

泊発電所

地盤（敷地の地質・地質構造）に関するコメント回答
（Hm2段丘堆積物の堆積年代に関する検討）

平成31年2月22日
北海道電力株式会社

1. コメント回答方針	P.3
1. 1 指摘事項	P.4
1. 2 指摘事項に関する回答方針	P.7
2. 検討概要	P.11
2. 1 H30.8.31審査会合における説明	P.13
2. 2 検討方針	P.17
2. 3 検討対象範囲	P.21
2. 4 検討結果及び評価	P.26
3. 段丘調査における地層区分の更なる明確化に係る検討	P.51
4. 積丹半島西岸における海成段丘の特徴の整理	P.83
5. F-1断層開削調査箇所付近に分布する岩内層の再区分	P.93
5. 1 (ケース1) 岩内層をMIS9以前の海成層に地層区分した場合の検討	P.94
5. 2 (ケース2) 岩内層をHm3段丘堆積物に地層区分した場合の検討	P.108
5. 3 (ケース3) 積丹半島西岸におけるHm3段丘をMIS9の海成段丘とした場合の検討 ..	P.136
5. 4 まとめ	P.155
6. 上載地層による断層の活動性評価	P.163
参考文献	P.201

1. コメント回答方針

1. 1 指摘事項

○平成30年5月11日審査会合、平成30年8月31日審査会合及び平成30年10月11,12日現地調査における指摘事項を以下に示す。

指摘時期	No	指摘事項	説明時期
平成30年5月11日 審査会合	1	梨野舞納露頭のMm1段丘堆積物と岩内層の地層区分については、不整合の状況等について更に整理すること。	今回説明
平成30年8月31日 審査会合	2	上載地層との関係により活動性評価を実施しているF-1、F-4及びF-11断層について、新規規制基準に基づく活動性評価の結果を記載すること。	今回説明
	3	敷地も積丹半島西岸の一部であることから、敷地も含めた積丹半島西岸における海成段丘の特徴を整理したうえで、F-1断層開削調査箇所付近の地層区分について検討すること。	
	4	F-1断層開削調査箇所における既往評価の岩内層については、当該箇所付近の地質データを踏まえたうえで、Hm3段丘堆積物に区分される可能性を改めて検討すること。	
	5	文献における各ステージの海水準の範囲や積丹半島西岸における隆起速度を考慮し、Hm3段丘がMIS7の海成段丘ではなく、MIS9の海成段丘となる可能性についても検討すること。	
	6	H30.8.31審査会合において説明した敷地の地層区分に関して、既往の地層区分から評価を変更した箇所の判断根拠を示すこと。また、これらに関連するバックデータについても提示すること。	
	7	地層区分の検討結果を踏まえた敷地の地質層序表を作成すること。	
平成30年10月11,12日 現地調査	8	これまでの審査会合において、地層区分の妥当性の根拠として示している帯磁率の測定結果については、各調査地点・各層においてそれぞれ代表性を有するものであるか等について、追加測定を実施する等して考察すること。	今回説明
	9	露頭スケッチに記載されている上方細粒化については、礫径が細粒化するものであることが分かるように記載を適正化すること。	
	10	各トレンチについては、越冬後の崩積土除去に伴い掘り下げ等を実施したのであれば、当該範囲の写真及びスケッチについても資料化すること。	
	11	各調査地点に認められる砂礫層については、どのような礫種・割合で構成されているかを確認し、考察することで、地層区分の妥当性の補強を図ること。	
	12	斜面堆積物については、堆積年代が異なるものが存在するのであれば、海成層及び陸成層の特徴整理表にその旨が分かるように記載すること。	

1. 1 指摘事項

○平成30年5月11日審査会合，平成30年8月31日審査会合及び平成30年10月11,12日現地調査における指摘事項を以下に示す。

指摘時期	No	指摘事項	説明時期
平成30年10月11,12日 現地調査	13	海成層及び陸成層の特徴整理表については，広義と狭義の陸成層が差別化されていないことから，整理を図ること。	今回説明
	14	A-3トレンチにおける露頭スケッチに記載のシルト質砂中の斜交葉理については，下位層との擾乱により生じた斜交葉理様のものであることから，その旨が分かるように記載を適正化すること。	
	15	A-3トレンチにおける斜面堆積物については，H30追加調査範囲(はぎとり調査箇所)における河成の堆積物に層相が類似している。両者を区別するのであれば，火山灰分析，微化石分析，帯磁率測定，画像処理による礫の形状解析等による定量的な検討を行うこと。また，堆積構造についても検討を行うこと。	
	16	A-3トレンチにおける斜面堆積物については，河川の影響を受けている可能性があるとのことだが，背後で実施している群列ボーリングの結果を踏まえ，影響の範囲について検討すること。	
	17	A-1トレンチに近接する茶津-1ボーリングにおいては，わずかに層相の差異が認められる。このような差異はボーリングが点情報であることに起因するものであるが，その旨が分かるように注釈を付すこと。	
	18	A地点において実施した茶津-1ボーリングについては，基盤岩とHm2段丘堆積物の地層境界としている箇所には明瞭な層相の差異が認められないことから，地層境界について再検討すること。	
	19	A-2トレンチにおける河川性の堆積物については，下位の基盤岩と層相が類似しており，基盤岩の一部である可能性が考えられることから，改めて，地層区分についての検討を行うこと。	
	20	H30追加調査範囲(はぎとり調査箇所)における河成の堆積物については，上方細粒化を繰り返すのであれば，その旨が分かるように記載を適正化すること。	
	21	H30追加調査範囲(はぎとり調査箇所)における河成の堆積物上位の地層を盛土と地層区分している理由を資料に記載すること。	
	22	H30追加調査範囲(はぎとり調査箇所)における珪藻分析結果については，出現した時代が分かる珪藻化石であれば，河成の堆積物の堆積年代を考察するデータとなり得ることから，珪藻化石について資料に記載すること。	
	23	F-1断層開削調査箇所近傍露頭1においては，露頭全体の帯磁率を測定し，帯磁率の差異から海成層を細分化し得る可能性について検討すること。	
	24	F-1断層開削調査箇所近傍露頭1の北側の露頭についても資料化すること。	

1. 1 指摘事項

○平成30年5月11日審査会合, 平成30年8月31日審査会合及び平成30年10月11,12日現地調査における指摘事項を以下に示す。

指摘時期	No	指摘事項	説明時期
平成30年10月11,12日 現地調査	25	F-1断層開削調査箇所近傍露頭1においては, 平成26年の露頭観察において確認される標高45m付近の砂礫層の成因について考察すること。	今回説明
	26	F-1断層開削調査箇所と背後のA-5ボーリングとの間に確認される基盤岩高度の不連続について, 汀線方向の広がり等を確認すること。	
	27	C-2トレンチに認められる砂質凝灰岩と火山礫凝灰岩については, 境界付近の構造について検討すること。	
	28	C-2及びC-3トレンチに認められる海成層については, 斜面上に位置し, 基盤岩が傾斜する状況等から, MIS9の海成層としているが, 当該地層区分については再検討すること。	
	29	G地点については, 段丘堆積物を堆積し得る平坦な基盤岩が存在するものかを付近の地形・地質データに基づき検討すること。	

1. 2 指摘事項に関する回答方針

○指摘事項に対する回答方針を示す。

No	指摘事項	回答方針
1	梨野舞納露頭のMm1段丘堆積物と岩内層の地層区分については、不整合の状況等について更に整理すること。	・梨野舞納地点のボーリング調査結果を用いて、明瞭な層相変化に着目するとともに、微化石分析結果を考慮し、Mm1段丘堆積物と岩内層の地層区分について検討した。 ・上記の検討結果に基づき、岩内台地におけるMm1段丘堆積物及び岩内層の地質分布について、改めて検討した。 ・回答内容は、「資料集」P323～P393に掲載。
2	上載地層との関係により活動性評価を実施しているF-1、F-4及びF-11断層について、新規基準に基づく活動性評価の結果を記載すること。	・今回検討結果に基づいた上載地層により、F-1、F-4及びF-11断層の活動性評価を実施した。 ・回答内容は、「本編資料」P163～P200に掲載。
3	敷地も積丹半島西岸の一部であることから、敷地も含めた積丹半島西岸における海成段丘の特徴を整理したうえで、F-1断層開削調査箇所付近の地層区分について検討すること。	・F-1断層開削調査箇所付近を除く敷地も含めた積丹半島西岸における海成段丘の特徴について整理した。 ・上記整理結果を指標として、当該箇所付近の地層区分を検討した。 ・回答内容は、「本編資料」P83～P161に掲載。
4	F-1断層開削調査箇所における既往評価の岩内層については、当該箇所付近の地質データを踏まえたうえで、Hm3段丘堆積物に区分される可能性を改めて検討すること。	・F-1断層開削調査箇所付近に分布する岩内層の再区分のうち、ケース2として検討を実施した。 ・回答内容は、「本編資料」P108～P135に掲載。
5	文献における各ステージの海水準の範囲や積丹半島西岸における隆起速度を考慮し、Hm3段丘がMIS7の海成段丘ではなく、MIS9の海成段丘となる可能性についても検討すること。	・F-1断層開削調査箇所付近に分布する岩内層の再区分のうち、ケース3として検討を実施した。 ・回答内容は、「本編資料」P136～P153に掲載。
6	H30.8.31審査会合において説明した敷地の地層区分に関して、既往の地層区分から評価を変更した箇所の判断根拠を示すこと。また、これらに関連するバックデータについても提示すること。	・既往の地層区分からの見直し理由を明確にした上で、H30.8.31審査会合において説明した地層区分(ケース1)に基づき、敷地全体の地質分布を整理した。 ・回答内容は、「敷地全体の地質分布」に掲載。
7	地層区分の検討結果を踏まえた敷地の地質層序表を作成すること。	・敷地の地質層序(案)を作成した。 ・回答内容は、「本編資料」P200に掲載。

「本編資料※」以外(「資料集※」若しくは「敷地全体の地質分布※」)において回答する項目

※資料が複数あるため、以降、各資料を以下のとおり呼称する。

・(資料2-1)Hm2段丘堆積物の堆積年代に関する検討(「本編資料」)

・(資料2-2)Hm2段丘堆積物の堆積年代に関する検討(「資料集」)

・(机上配布資料1)Hm2段丘堆積物の堆積年代に関する検討(敷地全体の地質分布)：「敷地全体の地質分布」

1.2 指摘事項に関する回答方針

No	指摘事項	回答方針
8	これまでの審査会合において、地層区分の妥当性の根拠として示している帯磁率の測定結果については、各調査地点・各層においてそれぞれ代表性を有するものであるか等について、追加測定を実施する等して考察すること。	・H30.8.31審査会合以降、各調査地点において改めて網羅的に測定(鉛直測線沿いに10cm間隔に加え、鉛直及び水平方向に1m間隔)を実施した。 ・<u>回答内容は、「資料集」に掲載。</u>
9	露頭スケッチに記載されている上方細粒化については、礫径が細粒化するものであることが分かるように記載を適正化すること。	・記載を「上方細粒化が認められる。」から「礫の上方細粒化が認められる。」に適正化した。 ・<u>回答内容は、「資料集」P19に掲載。</u>
10	各トレンチについては、越冬後の崩積土除去に伴い掘り下げ等を実施したのであれば、当該範囲の写真及びスケッチについても資料化すること。	・対象となるA-1トレンチ、A-2トレンチ、A-3トレンチ及びC-2トレンチについて、資料化した。 ・<u>回答内容は、「資料集」P18～P21、P48～P51、P72～P77及びP148～P155に掲載。</u>
11	各調査地点に認められる砂礫層については、どのような礫種・割合で構成されているかを確認し、考察することで、地層区分の妥当性の補強を図ること。	・各調査地点において、露頭スケールに応じた数の調査窓(1m×1mの大きさ)を設け、調査窓内から礫を採取(n=100程度)し、礫種・割合を確認した。 ・<u>回答内容は、「資料集」P22～P27、P124～P129、P158～P163、P184～P189、P220～P222、P252～P255、P274～P278及びP298～P300に掲載。</u>
12	斜面堆積物については、堆積年代が異なるものが存在するのであれば、海成層及び陸成層の特徴整理表にその旨が分かるように記載すること。	・H30.8.31審査会合以降に追加で実施した火山灰分析結果も踏まえ、斜面堆積物を斜面Ⅰ堆積物(中期更新世)及び斜面Ⅱ堆積物(後期更新世以降)に細区分した。 ・<u>回答内容は、「本編資料」P160～P161に掲載。</u>
13	海成層及び陸成層の特徴整理表については、広義と狭義の陸成層が差別化されていないことから、整理を図ること。	・陸成層については、大区分の用語として「陸上堆積物」、小区分の用語として「陸成層」を用いることとした。 ・併せて、海成層についても、大区分の用語を「海成堆積物」に見直した。 ・<u>回答内容は、「本編資料」P160～P161に掲載。</u>
14	A-3トレンチにおける露頭スケッチに記載のシルト質砂中の斜交葉理については、下位層との擾乱により生じた斜交葉理様のものであることから、その旨が分かるように記載を適正化すること。	・斜交葉理様の構造は当社解釈であることから、スケッチの記事からは削除し、注釈記載に留めた。 ・<u>回答内容は、「資料集」P19に掲載。</u>
15	A-3トレンチにおける斜面堆積物については、H30追加調査範囲(はぎとり調査箇所)における河成の堆積物に層相が類似している。両者を区別するのであれば、火山灰分析、微化石分析、帯磁率測定、画像処理による礫の形状解析等による定量的な検討を行うこと。また、堆積構造についても検討を行うこと。	・定量的な検討をするため、H30.8.31審査会合以降に追加調査を実施した。 ・検討の結果、A-3トレンチにおける斜面堆積物については、河成の堆積物の特徴を有することから、地層区分を見直した。 ・<u>回答内容は、「資料集」P14～P44に掲載。</u>

「本編資料」以外(「資料集」若しくは「敷地全体の地質分布」)において回答する項目

1. 2 指摘事項に関する回答方針

No	指摘事項	回答方針
16	A-3トレンチにおける斜面堆積物については、河川の影響を受けている可能性があるとのことだが、背後で実施している群列ボーリングの結果を踏まえ、影響の範囲について検討すること。	・No.15の指摘事項に基づいた検討の結果、A-3トレンチにおける斜面堆積物については、河成の堆積物へ地層区分を見直した。 ・河成の堆積物の分布範囲については、背後の群列ボーリング結果を踏まえ、旧海食崖付近には分布せず、当該箇所には斜面Ⅰ堆積物が分布するものと評価した。 ・回答内容は、「資料集」P102～P109に掲載。
17	A-1トレンチに近接する茶津-1ボーリングにおいては、わずかに層相の差異が認められる。このような差異はボーリングが点情報であることに起因するものであるが、その旨が分かるように注釈を付すこと。	・茶津-1ボーリングに加え、A-3トレンチと同位置で実施している茶津-2ボーリングについても注釈を付した。 ・回答内容は、「資料集」P102及びP108に掲載。
18	A地点において実施した茶津-1ボーリングについては、基盤岩とHm2段丘堆積物の地層境界としている箇所には明瞭な層相の差異が認められないことから、地層境界について再検討すること。	・近接するA-1トレンチの状況及び帯磁率測定結果を踏まえ、地層境界を見直した。 ・回答内容は、「資料集」P108～P109に掲載。
19	A-2トレンチにおける河川性の堆積物については、下位の基盤岩と層相が類似しており、基盤岩の一部である可能性が考えられることから、改めて、地層区分についての検討を行うこと。	・薄片観察を実施し、河川性の堆積物と基盤岩の微細構造の差異を確認した。 ・その上で、露頭観察結果との整合性を確認した。 ・回答内容は、「資料集」P68～P91に掲載。
20	H30追加調査範囲(はぎとり調査箇所)における河成の堆積物については、上方細粒化を繰り返すのであれば、その旨が分かるように記載を適正化すること。	・平均礫径の鉛直方向への変化を確認した結果、複数のユニットに分かれる可能性も示唆されることから、その旨を記載した。 ・回答内容は、「資料集」P302に掲載。
21	H30追加調査範囲(はぎとり調査箇所)における河成の堆積物上位の地層を盛土と地層区分している理由を資料に記載すること。	・当該範囲に加え、F-1断層開削調査箇所近傍露頭2については、縄文時代の貝塚の跡地に位置し、発掘調査により改変されている旨を注釈に付した。 ・回答内容は、「資料集」P284～P285及びP296～P297に掲載。
22	H30追加調査範囲(はぎとり調査箇所)における珪藻分析結果については、出現した時代が分かる珪藻化石であれば、河成の堆積物の堆積年代を考察するデータとなり得ることから、珪藻化石について資料に記載すること。	・珪藻化石について資料に記載した。 ・なお、河成の堆積物中の試料から確認された新第三紀の海生絶滅種(再堆積)以外に、出現や絶滅の年代が特定されるような珪藻化石は確認されなかった。 ・回答内容は、「資料集」P308～P309に掲載。
23	F-1断層開削調査箇所近傍露頭1においては、露頭全体の帯磁率を測定し、帯磁率の差異から海成層を細分化し得る可能性について検討すること。	・帯磁率測定結果、H30.8.31審査会合以降の追加の露頭観察結果(北側の露頭等)等も踏まえ、F-1断層開削調査箇所近傍露頭1全体の堆積環境について検討した。 ・回答内容は、「資料集」P237～P281に掲載。

「本編資料」以外(「資料集」若しくは「敷地全体の地質分布」)において回答する項目

1. 2 指摘事項に関する回答方針

No	指摘事項	回答方針
24	F-1断層開削調査箇所近傍露頭1の北側の露頭についても資料化すること。	・北側の露頭について資料化した。 ・その上で、北側の露頭も含めたF-1断層開削調査箇所近傍露頭1全体の堆積環境について検討した。 ・回答内容は、「資料集」P237～P281に掲載。
25	F-1断層開削調査箇所近傍露頭1においては、平成26年の露頭観察において確認される標高45m付近の砂礫層の成因について考察すること。	・当該砂礫層は、北側の露頭にも確認されることから、北側の露頭の調査結果も踏まえ、成因を考察した。 ・回答内容は、「資料集」P237～P281に掲載。
26	F-1断層開削調査箇所と背後のA-5ボーリングとの間に確認される基盤岩高度の不連続について、汀線方向の広がり等を確認すること。	・1, 2号炉調査時のボーリング調査結果を用いて、汀線方向の連続性を確認した。 ・回答内容は、「本編資料」P152～P153に掲載。
27	C-2トレンチに認められる砂質凝灰岩と火山礫凝灰岩については、境界付近の構造について検討すること。	・岩相境界について、改めての詳細観察を実施した。 ・回答内容は、「資料集」P148～P155に掲載。
28	C-2及びC-3トレンチに認められる海成層については、斜面上に位置し、基盤岩が傾斜する状況等から、MIS9の海成層としているが、当該地層区分については再検討すること。	・基盤岩は傾斜しているものの、海成層は段丘堆積物と同様に概ね水平な堆積構造を示すことから「Hm2段丘堆積物相当層」に呼称を見直した。 ・回答内容は、「資料集」P148～P157に掲載。
29	G地点については、段丘堆積物を堆積し得る平坦な基盤岩が存在するものかを付近の地形・地質データに基づき検討すること。	・G地点付近の基盤岩の汀線方向への連続性について、データ拡充を図った。 ・回答内容は、「資料集」P213～P231に掲載。

 「本編資料」以外（「資料集」若しくは「敷地全体の地質分布」）において回答する項目

2. 検討概要

余白

①まとめ(1/2)

再掲(H30/8/31審査会合)

【H30.5.11審査会合における指摘】

- F-1断層開削調査箇所付近に分布する岩内層は、Hm3段丘堆積物とした方が合理的であると考えられることから、以下の観点を踏まえ、Hm3段丘堆積物に区分した場合に矛盾があるかどうか検討すること。矛盾がある場合には、どのような解釈がより合理的であるかを検討すること。
 - ・積丹半島と岩内平野は地形発達史が異なることから、敷地の段丘認定に当たっては、積丹半島西岸の段丘対比を基本とすることが適切である。
 - ・泊地域周辺は高位段丘面の保存が悪いことから、敷地の地層区分に当たっては、段丘堆積物の上面標高だけではなく、基盤岩の上面標高を考慮して行う必要がある。

- 敷地を含む積丹半島西岸は岩石海岸が卓越する侵食作用が顕著な地域であることから、基盤岩の上面標高が段丘編年において重要な指標となるものと考えられる。
- このため、F-1断層開削調査箇所付近に分布する岩内層については、基盤岩の上面標高の観点から、Hm3段丘堆積物とした場合を検討の基本とした。
- 検討に当たっては、以下の検討方針に基づき実施した。

【検討方針】

- F-1断層開削調査箇所付近に分布する岩内層を再区分するに当たり、積丹半島西岸において認定された海成段丘を指標とする。
- このため、指標とする積丹半島西岸における海成段丘の特徴を再整理する。
- 次に、再整理した特徴のうち基盤岩の上面標高の観点から、岩内層をHm3段丘堆積物に地層区分した場合、その他の観点が整合的であるかを検討する。
- 整合性に関する確認を実施した上で、上位層も含め、より合理的な地層区分について検討する。
- 上記検討に基づき、F-1断層開削調査箇所付近の合理的な地層区分がなされた後、敷地全体の地質分布について整理を図る。
- 検討フロー及び検討結果を次頁に示す。

2. 1 H30.8.31審査会合における説明

①まとめ (2/2)

一部修正 (H30/8/31審査会合)

【検討フロー】

【検討結果】

【3章】

積丹半島西岸において認定された
海成段丘の特徴の再整理

○F-1断層開削調査箇所付近に分布する岩内層をHm3段丘堆積物に地層区分した場合、3章で再整理した積丹半島西岸における海成段丘の特徴と整合的であるかを検討

【4章】

F-1断層開削調査箇所付近に分布する岩内層の再区分

○4章の検討結果を踏まえ、上位層も含めたより合理的な地層区分について検討

【5章】

岩内層の上位層も含めた合理的な地層区分

○F-1断層開削調査箇所付近に分布する岩内層を再区分するに当たり、積丹半島西岸において認定された海成段丘を指標とすることから、当該段丘の特徴を以下のとおり再整理した。

段丘	海洋酸素同位体ステージ	基盤岩の上面標高 (EL.)	段丘堆積物の上面標高 (EL.)	段丘堆積物の層厚	旧汀線高度	隆起速度
高位段丘	MIS9	約54～62m	約57～63m	約5m以下	約63～74m	0.20m/千年程度
	MIS7	約39～44m	約41～46m		約46m	

○岩内層をHm3段丘堆積物に地層区分した場合、地形の観点において整合的であるものの、隆起速度等の観点において整合的ではないものも存在する。

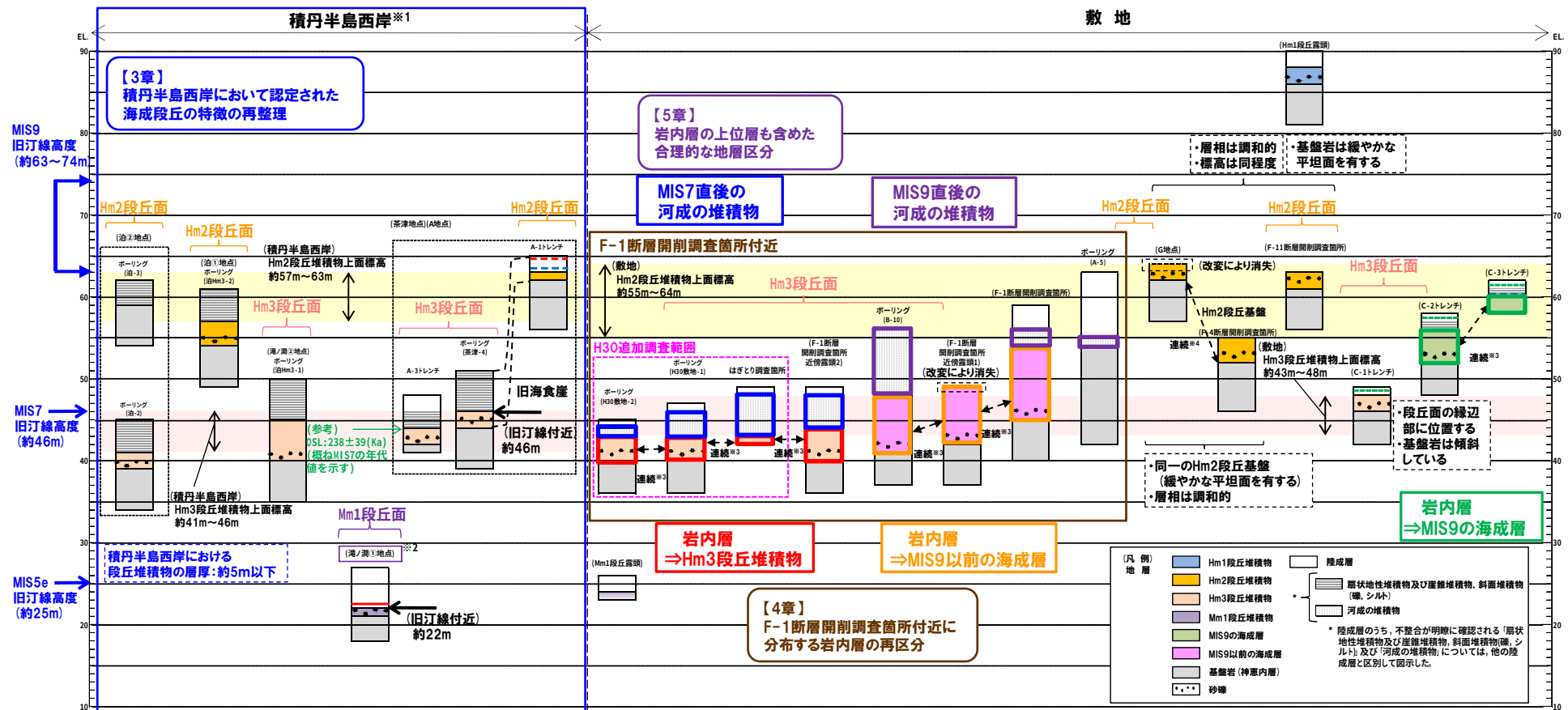
○F-1断層開削調査箇所近傍露頭2においては、F-1断層開削調査箇所近傍露頭1との地層の連続性を考慮しない場合、下記の確認項目にいずれも整合的となる。

整合性の確認項目	検討結果
地形	○当該箇所付近にはHm3段丘面が判読される。
段丘堆積物の上面標高	○当該箇所におけるHm3段丘堆積物の上面標高 (約54m) は、積丹半島西岸におけるHm3段丘堆積物の上面標高 (約41～46m) と比較して高い。
段丘堆積物の層厚	○当該箇所における段丘堆積物の層厚 (10m程度) は、積丹半島西岸における段丘堆積物の層厚 (約5m以下) と比較して厚い。 ○模式的な海成段丘が認められる関東平野西南部の文献レビューの結果、積丹半島西岸とは地形発達、規模等が異なるものの、関東平野西南部には最大で10m程度の層厚を有する海成段丘堆積物が認められる。
旧汀線高度	○当該箇所におけるHm3段丘堆積物の上面標高 (約54m) は、積丹半島西岸におけるMIS7の旧汀線高度 (約46m) と比較して高い。
隆起速度	○MIS7の旧汀線高度を当該箇所におけるHm3段丘堆積物の上面標高 (約54m) と仮定すると、MIS5e～MIS7及びMIS7～MIS9の隆起速度は、MIS5e以降の隆起速度と比較して差異が生じる。

○積丹半島西岸において認定された海成段丘を指標とした場合、F-1断層開削調査箇所付近の地層区分は以下が合理的であると考えられる。

- ・F-1断層開削調査箇所近傍露頭2及びH30追加調査範囲においては、Hm3段丘堆積物の上位にMIS7直後の河成の堆積物が分布する。
- ・F-1断層開削調査箇所からB-10ボーリングの範囲においては、MIS9以前の海成層の上位にMIS9直後の河成の堆積物が分布する。

一部修正 (H30/8/31 审查会合)



- ※1 積丹半島西海岸では、図示した調査箇所以外においても段丘調査を実施している。ここでは、敷地に近接するMm1段丘（滝ノ淵①地点）及び高位段丘（茶澤地点（A地点）、滝ノ淵②地点、泊①地点及び泊②地点）について代表的に図示した。
- ※2 洞爺火山灰については、当該地点のMm1段丘堆積物の上位に確認されたことを便宜的に図示した。
- ※3 各調査箇所の位置関係が近接していること及び地質調査結果から、同一の地層であると判断されることを示す。
- ※4 各調査箇所の位置関係が近接していること及び地質調査結果から、同一の段丘基盤であると判断されることを示す。

積丹半島西岸及び敷地における総合柱状図

(凡 例) — Toya (降灰層準)
--- Toya, Spfa-1 混在
--- 対象火山灰, Toya, Spfa-1 混在
--- 対象火山灰

(凡 例) 群列ボーリングにより、旧汀線付近で段丘堆積物を確認した箇所
 その他

凡 例	既往評価	今回再区分	調査箇所
	岩内層	Hm3段丘堆積物	F-1断層開削調査箇所近傍露頭2
	-		H30追加調査範囲 (H30.5.11審査会合以降の追加調査)
	岩内層	MIS9以前の海成層	F-1断層開削調査箇所 F-1断層開削調査箇所近傍露頭1 B-10ボーリング
	岩内層	MIS9の海成層	C-2及UC-3トレンチ
	岩内層	MIS9直後の 河成の堆積物	A-5ボーリング
	Hm2段丘堆積物		F-1断層開削調査箇所
	河成の堆積物		B-10ボーリング
	河成の堆積物	MIS7直後の 河成の堆積物	F-1断層開削調査箇所近傍露頭2
	-		H30追加調査範囲 (H30.5.11審査会合以降の追加調査)

余白

①H30.8.31審査会合及びH30.10.11, 12現地調査における指摘を踏まえた検討方針

○H30.8.31審査会合及びH30.10.11, 12現地調査における指摘を踏まえ、以下のとおり検討方針を定めた。

【H30.8.31審査会合における主な指摘】

- 敷地も積丹半島西岸の一部であることから、敷地も含めた積丹半島西岸における海成段丘の特徴を整理したうえで、F-1断層開削調査箇所付近の地層区分について検討すること。
- F-1断層開削調査箇所における既往評価の岩内層については、当該箇所付近の地質データを踏まえたうえで、Hm3段丘堆積物に区分される可能性を改めて検討すること。
- 文献における各ステージの海水準の範囲や積丹半島西岸における隆起速度を考慮し、Hm3段丘がMIS7の海成段丘ではなく、MIS9の海成段丘となる可能性についても検討すること。
- 上載地層との関係により活動性評価を実施しているF-1、F-4及びF-11断層について、新規制基準に基づく活動性評価の結果を記載すること。

【H30.10.11, 12現地調査における主な指摘】

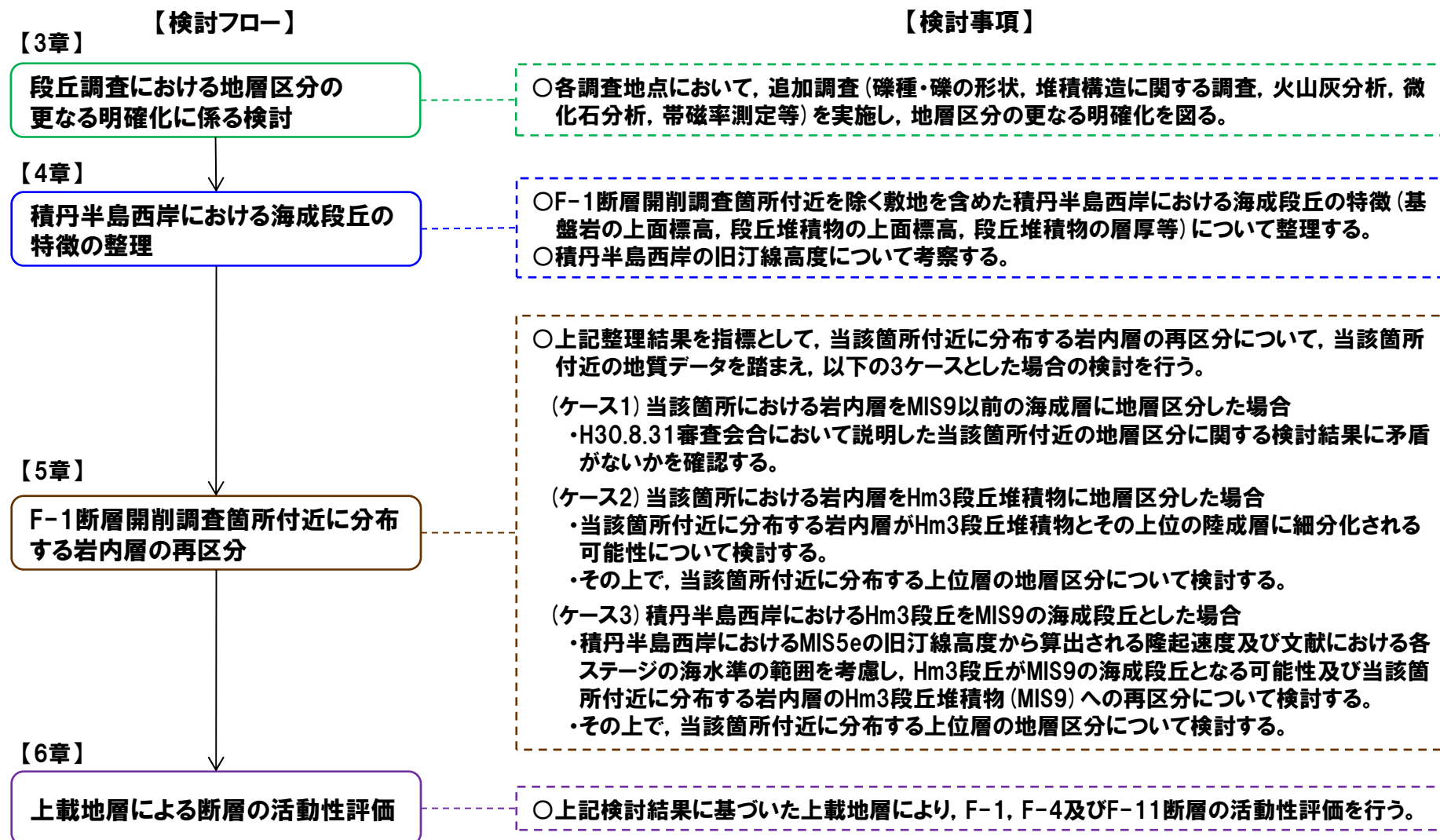
- これまでの審査会合において、地層区分の妥当性の根拠として示している帯磁率の測定結果については、各調査地点・各層においてそれぞれ代表性を有するものであるか等について、追加測定を実施する等して考察すること。
- 各調査地点に認められる砂礫層については、どのような礫種・割合で構成されているかを確認し、考察することで、地層区分の妥当性の補強を図ること。
- A-3トレンチにおける斜面堆積物については、H30追加調査範囲（はぎとり調査箇所）における河成の堆積物に層相が類似している。両者を区別するのであれば、火山灰分析、微化石分析、帯磁率測定、画像処理による礫の形状解析等による定量的な検討を行うこと。また、堆積構造についても検討を行うこと。

【検討方針】

- H30.10.11, 12現地調査における指摘を踏まえ、各調査地点において追加調査を実施し、更なる地層区分の明確化に係る検討を行う。
- その上で、F-1断層開削調査箇所付近に分布する岩内層を再区分するに当たり、当該箇所付近を除く敷地も含めた積丹半島西岸における海成段丘の特徴について整理する。
- 上記整理結果を指標として、当該箇所付近に分布する岩内層の再区分について、当該箇所付近の地質データを踏まえ、以下の3ケースとした場合の検討を行う。
 - （ケース1）F-1断層開削調査箇所における岩内層をMIS9以前の海成層に地層区分した場合（H30.8.31審査会合における検討結果）
 - （ケース2）F-1断層開削調査箇所における岩内層をHm3段丘堆積物に地層区分した場合
 - （ケース3）積丹半島西岸におけるHm3段丘をMIS9の海成段丘とした場合
- 上記検討結果に基づいた上載地層により、F-1、F-4及びF-11断層の活動性評価を行う。

②検討フロー及び検討事項

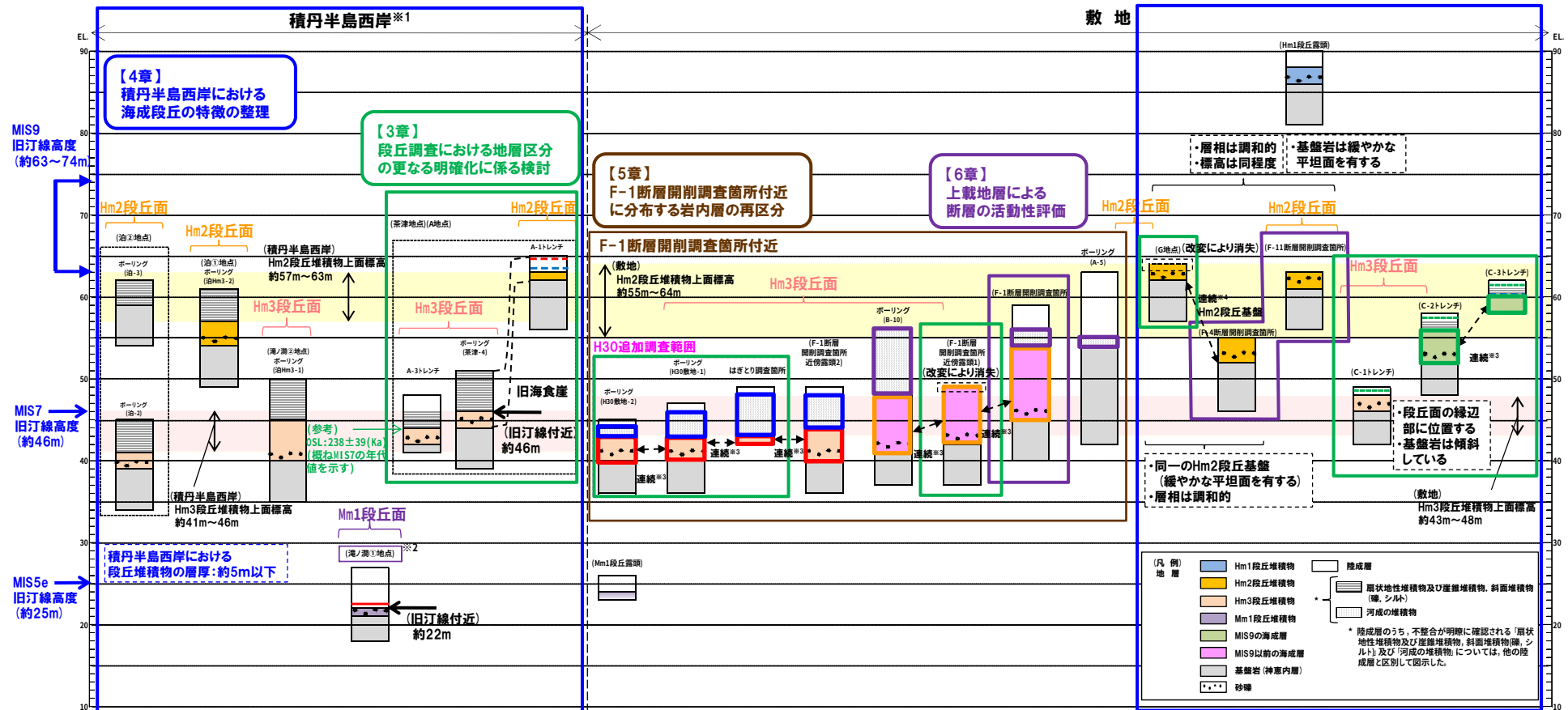
○検討方針に基づく検討フロー及び検討事項を以下に示す。



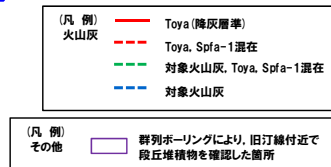
検討フロー及び検討事項

③検討範囲図

一部修正 (H30/8/31 审查会合)



- ※1 積丹半島西海岸では、図示した調査箇所以外においても段丘調査を実施している。ここでは、敷地に近接するMm1段丘（滝ノ淵①地点）及び高位段丘（茶澤地点（A地点）、滝ノ淵②地点、泊①地点及び泊②地点）について代表的に図示した。
- ※2 洞爺火山灰については、当該地点のMm1段丘堆積物の上位に確認されたことを便宜的に図示した。
- ※3 各調査箇所の位置関係が近接していること及び地質調査結果から、同一の地層であると判断されることを示す。
- ※4 各調査箇所の位置関係が近接していること及び地質調査結果から、同一の段丘基盤であると判断されることを示す。



凡 例	既往評価	今回再区分	調査箇所
	岩内層	Hm3段丘堆積物	F-1断層開削調査箇所近傍露頭2
	-		H30追加調査範囲 (H30.5.11審査会合以降の追加調査)
	岩内層	MIS9以前の海成層	F-1断層開削調査箇所 F-1断層開削調査箇所近傍露頭1 B-10ボーリング
	岩内層	MIS9の海成層	C-2及VC-3トレンチ
	岩内層	MIS9直後の 河成の堆積物	A-5ボーリング
	Hm2段丘堆積物		F-1断層開削調査箇所
	河成の堆積物		B-10ボーリング
	河成の堆積物	MIS7直後の 河成の堆積物	F-1断層開削調査箇所近傍露頭2
	-		H30追加調査範囲 (H30.5.11審査会合以降の追加調査)

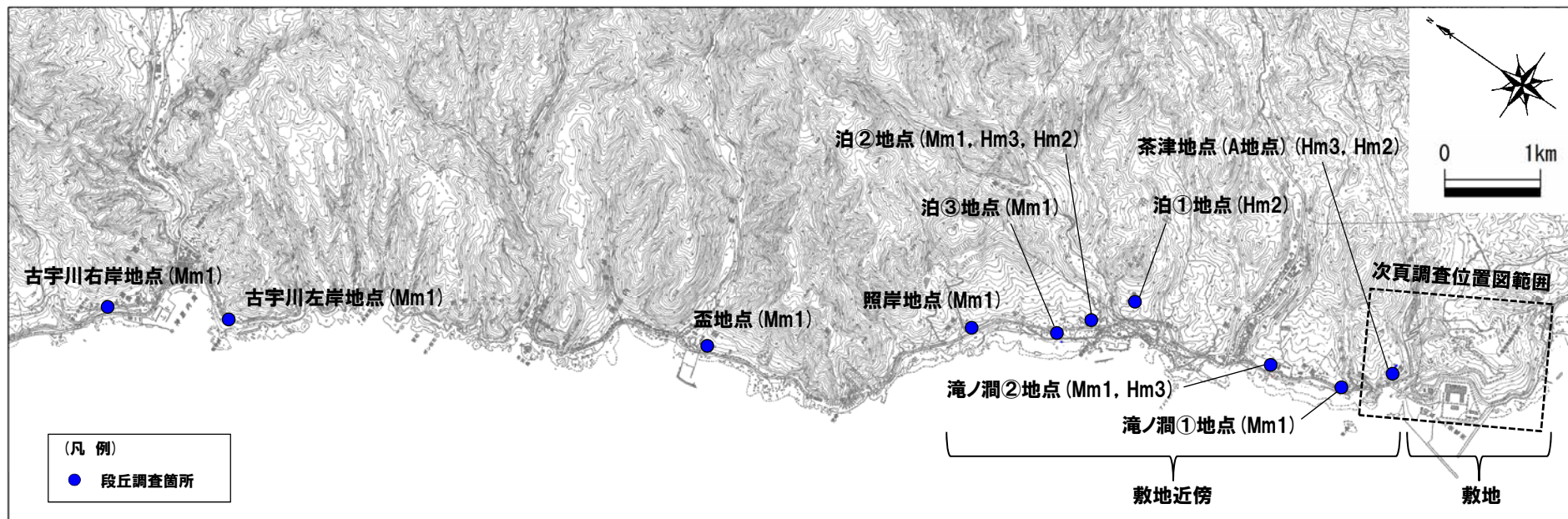
**積丹半島西岸及び敷地における総合柱状図
(H30.8.31審査会合における説明)**

余白

2.3 検討対象範囲

① 積丹半島西岸の調査位置図

○本検討対象範囲は、積丹半島西岸における古宇川右岸地点から敷地までとする。



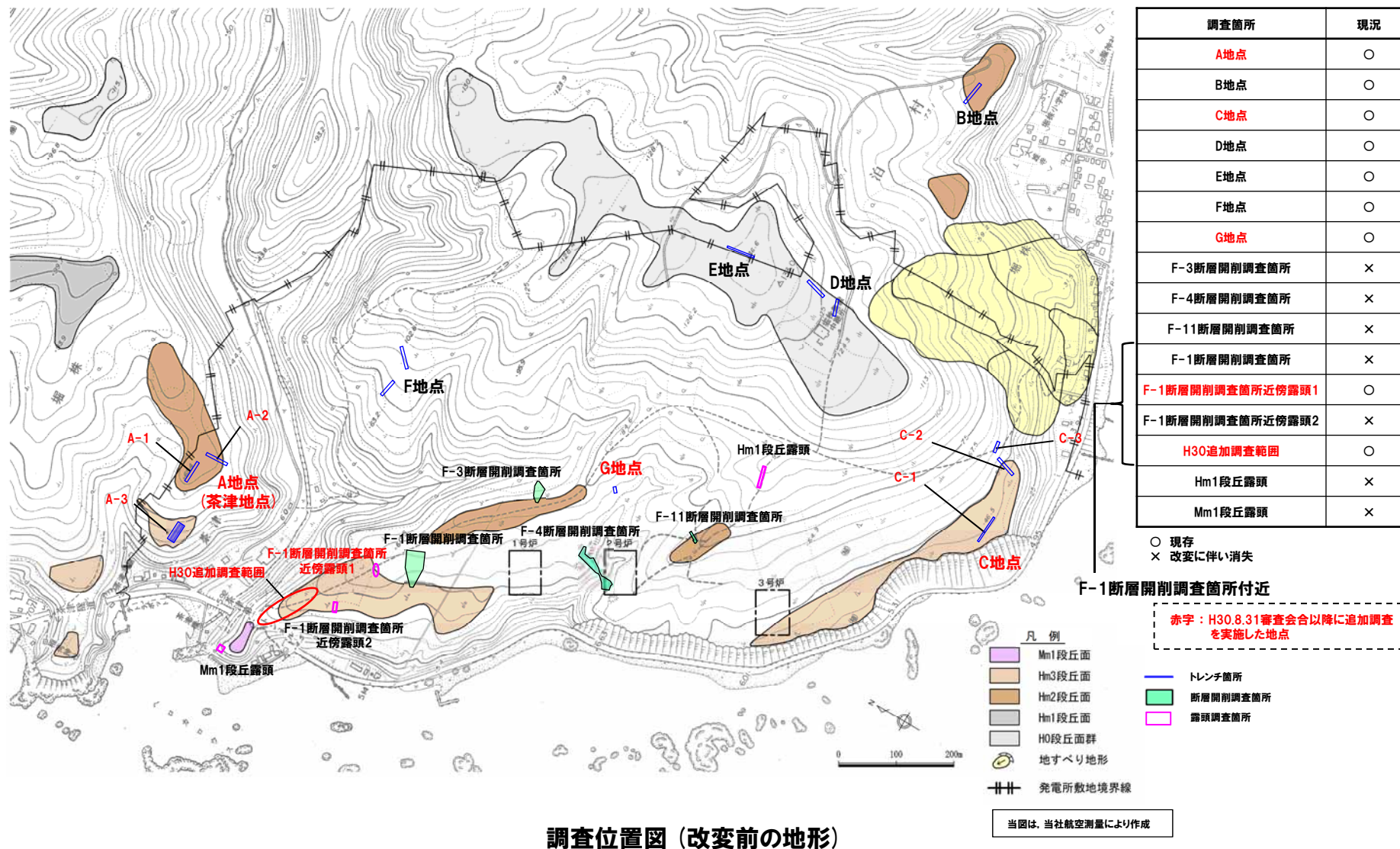
当図は、国土地理院、2万5千分の1地形図「茅沼（平成12年8月発行）、稲倉石（平成63年1月発行）及び神恵内（平成18年8月発行）」を元に作成

調査位置図

2.3 検討対象範囲

②敷地の調査位置図(1/2)

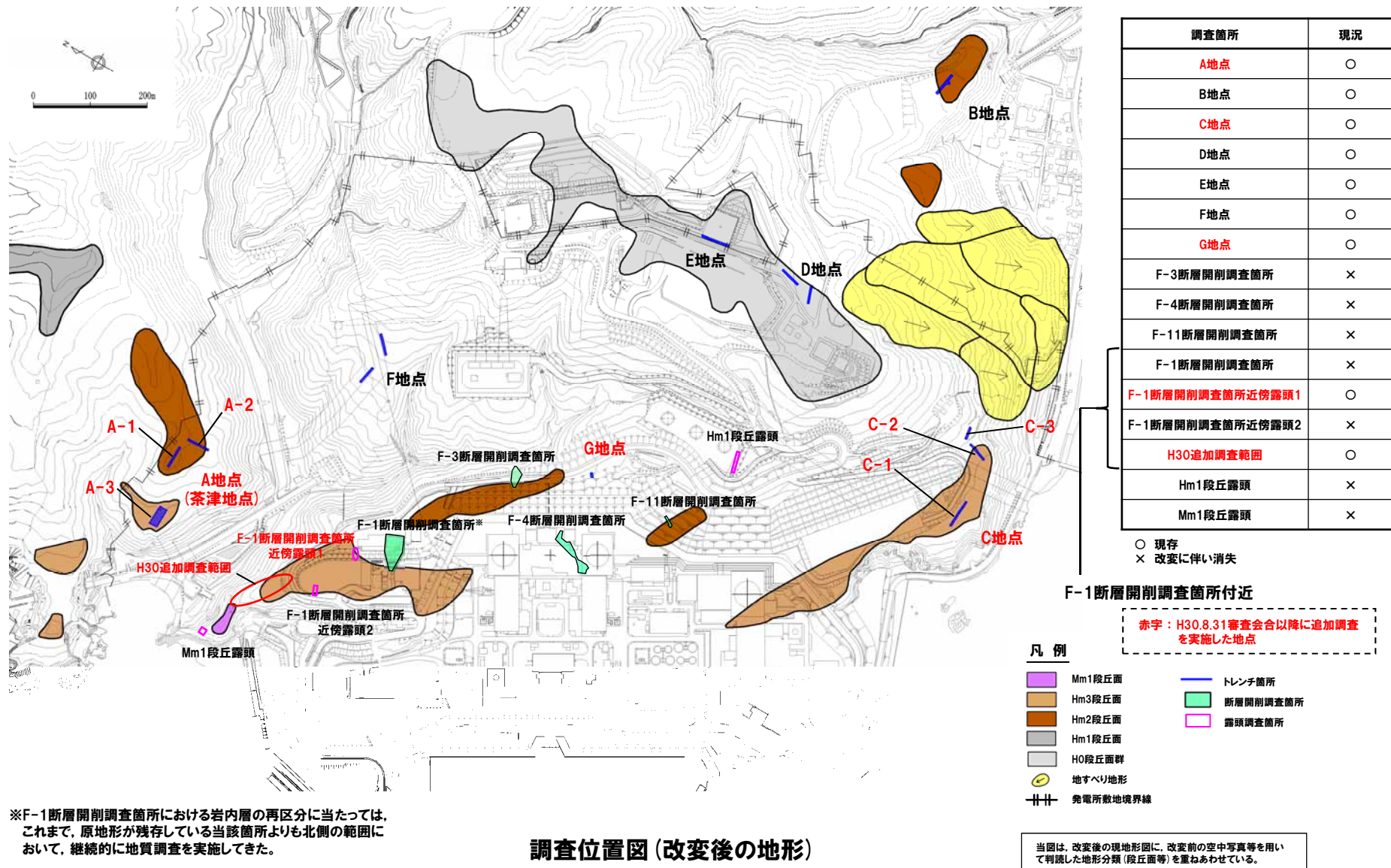
一部修正 (H30/5/11審査会合)



2.3 検討対象範囲

②敷地の調査位置図(2/2)

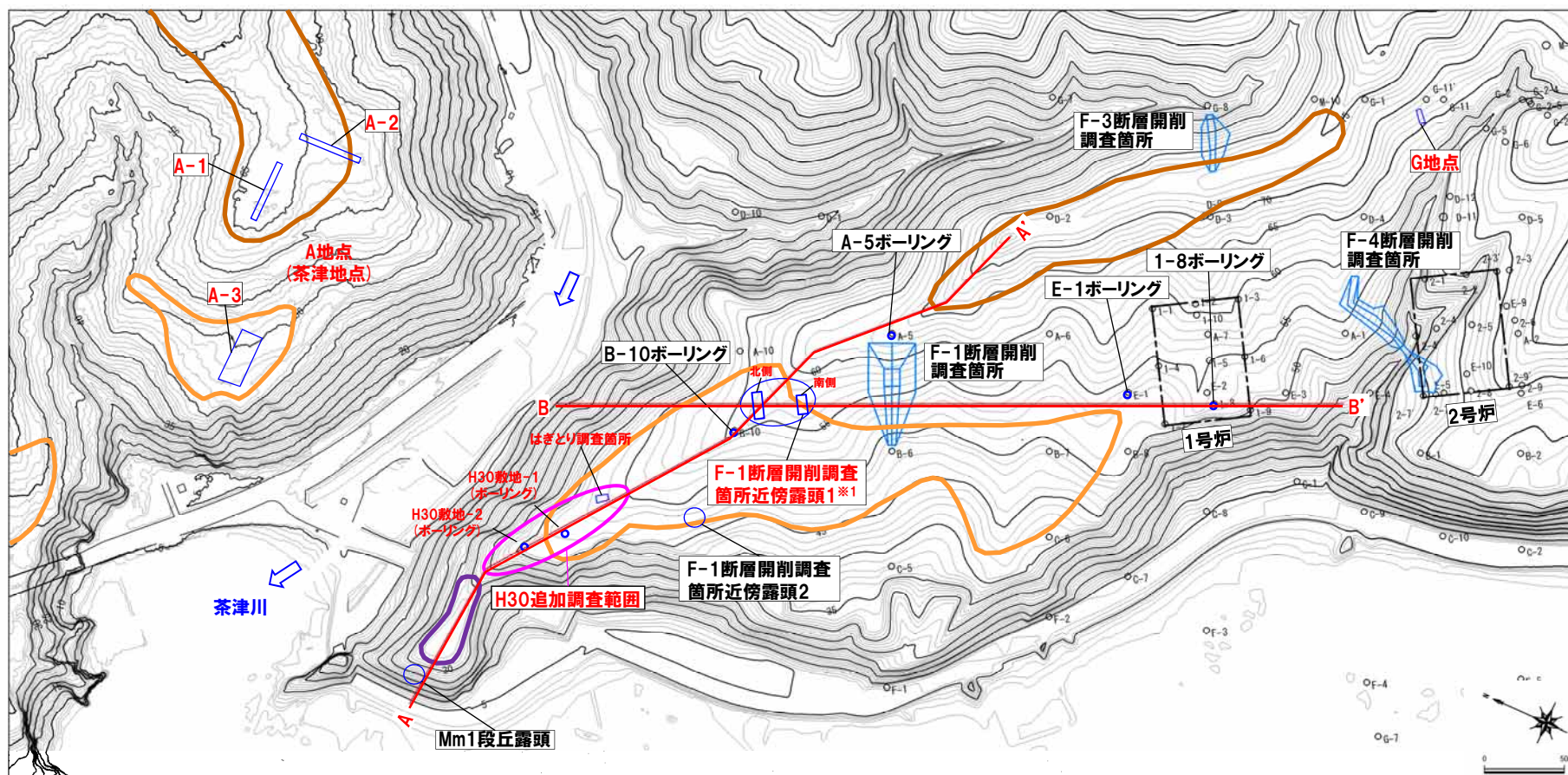
一部修正(H30/5/11審査会合)



2.3 検討対象範囲

③F-1断層開削調査箇所付近の調査位置図

一部修正 (H30/8/31審査会合)



調査位置図 (改変前の地形)

※ F-1断層開削調査箇所近傍露頭1に認められる地層の連続性を確認するため、当該露頭よりも北側の切取法面において、H30.8.31審査会合以降、追加の露頭観察を実施した。今後、既往の露頭を「F-1断層開削調査箇所近傍露頭1 (南側)」、追加の露頭を「F-1断層開削調査箇所近傍露頭1 (北側)」と呼称する。

F-1断層開削調査箇所付近

調査箇所	現況
A地点	○
G地点	○
F-3断層開削調査箇所	×
F-4断層開削調査箇所	×
F-1断層開削調査箇所	×
F-1断層開削調査箇所近傍露頭1	○
F-1断層開削調査箇所近傍露頭2	×
H30追加調査範囲	○
Mm1段丘露頭	×

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)

【凡例】

- Mm1段丘面
- Hm3段丘面
- Hm2段丘面
- 断面線
- 原子炉建屋設置位置
- 鉛直ボーリング

○ 現存
× 改変に伴い消失

赤字：H30.8.31審査会合以降に
追加調査を実施した地点

余白

2.4 検討結果及び評価

(3章) 段丘調査における地層区分の更なる明確化に係る検討(1/2)

- H30.10.11, 12現地調査における指摘を踏まえ、各調査地点において追加調査(観察・分析・測定)を実施し、更なる地層区分の明確化に係る検討を行った。
- 検討の結果、これまでの露頭観察を基本とした地層区分のうち、以下の2地点については、地層区分を見直すこととした。
 - (A-3トレンチ)
 - Hm3段丘堆積物上位の斜面堆積物については、堆積構造調査の結果、礫の上方細粒化及びインプリケーションが認められ、河成の堆積物の特徴を有することから、河成の堆積物に地層区分を見直す。
 - 河成の堆積物は、MIS5eの旧汀線高度(約25m)より高標高に分布すること及びクサリ礫が混じることから、中部更新統と考えられる。
 - これは、河成の堆積物中に洞爺火山灰が認められない状況と調和的である。
 - (C-2トレンチ)
 - 基盤岩上位の海成堆積物について、H30.8.31審査会合においては、分布標高の観点等からMIS9の海成層と呼称し説明したが、海成堆積物上部の砂層には水平な堆積構造も確認されることから、今回、Hm2段丘堆積物相当層に呼称を見直す(これに伴いC-2トレンチに近接し、同層の連続が確認されるC-3トレンチにおいても同様な見直しとなる)。
- 追加調査の結果、以下のことを定量的に確認した。
- 【礫 種】
 - 海成堆積物、河成の堆積物及び斜面堆積物の礫種に関する調査の結果、以下のことを確認した。
 - (主要構成礫)
 - ・海成堆積物の主要構成礫は、安山岩礫である。
 - ・河成の堆積物の主要構成礫は、安山岩礫であり、凝灰岩礫及び砂質凝灰岩礫を多く伴う。
 - ・斜面堆積物の主要構成礫は、安山岩礫、デイサイト礫及び砂質凝灰岩礫である。
 - (特 徴)
 - ・河成の堆積物は、海成堆積物及び斜面堆積物と比較して、凝灰岩礫の割合が多い特徴を有する。
 - ・また、河成の堆積物は、海成堆積物及び斜面堆積物に泥岩礫がほとんど認められないことに対し、泥岩礫がわずかに認められる特徴を有する。
 - ・海成堆積物のうち、G地点及びC-1トレンチに認められるものは、茶津川付近に位置するA-3トレンチ及びF-1断層開削調査箇所近傍露頭1に認められるものと比較して、砂質凝灰岩礫の割合が多い特徴を有する。
 - 河成の堆積物は、以下を踏まえると、礫の供給は概ね茶津川に由来するものと考えられる。
 - ・茶津川付近に分布し、礫種の構成比は海成堆積物及び斜面堆積物と異なる。
 - ・泥岩礫がわずかに認められ、茶津川上流に神恵内層の凝灰質泥岩が分布することと調和的である。
 - 海成堆積物は、茶津川付近に分布するものとそれ以外の範囲のもので、砂質凝灰岩礫の割合に差異が認められ、これは、茶津川からの距離に応じた礫の供給源のわずかな差異に起因しているものと考えられる。

(次頁に続く)

(3章) 段丘調査における地層区分の更なる明確化に係る検討(2/2)

(前頁からの続き)

○斜面堆積物は、海成堆積物及び河成の堆積物と比較し、主要構成礫が多様であり、以下を踏まえると、礫の供給は敷地に分布する神恵内層に由来するものと考えられる。

- ・主要構成礫が敷地の基盤をなす神恵内層の火砕岩と調和的である。
- ・斜面堆積物は背後斜面からの二次堆積物を主体とする。

【礫の形状】

○海成堆積物、河成の堆積物及び斜面堆積物の礫の形状に関する調査の結果、以下のことを確認した。

- ・3者の球形度に明瞭な差異は認められない。
- ・海成堆積物の円磨度は、河成の堆積物及び斜面堆積物と比較して、高い傾向が認められる。
- ・斜面堆積物は、河成の堆積物と比較して、鈴木(1997)における角～亜角礫に対応する円磨度(0.1～0.4)のことが多い。

○上記の円磨度の差異は、以下の要因によるものと推定される。

- ・海成堆積物は、主に河川から礫が供給された後、波食による円磨作用を受けることから、河成の堆積物及び斜面堆積物と比較して、円磨度が高い。
- ・河成の堆積物は、河川の運搬による円磨作用を受けることから、斜面堆積物と比較して、角～亜角礫に対応する円磨度のものが少ない。
- ・斜面堆積物は、背後斜面からの二次堆積物を主体とすることから、河成の堆積物と比較して、角～亜角礫に対応する円磨度のが多い。

○なお、この円磨度の差異は、積丹半島西岸において確認される各堆積物中の砂礫層の層相を、以下のように評価していることと概ね調和的である。

- ・海成堆積物の砂礫層中の礫は、円～亜角礫主体
- ・河成の堆積物の砂礫層中の礫は、円～亜角礫主体
- ・斜面堆積物の砂礫層中の礫は、亜円～角礫主体

【礫の堆積構造】

○河成の堆積物中の礫は、平均礫径が大局的に上方に向かって小さくなる傾向(礫の上方細粒化)が認められる。

○河成の堆積物中の礫は、長軸方向の角度分布の平均が水平方向より山側(上流側)に傾く傾向が認められる(インプリケーション)。

【粒度分析】

○海成堆積物中の砂層は、陸上堆積物(陸成層及び斜面堆積物中の同層相)と比較して、シルトの含有率が低い。

【帯磁率測定】

○河成の堆積物は、海成堆積物及び斜面堆積物と比較して、値が低い傾向が認められる。

○なお、各地点における検討結果の詳細は資料集参照。

○以上より、当社の地層区分はより明確になったことから、当区分に基づき次章以降の「F-1断層開削調査箇所付近に分布する岩内層の再区分に関する検討」を行う。

余白

2.4 検討結果及び評価

各調査地点における追加調査

○各段丘調査地点において、更なる地層区分の明確化を図るため、H30.8.31審査会合以降、下表のとおり追加調査（観察・分析・測定）を実施した。

- ：既往調査（H30.8.31審査会合以前に実施・説明済）
- ：追加調査（H30.8.31審査会合以降に実施、H30.10.11、12現地調査において説明済）
- ：追加調査（H30.10.11、12現地調査以降に実施）

範 囲	段丘調査地点		観 察				分析・測定						備 考 (資料集掲載頁)	
			層相 確認	定量的な検討		薄片 観察	火山灰 分 析	微化石 分 析	粒度 分析	帯磁率 測定	OSL 年代 測定	FT法 年代 測定		
				礫種 礫の形状	堆積 構造									
積丹半島西岸 敷 地	茶津地点 (A地点)	A-3トレンチ	●	●	●	-	●	●	●	●●	●	-	○詳細はP14～P44参照	
		A-1トレンチ	●	-	-	-	●	-	●	●●	●	●	○詳細はP46～P66参照	
		A-2トレンチ	●	-	-	●	●	-	-	●	●	-	○詳細はP68～P101参照	
		ボーリング (茶津-1～5)	●	-	-	-	●	-	-	●	-	-	○詳細はP102～P109参照	
	F-1断層開削調査箇所付近	C地点	C-1トレンチ	●	●	●	-	●	-	●	●●	●	-	○詳細はP116～P143参照
			C-2トレンチ	●	●	●	-	●	-	●	●●	●	-	○詳細はP144～P177参照
			C-3トレンチ	●	●	●	-	●	-	●	●●	-	●	○詳細はP178～P203参照
		F-11断層開削調査箇所		●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○詳細はP205～P212参照
		G地点		●	●	-	-	●	-	●	●●	-	-	○詳細はP213～P231参照
		F-4断層開削調査箇所		●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○詳細はP233～P236参照
		F-1断層開削調査箇所		●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○詳細は本編資料P122参照
		F-1断層開削調査箇所 近傍露頭1(南側)		●●	●	-	-	-	-	●	●	●	-	○詳細はP237～P261参照
		F-1断層開削調査箇所 近傍露頭1(北側)		●	●	-	-	-	-	-	●	-	-	○詳細はP262～P281参照
		F-1断層開削調査箇所 近傍露頭2		●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○詳細はP283～P285参照
		H30追加調査範囲	はぎとり調査箇所	●	●	●	-	●	●	●	●●	●	-	○詳細はP287～P316参照
			ボーリング (H30敷地-1, 2)	●	-	-	-	●	-	-	-	-	-	○詳細はP318～P321参照

硬度測定については、既往調査（H30.8.31審査会合以前）の結果、陸上堆積物と海成堆積物には明瞭な差異は認められないことから、本検討においては当該測定結果を用いないこととした。

2.4 検討結果及び評価

(4章) 積丹半島西岸における海成段丘の特徴の整理

- 敷地のF-1断層開削調査箇所付近に分布する岩内層を再区分するに当たり、当該箇所付近を除く敷地を含めた積丹半島西岸における海成段丘を指標とすることから、当該段丘の特徴の整理を図った※¹。
- 整理に当たっては、同じく積丹半島西岸に位置する敷地近傍以北のMm1段丘調査結果（古宇川右岸地点～盃地点）も用いた。

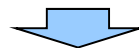
【段丘調査結果に基づく整理】

- Mm1段丘、Hm3段丘及びHm2段丘は、基盤岩の上面標高、段丘堆積物の上面標高等から、明確に3段に区分される。
- 段丘堆積物の層厚は、約5m以下である。
- 高位段丘と中位段丘は、段丘堆積物の層相（礫の風化）及び被覆層の特徴（火山灰の分布状況等）の観点から明確に区分される。

【段丘調査結果に基づく旧汀線高度の考察】

- 積丹半島西岸におけるMIS5eの旧汀線高度は、Mm1段丘調査の結果、約25mであると評価される。
- MIS5eの旧汀線高度に基づき算出した積丹半島西岸の隆起速度を用い、MIS7の旧汀線高度について考察を行った。
- 加えて、上記考察を踏まえ、積丹半島西岸におけるMIS9の旧汀線高度についても考察を行った。
- 積丹半島西岸におけるMIS5eの旧汀線高度（約25m）に基づく、隆起速度は0.20m/千年程度であり、MIS7の旧汀線高度は約48m、MIS9の旧汀線高度は約63～74mの範囲と考えられる。

※1 H30.8.31審査会合においては、敷地を除いた積丹半島西岸における海成段丘を対象に整理し、説明したが、同審査会合における指摘事項に基づき、F-1断層開削調査箇所付近を除く敷地も含めた積丹半島西岸における海成段丘を対象とした。



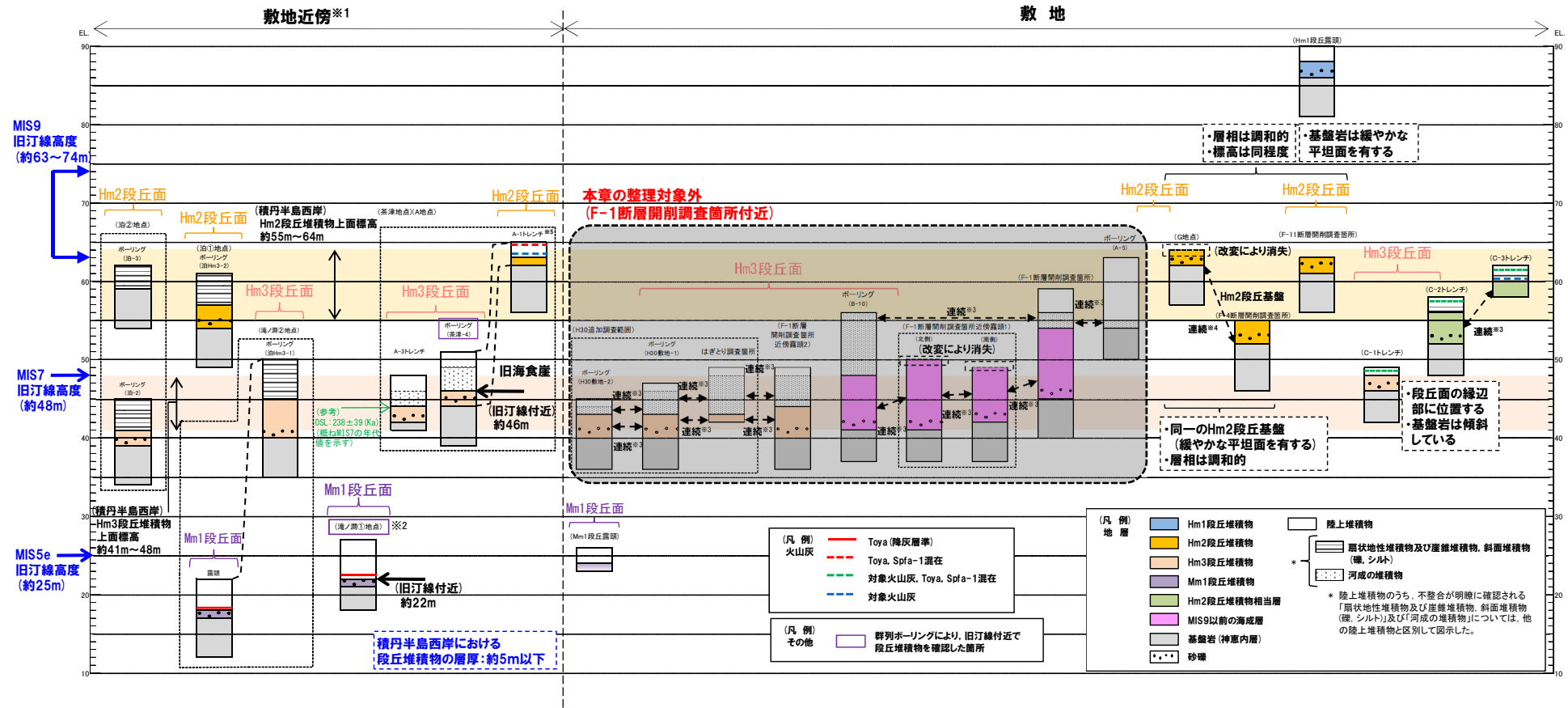
- F-1断層開削調査箇所付近に分布する岩内層の再区分に当たっては、当該箇所付近を除く敷地を含めた積丹半島西岸における海成段丘を指標※²とし、上記整理結果のうち以下に示す特徴と比較することにより行う。

段 丘		海洋酸素 同位体ステージ	基盤岩の 上面標高 (EL.)	段丘堆積物 上面標高 (EL.)	段丘堆積物の 層 厚	旧汀線高度	隆起速度
高位段丘	Hm2段丘	MIS9	約52～63m	約55～64m	約5m以下	約63～74m	0.20m/千年程度
	Hm3段丘	MIS7	約39～46m	約41～48m		約48m	

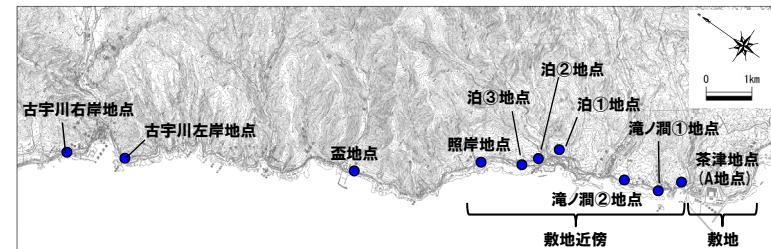
※2 H30.8.31審査会合において説明したもののからの主な変更箇所は、Hm3段丘の段丘堆積物上面標高及びMIS7の旧汀線高度（約46m⇒約48m）である。

2.4 検討結果及び評価

総合柱状図(積丹半島西岸)



- ※1 積丹半島西岸では、図示した調査箇所以外においても段丘調査を実施している。ここでは、敷地に近接するMm1段丘（滝ノ淵①地点）及び高位段丘（茶津地点（A地点）、滝ノ淵②地点、泊①地点及び泊②地点）について代表的に図示した。
- ※2 洞爺火山灰については、当該地点のMm1段丘堆積物の上位に確認されたことを便宜的に図示した。
- ※3 各調査箇所的位置関係が近接していること及び地質調査結果から、同一の地層であると判断されることを示す。
- ※4 各調査箇所的位置関係が近接していること及び地質調査結果から、同一の段丘基盤であると判断されることを示す。
- ※5 茶津地点（Hm2段丘）においては、A-2トレンチにおいても段丘調査を実施しているが、A-1トレンチと距離が近接しており、基盤岩及び段丘堆積物の上面標高が同様であることから、A-1トレンチを代表的に図示した。



積丹半島西岸における総合柱状図

位置図

2.4 検討結果及び評価

(5章) F-1断層開削調査箇所付近の地層区分のまとめ

○F-1断層開削調査箇所付近に分布する岩内層の再区分については、積丹半島西岸における海成段丘の特徴を指標に、当該箇所付近の地質データに基づき、以下の3ケースについて検討した結果、下表に示す地層区分が考えられる。

(**ケース1**) F-1断層開削調査箇所における岩内層をMIS9以前の海成層に地層区分した場合

(**ケース2**) F-1断層開削調査箇所における岩内層をHm3段丘堆積物に地層区分した場合

(**ケース3**) 積丹半島西岸におけるHm3段丘をMIS9の海成段丘とした場合

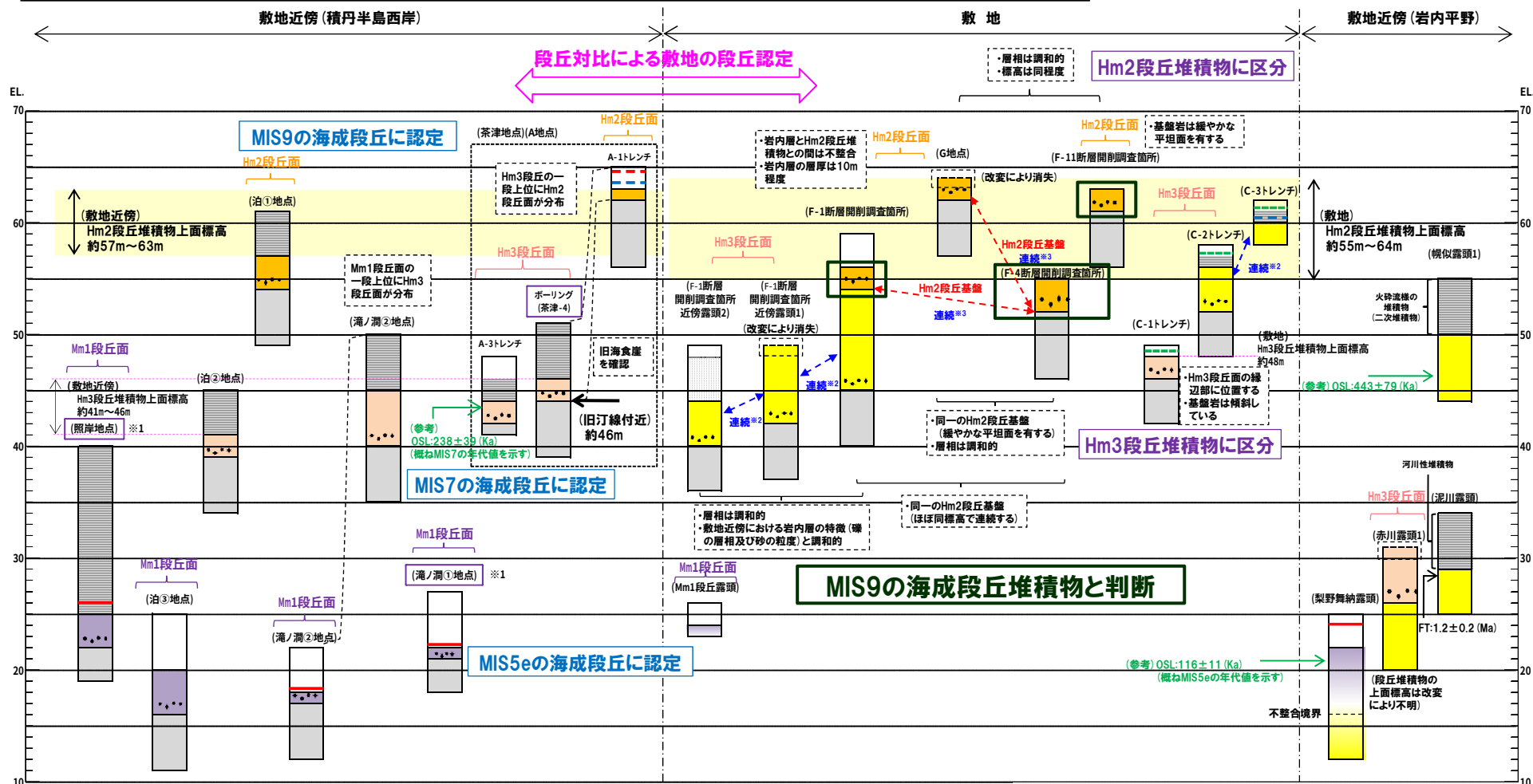
F-1断層開削調査箇所付近における地層区分に関する検討結果

項 目		既往評価 (H30.5.11審査 会合における説明)	ケース1		ケース2	ケース3
			【F-1断層開削調査箇所近傍露 頭2及びH30追加調査範囲】	【F-1断層開削調査箇所 からB-10ボーリングの範囲】		
地層 区分	F-1断層開削 調査箇所付近	河成の堆積物 (中部更新統)	MIS7直後の 河成の堆積物	MIS9直後の 河成の堆積物	河成の堆積物 (中部更新統)	MIS9直後の 河成の堆積物
		岩内層	Hm3段丘堆積物 (MIS7)	MIS9以前の 海成層	Hm3段丘堆積物 (MIS7)	Hm3段丘堆積物 (MIS9)
	F-1断層 開削調査箇所	Hm2段丘堆積物	MIS9直後の河成の堆積物		河成の堆積物 (中部更新統)	MIS9直後の 河成の堆積物
		岩内層	MIS9以前の海成層		陸成層 (風成砂) Hm3段丘堆積物 (MIS7)	Hm3段丘堆積物 (MIS9)

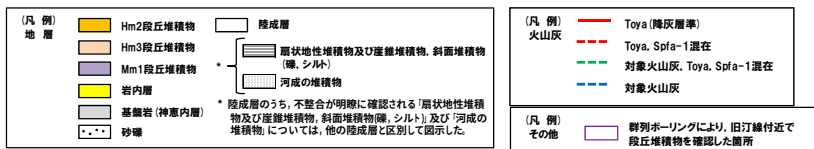
2.4 検討結果及び評価

(参考) (既往評価) H30.5.11審査会合における説明

一部修正 (H30/5/11審査会合)



- ※1 洞爺火山灰については、当該地点のMm1段丘堆積物の上位に確認されたことを便宜的に図示した。
- ※2 各調査箇所的位置関係が近接していること及び地質調査結果から、同一の地層であると判断されることを示す。
- ※3 各調査箇所的位置関係が近接していること及び地質調査結果から、同一の段丘基盤であると判断されることを示す。



2.4 検討結果及び評価

(ケース1) F-1断層開削調査箇所における岩内層をMIS9以前の海成層に地層区分した場合

【検討内容】

- 積丹半島西岸における海成段丘の特徴を指標とした場合、H30.8.31審査会合において説明したF-1断層開削調査箇所付近の地層区分に関する検討結果に矛盾がないかを確認する※。
- 地層区分の検討結果を踏まえ、積丹半島西岸における海成段丘(Hm3段丘)との整合性について改めて確認する。

※積丹半島西岸における海成段丘の特徴のうち、H30.8.31審査会合において説明したものからの主な変更箇所は、段丘堆積物の上面標高及びMIS7の旧汀線高度(約46m⇒約48m)である。

【検討結果】

(1) 地層区分の検討結果

- F-1断層開削調査箇所付近の地層区分は、H30.8.31審査会合において説明した検討結果から変更はなく、下表の地層区分が合理的と考えられる。

F-1断層開削調査箇所付近における地層区分に関する検討結果(ケース1)

項 目		既往評価 (H30.5.11審査会合における説明)	ケース1	
			【F-1断層開削調査箇所近傍露頭2及びH30追加調査範囲】	【F-1断層開削調査箇所からB-10ボーリングの範囲】
地層 区分	F-1断層開削調査 箇所付近	河成の堆積物 (中部更新統)	MIS7直後の河成の堆積物	MIS9直後の河成の堆積物
		岩内層	Hm3段丘堆積物(MIS7)	MIS9以前の海成層
	F-1断層開削 調査箇所	Hm2段丘堆積物	MIS9直後の河成の堆積物	
		岩内層	MIS9以前の海成層	

(P36へ続く)

余白

2.4 検討結果及び評価

(ケース1) F-1断層開削調査箇所における岩内層をMIS9以前の海成層に地層区分した場合

(P34からの続き)

(2) 積丹半島西岸における海成段丘との整合性の確認結果

○確認結果は下表のとおり。

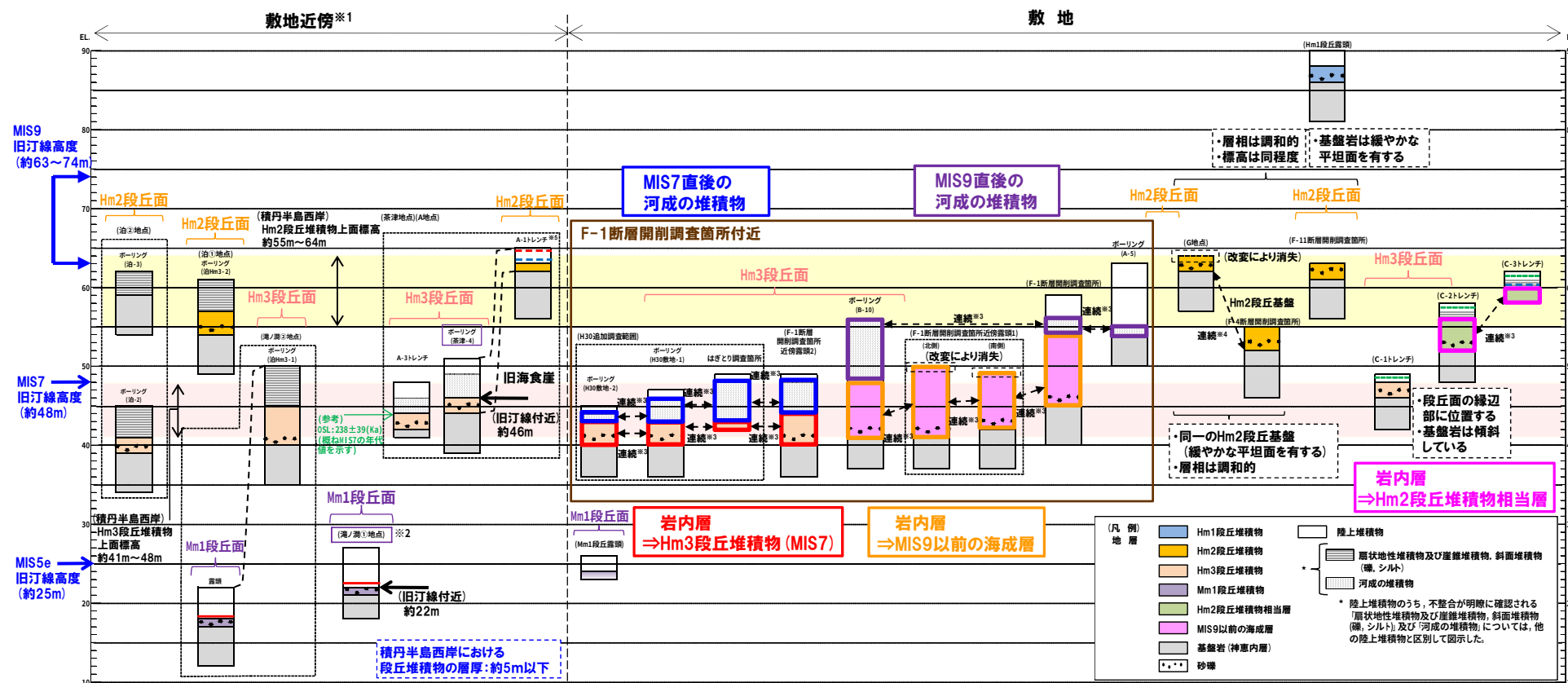
F-1断層開削調査箇所付近における地層区分と積丹半島西岸における海成段丘 (Hm3段丘) との整合性の確認結果 (ケース1)

確認項目	積丹半島西岸における 海成段丘 (Hm3) の特徴	確認結果	
		【F-1断層開削調査箇所近傍露頭2及びH30追加調査範囲】	【F-1断層開削調査箇所からB-10ボーリングの範囲】
地 形	Hm3段丘面	○Hm3段丘堆積物は概ねHm3段丘面上に分布し、整合的である	○MIS9以前の海成層の分布範囲に、一部、Hm3段丘面が認められる
基盤岩の 上面標高	約39～46m	○Hm3段丘堆積物の基盤岩の上面標高は約40mであり、整合的である	○MIS9以前の海成層の基盤岩の上面標高 (約42～45m) は、Hm3段丘の基盤岩の上面標高と同程度である
段丘堆積物の 上面標高	約41～48m	○Hm3段丘堆積物の上面標高は約43～44mであり、整合的である	—
段丘堆積物の層厚	約5m以下	○Hm3段丘堆積物の層厚は約2～4mであり、整合的である	—
旧汀線高度 (MIS7)	約48m	○Hm3段丘堆積物の上面標高 (約43～44m) は旧汀線高度 (MIS7) 以下となり、整合的である	—
隆起速度	0.20m/千年程度	○Hm3段丘堆積物の上面標高 (約43～44m) は旧汀線高度 (MIS7) 以下となることから、隆起速度についても整合的である	—

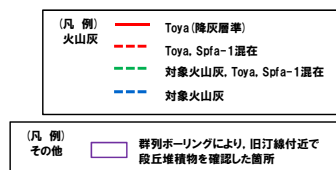


- F-1断層開削調査箇所近傍露頭2及びH30追加調査範囲に認められるHm3段丘堆積物は、整合性の確認項目に対していずれも整合的である。
- 一方、F-1断層開削調査箇所からB-10ボーリングの範囲に認められるMIS9以前の海成層は、堆積物の上面標高がMIS7の旧汀線高度 (約48m) より高く、上位にMIS9直後の河成の堆積物が分布する状況を踏まえると、本地層区分は合理的であると考えられるが、積丹半島西岸のうち当該範囲にのみMIS9以前の海成層が分布する特異な状況となる。

一部修正 (H30/8/31審査会合)



- ※1 積丹半島西岸では、図示した調査箇所以外においても段丘調査を実施している。ここでは、敷地に近接するMm1段丘（滝ノ淵①地点）及び高位段丘（茶津地点（A地点）、滝ノ淵②地点、泊①地点及び泊②地点）について代表的に図示した。
- ※2 洞爺火山灰については、当該地点のMm1段丘堆積物の上位に確認されたことを便宜的に図示した。
- ※3 各調査箇所の位置関係が近接していること及び地質調査結果から、同一の地層であると判断されることを示す。
- ※4 各調査箇所の位置関係が近接していること及び地質調査結果から、同一の段丘基盤であると判断されることを示す。
- ※5 茶津地点（Hm2段丘）においては、A-2トレンチにおいても段丘調査を実施しているが、A-1トレンチと距離が近接しており、基盤岩及び段丘堆積物の上面標高が同様であることから、A-1トレンチを代表的に図示した。



積丹半島西岸における総合柱状図

凡 例	既往評価	今回再区分	調査箇所
	岩内層	Hm3段丘堆積物 (MIS7)	F-1断層開削調査箇所近傍露頭2
	-		H30追加調査範囲 (H30.5.11審査会合以降の追加調査)
	岩内層	MIS9以前の海成層	F-1断層開削調査箇所 F-1断層開削調査箇所近傍露頭1 B-10ボーリング
	岩内層	Hm2段丘堆積物相当層	C-2及びC-3トレンチ
	岩内層	MIS9直後の 河成の堆積物	A-5ボーリング
	Hm2段丘堆積物		F-1断層開削調査箇所
	河成の堆積物		B-10ボーリング
	河成の堆積物	MIS7直後の 河成の堆積物	F-1断層開削調査箇所近傍露頭2
	-		H30追加調査範囲 (H30.5.11審査会合以降の追加調査)

2.4 検討結果及び評価

(ケース2) F-1断層開削調査箇所における岩内層をHm3段丘堆積物に地層区分した場合

【検討内容】

- F-1断層開削調査箇所付近に分布する岩内層がHm3段丘堆積物とその上位の陸成層に細分化される可能性について検討を実施する。
- また、当該箇所付近に分布する河成の堆積物（上位層）の地層区分についても検討を実施する。
- 地層区分の検討結果を踏まえ、積丹半島西岸における海成段丘（Hm3段丘）との整合性について確認する。

【検討結果】

(1) 地層区分の検討結果

- F-1断層開削調査箇所付近の地層区分の検討結果は下表のとおり。

F-1断層開削調査箇所付近における地層区分に関する検討結果 (ケース2)

項 目		既往評価 (H30.5.11審査会合における説明)	ケース2
地層 区分	F-1断層開削調査 箇所付近	河成の堆積物（中部更新統）	河成の堆積物（中部更新統）
		岩内層	Hm3段丘堆積物（MIS7）
	F-1断層開削 調査箇所	Hm2段丘堆積物	河成の堆積物（中部更新統）
		岩内層	陸成層（風成砂） Hm3段丘堆積物（MIS7）

(P40へ続く)

余白

(ケース2) F-1断層開削調査箇所における岩内層をHm3段丘堆積物に地層区分した場合

(P38からの続き)

(2) 積丹半島西岸における海成段丘との整合性の確認結果

○確認結果は下表のとおり。

F-1断層開削調査箇所付近における地層区分と積丹半島西岸における海成段丘 (Hm3段丘) との整合性の確認結果 (ケース2)

確認項目	積丹半島西岸における海成段丘 (Hm3) の特徴	確認結果
地 形	Hm3段丘面	○Hm3段丘堆積物はHm3段丘面上に概ね分布し、整合的である
基盤岩の上面標高	約39～46m	○Hm3段丘堆積物の基盤岩の上面標高は約40～45mであり、整合的である
段丘堆積物の上面標高	約41～48m	○F-1断層開削調査箇所近傍露頭1におけるHm3段丘堆積物の上面標高は約50m ^{※1} と高く、整合的ではない
段丘堆積物の層厚	約5m以下	○F-1断層開削調査箇所近傍露頭1及びB-10ボーリングにおけるHm3段丘堆積物の層厚は約7～8mと僅かに厚い ^{※2}
旧汀線高度 (MIS7)	約48m	○F-1断層開削調査箇所近傍露頭1におけるHm3段丘堆積物の上面標高は約50m ^{※1} と高く、整合的ではない
隆起速度	0.20m/千年程度	○F-1断層開削調査箇所近傍露頭1におけるHm3段丘堆積物の上面標高 (約50m ^{※1}) は、旧汀線高度 (MIS7) より高いことから、隆起速度についても整合的ではない

※1 F-1断層開削調査箇所近傍露頭1付近の原地形は標高約55～60mであること及び露頭上部が改変により消失していることを踏まえると、本露頭において確認されるHm3段丘堆積物は、標高約50mより高標高にも分布していたものと判断される。

※2 模式的な海成段丘が認められる関東平野西南部の文献レビューの結果、積丹半島西岸とは地形発達、規模等が異なるものの、関東平野西南部には最大で10m程度の層厚を有する海成段丘堆積物が認められる。



○Hm3段丘堆積物は、「地形」及び「基盤岩の上面標高」の観点において整合的である。

○一方、F-1断層開削調査箇所近傍露頭1においては、MIS7の旧汀線高度 (約48m) 以上の標高までHm3段丘堆積物が確認され、整合的ではない。

2.4 検討結果及び評価

(ケース3) 積丹半島西岸におけるHm3段丘をMIS9の海成段丘とした場合

【検討内容】

- 積丹半島西岸におけるMIS5eの旧汀線高度から算出される隆起速度及び文献における各ステージの海水準の範囲を考慮し、Hm3段丘がMIS9の海成段丘となる可能性及びF-1断層開削調査箇所付近に分布する岩内層のHm3段丘堆積物(MIS9)への再区分について検討を実施する。
- Hm3段丘堆積物がMIS9の海成段丘となる可能性検討に当たっては、まず、文献レビューにより、東北日本孤北部日本海側(内孤)における海成段丘の分布状況を確認する。
- また、当該箇所付近に分布する河成の堆積物(上位層)の地層区分についても検討を実施する。
- 地層区分の検討結果を踏まえ、積丹半島西岸における海成段丘(Hm3段丘)との整合性について確認する。

【検討結果】

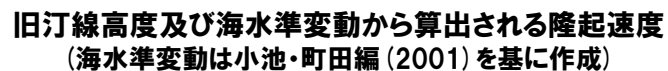
(1) 地層区分の検討結果

- 小池・町田編(2001)によれば、東北日本孤北部日本海側(内孤)においては、MIS5eの海成段丘の一段上位にMIS9の海成段丘が分布する状況は認められない。
- 「4.積丹半島西岸における海成段丘の特徴の整理」に基づけば、MIS5eの海成段丘の一段上位にMIS7の海成段丘、その一段上位にMIS9の海成段丘が分布する場合、隆起速度は0.20m/千年程度となる。
- しかし、積丹半島西岸における隆起速度が0.15m/千年程度かつMIS7の海水準が文献における下限側の値の場合、MIS7時に形成された海成段丘は、MIS5eの海進時に海水で覆われ、MIS5eの海成段丘に更新される可能性がある。
- このとき、積丹半島西岸におけるHm3段丘はMIS9の海成段丘、Hm2段丘はMIS11の海成段丘となる可能性が考えられる。
- F-1断層開削調査箇所付近の地層区分の検討結果は下表のとおり。

F-1断層開削調査箇所付近における地層区分に関する検討結果(ケース3)

項 目		既往評価 (H30.5.11審査会合における説明)	ケース3
地層 区分	F-1断層開削調査 箇所付近	河成の堆積物(中部更新統)	MIS9直後の河成の堆積物
		岩内層	Hm3段丘堆積物(MIS9)
	F-1断層開削 調査箇所	Hm2段丘堆積物	MIS9直後の河成の堆積物
		岩内層	Hm3段丘堆積物(MIS9)

(P44へ続く)



2.4 検討結果及び評価

(ケース3) 積丹半島西岸におけるHm3段丘をMIS9の海成段丘とした場合

(P42からの続き)

(2) 積丹半島西岸における海成段丘との整合性の確認結果

○確認結果は下表のとおり。

F-1断層開削調査箇所付近における地層区分と積丹半島西岸における海成段丘(Hm3段丘)との整合性の確認結果(ケース3)

確認項目	積丹半島西岸における 海成段丘(Hm3)の特徴	確認結果
地形	Hm3段丘面	○Hm3段丘堆積物(MIS9)はHm3段丘面上に概ね分布し、整合的である
基盤岩の上面標高	約39～46m	○Hm3段丘堆積物(MIS9)の基盤岩の上面標高は約40～45mであり、整合的である
段丘堆積物の上面標高	約41～48m	○F-1断層開削調査箇所におけるHm3段丘堆積物(MIS9)の上面標高は約54mと高い
段丘堆積物の層厚	約5m以下	○F-1断層開削調査箇所におけるHm3段丘堆積物(MIS9)の層厚は約10mと厚い※
旧汀線高度(MIS9)	約54m	○Hm3段丘堆積物(MIS9)の最大上面標高は約54mであり、整合的である
隆起速度	0.15m/千年程度	○Hm3段丘堆積物(MIS9)の最大上面標高は約54mであり、隆起速度は整合的である

※模式的な海成段丘が認められる関東平野西南部の文献レビューの結果、積丹半島西岸とは地形発達、規模等が異なるものの、関東平野西南部には最大で10m程度の層厚を有する海成段丘堆積物が認められる。



○Hm3段丘堆積物(MIS9)は、「地形」、「基盤岩の上面標高」、「旧汀線高度」及び「隆起速度」の観点において整合的である。

○一方、「段丘堆積物の上面標高」の観点においては、積丹半島西岸のうちF-1断層開削調査箇所付近のみ高く、旧海食崖をHm3段丘堆積物(MIS9)が埋めることとなり、岩石海岸における段丘堆積物としては特異な状況となる。

2.4 検討結果及び評価

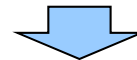
(6章) 上載地層による断層の活動性評価

○前章の検討結果に基づいた上載地層によりF-1、F-4及びF-11断層の活動性評価を下表のとおり実施した。

F-1、F-4及びF-11断層の活動性評価結果

断層名	ケース1 (F-1断層開削調査箇所における岩内層を MIS9以前の海成層に地層区分した場合)	ケース2 (F-1断層開削調査箇所における岩内層を Hm3段丘堆積物 (MIS7) に地層区分した場合)	ケース3 (積丹半島西岸におけるHm3段丘を MIS9の海成段丘とした場合)
F-1	○MIS9以前の海成層上部の砂層及びその上位のMIS9直後の河成の堆積物に変位・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。 ○F-1断層の上位に認められる約10条の小規模な断層は、MIS9以前の海成層中で消滅しており、深部への連続性は認められない。	○Hm3段丘堆積物 (MIS7) 上部の砂層、その上位の陸成層 (風成砂) 及びその上位の河成の堆積物 (中部更新統) 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。 ○F-1断層の上位に認められる約10条の小規模な断層は、Hm3段丘堆積物及び陸成層中で消滅しており、深部への連続性は認められない。	○Hm3段丘堆積物 (MIS9) 上部の砂層及びその上位のMIS9直後の河成の堆積物に変位・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。 ○F-1断層の上位に認められる約10条の小規模な断層は、Hm3段丘堆積物中で消滅しており、深部への連続性は認められない。
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。		
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。		

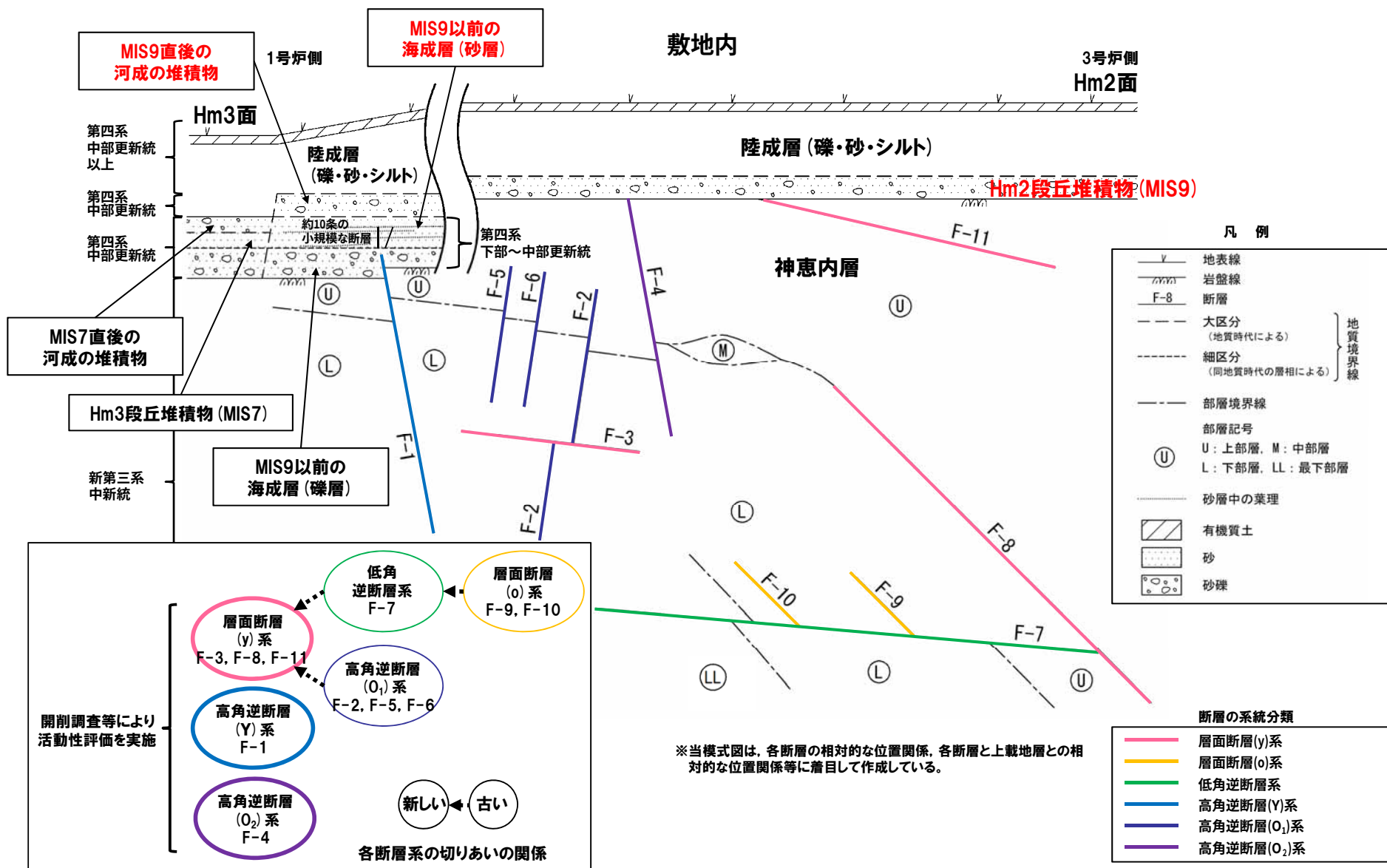
※Hm2段丘堆積物の堆積年代は、ケース1及び2においてMIS9、ケース3においてMIS11



- いずれのケースにおいても、F-1、F-4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ではないと評価される。
- F-1断層の上位に認められる約10条の小規模な断層は、深部への連続性が認められないことから、震源として考慮する活断層ではないと判断される。
- F-1断層分布範囲付近においては、約10条の小規模な断層が認められる地層及びその上位の地層を基礎地盤とした耐震重要施設、常設重大事故等対処施設等は存在しないことから、当該断層による施設の安全性に影響は生じない。

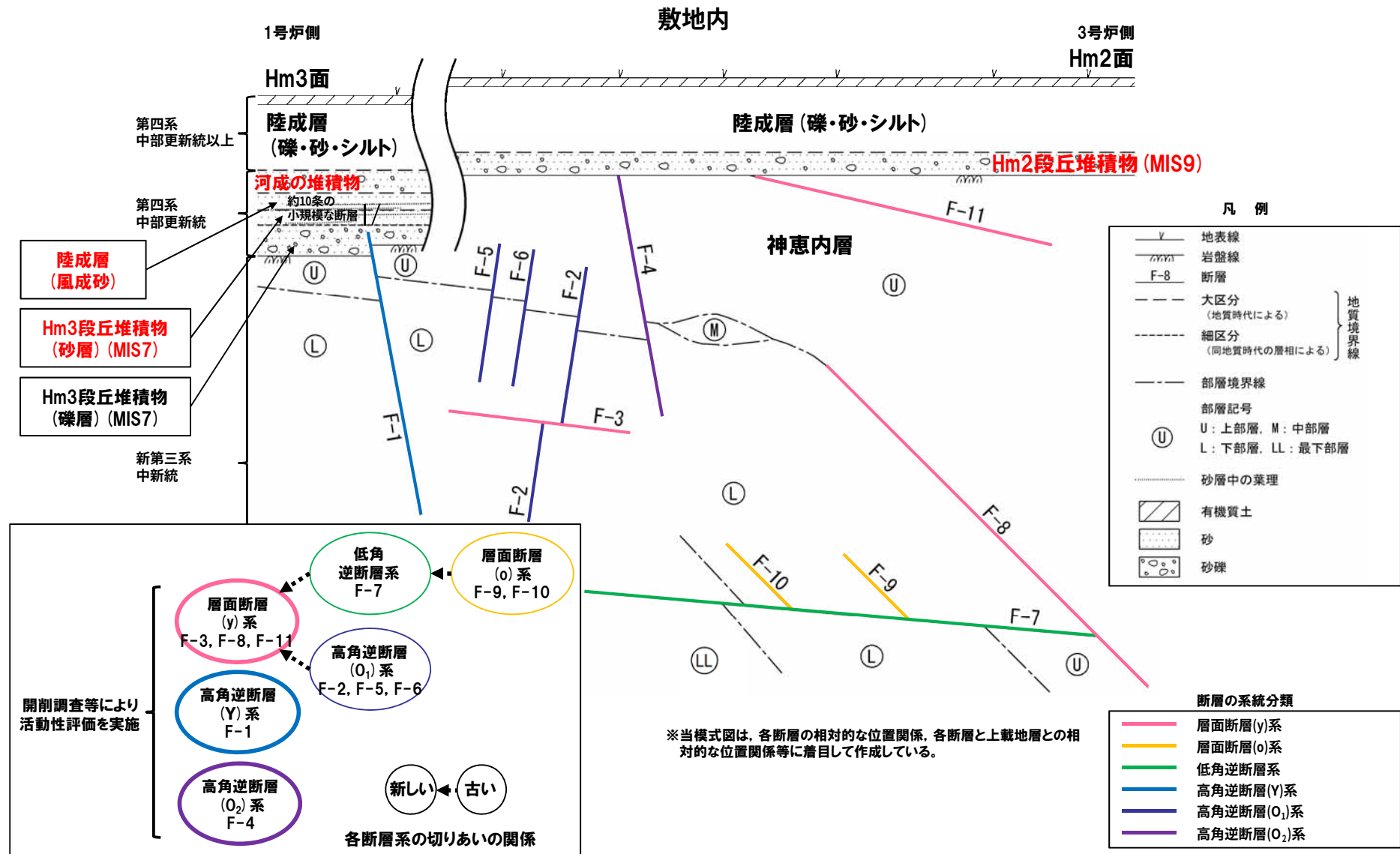
2.4 検討結果及び評価

敷地に認められる断層模式図 (ケース1)



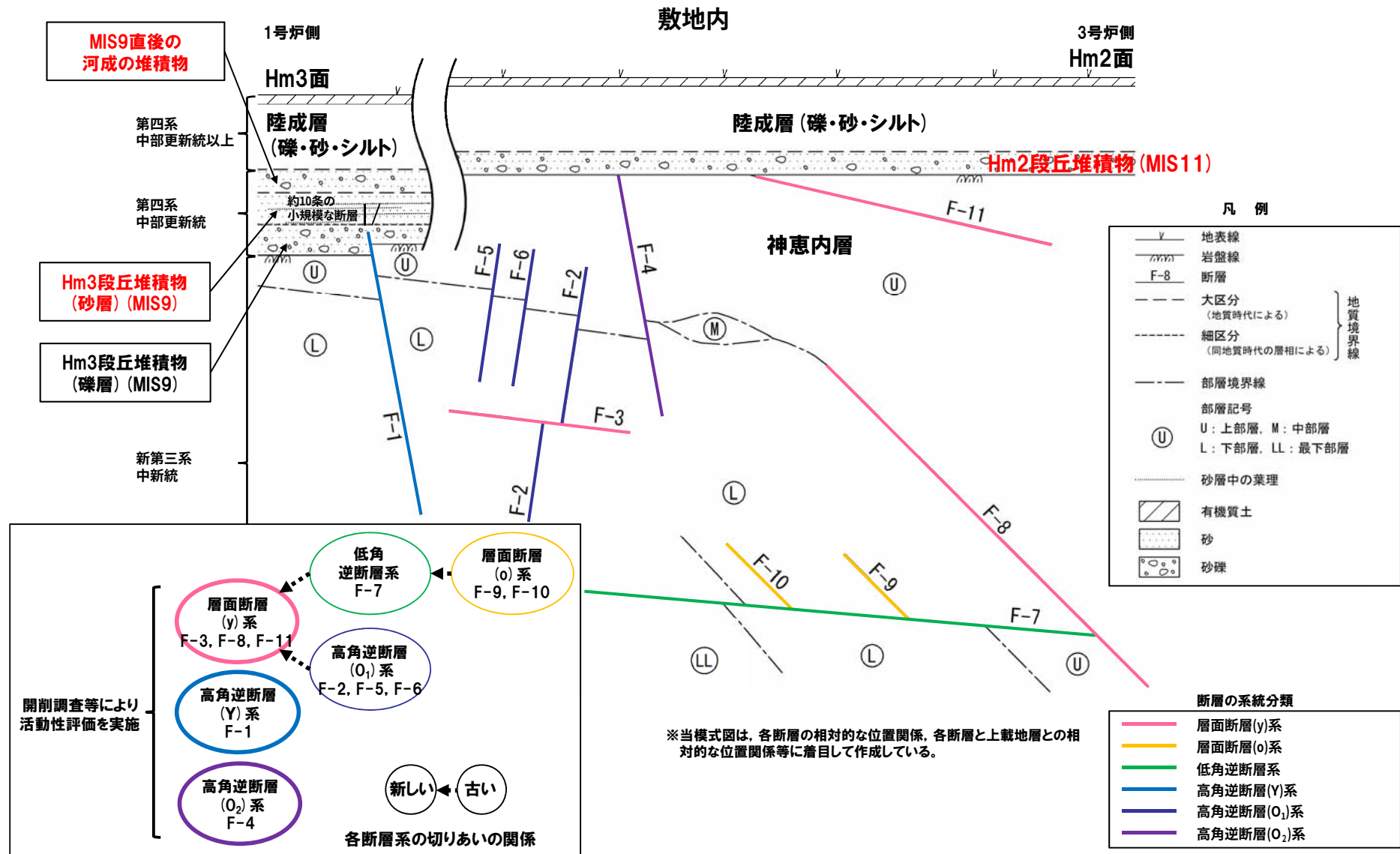
2.4 検討結果及び評価

敷地に認められる断層模式図 (ケース2)



2.4 検討結果及び評価

敷地に認められる断層模式図 (ケース3)



余白

3. 段丘調査における地層区分の更なる明確化に係る検討

①まとめ(1/2)

○H30.10.11, 12現地調査における指摘を踏まえ、各調査地点において追加調査(観察・分析・測定)を実施し、更なる地層区分の明確化に係る検討を行った。

○検討の結果、これまでの露頭観察を基本とした地層区分のうち、以下の2地点については、地層区分を見直すこととした。

(A-3トレンチ)

○Hm3段丘堆積物上位の斜面堆積物については、堆積構造調査の結果、礫の上方細粒化及びインプリケーションが認められ、河成の堆積物の特徴を有することから、河成の堆積物に地層区分を見直す。

○河成の堆積物は、MIS5eの旧汀線高度(約25m)より高標高に分布すること及びクサリ礫が混じることから、中部更新統と考えられる。

○これは、河成の堆積物中に洞爺火山灰が認められない状況と調和的である。

(C-2トレンチ)

○基盤岩上位の海成堆積物について、H30.8.31審査会合においては、分布標高の観点等からMIS9の海成層と呼称し説明したが、海成堆積物上部の砂層には水平な堆積構造も確認されることから、今回、Hm2段丘堆積物相当層に呼称を見直す(これに伴いC-2トレンチに近接し、同層の連続が確認されるC-3トレンチにおいても同様な見直しとなる)。

○追加調査の結果、以下のことを定量的に確認した(P74~P81参照)。

【礫 種】

○海成堆積物、河成の堆積物及び斜面堆積物の礫種に関する調査の結果、以下のことを確認した。

(主要構成礫)

・海成堆積物の主要構成礫は、安山岩礫である。

・河成の堆積物の主要構成礫は、安山岩礫であり、凝灰岩礫及び砂質凝灰岩礫を多く伴う。

・斜面堆積物の主要構成礫は、安山岩礫、デイサイト礫及び砂質凝灰岩礫である。

(特 徴)

・河成の堆積物は、海成堆積物及び斜面堆積物と比較して、凝灰岩礫の割合が多い特徴を有する。

・また、河成の堆積物は、海成堆積物及び斜面堆積物に泥岩礫がほとんど認められないことに対し、泥岩礫がわずかに認められる特徴を有する。

・海成堆積物のうち、G地点及びC-1トレンチに認められるものは、茶津川付近に位置するA-3トレンチ及びF-1断層開削調査箇所近傍露頭1に認められるものと比較して、砂質凝灰岩礫の割合が多い特徴を有する。

○河成の堆積物は、以下を踏まえると、礫の供給は概ね茶津川に由来するものと考えられる。

・茶津川付近に分布し、礫種の構成比は海成堆積物及び斜面堆積物と異なる。

・泥岩礫がわずかに認められ、茶津川上流に神恵内層の凝灰質泥岩が分布することと調和的である。

○海成堆積物は、茶津川付近に分布するものとそれ以外の範囲のもので、砂質凝灰岩礫の割合に差異が認められ、これは、茶津川からの距離に応じた礫の供給源のわずかな差異に起因しているものと考えられる。

(次頁に続く)

①まとめ(2/2)

(前頁からの続き)

○斜面堆積物は、海成堆積物及び河成の堆積物と比較し、主要構成礫が多様であり、以下を踏まえると、礫の供給は敷地に分布する神恵内層に由来するものと考えられる。

- ・主要構成礫が敷地の基盤をなす神恵内層の火砕岩と調和的である。
- ・斜面堆積物は背後斜面からの二次堆積物を主体とする。

【礫の形状】

○海成堆積物、河成の堆積物及び斜面堆積物の礫の形状に関する調査の結果、以下のことを確認した。

- ・3者の球形度に明瞭な差異は認められない。
- ・海成堆積物の円磨度は、河成の堆積物及び斜面堆積物と比較して、高い傾向が認められる。
- ・斜面堆積物は、河成の堆積物と比較して、鈴木(1997)における角～亜角礫に対応する円磨度(0.1～0.4)のことが多い。

○上記の円磨度の差異は、以下の要因によるものと推定される。

- ・海成堆積物は、主に河川から礫が供給された後、波食による円磨作用を受けることから、河成の堆積物及び斜面堆積物と比較して、円磨度が高い。
- ・河成の堆積物は、河川の運搬による円磨作用を受けることから、斜面堆積物と比較して、角～亜角礫に対応する円磨度のものが少ない。
- ・斜面堆積物は、背後斜面からの二次堆積物を主体とすることから、河成の堆積物と比較して、角～亜角礫に対応する円磨度のが多い。

○なお、この円磨度の差異は、積丹半島西岸において確認される各堆積物中の砂礫層の層相を、以下のように評価していることと概ね調和的である。

- ・海成堆積物の砂礫層中の礫は、円～亜角礫主体
- ・河成の堆積物の砂礫層中の礫は、円～亜角礫主体
- ・斜面堆積物の砂礫層中の礫は、亜円～角礫主体

【礫の堆積構造】

○河成の堆積物中の礫は、平均礫径が大局的に上方に向かって小さくなる傾向(礫の上方細粒化)が認められる。

○河成の堆積物中の礫は、長軸方向の角度分布の平均が水平方向より山側(上流側)に傾く傾向が認められる(インプリケーション)。

【粒度分析】

○海成堆積物中の砂層は、陸上堆積物(陸成層及び斜面堆積物中の同層相)と比較して、シルトの含有率が低い。

【帯磁率測定】

○河成の堆積物は、海成堆積物及び斜面堆積物と比較して、値が低い傾向が認められる。

○なお、各地点における検討結果の詳細は資料集参照。

○以上より、当社の地層区分はより明確になったことから、当区分に基づき次章以降の「F-1断層開削調査箇所付近に分布する岩内層の再区分に関する検討」を行う。

余白

3. 段丘調査における地層区分の更なる明確化に係る検討

②-1 各調査地点における追加調査

○各段丘調査地点において、更なる地層区分の明確化を図るため、H30.8.31審査会合以降、下表のとおり追加調査（観察・分析・測定）を実施した。

- ：既往調査（H30.8.31審査会合以前に実施・説明済）
- ：追加調査（H30.8.31審査会合以降に実施、H30.10.11、12現地調査において説明済）
- ：追加調査（H30.10.11、12現地調査以降に実施）

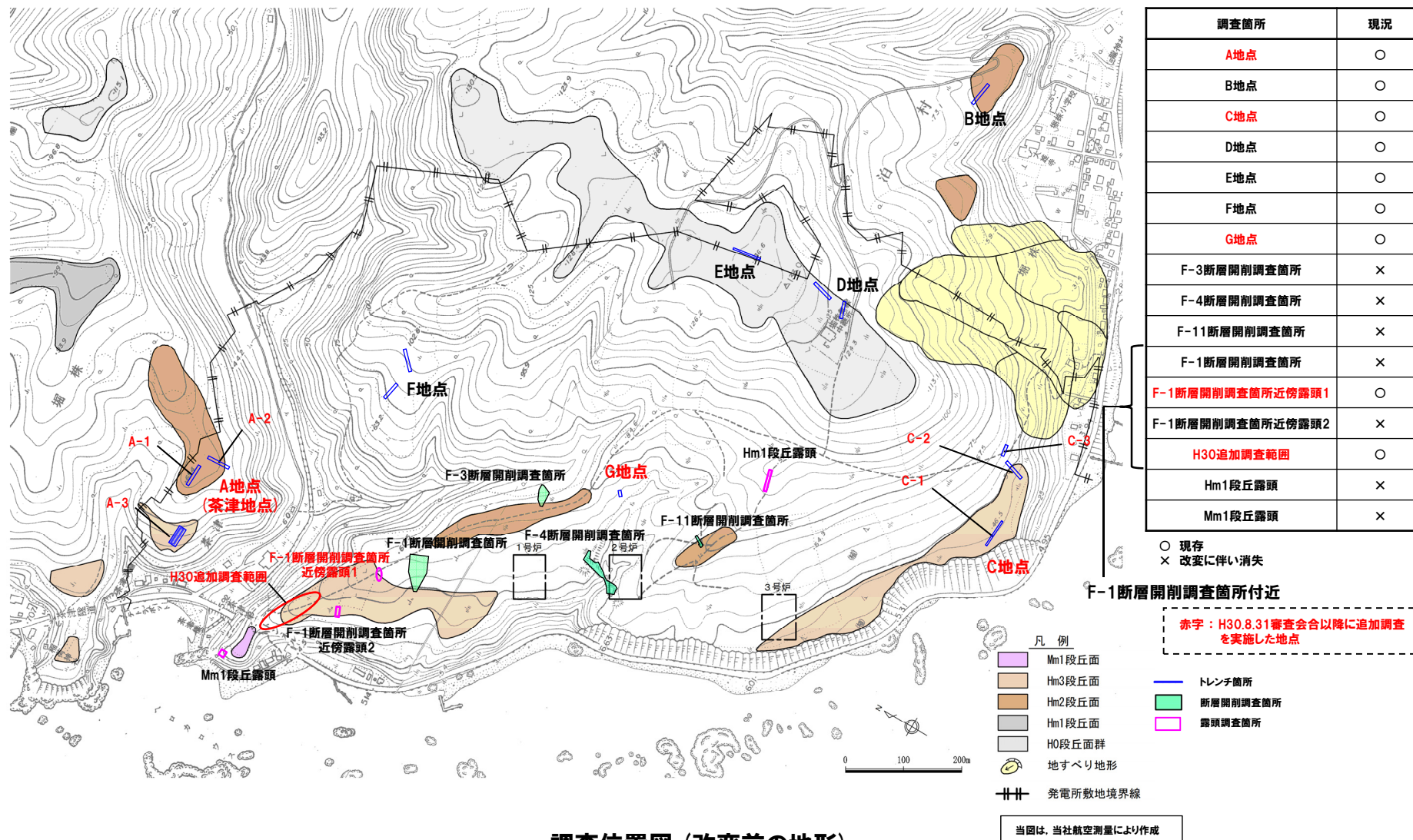
範 囲	段丘調査地点		観 察				分析・測定						備 考 (資料集掲載頁)	
			層相 確認	定量的な検討		薄片 観察	火山灰 分 析	微化石 分 析	粒度 分析	帯磁率 測定	OSL 年代 測定	FT法 年代 測定		
				礫種 礫の形状	堆積 構造									
積丹半島西岸 敷 地	茶津地点 (A地点)	A-3トレンチ	●	●	●	-	●	●	●	●●	●	-	○詳細はP14～P44参照	
		A-1トレンチ	●	-	-	-	●	-	●	●●	●	●	○詳細はP46～P66参照	
		A-2トレンチ	●	-	-	●	●	-	-	●	●	-	○詳細はP68～P101参照	
		ボーリング (茶津-1～5)	●	-	-	-	●	-	-	●	-	-	○詳細はP102～P109参照	
	C地点	C-1トレンチ	●	●	●	-	●	-	●	●●	●	-	○詳細はP116～P143参照	
		C-2トレンチ	●	●	●	-	●	-	●	●●	●	-	○詳細はP144～P177参照	
		C-3トレンチ	●	●	●	-	●	-	●	●●	-	●	○詳細はP178～P203参照	
	F-11断層開削調査箇所		●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○詳細はP205～P212参照	
	G地点		●	●	-	-	●	-	●	●●	-	-	○詳細はP213～P231参照	
	F-4断層開削調査箇所		●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○詳細はP233～P236参照	
	F-1断層開削調査箇所 近傍露頭1 (南側)	F-1断層開削調査箇所	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○詳細は本編資料P122参照	
		F-1断層開削調査箇所 近傍露頭1 (南側)	●●	●	-	-	-	-	●	●	●	-	○詳細はP237～P261参照	
		F-1断層開削調査箇所 近傍露頭1 (北側)	●	●	-	-	-	-	-	●	-	-	○詳細はP262～P281参照	
		F-1断層開削調査箇所 近傍露頭2	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○詳細はP283～P285参照	
		H30追加調査 範囲	はぎとり調査箇所	●	●	●	-	●	●	●	●	●	-	○詳細はP287～P316参照
			ボーリング (H30敷地-1, 2)	●	-	-	-	●	-	-	-	-	-	○詳細はP318～P321参照

硬度測定については、既往調査（H30.8.31審査会合以前）の結果、陸上堆積物と海成堆積物には明瞭な差異は認められないことから、本検討においては当該測定結果を用いないこととした。

3. 段丘調査における地層区分の更なる明確化に係る検討

敷地の調査位置図（再掲）

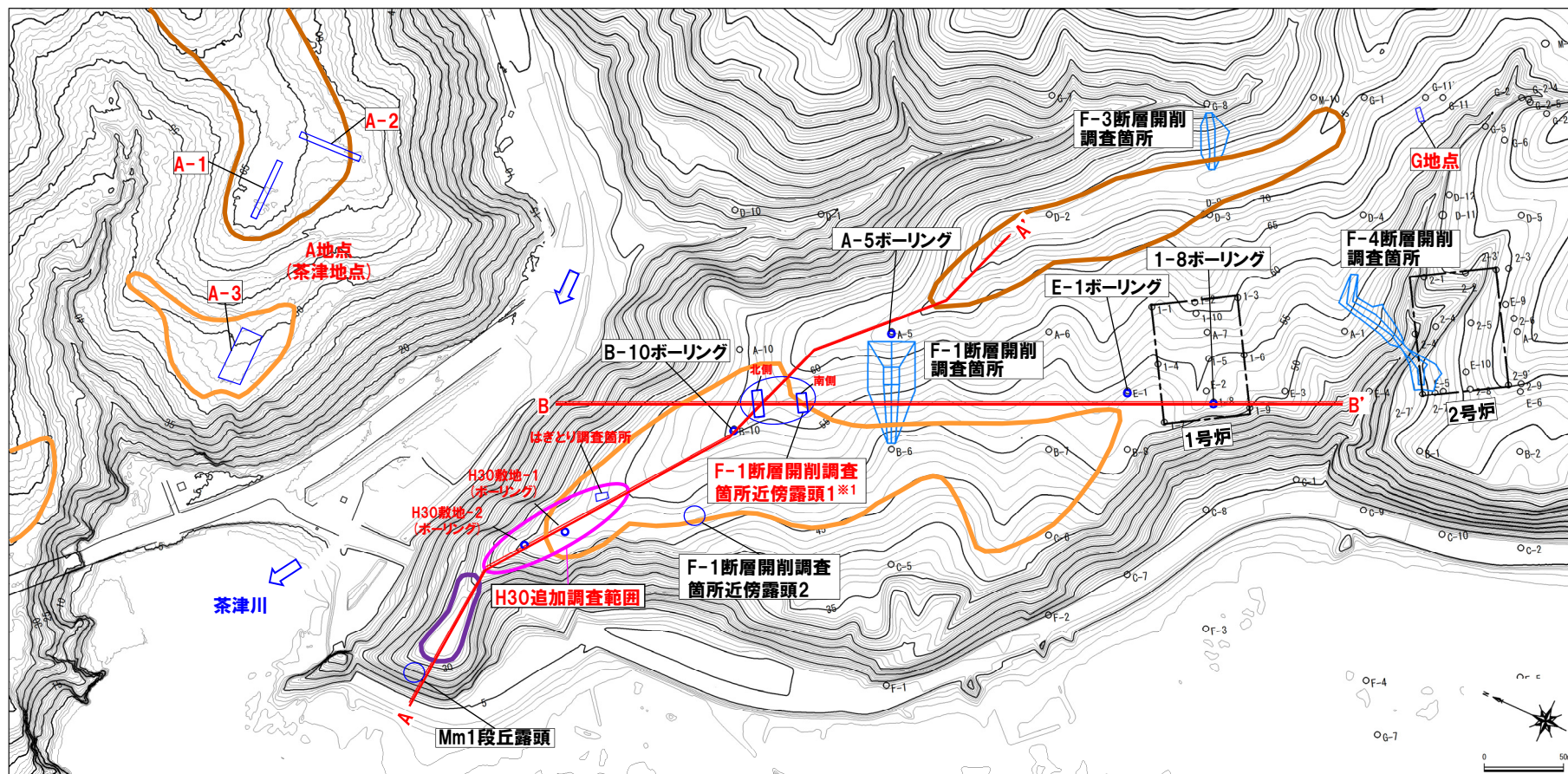
一部修正 (H30/5/11審査会合)



3. 段丘調査における地層区分の更なる明確化に係る検討

F-1断層開削調査箇所付近の調査位置図(再掲)

一部修正 (H30/8/31審査会合)



調査位置図(改変前の地形)

※ F-1断層開削調査箇所近傍露頭1に認められる地層の連続性を確認するため、当該露頭よりも北側の切取法面において、H30.8.31審査会合以降、追加の露頭観察を実施した。今後、既往の露頭を「F-1断層開削調査箇所近傍露頭1(南側)」, 追加の露頭を「F-1断層開削調査箇所近傍露頭1(北側)」と呼称する。

F-1断層開削調査
箇所付近

調査箇所	現況
A地点	○
G地点	○
F-3断層開削調査箇所	×
F-4断層開削調査箇所	×
F-1断層開削調査箇所	×
F-1断層開削調査箇所近傍露頭1	○
F-1断層開削調査箇所近傍露頭2	×
H30追加調査範囲	○
Mm1段丘露頭	×

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)

【凡例】

- Mm1段丘面
- Hm3段丘面
- Hm2段丘面
- 断面線
- 原子炉建屋設置位置
- 鉛直ボーリング

○ 現存
× 改変に伴い消失

赤字：H30.8.31審査会合以降に
追加調査を実施した地点

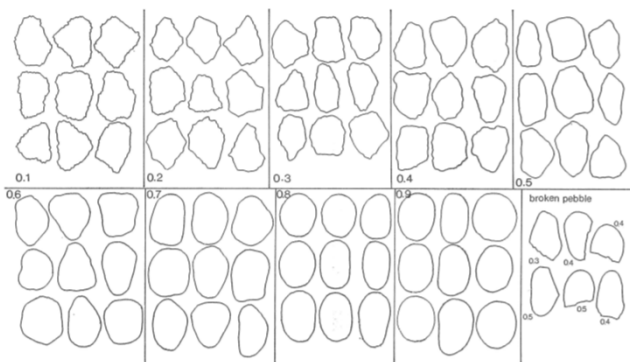
余白

3. 段丘調査における地層区分の更なる明確化に係る検討

礫種・礫の形状及び堆積構造に関する調査方法

○各調査地点に認められる砂礫層については、層相確認に加え、H30.10.11、12現地調査以降、礫種・礫の形状及び堆積構造に関する調査を実施し、定量的な検討を行うことにより、更なる地層区分の明確化を図った。

調査項目		調査方法
礫種・ 礫の形状	採取方法	・調査窓は1m×1mの大きさを基本とし、窓枠の中に10cm×10cmの格子を組み、格子上の礫を採取する。 (対象層の層厚を考慮し、層厚が1mに満たない場合については、約1m ² となるよう調査窓を設定する。) ・採取数は100個程度/箇所とする。
	礫 種	・観察により礫種を特定する。
	礫 径	・長径 (a) , 中径 (b) , 短径 (c) を測定する。
	球形度	・Krumbein (1941) の式「球形度 = $\sqrt{\frac{\text{短径} \times \text{中径}}{\text{長径}^2}}$ 」を用いて算出する。
	円磨度	・Krumbein (1941) の円磨度印象図※1により9段階評価を行う。
堆積構造	上方細粒化	・測線上において、鉛直方向に10cm間隔を基本に礫を採取する。 ・採取した礫に対して、礫径 (長径 (a) , 中径 (b) , 短径 (c)) を測定し、平均礫径 ($\sqrt[3]{a \times b \times c}$) を算出する。 ・縦軸に標高、横軸に平均礫径としたグラフを作成し、上方細粒化に関する考察を行う。
	礫の定向性 (インプリケーション)	・砂礫層中の礫のうち、長軸10cm以上かつアスペクト比1.5以上の礫を基本※2に、解析プログラムImageJ※3を用いて抽出し、長軸方向の水平面からの角度を算出する。 ・算出された角度について、Rose※4を用いてローズダイアグラムを作成し、礫の定向性に関する考察を行う。



※1 円磨度印象図 (Krumbein, 1941)

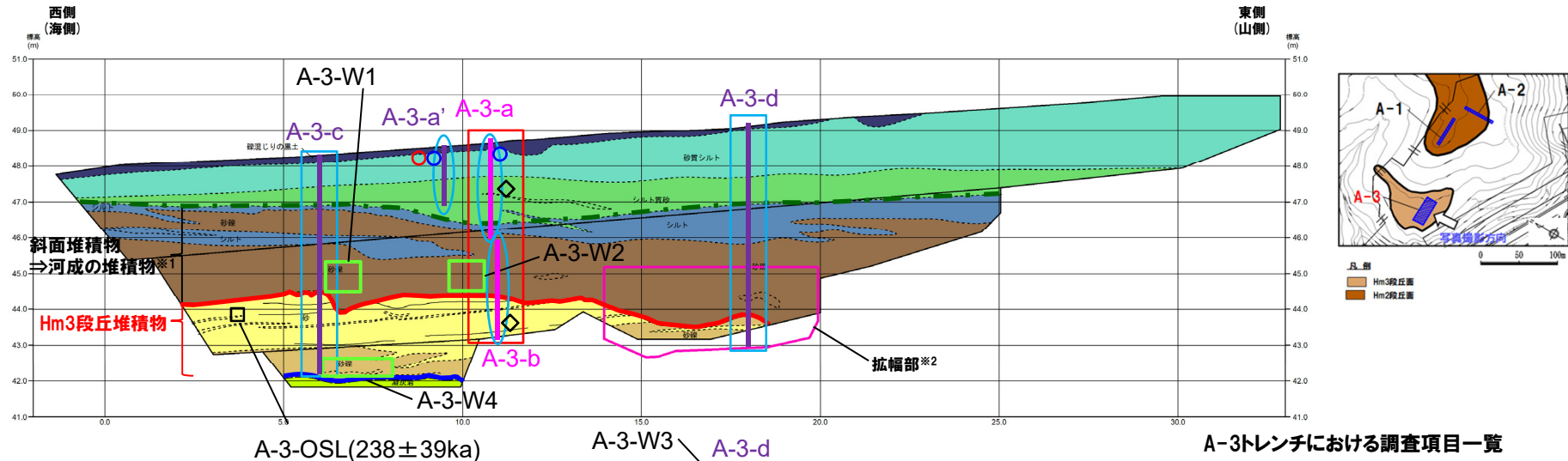
※2 公文・立石 (1998) によれば、礫の定向性の検討に当たっては、計測個数は少なくとも50～100個を測定する必要があるとされている。長軸10cm以上かつアスペクト比1.5以上の礫の計測個数がこれに満たない場合は、長軸5cm以上かつアスペクト比1.5以上の礫を対象とする。

※3 ImageJ (<http://imagej.nih.gov/ij/>)

※4 Rose (<http://turbidite.secret.jp/>)

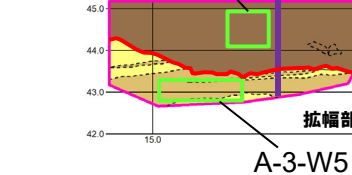
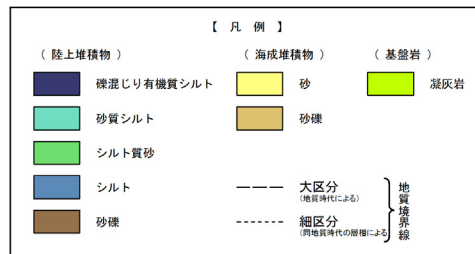
3. 段丘調査における地層区分の更なる明確化に係る検討

②-2 各調査地点における追加調査実施箇所 (茶津地点 (Hm3)「A-3トレンチ」)



※1 斜面堆積物については、礫の堆積構造調査の結果、礫の上方細粒化及びインプリケーションが認められ、河成の堆積物の特徴を有することから、河成の堆積物に地層区分を見直す。

(凡 例) 火山灰分析結果
 ● Spfa-1
 ○ Toya

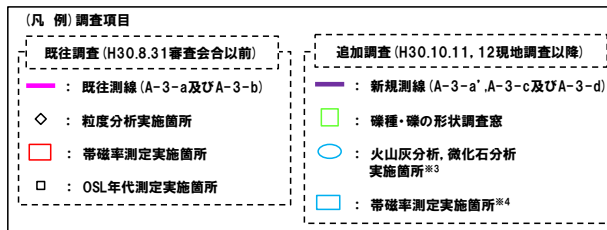


トレンチ壁面スケッチ (A-3)

※2 平成30年の越冬後の崩積土除去に伴い掘り下げを実施したことから、当該箇所のスケッチを今回追加した。

(凡 例) 地層境界
 - - - : 河成の堆積物上面※5
 - - - : 段丘堆積物上面
 - - - : 基盤岩上面

※5 河成の堆積物上面に一部認められる乱れは、シルト層堆積後の擾乱等の影響が推定される。



※3 A-3-a'は、火山灰分析のみ実施。

※4 帯磁率測定は、各測線において、鉛直方向に10cm間隔で実施することに加え、露頭全体で鉛直及び水平方向に1m間隔を基本に実施。

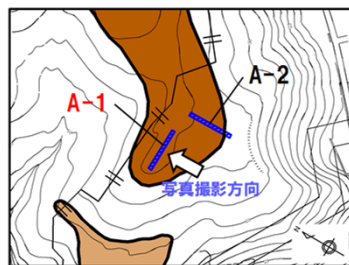
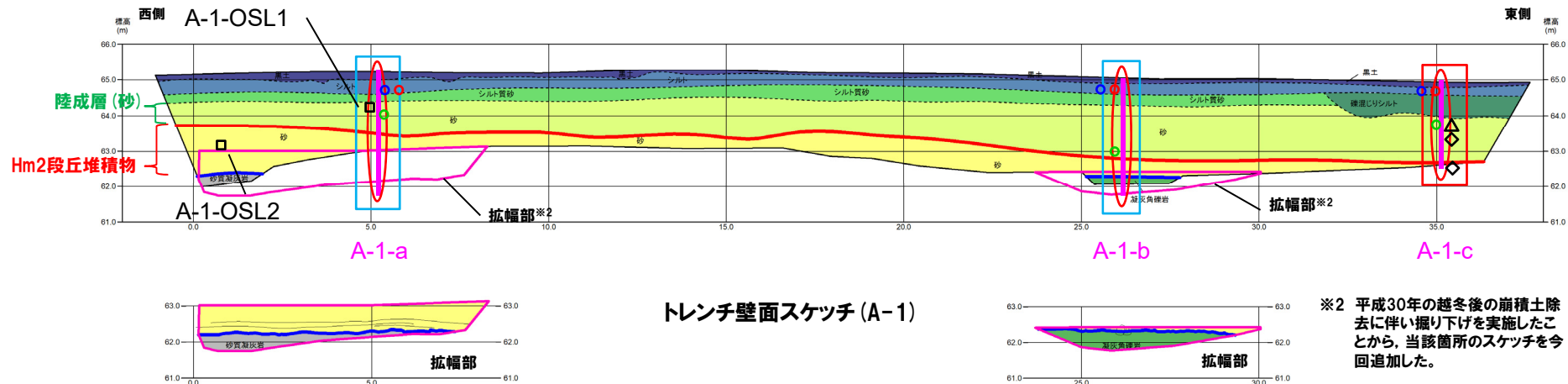
A-3トレンチにおける調査項目一覧

調査項目		調査状況	資料集掲載頁
観 察	層相確認	●	P18～P21
	礫種・礫の形状	●	P22～P27
	礫の堆積構造	●	P28～P31
	薄片観察	-	-
分 析・測 定	火山灰分析	●	P32～P37
	微化石分析	●	P38～P40
	粒度分析	●	P41
	帯磁率測定	●●	P42～P43
	OSL年代測定	●	P44
	FT法年代測定	-	-

●: 既往調査 (H30.8.31審査会合以前に実施・説明済)
 ●: 追加調査 (H30.8.31審査会合以降に実施、H30.10.11, 12現地調査において説明済)
 ●: 追加調査 (H30.10.11, 12現地調査以降に実施)

3. 段丘調査における地層区分の更なる明確化に係る検討

②-2 各調査地点における追加調査実施箇所 (茶津地点 (Hm2)「A-1トレンチ」)



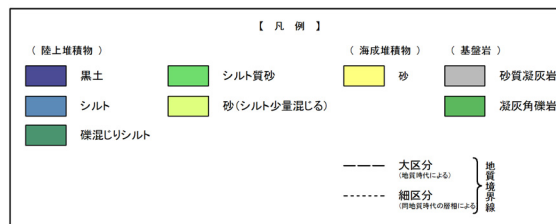
凡例
Hm3段丘面
Hm2段丘面

(凡例) 火山灰分析結果

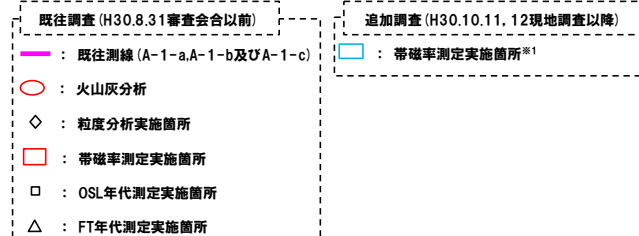
- Spfa-1
- Toya
- 対象火山灰

(凡例) 地層境界

- : 段丘堆積物上面
- : 基盤岩上面



(凡例) 調査項目



※1 帯磁率測定は、各測線において、鉛直方向に10cm間隔で実施することに加え、露頭全体で鉛直及び水平方向に1m間隔を基本に実施。

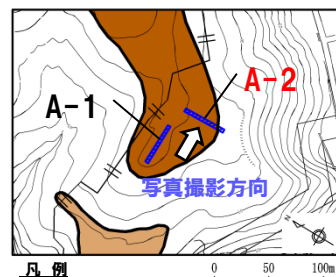
A-1トレンチにおける調査項目一覧

調査項目	調査状況	資料集掲載頁
観 察	層相確認	● P48～P51
	礫種・礫の形状	- -
	礫の堆積構造	- -
	薄片観察	- -
分 析 測 定	火山灰分析	● P52～P57
	微化石分析	- -
	粒度分析	● P58
	帯磁率測定	●● P60～P62
	OSL年代測定	● P63
	FT法年代測定	● P64～P66

●: 既往調査 (H30.8.31 審査会合以前に実施・説明済)
 ●: 追加調査 (H30.8.31 審査会合以降に実施, H30.10.11, 12 現地調査において説明済)
 ●: 追加調査 (H30.10.11, 12 現地調査以降に実施)

3. 段丘調査における地層区分の更なる明確化に係る検討

②-2 各調査地点における追加調査実施箇所(茶津地点(Hm2)「A-2トレンチ」(2/2))



凡例
Hm3段丘面
Hm2段丘面

(凡例) 地層境界
—: 段丘堆積物上面
—: 河川性の堆積物上面
—: 基盤岩上面

(凡例) 火山灰分析結果
● Spfa-1
● Toya
● 対象火山灰

【凡例】		
(陸上堆積物)	(海成堆積物)	(基盤岩)
有機質シルト	砂	凝灰角礫岩
シルト		含泥岩礫凝灰岩
礫混じりシルト混じり砂		
シルト質砂	大区分 (地質年代による)	地質 境界 線
シルト質砂礫	細区分 (同地質年代の層位による)	

(凡例) 調査項目

既往調査 (H30.8.31審査会合以前)

—: 既往測線 (A-2-a,b,c)

○: 火山灰分析

□: OSL年代測定実施箇所

追加調査 (H30.10.11, 12現地調査以降)

●: 薄片観察箇所

□: 帯磁率測定実施箇所※2

※2 帯磁率測定は、各測線において、鉛直方向に10cm間隔で実施することに加え、露頭全体で鉛直及び水平方向に1m間隔を基本に実施。

A-2トレンチにおける調査項目一覧

調査項目		調査状況	資料集掲載頁
観 察	層相確認	●	P72~P77
	礫種・礫の形状	-	-
	礫の堆積構造	-	-
	薄片観察	●	P80~P91
分 析・測 定	火山灰分析	●	P92~P97
	微化石分析	-	-
	粒度分析	-	-
	帯磁率測定	●	P98~P100
	OSL年代測定	●	P101
	FT法年代測定	-	-

●: 既往調査 (H30.8.31審査会合以前に実施・説明済)

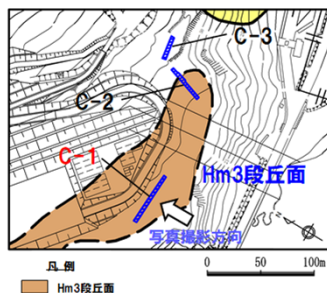
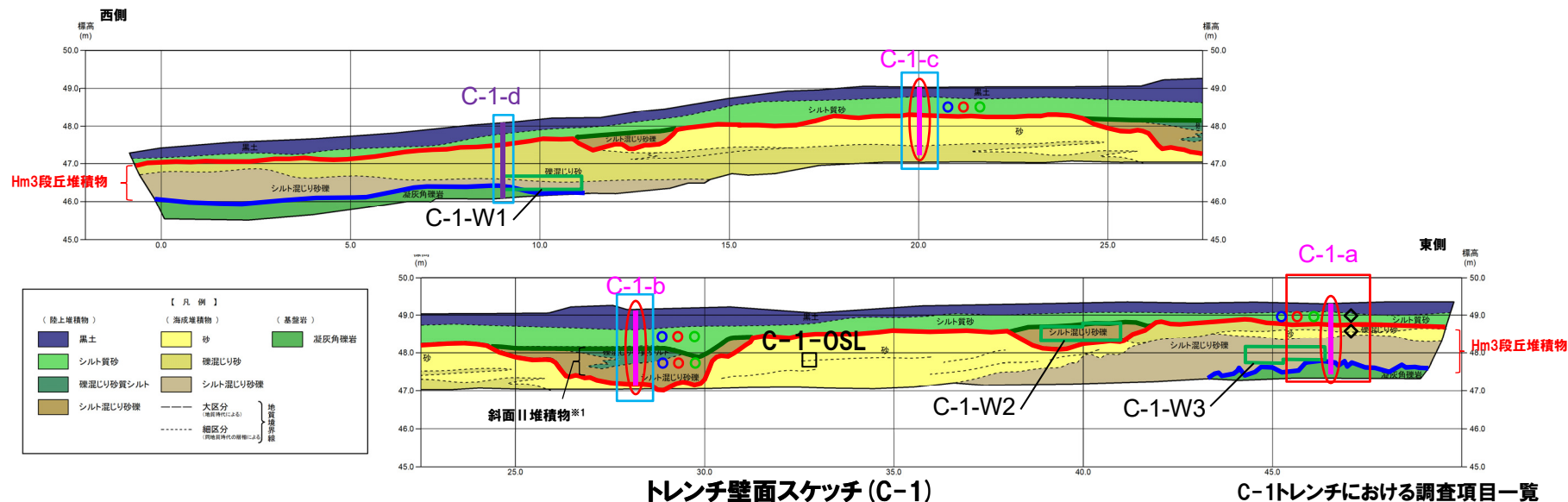
●: 追加調査 (H30.8.31審査会合以降に実施, H30.10.11, 12現地調査において説明済)

●: 追加調査 (H30.10.11, 12現地調査以降に実施)

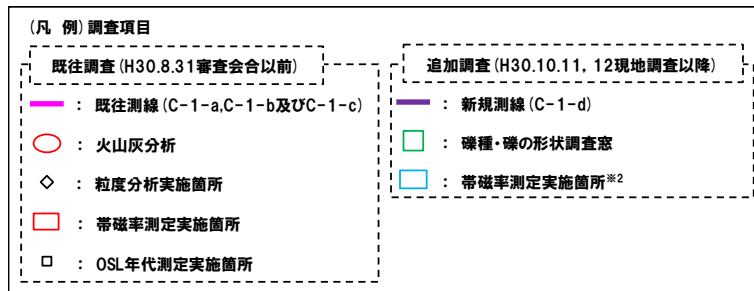
余白

3. 段丘調査における地層区分の更なる明確化に係る検討

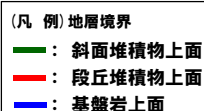
②-2 各調査地点における追加調査実施箇所 (C地点「C-1トレンチ」)



※1 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。



※2 帯磁率測定は、各測線において、鉛直方向に10cm間隔で実施することに加え、露頭全体で鉛直及び水平方向に1m間隔を基本に実施。



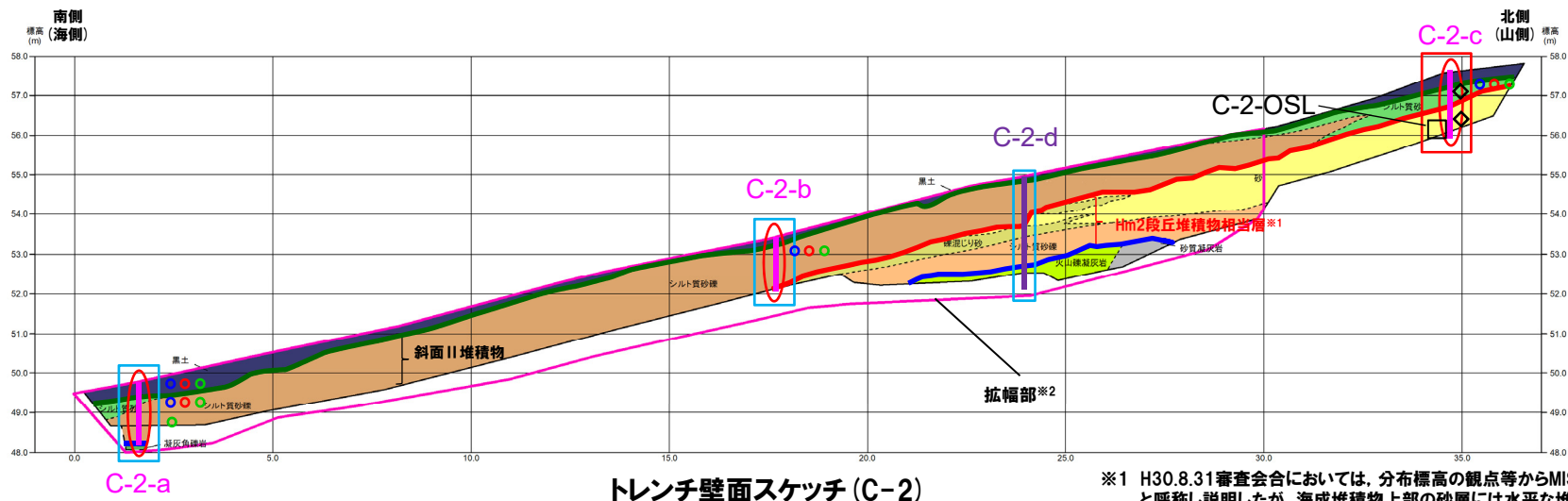
C-1トレンチにおける調査項目一覧

	調査項目	調査状況	資料集掲載頁
観 察	層相確認	●	P121~P123
	礫種・礫の形状	●	P124~P129
	礫の堆積構造	●	P130~P131
	薄片観察	-	-
分 析 測 定	火山灰分析	●	P132~P137
	微化石分析	-	-
	粒度分析	●	P139
	帯磁率測定	●●	P140~P142
	OSL年代測定	●	P143
	FT法年代測定	-	-

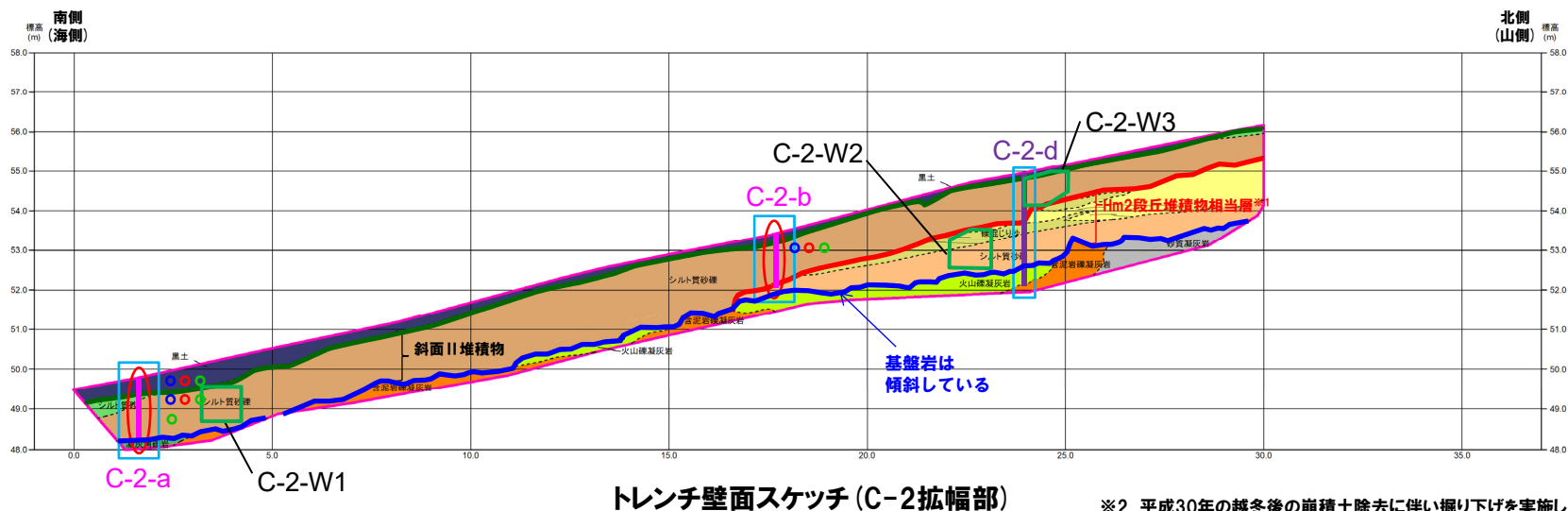
●: 既往調査 (H30.8.31 審査会合以前に実施・説明済)
 ●: 追加調査 (H30.8.31 審査会合以降に実施、
 H30.10.11, 12 現地調査において説明済)
 ●: 追加調査 (H30.10.11, 12 現地調査以降に実施)

3. 段丘調査における地層区分の更なる明確化に係る検討

②-2 各調査地点における追加調査実施箇所 (C地点「C-2トレンチ」(1/2))



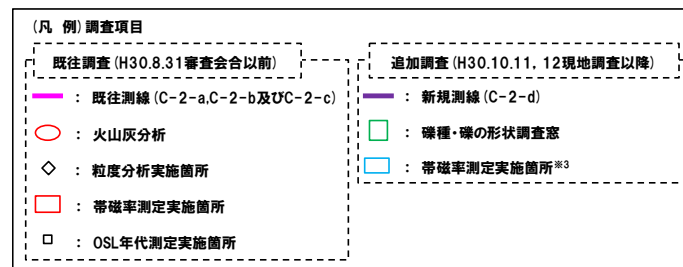
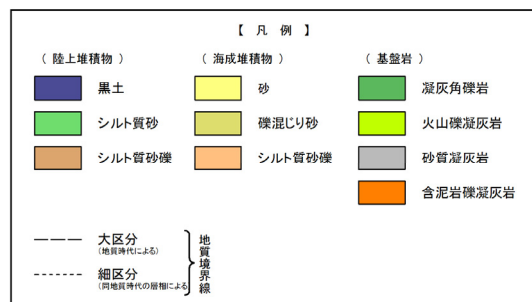
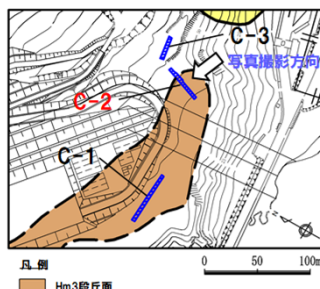
※1 H30.8.31審査会合においては、分布標高の観点等からMIS9の海成層と呼称し説明したが、海成堆積物上部の砂層には水平な堆積構造も確認されることから、今回、Hm2段丘堆積物相当層と呼称を見直した。



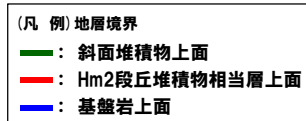
※2 平成30年の越冬後の崩積土除去に伴い掘り下げを実施したこと及び掘り下げの際の部分的な切り広げに伴い、既往範囲においても堆積構造や基盤岩に関する新たな状況が確認されたことから、当該箇所スケッチを今回追加した。

3. 段丘調査における地層区分の更なる明確化に係る検討

②-2 各調査地点における追加調査実施箇所 (C地点「C-2トレンチ」(2/2))



※3 帯磁率測定は、各測線において、鉛直方向に10cm間隔で実施することに加え、露頭全体で鉛直及び水平方向に1m間隔を基本に実施。



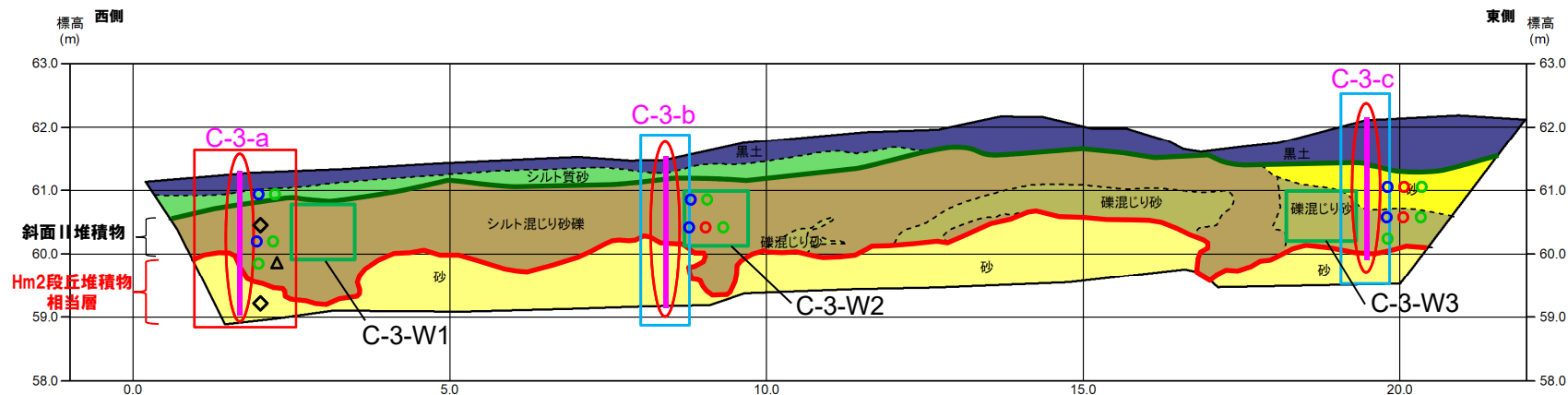
C-2トレンチにおける調査項目一覧

調査項目		調査状況	資料集掲載頁
観 察	層相確認	●	P148～P157
	礫種・礫の形状	●	P158～P163
	礫の堆積構造	●	P164～P165
	薄片観察	-	-
分 析・測 定	火山灰分析	●	P166～P171
	微化石分析	-	-
	粒度分析	●	P173
	帯磁率測定	●●	P174～P176
	OSL年代測定	●	P177
	FT法年代測定	-	-

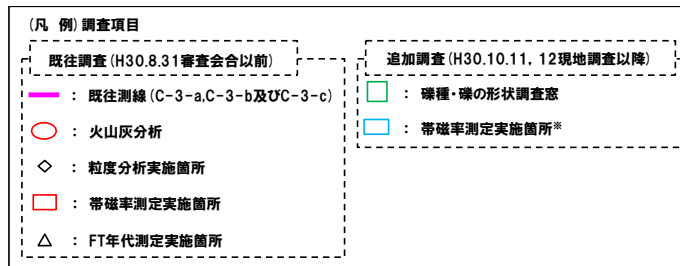
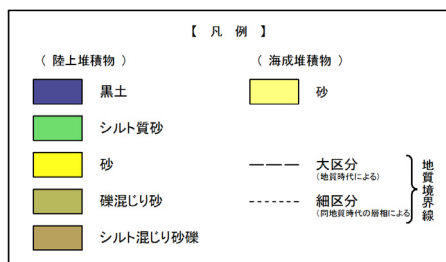
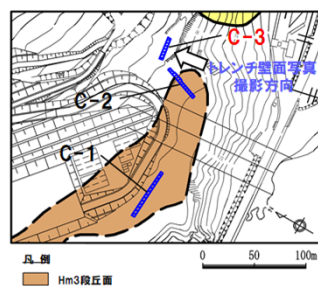
●: 既往調査 (H30.8.31審査会合以前に実施・説明済)
 ●: 追加調査 (H30.8.31審査会合以降に実施)
 ●: 追加調査 (H30.10.11, 12現地調査において説明済)
 ●: 追加調査 (H30.10.11, 12現地調査以降に実施)

3. 段丘調査における地層区分の更なる明確化に係る検討

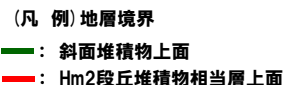
②-2 各調査地点における追加調査実施箇所 (C地点「C-3トレンチ」)



トレンチ壁面スケッチ (C-3)



※帯磁率測定は、各測線において、鉛直方向に10cm間隔で実施することに加え、露頭全体で鉛直及び水平方向に1m間隔を基本に実施。



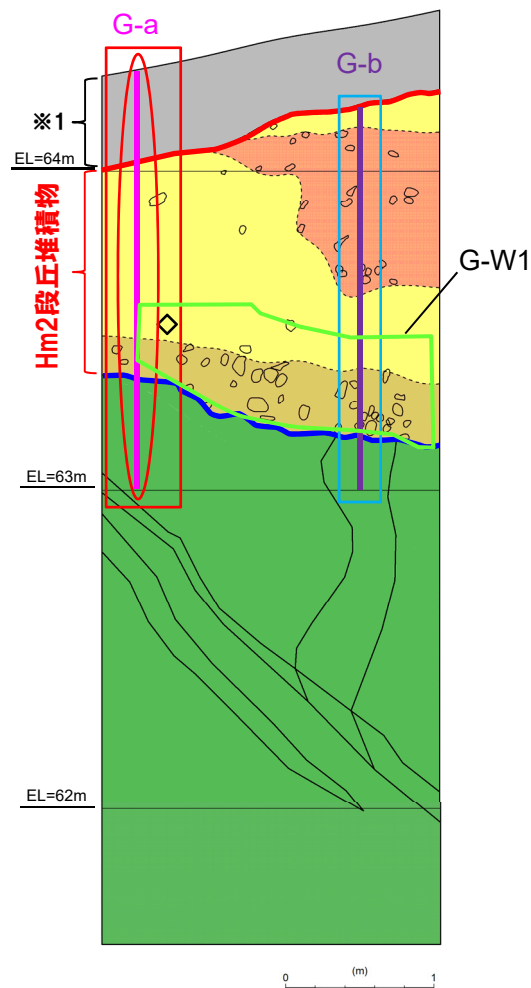
C-3トレンチにおける調査項目一覧

調査項目		調査状況	資料集掲載頁
観察	層相確認	●	P182~P183
	礫種・礫の形状	●	P184~P189
	礫の堆積構造	●	P190~P191
	薄片観察	-	-
分析・測定	火山灰分析	●	P192~P197
	微化石分析	-	-
	粒度分析	●	P199
	帯磁率測定	●●	P200~P201
	OSL年代測定	-	-
	FT法年代測定	●	P202~P203

●: 既往調査 (H30.8.31審査会合以前に実施・説明済)
 ●: 追加調査 (H30.8.31審査会合以降に実施、
 H30.10.11, 12現地調査において説明済)
 ●: 追加調査 (H30.10.11, 12現地調査以降に実施)

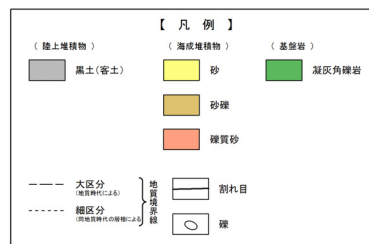
3. 段丘調査における地層区分の更なる明確化に係る検討

②-2 各調査地点における追加調査実施箇所 (G地点)

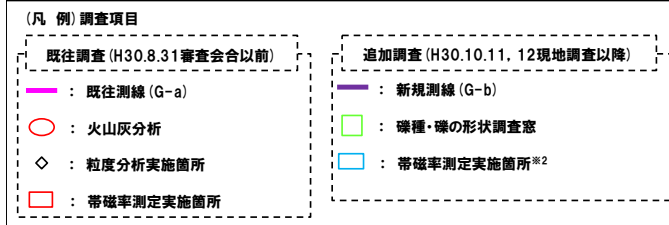


スケッチ (G地点)

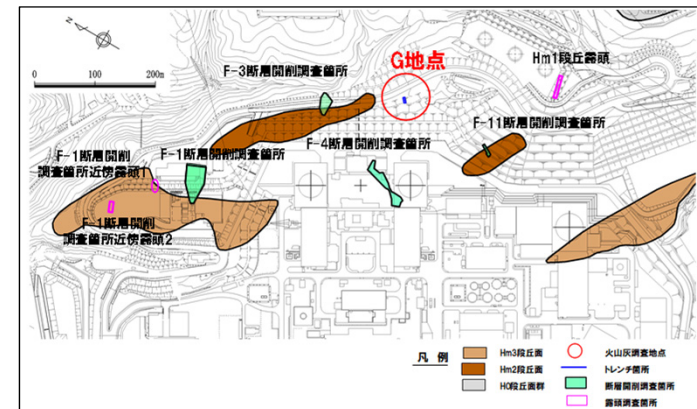
※1 本調査箇所は道路造成に伴う改変により、Hm2段丘堆積物を含む上位の地層が消失している。



(凡例) 地層境界
 赤線：段丘堆積物上面
 青線：基盤岩上面



※2 帯磁率測定は、測線において、鉛直方向に10cm間隔で実施。



調査位置図

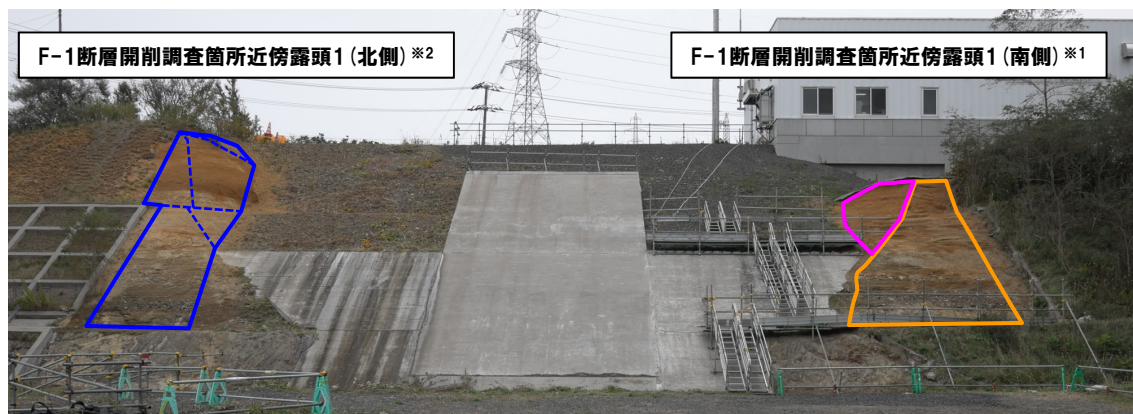
G地点における調査項目一覧

調査項目	調査状況	資料集掲載頁
層相確認	●	P219
礫種・礫の形状	●	P220～P222
礫の堆積構造	-	-
薄片観察	-	-
火山灰分析	●	P224～P225
微化石分析	-	-
粒度分析	●	P227
帯磁率測定	●●	P228～P229
OSL年代測定	-	-
FT法年代測定	-	-

●: 既往調査 (H30.8.31 審査会合以前に実施・説明済)
 ●: 追加調査 (H30.8.31 審査会合以降に実施、
 H30.10.11, 12 現地調査において説明済)
 ●: 追加調査 (H30.10.11, 12 現地調査以降に実施)

3. 段丘調査における地層区分の更なる明確化に係る検討

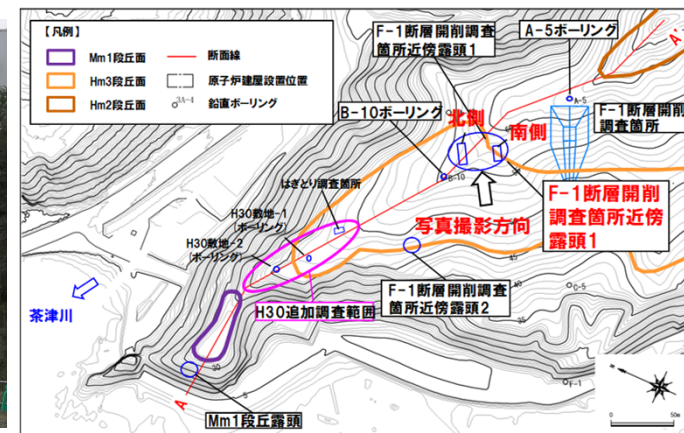
②-2 各調査地点における追加調査実施箇所 (F-1断層開削調査箇所近傍露頭1 (南側, 北側) 概略図)



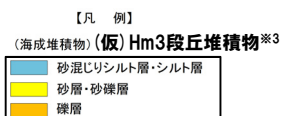
北側 露頭観察範囲

露頭全景 (平成30年10月)

露頭観察範囲 (H26露頭現存範囲) 南側
露頭観察範囲 (H30露頭拡幅範囲)



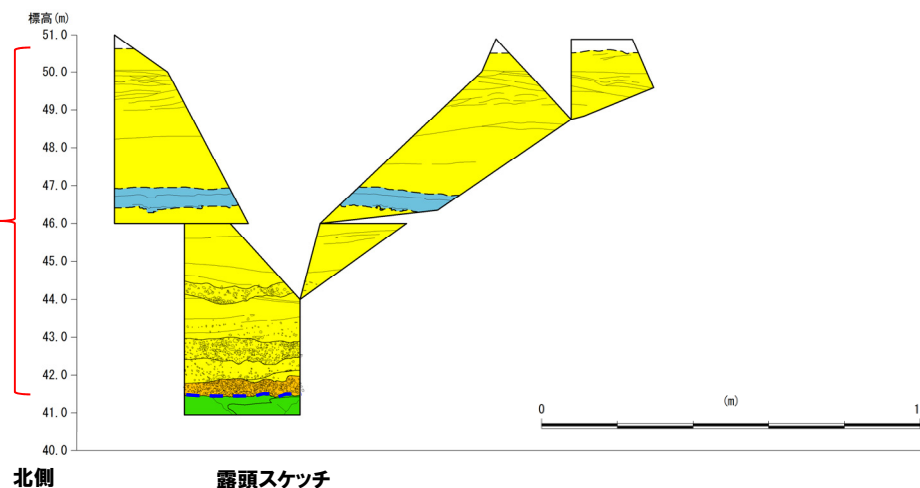
位置図



- ※1 F-1断層開削調査箇所近傍露頭1 (南側) は、平成26年11月に、切取法面の安定化を図るための埋戻しコンクリートの打設や本露頭の背後に車庫・倉庫を設置するための基礎掘削に伴う頂部の切り取りを実施したことから、現存はするもの、山側部及び頂部については、確認できない又は消失している状況である。このため、平成30年10月の現地調査の実施に当たり、露頭南側を拡幅し、追加の露頭観察を実施した。
- ※2 F-1断層開削調査箇所近傍露頭1 (南側) に認められる地層の連続性を確認するため、当該露頭よりも北側の切取法面において、H30.8.31審査会以降、追加の露頭観察を実施した。

F-1断層開削調査箇所近傍露頭1 (北側)

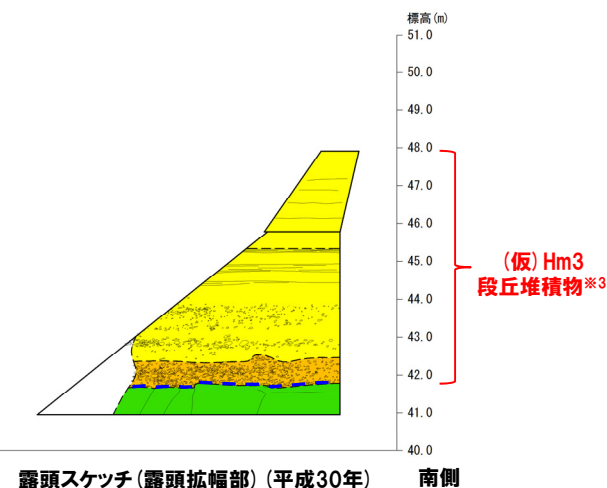
F-1断層開削調査箇所近傍露頭1 (南側)



北側

露頭スケッチ

F-1断層開削調査箇所近傍露頭1概略図



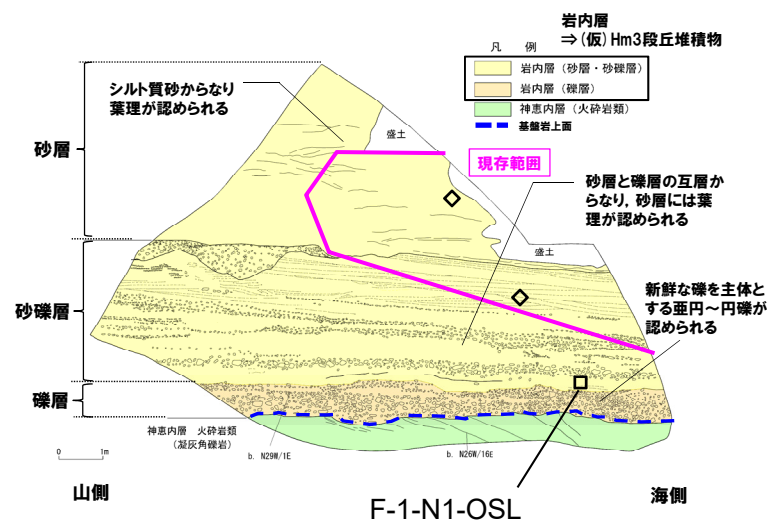
露頭スケッチ (露頭拡幅部) (平成30年)

南側

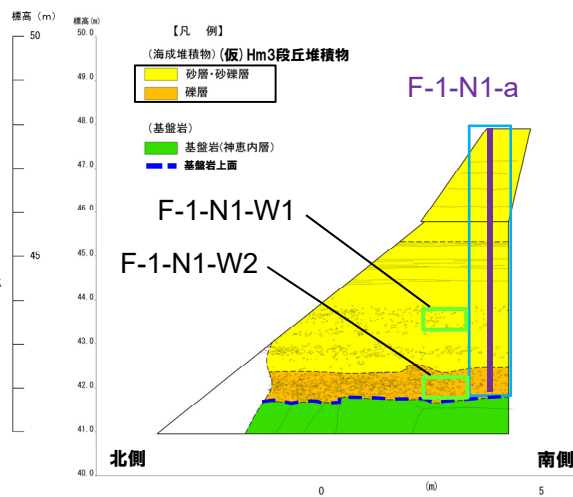
※3 F-1断層開削調査箇所付近に認められる海成堆積物 (既往評価における岩内層) は、Hm3段丘堆積物への地層区分を基本とすることから、「(仮) Hm3段丘堆積物」と表記している。

3. 段丘調査における地層区分の更なる明確化に係る検討

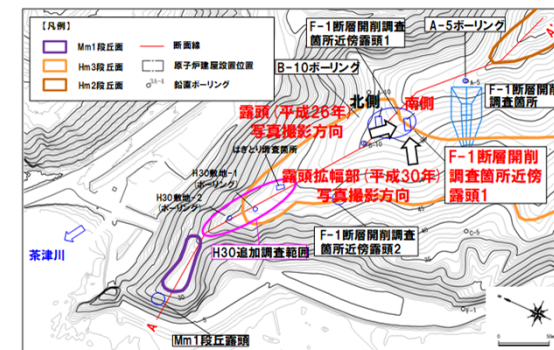
②-2 各調査地点における追加調査実施箇所 (F-1断層開削調査箇所近傍露頭1 (南側))



観測箇所スケッチ (平成26年)



露頭スケッチ (露頭拡幅部) (平成30年)



F-1断層開削調査近傍露頭1 (南側) における調査項目一覧

調査項目		調査状況	資料集掲載頁
観測	層相確認	●●	P246～P251
	礫種・礫の形状	●	P252～P255
	礫の堆積構造	-	-
	薄片観察	-	-
分析・測定	火山灰分析	-	-
	微化石分析	-	-
	粒度分析	●	P256～P257
	帯磁率測定	●	P258～P260
	OSL年代測定	●	P261
	FT法年代測定	-	-

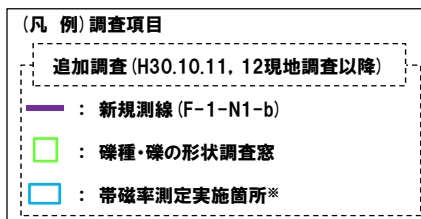
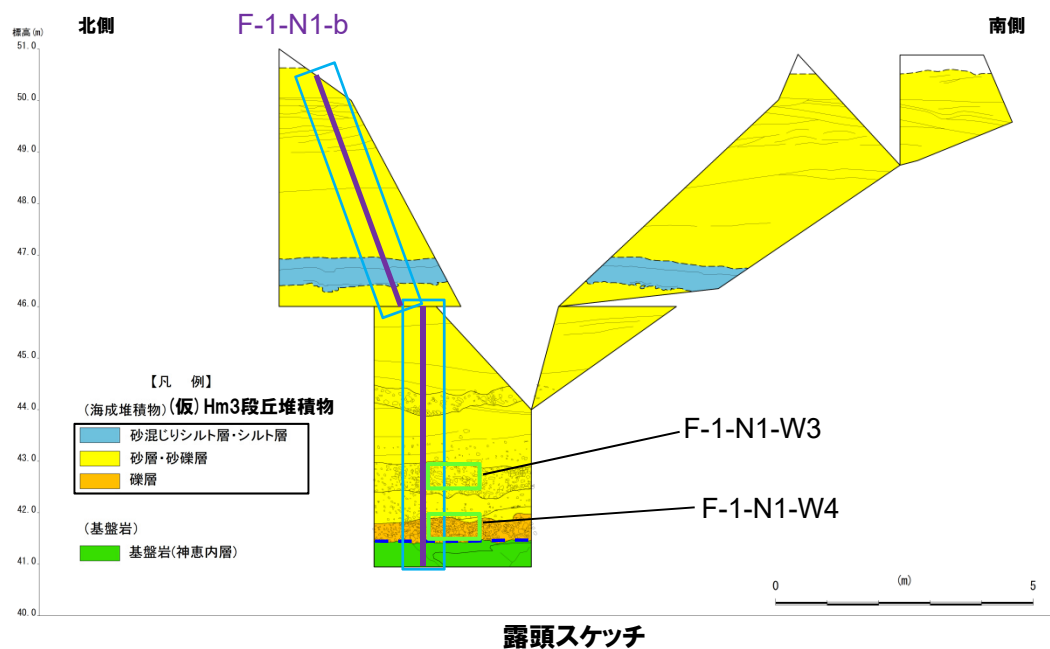
(凡例) 調査項目	
既往調査 (H30.8.31審査会合以前)	追加調査 (H30.10.11, 12現地調査以降)
◇ : 粒度分析実施箇所	— : 新規測線 (F-1-N1-a)
追加調査 (H30.8.31審査会合以降)	□ : 礫種・礫の形状調査窓
□ : OSL年代測定実施箇所	□ : 帯磁率測定実施箇所※

※ 帯磁率測定は、測線において、鉛直方向に10cm間隔で実施することに加え、露頭全体で鉛直及び水平方向に1m間隔を基本に実施。

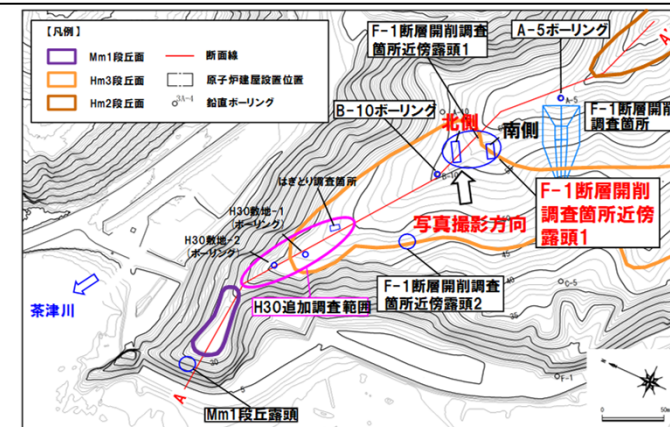
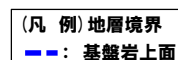
●: 既往調査 (H30.8.31審査会合以前に実施・説明済)
 ●: 追加調査 (H30.8.31審査会合以降に実施、
 H30.10.11, 12現地調査において説明済)
 ●: 追加調査 (H30.10.11, 12現地調査以降に実施)

3. 段丘調査における地層区分の更なる明確化に係る検討

②-2 各調査地点における追加調査実施箇所 (F-1断層開削調査箇所近傍露頭1 (北側))



※帯磁率測定は、測線において、鉛直方向に10cm間隔で実施することに加え、露頭全体で鉛直及び水平方向に1m間隔を基本に実施。



位置図

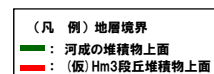
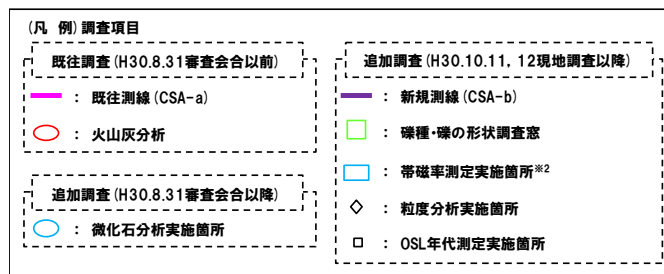
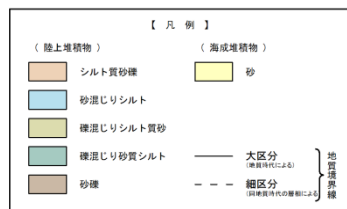
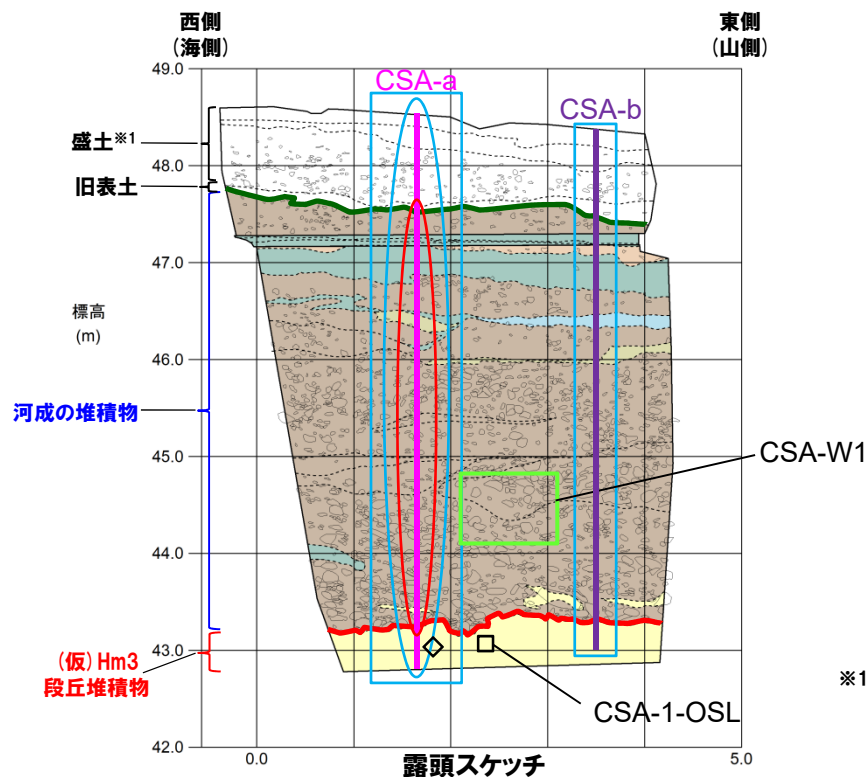
F-1断層開削調査近傍露頭1
(北側)における調査項目一覧

調査項目		調査状況	資料集掲載頁
観 察	層相確認	●	P266～P273
	礫種・礫の形状	●	P274～P278
	礫の堆積構造	-	-
	薄片観察	-	-
分 析 測 定	火山灰分析	-	-
	微化石分析	-	-
	粒度分析	-	-
	帯磁率測定	●	P280～P281
	OSL年代測定	-	-
	FT法年代測定	-	-

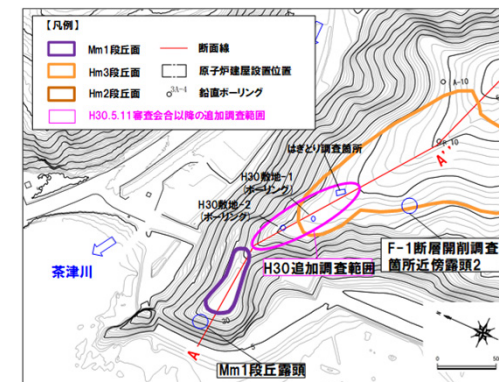
●: 既往調査 (H30.8.31審査会合以前に実施・説明済)
 ●: 追加調査 (H30.8.31審査会合以降に実施)
 ●: 追加調査 (H30.10.11, 12現地調査において説明済)
 ●: 追加調査 (H30.10.11, 12現地調査以降に実施)

3. 段丘調査における地層区分の更なる明確化に係る検討

②-2 各調査地点における追加調査実施箇所 (H30追加調査範囲 (はぎとり調査箇所))



※2 帯磁率測定は、各測線において、鉛直方向に10cm間隔で実施することに加え、露頭全体で鉛直及び水平方向に1m間隔を基本に実施。



H30追加調査範囲 (はぎとり調査箇所) における調査項目一覧

調査項目		調査状況	資料集掲載頁
観 察	層相確認	●	P296～P297
	礫種・礫の形状	●	P298～P300
	礫の堆積構造	●	P302～P305
	薄片観察	-	-
分 析 測 定	火山灰分析	●	P306～P307
	微化石分析	●	P308～P309
	粒度分析	●	P310
	帯磁率測定	●	P312～P315
	OSL年代測定	●	P316
	FT法年代測定	-	-

●: 既往調査 (H30.8.31審査会合以前に実施・説明済)
 ●: 追加調査 (H30.8.31審査会合以降に実施、H30.10.11, 12現地調査において説明済)
 ●: 追加調査 (H30.10.11, 12現地調査以降に実施)

3. 段丘調査における地層区分の更なる明確化に係る検討

③検討結果(1/6) - 礫種・礫の形状 -

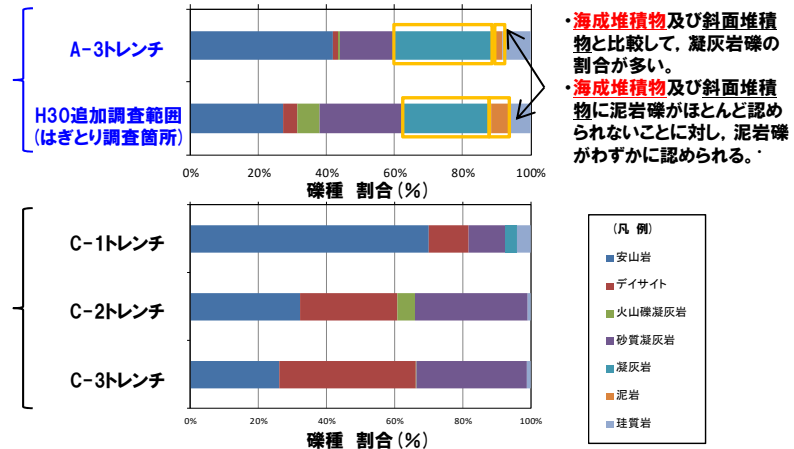
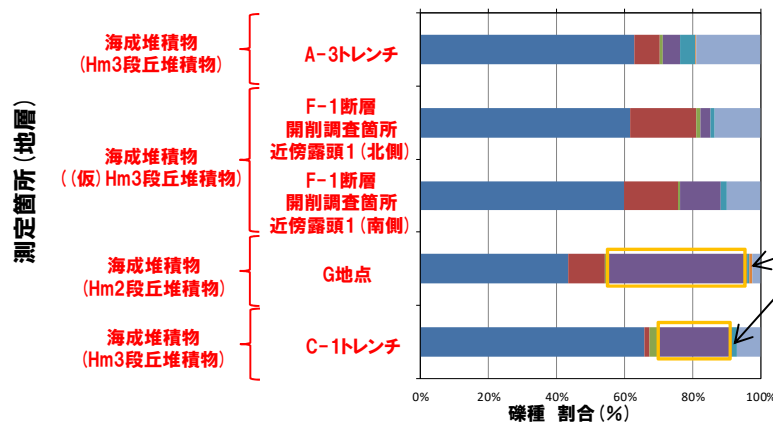
【礫 種】(代表的な写真はP76参照)

(主要構成礫)

- 海成堆積物の主要構成礫は、安山岩礫である。
- 河成の堆積物の主要構成礫は、安山岩礫であり、凝灰岩礫及び砂質凝灰岩礫を多く伴う。
- 斜面堆積物の主要構成礫は、安山岩礫、デイスait礫及び砂質凝灰岩礫である。

(特 徴)

- 河成の堆積物は、海成堆積物及び斜面堆積物と比較して、凝灰岩礫の割合が多い特徴を有する。
- また、河成の堆積物は、海成堆積物及び斜面堆積物に泥岩礫がほとんど認められないことに対し、泥岩礫がわずかに認められる特徴を有する。
- 海成堆積物のうち、G地点及びC-1トレンチに認められるものは、茶津川付近に位置するA-3トレンチ及びF-1断層開削調査箇所近傍露頭1に認められるものと比較して、砂質凝灰岩礫の割合が多い特徴を有する。



礫種毎の数量・割合 (海成堆積物) ※

地層	調査箇所	調査窓数	安山岩	デイスait	火山礫凝灰岩	砂質凝灰岩	凝灰岩	泥岩	珪質岩	計
Hm3段丘堆積物	A-3トレンチ	2	144	17	2	12	10	1	43	229
			62.9%	7.4%	0.9%	5.2%	4.4%	0.4%	18.8%	100.0%
(仮) Hm3段丘堆積物	F-1断層開削調査箇所近傍露頭1(北側)	2	149	47	3	7	3	0	33	242
			61.6%	19.4%	1.2%	2.9%	1.2%	0.0%	13.6%	100.0%
(仮) Hm3段丘堆積物	F-1断層開削調査箇所近傍露頭1(南側)	2	144	38	1	30	4	0	24	241
			59.8%	15.8%	0.4%	12.4%	1.7%	0.0%	10.0%	100.0%
Hm2段丘堆積物	G地点	1	53	13	1	50	1	1	3	122
			43.4%	10.7%	0.8%	41.0%	0.8%	0.8%	2.5%	100.0%
Hm3段丘堆積物	C-1トレンチ	2	149	3	6	49	3	0	16	226
			65.9%	1.3%	2.7%	21.7%	1.3%	0.0%	7.1%	100.0%
総計			639	118	13	148	21	2	119	1060
			60.3%	11.1%	1.2%	14.0%	2.0%	0.2%	11.2%	100.0%

※表中の上段はサンプリング数、下段は構成比を示している。

C-2トレンチにおけるHm2段丘堆積物相当層については、礫種・礫の形状調査結果が斜面堆積物と同様となり、特異なデータと考えられること(資料集P144参照)及び基盤岩が傾斜している特異な状況であることから、本検討には考慮していない。

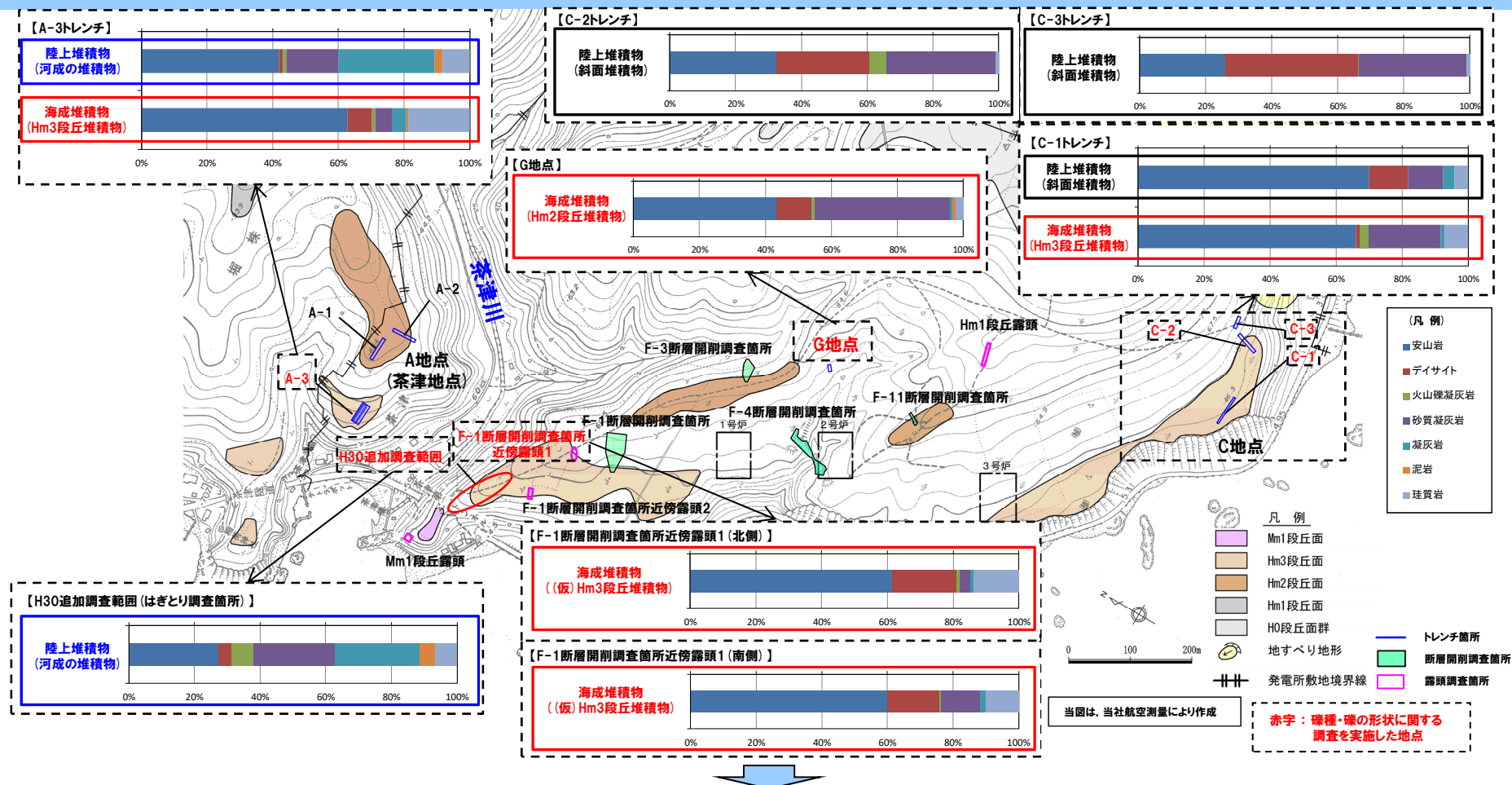
礫種毎の数量・割合 (河成の堆積物) ※

地層	調査箇所	調査窓数	安山岩	デイスait	火山礫凝灰岩	砂質凝灰岩	凝灰岩	泥岩	珪質岩	計
河成の堆積物	A-3トレンチ	3	152	5	3	58	106	9	30	363
			41.9%	1.4%	0.8%	16.0%	29.2%	2.5%	8.3%	100.0%
河成の堆積物	H30追加調査範囲(はぎとり調査箇所)	1	33	5	8	30	31	6	8	121
			27.3%	4.1%	6.6%	24.8%	25.6%	5.0%	6.6%	100.0%
総計			185	10	11	88	137	15	38	484
			38.2%	2.1%	2.3%	18.2%	28.3%	3.1%	7.9%	100.0%

礫種毎の数量・割合 (斜面堆積物) ※

地層	調査箇所	調査窓数	安山岩	デイスait	火山礫凝灰岩	砂質凝灰岩	凝灰岩	泥岩	珪質岩	計
斜面堆積物	C-1トレンチ	1	84	14	0	13	4	0	5	120
			70.0%	11.7%	0.0%	10.8%	3.3%	0.0%	4.2%	100.0%
斜面堆積物	C-2トレンチ	2	75	66	12	77	0	0	2	232
			32.3%	28.4%	5.2%	33.2%	0.0%	0.0%	0.9%	100.0%
斜面堆積物	C-3トレンチ	3	93	142	1	115	0	0	4	355
			26.2%	40.0%	0.3%	32.4%	0.0%	0.0%	1.1%	100.0%
総計			252	222	13	205	4	0	11	707
			35.6%	31.4%	1.8%	29.0%	0.6%	0.0%	1.6%	100.0%

3. 段丘調査における地層区分の更なる明確化に係る検討



- 河成の堆積物は、以下を踏まえると、礫の供給は概ね茶津川に由来するものと考えられる。
 - ・茶津川付近に分布し、礫種の構成比は海成堆積物及び斜面堆積物と異なる。
 - ・泥岩礫がわずかに認められ、茶津川上流に神恵内層の凝灰質泥岩が分布すること (P77参照) と調和的である。
- 海成堆積物は、茶津川付近に分布するものとそれ以外の範囲のもので、砂質凝灰岩礫の割合に差異が認められ、これは、茶津川からの距離に応じた礫の供給源のわずかな差異に起因しているものと考えられる。
- 斜面堆積物は、海成堆積物及び河成の堆積物と比較し、主要構成礫が多様であり、以下を踏まえると、礫の供給は概ね敷地に分布する神恵内層に由来するものと考えられる。
 - ・主要構成礫が敷地の基盤をなす神恵内層の火砕岩 (P77参照) と調和的である。
 - ・斜面堆積物は背後斜面からの二次堆積物を主体とする。

3. 段丘調査における地層区分の更なる明確化に係る検討

③検討結果(2/6) - 礫種・礫の形状 -

【礫 種】

○各測定箇所において確認された礫種の代表的な写真を以下に示す。



安山岩



デイサイト



火山礫凝灰岩



砂質凝灰岩



凝灰岩



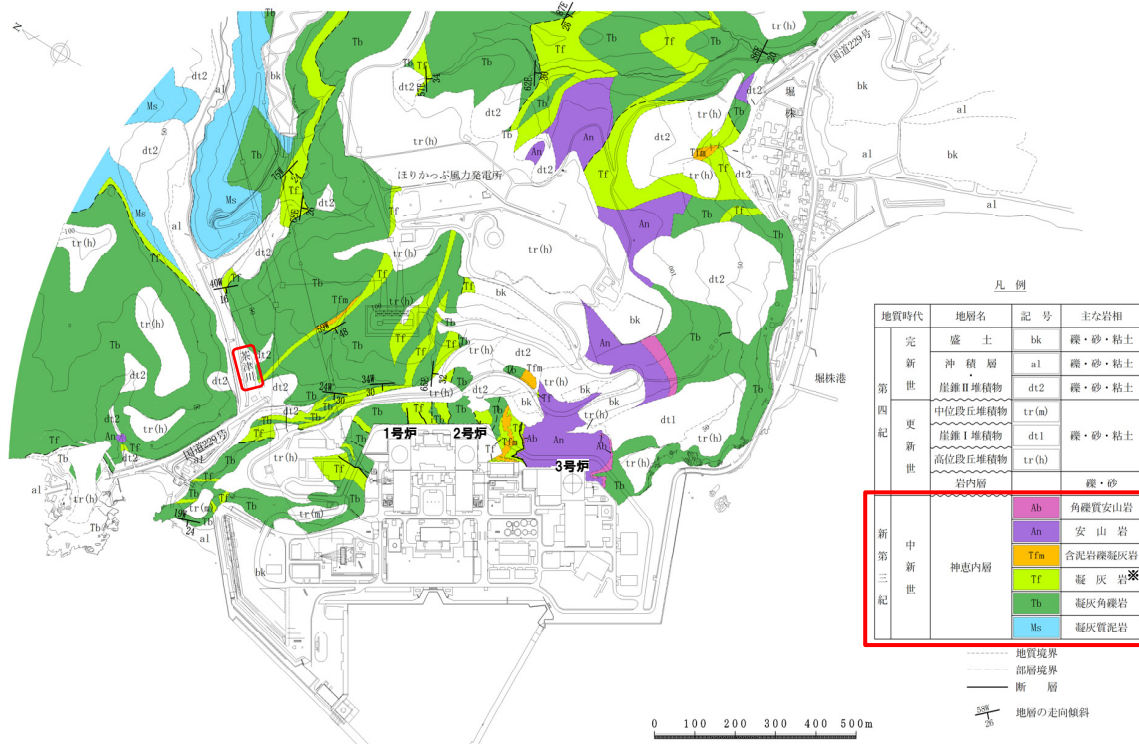
泥 岩



珪質岩

3. 段丘調査における地層区分の更なる明確化に係る検討

(参考) 敷地の地質図及び地質層序表



敷地の地質図 (H25.7設置変更許可申請時)

※凝灰岩には、火山礫凝灰岩及び砂質凝灰岩を含む。

敷地の地質層序表 (H25.7設置変更許可申請時)

地質時代	地層名	主な岩相	記 事
完新世	盛土	礫・砂・粘土	
	沖積層	礫・砂・粘土	
	崖錐II堆積物	礫・砂・粘土	
	中位段丘堆積物	礫・砂・粘土	Hm2段丘面上の崖錐I堆積物を覆う火山灰 FT年代：約0.2Ma
第四紀更新世	崖錐I堆積物	礫・砂・粘土	
	高位段丘堆積物	礫・砂・粘土	
	岩内層	礫・砂	砂層中の凝灰岩 FT年代：約1.2Ma
鮮新世			
新第三紀中新世	神恵内層	凝灰角礫岩 角礫質安山岩 安山岩 凝灰岩 含泥岩礫凝灰岩	軽石凝灰岩を伴う。 角礫質安山岩及び 安山岩は溶岩である。 構成礫は安山岩及び デイサイトである。
		凝灰角礫岩 凝灰岩 軽石凝灰岩	安山岩(溶岩)を伴う。 構成礫は安山岩及び デイサイトである。
		凝灰角礫岩 凝灰岩	安山岩(溶岩)、 含泥岩礫凝灰岩を伴う。 構成礫は安山岩である。
	凝灰質泥岩層	凝灰質泥岩 凝灰岩	凝灰角礫岩、含泥岩礫凝灰岩、 軽石凝灰岩を伴う。 安山岩(貫入岩)が狭在する。

~~~~~ : 不整合

FT : フィッション・トラック

K-Ar : カリウム・アルゴン

1.0Ma : 100万年

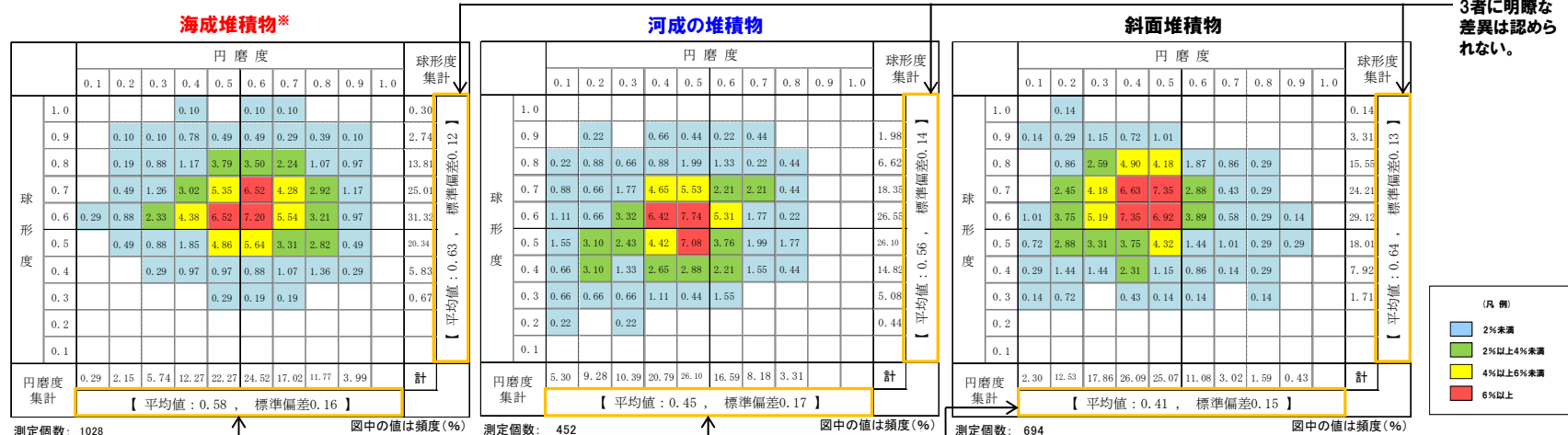
### 3. 段丘調査における地層区分の更なる明確化に係る検討

#### ③検討結果 (3/6) - 礫種・礫の形状 -

##### 【礫の形状】

○海成堆積物及び陸上堆積物(河成の堆積物及び斜面堆積物)の礫の形状については、以下の特徴が認められる。

- ・3者の球形度に明瞭な差異は認められない。
- ・海成堆積物の円磨度は、河成の堆積物及び斜面堆積物と比較して、高い傾向が認められる。
- ・斜面堆積物は、河成の堆積物と比較して、鈴木(1997)における角～亜角礫に対応する円磨度(0.1～0.4)のことが多い。



海成堆積物は、河成の堆積物及び斜面堆積物と比較して、高い傾向が認められる。



| 地層     | 円磨度及び球形度 測定実施地点                                                 |
|--------|-----------------------------------------------------------------|
| 海成堆積物* | Hm2段丘堆積物<br>G地点                                                 |
|        | Hm3段丘堆積物(仮) Hm3段丘堆積物<br>A-3トレンチ、C-1トレンチ、F-1断層開削調査箇所近傍露頭1(南側、北側) |
| 陸上堆積物  | 河成の堆積物<br>A-3トレンチ、H30追加調査範囲(はぎとり調査箇所)                           |
|        | 斜面堆積物<br>C-1トレンチ、C-2トレンチ、C-3トレンチ                                |

○上記の円磨度の差異は、以下の要因によるものと推定される。

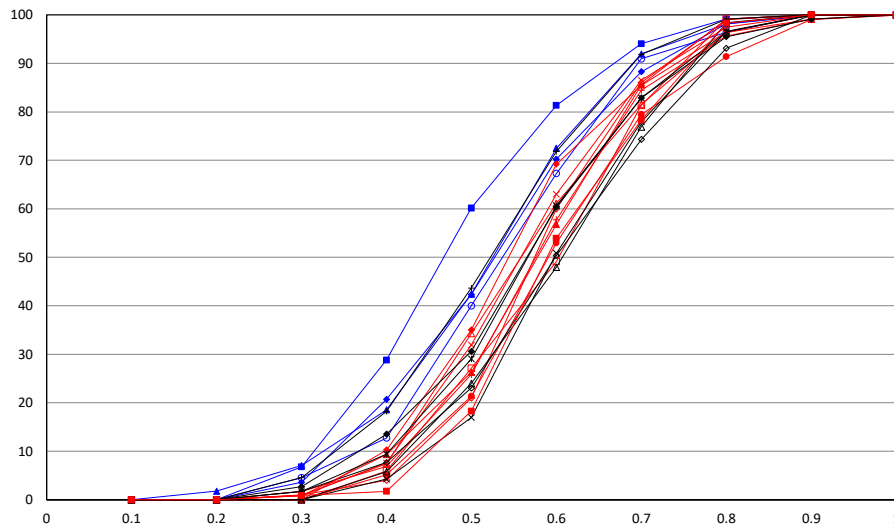
- ・海成堆積物は、主に河川から礫が供給された後、波食による円磨作用を受けることから、河成の堆積物及び斜面堆積物と比較して、円磨度が高い。
- ・河成の堆積物は、河川の運搬による円磨作用を受けることから、斜面堆積物と比較して、角～亜角礫に対応する円磨度のものが少ない。
- ・斜面堆積物は、背後斜面からの二次堆積物を主体とすることから、河成の堆積物と比較して、角～亜角礫に対応する円磨度のものが多い。

○なお、この円磨度の差異は、積丹半島西岸において確認される各堆積物中の砂礫層の層相を、以下のように評価していることと概ね調和的である(P160～P161参照)。

- ・海成堆積物の砂礫層中の礫は、円～亜角礫主体
- ・河成の堆積物の砂礫層中の礫は、円～亜角礫主体
- ・斜面堆積物の砂礫層中の礫は、亜円～角礫主体

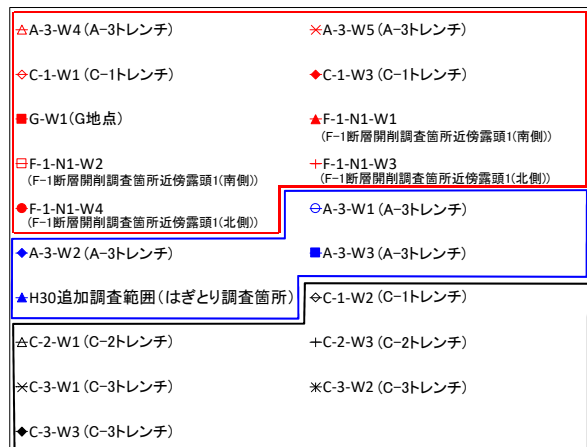
### 3. 段丘調査における地層区分の更なる明確化に係る検討

#### ③検討結果(4/6) - 礫種・礫の形状 -

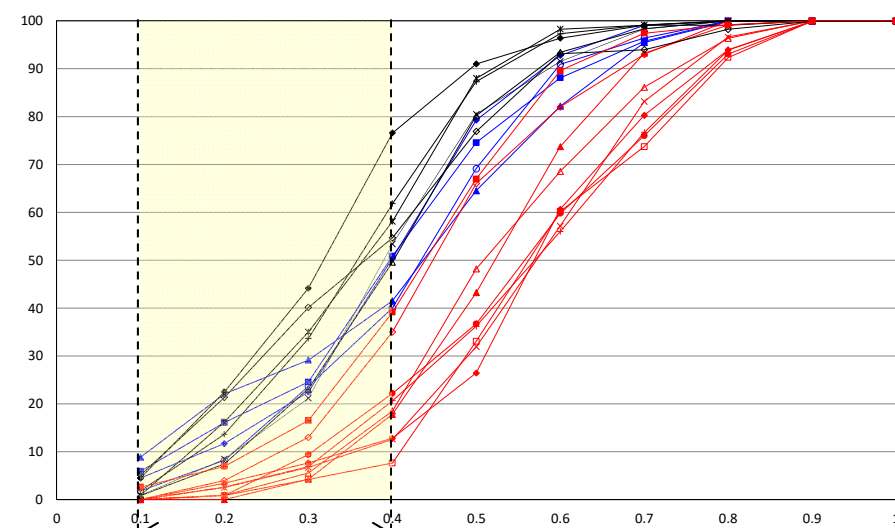


球形度-累積頻度 (%)

凡例



- 海成堆積物※  
□ 陸上堆積物(河成の堆積物)  
□ 陸上堆積物(斜面堆積物)



角～亜角礫に対応する円磨度(0.1～0.4)

円磨度-累積頻度 (%)

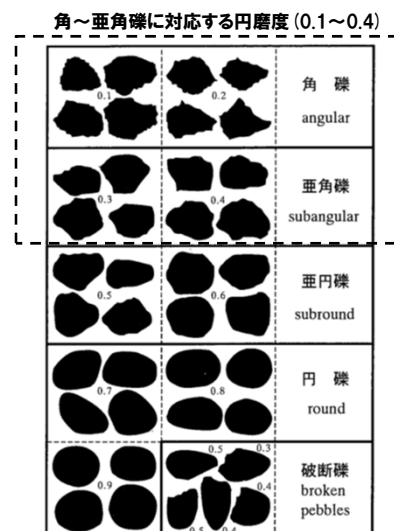


図 2.3.10 礫の円形度階級の視察 (Krumbein, 1941)

Krumbein (1941) の円磨度印象図と礫形状の関係 (鈴木, 1997に加筆)

角～亜角礫に対応する円磨度(0.1～0.4)の累積頻度 (%)

| 地層     | 累積頻度 (%)  |
|--------|-----------|
| 海成堆積物※ | 7.6～39.1  |
| 河成の堆積物 | 40.0～50.9 |
| 斜面堆積物  | 49.6～76.6 |

斜面堆積物は、河成の堆積物と比較して、鈴木(1997)における角～亜角礫に対応する円磨度(0.1～0.4)のものが多く。

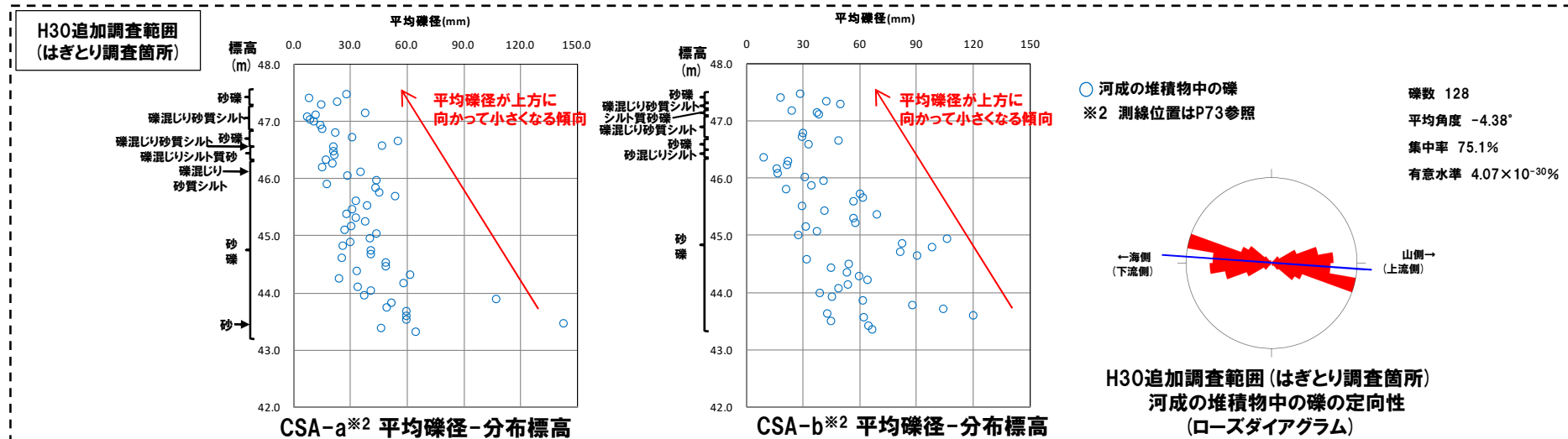
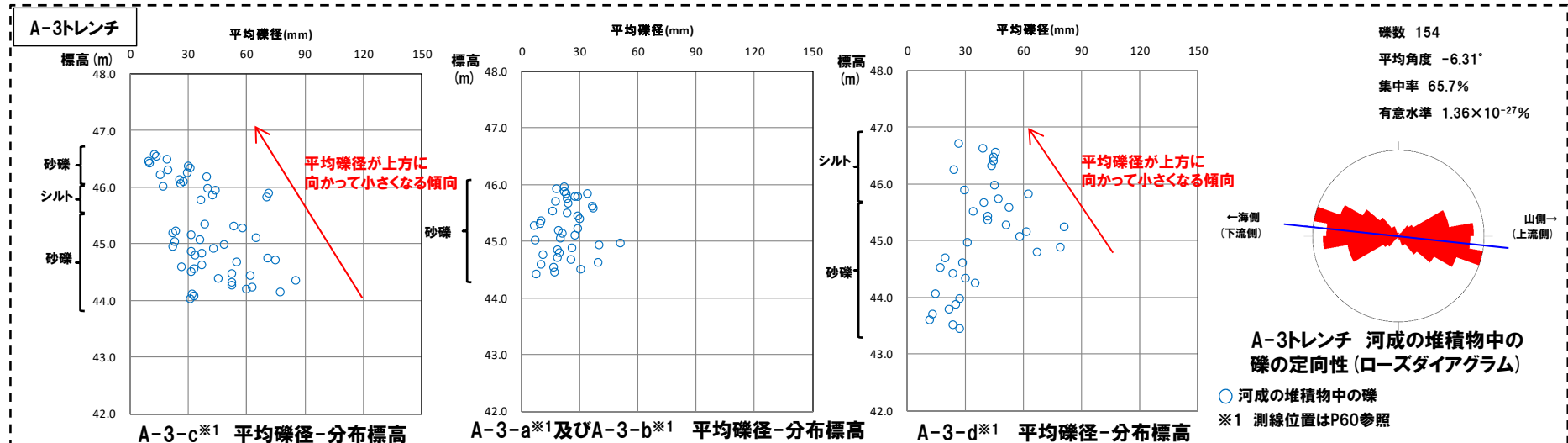
※C-2トレンチにおけるHm2段丘堆積物相当層については、礫種・礫の形状調査結果が斜面堆積物と同様となり、特異なデータと考えられること(資料集P144参照)及び基盤岩が傾斜している特異な状況であることから、本検討には考慮していない。



## ③検討結果 (5/6) - 礫の堆積構造 -

## 【礫の堆積構造】

- 河成の堆積物中の礫は、平均礫径が大局的に上方に向かって小さくなる傾向（礫の上方細粒化）が認められる。
- 河成の堆積物中の礫は、長軸方向の角度分布の平均が水平方向より山側（上流側）に傾く傾向が認められる（インプリケーション）。



### 3. 段丘調査における地層区分の更なる明確化に係る検討

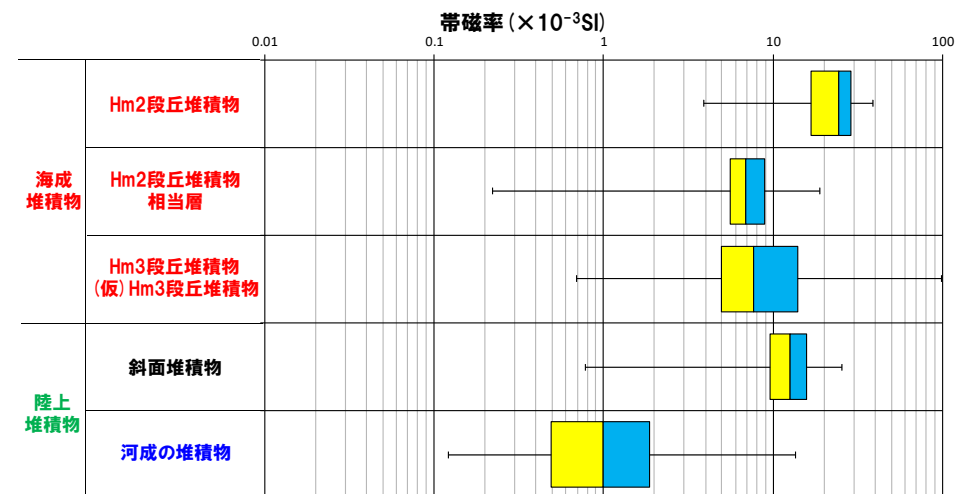
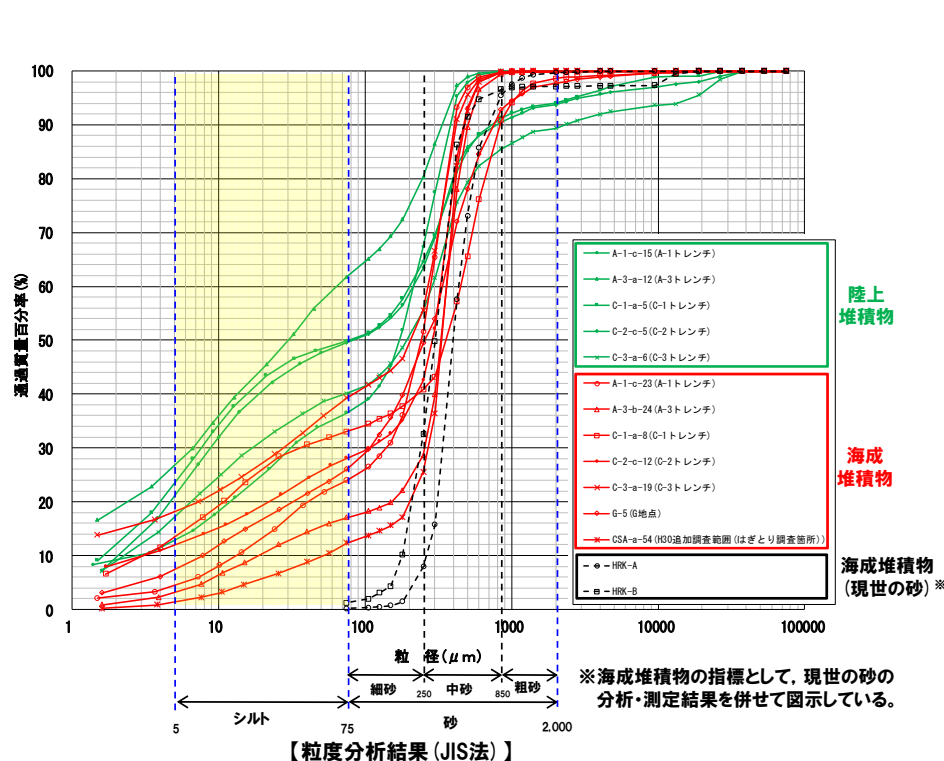
#### ③検討結果 (6/6) -粒度分析・帯磁率測定結果-

##### 【粒度分析】

○海成堆積物中の砂層は、陸上堆積物(陸成層、斜面堆積物等)と比較して、シルトの含有率が低い。

##### 【帯磁率測定】

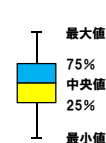
○河成の堆積物は、海成堆積物及び斜面堆積物と比較して、値が低い傾向が認められる。



【帯磁率測定結果】

| 地層                       | 最小値  | 25%   | 中央値   | 75%   | 最大値   | 四分位偏差 |
|--------------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Hm2段丘堆積物                 | 3.89 | 16.64 | 24.30 | 28.86 | 38.82 | 6.11  |
| Hm2段丘堆積物相当層              | 0.22 | 5.64  | 6.88  | 8.86  | 18.98 | 1.61  |
| Hm3段丘堆積物<br>(仮) Hm3段丘堆積物 | 0.69 | 4.96  | 7.64  | 14.10 | 98.78 | 4.57  |
| 斜面堆積物                    | 0.78 | 9.67  | 12.56 | 15.89 | 25.50 | 3.11  |
| 河成の堆積物                   | 0.12 | 0.49  | 1.00  | 1.87  | 13.64 | 0.69  |

(凡例)



| 地層                       | 帯磁率測定実施地点                                                       | 帯磁率 測定値数 |
|--------------------------|-----------------------------------------------------------------|----------|
| Hm2段丘堆積物                 | A-1トレンチ, A-2トレンチ, G地点                                           | 95       |
| Hm2段丘堆積物相当層              | C-2トレンチ, C-3トレンチ                                                | 78       |
| Hm3段丘堆積物<br>(仮) Hm3段丘堆積物 | A-3トレンチ, C-1トレンチ, F-1断層開削調査箇所近傍露頭1(南側, 北側), H30追加調査範囲(はぎとり調査箇所) | 365      |
| 斜面堆積物                    | C-1トレンチ, C-2トレンチ, C-3トレンチ                                       | 140      |
| 河成の堆積物                   | A-3トレンチ, H30追加調査範囲(はぎとり調査箇所)                                    | 204      |
| 総数                       | -                                                               | 882      |

余白

#### **4. 積丹半島西岸における海成段丘の特徴の整理**

## 4. 積丹半島西岸における海成段丘の特徴の整理

### ①まとめ

一部修正 (H30/8/31審査会合)

- 敷地のF-1断層開削調査箇所付近に分布する岩内層を再区分するに当たり、当該箇所付近を除く敷地を含めた積丹半島西岸における海成段丘を指標とすることから、当該段丘の特徴の整理を図った※<sup>1</sup> (調査位置図P21～P23参照)。
- 整理に当たっては、同じく積丹半島西岸に位置する敷地近傍以北のMm1段丘調査結果 (古宇川右岸地点～盃地点) も用いた。

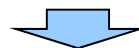
#### 【段丘調査結果に基づく整理】(P85～P88参照)

- Mm1段丘、Hm3段丘及びHm2段丘は、基盤岩の上面標高、段丘堆積物の上面標高等から、明確に3段に区分される。
- 段丘堆積物の層厚は、約5m以下である。
- 高位段丘と中位段丘は、段丘堆積物の層相 (礫の風化) 及び被覆層の特徴 (火山灰の分布状況等) の観点から明確に区分される。

#### 【段丘調査結果に基づく旧汀線高度の考察】(P89～P91参照)

- 積丹半島西岸におけるMIS5eの旧汀線高度は、Mm1段丘調査の結果、約25mであると評価される。
- MIS5eの旧汀線高度に基づき算出した積丹半島西岸の隆起速度を用い、MIS7の旧汀線高度について考察を行った。
- 加えて、上記考察を踏まえ、積丹半島西岸におけるMIS9の旧汀線高度についても考察を行った。
- 積丹半島西岸におけるMIS5eの旧汀線高度 (約25m) に基づくと、隆起速度は0.20m/千年程度であり、MIS7の旧汀線高度は約48m、MIS9の旧汀線高度は約63～74mの範囲と考えられる。

※<sup>1</sup> H30.8.31審査会合においては、敷地を除いた積丹半島西岸における海成段丘を対象に整理し、説明したが、同審査会合における指摘事項に基づき、F-1断層開削調査箇所付近を除く敷地も含めた積丹半島西岸における海成段丘を対象とした。



- F-1断層開削調査箇所付近に分布する岩内層の再区分に当たっては、当該箇所付近を除く敷地を含めた積丹半島西岸における海成段丘を指標※<sup>2</sup>とし、上記整理結果のうち以下に示す特徴と比較することにより行う。

| 段 丘  |       | 海洋酸素<br>同位体ステージ | 基盤岩の<br>上面標高 (EL.) | 段丘堆積物<br>上面標高 (EL.) | 段丘堆積物の<br>層 厚 | 旧汀線高度   | 隆起速度       |
|------|-------|-----------------|--------------------|---------------------|---------------|---------|------------|
| 高位段丘 | Hm2段丘 | MIS9            | 約52～63m            | 約55～64m             | 約5m以下         | 約63～74m | 0.20m/千年程度 |
|      | Hm3段丘 | MIS7            | 約39～46m            | 約41～48m             |               | 約48m    |            |

※<sup>2</sup> H30.8.31審査会合において説明したもののからの主な変更箇所は、Hm3段丘の段丘堆積物上面標高及びMIS7の旧汀線高度 (約46m⇒約48m) である。



## 4. 積丹半島西岸における海成段丘の特徴の整理

### ②段丘調査結果に基づく整理 (1/4)

一部修正 (H30/8/31審査会合)

- 積丹半島西岸における海成段丘の特徴について、古宇川右岸地点～茶津地点及びF-1断層開削調査箇所付近を除く敷地の調査結果に基づき、次頁の表のとおり整理した。
- Mm1段丘、Hm3段丘及びHm2段丘は、基盤岩の上面標高、段丘堆積物の上面標高等から、明確に3段に区分される。
- 段丘堆積物の層厚は、約5m以下である。
- 高位段丘と中位段丘は、段丘堆積物の層相（礫の風化）及び被覆層の特徴（火山灰の分布状況等）の観点から明確に区分される。

# 4. 積丹半島西岸における海成段丘の特徴の整理

## ②段丘調査結果に基づく整理 (2/4)

一部修正 (H30/8/31審査会合)

### 積丹半島西岸における海成段丘の特徴

| 段 丘      |           | 海洋酸素<br>同位体<br>ステージ | 調査区域                 | 調査地点                                                                       | 基盤岩の<br>上面標高<br>(EL.) | 段丘堆積物<br>上面標高<br>(EL.) | 段丘堆積<br>物の層厚 | 段丘堆積物の層相                                               | 被覆層の特徴<br>(火山灰の分布等)                                                                                     |
|----------|-----------|---------------------|----------------------|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------|------------------------|--------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 高位<br>段丘 | Hm2<br>段丘 | MIS9                | 敷地近傍                 | ・茶津地点 (Hm2) ※2<br>・泊①地点                                                    | 約54～62m               | 約57～63m                | 約1～3m        | (砂 層) 細粒砂～中粒砂<br>(砂礫層) 円～亜円礫主体、<br>クサリ礫混じる             | ・段丘堆積物を覆う砂層(陸成<br>層) 中に対象火山灰が認められ<br>る。<br>・表土直下のシルト層に指標火山<br>灰 (Toya, Spfa-1) の混在が認<br>められる。           |
|          |           |                     | 敷地                   | ・G地点※2<br>・F-4断層開削調査箇所※2<br>・F-11断層開削調査箇所※2                                | 約52～63m               | 約55～64m                | 約1～3m        | (砂 層) 中粒砂～粗粒砂<br>(砂礫層) 亜円～亜角礫主体、<br>風化礫もしくはクサ<br>リ礫混じる | ・改変による被覆層の消失等のた<br>め、詳細不明。                                                                              |
|          | Hm3<br>段丘 | MIS7                | 敷地近傍                 | ・茶津地点 (Hm3) ※2<br>・滝ノ潤②地点 (Hm3)<br>・泊②地点 (Hm3)                             | 約39～44m               | 約41～46m                | 約2～5m        | (砂 層) 細粒砂～中粒砂<br>(砂礫層) 円～亜角礫主体、<br>風化礫もしくはクサ<br>リ礫混じる  | ・茶津地点は段丘堆積物を河成<br>の堆積物(中部更新統) 又は斜<br>面Ⅰ堆積物※4が覆う。<br>・滝ノ潤②地点及び泊②地点にお<br>いては、段丘堆積物を扇状地性<br>堆積物及び崖錐堆積物等が覆う |
|          |           |                     | 敷地                   | ・C-1トレンチ※2                                                                 | 約46m                  | 約48m                   | 約1m          | (砂 層) 中粒砂～粗粒砂<br>(砂礫層) 円～亜角礫、風化<br>礫もしくはクサリ礫<br>混じる    | ・段丘堆積物を斜面Ⅱ堆積物※4<br>が覆う。<br>・表土直下のシルト質砂層に指標<br>火山灰 (Toya, Spfa-1) 及び対<br>象火山灰の混在が認められる。                  |
| 中位<br>段丘 | Mm1<br>段丘 | MIS5e※1             | 敷地近傍<br>及び敷地<br>近傍以北 | ・滝ノ潤①地点<br>・滝ノ潤②地点 (Mm1)<br>・泊③地点<br>・照岸地点<br>・壺地点<br>・古宇川左岸地点<br>・古宇川右岸地点 | 約14～23m               | 約16～26m                | 約1～4m        | (砂 層) 細粒砂～粗粒砂<br>(砂礫層) 亜円～亜角礫主体                        | ・段丘堆積物を覆う陸成層(砂・シ<br>ルト) 並びに扇状地性堆積物及<br>び崖錐堆積物に挟在するシルト<br>層中に洞爺火山灰の降灰層準<br>に相当する箇所が確認される。                |
|          |           |                     | 敷地                   | ・Mm1段丘露頭                                                                   | —※3                   | 約24m                   | —※3          | (砂 層) 中粒砂                                              | ・段丘堆積物を陸成層(シルト混じ<br>り砂) が覆う。                                                                            |

※1 積丹半島西岸におけるMIS5eの旧汀線高度は、古宇川右岸地点～敷地までの約15kmに亘るMm1段丘調査の結果、約25mであると評価される (P88参照)。

※2 調査結果について、資料集に示す。

※3 露頭調査において、未確認。

※4 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。

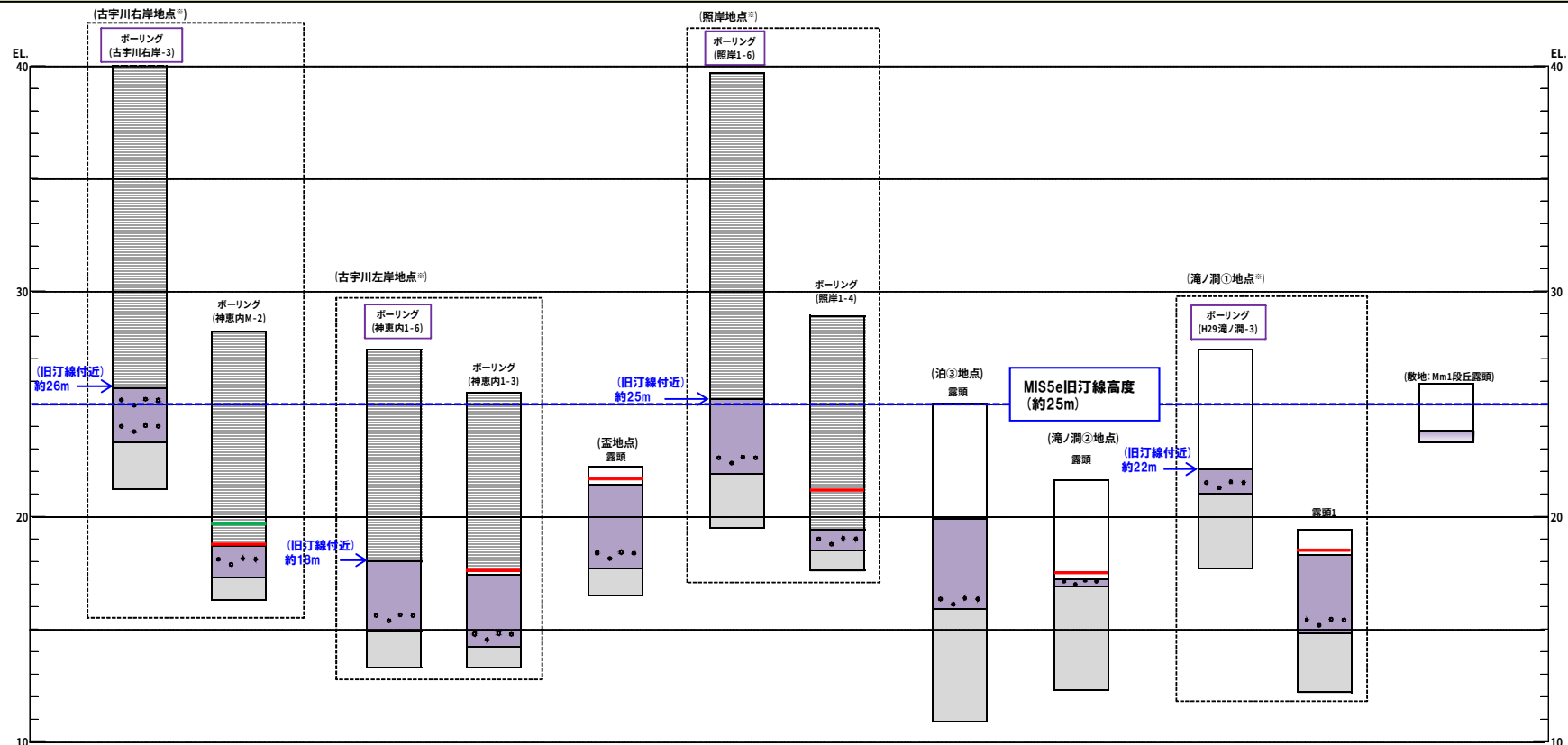


# 4. 積丹半島西岸における海成段丘の特徴の整理

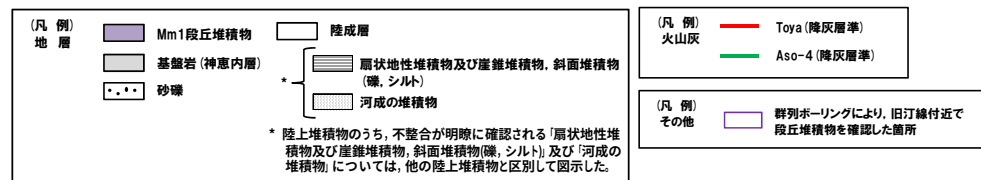
## ②段丘調査結果に基づく整理 (4/4) - 総合柱状図 (積丹半島西岸 Mm1段丘) -

一部修正 (H30/5/11審査会合)

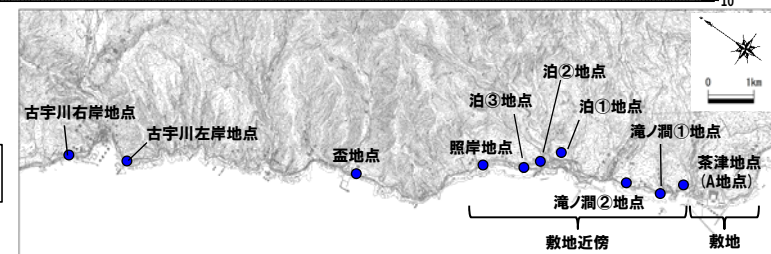
○積丹半島西岸におけるMIS5eの旧汀線高度は、古宇川右岸地点～敷地までの約15kmに亘るMm1段丘調査の結果、約25mであると評価される。



※旧汀線高度を把握するための群列ボーリング実施地点



総合柱状図 (積丹半島西岸 Mm1段丘)



位置図

## 4. 積丹半島西岸における海成段丘の特徴の整理

### ③段丘調査結果に基づく旧汀線高度の考察(1/3)

一部修正 (H30/8/31審査会合)

- 積丹半島西岸におけるMIS5eの旧汀線高度は、古宇川右岸地点～敷地までの約15kmに亘るMm1段丘調査の結果、約25mであると評価される。
- 積丹半島西岸におけるMIS7の旧汀線高度については、茶津地点(A地点)において旧汀線付近の高度約46mを確認している。
- また、C-1トレンチにおいては、Hm3段丘堆積物の上面標高の最大値約48mを確認している。
- このような状況であることから、MIS5eと同様な旧汀線高度の復元は難しい。
- このため、MIS5eの旧汀線高度に基づき算出した積丹半島西岸の隆起速度を用い、MIS7の旧汀線高度について考察を行った。
- 加えて、上記考察を踏まえ、積丹半島西岸におけるMIS9の旧汀線高度についても考察を行った。
- 上記考察に当たっては、隆起速度は一定と仮定した。



## 4. 積丹半島西岸における海成段丘の特徴の整理

### ③段丘調査結果に基づく旧汀線高度の考察(2/3)

一部修正(H30/8/31審査会合)

#### 【積丹半島西岸における隆起速度の算出】

○積丹半島西岸における隆起速度について、以下の手順より算出した。

- ・MIS5eの旧汀線高度は約25m (①)。
- ・MIS5eの海水準は、小池・町田編(2001)によれば標高5m, Siddall et al. (2006)によれば標高0～6m。  
⇒ 文献におけるMIS5eの海水準の範囲：標高0～6m (②)
- ・①及び②より、積丹半島西岸における隆起速度は、0.15～0.20m/千年 (③)。

#### 【MIS7の旧汀線高度に関する考察】

○積丹半島西岸におけるMIS7の旧汀線高度について、以下の手順より考察した。

- ・MIS7の旧汀線高度は約48mと仮定(Hm3段丘堆積物上面標高の最大値(C-1トレンチ)) (④)。
- ・③及び④から、MIS7当時の汀線高度は標高5～16mと算出 (⑤)。
- ・MIS7の海水準は、小池・町田編(2001)によれば標高5m, Siddall et al. (2006)によれば標高-15～-5m。  
⇒ 文献におけるMIS7の海水準の範囲：標高-15～5m (⑥)
- ・⑤及び⑥の範囲は、⑥の上限側の標高5mで重複し (⑦)、当該範囲における隆起速度は0.20m/千年程度 (⑧)。
- ・仮にMIS7の旧汀線高度が48mよりも高い場合、⑤及び⑥の海水準の範囲を整合させるためには隆起速度を0.20m/千年以上とする必要がある。
- ・しかし、MIS5eの旧汀線高度に基づき算出される隆起速度は0.15～0.20m/千年であることから、MIS7の旧汀線高度は、約48m程度が妥当であり、積丹半島西岸における隆起速度は、0.20m/千年程度であると考えられる。

#### 【MIS9の旧汀線高度に関する考察】

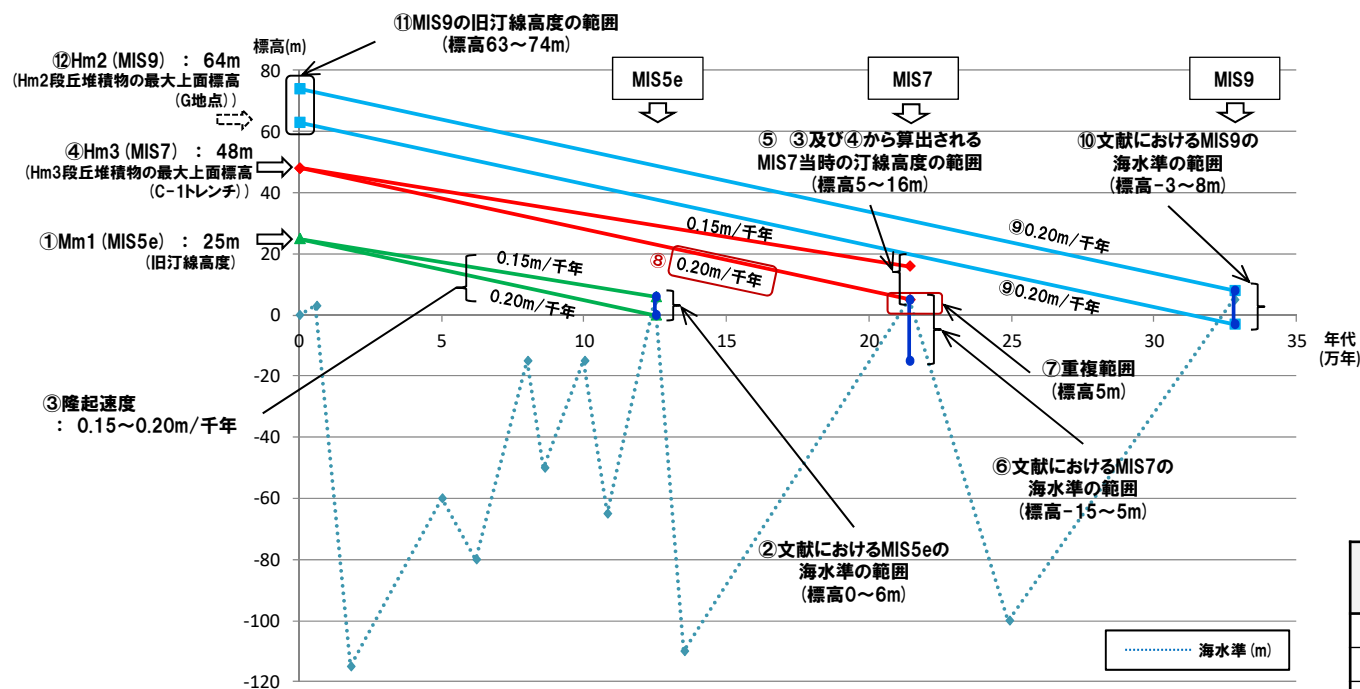
○積丹半島西岸におけるMIS9の旧汀線高度について、以下の手順より考察した。

- ・積丹半島西岸における隆起速度は、0.20m/千年程度 (⑨)。
- ・MIS9の海水準は、小池・町田編(2001)によれば標高5m, Siddall et al. (2006)によれば標高-3～8m。  
⇒ 文献におけるMIS9の海水準の範囲：標高-3～8m (⑩)
- ・⑨及び⑩より、MIS9の旧汀線高度は、標高63～74mと推定 (⑪)。
- ・G地点においてHm2段丘堆積物上面標高の最大値約64mを確認しており (⑫)、当該地点は基盤岩の遷緩点付近に位置していることを踏まえると、推定されたMIS9の旧汀線高度の範囲は妥当であると考えられる。



○積丹半島西岸におけるMIS5eの旧汀線高度(約25m)に基づく、隆起速度は0.20m/千年程度であり、MIS7の旧汀線高度は約48m、MIS9の旧汀線高度は約63～74mの範囲と考えられる。

一部修正 (H30/8/31審査会合)



旧汀線高度及び海水準変動から算出される隆起速度  
(海水準変動は小池・町田編(2001)を基に作成)

### 積丹半島西岸における 段丘堆積物の上面標高

| 段 丘       | 海洋酸素<br>同位体<br>ステージ | 段丘堆積物<br>上面標高 (EL.) |
|-----------|---------------------|---------------------|
| Hm2<br>段丘 | MIS9                | 約55～64m             |
| Hm3<br>段丘 | MIS7                | 約41～48m             |
| Mm1<br>段丘 | MIS5e               | 約16～26m             |

## 文献における海水準の範囲

| 海洋酸素<br>同位体<br>ステージ | 小池・町田編(2001) | Siddall et al. (2006) |
|---------------------|--------------|-----------------------|
| MIS9                | 5m           | -3~8m                 |
| MIS7                | 5m           | -15~-5m               |
| MIS5e               | 5m           | 0~6m                  |

余白

## **5. F-1断層開削調査箇所付近に分布する岩内層の再区分**

## 5. 1 (ケース1)岩内層をMIS9以前の海成層に地層区分した場合の検討

### ①ケース1のまとめ(1/4)

#### 【検討内容】

- 積丹半島西岸における海成段丘の特徴を指標とした場合、H30.8.31審査会合において説明したF-1断層開削調査箇所付近の地層区分に関する検討結果に矛盾がないかを確認する※。
- 地層区分の検討結果を踏まえ、積丹半島西岸における海成段丘(Hm3段丘)との整合性について改めて確認する。

※積丹半島西岸における海成段丘の特徴のうち、H30.8.31審査会合において説明したものからの主な変更箇所は、段丘堆積物の上面標高及びMIS7の旧汀線高度(約46m⇒約48m)である。

#### 【検討結果】

##### (1) 地層区分の検討結果

- F-1断層開削調査箇所付近の地層区分は、H30.8.31審査会合において説明した検討結果から変更はなく、下表の地層区分が合理的と考えられる。

#### F-1断層開削調査箇所付近における地層区分に関する検討結果(ケース1)

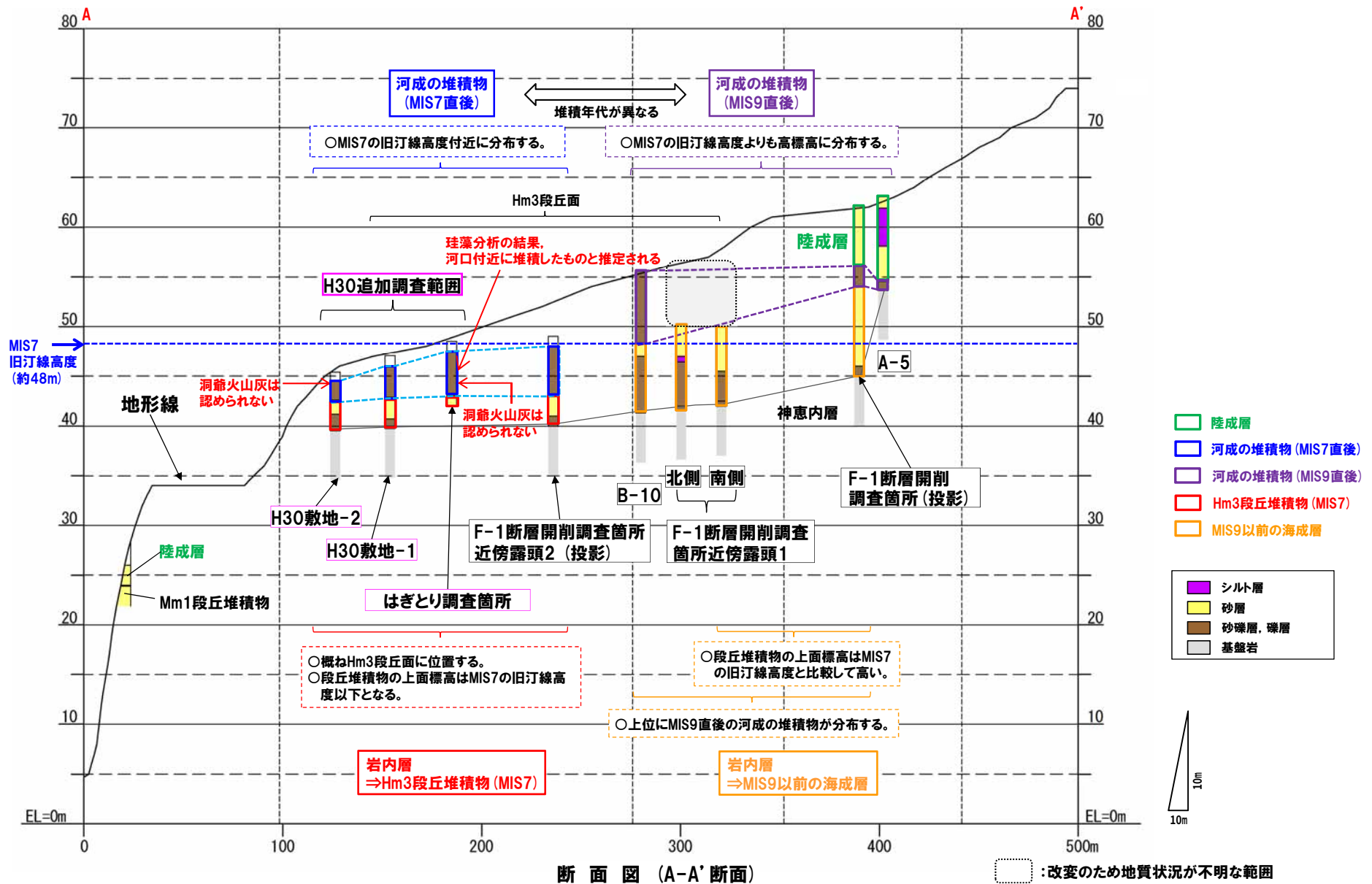
| 項 目      |                   | 既往評価<br>(H30.5.11審査会合における説明) | ケース1                          |                             |
|----------|-------------------|------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
|          |                   |                              | 【F-1断層開削調査箇所近傍露頭2及びH30追加調査範囲】 | 【F-1断層開削調査箇所からB-10ボーリングの範囲】 |
| 地層<br>区分 | F-1断層開削調査<br>箇所付近 | 河成の堆積物<br>(中部更新統)            | MIS7直後の河成の堆積物                 | MIS9直後の河成の堆積物               |
|          |                   | 岩内層                          | Hm3段丘堆積物(MIS7)                | MIS9以前の海成層                  |
|          | F-1断層開削<br>調査箇所   | Hm2段丘堆積物                     | MIS9直後の河成の堆積物                 |                             |
|          |                   | 岩内層                          | MIS9以前の海成層                    |                             |

(P96へ続く)



## ① ケース1のまとめ (2/4)

一部修正 (H30/8/31審査会合)



① **ケース1**のまとめ (3/4)

(P94からの続き)

## (2) 積丹半島西岸における海成段丘との整合性の確認結果

○確認結果は下表のとおり。

F-1断層開削調査箇所付近における地層区分と積丹半島西岸における海成段丘 (Hm3段丘) との整合性の確認結果 (ケース1)

| 確認項目           | 積丹半島西岸における<br>海成段丘 (Hm3) の特徴 | 確認結果                                                             |                                                        |
|----------------|------------------------------|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
|                |                              | 【F-1断層開削調査箇所近傍露頭2及びH30追加調査範囲】                                    | 【F-1断層開削調査箇所からB-10ボーリングの範囲】                            |
| 地 形            | Hm3段丘面                       | ○Hm3段丘堆積物は概ねHm3段丘面上に分布し、整合的である                                   | ○MIS9以前の海成層の分布範囲に、一部、Hm3段丘面が認められる                      |
| 基盤岩の<br>上面標高   | 約39～46m                      | ○Hm3段丘堆積物の基盤岩の上面標高は約40mであり、整合的である                                | ○MIS9以前の海成層の基盤岩の上面標高 (約42～45m) は、Hm3段丘の基盤岩の上面標高と同程度である |
| 段丘堆積物の<br>上面標高 | 約41～48m                      | ○Hm3段丘堆積物の上面標高は約43～44mであり、整合的である                                 | —                                                      |
| 段丘堆積物の層厚       | 約5m以下                        | ○Hm3段丘堆積物の層厚は約2～4mであり、整合的である                                     | —                                                      |
| 旧汀線高度 (MIS7)   | 約48m                         | ○Hm3段丘堆積物の上面標高 (約43～44m) は旧汀線高度 (MIS7) 以下となり、整合的である              | —                                                      |
| 隆起速度           | 0.20m/千年程度                   | ○Hm3段丘堆積物の上面標高 (約43～44m) は旧汀線高度 (MIS7) 以下となることから、隆起速度についても整合的である | —                                                      |

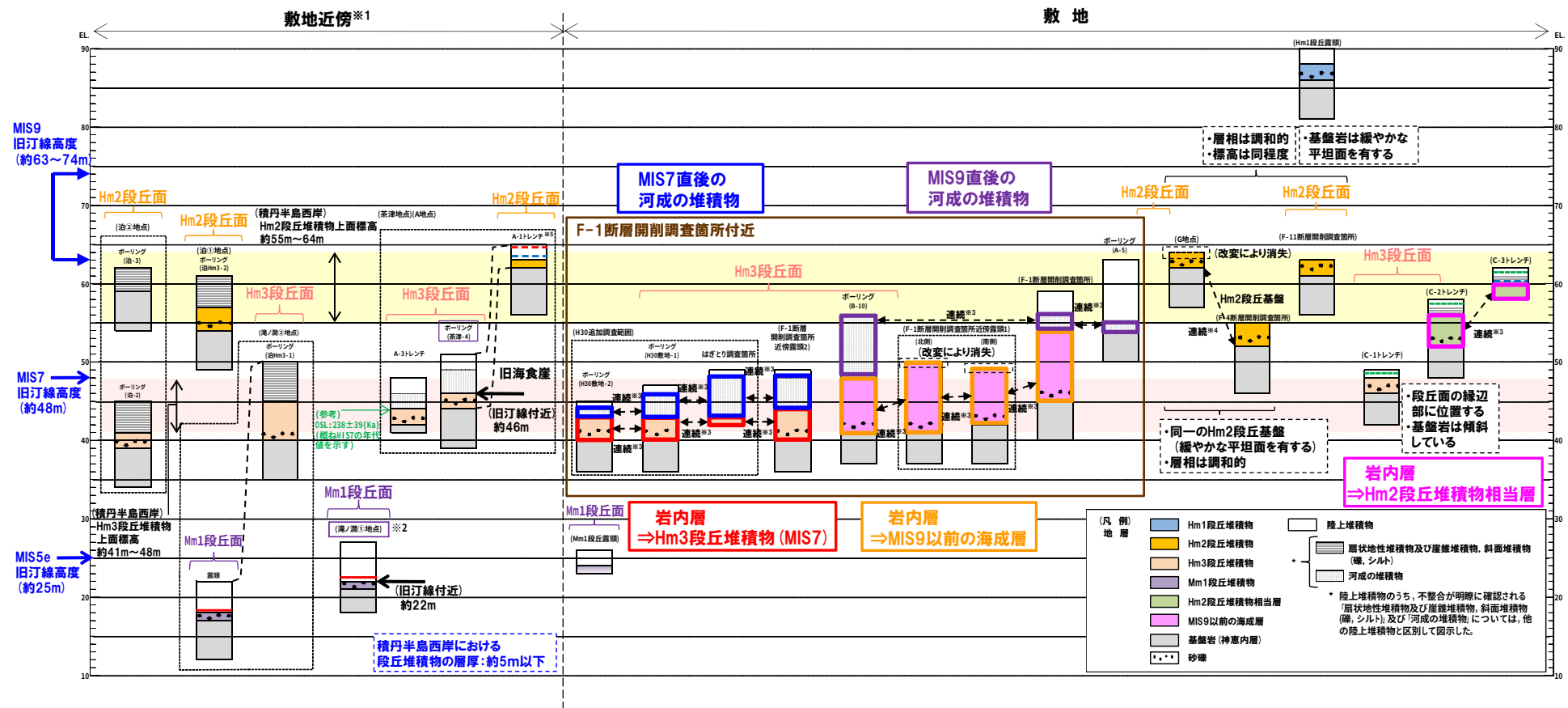


- F-1断層開削調査箇所近傍露頭2及びH30追加調査範囲に認められるHm3段丘堆積物は、整合性の確認項目に対していずれも整合的である。
- 一方、F-1断層開削調査箇所からB-10ボーリングの範囲に認められるMIS9以前の海成層は、堆積物の上面標高がMIS7の旧汀線高度 (約48m) より高く、上位にMIS9直後の河成の堆積物が分布する状況を踏まえると、本地層区分は合理的であると考えられるが、積丹半島西岸のうち当該範囲にのみMIS9以前の海成層が分布する特異な状況となる。

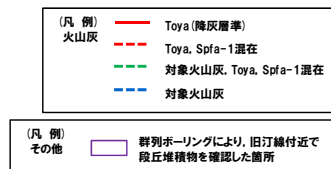
# 5. 1 (ケース1)岩内層をMIS9以前の海成層に地層区分した場合の検討

## ①ケース1のまとめ(4/4)

一部修正 (H30/8/31審査会合)



- ※1 積丹半島西岸では、図示した調査箇所以外においても段丘調査を実施している。ここでは、敷地に近接するMm1段丘 (滝ノ洞①地点) 及び高位段丘 (茶津地点 (A地点)、滝ノ洞②地点、泊①地点及び泊②地点) について代表的に図示した。
- ※2 洞爺火山灰については、当該地点のMm1段丘堆積物の上位に確認されたことを便宜的に図示した。
- ※3 各調査箇所の位置関係が近接していること及び地質調査結果から、同一の地層であると判断されることを示す。
- ※4 各調査箇所の位置関係が近接していること及び地質調査結果から、同一の段丘基盤であると判断されることを示す。
- ※5 茶津地点 (Hm2段丘) においては、A-2トレンチにおいても段丘調査を実施しているが、A-1トレンチと距離が近接しており、基盤岩及び段丘堆積物の上面標高が同様であることから、A-1トレンチを代表的に図示した。



積丹半島西岸における総合柱状図

| 凡例       | 既往評価     | 今回再区分           | 調査箇所                                                             |
|----------|----------|-----------------|------------------------------------------------------------------|
| 岩内層      | 岩内層      | Hm3段丘堆積物 (MIS7) | F-1断層開削調査箇所近傍露頭2<br>H30追加調査範囲 (H30.5.11審査会合以降の追加調査)              |
| 岩内層      | 岩内層      | MIS9以前の海成層      | F-1断層開削調査箇所<br>F-1断層開削調査箇所近傍露頭1<br>B-10ボーリング                     |
| 岩内層      | 岩内層      | Hm2段丘堆積物相当層     | C-2及びC-3トレンチ                                                     |
| 岩内層      | 岩内層      | MIS9直後の河成の堆積物   | A-5ボーリング<br>F-1断層開削調査箇所                                          |
| Hm2段丘堆積物 | Hm2段丘堆積物 | MIS7直後の河成の堆積物   | B-10ボーリング<br>F-1断層開削調査箇所近傍露頭2<br>H30追加調査範囲 (H30.5.11審査会合以降の追加調査) |
| 河成の堆積物   | 河成の堆積物   |                 |                                                                  |

## ②地層区分の検討(1/4)

## 【検討内容】

- 前章で整理した積丹半島西岸における海成段丘の特徴を指標とした場合、H30.8.31審査会合において説明したF-1断層開削調査箇所付近の地層区分に関する検討結果に矛盾がないかを確認した。
- 確認に当たっては、改めて同様な検討を実施した。
- 検討結果については、H30.8.31審査会合における検討からの変更及び追記箇所を赤字で示す(本頁及びP100)。
- なお、積丹半島西岸における海成段丘の特徴のうち、主な変更箇所は、段丘堆積物の上面標高及びMIS7の旧汀線高度である。
- また、H30.8.31審査会合以降の追加分析についても赤字で示す(P100)。

## 【検討結果】

## (1) 岩内層の再区分

- 基盤岩の上面標高の観点から、岩内層をHm3段丘堆積物に地層区分した場合、その他の観点が整合的であるかを検討した。
- 地形の観点において整合的であるものの、隆起速度等の観点において整合的ではないものも存在する。

| 整合性の確認項目   | 検討結果                                                                                                                                                         |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 地 形        | ○F-1断層開削調査箇所付近にはHm3段丘面が判読される                                                                                                                                 |
| 段丘堆積物の上面標高 | ○当該箇所におけるHm3段丘堆積物の上面標高(約54m)は、積丹半島西岸におけるHm3段丘堆積物の上面標高(約41~ <b>48m</b> )と比較して高い                                                                               |
| 段丘堆積物の層厚   | ○当該箇所における段丘堆積物の層厚(10m程度)は、積丹半島西岸における段丘堆積物の層厚(約5m以下)と比較して厚い<br>○模式的な海成段丘が認められる関東平野西南部の文献レビューの結果、積丹半島西岸とは地形発達、規模等が異なるものの、関東平野西南部には最大で10m程度の層厚を有する海成段丘堆積物が認められる |
| 旧汀線高度      | ○当該箇所におけるHm3段丘堆積物の上面標高(約54m)は、積丹半島西岸におけるMIS7の旧汀線高度(約 <b>48m</b> )と比較して高い                                                                                     |
| 隆起速度       | ○MIS7の旧汀線高度を当該箇所におけるHm3段丘堆積物の上面標高(約54m)と仮定すると、MIS5e~MIS7及びMIS7~MIS9の隆起速度は、MIS5e以降の隆起速度と比較して差異が生じる                                                            |

## (2) 岩内層の上位層も含めた合理的な地層区分

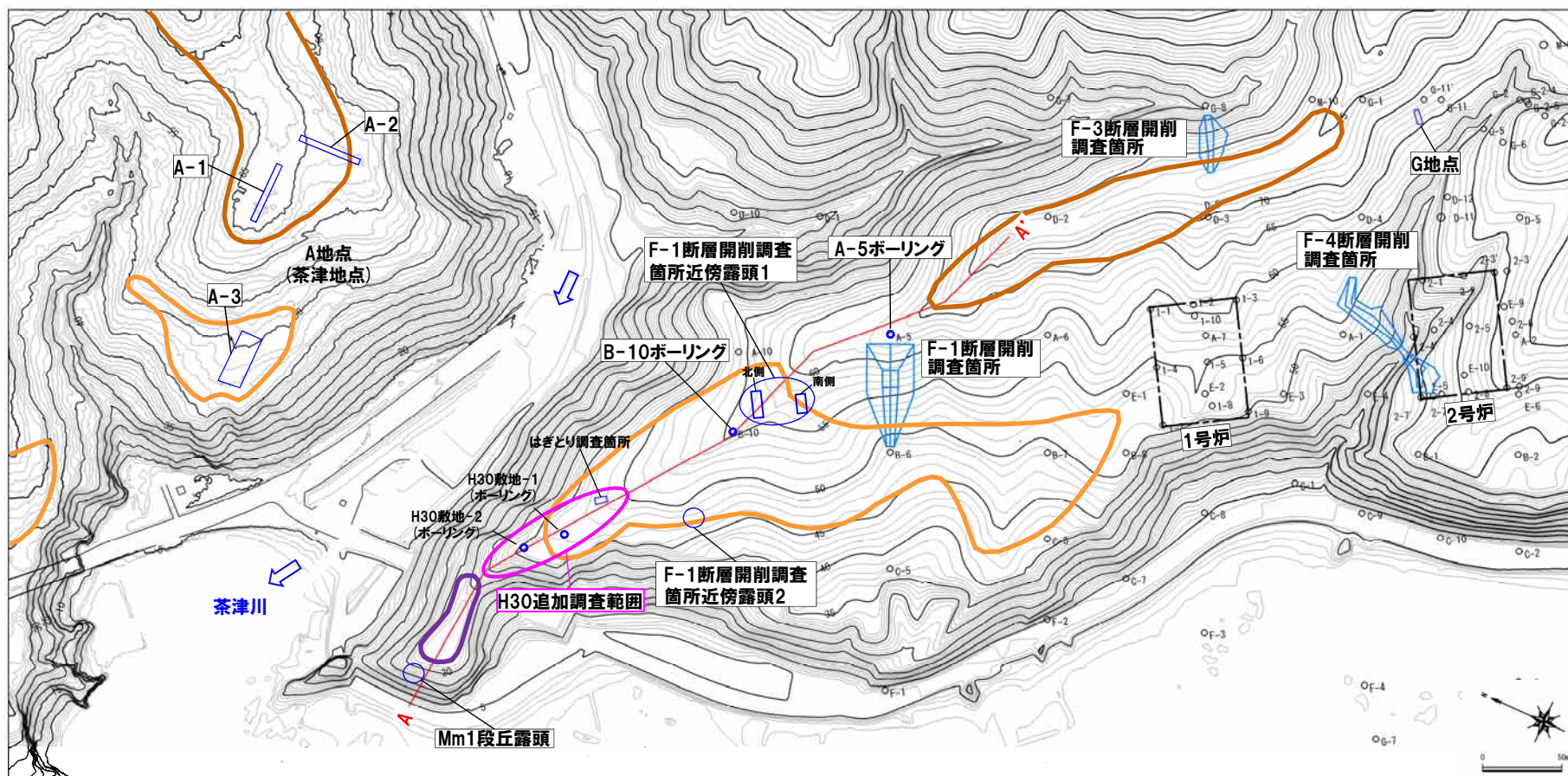
- (1)の検討により整合的ではない確認項目も存在するが、岩内層をHm3段丘堆積物に地層区分した場合を基本とし、上位層も含め、より合理的な地層区分について検討した。
- なお、本検討は、上記の地層区分を基本とすることから、以降、岩内層を「(仮)Hm3段丘堆積物」と表記している。
- 検討結果をP100に示す。
- 各調査箇所の地質調査結果については資料集P237~P321及びP102~P105に示す。

(P100へ続く)



## ②地層区分の検討 (2/4)

一部修正 (H30/8/31審査会合)



平面図 (F-1断層開削調査箇所付近)

F-1断層開削調査  
箇所付近

| 調査箇所             | 現況 |
|------------------|----|
| A地点              | ○  |
| G地点              | ○  |
| F-3断層開削調査箇所      | ×  |
| F-4断層開削調査箇所      | ×  |
| F-1断層開削調査箇所      | ×  |
| F-1断層開削調査箇所近傍露頭1 | ○  |
| F-1断層開削調査箇所近傍露頭2 | ×  |
| H30追加調査範囲        | ○  |
| Mm1段丘露頭          | ×  |

【凡例】

|        |           |
|--------|-----------|
| Mm1段丘面 | 断面線       |
| Hm3段丘面 | 原子炉建屋設置位置 |
| Hm2段丘面 | 鉛直ボーリング   |

○ 現存  
× 改変に伴い消失

## ②地層区分の検討 (3/4)

(P98からの続き)

## 【河成の堆積物の合理的な地層区分】

- F-1断層開削調査箇所近傍露頭2及びH30追加調査範囲に認められる河成の堆積物は、以下の状況から、中期更新世のうちMIS7直後に河口付近に堆積したものと考えられる。
  - ・大森ほか(1971)では、一般的な河口付近の堆積物の特徴について記載されており、主に礫質堆積物が泥質堆積物で構成され、海水の上を薄く覆って分布するとされている。
  - ・積丹半島西岸におけるMIS7の旧汀線高度(約48m)付近に分布する。
  - ・(仮)Hm3段丘堆積物を直接覆う。
  - ・H30追加調査範囲(はぎとり調査箇所)における珪藻分析の結果、河成の堆積物は海生種を含むことから、河口付近において堆積したものと推定される。
- 一方、F-1断層開削調査箇所及びB-10ボーリングに認められる河成の堆積物は、以下の状況から、中期更新世のうちMIS9直後に河口付近に堆積したものと考えられる。
  - ・積丹半島西岸におけるMIS7の旧汀線高度(約48m)よりも高標高に分布する。
  - ・F-1断層開削調査箇所近傍露頭2及びH30追加調査範囲に認められる河成の堆積物と層相は調和的である。

## 【(仮)Hm3段丘堆積物の合理的な地層区分】

- F-1断層開削調査箇所近傍露頭2及びH30追加調査範囲に認められる(仮)Hm3段丘堆積物は、概ねHm3段丘面に位置すること、段丘堆積物の上面標高が積丹半島西岸におけるMIS7の旧汀線高度(約48m)以下となること等から、整合性の確認項目に対していずれも整合的である。
- したがって、当該箇所に認められる(仮)Hm3段丘堆積物については、Hm3段丘堆積物への地層区分は合理的であると考えられる。
- F-1断層開削調査箇所及びF-1断層開削調査近傍露頭1に認められる(仮)Hm3段丘堆積物については、段丘堆積物の上面標高が積丹半島西岸におけるMIS7の旧汀線高度(約48m)と比較して高いこと等から、整合性の確認項目に対して整合的ではないものが存在する。
- B-10ボーリングに認められる(仮)Hm3段丘堆積物については、段丘堆積物の上面標高が積丹半島西岸におけるMIS7の旧汀線高度(約48m)と同程度であり、整合性の確認項目に対していずれも整合的であるが、上位にMIS9直後の河成の堆積物が分布することから層序関係が整合的ではない。
- したがって、F-1断層開削調査箇所からB-10ボーリングの範囲に認められる(仮)Hm3段丘堆積物については、Hm3段丘堆積物への地層区分は合理的ではなく、段丘堆積物の上面標高が高いこと及び上位にMIS9直後の河成の堆積物が分布することを踏まえると、MIS9以前の海成層である可能性が示唆される。



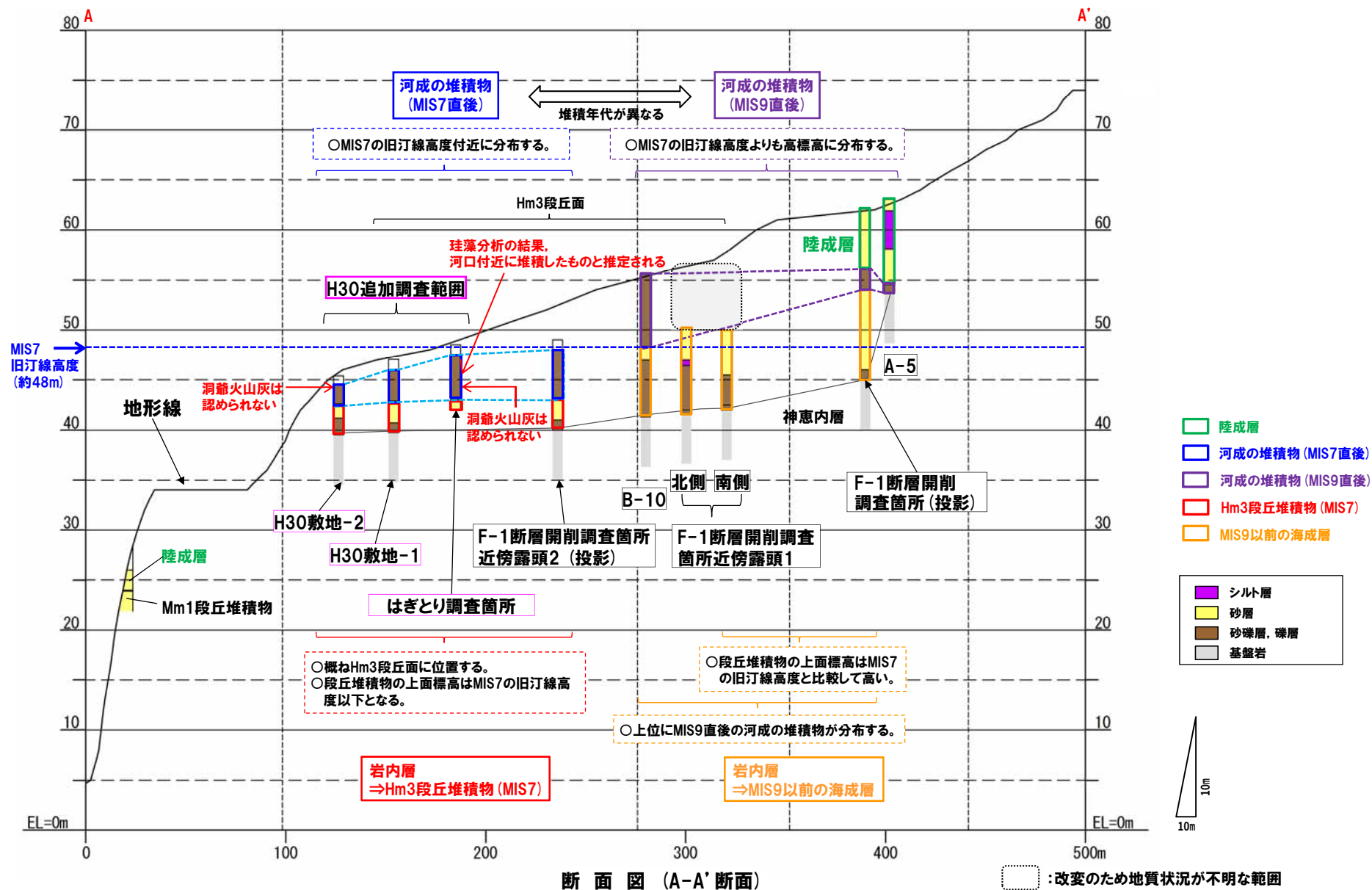
○前章で整理した積丹半島西岸における海成段丘の特徴を指標とした場合、F-1断層開削調査箇所付近の地層区分は、H30.8.31審査会合において説明した検討結果から変更はなく、以下が合理的と考えられる。

- ・F-1断層開削調査箇所近傍露頭2及びH30追加調査範囲においては、Hm3段丘堆積物の上位にMIS7直後の河成の堆積物が分布する。
- ・F-1断層開削調査箇所からB-10ボーリングの範囲においては、MIS9以前の海成層の上位にMIS9直後の河成の堆積物が分布する。



## ②地層区分の検討 (4/4)

一部修正 (H30/8/31審査会合)



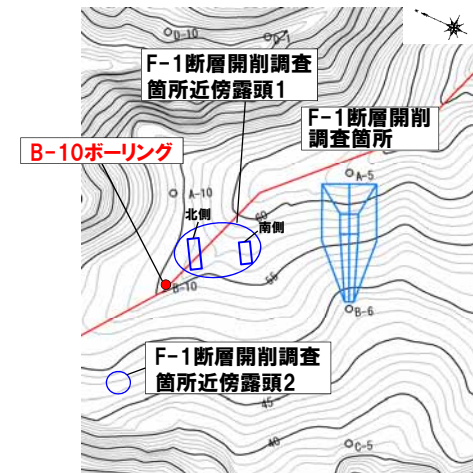
## ②地層区分の検討 (B-10ボーリング (1/2))

再掲 (H30/8/31審査会合)

- 1,2号炉調査時において、F-1断層開削調査箇所近傍露頭1及び近傍露頭2の間に位置するB-10地点においてボーリング調査を実施している。
- 本ボーリングでは、基盤岩(上面標高約41m)の上位に、円礫を主体とする砂礫層及び砂層が認められる。
- 砂礫層及び砂層の上位に、シルト質砂礫層を主体とし、シルト層を挟在する堆積物が認められる。



- 基盤岩上位の砂礫層及び砂層は、F-1断層開削調査箇所近傍露頭1及び2における(仮)Hm3段丘堆積物と同程度の標高に分布し、層相も調和的であることから、(仮)Hm3段丘堆積物に区分される。
- (仮)Hm3段丘堆積物上位の堆積物は、F-1断層開削調査箇所近傍露頭2における河成の堆積物と層相が調和的であることから、河成の堆積物に区分される。
- 本ボーリングにおける河成の堆積物は、F-1断層開削調査箇所における(仮)Hm3段丘堆積物上位に分布する砂礫層(既往評価におけるHm2段丘堆積物)と同程度の標高に分布する。

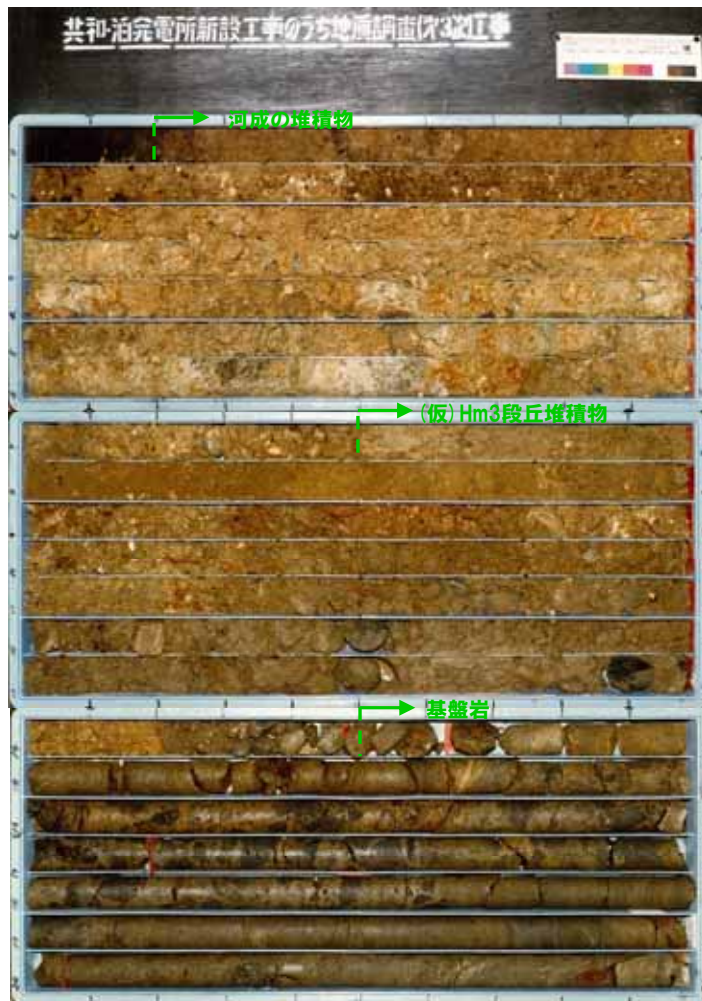


調査位置図

## ②地層区分の検討 (B-10ボーリング (2/2))

再掲 (H30/8/31審査会合)

孔口標高=55.81m



コア写真 (B-10:深度0~21m)

河成の堆積物  
河成の堆積物  
(仮)Hm3段丘堆積物  
岩内層

B-10 孔口標高 55.81m 掘進長 126.00m

| 標尺  | 標高    | 深度    | 柱状 | 地質     | 色調  | 記                                         |
|-----|-------|-------|----|--------|-----|-------------------------------------------|
| (m) | (m)   | (m)   | 図名 | 調      | 事   |                                           |
| 1   | 55.81 | 0.00  |    | シルト    | 黄褐色 | 砂を多く含む。                                   |
| 2   |       |       |    | シルト質砂礫 | 黄褐色 | シルトを多く含み、礫径0.5~2.0mmの砂礫を含む。礫は灰白色の凝灰岩。     |
| 3   |       |       |    |        |     |                                           |
| 4   | 51.41 | 4.40  |    | 凝灰     | 灰白  | 火山灰質。                                     |
| 5   | 51.41 | 4.40  |    | シルト質砂礫 | 黄褐色 | 礫は緑色の火山噴出物。                               |
| 6   | 49.41 | 6.40  |    | シルト    | 灰白  | 火山灰質。                                     |
| 7   | 49.41 | 6.40  |    | シルト質砂礫 | 黄褐色 | 基質はシルト質で、礫は主として、                          |
| 8   | 47.41 | 8.40  |    | 砂      | 黄褐色 | 2.50~7.00mmシルト状。                          |
| 9   |       |       |    |        |     |                                           |
| 10  |       |       |    |        |     |                                           |
| 11  |       |       |    |        |     |                                           |
| 12  |       |       |    | 砂礫     | 黄褐色 | 礫は下方に向かって大きくなる傾向。                         |
| 13  |       |       |    |        |     |                                           |
| 14  | 41.41 | 14.40 |    |        |     |                                           |
| 15  | 40.41 | 15.40 |    | 凝灰岩    | 黄褐色 | 深度 14.50~27.50m 風化変質による褐色化が認められ、比較的良好である。 |
| 16  |       |       |    | 凝灰岩    |     |                                           |
| 17  |       |       |    | 凝灰岩    |     |                                           |
| 18  |       |       |    | 凝灰岩    |     |                                           |
| 19  | 37.41 | 18.40 |    | 凝灰岩    |     |                                           |
| 20  | 36.41 | 19.40 |    | 凝灰岩    |     |                                           |
| 21  | 35.41 | 20.40 |    | 凝灰岩    |     |                                           |

柱状図 (B-10:深度0~21m)

黒字:再区分前 (H30.5.11審査会合時)  
赤字:再区分後 (H30.8.31審査会合時)

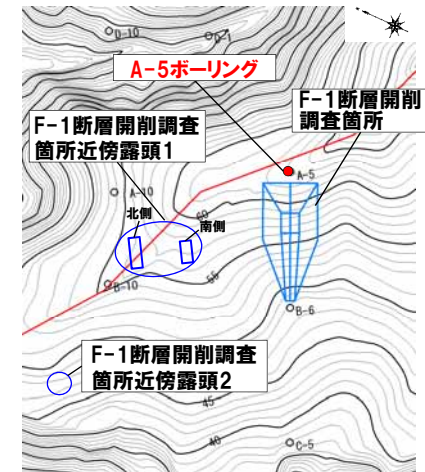
## ②地層区分の検討 (A-5ボーリング (1/2))

再掲 (H30/8/31審査会合)

- 1,2号炉調査時において、F-1断層開削調査箇所の背後に位置するA-5地点においてボーリング調査を実施している。
- 本ボーリングでは、基盤岩 (上面標高約54m) の上位に、砂礫層 (礫は風化, シルト混じる), シルト混じり砂層, シルト層及び砂層が認められる。



- 基盤岩上位の砂礫層は、F-1断層開削調査箇所において区分された河成の堆積物と同程度の標高に分布し、層相も調和的であることから、河成の堆積物に区分される。
- 河成の堆積物上位のシルト混じり砂層, シルト層及び砂層は、F-1断層開削調査箇所における陸成層 (砂層) と同程度の標高に分布することから、陸成層に区分される。



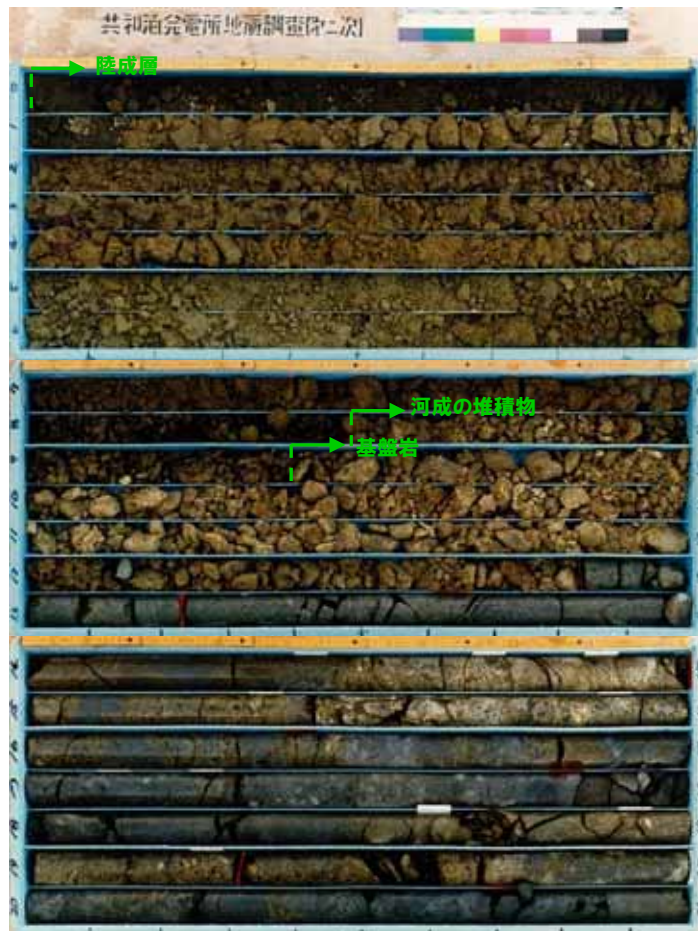
調査位置図



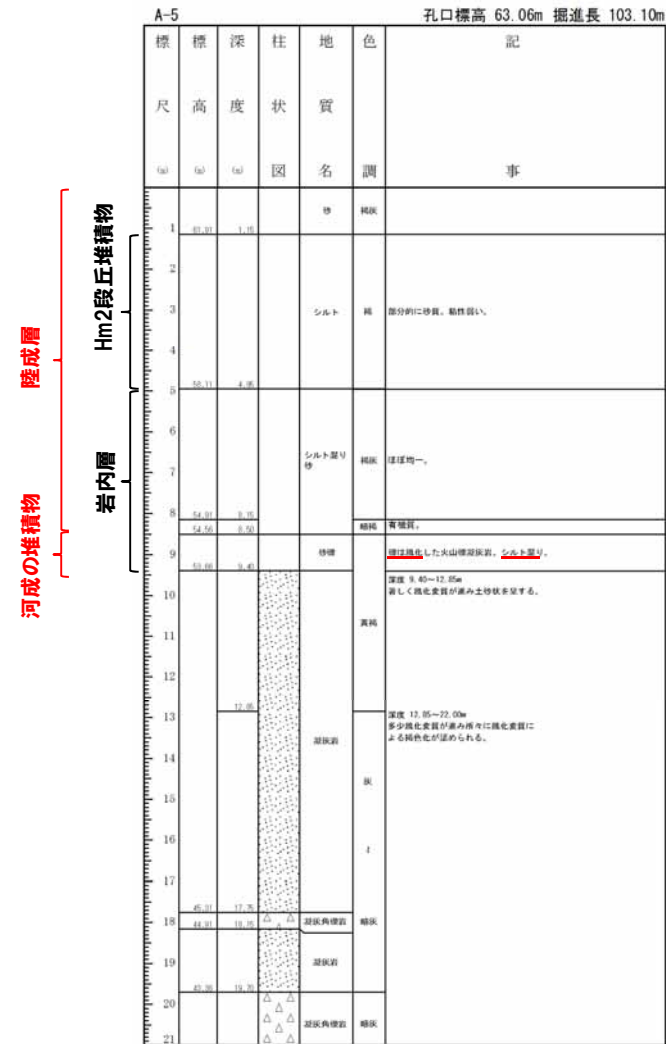
## ②地層区分の検討 (A-5ボーリング (2/2))

再掲 (H30/8/31審査会合)

孔口標高=63.06m



コア写真 (A-5:深度0~21m)



黒字:再区分前 (H30.5.11審査会合時)  
 赤字:再区分後 (H30.8.31審査会合時)



## ③積丹半島西岸における海成段丘との整合性確認(1/2)

- F-1断層開削調査箇所付近における地層区分の検討結果を踏まえ、積丹半島西岸における海成段丘(Hm3段丘)との整合性について改めて確認した。
- 確認結果は下表のとおり。

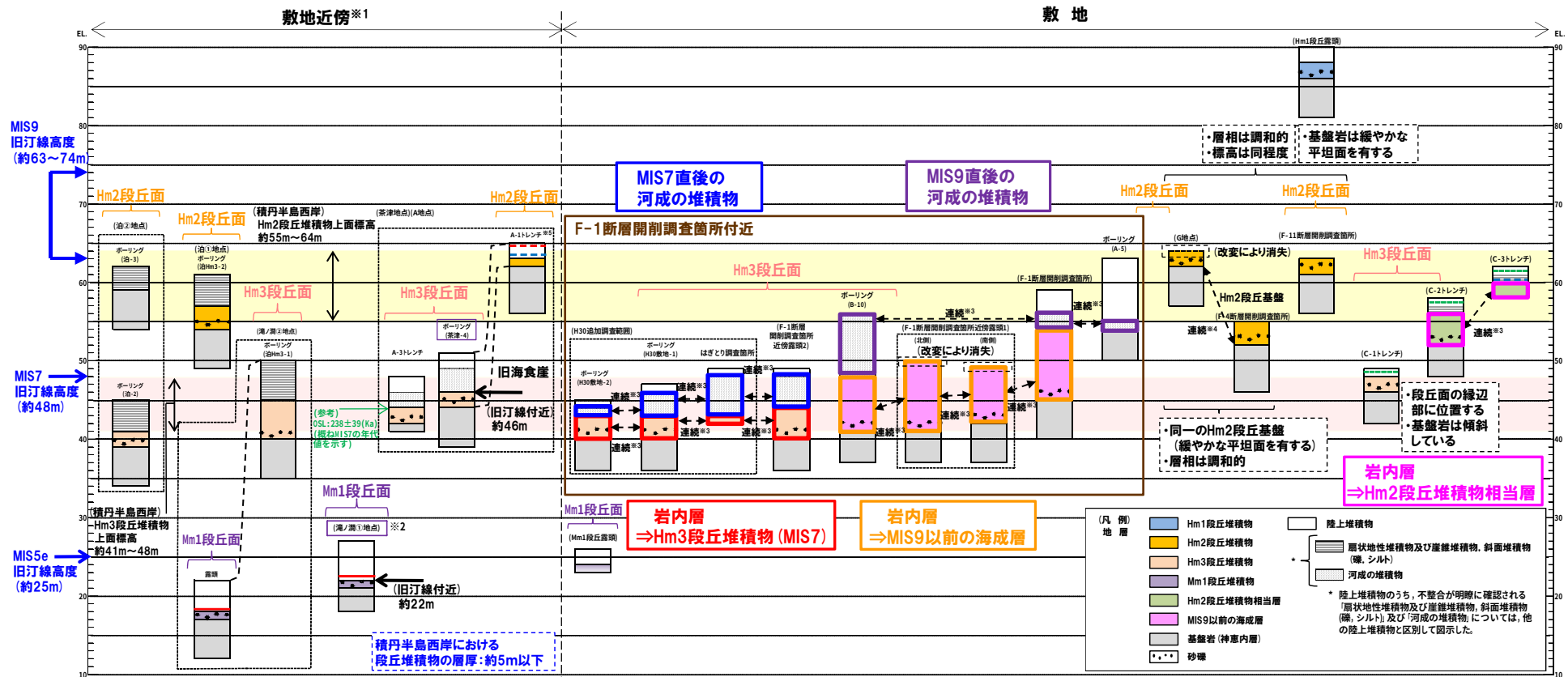
F-1断層開削調査箇所付近における地層区分と積丹半島西岸における海成段丘(Hm3段丘)との整合性の確認結果

| 確認項目        | 積丹半島西岸における海成段丘(Hm3)の特徴 | 確認結果                                                         |                                                      |
|-------------|------------------------|--------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
|             |                        | 【F-1断層開削調査箇所近傍露頭2及びH30追加調査範囲】                                | 【F-1断層開削調査箇所からB-10ボーリングの範囲】                          |
| 地 形         | Hm3段丘面                 | ○Hm3段丘堆積物は概ねHm3段丘面上に分布し、整合的である                               | ○MIS9以前の海成層の分布範囲に、一部、Hm3段丘面が認められる                    |
| 基盤岩の上面標高    | 約39～46m                | ○Hm3段丘堆積物の基盤岩の上面標高は約40mであり、整合的である                            | ○MIS9以前の海成層の基盤岩の上面標高(約42～45m)は、Hm3段丘の基盤岩の上面標高と同程度である |
| 段丘堆積物の上面標高  | 約41～48m                | ○Hm3段丘堆積物の上面標高は約43～44mであり、整合的である                             | —                                                    |
| 段丘堆積物の層厚    | 約5m以下                  | ○Hm3段丘堆積物の層厚は約2～4mであり、整合的である                                 | —                                                    |
| 旧汀線高度(MIS7) | 約48m                   | ○Hm3段丘堆積物の上面標高(約43～44m)は旧汀線高度(MIS7)以下となり、整合的である              | —                                                    |
| 隆起速度        | 0.20m/千年程度             | ○Hm3段丘堆積物の上面標高(約43～44m)は旧汀線高度(MIS7)以下となることから、隆起速度についても整合的である | —                                                    |

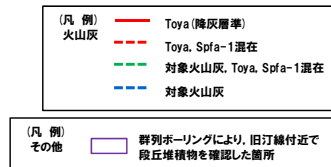


- F-1断層開削調査箇所近傍露頭2及びH30追加調査範囲に認められるHm3段丘堆積物は、整合性の確認項目に対していずれも整合的である。
- 一方、F-1断層開削調査箇所からB-10ボーリングの範囲に認められるMIS9以前の海成層は、堆積物の上面標高がMIS7の旧汀線高度(約48m)より高く、上位にMIS9直後の河成の堆積物が分布する状況を踏まえると、本地層区分は合理的であると考えられるが、積丹半島西岸のうち当該範囲にのみMIS9以前の海成層が分布する特異な状況となる。

**一部修正 (H30/8/31 審査会合)**



- ※1 積丹半島西岸では、図示した調査箇所以外においても段丘調査を実施している。ここでは、敷地に近接するMm1段丘（滝ノ淵①地点）及び高位段丘（茶津地点（A地点）、滝ノ淵②地点、泊①地点及び泊②地点）について代表的に図示した。
- ※2 洞爺火口内については、当該地点のMm1段丘堆積物の上位に確認されたことを便宜的に図示した。
- ※3 各調査箇所の位置関係が近接していること及び地質調査結果から、同一の地層であると判断されることを示す。
- ※4 各調査箇所との位置関係が近接していること及び地質調査結果から、同一の段丘基盤であると判断されることを示す。
- ※5 茶津地点（Hm2段丘）においては、A-2トレンチにおいても段丘調査を実施しているが、A-1トレンチと距離が近接しており、基盤岩及び段丘堆積物の上面標高が同様であることから、A-1トレンチを代表的に図示した。



| 凡 例                                                                                   | 既往評価     | 今回再区分              | 調査箇所                                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----------|--------------------|----------------------------------------------|
|  | 岩内層      | Hm3段丘堆積物<br>(MIS7) | F-1断層開削調査箇所近傍露頭2                             |
|                                                                                       | -        |                    | H30追加調査範囲 (H30.5.11審査会合以降の追加調査)              |
|  | 岩内層      | MIS9以前の海成層         | F-1断層開削調査箇所<br>F-1断層開削調査箇所近傍露頭1<br>B-10ボーリング |
|  | 岩内層      | Hm2段丘堆積物相当層        | C-2及びC-3トレンチ                                 |
|  | 岩内層      | MIS9直後の<br>河成の堆積物  | A-5ボーリング                                     |
|                                                                                       | Hm2段丘堆積物 |                    | F-1断層開削調査箇所                                  |
|                                                                                       | 河成の堆積物   |                    | B-10ボーリング                                    |
|  | 河成の堆積物   | MIS7直後の<br>河成の堆積物  | F-1断層開削調査箇所近傍露頭2                             |
|                                                                                       | -        |                    | H30追加調査範囲 (H30.5.11審査会合以降の追加調査)              |

### 積丹半島西岸における総合柱状図

## ①ケース2のまとめ(1/4)

## 【検討内容】

- F-1断層開削調査箇所付近に分布する岩内層がHm3段丘堆積物とその上位の陸成層に細分化される可能性について検討を実施する。
- また、当該箇所付近に分布する河成の堆積物(上位層)の地層区分についても検討を実施する。
- 地層区分の検討結果を踏まえ、積丹半島西岸における海成段丘(Hm3段丘)との整合性について確認する。

## 【検討結果】

## (1) 地層区分の検討結果

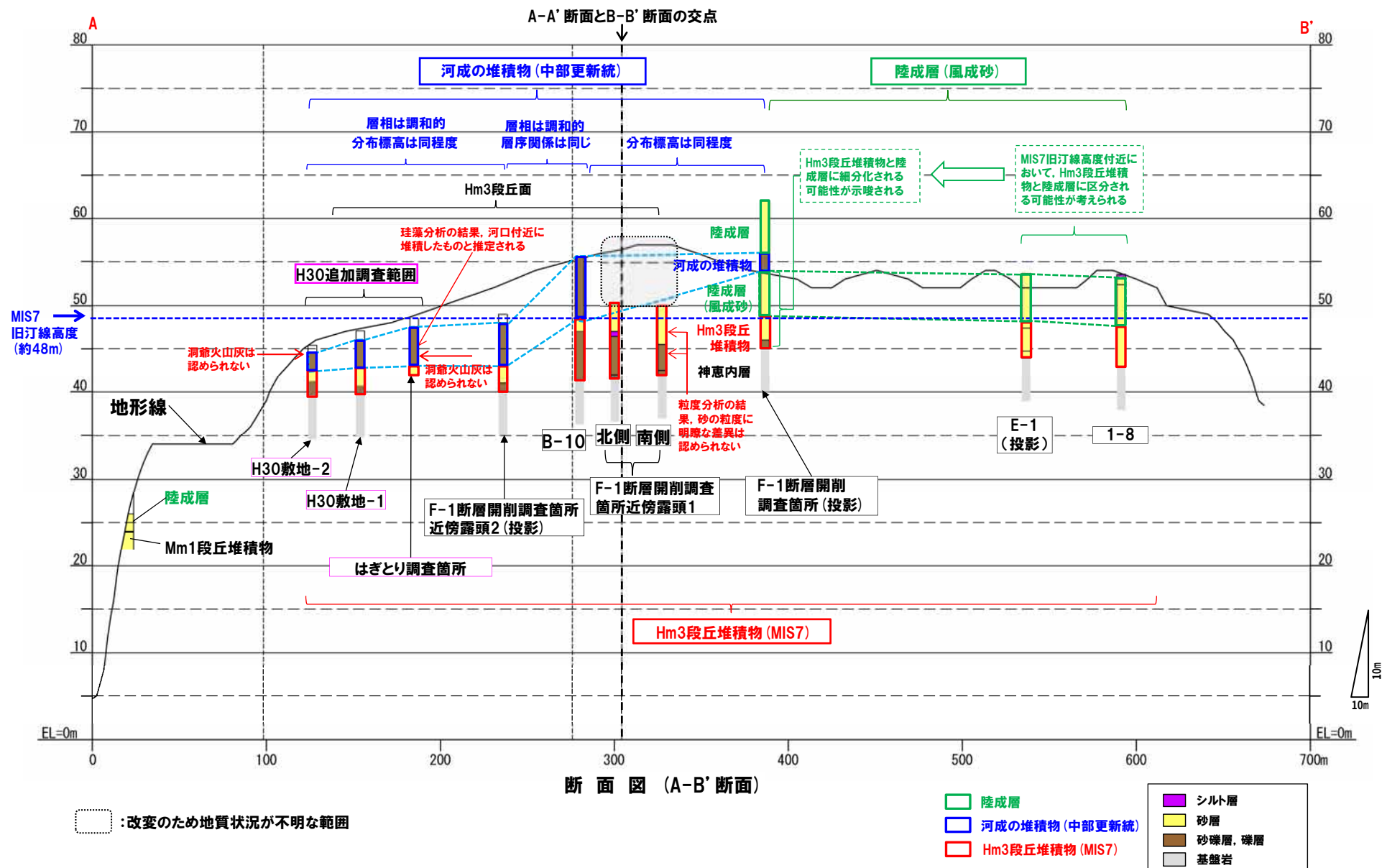
- F-1断層開削調査箇所付近の地層区分の検討結果は下表のとおり。

F-1断層開削調査箇所付近における地層区分に関する検討結果(ケース2)

| 項 目      |                   | 既往評価<br>(H30.5.11審査会合における説明) | ケース2                       |
|----------|-------------------|------------------------------|----------------------------|
| 地層<br>区分 | F-1断層開削調査<br>箇所付近 | 河成の堆積物(中部更新統)                | 河成の堆積物(中部更新統)              |
|          |                   | 岩内層                          | Hm3段丘堆積物(MIS7)             |
|          | F-1断層開削<br>調査箇所   | Hm2段丘堆積物                     | 河成の堆積物(中部更新統)              |
|          |                   | 岩内層                          | 陸成層(風成砂)<br>Hm3段丘堆積物(MIS7) |

(P110へ続く)

## ① ケース2のまとめ (2/4)



## ①ケース2のまとめ(3/4)

(P108からの続き)

## (2) 積丹半島西岸における海成段丘との整合性の確認結果

○確認結果は下表のとおり。

F-1断層開削調査箇所付近における地層区分と積丹半島西岸における海成段丘(Hm3段丘)との整合性の確認結果(ケース2)

| 確認項目        | 積丹半島西岸における海成段丘(Hm3)の特徴 | 確認結果                                                                                          |
|-------------|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 地 形         | Hm3段丘面                 | ○Hm3段丘堆積物はHm3段丘面上に概ね分布し、整合的である                                                                |
| 基盤岩の上面標高    | 約39～46m                | ○Hm3段丘堆積物の基盤岩の上面標高は約40～45mであり、整合的である                                                          |
| 段丘堆積物の上面標高  | 約41～48m                | ○F-1断層開削調査箇所近傍露頭1におけるHm3段丘堆積物の上面標高は約50m <sup>※1</sup> と高く、整合的ではない                             |
| 段丘堆積物の層厚    | 約5m以下                  | ○F-1断層開削調査箇所近傍露頭1及びB-10ボーリングにおけるHm3段丘堆積物の層厚は約7～8mと僅かに厚い <sup>※2</sup>                         |
| 旧汀線高度(MIS7) | 約48m                   | ○F-1断層開削調査箇所近傍露頭1におけるHm3段丘堆積物の上面標高は約50m <sup>※1</sup> と高く、整合的ではない                             |
| 隆起速度        | 0.20m/千年程度             | ○F-1断層開削調査箇所近傍露頭1におけるHm3段丘堆積物の上面標高(約50m <sup>※1</sup> )は、旧汀線高度(MIS7)より高いことから、隆起速度についても整合的ではない |

※1 F-1断層開削調査箇所近傍露頭1付近の原地形は標高約55～60mであること及び露頭上部が改変により消失していることを踏まえると、本露頭において確認されるHm3段丘堆積物は、標高約50mより高標高にも分布していたものと判断される。

※2 模式的な海成段丘が認められる関東平野西南部の文献レビューの結果、積丹半島西岸とは地形発達、規模等が異なるものの、関東平野西南部には最大で10m程度の層厚を有する海成段丘堆積物が認められる。

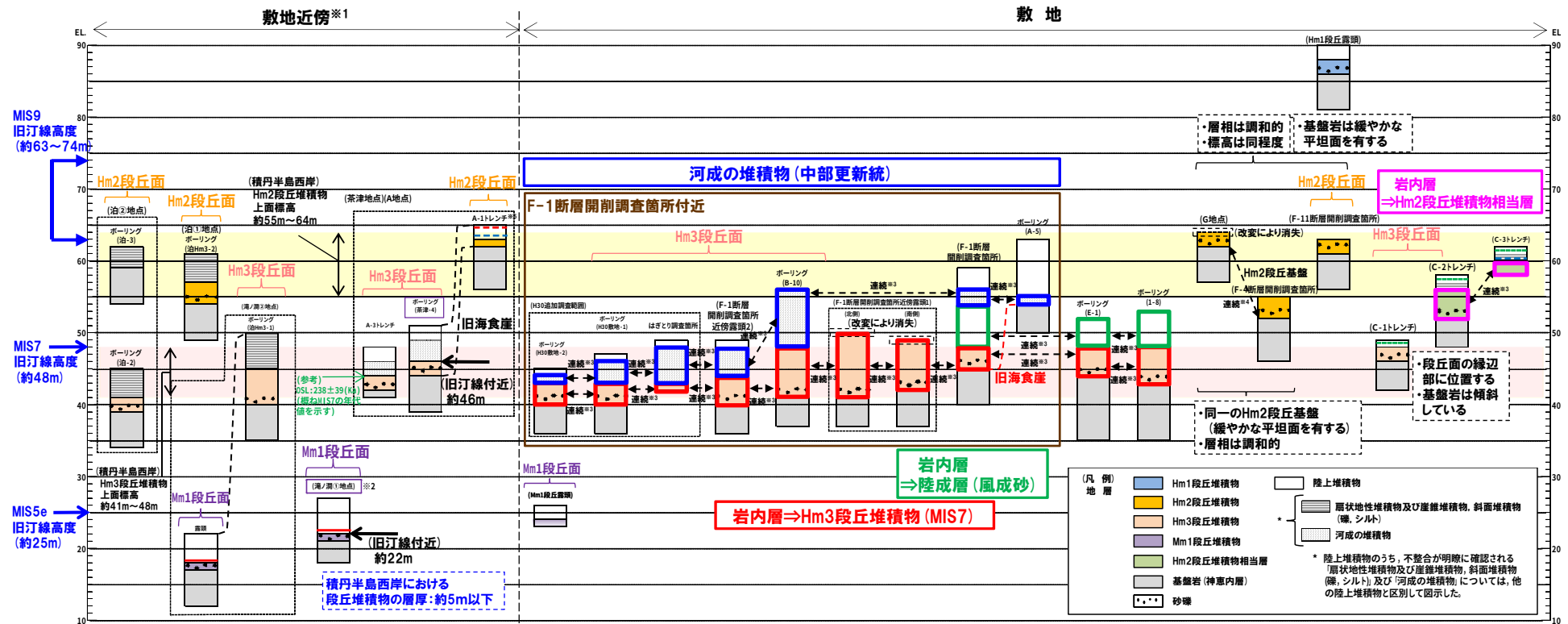


○Hm3段丘堆積物は、「地形」及び「基盤岩の上面標高」の観点において整合的である。

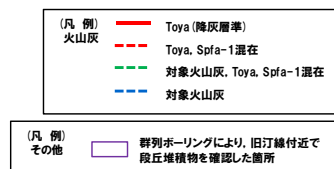
○一方、F-1断層開削調査箇所近傍露頭1においては、MIS7の旧汀線高度(約48m)以上の標高までHm3段丘堆積物が確認され、整合的ではない。



## ①ケース2のまとめ (4/4)



- ※1 積丹半島西海岸では、図示した調査箇所以外においても段丘調査を実施している。ここでは、敷地に近接するMm1段丘（滝ノ淵①地点）及び高位段丘（茶津地点（A地点）、滝ノ淵②地点、泊①地点及び泊②地点）について代表的に図示した。
- ※2 洞爺火山灰については、当該地点のMm1段丘堆積物の上位に確認されたことを便宜的に図示した。
- ※3 各調査箇所の位置関係が近接していること及び地質調査結果から、同一の地層であると判断されることを示す。
- ※4 各調査箇所の位置関係が近接していること及び地質調査結果から、同一の段丘基盤であると判断されることを示す。
- ※5 茶津地点（Hm2段丘）においては、A-2トレンチにおいても段丘調査を実施しているが、A-1トレンチと距離が近接しており、基盤岩及び段丘堆積物の上面標高が同様であることから、A-1トレンチを代表的に図示した。



| 凡 例 | 既往評価     | 今回再区分              | 調査箇所                                                                                                                 |
|-----|----------|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ■   | 岩内層      | Hm3段丘堆積物<br>(MIS7) | F-1断層開削調査箇所<br>F-1断層開削調査箇所近傍露頭1<br>F-1断層開削調査箇所近傍露頭2<br>B-10ボーリング<br>E-1, 1-8ボーリング<br>H30追加調査範囲 (H30.5.11審査会合以降の追加調査) |
|     | Hm3段丘堆積物 |                    |                                                                                                                      |
|     | -        |                    |                                                                                                                      |
| ■   | 岩内層      | Hm2段丘堆積物相当層        | C-2及びC-3トレンチ                                                                                                         |
| ■   | 岩内層      | 河成の堆積物<br>(中部更新統)  | A-5ボーリング                                                                                                             |
|     | Hm2段丘堆積物 |                    | F-1断層開削調査箇所                                                                                                          |
|     | 河成の堆積物   |                    | F-1断層開削調査箇所近傍露頭2<br>B-10ボーリング<br>H30追加調査範囲 (H30.5.11審査会合以降の追加調査)                                                     |
|     | -        |                    |                                                                                                                      |
| ■   | 岩内層      | 陸成層<br>(風成砂)       | F-1断層開削調査箇所                                                                                                          |
|     | 陸成層      |                    | E-1, 1-8ボーリング                                                                                                        |

### 積丹半島西岸における総合柱状図

## ②-1 地層区分の検討 (まとめ (1/3))

## 【H30.8.31審査会合における指摘】

○F-1断層開削調査箇所における既往評価の岩内層については、当該箇所付近の地質データを踏まえたうえで、Hm3段丘堆積物に区分される可能性を改めて検討すること。

## 【検討内容】

- F-1断層開削調査箇所付近に分布する岩内層がHm3段丘堆積物とその上位の陸成層に細分化される可能性について検討を実施した。
- また、当該箇所付近に分布する河成の堆積物(上位層)の地層区分についても検討を実施した。
- なお、本検討は、岩内層をHm3段丘堆積物に地層区分した場合を基本とすることから、以降、岩内層を「(仮)Hm3段丘堆積物」と表記している。

## 【検討結果】

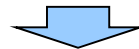
## (1) 岩内層の地層区分に関する検討

- F-1断層開削調査箇所における(仮)Hm3段丘堆積物は、露頭観察結果から不整合を示唆する特徴は認められず、当該箇所の地質データは露頭観察結果のみであることから、Hm3段丘堆積物と陸成層の細分化に関する検討は難しい。
- F-1断層開削調査箇所近傍露頭1における(仮)Hm3段丘堆積物は、各種観察結果及び各種分析・測定結果を踏まえると、一連の海水準上昇に伴う海成堆積物と判断される。
- F-1断層開削調査箇所と同様な地形・地質状況である汀線方向のボーリング調査結果(E-1及び1-8ボーリング※)に基づけば、MIS7の旧汀線高度(約48m)付近においてHm3段丘堆積物と陸成層に区分される可能性が考えられる。
- このため、F-1断層開削調査箇所においても、(仮)Hm3段丘堆積物はHm3段丘堆積物と陸成層に細分化される可能性が示唆される。
- F-1断層開削調査箇所におけるHm3段丘堆積物の上位の陸成層(砂)は、MIS7の海進直後に堆積した風成砂である可能性が考えられる。

## (2) 上位層の地層区分に関する検討

- F-1断層開削調査箇所付近に分布するHm3段丘堆積物の上位の河成の堆積物は、MIS5eの旧汀線高度より高標高に分布すること及びクサリ礫が混じることから、中部更新統と考えられる。
- F-1断層開削調査箇所においては、Hm3段丘堆積物と河成の堆積物(中部更新統)との間に陸成層(風成砂)が分布するものと考えられる。
- 河成の堆積物(中部更新統)は、H30追加調査範囲(はぎとり調査箇所)における珪藻分析の結果を踏まえると、河口付近で堆積したものを含むものと考えられる。

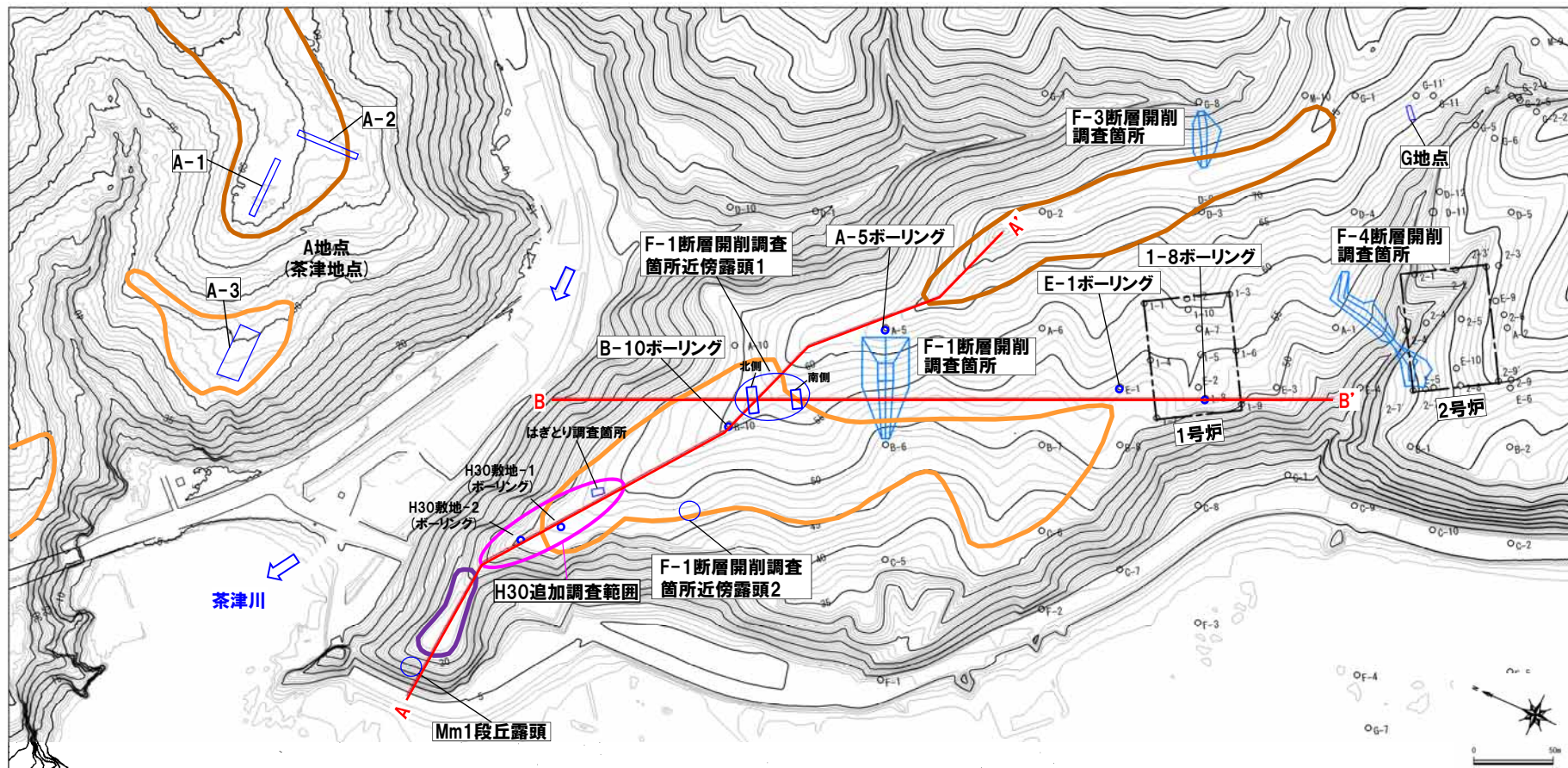
※当該ボーリング調査は、1,2号炉調査時のものであり、主に基礎地盤の地質構造の把握及び安定性検討の基礎資料を取得する目的で実施したものである。



○本ケースにおけるF-1断層開削調査箇所付近の地層区分の検討結果は、以下のとおり。

- ・F-1断層開削調査箇所付近においては、Hm3段丘堆積物の上位に河成の堆積物(中部更新統)が分布する。
- ・なお、F-1断層開削調査箇所においては、Hm3段丘堆積物と河成の堆積物(中部更新統)との間に陸成層(風成砂)が分布する。

## ②-1 地層区分の検討 (まとめ (2/3))



平面図 (F-1断層開削調査箇所付近)

F-1断層開削調査  
箇所付近

| 調査箇所             | 現況 |
|------------------|----|
| A地点              | ○  |
| G地点              | ○  |
| F-3断層開削調査箇所      | ×  |
| F-4断層開削調査箇所      | ×  |
| F-1断層開削調査箇所      | ×  |
| F-1断層開削調査箇所近傍露頭1 | ○  |
| F-1断層開削調査箇所近傍露頭2 | ×  |
| H30追加調査範囲        | ○  |
| Mm1段丘露頭          | ×  |

## 【凡例】

|                                                                |        |                                                               |           |
|----------------------------------------------------------------|--------|---------------------------------------------------------------|-----------|
| <span style="border: 1px solid purple; padding: 2px;"> </span> | Mm1段丘面 | <span style="color: red;">—</span>                            | 断面線       |
| <span style="border: 1px solid orange; padding: 2px;"> </span> | Hm3段丘面 | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> </span> | 原子炉建屋設置位置 |
| <span style="border: 1px solid brown; padding: 2px;"> </span>  | Hm2段丘面 | <span style="color: blue;">○</span>                           | 鉛直ボーリング   |

○ 現存  
× 改変に伴い消失

余白







**②-2 地層区分の検討 (岩内層の地層区分に関する検討結果 (1/5))****【F-1断層開削調査箇所】(P122参照)**

- 基盤岩(上面標高約45m)の上位に、亜円～円礫主体の礫層及び葉理の認められる砂層((仮)Hm3段丘堆積物)、その上位に砂礫層(河成の堆積物)及び砂層(陸成層)が認められる。
- MIS7の旧汀線高度(約48m)付近には、(仮)Hm3段丘堆積物上部の葉理の認められる砂層が分布し、不整合を示唆する特徴は認められない。

**【F-1断層開削調査箇所近傍露頭1】(資料集P237～P281参照)**

(南側)

**各種観察結果**

- 基盤岩(上面標高約42m)の上位に、(仮)Hm3段丘堆積物(円～亜円礫を主体とする礫層、葉理の認められる砂層と礫層の互層からなる砂礫層及びシルト質砂からなる葉理が認められる砂層)が認められる。
- (仮)Hm3段丘堆積物は、層相及び連続する不整合が認められないことから、一連の海水準上昇に伴う堆積物と考えられる。
- (仮)Hm3段丘堆積物については、礫種・礫の形状調査の結果、MIS7の海成段丘に認定された茶津地点(A-3トレンチ)におけるHm3段丘堆積物の調査結果と同様な状況であることから、海成堆積物の特徴を有するものと考えられる。

**各種分析・測定結果**

- (仮)Hm3段丘堆積物は、粒度分布の観点からも海成堆積物の特徴が認められる。
- (仮)Hm3段丘堆積物は、帯磁率の観点からも、一連の海水準上昇に伴う堆積物と考えられる。

(次頁に続く)

## ②-2 地層区分の検討(岩内層の地層区分に関する検討結果(2/5))

(前頁からの続き)

(北側)

**各種観察結果**

- 基盤岩(上面標高約41m)の上位に、(仮)Hm3段丘堆積物(円～亜円礫を主体とする礫層、葉理の認められる砂層と礫層の互層からなる砂礫層、砂混じりシルト層及びシルト層並びにシルト質砂からなる葉理が認められる砂層)が認められる。
- (仮)Hm3段丘堆積物には、層厚1m未満の砂混じりシルト層及びシルト層が認められるが、南側の露頭に連続しないことから、局所的なものである。
- また、当該層には、生痕が認められ、生痕は上位の砂層を取り込んでいる。
- これらのことから、(仮)Hm3段丘堆積物は、一連の海水準上昇に伴う堆積物と考えられる。
- (仮)Hm3段丘堆積物に挟在して認められる砂礫層(標高約44～45m)並びに砂混じりシルト層及びシルト層(標高約46～47m)は、一連の海水準上昇中の堆積状況が変化する箇所と考えられる。
- (仮)Hm3段丘堆積物については、礫種・礫の形状調査の結果、MIS7の海成段丘に認定された茶津地点(A-3トレンチ)におけるHm3段丘堆積物の調査結果と同様な状況であることから、海成堆積物の特徴を有するものと考えられる。

**各種分析・測定結果**

- (仮)Hm3段丘堆積物中に認められる一連の海水準上昇中の堆積状況が変化する箇所(砂混じりシルト層及びシルト層(標高約46～47m)並びに砂礫層(標高約44～45m))は、帯磁率の観点からも異なる特徴が認められる。



- F-1断層開削調査箇所における(仮)Hm3段丘堆積物は、露頭観察結果から不整合を示唆する特徴は認められず、当該箇所の地質データは露頭観察結果のみであることから、Hm3段丘堆積物と陸成層の細分化に関する検討は難しい。
- F-1断層開削調査箇所近傍露頭1における(仮)Hm3段丘堆積物は、各種観察結果及び各種分析・測定結果を踏まえると、一連の海水準上昇に伴う海成堆積物と判断される。

## ②-2 地層区分の検討(岩内層の地層区分に関する検討結果(3/5))

- 先の検討に基づけば、F-1断層開削調査箇所及びF-1断層開削調査箇所近傍露頭1の地質調査結果に基づく細分化は難しい。
- そのため、次に、当該箇所と同程度の標高に、同様な層相が確認される概ね汀線方向(B-B'断面)のボーリング調査結果を用いて、検討を実施した。
- なお、当該ボーリング調査は、1,2号炉調査時のものであり、主に基礎地盤の地質構造の把握及び安定性検討の基礎資料を取得する目的で実施したものである。

## 【E-1ボーリング】(P124～P125参照)

- 基盤岩(上面標高約44m)の上位に、円礫を含む礫混じりシルト質砂層、シルト質砂層、礫混じり砂層及び砂層が認められる。
- 本ボーリングにおいては、以下の状況から、礫混じり砂層以深の堆積物についてはHm3段丘堆積物に、その上位の砂層は陸成層に区分される可能性が考えられる。
  - ・本ボーリング箇所はHm3段丘面付近に位置する。
  - ・基盤岩の上面標高は、積丹半島西岸におけるHm3段丘の基盤岩の上面標高(約39～46m)と同程度である。
  - ・礫混じり砂層及び砂層はいずれも砂主体であるものの、積丹半島西岸におけるMIS7の旧汀線高度(約48m)付近において、層相にわずかな差異が認められる。

## 【1-8ボーリング】(P126～P127参照)

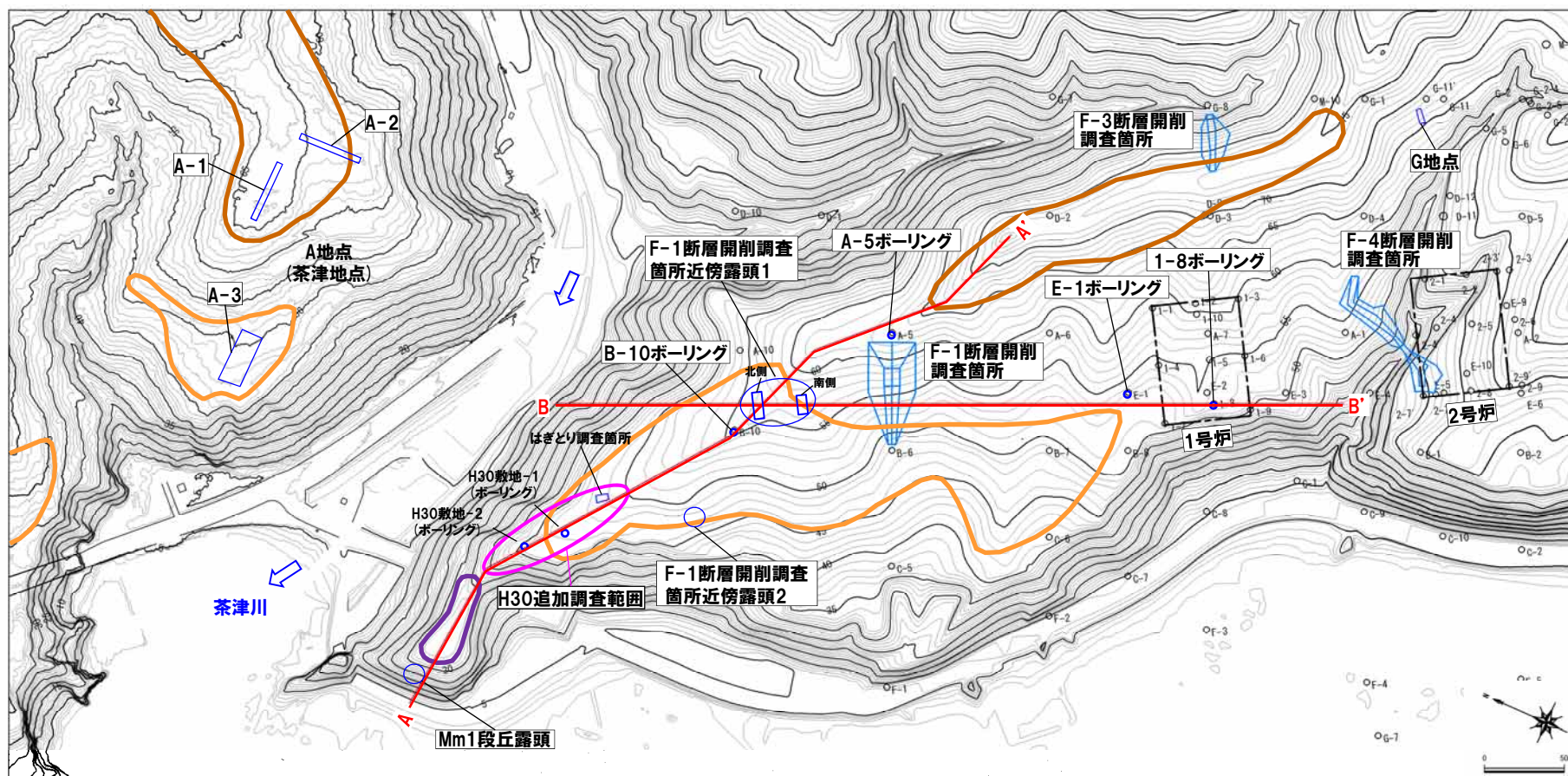
- 基盤岩(上面標高約43m)の上位に、礫混じり砂層及びシルト混じり砂層が認められる。
- 本ボーリングにおいては、以下の状況から、礫混じり砂層はHm3段丘堆積物に、その上位のシルト混じり砂層は陸成層に区分される可能性が考えられる。
  - ・礫混じり砂層及びシルト混じり砂層はいずれも砂主体であるものの、積丹半島西岸におけるMIS7の旧汀線高度(約48m)付近において、層相にわずかな差異が認められる。
  - ・礫混じり砂層は、E-1ボーリングにおけるHm3段丘堆積物と同程度の標高に分布し、層相も調和的である。
  - ・シルト混じり砂層は、E-1ボーリングにおける陸成層と同程度の標高に分布し、層相も調和的である。



- F-1断層開削調査箇所と同様な地形・地質状況である汀線方向のボーリング調査結果に基づけば、MIS7の旧汀線高度(約48m)付近においてHm3段丘堆積物と陸成層に区分される可能性が考えられる。
- このため、F-1断層開削調査箇所においても、(仮)Hm3段丘堆積物はHm3段丘堆積物と陸成層に細分化される可能性が示唆される。



## ②-2 地層区分の検討 (岩内層の地層区分に関する検討結果 (4/5))



平面図 (F-1断層開削調査箇所付近)

F-1断層開削調査  
箇所付近

| 調査箇所             | 現況 |
|------------------|----|
| A地点              | ○  |
| G地点              | ○  |
| F-3断層開削調査箇所      | ×  |
| F-4断層開削調査箇所      | ×  |
| F-1断層開削調査箇所      | ×  |
| F-1断層開削調査箇所近傍露頭1 | ○  |
| F-1断層開削調査箇所近傍露頭2 | ×  |
| H30追加調査範囲        | ○  |
| Mm1段丘露頭          | ×  |

## 【凡例】

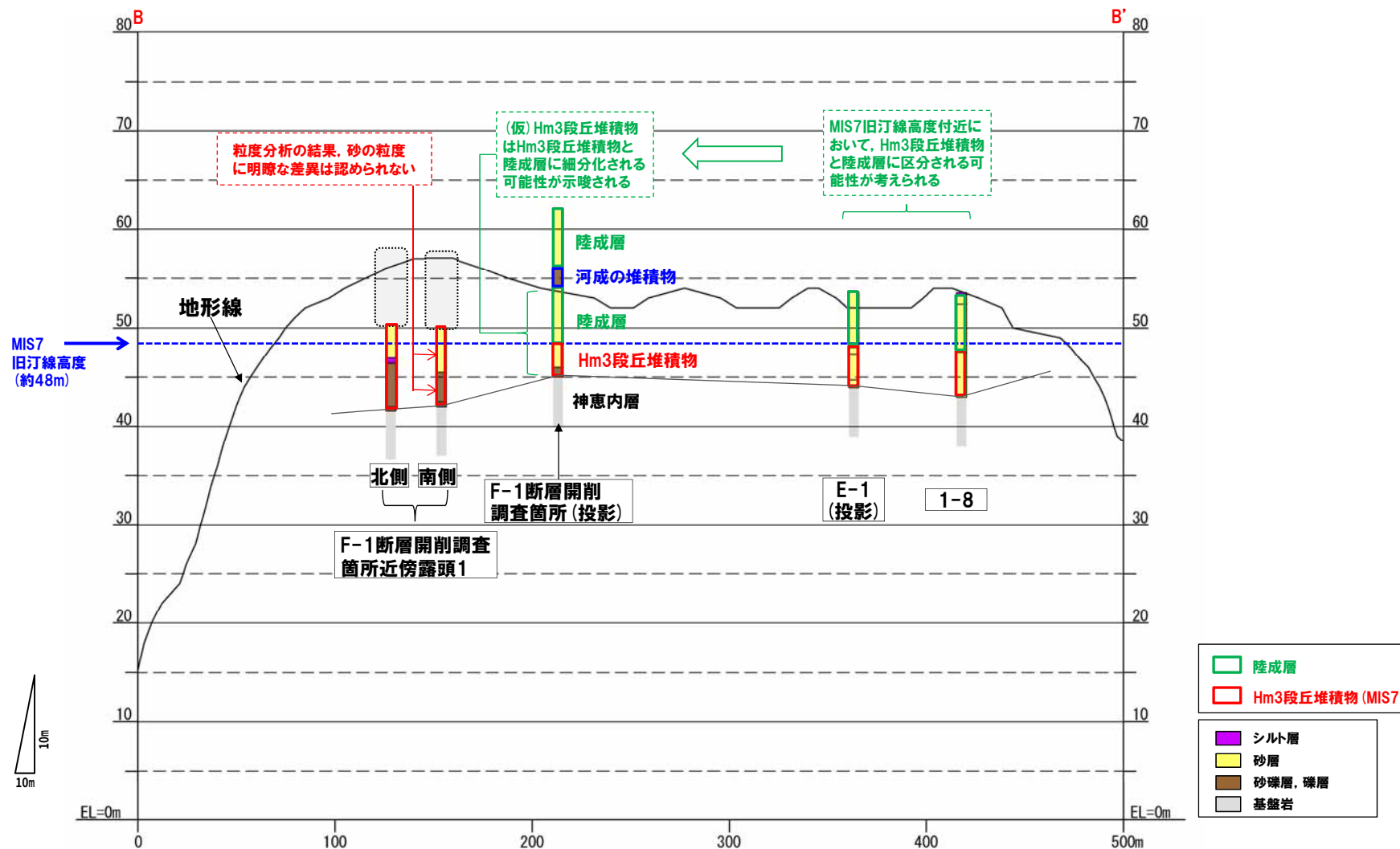
|        |           |
|--------|-----------|
| Mm1段丘面 | 断面線       |
| Hm3段丘面 | 原子炉建屋設置位置 |
| Hm2段丘面 | 鉛直ボーリング   |

○ 現存  
 × 改変に伴い消失

余白



## ②-2 地層区分の検討 (岩内層の地層区分に関する検討結果 (5/5))



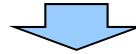
□ : 変更のため地質状況が不明な範囲



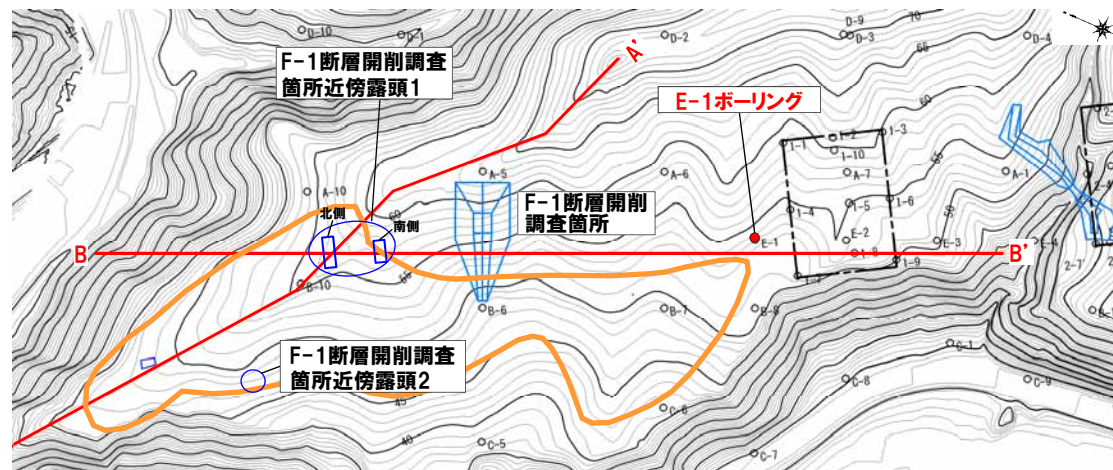
余白

## ②-2 地層区分の検討 (岩内層の地層区分に関する検討) -E-1ボーリング(1/2) -

- 1,2号炉調査時において、F-1断層開削調査箇所から汀線方向に位置するE-1地点においてボーリング調査を実施している。
- 本ボーリングでは、基盤岩(上面標高約44m)の上位に、円礫を含む礫混じりシルト質砂層、シルト質砂層、礫混じり砂層及び砂層が認められる。



- 本ボーリングにおいては、以下の状況から、礫混じり砂層以深の堆積物についてはHm3段丘堆積物に、その上位の砂層は陸成層に区分される可能性が考えられる。
  - ・本ボーリング箇所はHm3段丘面付近に位置する。
  - ・基盤岩の上面標高は、積丹半島西岸におけるHm3段丘の基盤岩の上面標高(約39~46m)と同程度である。
  - ・礫混じり砂層及び砂層はいずれも砂主体であるものの、積丹半島西岸におけるMIS7の旧汀線高度(約48m)付近において、層相にわずかな差異が認められる。

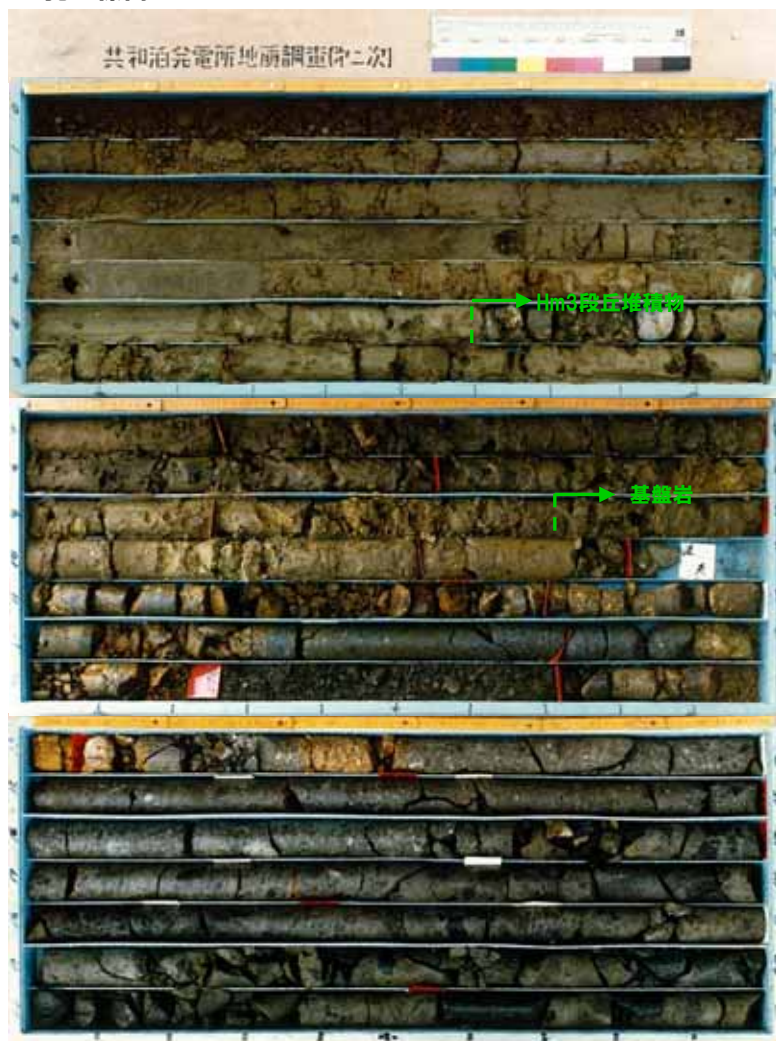


調査位置図



## ②-2 地層区分の検討 (岩内層の地層区分に関する検討) -E-1ボーリング(2/2) -

孔口標高=53.62m



コア写真 (E-1:深度0~21m)

E-1 孔口標高 53.62m 掘進長 103.70m

| 標尺  | 標高    | 深度    | 柱状 | 地質           | 色調     | 記                                                |
|-----|-------|-------|----|--------------|--------|--------------------------------------------------|
| (m) | (m)   | (m)   | 図  | 名            | 調      | 事                                                |
| 1   |       |       |    | 砂            |        | 所々シルト分の混入多い。                                     |
| 2   |       |       |    |              |        |                                                  |
| 3   |       |       |    |              |        |                                                  |
| 4   |       |       |    |              |        |                                                  |
| 5   |       |       |    |              |        |                                                  |
| 6   | 48.92 | 5.70  |    | 微塵リ砂         |        |                                                  |
| 7   | 47.37 | 6.25  |    |              |        |                                                  |
| 8   |       |       |    | シルト質砂        | 暗緑     | ほぼ均質。<br>黒色の薄層状。                                 |
| 9   | 44.77 | 8.85  |    |              |        |                                                  |
| 10  | 43.92 | 9.70  |    | 微塵リ<br>シルト質砂 | 暗      | 小円礫(径3cm前後)点在。                                   |
| 11  |       |       |    | 火山礫<br>凝灰岩   | 暗<br>灰 | 12.30mまで風化著しい。                                   |
| 12  | 41.77 | 12.85 |    |              |        |                                                  |
| 13  |       |       |    | 砂質凝灰岩        |        | 全様に風化受け礫状コアが大部分。                                 |
| 14  | 39.37 | 14.25 |    |              |        |                                                  |
| 15  |       |       |    | 火山礫<br>凝灰岩   |        | 14.40~14.50m<br>褐色に風化している。                       |
| 16  | 37.42 | 16.20 |    |              |        |                                                  |
| 17  |       |       |    | 凝灰角礫岩        | 灰      | 黒色安山岩礫を含む。礫径最大15cm。<br>多くは5cm以下。<br>マトリックスはやや細質。 |
| 18  |       |       |    |              |        |                                                  |
| 19  |       |       |    |              |        |                                                  |
| 20  |       |       |    |              |        |                                                  |
| 21  |       |       |    |              |        |                                                  |

柱状図 (E-1:深度0~21m)

黒字:再区分前  
(H30.5.11審査会合時)  
青字:再区分後  
(今回検討)

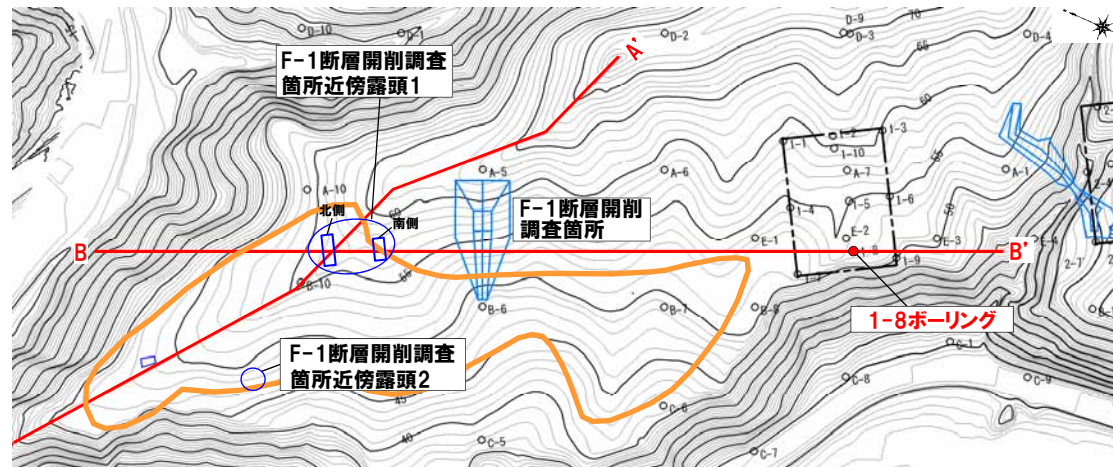


## ②-2 地層区分の検討(岩内層の地層区分に関する検討) - 1-8ボーリング(1/2) -

- 1,2号炉調査時において、F-1断層開削調査箇所から汀線方向に位置する1-8地点においてボーリング調査を実施している。
- 本ボーリングでは、基盤岩(上面標高約43m)の上位に、礫混じり砂層及びシルト混じり砂層が認められる。



- 本ボーリングにおいては、以下の状況から、礫混じり砂層はHm3段丘堆積物に、その上位のシルト混じり砂層は陸成層に区分される可能性が考えられる。
  - ・礫混じり砂層及びシルト混じり砂層はいずれも砂主体であるものの、積丹半島西岸におけるMIS7の旧汀線高度(約48m)付近において、層相にわずかな差異が認められる。
  - ・礫混じり砂層は、E-1ボーリングにおけるHm3段丘堆積物と同程度の標高に分布し、層相も調和的である。
  - ・シルト混じり砂層は、E-1ボーリングにおける陸成層と同程度の標高に分布し、層相も調和的である。



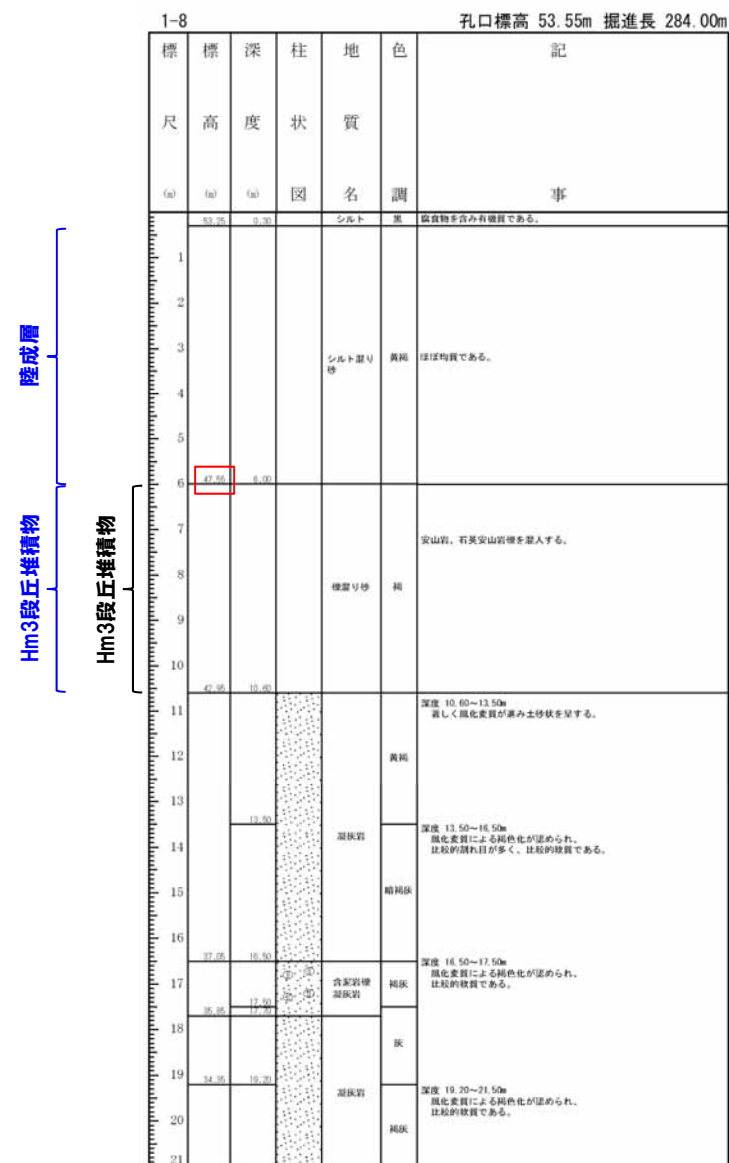
調査位置図

## ②-2 地層区分の検討(岩内層の地層区分に関する検討) - 1-8ボーリング(2/2) -

孔口標高=53.55m



コア写真(1-8:深度0~21m)



柱状図(1-8:深度0~21m)

黒字:再区分前  
(H30.5.11審査会合時)  
青字:再区分後  
(今回検討)

## ②-2 地層区分の検討(岩内層の地層区分に関する検討) - 陸成層の堆積環境に関する考察(1/3) -

○ボーリング調査結果を用いた検討の結果、F-1断層開削調査箇所における(仮)Hm3段丘堆積物は、Hm3段丘堆積物と陸成層に細分化される可能性が示唆される。

○このため、当該陸成層(砂)の堆積環境を検討するため、文献レビューを実施した。

(文献レビュー)

【三位(1965)】

○海岸付近に堆積する風成砂の堆積メカニズムとしては、海進直後の海面低下に伴い砂浜の拡大が生じ、これを供給源とした比較的短期間での堆積が考えられている(次頁参照)。

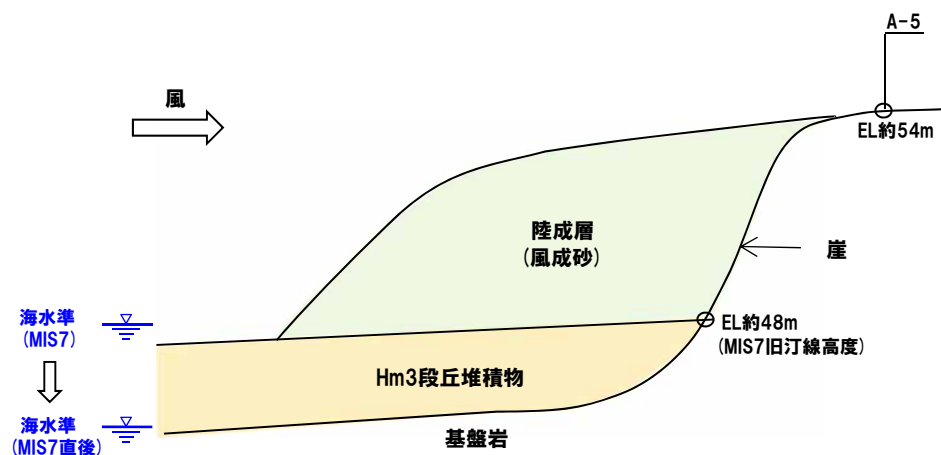
【鈴木(2000)】

○海岸付近において、風下側に崖が認められる場合、風成砂は崖を這い上がる形で堆積するものと考えられる(P130参照)。

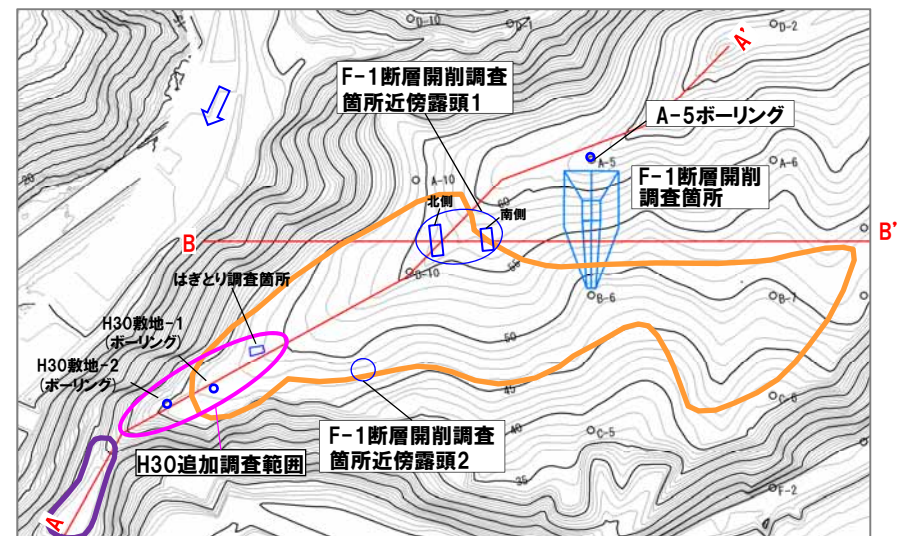
(F-1断層開削調査箇所の状況)

○A-5ボーリングと基盤岩が崖で境される。

○陸成層は、基盤岩の崖を埋積している。



F-1断層開削調査箇所における風成砂の堆積イメージ図(汀線直交方向)



F-1断層開削調査箇所付近平面図



## ②-2 地層区分の検討(岩内層の地層区分に関する検討) - 陸成層の堆積環境に関する考察(2/3) -

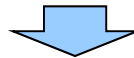
○三位(1965)「海岸砂丘の形成について」における風成砂の堆積環境に関してレビューした。

## 【風成砂の堆積環境】

- 第四紀における風成砂の堆積時期は、大局的に見ると比較的短期間で、しかも一定の時代に限られていることが指摘される。
- 個々の風成砂の詳細な時代決定にはまだ多くの問題が残されているが、しかし少なくとも下末吉海進直後(リス・ヴュルム間氷期)、ヴュルム氷期末、および沖積最大海進以後の3時期は、風成砂層の堆積期といえよう。
- 風成砂堆積の上記のような同時性からは、汎世界的な気候変化ないし海水準変化と風成砂形成とが密接な関係にあると考えざるをえない。
- 海水準変化との対応にもとずいて、海岸風成砂を2大別できよう。
- 1つは、海進直後の海面低下にともなって砂浜の拡大が生じ、これが供給源となったであろう型式である。下末吉期と沖積世中期以後の風成砂がこの型式をとっている。
- 他の1つは、海面変化の関係もありうるが、気候条件が最大の原因と予想される型式であり、ヴュルム末期の風成砂で代表される。

## 【砂丘地の基盤】

- 砂丘地の内部構造は、1) 沖積風成砂の下に海成沖積層・上部洪積層があるばあい、2) 洪積世風成砂の下に下末吉相当層が堆積段丘をなして発達するばあい、3) 風成砂の下に直接岩盤が接するばあいの3種がある。



- 海岸付近に堆積する風成砂の堆積メカニズムとしては、海進直後の海面低下に伴い砂浜の拡大が生じ、これを供給源とした比較的短期間での堆積が考えられている。

## ②-2 地層区分の検討(岩内層の地層区分に関する検討) - 陸成層の堆積環境に関する考察(3/3) -

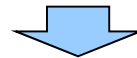
○鈴木(2000)「建設技術者のための地形図読図入門 第2巻 低地」における砂丘の堆積環境に関してレビューした。

## 【砂丘の定義】

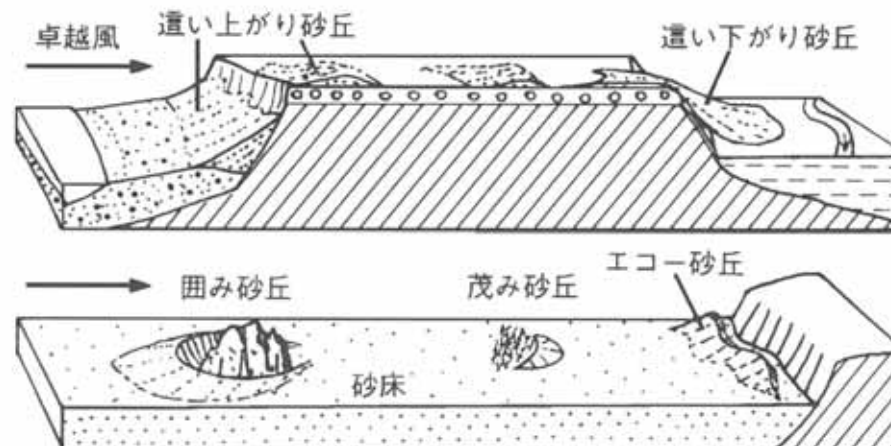
- 風によって風上の地表から吹送された砂が風下の地表に堆積して生じた丘または堤防状の高まりを砂丘という。
- 砂丘の整形物質としての砂層を砂丘堆積物、砂丘砂または風成砂とよぶ。
- 砂丘はその形成域の地形場によって、内陸砂丘、海岸砂丘、湖畔砂丘および河畔砂丘に大別される。
- 日本の砂丘はほとんどが海岸砂丘であり、また湖畔砂丘は大河川の東岸に発達している。

## 【障害物砂丘】

- 飛砂に対する各種の障害物があると、その前面または後面に乱流が生じるので、障害物砂丘と総称される砂丘が形成される。
- 飛砂量の多い海浜の風下に段丘崖や丘陵があると、砂丘がそれらの斜面を這い上がって成長し、さらには段丘面や丘陵の上に砂丘が形成される。



○海岸付近において、風下側に崖が認められる場合、風成砂は崖を這い上がる形で堆積するものと考えられる。



障害物砂丘の諸類型(鈴木, 2000)



余白

## ②-3 地層区分の検討(上位層の地層区分に関する検討結果(1/2))

○F-1断層開削調査箇所における(仮)Hm3段丘堆積物は、Hm3段丘堆積物と陸成層(風成砂)に細分化される可能性が示唆されることから、当該箇所付近の地質調査結果を踏まえ、上位層の地層区分について検討した。

【F-1断層開削調査箇所近傍露頭2】(資料集P283～P285参照)

○Hm3段丘堆積物の上位の堆積物は、亜円～亜角礫のクサリ礫が混じる砂礫層を主体とし、シルト層を挟在すること、下位のHm3段丘堆積物を不規則に削り込んで堆積していること及び背後に茶津川が位置することから、河成の堆積物に区分される。

○河成の堆積物は、MIS5eの旧汀線高度(約25m)より高標高に分布すること及びクサリ礫が混じることから、中部更新統と考えられる。

【H30追加調査範囲】(資料集P287～P321参照)

○H30追加調査範囲においては、F-1断層開削調査箇所近傍露頭2と同様、Hm3段丘堆積物の上位に河成の堆積物が認められる。

○河成の堆積物は、MIS5eの旧汀線高度(約25m)より高標高に分布すること及びクサリ礫が混じることから、中部更新統と考えられる。

○これは、河成の堆積物中に洞爺火山灰が認められない状況と調和的である。

○はぎとり調査箇所における珪藻分析の結果、河成の堆積物は海生種を含むことから、河口付近において堆積したものと推定される。

【B-10ボーリング】(P102～P103参照)

○基盤岩(上面標高約41m)の上位に円礫を主体とする砂礫層及び砂層が認められる。

○砂礫層及び砂層の上位に、シルト質砂礫層を主体とし、シルト層を挟在する堆積物が認められる。

○基盤岩上位の砂礫層及び砂層は、F-1断層開削調査箇所近傍露頭1及び2におけるHm3段丘堆積物と同程度の標高に分布し、層相も調和的であることから、Hm3段丘堆積物に区分される。

○Hm3段丘堆積物上位の堆積物は、上述の近傍露頭2における河成の堆積物と比較して分布標高は高いものの、層相は調和的であり、層序関係も同じであることから、河成の堆積物に区分される。

○本ボーリングにおける河成の堆積物は、F-1断層開削調査箇所におけるHm3段丘堆積物及び陸成層(風成砂)の上位に分布する河成の堆積物(砂礫層)と同程度の標高に分布する。

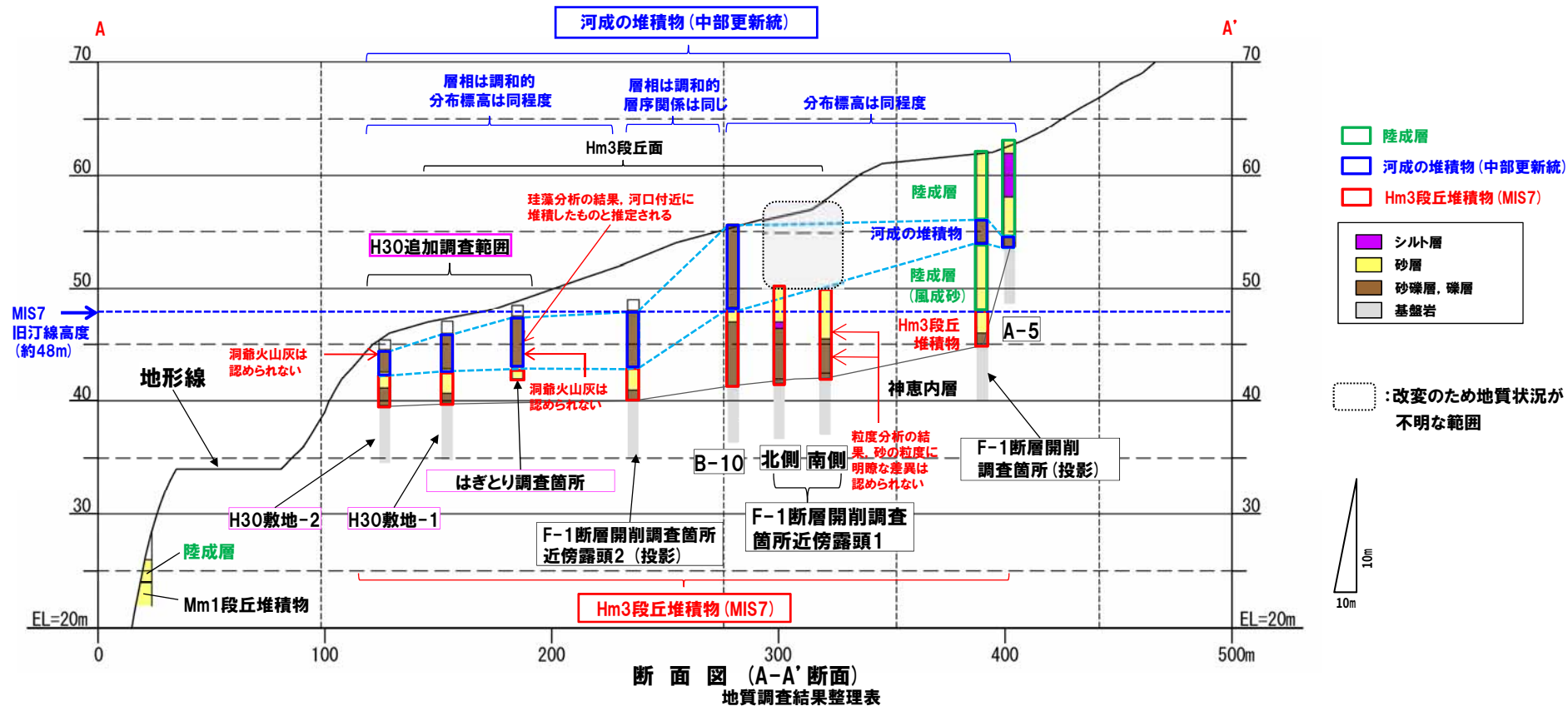


○F-1断層開削調査箇所付近に分布するHm3段丘堆積物の上位の河成の堆積物は、MIS5eの旧汀線高度(約25m)より高標高に分布すること及びクサリ礫が混じることから、中部更新統と考えられる。

○F-1断層開削調査箇所においては、Hm3段丘堆積物と河成の堆積物(中部更新統)との間に陸成層(風成砂)が分布するものと考えられる。

○河成の堆積物(中部更新統)は、河口付近で堆積したものも含むものと考えられる。

## ②-3 地層区分の検討 (上位層の地層区分に関する検討結果 (2/2))



|           | H30敷地-2                        | H30敷地-1                                   | はぎとり調査箇所                                                   | F-1断層開削調査箇所<br>近傍露頭2                                                  | B-10ボーリング                  | F-1断層開削調査箇所近傍露頭1                                                                              |                                                                            | F-1断層開削調査箇所                | A-5ボーリング               |
|-----------|--------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|----------------------------|------------------------|
|           |                                |                                           |                                                            |                                                                       |                            | (北側)                                                                                          | (南側)                                                                       |                            |                        |
| 陸成層       | -                              | -                                         | -                                                          | -                                                                     | -                          | ・変更のため消失していることから<br>存否は不明                                                                     | ・変更のため消失していることから<br>存否は不明                                                  | ・砂層                        | ・シルト混じり砂層、シルト<br>層及び砂層 |
| 河成の堆積物    | ・シルト混じり砂礫層 (円～<br>亜角礫のクサリ礫混じる) | ・シルトが挟在するシルト<br>混じり砂礫層 (円～亜<br>角礫の風化礫混じる) | ・砂礫層 (円～亜円礫<br>主体、クサリ礫混じる)<br>・シルト層を挟在<br>・大局的に礫の上方細<br>粒化 | ・砂礫層 (亜円～亜角礫のクサリ<br>礫混じる)<br>・シルト層を挟在<br>・下位のHm3段丘堆積物を不規則に<br>削り込んで堆積 | ・シルト質砂礫層<br>主体<br>・シルト層を挟在 | ・変更のため消失していることから<br>存否は不明                                                                     | ・変更のため消失していることから<br>存否は不明                                                  | ・砂礫層 (基質はシルト質<br>砂主体)      | ・砂礫層 (礫は風化、シルト<br>混じる) |
| 陸成層 (風成砂) | -                              | -                                         | -                                                          | -                                                                     | -                          | -                                                                                             | -                                                                          | ・葉理の認められる砂層                | -                      |
| Hm3段丘堆積物  | ・円～亜円礫主体の砂礫<br>層<br>・淘汰の良い砂層   | ・新鮮な礫を主体とする<br>円～亜角礫の砂礫層<br>・淘汰の良い砂層      | ・淘汰の良い砂層                                                   | ・新鮮な礫を主体とする亜円～円<br>礫の礫層<br>・葉理の認められる砂層                                | ・円礫を主体とする<br>砂礫層<br>・砂層    | ・円～亜円礫を主体とする礫層<br>・葉理の認められる砂層と礫層の<br>互層からなる砂礫層<br>・砂混じりシルト層及びシルト層<br>・シルト質砂からなる葉理の認め<br>られる砂層 | ・円～亜円礫を主体とする礫層<br>・葉理の認められる砂層と礫層の<br>互層からなる砂礫層<br>・シルト質砂からなる葉理の認め<br>られる砂層 | ・亜円～円礫主体の礫層<br>・葉理の認められる砂層 | -                      |

## ③積丹半島西岸における海成段丘との整合性確認(1/2)

- F-1断層開削調査箇所付近における地層区分の検討結果を踏まえ、積丹半島西岸における海成段丘(Hm3段丘)との整合性について確認した。
- 確認結果は下表のとおり。

F-1断層開削調査箇所付近における地層区分と積丹半島西岸における海成段丘(Hm3段丘)との整合性の確認結果

| 確認項目        | 積丹半島西岸における海成段丘(Hm3)の特徴 | 確認結果                                                                                          |
|-------------|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 地 形         | Hm3段丘面                 | ○Hm3段丘堆積物はHm3段丘面上に概ね分布し、整合的である                                                                |
| 基盤岩の上面標高    | 約39～46m                | ○Hm3段丘堆積物の基盤岩の上面標高は約40～45mであり、整合的である                                                          |
| 段丘堆積物の上面標高  | 約41～48m                | ○F-1断層開削調査箇所近傍露頭1におけるHm3段丘堆積物の上面標高は約50m <sup>※1</sup> と高く、整合的ではない                             |
| 段丘堆積物の層厚    | 約5m以下                  | ○F-1断層開削調査箇所近傍露頭1及びB-10ボーリングにおけるHm3段丘堆積物の層厚は約7～8mと僅かに厚い <sup>※2</sup>                         |
| 旧汀線高度(MIS7) | 約48m                   | ○F-1断層開削調査箇所近傍露頭1におけるHm3段丘堆積物の上面標高は約50m <sup>※1</sup> と高く、整合的ではない                             |
| 隆起速度        | 0.20m/千年程度             | ○F-1断層開削調査箇所近傍露頭1におけるHm3段丘堆積物の上面標高(約50m <sup>※1</sup> )は、旧汀線高度(MIS7)より高いことから、隆起速度についても整合的ではない |

※1 F-1断層開削調査箇所近傍露頭1付近の原地形は標高約55～60mであること及び露頭上部が改変により消失していることを踏まえると、本露頭において確認されるHm3段丘堆積物は、標高約50mより高標高にも分布していたものと判断される。

※2 模式的な海成段丘が認められる関東平野西南部の文献レビューの結果、積丹半島西岸とは地形発達、規模等が異なるものの、関東平野西南部には最大で10m程度の層厚を有する海成段丘堆積物が認められる。



- Hm3段丘堆積物は、「地形」及び「基盤岩の上面標高」の観点において整合的である。
- 一方、F-1断層開削調査箇所近傍露頭1においては、MIS7の旧汀線高度(約48m)以上の標高までHm3段丘堆積物が確認され、整合的ではない。





## 5.3 (ケース3) 積丹半島西岸におけるHm3段丘を MIS9の海成段丘とした場合の検討

### ① ケース3のまとめ (1/4)

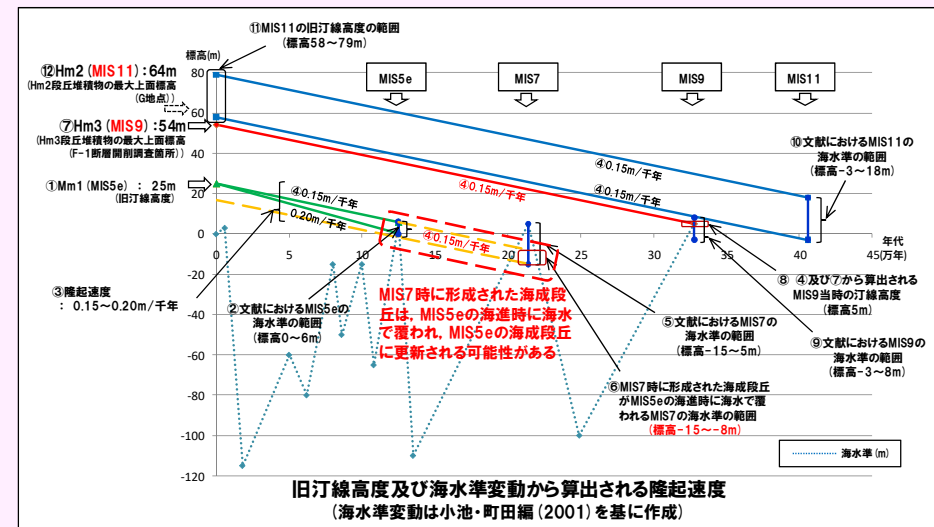
#### 【検討内容】

- 積丹半島西岸におけるMIS5eの旧汀線高度から算出される隆起速度及び文献における各ステージの海水準の範囲を考慮し、Hm3段丘がMIS9の海成段丘となる可能性及びF-1断層開削調査箇所付近に分布する岩内層のHm3段丘堆積物 (MIS9) への再区分について検討を実施する。
- Hm3段丘堆積物がMIS9の海成段丘となる可能性検討に当たっては、まず、文献レビューにより、東北日本孤北部日本海側 (内孤) における海成段丘の分布状況を確認する。
- また、当該箇所付近に分布する河成の堆積物 (上位層) の地層区分についても検討を実施する。
- 地層区分の検討結果を踏まえ、積丹半島西岸における海成段丘 (Hm3段丘) との整合性について確認する。

#### 【検討結果】

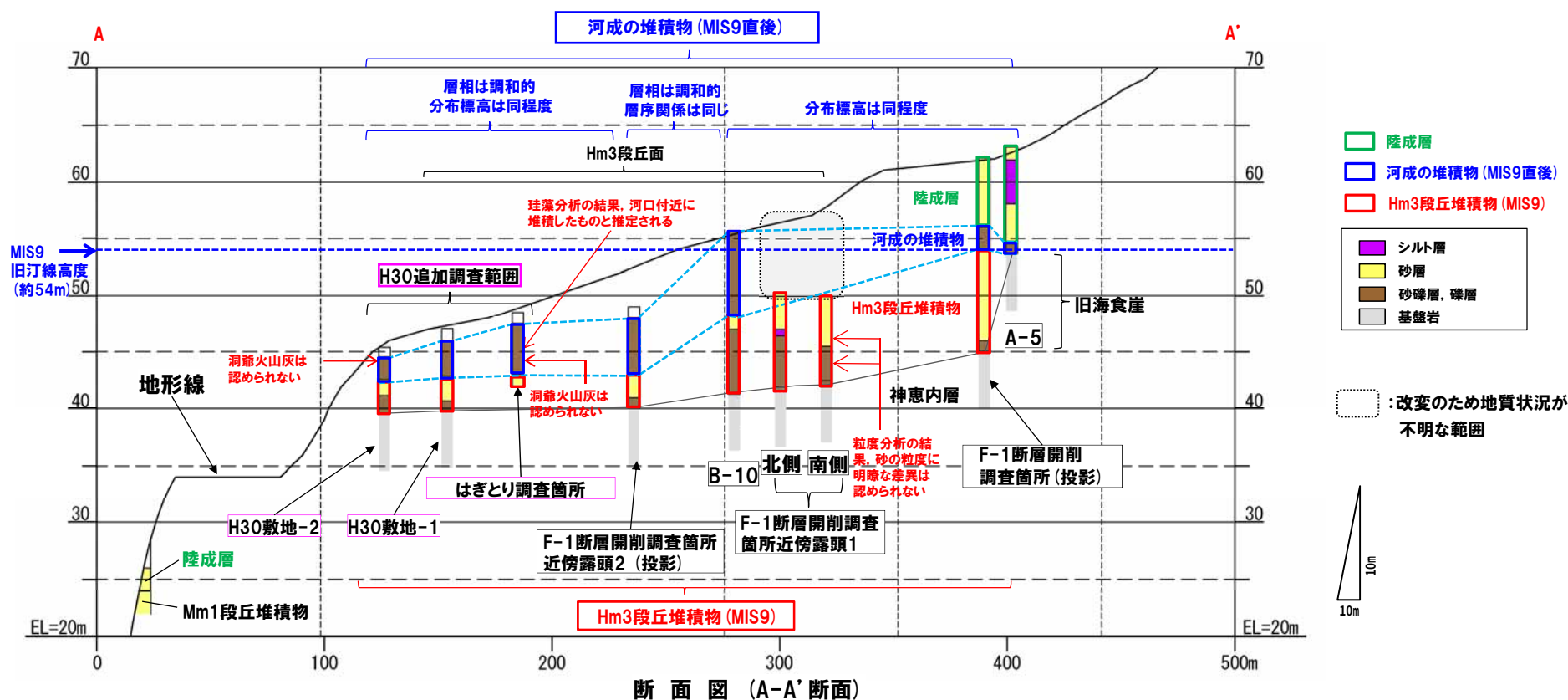
##### (1) 地層区分の検討結果

- 小池・町田編 (2001) によれば、東北日本孤北部日本海側 (内孤) においては、MIS5eの海成段丘の一段上位にMIS9の海成段丘が分布する状況は認められない。
- 「4. 積丹半島西岸における海成段丘の特徴の整理」に基づけば、MIS5eの海成段丘の一段上位にMIS7の海成段丘、その一段上位にMIS9の海成段丘が分布する場合、隆起速度は0.20m/千年程度となる。
- しかし、積丹半島西岸における隆起速度が0.15m/千年程度かつMIS7の海水準が文献における下限側の値の場合、MIS7時に形成された海成段丘は、MIS5eの海進時に海水で覆われ、MIS5eの海成段丘に更新される可能性がある。
- このとき、積丹半島西岸におけるHm3段丘はMIS9の海成段丘、Hm2段丘はMIS11の海成段丘となる可能性が考えられる。
- F-1断層開削調査箇所付近の地層区分の検討結果は下表のとおり。



#### F-1断層開削調査箇所付近における地層区分に関する検討結果 (ケース3)

| 項 目      |                   | 既往評価<br>(H30.5.11 審査会における説明) | ケース3            |
|----------|-------------------|------------------------------|-----------------|
| 地層<br>区分 | F-1断層開削調査<br>箇所付近 | 河成の堆積物 (中部更新統)               | MIS9直後の河成の堆積物   |
|          |                   | 岩内層                          | Hm3段丘堆積物 (MIS9) |
|          | F-1断層開削<br>調査箇所   | Hm2段丘堆積物                     | MIS9直後の河成の堆積物   |
|          |                   | 岩内層                          | Hm3段丘堆積物 (MIS9) |



## ① ケース3のまとめ (3/4)

(P136からの続き)

### (2) 積丹半島西岸における海成段丘との整合性の確認結果

○確認結果は下表のとおり。

F-1断層開削調査箇所付近における地層区分と積丹半島西岸における海成段丘 (Hm3段丘) との整合性の確認結果 (ケース3)

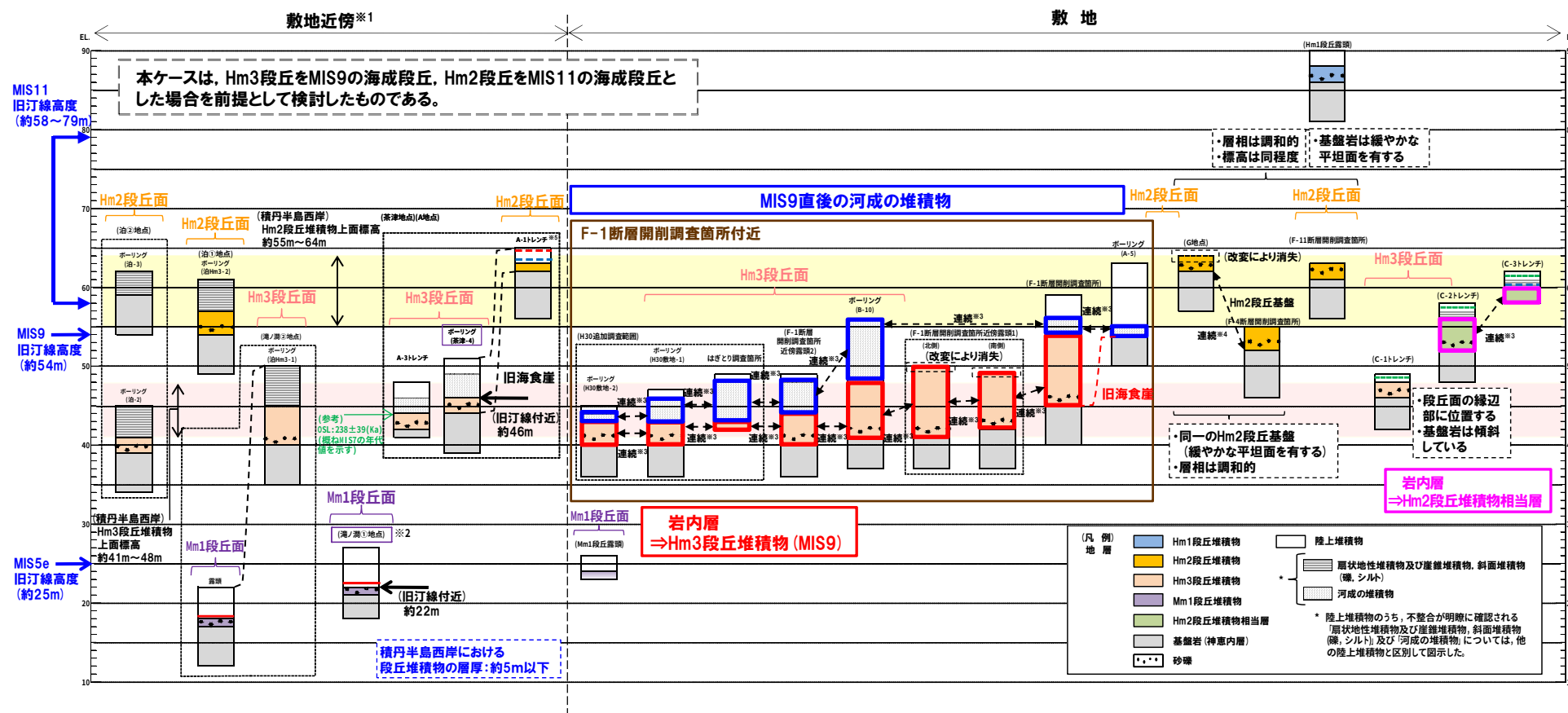
| 確認項目         | 積丹半島西岸における<br>海成段丘 (Hm3) の特徴 | 確認結果                                          |
|--------------|------------------------------|-----------------------------------------------|
| 地 形          | Hm3段丘面                       | ○Hm3段丘堆積物 (MIS9) はHm3段丘面上に概ね分布し、整合的である        |
| 基盤岩の上面標高     | 約39～46m                      | ○Hm3段丘堆積物 (MIS9) の基盤岩の上面標高は約40～45mであり、整合的である  |
| 段丘堆積物の上面標高   | 約41～48m                      | ○F-1断層開削調査箇所におけるHm3段丘堆積物 (MIS9) の上面標高は約54mと高い |
| 段丘堆積物の層厚     | 約5m以下                        | ○F-1断層開削調査箇所におけるHm3段丘堆積物 (MIS9) の層厚は約10mと厚い※  |
| 旧汀線高度 (MIS9) | 約54m                         | ○Hm3段丘堆積物 (MIS9) の最大上面標高は約54mであり、整合的である       |
| 隆起速度         | 0.15m/千年程度                   | ○Hm3段丘堆積物 (MIS9) の最大上面標高は約54mであり、隆起速度は整合的である  |

※模式的な海成段丘が認められる関東平野西南部の文献レビューの結果、積丹半島西岸とは地形発達、規模等が異なるものの、関東平野西南部には最大で10m程度の層厚を有する海成段丘堆積物が認められる。

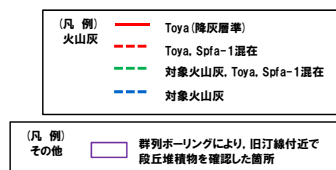


- Hm3段丘堆積物 (MIS9) は、「地形」、「基盤岩の上面標高」、「旧汀線高度」及び「隆起速度」の観点において整合的である。
- 一方、「段丘堆積物の上面標高」の観点においては、積丹半島西岸のうちF-1断層開削調査箇所付近のみ高く、旧海食崖をHm3段丘堆積物 (MIS9) が埋めることとなり、岩石海岸における段丘堆積物としては特異な状況となる。

## ①ケース3のまとめ (4/4)



- ※1 積丹半島西岸では、図示した調査箇所以外においても段丘調査を実施している。ここでは、敷地に近接するMm1段丘（滝ノ淵①地点）及び高位段丘（茶津地点（A地点）、滝ノ淵②地点、泊①地点及び泊②地点）について代表的に図示した。
- ※2 洞爺火山灰については、当該地点のMm1段丘堆積物の上位に確認されたことを便宜的に図示した。
- ※3 各調査箇所の位置関係が近接していること及び地質調査結果から、同一の地層であると判断されることを示す。
- ※4 各調査箇所の位置関係が近接していること及び地質調査結果から、同一の段丘基盤であると判断されることを示す。
- ※5 茶津地点（Hm2段丘）においては、A-2トレンチにおいても段丘調査を実施しているが、A-1トレンチと距離が近接しており、基盤岩及び段丘堆積物の上面標高が同様であることから、A-1トレンチを代表的に図示した。



### 積丹半島西岸における総合柱状図

| 凡 例 | 既往評価     | 今回再区分              | 調査箇所                                                             |
|-----|----------|--------------------|------------------------------------------------------------------|
| ■   | 岩内層      | Hm3段丘堆積物<br>(MIS9) | F-1断層開削調査箇所<br>F-1断層開削調査箇所近傍露頭1<br>F-1断層開削調査箇所近傍露頭2<br>B-10ボーリング |
|     | -        |                    | H30追加調査範囲 (H30.5.11審査会合以降の追加調査)                                  |
| ■   | 岩内層      | Hm2段丘堆積物相当層        | C-2及びC-3トレンチ                                                     |
| ■   | 岩内層      | MIS9直後の<br>河成の堆積物  | A-5ボーリング                                                         |
|     | Hm2段丘堆積物 |                    | F-1断層開削調査箇所                                                      |
|     | 河成の堆積物   |                    | F-1断層開削調査箇所近傍露頭2<br>B-10ボーリング                                    |
|     | -        |                    | H30追加調査範囲 (H30.5.11審査会合以降の追加調査)                                  |

## ②-1 地層区分の検討 (まとめ (1/3))

### 【H30.8.31審査会合における指摘】

- 文献における各ステージの海水準の範囲や積丹半島西岸における隆起速度を考慮し、Hm3段丘がMIS7の海成段丘ではなく、MIS9の海成段丘となる可能性についても検討すること。

### 【検討内容】

- 積丹半島西岸におけるMIS5eの旧汀線高度から算出される隆起速度及び文献における各ステージの海水準の範囲を考慮し、Hm3段丘がMIS9の海成段丘となる可能性及びF-1断層開削調査箇所付近に分布する岩内層のHm3段丘堆積物 (MIS9) への再区分について検討を実施した。
- Hm3段丘堆積物がMIS9の海成段丘となる可能性検討に当たっては、まず、文献レビューにより、東北日本孤北部日本海側 (内孤) における海成段丘の分布状況を確認した。
- また、当該箇所付近に分布する河成の堆積物 (上位層) の地層区分についても検討を実施した。
- 地層区分の検討結果を踏まえ、積丹半島西岸における海成段丘 (Hm3段丘) との整合性について確認した。

### 【検討結果】

- (1) 東北日本孤北部日本海側 (内孤) における海成段丘の分布 (P144~P145参照)
  - 小池・町田編 (2001) によれば、東北日本孤北部日本海側 (内孤) においては、MIS5eの海成段丘の一段上位にMIS9の海成段丘が分布する状況は認められない。
- (2) Hm3段丘がMIS9の海成段丘となる可能性についての検討 (P146~P147参照)
  - 「4. 積丹半島西岸における海成段丘の特徴の整理」に基づけば、MIS5eの海成段丘の一段上位にMIS7の海成段丘、その一段上位にMIS9の海成段丘が分布する場合、隆起速度は0.20m/千年程度となる。
  - しかし、積丹半島西岸における隆起速度が0.15m/千年程度かつMIS7の海水準が文献における下限側の値の場合、MIS7時に形成された海成段丘は、MIS5eの海進時に海水で覆われ、MIS5eの海成段丘に更新される可能性がある。
  - このとき、積丹半島西岸におけるHm3段丘はMIS9の海成段丘、Hm2段丘はMIS11の海成段丘となる可能性が考えられる。
  - 上記条件において、F-1断層開削調査付近に分布する岩内層はHm3段丘堆積物 (MIS9) に地層区分され得るものと考えられる。
- (3) 上位層の地層区分に関する検討 (P148~P149参照)
  - 河成の堆積物は、以下の状況から、中期更新世のうちMIS9直後に河口付近に堆積したものと考えられる。
    - ・河成の堆積物は、MIS5eの旧汀線高度 (約25m) より高標高に分布すること及びクサリ礫が混じることから、中部更新統と考えられる。
    - ・積丹半島西岸におけるMIS9の旧汀線高度 (約54m) 付近に分布する。
    - ・Hm3段丘堆積物 (MIS9) を直接覆う。
    - ・H30追加調査範囲 (はぎとり調査箇所) における珪藻分析の結果、河成の堆積物は海生種を含むことから、河口付近で堆積したものと推定される。



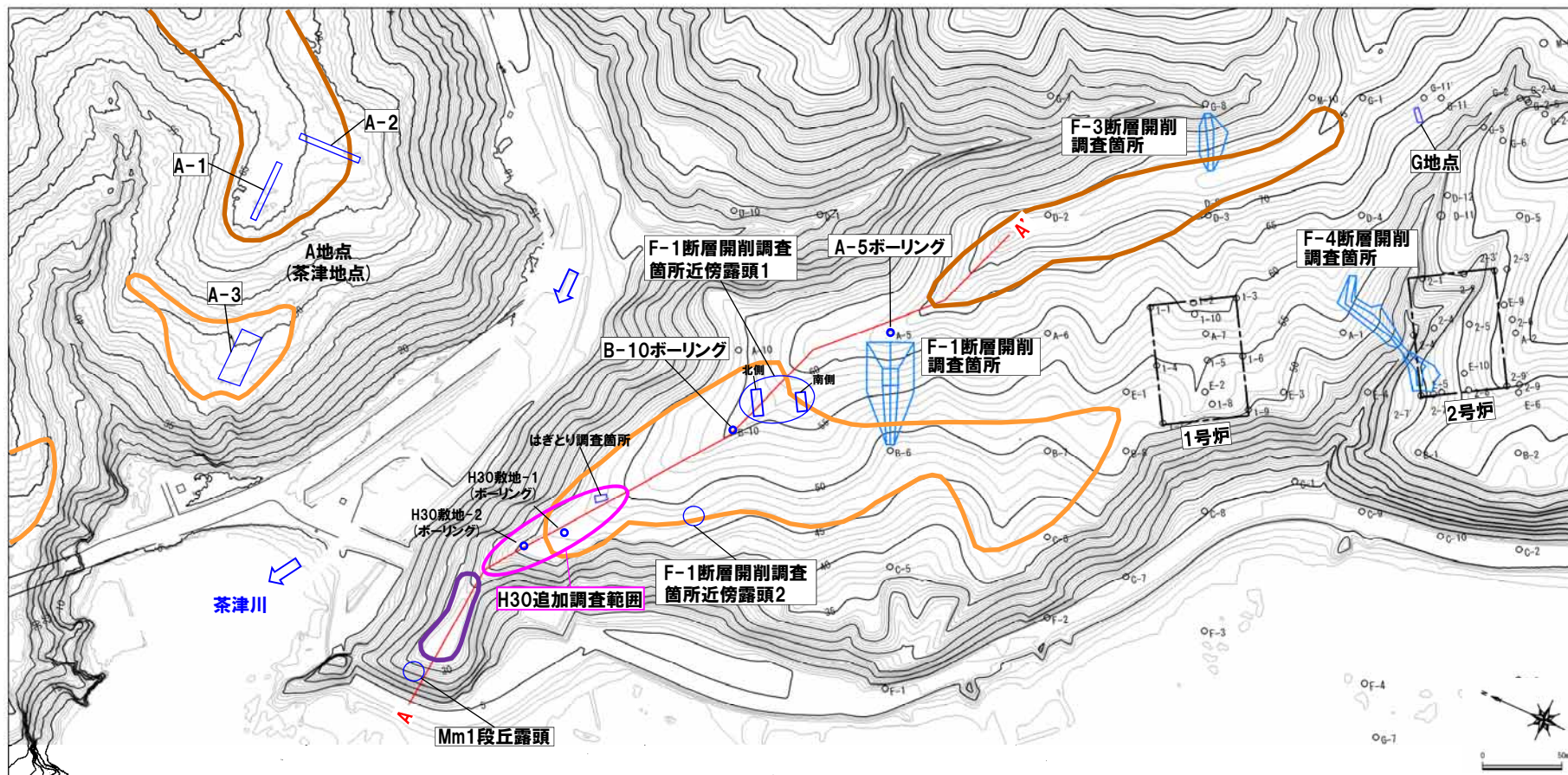
- 本ケースにおけるF-1断層開削調査箇所付近の地層区分の検討結果は、以下のとおり。

- ・F-1断層開削調査箇所付近においては、Hm3段丘堆積物 (MIS9) の上位にMIS9直後の河成の堆積物が分布する。



## ②-1 地層区分の検討 (まとめ (2/3))

一部修正 (H30/8/31審査会合)



平面図 (F-1断層開削調査箇所付近)

F-1断層開削調査  
箇所付近

| 調査箇所             | 現況 |
|------------------|----|
| A地点              | ○  |
| G地点              | ○  |
| F-3断層開削調査箇所      | ×  |
| F-4断層開削調査箇所      | ×  |
| F-1断層開削調査箇所      | ×  |
| F-1断層開削調査箇所近傍露頭1 | ○  |
| F-1断層開削調査箇所近傍露頭2 | ×  |
| H30追加調査範囲        | ○  |
| Mm1段丘露頭          | ×  |

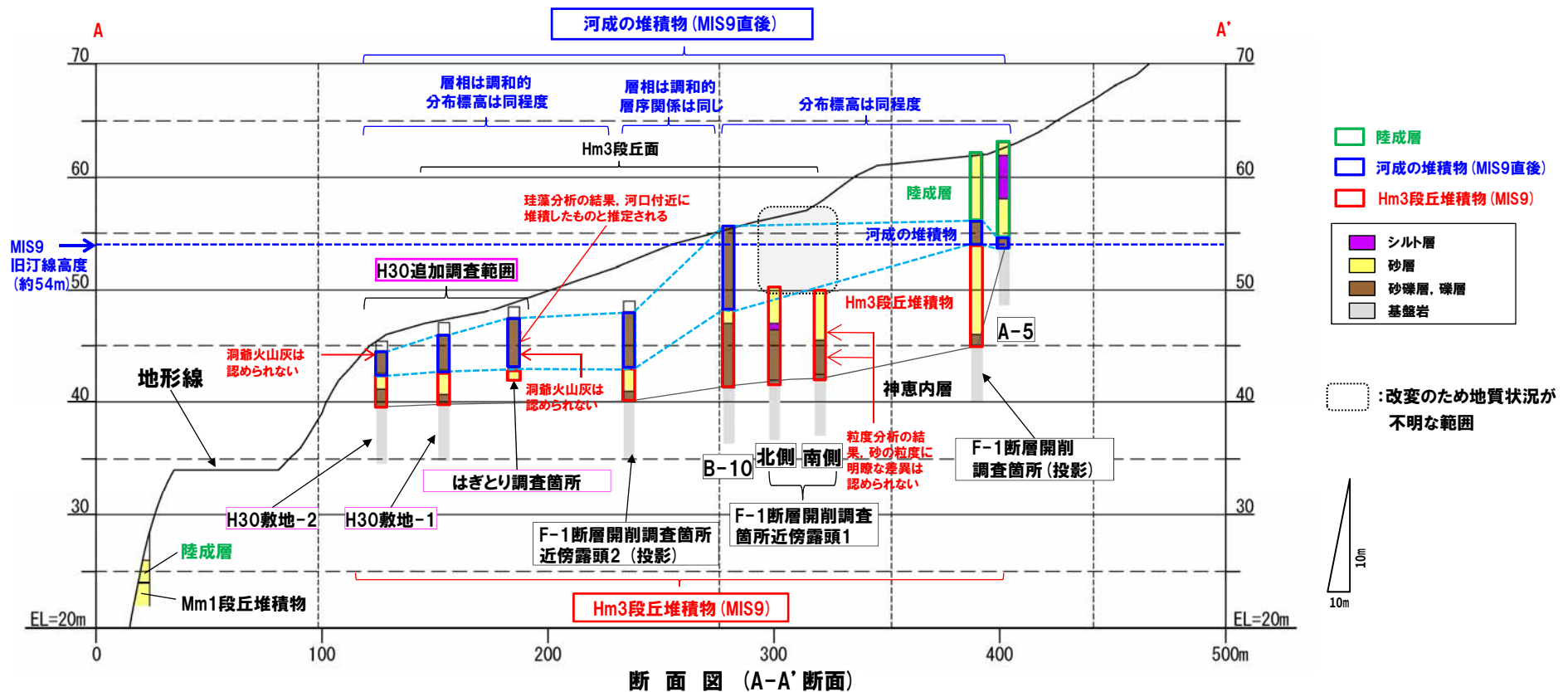
【凡例】

|                                                                |        |                                                               |           |
|----------------------------------------------------------------|--------|---------------------------------------------------------------|-----------|
| <span style="border: 1px solid purple; padding: 2px;"> </span> | Mm1段丘面 | <span style="color: red;">—</span>                            | 断面線       |
| <span style="border: 1px solid orange; padding: 2px;"> </span> | Hm3段丘面 | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> </span> | 原子炉建屋設置位置 |
| <span style="border: 1px solid brown; padding: 2px;"> </span>  | Hm2段丘面 | <span style="color: blue;">○</span>                           | 鉛直ボーリング   |

○ 現存  
× 改変に伴い消失

余白

## ②-1 地層区分の検討 (まとめ (3/3))



## ②-2 地層区分の検討 (東北日本弧北部日本海側 (内弧) における海成段丘の分布 (1/2))

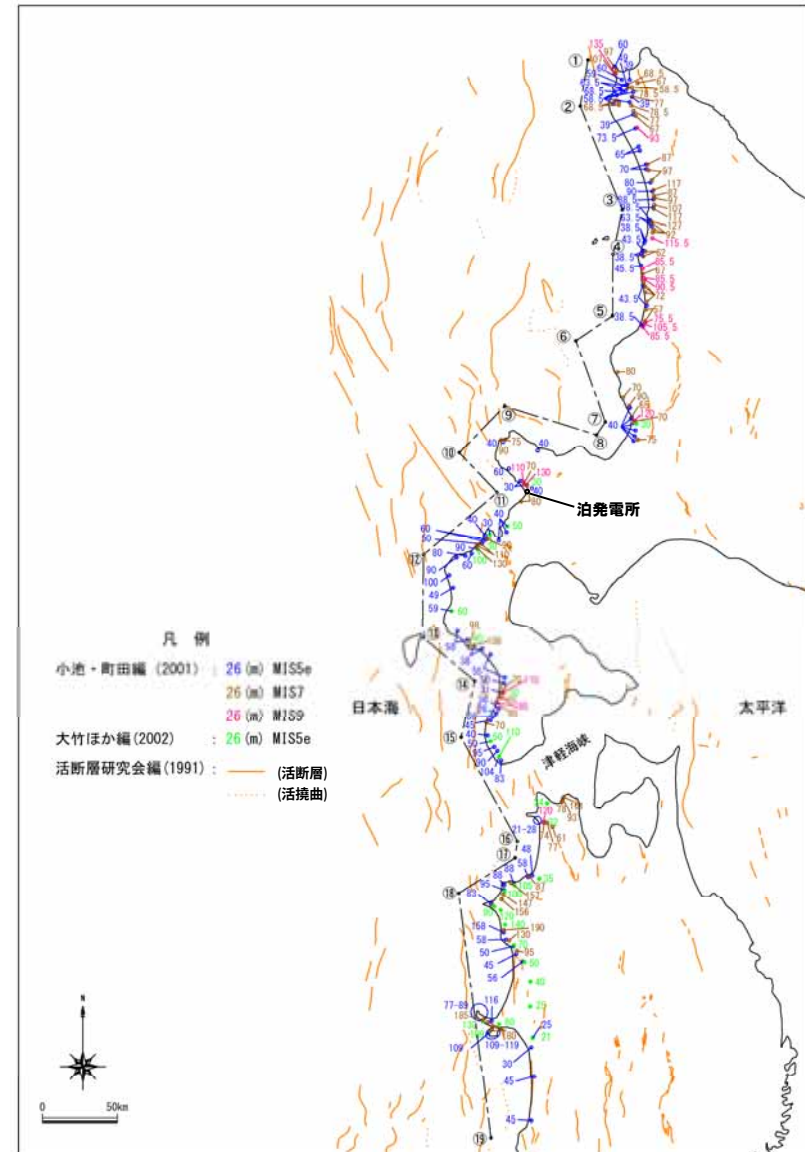
- 文献レビューにより、東北日本弧北部日本海側 (内弧) における海成段丘の分布状況を確認した。
- 確認に当たっては、敷地を中心とした北海道北部から秋田県付近までの日本海側における海成段丘 (MIS5e, MIS7及びMIS9の海成段丘) を対象に、小池・町田編 (2001) 及び大竹ほか編 (2002) を基に、海成段丘高度について整理した (右図及び次頁参照)。

### 【東北日本弧北部日本海側 (内弧) における海成段丘の分布】

- MIS5eの海成段丘については、対象地域ほぼ全域に分布し、北海道北部ではクツチャロ羽幌火山灰 (Kc-Hb, 約115-120ka)、北海道南西部では洞爺火山灰 (Toya, 約112-115ka) の年代既知のテフラに覆われる等、精度の高い段丘認定がなされている箇所が多い。
- 一方、MIS7及びMIS9の海成段丘は、対象地域には年代既知のテフラが存在しないことから、MIS5eの海成段丘を基準に、段丘面の分布高度及び地形発達の順序関係を考慮して段丘区分を行っている。
- 小池・町田編 (2001) によれば、対象地域のうち、積丹半島西岸におけるMIS5eの海成段丘高度 (旧汀線アングル: 約30~60m) と同程度の標高が確認される地域では、MIS5eの海成段丘の一段上位にはMIS7の海成段丘、その一段上位にはMIS9の海成段丘が分布している状況が確認される。



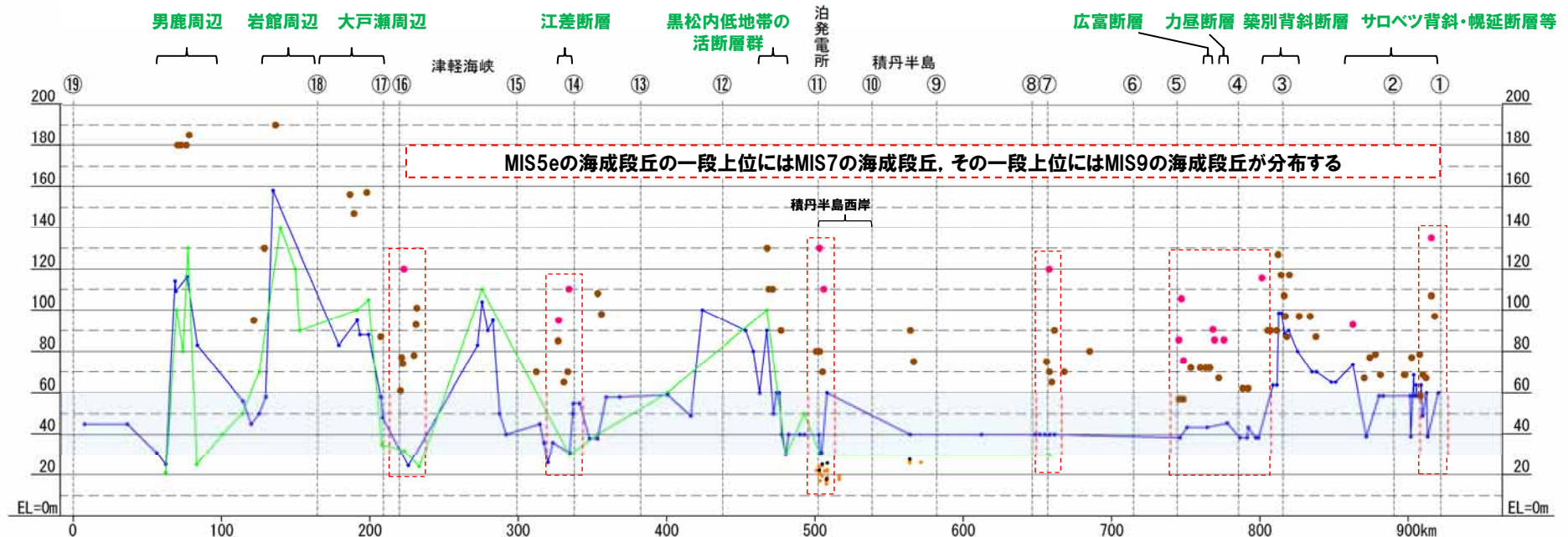
- 小池・町田編 (2001) によれば、東北日本弧北部日本海側 (内弧) においては、MIS5eの海成段丘の一段上位にMIS9の海成段丘が分布する状況は認められない。



北海道北部から秋田県付近までの海成段丘高度



## ②-2 地層区分の検討 (東北日本弧北部日本海側 (内弧) における海成段丘の分布 (2/2))



### 凡 例

当社調査結果

小池・町田編 (2001)

大竹ほか編 (2002)

- (Mm1段丘の旧汀線付近の高度)
- (Mm1段丘の旧汀線付近より前縁側の段丘堆積物上面標高)
- (MIS5eの旧汀線アングル) ※
- (MIS7の旧汀線アングル) ※
- (MIS9の旧汀線アングル) ※
- (MIS5eの旧汀線高度)

※一部の地点では被覆層の厚さが不明とされ、地形面標高が旧汀線高度とされている。  
なお、被覆層の厚さが記載されている地点における層厚は、概ね5m程度以下である。

緑字: 小池・町田編 (2001) 又は新里・安江 (2005) において指摘されている活構造又は地震性隆起が指摘されている地域

小池・町田編 (2001) における積丹半島西岸のMIS5eの海成段丘高度 (旧汀線アングル) の範囲

北海道北部から秋田県付近の海成段丘高度縦断図 (投影)



## ②-3 地層区分の検討 (Hm3段丘がMIS9の海成段丘となる可能性についての検討 (1/2))

- 積丹半島西岸におけるMIS5eの旧汀線高度から算出される隆起速度及び文献における各ステージの海水準の範囲を考慮し、Hm3段丘がMIS9の海成段丘となる可能性について検討を実施した。
- 本検討は、F-1断層開削調査箇所付近に分布する岩内層をHm3段丘堆積物と仮定し、実施した。

### 【積丹半島西岸における隆起速度の算出】

- 積丹半島西岸における隆起速度は0.15～0.20m/千年と算出される。

- ・ MIS5eの旧汀線高度は約25m (①)。
- ・ MIS5eの海水準は小池・町田編 (2001) によれば標高5m, Siddall et al. (2006) によれば標高0～6m。⇒ 文献におけるMIS5eの海水準の範囲: 標高0～6m (②)
- ・ ①及び②より、積丹半島西岸における隆起速度は0.15～0.20m/千年 (③)。

### 【Hm3段丘がMIS9の海成段丘となる可能性検討】

- 積丹半島西岸における隆起速度のうち最遅の0.15m/千年程度かつMIS7の海水準が文献における下限側の値の場合、MIS7時に形成された海成段丘は、MIS5eの海進時に海水で覆われ、MIS5eの海成段丘に更新される可能性がある。

- ・ MIS7の海水準は小池・町田編 (2001) によれば標高5m, Siddall et al. (2006) によれば標高-15～-5m。⇒ 文献におけるMIS7の海水準の範囲: 標高-15～-5m (⑤)
- ・ 積丹半島西岸における隆起速度を0.15m/千年 (④) とした場合、⑤の下限側の標高-15～-8mの範囲 (⑥) において、MIS7の海成段丘は、MIS5eの海進時に海水で覆われる。

- 上記の場合、MIS5eの海成段丘 (Mm1段丘) の一段上位に分布するHm3段丘はMIS9の海成段丘となる可能性が考えられ、MIS9の旧汀線高度は約54mと考えられる。

- ・ MIS9の旧汀線高度は約54mと仮定 (Hm3段丘堆積物上面標高の最大値 (F-1断層開削調査箇所)) (⑦)。
- ・ ④及び⑦から、MIS9当時の汀線高度は標高5mと算出 (⑧)。
- ・ MIS9の海水準は小池・町田編 (2001) によれば標高5m, Siddall et al. (2006) によれば標高-3～-8m。⇒ 文献におけるMIS9の海水準の範囲: 標高-3～-8m (⑨)
- ・ ⑧は⑨と重複するため、Hm3段丘はMIS9の海成段丘となる可能性が考えられ、MIS9の旧汀線高度は約54m程度であると考えられる。

### 【Hm2段丘がMIS11の海成段丘となる可能性検討】

- Hm3段丘がMIS9の海成段丘の場合、その一段上位に分布するHm2段丘がMIS11の海成段丘となる可能性が考えられ、MIS11の旧汀線高度は標高58～79mの範囲と考えられる。

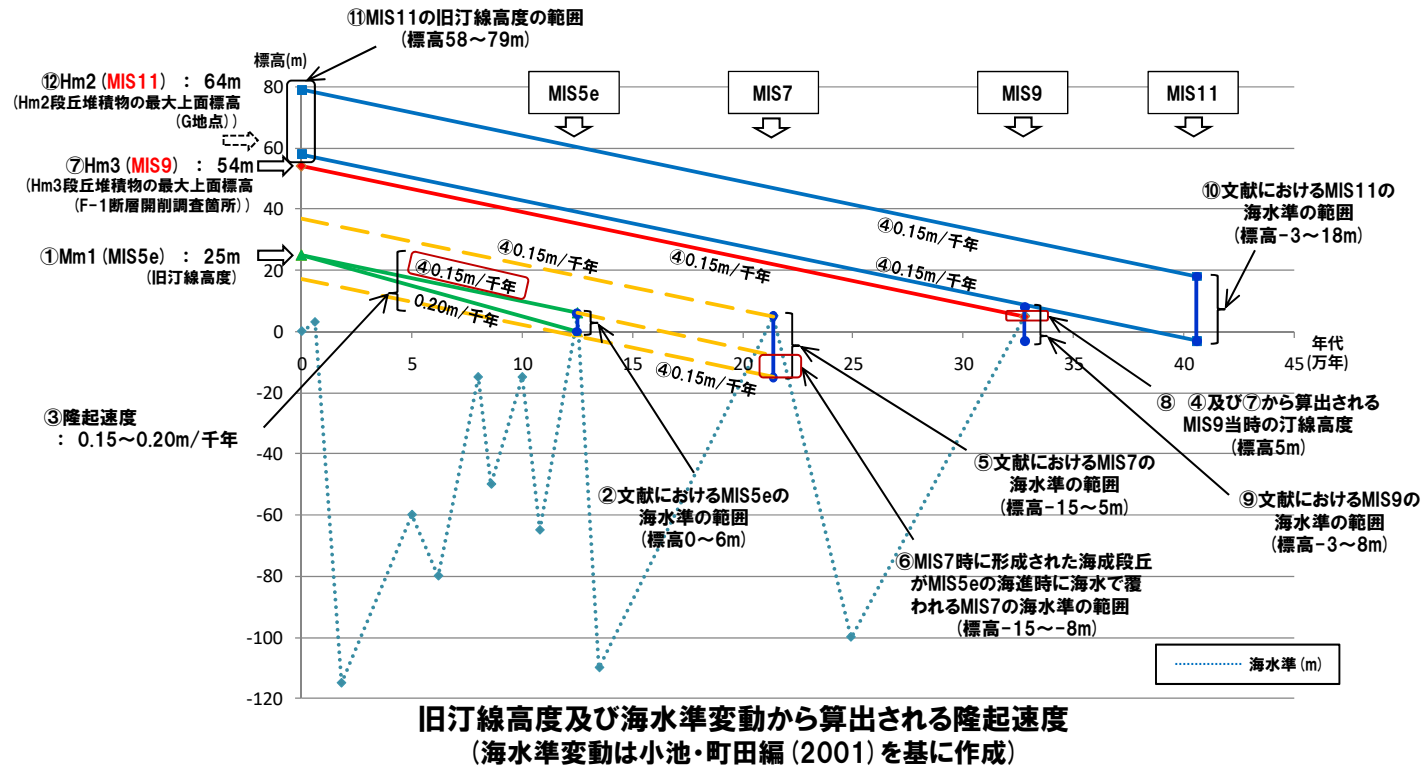
- ・ MIS11の海水準は小池・町田編 (2001) によれば標高0m, Siddall et al. (2006) によれば標高-3～-18m。⇒ 文献におけるMIS11の海水準の範囲: 標高-3～-18m (⑩)
- ・ ④及び⑩より、MIS11の旧汀線高度は、標高58～79mと推定 (⑪)。
- ・ G地点においてHm2段丘堆積物上面標高の最大値約64mを確認しており (⑫)、当該地点は基盤岩の遷移点付近に位置していることを踏まえると、推定されたMIS11の旧汀線高度は標高58～79mの範囲であると考えられる。



- 積丹半島西岸における隆起速度が0.15m/千年程度かつMIS7の海水準が文献における下限側の値の場合、MIS7時に形成された海成段丘は、MIS5eの海進時に海水で覆われ、MIS5eの海成段丘に更新される可能性がある。
- このとき、積丹半島西岸におけるHm3段丘はMIS9の海成段丘、Hm2段丘はMIS11の海成段丘となる可能性が考えられ、MIS9の旧汀線高度は約54m、MIS11の旧汀線高度は約58～79mの範囲と考えられる。
- 上記条件において、F-1断層開削調査箇所付近に分布する岩内層はHm3段丘堆積物 (MIS9) に地層区分され得るものと考えられる。

## 5. 3 (ケース3) 積丹半島西岸におけるHm3段丘を MIS9の海成段丘とした場合の検討

### ②-3 地層区分の検討 (Hm3段丘がMIS9の海成段丘となる可能性についての検討 (2/2))



積丹半島西岸における段丘堆積物の上面標高

| 段 丘    | ケース1, 2     |                 | ケース3        |                 |
|--------|-------------|-----------------|-------------|-----------------|
|        | 海洋酸素同位体ステージ | 段丘堆積物上面標高 (EL.) | 海洋酸素同位体ステージ | 段丘堆積物上面標高 (EL.) |
| Hm2 段丘 | MIS9        | 約55~64m         | MIS11       | 約55~64m         |
| Hm3 段丘 | MIS7        | 約41~48m         | MIS9        | 約41~54m         |
| Mm1 段丘 | MIS5e       | 約16~26m         | MIS5e       | 約16~26m         |

文献における海水準の範囲

| 海洋酸素同位体ステージ | 小池・町田編 (2001) | Siddall et al. (2006) |
|-------------|---------------|-----------------------|
| MIS11       | 0m            | -3~18m                |
| MIS9        | 5m            | -3~8m                 |
| MIS7        | 5m            | -15~-5m               |
| MIS5e       | 5m            | 0~6m                  |

※「ケース1及びケース2」と「ケース3」で異なる箇所を赤字で示す。

## ②-4 地層区分の検討(上位層の地層区分に関する検討結果(1/2))

○F-1断層開削調査箇所付近に分布する岩内層はHm3段丘堆積物(MIS9)に地層区分され得るものと考えられることから、当該箇所付近の地質調査結果を踏まえ、上位層の地層区分について検討した。

【F-1断層開削調査箇所近傍露頭2】(資料集P283～P285参照)

- Hm3段丘堆積物の上位の堆積物は、亜円～亜角礫のクサリ礫が混じる砂礫層を主体とし、シルト層を挟在すること、下位のHm3段丘堆積物を不規則に削り込んで堆積していること及び背後に茶津川が位置することから、河成の堆積物に区分される。
- 河成の堆積物は、MIS5eの旧汀線高度(約25m)より高標高に分布すること及びクサリ礫が混じることから、中部更新統と考えられる。

【H30追加調査範囲】(資料集P287～P321参照)

- H30追加調査範囲においては、F-1断層開削調査箇所近傍露頭2と同様、Hm3段丘堆積物の上位に河成の堆積物が認められる。
- 河成の堆積物は、MIS5eの旧汀線高度(約25m)より高標高に分布すること及びクサリ礫が混じることから、中部更新統と考えられる。
- これは、河成の堆積物中に洞爺火山灰が認められない状況と調和的である。
- はぎとり調査箇所における珪藻分析の結果、河成の堆積物は海生種を含むことから、河口付近において堆積したものと推定される。

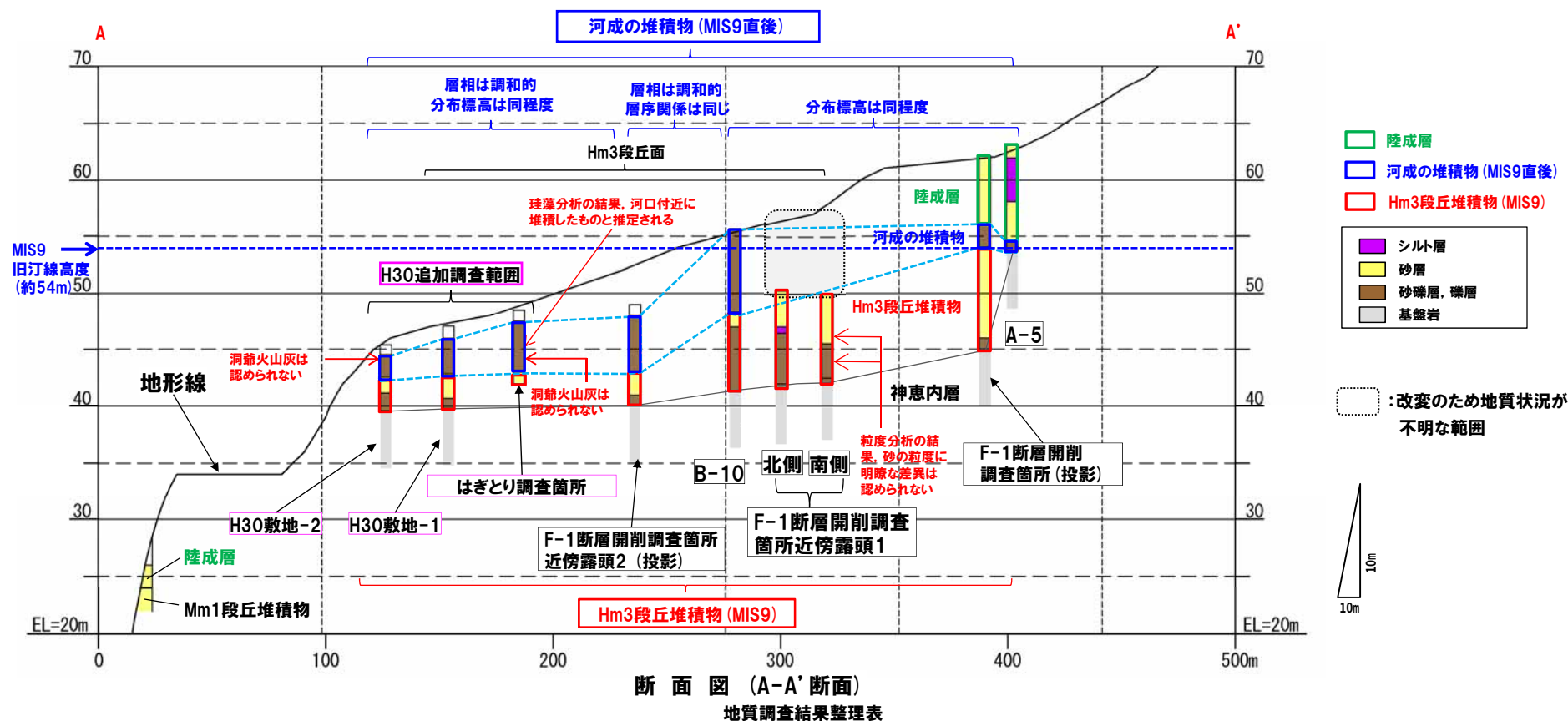
【B-10ボーリング】(P102～P103参照)

- 基盤岩(上面標高約41m)の上位に円礫を主体とする砂礫層及び砂層が認められる。
- 砂礫層及び砂層の上位に、シルト質砂礫層を主体とし、シルト層を挟在する堆積物が認められる。
- 基盤岩上位の砂礫層及び砂層は、F-1断層開削調査箇所近傍露頭1及び2におけるHm3段丘堆積物と同程度の標高に分布し、層相も調和的であることから、Hm3段丘堆積物に区分される。
- Hm3段丘堆積物上位の堆積物は、上述の近傍露頭2における河成の堆積物と比較して分布標高は高いものの、層相は調和的であり、層序関係も同じであることから、河成の堆積物に区分される。
- 本ボーリングにおける河成の堆積物は、F-1断層開削調査箇所におけるHm3段丘堆積物の上位に分布する河成の堆積物(砂礫層)と同程度の標高に分布する。



- F-1断層開削調査箇所付近に分布する河成の堆積物は、以下の状況から、中期更新世のうちMIS9直後に河口付近に堆積したものと考えられる。
  - ・河成の堆積物は、MIS5eの旧汀線高度(約25m)より高標高に分布すること及びクサリ礫が混じることから、中部更新統と考えられる。
  - ・積丹半島西岸におけるMIS9の旧汀線高度(約54m)付近に分布する。
  - ・Hm3段丘堆積物(MIS9)を直接覆う。
  - ・H30追加調査範囲(はぎとり調査箇所)における珪藻分析の結果、河成の堆積物は海生種を含むことから、河口付近で堆積したものと推定される。

## ②-4 地層区分の検討 (上位層の地層区分に関する検討結果 (2/2))



|                    | H30敷地-2                        | H30敷地-1                                   | はぎとり調査箇所                                                   | F-1断層開削調査箇所<br>近傍露頭2                                                  | B-10ボーリング                  | F-1断層開削調査箇所近傍露頭1                                                                              |                                                                            | F-1断層開削調査箇所                | A-5ボーリング               |
|--------------------|--------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|----------------------------|------------------------|
|                    |                                |                                           |                                                            |                                                                       |                            | (北側)                                                                                          | (南側)                                                                       |                            |                        |
| 陸成層                | -                              | -                                         | -                                                          | -                                                                     | -                          | ・変更のため消失していることから<br>存否は不明                                                                     | ・変更のため消失していることから<br>存否は不明                                                  | ・砂層                        | ・シルト混じり砂層、シルト<br>層及び砂層 |
| 河成の堆積物<br>(MIS9直後) | ・シルト混じり砂礫層 (円～<br>亜角礫のクサリ礫混じる) | ・シルトが挟在するシルト<br>混じり砂礫層 (円～亜<br>角礫の風化礫混じる) | ・砂礫層 (円～亜円礫<br>主体、クサリ礫混じる)<br>・シルト層を挟在<br>・大局的に礫の上方細<br>粒化 | ・砂礫層 (亜円～亜角礫のクサリ<br>礫混じる)<br>・シルト層を挟在<br>・下位のHm3段丘堆積物を不規則に<br>削り込んで堆積 | ・シルト質砂礫層<br>主体<br>・シルト層を挟在 | ・変更のため消失していることから<br>存否は不明                                                                     | ・変更のため消失していることから<br>存否は不明                                                  | ・砂礫層 (基質はシルト質<br>砂主体)      | ・砂礫層 (礫は風化、シルト<br>混じる) |
| Hm3段丘堆積物<br>(MIS9) | ・円～亜円礫主体の砂礫層<br>・淘汰の良い砂層       | ・新鮮な礫を主体とする<br>円～亜角礫の砂礫層<br>・淘汰の良い砂層      | ・淘汰の良い砂層                                                   | ・新鮮な礫を主体とする亜円～円<br>礫の礫層<br>・葉理の認められる砂層                                | ・円礫を主体とする<br>砂礫層<br>・砂層    | ・円～亜円礫を主体とする礫層<br>・葉理の認められる砂層と礫層の<br>互層からなる砂礫層<br>・砂混じりシルト層及びシルト層<br>・シルト質砂からなる葉理の認め<br>られる砂層 | ・円～亜円礫を主体とする礫層<br>・葉理の認められる砂層と礫層の<br>互層からなる砂礫層<br>・シルト質砂からなる葉理の認め<br>られる砂層 | ・亜円～円礫主体の礫層<br>・葉理の認められる砂層 | -                      |



## ③ 積丹半島西岸における海成段丘との整合性確認 (1/4)

### 【積丹半島西岸における海成段丘との整合性確認】

- F-1断層開削調査箇所付近における地層区分の検討結果を踏まえ、積丹半島西岸における海成段丘 (Hm3段丘) との整合性について確認した。
- 確認結果は下表のとおり。

F-1断層開削調査箇所付近における地層区分と積丹半島西岸における海成段丘 (Hm3段丘) との整合性の確認結果

| 確認項目         | 積丹半島西岸における<br>海成段丘 (Hm3) の特徴 | 確認結果                                          |
|--------------|------------------------------|-----------------------------------------------|
| 地 形          | Hm3段丘面                       | ○Hm3段丘堆積物 (MIS9) はHm3段丘面上に概ね分布し、整合的である        |
| 基盤岩の上面標高     | 約39～46m                      | ○Hm3段丘堆積物 (MIS9) の基盤岩の上面標高は約40～45mであり、整合的である  |
| 段丘堆積物の上面標高   | 約41～48m                      | ○F-1断層開削調査箇所におけるHm3段丘堆積物 (MIS9) の上面標高は約54mと高い |
| 段丘堆積物の層厚     | 約5m以下                        | ○F-1断層開削調査箇所におけるHm3段丘堆積物 (MIS9) の層厚は約10mと厚い※  |
| 旧汀線高度 (MIS9) | 約54m                         | ○Hm3段丘堆積物 (MIS9) の最大上面標高は約54mであり、整合的である       |
| 隆起速度         | 0.15m/千年程度                   | ○Hm3段丘堆積物 (MIS9) の最大上面標高は約54mであり、隆起速度は整合的である  |

※ 模式的な海成段丘が認められる関東平野西南部の文献レビューの結果、積丹半島西岸とは地形発達、規模等が異なるものの、関東平野西南部には最大で10m程度の層厚を有する海成段丘堆積物が認められる。

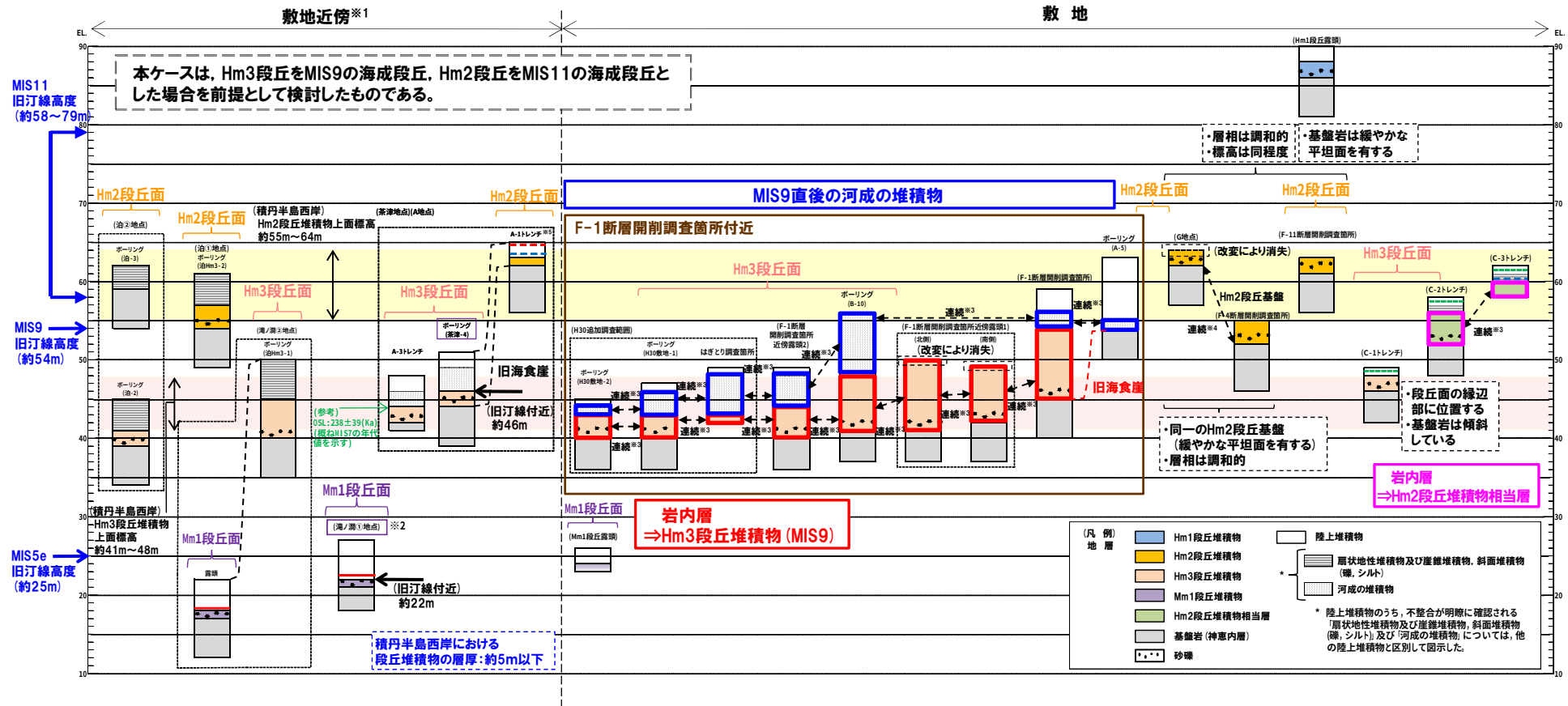


- Hm3段丘堆積物 (MIS9) は、「地形」、「基盤岩の上面標高」、「旧汀線高度」及び「隆起速度」の観点において整合的である。
- 一方、「段丘堆積物の上面標高」の観点においては、積丹半島西岸のうちF-1断層開削調査箇所付近のみ高く、旧海食崖をHm3段丘堆積物 (MIS9) が埋めることとなり、岩石海岸における段丘堆積物としては特異な状況となる。

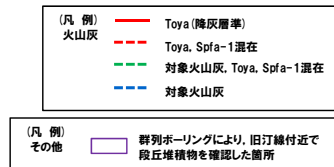


## 5.3 (ケース3) 積丹半島西岸におけるHm3段丘をMIS9の海成段丘とした場合の検討

### ③ 積丹半島西岸における海成段丘との整合性確認 (2/4)



- ※1 積丹半島西岸では、図示した調査箇所以外においても段丘調査を実施している。ここでは、敷地に近接するMm1段丘 (滝ノ淵①地点) 及び高位段丘 (茶津地点 (A地点)、滝ノ淵②地点、泊①地点及び泊②地点) について代表的に図示した。
- ※2 洞爺火山灰については、当該地点のMm1段丘堆積物の上位に確認されたことを便宜的に図示した。
- ※3 各調査箇所の位置関係が近接していること及び地質調査結果から、同一の地層であると判断されることを示す。
- ※4 各調査箇所の位置関係が近接していること及び地質調査結果から、同一の段丘基盤であると判断されることを示す。
- ※5 茶津地点 (Hm2段丘) においては、A-2トレンチにおいても段丘調査を実施しているが、A-1トレンチと距離が近接しており、基盤岩及び段丘堆積物の上面標高が同様であることから、A-1トレンチを代表的に図示した。



積丹半島西岸における総合柱状図

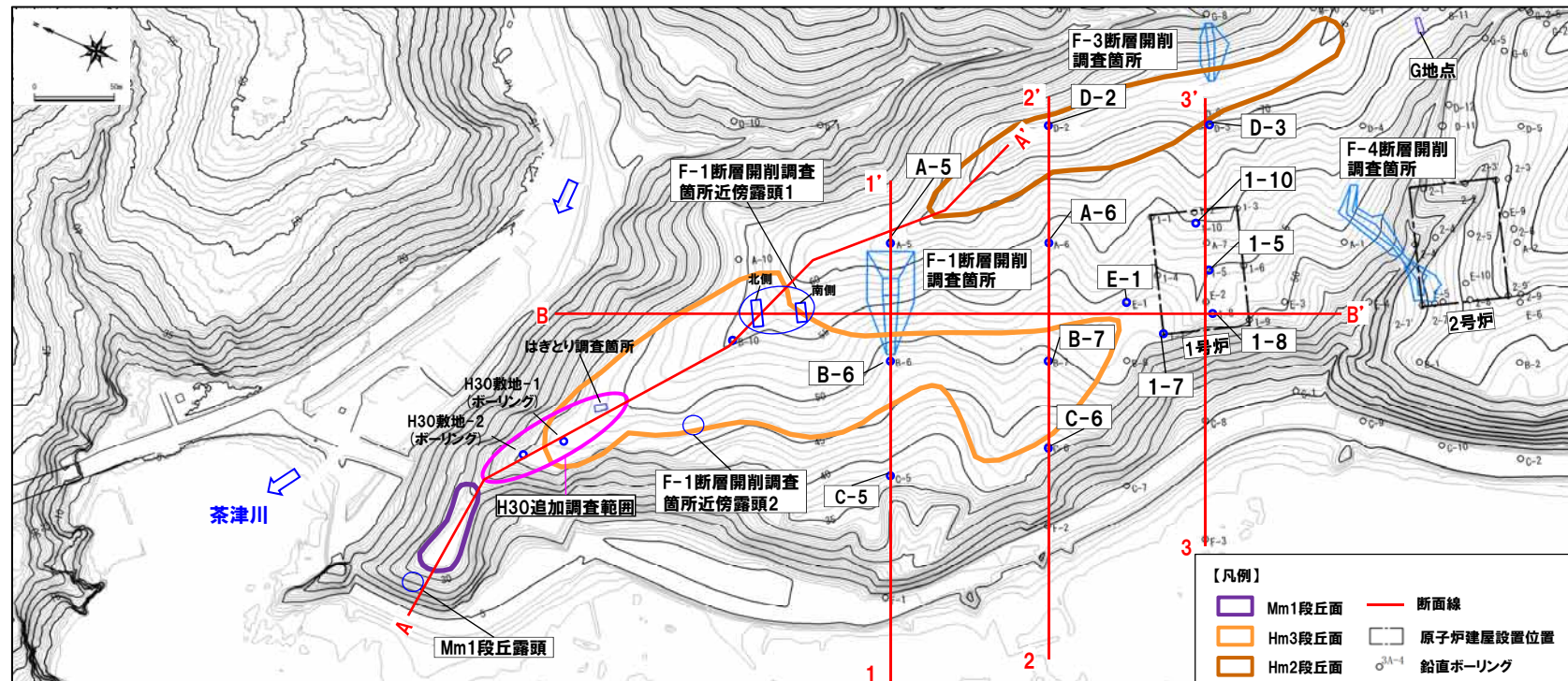
| 凡例       | 既往評価 | 今回再区分           | 調査箇所                                                             |
|----------|------|-----------------|------------------------------------------------------------------|
| 岩内層      |      | Hm3段丘堆積物 (MIS9) | F-1断層開削調査箇所<br>F-1断層開削調査箇所近傍露頭1<br>F-1断層開削調査箇所近傍露頭2<br>B-10ボーリング |
| 岩内層      |      | Hm2段丘堆積物相当層     | H30追加調査範囲 (H30.5.11審査会合以降の追加調査)                                  |
| 岩内層      |      |                 | C-2及びC-3トレンチ                                                     |
| Hm2段丘堆積物 |      | MIS9直後の河成の堆積物   | A-5ボーリング<br>F-1断層開削調査箇所                                          |
| 河成の堆積物   |      |                 | F-1断層開削調査箇所近傍露頭2<br>B-10ボーリング                                    |
|          |      |                 | H30追加調査範囲 (H30.5.11審査会合以降の追加調査)                                  |

### 5.3 (ケース3) 積丹半島西岸におけるHm3段丘を MIS9の海成段丘とした場合の検討

#### ③ 積丹半島西岸における海成段丘との整合性確認 (3/4) - 段丘堆積物の堆積状況 (1/2) -

- F-1断層開削調査箇所と背後のA-5ボーリングとの間には、標高約45m付近を遷緩点とした標高差10m程度の基盤岩の崖(旧海食崖)が認められ、Hm3段丘堆積物(MIS9)が旧海食崖を埋めるように堆積している状況が認められる(1-1'断面)。
- この状況の汀線方向の連続性を確認するため、1,2号炉調査時のボーリング調査結果を用いて、旧汀線に概ね直交する断面図(2-2'断面及び3-3'断面)を作成した。
- 2-2'断面及び3-3'断面においても、1-1'断面と同程度の標高に旧海食崖が認められ、Hm3段丘堆積物が旧海食崖を埋めるように堆積している状況が認められる。
- この状況は、当社地質調査結果に基づけば、当該箇所付近を除く積丹半島西岸においては認められない。

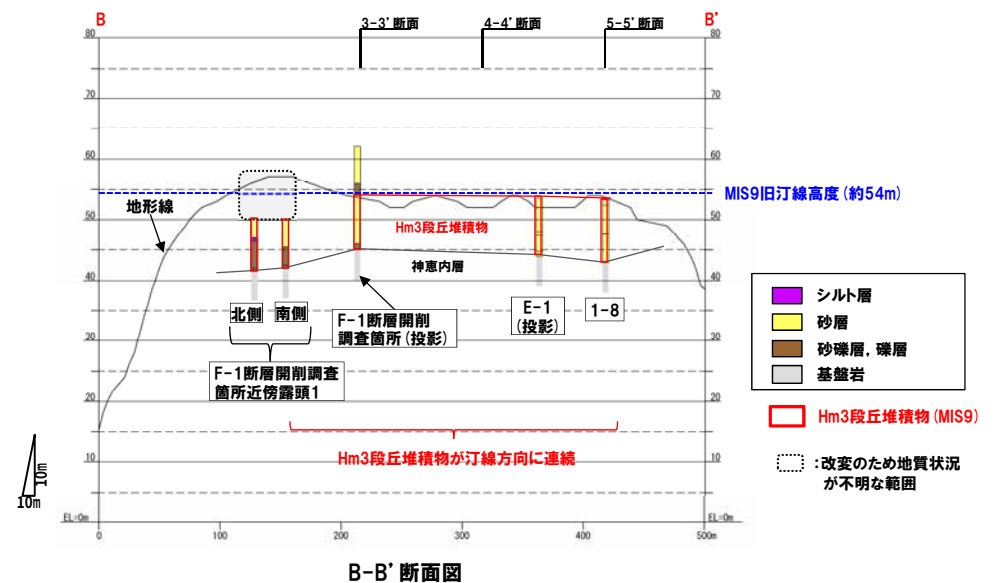
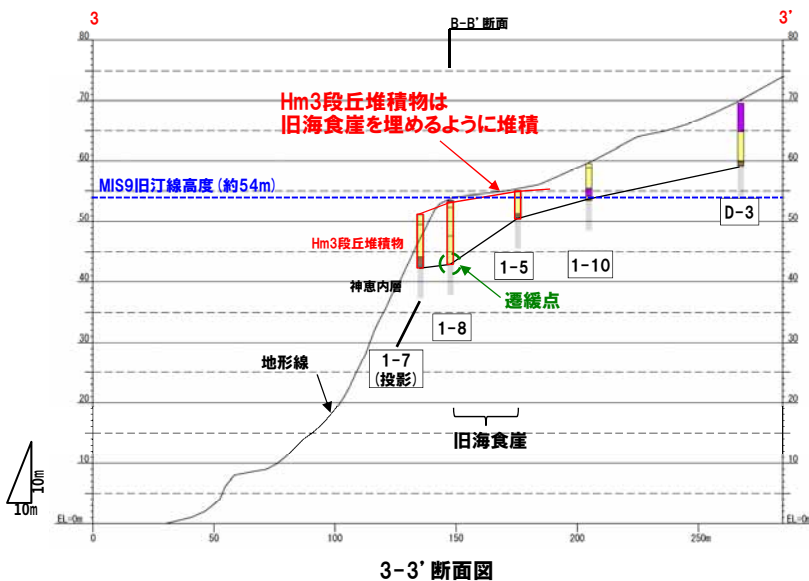
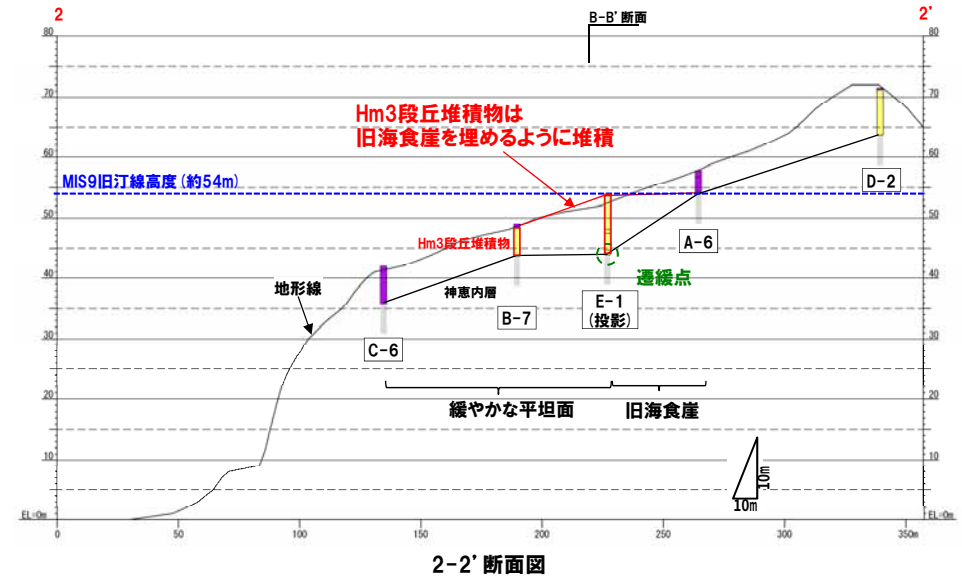
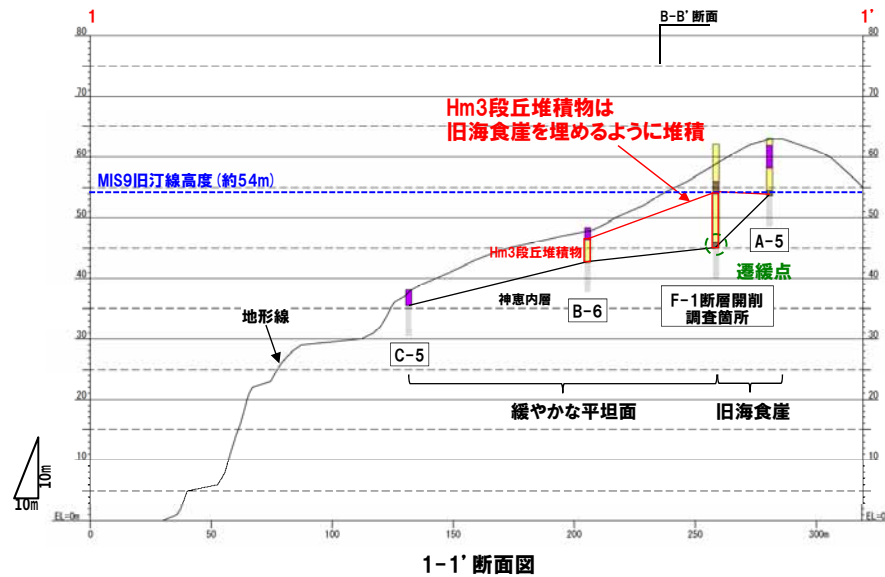
- 積丹半島西岸のうちF-1断層開削調査箇所付近のみ、旧海食崖をHm3段丘堆積物(MIS9)が埋めることとなり、岩石海岸における段丘堆積物としては特異な状況となる。



平面図 (F-1断層開削調査箇所付近)

# 5.3 (ケース3) 積丹半島西岸におけるHm3段丘を MIS9の海成段丘とした場合の検討

## ③ 積丹半島西岸における海成段丘との整合性確認 (4/4) - 段丘堆積物の堆積状況 (2/2) -



余白

## ①F-1断層開削調査箇所付近における地層区分のまとめ

○F-1断層開削調査箇所付近に分布する岩内層の再区分については、積丹半島西岸における海成段丘の特徴を指標に、当該箇所付近の地質データに基づき、以下の3ケースについて検討した結果、下表に示す地層区分が考えられる。

(**ケース1**) F-1断層開削調査箇所における岩内層をMIS9以前の海成層に地層区分した場合

(**ケース2**) F-1断層開削調査箇所における岩内層をHm3段丘堆積物に地層区分した場合

(**ケース3**) 積丹半島西岸におけるHm3段丘をMIS9の海成段丘とした場合

## F-1断層開削調査箇所付近における地層区分に関する検討結果

| 項 目      |                   | 既往評価<br>(H30.5.11審査<br>会合における説明) | <b>ケース1</b>                       |                                 | <b>ケース2</b>                  | <b>ケース3</b>       |
|----------|-------------------|----------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|------------------------------|-------------------|
|          |                   |                                  | 【F-1断層開削調査箇所近傍露<br>頭2及びH30追加調査範囲】 | 【F-1断層開削調査箇所<br>からB-10ボーリングの範囲】 |                              |                   |
| 地層<br>区分 | F-1断層開削<br>調査箇所付近 | 河成の堆積物<br>(中部更新統)                | MIS7直後の<br>河成の堆積物                 | MIS9直後の<br>河成の堆積物               | 河成の堆積物<br>(中部更新統)            | MIS9直後の<br>河成の堆積物 |
|          |                   | 岩内層                              | Hm3段丘堆積物 (MIS7)                   | MIS9以前の<br>海成層                  | Hm3段丘堆積物 (MIS7)              | Hm3段丘堆積物 (MIS9)   |
|          | F-1断層<br>開削調査箇所   | Hm2段丘堆積物                         | MIS9直後の河成の堆積物                     |                                 | 河成の堆積物<br>(中部更新統)            | MIS9直後の<br>河成の堆積物 |
|          |                   | 岩内層                              | MIS9以前の海成層                        |                                 | 陸成層 (風成砂)<br>Hm3段丘堆積物 (MIS7) | Hm3段丘堆積物 (MIS9)   |

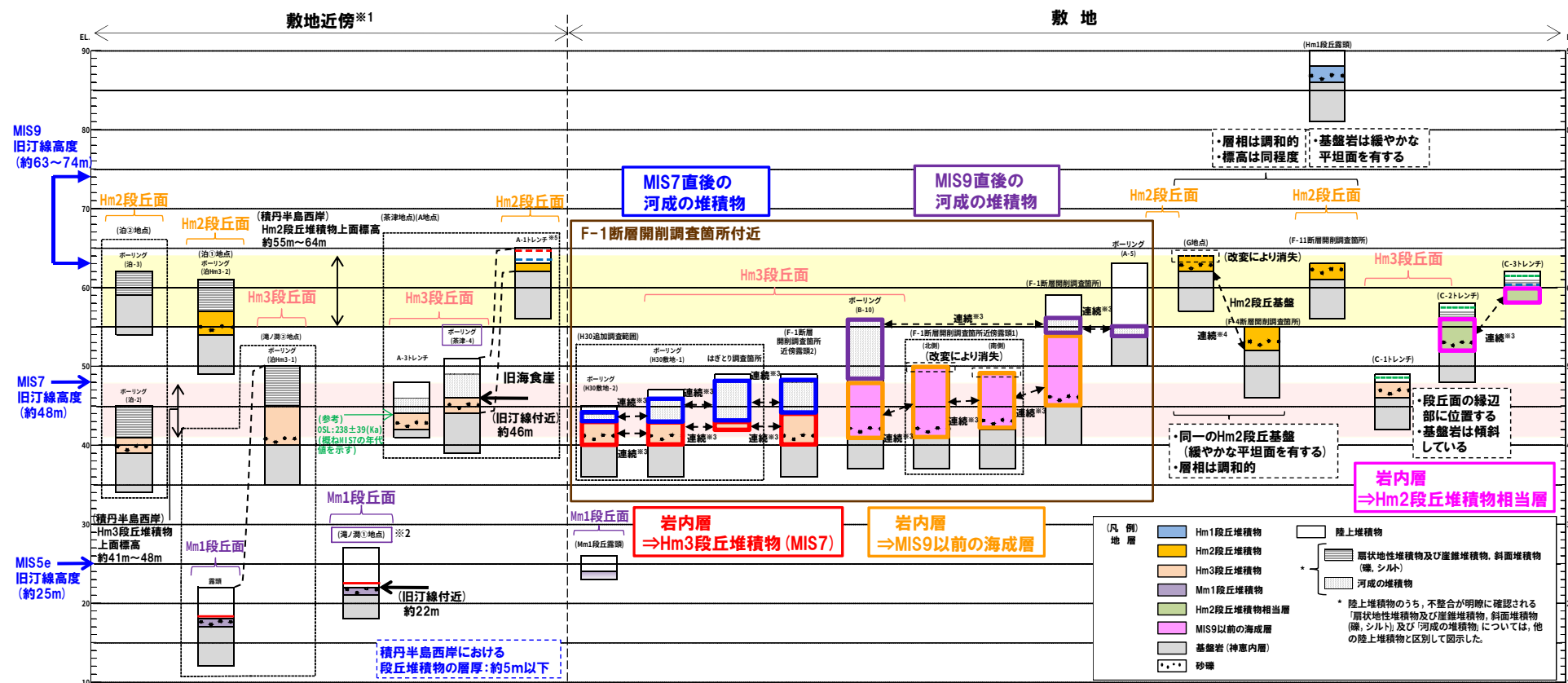




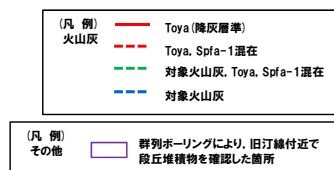
## 5.4 まとめ

**(ケース1) F-1断層開削調査箇所における岩内層をMIS9以前の海成層に地層区分した場合**

一部修正 (H30/8/31審査会合)



- ※1 積丹半島西岸では、図示した調査箇所以外においても段丘調査を実施している。ここでは、敷地に近接するMm1段丘（滝ノ淵①地点）及び高位段丘（茶津地点（A地点）、滝ノ淵②地点、泊①地点及び泊②地点）について代表的に図示した。
- ※2 洞爺火灰については、当該地点のMm1段丘堆積物の上位に確認されたことを便宜的に図示した。
- ※3 各調査箇所の位置関係が近接していること及び地質調査結果から、同一の地層であると判断されることを示す。
- ※4 各調査箇所の位置関係が近接していること及び地質調査結果から、同一の段丘基盤であると判断されることを示す。
- ※5 茶津地点（Hm2段丘）においては、A-2トレンチにおいても段丘調査を実施しているが、A-1トレンチと距離が近接しており、基盤岩及び段丘堆積物の上面標高が同様であることから、A-1トレンチを代表的に図示した。



### 積丹半島西岸における総合柱状図

| 凡 例                                                                                   | 既往評価     | 今回再区分              | 調査箇所                                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----------|--------------------|----------------------------------------------|
|  | 岩内層      | Hm3段丘堆積物<br>(MIS7) | F-1断層開削調査箇所近傍露頭2                             |
|                                                                                       | -        |                    | H30追加調査範囲(H30.5.11審査会合以降の追加調査)               |
|  | 岩内層      | MIS9以前の海成層         | F-1断層開削調査箇所<br>F-1断層開削調査箇所近傍露頭1<br>B-10ボーリング |
|  | 岩内層      | Hm2段丘堆積物相当層        | C-2及びC-3トレンチ                                 |
|  | 岩内層      | MIS9直後の<br>河成の堆積物  | A-5ボーリング                                     |
|                                                                                       | Hm2段丘堆積物 |                    | F-1断層開削調査箇所                                  |
|                                                                                       | 河成の堆積物   |                    | B-10ボーリング                                    |
|  | 河成の堆積物   | MIS7直後の<br>河成の堆積物  | F-1断層開削調査箇所近傍露頭2                             |
|                                                                                       | -        |                    | H30追加調査範囲(H30.5.11審査会合以降の追加調査)               |



### 積丹半島西岸における総合柱状図

## 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(1/2)

○F-1断層開削調査箇所付近における地層区分の検討結果を踏まえ、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について、下表のとおり整理した。

### 積丹半島西岸において確認される海成堆積物の特徴※1

黒字:ケース1、ケース2及びケース3に共通するもの、赤字:ケース1のみ対象のもの、青字:ケース2のみ対象のもの、緑字:ケース3のみ対象のもの

| 地 層   |                        | 堆積年代                      | 基盤岩の<br>上面標高 (EL.) | 堆積物の<br>上面標高 (EL.)            | 層 厚                     | 層 相                                                          | その他                                                                                               |
|-------|------------------------|---------------------------|--------------------|-------------------------------|-------------------------|--------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 海成堆積物 | Hm1段丘堆積物               | MIS11<br>MIS11<br>MIS13以前 | 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<br>MIS9<br>MIS11     | 約52～63m            | 約55～64m                       | 約1～3m                   | (砂 層) 淘汰の良い砂<br>(砂礫層) 亜円～亜角礫主体、風化礫も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<br>・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移点が認められる(茶津地点(A地点)) |
|       | Hm3段丘堆積物※2             | MIS7<br>MIS7<br>MIS9      | 約39～46m            | 約41～48m<br>約41～50m<br>約41～54m | 約1～5m<br>約1～8m<br>約1～9m | (砂 層) 淘汰の良い砂<br>(砂礫層) 円～亜角礫主体、風化礫もしくはクサリ礫混じる、新鮮な礫を主体とする場合がある | ・Hm3段丘は、Mm1段丘の一段上位に分布                                                                             |
|       | Mm1段丘堆積物               | MIS5e                     | 約14～23m            | 約16～26m                       | 約1～4m                   | (砂 層) 淘汰の良い砂<br>(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準に相当する箇所が確認される                            |
|       | Hm2段丘堆積物相当層            | MIS9<br>MIS11             | 約52m以上             | 約53～60m                       | 約1m以上                   | (砂 層) 淘汰の良い砂<br>(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<br>・基盤岩が傾斜している(C-2トレンチ)                                                      |
|       | (ケース1)<br>MIS9以前の海成層※2 | MIS9以前                    | 約41～45m            | 約48～54m                       | 約7～9m                   | (砂 層) 淘汰の良い砂<br>(砂礫層) 円～亜円礫主体、新鮮な礫主体                         | ・F-1断層開削調査箇所付近に分布<br>・堆積物の上面標高がMIS7の旧汀線高度(約48m)と比較して高い<br>・MIS9直後の河成の堆積物に覆われる                     |

※1 本表は、積丹半島西岸(敷地を除く)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、断層開削調査箇所及び露頭調査の結果を基本に作成している。

※2 F-1断層開削調査箇所付近の地層区分の検討に当たっては、1,2号炉調査時のA-5及びB-10ボーリング調査結果を用いていることから、当該ボーリング調査結果も反映している。



## 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 (2/2)

### 積丹半島西岸において確認される陸上堆積物の特徴※1

黒字: ケース1, ケース2及びケース3に共通するもの, 赤字: ケース1のみ対象のもの, 青字: ケース2のみ対象のもの, 緑字: ケース3のみ対象のもの

| 地 層   | 堆積年代               | 堆積物の<br>上面標高<br>(EL.) | 層 厚     | 層 相                                                   | その他                                                                          |
|-------|--------------------|-----------------------|---------|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| 陸上堆積物 | 陸成層                | —                     | —       | ・シルト層及び砂層主体<br>・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<br>・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               |         |                                                       | ・火山灰分析の結果、洞爺火山灰が認められる                                                        |
|       | 斜面Ⅰ堆積物             | 中期更新世                 |         |                                                       | ・火山灰分析の結果、洞爺火山灰が認められない                                                       |
|       | 扇状地性堆積物<br>及び崖錐堆積物 | —                     |         | ・シルト質砂礫層及び礫混じりシルト層主体<br>・シルト層を挟在する場合がある<br>・礫は亜円～角礫主体 | ・扇状地地形及び崖錐地形が確認される                                                           |
|       | 河成の堆積物※2           | MIS9直後                | 約55～56m | 約1～8m                                                 | ・MIS5eの旧汀線高度(約25m)より高標高に分布<br>・MIS7の旧汀線高度(約48m)より高標高に分布<br>・MIS9以前の海成層を直接覆う  |
|       |                    | MIS9直後                | 約44～56m | 約1～8m                                                 | ・MIS5eの旧汀線高度(約25m)より高標高に分布<br>・MIS9の旧汀線高度(約54m)付近に分布<br>・Hm3段丘堆積物(MIS9)を直接覆う |
|       |                    | MIS7直後                | 約44～48m | 約1～5m                                                 | ・MIS5eの旧汀線高度(約25m)より高標高に分布<br>・MIS7の旧汀線高度(約48m)付近に分布<br>・Hm3段丘堆積物(MIS7)を直接覆う |
|       |                    | 中期更新世                 | 約44～56m | 約1～8m                                                 | ・MIS5eの旧汀線高度(約25m)より高標高に分布<br>・Hm3段丘堆積物(MIS7)もしくは陸成層(風成砂)を直接覆う               |

※1 本表は、積丹半島西岸(敷地を除く)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、断層開削調査箇所及び露頭調査の結果を基本に作成している。

※2 F-1断層開削調査箇所付近の地層区分の検討に当たっては、1,2号炉調査時のA-5及びB-10ボーリング調査結果を用いていることから、当該ボーリング調査結果も反映している。

余白

## 6. 上載地層による断層の活動性評価

## 6. 上載地層による断層の活動性評価

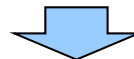
### ①F-1, F-4及びF-11断層の活動性評価

○前章の検討結果に基づいた上載地層によりF-1, F-4及びF-11断層の活動性評価を下表のとおり実施した。

F-1, F-4及びF-11断層の活動性評価結果

| 断層名  | ケース1<br>(F-1断層開削調査箇所における岩内層を<br>MIS9以前の海成層に地層区分した場合)                                                                                                                              | ケース2<br>(F-1断層開削調査箇所における岩内層を<br>Hm3段丘堆積物 (MIS7) に地層区分した場合)                                                                                                                                                   | ケース3<br>(積丹半島西岸におけるHm3段丘を<br>MIS9の海成段丘とした場合)                                                                                                                                          |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| F-1  | <p>○MIS9以前の海成層上部の砂層及びその上位のMIS9直後の河成の堆積物に変位・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 (P166～P169参照)。</p> <p>○F-1断層の上位に認められる約10条の小規模な断層は、MIS9以前の海成層中で消滅しており、深部への連続性は認められない (P166～P169参照)。</p> | <p>○Hm3段丘堆積物 (MIS7) 上部の砂層、その上位の陸成層 (風成砂) 及びその上位の河成の堆積物 (中部更新統) 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 (P186～P187参照)。</p> <p>○F-1断層の上位に認められる約10条の小規模な断層は、Hm3段丘堆積物及び陸成層中で消滅しており、深部への連続性は認められない (P186～P187参照)。</p> | <p>○Hm3段丘堆積物 (MIS9) 上部の砂層及びその上位のMIS9直後の河成の堆積物に変位・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 (P188～P189参照)。</p> <p>○F-1断層の上位に認められる約10条の小規模な断層は、Hm3段丘堆積物中で消滅しており、深部への連続性は認められない (P188～P189参照)。</p> |
| 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 (P190～P191参照)。                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                       |
| 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 (P192～P196参照)。                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                       |

※Hm2段丘堆積物の堆積年代は、ケース1及び2においてMIS9、ケース3においてMIS11



- いずれのケースにおいても、F-1, F-4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ではないと評価される。
- F-1断層の上位に認められる約10条の小規模な断層は、深部への連続性が認められないことから、震源として考慮する活断層ではないと判断される。
- F-1断層分布範囲付近においては、約10条の小規模な断層が認められる地層及びその上位の地層を基礎地盤とした耐震重要施設、常設重大事故等対処施設等は存在しないことから、当該断層による施設の安全性に影響は生じない。

余白



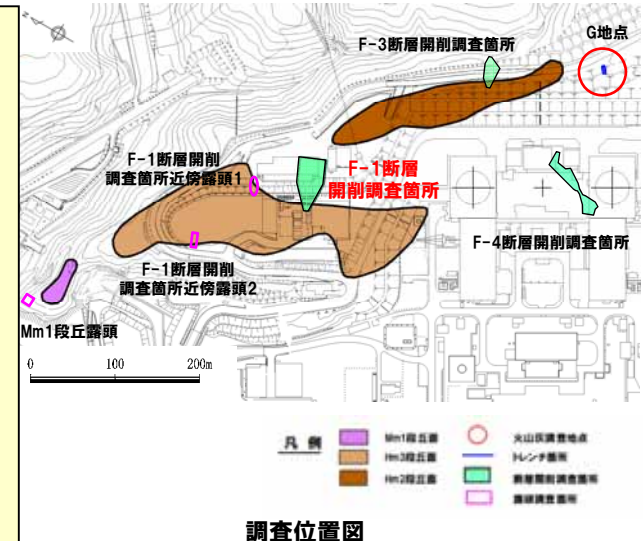
## 6. 上載地層による断層の活動性評価

### ②-1 F-1断層の活動性評価 (ケース1) (1/16)

- F-1断層開削調査箇所では、基盤岩(神恵内層)の上位にMIS9以前の海成層(亜円～円礫主体の礫層及び葉理の認められる砂層)、その上位にMIS9直後の河成の堆積物(砂礫層)が認められる。
- 開削調査箇所におけるF-1断層は、走向・傾斜がN2°～20°W/43°～55°Wの逆断層であり、基盤岩を覆うMIS9以前の海成層下部の礫層に変位を与えている(下図①の範囲)。
- F-1断層は、MIS9以前の海成層上部の砂層には達していない(下図②の範囲)。
- MIS9以前の海成層上部の砂層中には約10条の小規模な断層(以降、「小断層」と呼称)が認められるが、本層中で消滅し、F-1断層に連続しない(下図③の範囲)。
- 小断層は、F-1断層に連続しないことに加え、以下の状況等から、F-1断層とは関連しないものと判断される。
  - ・F-1断層と小断層は、変位方向及び変位量が異なる(P170～P171参照)。
  - ・上田・谷(1999)によれば、未固結な第四紀層の基底面に逆断層変位が生じた場合、第四紀層中の断層は雁行配列するが、基盤の断層変位をまかなうように同一な変位方向の断層が互いにラップして発達することから、断層変位に不連続は認められない(P172～P173参照)。
  - ・F-1断層の延長方向には、断層の変位方向に連続する変形構造、堆積状況の乱れ等は認められない(P174～P177参照)。
  - ・F-1断層の上盤側には正断層センスの小断層が認められるが、これらの断層がF-1断層の活動に伴い発生したことを示唆する撓曲構造は認められない(P174～P177参照)。
- MIS9以前の海成層下部の礫層における地質構造※を踏まえると、F-1断層の活動は、少なくとも上部の砂層が堆積するよりも前と考えられる。
- MIS9以前の海成層上部の砂層及びその上位のMIS9直後の河成の堆積物には、F-1断層による変位・変形は認められない。



- MIS9以前の海成層上部の砂層及びその上位のMIS9直後の河成の堆積物に変位・変形が認められないことから、F-1断層に後期更新世以降の活動は認められない。
- 小断層は、MIS9以前の海成層中で消滅しており、深部への連続性は認められない。
- なお、小断層については、未固結な第四紀層にのみ変位を与える状況及び文献レビュー(P181～P184参照)を踏まえると、ノンテクトニック断層であると考えられる。



#### ※MIS9以前の海成層の地質構造確認結果 (P174～P177参照)

- (露頭全体)
  - MIS9以前の海成層下部の礫層と上部の砂層境界は、緩やかに海側(西側)に傾斜しており、顕著な高度不連続も認められない。
- (北側壁面(SK.2))
  - MIS9以前の海成層下部の礫層中には、F-1断層の延長方向において、F-1断層に沿った礫の長軸の再配列と考えられる状況が認められるが、上部の砂(粗砂)の薄層に変位は認められず、その上部に堆積状況の乱れや変位・変形は認められない。
- (南側壁面(SK.1))
  - MIS9以前の海成層下部の礫層中には、F-1断層の延長方向において、砂(粗砂)の薄層に変位が認められるが、その上部には堆積状況の乱れや変位・変形は認められない。

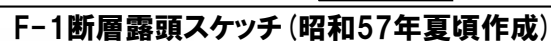


写真2 南側壁面を望む(昭和57年秋頃撮影)

余白



## ②-1 F-1断層の活動性評価 (ケース1) (3/16)



写真3 SK.1近景 (昭和57年秋頃撮影)



写真4 SK.2近景 (昭和57年秋頃撮影)

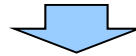


写真5 SK.3近景 (昭和57年秋頃撮影)

## 6. 上載地層による断層の活動性評価

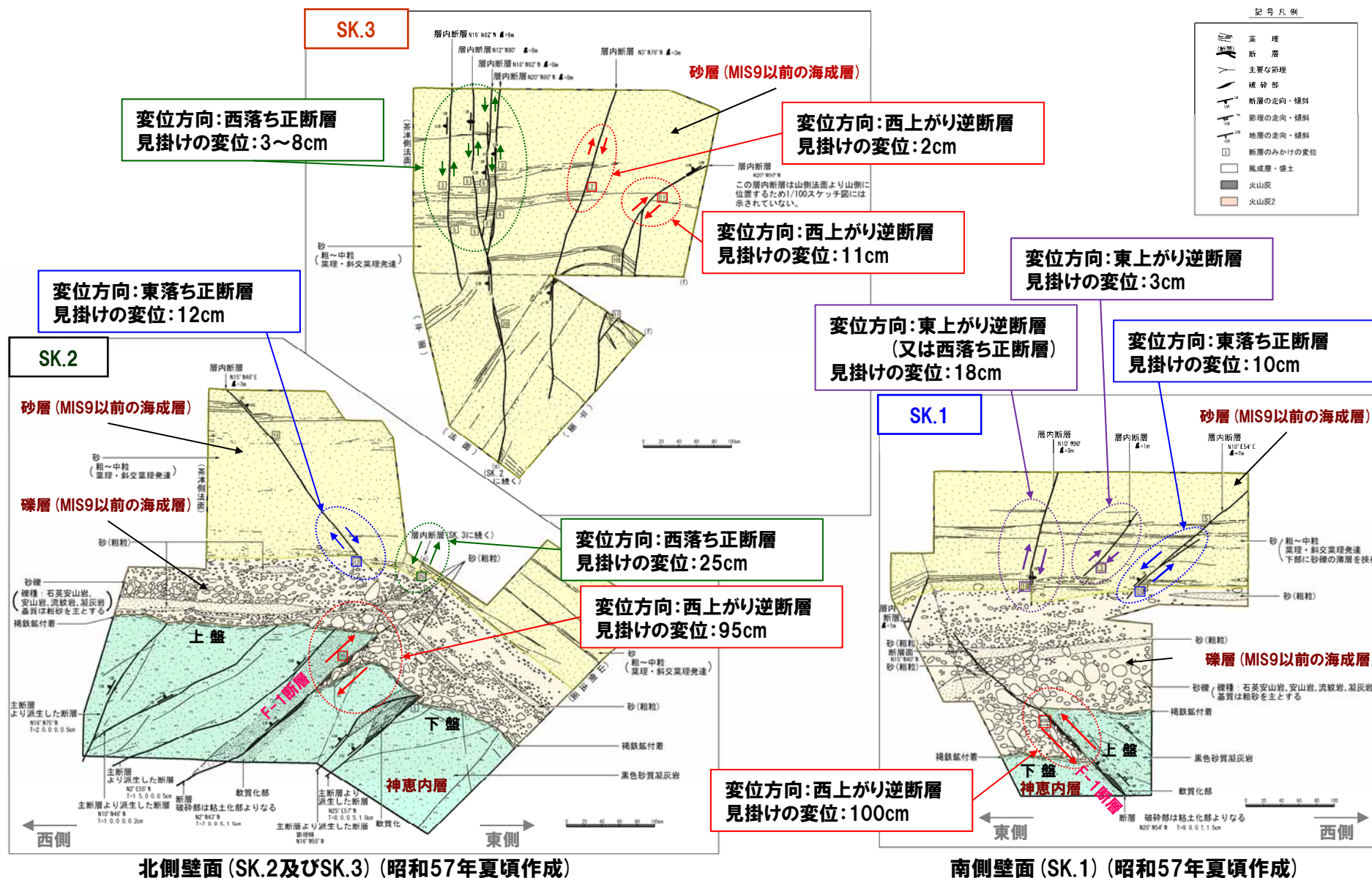
### ②-1 F-1断層の活動性評価 (ケース1) (4/16)

- F-1断層と小断層は連続しないが、両断層の関連性を検討するため、断層変位の方向及び変位量の確認を行った。
- 神恵内層中のF-1断層は西上がりの逆断層であり、見掛けの変位は100cm程度である。
- MIS9以前の海成層下部の礫層と上部の砂層との層相境界付近の小断層は、東落ち及び西落ちの正断層並びに東上がり及び西上がりの逆断層が不規則に混在して認められ、見掛けの変位は最大で25cmであり、最小で2cmである。



- F-1断層と小断層は、変位方向及び変位量が異なる。





## ②-1 F-1断層の活動性評価 (ケース1) (6/16)

○F-1断層と小断層は連続しないが、両断層の関連性を検討するため、断層模型実験に関する文献である上田・谷(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-」をレビューした。

## 【研究目的】

○基盤の正, 逆断層変位に伴う第四紀層(特に砂礫層)及び地表の変形状況が、基盤の断層型, 断層傾斜角, 断層変位量, 第四紀層の層厚等の違いにより、どのように変化するかを断層模型実験により解明する。

## 【研究概要】

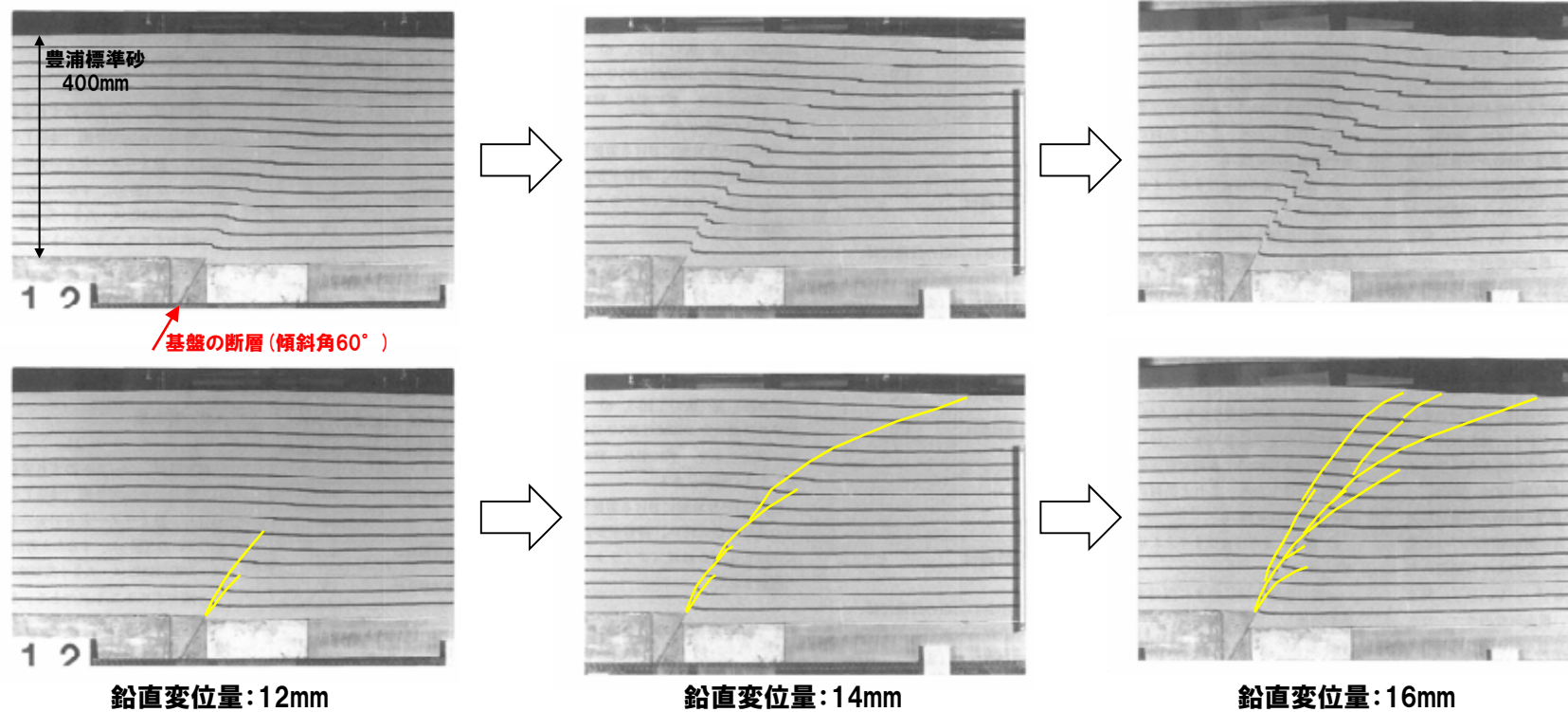
- 高さ2m, 幅0.4mの土槽を用い, 上記条件を変えて変形状況の解析を実施。
- また, 地震断層と対比し, 縦ずれ断層の発達過程, 形状の特徴, 断層型による地盤表面到達位置の違い, 断層型と地盤表面出現時の変位量との関係等について検討を実施。

## 【模型実験結果】

- 未固結層の基底面に逆断層変位が生じた場合, 未固結層中では剪断層※が形成され, 剪断層は下部から未固結層上部へ向って成長する。
- 剪断層は底盤の断層傾斜角が $45^{\circ}$  ~  $90^{\circ}$  の場合, 上に凸の曲線状となり, 底盤の断層より低角度で成長する。
- その後, 基盤の断層変位をまかなうように, 底盤の断層の延長方向に新たな高角度の剪断層が発生する。

※地盤の破壊において発生するすべり面は、実際には地盤を構成する粒子の大きさの20倍程度の厚さを有し、歪みが周囲よりも極端に集中した帯状の層である。この層を剪断層という。

## ②-1 F-1断層の活動性評価 (ケース1) (7/16)

逆断層模型実験結果 (断層傾斜角:  $60^\circ$  の例) (上田・谷 (1999) に加筆)

## 【上図実験仕様】

地盤材料: 豊浦標準砂

- 比重 ( $G_s$ ): 2.635
- 50%粒径 ( $D_{50}$ ): 0.17mm
- 密度 ( $\rho_d$ ): 1.60g/cm<sup>3</sup>
- 間隙比 ( $e$ ): 0.64

土槽の幅×長さ: 400mm×1,550mm

層厚: 400mm

断層傾斜角 ( $\alpha$ ):  $60^\circ$ 

変位方向: 逆断層変位

○未固結な第四紀層の基底面に逆断層変位が生じた場合、第四紀層中の断層は雁行配列するが、基盤の断層変位をまかなうように同一な変位方向の断層が互いにラップして発達することから、断層変位に不連続は認められない。

## ②-1 F-1断層の活動性評価 (ケース1) (8/16)

- F-1断層と小断層は連続しないが、両断層の関連性を検討するため、MIS9以前の海成層の地質構造を確認した。
- 地質構造の確認は、活断層付近に認められる地質構造に関する文献をレビューした上で、F-1断層と小断層が近接するMIS9以前の海成層下部の礫層と上部の砂層境界付近に着目して実施した。

## 【F-1断層の延長方向の地質構造】

## (文献レビュー)

- 太田ほか(2001)によれば、未固結な第四紀層中で断層面(せん断面)が途切れる場合は、断層の変位方向に連続する変形構造や堆積構造の乱れ(断層面(上盤側)に沿った礫の再配列等)が認められるとされている(P178参照)。

## (露頭全体)

- MIS9以前の海成層下部の礫層と上部の砂層境界は、緩やかに海側(西側)に傾斜しており、顕著な高度不連続も認められない(P175参照)。

## (北側壁面(SK.2))

- MIS9以前の海成層下部の礫層中には、F-1断層の延長方向において、F-1断層に沿った礫の長軸の再配列と考えられる状況が認められるが、上部の砂(粗砂)の薄層に変位は認められず、その上部に堆積状況の乱れや変位・変形は認められない(P177参照)。

## (南側壁面(SK.1))

- MIS9以前の海成層下部の礫層中には、F-1断層の延長方向において、砂(粗砂)の薄層に変位が認められるが、その上部には堆積状況の乱れや変位・変形は認められない(P177参照)。

## 【F-1断層の上盤側(西側)の地質構造】

## (文献レビュー)

- 加藤(2010)によれば、逆断層の上盤側には、断層変位に伴う地形的な高まり(バルジ)や撓曲構造が認められ、これらに起因する正断層群が発達する(P179参照)。

## (露頭全体)

- MIS9以前の海成層下部の礫層と上部の砂層境界は、緩やかに海側(西側)に傾斜しており、顕著な高度不連続も認められない(P175参照)。

## (北側壁面(SK.2))

- F-1断層の上盤側(西側)には正断層センスの小断層が認められるが、これらの断層がF-1断層の活動に伴い発生したことを示唆する撓曲構造は認められない(P177参照)。

## (南側壁面(SK.1))

- F-1断層の上盤側(西側)には正断層センスの小断層が認められるが、これらの断層がF-1断層の活動に伴い発生したことを示唆する撓曲構造は認められない(P177参照)。

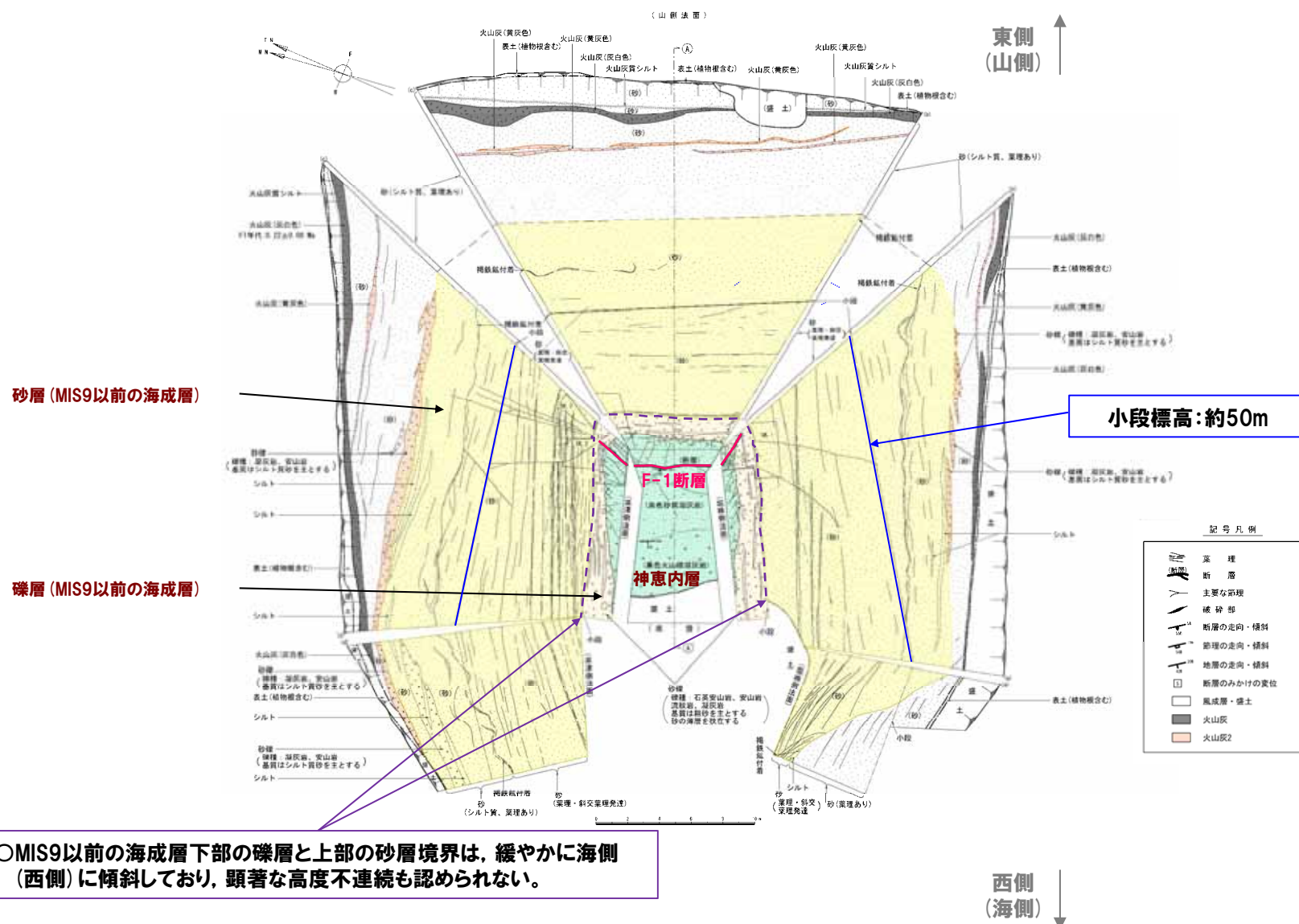


- F-1断層の延長方向には、断層の変位方向に連続する変形構造、堆積状況の乱れ等は認められない。
- F-1断層の上盤側(西側)には正断層センスの小断層が認められるが、これらの断層がF-1断層の活動に伴い発生したことを示唆する撓曲構造は認められない。



# 6. 上載地層による断層の活動性評価

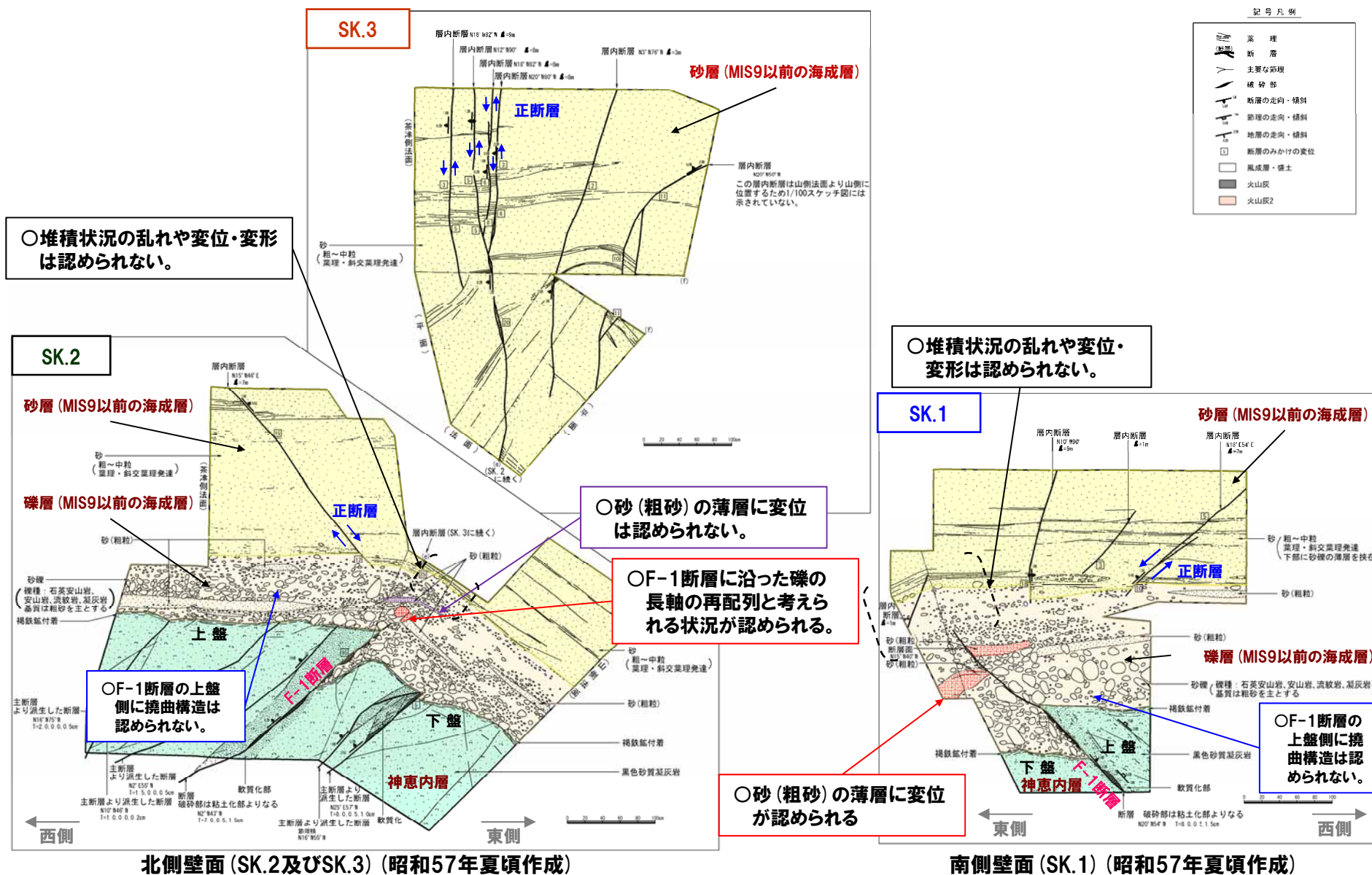
## ②-1 F-1断層の活動性評価 (ケース1) (9/16)



F-1断層露頭スケッチ (昭和57年夏頃作成)



余白



## 6. 上載地層による断層の活動性評価

### ②-1 F-1断層の活動性評価 (ケース1) (11/16)

○活断層付近に認められる地質構造を確認するため、太田ほか(2001)「台湾中部、車籠埔断層上のトレンチ調査-草屯地区、草屯西断層の例-」をレビューした。

○トレンチ壁には、最低位の段丘を構成する礫層(I層)とその上に重なる細粒の堆積物(II層),そして地表の表土(III層)が露出する。南面ではS9~12に、北面ではN13~15.5にかけて断層帯が現れたとされている。

○I層は最大径70cmに達する亜円礫を含み、20~30cm大の粗い礫を多量に含む礫層で、マトリックスは粗砂または細礫であり、厚さは確認した範囲で1.8mであるとされている。

○II層は黄褐色の均質な細砂または砂質シルトからなり、氾濫堆積物と思われ、最上部にオレンジ色の鉄分の集積した層があるとされている。

○II層の厚さは北面では0.3~0.5m程度であるが、南面では最大1.2mに達し、断層変位帯付近では複数の細礫からなる薄層をはさむとされている。

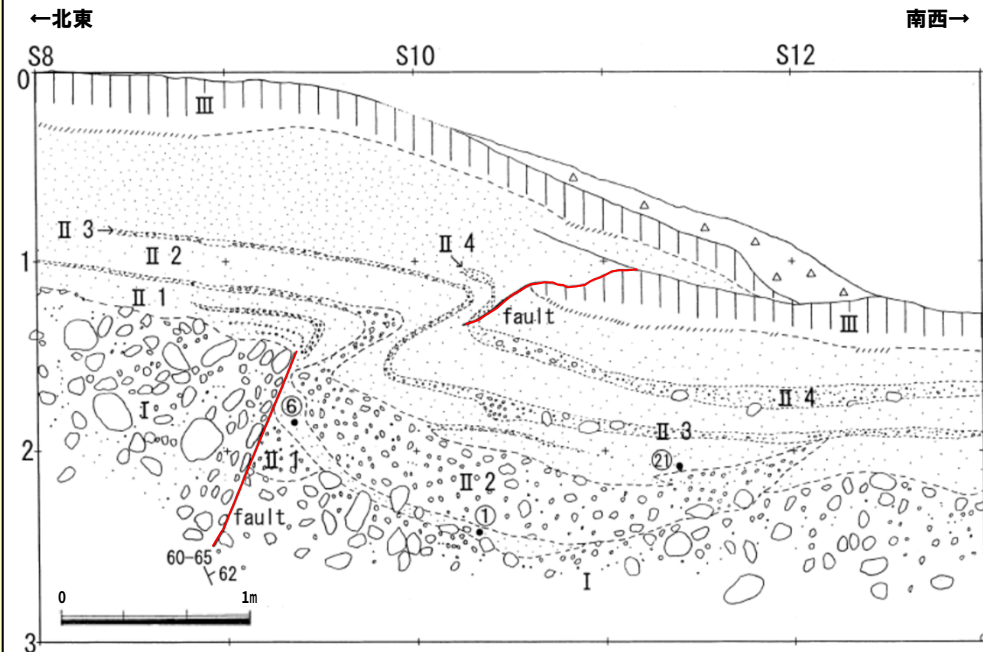
○南面に見られる細礫層を下位からII-1, II-2, II-3, II-4層と呼ぶとされている。

○南面ではI層を切断する断層面をもち、走向・傾斜はほぼN60-65°W, NE60°であるとされている。

○I層を切る断層面の上盤側では礫が断層面に沿って再配列している構造が明瞭であるとされている。

○断層はII層内では低角となり、II-1層からII-4層を畳み込むような構造として現れるとされている。

○III層上面では再び低角な断層面が現れ、かつ上盤側のII層の上部およびIII層が下盤のIII層上に覆い被さっている構造を示すとされている。



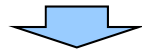
太田ほか(2001)に加筆  
(集集地震(1999年) 台湾車籠埔断層草屯地区草屯断層トレンチ南面)

(凡例)  
I: 礫層(段丘礫層)  
II: 細粒砂~砂質シルト  
(II-1~II-4は細礫層)  
III: 表土

○未固結な第四紀層中で断層面(せん断面)が途切れる場合は、断層の変位方向に連続する変形構造や堆積構造の乱れ(断層面(上盤側)に沿った礫の再配列等)が認められる。

## ②-1 F-1断層の活動性評価 (ケース1) (12/16)

- 活断層付近に認められる地質構造を確認するため、加藤 (2010)「地震と活断層の科学 (普及版)」をレビューした。
- 地震逆断層の例としては、陸羽地震の千屋断層があげられるとされている。
- その模式断面 (図2.43) では、主断層である逆断層の上盤側に地形的な高まり (バルジ) がみられ、副次的な正断層群が発達しているとされている。
- これは、Friedmanほか (1976) が石灰岩と砂岩の人工的な薄互層試料を封圧下で変形させた実験結果 (図2.44) とよく一致し、千屋断層の地下応力状態や、深部での断層面の高角化なども同様であろうと推定される (両者の異なる点は、千屋断層における共役な副次的逆断層の存在であるが、これは実験条件を変えれば生じうると思われる。) とされている。



- 逆断層の上盤側には、断層変位に伴う地形的な高まり (バルジ) や撓曲構造が認められ、これらに起因する正断層群が発達する。

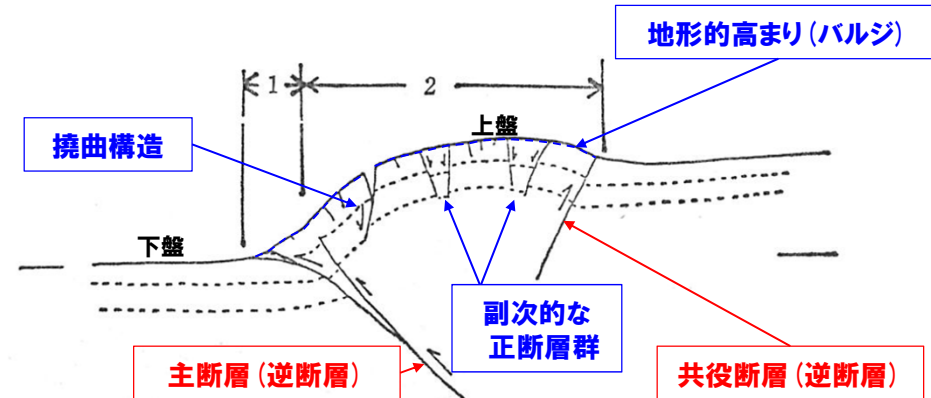


図 2.43 陸羽地震の地震断層をモデルとした逆断層の模式断面図 (松田ほか, 1980)

1: 短縮部, 2: 表層の伸張部.

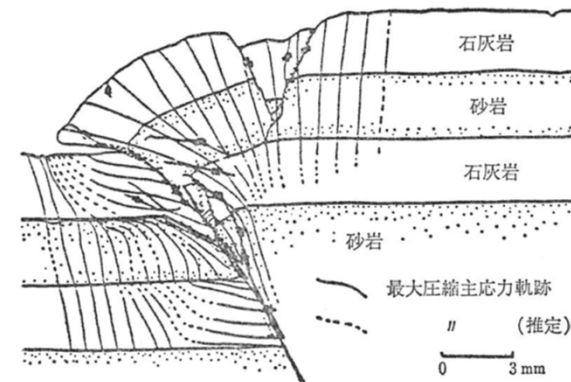


図 2.44 faulted drape fold の実験結果の一例 (Friedman, et al., 1976)

65°の角度で切断した砂岩を封圧1 kbで、 $10^{-4}$  cm/s の速度で軸方向から押し、切断面に沿って0.63 cm すべらせたときの、上盤層 (被覆層) の破壊様式と応力像。

余白



## ②-1 F-1断層の活動性評価 (ケース1) (13/16)

○未固結な第四紀層中の断層の成因を検討するため、横田ほか(2015)「ノンテクトニック断層-識別方法と事例-」をレビューした。

【軟質な第四紀堆積物中の断層 (P182参照)】

○ノンテクトニック断層は、基盤の凹凸などに応じて、一部の地層(軟質で粒径の揃ったルーズな砂層等)中にのみ現れ、直上または直下の地層中には断層が認められないこともある。

【軟質な第四紀堆積物中の断層の事例 (P183~P184参照)】

(熊本阿蘇市におけるマントルベッディングした降下テフラを変位させる小断層群)

○本露頭における断層は、多少の起伏を持った旧地形に沿って堆積した地層が圧密・沈下されることで形成されたノンテクトニックなものであり、正断層センスを示す。

○ノンテクトニック断層の見掛けの変位量は最大でも20cm以内であり、下部に向かって不明瞭になったり、他の断層に収斂するものが多い。

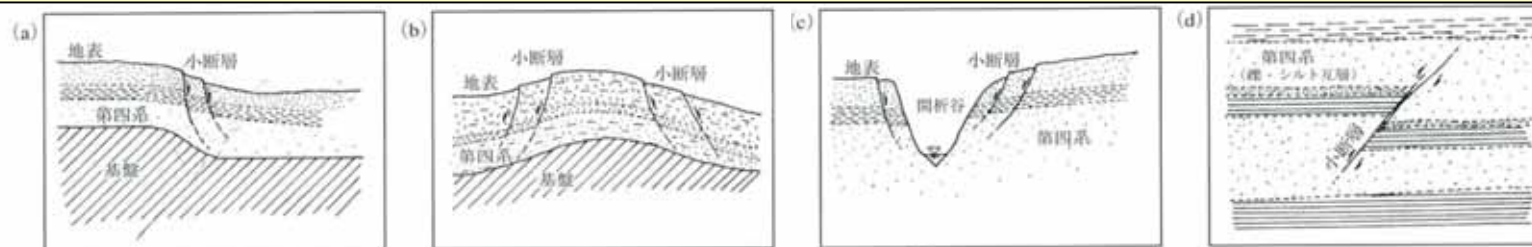
(大分県玖珠町の湖成堆積物中の小断層群)

○本露頭における断層は、堆積時ないし堆積直後の軟質な状態下において形成されたノンテクトニックなものであり、正断層センスだけではなく逆断層センスのものも認められる。

## ②-1 F-1断層の活動性評価 (ケース1) (14/16)

## 【軟質な第四紀堆積物中の断層】

- 図は軟質な第四紀堆積物中に形成されるノンテクトニック断層の代表的なタイプであるとされている。
- (a), (b) は基盤の凹凸に対応して堆積物が圧密されてゆく過程のものであり、基盤を薄く覆っている場合に現れやすいとされている。
- (c) はこうした堆積物の侵食されやすさに対応して、小規模な開析谷の谷壁斜面に沿って現れるものであるとされている。
- さらに、(d) は形態からあきらかに堆積時の断層であり、形成には小規模な堆積域で火山活動などに関連した外力の関与などが考えられるとされている。
- 第四紀堆積物中にノンテクトニック断層が現れやすい理由を挙げれば、以下のようなものであるとされている。
  - ①第四紀堆積物は一般に軟質・低強度であり、かつ強度のばらつきが大きいことから、わずかな引張応力や剪断応力によって破断・変異しやすいこと。
  - ②堆積物自身の荷重による封圧は小さいが、堆積物上面となる地表面は侵食などによる凹凸が大きいため、重力下では局所的に不均質な応力状態(偏圧)が現れやすいこと。
  - ③堆積物の基底面も不規則で凹凸を持つことが多く、重力下での圧密・固化過程においてはこれが境界条件となって堆積物中に変形・破断を生じやすいこと。
  - ④堆積物は間隙率が高いだけでなく、層相の組み合わせによっては高透水性/難透水性のコントラストをもたらすことがあるため、地下水位の変動が有効応力の頻繁な変化をもたらし、堆積物中に破断を生じやすいこと。
- 一連に堆積した地層のなかでも一部の地層中にのみ小断層が現れて変位し、直上または直下の地層中には断層が認められないこともあるとされている。
- このような場合、破断・変位の発生時期は堆積時ないし堆積直後の固化過程であり、スランピングなどによる破断・変位によってもたらされたノンテクトニック断層の可能性があるとされている。
- 砂層・泥層が互層をなす場合、軟質で粒径の揃ったルーズな砂層では泥層に比較して内部摩擦角は大きくても粘着力がゼロに近いことから、わずかな剪断応力でも容易に破断するとされている。
- このような理由から、小断層やクラックが低強度の特定の層相に限って現れることがあり、その場合には低強度層内でのみ発生した剪断破壊によるノンテクトニック断層と考えてよいだろうとされている。



第四紀の軟質な堆積物中におけるノンテクトニック断層の形成概念図(横田ほか, 2015)

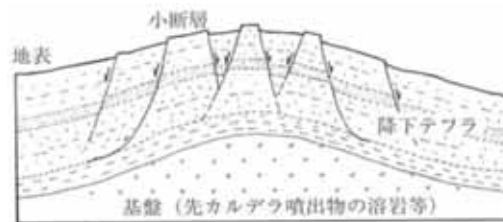
- ノンテクトニック断層は、基盤の凹凸などに応じて、一部の地層(軟質で粒径の揃ったルーズな砂層等)中にのみ現れ、直上または直下の地層中には断層が認められないこともある。

## ②-1 F-1断層の活動性評価 (ケース1) (15/16)

## 【軟質な第四紀堆積物中の断層の事例①】

(熊本阿蘇市におけるマントルベッディングした降下テフラを変位させる小断層群)

- 広大な阿蘇カルデラをとりまく外輪山の外側はなだらかな地形となっており、そこには阿蘇起源以外のものも含めて多数の降下テフラが堆積しているとされている。
- とくに北東側外輪山上ではそれらの分布は広範囲であり、道路切土面などに現れたものを容易に観察することができるとされている。
- 下図は標高700～800mのこの地域における道路切土法面であり、ほぼ南北のN-Sの法面には高さ数mの範囲に多くの降下テフラとその間の古土壌が現れているとされている。
- そして降下テフラを含めた地層中にはいくつかの小断層が認められ、部分的にそれらを変位させているとされている。
- 降下テフラを含めた地層は多少の凹凸を持った旧地形上にマントルベッディングして堆積していったものと考えられるとされている。
- それらを変位させる断層面は50～80°で南側または北側に傾斜しており、いずれも正断層センスを示しているとされている。
- 変位は最大でも20cm以内であり、法面上部では明瞭であっても下部にゆくにつれて不明瞭になったり、他の断層に収斂したりしてるものが多いとされている。
- 小断層群はマントルベッディングした背斜状の部分に多く見られ、変位のセンスもその構造に調和的である。
- このことから、背斜状構造を保持しつつ重力下における圧密・沈下過程において、水平方向の引張応力とともに、地層の変形に伴う剪断応力が関与して形成されたものと推定されるとされている。



基盤の凹凸に対応して緩い背斜構造をなす降下テフラなどの頂部に正断層センスの小断層群が形成される概念図 (横田ほか, 2015)



阿蘇外輪山上においてマントルベッディングした降下テフラを変位させる小断層群 (横田ほか, 2015に加筆)



拡大写真 (横田ほか, 2015に加筆)

- 本露頭における断層は、多少の起伏を持った旧地形に沿って堆積した地層が圧密・沈下されることで形成されたノンテクトニックなものであり、正断層センスを示す。
- ノンテクトニック断層の見掛けの変位量は最大でも20cm以内であり、下部に向かって不明瞭になったり、他の断層に収斂するものが多い。



## ②-1 F-1断層の活動性評価 (ケース1) (16/16)

## 【軟質な第四紀堆積物中の断層の事例②】

(大分県玖珠町の湖成堆積物中の小断層群)

- 大分県北西部の玖珠盆地とその周辺には鮮新世-更新世の火山岩類・火砕岩類に挟まれるように凝灰質の砂・シルトなどからなる地層群が分布しており、それらの中にしばしば小断層が見られるとされている。
- これらの地層群は層相から湖成ないし河川成であり、火山活動の休止期に比較的狭い範囲内で形成されたと考えられ、全般に凝灰質な部分や軽石、珪藻土を多く含むのが特徴であるとされている。
- 右図はそのうち九重町の野上層中に見られる小断層であるとされている。
- 小断層群は必ずしも正断層センスだけでなく、逆断層センスのものもみられ、互いに共役セットをなすものもあるとされている。
- 右図には逆断層センスのものを示しており、ここではほぼ水平なシルト層がシャープな断層面に沿って変位しているとされている。
- ただし、変位はこのシルト層の上方にまたは下方にトレースしていくと消滅しており、断層面は連続していないとされている。
- このことから、この断層は一連の堆積物が十分固結した後にテクトニックな運動によって形成されたものではなく、堆積時ないし堆積直後の極めて軟質な状態下で部分的に破断して形成されたものと推定されるとされている。



- 本露头における断層は、堆積時ないし堆積直後の軟質な状態下において形成されたノンテクトニックなものであり、正断層センスだけではなく逆断層センスのものも認められる。



野上層のシルト層を変位させる小断層 (横田ほか, 2015)

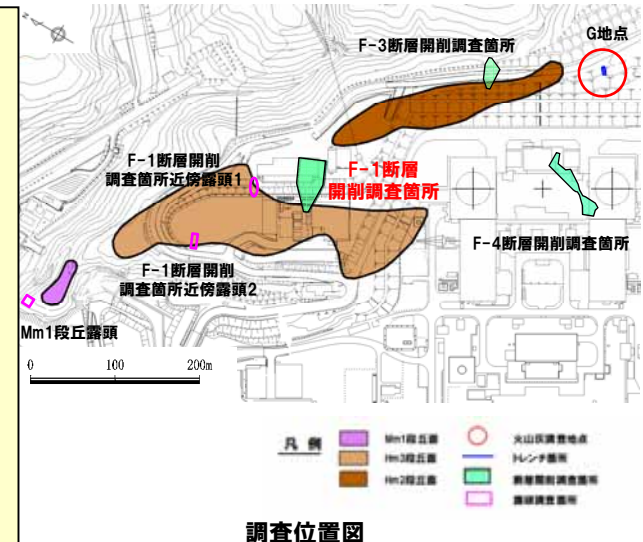
余白



## 6. 上載地層による断層の活動性評価

### ②-2 F-1断層の活動性評価 (ケース2) (1/2)

- F-1断層開削調査箇所では、基盤岩(神恵内層)の上位にHm3段丘堆積物(MIS7)(亜円～円礫主体の礫層及び葉理の認められる砂層)、その上位に陸成層(風成砂(葉理の認められる砂層))、その上位に河成の堆積物(中部更新統)(砂礫層)が認められる。
- 開削調査箇所におけるF-1断層は、走向・傾斜がN2°～20°W/43°～55°Wの逆断層であり、基盤岩を覆うHm3段丘堆積物(MIS7)下部の礫層に変位を与えている(下図①の範囲)。
- F-1断層は、Hm3段丘堆積物(MIS7)上部の砂層には達していない(下図②の範囲)。
- Hm3段丘堆積物(MIS7)上部の砂層及び陸成層(風成砂)中には約10条の小規模な断層(以降、「小断層と呼称」)が認められるが、本層中で消滅し、F-1断層に連続しない(下図③の範囲)。
- 小断層は、F-1断層に連続しないことに加え、以下の状況等から、F-1断層とは関連しないものと判断される。
  - ・F-1断層と小断層は、変位方向及び変位量が異なる。
  - ・上田・谷(1999)によれば、未固結な第四紀層の基底面に逆断層変位が生じた場合、第四紀層中の断層は雁行配列するが、基盤の断層変位をまかなうように同一な変位方向の断層が互いにラップして発達することから、断層変位に不連続は認められない。
  - ・F-1断層の延長方向には、断層の変位方向に連続する変形構造、堆積状況の乱れ等は認められない。
  - ・F-1断層の上盤側には正断層センスの小断層が認められるが、これらの断層がF-1断層の活動に伴い発生したことを示唆する撓曲構造は認められない。
- Hm3段丘堆積物(MIS7)下部の礫層における地質構造を踏まえると、F-1断層の活動は、少なくとも上部の砂層が堆積するよりも前と考えられる。
- Hm3段丘堆積物(MIS7)上部の砂層、その上位の陸成層(風成砂)及びその上位の河成の堆積物(中部更新統)には、F-1断層による変位・変形は認められない。



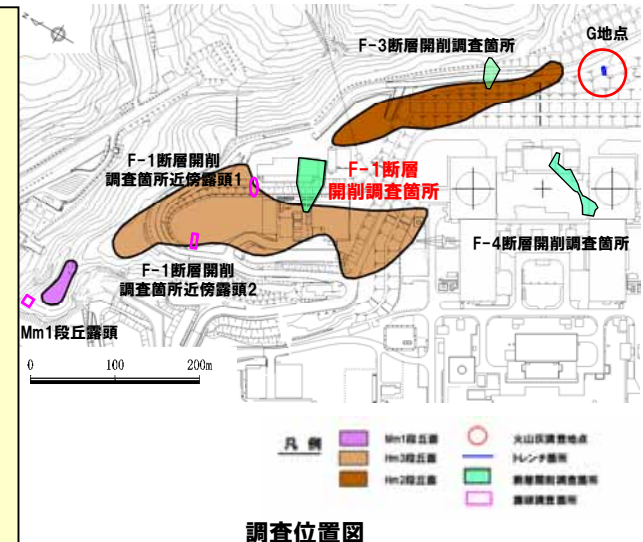
- Hm3段丘堆積物(MIS7)上部の砂層、その上位の陸成層(風成砂)及びその上位の河成の堆積物(中部更新統)に変位・変形が認められないことから、F-1断層に後期更新世以降の活動は認められない。
- 小断層は、Hm3段丘堆積物及び陸成層中で消滅しており、深部への連続性は認められない。
- なお、小断層については、未固結な第四紀層にのみ変位を与える状況及び文献レビュー(P181～P184参照)を踏まえると、ノンテクトニック断層であると考えられる。



## 6. 上載地層による断層の活動性評価

### ②-3 F-1断層の活動性評価 (ケース3) (1/2)

- F-1断層開削調査箇所では、基盤岩(神恵内層)の上位にHm3段丘堆積物(MIS9)(亜円～円礫主体の礫層及び葉理の認められる砂層)、その上位にMIS9直後の河成の堆積物(砂礫層)が認められる。
- 開削調査箇所におけるF-1断層は、走向・傾斜が $N2^{\circ} \sim 20^{\circ} W/43^{\circ} \sim 55^{\circ} W$ の逆断層であり、基盤岩を覆うHm3段丘堆積物(MIS9)下部の礫層に変位を与えている(下図①の範囲)。
- F-1断層は、Hm3段丘堆積物(MIS9)上部の砂層には達していない(下図②の範囲)。
- Hm3段丘堆積物(MIS9)上部の砂層中には約10条の小規模な断層(以降、「小断層」と呼称)が認められるが、本層中で消滅し、F-1断層に連続しない(下図③の範囲)。
- 小断層は、F-1断層に連続しないことに加え、以下の状況等から、F-1断層とは関連しないものと判断される。
  - ・F-1断層と小断層は、変位方向及び変位量が異なる。
  - ・上田・谷(1999)によれば、未固結な第四紀層の基底面に逆断層変位が生じた場合、第四紀層中の断層は雁行配列するが、基盤の断層変位をまかなうように同一な変位方向の断層が互いにラップして発達することから、断層変位に不連続は認められない。
  - ・F-1断層の延長方向には、断層の変位方向に連続する変形構造、堆積状況の乱れ等は認められない。
  - ・F-1断層の上盤側には正断層センスの小断層が認められるが、これらの断層がF-1断層の活動に伴い発生したことを示唆する撓曲構造は認められない。
- Hm3段丘堆積物(MIS9)下部の礫層における地質構造を踏まえると、F-1断層の活動は、少なくとも上部の砂層が堆積するよりも前と考えられる。
- Hm3段丘堆積物(MIS9)上部の砂層及びその上位のMIS9直後の河成の堆積物には、F-1断層による変位・変形は認められない。

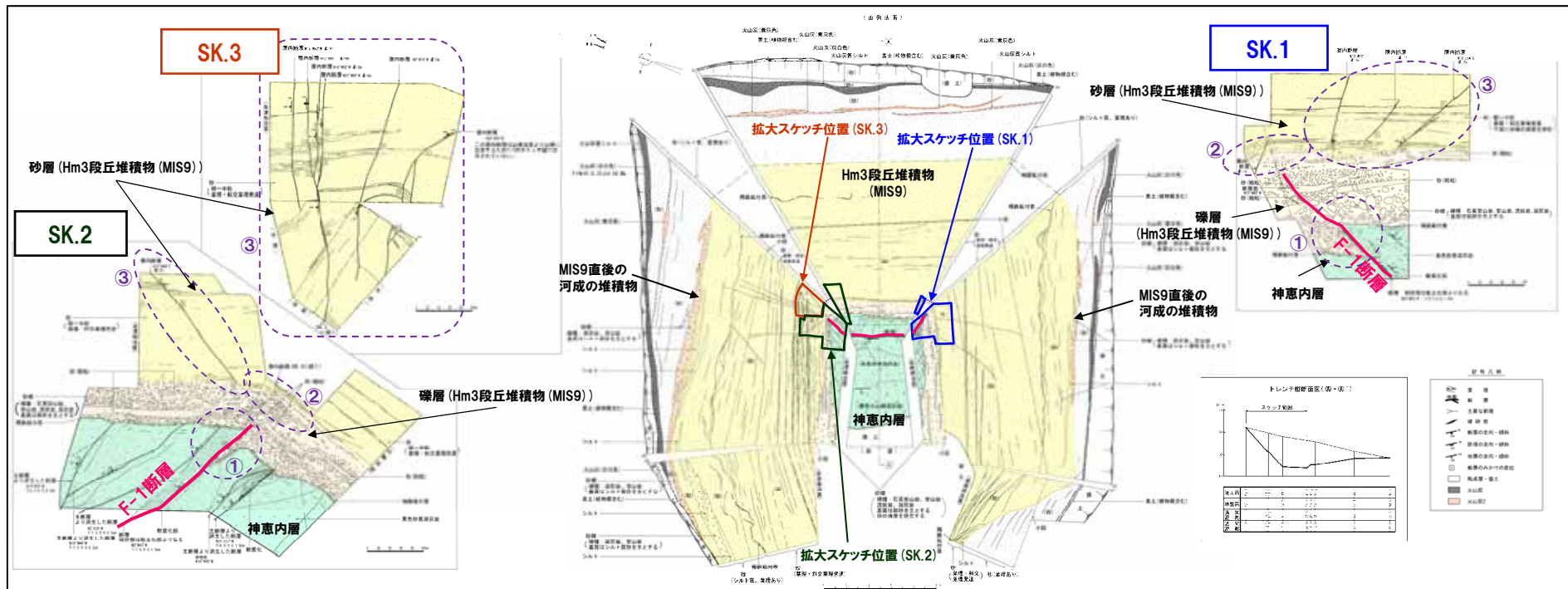


- Hm3段丘堆積物(MIS9)上部の砂層及びその上位のMIS9直後の河成の堆積物に変位・変形が認められないことから、F-1断層に後期更新世以降の活動は認められない。
- 小断層は、Hm3段丘堆積物中で消滅しており、深部への連続性は認められない。
- なお、小断層については、未固結な第四紀層にのみ変位を与える状況及び文献レビュー(P181～P184参照)を踏まえると、ノンテクトニック断層であると考えられる。



# 6. 上載地層による断層の活動性評価

## ②-3 F-1断層の活動性評価 (ケース3) (2/2)



F-1断層露頭スケッチ (昭和57年夏頃作成)

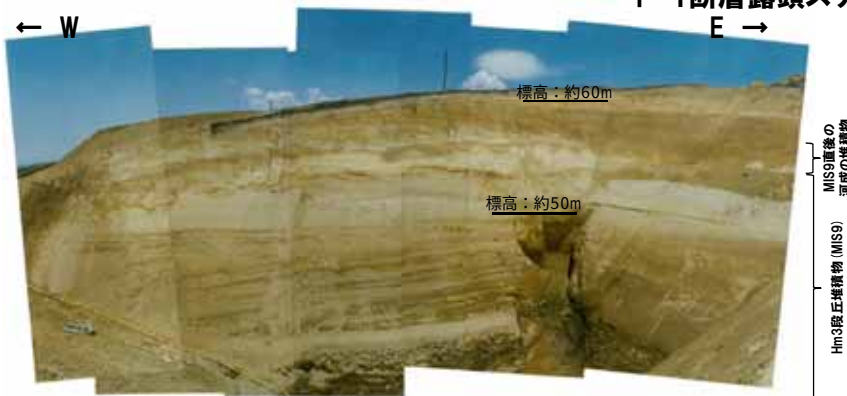


写真1 北側壁面を望む (昭和57年秋頃撮影)



写真2 南側壁面を望む (昭和57年秋頃撮影)

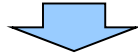
## 6. 上載地層による断層の活動性評価

### ③F-4断層の活動性評価 (1/2)

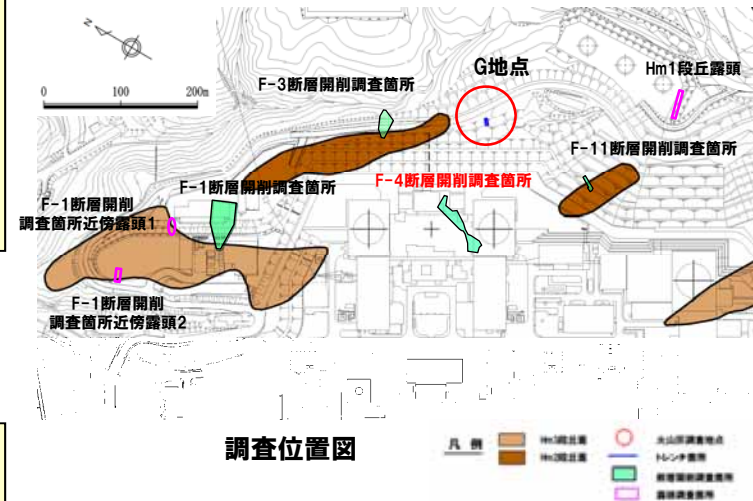
一部修正 (H28/5/13審査会合)

- 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、ケース1及び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。







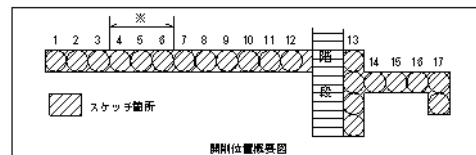
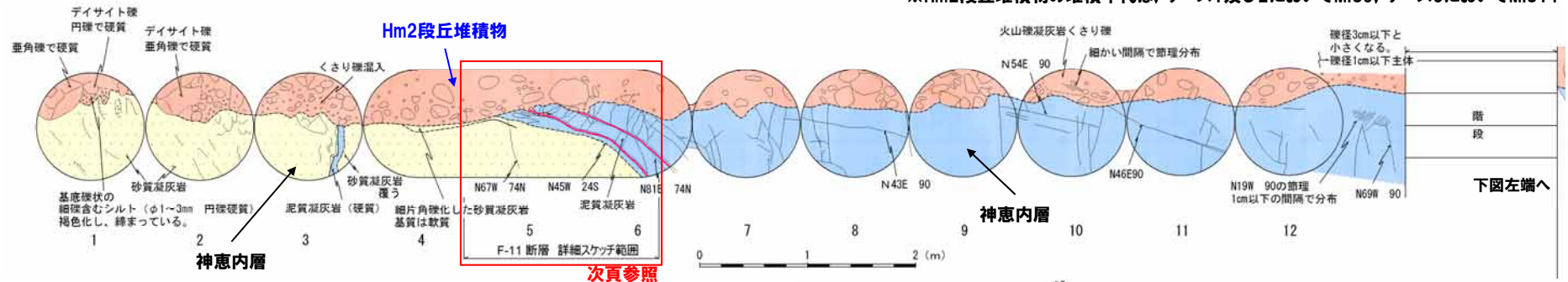
# 6. 上載地層による断層の活動性評価

## ④F-11断層の活動性評価 (1/5)

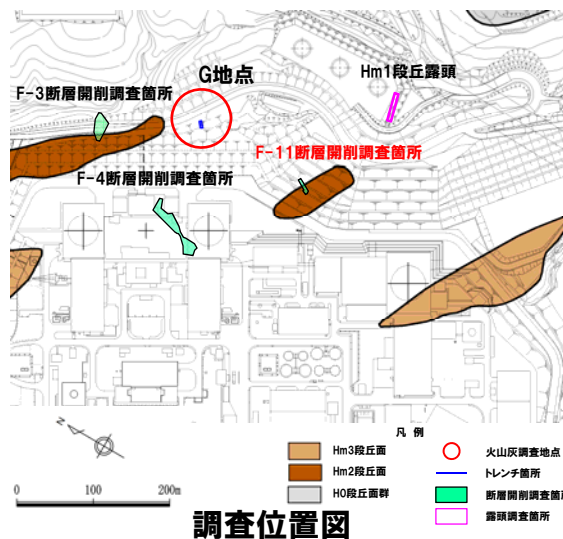
一部修正 (H28/5/13審査会合)

○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) が認められる。

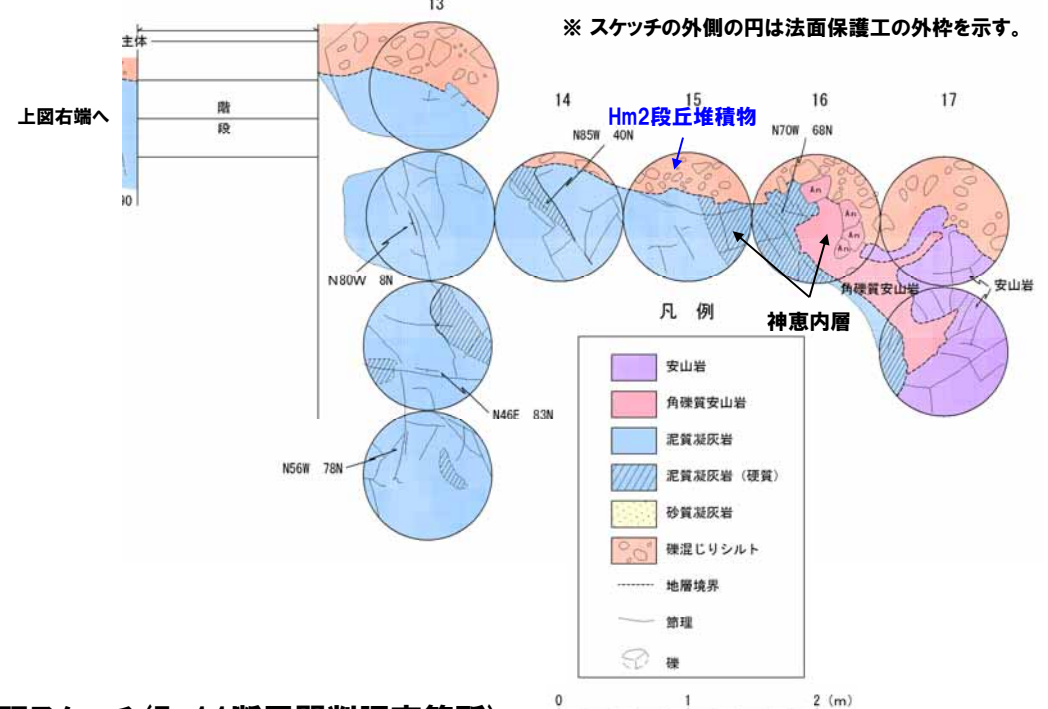
※Hm2段丘堆積物の堆積年代は、ケース1及び2においてMIS9、ケース3においてMIS11



開削調査範囲 (全体図)



調査位置図



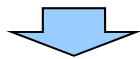
露頭スケッチ (F-11断層開削調査箇所)

## 6. 上載地層による断層の活動性評価

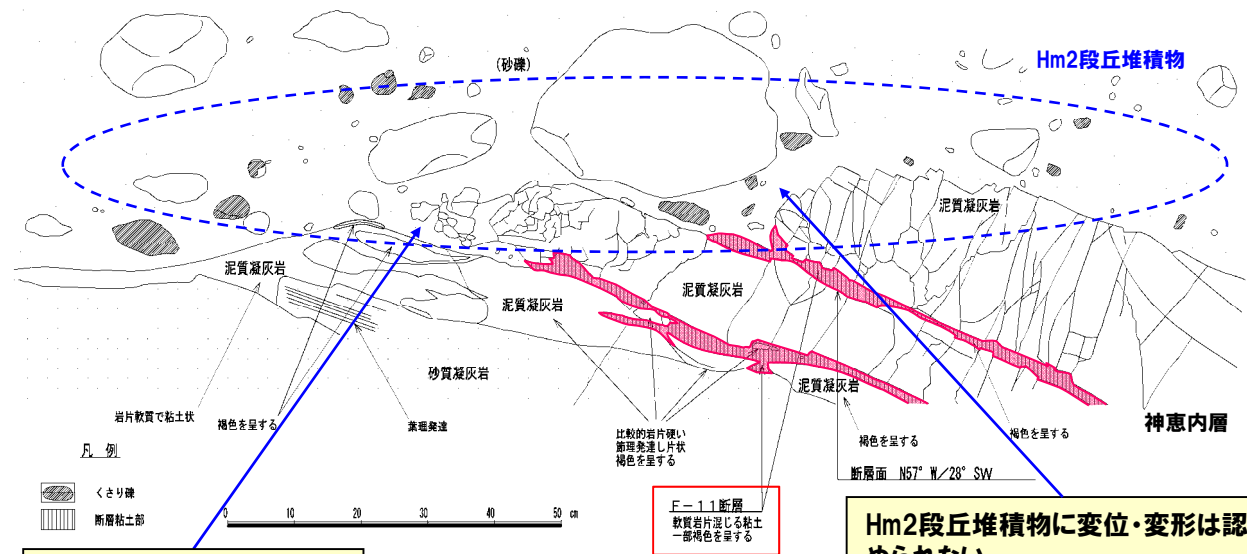
### ④F-11断層の活動性評価 (2/5)

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。

露頭拡大スケッチ

Hm2段丘堆積物に変位・変形は認められない。



露頭拡大写真



## 6. 上載地層による断層の活動性評価

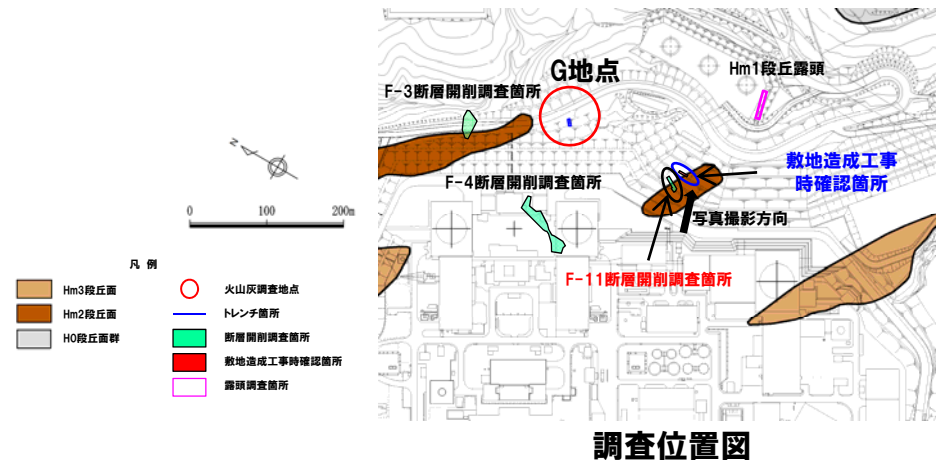
### ④F-11断層の活動性評価 (3/5)

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の露頭においても、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）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 (敷地造成工事時確認箇所)

↑  
F-11断層





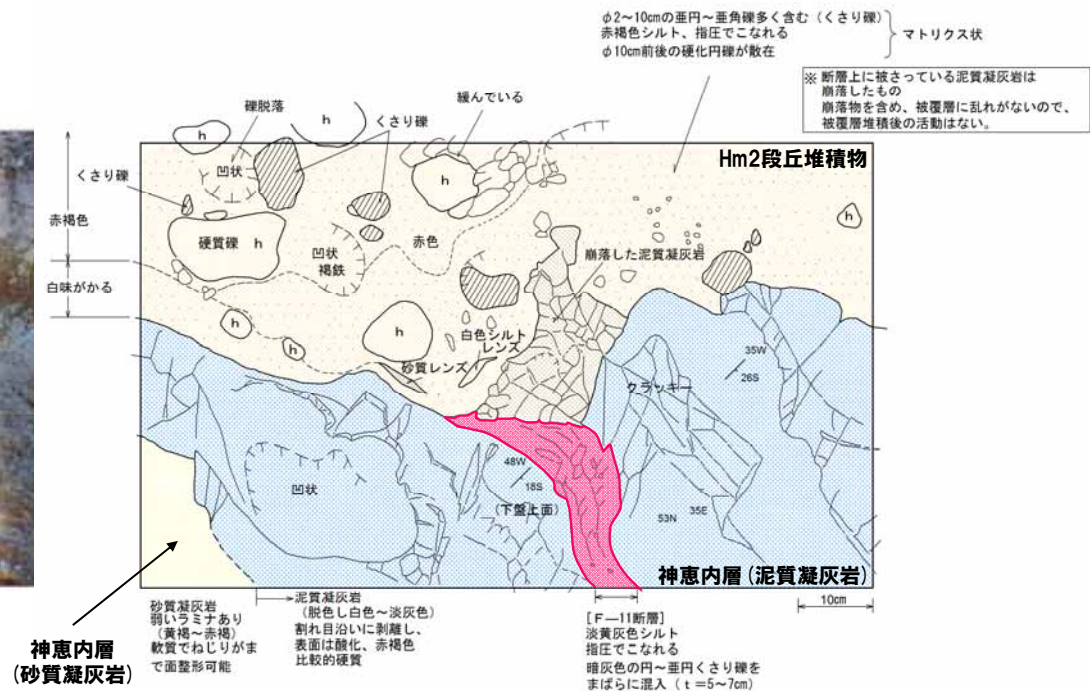
## 6. 上載地層による断層の活動性評価

### ④F-11断層の活動性評価 (5/5)

一部修正 (H28/5/13審査会合)



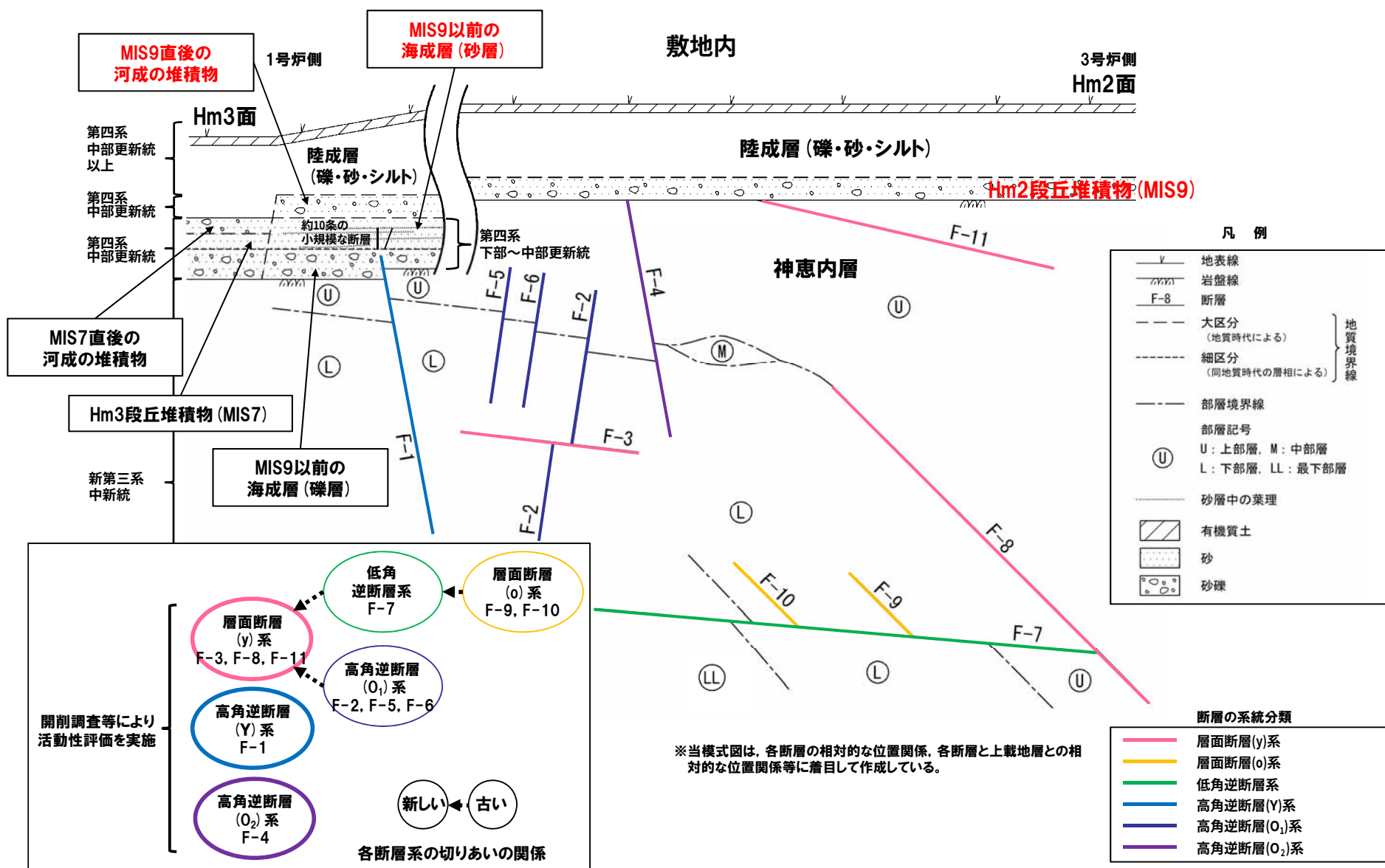
F-11断層付近の露頭写真



F-11断層付近の詳細スケッチ

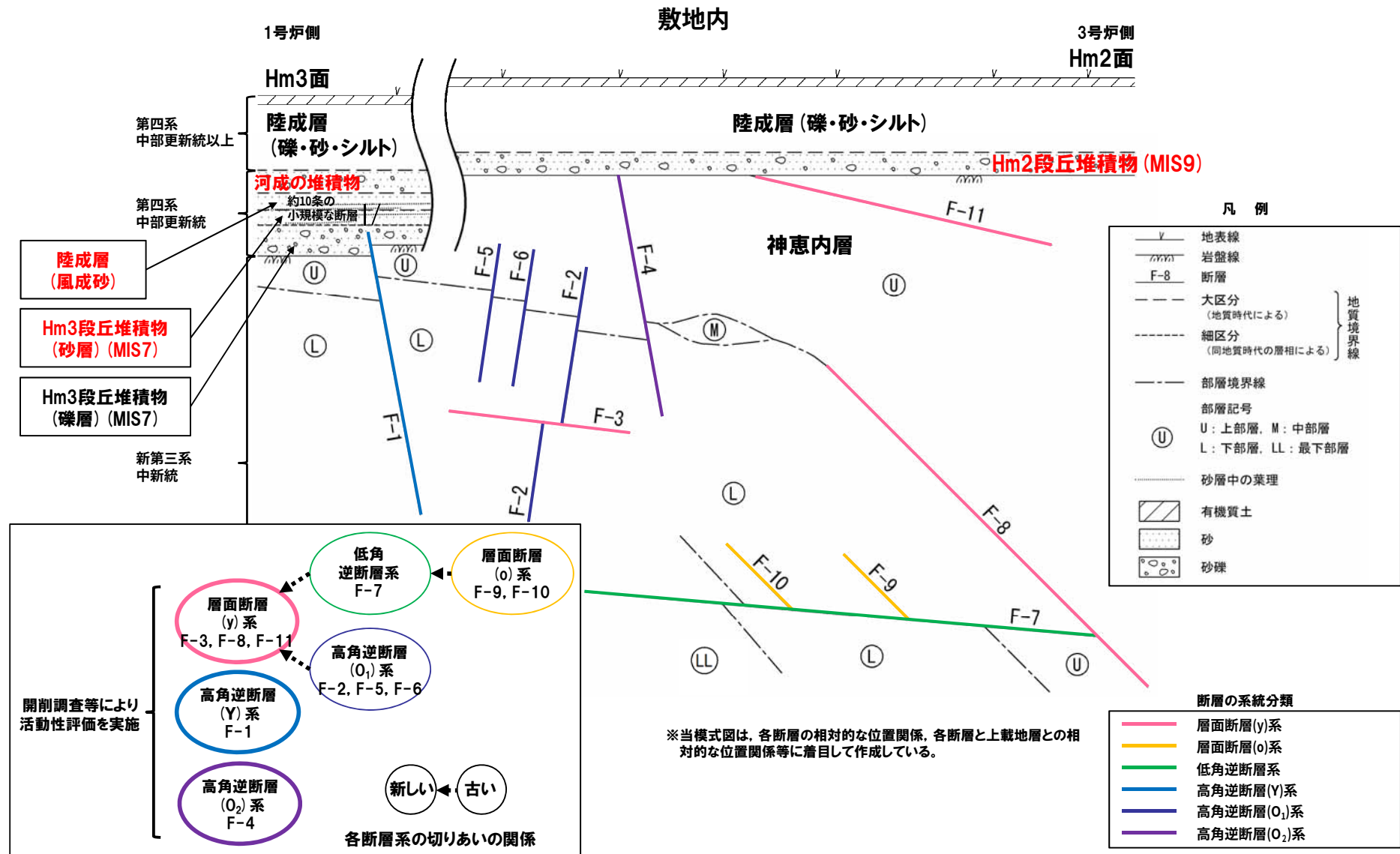
# 6. 上載地層による断層の活動性評価

## ⑤-1 敷地に認められる断層模式図 (ケース1)



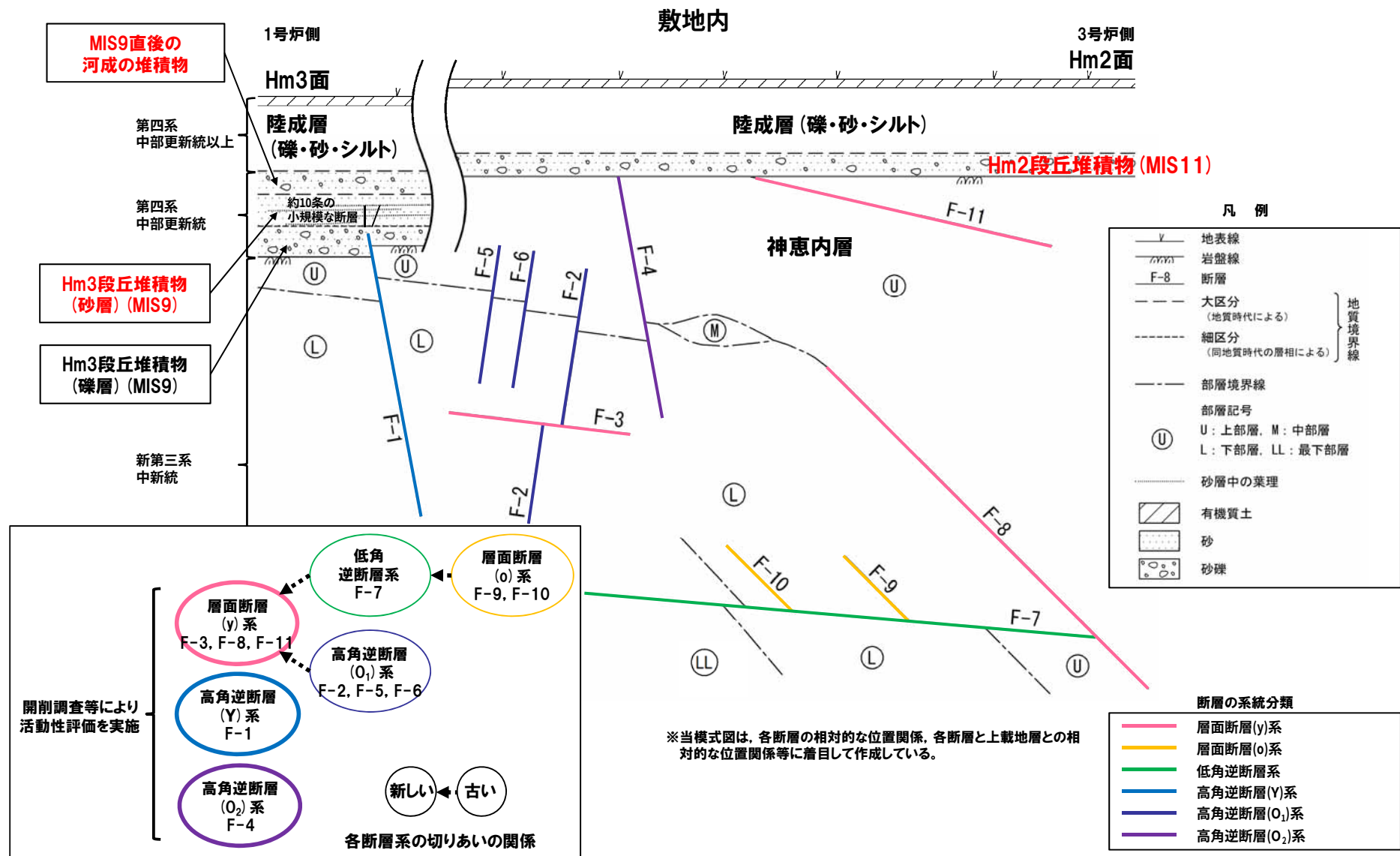
# 6. 上載地層による断層の活動性評価

## ⑤-2 敷地に認められる断層模式図 (ケース2)



# 6. 上載地層による断層の活動性評価

## ⑤-3 敷地に認められる断層模式図 (ケース3)



# 6. 上載地層による断層の活動性評価

## (参考) 敷地の地質層序 (案)

○ケース1, ケース2及びケース3の検討結果に基づく地質層序 (案) を下表に示す。

### 【ケース1】

| ←1号炉側 3号炉側→ |                    |                                   |        |                            |                                                                     |
|-------------|--------------------|-----------------------------------|--------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| 地質時代        | 地層名                | 主な岩相                              |        | 記 事                        |                                                                     |
| 完新世         | 盛 土                | 礫・砂・粘土                            |        |                            |                                                                     |
|             | 沖積層<br>・<br>斜面Ⅱ堆積物 | 礫・砂・粘土                            |        |                            |                                                                     |
| 更新世(後期)     | 中位段丘堆積物 ※1         | 砂                                 |        | ※1<br>Mm1段丘堆積物 (MIS5e) が分布 |                                                                     |
| 第四紀         | 河成の堆積物 ※2          | 斜面Ⅰ堆積物                            | 礫・砂・粘土 | 礫・砂・粘土                     | ※2<br>河成の堆積物の堆積年代はMIS9直後又はMIS7直後                                    |
|             | 高位段丘堆積物 ※3         | 高位段丘堆積物 ※3                        | 礫・砂    | 礫・砂                        | ※3<br>Hm3段丘堆積物 (MIS7),<br>Hm2段丘堆積物 (MIS9),<br>Hm1段丘堆積物 (MIS11) 等が分布 |
| 更新世(中期・前期)  | 海成層 ※4             |                                   | 礫・砂    |                            | ※4<br>海成層の堆積年代はMIS9以前                                               |
| 鮮新世         |                    |                                   |        |                            |                                                                     |
| 中新世         | 神恵内層               | 安山岩溶岩<br>及び同質火砕岩<br>・デイサイト質火砕岩・泥岩 |        |                            |                                                                     |

### 【ケース2】

| ←1号炉側 3号炉側→ |                    |                                   |        |                            |                                                                     |
|-------------|--------------------|-----------------------------------|--------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| 地質時代        | 地層名                | 主な岩相                              |        | 記 事                        |                                                                     |
| 完新世         | 盛 土                | 礫・砂・粘土                            |        |                            |                                                                     |
|             | 沖積層<br>・<br>斜面Ⅱ堆積物 | 礫・砂・粘土                            |        |                            |                                                                     |
| 更新世(後期)     | 中位段丘堆積物 ※5         | 砂                                 |        | ※5<br>Mm1段丘堆積物 (MIS5e) が分布 |                                                                     |
| 第四紀         | 河成の堆積物             | 斜面Ⅰ堆積物                            | 礫・砂・粘土 | 礫・砂・粘土                     |                                                                     |
|             | 陸成層 (風成砂)          |                                   | 砂      |                            |                                                                     |
| 更新世(中期・前期)  | 高位段丘堆積物 ※6         |                                   | 礫・砂    |                            | ※6<br>Hm3段丘堆積物 (MIS7),<br>Hm2段丘堆積物 (MIS9),<br>Hm1段丘堆積物 (MIS11) 等が分布 |
| 鮮新世         |                    |                                   |        |                            |                                                                     |
| 中新世         | 神恵内層               | 安山岩溶岩<br>及び同質火砕岩<br>・デイサイト質火砕岩・泥岩 |        |                            |                                                                     |

### 【ケース3】

| ←1号炉側 3号炉側→ |                    |                                   |        |                            |                                                                        |
|-------------|--------------------|-----------------------------------|--------|----------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| 地質時代        | 地層名                | 主な岩相                              |        | 記 事                        |                                                                        |
| 完新世         | 盛 土                | 礫・砂・粘土                            |        |                            |                                                                        |
|             | 沖積層<br>・<br>斜面Ⅱ堆積物 | 礫・砂・粘土                            |        |                            |                                                                        |
| 更新世(後期)     | 中位段丘堆積物 ※7         | 砂                                 |        | ※7<br>Mm1段丘堆積物 (MIS5e) が分布 |                                                                        |
| 第四紀         | 河成の堆積物 ※8          | 斜面Ⅰ堆積物                            | 礫・砂・粘土 | 礫・砂・粘土                     | ※8<br>河成の堆積物の堆積年代はMIS9直後                                               |
|             | 高位段丘堆積物 ※9         |                                   | 礫・砂    |                            | ※9<br>Hm3段丘堆積物 (MIS9),<br>Hm2段丘堆積物 (MIS11),<br>Hm1段丘堆積物 (MIS13以前) 等が分布 |
| 更新世(中期・前期)  |                    |                                   |        |                            |                                                                        |
| 鮮新世         |                    |                                   |        |                            |                                                                        |
| 中新世         | 神恵内層               | 安山岩溶岩<br>及び同質火砕岩<br>・デイサイト質火砕岩・泥岩 |        |                            |                                                                        |



- (1) 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.
- (2) 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.
- (3) Krumbein, W. C. (1941) : Measurement and geologic significance of shape and roundness of sedimentary particles. *Journal of Sedimentary Petrology* 11 (2), pp.64-72.
- (4) 公文富士夫・立石雅昭 (1998) : 新版碎屑物の研究法, 地団研双書29, 地学団体研究会.
- (5) 鈴木隆介 (1997) : 建設技術者のための地形図読図入門 第1巻, 古今書院.
- (6) 大森昌衛・茂木昭夫・星野通平 (1971) : 海洋科学基礎講座7, 浅海地質学, 東海大学出版会.
- (7) 三位秀夫 (1965) : 海岸砂丘の形成について, 第四紀研究 4 (1), pp.5-12.
- (8) 鈴木隆介 (2000) : 建設技術者のための地形図読図入門 第2巻, 古今書院.
- (9) 大竹政和・平朝彦・大田陽子編 (2002) : 日本海東縁の活断層と地震テクトニクス, 東京大学出版会.
- (10) 新里忠史・安江健一 (2005) : 幌延地域における地質環境の長期安定性に関する研究—長期安定性の評価・予測における地域特性の考慮—, 原子力バックエンド研究 11 (2), pp.125-137.
- (11) 活断層研究会編 (1991) : 日本の活断層, 東京大学出版会.
- (12) 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.
- (13) 太田陽子・黄奇瑜・袁彼得・杉山雄一・李元希・渡辺満久・沢祥・柳田誠・佐々木俊法・鈴木康弘・唐厚樞・楊盛淵・曹育田・廣内大助・谷口薫 (2001) : 台湾中部, 車籠埔断層上のトレンチ調査—草屯地区, 草屯西断層の例—, 地学雑誌, 110 (5), pp.698-707.
- (14) 加藤碩一 (2010) : 地震と活断層の科学 (普及版), 朝倉書店.
- (15) 横田修一郎・永田秀尚・横山俊治・田近淳・野崎保 (2015) : ノンテクトニック断層—識別方法と事例—, 近未来社.

(WEB)

(16) ImageJ : <http://imagej.nih.gov/ij/>

(17) Rose : <http://turbidite.secret.jp/>