

4. 後期更新世に変位が生じた範囲の検討

評価方針

シームS-11のうち、後期更新世に変位が生じた範囲を検討し、仕分けする。後期更新世に変位が生じた範囲の検討は、変状が認められる箇所でのシームS-11の地表付近に着目し、以下の順に行う。

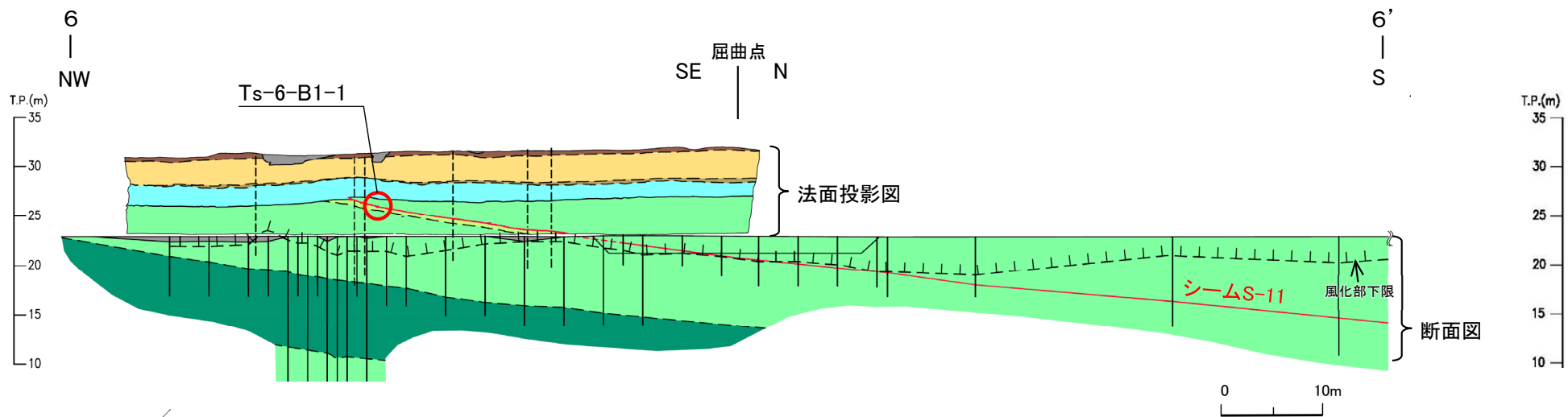
- Ts-6法面を後期更新世に変位が生じた部分の模式地点とし、シームS-11最新面の性状(CT・条線・SEM)及び上下盤の岩盤性状の特徴を把握する。この部分と同様の性状を示すシームS-11を「地表付近のシームS-11」と定義する。
- 一方、Tf-5(a)トレンチを後期更新世以降に変位が生じていない部分の模式地点とし、シームS-11最新面の性状(CT・条線・SEM)及び上下盤の岩盤性状の特徴を把握する(「2.3」参照)。この部分と同様の性状を示すシームS-11を「深部のシームS-11」と定義する。
- これらの特徴から、Ts-6法面のシームS-11を対象に、深部から地表付近に連続してシームS-11最新面の性状(CT・条線・SEM)を確認し、「深部のシームS-11」に該当する分析結果のうち最も浅い位置を、「後期更新世に変位が生じた範囲」の下端と設定する。
- 上記の結果を基に、「後期更新世に変位が生じた範囲」を設定し、その分布を地表付近のシームS-11の分布範囲として示す。

4. 後期更新世に変位が生じた範囲の検討

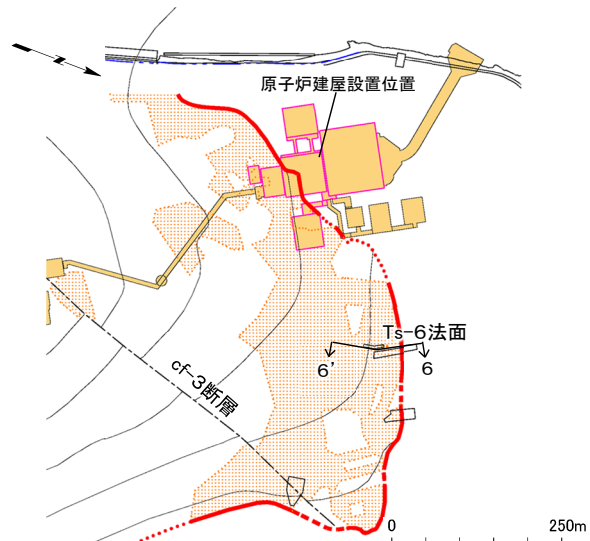
4.1 後期更新世に変位が生じた部分の検討(1/12)

後期更新世に「変位が生じた」部分の検討方法及び試料採取位置

- ボーリングコア及び法面で採取したブロック試料を用いて、シームS-11最新面の性状(CT, 条線, SEM)及び上下盤の岩盤性状を分析し、後期更新世に変位が生じた部分の特徴を把握する。
- 後期更新世に変位が生じた部分のシームS-11を「地表付近のシームS-11」と定義する。

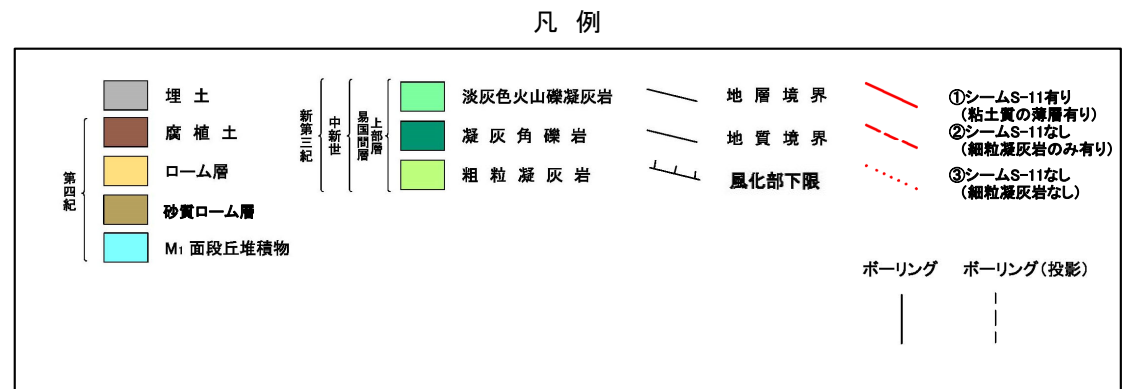


Ts-6法面付近の断面図・法面投影図



本図のFT5-3/ctf等層準は、原地形で作成。

断面位置

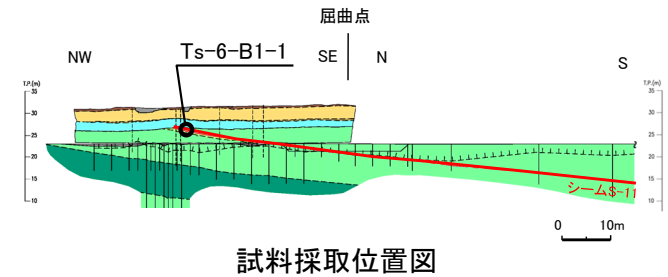


4. 後期更新世に変位が生じた範囲の検討

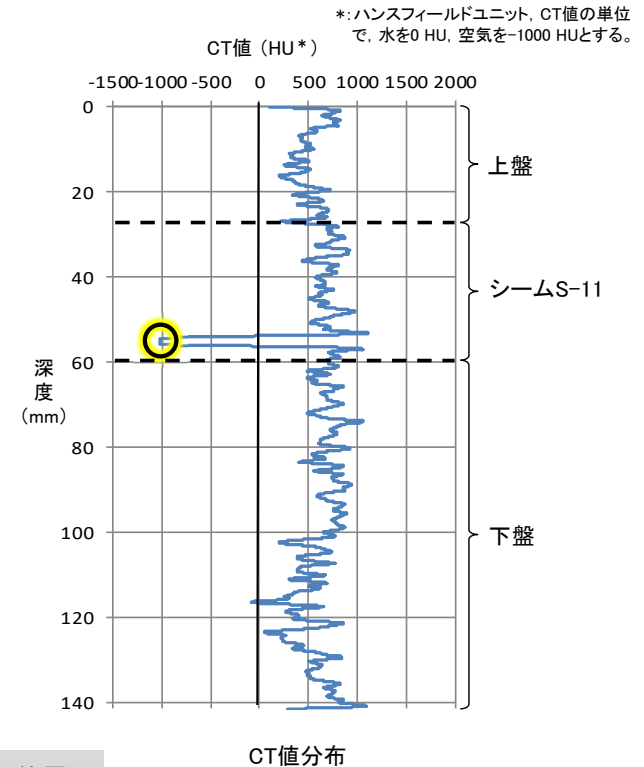
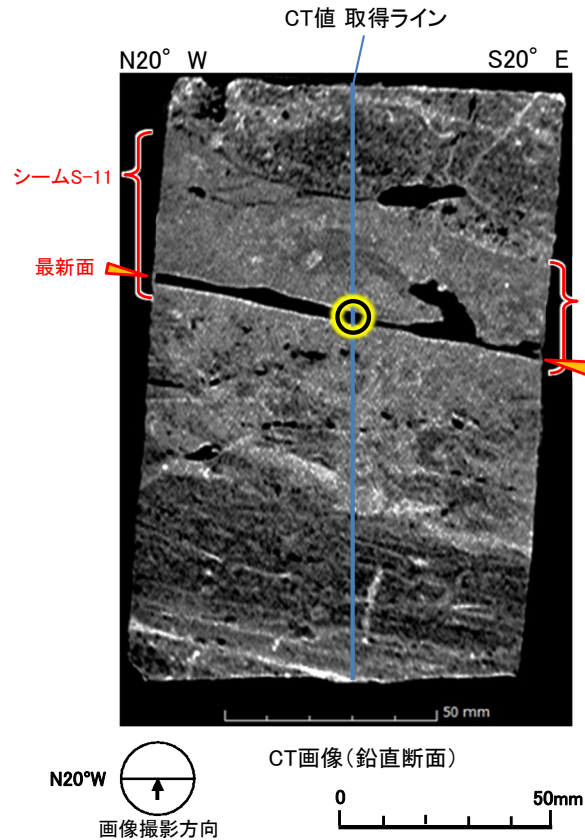
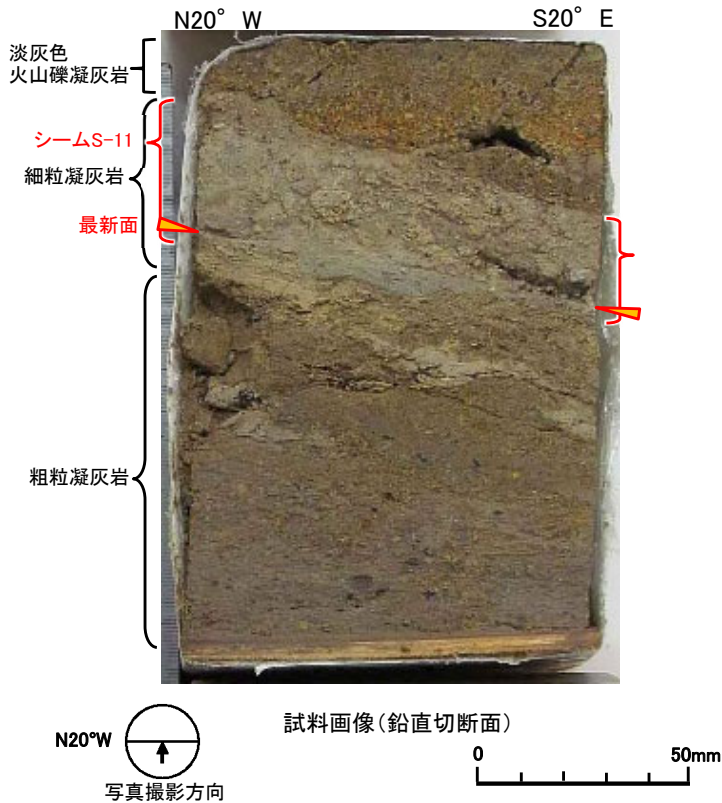
4.1 後期更新世に変位が生じた部分の検討(2/12)

後期更新世に「変位が生じた」部分の分析結果(1/3): CT画像(最新面の密着程度)・CT値(岩盤性状)

- 後期更新世に変位が生じた部分のブロック試料Ts-6-B1-1の性状を示す。
- シームS-11最新面は、CT画像によると開口している。
- シームS-11上下盤の岩盤性状に係わるCT値は低い(300HU~800HU程度)。



後期更新世に変位が生じた部分のシームS-11: Ts-6-B1-1



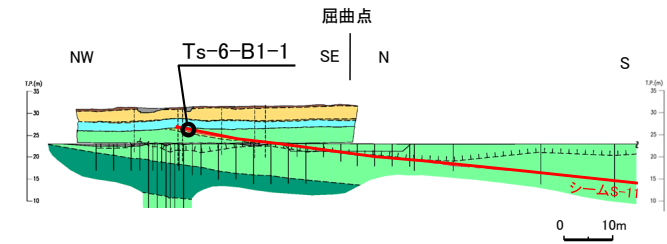
シームS-11上下盤のCT値は300HU~800HU程度である(精査中)。

4. 後期更新世に変位が生じた範囲の検討

4.1 後期更新世に変位が生じた部分の検討(3/12)

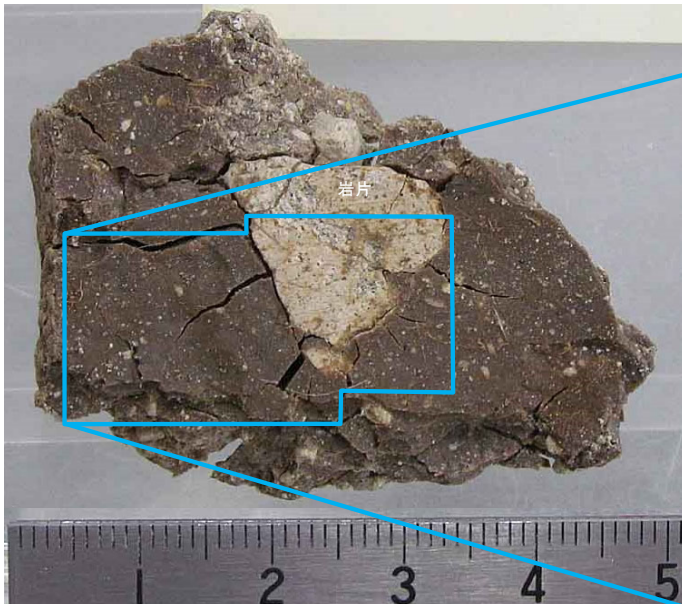
後期更新世に「変位が生じた」部分の分析結果(2/3): 条線観察(条線の明瞭度, 条線方向)

- シームS-11最新面の条線は、明瞭である。
- 条線方向はシームS-11の最大傾斜方向との角度差 20° で、おおむね一致する。

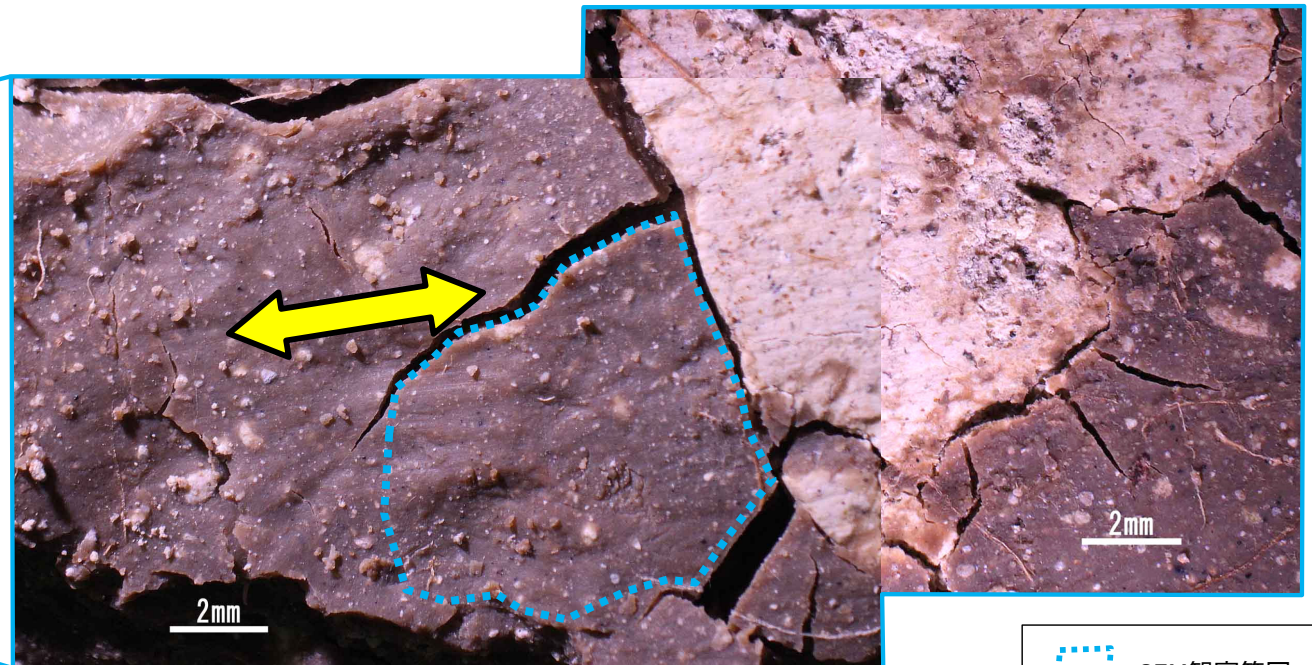


試料採取位置図

後期更新世に変位が生じた部分のシームS-11: Ts-6-B1-1



シームS-11最新面を下方から撮影



条線は明瞭。シームS-11の最大傾斜方向との角度差 20° である。

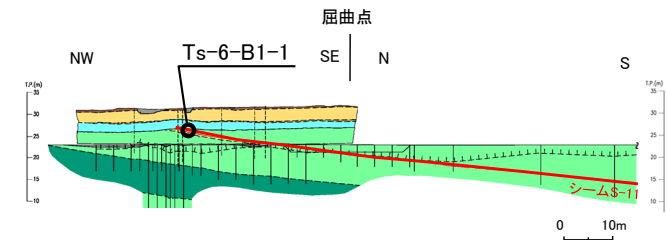


4. 後期更新世に変位が生じた範囲の検討

4.1 後期更新世に変位が生じた部分の検討(4/12)

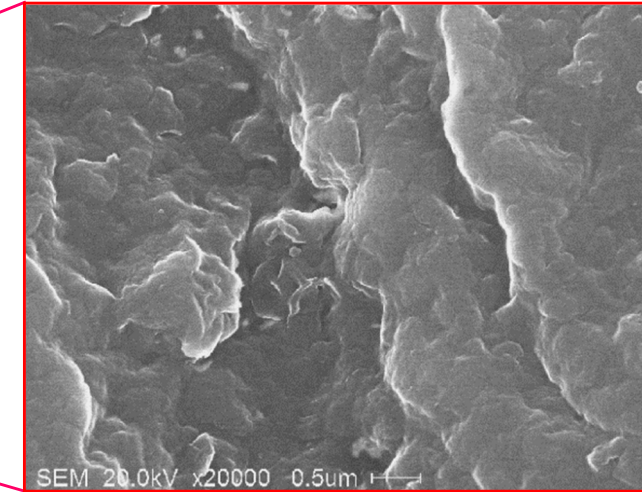
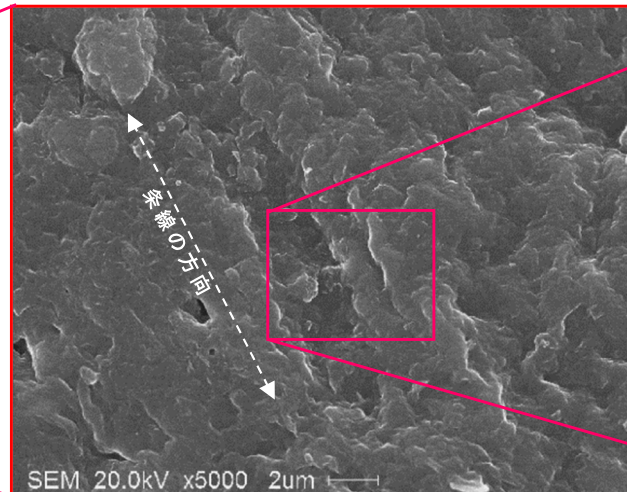
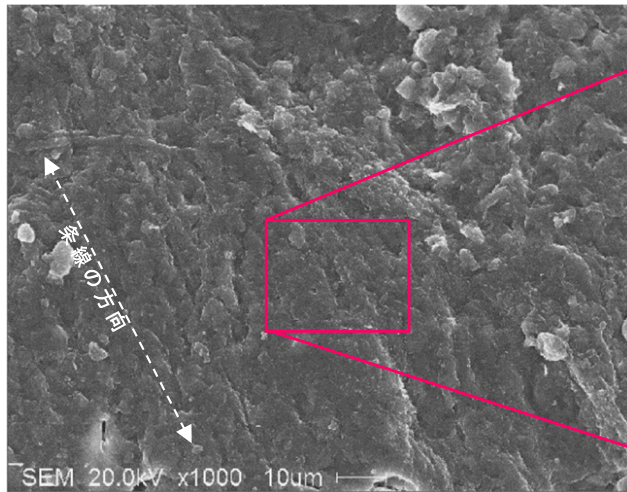
後期更新世に「変位が生じた」部分の分析結果(3/3): SEM画像(自形鉱物の有無)

シームS-11最新面に、自形鉱物(柱状の沸石及びフレーク状のス멕タイト)は認められない。



試料採取位置図

後期更新世に変位が生じた部分のシームS-11: Ts-6-B1-1

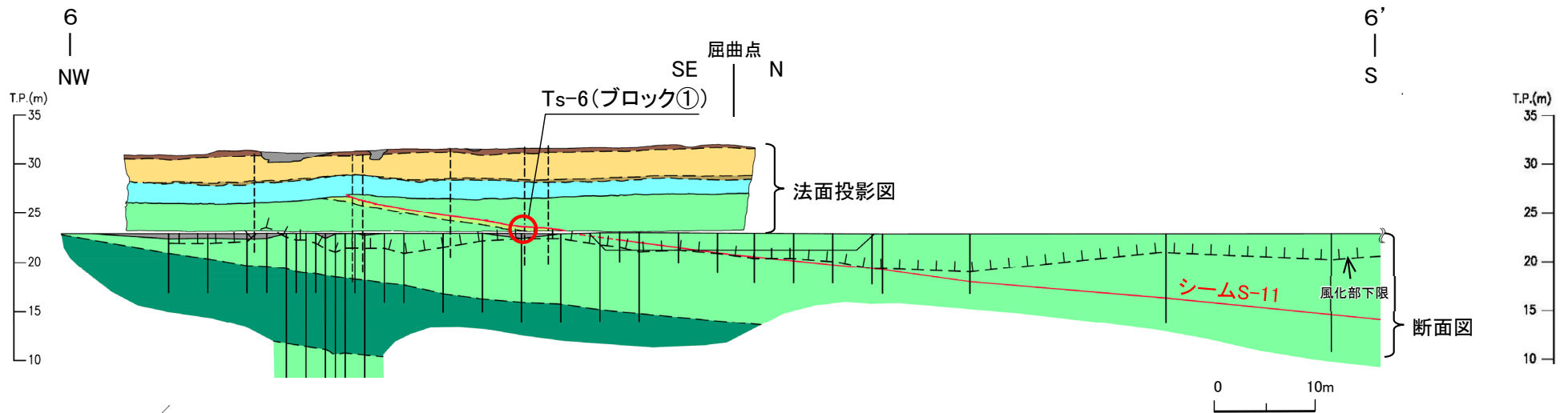


4. 後期更新世に変位が生じた範囲の検討

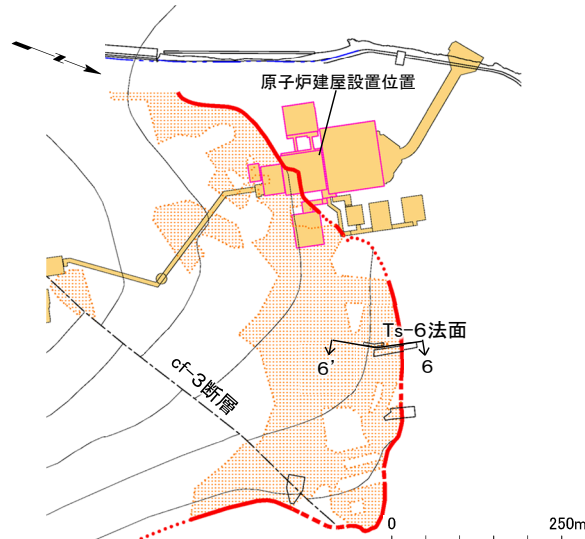
4.1 後期更新世に変位が生じた部分の検討(5/12)

後期更新世以降に「変位が生じていない」部分の検討方法及び試料採取位置

Ts-6法面において、シームS-11最新面の性状(CT・条線・SEM)を、深部から地表付近に連続して分析する。



Ts-6法面付近の断面図・法面投影図



断面位置

本図のFT5-3/ctf等層準は、原地形で作成。

凡例

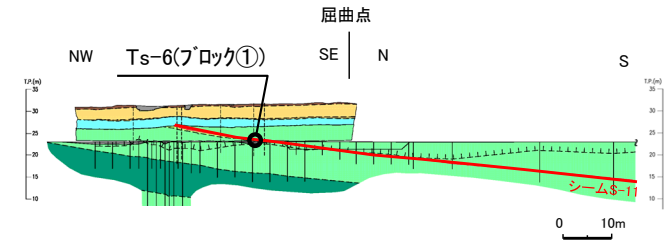
第四紀	埋土	新第三紀	中新世	上部更新世	淡灰色火山礫凝灰岩	地層境界	①シームS-11有り (粘土質の薄層有り)	
	腐植土				凝灰角礫岩			②シームS-11なし (細粒凝灰岩のみ有り)
	ローム層				粗粒凝灰岩			③シームS-11なし (細粒凝灰岩なし)
	砂質ローム層							
	M ₁ 面段丘堆積物				地質境界			
					風化部下限			
						ボーリング	ボーリング(投影)	

4. 後期更新世に変位が生じた範囲の検討

4.1 後期更新世に変位が生じた部分の検討(6/12)

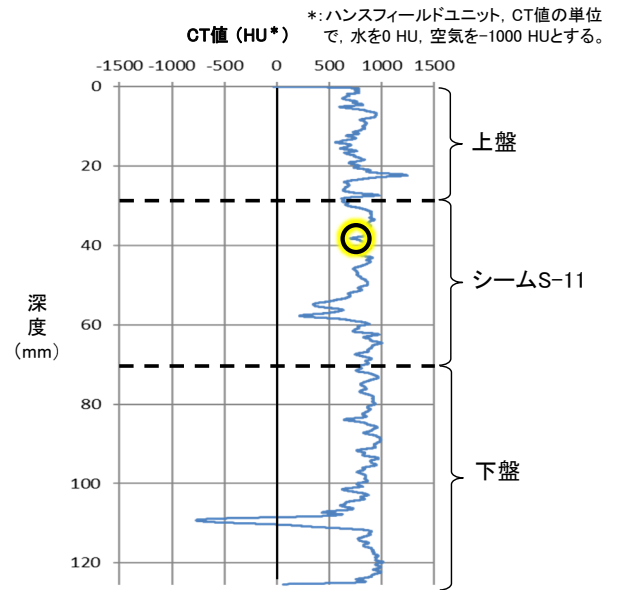
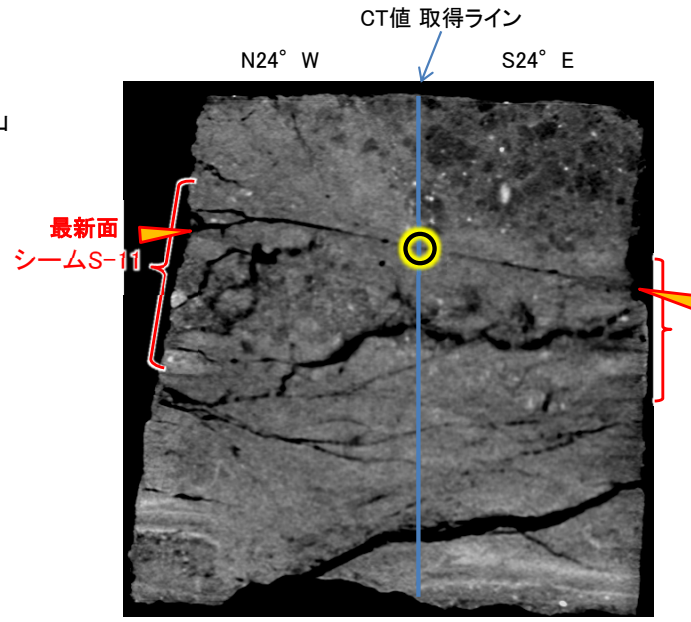
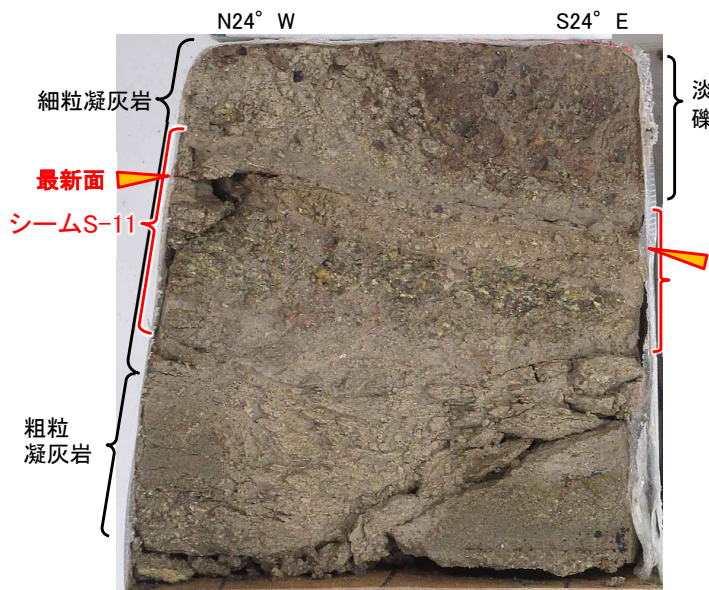
後期更新世以降に「変位が生じていない」部分の分析結果(1/3): CT画像(最新面の密着程度)・CT値(岩盤性状)

- Ts-6法面下部のTs-6(ブロック①)の性状を示す。
- シームS-11最新面は, CT画像によるとおおむね密着している。
- シームS-11上下盤の岩盤性状に係わるCT値は高い(700HU~900HU程度)。



試料採取位置図

後期更新世以降に変位が生じていない部分のシームS-11 : Ts-6(ブロック①)



CT値分布

シームS-11上下盤のCT値は700HU~900HU程度である(精査中)。

写真撮影方向
試料画像(法面の走向にほぼ平行な鉛直断面)

画像撮影方向
CT画像(鉛直断面)

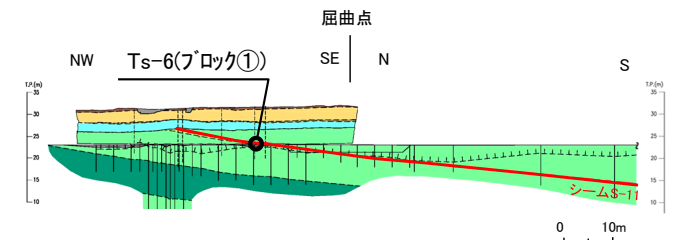
● 最新面位置

4. 後期更新世に変位が生じた範囲の検討

4.1 後期更新世に変位が生じた部分の検討(7/12)

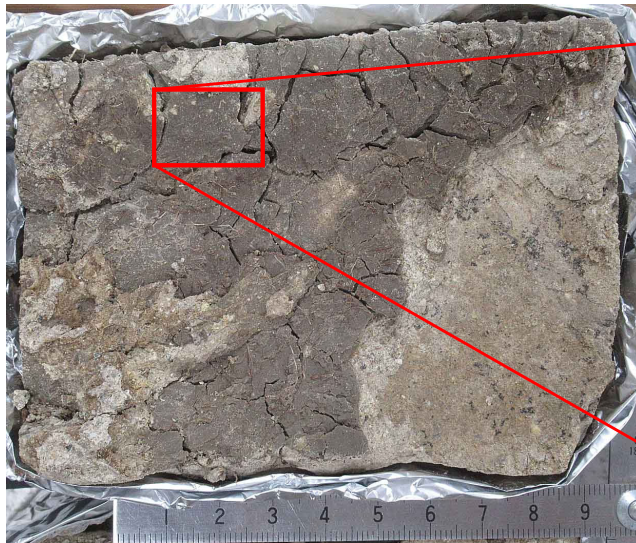
後期更新世以降に「変位が生じていない」部分の分析結果(2/3): 条線観察(条線の明瞭度, 条線方向)

- ・ シームS-11最新面の条線は, 不明瞭である。
- ・ 条線方向はシームS-11の最大傾斜方向との角度差 14° で, 一致する。

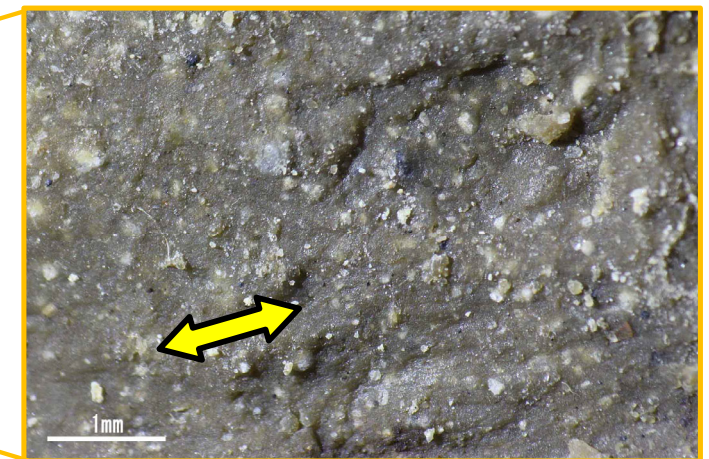
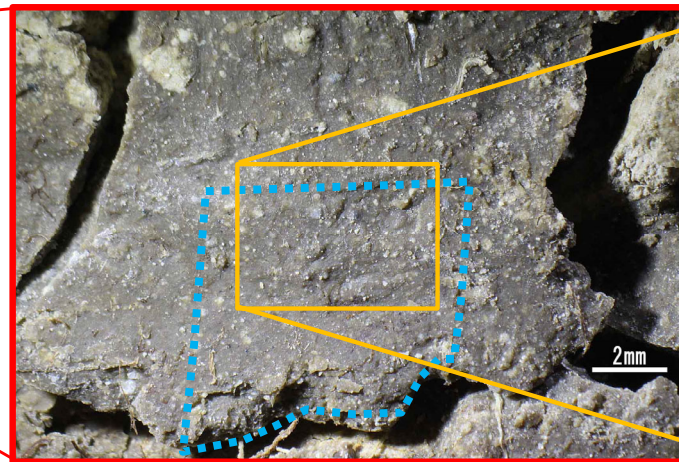


試料採取位置図

後期更新世以降に変位が生じていない部分のシームS-11 : Ts-6(ブロック①)



シームS-11最新面下方から撮影



条線は不明瞭。シームS-11の最大傾斜方向との角度差は 14° である。



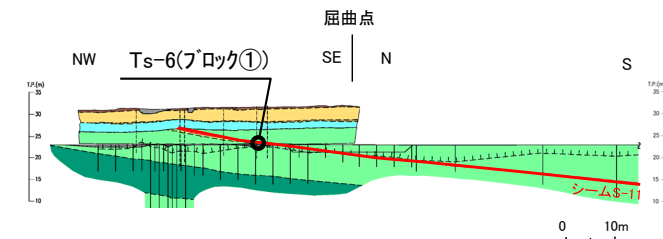
4. 後期更新世に変位が生じた範囲の検討

4.1 後期更新世に変位が生じた部分の検討(8/12)



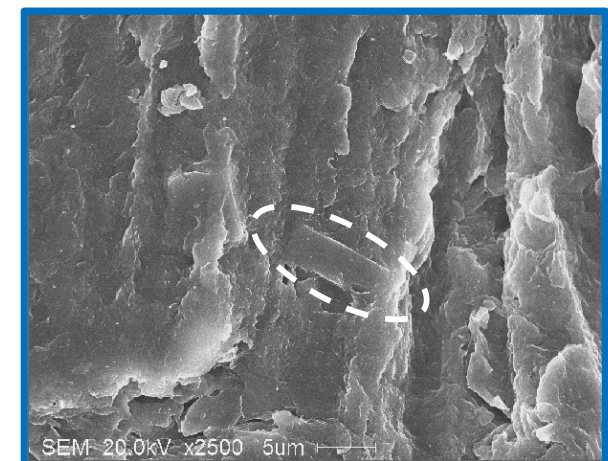
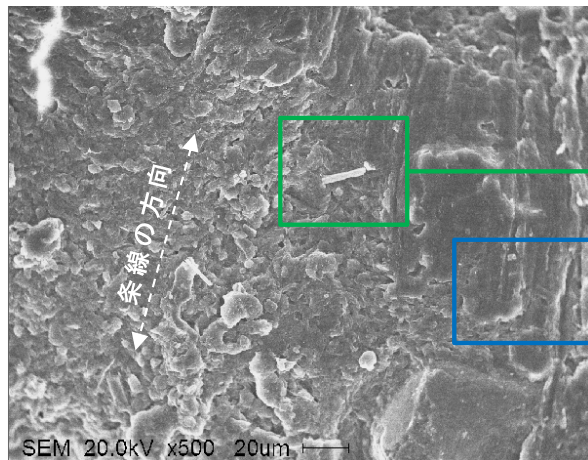
後期更新世以降に「変位が生じていない」部分の分析結果(3/3)：SEM画像(自形鉱物の有無)

シームS-11最新面に、自形鉱物(柱状の沸石及びフレーク状のスメクタイト)が認められる。



試料採取位置図

後期更新世以降に変位が生じていない部分のシームS-11：Ts-6(ブロック①)



条線方向と斜交する方向に伸長する長柱状の自形鉱物が見られる。

4. 後期更新世に変位が生じた範囲の検討

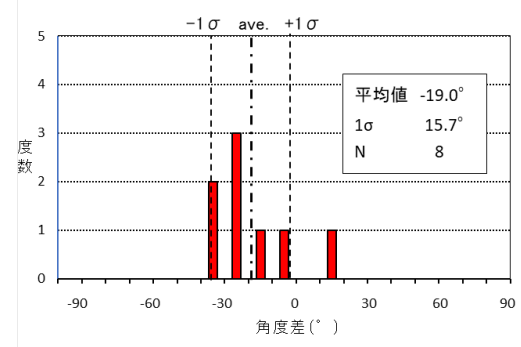
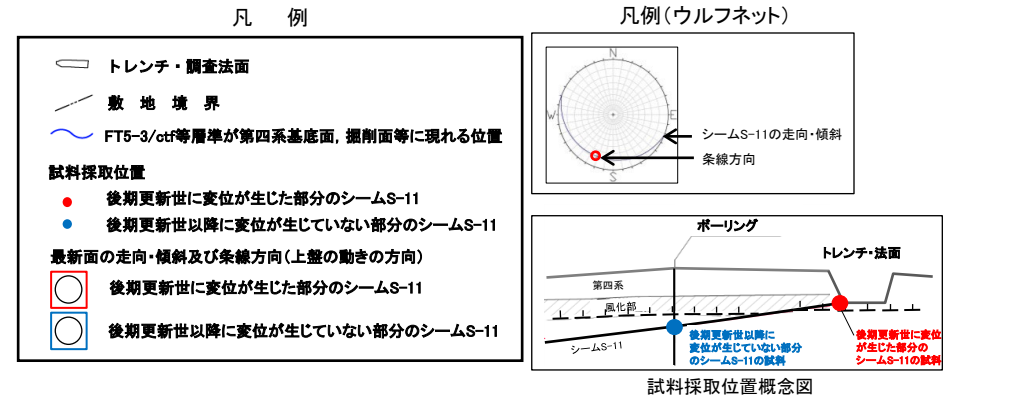
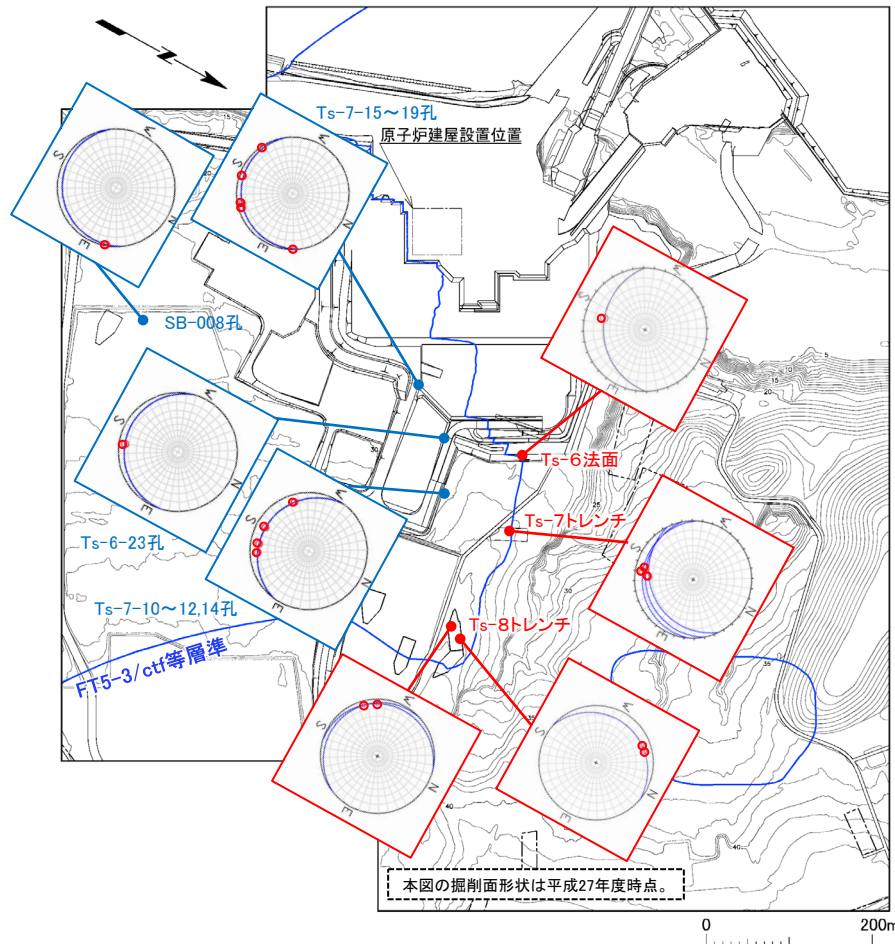
4.1 後期更新世に変位が生じた部分の検討(9/12)



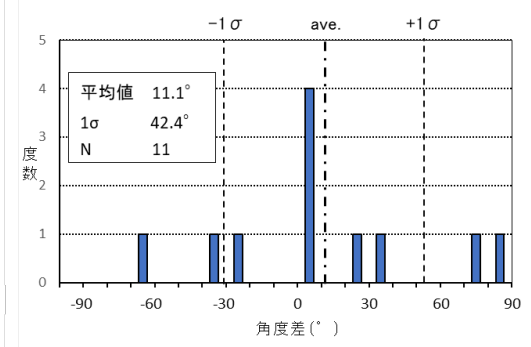
後期更新世に変位が生じた/生じていない部分のシームS-11の条線方向の比較

後期更新世に変位が生じた/生じていない部分のシームS-11の条線方向について、シームS-11の最大傾斜方向との関係を比較検討する。

- 後期更新世に変位が生じた部分のシームS-11最新面の条線は、上盤が上方に変位した方向(最大傾斜方向)を示し、各測定箇所での条線方向は最大傾斜方向におおむね一致し、両者の角度差の標準偏差(1σ)は16°で、ばらつきが小さい(図1a)。
- 後期更新世以降に変位が生じていない部分の角度差の標準偏差(1σ)は42°で、ばらつきが大きい(図1b)。



a. 後期更新世に変位が生じた部分のシームS-11



b. 後期更新世以降に変位が生じていない部分のシームS-11

図1 後期更新世以降の変位の有無に係わるシームS-11最大傾斜方向と条線方向との角度差の分布

4. 後期更新世に変位が生じた範囲の検討

4.1 後期更新世に変位が生じた部分の検討(11/12)

シームS-11最新面の性状の判定事例(1/2)

シームS-11の最新面のCT, 条線, SEMの観察結果と後期更新世の変位の有無の判定事例を以下に示す。

		後期更新世以降に変位が生じていない事例	後期更新世に変位が生じた事例	
分析項目	CT画像	<p>「密着」</p> <p>シーム S-11 最新面</p> <p>(試料位置は P.25参照)</p> <p>0 50mm JS-8</p>	<p>「おおむね密着」</p> <p>最新面 シームS-11</p> <p>(試料位置は P.36参照)</p> <p>0 50mm Ts-6(ブロック①)</p>	<p>「開口」</p> <p>最新面 シームS-11</p> <p>(試料位置は P.32参照)</p> <p>0 50mm Ts-6-B1-1</p>
	条線観察	<p>「条線の明瞭性: 不明瞭」</p> <p>条線位置</p> <p>「条線方向」</p> <p>JS-8</p> <p>条線方向とシームS-11の最大傾斜方向との角度差は30~40°で、一致しない(一致する/しないの判定基準の考え方は次頁参照: 精査中)。</p>	<p>「条線の明瞭性: 明瞭」</p> <p>条線位置</p> <p>「条線方向」</p> <p>Ts-6-B1-1</p> <p>条線方向とシームS-11の最大傾斜方向との角度差は20°で、おおむね一致する(一致する/しないの判定基準の考え方は次頁参照: 精査中)。</p>	
	SEM	<p>「自形鉱物有り」</p> <p>条線の方向</p> <p>JS-8</p>	<p>「自形鉱物なし」</p> <p>条線の方向</p> <p>Ts-6-B1-1</p>	

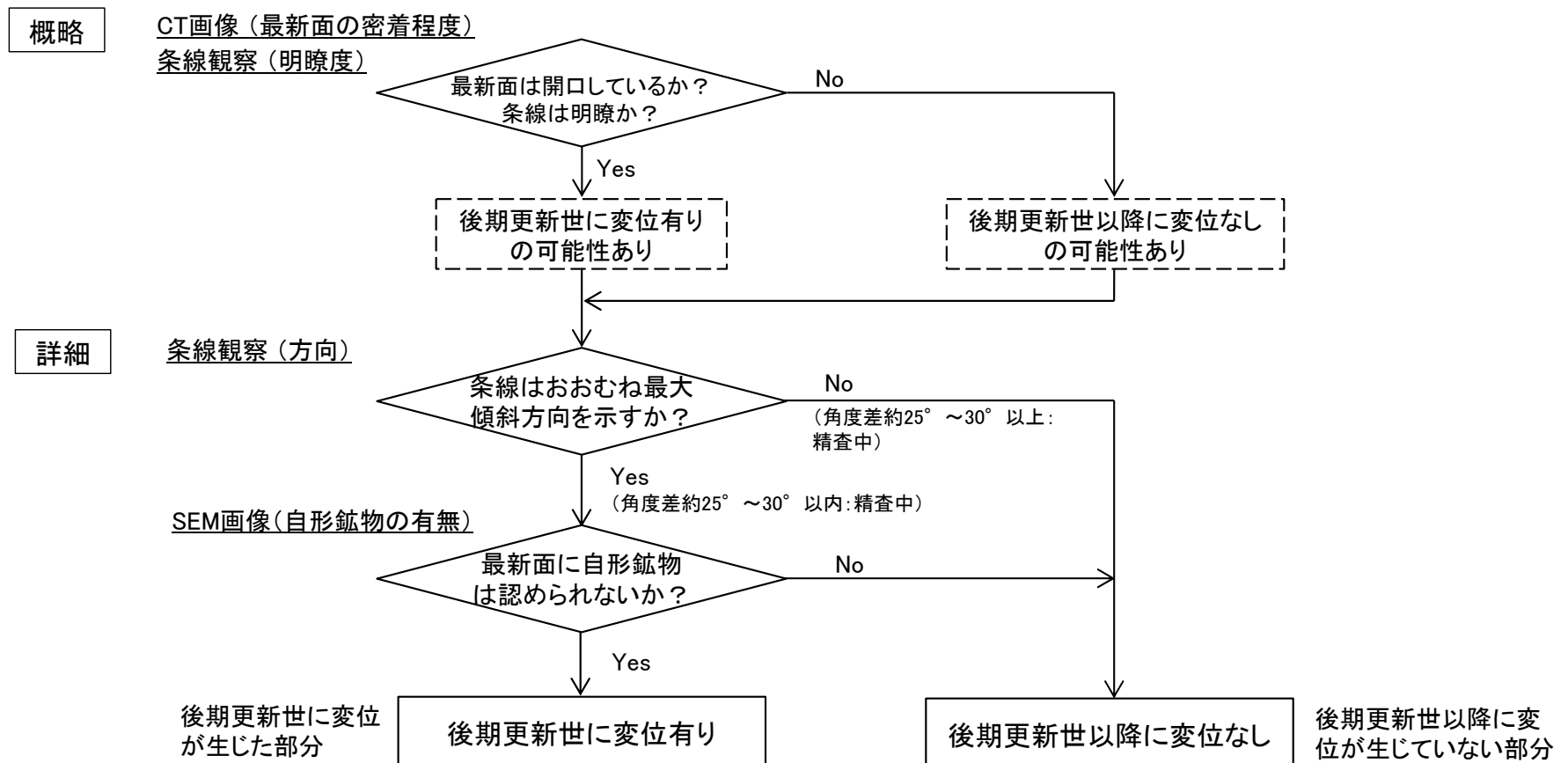
4. 後期更新世に変位が生じた範囲の検討

4.1 後期更新世に変位が生じた部分の検討(12/12)

シームS-11最新面の性状の判定事例(2/2): 判定の流れ

後期更新世の変位の有無は、CT・条線・SEMの分析結果を基に判定する。このうち、最も重視するのは最新面の条線方向である。

- CT画像による最新面の密着程度及び条線観察による条線の明瞭度により、変位の有無の可能性を概略的に判定する。
- 条線方向とシームの最大傾斜方向との関係等から、変位の有無を詳細に判定する。変位有りの部分では条線方向は最大傾斜方向におおむね一致する。その基準は両者の角度差が約 25° ~ 30° 以内(精査中)と考えられ、P.40の変位が生じた部分の角度差 31.4° ($\pm 1\sigma$)も調和的である。
- 一方、変位なしの部分でも角度差がおおむね一致する場合もあり、その場合はSEM観察によるシーム最新面の自形鉱物の有無により判定する。



CT・条線・SEMによるシームS-11最新面の性状判定の流れ

4. 後期更新世に変位が生じた範囲の検討

4.2 後期更新世に変位が生じた範囲(2/7)

後期更新世に変位が生じた範囲の考え方

後期更新世に変位が生じた範囲は以下のとおり設定する。

- Ts-6法面において、シームS-11最新面の性状(CT・条線・SEM)を、深部から地表付近に連続して分析し、後期更新世に変位が生じた部分の下端を設定する。
- また、シームS-11の岩盤のCT値によると、後期更新世に変位が生じた部分では上下盤は強風化部に該当する。
- これらから、後期更新世に変位が生じた部分の下端位置は、風化部厚さの半分程度(約50%:前頁参照)となり、この範囲を敷地内に展開すると、図2に示すように風化部にシームS-11が分布する幅の40%程度を「後期更新世に変位が生じた範囲」(図1のピンクハッチ)とする。

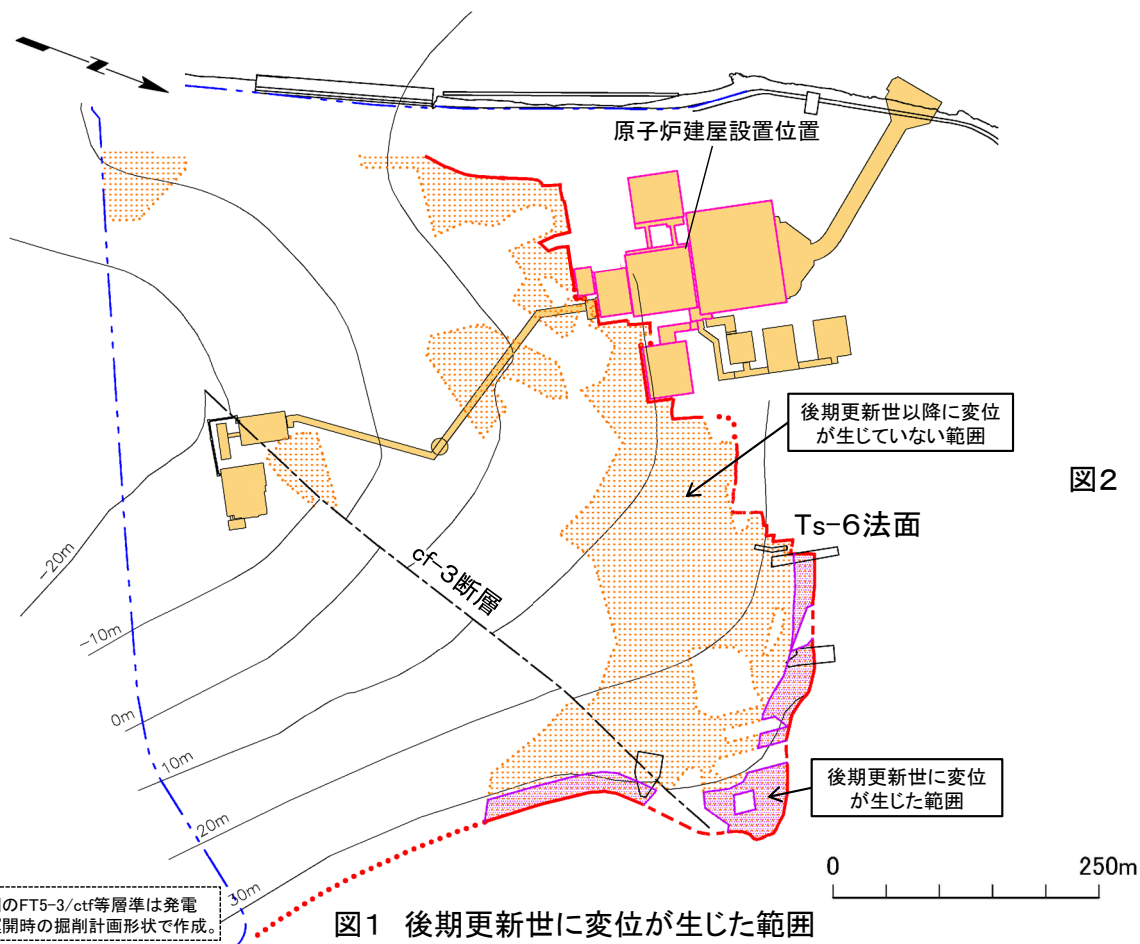


図1 後期更新世に変位が生じた範囲

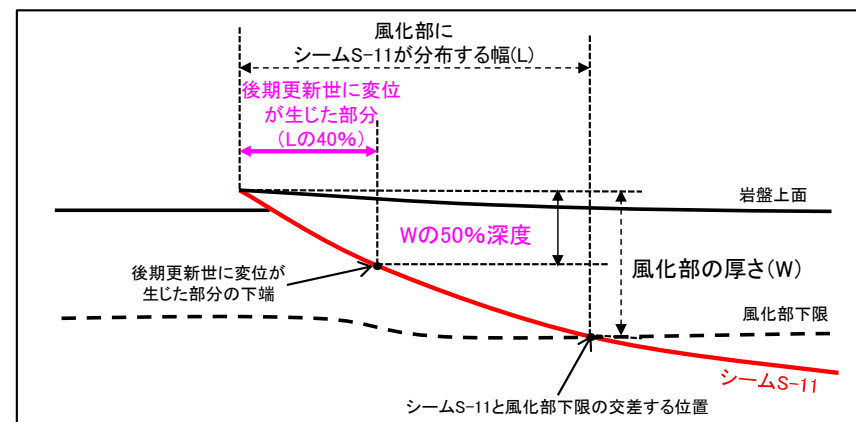


図2 シームS-11のうち後期更新世の変位が生じた範囲の考え方の概念を示す図

Ts-6法面において、CT・条線・SEMにより
後期更新世に変位が生じた部分の下端を設定

シームS-11の上下盤のCT値により、
後期更新世に変位が生じた部分は風化と関連

下端位置は風化厚さの半分程度(約50%)

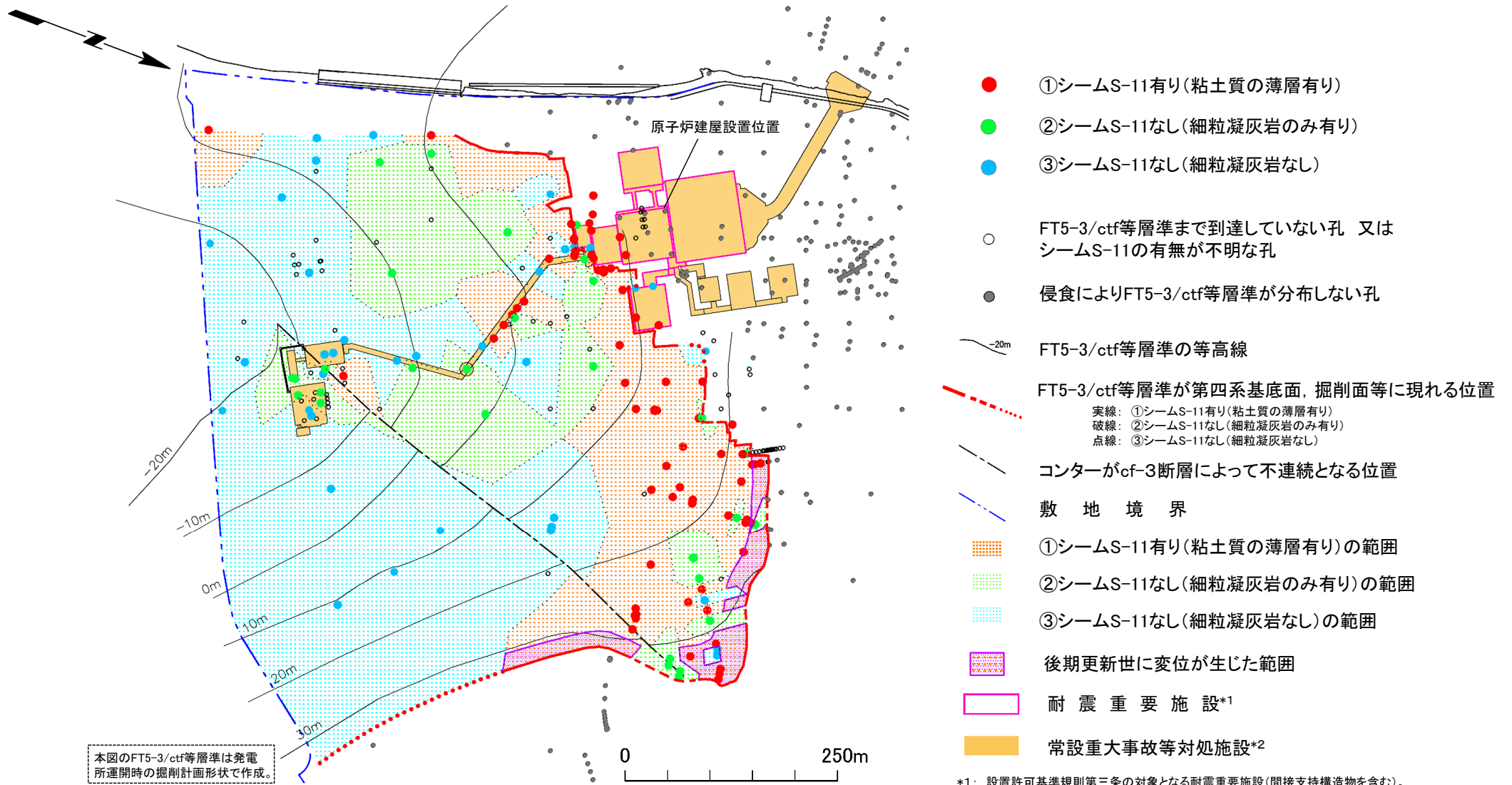
敷地内に展開(後期更新世に変位が生じた範囲)

4. 後期更新世に変位が生じた範囲の検討

4.2 後期更新世に変位が生じた範囲(3/7)

後期更新世に変位が生じた範囲

- FT5-3/ctf等層準①～③のそれぞれの分布を図に示す。
- ここで①については、後期更新世に変位が生じた範囲を仕分けした結果を示す。



FT5-3/ctf等層準及び後期更新世に変位が生じた範囲

*1: 設置許可基準規則第三条の対象となる耐震重要施設(間接支持構造物を含む)。

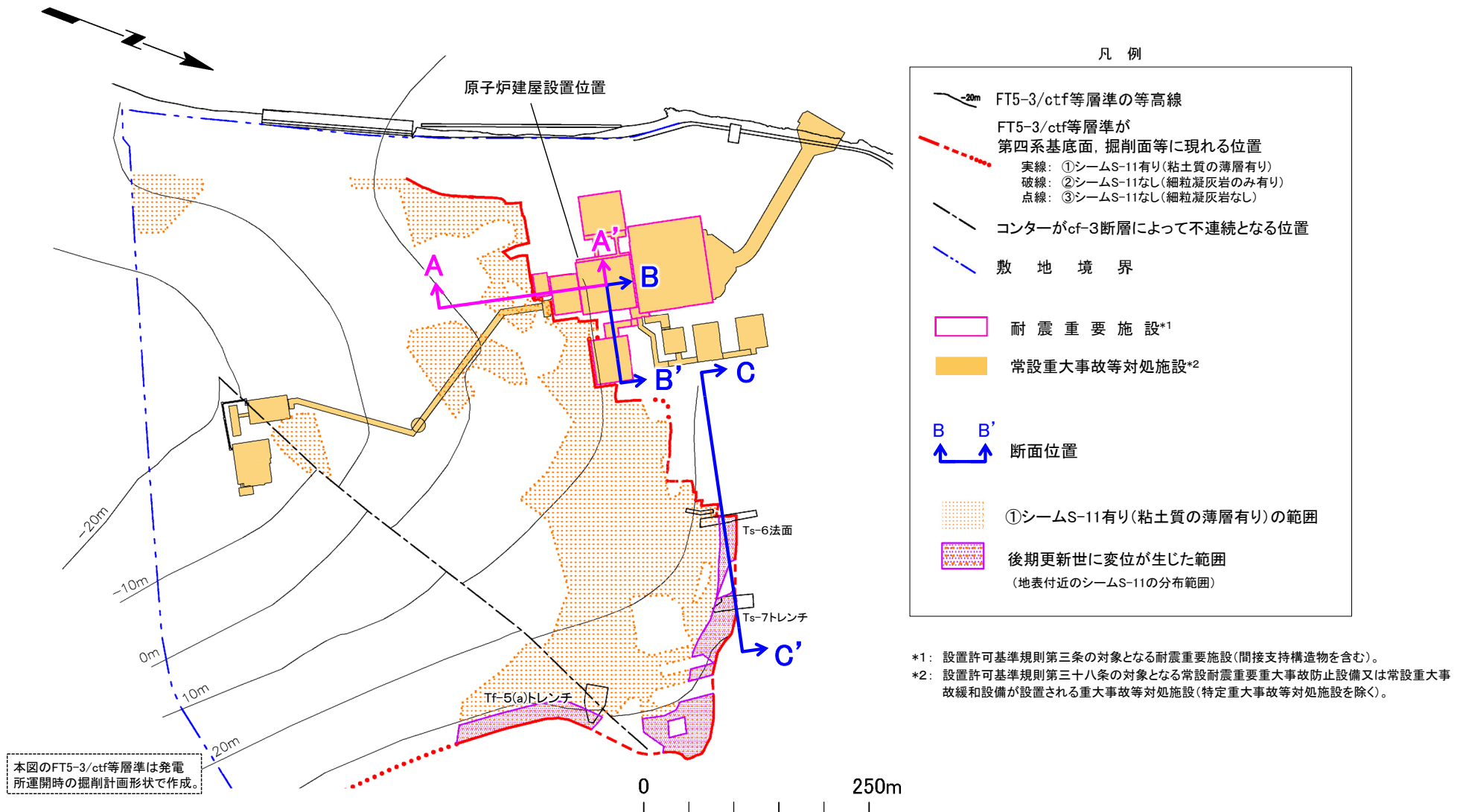
*2: 設置許可基準規則第三十八条の対象となる常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設(特定重大事故等対処施設を除く)。

4. 後期更新世に変位が生じた範囲の検討

4.2 後期更新世に変位が生じた範囲(4/7)

Ts-6法面西方のFT5-3/ctf等層準及び風化部と重要施設との関係(1/4)

後期更新世に変位が生じた部分の模式地点であるTs-6法面を含み、敷地東方から重要施設付近にかけてのシームS-11及び風化部の分布を、A-A'断面、B-B'断面及びC-C'断面で示す。

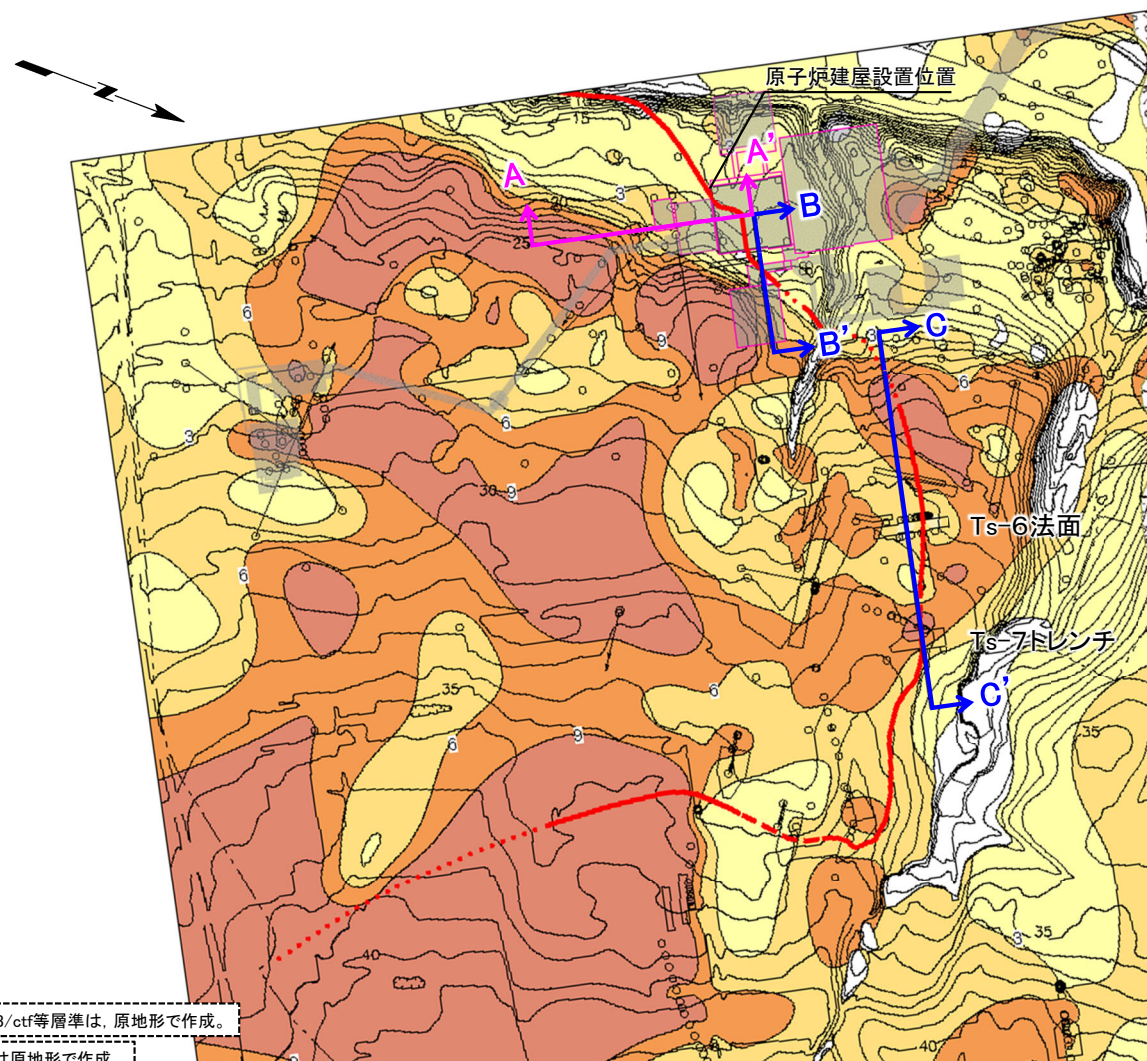


4. 後期更新世に変位が生じた範囲の検討

4.2 後期更新世に変位が生じた範囲(5/7)

Ts-6法面西方のFT5-3/ctf等層準及び風化部と重要施設との関係(2/4)

風化部厚さは、後期更新世に変位が生じた部分の模式地点であるTs-6法面でおおむね3m以上と厚く、Ts-6法面西方の重要施設付近ではおおむね3m以下と薄い。

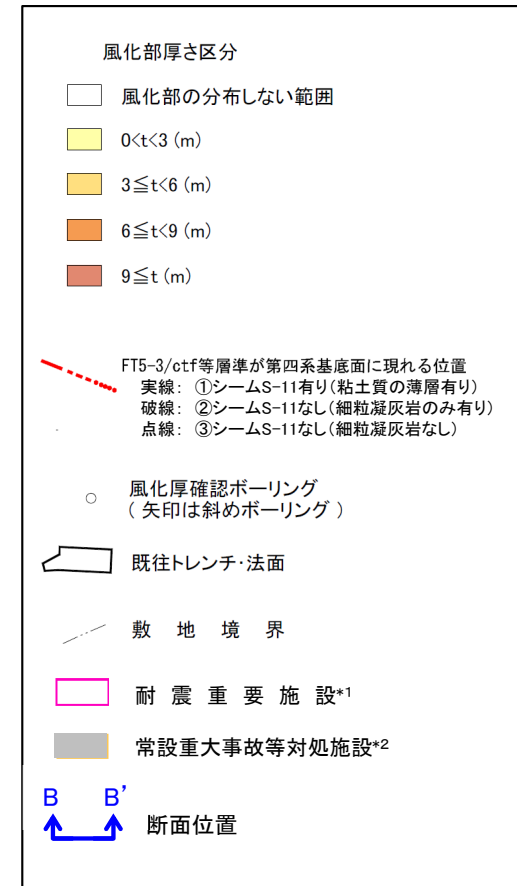


本図のFT5-3/ctf等層準は、原地形で作成。

本図の地形は原地形で作成。

岩盤の風化部の厚さ分布

凡例



*1: 設置許可基準規則第三条の対象となる耐震重要施設(間接支持構造物を含む)。

*2: 設置許可基準規則第三十八条の対象となる常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設(特定重大事故等対処施設を除く)。



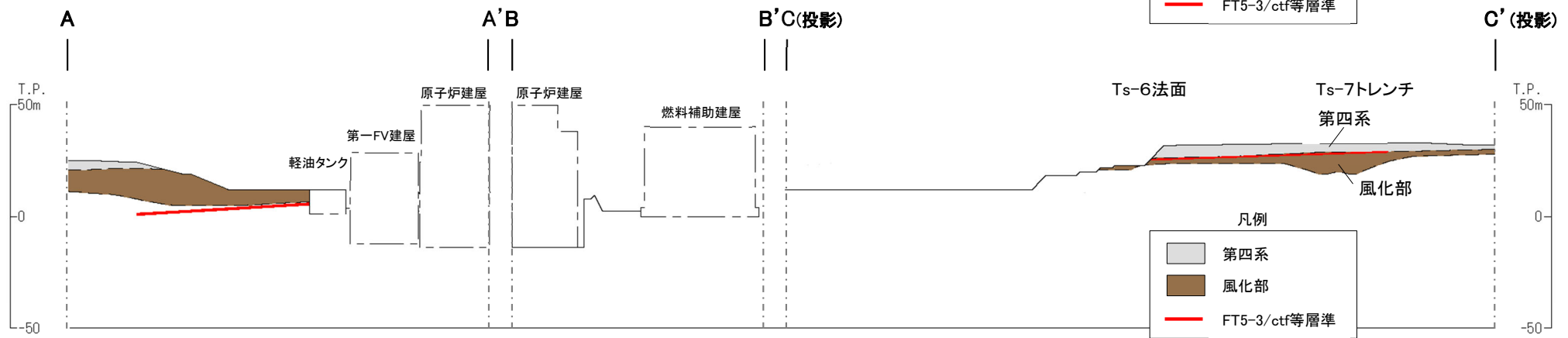
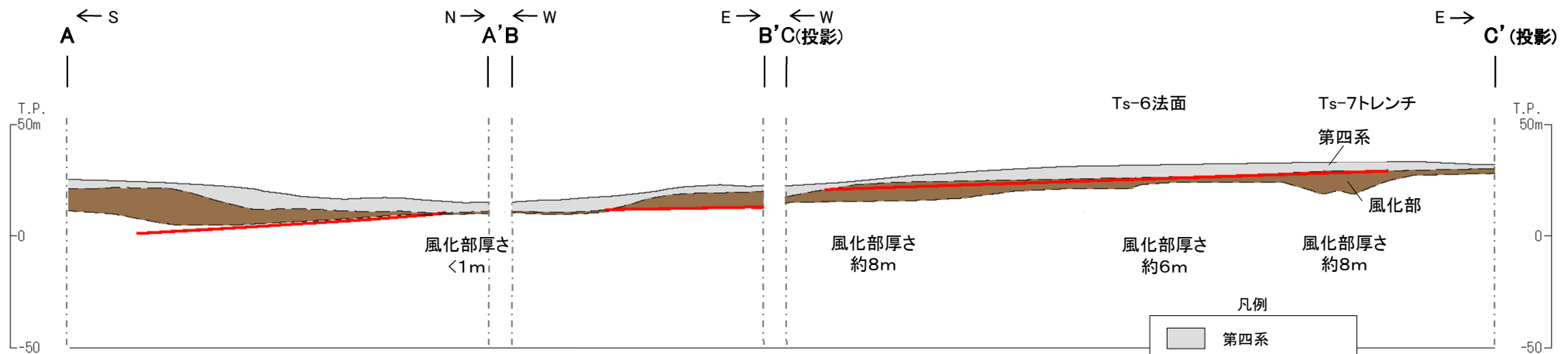
注) 本図は、第646回審査会合(平成30年10月)までに追加取得した調査データを用い作成。

4. 後期更新世に変位が生じた範囲の検討

4.2 後期更新世に変位が生じた範囲(6/7)

Ts-6法面西方のFT5-3/ctf等層準及び風化部と重要施設との関係(3/4)

- 重要施設の配置設計を反映した掘削面断面では、Ts-6法面東方でおおむね3m以上の厚さの風化部が分布し、FT5-3/ctf等層準は風化部中に分布する。
- 一方、Ts-6法面西方の重要施設付近では、風化部中のFT5-3/ctf等層準は除去される設計である。



Ts-6法面西方のFT5-3/ctf等層準と風化部, 重要施設との関係(断面図)

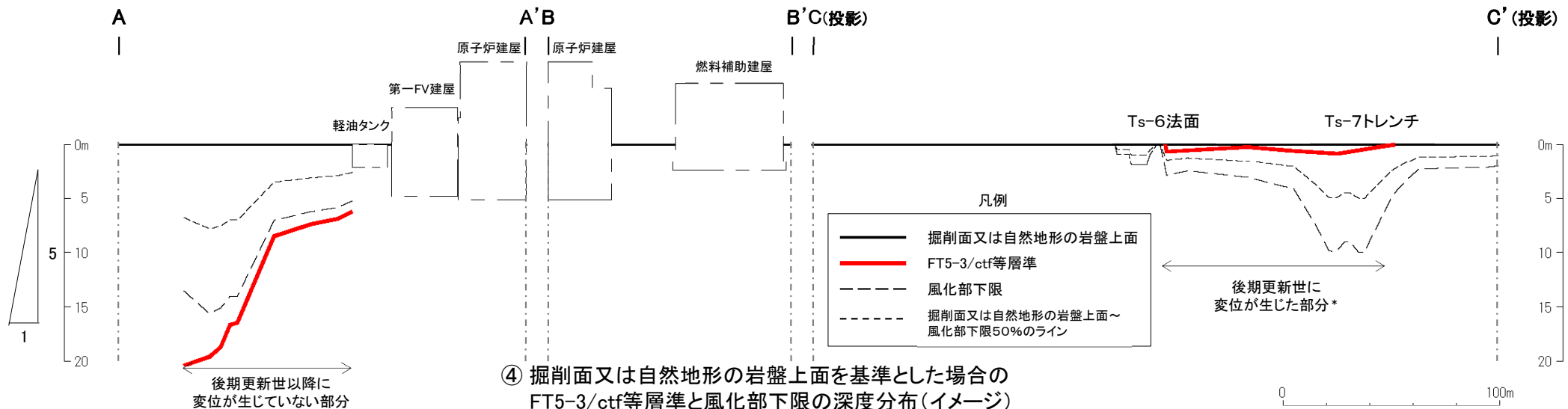
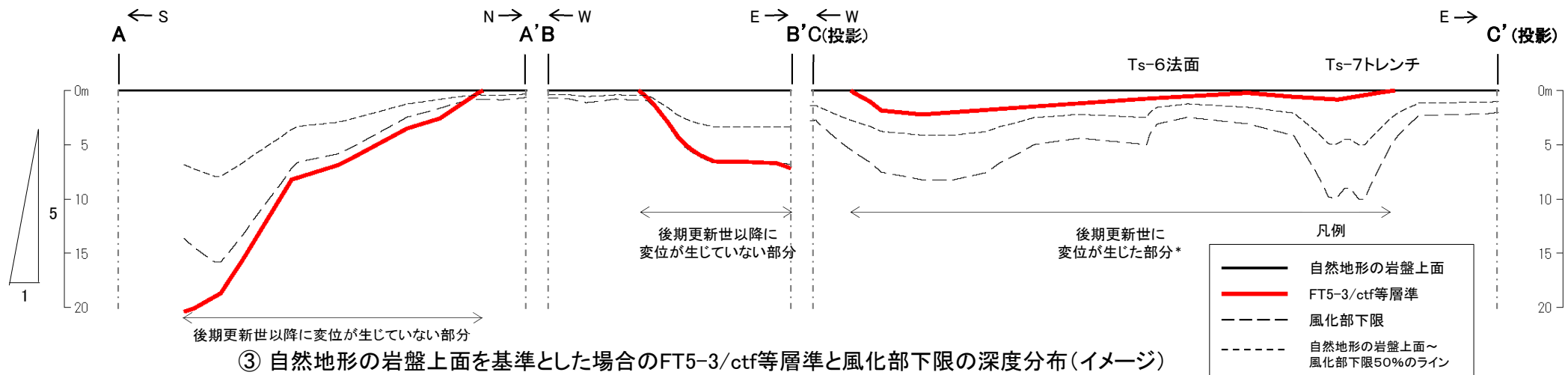
0 100m

4. 後期更新世に変位が生じた範囲の検討

4.2 後期更新世に変位が生じた範囲(7/7)

Ts-6法面西方のFT5-3/ctf等層準及び風化部と重要施設との関係(4/4)

- 重要施設の配置設計を反映した掘削面断面では、Ts-6法面東方で、FT5-3/ctf等層準は風化部の厚さ50%の範囲内に分布し、後期更新世に変位が生じた部分が分布する。
- 一方、Ts-6法面西方の重要施設付近では、後期更新世に変位が生じた部分は除去される設計であり、分布しない。



Ts-6法面西方のFT5-3/ctf等層準と風化部下限の深度分布(断面図)

注) 重要施設の建屋の外形は、T.P.12mを基準として、縦横比1:1で示している。

*: シームのない部分を含めて保守的に示している。

4. 後期更新世に変位が生じた範囲の検討

まとめ

後期更新世に変位が生じた範囲の検討結果は以下のとおりである。

【後期更新世に変位が生じた部分のシームS-11最新面の性状, 上下盤の岩盤性状】

- 変状が認められる模式地点であるTs-6法面の強風化部のシームS-11最新面の性状(CT・条線・SEM)を分析すると, シームS-11最新面は開口(CT), 条線はシームS-11の最大傾斜方向で明瞭(条線), 自形鉱物が確認されない(SEM)等の特徴がある。
- また, シームS-11の岩盤のCT値によると, 上下盤が強風化部に該当する。
- これらから, シームS-11の地表付近では後期更新世に変位が生じたと判断される。

【後期更新世に変位が生じた範囲の検討】

- Ts-6法面において, シームS-11最新面の性状(CT・条線・SEM)を, 深部から地表付近に連続して分析すると, 深部ではcf-3断層による切断箇所と同様の傾向が確認された。この部分を「深部のシームS-11」とし, 深部のシームS-11に該当する分析結果のうち最も浅い位置を後期更新世に変位が生じた部分の下端と設定すると, 風化部厚さの約50%となる。この範囲を「後期更新世に変位が生じた範囲」として, シームS-11から仕分け(区分)する。
- 重要施設の設置位置には, 後期更新世に変位が生じた範囲(地表付近のシームS-11の分布範囲)は分布しない。一方で, 敷地東方には分布する。

5. シームS-11の基準適合性評価(1/5)

コメントNo.S2-155 3)



シームS-11を含むFT5-3/ctf等層準の特徴

- シームS-11は、易国間層中の火山灰の堆積層準であるFT5-3/ctf等層準に挟在する粘土質の薄層のことをいう。
- FT5-3/ctf等層準中には、「①粘土質の薄層」、「②粘土質の薄層は存在せず細粒の火山灰主体の凝灰岩」並びに「③粘土質の薄層は存在せず粗粒の火山灰主体の凝灰岩及び火山礫凝灰岩」の部分がある。
- ①、②及び③の一連のFT5-3/ctf等層準は、全体としては後期更新世以降の活動のないcf-3断層により切断されている一方で、第四系基底面でM₁面段丘堆積物に変位を及ぼしており、異なる活動時期が確認される。
- 上記のcf-3断層との切断箇所及び第四系基底面付近には、「①粘土質の薄層」が分布する一方で、②及び③は堅固な岩盤から成る。FT5-3/ctf等層準の変位は「①粘土質の薄層」で生じている。
- FT5-3/ctf等層準のうち「①粘土質の薄層」には、後期更新世に変位を生じた部分と生じていない部分とがある。後期更新世に変位を生じた部分の変位量は、第四系基底面で最大となるが深度方向に徐々に小さく収束していき、ある深度で変位を生じていない部分となる。
- 重要施設基礎地盤側面に露頭する「①粘土質の薄層」には、後期更新世以降に変位が生じていない。

注) 「1.」～「4.」章では、①シームS-11有り(粘土質の薄層有り)、②シームS-11なし(細粒凝灰岩のみ有り)、③シームS-11なし(細粒凝灰岩なし)と記載している。

5. シームS-11の基準適合性評価(2/5)

評価の考え方

【評価の前提条件】

- FT5-3/ctf等層準中の①, ②及び③の平面的な分布は, ボーリングによれば, それぞれがある一定の広がりを持っていると推定されるものの, その平面的分布範囲を確定的に示すことはできない。このため, 基準適合性評価に当たり, FT5-3/ctf等層準中の①~③を一連・全体として扱うこととする。
- シームS-11を含むFT5-3/ctf等層準は, 重要施設基礎地盤側面では後期更新世以降に変位が生じていないものの, 地表付近では後期更新世に変位を生じている。ただし, 「1.」~「4.」章の検討から, 後期更新世に変位が生じた部分と生じていない部分とは仕分けできると評価する。

【評価の方針】

- シームS-11を含むFT5-3/ctf等層準の基準適合性は, 第三条の要求事項を満たし, かつ, 地表付近に認められる変位が重要施設の安全に影響を及ぼすことがないよう工学的対処を講じた上で, 評価する方針とする。
- 以下の《A》又は《B》のいずれかを満たすよう工学的対処を講じることで, 第三条の要求を満たすと考えられる。
 - 《A》 重要施設の設置地盤に露頭する断層等には, 後期更新世以降の活動がないこと
 - 《B》 重要施設の設置地盤には, 断層等が露頭しないこと

注) 「1.」~「4.」章では, ①シームS-11有り(粘土質の薄層有り), ②シームS-11なし(細粒凝灰岩のみ有り), ③シームS-11なし(細粒凝灰岩なし)と記載している。

【第三条の要求事項】

- 耐震重要施設は, 変位が生ずるおそれがない地盤に設けなければならない。
(別記1)
- 上記は, 耐震重要施設を将来活動する可能性のある断層等の露頭がないことを確認した地盤に設置することをいう。
- 将来活動する可能性のある断層等の評価は, 後期更新世以降の活動の有無により行う。

5. シームS-11の基準適合性評価(3/5)

コメントNo.S2-155 3)



工学的対処の比較

【工学的対処の方法】

- 前頁の《A》, 《B》に対応する工学的対処の方法としては, 以下の2案が考えられる。
 - 《A案》 シームS-11を含むFT5-3/ctf等層準から後期更新世に変位が生じた部分(地表付近のシームS-11)を切り離す
 - 《B案》 適切な離隔の確保により, シームS-11を含むFT5-3/ctf等層準が重要施設基礎地盤に露頭しないようにする

【工学的対処の方向性】

- この2案について, 工学的対処の考え方及び基準適合性評価を下表に示す。
- 後期更新世に変位が生じた部分と生じていない部分とは仕分けできると評価することから, 重要施設基礎地盤に露頭するシームS-11を含むFT5-3/ctf等層準には後期更新世以降の活動はないと評価するため, 工学的対処により活動の有る部分を切り離すことで基準への適合がより明確になる《A案》での検討をすすめる方針である。

	A案	B案
工学的対処の考え方	シームS-11を含むFT5-3/ctf等層準から後期更新世に変位が生じた部分(地表付近のシームS-11)を切り離す(P.55参照)。 <ul style="list-style-type: none"> 12m盤のSA・DBA施設は, 発電所運開時点では, 既に敷地造成により後期更新世に変位が生じた部分は除去される設計となっている。 一方, 後期更新世に変位が生じた部分がその他の重要施設付近に分布する場合は, 掘削除去, 開削トンネル等の工学的対処により, 後期更新世に変位が生じた部分をシームS-11を含むFT5-3/ctf等層準から切り離す。 	適切な離隔の確保により, シームS-11を含むFT5-3/ctf等層準が重要施設基礎地盤に露頭しないようにする(P.56参照)。 <ul style="list-style-type: none"> 12m盤のSA・DBA施設及びその他の重要施設は, 施設を設置する基礎地盤側面に, シームS-11を含むFT5-3/ctf等層準が露頭しないような適切な離隔を確保するため, シームS-11を含むFT5-3/ctf等層準の一部を除去する。
シームS-11の活動性評価	<ul style="list-style-type: none"> 重要施設基礎地盤側面のシームS-11を含むFT5-3/ctf等層準には, 後期更新世以降の活動はない。 工学的対処により, シームS-11を含むFT5-3/ctf等層準には, 後期更新世以降の活動のない部分が残る。 	<ul style="list-style-type: none"> 重要施設基礎地盤側面のシームS-11を含むFT5-3/ctf等層準には, 後期更新世以降の活動はない。 工学的対処を講じて, シームS-11を含むFT5-3/ctf等層準には, 後期更新世の活動の有る部分が残る。
基準適合性	<ul style="list-style-type: none"> シームS-11を含むFT5-3/ctf等層準は将来活動する可能性のある断層等に該当しない。 	<ul style="list-style-type: none"> シームS-11を含むFT5-3/ctf等層準は, 重要施設基礎地盤に露頭しない。
評価	重要施設基礎地盤側面のシームS-11には後期更新世以降の活動はないと評価しており, 工学的対処により活動の有る部分を切り離すことで, シームS-11を含むFT5-3/ctf等層準には, 後期更新世以降の活動のない部分が残る。よって, シームS-11を含むFT5-3/ctf等層準は, 将来活動する可能性のある断層等に該当しないため, 基準に適合すると評価する。	重要施設基礎地盤側面のシームS-11には後期更新世以降の活動はないと評価しており, 工学的対処により適切な離隔を確保することで, シームS-11を含むFT5-3/ctf等層準は, 重要施設基礎地盤に露頭せず, 後期更新世の活動の有る部分が残る。よって, シームS-11を含むFT5-3/ctf等層準は, 重要施設基礎地盤に露頭せず, 基準に適合すると評価する。

5. シームS-11の基準適合性評価(4/5)

コメントNo.S2-155 3)



《A案》後期更新世に変位が生じた部分(地表付近のシームS-11)を切り離す工学的対処

後期更新世に変位が生じた部分(地表付近のシームS-11)を切り離す工学的対処の考え方を、以下に示す。

【方針】

- シームS-11を含むFT5-3/ctf等層準から後期更新世に変位が生じた部分を切り離す。
 - 12m盤のSA・DBA施設は、発電所運開時点では、既に敷地造成により後期更新世に変位が生じた部分は除去される設計となっている。
 - 一方、後期更新世に変位が生じた部分がある他の重要施設付近に分布する場合は、掘削除去、開削トンネル等の工学的対処により、後期更新世に変位が生じた部分を重要施設付近のシームS-11を含むFT5-3/ctf等層準から切り離す。

【位置の設定】

- 工学的対処を講じる位置については、以下のデータを参照した上で設定する。
 - 複数のボーリングコアを用いたシームS-11最新面のCT・条線・SEMにより、シームS-11の後期更新世に変位が生じた部分の下端位置を検討する。
 - シームS-11上下盤のCT値により、後期更新世に変位が生じた部分と風化との関連性を検討する。
 - 後期更新世に変位が生じた部分と強風化部との関連を基に、後期更新世に変位が生じた範囲を設定する。

【適合性評価】

- 後期更新世に変位が生じた部分を、掘削除去、開削トンネル等により切り離す。
- 重要施設基礎地盤側面に露頭するシームS-11を含むFT5-3/ctf等層準は、後期更新世以降の活動はない。
- 重要施設基礎地盤側面に露頭するシームS-11を含むFT5-3/ctf等層準は、将来活動する可能性のある断層等に該当しない。

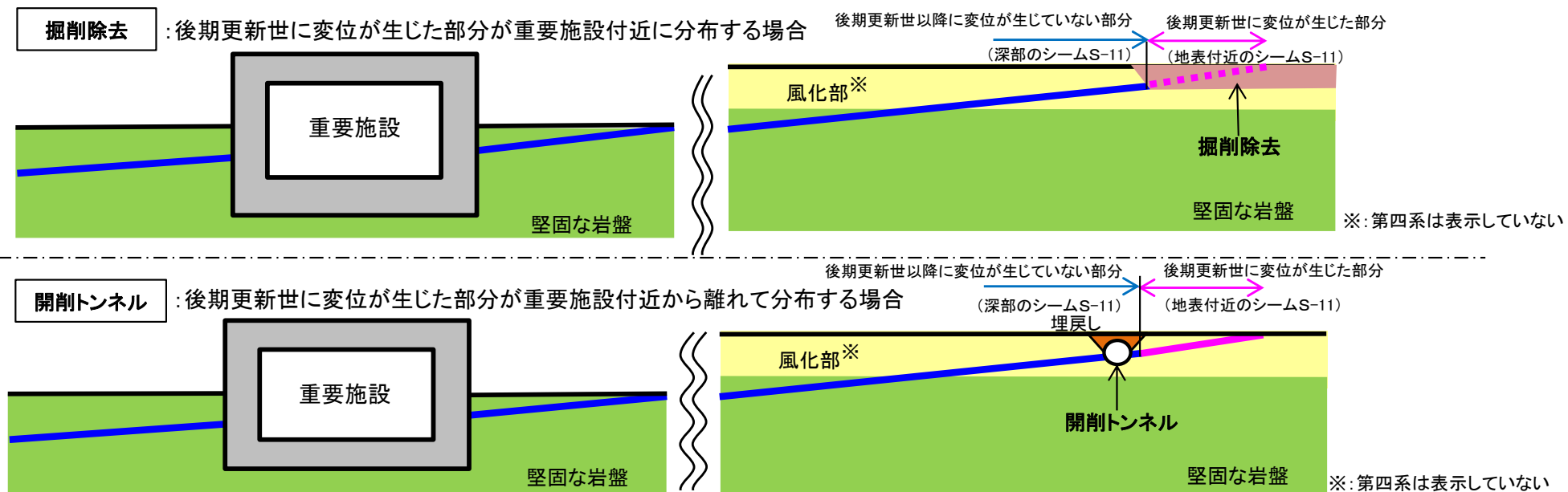


図1 後期更新世に変位が生じた部分(地表付近のシームS-11)を切り離す工学的対処

5. シームS-11の基準適合性評価(5/5)

コメントNo.S2-155 3)



《B案》重要施設基礎地盤側面にシームS-11を含むFT5-3/ctf等層準が露頭しないようにする工学的対処

重要施設基礎地盤側面にシームS-11を含むFT5-3/ctf等層準が露頭しないようにする工学的対処の考え方を、以下に示す。

【方針】

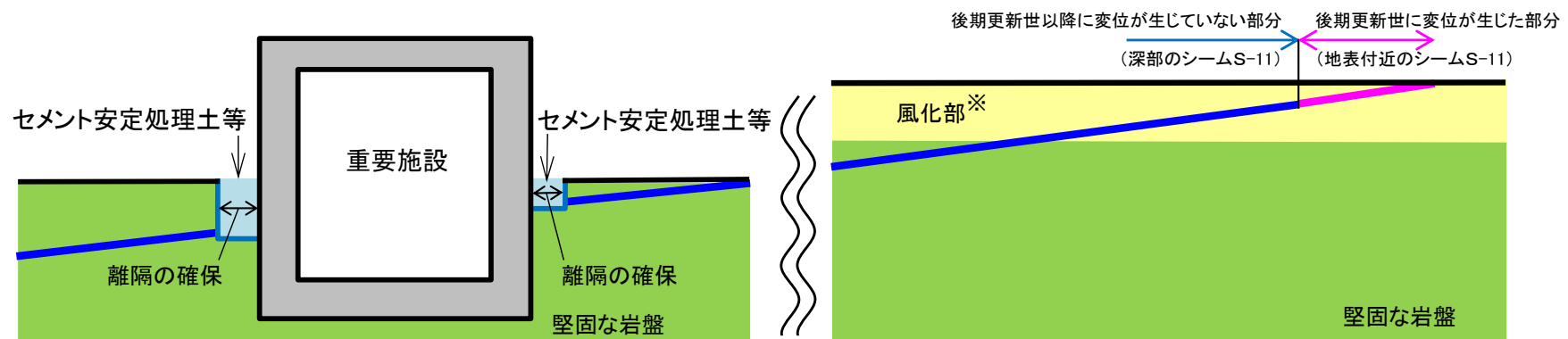
- シームS-11を含むFT5-3/ctf等層準は、重要施設と適切な離隔を確保することにより重要施設基礎地盤に露頭しないようにする。
 - ✓ 重要施設基礎地盤側面のシームS-11を含むFT5-3/ctf等層準が露頭しないように、シームS-11を含むFT5-3/ctf等層準の一部を除去する。
 - ✓ 上記、工学的対処により設けた離隔には、セメント安定処理土等を設置する。

【位置の設定】

- 工学的対処を講じる位置については、以下のデータを参照した上で検討し、設定する。
 - ✓ 後期更新世に変位が生じた部分の岩盤上面からの深さ
 - ✓ 後期更新世に生じた変位の最大水平変位量

【適合性評価】

- 重要施設基礎地盤側面には、シームS-11を含むFT5-3/ctf等層準は露頭しない。



※: 第四系は表示していない

図1 重要施設基礎地盤側面にシームS-11を含むFT5-3/ctf等層準が露頭しないようにする工学的対処

[その他のコメント回答方針]

i. シームS-11の有無による詳細区分の考え方(1/3)

コメントNo.S2-152



No.	項目	指摘時期	コメント内容
S2-152	後期更新世に生じた変状	第1043回審査会合 2022年4月22日	シームS-11を含む細粒凝灰岩(FT5-3)の層準についての区分①シームS-11有り(粘土質の薄層有り), ②シームS-11なし(細粒凝灰岩有り), ③シームS-11なし(細粒凝灰岩なし)について, 資料内での整合・不整合という観点で確認すること。

i. シームS-11の有無による詳細区分の考え方(2/3)

シームS-11の有無による詳細区分

①シームS-11有り(粘土質の薄層有り), ②シームS-11なし(細粒凝灰岩のみ有り)及び③シームS-11なし(細粒凝灰岩なし)から成る層準については, 側方に同じ層序的位置に追跡可能であることから, これら①~③の地層を同じ層準とし, 総称として「細粒凝灰岩FT5-3/粗粒凝灰岩等の層準」(以下「FT5-3/ctf等層準」という。)とする。

	①シームS-11有り(粘土質の薄層有り)	②シームS-11なし(細粒凝灰岩のみ有り)	③シームS-11なし(細粒凝灰岩なし)
模式図			
コア写真			

注) ①及び②の細粒凝灰岩FT5-3付近の淡灰色火山礫凝灰岩には, 薄い粗粒凝灰岩や葉理が見られる場合があるが, 柱状図の標準観察(1/100スケール)では淡灰色火山礫凝灰岩に区分され表示されない。

i. シームS-11の有無による詳細区分の考え方(3/3)

シームS-11層準の名称の記載について

- ①～③の総称として層準名にFT5-3を入れると、コア写真の凡例と整合しないと受け取られること、細粒凝灰岩なしの③に細粒凝灰岩FT5-3があるという印象を与えることから表現の適正化を図ることとし、細区分①～③から成る層準の総称として「FT5-3/ctf等層準」に名称を見直す(前頁参照)。
- 上記の層準名の見直しに伴い、コア写真の凡例を図1(a)、平面図・側的地質図の凡例を図1(b)のように、シームS-11の有り/なしが分かる記載に見直す。

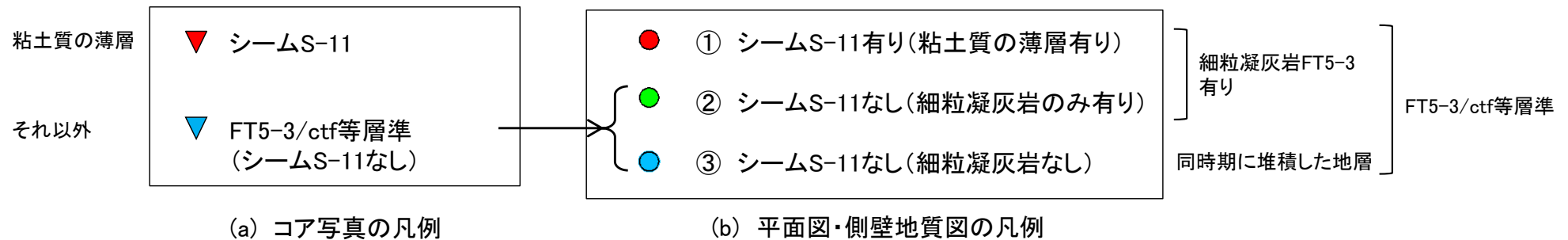


図1 シームS-11の凡例の対比の見直し

ii . 風化部の定義(強風化部/弱風化部)(1/9)

コメントNo.S2-157



No.	項目	指摘時期	コメント内容
S2-157	後期更新世に生じた変状	第1043回審査会合 2022年4月22日	風化部の定義を明確にすること。 風化部については、強風化部と弱風化部を区分している場合と、区分していない場合がある。このような違いについて説明すること。

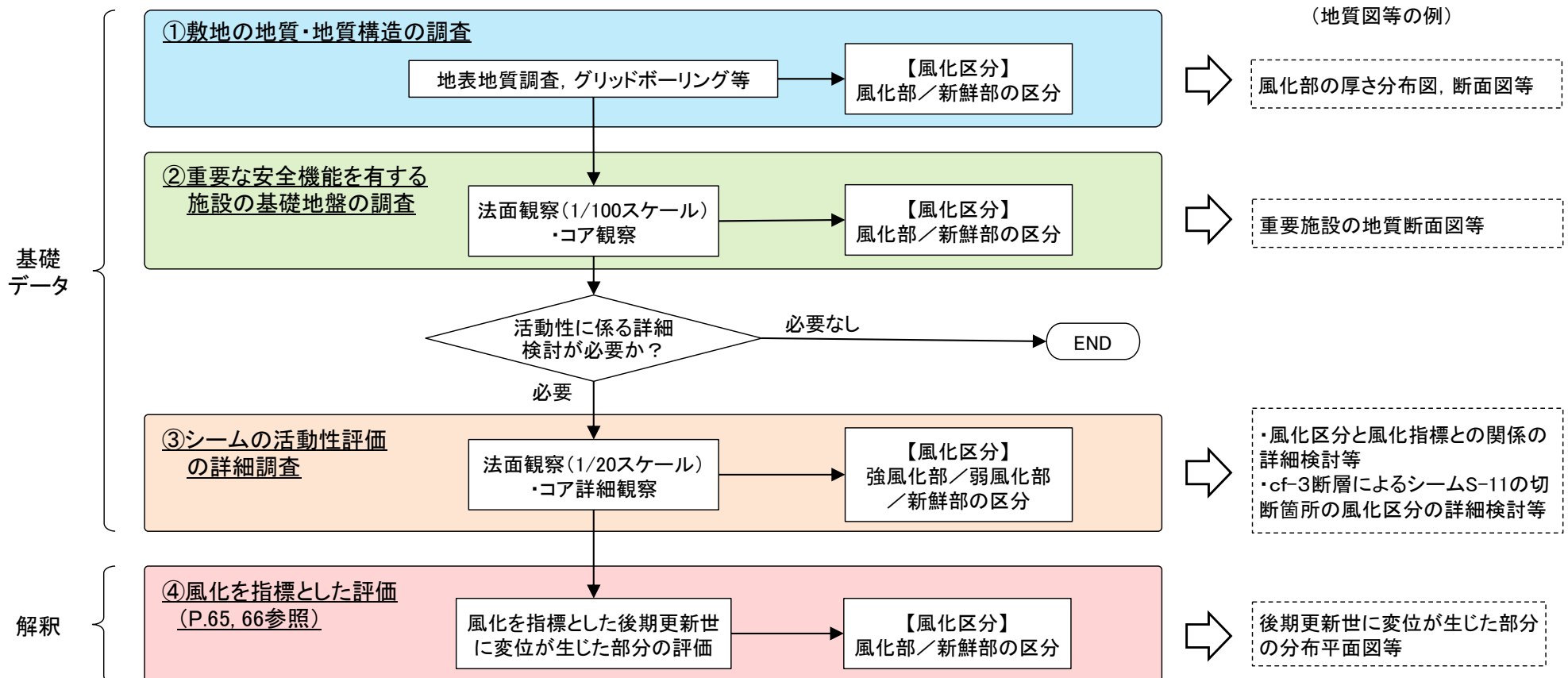
ii. 風化部の定義(強風化部/弱風化部)(2/9)

地質調査と風化区分との関係

コメントNo.S2-157

敷地の地質調査と風化区分との関係は以下のとおり。

- ①の敷地の地質・地質構造の調査及び②の基礎地盤の調査では、地質観察(1/100スケール)により風化部/新鮮部の区分を行い、シームS-11付近の風化部の分布を確認する。
- ③シームの活動性評価の調査では、より詳細な地質観察(1/20スケール)により、風化部を強風化部/弱風化部に細区分し、強風化部とシームS-11の分布から基礎地盤の風化区分と変位の有無との関係について検討する。
- ④風化を指標とした評価では、風化部/新鮮部の区分に基づいて、後期更新世に変位が生じた部分のシームS-11の範囲について検討する。



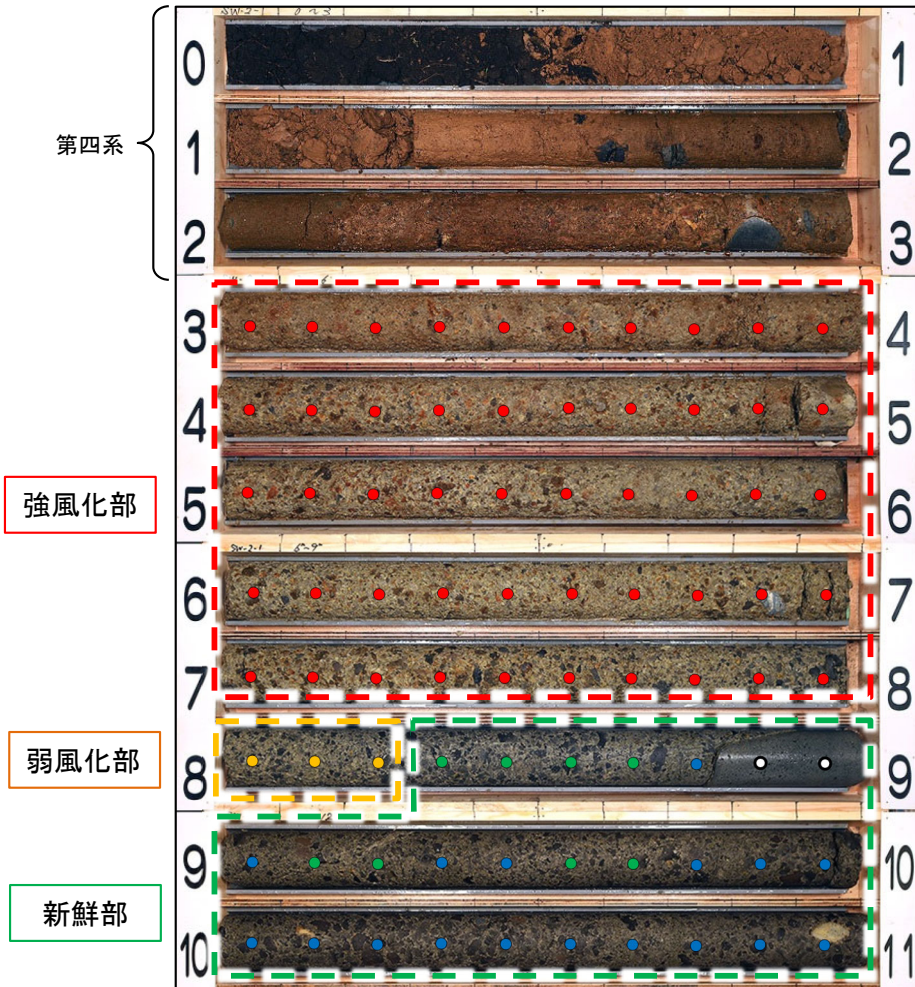


コメントNo.S2-157

ii. 風化部の定義(強風化部/弱風化部) (3/9)

風化部の定義と区分の基準

- 風化部の定義は下表のとおりである。
- 風化区分は、重要施設基礎地盤の調査(1/100スケール)では新鮮部/風化部に区分し、シームの活動性評価の詳細調査(1/20スケール)では、風化部をさらに強風化部と弱風化部とに細区分する。
- なお、各風化区分の代表箇所での針貫入試験及び一軸圧縮試験を実施した結果、風化区分と測定値はおおむね調和的である(各風化区分と色彩値等のその他の風化指標との関係については、P.71~P.79参照)。

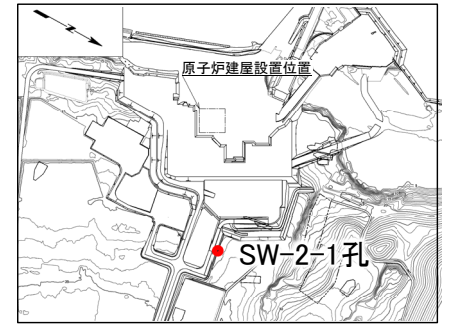


易国間層(淡灰色火山礫凝灰岩)のボーリングコア(SW-2-1孔)での風化区分の例

風化区分		定義	強度等の目安	
重要施設基礎地盤の調査(1/100スケール)	シームの活動性評価の詳細調査(1/20スケール)		針貫入勾配*(N/mm)	一軸圧縮強度*(N/mm ²)
風化部	強風化部	風化部の中で著しく軟質で、黄褐色～赤褐色の変色が著しく、岩石組織が不明瞭。	0~1	0.1~0.2
	弱風化部	風化により黄褐色を呈し、新鮮部に比べて軟質であり、岩石組織がやや不明瞭。	1~2	0.5~0.7
新鮮部		風化による変色がほとんど見られず、岩石組織が明瞭。	7~8	2.7~3.0

*: 淡灰色火山礫凝灰岩及び凝灰角礫岩の平均値の範囲

- 針貫入勾配区分(N/mm)
- <1.0
 - 1.0 ≤ and <2.0
 - 2.0 ≤ and <4.9
 - 4.9 ≤ and <9.8
 - 9.8 ≤
 - 測定不可



ボーリング孔位置図

ii. 風化部の定義(強風化部/弱風化部)(4/9)

強風化部及び弱風化部におけるコアの性状の例

シームの活動性調査として実施したボーリング孔における強風化部及び弱風化部のコア写真の例を示す。

風化区分		定義	ボーリングコアにおける風化部の性状の例		針貫入 勾配 測定値 の範囲 (N/mm)
重要施設 基礎地盤 の調査 (1/100スケール)	シームの 活動性 の調査 (1/20スケール)		コア写真	風化部の性状	
風化部	強風化部	風化部の中で著しく軟質で、黄褐色～赤褐色の変色が著しく、岩石組織が不明瞭。	<p>Ts-6-26孔 深度7m～8m</p>  <p>強風化部</p>	<ul style="list-style-type: none"> 著しく軟質でハンマーピックで押すと簡単に凹む。 全体に黄褐色(一部赤褐色)に変色。 細粒の火山礫の風化が進みより細粒な基質部との境界が漸移的になっており岩石組織は不明瞭。 部分的に暗灰色のやや硬質な火山礫を含む。 	0～0.5
	弱風化部	風化により黄褐色を呈し、新鮮部に比べて軟質であり、岩石組織がやや不明瞭。	<p>Ts-5-1孔 深度1.6m～2.0m (淡灰色火山礫凝灰岩の 代表的粒度の部分の例)</p>  <p>弱風化部</p> <p>Tf-5a-S-W-5孔 深度0.5m～1m (淡灰色火山礫凝灰岩の 細粒な部分の例)</p>  <p>弱風化部</p>	<ul style="list-style-type: none"> 強風化部ほどではないが、新鮮部に比べて軟質化が進んでいる。 黄褐色化の程度は強風化部に比べて少ない。 細粒の火山礫の風化が強風化部に比べて進んでおらず、基質部との境界は明瞭で岩石組織は強風化部より明瞭。 	0.5～2.0

ii. 風化部の定義(強風化部/弱風化部)(5/9)

調査と評価における風化区分との関係

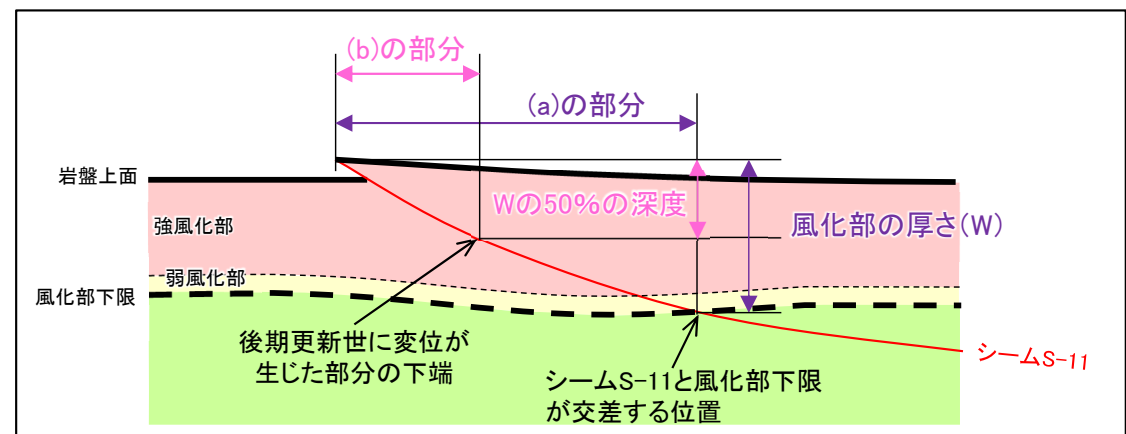
- 調査(基礎データ)における風化部は、①重要施設基礎地盤の調査(1/100スケール)では新鮮部/風化部に区分し、②シームの活動性評価の詳細調査(1/20スケール)では、風化部を更に強風化部と弱風化部とに細区分する。
- 調査結果に基づいて行うシームの活動性評価(解釈)では、Tf-5(a)トレンチの弱風化部において後期更新世以降の変位がないことが確認されているが、安全側に強風化部下限より広い範囲となる弱風化部の下限(すなわち風化部下限)を用いて以下のとおり検討する。
 - まず、風化部下限とシームS-11が交差する位置を求め、それより浅部を風化部にシームS-11が分布する部分とする(図1(a)の部分)。
 - 次に、後期更新世に変位が生じた部分の評価では、Ts-6法面付近の断面図における検討結果に基づいて、シームS-11と風化部下限が交差する深度(風化部厚さ)の50%の深度より浅い部分を後期更新世に変位が生じた範囲の評価対象とする(図1(b)の部分)。

基礎データ

調査における風化区分	
①重要施設基礎地盤の調査(1/100スケール)	②シームの活動性評価の詳細調査(1/20スケール)
風化部	強風化部
	弱風化部
新鮮部	

解釈

風化を指標とした評価の考え方(次頁参照)	
(a) 風化部にシームS-11が分布する範囲	(b) 後期更新世に変位が生じた部分
風化部 (風化部厚さ(図1のW)に基づいて設定)	風化部 (図1のWの50%の深度に基づいて評価)
	風化部
新鮮部	



注) 図1はTs-6法面付近の断面図による検討結果に基づくものである(P.44参照)。

図1 評価における風化区分の考え方の概念を示す図(Ts-6法面をイメージ)

ii . 風化部の定義(強風化部/弱風化部) (6/9)

コメントNo.S2-157

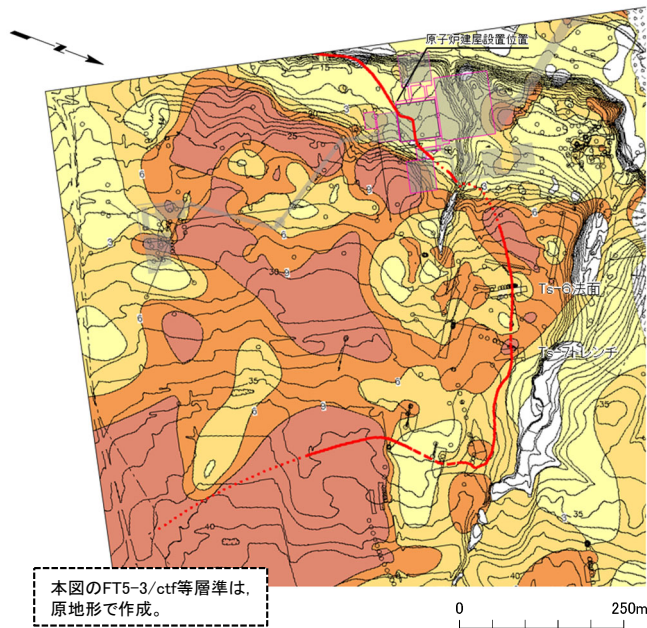


風化を指標とした評価

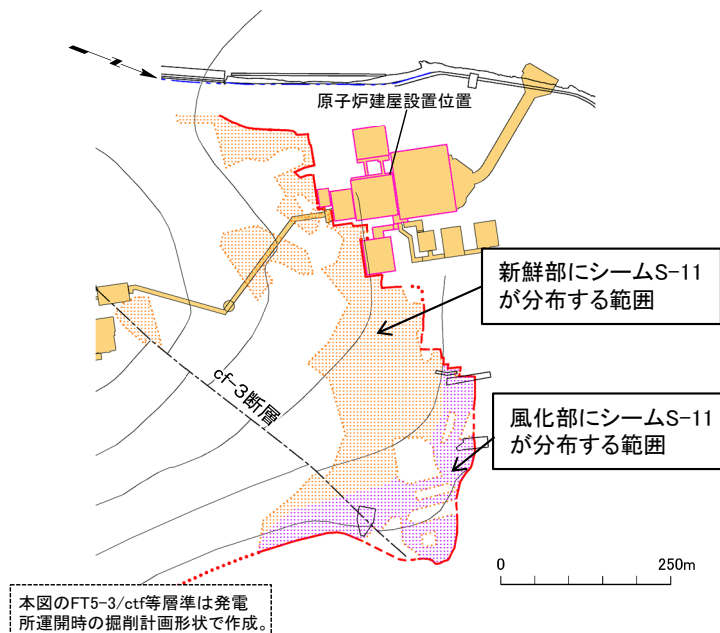
調査結果に基づいて行うシームの活動性評価(解釈)では、Tf-5(a)トレンチの弱風化部において後期更新世以降に変位が生じていないことが確認されている事実に基づいて、安全側となる風化部下限(弱風化部を含む)を用いて以下のとおり検討する。

- ① ボーリング調査(1/100スケール)の結果等に基づいて、敷地全体の風化部の厚さの分布を求める。
- ② 風化部下限とシームS-11が交差する位置を求め、それより浅部を風化部にシームS-11が分布する範囲とする。
- ③ 後期更新世に変位が生じた部分の評価では、Ts-6法面付近の断面図における検討結果に基づいて、シームS-11と風化部下限が交差する深度の50%の深度より浅い部分を後期更新世に変位が生じた範囲の評価対象とする(前頁参照)。

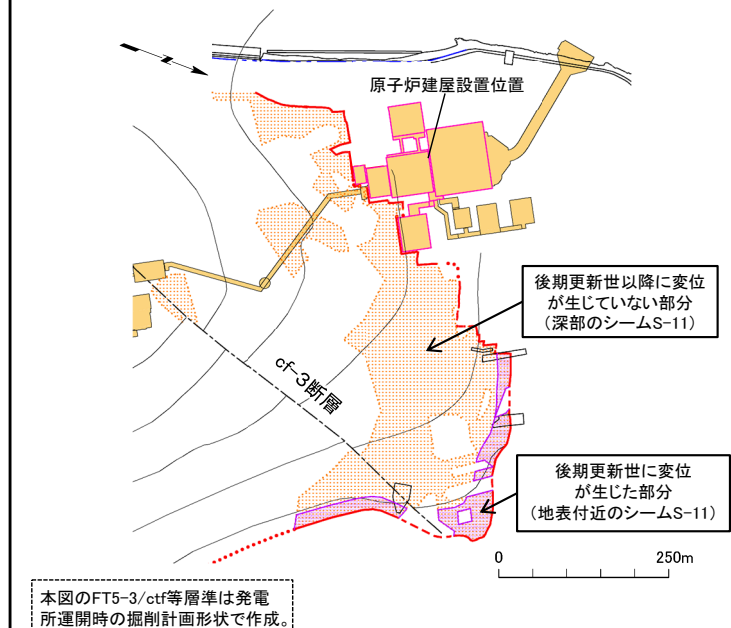
① 風化部の厚さの分布図



② 風化部(風化部の厚さの100%)にシームS-11が分布する範囲



③ 後期更新世に変位が生じた部分(風化部の厚さの50%)の評価



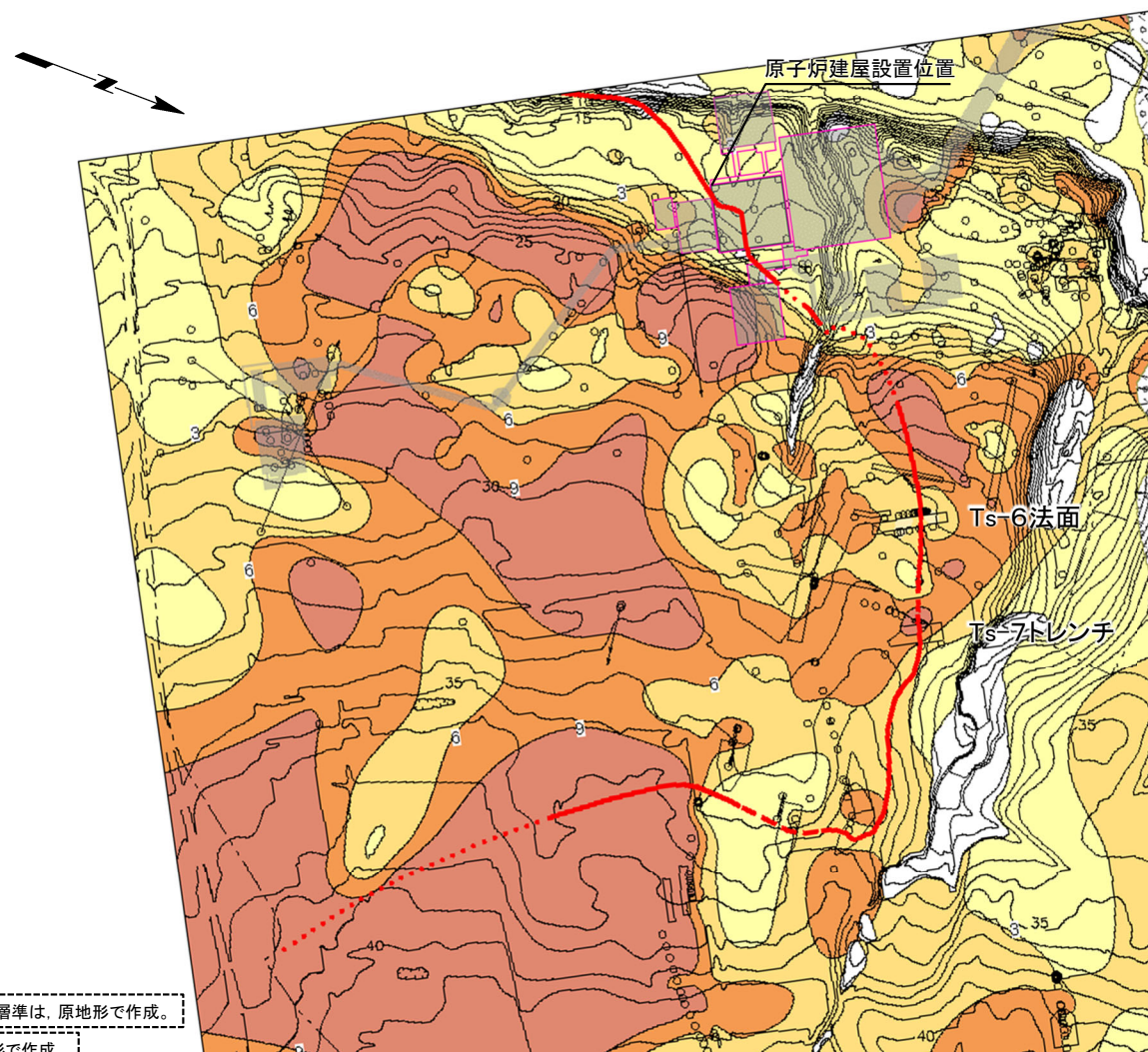
ii . 風化部の定義(強風化部/弱風化部) (7/9)

コメントNo.S2-157



【参考】①風化部の厚さの分布図

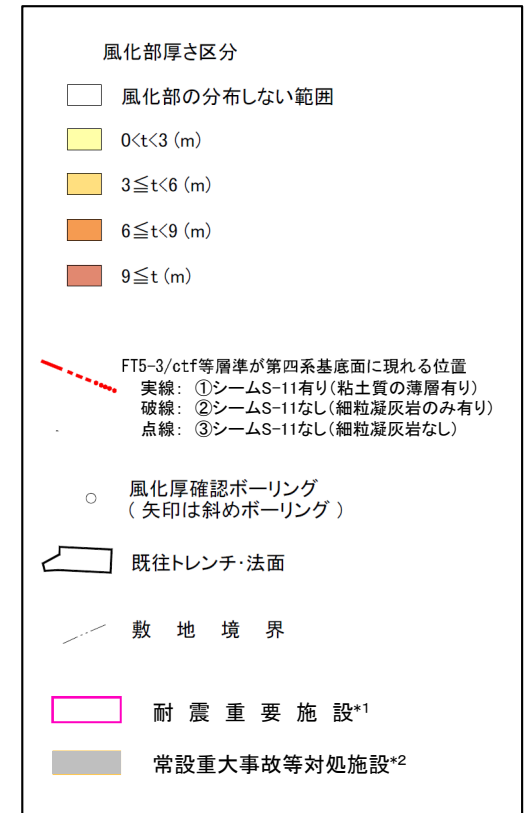
風化部の厚さの分布図を示す。



本図のFT5-3/ctf等層準は、原地形で作成。

本図の地形は原地形で作成。

凡 例



*1: 設置許可基準規則第三条の対象となる耐震重要施設(間接支持構造物を含む)。

*2: 設置許可基準規則第三十八条の対象となる常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設(特定重大事故等対処施設を除く)。



注) 本図は、第646回審査会合(平成30年10月)までに追加取得した調査データを用い作成。

岩盤の風化部の厚さ分布

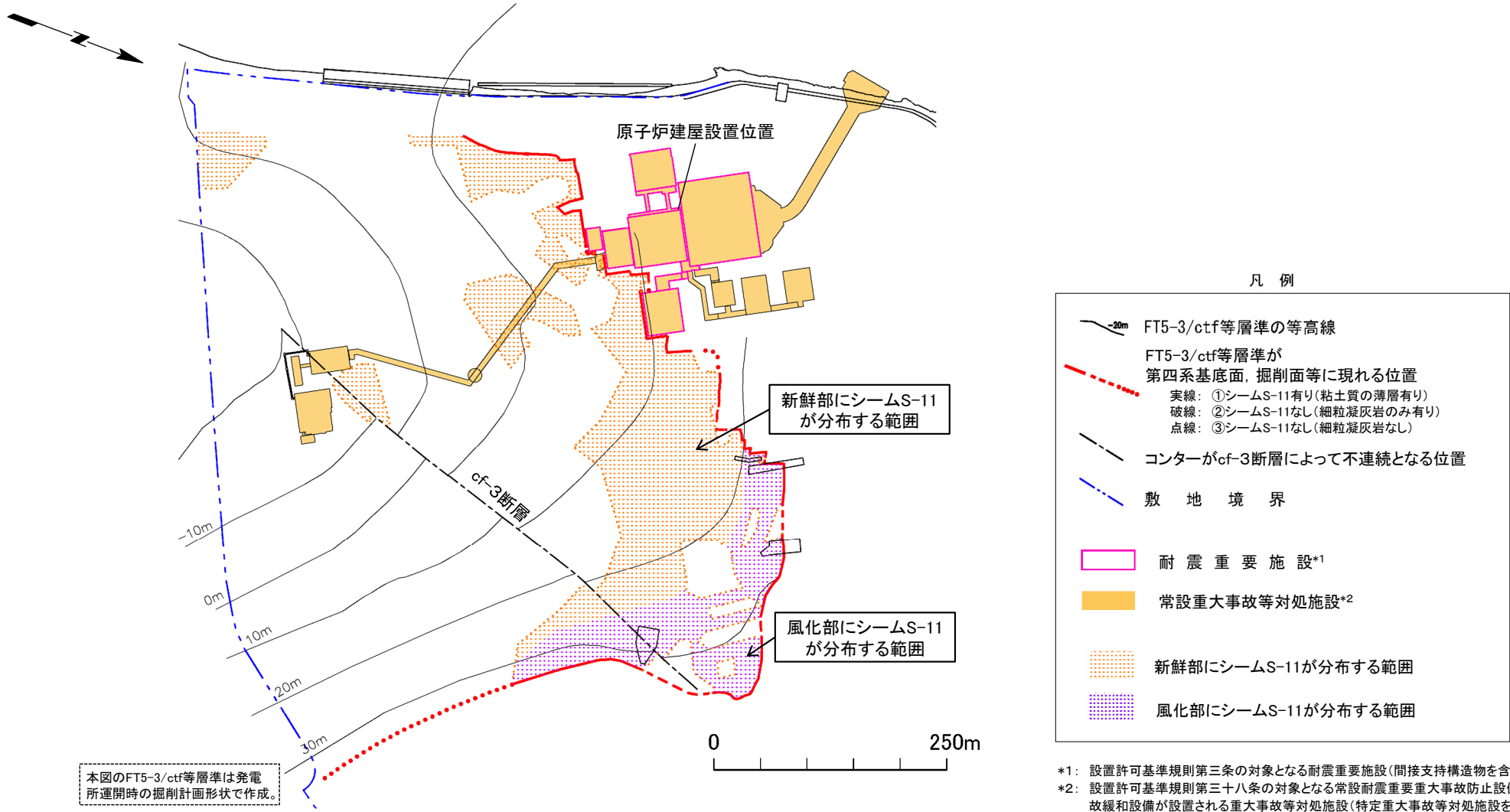
ii . 風化部の定義(強風化部/弱風化部) (8/9)

コメントNo.S2-157



【参考】②風化部にシームS-11が分布する範囲

風化部(風化部の厚さの100%)にシームS-11が分布する範囲を示す。



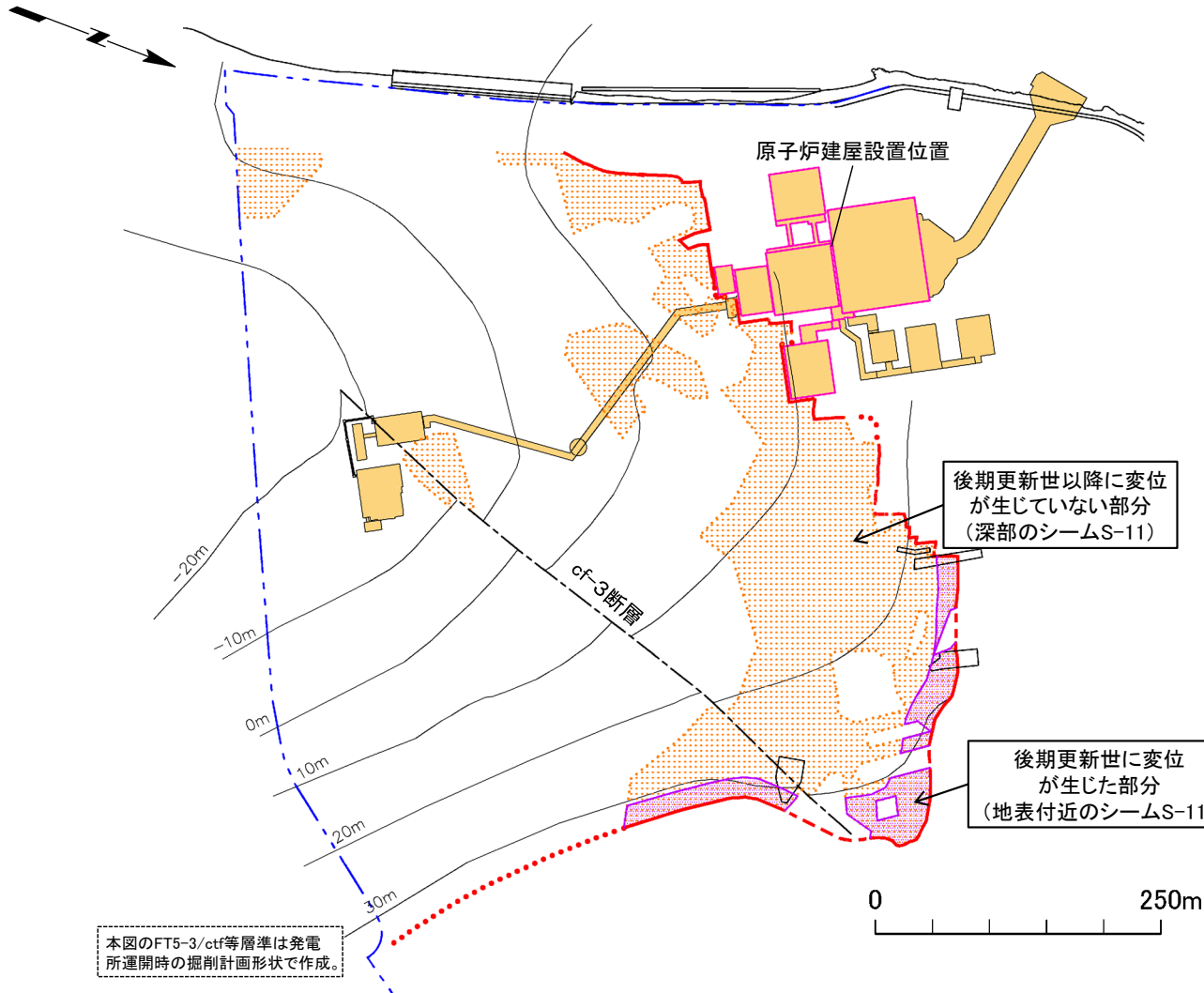
ii . 風化部の定義(強風化部/弱風化部) (9/9)

コメントNo.S2-157

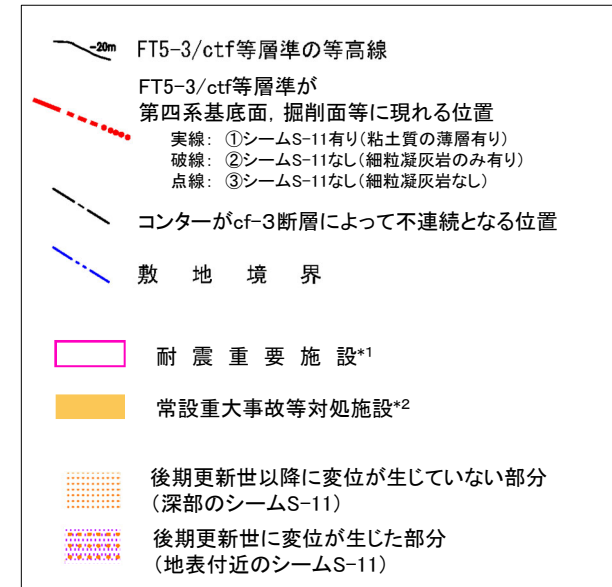


【参考】③後期更新世に変位が生じた範囲

後期更新世に変位が生じた部分(風化部の厚さの50%)の範囲を示す。



凡例



- *1: 設置許可基準規則第三条の対象となる耐震重要施設(間接支持構造物を含む)。
*2: 設置許可基準規則第三十八条の対象となる常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設(特定重大事故等対処施設を除く)。

iii. 重要施設基礎地盤側面に露頭するシームS-11付近の岩盤性状(1/10)



コメントNo.S2-156

No.	項目	指摘時期	コメント内容
S2-156	後期更新世に生じた変状	第1043回審査会合 2022年4月22日	重要施設側面に分布するシームS-11付近の岩盤性状について、現状はデータを羅列しているように見える。風化に対する評価として、地質技術者が風化部と新鮮部の識別をしたとの説明であるが、色彩値、XRD分析結果なども検討しているので、評価の指標として取り入れること。 以上を踏まえ、重要施設側面に分布するシームS-11について、活動性の観点から整理して示すこと。

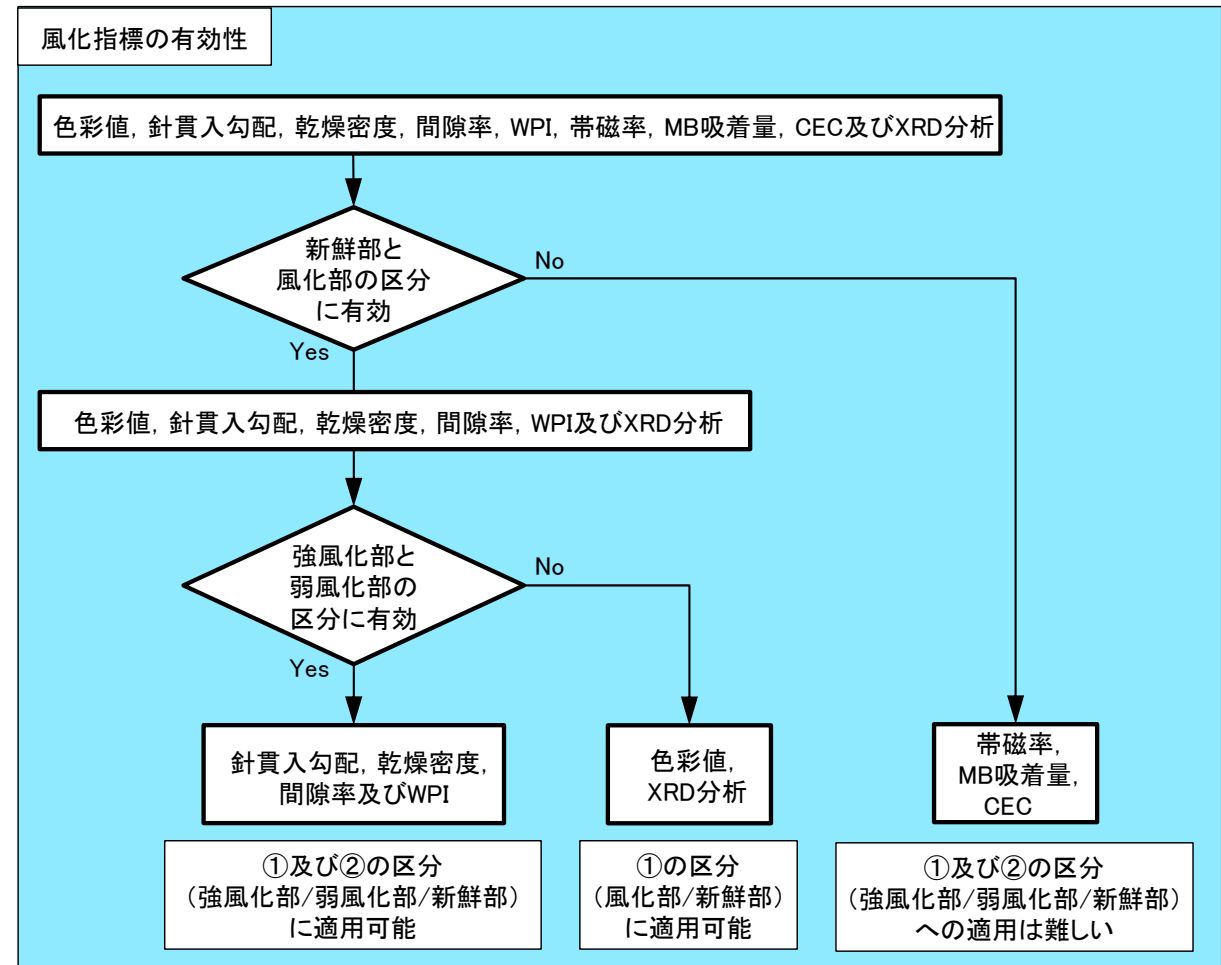
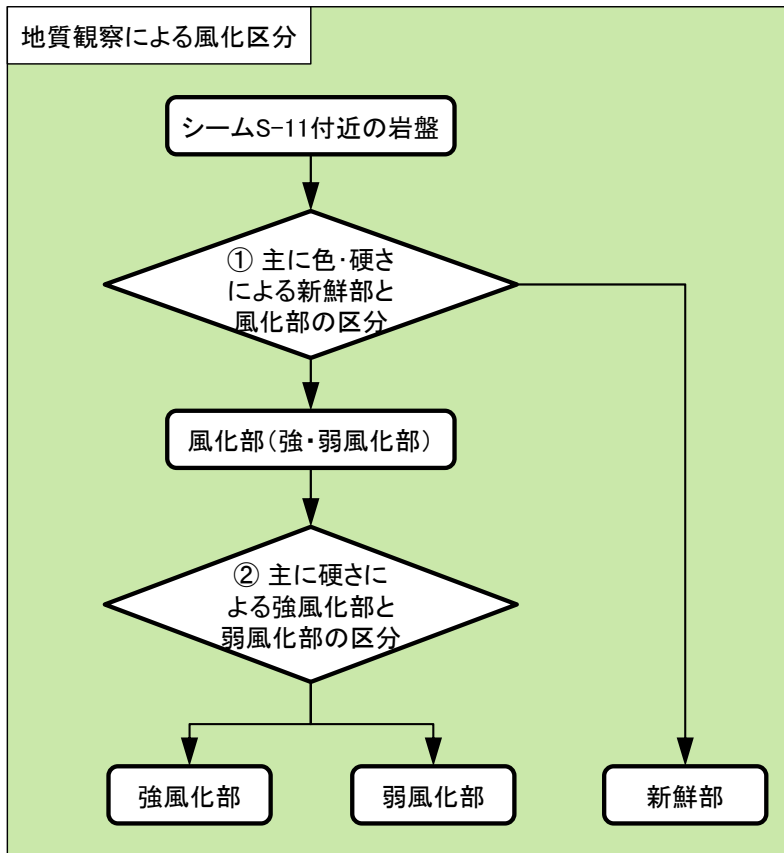
iii. 重要施設基礎地盤側面に露頭するシームS-11付近の岩盤性状(2/10)

コメントNo.S2-156



地質観察によるシームS-11付近の岩盤の風化区分と風化指標との関係

- 色彩値及びXRD分析結果についても評価指標として取り入れ、地質観察による風化区分との関係を整理する。
- 色彩値は、新鮮部と風化部の区分には有効であるが、強風化部と弱風化部の区分への適用は難しい。
- XRD分析結果は、粘土鉱物(スメクタイト・ハロイサイト)及び斜長石のピーク強度に着目して整理すると、新鮮部と風化部の区分には有効であるが、強風化部と弱風化部の区分への適用は難しい。



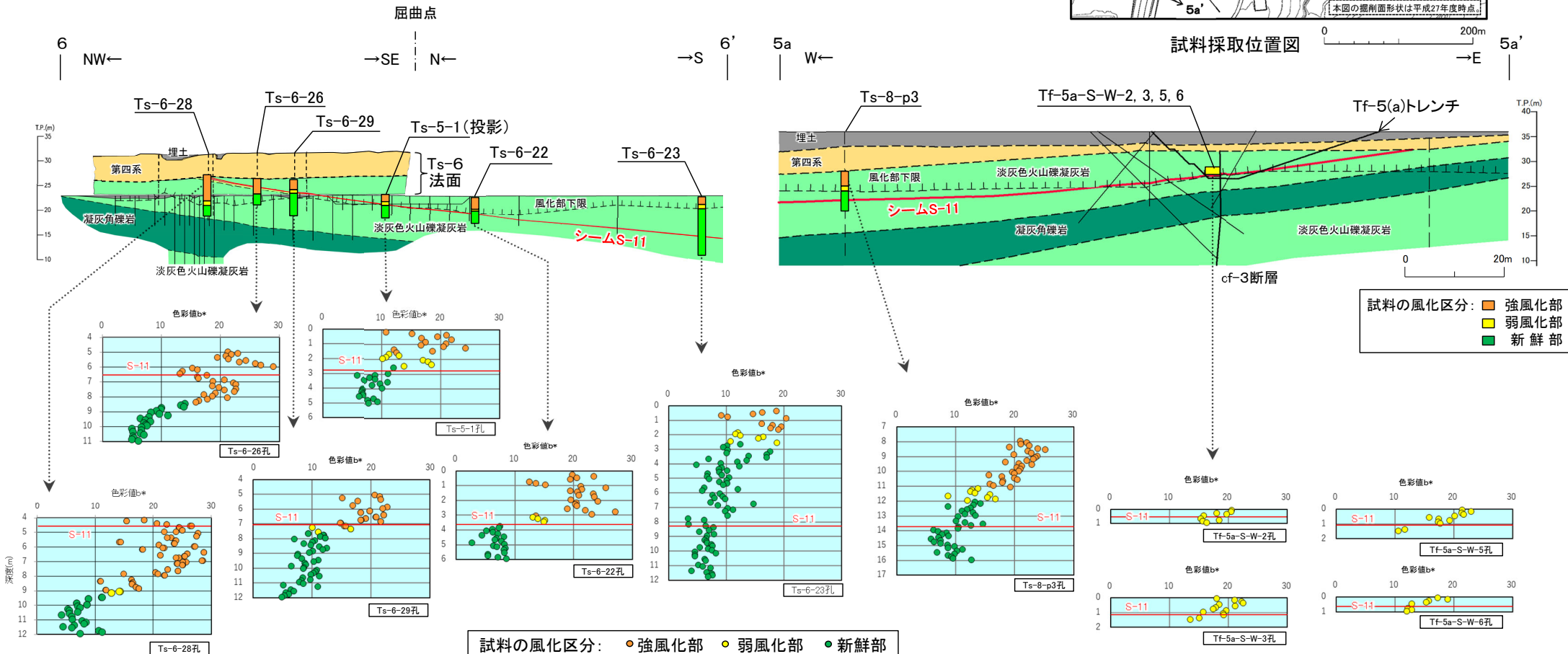
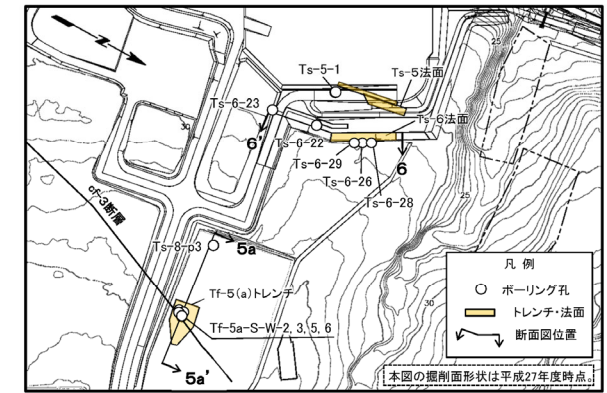
iii. 重要施設基礎地盤側面に露頭するシームS-11付近の岩盤性状(3/10)

コメントNo.S2-156

主要調査断面における風化区分と風化指標との関係(1/2): 色彩値b*

第1043回審査会合
資料1-1-1 P.3-251 一部修正

- 色彩値b*は、一般的に風化による鉄の酸化等に伴う黄褐色化で増加する傾向を示す。
- 測定結果にもその傾向は認められるが、淡灰色火山礫凝灰岩に含まれる暗灰色の礫の影響等で測定値のばらつきは大きい。



6-6' 地質断面図における色彩値b*の値

5a-5a' 地質断面図における色彩値b*の値

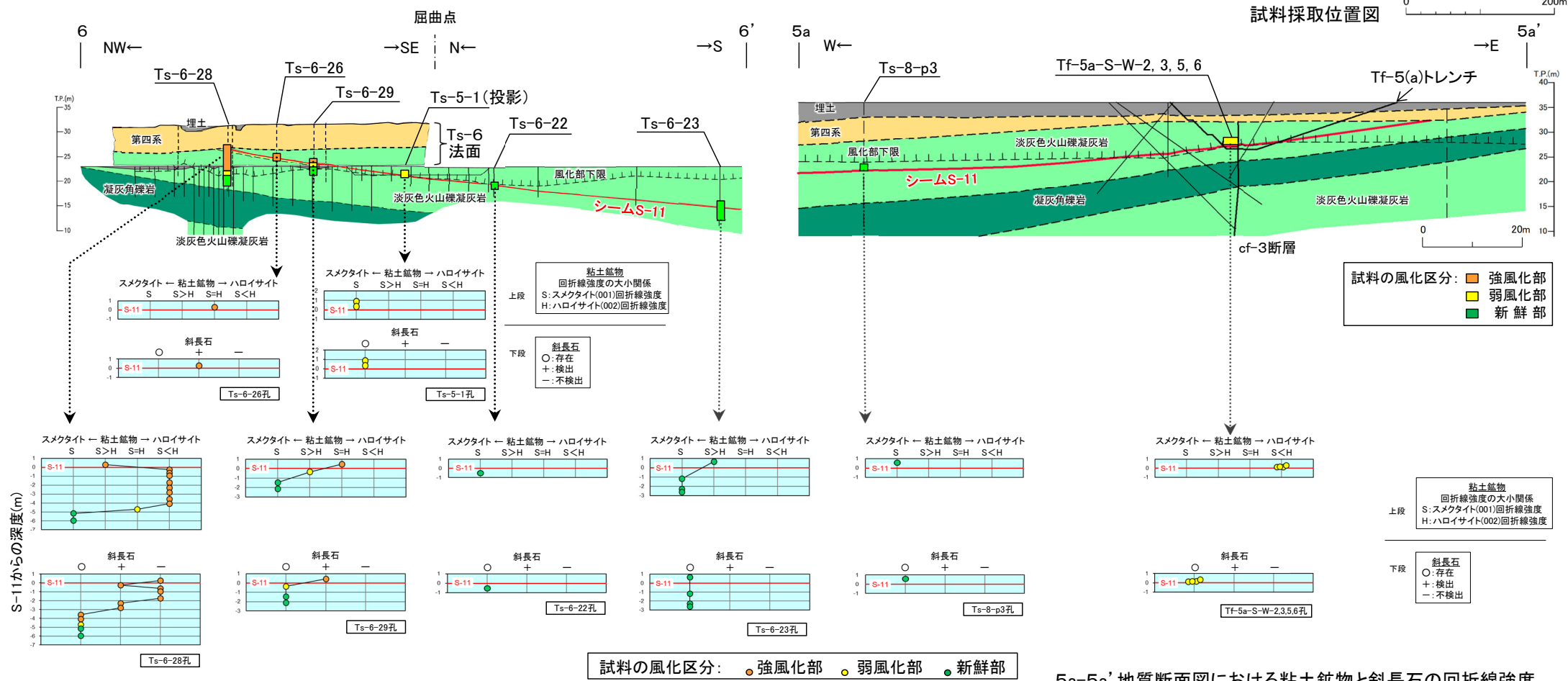
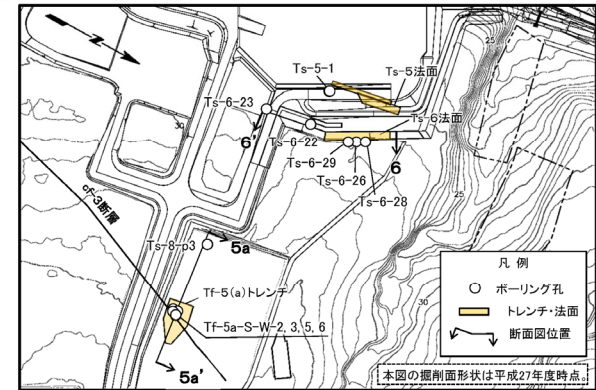
iii. 重要施設基礎地盤側面に露頭するシームS-11付近の岩盤性状(4/10)

コメントNo.S2-156



主要調査断面における風化区分と風化指標との関係(2/2): XRD分析結果

- XRD分析結果は、粘土鉱物(スメクタイト・ハロイサイト)及び斜長石のピーク強度に着目して整理する(P.78, 79参照)。
- 新鮮部には続成作用で形成されたスメクタイトがありハロイサイトはほとんど認められないが、風化の進行によりハロイサイトが増加する傾向が認められる。
- 斜長石は、新鮮部～弱風化部で検出され、強風化部では溶解が進み、わずかに検出ないし不検出となる。



6-6' 地質断面図における粘土鉱物と斜長石の回折線強度

5a-5a' 地質断面図における粘土鉱物と斜長石の回折線強度

iii. 重要施設基礎地盤側面に露頭するシームS-11付近の岩盤性状(5/10)

コメントNo.S2-156



主要調査断面の風化区分の評価と色彩値・XRD分析のまとめ

- 色彩値b*は、新鮮部と風化部の区分には有効であるが、強風化部と弱風化部の区分は難しい。
- XRD分析結果によるスメクタイトからハロイサイトへの変化及び斜長石の消失は、風化に伴う鉱物の変化の特徴をとらえているが、色彩値と同様に、新鮮部と風化部の区分には有効であるが、強風化部と弱風化部の区分は難しい。

風化区分	平均値	1σ
強風化部	---	---
弱風化部	---	---
新鮮部	---	---

ボーリングコア観察時の指標			室内試験による指標																																																																																												
風化区分	色彩値 b*	針貫入勾配 (N/mm)	乾燥密度 ρd (g/cm ³)	間隙率 n (%)	風化指数WPI (%)	XRD分析による 鉱物の消長																																																																																									
強風化部 風化部の中で著しく軟質で、黄褐色～赤褐色の変色が著しく、岩石組織が不明瞭。																																																																																															
弱風化部 風化により黄褐色を呈し、新鮮部に比べて軟質であり、岩石組織がやや不明瞭。																																																																																															
新鮮部 風化による変色がほとんど見られず、岩石組織が明瞭。																																																																																															
主要調査断面の測定値	<table border="1"> <thead> <tr> <th>風化区分</th> <th>データ数</th> <th>平均</th> <th>標準偏差</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>強風化部</td> <td>172</td> <td>20.01</td> <td>3.87</td> </tr> <tr> <td>弱風化部</td> <td>76</td> <td>15.87</td> <td>3.51</td> </tr> <tr> <td>新鮮部</td> <td>245</td> <td>8.46</td> <td>2.56</td> </tr> </tbody> </table>	風化区分	データ数	平均	標準偏差	強風化部	172	20.01	3.87	弱風化部	76	15.87	3.51	新鮮部	245	8.46	2.56	<table border="1"> <thead> <tr> <th>風化区分</th> <th>データ数</th> <th>平均</th> <th>標準偏差</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>強風化部</td> <td>179</td> <td>0.36</td> <td>0.44</td> </tr> <tr> <td>弱風化部</td> <td>28</td> <td>2.22</td> <td>1.14</td> </tr> <tr> <td>新鮮部</td> <td>62</td> <td>8.95</td> <td>4.07</td> </tr> </tbody> </table>	風化区分	データ数	平均	標準偏差	強風化部	179	0.36	0.44	弱風化部	28	2.22	1.14	新鮮部	62	8.95	4.07	<table border="1"> <thead> <tr> <th>風化区分</th> <th>データ数</th> <th>平均</th> <th>標準偏差</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>強風化部</td> <td>11</td> <td>0.69</td> <td>0.02</td> </tr> <tr> <td>弱風化部</td> <td>8</td> <td>0.96</td> <td>0.11</td> </tr> <tr> <td>新鮮部</td> <td>10</td> <td>1.27</td> <td>0.07</td> </tr> </tbody> </table>	風化区分	データ数	平均	標準偏差	強風化部	11	0.69	0.02	弱風化部	8	0.96	0.11	新鮮部	10	1.27	0.07	<table border="1"> <thead> <tr> <th>風化区分</th> <th>データ数</th> <th>平均</th> <th>標準偏差</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>強風化部</td> <td>11</td> <td>74.2</td> <td>0.9</td> </tr> <tr> <td>弱風化部</td> <td>8</td> <td>63.6</td> <td>4.5</td> </tr> <tr> <td>新鮮部</td> <td>10</td> <td>49.9</td> <td>2.5</td> </tr> </tbody> </table>	風化区分	データ数	平均	標準偏差	強風化部	11	74.2	0.9	弱風化部	8	63.6	4.5	新鮮部	10	49.9	2.5	<table border="1"> <thead> <tr> <th>風化区分</th> <th>データ数</th> <th>平均</th> <th>標準偏差</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>強風化部</td> <td>11</td> <td>-40.5</td> <td>3.1</td> </tr> <tr> <td>弱風化部</td> <td>8</td> <td>-18.3</td> <td>5.5</td> </tr> <tr> <td>新鮮部</td> <td>10</td> <td>-3.8</td> <td>3.3</td> </tr> </tbody> </table>	風化区分	データ数	平均	標準偏差	強風化部	11	-40.5	3.1	弱風化部	8	-18.3	5.5	新鮮部	10	-3.8	3.3	<table border="1"> <thead> <tr> <th>風化区分</th> <th>データ数</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>強風化部</td> <td>11</td> </tr> <tr> <td>弱風化部</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>新鮮部</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table>	風化区分	データ数	強風化部	11	弱風化部	8	新鮮部	10	スメクタイトとハロイサイトのピーク強度の大小関係 ○: 存在 +: 検出 -: 不検出 S: スメクタイト(001)回折線 H: ハロイサイト(002)回折線
風化区分	データ数	平均	標準偏差																																																																																												
強風化部	172	20.01	3.87																																																																																												
弱風化部	76	15.87	3.51																																																																																												
新鮮部	245	8.46	2.56																																																																																												
風化区分	データ数	平均	標準偏差																																																																																												
強風化部	179	0.36	0.44																																																																																												
弱風化部	28	2.22	1.14																																																																																												
新鮮部	62	8.95	4.07																																																																																												
風化区分	データ数	平均	標準偏差																																																																																												
強風化部	11	0.69	0.02																																																																																												
弱風化部	8	0.96	0.11																																																																																												
新鮮部	10	1.27	0.07																																																																																												
風化区分	データ数	平均	標準偏差																																																																																												
強風化部	11	74.2	0.9																																																																																												
弱風化部	8	63.6	4.5																																																																																												
新鮮部	10	49.9	2.5																																																																																												
風化区分	データ数	平均	標準偏差																																																																																												
強風化部	11	-40.5	3.1																																																																																												
弱風化部	8	-18.3	5.5																																																																																												
新鮮部	10	-3.8	3.3																																																																																												
風化区分	データ数																																																																																														
強風化部	11																																																																																														
弱風化部	8																																																																																														
新鮮部	10																																																																																														

iii. 重要施設基礎地盤側面に露頭するシームS-11付近の岩盤性状(6/10)

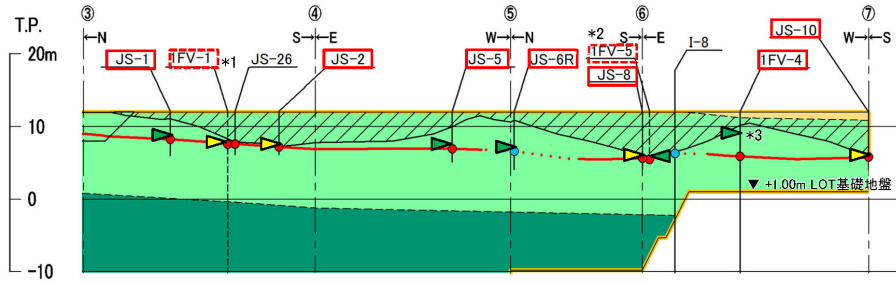
重要施設周辺における風化区分と風化指標との関係: 活動性

コメントNo.S2-156

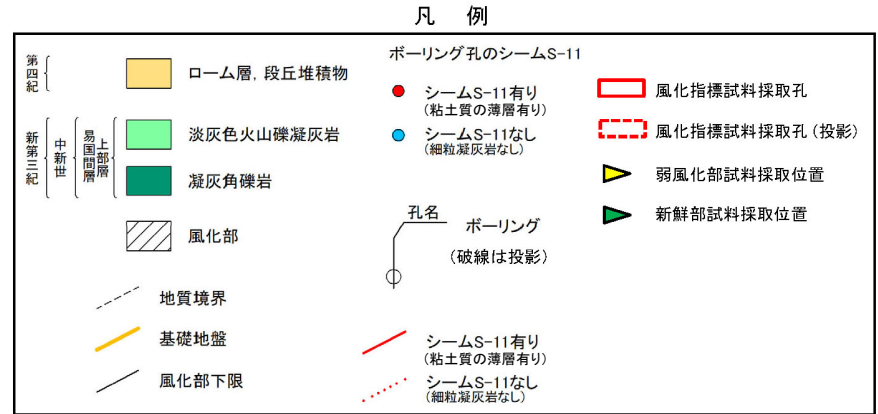
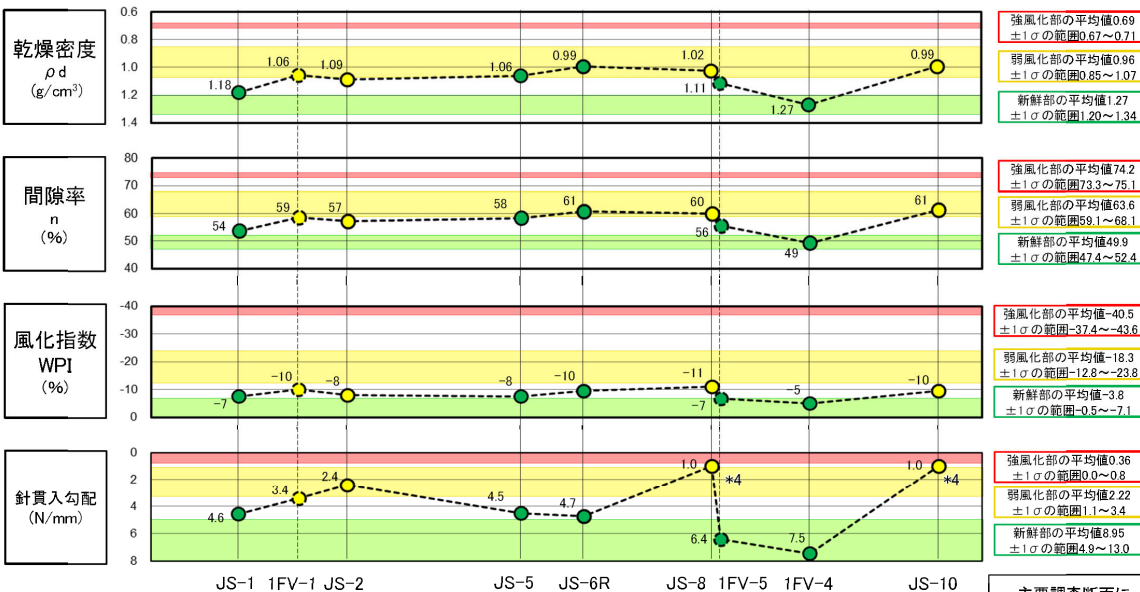
第1043回審査会合 資料1-1-1
P.3-262 誤りを修正, 一部修正

強風化部, 弱風化部及び新鮮部を区分できる指標となる乾燥密度, 間隙率, 風化指数WPI及び針貫入勾配の分析結果を, 風化区分ごとの平均値±1σの範囲と共に示す。

- 各風化指標の値は, おおむね主要調査断面※と同様で, 少なくとも強風化部の値までは風化が進んでいないことが確認された。
- 分析を行った試料は, 新鮮部と弱風化部の境界付近のもので, 風化が一般的に不均質に進む現象であることから, 境界付近の分析結果にばらつきが生じたものと考えられる。
- 以上のことから, 重要施設のシームS-11の岩盤の性状は, 変状が分布する上下盤共に強風化部の岩盤性状に該当しないことが確認されたことから, 重要施設基礎地盤側面に露頭するシームS-11は, 後期更新世以降に変位が生じていない部分に該当すると判断する。



原子炉建屋東側～第一フィルタベント建屋～軽油タンク側壁地質図(③～⑦)



- *1: 1FV-1孔は厳密には本地質図には投影されないが, 概略の位置に表示。
- *2: 1FV-5孔の投影位置はJS-8孔と重なるが, 見やすいようにずらして表示。
- *3: 針貫入勾配が得られている新鮮部の最下部から試料を採取。
- *4: JS-10孔及びJS-8孔の針貫入勾配は, 強風化部に近い値を示すが, 他の風化指標は弱風化部～新鮮部の値を示しており, 地質観察による風化区分と整合的である。

※: 変状が分布するTs-6法面付近並びに変状が分布しないTs-5法面及びTf-5(a)トレンチ付近の断面(第1043回審査会合資料1-1-1, P.3-248参照)。

審査資料の再チェックを行い、「重要施設側壁地質図での表示」を修正した。

試料の地質観察による風化区分: ●弱風化部 ●新鮮部

シーム上盤の岩盤の乾燥密度・間隙率・風化指数WPI・針貫入勾配

主要調査断面における風化指標の風化区分ごとの平均値±1σの範囲

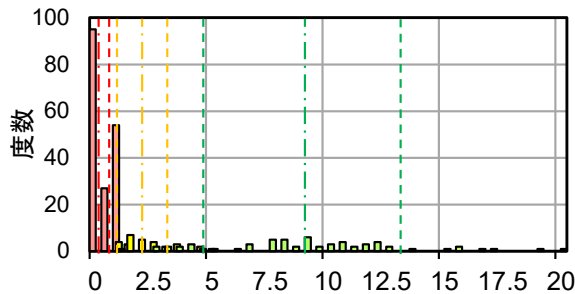
iii. 重要施設基礎地盤側面に露頭するシームS-11付近の岩盤性状(7/10)

第1043回審査会合
資料1-1-1 P.3-258 一部修正

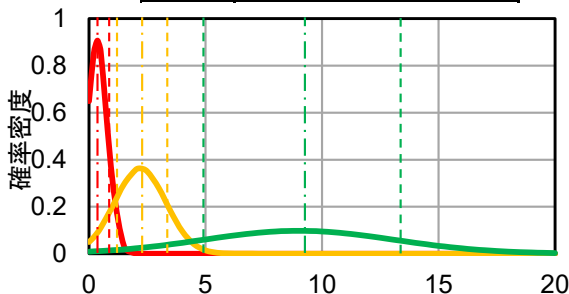
**【参考】主要調査断面における風化区分と風化指標との関係(1/2):
針貫入勾配, 色彩値b*, 帯磁率のヒストグラムと標準偏差に基づく検討**

主要調査断面における針貫入勾配, 色彩値b*及び帯磁率のデータを風化区分ごとにヒストグラムに整理し, 平均値と標準偏差に基づいて風化区分境界付近における風化指標の値について検討する。

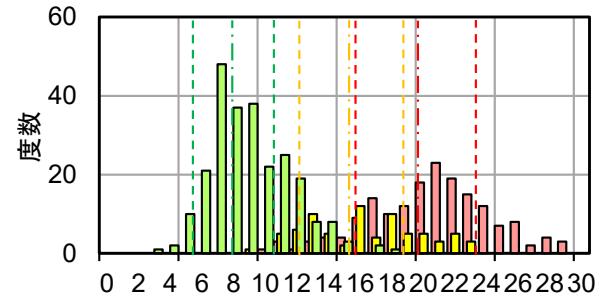
- 針貫入勾配については, 特に強風化部の測定値のばらつきは小さく, 各風化区分の平均値 $\pm 1\sigma$ の範囲のオーバーラップがないことから, 風化区分の比較的良好な客観的・定量的指標となることが確認された。
- 色彩値b*については, 全体に測定値のばらつきが大きく, 各風化区分の平均値 $\pm 1\sigma$ の範囲のオーバーラップは顕著であるが, 新鮮部と強風化部のデータには比較的明瞭な違いが認められる。
- 帯磁率については, 全体に測定値のばらつきが大きく各風化区分の平均値 $\pm 1\sigma$ の範囲のオーバーラップが顕著である。
- なお, 風化区分の境界部における風化指標の値のオーバーラップは, 風化が均質に進むものではないことによって生じているものと考えられる。



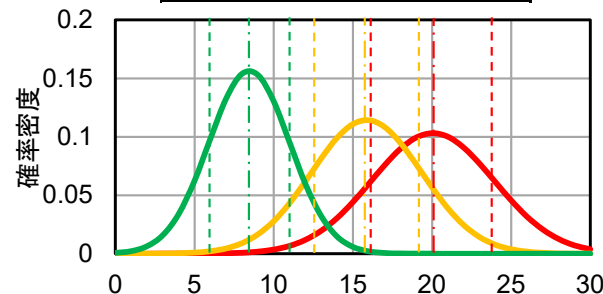
風化区分	データ数	平均	標準偏差
強風化部	179	0.36	0.44
弱風化部	28	2.22	1.14
新鮮部	62	8.95	4.07



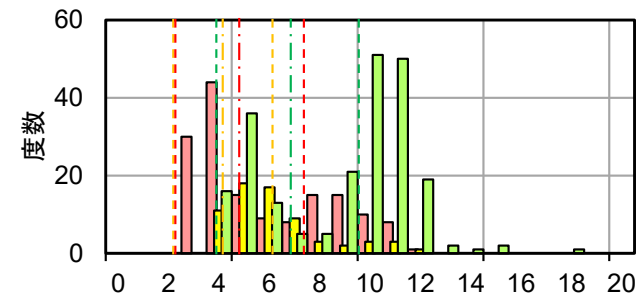
針貫入勾配(N/mm)



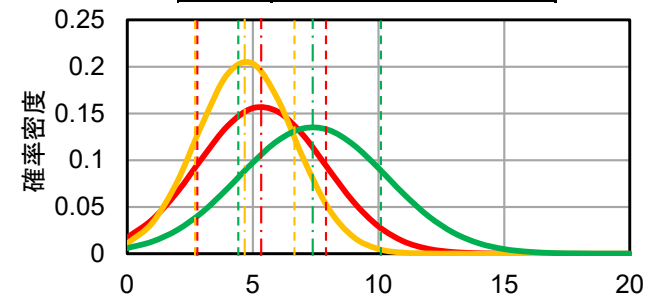
風化区分	データ数	平均	標準偏差
強風化部	172	20.01	3.87
弱風化部	76	15.87	3.51
新鮮部	245	8.46	2.56



色彩値b*



風化区分	データ数	平均	標準偏差
強風化部	155	5.33	2.55
弱風化部	67	4.71	1.94
新鮮部	222	7.39	2.95

帯磁率(×10⁻³ SI)

凡例		
風化区分	平均値	1σ
強風化部	— — —	— — —
弱風化部	- - -	- - -
新鮮部	- · - · -	- · - · -

注) 針貫入勾配は10cmごとの平均値でヒストグラムを作成。

iii. 重要施設基礎地盤側面に露頭するシームS-11付近の岩盤性状(8/10)

第1043回審査会合
資料1-1-1 P.3-259 一部修正

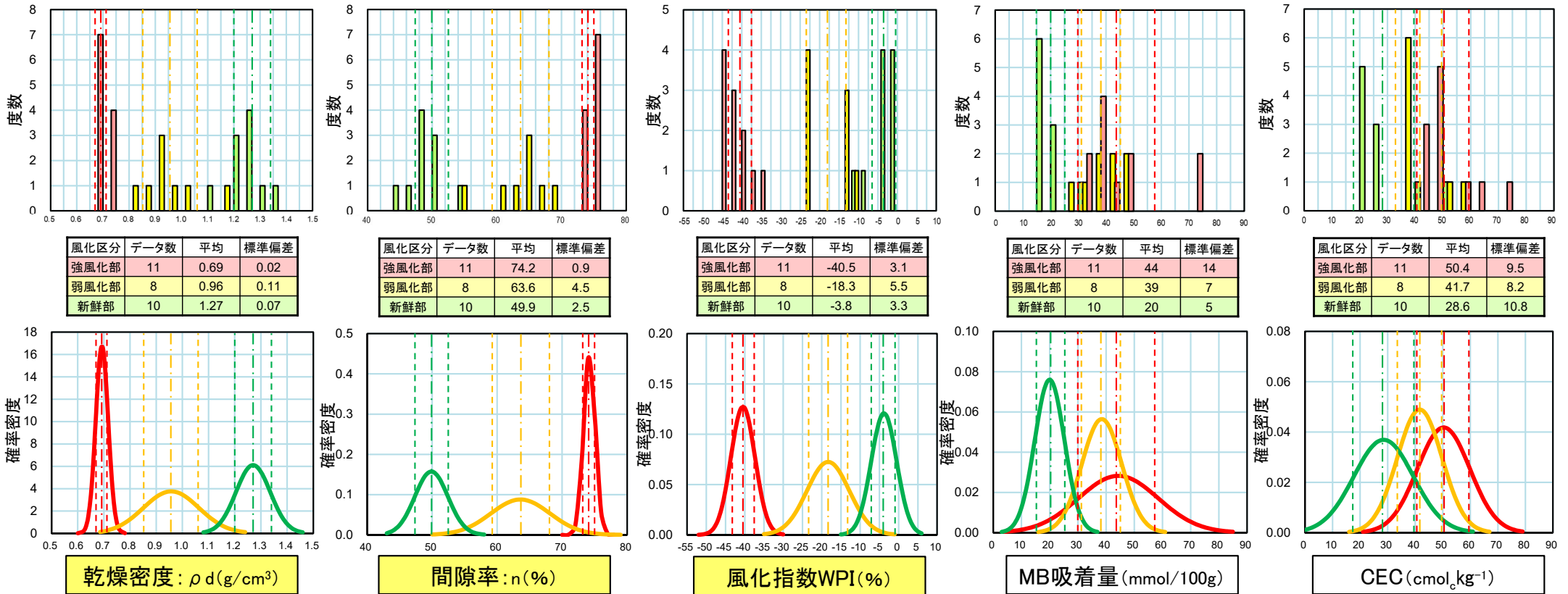
【参考】主要調査断面における風化区分と風化指標との関係(2/2):

乾燥密度, 間隙率, 風化指数WPI, MB吸着量, CECのヒストグラムと標準偏差に基づく検討

主要調査断面における乾燥密度, 間隙率, 風化指数WPI, MB吸着量及びCECのデータを風化区分ごとにヒストグラムに整理し, 平均値と標準偏差に基づいて風化区分境界付近における風化指標の値について検討する。

- 乾燥密度, 間隙率及び風化指数WPIについては, 各風化区分の平均値±1σの範囲のオーバーラップはなく, 風化区分の比較的良好な客観的・定量的指標となることが確認された。
- MB吸着量及びCECの値と風化区分との関係は良く似た傾向を示し, 風化に伴ってこれらの指標の値は増加する傾向を示すが, 全体にばらつきが大きく, 各風化区分の平均値±1σの範囲のオーバーラップが顕著である。これらの風化指標の値は, 風化の程度だけではなく, 粒度などの岩相の違いによる岩盤の粘土鉱物含有量の違いなどの影響も受けているものと考えられる。

凡例		
風化区分	平均値	1σ
強風化部	---	---
弱風化部	---	---
新鮮部	---	---



iii. 重要施設基礎地盤側面に露頭するシームS-11付近の岩盤性状(9/10)

第1043回審査会合
資料1-1-2 P.13-31 一部修正

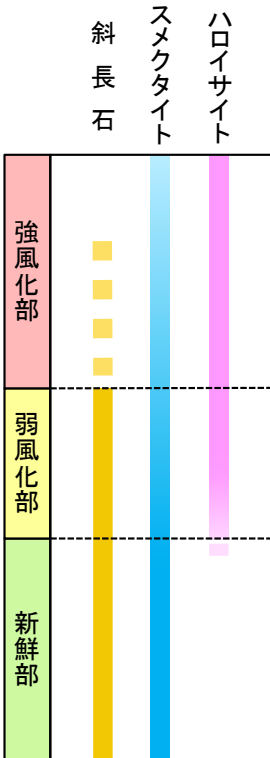
【参考】XRD分析結果

- 不定方位試料で検出される鉱物を整理するとともに、スメクタイトとハロイサイトの回折線のピーク強度の大小関係を4段階に区分して示す。
- スメクタイトの回折線の強度は、強風化部では高さが低下し、幅が拡大する傾向が認められる。
 - 風化の進行によりスメクタイトが形成されるとともに、ハロイサイトが増える傾向が認められる(典型的なXRDチャートに模式的にスメクタイトとハロイサイトの関係を表示)。なお、スメクタイト及びハロイサイトは混合層鉱物となっているものと考えられ、それぞれの定量的評価は難しい。
 - 斜長石の回折線は、新鮮部～弱風化部で検出され、強風化部では溶解が進み微量ないし不検出となる。

XRD分析結果一覧表

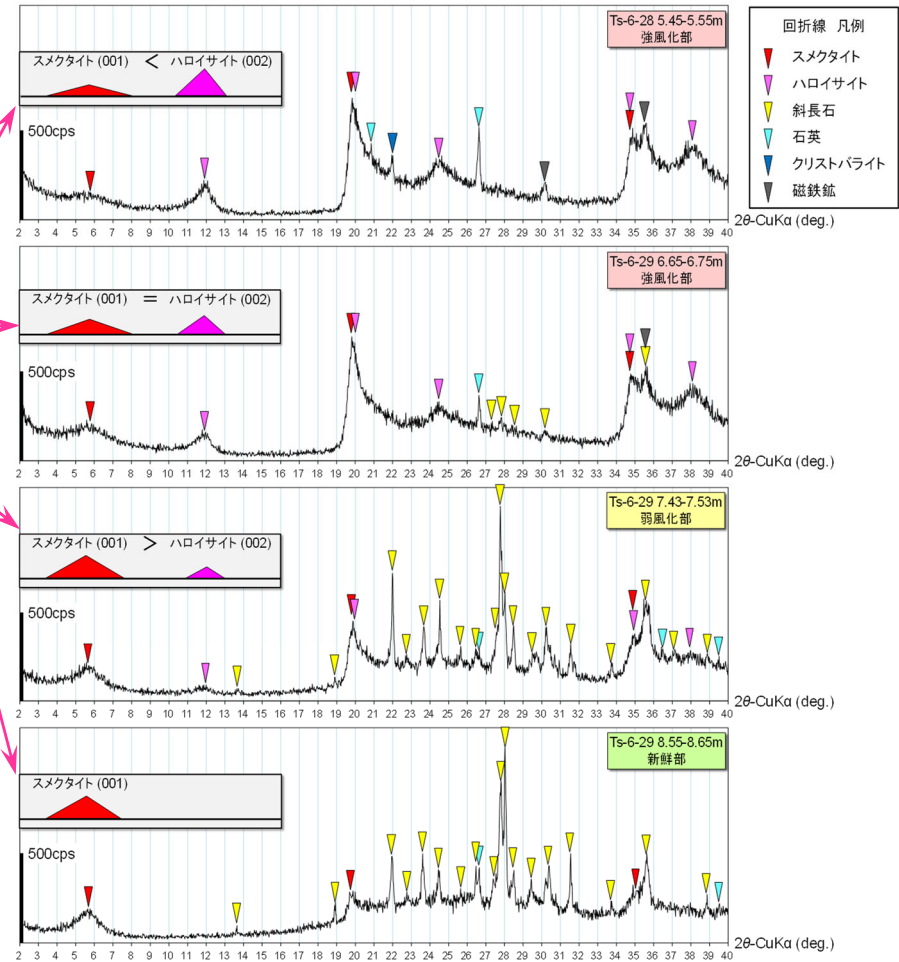
ボーリング 孔番号	採取深度 (m)		S-11 上/下盤	風化 区分	検出鉱物										スメクタイト(S) (001) 回折線 ハロイサイト(H) (002) 回折線 大小関係	
	上限	下限			スメクタイト	ハロイサイト	石英	斜長石	単斜輝石	斜方輝石	磁鉄鉱※	クリストバライト※	方解石	イライト		
					○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		○
Ts-6-28	5.15	5.25	下盤	強風化部	○	○	○	-	-	-	-	○	○	-	-	S<H
Ts-6-28	5.45	5.55	下盤	強風化部	○	○	○	-	-	-	-	○	○	+	-	S<H
Ts-6-28	6.20	6.30	下盤	強風化部	○	○	○	-	-	-	-	○	○	+	-	S<H
Ts-6-28	4.75	4.85	下盤	強風化部	○	○	○	+	-	-	-	○	○	-	-	S<H
Ts-6-28	6.80	6.90	下盤	強風化部	○	○	○	+	-	-	-	○	○	-	-	S<H
Ts-6-28	7.30	7.40	下盤	強風化部	○	○	○	+	-	-	-	○	○	+	-	S<H
Ts-6-28	8.10	8.20	下盤	強風化部	○	○	○	○	+	-	-	○	○	-	-	S<H
Ts-6-28	8.55	8.65	下盤	強風化部	○	○	○	○	+	-	-	○	○	+	-	S<H
Ts-6-29	6.65	6.75	上盤	強風化部	○	○	○	+	-	-	+	-	-	-	-	S=H
Ts-6-26	6.05	6.10	上盤	強風化部	○	○	○	○	+	-	-	-	-	-	-	S=H
Ts-6-28	4.25	4.35	上盤	強風化部	○	○	○	-	-	-	-	○	○	+	+	S>H
Tf-5a-S-W-2	0.30	0.35	上盤	弱風化部	+	○	○	○	+	+	-	-	-	-	-	S<H
Tf-5a-S-W-3	0.92	0.97	上盤	弱風化部	+	○	○	○	+	+	-	-	-	-	-	S<H
Tf-5a-S-W-5	0.85	0.88	上盤	弱風化部	+	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	S<H
Tf-5a-S-W-6	0.20	0.25	上盤	弱風化部	+	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	S<H
Ts-6-28	9.20	9.30	下盤	弱風化部	○	○	○	○	-	-	+	-	-	-	-	S=H
Ts-6-29	7.43	7.53	下盤	弱風化部	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	-	S>H
Ts-5-1	1.85	1.90	上盤	弱風化部	○	+	-	○	+	-	-	-	-	-	-	S
Ts-5-1	2.46	2.50	上盤	弱風化部	○	-	○	○	-	-	-	-	-	-	-	S
Ts-6-23	7.40	7.50	上盤	新鮮部	○	+	-	○	+	-	-	-	-	-	-	S>H
Ts-6-28	9.70	0.80	下盤	新鮮部	○	-	○	○	-	-	+	-	-	-	-	S
Ts-6-28	10.45	10.55	下盤	新鮮部	○	-	○	○	+	-	-	-	-	-	-	S
Ts-6-29	8.55	8.65	下盤	新鮮部	○	-	○	○	-	-	-	-	-	-	-	S
Ts-6-29	9.20	9.30	下盤	新鮮部	○	-	+	○	○	-	-	-	-	-	-	S
Ts-6-23	9.35	9.45	下盤	新鮮部	○	-	-	○	-	-	+	-	-	-	-	S
Ts-6-23	10.40	10.50	下盤	新鮮部	○	-	-	○	○	+	-	-	-	-	-	S
Ts-6-23	10.70	10.80	下盤	新鮮部	○	-	-	○	○	○	-	-	-	-	-	S
Ts-6-22	4.05	4.10	下盤	新鮮部	○	-	○	○	○	-	-	-	-	+	-	S
Ts-8-p3	13.18	13.23	上盤	新鮮部	○	-	○	○	+	-	-	-	-	-	-	S
JS-10	5.90	5.95	上盤	弱風化部	○	+	-	○	○	+	-	-	-	-	-	S>H
1FV-1	4.33	4.38	上盤	弱風化部	○	-	○	○	○	-	-	-	-	-	-	S
JS-2	4.45	4.50	上盤	弱風化部	○	-	○	○	○	-	-	-	-	-	-	S
JS-8	6.10	6.15	上盤	弱風化部	○	-	○	○	○	+	-	-	-	-	-	S
1FV-4	2.85	2.90	上盤	新鮮部	○	-	-	○	○	-	-	-	-	-	-	S
1FV-5	6.21	6.26	上盤	新鮮部	○	-	○	○	○	-	-	-	-	-	-	S
JS-1	3.30	3.35	上盤	新鮮部	○	-	+	○	○	-	-	-	-	-	-	S
JS-5	4.45	4.50	上盤	新鮮部	○	-	○	○	○	-	-	-	-	-	-	S
JS-6R	4.80	4.85	上盤	新鮮部	○	-	○	○	○	-	-	-	-	-	-	S

※ 磁鉄鉱とクリストバライトの回折線は斜長石と重複するため、斜長石を多く含む試料では認識されにくい。
○ 存在 + 微量 - 不検出



風化作用に関わる
主な鉱物の消長

主要調査断面
施設付近



典型的な全岩不定方位試料のXRDチャート

スメクタイトの(001)回折線は2θ=3.5~8° 付近、ハロイサイトの(002)回折線は2θ=10~13° 付近にブロードなピークとして認められる。

iii. 重要施設基礎地盤側面に露頭するシームS-11付近の岩盤性状(10/10)

【参考】XRD分析結果の風化指標としての表示方法について

- ① 前頁のXRD分析結果から、淡灰色火山礫凝灰岩から一般的に検出される鉱物のうち、スメクタイト、ハロイサイト及び斜長石が風化との関連が認められる。
- ② 新鮮部には続成作用で形成されたスメクタイトがありハロイサイトはほとんど認められないが、風化の進行によりハロイサイトが増加する傾向が認められる。スメクタイト及びハロイサイトは混合層鉱物となっているものと考えられ、それぞれの定量的評価は難しいことから、スメクタイト及びハロイサイトのピーク強度(赤に着色して示したピークの面積)の比を以下の4ランクに区分して表示する。
 - S : ほぼスメクタイトのみでハロイサイトが検出されない
 - S>H : スメクタイトのピーク強度が大きいハロイサイトも検出される
 - S=H : スメクタイトとハロイサイトのピーク強度がほぼ同じ
 - S<H : ハロイサイトのピーク強度がスメクタイトのピーク強度より大きい
- ③ 斜長石は、新鮮部～弱風化部で検出され、強風化部では溶解が進みあまり検出されなくなる。斜長石についてはピーク強度に基づいて以下の3ランクに区分して表示する。
 - : 斜長石のピークが明瞭に検出される
 - ＋ : 斜長石のピークは小さいが検出される
 - － : 斜長石のピークは検出されない

iv. シームS-11の三次元的分布(1/2)

コメントNo.S2-158



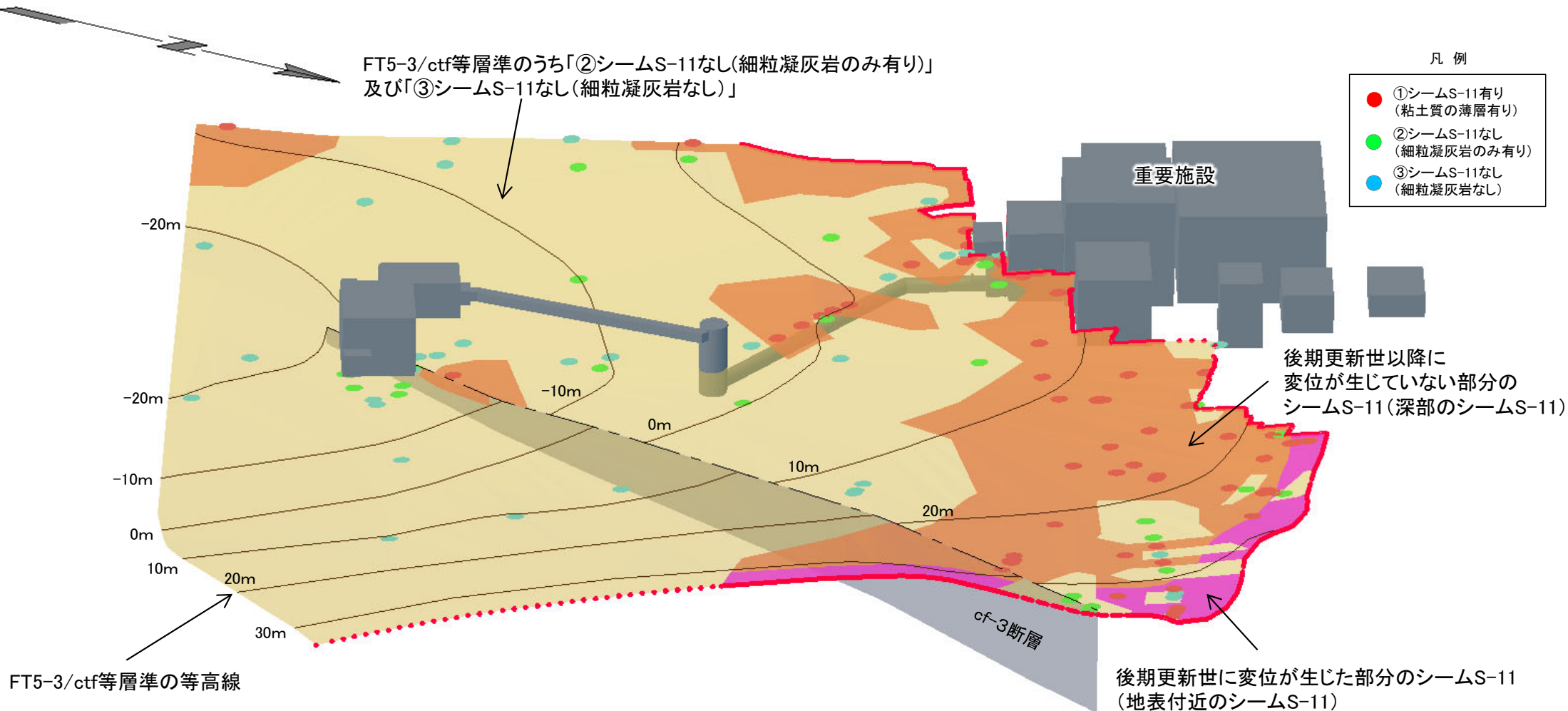
No.	項目	指摘時期	コメント内容
S2-158	後期更新世に生じた変状	第1043回審査会合 2022年4月22日	変状は強風化部に限定しているという主張の根拠として、側壁に分布しているシームS-11が、cf-3断面で切られている様子を、三次元的に位置関係を示す図を工夫するなどして明確に示すこと。

iv. シームS-11の三次元的分布(2/2)

コメントNo.S2-158



- シームS-11とcf-3断層との切断関係及びシームS-11と重要施設との位置関係を三次元的に示す。
- 重要施設基礎地盤側面には、cf-3断層に切断された箇所と同じ「後期更新世以降に変位が生じていない部分」のシームS-11が分布する。



注) 本図は、シームS-11を三次元的に示した概略図であり、重要施設建屋、トレンチ等の細部を一部省略して表示している。

v. 燃料補助建屋のN-S断面(1/3)

コメントNo.S2-159

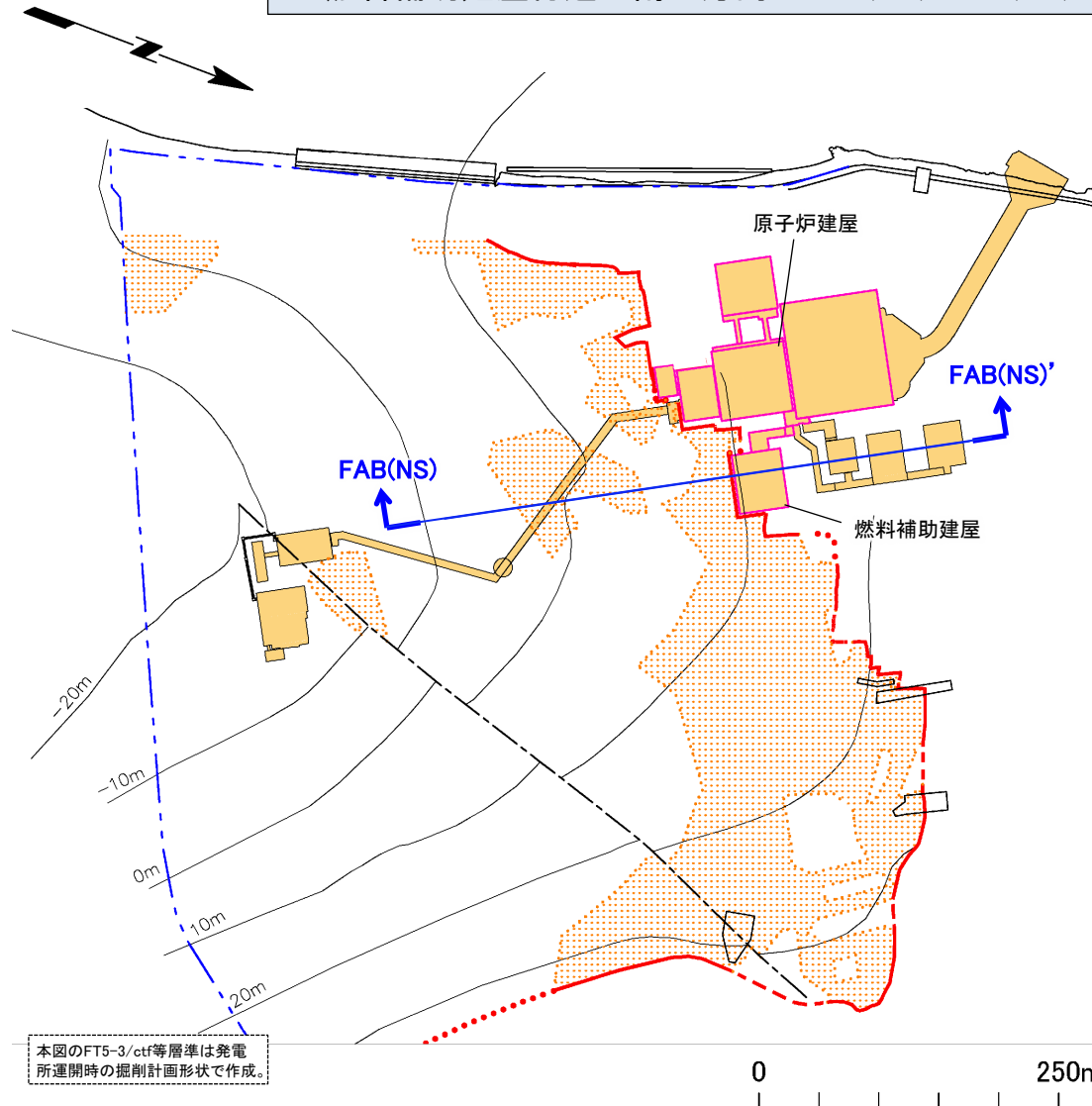


No.	項目	指摘時期	コメント内容
S2-159	後期更新世に生じた変状	第1043回審査会合 2022年4月22日	重要施設側面に分布するシームS-11が風化部中に分布していないことの確認のため、燃料補助建屋のN-S断面を追加すること。

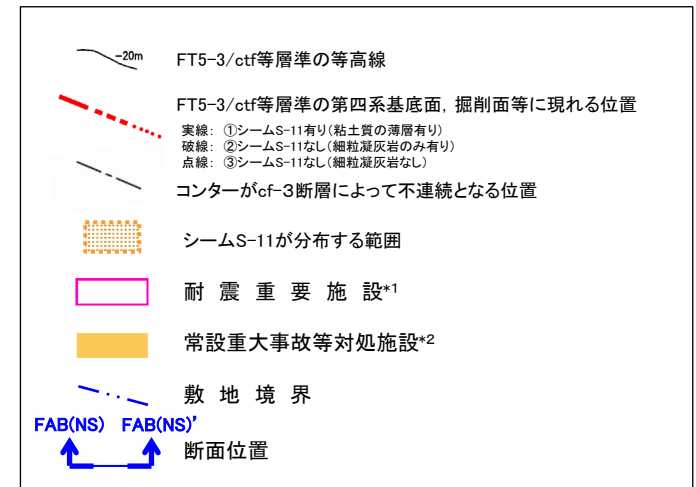
注) 本資料では、No.S2-159の指摘事項に対応する燃料補助建屋のN-S断面のみ提示するが、今後その他の建屋等を通る断面も合わせて提示する予定。

断面位置図

燃料補助建屋付近の南北方向のFAB(NS)-FAB(NS)' 断面位置を示す。



凡例



- *1: 設置許可基準規則第三条の対象となる耐震重要施設(間接支持構造物を含む)。
*2: 設置許可基準規則第三十八条の対象となる常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設(特定重大事故等対処施設を除く)。

本図のFT5-3/ctf等層準は発電所運転時の掘削計画形状で作成。

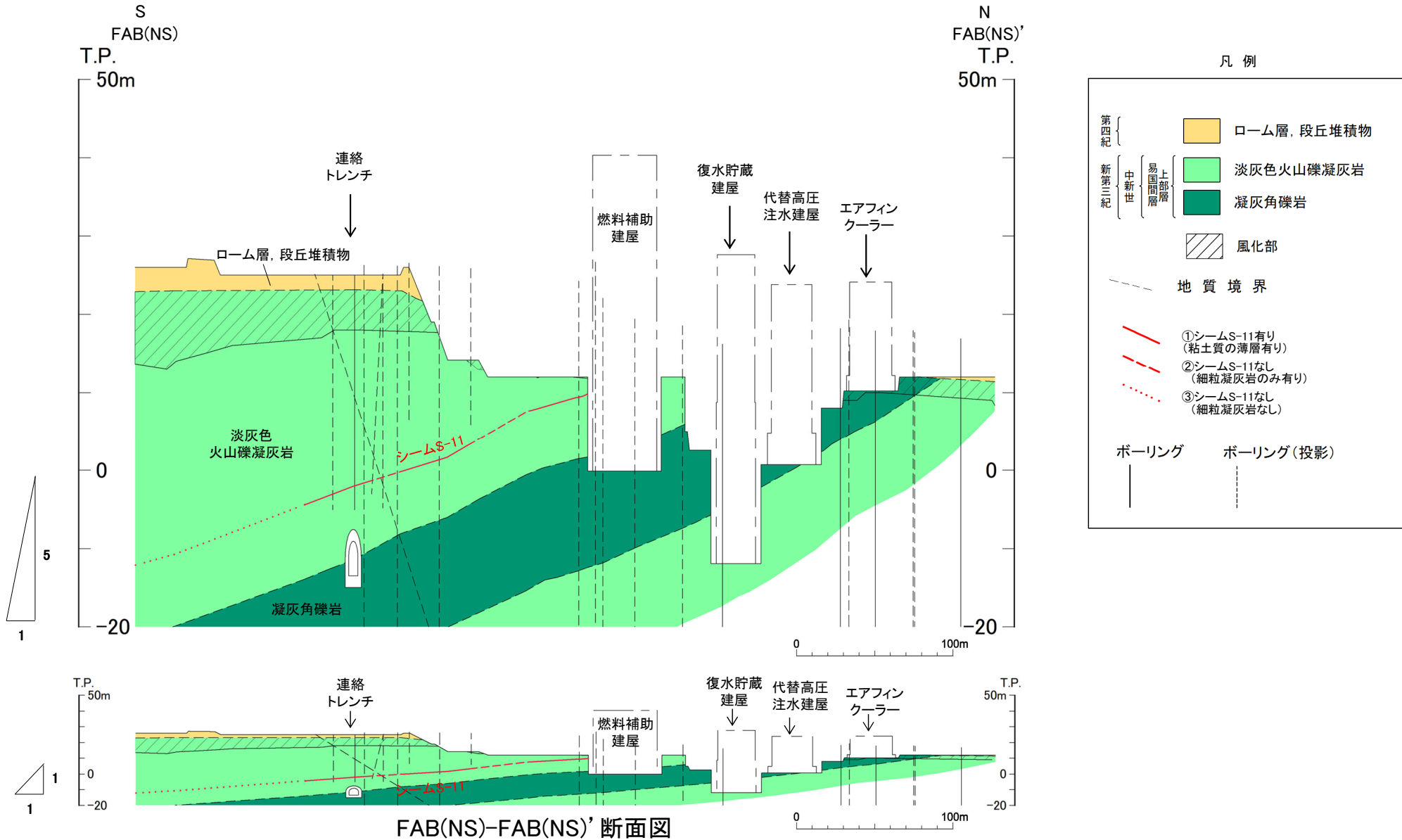
v. 燃料補助建屋のN-S断面(3/3)

コメントNo.S2-159



燃料補助建屋付近のシームS-11及び風化部の分布(FAB(NS)-FAB(NS)' 断面図)

- 燃料補助建屋の南北方向のFAB(NS)-FAB(NS)' 断面を示す。
- 燃料補助建屋等の重要施設基礎地盤側面に分布するシームS-11は風化部中に分布していない。



vi. シームS-11最新面の自形鉱物の検討(1/4)

コメントNo.S2-160



No.	項目	指摘時期	コメント内容
S2-160	後期更新世に生じた変状	第1043回審査会合 2022年4月22日	シームS-11の最新面のSEM画像での試料上の鉱物について、シームが中新世に動いた後に動いていない重要なデータとなる可能性があるため、沸石等の種類、生成温度、熱水の性質、周囲の変質との調和など、地質学的なデータを整理して示すこと。

後期更新世の変位の有無は、cf-3断層による切断箇所性状で評価する。ここでの検討は、その背景となる熱水変質の生じた時期を検討するものである。

後期更新世の変位の有無の評価手法の一つとしてSEM観察を用いている。シームS-11最新面のSEM画像で見られる自形鉱物の種類、生成環境、それを生成した熱水変質等について検討し、評価に矛盾がないことを確認する。

概要は以下のとおりである。

- シームS-11最新面のSEM画像で見られる柱状の自形鉱物は、EDS分析、XRD分析等の結果から、沸石族鉱物の中でもフィリップサイトの可能性が高いと考えられる(P.87, 88参照)。
- 第1043回審査会合でのコメントを受け、フィリップサイトの生成に関わる熱水変質作用の検討を行い、生成温度、熱水の性質、周囲の変質との調和などを整理し、敷地の地質環境、地史等と整合的であることを示す(検討中)。

(詳細は、第856回審査会合資料の「熱水変質鉱物の生成温度、生成時期等」を用いて今後ご説明予定)

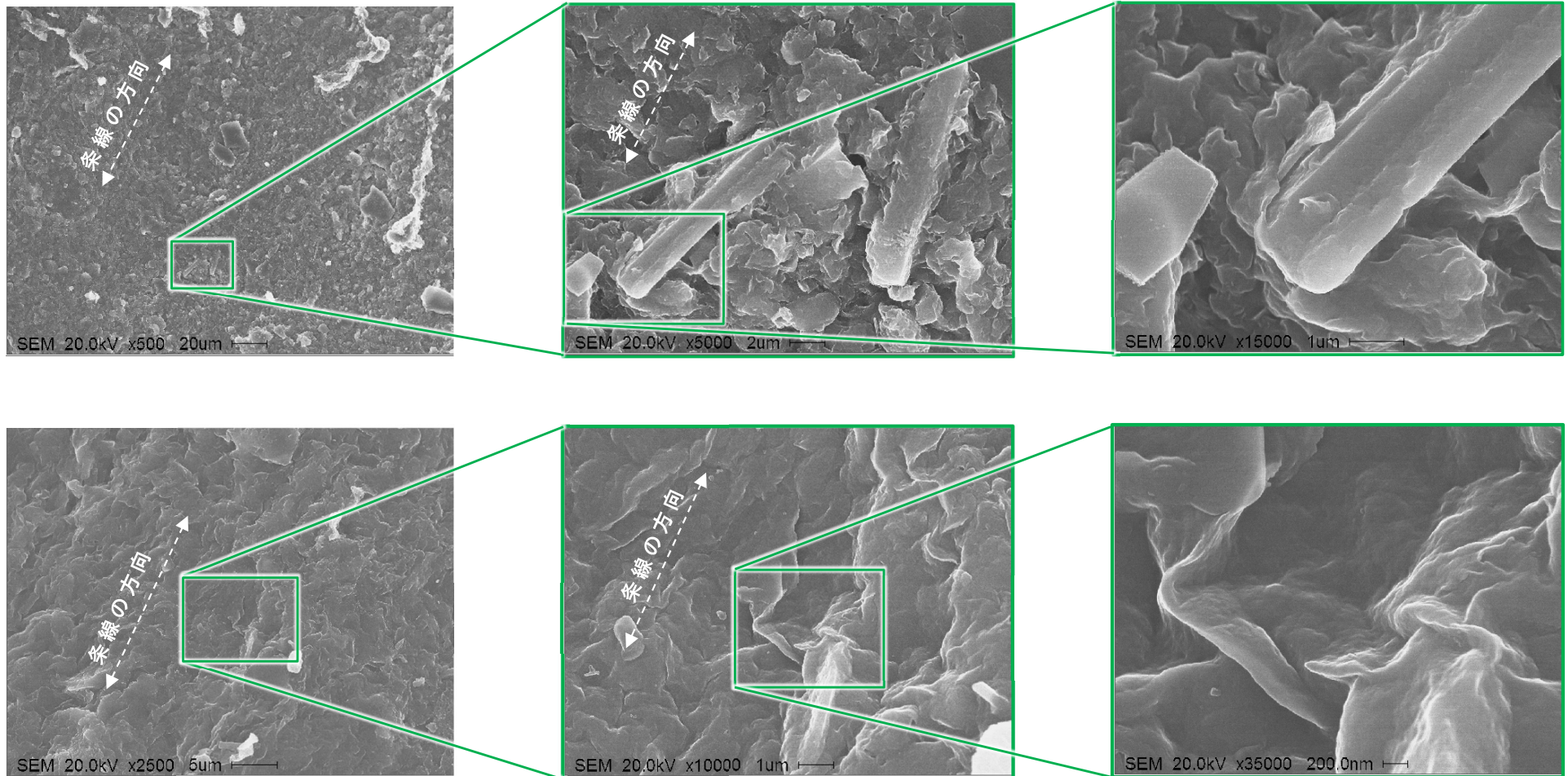
vi. シームS-11最新面の自形鉱物の検討(3/4)

SEM画像によるシームS-11最新面の自形鉱物の例(Ts-6-34孔)

- SEM観察により、新鮮部のシームS-11最新面には、柱状の自形鉱物が認められ、フレーク状のスメクタイトと共生する部分がある。
- XRD分析により、敷地のシームにフィリップサイトや斜プチロル沸石が検出され(第1043回審査会合資料1-1-1, P.3-24参照)、敷地に広範囲にフィリップサイトが分布すること(次頁参照)から、柱状の自形鉱物は、沸石族鉱物の中でもフィリップサイトの可能性が高いと考えられる。

新鮮部のシームS-11のSEM画像 (Ts-6-34孔 ボーリングコア試料 深度2.80m)

注) Ts-6-34孔の位置はP.41参照。



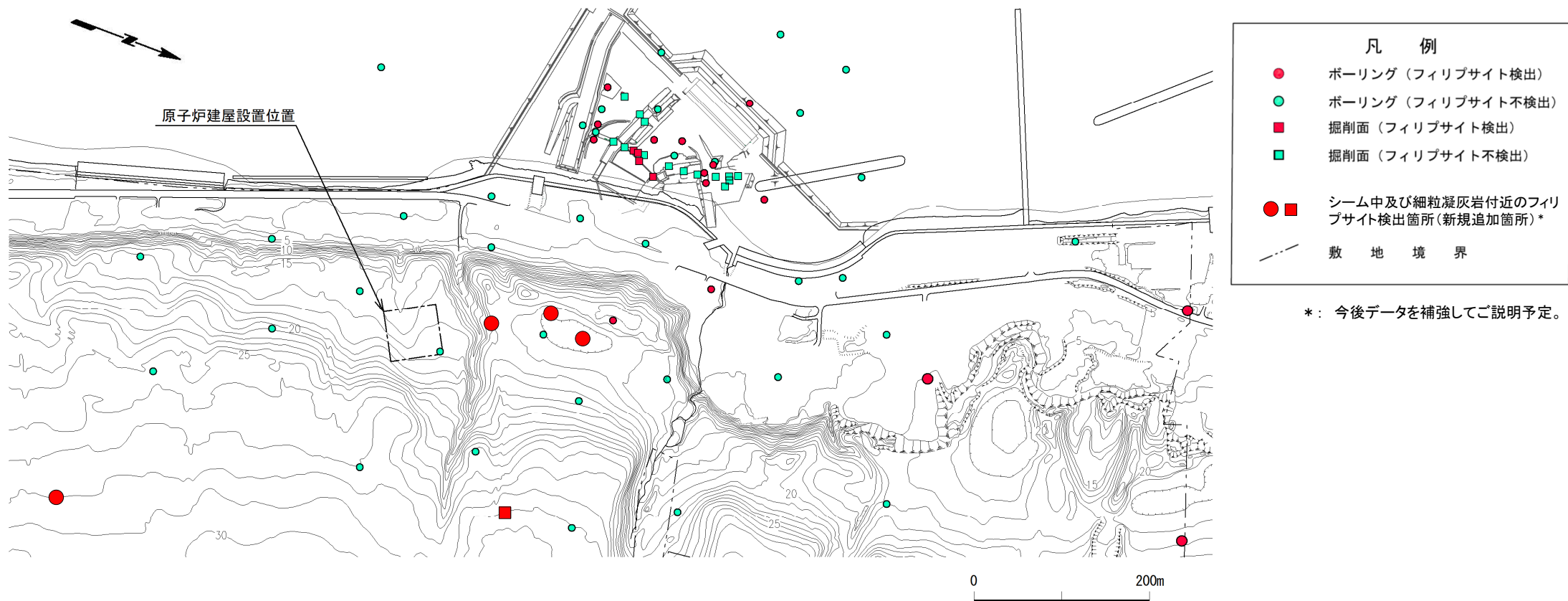
vi. シームS-11最新面の自形鉱物の検討(4/4)

第856回審査会合
資料1-1 P.2-33 一部修正

シーム等のXRD分析によるフィリップサイトの分布

コメントNo.S2-160

- 敷地のボーリングコア及び掘削面から採取した試料のXRD分析結果に基づくフィリップサイトの検出地点を図に示す。
- フィリップサイトは、大畑層及び易国間層に変質鉱物脈として認められ、敷地に広範囲に分布する。



注) ボーリングコア(● ●)については、主に標高0m~50m程度の範囲の易国間層及び大畑層を採取し、sF-1断層の破碎部、割れ目の充填物及び標高-10m付近の岩石を分析対象とした。掘削面(■ ■)については、sF-1断層の断層内物質、その周辺の岩石及び割れ目の充填物を分析対象とした。