直交するNS系逆断層（EW系正断層及びNS系逆断層と互いに切り切れ関係）を切る。
- EW系正断層のうち、他の断層に切られず露頭範囲を越えて連続する断層の落差は他のEW系正断層に比べ大きい。

EW系正断層のうち、比較的大きい落差を持つ断層の中に最新活動時期が最も新しいと考えられる断層が存在すると考えられる。これらの断層は他の断層に切られず同露頭範囲を越えて連続する。

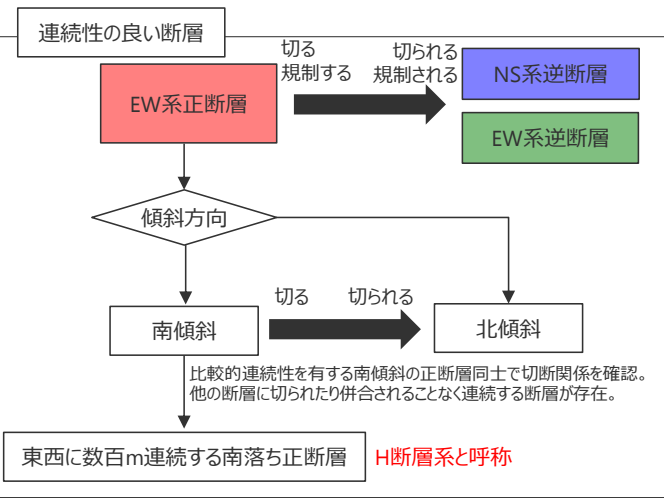
推定される断層形成過程

- ① 初期に、小規模な断層として、NS系逆断層、EW系正断層がほぼ同時期に形成。
- ② 小規模なNS系逆断層同士、EW系正断層同士がそれぞれつながり、変位量も蓄積。EW系正断層の活動に伴う局所的な圧縮場において、EW系逆断層も形成。
- ③ 引張応力増大により、ひずみが局所化、ある程度の間隔をもって平行なEW系正断層が大きな変位を生じた。

断層形成過程の考察

検討対象範囲を拡大し連続性の良い断層を対象に、各断層グループ間の関係を確認するとともに、EW系正断層をさらに細分し最新活動時期の最も新しい断層を絞り込む

連続性の良い断層間の関係 (3,4,5号炉建屋基礎露頭における検討)



- EW系正断層は、NS系逆断層、EW系逆断層に比べ連続性が良く、分岐（併合）を伴いながら、東西方向に数百mにわたって連続するものもある。
- NS系逆断層、EW系逆断層は、上記の東西方向に数百mにわたって連続するようなEW系正断層を越えては連続せず、NS系逆断層はEW系正断層に切られ、EW系逆断層はEW系正断層に規制される。
- EW系正断層（北傾斜）は、EW系正断層（南傾斜）に切られる。
- EW系正断層（南傾斜）には、他の断層に切られたり併合されことなく東西に数百mに渡って連続する断層が存在する。
- 他の断層に切られたり併合されたりすることなく数百mにわたって連続する南傾斜のEW系正断層を、H断層系とする。
- H断層系は顕著に大きな落差（概ね15m以上）を有する特徴を持つ。

他の断層に切られたり併合されたりすることなく数百mにわたって連続する南傾斜のEW系正断層が最新活動時期が最も新しい断層と考えられる。これらの断層をH断層系と呼称し、活動性評価の対象とする断層として選定する。

なお、連続性の良いEW系逆断層には、EW系正断層（H断層系）に規制される断層（EW系正断層に切られた片割れが確認できない断層）も見られるが、この断層はH断層系が活動した際の局所的な圧縮場において活動したものと評価する。

① 正断層・逆断層についての検討

各断層グループ間の関係（4号炉原子炉建屋基礎露頭）



連続性の良い断層間の関係（3, 4, 5号炉建屋基礎露頭）



活動性評価の対象とする断層の選定

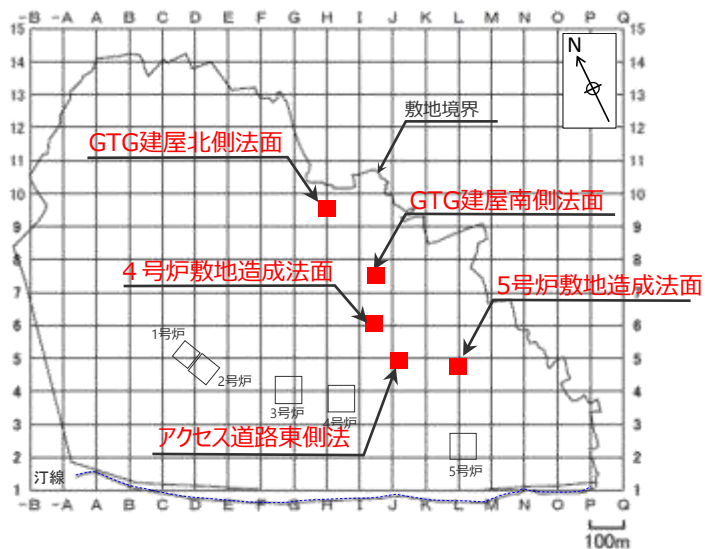


② flexural-slip faultについての検討

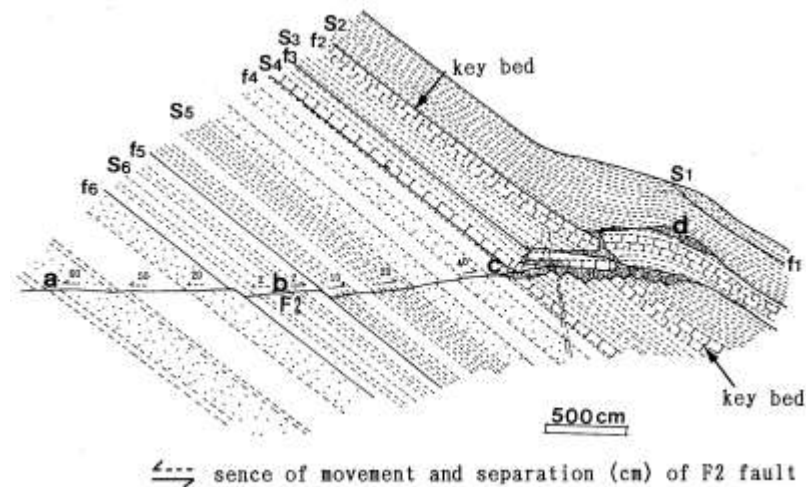
flexural-slip faultと活動性評価の対象とする断層（H断層系）との関係

flexural-slip faultとH断層系の関係

- 活動性評価の対象としたH断層系と、flexural-slip faultの関係について検討する。
- 法面露頭においては、層理に平行な黒色の境界層として敷地の褶曲に伴う層面すべりの可能性である構造（flexural-slip fault）が確認できる（「(2)敷地の断層」参照）ことから、まずは、これらとH断層系の切り切れ関係について確認した。
- さらに、敷地におけるflexural-slip faultすべてが必ずしも上記の様な構造として認識できるものとは限らないことから、続いて相良層の層理をflexural-slip faultと仮定し、相良層の層理とH断層系の切り切れ関係を確認した。
- なお、仮にflexural-slip faultがH断層系を切る（H断層系に変位を及ぼす）場合は、横山（1995）に見られるような構造が確認できると想定される。



調査位置図

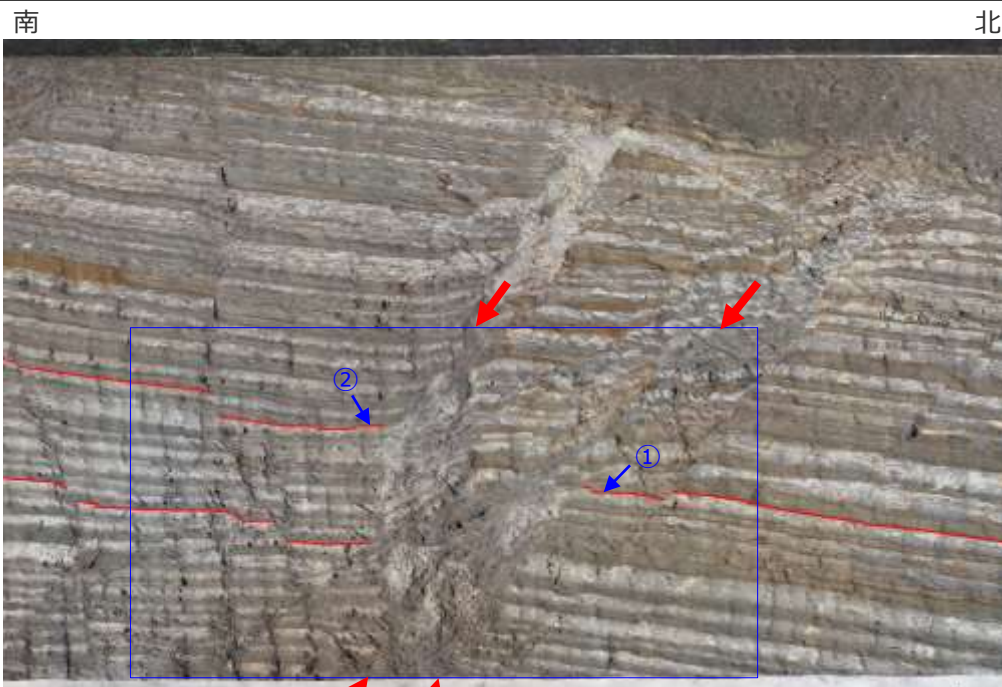


横山（1995）

flexural-slip faultが他の断層を切る例（F2断層を層理面が切る）

flexural-slip faultとH断層系の関係

- GTG建屋北側法面において、flexural-slip faultと想定した層理に平行な黒色の境界層は、H-6断層と近接している。
- 両者は直接的な関係は認められないものの、黒色の境界層の延長部はH-6断層を越えて連続しない。



断層面 (H-6断層)

※赤線は黒色の境界層



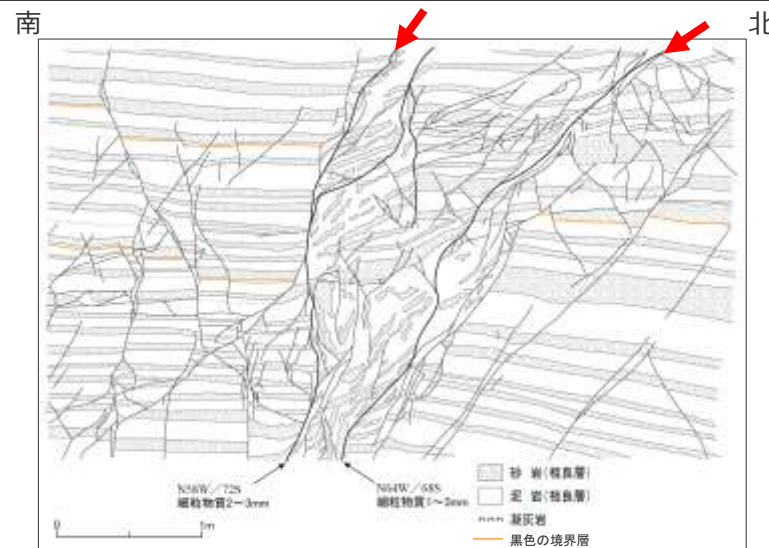
(上図②付近の拡大)

黒色の境界層

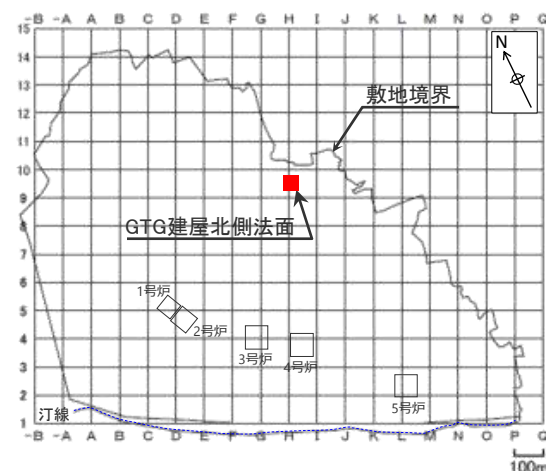


(上図①付近の拡大)

黒色の境界層

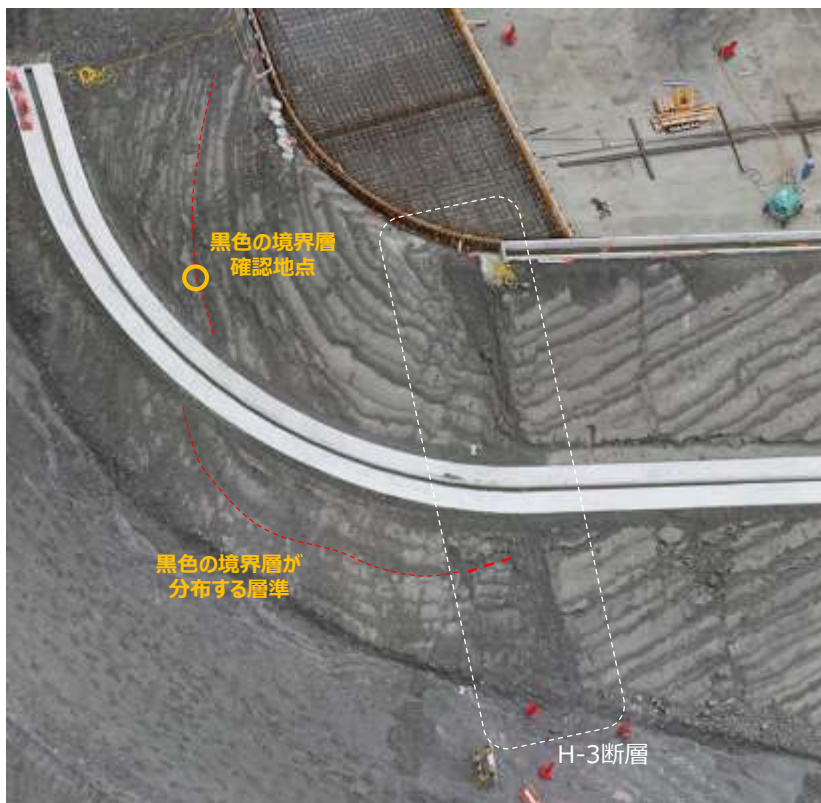
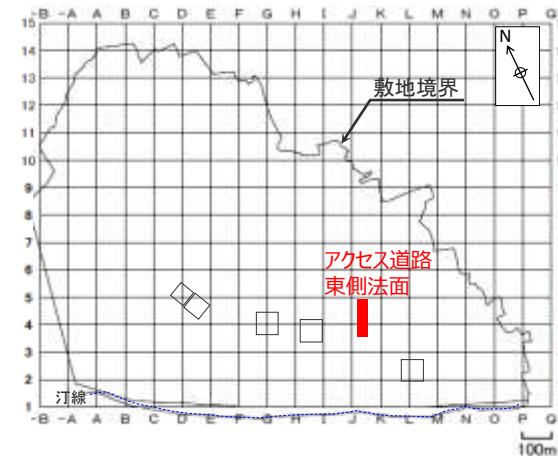


(写真青枠部分のスケッチ)

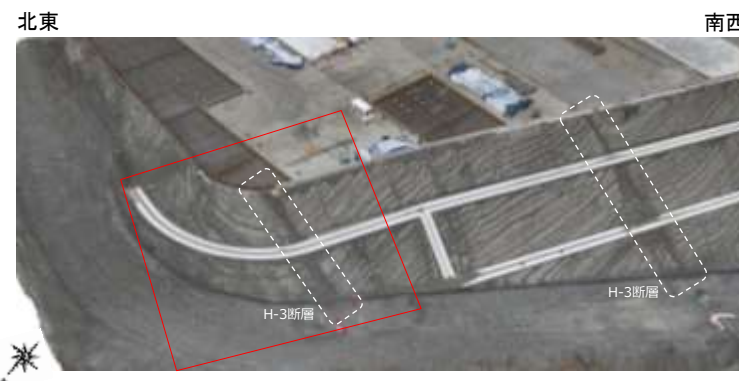


flexural-slip faultとH断層系の関係

- アクセス道路東側法面において、flexural-slip faultと想定した層理に平行な黒色の境界層は連続性に乏しいことから、黒色の境界層が分布する層準とH-3断層の関係を検討した。
- その結果、黒色の境界層が分布する層準は、H-3断層により切られており、H-3断層を越えて連続しないことを確認した。



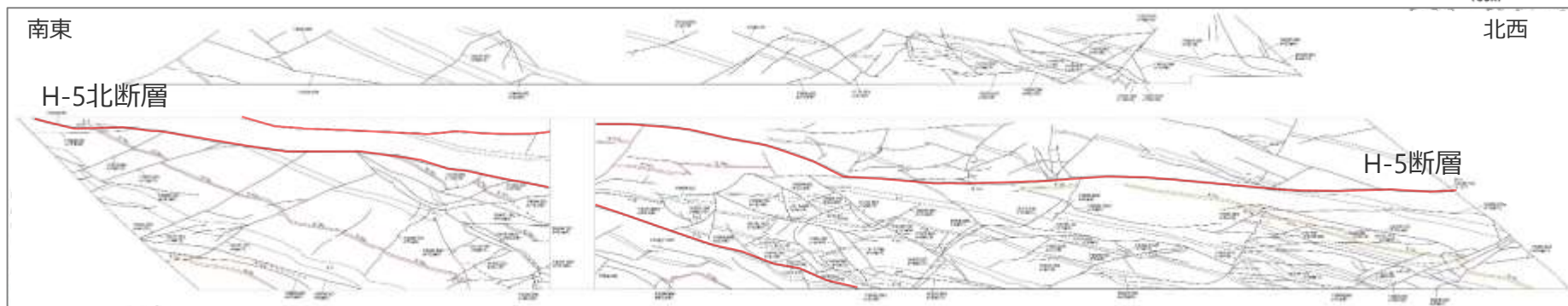
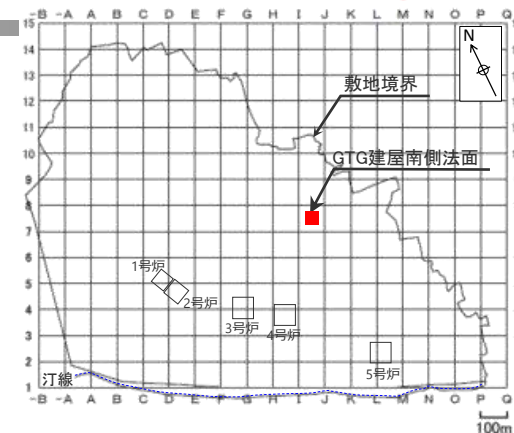
(右の写真赤枠部分の拡大)



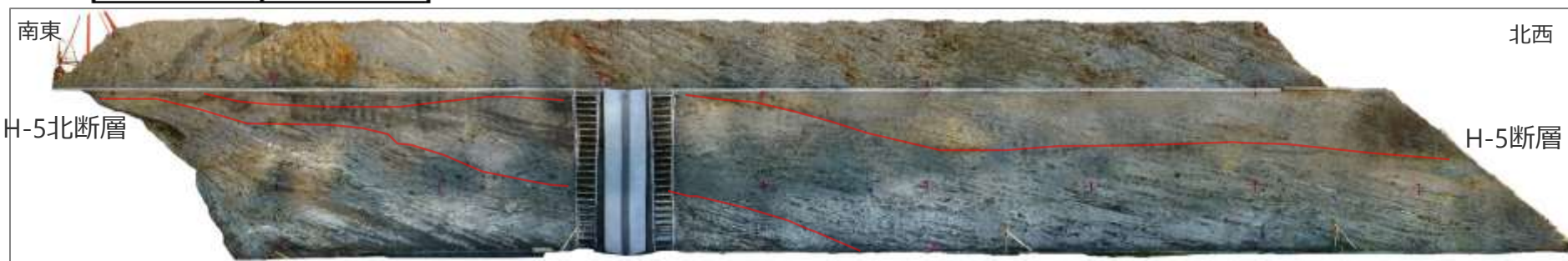
相良層層理とH断層系の関係（露頭その1）

<GTG建屋南側法面(北面)の調査>

- 法面上では、相良層の層理は見かけ上北西傾斜を示す。また、H-5断層及びH-5北断層がほぼ水平方向に連続して確認される。
- 法面上では、H-5断層及びH-5北断層は若干うねりながら連続して分布しており、それぞれの断層に変位を与える層理は認められない。
- 層理は固結しており、軟弱な物質は挟在していない。



露頭スケッチ図

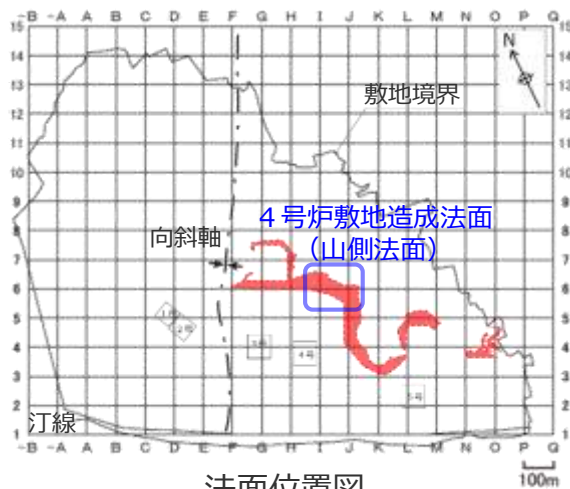


露頭全体写真

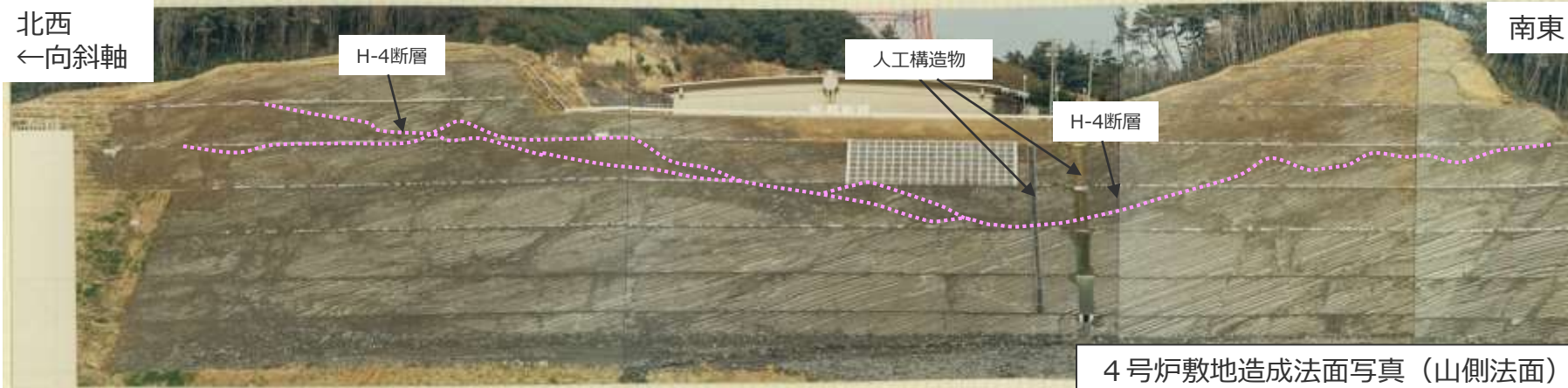
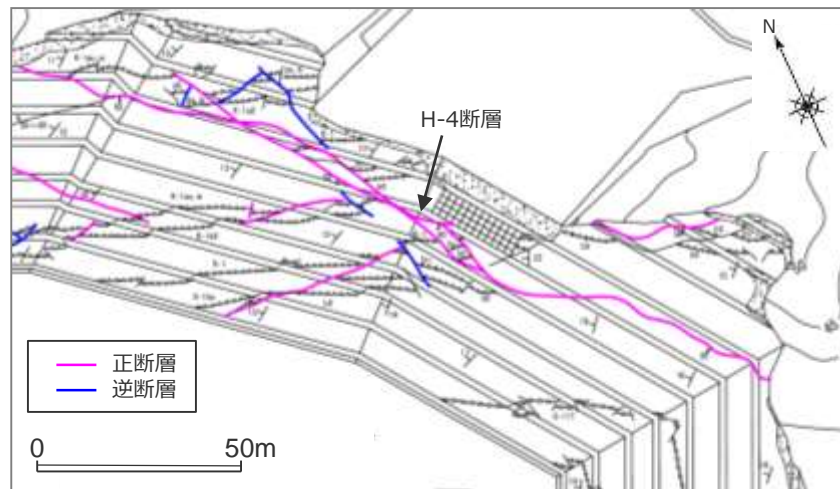
相良層層理とH断層系の関係（露頭その2）

＜4号炉敷地造成法面（山側法面）の調査＞

- ・ 法面上では、相良層の層理は見かけ上北西傾斜を示す。また、H-4断層がほぼ水平方向に連続して確認される。
- ・ H-4断層は若干うねりながら連続して分布しており、H-4断層に変位を与える層理は認められない。



法面位置図



4号炉敷地造成法面写真（山側法面）

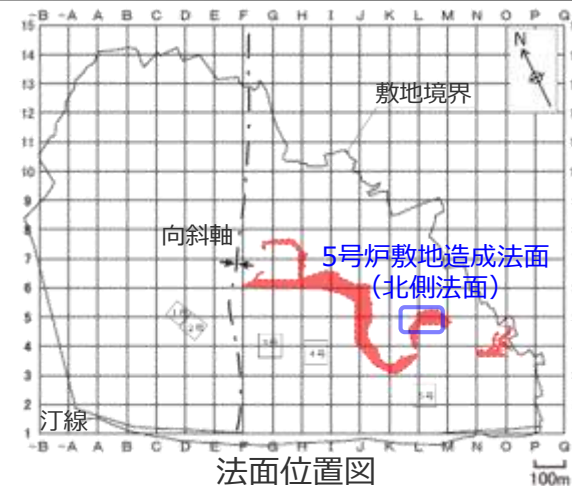
相良層層理とH断層系の関係（露頭その3）

＜5号炉敷地造成法面（北側法面）の調査＞

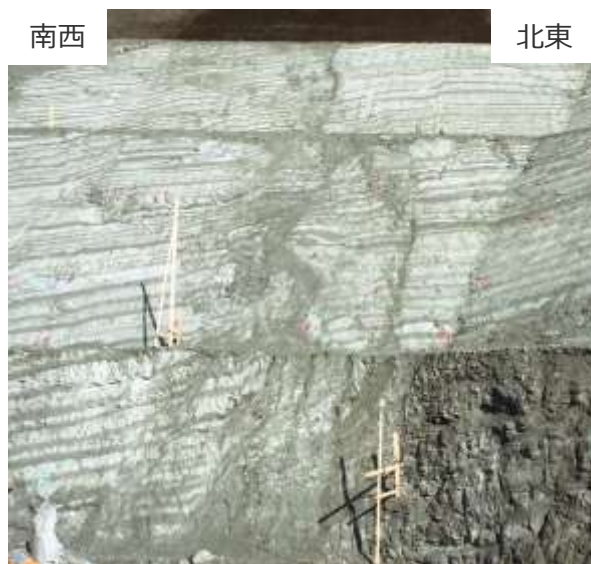
- 前頁記載の法面よりも向斜軸から離れた5号炉敷地造成法面（北側法面）においても、層理について確認する。



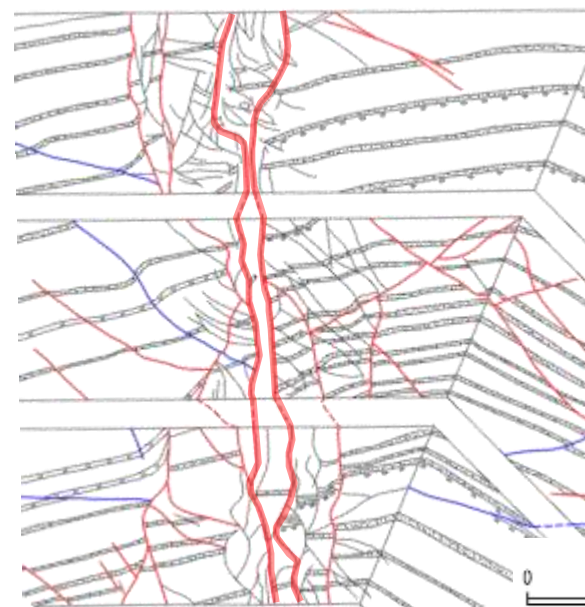
5号炉敷地造成法面写真（北側法面）



- 法面上では、相良層の層理は見かけ上南西傾斜を示す。また、H-3断層が見かけ上ほぼ鉛直方向に連続して確認される。
- H-3断層は若干うねりながら連続して分布しており、H-3断層に変位を与える層理は認められない。



H-3断層



H-3断層

- 正断層
- 逆断層
- 特徴的な砂岩層
- 凝灰岩層

3.(3) 活動性評価の対象とする断層の選定のまとめ

【検討結果】

① 正断層・逆断層についての検討

(EW系正断層・NS系逆断層・EW系逆断層の関係)

- 他の断層に切られる断層に着目すると、EW系正断層とNS系逆断層、NS系逆断層とEW系逆断層、EW系逆断層とEW系正断層はそれぞれ互いに切り切れ関係にある。
- EW系正断層には他の断層に切られず露頭範囲を越えて連続する断層が見られ、これらの断層は直交するNS系逆断層（EW系正断層及びNS系逆断層と互いに切り切れ関係）を切る。
- EW系正断層のうち、他の断層に切られず露頭範囲を越えて連続する断層の落差は他のEW系正断層に比べ大きい。

➡ EW系正断層のうち、比較的大きい落差を持つ断層の中に最新活動時期が最も新しいと考えられる断層が存在すると考えられる。

(連続性の良い断層間の関係)

- NS系逆断層は、EW系正断層に切られ、EW系逆断層は、EW系正断層に規制される。
- EW系正断層のうち北傾斜断層は、南傾斜断層に切られる。
- EW系正断層（南傾斜断層）には、一定の間隔を持って、他の断層に切られたり併合されことなく東西に数百mに渡って連続する断層が存在する。

(活動性評価の対象とする断層)

- EW系正断層・NS系逆断層・EW系逆断層の関係及び連続性の良い断層間の関係を踏まえれば、他の断層に切られたり併合されことなく東西に数百mに渡って連続する南傾斜のEW系正断層が最新活動時期が最も新しい断層と考えられる。
- これらの断層をH断層系と呼称し、活動性評価の対象とする断層として選定する。

② flexural-slip faultについての検討

(flexural-slip faultとH断層系の関係)

- flexural-slip faultとH断層系の関係について、flexural-slip faultと想定した層理に平行な黒色の境界層はH断層系を越えて連続しない。さらに、相良層の層理をflexural-slip faultと仮定した場合においても、H断層系に変位を与える層理は認められない。これらのことから、H断層系が活動して以降flexural-slip faultは活動していないと考えられる。

【評価】

- 敷地の断層のうち、H断層系を活動性評価の対象とする断層として選定する。

3. 敷地の地質・地質構造のまとめ

【検討結果】

(1) 敷地の地質

- 敷地及び敷地北側には、新第三紀中新世後期から鮮新世前期に堆積した相良層群相良層が分布し、その上を風成砂層が覆う。相良層は敷地前面海域にも連続的に分布し（D層）、その上を完新統（A層）が覆う。
- 敷地極近傍の相良層には、北北東－南南西方向の向斜軸（比木向斜）が認められる。大局的には、向斜軸は南にプランジし相良層は向斜軸を中心に南に開いた構造を示すが、敷地北側から敷地前面海域にかけての局所的な範囲においては、向斜軸は北にプランジし相良層は向斜軸を中心に北に開いた構造を示す。

(2) 敷地の断層

- 法面・試掘坑露頭調査により、敷地の断層は次のように分類される。
- 運動センス、走向により、東西走向の高角正断層（EW系正断層）、南北走向の低角逆断層（NS系逆断層）及び東西走向の高角逆断層（EW系逆断層）に分類される。さらに、それぞれ、断層面内に厚さ数mm程度の細粒物質を伴う断層（開離型断層）と、断層面内に細粒物質を伴わない断層（ゆ着型断層）に分類される。
- 法面露頭からは、褶曲に伴うと考えられるflexural-slip faultが確認される。
- 敷地及び敷地近傍において、「敷地での存在が想定される断層」とした「A-17断層」（南北走向の逆断層）と同傾向で地下深部から連続し地表付近まで及んでいる断層は確認されず、それ以外にも地下深部から地表付近まで及ぶような変位の累積性を有する断層も確認されない。

(3) 活動性評価の対象とする断層の選定

- 他の断層に切られる断層に着目すると、これらの断層の切り切れ関係からは、EW系正断層、NS系逆断層及びEW系逆断層の最新活動時期に明確な新旧関係は見られないが、これら互いに切り切れ関係にある断層グループの一つであるNS系逆断層を切り、他の断層に切られず露頭範囲を越えて連続するEW系正断層（落差が比較的大きい特徴を持つ）が存在することを踏まえれば、EW系正断層のうち、比較的大きい落差を持つ断層の中に最新活動時期が最も新しいと考えられる断層が存在すると考えられる。
- さらに広範囲でEW系正断層を中心とした連続性の良い断層間の関係を確認したところ、NS系逆断層はEW系正断層に切られ、EW系逆断層はEW系正断層に規制される。また、EW系正断層のうち北傾斜断層は、南傾斜断層に切られる。
- EW系正断層（南傾斜断層）のうち、他の断層に切られず東西に数百mに渡って連続する断層が、最新活動時期が最も新しい断層と考えられる。これらをH断層系と呼称し、活動性評価の対象とする断層として選定する。
- H断層系とflexural-slip faultの関係について、flexural-slip faultと想定した層理に平行な黒色の境界層はH断層系を越えて連続しない。さらに、相良層の層理をflexural-slip faultと仮定した場合においても、H断層系に変位を与える層理は認められない。これらのことから、H断層系が活動して以降flexural-slip faultは活動していないと考えられる。

【評価及び次章での検討方針】

敷地においては、最後に活動した断層と考えられるH断層系を活動性評価の対象とし、以降の検討を行う。

4

H断層系の活動性評価

【検討内容】

- ボーリング調査，海上音波探査等により敷地及び敷地前面海域におけるH断層系の分布を推定する。
- 露頭における観察，試料分析等によりH断層系の性状を検討する。
- 反射法地震探査や大深度ボーリング調査により敷地の地下深部の地質構造を把握するとともに，H断層系の深部への連続性を検討する。
- 文献調査結果，H断層系の分布・性状，敷地の深部構造調査結果から，H断層系の形成要因を検討する。
- 上載地層法に基づいた活断層評価を行う。
- 上記検討より，H断層系は将来活動する可能性のある断層等に該当しないことを示す。

4章の検討の流れ

分布・性状等による評価(4.1～4.3章)

分布, 詳細性状, 深部地質構造の調査結果に基づき, H断層系について以下の通り示す。

- 分布を推定し, H断層系の分布がいずれも同傾向であり類似していることを示す。(4.1章)
- 詳細性状の観察・分析結果より, H断層系の性状がいずれも類似しており, H断層系が, 相良層堆積後の未固結～半固結の時代に形成された後, 相良層固結以降の活動は生じていないものと考えられることを示す。(4.2章)
- 大深度ボーリング調査等により, 敷地深部の地質構造の特徴を検討し, 相良層の地層の走向・傾斜の後方回転が敷地及びその近傍の浅部に限って認められること, H断層系が深部に連続するものではないことを示す。(4.3章)

H断層系は同一の地質学的場で形成された同じ系列に属する一連の断層群である。

分布・性状等による評価を支持

成因に関する評価(4.4章)

- H断層系の形成要因について, 敷地近傍及び敷地深部の調査結果を踏まえ考察し, H断層系は他の断層活動や火山活動に伴い形成された構造ではなく, 浅部の堆積物のすべりに伴いすべり移動体内に形成された正断層群と考えられることを示す。

H断層系は浅部の堆積物のすべりに伴いすべり移動体内に形成された正断層群であると考えられる。

上載地層による活動性評価については, 敷地北部のBF4地点におけるH-9断層を対象に行う。

上載地層による活動性評価(4.5章)

- H-9断層は, 後期更新世(約12～13万年前)以降活動していないことを示す。

H断層系は将来活動する可能性のある断層等に該当しない。

4.1

H断層系の分布

【検討内容】

- 露頭調査及びボーリング調査により、H断層系の分布を推定する。
- 敷地前面海域についても、海底トンネルからのボーリング調査、海上音波探査等により、H断層系の分布を推定する。
- 上記により推定されたH断層系の分布がいずれも同傾向であり類似していることを示す。

(1)

陸域（ボーリング・露頭）における検討

【検討内容】

陸域及び前面海域の一部について、露頭調査及びボーリング調査によりH断層系の分布を推定するとともに、重要施設との位置関係を確認する。

H断層系の分布に関する基本検討フロー

- 活動性評価の対象とする断層を抽出する際、『南傾斜の開離型EW系正断層のうち、他の断層に切られることなく数百mにわたって連続する断層』をH断層系としたが、H断層系の分布把握に際しては、それらに加え、H断層系の特徴を踏まえ、落差が有意に大きく、断層面に挟まれた区間に著しく流動的な変形構造を伴う断層をH断層系として検討する。
- 検討は、まず、敷地には鍵層となる凝灰岩層が分布することから、鍵層の落差※に着目して断層分布の検討を行う。具体的には、露頭調査・ボーリング調査による鍵層の分布標高に有意な落差が認められるか否かにより断層の存在区間の推定を行う。次いで、鍵層分布と整合的な変位を与える断層をボーリングコアから選定※※し、敷地全体のH断層系の分布を推定する。なお、断層による鍵層の変位を検討する際には、分岐・合流により近接する複数の断層で落差を分担している場合があることも考慮する。※目安：落差10m程度以上 ※※目安：流動的な変形構造の有無、破碎部の厚さ50cm程度以上

断層位置の検討

露頭調査

南傾斜の開離型EW系正断層のうち、他の断層に切られることなく数百mにわたって連続する断層
(「3.敷地の地質・地質構造」における検討結果及びH断層系の露頭観察結果)

H断層系の特徴

- 細粒物質を伴う比較的連続性の良い断層面が認められる。
- 流動的な変形構造が認められる。等

ボーリング調査

(H断層系の特徴を持つ断層を中心に、比較的破碎部が長い※1断層も含め断層位置を検討) ※1:コア破碎部の長さが50cm程度を目安

60~70°南傾斜の断層を想定し、対象鍵層を変位させるような区間内の断層から選定

当該区間内の断層から選定

当該断層をH断層系と推定し、鉛直断面図を作成

敷地全体のH断層系の分布を推定し、水平断面図を作成

断層存在区間の検討

ボーリング調査

特徴を有する鍵層の把握・対比

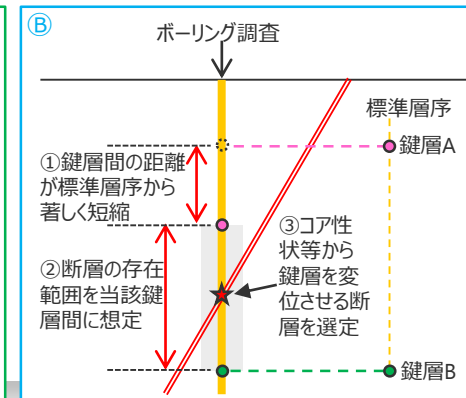
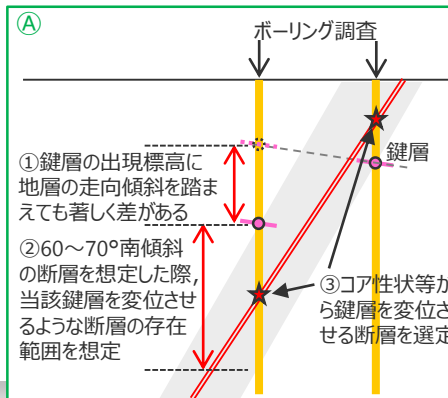
鍵層の分布を面的に推定

鍵層の出現標高に、地層の走向傾斜を踏まえても著しく差がある※2区間を把握

同一の調査地点(ボーリング)において2つの鍵層間の距離が標準層序から著しく短縮※2している区間を把握

※2:10m程度を目安

当該区間に鍵層を変位させる断層が存在すると推定



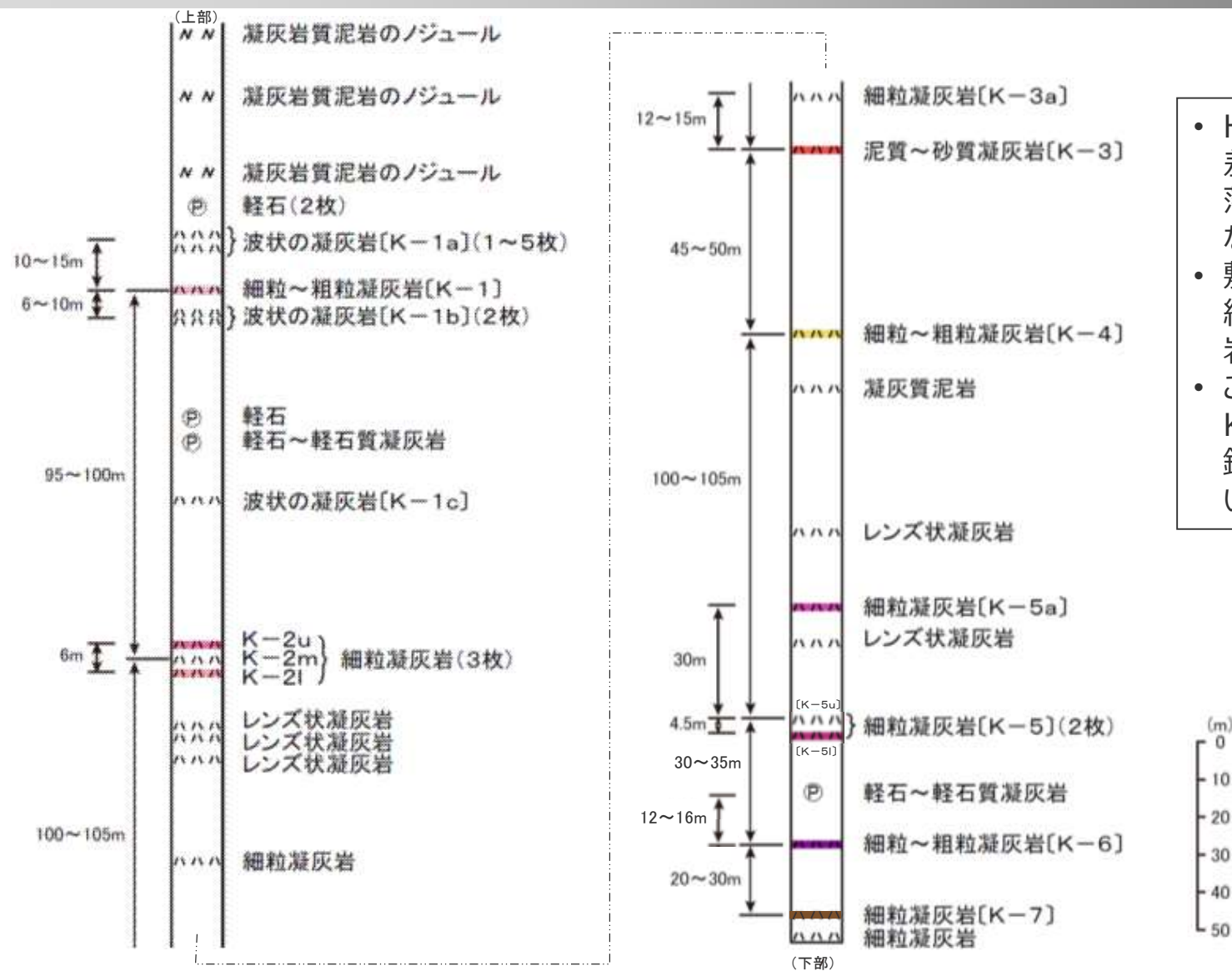
①

鍵層の連続性の検討

【検討内容】









鍵層の連続性を面的に検討し、鍵層に有意な落差が生じH断層系の存在が想定される区間を把握する。

敷地の模式柱状図





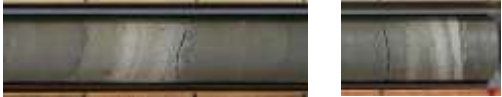

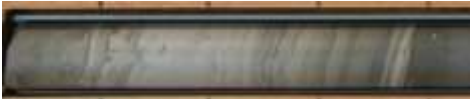


- H断層系は有意に大きな落差を有することから、断層の落差の判定に用いる指標となる鍵層を検討した。
- 敷地内の相良層には、連続性の良い特徴的な凝灰岩層が認められる。
- これらを上位から、K-1, K-2, K-3...K-7と呼称し、鍵層として地層の対比に用いる。

敷地にみられる代表的な凝灰岩（1）

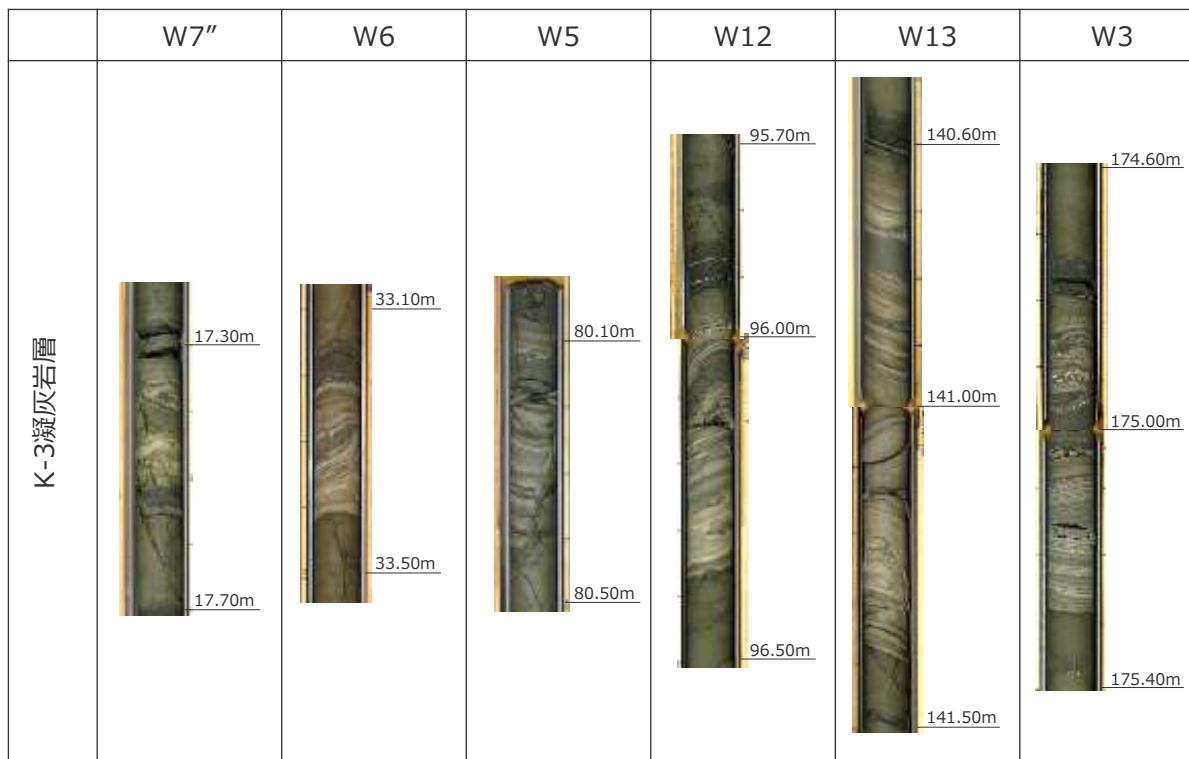
鍵層名	写 真 ※左側が上部で右側が下部。コア箱に記載の黒点間は10cm。	特 徴
K-1au K-1am	 <p style="text-align: center;">K-1au K-1am</p>	厚さ約1cmの帯状～レンズ状の白色凝灰岩と、厚さ約2cmの帯状の白色凝灰岩からなり、厚さ3～5cmの細粒砂岩を間に挟在する。
K-1al		厚さ約2cmの帯状～レンズ状の白色凝灰岩からなり、厚さ約16cmの泥岩中に挟在する。
K-1		厚さ約20～30cmの白色凝灰岩～凝灰質泥岩からなり、比較的明瞭な境界で大きく3区分される。下部は厚さ2～3cmの白色凝灰岩からなり、下位に厚さ1cmの泥岩及び最下部に厚さ数mmの白色凝灰岩を特徴的に伴っている。中部は、下位の泥岩から上方に漸移的に白色凝灰岩との細互層になる。上部も、下位の泥層から上方に漸移的に泥質凝灰岩となる。
K-1b		上部は厚さ2～4cm、下部は厚さ1～3cmの白色凝灰岩からなり、共に厚さ約18cmの泥岩中に挟在する。下部の凝灰岩は、上部の約2m下位に位置する。
K-1c		厚さ約1cm～のレンズ状の白色凝灰岩からなり、厚さ約4cmの砂岩直下に挟在する。約60cm上位にレンズ状の凝灰岩が認められる。
K-2u		厚さ約20cmの白色凝灰岩～凝灰質泥岩からなり、最下部に2枚の厚さ数mmの白色凝灰岩層を伴う。
K-2m		厚さ約15cmの白色凝灰岩～凝灰質泥岩からなり、下部及び上部に厚さ数mmの白色凝灰岩層を5枚程度挟む。
K-2l		厚さ約25cmの白色凝灰岩～凝灰質泥岩及び砂岩からなる。最下部の厚さ3～4cmの白色凝灰岩は中位に泥質部があり2分される。中部及び上部は凝灰質泥岩からなり、凝灰岩質砂岩薄層を挟む。

敷地にみられる代表的な凝灰岩（2）

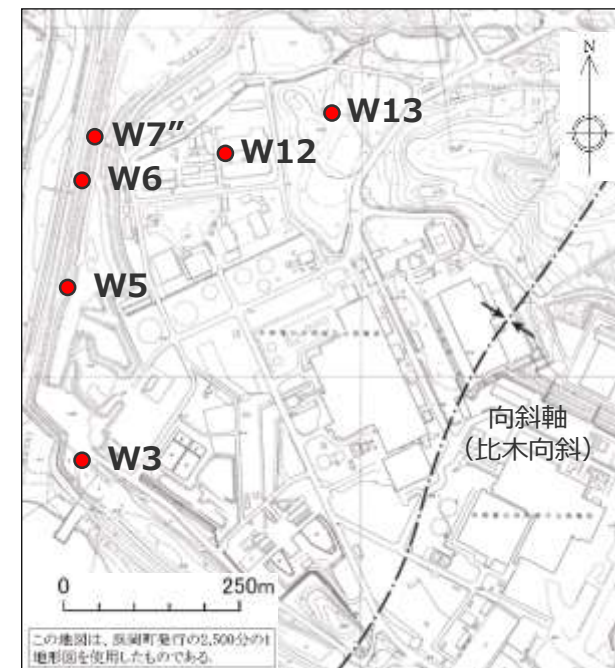
鍵層名	写 真 ※左側が上部で右側が下部。コア箱に記載の黒点間は10cm。	特 徴
K-3a		厚さ約10cmの白色凝灰岩～凝灰質泥岩からなり、比較的明瞭な境界で3区分される。下部に厚さ3～4cmの白色凝灰岩、中部は厚さ2～3cmの泥質凝灰岩、上部は凝灰岩質泥岩からなり、厚さ約25cmの泥岩中に狭在する。
K-3		厚さ約70cmの白色凝灰岩～凝灰質泥岩及び凝灰質砂岩の細互層。主に白色細粒凝灰岩からなり比較的単調な縞状模様を呈する。最下部付近には径数mmの軽石が散在し、最上部には厚さ約4cmの軽石まじり細～中粒砂が分布する。
K-4		厚さ30～40cmの白色凝灰岩～凝灰質泥岩及び凝灰質砂岩の細互層。中部は厚さ約10cmの白色細粒凝灰岩からなり、上位の凝灰質砂岩との境界が明瞭である。最下部には厚さ数mmの白色細粒凝灰岩が見られる。
K-5a		厚さ2～4cmの白色凝灰岩からなり、厚さ約2cmの砂岩の直上に位置する。
K-5	 K-5u K-5l	上位と下位に約5m離れた厚さ約10cmの2枚の白色凝灰岩～凝灰質泥岩の細互層。上部層は主に白色細粒凝灰岩からなり、最下部に軽石質凝灰岩を伴う。下部層は2層の白色細粒凝灰岩薄層からなる。
K-6		最大厚さ約2mの白色凝灰岩～凝灰質泥岩及び凝灰質砂岩の細互層。上下の境界は漸移的な場合も多く、厚さ及び層相の変化が激しいが、概ね中部に厚さ10cm程度の砂質部を挟む。また、上位に平行葉理の明瞭な厚さ約10cmの軽石まじり凝灰質砂岩が認められる。
K-7		最大厚さ約30cmの白色凝灰岩～凝灰質泥岩及び凝灰質砂岩の細互層。上部は主に白色細粒凝灰岩、下部は凝灰質泥岩及び凝灰質砂岩からなり、最下部に厚さ約1cmの白色細粒凝灰岩が見られる。

鍵層の把握・対比 (一例)

- 敷地の代表的な凝灰岩のうち、敷地西側を中心に層相に基づき抽出したK-3凝灰岩層を下記に示す。
- 地層の削り込みや小断層の影響等により凝灰岩層の厚さに変化はあるものの、いずれの地点においても前頁に示す鍵層の特徴より対比が可能である。
- なお、これらの凝灰岩層より、いくつかを抽出して実施した火山灰分析（火山ガラスの屈折率）の結果を右下表に示す。
- いずれも屈折率1.510付近にピークを持つ分布特性を示す。



(数値は深度表示)



<火山灰分析の結果>

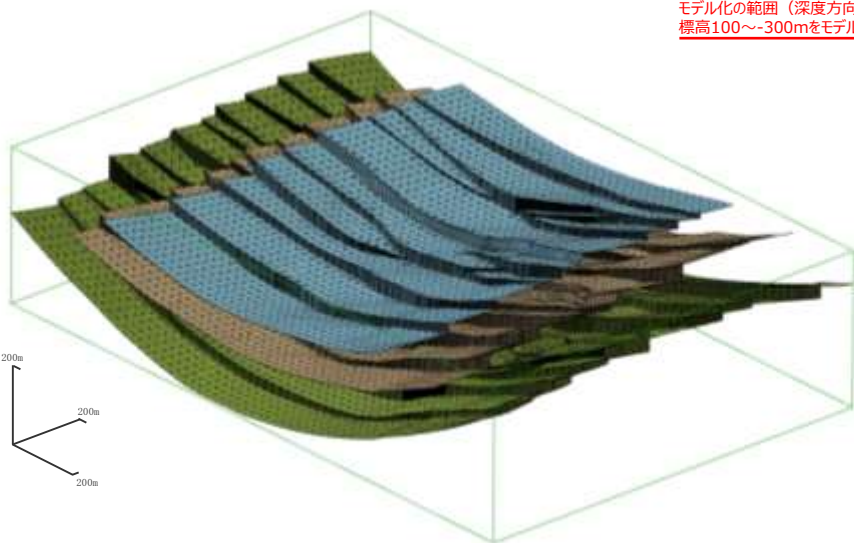
孔名	試料採取深度	火山ガラスの屈折率(nd)				
		1.490	1.500	1.510	1.520	1.530
W3	175.28			■		
W5	80.38			■		
W6	33.36			■		
W7''	17.57			■		
W12	96.36			■		
W13	141.38			■		

鍵層の連続性の検討

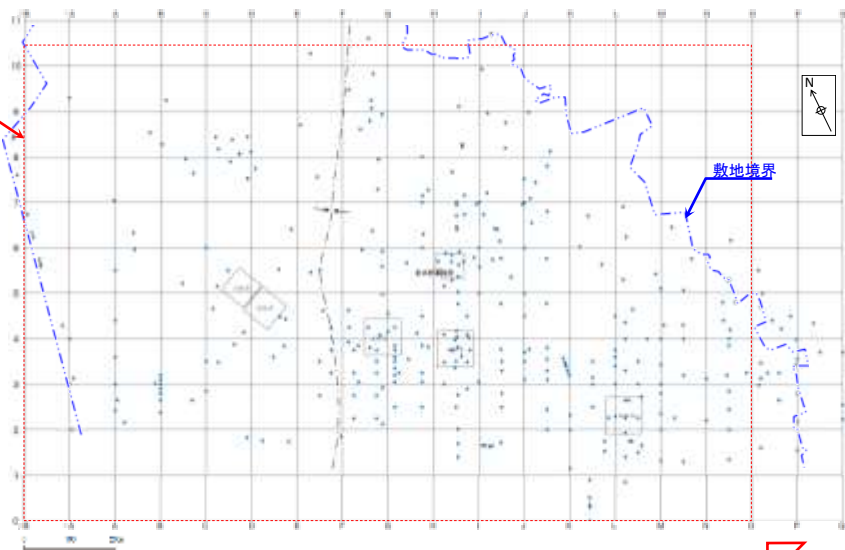
- H断層系の分布の把握にあたり、ボーリング孔に認められる鍵層の標高から、鍵層の連続性※を三次元的に検討し、断層の存在する区間を推定した。
- K-1～K-3凝灰岩層の三次元分布を以下に示す。

※2点間のボーリング孔間の鍵層の分布標高差が、地層の走向傾斜等の影響を考慮した上で概ね10m以下であれば鍵層が連続的に分布するものとした。

<K-1～K-3凝灰岩層の三次元分布>



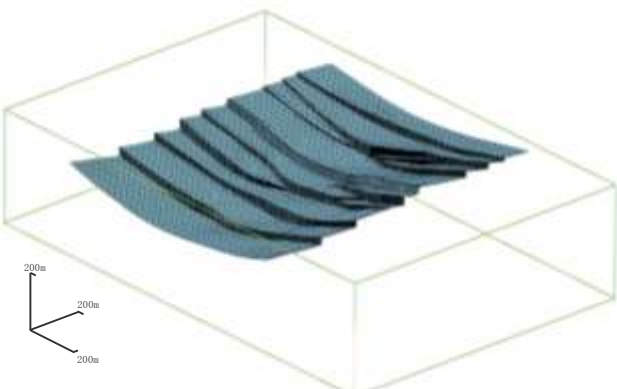
モデル化の範囲（深度方向は、
標高100～300mをモデル化）



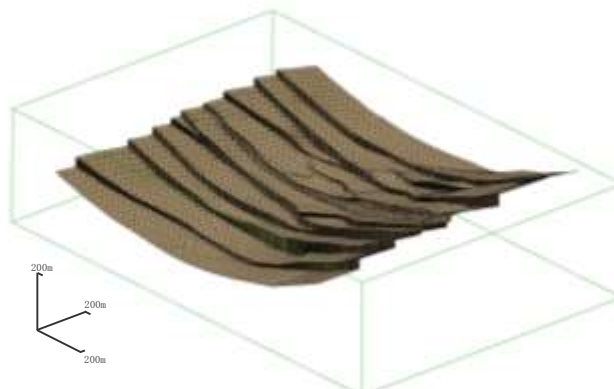
鍵層の連続性の検討に用いたボーリング孔

三次元分布
モデルの視点

<K-1凝灰岩層の三次元分布>



<K-2凝灰岩層の三次元分布>



<K-3凝灰岩層の三次元分布>



※各孔におけるK-1～K-3凝灰岩層の分布等の詳細は、データ集1に示す。

②

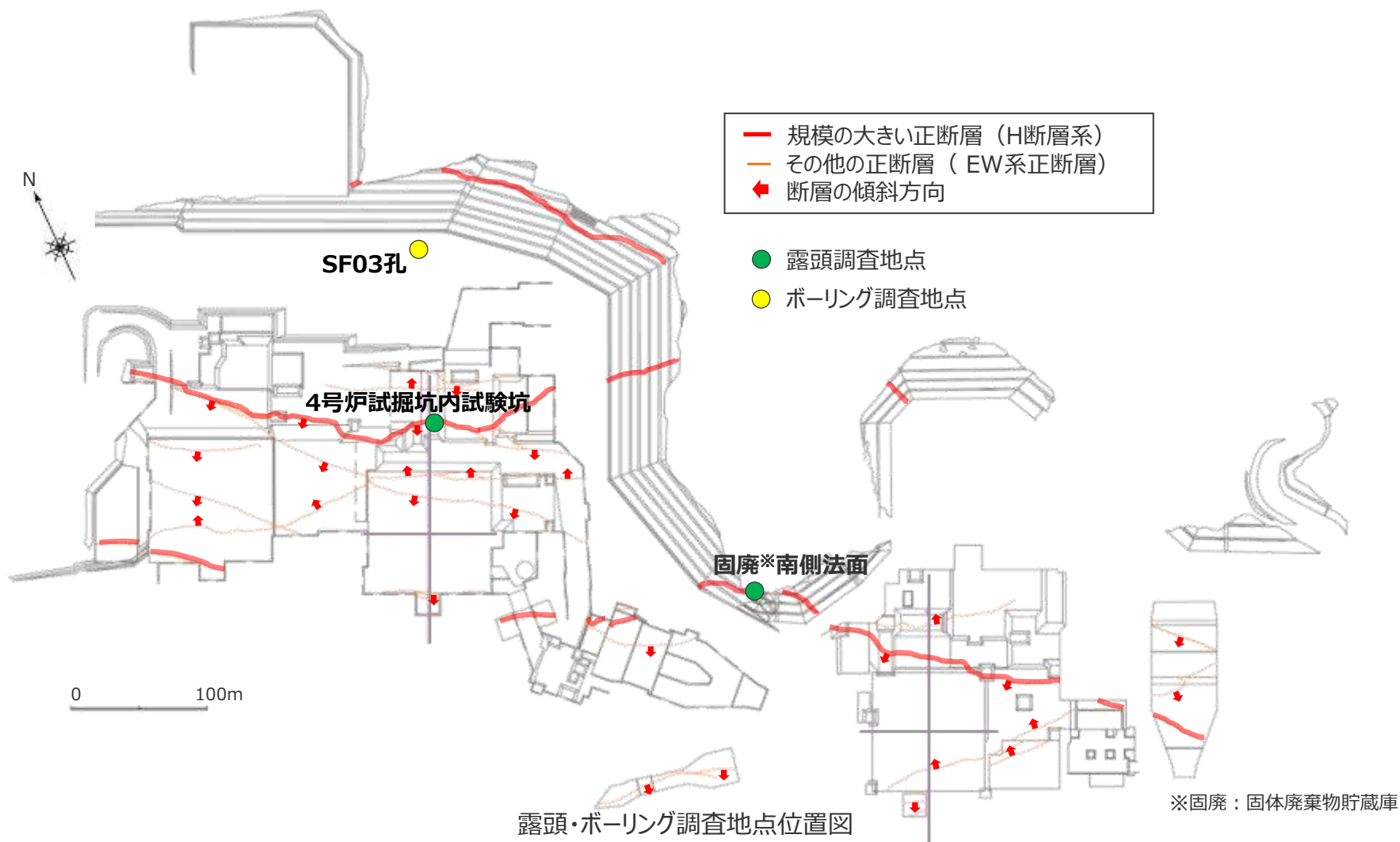
H断層系の特徴

【検討内容】

H断層系の位置を推定するにあたり、H断層系であることを確認している断層の特徴を把握する。

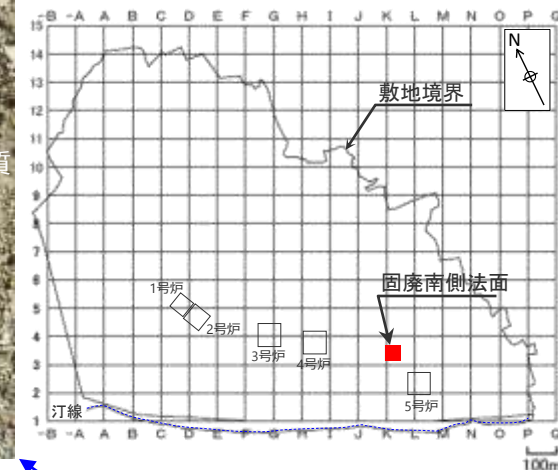
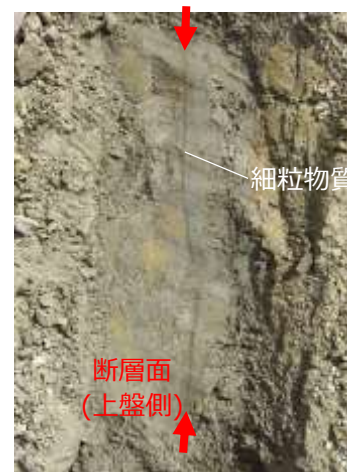
H断層系の詳細観察例

- 『3.敷地の地質・地質構造』において、その分布の一部を確認したH断層系について、その特徴を把握するため、露頭及びボーリングコアでの詳細な観察例を示す。



H断層系の露頭観察例（H-2断層（固廃南側法面））

- 露頭で確認されるH断層系の例（固廃南側法面におけるH-2断層）を示す。
- 細粒物質を伴う2条の平行な断層面が認められ、その周囲には砂岩の膨縮やレンズ状の構造、明瞭なきずりなど、流動的な変形構造が認められる。
- これらの変形構造から正断層センスであることが分かる。
- 細粒物質を伴う断層面は比較的連続性が良く、周囲の小断層を切っている。また、これらに挟まれた区間の流動変形は特に著しい。
- 断層面は著しくうねっており、平面的ではない。
- 断層面に明瞭なせん断面は認められず、断層面及びその周辺に角礫状の破碎部は認められない。
- 断層面を研磨して観察を行った結果、細粒物質が一部で不明瞭になっている。



上盤側の断層面を研磨した状況



断層面

断層面

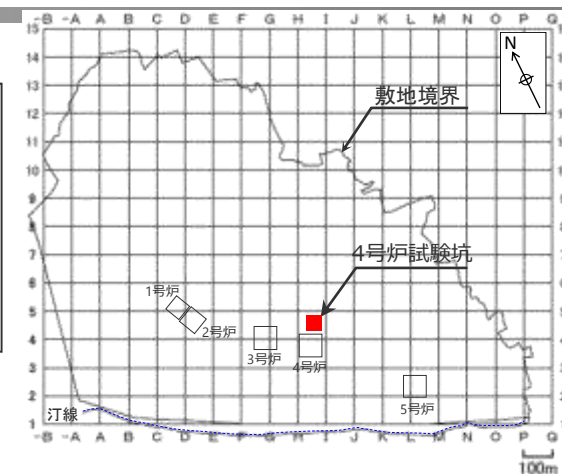


N50W/52S 細粒物質4mm
(写真赤枠部分のスケッチ)

N55W/68S 細粒物質4mm
0 50cm

H断層系の露頭観察例（H-3断層（4号炉試験坑））

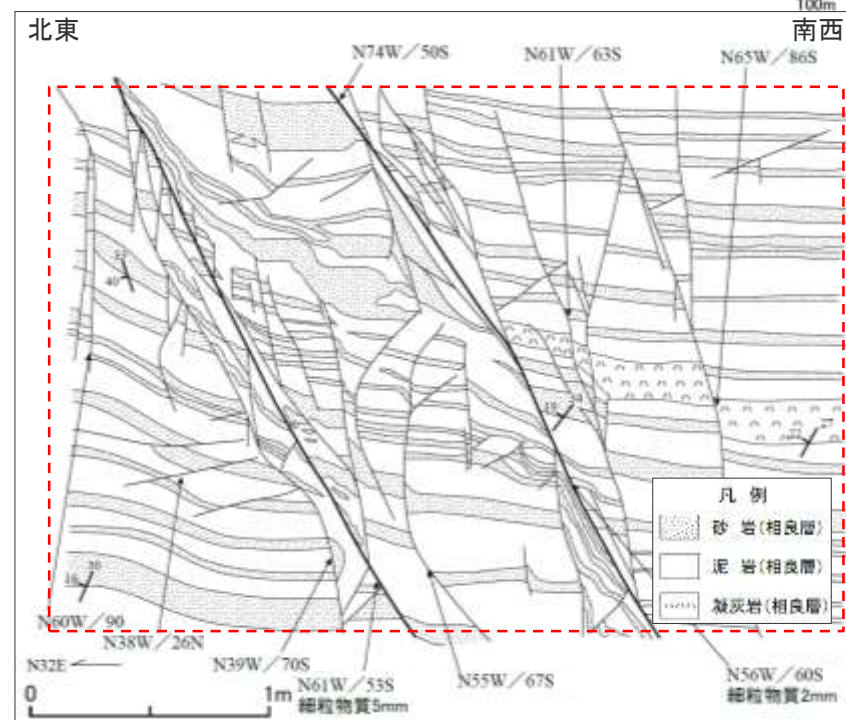
- 露頭で確認されるH断層系の例（4号炉試験坑におけるH-3断層）を示す。
- 細粒物質を伴う2条の平行な断層面が認められ、その断層面に挟まれた区間やその周囲には、砂岩の膨縮やレンズ状の構造、明瞭な引きずりなど、流動的な変形構造が認められる。
- これらの変形構造から正断層センスであることが分かる。
- 細粒物質を伴う断層面は比較的連続性が良く、周囲の小断層を切っている。また、これらに挟まれた区間の流動変形は特に著しい。
- 断層面に明瞭なせん断面は認められず、断層面及びその周辺に角礫状の破碎部は認められない。



(右図赤枠部分の写真)

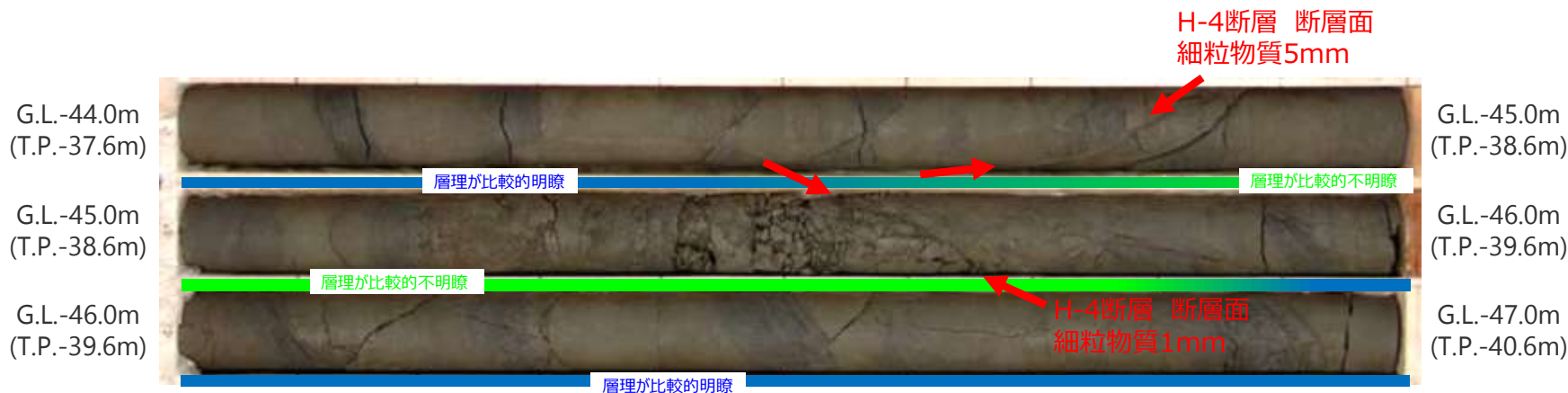
断層面

断層面



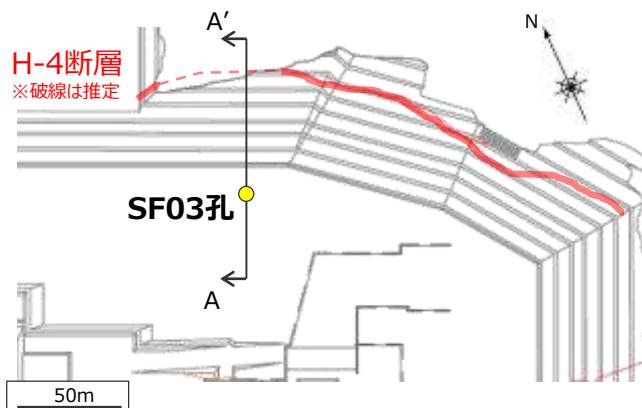
H断層系のボーリングコア観察例（H-4断層（SF03孔））

- ボーリングコアで確認されるH断層系の例（SF03孔におけるH-4断層）を示す。
- ボーリングコアからは細粒物質を伴う高角な2条の断層面が確認できる。
- 細粒物質を伴う高角な断層面に挟まれた区間及びその周辺の層理は健岩部に比べ不明瞭であり、このことは露頭で確認できる砂岩の膨縮やレンズ状の構造，明瞭な引きずりなど，流動的な変形構造に対応する。

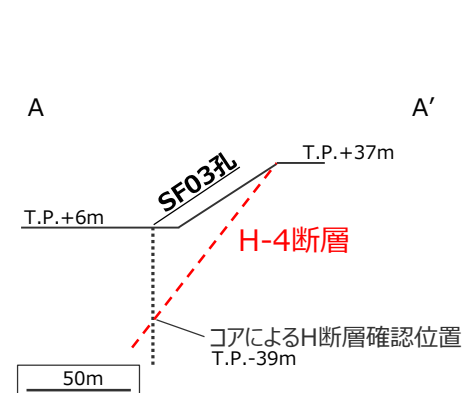


【参考】地表面で確認されるH断層系との関係

平面図（地表面におけるH断層系確認位置）



A-A'断面（地表面とコアとの位置関係）



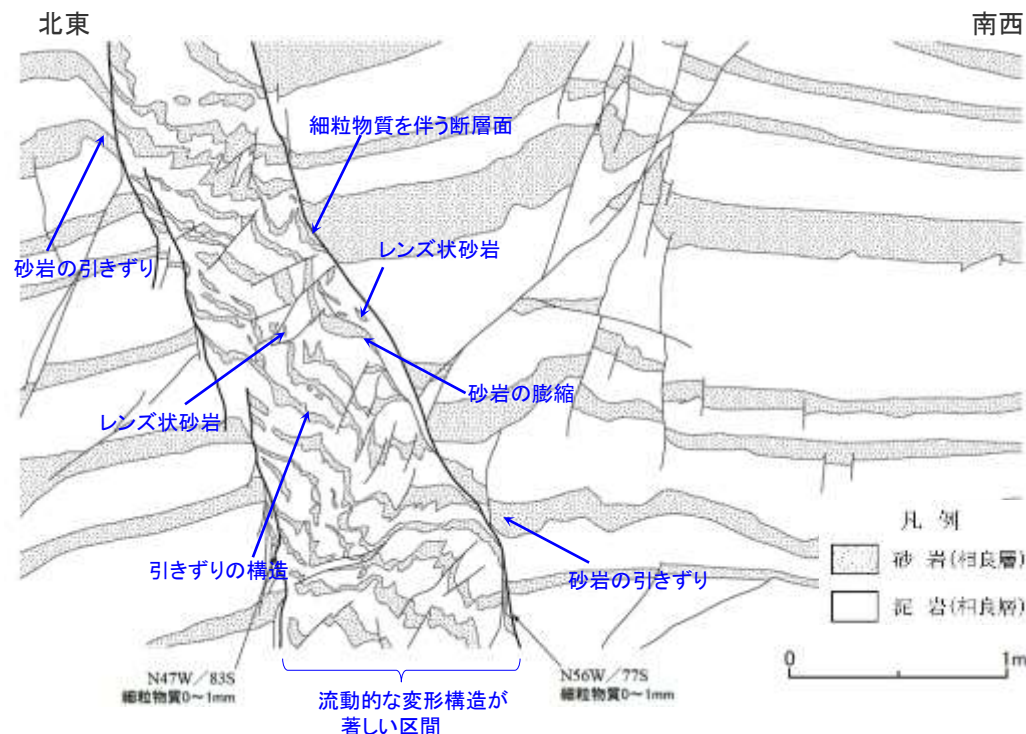
H断層系の一般的特徴

<分布形態>

- 東西～北西-南東走向に分布する南落ちの正断層。
- その他の断層に比べ、断層の落差が有意に大きい。(落差15m程度以上)

<断層性状>

- 細粒物質を伴う断層面が認められる。
- 断層面周辺の砂岩や凝灰岩には、膨縮やレンズ状の構造、明瞭な引きずりなど、流動的な変形構造が認められ、この構造はボーリングコアにおいては不明瞭な層理として確認できる。
- 特に、細粒物質を伴う断層に挟まれた区間(幅数十cm～数m程度)は流動的な変形構造が著しい場合が多い。
- 断層面はうねっており、平面的ではない。
- 断層面に明瞭なせん断面は認められず、また、断層面及びその周辺に角礫状の破碎部は認められない。
- 周囲には小断層が複数分布するが、細粒物質を伴う断層面がこれらの小断層を切っている。



H断層系の一般的特徴 (H-3断層露頭の事例)

3

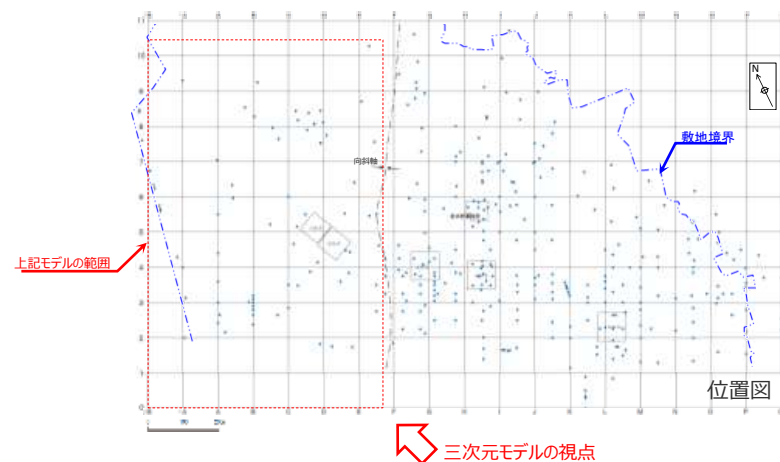
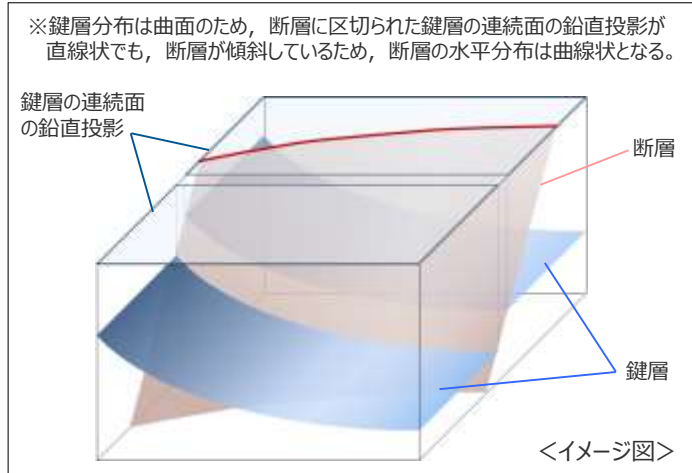
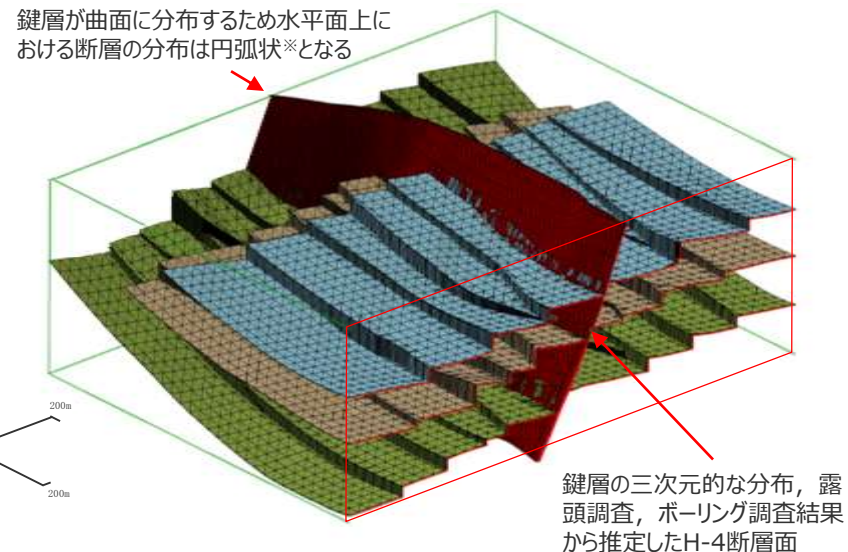
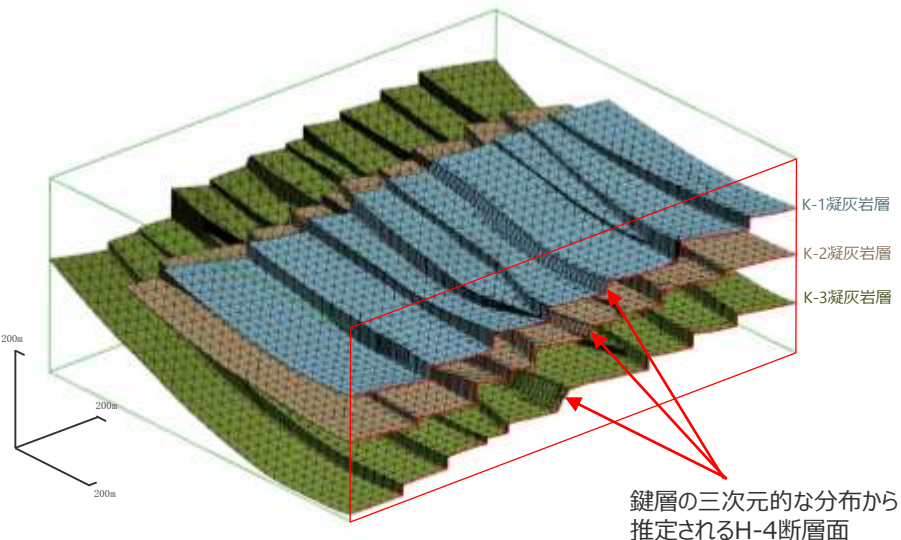
陸域及び取水トンネル付近における H断層系の分布

【検討内容】

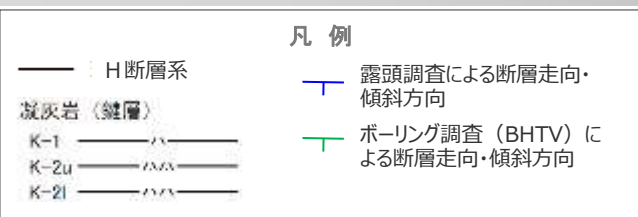
鍵層に有意な落差が生じH断層系の存在が想定される区間（①における検討結果）において、H断層系の特徴（②における検討結果）を有する断層を、ボーリングコア及び露頭より確認し、H断層系の位置を推定する。

H断層系の分布の検討～H-4断層の例

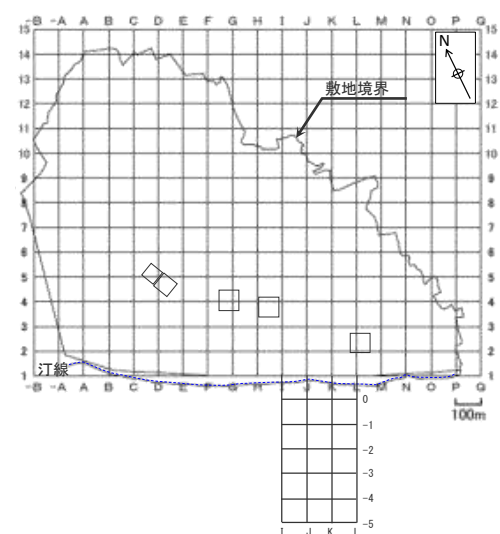
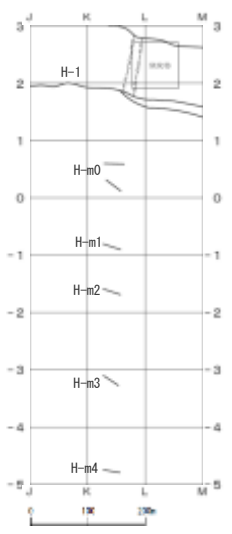
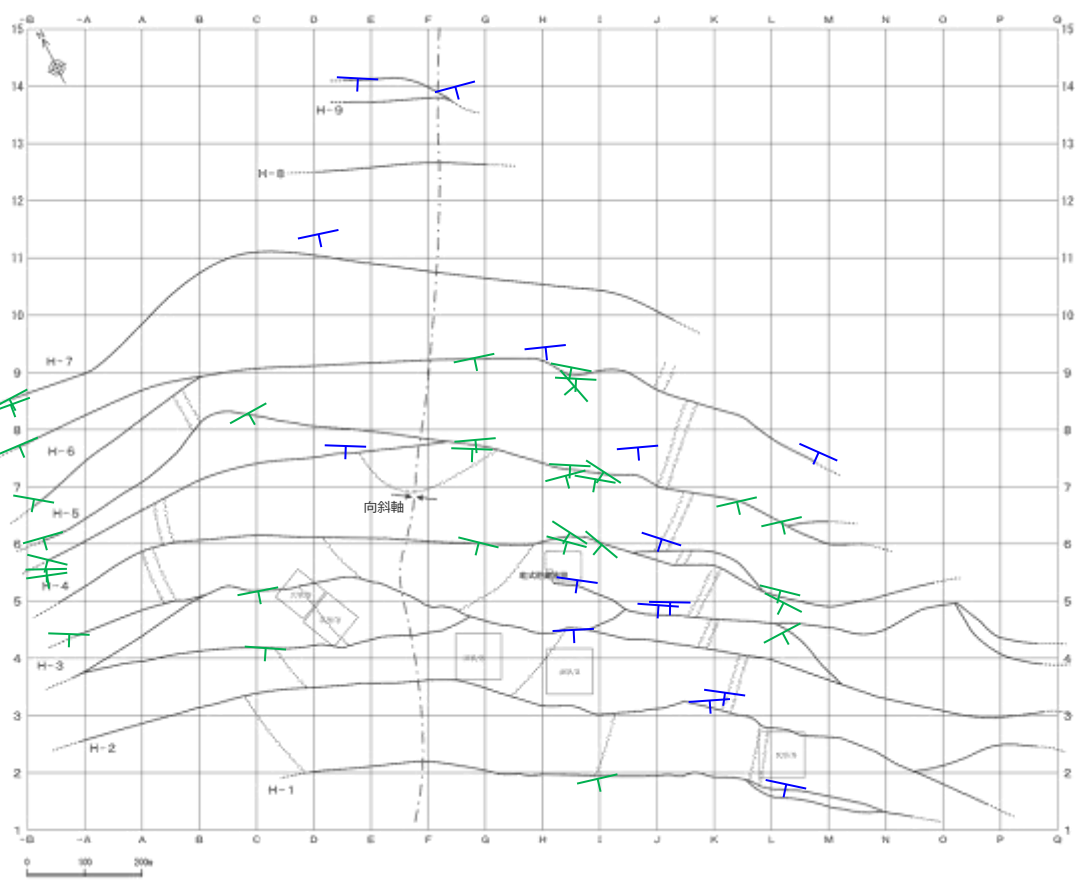
- H断層系の分布の検討にあたっては、鍵層の三次元的な分布から断層の存在する区間を推定し、露頭調査で確認された南傾斜の正断層の延長として、凝灰岩層を変位させる断層をボーリング調査から抽出し、H断層系の断層面を推定した。(下図(H断層系の分布形状)の詳細は、第704回審査会合資料1-2 補足説明資料参照。)



H断層系分布図 (水平断面)



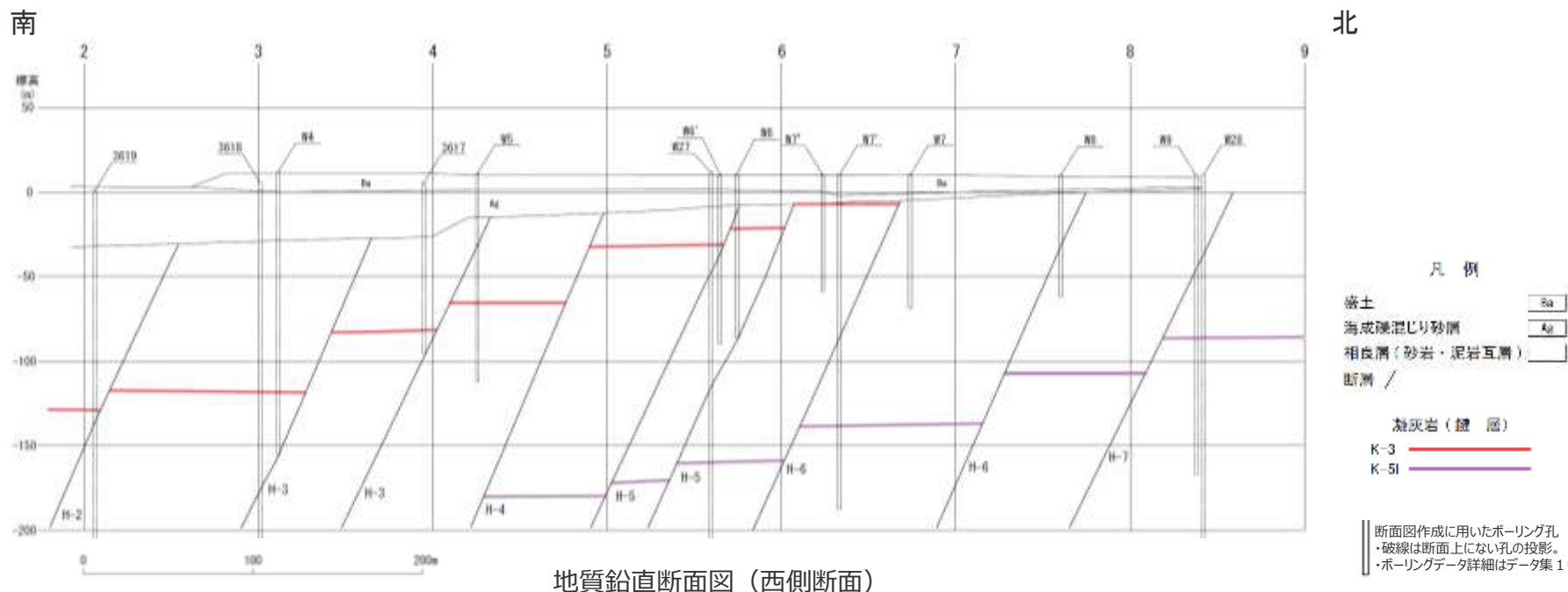
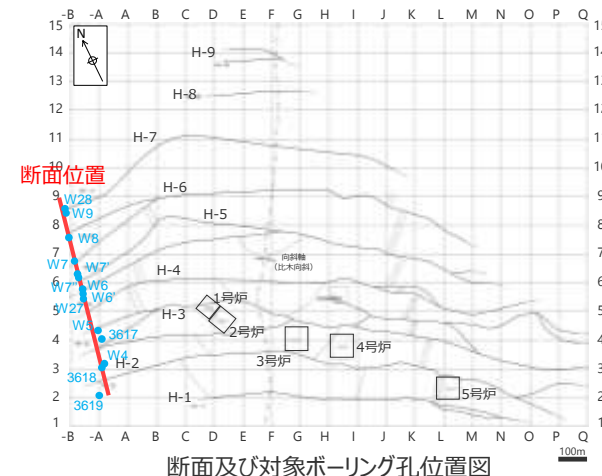
- 露頭調査及びボーリング調査より、鍵層の落差・連続性、断層性状、一部BHTVによる断層の走向・傾斜に基づき、H断層系の分布を推定した。
 - H断層系は、走向N40～80°Wで、海岸線とほぼ平行に50～150m程度の間隔で、汀線から陸側約1.5kmの敷地北側までの範囲に9本が、汀線から沖合約600mの取水塔にかけて5本分布することが確認されている。
 - H断層系は、直線的に連続するものではなく、向斜軸部付近を中心に南（海側）に開いた緩い弧状に分布し、分岐、屈曲する。
 - これら確認されたH断層系について、陸域については海側より、H-1、H-2、H-3…H-9断層と、海域については陸側より、H-m0、H-m1…H-m4断層と呼称する※。
- ※分岐と考えられるものは同一の附番としている。
- なお、H断層系はいずれも本図範囲より東西方向へ延長するものと考えられる。



地質水平断面図 (T.P.-13.5m) 左：陸域, 右：海域

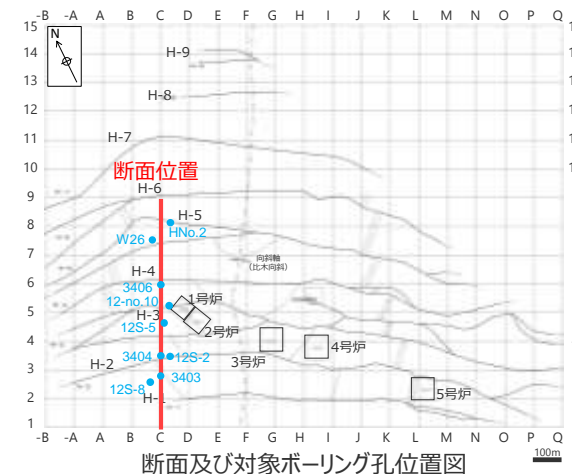
H断層系分布図（鉛直断面 敷地西側）

- 敷地西側盛土沿いの地質断面図によると、敷地内から敷地北側にかけて、南（海側）に60～70°傾斜したH断層系が確認される。
- H断層系は50～150m程度の間隔で分布し、鍵層の対比から、鉛直変位量は10～30m程度、南側低下の正断層であることが確認される。
- なお、本断面は向斜軸に対し斜交しているため、地層の偽傾斜がほぼ水平を呈している。



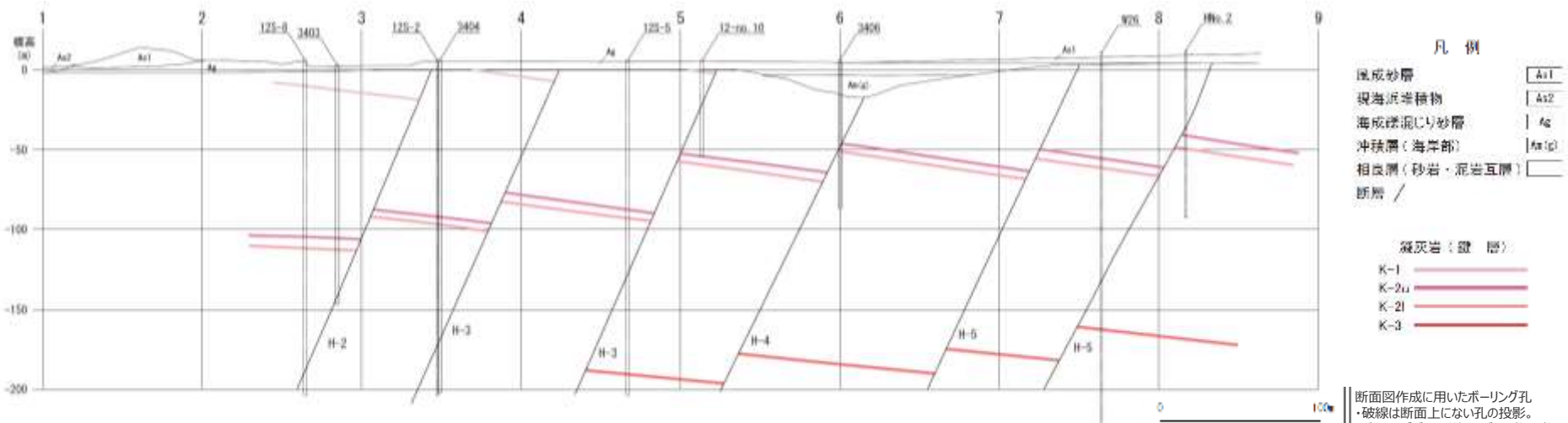
H断層系分布図（鉛直断面 1, 2号炉付近）

- 1号炉及び2号炉の西側を通るC-Lineの地質断面図によると、敷地内から敷地北側にかけて、南西（海側）に60～70°傾斜したH断層系が確認される。
- H断層系は70～150m程度の間隔で分布し、鍵層の対比から、鉛直変位量は20～30m程度、南西側低下の正断層であることが確認される。
- 鍵層等の層理は北東方向へ傾斜している。



南西

北東

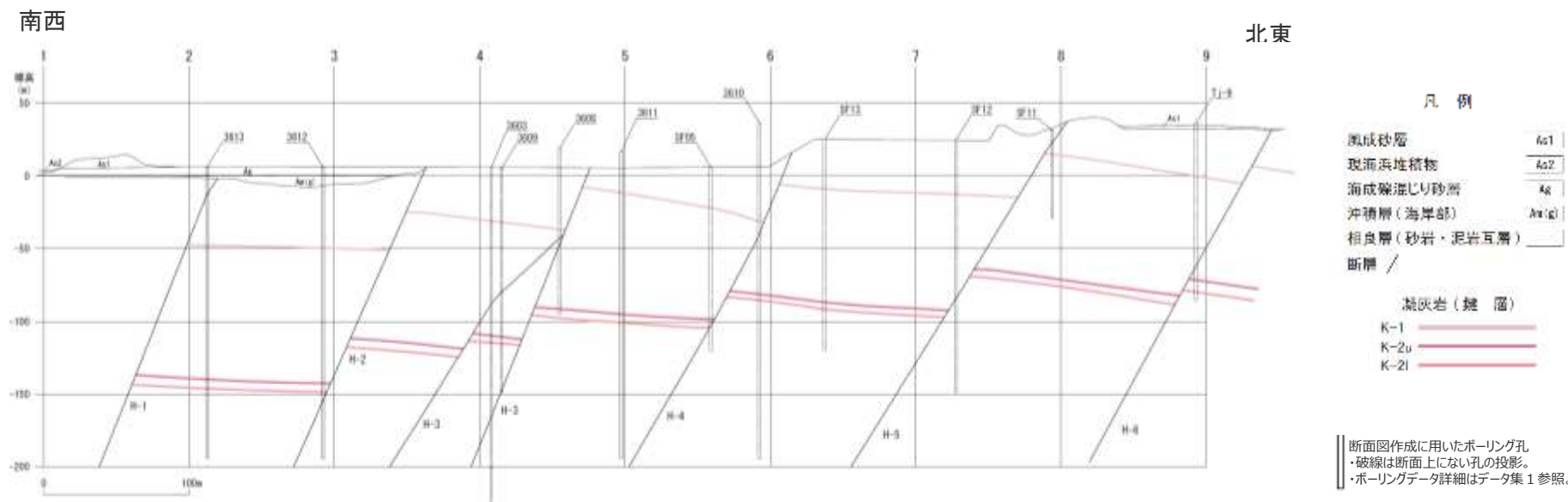
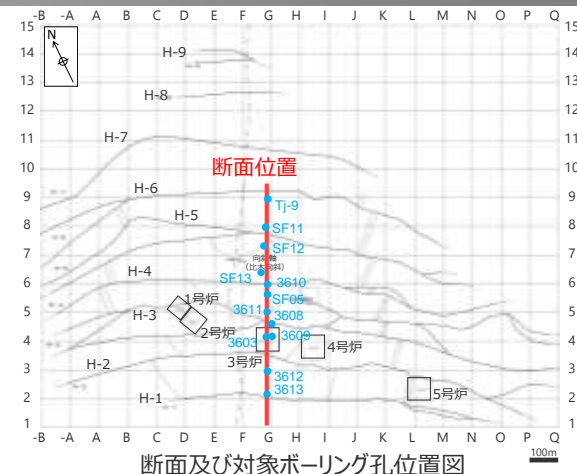


地質鉛直断面図（C-Line断面）

断面図作成に用いたボーリング孔
・破線は断面上にない孔の投影。
・ボーリングデータ詳細はデータ集1参照。

H断層系分布図（鉛直断面 3号炉付近）

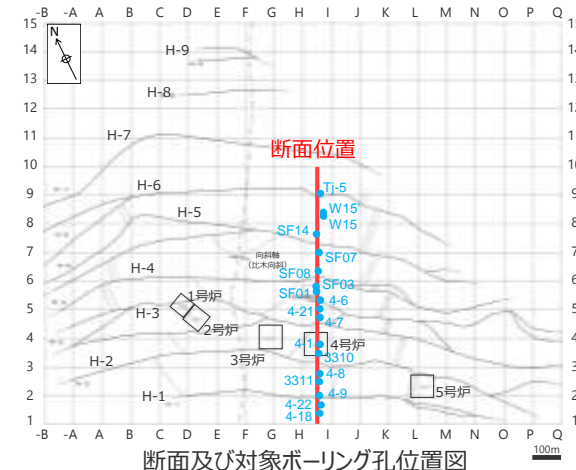
- 3号炉を通るG-12-Lineの地質断面図によると、敷地内から敷地北側にかけて、南西（海側）に60～70°傾斜したH断層系が確認される。
- H断層系は100～150m程度の間隔で分布し、鍵層の対比から、鉛直変位量は20～40m程度、南西側低下の正断層であることが確認される。
- 鍵層等の層理は北東方向へ傾斜している。



地質鉛直断面図（G-12-Line断面）

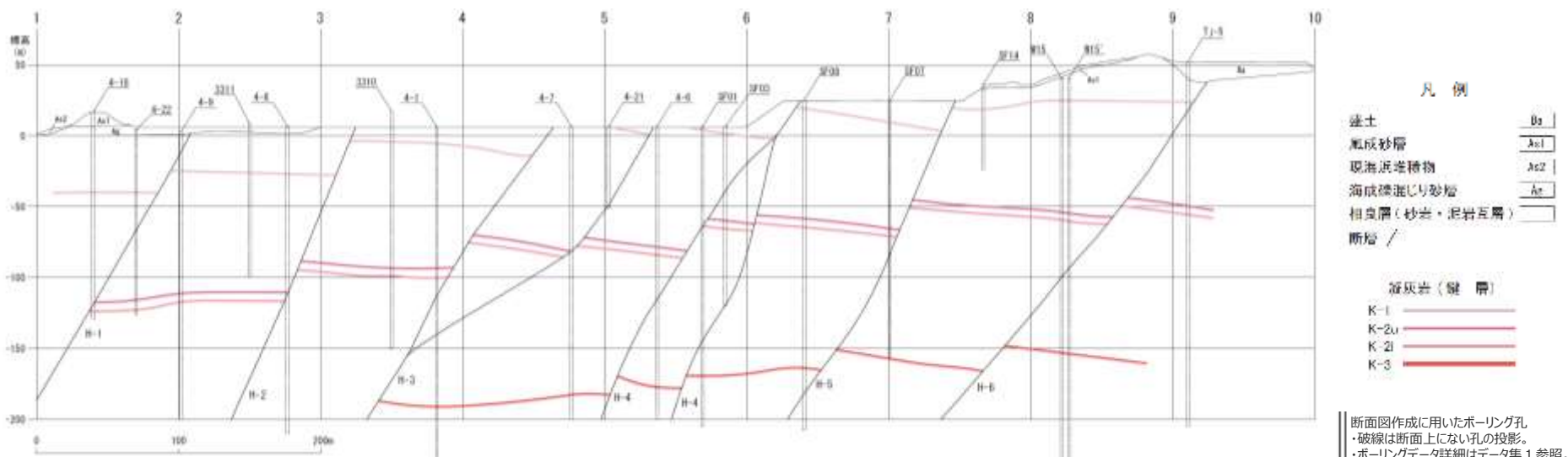
H断層系分布図 (鉛直断面 4号炉付近)

- 4号炉を通るH+47-Lineの地質断面図によると、敷地内から敷地北側にかけて、南西（海側）に50～70°傾斜したH断層系が確認される。
- H断層系は70～150m程度の間隔で分布し、鍵層の対比から、鉛直変位量は10～40m程度、南西側低下の正断層であることが確認される。
- 鍵層等の層理は北東方向へ傾斜している。



南西

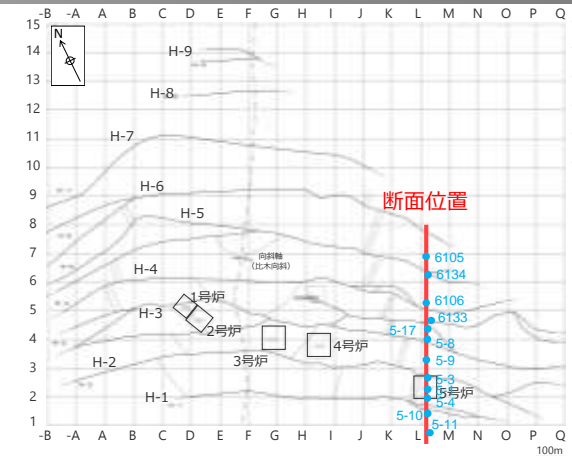
北東



地質鉛直断面図 (H+47-Line断面)

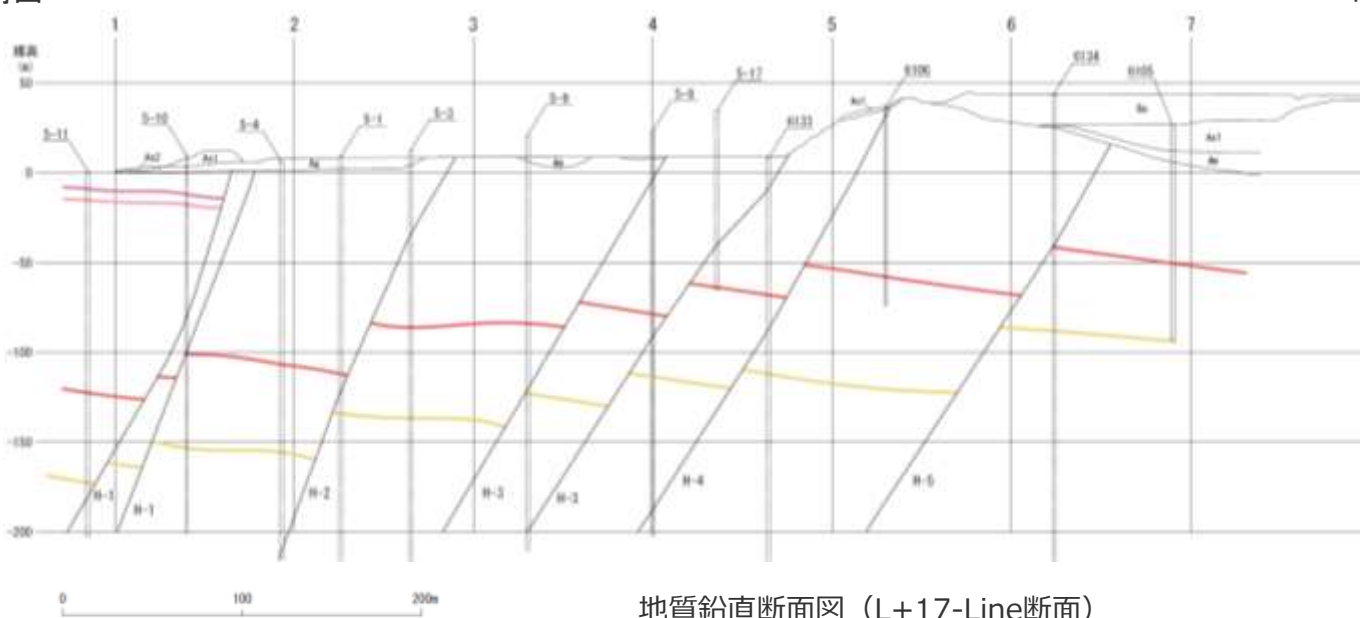
H断層系分布図（鉛直断面 5号炉付近）

- 5号炉を通るL+17-Lineの地質断面図によると、敷地内から敷地北側にかけて、南西（海側）に60～70°傾斜したH断層系が確認される。
- H断層系は70～150m程度の間隔で分布し、鍵層の対比から、鉛直変位量は20～30m程度、南西側低下の正断層であることが確認される。
- 鍵層等の層理は北東方向へ傾斜している。



断面及び対象ボーリング孔位置図

南西



地質鉛直断面図（L+17-Line断面）

北東

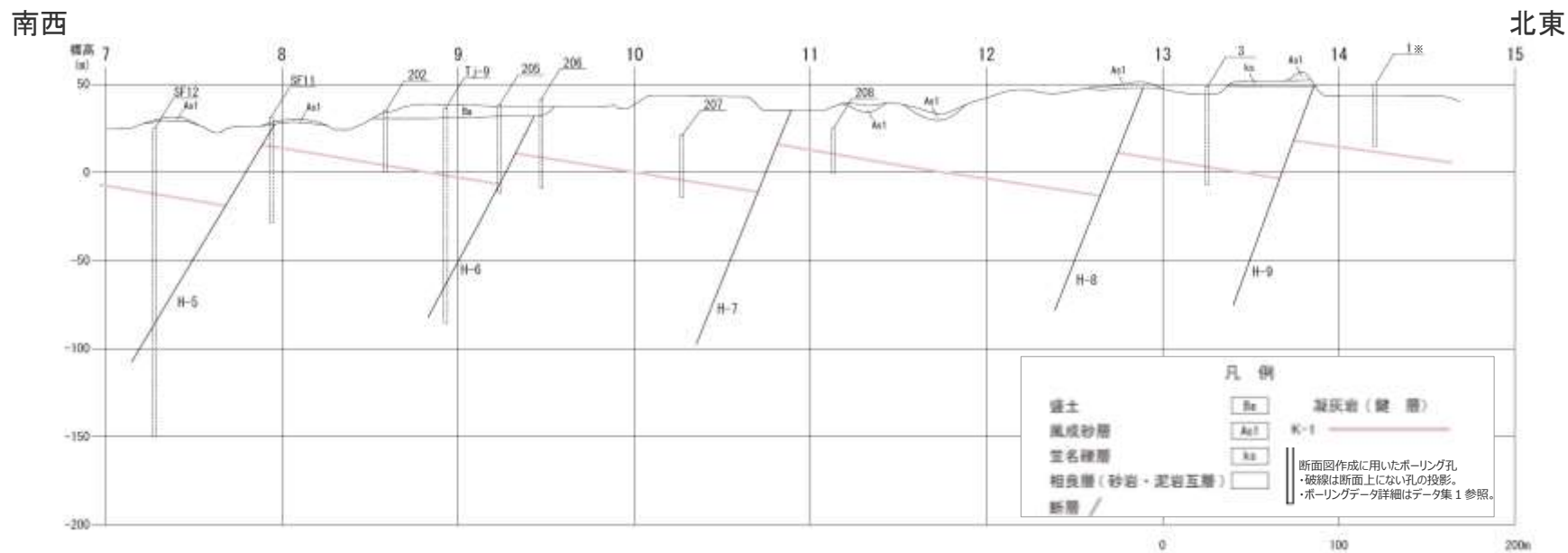
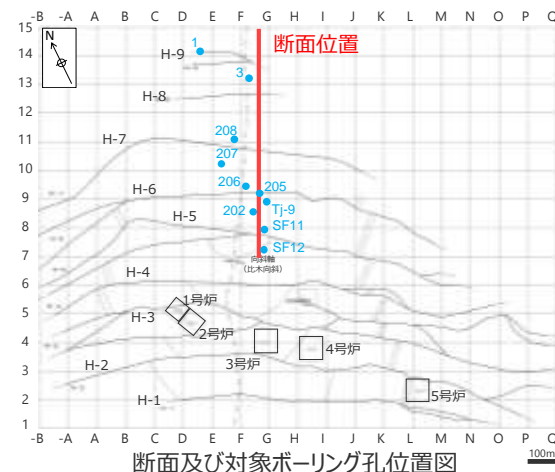
凡例

盛土	Bs
風成砂層	As1
現海浜堆積物	As2
海成礫混じり砂層	Ag
沖積層（山地部）	An
相良層（砂岩・泥岩互層）	
断層 /	
凝灰岩（鍵層）	
K-2u	
K-2l	
K-3	
K-4	

断面図作成に用いたボーリング孔
・破線は断面上にない孔の投影。
・ボーリングデータ詳細はデータ集1参照。

H断層系分布図（鉛直断面 敷地北側）

- 敷地の中央付近を通るF+60-Lineの地質断面図によると、敷地内から敷地北側にかけて、南西（海側）に50～70°傾斜したH断層系が確認される。
- H断層系は100～150m程度の間隔で分布し、鍵層の対比から、鉛直変位量は20～30m程度、南西側低下の正断層であることが確認される。
- 鍵層等の層理は北東方向へ傾斜している。

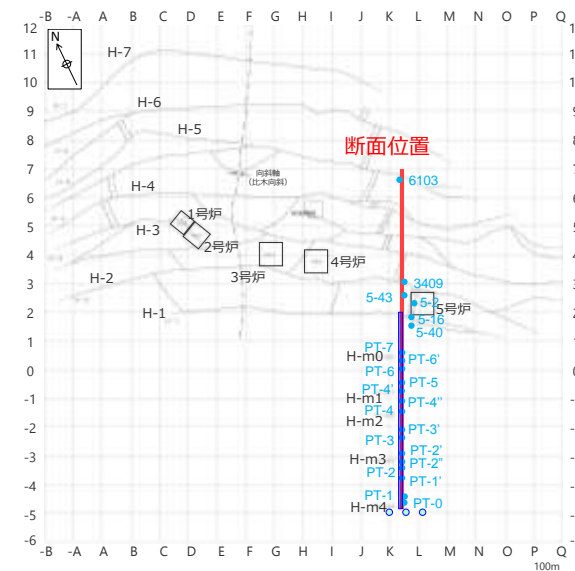


地質鉛直断面図（F+60-Line断面）

※1孔は、向斜軸西翼で実施したボーリングを投影しているため、図上は、凝灰岩層に到達していない図となっている。
(K-1凝灰岩層は、標高26.96mで確認)

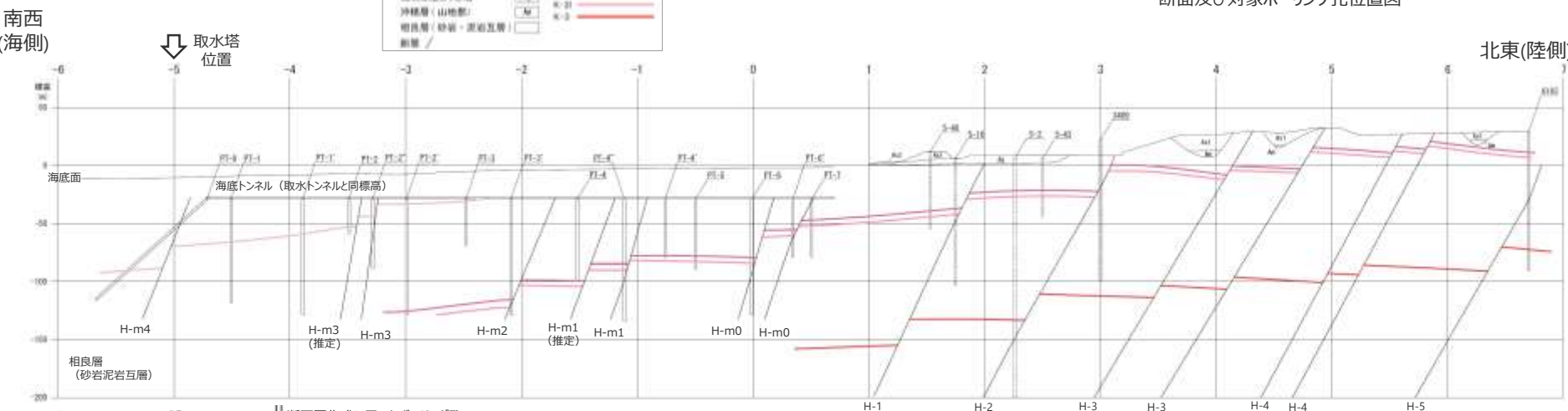
海域部を含むH断層系分布図（鉛直断面）

- 3, 4号炉取水トンネル間の海底トンネル及びその陸側延長の地質断面図によると、海域においても陸域同様、南西（海側）に60~70°傾斜したH断層系が確認される。
- 海域のH断層系も100~150m程度の間隔で分布し、鍵層の対比から、鉛直変位量は10~20m程度、南西側低下の正断層であることが確認される。
- 陸域部の鍵層等の層理は北東方向へ傾斜しており、海域部に向かって徐々に南西方向へ変化している。



断面及び対象ボーリング孔位置図

凡 例	
風成砂層	△A1
扇状地層	△A2
扇状地層（山麓部）	△A3
沖積層（山麓部）	△A4
相良層（砂質・泥岩互層）	△A5
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A6
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A7
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A8
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A9
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A10
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A11
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A12
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A13
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A14
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A15
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A16
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A17
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A18
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A19
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A20
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A21
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A22
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A23
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A24
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A25
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A26
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A27
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A28
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A29
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A30
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A31
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A32
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A33
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A34
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A35
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A36
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A37
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A38
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A39
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A40
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A41
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A42
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A43
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A44
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A45
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A46
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A47
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A48
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A49
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A50
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A51
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A52
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A53
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A54
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A55
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A56
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A57
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A58
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A59
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A60
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A61
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A62
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A63
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A64
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A65
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A66
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A67
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A68
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A69
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A70
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A71
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A72
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A73
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A74
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A75
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A76
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A77
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A78
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A79
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A80
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A81
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A82
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A83
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A84
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A85
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A86
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A87
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A88
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A89
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A90
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A91
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A92
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A93
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A94
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A95
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A96
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A97
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A98
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A99
相良層（砂岩・泥岩互層）	△A100



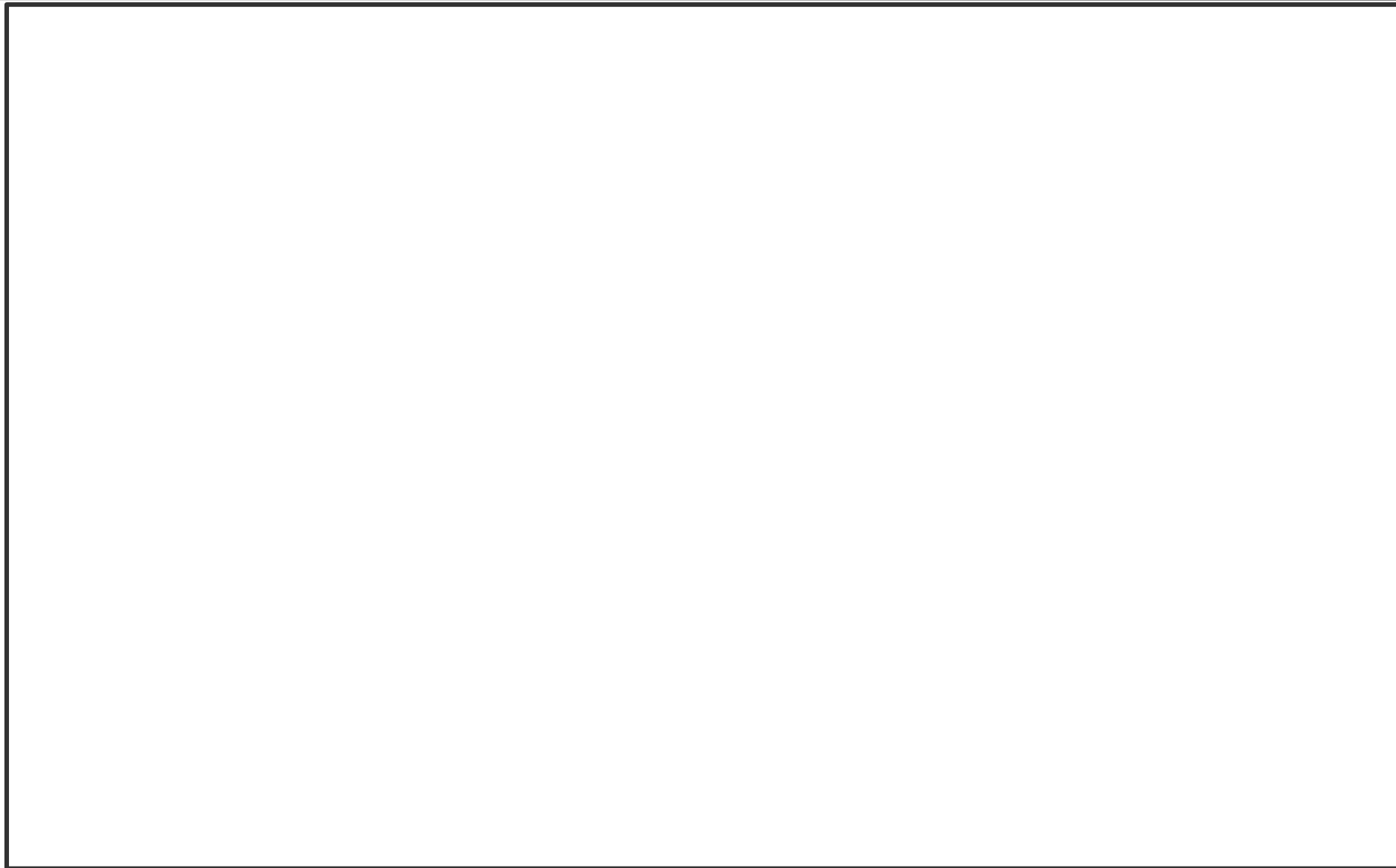
断面図作成に用いたボーリング孔
・破線は断面上にない孔の投影。
・ボーリングデータ詳細はデータ集1 参照。

地質鉛直断面図（K+44-Line断面）

H断層系と重要施設の位置関係

第704回資料1-1
p.96再掲

枠囲みの内容は機密事項に
属しますので、公開できません。

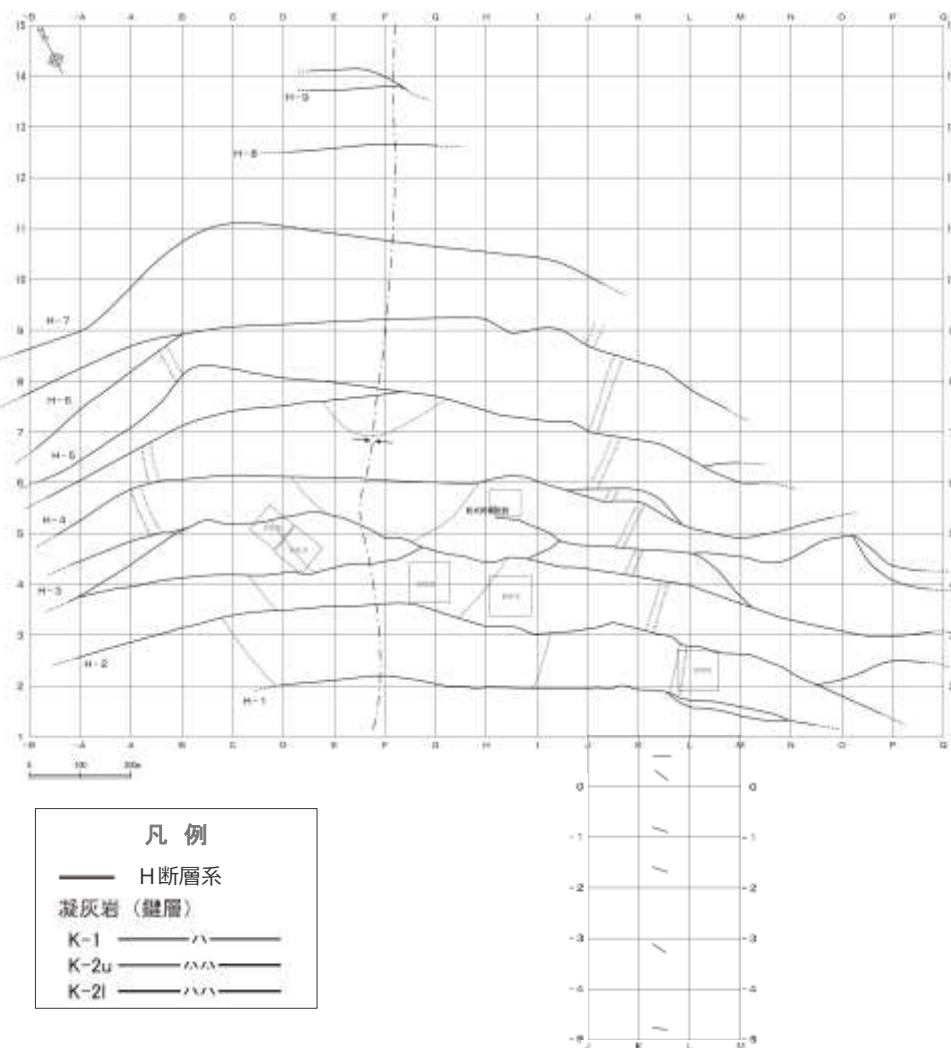


4.1(1) 陸域（ボーリング・露頭）における検討のまとめ

【検討結果】

- 1a 東西走向の南傾斜で南落ちの正断層で、ほぼ同じ傾斜及び落差を持つ。
- H断層系は、いずれも、走向N40~80°W、傾斜概ね60°Sの南側低下で、落差が20m程度の正断層。
- 1b ほぼ同じ間隔で並走する。
- H断層系は、海岸線とほぼ平行に50~150m程度の間隔で分布する。
- 1c 向斜軸部付近を中心に南に開いた緩い弧状を呈す。
- H断層系は、直線的に連続するものではなく、向斜軸部付近を中心に南（海側）に開いた緩い弧状に分布し、分岐・屈曲する。
- 1d 汀線より陸側約1.5kmの敷地北側から沖合約600mにかけて分布が確認されている。
- H断層系は、汀線から陸側約1.5kmの敷地北側までの範囲に9本が、汀線から沖合約600mの取水塔にかけて5本分布することが確認されている。

※検討結果の段落番号は、章末のまとめスライドと対応している。



地質水平断面図 (T.P.-13.5m)

(2)

海域における分布の検討

【検討内容】

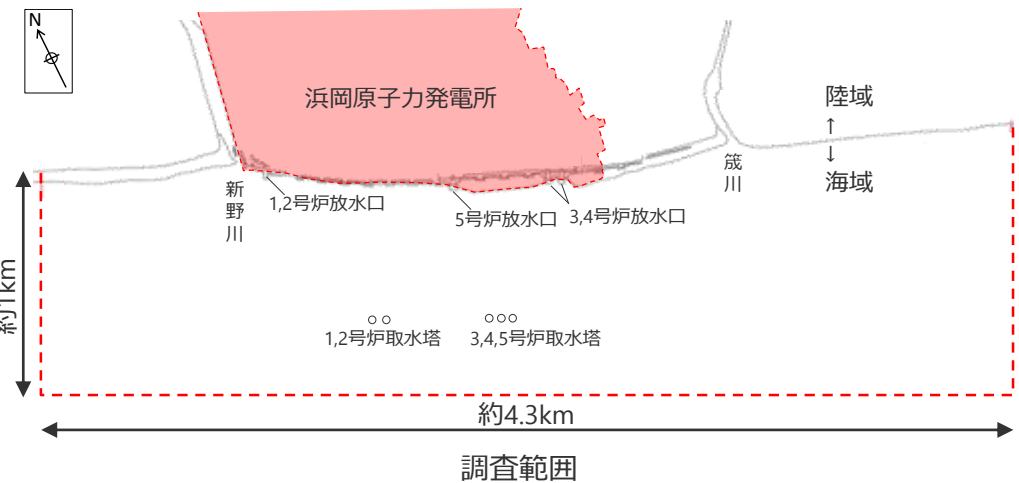
重要施設が設置されていない敷地前面海域※については、海底地形や音波探査記録からH断層系の分布を推定する。

※取水トンネル付近については、(1)陸域（ボーリング・露頭）における検討において、海底トンネル内より実施したボーリング調査による分布を提示済み。

敷地前面の海底地形調査（サイドスキャンソナー調査）

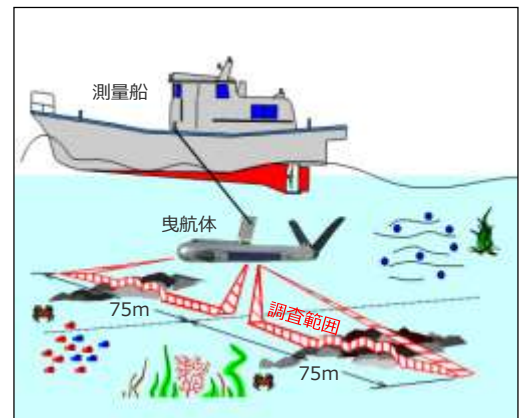
<調査の概要>

- 敷地前面海域におけるH断層系の分布範囲について，海底地形から検討するため，サイドスキャンソナー調査を行った。
- 調査は，敷地前面海域の取水設備設置地盤を十分包絡するよう，東西方向約4.3 km，沖合に約1 km程度の範囲で設定した。



サイドスキャンソナー調査諸元

サイドスキャンソナー仕様	周波数	130kHz・445kHz（2周波）
	パルス幅	25～400μsec
	水平ビーム角	130kHz 1.0° 445kHz 0.2°
	最大レンジ	片側450m（130kHz） 片側150m（445kHz）
	垂直ビーム角	40°
	TVGレンジ	80dB
	信号処理	曳航体にDPU内蔵
	センサー	ピッチ・ロール・方位センサー標準装備
	耐圧	1,500m
	曳航体サイズ	122cm長，8.9cm径，空中重量：29kg
収録装置	SonarPro搭載のPC	
TPU (Transceiver / Processor Unit)	100Base-T Ethernet LAN NMEA0183ナビゲーション入力信号	
電源	120W@110～240VAC	
ケーブル	ケブラー 25m & 150m	
調査時期	2016年11月，2017年7月	



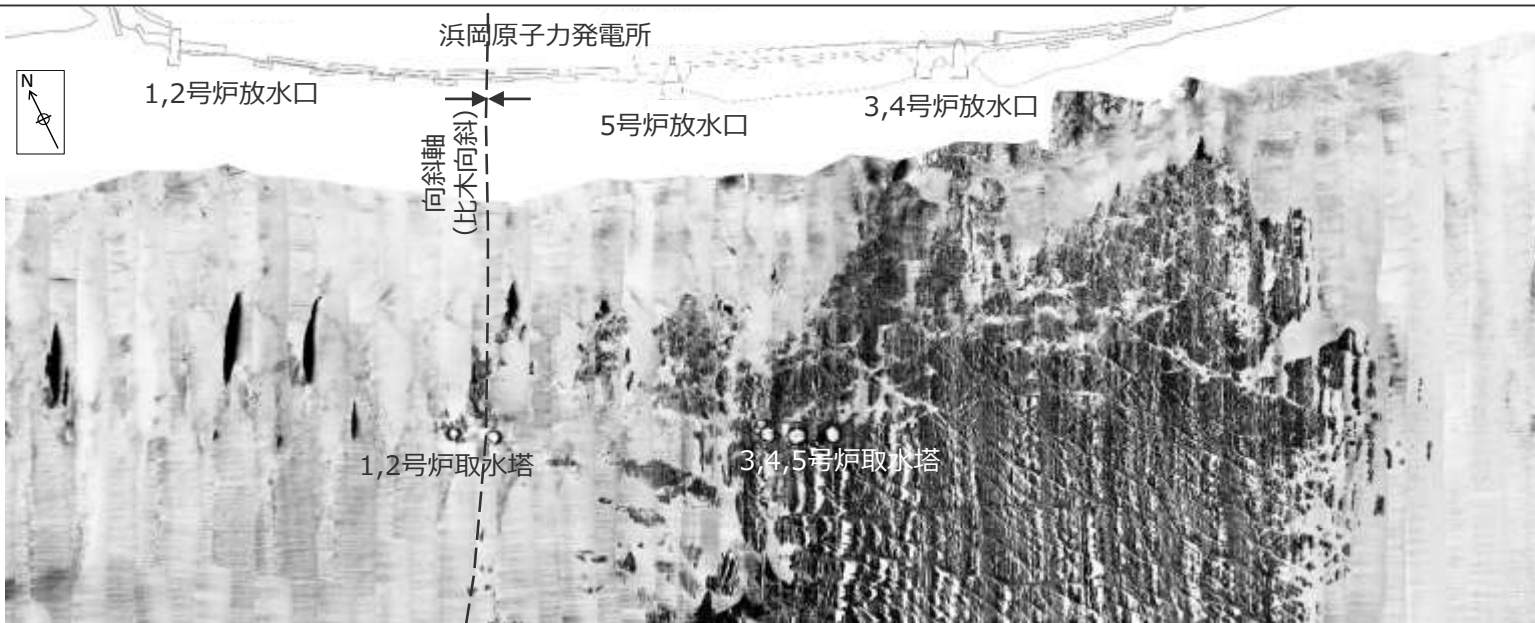
調査イメージ



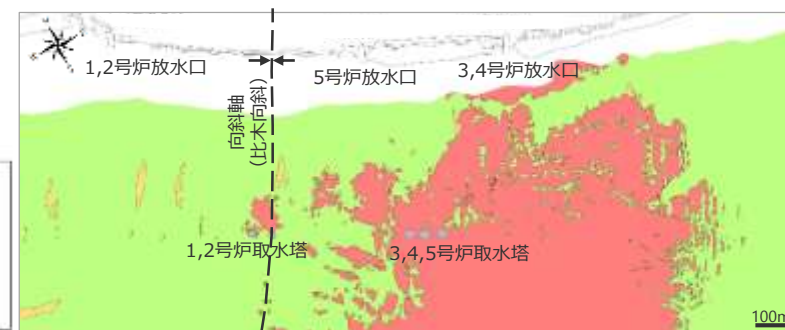
調査機材

海底地形調査結果（モザイク図）

- ・ サイドスキャンソナーによる調査結果として、モザイク図（海底からの音響反射強度図）を示す。
- ・ 前面海域3,4,5号炉取水塔から東側において広く露岩しており、相良層群の互層を反映したと考えられる南北方向の明暗を交互に繰り返す縞状構造と、それらと斜交するH断層系を含む断層構造あるいは侵食谷と考えらえる線状の構造が確認される。



モザイク図（音響反射強度図）



【参考】モザイク図より作成した海底面の底質分布

(参考) モザイク図の解釈について

<反射強度と底質の関係について>

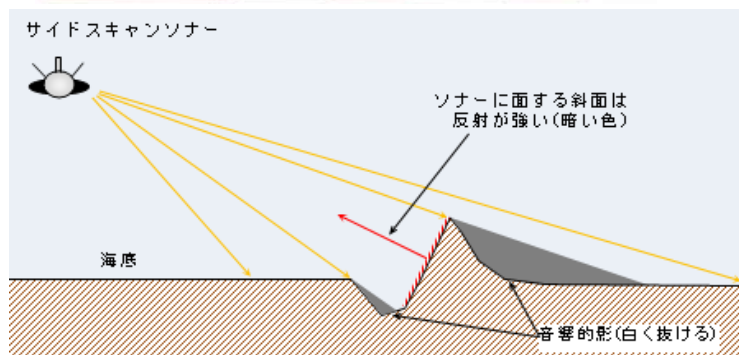
モザイク図はソナーが発振した音波の反射強度を画像化したもので、反射が強ければ暗く（黒色）、反射が弱ければ明るく（白色）表現され、色の濃淡から底質を判別することができる。

反射強度と底質の関係

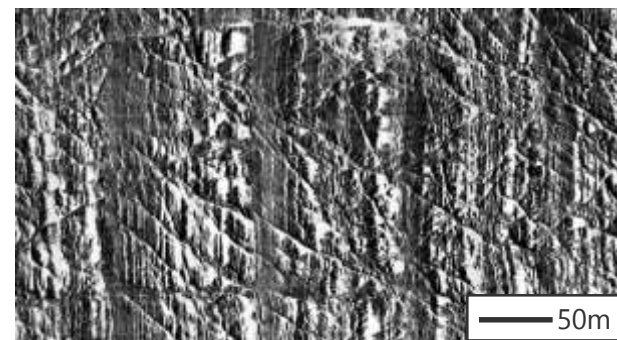
反射強度	弱	←————→		強
画像表現	明るい	←————→		暗い
底質	泥	砂	礫	岩

<縞状構造の解釈について>

発電所前面の岩礁は、モザイク図上で明暗を交互に繰り返す縞状構造を示す。この反射パターンは、海底で緩傾斜をなす相良層群（砂岩泥岩互層）が差別侵食を受けた結果、起伏に富んだ地形となったことに起因する。同様の地形は、御前崎海岸の岩礁でも確認される。



海底地形による反射パターンの違い



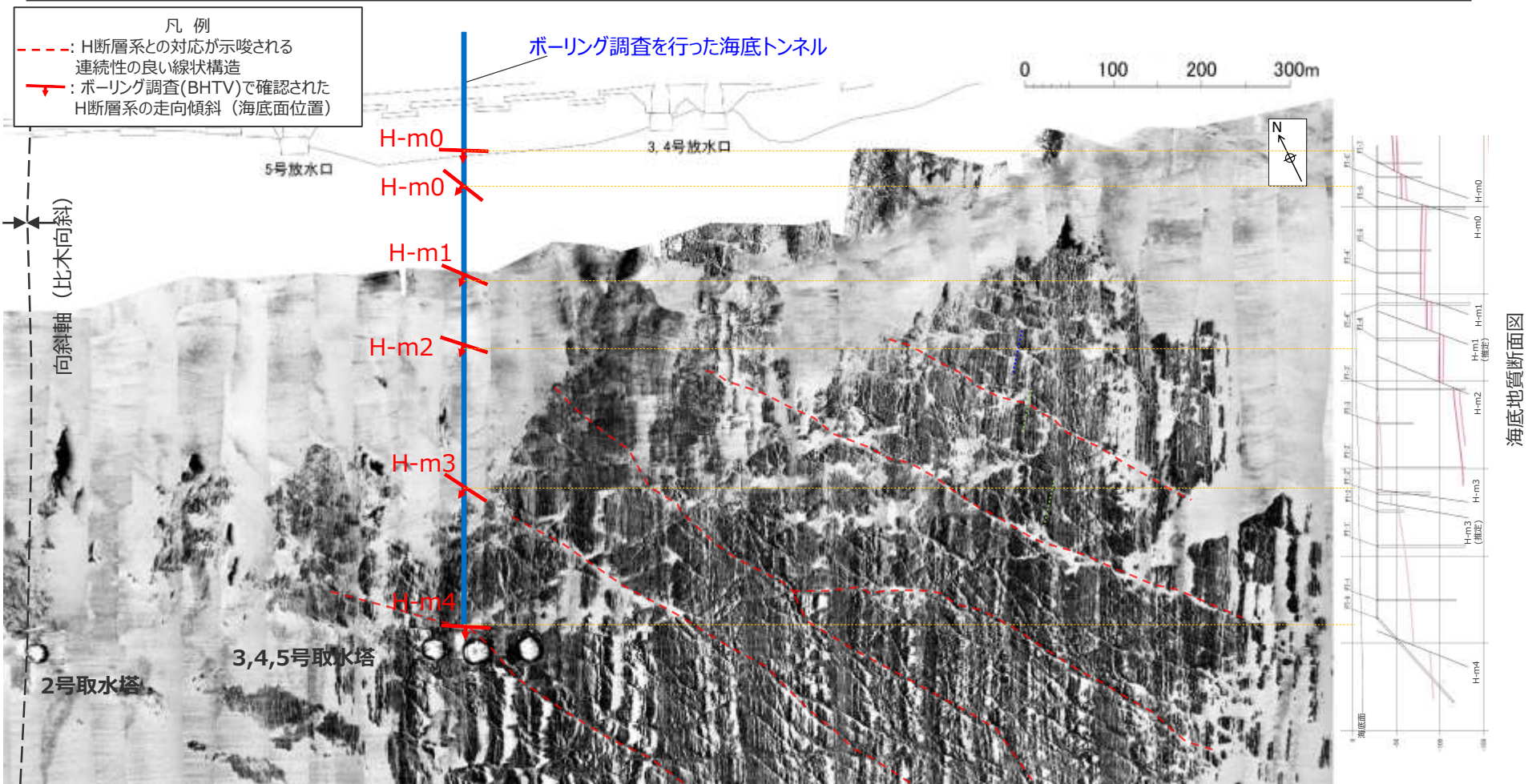
モザイク図に見られる岩礁域の縞状構造
(図面横方向に明暗パターンを繰り返す)



御前崎海岸岩礁の縞状構造
(砂岩泥岩互層)

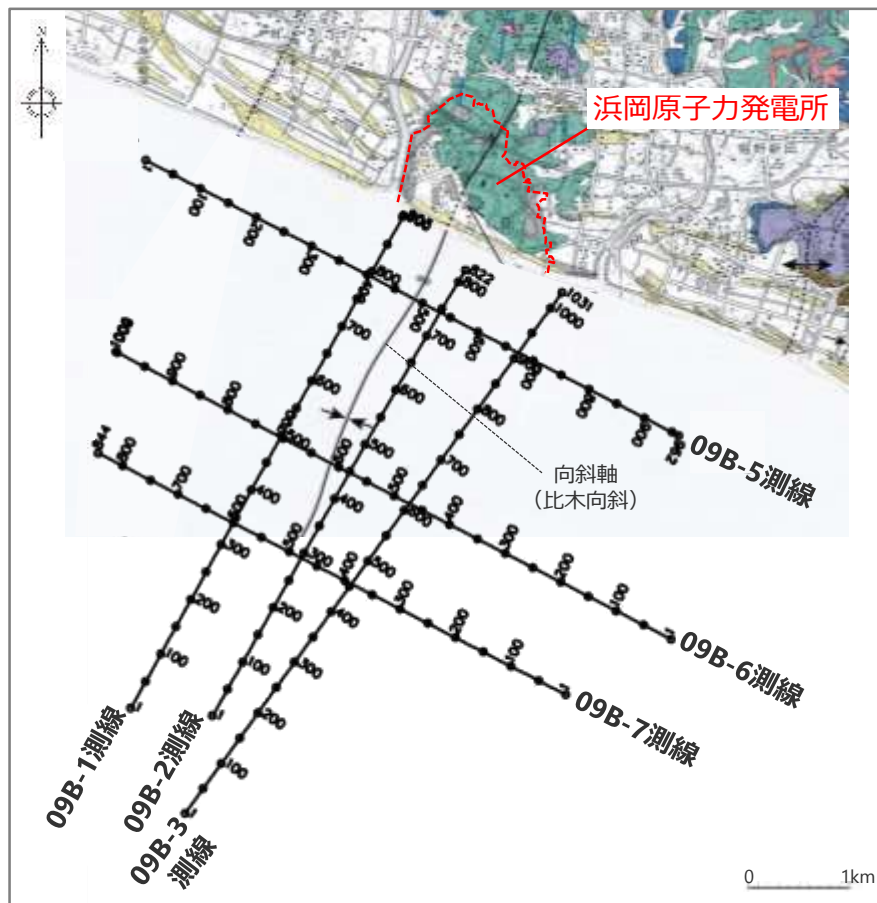
ボーリング調査結果と海底地形調査結果との対応について

- 海底トンネルからのボーリング調査で確認された海域のH断層系と、海底地形調査で確認された線状構造との対応を確認した。
- その結果、ボーリング調査で確認されたH断層系は、海底地形調査で確認された線状構造のうち、比較的連続性の良いものとの対応が示唆され、比木向斜東翼において、南側（海側）に緩く弧を描くように分布している。
- その他の線状構造は、陸域の調査でも確認される小断層系か、あるいは侵食による谷地形と考えらえる。



海域における地下構造調査（海上音波探査）

- 敷地前面海域におけるH断層系の分布範囲について、海上音波探査により地下構造を把握し、検討する。
- 海上音波探査は、敷地前面海域において、南北方向に3本、東西方向に3本の測線で実施した。
- 調査諸元は以下に示す通りであり、探査目標深度は約1,000mとして設定した。



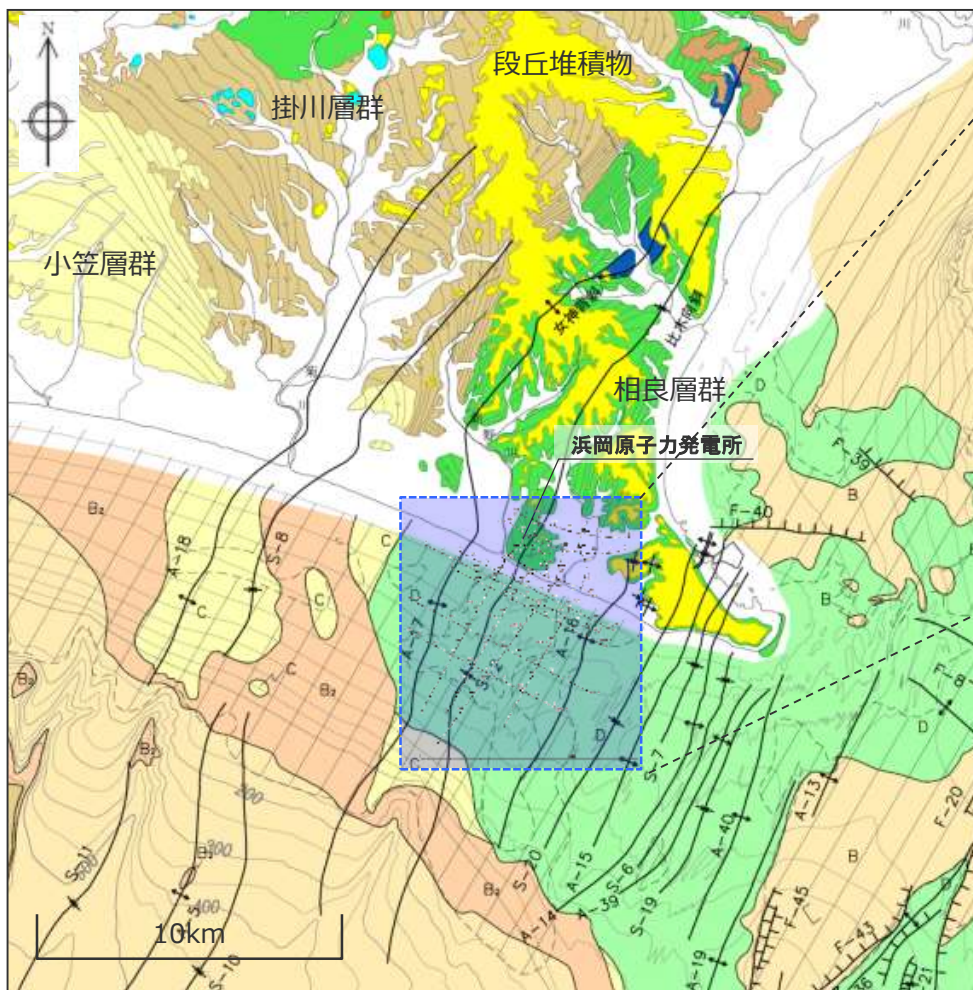
海上音波探査測線図（測線上の数字はCMP番号を表わす。）

海上音波探査諸元

音源	エアガン (チャンバー容量：460Cu.in及び40Cu.in)
発振点間隔	12.5m
最大受振距離	600m程度
標準同時収録チャンネル	48ch
サンプリング間隔	1m s
収録システム	デジタル収録式地震探鉱器（24ビットA/D変換）
収録時間	3秒
受振器	ストリーマケーブル
受振点間隔	12.5m
調査時期	2009年11月

敷地前面海域の地質の層序について

- 敷地前面海域における海上音波探査範囲は、広く露岩しており、その地層は遠州灘海域のD層（新第三紀中新世～鮮新世前期）であり、陸域の相良層群に該当する。

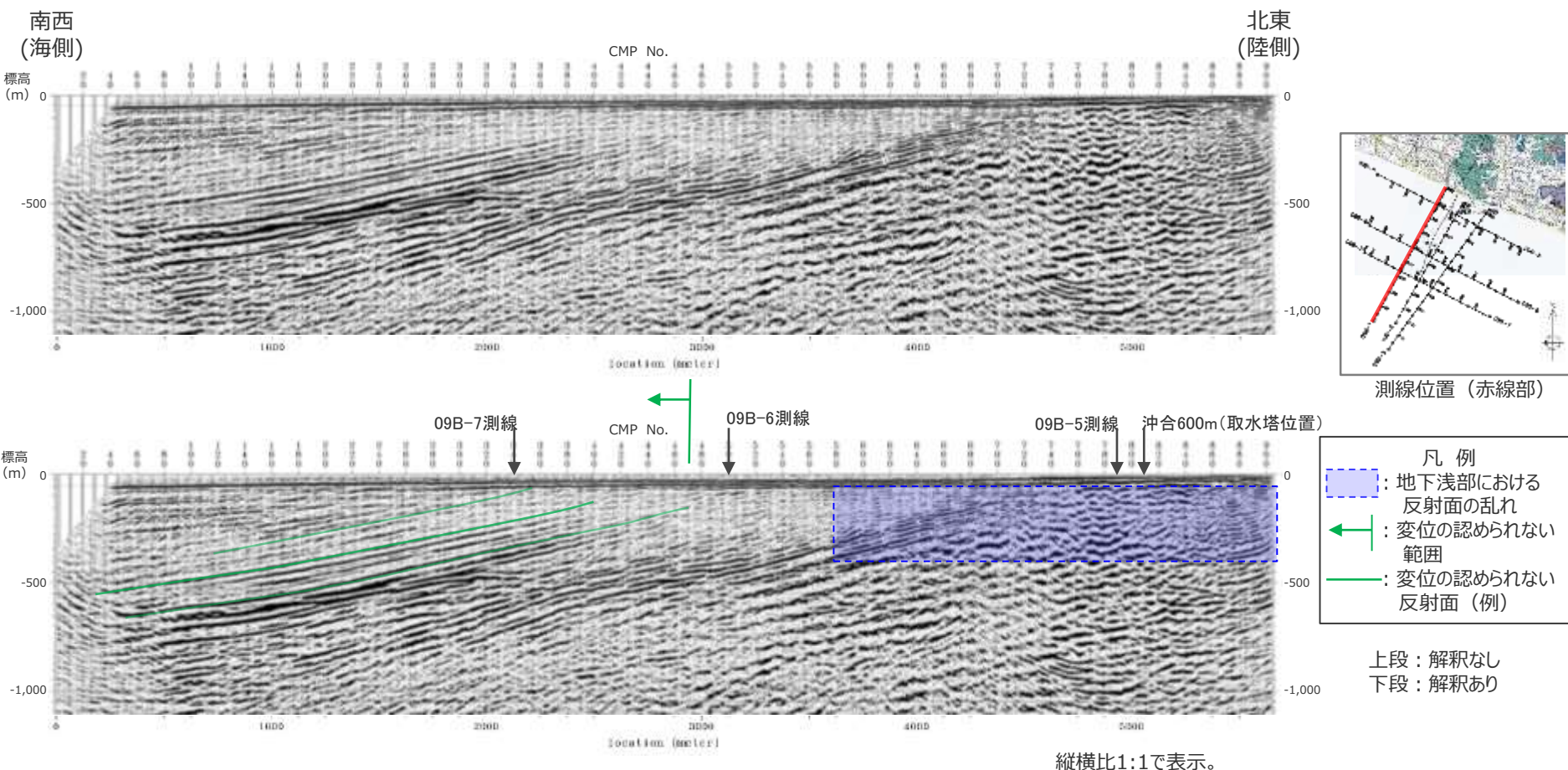


海上音波探査測線図

地質時代		遠州灘海域		
第四紀	完新世	A層	P層	
	更新世	後期		B ₁ 層
		中期		B層
		前期		B ₂ 層
新第三紀	鮮新世	C層		
	中新世	D層		

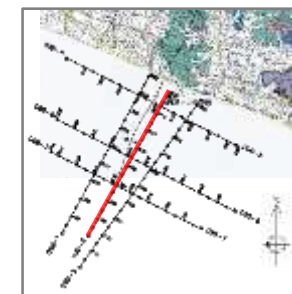
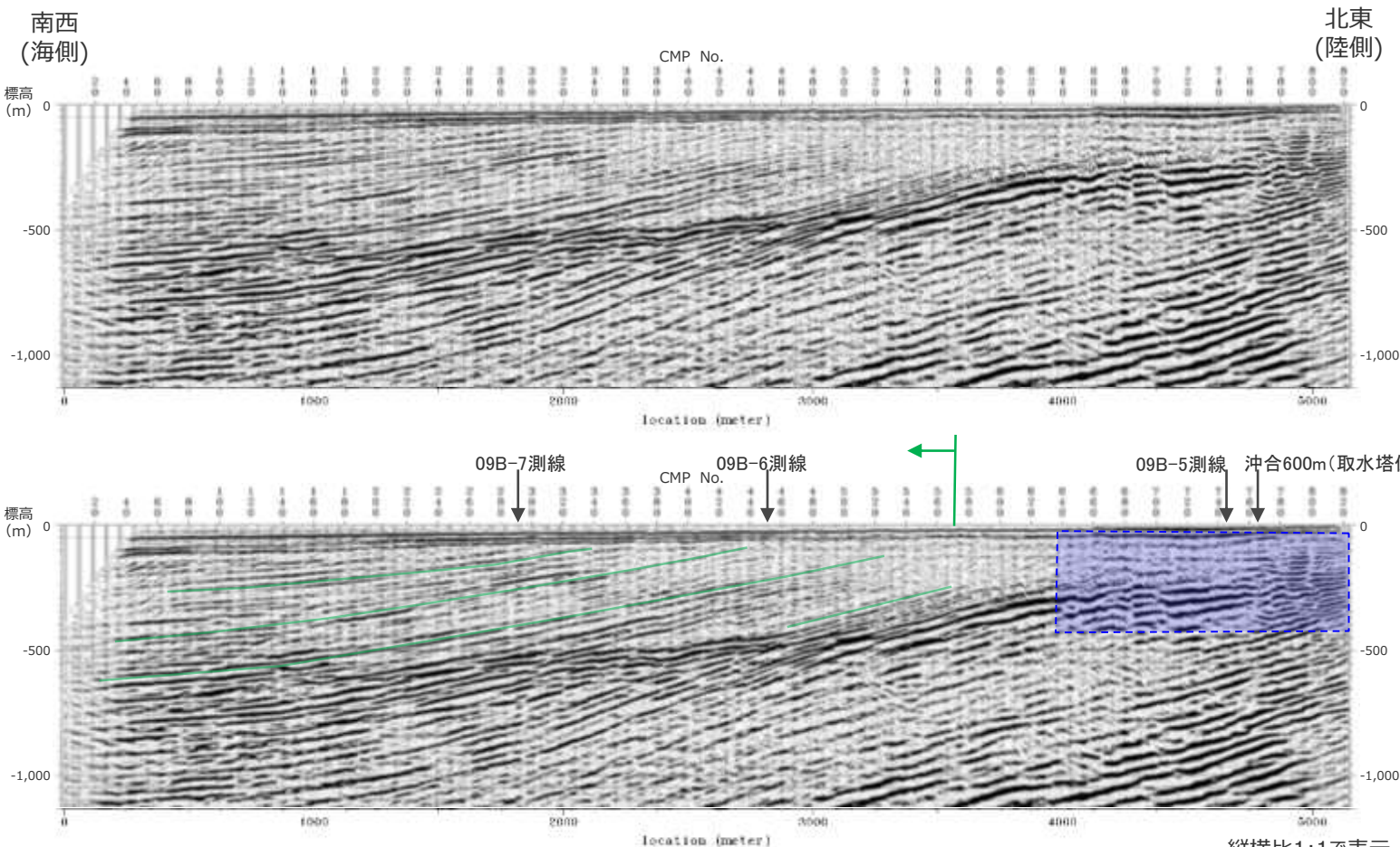
地下構造調査結果（海上音波探査 09B-1測線（南北測線1/3））

- 陸側からCMPNo.580付近（汀線から沖合2.2km程度）までは、標高-300~-400m程度以上の浅部に反射面の乱れが認められ、これらの乱れはH断層系との関連が考えられる。
- CMPNo.470付近から沖合では、海底面から沖側に約10°の勾配で緩やかに傾斜する反射面が平行して複数認められ、これらの反射面に変位は認められない。



地下構造調査結果（海上音波探査 09B-2測線（南北測線2/3））

- 陸側からCMPNo.640付近（汀線から沖合1.4km程度）までは、標高-300~-400m程度以上の浅部に反射面の乱れが認められ、これらの乱れはH断層系との関連が考えられる。
- CMPNo.570付近から沖合では、海底面から沖側に約10°の勾配で緩やかに傾斜する反射面が平行して複数認められ、これらの反射面に変位は認められない。



測線位置 (赤線部)

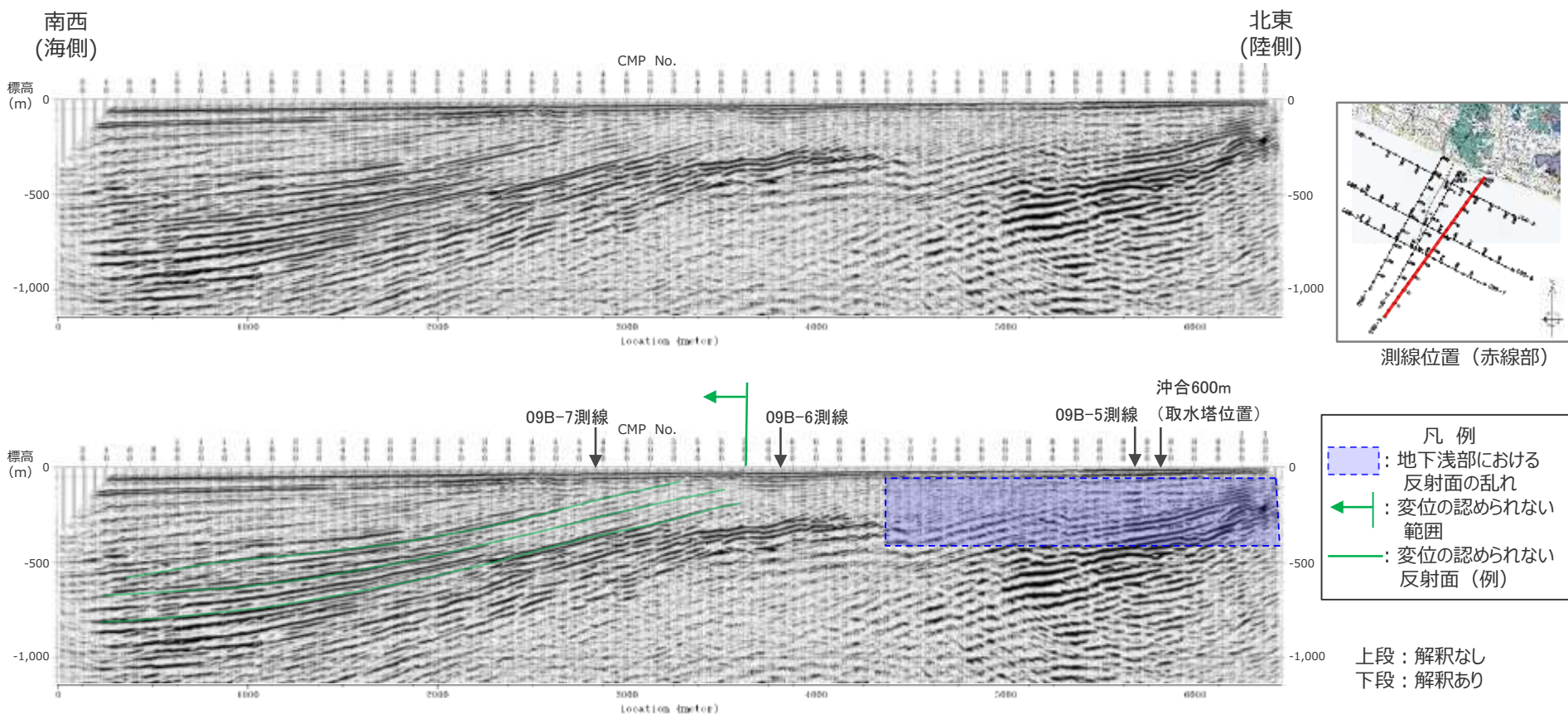
- 凡例
- : 地下浅部における反射面の乱れ
 - : 変位の認められない範囲
 - : 変位の認められない反射面 (例)

上段：解釈なし
下段：解釈あり

縦横比1:1で表示。

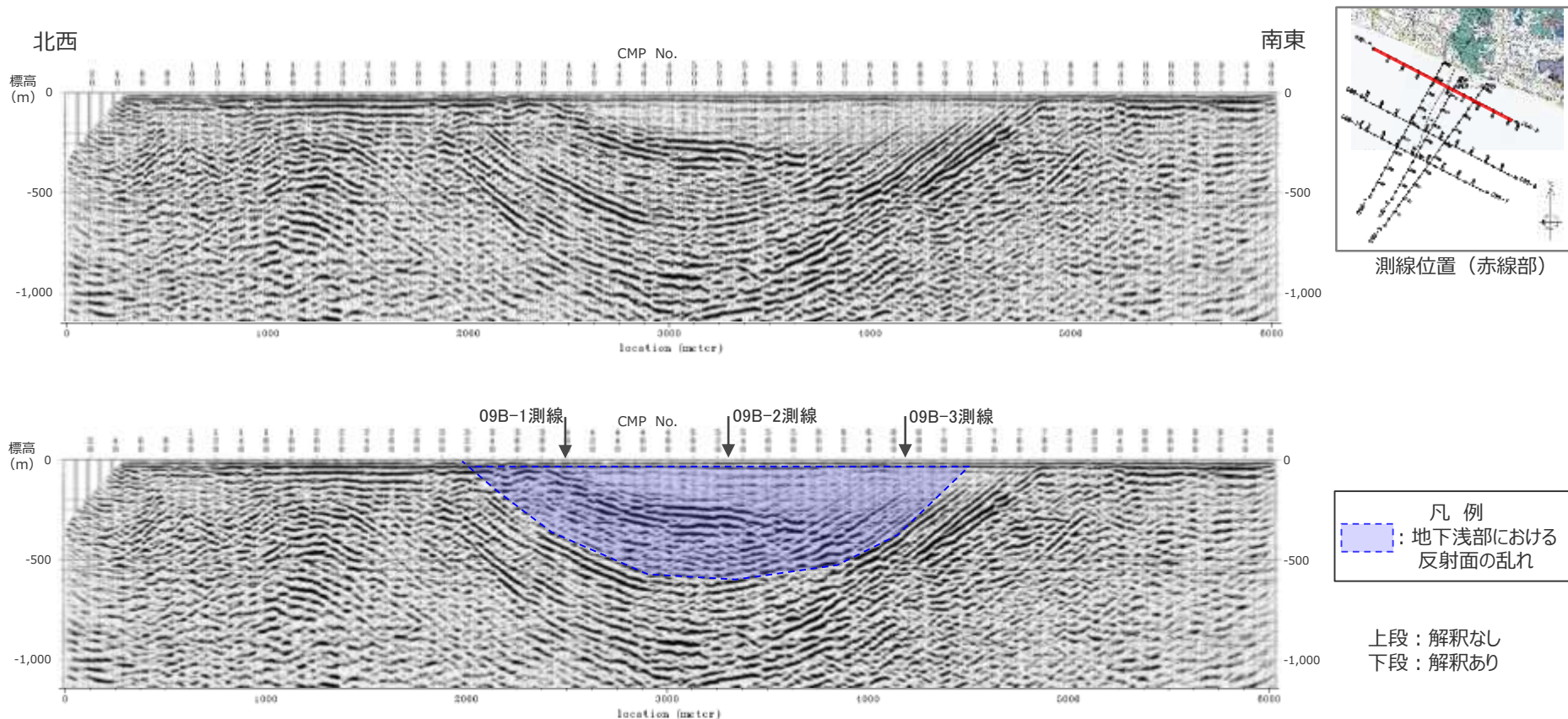
地下構造調査結果（海上音波探査 09B-3測線（南北測線3/3））

- 陸側からCMPNo.700付近（汀線から沖合2km程度）までは、標高-300~-400m程度以上の浅部に反射面の乱れが認められ、これらの乱れはH断層系との関連が考えられる。
- CMPNo.580付近から沖合では、海底面から沖側に約10°の勾配で緩やかに傾斜する反射面が平行して複数認められ、これらの反射面に変位は認められない。



地下構造調査結果（海上音波探査 09B-5測線（東西測線1/3））

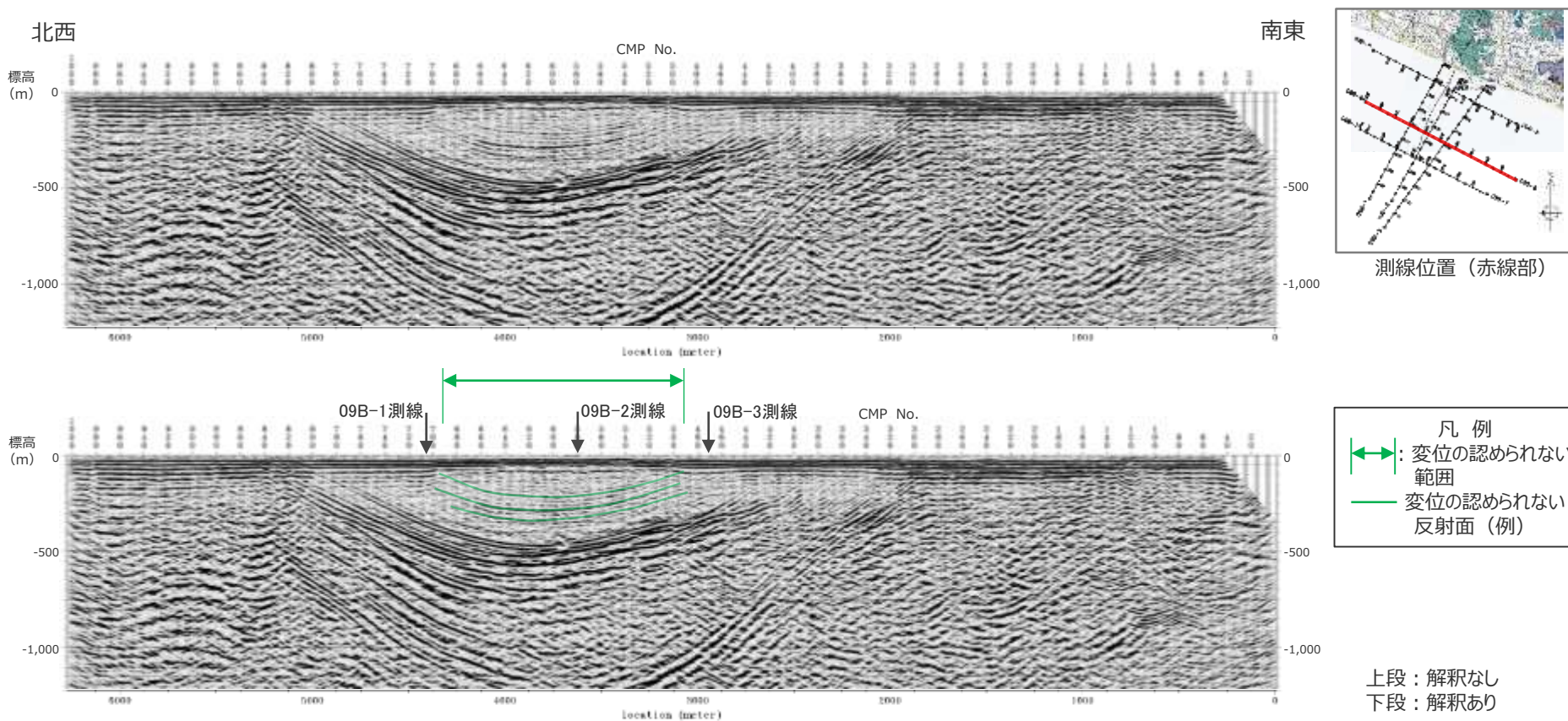
- 本測線は、汀線から沖合約0.8km（取水塔位置から沖合約0.2km）に位置する。
- 測線の中央部では比木向斜に対応する褶曲構造が明瞭に確認される。
- CMPNo.320～No.720にかけて、向斜構造に整合的な連続する反射面が認められ、その上部（標高-300～-600m程度以上の浅部）に反射面の乱れが認められる。これらの乱れはH断層系との関連が考えられる。



縦横比1:1で表示。

地下構造調査結果（海上音波探査 09B-6測線（東西測線2/3））

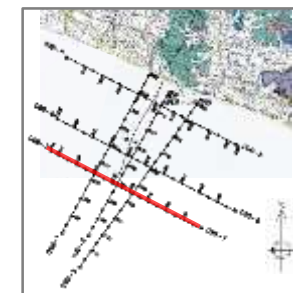
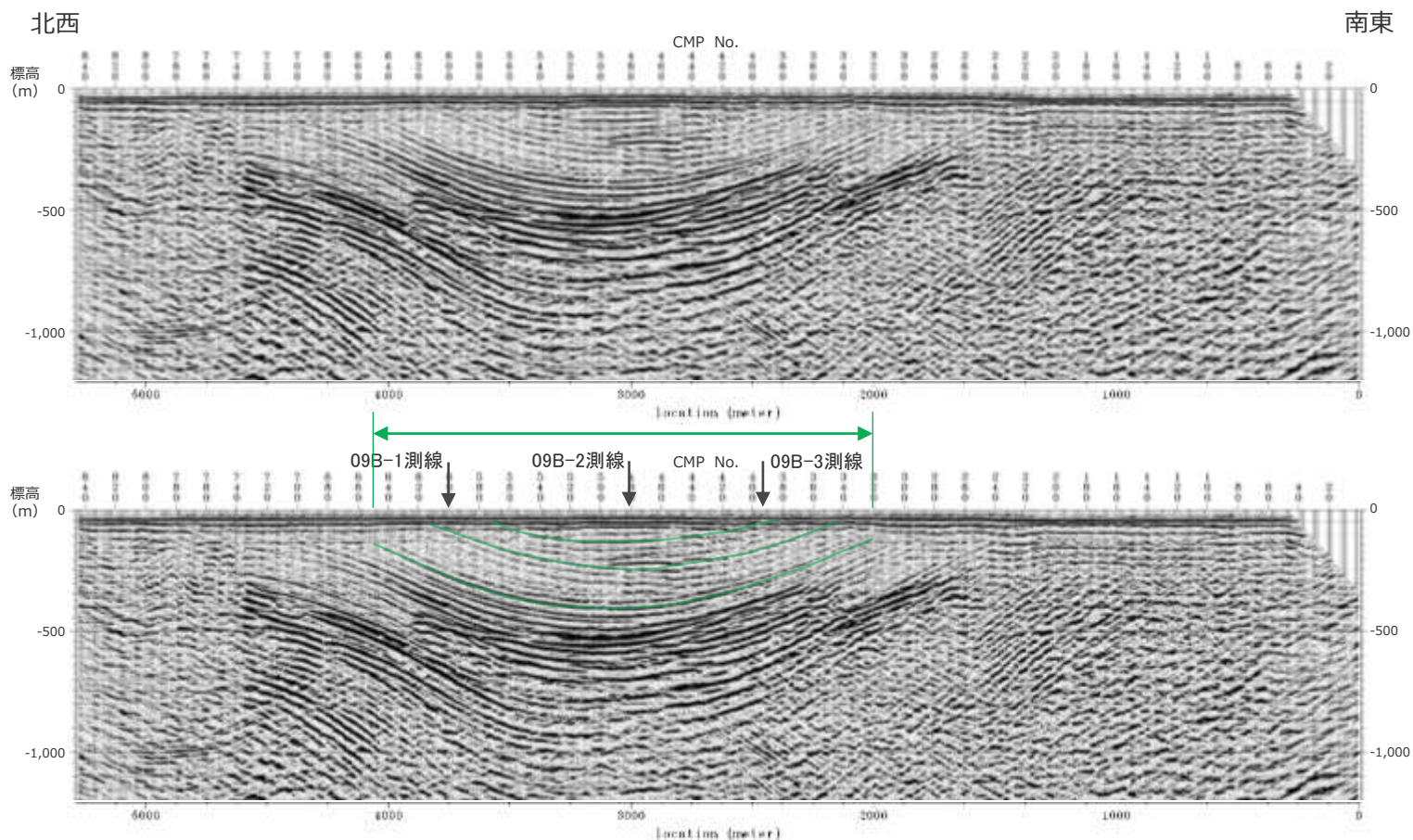
- 本測線は、汀線から沖合約2.6kmに位置する。
- 測線の中央部では比木向斜に対応する褶曲構造が明瞭に確認される。
- 本測線では、09B-5測線で認められるような浅部の反射面の乱れは認められない。
- CMPNo.490～No.690にかけて、向斜構造に整合的な複数の反射面が整然として認められ、これらの反射面に変位は認められない。



縦横比1:1で表示。

地下構造調査結果（海上音波探査 09B-7測線（東西測線3/3））

- 本測線は、汀線から沖合約3.6kmに位置する。
- 測線の中央部では比木向斜に対応する褶曲構造が明瞭に確認される。
- 本測線では、09B-5測線で認められるような浅部の反射面の乱れは認められない。
- CMPNo.320～No.650にかけて、向斜構造に整合的な複数の反射面が整然として認められ、これらの反射面に変位は認められない。



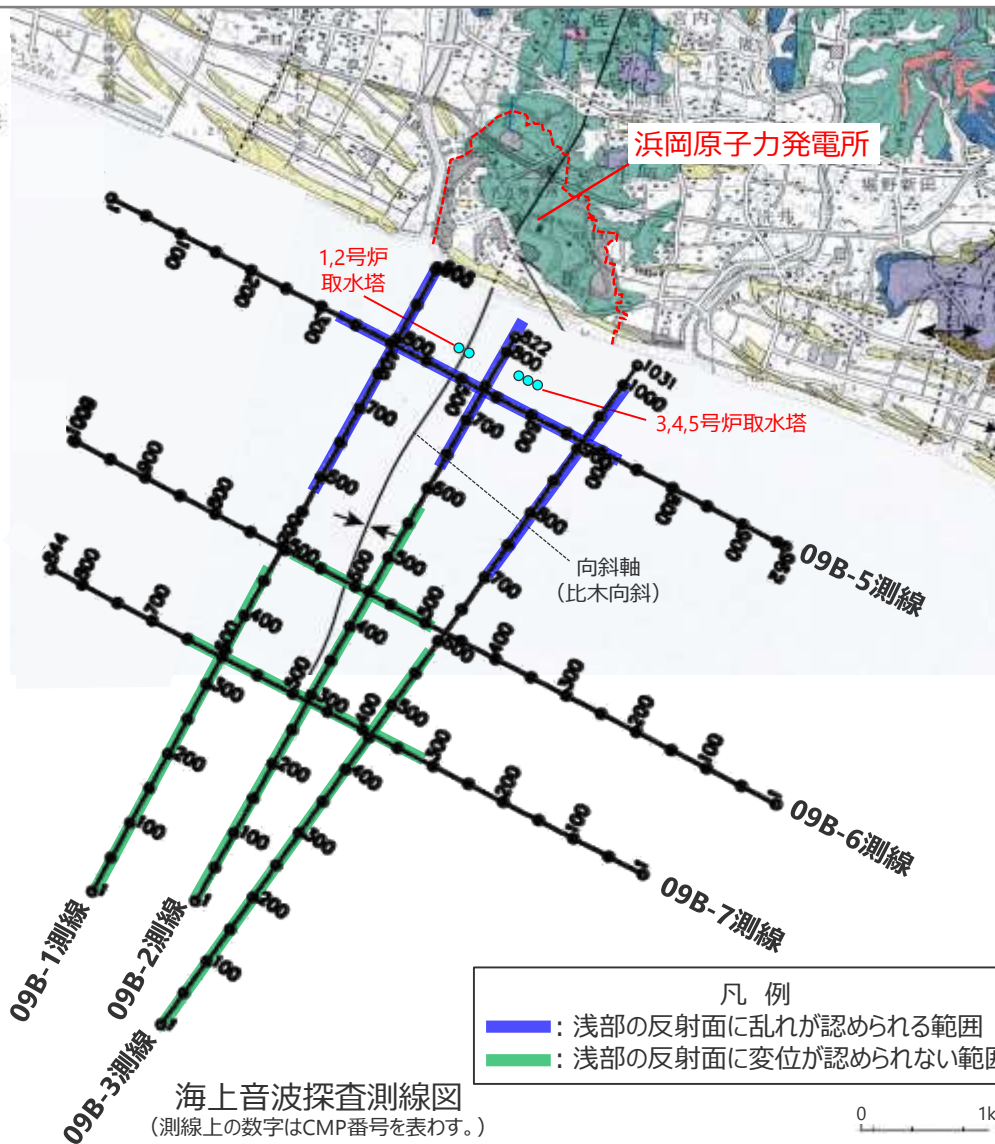
測線位置（赤線部）

- 凡例
- ◄—►: 変位の認められない範囲
 - : 変位の認められない反射面（例）

上段：解釈なし
下段：解釈あり

縦横比1:1で表示。

4.1(2) 海域におけるH断層系の分布範囲の調査結果のまとめ



＜検討結果＞

- 1e 少なくとも沖合2km程度より遠方には分布しない。
- 海上音波探査記録には、汀線から沖合2 km程度の範囲においてH断層系との関連が考えられる浅部の反射面の乱れが認められるが、それより沖合では、向斜軸を中心とした幅1～2 km程度の範囲において、浅部の反射面に変位は認められない。

※検討結果の段落番号は、章末のまとめスライドと対応している。

4.1 H断層系の分布のまとめ

【検討結果】

(1) 陸域（ボーリング・露頭）における検討

1a 東西走向の南傾斜で南落ちの正断層で、ほぼ同じ傾斜及び落差を持つ。

- ・ H断層系は、いずれも、走向N40～80°W、傾斜概ね60°Sの南側低下で、落差が20m程度の正断層。

1b ほぼ同じ間隔で並走する。

- ・ H断層系は、海岸線とほぼ平行に50～150m程度の間隔で分布する。

1c 向斜軸部付近を中心に南に開いた緩い弧状を呈す。

- ・ H断層系は、直線的に連続するものではなく、向斜軸部付近を中心に南（海側）に開いた緩い弧状に分布し、分岐・屈曲する。

1d 汀線より陸側約1.5kmの敷地北側から沖合約600mにかけて分布が確認されている。

- ・ H断層系は、汀線から陸側約1.5kmの敷地北側までの範囲に9本が、汀線から沖合約600mの取水塔にかけて5本分布することが確認されている。

(2) 海域におけるH断層系の分布範囲の調査結果

1e 少なくとも沖合2km程度より遠方には分布しない。

- ・ 海上音波探査記録には、汀線から沖合2 km程度の範囲においてH断層系との関連が考えられる浅部の反射面の乱れが認められるが、それより沖合では、向斜軸を中心とした幅1～2km程度の範囲において、浅部の反射面に変位は認められない。

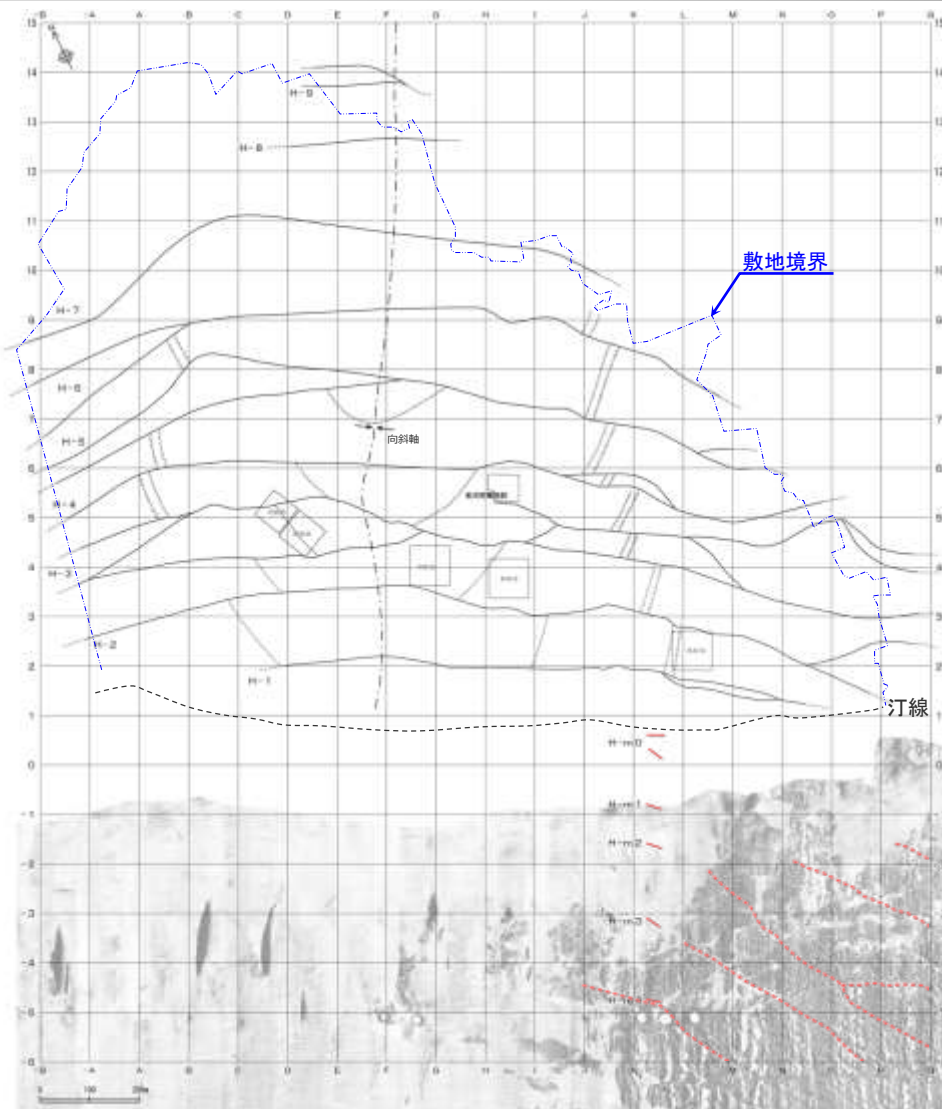
※検討結果の段落番号は、章末のまとめスライドと対応している。

【評価】

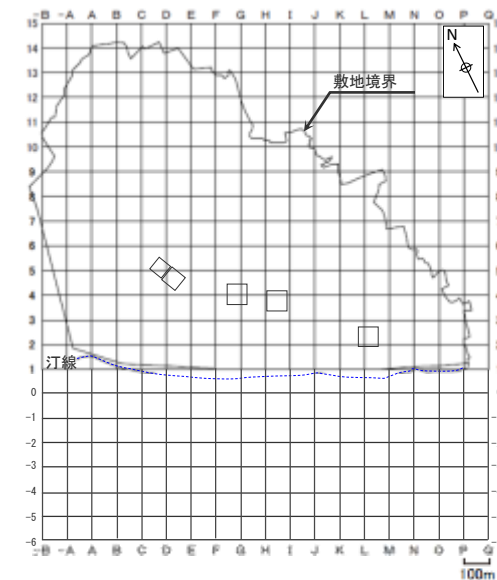
上記調査結果より、H断層系について以下の通り評価する

- ・ 分布形態（走向、傾斜、センス、落差、断層の分布間隔、線形）に類似性が認められる。（検討結果 1a,1b,1c）
- ・ 敷地北側から前面海域にかけての限られた範囲に分布するものと推定される。（検討結果 1d,1e）

4.1 H断層系の分布のまとめ（分布図）



- 露頭調査，ボーリング調査等により推定される陸域におけるH断層系の平面分布と，サイドスキャンソナー調査により認められる海域におけるH断層系との対応が示唆される連続性の良い線状構造を併せて示す。



凡例

- H断層系
 - - - H断層系との対応が示唆される連続性の良い線状構造
- 凝灰岩（鍵層）
- K-1 ———
 - K-2u ———
 - K-2l ———

地質水平断面図（陸域はT.P.-13.5m，海域は海底面）

4.2

H断層系の性状

【検討内容】

- 露頭においてH断層系の詳細構造を確認するとともに、ブロック試料及び薄片により微細構造を観察し、H断層系の性状を把握する。
- H断層系の断層面に含まれる細粒物質を採取し、成分分析、粒度分析等を行い、断層内細粒物質の性状を把握する。
- 上記調査・分析結果によるH断層系の性状がいずれも類似しており、H断層系が、相良層堆積後の未固結～半固結の時代に形成された後、相良層固結以降の活動は生じていないものと考えられることを示す。

(1)

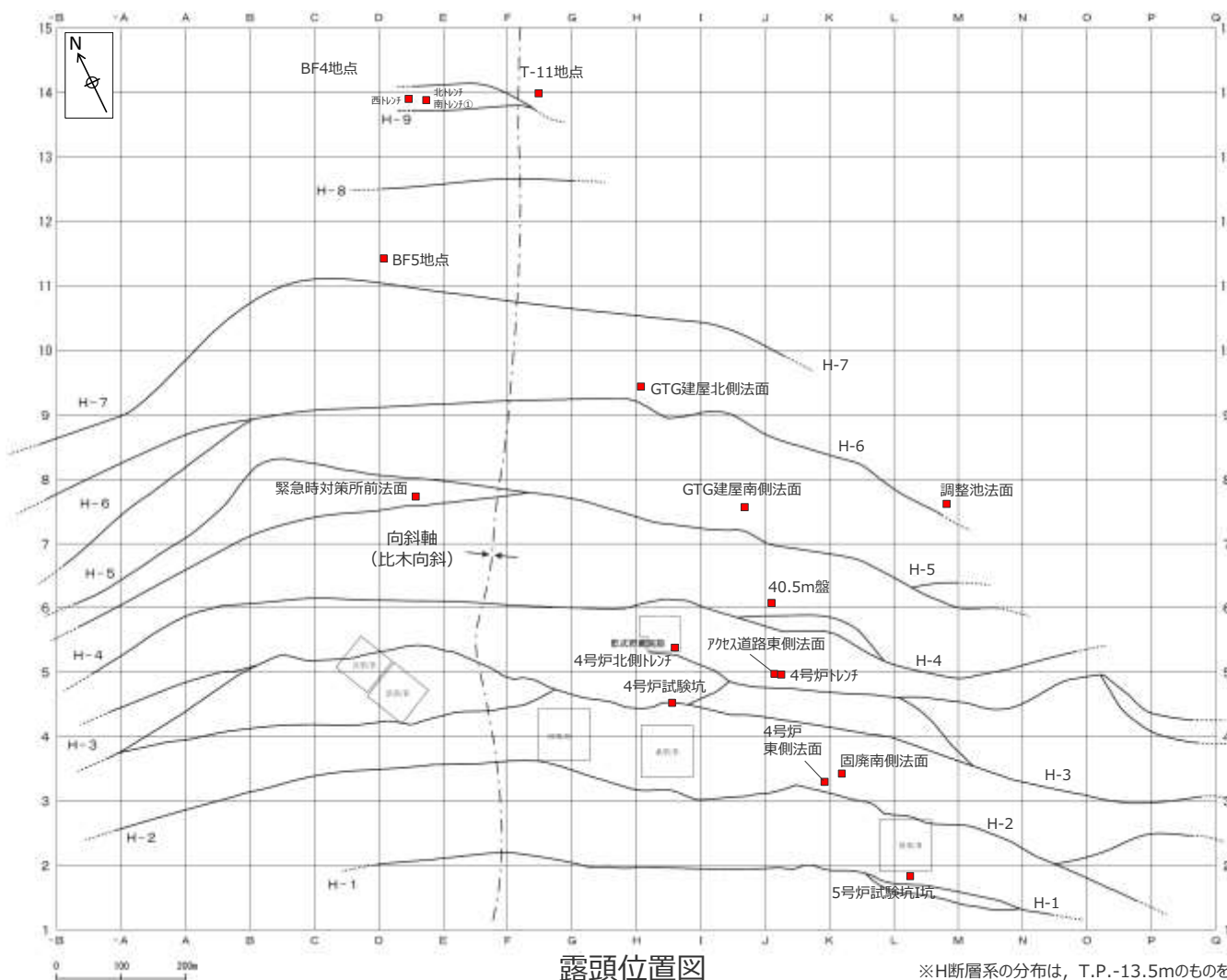
露頭等の観察結果

【検討内容】

露頭，ブロック試料，薄片，ボーリングコアによるH断層系の観察結果を示す。

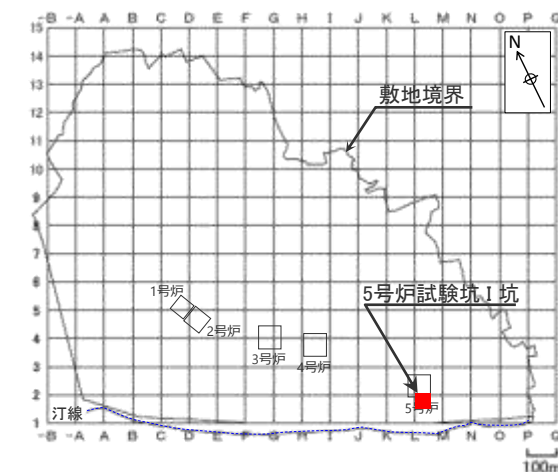
H断層系の露頭観察地点

- H断層系の性状を把握するため、前章にて分布の検討を行ったH断層系の各断層について、その露頭等の観察を行った。
- 本資料では、H-1～H-7、H-9断層の露頭を各1箇所程度ずつ、及びH-3断層の薄片観察結果を示す。(その他の確認地点については、第704回審査会合資料1-3 参考資料参照)



H-1断層（5号炉試験坑I孔）（1/1）～露頭観察

- 細粒物質を伴う複数の平行な断層面が認められ、その断層面の周囲には、砂岩や凝灰岩の膨縮やレンズ状の構造、明瞭な引きずりなど、流動的な変形構造が認められる。
- これらの変形構造から正断層センスであることが分かる。
- 細粒物質を伴う下盤側の断層は比較的連続性があるが、上盤側の断層は連続性に乏しい。
- この地点における主断層面は、細粒物質を伴い連続性の良い下盤側の断層であると考えられる。
- 断層面に明瞭なせん断面は認められず、断層面及びその周辺に角礫状の破碎部は認められない。

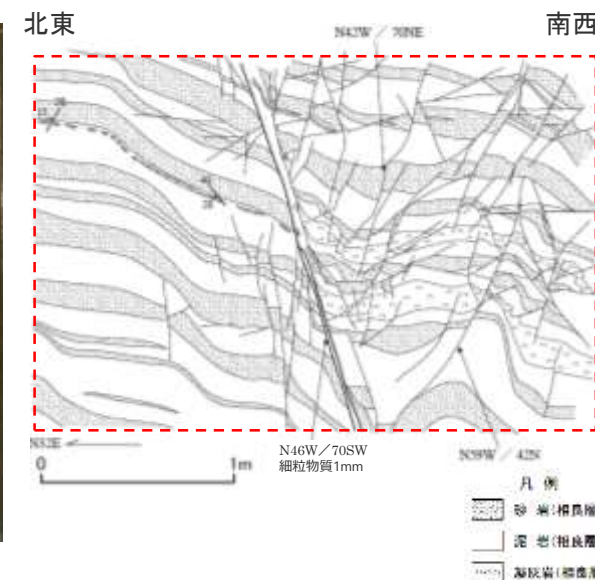


断層面 断層面



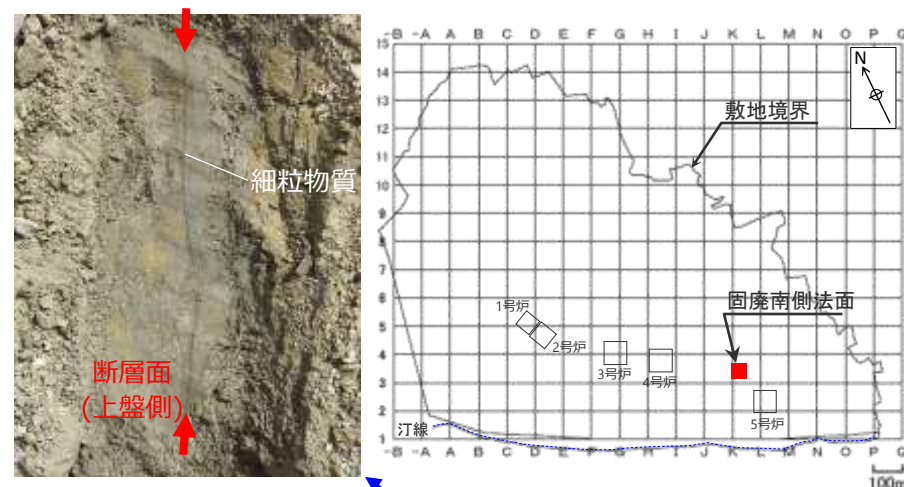
(右図赤枠部分の写真)

断層面 断層面



H-2断層（固廃南側法面）（1/1）～露頭観察

- 細粒物質を伴う2条の平行な断層面が認められ、その周囲には砂岩の膨縮やレンズ状の構造、明瞭な引きずりなど、流動的な変形構造が認められる。
- これらの変形構造から正断層センスであることが分かる。
- 細粒物質を伴う断層面は比較的連続性が良く、周囲の小断層を切っている。また、これらに挟まれた区間の流動変形は特に著しい。
- 断層面は著しくうねっており、平面的ではない。
- 断層面に明瞭なせん断面は認められず、断層面及びその周辺に角礫状の破砕部は認められない。
- 断層面を研磨して観察を行った結果、細粒物質が一部で不明瞭になっている。



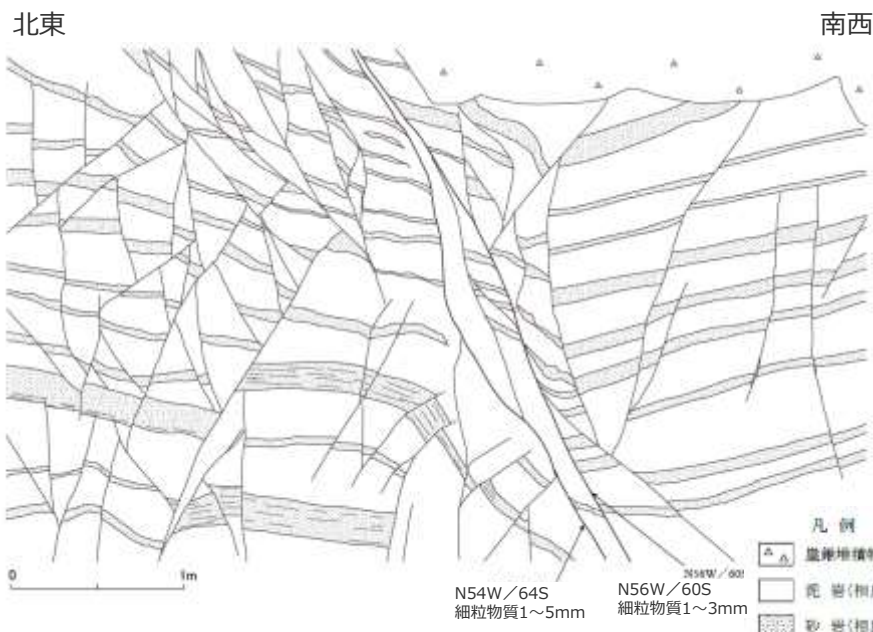
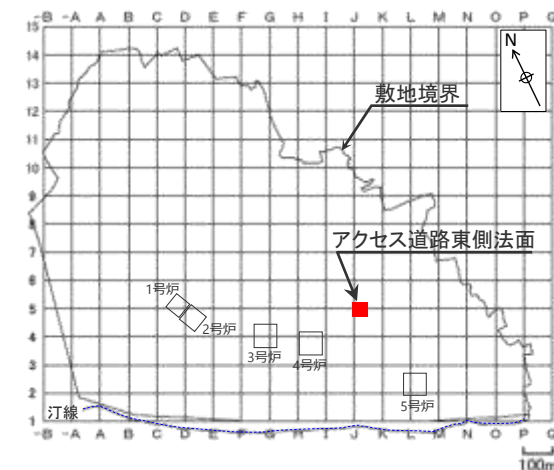
上盤側の断層面を研磨した状況



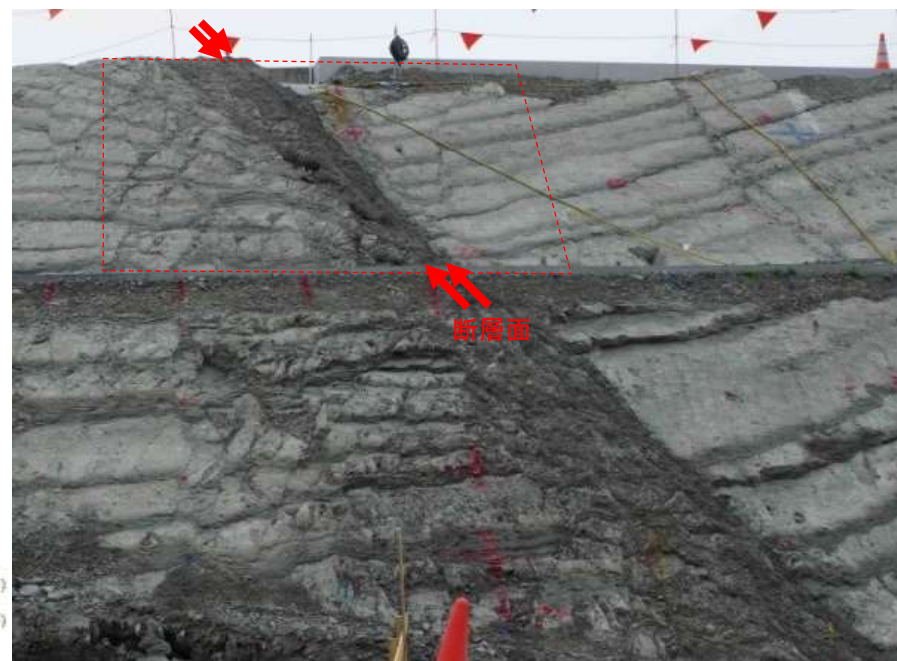
N50W/52S 細粒物質4mm
(写真赤枠部分のスケッチ)

H-3断層 (アクセス道路東側法面) (1/4) ~露頭観察

- H断層系 (H-3断層) 露頭観察結果を示す。
- 細粒物質を伴う2条の平行な断層面が認められ、その断層面に挟まれた区間には、砂岩の膨縮やレンズ状の構造、明瞭な引きずりなど、著しく流動的な変形構造が認められる。
- 2条の断層面を挟んだ上盤側及び下盤側には、砂岩の引きずりが認められ、これらの変形構造から正断層センスであることが分かる。
- 下盤側の断層面はうねっており、平面的ではない。この地点における主断層面は、比較的直線性の良い上盤側の断層であると考えられる。
- 断層面に明瞭なせん断面は認められず、断層面及びその周辺に角礫状の破碎部は認められない。

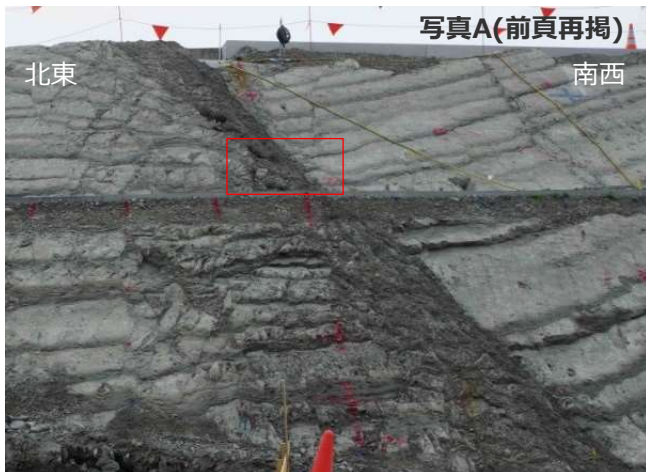


(写真赤枠部分のスケッチ)



H-3断層 (アクセス道路東側法面) (2/4) ～露頭観察

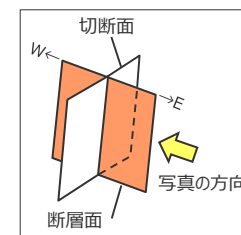
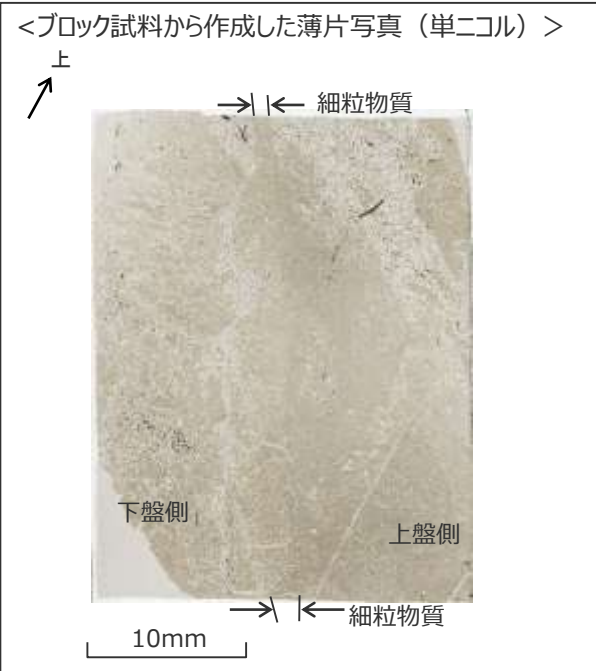
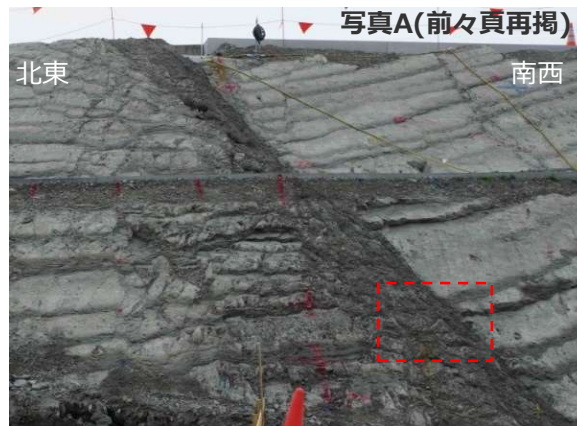
- H断層系(H-3断層)露頭において、主断層面と考えられる上盤側の断層面を研磨し、詳細な観察を行った。
- 断層面には明瞭なせん断面は認められず、また、断層面及びその周辺に角礫状の破碎部は認められない。
- 断層面に確認される幅数mm程度の細粒物質には、①不明瞭となる箇所、砂層が②入り込む③横断する④レンズ状となって狭在する箇所といった流動的な変形構造が認められる。



- <凡 例>
- ① : 細粒物質が不明瞭となる
 - ② : 細粒物質に砂層が入り込む
 - ③ : 細粒物質を砂層が横断する
 - ④ : 細粒物質にレンズ状砂層が狭在する

H-3断層 (アクセス道路東側法面) (3/4) ~ブロック試料観察

- H断層系(H-3断層)露頭の主断層面と考えられる上盤側の断層面付近からブロック試料を採取し、観察を行った。
- 断層面に明瞭なせん断面は認められず、また、断層面及びその周辺に角礫状の破碎部は認められない。
- ブロック試料からは薄片を作成し、断層面の詳細な観察を行った。



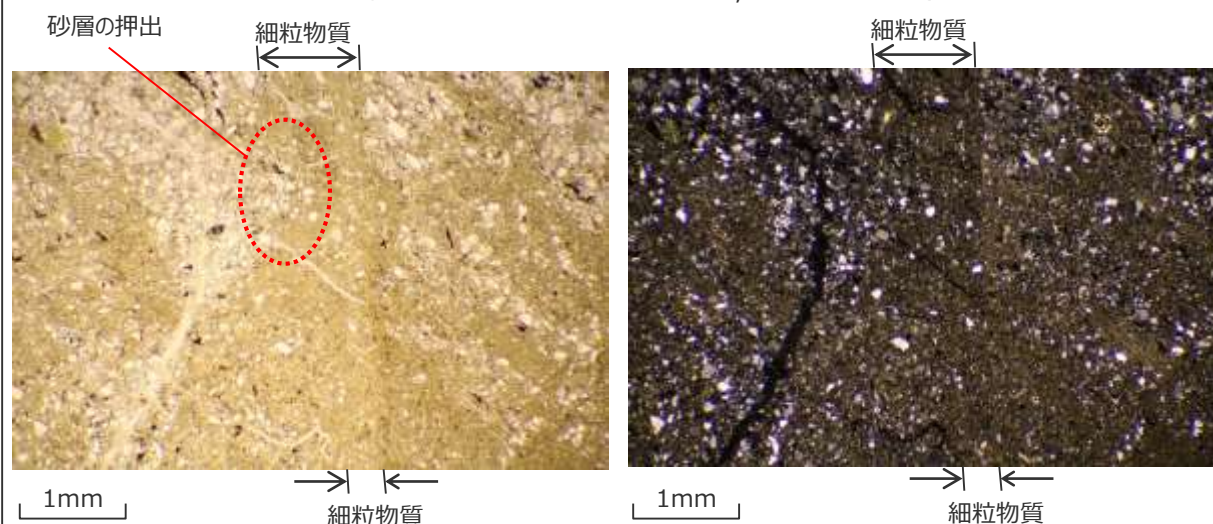
H-3断層（アクセス道路東側法面）（4/4）～薄片観察

- ブロック試料（前頁参照）より作成した薄片の観察結果を示す。
- 断層面には細粒物質が確認されるが、明瞭なせん断面は認められない。
- 細粒物質中には、周辺の母岩や砂岩層を構成するような粒径の大きな砂粒子が認められ、顕著な細粒化は確認されない。
- 細粒物質中には活断層に特徴的なくり返しの活動を示す層状の構造は認められない。
- 細粒物質と母岩との境界付近に見られる化石（有孔虫）には、破碎や変形は認められない。また、細粒物質中には周辺からの砂層の押出が認められる。

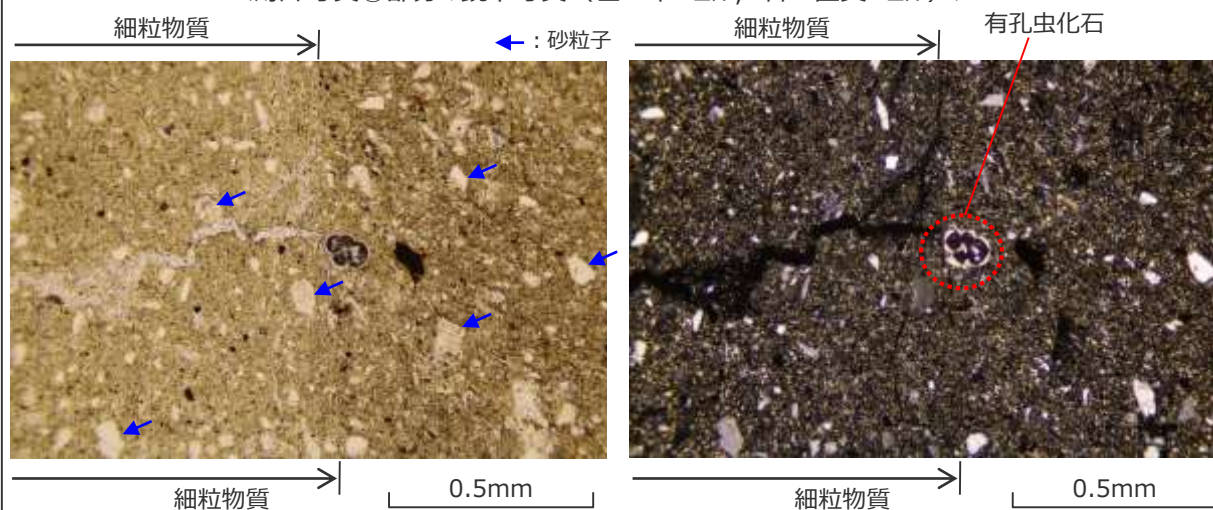
<ブロック試料から作成した薄片写真（単ニコル）>



<薄片写真①部分の鏡下写真（左：単ニコル，右：直交ニコル）>

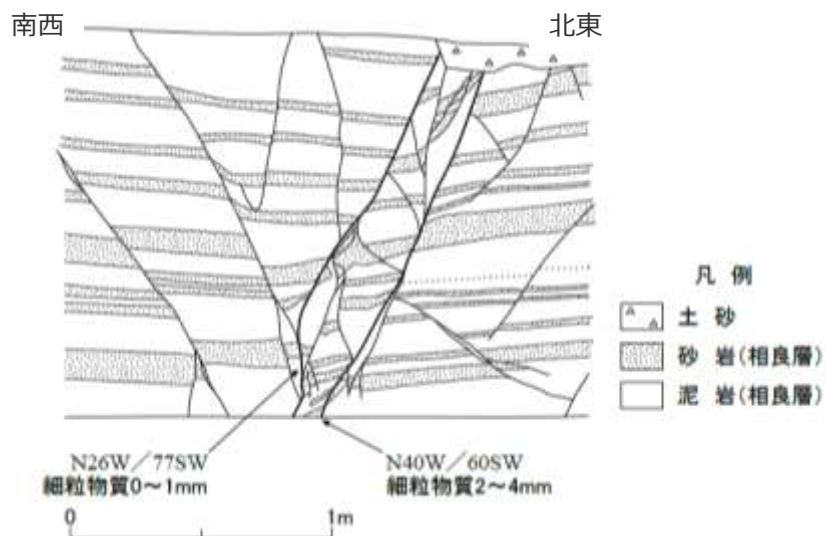
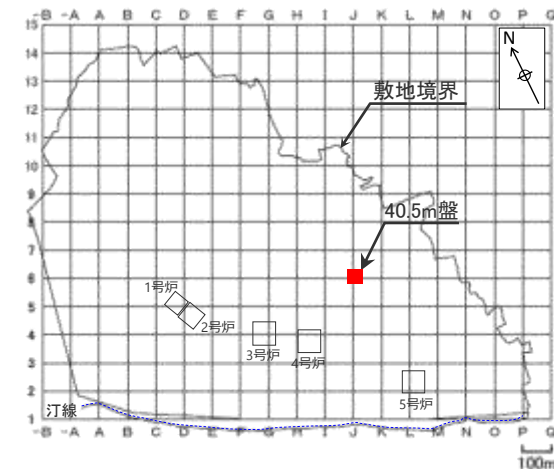


<薄片写真②部分の鏡下写真（左：単ニコル，右：直交ニコル）>



H-4断層 (40.5m盤(西側)) (1/1) ~露頭観察

- 細粒物質を伴う2条の平行な断層面が認められ、その断層面に挟まれた区間には、砂岩の膨縮やレンズ状の構造、引きずりなど、流動的な変形構造が認められる。
- 断層間の砂岩は、下盤側の断層に向かって薄くなり、傾斜を増す。
- これらの変形構造から正断層センスであることが分かる。
- 下盤側の断層は比較的直線的で連続性があるが、上盤側の断層はうねっており連続性に乏しい。
- この地点における主断層面は、変位量が大きく、細粒物質を伴い比較的連続性の良い下盤側の断層であると考えられる。
- 断層面に明瞭なせん断面は認められず、断層面及びその周辺に角礫状の破碎部は認められない。

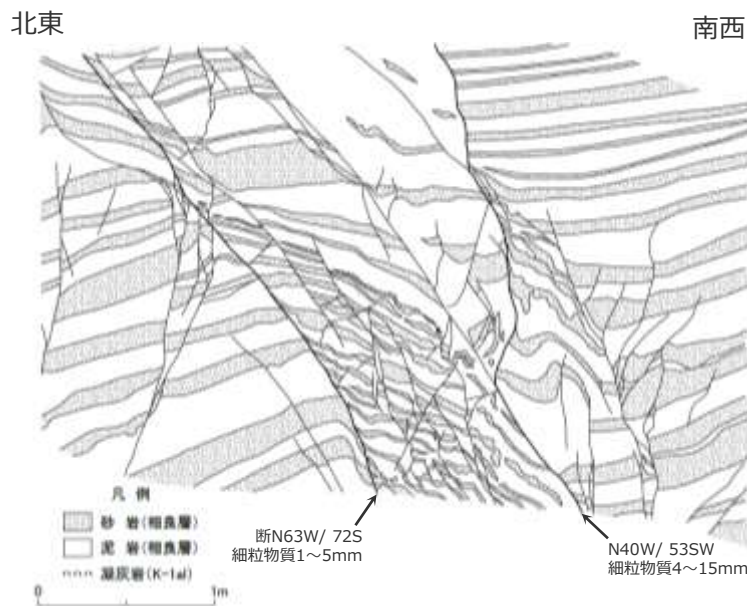
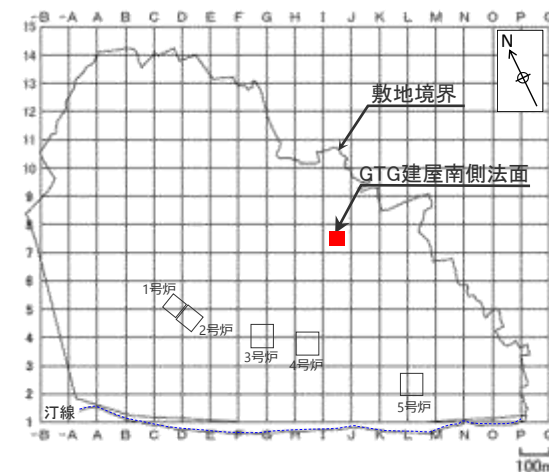


(写真赤枠部分のスケッチ)

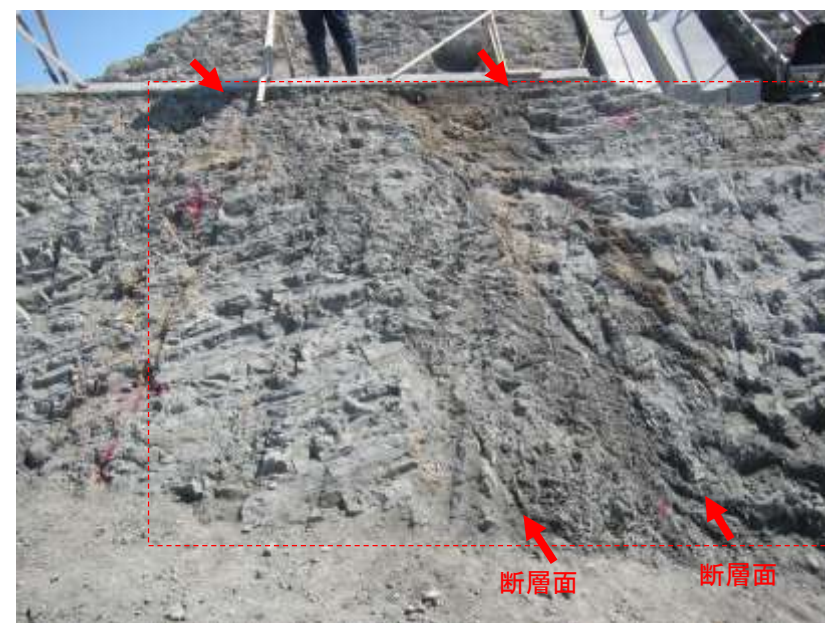


H-5断層 (GTG建屋南側法面(西面)) (1/2) ~露頭観察

- 細粒物質を伴う2条の断層面が認められ、その断層面の周囲には、砂岩や凝灰岩の膨縮やレンズ状の構造、明瞭な引きずりなど、流動的な変形構造が認められる。
- 細粒物質を伴う断層面は比較的連続性が良く、これらに挟まれた区間の流動変形は特に著しい。
- 断層間の砂岩は、上盤側の断層に向かって薄くなり、傾斜を増す。
- 2条の断層を挟んだ上盤側及び下盤側には、砂岩の引きずりが認められ、これらの変形構造から正断層センスであることが分かる。
- 断層面に明瞭なせん断面は認められず、断層面及びその周辺に角礫状の破碎部は認められない。



(写真赤枠部分のスケッチ)

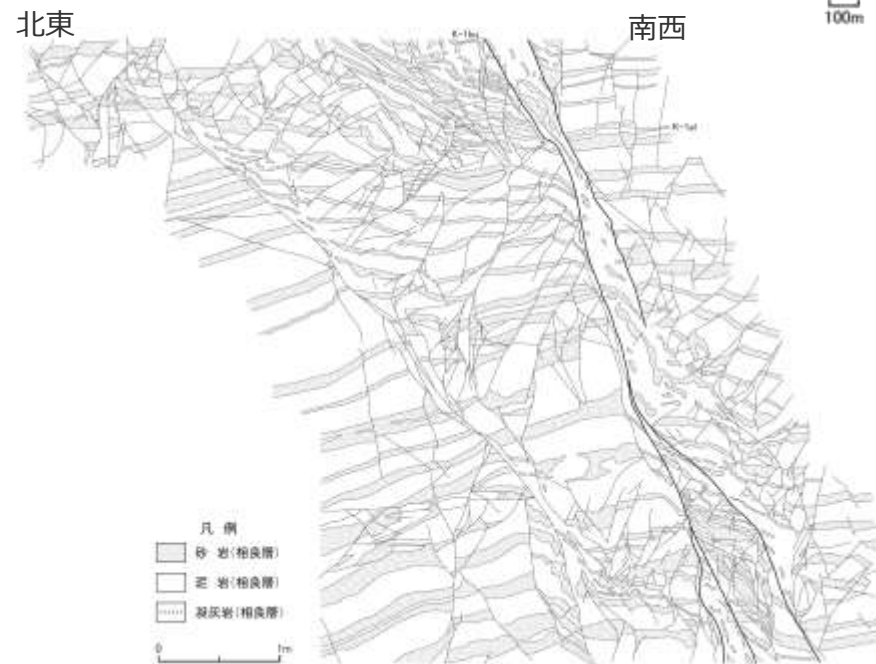
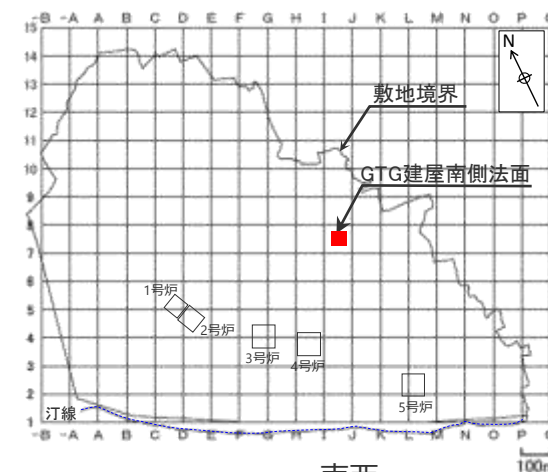
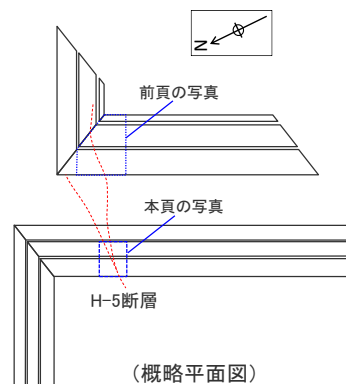


(参考) H-5断層 (GTG建屋南側法面(西面)) ~露頭観察

- GTG建屋南側法面の最下部では、H-5断層が分岐する状況が確認できる。
- それぞれの断層は、一部不明瞭になりながら間隔を狭めている。
- これら断層の周囲には、砂岩や凝灰岩の膨縮やレンズ状の構造、明瞭な引きずりなど、流動的な変形構造が認められる。
- 2条の断層を挟んだ凝灰岩層の対比より、これらの断層は14m程の落差を有することが分かる。



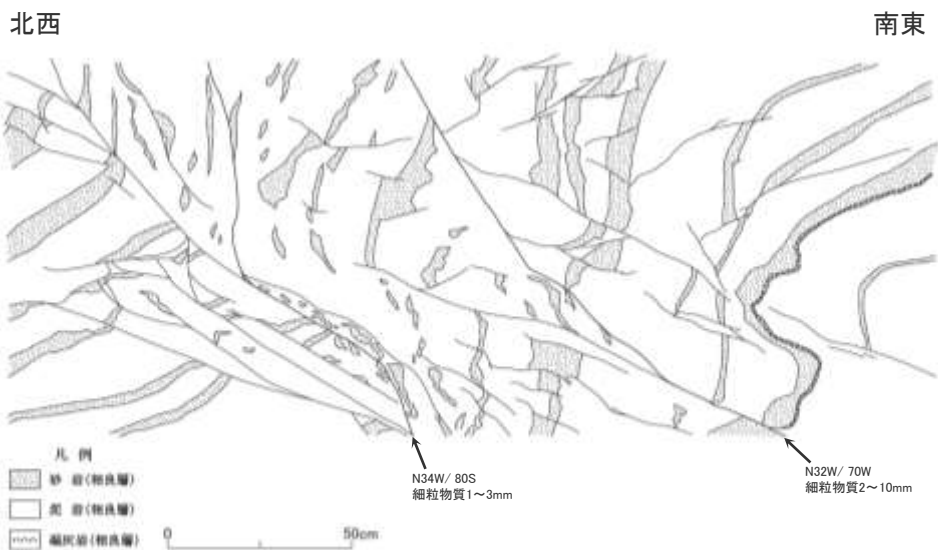
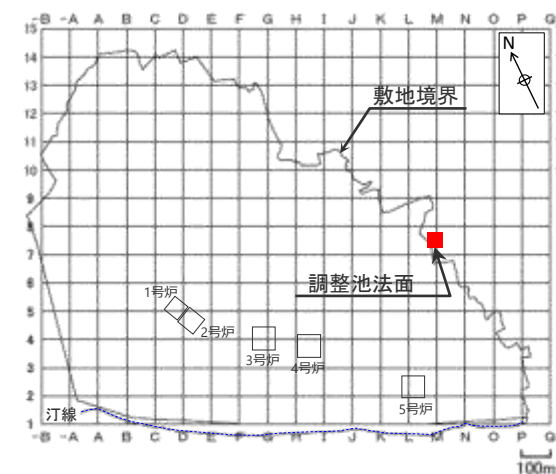
断層面



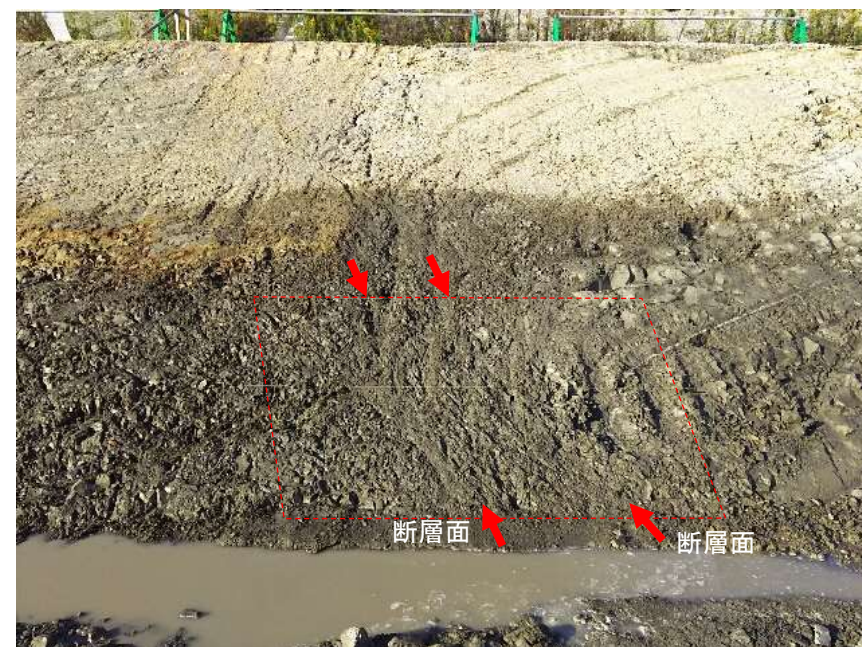
(写真赤枠部分のスケッチ)

H-6断層（調整池法面）（1/1）～露頭観察

- 細粒物質を伴う2条の断層面が認められ、その断層面の周囲には、砂岩の膨縮やレンズ状の構造、明瞭な引きずりなど、流動的な変形構造が認められる。
- 細粒物質を伴う断層面は比較的連続性が良く、これらに挟まれた区間の流動変形は特に著しい。
- 断層間の砂岩は、両断層に向かって薄くなり、レンズ状を呈する。
- これらの変形構造から正断層センスであることがわかる。
- 断層面は著しくうねっており、平面的でない。
- 断層面に明瞭なせん断面は認められず、また、断層面及びその周辺に角礫状の破碎部は認められない。

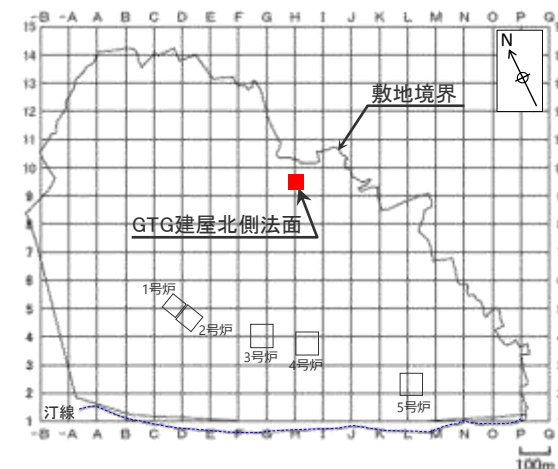


(写真赤枠部分のスケッチ)

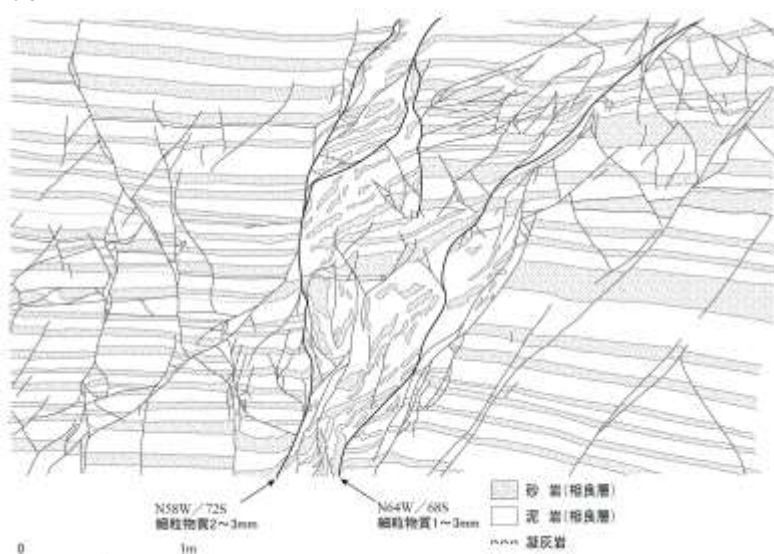


H-6断層 (GTG建屋北側法面) (1/1) ~露頭観察

- GTG建屋北側の標高約40mの法面で確認されたH-6断層は、細粒物質を伴う2条の断層面が認められ、その断層面の周囲には、砂岩の膨縮やレンズ状の構造、明瞭な引きずりなど、流動的な変形構造が認められる。
- 細粒物質を伴う断層面は比較的連続性が良く、これらに挟まれた区間の流動変形は特に著しい。
- 断層間の砂岩は、両断層に向かって薄くなり、レンズ状を呈する。
- これらの変形構造から正断層センスであることがわかる。
- 断層面は著しくうねっており、平面的でない。
- 断層面に明瞭なせん断面は認められず、また、断層面及びその周辺に角礫状の破碎部は認められない。



南 北



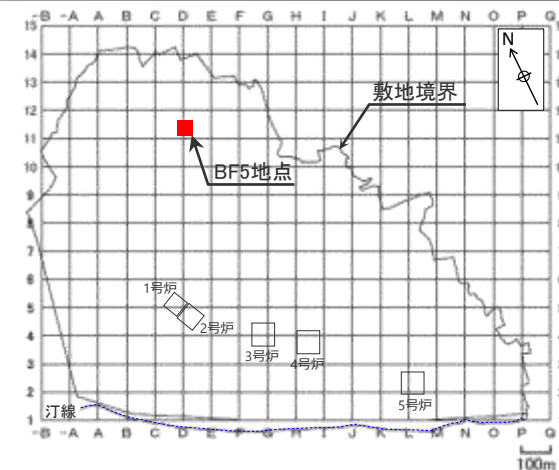
(写真赤枠部分のスケッチ)



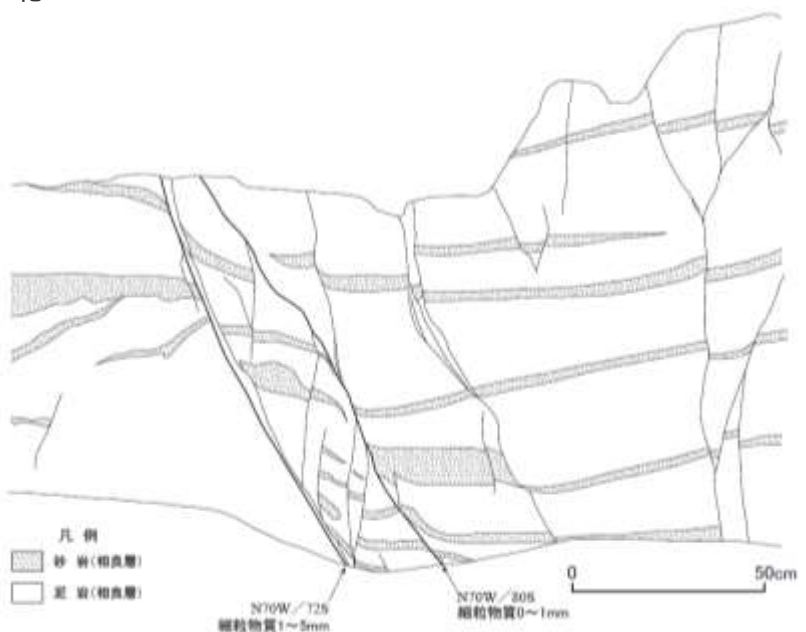
断層面

H-7断層 (BF5地点) (1/1) ~露頭観察

- 細粒物質を伴う2条の平行な断層面が認められ、その断層面の周囲には、砂岩の膨縮やレンズ状の構造、明瞭な引きずりなど、流動的な変形構造が認められる。
- 細粒物質を伴う断層面は比較的連続性が良く、これらに挟まれた区間の流動変形は特に著しい。
- 2条の断層を挟んだ上盤側及び下盤側には、砂岩や凝灰岩の引きずりが認められ、これらの変形構造から正断層センスであることが分かる。
- 断層面に明瞭なせん断面は認められず、また、断層面及びその周辺に角礫状の破碎部は認められない。



北 南

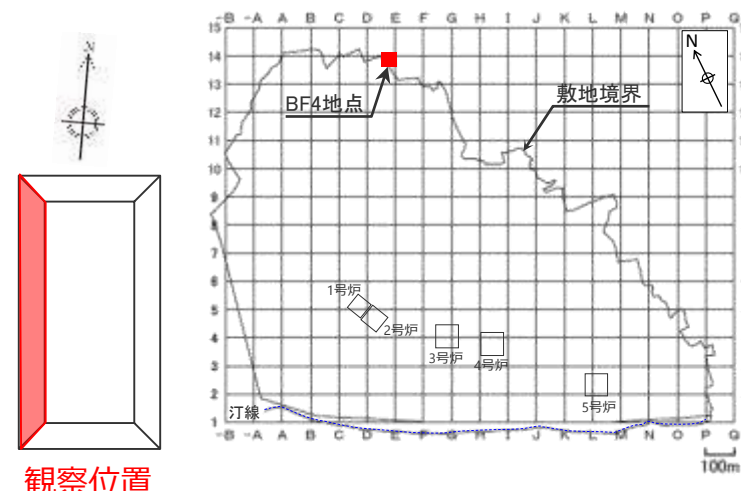


(写真赤枠部分のスケッチ)

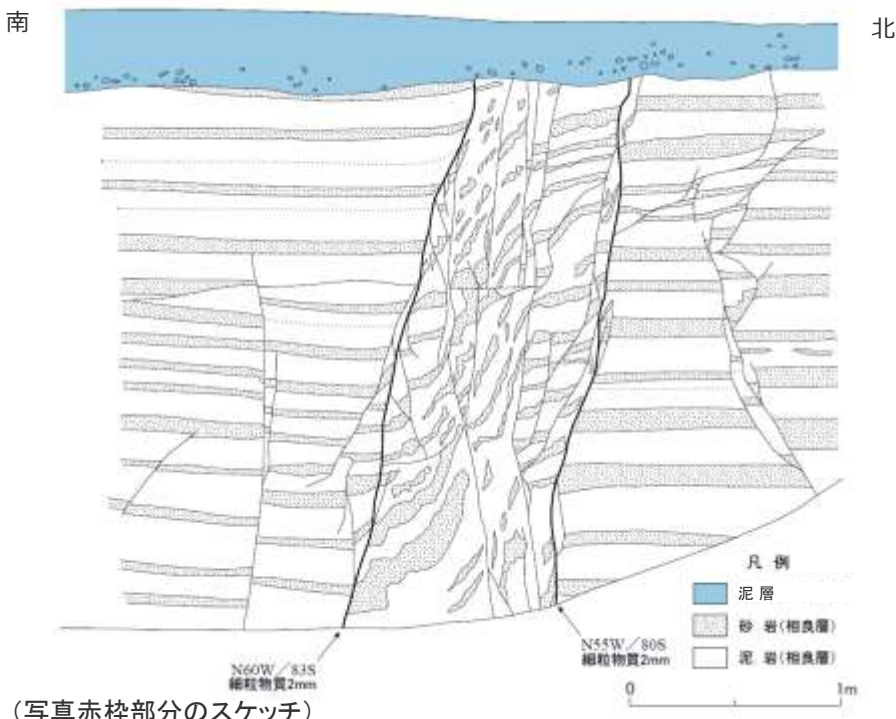


H-9断層 (BF4地点北トレンチ(西側)) (1/1) ~露頭観察~

- 細粒物質を伴う2条の平行な断層面が認められ、その断層面に挟まれた区間には、砂岩の膨縮やレンズ状の構造、明瞭な引きずりなど、著しく流動的な変形構造が認められる。
- 断層面を挟んだ上盤側及び下盤側には、砂岩の引きずりが認められ、これらの変形構造から正断層センスであることが分かる。
- 断層面に明瞭なせん断面は認められず、また、断層面及びその周辺に角礫状の破碎部は認められない。
- 北トレンチのH-9断層については、上部を泥層が不整合に覆っており、泥層の基底面に変位や変形は認められない。(泥層についての詳細は「4.4 上載地層による活動性評価」参照。)



観察位置



(写真赤枠部分のスケッチ)



海域のH断層系 (ボーリングコア観察結果)

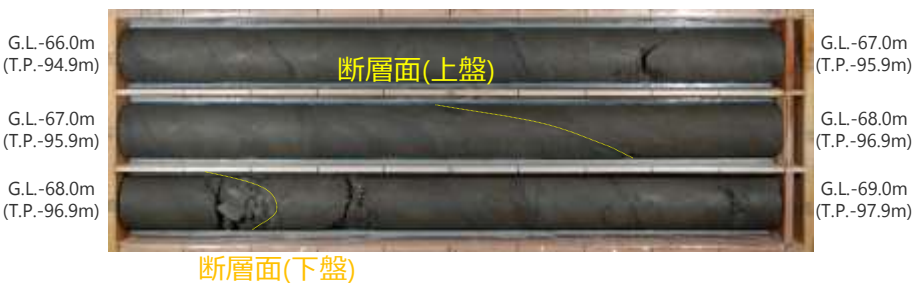
● H-m0断層 (PT-6'孔)



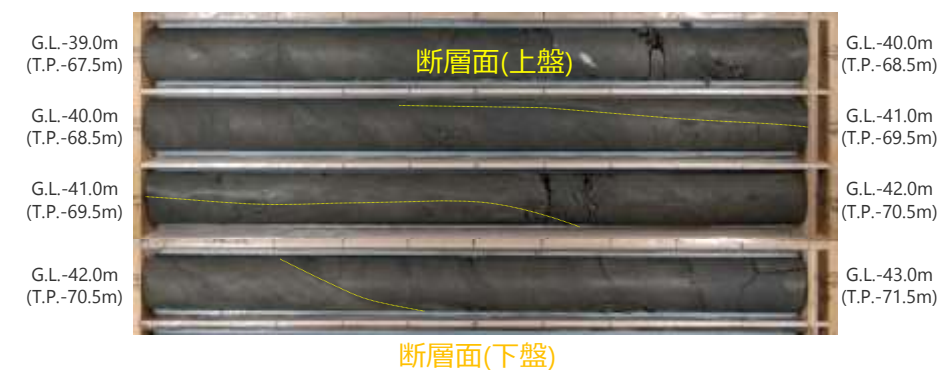
● H-m2断層 (PT-3'孔)



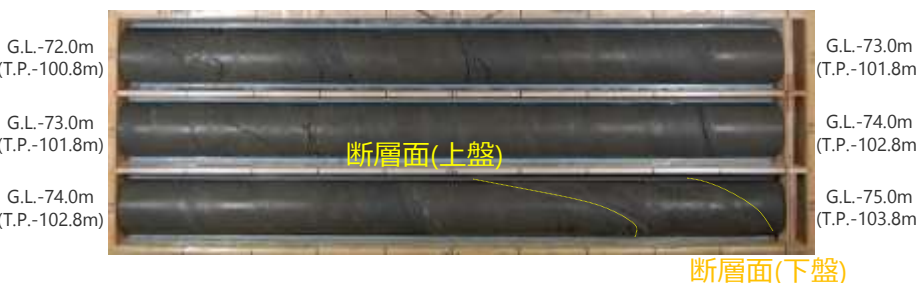
● H-m0断層 (PT-6'孔)



● H-m3断層 (PT-2''孔)

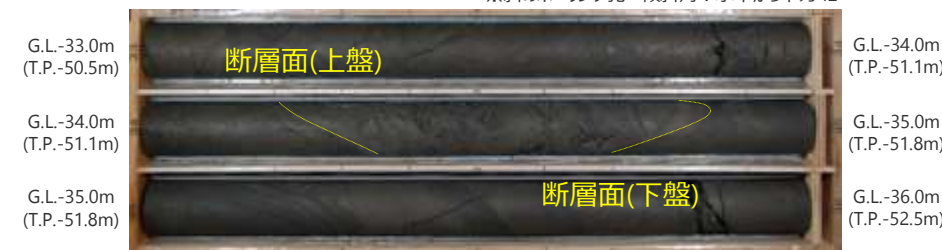


● H-m1断層 (PT-4''孔)



● H-m4断層 (PT-0孔※)

※斜めボーリング孔 傾斜角：水平から下方42°



・断層面の走向傾斜データはBHTV調査による。

H断層系の観察結果のまとめ

陸域部（露頭名称） 海域部（ボーリング孔名）		露頭観察結果							備考
		走向傾斜	細粒物質 の有無	明瞭な せん断面 の有無	角礫状 破砕部 の有無	流動的な変形構造の有無			
						膨縮	レンズ 状構造	引きずり	
H-1	5号炉試験坑I坑	N46°W/70°SW	有	無	無	有	有	有	
H-2	4号炉東側法面	N62~76°W/76°S	有	無	無	有	有	有	
	固廃南側法面	N50~55°W/52~58°S	有	無	無	有	有	有	
H-3	4号炉試験坑	N56~74°W/50°S~60°SW	有	無	無	有	有	有	
	4号炉トレンチ	N36~70°W/58~73°S	有	無	無	有	有	有	
	4号炉北側トレンチ	N50~58°W/57~60°S	有	無	無	有	有	有	薄片による詳細観察を実施
	アクセス道路東側法面	N47~56°W/77~83°S	有	無	無	有	有	有	
	アクセス道路東側法面	N54~56°W/60~64°S	有	無	無	有	有	有	薄片による詳細観察を実施
H-4	40.5m盤（水平面）	N53~57°W/45~58°S	有	無	無	有	有	有	薄片による詳細観察を実施
	40.5m盤（西側）	N26~40°W/60~77°SW	有	無	無	有	有	有	
	40.5m盤（東側）	N54~62°W/60~72°S	有	無	無	有	—	有	
H-5	緊急時対策所前法面	N56~64°W/62~63°S	有	無	無	有	有	有	薄片による詳細観察を実施
	GTG建屋南側法面（西面）	N40~63°W/53°SW~72°S	有	無	無	有	有	有	
H-6	調整池法面	N32~34°W/70~80°S	有	無	無	有	有	有	
	GTG建屋北側法面	N58~64°W/68~72°S	有	無	無	有	有	有	
H-7	BF5地点	N70°W/72~80°S	有	無	無	有	有	有	
H-9	T-11地点	N70~73°W/70~78°S	有	無	無	有	有	有	
	BF4地点南トレンチ①	N57~58°W/87°S~81°N	有	無	無	有	有	有	
	BF4地点西トレンチ（底面）	N36~42°W/72°S~90°	有	無	無	有	有	有	薄片による詳細観察を実施
	BF4地点北トレンチ（西側）	N55~60°W/80~83°S	有	無	無	有	有	有	
H-m0（北）	PT-6'（ボーリングコア）	N73°E~62°W/72~78°S	有	無	無	—	—	—	
H-m0（南）	PT-6（ボーリングコア）	N26~30°W/59°W~78°S	有	無	無	—	—	—	
H-m1	PT-4"（ボーリングコア）	N41~49°W/69~74°S	有	無	無	—	—	—	
H-m2	PT-3'（ボーリングコア）	N46~54°W/71~74°S	有	無	無	—	—	—	
H-m3	PT-2"（ボーリングコア）	N31~35°W/82~87°S	有	無	無	—	—	—	
H-m4	PT-0（ボーリングコア）	N61~63°W/58~66°S	有	無	無	—	—	—	

「—」：露頭観察、コア観察では不明瞭なもの

※表中網掛部の観察結果については、第704回審査会合資料1-3 参考資料参照。

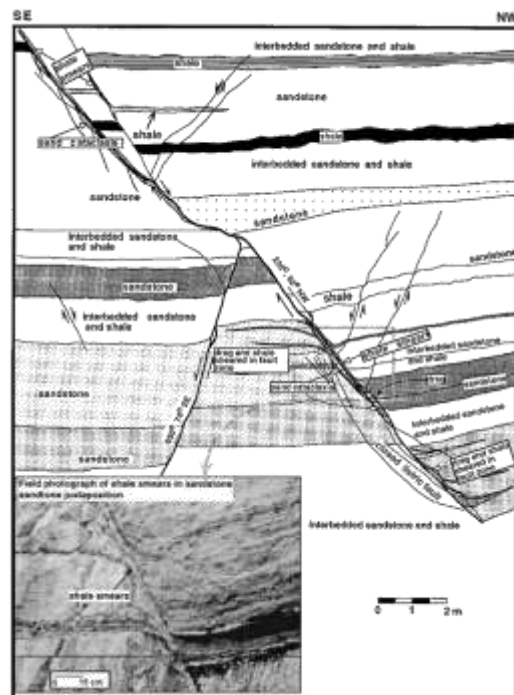
(参考) H断層系の露頭性状に類似する断層に関する知見※

※ 知見の詳細は、第704回審査会合資料1-2 補足説明資料参照。

- H断層系と露頭性状の類似する事例について文献調査を行った結果、以下の事例において、母岩が概ね固結度の低い状態において形成された正断層の断層露頭において、複数の主断層面と、その間に狭在される変形帯（ダメージゾーン、断層岩）から構成される断層帯の構造が確認されており、また断層帯周囲には、レンズ状砂岩や頁岩の引きずり等が認められるとしている。

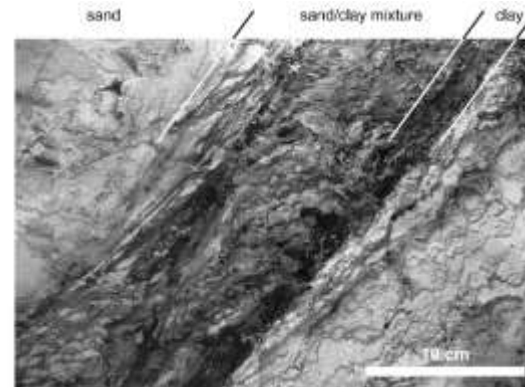
Burhannudinnur and Morley.,1997

- インドネシアのボルネオ島の中新世～鮮新世のMiri層群中に見られる、固結度の低い砂岩・泥岩中に発達する正断層について、複数の平行な正断層とその間や周囲に分布する変形帯（deformation zone）や破碎変形したシーム（cataclasis seam）を報告するとともに、断層面がキンクや分岐、またリストリックな分布形態を示すことや、頁岩の引きずりや砂岩のレンズ状構造などを報告している。



Zee and Urai.,2005

- マレーシア、サワラク州のミリ近郊の、中新統のMiri層群に属する、扇状地性の砂泥互層の堆積岩の浅部に形成された正断層群を調査し、構造要素として“クレイスミア”、“平行なストランド（線状構造）の伸縮”、“断層に境されるレンズの変形”を挙げ、母岩の固結度は小さく、変形は母岩の固結前と推定している。



4.2(1) H断層系の露頭等の観察結果のまとめ

【検討結果】

2a 断層面周辺には流動的な変形構造が認められる。

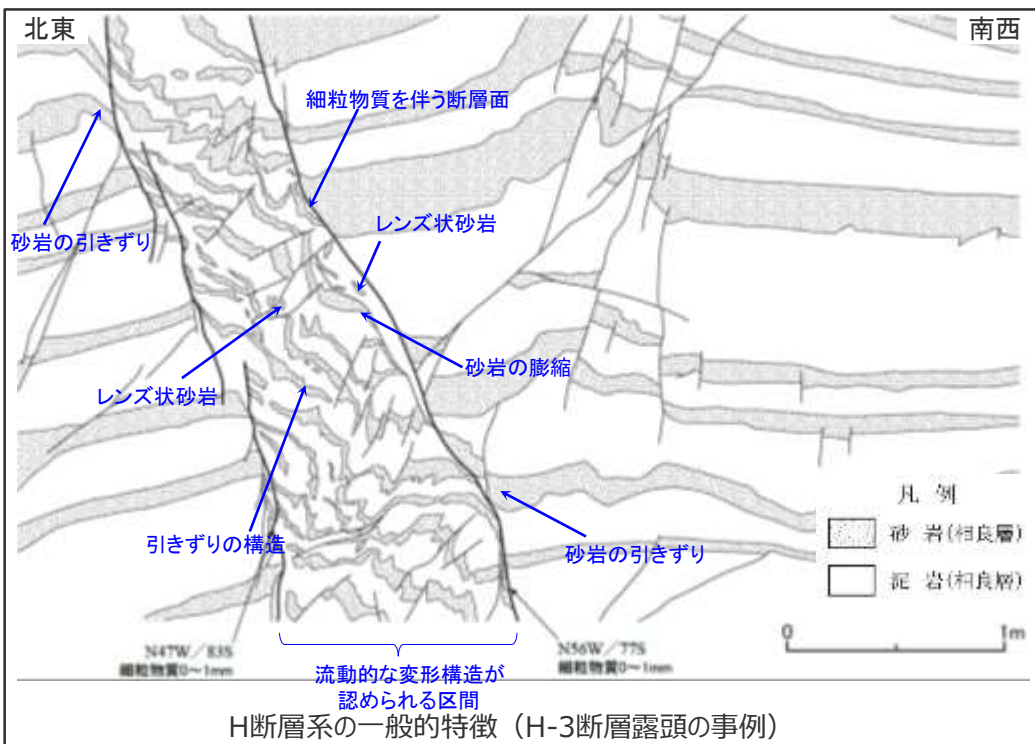
- 露頭観察によると、H断層系の各断層とも、細粒物質を伴う2条程度の平行な断層面が認められ、その断層面に挟まれた区間や周囲には、砂岩や凝灰岩の膨縮やレンズ状の構造、明瞭なきずりなど、流動的な変形構造が認められる。

2b 断層面はうねっており、平面的ではない。

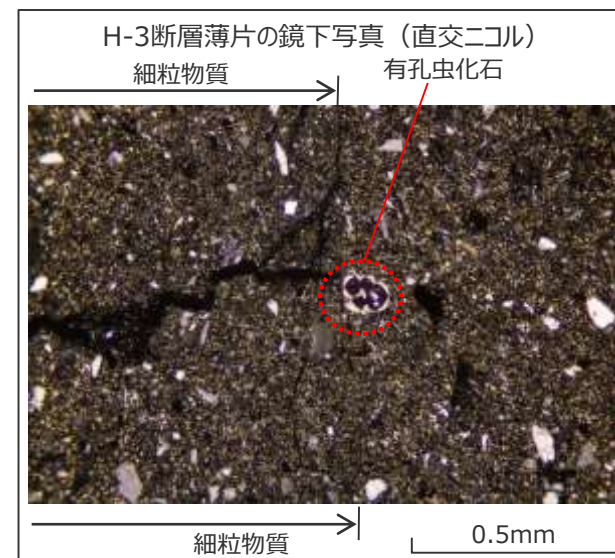
- 露頭観察によると、H断層系の断層面は、各断層ともうねっており平面的ではない。また、大局的には連続的に見えるが、詳細に観察すると連続性の乏しい箇所も見られる。

2c 断層面及びその近傍において、破碎を伴う活動様式は認められない。

- 露頭観察によると、H断層系の各断層とも断層面には明瞭なせん断面は認められず、断層面及びその周辺に角礫状の破碎部は認められない。
- ブロック試料及び薄片観察によると、H断層系の断層面内の細粒物質には、明瞭なせん断面や、活断層に特徴的なくり返しの活動を示す層状の構造は認められない。また、断層面及びその近傍において顕著な細粒化や有孔虫化石の破碎・変形は認められない。



※検討結果の段落番号は、章末のまとめスライドと対応している。



(2)

試料分析・測定結果

【検討内容】

X線回析，粒度等の試料分析・測定結果を示す。

試料分析・測定項目

- H断層系の細粒物質を中心に下記の分析・測定を行い，断層内細粒物質等の性状についてより定量的な検討を行った。

分析・測定項目	目 的
X線回折分析	各断層の細粒物質や母岩（相良層）の鉱物組成を分析し，その特徴を考察する。
石英粒子表面構造解析	各断層の細粒物質中の石英粒子について，その表面構造を観察し，その特徴を考察する。
粒度分析	各断層の細粒物質の粒度分布特性を把握し，その特徴を考察する。
砂粒子の分析	各断層の細粒物質中及び母岩（相良層）中の砂粒子について，薄片を用いて粒径や円磨度を分析し，その特徴を考察する。
帯磁率・硬度測定	各断層や母岩（相良層）の帯磁率・硬度を測定し，その特徴を考察する。

H断層系の細粒物質のX線回折分析（その1）

- ・ H断層系の細粒物質及び母岩である相良層から試料を採取し、X線回折分析による鉱物組成分析を実施した。
- ・ H-1～H-5断層、H-9断層、及びH-m0～H-m4断層は、いずれも石英、斜長石、雲母類、緑泥石、スメクタイト等からなり、鉱物組成は非常によく類似している。また、相良層も石英、斜長石を主体とし、H断層系と同様の鉱物組成を示す。これらのことから、H断層系にみられる鉱物は相良層の性質を直接反映しており、母岩である相良層とともに一様に続成作用を受けているものと考えられる。
- ・ スメクタイトや雲母類、緑泥石等の粘土鉱物には、相良層と比較して顕著な増加は認められない。
- ・ 方解石は、相良層の堆積過程等を考慮すると、化石の成分を検出しているものと考えられる。
- ・ シデライトや黄鉄鉱は、風化や化学変化に強いことや、相良層が海底（堆積盆）の堆積物であり熱水等の影響を受けておらず堆積環境では生成されないことを考慮すると、堆積過程で上流から供給されたものと考えられる。
- ・ ジプサムは、露頭による風化作用により二次的に形成されたものと考えられる。

試料名	採取位置	含有鉱物									
		石英 Qz	斜長石 Pl	方解石 Cal	シデライト Sid	ジプサム Gy	黄鉄鉱 Py	雲母類 Mc	緑泥石 Chl	スメクタイト Sm	
H-1	W1上	W1ボーリングコア 上盤境界の細粒物質	○	+	-	-			-	-	-
	W1下	W1ボーリングコア 下盤境界の細粒物質	○	+	-	-			-	-	-
H-2	H-2上	4号炉東側法面 上盤境界の細粒物質	○	+	+				-	-	-
	H-2下	4号炉東側法面 下盤境界の細粒物質	○	+	+				-	-	-
	H-2上盤泥岩	4号炉東側法面 上盤側泥岩（相良層）	◎	+	+				-	-	-
	H-2上盤	4号炉東側法面 上盤境界の細粒物質	○	+	+	+		-	-	-	-
	H-2混交帯	4号炉東側法面 断層面の間	◎	+	+				-	-	-
	H-2下盤	4号炉東側法面 下盤境界の細粒物質	◎	△	+				-	-	-
	H-2下盤泥岩	4号炉東側法面 下盤側泥岩（相良層）	◎	+	+	-			-	-	-
H-3	H-3北N	4号炉北側トレンチ 上盤境界の細粒物質	◎	△	△	△		+	+	+	+
	H-3北S	4号炉北側トレンチ 下盤境界の細粒物質	◎	○	△	+		-	+	+	+
H-4	H-4東	4号北側試験坑（東側）の細粒物質	◎	○	△	-		-	+	+	+
	H-4西	4号北側試験坑（西側）の細粒物質	◎	○	△	+			+	+	+

【凡 例】 ◎：極多量， ○：多量， △：中量， +：少量， -：微量， 空欄：認められず

※各分析結果の詳細は、第608回審査会合 資料1-1-3 pp.30～88に示す。

H断層系の細粒物質のX線回折分析（その2）

試料名	採取位置	含有鉱物									
		石英 Qz	斜長石 Pl	方解石 Cal	シダライト Sid	ジプサム Gy	黄鉄鉱 Py	雲母類 Mc	緑泥石 Chl	スメクトイト Sm	
H-4	H-4上盤泥岩	40.5m盤水平面 上盤側泥岩（相良層）	◎	+		-			-	-	-
	H-4上盤	40.5m盤水平面 上盤境界の細粒物質	◎	△					-	-	-
	H-4混交帯	40.5m盤水平面 断層面の間	◎	△			-		-	-	-
	H-4下盤	40.5m盤水平面 下盤境界の細粒物質	◎	△					-	-	-
	H-4下盤泥岩	40.5m盤水平面 下盤側泥岩（相良層）	◎	△					-	-	-
H-5	H-5N	緊急時対策所前法面 下盤境界の細粒物質	◎	○			△		+	+	+
	H-5S	緊急時対策所前法面 上盤境界の細粒物質	◎	○		+	-		+	+	△
H-9	T11	T-11地点 上盤境界の細粒物質	○	+					-	-	-
	T11泥岩	T-11地点北側の泥岩	○	+					-	-	-
H-m0	PT-6上	PT-6ボーリングコア 上盤境界の細粒物質	○	+	-	-			-	-	-
H-m1	PT-4"上	PT-4"ボーリングコア 上盤境界の細粒物質	○	+	-	-			-	-	-
	PT-4"下	PT-4"ボーリングコア 下盤境界の細粒物質	○	+	-	-			-	-	-
H-m2	PT-3'上	PT-3'ボーリングコア 上盤境界の細粒物質	○	+	-	-			-	-	-
	PT-3'下	PT-3'ボーリングコア 下盤境界の細粒物質	○	+	-	-			-	-	-
H-m3	PT-2"上	PT-2"ボーリングコア 上盤境界の細粒物質	○	+	-	-			-	-	-
	PT-2"下	PT-2"ボーリングコア 下盤境界の細粒物質	○	+	-	-			-	-	-
H-m4	PT-0上	PT-0ボーリングコア 上盤境界の細粒物質	○	+	-	-			-	-	-
	PT-0下	PT-0ボーリングコア 下盤境界の細粒物質	○	+	-	-			-	-	-
相良層	3A-1	3号排気筒近傍ボーリングコア（相良層）	◎	○	△	+			+	+	+
	3A-2	3号排気筒近傍ボーリングコア（相良層）	◎	○	△	+			+	+	+
	4A-1	4号排気筒近傍ボーリングコア（相良層）	◎	○	△	+			+	+	+
	4A-2	4号排気筒近傍ボーリングコア（相良層）	◎	○	△	+			+	+	+
	5A-1	5号排気筒近傍ボーリングコア（相良層）	◎	○	○	+			+	+	+
	5A-2	5号排気筒近傍ボーリングコア（相良層）	◎	○	○	+			+	+	+

【凡 例】 ◎：極多量， ○：多量， △：中量， +：少量， -：微量， 空欄：認められず

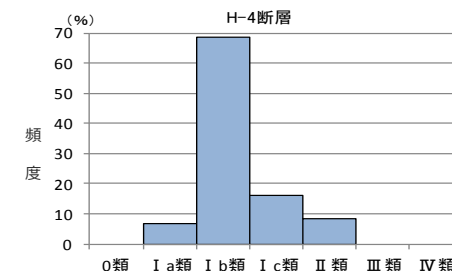
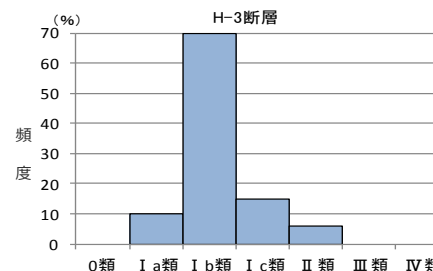
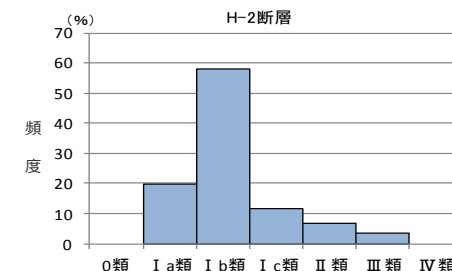
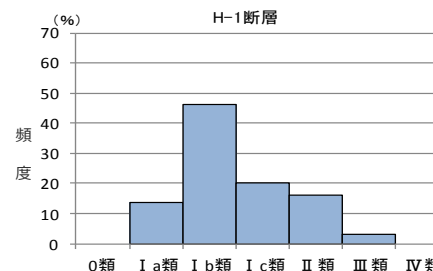
※H-m0～H-m4の分析結果の詳細は，第654回審査会合 資料1-3 pp.3～22に，
それ以外の分析結果の詳細は，第608回審査会合 資料1-1-3 pp.30～88に示す。

H断層系の細粒物質中の石英粒子の表面構造解析

- H断層系の細粒物質中に含まれる74～250μmの石英粒子について、走査型電子顕微鏡観察により表面構造解析を実施した。
- 表面構造の判断基準は、金折ほか（1978）によるⅠ～Ⅳ類の分類基準に、当社において各分類ごとに「形状及び嶺線」、「表面の平滑さ」、「起伏量」、「空洞（溶蝕孔）」の詳細項目を追加して細分化し、判断基準とした。
- H-1～H-4断層及びH-9断層の石英粒子の表面構造は、主としてⅠb類に分類され、いずれの断層でも同様の傾向を示す。

表面構造の判断基準（金折ほか（1978）を基に当社にて作成）

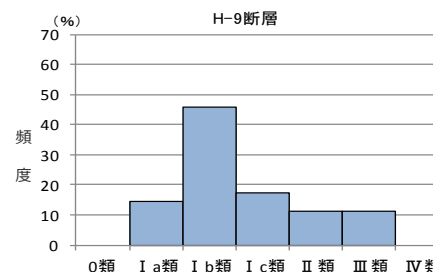
分類	形状及び嶺線	表面の平滑さ	起伏量	空洞（溶蝕孔）	(参考) 金折ほか(1978) による分類基準
0	角ばっている	なめらか	なし	なし	
Ⅰ	a	角ばっている	部分的	小穴点在	石英粒子の表面がなめらかな面をもつ
	b	嶺線の先端がやや丸い	部分的	小穴	
	c	嶺線の先端が丸い	なめらか	小さい 1～3μm	
Ⅱ	やや角ばっている	部分的になめらか	小さい 3～5μm	小穴	部分的になめらかな面をもつ
Ⅲ	著しく丸みを帯びている	かなり起伏に富む平坦面を残さない	5～10μm	大きい	なめらかな面を完全に持たなくなり起伏が大きい
Ⅳ	完全に丸い	著しい起伏	10～50μm以上	大部分が連続する	著しく空洞が発達している



石英粒子表面構造解析結果

断層名	0類	Ⅰ類			Ⅱ類	Ⅲ類	Ⅳ類	合計
		I a	I b	I c				
H-1	0 (0)	17 (14)	57 (46)	25 (20)	20 (16)	4 (3)	0 (0)	123
H-2	0 (0)	43 (20)	126 (58)	25 (12)	15 (7)	8 (4)	0 (0)	217
H-3	0 (0)	12 (10)	85 (70)	18 (15)	7 (6)	0 (0)	0 (0)	122
H-4	0 (0)	7 (7)	72 (69)	17 (16)	9 (9)	0 (0)	0 (0)	105
H-9	0 (0)	5 (14)	16 (46)	6 (17)	4 (11)	4 (11)	0 (0)	35

単位：個，（ ）内は百分率で小数点以下四捨五入

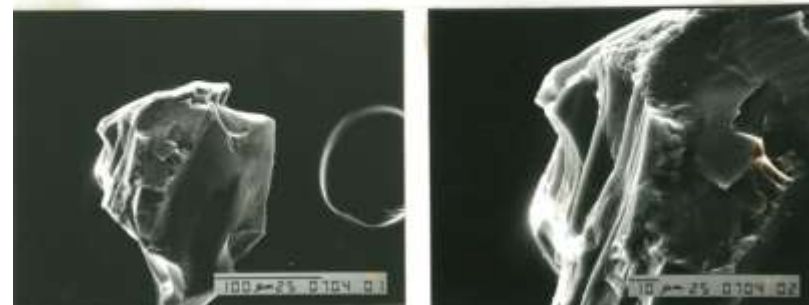
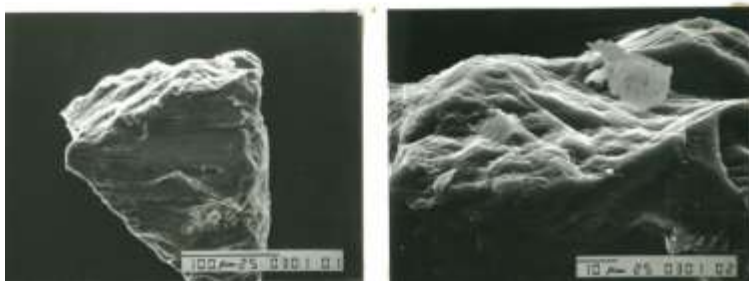
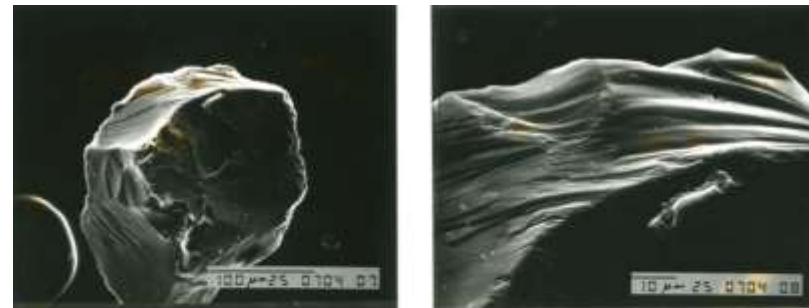
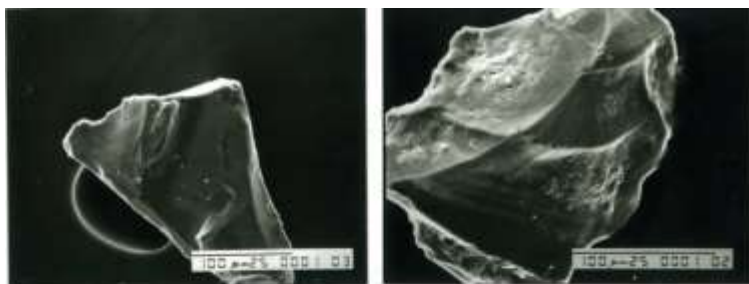


石英粒子の表面構造解析結果（頻度分布）

※各分析試料の採取位置は、第608回審査会合 資料1-1-3 p.90に示す。

(参考) 石英粒子の表面構造の観察例

- H-2断層とH-3断層の石英粒子の表面構造解析結果（I b類）を示す。
- いずれも、石英粒子の表面は滑らかな面をもち、粒子の縁や嶺はやや丸い。また、石英表面には部分的に小穴が分布する。



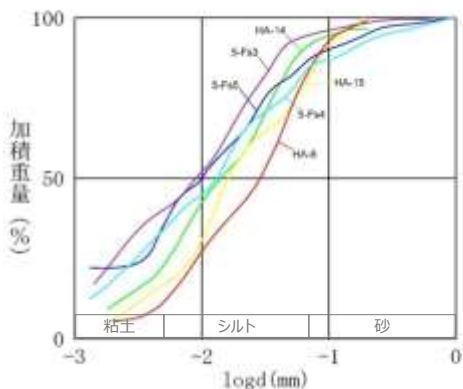
<H-2断層の石英粒子表面構造（I b類）>

<H-3断層の石英粒子表面構造（I b類）>

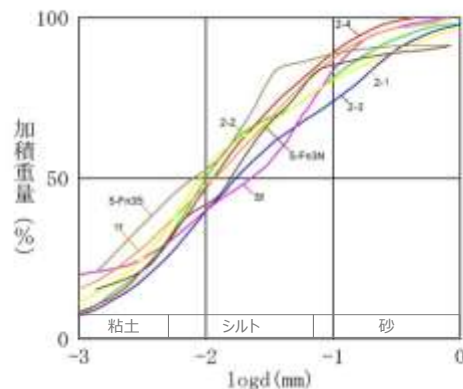
H断層系の細粒物質の粒度分析

- H断層系の細粒物質の粒度分析（ふるい分析，沈降分析）を実施し，その粒度分布について検討した。
- いずれの断層の細粒物質の粒度分布も砂と泥が混合した状態を示しており，粒度分布に断層による顕著な差異は認められない。
- H断層系の細粒物質に顕著な細粒化（細粒分の割合が著しく多くなる傾向）は認められない。

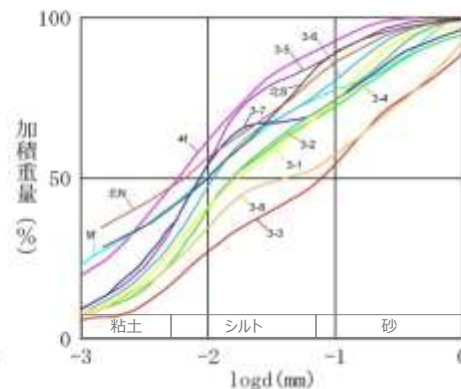
H-1断層



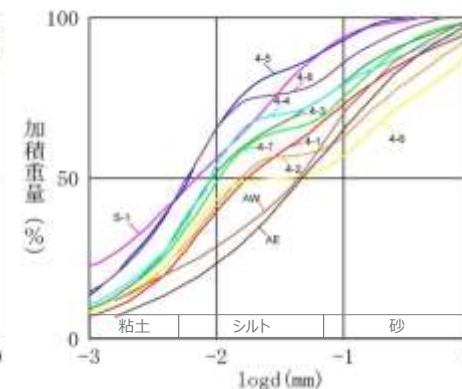
H-2断層



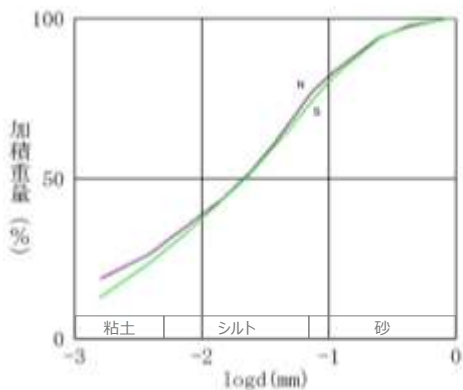
H-3断層



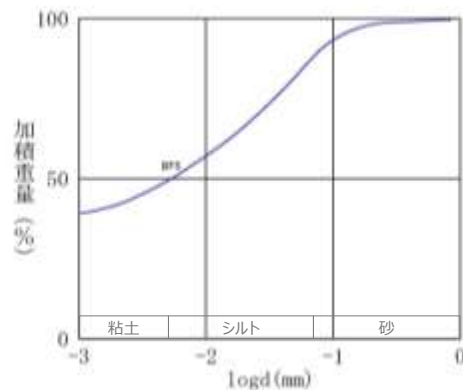
H-4断層



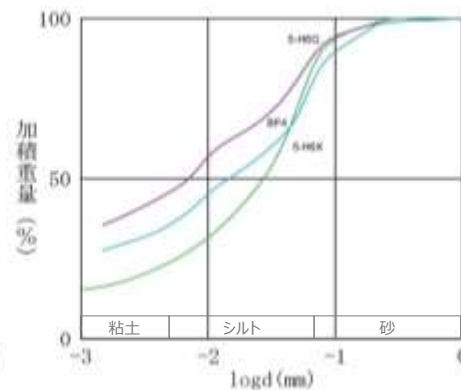
H-5断層



H-7断層



H-9断層



d: 粒径

※分析は，日本工業規格（JIS A 1204）に基づくふるい分析，沈降分析により実施。
各分析試料の採取位置は，第608回審査会合 資料1-1-3 p.92に示す。

H断層系の細粒物質中の砂粒子の分析（1 / 2 粒度分析）

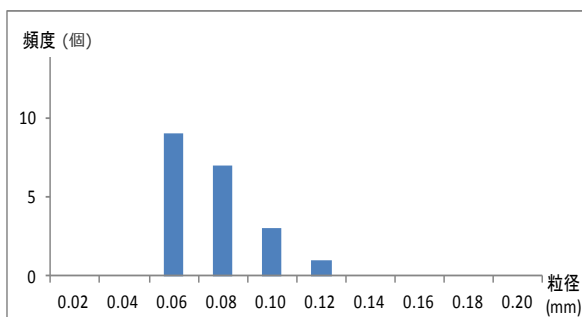
- H断層系の細粒物質中に含まれる砂粒子の粒度分析を実施し、その粒度分布について検討した。
- 粒度分布は、H断層系細粒物質の薄片試料鏡下写真（倍率：100倍）1枚から確認できる砂粒子のうち、大きいものから上位20個の砂粒子の粒径※から求めた。また、相良層の砂岩泥岩それぞれに含まれる砂粒子についても同様の計測を行い、その粒度分布を求めた。
- H断層系の細粒物質中の砂粒子の最大粒径は、いずれの断層においても、砂岩中の砂粒子の最大粒径よりも小さいが、泥岩中の砂粒子の最大粒径よりは大きい。

※砂粒子の長軸長さと短軸長さをそれぞれ計測し、 $粒径 = \sqrt{長軸長さ \times 短軸長さ}$ として結果を取りまとめた。

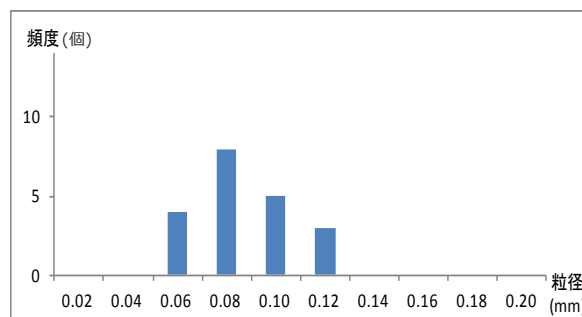
<細粒物質中の砂粒子の粒度分布>

<相良層中の砂粒子の粒度分布>

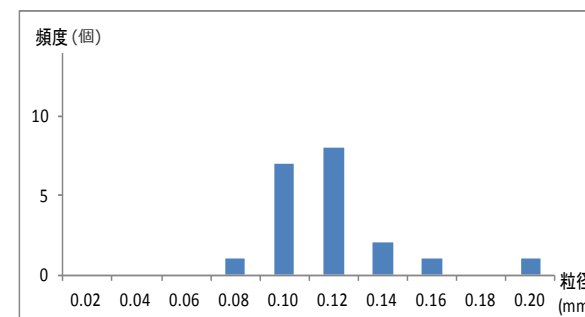
○H-3断層の細粒物質（4号炉北側トレンチ）



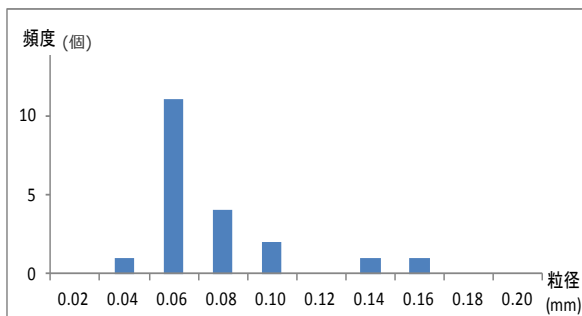
○H-5断層の細粒物質（緊急時対策所前法面）



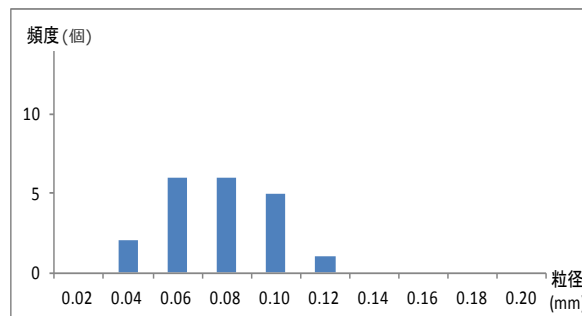
○相良層の砂岩（No.7孔）



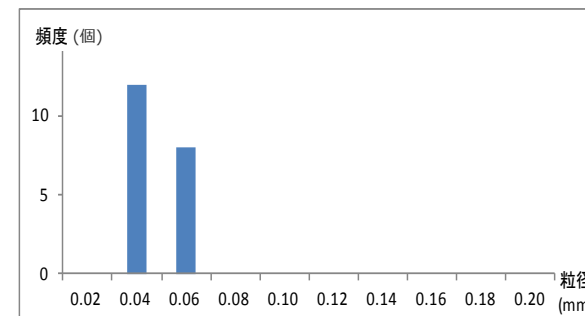
○H-4断層の細粒物質（40.5m盤）



○H-9断層の細粒物質（BF4地点）



○相良層の泥岩（No.7孔）



※各分析結果の詳細は、第608回審査会合 資料1-1-3 pp.93～99に示す。

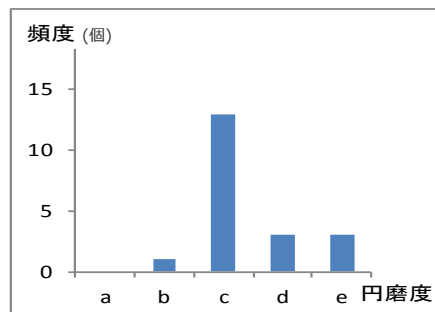
H断層系の細粒物質中の砂粒子の分析（2 / 2 円磨度分析）

- 前頁において粒度分析を行った砂粒子について、その円磨度を測定した。なお、円磨度は、砕屑性堆積物研究会（1983）の方法を用いて測定した。
- 各断層の細粒物質及び相良層（砂岩泥岩）に含まれる砂粒子は、いずれも「やや丸い」を中心とする形状を示し、顕著な差異は認められない。

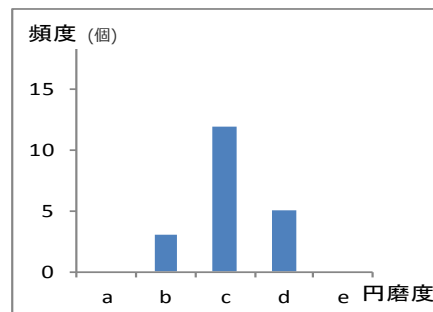
＜細粒物質中の砂粒子の円磨度＞

＜相良層中の砂粒子の円磨度＞

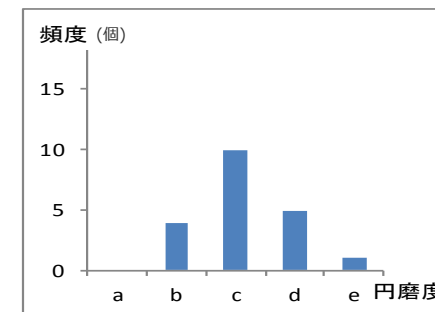
○H-3断層の細粒物質（4号炉北側トレンチ）



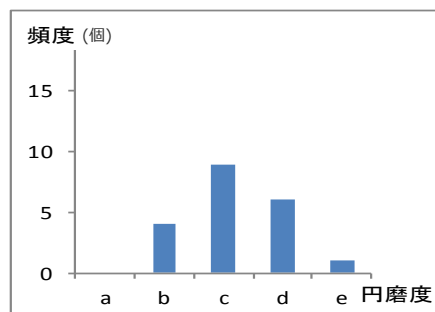
○H-5断層の細粒物質（緊急時対策所前法面）



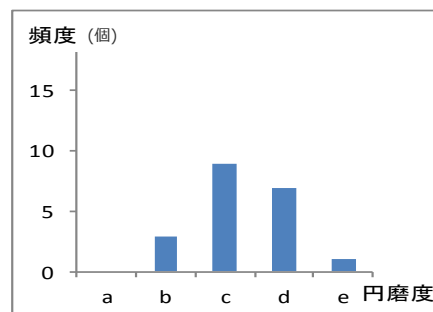
○相良層の砂岩（No.7孔）



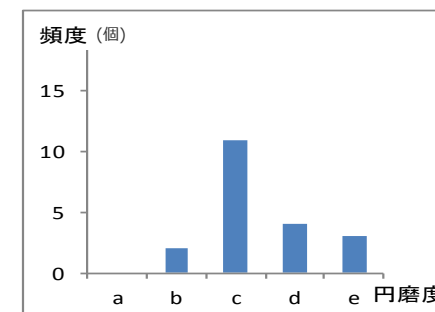
○H-4断層の細粒物質（40.5m盤）



○H-9断層の細粒物質（BF4地点）



○相良層の泥岩（No.7孔）



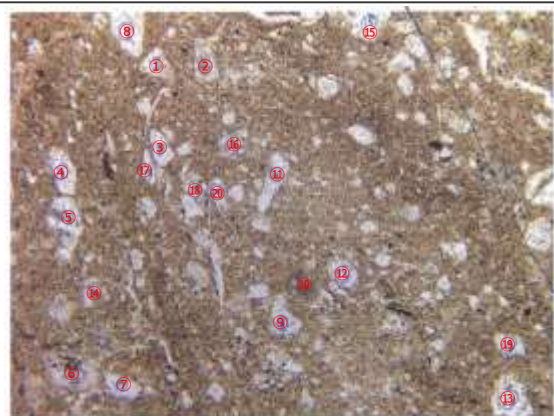
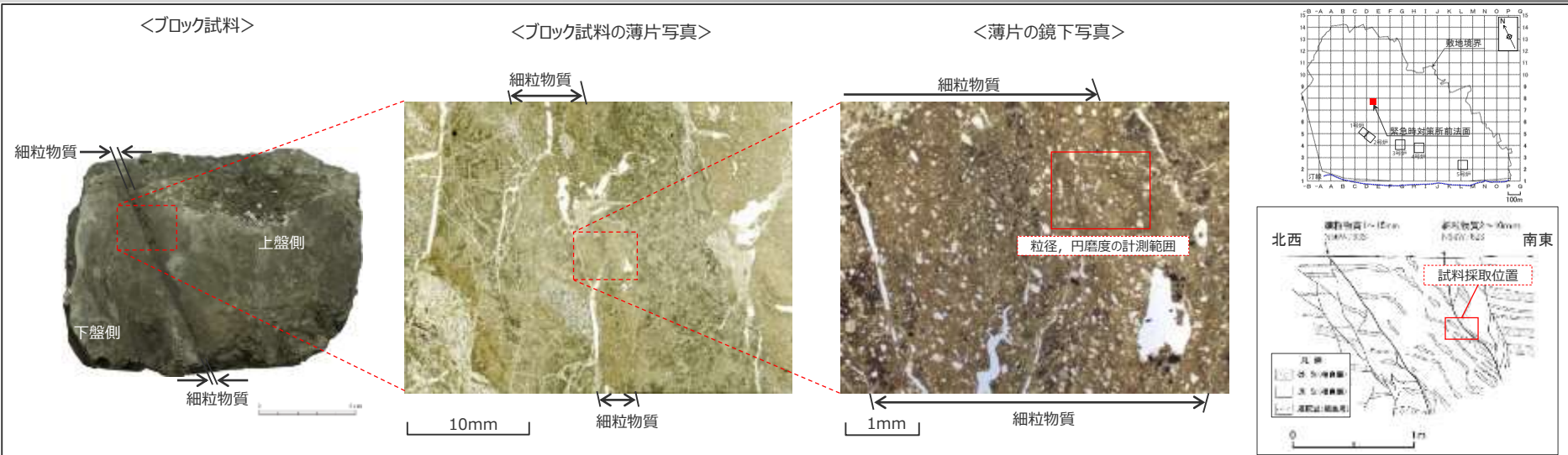
＜凡例＞ a：角張っている b：やや角張っている c：やや丸い d：丸い e：非常に丸い

※各分析結果の詳細は、第608回審査会合 資料1-1-3 pp.93～99に示す。

【砂粒子の分析のまとめ】

- H断層系の細粒物質中の砂粒子の粒度分布、円磨度分布に、断層による顕著な差異は認められない。
- 細粒物質中の砂粒子は、母岩である相良層（砂岩）中の砂粒子よりもやや小さいものの、円磨度は相良層中の砂粒子とほぼ同様であり、砂粒子の顕著な円磨は認められない。

(参考) 砂粒子の粒径, 円磨度の測定例



<単コル>

0.1mm

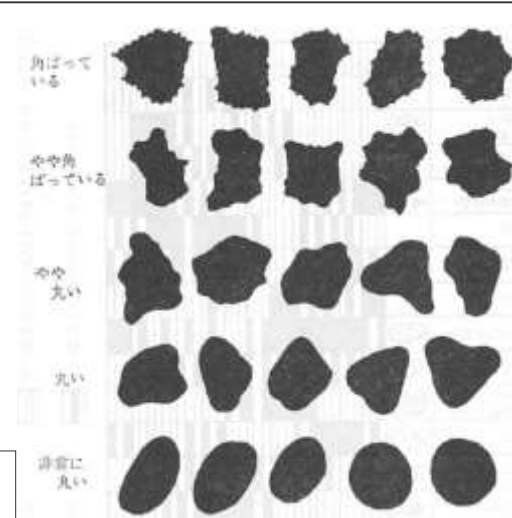


<直交ニコル>

0.1mm

No	粒径 (mm)		円磨度	No	粒径 (mm)		円磨度	No	粒径 (mm)		円磨度	No	粒径 (mm)		円磨度
	長軸	短軸			長軸	短軸			長軸	短軸			長軸	短軸	
1	0.10	0.07	b	5	0.11	0.08	c	9	0.10	0.05	c	13	0.13	0.09	c
2	0.11	0.06	d	6	0.17	0.08	c	10	0.10	0.05	d	14	0.07	0.03	b
3	0.10	0.04	d	7	0.10	0.04	d	11	0.10	0.04	c	15	0.12	0.08	c
4	0.13	0.05	c	8	0.15	0.09	c	12	0.09	0.05	d	16	0.09	0.05	c

<凡例>
a: 角張っている
b: やや角張っている
c: やや丸い
d: 丸い
e: 非常に丸い



円磨度の区分例

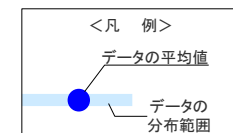
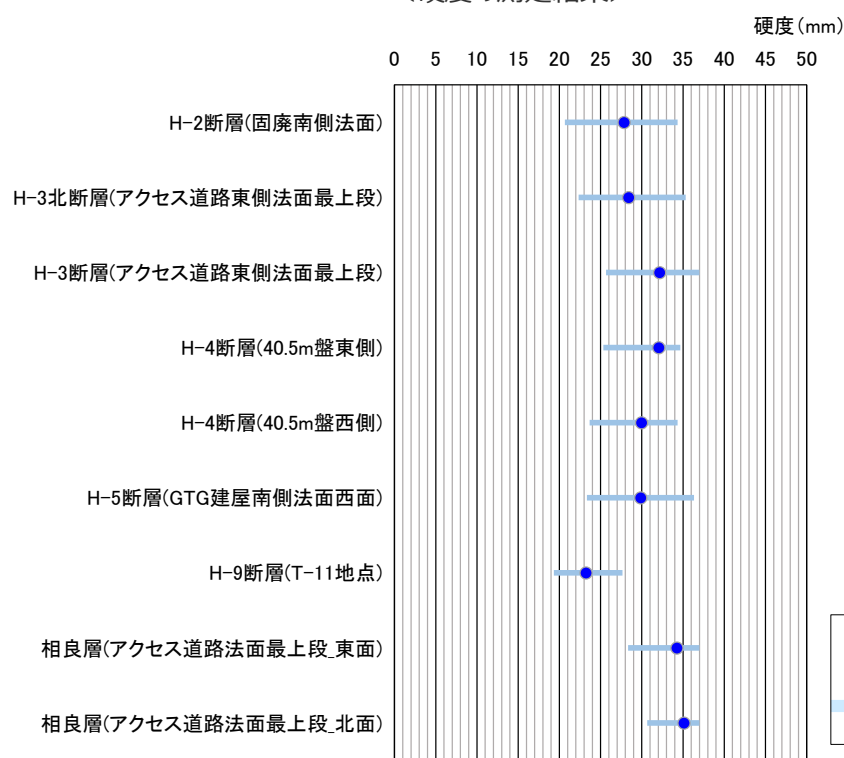
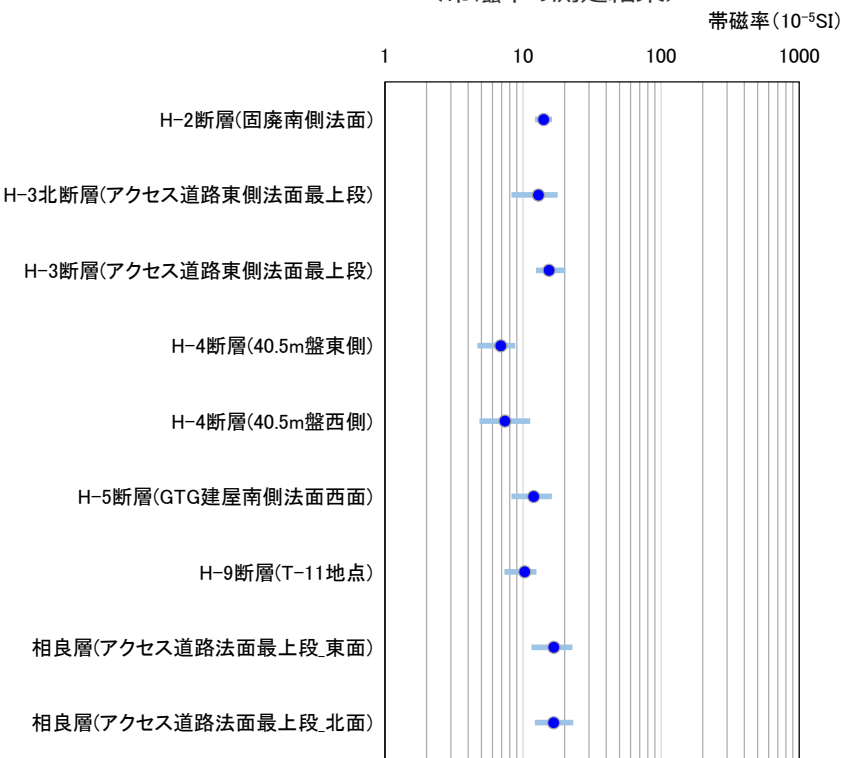
砂屑性堆積物研究会 (1983)

各露頭における帯磁率・硬度の測定結果（その1）

- H断層系露頭において、携帯型帯磁率計及び山中式土壌硬度計を用いて、帯磁率と硬度の測定を行った。
- 測定は、基本的にH断層系の①：細粒物質を伴う断層面，②：その断層面に挟まれた流動的な変形ゾーン，③：①②周辺の相良層（健岩部）を横断するように測線を設定して実施し、比較対象としてH断層系や小断層系の影響を受けていない相良層（健岩部）においても同様の測定を行った。
- まず、各露頭測線における帯磁率・硬度の測定結果を平均値で示す。
- 帯磁率の測定結果は、いずれの露頭においても10(10⁻⁵SI)前後の値を平均として、5～20(10⁻⁵SI)程度の範囲の値を示す。
- 硬度の測定結果は、T-11地点（H-9断層）は風化によると思われる影響があるものの、それ以外の断層では30(mm)前後の値を平均として25～35(mm)程度の範囲の値を示す。また、相良層（健岩部）露頭においては、硬度はやや高めの値を示す。

<帯磁率の測定結果>

<硬度の測定結果>

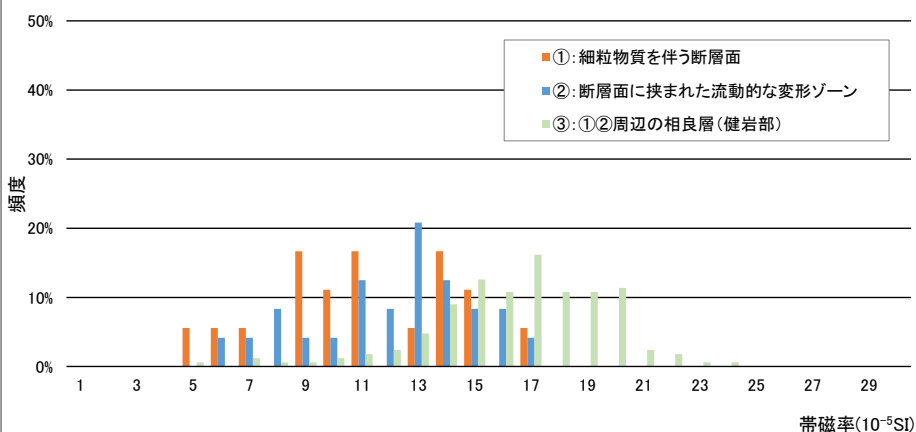


※各露頭のグラフは、断層面や流動的な変形ゾーン、健岩部を含んだデータで作成。
各露頭の測定結果等の詳細は、第608回審査会合 資料1-1-3 pp.100～111に示す。

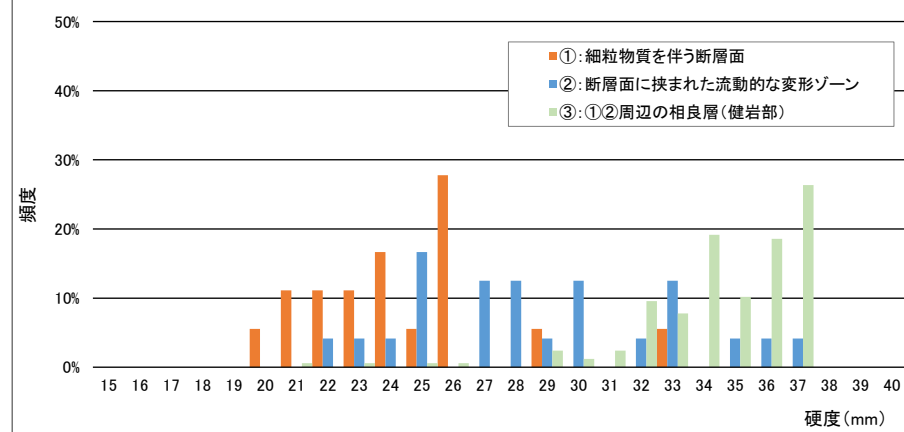
各露頭における帯磁率・硬度の測定結果（その2）

- 次に、前頁に示した各露頭の測定結果を集計し、測定箇所の層相（①：細粒物質を伴う断層面，②：その断層面に挟まれた流動的な変形ゾーン，③：①②周辺の相良層（健岩部））ごとにデータを分類した。
- 帯磁率は、5～20(10^{-5} SI)程度の範囲の値を示す。測定箇所の層相毎に比較すると、①②に比べ、③は全体的に高い傾向を示す。この点について、次頁で考察する。
- 硬度は、断層面と健岩部には明確に違いが認められる。なお、断層面に挟まれた流動的な変形ゾーンでの測定値は、断層面と健岩部の測定値の間に分布する。

帯磁率の頻度分布

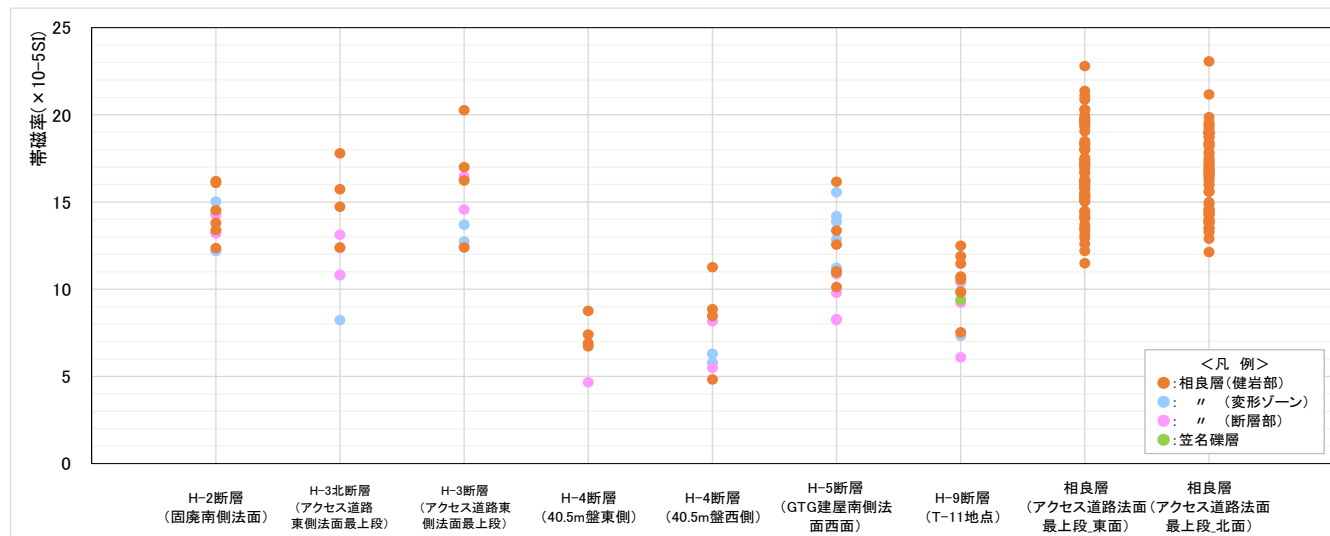


硬度の頻度分布

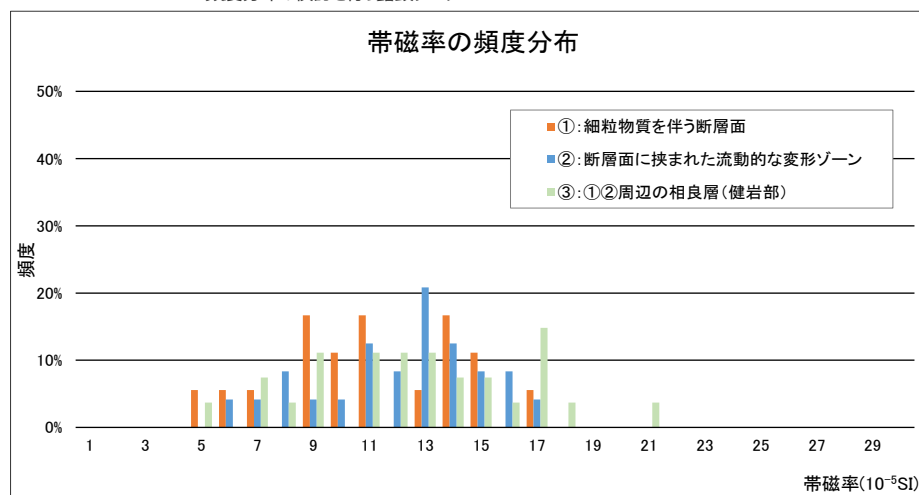


各露頭における帯磁率の測定結果に対する考察

<各露頭の帯磁率の測定結果>



頻度分布の検討を行う露頭データ

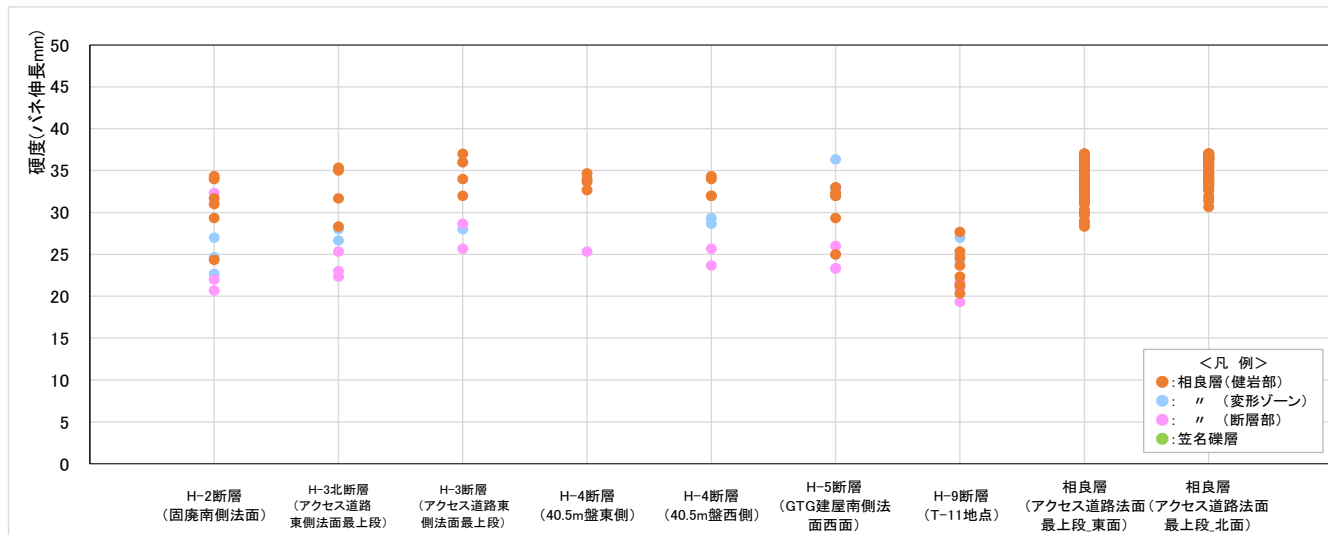


※各露頭の測定結果等の詳細は、第608回審査会合 資料1-1-3 pp.100~111に示す。

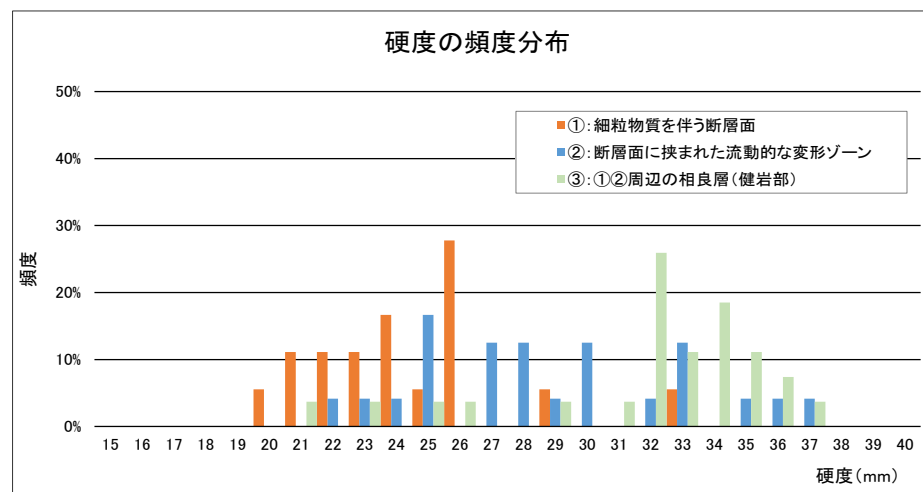
- 帯磁率の結果について、各露頭の測定結果を右図に示す。
- H断層系の露頭の測定結果は、露頭毎にばらつきが認められるものの、いずれの層相も5~20(10^{-5} SI)程度の範囲の値を示す。
- その中で、H-3北断層とH-3断層はやや高い傾向を示し、同じ露頭である相良層の健岩部（アクセス道路法面最上段東面，北面）も同様の傾向を示すこと、及び相良層の健岩部は、H断層系露頭に比べてデータ数が非常に多くなっており統計上の偏りが大きくなることから、各層相の傾向を把握する頻度分布の検討では、H断層系の露頭データを用いて再評価する。
- 再評価した結果を右下に示す。帯磁率は、いずれの層相においても10(10^{-5} SI)前後の値を平均として、5~20(10^{-5} SI)程度の範囲の値を示し、層相による違いは認められない。

(参考) 各露頭における硬度の測定結果

<各露頭の硬度の測定結果>



頻度分布の検討を行う露頭データ



※各露頭の測定結果等の詳細は、第608回審査会合 資料1-1-3 pp.100~111に示す。

- 硬度の測定結果についても、同様の検討を行った。各露頭の測定結果を右図に示す。
- H断層系の露頭の測定結果からは、断層面と健岩部には明確に違いが認められ、断層面に挟まれた流動的な変形ゾーンでの測定値は、断層面と健岩部の測定値の間に分布する。
- なお、相良層の健岩部（アクセス道路法面最上段東面，北面）と同じ露頭であるH-3北断層，及びH-3断層の健岩部は同程度の値を示す。
- 硬度においても、相良層の健岩部は、H断層系露頭に比べてデータ数が非常に多くなっており統計上の偏りが大きくなることから、各層相の傾向を把握する頻度分布の検討では、H断層系の露頭データを用いて再評価した。
- 再評価した結果を右下に示す。硬度の測定結果は、断層面と健岩部には明確に違いが認められ、断層面に挟まれた流動的な変形ゾーンでの測定値は、断層面と健岩部の測定値の間に分布する。

4.2(2) 試料分析・測定結果のまとめ

【検討結果】

2d 各断層・母岩とも鉱物組成は非常によく類似。

- ・ H断層系の各断層の細粒物質の鉱物組成は非常によく類似しており、母岩の相良層も同様の鉱物組成である。また、主体鉱物である石英粒子の表面構造は、いずれの断層でも類似している。

2e 各断層の細粒物質は、粒度・円磨度ともに差異はなく、顕著な細粒化や円磨は認められない。

- ・ 細粒物質の粒度分布、細粒物質中の砂粒子の粒度分布・円磨度分布に、断層による差異は認められない。
- ・ 細粒物質に顕著な細粒化は認められず、細粒物質中の砂粒子にも顕著な円磨は認められない。

※検討結果の段落番号は、章末のまとめスライドと対応している。

分析・測定項目	目 的	結 果
X線回折分析	各断層の細粒物質や母岩（相良層）の鉱物組成を分析し、その特徴を考察する。	<ul style="list-style-type: none"> ・いずれの断層の細粒物質も、石英、斜長石、雲母類、緑泥石、スメクタイト等からなり、鉱物組成は非常によく類似している。 ・相良層も石英、斜長石を主体とし、H断層系と同様の鉱物組成を示す。
石英粒子表面構造解析	各断層の細粒物質中の石英粒子について、その表面構造を観察し、その特徴を考察する。	<ul style="list-style-type: none"> ・いずれの断層の細粒物質中の石英粒子の表面構造も、主にI b類に分類される。
粒度分析	各断層の細粒物質の粒度分布特性を把握し、その特徴を考察する。	<ul style="list-style-type: none"> ・いずれの断層の細粒物質の粒度分布も、砂と泥が混合した状態を示し、粒径分布に断層による差異は認められない。 ・H断層系の細粒物質に顕著な細粒化は認められない。
砂粒子の分析	各断層の細粒物質中及び母岩（相良層）中の砂粒子について、薄片を用いて粒径や円磨度を分析し、その特徴を考察する。	<ul style="list-style-type: none"> ・細粒物質中の砂粒子の粒度分布、円磨度分布に、断層による差異は認められない。 ・細粒物質中の砂粒子の円磨度は相良層中の砂粒子とほぼ同様であり、砂粒子の顕著な円磨は認められない。
帯磁率・硬度測定	各断層や母岩（相良層）の帯磁率・硬度を測定し、その特徴を考察する。	<ul style="list-style-type: none"> ・いずれの断層においても帯磁率・硬度は同様の値を示す。 ・帯磁率の値は、H断層系と相良層に差異は無く、硬度は相良層がH断層系に比べやや高い値を示す。

4.2 H断層系の性状のまとめ

【検討結果】

(1) 露頭等の観察結果

2a 断層面周辺には流動的な変形構造が認められる。

- ・ 露頭観察によると、H断層系の各断層とも、細粒物質を伴う2条程度の平行な断層面が認められ、その断層面に挟まれた区間や周囲には、砂岩や凝灰岩の膨縮やレンズ状の構造、明瞭な引きずりなど、流動的な変形構造が認められる。

2b 断層面はうねっており、平面的ではない。

- ・ 露頭観察によると、H断層系の断層面は、各断層ともうねっており平面的ではない。また、大局的には連続的に見えるが、詳細に観察すると連続性の乏しい箇所も見られる。

2c 断層面及びその近傍において、破碎を伴う活動様式は認められない。

- ・ 露頭観察によると、H断層系の各断層とも断層面には明瞭なせん断面は認められず、断層面及びその周辺に角礫状の破碎部は認められない。
- ・ ブロック試料及び薄片観察によると、H断層系の断層面内の細粒物質には、明瞭なせん断面や、活断層に特徴的なくり返しの活動を示す層状の構造は認められない。また、断層面及びその近傍において顕著な細粒化や有孔虫化石の破碎・変形は認められない。

(2) 試料分析・測定結果

2d 各断層・母岩とも鉱物組成は非常によく類似。

- ・ H断層系の各断層の細粒物質の鉱物組成は非常によく類似しており、母岩の相良層も同様の鉱物組成である。また、主体鉱物である石英粒子の表面構造は、いずれの断層でも類似している。

2e 各断層の細粒物質は、粒度・円磨度ともに差異はなく、顕著な細粒化や円磨は認められない。

- ・ 細粒物質の粒度分布、細粒物質中の砂粒子の粒度分布・円磨度分布に、断層による差異は認められない。
- ・ 細粒物質に顕著な細粒化は認められず、細粒物質中の砂粒子にも顕著な円磨は認められない。

※検討結果の段落番号は、章末のまとめスライドと対応している。

【評価】

上記調査結果より、H断層系について以下の通り評価する

- ・ 性状（露頭観察結果、含有鉱物等）に類似性が認められる。（検討結果2a,2b,2c,2d,2e）
- ・ 相良層堆積後の未固結～半固結の時代に形成された。（検討結果2a,2b,2c,2e）
- ・ 相良層固結以降の活動は生じていない。（検討結果2a,2b,2c,2d,2e）

4.3

敷地深部の地質構造とH断層系

【検討内容】

- 大深度ボーリング調査等により、敷地深部の地質構造の特徴を検討し、相良層の地層の走向・傾斜の後方回転が敷地及びその近傍の浅部に限って認められること、H断層系が深部に連続するものではないことを示す。

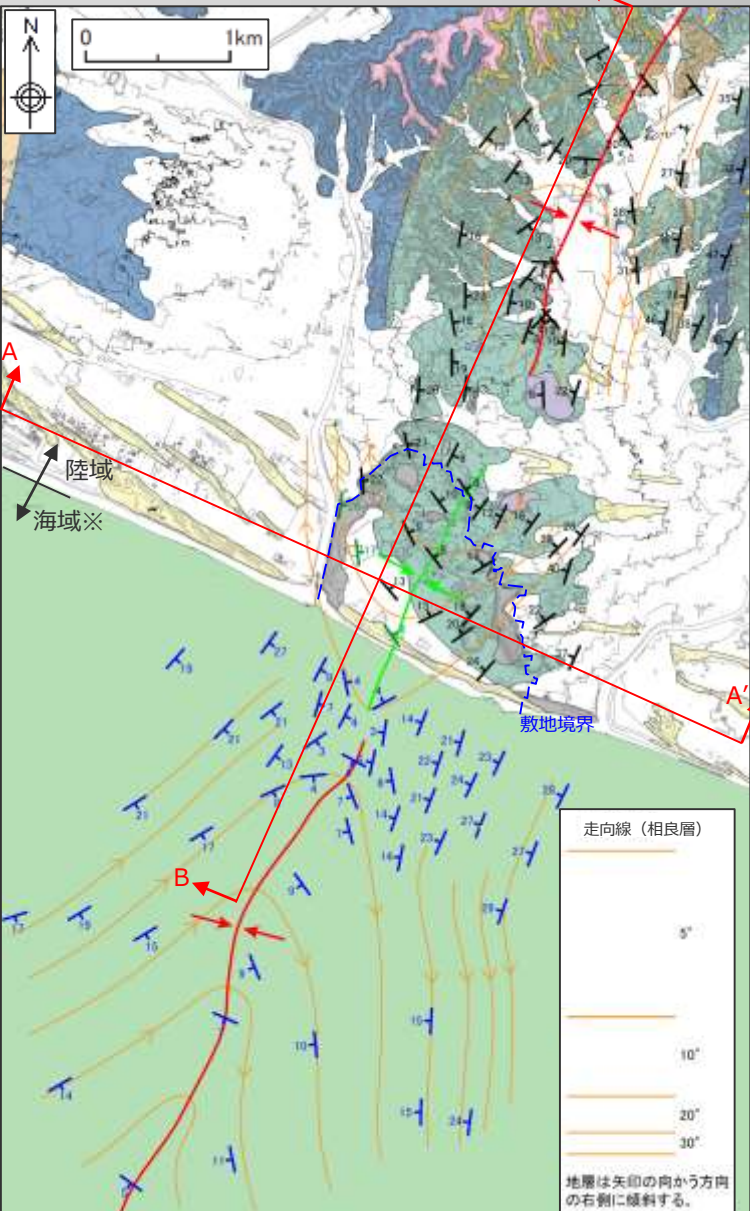
(1)

敷地深部の地質構造の概要

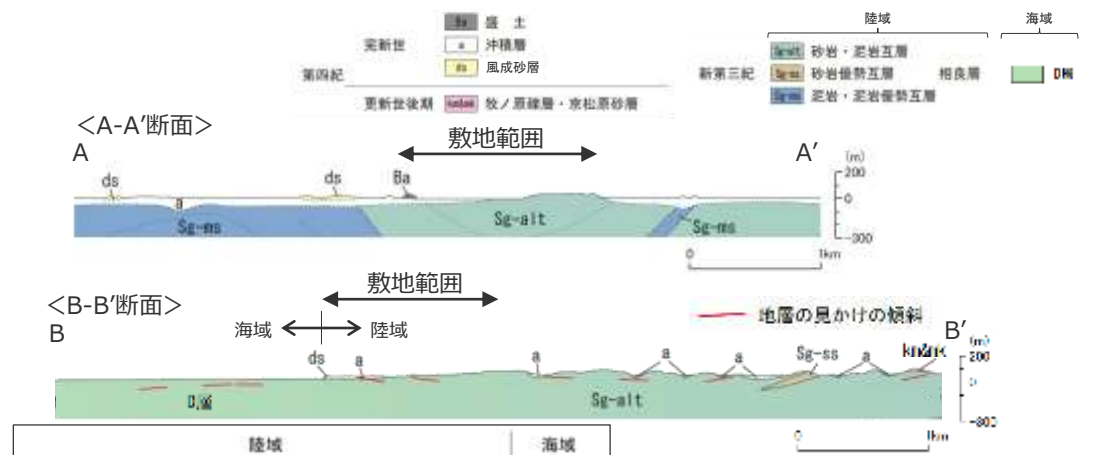
【検討内容】

反射法地震探査などにより敷地深部の地質構造の特徴を把握する。

敷地極近傍地表付近における地質構造の概要



- 敷地極近傍（左図の範囲）の相良層には、北北東－南南西方向の向斜軸（比木向斜）が認められる。
- 敷地極近傍において、大局的には向斜軸は南にプランジし相良層は向斜軸を中心に南に開いた構造を示すが、敷地北側から敷地前面海域にかけての局所的な範囲においては、向斜軸は北にプランジし相良層は向斜軸を中心に北に開いた構造を呈しており、大局的な構造とは逆傾向を示す。



陸域		海域
完新世	<ul style="list-style-type: none"> 盛土 沖積層 風成砂層 	
第四紀	<ul style="list-style-type: none"> 御前崎礫層相当 笠名礫層相当 更新世後期 牧ノ原礫層及び相当 京松原砂層 古谷泥層 	
新第三紀	<ul style="list-style-type: none"> 砂岩・泥岩互層 龜之内互層 掛川層群 砂岩・泥岩互層 砂岩優勢互層 相良層 相良層群 泥岩・泥岩優勢互層 	<ul style="list-style-type: none"> D層
<ul style="list-style-type: none"> 向斜軸（北プランジ） 向斜軸（南プランジ） 		
相良層層理の走向傾斜		
<ul style="list-style-type: none"> 地表地質調査によるデータ BHTVによるデータ 海上音波探査によるデータ（D層） 		

※海域についてはA層（完新統）を除いて記載した。

地下構造調査（反射法地震探査）による検討

- 反射法地震探査により敷地深部の地質構造を検討した。反射法地震探査の諸元は以下に示す通りである。

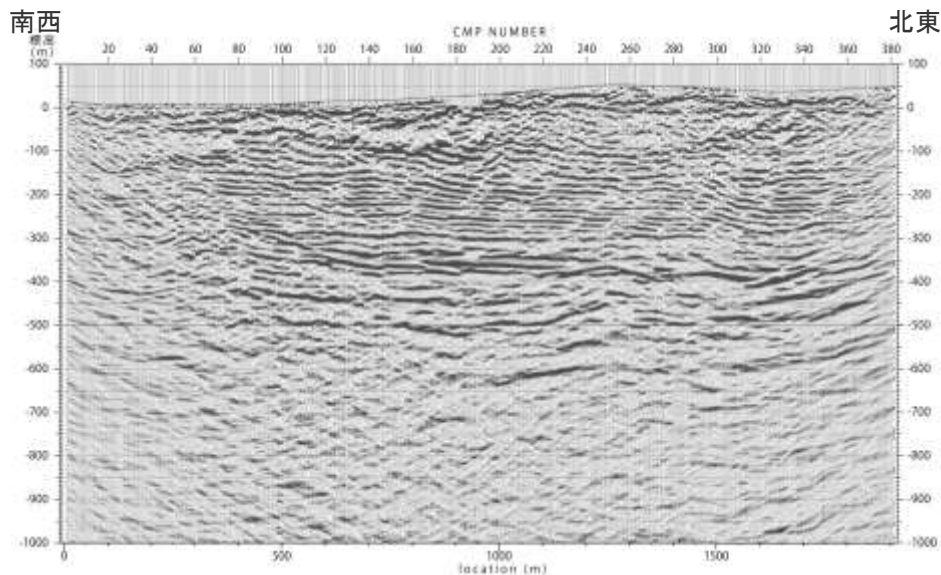


反射法地震探査測線位置図（測線上の数字はCMP番号を表わす。）

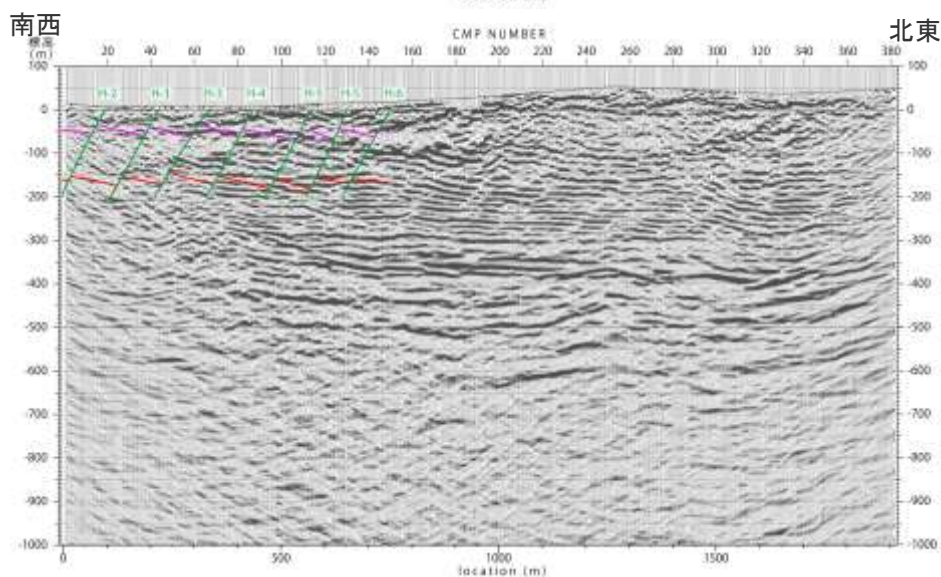
<反射法地震探査諸元>

震源	中型バイブレータ車 8t×1台 (一部に起振車(油圧インパクト) 6t×1台)
発振点間隔	10m
スイープ周波数	10~110Hz
スイープ回数	7~10回
スイープ時間	18秒
収録システム	GDAPS-3 150チャンネル
収録時間	3秒 (500Hz)
受振器	速度型10Hz, 6個/グループ
受振点間隔	10m

地下構造調査結果（反射法地震探査 1P測線）

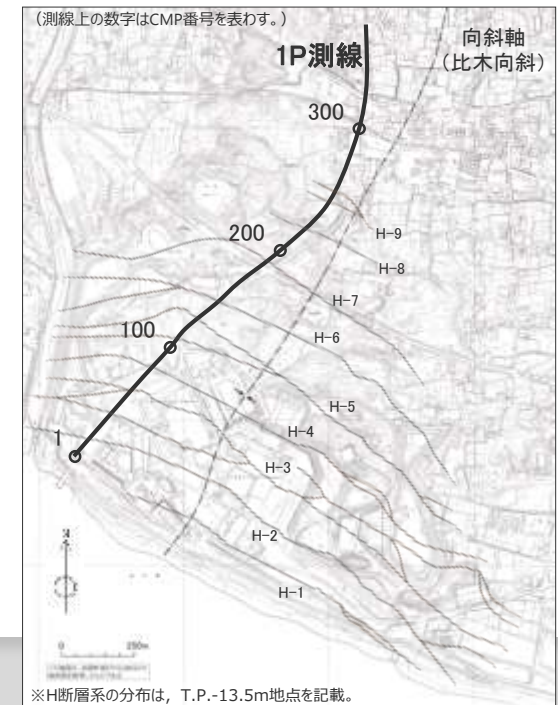


- 反射法地震探査1P測線における、敷地内から敷地の北側にかけての地下構造を示す。
- 地表から標高-300m程度付近までは、南傾斜の明瞭な不連続面が規則的（ほぼ等間隔で平行）に認められ、ほぼ等間隔に並走する南傾斜の正断層群というH断層系の特徴と良く一致している。また、それらの不連続面の間には比較的整然と連続する複数の反射面が認められる。
- 一方、標高-300~-400m付近には、比較的連続性の良い強反射面が認められる。この付近でも局所的な不連続面を解釈することはできるものの、規則的で明瞭な不連続面群は認められず、少なくともこの深度付近以深においてH断層系のような等間隔に並走する断層群は分布していないものと考えられる。さらに、深部まで延伸するような明瞭な不連続面は認められず、地下深部から地表に連続するような断層も想定されない。
- また、浅部から深部にかけて、反射面の傾斜が緩くなっていく傾向がみられる。



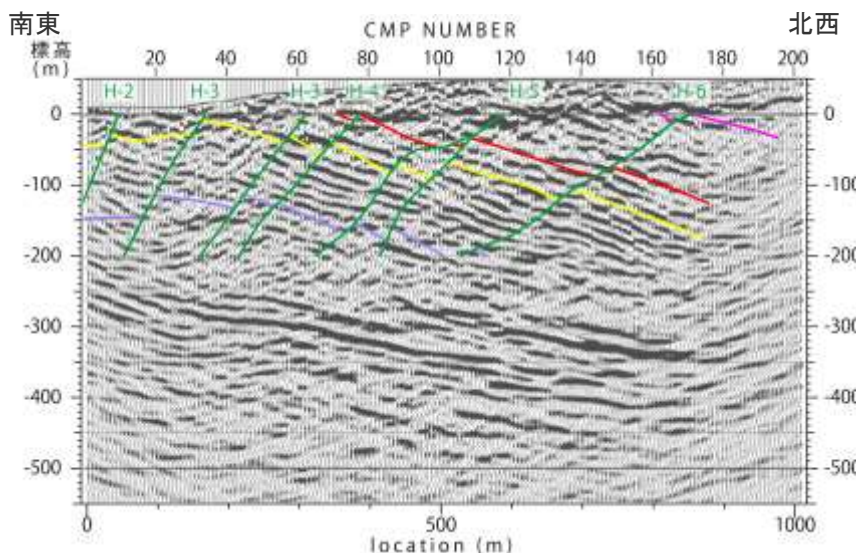
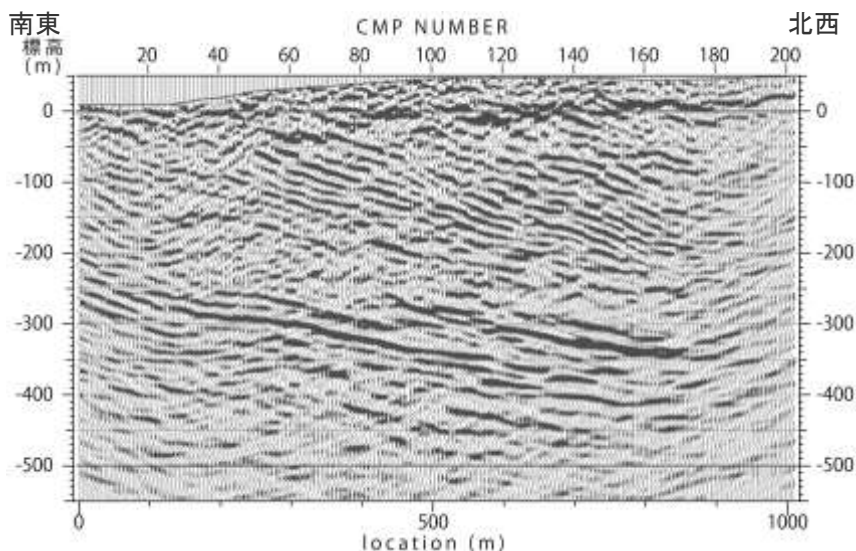
凡例	H断層
	凝灰岩層
	K-2u
	K-3

上段：解釈なし
下段：解釈あり
縦横比1:1で表示。



※H断層系の分布は、T.P.-13.5m地点を記載。

地下構造調査結果（反射法地震探査 2P測線）



- 反射法地震探査2P測線における、敷地内の地下構造を示す。
- 地表から標高-300m程度付近までは、南傾斜の明瞭な不連続面が規則的（ほぼ等間隔で平行）に認められ、ほぼ等間隔に並走する南傾斜の正断層群というH断層系の特徴と良く一致している。また、それらの不連続面の間には比較的整然と連続する複数の反射面が認められる。
- 一方、標高-300～-400m付近には、比較的連続性の良い強反射面が認められる。この付近でも局所的な不連続面を解釈することはできるものの、規則的で明瞭な不連続面群は認められず、少なくともこの深度付近以深においてH断層系のような等間隔に並走する断層群は分布していないものと考えられる。さらに、深部まで延伸するような明瞭な不連続面は認められず、地下深部から地表に連続するような断層も想定されない。
- また、浅部から深部にかけて、反射面の傾斜が緩くなっていく傾向がみられる。
- なお、2P測線は向斜軸と斜交しているため、反射面は北傾斜が強調されている。

凡例	
— (green line)	H断層
— (magenta line)	K-2u
— (red line)	K-3
— (yellow line)	K-4
— (purple line)	K-5

上段：解釈なし
下段：解釈あり
縦横比1:1で表示。



※H断層系の分布は、T.P.-13.5mのものを記載。

4.3(1) 敷地深部の地質構造の概要のまとめ

【検討結果】

(1) 敷地深部の地質構造の把握

3a 地表付近の走向傾斜が敷地内では北に開く

- 敷地極近傍地表付近において、大局的には向斜軸は南にプランジし相良層は向斜軸を中心に南に開いた構造を示すが、敷地北側から敷地前面海域にかけての局所的な範囲においては、向斜軸は北にプランジし相良層は向斜軸を中心に北に開いた構造を示す。

3b 深部に行くに従い反射面の傾斜が緩くなっていく。

- 反射法地震探査の結果によると、浅部から深部にかけて、反射面の傾斜が緩くなっていく傾向がみられる。

3c 標高-300m程度以浅の反射面は南傾斜の平行する断層群により分断されているのに対し、標高-300~-400m付近には連続性の良い強反射面が認められる。

- 反射法地震探査の結果によると、敷地内から敷地の北側にかけての標高-300m程度以浅において、H断層系によると考えられる南傾斜の明瞭な不連続面が認められる。
- 反射法地震探査の結果によると、標高-300~-400m付近にかけて、比較的連続性の良い強反射面が認められる。

※検討結果の段落番号は、章末のまとめスライドと対応している。



【考察及び詳細調査の方針】

- 敷地北側から敷地前面海域にかけての局所的な範囲において、地表付近の相良層は、大局的な構造とは逆傾向の北に開いた構造を示す。この構造は、反射法地震探査の結果を踏まえると深部構造が反映されたものではない可能性があるものの、探査測線が褶曲軸と斜交しており正確な分析が困難である。そこで、大深度ボーリング調査等により詳細に検討する。➡4.3(2)
- 敷地の地表付近に認められるH断層系は、反射法地震探査の結果を踏まえると深部に連続しないものと解釈できるため、大深度ボーリング調査により詳細に検討する。➡4.3(3)

(2)

相良層の北に開いた構造に関する検討

【検討内容】

敷地北側から敷地前面海域にかけての局所的な範囲において、地表付近の相良層にみられる北に開いた構造の範囲を、大深度ボーリング調査等により詳細に把握する。

敷地深部の地質・地質構造調査（大深度ボーリング調査）

・ 敷地深部の地質・地質構造について検討するため、大深度孔を中心としたボーリング調査を行った。

・ 敷地及び敷地北側においてのみ局所的に地層が北に開いた構造に関し、深度方向の傾向を確認するため、BHTVによりボーリング孔の孔壁調査を実施した。
 ・ 地層の走向傾斜は、断層近傍や顕著な削り込みが認められる等、地層が乱されている可能性のある箇所を避け、初生構造（層理、ラミナ等）を読み取った。

地層の走向傾斜の分析を実施したボーリング孔

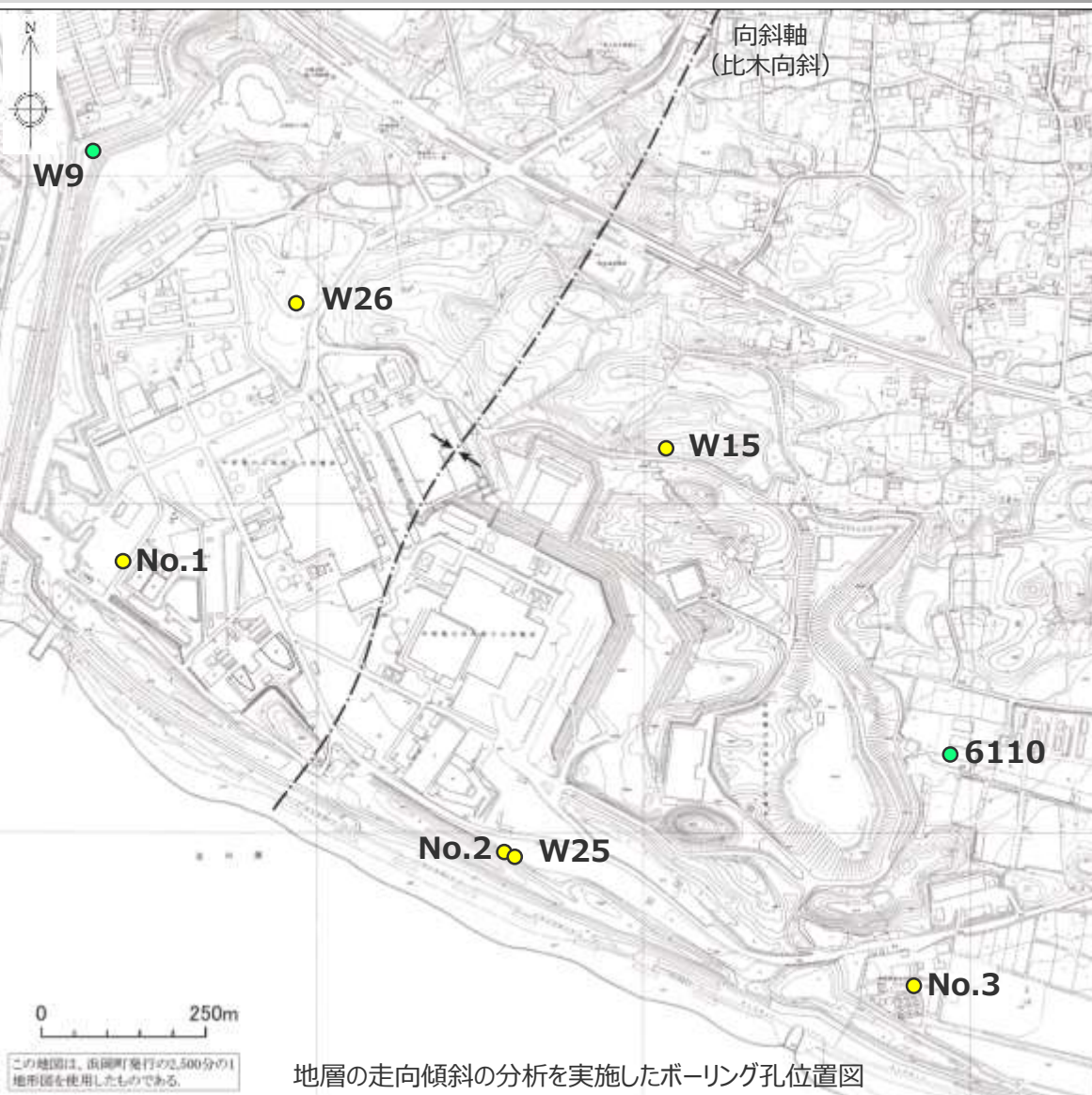
孔番	掘削深度 (m)	コア採取	BHTVによる孔壁調査 (孔口からのデータ取得長)	調査年度
大深度ボーリング（左図●）				
No.1	1,500	—	FMI(全長)	2009
No.2	1,500	—	FMI(全長)	2009
No.3	1,500	—	FMI(全長)	2009
W15	653	○	○(約650m)	2016
W25	1,008	○	○(約500m)	2017
W26	703	○	○(約630m)	2017
地質調査ボーリング（左図●）				
6110	270	○	○(全長)	2010
W9	177	○	○(全長)	2016

○：該当調査項目を実施している。

—：該当調査項目を実施していない。

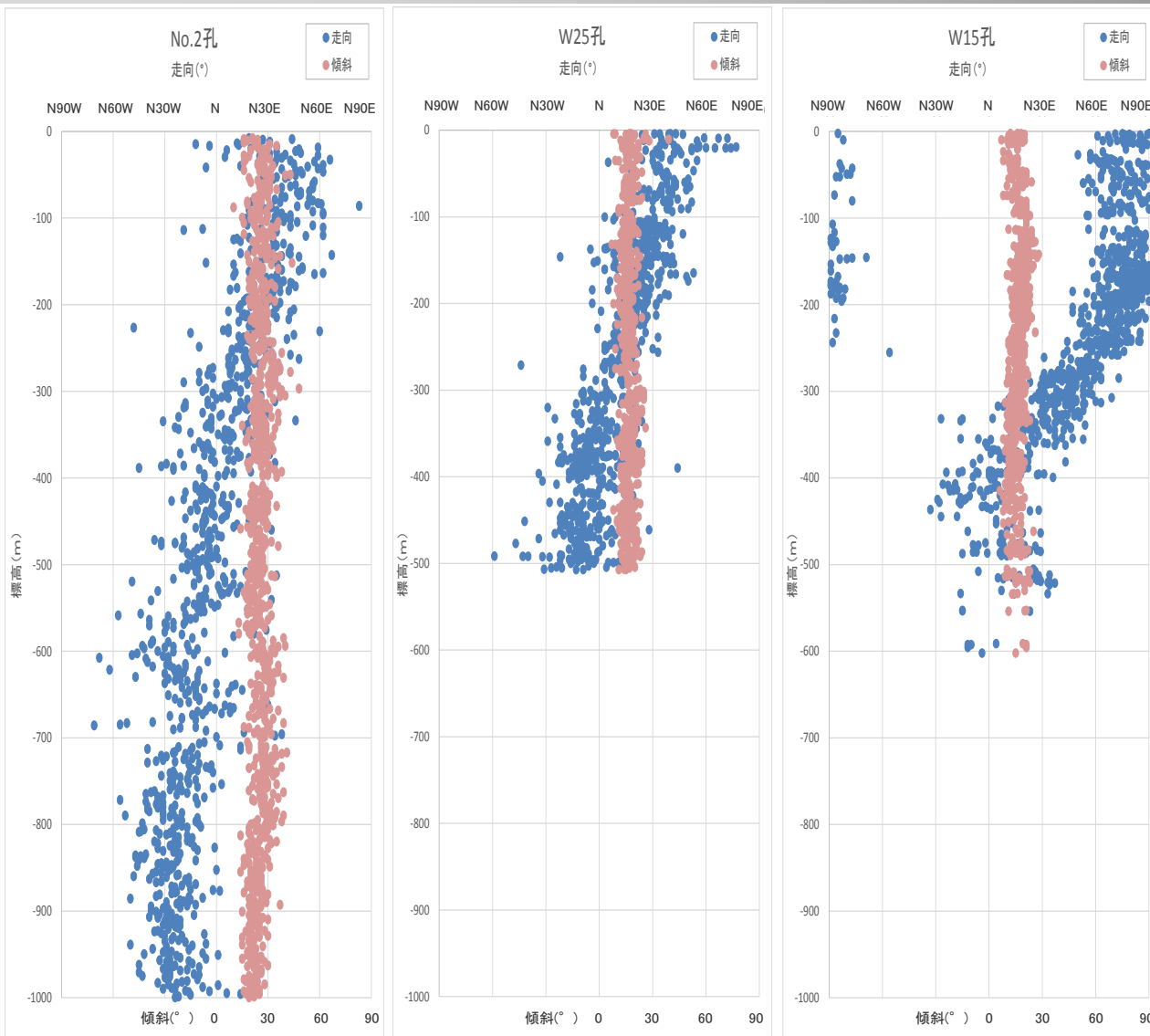
FMI：FMI※により孔壁調査を実施。

※ Fullbore Formation MicroImager



地層の走向傾斜の分析を実施したボーリング孔位置図

孔壁調査の結果 (地層の走向・傾斜, 向斜軸付近南北断面)

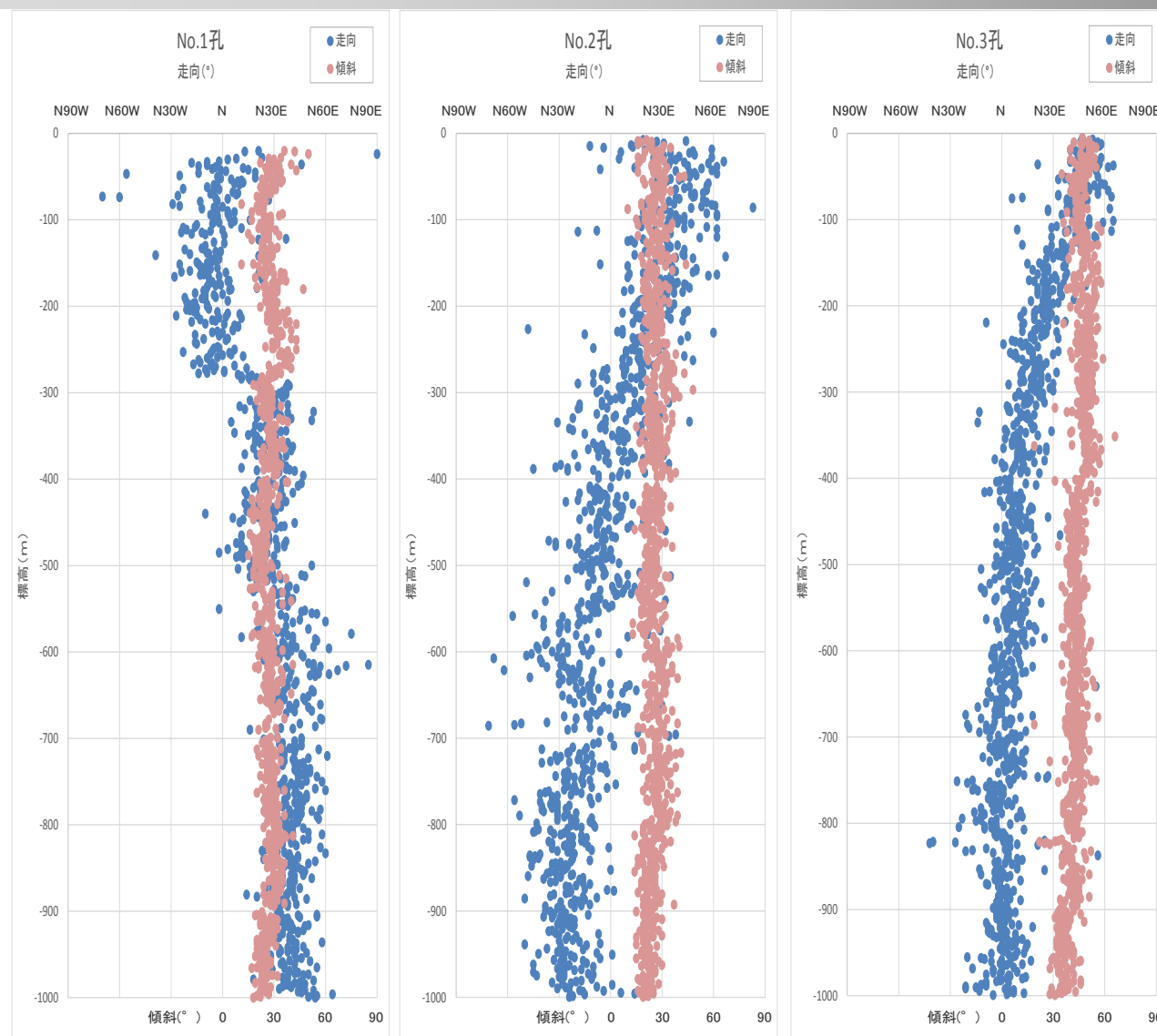


- ・向斜軸と平行方向の南北断面上のボーリングの孔壁画像から読み取った地層の走向と傾斜角を標高ごとに示す。
- ・いずれの孔も、深度方向に走向が遷移的に変化するものの、傾斜角の変化はほとんど見られない。
- ・敷地北側のW15孔では、地層の走向の変化が顕著に表れており、標高-250m付近まではN75°E程度であるが、標高-250~-350m付近で変化し、標高-350m付近以深では概ねN-Sとなる。
- ・敷地南側の地層の走向は、データ密度の充実しているW25孔をみると、地表付近のN40°E程度から緩やかに変化し、標高-300m付近でより緩やかな変化となり、標高-450m付近でN10°W程度となる。標高-450m以深についてはNo.2孔のデータとなるが、さらに変化が緩やかとなり標高-1,000m付近でN30°W程度となる。
- ・なお、No.2孔の標高-450m以浅はW25孔と同様な傾向を示す。
- ・敷地及び敷地北側において局所的に地層が北に傾斜する傾向は、深部にはみられない。

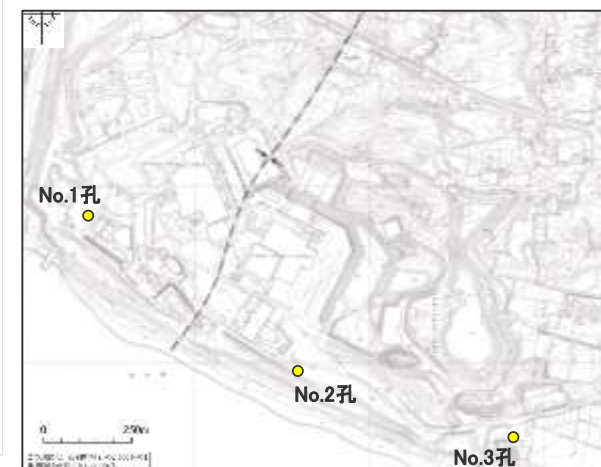


※各グラフのデータは、第608回審査会合 資料1-1-3 pp.122~167に示す。

孔壁調査の結果 (地層の走向・傾斜, 敷地南部東西断面)



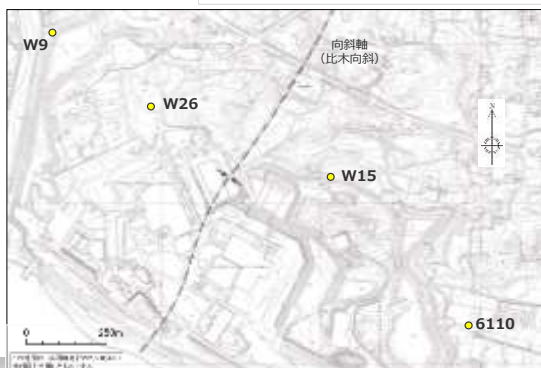
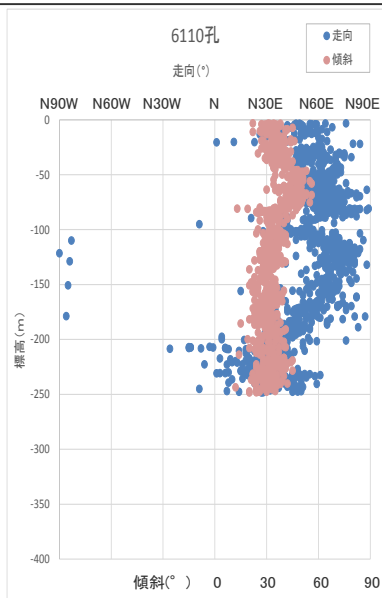
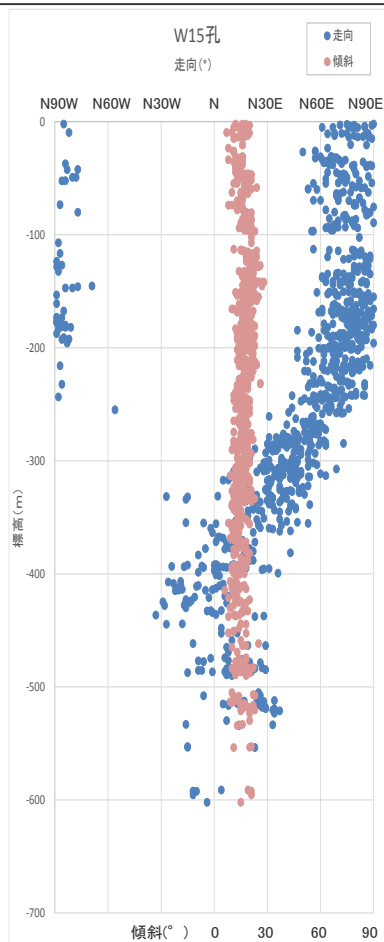
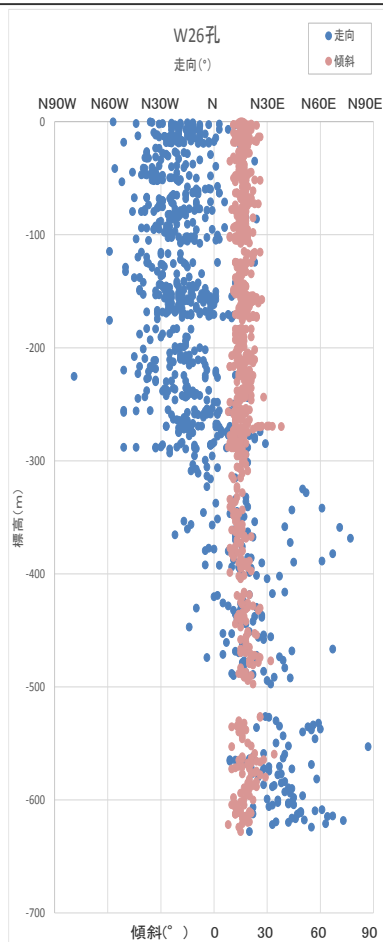
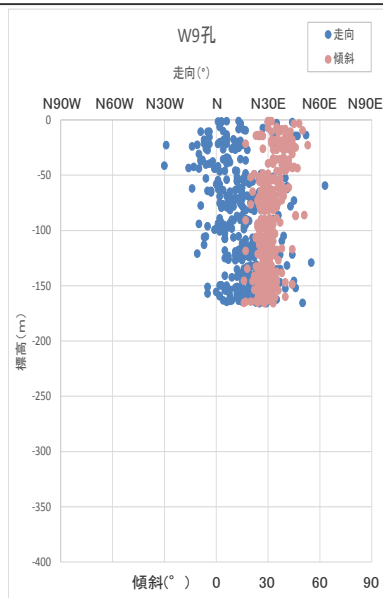
- 向斜軸に直交方向の東西断面上のボーリングの孔壁画像から読み取った地層の走向と傾斜角を標高ごとに示す。
- いずれの孔も、深度方向に走向が遷移的に変化するものの、傾斜角の変化はほとんど見られない。
- 敷地西側のNo.1孔では、地層の走向は、地表から標高-250m付近までは概ねN-Sであるが、標高-250~-350m付近で変化し、標高-350m付近以深ではN30~45°Eとなる。
- 敷地中央のNo.2孔では、地表付近のN40°E程度から緩やかに変化し、標高-450m以深ではN10~30°W程度となる。
- 敷地東側のNo.3孔では、地層の走向は、地表から標高-150m付近まではN45°E前後であるが、標高-150m~-300m付近で変化し、標高-300m付近以深では概ねN-Sとなる。
- 走向の変化は、向斜軸を挟んで東西で対称の傾向を示し、深部では敷地極近傍の大局的な地質構造と整合的な南に開いた構造となることから、浅部の地層が後方回転しているものと考えられる。



※各グラフのデータは、第608回審査会合 資料1-1-3 pp.122~167に示す。

孔壁調査の結果（地層の走向・傾斜，敷地北部東西断面）

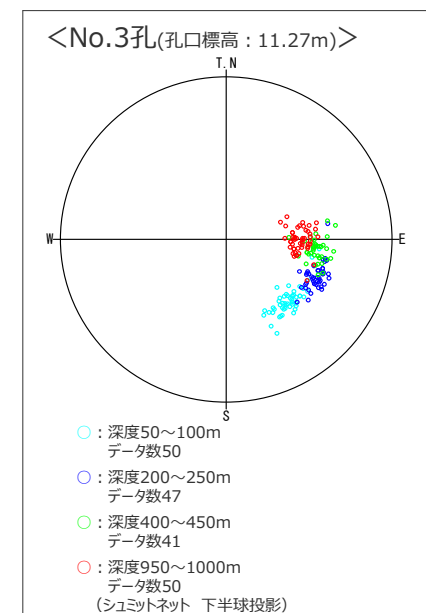
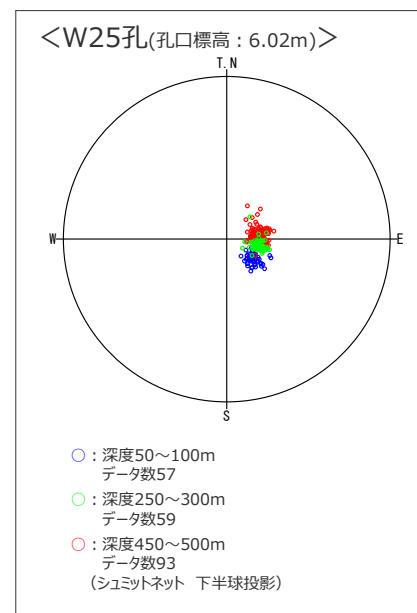
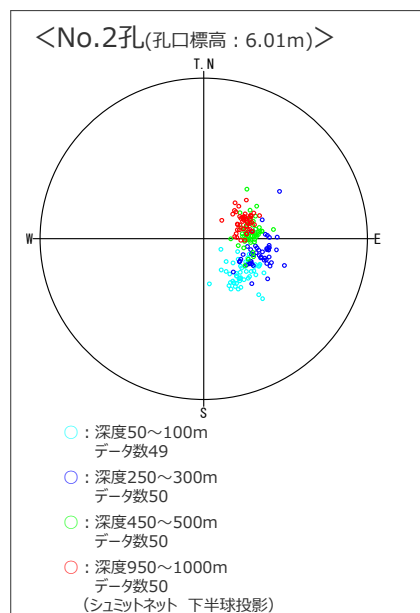
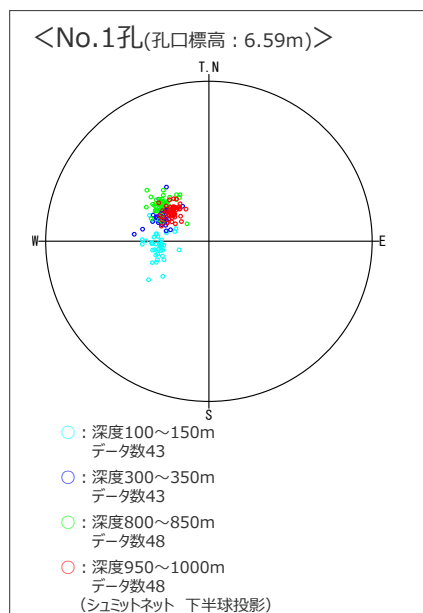
- ・ 向斜軸に直交方向の東西断面上のボーリング（W9孔，W26孔，W15孔，6110孔）の孔壁画像から読み取った地層の走向を標高ごとに示す。
- ・ いずれの孔も，深度方向に走向が遷移的に変化するものの，傾斜角の変化はほとんど見られない。
- ・ 敷地西側のW9孔では，地層の走向は，地表から標高-50m付近までは概ねN-Sであるが，それ以深ではN30°Eへと変化する。
- ・ 敷地中央のW15孔では，地層の走向は，地表から標高-250m付近までは概ねN60~90°Eであるが，それ以深ではN-Sへと変化する。
- ・ 敷地東側の6110孔では，地層の走向は，地表から標高-150m付近までは概ねN60°Eであるが，それ以深ではN-Sへと変化する。
- ・ 走向の変化は，向斜軸を挟んで東西で対称の傾向を示し，深部では敷地極近傍の大局的な地質構造と整合的な南に開いた構造となることから，浅部の地層が後方回転しているものと考えられる。



※各グラフのデータは，第608回審査会合資料1-1-3 pp.122~167に示す。

孔壁調査の結果（シュミットネット 敷地南部東西断面）

- 孔壁画像から読み取った地層の走向・傾斜について、地表付近と地下深部、その中間付近のデータを50m区間で抽出したステレオネット（シュミットネット、下半球投影）を下図に示す。
- データは、地層の向きの変化がわかりやすいよう、変化のみられる層準を抽出している。
- 敷地南部において、向斜軸東側に位置するNo.2孔、W25孔及びNo.3孔では、地層の走向は浅部のNE-SWが深部ではN-Sに変化し、西側に位置するNo.1孔では逆に浅部のN-Sが深部ではNE-SWに遷移的に変化する。
- 標高-450m程度以深の地層は向斜軸を中心にやや南に開いた構造を呈しており、敷地極近傍の大局的な地質構造と整合的である。一方、標高-250m程度以浅の地層は、大局的な構造とは逆傾向の北に開いた構造を呈しており、浅部の地層が後方回転しているものと考えられる。

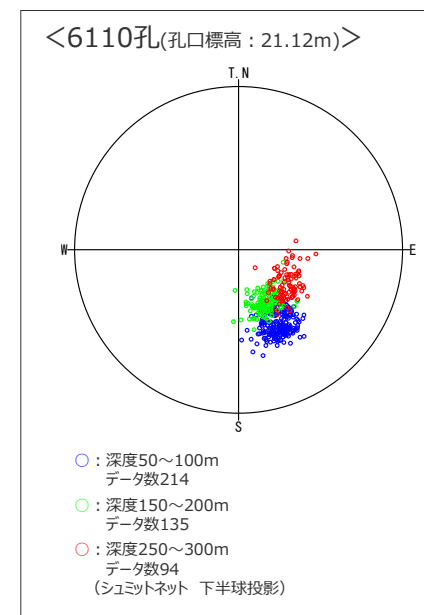
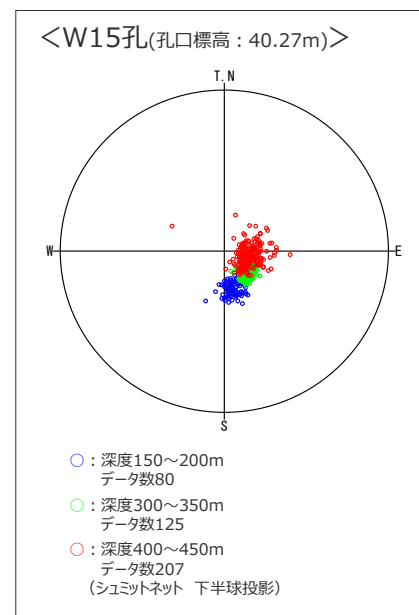
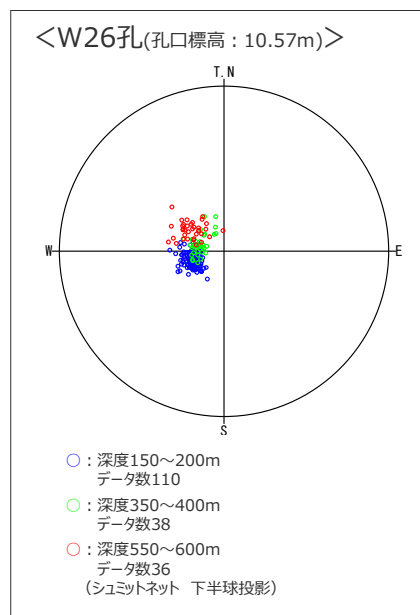
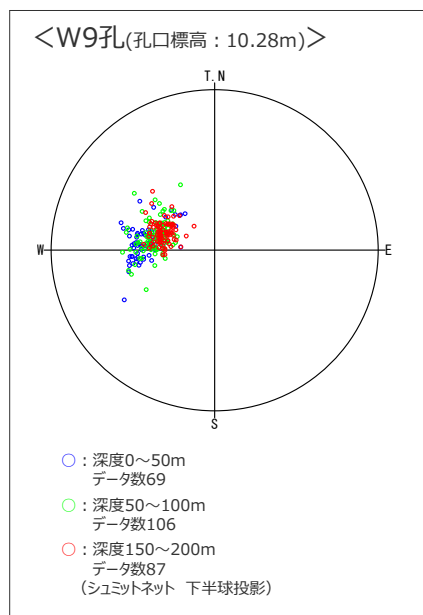


※各グラフの色区分は孔毎に独立している。また、第608回審査会合 資料1-1-3 pp.122～167に示す。

孔壁調査の結果 (シュミットネット 敷地北部東西断面)



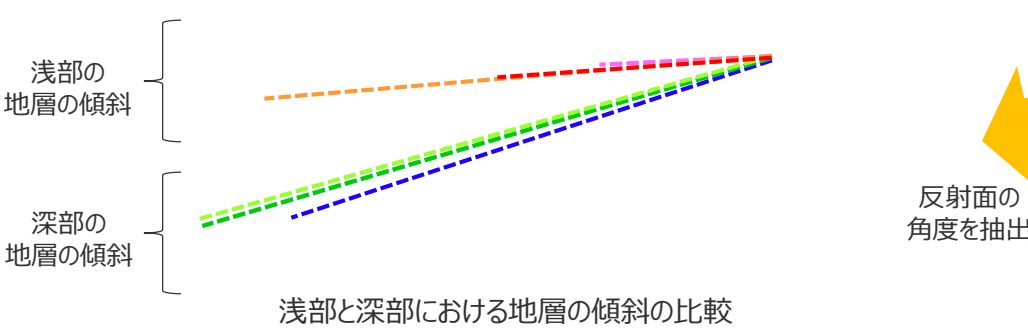
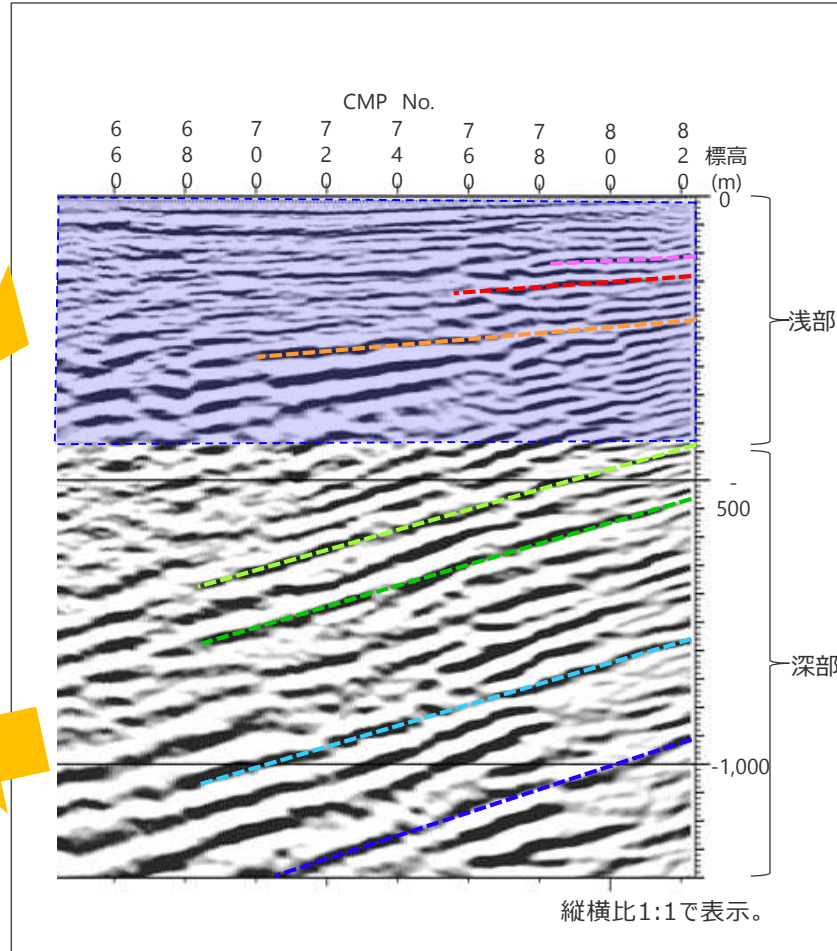
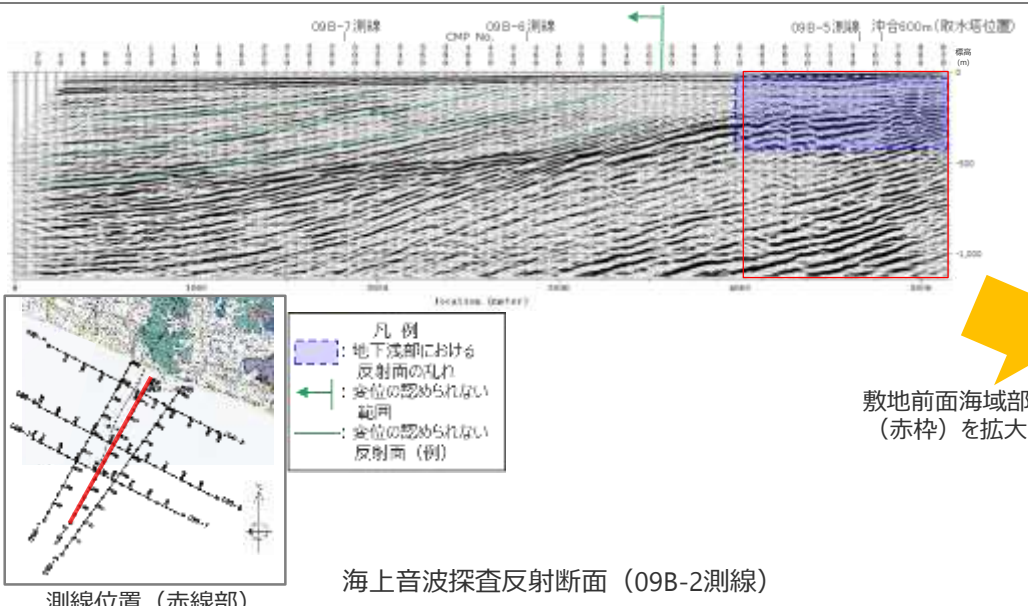
- 孔壁画像から読み取った地層の走向・傾斜について、地表付近と地下深部、その中間付近のデータを50m区間で抽出したステレオネット (シュミットネット, 下半球投影) を下図に示す。
- データは、地層の向きの変化がわかりやすいよう、変化のみられる層準を抽出している。
- 敷地北部において、向斜軸東側に位置するW15孔、6110孔では、地層の走向は浅部のE-Wが深部ではN-Sに変化し、西側に位置するW9孔及びW26孔では逆に浅部のN-Sが深部ではNE-SWに遷移的に変化する。
- 標高-350m程度以深の地層は向斜軸を中心にやや南に開いた構造を呈しており、敷地極近傍の大局的な地質構造と整合的である。一方、標高-200m程度以浅の地層は、大局的な構造とは逆傾向の北に開いた構造を呈しており、浅部の地層が後方回転しているものと推定される。



※各グラフの色区分は孔毎に独立している。また、第608回審査会合 資料1-1-3 pp.122~167に示す。

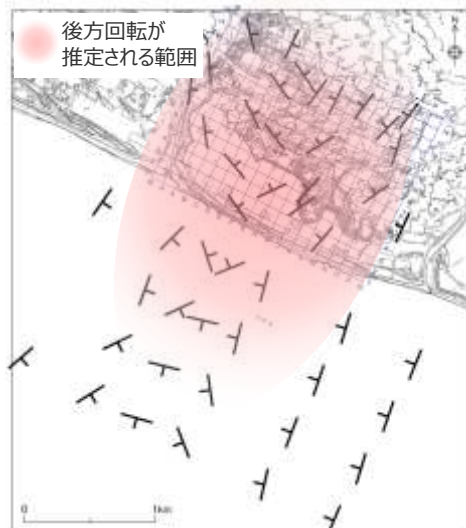
(参考) 敷地前面海域における地層の傾斜の変化

- 浅部（標高-400m程度以浅）では反射面の乱れがあり、H断層系との関連が推定される一方、深部（標高-500m程度以深）では反射面が連続しており、これらの反射面に変位は認められない。
- 海域の地層の傾斜を反射面から読み取ると、深部は海側への傾斜が大きく、浅部は相対的に傾斜が緩やかとなっていることから、陸域浅部に局所的に見られる地層の後方回転は海域においても生じているものと考えられる。

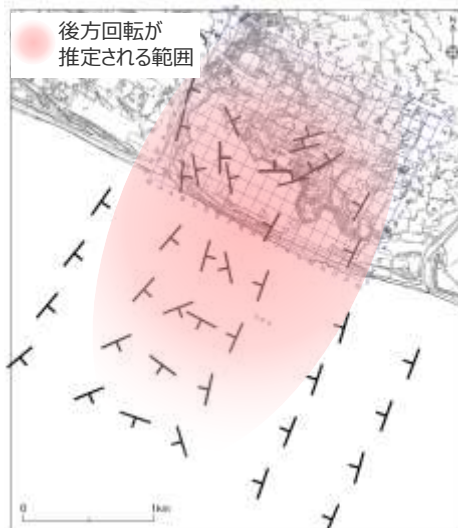


地層が後方回転している範囲

<表層付近>



<標高-200m付近>



<標高-400m付近>



<標高-600m付近>



- 大深度ボーリングの孔壁調査によると、敷地深部(標高-350m程度以深)の地層は向斜軸を中心にやや南に開いた構造を呈しており、敷地極近傍の大局的な地質構造と整合的であるが、標高-200m程度以浅の地層は大局的な構造とは逆傾向の北に開いた構造を呈しており、浅部の地層が後方回転しているものと推定される。
- この地層の後方回転の範囲を、大深度ボーリング調査、反射法地震探査及び海上音波探査調査により検討した。表層付近から深部にかけての地層の走向、傾斜を左に示す。
- 標高-600m付近及び標高-400m付近では、地層は向斜軸を中心に南に開いた構造を示す。これは、大局的な構造と調和的であり、南にプランジした向斜の影響のみを反映したものと推定される。
- 標高-200m付近になると、汀線より陸側2km程度の敷地北側では向斜軸を中心に北に開いた構造が明確に見られ、それ以南海域の沖合1km程度付近にかけても標高-400m及び-600m付近の傾向とやや異なり、地層が後方回転しているものと推定される。
- 表層付近でも、汀線より陸側2km程度の敷地北側から海域汀線付近において向斜軸を中心に北に開いた構造を呈し、海域の沖合1km程度付近でも、標高-400m及び-600m付近の傾向とやや異なり、地層が後方回転しているものと推定される。



浅部の地層の後方回転は、汀線より陸側2km程度の敷地北側から沖合1km付近にかけて標高-200m程度以浅において推定されるが、少なくとも標高-400m程度以深においては認められない。なお、H断層系は、敷地北側約1.5kmから沖合約600mにかけて確認されており、地層の後方回転範囲と概ね対応している。

※各地点の走向傾斜の詳細は、第704回審査会合机上配布資料1 データ集に示す。

4.3(2) 相良層の北に開いた構造に関する検討のまとめ

【検討結果】

(2) 相良層の北に開いた構造に関する検討

3d 汀線より陸側2km程度の敷地北側から沖合1km程度付近にかけて、標高-200m程度以浅において地層の後方回転が認められる。この後方回転は標高-400m程度にかけて徐々に収束していく。

- 孔壁調査によると、敷地の相良層の走向は、深度方向に遷移的に変化し、標高-400m程度以深の地層は敷地極近傍の大局的な地質構造と整合的な向斜軸を中心にやや南に開いた構造を呈しているのに対し、標高-200m程度以浅の地層は、大局的な構造とは逆傾向の北に開いた構造を呈しており、浅部の地層が後方回転しているものと考えられる。
- 浅部の地層の後方回転は、汀線より陸側2km程度の敷地北側から海域の沖合1km付近にかけて標高-200m程度以浅において推定されるが、少なくとも標高-400m程度以深においては認められない。

※検討結果の段落番号は、章末のまとめスライドと対応している。

(3)

H断層系の深部への連続性に関する検討

【検討内容】

大深度ボーリング調査等により，H断層系の深部への連続性について検討する。

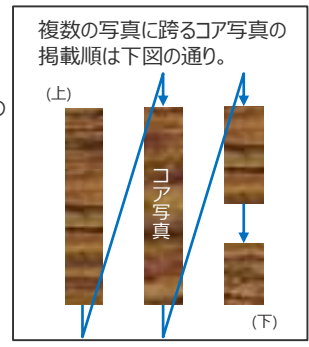
大深度ボーリングで確認された深部の凝灰岩層

- ・ H断層系の分布把握のための凝灰岩層の連続性の検討はデータが豊富な標高-200m程度以浅を対象に実施しているが、それ以深における凝灰岩層の連続性について、深部のデータが比較的取得されているI-Lineについて、大深度ボーリングW25, No.8, W15, No.0孔を対象に実施した。
- ・ 敷地の南部では標高-370~-430m付近にかけて、北部では標高-280~-350m付近にかけて、K-5, K-6及びK-7凝灰岩層が分布する。
- ・ K-5, K-6及びK-7凝灰岩層は、下表に示すいずれの孔においても層間が大きく短縮することなく、深度方向に概ね一定の間隔で分布する。

大深度ボーリングで確認された深部の鍵層の標高

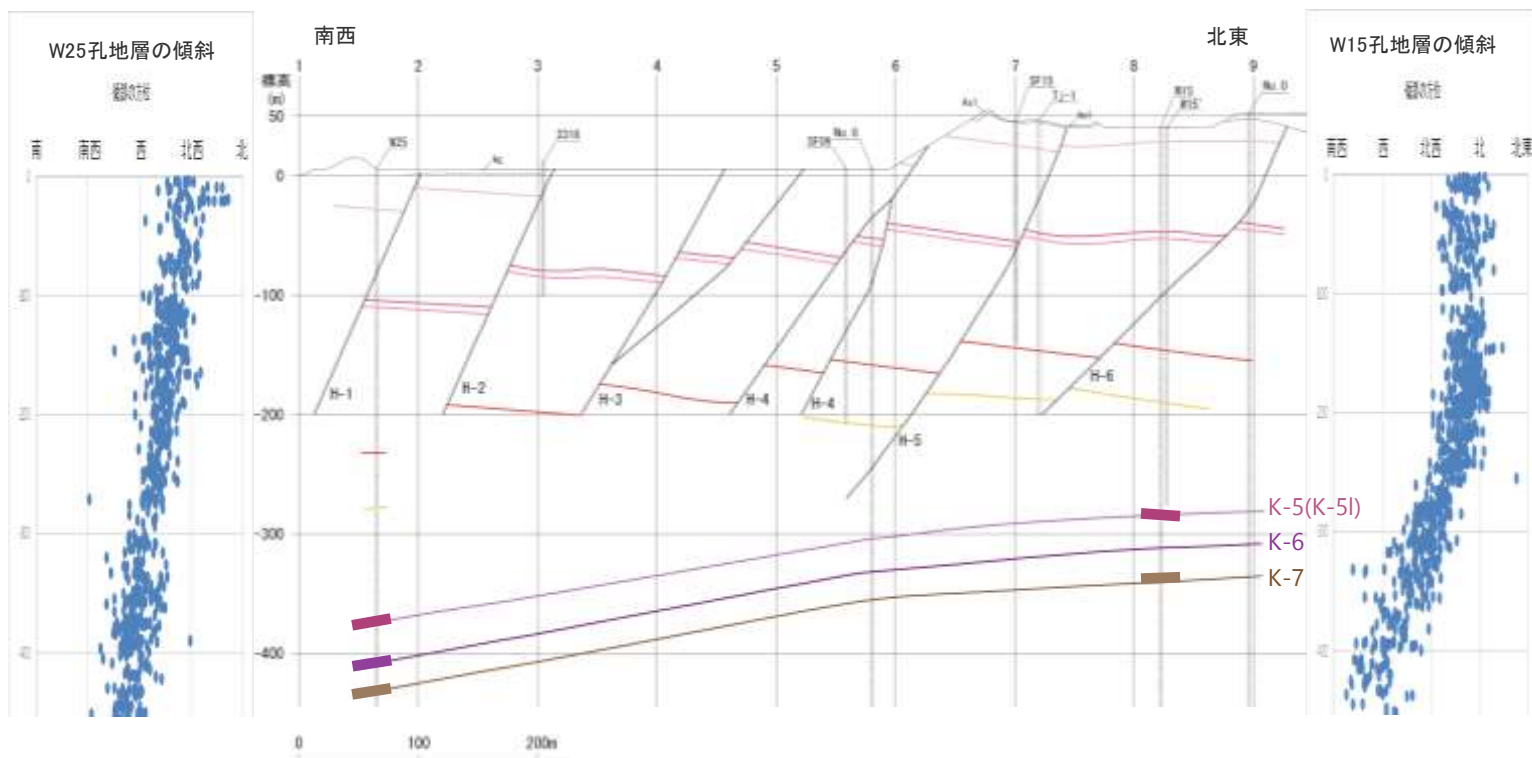
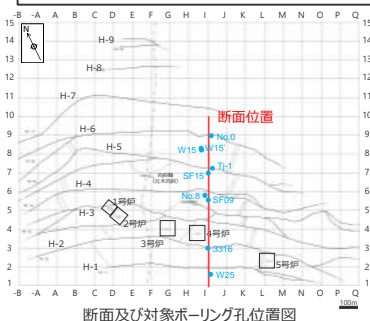
凝灰岩層	孔名	W25	No.8	W15	No.0	孔名	W25	No.8	W15	No.0
	K-5	標高※1	-373.96m (K-5I)	-303.53m (K-5I)	-293.96m (K-5I)	-276.09m (K-5I)	標高※1	-431.29m [57m]	-355.03m [52m]	-348.69m [55m]
層理※2		N11°W/17°W (K-5I)	—	N45°E/14°W (K-5I)	—	層理※2	N9°W/16°W	—	N17°E/11°W	
コア写真						K-7 コア写真				
標高※1	-408.16m [34m]	-331.75m [28m]	確認できない。 [26~30m★]	-304.48m [28m]						
層理※2	N9°W/15°W	—		—						
K-6	コア写真			<p>★K-6凝灰岩層は確認できなかったため、標準層序において同層より12~16m上位の軽石質凝灰岩の標高から、K-5I凝灰岩層との標高差を推定した。</p> <p>K-6凝灰岩層上位の軽石質凝灰岩(W-15孔) 下端標高:-307.90m</p>						

- ※1 各凝灰岩の下端標高。
【 】内は同一孔におけるK-5I凝灰岩層との標高差。
- ※2 凝灰岩層を挟む上下5m区間の層理の走向傾斜の極大値。
(孔壁調査より)



敷地深部の凝灰岩層の分布 (地質鉛直断面図 I-Line)

- 前頁で確認したK-5,K-6及びK-7凝灰岩層の分布を鉛直断面図で示す。
- No.0,W15,No.8及びW25孔のボーリングコアから確認したK-5,K-6及びK-7凝灰岩層の出現標高によれば、当該鍵層付近の地層は、敷地の北東部から南西部にかけて、層間が大きく短縮することなく、深度方向に概ね一定の間隔でやや傾斜を増しながら南西傾斜となっているものと推定される。
- また、W15孔及びW25孔の孔壁調査による当該凝灰岩層付近の地層の断面方向の傾斜を見ると、北東部（W15孔）では概ね水平を示すが南西部（W25孔）では南西傾斜となり、鍵層の出現深度より推定される当該凝灰岩層付近の地層の分布の傾向と大きな差異はない。
- これらのことから、地層の後方回転が概ね収束する標高-300~-400m付近において、K-5~K-7凝灰岩層付近の地層は大局的な構造と同傾向を示し、大きな変位を受けることなく敷地の北東-南西方向に連続していると推定される。
- これは、反射法地震探査1P及び2P測線において標高-300~-400m付近に比較的連続性の良い強反射面が認められることも整合的である。
- 以上より、H断層系は大きな落差を有する断層としてはK-5~K-7層準付近より深部には連続していないものと推定される。

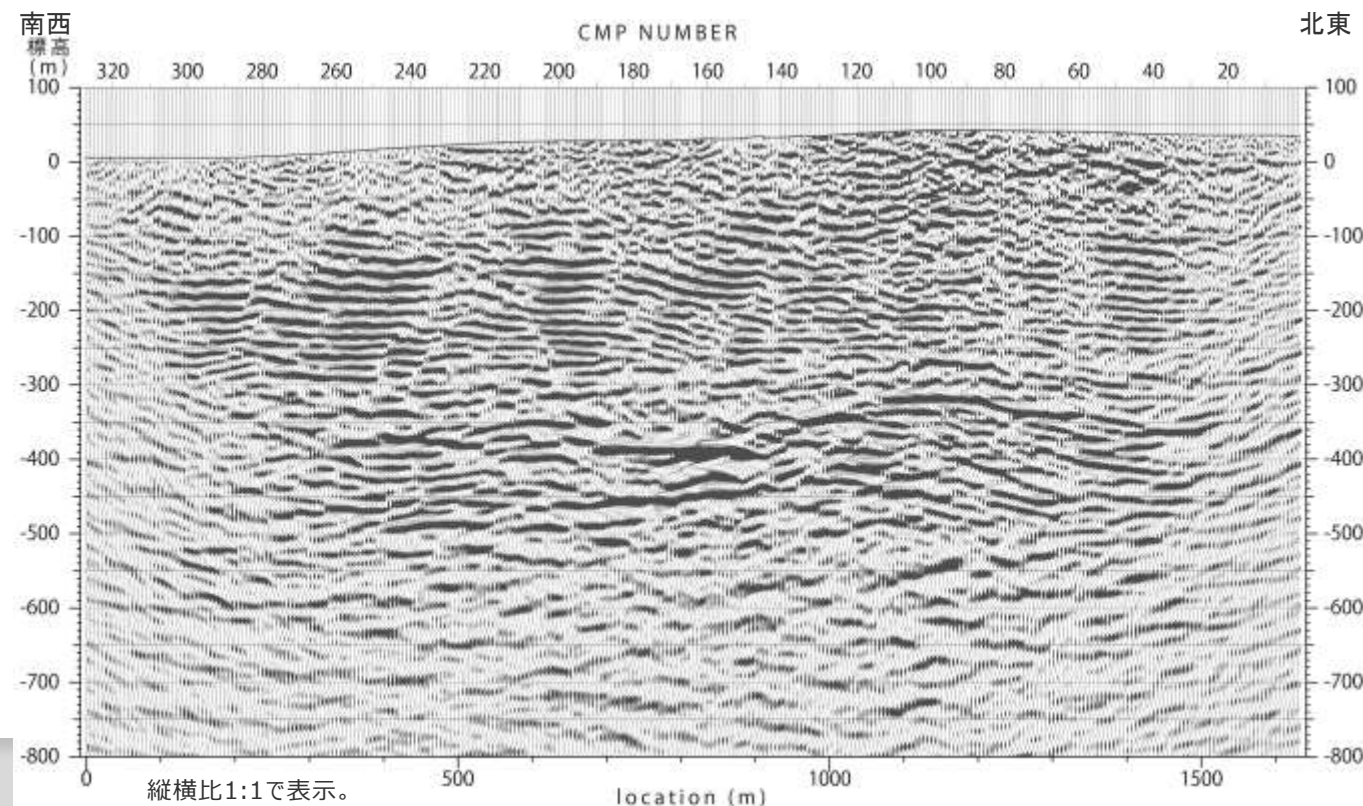
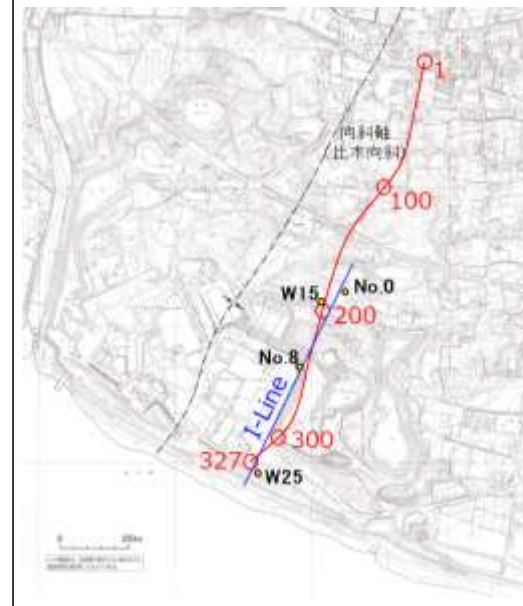


※凝灰岩太線は、当該凝灰岩層を挟む上下5m区間の層理傾斜の極大値(断面上の偽傾斜)を表わす。

I-Line反射法地震探査結果 (R01測線)

- I-lineの深部構造を確認するため反射法地震探査を実施した。
- その結果、1P測線、2P測線同様、地表から標高-300m程度付近までは、南傾斜の明瞭な不連続面が規則的（ほぼ等間隔で平行）に認められ、ほぼ等間隔に並走する南傾斜の正断層群というH断層系の特徴と良く一致している。また、それらの不連続面の間には比較的整然と連続する複数の反射面が認められ、それらの反射面はほぼ水平～やや北傾斜を呈する。
- 一方、標高-350～-450m付近には、南西傾斜で比較的連続性の良い強反射面が認められる。この付近でも局所的な不連続面を解釈することはできるものの、規則的で明瞭な不連続面群は認められず、少なくともこの深度付近以深においてH断層系のような等間隔に並走する断層群は分布していないものと考えられる。さらに、深部まで延伸するような明瞭な不連続面は認められず、地下深部から地表に連続するような断層も想定されない。
- なお、深部の強反射面の比較的波長の長いうねりは、反射法測線と褶曲軸間の距離の変化の影響による可能性が考えられる。

測線図



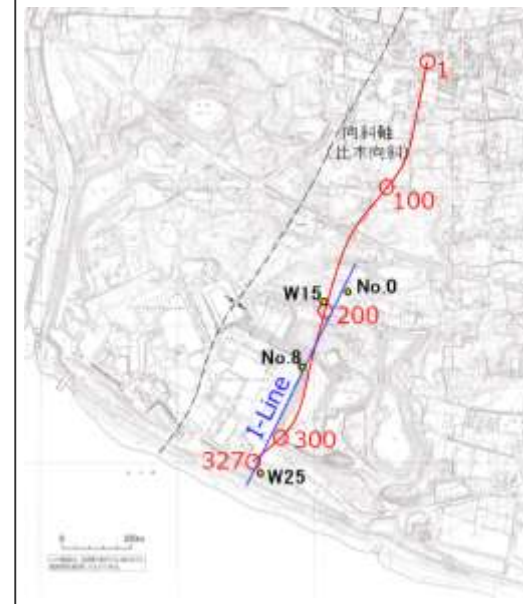
調査諸元

震源	中型バイプレータ車 8t×1台
発振点間隔	10m
スweep周波数	10～110Hz
スweep回数	5～10回
スweep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
受振点間隔	10m

反射法地震探査R01測線とボーリング調査（H断層系分布）との対比

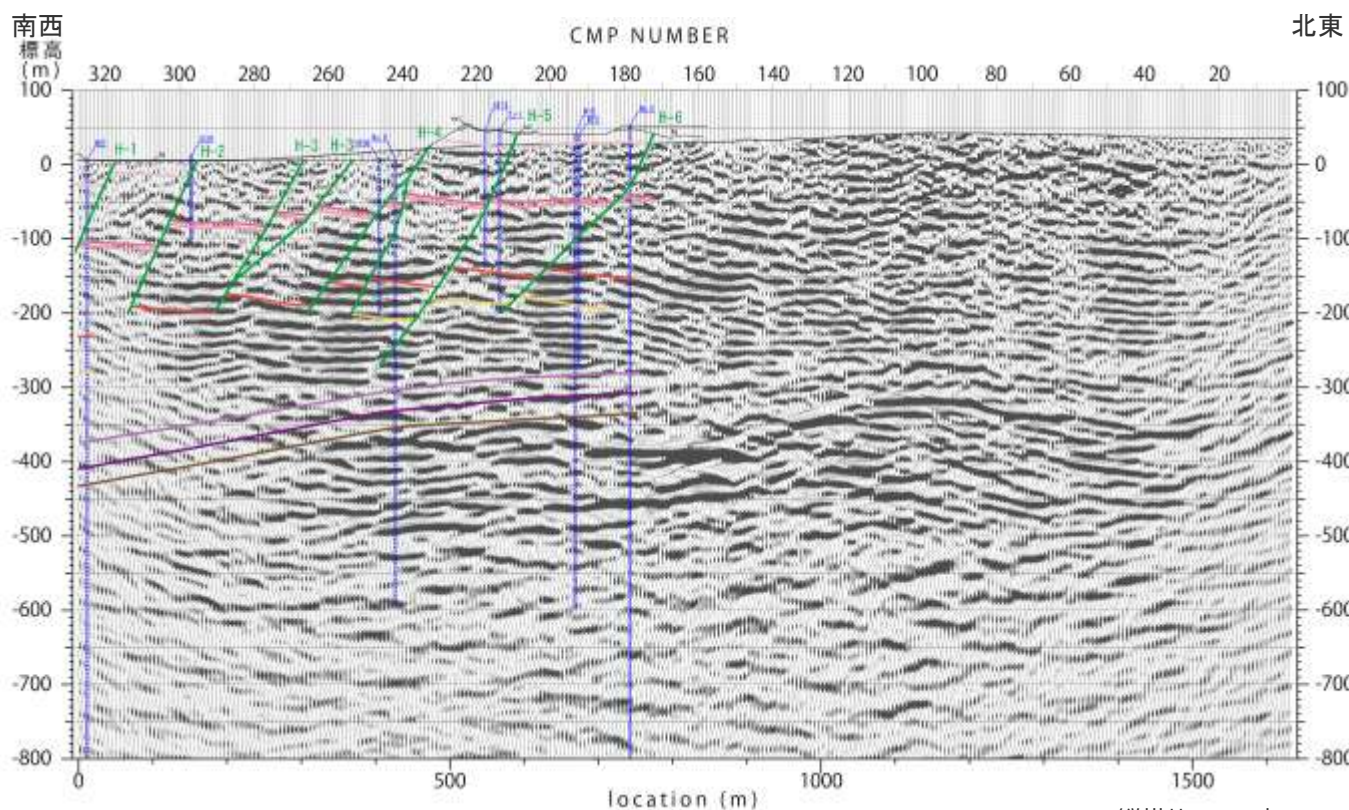
- R01測線の反射断面と、ボーリング調査によるI-Line断面図との対比を行った。
- その結果、浅部の南傾斜の明瞭な不連続面はH断層系の分布と比較的良好に対応している。
- 一方、深部の南西傾斜の比較的連続性のよい強反射面はK-7凝灰岩層付近からそれ以深100～150m程度かけて認められる。それらの強反射面は、ボーリング調査から大きな変位を受けることなく敷地の北東-南西方向に連続していると推定される深部の凝灰岩層の分布傾向と整合的である。
- 以上のことから、H断層系は大きな落差を有する断層としてはK-5～K-7層準付近より深部には連続していないものとの推定される。

測線図



凡例

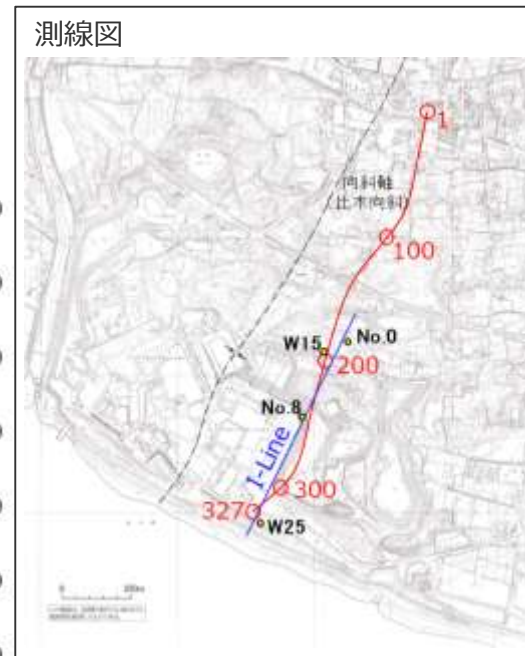
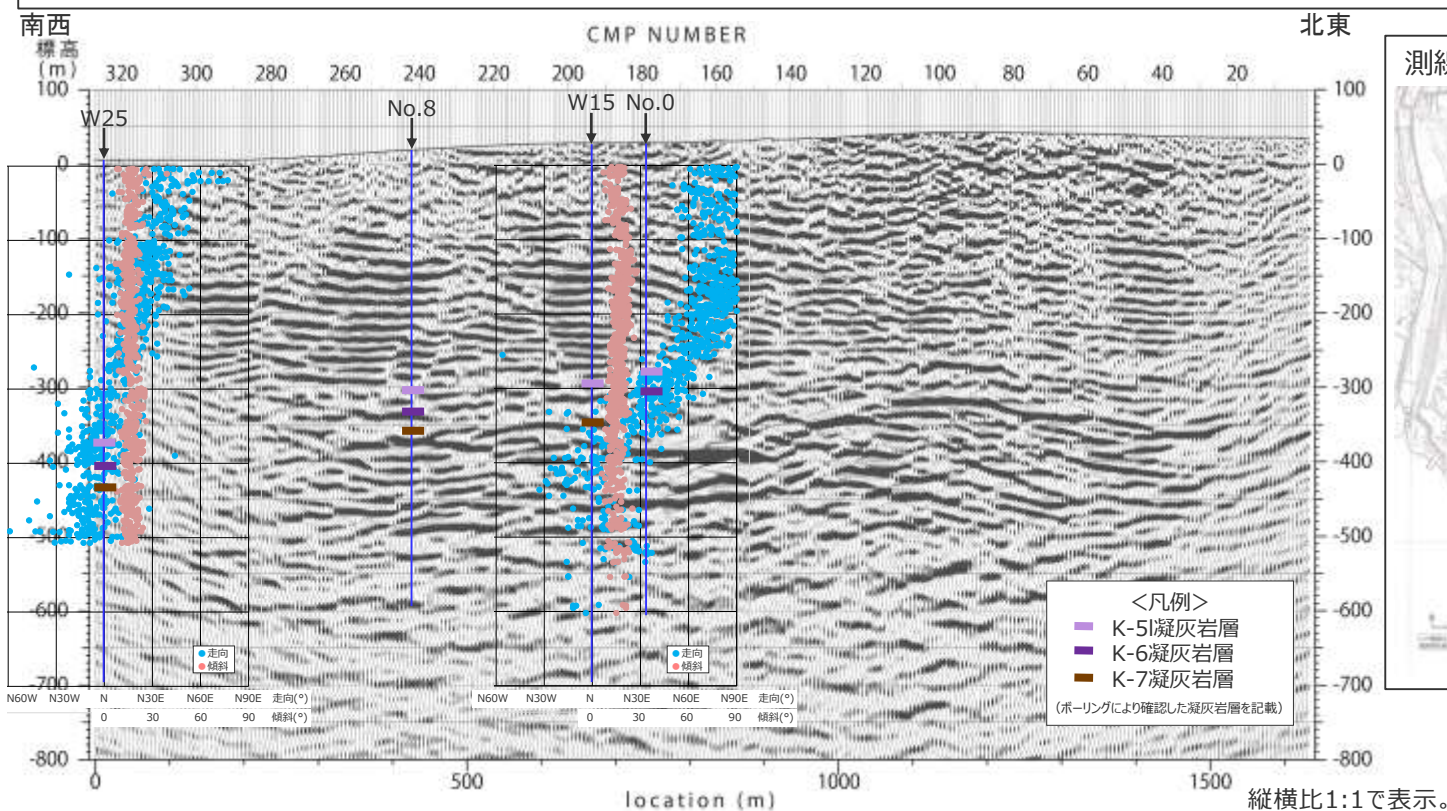
- | | |
|---------------|------|
| 盛土 | Ba |
| 風成砂層 | As I |
| 海成礫混じり砂層 | Ag |
| 相良層 (砂岩・泥岩互層) | |
| 断層 | |
| 凝灰岩 (盤層) | |
| K-1 | |
| K-2u | |
| K-2l | |
| K-3 | |
| K-4 | |
| K-5l | |
| K-6 | |
| K-7 | |



縦横比1:1で表示。

反射法地震探査R01測線とボーリング調査（地層の走向変化）との対応

- R01測線の反射断面と、ボーリング調査による地層の走向の深度方向への変化との対応を検討した。
- 大深度ボーリングW15孔に見られる地層の走向の深部方向への変化は、標高-250m付近まではN75°E程度と後方回転が顕著に生じているが、K-5～K-7層準付近の標高-250～-350m付近で変化し、K-7層準付近の標高-350m付近以深では深度方向への変化がほぼ収束し概ねN-Sとなる。W25孔においても同様に、K-7層準付近の標高-450m付近以深では深度方向への変化がほぼ収束する。
- 一方、反射法地震探査とボーリング調査（H断層系分布）との対比結果から（前述）、反射断面においてK-7凝灰岩層付近からそれ以深100～150m程度かけて認められる比較的連続性のよい強反射面は、ボーリング調査結果から推定される深部のK-5～K-7凝灰岩層の分布傾向と整合的であり、H断層系は大きな落差を有する断層としてはK-5～K-7層準付近以深まで連続していないものと推定される。
- このように、H断層系により地層に大きな変位が生じていると推定される深度と、地層の後方回転が顕著に生じている深度は、いずれもK-5～K-7層準付近以浅とほぼ一致しており、H断層系と地層の後方回転との関連が考えられる。

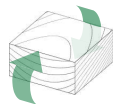
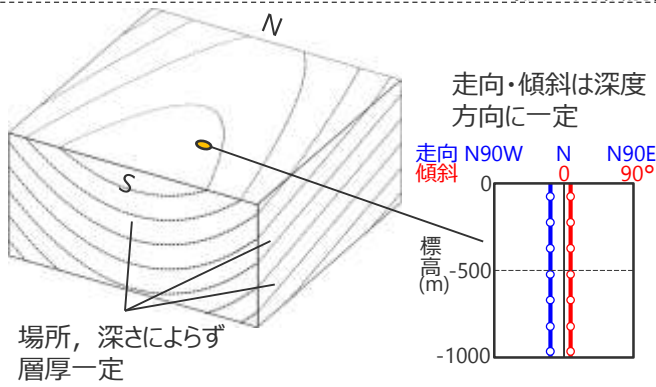


(参考) 深部方向への地層の走向変化に関する考察

- 敷地の相良層は走向が深部方向へ遷移的に変化しており、浅部において地層が後方回転しておりH断層系との関連が考えられるが、地層の走向の深部方向の遷移的な変化は、その程度は浅部ほど顕著ではないものの、それ以深のH断層系が連続しないと推定される深部においても続いている。
- この現象について、褶曲し南ブランチした地層を想定した剛体モデルを用い、幾何学的に検討した。
- 検討は、敷地の相良層は向斜翼部ほど層厚が薄いという特徴を踏まえ、層厚の変化が地層の走向変化に与える影響を検討した。
- その結果、層厚を一定とした場合は、走向・傾斜は深度方向に一定となった。一方、相良層の層厚を褶曲やブランチの傾向に合わせて変化させた場合（地層が堆積しつつ褶曲・ブランチしたイメージ）は、地層の走向が深度方向になだらかに変化し、ボーリング孔から確認された深部の傾斜の傾向と比較的整合的な結果となった。
- このことから、深部方向への地層の走向変化は、地層が堆積しつつ褶曲・ブランチした影響によるものと考えられる。
- 一方、浅部については、さらにこれら地層を剛体として後方回転させた場合について検討した。
- その結果、層厚を変化させた場合は、地層の走向が大きく変化し、ボーリング孔から確認された浅部の傾斜の傾向と比較的整合的な結果となった。
- これらのことから、敷地の相良層の走向の深部方向への遷移的な変化のうち、深部は相良層が堆積しつつ褶曲・ブランチした影響であり、浅部は相良層堆積時の影響にさらに地層の後方回転の影響が加わったものと考えられる。

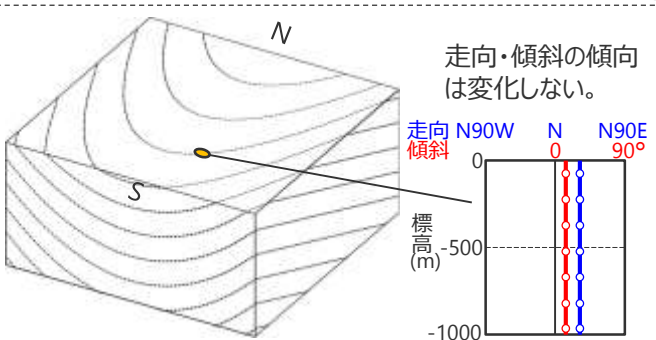
(詳細は補足説明資料2 参照)

層厚を一定とした場合 (検討イメージ) (後方回転前)

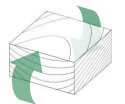
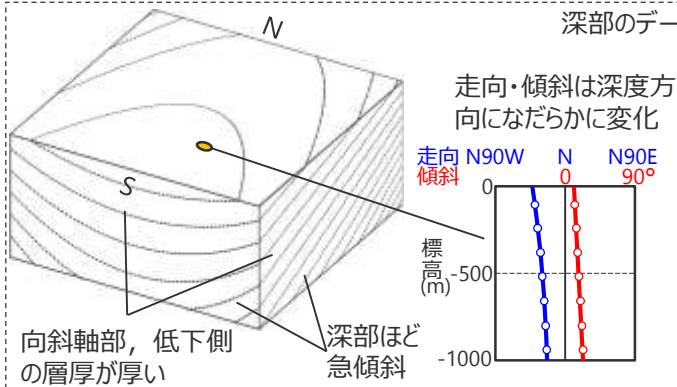


地層の後方回転 (剛体回転)

(後方回転後)



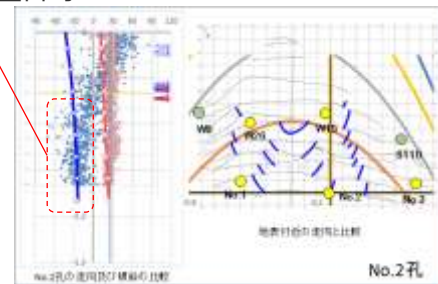
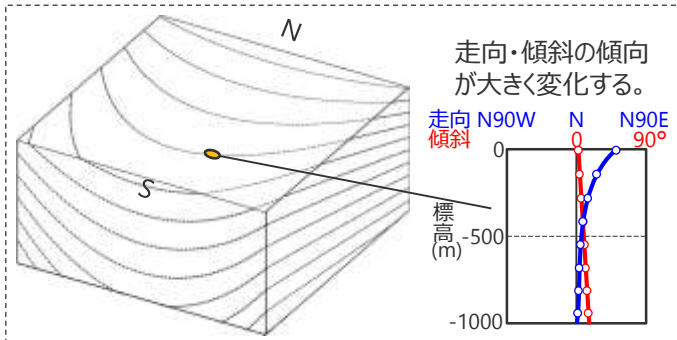
層厚を変化させた場合 (検討イメージ及び結果例) (後方回転前)



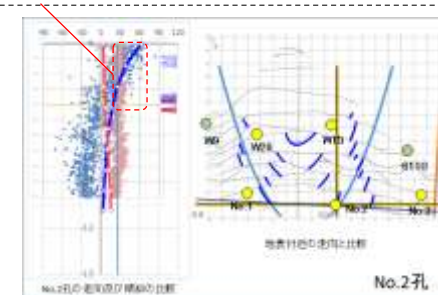
地層の後方回転 (剛体回転)

浅部のデータは整合的

(後方回転後)



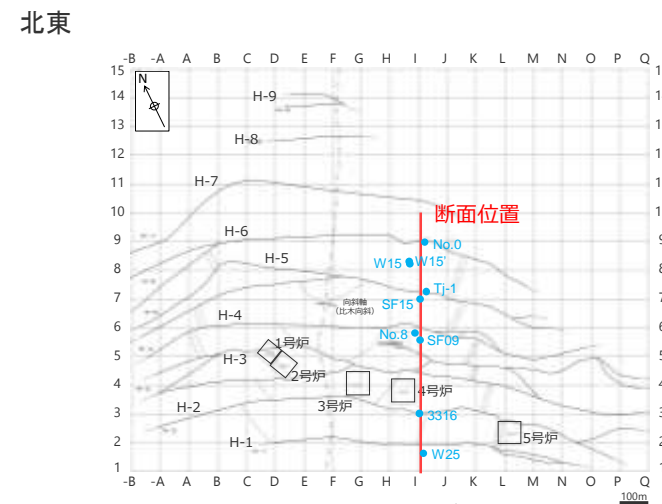
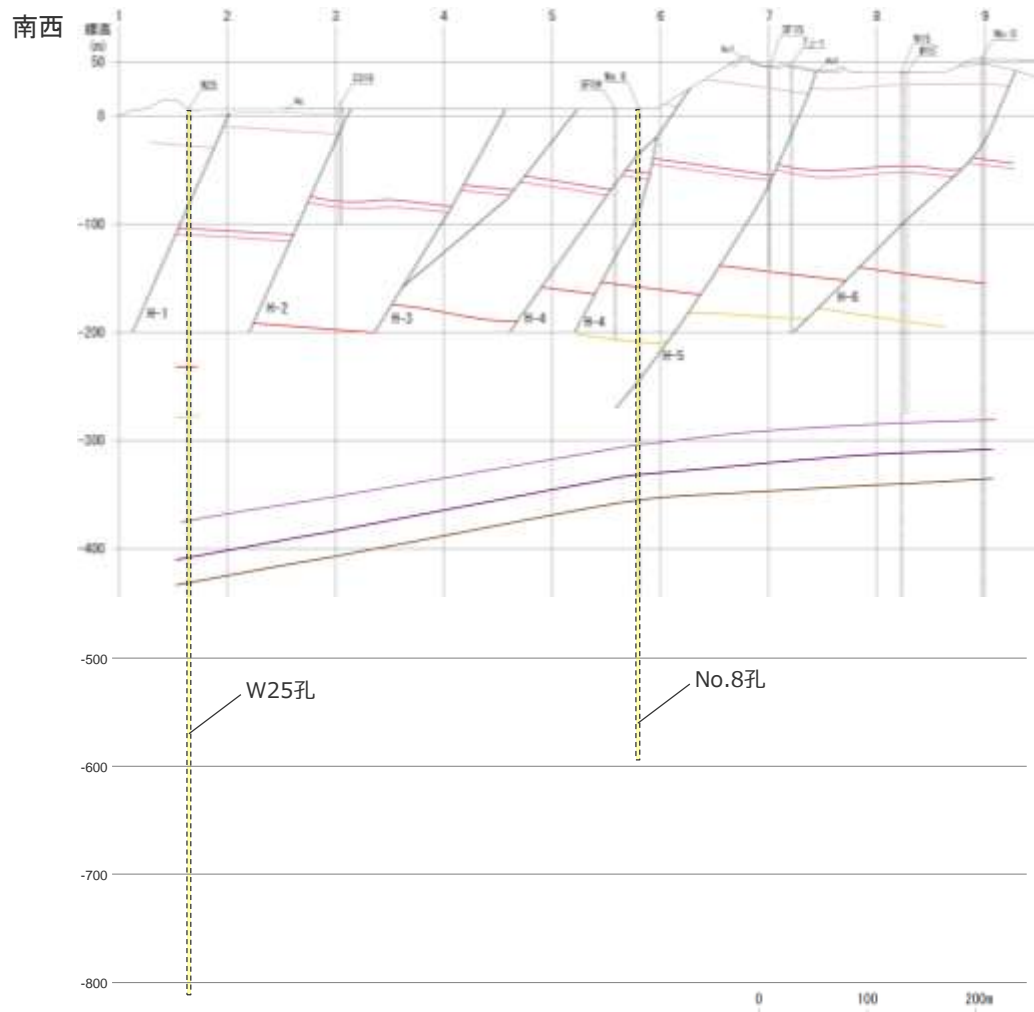
検討結果(例)



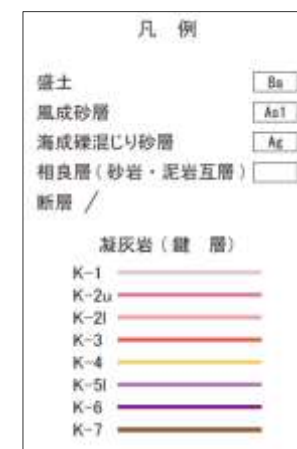
検討結果(例)

敷地深部におけるH断層系延伸部の検討

- H断層系は大きな落差を有する断層としては深部まで連続していないものと推定されるため、I-Line断面のNo.8孔及びW25孔について、H断層系の深さ方向の延伸部分周辺についてボーリングコア観察を実施し、断層の検討を行った。
- ボーリングコアの観察結果を次頁以降に示す。



断面及び対象ボーリング孔位置図



H断層系延伸部の検討 (No.8孔)

- I-Line断面中央のNo.8孔では、深度300m以深にH断層系に対応する断層は認められない。
- また、H-5断層及びH-6断層延伸位置に分布する凝灰岩層 (K-5~K-7) の層間に顕著な短縮はみられず、W15孔に分布するこれらの凝灰岩高度との間に顕著な差異は認められない。

○H-4断層



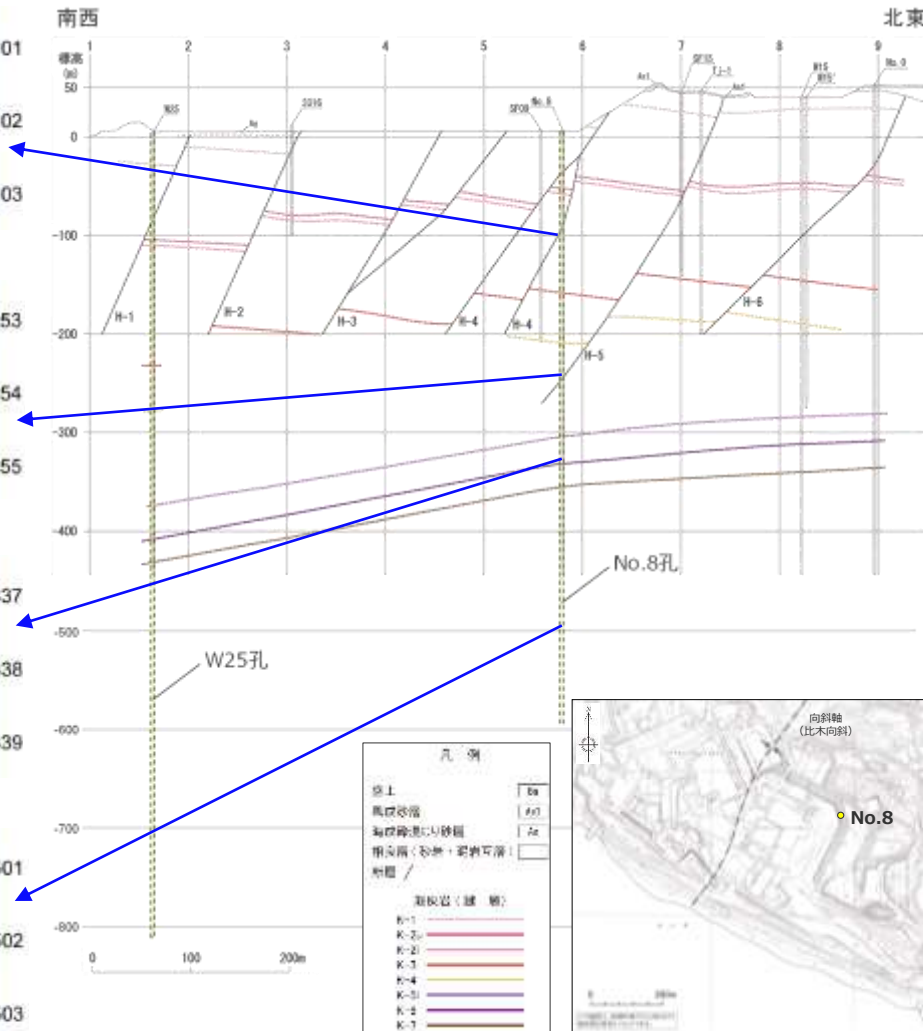
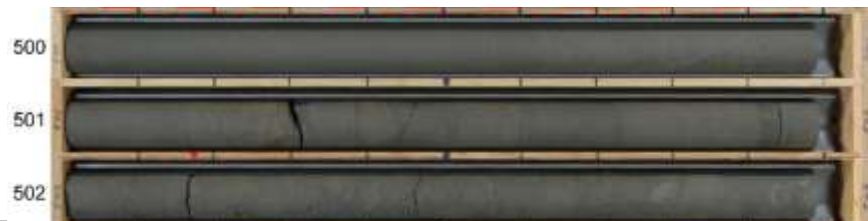
○H-5断層



○K-6凝灰岩層



○深度500m付近



H断層系延伸部の検討 (W25孔)

・ I-Line断面南側のW25孔においても、深度400m以深にH断層系に対応する断層は認められない。

○H-1断層



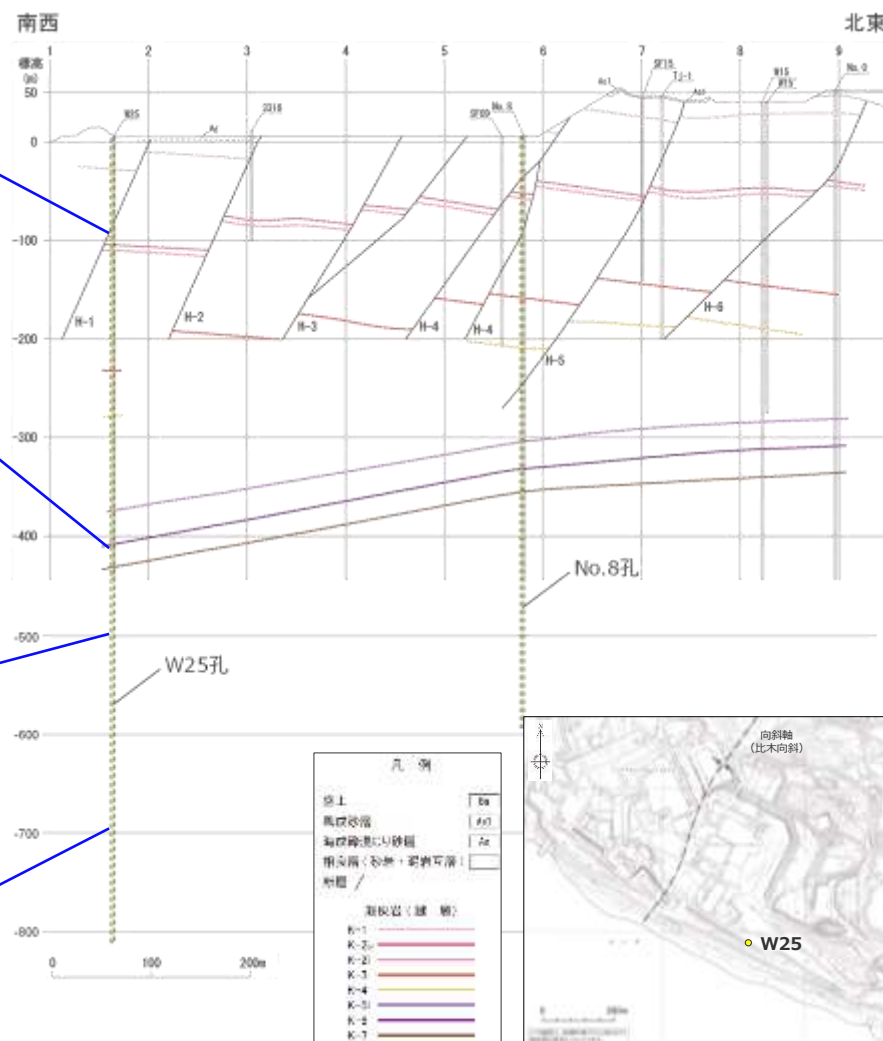
○K-6凝灰岩層



○深度500m付近



○深度700m付近

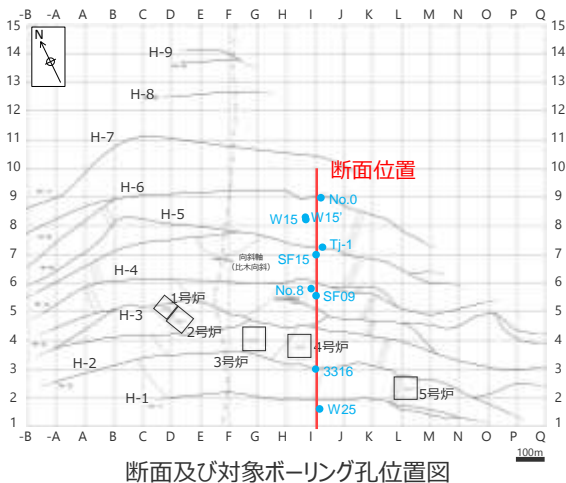
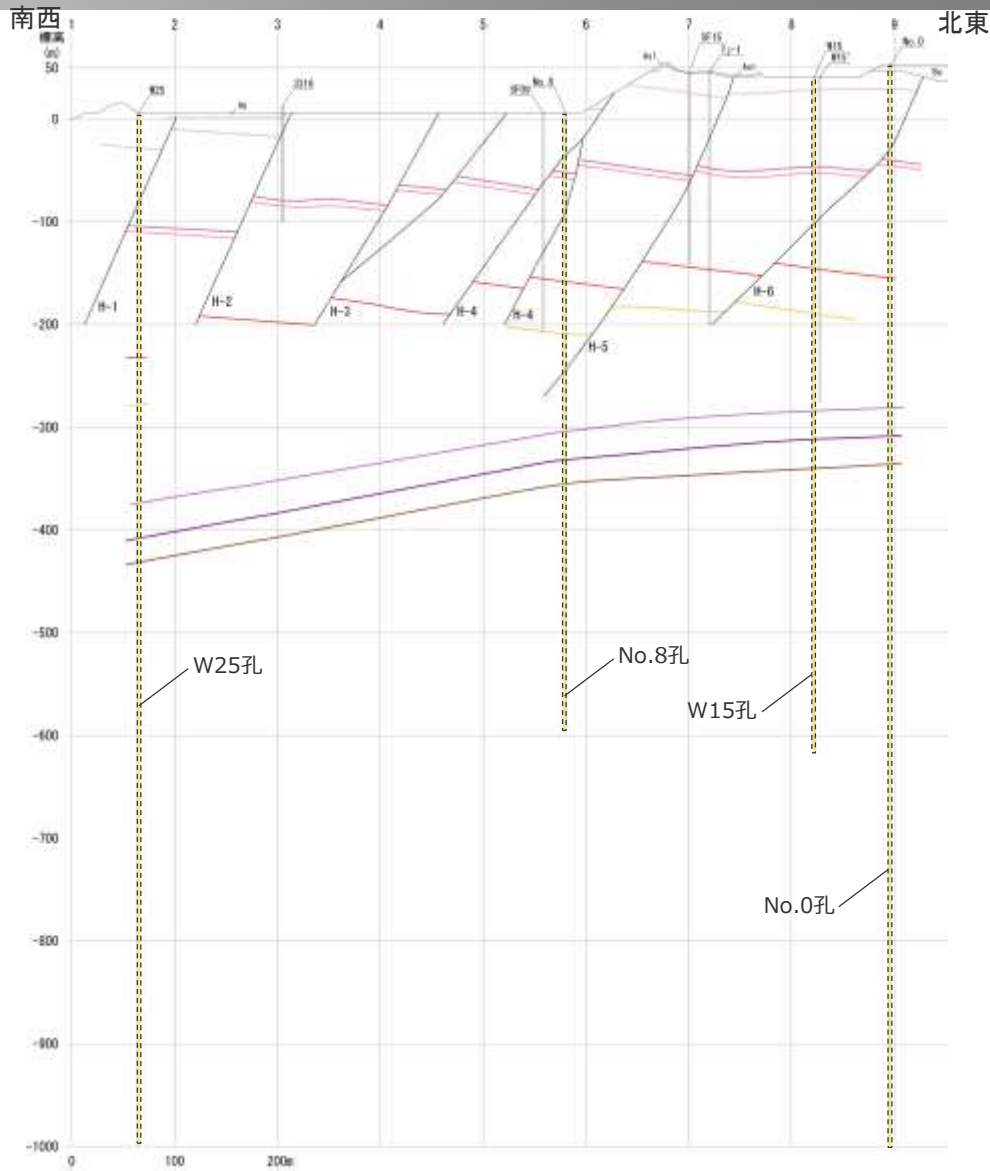


※ボーリング全長の柱状図及びコア写真は、第704回審査会合机上配布資料1 データ集参照。

H断層系の深部への連続性の検討-大深度ボーリング深部の断層の検討-

- H断層系延伸部のボーリングコアにはH断層系に対応する断層は認められなかったものの、検討範囲をI-Line断面の4本の大深度ボーリング（W25, No.8, W15, No.0）の標高-1,000m以浅の範囲に広げ、これらのボーリングに認められる断層がH断層系の性状を有するか検討した。
- 検討は、浅部とは異なり鍵層の落差に関する情報がなくボーリングコア性状のみからの判断となることを踏まえ、まず、ボーリングコアや露頭において見られるH断層系の一般的な性状をもとに、露頭のH断層系において稀にみられる性状も踏まえて、ボーリングコアにおいて想定されるH断層系の性状を検討した。
- 次いで、大深度ボーリングコアに見られる断層が、H断層系の性状を有する「H断層系と同性状の断層」に該当するか否か検討した。また、浅部においてH断層系と選定した断層がもれなくH断層と選定される断層とされているかも確認した。

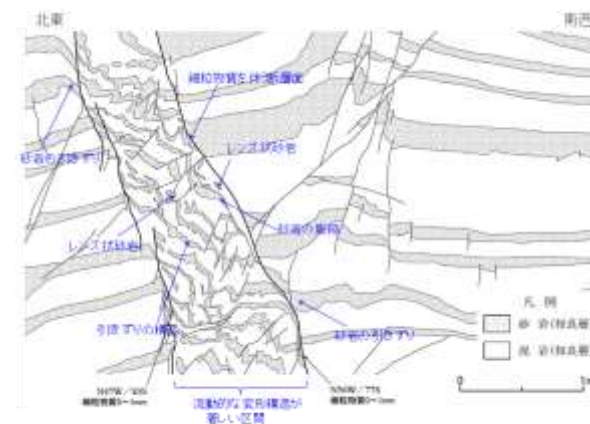
(詳細は補足説明資料 2 及びデータ集 2 参照)



露頭におけるH断層系の性状

【一般的なH断層系の断層性状】

- 細粒物質を伴う断層面が認められる。
- 断層面周辺の砂岩や凝灰岩には、膨縮やレンズ状の構造、明瞭な引きずりなど、流動的な変形構造が認められ、この構造はボーリングコアにおいては不明瞭な層理として確認できる。
- 特に、細粒物質を伴う断層に挟まれた区間（幅数十cm～数m程度）は流動的な変形構造が著しい場合が多い。
- 周囲には小断層が複数分布するが、細粒物質を伴う断層面がこれらの小断層を切っている。



H断層系の一般的特徴 (H-3断層露頭の事例)

【露頭のH断層系において稀にみられる性状】

流動的な変形構造が乏しく、細粒物質を伴う断層に挟まれた区間の幅が狭い箇所、分岐、合流等により細粒物質を伴う断層が不明瞭になる箇所も存在する。

流動的な変形構造が乏しく、細粒物質を伴う断層に挟まれた区間の幅が狭いH断層の例
H-4断層 (40.5m盤(東側))細粒物質を伴う断層が不明瞭なH断層の例
H-5断層 (GTG建屋南側法面(西面))

これらの性状を踏まえ、ボーリングコアにみられる可能性のあるH断層系の性状を幅広く想定

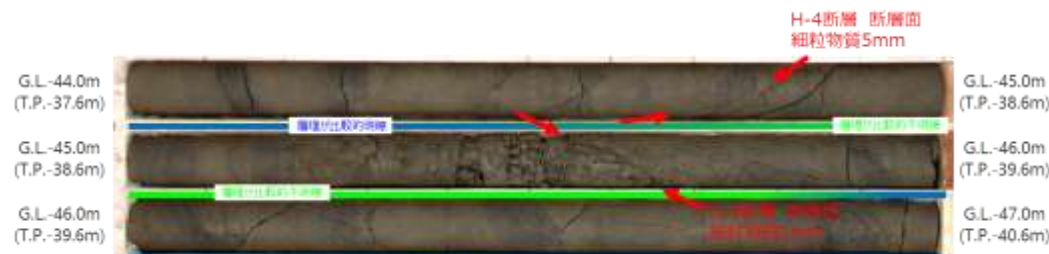
ボーリングコアにおいて想定されるH断層系の性状

H断層系は、ボーリングコアにおいて以下の性状を有するものと想定される。

- 通常2条の高角で明瞭な断層面を有するが、稀に不明瞭な場合がある。
- 断層面に挟まれた部分には流動的な変形構造（不明瞭な層理や層理の急傾斜）が認められる。流動的な変形構造は断層面沿いにも認められるが、稀に乏しい場合がある。
- 近傍に同傾斜の小断層が発達している。
- 断層幅（断層面に挟まれた部分の幅）は、コア長50cm程度以上あるが、稀に幅が小さく、コア長10cm程度の場合がある。

<一般的なH断層系のボーリングコアの例>

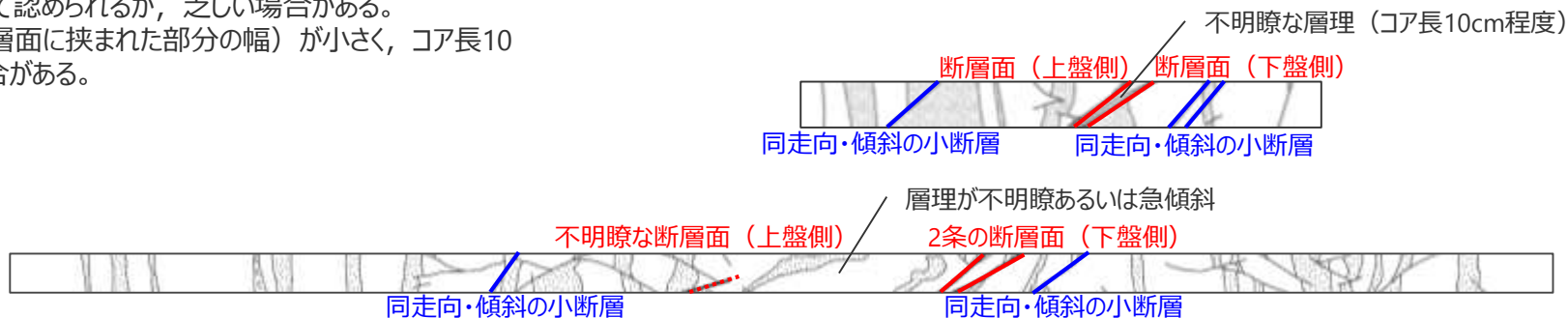
- 細粒物質を伴う高角な2条の断層面が確認できる。
- 細粒物質を伴う高角な断層面に挟まれた区間及びその周辺の層理は健岩部に比べ不明瞭であり、このことは露頭で確認できる砂岩の膨縮やレンズ状の構造、明瞭な引きずりなど、流動的な変形構造に対応する。
- 断層幅（断層面に挟まれた部分の幅）は、一般にコア長50cm程度以上ある。



不明瞭な層理が認められるコアの例（SF03孔 H-4断層）

<露頭のH断層系において稀にみられる性状から想定されるコアの例，前頁露頭スケッチからの推定>

- 断層面は不明瞭な場合がある。
- 流動的な変形構造に対応する部分は不明瞭な層理や層理の急傾斜として認められるが、乏しい場合がある。
- 断層幅（断層面に挟まれた部分の幅）が小さく、コア長10cm程度の場合がある。



H断層系の深部への連続性の検討の具体的な流れ

ボーリングコアにおいて想定される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※。

※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。



I-Line断面の大深度ボーリング孔（W25孔，No.8孔，W15孔及びNo.0孔）に見られる断層について，H断層系の性状を有する「H断層系と同性状の断層」に該当するか否か検討した。

また，浅部においてH断層系と選定した断層がもれなくH断層と選定される断層とされているかも確認した。

次ページ以降にW25孔において検討した結果の例※を示す。

※全ての断層の検討結果については補足説明資料2及びデータ集2に示す。

深部の断層の検討例（流動的な変形構造がみられない） W25孔No.43断層

- K-5～K-7層準以深に分布する断層は、いずれもH断層系の性状を有する「H断層系と同性状の断層」に該当しない。

【柱状図】

- 716.60開離型断層 $\angle 80^\circ$
細粒物質1～3mm
- 716.50-716.72岩片状～粒状
- 717.25断層 $\angle 80^\circ$
細粒物質なし
- 717.58ゆ着型断層 $\angle 45^\circ$
- 717.20-717.65岩片状～柱状

コア長：-

【解釈】

- 717.20～717.35mは、明瞭な断層面は認められず、高角な断層に沿って、コアが不均質に割れており（泥岩礫が砂層中に取り込まれている）、流動的な変形構造は認められない。これらのことから、本断層は幅を持たない小断層および掘削・採取時のコアの乱れによるものと解釈する。
⇒「H断層系と同性状の断層」に該当しない。

【拡大写真】



【コア写真】



深部の断層の検討例（比較的幅が小さい） W25孔No.25断層

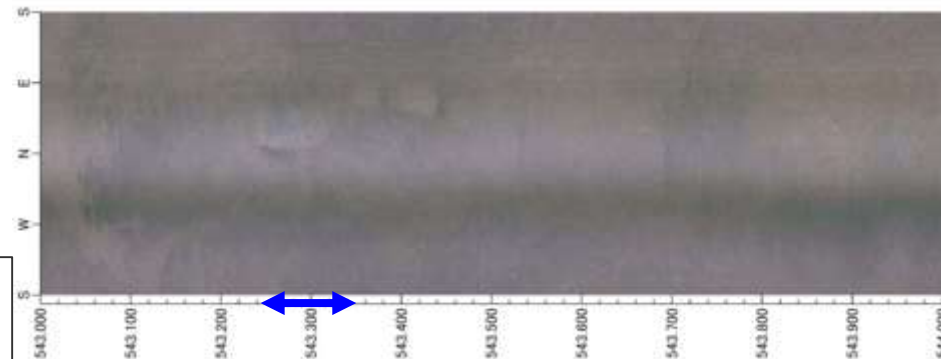
- K-5～K-7層準以深に分布する断層は、いずれもH断層系の性状を有する「H断層系と同性状の断層」に該当しない。

【柱状図】

- 543.30開離型断層 $\angle 75^\circ$
細粒物質0～1mm

- 543.25～543.45粒状

【BHTV画像】



コア長：0.10m（断層幅：0.03m）

【解釈】

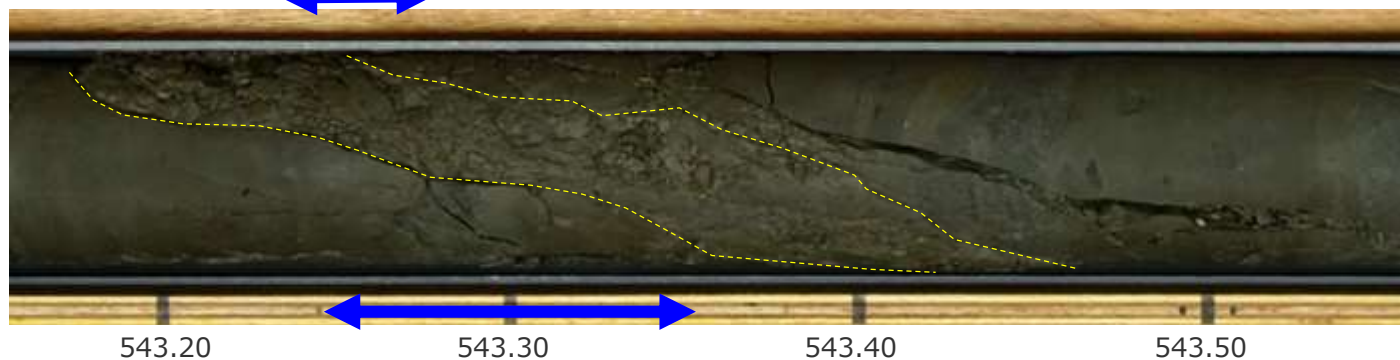
- コアでは、開離型断層が1条と、同断層に沿って、幅20cm程度が粒状との記事となっている。詳細を見ると、高角な断層面に沿って、幅10cm程度の幅が粒状となっており、その周囲は層理面に変形は認められない。
- BHTVでは、画像が不鮮明であり、断層の走向・傾斜は読み取れない。
- 断層幅は3cmと比較的小さい。

⇒「H断層系と同性状の断層」に該当しない。

【コア写真】



【断層部拡大】



浅部における「H断層系と同性状の断層」の例 W25孔No.4断層(H-1断層)

- 浅部に分布するH断層系は、いずれも H断層系の性状を有する「H断層系と同性状の断層」に該当している。

【柱状図】

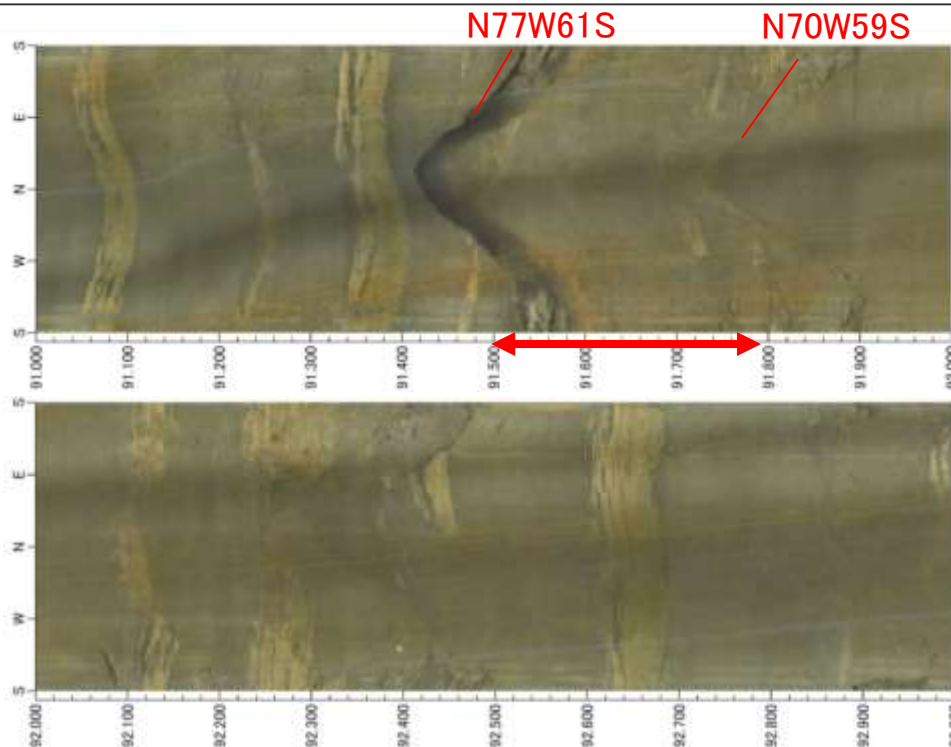
・ 91.20 砂着型断層 $\angle 20^\circ$
・ 91.50 開離型断層 $\angle 50^\circ$ 細粒物質 10～15mm
・ 91.50-91.80 破碎帯
・ 91.45-91.80 岩片状
・ 91.80 開離型断層 $\angle 55^\circ$ 細粒物質 3～4mm
・ 92.05 断層 $\angle 35^\circ$ 細粒物質なし
・ 92.07 断層 $\angle 75^\circ$ 細粒物質なし
・ 92.32 開離型断層 $\angle 75^\circ$ 細粒物質 1mm
・ 92.35 開離型断層 $\angle 50^\circ$ 細粒物質 1mm
・ 92.45 砂着型断層 $\angle 50^\circ$ Rd=5～6cm

コア長：0.30m
(断層幅：0.18m)

【解釈】

- コアでは、開離型断層が2条と、その間が破碎帯・岩片状となっている。
- BHTVでは、EW走向で南傾斜の断層面が2条と、その間の層理が不明瞭となっている。
- 断層幅は18cmと比較的大きい。

⇒「H断層系と同性状の断層」に該当する。

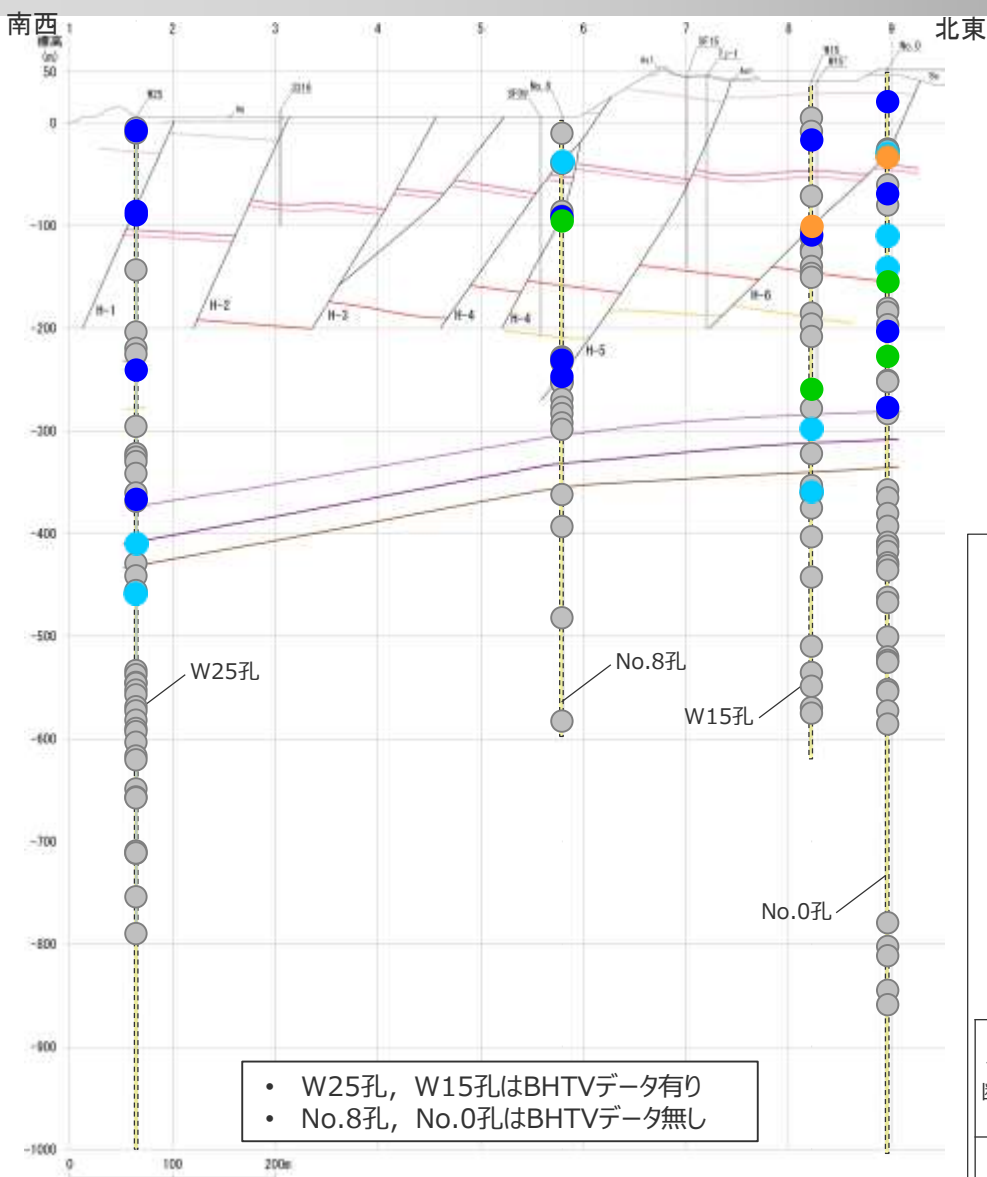


【BHTV画像】

【コア写真】



大深度ボーリングに認められる断層の検討結果



- W25孔, W15孔はBHTVデータ有り
- No.8孔, No.0孔はBHTVデータ無し

- I-Line断面の大深度ボーリングに認められる断層が「H断層系と同性状の断層」に該当するか否かを検討した結果を示す※。なお、該当する場合にはその断層幅の大きさによって色区分して示している。
 - 検討の結果、H断層系の性状を有する「H断層系と同性状の断層」に該当した断層は、いずれも標高-300~-400m付近のK-5~K-7層準付近以浅の断層であり、それ以深の断層は該当しない。なお、K-5~K-7層準付近に見られるH断層系と同性状の幅が小さな断層は、同層準の連続性や反射法地震探査等の結果を踏まえると、H断層系が同層準付近より深部に延伸することを示すものではないと考えられる。
 - 浅部の検討においてH断層に選定した断層は、いずれも本検討において「H断層系と同性状の断層」に該当している。
 - また、断層幅に着目すると、浅部では幅が大きい断層も多いが、深部に行くほど断層幅が小さくなっていき、やがてほとんど幅を持たない断層ばかりとなる。
- ※検討の詳細は補足説明資料2及びデータ集2参照

凡例

盛土 Ba
 風成砂層 As1
 海成礫混じり砂層 As2
 相良層(砂岩・泥岩互層) Aa
 断層 /

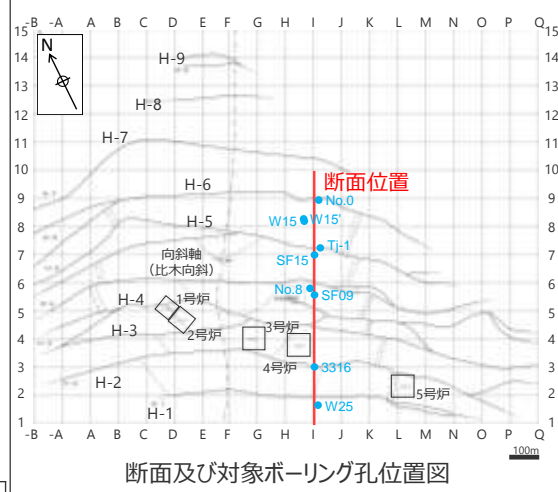
凝灰岩(健層)

K-1
 K-2a
 K-2b
 K-3
 K-4
 K-5a
 K-6
 K-7

断層幅等

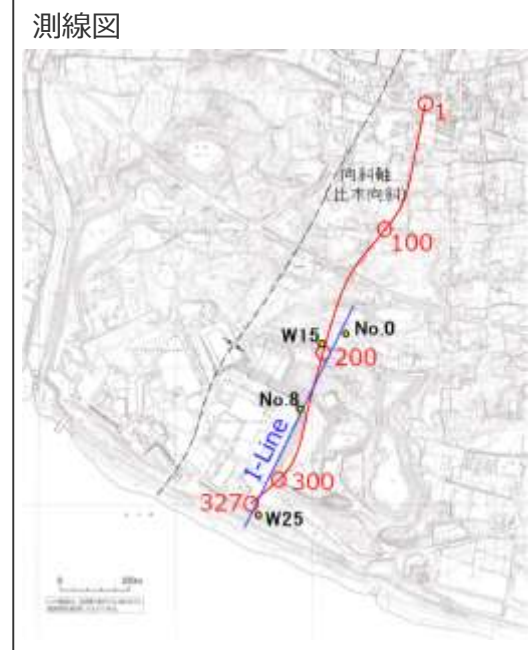
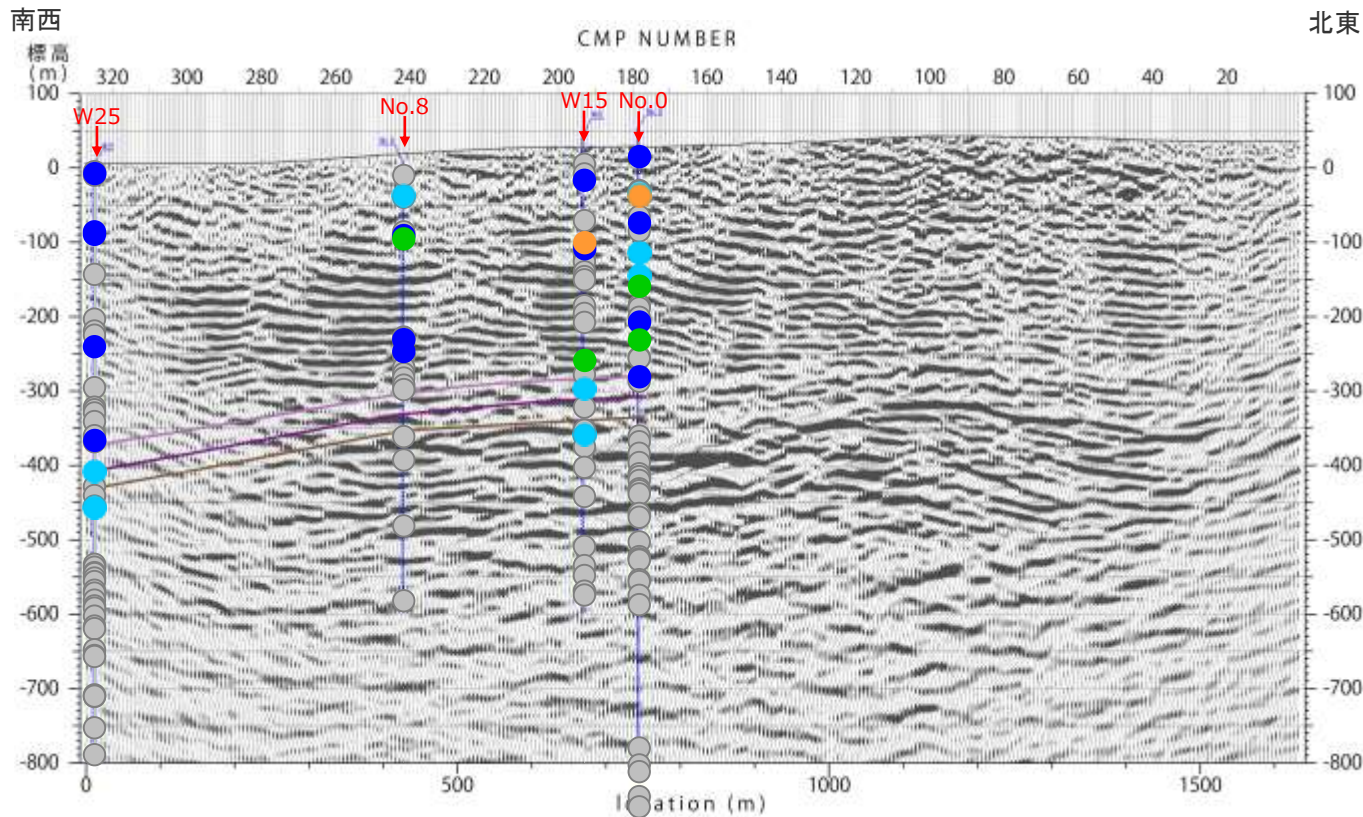
断層等	H断層系と同性状の断層			
	①	②	③	④
10cm	10~	30~	50~	50~
未満	30cm	50cm	100cm	

● ○ ● ○ ● ○ ● ○ ● ○



断層幅と反射法地震探査（R01測線）の対応関係について

- 先ほどの検討結果と反射法地震探査結果との対応関係を見ると、南傾斜の明瞭な不連続面が規則的に認められる浅部では断層の幅も大きいですが、K-7層準付近からそれ以深100~150m程度にあたる比較的連続性の良い強反射面が認められる深度程度以深では、ほとんど幅を持たない断層ばかりとなり幅が大きな断層は認められない。
- 一方、反射法地震探査とボーリング調査（地層の走向変化）との対応の検討の結果（前述）、H断層系により地層に大きな変位が生じていると推定される深度と、地層の後方回転が顕著に生じている深度は、いずれもK-5~K-7層準付近以浅とほぼ一致しており、反射法地震探査による比較的連続性のよい強反射面より浅部に位置する。
- このように、H断層系による地層の変位がほとんど認められなくなる深度と、地層の後方回転がほとんど認められなくなる深度及び幅を有する断層が認められなくなる深度はいずれもK-7層準付近と比較的良く対応しており、H断層系の分布はK-7層準付近より浅部に限られることが推定される。



凡例		断層幅等			
断層等	その他	H断層系と同性状の断層			
		①	②	③	④
凝灰岩 (鍵層)					
K-5					
K-6					
K-7					
	●	●	●	●	●
		10cm 未満	10~ 30cm	30~ 50cm	50~ 100cm

4.3(3) H断層系の深部への連続性に関する検討のまとめ

【検討結果】

(3) H断層系の深部への連続性に関する検討

3e 標高-300～-400m付近の地層の傾斜は大局的な構造と同傾向を示し、大きな変位を受けることなく連続している。

- 大深度ボーリング調査により標高-300～-400m付近に認められるK-5,K-6及びK-7凝灰岩層は、敷地の北東部から南西部にかけて南西に傾斜を増しながら、層間が大きく短縮することなく、深度方向に概ね一定の間隔で分布する。
- 孔壁調査によるK-5,K-6及びK-7凝灰岩層付近の地層の断面方向の傾斜は、鍵層の出現深度より推定される当該凝灰岩層付近の地層の分布の傾向と大きな差異はなく南西傾斜となっている。
- 反射法地震探査によると、K-7凝灰岩層付近からそれ以深100～150m程度かけて南西傾斜の比較的連続性のよい強反射面が認められ、ボーリング調査により推定されるK-5,K-6及びK-7凝灰岩層の分布傾向と整合的である。

3f 標高-300～-400m程度以深において、顕著な地層の短縮は認められず、H断層系と同性状の規模の大きな断層も認められない。

- H断層系の延伸位置において、大深度ボーリングコアに認められる凝灰岩層（K-5～K-7）の層間に顕著な短縮はみられない。
- 大深度ボーリングコアにおいて、標高-300～-400m付近のK-5～K-7層準付近以深にみられる断層はH断層系の性状を有しない。

※検討結果の段落番号は、章末のまとめスライドと対応している。

4.3 敷地深部の地質構造とH断層系のまとめ その1

【検討結果】

(1) 敷地深部の地質構造の把握（地表地質調査及び反射法地震探査）

3a 地表付近の走向傾斜が敷地内では北に開く

- 敷地極近傍地表付近において、大局的には向斜軸は南にプレンジし相良層は向斜軸を中心に南に開いた構造を示すが、敷地北側から敷地前面海域にかけての局所的な範囲においては、向斜軸は北にプレンジし相良層は向斜軸を中心に北に開いた構造を示す。

3b 深部に行くに従い反射面の傾斜が緩くなっていく。

- 反射法地震探査の結果によると、浅部から深部にかけて、反射面の傾斜が緩くなっていく傾向がみられる。

3c 標高-300m程度以浅の反射面は南傾斜の平行する断層群により分断されているのに対し、標高-300～-400m付近には連続性の良い強反射面が認められる。

- 反射法地震探査の結果によると、敷地内から敷地の北側にかけての標高-200～-300m程度以浅において、H断層系と整合的な、南傾斜の断層が平行して複数本認められる。
- 反射法地震探査の結果によると、標高-300～-400m付近にかけて、比較的連続性の良い強反射面が認められる。

(2) 相良層の北に開いた構造に関する検討（大深度ボーリング調査等）

3d 汀線より陸側2km程度の敷地北側から沖合1km程度付近にかけて、標高-200m程度以浅において地層の後方回転が認められる。この後方回転は標高-400m程度にかけて徐々に収束していく。

- 孔壁調査によると、敷地の相良層の走向は、深度方向に遷移的に変化し、標高-400m程度以深の地層は敷地極近傍の大局的な地質構造と整合的な向斜軸を中心にやや南に開いた構造を呈しているのに対し、標高-200m程度以浅の地層は、大局的な構造とは逆傾向の北に開いた構造を呈しており、浅部の地層が後方回転しているものと考えられる。
- 浅部の地層の後方回転は、汀線より陸側2km程度の敷地北側から海域の沖合1km付近にかけて標高-200m程度以浅において推定されるが、少なくとも標高-400m程度以深においては認められない。

(3) H断層系の深部への連続性に関する検討（大深度ボーリング調査）

3e 標高-300～-400m付近の地層の傾斜は大局的な構造と同傾向を示し、大きな変位を受けることなく連続している。

- 大深度ボーリング調査により標高-300～-400m付近に認められるK-5,K-6及びK-7凝灰岩層は、敷地の北東部から南西部にかけて南西に傾斜を増しながら、層間が大きく短縮することなく、深度方向に概ね一定の間隔で分布する。
- 孔壁調査によるK-5,K-6及びK-7凝灰岩層付近の地層の断面方向の傾斜は、鍵層の出現深度より推定される当該凝灰岩層付近の地層の分布の傾向と大きな差異はなく南西傾斜となっている。
- 反射法地震探査によると、K-7凝灰岩層付近からそれ以深100～150m程度かけて南西傾斜の比較的連続性のよい強反射面が認められ、ボーリング調査により推定されるK-5,K-6及びK-7凝灰岩層の分布傾向と整合的である。

3f 標高-300～-400m程度以深において、顕著な地層の短縮は認められず、H断層系と同性状の規模の大きな断層も認められない。

- H断層系の延伸位置において、大深度ボーリングコアに認められる凝灰岩層（K-5～K-7）の層間に顕著な短縮はみられない。
- 大深度ボーリングコアにおいて、標高-300～-400m付近のK-5～K-7層準付近以深にみられる断層はH断層系の特徴を有しない。

※検討結果の段落番号は、章末のまとめスライドと対応している。

4.3 敷地深部の地質構造とH断層系のまとめ その2

【検討結果（前頁 まとめ その1 抜粋再掲）】

(1) 敷地深部の地質構造の把握（地表地質調査及び反射法地震探査）

3a 地表付近の走向傾斜が敷地内では北に開く

3b 深部に行くに従い反射面の傾斜が緩くなっていく。

3c 標高-300m程度以浅の反射面は南傾斜の平行する断層群により分断されているのに対し、標高-300~-400m付近には連続性の良い強反射面が認められる。

(2) 相良層の北に開いた構造に関する検討（大深度ボーリング調査等）

3d 汀線より陸側2km程度の敷地北側から沖合1km程度付近にかけて、標高-200m程度以浅において地層の後方回転が認められる。この后方回転は標高-400m程度にかけて徐々に収束していく。

(3) H断層系の深部への連続性に関する検討（大深度ボーリング調査）

3e 標高-300~-400m付近の地層の傾斜は大局的な構造と同傾向を示し、大きな変位を受けることなく連続している。

3f 標高-300~-400m程度以深において、顕著な地層の短縮は認められず、H断層系と同性状の規模の大きな断層も認められない。

※検討結果の段落番号は、章末のまとめスライドと対応している。

【評価】

上記調査結果より、H断層系について以下の通り評価する

- 敷地北側から前面海域にかけての標高-300~-400m程度以浅において、地層の後方回転が生じている。（検討結果3a,3b,3d）
- 標高-300~-400m程度の地層は大きな変位を生じることなく連続しており（検討結果3c,3e）、幅の大きい断層は標高-300~-400m程度以浅に限り認められ、それ以深には、落差が大きくH断層系と同性状の断層は認められない（検討結果3f）。
- したがって、H断層系は標高-300~-400m程度より深部に連続しない。また、地層の後方回転が認められなくなる深度、地層の変位がほとんど認められなくなる深度及び幅の大きい断層がほとんど見られなくなる深度は比較的良く対応している。これらのことから、H断層系は敷地から前面海域の浅部にかけて分布し深部まで連続しない。

H断層系は、いずれも、東西走向の南に開いた緩い弧状を呈し等間隔で並走する南傾斜で南落ちのほぼ同じ落差を持つ正断層で、露頭における断層面周辺の構造、ブロック試料及び薄片における断層面及びその近傍の構造等の詳細な性状は類似しており、断層の細粒物質の鉱物組成等にも類似性が認められる（分布形態、性状の類似性）。そして、その性状には流動的な変形構造を呈し破碎を示す構造は認められないことなどから、H断層系は相良層堆積後の未固結～半固結の時代に形成され、相良層が固結して以降新たな活動は生じていないものと考えられる（形成時代の同時性）。

H断層系は、汀線より陸側約1.5kmの敷地北側から沖合約600mにかけて分布が確認されており、少なくとも沖合2km程度より遠方には分布していない。深部方向への連続性についてみると、標高-300～-400m程度に分布する凝灰岩層は大きく層間を短縮することなく連続しているものと推定されること、反射法地震探査においてもほぼ同層準に比較的連続性のよい強反射面が認められること、同層準付近以深にはH断層系と同一の性状を有する断層は認められないことから、同層準付近より深部まで連続しないものと推定される。一方、H断層系が確認されている範囲と概ね対応した汀線より陸側2km程度から沖合1km程度にかけて標高-200m程度以浅の地層には後方回転が認められる。この後方回転は少なくとも標高-400m程度以深においては認められなくなり、H断層系による地層の変位がほとんど認められなくなる深度や浅部では多く見られた幅の大きな断層がほとんど見られなくなる深度と比較的良く対応している。これらのことから、H断層系は敷地から前面海域の浅部にかけて分布し深部まで連続しないものと推定される（分布範囲の局所性）。

このように、H断層系は分布形態・性状の類似性、形成時代の同時性及び分布範囲の局所性が認められ、同時代に同一の局所的な応力場により形成されたものと考えられることから、同一の地質学的場で形成された同じ系列に属する一連の断層群として評価する。

4.1～4.3のまとめ（H断層系を一連の断層群とする検討・評価の関連）



分布・性状等の検討結果

4.2(1) 露頭等の観察結果

- 2a 断層面周辺には流動的な変形構造が認められる。
- 2b 断層面はうねっており、平面的ではない。
- 2c 断層面及びその近傍において、破碎を伴う活動様式は認められない。

4.2(2) 試料分析・測定結果

- 2d 各断層・母岩とも鉱物組成は非常によく類似。
- 2e 各断層の細粒物質は、粒度・円磨度ともに差異はなく、顕著な細粒化や円磨は認められない。

4.1(1) 陸域（ボーリング・露頭）における検討

- 1a 東西走向の南傾斜で南落ちの正断層で、ほぼ同じ傾斜及び落差を持つ。
- 1b ほぼ同じ間隔で並走する。
- 1c 向斜軸部付近を中心に南に開いた緩い弧状を呈す。

4.1(1) 陸域（ボーリング・露頭）における検討

- 1d 汀線より陸側約1.5kmの敷地北側から沖合約600mにかけて分布が確認されている。

4.1(2) 海域におけるH断層系の分布範囲の調査結果（海上音波探査）

- 1e 少なくとも沖合2km程度より遠方には分布しない。

4.3(1) 敷地深部の地質構造の把握（地表地質調査及び反射法地震探査）

- 3a 地表付近の走向傾斜が敷地内では北に開く。
- 3b 深部に行くに従い反射面の傾斜が緩くなっていく。

4.3(2) 相良層の北に開いた構造に関する検討（大深度ボーリング調査等）

- 3d 汀線より陸側2km程度の敷地北側から海域の沖合1km程度付近にかけて、標高-200m程度以浅において地層の後方回転が認められる。この后方回転は標高-400m程度にかけて徐々に収束していく。

4.3(1) 敷地深部の地質構造の把握（地表地質調査及び反射法地震探査）

- 3c 標高-300m程度以浅の反射面は南傾斜の平行する断層群により分断されているのに対し、標高-300～-400m付近には連続性の良い強反射面が認められる。

4.3(3) H断層系の深部への連続性に関する検討（大深度ボーリング調査）

- 3e 標高-300～-400m付近の地層の傾斜は大局的な構造と同傾向を示し、大きな変位を受けることなく連続している。

4.3(3) H断層系の深部への連続性に関する検討（大深度ボーリング調査）

- 3f 標高-300～-400m程度以深において、顕著な地層の短縮は認められず、H断層系と同性状の規模の大きな断層も認められない。

分布・性状等による評価

相良層堆積後の未固結～半固結の時代に形成された。

性状（露頭観察結果、含有鉱物等）に類似性が認められる。
相良層固結以降の活動はない。

分布形態(走向,傾斜,センス,変位量)に類似性が認められる。

敷地北側から前面海域にかけての限られた範囲に分布するものと推定される。

敷地北側から前面海域にかけての標高-300～-400m程度以浅において、地層の後方回転が生じている。

幅の大きい断層は標高-300～-400m程度以浅に限り認められる。

標高-300～-400m程度の地層や反射面は連続している。

標高-300～-400m程度以深には、落差が大きくH断層系と同性状の断層は認められない。

地層の後方回転が認められなくなる深度、地層の変位がほとんど認められなくなる深度及び幅の大きな断層がほとんど見られなくなる深度は比較的良く対応している。

H断層系は標高-300～-400m程度より深部に連続しない。

敷地北側から前面海域の浅部にかけて分布し深部まで連続しない。

H断層系は同一の地質学的場で形成された同じ系列に属する一連の断層群である。

4.4

H断層系の形成要因

【検討内容】

『同一の地質学的場で形成された同じ系列に属する一連の断層群』について、敷地近傍及び敷地深部の調査結果を踏まえ考察し、H断層系は浅部の堆積物のすべりに伴い、すべり移動体内に形成された正断層群であると考えられることを示す。

【検討の流れ】

- ・ 並走する同傾向の正断層群を形成させるような地質学的場の検討。
- ・ 敷地深部及び敷地近傍調査結果等を踏まえ、上記構造からの絞り込み。
- ・ 絞り込まれた主構造の知見の把握。
- ・ 上記知見と、敷地内の地質・地質構造が合致するかの確認。

(1)

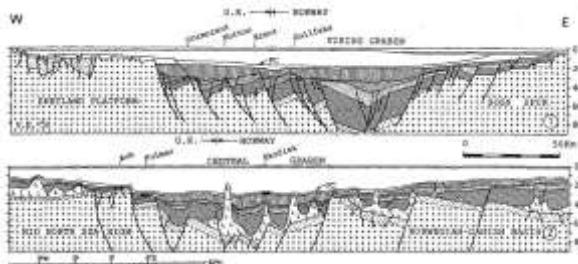
正断層群形成に関する知見と 敷地周辺の地質構造

【検討内容】

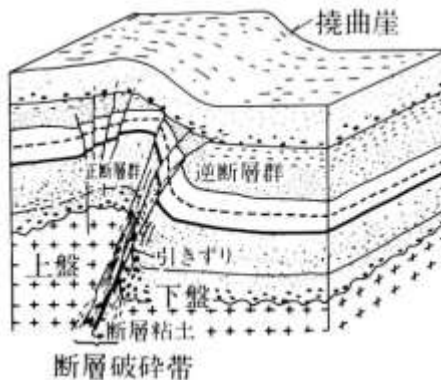
並走する同傾向の正断層群を形成させるような構造に関する知見と、敷地深部及び敷地近傍の調査結果から、H断層系の形成要因となる地質学的場を検討する。

並走する同傾向の正断層群を形成させるような構造

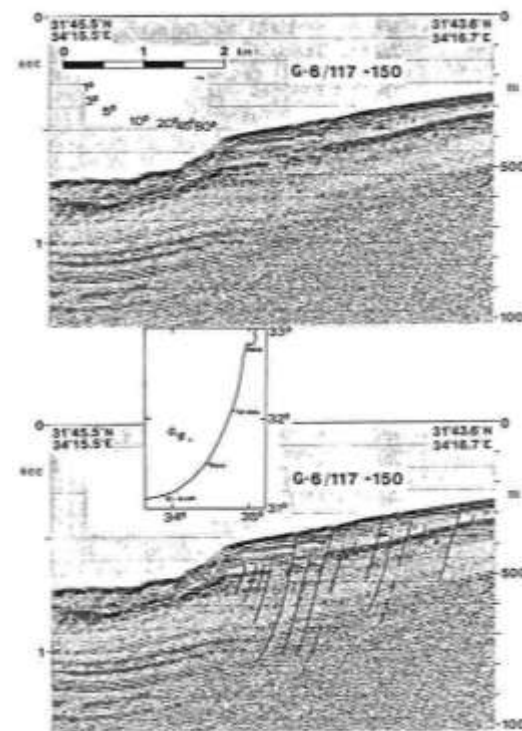
- 並走する同傾向の正断層群は次のような地質学的場において形成されるとの知見がある。



テクトニックな要因（リフティング等）により形成される正断層群
(齊藤ほか (1991))



撓曲や逆断層の上盤側に生ずる正断層群
(活断層研究会 (1991))



地すべり移動体内で生ずる正断層群
(Almagor and Gurfunkel(1979))

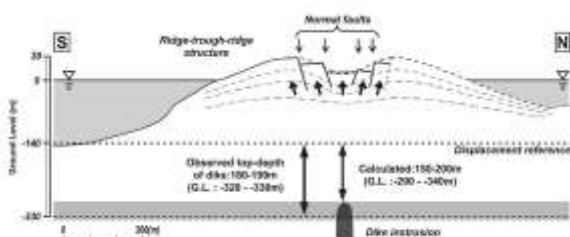
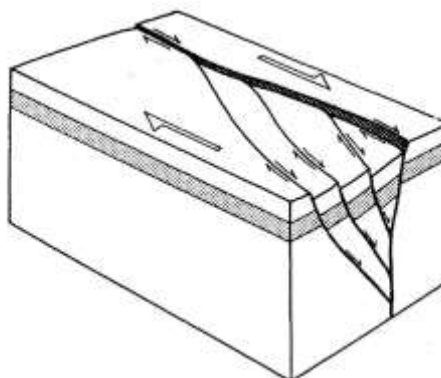
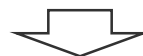


図10 新島および燃島断層系の形成プロセス概念図

火山のマグマ貫入に伴う表層の引張場により形成される正断層群
(吉永ほか (2009))



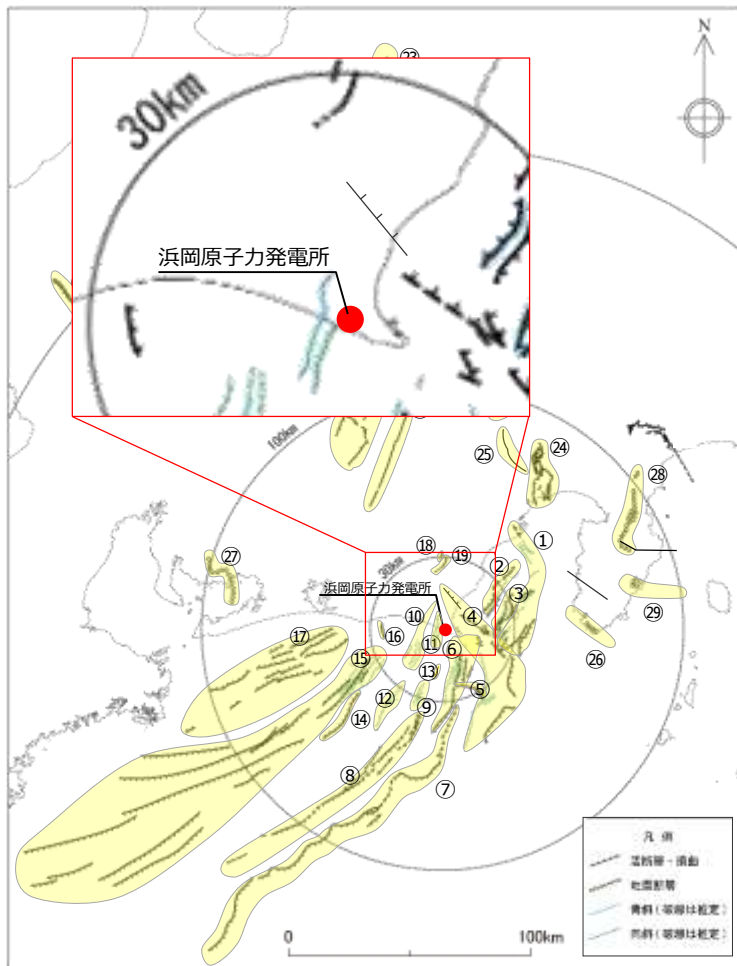
横ずれ断層のフラー構造に伴う正断層群
(谷ほか (1997))



敷地近傍・敷地深部の地質構造調査結果を踏まえ、H断層系形成に関する地質学的場について検討する。

敷地周辺の活断層及び火山

- 敷地周辺の活断層調査結果によると、敷地近傍には、H断層系と近接し、走向がH断層系と同傾向の活断層、活撓曲等は認められない。
- なお、敷地の褶曲構造（比木向斜）を含む「A-17グループ」は、「震源として考慮する活断層」とは考えられないものの、審査コメントを踏まえて、より慎重に評価することとし、上載地層が存在しない範囲を「A-17断層」として「震源として考慮する活断層」と評価している。
- また、敷地及び敷地周辺は火山フロントから離れており火成活動が見られない地域である（中野ほか（2013））。



No	活断層の名称	活断層長さ (km)	対応する断層の名称
①	根古屋海脚東縁・石花海堆東縁の断層帯	62.6	根古屋海脚東縁の断層帯 (A-31,A-26,S-18,A-27), 石花海堆東縁の断層帯 (北部セグメント) (F-35,A-28,A-29,S-17,A-10), 石花海堆東縁の断層帯 (南部セグメント) (F-28,A-1,F-19,F-27)
②	石花海海盆内西部の断層帯	26.4	F-17,F-26,F-32,F-33,A-9,S-1,S-16
③	石花海海盆内東部の断層帯	23.4(21.7)	F-1,F-2,F-3,F-4,F-18,F-34,A-11,A-12,F-36,F-37,S-22
④	御前崎海脚東部の断層帯・牧ノ原南稜の断層	86.3 (72.6)	御前崎海脚東部の断層帯 (北部セグメント (F-6,F-7,F-8,F-5,F-39,F-40,F-41,F-44,A-32,A-33,A-30,A-38), 南部セグメント (F-29,F-30,A-21,A-22,A-34,A-35,S-9)), 牧ノ原南稜の断層
⑤	F-12断層	16.0	F-12,F-24
⑥	御前崎海脚西部の断層帯	46.9(40.2)	A-13,A-19,A-3,F-9,A-20,S-3,F-14,F-23,F-22,F-21, 活断層研究会(1991)の断層, F-20,F-43,F-45,F-46,F-47,A-36,S-21, 及び御前崎台地～御前崎南方沖の褶曲群
⑦	東海断層系	156.9	東海断層系
⑧	小台場断層系	109.5	小台場断層系
⑨	A-4断層	12.1	A-4,S-12,活断層研究会(1991)の背斜構造
⑩	A-5・A-18断層	31.0(11.5)	A-5,S-11,S-10,A-18グループ
⑪	A-17断層	15.7	A-17グループ
⑫	A-6断層	22.4	A-6,活断層研究会(1991)の背斜構造
⑬	A-41断層	7.0	A-41
⑭	天竜海底谷に沿う断層	26.1	天竜海底谷に沿う断層
⑮	遠州断層系	173.7	遠州断層系, A-7,A-8,S-4,S-13,S-14,S-15
⑯	F-16断層	7.1	F-16
⑰	渥美半島沖の断層	76.8	荒井ほか(2006)の渥美半島沖断層群に関連する断層, 鈴木(2010)等の遠州灘撓曲帯
⑱	杉沢付近のリニアメント・変位地形	2.6	杉沢付近のリニアメント・変位地形
⑲	大島付近のリニアメント・変位地形	8.7	大島付近のリニアメント・変位地形
⑳	濃尾断層帯	約76	濃尾断層帯
㉑	中央構造線北端部	54	中央構造線北端部
㉒	伊那谷断層帯	約79	伊那谷断層帯
㉓	糸魚川－静岡構造線活断層帯	約158	糸魚川－静岡構造線活断層帯
㉔	富士川河口断層帯	約26以上	富士川河口断層帯
㉕	身延断層	約20	身延断層
㉖	石廊崎断層	約20	石廊崎断層
㉗	深溝断層	約22	深溝断層
㉘	北伊豆断層帯	約32	北伊豆断層帯
㉙	稻取断層帯	約23	稻取断層帯

敷地周辺の応力場（広域の地殻変動）

- 国土地理院（1997）による1883年～1994年の中部・近畿地方の地殻歪によると、敷地周辺は概ね北西－南東方向の圧縮歪が卓越する圧縮場であり、東西走向の正断層が形成されるような応力場ではない。



国土地理院（1997）に一部加筆

4.4(1) 正断層群形成に関する知見と敷地周辺の地質構造のまとめ

【検討結果】

(1) 正断層群形成に関する知見と敷地周辺の地質構造

- 4a 断層活動や火山活動，地すべりに伴い正断層群が形成されるとの知見がある。
- ・ 並走する同傾向の正断層群は，他の断層活動や火山活動，地すべりといった地質学的場において形成されるとの知見がある。
- 4b 敷地近傍にはH断層系との関連が想定される火山活動や活断層は認められない。
- ・ 敷地近傍には，H断層系と近接し，走向がH断層系と同傾向の活断層，活撓曲等や火山活動は認められない。
 - ・ 敷地周辺は，概ね北西－南東方向の圧縮歪が卓越する。

※検討結果の段落番号は，章末のまとめスライドと対応している。



【考察及び詳細調査の方針】

- ・ H断層系は他の断層活動や火山活動に伴い形成された構造ではなく，H断層系形成に係る地質学的場としては，地すべりである可能性が高いと考えられることから，地すべりに関する知見を収集し→4.4(2)，その特徴と調査結果を踏まえ，敷地深部において地すべり面と考えられる構造が存在するか検討を行う→4.4(3)。

(2)

地すべりに関する知見

【検討内容】

H断層系の形成要因の可能性が高い地すべりについて、知見を収集する。

知見(その1) すべり面と層理面について

- 層理面は、地層の境界面であり連続性が良い上に、構成物質の分離面として重要な役割を果たすとされており、単一あるいは複数の層理面や層面すべりにより地すべりが生じた事例が報告されている。(各文献の詳細は、第704回審査会合資料1-3 参考資料参照。)

日本地すべり学会(2013)

- 地すべり面の特徴に着目した分類の総論として、藤田(2002)がすべりの発生・運動を規制あるいは促進させる地質構造の要因をまとめた「地すべりの地質構造規制」の中で、層理面、断層面、層面片理面、節理面は、すべり面と密接に関係し、特に層理面は、地層の境界面であり連続性がよい上に、構成物質の分離面として重要な役割を果たしている。

阿部ほか(2006)

- 東北地方～中越地方の第三紀層分布域における地震に伴うすべり面の形成について考察し、地すべりの多くが互層の層理面に沿った流れ盤の岩盤地すべりであり、層理面がすべり面に転化する理由として、層理面のせん断抵抗角が相対的に低く、連続性に富み直線的であることを挙げている。

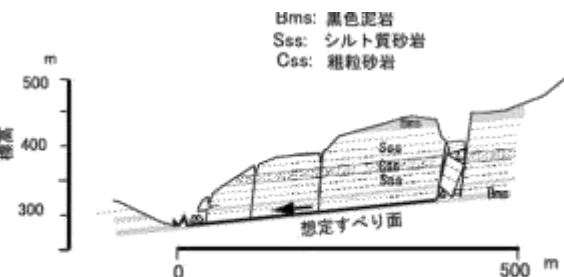


図-6 2004年新潟県中越地震による一ツ峰沢の地すべりの推定断面図(高橋ほか(2005))

野崎(2008)

- 2007年新潟県中越沖地震による斜面崩壊調査において、層理面沿いの岩盤変位現象を多く確認し、聖ヶ鼻地区の斜面崩壊は過去の層面断層あるいは層理面を利用して発生したとし、椎谷鼻地区の斜面崩壊は数mの間隔をおいた複数の層理面(あるいは既往の層面断層)をすべり面として発生したとしている。

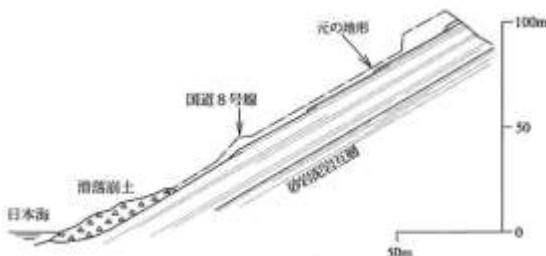


図-3 聖ヶ鼻Aブロック模式断面図

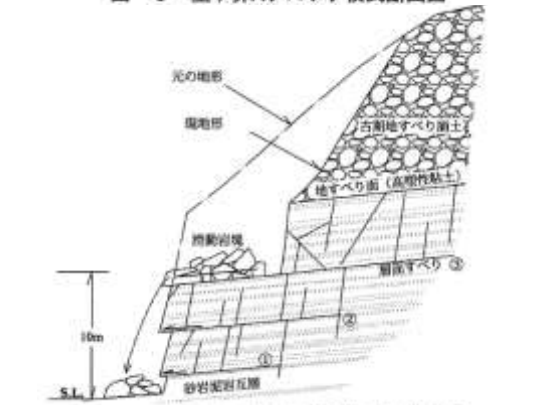


図-5 2007地震による椎谷鼻崩壊斜面の模式断面図

野崎ほか(2015)

- 2008年岩手・宮城内陸地震時に発生した岩盤地すべりについて、既往の層面断層およびシーティング節理がすべり面となったものとし、層理面に沿った複数のほぼ直線的なすべり面を推定している。

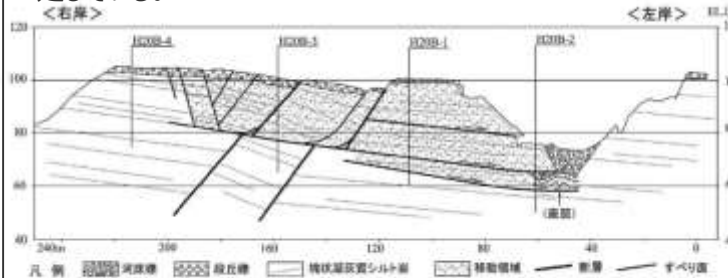


図-9 岩盤変位部の地質断面図

国土技術政策総合研究所・土木研究所(2006)

- 2004年中越地震による塩谷神沢川地すべりについて、地すべり斜面はシルト粘土、強風化泥岩、破碎泥岩、泥岩、砂岩・泥岩互層から成り、数枚のすべり面が推定され、斜面中下部ではほぼ層理面沿いに存在するとしている。

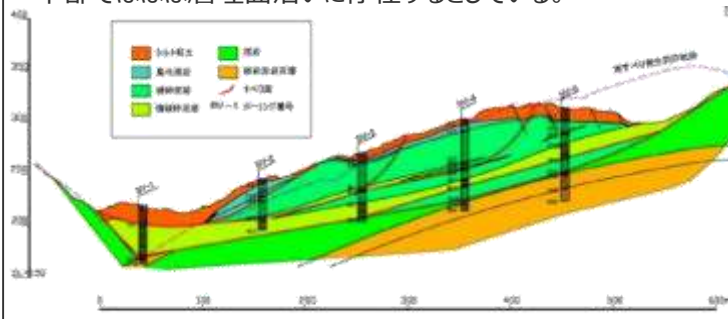


図-20 塩谷神沢川地すべり主観線地質断面図

知見(その2) 地すべりの形態について

- 海底地すべりが発生する前の地形的特徴として、斜面堆積物に正断層が認められる場合がある。また、向斜軸のプランジと斜面の傾斜方向が、流れ盤の関係となる開いた向斜軸部に、地すべりが形成される場合がある。(各文献の詳細は、第704回審査会合資料1-3 参考資料参照。)

川村ほか(2017)

- 海底地すべりの形態的特徴は、地形的特徴から一般的に、馬蹄形の窪地によって特徴付けられる滑落ドメイン(headwall domain)、斜面方位に傾斜した軸をもつ横臥褶曲や等斜褶曲が見られる移動ドメイン(translational domain)、短縮変形による凸型地形によって特徴づけられる先端ドメイン(toe domain)に分かれる(図のA)が、南海付加体では移動ドメインや先端ドメインが見られないことが多いとしている。
- また、海底地すべりが滑り落ちる前の地形的特徴として、斜面堆積物に正断層が認められたり、先端部に圧力隆起部が発達したり、上部には開口亀裂が発達する場合があるとしている(図のB)。

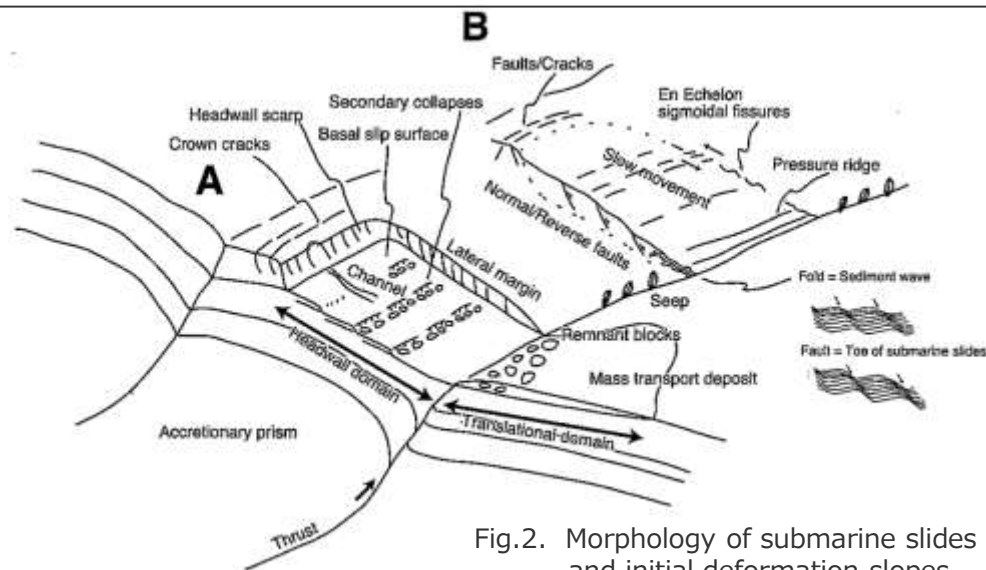


Fig.2. Morphology of submarine slides and initial deformation slopes.

田中ほか(2007)

- 岡山県西部の三畳系成羽層群で多発する地すべりは、褶曲した層理面に規制されることが特徴的であると、移動体の移動方向が層理面の傾斜方向である「同斜構造型」と向斜軸のプランジと斜面の傾斜方向が流れ盤の関係となる開いた向斜軸部に形成される「向斜軸型」の二つのタイプが存在するとしている。

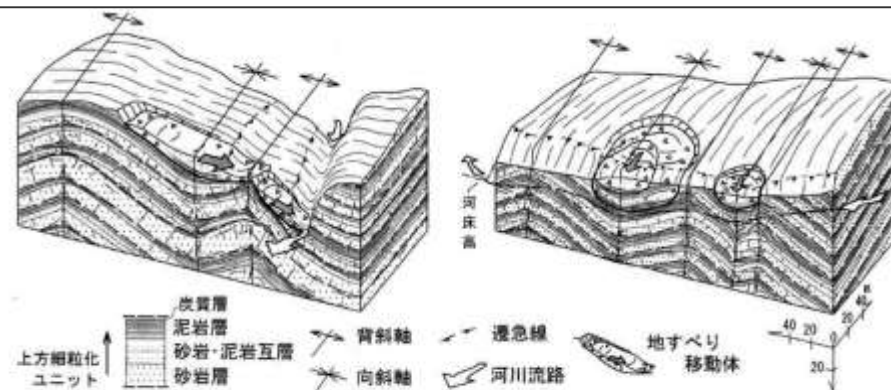


図-12 褶曲構造に規制される2つのタイプの成羽層群地すべり(左は「同斜構造型」、右は「向斜軸型」である)

知見(その3) 地すべり移動体内の構造について

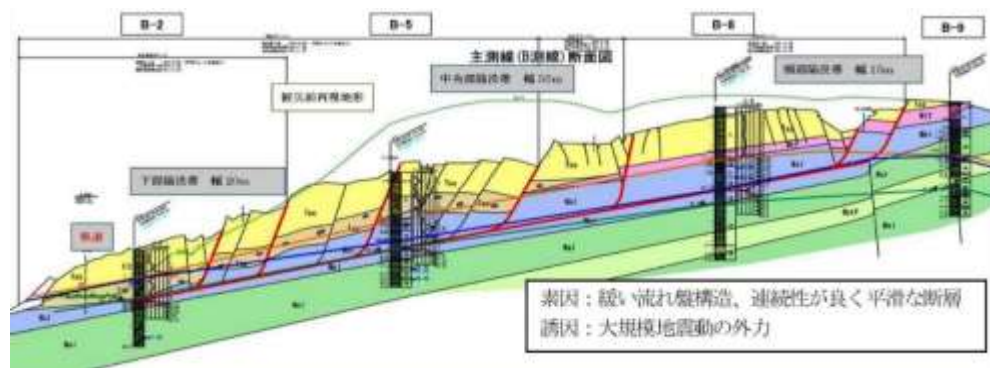
- 地すべり移動体内に平行な正断層群が生じ、地層が後方回転するとの知見がある。(各文献の詳細は、第704回審査会合資料1-3 参考資料参照。)

横田ほか(2015)

- 地すべり移動体頭部では通常展張帯となり、並進地すべりでは高角な開口クラック、回転すべりではリストラック正断層となり、移動体は山側に傾斜する。複数のリストラック正断層がほぼ平行に形成されて断層群を成すことも多く、既存割れ目に沿った引張破壊が主体になりブロック化や破碎が生じるとしている。

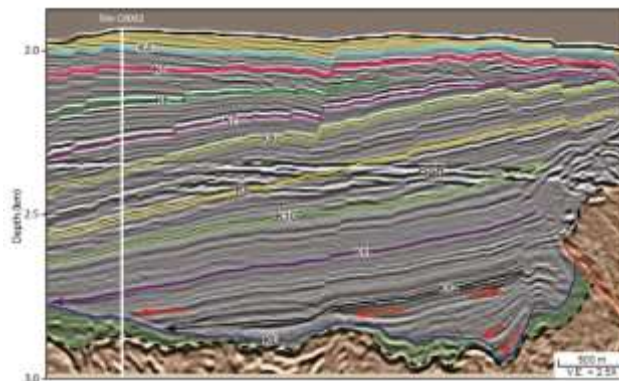
渡邊・中濱(2013)

- 2011年4月に福島県で発生した地震による、県道いわき石川線の地すべりについて、新第三紀の泥岩・凝灰岩中の層面断層が地すべりの地質要因となったとし、移動体内部に平行な正断層群や地層の後方回転を解釈している。



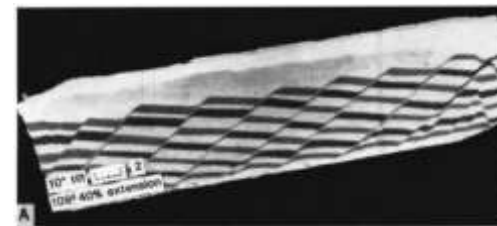
Moore et al.(2015)

- 南海トラフ熊野灘沖の前弧海盆中の音波探査記録において、陸側に低角度で傾斜する堆積構造中に、同じく陸側に高角度傾斜する平行な正断層群が推定される。



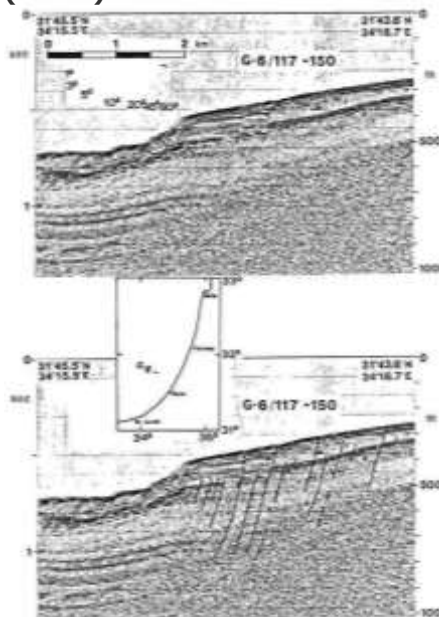
McClay and Ellis(1987)

- 砂箱実験により、引張場における断層の形成現象の再現を試み、平行な正断層群が生じ地層の後方回転が見られたとしている。



Almagor and Garfunkel(1979)

- イスラエル沖の大陸縁辺部の海底地すべりの調査を行い、鮮新世～第四紀の厚い堆積物中に、回転性のスランプ地すべりを確認し、大陸斜面下部の海底下数百mの深さまでほぼ平行に正断層群が存在するが、深部では不明瞭になると解釈している。



知見(その4) すべり面付近の構造について

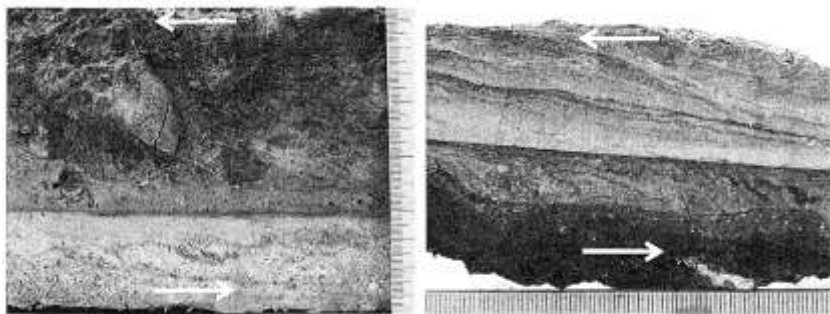
- すべり面の露頭観察の事例によると、すべり面は暗色の薄層として認識され、塑性流動した変形組織が確認できるとの事例がある。(各文献の詳細は、第704回審査会合資料1-3 参考資料参照。)

横田ほか(2015)

- 地すべり移動体において、地すべり面ではせん断破壊が主要な破壊様式になり、すべり面付近にせん断帯が形成されるとしている。

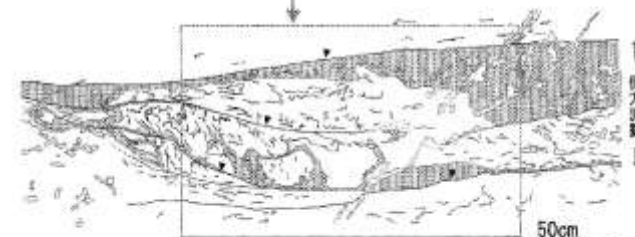
日本地すべり学会 (2013)

- 実際に確認された地すべり面についていくつか事例を紹介するなかで、第三紀層地すべりのすべり面の写真を示し、本地すべり面について、主変位せん断面(写真の厚さ数mmの暗色の薄層)と、その下位に発達する塑性流動した変形組織が確認できるとしている。



下総台地研究グループ (2010)

- 茨城県南東部の行方台地に分布する更新統において、推定旧地表面から深度10m~12mの下位の累層に液状化・側方流動した痕跡(液状化・流動化層)及び、その上位層が小断層群を伴って破壊した現象を確認し、液状化・流動化層中に、暗色の厚さ1~5mmの複数の境界面を認め、これを側方流動による境界面と推定している。



礫状相
 レンズ状褐色シルト
 白色泥状クラック
 すべり面

撮影時 側方流動のスケッチ・写真 写真はスケッチ作成時より露頭面を数cm厚削して撮影。
 Fig.8 Sketch and photograph of lateral flow. The photograph was taken after taking the surface away by 2-3cm thick.

知見(その5) 流動層によるすべりについて

- 正断層群の形成と、底部の流動層の存在あるいはすべりとを関連付けている知見がある。(各文献の詳細は、第704回審査会合資料1-2 補足説明資料参照。)

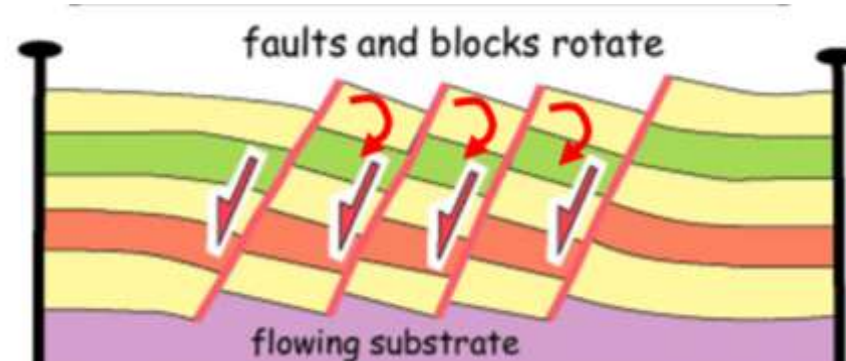
木村ほか(1993)

- 大磯丘陵に分布する更新統の二宮層群下田層の大露頭について、上位の地層には断層によるずれが認められるが、下部の地層では断層が認められないとし、層面に沿うすべりに伴い、すべり面より上位の層の中だけに断層ができたとしている。



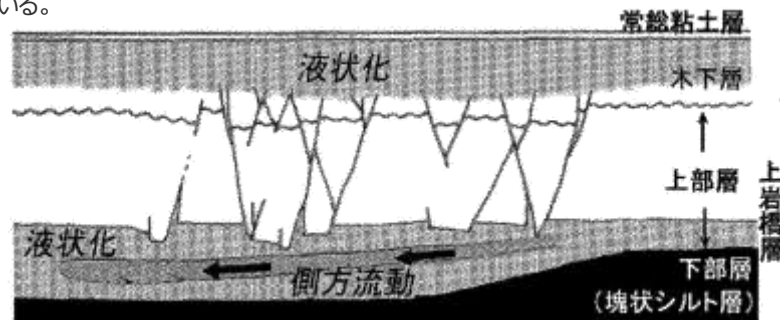
University of Leeds (HPより)

- 正断層には、後方回転を伴う平行な断層群があるとし、その断層群の底部を流動層として図示している。



下総台地研究グループ(2010)

- 茨城県南東部の行方台地に分布する更新統において、深度10m~12mの下位の累層に液状化・側方流動した痕跡と、上位層が小断層群を伴って破壊した現象を確認し、その成因を、基本的には地震動をトリガーとする液状化および側方流動の発生と、これに起因する支持力の低下による上位層の重力的破壊によるものと考察している。

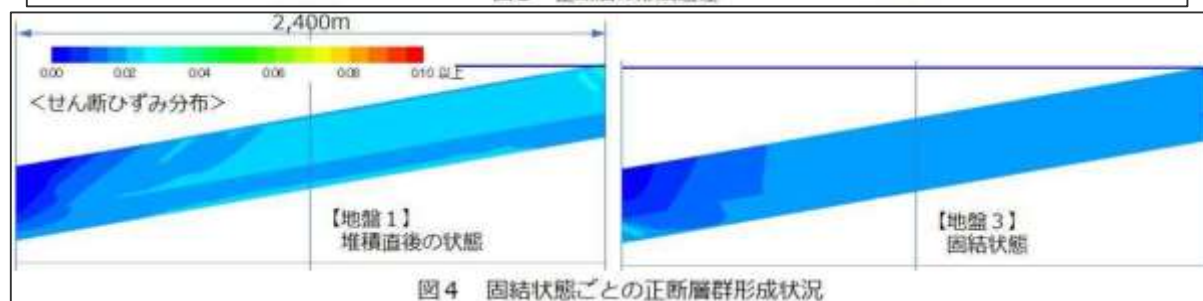
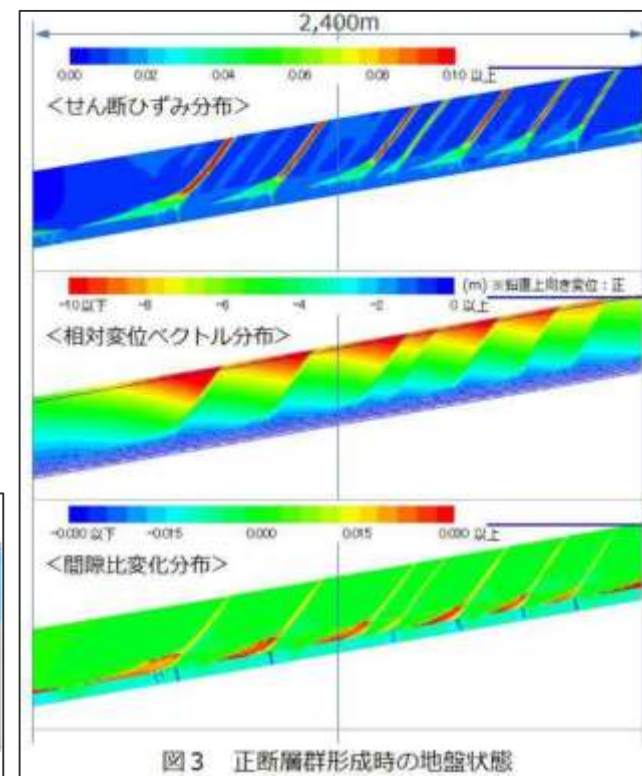
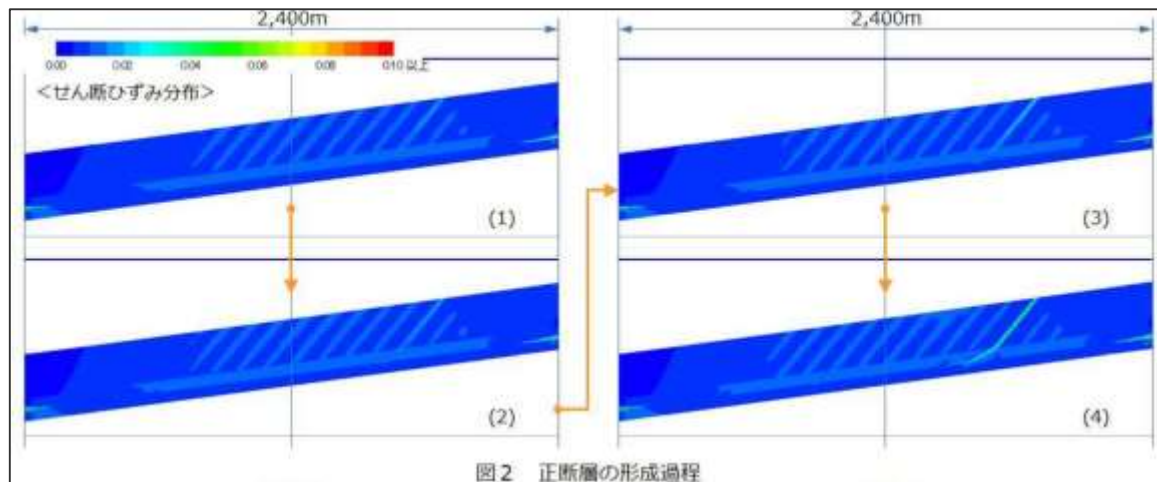


知見(その6) 正断層群形成に関する数値シミュレーションに関する知見

- 地盤の固結状況が異なる地盤が傾斜する際の地盤の挙動をシミュレーションし、リストラクな正断層群が形成される地盤の固結状況は限定的であるとする知見がある。

山田ほか (2019)

- 土の骨格構造の動きを記述する弾塑性構成式を搭載し慣性力を考慮した水~土骨格連成有限変形解析コードGEOASIAを用い、地盤の続成作用による固結の進行状況が異なる3種類の水平堆積地盤が傾斜する際の地盤の挙動をシミュレーションしている。
- シミュレーションの結果、未固結~半固結状態にある地盤の傾斜が進行すると、せん断ひずみの局所化が進展し、すべり線が地表面から深部に向かって経時的に位置を変えて次々と地盤内に発生しリストラクな正断層群が形成され(図2)、最終的にすべり線に沿ってブロックは後方回転し、地盤下層では圧縮領域が広がることによって浅部の変位が吸収され、すべり線は不明確になる(図3)としている。
- また、未固結~半固結状態より軟らかい堆積直後の状態では、地盤は流れるだけであり、それより硬ければ、すべり線は現れない(図4)ことから、リストラクな正断層群が形成される地盤物性は「ごく限定的」であることが確かめられたとしている。



4.4(2) 地すべりに関する知見のまとめ

【検討結果】

(2) 地すべりに関する知見

4c 地すべりに関して、層理面や層面すべりを利用した地すべりが生じるとの知見、地すべり移動体内に平行な正断層群が生じ地層が後方回転するとの知見、地すべり面は塑性流動を伴う暗色の薄層として認められる場合がある等の知見がある。

- 層理面は、地層の境界面であり連続性が良い上に、構成物質の分離面として重要な役割を果たすとされており、層理面や層面すべりにより地すべりが生じた事例がある。
- 海底地すべりが発生する前の地形的特徴として、斜面堆積物に正断層が認められる場合がある。
- 向斜軸のプランジと斜面の傾斜方向が、流れ盤の関係となる開いた向斜軸部に、地すべりが形成される場合がある。
- 地すべり移動体内に平行な正断層群が生じ地層が後方回転するとの知見がある。
- 地すべり面は、暗色の薄層として認識され、塑性流動した変形組織が確認できる場合がある。
- 正断層群の形成と、底部の流動層の存在あるいはすべりとを関連付けている知見がある。

※検討結果の段落番号は、章末のまとめスライドと対応している。



【考察及び詳細調査の方針】

- 地すべりに関するこれらの知見、及び敷地近傍・敷地深部の調査結果を踏まえ、W25孔のボーリングコアを対象に、すべり面として層理面付近のbedding-slip fault（層理面に平行で、上盤側の地層が層理傾斜と同方向に運動した断層）を想定し、ボーリングコアの詳細観察を行う。➡4.4(3)

(3)

敷地深部のbedding-slip fault

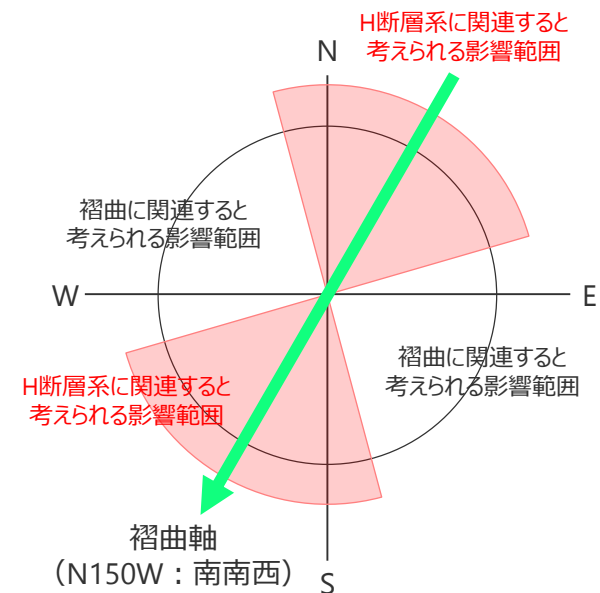
【検討内容】

地すべりの知見と同様な構造が敷地にみられるか確認する。

ボーリングコアの観察結果 (W25孔)

- 検討は、明瞭なBHTVデータが得られる深度（地表～深度650m）を対象に実施した。
- bedding-slip faultの検討にあたっては、コア観察において暗色の薄層に挟まれた流動的な変形構造を確認できる区間を抽出し、CT撮影画像を用いて変形構造が最も明瞭に確認できる断面において、運動センスの検討を行った。
- CT画像を用いた運動センスの検討結果によると、褶曲構造に伴うと考えられる東向き逆断層(flexural-slip fault)が、相良層の上部から下部にかけて分布し、南落ちの正断層センスの構造 bedding-slip fault)が、深度350～450mにかけて分布する。
- H断層系と同センスである南落ちの正断層センスの構造は、地層の後方回転が収束する深度付近に対応している。
- なお、深度450～650mの区間では、コア観察において暗色の薄層に挟まれた流動的な変形構造は確認されなかった。

抽出深度 (m)	変位方位	運動センス	備考(変位方位と運動センスによる評価)
102.70-102.90	東南東	逆断層	褶曲構造に伴うと考えられる逆断層
138.00-138.20	東南東	逆断層	褶曲構造に伴うと考えられる逆断層
159.45-159.60	東南東	逆断層	褶曲構造に伴うと考えられる逆断層
352.05-352.25	東	逆断層	褶曲構造に伴うと考えられる逆断層
363.25-363.45	東	逆断層	褶曲構造に伴うと考えられる逆断層
381.90-382.05	東	逆断層	褶曲構造に伴うと考えられる逆断層
386.80-386.87	南南西	正断層	南落ちの正断層(H断層系と同センスの構造)
388.10-388.25	東	逆断層	褶曲構造に伴うと考えられる逆断層
391.30-391.45	東	逆断層	褶曲構造に伴うと考えられる逆断層
397.75-398.00	東	逆断層	褶曲構造に伴うと考えられる逆断層
437.30-437.40	東	逆断層	褶曲構造に伴うと考えられる逆断層
438.15-438.30	南南西	正断層	南落ちの正断層(H断層系と同センスの構造)
450.15-450.50	西南西	正断層	南落ちの正断層(H断層系と同センスの構造)



<評価の考え方>

※W25孔の孔口標高:6.02m。
各深度の観察結果の詳細は、第654回審査会合 資料1-3 pp.87～99に示す。

詳細観察例 (W25孔 標高-350m付近)

- W25孔の標高-350m付近のボーリングコアで確認された暗色の薄層に挟まれた流動的な変形構造の観察結果を示す。
- 暗色の薄層やその周囲は固結しており、暗色の薄層はCT画像からも密度が比較的高いことが確認できる。
- 暗色の薄層に挟まれたゾーンには流動的な変形構造が確認され、CT画像からは砂粒子の配列等により、東向きの変断層センスの構造であることが分かる。

<暗色の薄層 (一例)>

コア写真

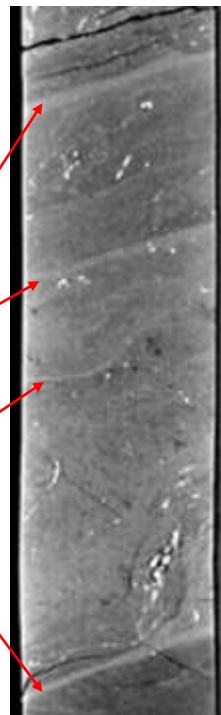
CT画像

CT画像(解釈あり)

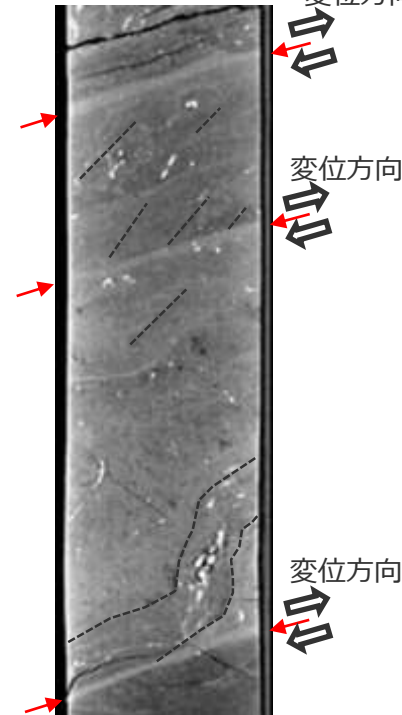
深度
352.03m
標高
-346.01m



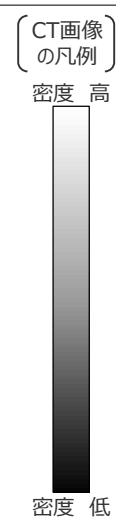
暗色の薄層



西 東 変位方向



5cm



----- : 粒子の配列

深度
352.25m
標高
-346.23m

詳細観察例 (W25孔 標高-380m付近)

- W25孔の標高-380m付近のボーリングコアで確認された暗色の薄層に挟まれた流動的な変形構造の観察結果を示す。
- 暗色の薄層やその周囲は固結しており、暗色の薄層はCT画像からも密度が比較的高いことが確認できる。
- 暗色の薄層に挟まれたゾーンには流動的な変形構造が確認され、CT画像からは砂粒子の配列やR面等により、南南西落ちの正断層センスの構造であることが分かる。

<暗色の薄層 (一例)>

コア写真

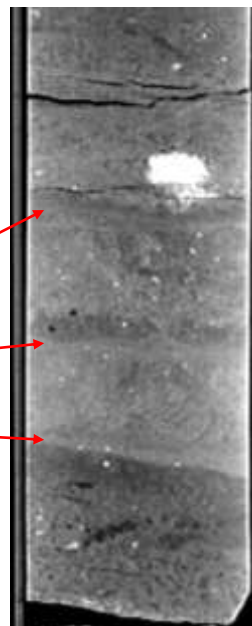
深度
386.75m
標高
-380.73m



深度
386.90m
標高
-380.88m

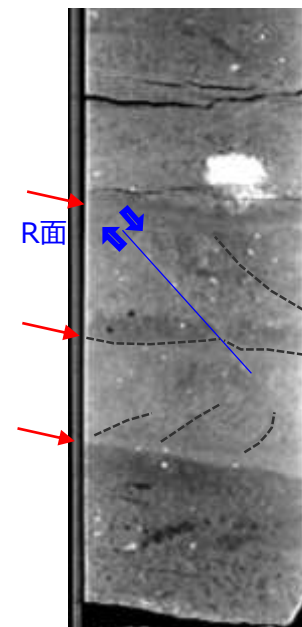
暗色の薄層

CT画像



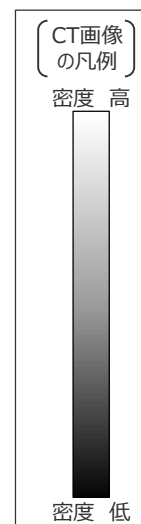
CT画像(解釈あり)

北北東 南南西



----- : 粒子の配列

5cm



詳細観察例 (W25孔 標高-430m付近)

- W25孔の標高-430m付近のボーリングコアで確認された暗色の薄層に挟まれた流動的な変形構造の観察結果を示す。
- 暗色の薄層やその周囲は固結しており、暗色の薄層はCT画像からも密度が比較的高いことが確認できる。
- 暗色の薄層に挟まれたゾーンやその周囲には、引き延ばされたような変形構造が確認され、CT画像からは砂粒子の配列やR面等により、南南西落ちの正断層センスの構造であることが分かる。

<暗色の薄層 (一例)>

コア写真

深度
438.15m
標高
-432.13m

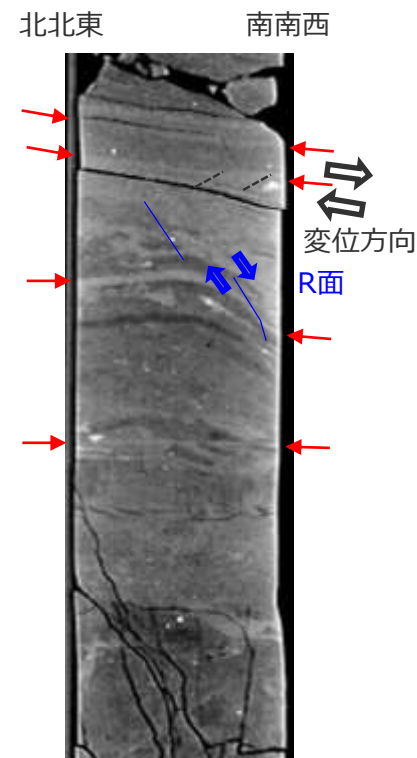


深度
438.35m
標高
-432.33m

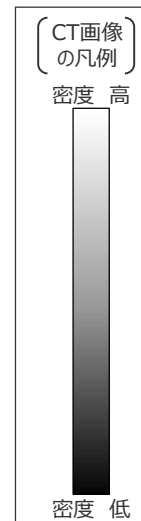
CT画像



CT画像(解釈あり)



5cm



----- : 粒子の配列

ボーリングコアの観察結果

- W25孔のボーリングコア観察結果において、 bedding-slip faultが、 暗色の薄層に挟まれた南落ち正断層センスの運動方向を示す流動的な変形構造として、 地層の走向傾斜が変化するゾーンに対応していることを踏まえ、 W15孔、 W26孔、 No.8孔、 No.9孔及び6110孔においても、 地層の走向傾斜が変化するゾーンを対象として同様の検討を行った。
- bedding-slip faultの検討にあたっては、 コア観察において暗色の薄層に挟まれた流動的な変形構造を確認できる区間を抽出し、 W15孔、 W26孔についてはCT撮影画像を用いて変形構造が最も明瞭に確認できる断面において、 運動センスの検討を行った。
- 検討結果の一覧を下記に示す。
- W15孔、 W26孔においても、 地層の後方回転が収束する深度付近に、 W25孔と同様なbedding-slip faultが認められる。
- No.8孔やNo.9孔は、 BHTVデータがないため運動センスは不明であるものの、 暗色の薄層に挟まれた流動的な変形構造が確認された。

<CT撮影画像より運動センスを評価した孔>

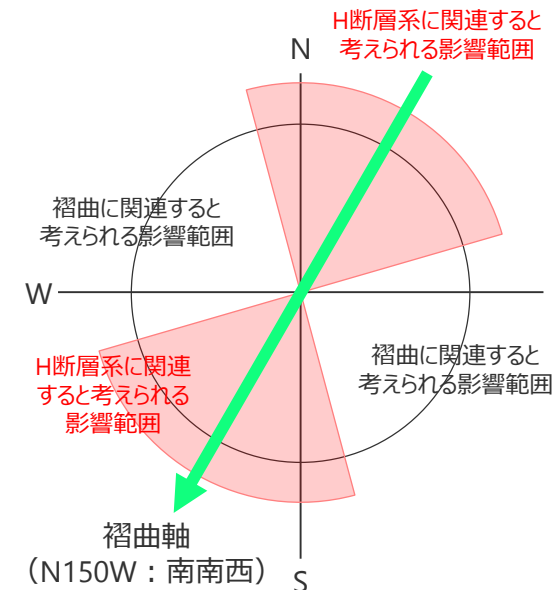
	抽出深度 (m)	変位方位	運動センス	備考(変位方位と運動センスによる評価)
W15	292.10-292.20	南東	逆断層	褶曲構造に伴うと考えられる逆断層
	320.05-320.15	東南東	逆断層	褶曲構造に伴うと考えられる逆断層
	338.75-338.95	東南東	逆断層	褶曲構造に伴うと考えられる逆断層
	342.45-342.55	南東	逆断層	褶曲構造に伴うと考えられる逆断層
	345.85-345.95	東	逆断層	褶曲構造に伴うと考えられる逆断層
	390.65-390.90	西南西	正断層	南落ちの正断層(H断層系と同センスの構造)
W26	280.05-280.15	西南西	逆断層	褶曲構造に伴うと考えられる逆断層
	323.10-323.20	西	逆断層	褶曲構造に伴うと考えられる逆断層
	323.65-323.75	西	逆断層	褶曲構造に伴うと考えられる逆断層
	326.30-326.40	西	逆断層	褶曲構造に伴うと考えられる逆断層
	359.90-360.00	西北西	逆断層	褶曲構造に伴うと考えられる逆断層
	365.90-366.00	西南西	逆断層	褶曲構造に伴うと考えられる逆断層
	399.50-399.85	南西	正断層	南落ちの正断層(H断層系と同センス)
	435.35-435.55	西北西	逆断層	褶曲構造に伴うと考えられる逆断層

<コア観察より流動変形構造を抽出した孔>

No.8孔	抽出深度(m)	抽出深度(m)	抽出深度(m)
	361.35-361.45 394.50-394.60	379.30-379.40 379.75-379.85 380.60-380.70	138.75-138.80 146.85-146.95 148.95-149.00

※各孔の孔口標高
W15孔：40.27m
W26孔：10.57m
No.8孔：6.35m
No.9孔：5.86m
6110孔：21.12m

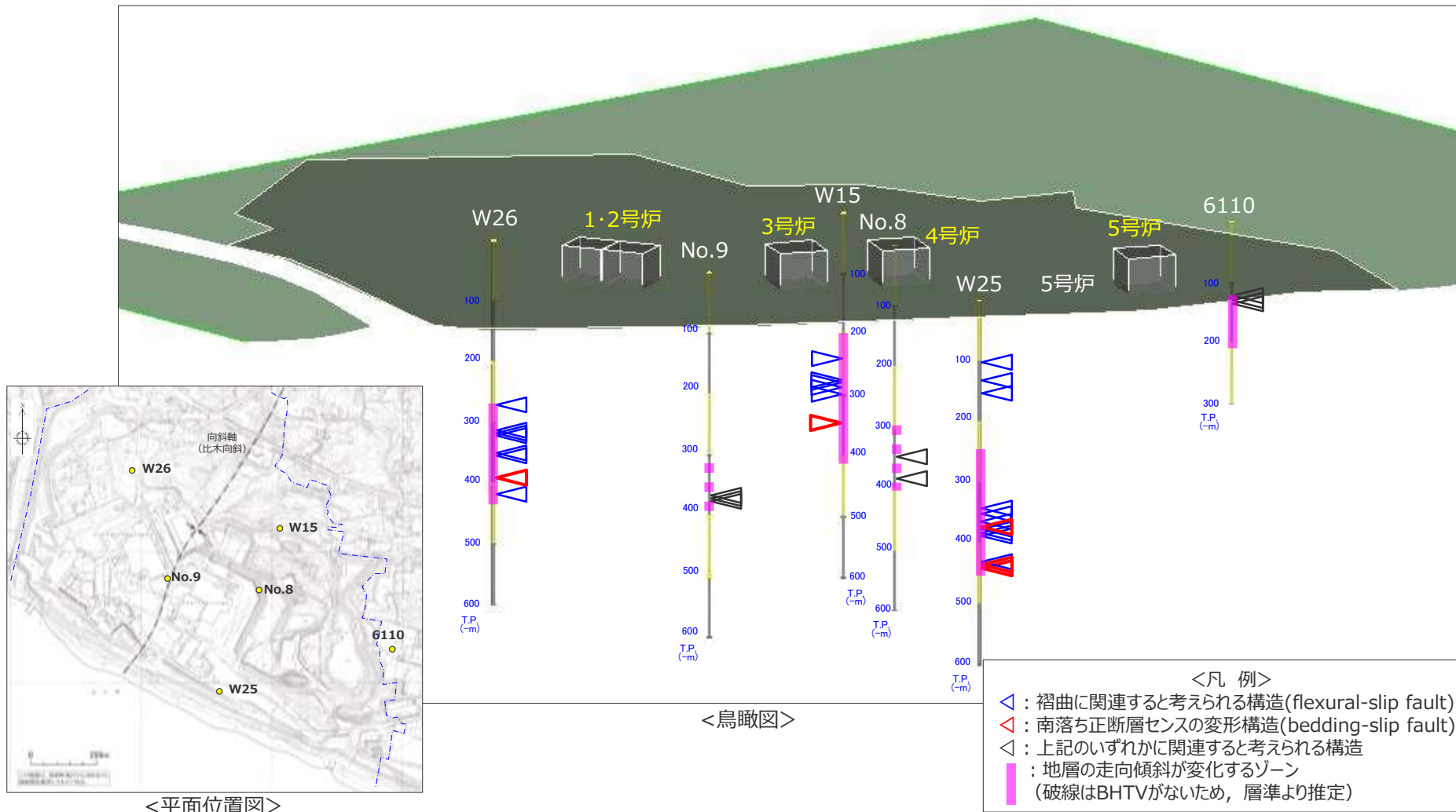
※各孔、各深度の観察結果の詳細は、第654回審査会合 資料1-3 pp.100～116に示す。



<評価の考え方>

流動的な変形構造を伴う薄層の分布状況（その1）

- 流動的な変形構造を伴う薄層の検討結果を下図に示す。
- BHTVデータとCT撮影画像により運動センスの検討を実施したW15孔, W25孔, W26孔では、いずれの孔においても、南落ち正断層センスの変形構造 (bedding-slip fault) が、地層の後方回転が収束する深度付近に分布している。

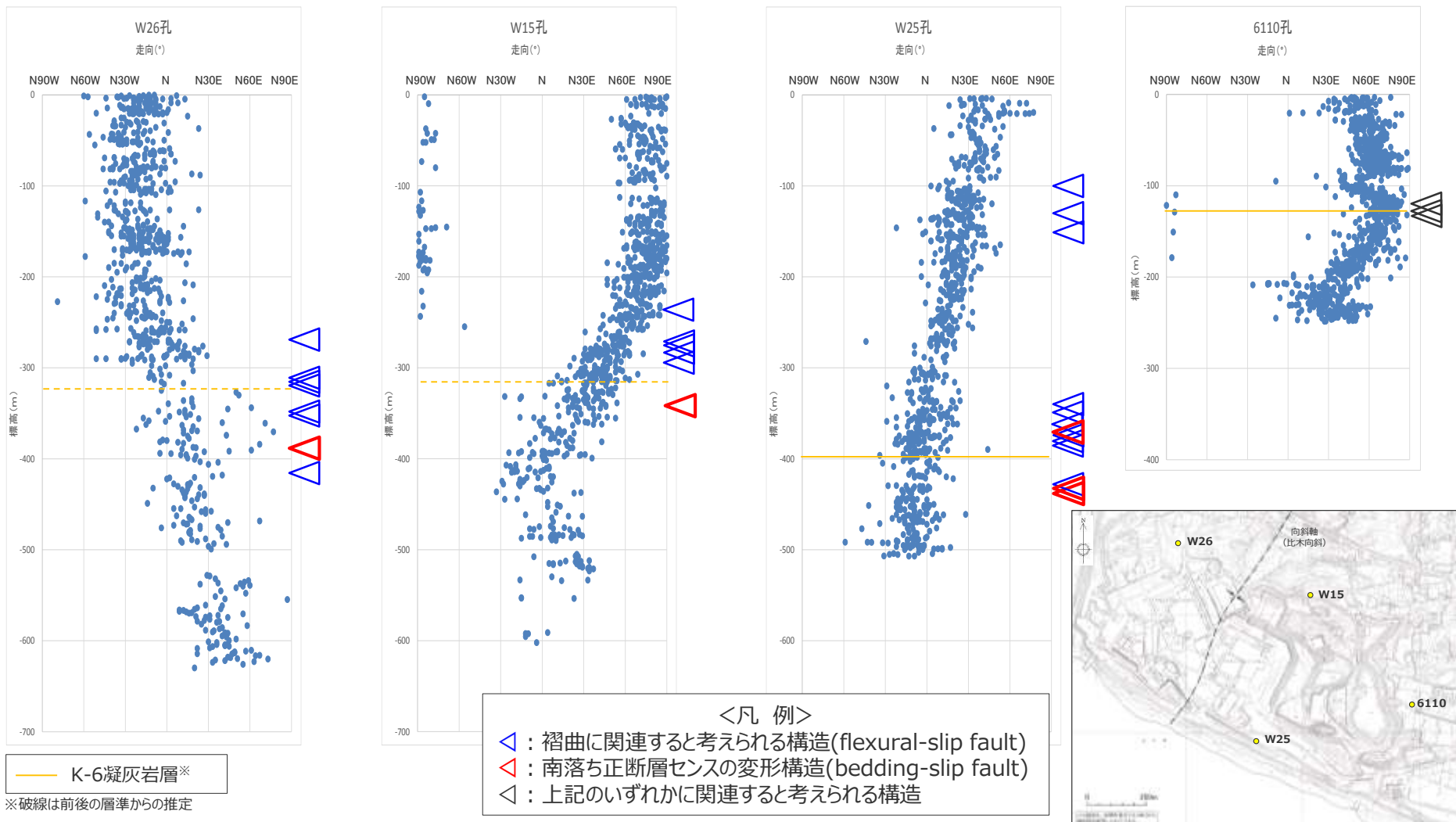


<平面位置図>

<鳥瞰図>

流動的な変形構造を伴う薄層の分布状況（その2）

- W25, W15, W26, 6110孔の結果について、走向傾斜分布グラフとの対応を下図に示す。
- 南落ち正断層センスの変形構造(bedding-slip fault)は、いずれも地層の後方回転が収束する深度付近に対応し、それらはいずれもK-6凝灰岩付近の層準に対応する。



4.4(3) 敷地深部のbedding-slip faultのまとめ

【検討結果】

(3) 敷地深部のbedding-slip fault

- 4d 南落ち正断層センスで固結した流動的な変形構造を示すbedding-slip faultが標高-400m程度周辺に広がりを持って分布している。
- W25孔では、ボーリングコアのCT画像撮影による詳細検討を行った結果、敷地深部の標高-350~-450m付近において、暗色の薄層に挟まれた南落ち正断層センスの運動方向を示す流動的な変形構造が複数認められ、これらはbedding-slip fault（層理面に平行で、上盤側の地層が層理傾斜と同方向に運動した断層）と考えられる。それ以外の深度に認められる同様な変形構造は逆断層センスを示し、これらは褶曲構造に伴うflexural-slip faultと考えられる。
 - bedding-slip faultは、CT画像撮影による詳細検討を行ったW15孔、W26孔においても同様の深度、層準付近に認められる。
 - また、No.8孔やNo.9孔は、BHTVデータがないため運動センスは不明であるものの、暗色の薄層に挟まれた流動的な変形構造が同様の深度に確認され、これらの一部はbedding-slip faultの可能性が考えられる。
 - このbedding-slip faultは、地層の後方回転が収束する深度付近に分布し、K-6凝灰岩付近の層準に対応している。
 - このbedding-slip faultは、固結している。

※検討結果の段落番号は、章末のまとめスライドと対応している。

4.4 H断層系の形成要因のまとめ その1

【検討結果】

(1) 正断層群形成に関する知見と敷地周辺の地質構造

4a 断層活動や火山活動，地すべりに伴い正断層群が形成されるとの知見がある。

- ・ 並走する同傾向の正断層群は，他の断層活動や火山活動，地すべりといった地質学的場において形成されるとの知見がある。

4b 敷地近傍にはH断層系との関連が想定される火山活動や活断層は認められない。

- ・ 敷地近傍には，H断層系と近接し，走向がH断層系と同傾向の活断層，活撓曲等や火山活動は認められない。
- ・ 敷地周辺は，概ね北西－南東方向の圧縮歪が卓越する。

(2) 地すべりに関する知見

4c 地すべりに関して，層理面や層面すべりを利用した地すべりが生じるとの知見，地すべり移動体内に平行な正断層群が生じ地層が後方回転するとの知見，地すべり面は塑性流動を伴う暗色の薄層として認められる場合がある等の知見がある。

- ・ 層理面は，地層の境界面であり連続性が良い上に，構成物質の分離面として重要な役割を果たすとされており，層理面や層面すべりにより地すべりが生じた事例がある。
- ・ 海底地すべりが発生する前の地形的特徴として，斜面堆積物に正断層が認められる場合がある。
- ・ 向斜軸のプランジと斜面の傾斜方向が，流れ盤の関係となる開いた向斜軸部に，地すべりが形成される場合がある。
- ・ 地すべり移動体内に平行な正断層群が生じ地層が後方回転するとの知見がある。
- ・ 地すべり面は，暗色の薄層として認識され，塑性流動した変形組織が確認できる場合がある。
- ・ 正断層群の形成と，底部の流動層の存在あるいはすべりとを関連付けている知見がある。

(3) 敷地深部のbedding-slip fault

4d 南落ち正断層センスで固結した流動的な変形構造を示すbedding-slip faultが標高-400m程度周辺に広がりを持って分布している。

- ・ W25孔では，ボーリングコアのCT画像撮影による詳細検討を行った結果，敷地深部の標高-350～-450m付近において，暗色の薄層に挟まれた南落ち正断層センスの運動方向を示す流動的な変形構造が複数認められ，これらはbedding-slip fault（層理面に平行で，上盤側の地層が層理傾斜と同方向に運動した断層）と考えられる。それ以外の深度に認められる同様な変形構造は逆断層センスを示し，これらは褶曲構造に伴うflexural-slip faultと考えられる。
- ・ bedding-slip faultは，CT画像撮影による詳細検討を行ったW15孔，W26孔においても同様の深度，層準付近に認められる。
- ・ また，No.8孔やNo.9孔は，BHTVデータがないため運動センスは不明であるものの，暗色の薄層に挟まれた流動的な変形構造が同様の深度に確認され，これらの一部はbedding-slip faultの可能性が考えられる。
- ・ このbedding-slip faultは，地層の後方回転が収束する深度付近に分布し，K-6凝灰岩付近の層準に対応している。
- ・ このbedding-slip faultは，固結している。

※検討結果の段落番号は，章末のまとめスライドと対応している。

4.4 H断層系の形成要因のまとめ その2

【検討結果（前頁 まとめ その1 抜粋再掲）】

(1) 正断層群形成に関する知見と敷地周辺の地質構造

- 4a 断層活動や火山活動，地すべりに伴い正断層群が形成されるとの知見がある。
- 4b 敷地近傍にはH断層系との関連が想定される火山活動や活断層は認められない。

(2) 地すべりに関する知見

- 4c 地すべりに関して，層理面や層面すべりを利用した地すべりが生じるとの知見，地すべり移動体内に平行な正断層群が生じ地層が後方回転するとの知見，地すべり面は塑性流動を伴う暗色の薄層として認められる場合がある等の知見がある。

(3) 敷地深部のbedding-slip fault

- 4d 南落ち正断層センスで固結した流動的な変形構造を示すbedding-slip faultが標高-400m程度周辺に広がりを持って分布している。

※検討結果の段落番号は，章末のまとめスライドと対応している。

【検討結果（4.3のまとめ 抜粋再掲）】

4.3(2) 相良層の北に開いた構造に関する検討（大深度ボーリング調査等）

- 3d 汀線より陸側2km程度の敷地北側から沖合1km程度にかけて，標高-200m程度以浅において地層の後方回転が認められる。この後方回転は標高-400m程度にかけて徐々に収束していく。

【評価】

上記調査結果より，H断層系の形成要因について以下の通り評価する

- 他の断層活動や火山活動に伴い形成された構造ではなく（検討結果4a,4b），相良層堆積後の未固結～半固結の時代に浅部の堆積物のすべりに伴いすべり移動体内に形成された正断層群であると考えられる（検討結果4a,4b,4c,4d,3d）。

4.1～4.4のまとめ

H断層系は、いずれも、東西走向の南に開いた緩い弧状を呈し等間隔で並走する南傾斜で南落ちのほぼ同じ落差を持つ正断層で、露頭における断層面周辺の構造、ブロック試料及び薄片における断層面及びその近傍の構造等の詳細な性状は類似しており、断層の細粒物質の鉱物組成等にも類似性が認められる（分布形態、性状の類似性）。そして、その性状には流動的な変形構造を呈し破碎を示す構造は認められないことなどから、H断層系は相良層堆積後の未固結～半固結の時代に形成され、相良層が固結して以降新たな活動は生じていないものと考えられる（形成時代の同時性）。

H断層系は、汀線より陸側約1.5kmの敷地北側から沖合約600mにかけて分布が確認されており、少なくとも沖合2km程度より遠方には分布していない。深部方向への連続性についてみると、標高-300～-400m程度に分布する凝灰岩層は大きく層間を短縮することなく連続しているものと推定されること、反射法地震探査においてもほぼ同層準に比較的連続性のよい強反射面が認められること、同層準付近以深にはH断層系と同一の性状を有する断層は認められないことから、同層準付近より深部まで連続しないものと推定される。一方、H断層系が確認されている範囲と概ね対応した汀線より陸側2km程度から沖合1km程度にかけて標高-200m程度以浅の地層には後方回転が認められる。この後方回転は少なくとも標高-400m程度以深においては認められなくなり、H断層系による地層の変位がほとんど認められなくなる深度や浅部では多く見られた幅の大きな断層がほとんど見られなくなる深度と比較的良く対応している。これらのことから、H断層系は敷地から前面海域の浅部にかけて分布し深部まで連続しないものと推定される（分布範囲の局所性）。

このように、H断層系は分布形態・性状の類似性、形成時代の同時性及び分布範囲の局所性が認められ、同時代に同一の局所的な応力場により形成されたものと考えられることから、同一の地質学的場で形成された同じ系列に属する一連の断層群として評価する。

H断層系のような並走する同傾向の正断層群は、他の断層活動や火山活動、地すべりといった地質学的場において形成されるとの知見がある。しかしながら、H断層系は深部に連続することなく敷地及び敷地近傍の浅部に限って分布するものと考えられ、敷地近傍には、累積性を有し走向がH断層系と同傾向を示す活断層は認められず、火山活動も見られない。これらのことから、H断層系は、他の断層活動や火山活動に伴い形成された構造ではないものと考えられる。

一方、地すべりに関する知見として、地層境界をすべり面とした地すべりが生ずる、地すべり移動体内に正断層群が生じ地層が後方回転する、地すべり面は暗色の薄層として認識され塑性流動した変形組織が確認できる場合がある等があるが、前述の地層の後方回転が収束する深度付近の相良層の一部の地層境界に、暗色の薄層に挟まれた南落ち正断層センスの運動方向を示す流動的な変形構造が広がりを持って認められることは、それら地すべりに関する知見と整合する。これらのことから、H断層系は浅部の堆積物のすべりに伴いすべり移動体内に形成された正断層群であると考えられ、分布・性状・深部地質構造の調査・分析結果による、同一の地質学的場で形成された同じ系列に属する一連の断層群、との評価を支持する。



H断層系は、浅部の堆積物のすべりに伴いすべり移動体内に形成された正断層群として相良層堆積後の未固結～半固結の時代に形成された後、相良層固結以降の活動はないものと考えられる。このように、H断層系の活動時期は相良層が固結するよりも前と考えられるが、上載地層による活動性評価については、分布・性状及び推定される形成要因から、同一の地質学的場で形成された同じ系列に属する一連の断層群と考えられることから、敷地北部のH-9断層を対象に行う。

4.1～4.4のまとめ（成因も含めたH断層系を一連の断層群とする検討・評価の関連）

分布・性状等の検討結果(4.1～4.3)

- 4.2(1) 露頭等の観察結果
 - 2a 断層面周辺には流動的な変形構造が認められる。
 - 2b 断層面はうねっており、平面的ではない。
 - 2c 断層面及びその近傍において、破碎を伴う活動様式は認められない。
- 4.2(2) 試料分析・測定結果
 - 2d 各断層・母岩とも鉱物組成は非常によく類似。
 - 2e 各断層の細粒物質は、粒度・円磨度ともに差異はなく、顕著な細粒化や円磨は認められない。
- 4.1(1) 陸域（ボーリング・露頭）における検討
 - 1a 東西走向の南傾斜で南落ちの正断層で、ほぼ同じ傾斜及び落差を持つ。
 - 1b ほぼ同じ間隔で並走する。
 - 1c 向斜軸部付近を中心に南に開いた緩い弧状を呈す。
- 4.1(1) 陸域（ボーリング・露頭）における検討
 - 1d 汀線より陸側約1.5kmの敷地北側から沖合約600mにかけて分布が確認されている。
- 4.1(2) 海域におけるH断層系の分布範囲の調査結果（海上音波探査）
 - 1e 少なくとも沖合2km程度より遠方には分布しない。
- 4.3(1) 敷地深部の地質構造の把握（地表地質調査及び反射法地震探査）
 - 3a 地表付近の走向傾斜が敷地内では北に開く。
 - 3b 深部に行くに従い反射面の傾斜が緩くなっていく。
- 4.3(2) 相良層の北に開いた構造に関する検討（大深度ボーリング調査等）
 - 3d 汀線より陸側2km程度の敷地北側から沖合1km程度にかけて、標高-200m程度以浅において地層の後方回転が認められる。この后方回転は標高-400m程度にかけて徐々に収束していく。
- 4.3(1) 敷地深部の地質構造の把握（地表地質調査及び反射法地震探査）
 - 3c 標高-300m程度以浅の反射面は南傾斜の平行する断層群により分断されているのに対し、標高-300～-400m付近には連続性の良い強反射面が認められる。
- 4.3(3) H断層系の深部への連続性に関する検討（大深度ボーリング調査）
 - 3e 標高-300～-400m付近の地層の傾斜は大局的な構造と同傾向を示し、大きな変位を受けると連続している。
- 4.3(3) H断層系の深部への連続性に関する検討（大深度ボーリング調査）
 - 3f 標高-300～-400m程度以深において、顕著な地層の短縮は認められず、H断層系と同性状の規模の大きな断層も認められない。

H断層系の成因に関する検討結果(4.4)

- 4.4(2) 地すべりに関する知見
 - 4c 地すべりに関して、層理面や層面すべりを利用した地すべりが生じるとの知見、地すべり移動体内に平行な正断層群が生じ地層が后方回転するとの知見、地すべり面は塑性流動を伴う暗色の薄層として認められる場合がある等の知見がある。
- 4.4(3) 敷地深部のbedding-slip fault（大深度ボーリング調査等）
 - 4d 南落ち正断層センスで固結した流動的な変形構造を示すbedding-slip faultが標高-400m程度周辺に広がりを持って分布している。
- 4.4(1) 正断層群形成に関する知見と敷地周辺の地質構造
 - 4a 断層活動や火山活動、地すべりに伴い正断層群が形成されるとの知見がある。
 - 4b 敷地近傍にはH断層系との関連が想定される火山活動や活断層は認められない。

分布・性状等による評価(4.1～4.3)

- 相良層堆積後の未固結～半固結の時代に形成された。
- 性状（露頭観察結果、含有鉱物等）に類似性が認められる。相良層固結以降の活動はない。
- 分布形態(走向,傾斜,センス,変位量)に類似性が認められる。
- 敷地北側から前面海域にかけての限られた範囲に分布するものと推定される。
- 敷地北側から前面海域にかけての標高-300～-400m程度以浅において、地層の後方回転が生じている。
- 幅の大きい断層は標高-300～-400m程度以浅に限り認められる。
- 標高-300～-400m程度の地層や反射面は連続している。
- 標高-300～-400m程度以深には、落差が大きくH断層系と同性状の断層は認められない。
- 地層の後方回転が認められなくなる深度、地層の変位がほとんど認められなくなる深度及び幅の大きな断層がほとんど見られなくなる深度は比較的良く対応している。
- H断層系は標高-300～-400m程度より深部に連続しない。
- 敷地北側から前面海域の浅部にかけて分布し深部まで連続しない。

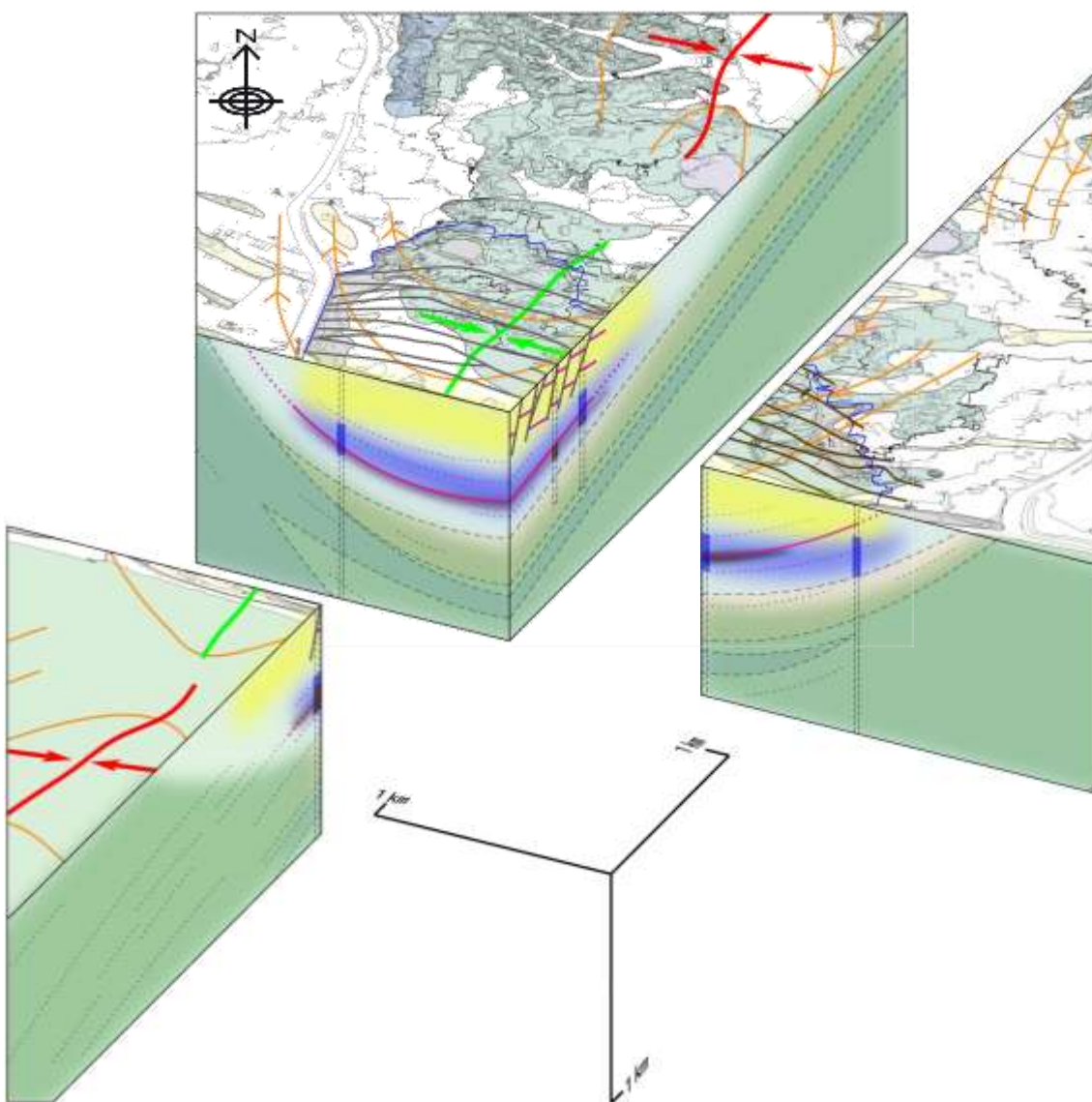
H断層系は同一の地質学的場で形成された同じ系列に属する一連の断層群である。

成因に関する評価(4.4)

- 標高-400m程度より上位の地層が后方回転している。
- 標高-400m程度にすべり面であるbedding-slip faultが広がっている。
- 他の断層活動や火山活動に伴い形成された構造ではない。
- 分布・性状等による評価を支持
- H断層系は浅部の堆積物のすべりに伴いすべり移動体内に形成された正断層群であると考えられる。**

上載地層による活動性評価については、敷地北部のBF4地点におけるH-9断層を対象に行う。

(参考) 敷地深部の地質構造のイメージ



陸域		海域
完新世	<ul style="list-style-type: none"> 盛土 沖積層 砂丘砂層 	
第四紀 更新世後期	<ul style="list-style-type: none"> 御前崎硬層 笠名礫層 	
新第三紀	<ul style="list-style-type: none"> 砂岩・泥岩互層 砂岩優勢互層 相良層 相良層群 泥岩・泥岩優勢互層 	D層
<ul style="list-style-type: none"> 向斜軸(北プランジ) 向斜軸(南プランジ) 走向線 		
<ul style="list-style-type: none"> 後方回転が認められる部分 後方回転が徐々に収束していく部分 後方回転が認められない部分 暗色の薄層に挟まれた流動的な変形構造 凝灰岩層 (上位よりK-2u, K-3, K-6) H断層系 		

敷地及び敷地前面海域の相良層は以下の構造を呈しているものと推定される。

- 地表から標高-200m程度にかけて、H断層系が分布し地層が後方回転している。それ以深、地層の後方回転は徐々に収束し、標高-400m程度付近以深の地層は後方回転していないものと推定される。
- K-6凝灰岩層は地層の後方回転が徐々に収束する部分に位置し、大きな変位を生じることなく連続的に分布しているものと推定される。
- 暗色の薄層に挟まれた流動的な変形構造が、地層の後方回転が徐々に収束する部分にある程度の広がりをもつと推定される。

4.5

上載地層による活動性評価

【検討内容】

- H断層系のひとつであるH-9断層を覆う泥層の堆積年代を検討することで、H-9断層の活動性評価を行う。
- 検討にあたっては、本地域周辺に分布する古谷泥層(MIS5e, 約12～13万年前)について文献調査、地形調査及び地質調査を行い、その特徴を把握したうえで、BF4地点の泥層と対比する。
- 上記検討により、H-9断層は、後期更新世(MIS5e, 約12～13万年前)以降活動していないことを示す。

(1)

H-9断層と上載地層の関係 (BF4地点における調査)

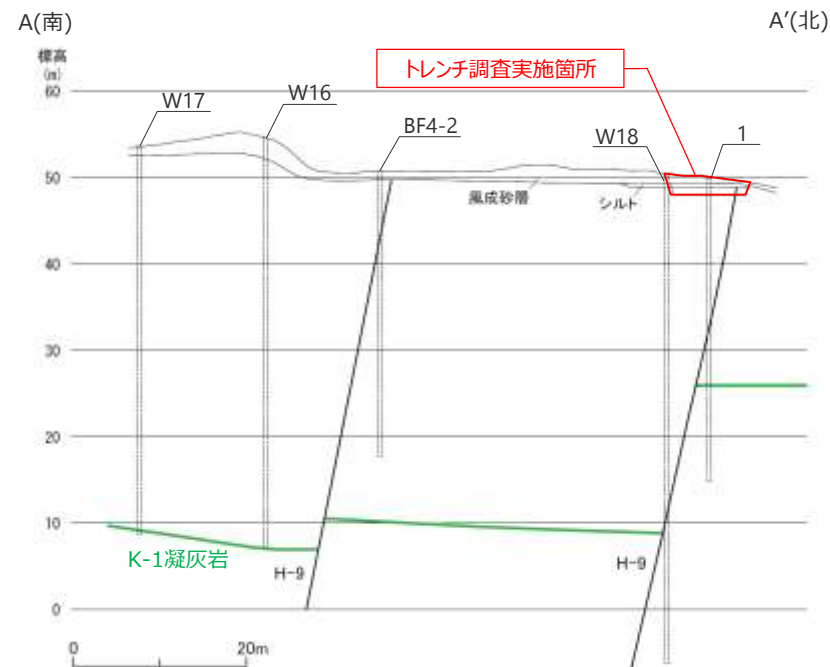
【検討内容】

敷地北側のBF4地点において、H-9断層と上載地層との関係をトレンチ調査により確認するとともに、上載地層に対比される地層を検討する。

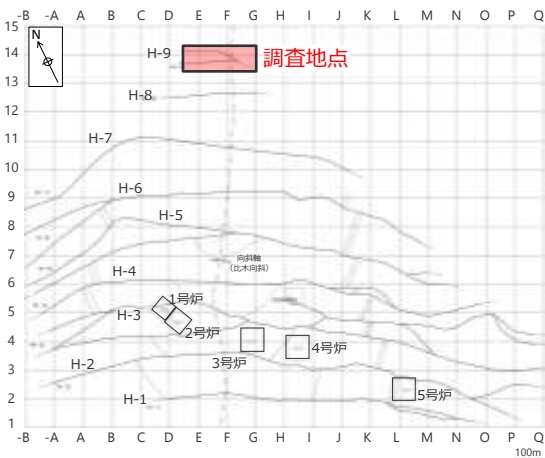
BF4地点における調査

- 敷地北側のH-9断層の分布するBF4地点には、段丘堆積物が分布するとの知見はなく、段丘面も判読されないが、風成砂層に覆われた泥層が比較的広く分布している。
- BF4地点において、トレンチ調査を実施し、H-9断層と泥層との関係及び泥層の層相等について確認した。
- なお、H-9断層（北）は、W18孔の標高14m付近で確認された後、W18孔と1孔の間を地表に抜けるとの評価していたが、1孔の標高32m付近の断層との関連を確認するため、1孔とW18孔の区間でトレンチ調査を実施した。
- その結果、1孔とW18孔の間にH-9断層は確認されず、1孔の5m程度北側において、試掘トレンチ北トレンチー試掘トレンチの延長にH-9断層が確認されたことから、1孔の標高32m付近の断層がH-9断層（北）に該当するものと考え、平面分布を見直した。（詳細は補足説明資料2参照）

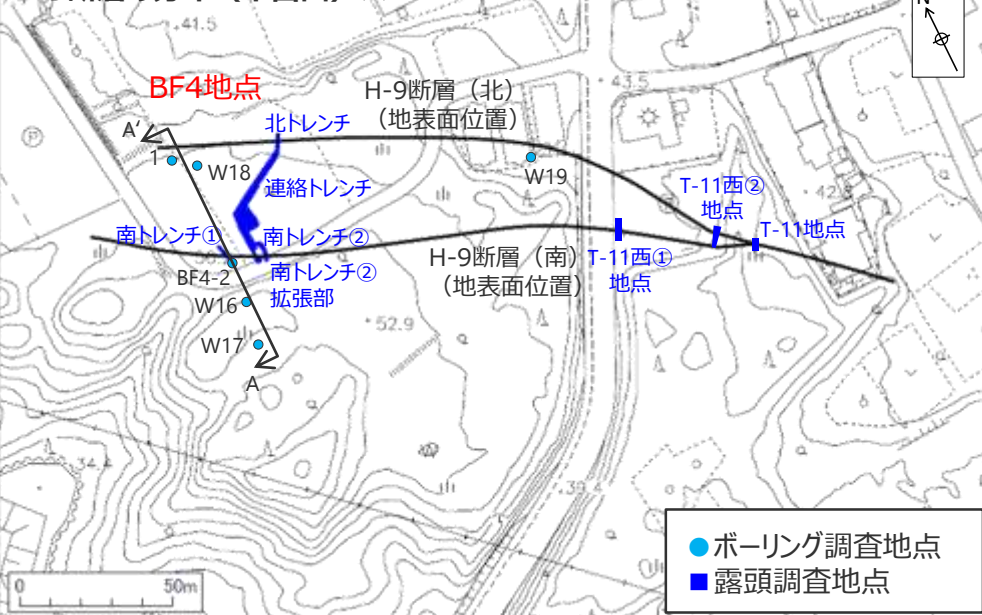
H-9断層の分布（断面図）



2本のH-9断層に挟まれた区間のK-1凝灰岩の標高は、敷地内で確認した凝灰岩層序に基づき、BF4-2孔で確認したK-1a凝灰岩（K-1凝灰岩の上位層準）の深度から8m低く推定した。

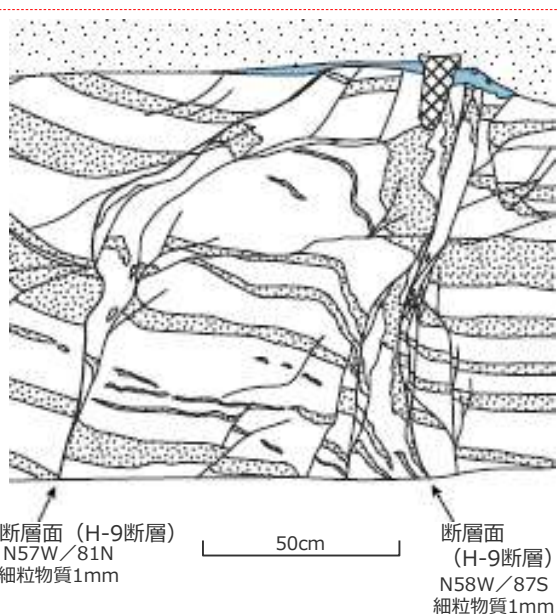


H-9断層の分布（平面図）※

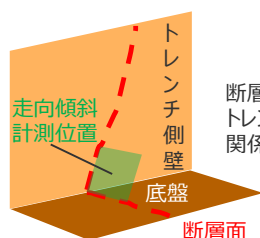


H-9断層と上載地層との関係 (BF4地点 南トレンチ①)

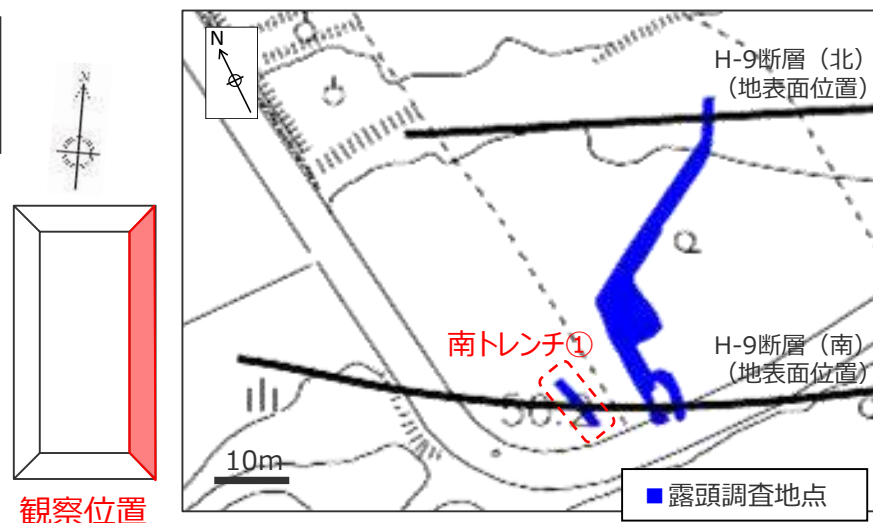
- 南トレンチ①のH-9断層は、上部を泥層に不整合に覆われており、泥層の基底面に変位や変形は認められない。
- 泥層には円～扁平礫が含まれる。



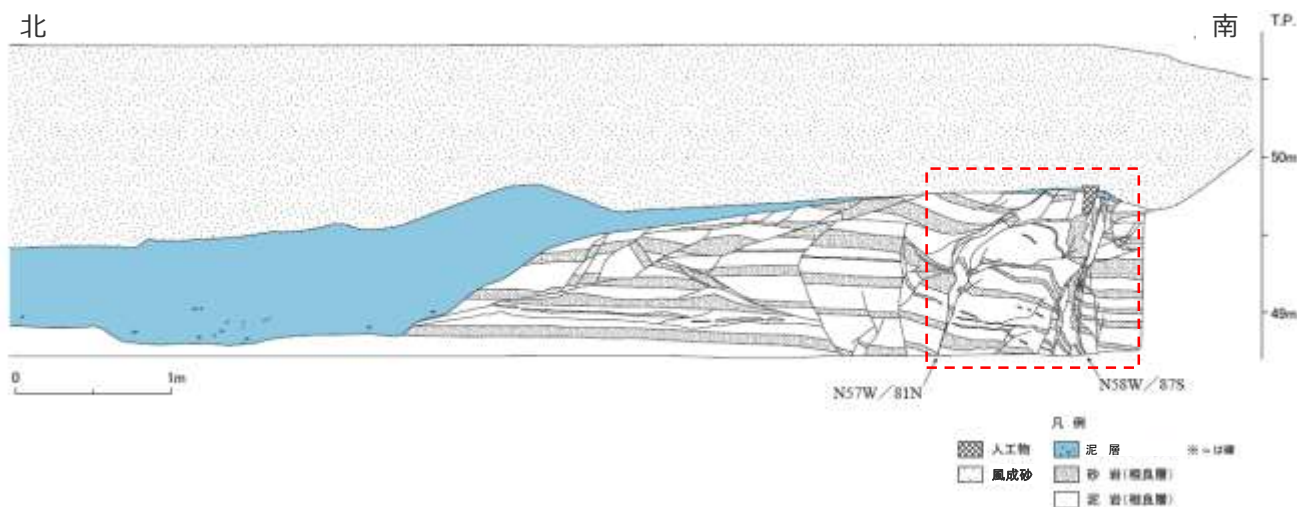
(右図赤枠部拡大)



断層面の走向傾斜はトレンチ側壁と底盤との関係から計測した。

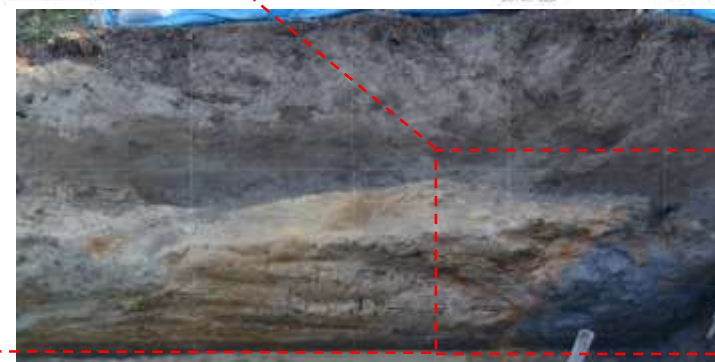
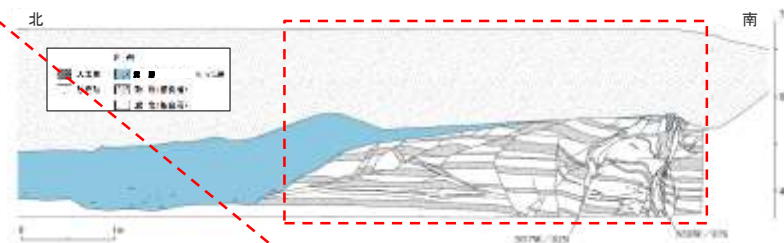
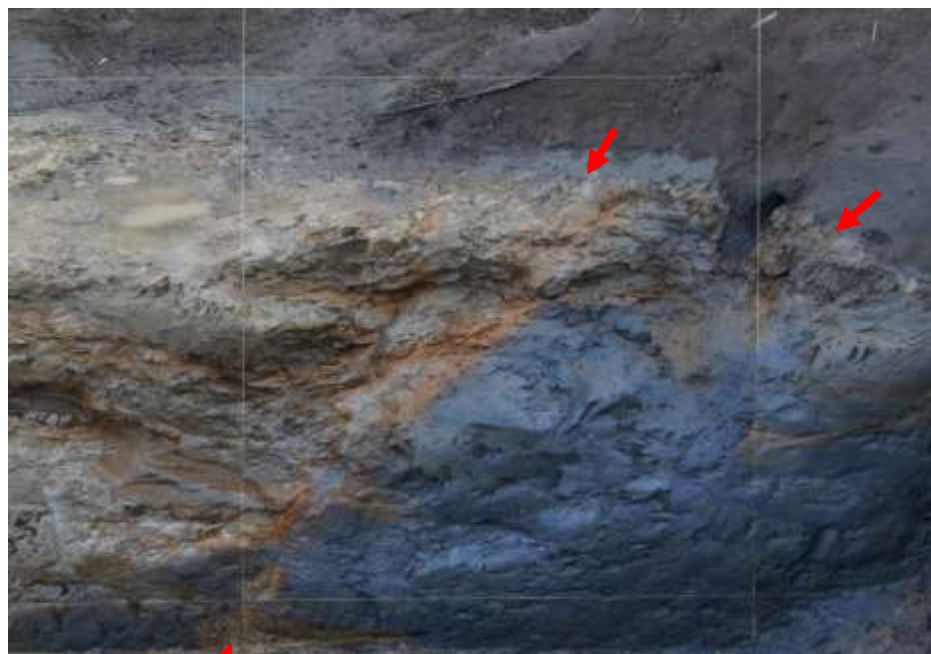


観察位置



H-9断層と上載地層との関係 (BF4地点 南トレンチ①)

- 南トレンチ①のH-9断層は，上部を泥層に不整合に覆われており，泥層の基底面に変位や変形は認められない。
- 泥層には円～扁平礫が含まれる。



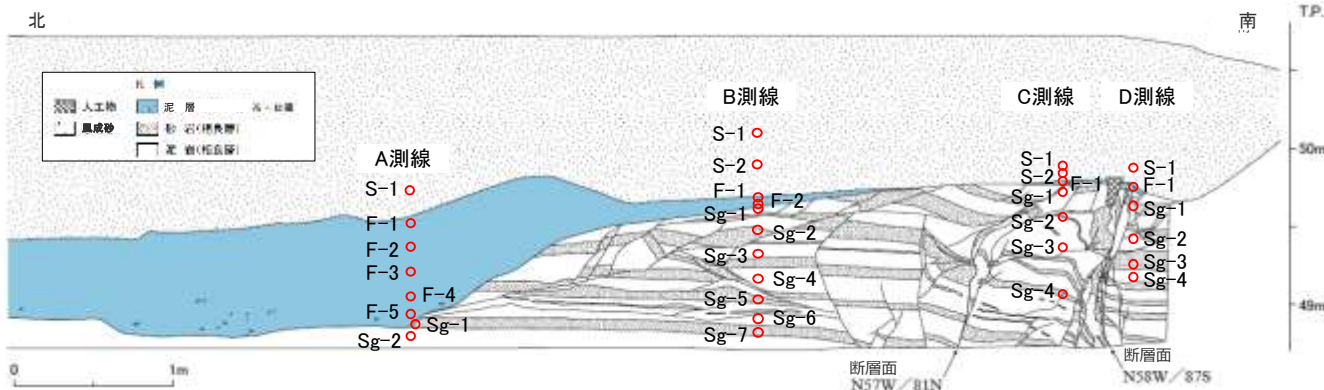
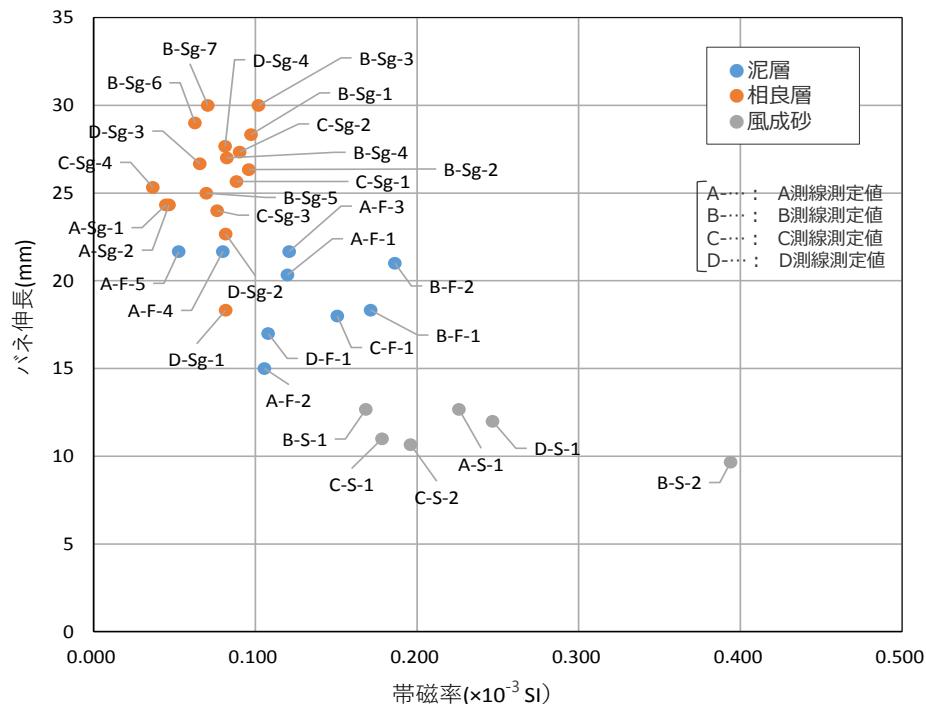
断層面 (H-9断層)

断層面 (H-9断層)

(スケッチ赤枠部分の写真)

帯磁率・硬度測定結果（BF4地点 南トレンチ①）

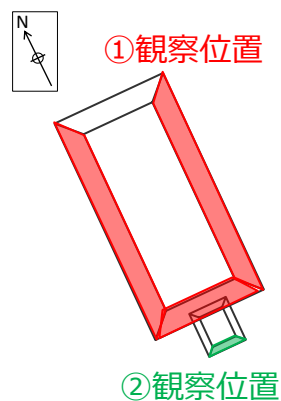
- 南トレンチ①において、H-9断層を覆う泥層と相良層の違いを確認するため、携帯型帯磁率計及び山中式土壌硬度計を用いて、帯磁率と硬度の測定を行った。
- 相良層と泥層、風成砂の帯磁率・硬度を比較すると、帯磁率は上部に位置する風成砂層ほど高い傾向を示し、硬度（バネ伸長）は下部に位置する相良層ほど高い傾向を示す。
- 帯磁率及び硬度の測定の結果、泥層と相良層には異なる分布傾向が認められ、地層区分と調和的である。



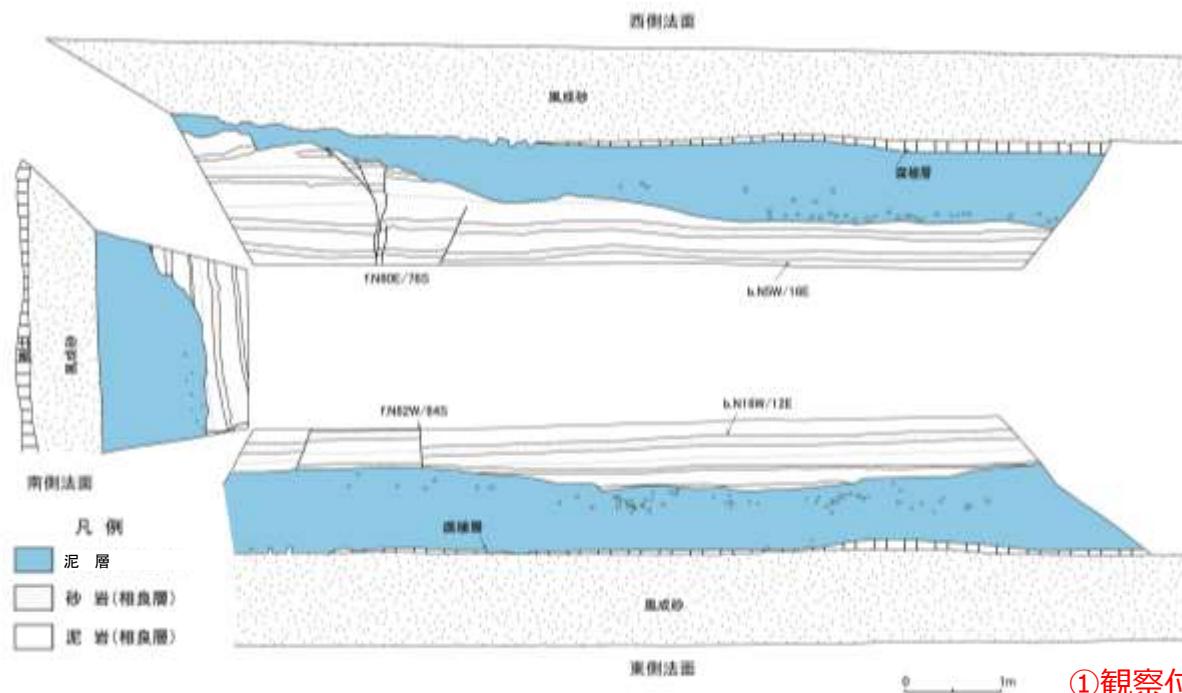
※測定結果等の詳細は、第563回審査会合 資料2 pp.138~146に示す。

H-9断層と上載地層との関係 (BF4地点 南トレンチ②)

- 南トレンチ②では、南トレンチ①から連続するH-9断層の下盤側の断層面が認められる。
- H-9断層は、上部を泥層に不整合に覆われており、泥層の基底面に変位や変形は認められない。
- 泥層には円～扁平礫が含まれる。



南



① 観察位置

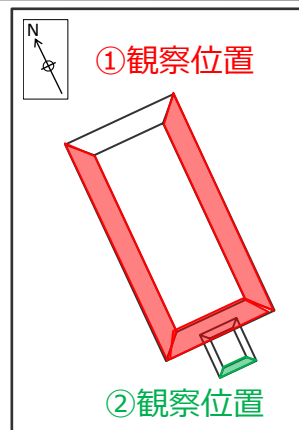
北



② 観察位置
(左図南面追加掘削)

H-9断層と上載地層との関係 (BF4地点 南トレンチ②)

- 南トレンチ②では、南トレンチ①から連続するH-9断層の下盤側断層面が認められる。
- H-9断層は、上部を泥層に不整合に覆われており、泥層の基底面に変位や変形は認められない。
- 泥層には円～扁平礫が含まれる。



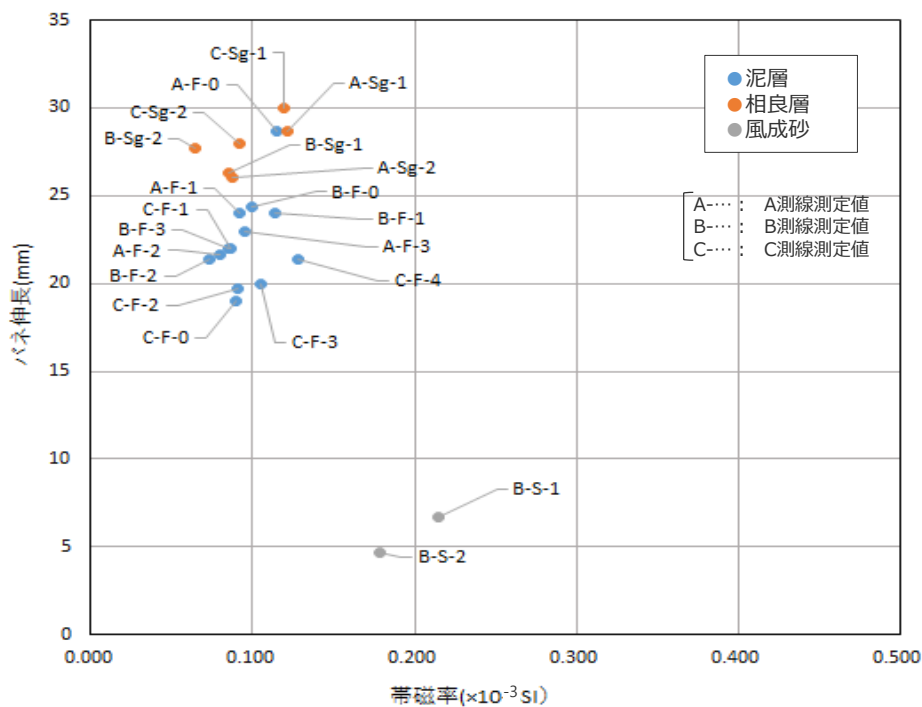
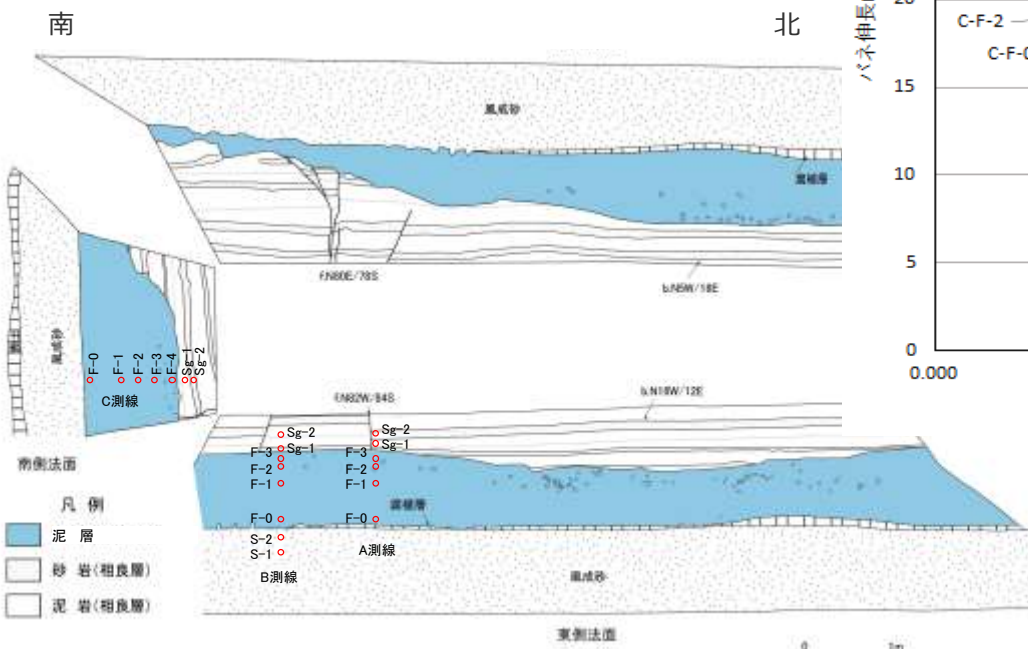
①観察位置



②観察位置 (赤枠は前頁のスケッチ範囲)
(左写真南面追加掘削)

帯磁率・硬度測定結果（BF4地点 南トレンチ②）

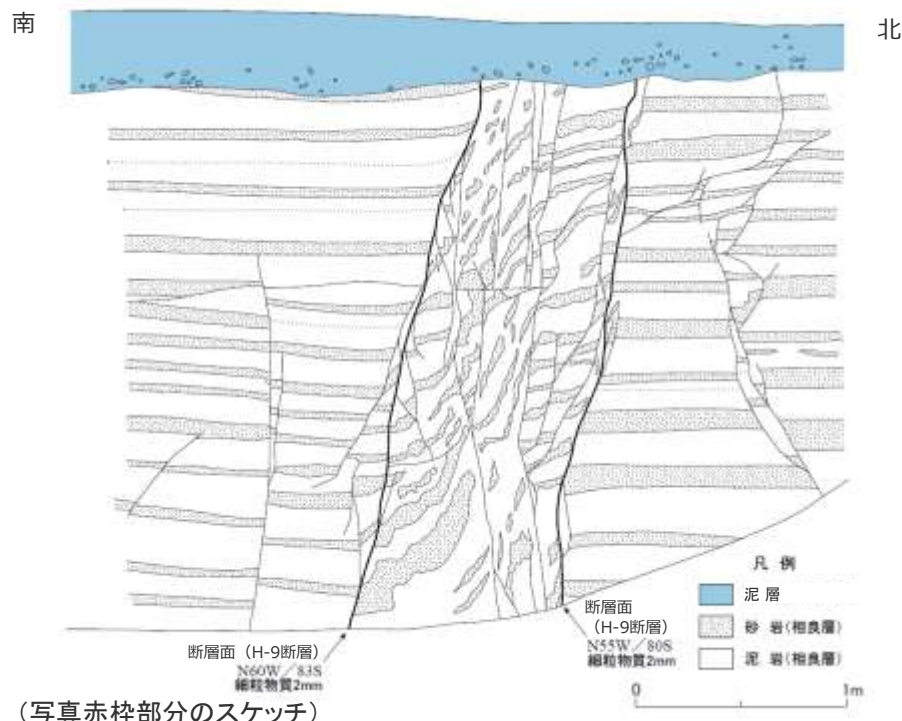
- 南トレンチ②において、H-9断層を覆う泥層と相良層の違いを確認するため、携帯型帯磁率計及び山中式土壌硬度計を用いて、帯磁率と硬度の測定を行った。
- 相良層と泥層、風成砂の帯磁率・硬度を比較すると、相良層と泥層の帯磁率は同程度の値を示すが、風成砂層はこれらよりも高い傾向を示し、硬度（バネ伸長）は下部に位置する相良層ほど高い傾向を示す。
- 帯磁率及び硬度の測定の結果、泥層と相良層には異なる分布傾向が認められ、地層区分と調和的である。



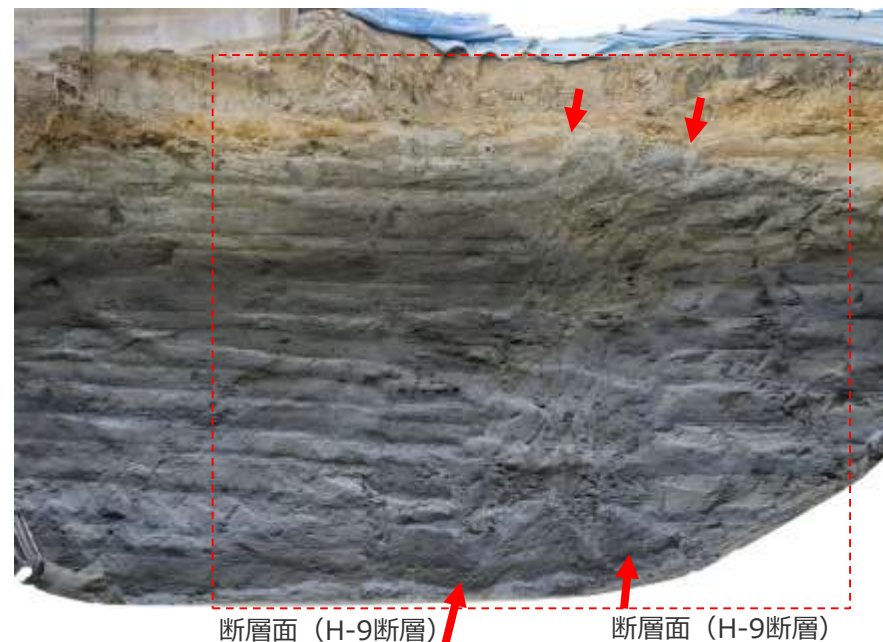
※測定結果等の詳細は、第563回審査会合 資料2 pp.138～146に示す。

H-9断層と上載地層との関係 (BF4地点 北トレンチ)

- 北トレンチのH-9断層は、上部を泥層に不整合に覆われており、泥層の基底面に変位や変形は認められない。
- 泥層には円～扁平礫が含まれる。

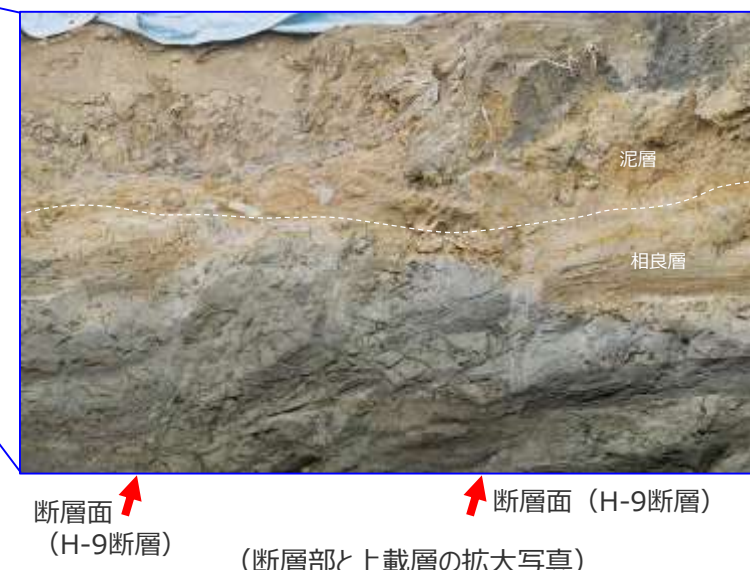
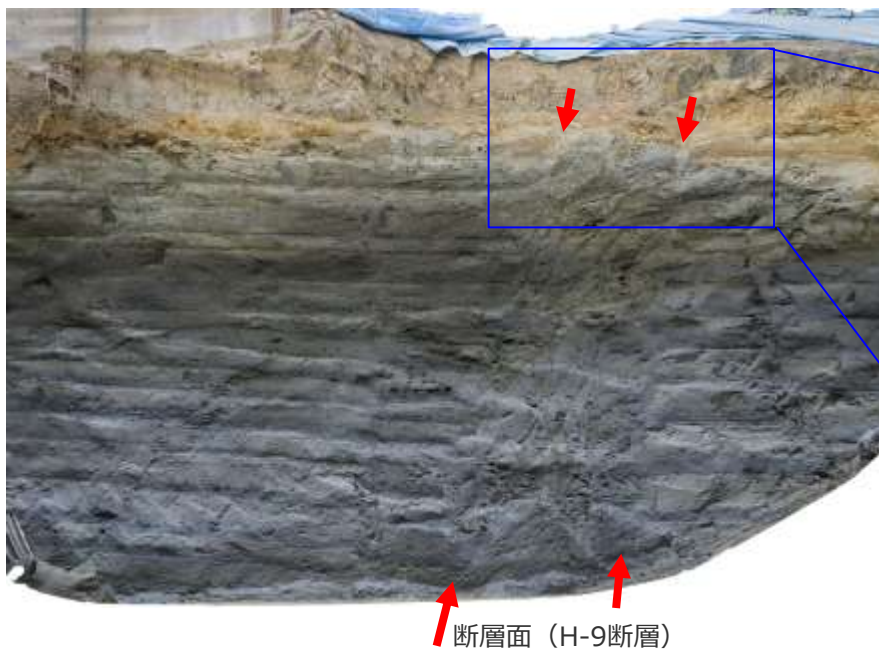
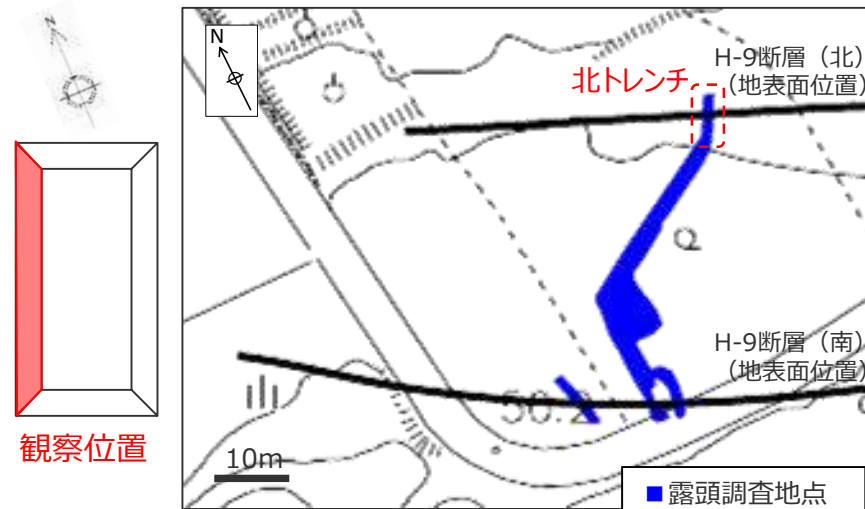


(写真赤枠部分のスケッチ)



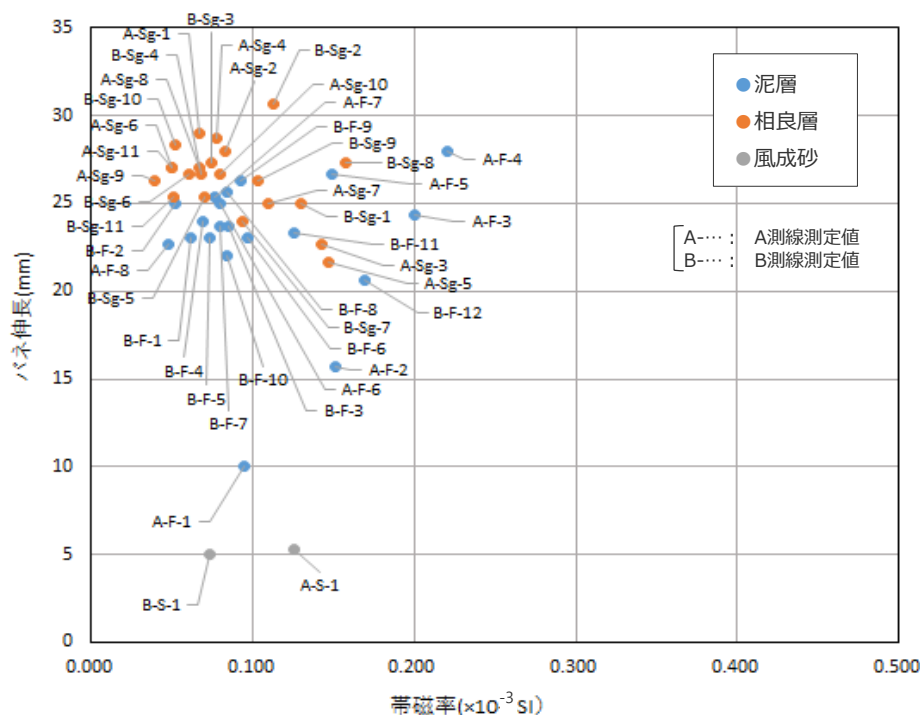
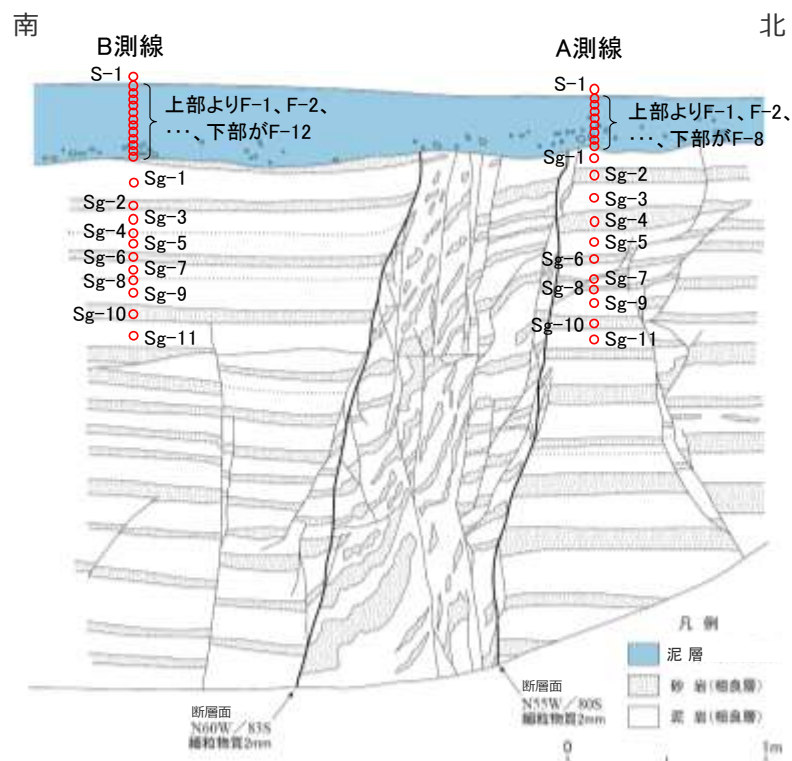
H-9断層と上載地層との関係 (BF4地点 北トレンチ)

- 北トレンチのH-9断層は、上部を泥層に不整合に覆われており、泥層の基底面に変位や変形は認められない。
- 泥層には円～扁平礫が含まれる。



帯磁率・硬度測定結果（BF4地点 北トレンチ）

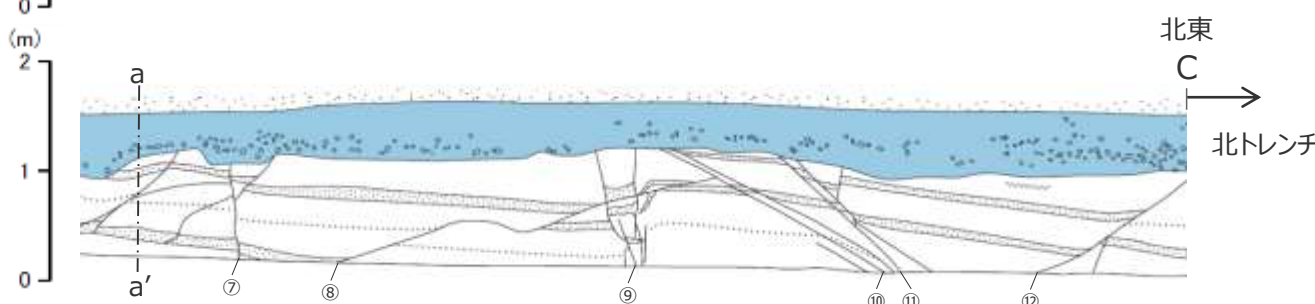
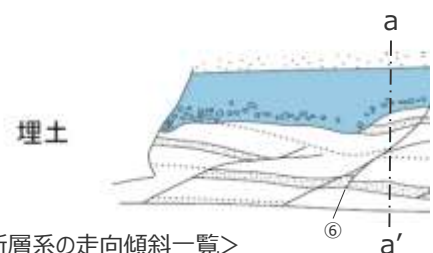
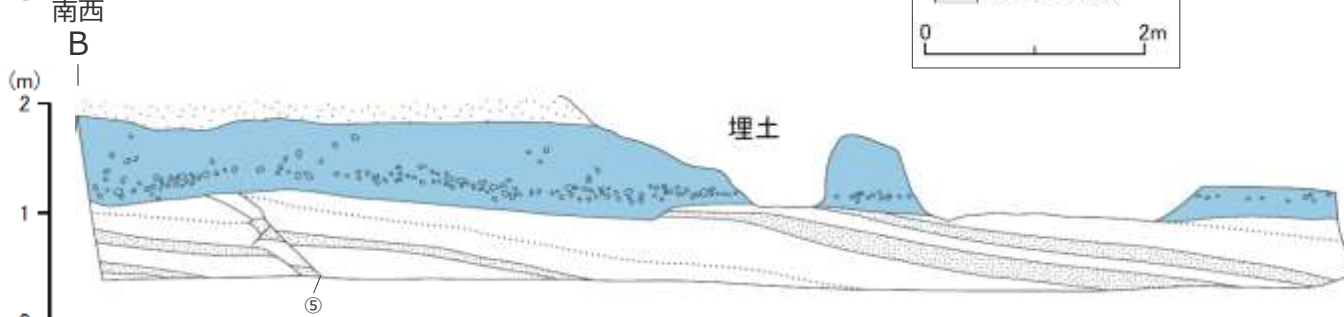
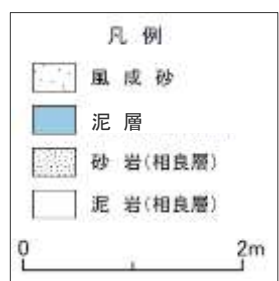
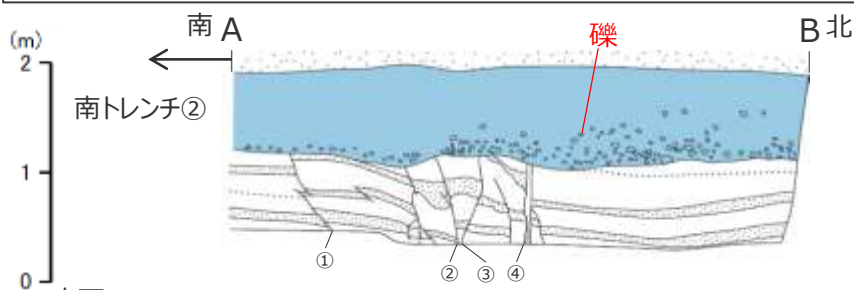
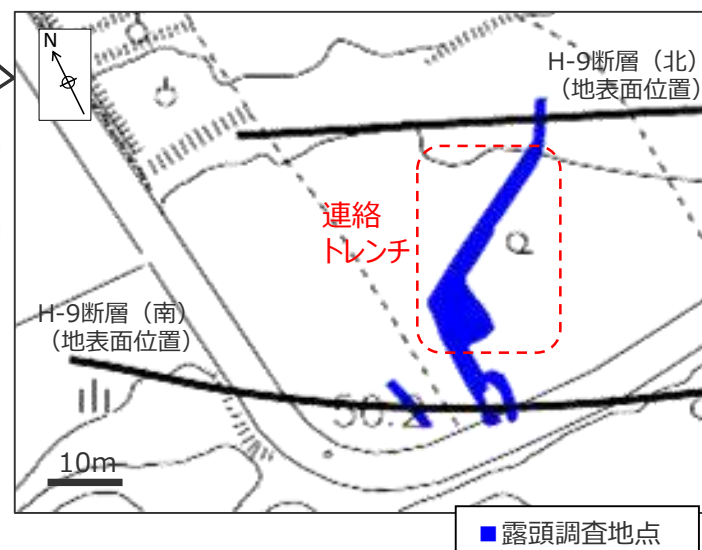
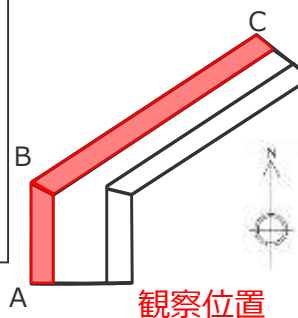
- 北トレンチにおいて、H-9断層を覆う泥層と相良層の違いを確認するため、携帯型帯磁率計及び山中式土壌硬度計を用いて、帯磁率と硬度の測定を行った。
- 相良層と泥層の帯磁率・硬度を比較すると、相良層と泥層の帯磁率は同程度の値を示すが、硬度（バネ伸長）は下部に位置する相良層ほど高い傾向を示す。
- 帯磁率及び硬度の測定の結果、泥層と相良層には異なる分布傾向が認められ、地層区分と調和的である。



※測定結果等の詳細は、第563回審査会合 資料2 pp.138~146に示す。

泥層の分布 (BF4地点 連絡トレンチ)

- 北トレンチでH-9断層を覆う泥層と南トレンチ②でH-9断層を覆う泥層は両トレンチ間で連続しており、円～扁平礫を含む。
- 連絡トレンチにおける相良層には小断層系が数条認められるが、上部を泥層に不整合に覆われており、泥層の基底面に変位や変形は認められない。
- BF4地点の泥層は、北方に向けて層厚を減じるが、相良層との不整合部付近の基底礫は広く一様に分布する。



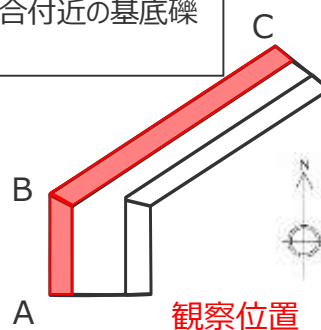
<小断層系の走向傾斜一覧>

No	走向傾斜	備考	No	走向傾斜	備考
①	N85E/70N	Rd=3cm	⑦	N20W/80E	Nd=3cm
②	E-W/80S	Nd=3cm	⑧	N42E/15NW	Rd=16cm
③	N48W/80S	Rd=10cm	⑨	N40W/78NE	Nd=6cm
④	N85W/90	Nd=不明	⑩	N80W/36N	Nd=不明
⑤	N48W/70NE	Nd=不明	⑪	N50W/80NE	Nd=20cm
⑥	N16W/42W	Rd=5cm	⑫	N8W/40W	Nd=不明

Nd: 正断層変位量, Rd: 逆断層変位量

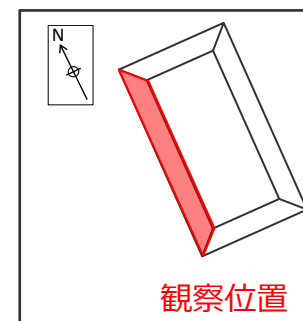
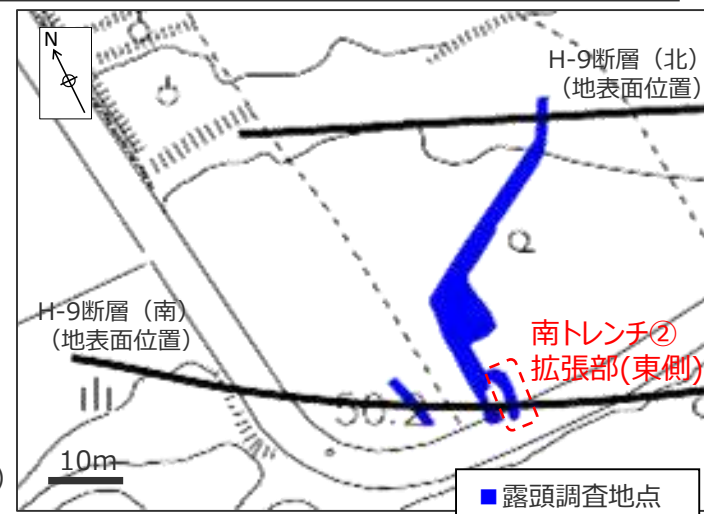
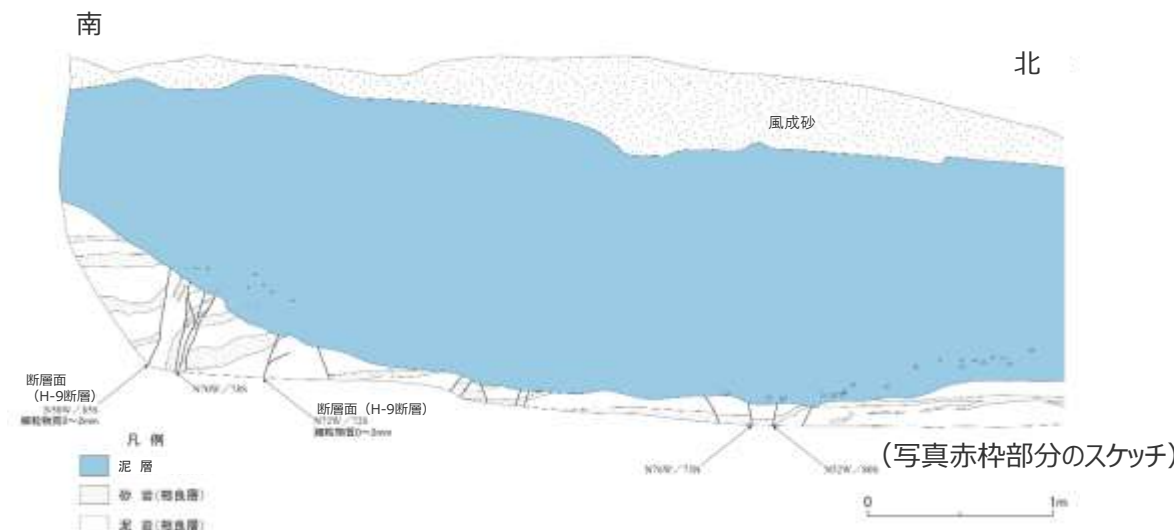
BF4地点の泥層の分布 (BF4地点 連絡トレンチ)

- 北トレンチでH-9断層を覆う泥層と南トレンチ②でH-9断層を覆う泥層は両トレンチ間で連続しており、円～扁平礫を含む。
- 連絡トレンチにおける相良層には小断層系が数条認められるが、上部を泥層に不整合に覆われており、泥層の基底面に変位や変形は認められない。
- BF4地点の泥層は、北方に向けて層厚を減じるが、相良層との不整合付近の基底礫は広く一様に分布する。



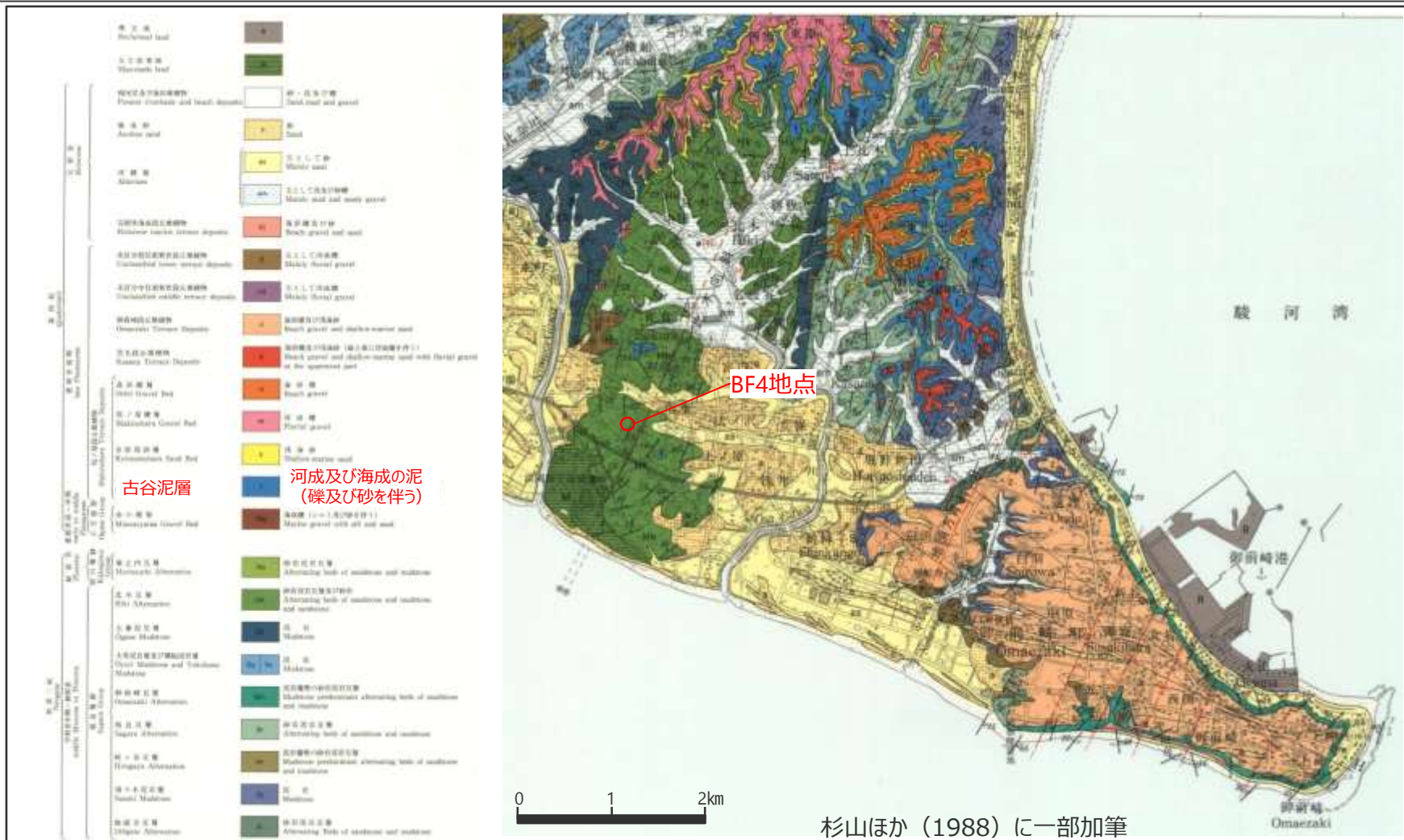
BF4地点の泥層の層相 (BF4地点 南トレンチ②拡張部(東側))

- BF4地点で確認されたH-9断層を覆う泥層は、厚さ約1~2mで、相良層を不整合に覆い、上部を風成砂層に不整合に覆われる。
- 泥層の基底には円~扁平礫を含み、その上方にむけて細粒化し、青灰色の細礫混じりシルトを経て上部ではシルト~粘土層となる。
- 泥層中には、目視で確認できる貝等の化石は見られない。



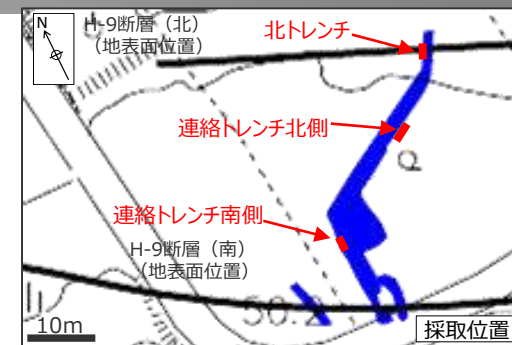
既往文献におけるBF4地点の地質

- BF4地点の泥層について、文献調査を実施した。
- 杉山ほか（1988）によると、御前崎周辺には古谷泥層が示されているが、BF4地点は相良層群とされ泥層の存在は示されていない。
→BF4地点の泥層から堆積年代を示す指標が得られないか調査を実施する。



BF4地点の泥層基底礫（礫種）の分析結果

- BF4地点の泥層中の基底礫を採取し、その礫種・形状の検討を行った。
- 基底礫は河成～海成と考えられる円～扁平礫であり、大部分が砂岩、チャート及び頁岩といった堆積岩から構成されており、まれに片岩（変成岩）、花崗閃緑岩（火成岩）が含まれる。



北トレンチ N=30



連絡トレンチ北側 N=30



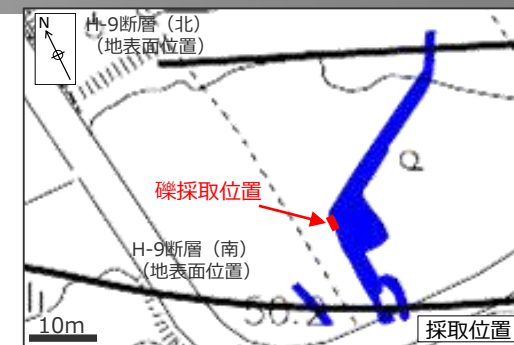
連絡トレンチ南側 N=32

N：対象とした礫の個数

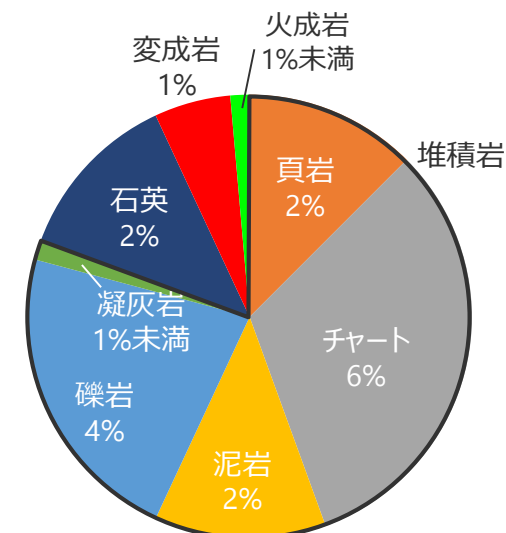
	<p>砂岩</p>	<p>堆積岩</p> <p>チャート</p>	<p>頁岩</p>	<p>変成岩</p> <p>片岩</p>	<p>火成岩</p> <p>花崗閃緑岩</p>
--	-----------	------------------------	-----------	----------------------	-------------------------

BF4地点の泥層基底礫（礫種）の分析結果（追加検討）

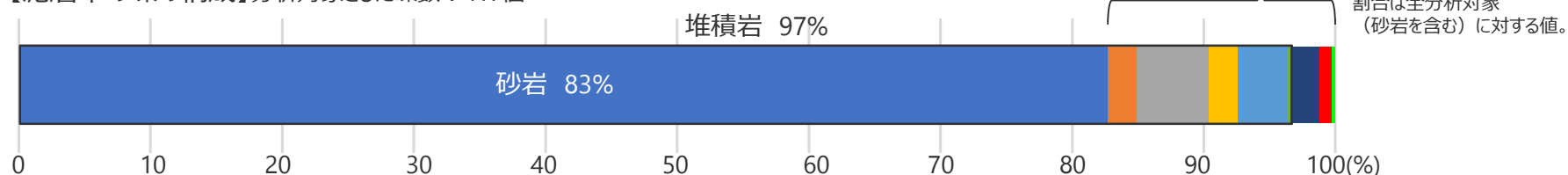
- BF4地点の泥層中の基底礫を追加で採取（417個：手掘りによる任意の掘削泥中に含まれる礫）し、その礫種について詳細に検討を行った。
- 基底礫は、砂岩が最も多く、これに加えチャート、頁岩等の堆積岩から大半が構成されており、まれに変成岩（片岩もしくは千枚岩）、火成岩（花崗岩）が認められる。



採取した礫（一部）



【泥層中の礫の構成】分析対象とした礫数：417個

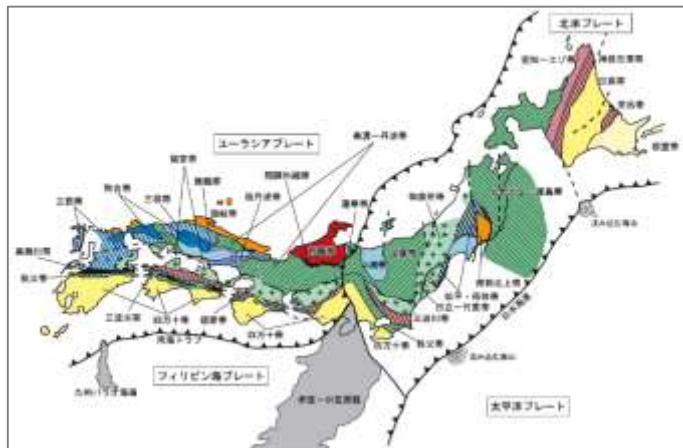


(凡例) ■ 砂岩 ■ 頁岩 ■ チャート ■ 泥岩 ■ 礫岩 ■ 凝灰岩 ■ 石英 ■ 変成岩 ■ 火成岩

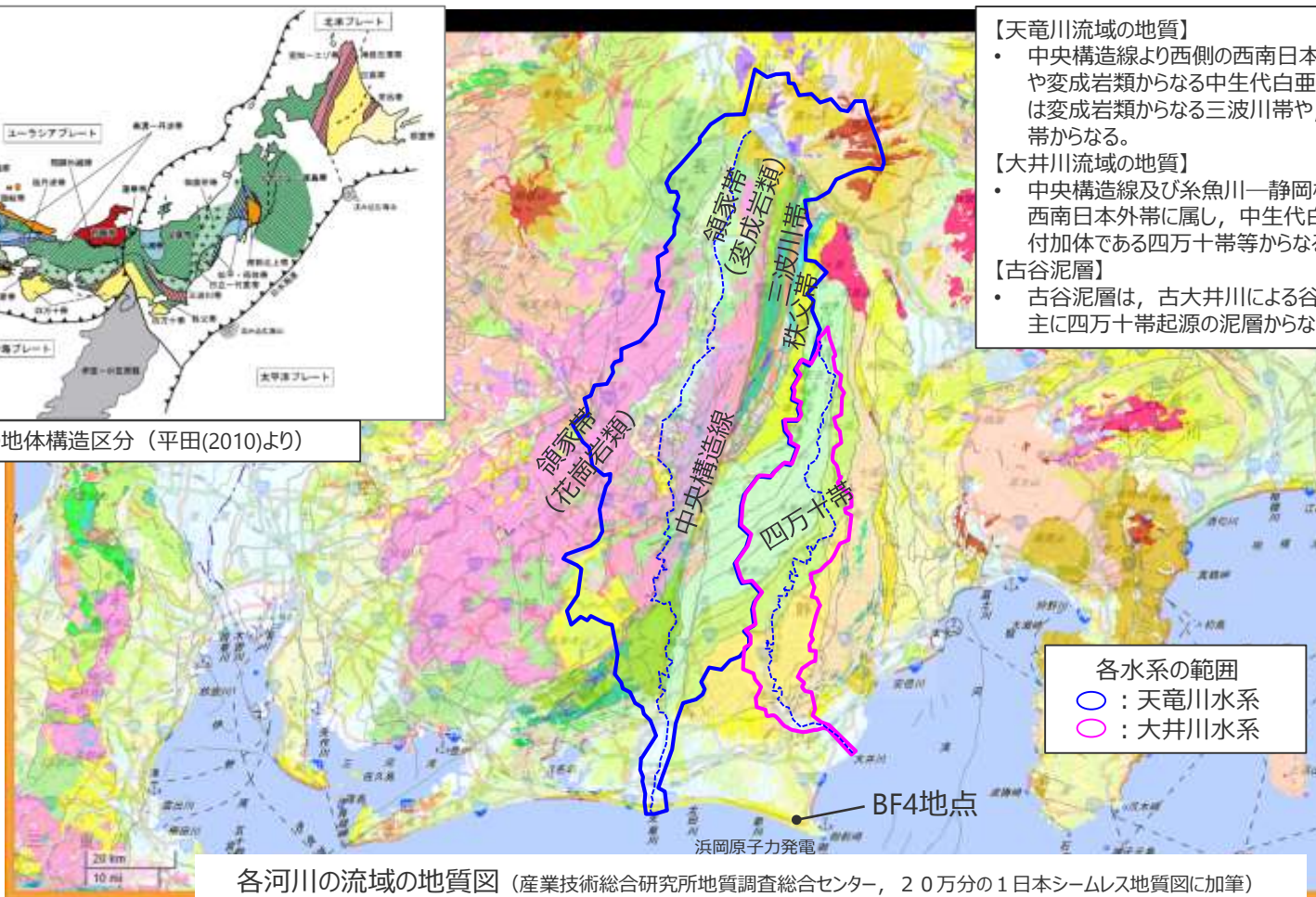
※変成岩は片岩もしくは千枚岩、火成岩は花崗岩である。

BF4地点における基底礫の起源について

- 杉山ほか（1988）によると、牧ノ原～御前崎台地の海成段丘堆積物は、主に大井川流域の四万十累層群起源の砂岩礫やチャートから構成されるが、まれに、天竜川水系からもたらされたと推定される変成岩、火成岩の礫が認められるとしている。
- このことから、BF4地点の基底礫は、主に大井川流域からもたらされた四万十層群起源の礫であるが、まれに含まれる変成岩、火成岩の礫は、天竜川水系からもたらされたと考えられ、本地域の海成段丘堆積物に関する知見とも合致している。



日本の地体構造区分（平田(2010)より）



【天竜川流域の地質】

- 中央構造線より西側の西南日本内帯では花崗岩類や変成岩類からなる中生代白亜紀の領家帯、東側は変成岩類からなる三波川帯や、付加体である秩父帯からなる。

【大井川流域の地質】

- 中央構造線及び糸魚川-静岡構造線に区切られた西南日本外帯に属し、中生代白亜紀～古第三紀の付加体である四万十帯等からなる。

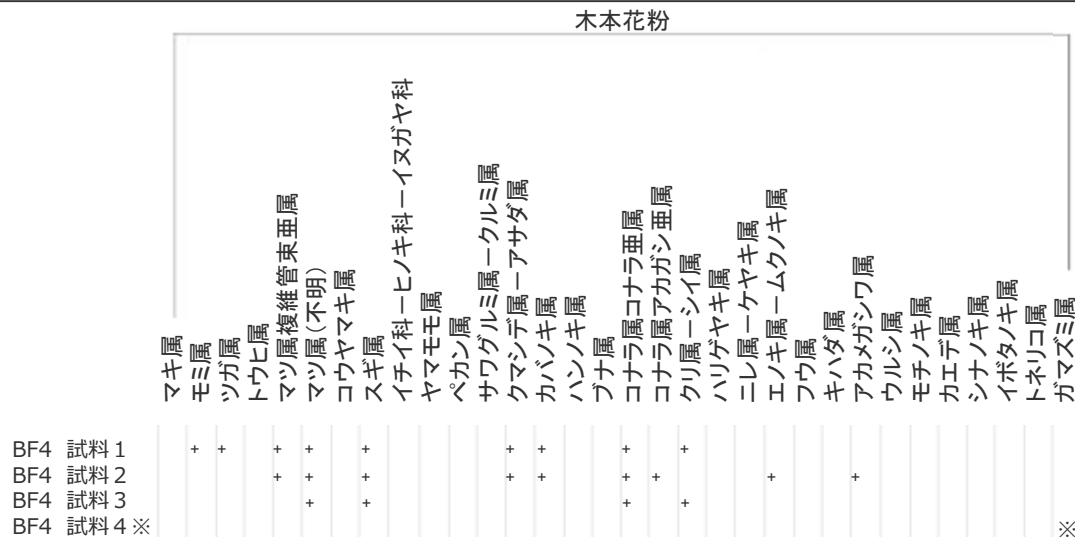
【古谷泥層】

- 古谷泥層は、古大井川による谷埋め堆積物であり、主に四万十帯起源の泥層からなる。

各河川の流域の地質図（産業技術総合研究所地質調査総合センター，20万分の1日本シームレス地質図に加筆）

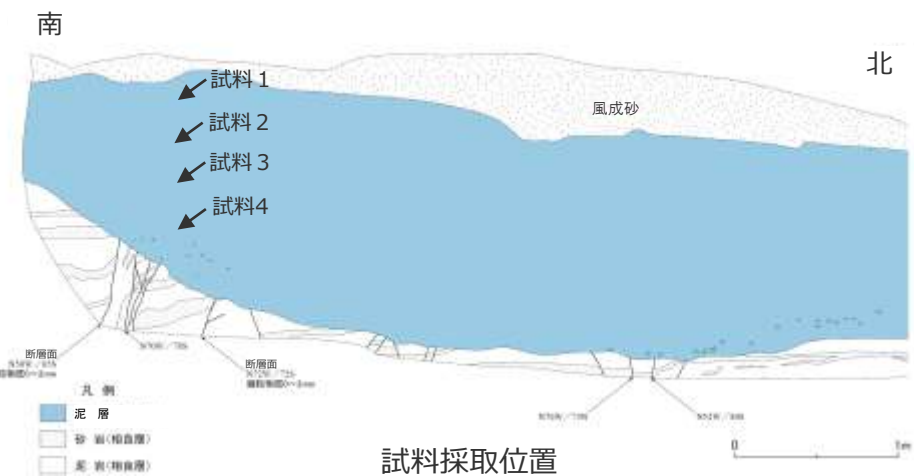
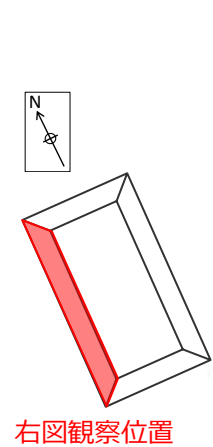
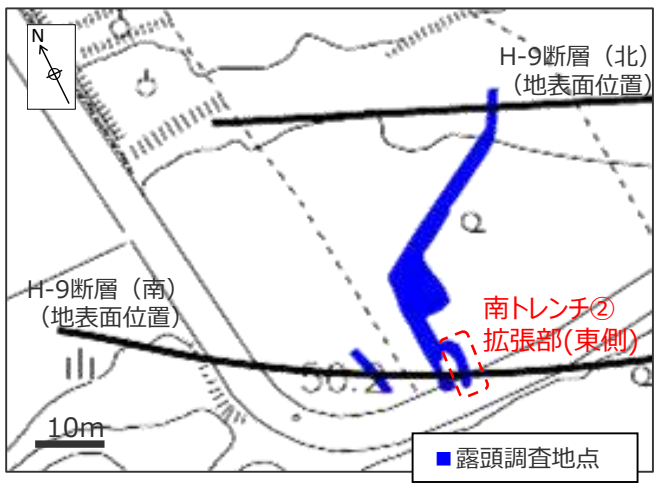
BF4地点の泥層の花粉分析結果

- BF4地点の泥層においては花粉分析を実施したが、いずれの層準においても検出された花粉は極微量であった。
- また同地点の泥層中には、目視で確認できる貝等の化石は見られなかった。



+ は基数が100個未満の試料の種類を示す。

※試料4からは花粉は確認されなかった。



御前崎地域に分布する泥層（古谷泥層）に関する知見※

※ 知見の詳細は、第704回審査会合資料1-3 参考資料参照。

BF4地点の泥層からは、堆積年代を示す有意な指標が得られなかったため、対比対象となる地層の検討として、御前崎地域に分布する泥層である古谷泥層の知見を収集した。

<古谷泥層の分布範囲，層序>（池谷・堀江（1982），杉山ほか（1988），長田（1998））

- 古谷泥層は、牧ノ原台地において基盤である相良層群及び掛川層群を不整合に覆って広く分布しており、西支稜南方の御前崎市佐倉（BF4地点より北へ約1km，右図赤丸）にも古谷泥層が分布するとされている。
- 古谷泥層は、牧ノ原段丘堆積物の最下位層にあたとされている。

<古谷泥層の堆積年代>（黒田（1970），池谷・堀江（1982），杉山ほか（1988））

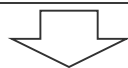
- 古谷泥層は、下末吉期（MIS5e，約12～13万年前）の海進期の谷埋め堆積物とされている。

<古谷泥層の層相>（池谷・堀江（1982），杉山ほか（1988））

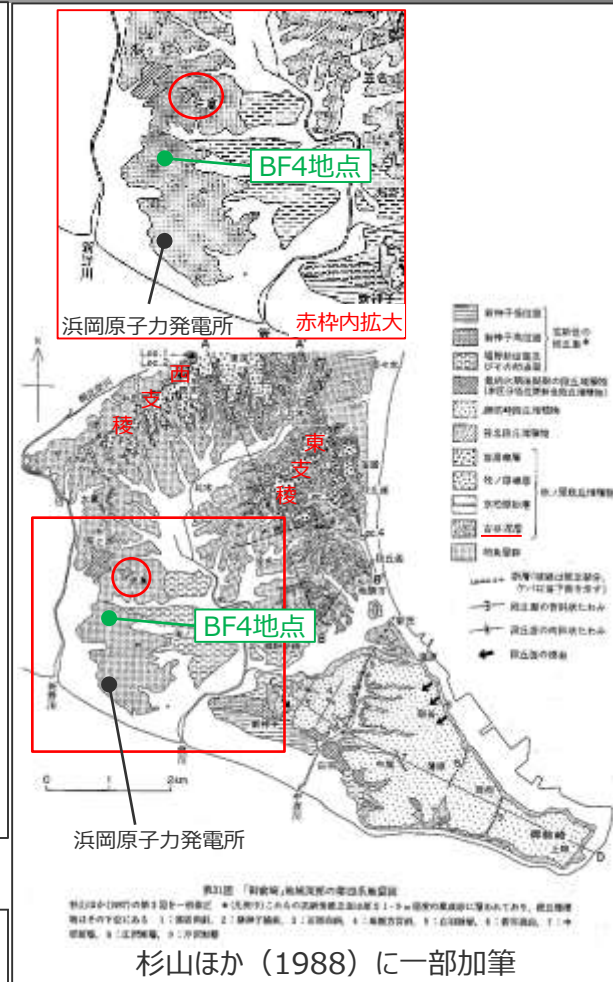
- 古谷泥層の層相は、地域により著しく相異し、基底礫層にはじまり砂層から砂質泥層をへて漸次泥層に移化する上方に向かって細粒化する堆積サイクルが繰り返し現れるとされている。この上方細粒化サイクルの単位層は近距離においては容易に追跡しうるとされている。
- なお、牧ノ原～御前崎台地の海成段丘堆積物に含まれる礫層は、主に大井川流域の四万十累層群起源の砂岩礫やチャートから構成されるが、まれに天竜川水系からもたらされたと推定される変成岩、火成岩の礫が認められるとされている。

<古谷泥層の堆積環境>（黒田（1970），池谷・堀江（1982））

- 層相の変遷に基づいて復元された古地形の検討から、古谷泥層は、初期は谷の下流部を河成堆積物が埋積し、中～後期は谷を内湾成の堆積物が埋積して形成されたと推定されている。
- 古谷泥層の下部層堆積時は比較的冷涼な気候であるが、上部層堆積時は温暖な気候であり、下部堆積時から上部堆積時にかけて温度変化があったと推定されている。



- BF4地点周辺に相良層を不整合に覆う泥層として古谷泥層（MIS5e，約12～13万年前）が示されていることから、古谷泥層についてさらに詳細な調査を実施し、BF4地点の泥層との対比（地形の対比，層相の対比，試料分析による対比）を実施する。
- 古谷泥層の層相は地域により異なるが近距離においては容易に追跡しうるとされていることを踏まえると、御前崎市佐倉の古谷泥層がBF4地点に最も近いことから、対比が容易と考えられる。
- そこで、御前崎市佐倉の古谷泥層分布域（BF1地点）を詳細な調査対象地点とする。



4.5(1) H-9断層と上載地層の関係（BF4地点における調査結果）のまとめ

【検討結果】

(1) H-9断層と上載地層の関係（BF4地点における調査結果）

5a BF4地点のH-9断層は上位の泥層に変位・変形を与えていない。

- ・ 敷地北側のH-9断層の分布するBF4地点には、段丘堆積物が分布するとの知見はなく、段丘面も判読されないが、風成砂層に覆われた泥層が比較的広く分布している。
- ・ H-9断層は、上部を泥層に不整合に覆われており、泥層の基底面に変位や変形は認められない。

●BF4地点の泥層の堆積年代については、次節以降検討する。

【本節における検討結果】

① H-9断層を覆う泥層は、海成である可能性が考えられるが、堆積年代を示す有意な指標は得られなかった。

- ・ 泥層は、厚さ約1～2mで、相良層を不整合に覆い、上位は風成砂層に不整合に覆われる。
 - ・ 泥層の基底部には円～扁平礫が広く一様に分布し、その上方にむけて細粒化し、青灰色の細礫混じりシルトを経て上部ではシルト～粘土層となる。
 - ・ BF4地点の基底礫は、河成～海成と考えられる円～扁平礫であり、大部分が砂岩、チャート及び頁岩といった堆積岩から構成されており、まれに変成岩、火成岩が含まれる。これらは、主に大井川流域からもたらされた四万十層群起源の礫であるが、まれに含まれる変成岩、火成岩の礫は、天竜川水系からもたらされたと考えられ、本地域の海成段丘堆積物に関する知見とも合致している。
 - ・ 泥層から検出される花粉は、いずれの層準においても極微量である。
 - ・ 泥層中には、目視で確認できる貝等の化石は見られない。
- ② 古谷泥層は近距離において対比が容易とされ、BF4近傍の御前崎市佐倉に分布するとの知見がある。
- ・ BF4地点周辺には古谷泥層（MIS5e, 約12～13万年前）が分布するとされている。
 - ・ 古谷泥層は海進期の谷埋め堆積物とされている。
 - ・ 古谷泥層の層相は、地域により著しく相異なる一方、堆積サイクルの単位層は近距離においては容易に追跡しうるとされている。
 - ・ BF4地点に最も近い古谷泥層は御前崎市佐倉に分布するとされている。



【次節における調査の方針】

BF4地点の泥層は古谷泥層と考えられるものの堆積年代を示す指標が得られなかった（検討結果①）ことから、BF4地点との対比が容易と考えられる近傍の御前崎市佐倉の古谷泥層分布域（BF1地点）（検討結果②）を対象地点とし、詳細な調査を実施する。

※検討結果の段落番号は、章末のまとめスライドと対応している。

(2)

BF1地点の古谷泥層 (BF1地点及び比木2地点における調査)

【検討内容】

敷地北側の古谷泥層が分布するとされているBF1地点において、露頭、ボーリング調査及び試料分析を行い、標準的な古谷泥層との対比により、古谷泥層であることを確認する。

BF1地点の古谷泥層に関する知見及び踏査結果

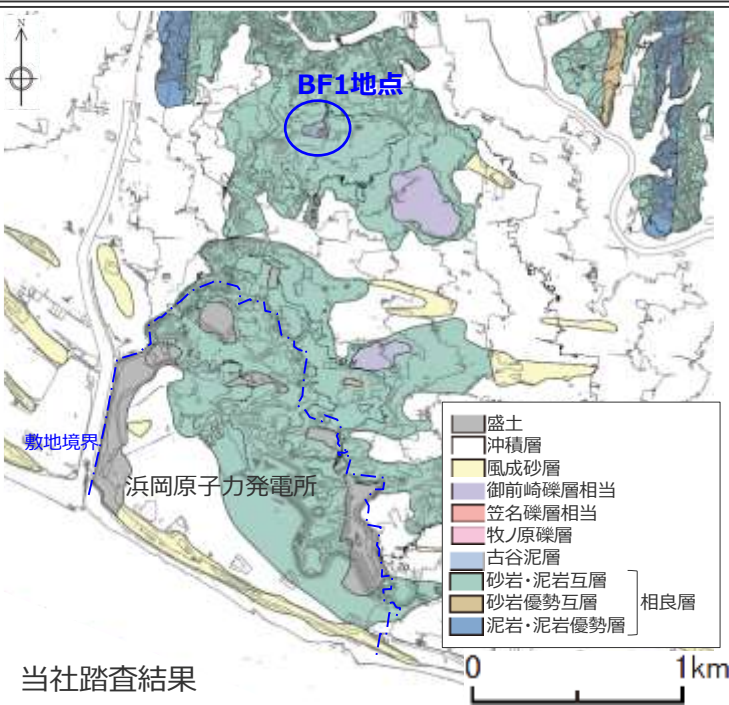
【文献調査結果】

- 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】

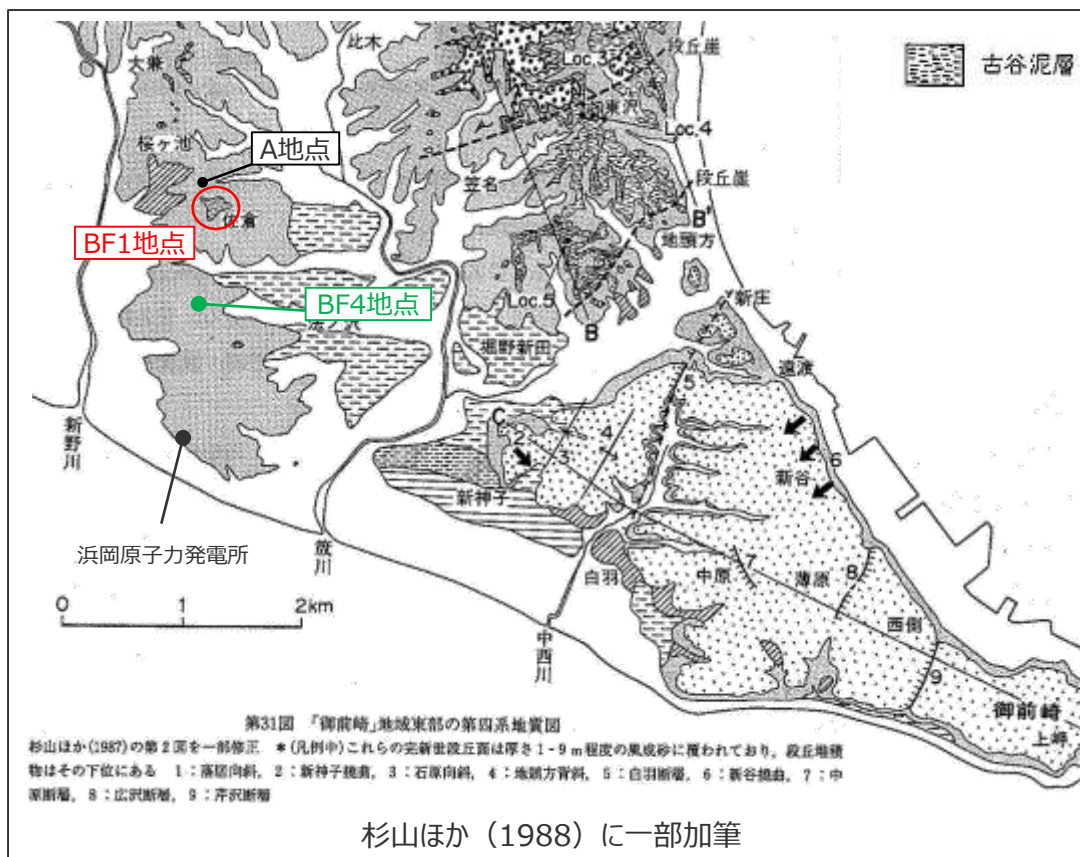
- 当該地点を踏査した結果, 文献の記載位置付近には, 標高60m付近に古谷泥層が分布していることを確認した (BF1地点, 下図中青丸)。本地点の古谷泥層は上位を牧ノ原礫層に覆われており, 本地点の東方には御前崎礫層相当層が, 南方には笠名礫層相当層が分布している。
- なお, 池谷・堀江(1982), 杉山ほか(1988)は, 本地点周辺において古谷泥層以外の堆積物を図示していないが, 長田(1998)は, 古谷泥層分布域の東部に御前崎礫層相当層 (文献の表記では白羽礫層, 下図中緑丸) の分布域を示している。

※池谷・堀江(1982)における古谷泥層の表記は「古谷層」。



詳細な調査を行う古谷泥層分布域（BF1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)

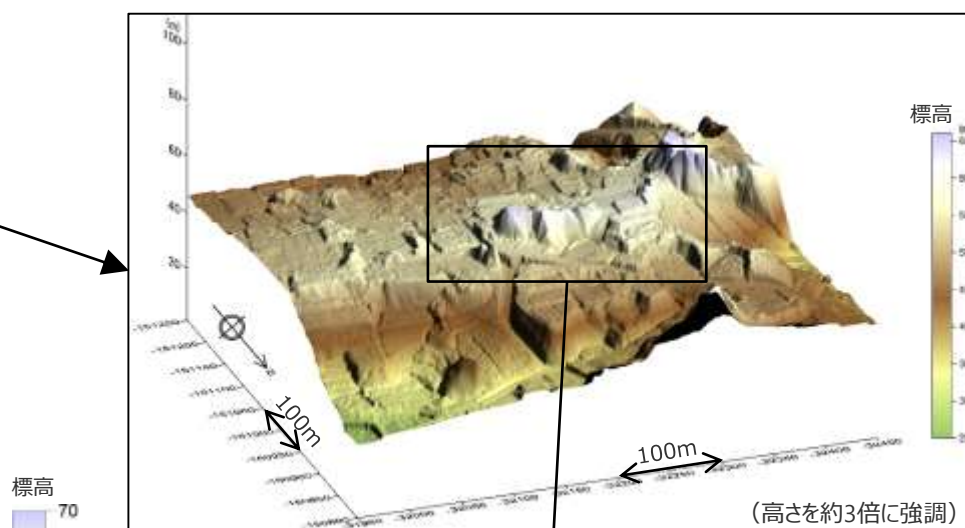
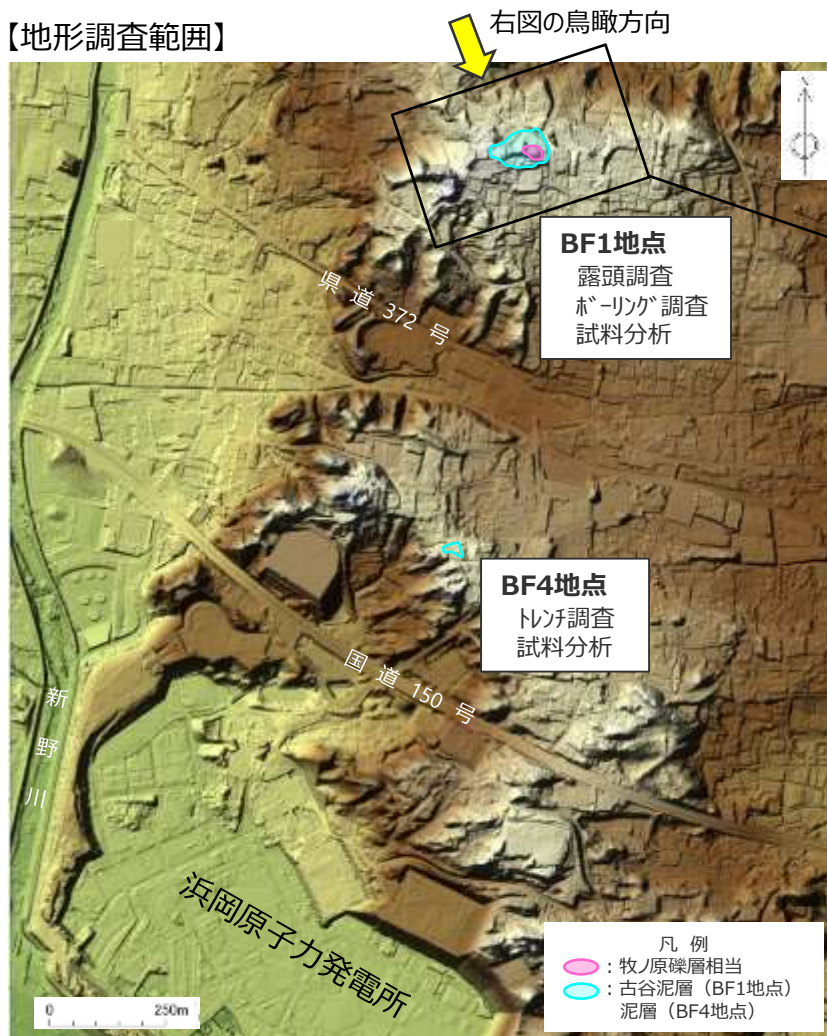


【参考】BF1地点近傍(左図A地点)の相良層

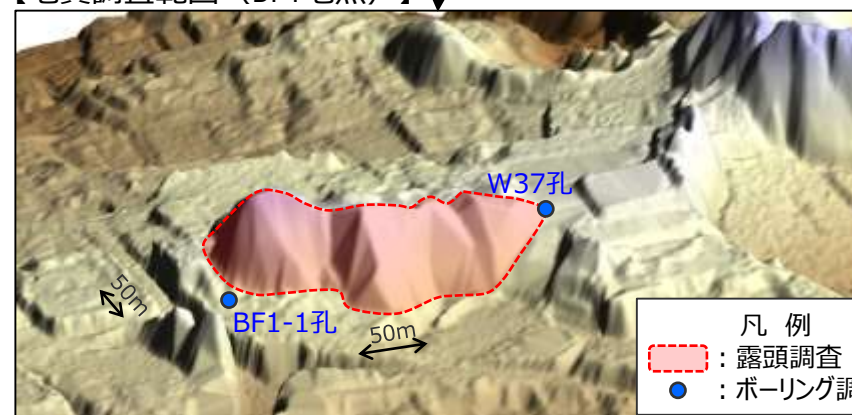
詳細な調査内容

- 泥層の対比にあたっては、BF4地点周辺において地形調査を実施するとともに、BF1地点の地質調査（露頭調査、ボーリング調査等）及び採取試料の分析を行った。

【地形調査範囲】



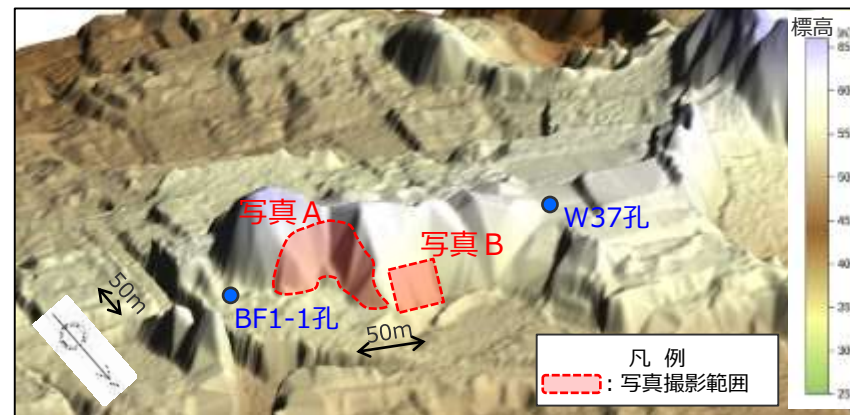
【地質調査範囲 (BF1地点)】



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

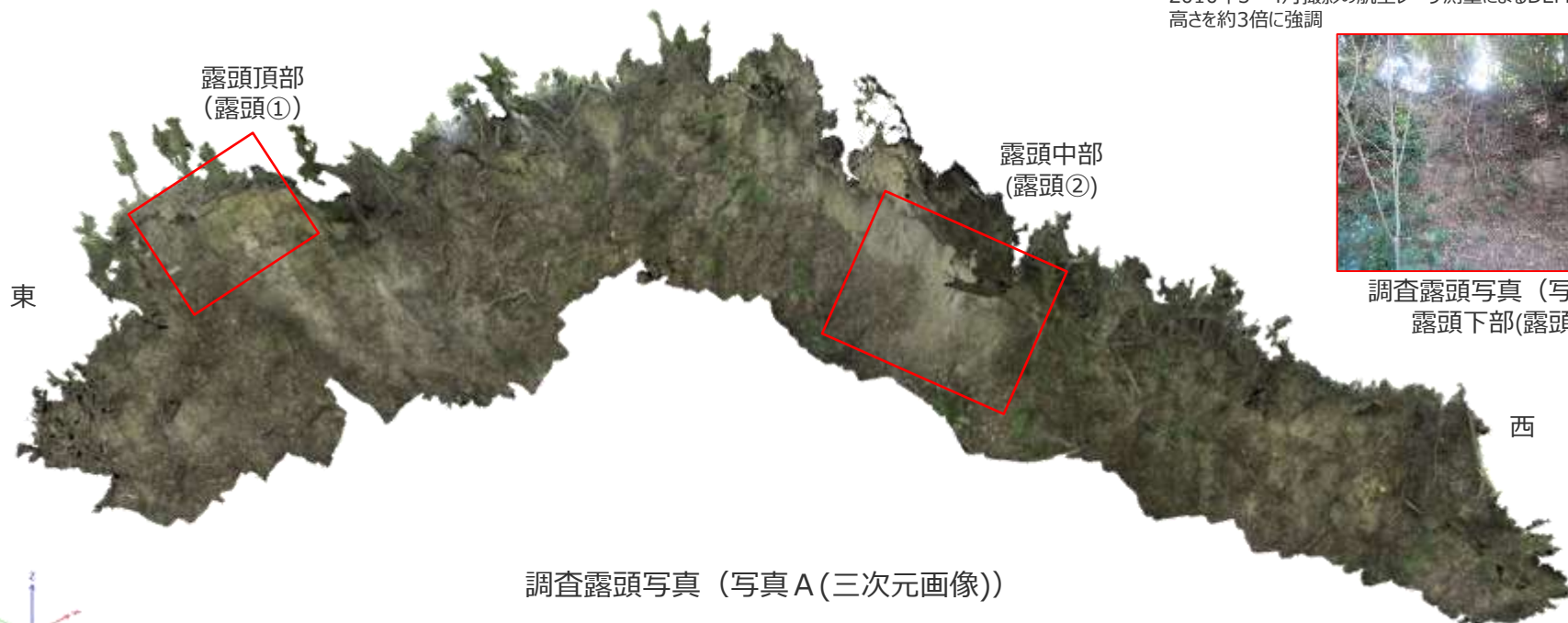
- 露頭調査は、丘陵部北面に広く露出する古谷泥層を対象として実施し、地質分布及び層相について調査を行った。
- 露頭では、侵食が進んでいるものの、斜面全体にわたって古谷泥層が確認される。
- 古谷泥層の層相は、露頭の頂部にあたる東部において、白色シルト～粘土層からなり、小礫を主体とした砂礫層及び大礫を含む砂礫層に不整合に覆われる（露頭①）。露頭中部では暗灰色～灰色のシルト層～粘土層からなり、細粒砂の薄層を狭在する（露頭②）。露頭下部では古谷泥層は灰色のシルト層～粘土層からなり、中礫を含む（露頭③）。



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地点の古谷泥層の層相（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

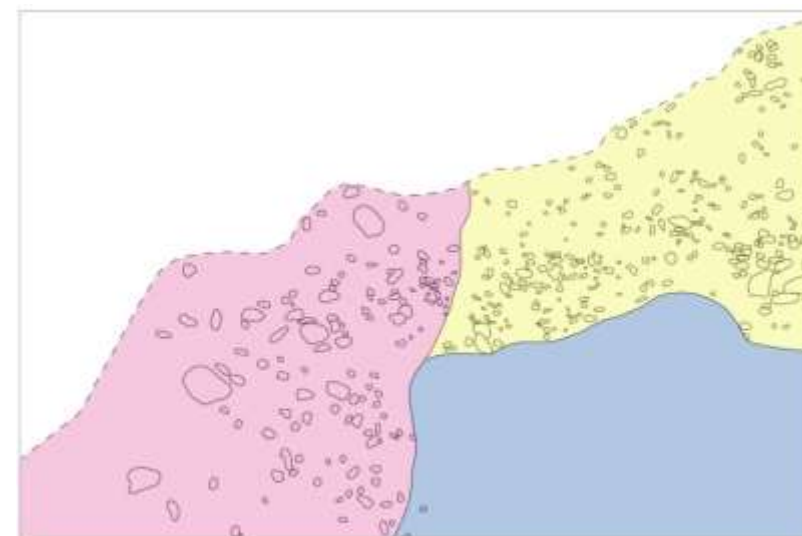
東

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)）

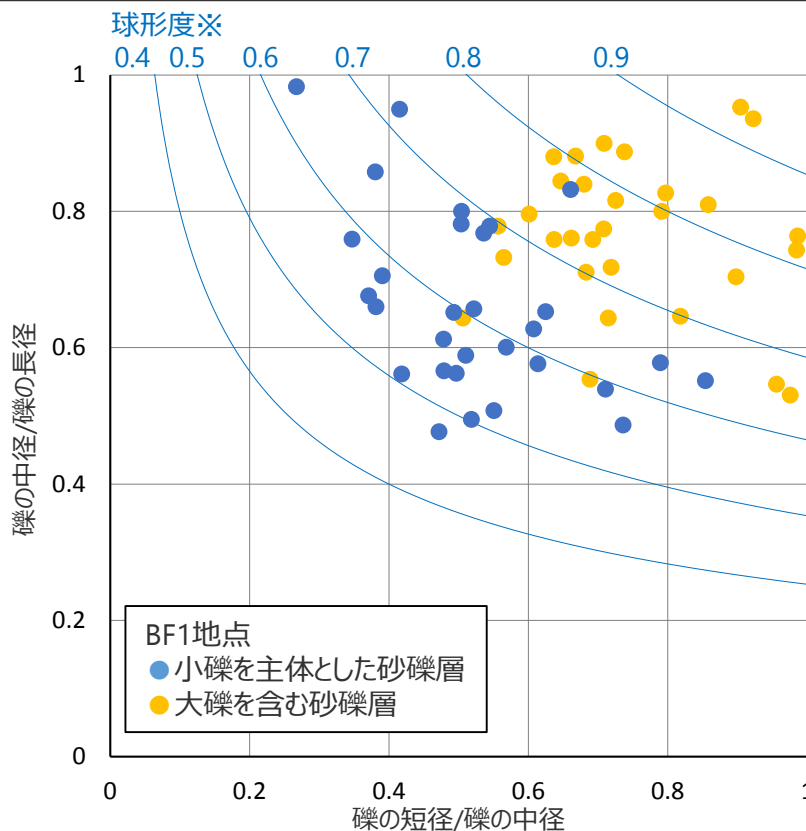
- BF1地点の古谷泥層を覆う小礫を主体とした砂礫層と大礫を含む砂礫層中の礫について、その礫種・形状の検討を行った。
- いずれの礫も砂岩が大部分を占め、泥岩やチャート、頁岩といった堆積岩から構成される。
- 礫の形状を測定し、球形度の検討を行ったところ、小礫を主体とした砂礫層中の礫の球形度は0.5～0.7付近（比較的扁平状）であるのに対し、大礫を含む砂礫層中の礫は0.7～0.9付近（比較的球状）であり、両者の分布に差異がみられた。この分布結果は当社の地層区分と調和的な結果である。



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。

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

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。ボーリングの坑口標高は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、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 0.26	盛土	盛土	暗灰	0.00-0.26 盛土
		0.26-1.15 砂礫混じりシルト 礫径~3cm 礫と砂は礫多に含まれる				
1	53.70	1.15	シルト	シルト	暗灰	1.15-2.20 シルト
2	52.65	2.20				2.20-3.30 シルト質砂混じり礫~シルト質礫混じり砂 礫は泥付よりシルト質の礫 礫径~5cm 礫度 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
3	51.00	3.30	相良層	相良層	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
4						

【ボーリング柱状図】

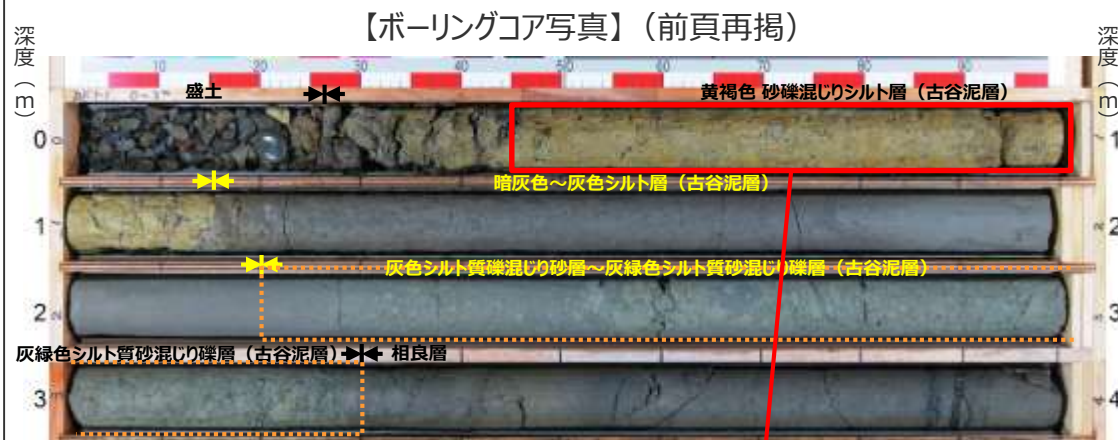
【ボーリングコア写真】



【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、河成～海成と考えられる礫径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）

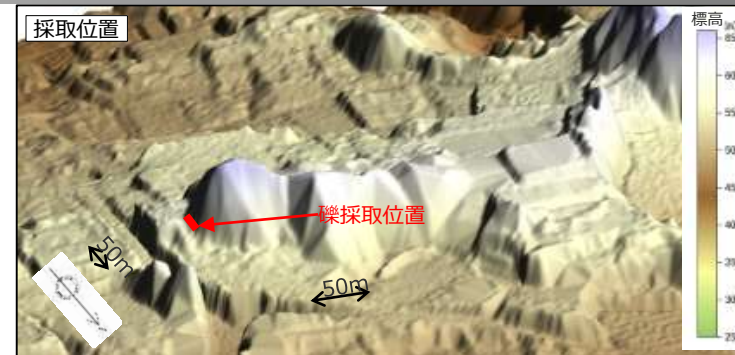
①：砂岩・頁岩・チャートの円～扁平礫を含む
（大井川由来（四万十層群起源）と考えられる）



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地点の泥層基底礫（礫種）の分析結果（追加検討）

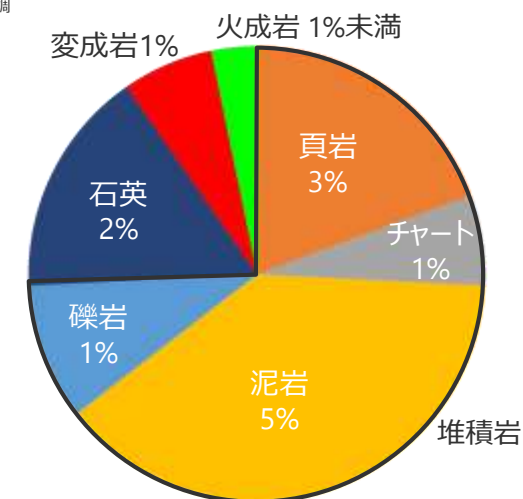
- 前頁に示すBF1地点の古谷泥層中の基底付近に確認される礫を追加で採取（238個：手掘りによる任意の掘削泥中に含まれる礫）し、その礫種について詳細に検討を行った。
- 基底礫は、砂岩が最も多く、これに加えチャート、頁岩等の堆積岩から大半が構成されており、まれに変成岩（片岩もしくは千枚岩）、火成岩（花崗岩）が認められる。
- 堆積岩は大井川由来、変成岩、火成岩は天竜川由来のものと考えられる。



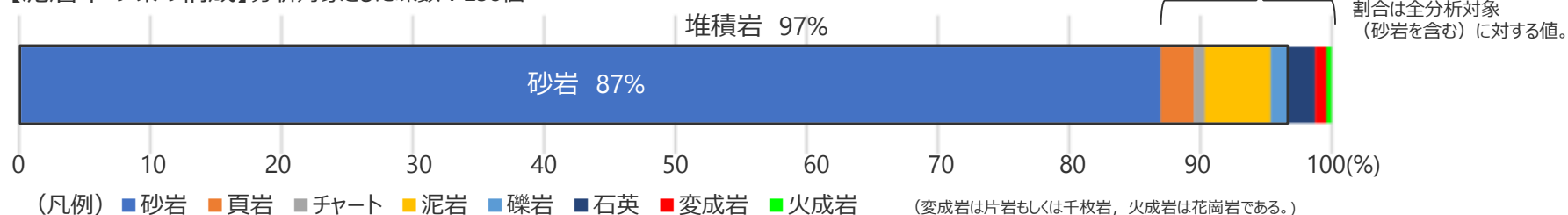
2010年3～4月撮影の航空レーザー測量によるDEMデータより作成
高さを約3倍に強調



採取した礫（一部）

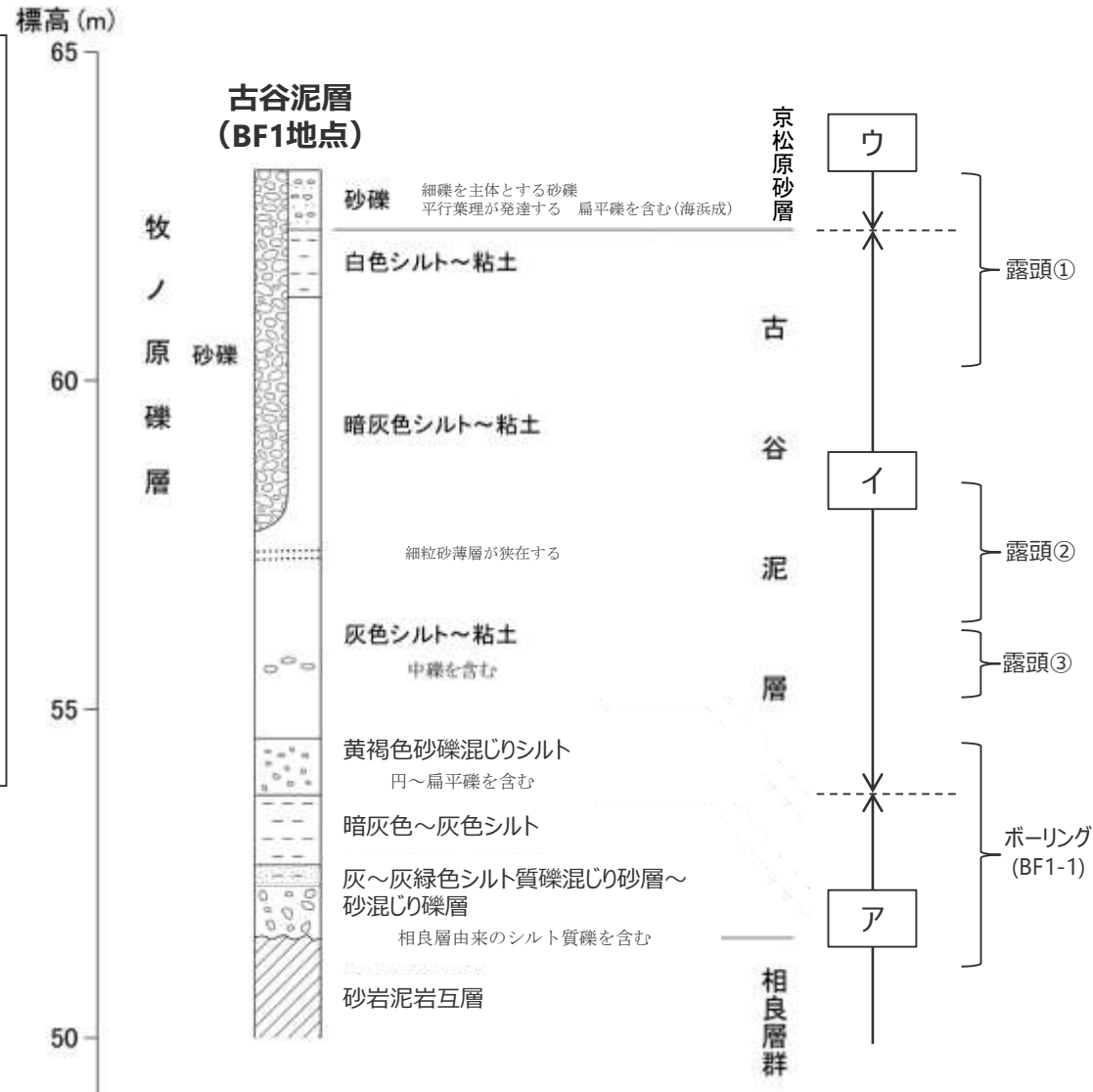


【泥層中の礫の構成】分析対象とした礫数：238個



BF1地点の古谷泥層の層相のまとめ

- 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。
- ・古谷泥層の基底部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、河成～海成と考えられる円～扁平礫（大井川由来と考えられる砂岩・頁岩・チャート等の堆積岩を中心とし、まれに天竜川由来と考えられる変成岩、火成岩を含む）を含む砂礫混じりシルト層から、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。

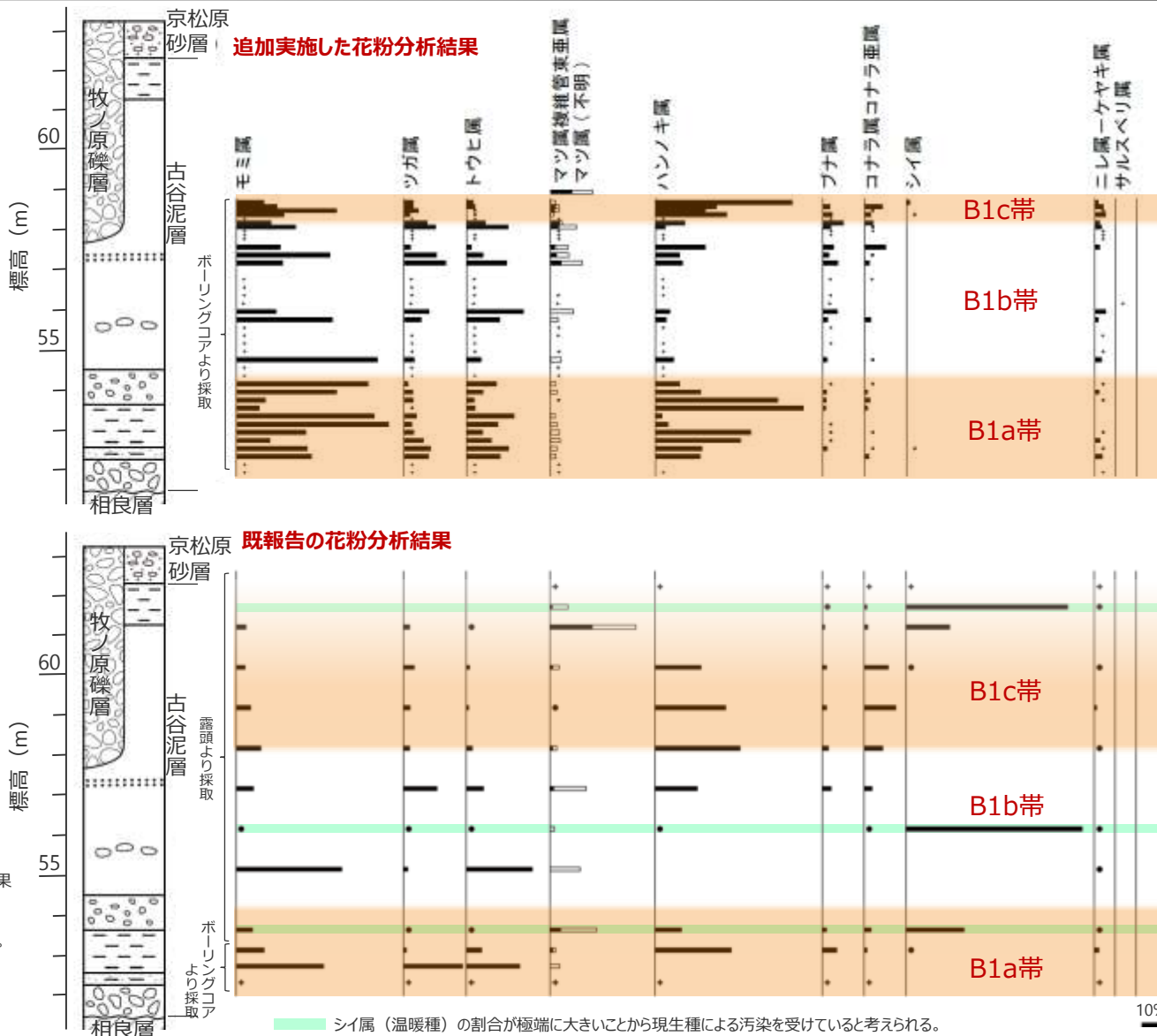


BF1地点の古谷泥層の花粉分析結果

- 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。
- 今回、花粉分析の精度向上を目的とし、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）を用いて追加の花粉分析を実施した。

- 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回審査会にて報告）
 ・木本花粉総数に対する百分率を表わす。
 ・●は1%未満、+は基数が100個未満の試料を示す。



W37孔のボーリング柱状図・コア写真は第654回審査会 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。

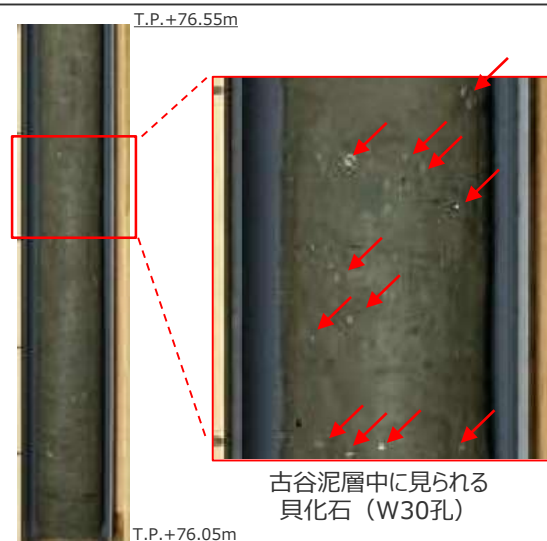
標準的な牧ノ原段丘堆積物の分布地点（比木2地点）の調査

比木2地点

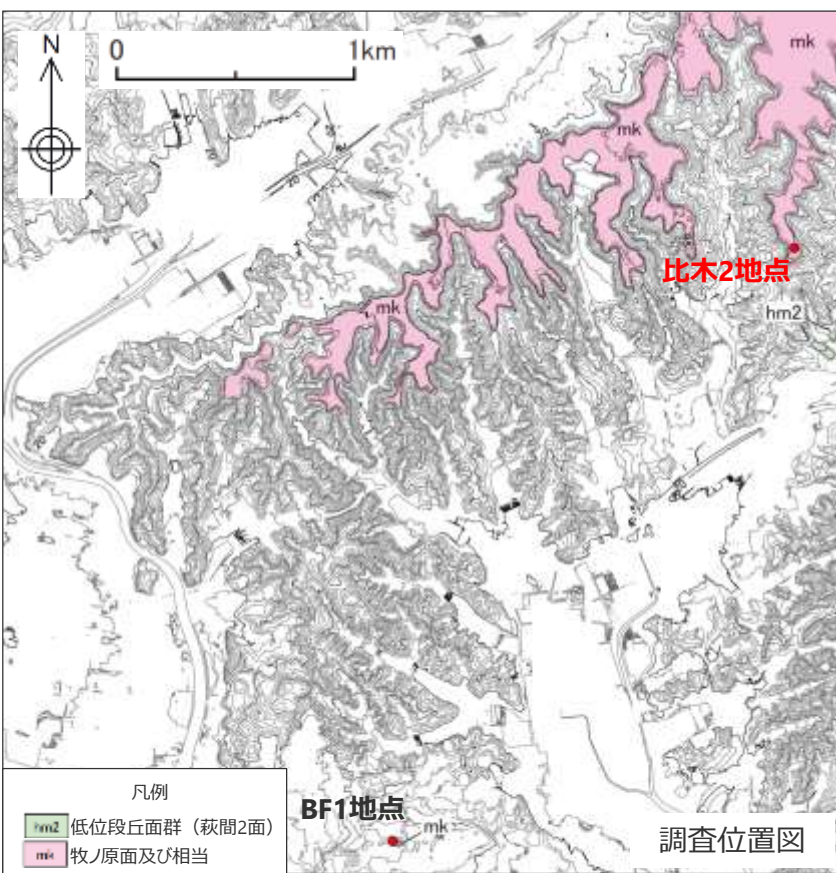
- ・杉山ほか（1988）によれば、古谷泥層の層厚は、最も厚い箇所約30mとされており、上部では貝化石等の動物化石が産出するとされている。
- ・一方、BF1地点の古谷泥層は、層厚が10m程度と比較的薄く、目視で確認できる貝等の化石も確認されない。
- ・そこで、牧ノ原礫層～京松原礫層～古谷泥層という標準的な牧ノ原段丘堆積物がいずれも厚く堆積している地点の古谷泥層を調査・分析し、BF1地点の古谷泥層との対比を行った。
- ・調査地点は、杉山ほか（1988）がKy火山灰層（古谷泥層の上位層準である京松原砂層中の火山灰層）の露頭を確認した御前崎市比木（比木2地点）とし、同露頭上部からボーリング調査（W30孔）を行った。



- ・比木2地点でのボーリング調査（W30孔）結果に基づき作成した比木2地点の模式柱状図を示す。
- ・同地点の古谷泥層は、層厚20m程度で、相良層を不整合に覆い、上部には京松原砂層（Ky火山灰層を挟む）、牧ノ原礫層が堆積する。
- ・古谷泥層の基底から高さ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。



BF1地点の古谷泥層と比木2地点の古谷泥層の対比

・比木2地点の古谷泥層においても、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）を用いて追加的花粉分析（木本花粉）を実施し、その結果を基にBF1地点の古谷泥層と比木2地点の古谷泥層の対比を行った。

【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：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。

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。

【BF1地点と比木2地点の対比】

・花粉分析結果を基に、BF1地点と比木2地点の古谷泥層の対比を行うと、BF1地点におけるB1a帯、B1b帯、B1c帯は、比木2地点におけるH1a帯、H1b帯、H1c帯にそれぞれ対比されると考えられる。

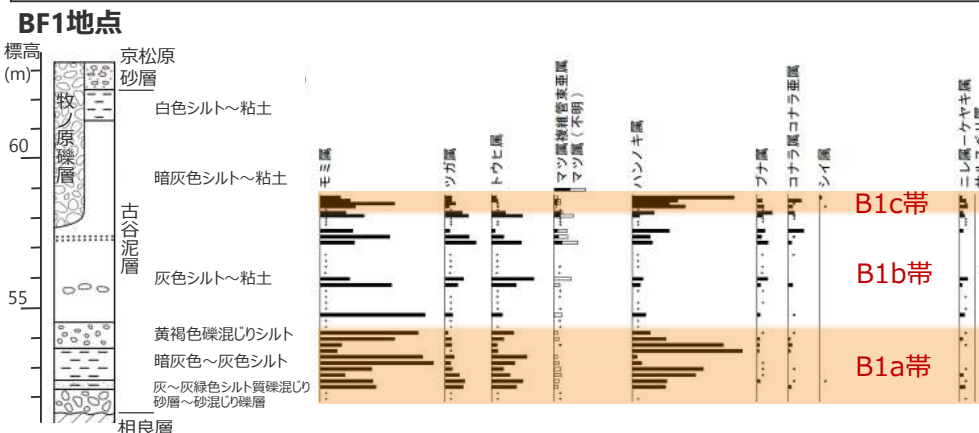
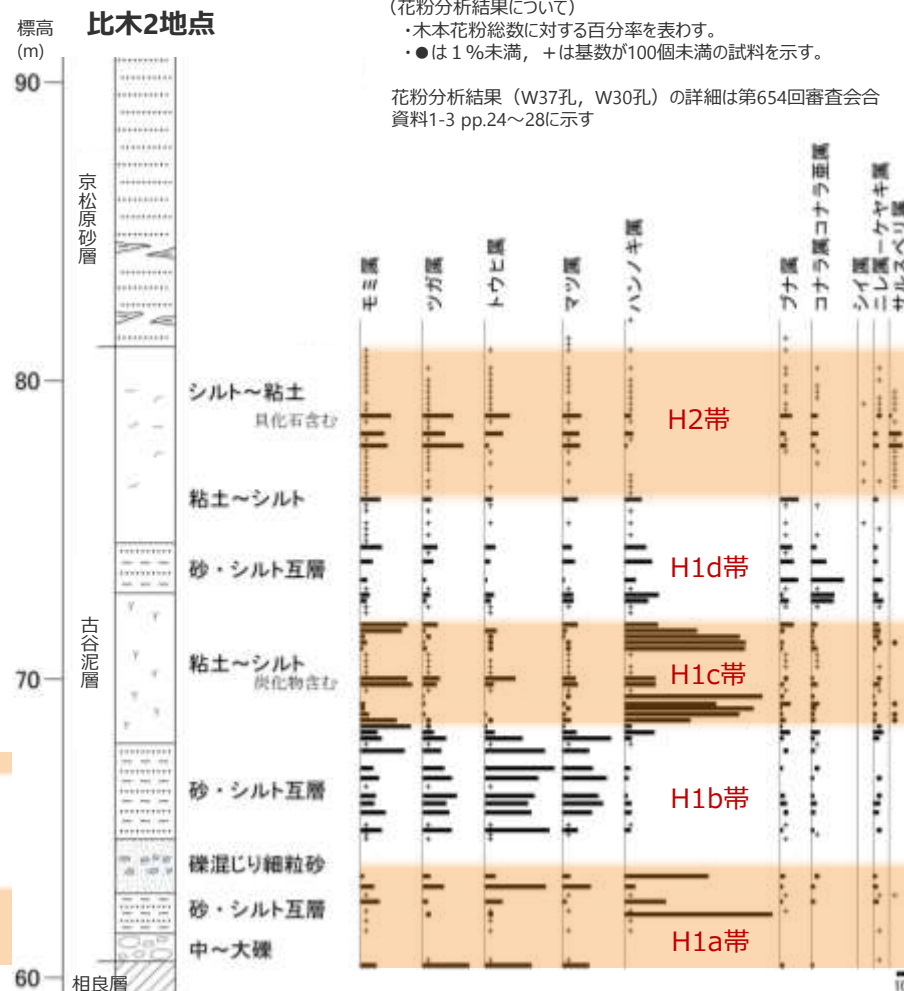
・このことからBF1地点の古谷泥層は、比木2地点の古谷泥層の基底から上部へ8m程度（H1c帯の中位）までの層準に対比されると考えられ、比木2地点において貝化石が見られる層準、サルスベリ属が見られる層準（いずれもH2帯）は、BF1地点には削剥等の影響により存在しないものと推定される。

BF1地点，比木2地点の古谷泥層

左：BF1地点の古谷泥層の模式柱状図と花粉分析結果（W37孔）
右：比木2地点の古谷泥層の模式柱状図と花粉分析結果（W30孔）
（花粉分析結果について）

・木本花粉総数に対する百分率を表わす。
・●は1%未満，+は基数が100個未満の試料を示す。

花粉分析結果（W37孔，W30孔）の詳細は第654回審査会合資料1-3 pp.24～28に示す



4.5(2) BF 1 地点の古谷泥層（BF1地点他における調査）のまとめ

【検討結果】

(2) BF 1 地点の古谷泥層（BF1地点他における調査）

5b BF1地点の古谷泥層は比木2地点の古谷泥層の一部の層準に該当する。

- 古谷泥層が分布するとの知見があるBF1地点の調査の結果、標高60m付近に砂礫層に覆われる古谷泥層を確認した。
- BF1地点の古谷泥層の層相は、下位から上位にかけて、シルト質礫を含むシルト質砂混じり礫～礫混じり砂層から細粒化し、シルト層へ移化する。その上位では、河成～海成と考えられる円～扁平礫（大井川由来と考えられる砂岩・頁岩・チャート等の堆積岩を中心とし、まれに天竜川由来と考えられる変成岩、火成岩を含む）を含む砂礫混じりシルト層を含む砂礫混じりシルト層から、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。また、目視で確認できる貝等の化石は見られない。
- 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比木2地点の古谷泥層との対比から、BF1地点の古谷泥層は比木2地点の古谷泥層の基底から上部へ8m程度までの層準に対比される。

※検討結果の段落番号は、章末のまとめスライドと対応している。



【次節における調査の方針】

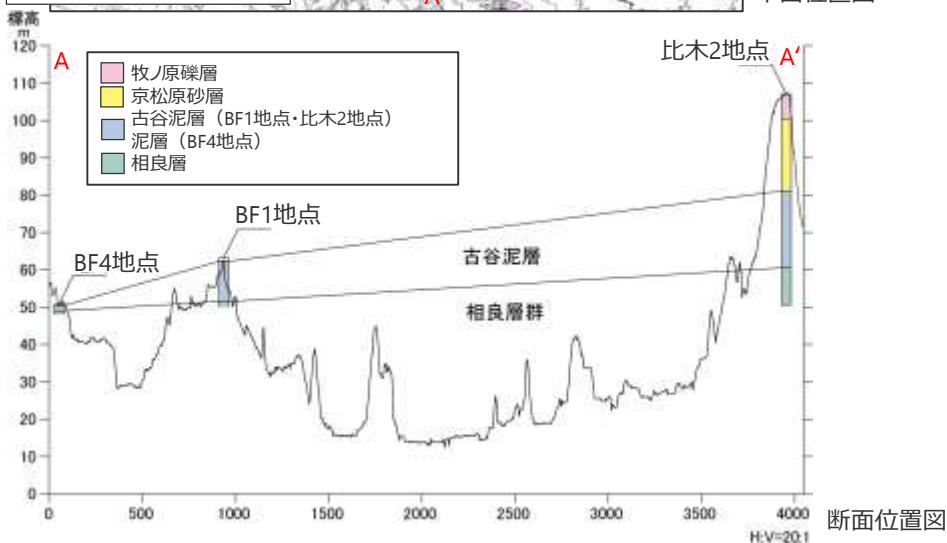
- 文献で古谷泥層とされているBF1地点の泥層は、堆積年代が明確（MIS5e、約12～13万年前）な地層として、BF4地点の泥層との対比に用いる。

(参考) BF4地点 - BF1地点 - 比木2地点の位置関係

- BF4地点, BF1地点及び比木2地点の位置関係を示す。



平面位置図

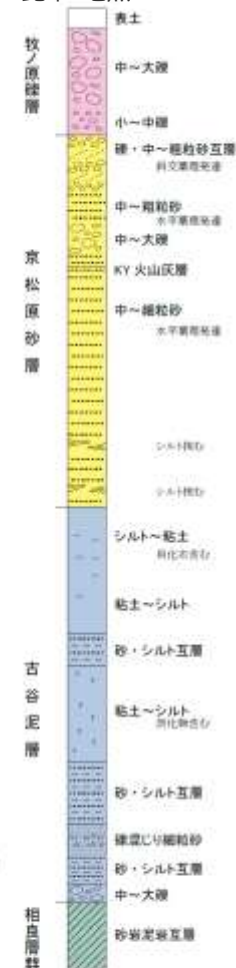


断面位置図

標高 (m)

100
90
80
70
60
50

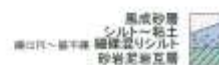
比木2地点



BF1地点



BF4地点



各調査地点の模式柱状図

(3)

BF4地点の泥層の堆積年代 (BF1地点及び比木2地点の古谷泥層との対比)

【検討内容】

BF4地点の泥層と、BF1地点及び比木2地点の古谷泥層について、①地形、②層相及び③試料分析により対比し、BF4地点の泥層の堆積年代を検討する。

なお、古谷泥層の層相は遠方になるほど著しく相異するとの知見を踏まえ、地形、層相については近距離のBF1地点の古谷泥層と、試料分析についてはBF1地点の古谷泥層に加え、遠方の比木2地点の古谷泥層も含め対比する。

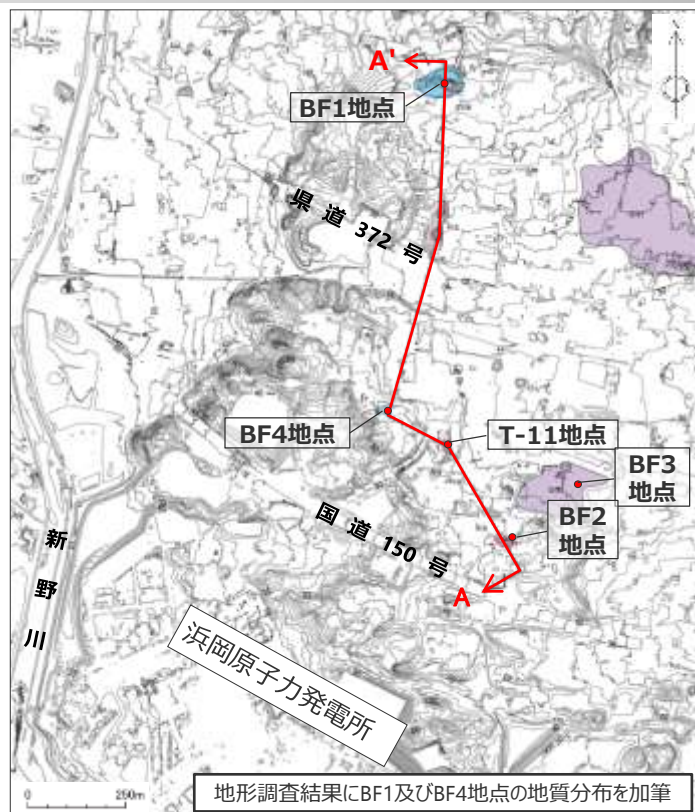
①

地形による対比

【検討内容】

BF4地点の泥層とBF1地点の古谷泥層について、現在の地形面や標高、古地形及び堆積環境を検討し、対比する。

BF4地点周辺の地形調査結果



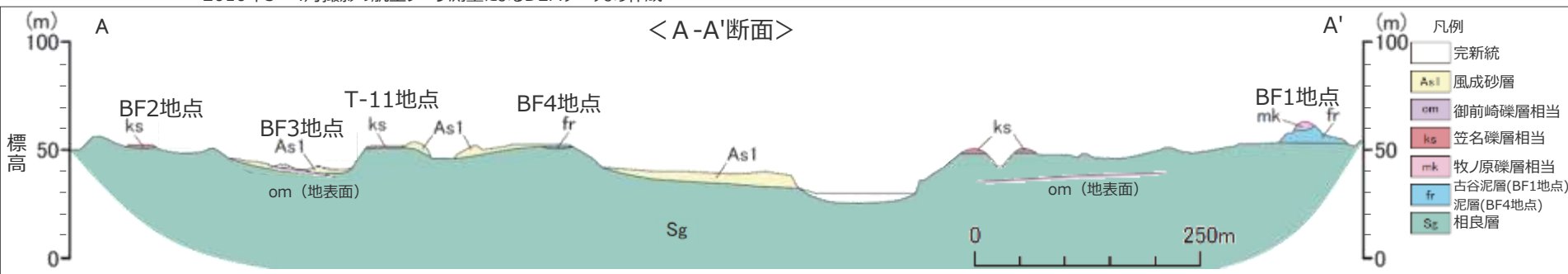
地形調査結果にBF1及びBF4地点の地質分布を加筆

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

- 浜岡原子力発電所北側のDEMによる地形調査結果によると、BF1地点の古谷泥層より低位に2段の地形面が判読され、地質調査結果によると段丘堆積物が認められる。これらの地形面は、本地域における高位から牧ノ原～笠名～御前崎の3つの段丘構成を踏まえると、高位から笠名面（MIS5c）、御前崎面（MIS5a）に対比される。
- BF1地点は、標高60m程度であり、頂部に牧ノ原礫層に対比される堆積物が確認され、その下部には古谷泥層が、標高50m程度まで分布している。
- BF4地点の泥層は標高50m程度で確認されており、これはBF1地点の古谷泥層の基底とほぼ同標高である。

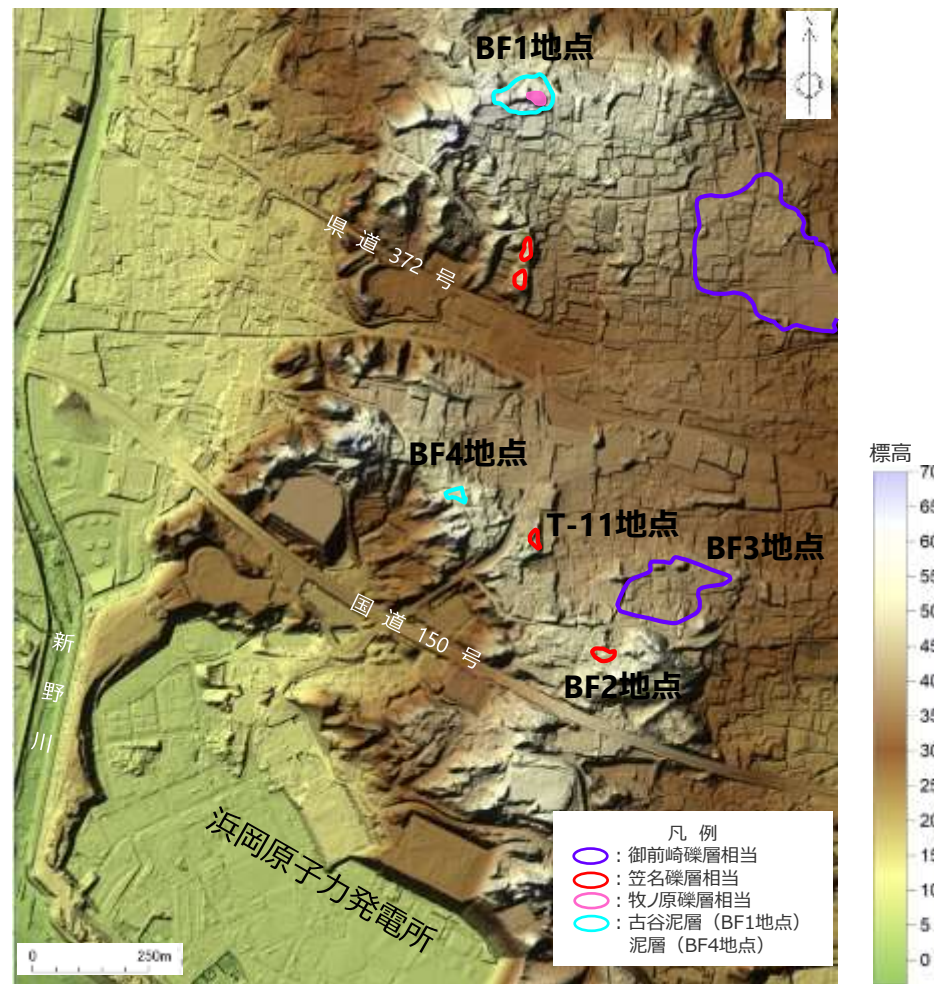
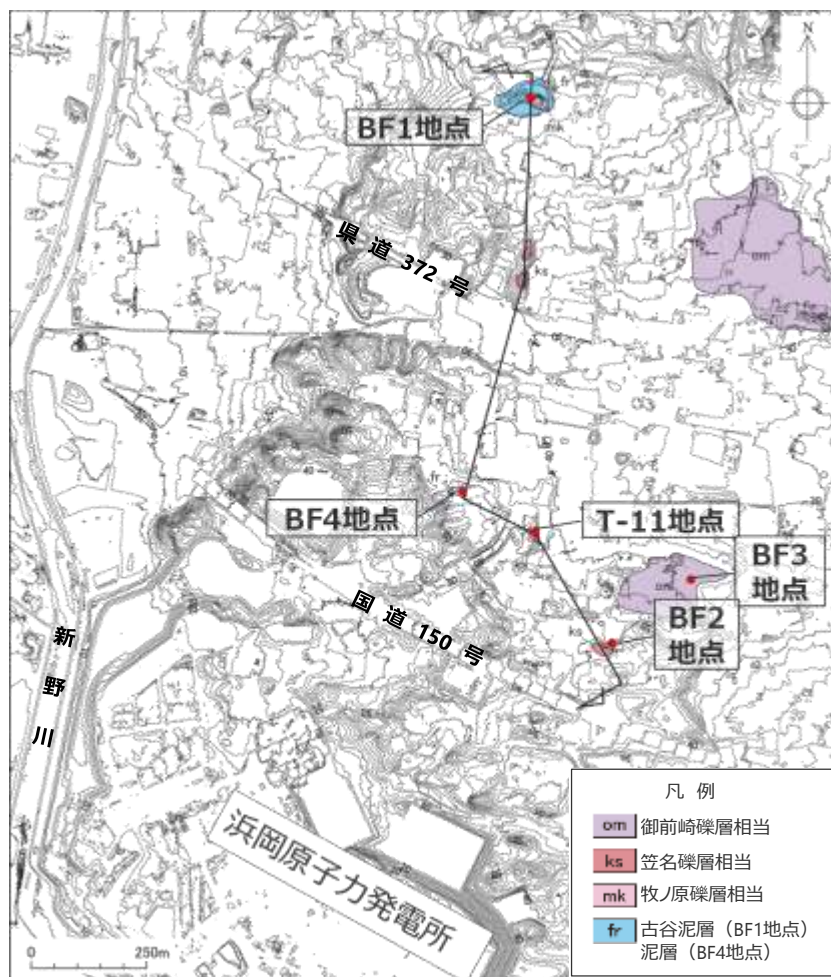
凡例

om	御前崎面相当
ks	笠名面相当
mk	牧ノ原礫層相当
fr	古谷泥層 (BF1地点) 泥層 (BF4地点)



BF4地点周辺の地形面の対比

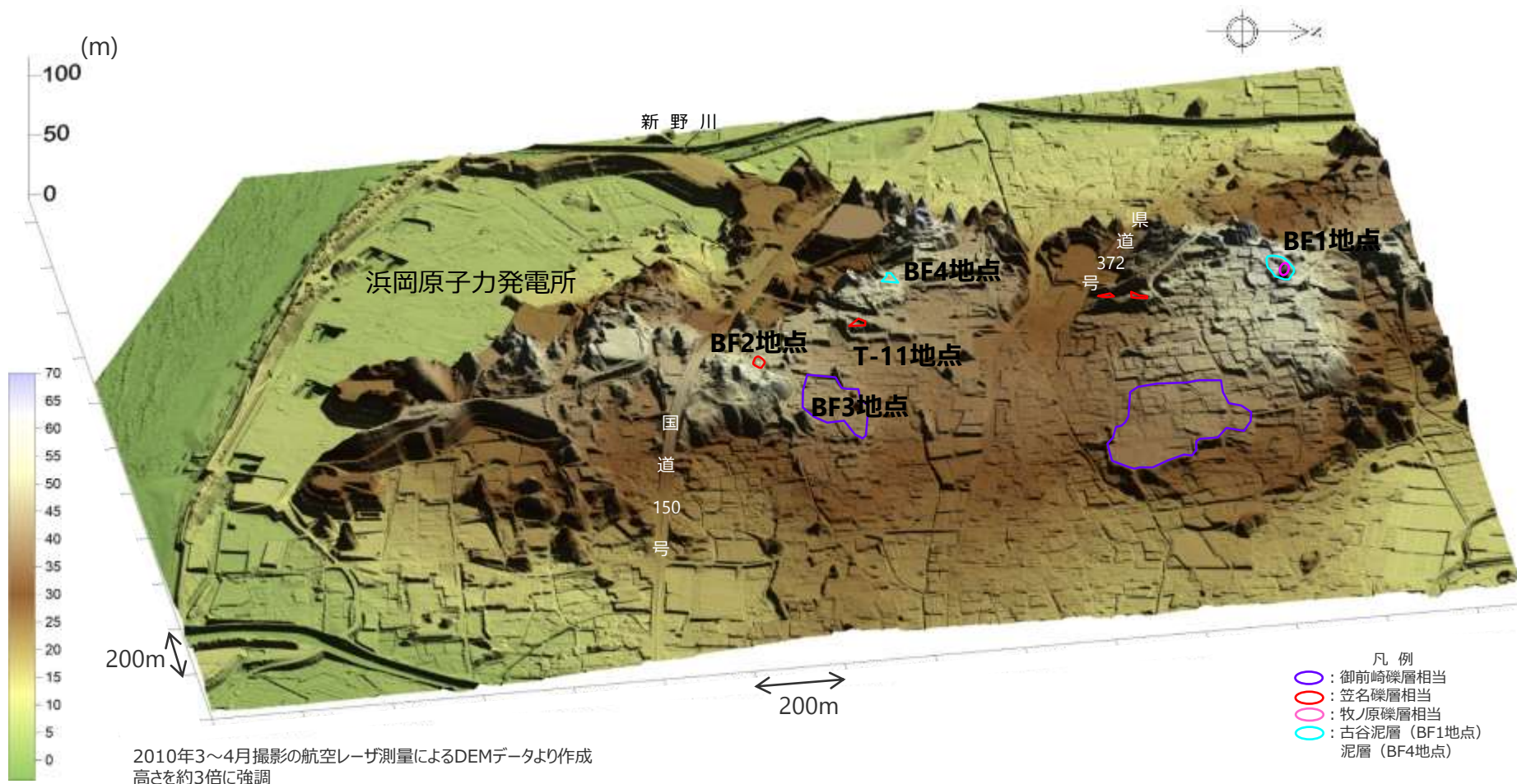
- 等高線図による地形面区分について、段彩図に段丘面位置を投影した。
- 古い段丘堆積物ほど分布標高が高くなっており、古谷泥層及び牧ノ原礫層相当層分布域（BF4地点及びBF1地点）は標高50～60m程度、笠名礫層相当層分布域（T-11地点ほか）の標高は50m程度、御前崎礫層相当層の分布域は標高35～45m程度である。



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

BF4地点周辺の地形面の対比

- 等高線図による地形面区分について、段彩図に段丘面位置を投影した鳥瞰図（東より望む）を示す。
- 古い段丘堆積物ほど分布標高が高くなっており、古谷泥層及び牧ノ原礫層相当層分布域（BF4地点及びBF1地点）は標高50～60m程度、笠名礫層相当層分布域（T-11地点ほか）の標高は50m程度、御前崎礫層相当層の分布域は標高35～45m程度である。



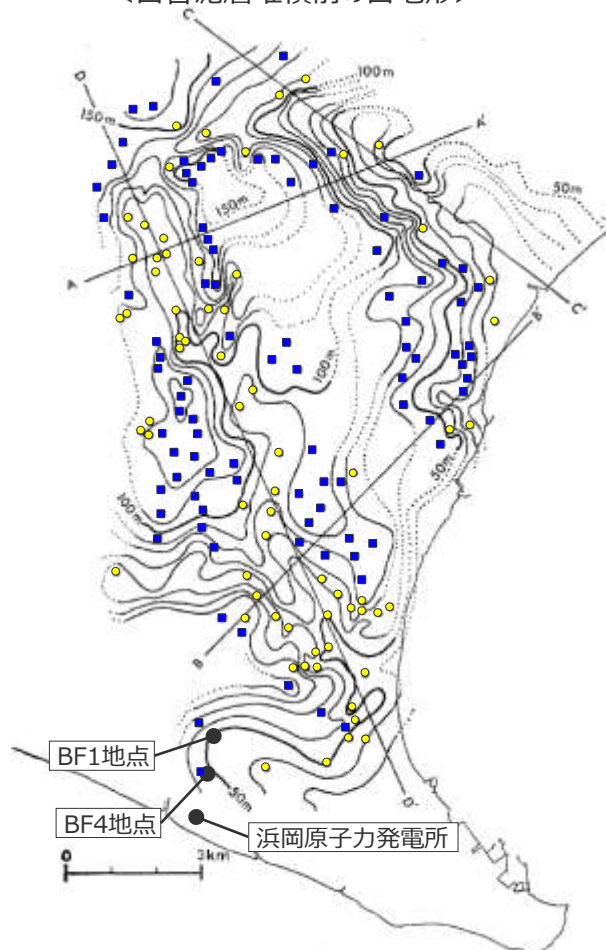
BF4地点周辺の古谷泥層堆積前の古地形（池谷・堀江(1982)による）

池谷・堀江(1982)は、古谷泥層堆積前の古地形を復元し、古谷泥層の分布域に沿った2つの明瞭な谷地形と多くの分岐した支流を示し、海水準の上昇に伴う古谷泥層の堆積環境について、初期は谷の下流部を河成堆積物が埋積し、中～後期は谷を内湾成の堆積物が埋積したとしている。また、古谷泥層堆積末期は堆積初期に比べて平坦な地形となり、これらを覆う形で牧ノ原層が分布しているとしている。

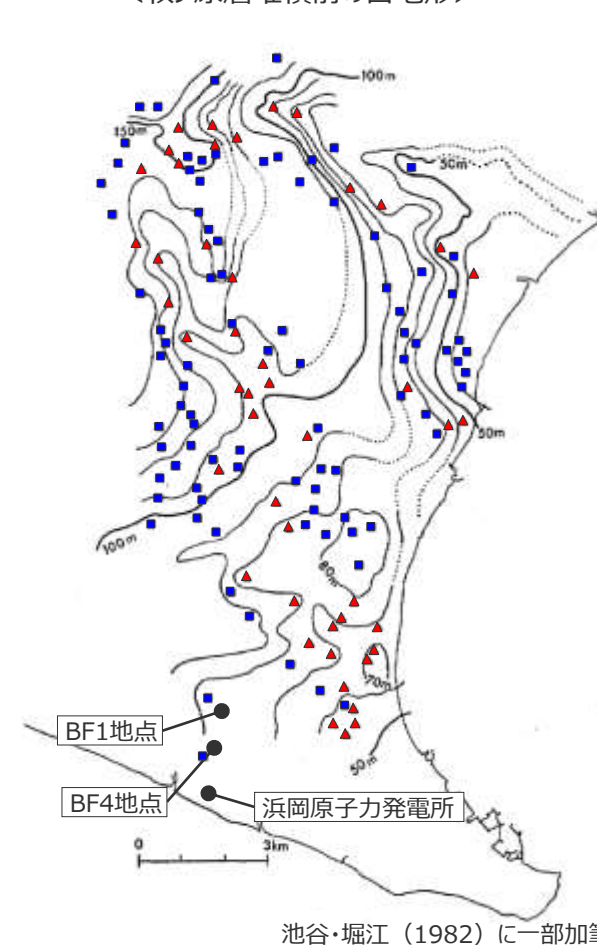


BF4地点及びBF1地点付近の古谷泥層堆積前の基底面高度は、ほぼ同標高であり、同一の谷地形に面していることから、BF4地点及びBF1地点の泥層は、同一の堆積環境下にあった海進期の谷埋め堆積物と考えられる。

＜古谷泥層堆積前の古地形＞



＜牧ノ原層堆積前の古地形＞



池谷・堀江（1982）に一部加筆

○上記の図は、池谷・堀江(1982)により、古谷泥層が基盤上に不整合に重なることが確認された露頭、及び牧ノ原層が直接基盤上に重なることが確認された露頭の海拔高度を基に作成されたものである。

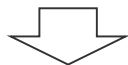
○上記の図は、池谷・堀江(1982)により、古谷泥層と牧ノ原層の境界面が確認された露頭、及び牧ノ原層が直接基盤上に重なることが確認された露頭の海拔高度を基に作成されたものである。

- 凡例
- ：新第三系と古谷泥層の不整合面が観察された露頭
 - ：新第三系と牧ノ原層*の不整合面が観察された露頭
 - ▲：古谷泥層と牧ノ原層の地層の境が観察された露頭

*池谷・堀江（1982）の牧ノ原層は、当社の牧ノ原礫層、京松原砂層、笠名礫層、御前崎礫層に相当。

BF4地点周辺の古谷泥層の堆積環境の変遷 (杉山ほか(1988)による)

杉山ほか(1988)の示す堆積環境変遷図によると、BF1地点及びBF4地点周辺は、古谷泥層中部の堆積時より泥層の堆積が開始され、古谷泥層上部及び京松原砂層、牧ノ原礫層の堆積へと続いている。

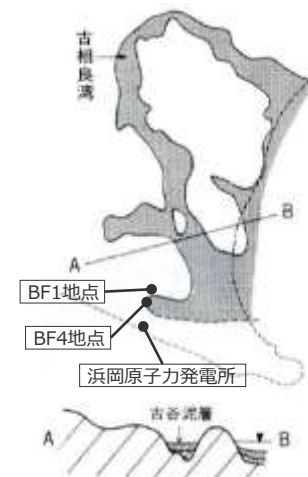


BF4地点及びBF1地点付近は、古谷泥層中部の堆積時以降において同一の谷に位置していることから、BF4地点及びBF1地点の泥層は、同一の堆積環境下にあった海進期の谷埋め堆積物と考えられる。

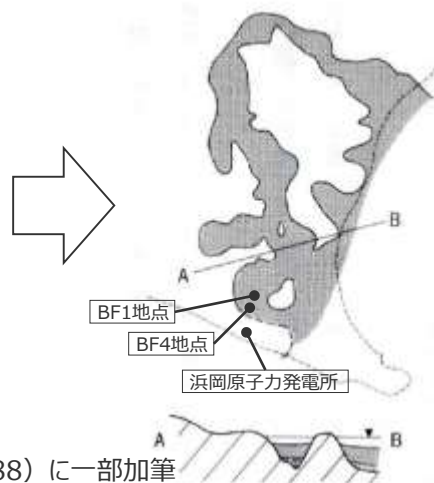
1 古谷泥層下部の堆積時



2 古谷泥層中部の堆積時



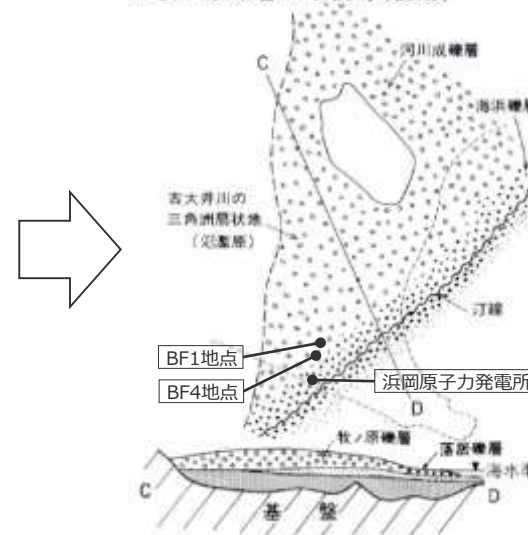
3 古谷泥層上部の堆積時
(約13万年前)



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)に一部加筆

① 地形による対比のまとめ

【検討結果】

- BF4地点の泥層は標高50m程度で確認され、これはBF1地点の古谷泥層の基底とほぼ同標高である。
- BF4地点及びBF1地点の低位には2段の段丘面が認められ、高位から笠名面(MIS5c)、御前崎面(MIS5a)に対比される。
- 古地形の検討から、BF4地点の泥層とBF1地点の古谷泥層は、同一の堆積環境下にあった海進期の谷埋め堆積物と考えられる。

②

層相による対比

【検討内容】

BF4地点の泥層とBF1地点の古谷泥層について、層相及び基底礫の分析により対比する。

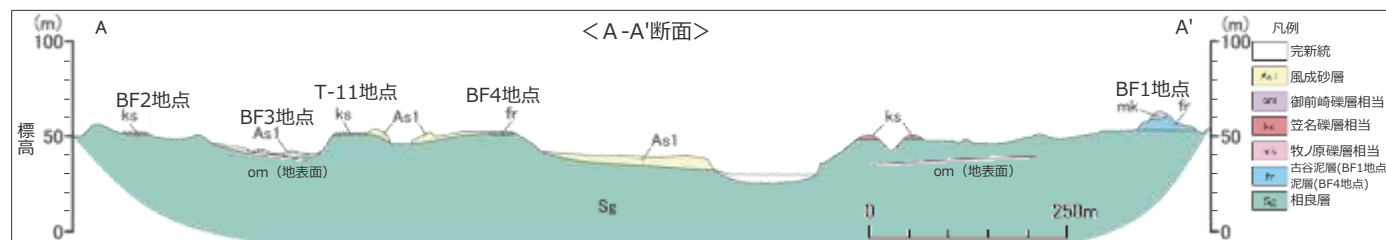
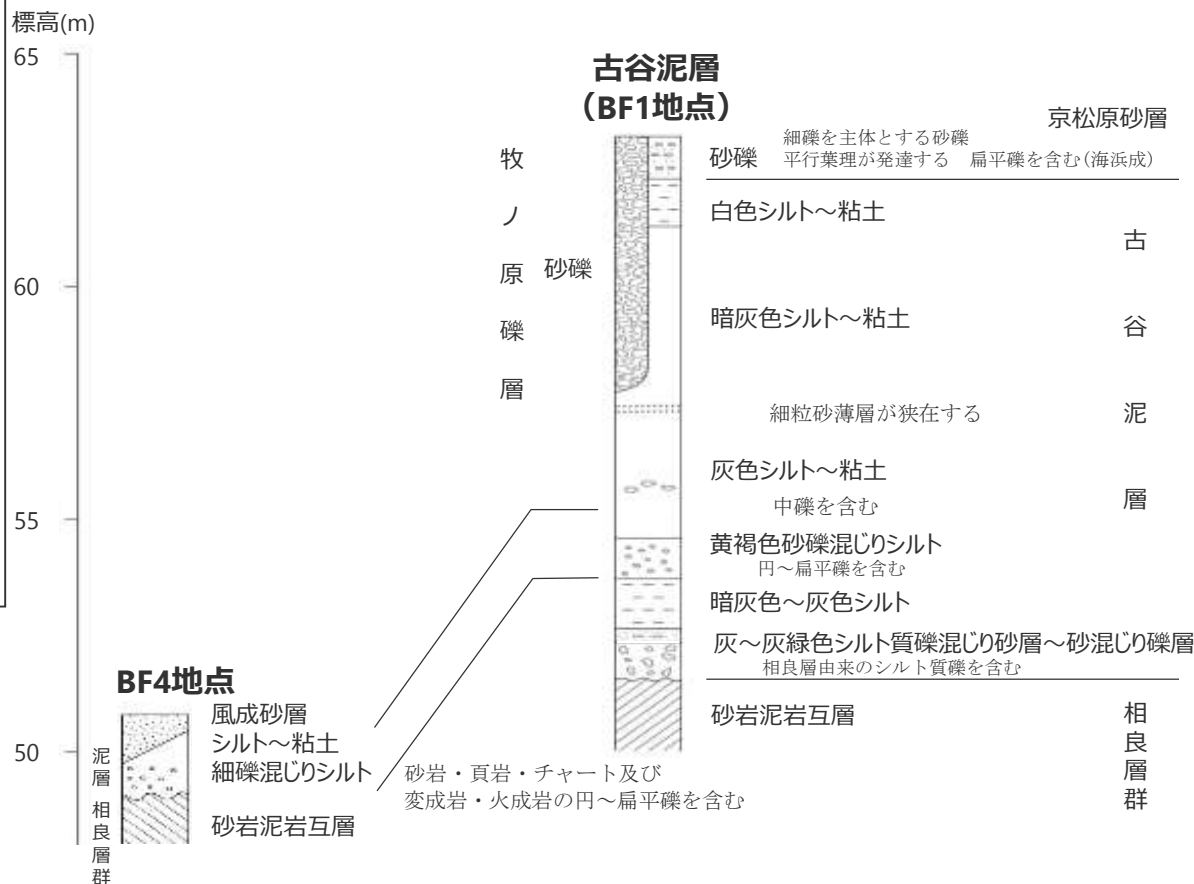
BF4地点の泥層とBF1地点の古谷泥層の層相の対比

<BF4地点の層相> (再掲)

- BF4地点の泥層は、相良層との不整合面付近に円～扁平礫を含み、上方細粒化し、細礫混じりシルトを経てシルト～粘土層となる。
- 基底礫は河成～海成と考えられる円～扁平礫であり、大部分が大井川由来の砂岩、チャート及び頁岩等の堆積岩から構成されており、まれに天竜川由来の変成岩、火成岩が含まれる。

<古谷泥層 (BF1地点) との層準の対比>

- 両地点の泥層とも、標高50m程度の相良層の不整合面付近に、河成～海成と考えられる大井川由来の堆積岩を主体とした円～扁平礫を含んでいる。また、基底礫の上位では、細礫または砂礫混じりのシルトからシルト～粘土へと上方細粒化を示す。
- これらのことから、両地点の泥層とも同様の環境下で堆積したものと考えられ、BF4地点の泥層は、BF1地点の古谷泥層の下部の層準と対比されると考えられる。

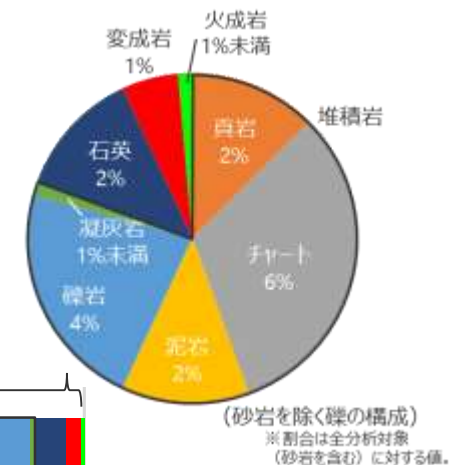
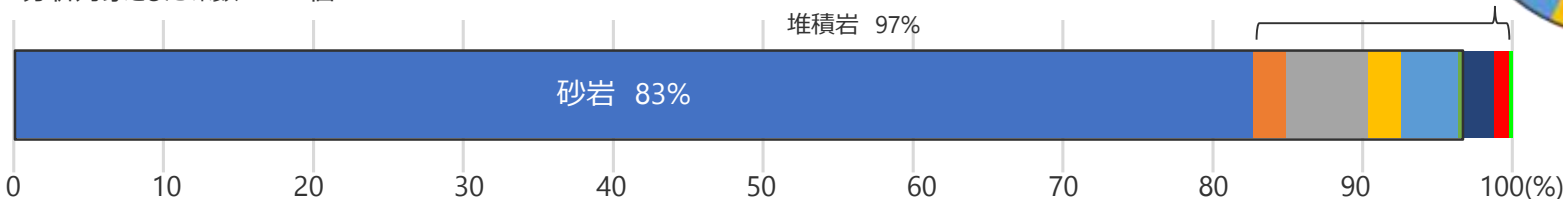


BF4地点の泥層とBF1地点の古谷泥層の層相の対比（基底礫の種類）

- BF4地点の泥層とBF1地点の古谷泥層の基底礫は、両者とも、砂岩が最も多く、これに加えチャート、頁岩等の堆積岩から大半が構成されており、まれに変成岩（片岩もしくは千枚岩）、火成岩（花崗岩）が認められる。
- BF4地点の泥層とBF1地点の古谷泥層の基底礫の構成はよく類似しており、いずれも大井川由来と考えられる堆積岩を主体とし、天竜川由来と考えられる変成岩、火成岩をまれに含む。

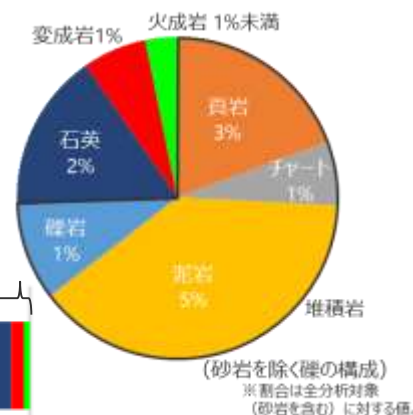
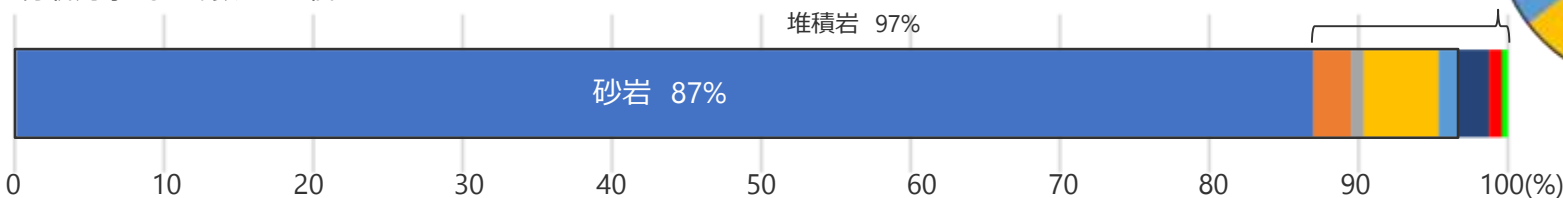
●BF4地点の基底礫の構成（再掲）

分析対象とした礫数：417個



●BF1地点の基底礫の構成（再掲）

分析対象とした礫数：238個



(凡例) ■砂岩 ■頁岩 ■チャート ■泥岩 ■礫岩 ■石英 ■変成岩 ■火成岩 ※変成岩は片岩もしくは千枚岩、火成岩は花崗岩である。

②層相による対比のまとめ

【検討結果】

- BF4地点の泥層及びBF1地点の古谷泥層は、いずれも、標高50m程度の相良層の不整合面付近に、河成～海成と考えられる大井川由来の堆積岩の円～扁平礫を主体とした基底礫を含んでいること、基底礫の上位では、細礫または砂礫混じりのシルトからシルト～粘土へと上方細粒化を示すことから、両地点の泥層とも同様の環境下で堆積したものと考えられ、BF4地点の泥層は、BF1地点の古谷泥層の下部に位置する細礫（円～扁平礫）混じりシルト層及び灰色シルト～粘土層の層準と対比されると考えられる。
- BF4地点の泥層とBF1地点の古谷泥層の基底礫の構成はよく類似しており、いずれも大井川由来と考えられる堆積岩を主体とし、天竜川由来と考えられる変成岩、火成岩の礫をまれに含む。

3

試料分析による対比

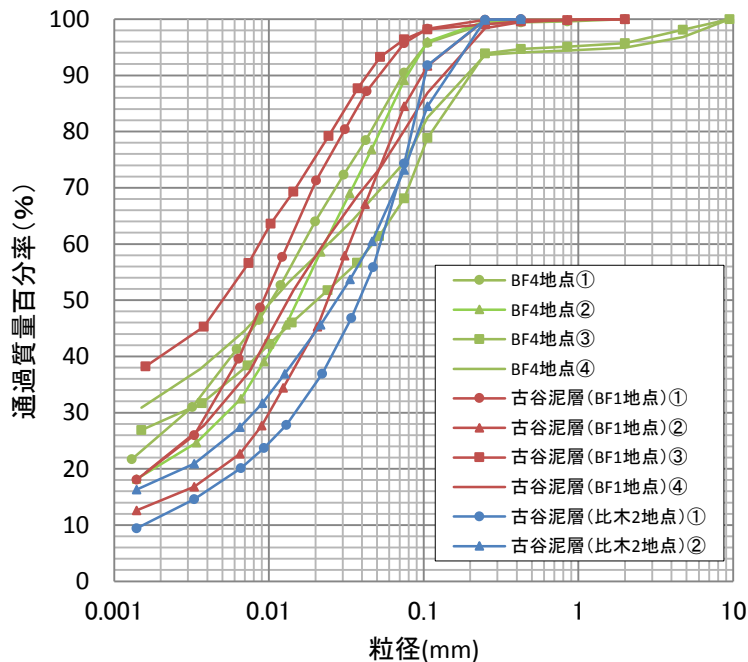
【検討内容】

BF4地点の泥層とBF1地点及び比木2地点の古谷泥層について、粒度、密度、帯磁率等の分析により対比する。

粒度・密度の対比

- BF4地点の泥層とBF1地点及び比木2地点の古谷泥層について、密度試験及び粒度試験を実施した。
- BF4地点の泥層とBF1地点及び比木2地点の古谷泥層は、粒度分布曲線はいずれも概ね類似した傾向を示し、密度はいずれも1.8g/cm³前後の値を示す。

<粒度分析結果>

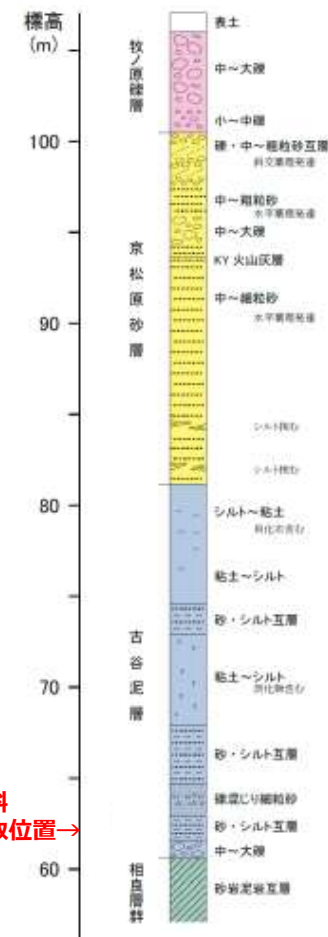


<密度分析結果>

測定地点		湿潤密度
BF4地点	①	1.803 g/cm ³
	②	1.779 g/cm ³
	③	1.904 g/cm ³
	④	1.827 g/cm ³
古谷泥層 (BF1地点)	①	1.704 g/cm ³
	②	1.842 g/cm ³
	③	1.858 g/cm ³
	④	1.826 g/cm ³
古谷泥層 (比木2地点)	①	1.883 g/cm ³
	②	1.907 g/cm ³

古谷泥層（比木2地点）①の試料は、W30孔の深度44.61～44.73mのコアから、②の試料は、深度45.03～45.10mのコアから採取した。また、BF4地点及びBF1地点の分析試料の採取位置は、第563回審査会合 資料2 pp.153, 154に示す。

比木2ボーリング(W30孔) 地点の柱状図



含有鉱物の対比

- BF4地点の泥層とBF1地点及び比木2地点の古谷泥層について、X線回折分析を実施した。
- BF4地点の泥層とBF1地点及び比木2地点の古谷泥層は、いずれも石英、斜長石、スメクタイト、緑泥石、雲母類等からなり、鉱物組成は非常によく類似している。
- なお、一部の試料に認められるハロイサイトやカオリナイトは長石類が風化して現れたものと考えられ、カリ長石は古谷泥層に花崗岩類の礫が含まれることから、それらと同じように天竜川水系から供給された可能性がある。

<X線回折分析結果>

分析は不定方位、定方位（無処理、E.G.処理、HCl処理）で実施

採取地点	試料名	含有鉱物										
		石英 Qz	斜長石 Pl	方解石 Cal	カリ長石 Kf	シデライト Sid	黄鉄鉱 Py	雲母 Mc	緑泥石 Chl	カオリナイト Kao	ハロイサイト Hal	スメクタイト Sm
BF4地点	試料①※	+++	++	-	-	-	-	++	++	-	-	++
	試料②※	+++	++	-	-	-	-	++	-	-	-	-
	試料③	+++++	+++++	-	-	-	-	++	+	-	-	+++
	試料④	+++++	+++++	-	-	-	-	++	-	-	+	++
	試料⑤	+++++	+++++	-	-	-	-	+	+	-	-	-
古谷泥層 (BF1地点)	試料①	+++++	+++	-	-	-	-	+	+	-	-	++
	試料②	+++++	+++	-	-	-	-	+	+	-	-	++
	試料③	+++++	+++	-	-	+++	-	++	++	++	-	-
古谷泥層 (比木2地点)	試料①	+++++	+++++	-	+++	-	-	++	++	-	-	+++
	試料②	+++++	+++++	-	++++	-	-	++	++	-	-	+++

【凡例】+++++：極多量，++++：多量，+++：中量，++：少量，+：微量，-：認められず

※BF4地点の試料①及び②については、詳細な試料採取位置が不明であったため、参考値とする。

BF4地点及びBF1地点の分析試料の採取位置は、第563回審査会合 資料2 pp.155,156に、各測定結果のチャートは同pp.160～172に、比木2地点の測定結果等の詳細は第704回審査会合机上配布資料1 データ集「1.資料分析関連資料」に示す。

古地磁気の対比

- BF4地点の泥層とBF1地点及び比木2地点の古谷泥層について、古地磁気の分析を実施した。
- BF4地点の泥層は、定方位ボーリングコアから6試料を作成し、分析を実施した。
- BF1地点の古谷泥層は、定方位ブロック試料から6試料を作成し、分析を実施した。
- 比木2地点の古谷泥層は、定方位ブロック試料から12試料を作成し、分析を実施した。
- BF4地点の泥層とBF1地点、及び比木2地点の古谷泥層は、いずれも偏角は南北方向を示し、伏角は50～60°の値を示す。
- なお、残留磁化強度の違いは、BF4地点とBF1地点は比較的近距离に位置しているのに対し、比木2地点は遠方に位置していることによるものと考えられる。

<古地磁気測定分析結果>

採取位置 試料名	BF4地点		
	偏角(°)	伏角(°)	残留磁化強度(A/m)
①	355	45	5.11E-04
②	352	46	5.60E-04
③	25	56	4.60E-04
④	3	50	6.14E-04
⑤	352	51	5.34E-04
⑥	17	58	8.17E-04
平均*	3	52	—

採取位置 試料名	古谷泥層 (BF1地点)		
	偏角(°)	伏角(°)	残留磁化強度(A/m)
①	334	60	1.03E-03
②	329	54	9.80E-04
③	326	62	1.01E-03
④	340	47	7.11E-04
⑤	317	68	1.12E-03
⑥	346	59	1.13E-03
平均*	333	58	—

採取位置 試料名	比木2地点		
	偏角(°)	伏角(°)	残留磁化強度(A/m)
①	45	55	1.52E-06
②	33	59	1.45E-06
③	31	55	1.40E-06
④	5	55	1.41E-06
⑤	17	48	1.33E-06
⑥	18	60	1.43E-06
⑦	6	60	1.31E-06
⑧	32	61	1.29E-06
⑨	16	48	1.49E-06
⑩	30	64	1.40E-06
⑪	17	59	1.40E-06
⑫	19	61	1.40E-06
平均*	22	57	—

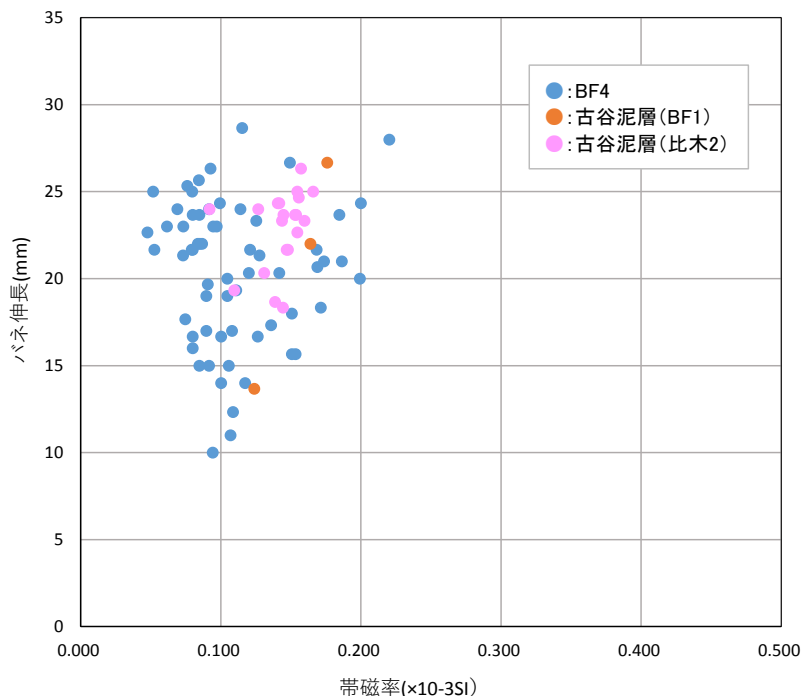
*各測定結果の平均は、球面座標系で計算した平均値。

BF4地点及びBF1地点の分析試料の採取位置は、第563回審査会合 資料2 pp.157, 158に、古谷泥層（比木2地点）の詳細は、第704回審査会合机上配布資料1 データ集「1.試料分析関連資料」に示す。

帯磁率・硬度の対比

- BF4地点の泥層とBF1地点及び比木2地点の古谷泥層について、帯磁率及び硬度の測定を行った。
- BF1地点及び比木2地点の古谷泥層は、硬度はBF4地点の泥層と同程度の分布範囲を示し、帯磁率はBF4地点の泥層のやや高い部分と重なる傾向を示す。

<帯磁率，硬度の測定結果>

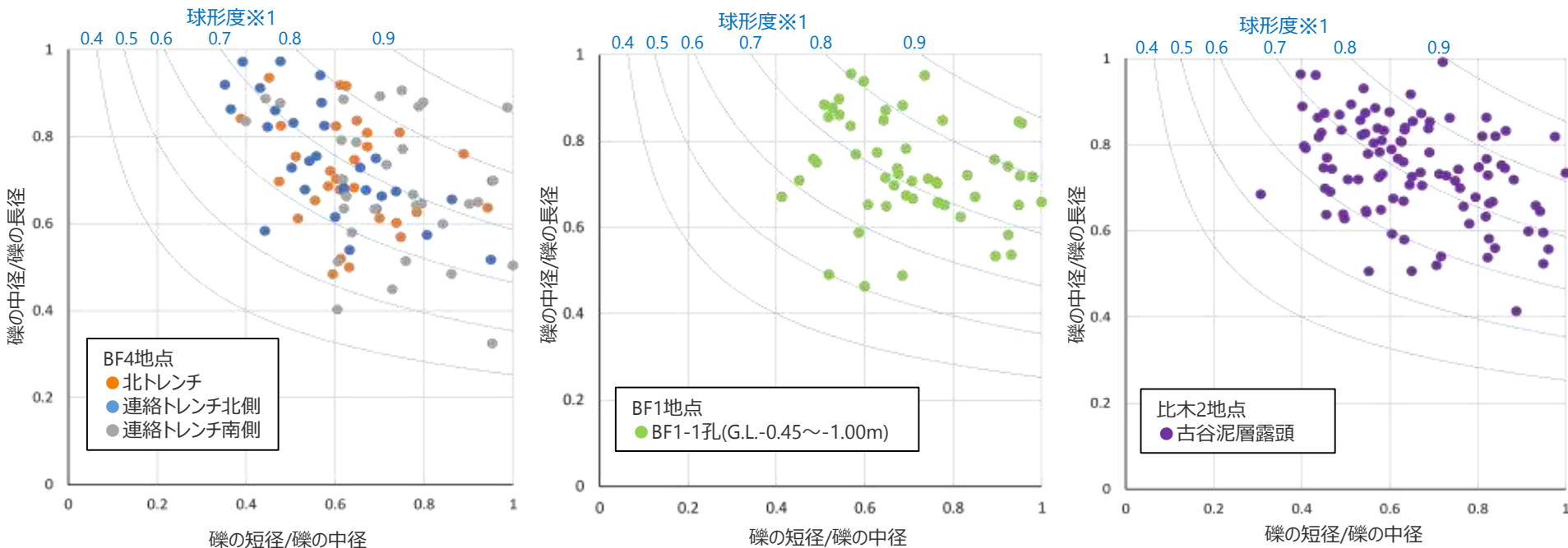


測定地点		帯磁率 ($\times 10^{-3}$ SI)	硬度	備考
			ハネ伸長(mm)	
BF4地点	BF4南トレンチ①	0.053~0.186	15~22	泥層
	BF4南トレンチ②	0.073~0.128	19~29	〃
	BF4北トレンチ東面	0.075~0.153	11~19	〃
	BF4北トレンチ西面	0.048~0.220	10~28	〃
	BF4南トレンチ② 拡張部西面	0.142~0.199	20~24	〃
古谷泥層 (BF1地点)	A-F-1	0.124	14	古谷泥層
	B-F-1	0.164	22	〃
	B-F-2	0.176	27	〃
古谷泥層(比木2地点)		0.127~0.166	18~26	古谷泥層

※BF4地点の測定結果等の詳細は、第563回審査会合 資料2 pp.138~146に、古谷泥層 (BF1地点) の測定位置は、第563回審査会合 資料2 p.159に、古谷泥層 (比木2地点) の測定結果等の詳細は、第704回審査会合机上配布資料1 データ集「1.試料分析関連資料」に示す。

泥層基底礫（形状）の対比

- BF4地点の泥層中の基底礫とBF1地点及び比木2地点の古谷泥層中の基底礫について、礫の形状（球形度）の検討を行った。
- BF4地点の泥層中の基底礫とBF1地点及び比木2地点の古谷泥層中の礫の球形度は同様の傾向を示す。



＜ 泥層/古谷泥層中の基底礫の球形度 ＞

※1 グラフ中青曲線で示す球形度はKrumbein(1941)による。

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

※2 採取位置の詳細は、第704回審査会合机上配布資料1 データ集「1.試料分析関連資料」に示す。また、BF4地点及びBF1地点において計測対象とした礫の写真は、p.256(BF4地点)及びp.271(BF1地点)に示す。

計測対象とした
礫の写真
(比木2地点※2)



③ 試料分析による対比のまとめ

【検討結果】

- 粒度・密度，含有鉱物，古地磁気，硬度・帯磁率及び基底礫の球形度に関する分析の結果，BF4地点の泥層と，BF1地点及び比木2地点の古谷泥層は概ね同様の傾向を示す。
 - ✓ 粒度分布曲線は，BF4地点の泥層と，BF1地点及び比木2地点の古谷泥層とも概ね類似した傾向を示し，密度はいずれも $1.8\text{g}/\text{cm}^3$ 前後の値を示す。
 - ✓ 鉱物組成については，いずれも石英，斜長石，スメクタイト，緑泥石，雲母類等からなり，非常によく類似している。
 - ✓ 古地磁気については，BF4地点の泥層とBF1地点及び比木2地点の古谷泥層は，いずれも偏角は南北方向を示し，伏角は $50\sim 60^\circ$ の値を示している。
 - ✓ 硬度については，BF4地点の泥層と，BF1地点及び比木2地点の古谷泥層は同程度の分布範囲を示し，帯磁率はBF4地点の泥層のやや高い部分にBF1地点，及び比木2地点の古谷泥層の値が重なる傾向を示している。
 - ✓ 基底礫の球形度については，BF4地点の泥層中の礫と，BF1地点及び比木2地点の古谷泥層中の礫は同様の傾向を示す。

4.5(3) BF4地点の泥層の堆積年代（BF4地点の泥層とBF1地点の古谷泥層の対比）のまとめ

【調査結果】

(3) BF4地点の泥層の堆積年代（BF4地点の泥層とBF1地点の古谷泥層の対比）

5c BF4地点の泥層はBF1地点の古谷泥層（上部更新統）に対比される。

①地形による対比

- BF4地点の泥層は標高50m程度で確認され、これはBF1地点の古谷泥層の基底とほぼ同標高である。
- BF4地点及びBF1地点の低位には2段の段丘面が認められ、高位から笠名面(MIS5c)、御前崎面(MIS5a)に対比される。
- 古地形の検討から、BF4地点の泥層とBF1地点の古谷泥層は、同一の堆積環境下にあった海進期の谷埋め堆積物と考えられる。

②層相による対比

- BF4地点の泥層及びBF1地点の古谷泥層は、いずれも、標高50m程度の相良層の不整合面付近に、河成～海成と考えられる大井川由来の堆積岩の円～扁平礫を主体とした基底礫を含んでいること、基底礫の上位では、細礫または砂礫混じりのシルトからシルト～粘土へと上方細粒化を示すことから、両地点の泥層とも同様の環境下で堆積したものと考えられ、BF4地点の泥層は、BF1地点の古谷泥層の下部に位置する細礫（円～扁平礫）混じりシルト層及び灰色シルト～粘土層の層準と対比されると考えられる。
- BF4地点の泥層とBF1地点の古谷泥層の基底礫の構成はよく類似しており、いずれも大井川由来と考えられる堆積岩を主体とし、天竜川由来と考えられる変成岩、火成岩の礫をまれに含む。

③試料分析による対比

- 粒度・密度、含有鉱物、古地磁気、硬度・帯磁率及び基底礫の球形度に関する分析の結果、BF4地点の泥層、BF1地点及び比木2地点の古谷泥層は概ね同様の傾向を示す。



※検討結果の段落番号は、章末のまとめスライドと対応している。

【評価】

BF4地点の泥層とBF1地点の古谷泥層との関係を次の通り評価する。

両者はほぼ同標高に分布しており、低位には2段の段丘面が認められ、笠名面(MIS5c)、御前崎面(MIS5a)に対比される。古地形から、両者の堆積環境は同一であったと考えられる。BF4地点の泥層の層相は、基底に円～扁平礫を含む、シルト～粘土層であり、BF1地点の古谷泥層の下部の層相に対比される。また、両地点の泥層に含まれる基底礫の構成はよく類似しており、いずれも大井川由来と考えられる堆積岩を主体とし、天竜川由来と考えられる変成岩、火成岩の礫をまれに含む。これは本地域の海成段丘堆積物の礫種に関する知見とも合致している。なお、泥層の含有鉱物等の分析結果も両者及び比木2地点の古谷泥層は同様な傾向を示しており地形・地質調査結果とは矛盾しない。

これらのことから、BF4地点の泥層は古谷泥層（MIS5e、約12～13万年前）に対比される。

4.5 上載地層による活動性評価のまとめ その1

【検討結果】

(1) H-9断層と上載地層の関係（BF4地点における調査結果）

5a BF4地点のH-9断層は上位の泥層に変位・変形を与えていない。

- 敷地北側のH-9断層の分布するBF4地点には、段丘堆積物が分布するとの知見はなく、段丘面も判読されないが、風成砂層に覆われた泥層が比較的広く分布している。
- H-9断層は、上部を泥層に不整合に覆われており、泥層の基底面に変位や変形は認められない。

(2) BF1地点の古谷泥層（BF1地点他における調査）

5b BF1地点の古谷泥層は比木2地点の古谷泥層の一部の層準に該当する。

- 古谷泥層が分布するとの知見があるBF1地点の調査の結果、標高60m付近に砂礫層に覆われる古谷泥層を確認した。
- BF1地点の古谷泥層の層相は、下位から上位にかけて、シルト質礫を含むシルト質砂混じり礫～礫混じり砂層から細粒化し、シルト層へ移行する。その上位では、河成～海成と考えられる円～扁平礫（大井川由来と考えられる砂岩・頁岩・チャート等の堆積岩を中心とし、まれに天竜川由来と考えられる変成岩、火成岩を含む）を含む砂礫混じりシルト層を含む砂礫混じりシルト層から、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。また、目視で確認できる貝等の化石は見られない。
- 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比木2地点の古谷泥層との対比から、BF1地点の古谷泥層は比木2地点の古谷泥層の基底から上部へ8m程度までの層準に対比される。

(3) BF4地点の泥層の堆積年代（BF4地点の泥層とBF1地点の古谷泥層の対比）

5c BF4地点の泥層はBF1地点の古谷泥層（上部更新統）に対比される。

①地形による対比

- BF4地点の泥層は標高50m程度で確認され、これはBF1地点の古谷泥層の基底とほぼ同標高である。
- BF4地点及びBF1地点の低位には2段の段丘面が認められ、高位から笠名面(MIS5c)、御前崎面(MIS5a)に対比される。
- 古地形の検討から、BF4地点の泥層とBF1地点の古谷泥層は、同一の堆積環境下にあった海進期の谷埋め堆積物と考えられる。

②層相による対比

- BF4地点の泥層及びBF1地点の古谷泥層は、いずれも、標高50m程度の相良層の不整合面付近に、河成～海成と考えられる大井川由来の堆積岩の円～扁平礫を主体とした基底礫を含んでいること、基底礫の上位では、細礫または砂礫混じりのシルトからシルト～粘土へと上方細粒化を示すことから、両地点の泥層とも同様の環境下で堆積したものと考えられ、BF4地点の泥層は、BF1地点の古谷泥層の下部に位置する細礫（円～扁平礫）混じりシルト層及び灰色シルト～粘土層の層準に対比されると考えられる。
- BF4地点の泥層とBF1地点の古谷泥層の基底礫の構成はよく類似しており、いずれも大井川由来と考えられる堆積岩を主体とし、天竜川由来と考えられる変成岩、火成岩の礫をまれに含む。

③試料分析による対比

- 粒度・密度、含有鉱物、古地磁気、硬度・帯磁率及び基底礫の球形度に関する分析の結果、BF4地点の泥層、BF1地点及び比木2地点の古谷泥層は概ね同様の傾向を示す。

4.5 上載地層による活動性評価のまとめ その2

【検討結果（前頁 まとめ その1 抜粋再掲）】

(1) H-9断層と上載地層の関係（BF4地点における調査結果）

5a BF4地点のH-9断層は上位の泥層に変位・変形を与えていない。

(2) BF1地点の古谷泥層（BF1地点他における調査）

5b BF1地点の古谷泥層は比木2地点の古谷泥層の一部の層準に該当する。

(3) BF4地点の泥層の堆積年代（BF4地点の泥層とBF1地点の古谷泥層の対比）

5c BF4地点の泥層はBF1地点の古谷泥層（上部更新統）に対比される。

※検討結果の段落番号は、章末のまとめスライドと対応している。

【評価】

上記調査結果より、H-9断層の活動性について以下の通り評価する。

- BF4地点において、H-9断層が、後期更新世（MIS5e、約12～13万年前）の堆積物である古谷泥層（検討結果 5b）に対比される泥層（検討結果 5c）に変位・変形を与えていない（検討結果 5a）ことから、H-9断層は、後期更新世（MIS5e、約12～13万年前）以降活動していないものと判断される。



H断層系の活動性評価のまとめ

H断層系の活動性評価のまとめ

敷地の相良層に認められるH断層系について、分布、性状、地下深部及び上載地層に基づく調査結果から、以下の通り評価する。

H断層系は、いずれも、東西走向の南に開いた緩い弧状を呈し等間隔で並走する南傾斜で南落ちのほぼ同じ落差を持つ正断層で、露頭における断層面周辺の構造、ブロック試料及び薄片における断層面及びその近傍の構造等の詳細な性状は類似しており、断層の細粒物質の鉱物組成等にも類似性が認められる（分布形態、性状の類似性）。そして、その性状には流動的な変形構造を呈し破碎を示す構造は認められないことなどから、H断層系は相良層堆積後の未固結～半固結の時代に形成され、相良層が固結して以降新たな活動は生じていないものと考えられる（形成時代の同時性）。

H断層系は、汀線より陸側約1.5kmの敷地北側から沖合約600mにかけて分布が確認されており、少なくとも沖合2km程度より遠方には分布していない。深部方向への連続性についてみると、標高-300～-400m程度に分布する凝灰岩層は大きく層間を短縮することなく連続しているものと推定されること、反射地地震探査においてもほぼ同層準に比較的連続性のよい強反射面が認められること、同層準付近以深にはH断層系と同一の性状を有する断層は認められないことから、同層準付近より深部まで連続しないものと推定される。一方、H断層系が確認されている範囲と概ね対応した汀線より陸側2km程度から沖合1km程度にかけて標高-200m程度以浅の地層には後方回転が認められる。この後方回転は少なくとも標高-400m程度以深においては認められなくなり、H断層系による地層の変位がほとんど認められなくなる深度や浅部では多く見られた幅の大きな断層がほとんど見られなくなる深度と比較的良く対応している。これらのことから、H断層系は敷地から前面海域の浅部にかけて分布し深部まで連続しないものと推定される（分布範囲の局所性）。

このように、H断層系は分布形態・性状の類似性、形成時代の同時性及び分布範囲の局所性が認められ、同時代に同一の局所的な応力場により形成されたものと考えられることから、同一の地質学的場で形成された同じ系列に属する一連の断層群として評価する。

H断層系のような並走する同傾向の正断層群は、他の断層活動や火山活動、地すべりといった地質学的場において形成されるとの知見がある。しかしながら、H断層系は深部に連続することなく敷地及び敷地近傍の浅部に限って分布するものと考えられ、敷地近傍には、累積性を有し走向がH断層系と同傾向を示す活断層は認められず、火山活動も見られない。これらのことから、H断層系は、他の断層活動や火山活動に伴い形成された構造ではないものと考えられる。

一方、地すべりに関する知見として、地層境界をすべり面とした地すべりが生ずる、地すべり移動体内に正断層群が生じ地層が後方回転する、地すべり面は暗色の薄層として認識され塑性流動した変形組織が確認できる場合がある等があるが、前述の地層の後方回転が収束する深度付近の相良層の一部の地層境界に、暗色の薄層に挟まれた南落ち正断層センスの運動方向を示す流動的な変形構造が広がりを持って認められることは、それら地すべりに関する知見と整合する。これらのことから、H断層系は浅部の堆積物のすべりに伴いすべり移動体内に形成された正断層群であると考えられ、分布・性状・深部地質構造の調査・分析結果による、同一の地質学的場で形成された同じ系列に属する一連の断層群、との評価を支持する。

このように、H断層系は、各種調査・分析結果及び推定される形成要因から、同一の地質学的場で形成された同じ系列に属する一連の断層群と考えられることから、上載地層による活動性評価は、敷地北部のBF4地点におけるH-9断層を対象に行った。その結果、H-9断層が後期更新世（約12～13万年前）の堆積物である古谷泥層に対比される泥層に変位・変形を与えていないことから、H-9断層は、後期更新世（約12～13万年前）以降活動していないものと判断される。

以上のことから、H断層系の活動時期はその性状から相良層が固結するよりも前と考えられるものの、上載地層による活動性評価によっても、H断層系は後期更新世（約12～13万年前）以降活動していないものと判断される。

したがって、H断層系は「将来活動する可能性のある断層等」に該当しないものと評価する。

H断層系の活動性評価のまとめ

分布・性状等の検討結果(4.1~4.3)

- 4.2(1) 露頭等の観察結果
 - 2a 断層面周辺には流動的な変形構造が認められる。
 - 2b 断層面はうねっており、平面的ではない。
 - 2c 断層面及びその近傍において、破碎を伴う活動様式は認められない。
- 4.2(2) 試料分析・測定結果
 - 2d 各断層・母岩とも鉱物組成は非常によく類似。
 - 2e 各断層の細粒物質は、粒度・円磨度ともに差異はなく、顕著な細粒化や円磨は認められない。
- 4.1(1) 陸域（ボーリング・露頭）における検討
 - 1a 東西走向の南傾斜で南落ちの正断層で、ほぼ同じ傾斜及び落差を持つ。
 - 1b ほぼ同じ間隔で並走する。
 - 1c 向斜軸部付近を中心に南に開いた緩い弧状を呈す。
- 4.1(1) 陸域（ボーリング・露頭）における検討
 - 1d 汀線より陸側約1.5kmの敷地北側から沖合約600mにかけて分布が確認されている。
- 4.1(2) 海域におけるH断層系の分布範囲の調査結果（海上音波探査）
 - 1e 少なくとも沖合2km程度より遠方には分布しない。
- 4.3(1) 敷地深部の地質構造の把握（地表地質調査及び反射法地震探査）
 - 3a 地表付近の走向傾斜が敷地内では北に開く。
 - 3b 深部に行くに従い反射面の傾斜が緩くなっていく。
- 4.3(2) 相良層の北に開いた構造に関する検討（大深度ボーリング調査等）
 - 3d 汀線より陸側2km程度の敷地北側から沖合1km程度にかけて、標高-200m程度以浅において地層の後方回転が認められる。この后方回転は標高-400m程度にかけて徐々に収束している。
- 4.3(1) 敷地深部の地質構造の把握（地表地質調査及び反射法地震探査）
 - 3c 標高-300m程度以浅の反射面は南傾斜の平行する断層群により分断されているのに対し、標高-300~-400m付近には連続性の良い強反射面が認められる。
- 4.3(3) H断層系の深部への連続性に関する検討（大深度ボーリング調査）
 - 3e 標高-300~-400m付近の地層の傾斜は大局的な構造と同傾向を示し、大きな変位を受けると連続している。
- 4.3(3) H断層系の深部への連続性に関する検討（大深度ボーリング調査）
 - 3f 標高-300~-400m程度以深において、顕著な地層の短縮は認められず、H断層系と同性状の規模の大きな断層も認められない。

分布・性状等による評価(4.1~4.3)

- 相良層堆積後の末固結～半固結の時代に形成された。
- 性状（露頭観察結果、含有鉱物等）に類似性が認められる。相良層固結以降の活動はない。
- 分布形態（走向、傾斜、センス、変位量）に類似性が認められる。
- 敷地北側から前面海域にかけての限られた範囲に分布するものと推定される。
- 敷地北側から前面海域にかけての標高-300~-400m程度以浅において、地層の後方回転が生じている。
- 幅の大きい断層は標高-300~-400m程度以浅に限り認められる。
- 標高-300~-400m程度の地層や反射面は連続している。
- 標高-300~-400m程度以深には、落差が大きくH断層系と同性状の断層は認められない。
- 地層の後方回転が認められなくなる深度、地層の変位がほとんど認められなくなる深度及び幅の大きな断層がほとんど見られなくなる深度は比較的良く対応している。
- H断層系は標高-300~-400m程度より深部に連続しない。
- 敷地北側から前面海域の浅部にかけて分布し深部まで連続しない。

H断層系は同一の地質学的場で形成された同じ系列に属する一連の断層群である。

成因に関する検討結果(4.4)

- 4.4(2) 地すべりに関する知見
 - 4c 地すべりに関して、層理面や層面すべりを利用した地すべりが生じるとの知見、地すべり移動体内に平行な正断層群が生じ地層が后方回転するとの知見、地すべり面は塑性流動を伴う暗色の薄層として認められる場合がある等の知見がある。
- 4.4(3) 敷地深部のbedding-slip fault（大深度ボーリング調査等）
 - 4d 南落ち正断層センスで固結した流動的な変形構造を示すbedding-slip faultが標高-400m程度周辺に広がりを持って分布している。
- 4.4(1) 正断層群形成に関する知見と敷地周辺の地質構造
 - 4a 断層活動や火山活動、地すべりに伴い正断層群が形成されるとの知見がある。
 - 4b 敷地近傍にはH断層系との関連が想定される火山活動や活断層は認められない。

成因に関する評価(4.4)

- 標高-400m程度より上位の地層が后方回転している。
- 標高-400m程度にすべり面であるbedding-slip faultが広がっている。
- 他の断層活動や火山活動に伴い形成された構造ではない。
- 分布・性状等による評価を支持
- H断層系は浅部の堆積物のすべりに伴いすべり移動体内に形成された正断層群であると考えられる。

上載地層による活動性評価については、敷地北部のBF4地点におけるH-9断層を対象に行う。

上載地層に関する検討結果(4.5)

- 4.5(1) H-9断層と上載地層の関係（BF4地点における調査結果）
 - 5a BF4地点のH-9断層は上位の泥層に変位・変形を与えていない。
- 4.5(2) BF1地点の古谷泥層（BF1地点他における調査）
 - 5b BF1地点の古谷泥層は比木2地点の古谷泥層の一部の層準に該当する。
- 4.5(3) BF4地点の泥層の堆積年代（BF4地点の泥層とBF1地点の古谷泥層の対比）
 - 5c BF4地点の泥層はBF1地点の古谷泥層（上部更新統）に対比される。

上載地層による活動性評価(4.5)

- H-9断層は、後期更新世（約12~13万年前）以降活動していない。
- H断層系は将来活動する可能性のある断層等に該当しない。