

平成29年12月7日
第13回再処理・リサイクル部会セミナー

テーマⅠ：新規制基準に係る適合性審査について

六ヶ所再処理施設の新規制基準に係る
適合性審査における説明状況
—地盤、地震等の評価—



日本原燃株式会社

再処理事業部 土木建築部
土木建築技術課 柏崎 宏幸

新規制基準適合審査への対応状況(地盤、地震、津波、火山)

- 平成26年1月7日、原子力規制委員会に対し、新規制基準の適合性確認を申請
- 平成28年12月26日の審査会合において、地盤、地震、津波、火山の審議は終了
- 平成29年5月9日に事業変更許可申請書の補正
- ヒアリング及び審査会合の実績

	ヒアリングの実績	審査会合の実績
地盤、地震、津波、火山 (再処理／廃棄物管理／MOX共通)	78回	32回

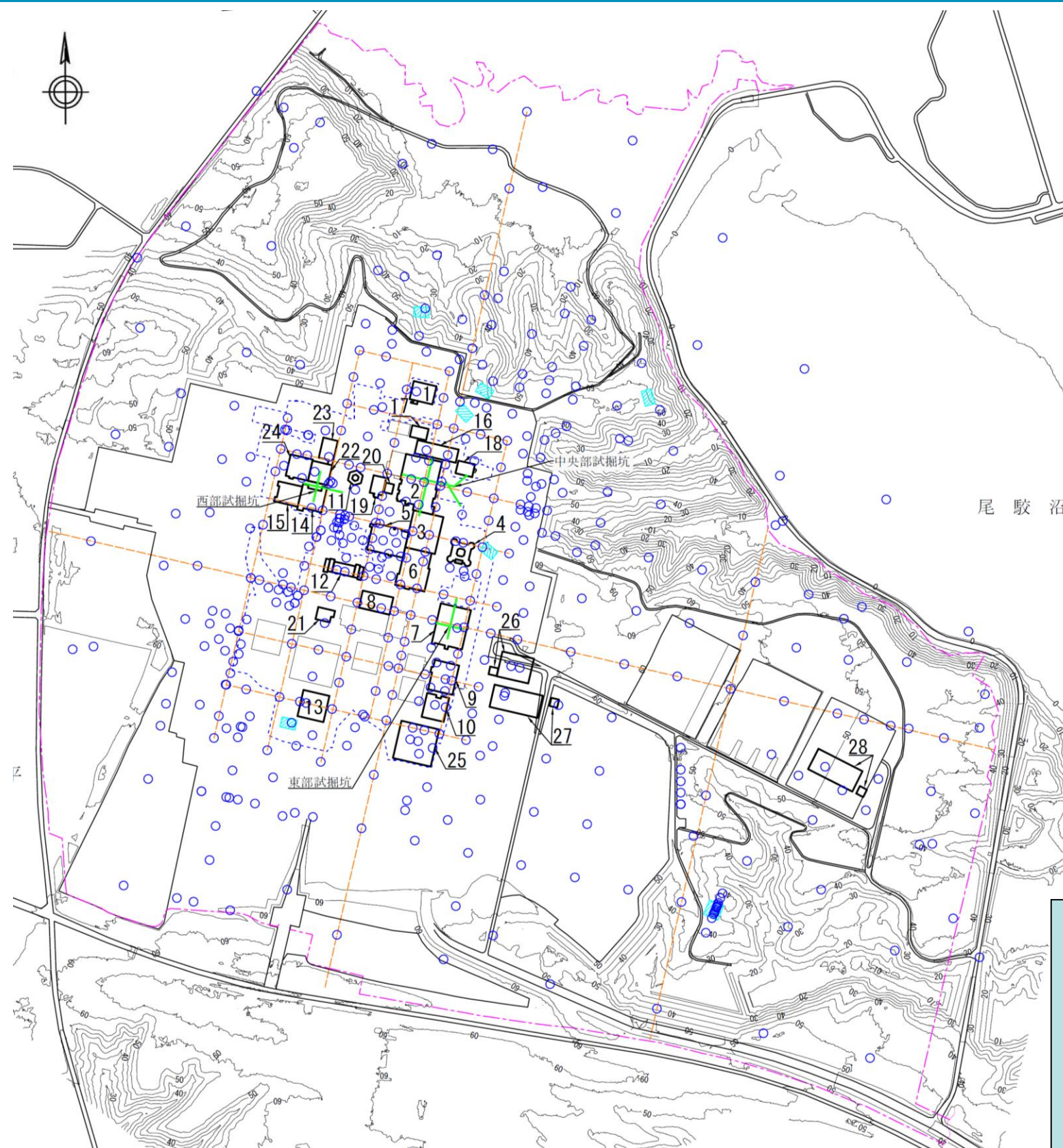
- 現地調査は、平成26年12月1日、2日に実施(出戸西方断層(敷地近傍)、敷地内断層)

地盤、地震、津波、火山に関する御説明内容

(事業指定基準規則：設計基準 第6条～第9条、重大事故 第30条～第32条)

1. 敷地内の断層評価(第6条、第30条)	3
➤ f系及びsf系断層⇒将来活動する可能性のある断層等ではない	
2. 敷地周辺の断層評価(第7条、第31条)	13
➤ 敷地近傍の出戸西方断層⇒震源として考慮する活断層	
➤ 敷地前面海域の大陸棚外縁断層⇒震源として考慮する活断層ではない	
3. 基準地震動の策定(第7条、第31条)	30
➤ 最大加速度700Galを含む10波	
4. 津波評価(第8条、第32条)	38
➤ 津波に対する設計は考慮しない	
5. 火山評価(第9条)	46
➤ 十和田火山、八甲田火山	
⇒施設の運用期間中、火砕流が敷地に到達することはない	
➤ 降下火砕物の設計層厚:36cm	

1. 敷地内の断層評価 敷地内地質調査位置図

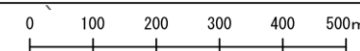


番号	耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設	再	廃	M
1	ハル・エンドピース貯蔵建屋	○		
2	使用済燃料受入れ・貯蔵建屋	○		
3	前処理建屋	○		
4	主排気筒(基礎)及び主排気筒管理建屋	○		
5	高レベル廃液ガラス固化建屋	○		
6	分離建屋	○		
7	精製建屋	○		
8	制御建屋	○		
9	ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋	○		
10	ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋	○		
11	北換気筒(基礎)	○		
12	非常用電源建屋 (冷却塔及び燃料油貯蔵タンクを含む)	○		
13	チャンネルボックス・バーナブルポイズン処理建屋	○		
14	第1ガラス固化体貯蔵建屋(東棟)	○		
15	第1ガラス固化体貯蔵建屋(西棟)	○		
16	使用済燃料輸送容器管理建屋	○		
17	使用済燃料輸送容器管理建屋(トレーラーエリア)	○		
18	使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設用 安全冷却水系冷却塔A(基礎)	○		
19	使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設用 安全冷却水系冷却塔B(基礎)	○		
20	第1非常用ディーゼル発電設備用重油タンク室	○		
21	再処理設備本体用安全冷却水系冷却塔B(基礎)	○		
22	ガラス固化体貯蔵建屋		○	
23	ガラス固化体貯蔵建屋B棟		○	
24	ガラス固化体受入れ建屋		○	
25	燃料加工建屋			○
26	緊急時対策所(重油貯蔵タンク含む)	○		○
27	第1保管庫・貯水所(軽油貯蔵タンク含む)	○		○
28	第2保管庫・貯水所(軽油貯蔵タンク含む)	○		○

再:再処理施設
廃:廃棄物管理施設
M:MOX燃料加工施設

凡 例

- ボーリング孔 (昭和60年～平成27年度実施)
- ✚ 試掘坑
- ▨ トレンチ
- 弾性波探査測線
- 敷地境界線
- 掘削領域



【調査数量】

ボーリング調査:462孔、総延長約37,800m
 試掘坑調査 : 3坑、総延長約500m
 トレンチ調査 : 7地点
 弾性波探査 : 16測線、総延長約14km

1. 敷地内の断層評価
敷地内地質層序表



地 質 時 代				地 層 名		記 号	主な層相及び岩相		
新 生 代	第 四 紀	完 新 世		崖 錐 堆 積 層		dt	礫, 砂, 粘土		
				沖積低地堆積層		al	礫, 砂, 粘土, 腐植土		
		更 新 世	後 期	火 山 灰 層		lm	褐色の粘土質火山灰		
				中位段丘堆積層		M ₂ , M ₁	主に石英粒子からなる淘汰の良い中粒砂 ～粗粒砂		
			中 期	高位段丘堆積層		H ₅	主に石英粒子からなる淘汰の良い中粒砂 ～粗粒砂		
				前 期	砂 子 又 層	上 部 層		S ₃	砂, シルト, 礫
	下 部 層		S ₁			凝灰質砂岩			
	新 第 三 紀	鮮新世							
		中 新 世	後 期						
			中 期	上 部 層 (T ₃)	泥岩層	T _{3ms}	泥岩 一部に凝灰岩を挟む。		
				鷹 架 層		礫混り 砂岩層	T _{2ss}	礫混り砂岩	
						軽石混り 砂岩層	T _{2ps}	砂岩・凝灰岩互層 礫混り砂岩 砂岩・泥岩互層 軽石混り砂岩(3) 砂質軽石凝灰岩(2) 軽石混り砂岩(2) 砂質軽石凝灰岩(1) 軽石混り砂岩(1)	
						軽石 凝灰岩層	T _{2pt}	凝灰岩 軽石凝灰岩 軽石質砂岩 礫岩	
						粗粒 砂岩層	T _{2cs}	砂質軽石凝灰岩 粗粒砂岩	
				下 部 層 (T ₁)	細粒 砂岩層	T _{1fs}	細粒砂岩 一部に粗粒砂岩を挟む。		
					泥岩層	T _{1ms}	泥岩 一部に凝灰質砂岩, 砂質軽石凝灰岩を 挟む。		

注) ——— は、整合関係を示す。~~~~ は、不整合関係を示す。
主な層相及び岩相の上下順序は、層位関係を示す。

・鷹架層は砂岩、泥岩、凝灰岩からなり、層相から下部層、中部層及び上部層に区分される。また、層相の特徴から、下部層は2層に、中部層は4層に細区分される。

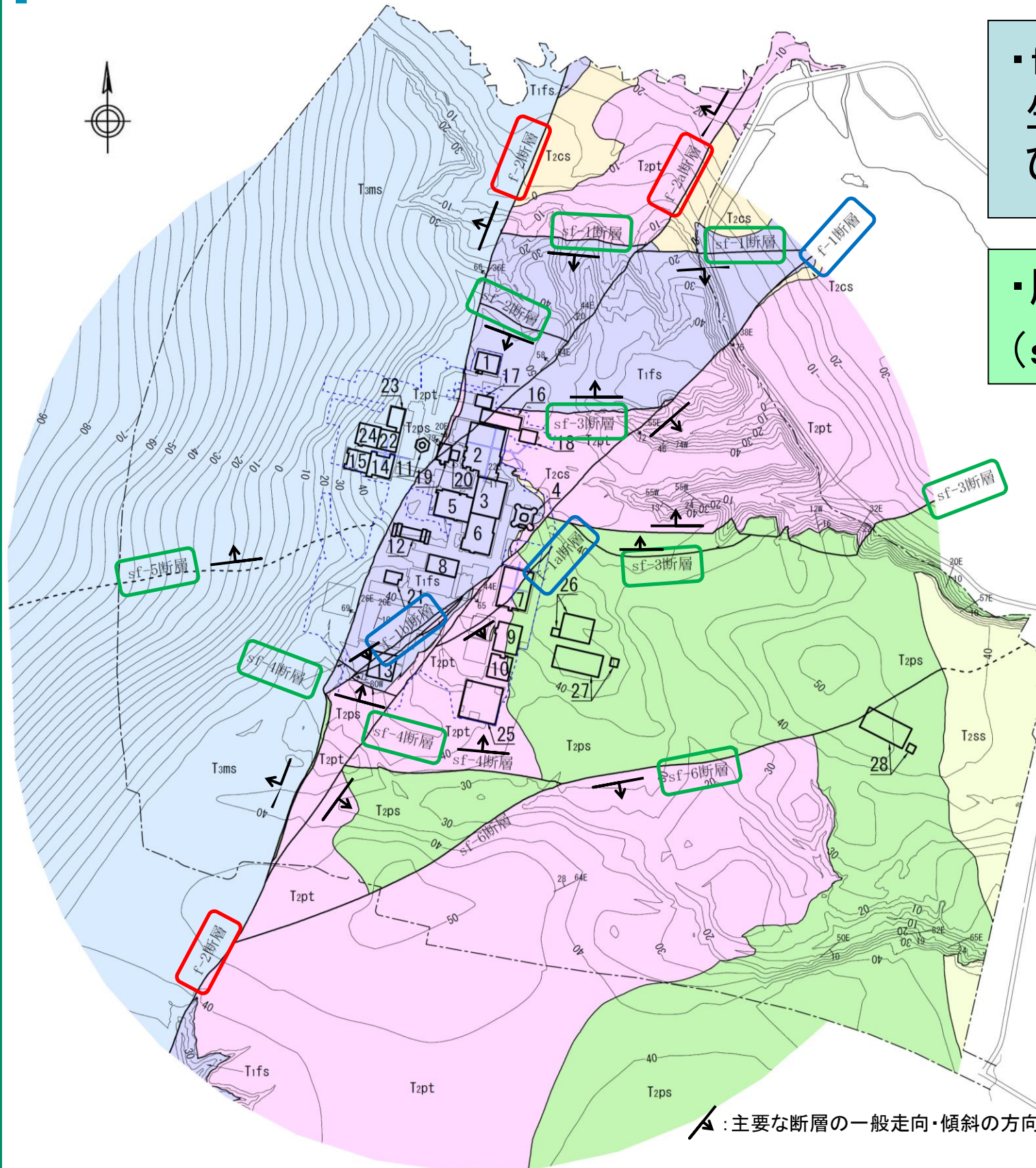
・砂子又層は、層相から下部層及び上部層に区分される。下位の鷹架層を不整合に覆う。

・高位段丘堆積層(H₅面堆積物)は、主に海成砂からなる。最上部付近に甲地軽石(18万年～28万年前頃※¹)を挟む。
・なお、下位層上面の谷部を埋積するように、砂、礫及びシルトからなる古期低地堆積層が局所的に分布する。

・敷地が位置する段丘面は、標高60m程度である。示標テフラの年代・層位関係、H₅面周辺の段丘面分布等から、酸素同位体ステージ7(MIS7)に対比される。

※1: 示標テフラの年代は、放射性年代値、桑原(2007)、Matsu'ura et. al.(2014)等の文献値及び層位関係から判断した値である。

1. 敷地内の断層評価 鷹架層の地質構造(上限面地質図・等高線図)



・f-1断層、f-2断層及びそれらから派生する断層(f-1a断層、f-1b断層、及びf-2a断層)が分布する。

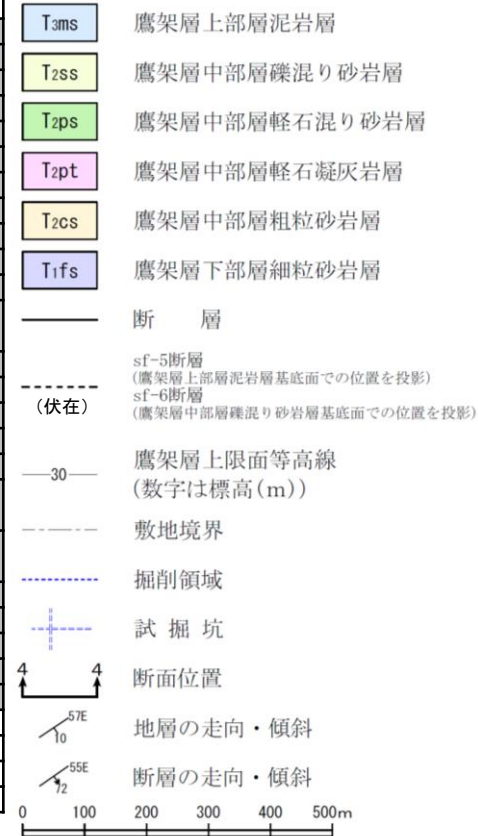
・鷹架層堆積当時に活動したsf系断層(sf-1断層～sf-6断層)が分布する。

尾 駁 沼

凡 例

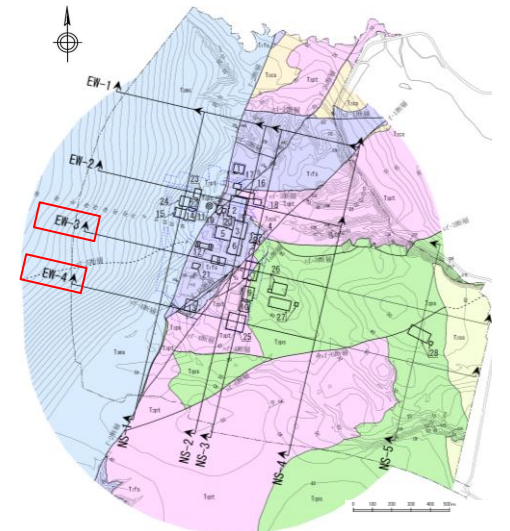
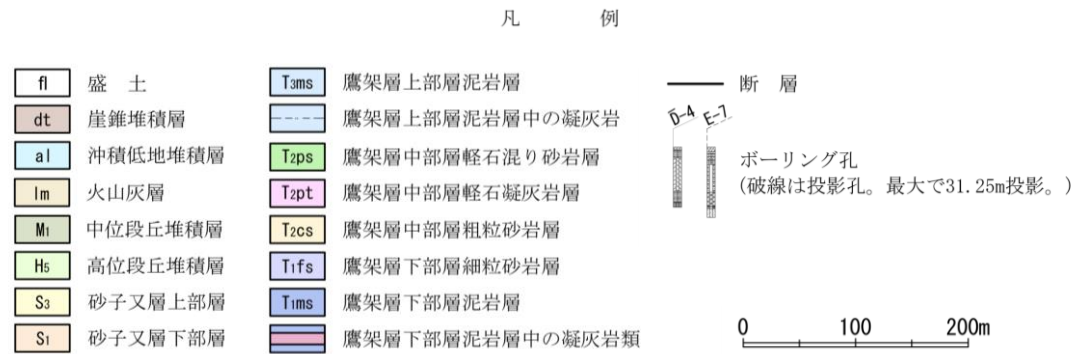
番号	耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設	再	廃	M
1	ハル・エンドピース貯蔵建屋	○		
2	使用済燃料受入れ・貯蔵建屋	○		
3	前処理建屋	○		
4	主排気筒(基礎)及び主排気筒管理建屋	○		
5	高レベル廃液ガラス固化建屋	○		
6	分離建屋	○		
7	精製建屋	○		
8	制御建屋	○		
9	ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋	○		
10	ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋	○		
11	北換気筒(基礎)	○		
12	非常用電源建屋(冷却塔及び燃料油貯蔵タンクを含む)	○		
13	チャンネルボックス・バーナブルボイジン処理建屋	○		
14	第1ガラス固化体貯蔵建屋(東棟)	○		
15	第1ガラス固化体貯蔵建屋(西棟)	○		
16	使用済燃料輸送容器管理建屋	○		
17	使用済燃料輸送容器管理建屋(トレーラーエリア)	○		
18	使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設用安全冷却水系冷却塔A(基礎)	○		
19	使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設用安全冷却水系冷却塔B(基礎)	○		
20	第1非常用ディーゼル発電設備用重油タンク室	○		
21	再処理設備本体用安全冷却水系冷却塔B(基礎)	○		
22	ガラス固化体貯蔵建屋		○	
23	ガラス固化体貯蔵建屋B棟		○	
24	ガラス固化体受入れ建屋		○	
25	燃料加工建屋			○
26	緊急時対策所(重油貯蔵タンク含む)	○		○
27	第1保管庫・貯水所(軽油貯蔵タンク含む)	○		○
28	第2保管庫・貯水所(軽油貯蔵タンク含む)	○		○

再:再処理施設、廃:廃棄物管理施設、M:MOX燃料加工施設

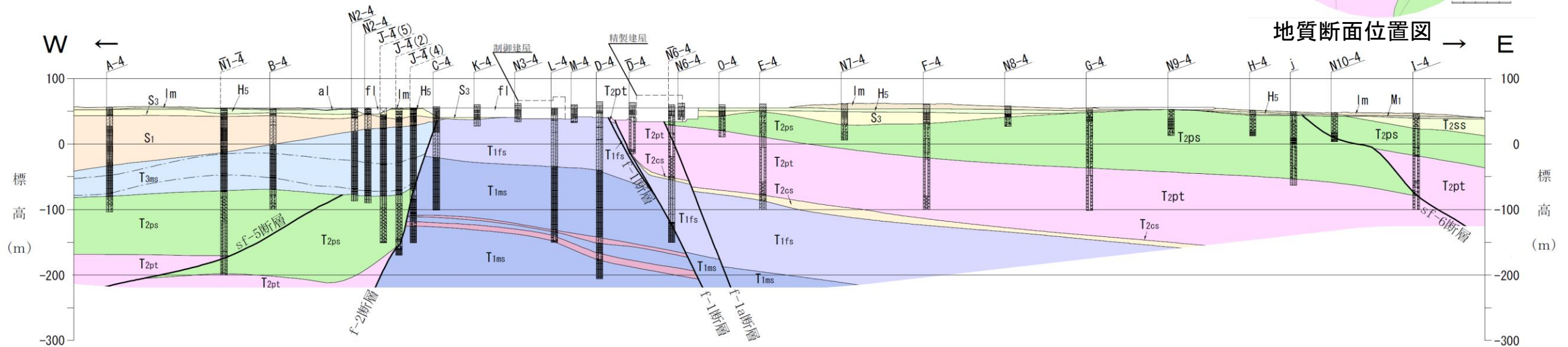


▲:主要な断層の一般走向・傾斜の方向

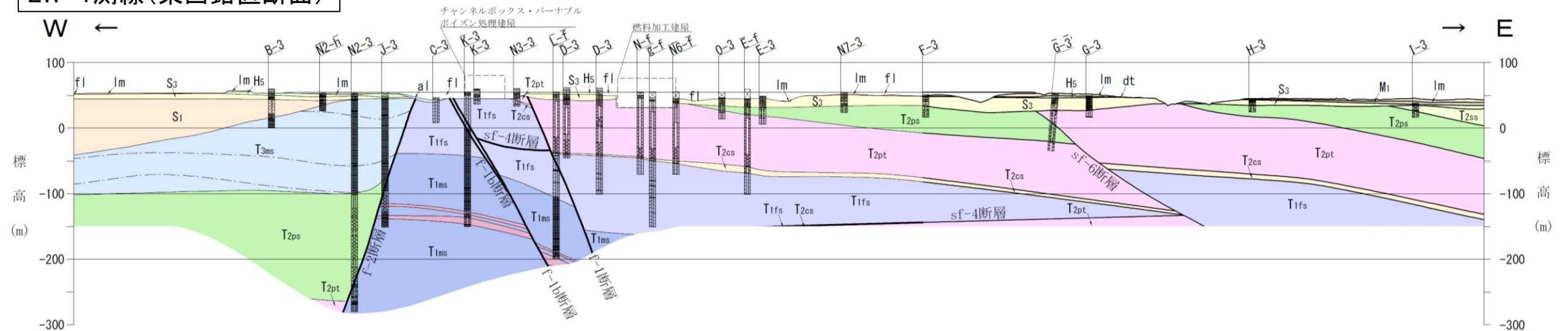
1. 敷地内の断層評価 地質鉛直断面図(東西断面)



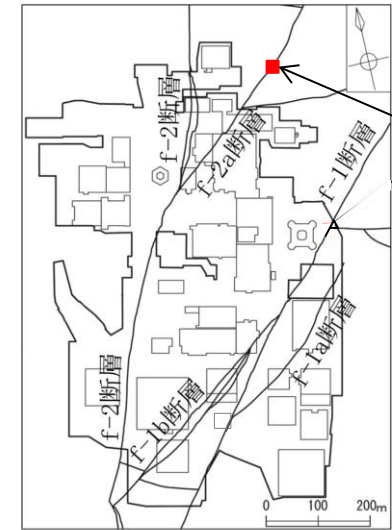
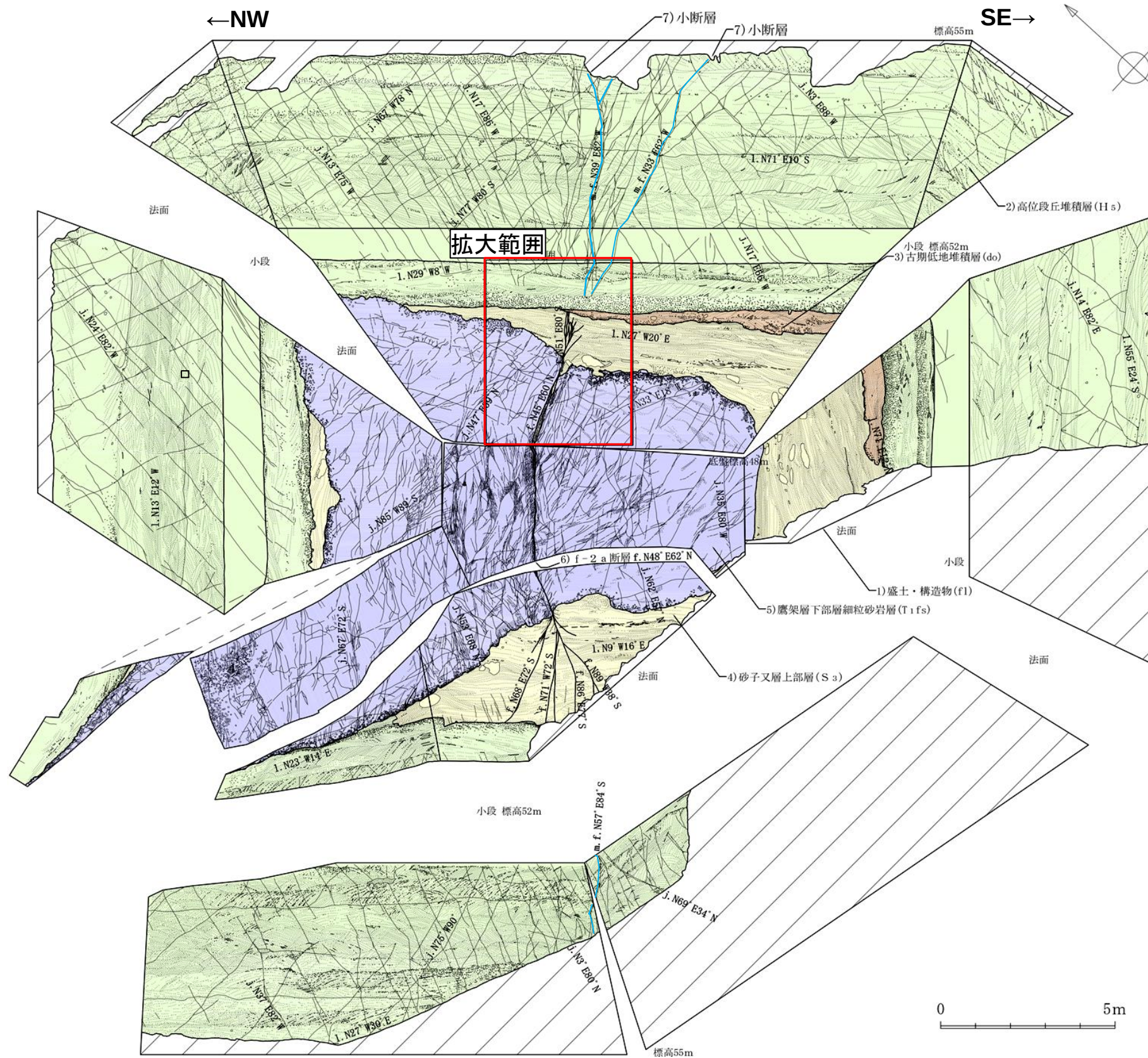
EW-3測線(東西鉛直断面)



EW-4測線(東西鉛直断面)

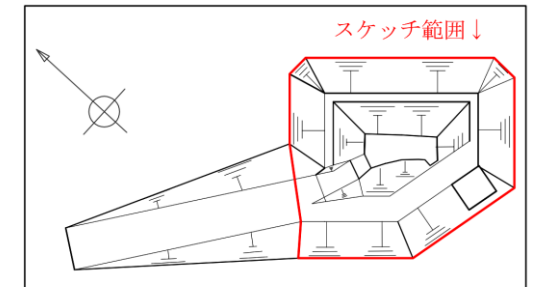


1. 敷地内の断層評価 f-2a断層(南)トレンチ調査結果



スケッチ位置

スケッチ位置図



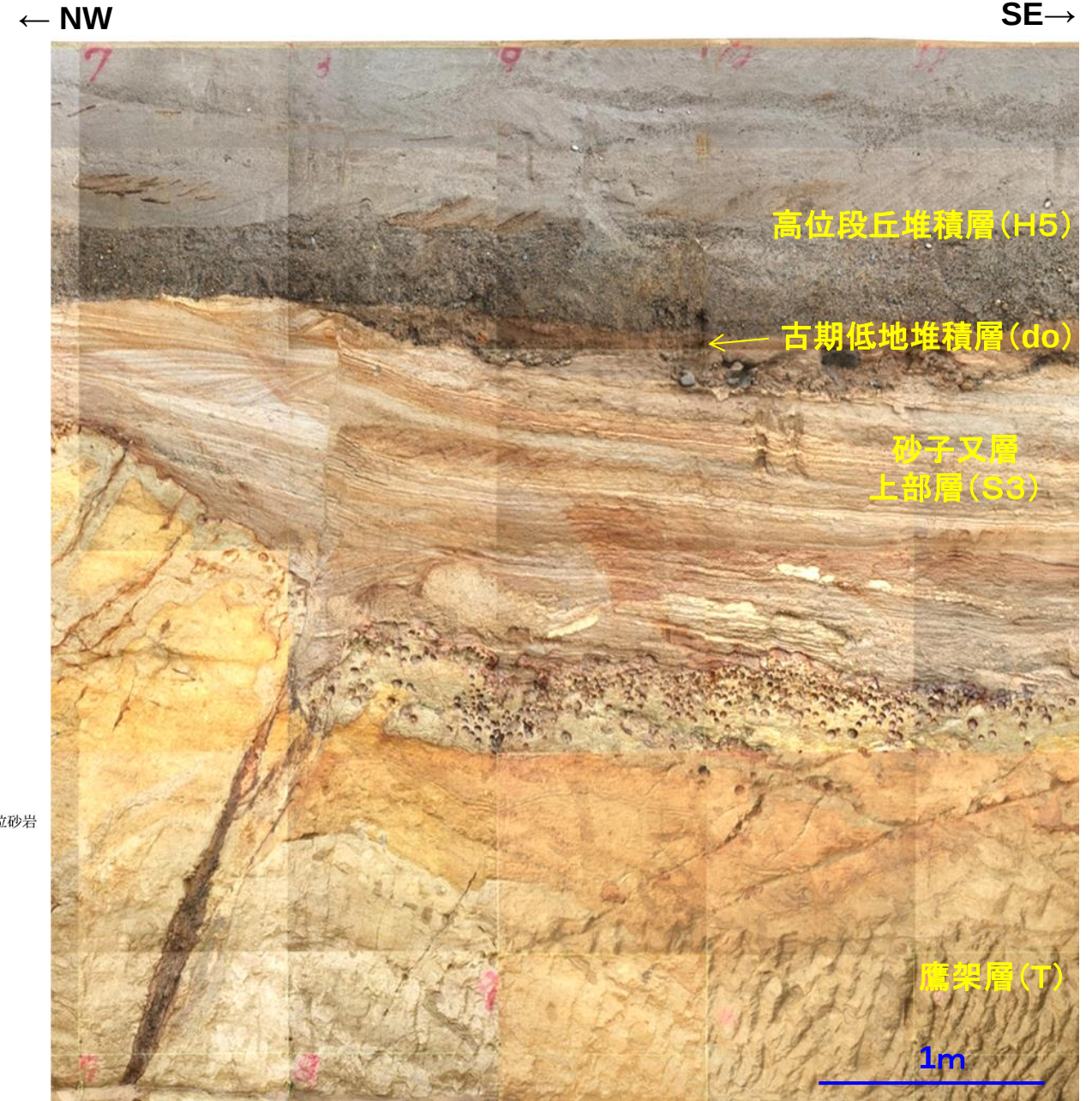
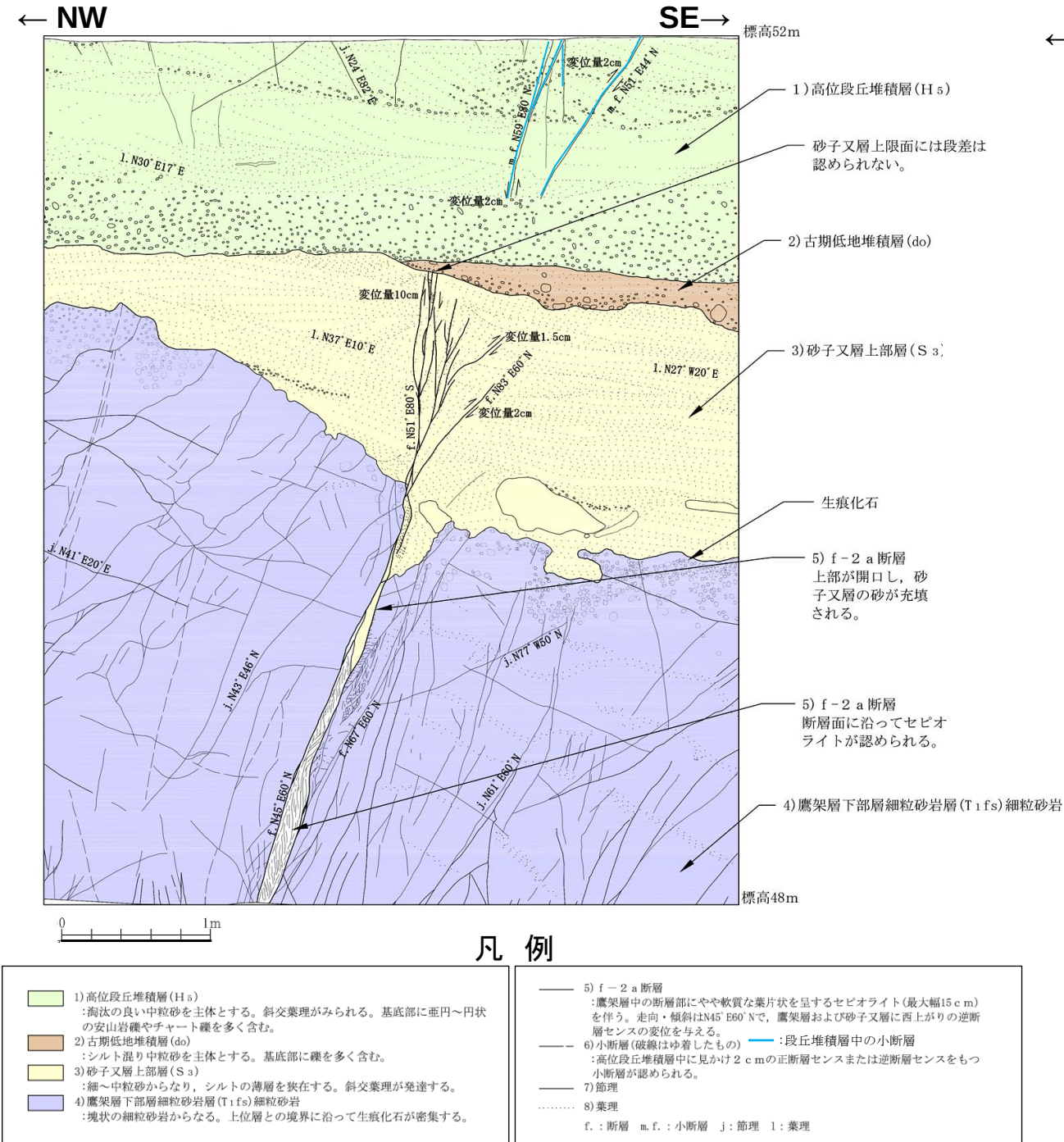
f-2a(南)トレンチ全体平面図

凡 例

-  1) 盛土・構造物 (f1)
: 砕石を主体とした敷均し土や構造物からなる。
-  2) 高位段丘堆積層 (H5)
: 淘汰の良い中粒砂を主体とする。斜交葉理がみられる。基底部に垂円～円状の安山岩礫やチャート礫を多く含む。
-  3) 古期低地堆積層 (do)
: シルト混り中粒砂を主体とする。基底部に礫を多く含む。
-  4) 砂子又層上部層 (S3)
: 細～中粒砂からなり、シルトの薄層を挟在する。斜交葉理が発達する。
-  5) 鷹架層下部層細粒砂岩層 (T1fs)
: 塊状の細粒砂岩からなる。上位層との境界に沿って生痕化石が密集する。
-  6) f-2a断層
-  7) 小断層 (破線はゆ着したもの)  : 段丘堆積層中の小断層
-  8) 節理
-  9) 葉理
- f. : 断層 m.f. : 小断層 j. : 節理 l. : 葉理

1. 敷地内の断層評価

f-2a断層(南)トレンチ調査結果(拡大)

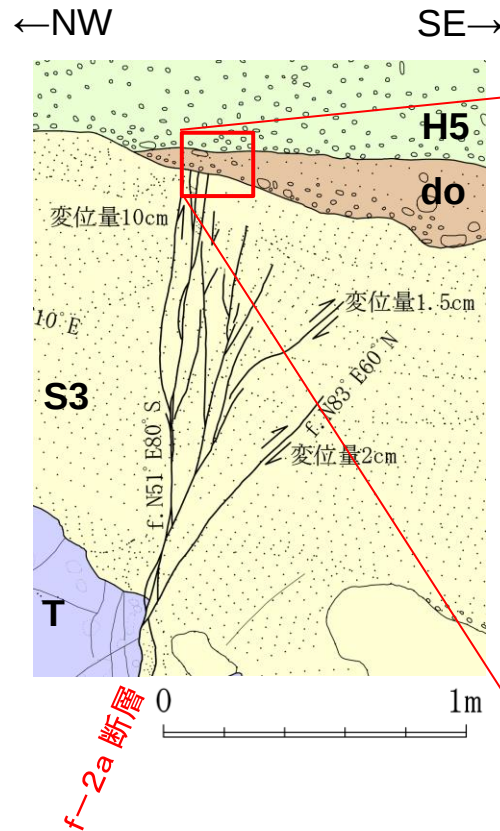


f-2a断層トレンチ(南)北面(断層部拡大)

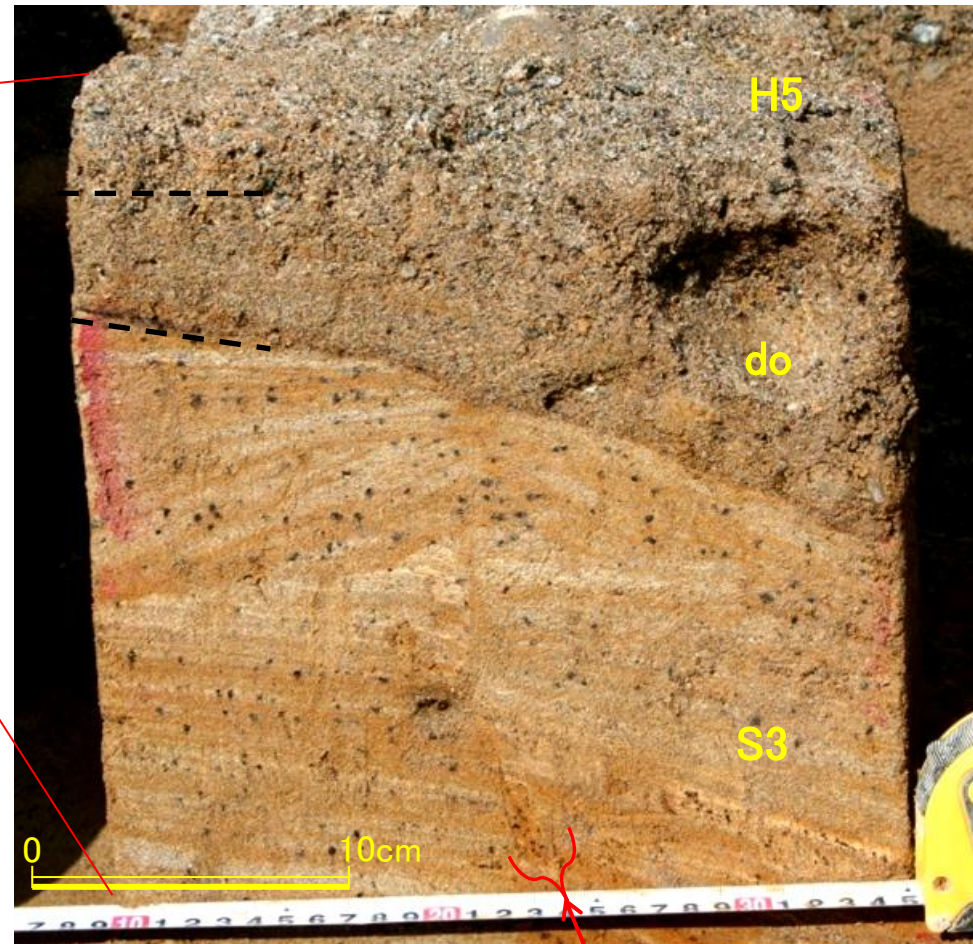
- ・f-2a断層は、砂子又層上部層に変位及び変形を与えているが、古期低地堆積層及び高位段丘堆積層に変位及び変形を与えていない。
- ・高位段丘堆積層中に2条の小断層が認められる。

1. 敷地内の断層評価

f-2a断層(南)トレンチ調査結果:CT画像観察結果

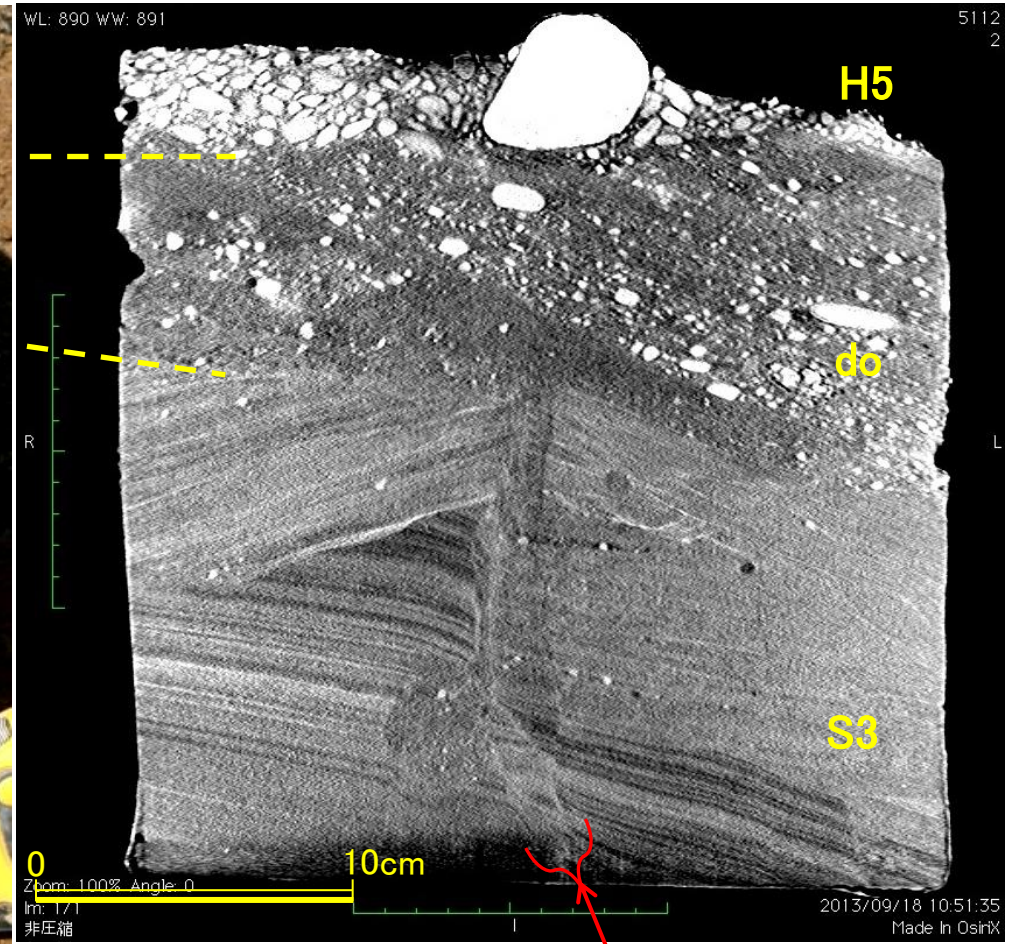


f-2a断層トレンチ(南)北面
(断層部拡大)



S3中のf-2a断層

ブロック試料
(法面奥側約0.3m)

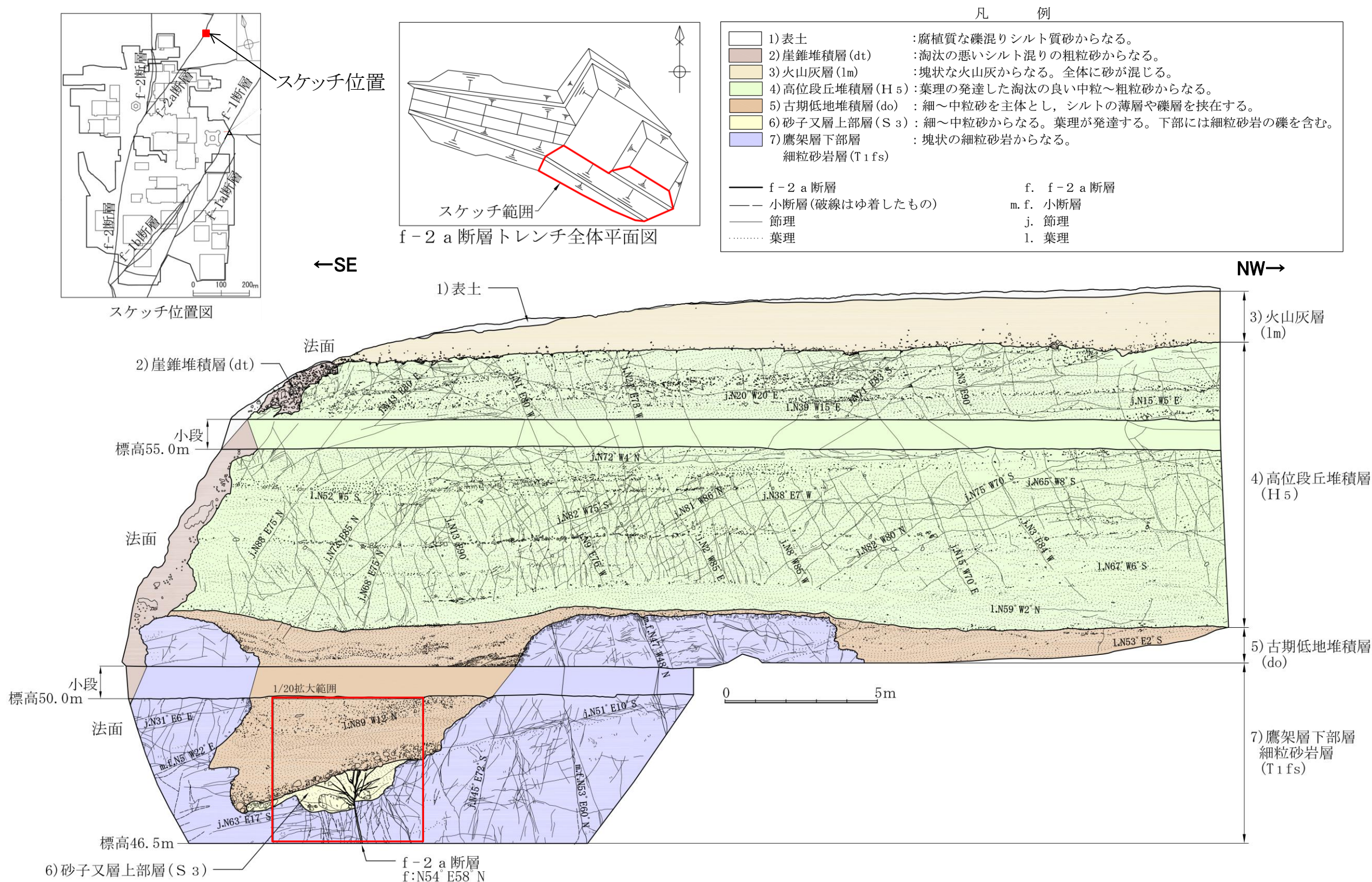


S3中のf-2a断層

ブロック試料CT画像

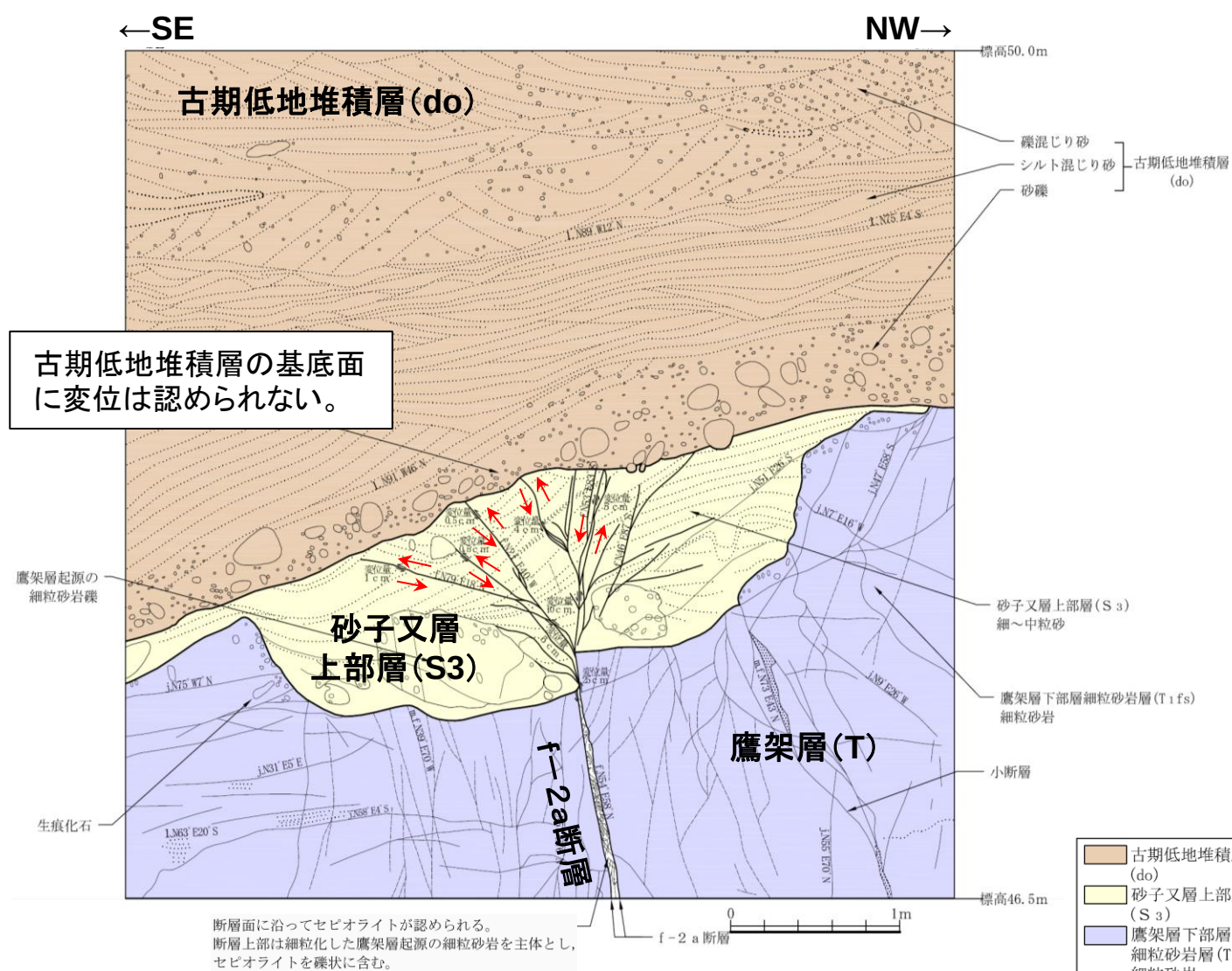
・古期低地堆積層の基底面及び堆積構造に変位及び変形は認められない。

1. 敷地内の断層評価 f-2a断層トレンチ調査結果

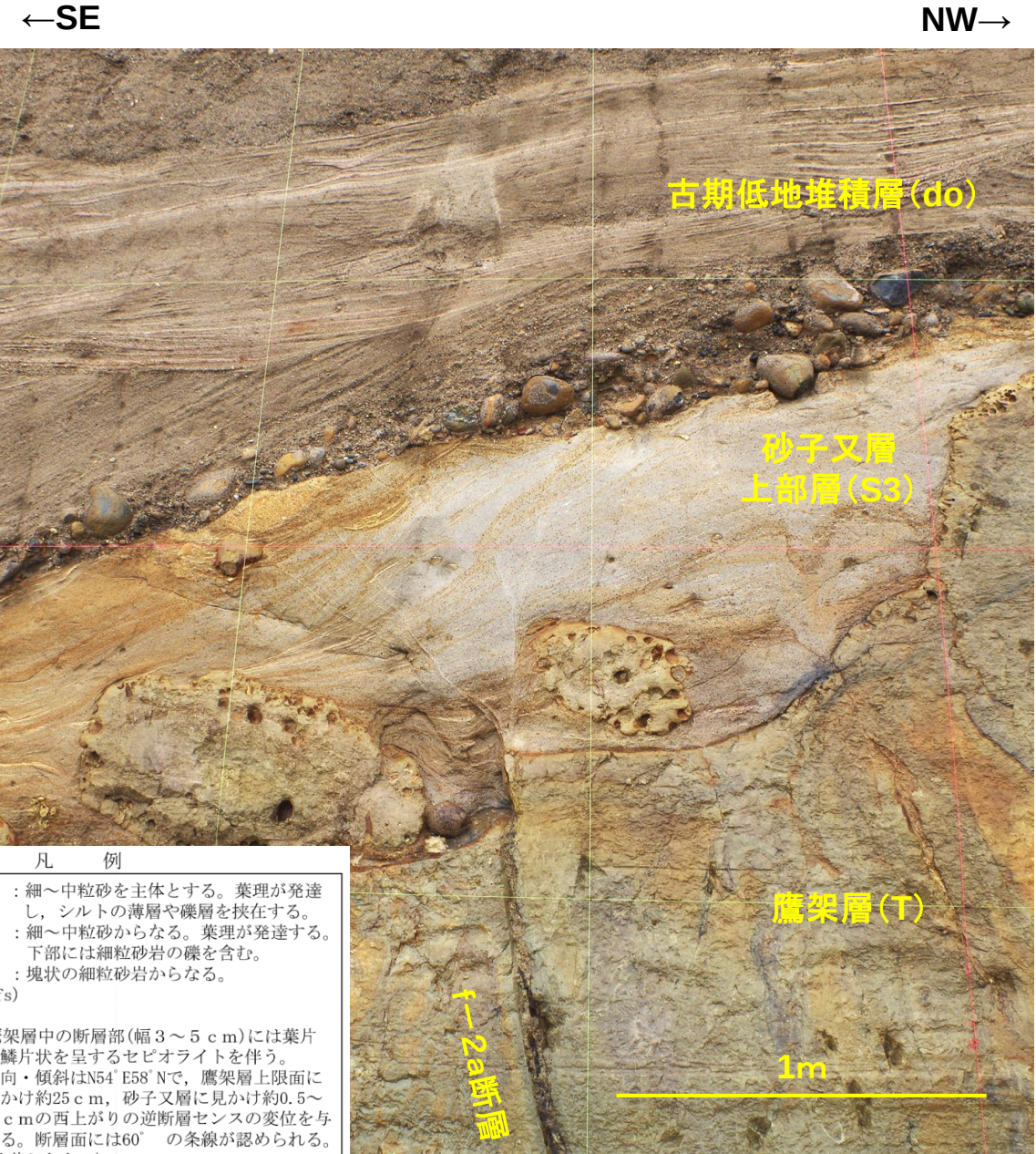


f-2a断層トレンチ南面

1. 敷地内の断層評価 f-2a断層トレンチ調査結果(拡大)



f-2a断層トレンチ南面(断層部拡大)



凡 例	
古期低地堆積層 (do)	細～中粒砂を主体とする。葉理が発達し、シルトの薄層や礫層を挟在する。
砂子又層上部層 (S3)	細～中粒砂からなる。葉理が発達する。下部には細粒砂岩の礫を含む。
鷹架層下部層 細粒砂岩層 (T1fs) 細粒砂岩	塊状の細粒砂岩からなる。
f-2a断層	鷹架層中の断層部(幅3～5cm)には葉片～鱗片状を呈するセピオライトを伴う。走向・傾斜はN54°E58°Nで、鷹架層上限面に見かけ約25cm、砂子又層に見かけ約0.5～10cmの西上がりの逆断層センスの変位を与える。断層面には60°の条線が認められる。
小断層	破線はゆ着したもの
節理	
葉理	
f. f-2a断層	m. f. 小断層 j. 節理 l. 葉理
※変位量は見かけの量を示す。	

・f-2a断層は、砂子又層上部層に変位及び変形を与えているが、古期低地堆積層及びその上位に分布する高位段丘堆積層に変位及び変形を与えていない。

1. 敷地内の断層評価 まとめ

【f系断層のまとめ】

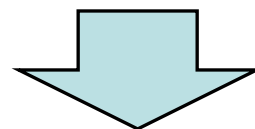
- ・f系断層は、少なくとも高位段丘堆積層(約20万年前)に変位及び変形を与えていないことから、将来活動する可能性のある断層等ではない。
- ・高位段丘堆積層中の小断層は、地形・地質分布から高位段丘堆積層内の小規模な地すべりあるいは受動変形により形成されたと判断され、耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設は鷹架層に設置されていることから、施設の安全性に影響を及ぼすものではないと判断される。

【sf系断層のまとめ】

- ・sf系断層は、断層部の性状が固結・ゆ着していること、鷹架層上部層に変位及び変形を与えていないこと、f系断層に切られていること等から、少なくともf系断層の活動以前に活動を終えた断層であり、将来活動する可能性のある断層等ではない。

【敷地南東部の地すべりのまとめ】

- ・地形及び地質構造から、地すべりの発生時期は、高位段丘面離水後と判断される。ただし、移動土塊の末端部が現河床よりも高い位置にあること、滑落崖の冠頂あるいは移動土塊の開析が進んでいることから最近の滑動ではないと判断される。
- ・敷地南東部に認められる地すべりは、鷹架層中にはすべり面が認められず、耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設は鷹架層に設置されていることから、施設に影響を及ぼすものではないと判断される。



以上のことから、耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設を支持する地盤に「将来活動する可能性のある断層等」は認められないと評価する。

2. 敷地周辺の断層評価 出戸西方断層(文献調査)

活断層研究会編 「新編 日本の活断層」(1991)



活断層研究会編「新編 日本の活断層」(1991)に一部加筆

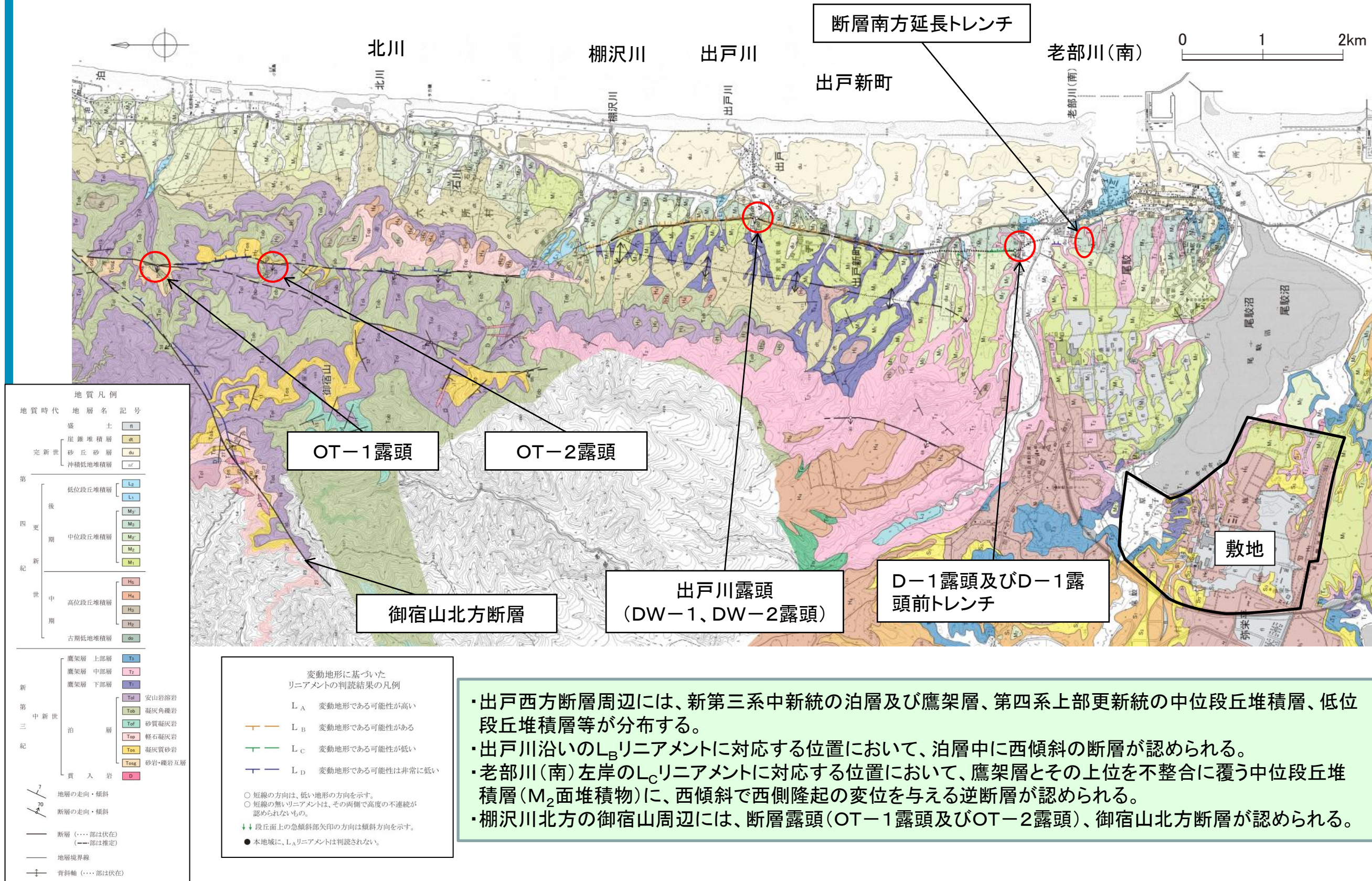
・活断層研究会編(1991)「新編 日本の活断層」は、ほぼN-S方向、長さ4km、活動度B、確実度Ⅲの「出戸西方断層」を図示・記載し、下末吉面相当に低断層崖がみられるとしている。

・山崎ほか(1986)「50万分の1活構造図「青森」、中田・今泉編(2002)「活断層詳細デジタルマップ」は当該断層を図示していない。

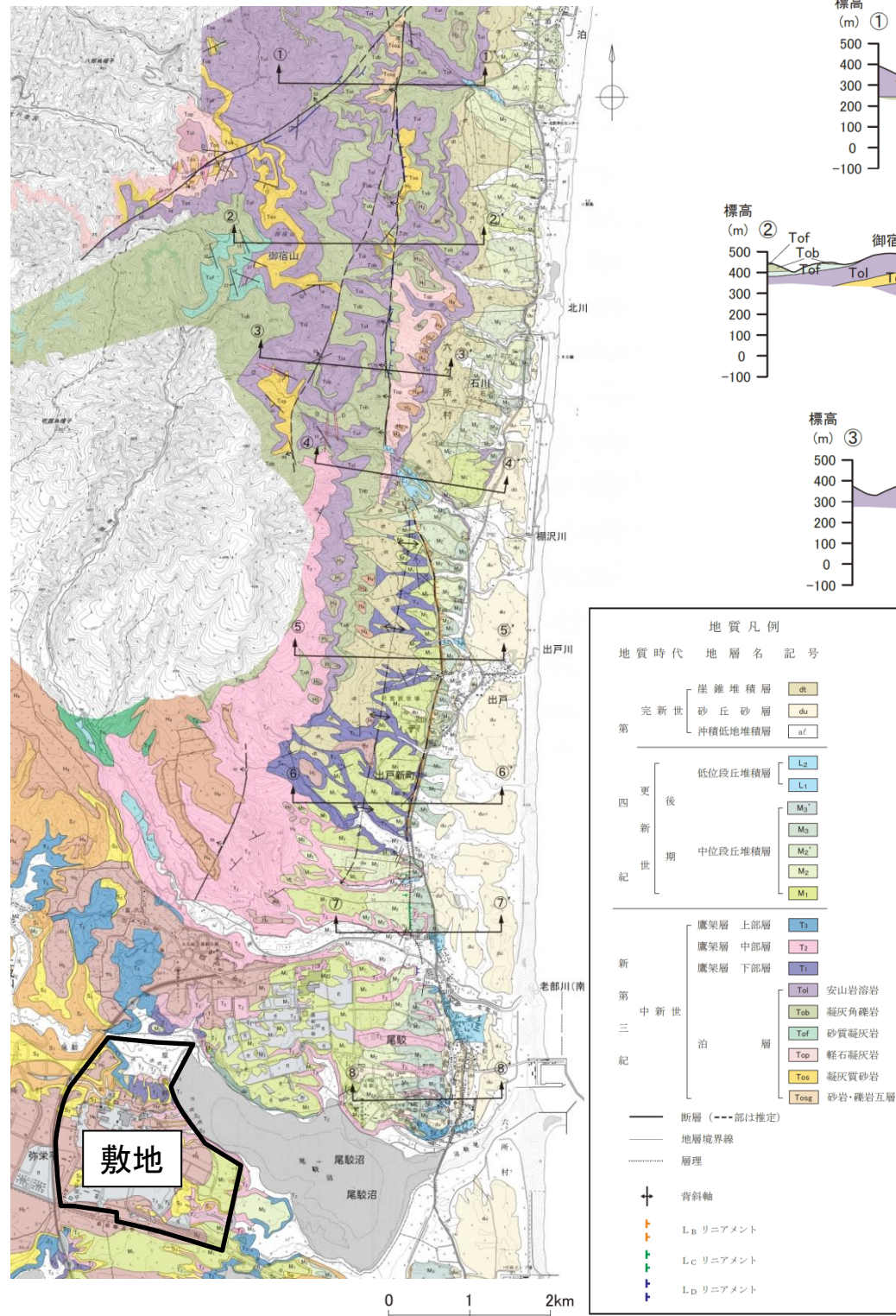
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
断層番号	断層名	図幅番号	確実度	活動度	長さkm	走向	傾斜	断層形態	変位基準	年代 10 ⁴ 年	断層変位 上成分 下成分 横ずれ ずれ m m	平均変位速度 m/ 10 ³ 年	備考・文献
①	一切山東方	9	III	C	7	NNE		高度不連続	山地斜面		W(>100)		
②	+出戸西方	10	III	B	4	NS		低断層崖	海成段丘(S面)	12	W(15)	0.1	
③	(横浜断層)*	10	II	C	4	NNE		逆むき低断層崖	開析扇状地		W(20)		* 1) に図示
④	+ (野辺地断層)*	16	II	B	7	NNW		断層崖	山地高度		W(>100)		* 1) に図示, 図 1 参照
⑤	(上原子断層)	16	II	C	2	NS		逆むき低断層崖*	開析扇状地		E(20)		* 扇状地より下位の河成段丘を変位させている可能性あり
⑥	+ (天間林断層)*	16	II	B	9	NNE~NNW	V*	断層崖 急斜露頭*	山地高度 鮮新統**		W(>100)		* 1) に図示 * N15~20°E, 傾斜は垂直~85°E(天間林鉾山あと付近) ** 市の渡層 ³⁾ あるいは一の坂層 ⁴⁾

確実度Ⅰ: 活断層であることが確実なもの
確実度Ⅱ: 活断層であると推定されるもの
確実度Ⅲ: 活断層の疑のあるリニアメント

2. 敷地周辺の断層評価 出戸西方断層(地質平面図)



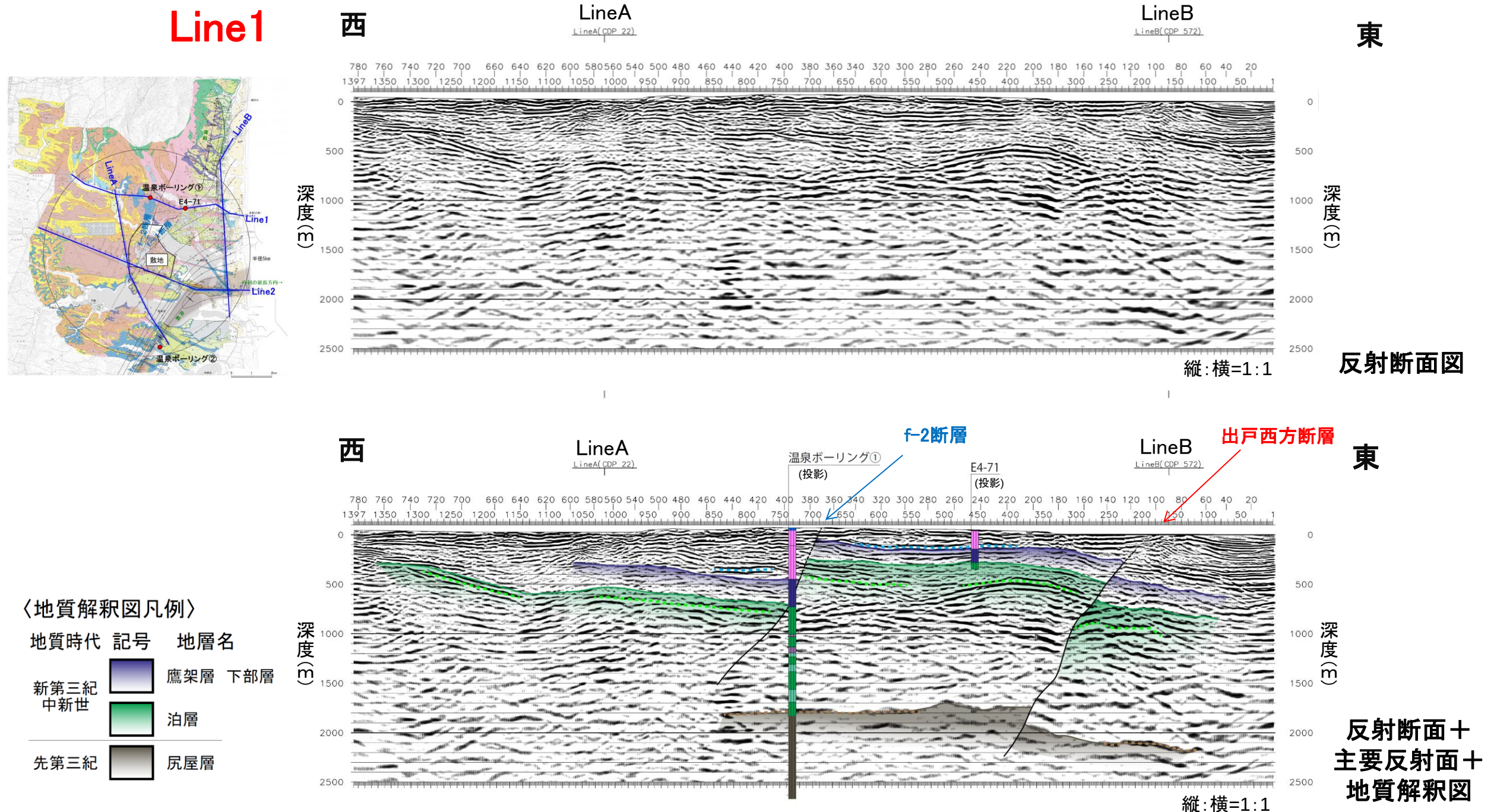
2. 敷地周辺の断層評価 出戸西方断層(地質断面図)



- ・棚沢川北方の①～③断面には、御宿山東方の断層、御宿山北方の断層が認められ、泊層の分布状況から西傾斜の正断層と判断される。
- ・棚沢川以南の④～⑦断面には、西傾斜の出戸西方断層が認められ、南端延長位置の⑧断面においては、鷹架層は東側に緩く傾斜する。

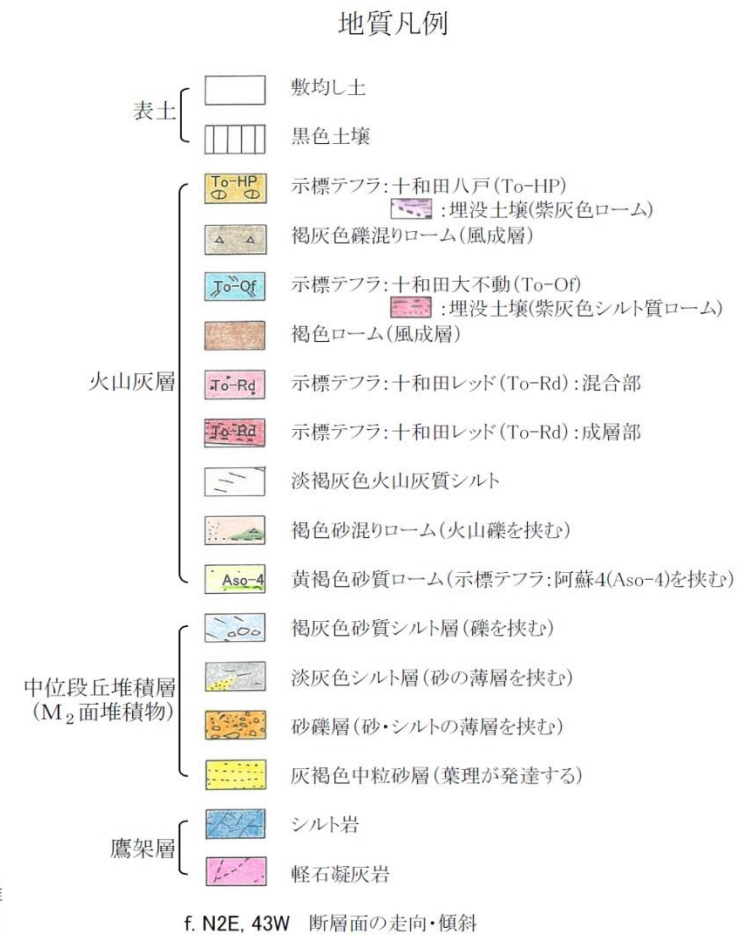
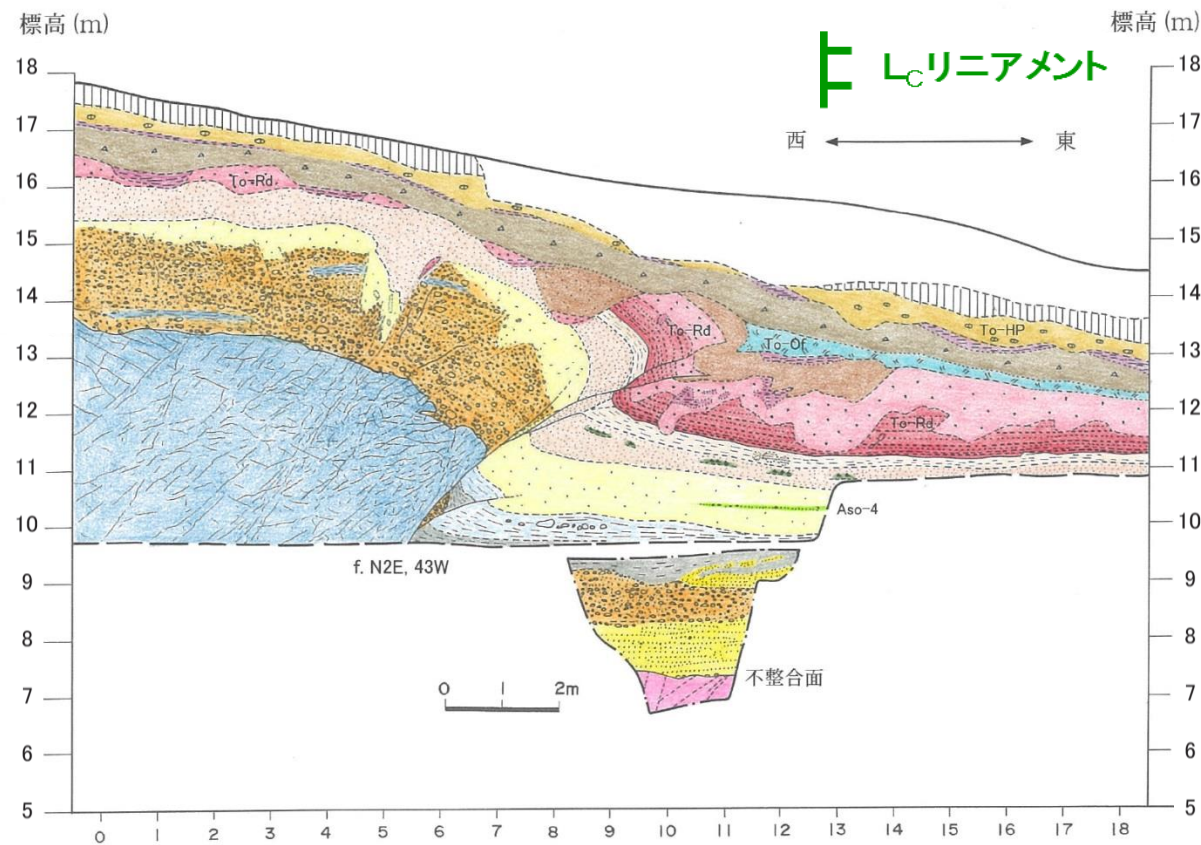
2. 敷地周辺の断層評価

出戸西方断層(反射法地震探査結果:バイブロサイス:Line1)



- ・東西測線の反射面は大局的に緩く東へ傾斜しており、地表地質踏査やボーリング調査等で確認される「北東-南西走向で南東傾斜の地質構造」を反映した特徴を示す。
- ・反射面の分布から、Line1では測線中央付近におけるf-2断層と、その東側の出戸西方断層が推定される。
- ・これらの位置や構造は、地表地質踏査や敷地内外のボーリング調査で確認される構造と調和的である。
- ・このうち出戸西方断層については、追加調査で確認される地表付近のトレースから地下深部に向けて西傾斜で連続している。

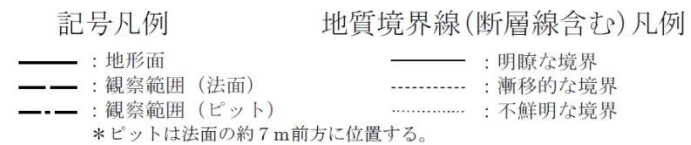
2. 敷地周辺の断層評価 出戸西方断層(D-1露頭法面スケッチ)



- ・L_cリニアメントに対応する位置において、中位段丘堆積層に変位・変形を与える西傾斜の逆断層が認められる。
- ・断層による変位量は古い地層ほど大きく、十和田大不動火山灰 (約3.2万年前) にまで変位・変形が認められ、さらに上位の十和田八戸火山灰 (約1.5万年前) には及んでいない。



11.5万年～12.5万年前の中位段丘堆積層 (M₂ 面堆積物) の上面で約4mの鉛直変位が認められ、その上位の十和田レッド火山灰 (約8万年前) に変位が認められる。また、その上位の十和田大不動火山灰 (約3.2万年前) にも変位が及んでいるものの、さらにその上位の十和田八戸火山灰 (約1.5万年前) に変位及び変形が及んでいない。



L_cリニアメント



2. 敷地周辺の断層評価 出戸西方断層(断層南方延長トレンチ写真)

- 規 模:総延長約420m、幅最大約50m、深さ最大10m
- 掘 削:平成26年5月～9月
- 埋戻し:平成28年11月完了

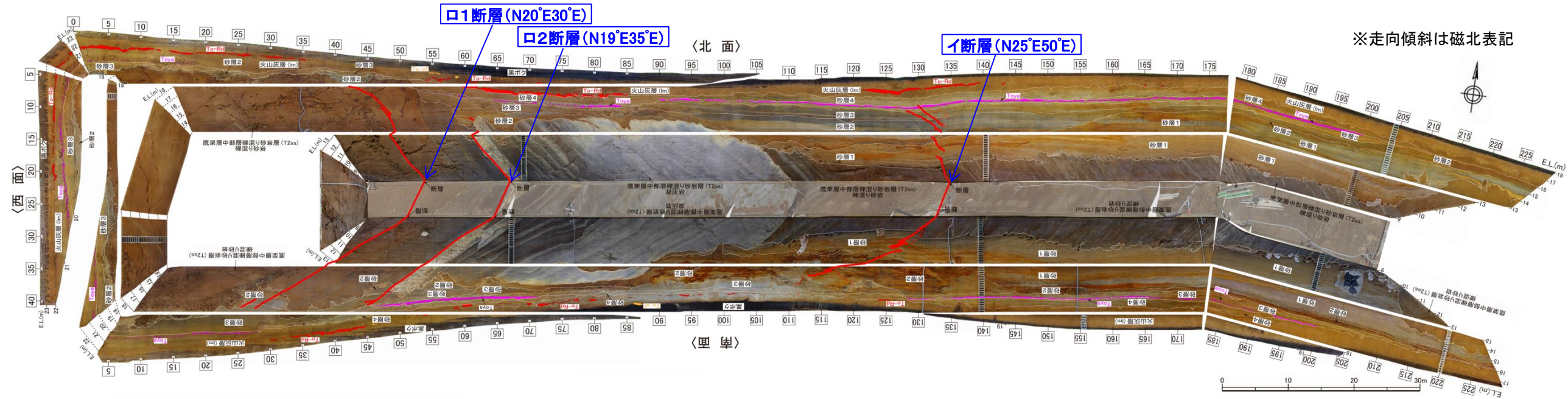
←北



南→

2. 敷地周辺の断層評価

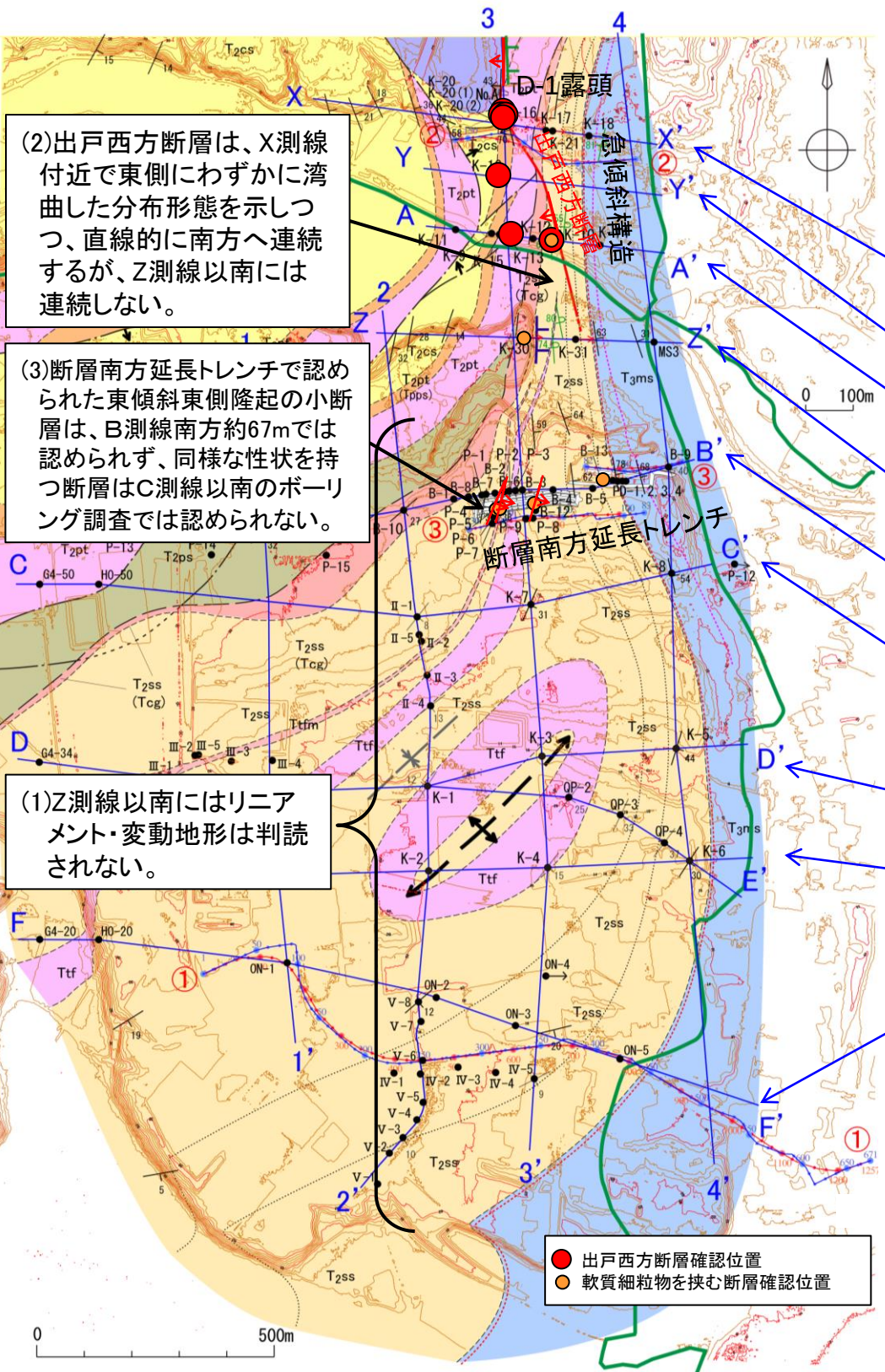
出戸西方断層(断層南方延長トレンチ内に認められる断層)



- ・トレンチ内には、出戸西方断層と同じ変位センスを持つ断層(西傾斜、西上がりの逆断層)は認められない。
- ・ただし、複数の小規模な断層が認められる。これらの断層は、活動時期の観点から大きく下表のとおり分類される。

断層の分類		活動時期	活動性の知見	主な性状・特徴	変位センス
イ断層	鷹架層の層理面沿いあるいは斜交して認められ、中位段丘堆積層中の洞爺火山灰(Toya)層準まで変位・変形を与える断層	段丘堆積層堆積後	段丘堆積層の基底面及びToyaに変位・変形を与える。	・鷹架層中では砂岩の層理面沿い、一部層理面に斜交して認められ、幅10mm程度の軟質粘土を挟在する。 ・段丘堆積層中では雁行する。	東傾斜・東上がり逆断層センス
口1断層	鷹架層の層理面沿いに認められ、中位段丘堆積層基底面に変位・変形を与える断層		段丘堆積層の基底面に変位・変形を与えるが、Toyaに変位・変形を与えない。	・鷹架層中では砂岩の層理面沿いに認められ、幅数mmの軟質粘土を挟在する。	
口2断層	鷹架層の層理面沿いに認められ、中位段丘堆積層基底面に変位・変形を与える断層		段丘堆積層の基底面に変位・変形を与えるが、Toyaに変位・変形を与えない。	・鷹架層中では、凝灰岩と砂岩との境界付近の層理面沿いに認められ、幅数mmの砂～シルトを挟在する。	
ハ系断層	鷹架層中の断層	段丘堆積層堆積前	段丘堆積層の基底面に変位・変形を与えない。	・固結細粒物を挟在する。層理面沿い及び層理面に斜交するもの両方が認められる。	正断層・逆断層共に認められる。

2. 敷地周辺の断層評価 出戸西方断層(南端周辺の各調査結果のまとめ)



測 線	B測線からの 南北距離 (概略)	調査方法			
		地形判読	ボーリング トレンチ 反射法地震探査	ボーリング トレンチ	ボーリング トレンチ 反射法地震探査
		(1) リニアメント ・変動地形	(2) 出戸西方 断層	(3) 軟質細粒物を 挟む断層	(4) 鷹架層の構造
X	(-750m)	L _C (D-1露頭 付近)	○	×	【地質構造】 ・鷹架層の走向は、 C測線付近以北では 南北走向、C測線 付近以南では 北東走向を示す。 ・出戸西方断層沿い に認められる急傾斜 構造は、南方に向か って傾斜が緩くなる。 →C測線付近を境に 鷹架層の地質構造に 差異がみられる。
Y	(-640m)	(河川部)	○	×	
A	(-520m)	(河川部)	○	○	
Z	(-315m)	L _D	×	○	
B	0m	×	×	○ (B測線南方 約67m)	
C	245m	×	×	×	
D	565m	×	×	×	
E	800m	×	×	×	
F	1,150m	×	×	×	

- (1)Z測線以南にはリニアメント・変動地形は判読されない。
- (2)出戸西方断層は、X測線付近で東側にわずかに湾曲した分布形態を示しつつ、直線的に南方へ連続するが、Z測線以南には連続しない。
- (3)断層南方延長トレンチで認められた東傾斜東側隆起の小断層は、B測線南方約67mでは認められず、同様な性状を持つ断層はC測線以南のボーリング調査では認められない。
- (4) 鷹架層の地質構造は、C測線付近以北では南北走向、C測線付近以南では北東走向を示し、出戸西方断層沿いに認められる急傾斜構造(高角度東傾斜、一部逆転)は、南方に向かって傾斜が緩くなることから、C測線付近を境に鷹架層の地質構造に差異がみられる。

2. 敷地周辺の断層評価 出戸西方断層(まとめ)

○北端位置

・OT-1露頭位置

- ・OT-1露頭以北にリニアメント・変動地形は判読されない。
- ・薄片観察結果によれば、最新面での変位センスは正断層センスであり、出戸西方断層の逆断層センスと運動センスは異なる。
- ・露頭における断層の破碎幅は約1cmであり小さい。

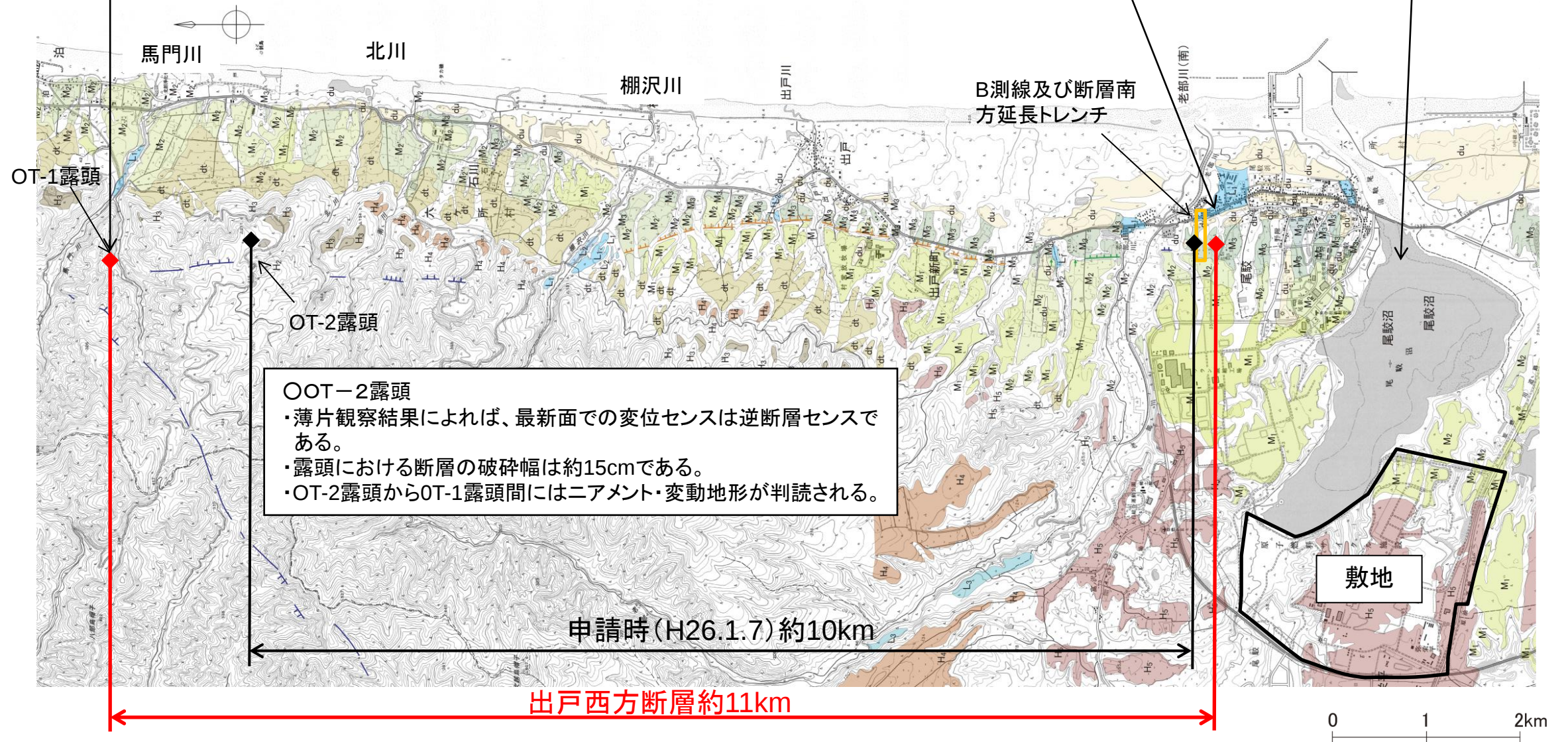
○南端位置

・C測線(B測線から南方245mの位置)

- ・Z測線以南にはリニアメント・変動地形は判読されない。
- ・出戸西方断層と同じ西傾斜の逆断層が認められない。
- ・イ断層、ロ1断層、ロ2断層は、連続性が乏しく、累積性がないことから、これら断層を出戸西方断層の副次的な断層として安全側に評価。
- ・出戸西方断層及び副次的な断層は、C測線以南に認められない。
- ・鷹架層の地質構造は、C測線付近を境に南北で異なる。

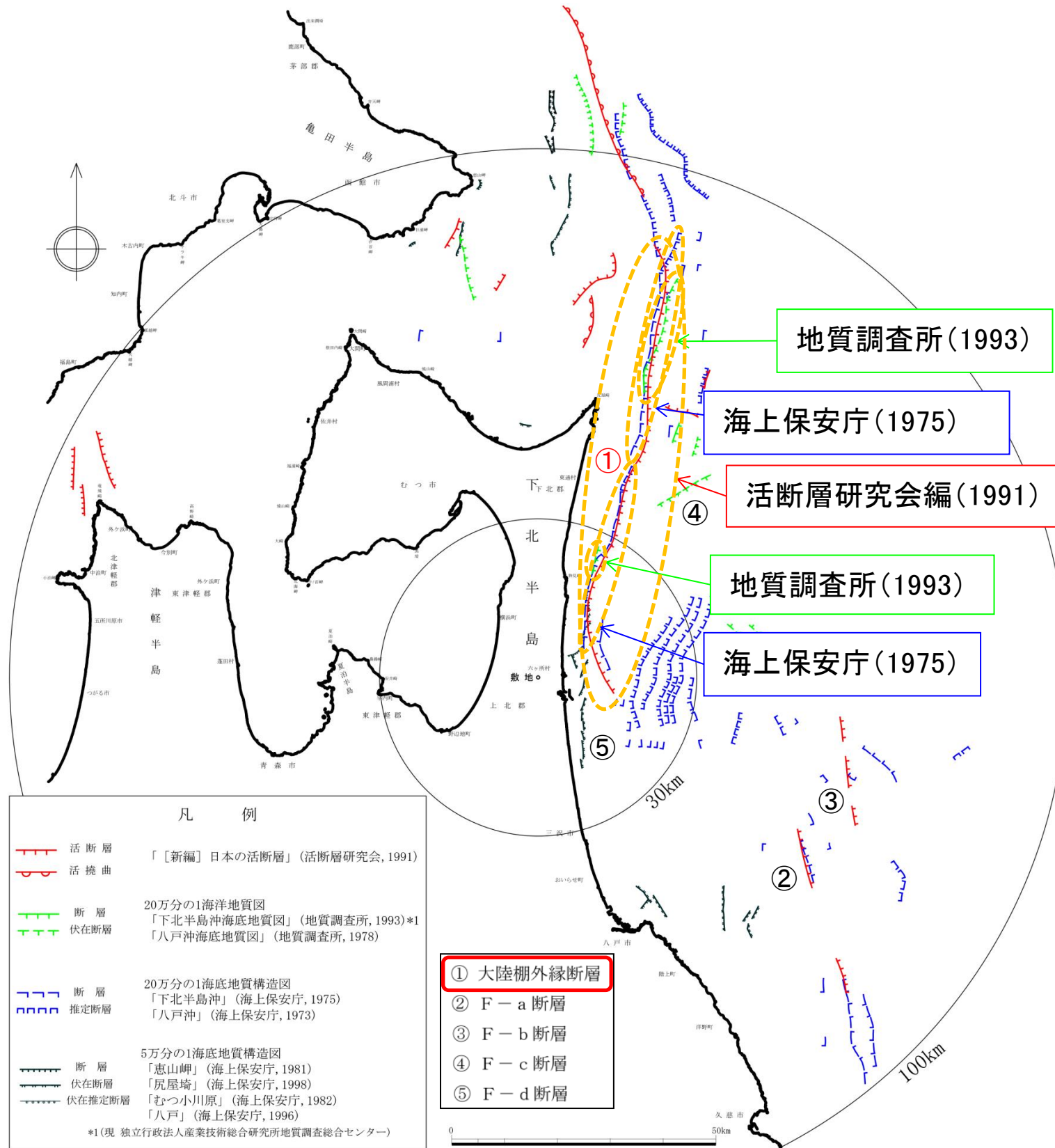
○出戸西方断層南方(向斜構造)

- ・鷹架沼から尾駈沼周辺にかけての向斜構造は、鷹架沼から尾駈沼の沼口の方に連続しており、第四紀中期更新世以降の活動は認められないことから、出戸西方断層とは一連の構造ではない。



出戸西方断層の長さは、OT-1露頭位置(北端)からC測線(南端)までの約11kmとする。

2. 敷地周辺の断層評価 大陸棚外縁断層(文献調査)



➤ 海上保安庁水路部(1975)は、六ヶ所村北部沖から東通村沖の大陸棚外縁に沿ってNNE-SSW走向、長さ約37km、東落ちの断層を示し、さらに、その北方の尻屋海脚東縁に沿って、NNE-SSW走向、長さ約45kmの東落ちの断層を示している。

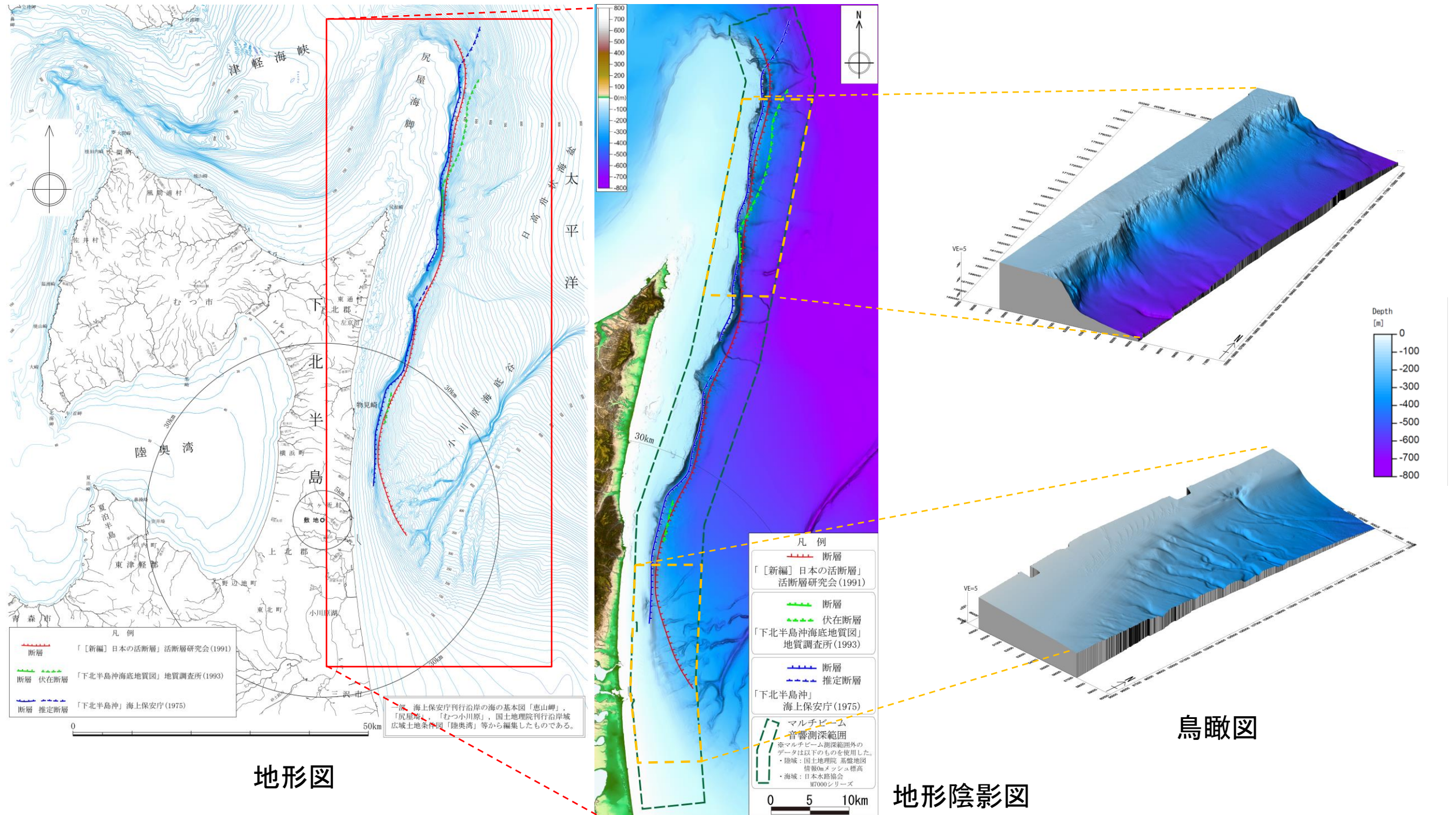
➤ 活断層研究会編(1991)は、海上保安庁水路部(1975)とほぼ同位置に、崖高200m以上、長さ約84kmの東落ちの活断層を示している。

➤ 地質調査所(1993)は、尻屋海脚東縁に沿ってNNE-SSW走向、長さ約23.5kmの東落ちの断層を示し、そのうち、北部の約19.5km区間は伏在断層としている。また、その南方の物見崎沖にも、大陸棚外縁に沿ってNNE-SSW走向、長さ約6kmの伏在断層を示している。しかし、同文献は、エアガン記録の解析結果から、活断層研究会編(1991)により活断層が示されている大陸棚外縁部には少なくとも、長さ20kmを超える活断層は存在しないとしている。

➤ 海上保安庁水路部(1998)には大陸棚外縁に沿う断層は示されていない。

➤ 池田(2012)は、事業者の海上音波探査記録に筆者が地質学的解釈を加筆し、大陸棚外縁断層の動きは最近12万年間も継続していると指摘している。

2. 敷地周辺の断層評価 大陸棚外縁断層(海底地形面調査)



地形図

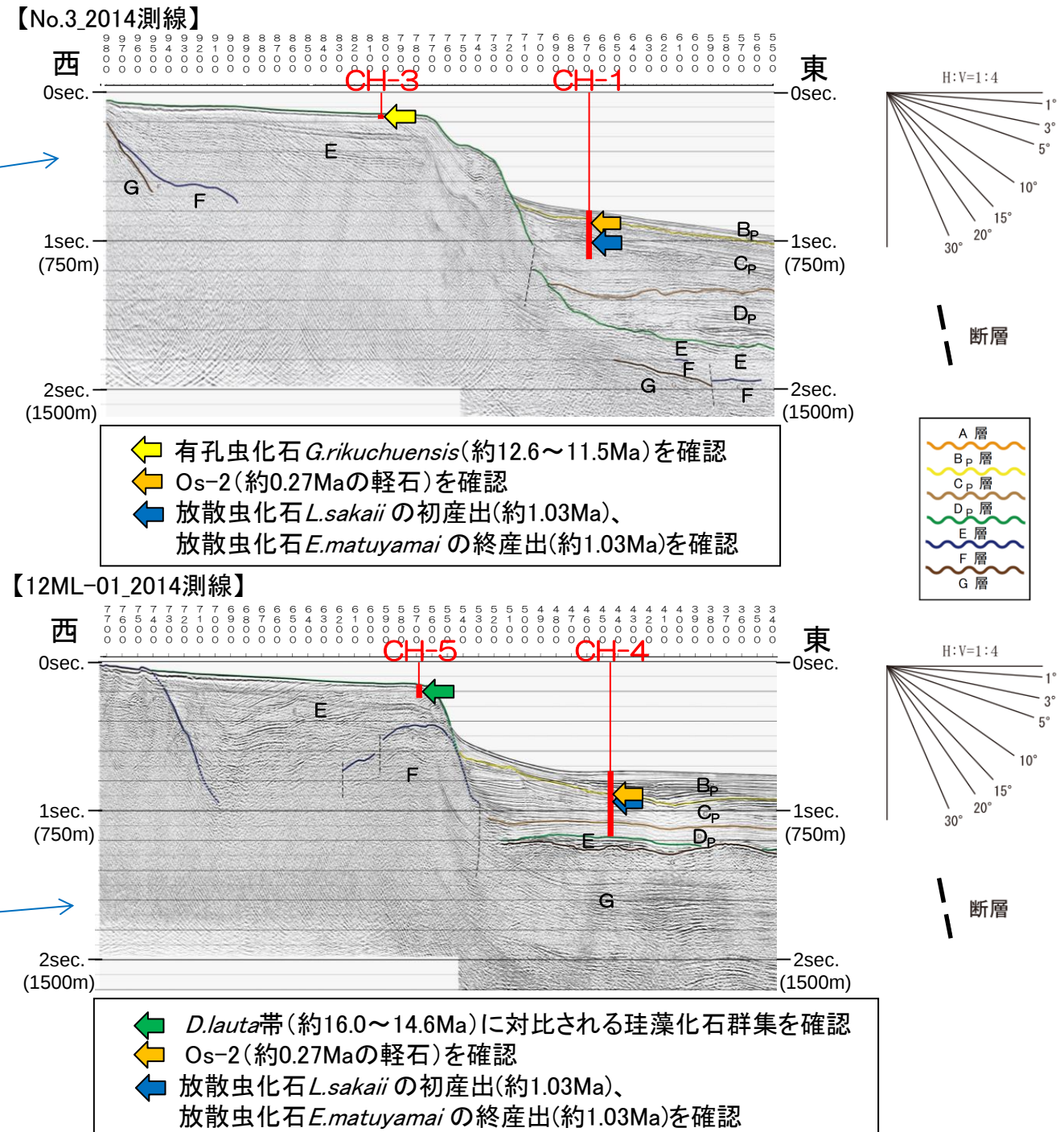
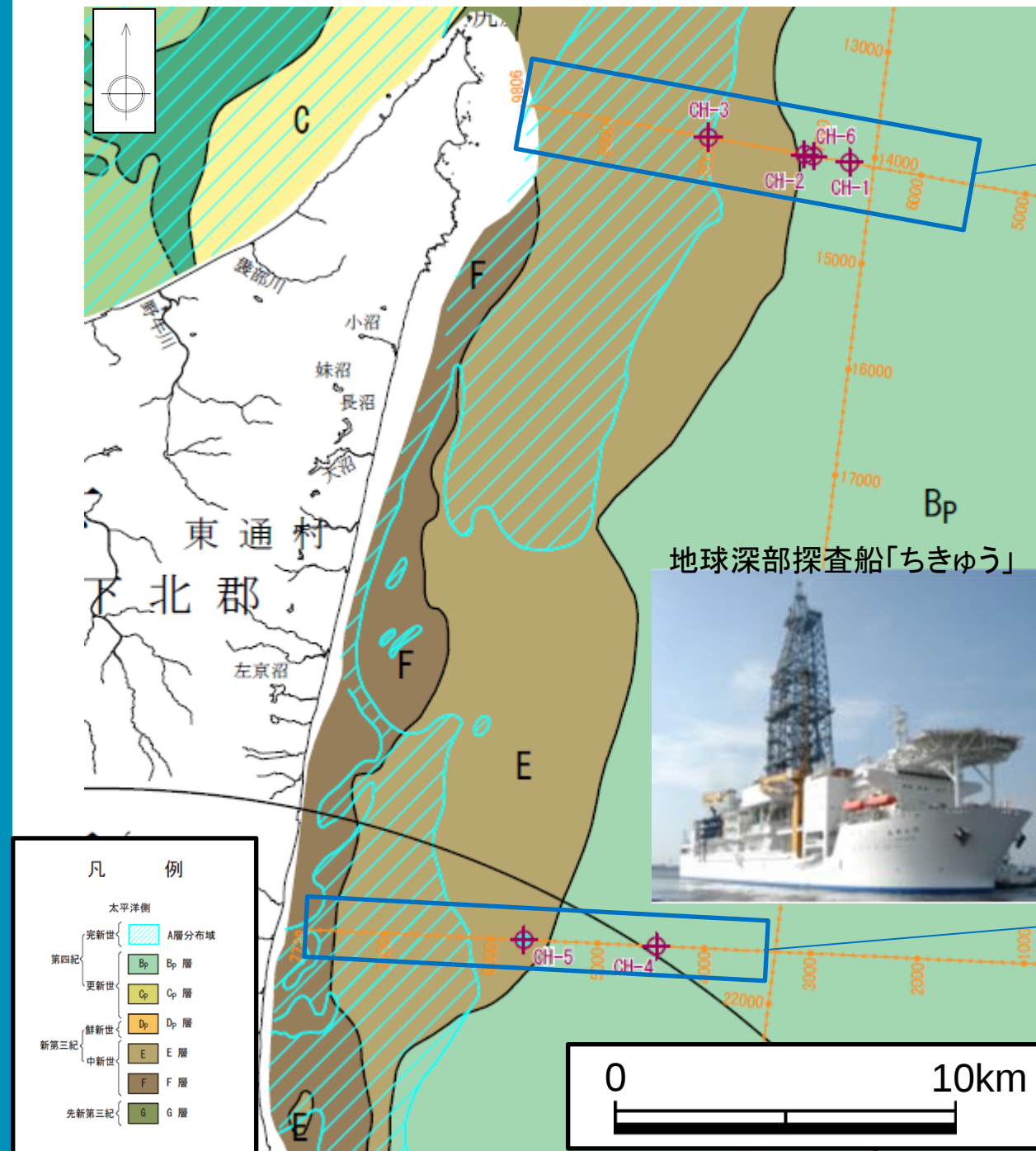
地形陰影図

鳥瞰図

- 文献により断層が示されている位置付近には、急斜面が認められるものの、そのトレースは直線的ではなく、凹凸を繰り返しており、多くの谷地形が認められる。
- 大陸棚外縁の北部・中部は、急峻な崖地形となっており、浸食が卓越した地形である。
- 大陸棚外縁の南部は、なめらかな斜面地形となっており、堆積が卓越した地形である。

2. 敷地周辺の断層評価

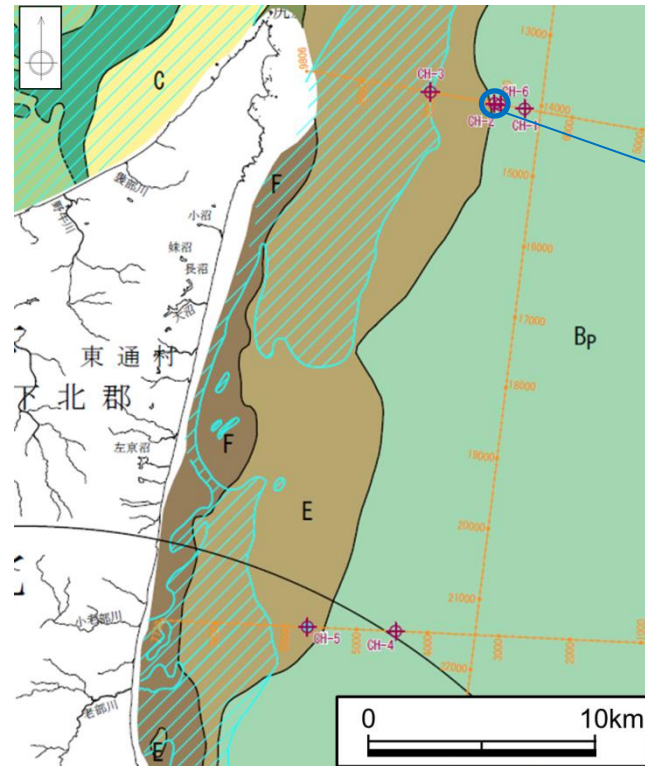
大陸棚外縁断層（海上ボーリング調査結果①（棚上及び棚下の地層の堆積年代））



- 棚上で採取した試料の微化石分析の結果、CH-3孔から有孔虫化石 *G.rikuchuensis* (約12.6～11.5Ma) が、CH-5孔から *D.lauta* 帯 (約16.0～14.6Ma) に対比される珪藻化石群集が確認されたことから、棚上の地層は陸域の蒲野沢層相当の地層であり、E層に区分されると考えられる。
- 棚下で採取した試料の火山灰分析の結果、CH-1孔及びCH-4孔の両孔でOs-2 (約0.27Maの軽石) を確認した。
- これらは、既往の調査結果を踏まえた解釈と整合的である。

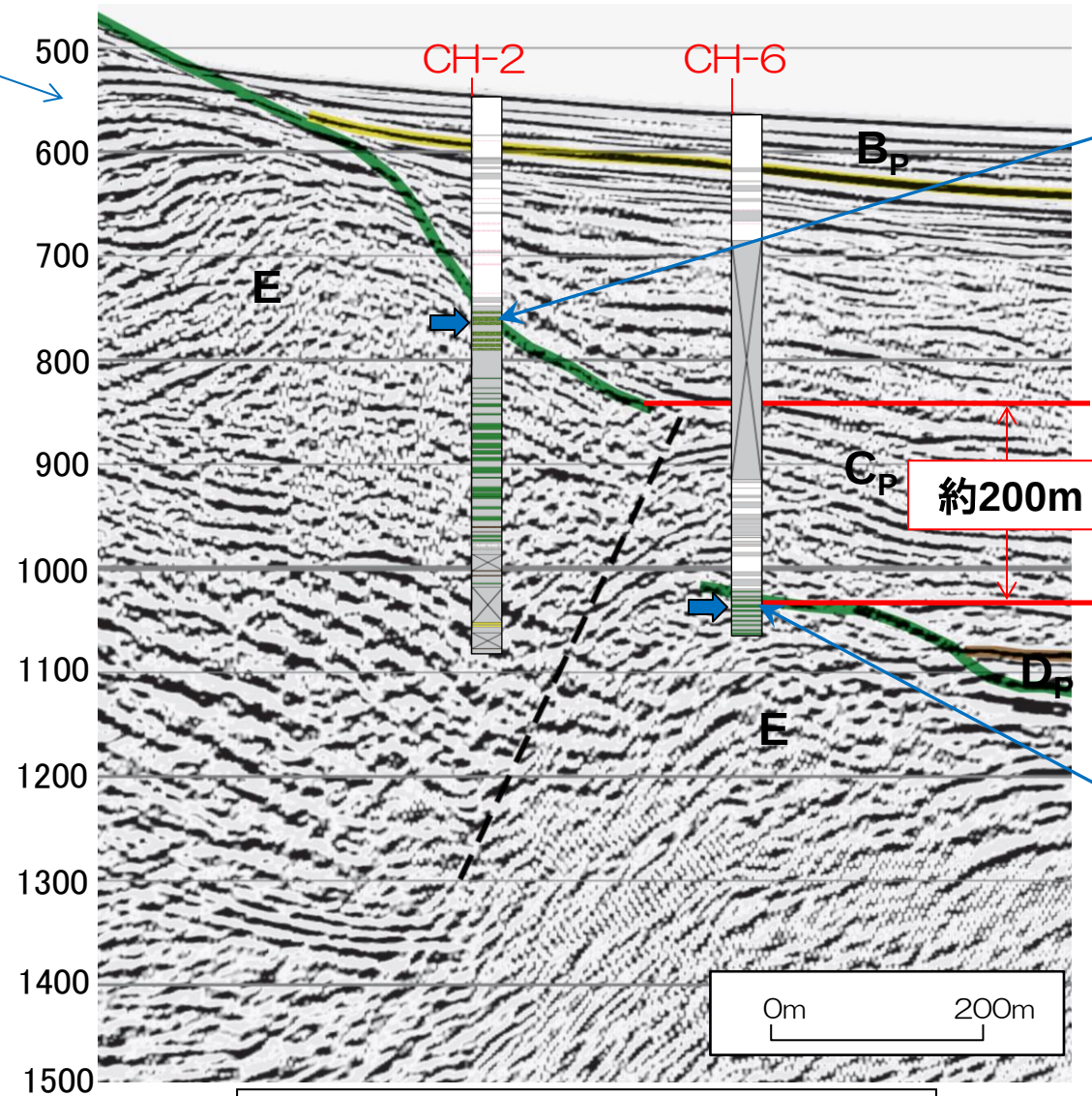
2. 敷地周辺の断層評価

大陸棚外縁断層(海上ボーリング調査結果②(棚上及び棚下の地層の堆積年代))



【No.3_2014測線(深度断面)】

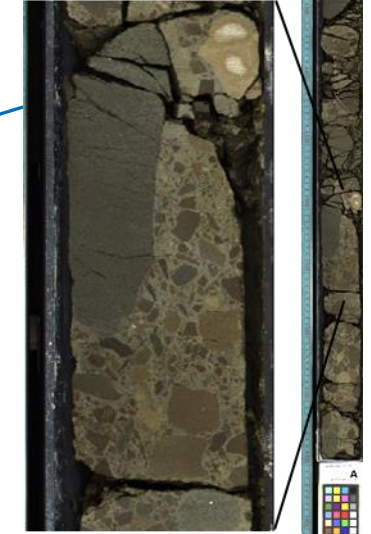
海面下(m)



【CH-2孔のコア写真】

※海底面下約220m付近のコア

<拡大図>



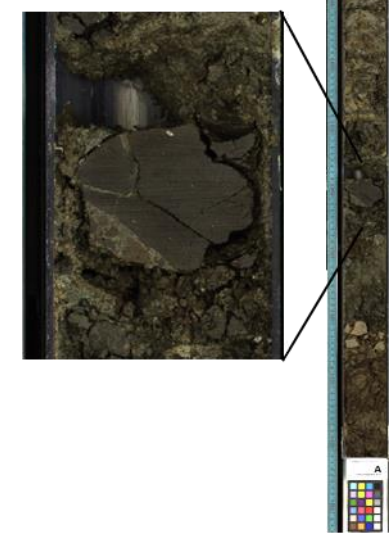
含礫泥岩

・淡褐灰色砂質泥岩～泥岩からなり、暗緑褐色の珪質泥岩礫や砂質泥岩礫を含む含礫泥岩である。
・泥岩礫は径10～100mm程度で、角礫～亜角礫を呈する。サガリテスを含む。

【CH-6孔のコア写真】

※海底面下約465m付近のコア

<拡大図>



含礫泥岩

・淡褐灰色泥岩からなり、暗緑褐色の珪質泥岩礫を含む含礫泥岩である。
・泥岩礫は径10～50mm程度で、角礫～亜角礫を呈する。サガリテスを含む。

凡 例

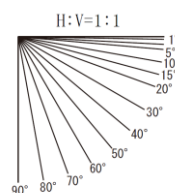
太平洋側

完新世	A層分布域
第四紀	Bp層
更新世	Cp層
鮮新世	Dp層
新第三紀	E層
中新世	F層
先新第三紀	G層

柱状図凡例

未固結～半固結堆積層 (テフラ)
含礫泥岩
泥岩、珪質泥岩、砂質泥岩
砂岩、泥質砂岩
礫岩
変質帯
：コア掘削区間
：コア未回収区間

A層
Bp層
Cp層
Dp層
E層
F層
G層



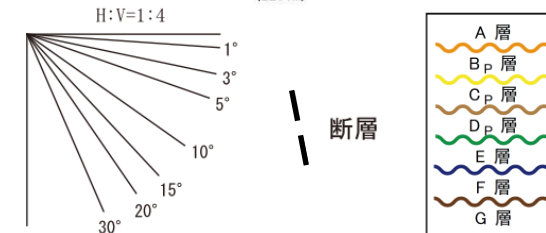
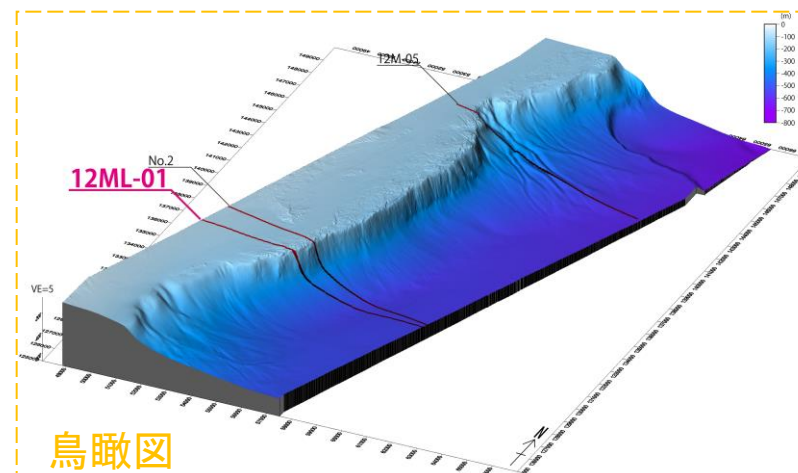
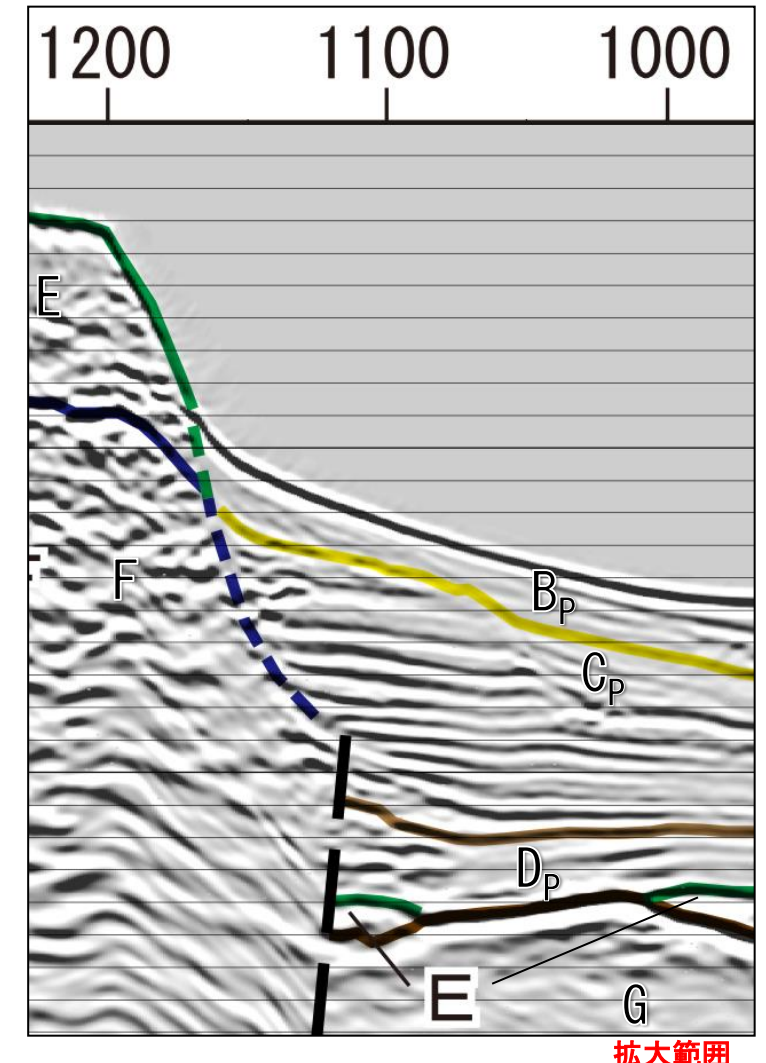
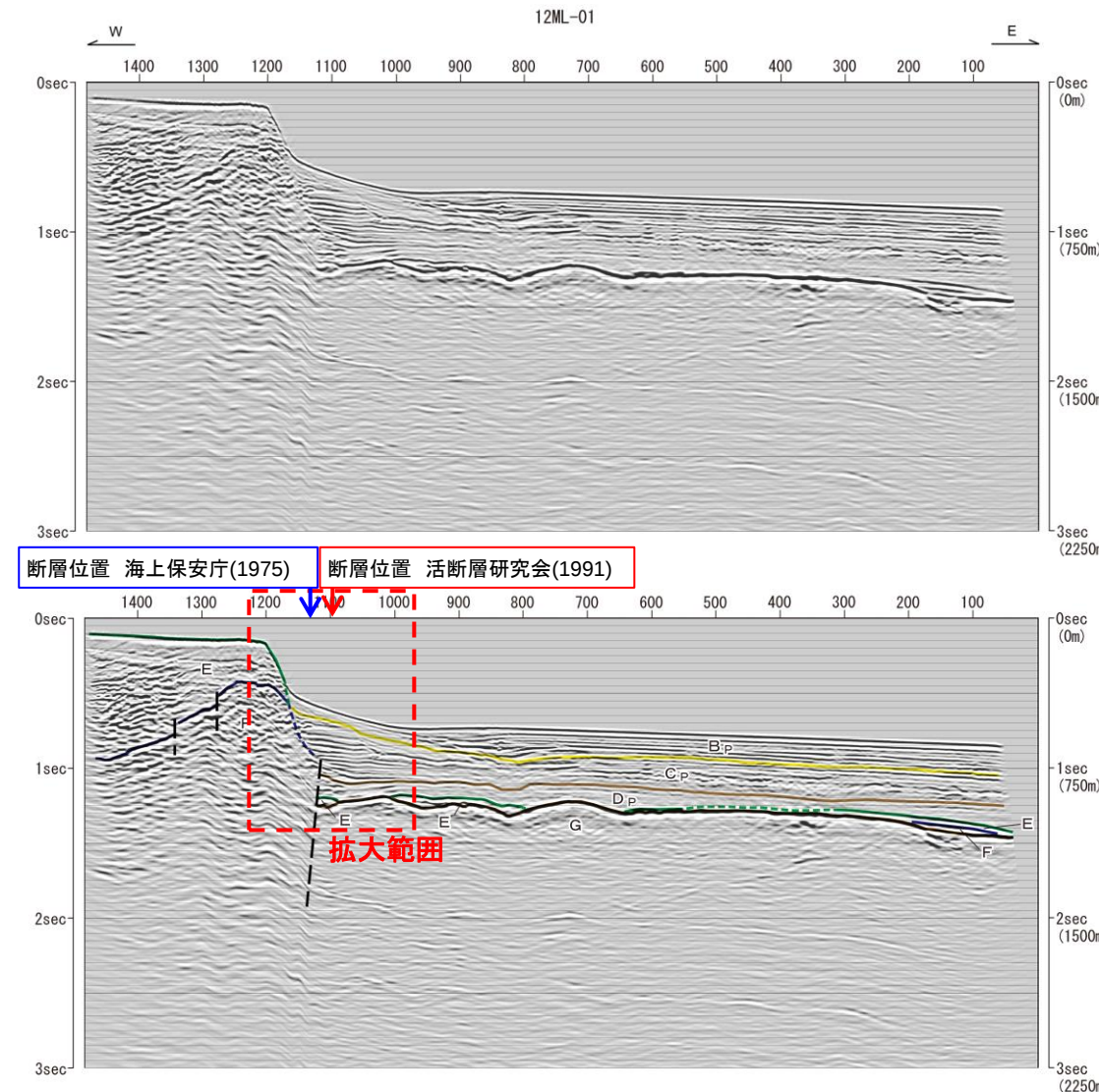
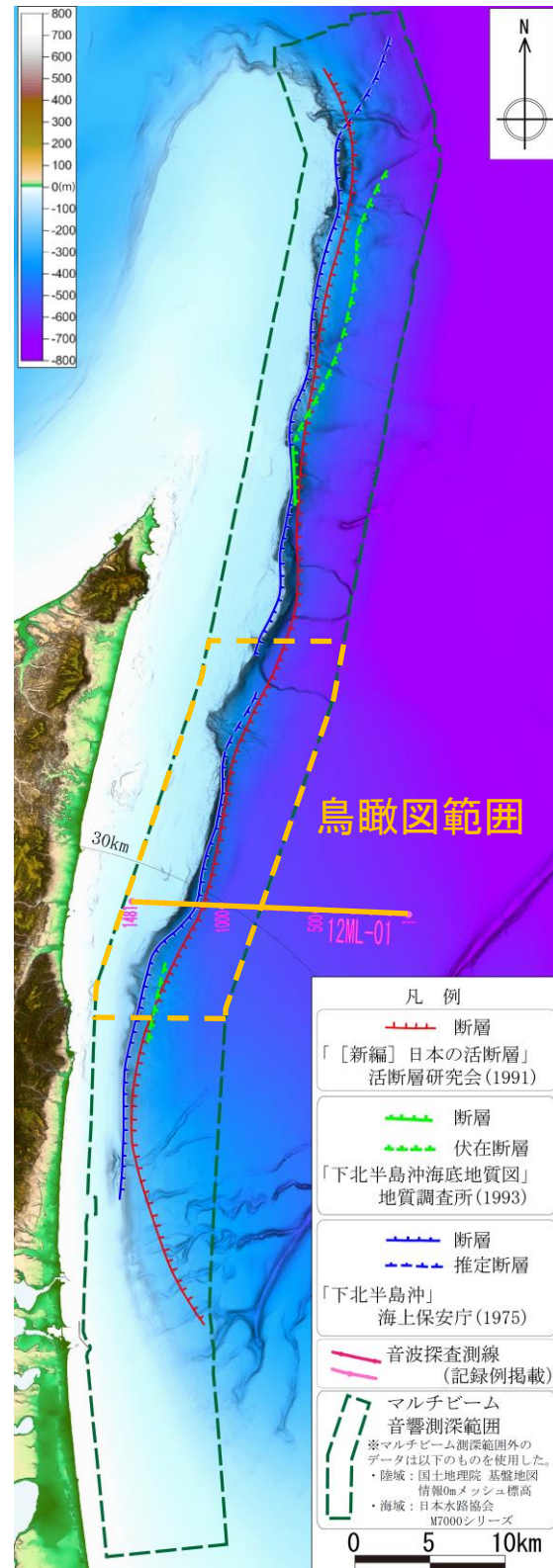
断層

← 放散虫化石 *C.tetrapera* の終産出 (約11.7Ma)
放散虫化石 *E.inflatum* の終産出 (約11.7Ma)

- コア観察の結果、CH-2孔及びCH-6孔のE層上端付近において、含礫泥岩が確認され、これらの両孔で確認された含礫泥岩は、基質、礫質、礫径の特徴及びサガリテスを含むことから同一層準であると判断される。
- 珪藻化石分析の結果、CH-2孔及びCH-6孔においてE層上端から同等の深度に同じ種類の放散虫化石を確認した。なお、得られた年代から、この地層は、敷地周辺陸域の新第三系中新統の蒲野沢層に相当する。
- 以上により、CH-2孔とCH-6孔間においてE層の落差(約200m)が確認され、この間に大陸棚外縁断層が推定される。この断層を被覆するCp層上部及びBp/Cp境界に変位及び変形は認められない。

2. 敷地周辺の断層評価

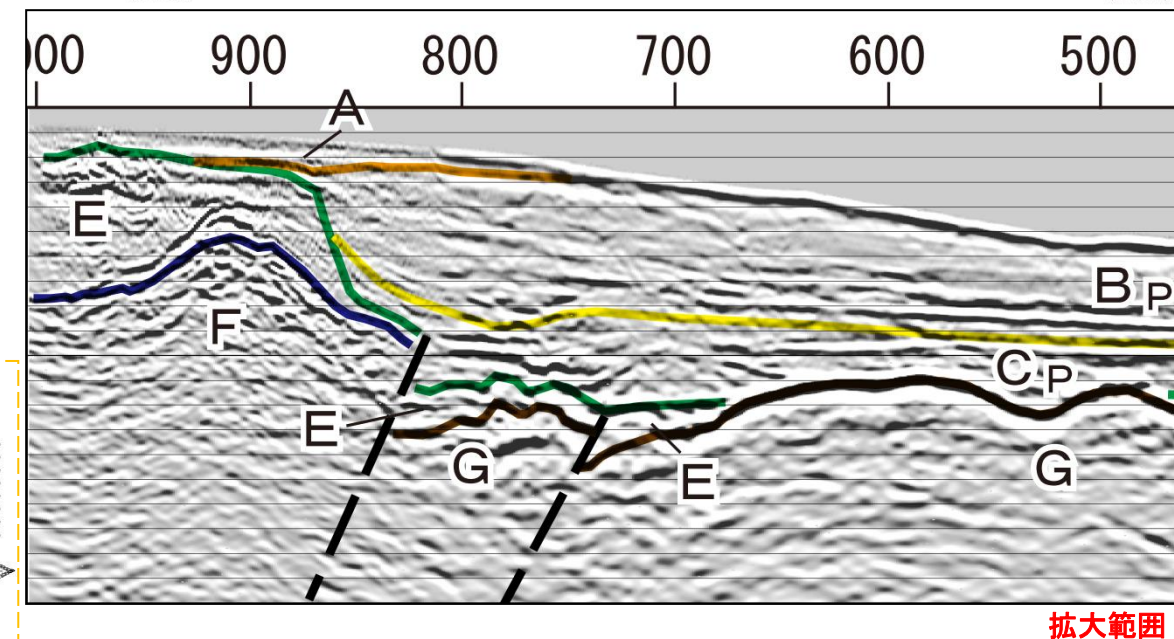
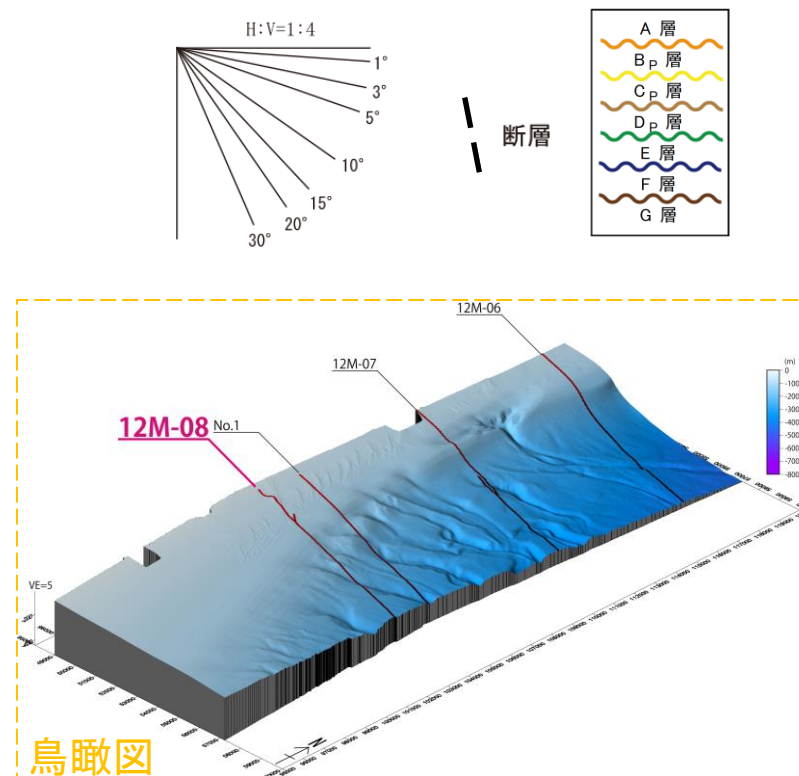
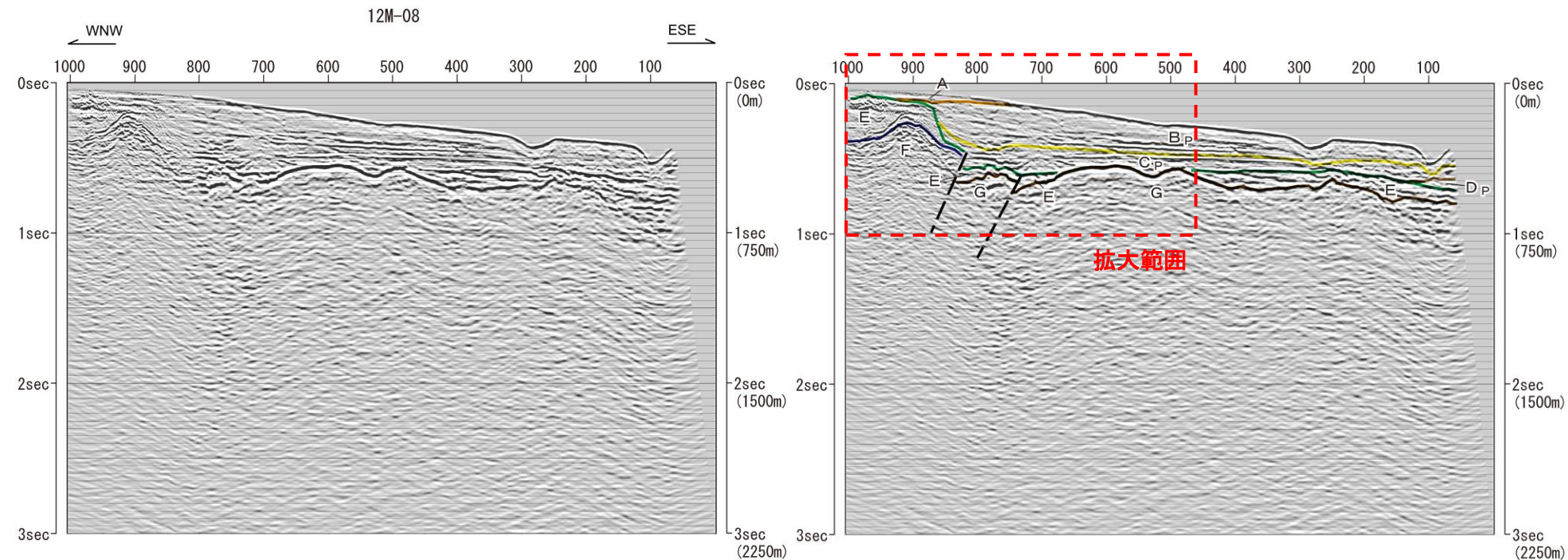
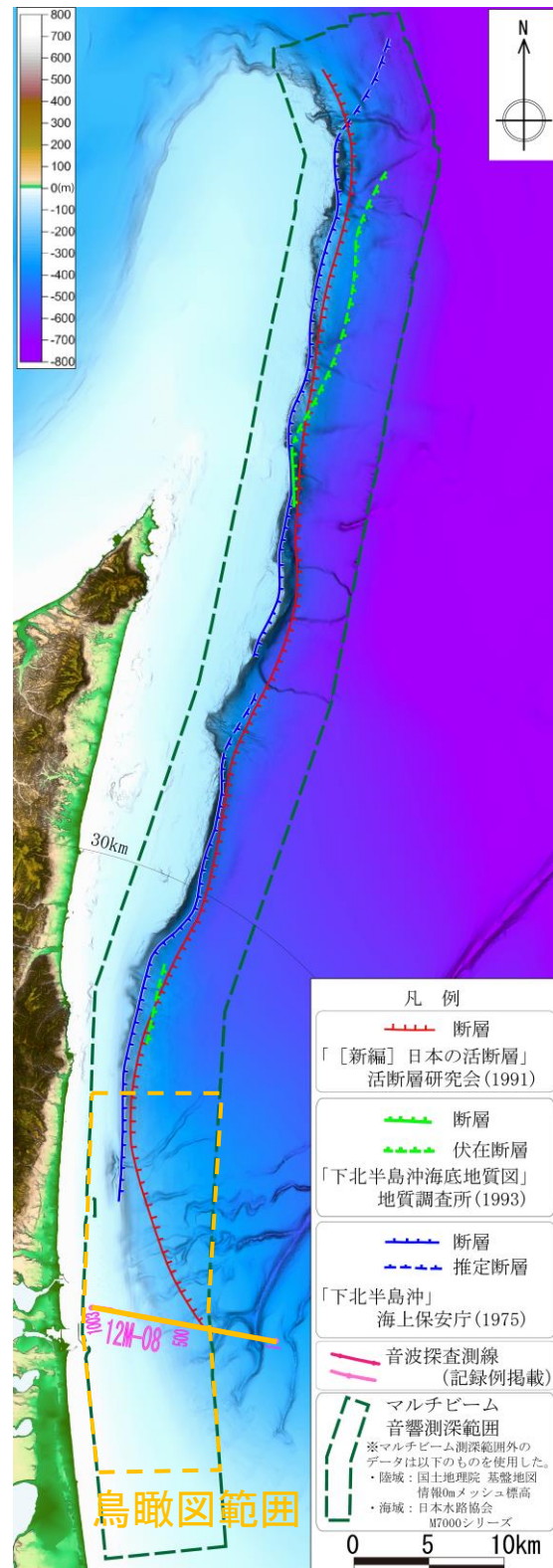
大陸棚外縁断層(海上音波探査結果:12ML-01測線)



文献の示す断層位置付近において西側隆起の逆断層が推定されるが、C_p層上部及びB_p/C_p境界に変位及び変形は認められない。

2. 敷地周辺の断層評価

大陸棚外縁断層(海上音波探査結果:12ML-08測線)



西側隆起の逆断層が推定されるが、 B_p/C_p 境界に変位及び変形は認められない。

2. 敷地周辺の断層評価 大陸棚外縁断層(まとめ)

【海底地形面調査結果】

- 海底地形面調査の結果、文献により断層が示されている位置付近には、急斜面が認められるものの、そのトレースは直線的ではなく、凹凸を繰り返しており、多くの谷地形が認められる。

【海上ボーリング調査結果】

- 海上ボーリング調査で採取した試料の火山灰分析及び微化石分析の結果、棚下においてはOs-2(約0.27Maの軽石)を確認し、その分布深度は既往の地質解釈におけるB_p/C_p境界の深度と整合的である。また、棚上については、陸域の蒲野沢層相当の地層(リフト期に堆積した地層)すなわちE層であることが確認され、既往の地質解釈と整合的である。
- No.3_2014測線上のCH-2孔とCH-6孔の海上ボーリング調査の結果、2孔間においてE層の落差が確認され、この間に大陸棚外縁断層が推定される。

【海上音波探査結果】

- 海上音波探査の結果、尻屋海脚東縁部から東通村老部川沖の大陸棚外縁部を経て鷹架沼沖の大陸棚に至る海域において、西側隆起の逆断層が推定され、全区間においてC_p層下部に変位あるいは変形が認められるものの、いずれの測線においても、少なくともB_p/C_p境界に変位及び変形は認められない。
- 大陸棚外縁断層は、E層(蒲野沢層相当)堆積時には西落ちの正断層として活動し、D_p層堆積時には反転して西上がりの逆断層として活動した。そのことが、下北半島東方沖の地質構造の形成に深く関わっていたと考えられる。なお、大陸棚外縁断層の活動は、B_p層堆積開始時(約25万年前)には既に終了していたものと考えられる。

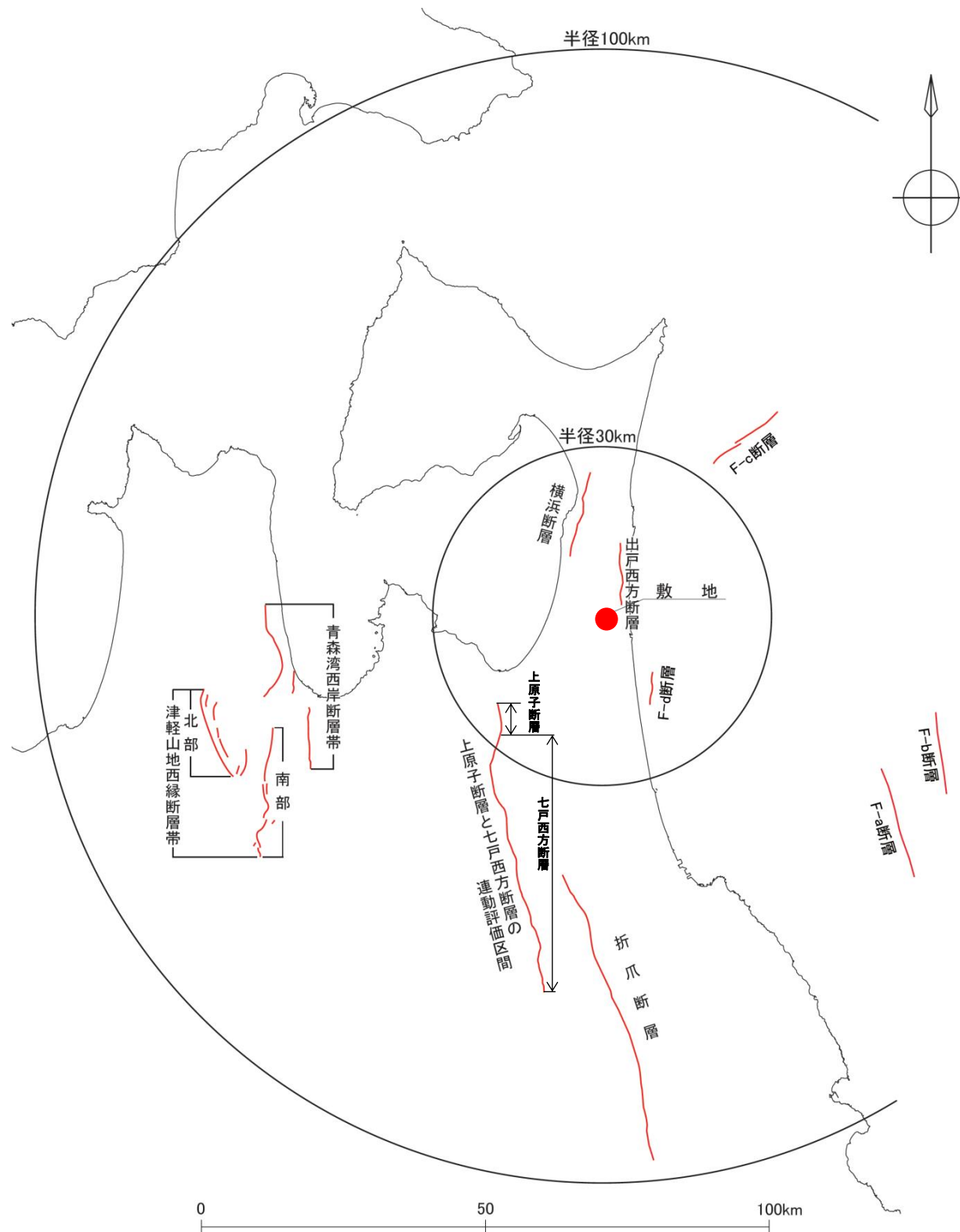


大陸棚外縁断層は第四紀後期更新世以降の活動はないものと判断される。

2. 敷地周辺の断層評価

敷地周辺の断層評価結果：震源として考慮する活断層の位置及び諸元

敷地周辺の「震源として考慮する活断層」の位置及び諸元を示す。



断層名		断層長さ (km)	震央距離 (km)※2
陸域	出戸西方断層	11	8
	横浜断層	15	17
	上原子断層	5	連動考慮 51
	七戸西方断層	46	
	折爪断層	53	71
	青森湾西岸断層帯	31※1	57
	津軽山地西縁断層帯	北部 16※1	71
海域		南部 23※1	67
	F-a断層	20	63
	F-b断層	15	64
	F-c断層	15	38
	F-d断層	6	15

※1：地震調査研究推進本部(2004)における長期評価の値。ただし、評価に幅がある場合には、最大値を用いる。

※2：震央距離は、敷地から断層の中心までの距離

3. 基準地震動の策定

基準地震動策定のフロー

➤ 敷地周辺の地震発生状況

M5.0以上の地震の震央分布及び震源深さ分布

➤ 地下構造モデルの策定

- ・深部地盤モデル作成
- ・はざとり地盤モデル作成

➤ 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動

① 検討用地震の選定・震源モデルの設定

プレート間地震

海洋プレート内地震

内陸地殻内地震



② 地震動評価

応答スペクトルに基づく地震動評価

断層モデルを用いた手法による地震動評価

➤ 震源を特定せず策定する地震動

検討対象地震(16地震)

- ・Mw6.5以上
地域性を考慮して採用する地震を選定
- ・Mw6.5未満
基盤地震動が評価可能な地震を選定

➤ 基準地震動の策定

基準地震動Ss-A

応答スペクトルによる地震動評価結果により策定

基準地震動Ss-B

断層モデルを用いた手法による地震動評価結果により策定

基準地震動Ss-C

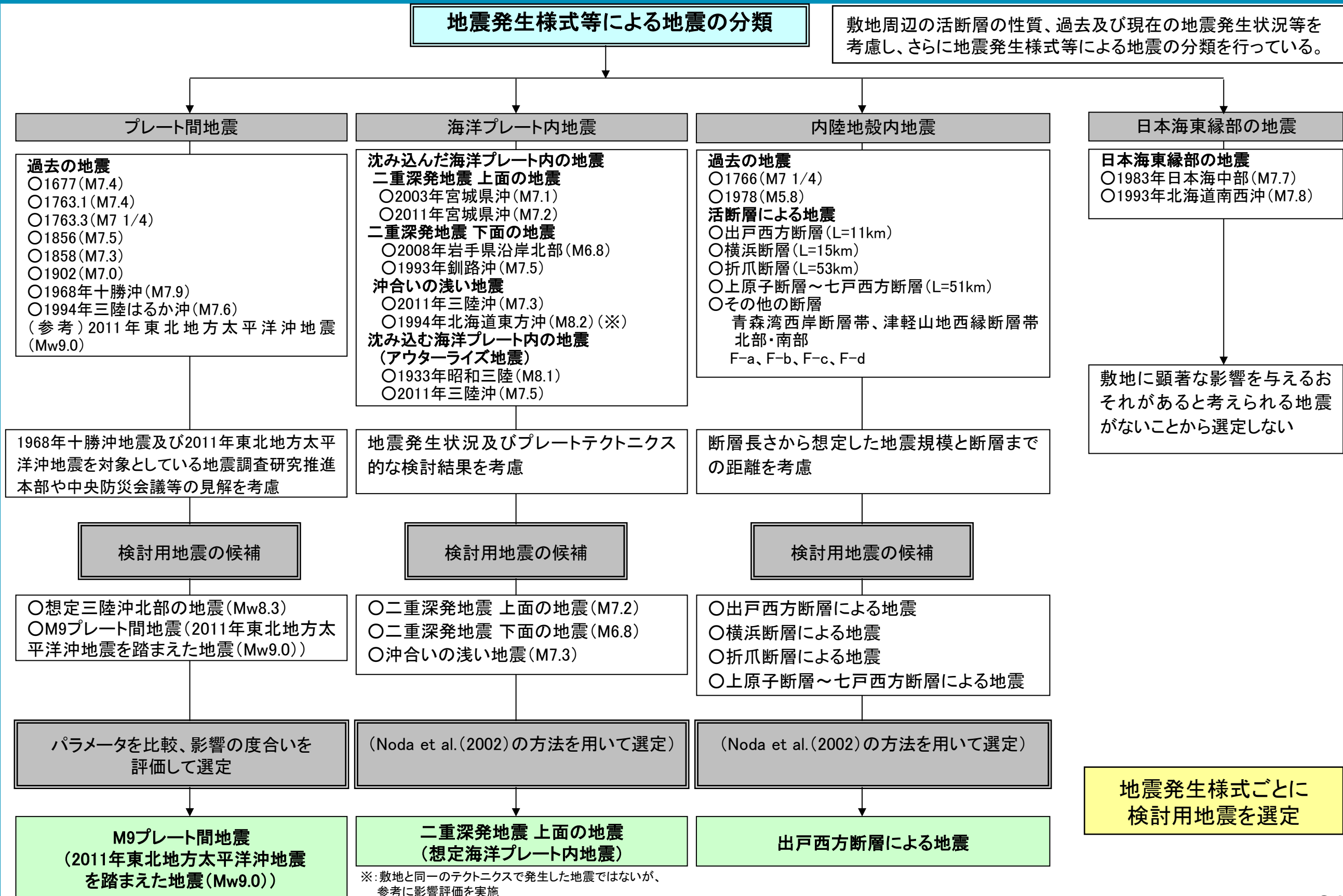
震源を特定せず策定する地震動により策定

➤ 基準地震動の超過確率の参照

特定震源モデルおよび領域震源モデルに基づき地震ハザード評価を実施

3. 基準地震動の策定

敷地ごとに震源を特定して策定する地震動(検討用地震の選定フロー)



3. 基準地震動の策定

内陸地殻内地震(出戸西方断層による地震の断層モデル:検討ケース一覧)

- 出戸西方断層の評価における検討ケースを以下に示す。
- 出戸西方断層は敷地近傍に位置しており、基準地震動 S_s の策定に支配的な断層であることから、不確かさの考え方が地震動評価結果に与える影響が非常に大きい。
- 上記を踏まえ、原子力施設の安全性の観点から、アスペリティの位置及び破壊開始点の重畳に加え、短周期の地震動レベルに影響のある「短周期レベルの不確かさ」と、長周期の地震動レベルに影響のある地震モーメントが大きくなる設定である「傾斜角の不確かさ」について重畳させたケースについても考慮し、全周期帯での評価結果が保守的になるよう、地震動評価を実施している。

検討ケース	断層長さ (km)	断層面積 (km ²)	地震規模 (Mj)	傾斜角 (度)	短周期レベル (Nm/s ²)	断層位置	アスペリティ面積 (km ²)	アスペリティの 応力降下量 (MPa)	破壊開始点
	断層幅 (km)					アスペリティ位置			
六ヶ所地点の特性から得られる地震規模に対して保守的な地震規模を考慮したモデル	27.9	357.1	6.9 ($M_0=7.09E+18N\cdot m$)	70	1.18E+19 (レシピ $\times 1.0$)	活動性を考慮する範囲から南北均等	48.1	19.0	複数設定
	12.8					敷地に近い位置に配置			
①基本モデル	28.7	367.4	7.0 ($M_0=7.51E+18N\cdot m$)	70	1.20E+19 (レシピ $\times 1.0$)	活動性を考慮する範囲から南北均等	50.4	18.9	複数設定
	12.8					敷地に近い位置に配置			
②短周期レベルの不確かさケース	28.7	367.4	7.0 ($M_0=7.51E+18N\cdot m$)	70	1.80E+19 (レシピ $\times 1.5$)	活動性を考慮する範囲から南北均等	50.4	28.4	複数設定
	12.8					敷地に近い位置に配置			
③傾斜角の不確かさケース	28.7	487.9	7.2 ($M_0=1.32E+19N\cdot m$)	45	1.39E+19 (レシピ $\times 1.0$)	活動性を考慮する範囲から南北均等	80.9	18.1	複数設定
	17.0					敷地に近い位置に配置			
④傾斜角と短周期レベルの不確かさを重畳させたケース	28.7	487.9	7.2 ($M_0=1.32E+19N\cdot m$)	45	2.08E+19 (レシピ $\times 1.5$)	活動性を考慮する範囲から南北均等	80.9	27.1	複数設定
	17.0					敷地に近い位置に配置			

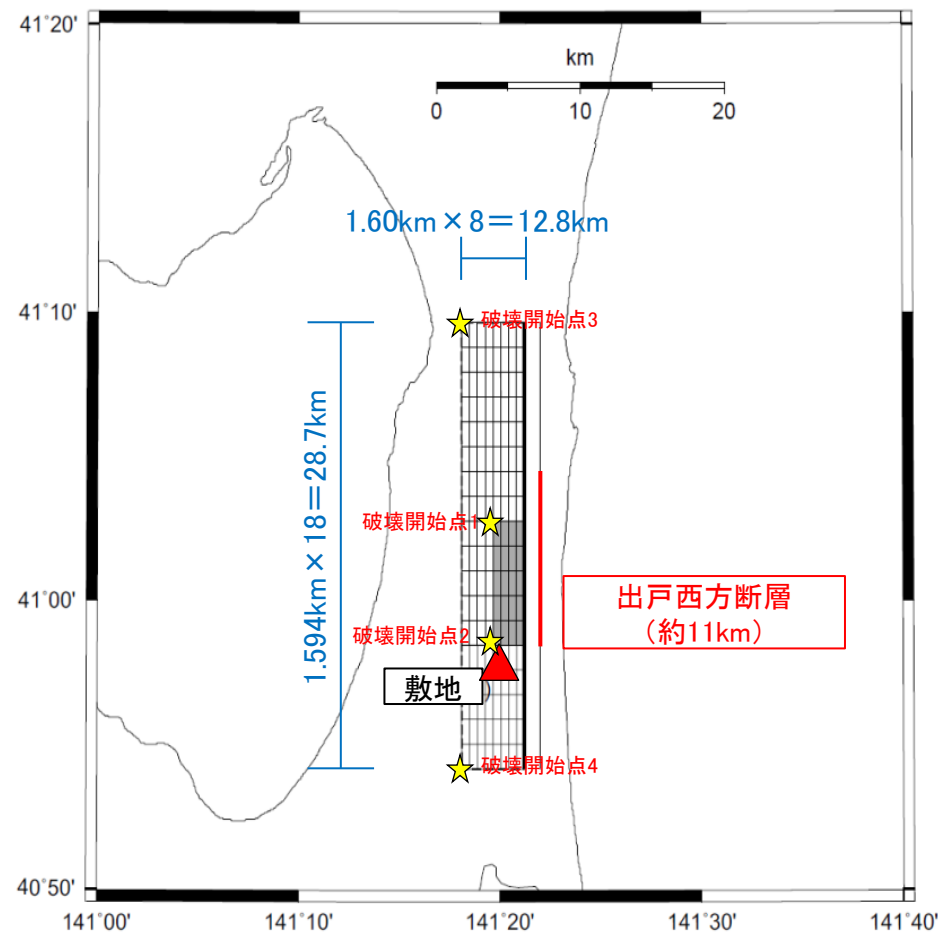
■ : 認識論的不確かさとして考慮すべきパラメータ

■ : 偶然的な不確かさとして考慮すべきパラメータ

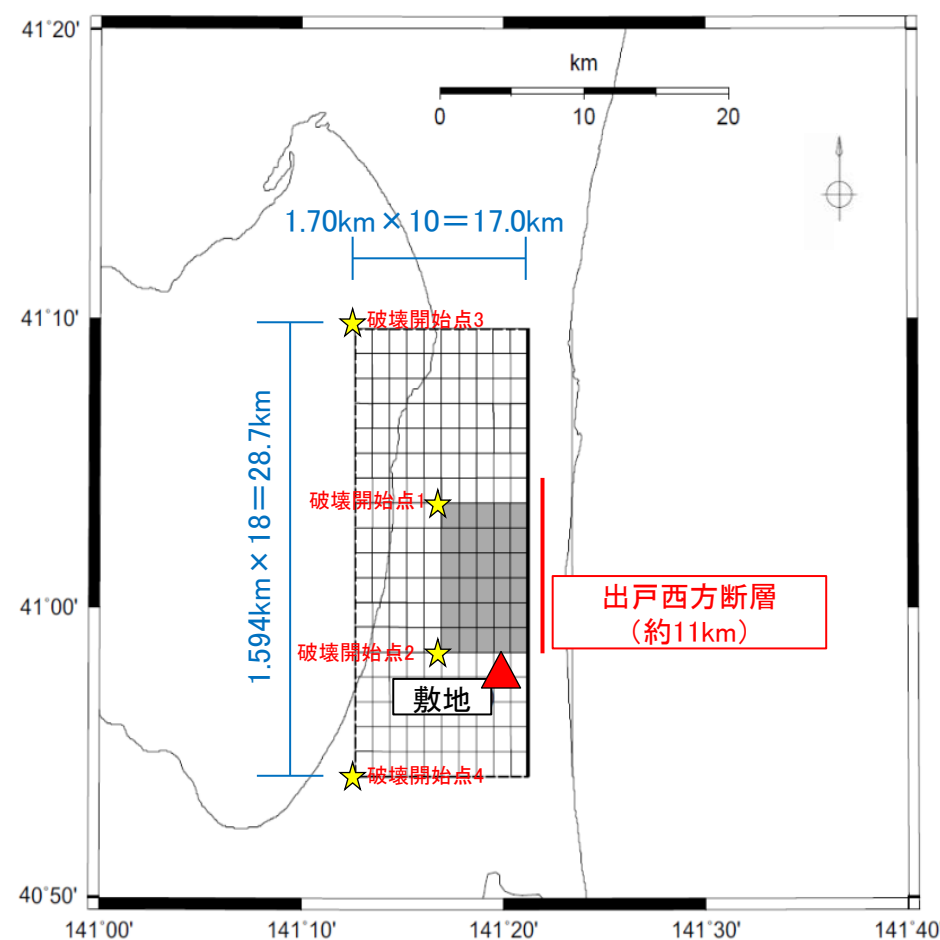
3. 基準地震動の策定

内陸地殻内地震(出戸西方断層による地震の断層モデル:断層モデル図)

➤ 検討ケースについて、断層モデルの平面図及び断面図を以下に示す。

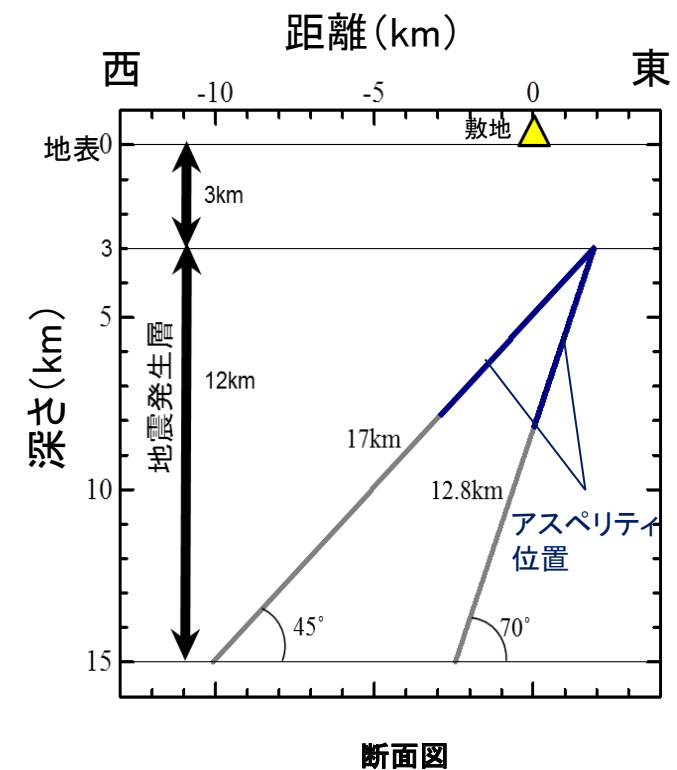


図a 基本モデル
短周期レベルの不確かさケース



図b 傾斜角の不確かさをケース
傾斜角と短周期レベルの不確かさを重畳させたケース

★: 破壊開始点



断面図

3. 基準地震動の策定 震源を特定せず策定する地震動(検討対象地震と評価概要)

審査ガイド: 16地震を検討対象とする

Mw6.5以上: 2地震

審査ガイド: 地質構造、活断層の成熟度等の地域性を検討して考慮

震源周辺地域と敷地周辺地域の地域差の検討

地域差は認められるものの、一部で類似点も認められることから、保守的に観測記録の収集・検討を実施する地震
①2008年岩手・宮城内陸地震

信頼性のある基盤地震動の評価

信頼性のある基盤地震動として選定可能で「震源を特定せず策定する地震動」に考慮

IWTH24(金ヶ崎)
IWTH26(一関東)(水平)
栗駒ダム(右岸地山)

保守性を考慮

Mw6.5未満: 14地震

審査ガイド: 全国共通に考慮すべき地震

影響の大きい地震観測記録の選定※

※加藤ほか(2004)と暫定的に比較し、影響の大きい地震観測記録を抽出

影響の大きい地震観測記録
①2004年北海道留萌支庁南部地震 HKD020(港町)
②2013年栃木県北部地震 TCGH07(栗山西)
③2011年茨城県北部地震 IBRH13(高萩)
④2011年和歌山県北部地震 WKYH01(広川)
⑤2011年長野県北部地震 NIG023(津南)

信頼性のある基盤地震動の評価

信頼性のある基盤地震動として選定可能で「震源を特定せず策定する地震動」に考慮

2004年北海道留萌支庁南部地震 HKD020(港町)

保守性を考慮

震源を特定せず策定する地震動

表-1 収集対象となる内陸地殻内の地震の例

No	地震名	日時	規模
1	2008年岩手・宮城内陸地震	2008/06/14, 08:43	Mw6.9
2	2000年鳥取県西部地震	2000/10/06, 13:30	Mw6.6
3	2011年長野県北部地震	2011/03/12, 03:59	Mw6.2
4	1997年3月鹿児島県北西部地震	1997/03/26, 17:31	Mw6.1
5	2003年宮城県北部地震	2003/07/26, 07:13	Mw6.1
6	1996年宮城県北部(鬼首)地震	1996/08/11, 03:12	Mw6.0
7	1997年5月鹿児島県北西部地震	1997/05/13, 14:38	Mw6.0
8	1998年岩手県内陸北部地震	1998/09/03, 16:58	Mw5.9
9	2011年静岡県東部地震	2011/03/15, 22:31	Mw5.9
10	1997年山口県北部地震	1997/06/25, 18:50	Mw5.8
11	2011年茨城県北部地震	2011/03/19, 18:56	Mw5.8
12	2013年栃木県北部地震	2013/02/25, 16:23	Mw5.8
13	2004北海道留萌支庁南部地震	2004/12/14, 14:56	Mw5.7
14	2005年福岡県西方沖地震の最大余震	2005/04/20, 06:11	Mw5.4
15	2012年茨城県北部地震	2012/03/10, 02:25	Mw5.2
16	2011年和歌山県北部地震	2011/07/05, 19:18	Mw5.0

「基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド」より抜粋

3. 基準地震動の策定 まとめ: 応答スペクトル

➤ 基準地震動Ss-A

○ 保守的な設定に基づく各検討用地震の応答スペクトルに基づく地震動評価結果を全周期帯で上回るように設定されている。

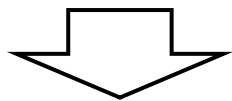
➤ 基準地震動Ss-B1～B5

○ 以下の保守的な設定に基づく出戸西方断層による地震の断層モデルを用いた評価結果のうち、Ss-Aを上回るケースから5ケースが基準地震動として選定されている。

- ・ 基本モデルの地震規模を保守的に設定。
- ・ 不確かさの考慮において、地震規模を大きくする傾斜角の不確かさ、短周期レベルの不確かさを考慮し、更にその重畳を考慮して、短周期側、長周期側共に、基本モデルに比べ、より保守的となるように設定。

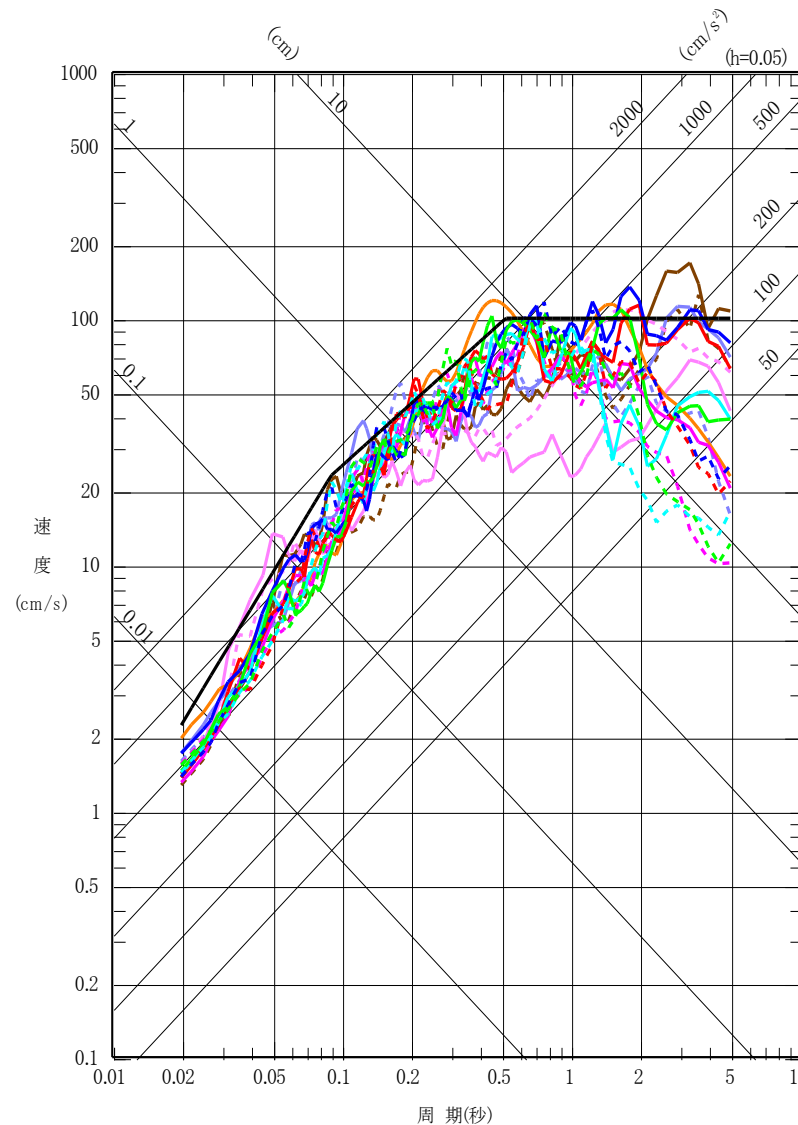
➤ 基準地震動Ss-C1～C4

○ 震源を特定せず策定する地震動として、選定された基盤地震動について、保守性を考慮した上で基準地震動として設定されている。



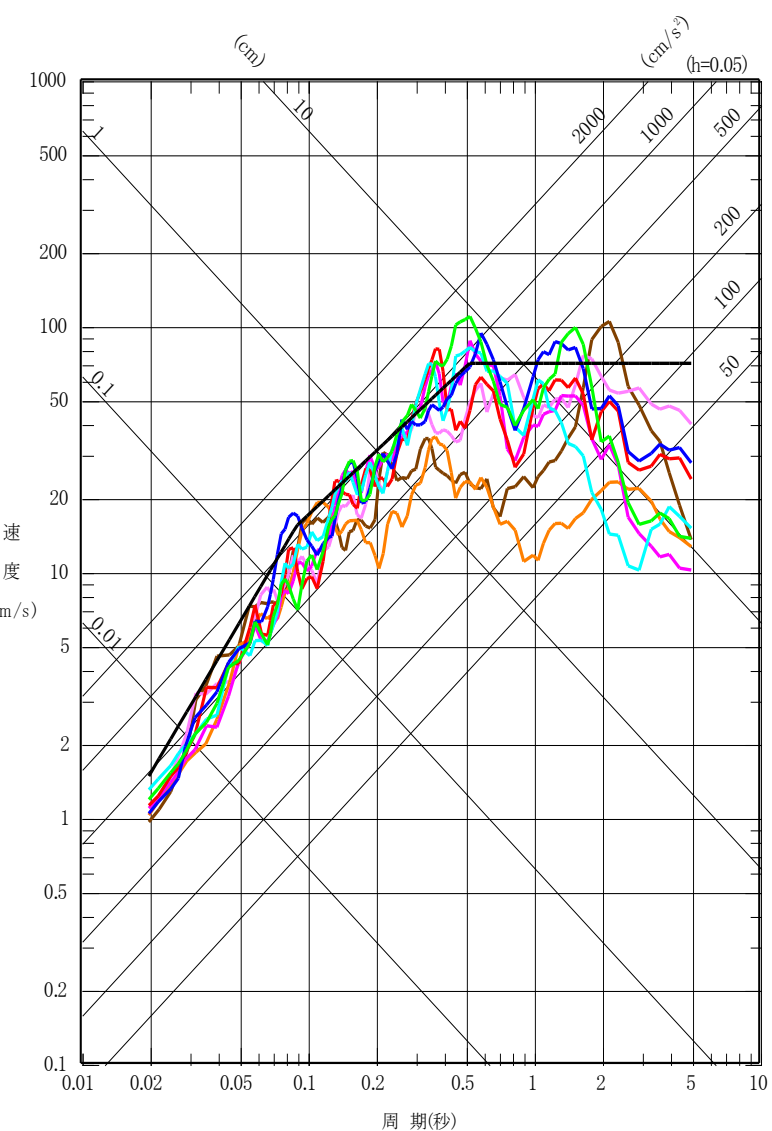
以上のことから、基準地震動については、保守的な地震動評価結果を踏まえて策定されている。

- 基準地震動Ss-A 応答スペクトルに基づく基準地震動
- 基準地震動Ss-B1 出戸西方断層による地震[短周期レベルの不確かさケース、破壊開始点2]
- 基準地震動Ss-B2 出戸西方断層による地震[短周期レベルと傾斜角の不確かさを重畳させたケース、破壊開始点1]
- 基準地震動Ss-B3 出戸西方断層による地震[短周期レベルと傾斜角の不確かさを重畳させたケース、破壊開始点2]
- 基準地震動Ss-B4 出戸西方断層による地震[短周期レベルと傾斜角の不確かさを重畳させたケース、破壊開始点3]
- 基準地震動Ss-B5 出戸西方断層による地震[短周期レベルと傾斜角の不確かさを重畳させたケース、破壊開始点4]
- 基準地震動Ss-C1 2004年北海道留萌支庁南部地震(K-NET港町)
- 基準地震動Ss-C2 2008年岩手・宮城内陸地震(栗駒ダム[右岸地山])
- 基準地震動Ss-C3 2008年岩手・宮城内陸地震(KiK-net金ヶ崎)
- 基準地震動Ss-C4 2008年岩手・宮城内陸地震(KiK-net一関東)



実線: NS方向
ダム軸方向 (Ss-C2のみ)
破線: EW方向
上下流方向 (Ss-C2のみ)

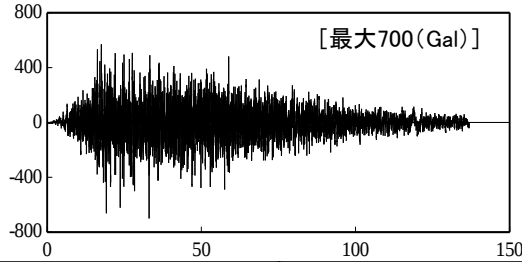
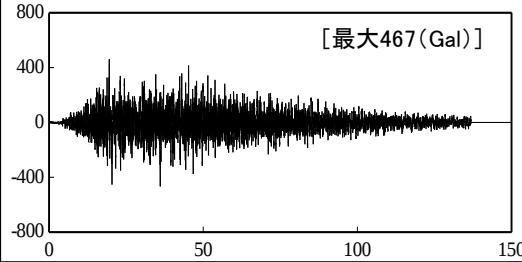
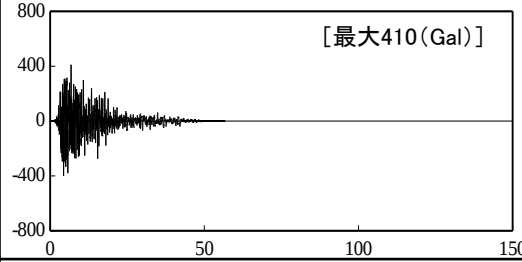
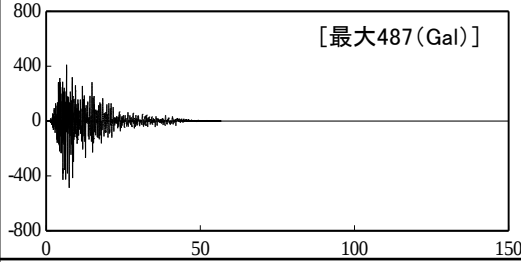
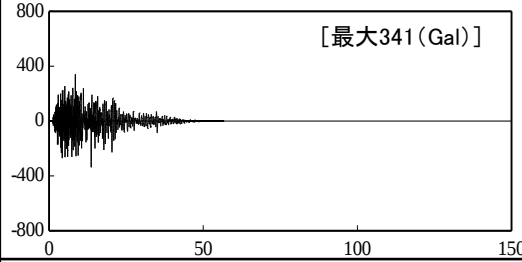
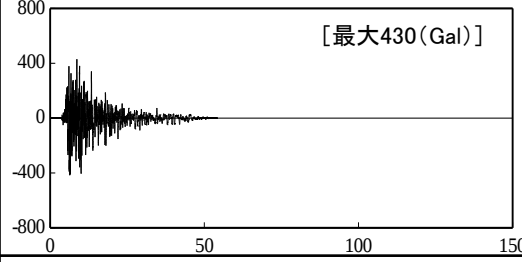
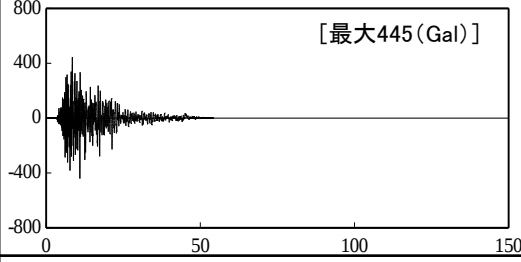
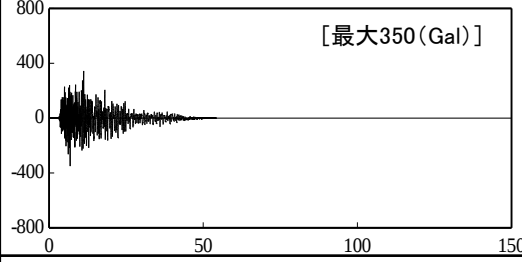
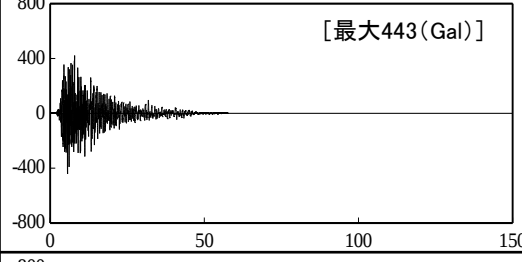
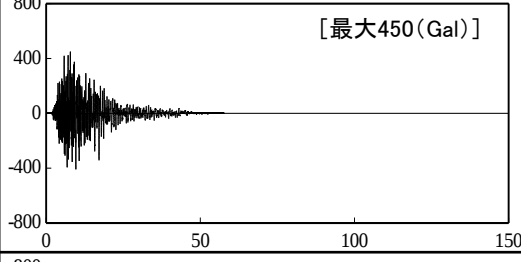
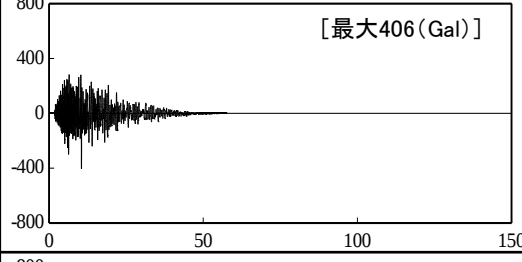
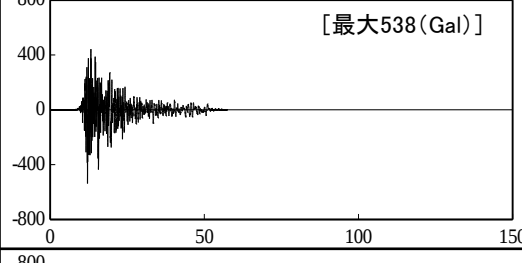
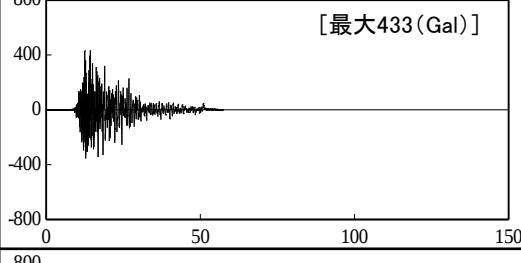
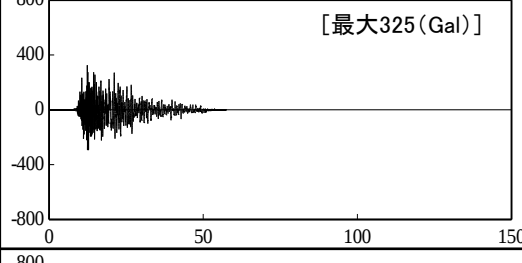
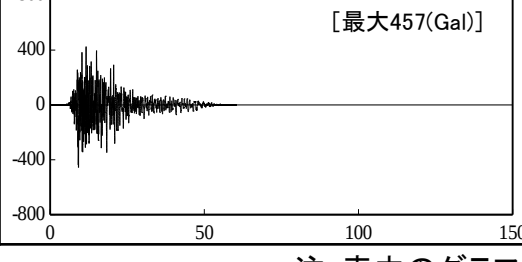
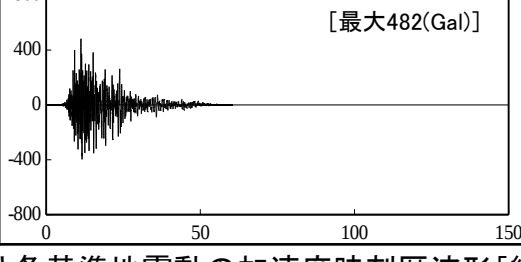
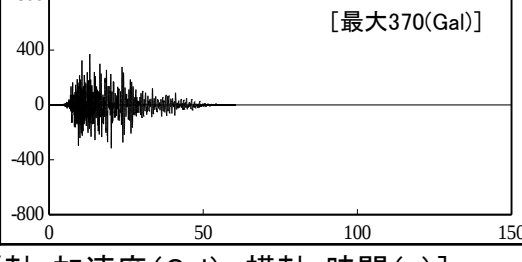
水平方向



鉛直方向

3. 基準地震動の策定

まとめ: 加速度時刻歴波形1/2

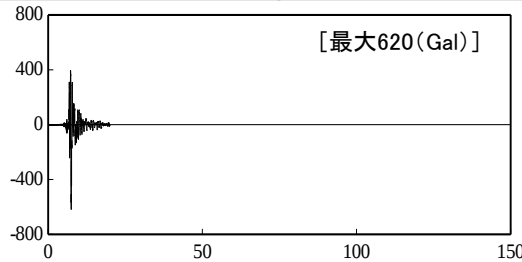
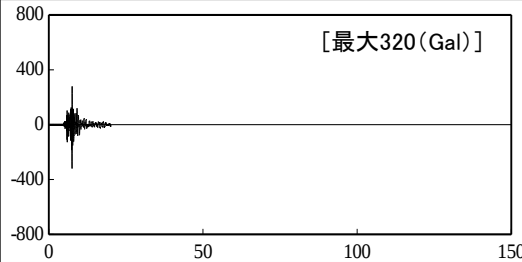
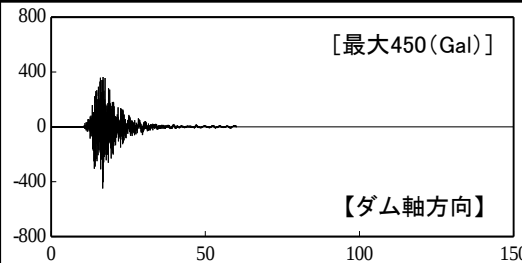
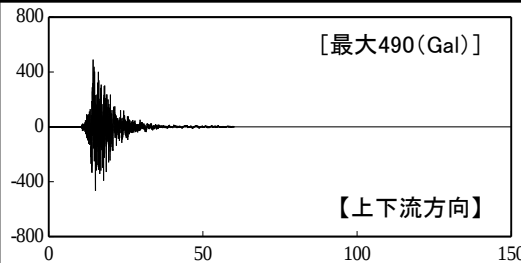
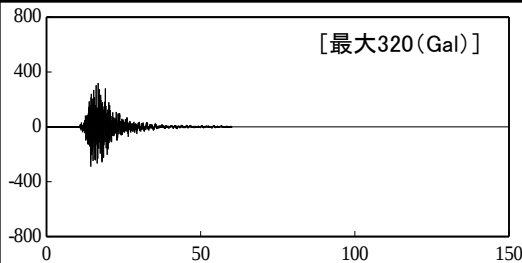
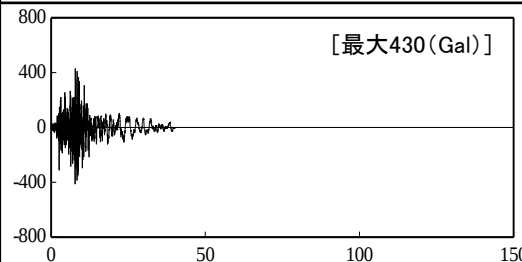
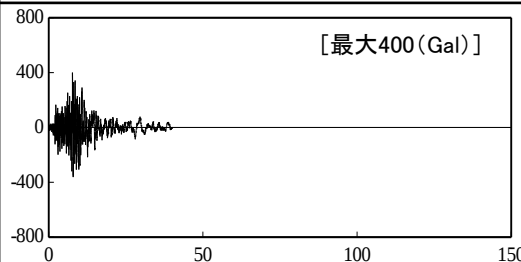
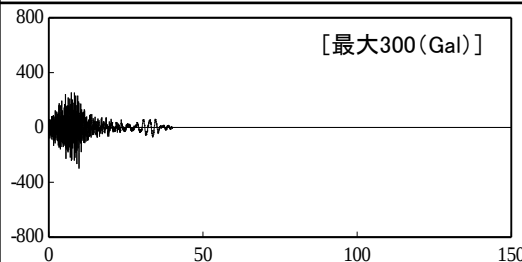
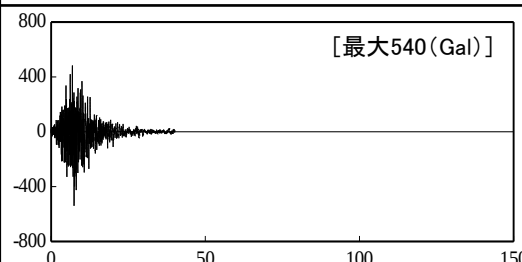
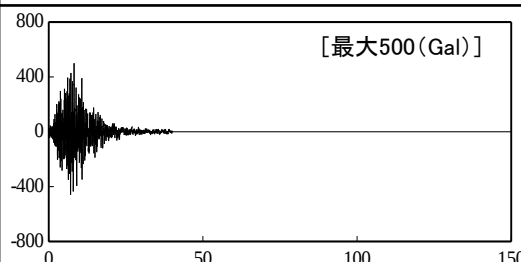
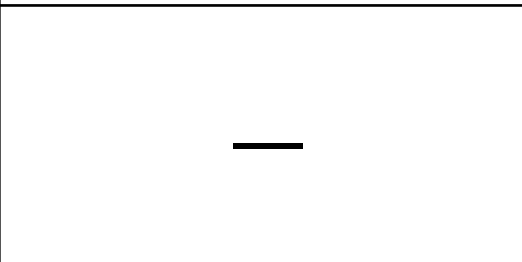
基準地震動		NS方向	EW方向	UD方向
Ss-A	応答スペクトルに基づく基準地震動			
Ss-B1	出戸西方断層による地震 [短周期レベルの不確かさケース、破壊開始点2]			
Ss-B2	出戸西方断層による地震 [短周期レベルと傾斜角の不確かさ重畳ケース、破壊開始点1]			
Ss-B3	出戸西方断層による地震 [短周期レベルと傾斜角の不確かさ重畳ケース、破壊開始点2]			
Ss-B4	出戸西方断層による地震 [短周期レベルと傾斜角の不確かさ重畳ケース、破壊開始点3]			
Ss-B5	出戸西方断層による地震 [短周期レベルと傾斜角の不確かさ重畳ケース、破壊開始点4]			

注: 表中のグラフは各基準地震動の加速度時刻歴波形[縦軸: 加速度(Gal), 横軸: 時間(s)]

3. 基準地震動の策定

まとめ: 加速度時刻歴波形2/2



基準地震動		NS方向	EW方向	UD方向
Ss-C1	2004年北海道留萌支庁南部地震 (K-NET港町)			
Ss-C2	2008年岩手・宮城内陸地震 (栗駒ダム[右岸地山])			
Ss-C3	2008年岩手・宮城内陸地震 (KiK-net金ヶ崎)			
Ss-C4	2008年岩手・宮城内陸地震 (KiK-net一関東)			

注: 表中のグラフは各基準地震動の加速度時刻歴波形[縦軸: 加速度(Gal), 横軸: 時間(s)]

4. 津波評価 評価概要

既往津波に関する検討

文献調査

既往津波の再現性の確認

既往知見を踏まえた津波の評価

地震及び地震以外の要因に起因する津波の評価を行い、想定される津波の規模観について把握する。

地震に起因する津波の評価

プレート間地震

以下の地震の波源を設定し
数値解析により津波水位を算出

- ・プレート間地震
- ・津波地震
- ・連動型地震※(三陸沖北部～根室沖)
※南方への連動(三陸沖北部～宮城県沖)
については青森県海岸津波対策検討会
(2012)を参照

海洋プレート内地震

以下の地震の波源を設定し
数値解析により津波水位を算出

- ・海洋プレート内地震

海域の活断層による地殻内地震

以下の敷地前面海域の震源として
考慮する活断層を対象に簡易式に
より推定津波高を算出

- ・F-a断層 ・F-b断層
- ・F-c断層 ・F-d断層

地震以外の要因に起因する津波の評価

地すべり等

変動地形学的調査等により抽出された
「SLS-1」～「SLS-5」の海底地すべり地
形の中で最も規模の大きい「SLS-2」を
対象に二層流モデル及びKinematic
Landslideモデルによる数値解析を行い
津波高を算出

火山現象

文献調査による
評価を実施

施設の安全性評価

国内外の巨大地震の断層のすべり量に関する文献調査結果を踏まえ、既往知見の断層のすべり量を大きく上回る波源による検討を行い、各施設の敷地高さまで津波が到達する可能性が無いことを確認する。

4. 津波評価

施設の立地的特徴及び津波の評価方針

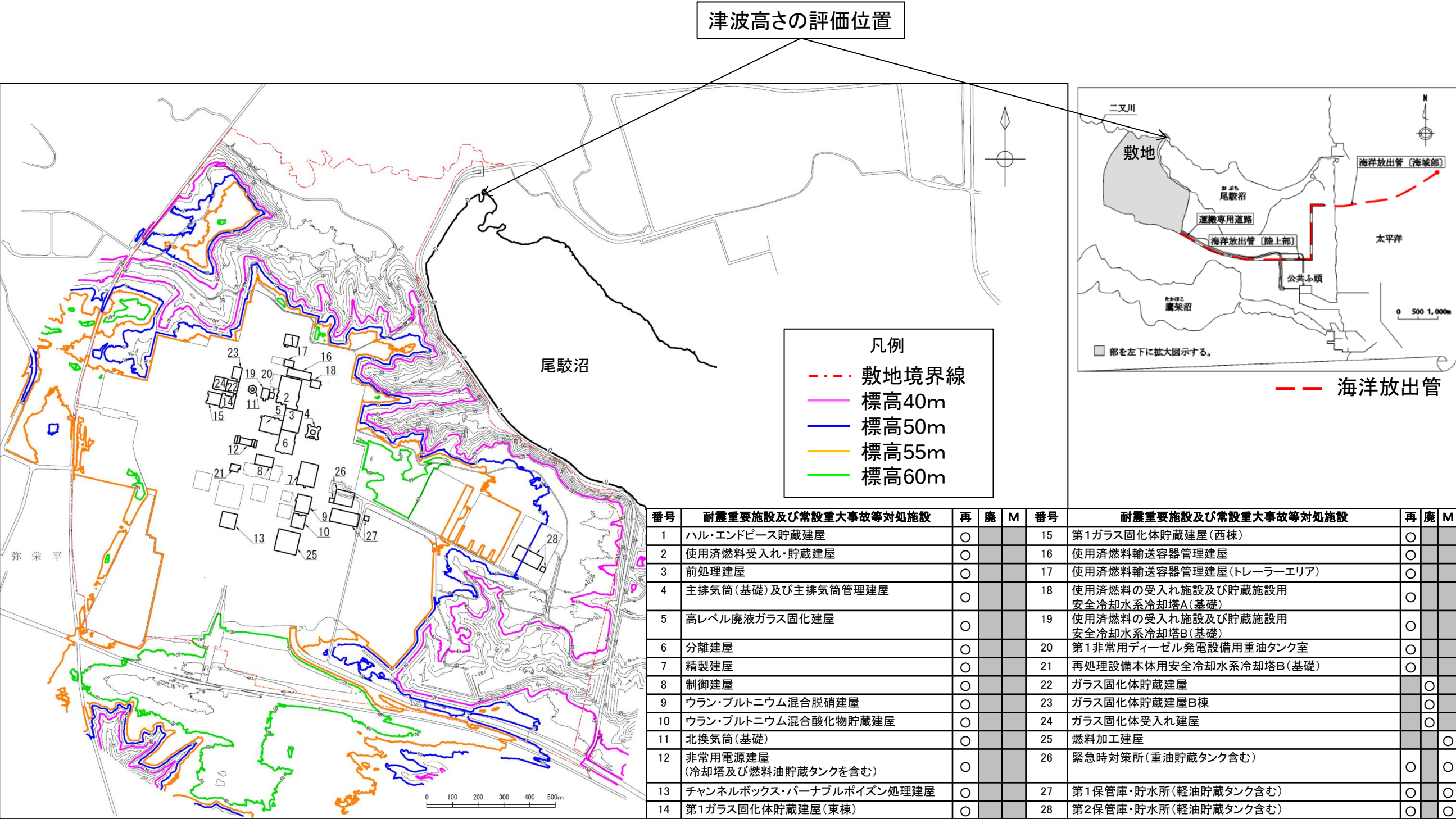
【施設の立地的特徴】

- 耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設は、そのほとんどの施設が標高約55mの造成面に設置されているが、新たに設置する常設重大事故等対処施設の第2保管庫・貯水所(軽油貯蔵タンク含む)については、標高50m付近のエリアに設置することとしている。
- 標高約55mの敷地から沖合い約3km離れた海中に設置する海洋放出口まで延長約11km(陸地約8km、海中約3km)の海洋放出管が埋設されている。
- 太平洋側沿岸及び敷地の接する尾駱沼沿いにおいて、耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設に該当する取水設備は設置していない。

【津波評価方針】

- 太平洋側沿岸及び尾駱沼沿いに耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設に該当する取水設備は設置していないことを踏まえ、上昇側の津波評価のみを行う。
- 敷地は尾駱沼と鷹架沼に挟まれた台地に位置している。尾駱沼は敷地に接しているのに対し、鷹架沼は最短でも1km程度離れていることから、解析にあたっては、尾駱沼からの遡上を考慮できるモデルを設定する。
- 尾駱沼入り口及び鷹架沼入り口の前面には防波堤があることから、防波堤を考慮した検討を行う。
- 上昇側の津波評価にあたっては、再処理施設等の各施設の津波評価において到達可能性について検討する敷地高さについて、各施設の耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設の設置位置の標高を踏まえ、それぞれ以下の通りとする。
 - ◆ 再処理施設及びMOX燃料加工施設: 保守的に標高40m
 - ◆ 廃棄物管理施設: 標高55m
- 到達可能性の検討にあたっては、まず、「既往知見を踏まえた津波の評価」を行い、想定される津波の規模観について把握した上で、「施設の安全性評価」において既往知見を大きく上回る波源による検討を行い、各施設の敷地高さまで津波が到達する可能性がないことを確認する。

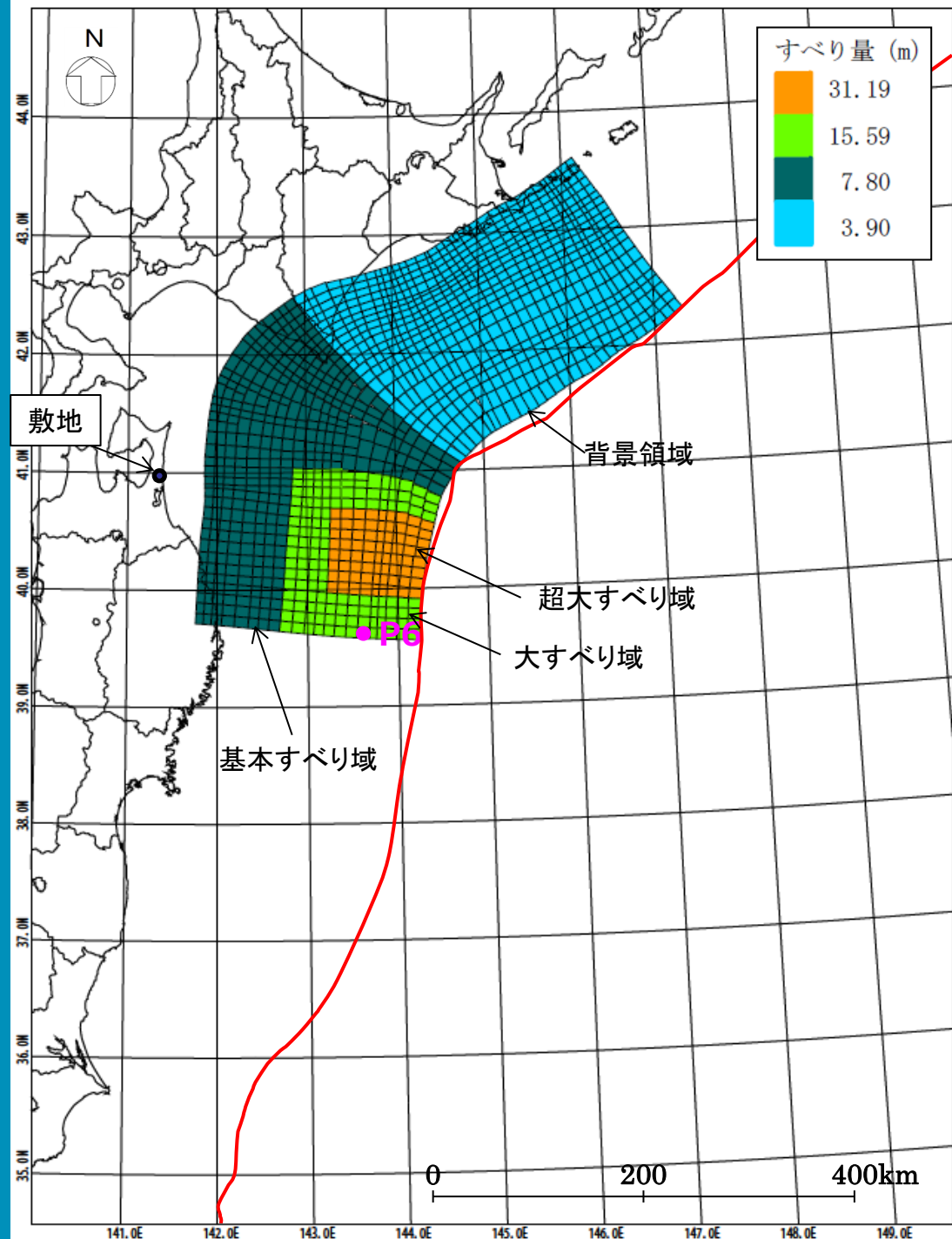
4. 津波評価
敷地高さ及び津波高さの評価位置



再: 再処理施設、廃: 廃棄物管理施設、M: MOX燃料加工施設

4. 津波評価

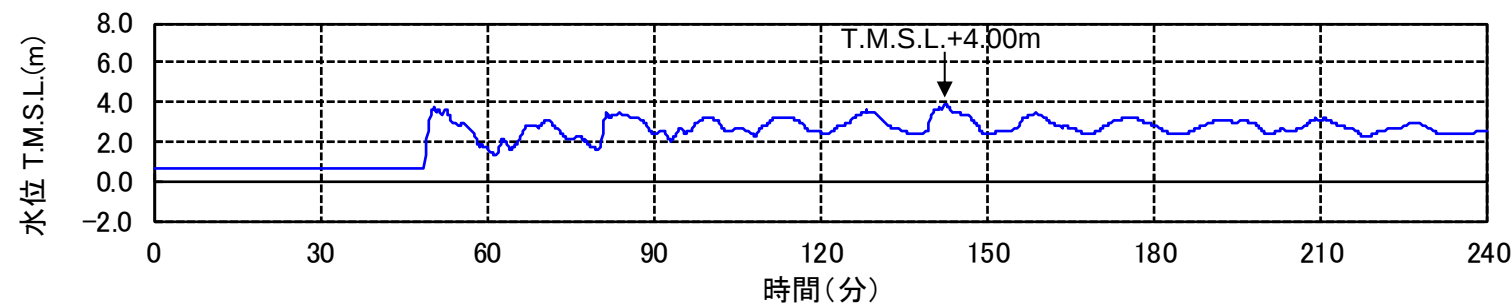
既往知見を踏まえた津波の評価結果



* 赤線で示す海溝軸は地震調査研究推進本部(2004,2012)をトレース
最大ケース

- 地震に起因する津波の影響について評価するにあたり、プレート間地震、海洋プレート内地震及び海域の活断層による地殻内地震について検討を実施した。
- 検討の結果、評価位置における津波高が最も高くなるのは、プレート間地震のうち連動型地震の津波波源モデルであった。
- 連動型地震の津波波源モデルに不確かさを考慮した結果、すべり量割増モデルを南に約100km移動させ、破壊開始点をP6と設定したケースが最大であり、評価位置における津波高はT.M.S.L.+4.00m※である。

※朔望平均満潮位及び地殻変動量(0.82m沈降)を考慮



評価位置における時刻歴波形

4. 津波評価

既往知見を大きく上回る波源による検討の概要

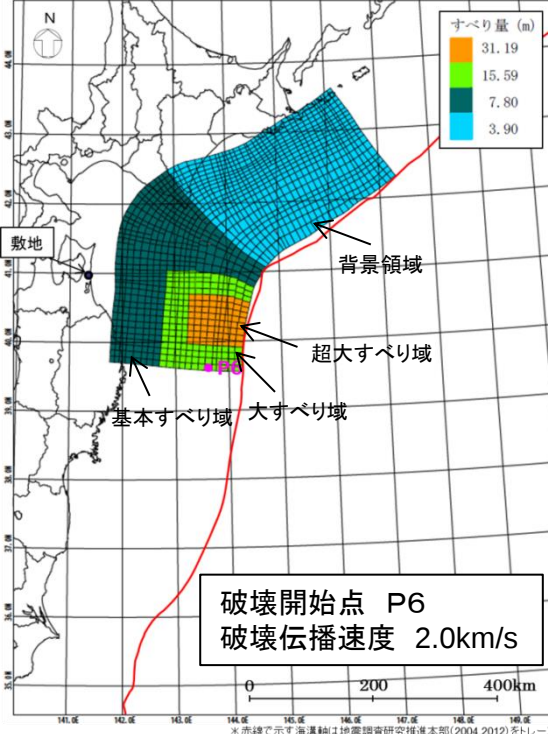
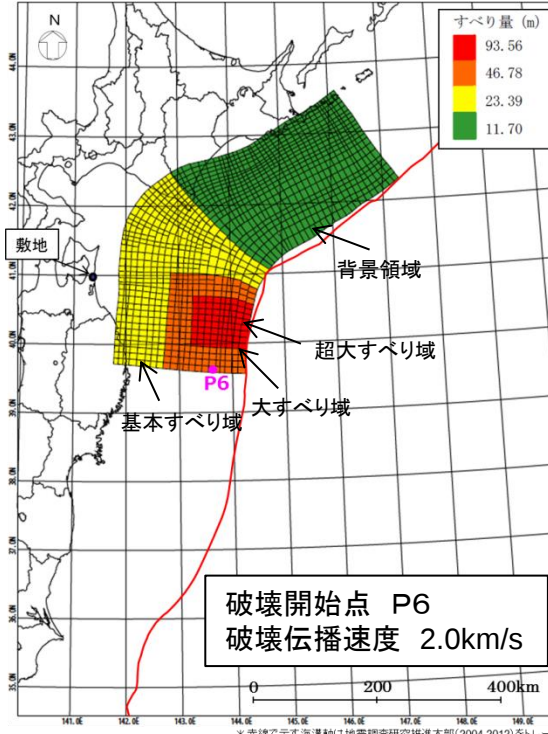
- 既往知見を踏まえた津波の評価の結果、津波の規模観は評価位置においてT.M.S.L.+4.00m程度であり、来襲しうる津波の規模観を把握できた。
- 仮に、異なる断層のすべり量の調整方法、現状評価している不確かさ以外の不確かさ等を考慮したモデルを設定した場合には、上記の結果を多少上回ると考えられるが、ここでは既往知見を大きく上回る波源による津波高を確認することで、耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設の設置位置の標高を踏まえ設定した各施設の敷地高さ(再処理施設及びMOX燃料加工施設は標高40m、廃棄物管理施設は標高55m)まで津波が到達しえないことを定量的に示すこととした。
- 既往知見を大きく上回る波源モデルの設定にあたっては、国内外の巨大地震の断層のすべり量に関する文献調査を実施し、それらの知見に対して過大な設定となるようモデルを検討した。
- なお、本検討については、既往の検討結果において、防波堤を考慮しない場合の方が水位が若干高くなる結果が得られたことを踏まえ、防波堤を考慮せずに検討を実施した。

検討モデルと文献調査結果との比較

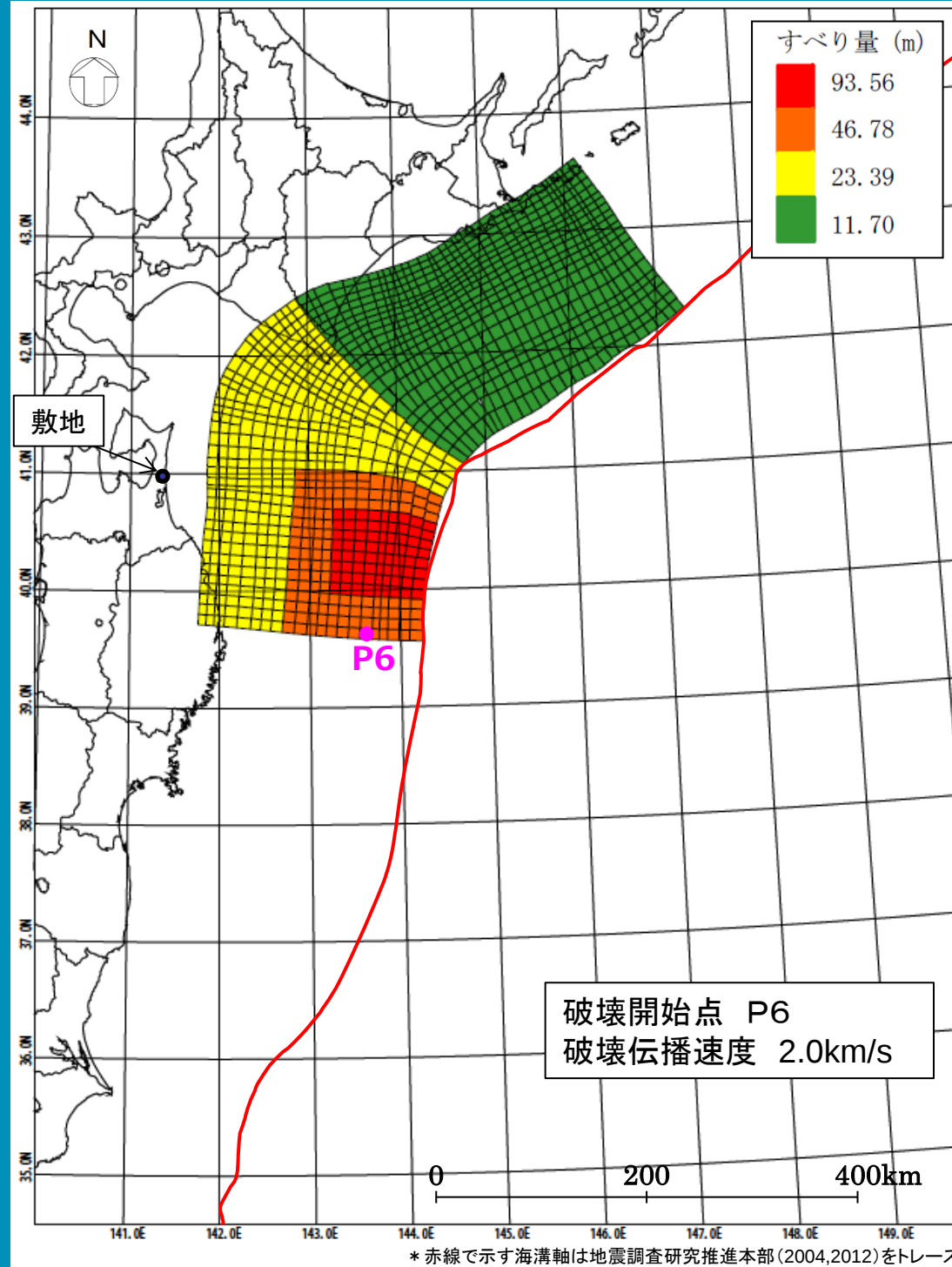
	当社のモデル			巨大地震の断層のすべり量に関する文献調査結果		
	既往知見を踏まえた津波の評価の中で最も水位の高いケースのモデル	既往知見を大きく上回る波源モデル		2011年東北地方太平洋沖型地震のモデル ＜杉野ほか(2014)＞	南海トラフの巨大地震の津波断層モデル ＜内閣府(2012)＞	世界のMw9.0クラスの巨大津波
		検討モデルA (すべり量3倍)	検討モデルB (全域超大すべり域)			
平均すべり量	8.40m	25.20m	31.19m	10.4m	8.8-11.3m	大きいもので11m
最大すべり量	31.19m	93.56m	31.19m	31.2m	最大のモデルで「60-70m」	大きいもので「28-32m」

4. 津波評価

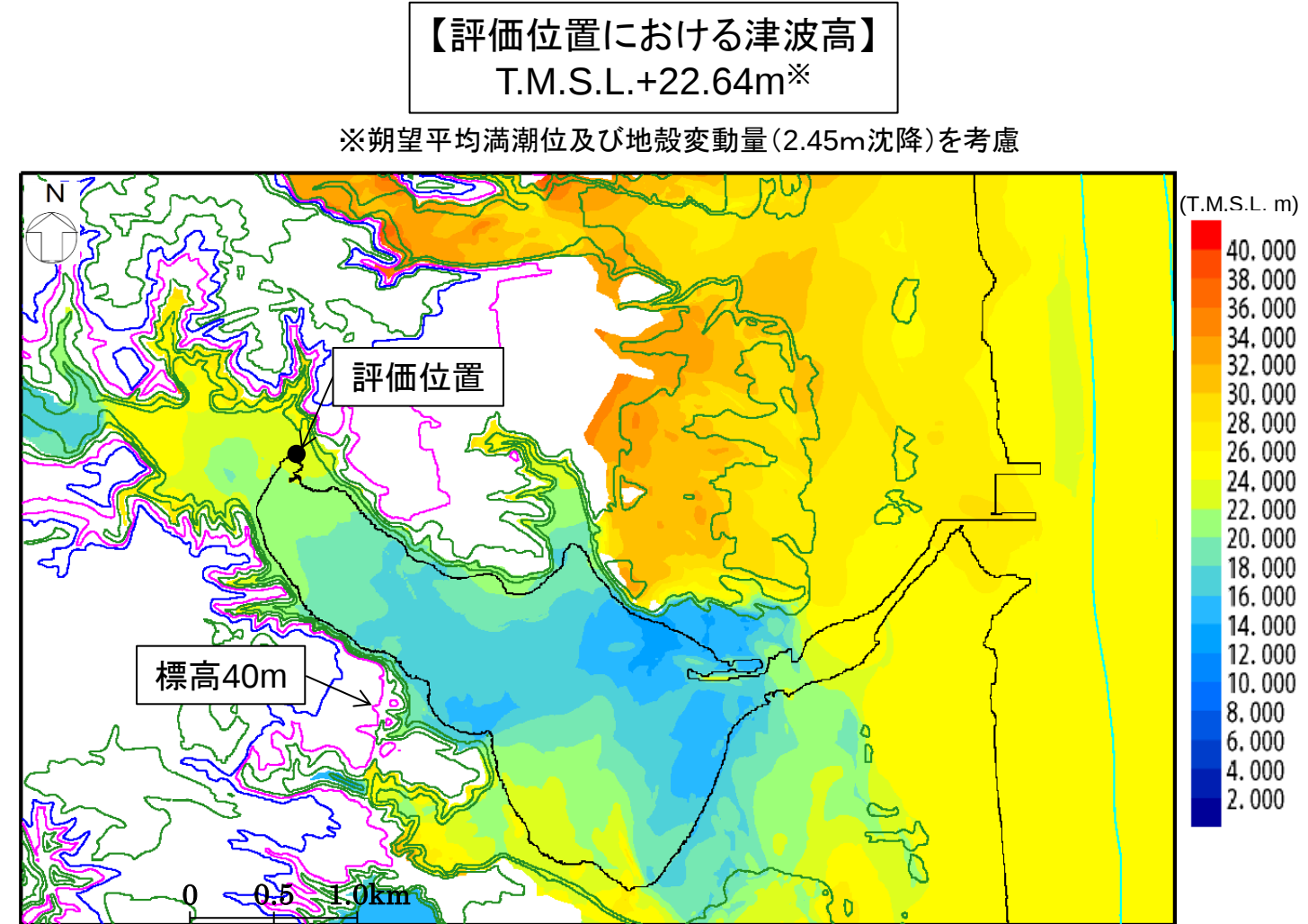
既往知見を大きく上回る波源による検討：検討モデルの諸元

		既往知見を踏まえた津波の評価の中で最も水位の高いケース		既往知見を大きく上回る波源モデル		
				検討モデルA(すべり量3倍)	検討モデルB(全域超大すべり域)	
モデル図						
諸元	モーメントマグニチュード(Mw)	9.04		9.37	9.43	
	断層面積(S)	112,309km ²				
	剛性率(μ)	5.0 × 10 ¹⁰ N/m ²				
	すべり量	超大すべり域(面積、面積比率)	31.19m(7,530km ² 、6.7%)	(20,968km ² 、18.7%)	93.56m(7,530km ² 、6.7%)	(20,968km ² 、18.7%)
		大すべり域(面積、面積比率)	15.59m(13,438km ² 、12.0%)		46.78m(13,438km ² 、12.0%)	
		基本すべり域(面積、面積比率)	7.80m(36,623km ² 、32.6%)	23.39m(36,623km ² 、32.6%)		
		背景領域(面積、面積比率)	3.90m(54,718km ² 、48.7%)	11.70m(54,718km ² 、48.7%)		
	地震モーメント(Mo)	4.72 × 10 ²² Nm		1.41 × 10 ²³ Nm	1.75 × 10 ²³ Nm	
	断層全体の平均すべり量	8.40m		25.20m	31.19m	
平均応力降下量	3.05MPa		9.16MPa	11.34MPa		
ライズタイム	60s					

4. 津波評価／ 既往知見を大きく上回る波源による検討 津波高が最も大きい結果(検討モデルA)

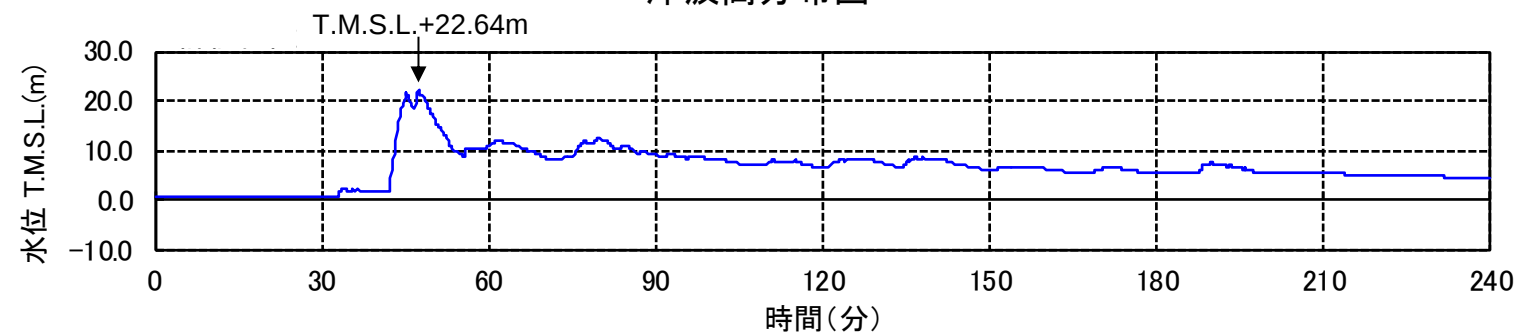


波源モデルの位置



津波高分布図

※コンター線は10mピッチ



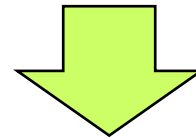
評価位置における時刻歴波形

既往知見を大きく上回る波源による検討の結果、評価位置における津波高は最大でもT.M.S.L.+22.64mであり、津波高分布図を見ても、各施設の敷地高さまで津波が到達しないことが確認できた。

4. 津波評価 まとめ

- 既往知見を大きく上回る波源による検討において評価位置における津波高は最大でもT.M.S.L.+22.64m※であり、耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設の設置位置の標高を踏まえ設定した各施設の敷地高さ(再処理施設及びMOX燃料加工施設は標高40m、廃棄物管理施設は標高55m)まで津波が到達する可能性はない。
- 海洋放出管(耐震Bクラス)が地震により海域部若しくは陸上部で破断し、遡上した津波が破断部を直撃した際に、海洋放出管を通じて、敷地内海洋放出管へ到達する可能性について検討を実施した結果、到達する最大位置高さは27.30mであることから、海洋放出管を経路として各施設の敷地高さまで津波が到達する可能性はない。

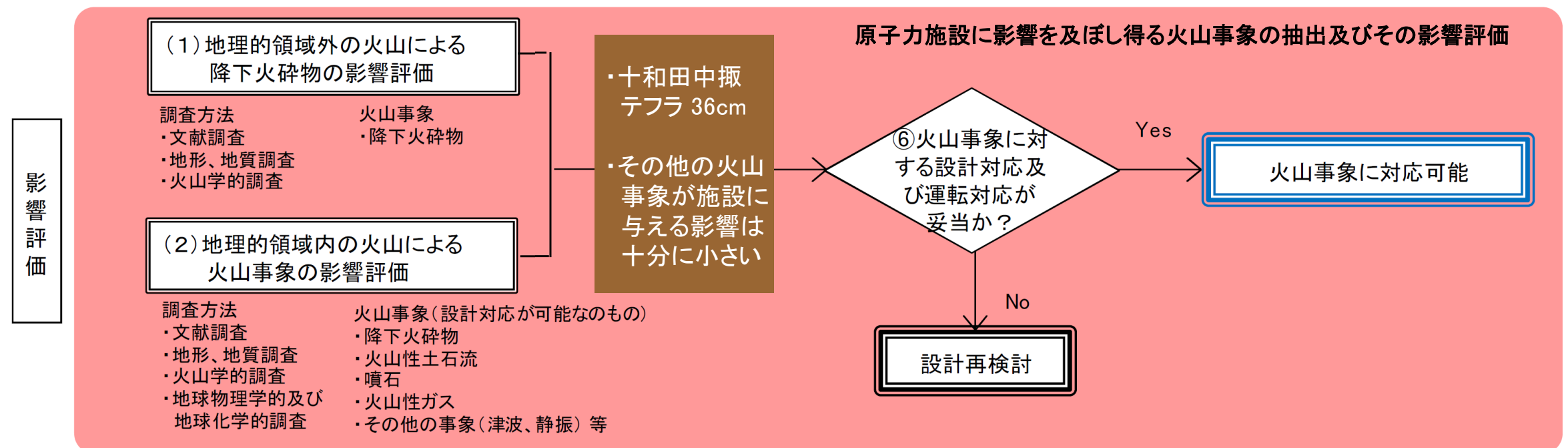
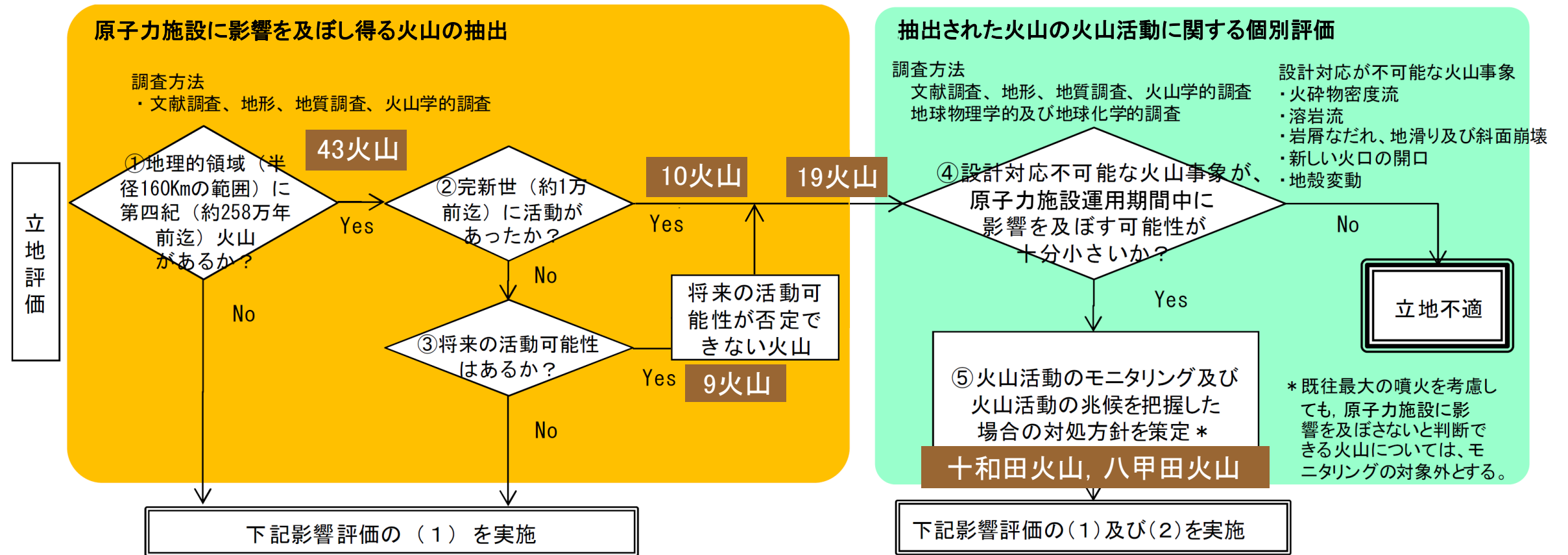
※朔望平均満潮位及び地殻変動量(2.45m沈降)を考慮



再処理施設、廃棄物管理施設及びMOX燃料加工施設の
耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設については、津波に対する設計は考慮しない。

5. 火山評価

火山影響評価ガイドによる評価の概要

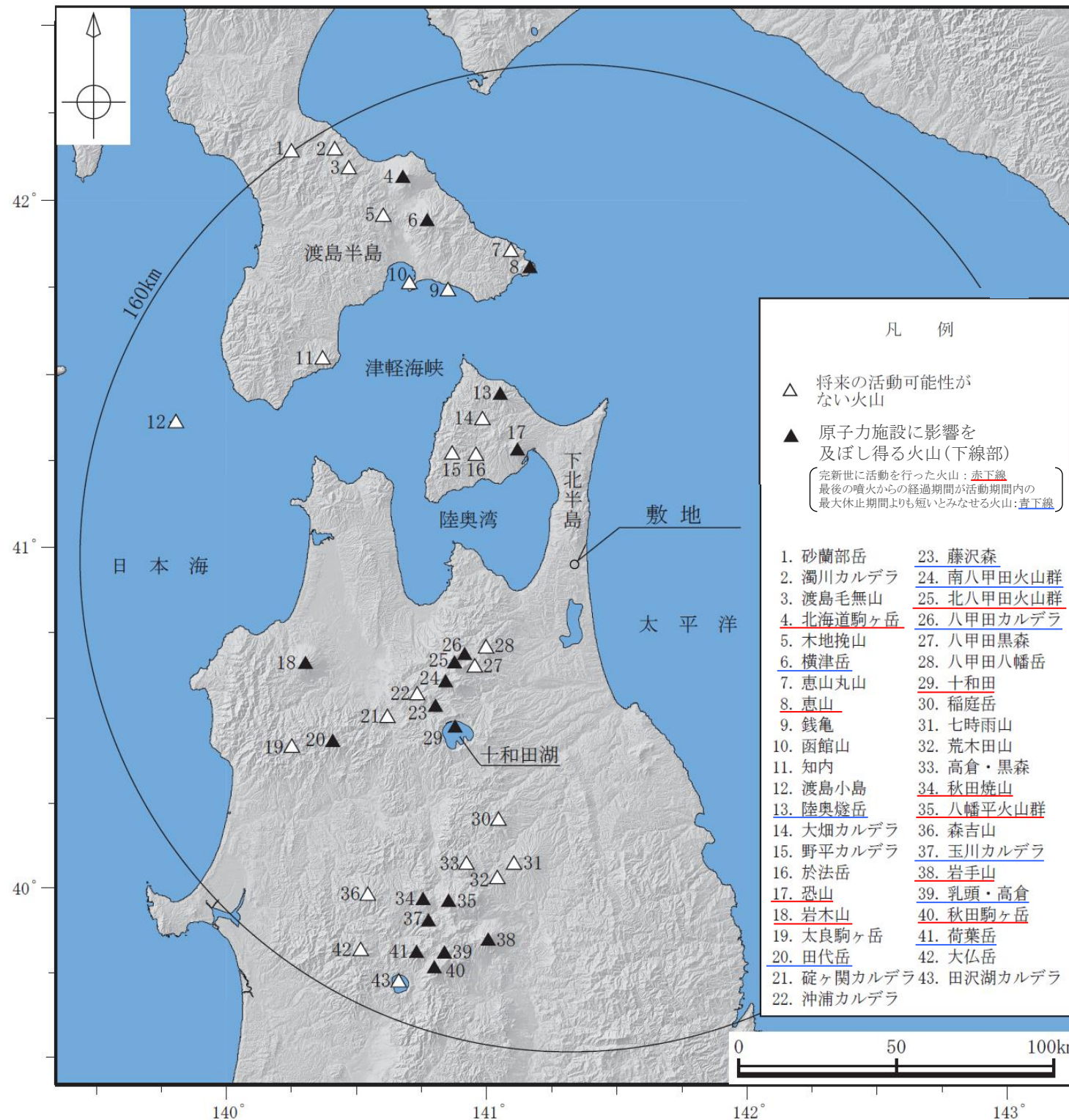


原子力発電所の火山影響評価ガイドに一部加筆

5. 火山評価／立地評価

原子力施設に影響を及ぼし得る火山の抽出結果

原子力施設に影響を及ぼし得る火山は、下図に黒三角で示す19火山。



5. 火山評価／立地評価 十和田火山の評価結果

- 少なくとも施設の運用期間中は後カルデラ期が継続すると考えられ、カルデラ形成を伴う大規模噴火が発生する可能性は十分小さいと評価。
- 過去最大規模の火砕流であるカルデラ形成期の十和田八戸火砕流及び十和田大不動火砕流の到達末端に敷地は位置すると評価。また、施設運用期間中に発生する可能性が否定できない後カルデラ期の火砕流(毛馬内火砕流)は敷地には到達していないと評価。
- 現時点においては、十和田火山直下の上部地殻内(約20km以浅)には大規模なマグマ等の流体が存在する可能性を示唆するものではなく、大規模なマグマ噴出につながる可能性のあるマグマの移動・上昇等の活動を示す兆候もないと評価。



- 施設運用期間中に想定される火砕流の噴火規模は後カルデラ期の最大規模の火砕流である毛馬内火砕流(見かけの噴出量 5km^3)と評価。この毛馬内火砕流は敷地には到達していない。従って、少なくとも施設の運用期間中に火砕流が敷地に到達することはないと評価。
- 十和田火山を対象として、科学的知見を収集し、更なる安全性の向上に資するため火山活動のモニタリングを行い、施設の運用期間中において、カルデラ形成を伴う大規模噴火の可能性が十分小さいことを継続的に確認する。

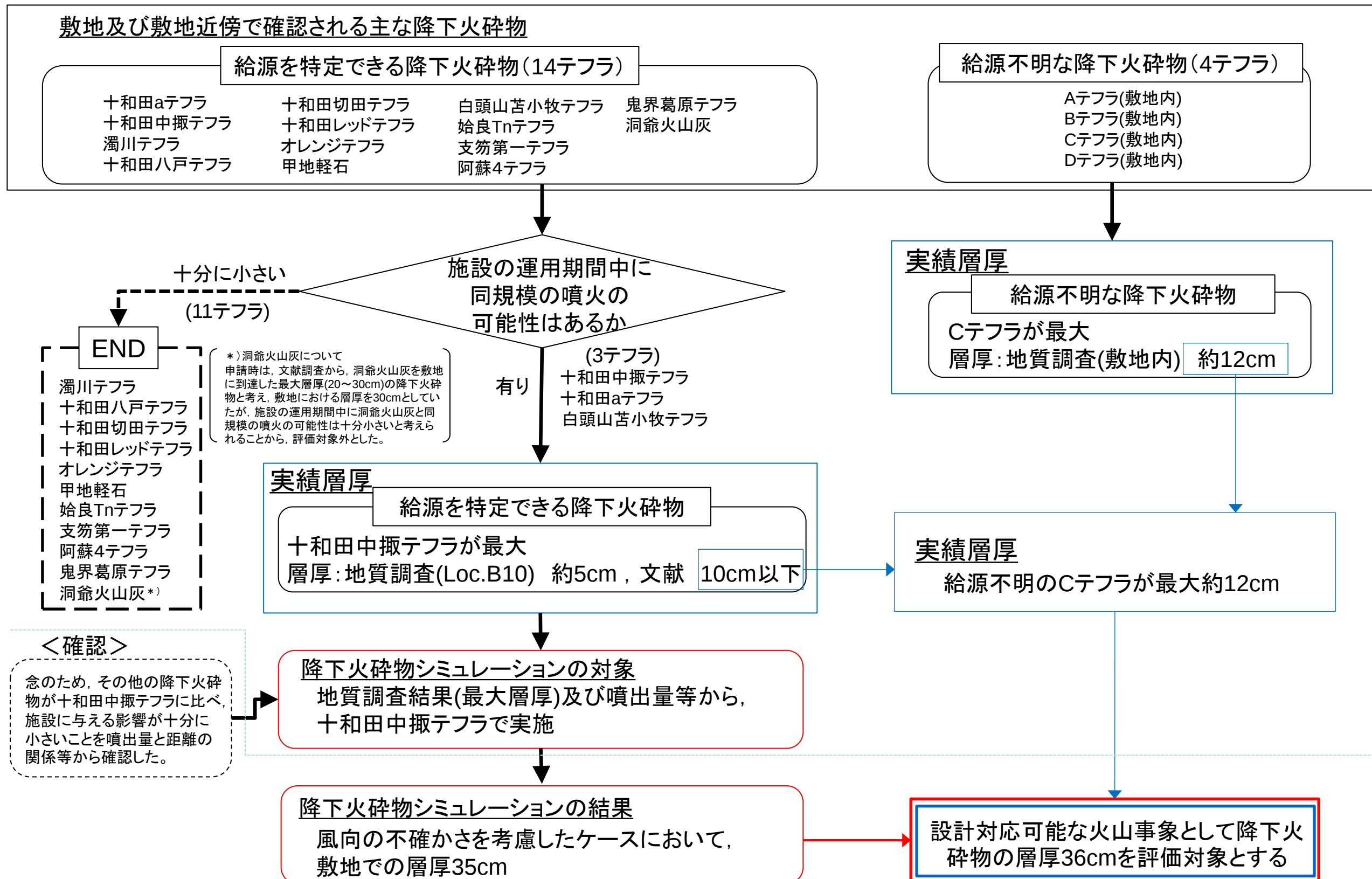
5. 火山評価／立地評価 八甲田火山の評価結果

- 八甲田火山のうち北八甲田火山群における活動が継続し、その活動のピークは40万年前～10万年前までの間にあったと考えられる。また、10万年前以降の火山活動は比較的低調になっており、長期的にみると終息へと向かっていることから、少なくとも施設の運用期間中は10万年前以降の活動が継続すると考えられ、カルデラ形成を伴う大規模噴火が発生する可能性は十分小さいと評価。
- 過去最大規模の噴火である八甲田第2期火砕流は敷地には到達していないと評価。また、北八甲田火山群の10万年前以降の活動を起源とする溶岩流（及び火砕流）の分布は噴出中心付近に限られ、敷地が位置する北東方向では、八甲田カルデラを越えた位置には認められない。
- 現時点では、八甲田火山直下の上部地殻内(約20km以浅)には大規模なマグマ等の流体が存在する可能性を示唆するものではなく、大規模なマグマ噴出につながる可能性のあるマグマの移動・上昇等の活動を示す兆候もないと評価。



- 施設の運用期間中は北八甲田火山群の10万年前以降の活動が継続すると考えられ、その噴出物〔溶岩流（及び火砕流）〕の分布は、敷地が位置する北東方向ではカルデラ内に限られており、敷地には到達していない。従って、少なくとも施設の運用期間中に火砕流が敷地に到達することはないと評価。なお、過去最大規模の噴火による火砕流も敷地には到達していない。
- 八甲田火山の最近の火山活動の推移を確認することの重要性も考慮し、八甲田火山を対象に、科学的知見を収集し、更なる安全性の向上に資するため火山活動のモニタリングを行い、施設の運用期間中において、カルデラ形成を伴う大規模噴火の可能性が十分小さいことを継続的に確認する。

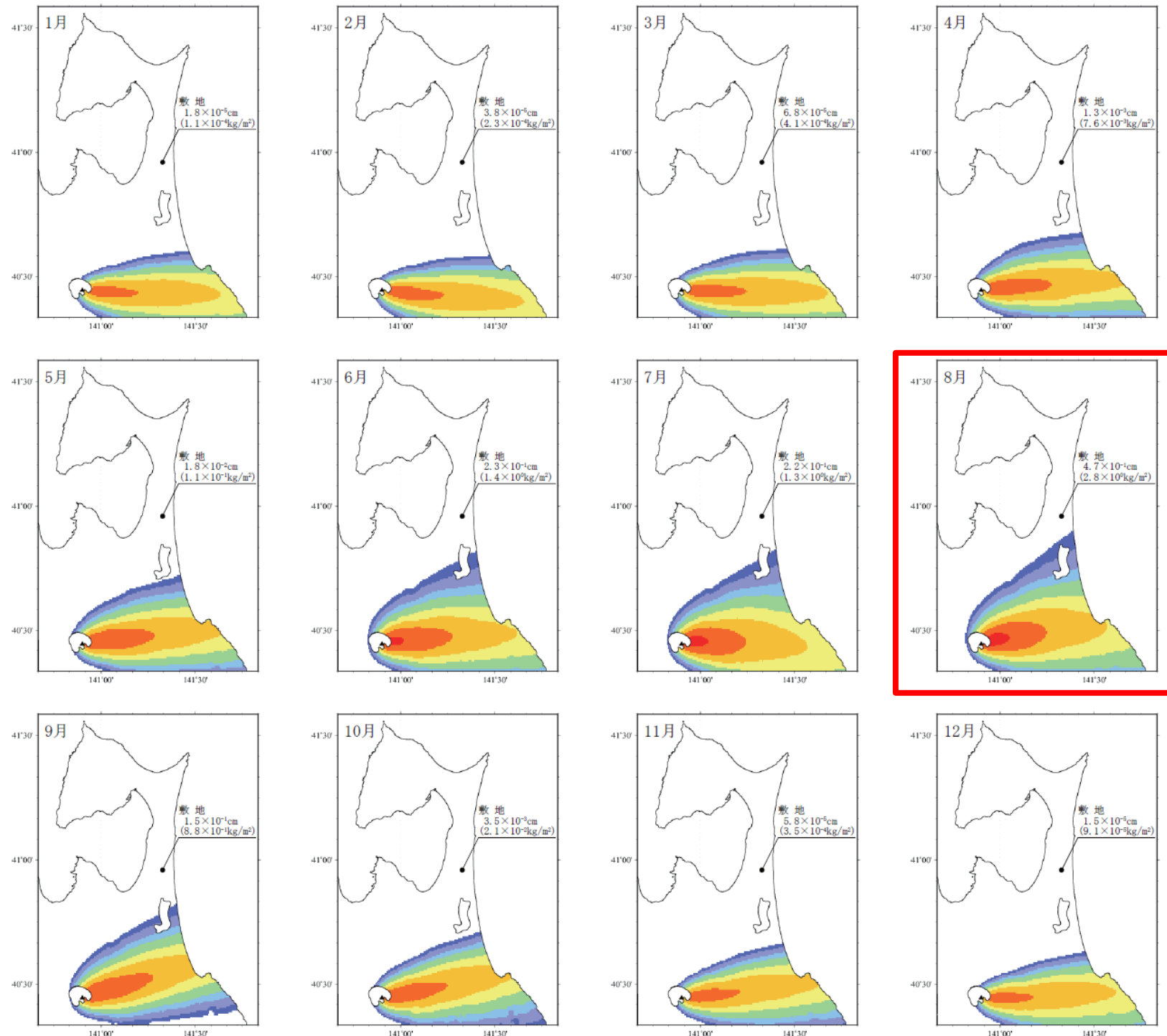
5. 火山評価／影響評価 降下火砕物の影響評価(概要)



5. 火山評価／影響評価

降下火砕物シミュレーションの結果：基本ケースの最大値（月別平均風速（21時））

- 十和田中掬テフラ相当の噴火について月別平年値の風を用いた降下火砕物シミュレーションの結果(21時)を示す。
- 風向がほぼ真西で安定する10月～4月には火山灰の堆積方向が敷地より南方を向き、敷地における火山灰厚さは、ほぼ0cm～0.0035cmと評価。
- 敷地における火山灰厚さはジェット気流が弱まる5月～9月に厚くなる傾向があり、最大となる8月の堆積層厚は0.47cmと評価。



風条件：月別平年値(21時)
(1981～2010年)

凡 例

□	～1cm (～6kg/m ²)
■	1～2cm (6～12kg/m ²)
■	2～5cm (12～30kg/m ²)
■	5～10cm (30～60kg/m ²)
■	10～25cm (60～150kg/m ²)
■	25～50cm (150～300kg/m ²)
■	50～100cm (300～600kg/m ²)
■	100～200cm (600～1200kg/m ²)
■	200cm ～ (1200～kg/m ²)

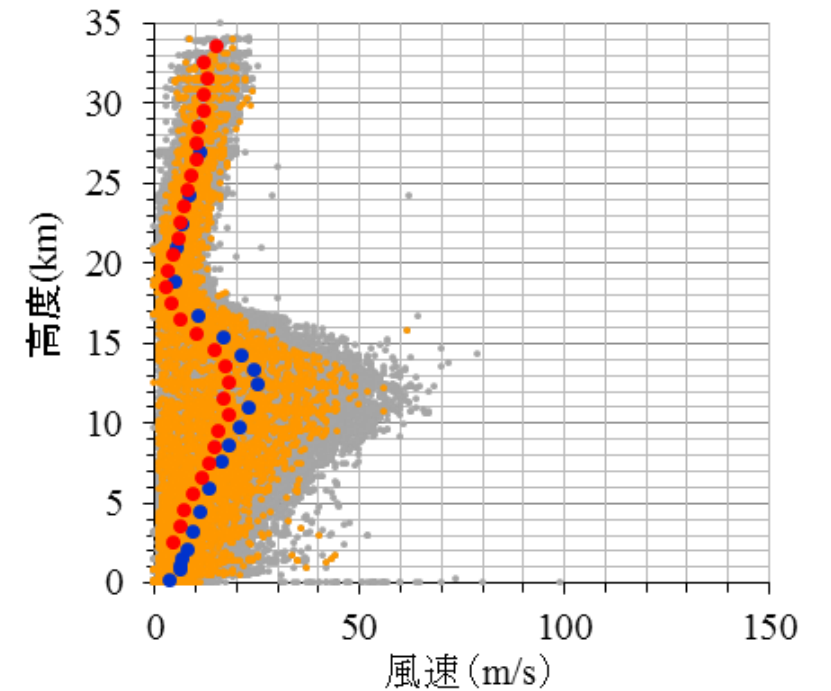
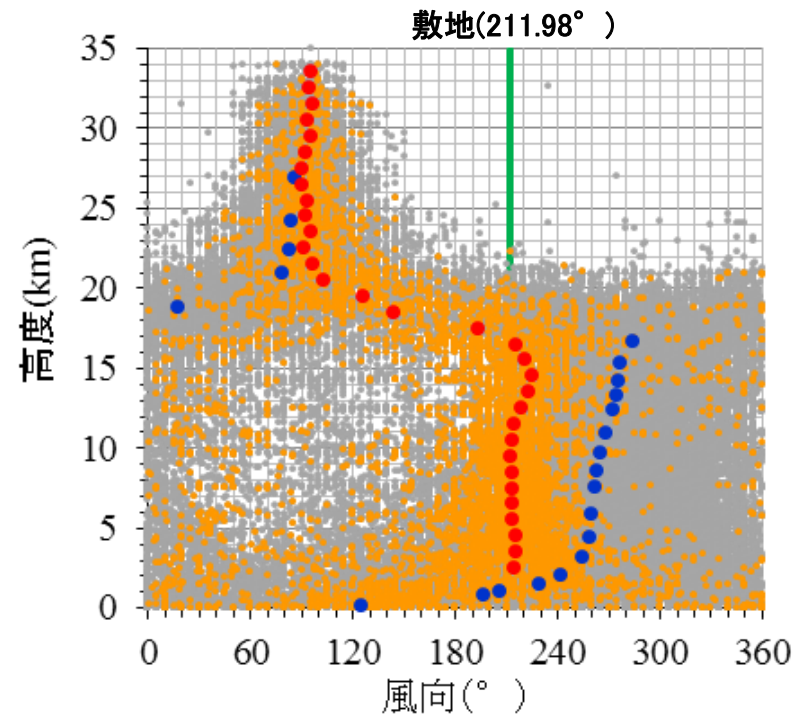
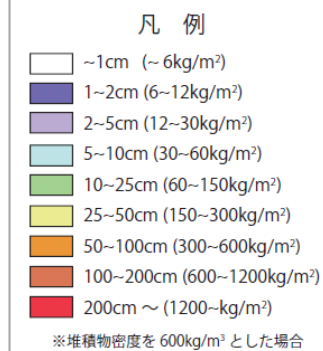
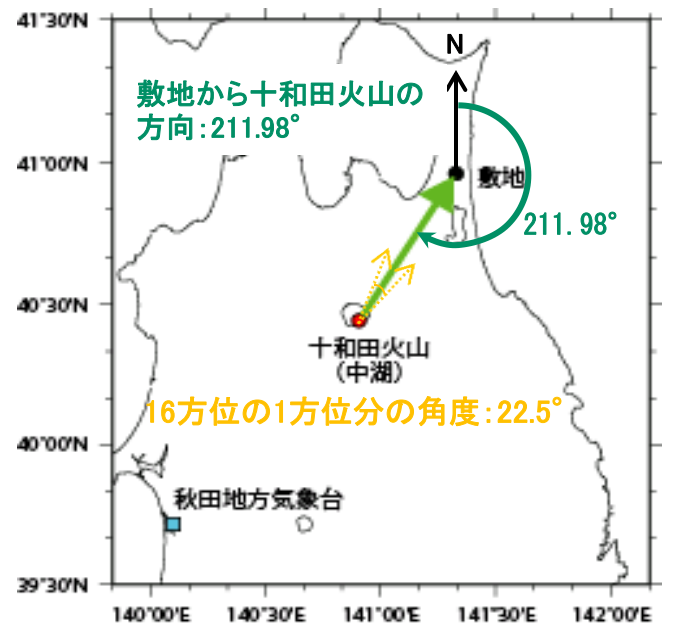
※堆積物密度を 600kg/m³ とした場合

5. 火山評価／影響評価

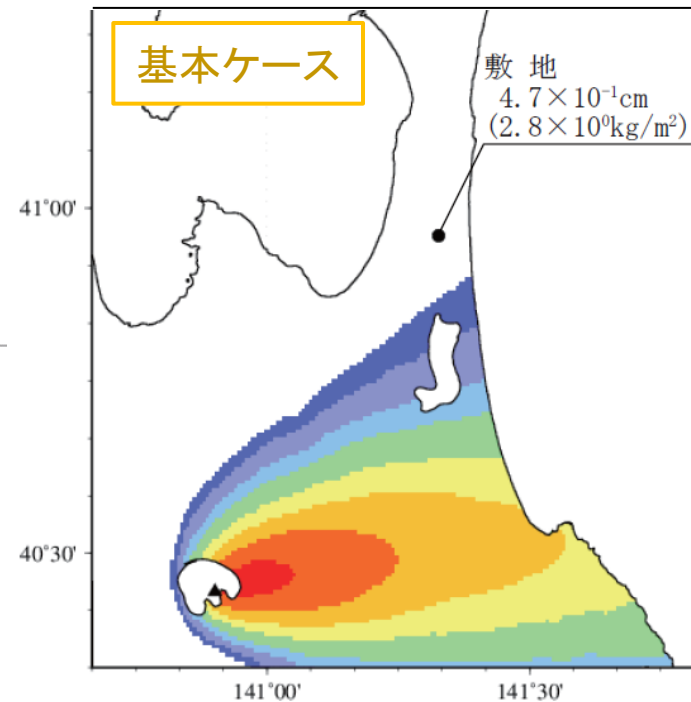
降下火砕物シミュレーションの結果：不確かさを考慮した場合の最大値

風向の不確かさを考慮し、敷地方向の風を作成して検討した結果、敷地における火山灰厚さは35cm。

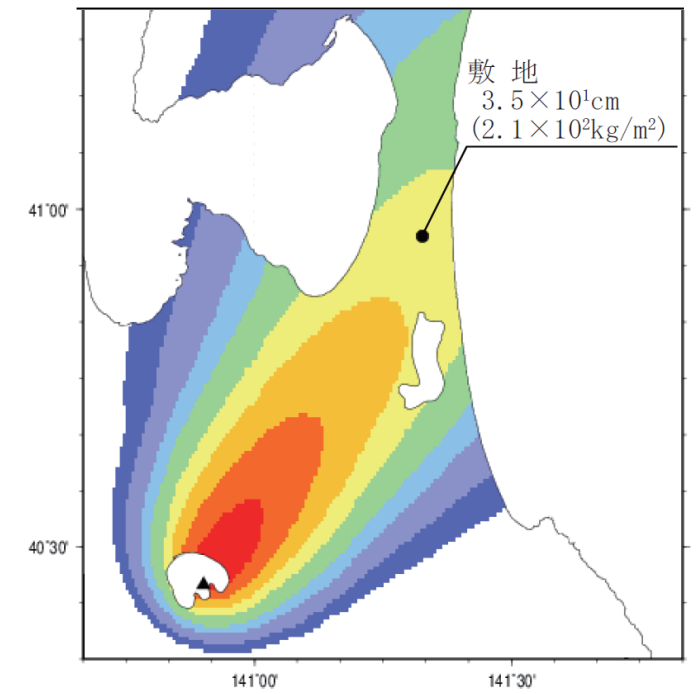
※8月の観測値のうち高度2km～18kmにおける風向の平均値が抽出範囲内〔敷地(211.98°)を中心とし、16方位の1方位分の角度:±11.25°〕に入る風を抽出し、その高度別平均値を用いて解析



- 8月の観測値(全データ)
- 8月の観測値(敷地方向の風)
- 8月の観測値(敷地方向の風)
- 敷地方向の風(合成風)



敷地方向
の風へ



【設計対応不可能な火山事象(火砕流)の評価】

➤ 十和田火山

施設の運用期間中に想定される火砕流は後カルデラ期の最大規模の火砕流である毛馬内火砕流であり、この毛馬内火砕流は敷地には到達していないことから、少なくとも施設の運用期間中に火砕流が敷地に到達することはない。

➤ 八甲田火山

施設の運用期間中は北八甲田火山群の10万年前以降の活動が継続すると考えられ、その火砕流の分布は、敷地が位置する北東方向ではカルデラ内に限られており、敷地には到達していないことから、少なくとも施設の運用期間中に火砕流が敷地に到達することはない。なお、過去最大規模の噴火による火砕流も敷地には到達していない。

➤ 十和田火山及び八甲田火山を対象に、科学的知見を収集し、更なる安全性の向上に資するため火山活動のモニタリングを行う。

【設計対応可能な火山事象(火山灰)の影響評価】

➤ 降下火砕物シミュレーション結果を踏まえ、設計層厚を36cmとした。