

東通原子力発電所
敷地の地形，地質・地質構造について
(f-1断層，f-2断層，m-a断層の評価)
(コメント回答)

平成29年3月17日
東北電力株式会社

審査会合におけるコメント

No.	コメント時期	コメント内容	今回ご説明資料の掲載箇所 説明時期
S12	平成27年11月27日 第301回審査会合	m-a断層の補足調査結果について説明すること。	平成28年11月18日 第417回審査会合でご説明済
S13	平成27年11月27日 第301回審査会合	m-a断層の活動性評価について、F-8断層等との類似性というよりは、将来活動する可能性のある断層等に該当するかどうかという観点で検討すること。	平成28年11月18日 第417回審査会合でご説明済
S14	平成27年11月27日 第301回審査会合	f-1断層付近での基盤上面の形態について、変位なのか変形なのか、f-1断層によるものなのかどうか整理すること。 あわせてSクラス施設直下にある他の断層についても、変位なのか変形なのか整理すること。	平成28年4月22日 第354回審査会合でご説明済
S15	平成27年11月27日 第301回審査会合	f-1断層の活動性評価では、F-10断層に切られること以外について示すこと。	平成28年4月22日 第354回審査会合でご説明済
S16	平成27年11月27日 第301回審査会合	f-2断層の検討にあたっては、変質鉱物脈に関するX線分析と化学分析のデータを示すこと。また、粘土鉱物のK-Ar法による年代測定の手法、信頼度、関連する研究論文、事例等について示すこと。	平成28年4月22日 第354回審査会合でご説明済
S17	平成27年11月27日 第301回審査会合	高角度の変質鉱物脈と上載地層との関係が分かるものを示すこと。 また、基礎底盤や掘削時の法面のスケッチ、写真等があれば示すこと。	平成28年4月22日 第354回審査会合でご説明済
S19	平成27年11月27日 第301回審査会合	地すべり面に関する検討について、防災科研の地すべりマップ等、他の文献の検討結果も示すこと。	平成28年4月22日 第354回審査会合でご説明済
S23	平成28年4月22日 第354回審査会合	f-1断層について、断層破碎部及び周辺での第四系基底面の状況などを検討するため、Tr-34トレンチでの追加掘削などにより、データの拡充を図ること。	平成28年11月18日 第417回審査会合でご説明済
S24	平成28年4月22日 第354回審査会合	高角度の変質鉱物脈は変位があるので、断層区分の小断層に含まれるかどうか整理すること。	平成28年11月18日 第417回審査会合でご説明済
S25	平成28年4月22日 第354回審査会合	高角度の変質鉱物脈について、個別のデータを一覧表示するなどして、同種のものかどうかについて、説明性の向上を図ること。	平成28年11月18日 第417回審査会合でご説明済
S26	平成28年4月22日 第354回審査会合	f-c断層がSクラス施設の直下の断層に該当しないことを、調査データを用いて説明すること。	平成28年11月18日 第417回審査会合でご説明済
S27	平成28年4月22日 第354回審査会合	f-1断層破碎部の研磨片・薄片観察では、脈がせん断面に切られていることについて説明すること。	平成28年11月18日 第417回審査会合でご説明済

No.	コメント時期	コメント内容	今回ご説明資料の掲載箇所 説明時期
S66	平成28年11月18日 第417回審査会合	f-1断層関連の岩盤上面の形状や砂層中の小断裂の連続性, トレンチ拡幅・盤下げ後の新法面における断層性状等について整理して示すこと。	3章(3.4)
S67	平成28年11月18日 第417回審査会合	f-1断層のスケッチについて, 破碎部や軟質な部分があるのかないのか等, 現実に近い形での表記方法を検討すること。	3章(3.4)
S68	平成28年11月18日 第417回審査会合	Sクラス施設の直下に分布する高角度の変質鉱物脈については, 分布や性状等の細部の説明だけでなく, どのような考え方で活動性を評価しているのか整理して示すこと。	3章(3.5)
S69	平成28年11月18日 第417回審査会合	m-a断層の分布範囲について, 根拠を詳細に示すこと。	3章(3.6)
S80	平成28年12月1日, 2日 現地調査	Tr-34トレンチ追加調査のスケッチは, 断層破碎部や第四系砂礫層基底部等の細部の構造が分かるよう記載の充実を図ること。	3章(3.4)
S81	平成28年12月1日, 2日 現地調査	Tr-34トレンチにおいて, f-1断層の評価にあたって, F-10断層との関係についても説明を追加すること。	3章(3.4)
S82	平成28年12月1日, 2日 現地調査	F-3断層(Tr-11東トレンチ), F-4断層(K-16孔), F-8断層(O2-10孔)では, 断層破碎部の中に石英脈が入っていて変形していない, 或いは, 破碎部を石英脈が横断しているコアがあるが, 活動性評価の観点から, データの整理, 記載の充実を図ること。	3章(3.4)

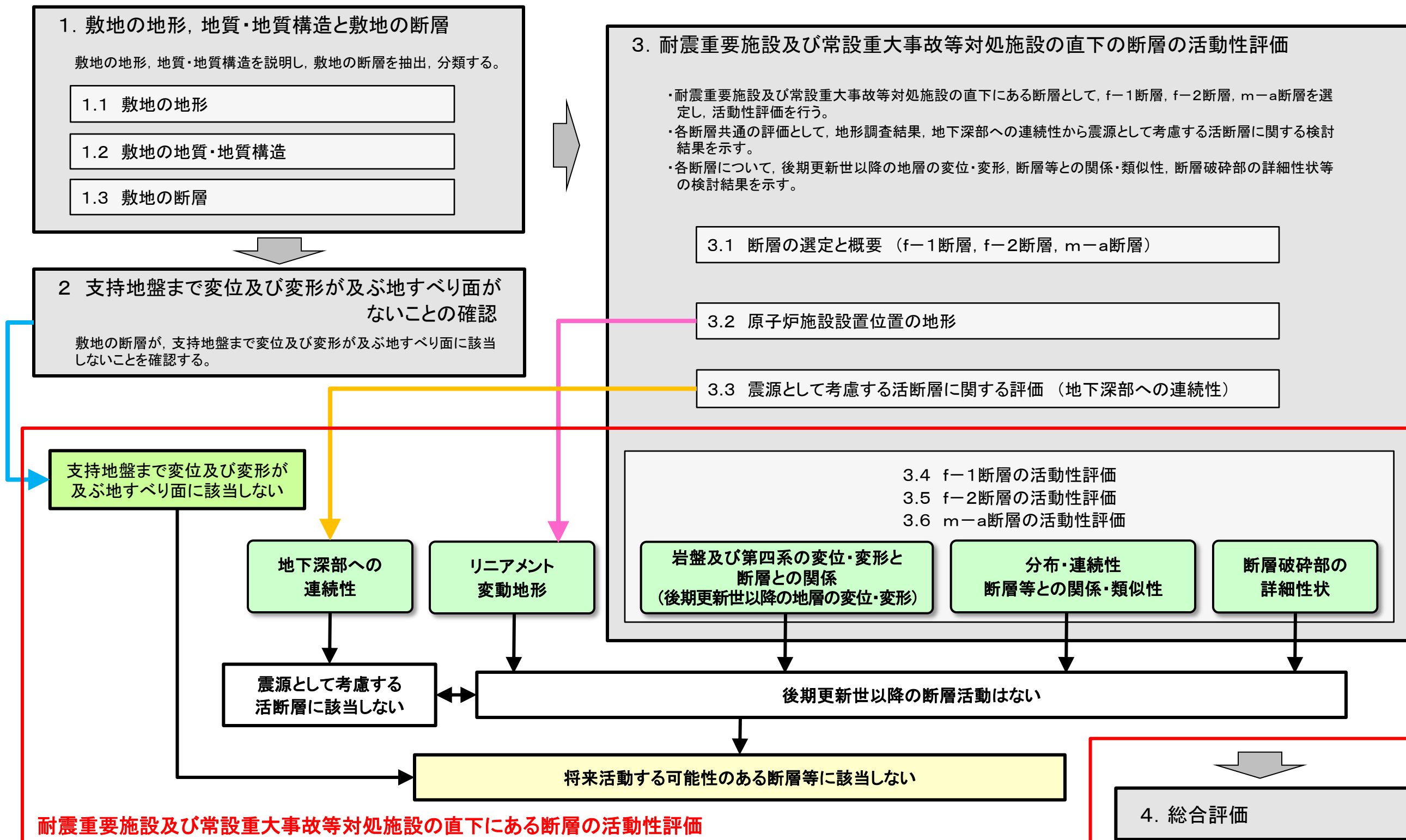
本資料は, 耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設の直下にあるf-1断層, f-2断層, m-a断層の評価をまとめたものである。

目次

- 1. 敷地の地形, 地質・地質構造と敷地の断層 1
 - 1.1 敷地の地形 2
 - 1.2 敷地の地質・地質構造 5
 - 1.3 敷地の断層 10
- 2. 支持地盤まで変位及び変形が及ぶ地すべり面がないことの確認 14
- 3. 耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設の直下の断層の活動性評価 21
 - 3.1 断層の選定と概要 22
 - 3.2 原子炉施設設置位置の地形 27
 - 3.3 震源として考慮する活断層に関する評価 29
 - 3.4 f-1断層の活動性評価 31
 - 3.4.1 調査, 評価の概要 32
 - 3.4.2 岩盤及び第四系の変位・変形と断層との関係 33
 - 3.4.3 分布・連続性, 断層等との関係 46
 - 3.4.4 断層破碎部の詳細性状 57
 - 3.4.5 まとめ 75
 - 3.5 f-2断層の活動性評価 77
 - 3.5.1 調査, 評価の概要 78
 - 3.5.2 岩盤及び第四系の変位・変形と断層との関係 79
 - 3.5.3 f-2断層と変質鉱物脈 82
 - 3.5.4 まとめ 109
 - 3.6 m-a断層の活動性評価 111
 - 3.6.1 調査, 評価の概要 112
 - 3.6.2 分布・連続性, 断層等との関係・類似性 113
 - 3.6.3 断層破碎部の詳細性状 126
 - 3.6.4 まとめ 154
- 4. 総合評価 155
- 参考文献 157

※ 有識者会合(東北電力東通原子力発電所敷地内破碎帯の調査に関する有識者会合)での論点に関連し, 有識者会合後の新たなデータ, 追加検討を含むシートについては, ページ番号左に **新規** と表示した。

評価の流れと資料構成



敷地～敷地周辺の断層の抽出・評価フロー

各種調査項目

変動地形学的調査
(空中写真判読等の変動地形学的調査)

- ・新しい時代の活動を示唆するリニアメント, 変動地形の有無
- ・地すべり地形の有無

地質調査
(地表踏査, ボーリング調査, 試掘坑調査, トレンチ調査)

- ・敷地内の断層の有無, 性状, 位置・分布・連続性の確認
- ・断層破碎部の性状の確認

地球物理学的調査
(反射法地震探査)

- ・地下深部の地震発生層から地表付近まで破壊している断層の有無

敷地周辺の断層 (陸域・海域)

- (30km以上)
- 【陸域】
- ・野辺地断層
 - ・上原子断層
 - ・七戸西方断層
 - ・折爪断層
 - ・根岸西方断層
 - ・青森湾西岸断層帯
 - ・津軽山地西縁断層帯
 - ・函館平野西縁断層帯

- (30km範囲)
- 【陸域】
- ・下北断層
 - ・横浜断層
 - ・出戸西方断層
 - ・御宿山東方断層
 - ・御宿山北方断層
 - ・恐山東山麓のリニアメント
 - ・月山東方断層
 - ・一里小屋付近のリニアメント
 - ・石持東方のリニアメント
 - ・豊栄平のリニアメント
 - ・二又付近のリニアメント
 - ・鷹架沼南岸のリニアメント
 - ・金津山付近のリニアメント
 - ・六ヶ所村老部川上流付近のリニアメント
 - ・目名東方の文献による推定活断層

- 【海域】
- ・恵山沖断層

- 【海域】
- ・敷地東方沖断層
 - ・大陸棚外縁断層

敷地近傍の断層

- ・小田野沢西方のリニアメント
- ・一切山東方断層
- ・老部川右岸の断層

敷地の断層

- ・主要な断層
- ・原子炉施設設置位置の断層
- ・その他の断層
- ・小断層

活動性評価の検討対象とする断層の整理

耐震重要施設及び常設重大事故等
対処施設の直下にある断層

直下にある
{ f-1, f-2, m-a }

直下がない
F-1, F-2, F-3, F-4, F-5, F-6, F-7, F-8, F-9, F-10, f-a~f-g, f-j~f-p, m-b, m-c, f-3, 小断層

断層の性状, 形成時期等に関する検討

カテゴリⅠ: 変位置, 破碎幅が小さく, 連続性がない断層 (f-c, 小断層)

カテゴリⅡ: 他の断層より形成時期が相対的に古い断層 (F-5, F-6, F-7, f-b~f-g, f-j~f-k, f-m~f-p, m-b, m-c, f-3)

カテゴリⅢ: 形成時期が相対的に新しく, 地質構造を規制している断層 (F-1, F-2, F-3, F-4, F-8, F-9, F-10, f-a)

III-W: 敷地西側の半地溝状を構成する東傾斜の断層 (F-1 (f-a), F-2)

III-C: 敷地中央～南部の地溝状を構成する断層 (F-3, F-4, F-9)

III-N: 敷地北部の地溝状を構成する断層 (F-8, F-10)

検討終了

断層の活動性評価

第3条*に関する検討

支持地盤まで変位及び変形が及ぶ地すべり面がないことの確認

{ f-1 } { f-2 } { m-a }

震源として考慮する活断層に該当しないことの確認
地震活動に伴って永久変位が生じる断層に該当しないことの確認

- 地下深部への連続性(地震発生層から地表付近までの破壊)
- リニアメント, 変動地形
- 岩盤及び第四系の変位・変形と断層との関係(後期更新世以降の地層の変位・変形)
- 分布・連続性, 断層等との関係・類似性
- 断層破碎部の性状(固結・岩石化, 微細構造 等)

第4条*に関する検討

{ 一切山東方断層 (F-1, f-a), F-2, 老部川右岸の断層 } { F-3, F-4, F-9 } { F-8, F-10 }

※ 一切山東方断層を代表的な断層として評価

震源として考慮する活断層に該当しないことの確認

- 地下深部の地質構造(地震発生層から地表付近までの破壊)
- リニアメント, 変動地形
- 地質構造, 分布・連続性, 断層等との関係
- 後期更新世以降(約12～13万年前以降)の地形, 地層の変位・変形
- 断層破碎部の性状(固結・岩石化, 微細構造 等)
- 第四系の変状と断層による変位・変形

類似性

- ・熱水変質に関連した破碎部構造
- ・地質構造との関連
- ・第四系の変状 等

文献調査により敷地への影響が大きな断層を抽出

(敷地近傍～敷地周辺の断層)
文献調査, 変動地形学的調査, 地質調査, 海上音波探査 等

後期更新世以降の活動性を考慮

- ・横浜断層
- ・出戸西方断層
- ・上原子～七戸西方断層
- ・折爪断層
- ・根岸西方断層
- ・青森湾西岸断層帯
- ・津軽山地西縁断層帯
- ・函館平野西縁断層帯
- ・敷地東方沖断層
- ・恵山沖断層

総合評価

※ 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

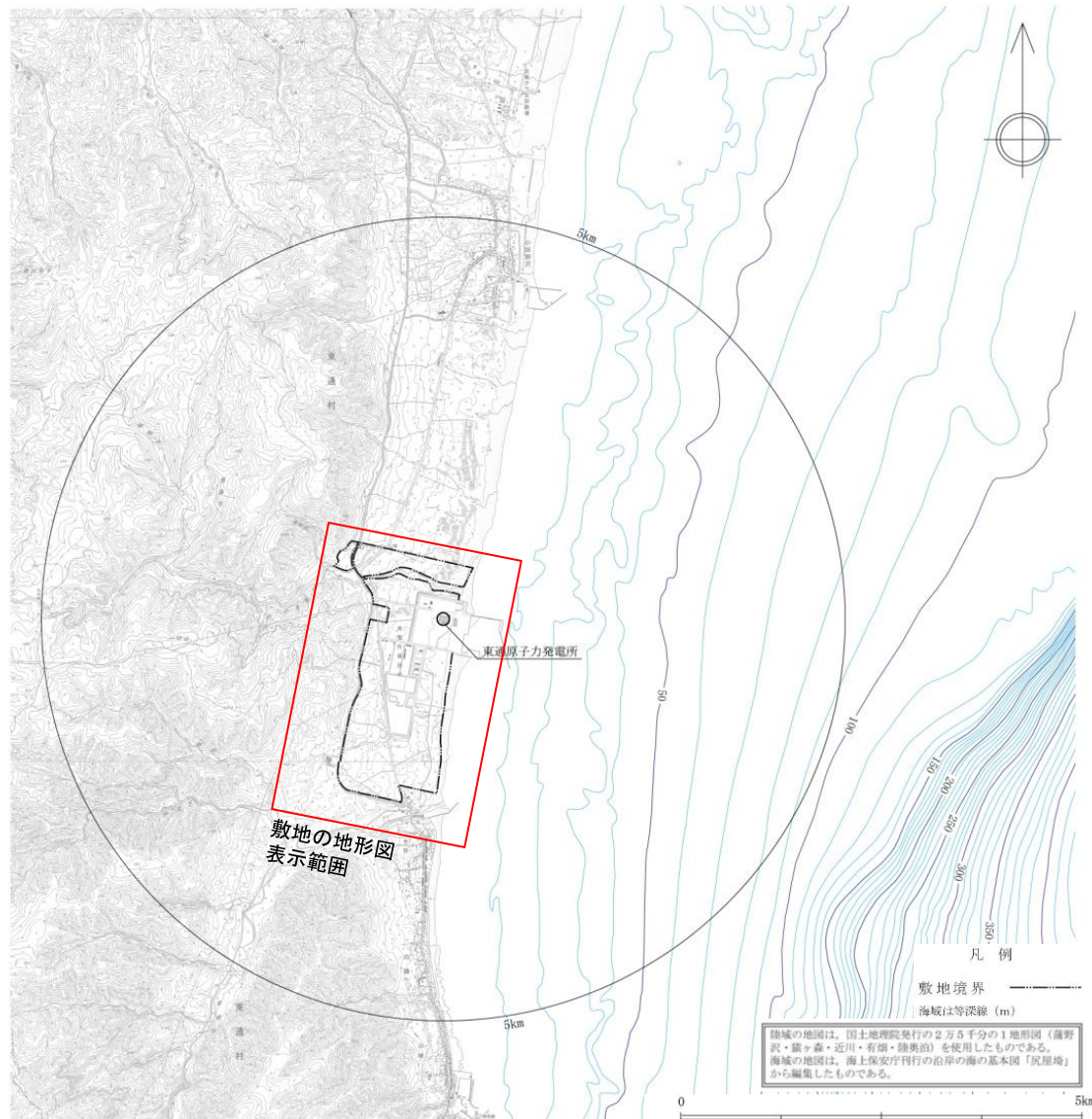
1. 敷地の地形, 地質・地質構造と敷地の断層

- 1.1 敷地の地形
- 1.2 敷地の地質・地質構造
- 1.3 敷地の断層

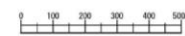
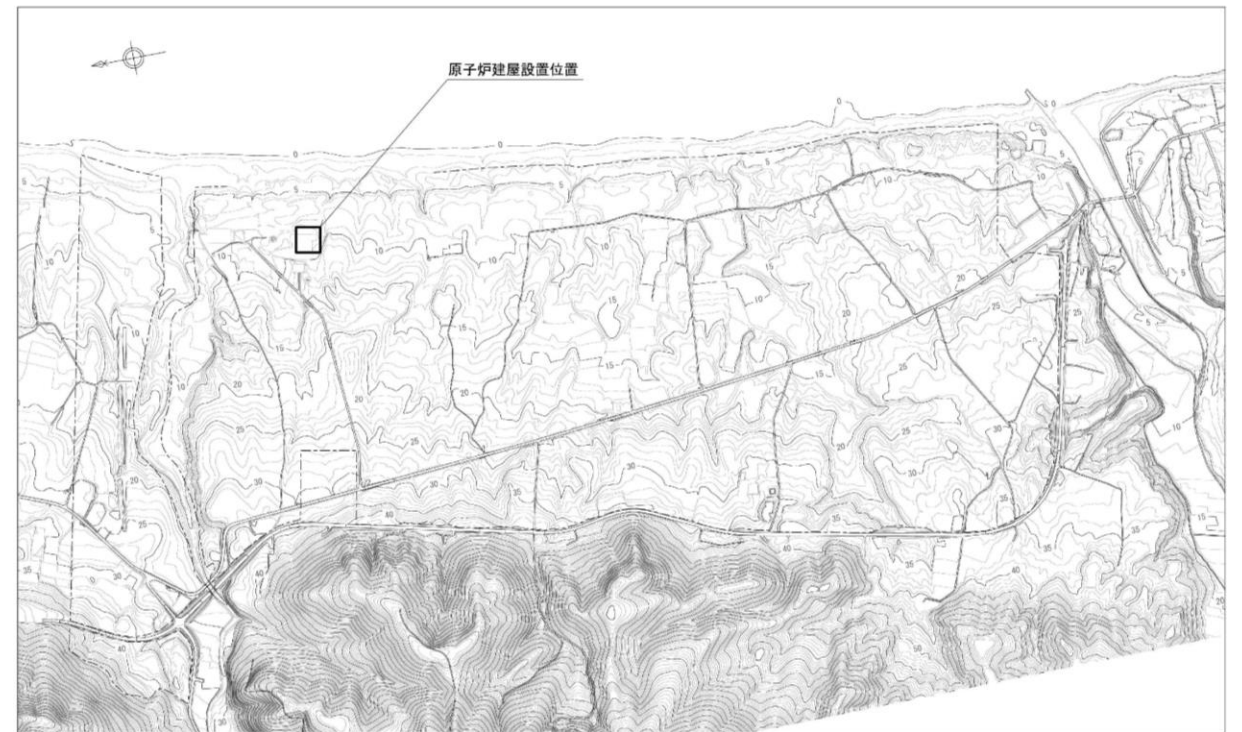
1.1 敷地の地形

敷地及び敷地近傍の地形

- 敷地は、海岸線に沿って南北方向に分布する標高約10m～約40mの台地に位置している。
- 敷地の西部～南部には原地形が残存している。
- 敷地西側は、開析が進行した丘陵よりなる。

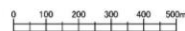
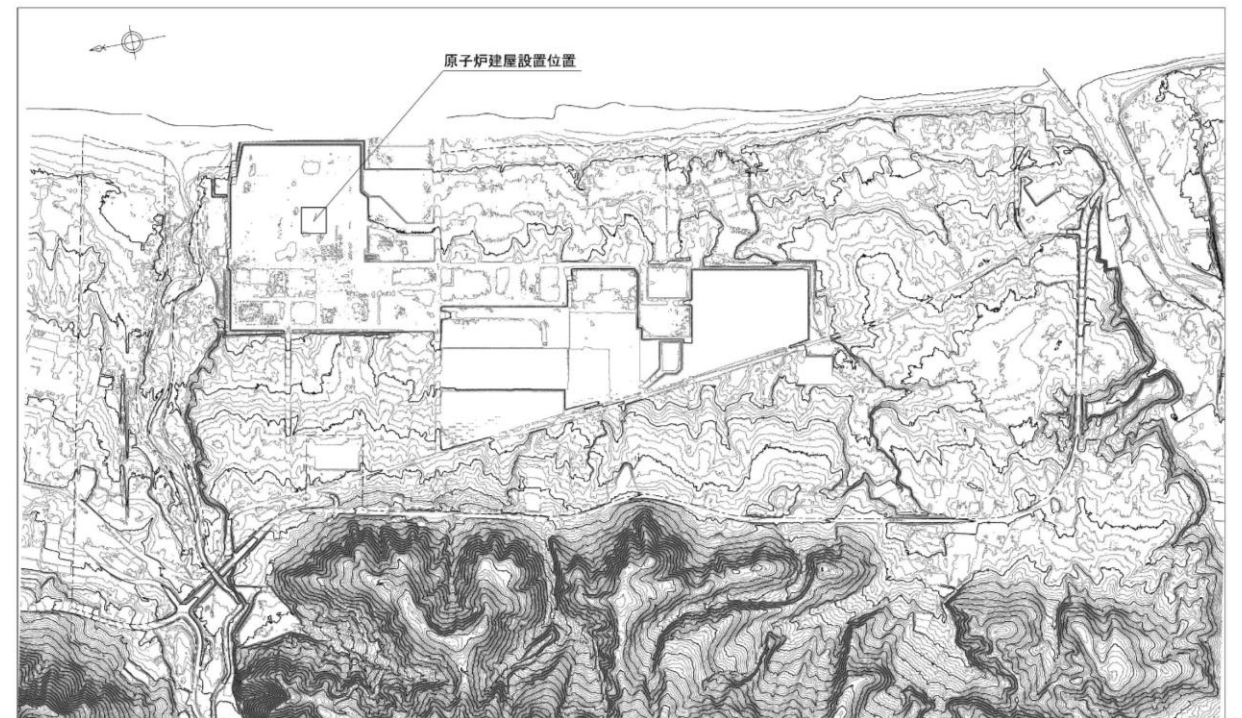


敷地近傍の地形図



敷地造成前のDEM地形図

空中写真(平成5年撮影)から作成



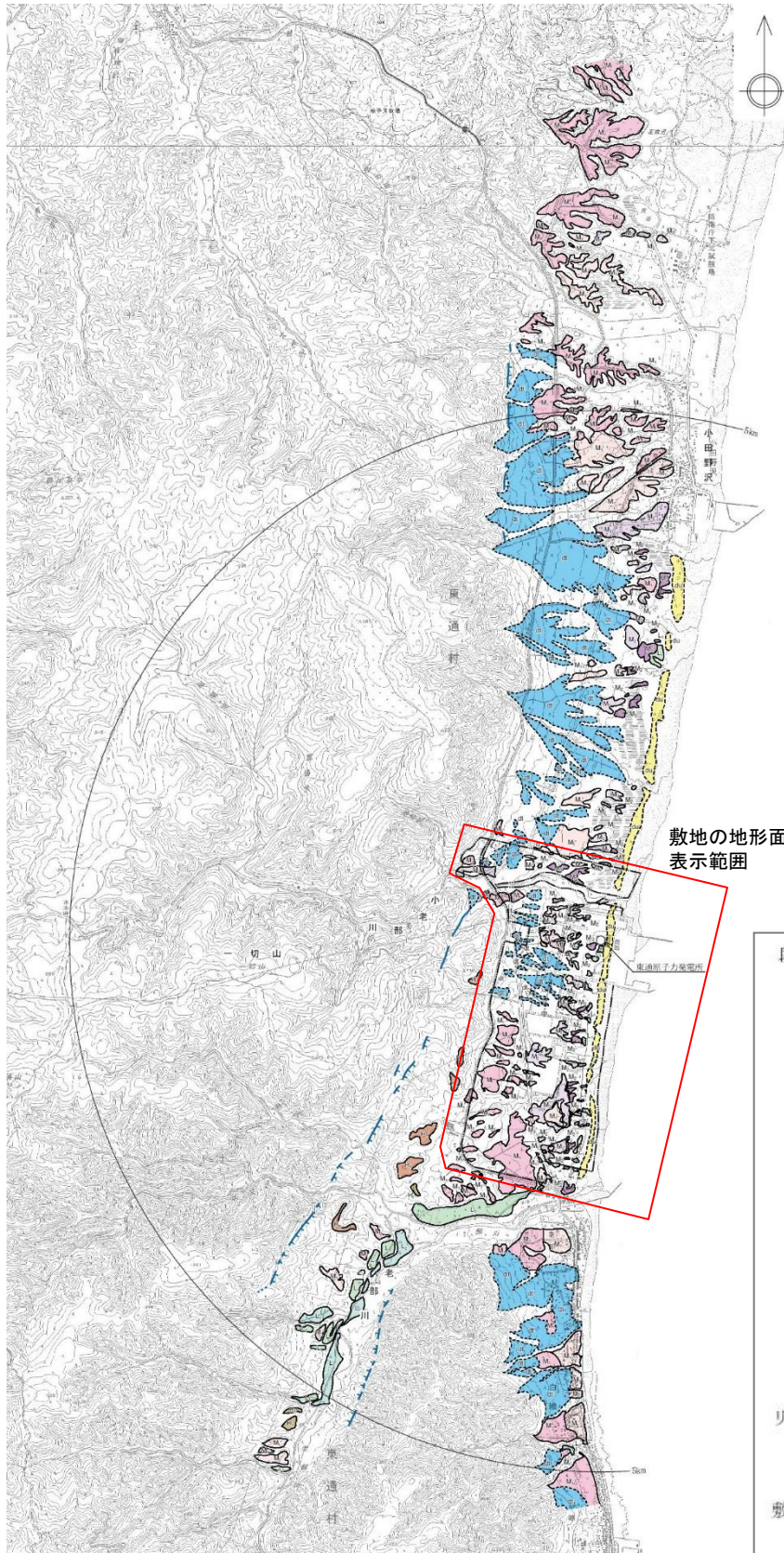
敷地造成後のDEM地形図

航空レーザー測量(平成19年)によるDEMから作成

1.1 敷地の地形

敷地及び敷地近傍の地形判読結果

- 敷地近傍の空中写真及びDEMによる地形図の判読によれば、敷地西方の山地の一部にL_Dリニアメントが判読される。
- 敷地は、標高約10m～約40mの台地に位置し、段丘面及び扇状地面が識別される。
- 空中写真及びDEMによる地形図の判読によれば、敷地には断層活動を示唆するリニアメント、変動地形は認められない。



敷地の地形面区分図表示範囲

凡例

段丘区分	記号
L ₂ 面	L ₂
L ₁ 面	L ₁
M ₂ ' 面	M ₂ '
M ₂ 面	M ₂
M ₁ ' 面	M ₁ '
M ₁ 面	M ₁
H ₃ 面	H ₃
H ₄ 面	H ₄
砂丘	du
土石流状扇状地面	gf
リニアメント	
L _D	L _D
敷地境界	



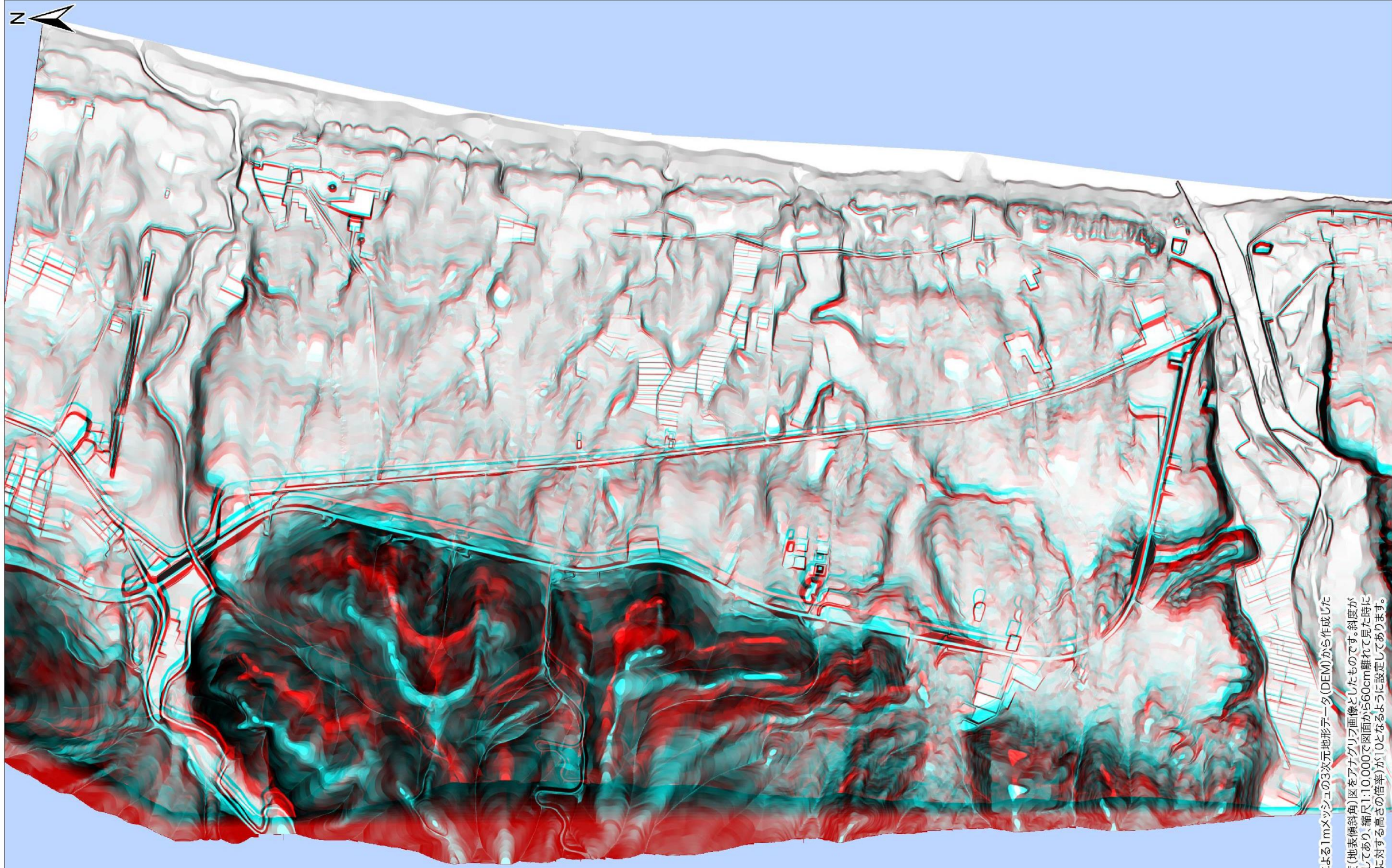
凡例

L ₂ 面	扇状地面Ⅲ	段丘面にみられる高まり
L ₁ 面	扇状地面Ⅱ	人工改変により原地形がほとんど失われている
M ₂ ' 面	扇状地面Ⅰ	*扇状地面については、分布高度及び形態に基づいて高位よりⅠ、Ⅱ、Ⅲ面に区分した
M ₂ 面	砂丘	
M ₁ ' 面	崖錐	
M ₁ 面		
M ₁ ⁺ 面		
	敷地境界	

*地形図は空中写真(平成5年撮影)によるDEMから作成(等高線は1.0m間隔、赤線は0.5m間隔で入れた補助線)

敷地の地形面区分図

敷地の立体斜度図



※航空写真測量図による1mメッシュの3次元地形データ(DEM)から作成した「立体斜度図」です。
※「立体斜度図」は斜度(地表傾斜角)図をアナログ画像としたものです。斜度が大きいほど暗く表示しており、縮尺1:10,000で図面から60cm離れて見た時に垂直倍率(水平距離に対する高さの倍率)が10となるように設定してあります。

立体斜度図

左 右

0 10 20 30 40 50 m
(縮尺10,000)

1:10,000

0 250 500 m

本図の無断複製・転載を禁じます。
株式会社 横山空間情報研究所

1. 敷地の地形, 地質・地質構造と敷地の断層

- 1.1 敷地の地形
- 1.2 敷地の地質・地質構造
- 1.3 敷地の断層

1.2 敷地の地質・地質構造

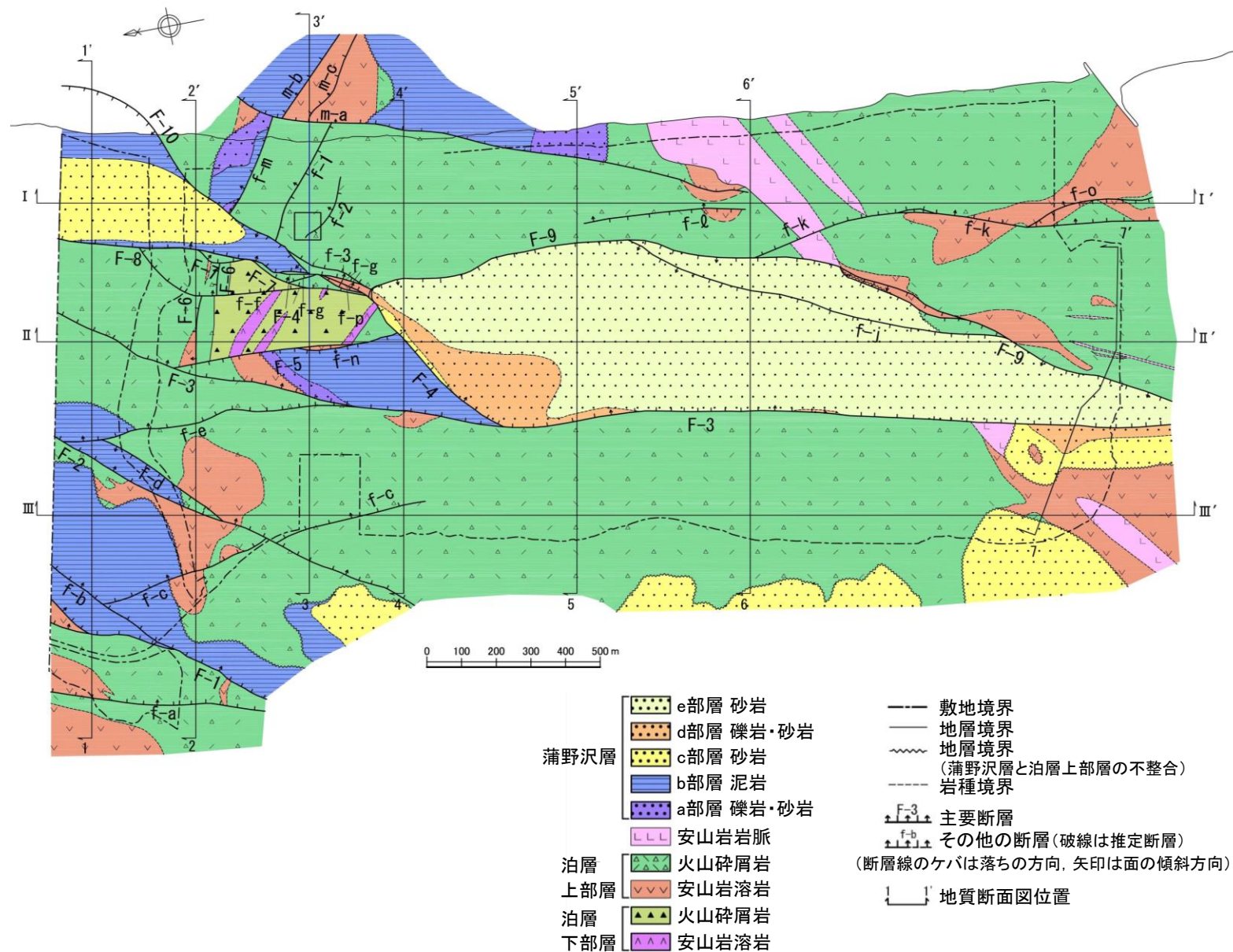
敷地の地質層序と地質構造

- 敷地の新第三系は、下位より、新第三系中新統の猿ヶ森層、泊層及び蒲野沢層で構成され、泊層には安山岩が貫入する。
- 泊層上部層分布域に、地塁状をなして泊層下部層が分布し、半地溝状～地溝状をなして蒲野沢層が分布する。
- 猿ヶ森層は、敷地においては地表付近には分布しない。
- 敷地の主要な断層は、これらの地質分布を規制する正断層である。

敷地の新第三系の地質層序表

地質時代	地層名	模式柱状図	主要岩相
第四紀	第四紀層		未固結～半固結の砂礫、砂、粘性土、ローム
	蒲野沢層		
中新世	e部層		※ 細粒～中粒砂岩、 極細粒砂岩・シルト岩互層(サガリテスを含む)
	d部層		細礫岩・粗粒砂岩互層、極細粒～中粒砂岩、凝灰岩
	c部層		中粒～粗粒砂岩(貝殻片を含む)、 細粒砂岩、礫岩
	b部層		泥岩(垂炭、カキ床、凝灰岩を挟む)、 中粒～粗粒砂岩(垂炭、凝灰岩を挟む)、礫岩
	a部層		礫岩、中粒～粗粒砂岩、砂混じり泥岩 化石は確認されていない。
新第三系	泊層上部層	安山岩岩脈	安山岩溶岩 凝灰角礫岩 火山礫凝灰岩 凝灰岩
	泊層下部層	猿ヶ森層	泥岩 軽石凝灰岩 粗粒砂岩 礫岩
新生代			安山岩 安山岩溶岩 凝灰角礫岩 火山礫凝灰岩 凝灰岩

※蒲野沢層e部層から、珪藻化石分析結果から、Denticulopsis lautaが産出している。

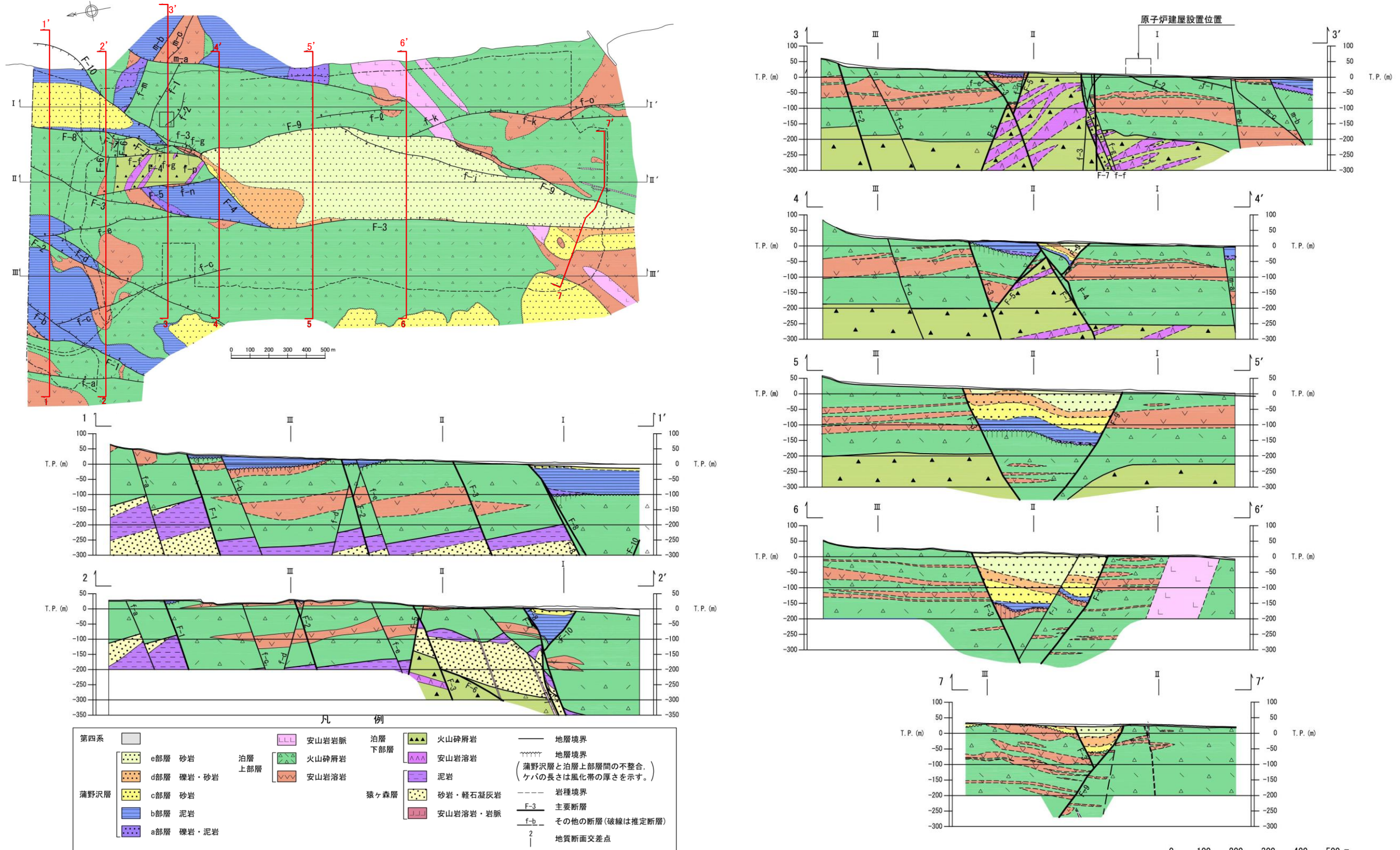


敷地の新第三系の地質構造図

1.2 敷地の地質・地質構造

敷地の地質構造(東西方向の地質断面)

- 敷地の新第三系は、泊層上部層分布域に地壘状をなして泊層下部層が分布し、半地溝状～地溝状をなして蒲野沢層が分布する。これらの境界をなす主要な断層として、F-1断層～F-10断層が認められる。
- 主要な断層は、主にNNE-SSW～NE-SW走向で比較的連続性が認められる変位量の大きな高角度の正断層である。



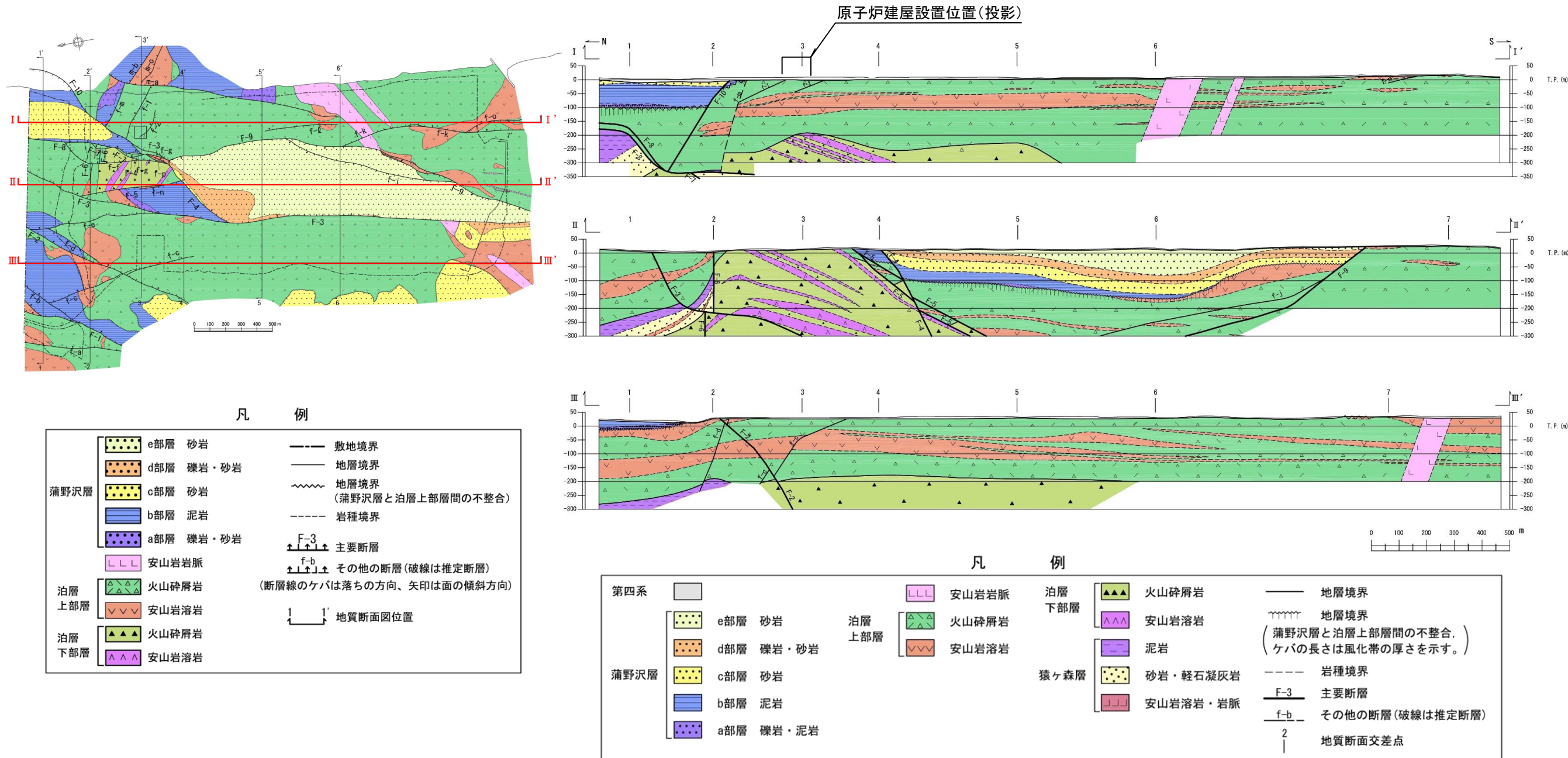
敷地の地質断面図(東西方向)

0 100 200 300 400 500 m

1.2 敷地の地質・地質構造

敷地の地質構造(南北方向の地質断面)

- 敷地の新第三系は、泊層上部層分布域に地壘状をなして泊層下部層が分布し、半地溝状～地溝状をなして蒲野沢層が分布する。これらの境界をなす主要な断層として、F-1断層～F-10断層が認められる。
- 主要な断層は、主にNNE-SSW～NE-SW走向で比較的連続性が認められる変位量の大きな高角度の正断層である。



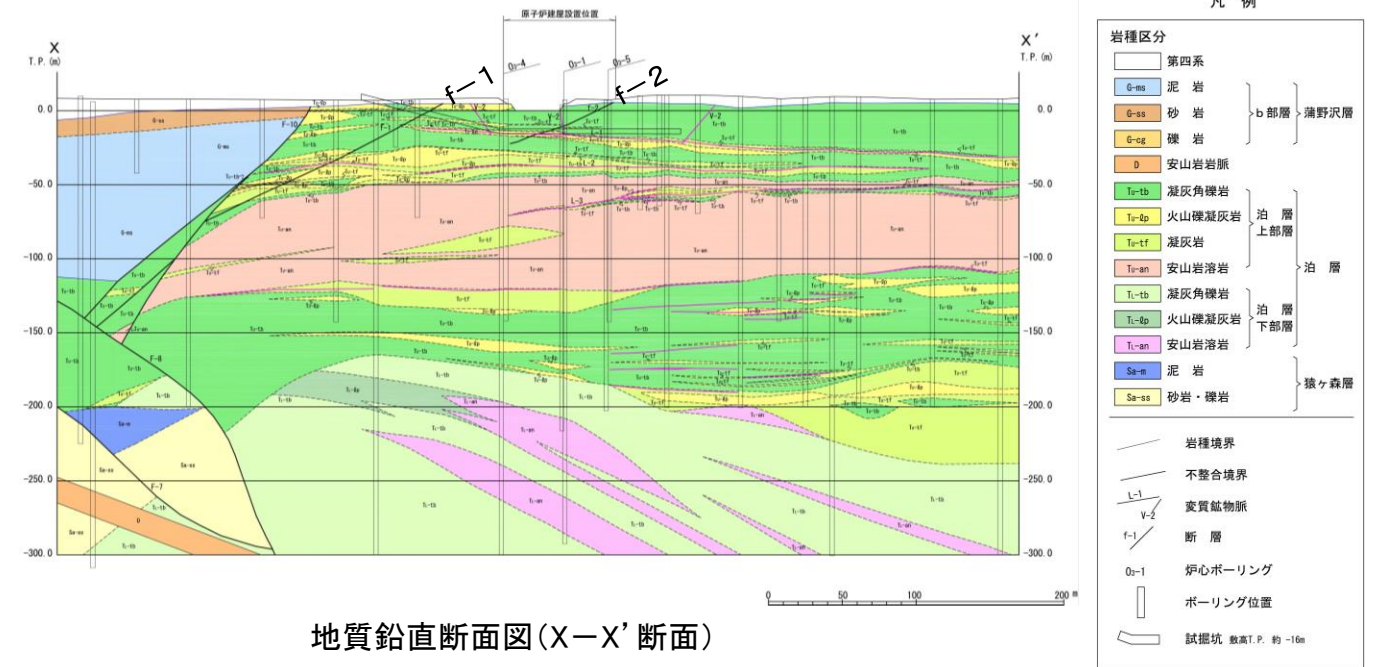
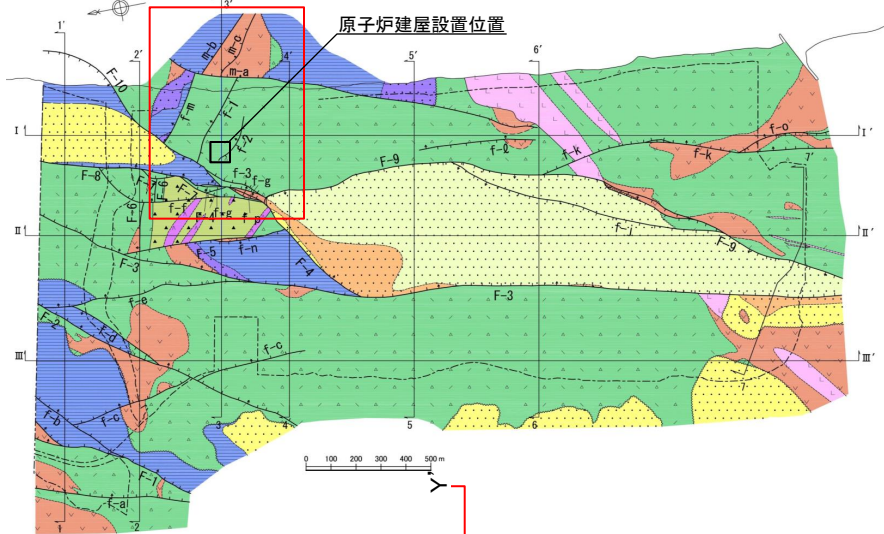
敷地の地質断面図(南北方向)

1.2 敷地の地質・地質構造

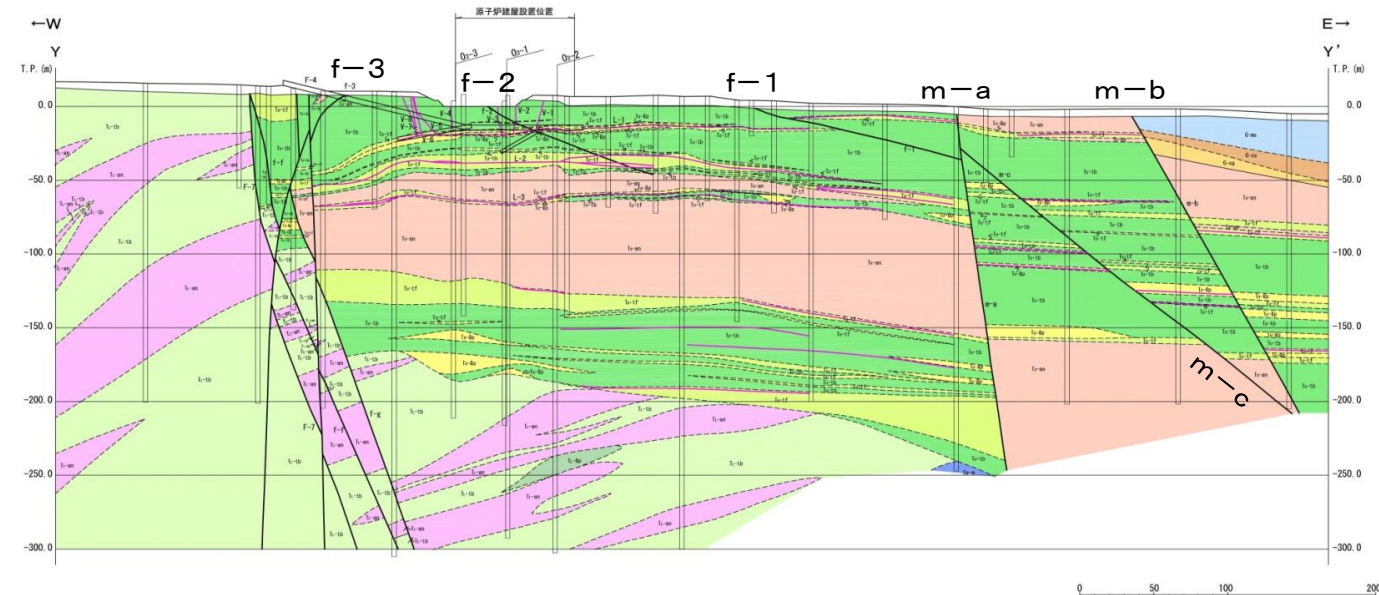
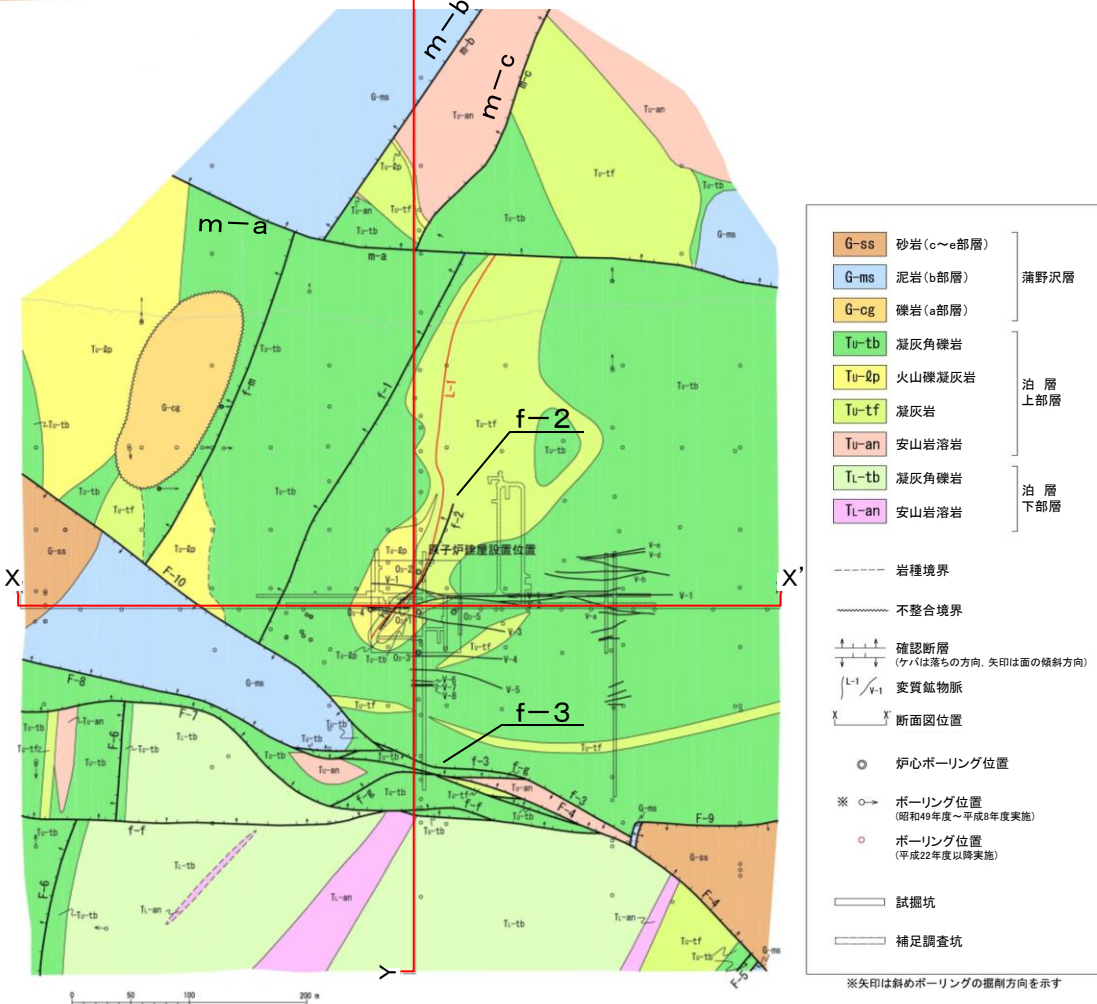
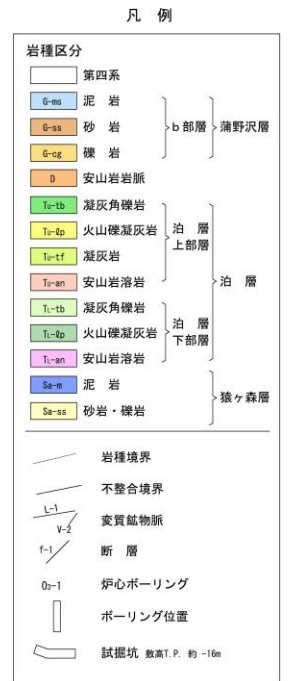
原子炉施設設置位置の地質構造

- 原子炉施設設置位置の新第三系は、中新統の猿ヶ森層、泊層及び蒲野沢層からなる。
- 原子炉建屋設置位置付近の新第三系にf-1断層～f-3断層、沿岸にm-a断層～m-c断層が分布する。

地質水平断面図範囲



地質鉛直断面図(X-X'断面)



地質鉛直断面図(Y-Y'断面)

原子炉施設設置位置の地質水平断面図(T.P.約-16m)

1. 敷地の地形, 地質・地質構造と敷地の断層

- 1.1 敷地の地形
- 1.2 敷地の地質・地質構造
- 1.3 敷地の断層

1.3 敷地の断層

敷地の断層と断層の区分

➤ 敷地の断層は、以下の4つに区分される。

1. 主要な断層

変位量、破砕幅が比較的大きな断層としてF-1断層～F-10断層が確認されている。敷地の主要な断層は、地壘状、半地溝状～地溝状の地質構造を規制する高角度の正断層である。

2. その他の断層

概ね同一地層中に発達し、比較的連続性に乏しく、変位量、破砕幅の比較的小さな断層としてf-a断層～f-g断層、f-j断層～f-p断層が確認されている。これらの断層は、主要な断層に会合するか、あるいは切られていると考えられ、新第三系の分布を大きく規制していない。

3. 原子炉施設設置位置の断層

原子炉建屋設置位置付近に、試掘坑等で確認された断層としてf-1断層～f-3断層、沿岸にm-a断層～m-c断層が確認されている。f-1断層、f-2断層は連続性に乏しく、変位量も小規模である。

4. 小断層

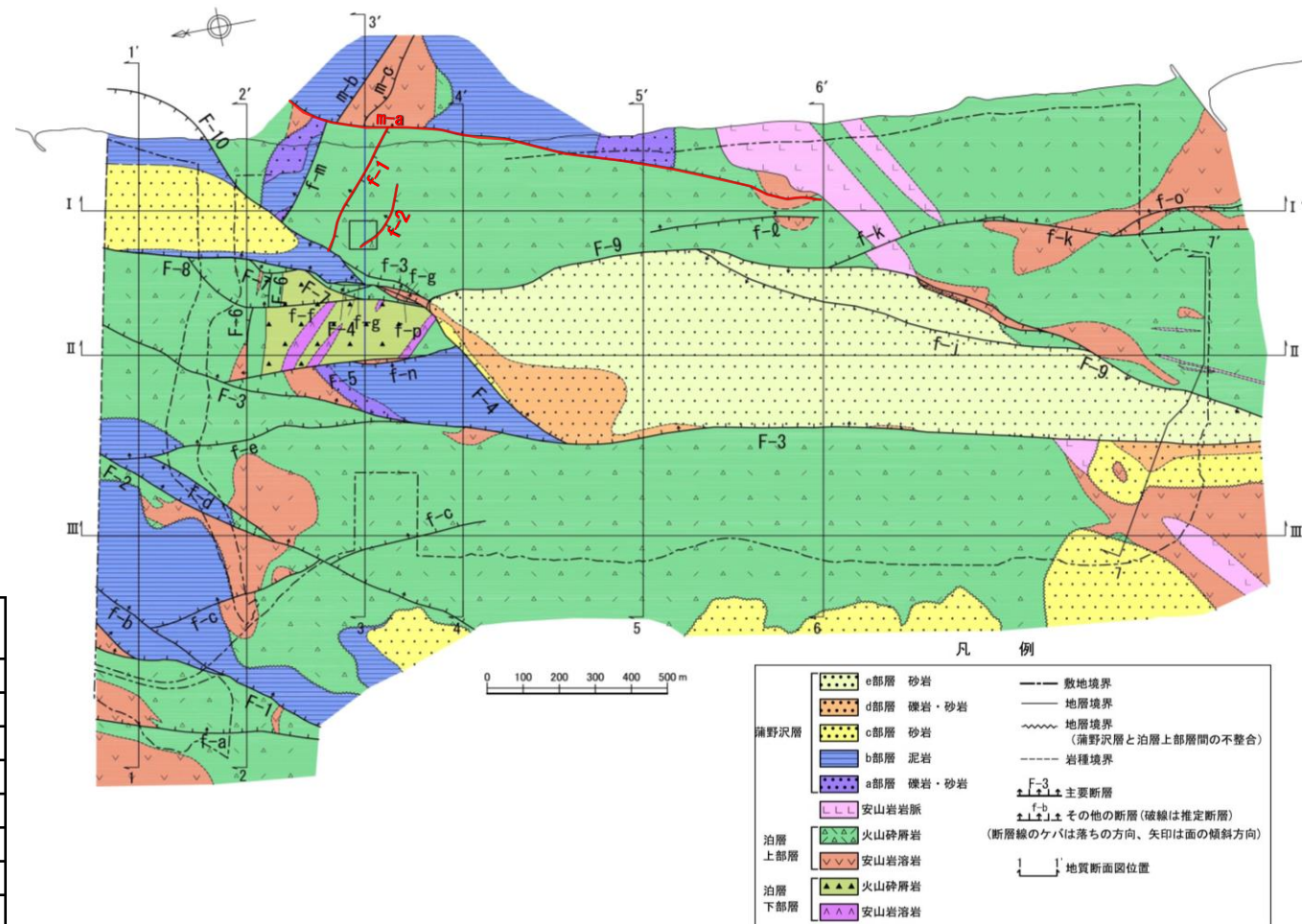
変位量、破砕幅が極めて小さく、走向方向、深度方向ともに連続性に乏しい断層であり、敷地の地質構造を規制していないことから、敷地の地質構造図には表示していない。

1. 主要な断層

断層名	走向	傾斜	最大破砕幅 (cm)	見かけ鉛直変位量 (m)	移動の センス
F-1	N17°～40°E	60°～85°SE	150	140	正
F-2	N26°～46°E	58°～60°SE	20	40	正
F-3	N3°W～53°E	64°～80°E	55	170以上	正
F-4	N28°～62°E	65°SE～83°NW	250	60	正
F-5	N14°W～2°E	63°～78°W	40	270以上	正
F-6	(N84°W)	(80°N～90°)	[7]	200	正
F-7	N14°～35°E	75°SE	25	160以上	正
F-8	N18°W～68°E	67°SE～90°	75	200	正
F-9	N6°W～32°E	50°～87°NW	210	180以上	正
F-10	N36°～75°E	55°～71°NW	35	110以上	正

2. その他の断層

断層名	走向	傾斜	最大破砕幅 (cm)	見かけ鉛直変位量 (m)	移動の センス
f-a	N2°W～42°E	60°～80°SE	30	40	正
f-b	N57°～62°E	60°～75°SE	20	30	正
f-c	N3°W～3°E	70°～80°E	25	20	正
f-d	N22°～40°E	76°～83°NW	13	30	正
f-e	N43°W～10°E	50°～78°NE	15	50	正
f-f	[N16°～36°E]	[70°～75°SE]	[25]	30	正
f-g	N27°～34°E	80°～83°SE	20	60	正
f-j	N8°～42°E	44°～51°NW	5	60	正
f-k	N9°～38°E	62°～77°E	23	10	正
f-l	N2°W～18°E	30°～43°E	15	—	(逆)
f-m	(N40°W)	(80°NE)	[3]	70	正
f-n	N26°E	48°NW	30	20	正
f-o	N16°E	30°E	0.1	20	逆
f-p	N45°E	85°SE	25	30	正



地質構造図

3. 1 原子炉施設設置位置の断層(原子炉建屋設置位置付近の断層)

断層名	走向	傾斜	最大破砕幅 (cm)	見かけ鉛直変位量 (m)	移動の センス
f-1	N70°W	45°N	20	0.8	逆
f-2	N35°W	27°NE	6	0.2	逆
f-3	N28°E	38°NW	30	45	逆

3. 2 原子炉施設設置位置の断層(沿岸の断層)

断層名	走向	傾斜	最大破砕幅 (cm)	見かけ鉛直変位量 (m)	移動の センス
m-a	[N15°E]	[80°E]	[50]	85	正
m-b	[N45°W]	[80°NE]	[46]	60	正
m-c	[N55°W]	[60°NE]	[30]	10	正

() 推定 [] ボーリングデータ

1.3 敷地の断層

敷地の断層の性状一覧

断層名	断層性状						基準※2との対応					
	走向 ()推定 []ボーリングデータ	傾斜 ()推定 []ボーリングデータ	最大破碎幅 (cm) ()推定 []ボーリングデータ	見かけの鉛直変位量 (m)	延長 (m) (敷地内)	移動のセンス ()は推定	断層の特徴	他の断層等との相互関係	相対的に新しい断層等	重要な安全機能を有する施設の直下にある断層※3 (第3条への対応)	震源として考慮する活断層に該当しないことを確認する断層※3 (第4条への対応)	
F-1	N17°~40°E	60°~85°SE	150	140	340※1	正	敷地西側の半地溝状をなす東傾斜の正断層	・北方はH-6~H-8断層に連続し、南方は一切山東方断層となる			○	
F-2	N26°~46°E	58°~60°SE	20	40	690※1	正	敷地西側の半地溝状をなす東傾斜の正断層	・北方はH-5断層に連続し、敷地南方で消滅			○	
F-3	N3°W~53°E	64°~80°E	55	≥170	3100※1	正	敷地中央~南部の地溝状をなす正断層	・F-4断層と会合、F-5断層を切る、F-9断層に切られる	F-9		○	
F-4	N28°~62°E	65°SE~83°NW	250	60	820	正	敷地中央~南部の地溝状をなす正断層	・F-3断層、F-8断層と会合、F-5断層、F-7断層、F-9断層を切る			○	
F-5	N14°W~2°E	63°~78°W	40	≥270	660	正	地壘状構造を形成する断層	・F-6断層を切る、F-3断層、F-4断層に切られる	F-3、F-4			
F-6	(N84°W)	(80°N~90°)	[7]	200	290	正	地壘状構造を形成する断層	・F-5断層、F-7断層に切られる	F-5、F-7			
F-7	N14°~35°E	75°SE	25	≥160	530	正	地壘状構造を形成する断層	・F-6断層を切る、F-4断層、F-8断層に切られる	F-4、F-8			
F-8	N18°W~68°E	67°SE~90°	75	200	740※1	正	敷地北部の地溝状をなす正断層	・F-4断層と会合、F-7断層、F-10断層を切る			○	
F-9	N6°W~32°E	50°~87°NW	210	≥180	2290※1	正	敷地中央~南部の地溝状をなす正断層	・F-3断層を切る、F-4断層に切られる	F-4		○	
F-10	N36°~75°E	55°~71°NW	35	≥110	680※1	正	敷地北部の地溝状をなす正断層	・f-1断層を切る、F-8断層に切られる	F-8		○	
f-a	N2°W~42°E	60°~80°SE	30	40	300※1	正	敷地西側の半地溝状をなす東傾斜の正断層	・北方はH-9断層に連続し、南方はF-1断層に会合、一切山東方断層となる			○	
f-b	N57°~62°E	60°~75°SE	20	30	400※1	正	北方はH-6断層(分岐)に連続し、南方はF-1断層に会合する	・F-1断層と会合				
f-c	N3°W~3°E	70°~80°E	25	20	1000	正	F-2断層に切れ、南方は消滅する	・F-2断層に切られる	F-2			
f-d	N22°~40°E	76°~83°NW	13	30	400	正	—	・F-2断層に切られる	F-2			
f-e	N43°W~10°E	50°~78°NE	15	50	800	正	—	・F-2断層、F-3断層に切られる	F-2、F-3			
f-f	[N16°~36°E]	[70°~75°SE]	[25]	30	500	正	—	・F-4断層、F-7断層、F-8断層に切られる	F-4、F-7、F-8			
f-g	N27°~34°E	80°~83°SE	20	60	200	正	—	・F-4断層、F-7断層に切られる	F-4、F-7			
f-j	N8°~42°E	44°~51°NW	5	60	1200	正	北端・南端ともにF-9断層に会合する	・F-9断層と会合				
f-k	N9°~38°E	62°~77°E	23	10	1100※1	正	—	・F-9断層に切られる	F-9			
f-l	N2°W~18°E	30°~43°E	15	—	≤500	(逆)	変位量がなく、走向・深度方向とも連続しない	・孤立した断層				
f-m	(N40°W)	(80°NE)	[3]	70	300	正	—	・F-10断層、m-a断層に切られる	F-10、m-a			
f-n	N26°E	48°NW	30	20	200	正	延長が短く、北端・南端ともにF-5断層に会合する	・F-5断層と会合				
f-o	N16°E	30°E	0.1	20	100※1	逆	—	・f-k断層に切られる	f-k			
f-p	N45°E	85°SE	25	30	100	正	—	・F-4断層に切られる	F-4			
f-1	N70°W	45°N	20	0.8	380	逆	—	・F-10断層、m-a断層に切られる	F-10、m-a	○		
f-2	N35°W	27°NE	6	0.2	120	逆	延長が短く、深度方向にも連続しない	・高角度の変質鉱物脈に切られる	高角度の変質鉱物脈	○		
f-3	N28°E	38°NW	30	45	230	逆	—	・F-4断層、F-9断層、F-10断層に切られる	F-4、F-9、F-10			
m-a	[N15°E]	[80°E]	[50]	85	1500	正	東傾斜の正断層	・f-1断層、m-b断層、m-c断層を切る		○		
m-b	[N45°W]	[80°NE]	[46]	60	≥270	正	—	・m-a断層に切られる	m-a			
m-c	[N55°W]	[60°NE]	[30]	10	≥220	正	—	・m-a断層に切られる	m-a			
小断層							変位量、破碎幅が小さく、連続性がない断層					

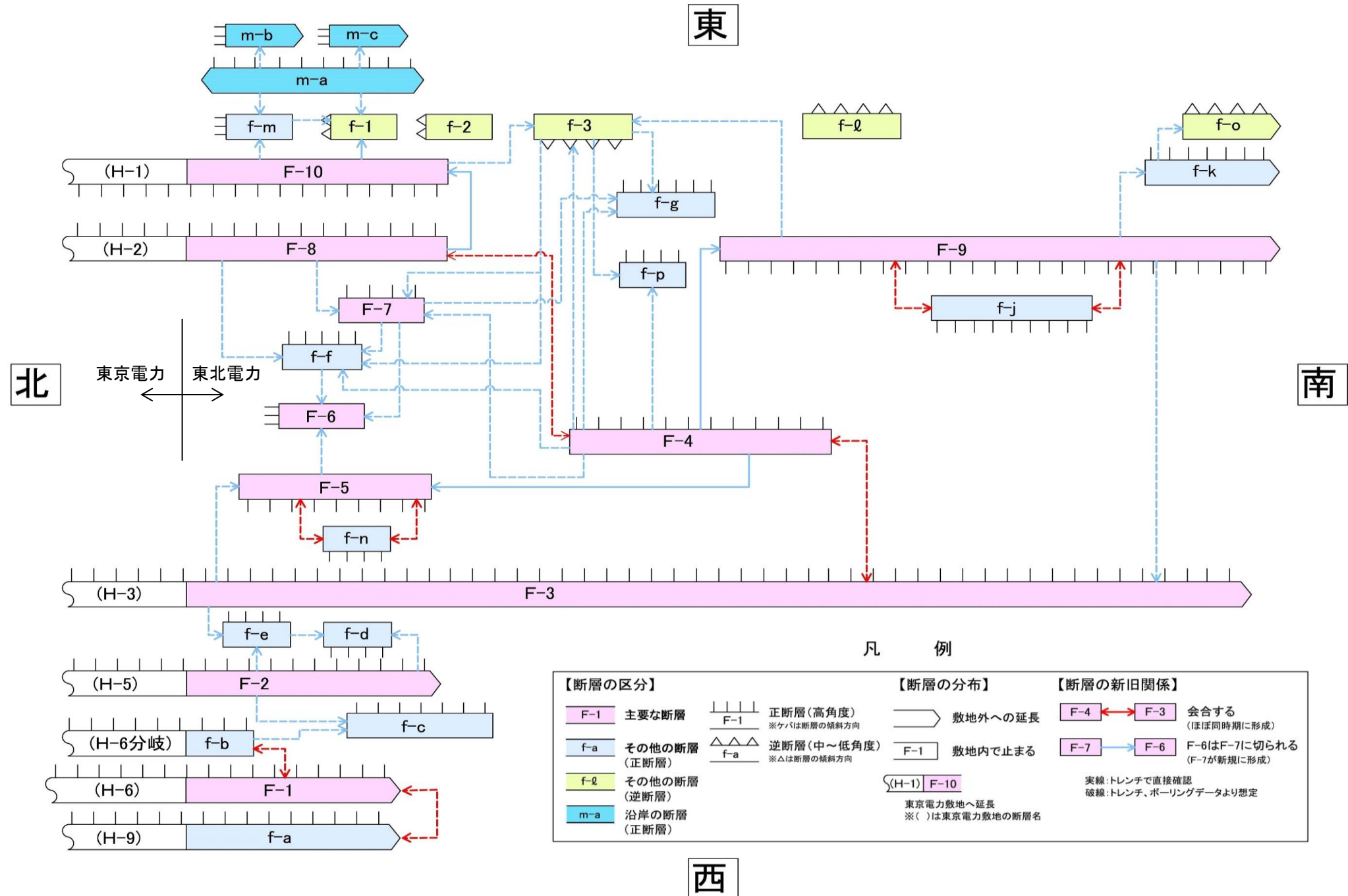
※1:敷地外に連続

※2: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
※3:○は個別評価の検討対象とする断層

1.3 敷地の断層

敷地の断層の新旧関係

- 敷地の新第三系中の主要な断層と多くのその他の断層は正断層であり、これらは、切り・切られあるいは分岐・会合の関係にあることから、大局的にはほぼ同時期に形成されたと考えられるものの、詳細には相互の新旧関係が検討できる。
- 形成時期が相対的に新しい断層は、地質構造を規制するような規模、連続性を有する断層であり、原子炉施設設置位置においては、F-8断層、F-10断層等が該当する。



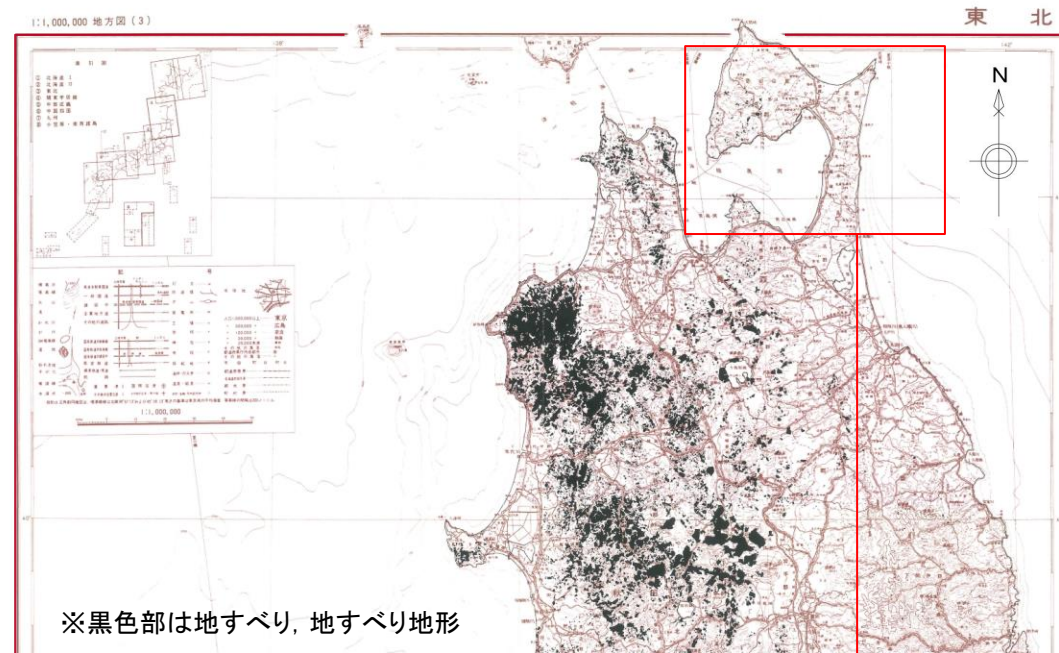
敷地の断層の新旧関係

2. 支持地盤まで変位及び変形が及ぶ地すべり面がないことの確認

2. 支持地盤まで変位及び変形が及ぶ地すべり面がないこと 敷地周辺の地すべり地形に関する文献

- 敷地周辺の地すべり地形について、右表の3編の文献を比較検討した。
- 日本地すべり学会東北支部(1992)によれば、東北地方の地すべり地形は脊梁山地及びこの西側に集中して分布し、東側には地すべり地形が少ないとされている。敷地の位置する下北半島東側には地すべり地形は判読されていない。
- 斜面防災対策技術協会(2005)によれば、敷地周辺には、地すべり防止区域に指定される地域は存在しない。

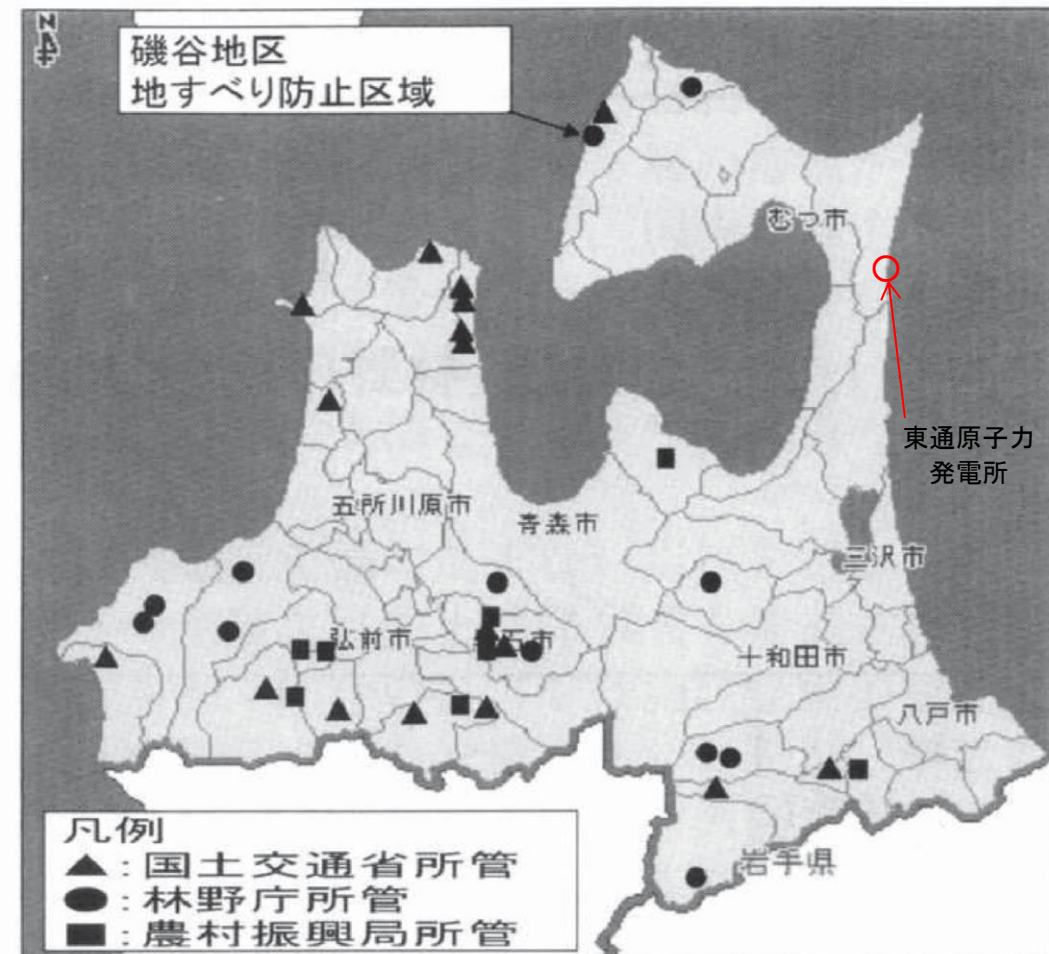
付図 100万分の1 東北地方地すべり地形分布図



日本地すべり学会東北支部(1992)
東北地方地すべり地形分布図に一部加筆

敷地周辺の地すべり地形に関する文献

No.	文献名	出典	敷地周辺に地すべり地形の記載
1	東北の地すべり・地すべり地形 —分布図と技術者のための活用マニュアル—	日本地すべり学会東北支部 (1992)	無
2	青森県の地すべり防止区域指定地 (所管別)	斜面防災対策技術協会 (2005)	無
3	防災科学技術研究所研究資料 第329号 5万分の1 地すべり地形分布図 第42集「野辺地・八戸」図集	防災科学技術研究所 (2009)	有

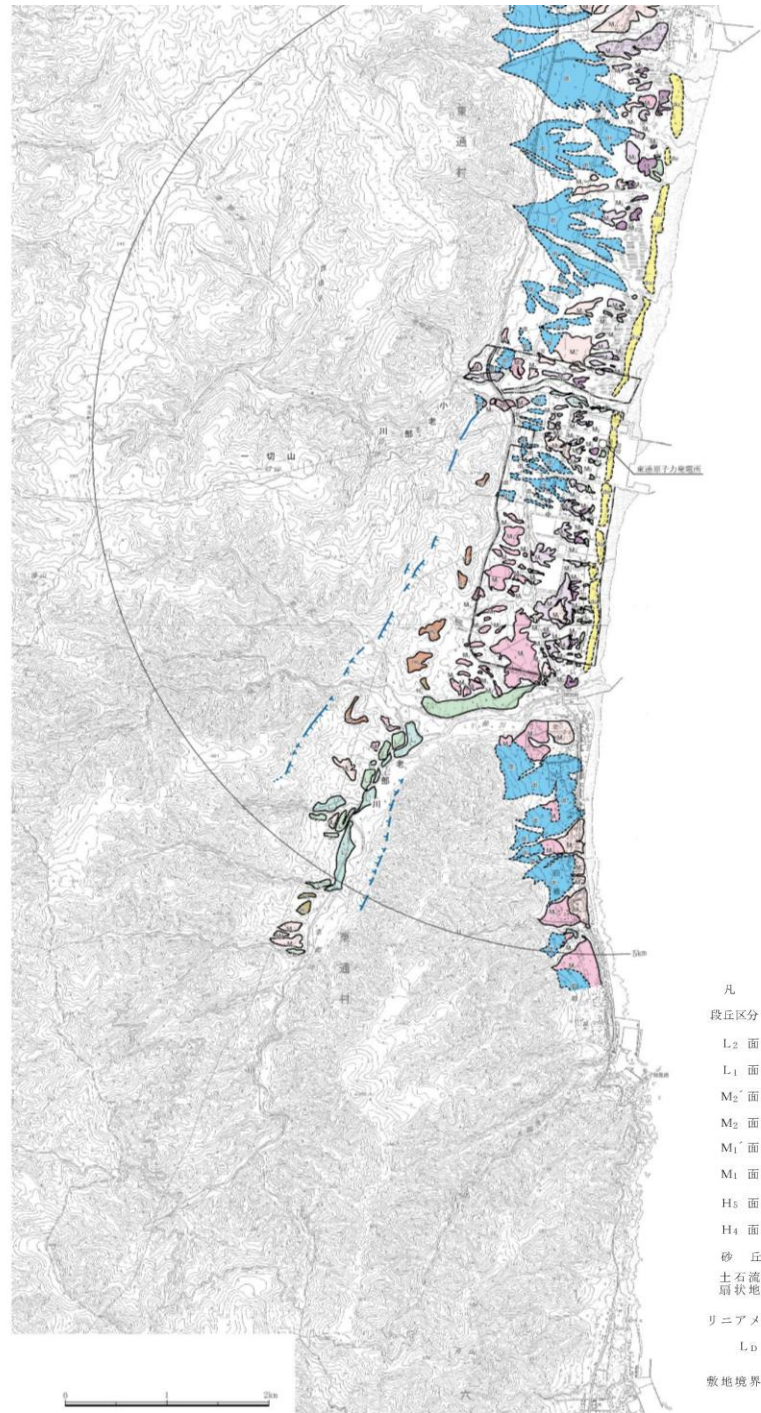


斜面防災対策技術協会(2005)
青森県の地すべり防止区域指定地(所管別)に一部加筆

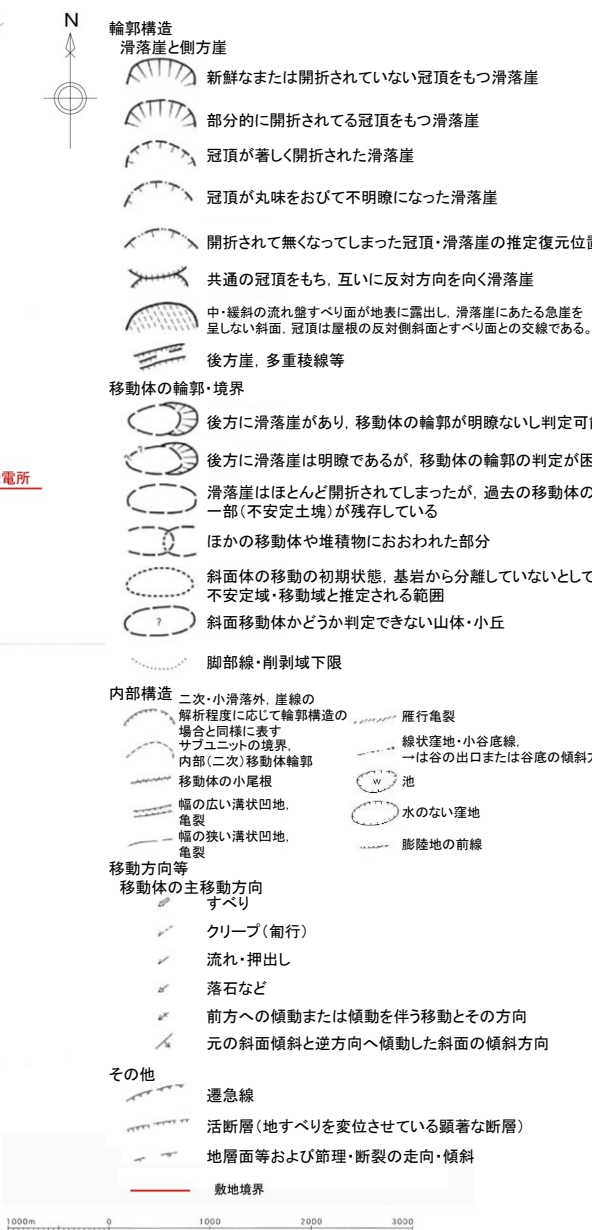
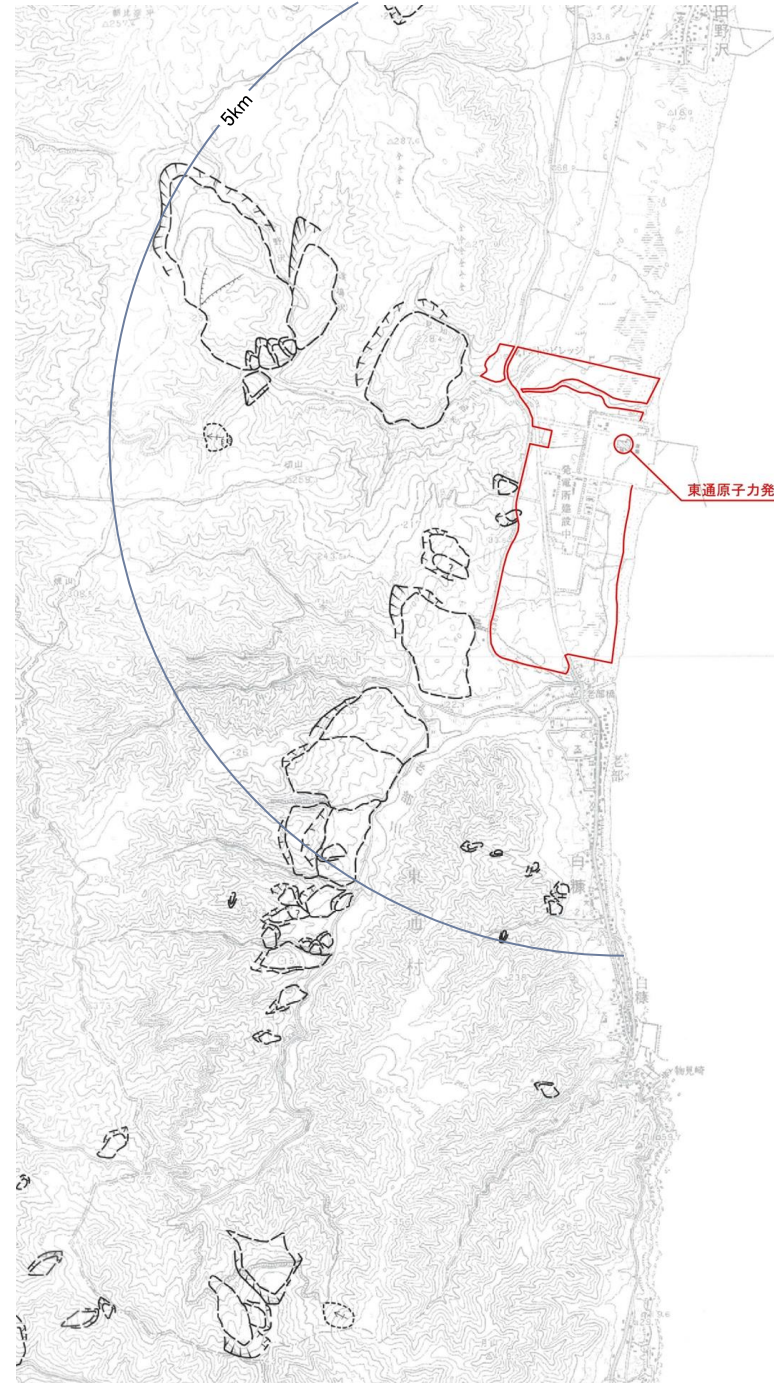
2. 支持地盤まで変位及び変形が及ぶ地すべり面がないことの確認

防災科学技術研究所(2009)による敷地周辺の地すべり地形

- 防災科学技術研究所(2009)によれば、敷地内には地すべり地形は判読されていない。敷地の西側丘陵斜面には地すべり地形が判読されているが、一部は、地すべり移動体がどうか判定できないものも含まれている。
- なお、地すべり学会東北支部(1992)と同一判読者が著者に入っていることから、より新しい防災科学技術研究所(2009)を用いて検討を行う。



敷地近傍の空中写真判読図



敷地近傍の地すべり地形分布図(敷地追記)

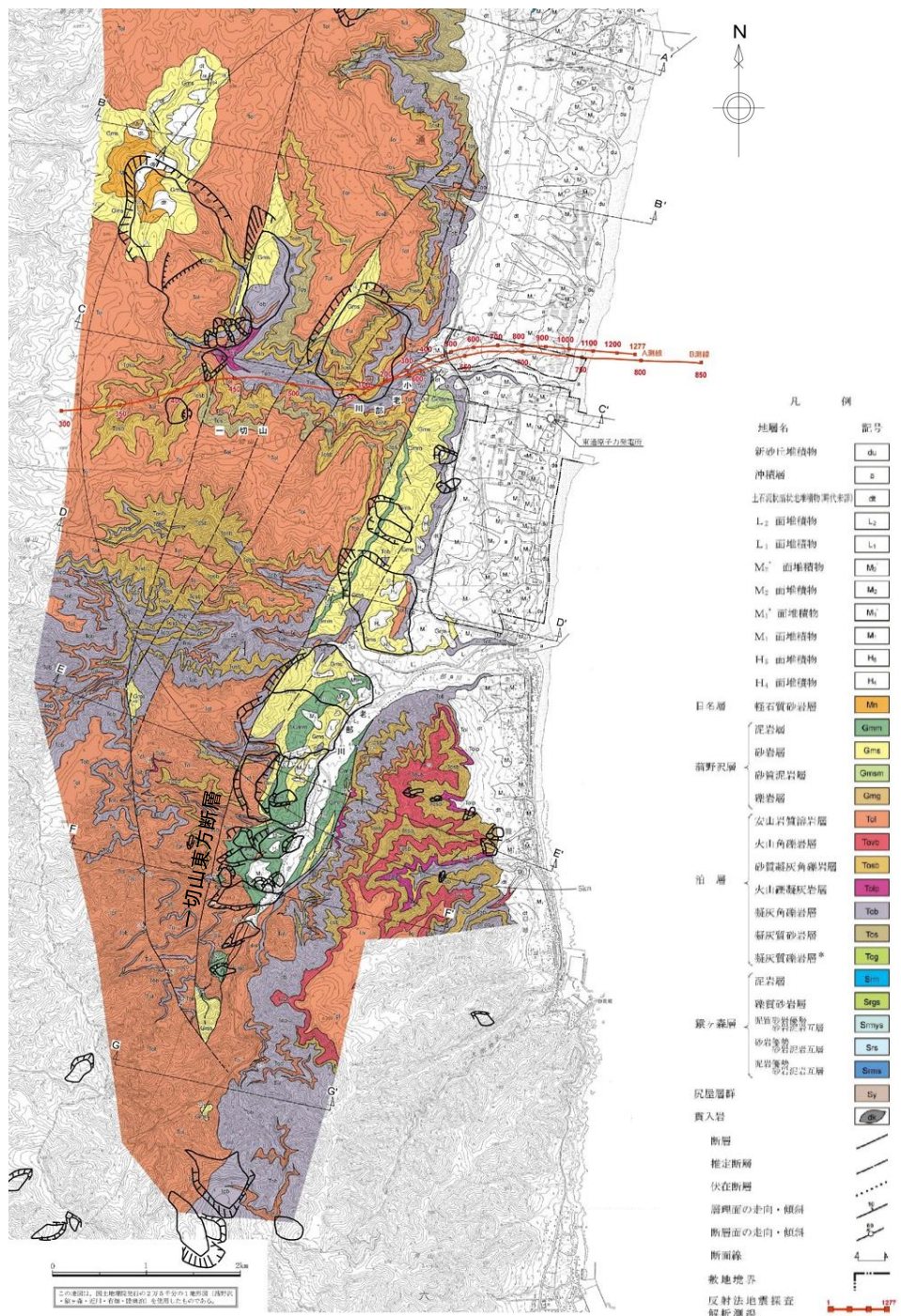
防災科学技術研究所(2009)地すべり地形分布図
第42集「野辺地・八戸」(清水文健・井口隆・大八木規夫著)を編集、加筆

防災科学技術研究所ホームページ 地すべり地形分布図より引用

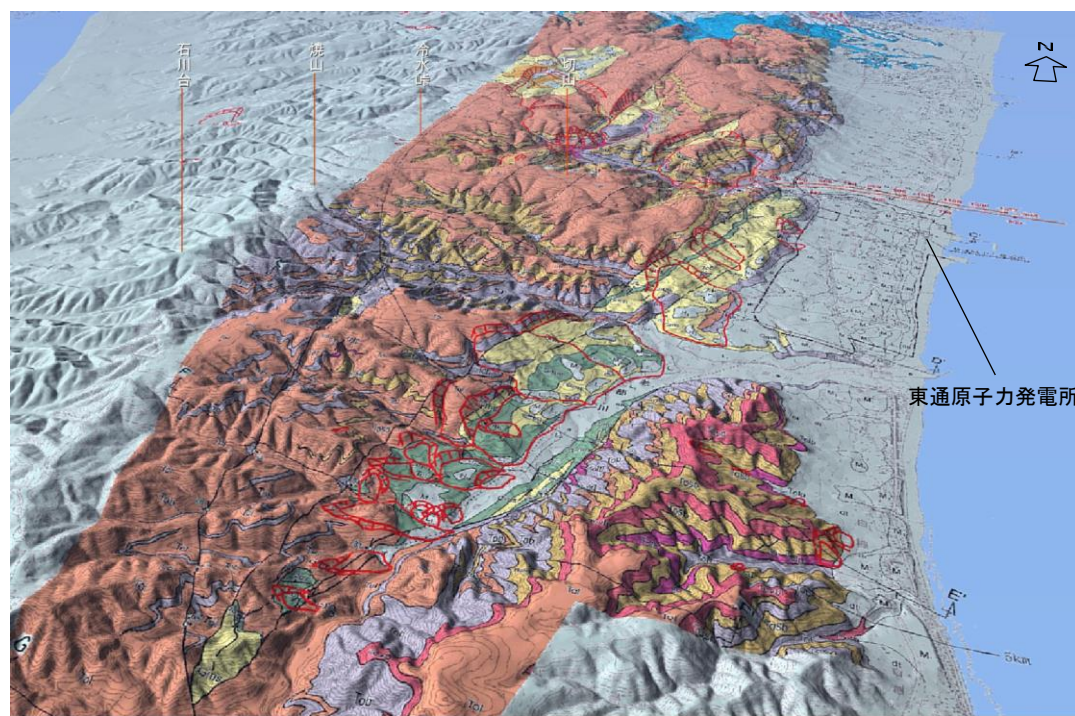
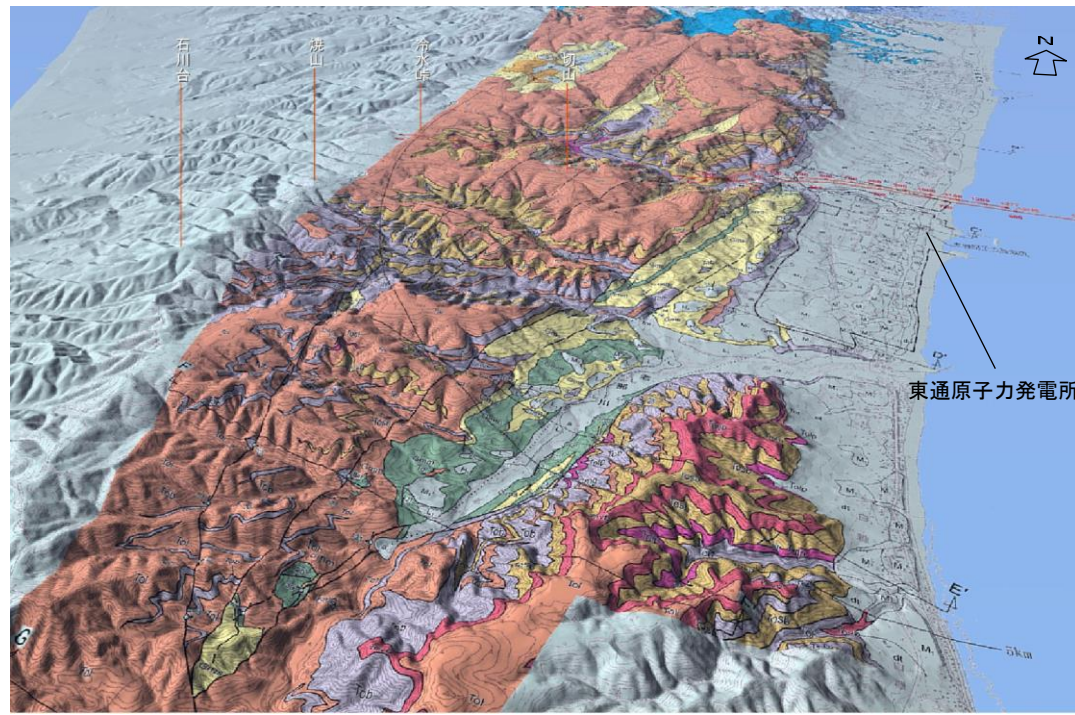
2. 支持地盤まで変位及び変形が及ぶ地すべり面がないことの確認

防災科学技術研究所(2009)による敷地周辺の地すべり地形

- 地すべり地形分布図による頭部滑落崖は, [新編]日本の活断層(1991)の一切山東方断層等の南北系の断層付近に位置し, 地すべり移動体は断層東側の蒲野沢層分布域に示されている。
- 敷地近傍の地表地質調査では, 地すべり地形判読箇所にて地すべりによる移動土塊や移動によって乱された地層は確認されていない。



敷地近傍の地すべり地形分布図
(敷地近傍地質図追記)



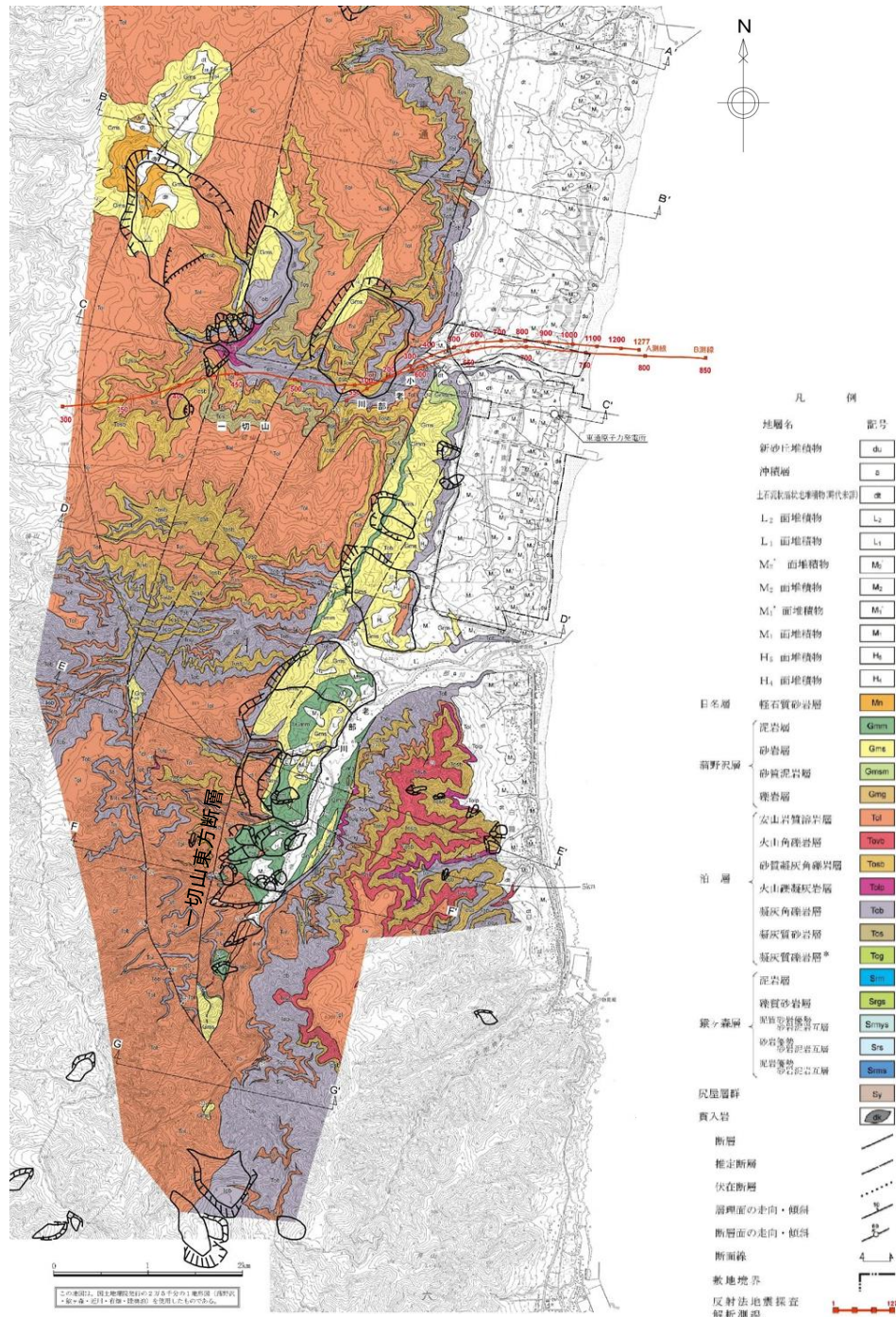
敷地近傍地質図(鳥瞰図) 上図:原図, 下図:地すべり地形追記

- 輪郭構造**
滑落崖と側方崖
- 新鮮なまたは開折されていない冠頂をもつ滑落崖
 - 部分的に開折されてる冠頂をもつ滑落崖
 - 冠頂が著しく開折された滑落崖
 - 冠頂が丸味をおびて不明瞭になった滑落崖
 - 開折されて無くなってしまった冠頂・滑落崖の推定復元位置
 - 共通の冠頂をもち, 互いに反対方向に向く滑落崖
 - 中・緩斜の流れ盤すべり面が地表に露出し, 滑落崖にあたる急崖を呈しない斜面, 冠頂は屋根の反対側斜面とすべり面との交線である。
 - 後方崖, 多重後線等
- 移動体の輪郭・境界**
- 後方に滑落崖があり, 移動体の輪郭が不明瞭ない判定可能
 - 後方に滑落崖は明瞭であるが, 移動体の輪郭の判定が困難
 - 滑落崖はほとんど開折されてしまったが, 過去の移動体の一部(不安定土塊)が残存している
 - ほかの移動体や堆積物におおわれた部分
 - 斜面体の移動の初期状態, 基岩から分離していないとしても不安定域・移動域と推定される範囲
 - 斜面移動体かどうか判定できない山体・小丘
 - 脚部線・削剥域下限
- 内部構造**
- 二次・小滑落外, 崖線の解折程度に応じて輪郭構造の解折程度に応じて輪郭構造の場合と同様に表すサブユニットの境界
 - 雁行亀裂
 - 線状窪地・小谷底線
 - 内部(二次)移動体輪郭
 - 移動体の小尾根
 - 池
 - 幅の広い溝状凹地, 亀裂
 - 水の無い窪地
 - 幅の狭い溝状凹地, 亀裂
 - 膨陸地の前線
- 移動方向等**
- 移動体の主移動方向
- すべり
 - クリープ(匍行)
 - 流れ・押し出し
 - 落石など
 - 前方への傾動または傾動を伴う移動とその方向
 - 元の斜面傾斜と逆方向へ傾動した斜面の傾斜方向
- その他**
- 遷急線
 - 活断層(地すべりを変位させている顕著な断層)
 - 地層面等および節理・断層の走向・傾斜

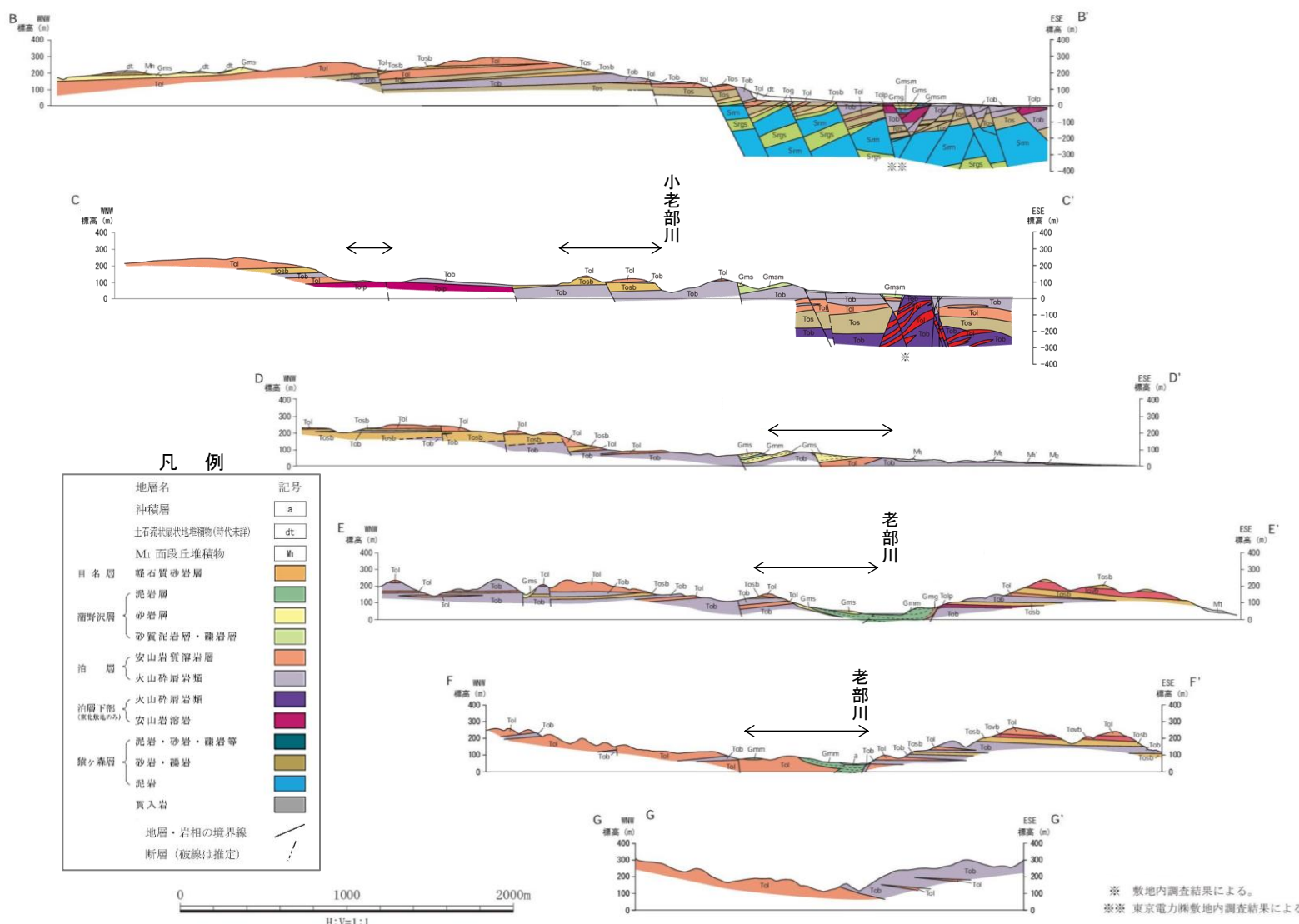
2. 支持地盤まで変位及び変形が及ぶ地すべり面がないことの確認

防災科学技術研究所(2009)による敷地周辺の地すべり地形

- 敷地近傍の地表地質調査では、地すべり地形判読箇所には地すべり現象は確認されておらず、地層の乱れも認められない。
- 敷地内の地質調査では、地すべり面、地すべりの可能性のある地層の乱れは確認されていない。
⇒敷地近傍で指摘されている地すべり地形箇所が地すべりである可能性は低く、また、少なくとも敷地の地盤に達する地すべりは認められない。



敷地近傍の地すべり地形分布図
(敷地近傍地質図追記)



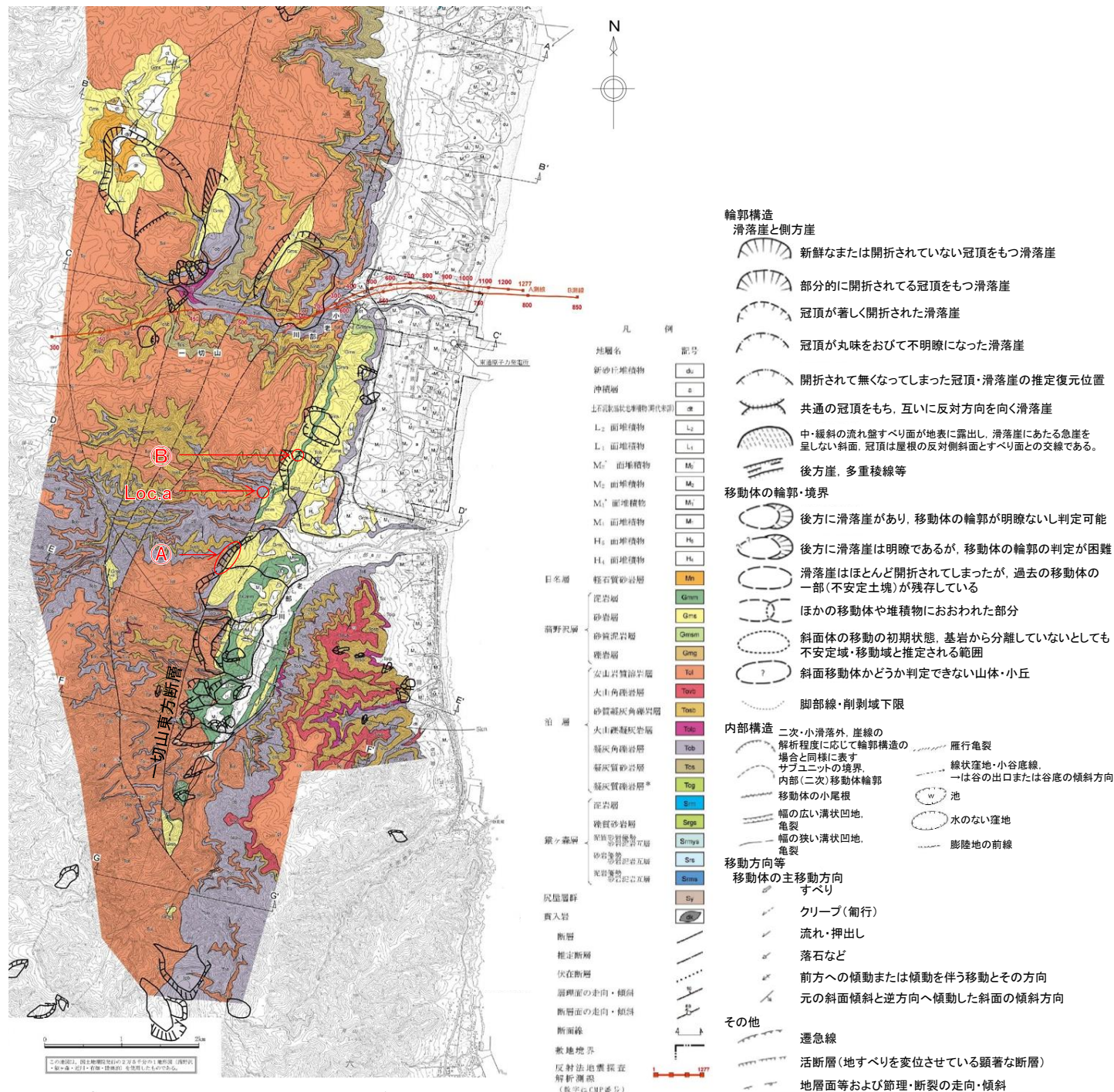
敷地近傍地質断面図

←→ 防災科学技術研究所(2009)による地すべり地形範囲

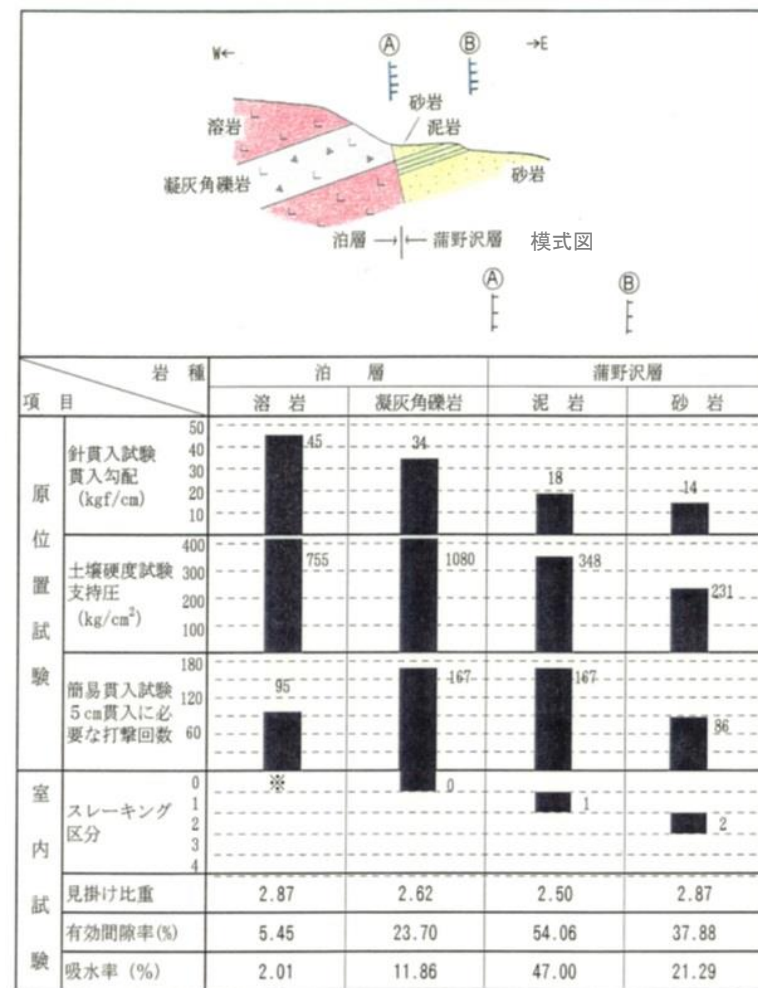
2. 支持地盤まで変位及び変形が及ぶ地すべり面がないことの確認

防災科学技術研究所(2009)による敷地周辺の地すべり地形

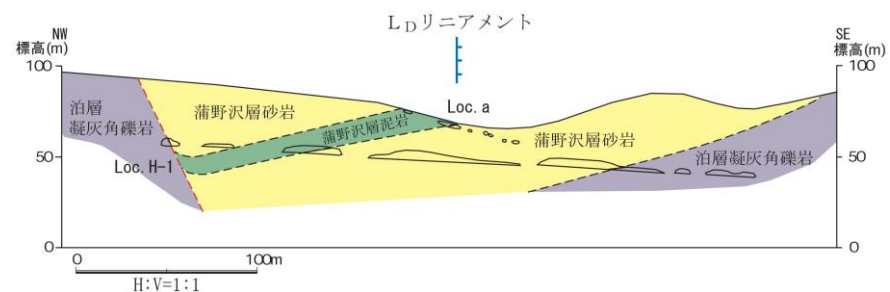
- 一切山東方断層等の南北系の断層付近に判読されている地すべり地形は、主として泊層と蒲野沢層の境界(A), 蒲野沢層の泥岩と砂岩の境界(B, Loc.a)に対応している。
- これらの岩石の試験結果によると各種強度及びスレーキングに対する抵抗性は泊層, 蒲野沢層泥岩, 蒲野沢層砂岩の順で小さくなる。
⇒判読された地形は、蒲野沢層と泊層, または泥岩と砂岩の侵食抵抗の違いを反映した組織地形であると考えられる。



敷地近傍の地すべり地形分布図 (敷地近傍地質図追記)



泊層, 蒲野沢層の侵食抵抗性の比較



東通村老部川支流, 李沢北支流(Loc.a)における地質断面図

2. 支持地盤まで変位及び変形が及ぶ地すべり面がないことの確認 まとめ

確認事項

地すべり地形がないことの確認

支持地盤まで達する地すべり面がないことの確認

空中写真判読

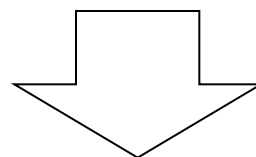
- ・敷地及び敷地近傍には地すべり地形は認められない。

文献調査

- ・敷地内には地すべり地形は判読されていない。敷地の西側丘陵斜面に地すべり地形が判読されている。

地質調査

- ・文献で指摘されている地すべり地形判読箇所には、地すべりによる移動土塊や乱された地層は確認されない。また、地すべり地形は、泊層と蒲野沢層の境界または蒲野沢層の泥岩と砂岩の境界に対応している。
- ・敷地には、地すべり面及び地すべりの可能性のある地層の乱れは確認されない。



- ・敷地の断層は、支持地盤まで変位及び変形が及ぶ地すべり面に該当しない。
- ・敷地近傍で指摘されている地すべり地形箇所は、岩盤の侵食抵抗の違いを反映した組織地形であると考えられる。

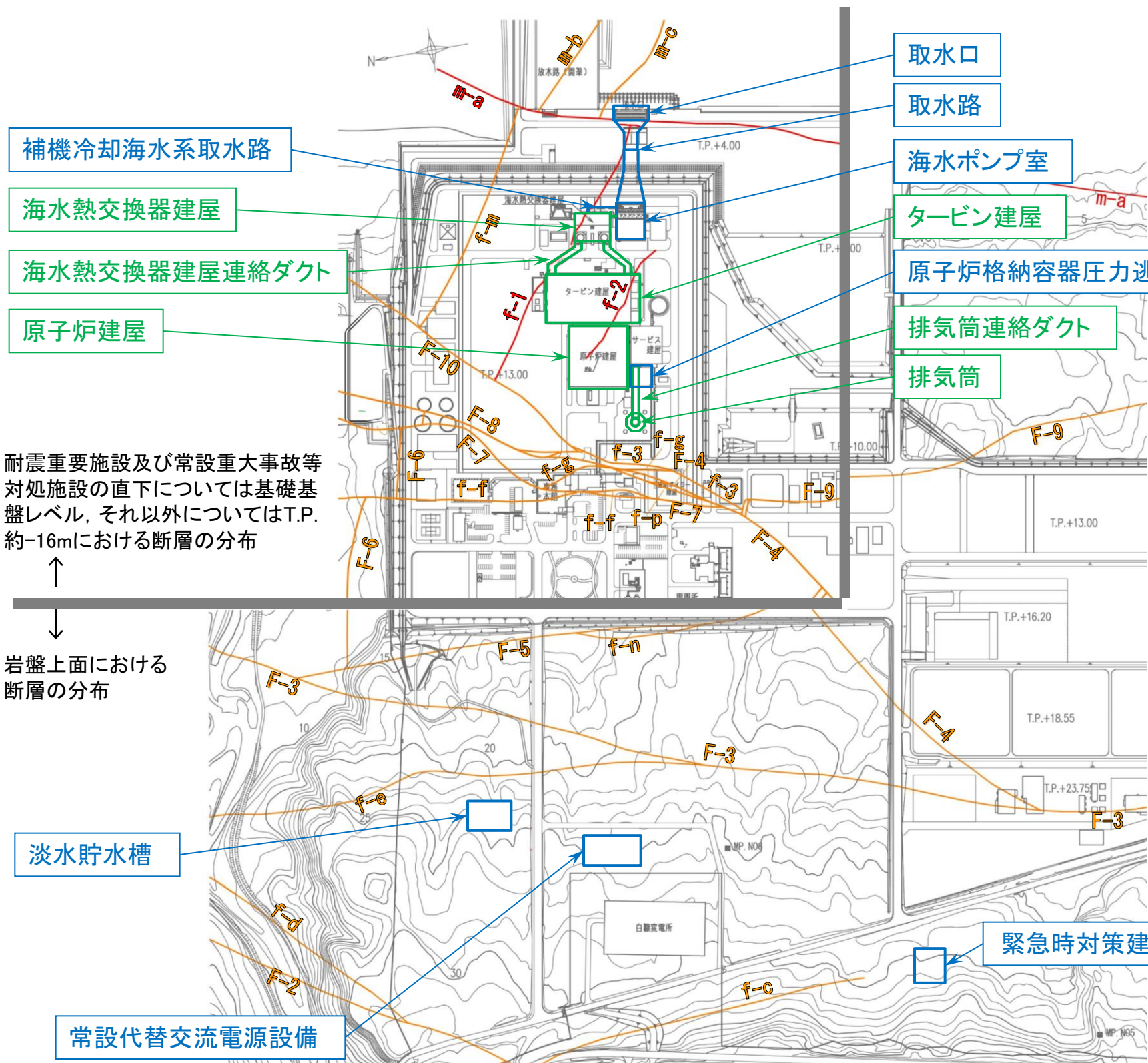
3. 耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設の 直下の断層の活動性評価

- 3.1 断層の選定と概要
- 3.2 原子炉施設設置位置の地形
- 3.3 震源として考慮する活断層に関する評価
- 3.4 f-1断層の活動性評価
- 3.5 f-2断層の活動性評価
- 3.6 m-a断層の活動性評価

3.1 断層の選定と概要

耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設と断層の位置関係

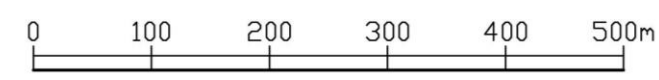
➤ f-1断層, f-2断層及びm-a断層は, 耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設の直下にある。



凡 例

- : 耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設※の直下にある断層
- : 上記以外の断層
- : 耐震重要施設※1及び常設重大事故等対処施設※2
- : 常設重大事故等対処施設

※1 設置許可基準規則第3条の対象となる耐震重要施設(間接支持構造物を含む)
 ※2 設置許可基準規則38条の対象となる常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設(特定重大事故等対処施設を除く)



3.1 断層の選定と概要

f-1断層, f-2断層の分布, 性状

f-1断層

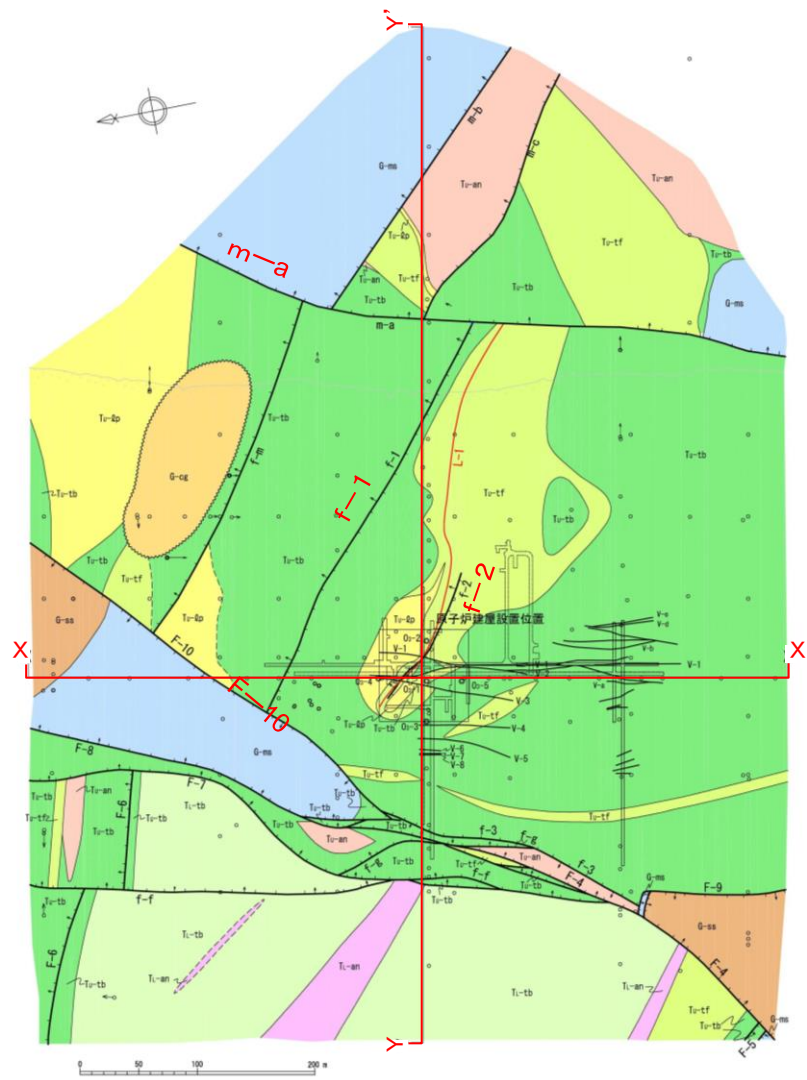
- N70°W, 45°Nの走向・傾斜を有し, 上盤・下盤ともに泊層上部層よりなる。相対的に北側が上がる逆断層で, 見かけ鉛直変位量は最大約0.8mである。
- 北西側はF-10断層に切られ, これより北西に連続しない。また, 南東側はm-a断層より南東側に連続しない。深度方向はF-10断層に切られ, これ以深に連続しない。
- 断層の破碎幅は約0.2cm~約20cmであり, 破碎部は主としてシルト状, 鱗片状を呈する。

f-2断層

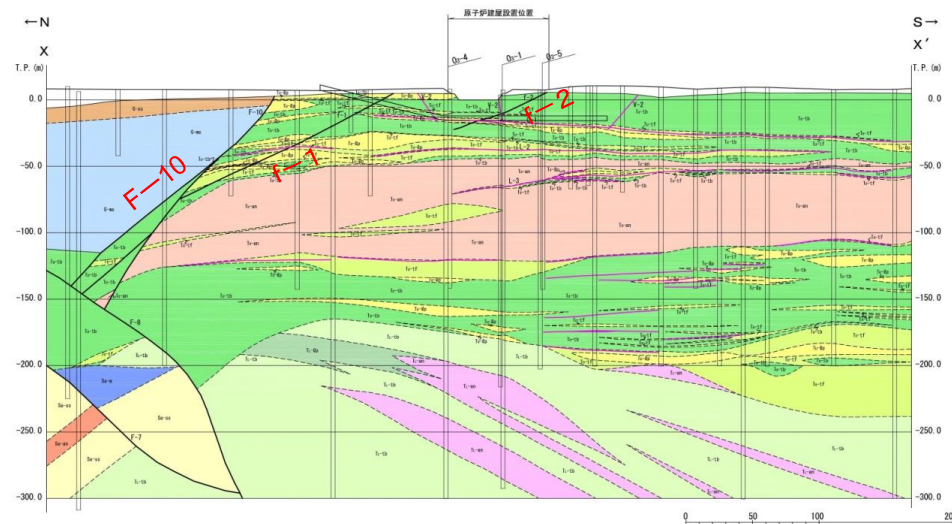
- N35°W, 27°NEの走向・傾斜を有し, 上盤・下盤ともに泊層上部層よりなる。相対的に北側が上がる逆断層で, 見かけ鉛直変位量は最大約0.2mである。
- 北西側は原子炉建屋設置位置内で消滅し, 南東側延長部は原子炉建屋設置位置の外側約70mの地点で消滅する。深度方向はT.P.約-45mより深部には連続しない。走向方向, 深度方向ともに連続性のない孤立した断層である。
- 断層の破碎幅は約0.1cm~約6cmであり, 破碎部は主として粘土状を呈する。

f-1断層, f-2断層の諸元

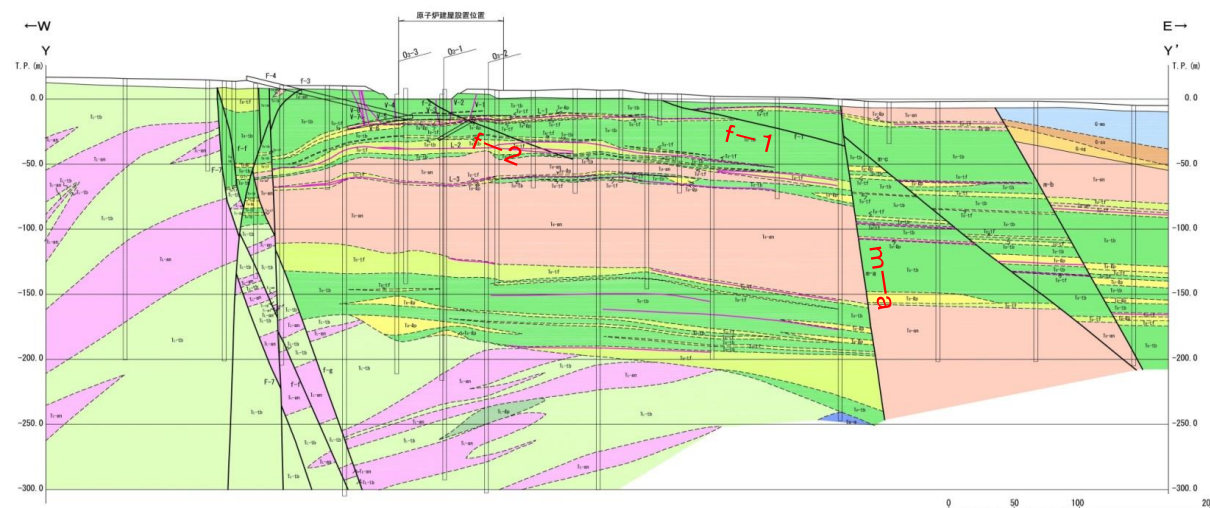
断層名	走向	傾斜	最大破碎幅 (cm)	延長 (m)	見かけ鉛直変位量
f-1	N70°W	45°N	20	380	北上がり, 0.8m
f-2	N35°W	27°NE	6	120	北上がり, 0.2m



地質水平断面図(T.P.約-16m)

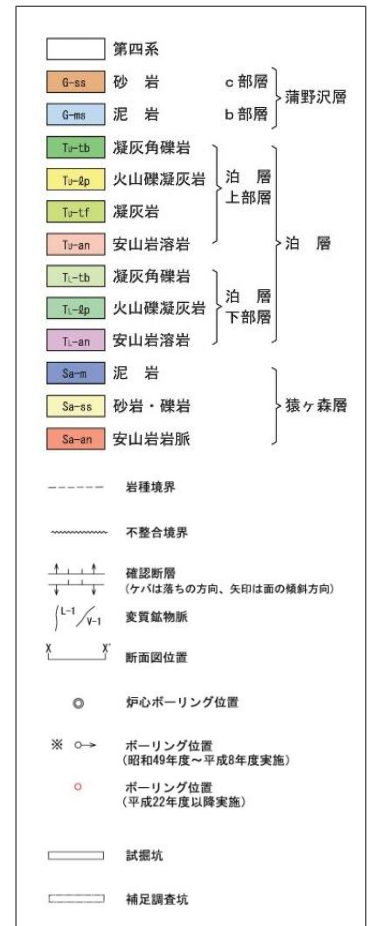


地質鉛直断面図(X-X'断面)



地質鉛直断面図(Y-Y'断面)

凡例



※矢印は斜めボーリングの掘削方向を示す

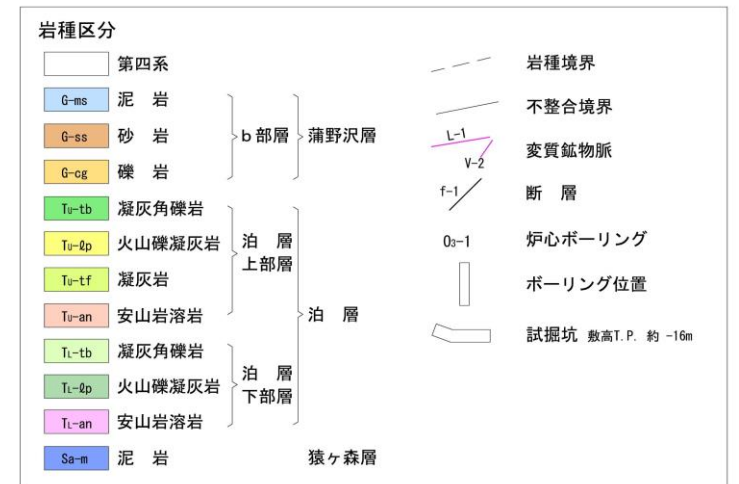
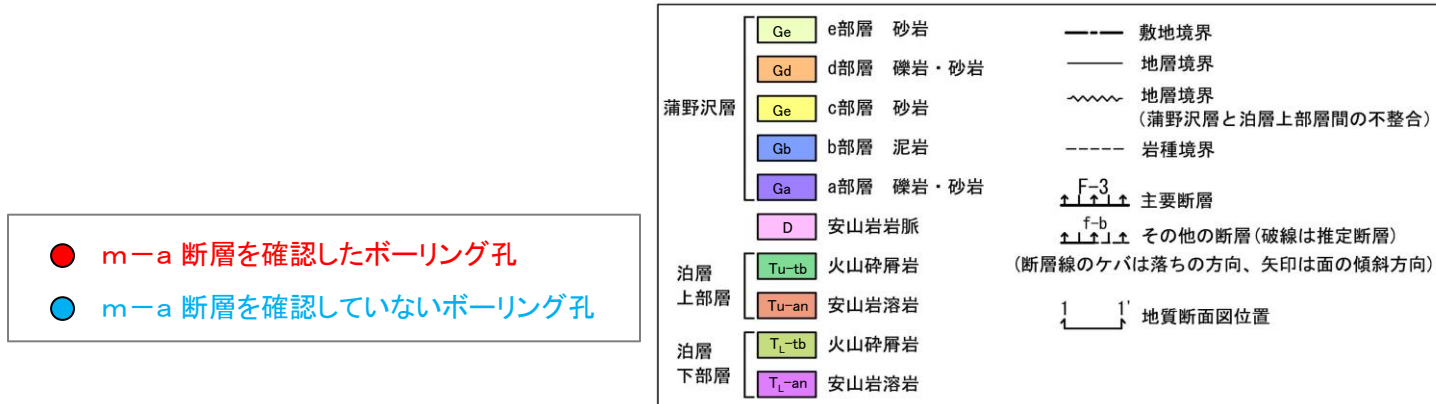
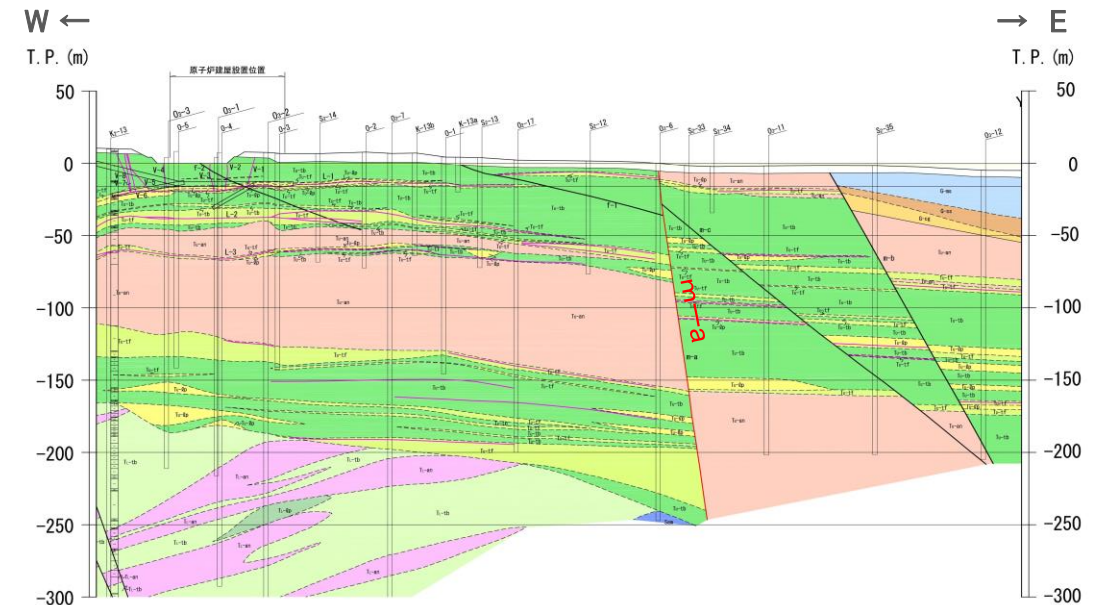
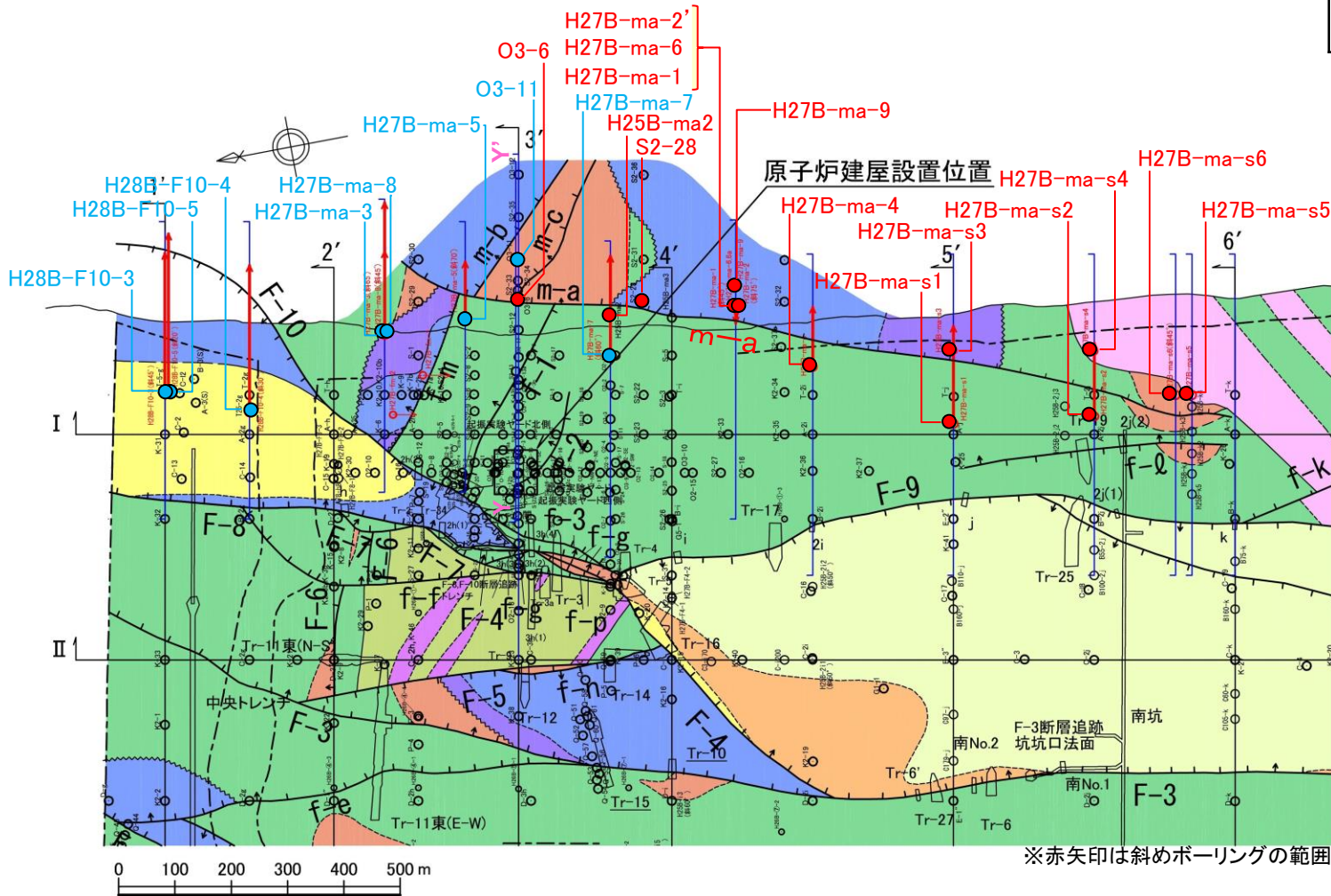
m-a断層の分布, 性状

- NNE-SSW走向を示し、泊層と蒲野沢層の境界をなす東傾斜の高角度の正断層であり、見かけ鉛直変位量は最大約85mである。
- 北側は敷地北部で消滅し、南側は敷地中部で消滅すると考えられる。

m-a断層の諸元

断層名	走向	傾斜	最大破砕幅 (cm)	延長 (km)	見かけ鉛直変位量
m-a	[N15°E]	[80°E]	[50]	約1.5	東落ち, 約85m

※ []はボーリングのデータ



m-a断層の分布(地質構造図)

原子炉施設設置位置の地質鉛直断面図(Y-Y'断面)

3.1 断層の選定と概要

断層破碎部等の性状と活動性評価

敷地の断層の破碎部、変質鉱物脈には、変位が生じていないことを示す性状が確認されている。

① 固結・岩石化した箇所がある

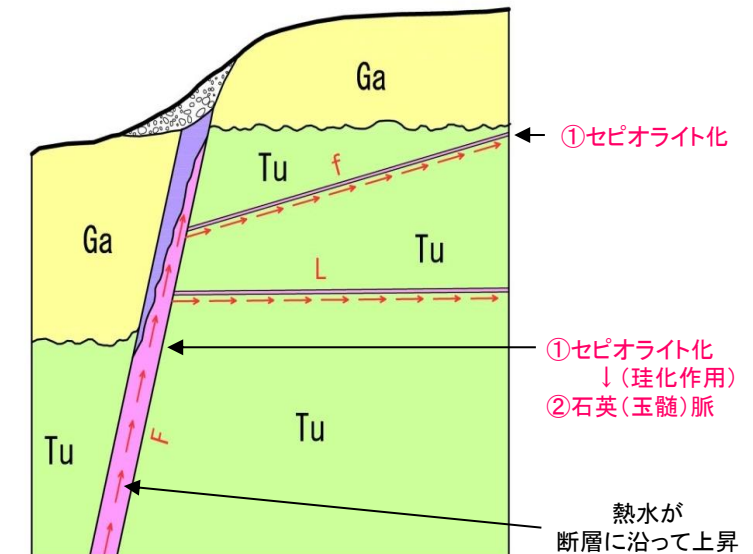
- 「熱水変質作用」、「続成作用」により、破碎部が固結・岩石化している箇所が認められる。
- 同一の断層で、非固結な部分も認められるが、**固結・岩石化した破碎部の存在は、固結・岩石化して以降の断層活動がないことを示す。**

② セピオライトが晶出し破碎されていない(SEM観察)

- 破碎部には、熱水変質により形成されたセピオライトが広く認められる。
- **SEM観察により、破碎部に晶出したセピオライトが破碎されていないことが確認され、これは、セピオライト変質以降の断層活動がないことを示す。**
- セピオライトが破碎されていない事例は、敷地の多くの断層で確認され、固結破碎部だけでなく、非固結破碎部にも認められる。
- セピオライトの形成年代として、約10Maの年代値が得られている。青函トンネルでセピオライトの報告事例がある(Sakamoto. et al.1980)が、下北半島東部では、セピオライト変質以降の顕著な熱水変質活動はない。

③ 石英(玉髓)脈が充填、横断している箇所がある

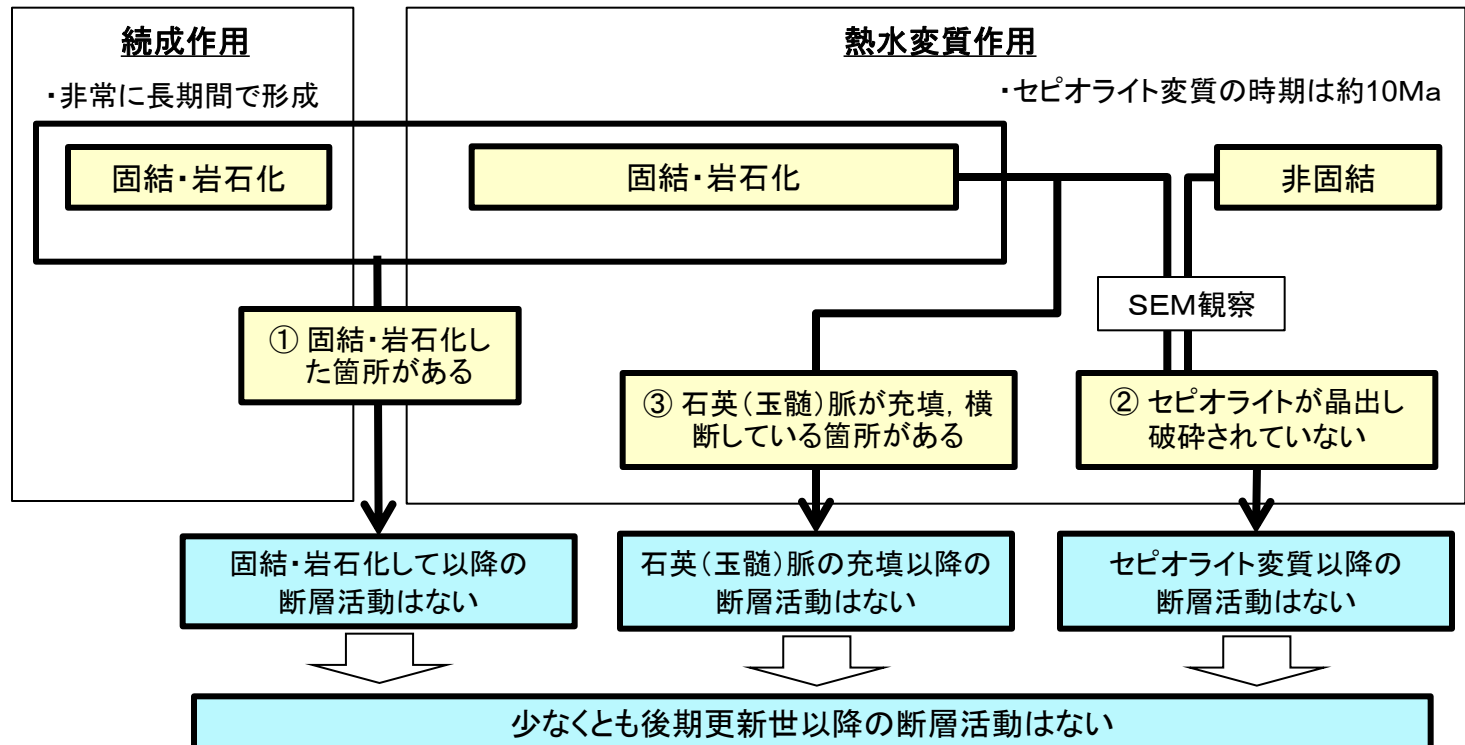
- 破碎部には、セピオライト化後の珪化作用により、**石英脈や玉髓で充填、破碎部を横断している箇所が認められており、これは、石英(玉髓)脈の充填以降の断層活動がないことを示す。**



中新世に、セピオライト化に関与した熱水が断層に沿って上昇した後、石英脈を形成した熱水が上昇した。熱水の程度、成分等により非固結の部分もある。

	固結したセピオライト化破碎部：固結(部分的に石英脈が貫く)	F	主要な断層
	非セピオライト化破碎部：非固結(スメクタイトが多い。部分的にセピオライト化する箇所もある)	f	小断層
		L	低角度変質鉱物脈
		Tu	泊層
		Ga	蒲野沢層

新第三系の断層系と熱水変質の関係を示す模式断面図



破碎部等の性状と活動性評価の考え方

3.1 断層の選定と概要

原子炉施設設置位置の断層等の新旧関係と破碎部等の性状

【断層等の新旧関係】

- f-1断層はF-10断層に切れ、F-10断層はF-8断層に切られる。
 - m-a断層はf-1断層を切ることがボーリング調査から推定され、f-1断層とF-8断層、F-10断層との新旧関係を考慮すると、m-a断層の形成は、F-8断層、F-10断層の形成とほぼ同時期と推定される。
 - f-2断層は高角度の変質鉱物脈に切られる。
 - F-8断層のセピオライトの形成年代、高角度の変質鉱物脈の形成年代はともに約10Maである。
- ⇒⇒ 原子炉施設設置位置付近の断層は、ほぼ同時期に形成されたものであるが、相互の新旧関係は認められる。

【断層破碎部、鉱物脈の性状】

- F-8断層、F-10断層、m-a断層、f-1断層は、いずれもSEM観察により、破碎部にセピオライトが晶出し破碎されていないことが認められ、破碎部の性状は類似している。
 - F-8断層、F-10断層では、破碎部が固結・岩石化した箇所、F-8断層、高角度の変質鉱物脈では、石英(玉髓)脈が充填、横断した箇所も認められる。
- ⇒⇒ 断層破碎部、鉱物脈には、熱水変質以降、変位が生じていないことを示す現象が随所で確認されている。

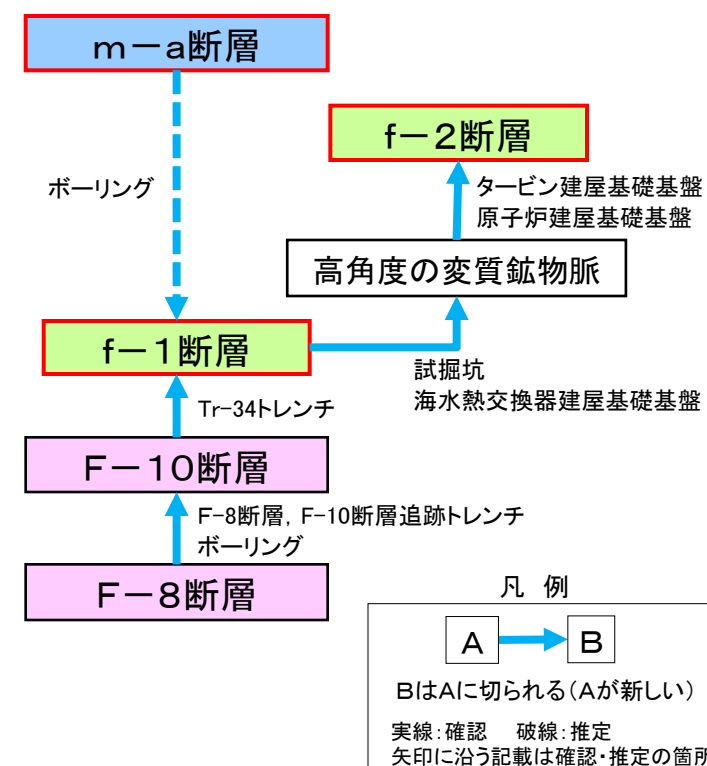
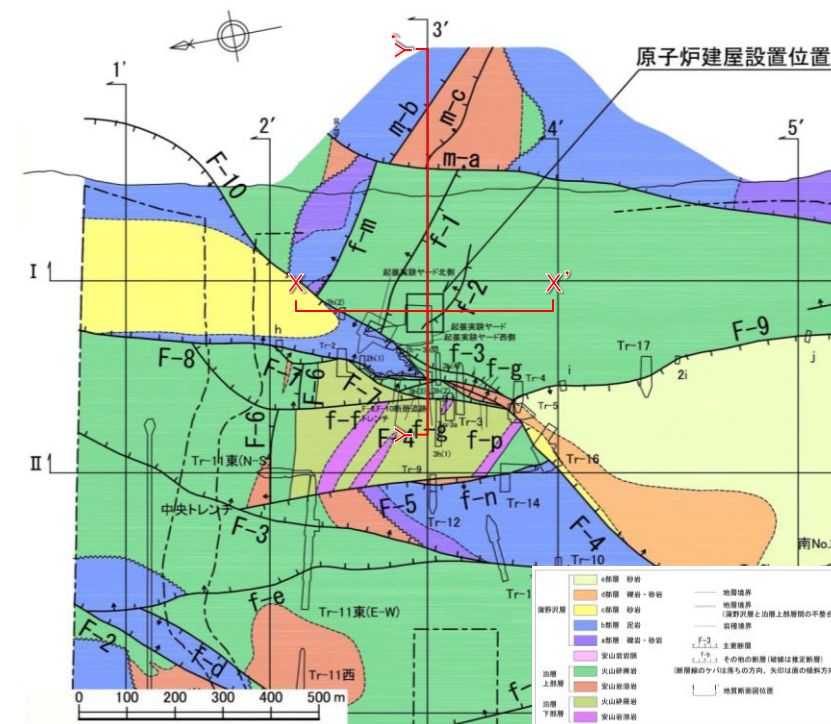
断層の新旧関係、破碎部等の性状に基づく評価は、断層の活動性評価にあたり重要である。

断層の新旧関係と破碎部等の性状

断層名 新 ← ← ← → → → 旧	断層破碎部、鉱物脈の性状			
	固結・岩石化した箇所がある※1	セピオライトが晶出し破碎されていない (SEM観察)※2	石英(玉髓)脈が充填、横断している箇所がある	年代値
F-8断層	○	○	○ (O ₂ -10孔)	約10Ma (セピオライトの形成年代)
F-10断層	○	○	—	—
m-a断層	—	○	—	—
f-1断層	—	○	—	—
高角度の変質鉱物脈	—	—	○ (試掘坑)	約10Ma (鉱物脈の形成年代)
f-2断層	—	—	—	—

※1 O₂-10孔を除くF-8断層の固結・岩石化した破碎部の事例は補足説明資料に示す。

※2 F-8断層、F-10断層破碎部のSEM観察結果は補足説明資料に示す。



原子炉施設設置位置の断層の新旧関係

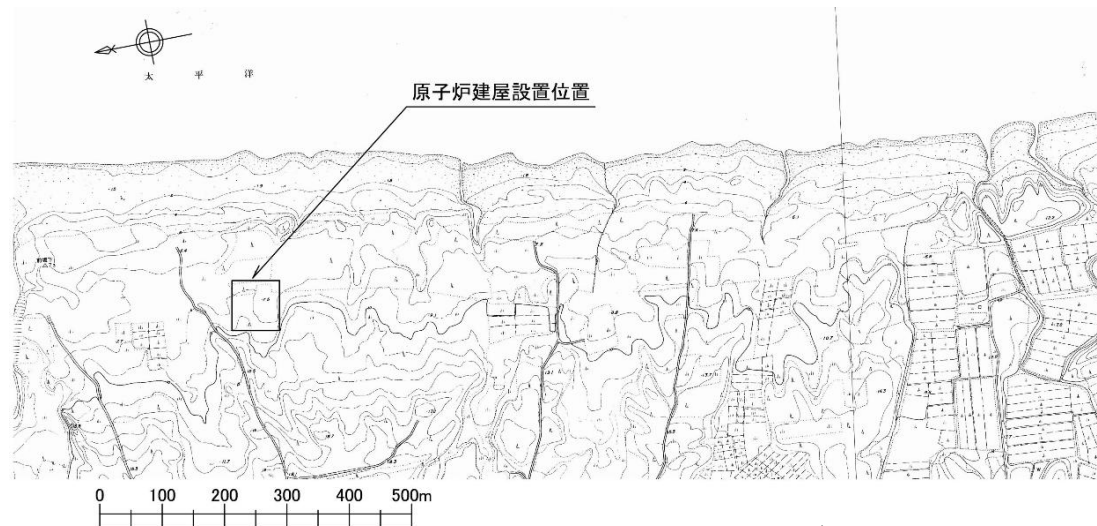
3. 耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設の 直下の断層の活動性評価

- 3.1 断層の選定と概要
- 3.2 原子炉施設設置位置の地形
- 3.3 震源として考慮する活断層に関する評価
- 3.4 f-1断層の活動性評価
- 3.5 f-2断層の活動性評価
- 3.6 m-a断層の活動性評価

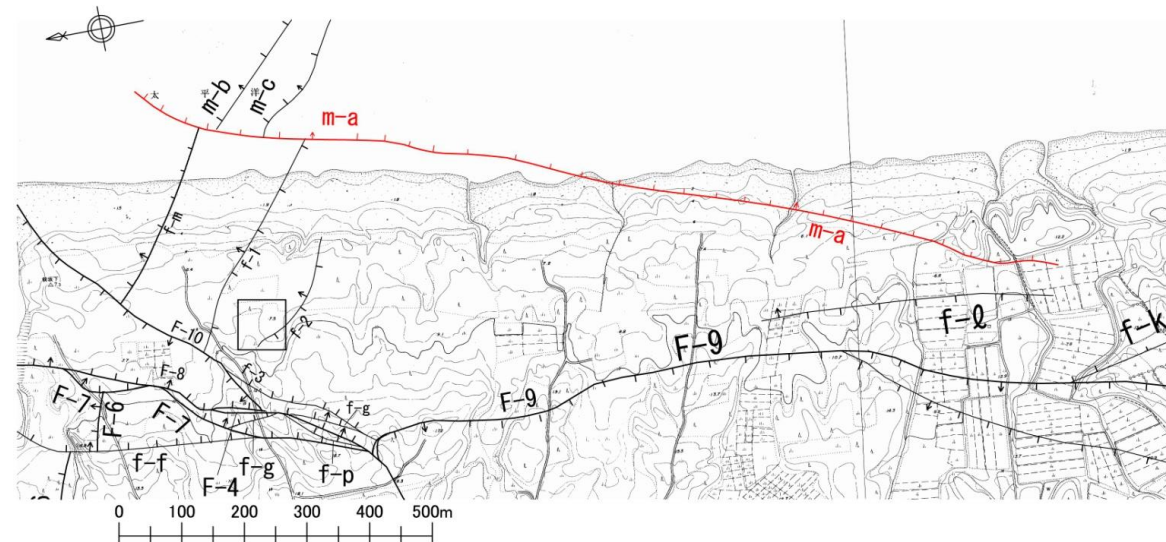
3.2 原子炉施設設置位置の地形

f-1断層, f-2断層, m-a断層周辺の地形

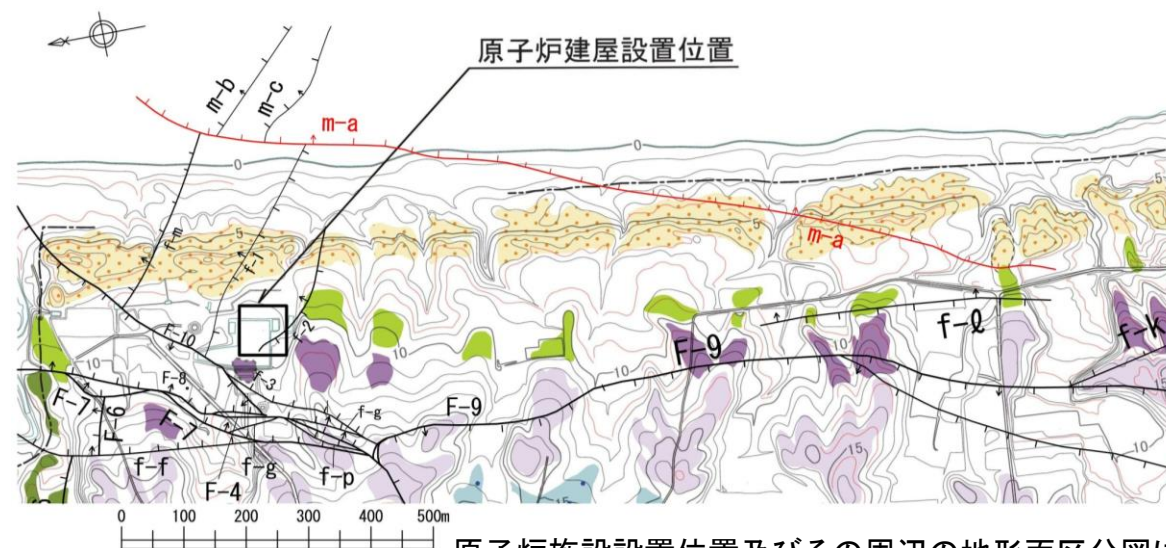
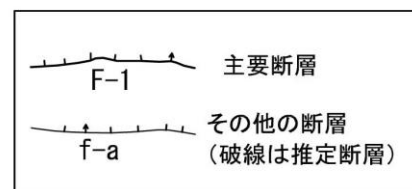
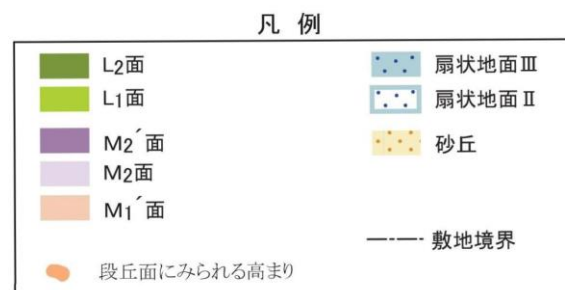
- 原子炉施設設置位置及びその周辺の地形図, 敷地造成前の空中写真判読による地形面区分図, 断層の分布を示す。
- 原子炉施設設置位置及びその周辺の地形は, 段丘面(M₂'面, L₁面)及び砂丘より構成される。
- 空中写真判読によると, f-1断層, f-2断層, m-a断層に沿うリニアメント, 高低差等の地形変化は判読されない。
⇒f-1断層, f-2断層, m-a断層付近にはリニアメント及び変動地形は認められない。



原子炉施設設置位置及びその周辺の地形図
(昭和50年撮影の空中写真による)



原子炉施設設置位置及びその周辺の地形図に
断層※を重ね合わせた図



原子炉施設設置位置及びその周辺の地形面区分図に
断層※を重ね合わせた図
(平成5年撮影の空中写真による)

※原地形の岩盤上面における断層の分布

3. 耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設の 直下の断層の活動性評価

- 3.1 断層の選定と概要
- 3.2 原子炉施設設置位置の地形
- 3.3 震源として考慮する活断層に関する評価
- 3.4 f-1断層の活動性評価
- 3.5 f-2断層の活動性評価
- 3.6 m-a断層の活動性評価

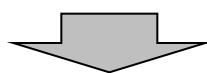
f-1断層, f-2断層, m-a断層の深部連続性

m-a断層の深部連続性

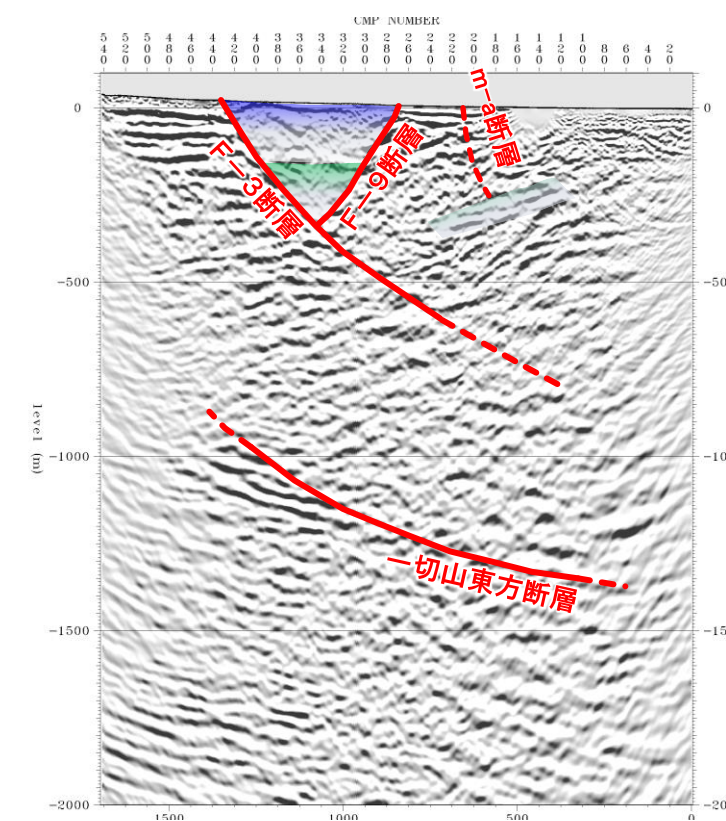
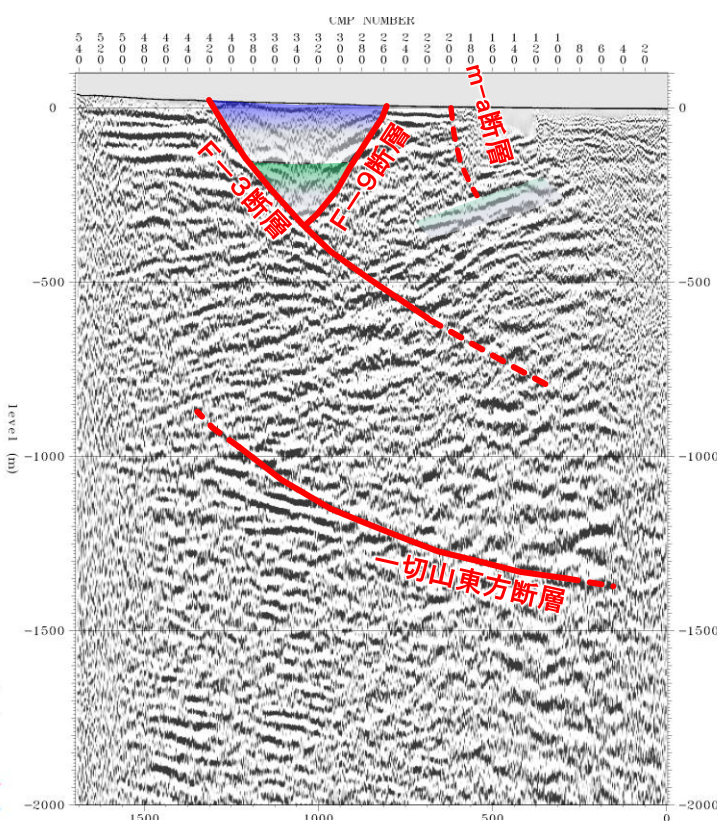
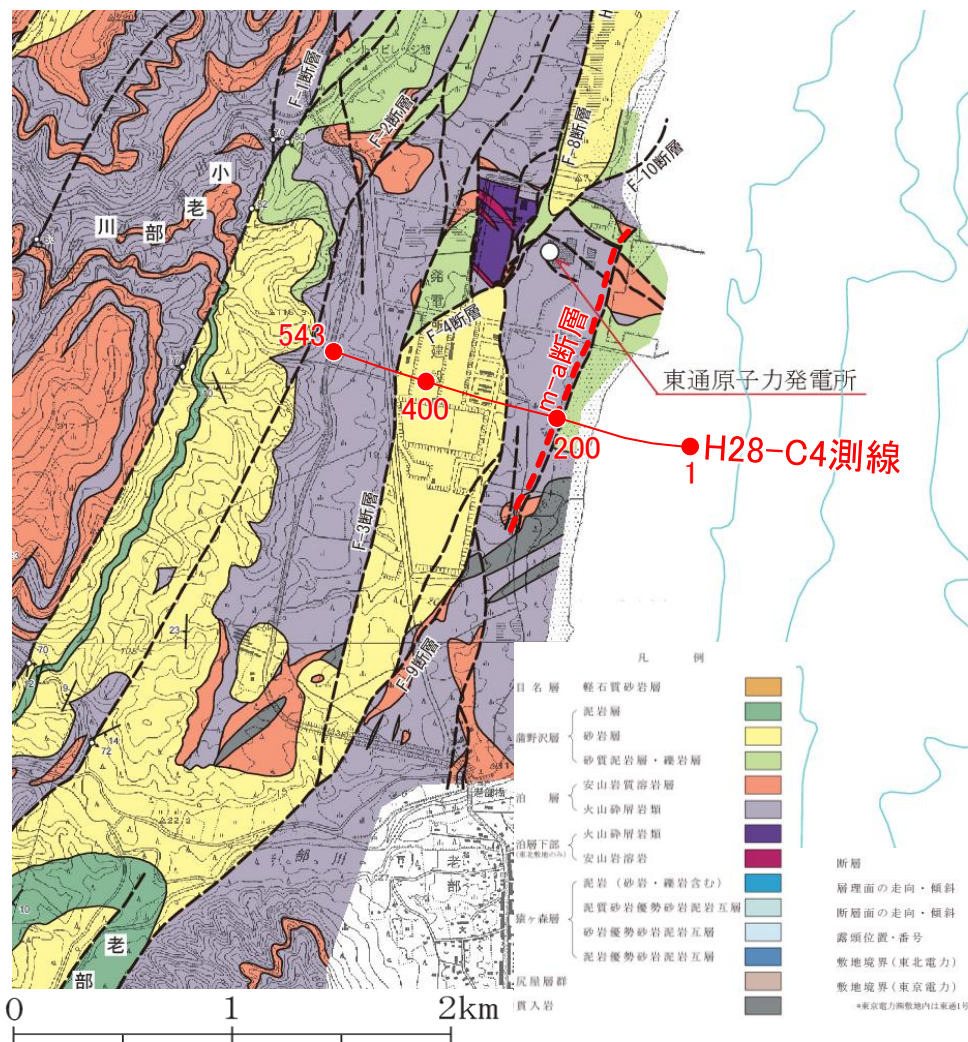
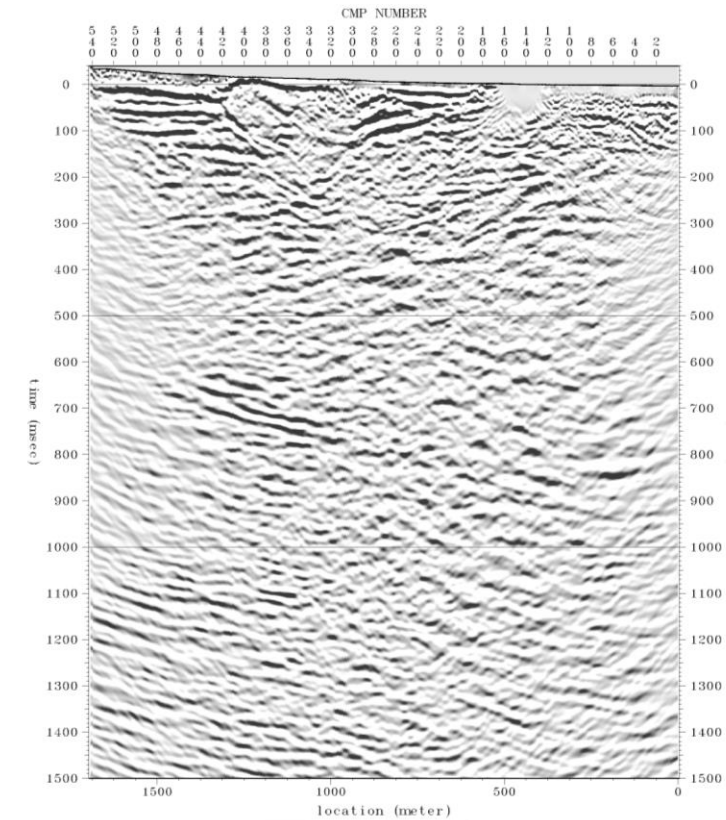
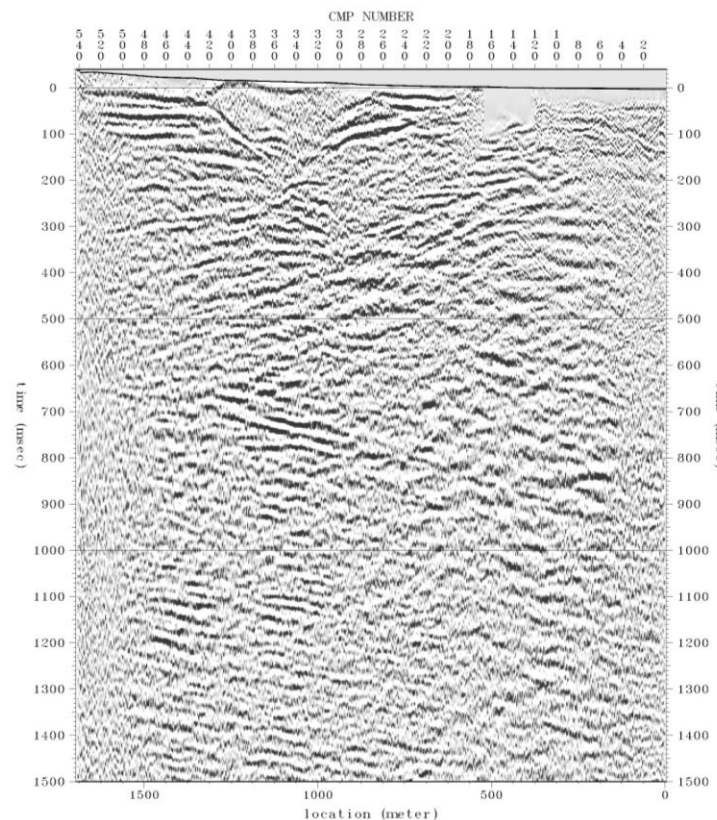
➤ 地質調査によりm-a断層を確認している箇所を横断するH28-C4測線の反射法地震探査結果によれば、敷地内のF-3断層, F-9断層が明確に認識される一方、地質調査においてm-a断層が確認される付近では、わずかな反射パターンの違いによりm-a断層の存在が推定されるが、深部の想定延長部では複数の強い反射面が連続しており、m-a断層は地下深部に連続する断層ではないことが確認された。

f-1断層, f-2断層の深部連続性

➤ f-1断層は深部でF-10断層に切れ、f-2断層はT.P.約-45mより深部には連続しないことが確認された。



f-1断層, f-2断層, m-a断層はいずれも地下深部に連続せず、震源として考慮する活断層に該当しない。



重合断面(上段:時間断面, 下段:深度断面)

マイグレーション断面(上段:時間断面, 下段:深度断面)