

泊発電所3号炉 敷地の地質・地質構造について 【概要版】

令和3年12月21日
北海道電力株式会社

審査の概要

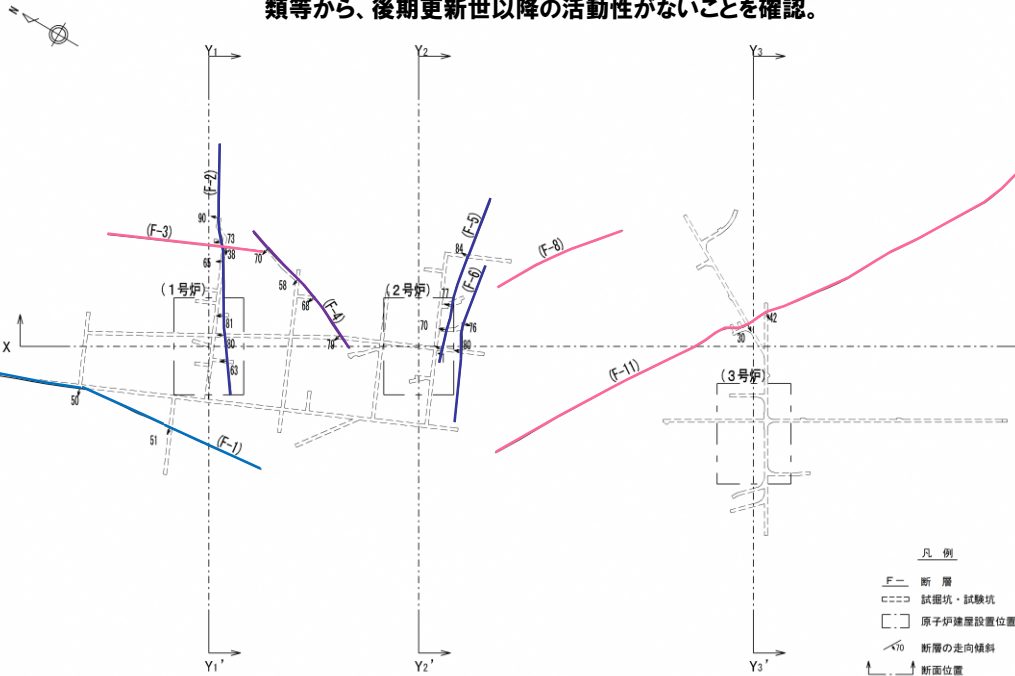
【要求事項】（実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則第3条、第38条）

➤ 耐震重要施設等は、「将来活動する可能性のある断層等」の露頭が無いことを確認した地盤に設置する。

地盤の変位

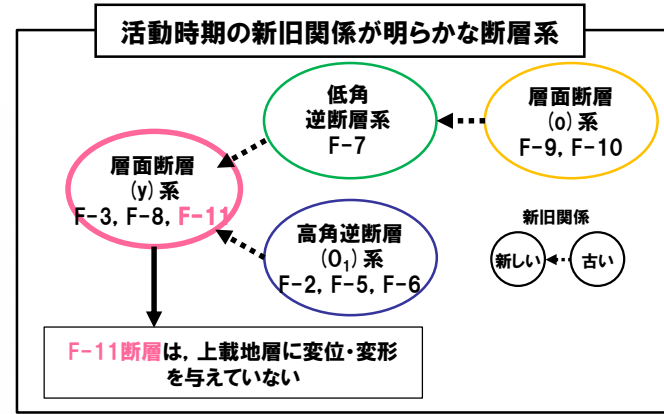
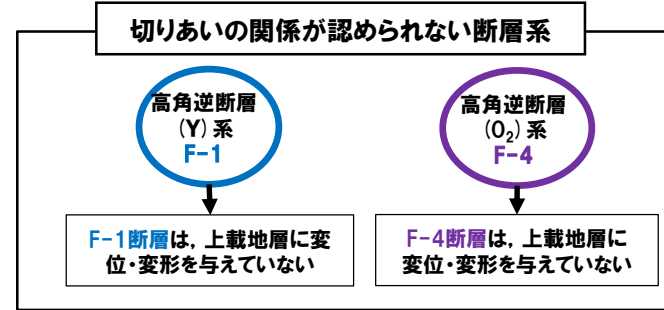
- 活動性の評価対象断層として、敷地に認められるF-1断層～F-11断層の11断層を抽出。
- これらの11断層については、後期更新世以降(約12～13万年前以降)の活動性がないものと評価。*

※F-1断層、F-4断層及びF-11断層については、上載地層法により活動性の評価を実施し、後期更新世以降の活動性がないことを確認。
 その他の断層についても、上記の断層との切りあいの関係及び断層の系統分類等から、後期更新世以降の活動性がないことを確認。



断層平面位置図 (断層位置はEL.2.8mで記載)

0 50 100 m



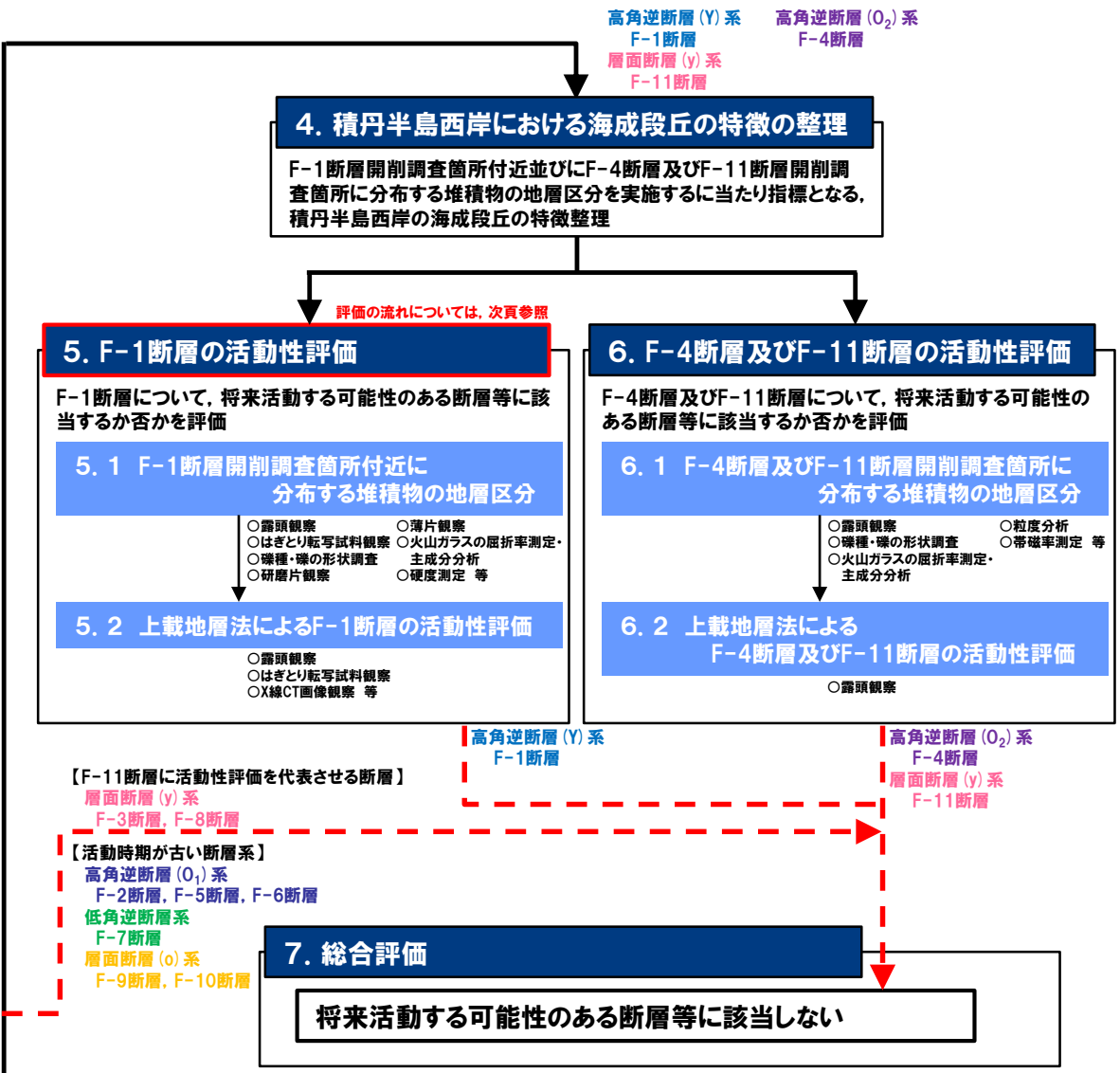
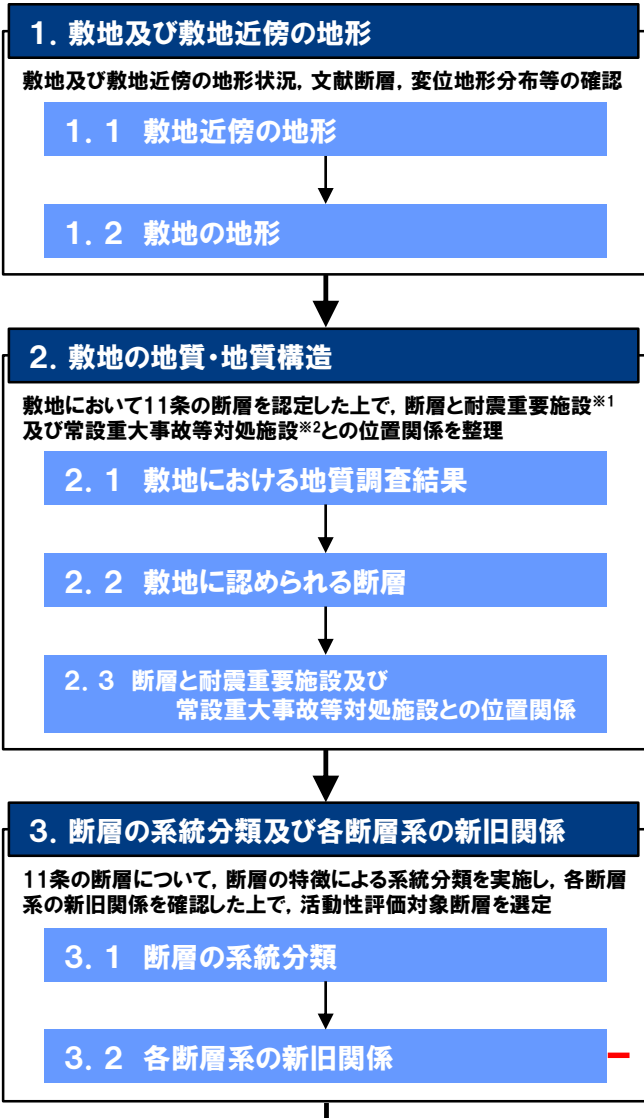
上載地層の堆積年代

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

※地層区分は積丹半島西岸との段丘対比を基本とし、上載地層の堆積年代を3ケース分けて評価。

評価の流れ

R3.7.2審査会合資料



*1 耐震設計上の重要度分類Sクラスの機器・系統及びそれらを支持する建物・構築物
*2 常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設 (特定重大事故等対処施設を除く)

F-1断層の活動性評価の流れ

R3.7.2審査会合資料(一部修正)

5. F-1断層の活動性評価

F-1断層について、将来活動する可能性のある断層等に該当するか否かを評価

5.1 F-1断層開削調査箇所付近に分布する堆積物の地層区分

1,2号炉調査時のF-1断層開削調査箇所に関するデータでは、地層区分及び地層区分実施後のF-1断層の活動性評価に関する詳細な検討が難しいことから、検討を実施するに当たり、以下の3地点において追加の開削調査を実施

5.1.1 開削調査箇所(北側)

(1)開削調査箇所(北側)

本調査箇所に認められる基盤岩及び堆積物について、各種観察・分析・測定に基づき地層区分を実施

- 露頭観察(堆積相観察)
- 礫種・礫の形状調査
- 火山ガラスの屈折率測定・主成分分析
- 重鉱物の屈折率測定・主成分分析
- 珪藻分析
- 粒度分析
- 帯磁率測定

地層区分実施後、堆積物の層相及び分布標高に着目し、ユニット区分を実施

(2)追加開削調査箇所※1

本調査箇所に認められる基盤岩及び堆積物について、各種観察に基づき地層区分を実施

- 露頭観察(堆積相観察)
- はぎとり転写試料観察

地層区分実施後、開削調査箇所(北側)との地層の連続性から、ユニット区分を実施

5.1.2 開削調査箇所(南側)

本調査箇所に認められる基盤岩及び堆積物について、各種観察・分析・測定及び開削調査箇所(北側)との対比に基づき地層区分及びユニット区分を実施
このうち、Ts3ユニットについては、成因及び堆積時期に関する詳細検討を実施

- 露頭観察(堆積相観察)
- はぎとり転写試料観察
- 研磨片観察
- X線CT画像観察
- 薄片観察
- 礫種・礫の形状調査
- 火山ガラスの屈折率測定・主成分分析
- 重鉱物の屈折率測定・主成分分析
- 斜長石の屈折率測定・主成分分析
- 硬度測定 等

5.1.3 追加の開削調査結果を踏まえたF-1断層開削調査箇所付近の地層区分

4章において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、F-1断層開削調査箇所付近における地層区分について、以下の3ケースを基本に実施

- (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

※1 開削調査箇所(北側)に認められる堆積物の旧海食崖付近での分布状況を確認することを目的に、開削調査箇所(北側)の東側で実施。

5.2 上載地層法によるF-1断層の活動性評価

5.2.1 F-1断層の認定

開削調査箇所(北側・南側)に認められるF-1断層と考えられる断層をF-1断層に認定するため、F-1断層本体のデータ拡充を目的に実施した性状確認調査及び地質構造確認調査結果に基づき、F-1断層の性状※2・連続性の検討を実施

開削調査箇所(北側・南側)に認められるF-1断層と考えられる断層について、F-1断層との位置関係も踏まえ、F-1断層との性状(走向・傾斜、条線、微細構造等)の類似性を確認

5.2.2 F-1断層及び小断層

開削調査箇所(北側・南側)において以下の検討及び観察を実施※3

- ①F-1断層とその上位に認められる小断層の関連性
○露頭観察(地質構造観察)
- ②F-1断層と小断層の累積性
○露頭観察(地質構造観察)
- ③小断層の上端付近の詳細観察
○露頭観察(地質構造観察) ○はぎとり転写試料観察 ○X線CT画像観察 等

5.2.3 F-1断層の活動性評価

開削調査箇所(北側・南側)及びF-1断層開削調査箇所の調査結果を踏まえた、F-1断層の総合的な活動性評価を実施
F-1断層の活動性評価結果を踏まえ、F-1断層開削調査箇所付近の地層及び地形形成史について検討

※2 F-1断層の性状については、F-1断層開削調査箇所と同位置で実施したR1敷地-2'ボーリング(R1敷地-2ボーリングの別孔)を基本とする。

※3 開削調査箇所(南側)においては、「④南側壁面の背後法面付近に認められる小断層」についても、検討を実施。

①敷地に認められる断層の認定(1/2)

○敷地には、F-1断層～F-11断層の11条の断層が認められ、断層の種類は逆断層又は層面断層(地層面に沿う断層)と考えられる。

・逆断層:F-1断層, F-2断層, F-4断層, F-5断層, F-6断層, F-7断層

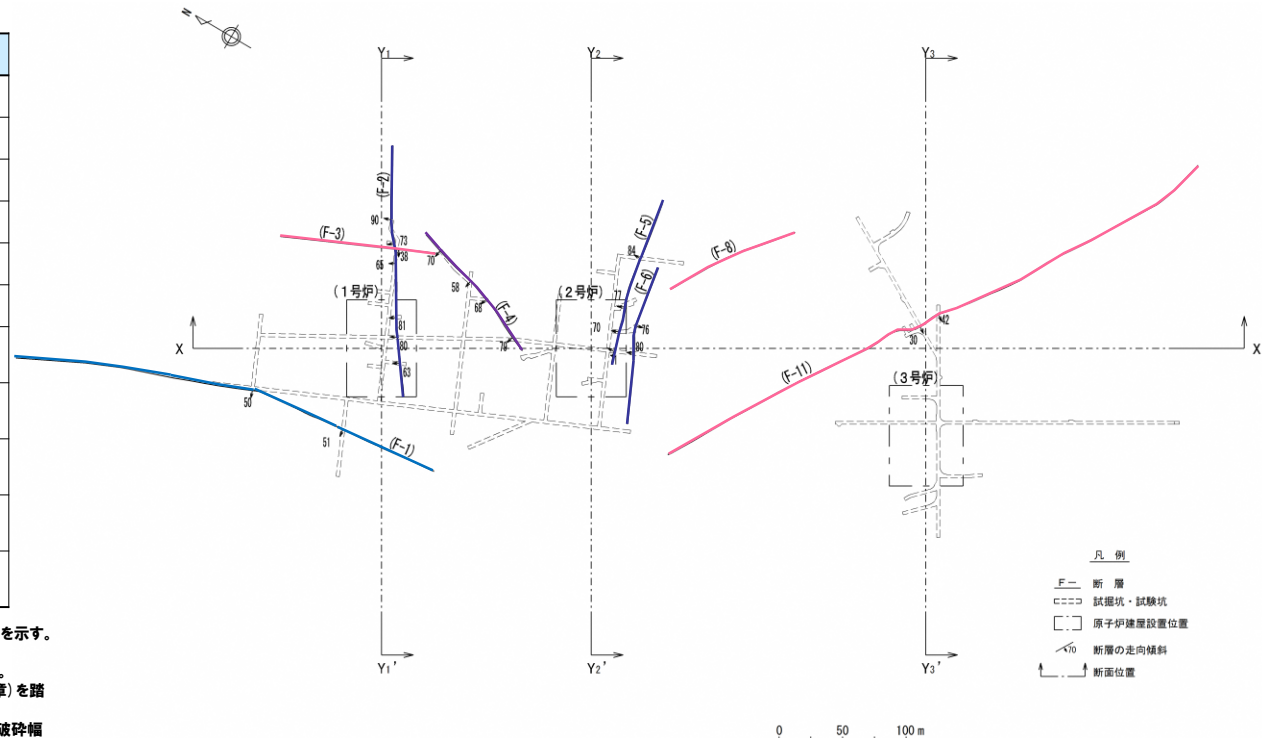
・層面断層:F-3断層, F-8断層, F-9断層, F-10断層, F-11断層

(断層名の色分けは、3.1章における断層の系統分類による)

○各断層は、1,2号炉調査及び3号炉調査において、類似した性状を示し、同一とみなせる破砕部等の連続性が複数の位置で確認されるものを断層と定義し、認定した。

敷地に認められる断層一覧表

区分	断層名	確認位置	走向・傾斜 ^{※1}	破砕幅 ^{※2} (cm)	長さ (m)	断層の性状
1, 2号炉調査	F-1 ^{※3}	試掘坑及び開削箇所にて確認	N8° E~20° W/ 43° ~54° W	0.1以下~ 40	360	粘土混じり角礫、 角礫混じり粘土
	F-2	試掘坑にて確認	N52° ~70° E/ 63° ~90° E	0.2~25	200	粘土混じり角礫、 角礫混じり粘土
	F-3	試掘坑にて確認	N14° W/38° W	5~15	125	凝灰岩に沿って破砕、 角礫、一部粘土
	F-4	試掘坑及び開削箇所にて確認	N20° ~35° E/ 58° W~79° E	0.1以下~ 15	120	粘土混じり角礫、 角礫混じり粘土
	F-5	試掘坑にて確認	N75° E~85° W/ 70° ~84° W	0.2~15	125	角礫、一部粘土、 角礫混じり粘土
	F-6	試掘坑にて確認	N77° ~83° E/ 76° E~80° W	0.5~14	130	角礫混じり粘土
3号炉調査	F-7	ボーリング調査にて確認	N54° W/21° W	0.1以下~ 110 ^{※4}	650 以上	角礫、粘土 断層及び周辺の母岩は 白色細脈が認められる
	F-8	ボーリング調査にて確認	N50° W/45° W	0.1以下~ 40	500 以上	角礫から砂礫を主体とし 一部粘土を伴う 主に凝灰岩に沿って破砕
	F-9	ボーリング調査にて確認	N44° ~54° W/ 27° ~53° W	10~40	230	角礫混じり粘土を主体 断層及び周辺の母岩は 白色細脈が認められる
	F-10	ボーリング調査にて確認	N40° ~44° W/ 40° ~51° W	4~7	140	粘土 断層及び周辺の母岩は 白色細脈が認められる
	F-11	ボーリング調査、 試掘坑及び開削箇所にて確認	N44° ~58° W/ 23° ~42° W	0.1以下~ 56	1,000 以上	角礫から砂礫を主体とし 一部粘土を伴う 主に凝灰岩に沿って破砕



断層平面位置図 (断層位置はEL.2.8mで記載)

※1 3号炉調査のボーリング調査で確認された断層の走向・傾斜は、シュミットネット上のピーク値を示す。

※2 1,2号炉調査は試掘坑が主体であり、各露頭で確認された破砕幅の範囲を示す。

3号炉調査は、ボーリングが主体であり、各ボーリングコアで確認された破砕幅の範囲を示す。

※3 F-1断層の線形及び長さについては、F-1断層の活動性評価に関する追加調査結果(5.2章)を踏まえ、本頁に示すものから見直しを行っている。

※4 F-7断層の破砕幅は、孔壁の崩落により測定不可能なもの(3-3孔及び3E-2孔)を除いた破砕幅の範囲を示す。

崩落区間を破砕幅とした場合、2孔の破砕幅は以下のとおり。

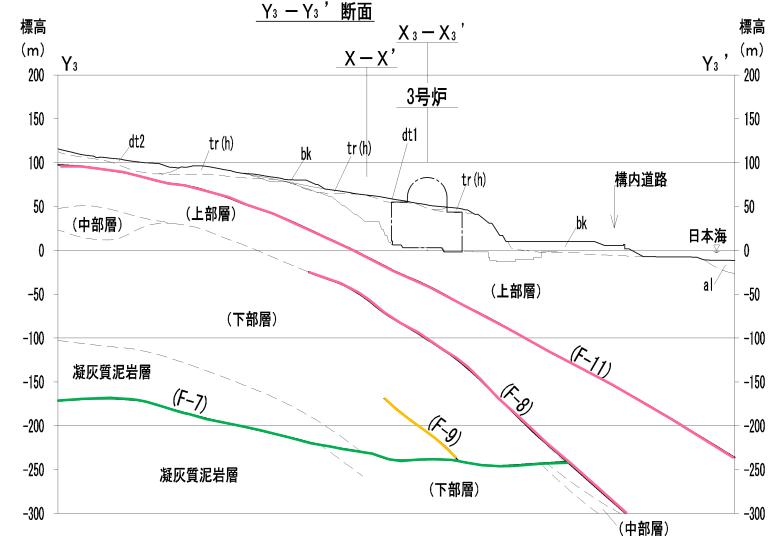
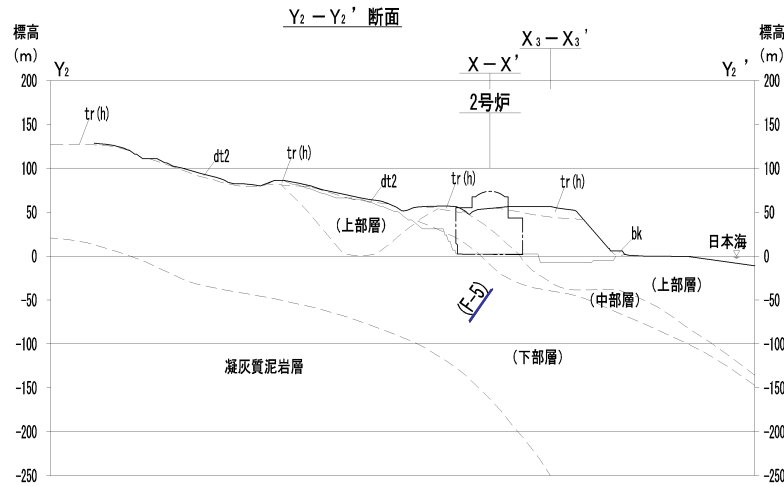
・3-3孔:200cm

・3E-2孔:233cm

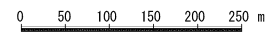
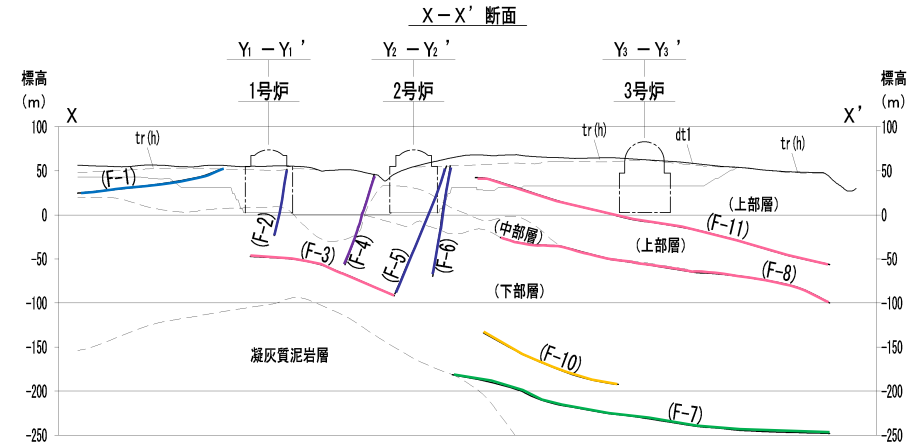
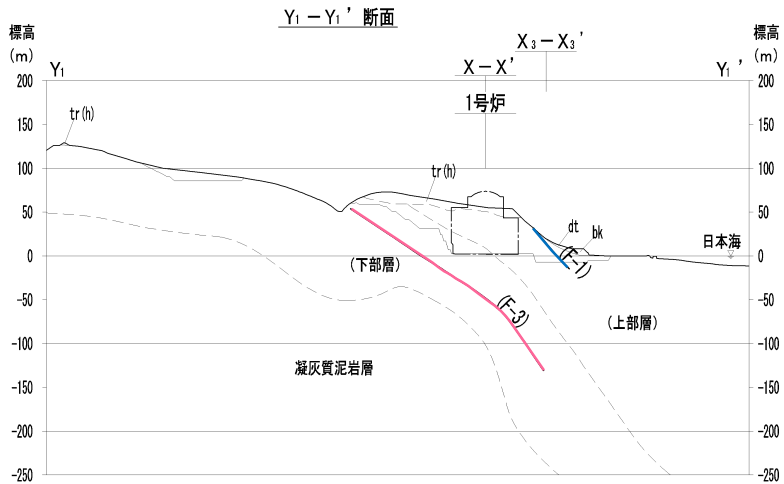
2.2 敷地に認められる断層

R3.7.2審査会合資料(一部修正)

①敷地に認められる断層の認定(2/2)



- 凡例
- (F-) 断層
 - - - 部層境界
 - bk 盛土
 - al 沖積層
 - dt2 崖錐II堆積物
 - dt1 崖錐I堆積物
 - tr(h) 高位段丘堆積物
 - 掘削形状



断層断面位置図

3.1 断層の系統分類

R3.7.2審査会合資料(一部修正)

①断層の系統分類

○敷地に認められる11条の断層は、断層の種類により高角逆断層、低角逆断層及び層面断層に分類され、それらは走向・傾斜、断層の性状及び断層内物質の主な変質鉱物から、さらに6つの断層系に分類される。

・層面断層以外の逆断層については、試掘坑又はボーリング調査において認められる傾斜角が45°以上のものを高角逆断層、45°未満のものを低角逆断層として取扱う

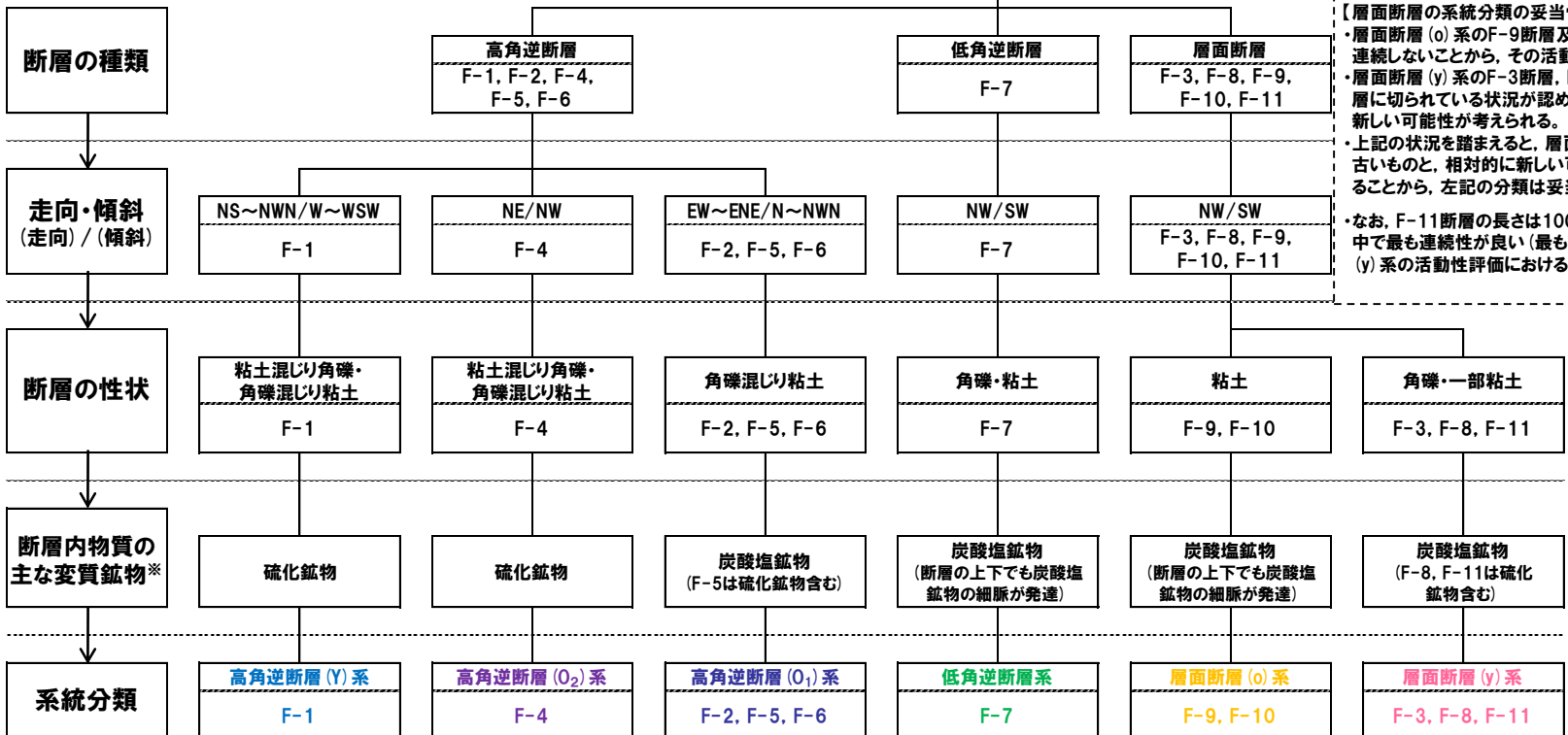
・各断層系の名称は、以降に示す各断層系の新旧関係等に基づき、同様な断層の種類のうち、活動時期が相対的に新しいものにはYoung、古いものにはOldの頭文字である(Y)及び(O)を付記し、高角逆断層には大文字(Y, O)、層面断層には小文字(y, o)を付記する

F-1断層～F-11断層の11条の断層

【層面断層の分類について】
 ・左記の断層の系統分類において層面断層は、「断層の性状」により、F-9断層及びF-10断層とF-3断層、F-8断層及びF-11断層に分類される。

【層面断層の系統分類の妥当性について】
 ・層面断層(o)系のF-9断層及びF-10断層は、F-7断層を超えて連続しないことから、その活動時期は、F-7断層より古い。
 ・層面断層(y)系のF-3断層、F-8断層及びF-11断層は、他の断層に切られている状況が認められず、その活動時期は相対的に新しい可能性が考えられる。
 ・上記の状況を踏まえると、層面断層はF-7断層より活動時期が古いものと、相対的に新しい可能性が考えられるものに分けられることから、左記の分類は妥当であると判断される。

・なお、F-11断層の長さは1000m以上であり、層面断層(y)系の中で最も連続性が良い(最も規模が大きい)ことから、層面断層(y)系の活動性評価における代表とすることができる。



断層の系統分類図

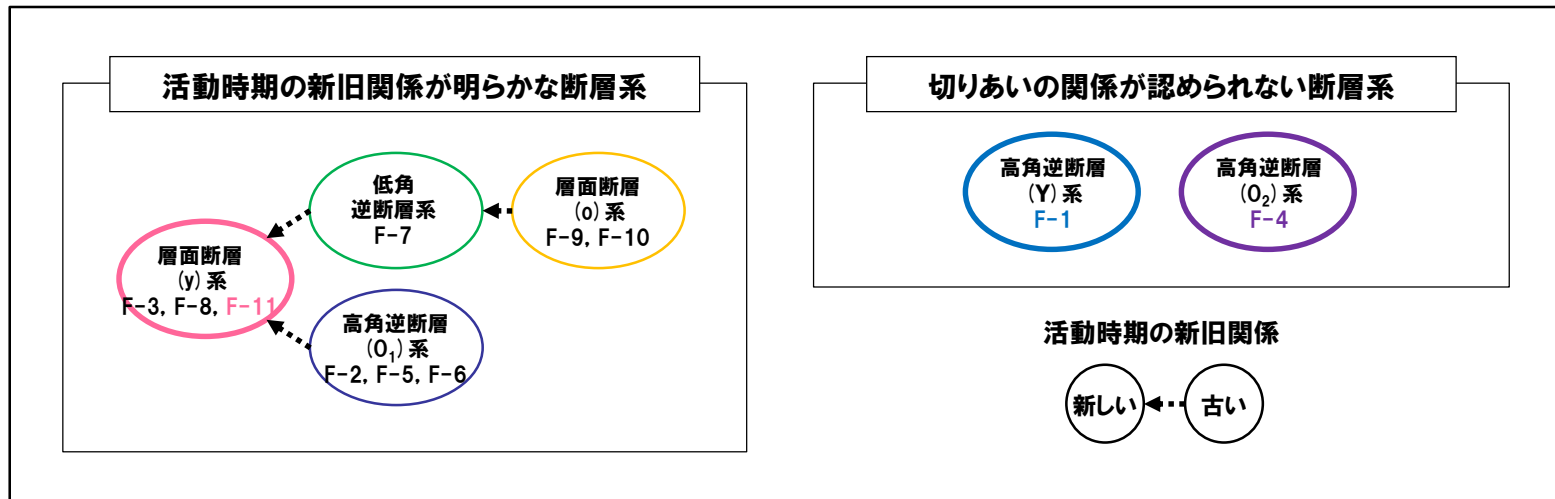
※X線分析において、母岩と比較して、ピークが出現する又は強いピークが認められる鉱物
 ・硫化鉱物: 黄鉄鉱, 黄銅鉱
 ・炭酸塩鉱物: 菱鉄鉱, 方解石

3.2 各断層系の新旧関係

R3.7.2審査会合資料(一部修正)

まとめ

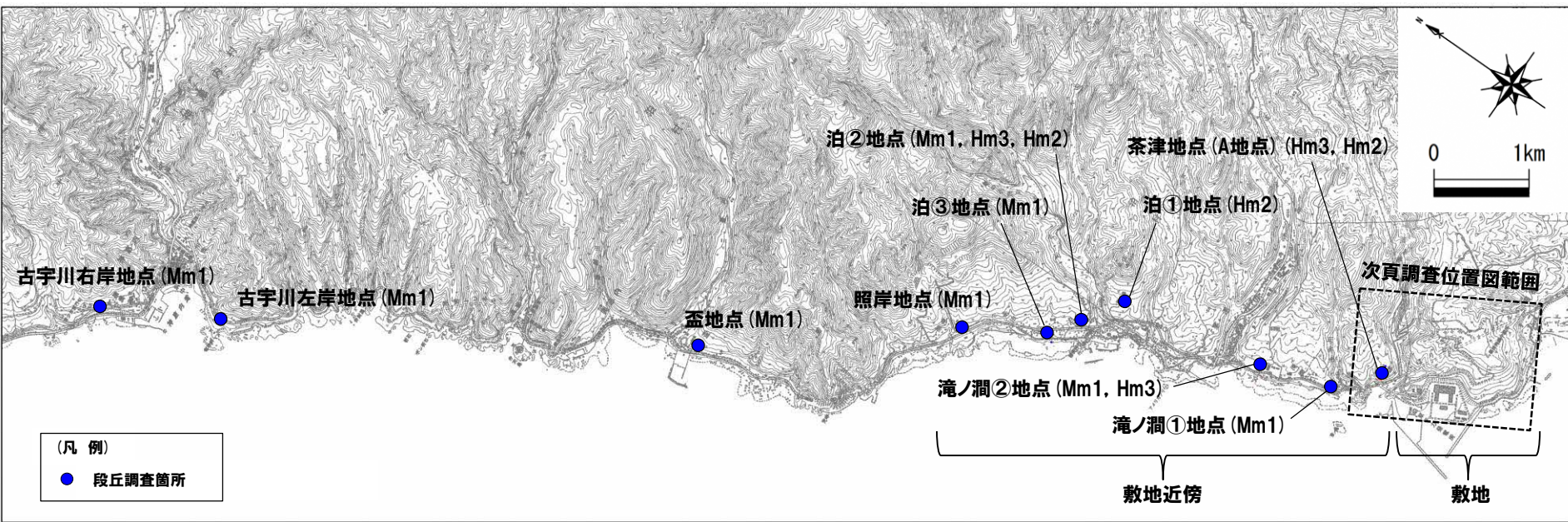
- 活動性評価の対象となる断層を選定するため、各断層系の新旧関係を確認した。
- 活動時期がより新しい断層系として層面断層(y)系(左下図)並びに切りあいの関係が認められない断層系として高角逆断層(Y)系及び高角逆断層(O₂)系(右下図)が選定される。
- 層面断層(y)系については、いずれも神恵内層の同斜構造形成時の圧縮応力場において形成された層面断層(逆断層)であると判断されることから、最も連続性が良いF-11断層を代表とし、6章で上載地層法による活動性評価を行う。
(層面断層(y)系の連続性)
 - ・F-3断層及びF-8断層は、ボーリング調査の結果、敷地山側の神恵内層中で消滅しているものと判断される
 - ・F-11断層は、ボーリング調査の結果、神恵内層中での消滅は確認されず、断層の延長は1,000m以上と推定される
- 切りあいの関係が認められない断層系である高角逆断層(Y)系のF-1断層及び高角逆断層(O₂)系のF-4断層については、それぞれ5章及び6章で上載地層法による活動性評価を行う。



各断層系の新旧関係

②調査位置図(積丹半島西岸)(1/4)

○積丹半島西岸における古宇川右岸地点から敷地までを、本検討対象範囲とする。



当図は、国土地理院、2万5千分の1地形図「茅沼」、「稲倉石」及び「神恵内」を加工して作成

調査位置図

まとめ

- 敷地のF-1断層開削調査箇所付近並びにF-4断層及びF-11断層開削調査箇所に分布する堆積物の地層区分を実施するに当たり、積丹半島西岸との段丘対比を基本とすることから、その指標となる当該段丘の特徴の整理を行った。

【段丘調査結果の整理】

- 基盤岩の上面標高、段丘堆積物の上面標高等から、Mm1段丘、Hm3段丘及びHm2段丘として3段に区分される。
- 段丘堆積物の層厚は、約5m以下である。
- 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、高位段丘と中位段丘は明確に区分される。

【旧汀線高度の評価】

- 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。
- 積丹半島西岸におけるMIS7及びMIS9の旧汀線高度は、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て、評価を行った。
- 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。



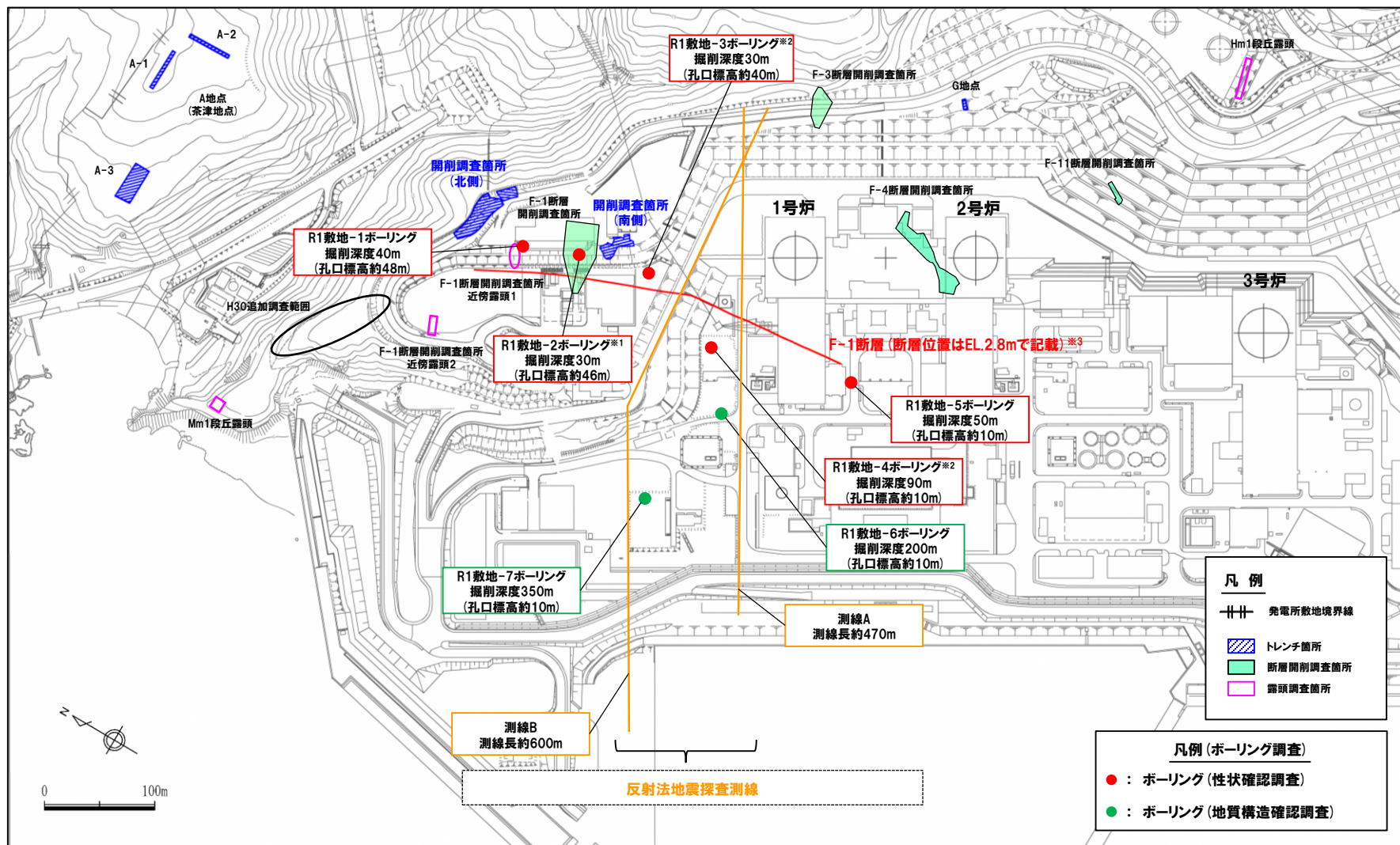
- 以下に示す積丹半島西岸における海成段丘の特徴と比較することにより、断層の活動性評価における地層区分に関する検討を行う。

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54～64m	約57～65m	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	

F-1断層の活動性評価に係る調査位置図

R3.7.2審査会合資料(一部修正)

調査位置図



原子力専門有識者会合(第3回)における専門有識者の助言により、本頁を一部修正しています。

調査位置図 (改変後の地形)

※1 R1敷地-2ボーリング(φ86)は、F-1断層開削調査箇所と同位置で実施していることから、F-1断層の性状確認の基本となるため、別孔(R1敷地-2'ボーリング:φ116)も掘削している。

※2 当該ボーリングは、F-1断層の性状確認を主目的として実施するが、調査結果は、反射法地震探査結果との対比にも用いる。

※3 F-1断層の線形及び長さについては、F-1断層の活動性評価に関する追加調査結果(本章)を踏まえ、本頁に示すものから見直しを行っている。