

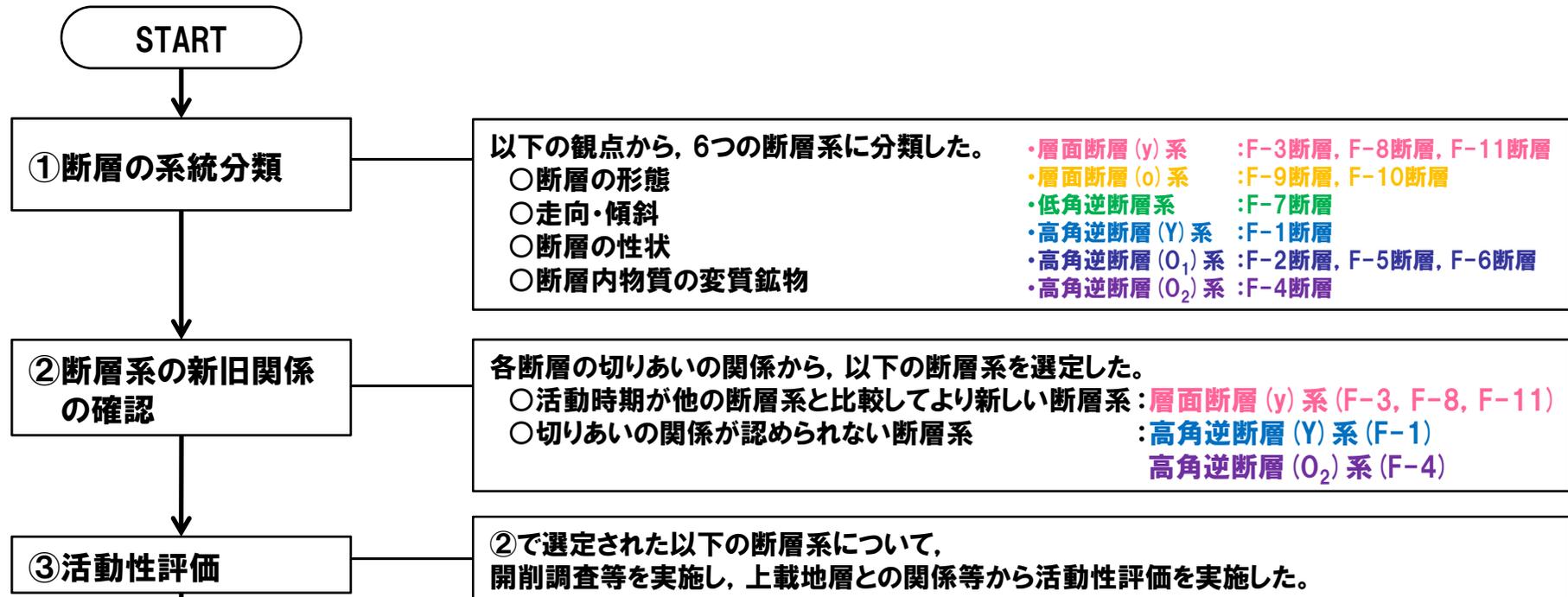
3. 断層の活動性

3.1 活動性評価の流れ

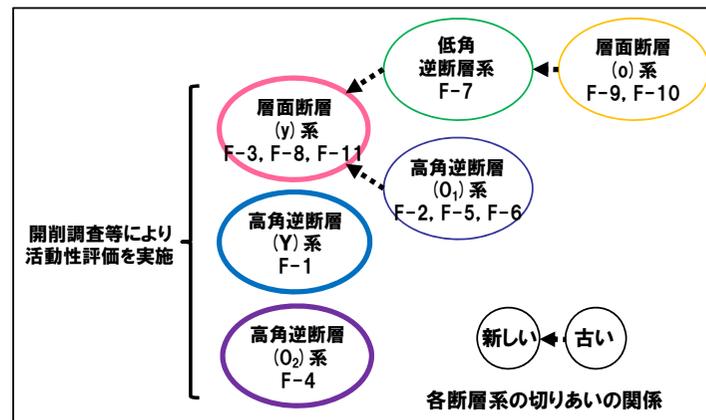
活動性評価の流れ

一部修正 (H28/3/10審査会合)

○敷地に認められる11条の断層について、以下の手順で活動性評価を実施した。



○敷地に認められる11条の断層は、後期更新世以降の活動は認められない。



活動性評価手順

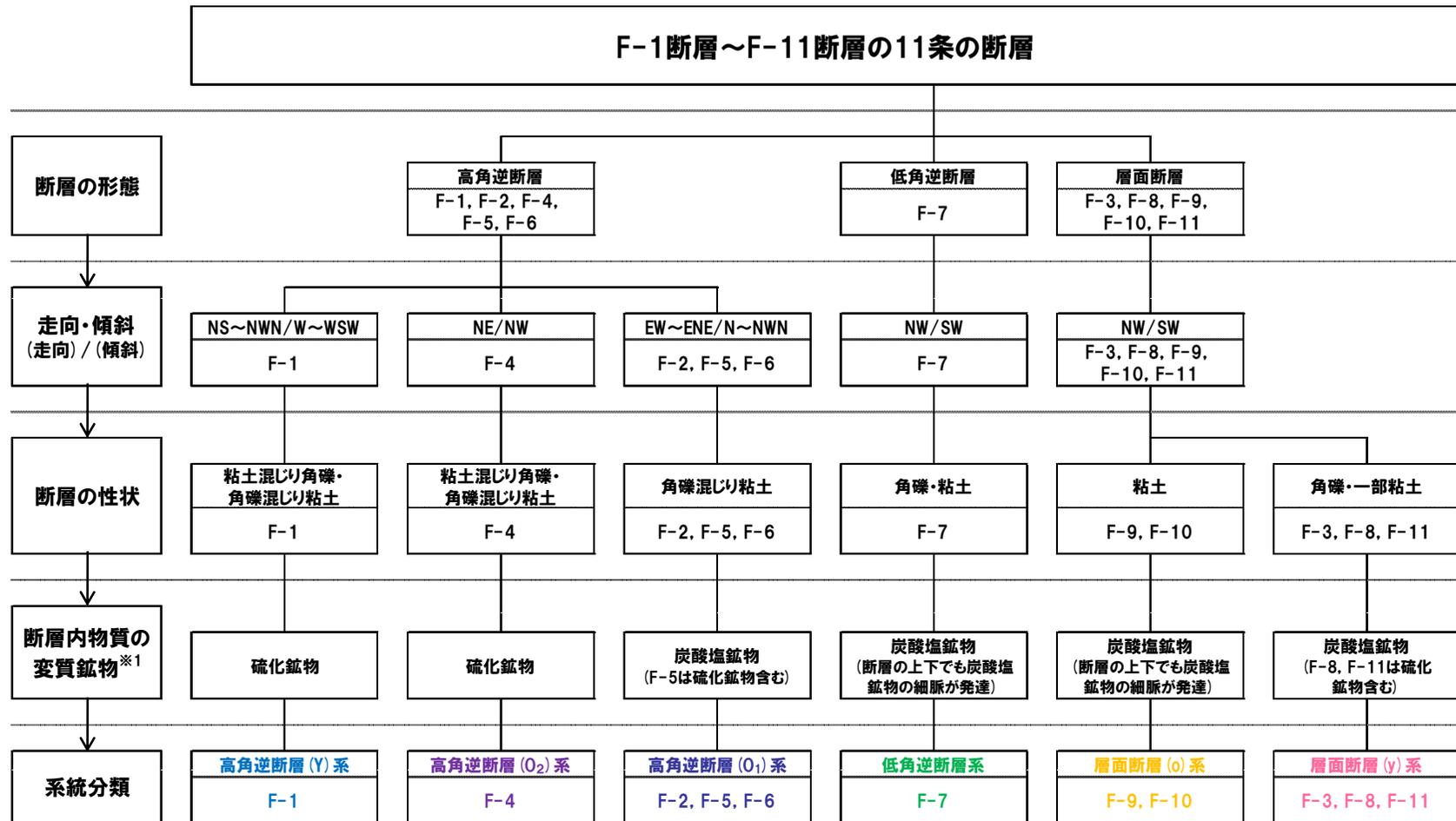
余白

3.2 断層の系統分類

① 断層の系統分類

一部修正 (H28/3/10審査会合)

○敷地に認められる11条の断層は、断層の形態、走向・傾斜、性状及び断層内物質の変質鉱物から、以下の6つの断層系に分類される。
 ○各断層系の名称は、以降に示す「3.3 断層系の新旧関係の確認」及び「3.4 活動性評価」に基づき、同様な断層の形態のうち、活動時期が相対的に新しいものにはYoung, 古いものにはOldの頭文字を付すこととし、高角逆断層には大文字, 層面断層には小文字を付した。



断層の系統分類図

※1:母岩と比較して強く出現するもの。
 ・硫化鉱物:黄鉄鉱, 黄銅鉱
 ・炭酸塩鉱物:菱鉄鉱, 方解石

3.2 断層の系統分類

② 各断層系の特徴

一部修正 (H28/3/10審査会合)

○6つの断層系の特徴を表に示す。

各断層系の特徴

断層系	断層名	走向・傾斜	破碎幅	断層の性状	断層内物質の変質鉱物 (母岩と比較して強く出現するもの)	その他特徴
高角逆断層 (Y) 系	F-1断層	N8° E~20° W/ 43° ~54° W	0.1cm以下 ~40cm	・粘土混じり角礫 ・角礫混じり粘土	硫化鉱物	
高角逆断層 (O ₂) 系	F-4断層	N20° ~35° E/ 58° W~79° E	0.1cm以下 ~15cm	・粘土混じり角礫 ・角礫混じり粘土	硫化鉱物	
高角逆断層 (O ₁) 系	F-2断層	N52° ~70° E/ 63° ~90° W	0.2cm ~25cm	・角礫混じり粘土	炭酸塩鉱物 (F-5は硫化鉱物含む)	
	F-5断層	N75° E~85° W/ 70° ~84° W	0.2cm ~15cm			
	F-6断層	N77° ~83° E/ 76° E~80° W	0.5cm ~14cm			
低角逆断層系	F-7断層	N54° W/21° W	0.1cm以下 ~110cm	・角礫 ・粘土	炭酸塩鉱物 (断層の上下でも炭酸塩 鉱物の細脈が発達)	断層及び周辺の母岩は白 色細脈が認められる
層面断層 (o) 系	F-9断層	N44° ~54° W/ 27° ~53° W	10cm ~40cm	・粘土	炭酸塩鉱物 (断層の上下でも炭酸塩 鉱物の細脈が発達)	断層及び周辺の母岩は白 色細脈が認められる
	F-10断層	N40° ~44° W/ 40° ~51° W	4cm ~7cm			
層面断層 (y) 系	F-3断層	N14° W/38° W	5cm ~15cm	・角礫 ・一部粘土	炭酸塩鉱物 (F-8,F-11は 硫化鉱物含む)	
	F-8断層	N50° W/45° W	0.1cm以下 ~40cm			
	F-11断層	N44° ~58° W/ 23° ~42° W	0.1cm以下 ~56cm			

③ 高角逆断層 (O_1) 系 (F-2断層, F-5断層及びF-6断層) の系統分類

- 高角逆断層 (O_1) 系 (F-2断層, F-5断層及びF-6断層) のうち, F-5断層及びF-6断層は他の断層との切りあいの関係が認められないため, 高角逆断層 (O_1) 系の代表的な断層であるF-2断層により活動性評価を行っている (P84~P86参照)。
- このため, F-2断層, F-5断層及びF-6断層は同様な断層の特徴を示し, 同じ断層系に分類されることについて詳述する。

【断層の形態】

- 試掘坑調査の結果から, F-2断層, F-5断層及びF-6断層の走向・傾斜は以下のとおり。

F-2断層: N52° ~ 70° E / 63° ~ 90° W

F-5断層: N75° E ~ 85° W / 70° ~ 84° W

F-6断層: N77° ~ 83° E / 76° E ~ 80° W

- F-2断層, F-5断層及びF-6断層の傾斜角は63° ~ 90° を示し高角な断層である。
- 各断層の運動センスは, 試掘坑調査の結果及び文献レビューの結果から, 逆断層センスと考えられる。
- 断層の傾斜角及び運動センスから, F-2断層, F-5断層及びF-6断層は, 高角逆断層に分類される。

【走向・傾斜】

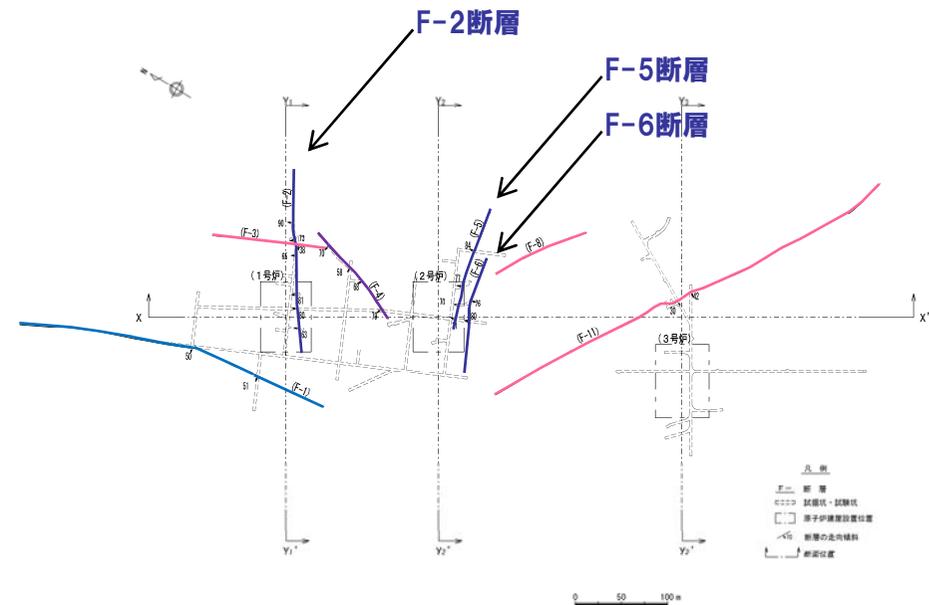
- F-2断層, F-5断層及びF-6断層の走向は, 概ねE-W~ENE-WSWを示す。
- また, F-2断層, F-5断層及びF-6断層以外の断層の走向は, 概ねNW-SEを示す。
- F-2断層, F-5断層及びF-6断層については, 八幡(1989, 2002)に示されたNW-SE方向の褶曲軸とは走向が異なる。

【断層の性状】

- F-2断層, F-5断層及びF-6断層は, いずれも角礫混じり粘土が認められる。

【断層内物質の変質鉱物】

- F-2断層, F-5断層, F-6断層は, いずれも断層内物質の変質鉱物として, 炭酸塩鉱物(菱鉄鉱)が認められる。



断層平面位置図
(※断層位置はEL.2.8mで記載)

3.3 断層系の新旧関係の確認

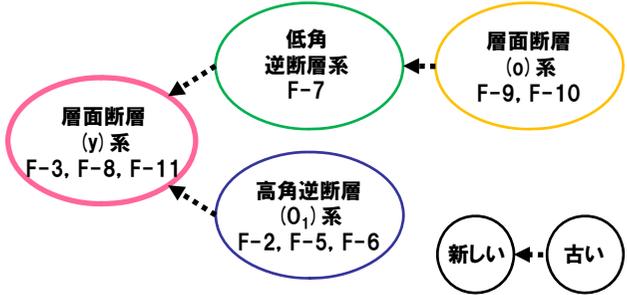
① 断層系の新旧関係の確認に関するまとめ

一部修正 (H28/3/10審査会合)

- ボーリング調査結果及び試掘坑調査等から、表に示す関係が明らかとなっている。
- 切りあいの関係等から、層面断層 (y) 系の活動時期は、層面断層 (o) 系、低角逆断層系及び高角逆断層 (O₁) 系より新しいと推定される。

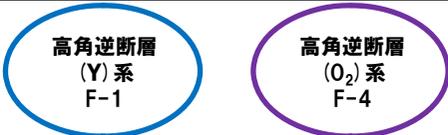
活動時期の新旧関係が明らかな断層系

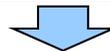
断層系	断層名	各断層 (系統) の関係
層面断層 (y) 系	F-3断層 F-8断層 F-11断層	<ul style="list-style-type: none"> 層面断層 (y) 系の活動時期は、低角逆断層系及び高角逆断層 (O₁) 系より新しいと推定される。(P84~P86, P102~P109参照)
層面断層 (o) 系	F-9断層 F-10断層	<ul style="list-style-type: none"> F-9断層及びF-10断層は、ボーリング調査の結果、F-7断層を超えて連続しないと推定される。(P88~P101参照)
低角逆断層系	F-7断層	<ul style="list-style-type: none"> F-7断層は、ボーリング調査の結果、F-8断層を超えて海側に連続しないと推定される。(P102~P109参照)
高角逆断層 (O ₁) 系	F-2断層 F-5断層 F-6断層	<ul style="list-style-type: none"> F-2断層は、試掘坑調査の結果、F-3断層に切られていることを確認した。(P84~P86参照)



切りあいの関係が認められない断層系

断層系	断層名	各断層 (系統) の関係
高角逆断層 (Y) 系	F-1断層	<ul style="list-style-type: none"> 他の断層 (系統) との関係は不明。(P110参照)
高角逆断層 (O ₂) 系	F-4断層	<ul style="list-style-type: none"> 他の断層 (系統) との関係は不明。(P110参照)





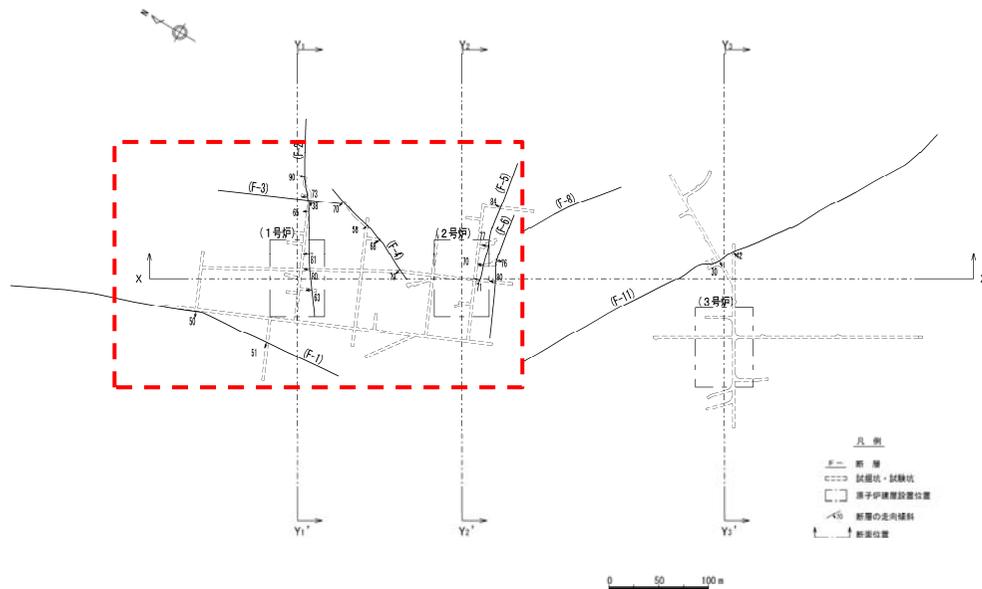
- 以下の断層系について開削調査等を実施し、上載地層との関係等から活動性評価を実施する。
 - ・切りあいの関係等から、活動時期が新しいと推定される層面断層 (y) 系 (F-3断層, F-8断層及びF-11断層)
 - ・他の断層系との関係が不明な高角逆断層 (Y) 系のF-1断層及び高角逆断層 (O₂) 系のF-4断層

3.3 断層系の新旧関係の確認

② 高角逆断層 (O₁) 系及び層面断層 (y) 系 (F-3断層) (1/3)

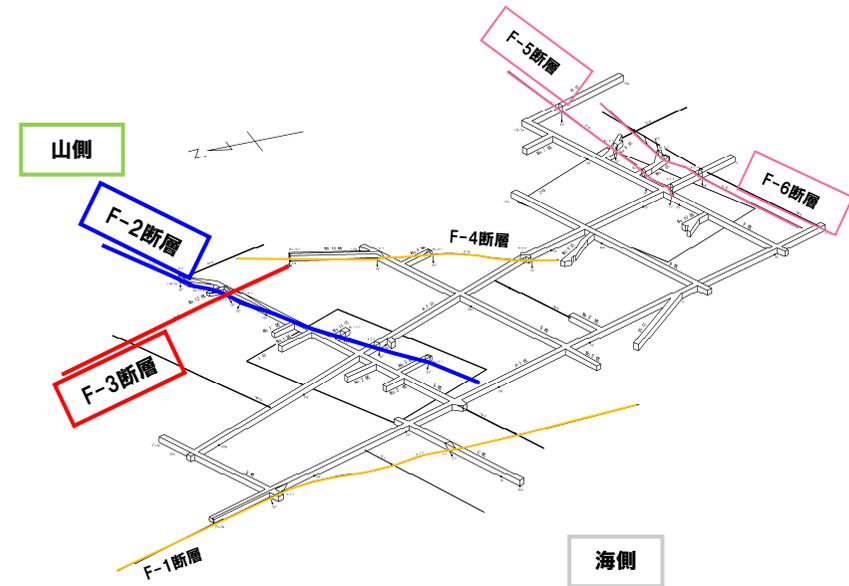
再掲 (H28/3/10審査会合)

- 1号及び2号炉試掘坑調査結果から、F-2断層及びF-3断層は、切りあいの関係が認められる。
- F-2断層とF-3断層の活動時期の新旧関係を確認した。

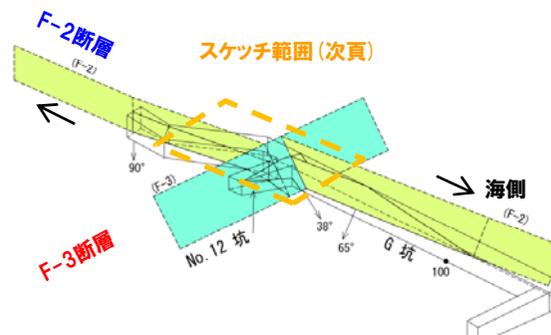


断層平面位置図 (※断層位置はEL.2.8mで記載)

山側



1号及び2号炉試掘坑及び断層位置図 (左図赤枠)



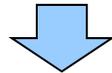
1号及び2号炉試掘坑及び断層位置図 (拡大図)

3.3 断層系の新旧関係の確認

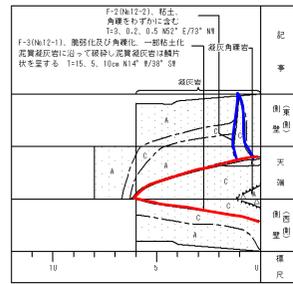
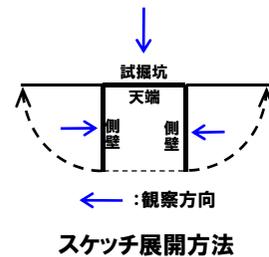
② 高角逆断層 (O₁) 系及び層面断層 (y) 系 (F-3断層) (2/3)

一部修正 (H28/3/10審査会合)

○ F-2断層は、試掘坑G坑とNo.12坑の交差部付近で、F-3断層に切られていることを確認した。



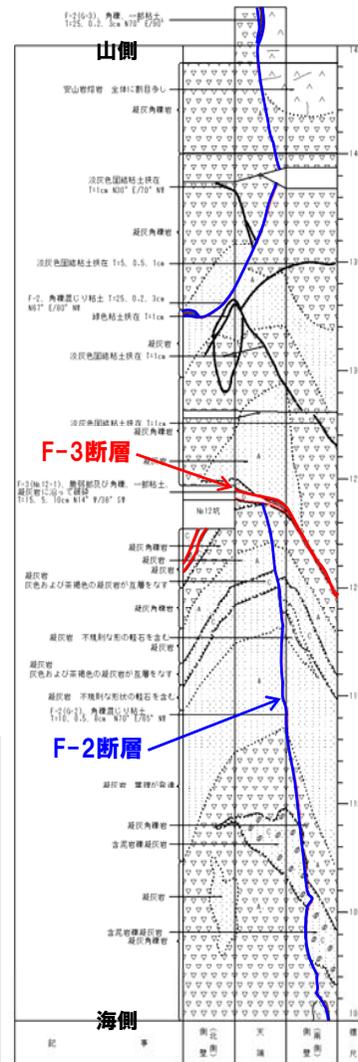
○ F-3断層の活動時期は、F-2断層より新しいと推定される。



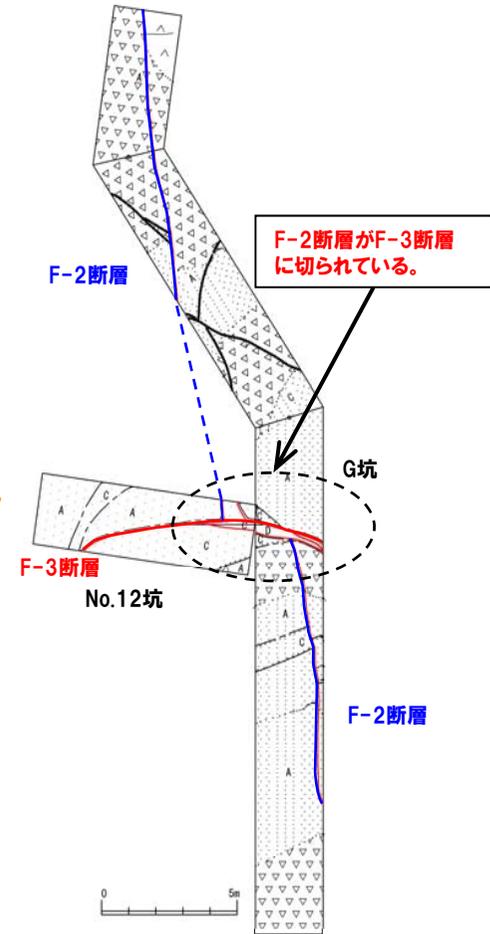
試掘坑スケッチ (No.12坑)

記号凡例	
	地質境界線
	断層
	断層帯
	断層帯、灰化物部(層10cm未満)
	断層帯、灰化物部(層10cm以上)
	断層帯境界線及び断層分層記号
	砂・砂・粘土
	凝灰角礫岩
	凝灰岩
	砂岩凝灰岩
	含泥岩凝灰岩
	安山岩
	凝灰質泥岩

記事凡例	
T=1cm	: 層1cmを表す
T=5, 0.5, 1cm	: 層の最大5cm、最小0.5cm、平均1cmを表す
N70° N/45° 傾	: 走向・傾斜



F-2断層とF-3断層の切りあい部の試掘坑スケッチ (原図) (G坑始点からの距離100~144.2m)



F-2断層とF-3断層の切りあい部 試掘坑天端スケッチ (拡大)

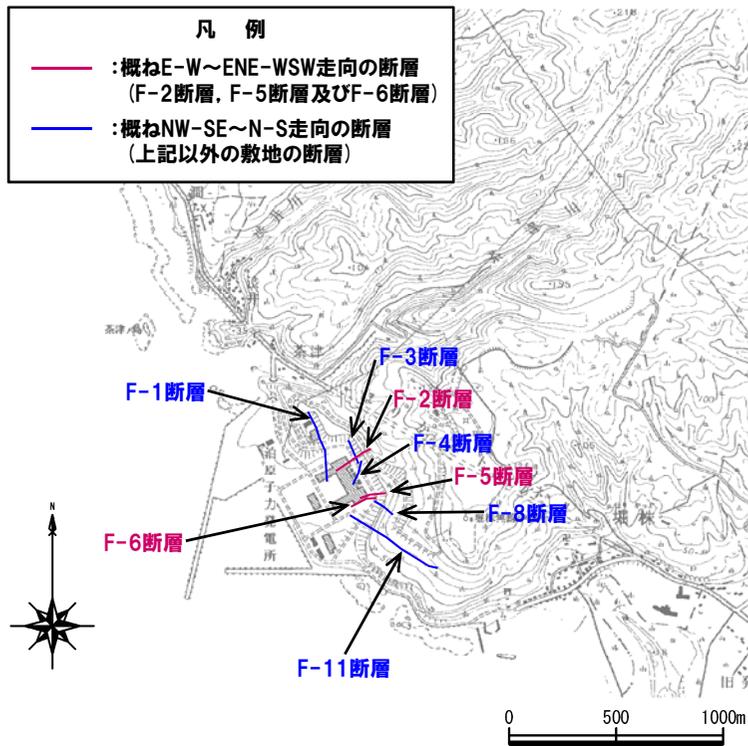
3.3 断層系の新旧関係の確認

② 高角逆断層 (O₁) 系及び層面断層 (y) 系 (F-3断層) (3/3)

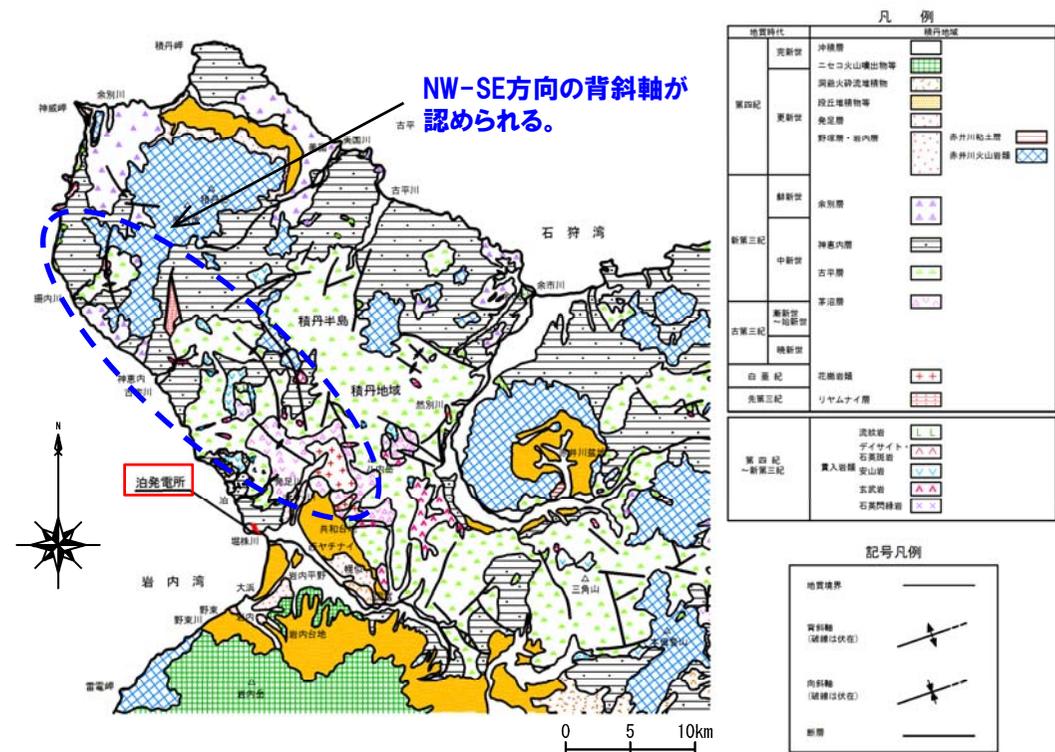
○F-5断層及びF-6断層は、切りあいの関係等は認められないものの、断層の特徴からF-2断層と同じ高角逆断層 (O₁) 系に分類される。
 ○F-2断層、F-5断層及びF-6断層については、八幡 (1989, 2002) に示されたNW-SE方向の褶曲軸とは走向 (概ねE-W~ENE-WSW) が異なることから、敷地に認められる他の断層の活動時期とは異なる時期に活動したものと考えられる。



○F-5断層及びF-6断層の活動時期は、F-2断層と同様に、F-3断層の活動時期より古いと考えられる。
 ○なお、空中写真判読及び地形調査の結果、F-5断層及びF-6断層周辺には、活断層の存在を示唆する特徴 (変位地形) は認められない。



敷地の断層位置図 (※断層位置はEL.2.8mで記載)



敷地周辺陸域の地質図

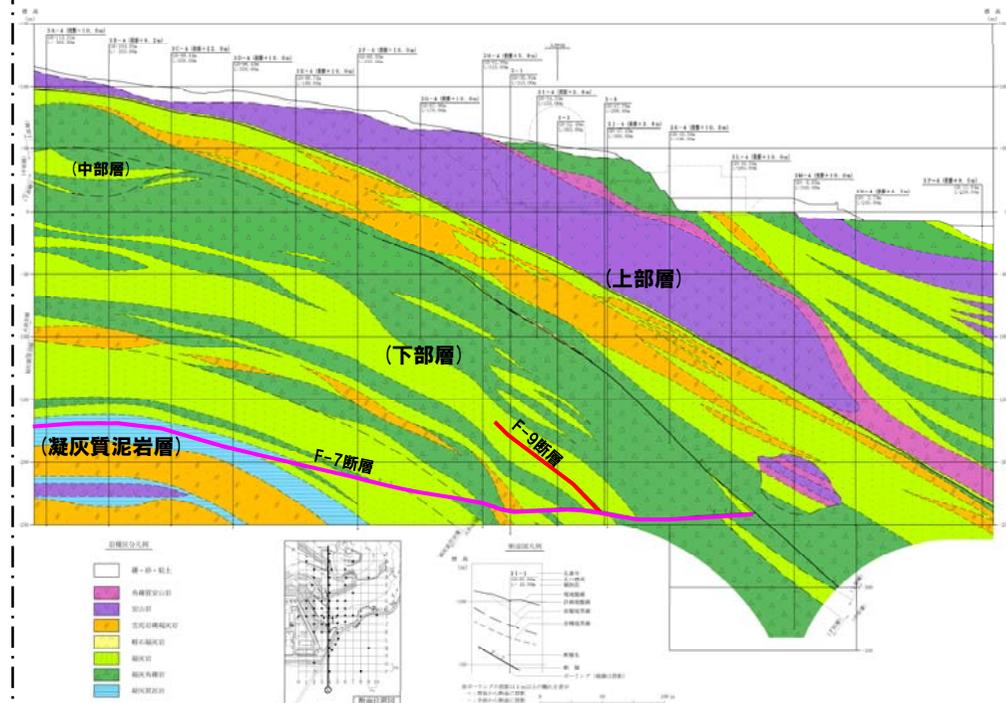
余白

3.3 断層系の新旧関係の確認

③ 低角逆断層系 (F-7断層) 及び層面断層 (o) 系 (F-9断層) (1/7)

再掲 (H28/3/10審査会合)

- ボーリング調査結果から、F-7断層及びF-9断層は、切りあいの関係が認められる。
- F-7断層とF-9断層の活動時期の新旧関係を確認した。



地質断面図 (4Line)

□: 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

3.3 断層系の新旧関係の確認

③ 低角逆断層系 (F-7断層) 及び層面断層 (o) 系 (F-9断層) (2/7)

再掲 (H28/3/10審査会合)

○F-9断層は、神恵内層における火砕岩層下部層中に分布し、層内でせん滅していると推定される(次頁参照)。

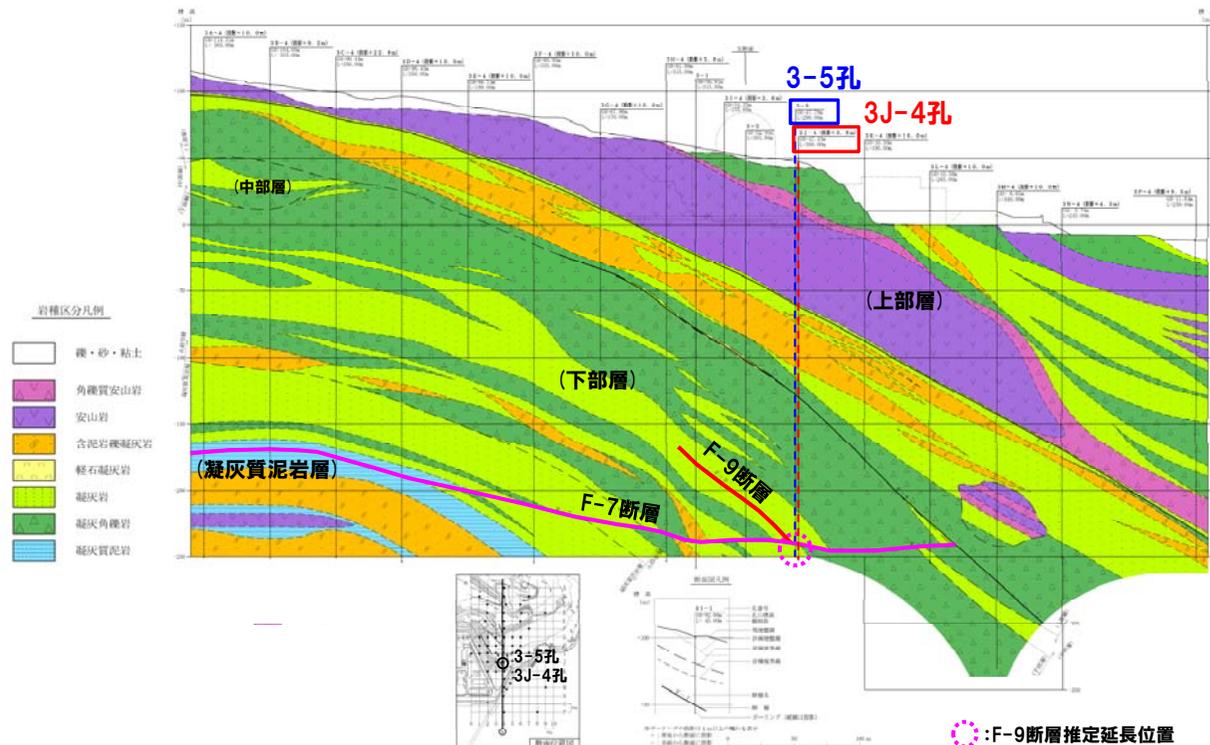
【F-9断層の特徴】

- ・断層の形態:層面断層
- ・走向・傾斜:N44° W/27° ~53° W(シュミットネットのピーク値)
- ・断層の性状:角礫混じり粘土を主体とし、断層及び周辺の母岩は白色細脈が認められる

○F-7断層は、神恵内層における火砕岩層下部層に分布し、下部層全体に変位を与えていると推定される。

【F-7断層の特徴】

- ・断層の形態:低角逆断層
- ・走向・傾斜:N54° W/21° W(シュミットネットのピーク値)
- ・断層の性状:角礫、粘土、断層及び周辺の母岩は白色細脈が認められる



地質断面図 (4Line)

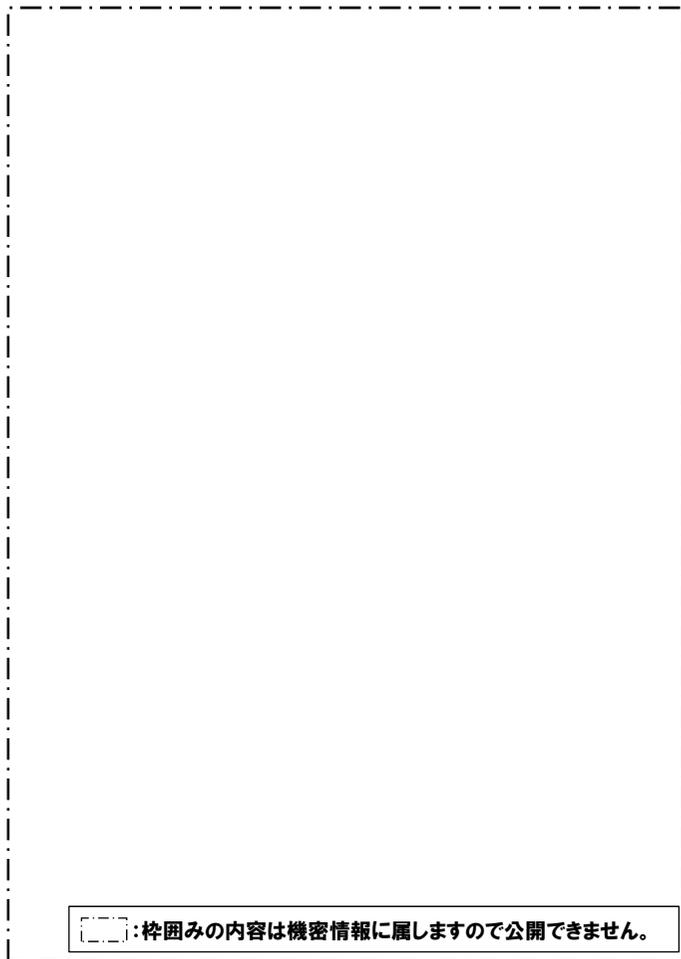
3.3 断層系の新旧関係の確認

③ 低角逆断層系 (F-7断層) 及び層面断層 (o) 系 (F-9断層) (3/7)

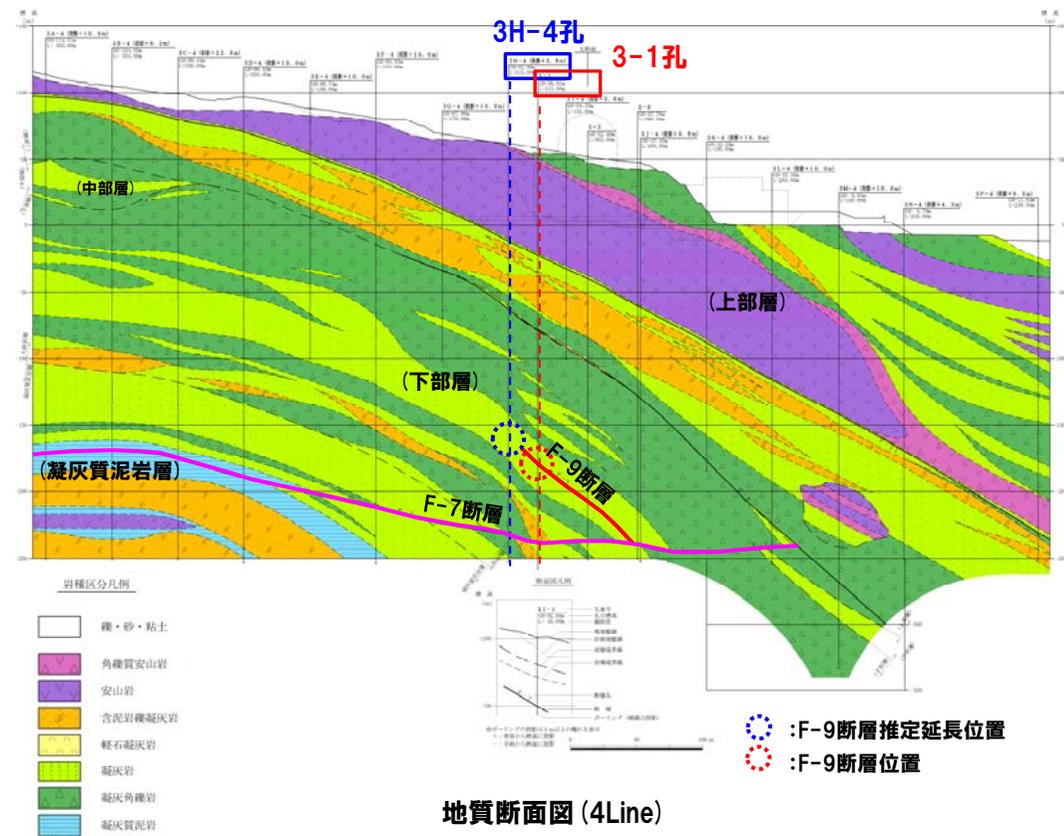
一部修正 (H28/3/10審査会合)

【F-9断層の神恵内層下部層中でのせん滅について】

○ボーリング調査の結果から、F-9断層は、神恵内層下部層中でせん滅していると推定される。



枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。



地質断面図 (4Line)

3.3 断層系の新旧関係の確認

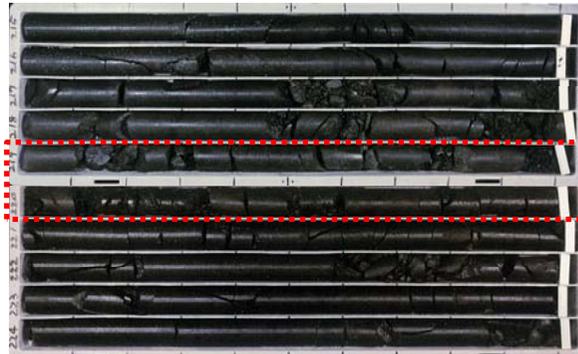
③ 低角逆断層系 (F-7断層) 及び層面断層 (o) 系 (F-9断層) (4/7)

一部修正 (H28/3/10審査会合)

【F-9断層の神恵内層下部層中でのせん滅について】

- ボーリング調査3-1孔において、深度236.2m付近の凝灰岩層に破碎部及び粘土の挟在が認められる。
- ボーリング調査3H-4孔において、他のボーリング調査から推定されるF-9断層の延長部付近には、F-9断層と同じ性状を示す断層は認められない。

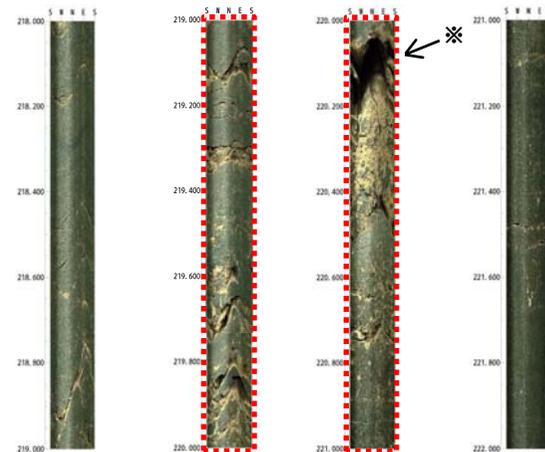
深度215.0m (標高-153.02m)



深度225.0m (標高-163.02m)

：推定延長位置 (深度約220m)

ボーリングコア写真 (3H-4孔)

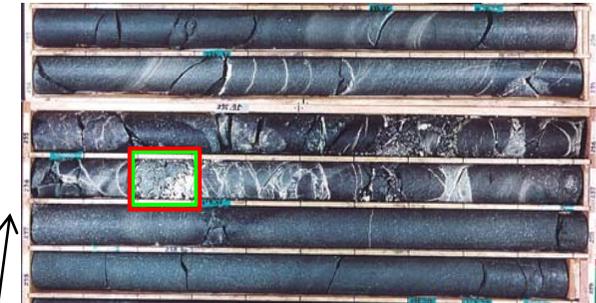


ボアホールテレビ画像 (3H-4孔 深度218～222m)

(拡大図を資料集P196に記載)

※深度220.000～220.200m付近は、掘削に伴う肌落ち箇所であり、照明が届かないために暗色となっている。

深度233.0m (標高-176.09m)



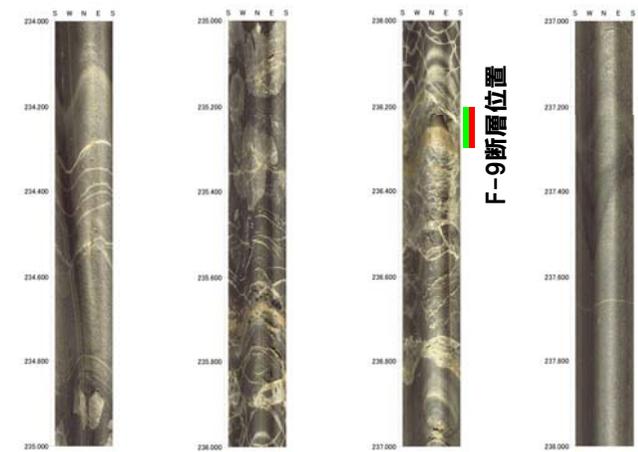
深度239.0m (標高-182.09m)

：破碎部 (深度236.20-236.30m)

：粘土部 (深度236.20-236.30m)

F-9断層位置

ボーリングコア写真 (3-1孔)



ボアホールテレビ画像 (3-1孔 深度234～238m)

(拡大図を資料集P196に記載)

3.3 断層系の新旧関係の確認

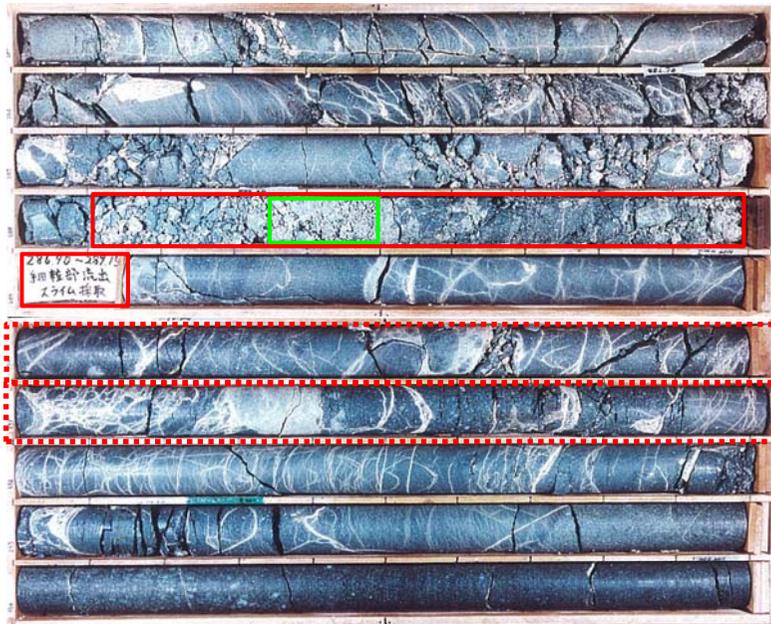
③ 低角逆断層系 (F-7断層) 及び層面断層 (o) 系 (F-9断層) (5/7)

一部修正 (H28/3/10審査会合)

【ボーリング調査結果:3-5孔】

- ボーリング調査から推定されるF-9断層の延長位置付近には、F-9断層と同じ性状を示す断層は認められない。
- F-9断層の推定延長部付近の上位の深度288.1~289.2m付近の劣化部は、角礫及び粘土からなり、走向・傾斜は、孔壁の観察から、N36° E/18° E, N66° E/22° Wを示し、F-7断層の性状と同様であることから、F-7断層と推定される。

深度285.0m (標高-237.22m)

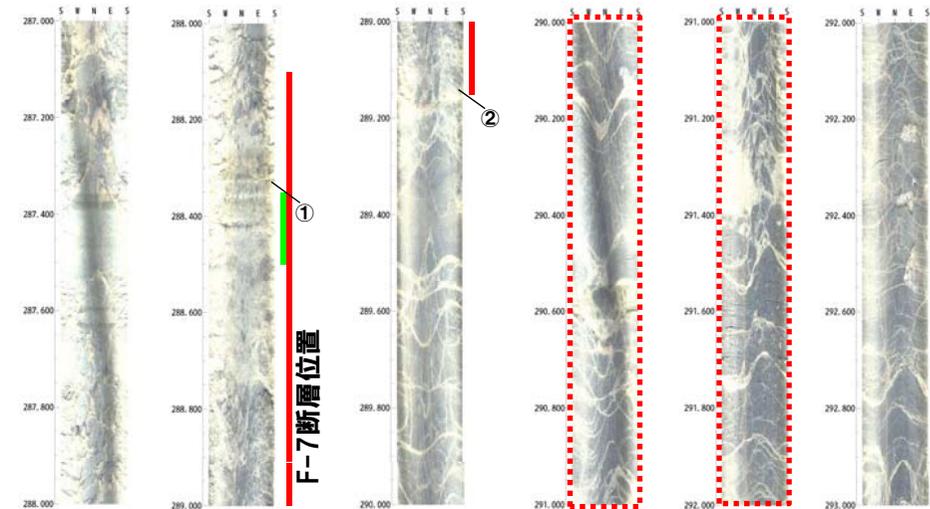


深度295.0m (標高-247.22m)

- : 破碎部 (深度288.10-289.15m)
- : 粘土部 (深度288.35-288.50m)
- : F-9断層推定延長位置 (深度290.0-292.0m付近)

ボーリングコア写真 (3-5孔)

F-7断層位置



F-7断層位置

- ①: N36° E/18° E
- ②: N66° E/22° W

ボアホールテレビ画像
(3-5孔 深度287~293m)
(拡大図を資料集P197に記載)

3.3 断層系の新旧関係の確認

③ 低角逆断層系 (F-7断層) 及び層面断層 (o) 系 (F-9断層) (6/7)

一部修正 (H28/3/10審査会合)

【ボーリング調査結果:3J-4孔】

○ボーリング調査から推定されるF-9断層の延長位置付近には、F-9断層と同じ性状を示す断層は認められない。

○F-9断層の推定延長部付近の上位の深度286.8~287.3m付近の劣化部は、角礫及び粘土からなり、走向・傾斜は、孔壁の観察から、N82° W/38° Sを示し、F-7断層の性状と同様であることから、F-7断層と推定される。

深度284m (標高-236.57m)



深度293m (標高-245.57m)

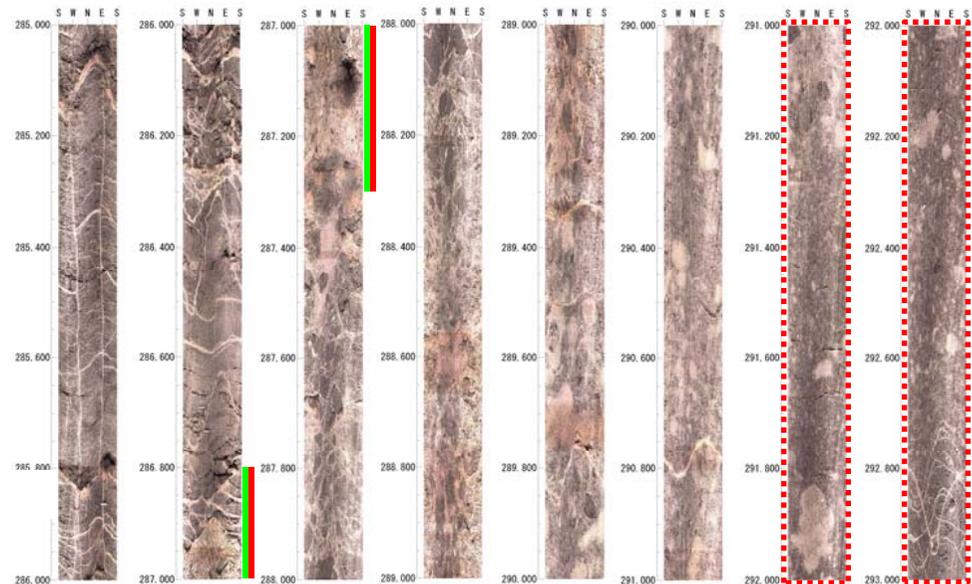
: 破碎部 (深度286.80-287.30m)

: 粘土部 (深度286.80-287.30m)

: F-9断層推定延長位置 (深度291.0-293.0m付近)

ボーリングコア写真 (3J-4孔)

F-7断層位置



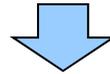
ボアホールテレビ画像
(3J-4孔 深度285~293m)
(拡大図を資料集P198に記載)

3.3 断層系の新旧関係の確認

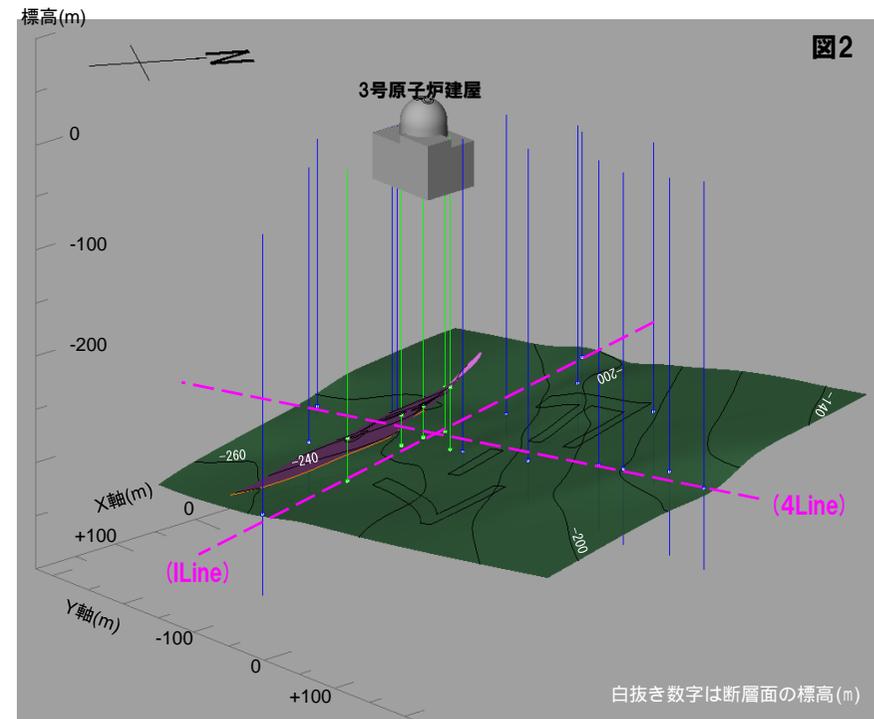
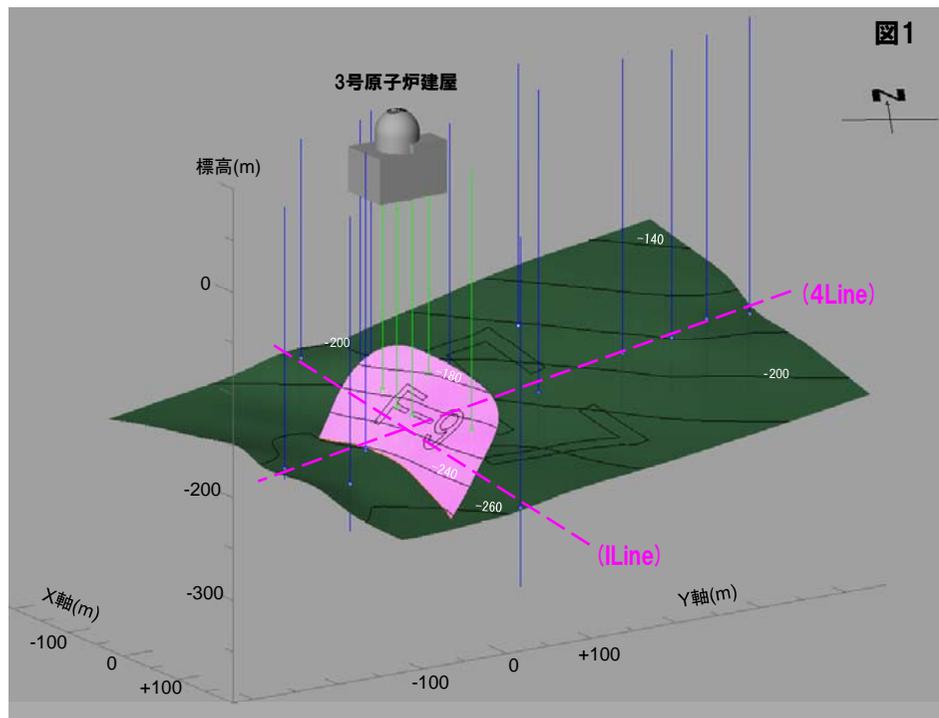
③ 低角逆断層系 (F-7断層) 及び層面断層 (o) 系 (F-9断層) (7/7)

再掲 (H28/3/10審査会合)

- F-9断層は、神恵内層下部層中でせん滅しており、F-9断層は下部層堆積中に活動したものと推定される。
- F-7断層は、神恵内層下部層全体に変位を与えており、F-7断層は下部層堆積後に活動したものと推定される。
- ボーリング調査の結果から、F-9断層は、F-7断層を超えて連続しないと推定される。



○これらのことより、F-7断層の活動時期は、F-9断層より新しいと推定される。



- <ボーリング孔の凡例>
- : F-7断層及びF-9断層を確認
 - : F-7断層のみ確認

F-7断層とF-9断層の関係

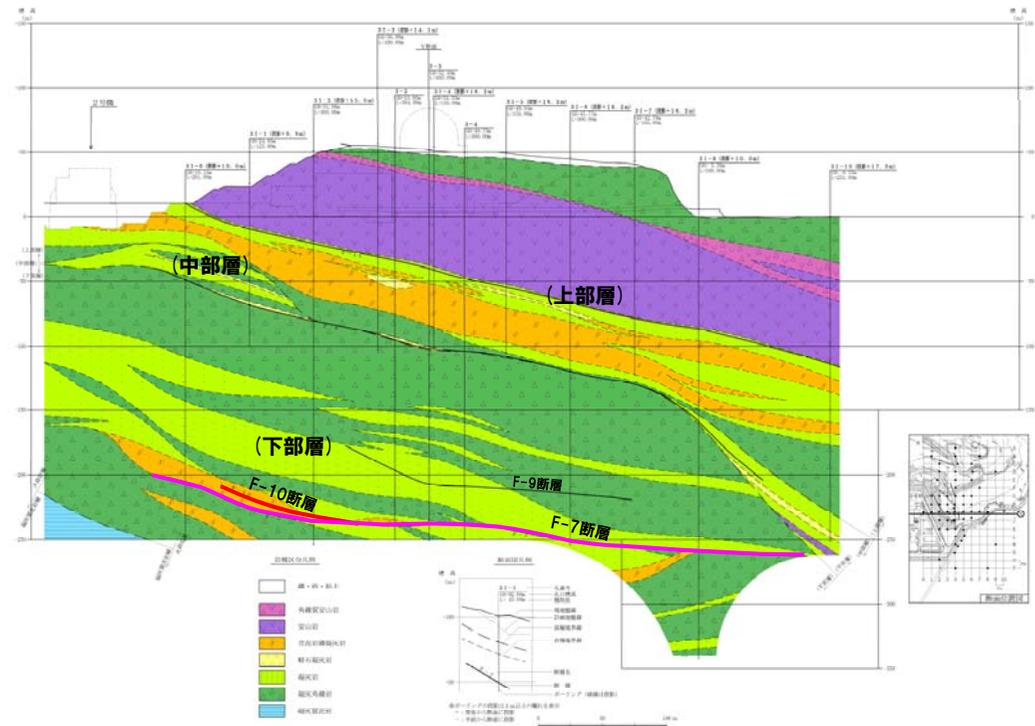
余白

3.3 断層系の新旧関係の確認

④ 低角逆断層系 (F-7断層) 及び層面断層 (o) 系 (F-10断層) (1/6)

再掲 (H28/3/10審査会合)

- ボーリング調査結果から、低角逆断層系のF-7断層及び層面断層 (o) 系のF-10断層は、切りあいの関係が認められる。
- F-7断層とF-10断層の活動時期の新旧関係を確認した。



地質断面図 (ILine)

枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

3.3 断層系の新旧関係の確認

④ 低角逆断層系 (F-7断層) 及び層面断層 (o) 系 (F-10断層) (2/6)

再掲 (H28/3/10審査会合)

○F-10断層は、神恵内層における火砕岩層下部層中に分布し、層内でせん滅していると推定される(次頁参照)。

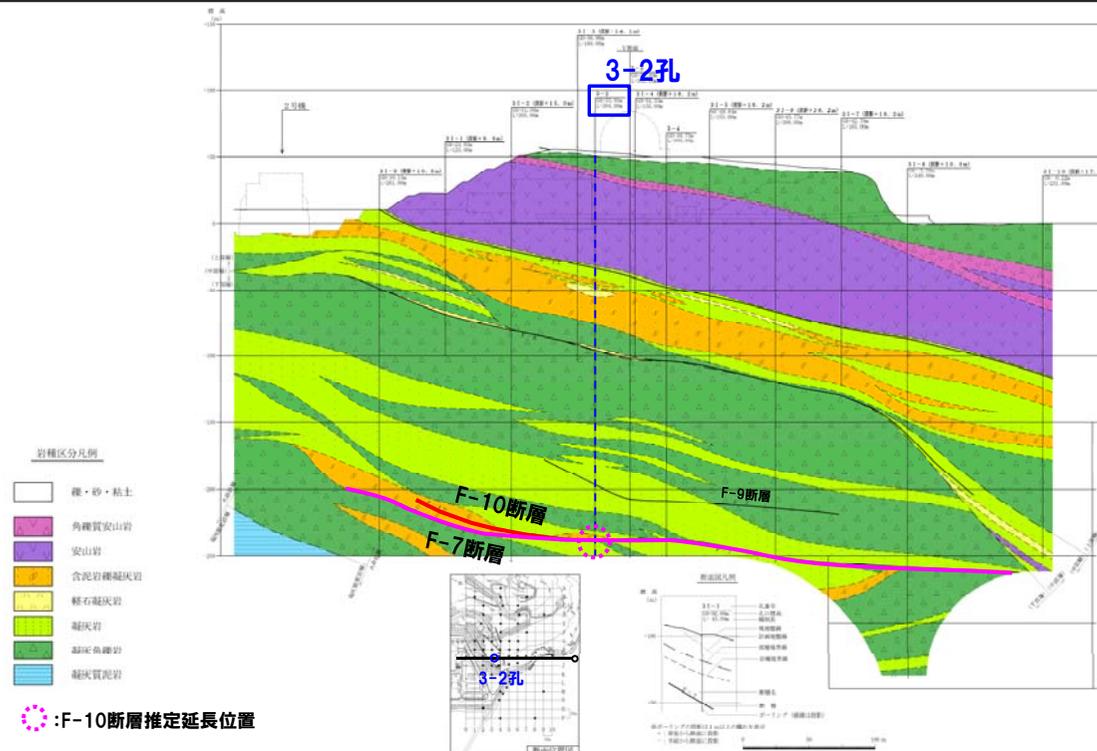
【F-10断層の特徴】

- ・断層の形態:層面断層
- ・走向・傾斜:N40° W/40° ~51° W(シュミットネットのピーク値)
- ・断層の性状:粘土, 断層及び周辺の母岩は白色細脈が認められる

○F-7断層は、神恵内層における火砕岩層下部層に分布し、下部層全体に変位を与えていると推定される。

【F-7断層の特徴】

- ・断層の形態:低角逆断層
- ・走向・傾斜:N54° W/21° W(シュミットネットのピーク値)
- ・断層の性状:角礫, 粘土, 断層及び周辺の母岩は白色細脈が認められる



地質断面図 (ILine)

3.3 断層系の新旧関係の確認

④ 低角逆断層系 (F-7断層) 及び層面断層 (o) 系 (F-10断層) (3/6)

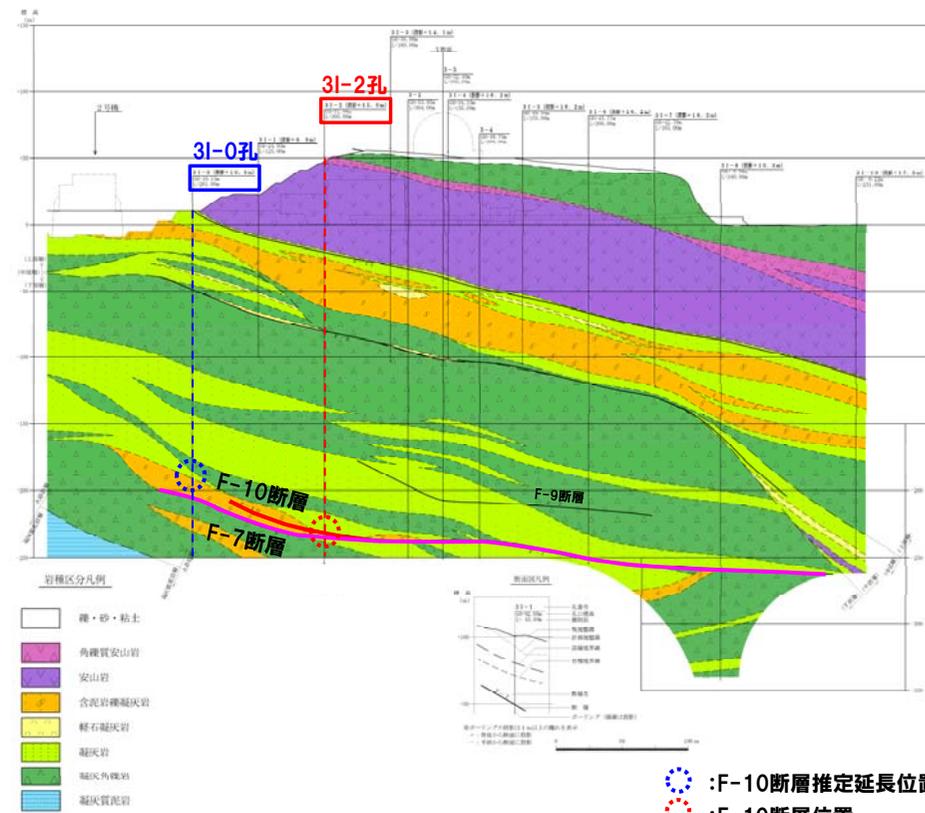
一部修正 (H28/3/10審査会合)

【F-10断層の神恵内層下部層中でのせん滅について】

○ボーリング調査の結果から、F-10断層は、神恵内層下部層中でせん滅していると推定される。



枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。



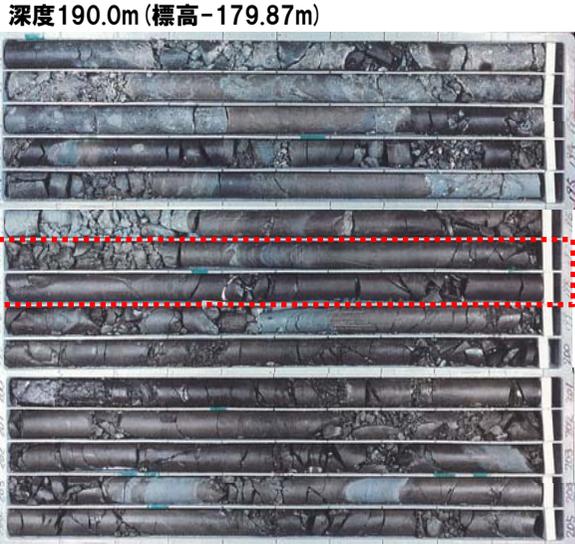
3.3 断層系の新旧関係の確認

④ 低角逆断層系 (F-7断層) 及び層面断層 (o) 系 (F-10断層) (4/6)

一部修正 (H28/3/10審査会合)

【F-10断層の神恵内層下部層中でのせん滅について】

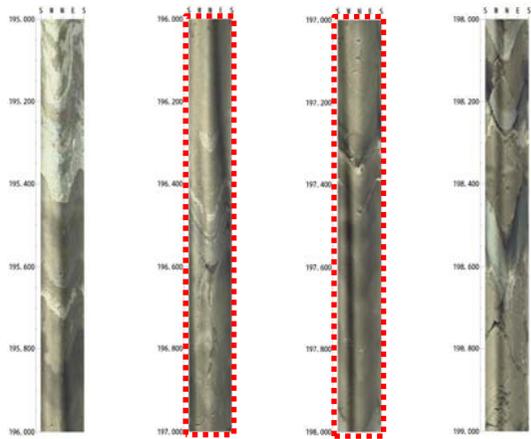
- ボーリング調査3I-2孔において、深度271.3m付近の凝灰岩層に、破碎部及び粘土の挟在が認められる。
- ボーリング調査3I-0孔において、他のボーリング調査から推定されるF-10断層の延長部付近には、F-10断層と同じ性状を示す断層は認められない。



深度190.0m (標高-179.87m)

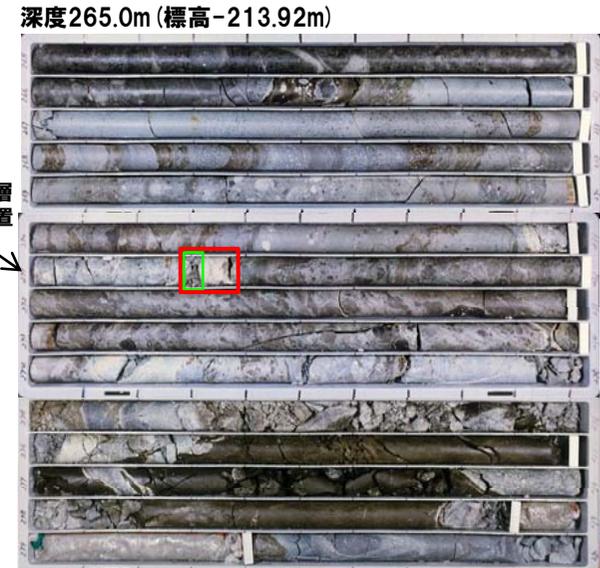
：推定延長位置 (深度約197m)

ボーリングコア写真 (3I-0孔)



ポアホールテレビ画像 (3I-0孔 深度195～199m)

(拡大図を資料集P199に記載)



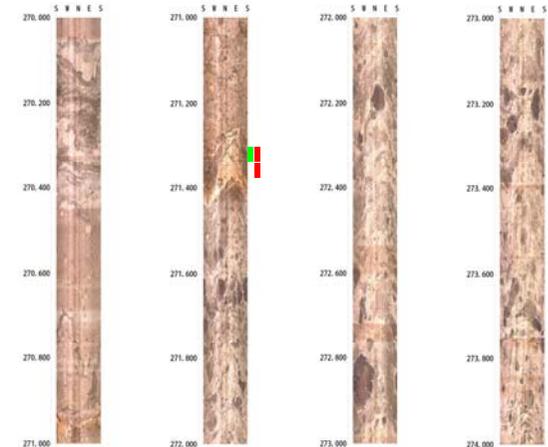
深度265.0m (標高-213.92m)

F-10断層位置
↓

：破碎部 (深度271.30-271.37m)
：粘土部 (深度271.30m)

深度280.0m (標高-228.92m)

ボーリングコア写真 (3I-2孔)



ポアホールテレビ画像 (3I-2孔 深度270～274m)

(拡大図を資料集P199に記載)

3.3 断層系の新旧関係の確認

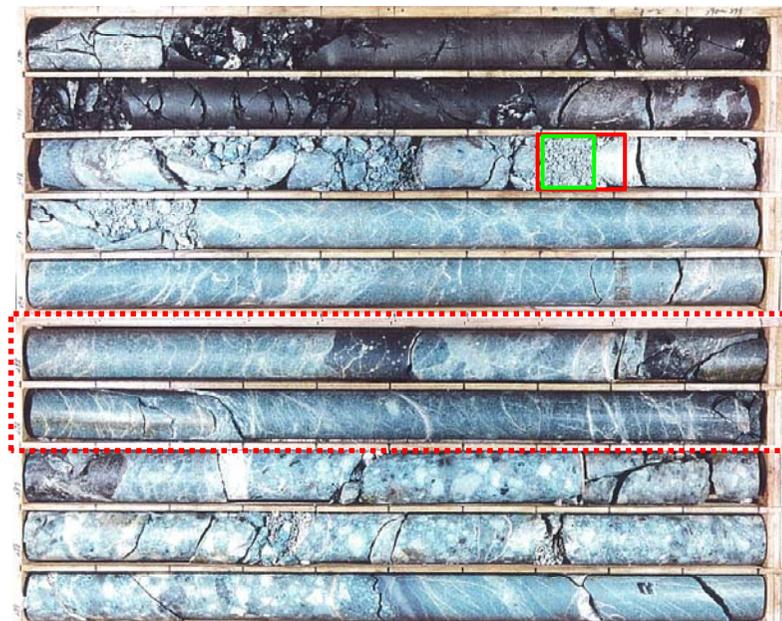
④ 低角逆断層系 (F-7断層) 及び層面断層 (o) 系 (F-10断層) (5/6)

一部修正 (H28/3/10審査会合)

【ボーリング調査結果:3-2孔】

- ボーリング調査から推定されるF-10断層の延長位置付近には、F-10断層と同じ性状を示す断層は認められない。
- F-10断層の推定延長部付近の上位の深度292.7~292.9m付近の劣化部は、角礫及び粘土からなり、走向・傾斜は、孔壁の観察から、N79° W/38° E, N39° W/26° Wを示し、F-7断層の性状と同様であることから、F-7断層と推定される。

深度290.0m (標高-236.07m)

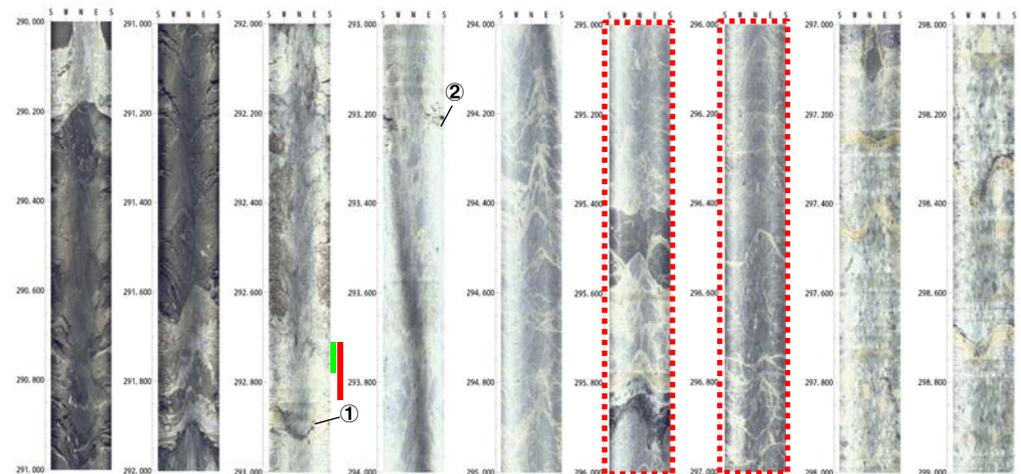


← F-7断層位置

深度300.0m (標高-246.07m)

- : 破碎部 (深度292.70-292.83m)
- : 粘土部 (深度292.70-292.77m)
- : F-10断層推定延長位置 (深度295-297m付近)

ボーリングコア写真 (3-2孔)



①:N79° W/38° E
②:N39° W/26° W

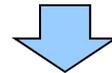
ボアホールテレビ画像
(3-2孔 深度290~299m)
(拡大図を資料集P200に記載)

3.3 断層系の新旧関係の確認

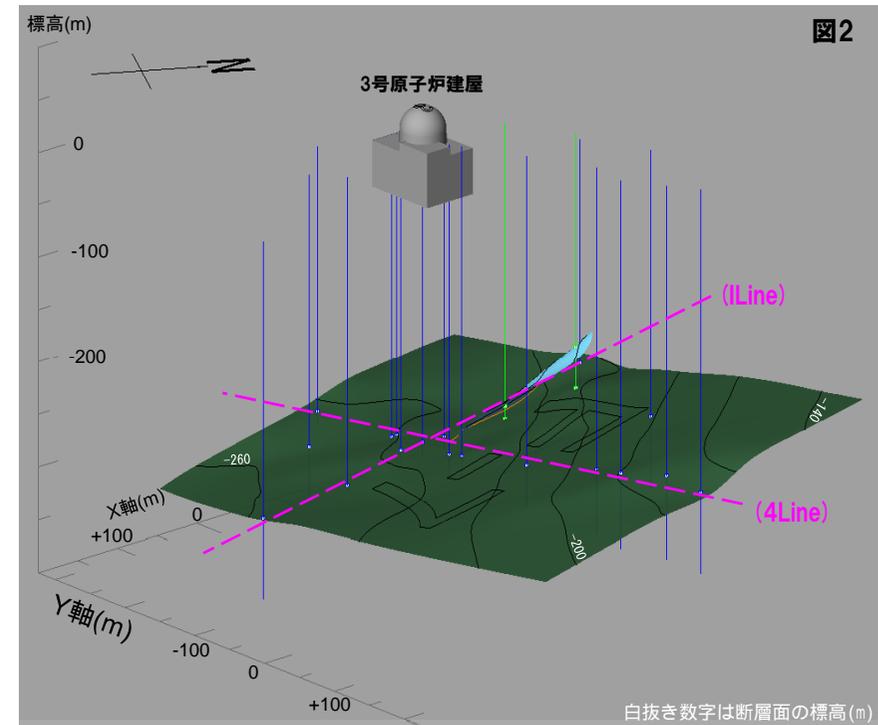
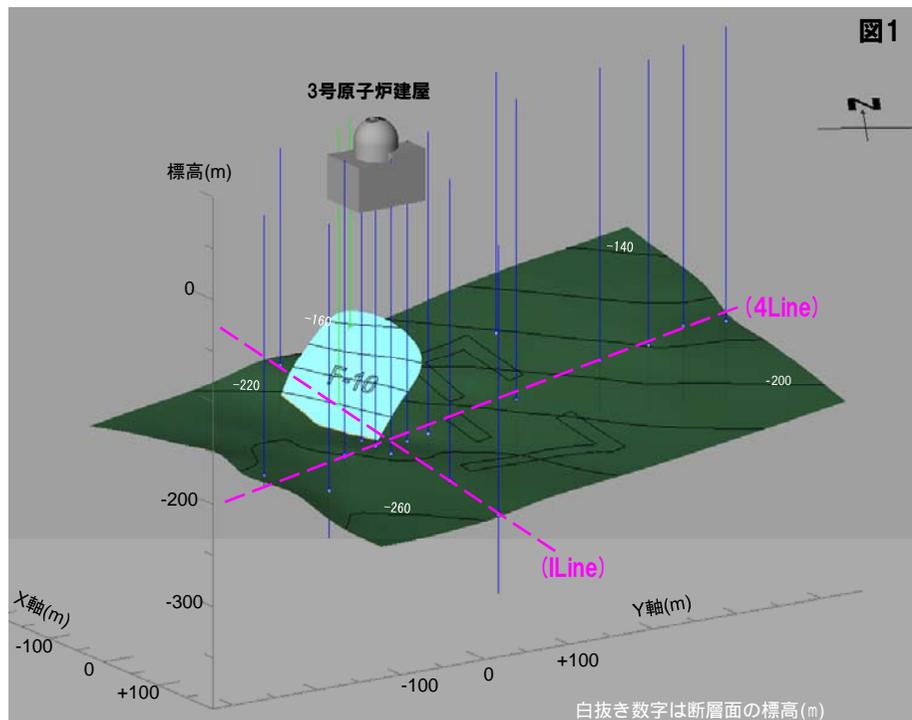
④ 低角逆断層系 (F-7断層) 及び層面断層 (o) 系 (F-10断層) (6/6)

再掲 (H28/3/10審査会合)

- F-10断層は、神恵内層下部層中でせん滅しており、F-10断層は下部層堆積中に活動したものと推定される。
- F-7断層は、神恵内層下部層全体に変位を与えており、F-7断層は下部層堆積後に活動したものと推定される。
- ボーリング調査の結果から、F-10断層はF-7断層を超えて連続しないと推定される。



○これらのことより、F-7断層の活動時期は、F-10断層より新しいと推定される。



- <ボーリング孔の凡例>
- : F-7断層及びF-10断層を確認
 - : F-7断層のみ確認

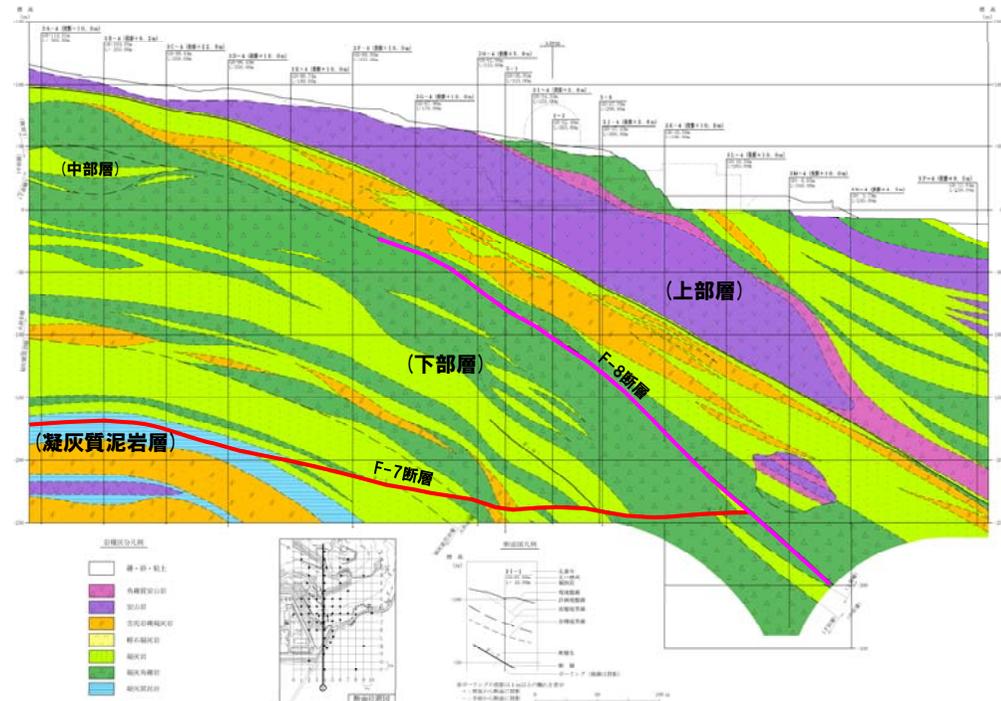
F-7断層とF-10断層の関係

3.3 断層系の新旧関係の確認

⑤ 低角逆断層系 (F-7断層) 及び層面断層 (y) 系 (F-8断層) (1/8)

再掲 (H28/3/10審査会合)

- ボーリング調査結果から, F-7断層及びF-8断層は, 切りあいの関係が認められる。
- F-7断層とF-8断層の活動時期の新旧関係を確認した。



地質断面図 (4Line)

枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

3.3 断層系の新旧関係の確認

⑤ 低角逆断層系 (F-7断層) 及び層面断層 (y) 系 (F-8断層) (2/8)

一部修正 (H28/3/10審査会合)

【F-7断層の特徴】

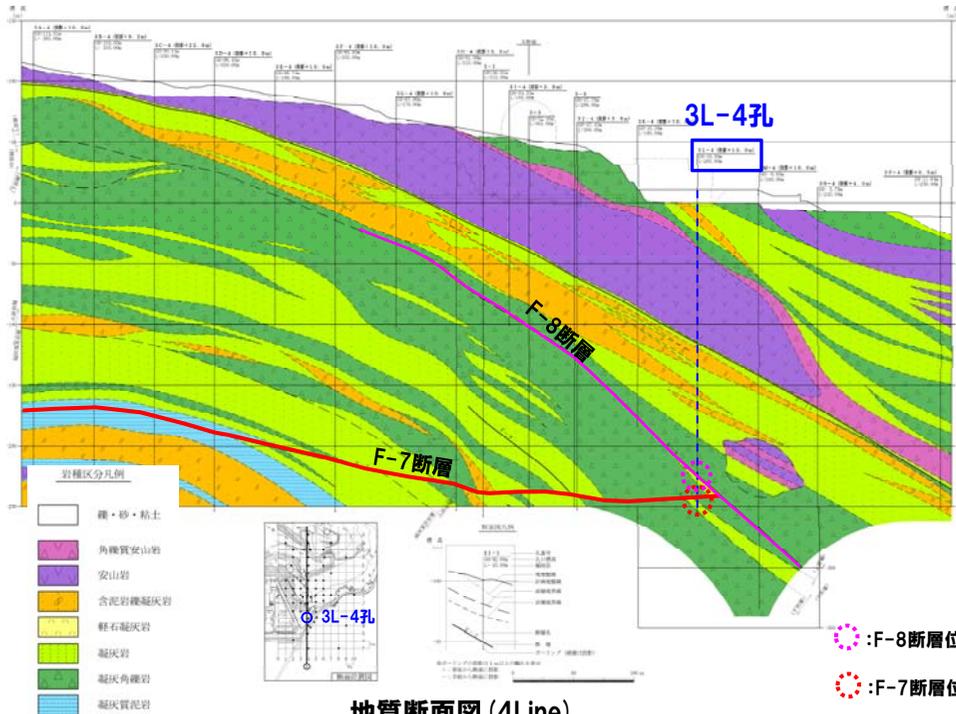
- ・断層の形態: 低角逆断層
- ・走向・傾斜: N54° W/21° W (シュミットネットのピーク値)
- ・断層の性状: 角礫, 粘土, 断層及び周辺の母岩は白色細脈が認められる

【F-8断層の特徴】

- ・断層の形態: 層面断層
- ・走向・傾斜: N50° W/45° W (シュミットネットのピーク値)
- ・断層の性状: 角礫から砂礫を主体とし一部粘土を伴う

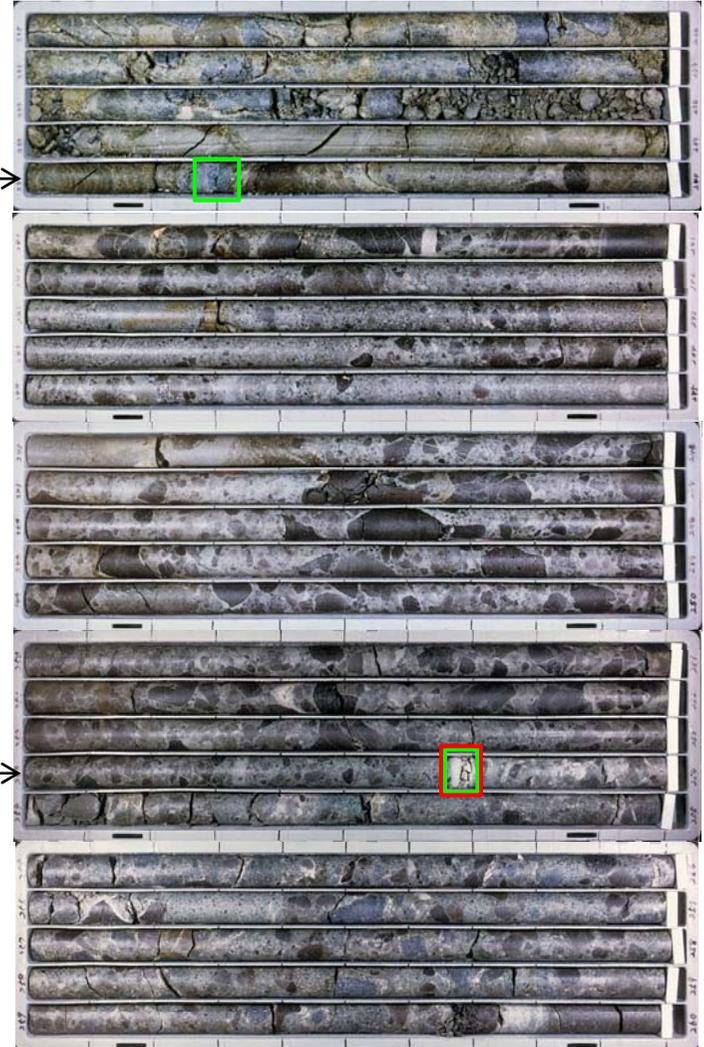
【ボーリング調査結果: 3L-4孔】

- 深度239.2~239.4m付近にF-8断層, 深度253.6~253.7m付近にF-7断層がそれぞれ認められる。
- ボーリングコアで確認されたF-8断層の走向・傾斜はN45° W/44° W, F-7断層の走向・傾斜はN17° W/6° W, N77° E/14° Wで, それぞれの断層の走向・傾斜と調和的である。



地質断面図 (4Line)

深度235.0m (標高-224.44m)



F-8断層位置
(深度239.28-239.33m)

F-7断層位置
(深度253.68-253.70m)

深度260.0m (標高-249.44m)

□ : 破碎部 □ : 粘土部

ボーリングコア写真 (3L-4孔)
(拡大図を資料集P201に記載)

3.3 断層系の新旧関係の確認

⑤ 低角逆断層系 (F-7断層) 及び層面断層 (y) 系 (F-8断層) (3/8)

再掲 (H28/3/10審査会合)

【F-7断層の特徴】

- ・断層の形態: 低角逆断層
- ・走向・傾斜: N54° W/21° W (シュミットネットのピーク値)
- ・断層の性状: 角礫, 粘土, 断層及び周辺の母岩は白色細脈が認められる

【F-8断層の特徴】

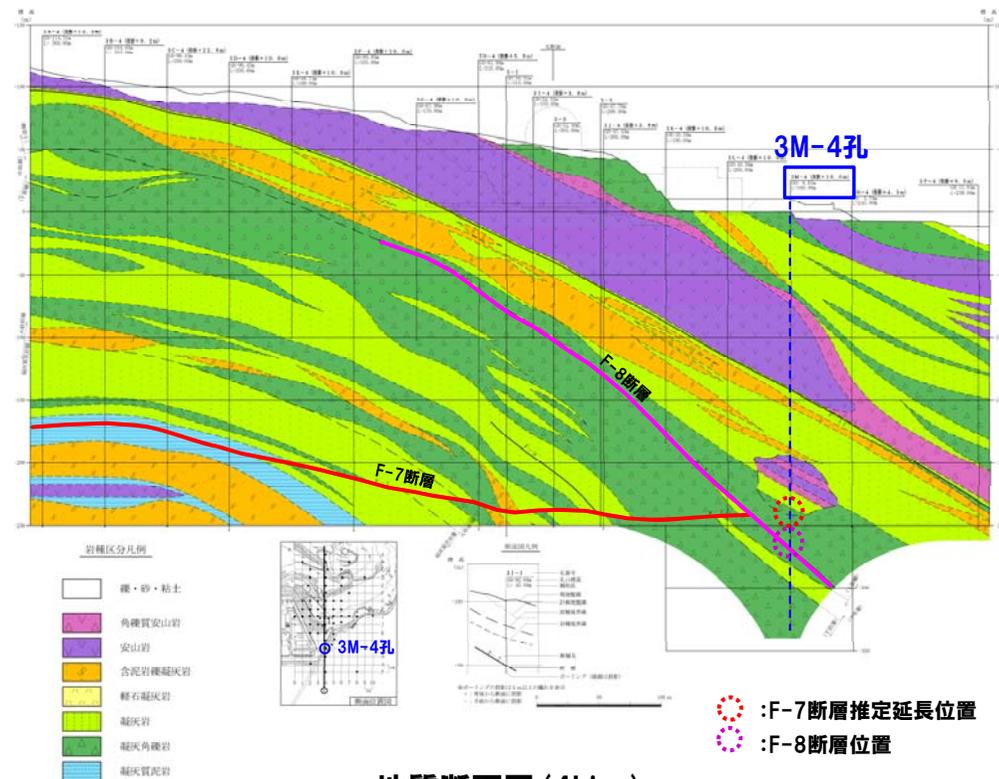
- ・断層の形態: 層面断層
- ・走向・傾斜: N50° W/45° W (シュミットネットのピーク値)
- ・断層の性状: 角礫から砂礫を主体とし一部粘土を伴う

【ボーリング調査結果: 3M-4孔】

- ボーリング調査から推定されるF-7断層の延長位置付近には, F-7断層と同じ性状を示す劣化部は認められない。
- 深度274.7~275.1m付近に認められる劣化部は, 以下の状況から, F-8断層と推定される。
 - ・角礫から砂礫を主体とし, F-8断層の性状と同様
 - ・走向・傾斜は, 孔壁の観察から, N49° W/55° W, N83° E/32° Wを示し, F-8断層の走向・傾斜と調和的
 - ・周辺のボーリング孔で確認されているF-8断層から推定される位置と調和的



- F-7断層は, F-8断層を超えて海側には連続しないと推定される。

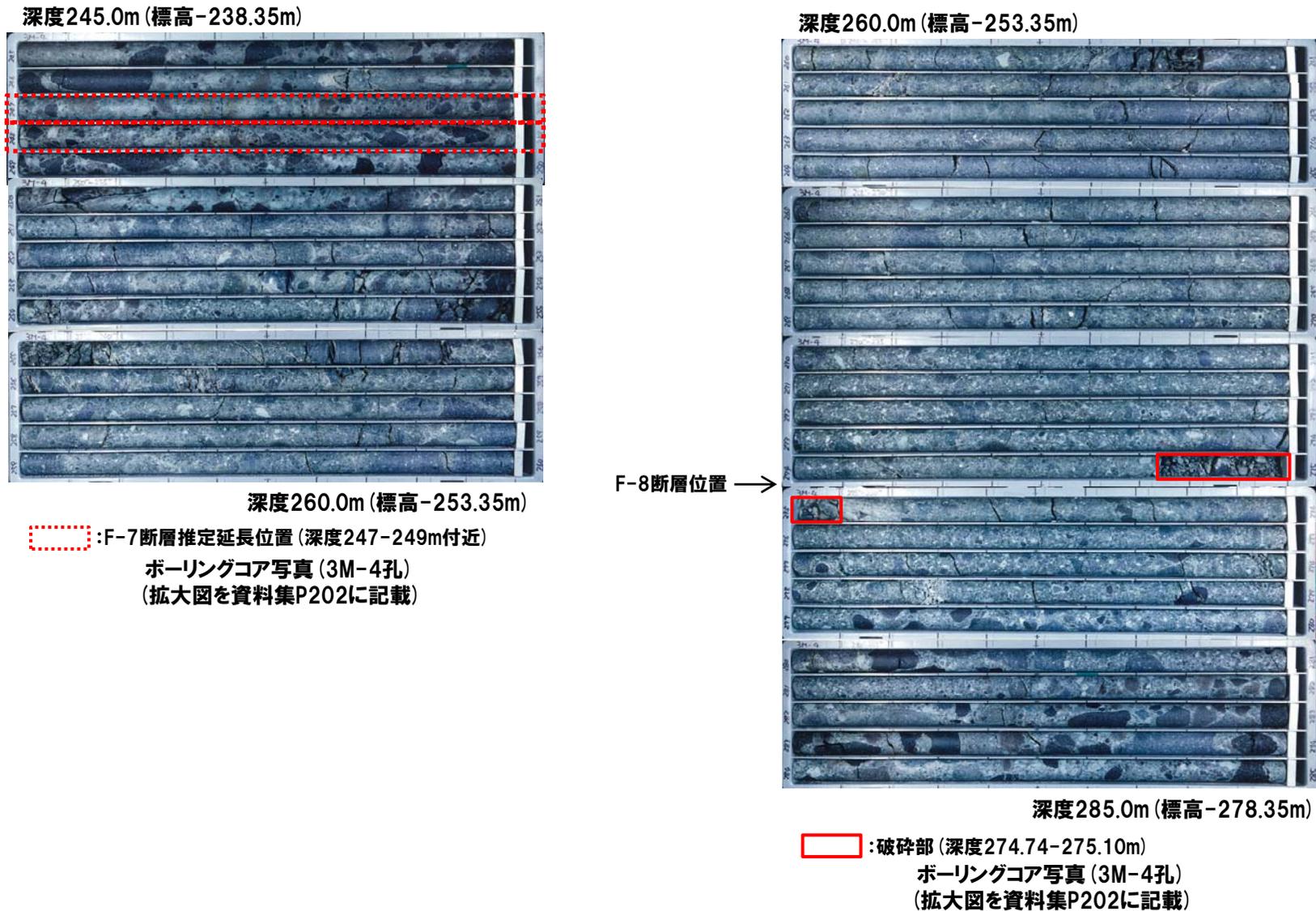


地質断面図 (4Line)

3.3 断層系の新旧関係の確認

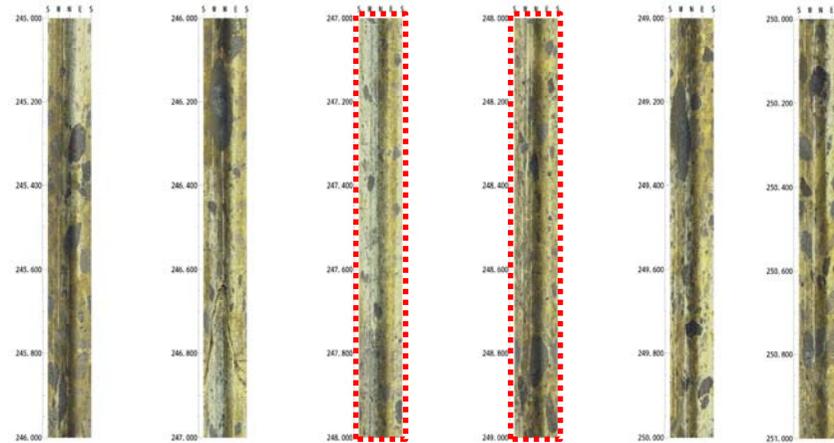
⑤ 低角逆断層系 (F-7断層) 及び層面断層 (y) 系 (F-8断層) (4/8)

一部修正 (H28/3/10審査会合)

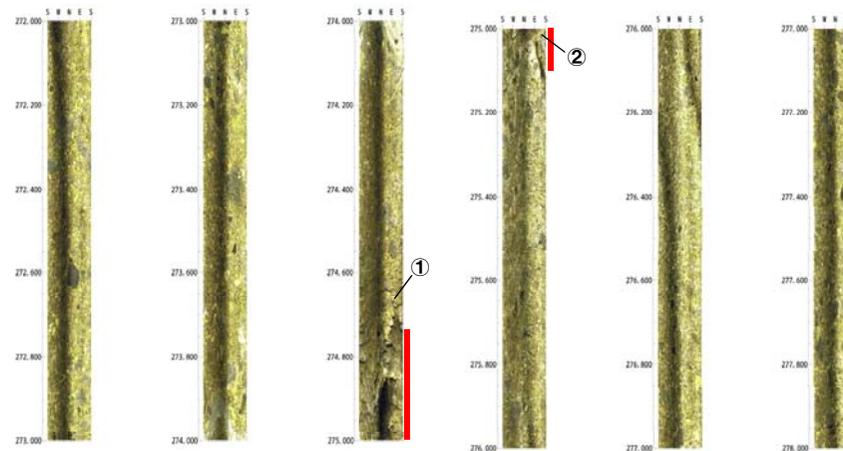


⑤ 低角逆断層系(F-7断層)及び層面断層(y)系(F-8断層) (5/8)

一部修正 (H28/3/10審査会合)



ボアホールテレビ画像
(3M-4孔 深度245~251m)
(拡大図を資料集P203に記載)

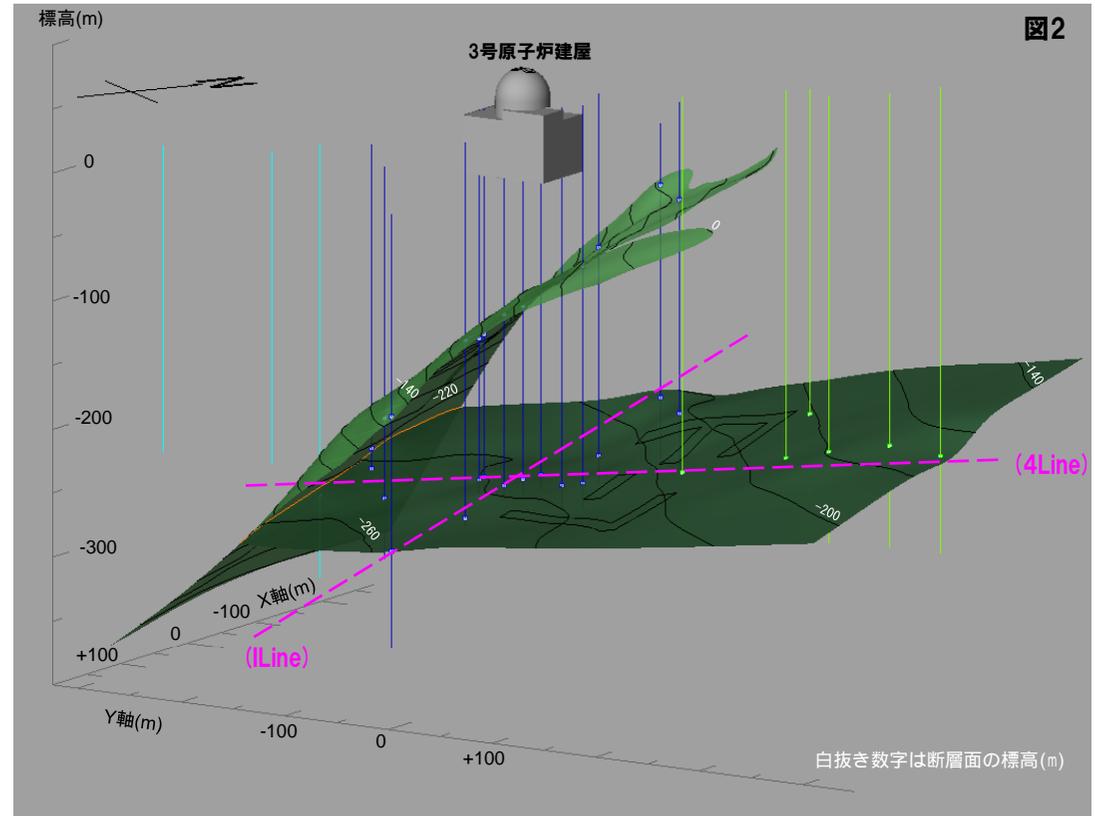
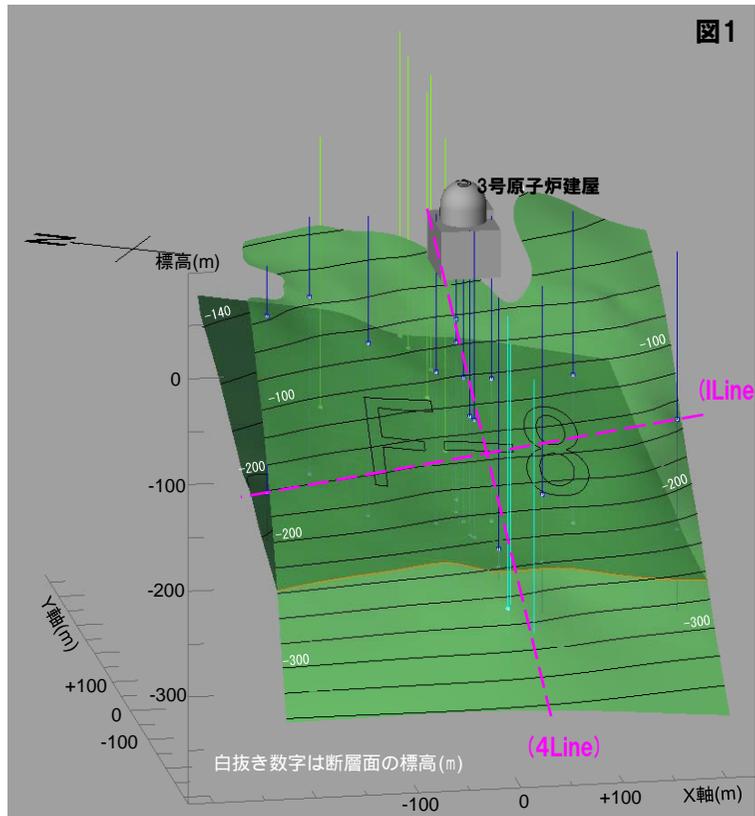


①:N49° W/55° W
②:N83° E/32° W

ボアホールテレビ画像
(3M-4孔 深度272~278m)
(拡大図を資料集P203に記載)

⑤ 低角逆断層系(F-7断層)及び層面断層(y)系(F-8断層) (6/8)

再掲(H28/3/10審査会合)



- <ボーリング孔の凡例>
- : F-7断層のみ確認
 - : F-7断層及びF-8断層を確認
 - : F-7断層未確認

F-7断層とF-8断層の関係

3.3 断層系の新旧関係の確認

⑤ 低角逆断層系 (F-7断層) 及び層面断層 (y) 系 (F-8断層)【条線について】 (7/8)

再掲 (H28/3/10審査会合)

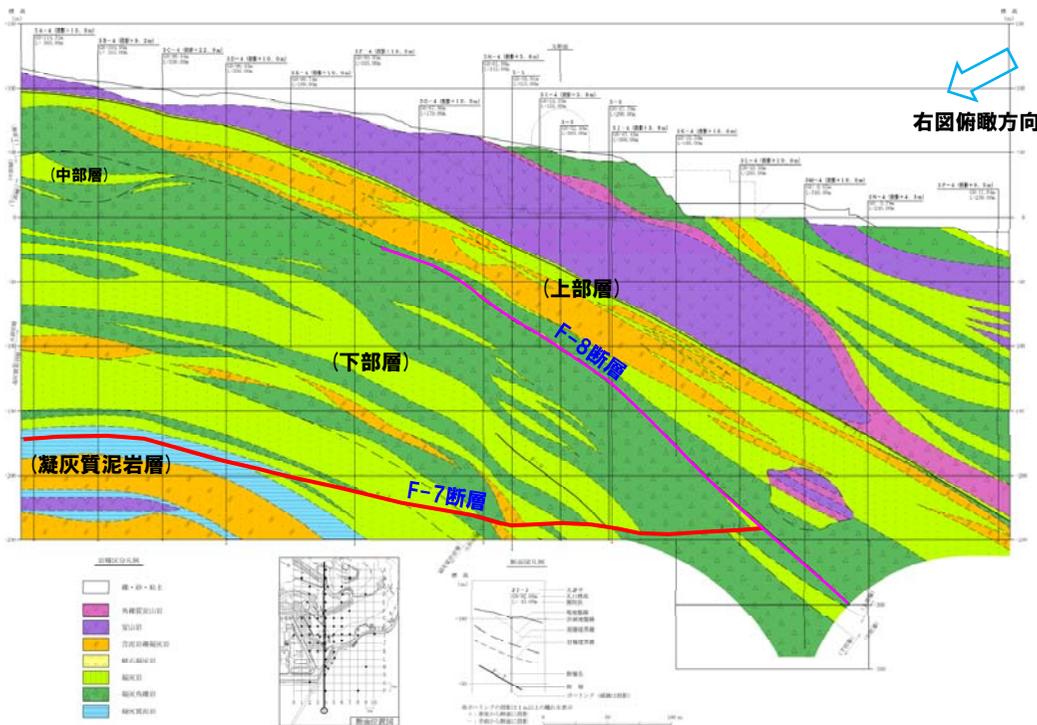
○F-7断層及びF-8断層は、断層の特徴が異なることから、別々の断層であると推定されるが、F-7断層及びF-8断層の関係について、条線の観点からも考察を加えた(次頁参照)。

F-7断層及びF-8断層の特徴

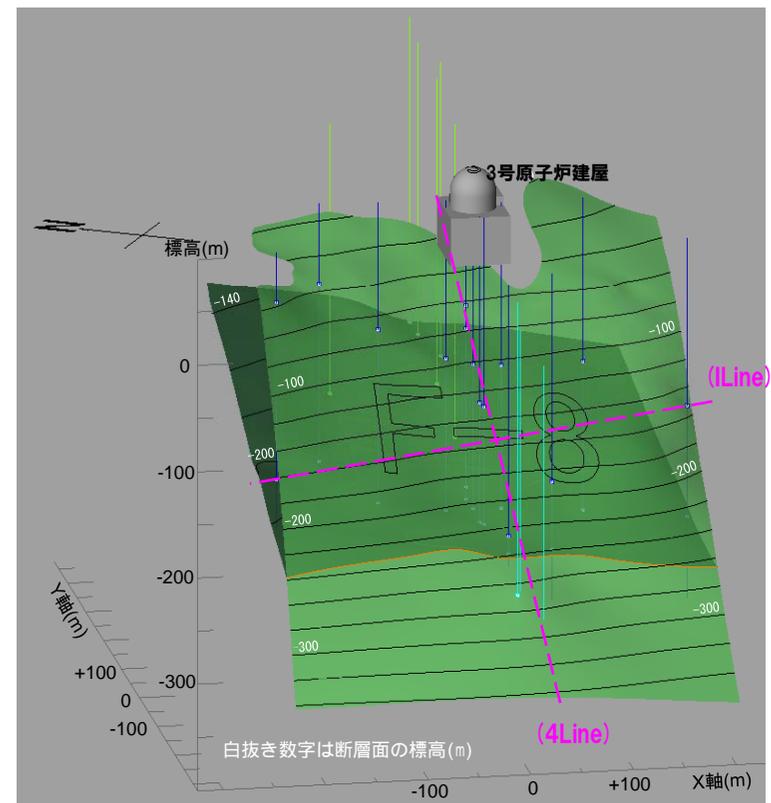
断層	断層の形態	走向・傾斜※	断層の性状	条線方向	その他
F-7断層	低角逆断層	N54° W/ 21° W	角礫、粘土 断層及び周辺の母岩は 白色再脈が認められる。	ばらつく	
F-8断層	層面断層	N50° W/ 45° W	角礫から砂礫を主体とし 一部粘土を伴う。	概ねSW～ WSW方向	破砕面の詳細観察から 逆断層センスと推定される。

※:シュミットネットのピーク値

- <ボーリング孔の凡例>
- : F-7断層のみ確認
 - : F-7断層及びF-8断層を確認
 - : F-7断層未確認



地質断面図 (4Line)

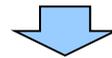


3.3 断層系の新旧関係の確認

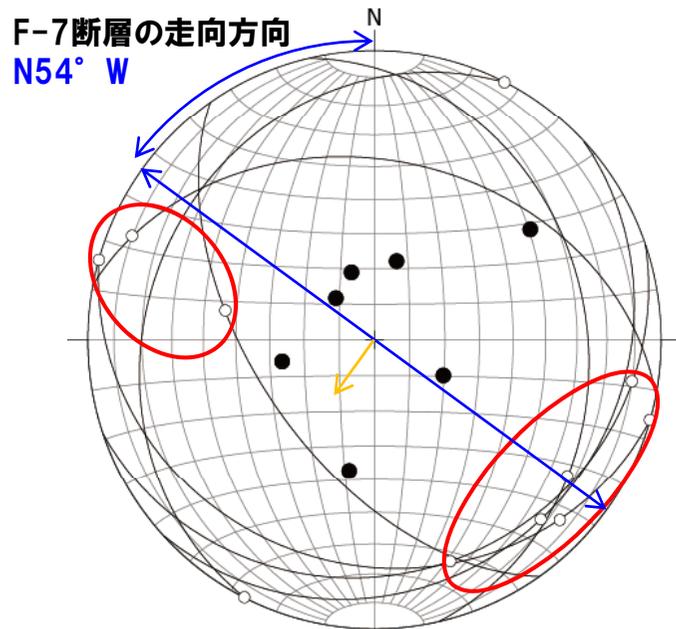
⑤ 低角逆断層系 (F-7断層) 及び層面断層 (y) 系 (F-8断層)【条線について】 (8/8)

再掲 (H28/3/10審査会合)

- F-7断層で認められた条線の方法は、ばらつきが認められる。
- F-8断層で認められた条線の方法は、多少のばらつき (S方向及びW方向) は認められるものの、概ね破碎面の傾斜方向 (SW~WSW方向) に条線が認められる。

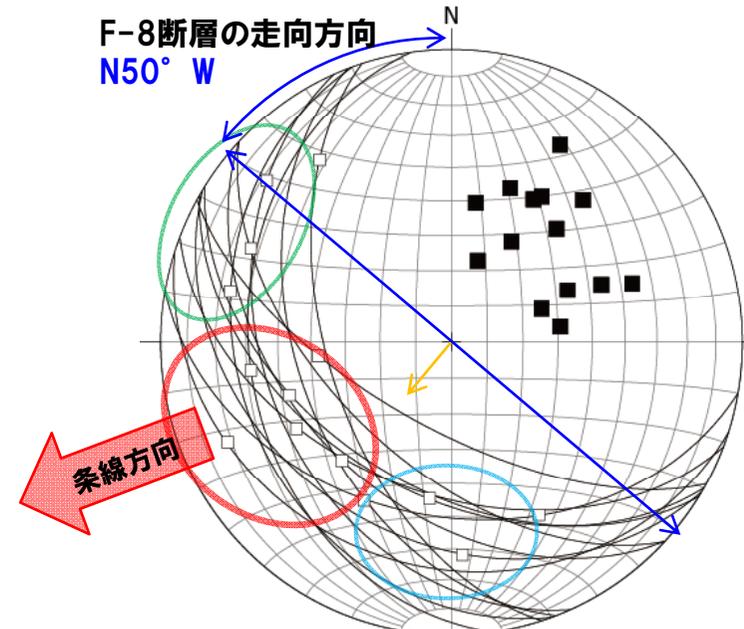


○F-7断層及びF-8断層に認められる条線の方法に、同様な傾向は認められないことから、別々の断層であると推定される。



- F-7断層 条線観察面の極 n=7
- F-7断層 条線の方法 n=9
- ◇ F-7断層 走向方向 (算出方法はP56に記載)
- F-7断層 傾斜方向 (算出方法はP56に記載)

F-7断層及び条線の下半球等積投影図



- F-8断層 条線観察面の極 n=14
- F-8断層 条線の方法 n=14
- ◇ F-8断層 走向方向 (算出方法はP56に記載)
- F-8断層 傾斜方向 (算出方法はP56に記載)

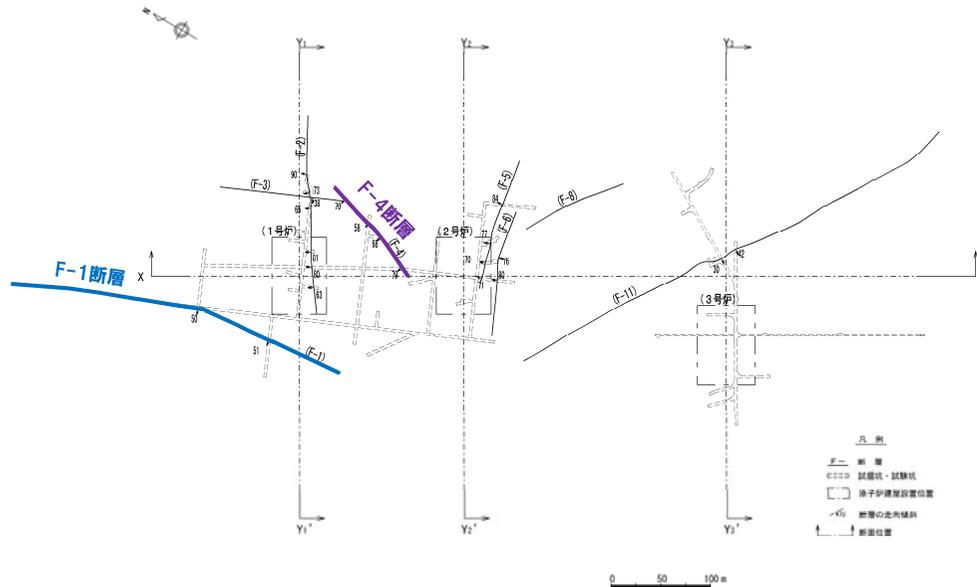
F-8断層及び条線の下半球等積投影図

3.3 断層系の新旧関係の確認

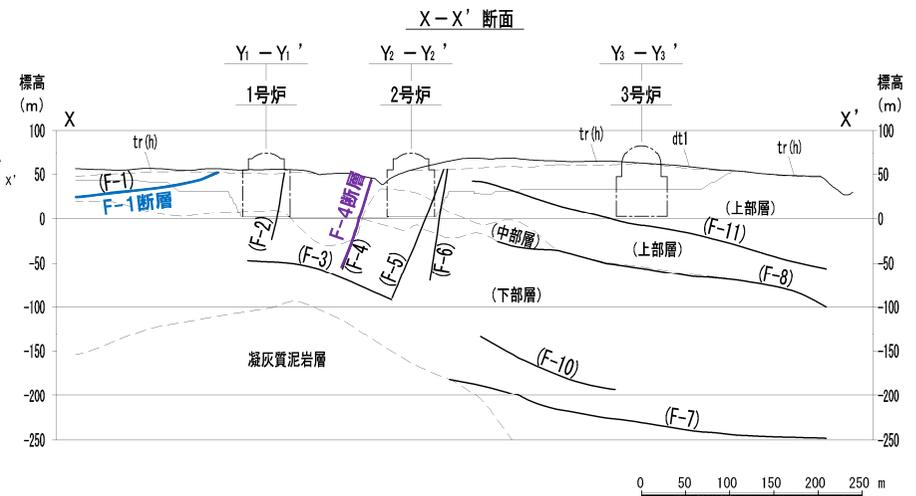
⑥ 切りあいの関係が認められない断層系 (F-1断層及びF-4断層)

再掲 (H28/3/10審査会合)

○高角逆断層 (Y) 系のF-1断層及び高角逆断層 (O₂) 系のF-4断層は、他の断層との切りあいの関係が認められない。



試掘坑調査平面図 (1号及び2号炉付近)
 (※断層位置はEL.2.8mで記載)



断層断面位置図

余白

3.4 活動性評価

① 活動性評価のまとめ

一部修正 (H28/3/10審査会合)

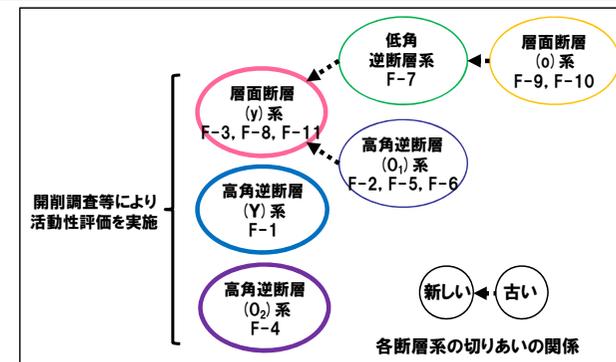
- 以下の断層系について開削調査等を実施し、上載地層との関係等から活動性評価を実施した。
 - ・切りあいの関係等から、活動時期が新しいと推定される層面断層 (y) 系 (F-3断層, F-8断層及びF-11断層)
 - ・他の断層系との関係が不明な高角逆断層 (Y) 系のF-1断層及び高角逆断層 (O₂) 系のF-4断層
- 開削調査等を実施し、上載地層との関係等により各断層の活動性を以下のように評価した。

各断層系の開削調査等の結果

断層系	断層名	調査項目	開削調査等の結果
層面断層 (y) 系	F-3断層	・ボーリング調査 ・地表地質踏査 ・開削調査	・試掘坑等で確認された走向・傾斜から推定される延長部付近等で認められないことから、神恵内層中でせん滅しているものと推定される。 (P120~P125参照)
	F-8断層	・ボーリング調査	・山側で認められなくなることから、神恵内層中でせん滅しているものと推定される。 (P130~P131参照)
	F-11断層	・開削調査	・Hm2段丘堆積物と神恵内層との境界部には、変位・変形は認められない。 (P132~P139参照)
高角逆断層 (Y) 系	F-1断層	・開削調査	・神恵内層を覆う礫層 (下部~中部更新統の岩内層下部) に変位を与えているが、岩内層最上部及びHm2段丘堆積物に変位・変形は認められない。 ・Hm2段丘堆積物の上位に分布する火山灰より、フィッション・トラック法年代測定値 0.22±0.08Maが得られている。 (P114~P118参照)
高角逆断層 (O ₂) 系	F-4断層	・開削調査	・断続的に分布し、Hm2段丘堆積物に変位・変形は認められない。 (P126~P129参照)



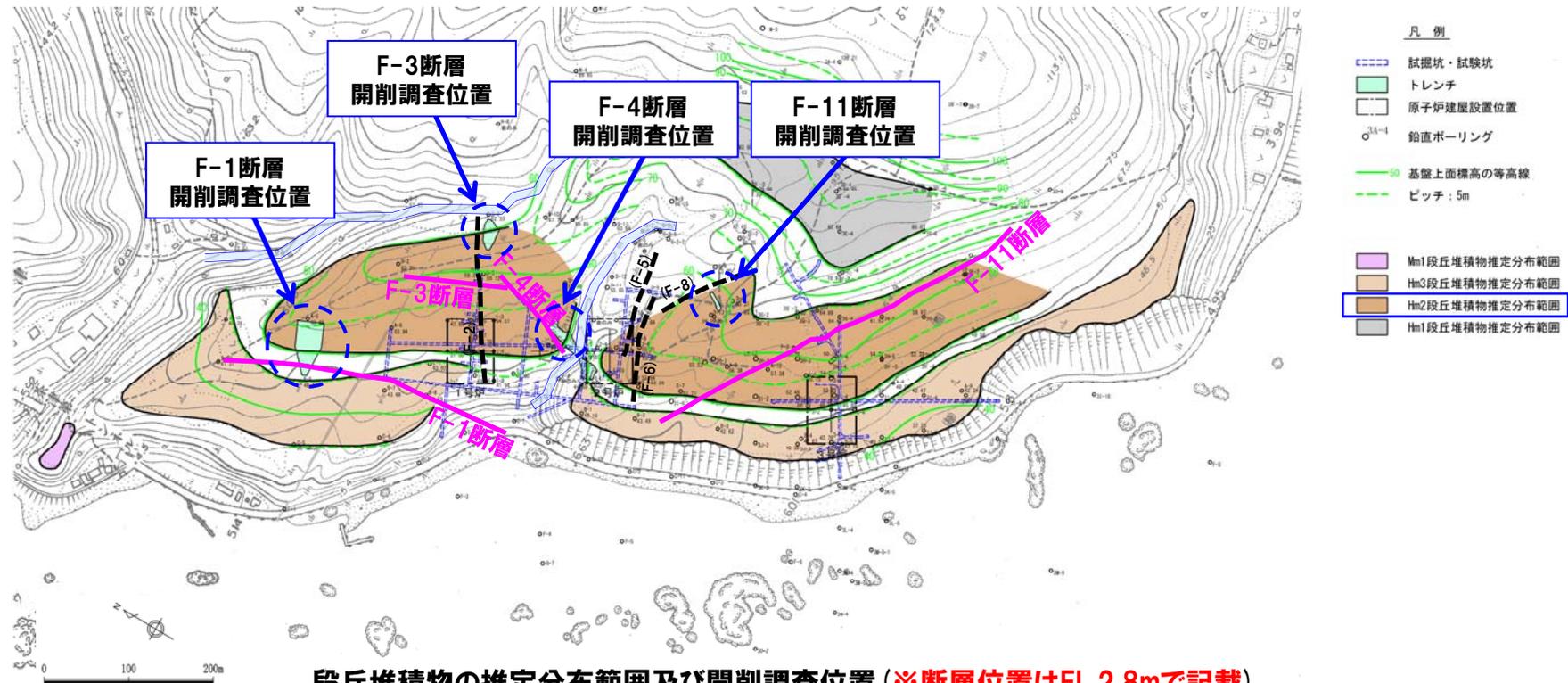
○層面断層 (y) 系 (F-3断層, F-8断層及びF-11断層), 高角逆断層 (Y) 系 (F-1断層), 高角逆断層 (O₂) 系 (F-4断層) には、後期更新世以降の活動は認められない。



② 開削調査位置図

一部修正 (H28/3/10審査会合)

- 敷地には以下の理由により、第四系中部更新統のHm2段丘堆積物の広範囲の分布が推定されることから、開削調査においては、Hm2段丘堆積物を上載地層とした活動性評価を実施することとした。
- ・空中写真判読の結果、敷地にはHm2段丘面が認められる (P21参照)。
 - ・ボーリング調査等の結果から、Hm2段丘面が認められる標高60m付近には、基盤岩 (新第三系上部中新統の神恵内層) が緩やかな平坦面を形成している状況が確認される (P22～P23参照)。
 - ・平坦な基盤岩の上位には、砂礫主体の層が認められ、礫は一部風化に伴う褐色化等が認められる。
- 開削調査位置は、第四系中部更新統のHm2段丘堆積物と断層との関係を確認するため、Hm2段丘堆積物推定分布範囲における各断層の推定延長位置を選定した。
- なお、F-3断層については、推定延長位置におけるボーリング調査及び地表地質踏査において、F-3断層が確認されなかったことから、確認範囲を拡大することを目的に開削調査位置を選定した。

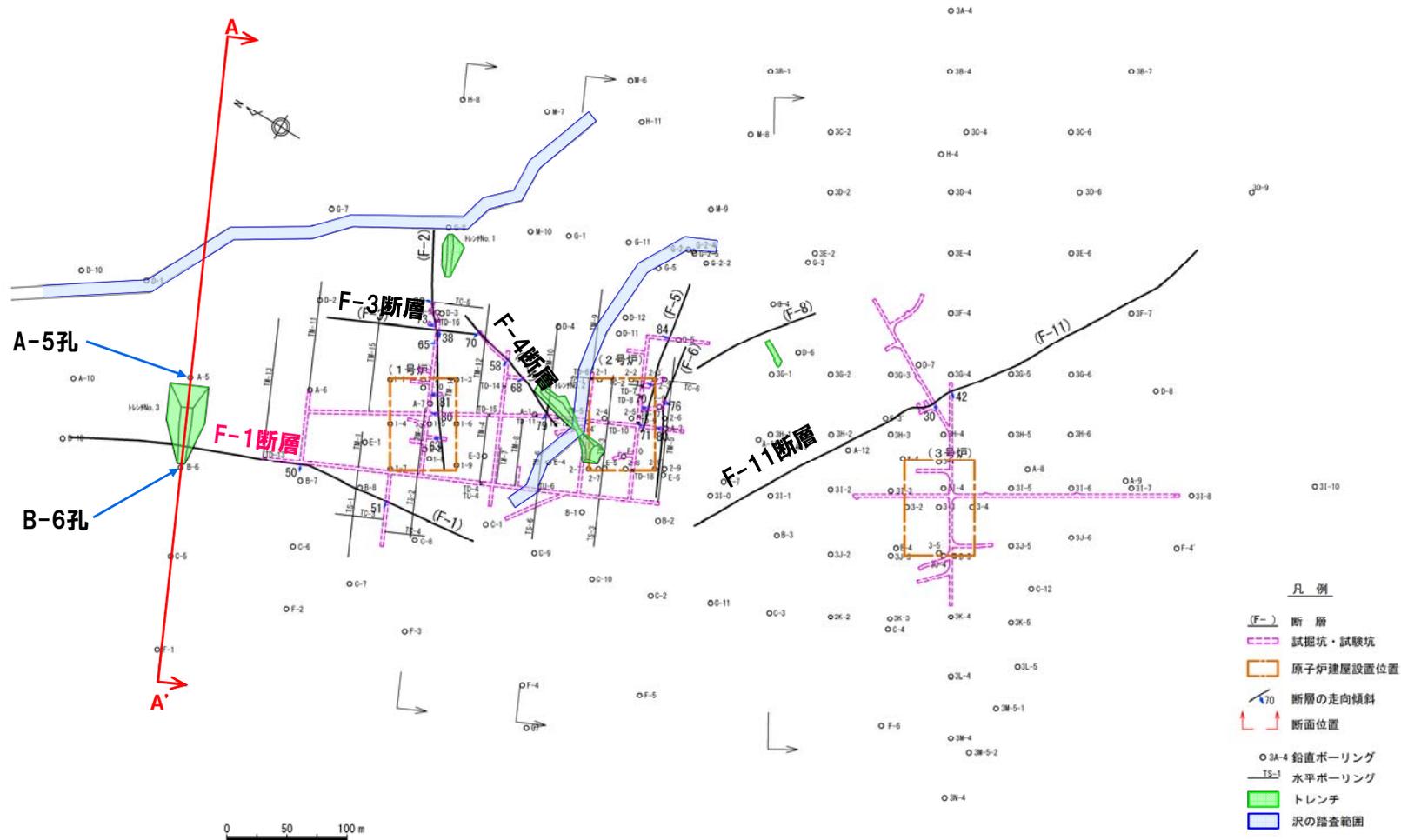


3.4 活動性評価

③ 活動性評価 (F-1断層) (1/5)

再掲 (H28/3/10審査会合)

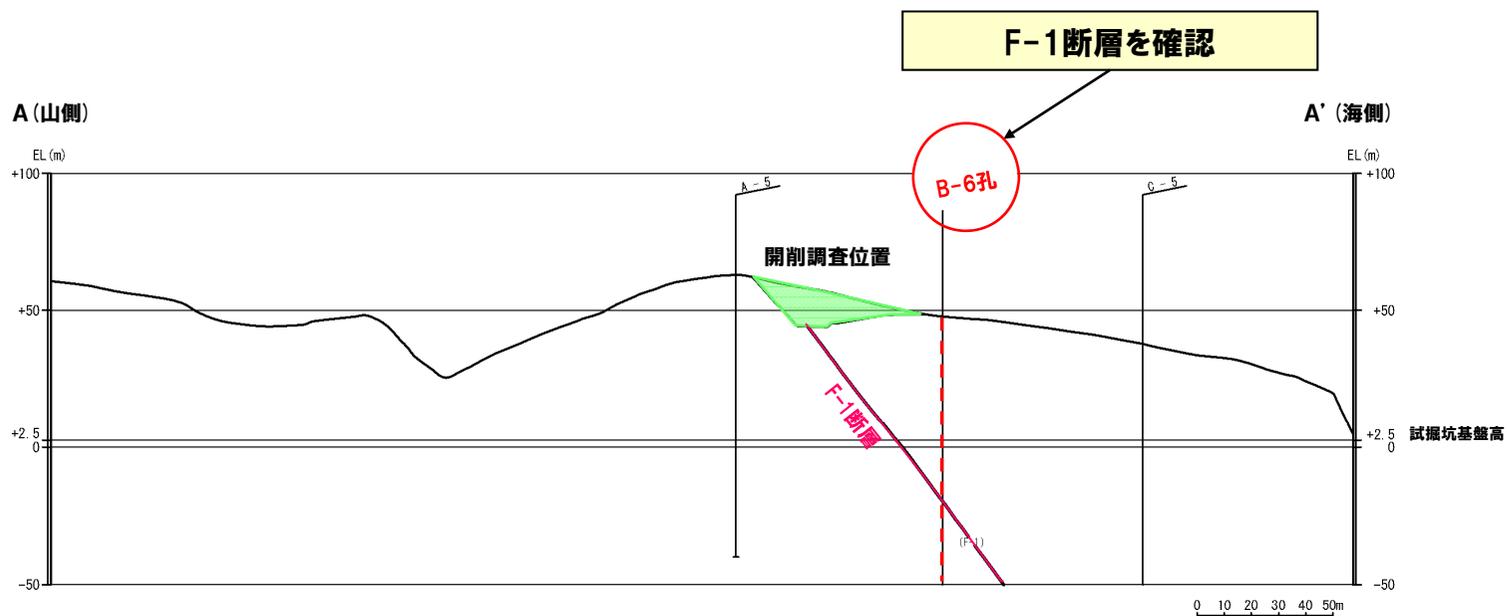
○開削調査は、ボーリング調査でF-1断層を確認しているB-6孔とその北東のF-1断層が確認されないA-5孔の間で実施した。



F-1断層調査位置図 (※断層位置はEL.2.8mで記載)

③ 活動性評価 (F-1断層) (2/5)

再掲 (H28/3/10審査会合)



F-1断層断面図 (A-A'断面)

3.4 活動性評価

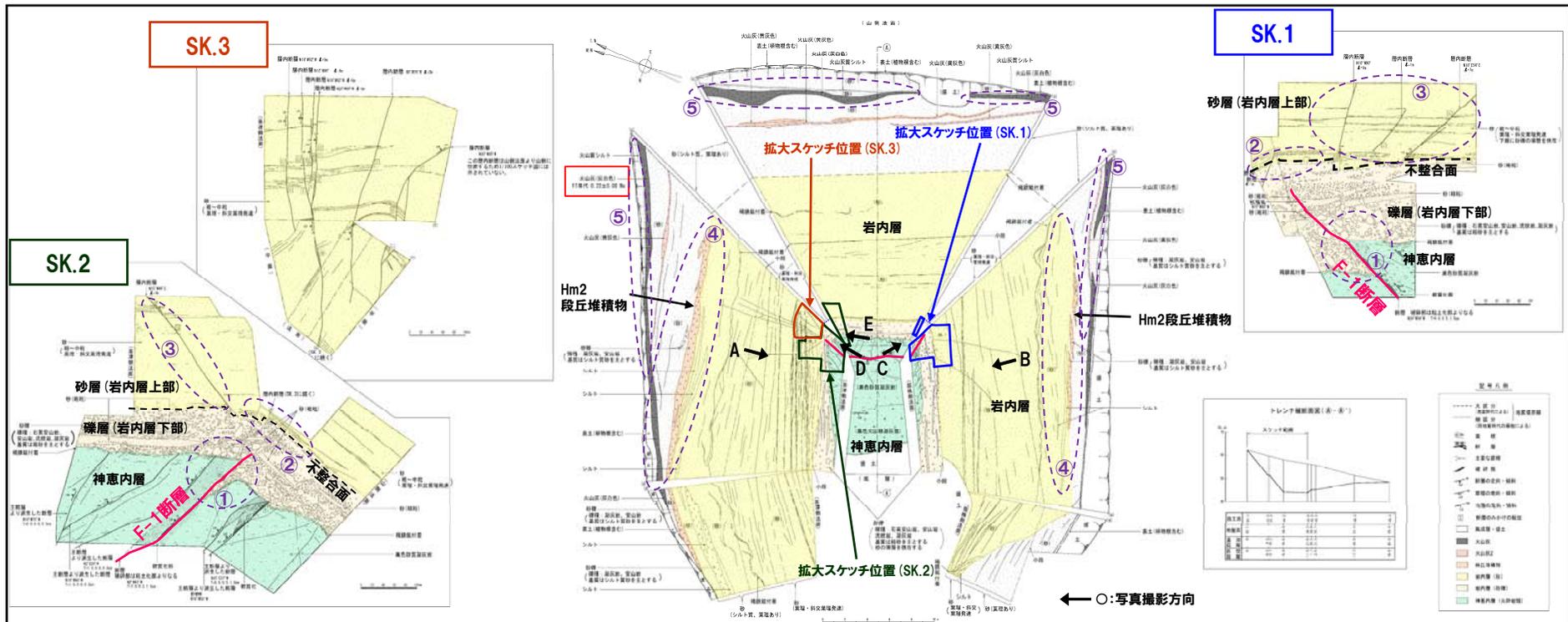
③ 活動性評価 (F-1断層) (3/5)

一部修正 (H28/3/10審査会合)

- 開削箇所におけるF-1断層は、走向・傾斜がN2° ~20° W/43° ~55° Wの逆断層で、基盤岩 (神恵内層) を覆う礫層 (岩内層下部) に変位を与えている (下図①の範囲, P118写真C, D)。
- 礫層の上に堆積している葉理の発達した砂層 (岩内層上部) には、F-1断層による変位・変形は認められず、断層は岩内層中の不整合面に止まっている (下図②の範囲, P118写真C, D)。
- 砂層 (岩内層上部) 中に約10条の小規模な断層が認められる (P118写真E) が、これらはF-1断層に連続するものではなく、下方への連続は岩内層中で消滅する (下図③の範囲)。
- 岩内層の上位には、Hm2段丘堆積物に対比される砂礫層が認められる (下図④の範囲, 次頁写真A, B)。
- 岩内層最上部及びHm2段丘堆積物に変位・変形は認められず (下図④の範囲), Hm2段丘堆積物の上位に分布する火山灰より、フィッション・トラック法年代測定値 $0.22 \pm 0.08\text{Ma}$ が得られている (下図⑤の範囲)。



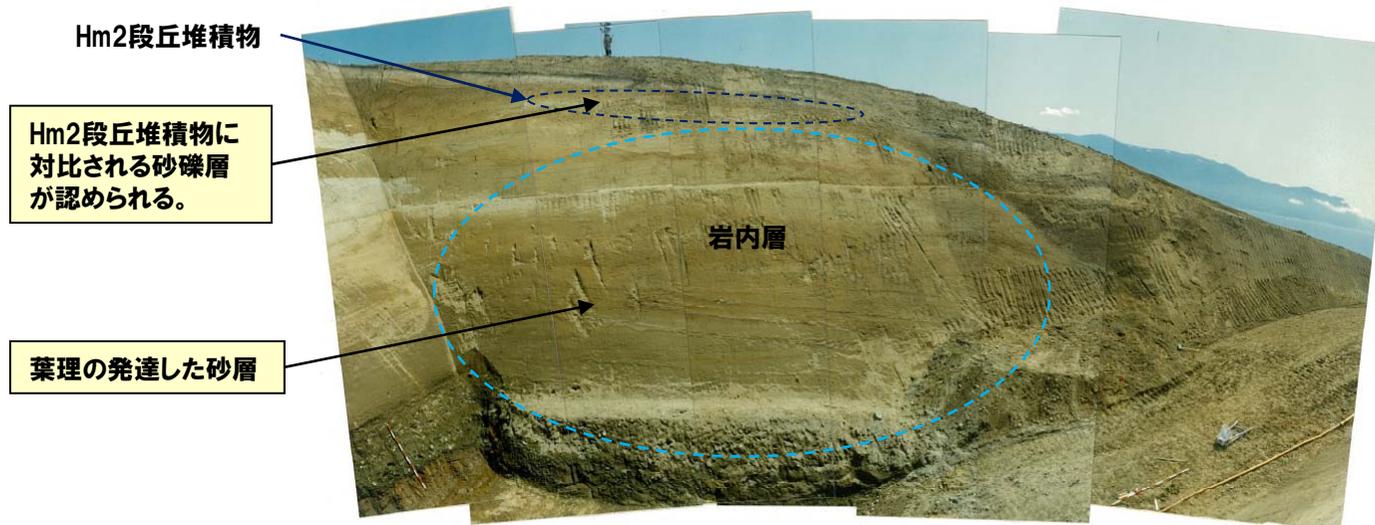
○岩内層最上部及びHm2段丘堆積物に変位・変形は認められないことから、F-1断層は、後期更新世以降の活動は認められない。



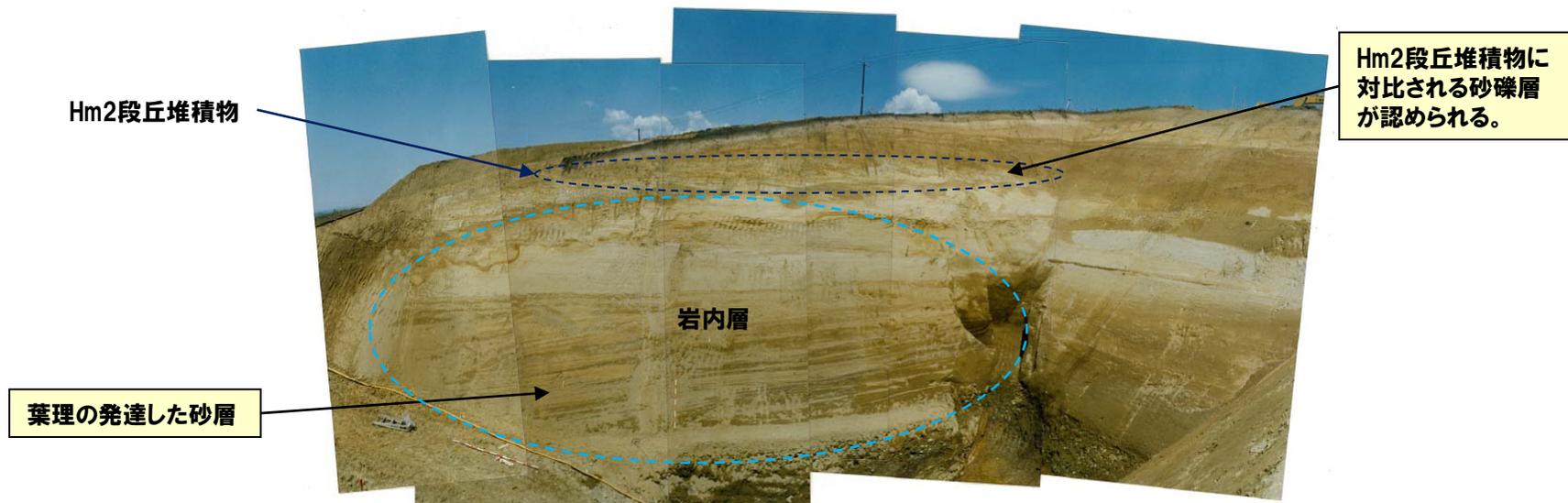
F-1断層露頭スケッチ (拡大図を資料集P206~P208に記載)

③ 活動性評価 (F-1断層) (4/5)

一部修正 (H28/3/10審査会合)



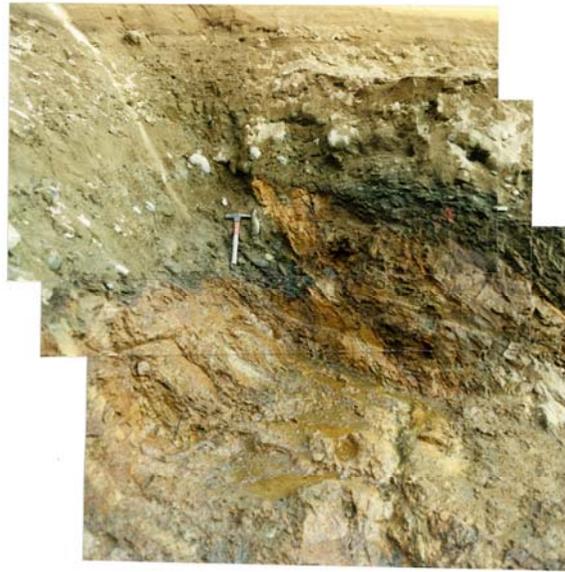
写真A 南側側壁全景



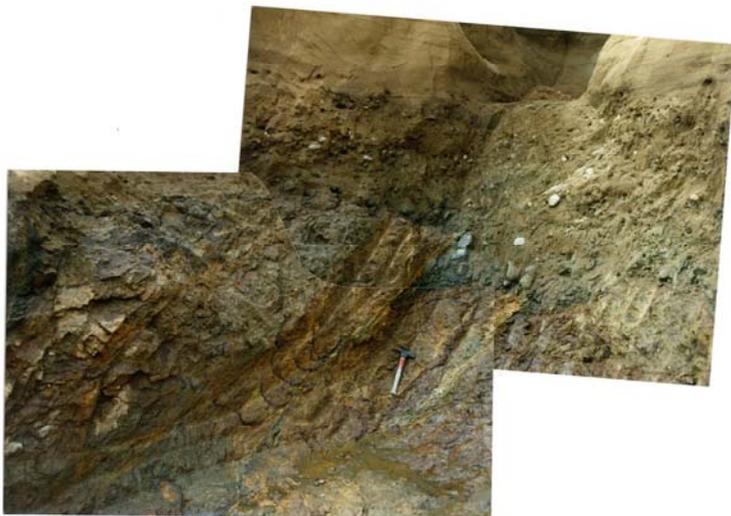
写真B 北側側壁全景

③ 活動性評価 (F-1断層) (5/5)

一部修正 (H28/3/10審査会合)



写真C SK.1近景



写真D SK.2近景



写真E SK.3近景

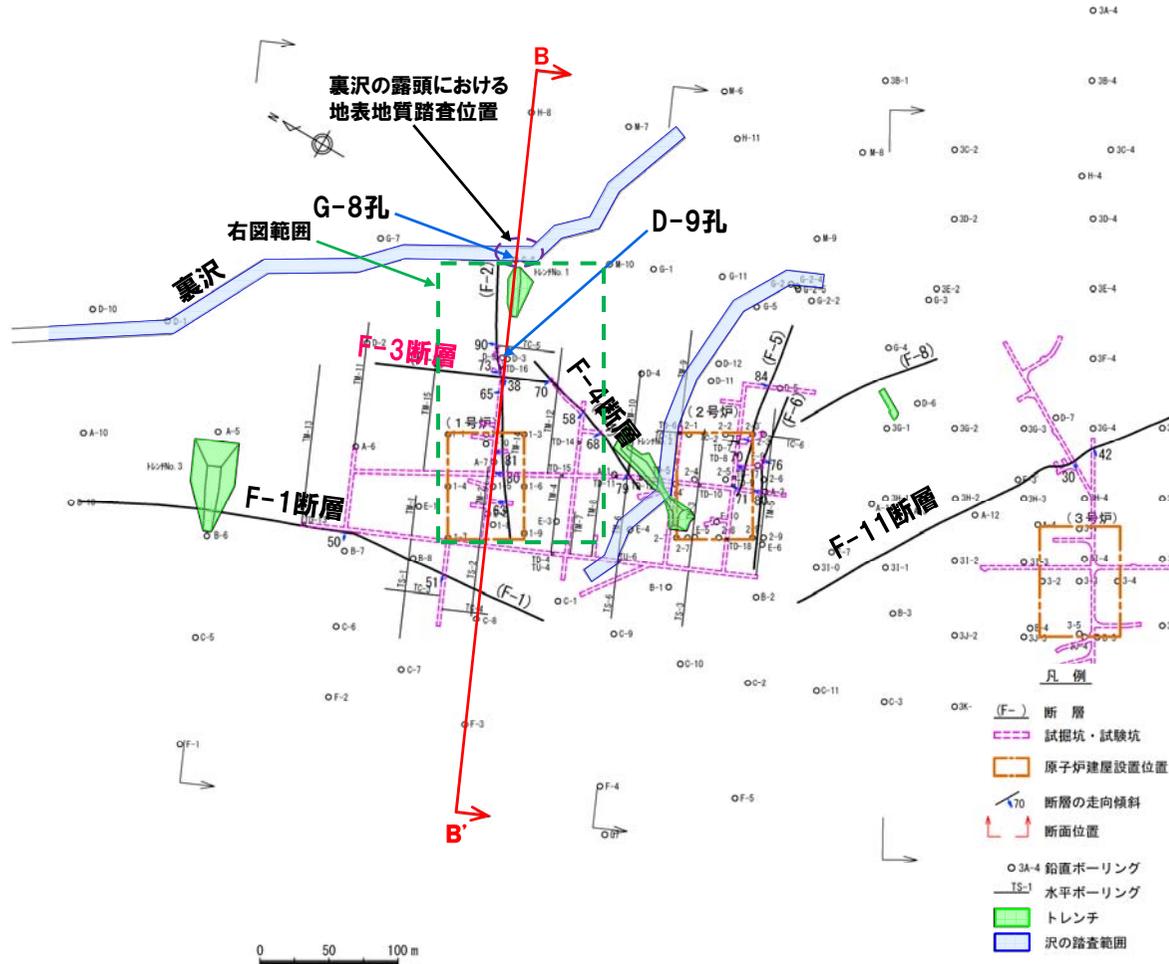
余白

3.4 活動性評価

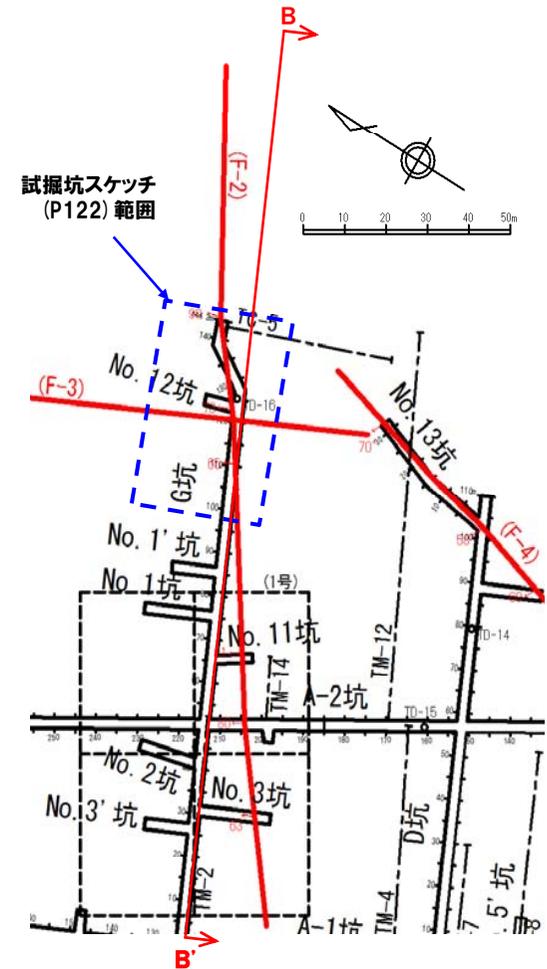
④ 活動性評価 (F-3断層) (1/6)

一部修正 (H28/3/10審査会合)

- 試掘坑及びD-9孔において確認されたF-3断層の走向・傾斜から推定される延長部付近である裏沢において、地表地質踏査及びボーリング調査 (G-8孔) を実施した。
- 地表地質踏査及びボーリング調査の結果から、F-3断層が確認されなかったことから、確認範囲を拡大することを目的に開削調査を実施した。



F-3断層調査位置図 (※断層位置はEL.2.8mで記載)

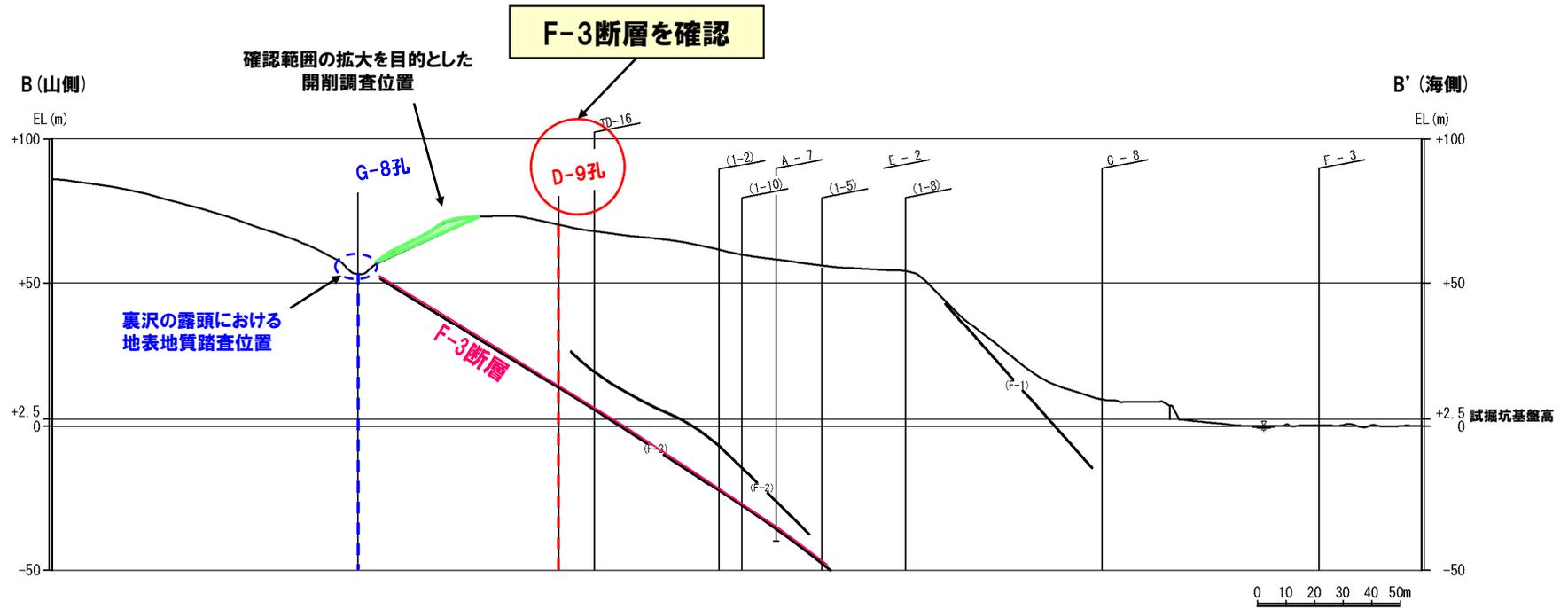


試掘坑平面図

3.4 活動性評価

④ 活動性評価 (F-3断層) (2/6)

一部修正 (H28/3/10審査会合)



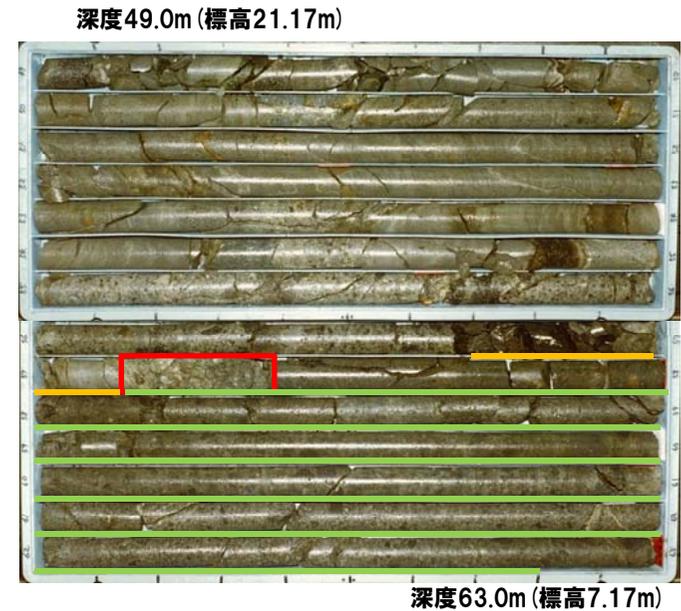
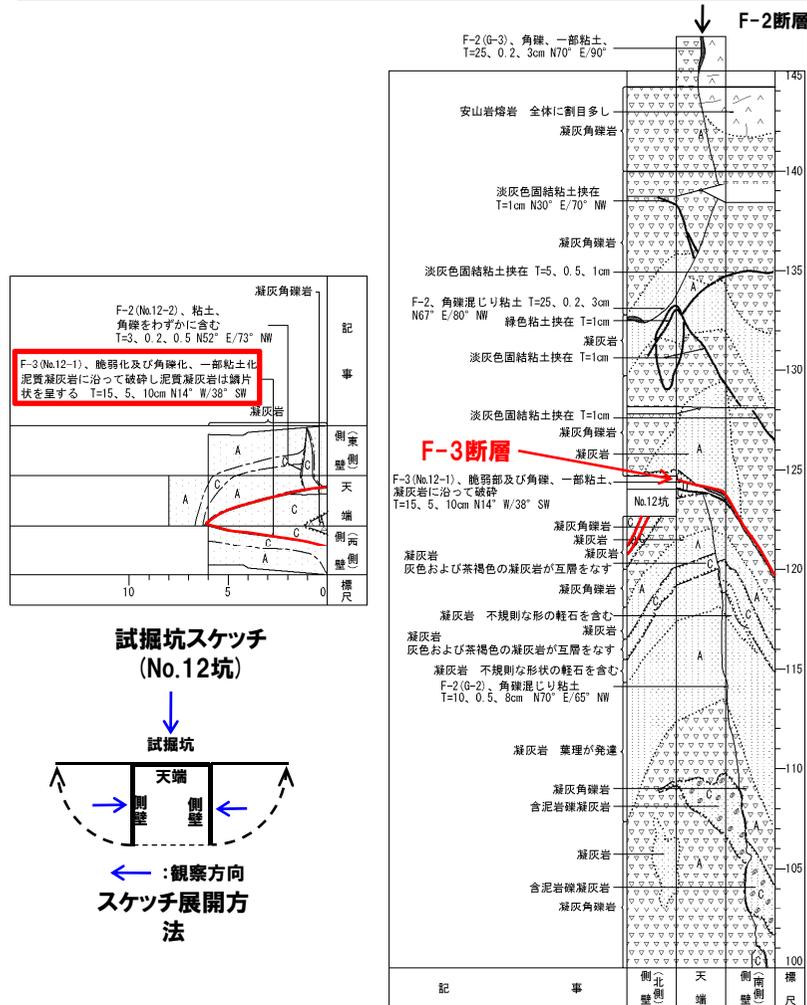
F-3断層断面図 (B-B' 断面)

3.4 活動性評価

④ 活動性評価 (F-3断層) (3/6)

一部修正 (H28/3/10審査会合)

- F-3断層は、神恵内層における火砕岩層下部層の凝灰岩に沿って分布する層面断層である。
- 試掘坑 (G坑及びNo.12坑) においては、泥質凝灰岩に沿ってF-3断層が認められる。
- 試掘坑と裏沢の中間に位置するD-9孔においては、泥質凝灰岩と火山礫凝灰岩の境界にF-3断層が認められる。



- : F-3断層位置 (深度57.15~57.35m)
 - : 泥質凝灰岩分布範囲 (深度56.70~57.15m)
 - : 火山礫凝灰岩分布範囲 (深度57.15~62.80m)
- ボーリングコア写真 (D-9孔)

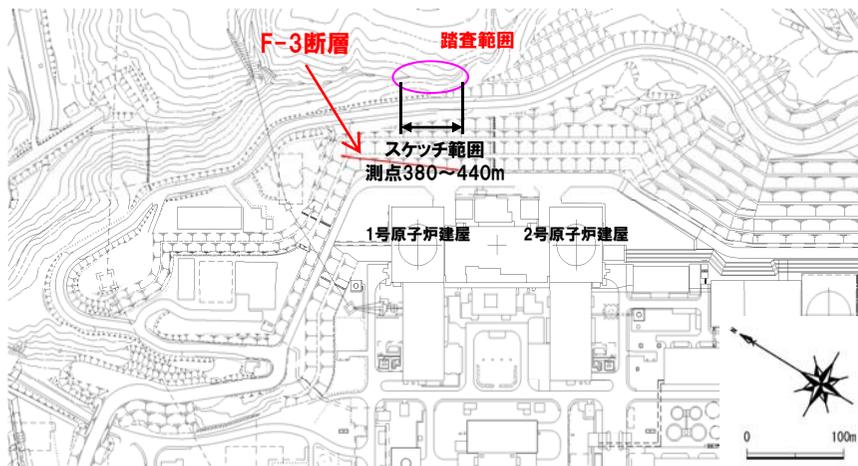
3.4 活動性評価

④ 活動性評価 (F-3断層) (4/6)

一部修正 (H28/3/10審査会合)

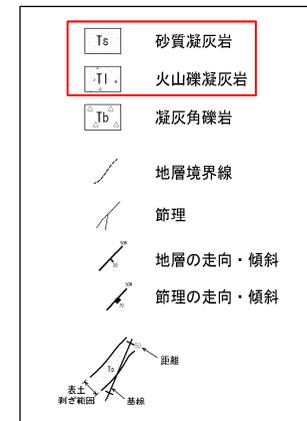
【地表地質踏査結果:裏沢の露頭】

- 裏沢の露頭で実施した地表地質踏査の結果では、溪床に連続露頭が確認された。
- 測点380~440m付近に凝灰岩が認められる。
- 当該範囲には、試掘坑で確認されたF-3断層と同様の性状を示す断層は認められない。

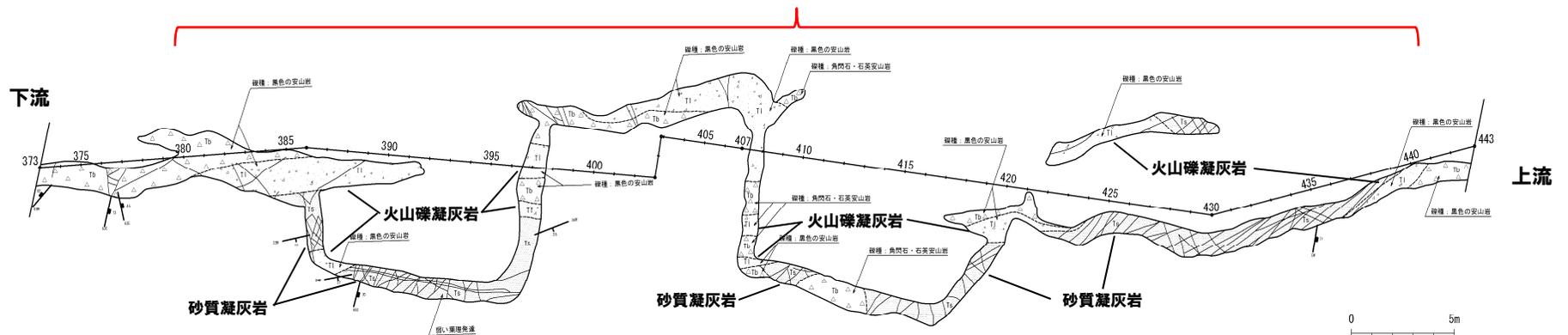


地表地質踏査位置図 (※断層位置はEL.2.8mで記載)

凡例



凝灰岩が認められる範囲 (測点380~440m)



裏沢の露頭スケッチ

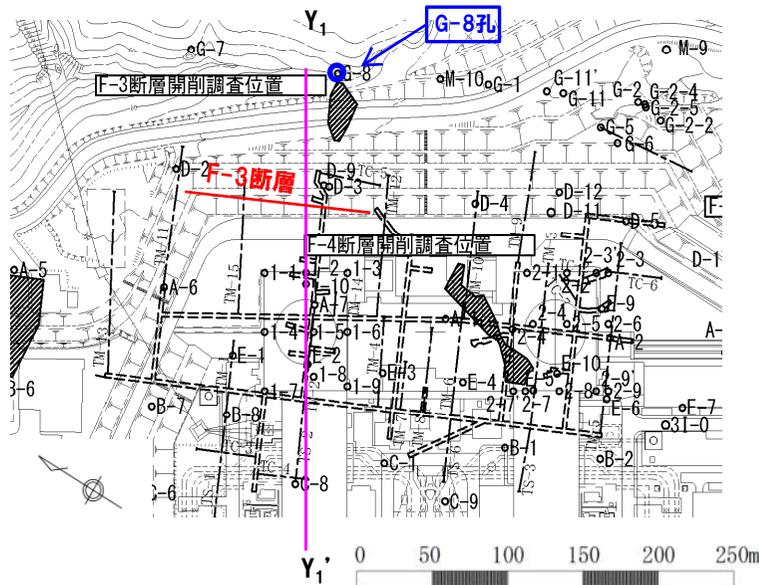
3.4 活動性評価

④ 活動性評価 (F-3断層) (5/6)

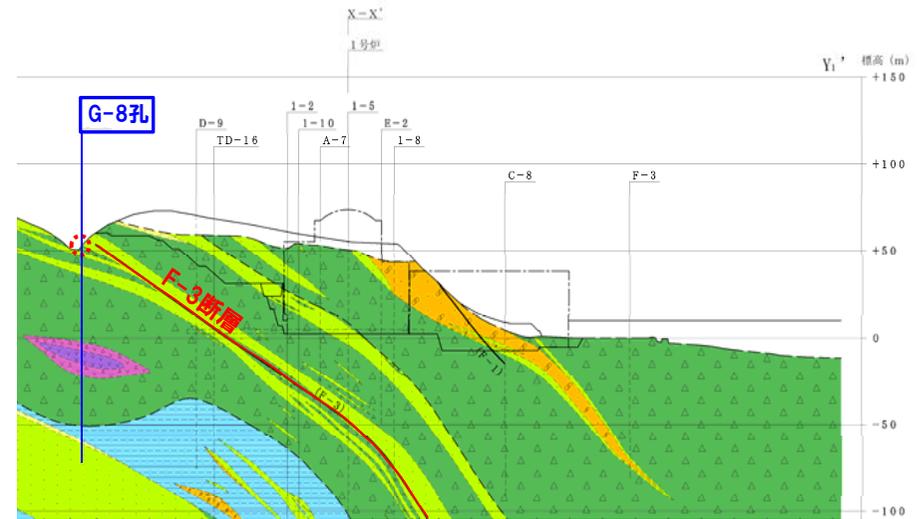
一部修正 (H28/3/10審査会合)

【ボーリング調査結果:G-8孔】

○ 深度6~7m付近で凝灰岩が認められるが、当該範囲の周辺には、条線、鏡肌及び粘土の挟在等は認められない。

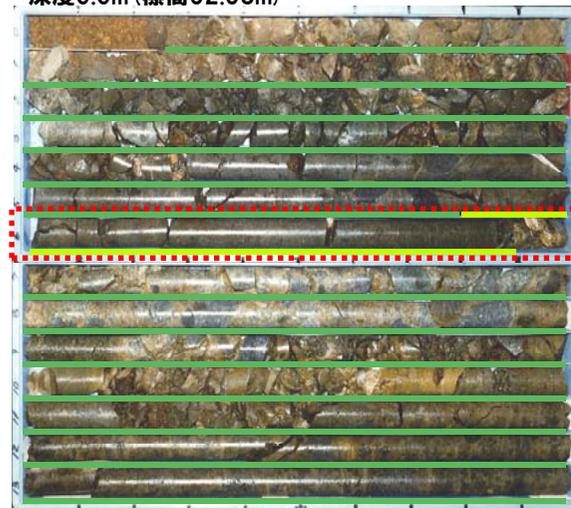


調査位置図 (※断層位置はEL.2.8mで記載)



地質断面図 (Y₁-Y₁' 断面)

深度0.0m (標高52.58m)



深度14.0m (標高38.58m)

ボーリングコア写真
(G-8孔)

— : 凝灰角礫岩 (深度0.25~5.80m, 6.90~14.00m)
— : 砂質凝灰岩 (深度5.80~6.90m)



3.4 活動性評価

④ 活動性評価 (F-3断層) (6/6)

【開削調査結果】

- 裏沢における地表地質踏査及びボーリング調査の結果から、F-3断層が確認されなかったことから、確認範囲を拡大することを目的に開削調査を実施した。
- 開削調査範囲には、試掘坑及びD-9孔と同様に泥質凝灰岩が認められるが、その周辺には試掘坑で確認されたF-3断層と同様の性状を示す断層は認められない。

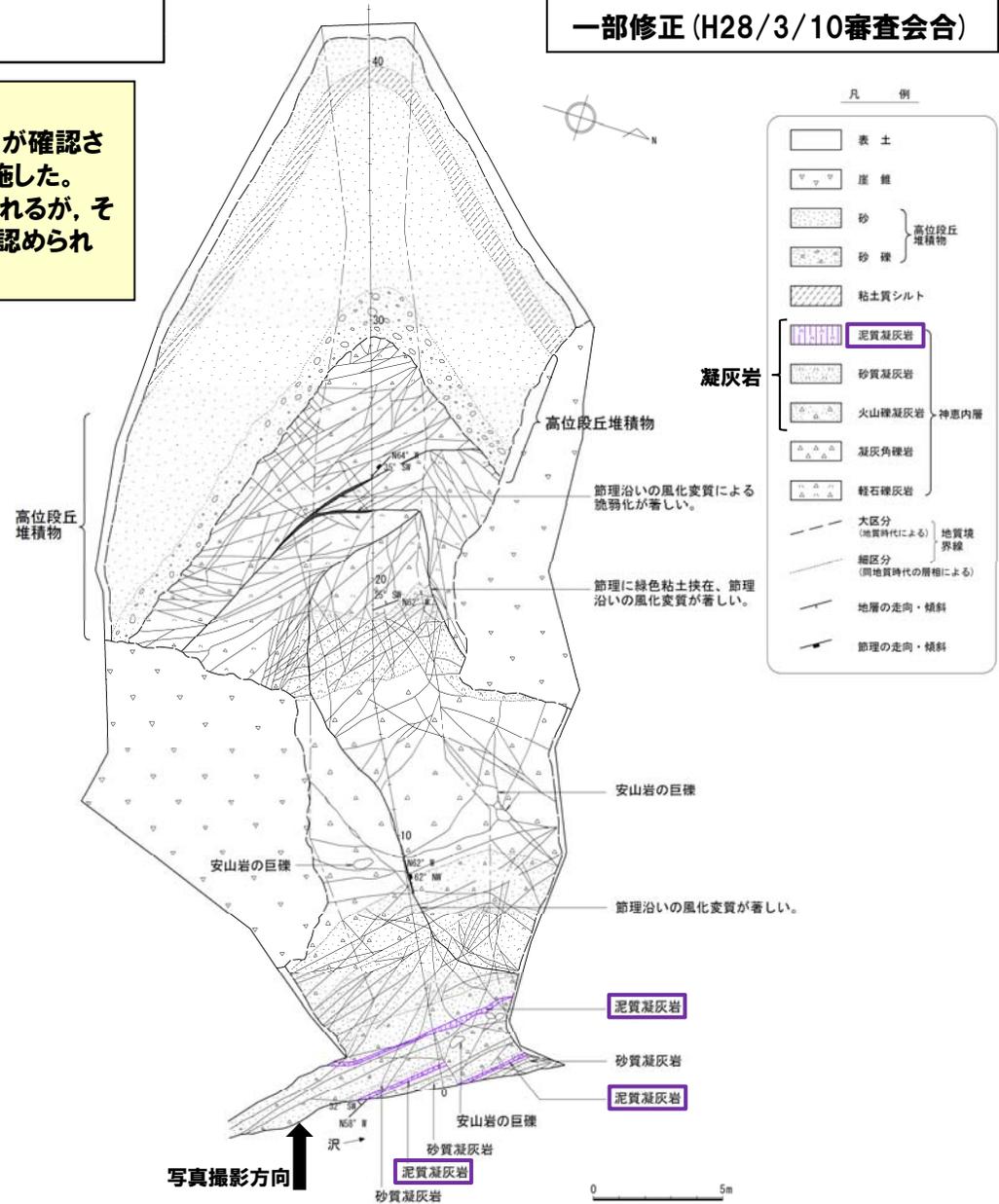


- 地表地質踏査等の結果、試掘坑及びボーリング調査で確認されたF-3断層の走向・傾斜から推定される延長部付近等には、同様の性状を示す断層は認められず、新第三系上部中新統の神恵内層中でせん滅しているものと推定されることから、F-3断層は、後期更新世以降の活動は認められない。



調査箇所全景

一部修正 (H28/3/10審査会合)



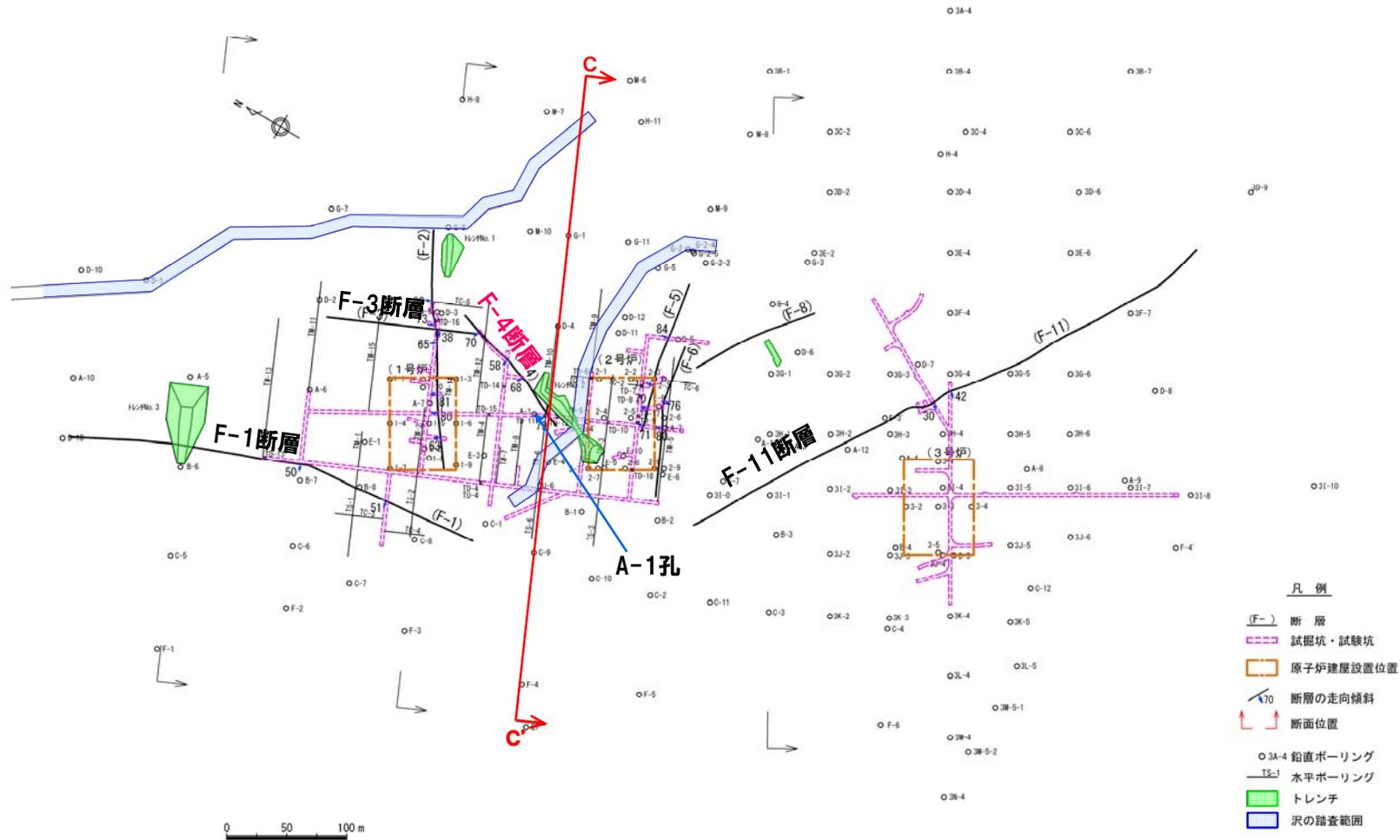
F-3断層露頭スケッチ

3.4 活動性評価

⑤ 活動性評価 (F-4断層) (1/4)

再掲 (H28/3/10審査会合)

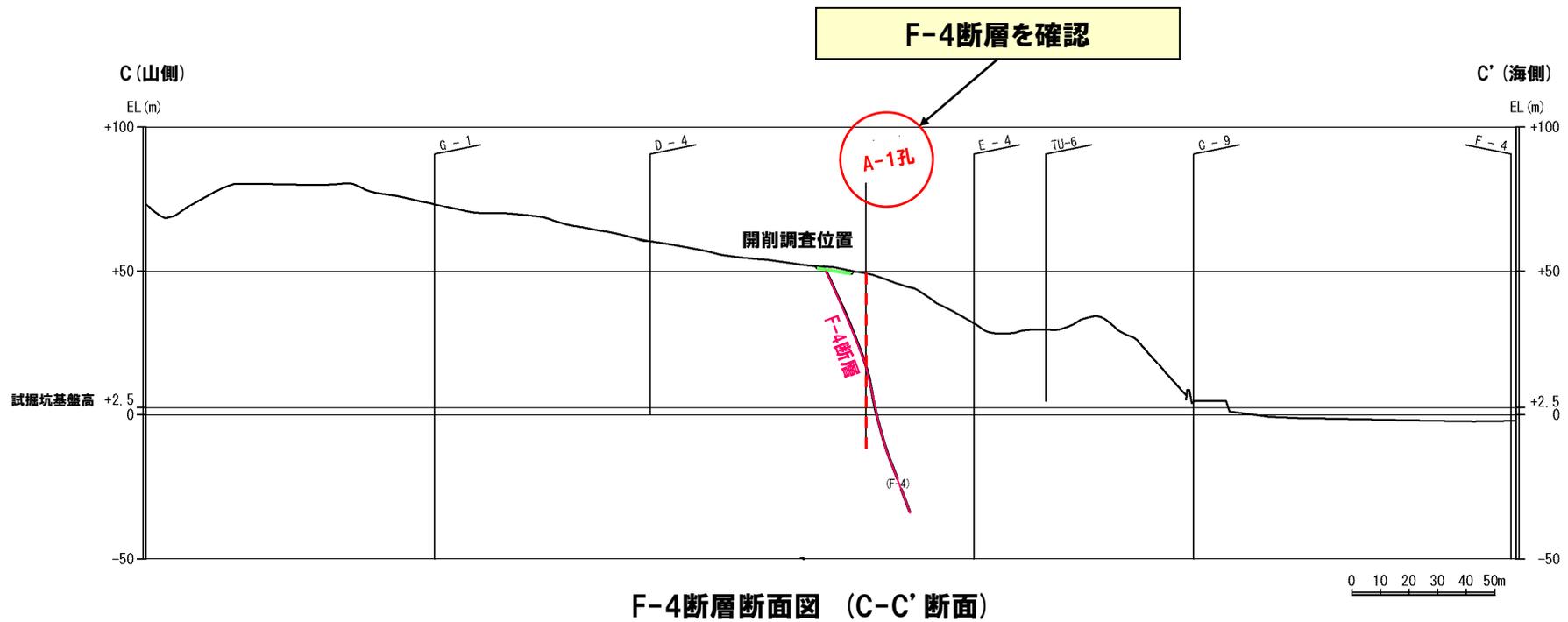
○開削調査は、試掘坑及びA-1孔においてF-4断層を確認している位置の延長部で実施した。



F-4断層調査位置図 (※断層位置はEL.2.8mで記載)

⑤ 活動性評価 (F-4断層) (2/4)

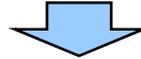
再掲 (H28/3/10審査会合)



⑤ 活動性評価 (F-4断層) (3/4)

一部修正 (H28/3/10審査会合)

- 開削箇所におけるF-4断層は、断続的に分布する。
- 基盤岩(神恵内層)の上位には、Hm2段丘堆積物に対比される礫が褐色化を呈する砂礫層が認められる。
- Hm2段丘堆積物に変位・変形は認められない。
- 神恵内層上面の泥岩(礫)と砂質凝灰岩の境界におけるわずかな段差部(SK-7)に、粘土の付着は認められない。

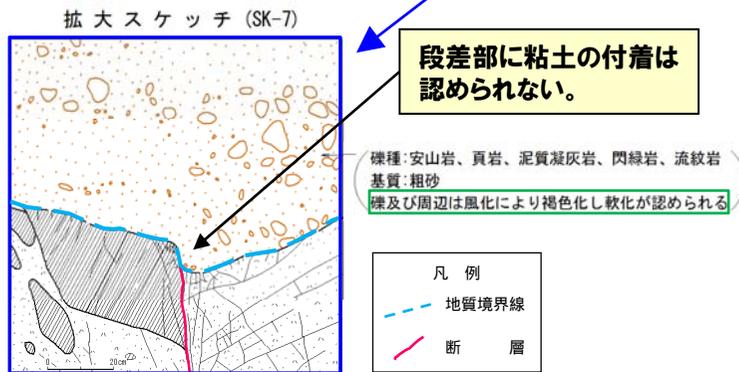
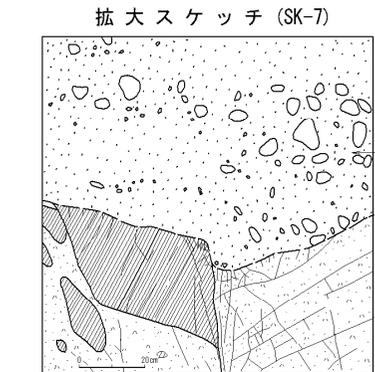
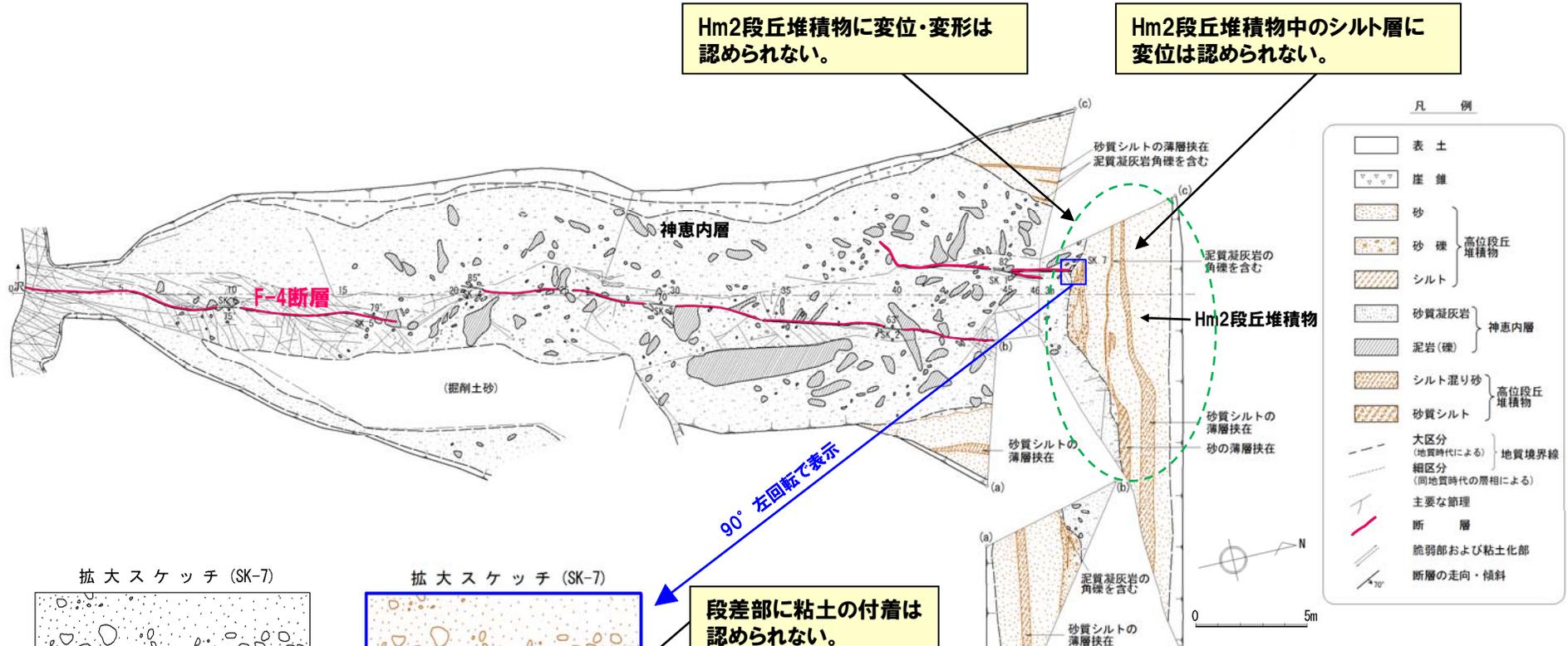


- 第四系中部更新統のHm2段丘堆積物に変位・変形は認められないことから、F-4断層は、後期更新世以降の活動は認められない。

3.4 活動性評価

⑤ 活動性評価 (F-4断層) (4/4)

一部修正 (H28/3/10審査会合)



断層の状況

位置	走向/傾斜	断層の幅 (cm)			記 事
		最大	最小	平均	
SK-1	N32°E/82°NW	10	1	2	破砕部は脆弱部、粘土化部からなる。
SK-2	N30°E/63°NW	0	0	0	破砕部は認められず節理様を示す。
SK-3	N28°E/70°NW	2	0.5	1	破砕部は脆弱部、粘土化部からなる。
SK-4	N25°E/85°NW	1	0	0.5	破砕部は脆弱部、粘土化部からなる。 一部節理様を示す。
SK-5	N37°E/79°NW	0	0	0	破砕部は認められず節理様を示す。
SK-6	N20°E/75°SE	10	0	0.5	破砕部は脆弱部、粘土化部からなる。

泊発電所発電用原子炉設置変更許可申請書 (平成25年7月8日) 添付図面

断層、破砕部は、粘土化部(T=0.5~1.0cm)よりなる。

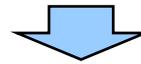
F-4断層露頭スケッチ

3.4 活動性評価

⑥ 活動性評価 (F-8断層) (1/2)

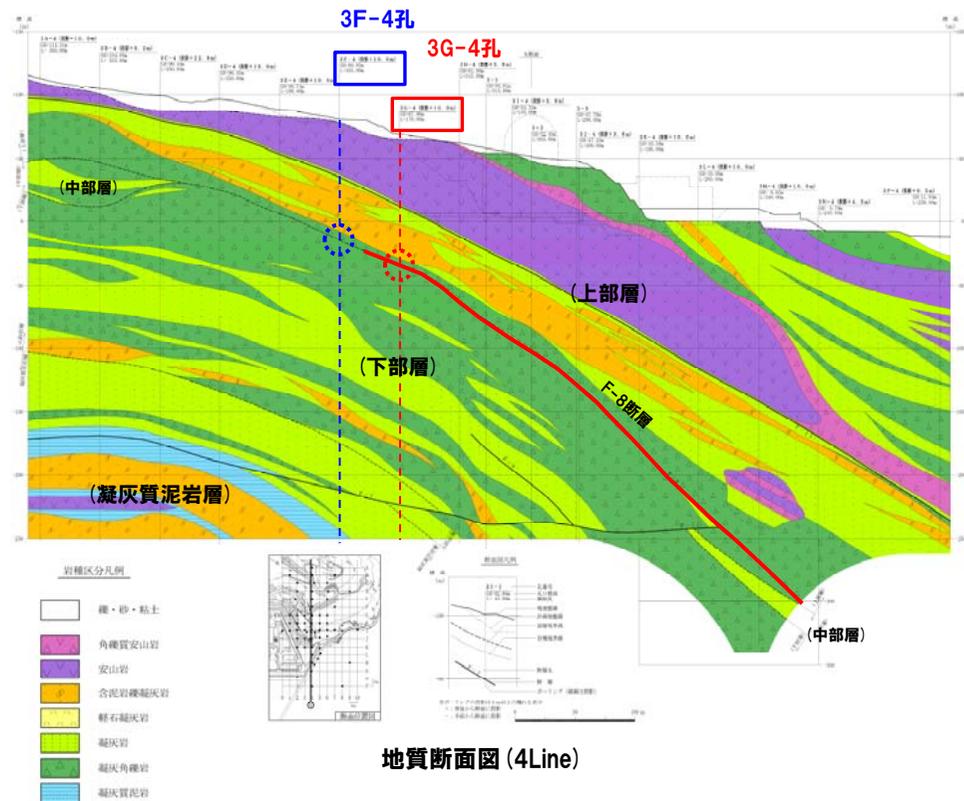
一部修正 (H28/3/10審査会合)

○ボーリング調査の結果, F-8断層は, 山側で認められなくなることから, 神恵内層中でせん滅しているものと推定される。



○F-8断層は, 新第三系上部中新統の神恵内層中でせん滅しているものと推定されることから, 後期更新世以降の活動は認められない。

[]: 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

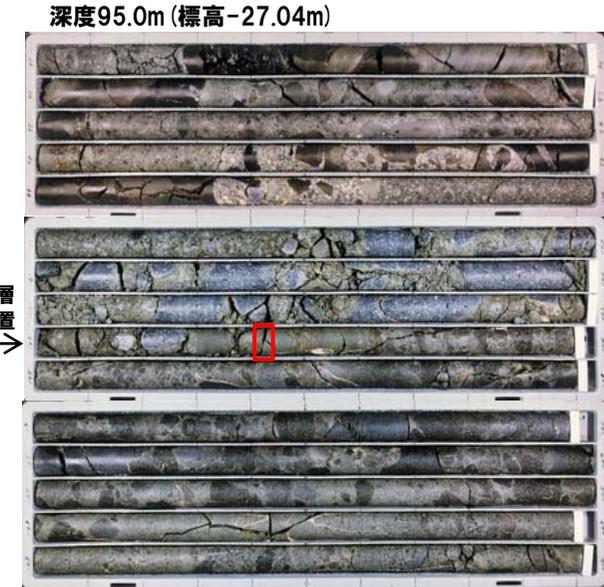
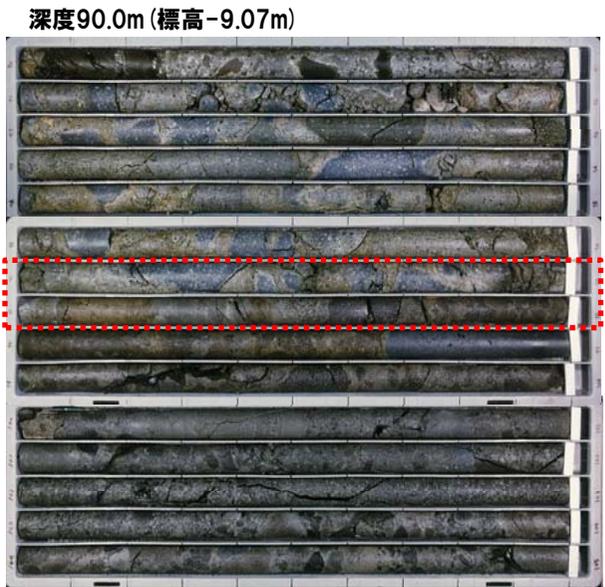


3.4 活動性評価

⑥ 活動性評価 (F-8断層) (2/2)

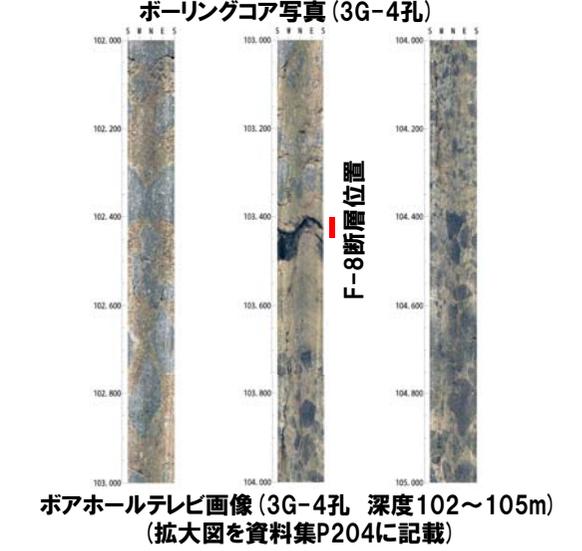
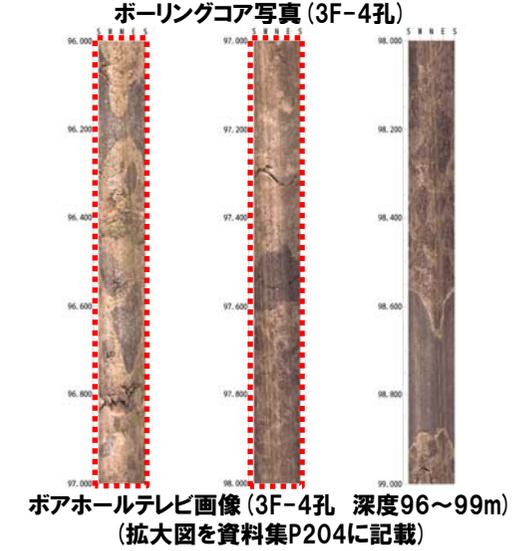
一部修正 (H28/3/10審査会合)

【ボーリング調査結果:3G-4孔】
 ○深度103.4mの神恵内層の下部層と上部層の境界付近で、破碎部が認められる。
【ボーリング調査結果:3F-4孔】
 ○他のボーリング調査から推定されるF-8断層の延長部付近には、同様の性状を示す断層は認められない。



深度105.0m (標高-24.07m)
 :推定延長位置 (深度約97m)

深度110.0m (標高-42.04m)
 :破碎部 (深度103.43m)

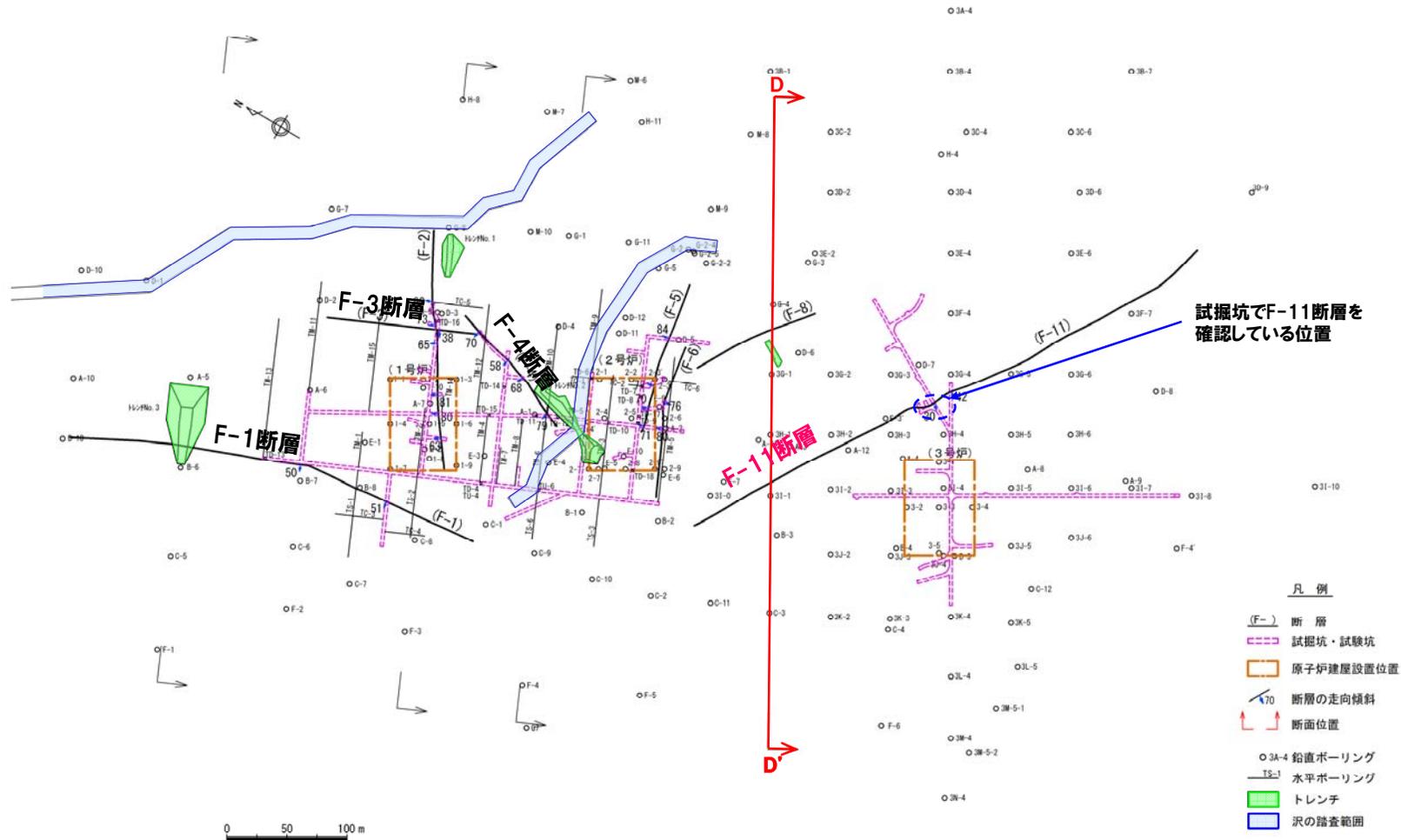


3.4 活動性評価

⑦-1 活動性評価 (F-11断層【開削調査その1】) (1/4)

再掲 (H28/3/10審査会合)

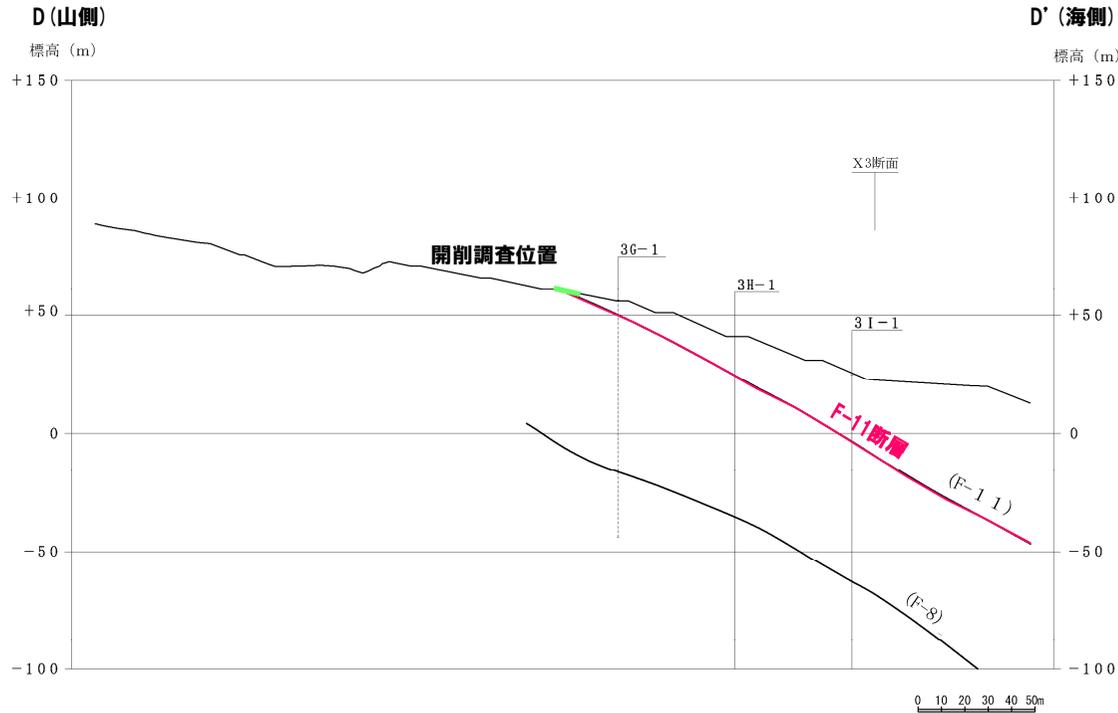
○開削調査は、試掘坑で確認している断層位置の延長部で実施した。



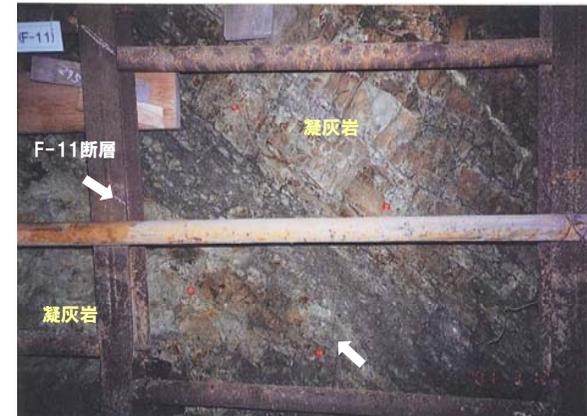
F-11断層調査位置図 (※断層位置はEL.2.8mで記載)

⑦-1 活動性評価 (F-11断層【開削調査その1】) (2/4)

再掲 (H28/3/10審査会合)



F-11断層断面図 (D-D' 断面)



(南側壁)

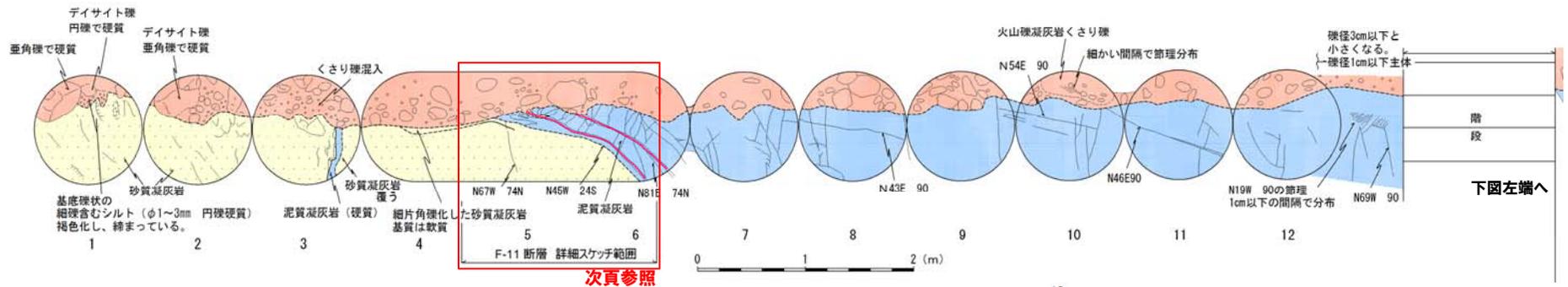
F-11断層露頭写真 (C坑)

3.4 活動性評価

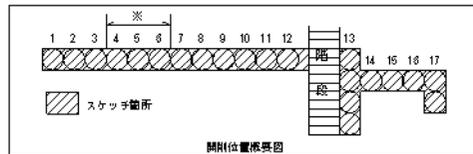
⑦-1 活動性評価 (F-11断層【開削調査その1】) (3/4)

再掲 (H28/3/10審査会合)

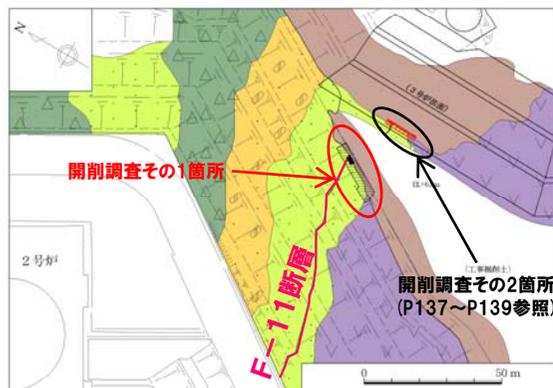
○調査位置では、高さ約1m、幅約20mの区間で法面のはぎ取りを行い、観察を行った。



次頁参照

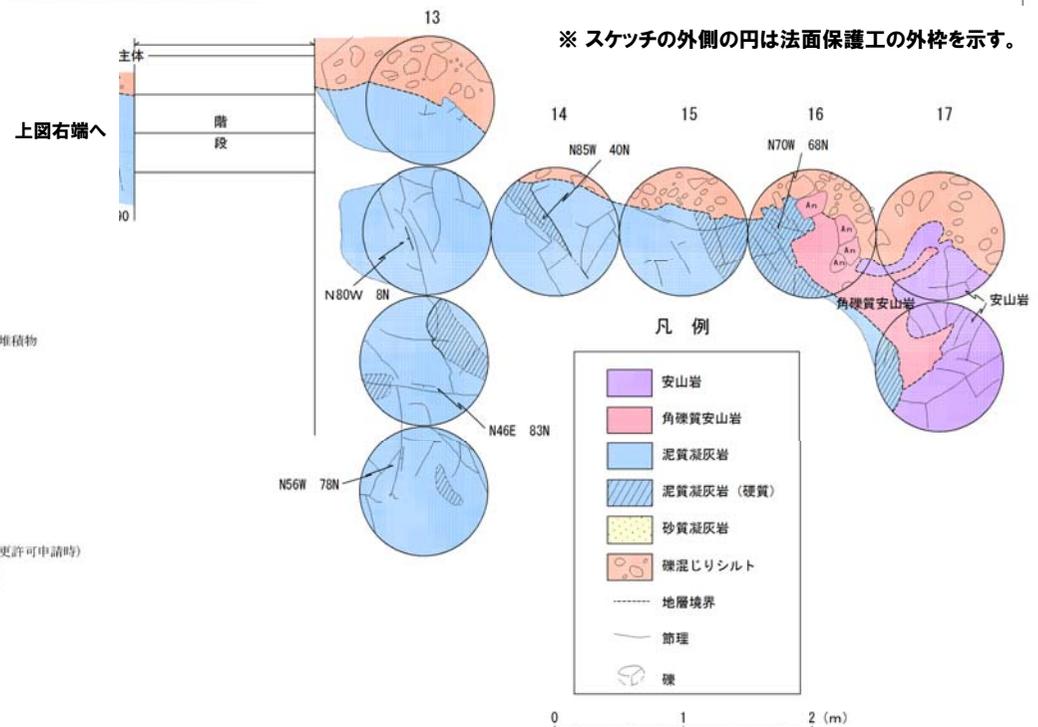


開削調査範囲 (全体図)



開削調査位置図

- 凡例
- 盛土
 - 高位段丘堆積物及び崖堆積物
 - 安山岩
 - 含泥岩凝灰岩
 - 凝灰岩
 - 凝灰角礫岩
 - F-11断層
 - 開削調査箇所 (泊3号炉原子炉設置変更許可申請時)
 - 敷地造成工事時確認箇所



露頭全体スケッチ

3.4 活動性評価

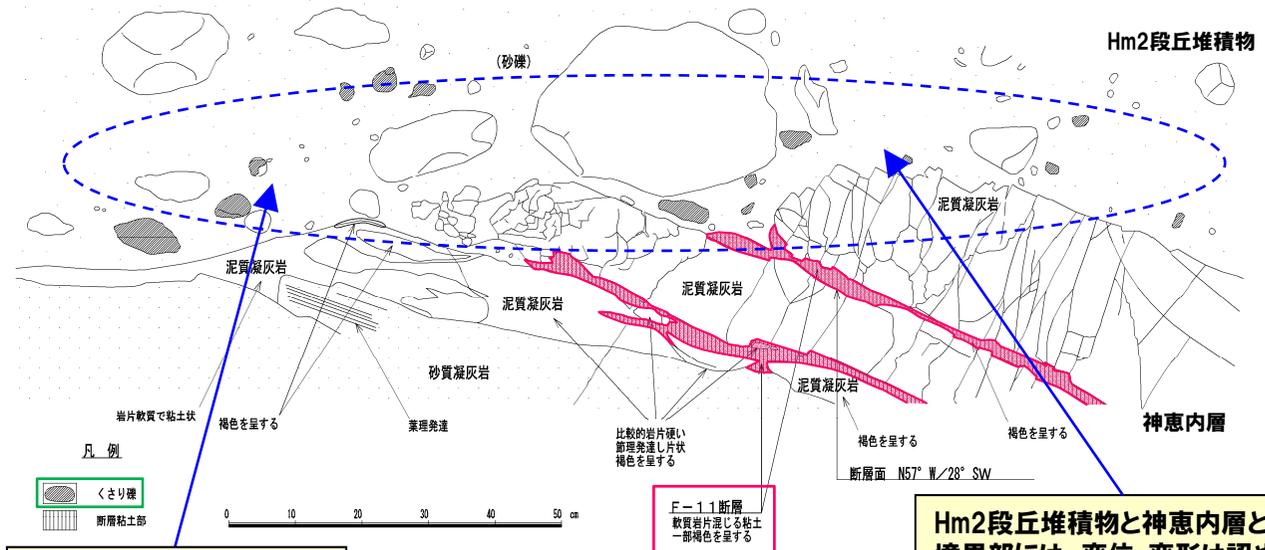
⑦-1 活動性評価 (F-11断層【開削調査その1】) (4/4)

再掲 (H28/3/10審査会合)

- 開削箇所におけるF-11断層の走向・傾斜は、N57° W/28° Wを示す。
- 基盤岩 (神恵内層) の上位には、Hm2段丘堆積物に対比される一部くさり礫を含む砂礫層が認められる。
- F-11断層は、Hm2段丘堆積物に覆われており、Hm2段丘堆積物と神恵内層との境界部には、変位・変形は認められない。
- Hm2段丘堆積物の堆積状況に乱れは認められない。



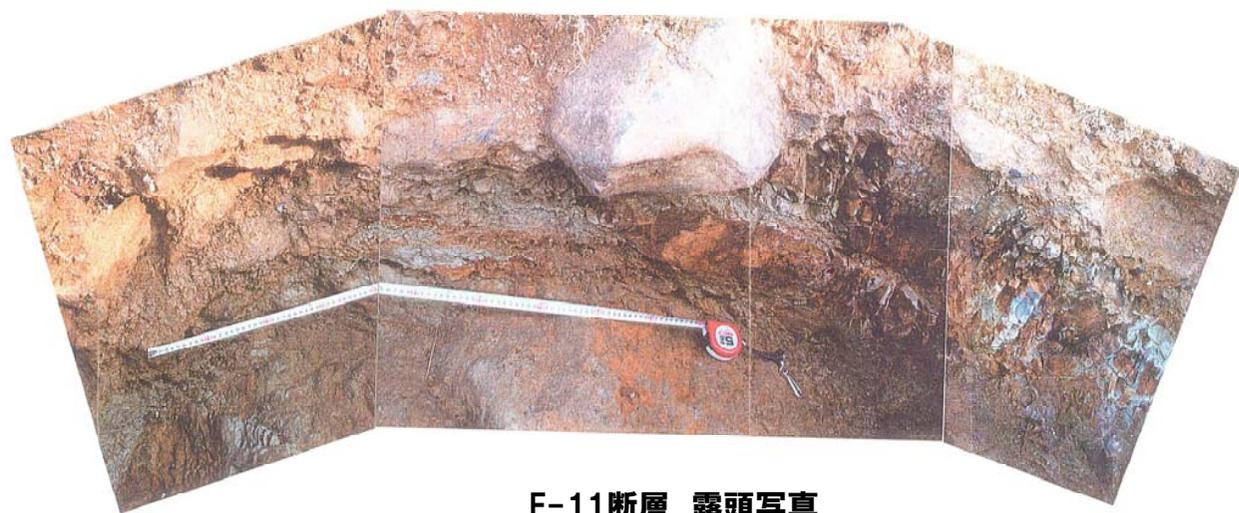
- 第四系中部更新統のHm2段丘堆積物と神恵内層との境界部に、変位・変形は認められないことから、F-11断層は、後期更新世以降の活動は認められない。



Hm2段丘堆積物の堆積状況に乱れは認められない。

露頭拡大スケッチ

Hm2段丘堆積物と神恵内層との境界部には、変位・変形は認められない。



F-11断層 露頭写真

余白

3.4 活動性評価

⑦-2 活動性評価 (F-11断層【開削調査その2】) (1/3)

再掲 (H28/3/10審査会合)

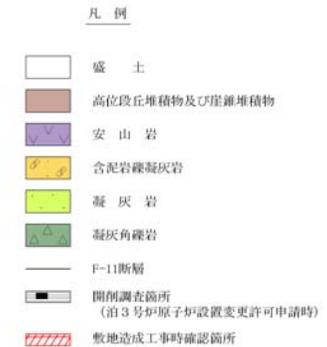
- F-11断層については、3号炉敷地造成工事に伴う法面掘削時に、開削調査その1箇所 (P134~P135参照) の近傍で、断層の性状を追加確認した。
- 基盤岩 (神恵内層) の上位には、Hm2段丘堆積物に対比される一部くさり礫を含む砂礫層が認められる。
- 神恵内層とHm2段丘堆積物の境界部及びこれらを覆う砂層との境界部に変位・変形は認められない。



- 第四系中部更新統のHm2段丘堆積物と神恵内層との境界部に変位・変形は認められないことから、F-11断層は、後期更新世以降の活動は認められない。



開削調査位置図



調査箇所全景

F-11断層

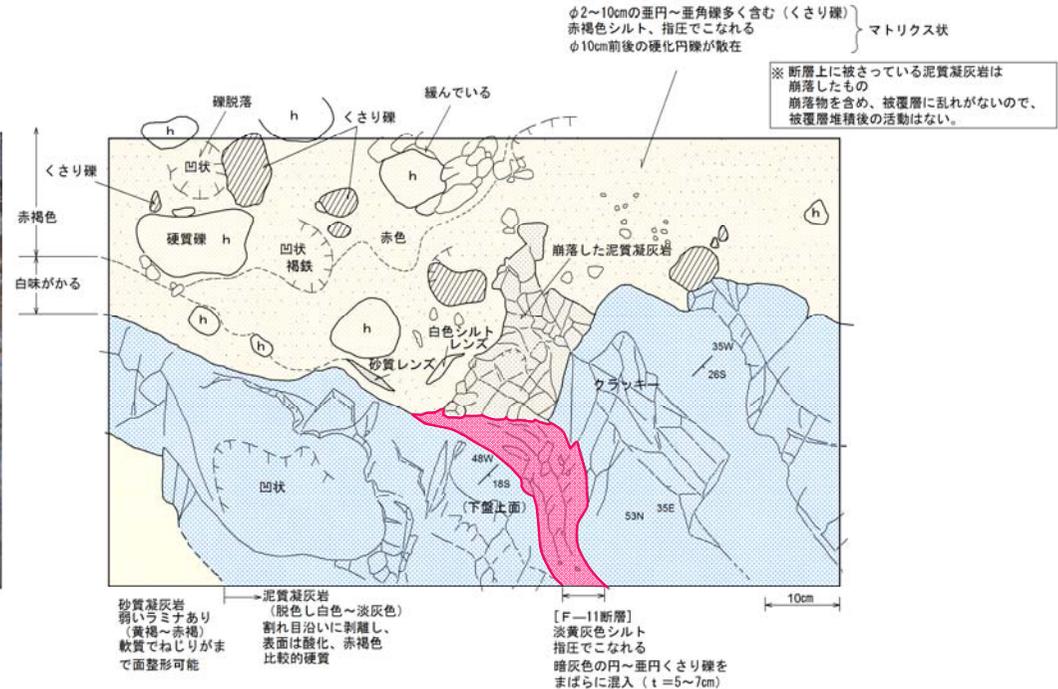
3.4 活動性評価

⑦-2 活動性評価 (F-11断層【開削調査その2】) (3/3)

再掲 (H28/3/10審査会合)



F-11断層付近の露頭写真



F-11断層付近の詳細スケッチ

3.5 まとめ

まとめ

一部修正 (H28/3/10審査会合)

- 敷地内に認められる11条の断層 (F-1断層～F-11断層) について、活動性評価を実施した。
- 断層の走向・傾斜及び性状等の観点から、6つの断層系に分類した。
- 切りあいの関係から、活動時期が最も新しい断層系として層面断層 (y) 系、他の断層との切りあいの関係が認められない断層系として、高角逆断層 (Y) 系及び高角逆断層 (O₂) 系を選定した。
- 選定された断層系について、開削調査等を実施し、上載地層との関係等から、後期更新世以降の活動は認められないことを確認した。



○敷地に認められる11条の断層 (F-1断層～F-11断層) は、後期更新世以降の活動は認められない。

①断層の系統分類

以下の観点から、6つの断層系に分類した。

- 断層の形態
- 走向・傾斜
- 断層の性状
- 断層内物質の変質鉱物

- ・層面断層 (y) 系 : F-3断層, F-8断層, F-11断層
- ・層面断層 (o) 系 : F-9断層, F-10断層
- ・低角逆断層系 : F-7断層
- ・高角逆断層 (Y) 系 : F-1断層
- ・高角逆断層 (O₁) 系 : F-2断層, F-5断層, F-6断層
- ・高角逆断層 (O₂) 系 : F-4断層

②断層系の新旧関係の確認

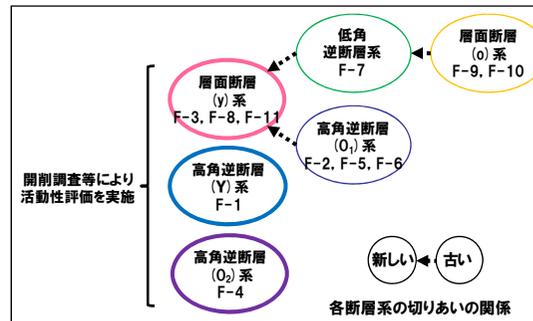
各断層の切りあいの関係から、以下の断層系を選定した。

- 活動時期が他の断層系と比較してより新しい断層系 : 層面断層 (y) 系 (F-3, F-8, F-11)
- 切りあいの関係が認められない断層系 : 高角逆断層 (Y) 系 (F-1)
高角逆断層 (O₂) 系 (F-4)

③活動性評価

②で選定された以下の断層系について、開削調査等を実施し、上載地層との関係等から活動性評価を実施した。

○敷地に認められる11条の断層は、後期更新世以降の活動は認められない。



4. 総合評価

4. 総合評価

敷地に認められる断層評価一覧

一部修正 (H28/3/10審査会合)

系統分類	断層名	新旧関係	その他
高角逆断層 (Y) 系	F-1	○他の断層系との関係は不明。	
層面断層 (y) 系	F-3	○切りあいの関係から、高角逆断層 (O ₁) 系及び低角逆断層系より活動時期が新しいと推定される。	○条線の方向は、概ね破砕面の傾斜方向 (SW~WSW方向) に認められる。 ○条線の観点から、F-7断層とは別の断層であると推定される。 ○3-5孔の破砕面に認められる高まりの形状から、逆断層センスであると推定される。
	F-8		
	F-11		
高角逆断層 (O ₂) 系	F-4	○他の断層系との関係は不明。	
高角逆断層 (O ₁) 系	F-2	○切りあいの関係から、層面断層 (y) 系より活動時期が古いと推定される。	○F-2断層、F-5断層及びF-6断層については、八幡 (1989, 2002) に示されたNW-SE方向の褶曲軸とは走向 (概ねE-W~ENE-WSW) が異なることから、敷地に認められる他の断層の活動時期とは異なる時期に活動したものと考えられる。
	F-5		
	F-6		
低角逆断層系	F-7	○切りあいの関係から、層面断層 (y) 系より活動時期が古いと推定される。	○条線の方向は、ばらついている。 ○条線の観点からF-8断層とは別の断層であると推定される。
層面断層 (o) 系	F-9	○切りあいの関係から、低角逆断層系より活動時期が古いと推定される。	○条線の方向は、破砕面の傾斜方向 (SW~S方向) に認められる。 ○神恵内層下部層中でせん滅しており、下部層堆積中に活動したものと推定される。
	F-10		

開削調査等
○岩内層最上部及びHm2段丘堆積物に変位・変形は認められない。 ○Hm2段丘堆積物の上位に分布する火山灰より、FT法年代測定値 0.22±0.08Maが得られている。
【F-3断層】 ○神恵内層中でせん滅しているものと推定される。 【F-8断層】 ○神恵内層中でせん滅しているものと推定される。 【F-11断層】 ○Hm2段丘堆積物と神恵内層との境界部に変位・変形は認められない。
○Hm2段丘堆積物に変位・変形は認められない。

評価結果
○第四系中部更新統の高位段丘堆積物等に変位・変形は認められないことから、後期更新世以降の活動は認められない。
○新第三系上部中新統の神恵内層中でせん滅が推定されること又は第四系中部更新統の高位段丘堆積物に変位・変形は認められないことから、後期更新世以降の活動は認められない。
○第四系中部更新統の高位段丘堆積物に変位・変形は認められないことから、後期更新世以降の活動は認められない。

【総合評価】
 ○敷地に認められる11条の断層 (F-1断層~F-11断層) は、後期更新世以降の活動は認められないことから、将来活動する可能性のある断層等ではないと評価される。

□ : 開削調査等により活動性評価を行うもの

■ : 切りあいの関係から、他の断層系より活動時期が古いもの

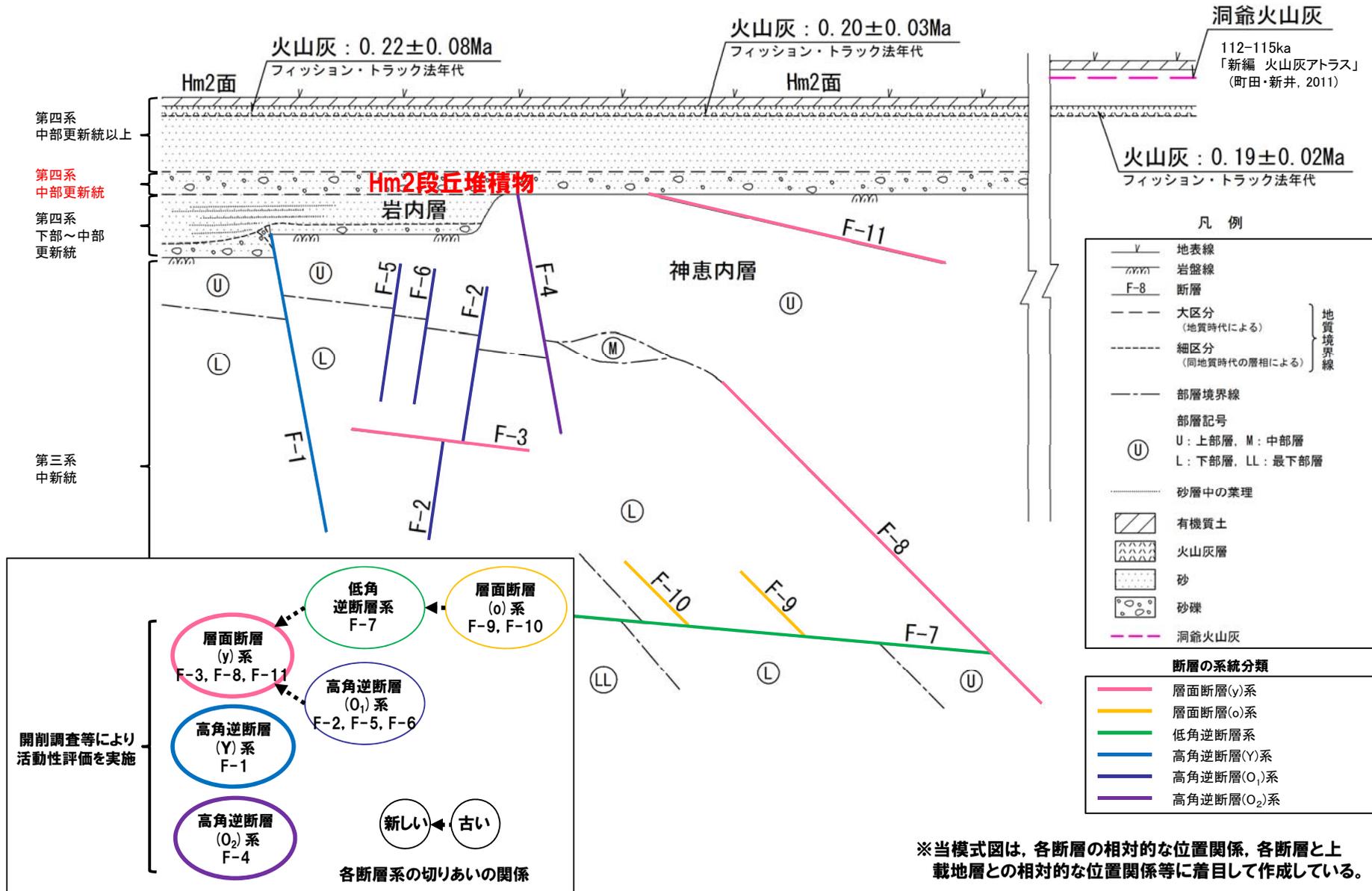
4. 総合評価

【敷地に認められる断層の模式図】

敷地内

一部修正 (H28/3/10審査会合)

敷地近傍の岩内平野南方(国富及び老古美地点)



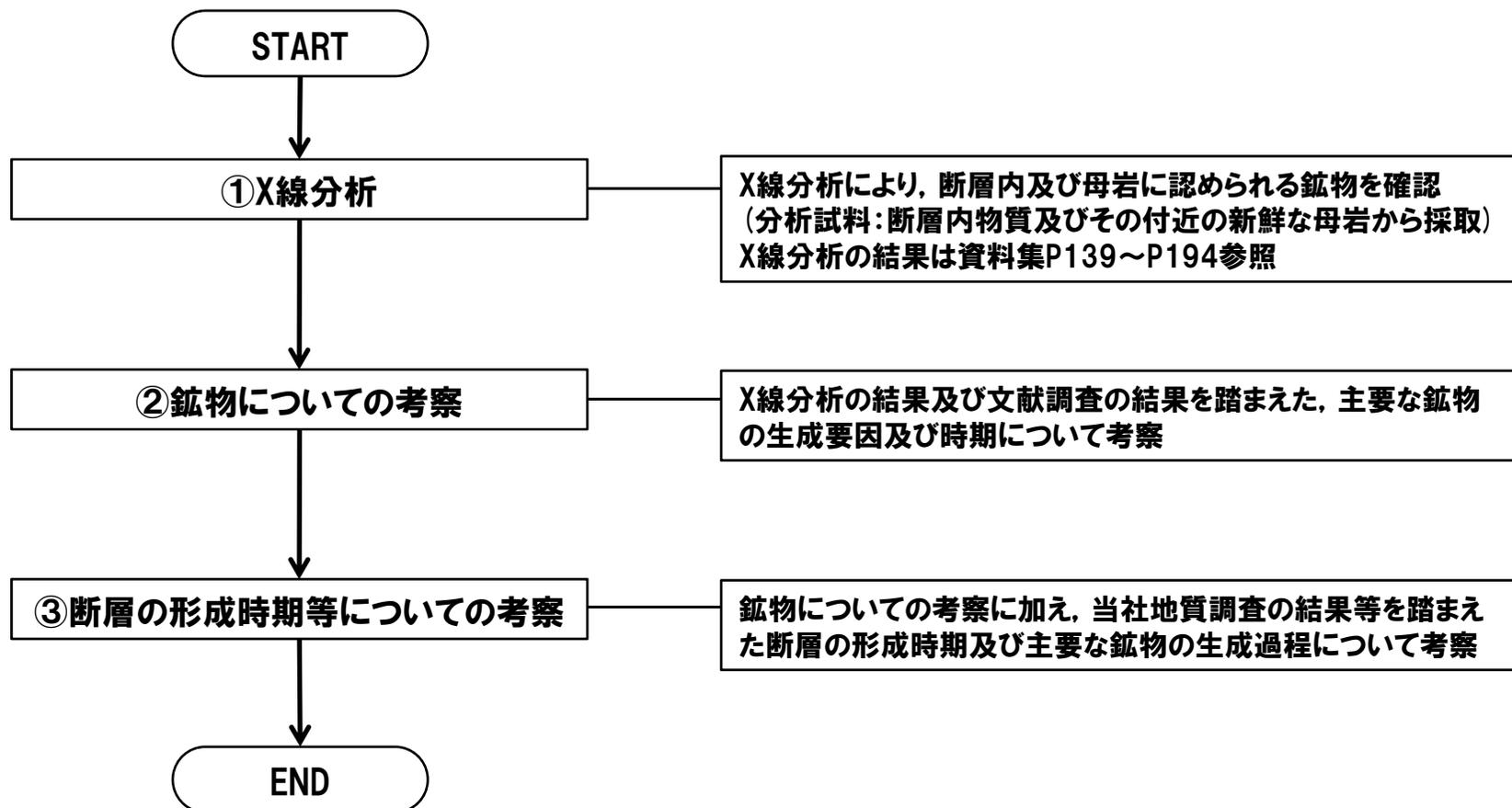
※当模式図は、各断層の相対的な位置関係、各断層と上載地層との相対的な位置関係等に着目して作成している。

余白

① 考察手順

一部修正 (H28/3/10審査会合)

- 敷地に認められる11条の断層 (F-1断層～F-11断層) は、後期更新世以降の活動は認められないことから、将来活動する可能性のある断層等ではないと評価される。
- これらの断層の形成時期及び主な鉱物の生成過程について、断層内及び母岩に認められる鉱物の特徴等から考察を行った。
- 考察は、以下の手順で行った。



考察手順

② X線分析及び鉱物についての考察 (1/4)

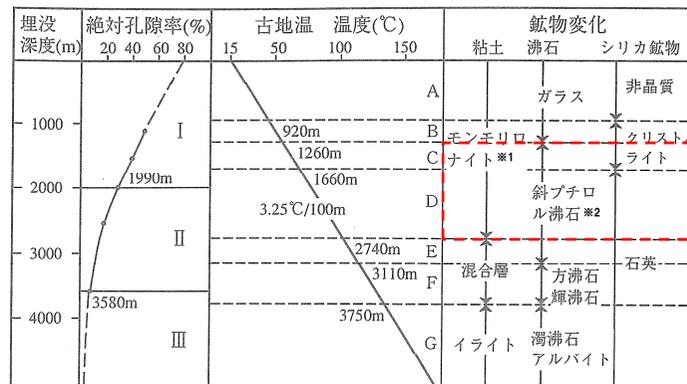
一部修正 (H28/3/10審査会合)

【断層内物質及び母岩の両方に認められる鉱物】

- 断層内物質及び母岩の両方に共通して認められる鉱物を抽出した。
- 断層内物質及び母岩の両方に共通して認められる鉱物として、以下の鉱物が認められる。
スメクタイト、斜長石、クリノタイロライト、黄銅鉱、黄鉄鉱、菱鉄鉱、石英、トリディマイト、クリストバライト、雲母類
- 吉村編著(2001)によれば、スメクタイト、クリノタイロライト、石英及びクリストバライトは、同様な続成環境において生成されるとされている。



- これらの鉱物は、断層内物質及び母岩の両方に共通して認められることから、初生的に含まれていた又はその後の続成作用により生成されたと推定される。



※1:モンモリロナイト=スメクタイト
 ※2:斜ブチロル沸石=クリノタイロライト

日本における新生代泥質岩の埋没深度、孔隙率、古地温及び沸石、粘土鉱物、シリカ鉱物の鉱物変化相互の関係 (吉村編著(2001)に一部加筆)

(参考) 断層の形成時期等についての考察

② X線分析及び鉱物についての考察 (3/4)

一部修正 (H28/3/10審査会合)

【母岩に対して生成又は増加する断層内物質中の鉱物】

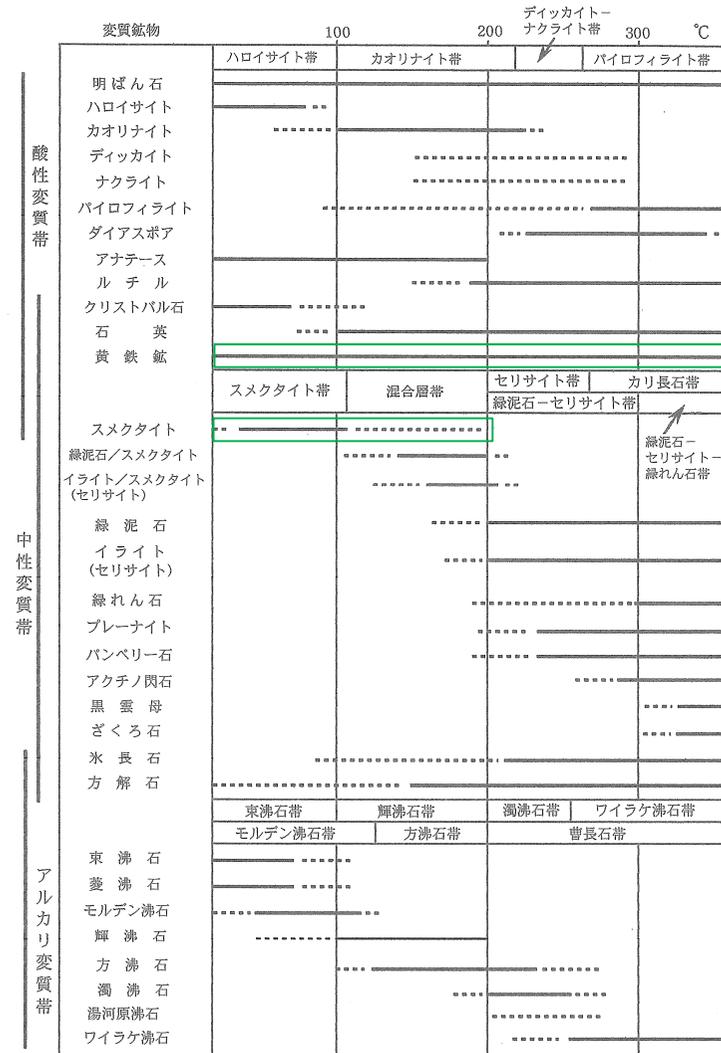
- 断層内物質において、母岩に対して生成又は増加する鉱物及び消失又は減少する鉱物を抽出した。
- 鉱物の抽出は、同一地点における断層内物質及び母岩の分析結果の比較により実施した。
- 断層内物質では、敷地の複数の断層において、母岩に対しスメクタイトや黄鉄鉱の生成又は増加が認められる。
- また、ほとんどの断層において、炭酸塩鉱物 (主に菱鉄鉱) の生成又は増加が認められる。

【変質鉱物の生成等に関する文献調査結果】

- 資源エネルギー庁 (1985) によれば、積丹半島の火成活動、これに伴う熱水変質及び鉱化作用の最盛期は、新第三紀中期中新世～後期中新世であり、鮮新世の熱水変質及び鉱化作用は全体に衰退しているとされている。
- 米田ほか (2002) によれば、積丹半島西岸の火砕岩試料から熱水変質による生成物と考えられる黄鉄鉱が認められるとされている。
- 吉村編著 (2001) による変質鉱物の生成環境の目安及び黒鉄鉱床における熱水変質帯区分の一例によれば、スメクタイト、黄鉄鉱及び菱鉄鉱の生成する変質帯及び形成温度には重複している部分が認められる。
- 清水 (1989) によれば、菱鉄鉱は、硫酸イオン濃度が相対的に低く、さらに、鉄イオン濃度がカルシウムイオン濃度より高い淡水性環境で生成されるとされている。



- スメクタイト、黄鉄鉱及び菱鉄鉱は、断層の形成後に断層に沿う熱水変質によって生成された可能性が考えられる (熱水温度については、P172参照)。
- 菱鉄鉱については、熱水変質以外の生成要因として、神恵内層が淡水性環境に変化したことが考えられる。
- 八幡 (1989, 2002) によれば、積丹半島一帯は約8Ma以降、弱圧縮応力場となり、東西圧縮が徐々に始まり、NW-SE方向の褶曲活動が開始したとされていることから、上記考察は、この活動に伴い神恵内層が浅海～陸域化した積丹半島の形成とも整合的である。
- なお、文献及び当社地質調査の結果から、敷地近傍における第四系下部更新統の野塚層 (下部層相当) 及び第四系下部～中部更新統の岩内層において、熱水変質を受けた兆候は認められない。



温度と熱水溶液の相違による変質鉱物の生成環境
 ※各変質帯の形成温度は一応の目安とされている
 (吉村編著 (2001) に一部加筆)

(参考) 断層の形成時期等についての考察

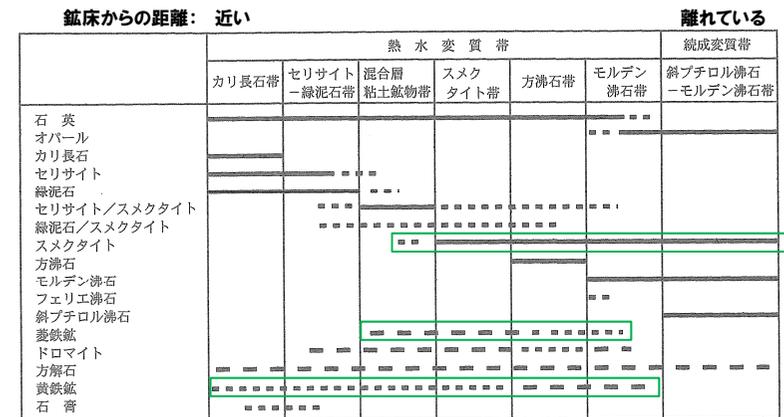
② X線分析及び鉱物についての考察 (4/4)

一部修正 (H28/3/10審査会合)

断層内物質の母岩に対して生成又は増加する鉱物及び消失又は減少する鉱物一覧

断層	地点	生成又は増加する鉱物	消失又は減少する鉱物
F-1	A-1坑	方解石, 黄鉄鉱	斜長石, 石英
F-2	G坑	菱鉄鉱	斜長石, 黄銅鉱
	No.11坑	菱鉄鉱	斜長石, 黄銅鉱
F-3	No.12坑	菱鉄鉱	斜長石, 黄鉄鉱, クリストバライト, スメクタイト
F-4	NO.4坑	黄銅鉱, 白雲母	斜長石, 黄鉄鉱, スメクタイト, 赤鉄鉱
F-5	H坑	菱鉄鉱, 黄鉄鉱	斜長石, 黄銅鉱, クリストバライト
	No.8坑	スメクタイト, 黄鉄鉱, 黄銅鉱, 石英	斜長石, クリストバライト
F-6	A-2坑	菱鉄鉱, 石膏	黄鉄鉱, スメクタイト
F-7	3A-4孔	スメクタイト, 菱鉄鉱, 黄鉄鉱	石英, クリノタイロライト, クリストバライト, トリディマイト
	3C-4孔	スメクタイト, 黄鉄鉱	石英, クリノタイロライト, クリストバライト, トリディマイト
	3E-2孔	スメクタイト, 方解石	石英
	3-2孔	菱鉄鉱	斜長石, スメクタイト
F-8	3J-4孔	菱鉄鉱	スメクタイト
	3J-5孔	黄鉄鉱, 方解石	斜長石, スメクタイト
	3H-1孔	菱鉄鉱	—
	3H-5孔	石英, クリノタイロライト	斜長石
F-9	3L-4孔	スメクタイト, 菱鉄鉱, クリノタイロライト	—
	3-1孔	菱鉄鉱, ドロマイト	カリ長石, スメクタイト, 斜長石
F-10	3H-1孔	菱鉄鉱	斜長石, スメクタイト
F-11	試験坑No.4①	石英, 石膏	—
	試験坑No.4②	菱鉄鉱, 黄鉄鉱	—
	試験坑No.4③	菱鉄鉱	—
	試験坑No.4④	—	—
	3E-4孔	—	—
	3I-1孔	スメクタイト	—
	3I-6孔	—	緑泥石
3N-4孔	斜長石	オパール	

※赤字: 熱水変質によって生成されたと考えられる鉱物
 青字: 熱水変質又は淡水性環境への変化によって生成されたと考えられる鉱物



黒鉱鉱床における熱水変質帯区分の一例 (吉村編著(2001)に一部加筆)

(参考) 断層の形成時期等についての考察

③ 断層の形成時期等についての考察

一部修正 (H28/3/10審査会合)

○鉱物についての考察に基づき、当社地質調査の結果等を踏まえた断層の形成時期及び主な鉱物の生成過程について考察を行った。

主要な鉱物の生成過程

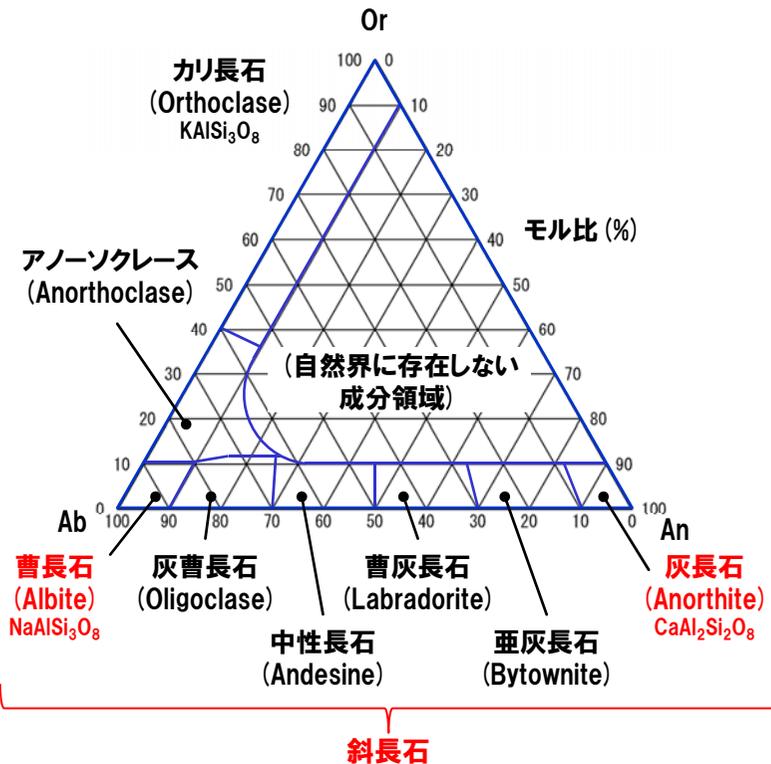
地質年代	地層名	主要な鉱物の生成要因及び時期	文献及び当社地質調査結果	
中新世 23.0Ma 前期 16.0Ma	古平層			
		中期 11.6Ma		
中新世 後期 8Ma頃	神恵内層	○神恵内層堆積時(初生的)	○吉村編著(2001)によれば、スメクタイト、クリノタイロライト、石英及びクリストバライトは、同様な続成環境において生成されるとされている。	
		○神恵内層堆積以降(続成作用)		○八幡(1989, 2002)によれば、積丹半島一帯は約8Ma以降、弱圧縮応力場となり、東西圧縮が徐々に始まり、NW-SE方向の褶曲活動が開始したとされている。
		○褶曲活動に伴う断層の形成(亀裂、破碎部の発達)		
中新世 5.33Ma	余別層	○変質①：熱水変質 断層におけるスメクタイト、黄鉄鉱及び菱鉄鉱の生成	○米田ほか(2002)によれば、積丹半島西岸の火砕岩試料から熱水変質による生成物と考えられる黄鉄鉱が認められるとされている。	
		○変質②：浅海～陸域化による淡水環境への変化 菱鉄鉱の生成	○吉村編著(2001)による変質鉱物の生成環境の目安及び黒鉱鉱床における熱水変質帯区分の一例によれば、スメクタイト、黄鉄鉱及び菱鉄鉱の生成する変質帯及び形成温度には重複している部分が認められる。	
鮮新世 2.59Ma			○清水(1989)によれば、菱鉄鉱は、硫酸イオン濃度が相対的に低く、さらに、鉄イオン濃度がカルシウムイオン濃度より高い淡水性環境で生成されるとされている。	
更新世 前期 0.78Ma	野塚層		○文献及び当社地質調査の結果から、敷地近傍における第四系下部更新統の野塚層(下部層相当)及び第四系下部～中部更新統の岩内層において、熱水変質を受けた兆候は認められない。	
	岩内層			
更新世 中期				

○敷地に認められる断層が熱水変質を受けた時期は新第三紀であることから、断層の形成時期についても新第三紀と考えられる。

(参考) 断層の形成時期等についての考察

④ 長石類のEPMA分析 (1/19)

- 斜長石は変質・変成作用によりCaを放出してNaを取り込むことによりアルバイト化(曹長石化)することが知られている。
- 斜長石は曹長石(アルバイト albite; $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8 = 0.5\text{Na}_2\text{O} + 0.5\text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{SiO}_2$) から灰長石(アノーサイト anorthite; $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8 = \text{CaO} + \text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{SiO}_2$) に至る, 長石の固溶体系列である。
- 断層の形成時期及び主要な鉱物の生成過程についての考察の補足を目的に, 敷地に認められる母岩及び断層内物質において, EPMA分析を行い, 曹長石の含有の程度を確認した。
- 1号及び2号炉調査におけるボーリングコアは現存しないことから, 3号炉調査におけるボーリングコアを対象とした。
- EPMA用試料は, X線分析用試料の採取地点と同一を基本としたが, F-11断層においては採取が困難であったことから, 試掘坑に近接しているボーリングコアから試料を採取した。



長石類は化学組成によって, 上図のように分類される。

長石類の化学組成と分類

試料採取位置

断層	地点	岩種	採取位置
F-7	3-2孔	凝灰岩	X線分析用試料の採取地点と同一
F-8	3J-5孔	凝灰岩	X線分析用試料の採取地点と同一
F-9	3-1孔	凝灰岩	X線分析用試料の採取地点と同一
F-10	3H-1孔	凝灰岩	X線分析用試料の採取地点と同一
F-11	3-1孔	凝灰岩	試掘坑に近接しているボーリングコア

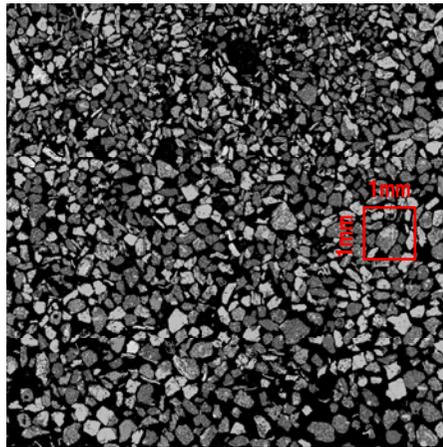
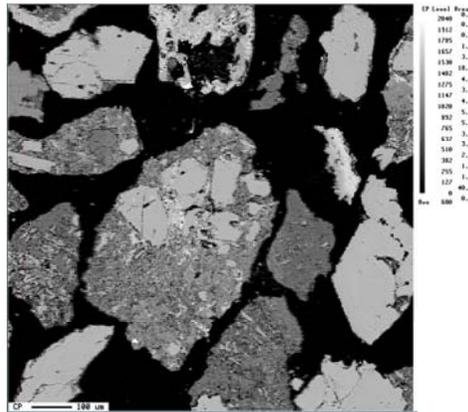
【EPMA用試料の作製方法】

- ①試料を電気炉で60℃乾燥し, 粉砕する。粉砕試料は粒径を1mm程度とする。
- ②水洗いし, 125 μmメッシュの篩にかける。
- ③125 μm以上の試料について, 必要に応じて重液分離にかける(重液分離とは, 重液(S.P.T溶液)を使用した比重による分離(重液比重 $d=2.60\text{g}/\text{cm}^3$)。)
- ④試料を水道水・蒸留水で洗浄, 60℃乾燥。
- ⑤分離した試料を樹脂で固めて表面を研磨し, EPMA用試料とした。

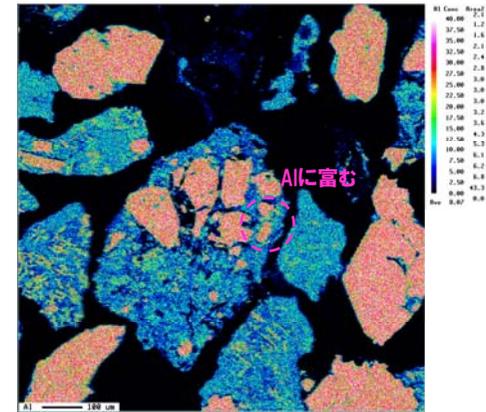
④ 長石類のEPMA分析 (2/19)

【F-7断層 母岩(3-2孔)】

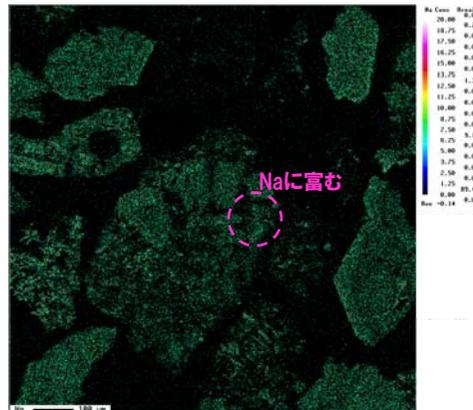
- 長石類はAlを主要元素とすることから、相対的にAlに富む箇所を長石類と判断した。
- そのうち、相対的にNaに富む箇所は曹長石の可能性が考えられることから、当該箇所の化学組成を確認した。

EPMAマッピング (COMPO像)
赤枠内を拡大

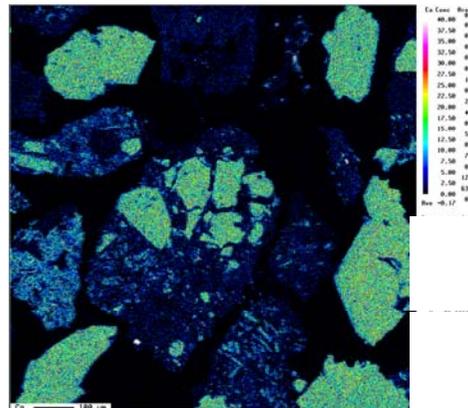
EPMAマッピング (COMPO像)



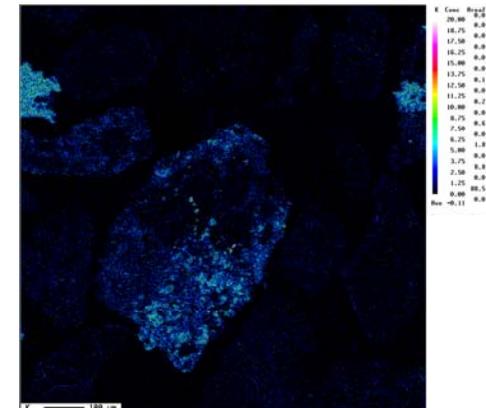
EPMAマッピング (Al)



EPMAマッピング (Na)



EPMAマッピング (Ca)

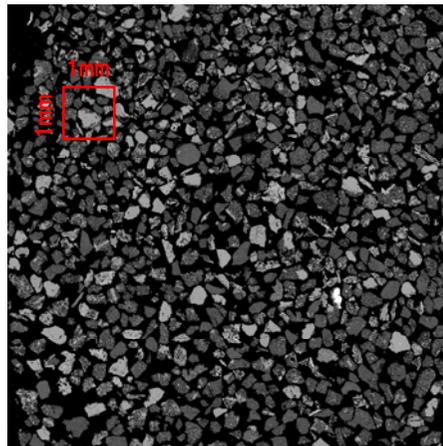


EPMAマッピング (K)

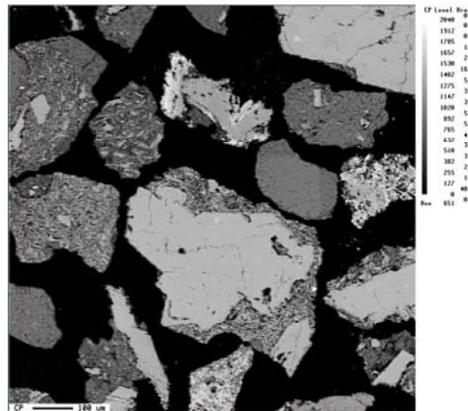
④ 長石類のEPMA分析 (3/19)

【F-7断層 断層内物質(3-2孔)】

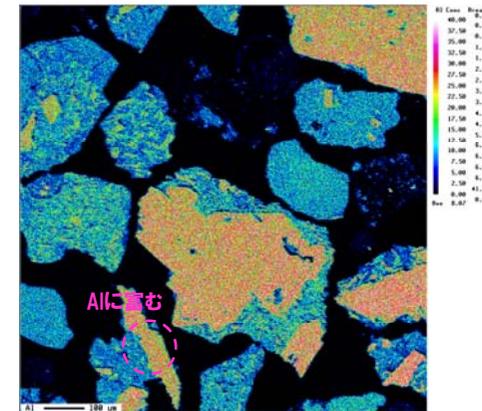
- 長石類はAlを主要元素とすることから、相対的にAlに富む箇所を長石類と判断した。
- そのうち、相対的にNaに富む箇所は曹長石の可能性が考えられることから、当該箇所の化学組成を確認した。



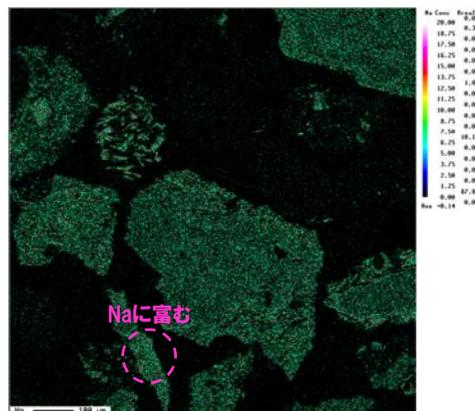
EPMAマッピング (COMPO像)
赤枠内を拡大



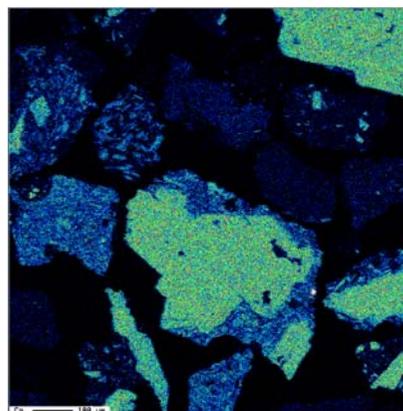
EPMAマッピング (COMPO像)



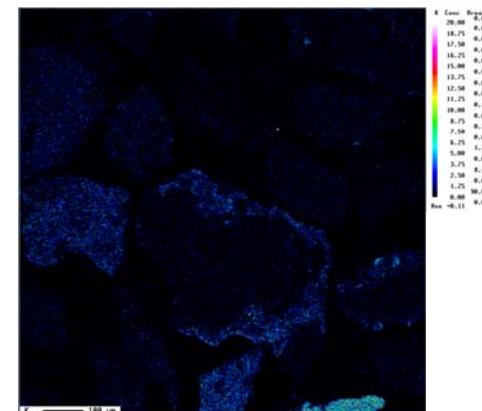
EPMAマッピング (Al)



EPMAマッピング (Na)



EPMAマッピング (Ca)

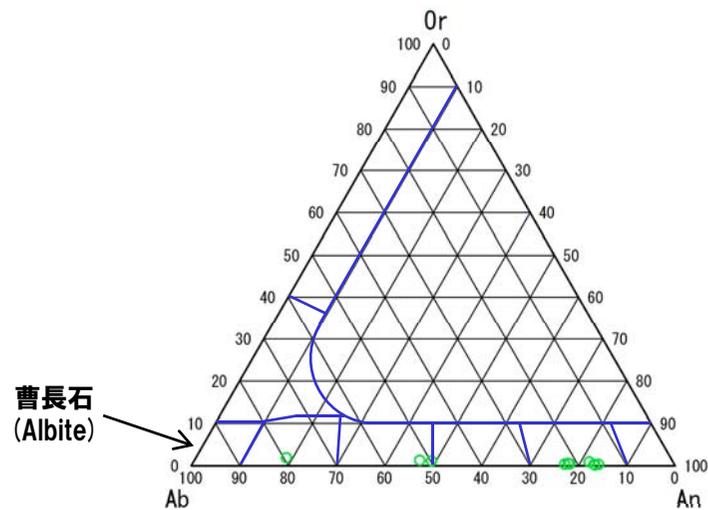


EPMAマッピング (K)

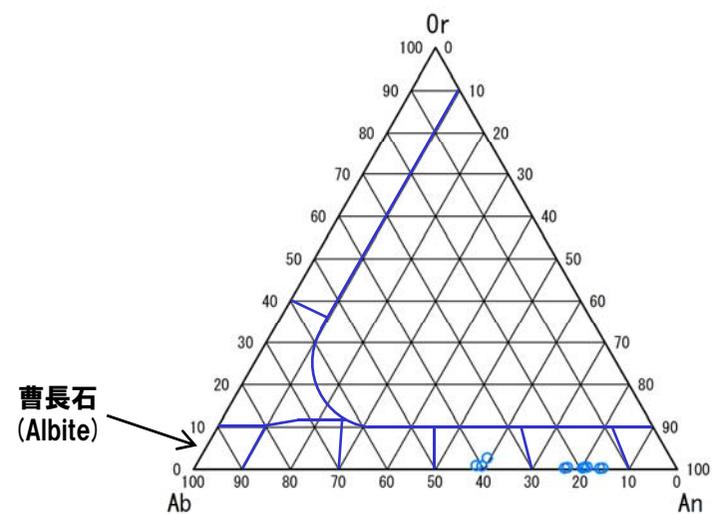
④ 長石類のEPMA分析 (4/19)

【F-7断層 母岩と断層内物質の化学組成の比較 (3-2孔)】

- 母岩には、曹長石は認められない。
- 断層内物質には、曹長石は認められない。
- 母岩及び断層内物質は、同様な傾向を示す。



EPMA分析結果 (母岩)



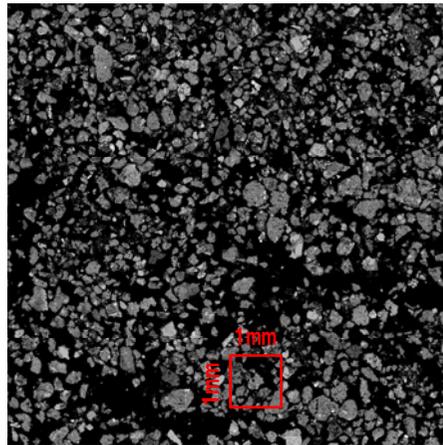
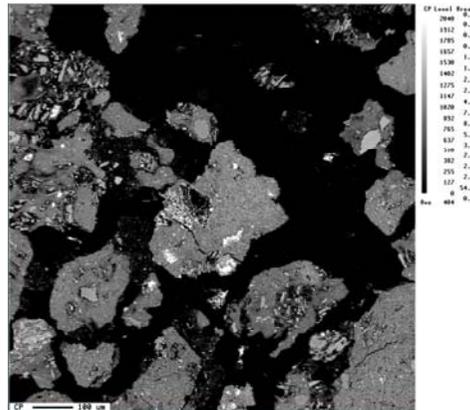
EPMA分析結果 (断層内物質)

余白

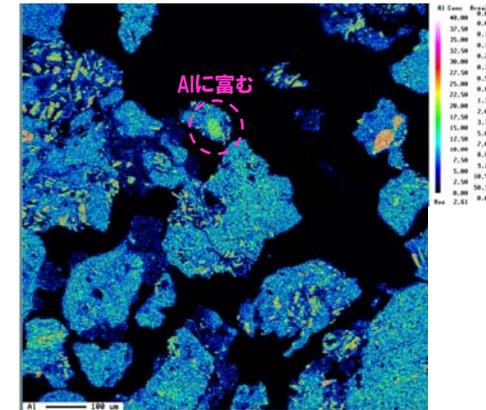
④ 長石類のEPMA分析 (5/19)

【F-8断層 母岩(3J-5孔)】

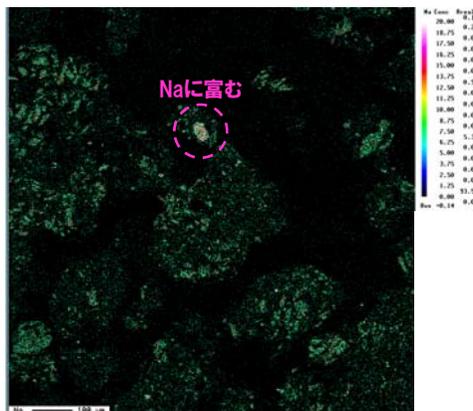
- 長石類はAlを主要元素とすることから、相対的にAlに富む箇所を長石類と判断した。
- そのうち、相対的にNaに富む箇所は曹長石の可能性が考えられることから、当該箇所の化学組成を確認した。

EPMAマッピング (COMPO像)
赤枠内を拡大

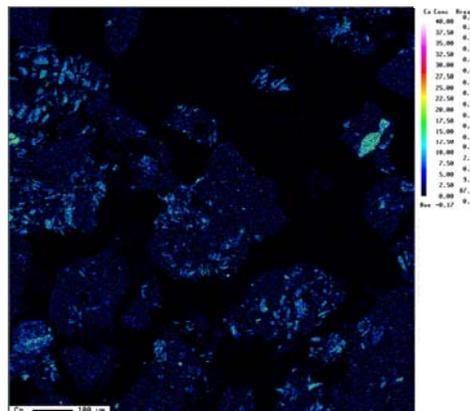
EPMAマッピング (COMPO像)



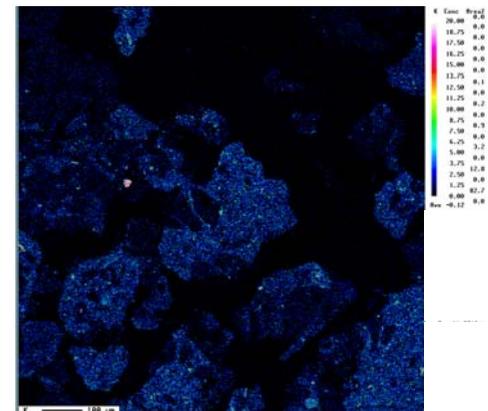
EPMAマッピング (Al)



EPMAマッピング (Na)



EPMAマッピング (Ca)

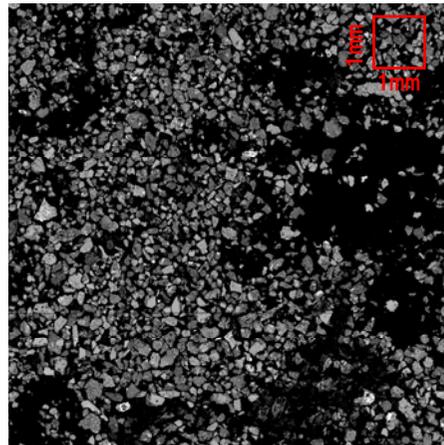
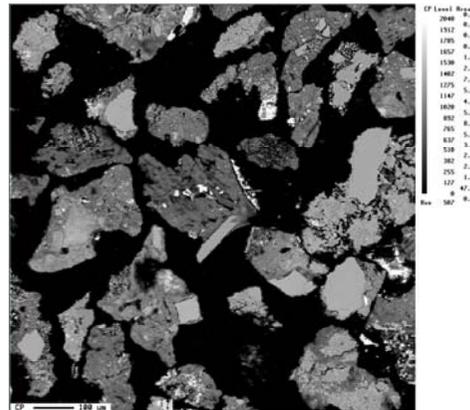


EPMAマッピング (K)

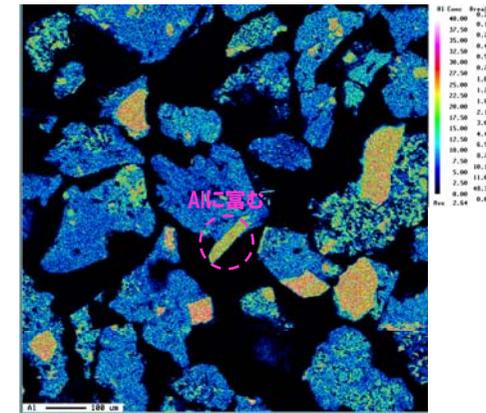
④ 長石類のEPMA分析 (6/19)

【F-8断層 断層内物質 (3J-5孔)】

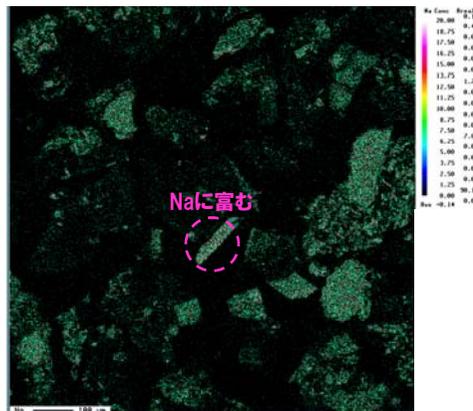
- 長石類はAlを主要元素とすることから、相対的にAlに富む箇所を長石類と判断した。
- そのうち、相対的にNaに富む箇所は曹長石の可能性が考えられることから、当該箇所の化学組成を確認した。

EPMAマッピング (COMPO像)
赤枠内を拡大

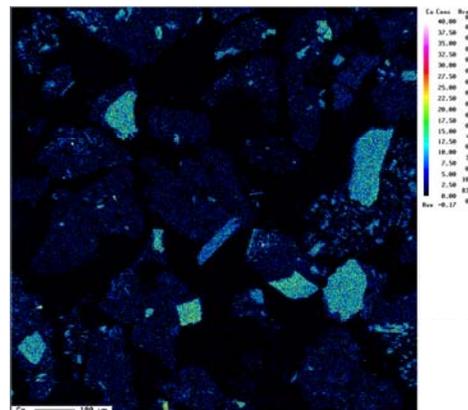
EPMAマッピング (COMPO像)



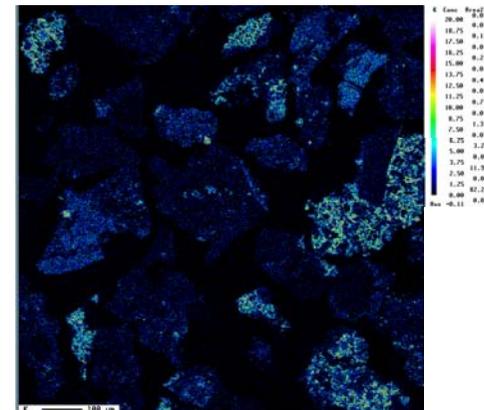
EPMAマッピング (Al)



EPMAマッピング (Na)



EPMAマッピング (Ca)

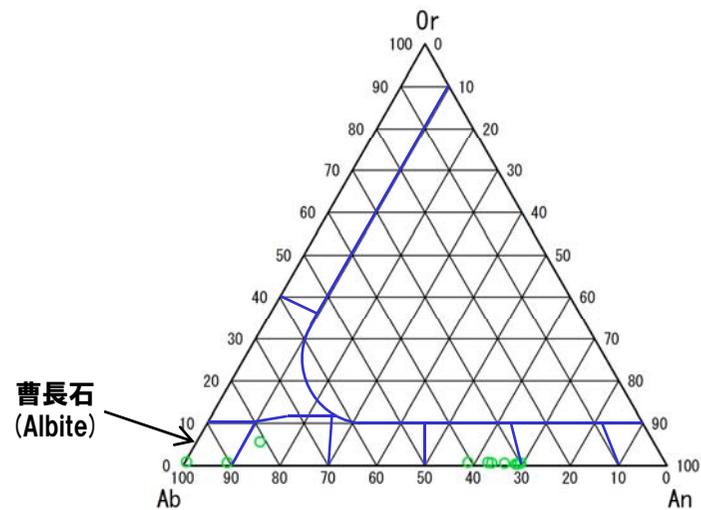


EPMAマッピング (K)

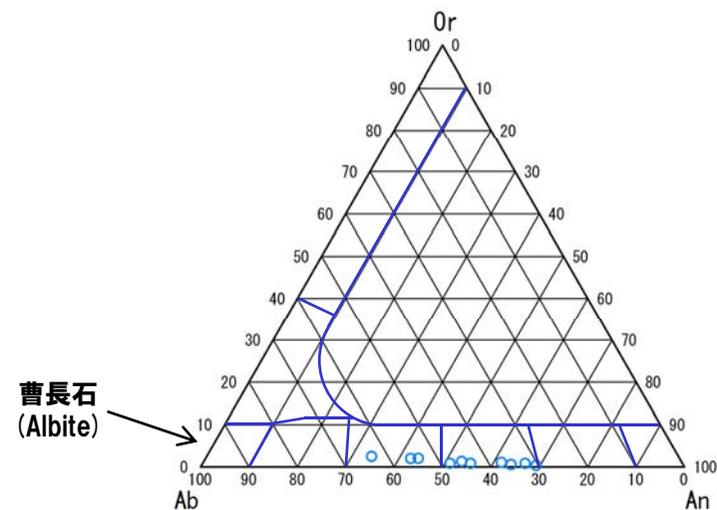
④ 長石類のEPMA分析 (7/19)

【F-8断層 母岩と断層内物質の化学組成の比較 (3J-5孔)】

- 母岩には、わずかに曹長石が認められる。
- 断層内物質には、曹長石は認められない。



EPMA分析結果 (母岩)



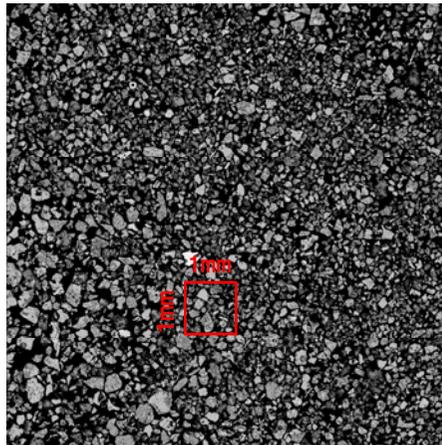
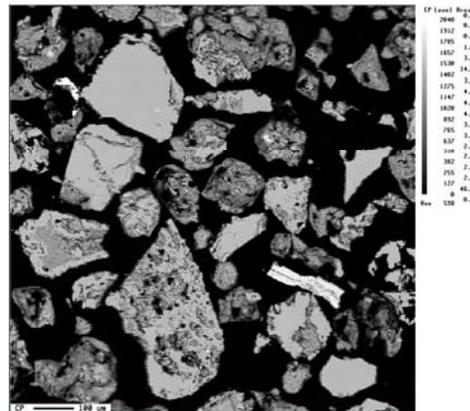
EPMA分析結果 (断層内物質)

余白

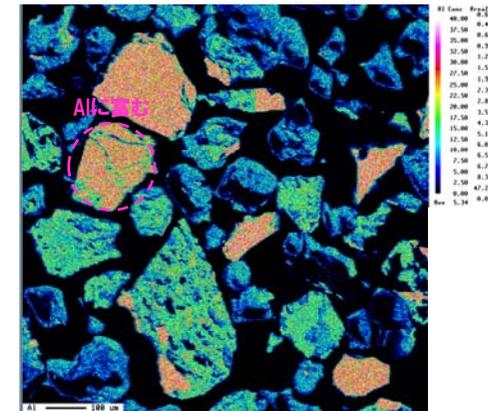
④ 長石類のEPMA分析 (8/19)

【F-9断層 母岩(3-1孔)】

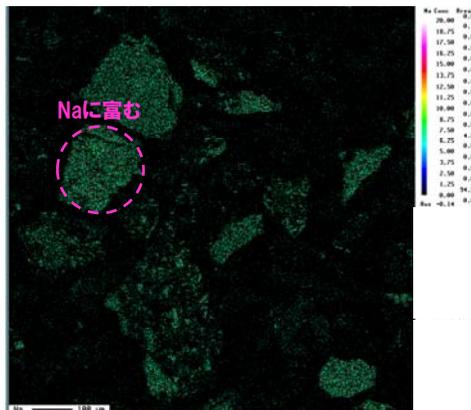
- 長石類はAlを主要元素とすることから、相対的にAlに富む箇所を長石類と判断した。
- そのうち、相対的にNaに富む箇所は曹長石の可能性が考えられることから、当該箇所の化学組成を確認した。

EPMAマッピング (COMPO像)
赤枠内を拡大

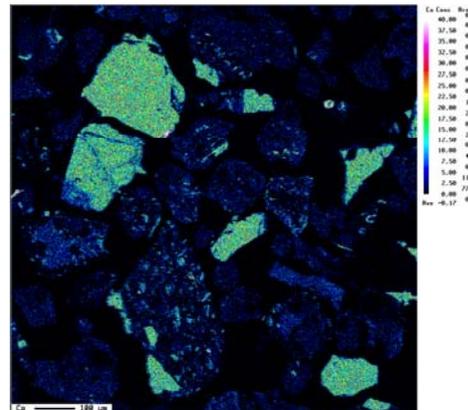
EPMAマッピング (COMPO像)



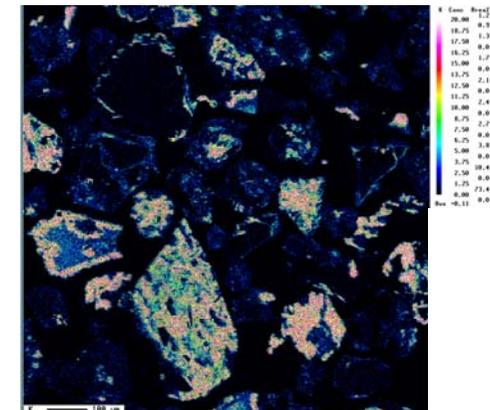
EPMAマッピング (Al)



EPMAマッピング (Na)



EPMAマッピング (Ca)

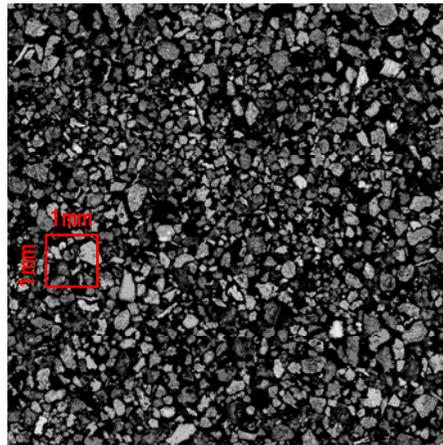


EPMAマッピング (K)

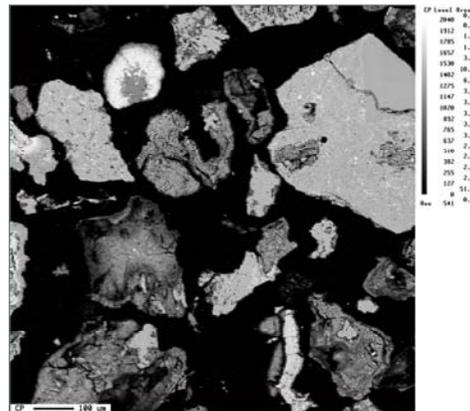
④ 長石類のEPMA分析 (9/19)

【F-9断層 断層内物質(3-1孔)】

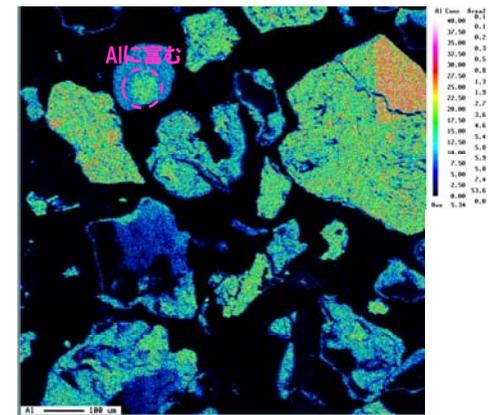
- 長石類はAlを主要元素とすることから、相対的にAlに富む箇所を長石類と判断した。
- そのうち、相対的にNaに富む箇所は曹長石の可能性が考えられることから、当該箇所の化学組成を確認した。



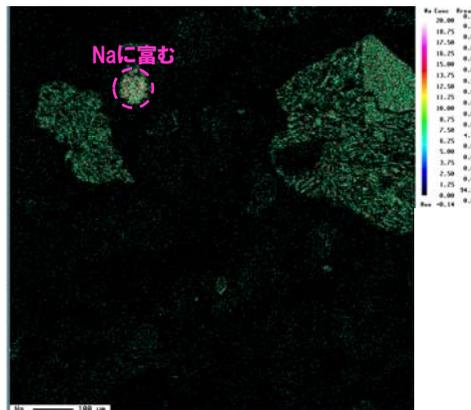
EPMAマッピング (COMPO像)
赤枠内を拡大



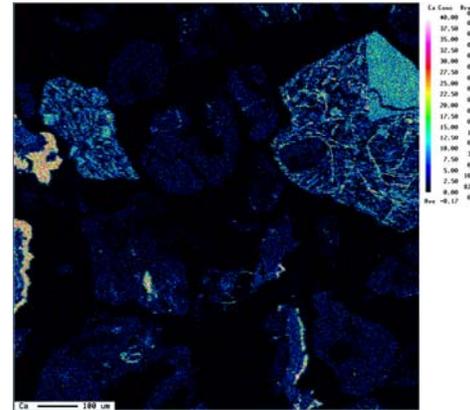
EPMAマッピング (COMPO像)



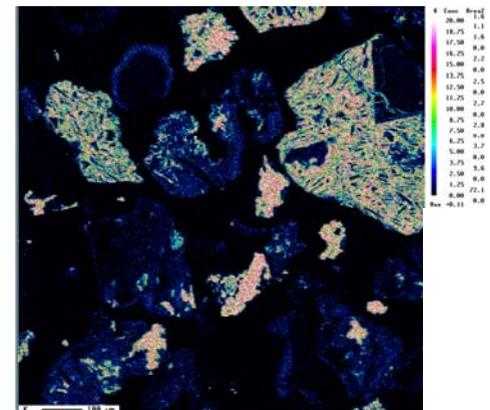
EPMAマッピング (Al)



EPMAマッピング (Na)



EPMAマッピング (Ca)

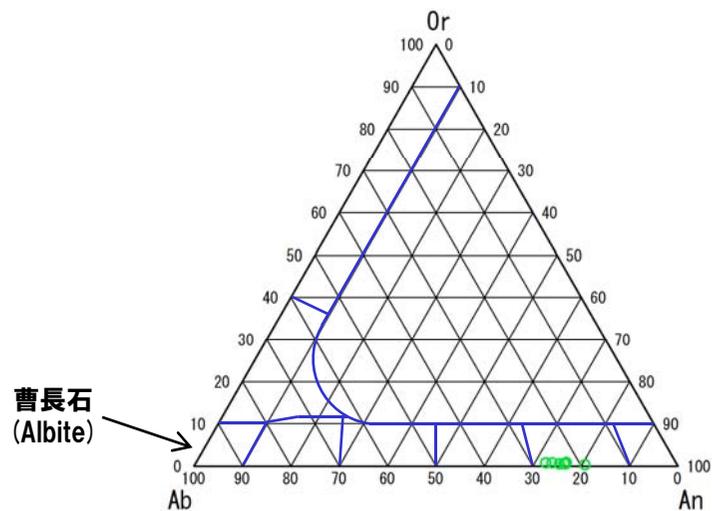


EPMAマッピング (K)

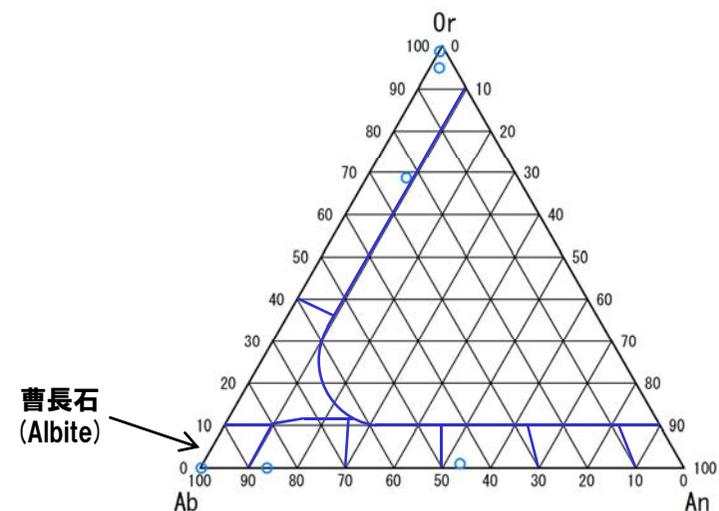
④ 長石類のEPMA分析 (10/19)

【F-9断層 母岩と断層内物質の化学組成の比較 (3-1孔)】

- 母岩には、曹長石は認められない。
- 断層内物質には、わずかに曹長石が認められる。



EPMA分析結果 (母岩)



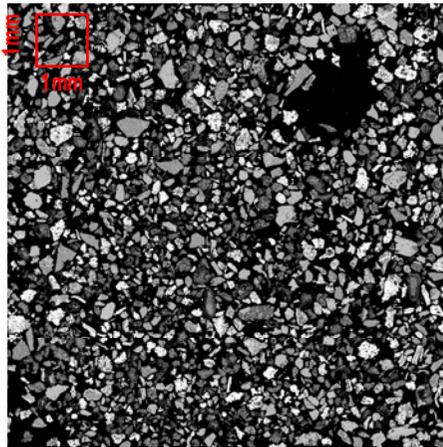
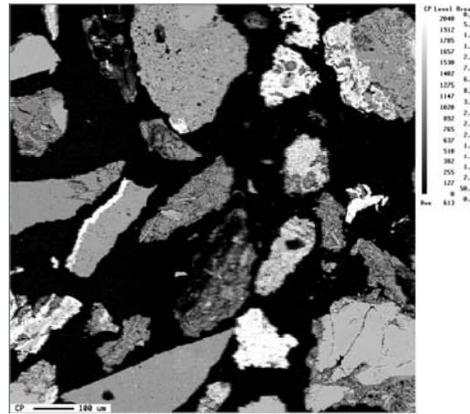
EPMA分析結果 (断層内物質)

余白

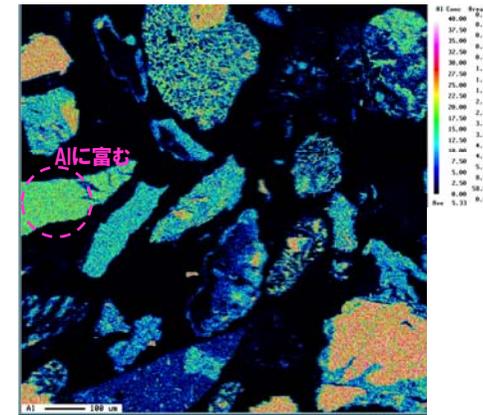
④ 長石類のEPMA分析 (11/19)

【F-10断層 母岩 (3H-1孔)】

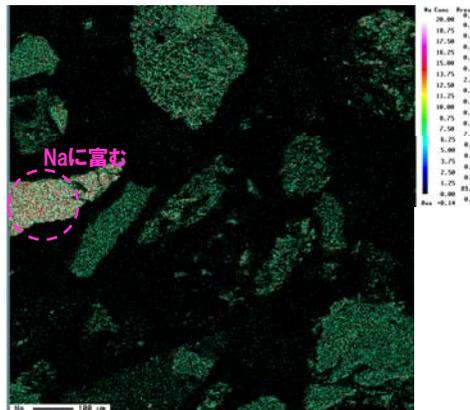
- 長石類はAlを主要元素とすることから、相対的にAlに富む箇所を長石類と判断した。
- そのうち、相対的にNaに富む箇所は曹長石の可能性が考えられることから、当該箇所の化学組成を確認した。

EPMAマッピング (COMPO像)
赤枠内を拡大

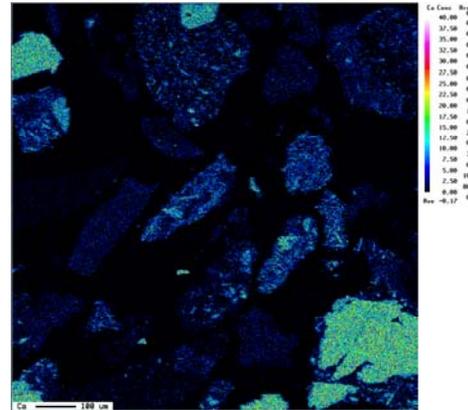
EPMAマッピング (COMPO像)



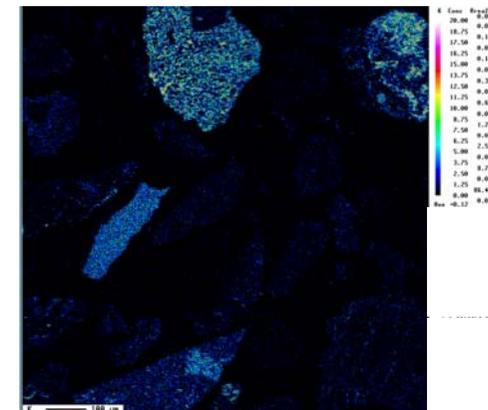
EPMAマッピング (Al)



EPMAマッピング (Na)



EPMAマッピング (Ca)

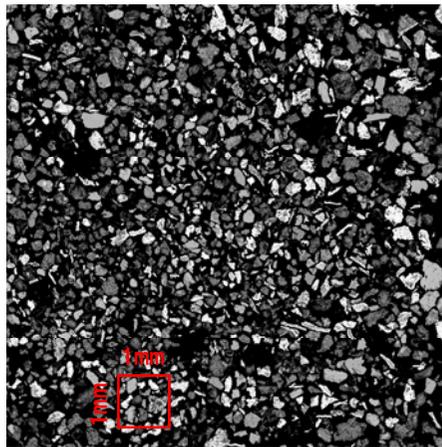
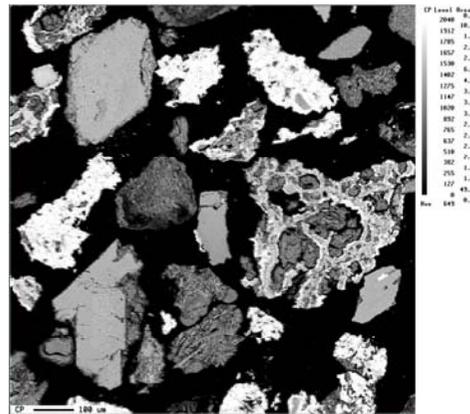


EPMAマッピング (K)

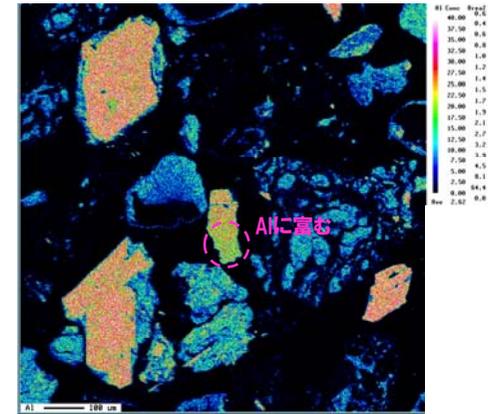
④ 長石類のEPMA分析 (12/19)

【F-10断層 断層内物質 (3H-1孔)】

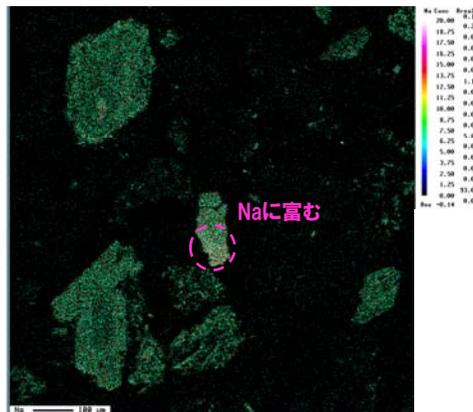
- 長石類はAlを主要元素とすることから、相対的にAlに富む箇所を長石類と判断した。
- そのうち、相対的にNaに富む箇所は曹長石の可能性が考えられることから、当該箇所の化学組成を確認した。

EPMAマッピング (COMPO像)
赤枠内を拡大

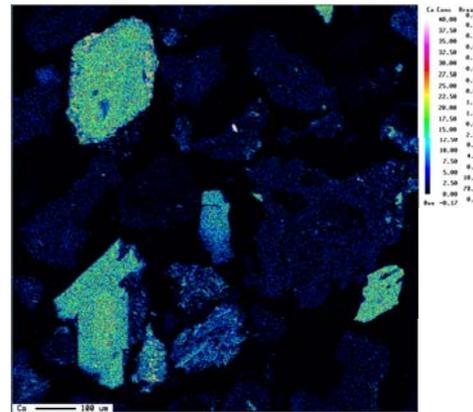
EPMAマッピング (COMPO像)



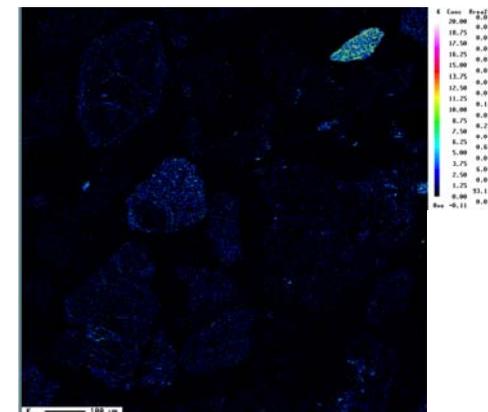
EPMAマッピング (Al)



EPMAマッピング (Na)



EPMAマッピング (Ca)

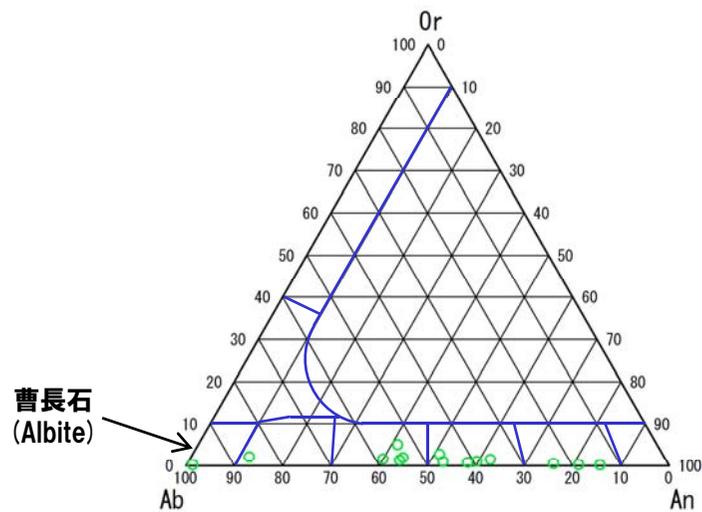


EPMAマッピング (K)

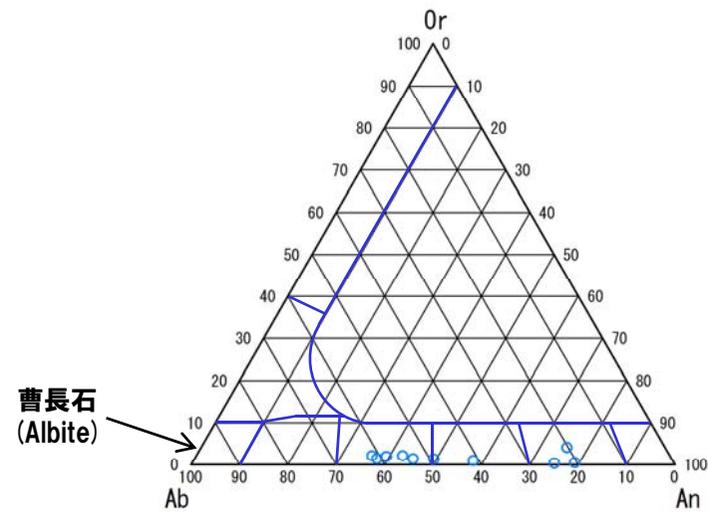
④ 長石類のEPMA分析 (13/19)

【F-10断層 母岩と断層内物質の化学組成の比較 (3H-1孔)】

- 母岩には、わずかに曹長石が認められる。
- 断層内物質には、曹長石は認められない。
- 母岩及び断層内物質は、同様な傾向を示す。



EPMA分析結果 (母岩)



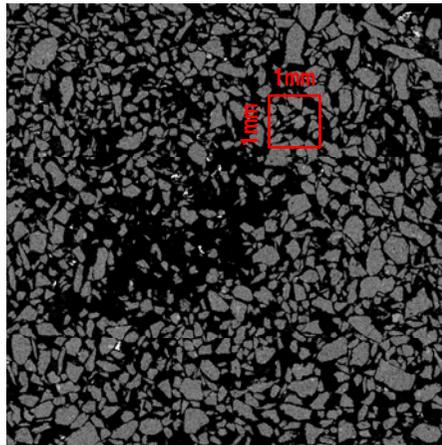
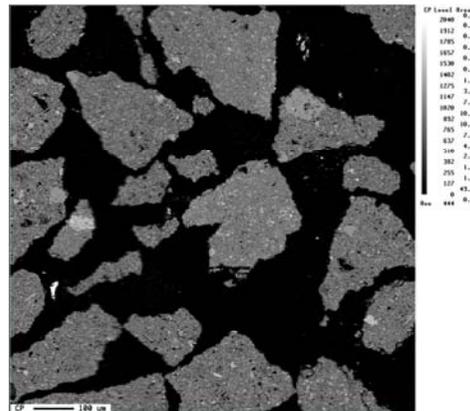
EPMA分析結果 (断層内物質)

余白

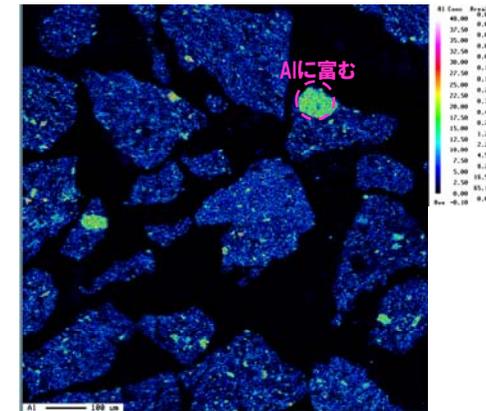
④ 長石類のEPMA分析 (14/19)

【F-11断層 母岩(3-1孔)】

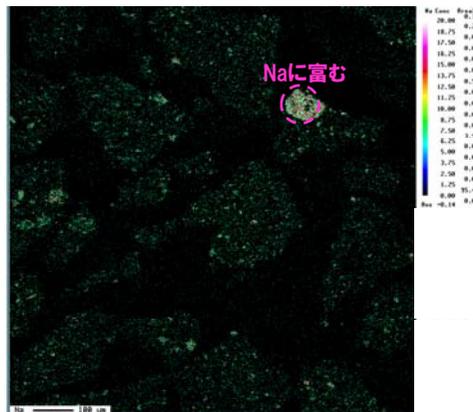
- 長石類はAlを主要元素とすることから、相対的にAlに富む箇所を長石類と判断した。
- そのうち、相対的にNaに富む箇所は曹長石の可能性が考えられることから、当該箇所の化学組成を確認した。

EPMAマッピング (COMPO像)
赤枠内を拡大

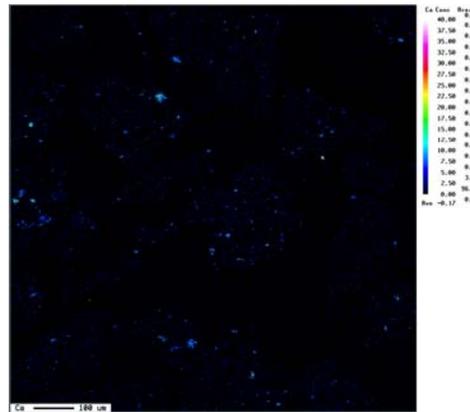
EPMAマッピング (COMPO像)



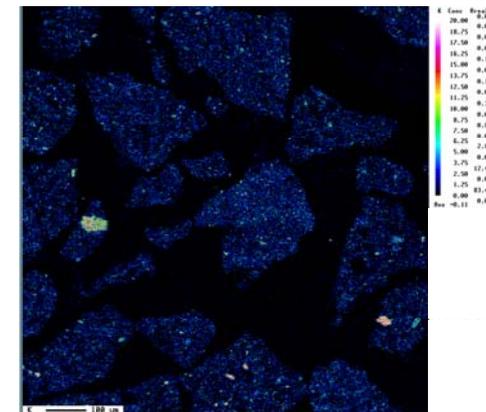
EPMAマッピング (Al)



EPMAマッピング (Na)



EPMAマッピング (Ca)

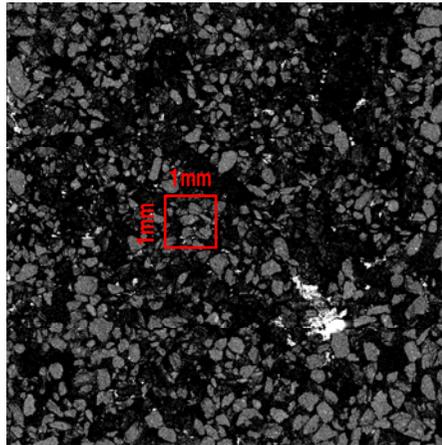
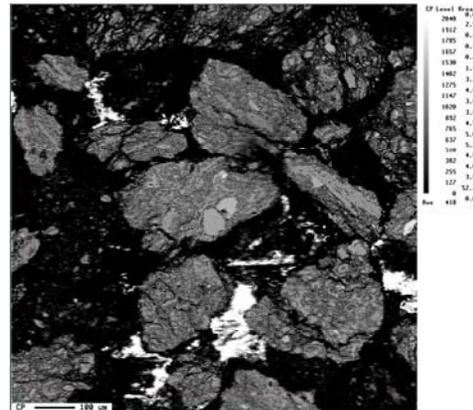


EPMAマッピング (K)

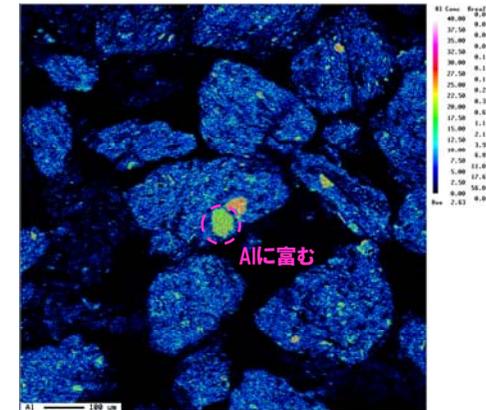
④ 長石類のEPMA分析 (15/19)

【F-11断層 断層内物質 (3-1孔)】

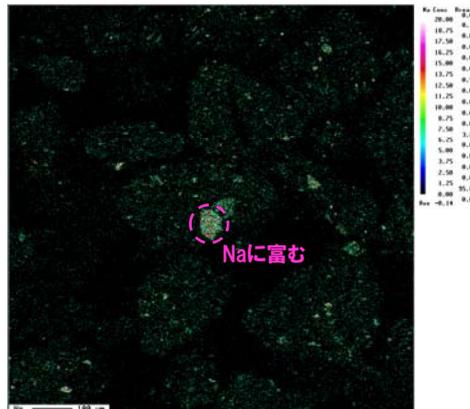
- 長石類はAlを主要元素とすることから、相対的にAlに富む箇所を長石類と判断した。
- そのうち、相対的にNaに富む箇所は曹長石の可能性が考えられることから、当該箇所の化学組成を確認した。

EPMAマッピング (COMPO像)
赤枠内を拡大

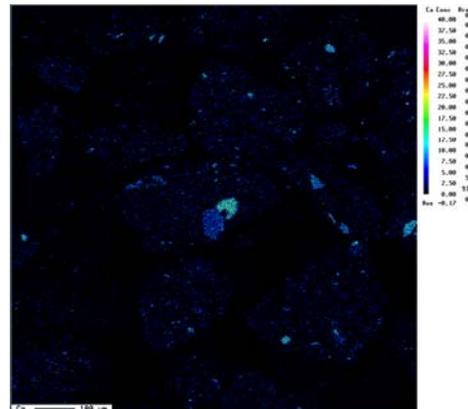
EPMAマッピング (COMPO像)



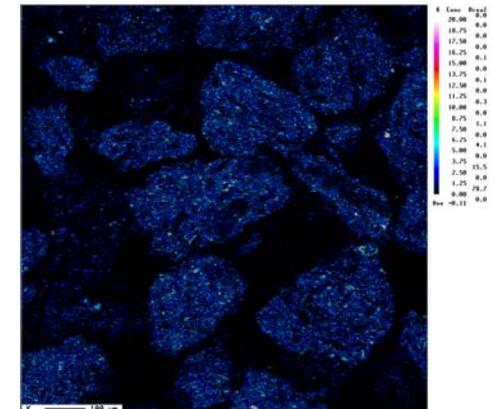
EPMAマッピング (Al)



EPMAマッピング (Na)



EPMAマッピング (Ca)

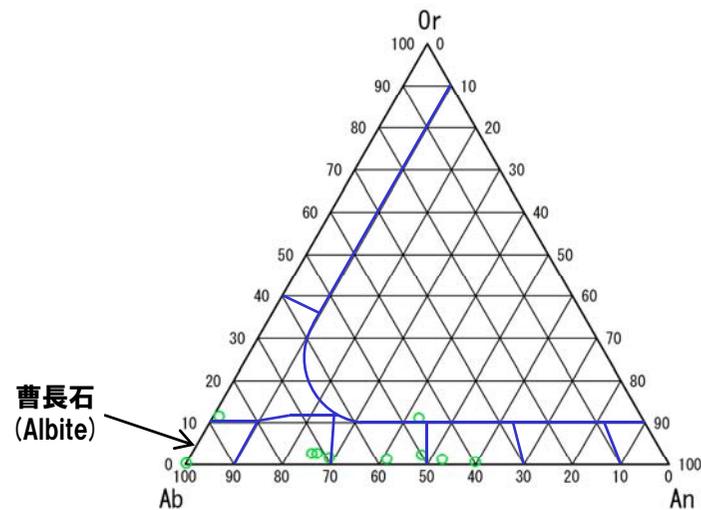


EPMAマッピング (K)

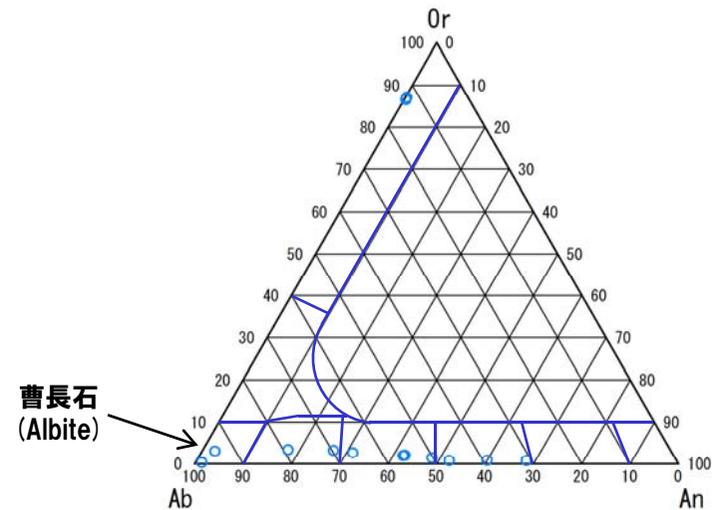
④ 長石類のEPMA分析 (16/19)

【F-11断層 母岩と断層内物質の化学組成の比較(3-1孔)】

- 母岩には、わずかに曹長石が認められる。
- 断層内物質には、わずかに曹長石が認められる。
- 母岩及び断層内物質は、同様な傾向を示す。



EPMA分析結果(母岩)

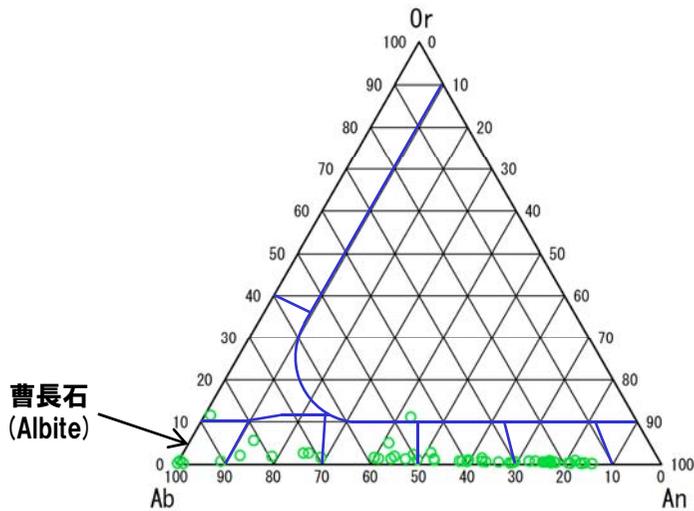


EPMA分析結果(断層内物質)

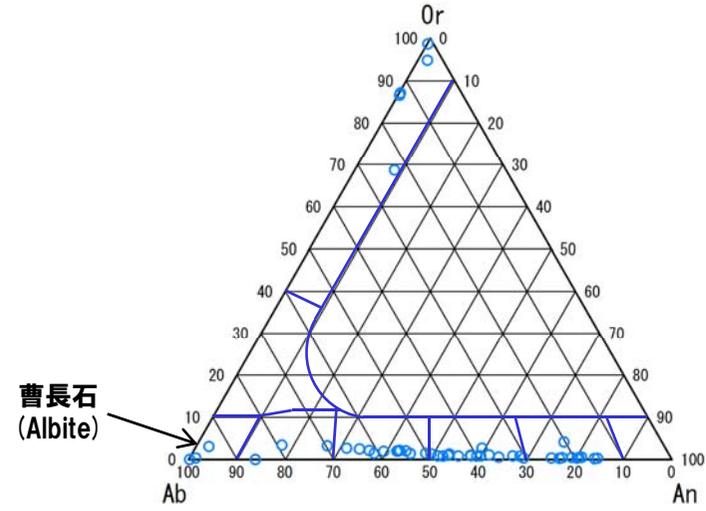
④ 長石類のEPMA分析 (17/19)

【F-7断層～F-11断層 母岩と断層内物質の化学組成の比較】

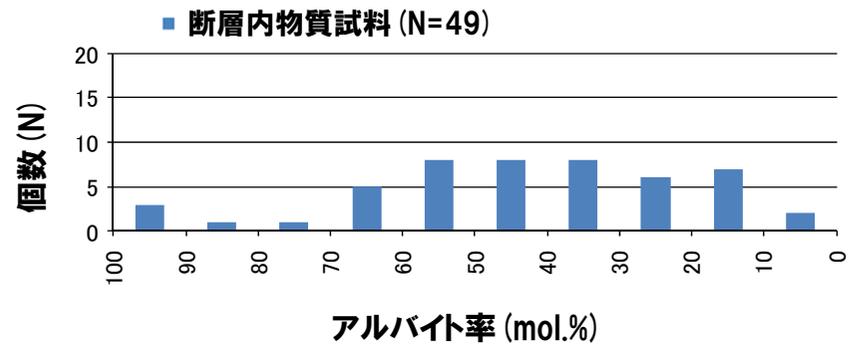
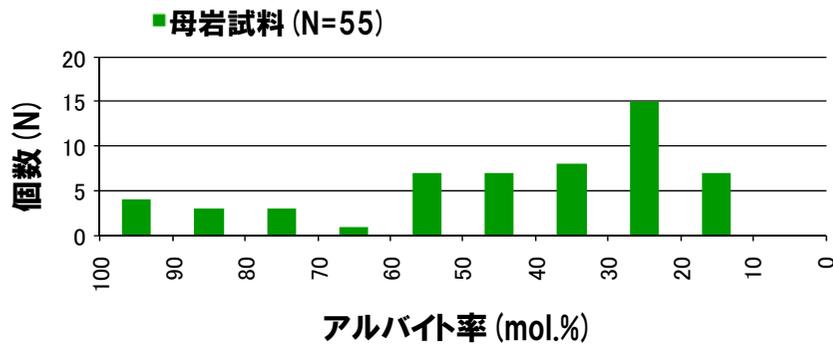
○F-7断層からF-11断層における分析結果を母岩及び断層内物質でそれぞれ整理すると、母岩及び断層内物質は同様な傾向を示す。
○また、母岩及び断層内物質は、いずれも曹長石がわずかに認められる。



EPMA分析結果 (母岩)



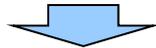
EPMA分析結果 (断層内物質)



(参考) 断層の形成時期等についての考察

④ 長石類のEPMA分析 (18/19)

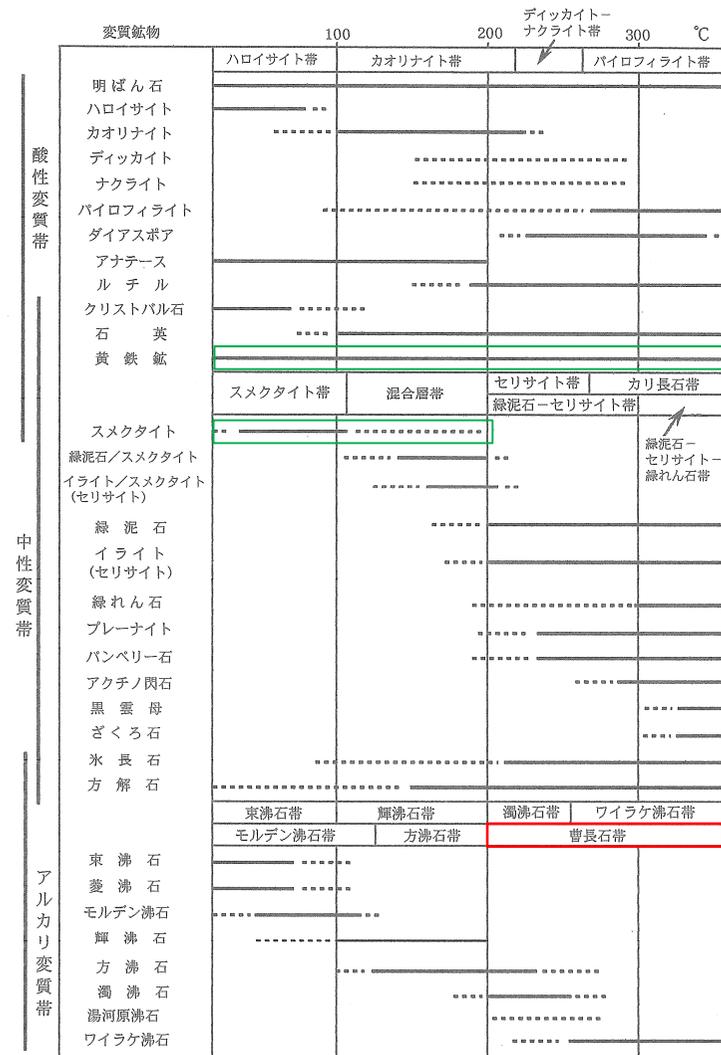
○EPMA分析の結果、いずれの断層 (F-7断層~F-11断層) においても、母岩と断層内物質に顕著なアルバイト率の差異は認められない。



- 母岩と断層内物質に顕著なアルバイト率の差異は認められないことから、斜長石は初生的に含まれていた可能性が高く、断層に沿った熱水は、アルバイト化を促進させるような温度帯 (曹長石帯) ではなかったものと考えられる。
- 敷地に認められる断層は、母岩に対しスメクタイト、黄鉄鉱及び菱鉄鉱の生成又は増加が認められるが、これらの鉱物が共通して生成される熱水温度帯は、曹長石帯以下であることから、上記考察と矛盾しない。
- また、斜長石の単結晶に着目すると、Caに富む斜長石には、部分的なアルバイト化が認められない (次頁参照) ことから、顕著なアルバイト化はなかったものと考えられる。

	熱水変質帯					純成変質帯	
	カリ長石帯	セリサイト-緑泥石帯	混合層粘土鉱物帯	スメクタイト帯	方沸石帯	モルデン沸石帯	斜ブチロル沸石-モルデン沸石帯
石 英	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
オパール	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
カリ長石	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
セリサイト	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
緑泥石	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
セリサイト/スメクタイト	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
緑泥石/スメクタイト	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
スメクタイト	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
方沸石	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
モルデン沸石	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
フェリエ沸石	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
斜ブチロル沸石	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
菱鉄鉱	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
ドロマイト	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
方解石	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
黄鉄鉱	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
石 膏	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

黒鉄鉱床における熱水変質帯区分の一例 (吉村編著 (2001) に一部加筆)



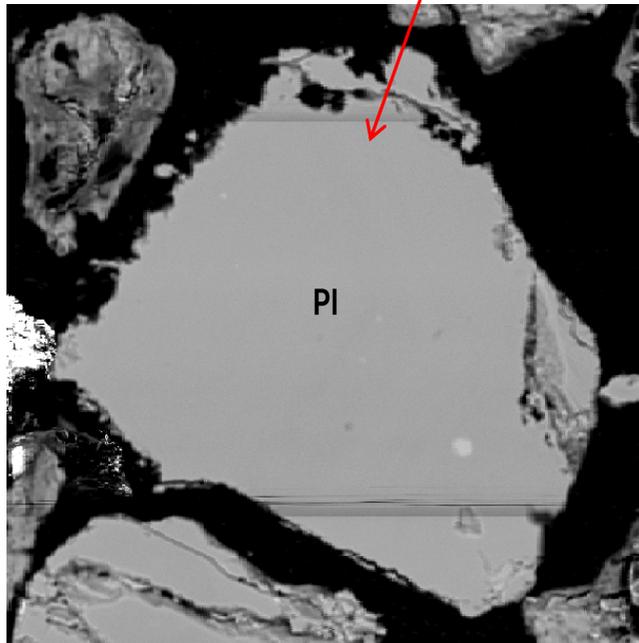
温度と熱水溶液の相違による変質鉱物の生成環境 ※各変質帯の形成温度は一応の目安とされている (吉村編著 (2001) に一部加筆)

④ 長石類のEPMA分析 (19/19)

【部分的なアルバイト化の例】

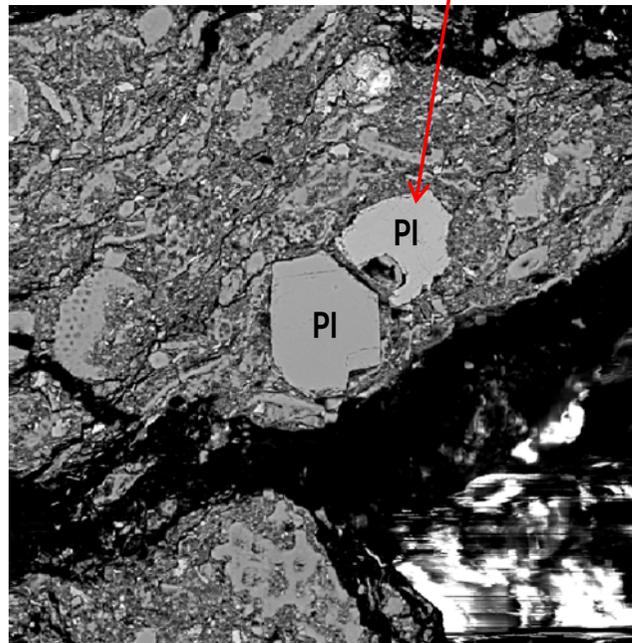
○斜長石 (Pl) の単結晶に着目すると, Caに富む斜長石には, LEE and LEE (1998) に示されるような部分的なアルバイト化が認められないことから, 顕著なアルバイト化はなかったものと考えられる。

アルバイト率20%程度
の斜長石



F-9断層 母岩 (3-1孔) 拡大図
(0.3mm×0.3mmの範囲を拡大)

アルバイト率40%程度
の斜長石

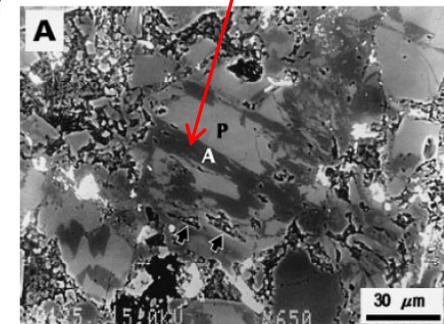


F-11断層 断層内物質 (3-1孔) 拡大図
(0.3mm×0.3mmの範囲を拡大)

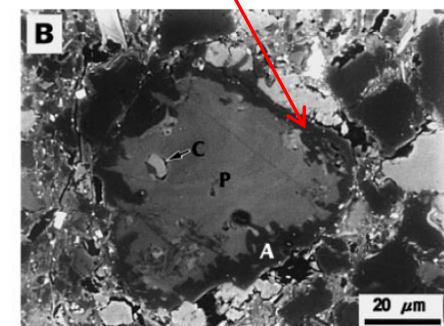
Pl:斜長石

斜長石の単結晶の例

へき開に沿ったアルバイト化



粒子の縁に沿ったアルバイト化



A: albite (曹長石)
P: plagioclase (斜長石)
C: calcite (方解石)

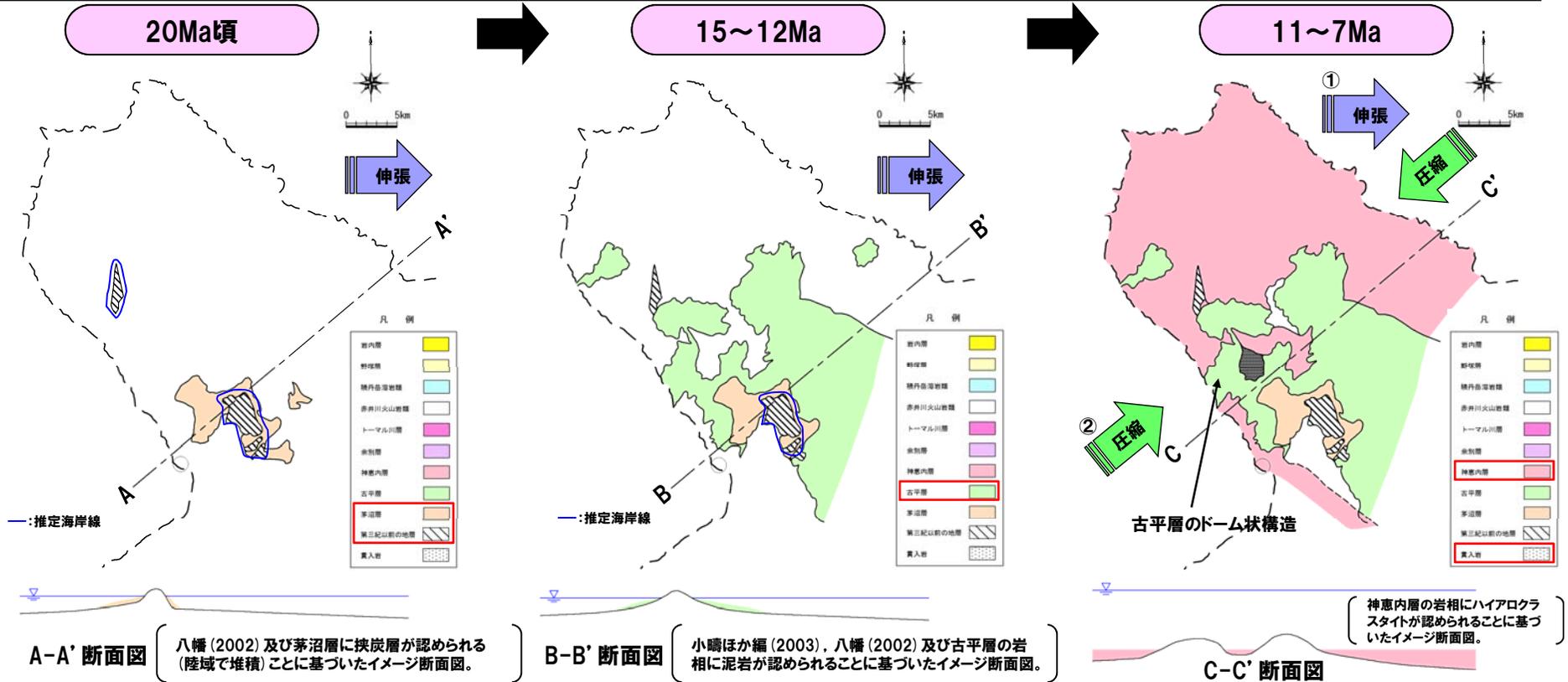
部分的なアルバイト化の例
(LEE and LEE (1998) に一部加筆)

(参考) 断層の形成時期等についての考察

⑤ 積丹半島の形成について (1/3)

一部修正 (H28/3/10審査会合)

○積丹半島の形成について、小池ほか編 (2005), 小嶋ほか編 (2003), Yamagishi (1981), 八幡 (1989, 2002) に基づき整理した。

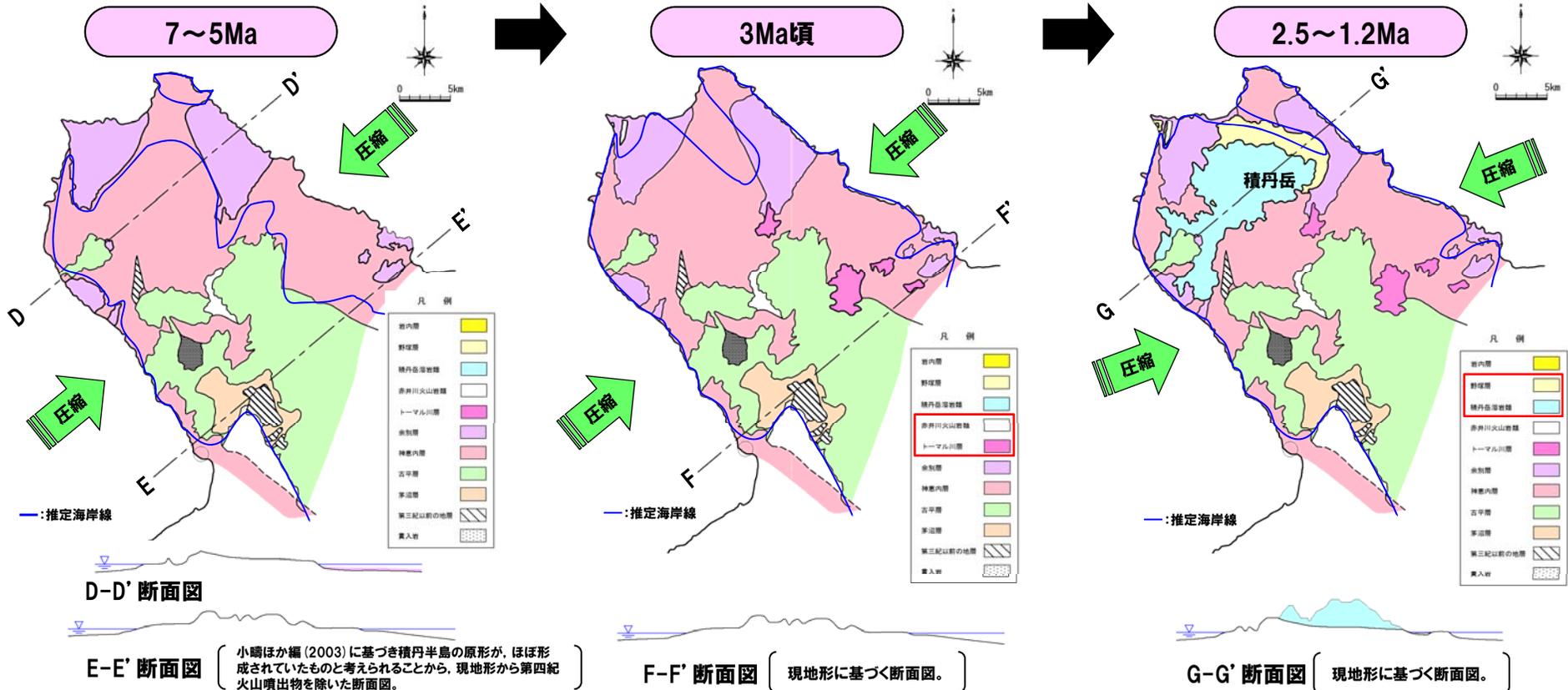


年代	20Ma頃	15~12Ma	11~7Ma
広域応力場 (東北日本)	伸張 (小池ほか編, 2005)	伸張⇒中立的 (小池ほか編, 2005)	中立的⇒弱圧縮 (小池ほか編, 2005)
積丹半島周辺の応力場	・日本海拡大に伴う伸張による陸域から浅海が分布。(八幡, 2002)	・日本海拡大に伴う伸張による沈降及び海進に伴う深海化。(小嶋ほか編, 2003), (八幡, 2002)	・①伸張⇒②圧縮。(八幡, 2002) ・約8Ma以降, 弱圧縮応力場となり, 東西圧縮が徐々に始まりNW-SE方向の褶曲活動が開始。(八幡, 1989, 2002)
地質	・茅沼層が陸域～浅海に堆積。 ・陸域の湿地では, 挟炭層が堆積。 ・その後, 火山噴火, 静穏期を繰返す。	・沈降しながら, 古平層が半深海から深海に堆積。	・神意内層が半深海～深海に堆積。 ・初期は静穏で泥岩種が堆積。 ・一部には, ドーム状構造が形成され, 10Ma頃から大規模な火山活動により積丹半島全体に火砕岩類が堆積。

(参考) 断層の形成時期等についての考察

⑤ 積丹半島の形成について (2/3)

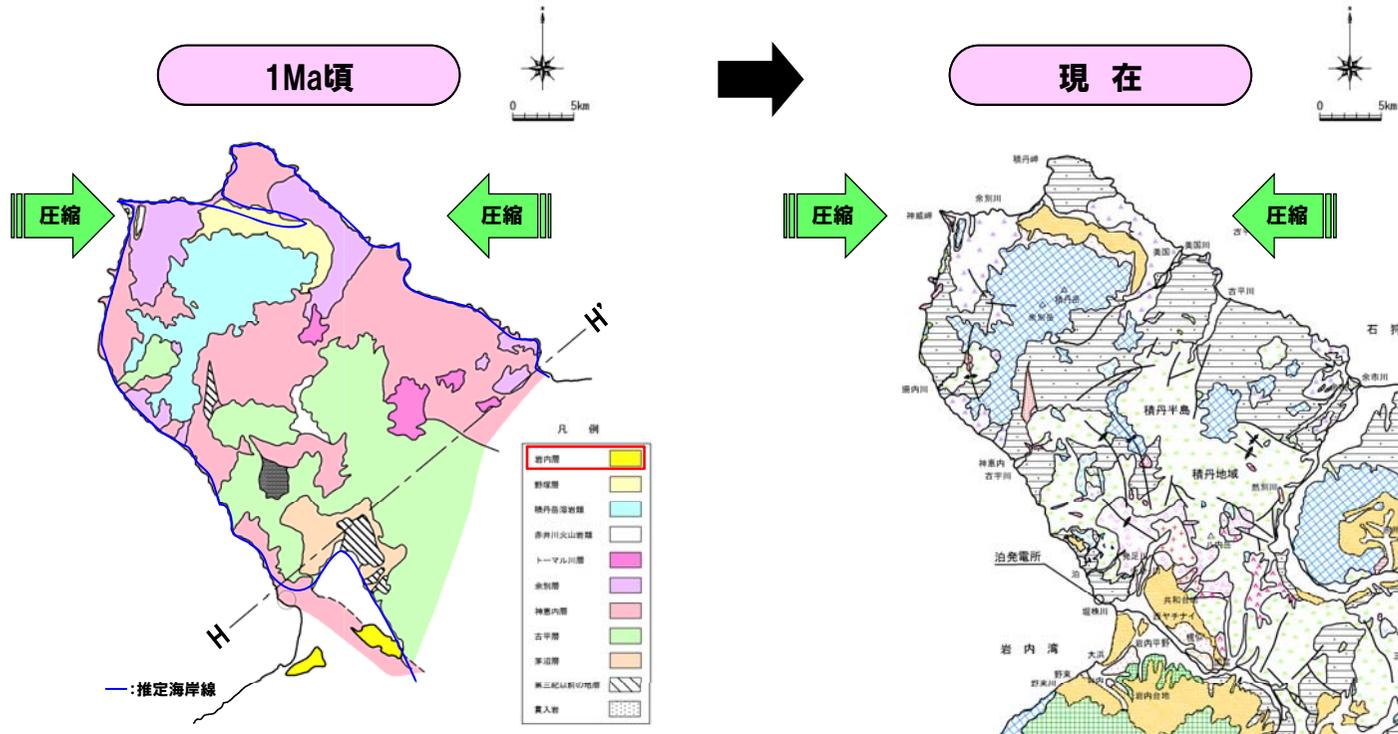
一部修正 (H28/3/10審査会合)



年代	7~5Ma	3Ma頃	2.5~1.2Ma
広域応力場 (東北日本)	弱圧縮 (小池ほか編, 2005)	弱圧縮 (小池ほか編, 2005)	弱圧縮⇒強圧縮 (小池ほか編, 2005)
積丹半島周辺の 応力場	<ul style="list-style-type: none"> ・圧縮。(小嶋ほか編, 2003) ・NW-SE方向の褶曲活動により積丹半島の方向が形成。(小嶋ほか編, 2003) 	<ul style="list-style-type: none"> ・圧縮。(小嶋ほか編, 2003) ・日本海東縁の褶曲活動が始まる。(小嶋ほか編, 2003) 	<ul style="list-style-type: none"> ・圧縮。(小嶋ほか編, 2003) ・日本海東縁の褶曲活動が主体。(小嶋ほか編, 2003) ・積丹半島は、ほぼ陸化。(小嶋ほか編, 2003)
地質	<ul style="list-style-type: none"> ・余別層が浅海に堆積。 ・余別層は神恵内層を傾斜不整合に覆うこと、分布が沿岸域に限られることから、積丹半島の原形が、ほぼ形成されていたものと考えられる。 ・余別層は上部層になるにしたがい構造が緩く、分布範囲も限られることから、活動は弱まっているものと推定される。 	<ul style="list-style-type: none"> ・局所的にトーマル川層が堆積。 	<ul style="list-style-type: none"> ・野塚層が局所的な内湾部に堆積。 ・積丹岳の火山活動により、噴出物が堆積。 ・野塚層は、ほぼ水平に下位層を不整合で覆って堆積しているが、地質構造から褶曲・傾動運動は認められない。

⑤ 積丹半島の形成について (3/3)

一部修正 (H28/3/10審査会合)



地質時代		積丹地域	
第四紀	更新世	沖積層	[Symbol]
	更新世	ニセコ火山噴出物等 洞窟火砕流堆積物 段丘堆積物等 夷足層 野塚層・岩内層	[Symbol] [Symbol] [Symbol] 赤井川粘土層 [Symbol] 赤井川火山岩類 [Symbol]
新第三紀	鮮新世	余別層	[Symbol]
	中新世	神恵内層 古平層	[Symbol] [Symbol]
古第三紀	漸新世 ～始新世	茅沼層	[Symbol]
	白堊紀	花崗岩類	[Symbol]
先第三紀		リヤムナイ層	[Symbol]
第四紀 ～新第三紀		流紋岩 デイサイト 石英斑岩 真入岩類 安山岩 玄武岩 石英閃緑岩	[Symbol] [Symbol] [Symbol] [Symbol] [Symbol] [Symbol]

H-H' 断面図 (現地地形に基づく断面図。)

年代	1Ma頃
広域応力場 (東北日本)	強圧縮 (小池ほか編, 2005)
積丹半島周辺の応力場	<ul style="list-style-type: none"> ・圧縮。(小嶋ほか編, 2003) ・日本海東縁の褶曲活動が主体。(小嶋ほか編, 2003)
地質	<ul style="list-style-type: none"> ・褶曲活動の影響はほぼ終焉し、向斜軸に沿う凹地及び褶曲軸翼部の内湾に岩内層が堆積。 ・岩内層はほぼ水平に下位層を不整合で覆って堆積しているが、地質構造から褶曲・傾動運動は認められない。

- 積丹半島周辺では、約8Ma (後期中新世) 以降始まった東西圧縮に伴いNW-SE方向の褶曲構造が発達した。
- 褶曲構造は、余別層が堆積する鮮新世の時代には、活動は徐々に弱まっているものと推定される。
- 第四系更新統の野塚層及び岩内層の露頭は、ほぼ水平に堆積しており、地質構造から褶曲・傾動運動は認められない。

- (1) 池田安隆・今泉俊文・東郷正美・平川一臣・宮内崇裕・佐藤比呂志編 (2002) : 第四紀逆断層アトラス, 東京大学出版会.
- (2) 中田高・今泉俊文編 (2002) : 活断層詳細デジタルマップ, 東京大学出版会.
- (3) 活断層研究会編 (1991) : 日本の活断層, 東京大学出版会.
- (4) 土木学会 (1985) : 「原子力発電所地質・地盤の調査・試験法および地盤の耐震安定性の評価手法」報告書第2編 地質調査法.
- (5) 幡谷竜太 (2005) : 河成段丘を用いた第四紀後期の隆起量評価手法の検討 (1) 段丘対比の考え方の提案と河成段丘の編年に関わるケーススタディー
- (6) 柳田誠 (1991) : 河岸段丘の動的地形変化に関する研究
- (7) 吉山昭・柳田誠 (1995) : 河成地形面の比高分布からみた地殻変動
- (8) 広川治・村山正郎 (1955) : 5万分の1地質図幅「岩内」及び同説明書, 北海道開発庁.
- (9) 通商産業省資源エネルギー庁 (1985) : 広域調査報告書積丹地域.
- (10) 町田洋・新井房夫 (2011) : 新編 火山灰アトラス, 東京大学出版会.
- (11) 斎藤正次・上村不二雄・大澤稔 (1952) : 5万分の1地質図幅「茅沼」及び同説明書, 北海道開発庁.
- (12) 斎藤昌之 (1968) : 積丹半島の地質と鉱床, 特定鉱床開発促進調査積丹半島地域, 北海道開発庁.
- (13) 八幡正弘 (1989) : 西部北海道北部の新生界とその特徴, 地質学論集 (32), pp.7-28.
- (14) 八幡正弘 (2002) : 北海道における後期新生代の鉱化作用および熱水活動の時空変遷, 北海道立地質研究所報告書 (73), pp.151-194.
- (15) 吉村尚久編著 (2001) : 粘土鉱物と変質作用, 地学双書, 地学団体研究会
- (16) 米田哲郎・林謙二・ダカールゴネス・柏谷公希・金子勝比古 (2002) : 北海道積丹半島における火砕岩の特性と岩盤崩壊の要因について
- (17) 清水昭男 (1989) : 泥質堆積物の圧密と固化作用 (その2) - 鉱物学的, 化学的性質からみた圧密固化 -
- (18) JAE IL LEE and YONG IL LEE (1998) : Feldspar albitization in Cretaceous non-marine mudrocks, Gyeongsang Basin, Korea Sedimentology Volume 45, Issue 4, pp.745-754, August 1998
- (19) 小池一之・田村俊和・鎮西清高・宮城豊彦編 (2005) : 日本の地形3 東北, 東京大学出版会.
- (20) 小疇尚・野上道男・小野有五・平川一臣編 (2003) : 日本の地形2 北海道, 東京大学出版会.
- (21) Hiromitsu Yamagishi (1981) : Geology of the Shakotan Peninsula, Hokkaido, Japan. REPORT OF THE GEOLOGICAL SURVEY OF HOKKAIDO No.52, REPORT, pp.1-29.