

女川原子力発電所 敷地の地形，地質・地質構造について (コメント回答)

平成28年 4月22日
東北電力株式会社

本資料には商業機密又は防護上の観点から公開できないデータを含んでいます。

審査会合におけるコメント

No.	コメント 時期	コメント内容	掲載頁	
			資料1-1	資料1-2 (補足説明資料)
S84	7月10日 第248回 審査会合	TF-5断層などのその他の断層については、性状、新旧関係、連続性等に関し、詳しく説明すること。	p19～p22, p24～p27, p40～p43, p45,p49	p57～p65,p67～p75, p77～p82,p84～p89, p91～p97,p99～p104, p117～p124,p126～p133, p135～p139,p141～p144, p146～p151,p153～p159
S85	7月10日 第248回 審査会合	SF-1断層とOF-1断層の新旧関係については、総合的に検討し説明すること。	—	p43～p46
S86	7月10日 第248回 審査会合	ブロックサンプルを採取したTF-1断層露頭については、スケッチを示すとともに、最新面を判定した根拠等の情報を説明すること。	p58, p59～p66	p190～p192,p197
S87	7月10日 第248回 審査会合	SEM観察結果以外に、断層面と鉱物脈や貫入岩の関係について、断層の最新面を切る脈の存在が断層活動性を評価するのに重要であることから、十分な確認、検討を行うこと。	p56～p71,p82	p39,p177～p178
S88	7月10日 第248回 審査会合	TF-1断層トレンチ調査で観察されたひん岩と断層破碎帯の関係は、熱水活動を議論するうえでポイントになるので、詳しく説明すること。	p57	p174
S89	7月10日 第248回 審査会合	XRD分析、SEM-EDS分析、EPMA分析等の結果を整理し、鉱物の組成に関する定量的なデータとして示すこと。	p71～p80	p178
S90	7月10日 第248回 審査会合	熱水活動について、イライトの他に、同一条件下で共生・生成が期待される他の鉱物の存在に関する検討を行うこと。	p73～p80,p82	p39
S91	7月10日 第248回 審査会合	TF-1断層の条線方向に基づく運動センスと、現在の応力場の検討に関しては、地震データ等に基づく現在の応力方向の定量的なデータとの比較が可能かどうか概略検討すること。	—	p187～p189

目次及び評価の流れ

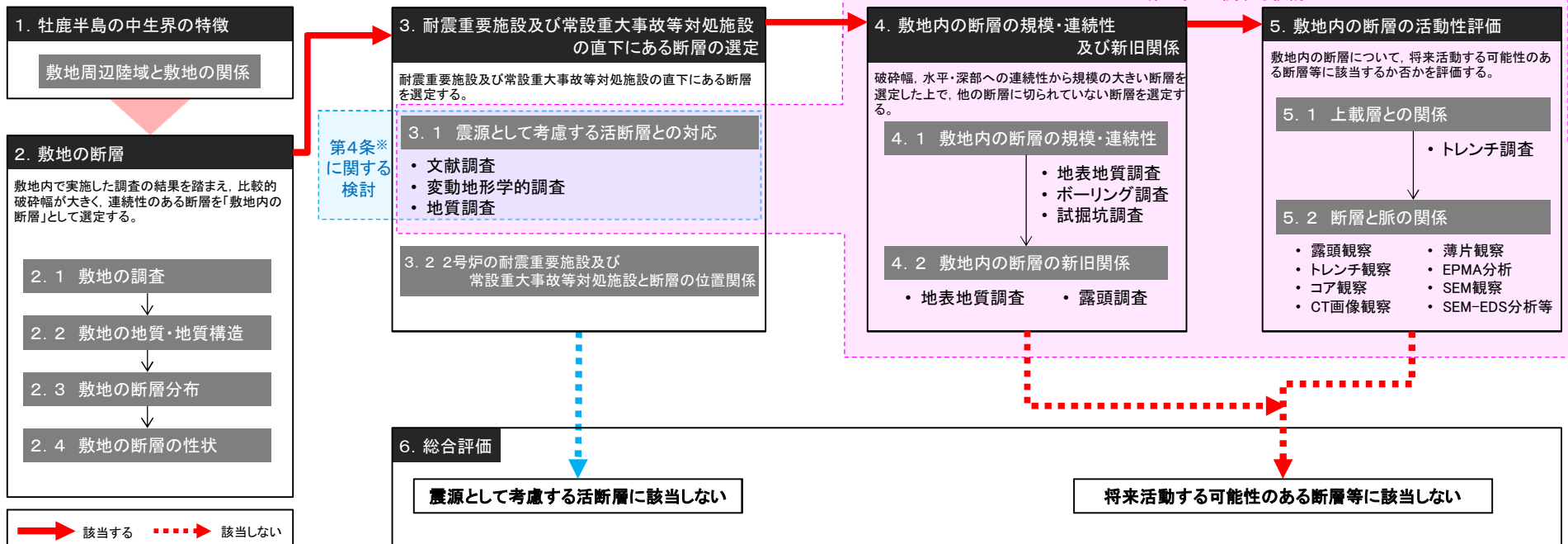
【目次】

- 1. 牡鹿半島の中生界の特徴 p3
- 2. 敷地の断層 p5
 - 2.1 敷地の調査 p6
 - 2.2 敷地の地質・地質構造 p8
 - 2.3 敷地の断層分布 p12
 - 2.4 敷地の断層の性状 p15
- 3. 耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設の直下にある断層の選定 p28
 - 3.1 震源として考慮する活断層との対応 p29
 - 3.2 2号炉の耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設と断層の位置関係 p35

- 4. 敷地の断層の規模・連続性及び新旧関係 p38
 - 4.1 敷地の断層の規模・連続性 p39
 - 4.2 敷地の断層の新旧関係 p44
- 5. 敷地の断層の活動性評価 p50
 - 5.1 上載層との関係 p51
 - 5.2 断層と脈の関係 p55
 - 5.2.1 最新面の選定 p57
 - 5.2.2 最新面を横断する鉱物の検討 p67
- 6. 総合評価 p85
- 参考文献 p87

【評価の流れ】

※実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則

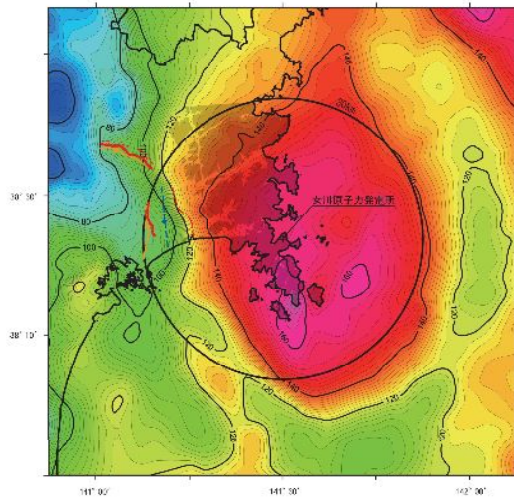


1. 牡鹿半島の中生界の特徴

1. 牡鹿半島の中生界の特徴【敷地周辺陸域と敷地の関係】

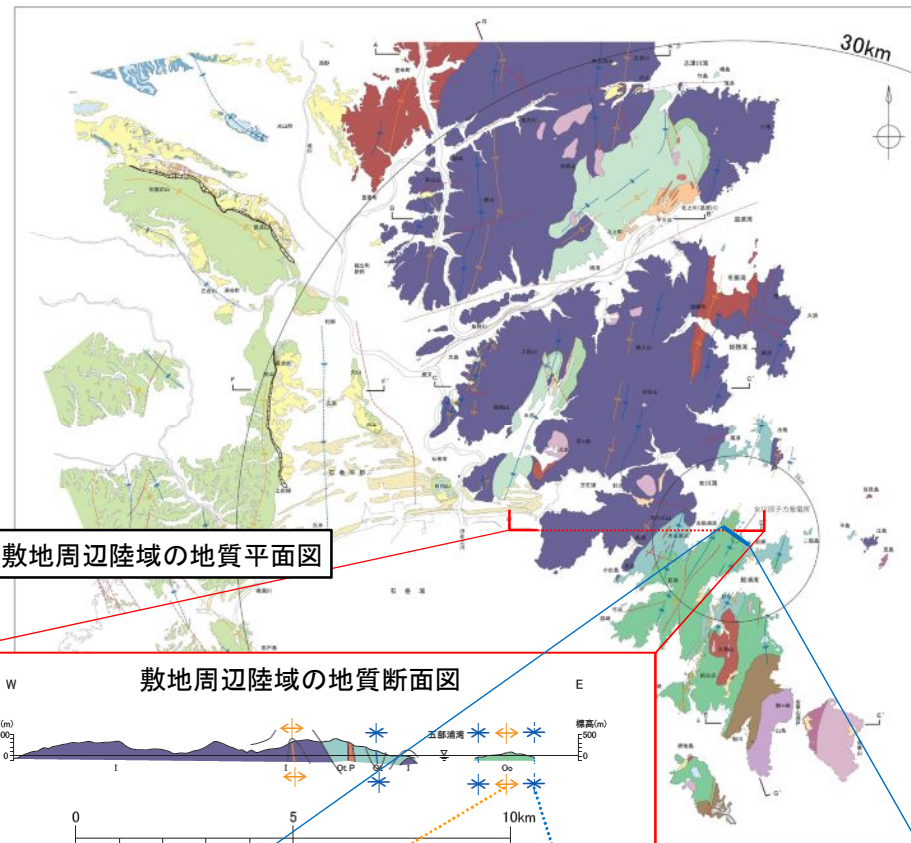
【敷地周辺陸域と敷地の関係(地質・地質構造の特徴)】

- ▶ 北上山地南端部では、中・古生界の堆積岩類が褶曲構造による繰返しを伴いながら概ね北西から南東に向って年代が新しくなるように広く分布する。
- ▶ 敷地は、硬質な中・古生界の砂岩及び頁岩を主とする堆積岩類等が広く分布する北上山地南端部に位置する。
- ▶ 敷地は、北上山地南端部のうち、南部の牡鹿半島付近の中生界ジュラ系分布域に位置し、敷地周辺と同様に褶曲構造で特徴づけられ、大局的には1対の背斜・向斜(小屋取背斜と鳴浜向斜)が認められる。
- ▶ 敷地周辺には、中・古生界に対応する高重力異常分布域が広がっており、敷地は、この広範な高重力異常分布域のほぼ中央付近に位置する。

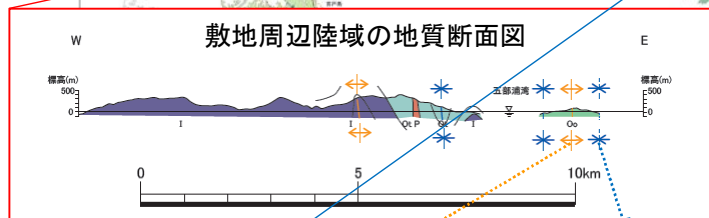


重力異常と地質構造

- ▶ 産業技術総合研究所(2013)のデータを使用
- ▶ ブーゲー密度は2.67g/cm³と仮定
- ▶ ブーゲー異常値のコンター間隔は2mGal



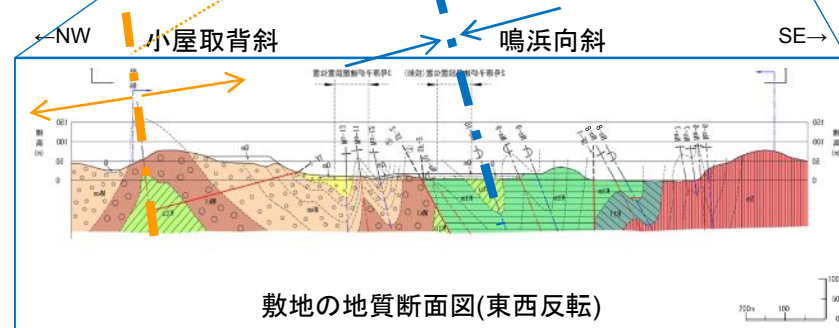
敷地周辺陸域の地質平面図



敷地周辺陸域の地質断面図

Qe	盛土
Q	沖積層
Mku	牧の浜砂岩部層(上部)
Mkm	同上(中部)
Mkl	同上(下部)
Ktu	狐崎砂岩頁岩部層(上部)
Ktm	同上(中部)
Ktl	同上(下部)
Sm	侍浜頁岩部層

敷地境界	Na-9	Na-8	褶曲軸 (転倒)	背斜軸 向斜軸
地質境界	断面図位置			
断層	SF-1	※地質境界、断層線、褶曲軸の位置は、主にそれらと地表面との交わる線を示している。		
褶曲軸	Na-8	Na-7	背斜軸 向斜軸	



敷地の地質断面図(東西反転)

2. 敷地の断層

- 2. 1 敷地の調査
- 2. 2 敷地の地質・地質構造
- 2. 3 敷地の断層分布
- 2. 4 敷地の断層の性状

2. 敷地の断層

- 2. 1 敷地の調査
- 2. 2 敷地の地質・地質構造
- 2. 3 敷地の断層分布
- 2. 4 敷地の断層の性状

2. 敷地の断層

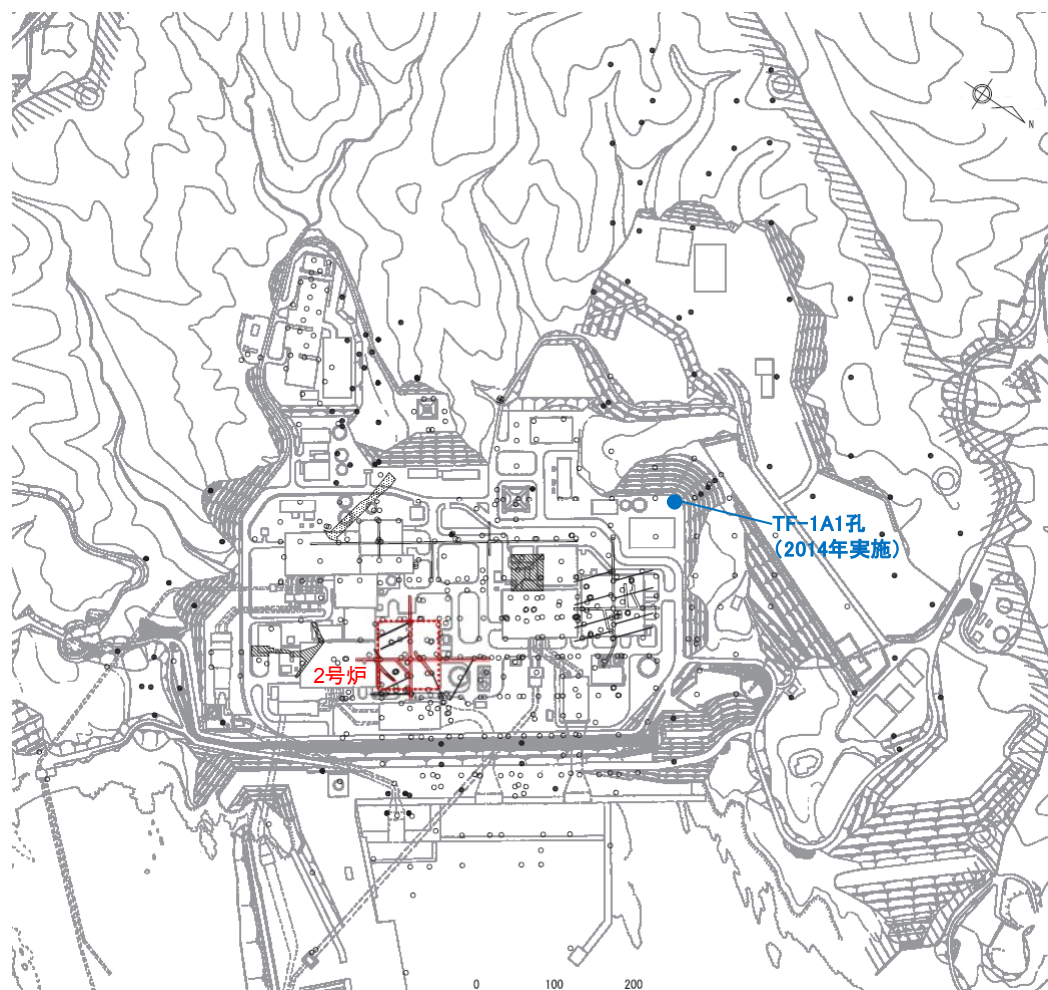
2.1 敷地の調査

【敷地の地質調査】

- ▶ 地表地質調査
 - ・ 空中写真判読
 - ・ 地表踏査
 - ・ 掘削時の法面及び底盤の地質観察
 - ▶ ボーリング調査
 - ・ 炉心ボーリング
 - ・ 炉心周辺ボーリング
 - ・ 地質構造調査ボーリング
 - ▶ 試掘坑調査
 - ・ O.P.※約-14mにおける十字型の試掘坑
 - ▶ トレンチ調査
 - ・ TF-1断層等を対象

【基礎地盤の工学的特性調査・試験】

- ▶ 岩盤分類
- ▶ 岩盤試験
 - ・ PS検層
 - ・ その他各種岩盤試験
- ▶ 各種岩石試験



凡例	
○	ボーリング
●	ボーリング (2006～2013年実施)
—	水平ボーリング
+	試掘坑
▨	TF-1断層対象 調査トレンチ
▩	OF-1断層対象 調査トレンチ

※ O.P.は女川原子力発電所工所用基準面であり、東京湾平均海面(T.P.)-0.74m。

2. 敷地の断層

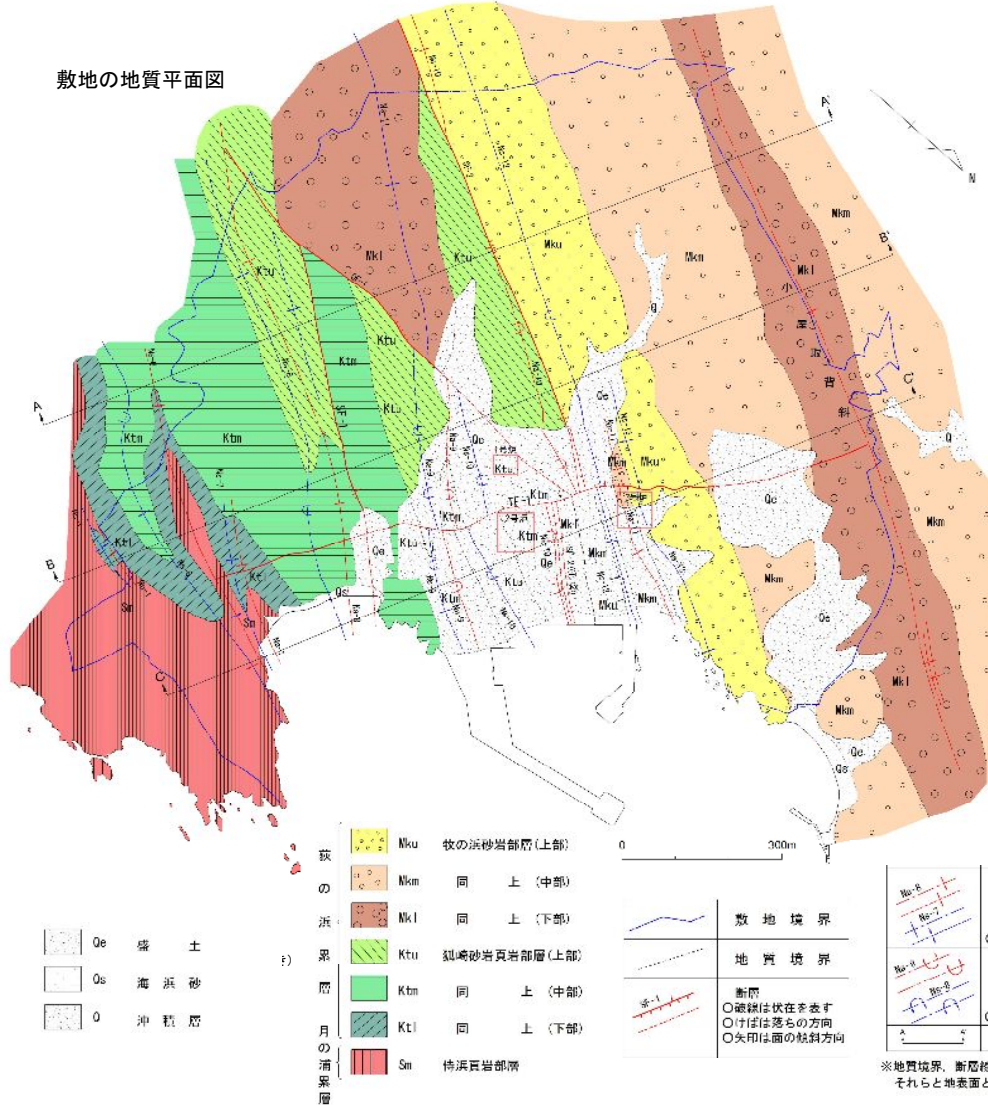
- 2. 1 敷地の調査
- 2. 2 敷地の地質・地質構造
- 2. 3 敷地の断層分布
- 2. 4 敷地の断層の性状

2. 敷地の断層

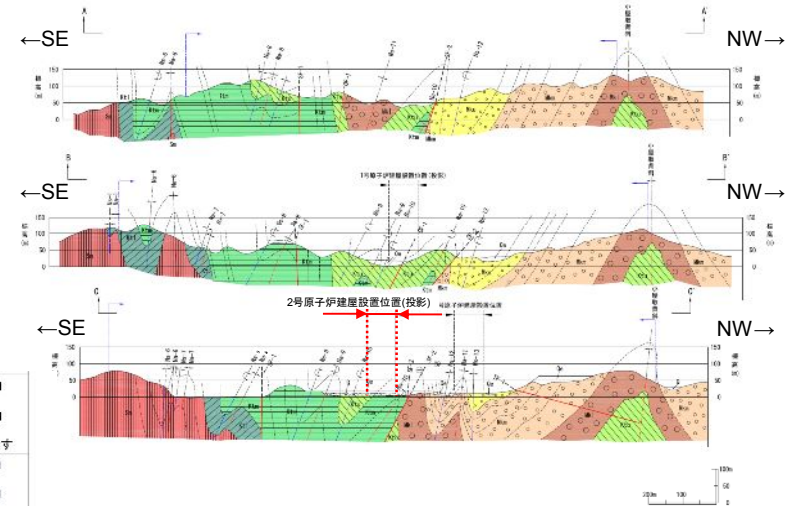
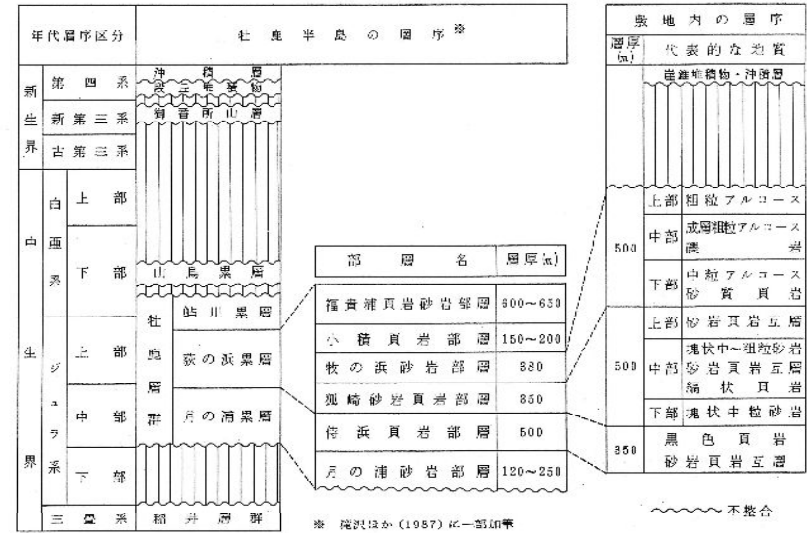
2.2 敷地の地質・地質構造【地質】

- ▶ 主として、中生界ジュラ系 牡鹿層群 月の浦累層及び荻の浜累層の砂岩、頁岩、砂岩頁岩互層が広く分布している。
- ▶ 部分的に、白亜系のひん岩が貫入している。
- ▶ 一部海岸及び低地周辺には、第四系の沖積層及び崖錐堆積物が分布している。
- ▶ 敷地内には段丘面及び段丘堆積物は認められない。

敷地の地質平面図



敷地の地質層序表



※地質境界、断層軸、褶曲軸の位置は、主にそれらと地表面との交わる線を示している。

敷地の地質断面図

敷地の地質・地質構造の詳細については、「補足説明資料1.1」に示す。

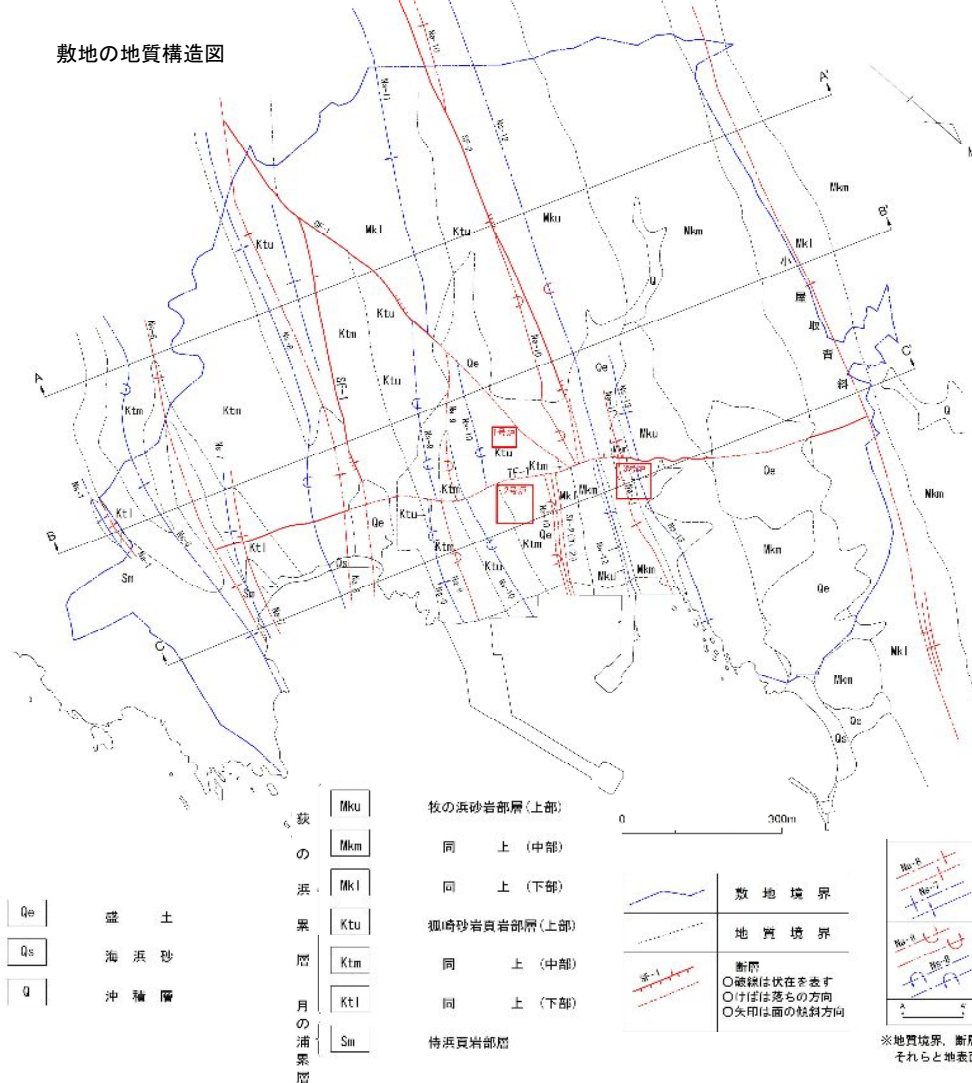
2. 敷地の断層

2.2 敷地の地質・地質構造【地質構造】

敷地の中生界ジュラ系の地質構造は、顕著な褶曲構造と断層で特徴づけられる。

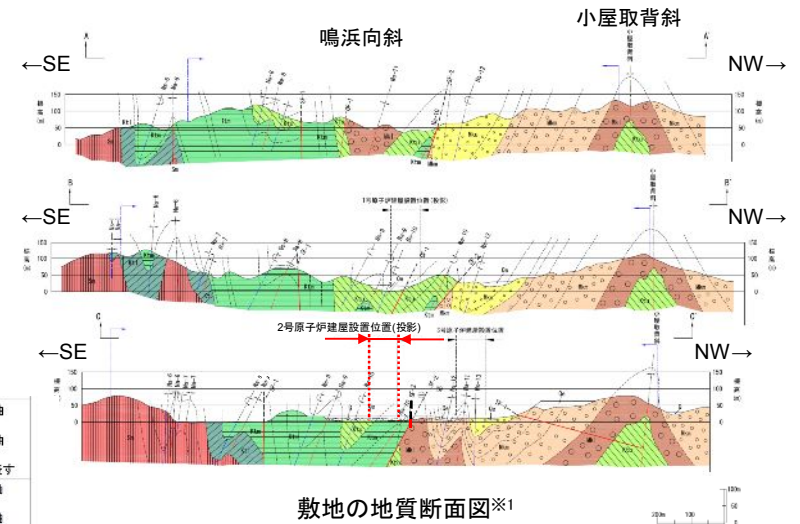
- 小屋取背斜と鳴浜向斜に代表される顕著な複褶曲構造(NNE-SSW~NE-SW方向)を形成している。
- 敷地には断層が認められ、その分布や性状から、敷地周辺の断層と同様に褶曲構造の形成との関連性が示唆される※。
⇒ 断層の走向と褶曲構造の方向性との関係に着目し、褶曲構造と同方向に延びる「走向断層」、褶曲構造とほぼ直交する方向の「横断断層」及び褶曲構造と斜交する方向の「斜交断層」の3タイプに分類する。

敷地の地質構造図



※ 滝沢ほか(1984), 滝沢ほか(1987)などによれば、敷地周辺陸域の中・古生界中の断層について、褶曲構造にほぼ平行あるいは少し斜交する断層と、これに大きく斜交する断層に大別され、褶曲構造の形成と関連付けて記載されている。

- ✓ 褶曲構造にほぼ平行あるいは少し斜交する断層は、走向・傾斜からさらに3つに分類されており、断層の形成と褶曲の形成との関連性について論じられている。
- ✓ 特に、褶曲軸にほとんど平行な走向をもち、垂直又は急傾斜を示す走向断層については、褶曲軸部付近が壊れて断層となっているものなど、過褶曲の破断にともなう断層の性状が示唆されている。
- ✓ 一方、褶曲構造に大きく斜交する断層については、横断断層群とされ、水平ずれが顕著であり、一般に周囲の地層を明瞭に切っており、一部に断層による引きずりを伴うことがあるため、褶曲構造形成後それほど時代の隔たりをもたない白亜紀のものであるかもしれないとされている。



※1 主に砂岩と頁岩との境界には層理面と平行なシームが認められる。
(褶曲構造が形成される過程で生じた「フレキシユラル・スリップ」によるものと考えられる)

※地質境界、断層軸、褶曲軸の位置は、主にそれらと地表面との交わる線を示している。

敷地の地質・地質構造の詳細については、「補足説明資料1.1」に示す。

余白

2. 敷地の断層

- 2. 1 敷地の調査
- 2. 2 敷地の地質・地質構造
- 2. 3 敷地の断層分布
- 2. 4 敷地の断層の性状

2. 敷地の断層

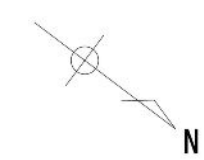
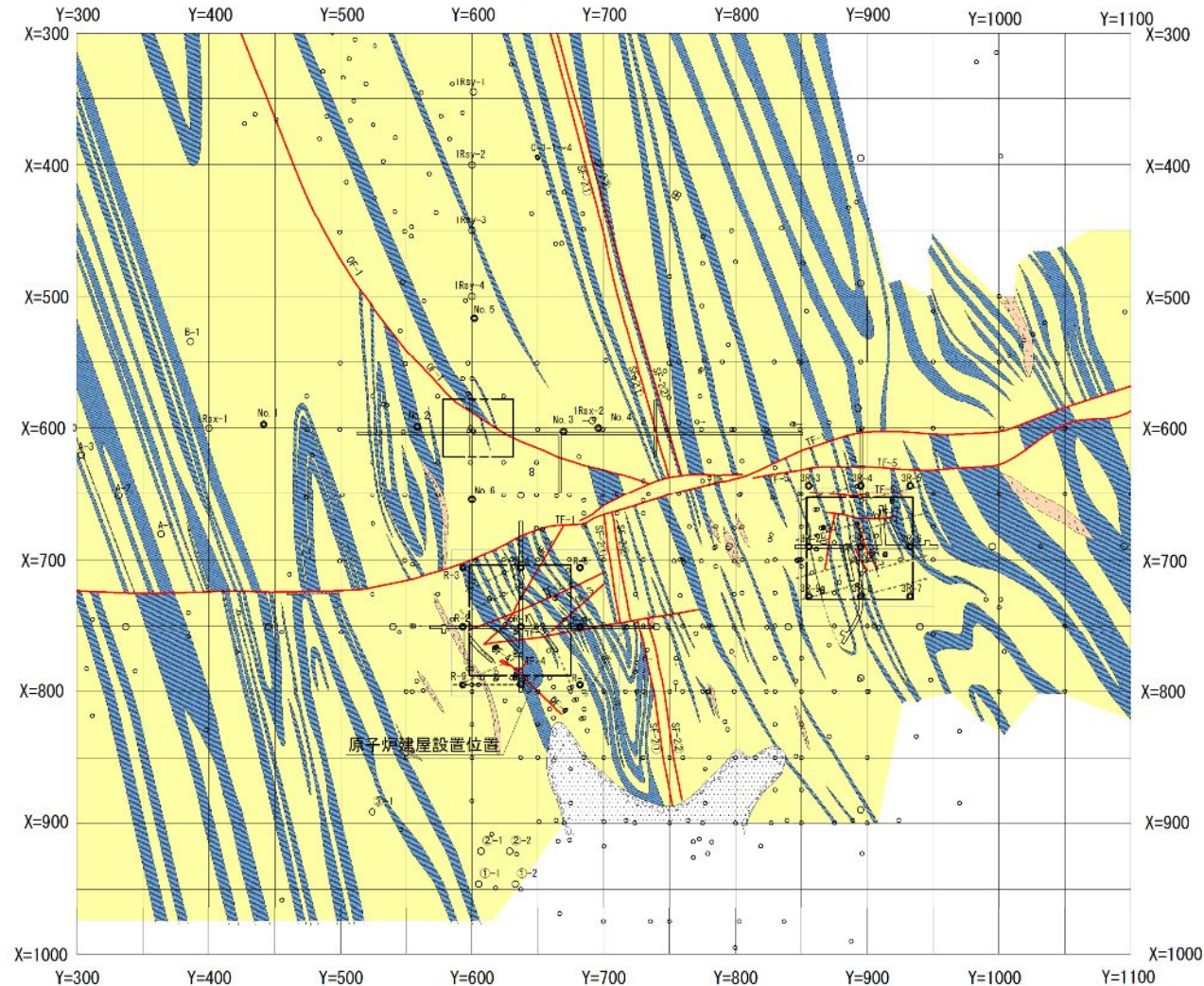
2.3 敷地の断層分布①

- 敷地には、比較的破碎幅があり、連続性のある断層として、SF-1～2断層、OF-1～7断層及びTF-1～7断層の計16本の断層がある。
- これらの断層は、敷地でも確認される褶曲構造の方向との関係から、走向断層、斜交断層及び横断断層の3タイプに分類される。

敷地の断層のタイプ

	逆断層	正断層
走向断層	SF-1※,SF-2①,SF-2②	該当する断層なし
斜交断層	OF-1,OF-4,OF-5,OF-6,OF-7	OF-2,OF-3
横断断層	TF-2,TF-7	TF-1,TF-3,TF-4,TF-5,TF-6

※SF-1断層は左の地質水平断面図外(南東側)に分布している。



凡 例

- 盛 土
 - 第四系(砂礫)
 - 砂 岩
 - 頁 岩
 - ひん 岩
 - 地 質 境 界
 - 断 層
 - 炉心ボーリング位置
 - ボーリング位置
 - 水平ボーリング
 - 試掘坑
- * 矢印は斜めボーリングの掘削方向を示す
- 0 100m

地質水平断面図(O.P.約14m)

敷地の地質・地質構造の詳細については、「補足説明資料1.1」に示す。

2. 敷地の断層

2.3 敷地の断層分布②

【2号炉付近の地質構造】

- NNE-SSW方向の褶曲軸が確認される。
- 背斜構造の西翼部に位置し、地層は南東～南南東に30～50° 傾斜している。

【3号炉付近の地質構造】

- NNE-SSW方向の褶曲軸が確認される。
- 一對の背斜・向斜が存在し、地層は南東あるいは北西に傾斜している。また、褶曲の翼部で40～90°、軸付近で0～40° の傾斜を示す。

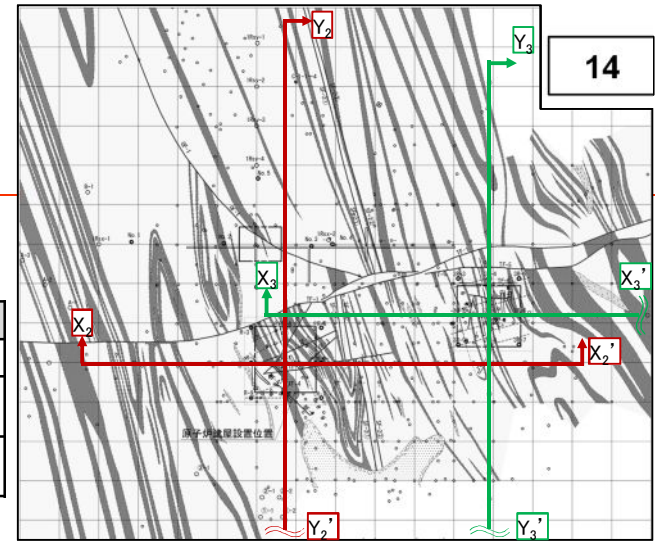
【断層の深度方向の分布】

- 地質調査結果に基づき、各断層の深度方向の分布について、下の断面図のとおり確認している。

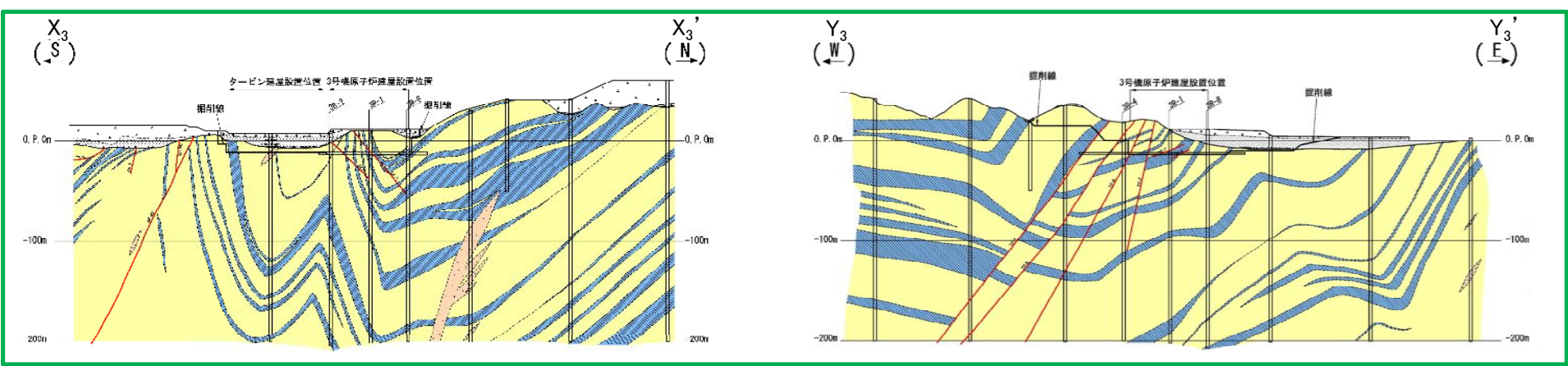
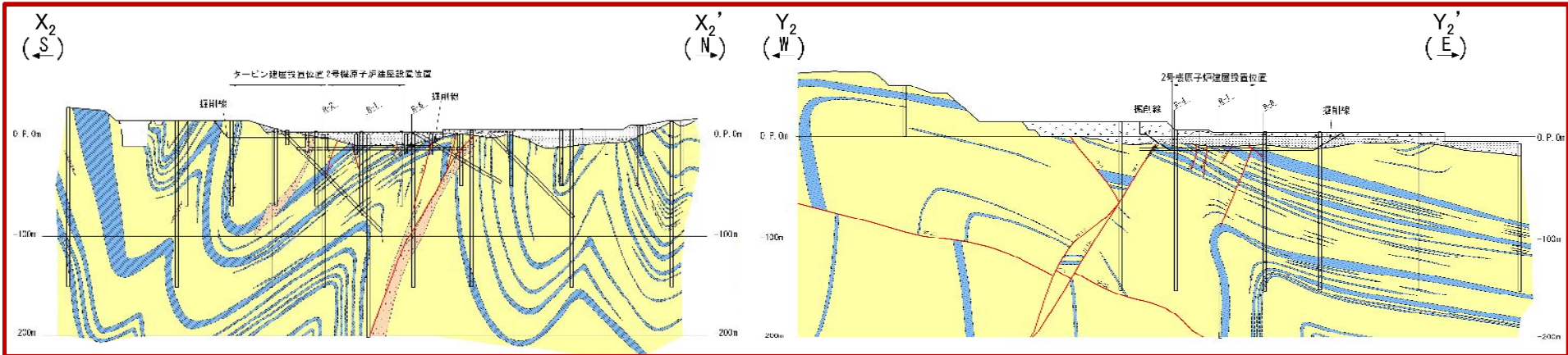
敷地の断層のタイプ

	逆断層	正断層
走向断層	SF-1※, SF-2①, SF-2②	該当する断層なし
斜交断層	OF-1, OF-4, OF-5, OF-6, OF-7	OF-2, OF-3
横断断層	TF-2, TF-7	TF-1, TF-3, TF-4, TF-5, TF-6

※SF-1断層は右の地質水平断面図外(南東側)に分布している。



敷地の地質・地質構造の詳細については、「補足説明資料1.1」に示す。



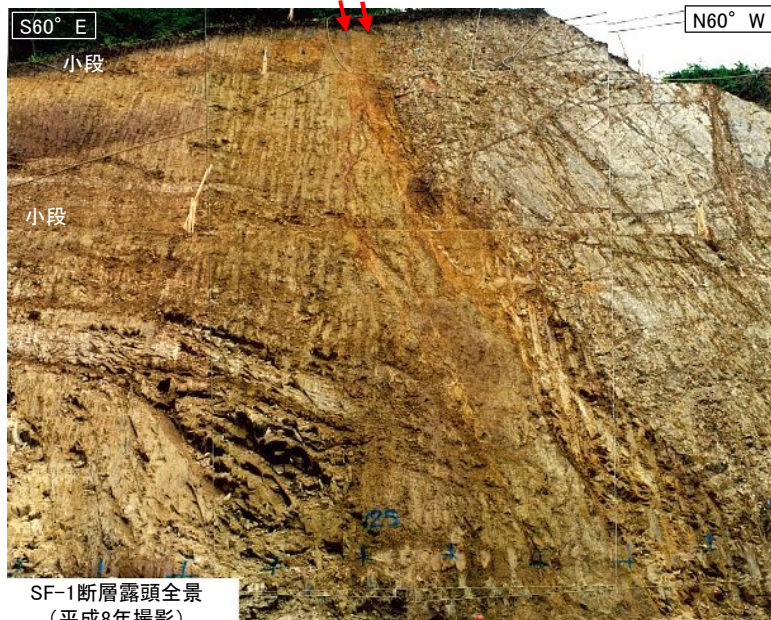
2. 敷地の断層

- 2. 1 敷地の調査
- 2. 2 敷地の地質・地質構造
- 2. 3 敷地の断層分布
- 2. 4 敷地の断層の性状

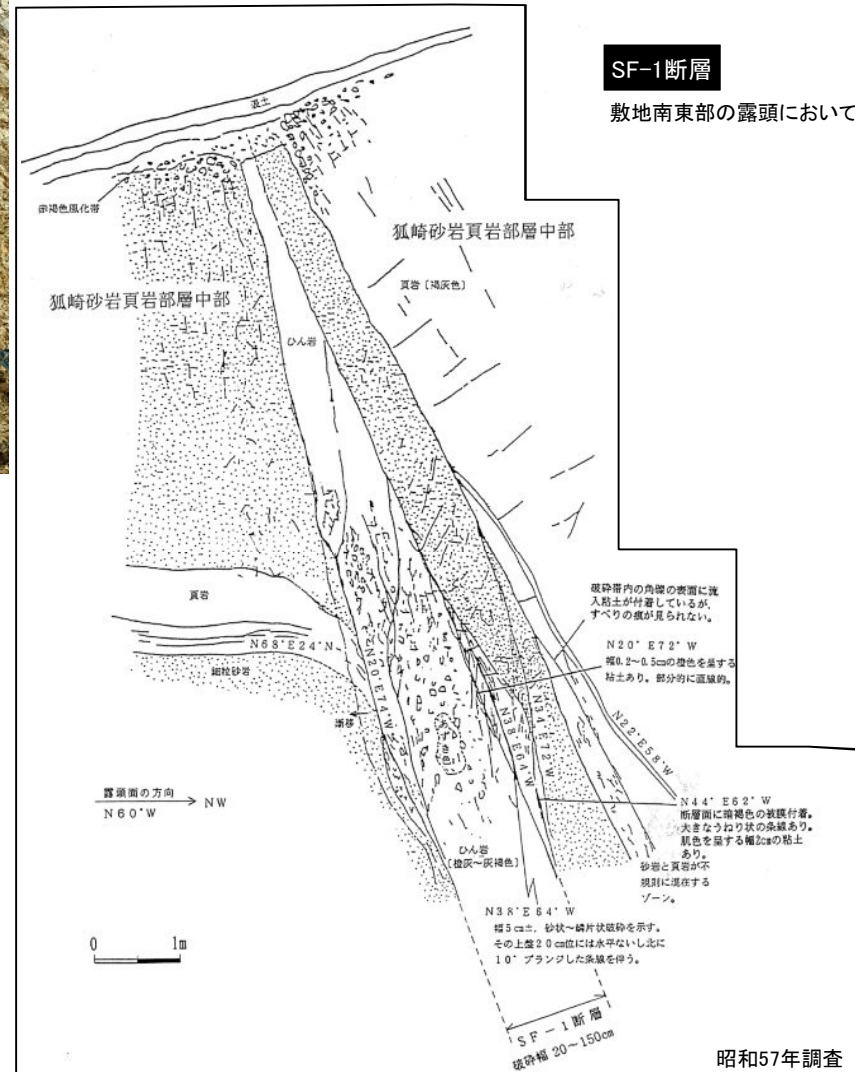
2. 敷地の断層

2.4 敷地の断層の性状【SF-1断層】

SF-1断層の詳細については、「補足説明資料2. 1. 1」に示す。



断層名	断層のタイプ	センス	走向/傾斜	最大破砕幅	性状
SF-1	走向断層	西側上がり (逆断層)	N20° ~44° E/ 62° ~74° NW	150cm	粘土・砂・細片を含む。 ひん岩からなる固結状破砕部主体。



SF-1断層

敷地南東部の露頭において、SF-1断層を確認。



枠囲みの内容は商業機密又は防護上の観点から公開できません。

昭和57年調査



2. 敷地の断層

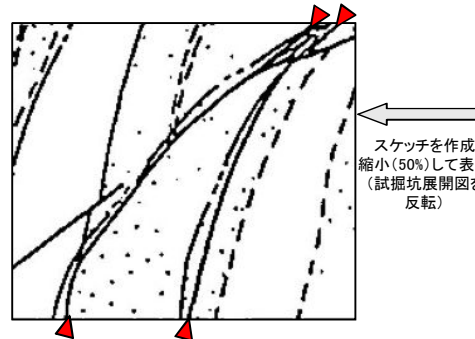
2.4 敷地の断層の性状【SF-2断層】

SF-2断層の詳細については、「補足説明資料2. 1. 2」に示す。

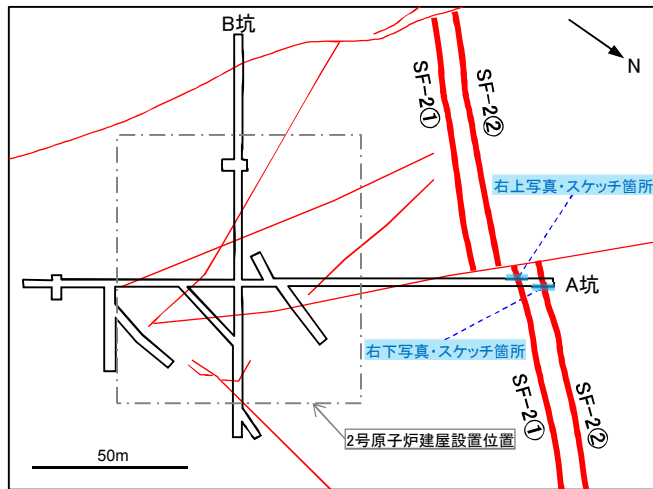
断層名	断層のタイプ	センス	走向/傾斜	最大破砕幅	性状
SF-2①	走向断層	東側上がり (逆断層)	N25° ~ 58° E/ 40° SE ~ 85° NW	80cm	角礫・砂・粘土を含む。 固結状破砕部30cm。
SF-2②			N8° ~ 50° E/ 23° ~ 54° SE	200cm	角礫・砂・粘土を含む。 試掘坑内で下盤の黒色頁岩が幅10 ~30cm粘土化。

SF-2①断層

2号炉試掘坑内の露頭において、幅1~5cmの2条の破砕部がみられ、上盤、下盤ともに、褶曲翼部で地層が急傾斜している。

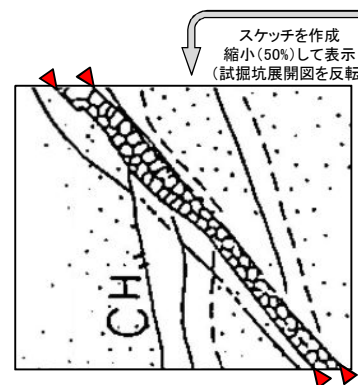


2号炉試掘坑A坑南西壁で確認したSF-2①断層(左:スケッチ, 右:写真)



SF-2②断層

2号炉試掘坑内の露頭において、幅20~30cmの破砕部がみられ、上盤、下盤ともに、褶曲翼部で地層が急傾斜している。



2号炉試掘坑A坑北東壁で確認したSF-2②断層(左:スケッチ, 右:写真)

2. 敷地の断層

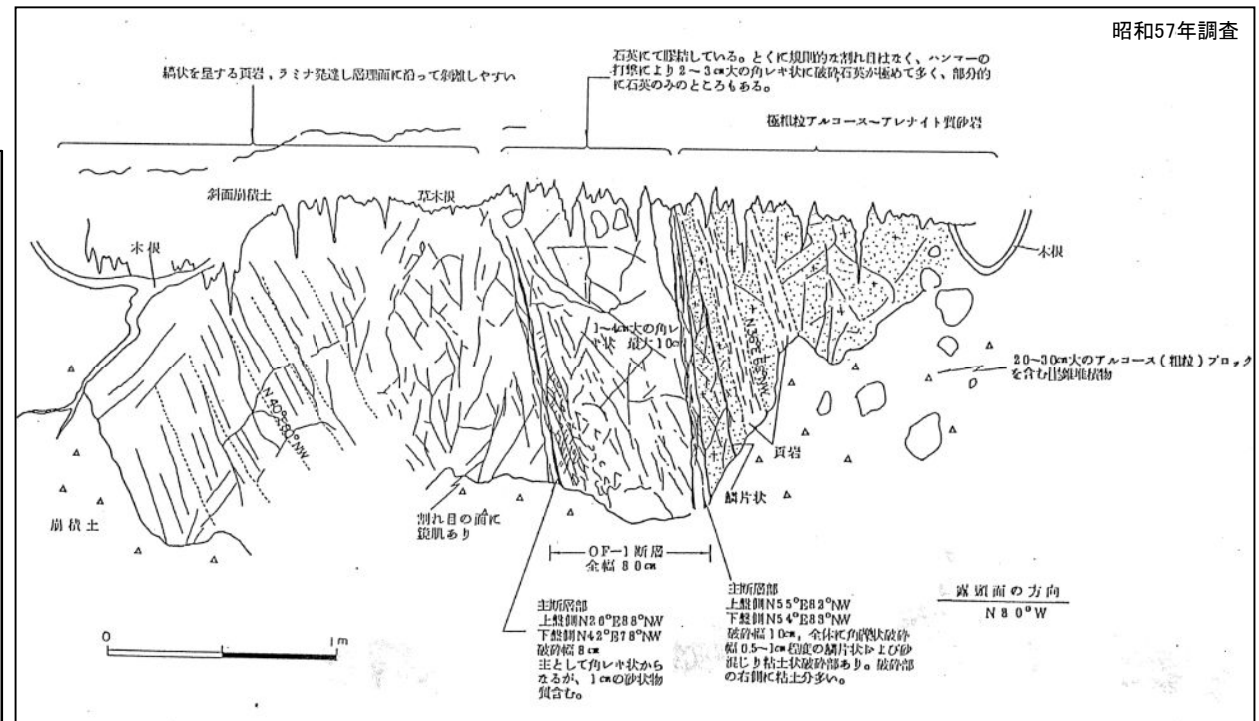
2.4 敷地の断層の性状【OF-1断層】

OF-1断層の詳細については、「補足説明資料2. 2. 1」に示す。

断層名	断層のタイプ	センス	走向/傾斜	最大破砕幅	性状
OF-1	斜交断層	東側上がり (逆断層)	N55° E~20° W/ 78° NW~30° SE	150cm	角礫・砂・粘土を含む。

OF-1断層

敷地南部の露頭において、牧の浜砂岩部層(北西側)と狐崎砂岩頁岩部層(南東側)を境するOF-1断層を確認。
露頭では、断層破砕部は幅約80cmで、全体的に石英により膠結している。



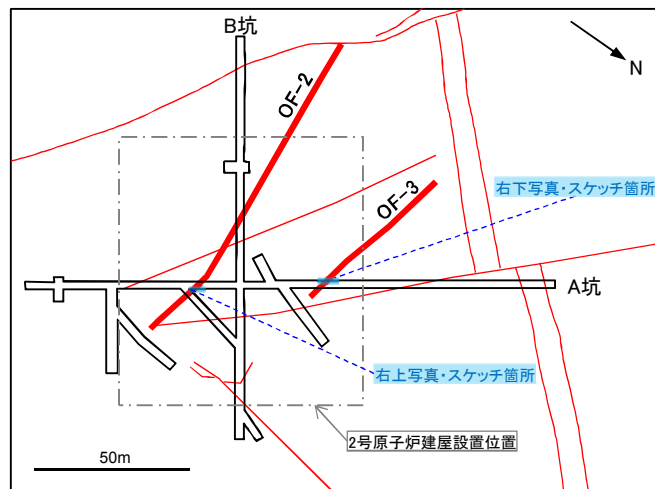
枠囲みの内容は商業機密又は防護上の観点から公開できません。

2. 敷地の断層

2.4 敷地の断層の性状【OF-2断層・OF-3断層】

OF-2断層及びOF-3断層の詳細については、「補足説明資料2. 2. 2及び2. 2. 3」に示す。

断層名	断層のタイプ	センス	走向／傾斜	最大破砕幅	性状
OF-2	斜交断層	北側下がり (正断層)	N68° W~80° E/ 70° N~90°	5cm	角礫・砂・粘土を含む。
OF-3	斜交断層	南側下がり (正断層)	N70° ~75° W/ 60° S~85° N	12cm	角礫・砂・粘土を含む。



2号炉試掘坑と断層の位置関係



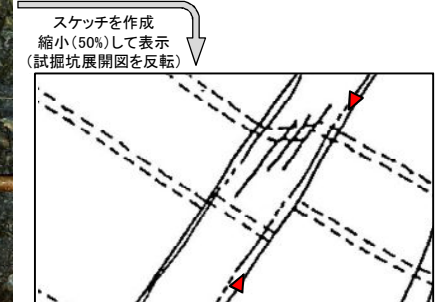
枠囲みの内容は商業機密又は防護上の観点から公開できません。

OF-2断層

2号炉試掘坑内の露頭においては、幅0.5~1.5cmの破砕部がみられ、上盤側(北西側)下がりの正断層センスの動きを示す地層の変形及び落差約15~40cmのずれがみられる。



2号炉試掘坑A坑北東壁で確認したOF-2断層(左:写真, 右:スケッチ)

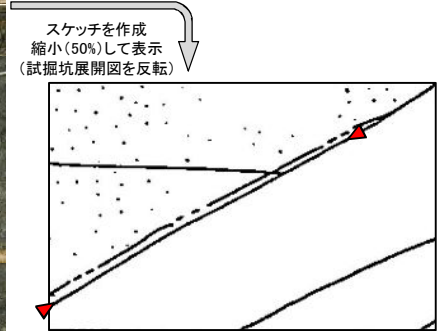


OF-3断層

2号炉試掘坑内の露頭において、幅1~12cmの破砕部がみられる。



2号炉試掘坑A坑南西壁で確認したOF-3断層(左:写真, 右:スケッチ)

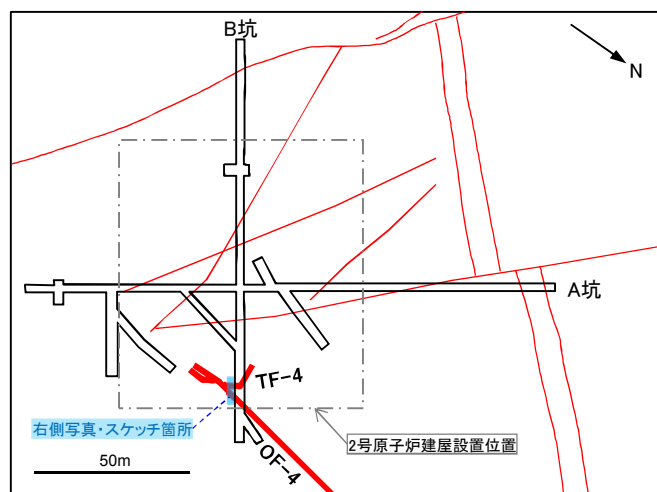


2. 敷地の断層

2.4 敷地の断層の性状【OF-4断層・TF-4断層】

OF-4断層及びTF-4断層の詳細については、「補足説明資料2. 2. 4及び2. 3. 4」に示す。

断層名	断層のタイプ	センス	走向/傾斜	最大破砕幅	性状
OF-4	斜交断層	東側上がり (逆断層)	N18° ~40° E/ 46° SE	6cm	角礫からなり茶褐色流入粘土を含む。
TF-4	横断断層	南西側下がり (正断層)	N42° ~56° W/ 66° ~76° SW	20cm	角礫・砂・黄灰色粘土フィルムを含む。



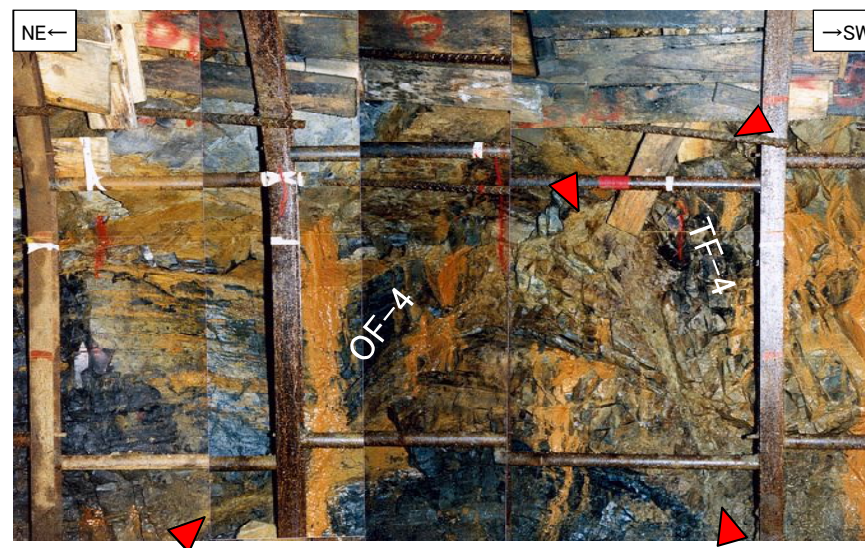
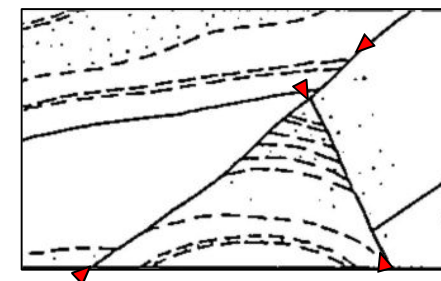
2号炉試掘坑と断層の位置関係

OF-4断層

2号炉試掘坑内の露頭において、幅2~6cmの破砕部がみられる。

TF-4断層

2号炉試掘坑内の露頭において、幅3~20cmの破砕部がみられる。
OF-4断層に切られる。



スケッチを作成
縮小(50%)して表示
(試掘坑展開図を反転)

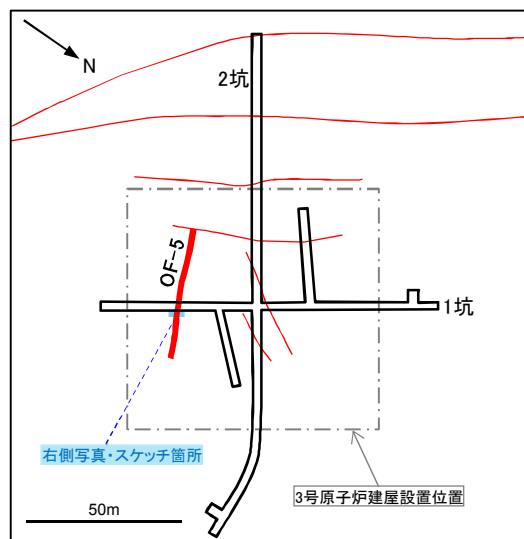
2号炉試掘坑B坑南東壁で確認したOF-4断層及びTF-4断層(下:写真, 右上:スケッチ)

2. 敷地の断層

2.4 敷地の断層の性状【OF-5断層】

OF-5断層の詳細については、「補足説明資料2. 2. 5」に示す。

断層名	断層のタイプ	センス	走向/傾斜	最大破砕幅	性状
OF-5	斜交断層	西側上がり (逆断層)	N68° ~76° E/ 28° ~62° NW	15cm	角礫・砂・粘土を含む。



OF-5断層

3号炉試掘坑内の露頭において、幅9~15cmの破砕部がみられ、上盤側(北西側)上がりを示唆する変形がみられる。



スケッチを作成
縮小(50%)して表示
(試掘坑展開図を反転)

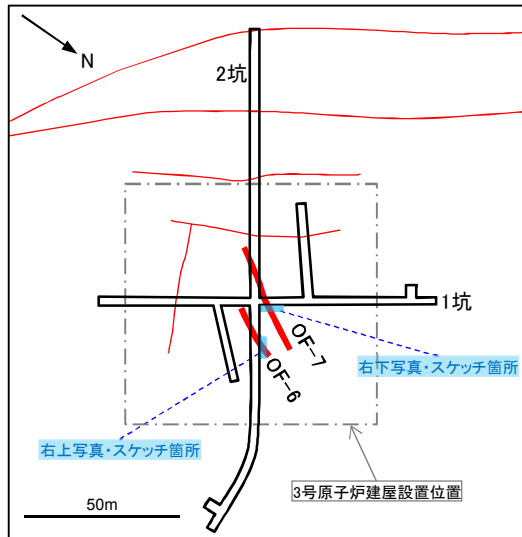
3号炉試掘坑1坑北東壁で確認したOF-5断層(下:写真, 右上:スケッチ)

2. 敷地の断層

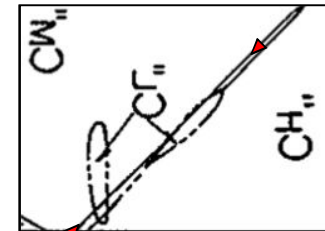
2.4 敷地の断層の性状【OF-6断層・OF-7断層】

OF-6断層及びOF-7断層の詳細については、「補足説明資料2. 2. 6及び2. 2. 7」に示す。

断層名	断層のタイプ	センス	走向／傾斜	最大破砕幅	性状
OF-6	斜交断層	北西側上がり (逆断層)	N24° ~43° E/ 53° ~64° NW	2cm	砂・粘土を含む。
OF-7	斜交断層	北西側上がり (逆断層)	N27° ~48° E/ 45° ~57° NW	10cm	角礫・砂・粘土を含む。



枠囲みの内容は商業機密又は防護上の観点から公開できません。



OF-6断層

3号炉試掘坑内の露頭において、幅0.1~2cmの破砕部がみられる。

スケッチを作成
縮小(50%)して表示
(試掘坑展開図を反転)



3号炉試掘坑2坑北西壁で確認したOF-6断層(右:写真, 左上:スケッチ)

OF-7断層

3号炉試掘坑内の露頭において、幅3~10cmの破砕部がみられる。

スケッチを作成
縮小(50%)して表示
(試掘坑展開図を反転)



3号炉試掘坑1坑北東壁で確認したOF-7断層(右:写真, 左:スケッチ)

2. 敷地の断層

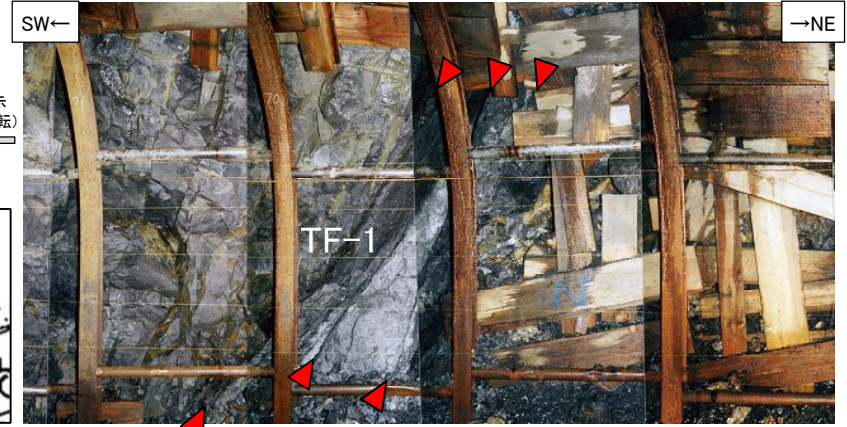
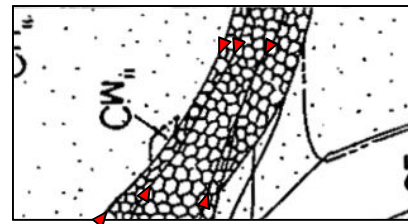
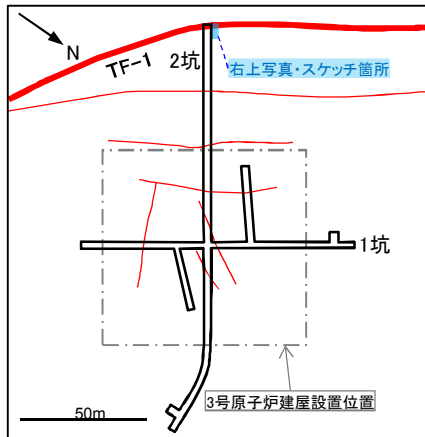
2.4 敷地の断層の性状【TF-1断層】

TF-1断層の詳細については、「補足説明資料2.3.1」に示す。

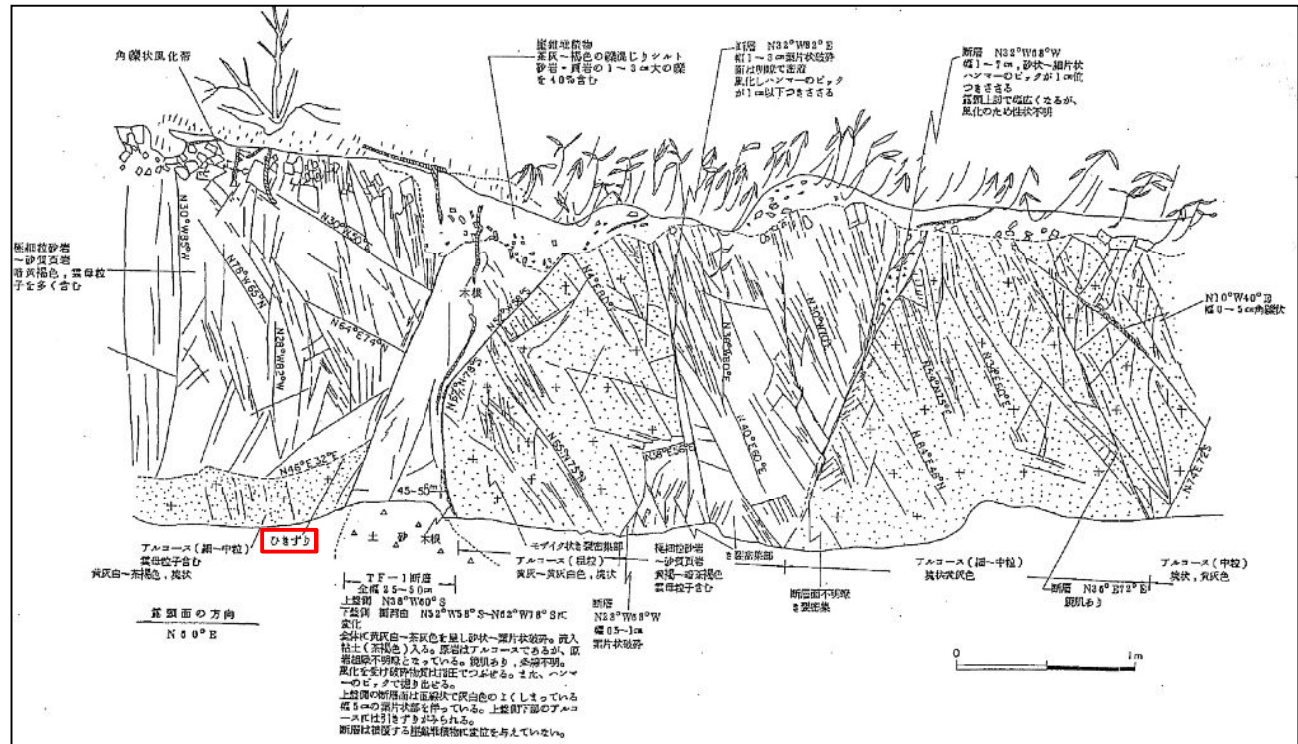
断層名	断層のタイプ	センス	走向/傾斜	最大破砕幅	性状
TF-1	横断断層	南西側下がり (正断層)	N20° ~84° W / 40° ~85° SW	400cm	角礫・黒色粘土・小岩片・小岩塊を含む。固結状破砕部を伴う。

TF-1断層

3号炉試掘坑内及び敷地北西部の露頭において、TF-1断層を確認。敷地北西部の露頭においては、断層の上盤側に、南西側下がりの正断層センスの動きを示す地層の引きずりがみられる。



3号炉試掘坑2坑北西壁で確認したTF-1断層 (左:スケッチ, 右:写真)



TF-1断層の露頭スケッチ

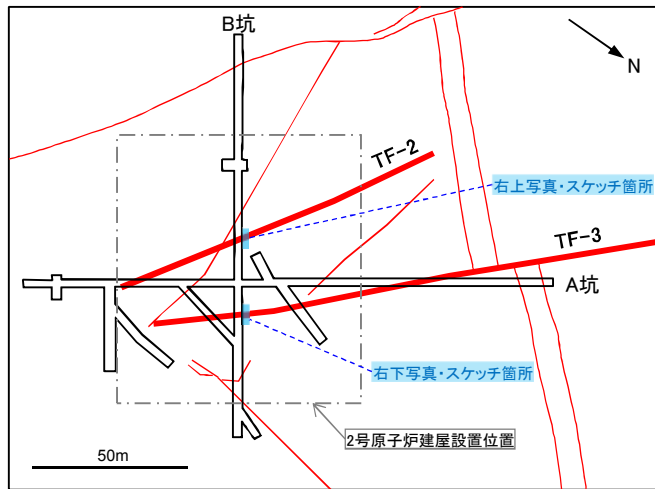
枠囲みの内容は商業機密又は防護上の観点から公開できません。

2. 敷地の断層

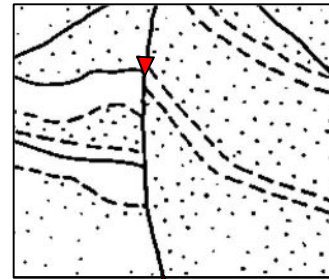
2.4 敷地の断層の性状【TF-2断層・TF-3断層】

TF-2断層及びTF-3断層の詳細については、「補足説明資料2. 3. 2及び2. 3. 3」に示す。

断層名	断層のタイプ	センス	走向／傾斜	最大破砕幅	性状
TF-2	横断断層	西側上がり (逆断層)	N38° ~86° W / 68° S~90°	40cm	角礫・砂・角礫混じり粘土を含む。 中心部に小岩塊を含む。
TF-3	横断断層	南西側下がり (正断層)	N38° ~50° W / 50° SW~90°	80cm	角礫・砂・粘土を含む。 レンズ状で鏡肌を有する小岩片を含む。



2号炉試掘坑と断層の位置関係



TF-2断層

2号炉試掘坑内の露頭においては、幅40cm以下の破砕部がみられ、断層の下盤側(北東側)に、南西下がりの動きを示す地層の変形がみられる。

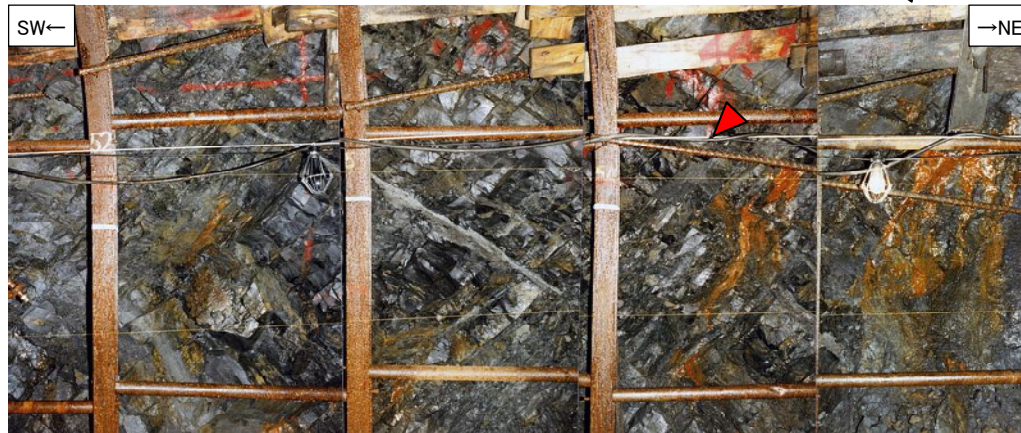
スケッチを作成
縮小(50%)して表示
(試掘坑展開図を反転)



2号炉試掘坑B坑北西壁で確認したTF-2断層(左上:スケッチ, 右:写真)

TF-3断層

2号炉試掘坑内の露頭において、幅1~1.5cmの破砕部がみられ、上盤側(南西側)下がりの正断層センス(落差数10cm)のずれがみられる。



スケッチを作成
縮小(50%)して表示
(試掘坑展開図を反転)

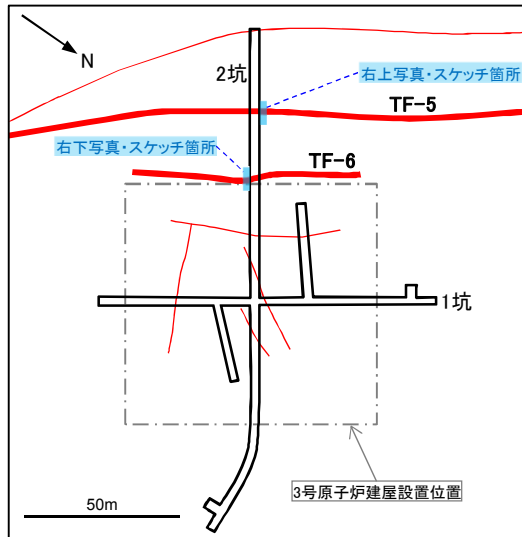
2号炉試掘坑B坑北西壁で確認したTF-3断層(下:写真, 右上:スケッチ)

2. 敷地の断層

2.4 敷地の断層の性状【TF-5断層・TF-6断層】

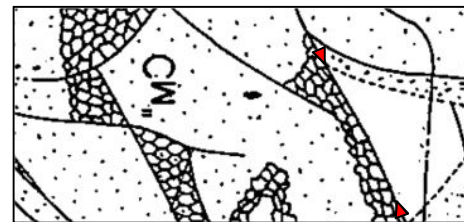
TF-5断層及びTF-6断層の詳細については、「補足説明資料2.3.5及び2.3.6」に示す。

断層名	断層のタイプ	センス	走向/傾斜	最大破砕幅	性状
TF-5	横断断層	南西側下がり (正断層)	N30° ~36° W/ 50° ~82° SW	150cm	角礫・砂・粘土を含む。
TF-6	横断断層	南西側下がり (正断層)	N25° ~41° W/ 61° ~83° SW	20cm	砂を含む。 角礫状破砕部の固結状。



TF-5断層

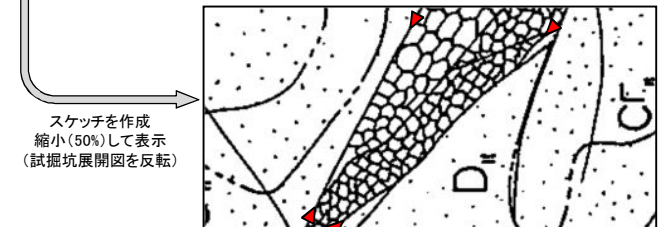
3号炉試掘坑内の露頭において、破砕部は、破砕幅の変化に富み、角礫状～固結状部の影響ゾーンを含めて最大で幅約1.5mだが、下方へ急激に幅を減じている。



スケッチを作成
縮小(50%)して表示
(試掘坑展開図を反転)

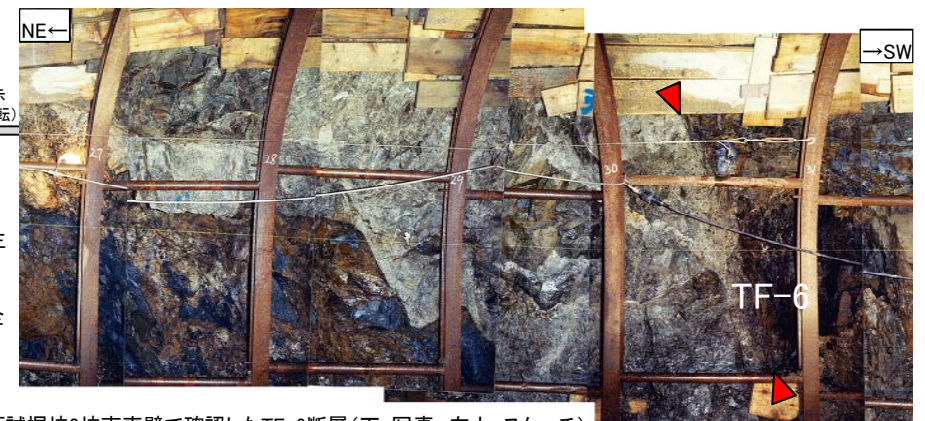
TF-6断層

3号炉試掘坑内の露頭において、幅5~20cmの破砕部がみられ、主に角礫状破砕部の固結状部からなる。
断層面は不規則な形状を示し、全体に分岐してネットワーク状の分布を示す。



スケッチを作成
縮小(50%)して表示
(試掘坑展開図を反転)

3号炉試掘坑2坑北西壁で確認したTF-5断層(上:写真, 下:スケッチ)



3号炉試掘坑2坑南東壁で確認したTF-6断層(下:写真, 左上:スケッチ)

2. 敷地の断層

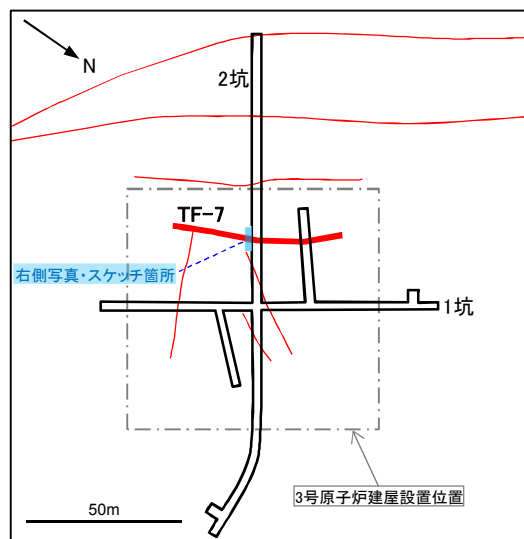
2.4 敷地の断層の性状【TF-7断層】

TF-7断層の詳細については、「補足説明資料2.3.7」に示す。

断層名	断層のタイプ	センス	走向/傾斜	最大破砕幅	性状
TF-7	横断断層	南西側上がり (逆断層)	N29° ~36° W/ 75° ~79° SW	10cm	角礫・砂・粘土を含む。

TF-7断層

3号炉試掘坑内の露頭において、幅10cmの破砕部がみられる。



スケッチを作成
縮小(50%)して表示
(試掘坑展開図を反転)

3号炉試掘坑2坑南東壁で確認したTF-7断層(左:写真, 右:スケッチ)

2. 敷地の断層【まとめ】

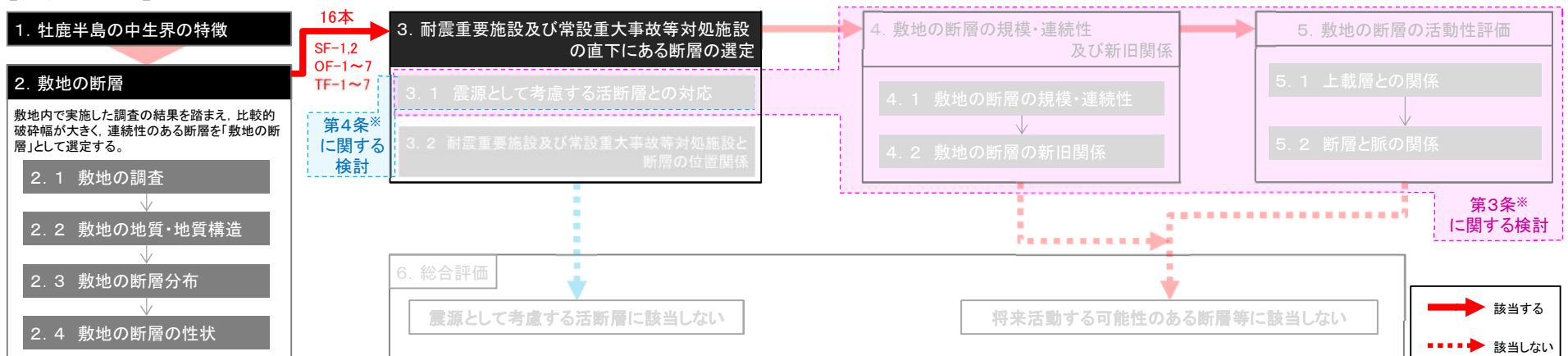
➤ 敷地で確認された16本の断層の走向、傾斜、性状等は右の表のとおり。



枠囲みの内容は商業機密又は防護上の観点から公開できません。

断層名	センス	走向/傾斜	最大破砕幅 (cm)	性状	
走向断層	SF-1	西側上がり (逆断層)	N20° ~44° E / 62° ~74° NW	150	粘土・砂・細片を含む。ひん岩からなる固結状破砕部主体。
	SF-2①	東側上がり (逆断層)	N25° ~58° E / 40° SE ~85° NW	80	角礫・砂・粘土を含む。固結状破砕部30cm。
	SF-2②		N8° ~50° E / 23° ~54° SE	200	角礫・砂・粘土を含む。試掘坑内で下盤の黒色頁岩が幅10~30cm粘土化。
斜交断層	OF-1	東側上がり (逆断層)	N55° E ~20° W / 78° NW ~30° SE	150	角礫・砂・粘土を含む。
	OF-2	北側下がり (正断層)	N68° W ~80° E / 70° N ~90°	5	角礫・砂・粘土を含む。
	OF-3	南側下がり (正断層)	N70° ~75° W / 60° S ~85° N	12	角礫・砂・粘土を含む。
	OF-4	東側上がり (逆断層)	N18° ~40° E / 46° SE	6	角礫からなり茶褐色流入粘土を含む。
	OF-5	西側上がり (逆断層)	N68° ~76° E / 28° ~62° NW	15	角礫・砂・粘土を含む。
	OF-6	北西側上がり (逆断層)	N24° ~43° E / 53° ~64° NW	2	砂・粘土を含む。
	OF-7	北西側上がり (逆断層)	N27° ~48° E / 45° ~57° NW	10	角礫・砂・粘土を含む。
横断断層	TF-1	南西側下がり (正断層)	N20° ~84° W / 40° ~85° SW	400	角礫・黒色粘土・小岩片・小岩塊を含む。固結状破砕部を伴う。
	TF-2	西側上がり (逆断層)	N38° ~86° W / 68° S ~90°	40	角礫・砂・角礫混じり粘土を含む。中心部に小岩塊を含む。
	TF-3	南西側下がり (正断層)	N38° ~50° W / 50° SW ~90°	80	角礫・砂・粘土を含む。レンズ状で鏡肌を有する小岩片を含む。
	TF-4	南西側下がり (正断層)	N42° ~56° W / 66° ~76° SW	20	角礫・砂・黄灰色粘土フィルムを含む。
	TF-5	南西側下がり (正断層)	N30° ~36° W / 50° ~82° SW	150	角礫・砂・粘土を含む。
	TF-6	南西側下がり (正断層)	N25° ~41° W / 61° ~83° SW	20	砂を含む。角礫状破砕部の固結状。
	TF-7	南西側上がり (逆断層)	N29° ~36° W / 75° ~79° SW	10	角礫・砂・粘土を含む。

【評価の流れ】 ※実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則



3. 耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設の 直下にある断層の選定

- 3. 1 震源として考慮する活断層との対応
- 3. 2 2号炉の耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設と断層の位置関係

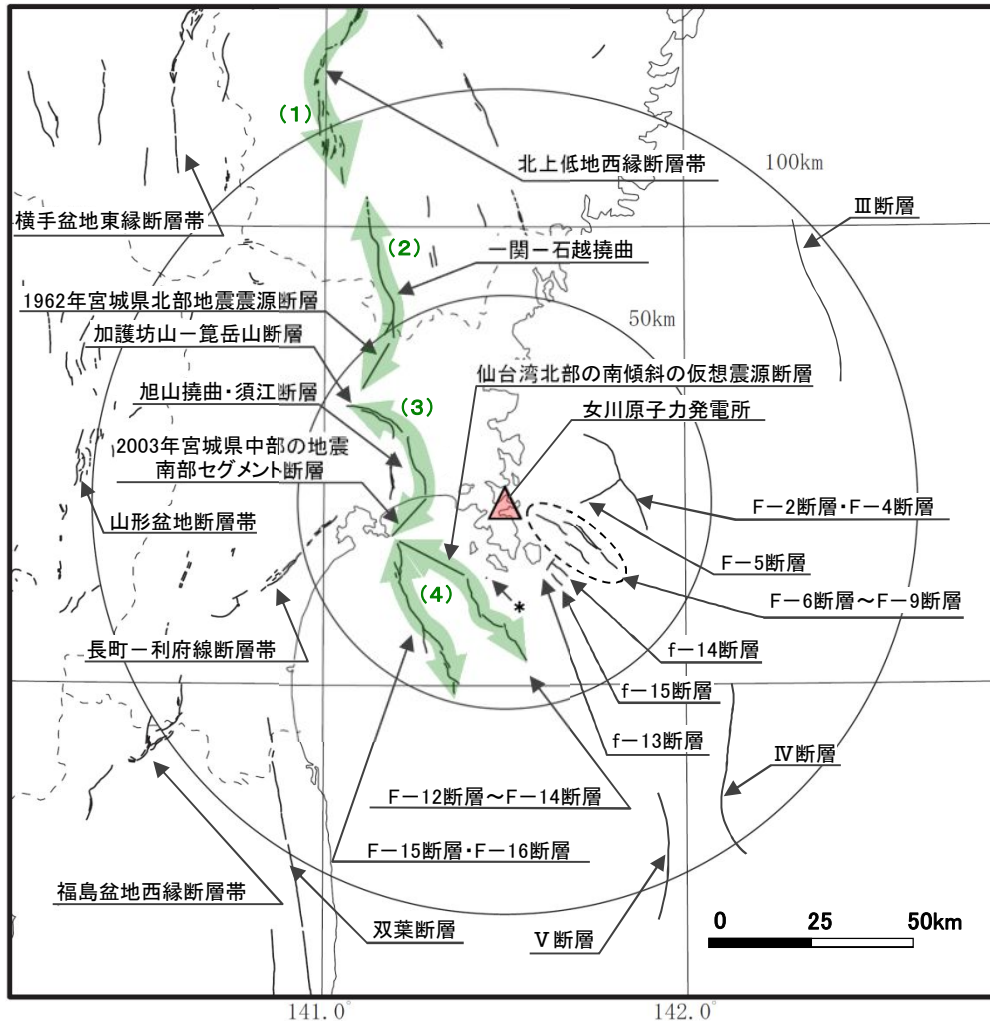
3. 耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設の 直下にある断層の選定

- 3. 1 震源として考慮する活断層との対応
- 3. 2 2号炉の耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設と断層の位置関係

3. 耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設の直下にある断層の選定

3.1 震源として考慮する活断層との対応【敷地周辺の活断層評価の概要】

- 敷地周辺で実施した文献調査, 空中写真判読, 地質調査, 海上音波探査等の結果を踏まえ, 後期更新世以降(約12~13万年前以降)の活動が否定できない断層等について, 震源として考慮する活断層を, 以下のとおり評価した。
- 敷地には, 震源として考慮する活断層は認められない。



震源として考慮する活断層

震源として考慮する活断層

断層名	断層長さ	連動考慮 ^{※3}		
		グループ	断層長さ	
加護坊山-笈岳山断層	約17km	(3)	約35km	
旭山撓曲・須江断層	約16km	(3)		
2003年宮城県中部の地震南部セグメント断層	約12km	(3)		
陸域 30km 以遠 ^{※1}	長町-利府線断層帯	約40km	—	
	北上低地西縁断層帯	約62km	(1)	約62km
	山形盆地断層帯	約60km	—	
	福島盆地西縁断層帯	約57km	—	
	双葉断層	約40km	—	
	横手盆地東縁断層帯	約56km	—	
	1962年宮城県北部地震震源断層	約12km	(2)	約45km
	一関-石越撓曲	約30km	(2)	
F-2断層・F-4断層	約27.8km	—		
F-5断層	約11.2km	—		
F-6断層~F-9断層	約23.7km	—		
仙台湾北部の南傾斜の仮想震源断層 ^{※2}	約20km	(4)	約40km	
F-12断層~F-14断層	約24.2km	(4)		
F-15断層・F-16断層	約38.7km	(4)		
f-13断層	約3.3km	—		
f-14断層	約5.1km	—		
f-15断層	約3.7km	—		
* 網地島南西沖で1測線のみで認められる断層	—	—		
30km 以遠 ^{※1}	III断層	約41km	—	
	IV断層	約43km	—	
	V断層	約31km	—	

※1: 敷地から半径30km以遠の断層については文献調査結果に基づき評価した。

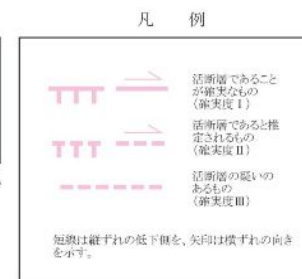
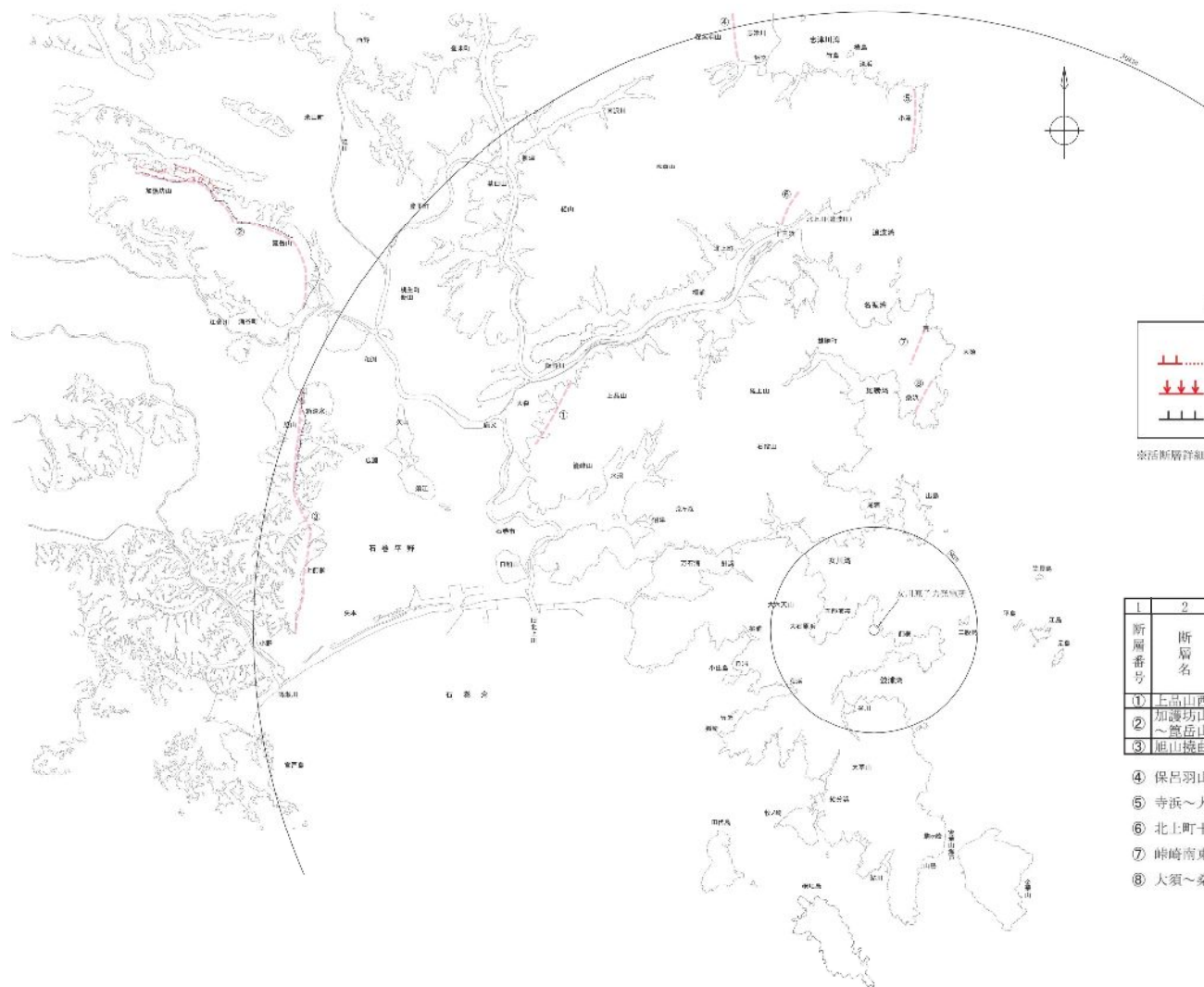
※2: 連動可能性を考慮する上で仮想的に設定する断層。

※3: さらに保守的な観点から, 地震動評価では(1)~(4)が連動した場合も考慮する。
黄色網掛けした断層等は, 申請時(H25.12.27)から評価が変更になったものを示す。

3. 耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設の直下にある断層の選定

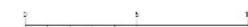
3.1 震源として考慮する活断層との対応【敷地周辺陸域の文献活断層】

- 「[新編]日本の活断層」(1991)によれば、敷地及び敷地近傍には活断層と推定されるもの(確実度Ⅱ)及び活断層の疑いのあるリニアメント(確実度Ⅲ)は記載されていない。
- 「活断層詳細デジタルマップ」(2002)によれば、敷地及び敷地近傍には活断層及び推定活断層は示されていない。



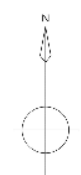
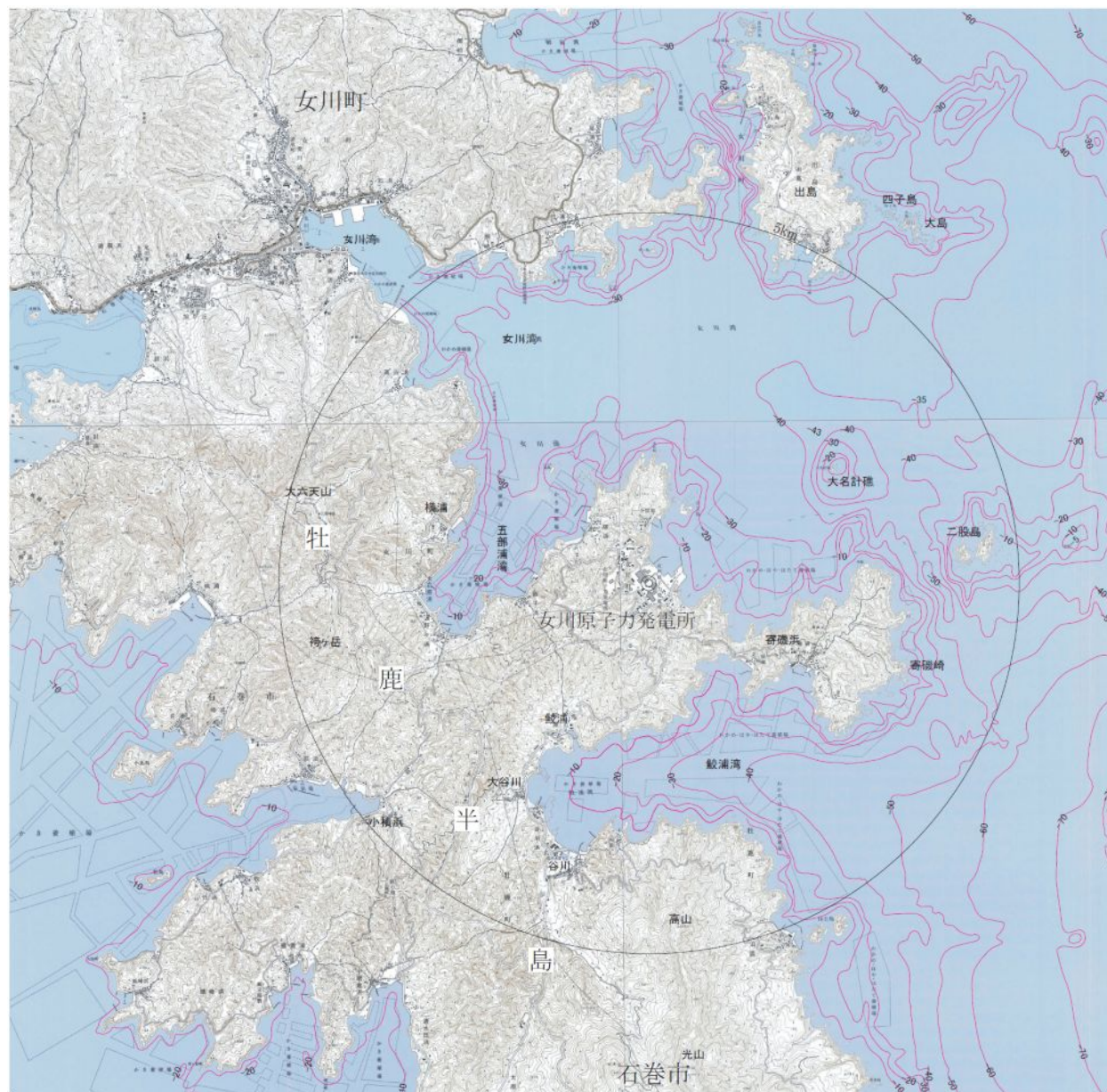
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
新層番号	断層名	図幅番号	確実度	活動度	長さ	走向	傾斜	断層形態	変位基準	年代	新層変位 上下成分 隆起側m	平均変位速 れわき m/10 ⁴ 年
①	上品山西	10	III		4	NNF		高度不連続	丘陵斜面		E	
②	加護坊山 ～簗岳山	13	III		12	NS		高度不連続	丘陵斜面		SW	
③	旭山拗曲	14	II	B~C	8	NS		高度不連続	丘陵高度		W(20)	

- ④ 保呂羽山北東～桶火峠西方
- ⑤ 寺浜～大指
- ⑥ 北上町十三浜付近
- ⑦ 崎崎南東～寺下
- ⑧ 大須～桑浜



3. 耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設の直下にある断層の選定

3.1 震源として考慮する活断層との対応【変動地形学的調査①:敷地近傍の地形】



- 敷地近傍は、女川湾北岸域と牡鹿郡女川町から南に張り出した牡鹿半島の東岸域にあたる。
- 敷地は、女川湾と鮫浦湾に挟まれた半島の北岸に位置する。段丘面はほとんど見られず、海岸沿いの限られた範囲で見られる程度である。
- 敷地近傍の海底地形は、主として、リアス海岸をなす海岸地形に沿って、海岸沿いの概ね水深30m付近までは緩斜面が分布し、女川湾及び鮫浦湾に湾入する海域では勾配が2~10/1,000程度の緩やかな平坦面が分布する。
- 敷地にはリニアメントは判読されない。

この地図は、国土地理院発行の2万5千分の1地形図(出島・女川・香磯・萩浜)を使用したものである。

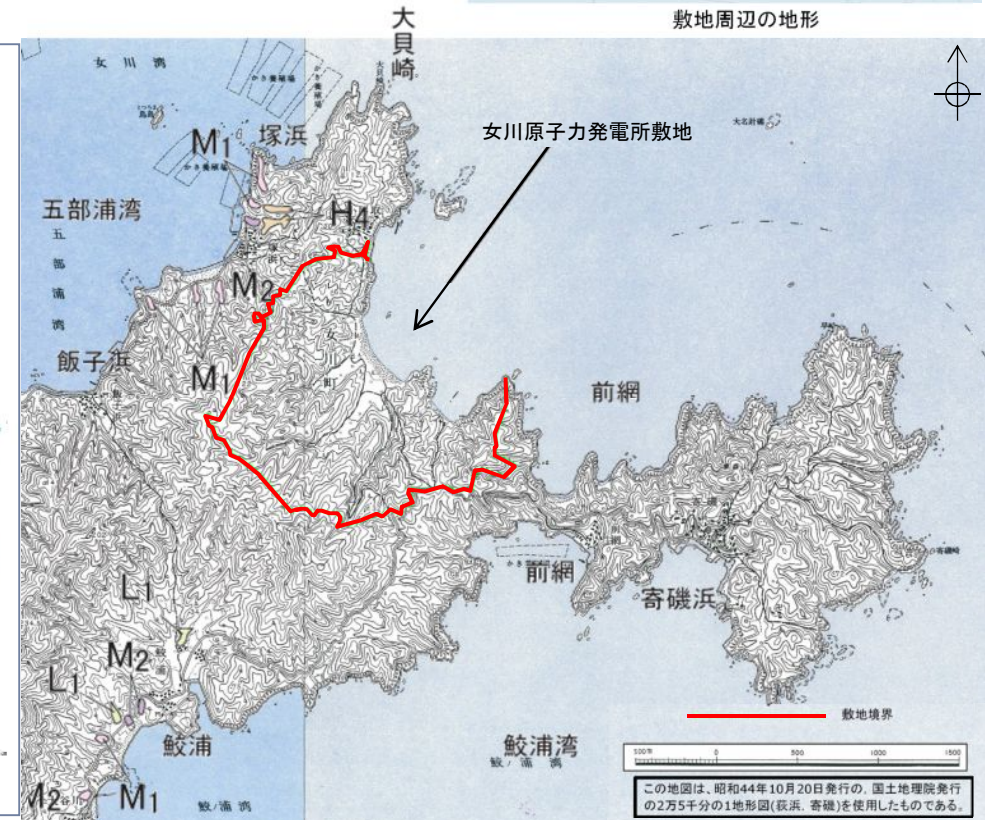
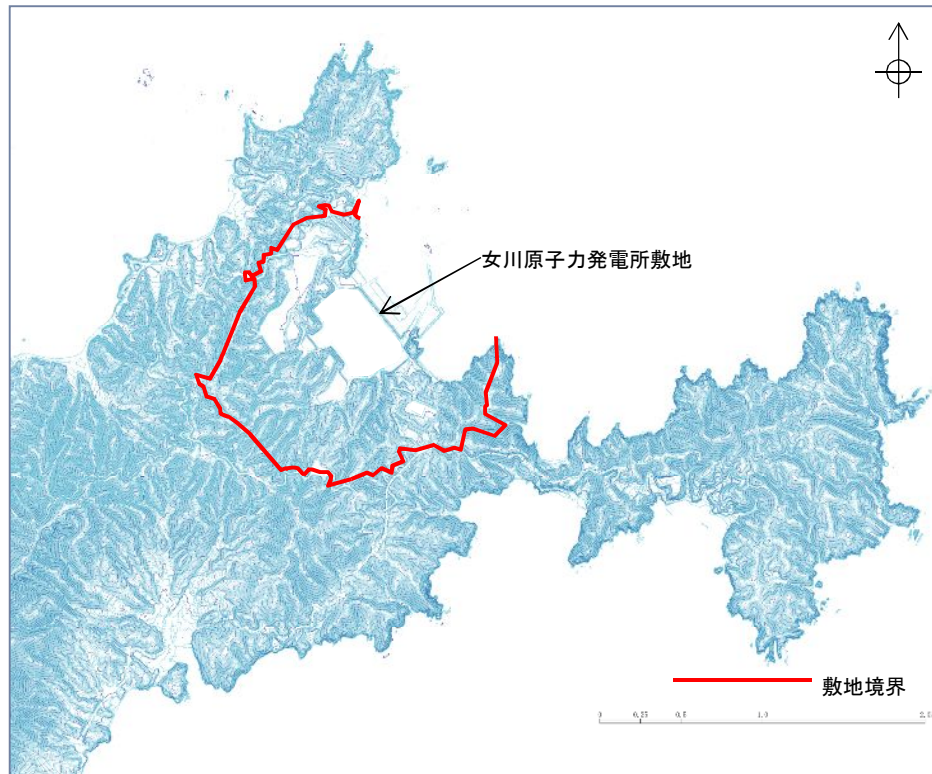


3. 耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設の直下にある断層の選定

3.1 震源として考慮する活断層との対応【変動地形学的調査②:敷地の地形】

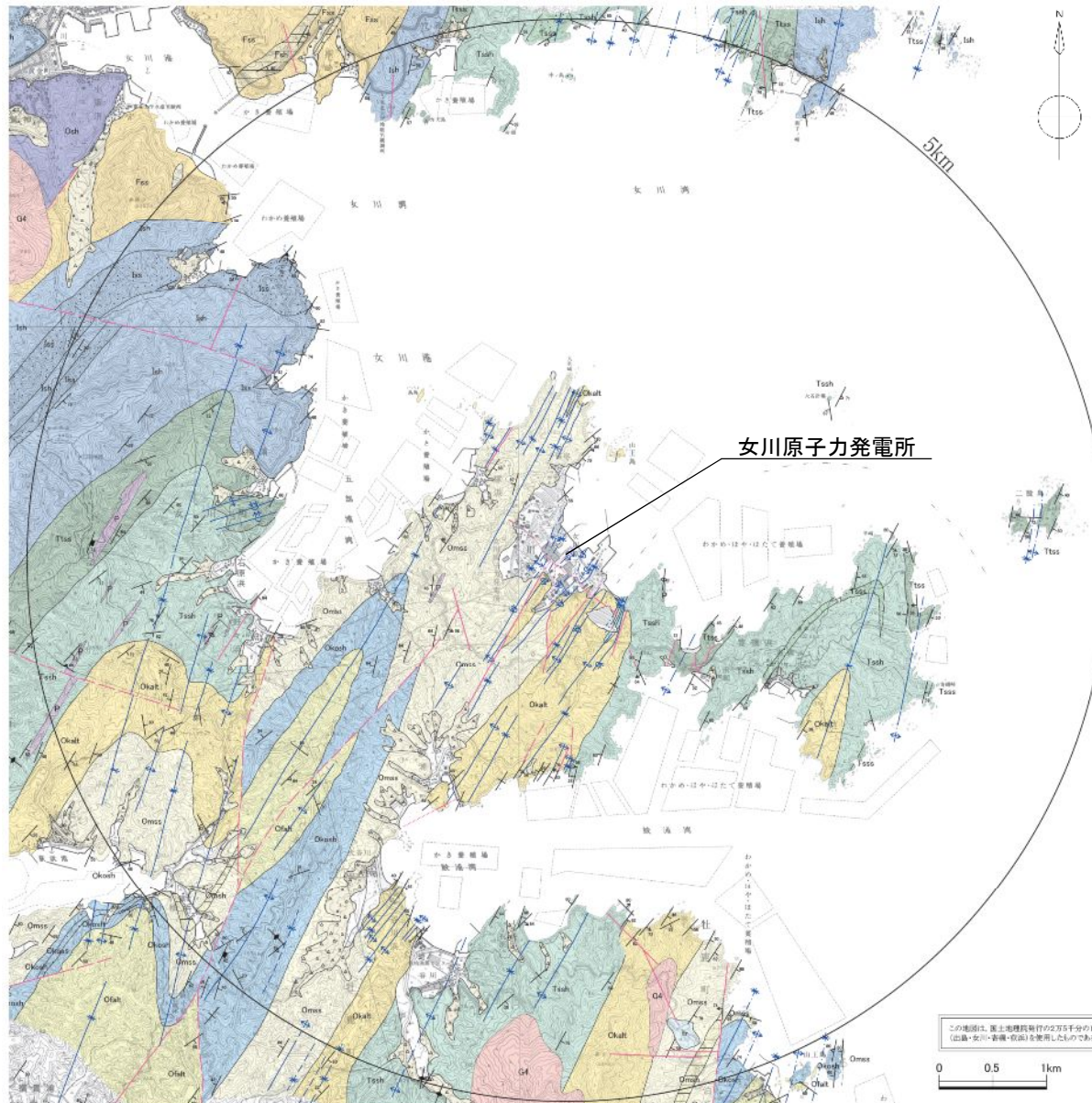
- 敷地は、北上山地南端部から南東に突き出す牡鹿半島の中央部に位置し、敷地北東側は海に面し、他は山地に囲まれている。
- 山地の尾根は、NE-SW～NNE-SSW方向に延び、それらの尾根に小規模な沢が発達し、沢沿いに小規模な低地が分布している。
- 敷地北東の海岸線は、1号炉建設以前は砂浜となっていた。
- 「[新編]日本の活断層」(1991)及び「活断層詳細デジタルマップ」(2002)では、敷地に活断層等の記載はなく、空中写真判読の結果からもリニアメントは判読されない。
- 日本地すべり学会東北支部(1992)及び防災科学技術研究所(2009)では、敷地に地すべりの記載はなく、空中写真判読の結果からも地すべり地形の存在は認められない。

敷地の変動地形学的調査の詳細については、「補足説明資料1.1」に示す。

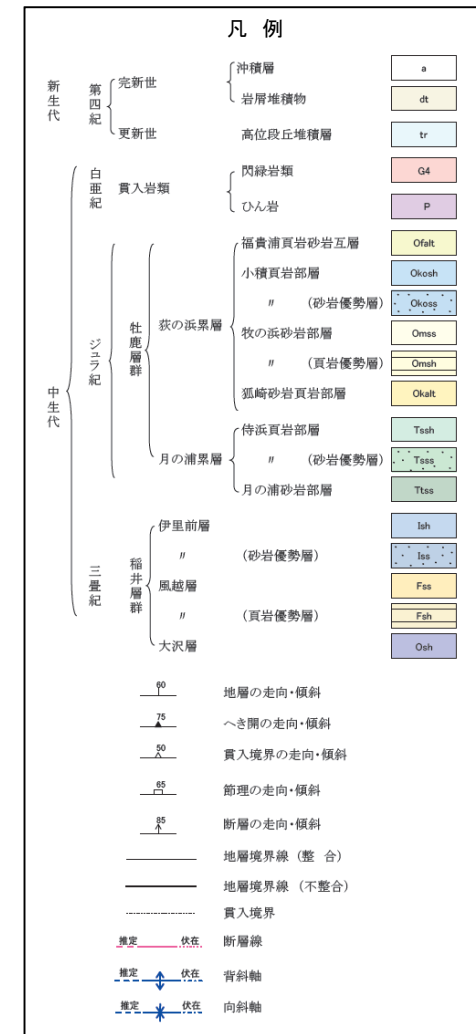


3. 耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設の直下にある断層の選定

3.1 震源として考慮する活断層との対応【地質調査:敷地近傍の地質】



➤ 敷地近傍では硬質な中生界の堆積岩が分布し、活断層を示唆する構造は確認されない。



この地図は、国土院地質院発行の1:25,000の1:25,000縮尺図(地質・地形・地質・地質)を基に作成したものである。

3. 耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設の 直下にある断層の選定

- 3. 1 震源として考慮する活断層との対応
- 3. 2 2号炉の耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設と断層の位置関係

3. 耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設の直下にある断層の選定

3.2 2号炉の耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設と断層の位置関係

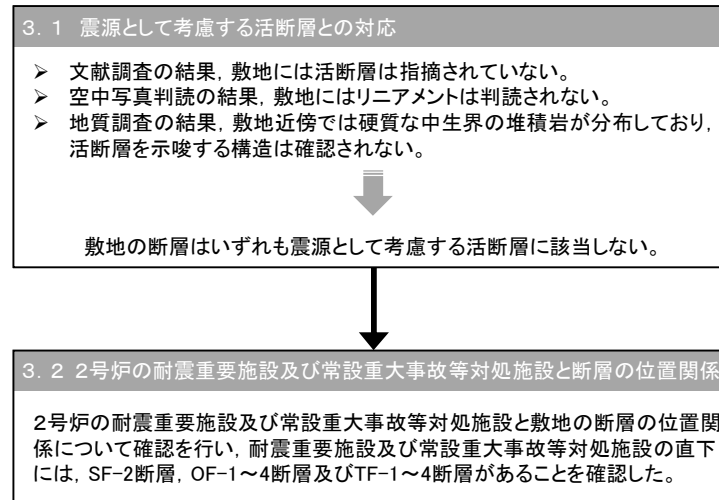
女川原子力発電所2号炉申請に対応する耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設と断層の位置関係について整理。

- 女川原子力発電所2号炉の耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設を下記に示す。
- 耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設の直下には、SF-2断層、OF-1～4断層及びTF-1～4断層がある。
- なお、SF-1断層、OF-5～7断層及びTF-5～7断層は、耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設の直下に対応しない。

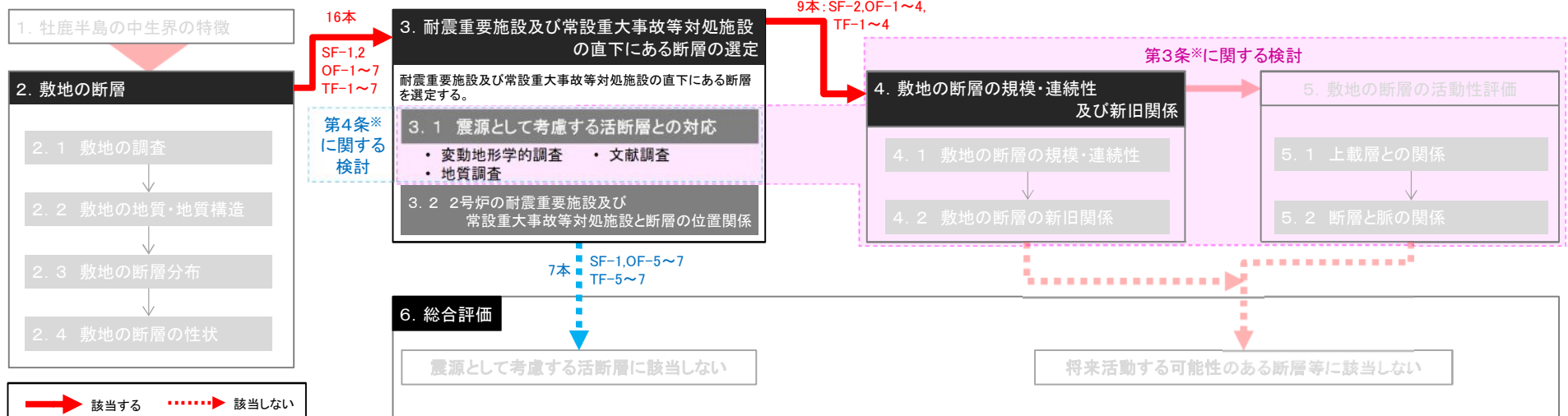
【申請時(H25.12.27)からの変更点】
緊急時対策所については、3号中央制御室脇から重要棟に一本化。

断層タイプ	断層名	断層直上の耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設の有無
走向断層	SF-1	無
	SF-2	有
斜交断層	OF-1	有
	OF-2	有
	OF-3	有
	OF-4	有
	OF-5	無
	OF-6	無
	OF-7	無
横断断層	TF-1	有
	TF-2	有
	TF-3	有
	TF-4	有
	TF-5	無
	TF-6	無
	TF-7	無

3. 耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設の直下にある断層の選定【まとめ】



【評価の流れ】 ※実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則



4. 敷地の断層の規模・連続性及び新旧関係

- 4. 1 敷地の断層の規模・連続性
- 4. 2 敷地の断層の新旧関係

4. 敷地の断層の規模・連続性及び新旧関係

4. 1 敷地の断層の規模・連続性

4. 2 敷地の断層の新旧関係

4. 敷地の断層の規模・連続性及び新旧関係

4.1 敷地の断層の規模・連続性【最大破碎幅及び水平方向の連続性】

断層の最大破碎幅及び水平方向への連続性について確認を行った。

【走向断層】SF-2断層は破碎幅が100cm以上で、水平方向も約1,000m以上である。

【斜交断層】OF-2断層～OF-4断層は破碎幅が10cm前後で、水平方向は最大で約100mであるのに対して、OF-1断層は破碎幅が100cm以上で、水平方向は1,000m以上である。

【横断断層】TF-2断層～TF-4断層は破碎幅が最大でも80cmで、水平方向は最大で約200mであるのに対して、TF-1断層は破碎幅が100cm以上で、水平方向は500～1,400mである。

深部への連続性についても検討を行った(次頁)。

断層タイプ	断層名	断層直上の耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設※1の有無	断層の規模・連続性※2	
			最大破碎幅(cm)	水平方向の連続性(m)※3
走向断層	SF-1	無	150	850以上
	SF-2	有	200	1,350
斜交断層	OF-1	有	150	1,100
	OF-2	有	5	60～100
	OF-3	有	12	55～85
	OF-4	有	6	20～55
	OF-5	無	15	42
	OF-6	無	2	22
	OF-7	無	10	33
横断断層	TF-1	有	400	500～1,400
	TF-2	有	40	80～100
	TF-3	有	80	75～100
	TF-4	有	20	140～200
	TF-5	無	150	610以下
	TF-6	無	20	93
	TF-7	無	10	52

枠囲みの内容は商業機密又は防護上の観点から公開できません。

※1 2号炉の耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設。

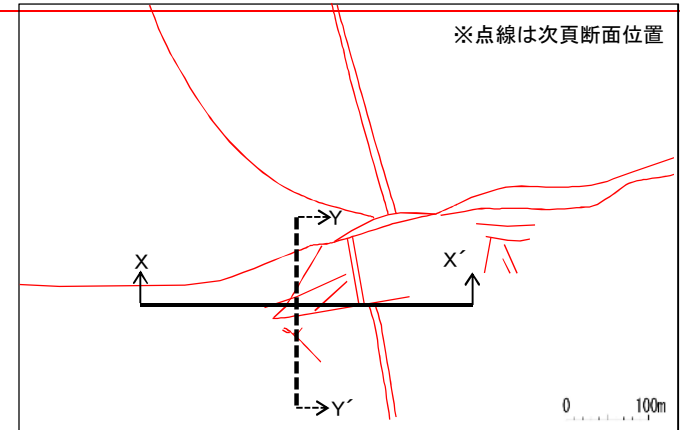
※2 断層の規模・連続性に関する検討の詳細については、「補足説明資料2. 1～2. 3」に示す。

※3 水平方向の連続性について、掘削法面・底盤等の範囲内にて断層の両端が確認されない断層の場合は、「最短長さ」(実際に断層が確認された区間の長さ)～想定される「最長長さ」(断層が存在しないことを確認した地点までの区間の長さ)を示す。

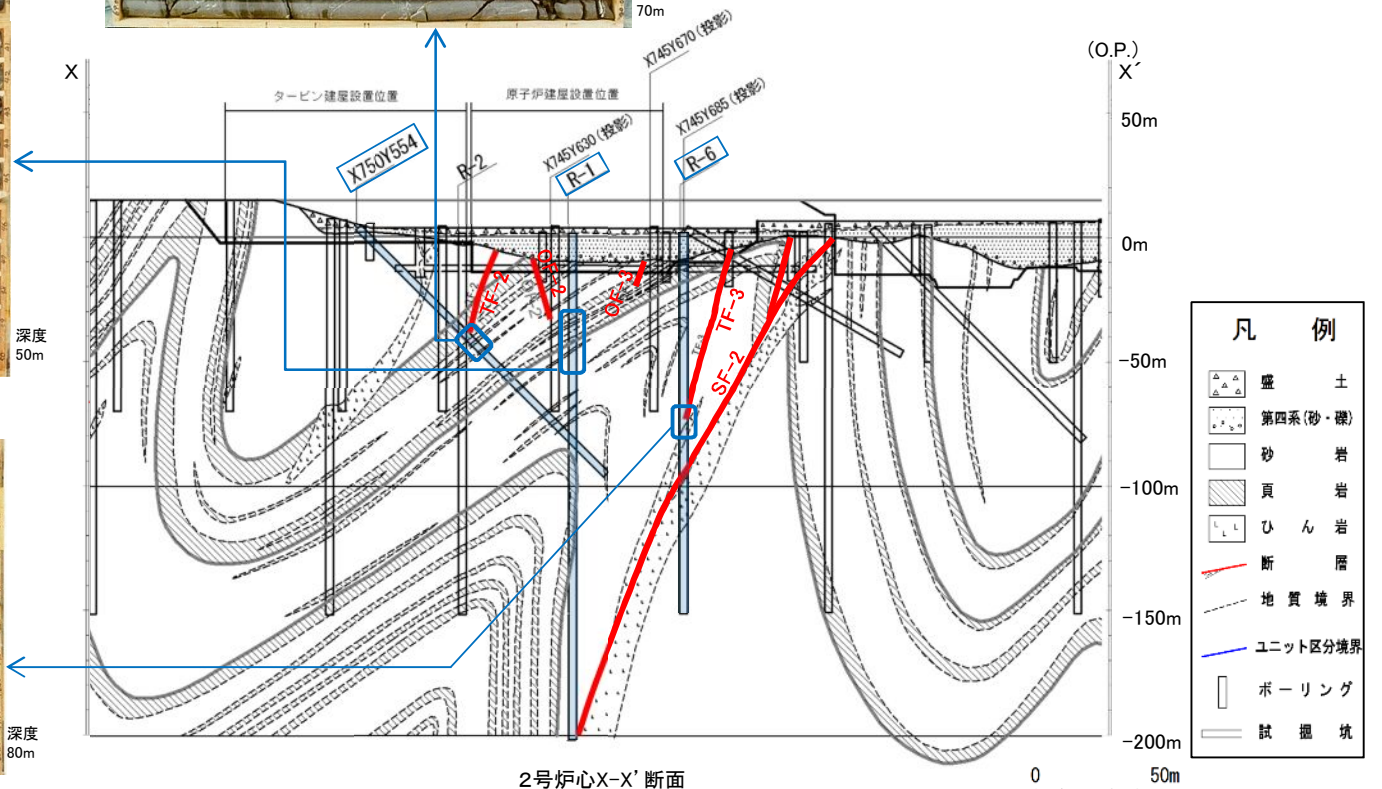
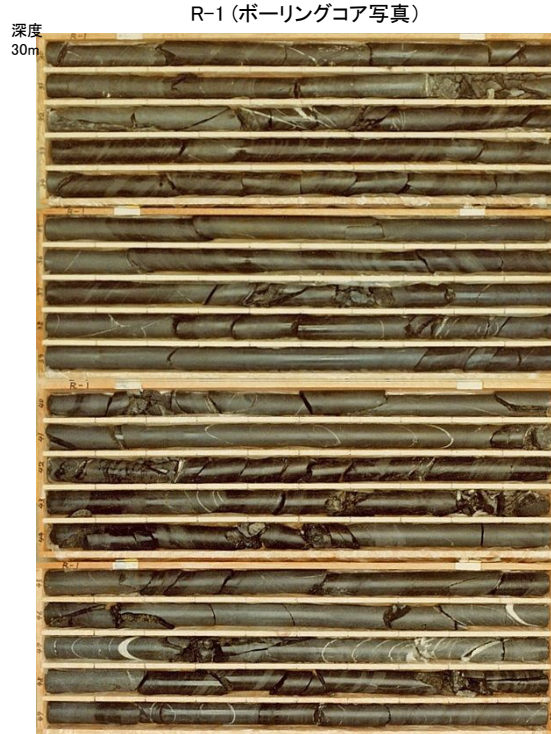
4. 敷地の断層の規模・連続性及び新旧関係

4.1 敷地の断層の規模・連続性【深部への連続性①:2号炉心X-X'断面】

➢ SF-2①断層及びSF-2②断層はO.P.-200m以深に連続しているが、TF-2断層、TF-3断層、OF-2断層及びOF-3断層は深部に連続していない(詳細は補足説明資料2. 1~2. 3に示す)。



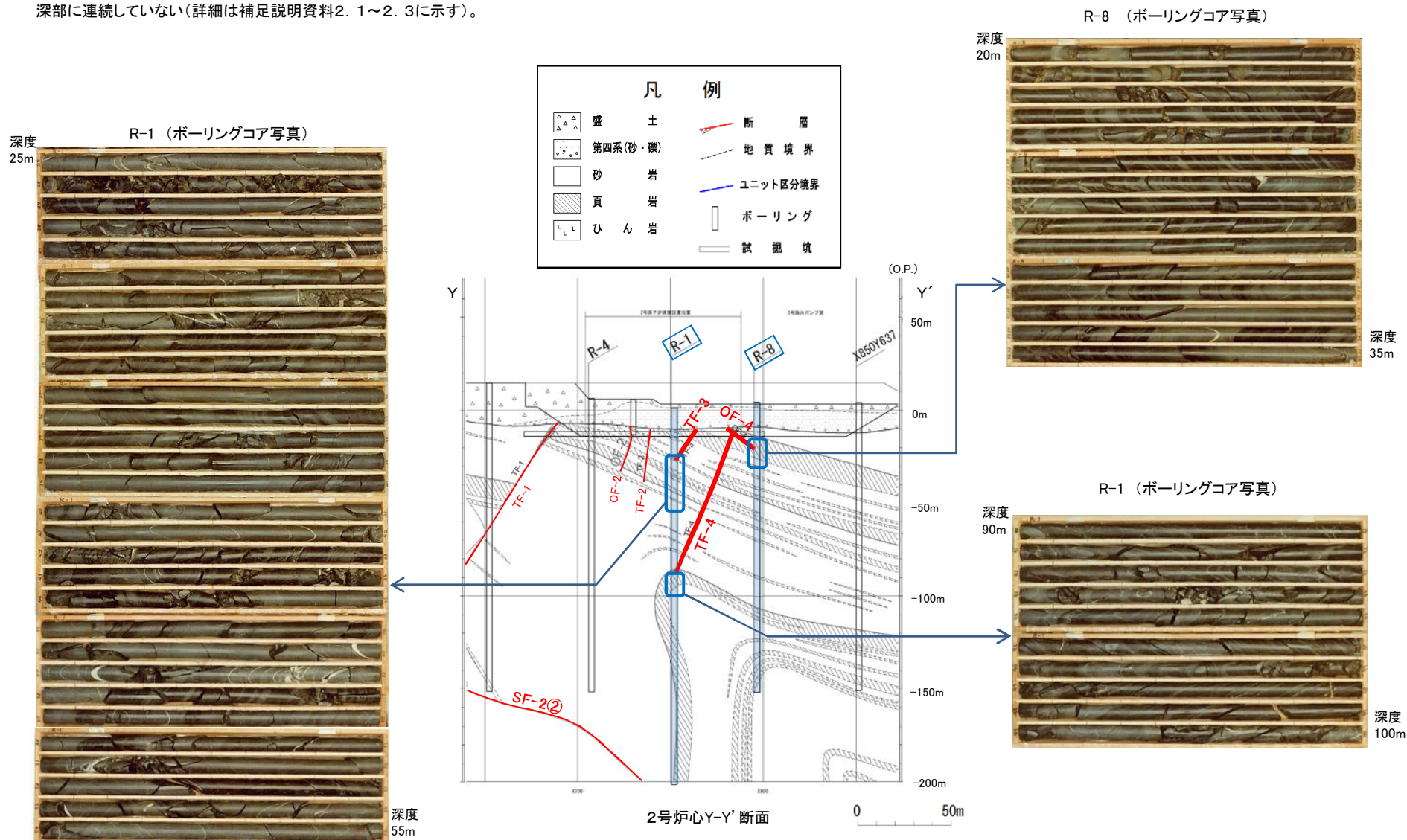
敷地全体の地質水平断面図 (O.P.約-14m)



4. 敷地の断層の規模・連続性及び新旧関係

4.1 敷地の断層の規模・連続性【深部への連続性②:2号炉心Y-Y'断面】

- TF-1断層及びSF-2②断層はO.P.-200m以深に連続しているが、TF-2断層、TF-3断層、TF-4断層、OF-2断層及びOF-4断層は深部に連続していない(詳細は補足説明資料2. 1~2. 3に示す)。



4. 敷地の断層の規模・連続性及び新旧関係

4.1 敷地の断層の規模・連続性【まとめ】

断層の最大破碎幅及び深部・水平方向への連続性の検討結果は以下のとおりである。

【走向断層】SF-2断層は破碎幅が100cm以上で、O.P.-200m以深へ連続し、水平方向も約1,000m以上である。

【斜交断層】OF-2断層～OF-4断層は破碎幅が10cm前後で、O.P.-35mよりも浅部で消滅し、水平方向も最大で約100mであるのに対して、OF-1断層は破碎幅が100cm以上で、O.P.-200m以深へ連続し、水平方向も1,000m以上である。

【横断断層】TF-2断層～TF-4断層は破碎幅が最大でも80cmで、O.P.-95mよりも浅部で消滅し、水平方向も最大で約200mであるのに対して、TF-1断層は破碎幅が100cm以上で、O.P.-200m以深へ連続し、水平方向も500～1,400mである。



SF-2断層、OF-1断層及びTF-1断層について、次頁以降で新旧関係を確認する。

断層タイプ	断層名	断層直上の耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設※1の有無	断層の規模・連続性※2		
			最大破碎幅 (cm)	水平方向の連続性 (m)※3	深部方向の連続性 (O.P.-200m以深の確認)
走向断層	SF-1	無	150	850以上	O.P.-200m以深
	SF-2	有	200	1,350	O.P.-200m以深
斜交断層	OF-1	有	150	1,100	O.P.-200m以深
	OF-2	有	5	60～100	O.P.-35m以浅
	OF-3	有	12	55～85	O.P.-15m以浅
	OF-4	有	6	20～55	O.P.-20m以浅
	OF-5	無	15	42	O.P.-35m以浅
	OF-6	無	2	22	O.P.-20m以浅
	OF-7	無	10	33	O.P.-55m以浅
横断断層	TF-1	有	400	500～1,400	O.P.-200m以深
	TF-2	有	40	80～100	O.P.-45m以浅
	TF-3	有	80	75～100	O.P.-75m以浅
	TF-4	有	20	140～200	O.P.-95m以浅
	TF-5	無	150	610以下	O.P.-200m以深
	TF-6	無	20	93	O.P.-200m以深
	TF-7	無	10	52	O.P.-113m以浅

枠囲みの内容は商業機密又は防護上の観点から公開できません。

※1 2号炉の耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設。

※2 断層の規模・連続性に関する検討の詳細については、「補足説明資料2.1～2.3」に示す。

※3 水平方向の連続性について、掘削法面・底盤等の範囲内にて断層の両端が確認されない断層の場合は、「最短長さ」(実際に断層が確認された区間の長さ)～想定される「最長長さ」(断層が存在しないことを確認した地点までの区間の長さ)を示す。

4. 敷地の断層の規模・連続性及び新旧関係

4. 1 敷地の断層の規模・連続性

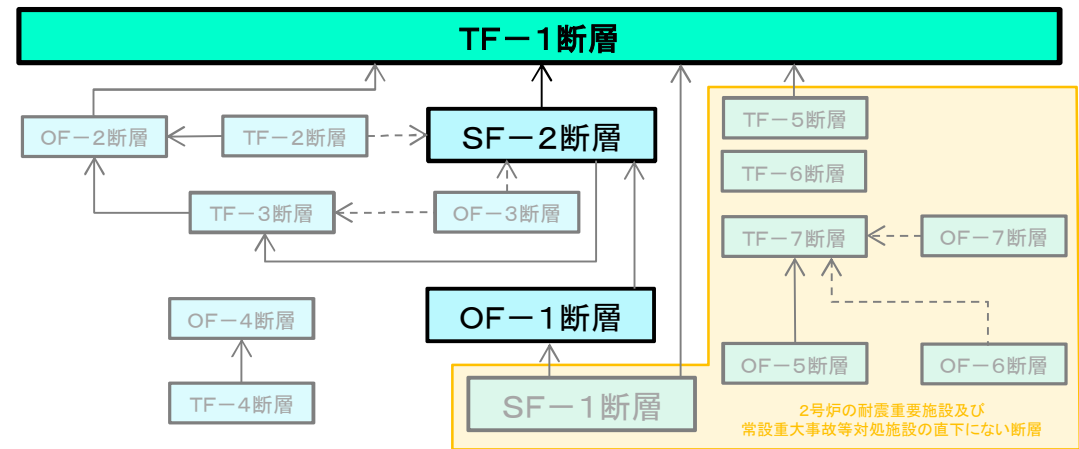
4. 2 敷地の断層の新旧関係

4. 敷地の断層の規模・連続性及び新旧関係

4.2 敷地の断層の新旧関係

- SF-2断層, OF-1断層及びTF-1断層の切り切れ関係について検討を行った結果, SF-2断層とOF-1断層はTF-1断層によって切られていることを確認した(次頁以降に示す)。
- なお, TF-1断層は地表露頭, トレンチ, 試掘坑及び掘削面の観察データでは, TF-1断層と交わる他の断層をすべて変位させていることを確認した。

TF-1断層とその他の断層の新旧関係の詳細については,「補足説明資料2. 1~2. 3」に示す。



模式図

← 断層の切り切れ関係
(矢印の先が切る方(新期)の断層)

←----- 断層の切り切れ関係にないが, 囲まれるような分布状況から上位の断層を乗り越えることはないと推測される関係(矢印の先が新期の断層)

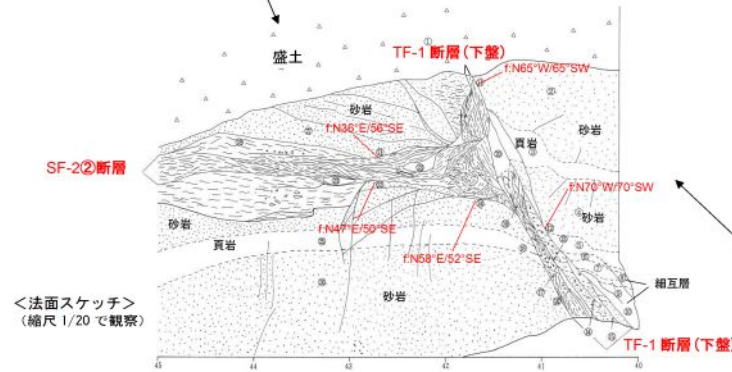
4. 敷地の断層の規模・連続性及び新旧関係

4.2 敷地の断層の新旧関係 【SF-2断層とTF-1断層の関係①】

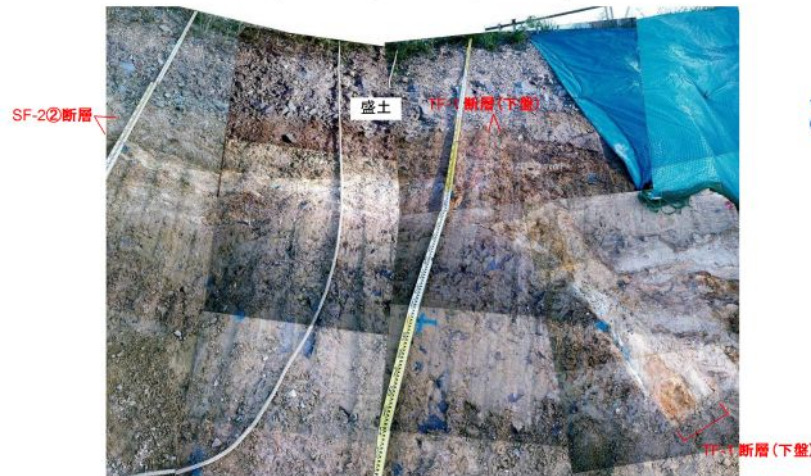
- 既往の地表露頭、トレンチ、試掘坑及び掘削面の観察データに加えて、3号炉の基礎掘削工事の際に出現した法面にて、SF-2断層がTF-1断層に切られて、見かけ上右横ずれ方向に変位し、連続しない状況を確認している。



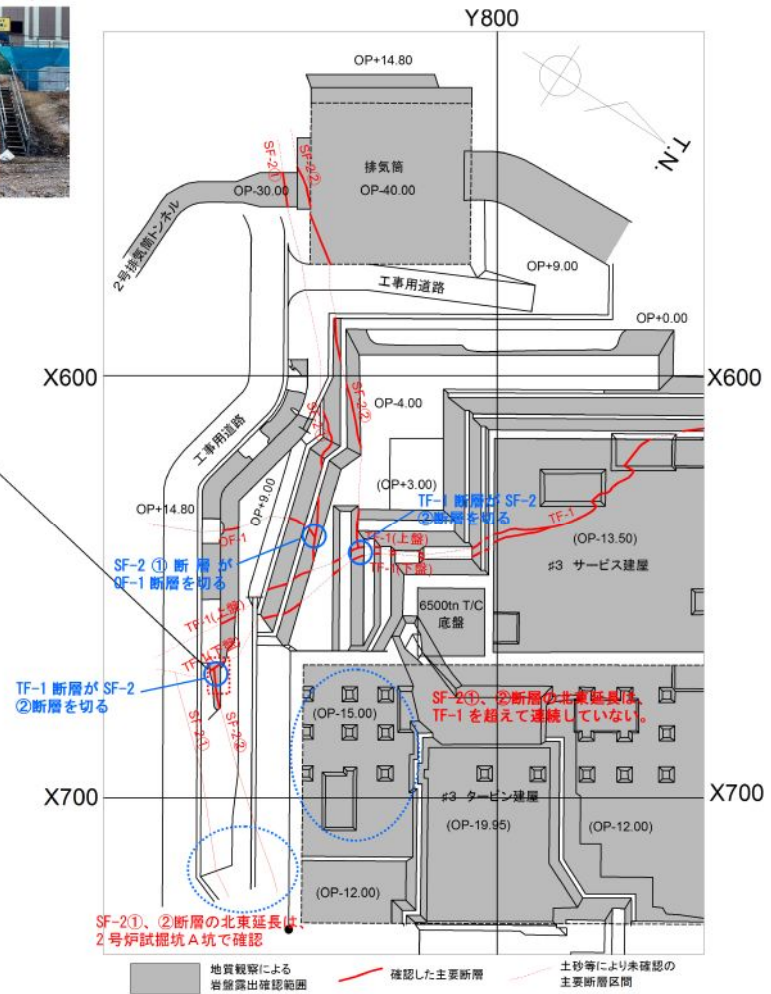
<観察法面の遠景>



<法面スケッチ>
(縮尺 1/20 で観察)



<TF-1断層(下盤)がSF-2断層を切る状況>

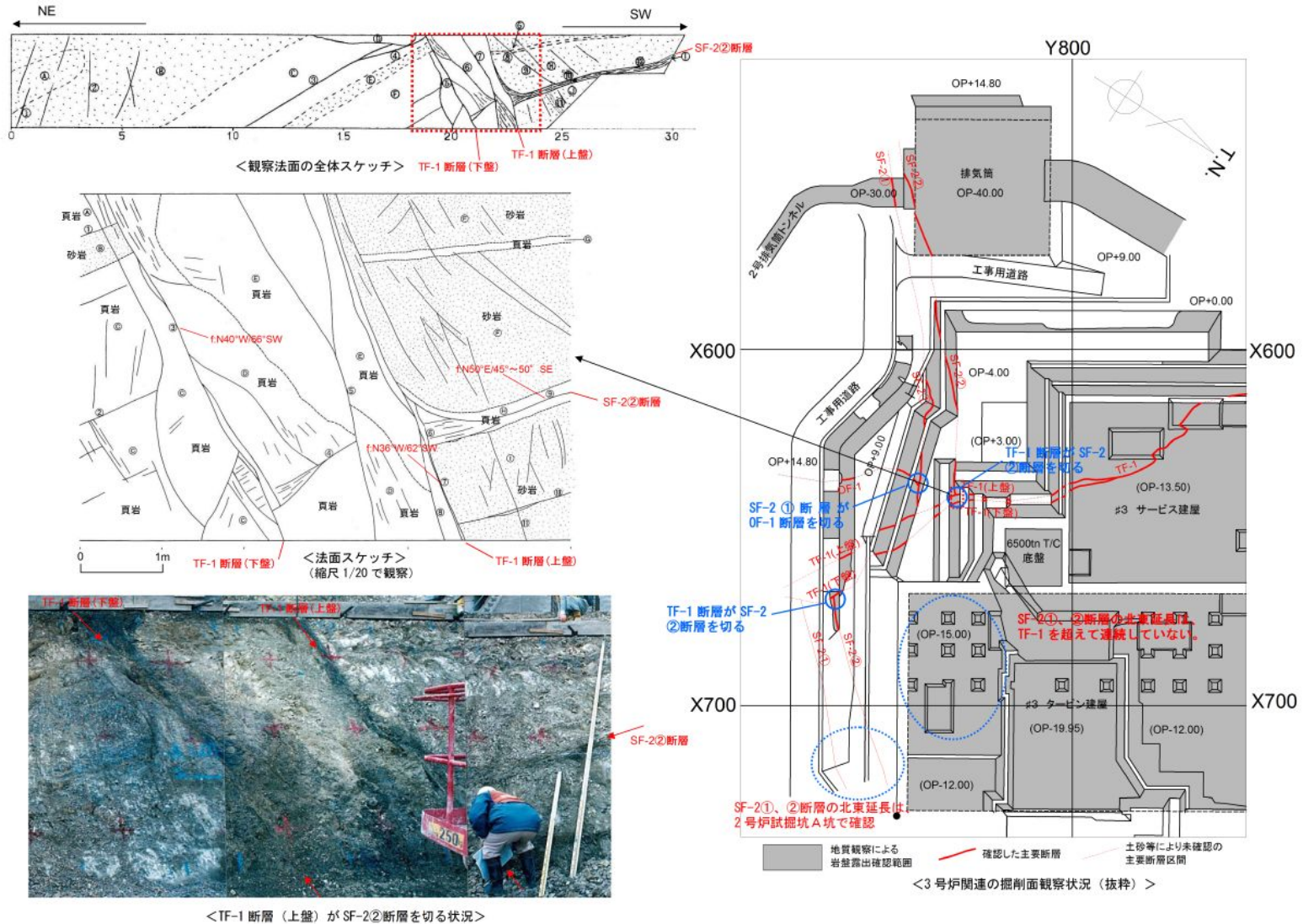


<3号炉関連の掘削面観察状況(抜粋)>

4. 敷地の断層の規模・連続性及び新旧関係

4.2 敷地の断層の新旧関係 【SF-2断層とTF-1断層の関係②】

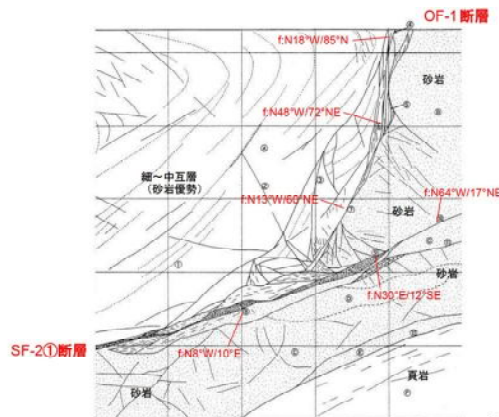
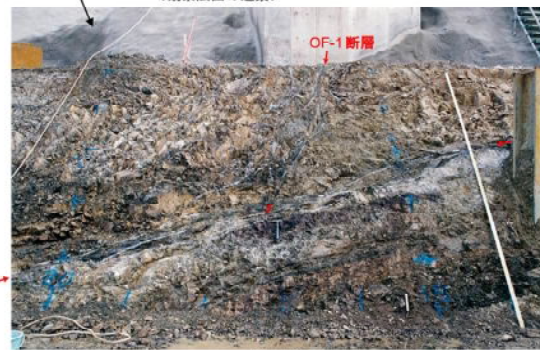
- 既往の地表露頭、トレンチ、試掘坑及び掘削面の観察データに加えて、3号炉の基礎掘削工事の際に出現した法面に、SF-2断層がTF-1断層に切られて、見かけ上右横ずれ方向に変位し、連続しない状況を確認している。



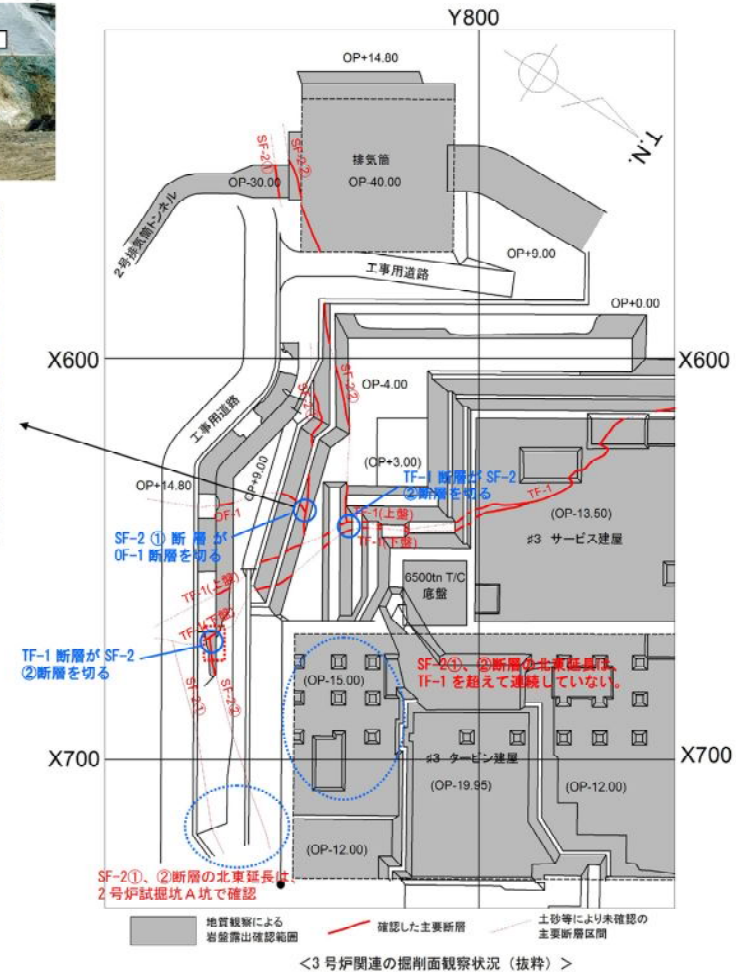
4. 敷地の断層の規模・連続性及び新旧関係

4.2 敷地の断層の新旧関係 【SF-2断層とOF-1断層の関係】

- 既往の地表露頭、トレンチ、試掘坑及び掘削面の観察データに加えて、3号炉の基礎掘削工事の際に出現した法面にて、OF-1断層がSF-2断層に切られ、連続しない状況を確認している。



<法面スケッチ>
(縮尺 1/20 で観察)



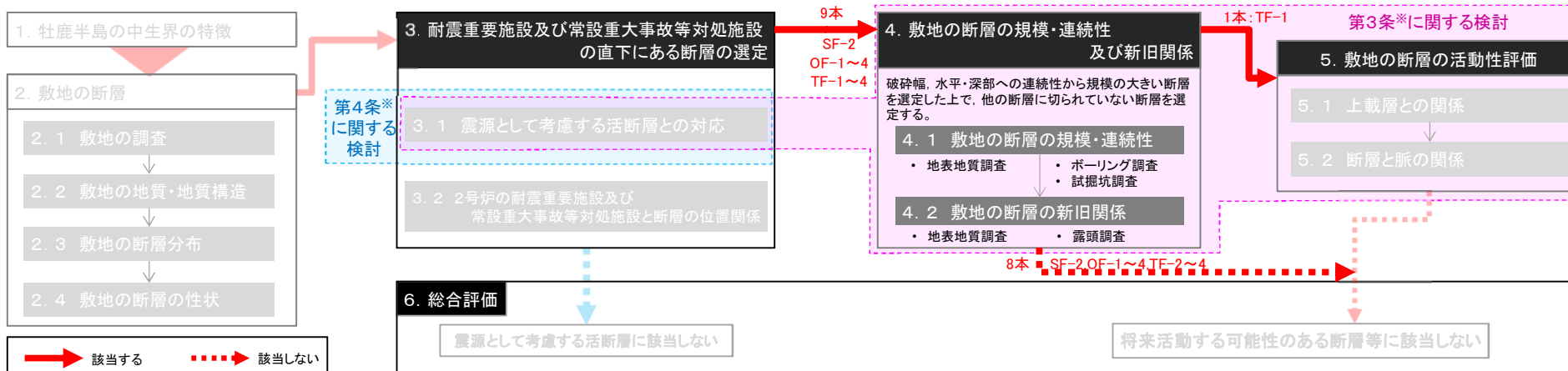
4. 敷地の断層の規模・連続性及び新旧関係【まとめ】

- 「断層の規模・連続性」及び「断層の新旧関係」の検討を行った結果を下表に示す。
- 次章ではTF-1断層について、活動性評価を実施する。

※1 2号炉の耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設。
 ※2 断層の規模・連続性に関する検討の詳細については、「補足説明資料2. 1～2. 3」に示す。
 ※3 水平方向の連続性について、掘削法面・底盤等の範囲内にて断層の両端が確認されない断層の場合は、「最長長さ」(実際に断層が確認された区間の長さ)～想定される「最長長さ」(断層が存在しないことを確認した地点までの区間の長さ)を示す。

断層タイプ	断層名	断層直上の耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設※1の有無	断層の規模・連続性※2			断層の新旧関係 (他の断層による切断)	まとめ
			最大破碎幅 (cm)	水平方向の連続性 (m)※3	深部方向の連続性 (O.P.-200m以深の確認)		
走向断層	SF-1	無	150	850以上	O.P.-200m以深	TF-1断層及びOF-1断層に切られる。	断層直上に重要施設がないことから、地震活動に伴って永久変位が生じる断層に該当しない。
	SF-2	有	200	1,350	O.P.-200m以深	TF-1断層に切られる。	
斜交断層	OF-1	有	150	1,100	O.P.-200m以深	TF-1断層に切られる。	TF-1断層よりも古い断層と判断される。
	OF-2	有	5	60～100	O.P.-35m以浅	TF-1断層に切られる。 TF-2断層及びTF-3断層を切る。	OF-1断層よりも規模が小さく、連続性に乏しいことから、OF-1断層に代表される。
	OF-3	有	12	55～85	O.P.-15m以浅	—	OF-1断層よりも規模が小さく、連続性に乏しいことから、OF-1断層に代表される。
	OF-4	有	6	20～55	O.P.-20m以浅	TF-4断層を切る。	OF-1断層よりも規模が小さく、連続性に乏しいことから、OF-1断層に代表される。
	OF-5	無	15	42	O.P.-35m以浅	TF-7断層に切られる。	断層直上に重要施設がないことから、地震活動に伴って永久変位が生じる断層に該当しない。
	OF-6	無	2	22	O.P.-20m以浅	—	断層直上に重要施設がないことから、地震活動に伴って永久変位が生じる断層に該当しない。
	OF-7	無	10	33	O.P.-55m以浅	—	断層直上に重要施設がないことから、地震活動に伴って永久変位が生じる断層に該当しない。
横断断層	TF-1	有	400	500～1,400	O.P.-200m以深	SF-1断層, SF-2断層, OF-1断層, OF-2断層及び TF-5断層を切る。	活動性評価を実施する。 (上載層との関係, 断層と脈の関係)
	TF-2	有	40	80～100	O.P.-45m以浅	OF-2断層に切られる。	TF-1断層よりも規模が小さく、連続性に乏しいことから、TF-1断層に代表される。
	TF-3	有	80	75～100	O.P.-75m以浅	OF-2断層に切られる。	TF-1断層よりも規模が小さく、連続性に乏しいことから、TF-1断層に代表される。
	TF-4	有	20	140～200	O.P.-95m以浅	OF-4断層に切られる。	TF-1断層よりも規模が小さく、連続性に乏しいことから、TF-1断層に代表される。
	TF-5	無	150	610以下	O.P.-200m以深	TF-1断層に切られる。	断層直上に重要施設がないことから、地震活動に伴って永久変位が生じる断層に該当しない。
	TF-6	無	20	93	O.P.-200m以深	—	断層直上に重要施設がないことから、地震活動に伴って永久変位が生じる断層に該当しない。
	TF-7	無	10	52	O.P.-113m以浅	OF-5断層を切る。	断層直上に重要施設がないことから、地震活動に伴って永久変位が生じる断層に該当しない。

【評価の流れ】 ※実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則



5. 敷地の断層の活動性評価

- 5. 1 上載層との関係
- 5. 2 断層と脈の関係

5. 敷地の断層の活動性評価

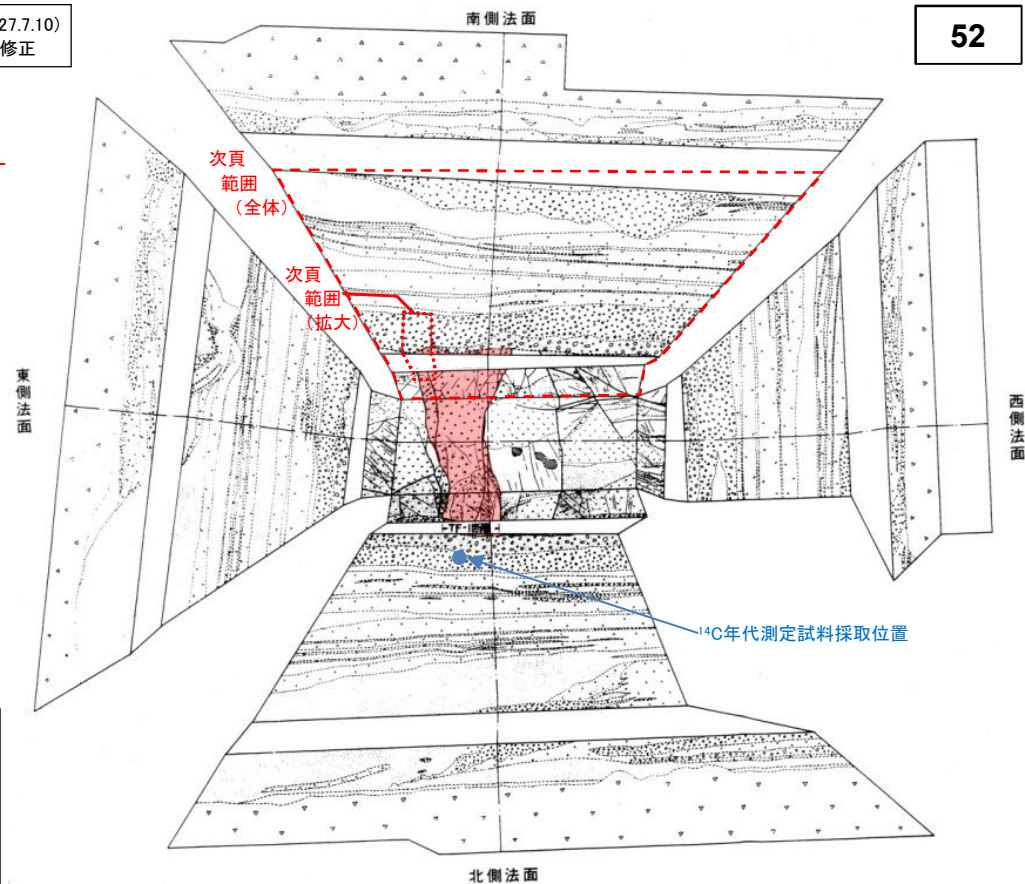
5. 1 上載層との関係

5. 2 断層と脈の関係

5. 敷地の断層の活動性評価

5.1 上載層との関係【トレンチ調査①】

- TF-1断層を対象としたトレンチ調査結果から、TF-1断層を覆う沖積層に変位は認められない。
- 沖積層最下部付近に含まれる木片及び有機質土の¹⁴C年代は、16,100±560y.B.Pである。



0 5 10m

	盛土		基礎境界線		ひん岩
	粘土~シルト層		地質境界線		砂質頁岩
	砂層		断層		砂岩
	砂礫層		節理		アルコース砂岩
	礫層(基質はシルト)		破碎部(角礫状再固結)		あずき色砂岩
	有機質層		破碎部(チリメン縞状再固結)		
	火山灰				

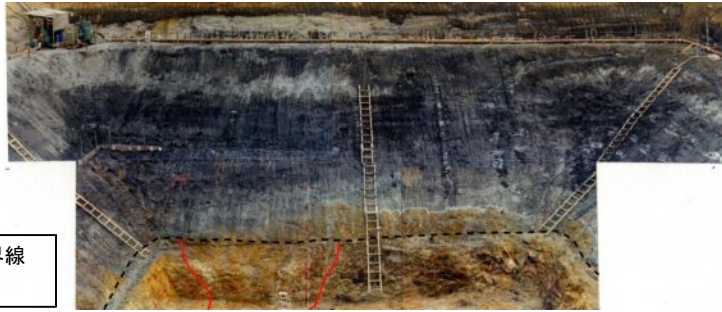
TF-1断層のトレンチ調査結果(全体スケッチ)
昭和60年実施

枠囲みの内容は商業機密又は防護上の観点から公開できません。

5. 敷地の断層の活動性評価

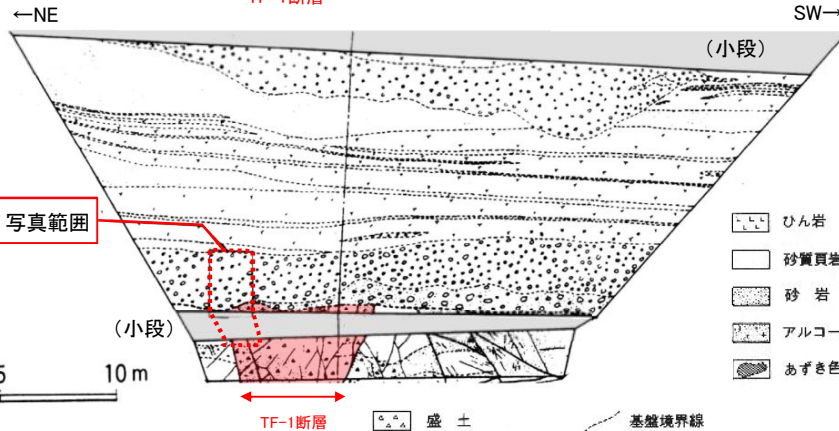
5.1 上載層との関係【トレンチ調査②】

➢ TF-1断層を対象としたトレンチ調査の結果から、TF-1断層の活動性を評価するために有効な上載層(後期更新世の地層等)は認められない。



--- 基盤境界線
— 断層

TF-1断層



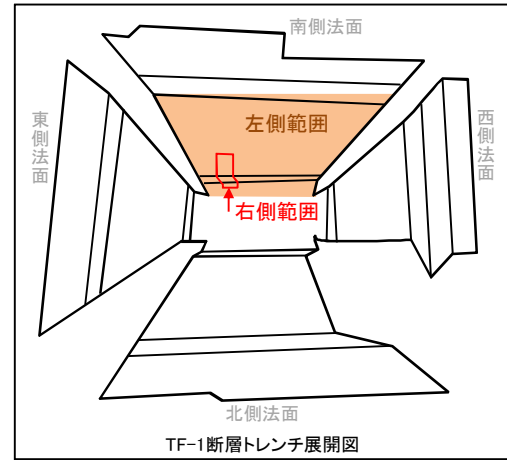
右側スケッチ, 写真範囲

- ひん岩
- 砂質頁岩
- 砂岩
- アルコース砂岩
- あずき色砂岩

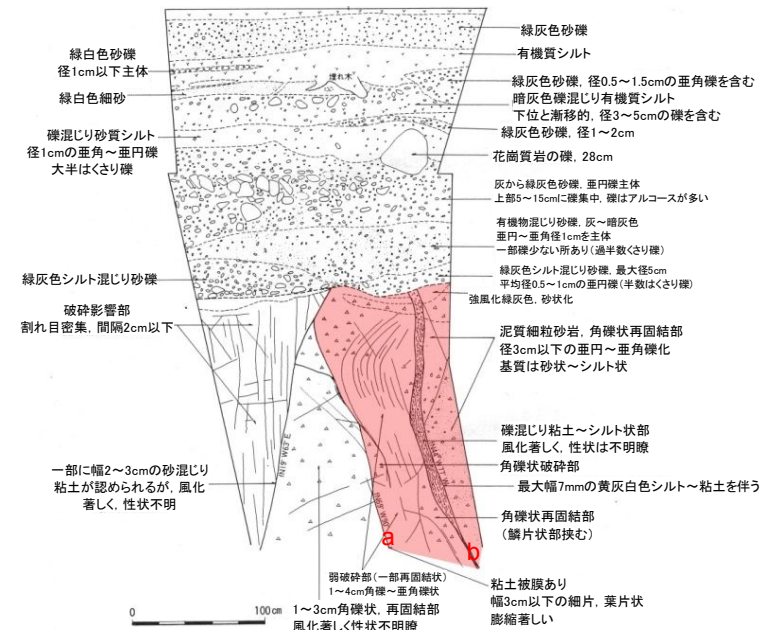
- 盛土
- 粘土～シルト層
- 砂層
- 砂礫層
- 礫層(基質はシルト)
- 有機質層
- 火山灰
- 基盤境界線
- 地質境界線
- 断層
- 節理
- 破砕部(角礫状再固結)
- 破砕部(チリメン繻状再固結)

TF-1断層のトレンチ調査結果(南側)(上:写真,下:露頭スケッチ)
昭和60年実施

※南側法面の調査結果の詳細については「補足説明資料3.2」、
北側法面の調査結果については「補足説明資料3.3」に示す。



a b



TF-1断層のトレンチ調査結果(南側の基盤境界付近)(右上:写真,下:露頭スケッチ)
昭和60年実施

余白

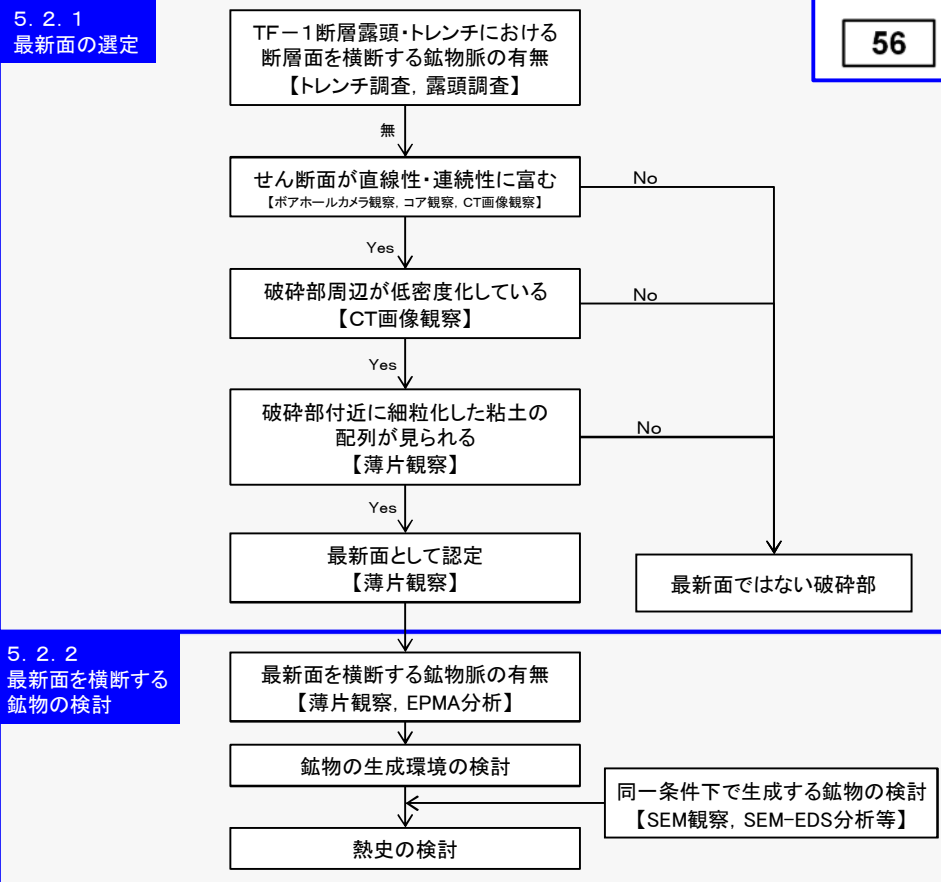
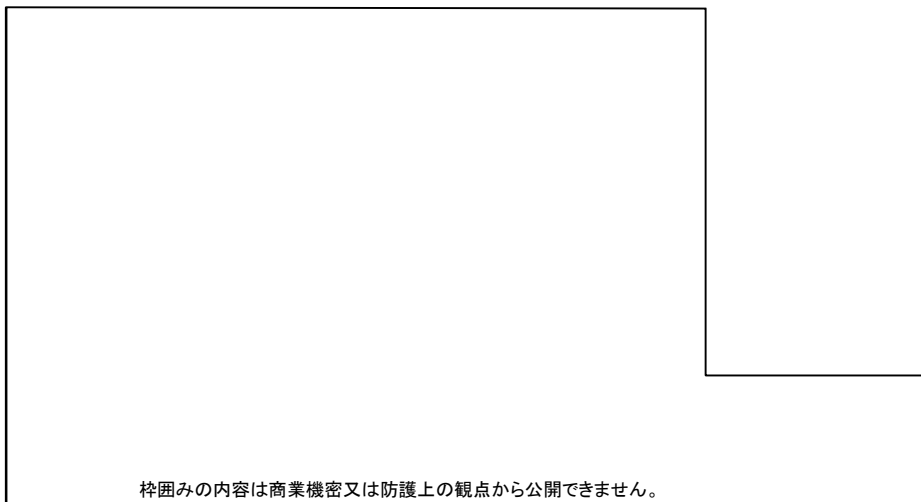
5. 敷地の断層の活動性評価

- 5. 1 上載層との関係
- 5. 2 断層と脈の関係
 - 5. 2. 1 最新面の選定
 - 5. 2. 2 最新面を横断する鉱物の検討

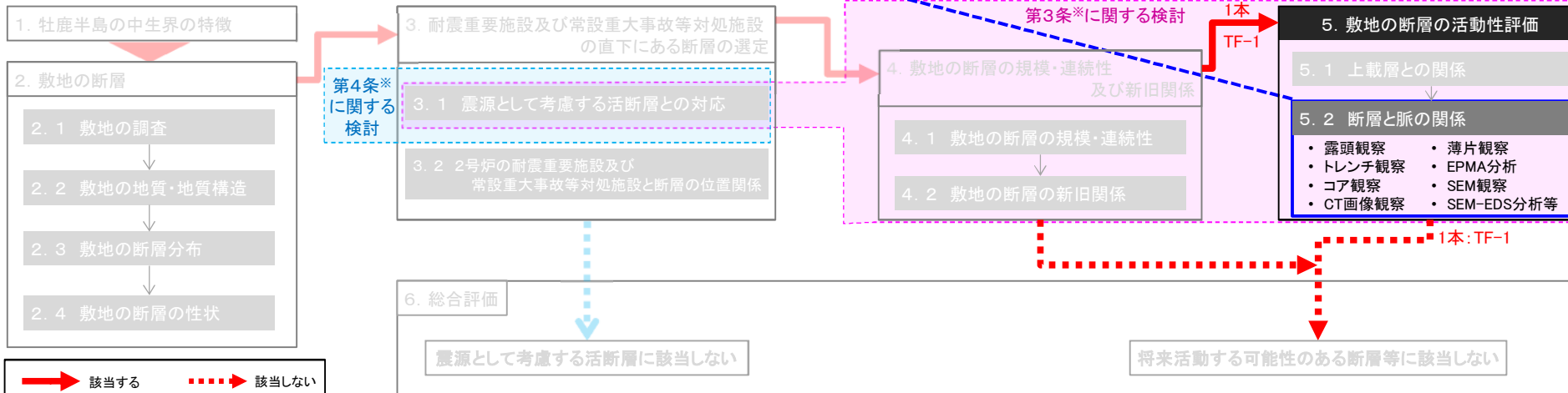
5. 敷地の断層の活動性評価

5.2 断層と脈の関係【活動性評価の流れ】

- 「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」に沿って、将来活動する可能性のある断層等の認定を行った。
- TF-1断層を対象としたトレンチ調査の結果から、TF-1断層の活動性を評価するために有効な上載層(後期更新世の地層等)は認められないことから、TF-1断層の活動性については、熱水活動に伴う鉱物脈の晶出状況等に着目し、総合的に評価した。
- なお、それぞれの調査の整合性、信頼性に留意し、慎重に評価した。



【評価の流れ】 ※実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則

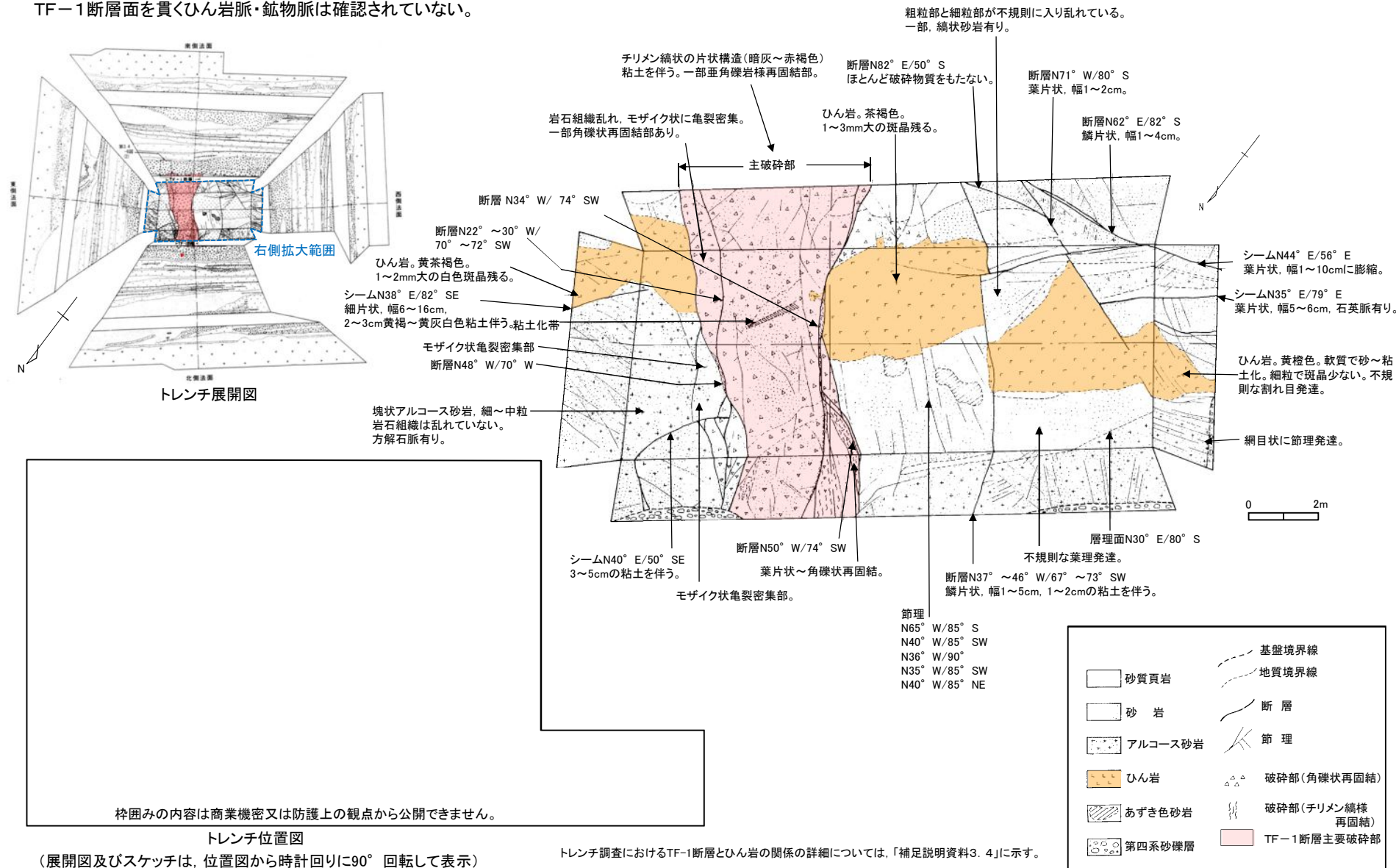


5. 敷地の断層の活動性評価

5. 2 断層と脈の関係

5. 2. 1 最新面の選定【トレンチ調査】

- TF-1断層トレンチ調査において、ひん岩がTF-1断層に切られている状況が確認されたが、TF-1断層面を貫くひん岩脈・鉱物脈は確認されていない。



5. 敷地の断層の活動性評価

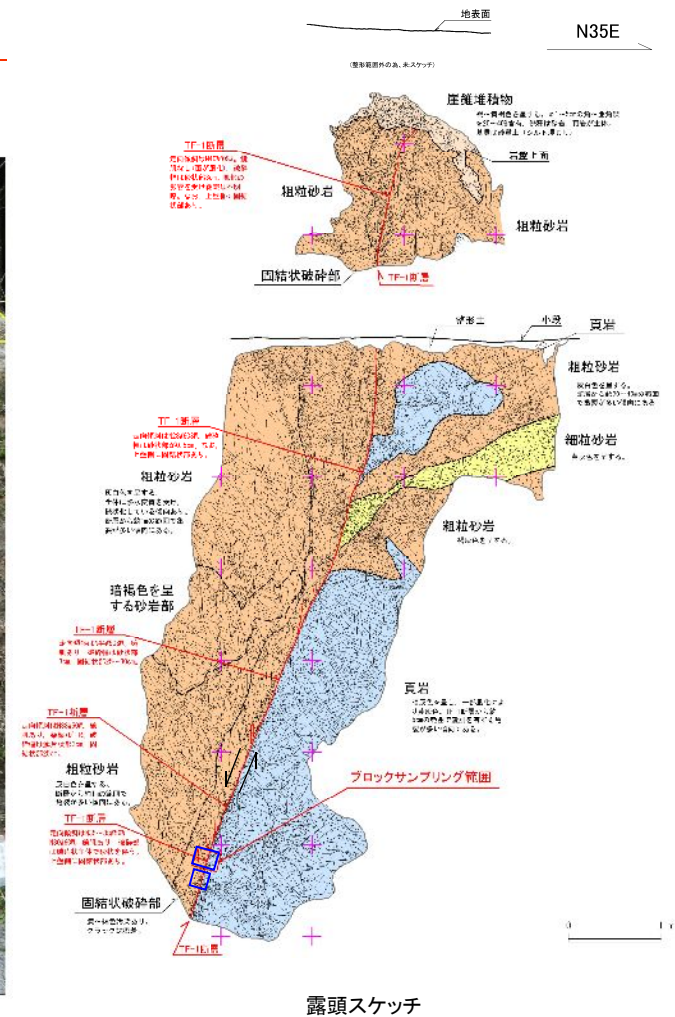
5. 2 断層と脈の関係

5. 2. 1 最新面の選定【露頭調査】

- TF-1断層の上盤側に砂岩、下盤側に頁岩が分布する。
 - TF-1断層は岩相を境する断層である。
 - TF-1断層の上盤側にR面が確認され、大局的には正断層の構造を示す。
 - 本露頭では、少なくとも目視観察レベルにおいて、TF-1断層面を貫くひん岩脈・鉱物脈は確認されなかった。
- ⇒ 断層破碎部の詳細な分析を実施。



露頭写真



露頭スケッチ

露頭位置図

(展開図及びスケッチは、位置図から時計回りに90°回転して表示)

ブロックサンプリングによるTF-1断層試料の分析結果については、「補足説明資料4. 3～4. 4」に示す。

枠囲みの内容は商業機密又は防護上の観点から公開できません。



5. 敷地の断層の活動性評価

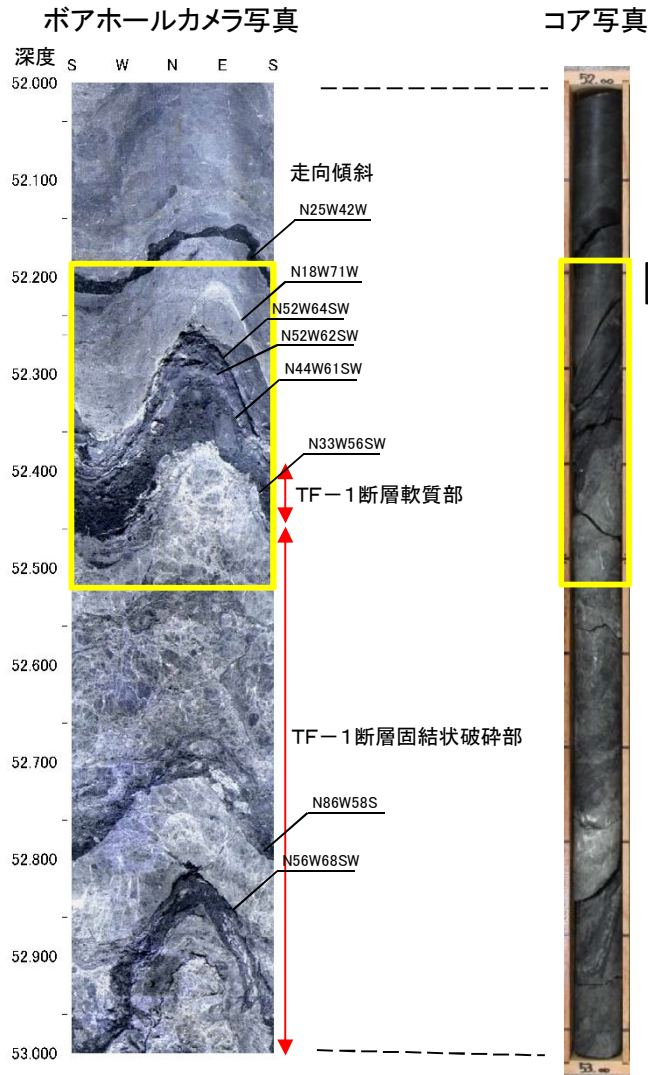
5. 2 断層と脈の関係

5. 2. 1 最新面の選定【ボアホールカメラ観察・コア観察・CT画像観察①】

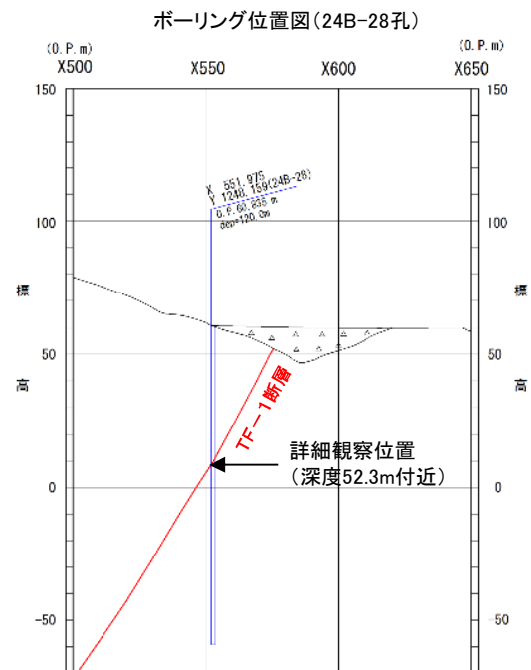
コメントS86,S87

第248回審査会合(H27.7.10)以降に実施した追加分析の内容

- 詳細観察に用いるボーリングコア試料(24B-28孔)のボアホールカメラ観察及びコア観察により、軟質部を伴うTF-1断層が深度52.3m付近に確認された。



枠囲みの内容は商業機密又は防護上の観点から公開できません。



5. 敷地の断層の活動性評価

5. 2 断層と脈の関係

5. 2. 1 最新面の選定【ボアホールカメラ観察・コア観察・CT画像観察②】

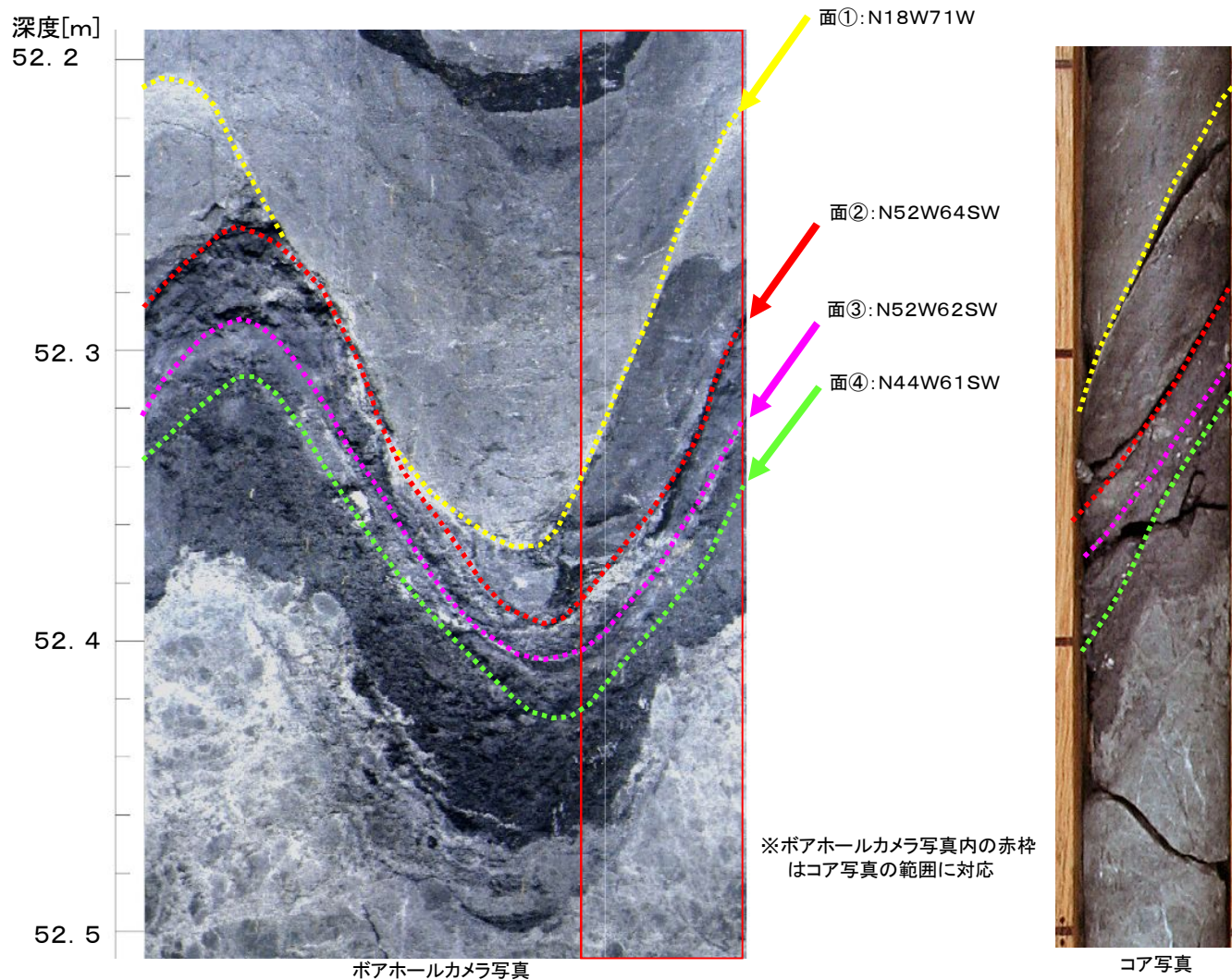
第248回審査会合(H27.7.10)以降に
実施した追加分析の内容

60

コメントS86,S87

➤ ボアホールカメラ観察及びコア観察の結果、深度52.3m付近に直線状に見える面①～面④が確認された。

- ✓ 面②及び面③は、掘削直後から明瞭に分離する面であったが、面④は掘削直後は密着した不明瞭な面であった。
- ✓ 面④は形状が一様でない、不規則な形態を呈している。

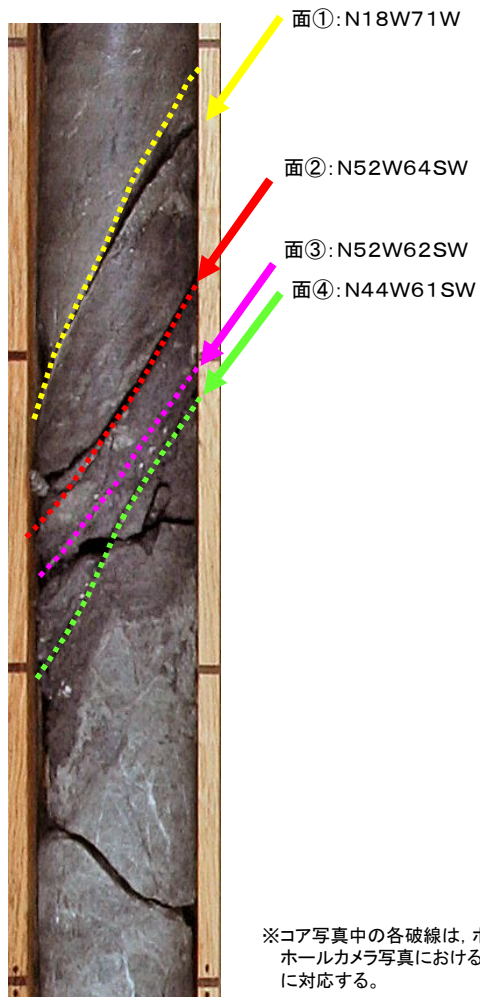


5. 敷地の断層の活動性評価

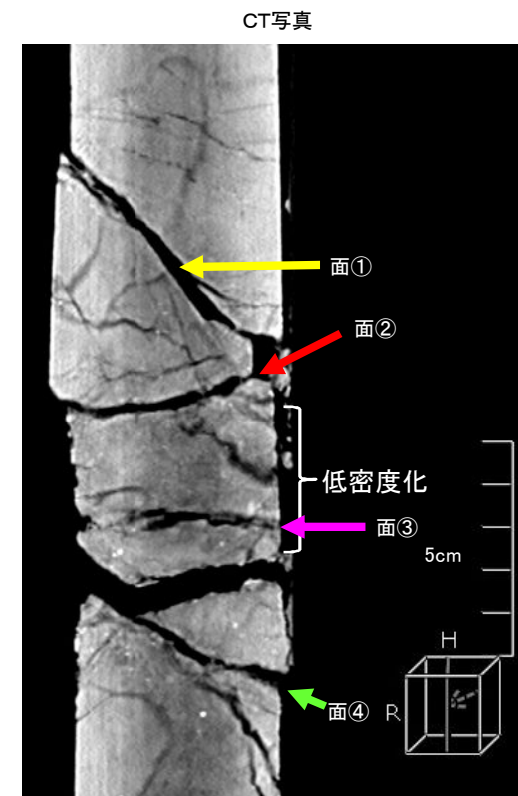
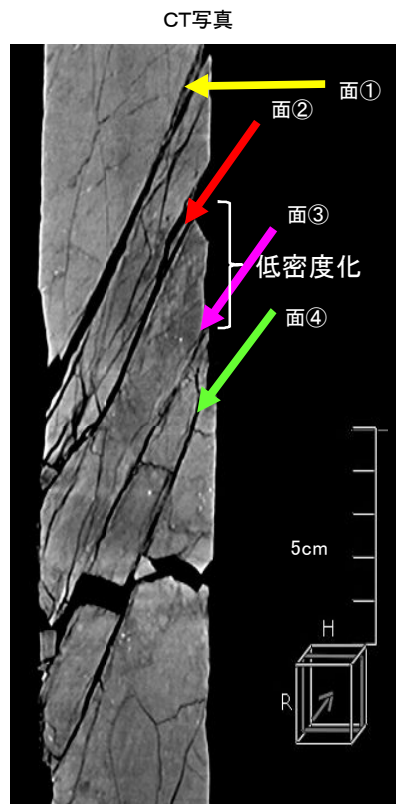
5. 2 断層と脈の関係

5. 2. 1 最新面の選定【ボアホールカメラ観察・コア観察・CT画像観察③】

TF-1断層24B-28孔



※コア写真中の各破線は、ボアホールカメラ写真における面に対応する。



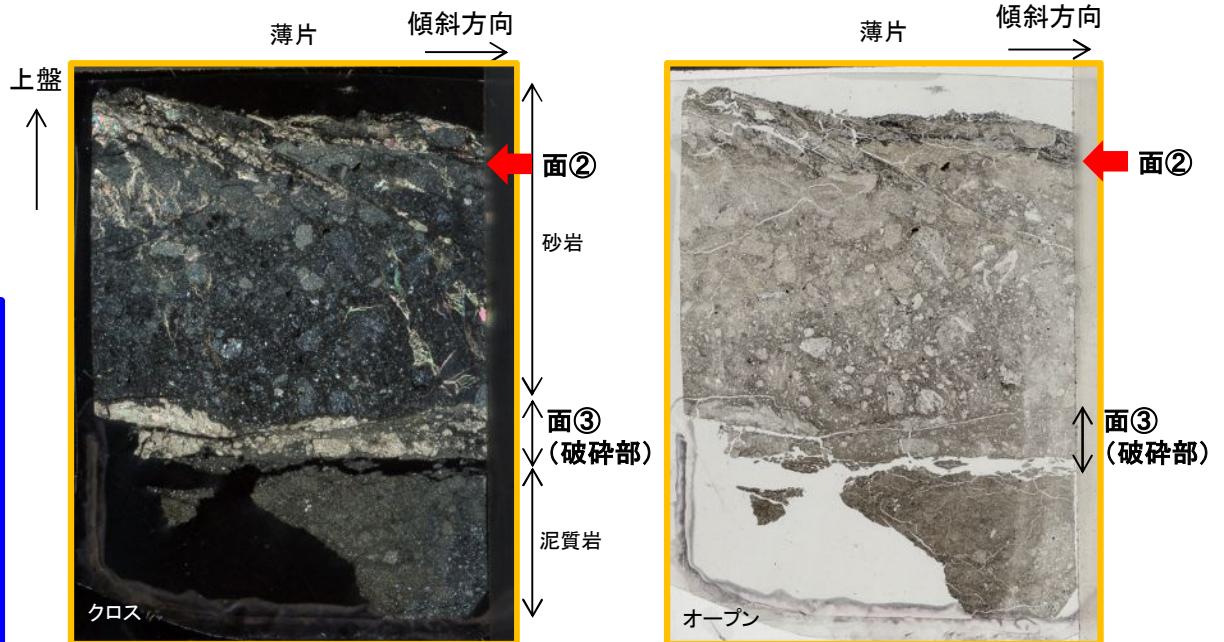
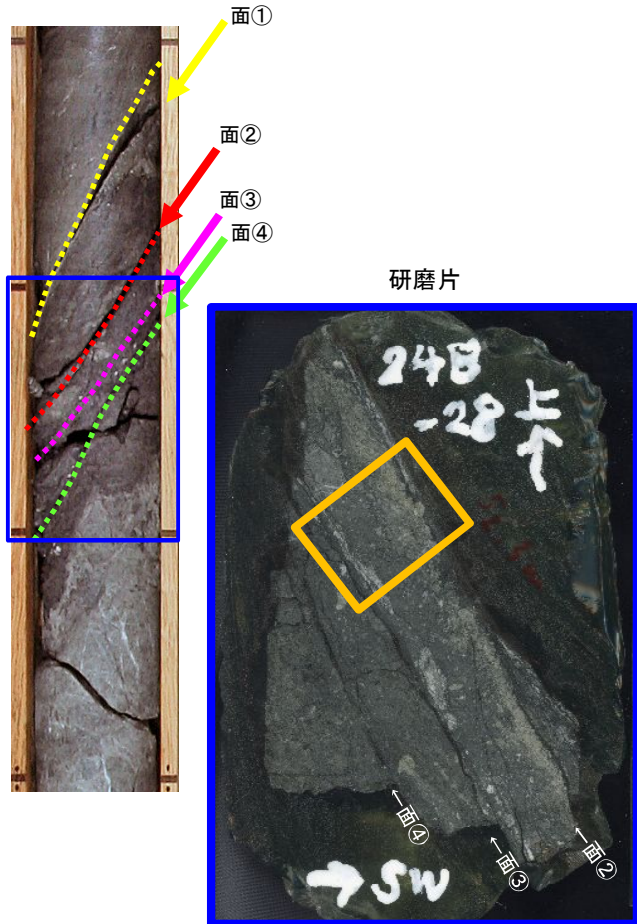
- コア観察・CT画像観察の結果、深度52.3m付近に直線状に見える面①～面④が確認された。
 - 面②及び面③付近は、CT画像観察の結果、破碎に伴い低密度化している様子が確認された。
 - 面①及び面④は、CT画像観察の結果、面②及び面③と斜交する割れ目であることが確認された。
- ⇒面②及び面③について、詳細観察を行う。

5. 敷地の断層の活動性評価

5. 2 断層と脈の関係

5. 2. 1 最新面の選定【薄片観察】

TF-1断層24B-28孔



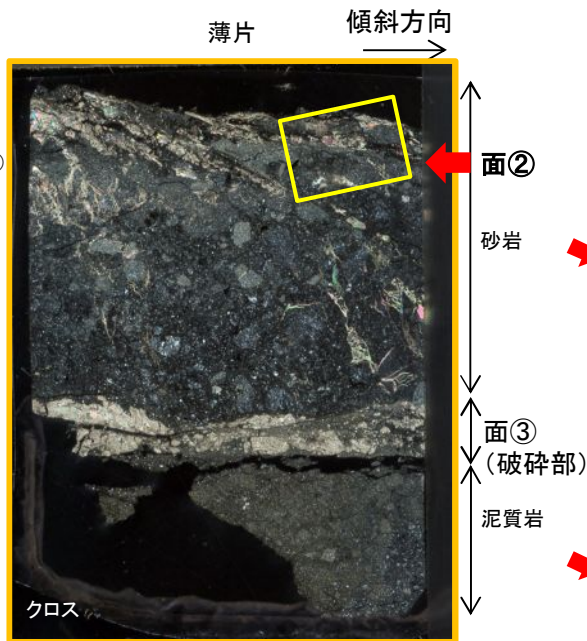
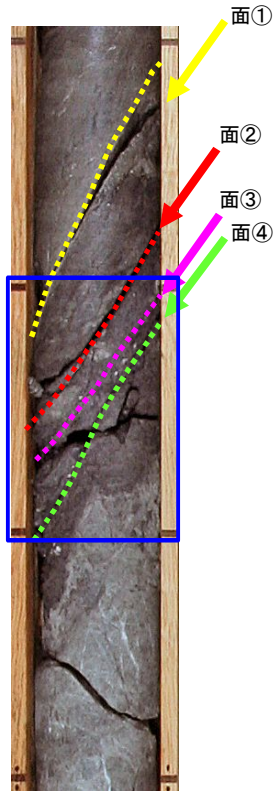
- 面②及び面③を含むように薄片を作成した。
- 薄片上部は砂岩を原岩とし、薄片下部は泥質岩を原岩とする。

5. 敷地の断層の活動性評価

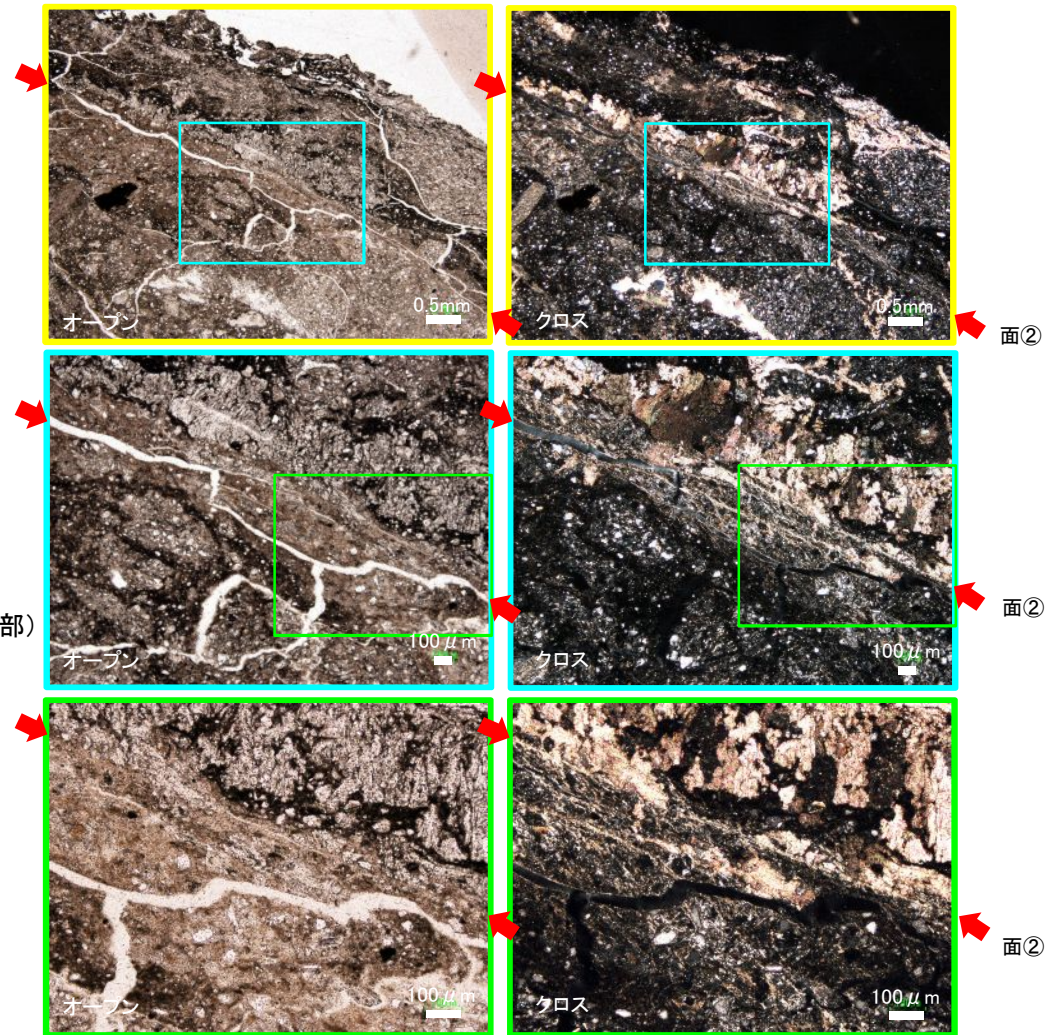
5. 2 断層と脈の関係

5. 2. 1 最新面の選定【薄片観察(面②)】

TF-1断層24B-28孔



※前頁の薄片作成位置(オレンジ)に対応。



- CT画像観察から、面②付近は周囲より破碎され低密度化していることが確認されている。
- 薄片観察から、面②付近では砂岩が破碎され細粒化しており、せん断に伴う粘土の配列が観察された。

⇒面②はTF-1断層の最新面と考えられる。

5. 敷地の断層の活動性評価

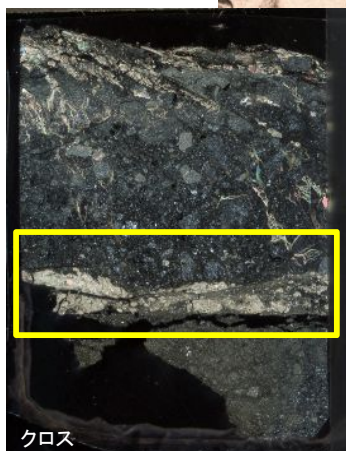
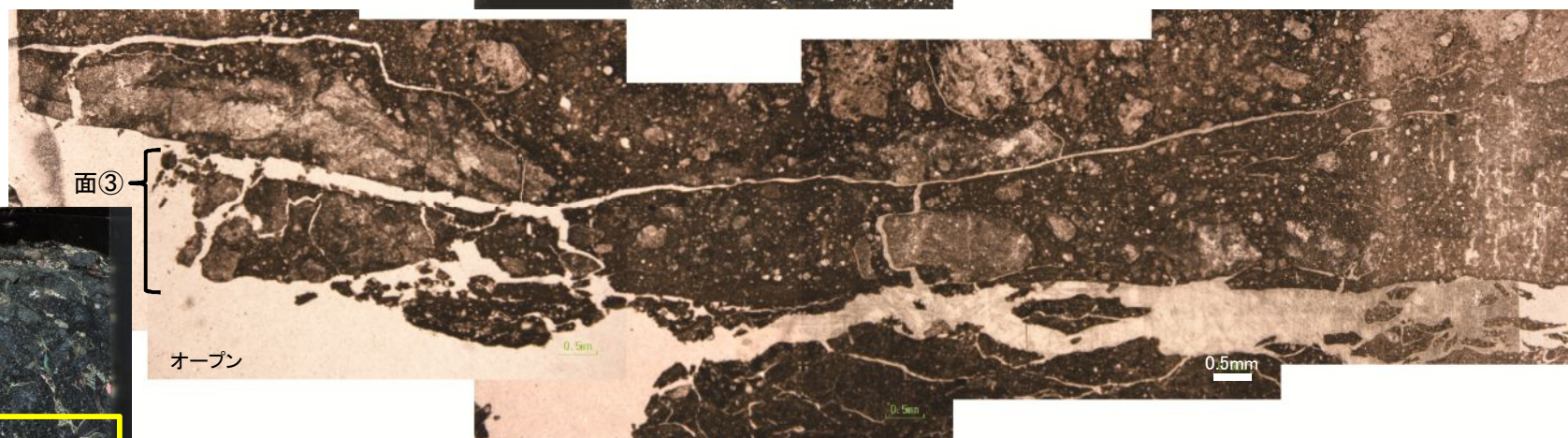
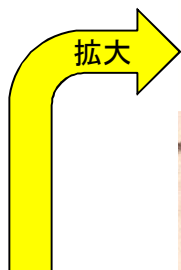
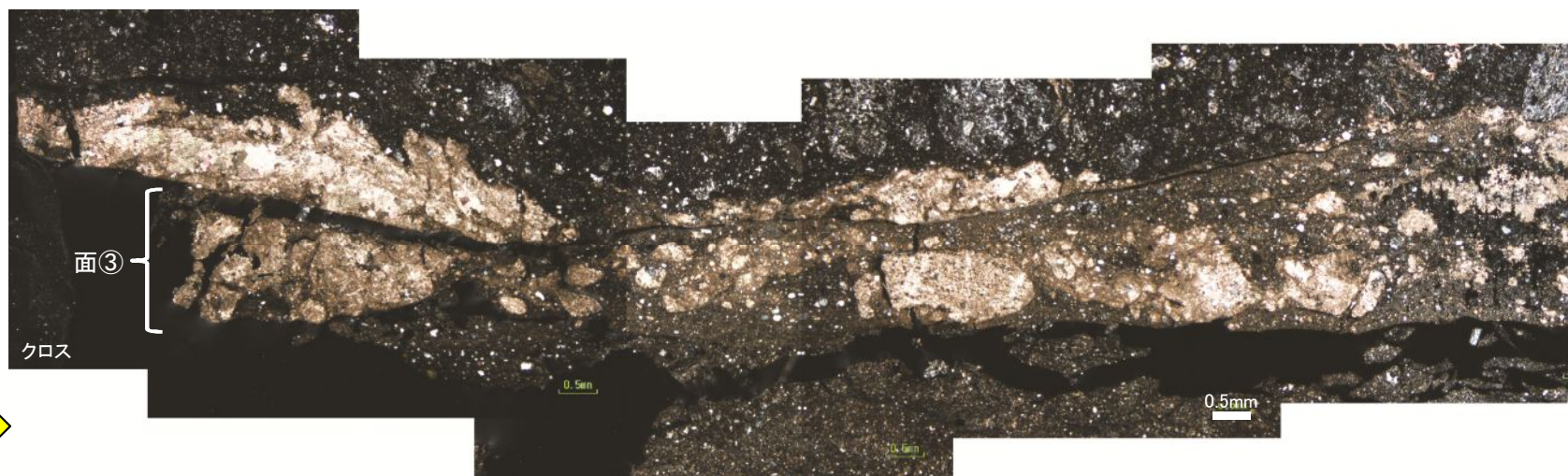
5. 2 断層と脈の関係

5. 2. 1 最新面の選定【薄片観察(面③)】

第248回審査会合(H27.7.10)以降に
実施した追加分析の内容

64

コメントS86,S87

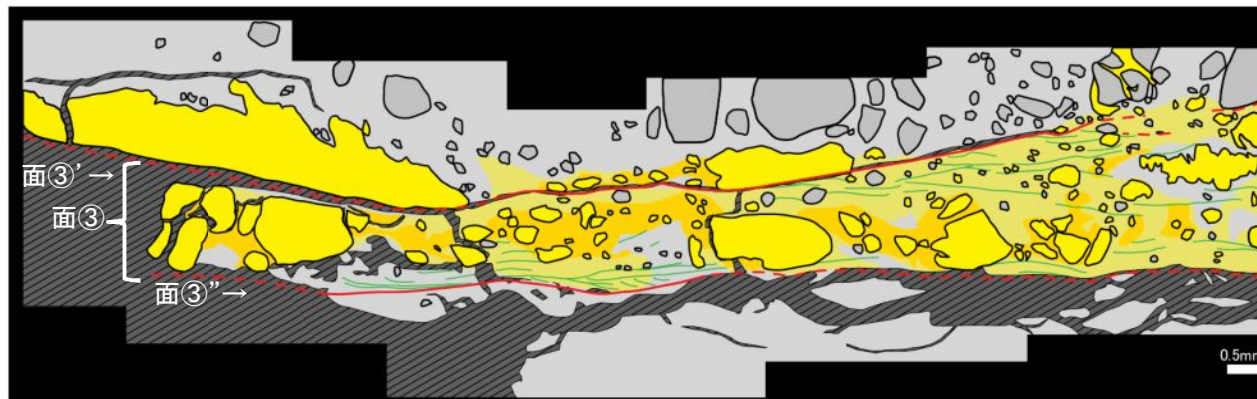
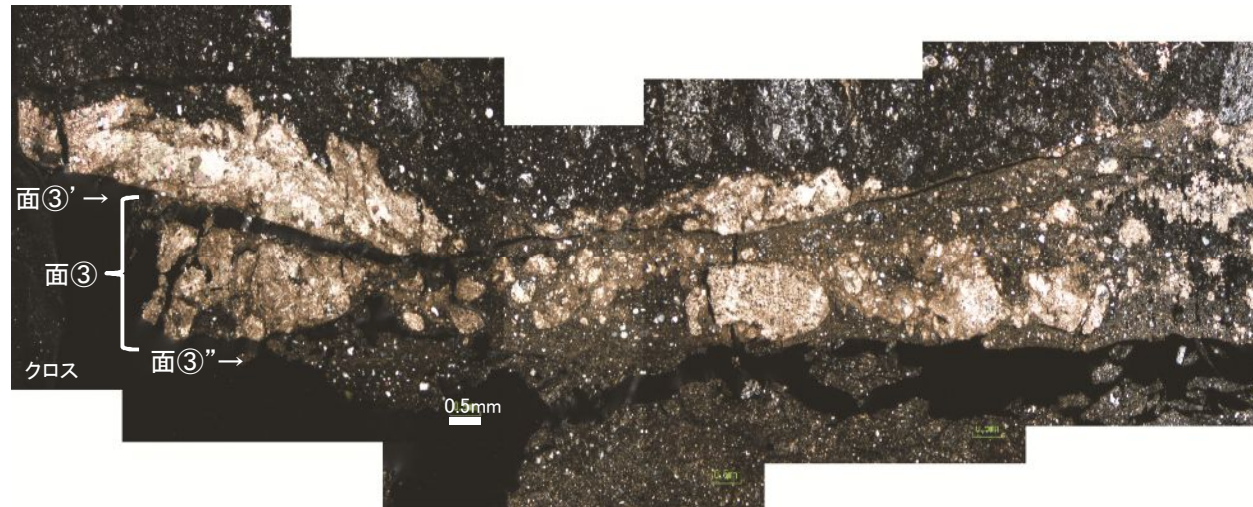


- 面③付近の詳細薄片観察の結果、面③付近には並走する2つの面が確認された。
- 次頁で詳細観察を行う。

5. 敷地の断層の活動性評価

5. 2 断層と脈の関係

5. 2. 1 最新面の選定【薄片観察(面③)】



- せん断面
- 粘土鉱物の配列
- 細粒カルサイト(密)の晶出範囲
- 細粒カルサイト(疎)の晶出範囲
- カルサイト
- クラスト (石英・長石・砂岩など)
- 空隙

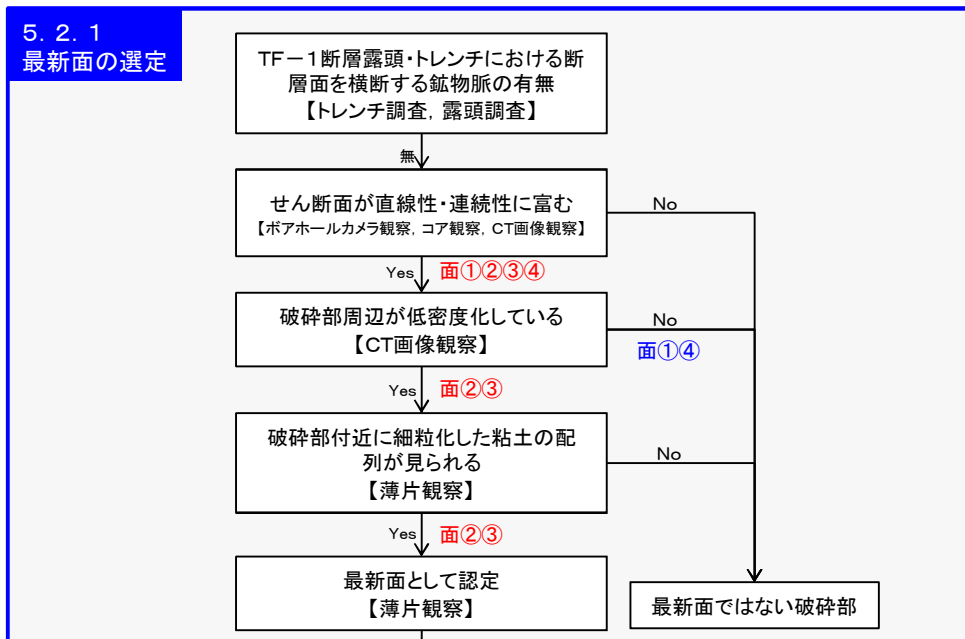
- 詳細薄片観察の結果、面③付近には並走する2つの面(③'及び③''とする)が確認された。
- 面③'と③''に挟まれる領域(破碎部)が最も細粒化しており、内部に粘土鉱物の配列が複数確認された。
- 面③'及び③''は直線性、連続性及び細粒化の程度がほぼ同じである。

⇒面③'と③''に挟まれる領域(破碎部)を最新活動ゾーンとし、面③'及び③''が最新面と考えられる。

5. 敷地の断層の活動性評価

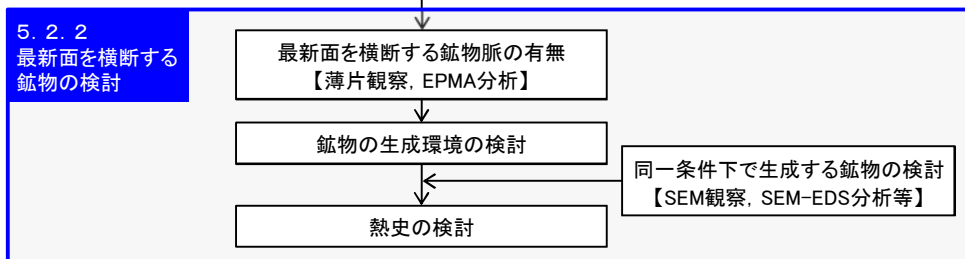
5. 2 断層と脈の関係

5. 2. 1 最新面の選定【まとめ】



- ボアホールカメラ観察, ボーリングコア観察及びCT画像観察から, 直線状に見える面①～面④が確認された。
- 面②及び面③付近は, CT画像観察の結果, 破碎に伴い低密度化している様子が確認された。
- 面①及び面④は, CT画像観察の結果, 面②及び面③と斜交する割れ目であることが確認された。
- 面②は薄片観察から砂岩が破碎され細粒化しており, せん断に伴う粘土の配列が観察されたことから, TF-1断層の最新面と考えられる。
- 面③は薄片観察の結果, 並走する2つの面に挟まれる領域(破碎部)が最も細粒化しており, 内部に粘土鉱物の配列が複数観察された。2つの面は直線性, 連続性及び細粒化の程度がほぼ同じであることから, 2つの面に挟まれる領域(破碎部)を最新活動ゾーンとし, 面のそれぞれが最新面と考えられる。

⇒TF-1断層の最新面は, 面②及び面③(③', ③'')である。



次頁以降で説明

5. 敷地の断層の活動性評価

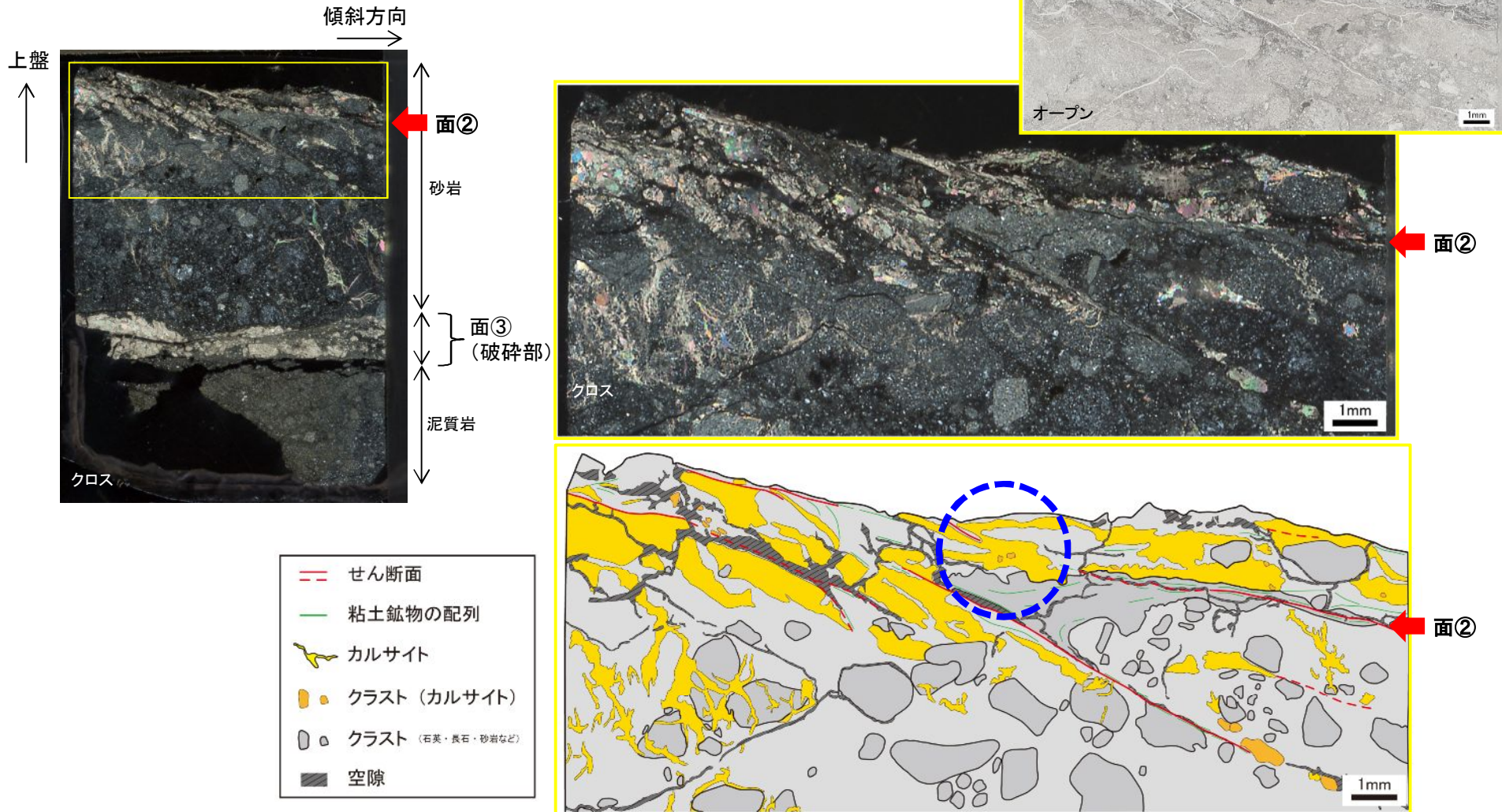
5. 2 断層と脈の関係

5. 2. 2 最新面を横断する鉱物の検討【薄片観察(面②)】

コメントS87

第248回審査会合(H27.7.10)以降に実施した追加分析の内容

67

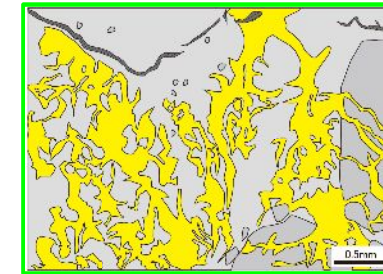
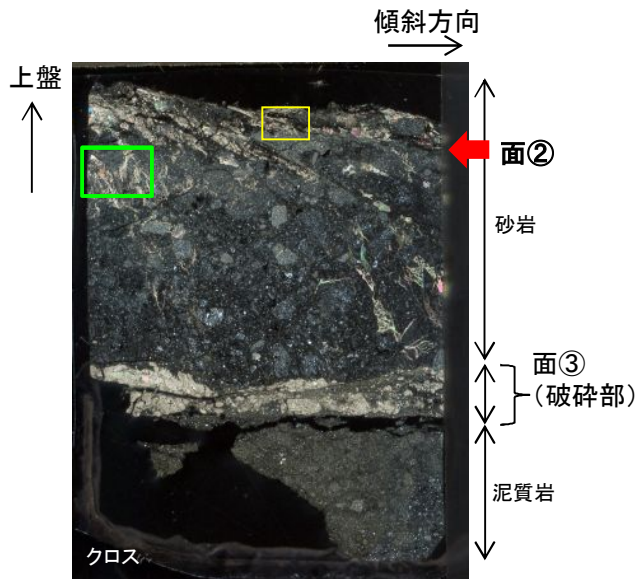


- TF-1断層の最新面である、面②付近の鉱物の晶出状況を観察した。
- 晶出している鉱物は、オープンで無色、クロスで高次の干渉色を示すことからカルサイトである。
- TF-1断層の最新面である、面②を横断するようにカルサイトが晶出しており、面②の活動に伴う変形は確認されない(青点線箇所)。
- 面②と面③の間に分布する、細脈状のカルサイト付近には、せん断面や粘土鉱物の配列は確認されず、写真左上方向から晶出したカルサイトの末端部に相当すると考えられる。

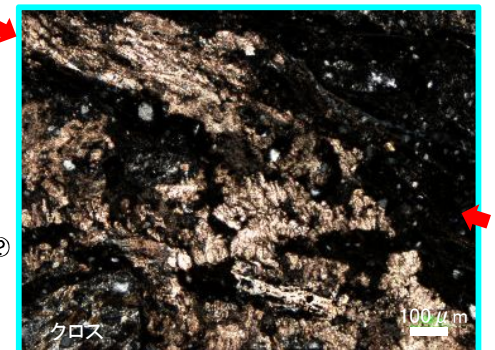
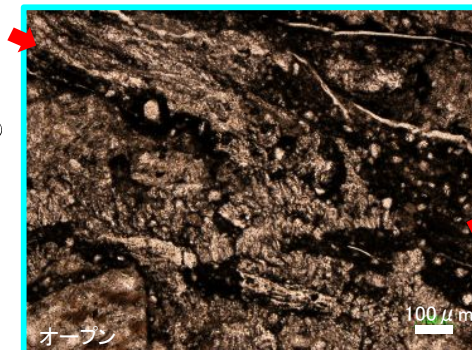
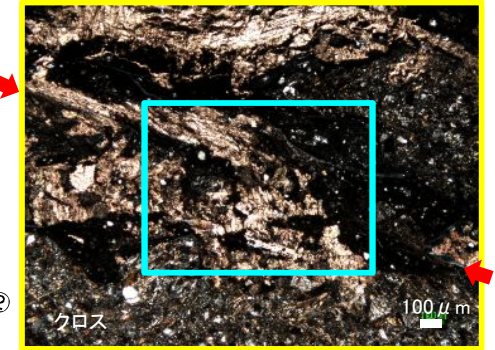
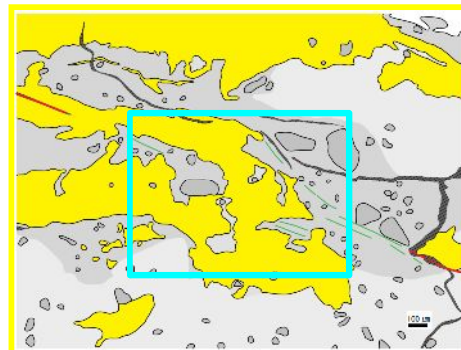
5. 敷地の断層の活動性評価

5. 2 断層と脈の関係

5. 2. 2 最新面を横断する鉱物の検討 【薄片観察(面②詳細)】



- 晶出している鉱物は、オープンで無色、クロスで高次の干渉色を示すことからカルサイトである。
- カルサイトが細脈状に晶出している。



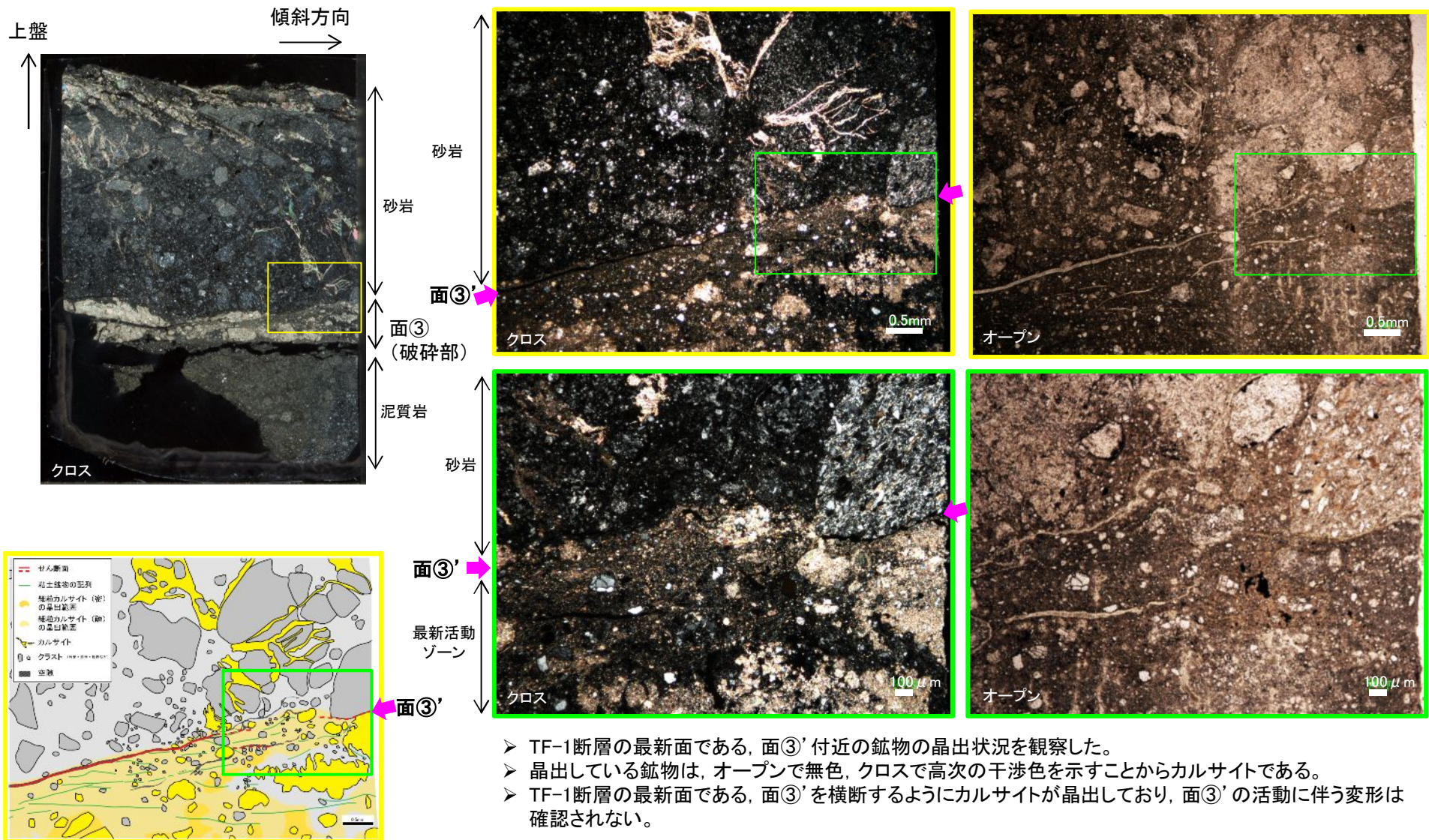
- せん断面
- 粘土鉱物の配列
- 粗粒な破碎部の基質
- 細粒黒色の破碎部の基質
- カルサイト
- クラスト (石英・長石・砂粒など)
- 空隙

- TF-1断層の最新面である、面②を横断するようにカルサイトが晶出しており、面②の活動に伴う変形は確認されない。

5. 敷地の断層の活動性評価

5. 2 断層と脈の関係

5. 2. 2 最新面を横断する鉱物の検討【薄片観察(面③')】

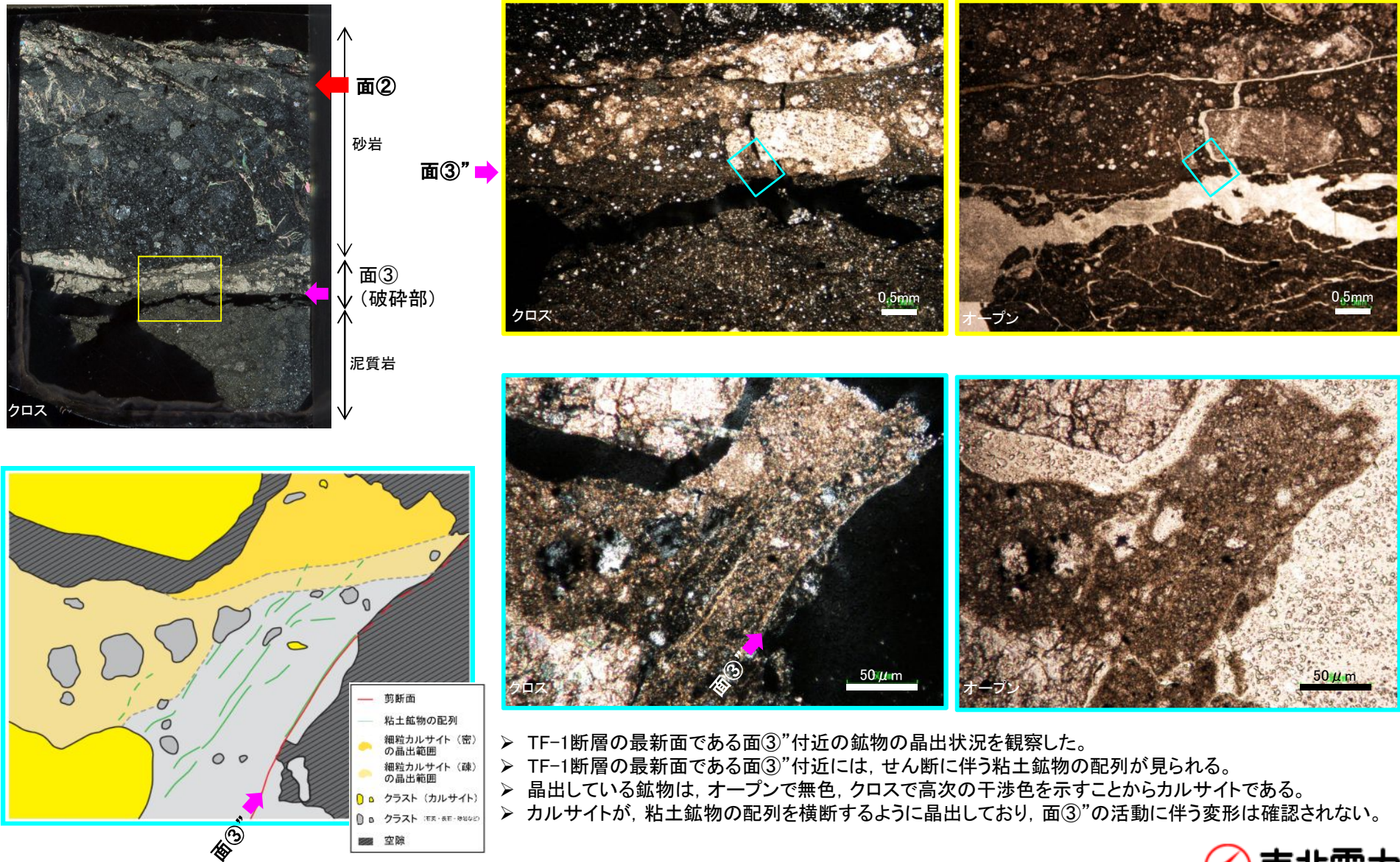


面③' (別の箇所)の薄片観察結果については、「補足説明資料4. 1」に示す。

5. 敷地の断層の活動性評価

5. 2 断層と脈の関係

5. 2. 2 最新面を横断する鉱物の検討【薄片観察(面③)】

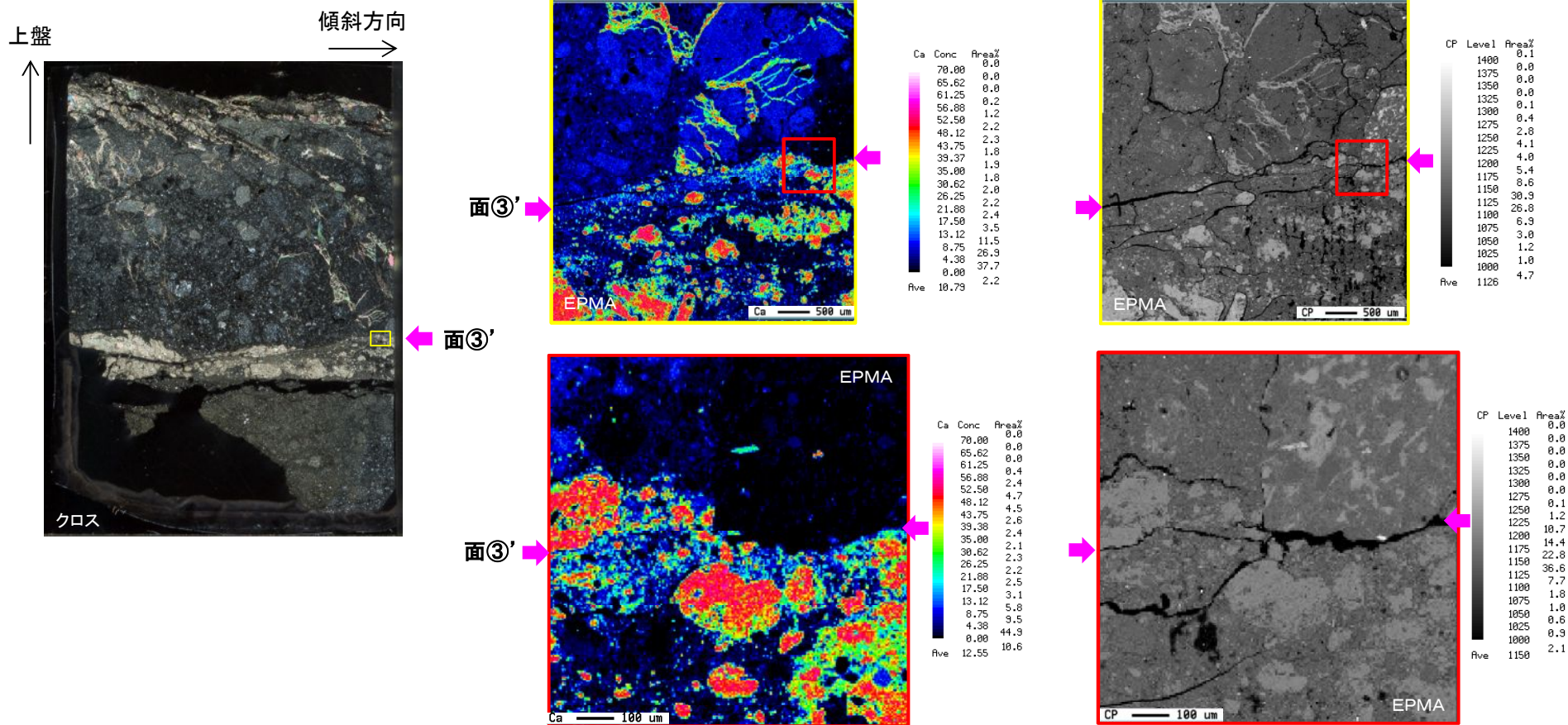


- TF-1断層の最新面である面③”付近の鉱物の晶出状況を観察した。
- TF-1断層の最新面である面③”付近には、せん断に伴う粘土鉱物の配列が見られる。
- 晶出している鉱物は、オープンで無色、クロスで高次の干渉色を示すことからカルサイトである。
- カルサイトが、粘土鉱物の配列を横断するように晶出しており、面③”の活動に伴う変形は確認されない。

5. 敷地の断層の活動性評価

5. 2 断層と脈の関係

5. 2. 2 最新面を横断する鉱物の検討 【EPMA分析(面③')】



➤ EPMA分析の結果, TF-1断層の最新面である, 面③'を横断する脈はカルシウム濃度の高い領域に対応していることから, カルサイト脈であることを確認した。

面③' (別の箇所)のEPMA分析結果については、「補足説明資料4. 1」に示す。

5. 敷地の断層の活動性評価

5. 2 断層と脈の関係

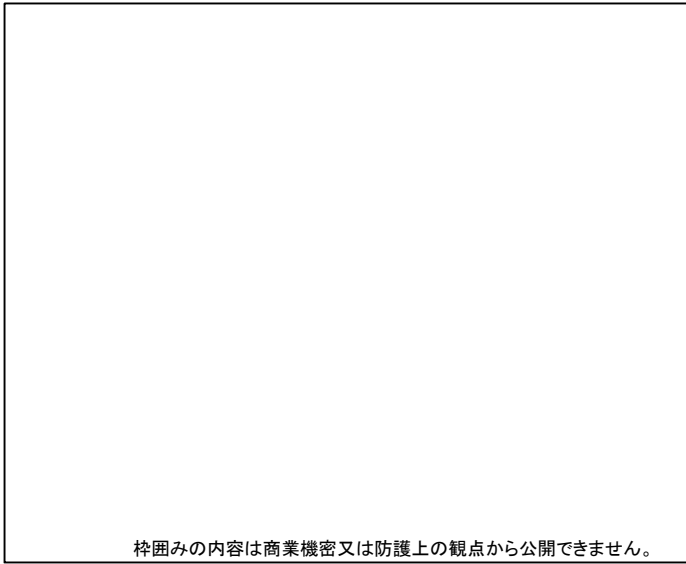
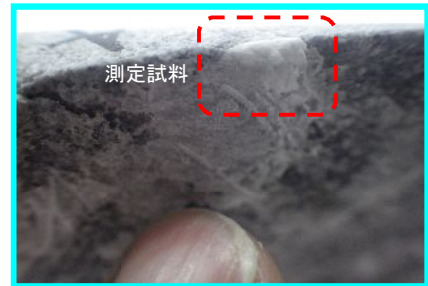
5. 2. 2 最新面を横断する鉱物の検討【鉱物の生成環境の検討:カルサイトの流体包有物】

カルサイトの生成環境について検討するため、カルサイトの流体包有物の均質化温度測定を行った。

- ✓ USGS型加熱冷却台を用いた。
- ✓ 流体包有物の均質化温度を20個測定した。

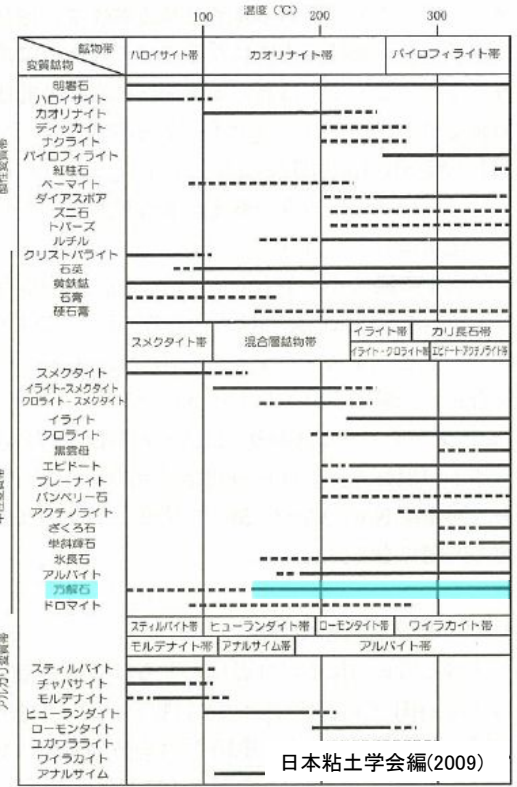


- カルサイト脈初成包有物の均質化温度の平均値は、約192℃との結果が得られた。
- 日本粘土学会編(2009)によれば、カルサイト(方解石)は約150℃以上の環境下で晶出する鉱物であり、上記結果と整合的である。
- 敷地内で確認されたカルサイトは、高温の熱水環境下で晶出したものと考えられる。



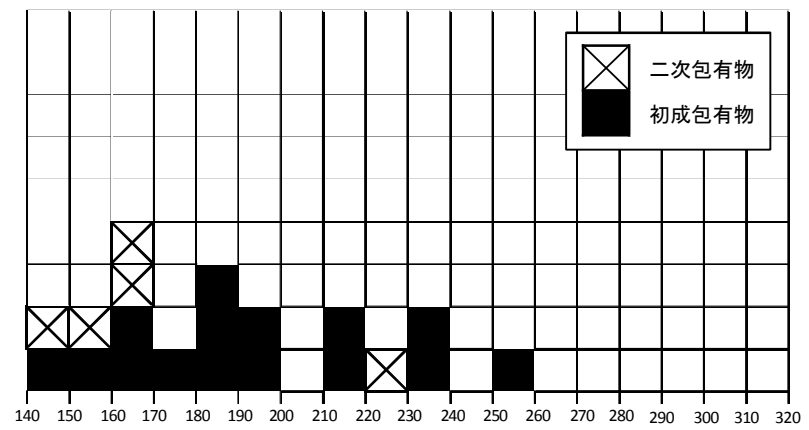
枠囲みの内容は商業機密又は防護上の観点から公開できません。

ボーリング位置図(3Rs-2孔)



No.	包有物	均質化温度(°C)
1	初成	213.1
2	初成	154.0
3	初成	172.5
4	初成	186.1
5	初成	230.0
6	初成	233.5
7	初成	254.4
8	初成	218.5
9	二次	165.0
10	初成	192.8
11	初成	181.5
12	初成	195.7
13	初成	142.0
14	初成	164.5
15	初成	184.4
16	二次	167.8
17	二次	149.6
18	二次	156.3
19	二次	226.9
20	初成	162.7

均質化温度測定結果



均質化温度の分布図(ヒストグラム)

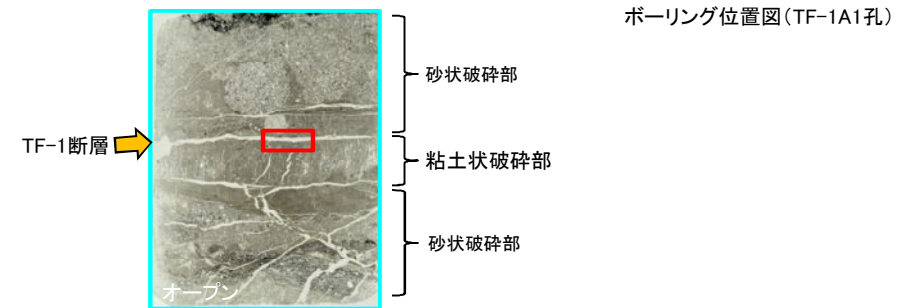
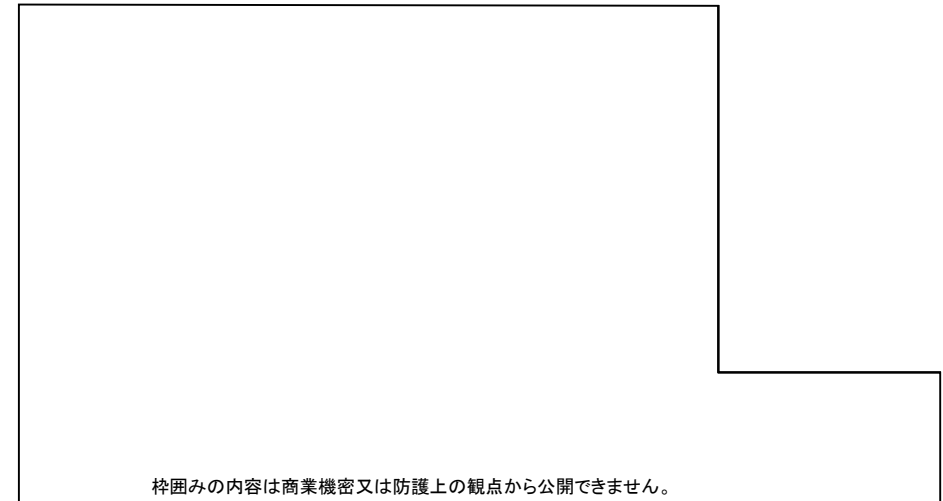
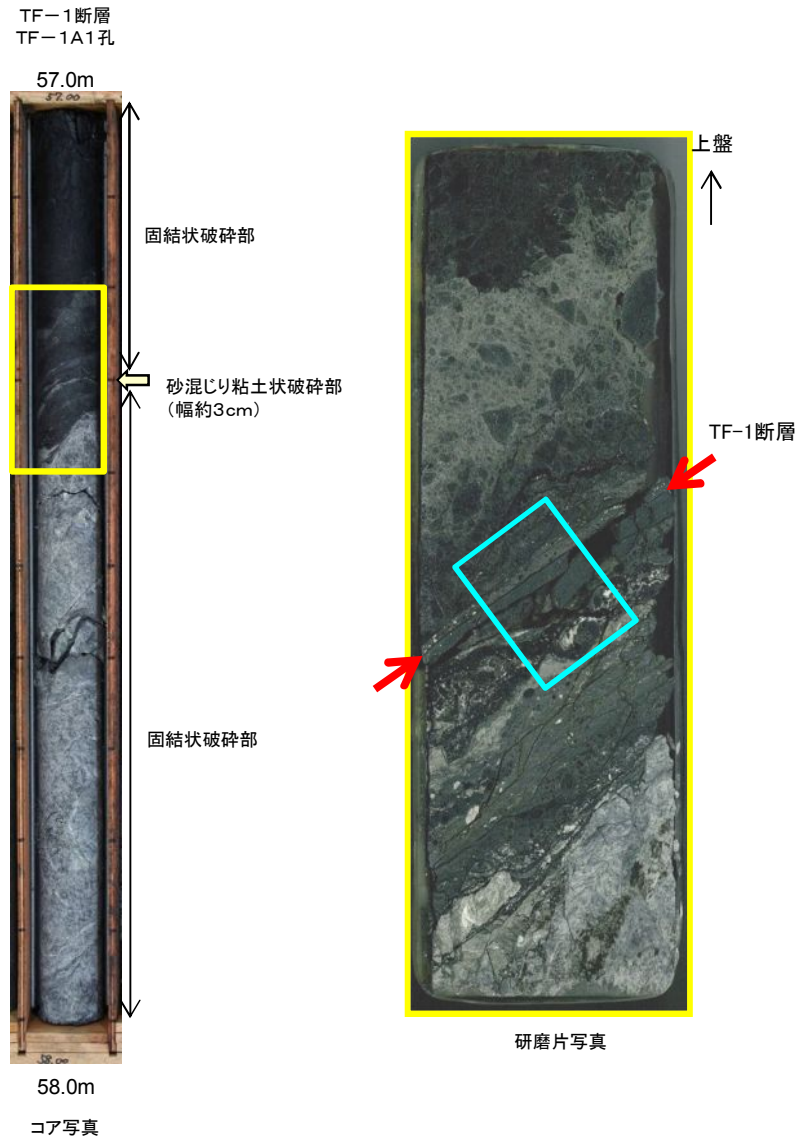
※ 流体包有物の詳細については、「補足説明資料4. 2」に示す。



5. 敷地の断層の活動性評価

5.2 断層と脈の関係

5.2.2 最新面を横断する鉱物の検討【同一条件下で生成する鉱物の検討(試料採取位置)】



- カルサイトが生成する環境と同一条件下で生成する他の鉱物の検討を行うため、TF-1A1孔の57.3m付近のTF-1断層破碎部を含むように薄片を作成した。

TF-1A1孔の詳細については、「補足説明資料4.3」に示す。

5. 敷地の断層の活動性評価

5.2 断層と脈の関係

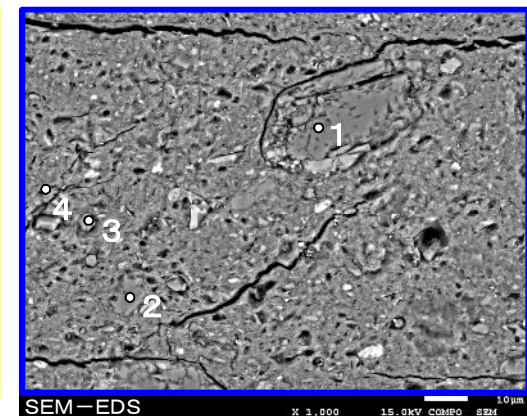
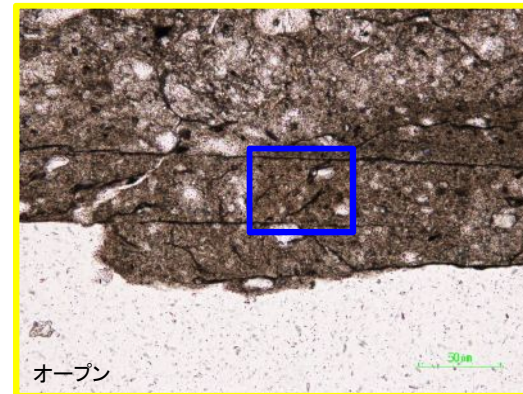
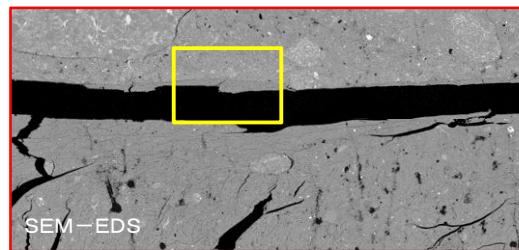
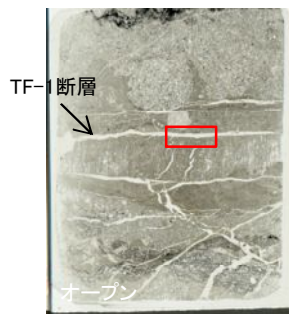
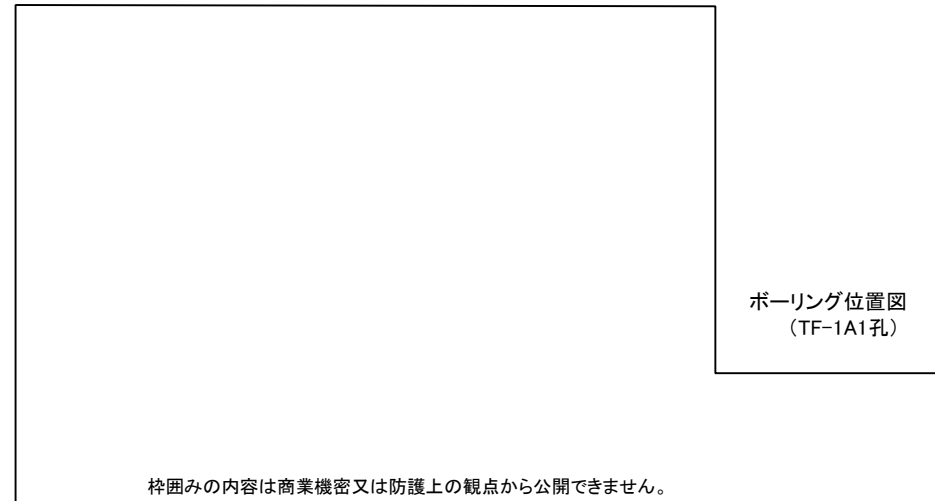
5.2.2 最新面を横断する鉱物の検討

【同一条件下で生成する鉱物の検討：斜長石のアルバイト化(1)】

➤ TF-1断層の破碎により細粒化している個所の分析を行った(深度57.3m)。

◆ 標準的なアルバイトの化学組成は、SiO₂は68%程度、Al₂O₃は20%程度、Na₂Oは11%程度とされている(Deer et al.(1992))。

➤ TF-1断層の破碎部の斜長石は主にアルバイトの化学組成を示す。



SEM-EDS分析値(100%換算)

No.	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	total	Ab	An	Or
1	71.8	0.3	17.4	0.0	0.0	0.0	0.6	9.8	0.2	100	96	3	1
2	71.9	0.0	18.2	0.0	0.0	0.0	0.0	9.9	0.0	100	100	0	0
3	67.0	0.2	21.0	0.0	0.0	0.0	2.9	8.6	0.2	100	83	16	1
4	68.8	0.0	19.3	0.3	0.0	0.0	1.5	10.0	0.2	100	92	7	1
代表値1	67.84	0.00	19.65	0.02	—	0.04	0.00	11.07	0.29	99.80	—	—	—
代表値2	67.41	—	20.50	—	—	0.1	0.81	10.97	0.36	100.37	—	—	—

(Deer et al.(1992))

TF-1A1孔コア試料の分析結果の詳細については、「補足説明資料4.3」に示す。

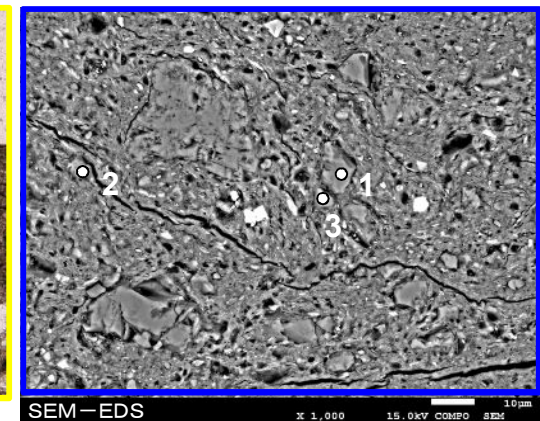
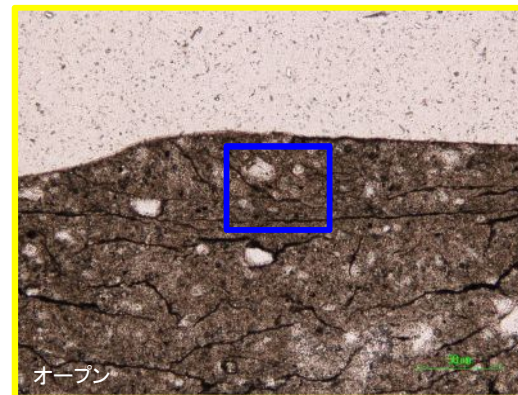
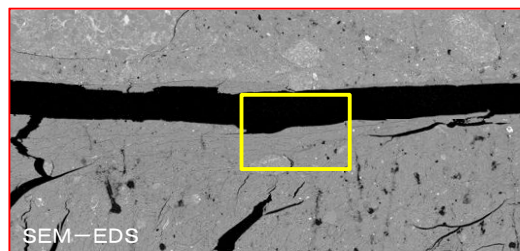
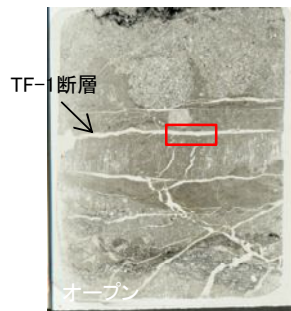
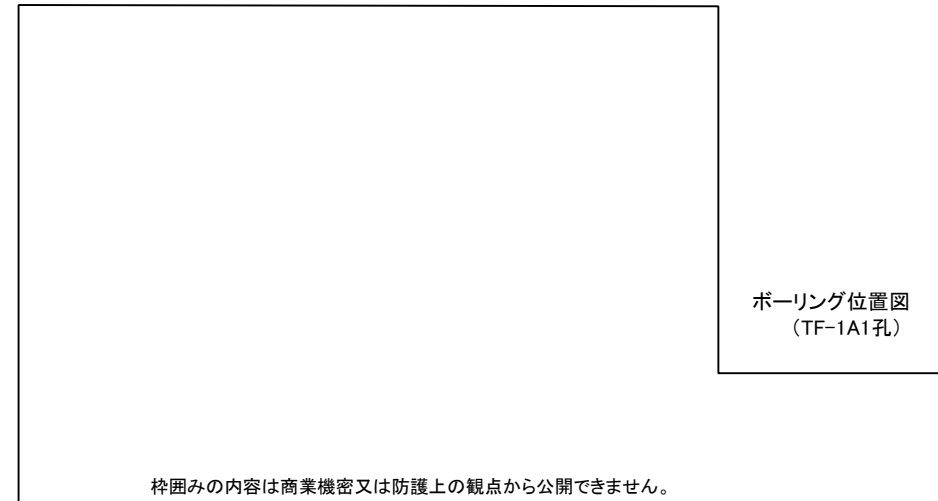
5. 敷地の断層の活動性評価

5.2 断層と脈の関係

5.2.2 最新面を横断する鉱物の検討

【同一条件下で生成する鉱物の検討：斜長石のアルバイト化(2)】

- TF-1断層の破碎により細粒化している個所の分析を行った(深度57.3m)。
- ◆ 標準的なアルバイトの化学組成は、SiO₂は68%程度、Al₂O₃は20%程度、Na₂Oは11%程度とされている(Deer et al.(1992))。
- TF-1断層の破碎部の斜長石は主にアルバイトの化学組成を示す。



SEM-EDS分析値(100%換算)

No.	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	total	Ab	An	Or
1	67.3	0.0	20.5	0.0	0.2	0.0	3.3	8.6	0.0	100	82	18	0
2	71.6	0.0	18.0	0.0	0.0	0.0	0.2	10.0	0.3	100	98	1	2
3	71.6	0.0	17.8	0.0	0.0	0.0	0.0	10.4	0.2	100	99	0	1
代表値1	67.84	0.00	19.65	0.02	—	0.04	0.00	11.07	0.29	99.80	—	—	—
代表値2	67.41	—	20.50	—	—	0.1	0.81	10.97	0.36	100.37	—	—	—

TF-1A1孔コア試料の分析結果の詳細については、「補足説明資料4.3」に示す。

(Deer et al.(1992))

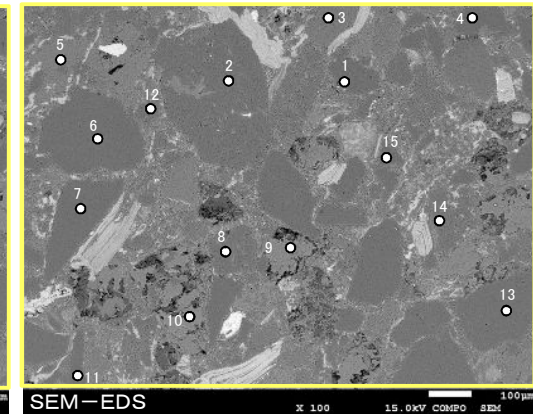
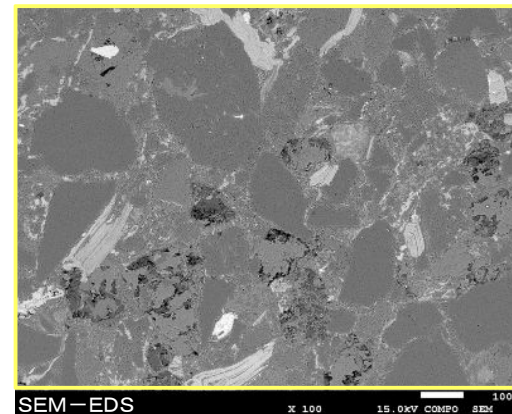
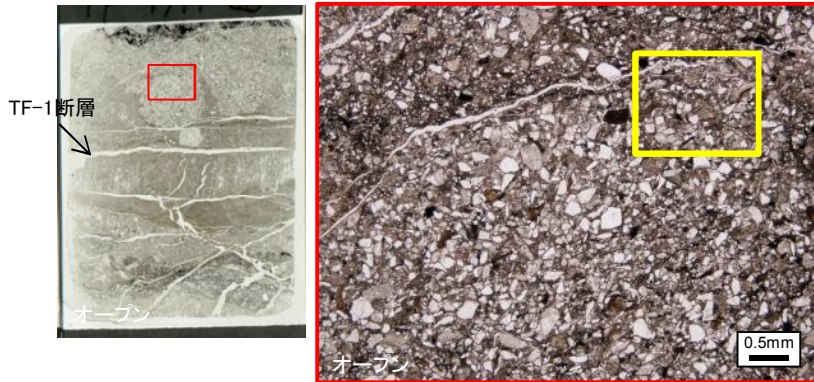
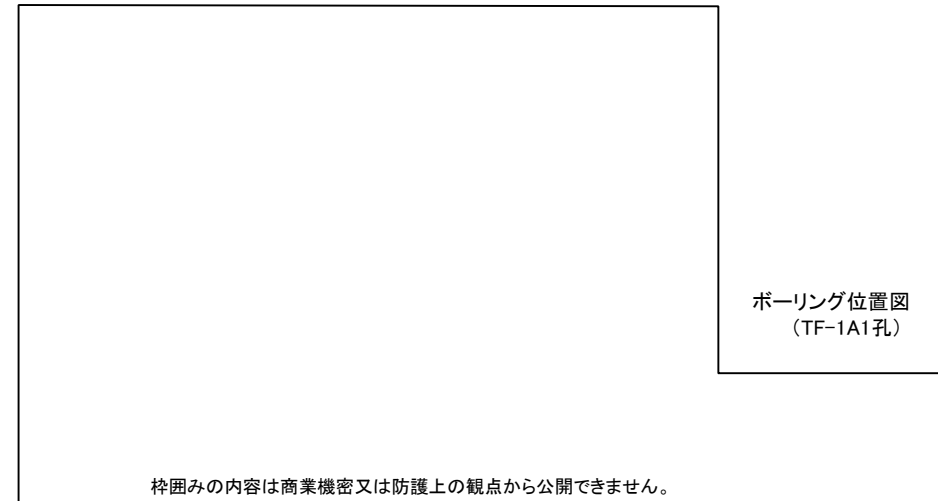
5. 敷地の断層の活動性評価

5. 2 断層と脈の関係

5. 2. 2 最新面を横断する鉱物の検討

【同一条件下で生成する鉱物の検討: 斜長石のアルバイト化(3)】

- TF-1断層周辺の砂岩の組織を残している個所の分析を行った(深度57.3m)。
- ◆ 標準的なアルバイトの化学組成は, SiO₂は68%程度, Al₂O₃は20%程度, Na₂Oは11%程度とされている(Deer et al.(1992))。
- TF-1断層周辺の非断層破碎部の斜長石はアルバイトの組成を示さないものが多い。



SEM-EDS分析値(100%換算)

No.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	total	Ab	An	Or
1	62.8	22.8	3.4	9.8	0.0	98.8	84	16	0
2	60.1	20.4	2.3	9.3	0.2	92.3	87	12	1
3	69.3	17.5	0.0	9.9	0.0	96.7	100	0	0
4	57.9	23.9	5.7	7.7	0.0	95.2	71	29	0
5	67.4	19.8	0.0	11.8	0.0	99.0	100	0	0
6	59.8	24.6	5.9	8.2	0.2	98.7	71	28	1
7	64.6	18.8	0.0	10.6	0.0	94.0	100	0	0
8	60.5	20.8	3.0	8.8	0.0	93.1	84	16	0
9	65.9	26.5	5.3	10.2	0.3	108.1	77	22	1

No.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	total	Ab	An	Or
10	59.1	25.6	6.9	7.3	0.0	98.9	66	34	0
11	59.4	27.5	8.7	7.0	0.0	102.6	59	41	0
12	66.4	22.5	2.6	10.3	0.0	101.7	88	12	0
13	64.1	24.8	5.1	9.2	0.0	103.2	77	23	0
14	56.5	25.8	7.8	6.8	0.0	96.9	61	39	0
15	56.4	26.1	8.0	6.7	0.0	97.2	60	40	0
代表値1	67.8	19.7	0.0	11.1	0.3	99.8	—	—	—
代表値2	67.4	20.5	0.8	11.0	0.4	100.4	—	—	—

(Deer et al.(1992))

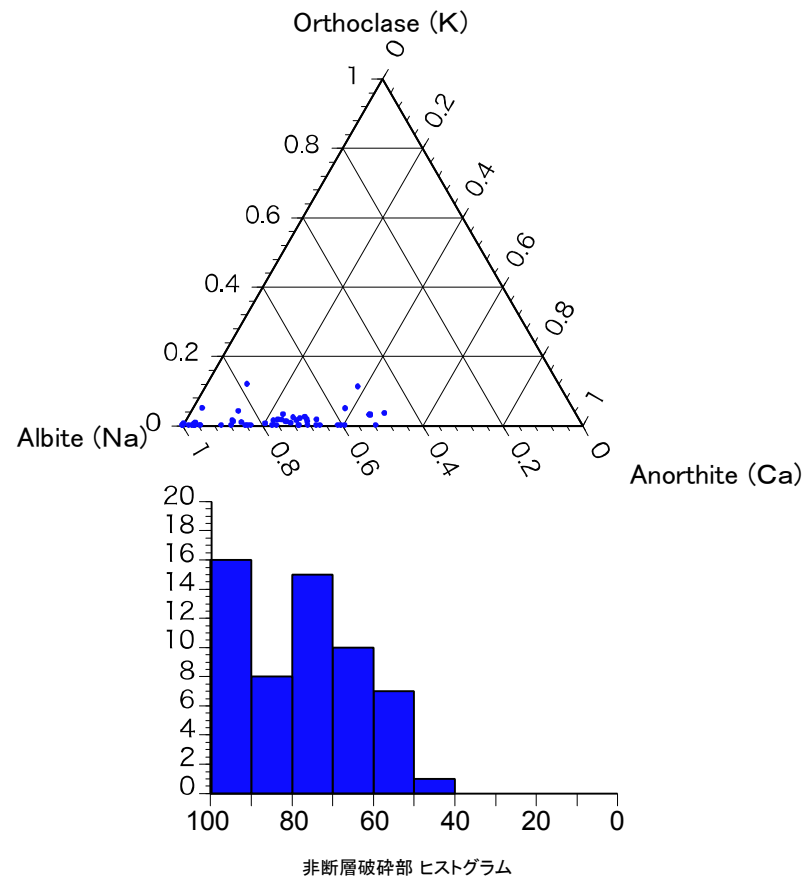
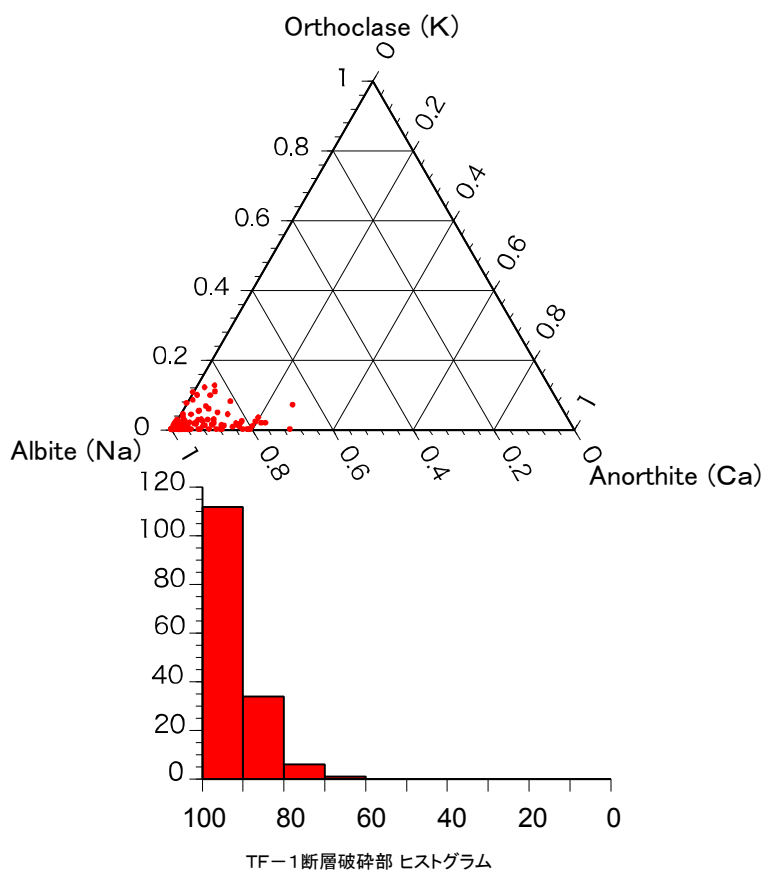
TF-1A1孔コア試料の分析結果の詳細については、「補足説明資料4_3」に示す。

5. 敷地の断層の活動性評価

5.2 断層と脈の関係

5.2.2 最新面を横断する鉱物の検討

【同一条件下で生成する鉱物の検討: 斜長石のアルバイト化(4)】



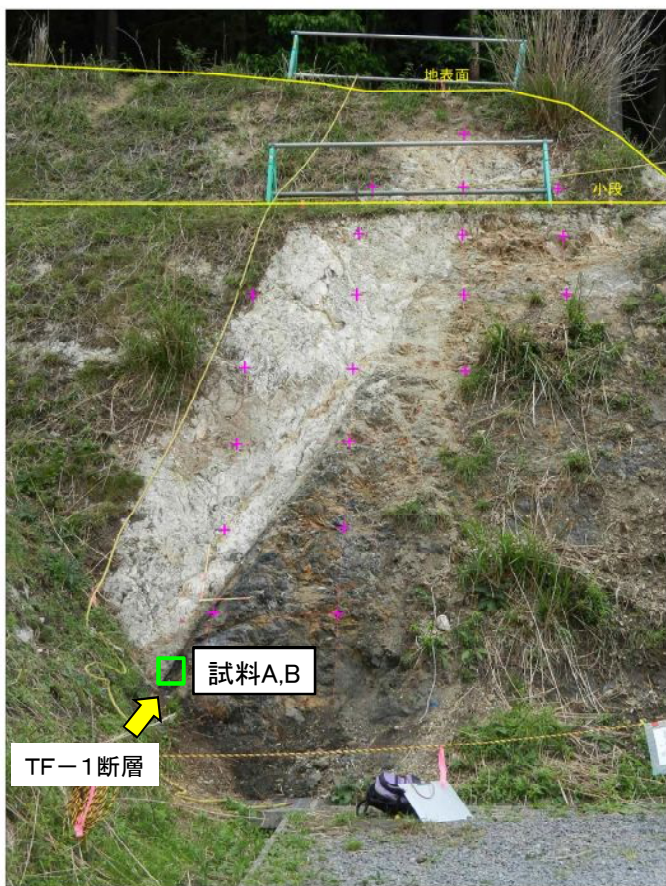
- TF-1断層破砕部と非破砕部における、斜長石のアルバイト化に関する検討を行った。
 - 非断層破砕部の斜長石の多くはアルバイト成分が60~80%であり、断層破砕部の斜長石の多くはアルバイト成分が80%以上である。
- ⇒非断層破砕部と比較して、TF-1断層破砕部はアルバイト成分に富む傾向を確認した。

5. 敷地の断層の活動性
5.2 断層と脈の関係

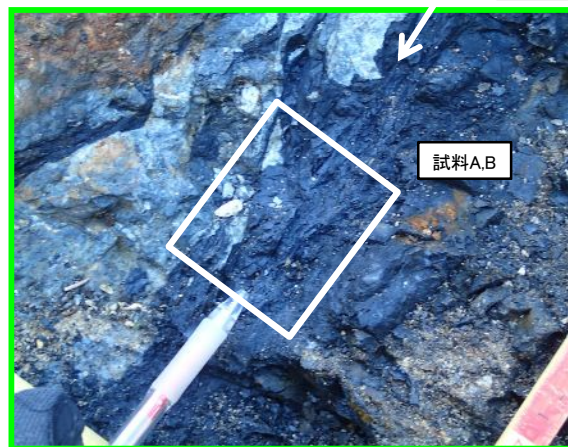
5.2.2 最新面を横断する鉱物の検討

【同一条件下で生成する鉱物の検討：試料採取位置】

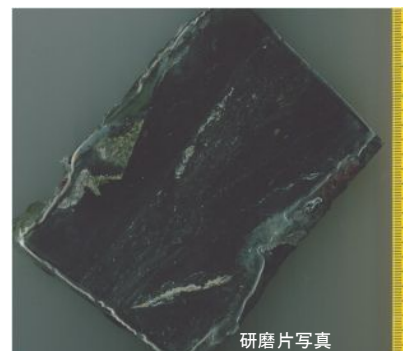
- 露頭観察により破碎部内の直線性及び連続性の高い面について試料採取を行った。
- TF-1断層最新面の認定にあたってはCT画像観察を実施し、内部構造を含む直線性・連続性の高い面(CT画像による最新面)を確認した。



TF-1断層露頭写真



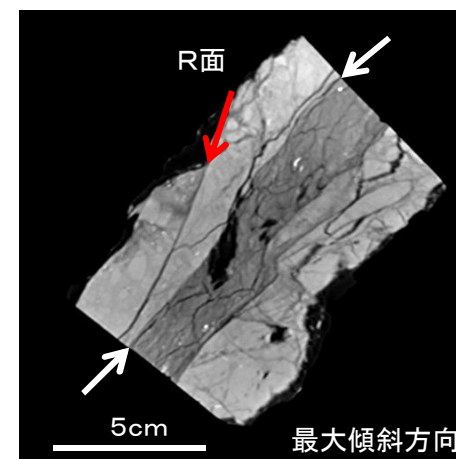
試料採取位置



研磨片写真

枠囲みの内容は商業機密又は防護上の観点から公開できません。

※ 試料Bについては、試料Aの奥からXRD及びSEM用の試料を採取した。

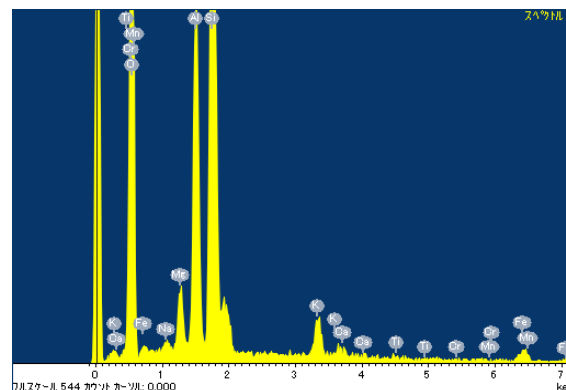
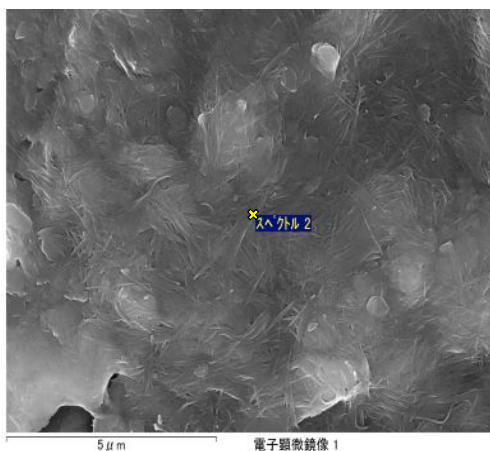
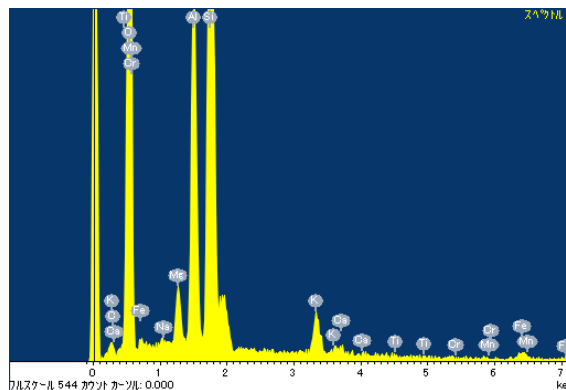
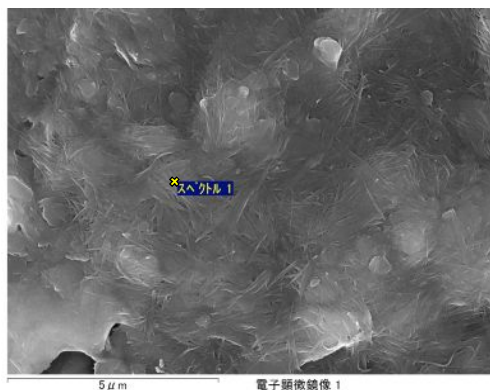


5. 敷地の断層の活動性評価

5.2 断層と脈の関係

5.2.2 最新面を横断する鉱物の検討

【同一条件下で生成する鉱物の検討: イライト晶出の検討(試料A)】



	スペクトル1	スペクトル2	イライトの代表値
SiO ₂	69.1	65.2	51.25
TiO ₂	0	0	0.17
Al ₂ O ₃	22.1	22.7	23.53
FeO	1.7	3.9	2.02
Fe ₂ O ₃	-	-	0.33
MgO	3.2	3.7	3.32
CaO	0.7	0.7	0.59
Na ₂ O	0	0.6	0.05
K ₂ O	3.3	3.3	7.61
H ₂ O+	-	-	5.87
H ₂ O-	-	-	5.26
total	100	100.01	100.02
Number of Cation			
O=22			
Si	7.845	7.397	7.163
Al	2.951	3.033	3.877
Ti	0.000	0.000	0.018
Fe	0.323	0.738	-
Fe ₃ ⁺	-	-	0.212
Fe ₂ ⁺	-	-	0.039
Mg	0.535	0.623	0.692
Ca	0.080	0.083	0.088
Na	0.000	0.128	0.014
K	0.473	0.479	1.357

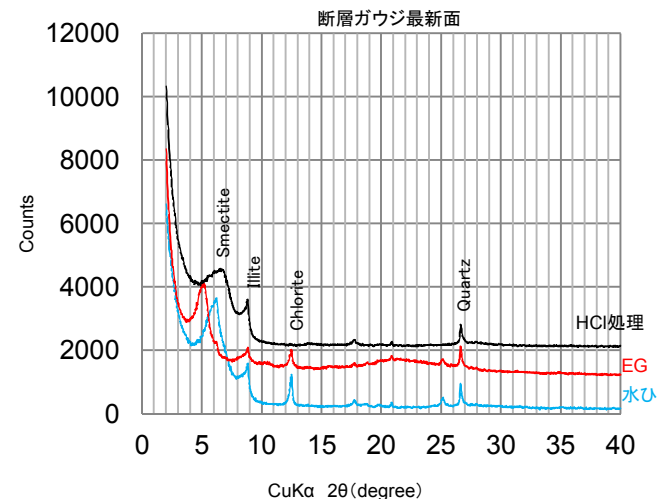
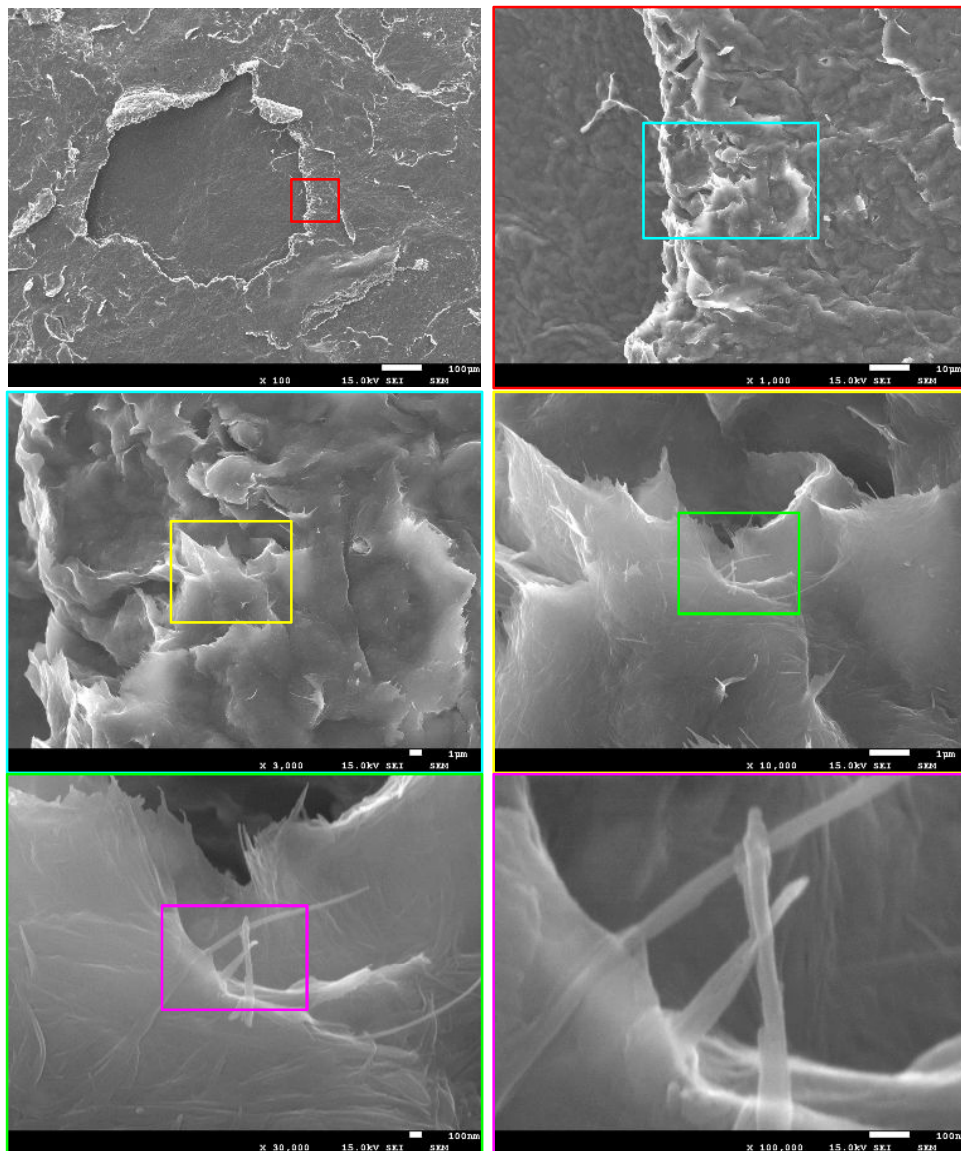
スペクトル1, 2は100%換算値
代表値はDeer et al., (1992)による

- SEM-EDS分析の結果から、長柱状の粘土鉱物中にはカリウムの存在が確認された。
⇒長柱状の粘土鉱物は、カリウム質粘土鉱物のイライトと考えられる。

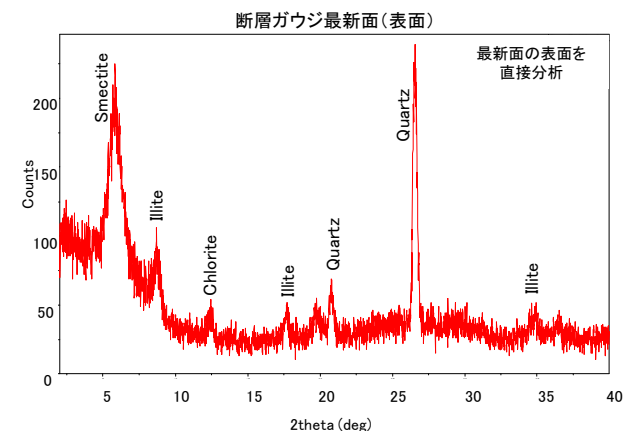
試料Aの分析結果の詳細については、「補足説明資料4.3」に、SEM観察による粘土鉱物の形状については「補足説明資料4.4」に示す。

5. 2. 2 最新面を横断する鉱物の検討

【同一条件下で生成する鉱物の検討:イライト晶出の検討(試料B)】

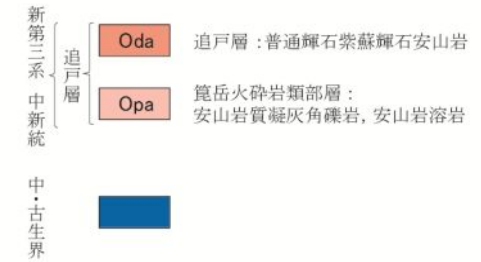
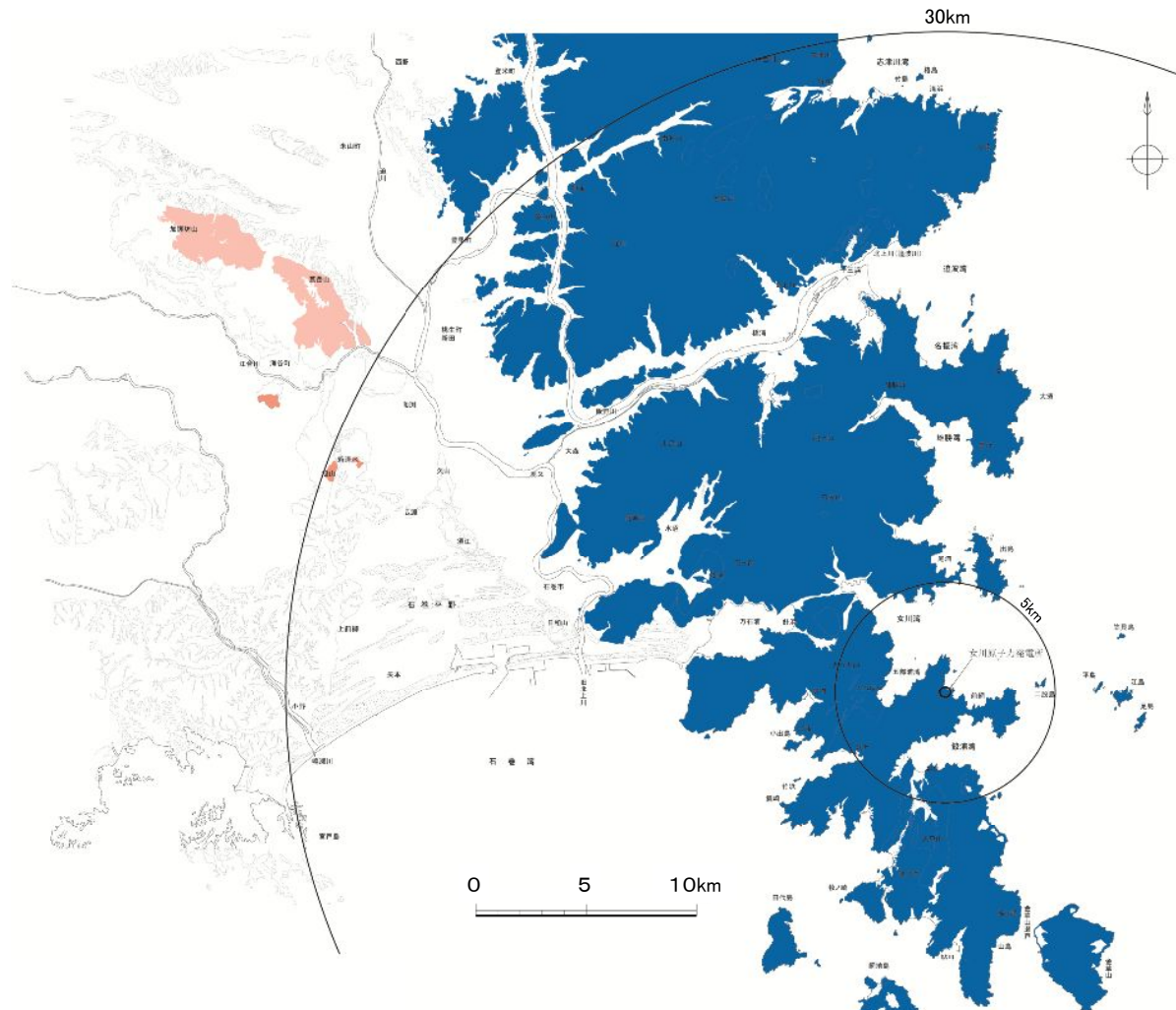


- EGでピークがシフトするため、6.2° 付近のピークはスメクタイトである。
- 塩酸処理でピークが消えるため、12.5° 付近のピークは緑泥石である。



- SEM観察の結果、TF-1断層の最新面には長柱状の自形の粘土鉱物が成長し、破壊されていない。
- XRD分析の結果、TF-1断層の最新面から採取したガウジには、イライトの存在が確認された。
- 微小領域XRD分析においても、イライトの存在が確認されている。
- イライトの生成温度は200°C程度(日本粘土学会編(2009))とされており、カルサイトの生成温度と矛盾はないことを確認した。

5. 2. 2 最新面を横断する鉱物の検討 【熱史の検討: 熱水の生成環境】



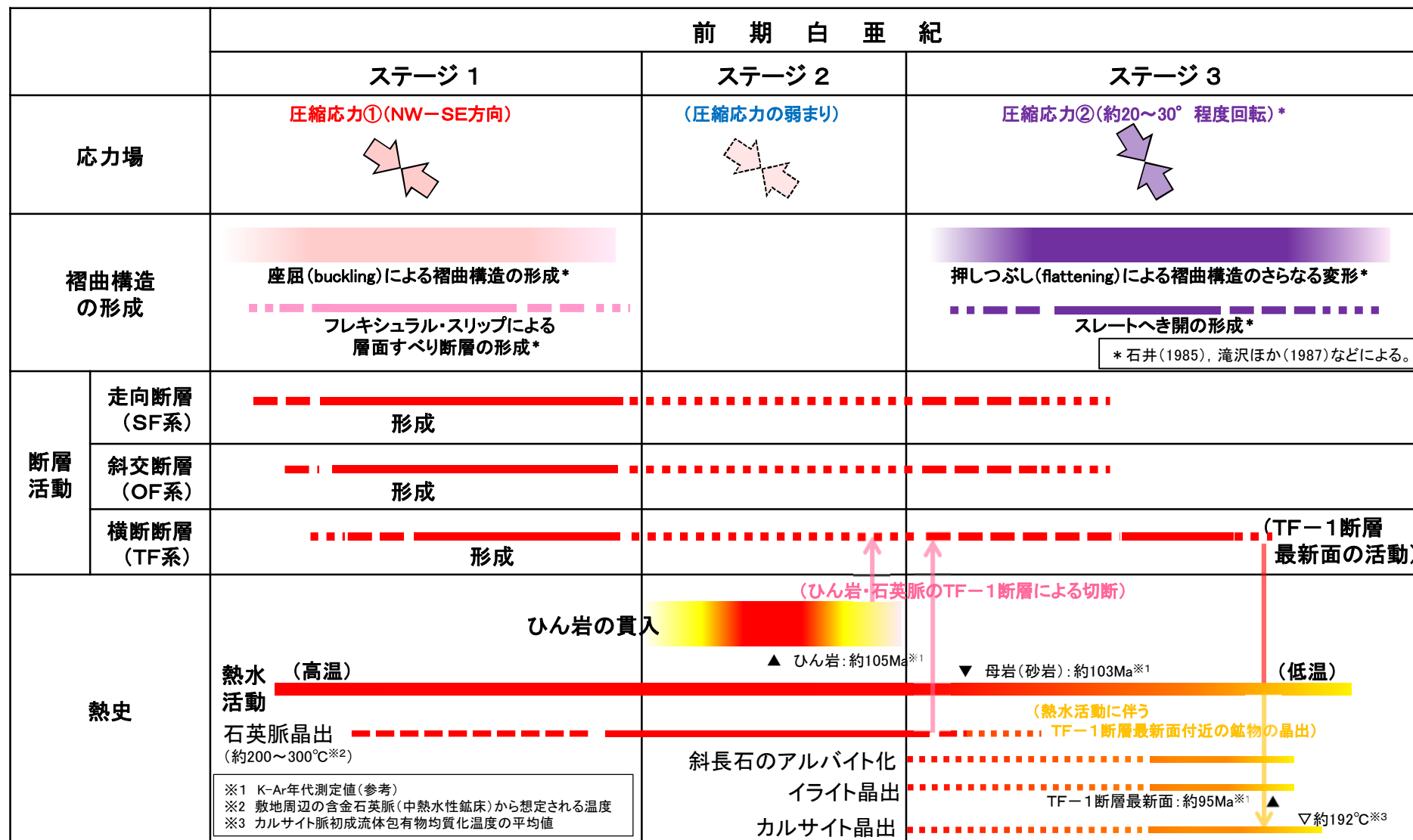
- 敷地を含む南部北上山地の中古生界分布域には、新第三紀中新世以降の火山岩類は分布しない。
- 現在の火山フロントは、女川原子力発電所から西に約60km離れた位置にある。
- ⇒ 女川原子力発電所付近には、新第三紀中新世以降の火成活動は認められない。

5. 敷地の断層の活動性評価

5. 2 断層と脈の関係

5. 2. 2 最新面を横断する鉱物の検討【熱史の検討】

- 一連の熱水活動において、温度条件・熱水成分の変化に応じて、異なる粘土鉱物(脈)が形成されたと考えられる。
- イライト・カルサイトの鉱物脈・結晶の晶出は、母岩・断層面を破壊・貫入しながら形成されたものではなく、既存の割れ目や基質の空隙に晶出したものと考えられる。
- 石英脈は確認された中ではTF-1断層に切られているが、カルサイト脈等と比較して、より早期の高温状態の熱水から晶出したものであり、時間的に矛盾はないものと考えている。
- ✓ 敷地周辺の中生界には、滝沢ほか(1974)等によれば点在する金鉱山として中熱水性鉱床(約200~300°C)の含金石英脈の存在が知られており、石英脈の形成環境を示唆するものと考えられる。(※2)

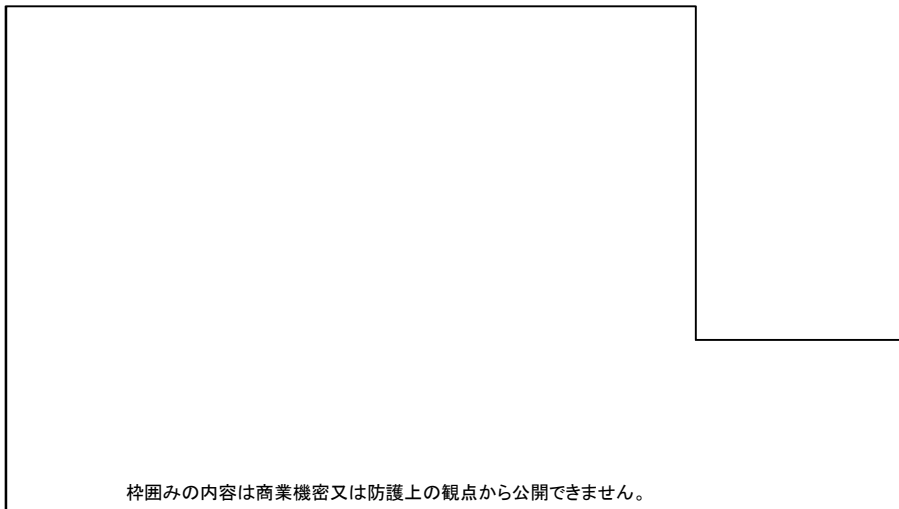


※1 K-Ar年代測定値(参考)
 ※2 敷地周辺の含金石英脈(中熱水性鉱床)から想定される温度
 ※3 カルサイト脈初成流体包有物均質化温度の平均値

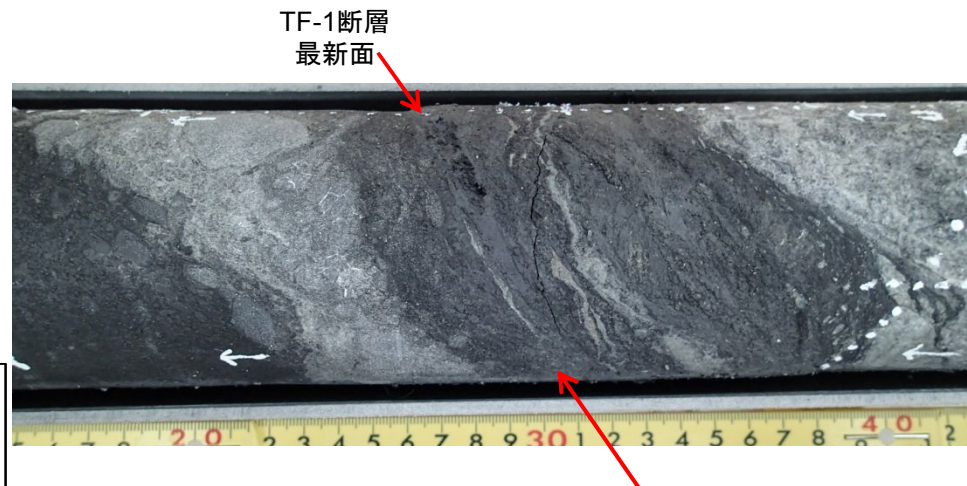
5. 敷地の断層の活動性評価

5.2 断層と脈の関係

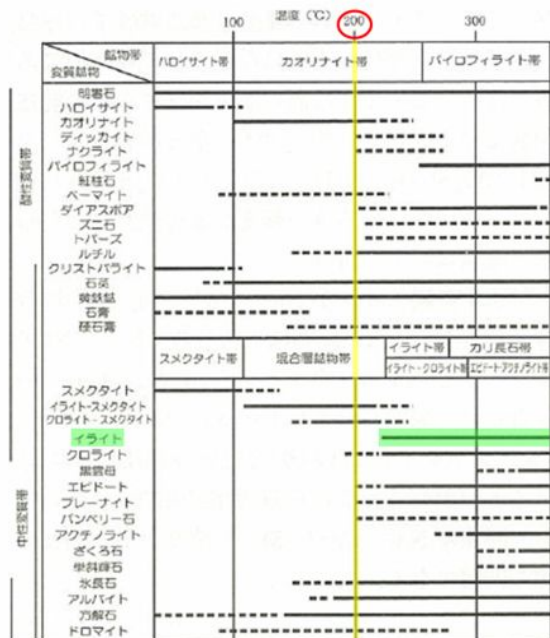
(参考) 熱史の検討【K-Ar年代測定】



枠囲みの内容は商業機密又は防護上の観点から公開できません。



K-Ar年代分析試料 採取位置
・最新面においてコアを半分けし、最新面上の試料を用いた。



※日本粘土学会編(2009)

試料番号	測定物 (粒径)	カリウム含有量 (wt.%)	放射性起源 ⁴⁰ Ar (10 ⁻⁶ cc STP/g)	K-Ar年代 (Ma)	非放射性起源 ⁴⁰ Ar (%)
3RS-5 (137.49-137.75m)	長石 (50-75 μm)	2.548 ± 0.051	1075.8 ± 10.6	105.6 ± 2.3	4.1
D-2 (44.50-44.80m)	長石 (50-75 μm)	2.131 ± 0.043	915.9 ± 9.1	107.5 ± 2.3	4.3
0-TF-1	イライト (0.2-2 μm)	4.029 ± 0.081	1536.6 ± 21.6	95.7 ± 2.3	28.1

貫入岩
(ひん岩)

TF-1断層
最新面

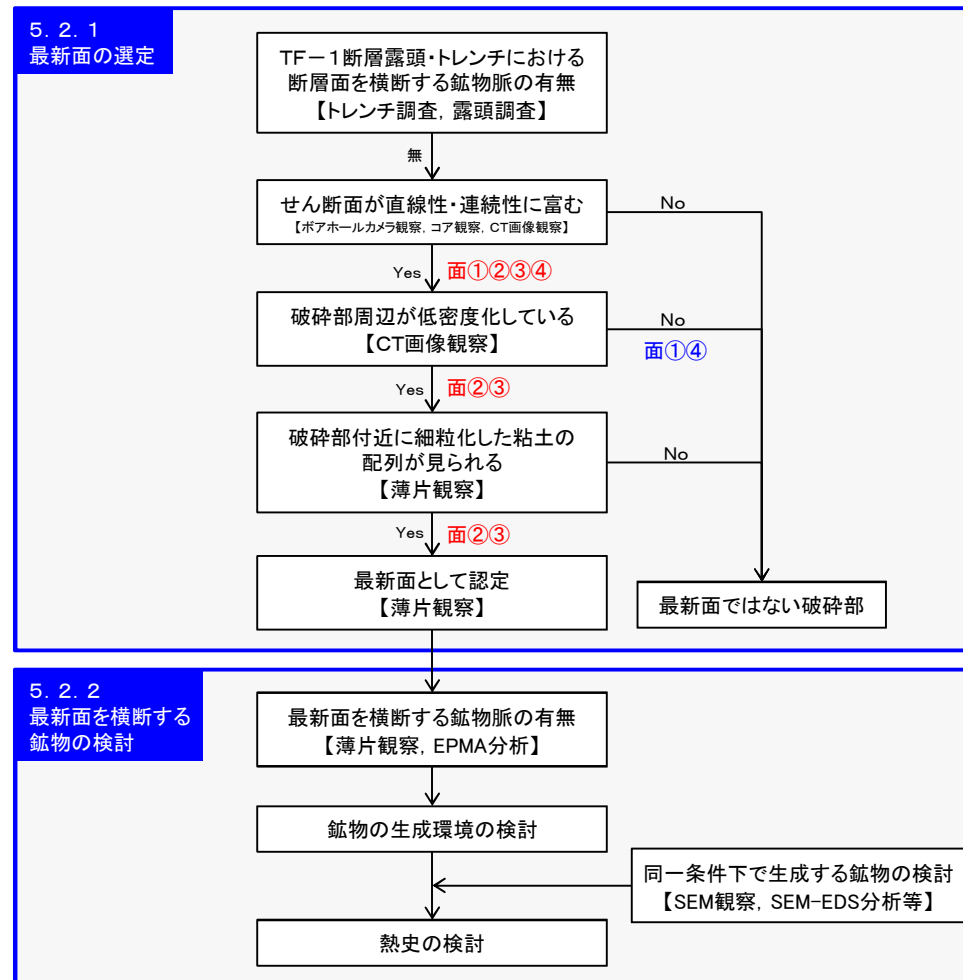
- TF-1断層粘土状破碎部におけるイライトのK-Ar年代を測定し、95.7Maとの結果が得られた。
- ✓ この結果は既往試料(TF-1断層ガウジ部の最も変質が進行した試料)での97.8Maとの結果とも整合的である(詳細は「補足説明資料4.4」に示す)。
- 一方、貫入岩(ひん岩)のK-Ar年代として、105.6Maと107.5Maが得られた。

5. 敷地の断層の活動性評価【まとめ】

- TF-1断層破砕部の軟質部を伴う範囲について、コア観察、CT画像観察及び薄片観察を行い、最新面を認定した。
- TF-1断層の最新面を対象に行った薄片観察及びEPMA分析の結果から、カルサイト(鉱物脈)が最新面を横断して晶出しており、変形していない状況を確認した。
- カルサイトの生成条件下における他の鉱物の検討(SEM観察、SEM-EDS分析等)や熱史の検討等を行い、カルサイトは前期白亜紀に終息した熱水活動により生成されたものであることを確認した。



TF-1断層は、後期更新世よりもはるかに古い前期白亜紀の熱水活動が終息して以降に活動していないことから、地震活動に伴って永久変位が生じる断層に該当しない。

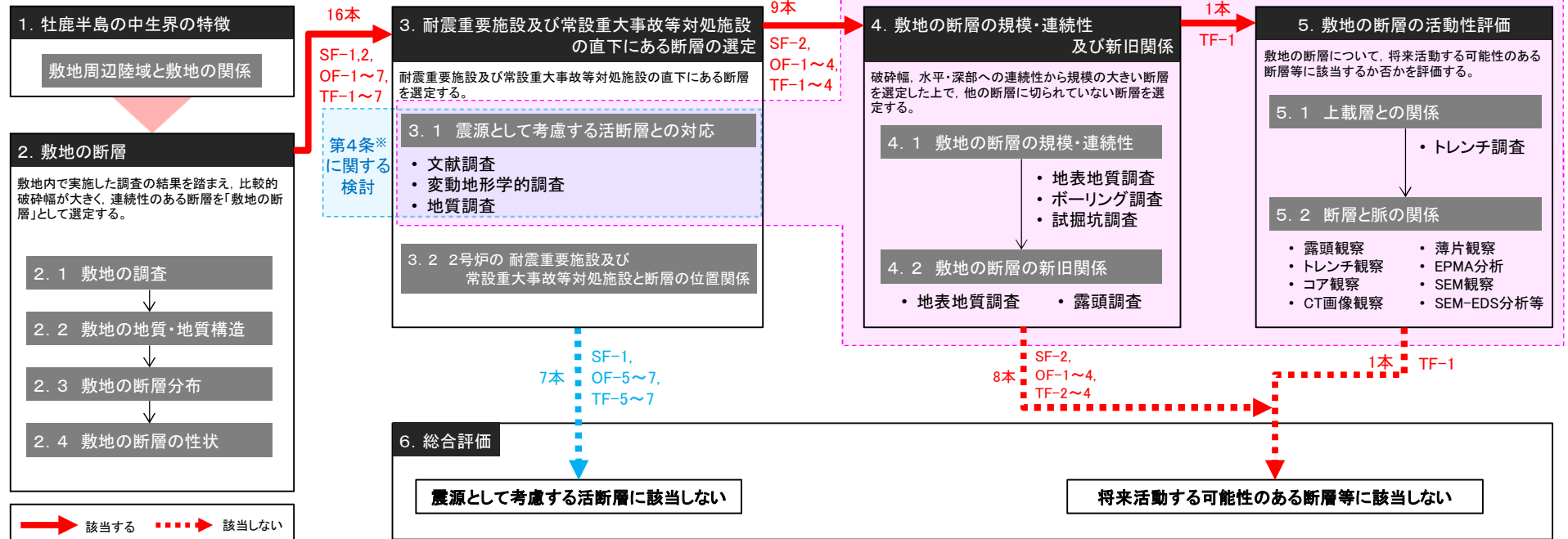


6. 総合評価

6. 総合評価

【評価の流れ】

※実用発電用原子炉及びその附属施設的位置、構造及び設備の基準に関する規則



- 敷地において、比較的破碎幅が大きく、連続性を有する断層として、SF-1,2断層、OF-1~7断層、TF-1~7断層が確認された。
- これらの敷地の断層は、いずれの断層も震源として考慮する活断層には該当しないことを確認した。
- SF-1断層、OF-5~7断層、TF-5~7断層は、2号炉の耐震重要施設との位置関係から、変位が施設に影響を及ぼすことはないことを確認した。
- SF-2断層、OF-1~4断層、TF-1~4断層について、規模・連続性及び新旧関係を確認し、活動性評価を行う断層として、TF-1断層を選定した。
- TF-1断層について、上載層及び脈との関係を詳細に確認した結果、後期更新世よりもはるかに古い前期白亜紀の熱水活動が終息して以降に活動していないことから、地震活動に伴って永久変位が生じる断層に該当しないことを確認した。

- 2号炉の耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設の直下にはない断層は、震源として考慮する活断層に該当しない。
- 2号炉の耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設の直下にある断層は、将来活動する可能性のある断層等に該当しない。

参考文献

1. 産業技術総合研究所地質調査総合センター(2013):日本重力CD-ROM
2. 滝沢文教・久保和也・猪木幸男(1987):寄磯地域の地質, 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 地質調査所
3. 滝沢文教・神戸信和・久保和也・秦光男・寒川旭・片田正人(1984):石巻地域の地質, 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 地質調査所
4. 活断層研究会編(1991):[新編]日本の活断層—分布図と資料, 東京大学出版会
5. 中田高・今泉俊文(2002):活断層詳細デジタルマップ
6. 日本地すべり学会東北支部(1992):東北の地すべり・地すべり地形—分布図と技術者のための活用マニュアル—
7. 防災科学技術研究所(2009):地すべり地形分布図第40集「一関・石巻」, 国立研究開発法人防災科学技術研究所
8. 日本粘土学会編(2009):粘土ハンドブック(第三版), 技報堂出版株式会社
9. W. Deer, R.A. Howie and J. Zussman, 1992, Introduction to the Rock-Forming Minerals, Mineralogical Society
10. 産業技術総合研究所地質調査総合センター(編)(2014):1万年噴火イベントデータ集(ver. 2.2). 産総研地質調査総合センター(<https://gbank.gsj.jp/volcano/eruption/index.html>).
11. 滝沢文教・一色直記・片田正人(1974):金華山地域の地質, 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 地質調査所.
12. 石井和彦(1985):南部北上山地牡鹿半島における褶曲およびスレートへき開の形成過程, 地質学雑誌, vol91, no.5, p309-321