

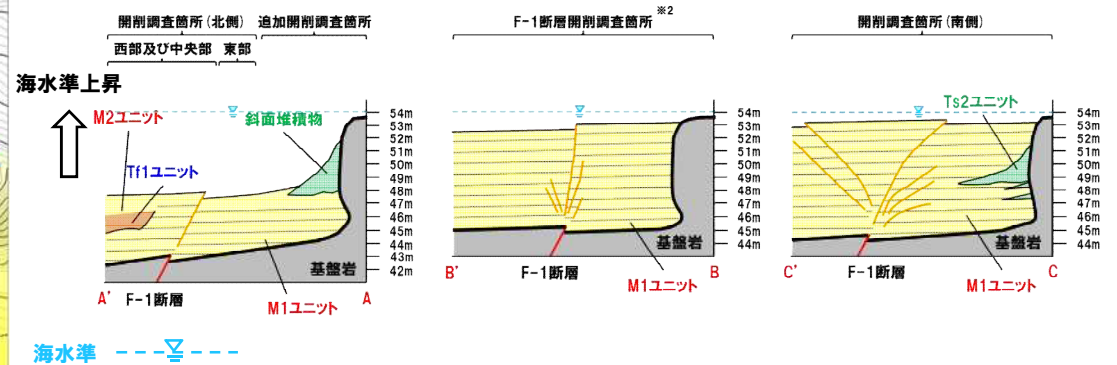
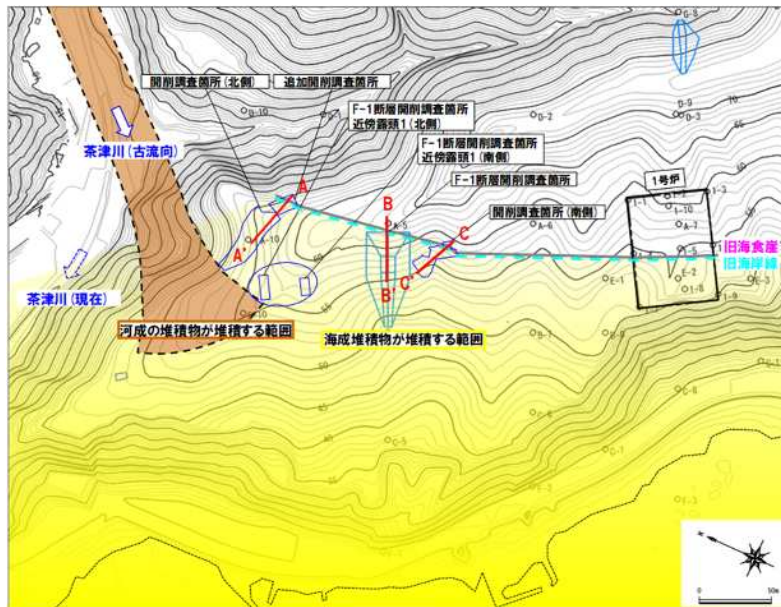
5.2.3 F-1断層の活動性評価

海水準上昇期 (F-1断層活動時)

○M1ユニット堆積中にF-1断層が活動※1する。

※1 F-1断層の活動は、M1ユニット堆積中若しくは堆積終了後～Tf2ユニット、Ts3a及びTs3bユニット堆積前であるが、本形成史においては、M1ユニット堆積中として示した。

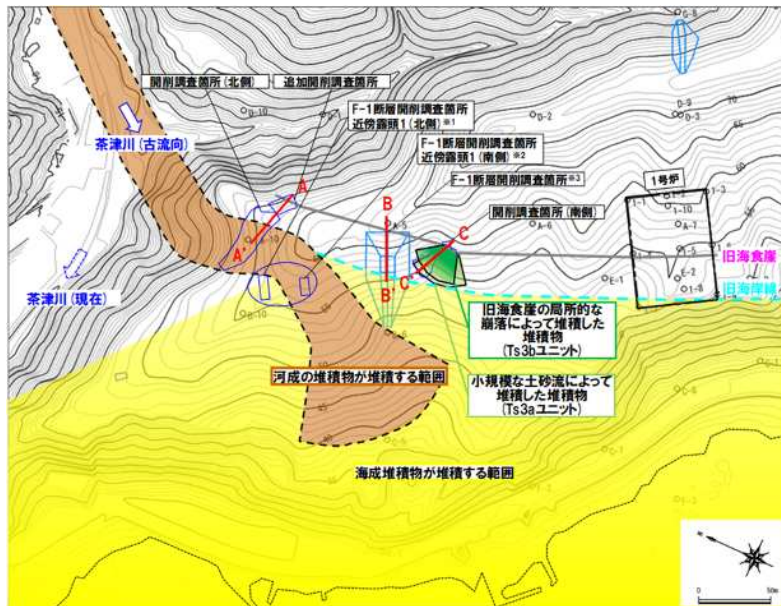
※2 F-1断層開削調査箇所における小断層の上端標高の考え方は、P505～P506参照。



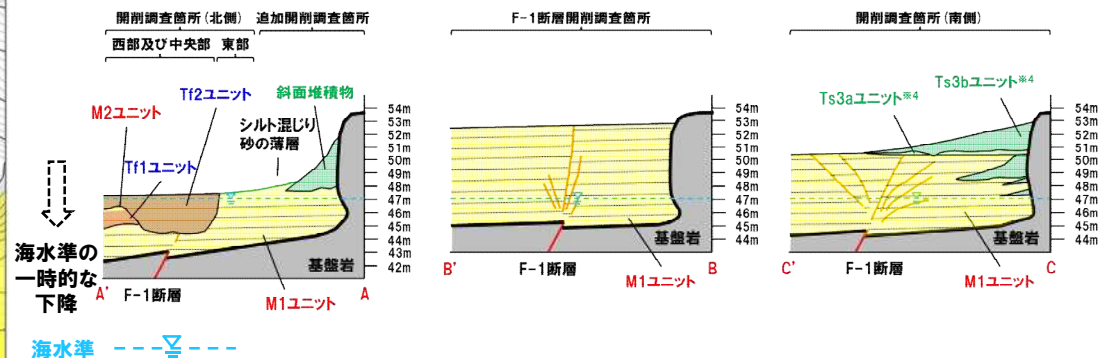
5.2.3 F-1断層の活動性評価

海水準の一時的な下降による旧地形面形成 (Tf2ユニット, Ts3a及びTs3bユニット堆積)

- 海水準の一時的な下降に伴い、M1ユニット上面がわずかに侵食され、シルト混じり砂の薄層が形成される。
- 開削調査箇所 (北側) において、茶津川の古流向の変化により河成の堆積物であるTf2ユニットが堆積することで、F-1断層に関連する小断層上端部を侵食し、開削調査箇所 (南側) において、小規模な土砂流によりTs3aユニット及び旧海食崖の局所的な崩壊によりTs3bユニットがほぼ同時に堆積することで、F-1断層に関連する小断層上端部を侵食する。
- 海水準の一時的な下降から再び上昇に転じた時期には、連続的で平坦な旧地形面が分布する。



- ※1 F-1断層開削調査箇所近傍露頭1 (北側) は、下位から、基盤岩、M1ユニット、Tf1ユニット、M2ユニット及びM3ユニットが分布する。
- ※2 F-1断層開削調査箇所近傍露頭1 (南側) は、下位から、基盤岩、M1ユニット、Tf2ユニット及びM3ユニットが分布する。
- ※3 F-1断層開削調査箇所は、現存しておらず、現有データ (1,2号戸調査時の露頭スケッチ及び写真) から、当該箇所の旧地形面について推定することは難しい。また、開削調査箇所 (南側) においては、標高約51m以上の地層が改変に伴い、消失していることから、当該箇所の旧地形面について推定することは難しい。このような状況ではあるが、いずれの調査箇所においても、開削調査箇所 (北側) と同様、旧地形面を形成していたものと考えられる。



※4 Ts3aユニット及びTs3bユニットの堆積状況については、P507参照。

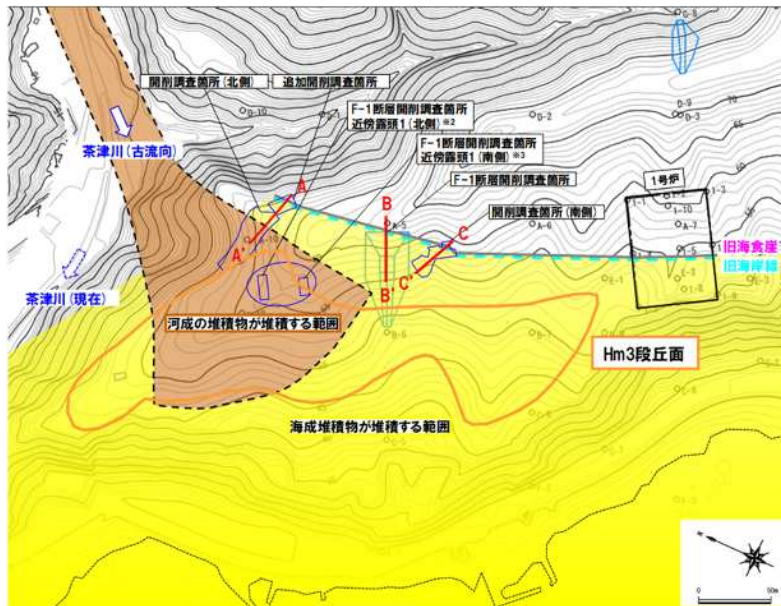
- 開削調査箇所 (北側) 及び追加開削調査箇所において、海水準の一時的な下降時に、シルト混じり砂の薄層が形成される。
- 開削調査箇所 (北側) のうち西部及び中央部において、海水準の一時的な下降時に、Tf2ユニットがM1ユニット、Tf1ユニット及びM2ユニットを侵食して上位に堆積し、F-1断層に関連する小断層上端を侵食する。
- 開削調査箇所 (北側) 及び追加開削調査箇所において、M1ユニット及びTf2ユニットの上面は、連続的で平坦な旧地形面を形成する※3。
- 開削調査箇所 (南側) において、海水準の一時的な下降時に、Ts3aユニット及びTs3bユニットがM1ユニット及びTs2ユニットを侵食して上位に堆積し、F-1断層に関連する小断層上端を侵食する。

5.2.3 F-1断層の活動性評価

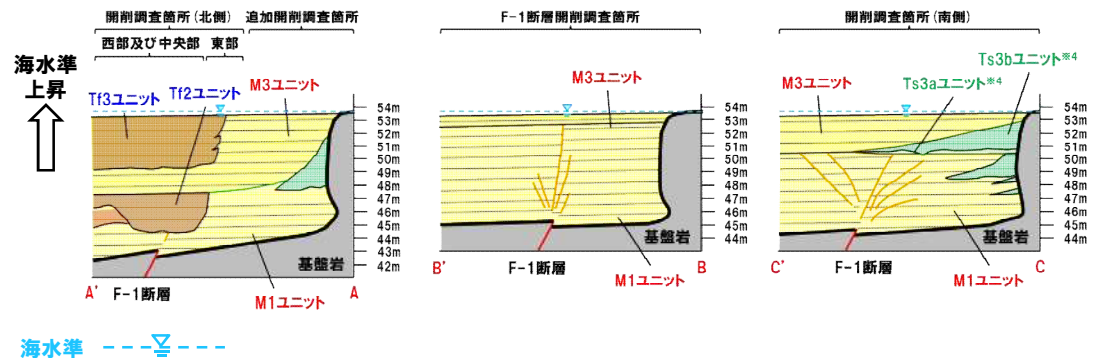
海水準上昇期 (M3ユニット及びTf3ユニット堆積)

- 海水準上昇に伴い、M3ユニットが堆積し、開削調査箇所(北側)においては、茶津川の流路が通過することで、Tf3ユニットが堆積する。
- ケース2及びケース3の場合は、M3ユニットとTf3ユニットが形成する平坦面がHm3段丘面^{※1}となる。

※1 ケース2においてはMIS7の海成段丘、ケース3においてはMIS9の海成段丘。



- ※2 F-1断層開削調査箇所近傍露頭1(北側)は、変更のため、標高約50m以上の地質状況が不明であるが、本形成史においては、Tf3ユニットが分布するものと推定した。
- ※3 F-1断層開削調査箇所近傍露頭1(南側)は、変更のため、標高約48m以上の地質状況が不明であるが、本形成史においては、Tf3ユニットが分布するものと推定した。



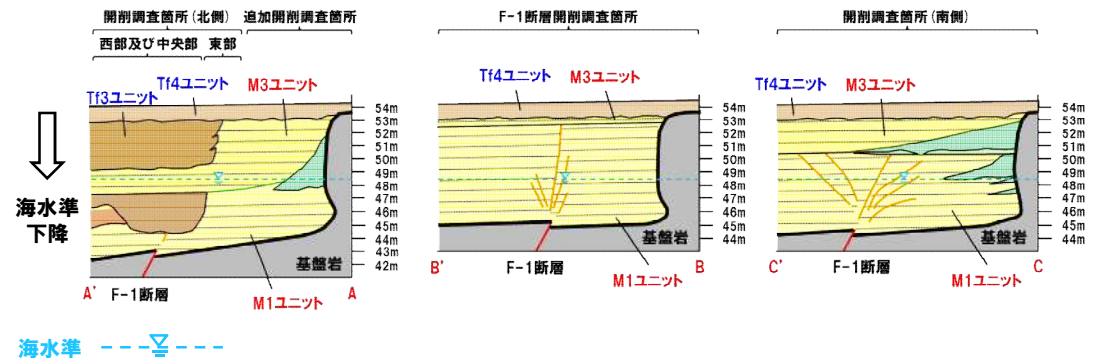
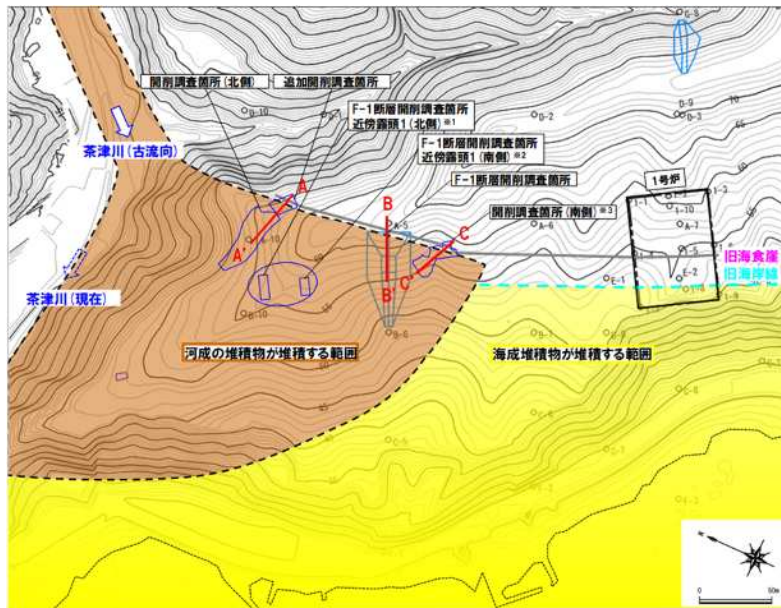
※4 開削調査箇所(南側)においては、標高約51m以上の地層が改変に伴い、消失していることから、Ts3aユニット及びTs3bユニットの上位層に関する推定を実施しており、Ts3aユニット及びTs3bユニットは、M1ユニットに挟在若しくはM1ユニットとM3ユニットに挟在していたものと推定した(P366~368参照)。本形成史においては、M1ユニットとM3ユニットに挟在していた斜面堆積物として示した。

- 開削調査箇所(北側)において、海水準上昇に伴い、M3ユニットがM1ユニット及びTf2ユニットの上位に堆積し、Tf3ユニットがM3ユニットと指交関係で堆積する。
- F-1断層開削調査箇所において、海水準上昇に伴い、M3ユニットがM1ユニットの上位に堆積する。
- 開削調査箇所(南側)において、海水準上昇に伴い、M3ユニットがM1ユニットの上位に堆積する。

5.2.3 F-1断層の活動性評価

海水準上昇～下降(海退)期(Tf4ユニット堆積)

○M1ユニット～M3ユニットを形成した一連の海水準上昇終了以降の海退期に、Tf4ユニットがM3ユニット及びTf3ユニットを侵食して上位に堆積する。

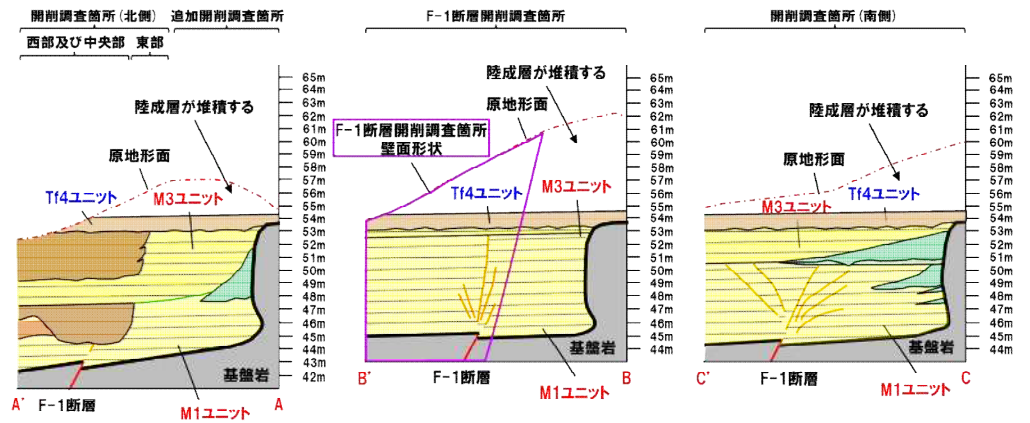
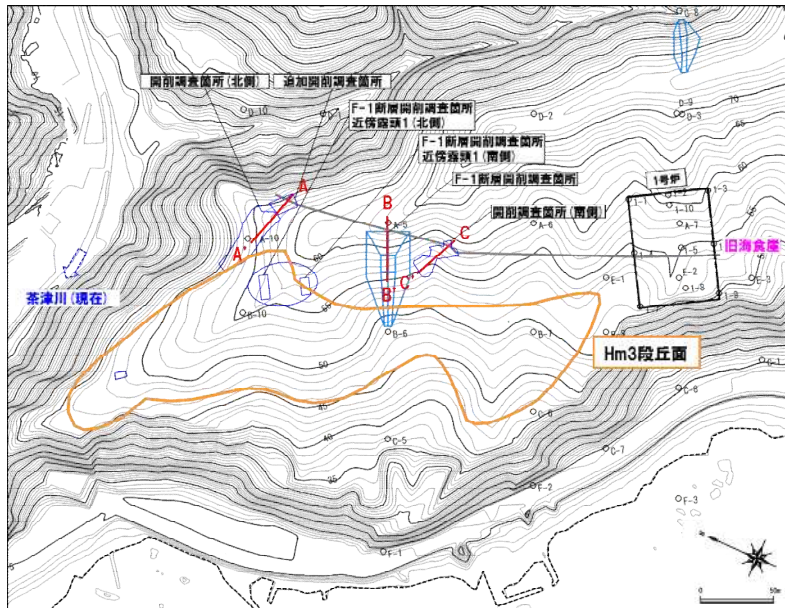


- ※1 F-1断層開削調査箇所近傍露頭1(北側)は、変更のため、標高約50m以上の地質状況が不明であるが、本形成史においては、Tf4ユニットが分布するものと推定した。
- ※2 F-1断層開削調査箇所近傍露頭1(南側)は、変更のため、標高約48m以上の地質状況が不明であるが、本形成史においては、Tf4ユニットが分布するものと推定した。
- ※3 開削調査箇所(南側)においては、標高約51m以上の地層が変更に伴い、消失していることから、Ts3aユニット及びTs3bユニットの上位層に関する推定を実施しており、本調査箇所においても、F-1断層開削調査箇所同様、Tf4ユニットが分布していたものと推定した。

5.2.3 F-1断層の活動性評価

Tf4ユニット堆積以降(原地形面の形成)

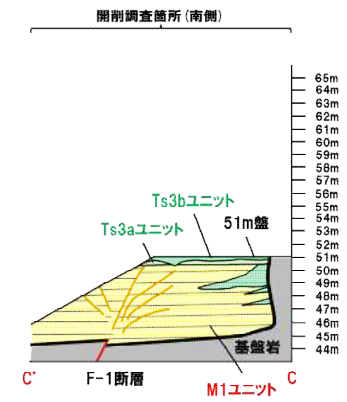
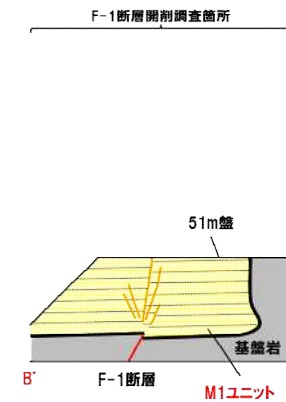
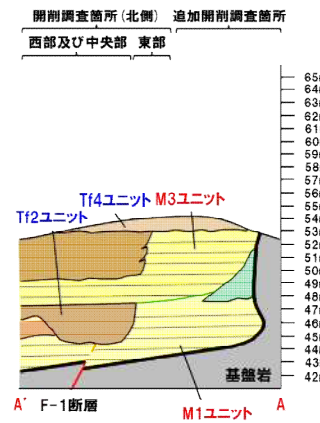
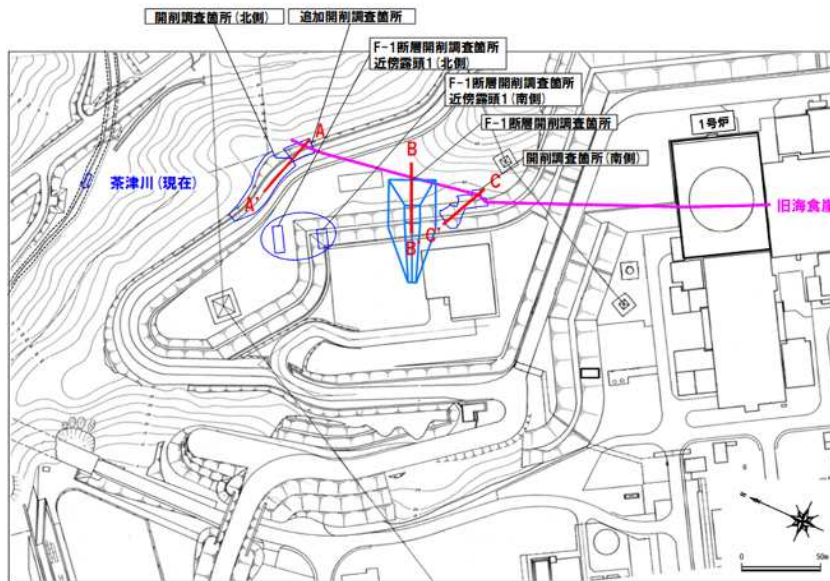
○Tf4ユニットの上位に陸成層が堆積する。



5.2.3 F-1断層の活動性評価

1,2号炉建設時の敷地造成

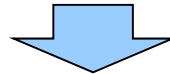
○1,2号炉建設時の敷地造成に伴い、各調査箇所は、以下のように切り取りがなされている。



5.2.3 F-1断層の活動性評価

(参考) F-1断層開削調査箇所における小断層の上端標高の考え方(1/2)

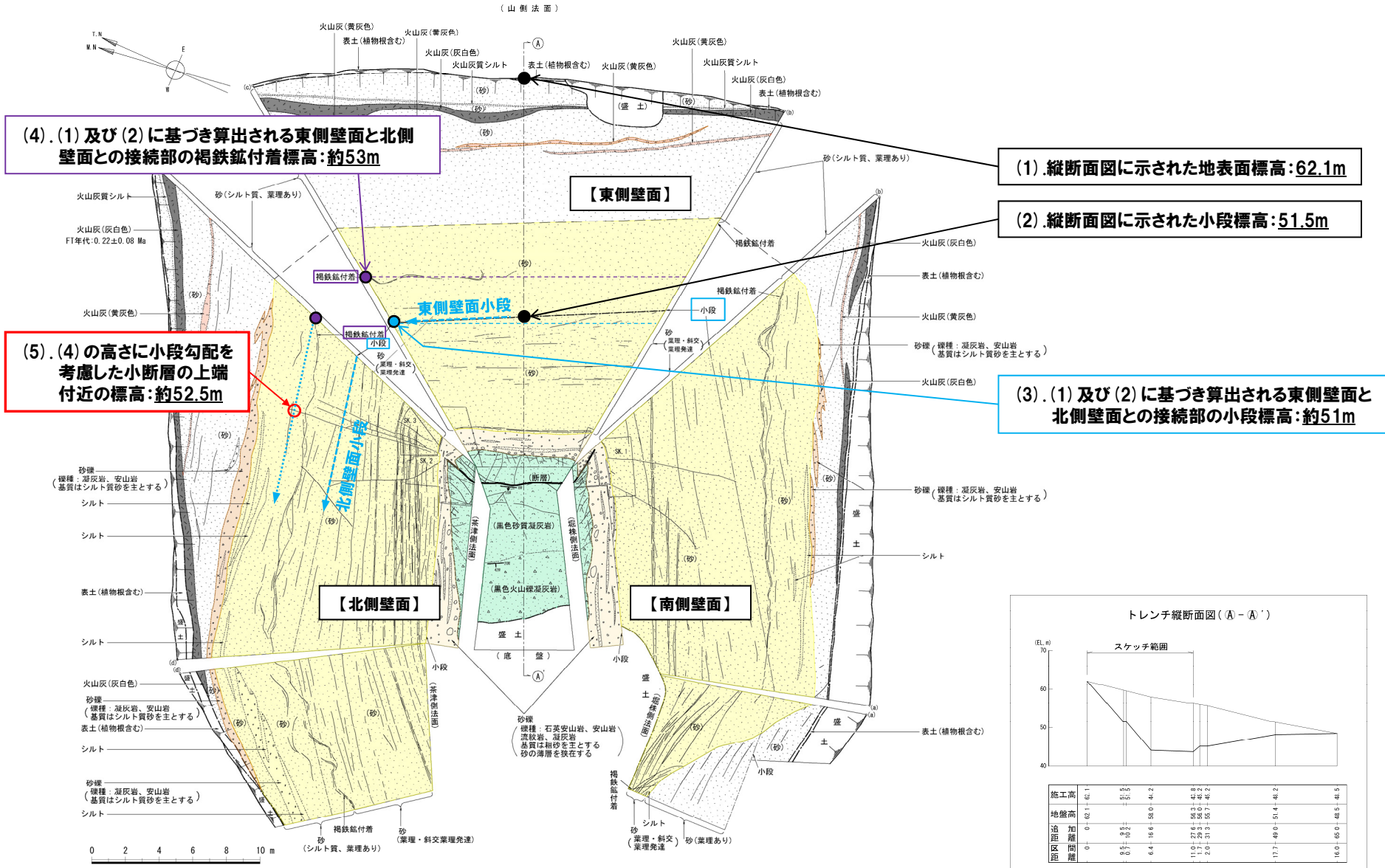
- F-1断層開削調査箇所に認められる小断層は、北側壁面に認められるものが最も高標高まで到達してる。
- F-1断層開削調査箇所の標高に関する情報は、東側壁面中央部の縦断面図(Ⓐ-Ⓐ')に示されているものに限られる。
- このため、縦断面図に記載された地表面標高(62.1m)及び小段部標高(51.5m)に基づき、北側壁面に認められる当該小断層の上端標高を推定した。
- 推定に当たっては、東側壁面から北側壁面に連続する小段及び褐鉄鉱付着箇所に着目した。



- 最も高標高まで到達している小断層の上端は、約52.5mと推定される。

5.2.3 F-1断層の活動性評価

(参考) F-1断層開削調査箇所における小断層の上端標高の考え方 (2/2)

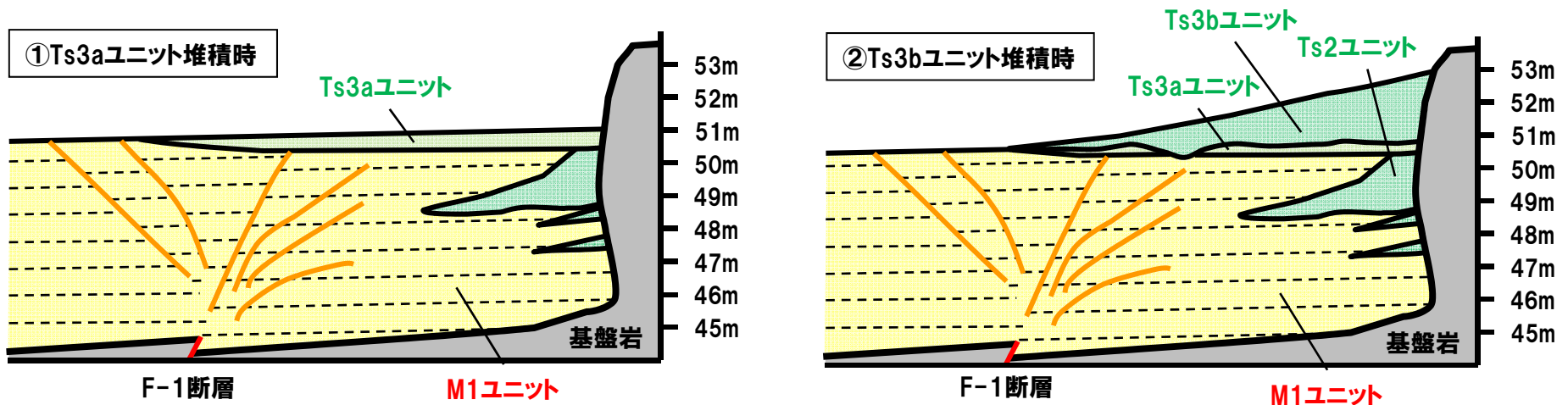


F-1断層露頭スケッチ (昭和57年夏頃作成)

5.2.3 F-1断層の活動性評価

(参考) Ts3aユニット及びTs3bユニットの堆積状況

- 開削調査箇所(南側)において、海水準の一時的な下降時に、Ts3aユニット及びTs3bユニットがM1ユニット及びTs2ユニットを侵食して上位に堆積し、F-1断層に関連する小断層上端を侵食する。
- 以下に、Ts3aユニット及びTs3bユニットの堆積状況を示す。



小規模な土砂流により、M1ユニット及びTs2ユニットを侵食して、Ts3aユニットが堆積する。

Ts3aユニット堆積とほぼ同時に、旧海食崖の局所的な崩落により、M1ユニット及びTs3aユニットを侵食して、Ts3bユニットが堆積する。

土砂流のイメージ図及び特徴*

区分	土石流	土砂流	洪水流
礫径	最大Φ1.5m以上で、時としてΦ3~4m以上あり 平均Φ2m	最大Φ1m 平均Φ5cm±	最大Φ10~20cm 平均Φ0.5cm
堆積厚	最大4mで、平均2m	最大1.5mで、平均0.5m	最大1mで、平均0.3m
表面形状	不規則	地形・構造物に左右され、不規則と平滑の両方見られる	ほぼ平滑
断面形状	層理なし	層理(層状)構造あり	明瞭な層理が認められる

※鈴木(2000)「建設技術者のための地形図読図入門 第3巻 段丘・丘陵・山地」に記載の土石流地形を基に作成

余白

6. F-4断層及びF-11断層の活動性評価

- 6.1 F-4断層及びF-11断層開削調査箇所に分布する堆積物の地層区分**
- 6.2 上載地層法によるF-4断層及びF-11断層の活動性評価**

F-4断層及びF-11断層の活動性評価の流れ

○F-4断層及びF-11断層について、以下の流れにより将来活動する可能性のある断層等に該当するか否かを評価する。

6.1 F-4断層及びF-11断層開削調査箇所に分布する堆積物の地層区分

- 開削調査箇所に分布する堆積物の地層区分を行う。
- 地層区分に当たっては、開削調査箇所に近接した地点や積丹半島西岸の海成段丘との対比を行う。



6.2 上載地層法によるF-4断層及びF-11断層の活動性評価

- 上載地層法との関係から、断層の活動性評価を行う。

6. F-4断層及びF-11断層の活動性評価

- 6.1 F-4断層及びF-11断層開削調査箇所に分布する堆積物の地層区分
- 6.2 上載地層法によるF-4断層及びF-11断層の活動性評価

①検討概要

一部修正 (H31/4/26審査会合)

○F-4断層及びF-11断層開削調査箇所は、以下に示す状況である。

【F-4断層開削調査箇所】

- ・空中写真で判読されたHm2段丘面付近に位置するG地点と同一な緩斜面上に位置する。
- ・基盤岩の上位に、基質が粗砂であり、亜円～亜角礫の風化により褐色化を呈する砂礫層及び砂層が認められる (P516～P517参照)。

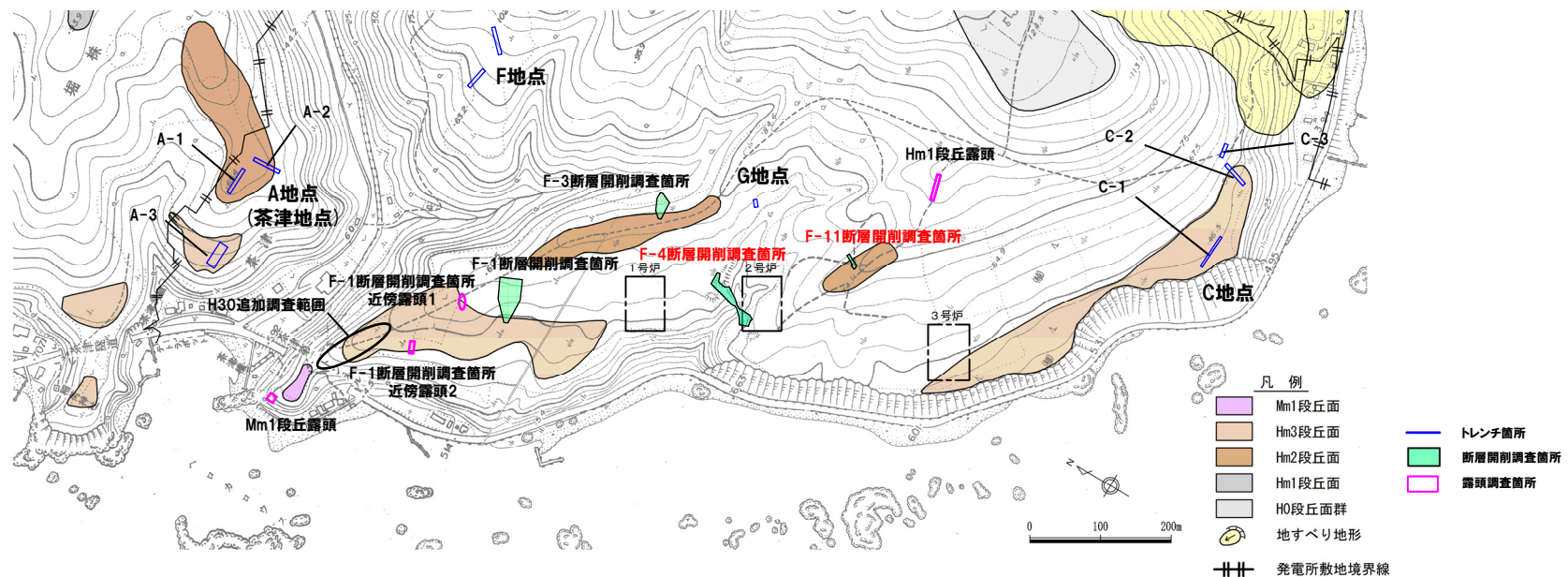
【F-11断層開削調査箇所】

- ・空中写真判読で抽出されたHm2段丘面に位置する。
- ・基盤岩の上位に、亜円～亜角礫のクサリ礫を含む砂礫層が認められる (P536～P540参照)。

○F-4断層及びF-11断層開削調査箇所に分布する堆積物の地層区分に当たっては、両開削調査箇所に近接し、定量的な検討も実施しているG地点に着目し、まず、G地点と同一な緩斜面上に位置するF-4断層開削調査箇所に分布する堆積物の地層区分を行う。

○G地点には、基盤岩の上位にHm2段丘堆積物が認められている (P524～P530参照)。

○次に、先に地層区分を行ったF-4断層開削調査箇所の検討結果を踏まえ、F-11断層開削調査箇所に分布する堆積物の地層区分を行う。



調査位置図 (変更前の地形)

当図は、当社航空測量により作成

6.1.1 F-4断層開削調査箇所に分布する堆積物の地層区分

②-1 検討手順

一部修正 (H31/4/26審査会合)

○F-4断層開削調査箇所に分布する堆積物の地層区分に関する検討手順を以下に示す。

【検討手順】

(1) G地点との比較 (P516～P519参照)

- G地点では、定量的な検討(礫種・礫の形状調査、粒度分析等)も実施し、基盤岩の上位の堆積物は、Hm2段丘堆積物に区分される。
- G地点との比較に当たっては、基盤形状及びHm2段丘堆積物の層相に着目する。
- なお、G地点(追加調査箇所※)においては、基盤岩の上位にG地点と同様にHm2段丘堆積物を確認しているが、当該箇所においては、その上位に斜面堆積物が認められる。

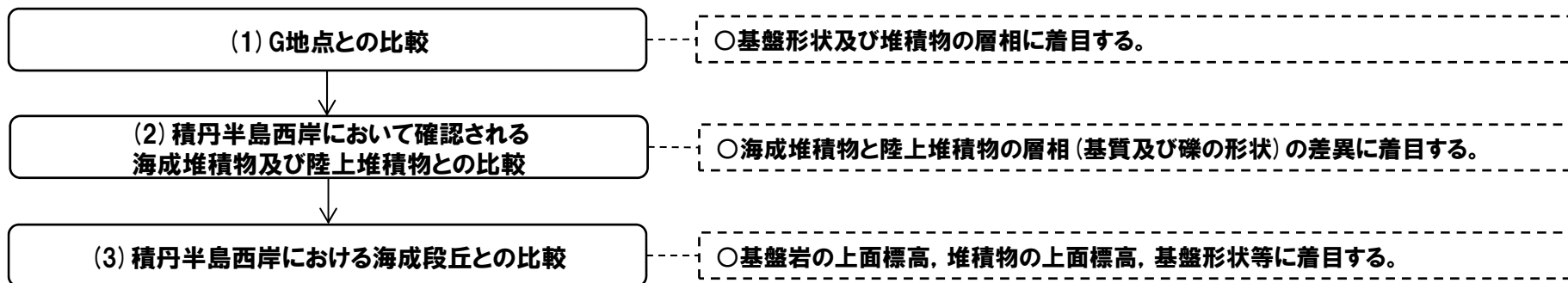
(2) 積丹半島西岸において確認される海成堆積物及び陸上堆積物の特徴と比較 (P520～P521参照)

- G地点(追加調査箇所)には、Hm2段丘堆積物の上位に、斜面堆積物も認められ、両者の層相が比較的類似することから、積丹半島西岸の海成堆積物及び陸上堆積物の特徴とも比較する。
- 積丹半島西岸において確認される海成堆積物は、陸上堆積物と比較し、大局的には礫の円磨度が高く、淘汰が良い特徴を有する堆積物であると考えられる。

(3) 積丹半島西岸における海成段丘との比較 (P522参照)

- F-4断層開削調査箇所に分布する堆積物は、(1)及び(2)の検討の結果、Hm2段丘堆積物と考えられることから、積丹半島西岸における海成段丘との比較を行う。
- 海成段丘との比較に当たっては、基盤岩の上面標高、堆積物の上面標高、基盤形状等に着目する。

※G地点については観察範囲が限られていることから、基盤岩の連続性を確認するため、G地点の汀線方向において、追加のはぎとり調査を実施している。



F-4断層開削調査箇所に分布する堆積物の地層区分に関する検討手順

6.1.1 F-4断層開削調査箇所に分布する堆積物の地層区分

②-2 (1) G地点との比較

一部修正 (H31/4/26審査会合)

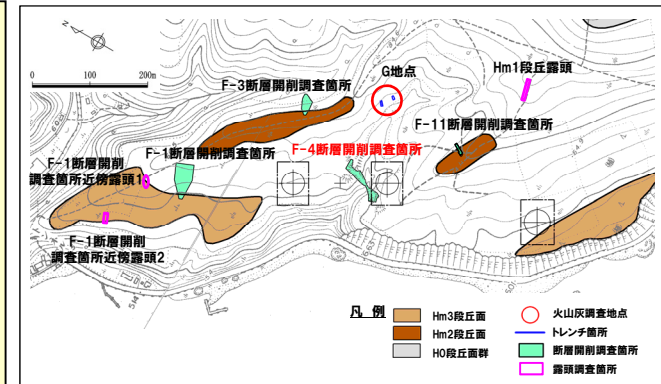
○G地点との比較に当たっては、基盤形状及びHm2段丘堆積物の層相に着目する。

【F-4断層開削調査箇所】

- F-4断層開削調査箇所は、空中写真で判読されたHm2段丘面付近に位置するG地点と同一な緩斜面上に位置する。
- 当該箇所において開削調査を実施している。
- 本調査箇所では、基盤岩（上面標高約52m）の上位に、基質が粗砂であり、亜円～亜角礫の風化により褐色化を呈する砂礫層及び砂層（層厚約3m）が認められる（P516参照）。
- 本調査箇所付近における基盤岩の上面は、緩やかな平坦面を呈しており、Hm2段丘堆積物が認められるG地点に連続する（P518～P519参照）。

【G地点】(P524～P530参照)

- 空中写真で判読されたHm2段丘面付近に位置するG地点においてはぎとり調査を実施した。
- 基盤岩（凝灰角礫岩、上面標高約63m）の上位に、Hm2段丘堆積物（円～亜角礫の風化礫を主体とし、一部クサリ礫が混じる砂礫層及び中粒～粗粒砂主体の砂層）が認められる。



調査位置図 (改変前の地形)

【G地点との比較結果】

- G地点と比較した結果、当該箇所に分布する堆積物は、以下のとおりG地点に認められるHm2段丘堆積物と特徴が調和的である。
 - ・当該箇所付近における基盤岩の上面は、G地点と同様に緩やかな平坦面を呈しており、G地点まで連続する。
 - ・当該箇所に認められる堆積物は、G地点に認められるHm2段丘堆積物と同様な層相（砂礫層及び砂層）を呈する※1。

※1 G地点におけるHm2段丘堆積物（砂礫層）中の礫（円～亜角礫の風化礫を主体）と比較して、円磨の程度に関する記載には僅かな違いがある。

○なお、G地点（追加調査箇所※2）においては、基盤岩の上位にG地点と同様にHm2段丘堆積物を確認しているが、当該箇所においては、その上位に斜面堆積物が認められる（P529参照）。

※2 G地点については観察範囲が限られていることから、基盤岩の連続性を確認するため、G地点の汀線方向において、追加のぎとり調査を実施している。

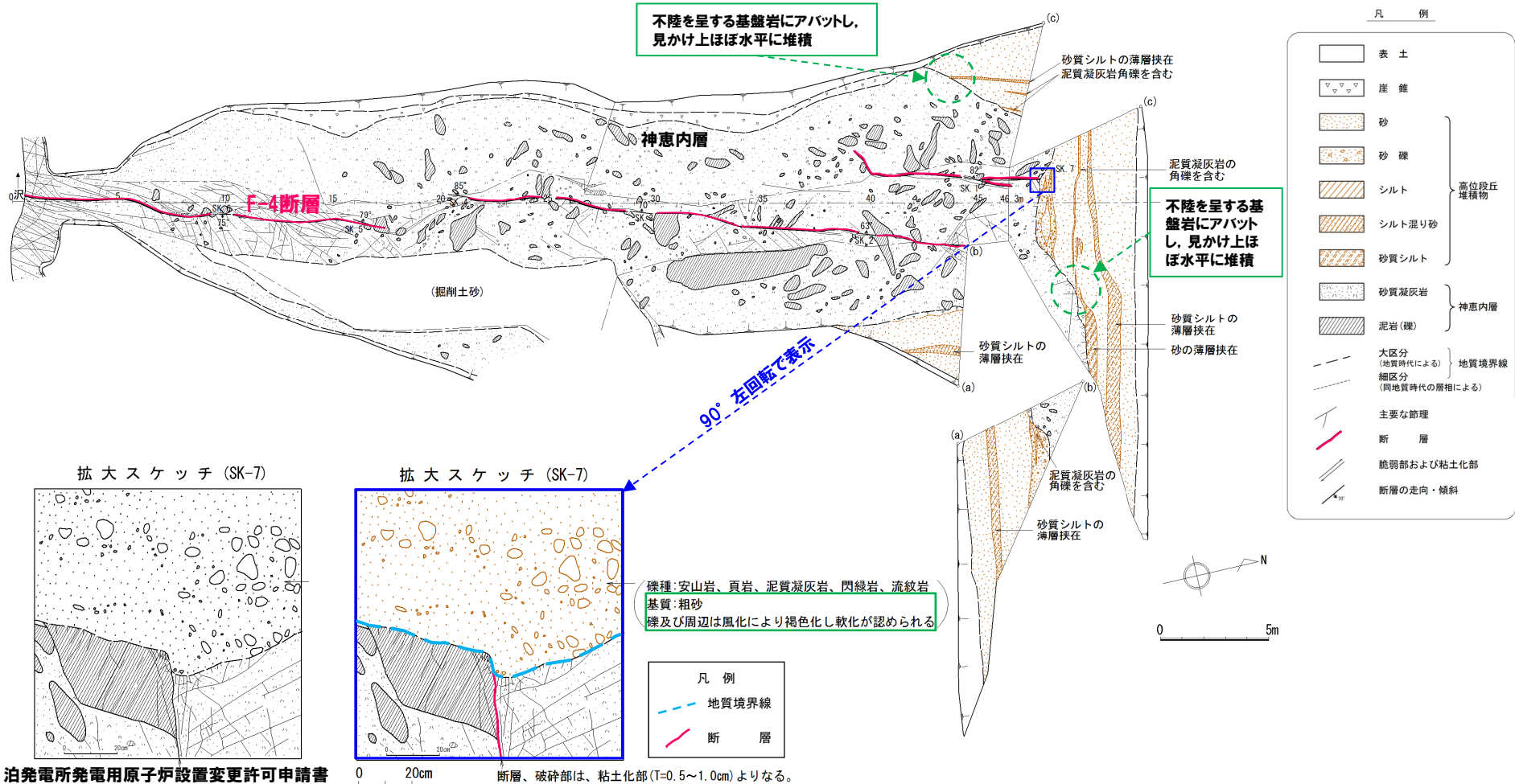
余白

6.1.1 F-4断層開削調査箇所に分布する堆積物の地層区分

②-2 (1) G地点との比較 (F-4断層開削調査箇所の観察結果 (1/2))

一部修正 (H28/5/13審査会合)

- F-4断層開削調査箇所では、基盤岩の上位に、基質が粗砂であり、亜円～亜角礫の風化により褐色化を呈する砂礫層及び砂層が認められる。
- また、砂層中の薄層 (シルト混じり砂層及びシルト層) は、不陸を呈する基盤岩にアバットし、見かけ上ほぼ水平に堆積している。



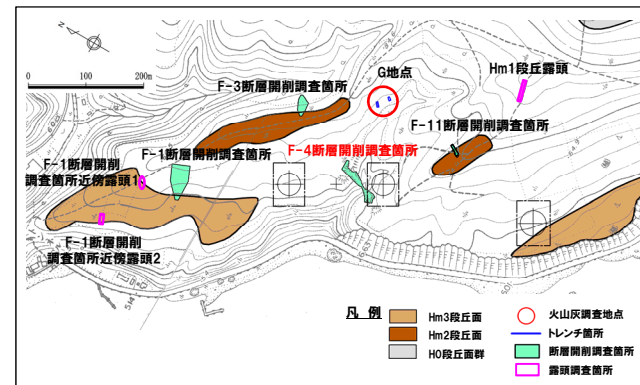
泊発電所発電用原子炉設置変更許可申請書
(平成25年7月8日) 添付図面

露頭スケッチ (F-4断層開削調査箇所)

6.1.1 F-4断層開削調査箇所に分布する堆積物の地層区分

②-2 (1) G地点との比較 (F-4断層開削調査箇所の観察結果 (2/2))

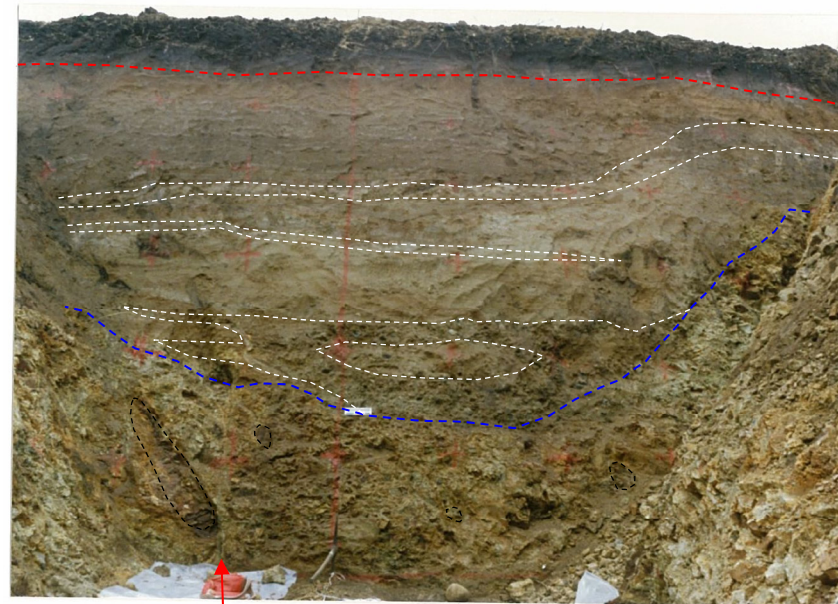
一部修正 (R1/11/7審査会合)



調査位置図 (変更前の地形)



開削調査箇所壁面写真 (北側) (解釈線なし)



F-4断層
開削調査箇所壁面写真 (北側) (解釈線あり)

(凡例)

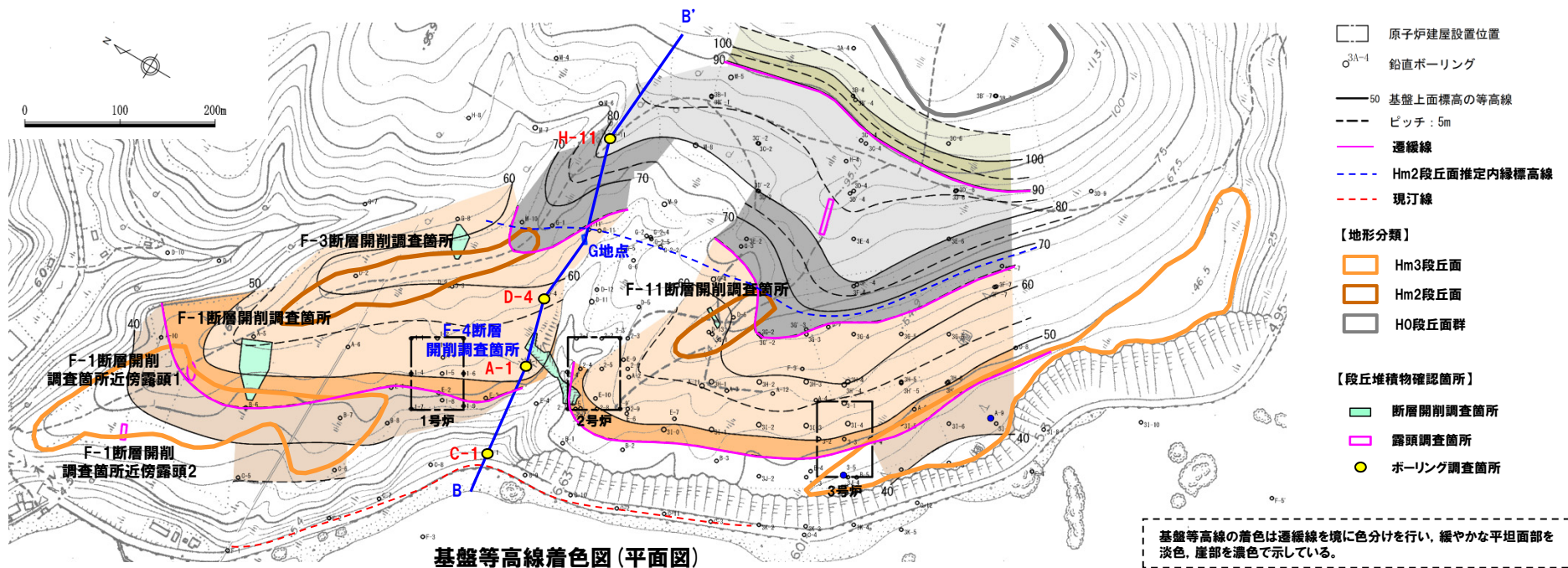
- : 段丘堆積物上面
- : 基盤岩上面
- : 層相境界
- : 泥岩 (礫)

6.1.1 F-4断層開削調査箇所に分布する堆積物の地層区分

②-2 (1) G地点との比較(基盤形状図)(1/2)

一部修正(H30/5/11審査会合)

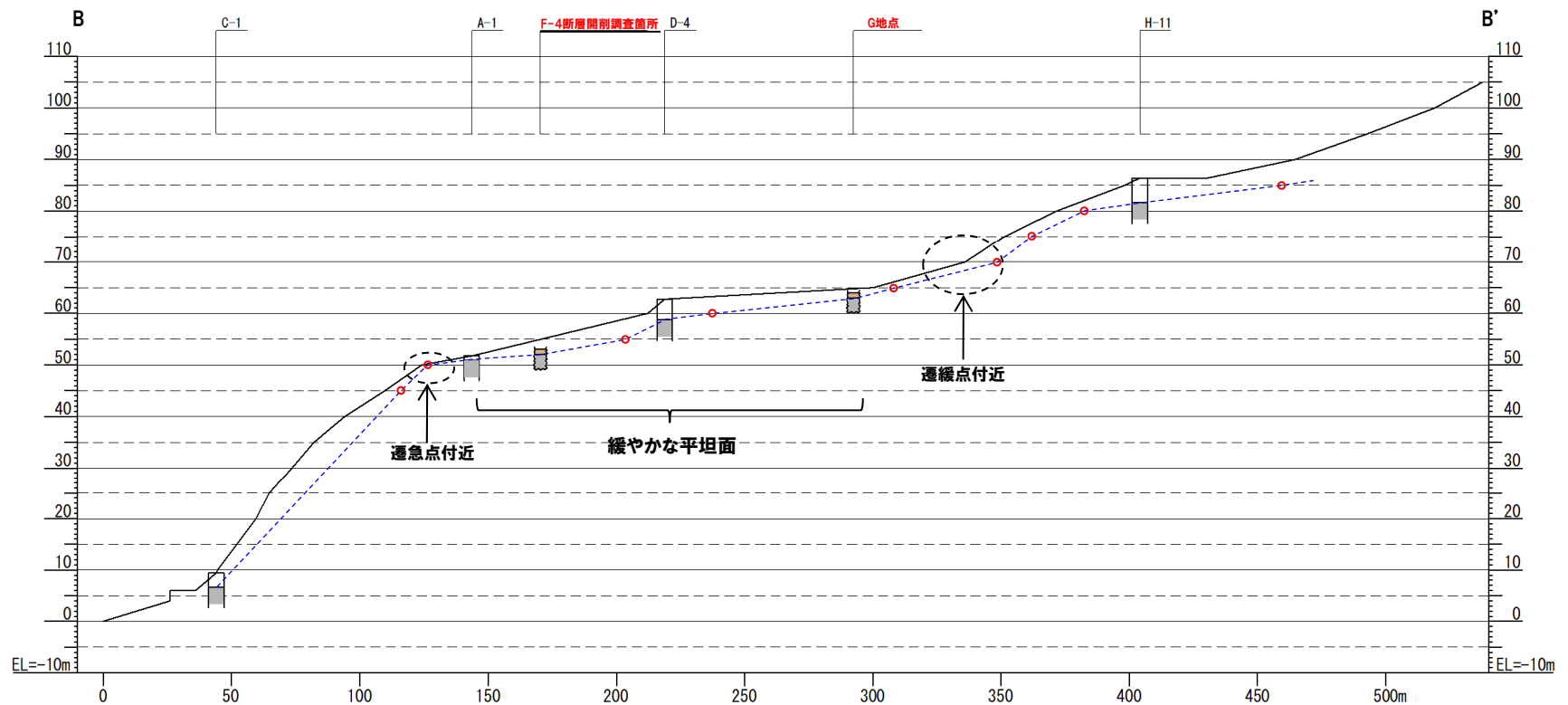
- F-4断層開削調査箇所及びG地点を通り、Hm2段丘面推定内縁標高線及び現汀線と概ね直交する断面図を、既往ボーリング調査による基盤上面標高の情報を用いて作成し、基盤形状を確認した。
- G地点における基盤の上面は緩やかな平坦面を呈しており、本調査箇所連続する。



6.1.1 F-4断層開削調査箇所に分布する堆積物の地層区分

②-2 (1) G地点との比較(基盤形状図)(2/2)

一部修正(H30/5/11審査会合)



B-B' 断面図

- Hm2段丘堆積物
- 基盤岩
- - - 基盤線
- 基盤上面標高の等高線図に基づく高度

本断面図は縦横比を2:1で表示している。
 基盤線は、近接する既往ボーリング調査結果を基本とし、近接するボーリングデータが不足する箇所については、基盤上面標高の等高線図を用いて作成した。

6.1.1 F-4断層開削調査箇所に分布する堆積物の地層区分

②-3 (2) 海成堆積物及び陸上堆積物との比較(1/2)

一部修正(H31/4/26審査会合)

- G地点(追加調査箇所※)には、Hm2段丘堆積物の上位に、斜面堆積物も認められる。
- G地点(追加調査箇所)においては、露頭観察結果及びG地点との基盤の連続性から、Hm2段丘堆積物及び斜面堆積物への地層区分がなされているが、両者は以下に示すとおり、砂及び礫で構成される点において、層相が類似する。
【層相】(P529参照)
 - ・Hm2段丘堆積物: 礫質砂及び砂礫(礫は亜円状を呈し、風化礫主体)
 - ・斜面堆積物 : 礫混じりシルト質砂(礫は亜円～亜角状を呈し、風化礫主体)
- このため、F-4断層開削調査箇所に分布する堆積物については、積丹半島西岸の海成堆積物及び陸上堆積物の特徴(次頁参照)とも比較する。

※G地点については観察範囲に限られることから、基盤岩の連続性を確認するため、G地点の汀線方向において、追加のはざり調査を実施している。

- 積丹半島西岸において確認される海成堆積物及び陸上堆積物を整理した結果、海成堆積物は、大局的には礫の円磨度が高く、淘汰が良い特徴を有する堆積物であると考えられる(次頁の表の青字参照)。
- F-4断層開削調査箇所に分布する堆積物は、露頭スケッチにおいて、基質は粗砂との記載がなされており(P516参照)、これは淘汰が良いことを示している。



- 積丹半島西岸において確認される海成堆積物及び陸上堆積物の特徴と比較した結果、F-4断層開削調査箇所に分布する堆積物は、淘汰が良いことから、海成堆積物としての特徴を有しているものと考えられる。
- また、当該箇所に分布する堆積物中の薄層(シルト混じり砂層及びシルト層)は、不陸を呈する基盤岩にアバットし、見かけ上ほぼ水平に堆積していることから、海成堆積物としての特徴を有しているものと考えられる(P516参照)。

6.1.1 F-4断層開削調査箇所に分布する堆積物の地層区分

②-3 (2) 海成堆積物及び陸上堆積物との比較 (2/2)

一部修正 (H31/2/22審査会合)

- 積丹半島西岸において確認される海成堆積物及び陸上堆積物の特徴の整理結果を下表に示す。
 ○なお、下表は、積丹半島西岸における段丘調査結果並びに敷地におけるトレンチ箇所及び露頭調査の結果 (F-1断層開削調査箇所付近並びにF-4断層及びF-11断層開削調査箇所を除く) に基づき作成した。

積丹半島西岸において確認される海成堆積物及び陸上堆積物の特徴

地層		堆積年代	基盤岩の 上面標高 (EL.)	堆積物の 上面標高 (EL.)	層厚	層相	その他
海成堆積物	Hm1段丘堆積物	MIS11	約86m	約88m	約2m	(砂礫層) 円礫主体, クサリ礫主体	・基盤岩は緩やかな平坦面を有しており, Hm2段丘基盤の一段上位に分布
	Hm2段丘堆積物	MIS9	約54~64m	約57~65m	約1~3m	(砂層) 淘汰の良い砂 (砂礫層) 亜円~亜角礫主体, 風化礫若しくはクサリ礫混じる	・Hm2段丘は, Hm3段丘の一段上位に分布 ・Hm2段丘及びHm3段丘の基盤は緩やかな平坦面を有しており, 両者の間には平坦面が崖で境されることによる遷緩点が認められる (茶津地点 (A地点))
	Hm3段丘堆積物	MIS7	約39~46m	約41~48m	約1~5m	(砂層) 淘汰の良い砂 (砂礫層) 円~亜角礫主体, 風化礫若しくはクサリ礫混じる	・Hm3段丘は, Mm1段丘の一段上位に分布 ・Hm2段丘及びHm3段丘の基盤は緩やかな平坦面を有しており, 両者の間には平坦面が崖で境されることによる遷緩点が認められる (茶津地点 (A地点))
	Mm1段丘堆積物	MIS5e	約14~23m	約16~26m	約1~4m	(砂層) 淘汰の良い砂 (砂礫層) 亜円~亜角礫主体, 新鮮な礫を主体とする	・段丘堆積物を覆う陸成層 (砂・シルト) 並びに扇状地性堆積物及び崖錐堆積物に挟在するシルト層中に洞爺火山灰の降灰層等に相当する箇所が確認される ・基盤岩は緩やかな平坦面を有する
	Hm2段丘堆積物相当層	MIS9	約52m以上	約53~60m	約1m以上	(砂層) 淘汰の良い砂 (砂礫層) 亜円礫主体, 風化礫わずかに混じる	・C-2トレンチ及びC-3トレンチに分布 ・基盤岩が傾斜している (C-2トレンチ)
陸上堆積物	陸成層	-	-	-	-	・シルト層及び砂層主体 ・砂層は, 海成堆積物と比較してシルト分が多い傾向がある	・粒度分析の結果, 海成堆積物と比較してシルトの含有率が高い ・風成の堆積物等が考えられる
	斜面堆積物						・背後斜面からの二次堆積物を主体とする
	斜面II堆積物	後期更新世以降				・シルト質砂礫層及び礫混じりシルト層主体 ・シルト層を挟在する場合がある ・礫は亜円~角礫主体	・火山ガラスの屈折率測定・主成分分析の結果, 洞爺火山灰 (Toya) に対比される火山ガラスが認められる ・粒度分析の結果, 海成堆積物と比較してシルトの含有率が高い
	斜面I堆積物	中期更新世					・火山ガラスの屈折率測定・主成分分析の結果, 洞爺火山灰 (Toya) に対比される火山ガラスは認められない
	扇状地性堆積物及び崖錐堆積物	-					・扇状地地形及び崖錐地形が確認される
河成の堆積物	MIS7直後	-	約47m	約3m	・砂礫層主体 ・シルト層を挟在する ・礫は円~角礫, クサリ礫混じる ・上方細粒化を示す ・インプリケーションが認められる	・MIS5eの旧汀線高度 (約25m) より高標高に分布 ・MIS7の旧汀線高度 (約48m) 付近に分布 ・Hm3段丘堆積物 (MIS7) を直接覆う	

赤字は海成段丘の主な特徴を示す。

6.1.1 F-4断層開削調査箇所に分布する堆積物の地層区分

②-4 (3) 積丹半島西岸における海成段丘との比較

一部修正 (H31/4/26審査会合)

- F-4断層開削調査箇所に分布する堆積物は、「(1) G地点との比較」及び「(2) 海成堆積物及び陸上堆積物との比較」の検討の結果、Hm2段丘堆積物と考えられることから、積丹半島西岸における海成段丘との比較を行う(下表参照)。
- 海成段丘との比較に当たっては、基盤岩の上面標高、堆積物の上面標高、基盤形状等に注目する。

F-4断層開削調査箇所と積丹半島西岸における海成段丘の特徴の比較結果

比較項目	本調査箇所	積丹半島西岸において確認される海成段丘					比較結果
		Hm1段丘 (MIS11)	Hm2段丘 (MIS9)	Hm3段丘 (MIS7)	Mm1段丘 (MIS5e)	Hm2段丘 堆積物相当層 (MIS9)	
基盤岩の 上面標高 (EL.)	約52m	約86m	約54～64m	約39～46m	約14～23m	約52m以上	○Hm2段丘堆積物及びHm2段丘 堆積物相当層と標高が同程度
堆積物の 上面標高 (EL.)	約55m	約88m	約57～65m	約41～48m	約16～26m	約53～60m	○Hm2段丘堆積物及びHm2段丘 堆積物相当層と標高が同程度
堆積物の層厚	約3m	約2m	約1～3m	約1～5m	約1～4m	約1m以上	○全ての海成堆積物と層厚が同 程度
基盤形状	緩やかな平坦面を呈して おり、G地点に連続する	緩やかな平坦面を有する				傾斜している	○段丘堆積物と調和的



- 積丹半島西岸における海成段丘と比較した結果、F-4断層開削調査箇所に分布する堆積物は、積丹半島西岸において確認されるHm2段丘堆積物の特徴と整合的である。

6.1.1 F-4断層開削調査箇所に分布する堆積物の地層区分

②-5 まとめ

一部修正 (R1/11/7審査会合)

○F-4断層開削調査箇所に分布する堆積物の地層区分に関する検討手順、着目点及び検討結果を下表に示す。

F-4断層開削調査箇所に分布する堆積物の地層区分に関する検討手順、着目点及び検討結果

検討手順	着目点	検討結果
(1) G地点との比較	○基盤形状 ○堆積物の層相	○基盤岩の上面は、G地点と同様に緩やかな平坦面を呈しており、G地点まで連続する。 ○G地点に認められるHm2段丘堆積物と同様な層相（砂礫層及び砂層）を呈する。
(2) 積丹半島西岸において確認される海成堆積物及び陸上堆積物との比較	○海成堆積物と陸上堆積物の層相	○淘汰が良いことから、海成堆積物としての特徴を有しているものと考えられる。 ○また、堆積物中の薄層（シルト混じり砂層及びシルト層）は、不陸を呈する基盤岩にアバットし、見かけ上ほぼ水平に堆積していることから、海成堆積物としての特徴を有しているものと考えられる。
(3) 積丹半島西岸における海成段丘との比較	○基盤岩の上面標高 ○堆積物の上面標高 ○堆積物の層厚 ○基盤形状	○積丹半島西岸において確認されるHm2段丘堆積物の特徴と整合的である。



○各種検討の結果、F-4断層開削調査箇所に分布する堆積物は、Hm2段丘堆積物に区分される。

6.1.1 F-4断層開削調査箇所に分布する堆積物の地層区分

(参考) G地点 (1/7)

一部修正 (H31/2/22審査会合)

○空中写真で判読されたHm2段丘面付近に位置するG地点においてはぎとり調査を実施した。

【G地点】

(各種観察結果)

- 基盤岩(凝灰角礫岩, 上面標高約63m)の上位に, 海成堆積物(円～亜角礫の風化礫を主体とし, 一部クサリ礫が混じる砂礫層及び中粒～粗粒砂主体の砂層)が認められる(次頁参照)。
- 海成堆積物は, 以下の理由から, Hm2段丘堆積物に区分される。
 - ・本調査箇所はHm2段丘面付近に位置する。
 - ・海成堆積物は, MIS9の海成段丘に認定された茶津地点(A-1トレンチ)におけるHm2段丘堆積物(基盤上面標高約62m)と標高が同程度である(P358～P360参照)。
 - ・基盤岩は緩やかな平坦面を有する。
- 明瞭な火山灰を含む地層は認められない。
- 露頭観察において層相の観点から地層区分したHm2段丘堆積物について, 定量的な検討として礫種・礫の形状を調査した。
- G地点については, 調査窓及び対象層(Hm2段丘堆積物)が一つであること並びに近接する調査箇所が存在しないことから, 敷地北側に位置するA-3トレンチの海成堆積物(Hm3段丘堆積物)並びに敷地南側に位置するC-1トレンチの海成堆積物(Hm3段丘堆積物)及び斜面堆積物の調査結果と比較を行った。
- Hm2段丘堆積物の主要構成礫は, 安山岩礫及び砂質凝灰岩礫である。
- Hm2段丘堆積物は, A-3トレンチにおけるHm3段丘堆積物と比較して砂質凝灰岩礫の割合が多いものの, C-1トレンチにおけるHm3段丘堆積物の調査結果と調和的である。
- Hm2段丘堆積物の球形度及び円磨度は, C-1トレンチにおけるHm3段丘堆積物の調査結果と調和的である。



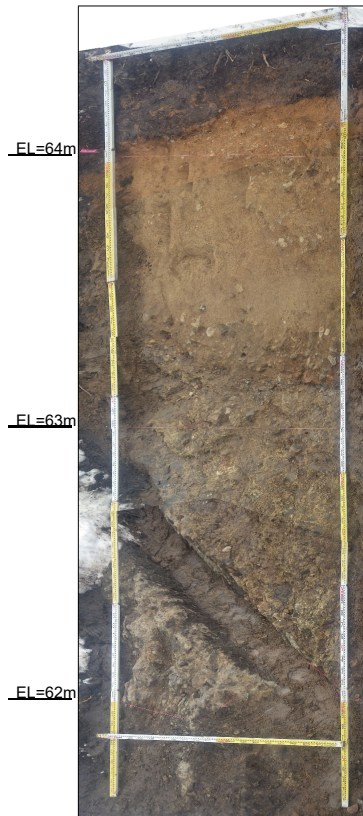
- Hm2段丘堆積物については, 礫種・礫の形状調査の結果, C-1トレンチにおける海成堆積物(Hm3段丘堆積物)の調査結果と調和的である。
- 本調査箇所では, 基盤岩の上位にHm2段丘堆積物が認められる。

6.1.1 F-4断層開削調査箇所に分布する堆積物の地層区分

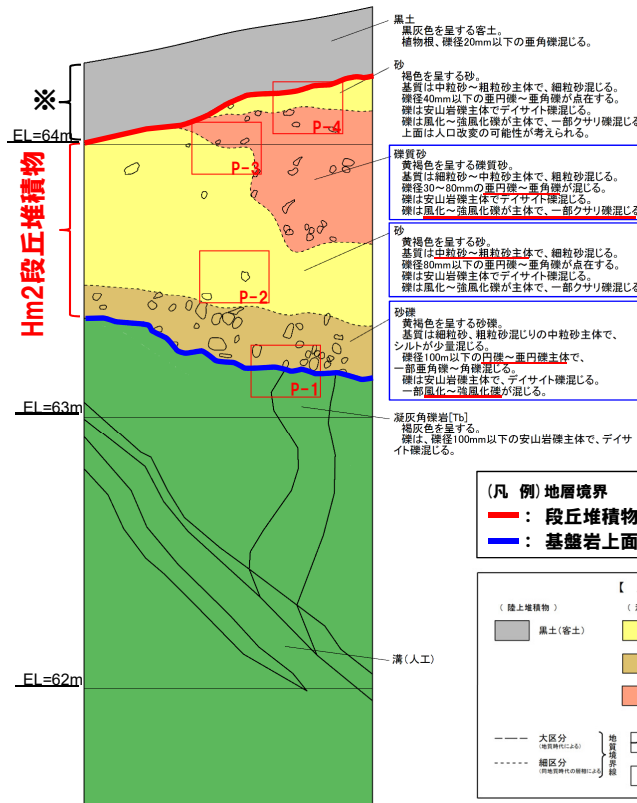
(参考) G地点 (2/7)

一部修正 (H30/5/11審査会合)

- 基盤岩(凝灰角礫岩, 上面標高約63m)の上に, 海成堆積物(円~垂角礫の風化礫を主体とし, 一部クサリ礫が混じる砂礫層及び中粒~粗粒砂主体の砂層)が認められる。
- 海成堆積物は, 以下の理由から, Hm2段丘堆積物に区分される。
 - ・本調査箇所はHm2段丘面付近に位置する。
 - ・海成堆積物は, MIS9の海成段丘に認定された茶津地点(A-1トレンチ)におけるHm2段丘堆積物(基盤上面標高約62m)と標高が同程度である。
 - ・基盤岩は緩やかな平坦面を有する。
- 本調査箇所は道路造成に伴う改変により, Hm2段丘堆積物を含む上位の地層が消失している状況である。
- 明瞭な火山灰を含む地層は認められない。

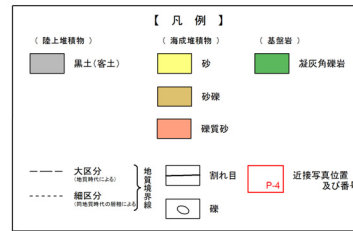


写真(G地点)



スケッチ(G地点)

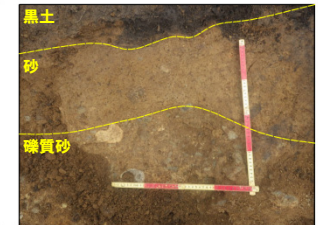
【凡例】地層境界
 赤線: 段丘堆積物上面
 青線: 基盤岩上面



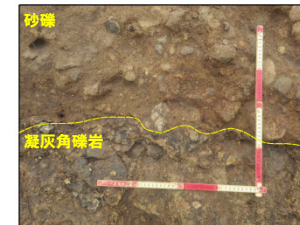
※本調査箇所は道路造成に伴う改変により, Hm2段丘堆積物を含む上位の地層が消失している。



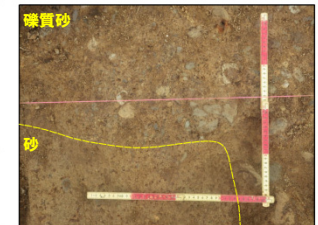
P-2 砂に混じる礫の近接



P-4 砂/礫質砂の近接



P-1 砂礫/凝灰角礫岩の近接



P-3 礫質砂/砂の近接

近接写真

露頭観察結果整理表(G地点)

地層	層相	代表的な記事
陸上堆積物	表土	黒土 ・黒灰色を呈する, 植物根混じる
海成堆積物	Hm2段丘堆積物	礫質砂 ・黄褐色を呈する ・垂円~垂角礫が混じる, 風化~強風化礫主体で一部クサリ礫混じる ・礫は安山岩主体, デイサイト混じる ・基質は細粒砂~中粒砂主体
	砂	砂 ・黄褐色を呈する ・基質は中粒砂~粗粒砂主体
	砂礫	砂礫 ・黄褐色を呈する ・円~垂円礫主体, 風化~強風化礫混じる ・礫は安山岩主体, デイサイト混じる ・基質は中粒砂主体, 細粒砂及び粗粒砂混じる
基盤岩	凝灰角礫岩	・安山岩礫主体, デイサイト礫混じる

6.1.1 F-4断層開削調査箇所に分布する堆積物の地層区分

(参考) G地点 (3/7)

一部修正 (H31/2/22審査会合)

【G地点】

(各種分析・測定結果)

- 各種観察結果に基づく地層区分の妥当性確認及び堆積年代の考察のため、各種分析・測定を実施した。
- 各種分析・測定結果について、下表に示す。

調査項目		対象層
		Hm2段丘堆積物
分析・測定	火山ガラスの屈折率測定・主成分分析 重鉍物の屈折率測定	○有意なデータは得られていない。
	粒度分析	○粒度分布はC地点における海成堆積物の結果と調和的である。
	帯磁率測定	○Hm2段丘堆積物中に明瞭な差異は認められない。

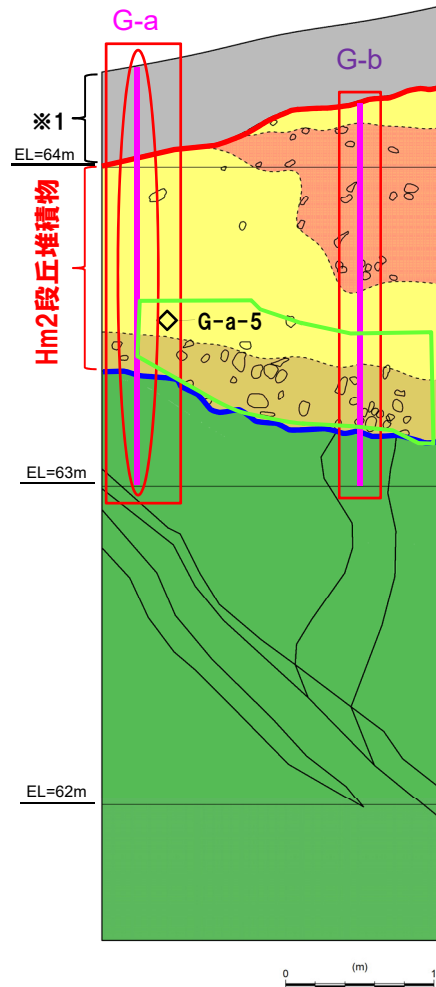


- 各種観察結果に基づき地層区分したHm2段丘堆積物は、粒度分析の結果からも海成堆積物の特徴が認められ、地層区分が妥当であることを確認した。

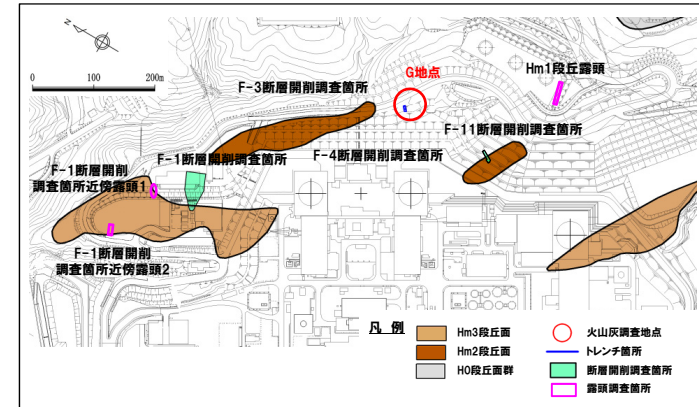
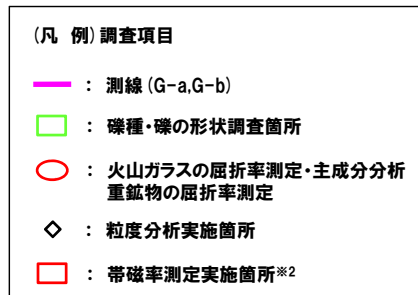
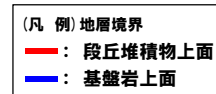
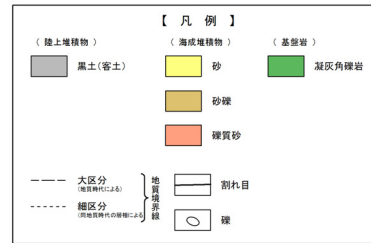
6.1.1 F-4断層開削調査箇所に分布する堆積物の地層区分

(参考) G地点 (4/7)

一部修正 (H31/2/22審査会合)



スケッチ (G地点)



調査位置図

※1 本調査箇所は道路造成に伴う改変により、Hm2段丘堆積物を含む上位の地層が消失している。

※2 帯磁率測定は、測線において、鉛直方向に10cm間隔で実施。

6.1.1 F-4断層開削調査箇所に分布する堆積物の地層区分

(参考) G地点 (5/7)

一部修正 (H31/2/22審査会合)

【G地点 (追加調査箇所)】

(各種観察結果)

- G地点については観察範囲が限られていることから、G地点の汀線方向 (南東側) において、追加のはぎとり調査を実施し、基盤岩の連続性を確認した。
- 追加のはぎとり調査の結果、汀線方向に平坦な基盤が連続していることを確認した (P530参照)。
- 追加調査箇所においては、基盤岩 (凝灰角礫岩、上面標高約64m) の上位に、海成堆積物 (亜円礫の風化礫を主体とする礫質砂層及び砂礫層) 及び陸上堆積物 (礫混じりシルト質砂層) が認められる (次頁参照)。
- 海成堆積物は、G地点におけるHm2段丘堆積物と層相が調和的であり、同程度の標高に分布することから、Hm2段丘堆積物に区分される。
- Hm2段丘堆積物の上位の礫混じりシルト質砂層は、基質にシルトが混じり、下位のHm2段丘堆積物を削り込んで堆積していることから、斜面堆積物に区分される。



- 本調査箇所では、基盤岩の上位にHm2段丘堆積物及び斜面堆積物が認められる。

【G地点 (追加調査箇所)】

(各種分析・測定結果)

- 観察結果に基づく地層区分の妥当性確認及び堆積年代の考察のため、各種分析・測定を実施した。
- 各種分析・測定結果について、下表に示す。

調査項目	地層区分	
	Hm2段丘堆積物	斜面堆積物
火山ガラスの屈折率測定・主成分分析 重鉱物の屈折率測定	○有意なデータは得られていない。	○洞爺火山灰 (Toya) に対比される火山ガラスは認められない。
粒度分析	○斜面堆積物と比較して、シルトの含有率が低い。	○Hm2段丘堆積物と比較して、シルトの含有率が高い。



- 観察結果に基づき地層区分したHm2段丘堆積物及び斜面堆積物は、粒度分析の結果からも異なる特徴が認められ、地層区分が妥当であることを確認した。
- 火山ガラスの屈折率測定・主成分分析の結果、斜面堆積物中には洞爺火山灰 (Toya) に対比される火山ガラスは認められないことから、斜面堆積物は、斜面Ⅰ堆積物※に区分される。

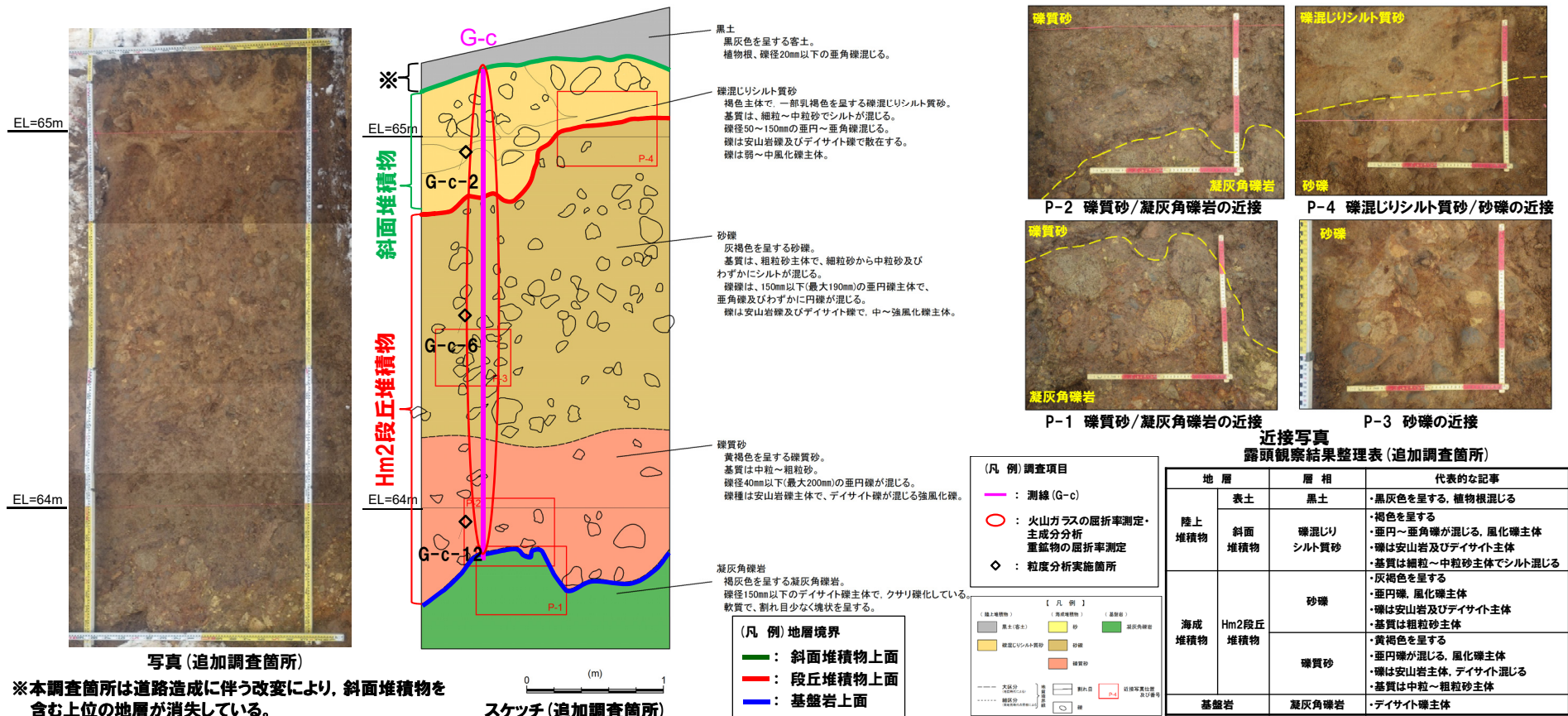
※斜面堆積物については、中期更新世に堆積したものを「斜面Ⅰ堆積物」、後期更新世以降に堆積したものを「斜面Ⅱ堆積物」と呼称している。

6.1.1 F-4断層開削調査箇所に分布する堆積物の地層区分

(参考) G地点 (6/7)

一部修正 (H31/2/22審査会合)

- G地点については観察範囲が限られていることから、G地点の汀線方向(南東側)において、追加のはぎとり調査を実施し、基盤岩の連続性を確認した。
- 追加のはぎとり調査の結果、汀線方向に平坦な基盤が連続していることを確認した(次頁参照)。
- 追加調査箇所においては、基盤岩(凝灰角礫岩、上面標高約64m)の上位に、海成堆積物(亜円礫の風化礫を主体とする礫質砂層及び砂礫層)及び陸上堆積物(礫混じりシルト質砂層)が認められる。
- 海成堆積物は、G地点におけるHm2段丘堆積物と層相が調和的であり、同程度の標高に分布することから、Hm2段丘堆積物に区分される。
- Hm2段丘堆積物の上位の礫混じりシルト質砂層は、基質にシルトが混じり、下位のHm2段丘堆積物を削り込んで堆積していることから、斜面堆積物に区分される。
- 本調査箇所は道路造成に伴う改変により、斜面堆積物を含む上位の地層が消失している状況である。

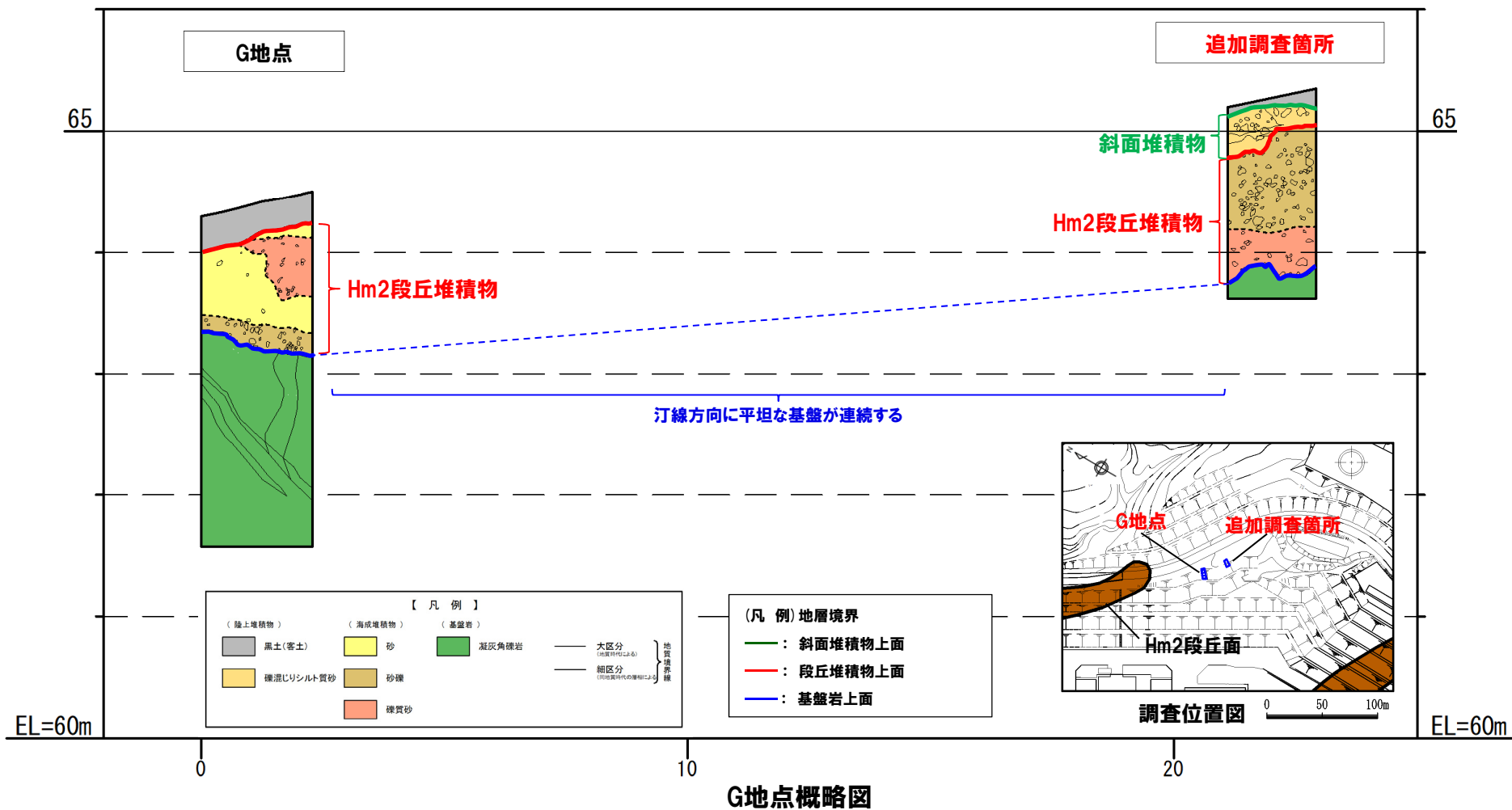


6.1.1 F-4断層開削調査箇所に分布する堆積物の地層区分

(参考) G地点 (7/7)

一部修正 (H31/2/22審査会合)

○追加のはぎとり調査の結果、汀線方向に平坦な基盤が連続していることを確認した。



6.1.2 F-11断層開削調査箇所に分布する堆積物の地層区分

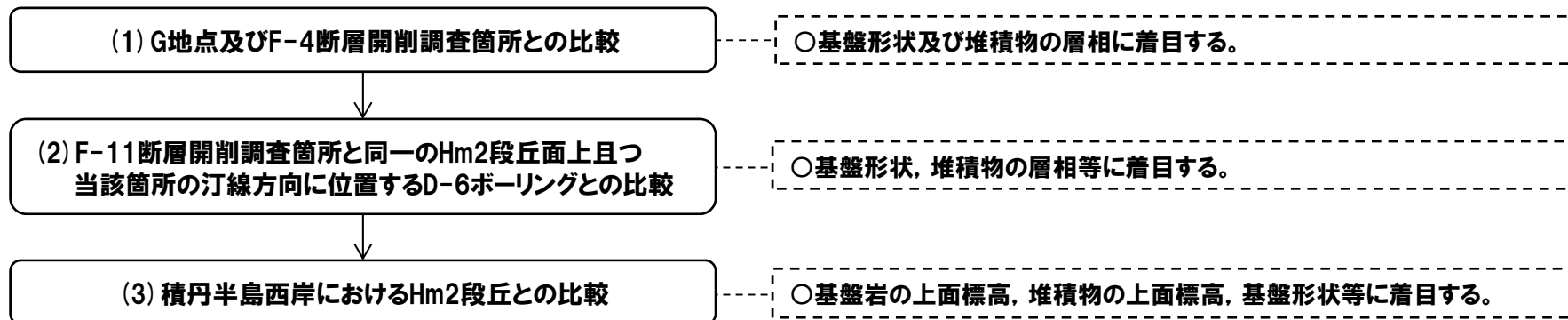
③-1 検討手順

一部修正 (H31/4/26審査会合)

- F-11断層開削調査箇所に分布する堆積物の地層区分に関する検討手順を以下に示す。
- F-11断層開削調査箇所に分布する堆積物の地層区分については、先に地層区分を行ったF-4断層開削調査箇所との比較も行うこと及びF-11断層開削調査箇所においてはHm2段丘面が判読されることから、F-4断層開削調査箇所に分布する堆積物の地層区分の検討とは手順が一部異なる。
- なお、検討に当たっては、F-11断層開削調査箇所付近に位置する各調査箇所について、それぞれのスケッチ及び柱状図から代表柱状図を作成し、これらを断面図（汀線直交方向及び汀線方向）上に整理する。

【検討手順】

- (1) G地点及び先に地層区分を行ったF-4断層開削調査箇所との比較 (P532～P540参照)
 - G地点及びF-4断層開削調査箇所においては、基盤岩の上位にHm2段丘堆積物が認められる。
 - F-4断層開削調査箇所における基盤岩の上面は、緩やかな平坦面を呈しており、G地点に連続する。
 - G地点及びF-4断層開削調査箇所との比較に当たっては、当該箇所付近の基盤形状及び堆積物の層相に着目する。
- (2) D-6ボーリングとの比較 (P542～P543参照)
 - F-11断層開削調査箇所に分布する堆積物は、基質が層相変化しているものと考えられ、G地点及びF-4断層開削調査箇所に認められるHm2段丘堆積物と同様な層相（砂礫層）を呈する部分と異なる部分が存在する。
 - このため、更なる検討を行う。
 - 更なる検討に当たっては、当該箇所と同一のHm2段丘面上且つ当該箇所の汀線方向に位置するD-6ボーリングを用いることとする。
 - なお、D-6ボーリングは、1,2号炉調査時に実施したものである。
- (3) 積丹半島西岸におけるHm2段丘との比較 (P544参照)
 - F-11断層開削調査箇所に分布する堆積物は、(1)及び(2)の検討の結果、Hm2段丘堆積物と考えられることから、積丹半島西岸におけるHm2段丘と比較を行う。
 - Hm2段丘との比較に当たっては、基盤岩の上面標高、堆積物の上面標高、基盤形状等に着目する。



F-11断層開削調査箇所に分布する堆積物の地層区分に関する検討手順

6.1.2 F-11断層開削調査箇所に分布する堆積物の地層区分

③-2 (1) G地点及びF-4断層開削調査箇所との比較

一部修正 (H31/4/26審査会合)

- F-11断層開削調査箇所は、当該箇所付近に位置するG地点及びF-4断層開削調査箇所との比較を行う。
- また、3号炉敷地造成工事時には、F-11断層開削調査箇所付近において、追加の露頭（以降、敷地造成工事時露頭と呼称）観察も実施していることから、当該観察結果も考慮する。
- なお、検討に当たっては、F-11断層開削調査箇所付近に位置する以下の調査箇所について、それぞれのスケッチ及び柱状図から代表柱状図を作成し、これらを汀線直交方向断面（A-A'断面）及び汀線方向断面（B-B'断面）上に整理したものをを用いる。
 - ・F-11断層開削調査箇所（P536～P537参照）
 - ・敷地造成工事時露頭（P538～P540参照）
 - ・A-11ボーリング（P546参照）、D-13ボーリング（P547参照）、G-4ボーリング（P548参照）及びD-6ボーリング（P550～P551参照）

【F-11断層開削調査箇所】（P536～P537参照）

- F-11断層開削調査箇所は、空中写真判読で抽出されたHm2段丘面（次頁及びP534の①）に位置する。
- 当該箇所において開削調査を実施している。
- 本調査箇所では、基盤岩（上面標高約61m）のうち、F-11断層が確認される範囲の直上に、亜円～亜角礫*のクサリ礫を含む砂礫層が認められるが、本調査箇所に認められる堆積物の包括的な層相は、礫混じりシルト層である。
- このため、本調査箇所に認められる堆積物の層相は、同様な形状及び性状の礫が一様に認められるが、基質は層相変化を示しているものと考えられる（P534の②）。
- 本調査箇所付近における基盤岩の上面は、G地点からF-4断層開削調査箇所の範囲までと同様に、緩やかな平坦面を呈する（P534の③）。

【敷地造成工事時露頭】（P538～P540参照）

- F-11断層開削調査箇所付近に位置する敷地造成工事時露頭において、露頭観察を実施している。
- 本露頭では、基盤岩（上面標高約61m）の上位に、亜円～亜角礫のクサリ礫を含む砂礫層が認められるが、F-11断層が確認される範囲の直上では、基質は赤褐色シルトである。
- このため、本露頭に認められる堆積物の層相は、同様な形状及び性状の礫が一様に認められるが、基質は層相変化を示しているものと考えられる（P534の④）。

【G地点】（P524～P530参照）

- 空中写真で判読されたHm2段丘面付近に位置するG地点においてはざり調査を実施した。
- 基盤岩（凝灰角礫岩、上面標高約63m）の上位に、Hm2段丘堆積物（円～亜角礫の風化礫を主体とし、一部クサリ礫が混じる砂礫層及び中粒～粗粒砂主体の砂層）が認められる。

【F-4断層開削調査箇所】（P516～P519参照）

- F-4断層開削調査箇所は、空中写真で判読されたHm2段丘面付近に位置するG地点と同一な緩斜面上に位置する。
- 当該箇所において開削調査を実施している。
- 本調査箇所では、基盤岩（上面標高約52m）の上位に、Hm2段丘堆積物（基質が粗砂であり、亜円～亜角礫の風化により褐色化を呈する砂礫層及び砂層（層厚約3m））が認められる。
- 本調査箇所付近における基盤岩の上面は、緩やかな平坦面を呈しており、Hm2段丘堆積物が認められるG地点に連続する。

*G地点におけるHm2段丘堆積物（砂礫層）中の礫（円～亜角礫の風化礫を主体）と比較して、円磨の程度に関する記載には僅かな違いがある。



（次頁へ続く）

6.1.2 F-11断層開削調査箇所に分布する堆積物の地層区分

③-2 (1) G地点及びF-4断層開削調査箇所との比較

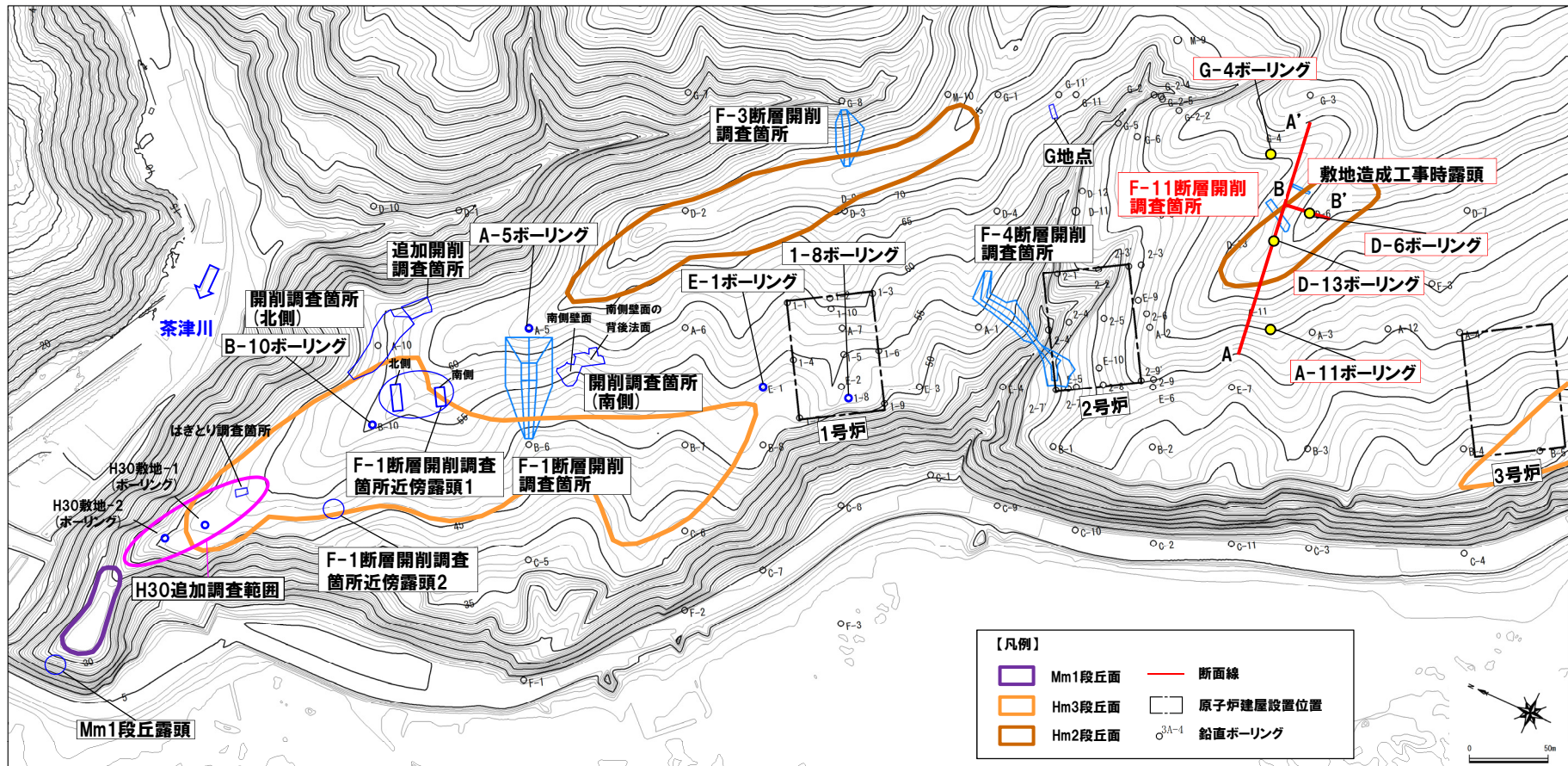
一部修正 (H31/4/26審査会合)

← (前頁からの続き)

【G地点及びF-4断層開削調査箇所との比較結果】

○G地点及びF-4断層開削調査箇所と比較した結果、F-11断層開削調査箇所に分布する堆積物は、以下の特徴を有する。

- ・F-11断層開削調査箇所は、Hm2段丘面上に位置する。
- ・当該箇所付近における基盤岩の上面は、G地点からF-4断層開削調査箇所の範囲までと同様に、汀線直交方向に緩やかな平坦面を呈する。
- ・当該箇所に分布する堆積物は、基質が層相変化しているものと考えられ、G地点及びF-4断層開削調査箇所に認められるHm2段丘堆積物と同様な層相(砂礫層)を呈する部分と異なる部分が存在する。



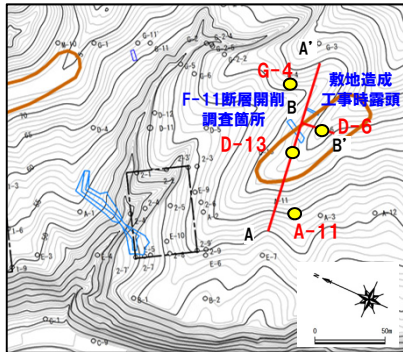
調査位置図(変更前の地形)

当図は、国土地理院1976年撮影の空中写真を使用した空中写真図化により作成(1mコンター)

6.1.2 F-11断層開削調査箇所に分布する堆積物の地層区分

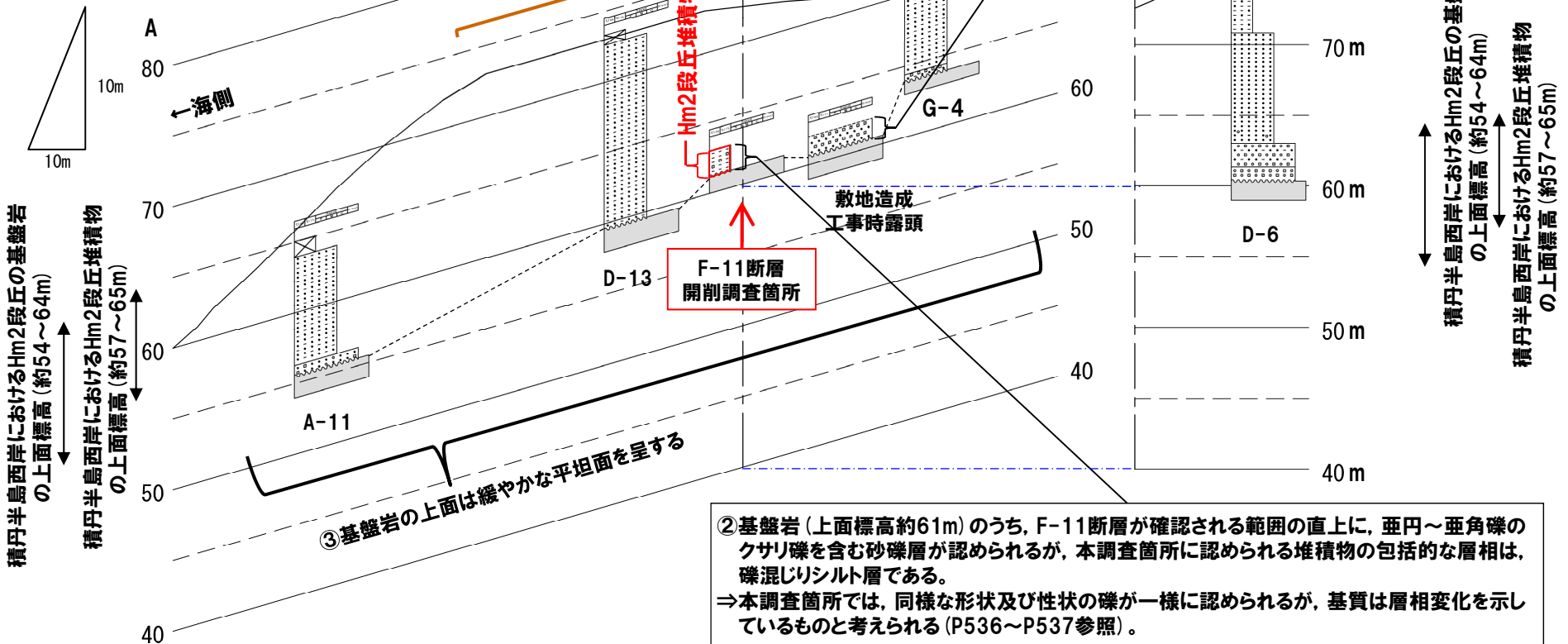
③-2 (1) G地点及びF-4断層開削調査箇所との比較

一部修正 (R2/8/7審査会合)



④基盤岩(上面標高約61m)の上位に、亜円~亜角礫のクサリ礫を含む砂礫層が認められるが、F-11断層が確認される範囲の直上では、基質が赤褐色シルトである。
 ⇒本露頭では、同様な形状及び性状の礫が一様に認められるが、基質は層相変化を示しているものと考えられる(P538~P540参照)。

※代表柱状図の詳細については、次頁参照。



6.1.2 F-11断層開削調査箇所に分布する堆積物の地層区分

Hm2段丘面

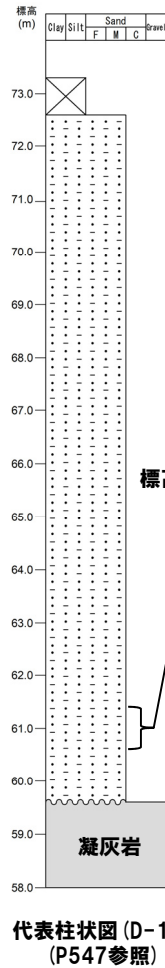
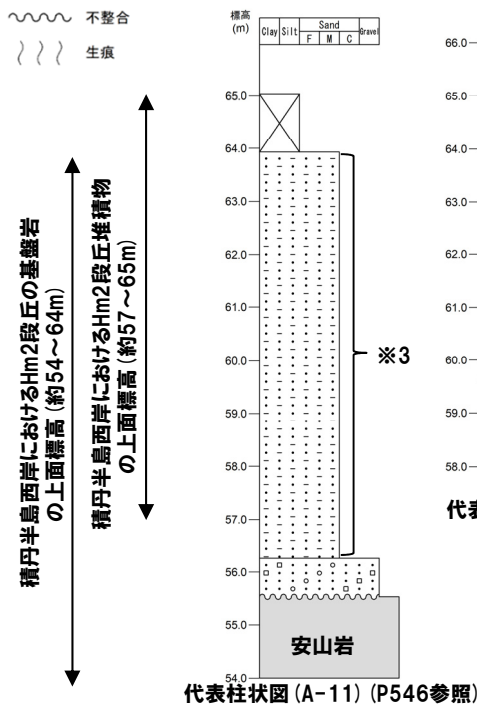
③-2 (1) G地点及びF-4断層開削調査箇所との比較

一部修正 (R2/8/7審査会合)

Hm2段丘面

凡例

- 表土・盛土・改変
- シルト
- 砂
- 礫 (円礫)
- 礫 (垂角~垂円礫)
- 礫 (角礫)
- 基盤岩
- 平行葉理認められる
- 平行葉理発達
- 侵食面
- 不整合
- 生痕



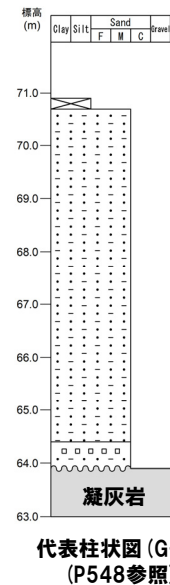
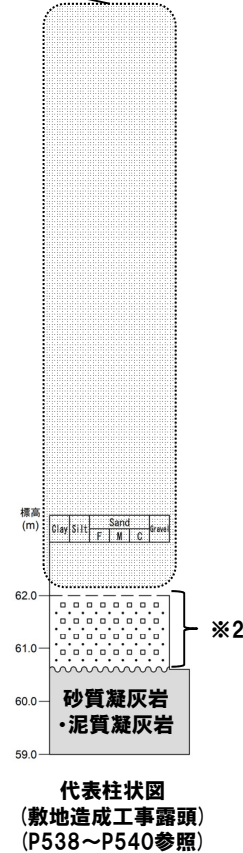
Hm2段丘堆積物

標高60.6~61.4m
シルト分多い

※1

砂質凝灰岩・泥質凝灰岩

代表柱状図 (F-11断層開削調査箇所) (次頁~P537参照)



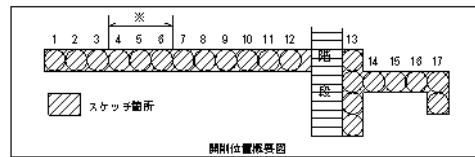
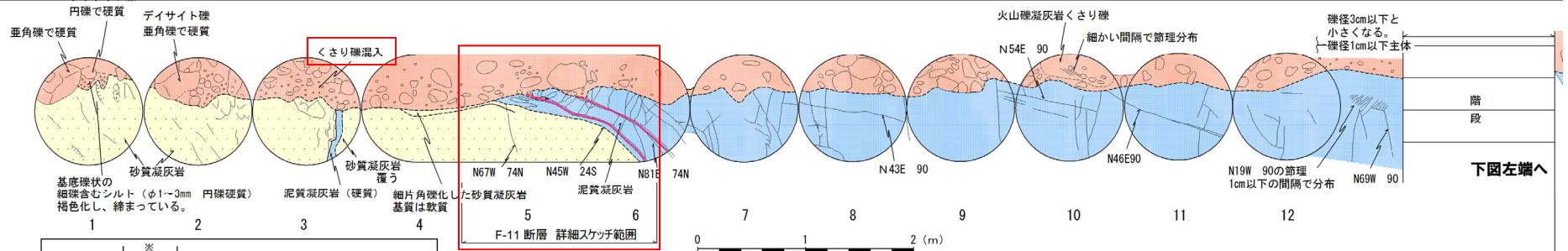
- ※1 基盤岩 (上面標高約61m) のうち、F-11断層が確認される範囲の直上に、垂円~垂角礫のクサリ礫を含む砂礫層が認められるが、本調査箇所に認められる堆積物の包括的な層相は、礫混じりシルトである。
- ※2 基盤岩 (上面標高約61m) の上位に、垂円~垂角礫のクサリ礫を含む砂礫層が認められるが、F-11断層が確認される範囲の直上では、基質が赤褐色シルトである。
- ※3 D-13及びG-4ボーリングに認められるシルト質砂は、柱状図において中粒砂と記載されていることから、当該箇所におけるシルト質砂も中粒砂と解釈し、代表柱状図を作成している。
- ※4 当該層中の礫の形状は、ボーリングコア写真から円~垂角礫の範囲にあると判断し、代表柱状図を作成している。

6.1.2 F-11断層開削調査箇所に分布する堆積物の地層区分

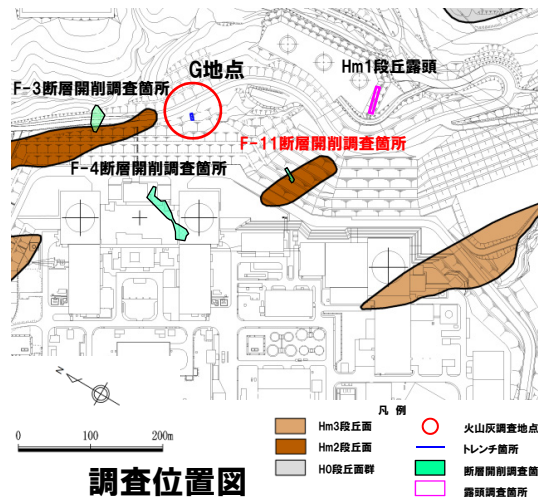
③-2 (1) F-11断層開削調査箇所 観察結果 (1/2)

一部修正 (H28/5/13審査会合)

- F-11断層開削調査箇所は、空中写真判読で抽出されたHm2段丘面に位置する。
- 当該箇所において開削調査を実施している。
- 本調査箇所では、基盤岩（上面標高約61m）のうち、F-11断層が確認される範囲の直上に、亜円～亜角礫のクサリ礫を含む砂礫層が認められる（次頁参照）が、本調査箇所に認められる堆積物の包括的な層相は、礫混じりシルト層である。
- このため、本調査箇所に認められる堆積物の層相は、同様な形状及び性状の礫が一様に認められるが、基質は層相変化を示しているものと考えられる。

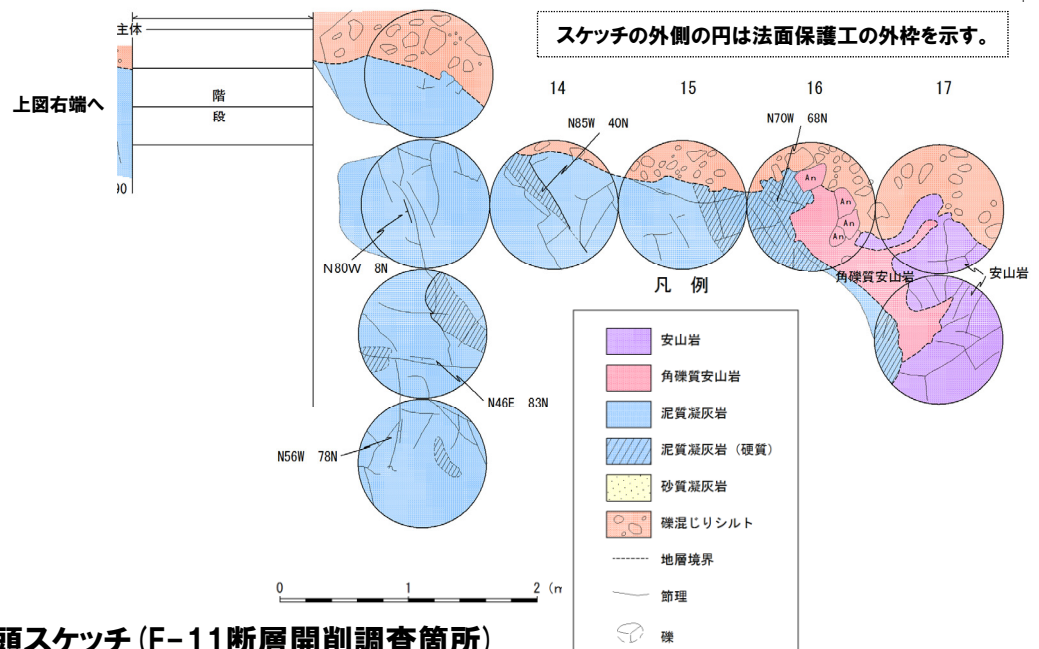


開削調査範囲 (全体図)



調査位置図

詳細スケッチは次頁に示す

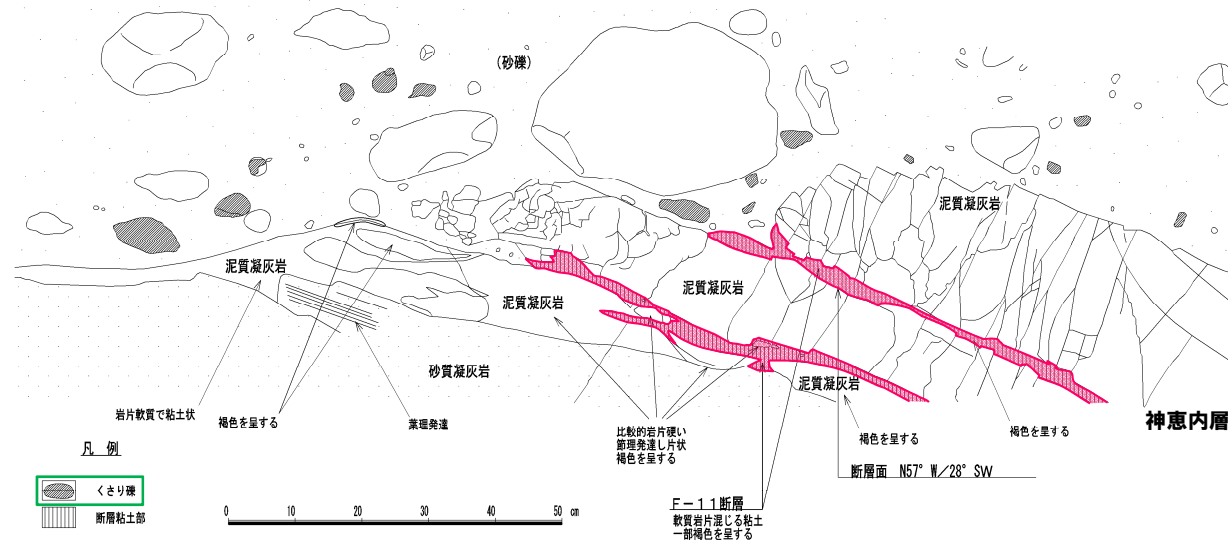


露頭スケッチ (F-11断層開削調査箇所)

6.1.2 F-11断層開削調査箇所に分布する堆積物の地層区分

③-2 (1) F-11断層開削調査箇所 観察結果 (2/2)

一部修正 (H28/5/13審査会合)



露头拡大スケッチ



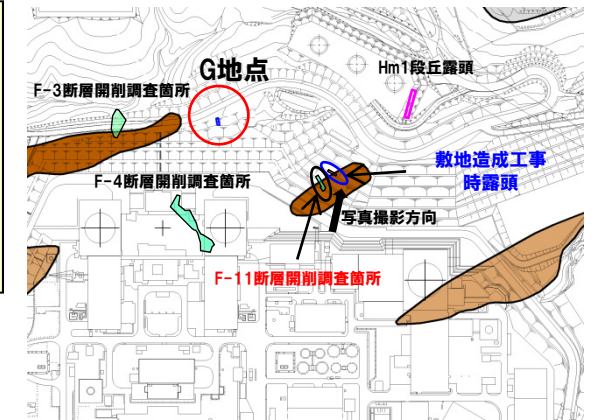
露头拡大写真

6.1.2 F-11断層開削調査箇所に分布する堆積物の地層区分

③-2 (1) 敷地造成工事時露頭 観察結果 (1/3)

一部修正 (H28/5/13審査会合)

- F-11断層開削調査箇所付近に位置する敷地造成工事時露頭において、露頭観察を実施している。
- 本露頭では、基盤岩(上面標高約61m)の上位に、亜円～亜角礫のクサリ礫を含む砂礫層が認められるが、F-11断層が確認される範囲の直上では、基質が赤褐色シルトである(P540参照)。
- このため、本露頭に認められる堆積物の層相は、同様な形状及び性状の礫が一様に認められるが、基質は層相変化を示しているものと考えられる。



調査位置図



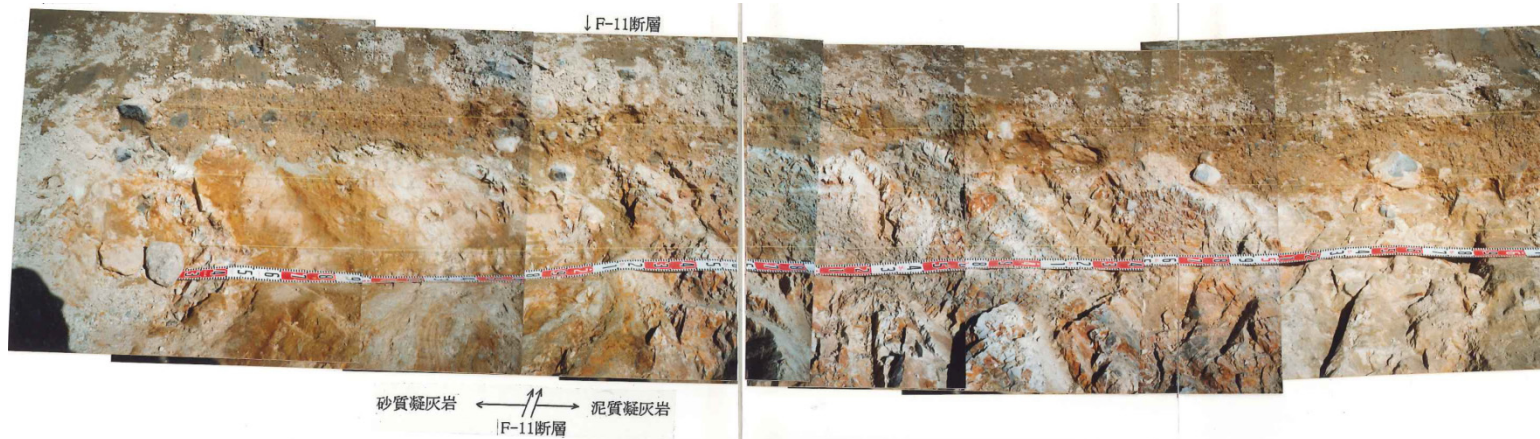
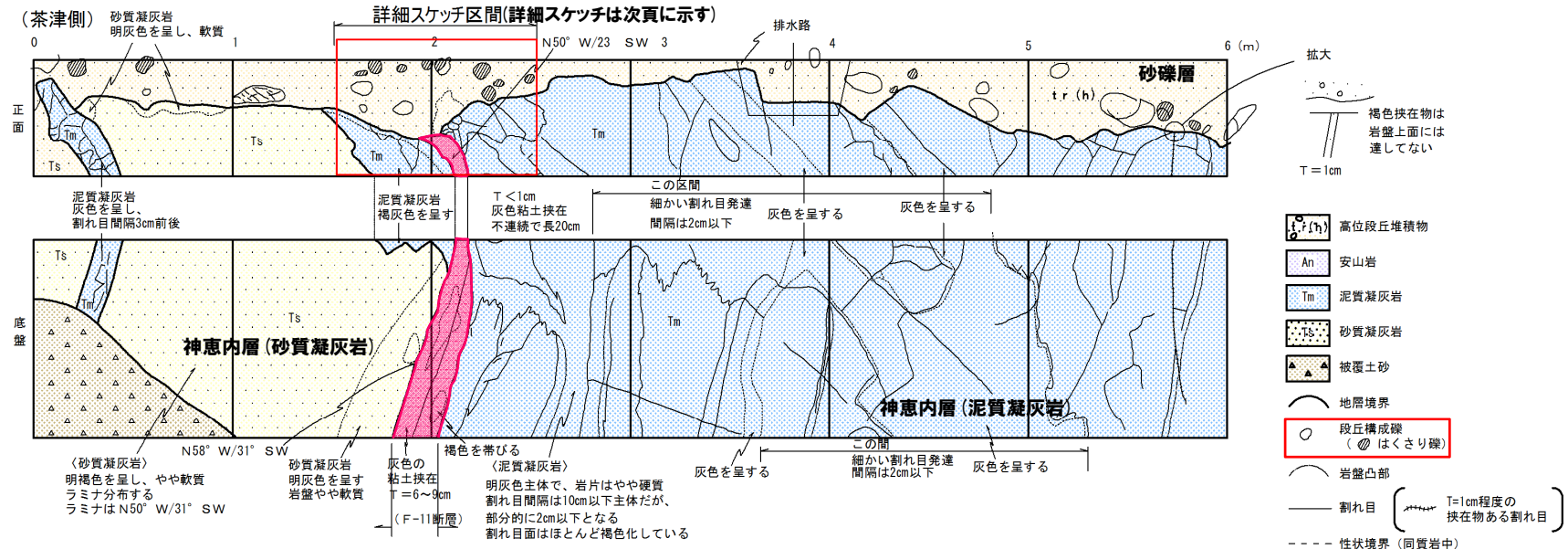
全景写真(敷地造成工事時露頭)

↑
F-11断層

6.1.2 F-11断層開削調査箇所に分布する堆積物の地層区分

③-2 (1) 敷地造成工事時露頭 観察結果 (2/3)

一部修正 (H28/5/13審査会合)

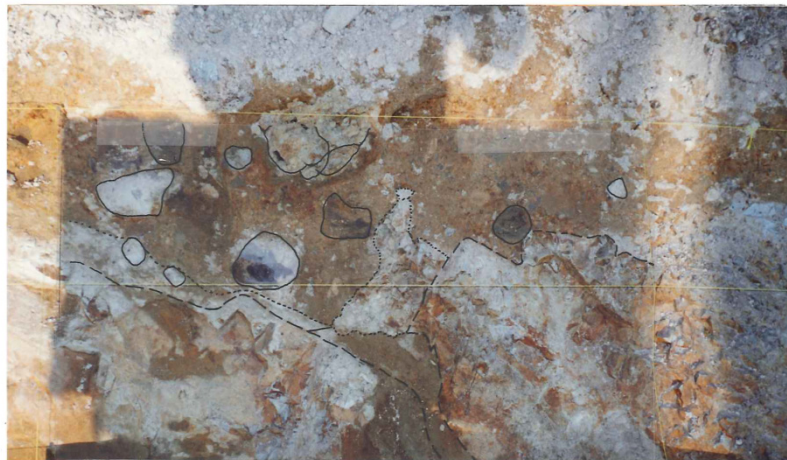


露頭スケッチ及び写真(敷地造成工事時露頭)

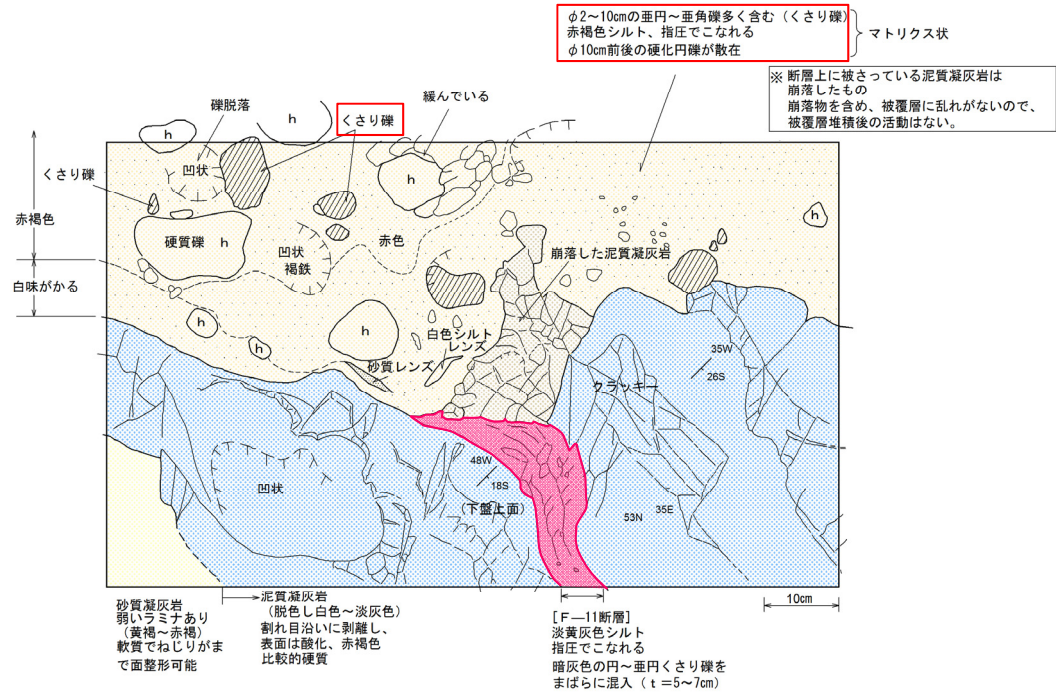
6.1.2 F-11断層開削調査箇所分布する堆積物の地層区分

③-2 (1) 敷地造成工事時露頭 観察結果 (3/3)

再掲 (H28/5/13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

余白

6.1.2 F-11断層開削調査箇所に分布する堆積物の地層区分

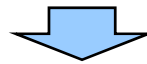
③-3 (2) D-6ボーリングとの比較 (1/2)

一部修正 (H31/4/26審査会合)

- F-11断層開削調査箇所に分布する堆積物は、基質が層相変化しているものと考えられ、G地点及びF-4断層開削調査箇所に認められるHm2段丘堆積物と同様な層相(砂礫層)を呈する部分と異なる部分が存在する。
 - このため、更なる検討を行う。
 - 更なる検討に当たっては、当該箇所と同一のHm2段丘面上且つ当該箇所の汀線方向に位置するD-6ボーリングを用いることとする。
 - なお、D-6ボーリングは、1,2号炉調査時に実施したものである。
- 【D-6ボーリング】(P550～P551参照)
- 本ボーリングでは、基盤岩(上面標高約60m)の上位に、礫層、シルト混じり砂礫層、砂層及び砂質シルト層が認められる。
 - シルト混じり砂礫層を覆う砂層の下部(標高約63～65m)には、円礫が点在する状況が認められる。
 - また、砂層の上部(標高約65～71m)には、シルト分の混入が多い状況が認められる。



- D-6ボーリングに認められる基盤岩(上面標高約60m)は、F-11断層開削調査箇所に認められる基盤岩(上面標高約61m)と上面標高が同程度であることから、汀線方向に平坦に連続する。
- D-6ボーリングに認められる礫層及びシルト混じり砂礫層とF-11断層開削調査箇所に認められる砂礫層又は礫混じりシルト層についても、基盤の連続性及び層相対比から、連続するものと判断される(次頁の⑤)。
- 本ボーリング地点は、Hm2段丘面上に位置し、平坦な基盤岩の上位に礫層及びシルト混じり砂礫層、その上位に円礫が点在し、相対的にシルト分の混入が少ない砂層が認められることから、一連の海水準上昇に伴う海成段丘堆積物の一般的な層相(基底礫層の上位に淘汰の良い砂層が分布)を示しているものと考えられる(次頁の⑥)。

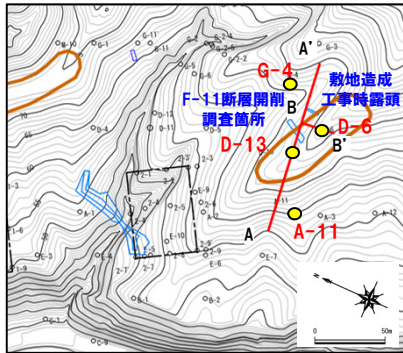


- F-11断層開削調査箇所に分布する堆積物は、基質が層相変化を示しているものの、以下の状況からHm2段丘堆積物であると考えられる。
 - ・Hm2段丘面が判読される。
 - ・汀線方向及び汀線直交方向に平坦な基盤が認められる。
 - ・F-11断層開削調査箇所に近接するD-6ボーリングは、一連の海水準上昇に伴う海成段丘堆積物の一般的な層相(基底礫層の上位に淘汰の良い砂層が分布)を示しているものと考えられる。

6.1.2 F-11断層開削調査箇所に分布する堆積物の地層区分

③-3 (2) D-6ボーリングとの比較 (2/2)

一部修正 (R2/8/7審査会合)

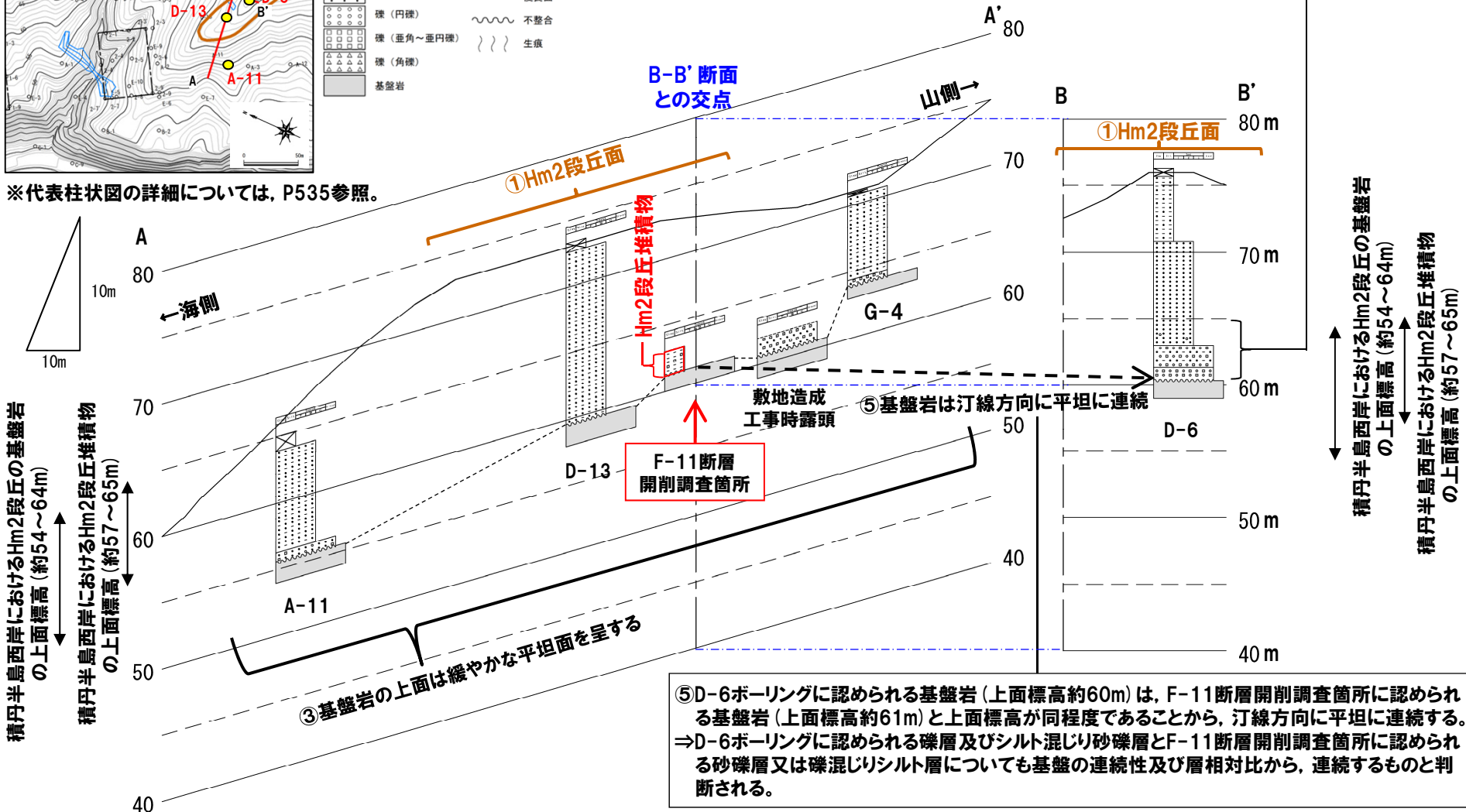


凡例

	表土・盛土・改変		平行葉理認められる
	シルト		平行葉理発達
	砂		侵食面
	礫 (円礫)		不整合
	礫 (亜角~垂円礫)		生痕
	礫 (角礫)		
	基盤岩		

⑥Hm2段丘面上に位置し、平坦な基盤岩の上に礫層及びシルト混じり砂礫層、その上位に円礫が点在し、相対的にシルト分の混入が少ない砂層が認められる。
 ⇒一連の海水準上昇に伴う海成段丘堆積物の一般的な層相 (基底礫層の上に淘汰の良い砂層が分布) を示しているものと考えられる (P550~P551参照)。

※代表柱状図の詳細については、P535参照。



⑤D-6ボーリングに認められる基盤岩 (上面標高約60m) は、F-11断層開削調査箇所に認められる基盤岩 (上面標高約61m) と上面標高が同程度であることから、汀線方向に平坦に連続する。
 ⇒D-6ボーリングに認められる礫層及びシルト混じり砂礫層とF-11断層開削調査箇所に認められる砂礫層又は礫混じりシルト層についても基盤の連続性及び層相対比から、連続するものと判断される。

6.1.2 F-11断層開削調査箇所に分布する堆積物の地層区分

③-4 (3) 積丹半島西岸におけるHm2段丘との比較

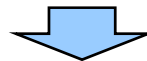
一部修正 (H31/4/26審査会合)

○F-11断層開削調査箇所に分布する堆積物は、「(1) G地点及びF-4断層開削調査箇所との比較」及び「(2) F-11断層開削調査箇所と同一のHm2段丘面上且つ当該箇所の汀線方向に位置するD-6ボーリングとの比較」の検討の結果、Hm2段丘堆積物と考えられることから、積丹半島西岸におけるHm2段丘と比較を行う(下表参照)。

○Hm2段丘との比較に当たっては、基盤岩の上面標高、堆積物の上面標高、基盤形状等に着目する。

F-11断層開削調査箇所と積丹半島西岸において確認される海成段丘(Hm2段丘)の特徴の比較結果

比較項目	本調査箇所	積丹半島西岸において確認される海成段丘	比較結果
		Hm2段丘 (MIS9)	
基盤岩の上面標高 (EL.)	約61m	約54~64m	○Hm2段丘と整合的である
堆積物の上面標高 (EL.)	約63m	約57~65m	○Hm2段丘と整合的である
堆積物の層厚	約2m (砂礫層)	約1~3m	○Hm2段丘堆積物と整合的である
基盤形状	緩やかな平坦面を呈する	緩やかな平坦面を有する	○Hm2段丘と調和的である



○積丹半島西岸におけるHm2段丘と比較した結果、F-11断層開削調査箇所に分布する堆積物は、積丹半島西岸において確認されるHm2段丘堆積物の特徴と整合的である。

6.1.2 F-11断層開削調査箇所に分布する堆積物の地層区分

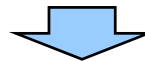
③-5 まとめ

一部修正 (R1/11/7審査会合)

○F-11断層開削調査箇所に分布する堆積物の地層区分に関する検討手順、着目点及び検討結果を下表に示す。

F-11断層開削調査箇所に分布する堆積物の地層区分に関する検討手順、着目点及び検討結果

検討手順	着目点	検討結果
(1) G地点及びF-4断層開削調査箇所との比較	○基盤形状 ○堆積物の層相	○Hm2段丘面上に位置する。 ○G地点からF-4断層開削調査箇所の範囲までと同様に、緩やかな平坦面を呈する。 ○基質が層相変化しているものと考えられ、G地点及びF-4断層開削調査箇所に認められるHm2段丘堆積物と同様な層相(砂礫層)を呈する部分と異なる部分が存在する。
(2) F-11断層開削調査箇所と同一のHm2段丘面且つ当該箇所の汀線方向に位置するD-6ボーリングとの比較	○基盤形状 ○堆積物の層相	○Hm2段丘面が判読される。 ○汀線方向及び汀線直交方向に平坦な基盤が認められる。 ○当該箇所に近接するD-6ボーリングは、一連の海水準上昇に伴う海成段丘堆積物の一般的な層相(基底礫層の上位に淘汰の良い砂層が分布)を示している可能性が考えられる。
(3) 積丹半島西岸におけるHm2段丘との比較	○基盤岩の上面標高 ○堆積物の上面標高 ○堆積物の層厚 ○基盤形状	○積丹半島西岸におけるHm2段丘堆積物の特徴と整合的である。



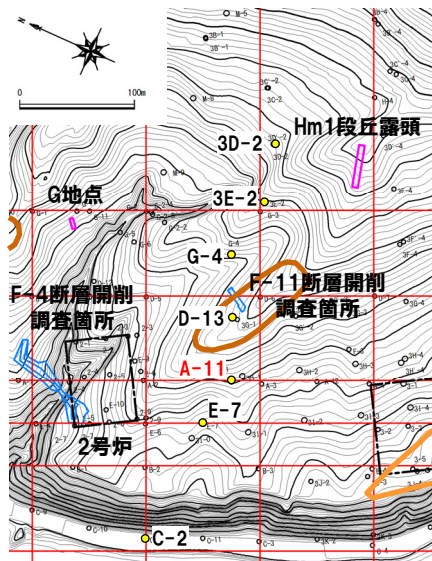
○各種検討の結果、F-11断層開削調査箇所に分布する堆積物は、Hm2段丘堆積物に区分される。

6.1.2 F-11断層開削調査箇所に分布する堆積物の地層区分

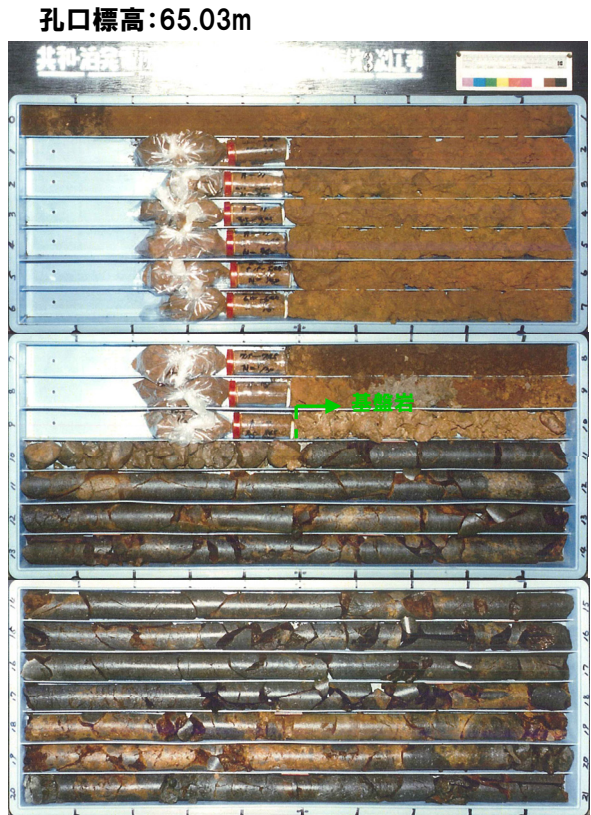
(参考) A-11ボーリング

一部修正 (H30/5/11審査会合)

- 本ボーリングでは、基盤岩 (上面標高約56m) の上位に、礫混じり砂層、シルト質砂層及び粘土質砂層が認められる。
- なお、本ボーリングは、1,2号炉調査時に実施したものである。



調査位置図



コア写真 (A-11: 深度0~21m)

A-11		孔口標高 65.03m 掘進長 140.00m		記		
標尺	標高	深度	柱状	地質	色調	
(m)	(m)	(m)	図名	名調	事	
1	88.02	1.00		粘土質砂		径5cm以下の細礫を含む。
2						シルト及び砂質シルトの薄層を挟む。
3						深度3.70m以下 細礫 (径70μ以下) が存在する。
4				シルト質砂		
5						
6						
7						
8						
9	86.78	8.25				
10	85.53	9.50		礫混り砂	茶褐	径5cm以下の重礫~円礫を主とする。
11		10.00		砂状		深度 9.50~10.00m 著しく風化変質が認められ、土砂状を呈する。
12		10.50		黒		深度 10.00~10.50m 風化変質による褐色化が認められ、 礫も目が多い。
13						深度 10.50~37.15m 比較的割れ目が多い。
14						
15				硬山岩礫層		
16						
17						
18						
19				砂状		
20						
21				黒		

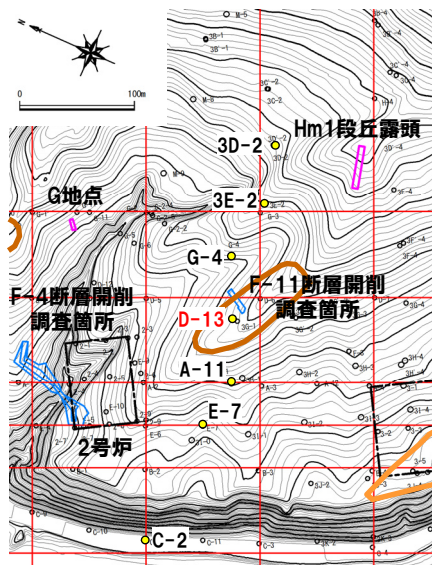
柱状図 (A-11: 深度0~21m)

6.1.2 F-11断層開削調査箇所に分布する堆積物の地層区分

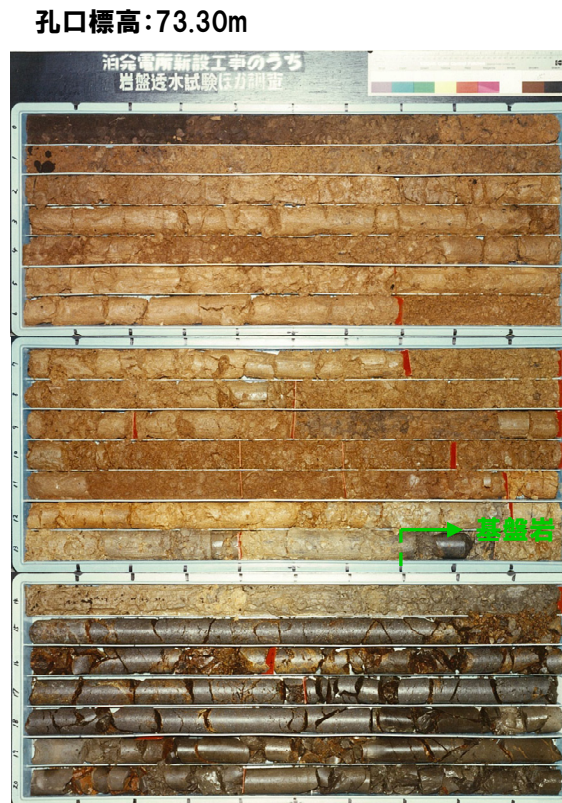
(参考) D-13ボーリング

再掲 (R1/11/7審査会合)

- 本ボーリングでは、基盤岩(上面標高約60m)の上位に、シルト質砂層が認められる。
- なお、本ボーリングは、1,2号炉調査時に実施したものであり、F-11断層開削調査箇所と同一のHm2段丘面に位置する。



調査位置図



コア写真 (D-13:深度0~21m)

D-13		孔口標高 73.30m 掘進長 76.00m		記	
標	深	柱	地	色	事
尺	度	状	質		
(m)	(m)	図	名	調	
1	72.60	0.70		黒砂	腐植土混じり黒褐色を呈する。
2					黒砂～黄褐色を呈するシルトが混じる中粒砂。
3					
4					
5					
6			シルト質砂		
7					
8			基砂 黄砂		
9					
10					
11					
12					深度 11.90~12.70m:シルト分多い。
13					
14	59.80	13.70	凝灰岩	黄砂 粗灰	黄砂～粉灰色を呈する凝灰岩。 風化変質が著しく、土砂状を呈する。
15	58.30	15.00			黒色を呈する角礫質安山岩。 斜長石の顕晶が認められ、風状を呈する。 深度 15.00~15.12m:角礫化。 深度 16.00~17.50m:割れ目沿いに風化による褐色化が認められる。
16			角礫質安山岩	黒	
17	56.00	17.50			黒色を呈する安山岩。 割れ目が多く、割れ目沿いに風化による褐色化が認められる。
18	54.63	18.63	安山岩	黒	
19					暗緑灰色を呈する凝灰岩。 シルト質で微細角礫種を呈する。 割れ目が発達し、割れ目沿いに風化による褐色化が認められる。
20			凝灰岩	暗緑灰	
21	52.40	20.00			

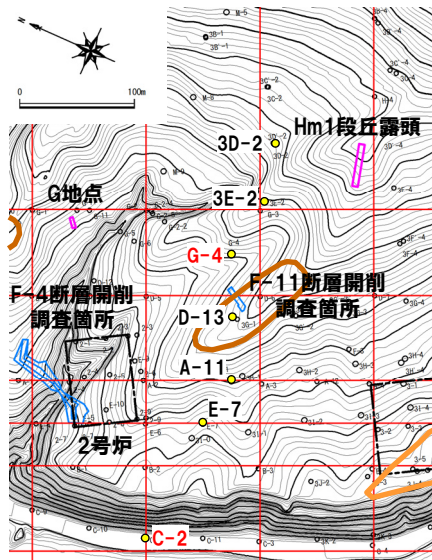
柱状図 (D-13:深度0~21m)

6.1.2 F-11断層開削調査箇所に分布する堆積物の地層区分

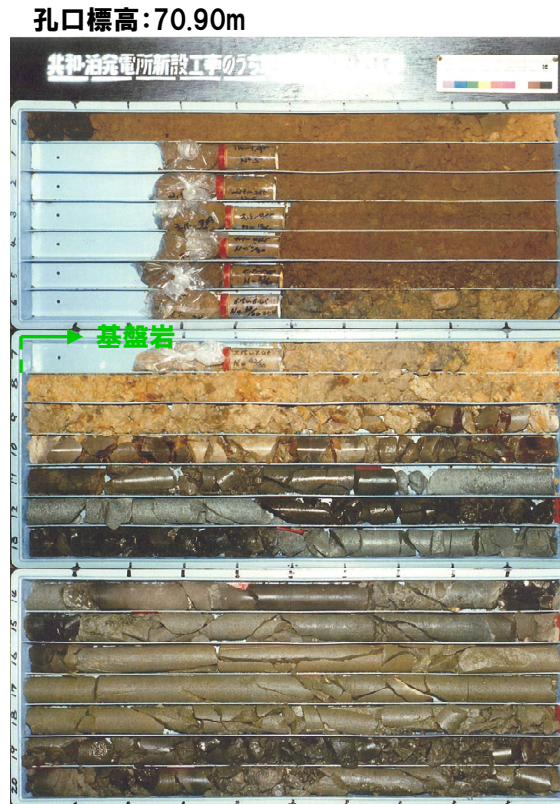
(参考) G-4ボーリング

再掲 (R1/11/7審査会合)

- 本ボーリングでは、基盤岩(上面標高約64m)の上位に、シルト混じり砂礫層及びシルト質砂層が認められる。
- なお、本ボーリングは、1,2号炉調査時に実施したものである。



調査位置図



コア写真 (G-4:深度0~21m)

G-4		孔口標高 70.90m 掘進長 145.00m				
標尺	標高	深度	柱状	地質	色調	記
(m)	(m)	(m)	図	名	調	事
1	70.90	0.10			黄褐色	黄褐色の粘土。
2				シルト質砂	茶褐	黄褐色を呈するシルトが混入する中粒砂。 均一で泥人物が比較的少ない。
3						下位に向かって固結度が増す。
4						
5						
6						
7	64.40	6.50		シルト混じり砂礫	黄褐色	黄褐色を呈するシルトがわずかに混入する砂礫。径1~2cmの礫目~亜角礫を含む。
8	63.90	7.00				黄褐色を呈する凝灰岩。風化変質により隙間により土状を呈する。
9				凝灰岩	黄褐色	
10						黄褐色を呈する細粒の凝灰岩。風化変質により、割れ目沿いに隙間を呈する。
11						
12	59.20	11.70				黄褐色を呈する凝灰岩。基質は中粒~粗粒砂。軽石礫が混入する。
13	58.00	12.90				黄褐色を呈する細粒の凝灰岩。深度 13.00~13.50m: 貫筒内で割れ目発生。
14	57.00	13.90				灰色を呈する凝灰岩。基質は中粒~粗粒砂。軽石礫が混入する。
15	56.00	14.90				黄褐色を呈する凝灰岩。
16	55.05	15.85		含泥質凝灰岩	黄褐色	黄褐色を呈する含泥質凝灰岩。泥質、頁岩礫が不規則に認められる。
17	55.05	15.85		凝灰岩	黄褐色	黄褐色を呈する凝灰岩。割れ目~割れ目の中粒砂。
18	55.05	15.85		軽石凝灰岩	黄褐色	黄褐色を呈する凝灰岩。軽石礫が混入する。深度 15.00mは割れ目に充填が認められる。
19	54.80	16.10				黄褐色を呈する凝灰岩。基質は中粒~粗粒砂。軽石礫が混入する。
20						下位に向かって粗粒が大きくなる。
21						深度 19.10~20.40m, 21.35m: 後調査時の補を挿入する。
22						深度 16.30~16.80m, 19.50m, 20.75m, 21.30m: 割れ目に充填が認められる。

柱状図 (G-4:深度0~21m)

余白

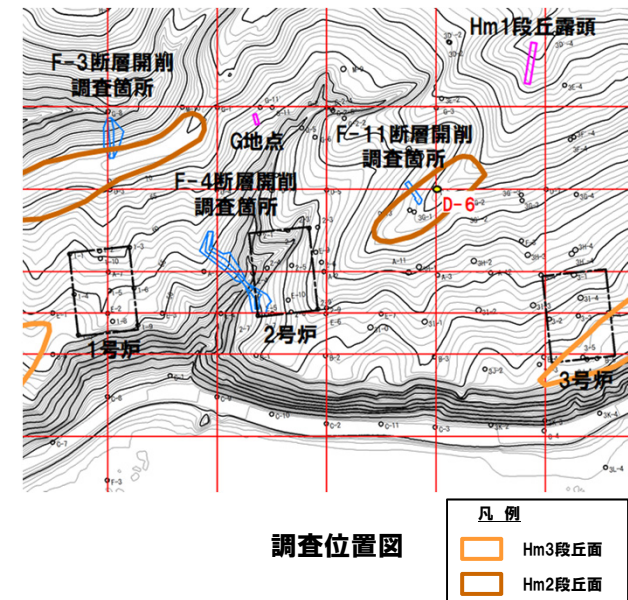
6.1.2 F-11断層開削調査箇所に分布する堆積物の地層区分

(参考) D-6ボーリング(1/2)

一部修正(H31/4/26審査会合)

【D-6ボーリング】(次頁参照)

- 本ボーリングでは、基盤岩(上面標高約60m)の上位に、礫層、シルト混じり砂礫層、砂層及び砂質シルト層が認められる。
- シルト混じり砂礫層を覆う砂層の下部(標高約63~65m)には、円礫が点在する状況が認められる。
- また、砂層の上部(標高約65~71m)には、シルト分の混入が多い状況が認められる。
- なお、本ボーリングは、1,2号炉調査時に実施したものであり、F-11断層開削調査箇所と同一のHm2段丘面に位置する。

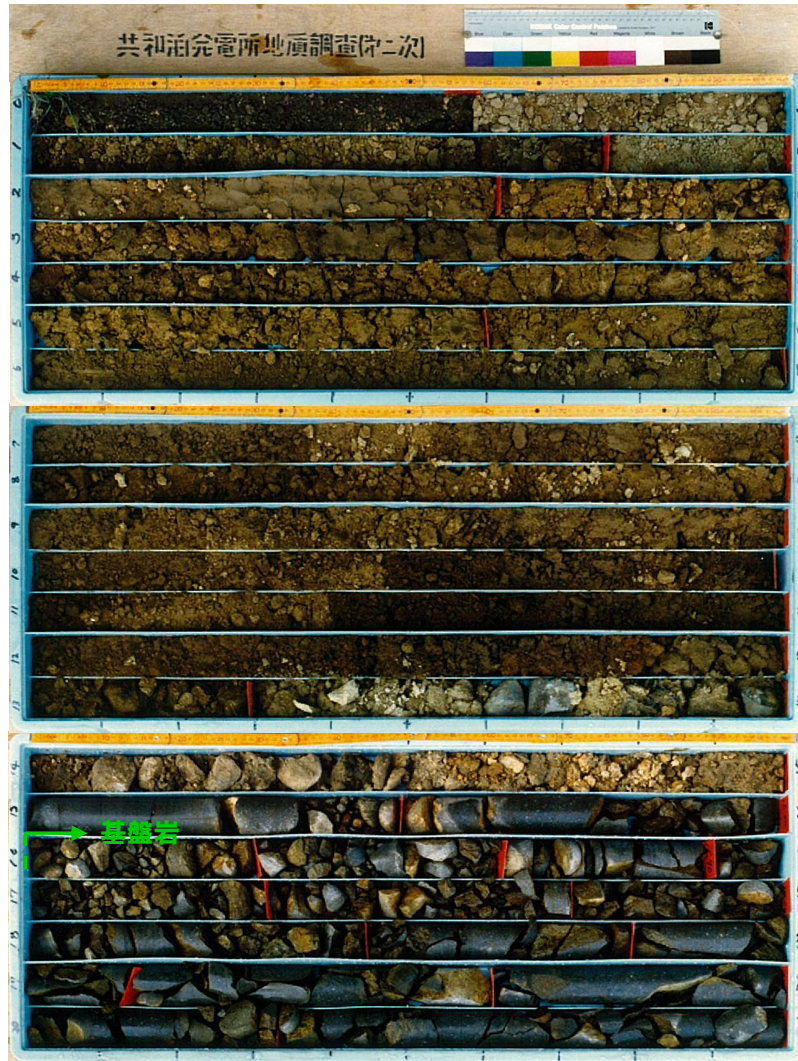


6.1.2 F-11断層開削調査箇所に分布する堆積物の地層区分

(参考) D-6ボーリング (2/2)

一部修正 (H30/5/11審査会合)

孔口標高: 76.31m



コア写真 (D-6: 深度0~21m)

D-6 孔口標高 76.31m 掘進長 76.40m

標尺 (m)	標高 (m)	深度 (m)	柱状図	地質名	色調	記
	75.71	0.80		腐植土	黒褐色	草根混じる。
1						深度 0.80~2.00m : ほぼ均一。
2						深度 2.00~5.50m : ほぼ均一で粘性やや弱い。
3				砂質シルト	褐	
4						
5		5.50				
6						
7						
8						
9				砂	黄褐色	所々シルト分の混入多い。
10						
11		11.40				
12						深度 12.50付近 門線点存在。
13		13.30				深度 12.80~13.30m : 最大30mm程度硬塊混入。
14				シルト混り砂礫	灰褐色	礫径最大7cm。
15		15.00				
16		18.00		礫	黄褐色	安山岩礫。
17						稜角。 亀裂面には褐色の酸化鉄薄く付着する。
18				安山岩	粗灰	
19						
20						深度 20.20~20.35m : 火山礫凝灰岩の礫を含む。
21						

柱状図 (D-6: 深度0~21m)

余白

6. F-4断層及びF-11断層の活動性評価

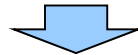
- 6.1 F-4断層及びF-11断層開削調査箇所に分布する堆積物の地層区分
- 6.2 上載地層法によるF-4断層及びF-11断層の活動性評価

①F-4断層の活動性評価(1/2)

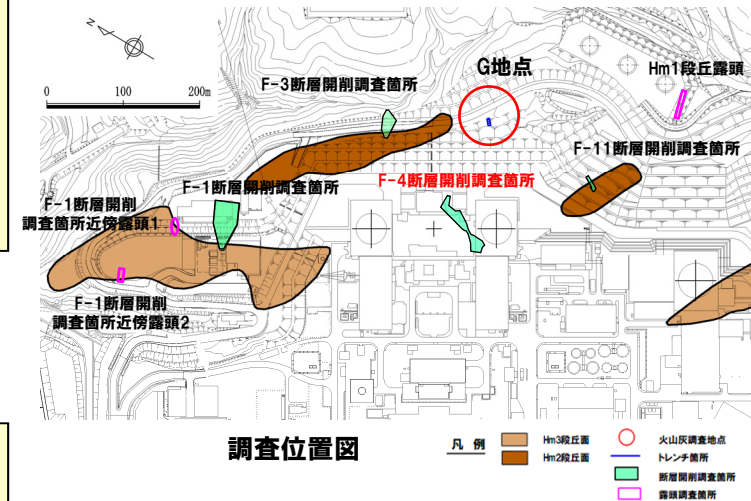
一部修正(H28/5/13審査会合)

- F-4断層開削調査箇所では、基盤岩(神恵内層)の上位にHm2段丘堆積物※(亜円～亜角礫の風化により褐色化を呈する砂礫層及び砂層)が認められる。
- F-4断層は、Hm2段丘堆積物に覆われており、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)には、粘土の付着は認められない。

※Hm2段丘堆積物の堆積年代は、5.1章の検討におけるケース1及びケース2においてMIS9、ケース3においてMIS11

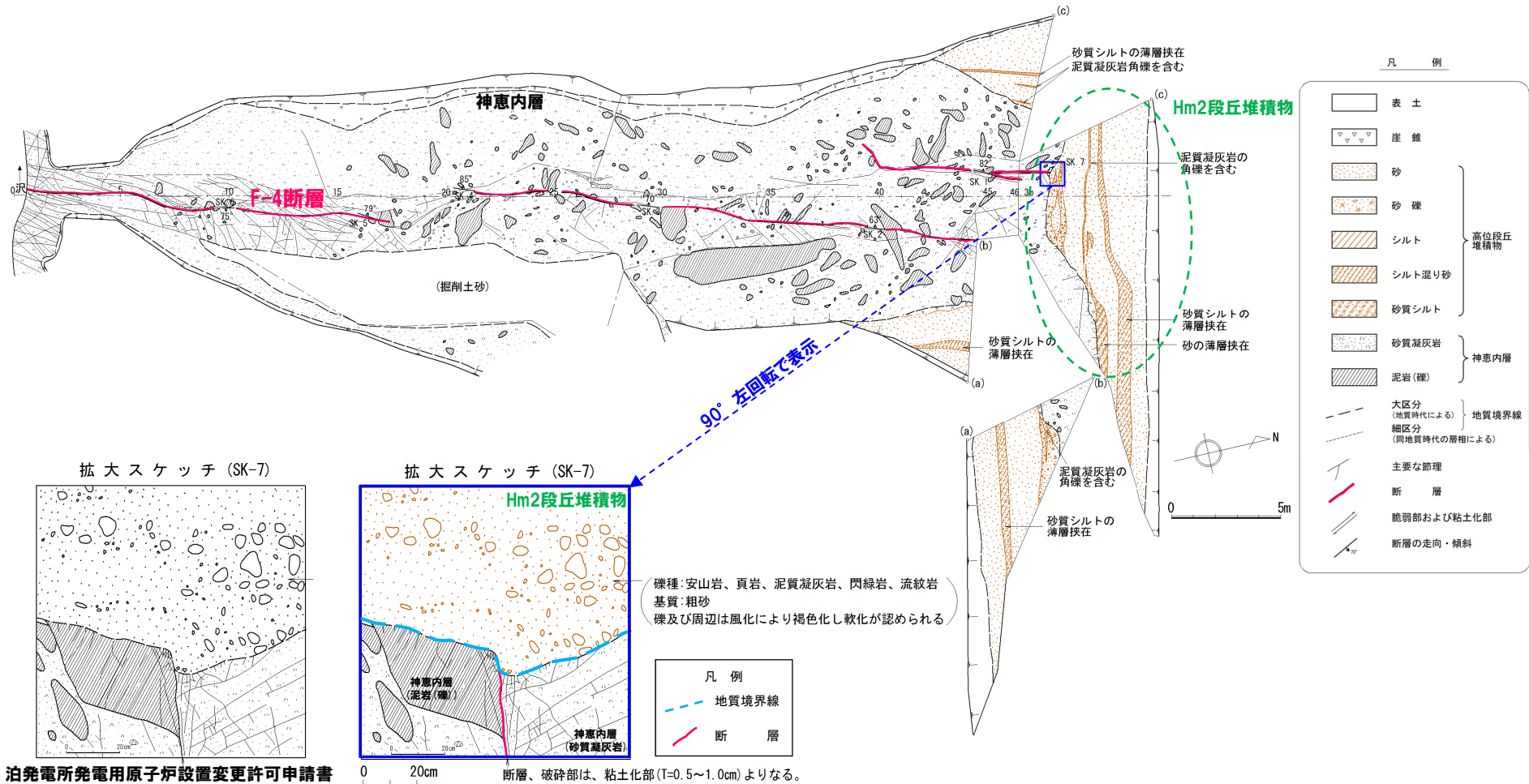


- Hm2段丘堆積物に変位・変形は認められないことから、F-4断層に後期更新世以降の活動は認められない。



①F-4断層の活動性評価 (2/2)

一部修正 (H28/5/13審査会合)



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

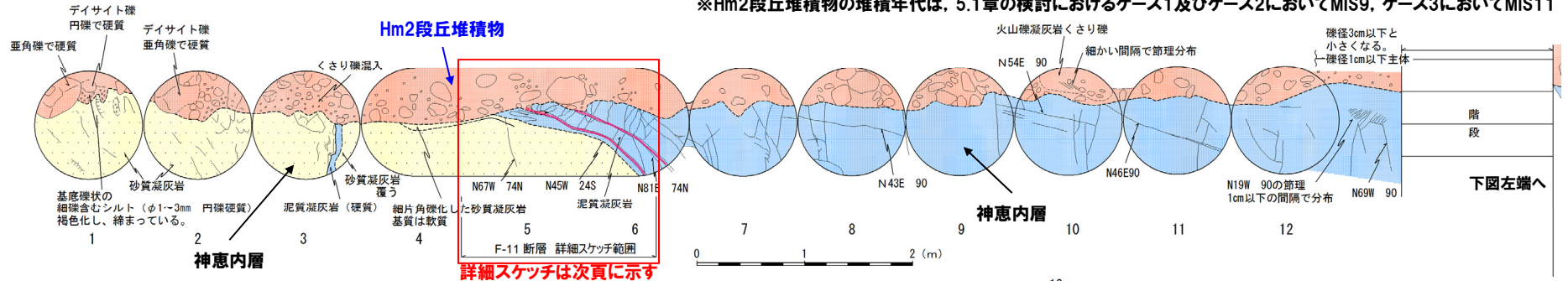
F-4断層露頭スケッチ

②F-11断層の活動性評価 (1/5)

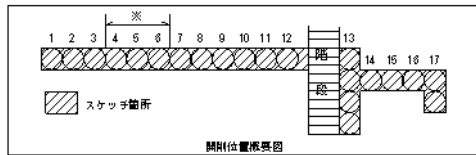
一部修正 (H28/5/13審査会合)

○F-11断層開削調査箇所では、基盤岩(神恵内層)の上位にHm2段丘堆積物※(亜円～亜角礫のクサリ礫を含む砂礫層及び礫混じりシルト層)が認められる。

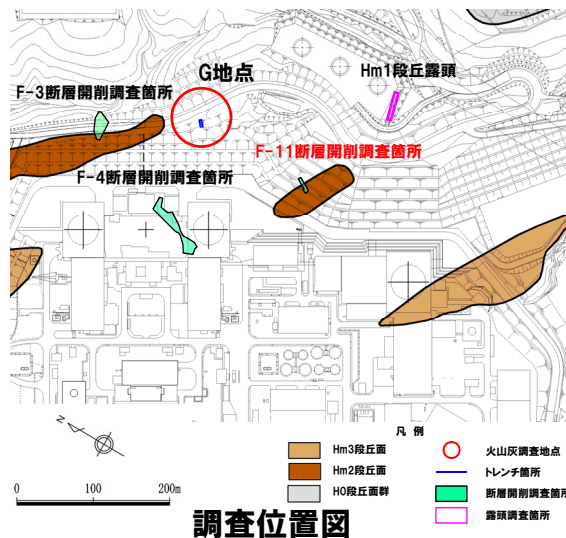
※Hm2段丘堆積物の堆積年代は、5.1章の検討におけるケース1及びケース2においてMIS9、ケース3においてMIS11



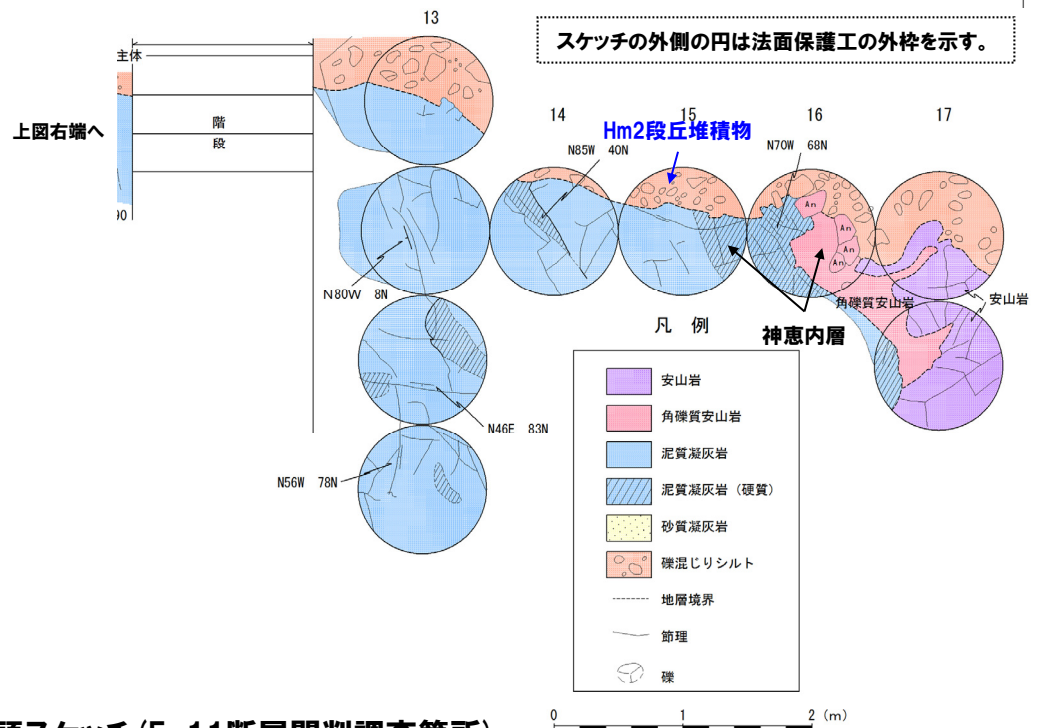
詳細スケッチは次頁に示す



開削調査範囲 (全体図)



調査位置図



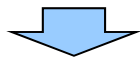
スケッチの外側の円は法面保護工の外枠を示す。

露頭スケッチ (F-11断層開削調査箇所)

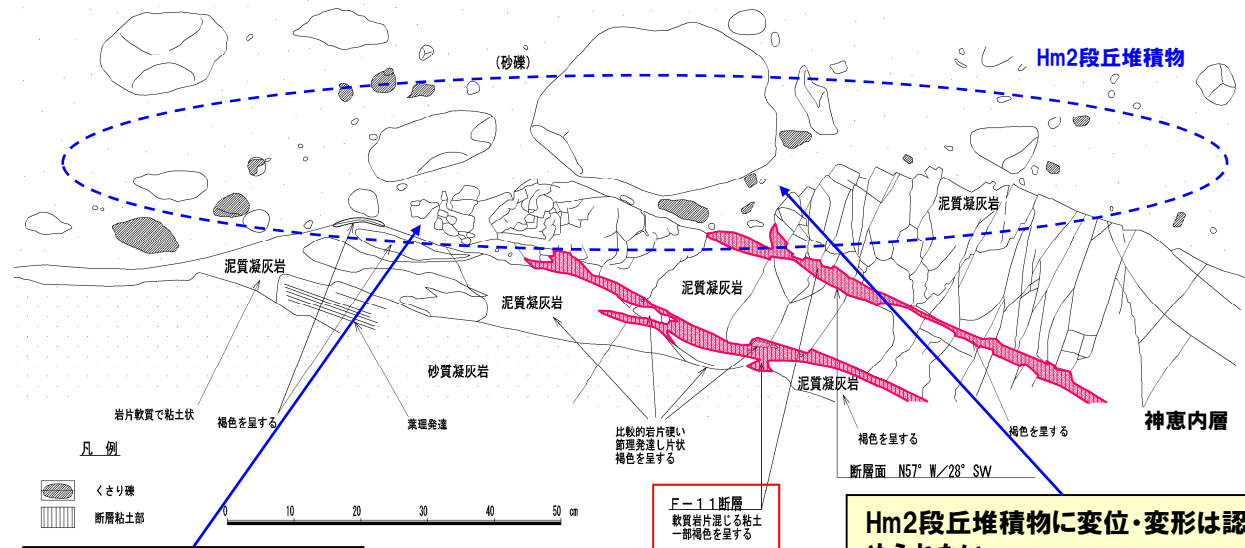
②F-11断層の活動性評価 (2/5)

一部修正 (H28/5/13審査会合)

- 開削調査箇所におけるF-11断層の走向・傾斜は、N57° W/28° Wを示す。
- F-11断層はHm2段丘堆積物に覆われており、Hm2段丘堆積物に変位・変形は認められない。
- Hm2段丘堆積物の堆積状況に乱れは認められない。



- Hm2段丘堆積物に変位・変形が認められないことから、F-11断層に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。

露头拡大スケッチ

Hm2段丘堆積物に変位・変形は認められない。

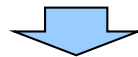


露头拡大写真

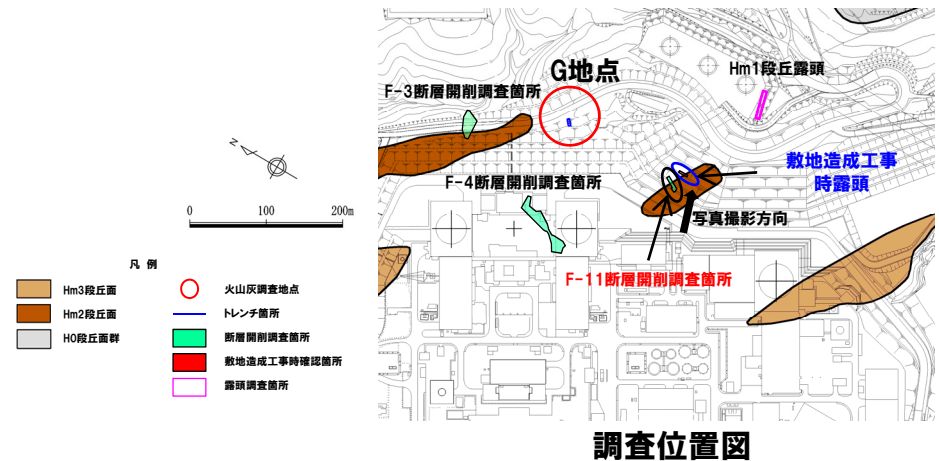
②F-11断層の活動性評価 (3/5)

一部修正 (H28/5/13審査会合)

- F-11断層開削調査箇所付近に位置する敷地造成工事時露頭においても、基盤岩（神恵内層）の上位にHm2段丘堆積物（亜円～亜角礫のクサリ礫を含む砂礫層及び赤褐色シルト層）が認められる。
- 本露頭においても、F-11断層の性状を追加確認した。
- F-11断層はHm2段丘堆積物に覆われており、Hm2段丘堆積物に変位・変形は認められない。
- Hm2段丘堆積物の堆積状況に乱れは認められない。



○Hm2段丘堆積物に変位・変形が認められないことから、F-11断層に後期更新世以降の活動は認められない。

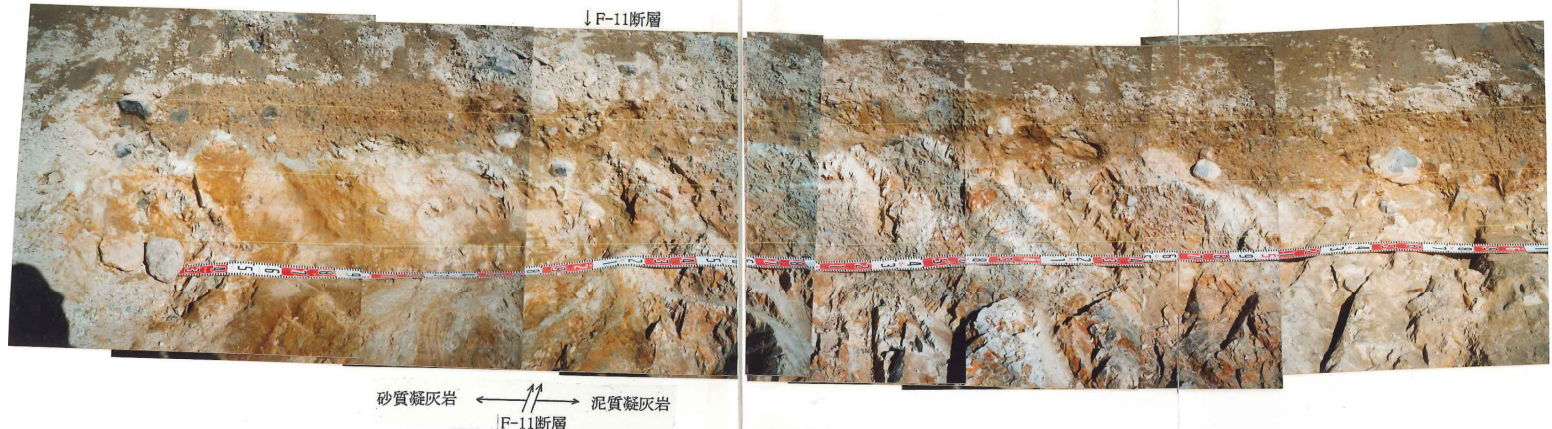
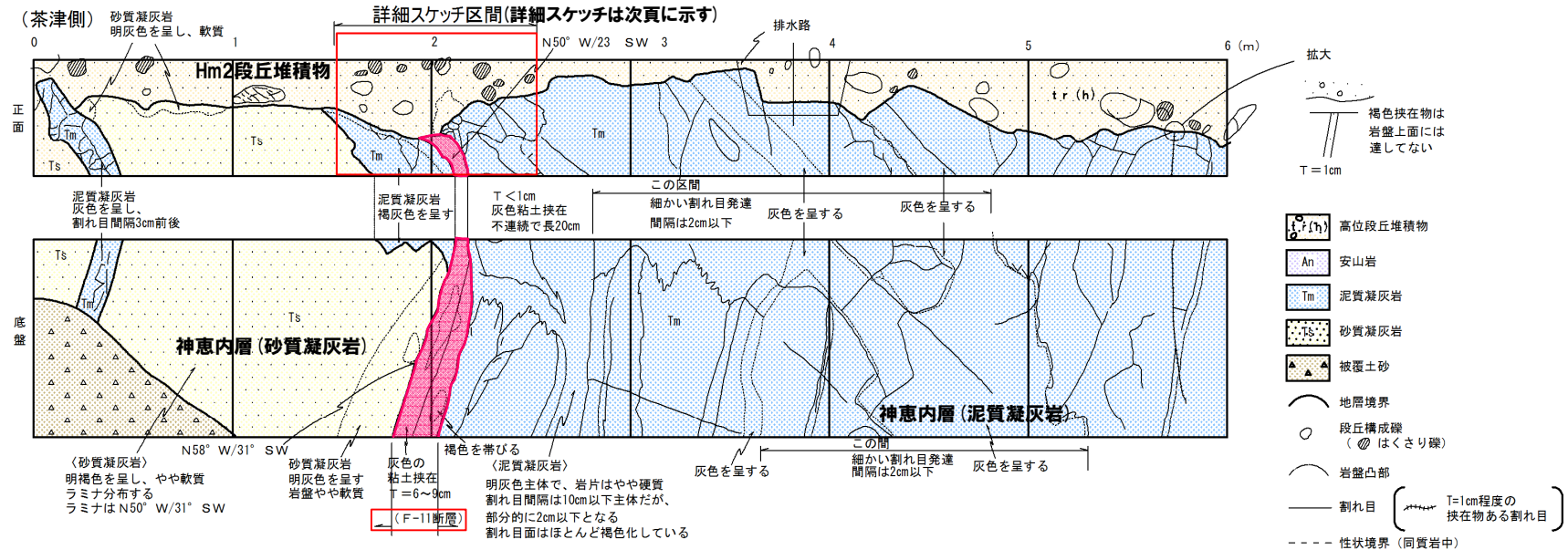


全景写真 (敷地造成工事時露頭)

↑
F-11断層

②F-11断層の活動性評価 (4/5)

一部修正 (H28/5/13審査会合)



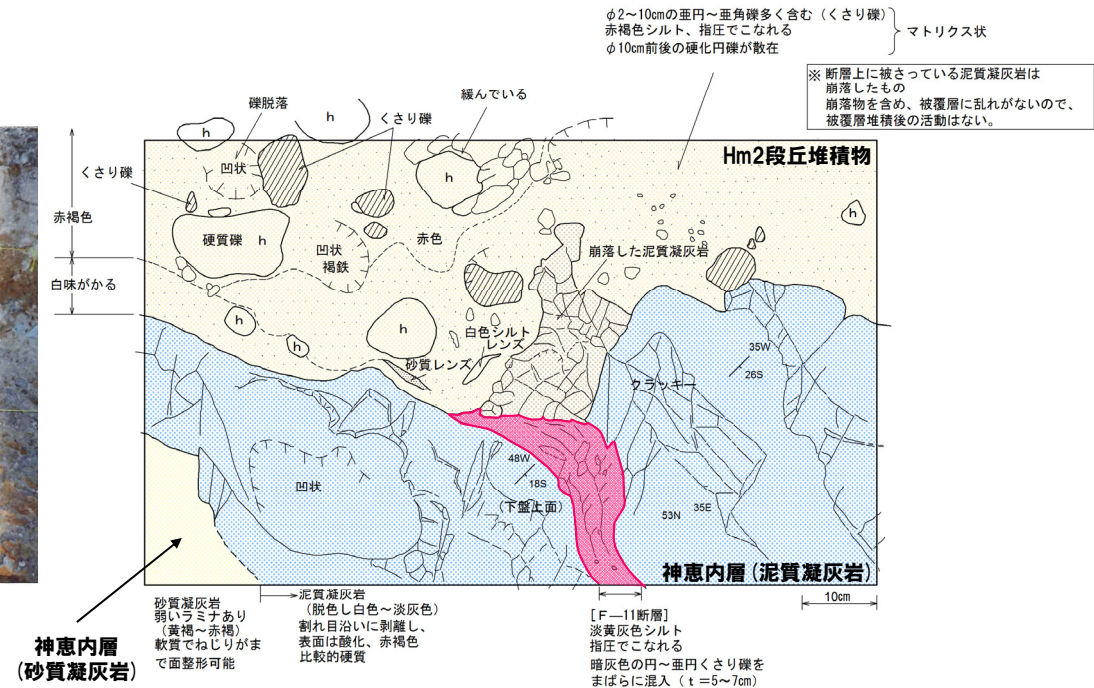
露头スケッチ及び写真 (敷地造成工事時露头)

②F-11断層の活動性評価 (5/5)

一部修正 (H28/5/13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

余白

③F-4断層及びF-11断層の活動性評価-まとめ-

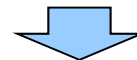
一部修正 (R1/11/7審査会合)

- 6.1章の地層区分に関する検討の結果, F-4断層及びF-11断層開削調査箇所において基盤岩の上位に分布する海成堆積物は, Hm2段丘堆積物※に区分される。
- 上記地層区分を踏まえ, F-4断層及びF-11断層の活動性評価を下表のとおり実施した。

※Hm2段丘堆積物の堆積年代は, 5.1章の検討におけるケース1及びケース2においてMIS9, ケース3においてMIS11

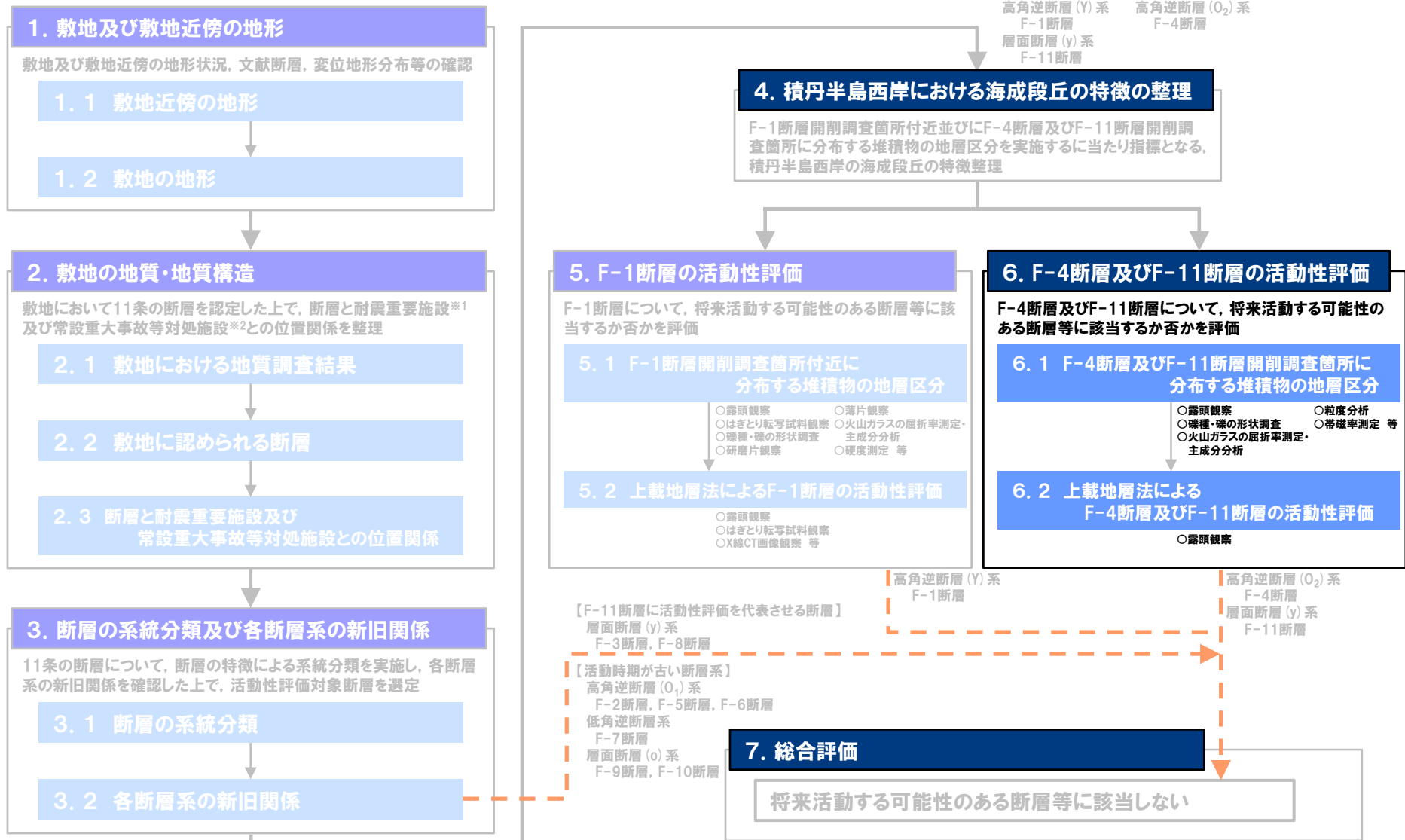
F-4及びF-11断層の活動性評価結果

断層名	活動性評価結果
F-4	○Hm2段丘堆積物に変位・変形が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 (P554～P555参照)。
F-11	○Hm2段丘堆積物に変位・変形が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 (P556～P560参照)。



- F-4断層及び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に該当しないと評価される。

評価の流れ



※1 耐震設計上の重要度分類Sクラスの機器・系統及びそれらをサポートする建物・構築物
 ※2 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)

余白

7. 総合評価

7. 総合評価

【2章】

- 敷地においてF-1断層～F-11断層の11条の断層を認定した。
- 11条の断層は、3号炉における耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設の直下に位置しないことを確認した。

【3章】

- 11条の断層は、断層の種類、走向・傾斜、性状及び断層内物質の主な変質鉱物から、6つの断層系に分類した。
- 活動時期がより新しい層面断層(y系)については、最も連続性が良いF-11断層を代表とし、上載地層法による活動性評価を行うこととした。
- 切りあいの関係が認められない高角逆断層(Y系)のF-1断層及び高角逆断層(O₂)系のF-4断層については、それぞれ上載地層法による活動性評価を行うこととした。

【4章】

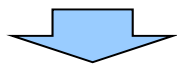
- 上載地層法による活動性評価を実施するに当たっては、F-1断層開削調査箇所付近並びにF-4断層及びF-11断層開削調査箇所に分布する堆積物の地層区分を実施する必要がある。
- 地層区分は、積丹半島西岸との段丘対比を基本とすることから、その指標となる当該段丘の特徴の整理を行った。

【5章】

- F-1断層は、上載地層であるTf2ユニット、Ts3aユニット及びTs3bユニットに変位・変形を与えておらず、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には該当しないと評価される。

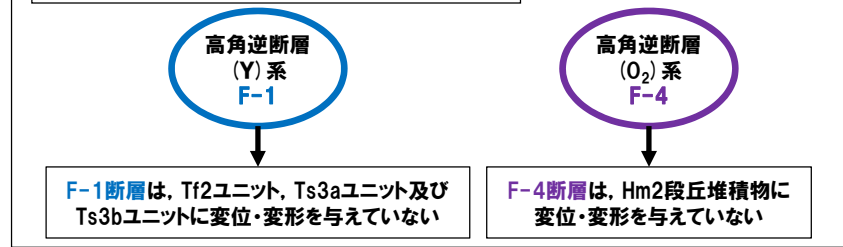
【6章】

- F-4断層及びF-11断層は、上載地層であるHm2段丘堆積物に変位・変形を与えておらず、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には該当しないと評価される。

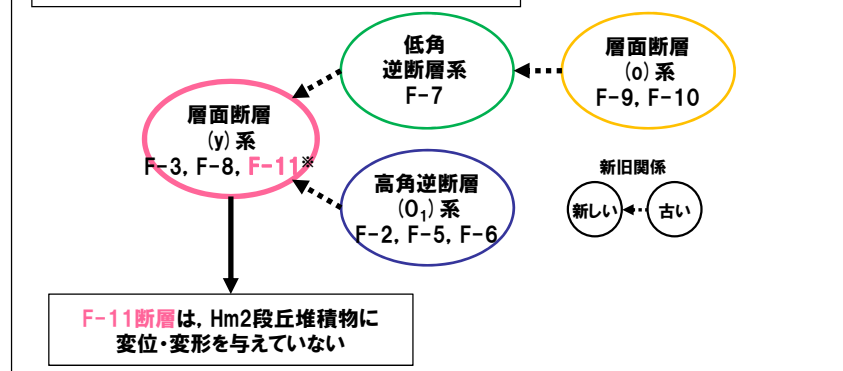


○敷地に認められる11条の断層(F-1断層～F-11断層)は、将来活動する可能性のある断層等に該当しないと評価される。

切りあいの関係が認められない断層系



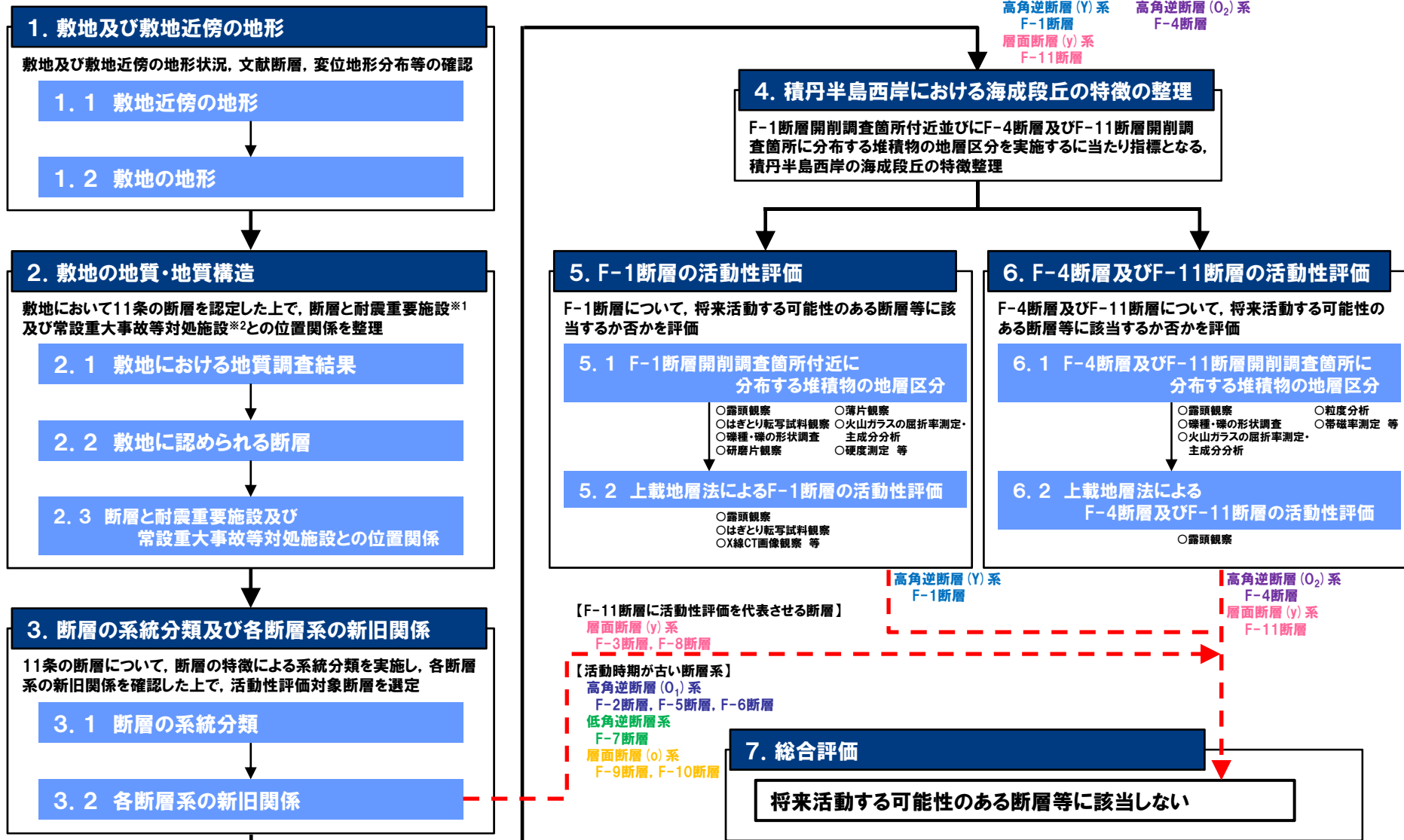
活動時期の新旧関係が明らかな断層系



上載地層の地層区分

断層	上載地層	地層区分		
		ケース1	ケース2	ケース3
F-1断層	Tf2ユニット	MIS9以前の海成層に挟在する河成の堆積物	Hm3段丘堆積物(MIS7)に挟在する河成の堆積物	Hm3段丘堆積物(MIS9)に挟在する河成の堆積物
	Ts3aユニット	MIS9以前の斜面堆積物	MIS7の斜面堆積物	MIS9の斜面堆積物
	Ts3bユニット	MIS9以前の斜面堆積物	MIS7の斜面堆積物	MIS9の斜面堆積物
F-4断層 F-11断層	Hm2段丘堆積物	Hm2段丘堆積物(MIS9)	Hm2段丘堆積物(MIS9)	Hm2段丘堆積物(MIS11)

評価の流れ



*1 耐震設計上の重要度分類Sクラスの機器・系統及びそれらを支える建物・構築物
*2 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)

- (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) 今泉俊文・宮内崇裕・堤浩之・中田高編(2018):活断層詳細デジタルマップ 新編, 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) 斎藤正次・上村不二雄・大澤穠(1952):5万分の1地質図幅「茅沼」及び同説明書, 北海道開発庁.
- (6) 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.
- (7) 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.
- (8) 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.
- (9) 小池一之・町田洋編(2001):日本の海成段丘アトラス, 東京大学出版会.
- (10) Siddall, M., Chappell, J., Potter E. K(2006):Eustatic sea level during past interglacials, Sirocko, F., Litt, T., Claussen, M., Sanchez-Goni, M. F. editors. The climate of past interglacials, Elsevier, Amsterdam, pp.75-92.
- (11) Krumbein, W. C.(1941):Measurement and geologic significance of shape and roundness of sedimentary particles. Journal of Sedimentary Petrology 11(2), pp.64-72.
- (12) 町田洋・新井房夫(2011):新編 火山灰アトラス[日本列島とその周辺], 東京大学出版会.
- (13) 青木かおり・町田洋(2006):日本に分布する第四紀後期広域テフラの主元素組成-K₂O-TiO₂図によるテフラの識別, 地質調査研究報告 57(7/8), pp.239-258.
- (14) 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.
- (15) 石田正夫・三村弘二(1991):20万分の1地質図「岩内」, 通商産業省工業技術院地質調査所.
- (16) 雁沢好博(1983):フィッショントラック法によるグリーン・タフ変動の年代区分 その2-富山県太美山地域-, 地質学雑誌, Vol.89, No.5, pp.271-286.
- (17) 広瀬亘・岩崎深雪・中川光弘(2000):北海道中央部~西部の新第三紀火成活動の変遷:K-Ar年代,火山活動様式および全岩化学組成から見た東北日本弧北端の島弧火成活動の変遷, 地質学雑誌, Vol.106, No.2, pp.120-135.
- (18) 狩野謙一・村田明広(1998):構造地質学, 朝倉書店.
- (19) 地学団体研究会編(1996):新版 地学辞典, 平凡社.
- (20) 上田圭一・谷和夫(1999):基盤の断層変位に伴う第四紀層及び地表の変形状況の検討(その2)-正断層, 逆断層模型実験-, 電力中央研究所報告 U98048.
- (21) 加藤碩一(2010):地震と活断層の科学(普及版), 朝倉書店.
- (22) 鈴木隆介(2000):建設技術者のための地形図読図入門, 第3巻, 古今書院.