

2. 敷地の地形及び地質・地質構造

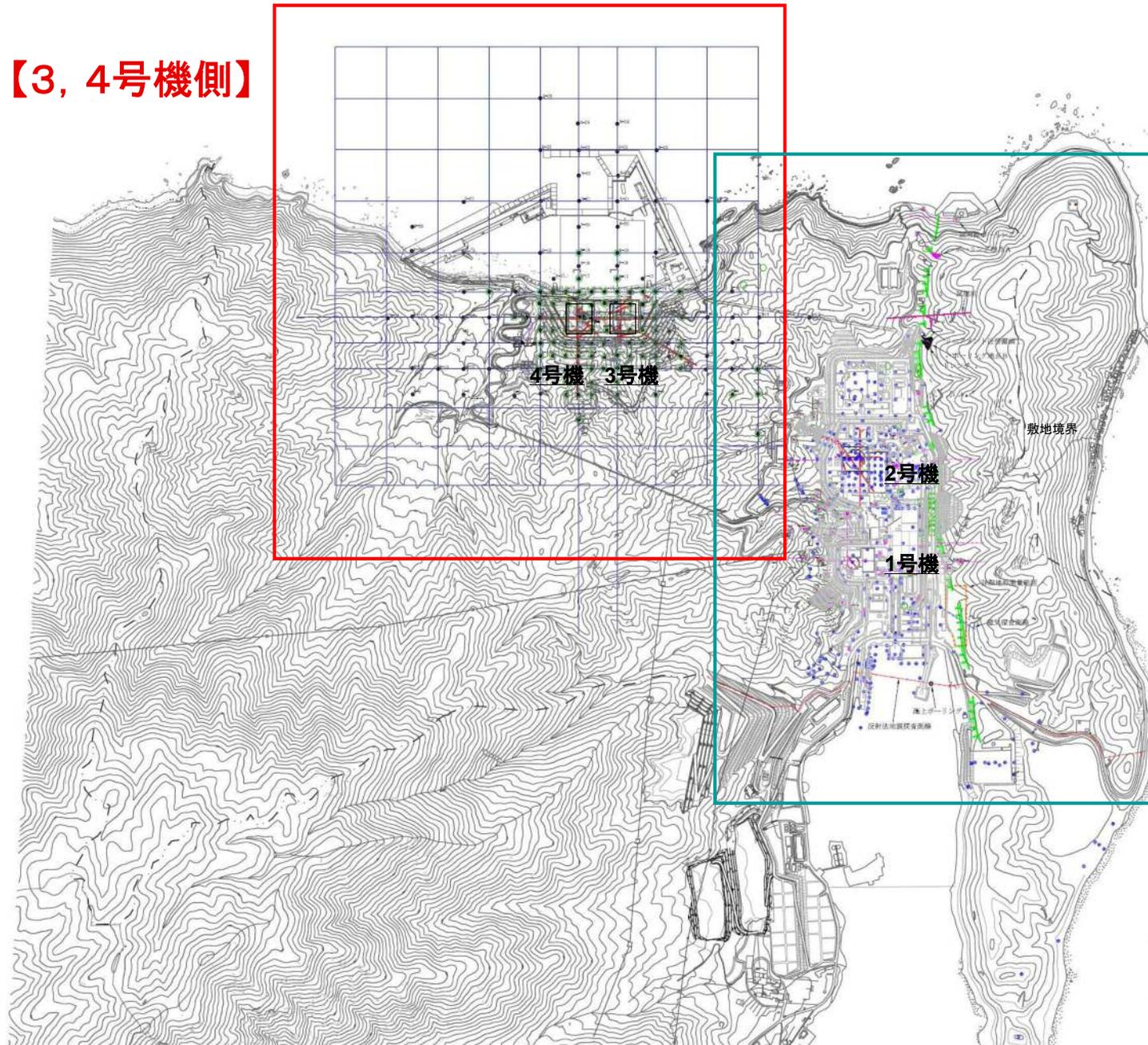
2.1 調査内容

敷地の地形及び地質・地質構造を把握するため、主として以下の調査を実施した。【資料

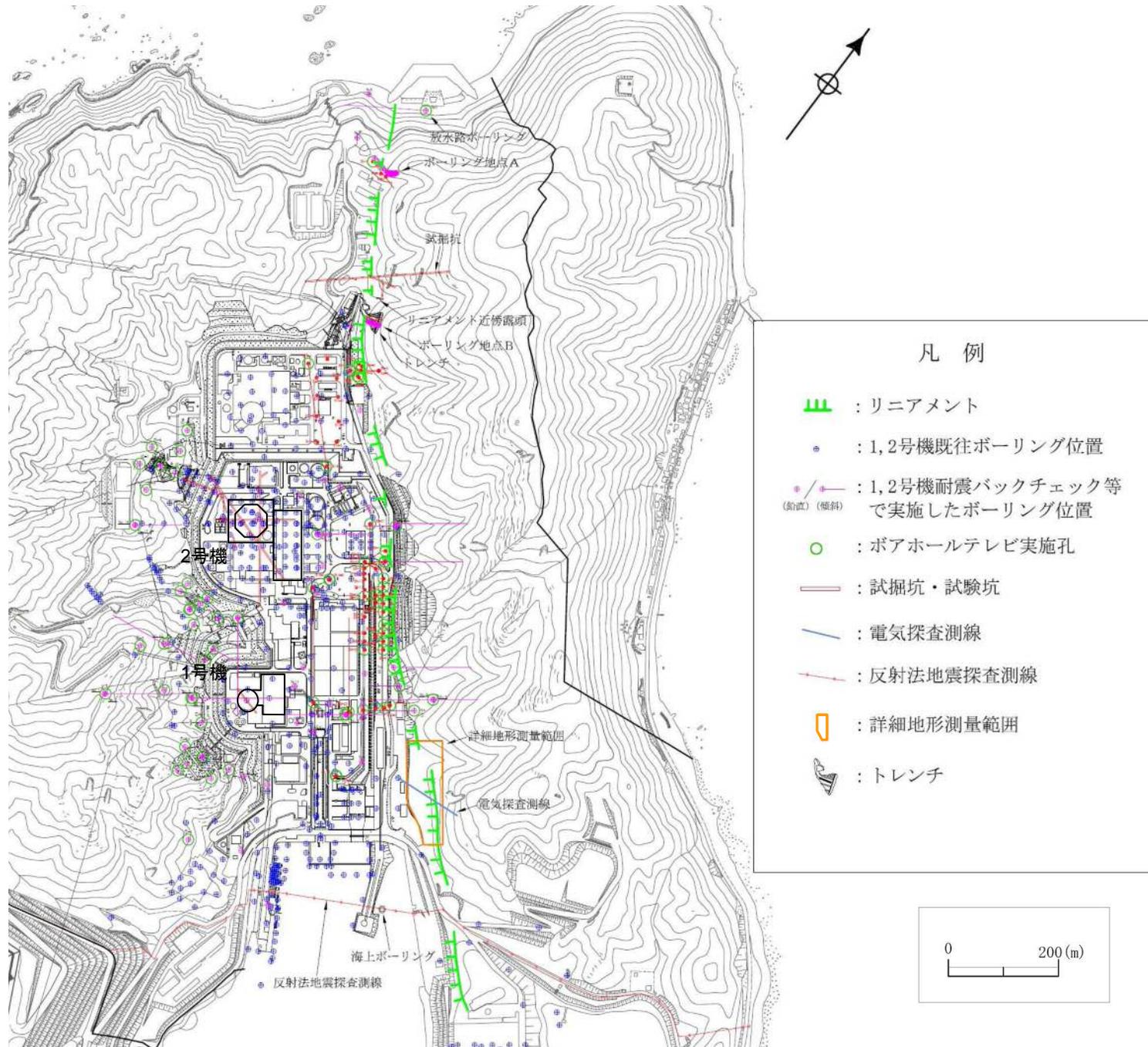
2.1-1～3】

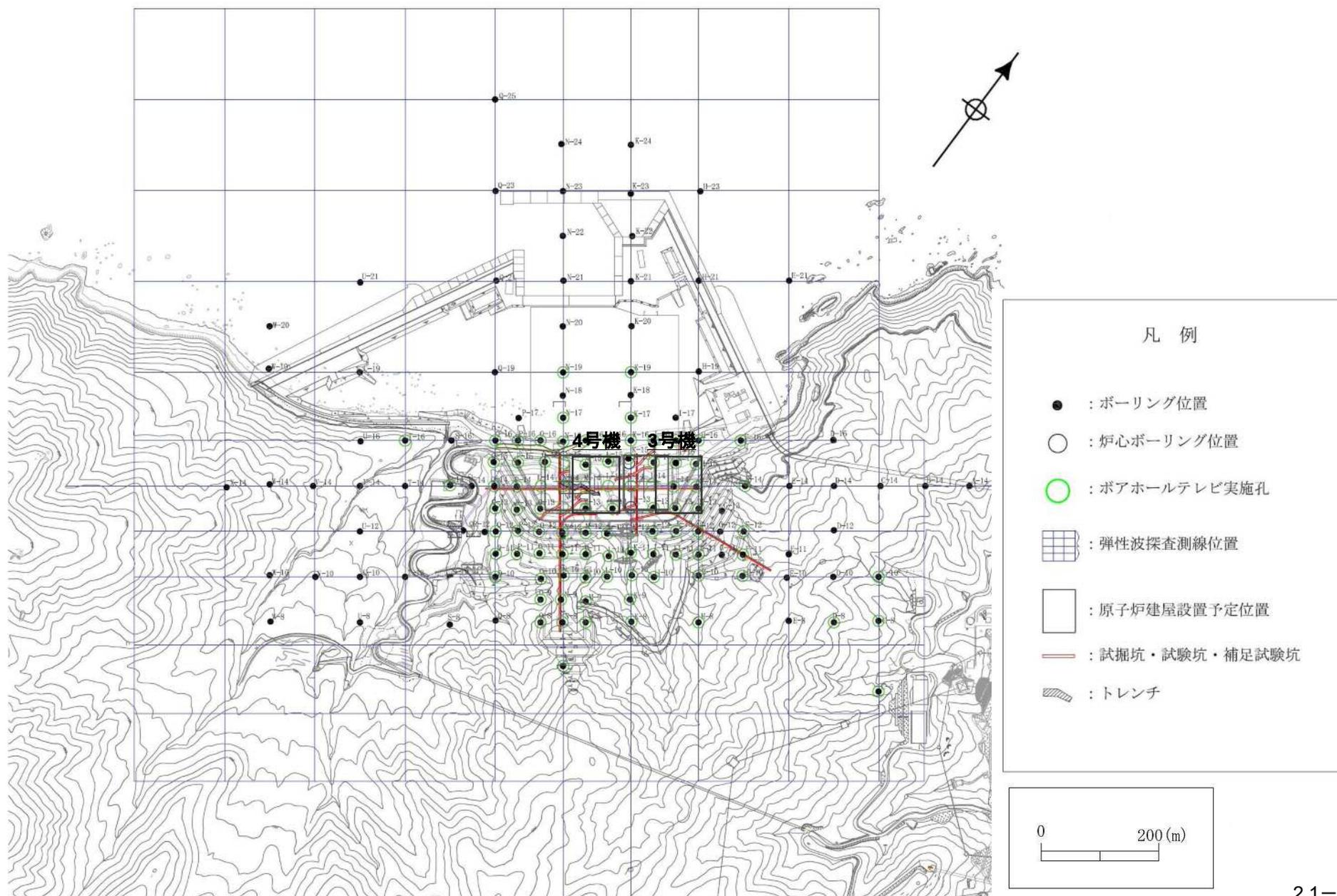
- ・ 文献調査
- ・ 変動地形学的調査
- ・ 地表地質調査
- ・ ボーリング調査
- ・ トレンチ調査
- ・ 試掘坑調査
- ・ 年代分析（テフラ分析等）
- ・ 断層破碎部の微細構造観察（狩野他（1998）（中島他（2004））

【3, 4号機側】



【1, 2号機側】





2.2 調査結果

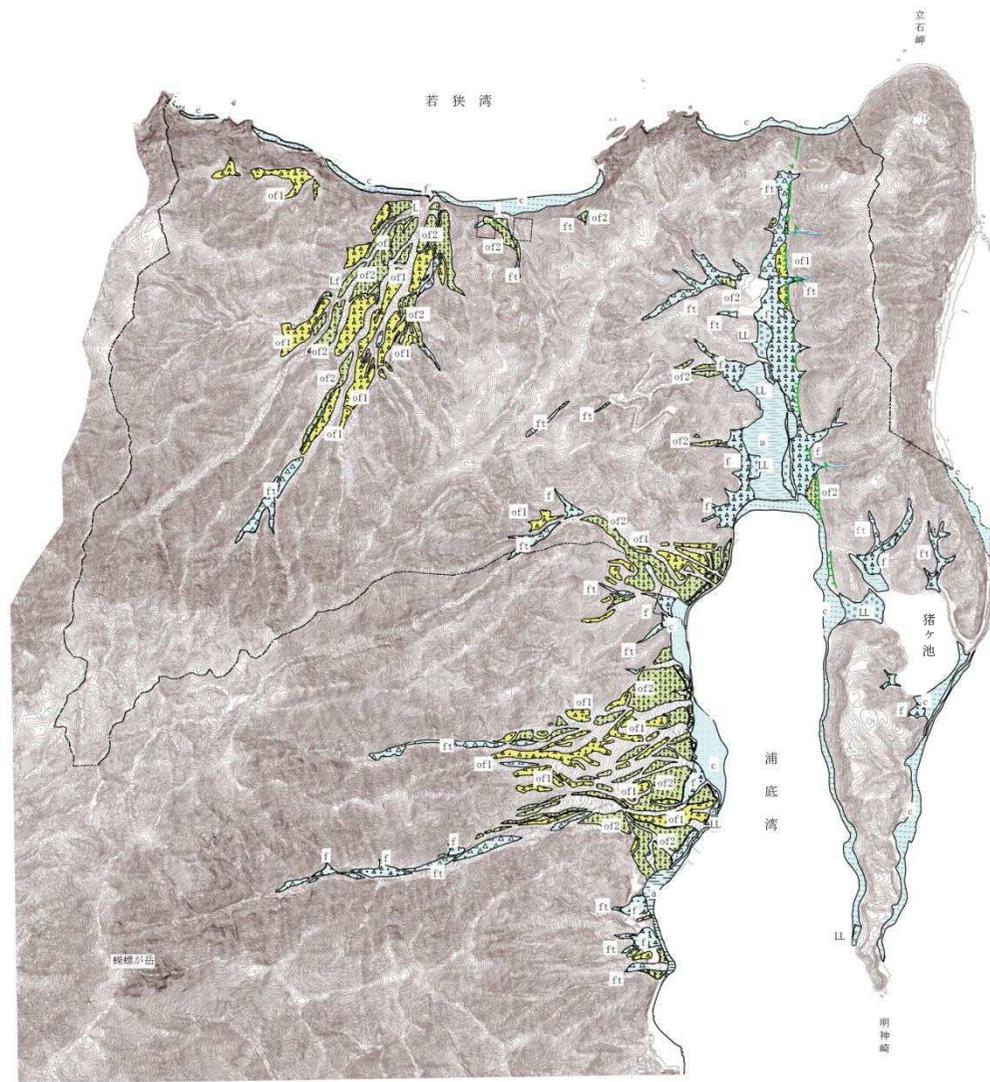
2.2.1 敷地の地形

空中写真判読等の結果によれば、敷地は主として山地からなる。開析の進んだ古期扇状地面は主に若狭湾側、浦底湾西方に分布する。低位段丘面は、若狭湾側にごく小規模に分布する。最低位段丘面は、浦底湾東岸等に分布する。新期扇状地面は、山地を刻む河谷の下流に小規模に分布する。現河床及び崖錐面は、山地を刻む河谷及び山地斜面に分布する。沖積低地面は、浦底湾周辺の低地に広く分布する。海岸低地面は、海浜及び浜堤を構成して分布する。【資料 2.2.1-1】

文献で示される浦底断層に対応して、立石岬たていしから猪ヶ池いのがいけ西方に至る区間に山地と低地との境界を通り、急崖、鞍部、直線谷及び河谷の屈曲からなる NW-SE 方向の変動地形の可能性のある地形が判読される。また、破碎帯に対応する変動地形の可能性のある地形は認められない。

なお、文献調査結果によれば、浦底断層以外には、敷地に活断層を指摘する文献はない。

【資料 2.2.1-2】



凡例

	海岸低地面 (c)
	沖積低地面 (a)
	現河床・崖斜面 (ft)
	新期扇状地面 (f)
	最低位段丘面 (LL)
	低位段丘面 (L)
	古期扇状地面2 (of2)
	古期扇状地面1 (of1)
	リニアメント 短線は地形的に低い割を示し、 矢印は尾根・谷の屈曲方向を示す
	河谷の屈曲
	敷地境界

敷地境界

- ・敷地は主として山地からなる。
- ・開析の進んだ古期扇状地面は主に若狭湾側、浦底湾西方に分布。
- ・低位段丘面は若狭湾側にごく小規模に分布。
- ・最低位段丘面は浦底湾東岸などに分布。
- ・新期扇状地面は、山地を刻む河谷の下流に小規模に分布。
- ・現河床、崖斜面は山地を刻む河谷及び山地斜面に分布。
- ・沖積低地面は浦底湾周辺の低地に広く分布。
- ・海岸低地面は、海浜及び浜堤を構成して分布。
- ・文献で示される浦底断層に対応して、立石岬から猪ヶ池西方に至る区間に山地と低地との境界を通り、急崖、鞍部、直線谷及び河谷の屈曲からなるNW-SE方向のリニアメントが判読される。
- ・破碎帯に対応する変動地形は認められない。



- ・本図は発電所建設による地形改変前に撮影した20,000分の1の空中写真(1963年)及び航空レーザー測量から地形図を作成。
- ・航空レーザー測量は、計測密度(重複なし)2点/m²、計測密度(重複あり)6点/m²である。

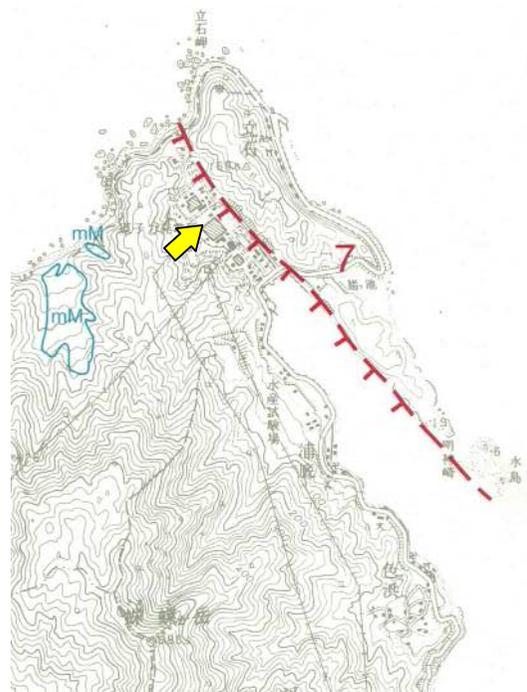
活断層研究会編
「新編 日本の活断層(1991)」



断層名	長さ	確実度	変位の向き
61浦底	3km	I	北東隆起

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 : 活断層の疑いがあるリニアメント

岡田・東郷編
「近畿の活断層(2000)」



断層名	長さ	確実度	変位の向き
7浦底	3.5km	II	北東隆起

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

中田・今泉編
「活断層詳細デジタルマップ(2002)」



断層名	長さ	分類	変位の向き
①名称なし	約3km (図読)	推定活断層	北東隆起

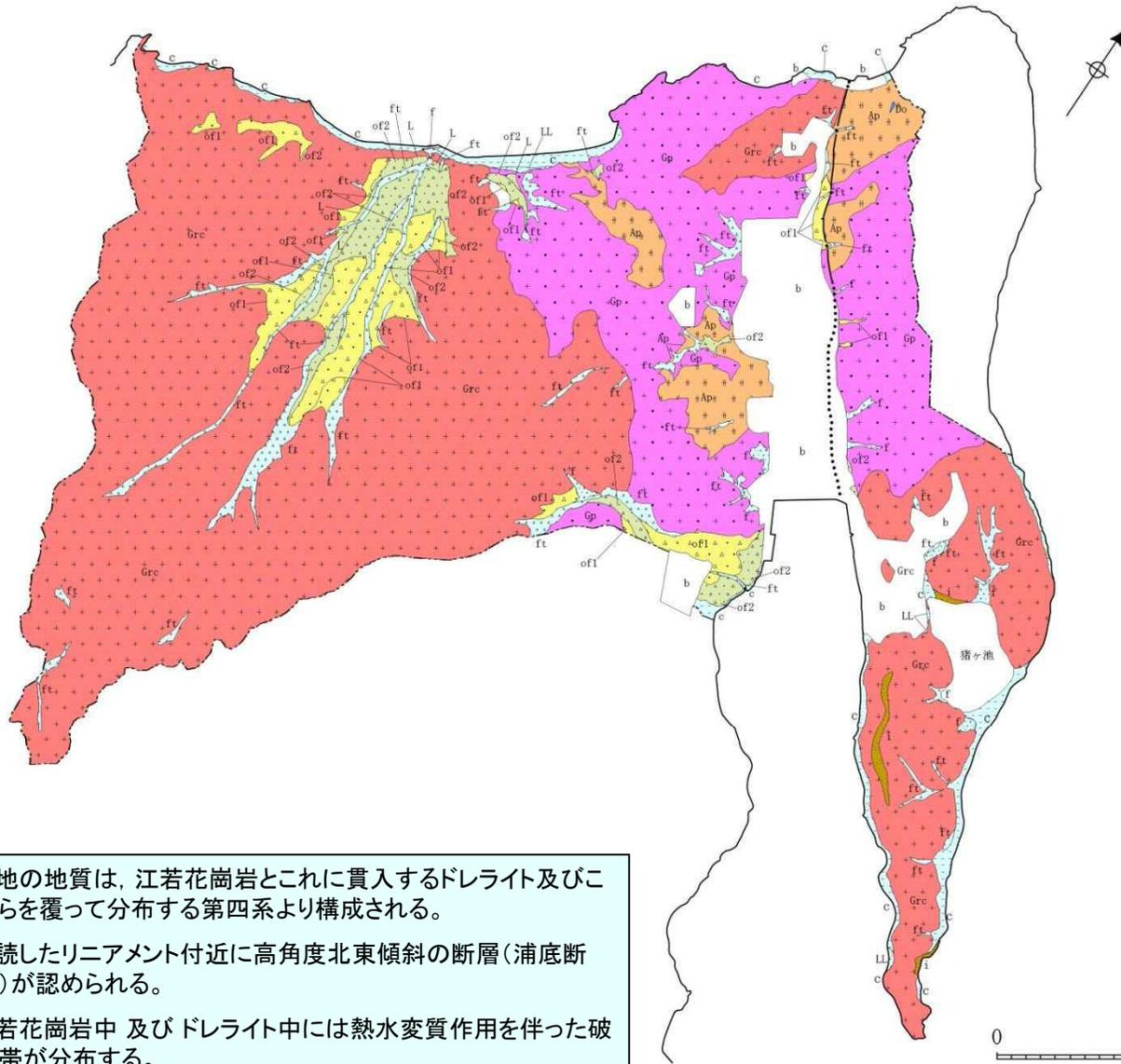
活断層 : 過去に繰り返し動いてきた跡が地形に現れ、今後も活動を繰り返すと考えられる断層
 推定活断層 : 地形的な特徴により活断層の存在が推定されるが、現時点では明確には特定できないもの

- ・敷地及びその近傍には浦底断層が指摘されている。
- ・浦底断層以外には、敷地に活断層を指摘する文献はない。

2.2.2 敷地の地質

敷地の地質は、江若花崗岩とこれに貫入するドレライト及びこれらを覆って分布する第四系より構成される。江若花崗岩の形成年代はカリウム・アルゴン法年代測定値が約66.6Ma～約64.2Maを示すことから、白亜紀後期～古第三紀と判断される。ドレライトの貫入時期は、カリウム・アルゴン法年代測定値が約21.1Maを示すことから、新第三紀中新世と判断される。判読したリニアメント付近には、高角度北東傾斜の断層（浦底断層）が認められる。江若花崗岩中及びドレライト中には熱水変質作用を伴った破碎帯が分布する。江若花崗岩は、黒雲母花崗岩、花崗斑岩、アプライトからなる。【資料 2.2.2-1~3】

断層ガウジの X 線回折分析の結果、江若花崗岩中の断層ガウジは、1, 2 号炉側, 3, 4 号炉側ともに石英, カリ長石, 斜長石, 白雲母類, カオリナイト及びスメクタイトが含まれる。粘土鉱物のカリウム・アルゴン法年代測定値は約61.4Ma～約54.6Ma（古第三紀）を示す。浦底断層の断層ガウジは、石英, カリ長石, 斜長石, 白雲母類, カオリナイト及びスメクタイトが含まれる。粘土鉱物のカリウム・アルゴン法年代測定値は約50.3Ma（古第三紀）を示す。ドレライト中の断層ガウジは、多量のスメクタイトと中量の方解石を含むとともに濁沸石を伴っている。粘土鉱物のカリウム・アルゴン法年代測定値は約18.9Ma（新第三紀中新世）を示す。【資料 2.2.2-4】



凡 例			
第四紀	完 新 世	盛土・埋め戻し土 (b)	
		海浜低地堆積物 (c)	
		現河床堆積物及び崖錐堆積物 (ft)	
		新期扇状地堆積物 (f)	
		最低位段丘堆積物 (LL)	
	更新世後期		低位段丘堆積物 (L)
			古期扇状地堆積物2 (of2)
			古期扇状地堆積物1 (of1)
	更新世中期		猪ヶ池層 (i)
	新第三紀	中新世	ドレライト (Do)
白亜紀後期 古第三紀		アプライト (Ap) 花崗斑岩 (Gp) 黒雲母花崗岩 (Grc)	江若花崗岩
断層	(実在) (伏在)		
		敷地境界	

- 敷地の地質は、江若花崗岩とこれに貫入するドレライト及びこれらを覆って分布する第四系より構成される。
- 判読したリニアメント付近に高角度北東傾斜の断層(浦底断層)が認められる。
- 江若花崗岩中及びドレライト中には熱水変質作用を伴った破碎帯が分布する。

確認された岩種について

岩種名 地質記号	写真(ボーリングコア)	特 徴
黒雲母花崗岩 Gr		<ul style="list-style-type: none"> ・完晶質等粒状組織 ・鉱物の粒径は, 5mm前後 ・主たる鉱物組成は, カリ長石・斜長石・石英・黒雲母 ・形成年代は, カリウム・アルゴン法年代測定値が約66.6Maを示すことから, 白亜紀後期～古第三紀と判断される。
花崗斑岩 Gp		<ul style="list-style-type: none"> ・完晶質斑状組織 ・斑晶の粒径は, 2～10mm ・石基の粒径は, 1mm以下 ・主たる鉱物組成は, 斜長石・カリ長石・石英・黒雲母 ・形成年代は, カリウム・アルゴン法年代測定値が約66.3Maを示すことから, 白亜紀後期～古第三紀と判断される。
アプライト Ap		<ul style="list-style-type: none"> ・完晶質等粒状組織 ・斑晶を少量含み, 斑状組織を示す箇所も認められる。 ・斑状組織を示す箇所での石基は, 微晶質である。 ・主たる鉱物組成は, 石英・カリ長石・斜長石であり黒雲母は微量 ・形成年代は, カリウム・アルゴン法年代測定値が約64.2Maを示すことから, 白亜紀後期～古第三紀と判断される。
ドレライト Do		<ul style="list-style-type: none"> ・填間状組織 ・粒径は, 2mm以下 ・主たる鉱物組成は, 斜長石・輝石であり, 微量の不透明鉱物を伴う。 ・形成年代は, カリウム・アルゴン法年代測定値が約21.1Maを示すことから, 新第三紀中新世と判断される。

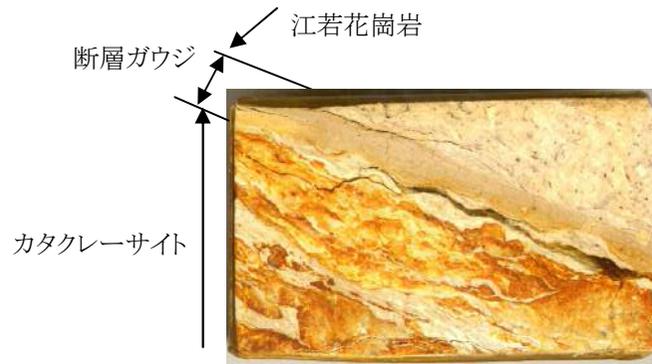
断層岩の区分

	粉碎	融解(粉碎)	再結晶
	ランダムファブリックまたは面構造が発達		面構造が発達
	未固結	固結	
断層角礫	プロトカタクレーサイト	シュードタキライト	プロトマイロナイト
断層ガウジ	カタクレーサイト		マイロナイト
	ウルトラカタクレーサイト		ウルトラマイロナイト
細区分の境界値			
分類名	肉眼観察可能な破片の量比	破片の粒径	
断層角礫	>30%	メガプレッシャー >256mm メソプレッシャー 10-256mm マイクロプレッシャー <10mm	
断層ガウジ	<30%	通常 <10mm	
	破片の量比	破片の粒径	
プロトカタクレーサイト	>50%	通常 <10mm	
カタクレーサイト	10-50%		
ウルトラカタクレーサイト	<10%		
	ポーフィロクラストの量比	基質構成鉱物の平均的粒径	
プロトマイロナイト	変形の強さと、 原岩の鉱物組成により変化	>100 μm	
マイロナイト		20-100 μm	
ウルトラマイロナイト		<20 μm	

↓
細粒化

敷地に分布する江若花崗岩中には白色系の断層ガウジ、カタクレーサイトが、ドレライト沿いでは黒色系の断層ガウジが分布する。

(参考文献) 高木秀雄、小林健太、1996、断層ガウジとマイロナイトの複合面構造—その比較組織学。地質学雑誌、102、170-179。



断層ガウジの性状 (X線回折分析)

1,2号機側(断層ガウジ)

分類	対象断層帯	鉱物名 試料採取位置	緑泥石	白雲母類	カオリナイト	白雲母類/ス멕タイト混合層鉱物	ス멕タイト	濁沸石	石英	斜長石	カリ長石	方解石	黄鉄鉱	菱鉄鉱
江若花崗岩中	f-①-5	No. ①孔		・*		○	◎	△	△					
	f-②-2	No. ②孔	・	・	・		◎	◎	◎					
	f-③-1	No. ③孔	・*	・	・		◎	◎	○					
	D-1	No. ②-1孔	・*	・	・		◎	△	◎					
	D-2	No. ③-1孔	・	・	・*		◎	△	△					
	D-3	No. 3孔				△		◎	・	△				
	D-4	①-10孔		△	・		◎	・	△					
	D-5	No. ①-9孔	・	・	△		◎	△	◎					
	D-6	No. ①-4孔	・	・	・		◎	△	△					
	D-7	No. 4孔	・	・	・		◎	◎	◎					
	D-11	No. 17孔	・	・	△		◎	・	△					
	D-12	No. 17孔	・	・	△		◎		・					
	D-13	No. 16孔	・*	・	△		◎	・	△					
	D-14	No. 17孔	・*	・*	△		◎	○	○					
		D-14既往露頭		△	・	△	◎	・	○					
	D-15	No. 17孔	・	・	△		◎	◎	◎					
	D-16	No. 17孔	・	・	・		◎	○	△					
	D-17	No. 17孔	・	・			◎	◎	◎					
	D-18	No. 17孔	・	・			◎	◎	○					
	D-19	No. ①-4孔	・	・	・		◎	△	◎					
	D-20	No. ④-5孔		△			◎		△					
	D-21	No. ④-5孔		△	・		◎		○					
	D-22	No. ⑥-1孔					◎	・	△					
D-23	No. ⑥-2孔	・	・*	・		◎	○	○						
f-7-1	No. 7孔	・	・	・		◎	△	△						
f-8-2	No. 8孔			・		◎	○	○						
f-8-5	No. 8孔	・	△	△		◎	◎	△						
f-19-2	No. 19孔	・	・	・		◎	△	○						
f-④-7-1	No. ④-7孔	・	・			◎		△						
f-④-4	No. ④孔	・	・			◎	◎	◎						
f-④-5	No. ④孔	・	・	・		◎	○	○						
H-3a	H-3a既往露頭	・	・	○		◎	・	○						

※水ひ時のみ確認される。

3,4号機側(断層ガウジ)

分類	対象	鉱物名 試料採取位置	緑泥石	白雲母類	カオリナイト	ス멕タイト	濁沸石	石英	斜長石	カリ長石	方解石	黄鉄鉱	菱鉄鉱
江若花崗岩中	f-1	F-10孔	・	・	・	△		◎	△	◎	○		
	f-2	H-10孔		・	・	○		◎	○	◎			
	f-3	試掘坑B2		・	・	△		◎	・	○			
	f-4	H-11孔		△	・	・		◎	・	○	・		
	f-5	試掘坑B1			・	◎		◎	○	◎			
	f-6	試掘坑B1		・	・	○		◎	△	○			
	f-7	O-9孔		・	・			◎	○	◎			
	f-8	試掘坑C2		・	△	△		△	◎				
	f-9	試掘坑B1		・	・	△		◎	△	○			
	f-10	試掘坑C2		・	△	○		△	△	△			
	f-11	試掘坑B1		・	△	△		◎	○	△			
	f-12	試掘坑A1			・	◎		◎	△	△			
	f-13	補足試掘坑A4		・	△	△		◎	◎	△			
	f-14	試掘坑C1		・	△	△		◎	○	○			
	f-15	試掘坑C1		・	・	・		◎	○	○			
	f-16	試掘坑A3山崖		・	△			◎	・	△	・		
	f-17	試掘坑A3山崖		・	△	△		◎	△	△	△		
	f-18	試験坑1		・	△	○		◎	△	△	△		
	f-19	補足試掘坑f		・	△	△		◎	△	△	・		
	f-20	Q-13孔		△	△	△		◎	○	△			
	f-21	試掘坑A1		・	△	△		◎	△	△			△
	f-22	補足試掘坑A5		・	△	・		◎	△	△			
	f-23	S-14孔		・	・	・		◎	◎				
	f-24	K-19孔		・	△	△		◎		△	・		
ドレライト中	f-25	試験坑m		△		◎	・	△			○		

相対含有量: ◎多量, ○中量, △少量, ・微量

浦底断層

分類	対象	鉱物名 試料採取位置	緑泥石	雲母粘土鉱物	カオリナイト	白雲母類/ス멕タイト混合層鉱物	ス멕タイト	濁沸石	石英	斜長石	カリ長石	方解石	黄鉄鉱	菱鉄鉱
Bトレンチ	①-a			△					◎		△			
	②-a		・						◎	△	○			
	③-a		・*	・		△			◎		△			
	③-2-a		・			△			◎		△			
	④-a		・*	・		△			◎		・			
M露頭	X-M-1-1		・*	・		・*			◎		△			
浦底断層北部鞍部	X-Ur-62-1			△					◎	・	△			
Bトレンチ群列ボーリング	1-7X		・	・		△			◎	△	△			
	1-8X		・			・			◎	△	△			
	9-4X		・*	・		△			◎		△			
	9-5X		・			・			◎	△	△			
	9-6X		・			・			◎		△			
	9-7XW		・			・			◎	△	△			
	9-7XB		・			・			◎	△	△			
2-4X		・			・			◎	△	○				

*水ひ時のみ確認される。

- ・ 花崗岩中の断層ガウジは1,2号機側, 3,4号機側ともに石英, カリ長石, 斜長石, 白雲母類, カオリナイト及びス멕タイトが含まれる。粘土鉱物のカリウム・アルゴン法年代測定値(熱水変質作用を受けた時期)は約61.4Ma~約54.6Ma(古第三紀)を示す。
- ・ 浦底断層の断層ガウジは石英, カリ長石, 斜長石, 白雲母類, カオリナイト及びス멕タイトが含まれる。粘土鉱物のカリウム・アルゴン法年代測定値(熱水変質作用を受けた時期)は約50.3Ma(古第三紀)を示す。
- ・ ドレライト中の断層ガウジは多量のス멕タイトと中量の方解石を含むとともに濁沸石を伴っている。粘土鉱物のカリウム・アルゴン法年代測定値(熱水変質作用を受けた時期)は約18.9Ma(新第三紀中新世)を示す。

2.2.3 敷地の地質構造

敷地には、複数の破砕帯が確認されている。

1, 2号炉付近の破砕帯は、走向がN-S~NE-SW方向で、西側へ傾斜するものが多い。

3, 4号機付近の破砕帯は、走向がN-S~NE-SW方向で、東側へ傾斜するものが多い。

3, 4号機側のドレライト中にはENE-WSW方向の破砕帯が認められ、N-S~NE-SW方向の破砕帯に変位を与えている。

また、節理の走向は、N-S~NE-SW方向、NNW-SSE方向、E-W方向のものが分布する。このうち、N-S~NE-SW方向のものが卓越する。傾斜については、1, 2号炉側は高角度西傾斜のものが多く、3, 4号機側は高角度東傾斜のものが多い。【資料 2.2.3-1~11】

なお、破砕帯の連続性については、幾何学的位置関係及び走向・傾斜に基づき評価した。

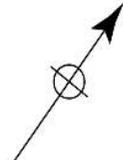
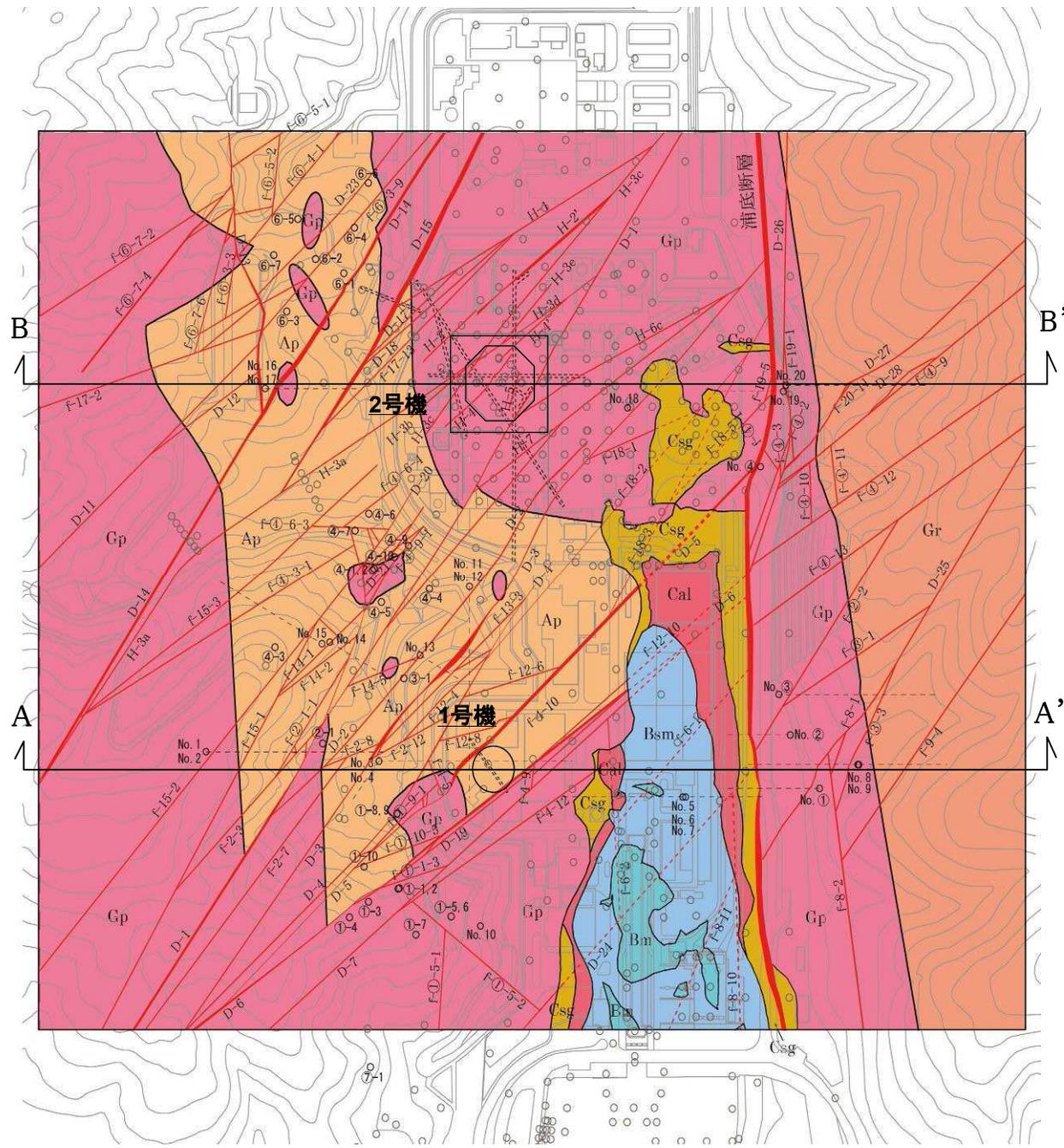
【資料 2.2.3-12】

文献に示される浦底断層については、断層の活動性を確認するため、ボーリング調査及びトレンチ調査を、敷地南部での断層の通過位置を確認するために電気探査、反射法地震探査等を実施している。

調査の結果、浦底断層は江若花崗岩と第四系とを境する北東側隆起の直線性の高い断層であり、最新活動時期は約4,000年前以降と判断される。【資料 2.2.3-13,14】

地質平面図 (1, 2号機側)

40



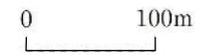
地質区分凡例

tk	表土・埋土	
A	A層 : 沖積低地堆積物、扇状地堆積物、扇尾堆積物 (砂、礫、シルト、腐植及び腐植物を含む場合がある)	完新統
Ba	Ba層 : 三角州堆積物 (粗砂、中砂及び貝殻を含む)	完新統
Bsm	Bsm層 : 内湾堆積物 (中砂、粗砂、細礫、シルト及び貝殻を含む)	完新統
Cal	Cal層 : 低地堆積物 (細砂、中砂及び腐植を多く含む)	完新統 ～更新統
Csg	Csg層 : 扇状地堆積物 (礫、粗砂、中砂及び腐植を含むことがある)	完新統 ～更新統
Ap	アプライト	江若花崗岩
Gp	花崗斑岩	
Gr	黒雲母花崗岩	
D-1	破砕帯及び破砕帯番号	
—	地質境界線	

第四系

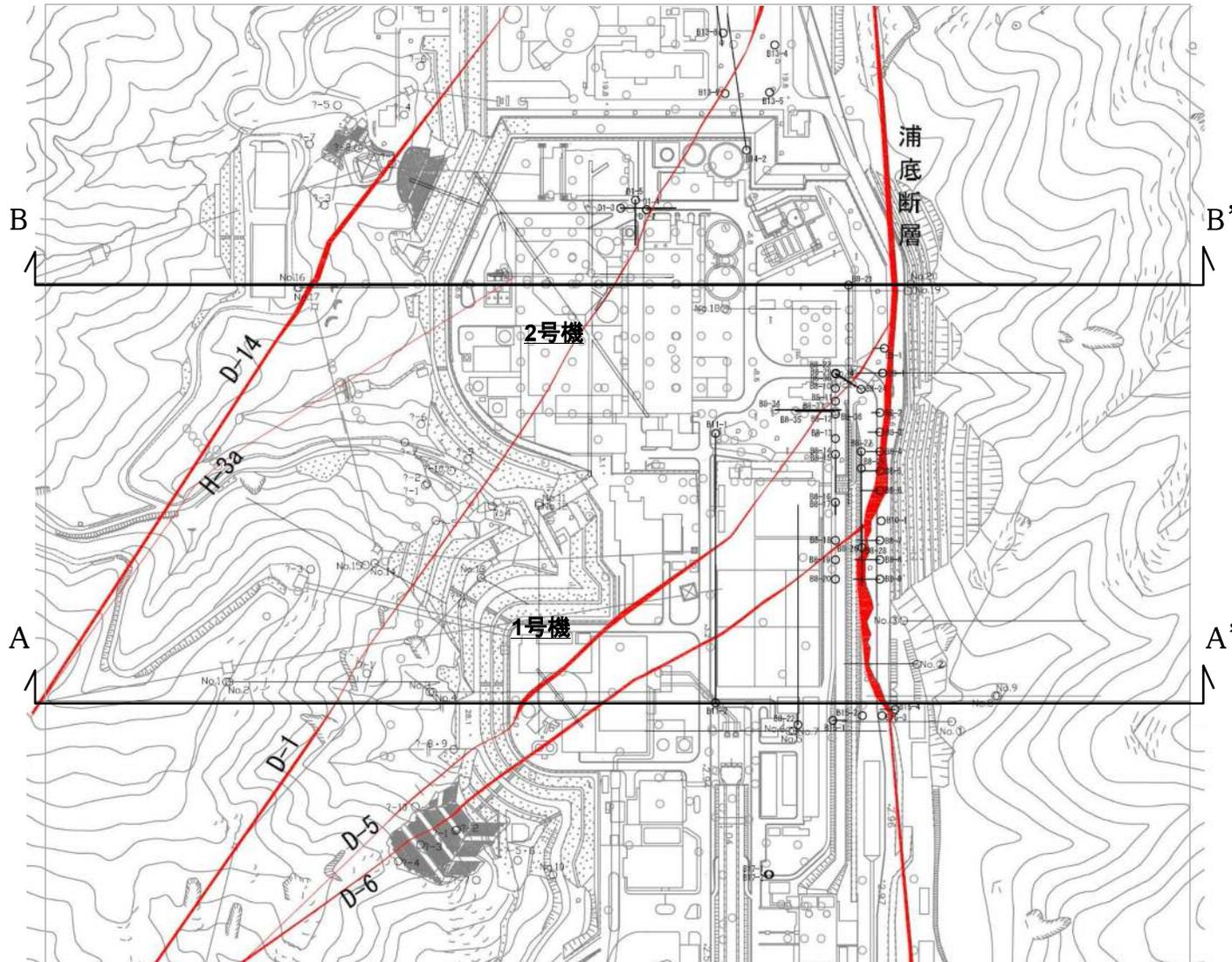
T.P.-15m水平断面図

※追加調査結果反映前



追加調査結果による主要破砕帯の分布平面図（1，2号機側）

41



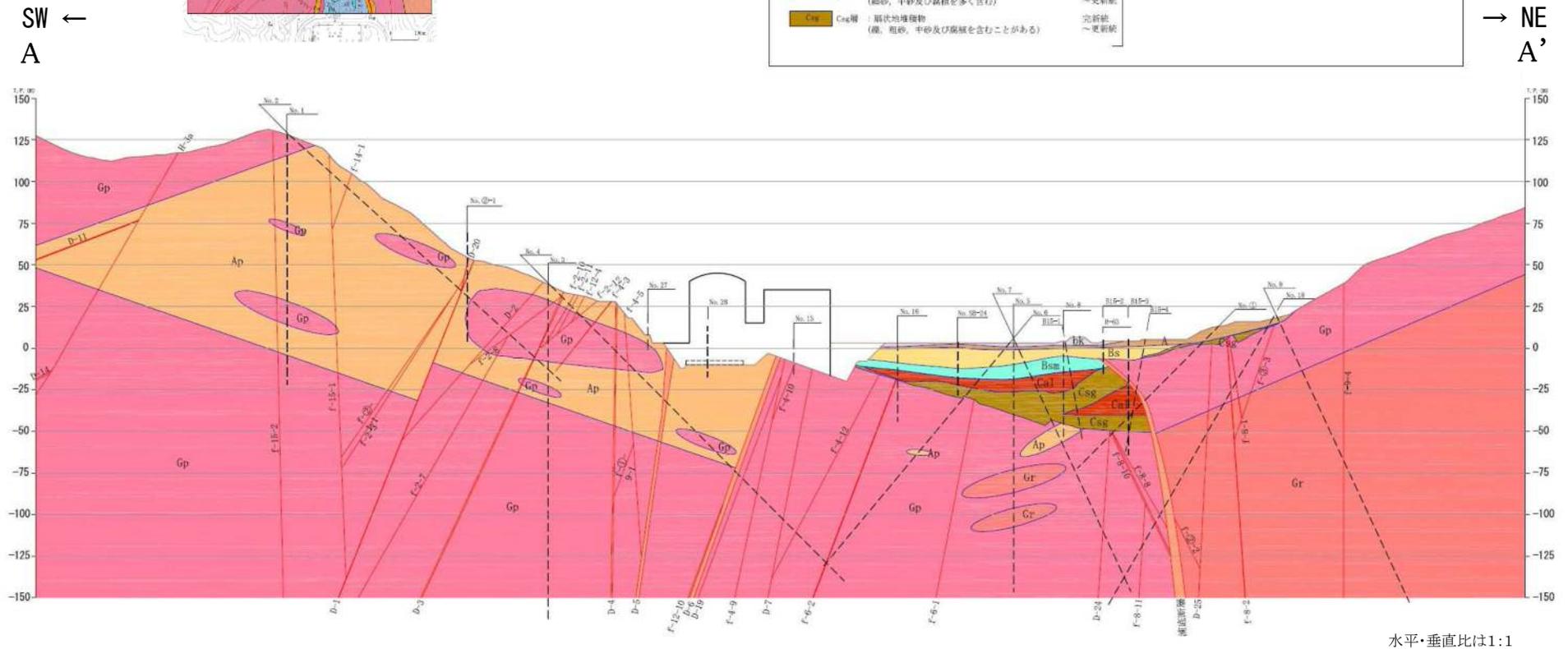
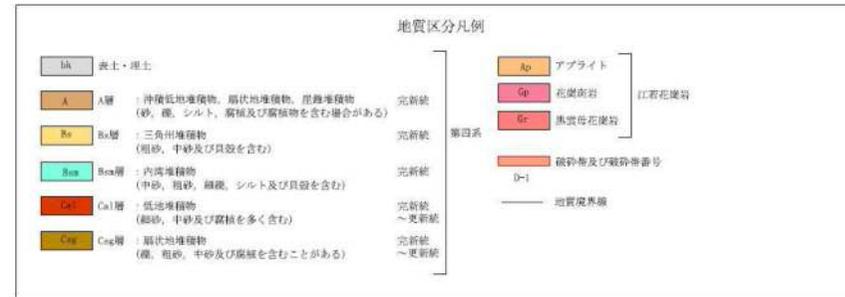
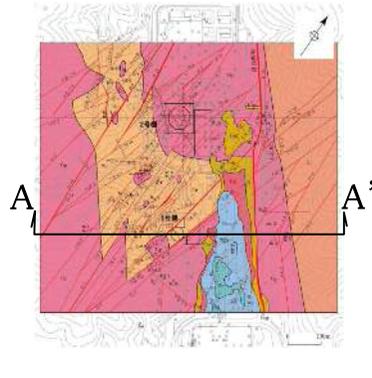
T.P. -15m水平断面図

※平成25年6月末時点の追加調査結果を反映

- 凡例
-  破砕帯及び破砕帯番号
 -  ボーリング位置
(始点/終点)



地質断面図（1号機側）

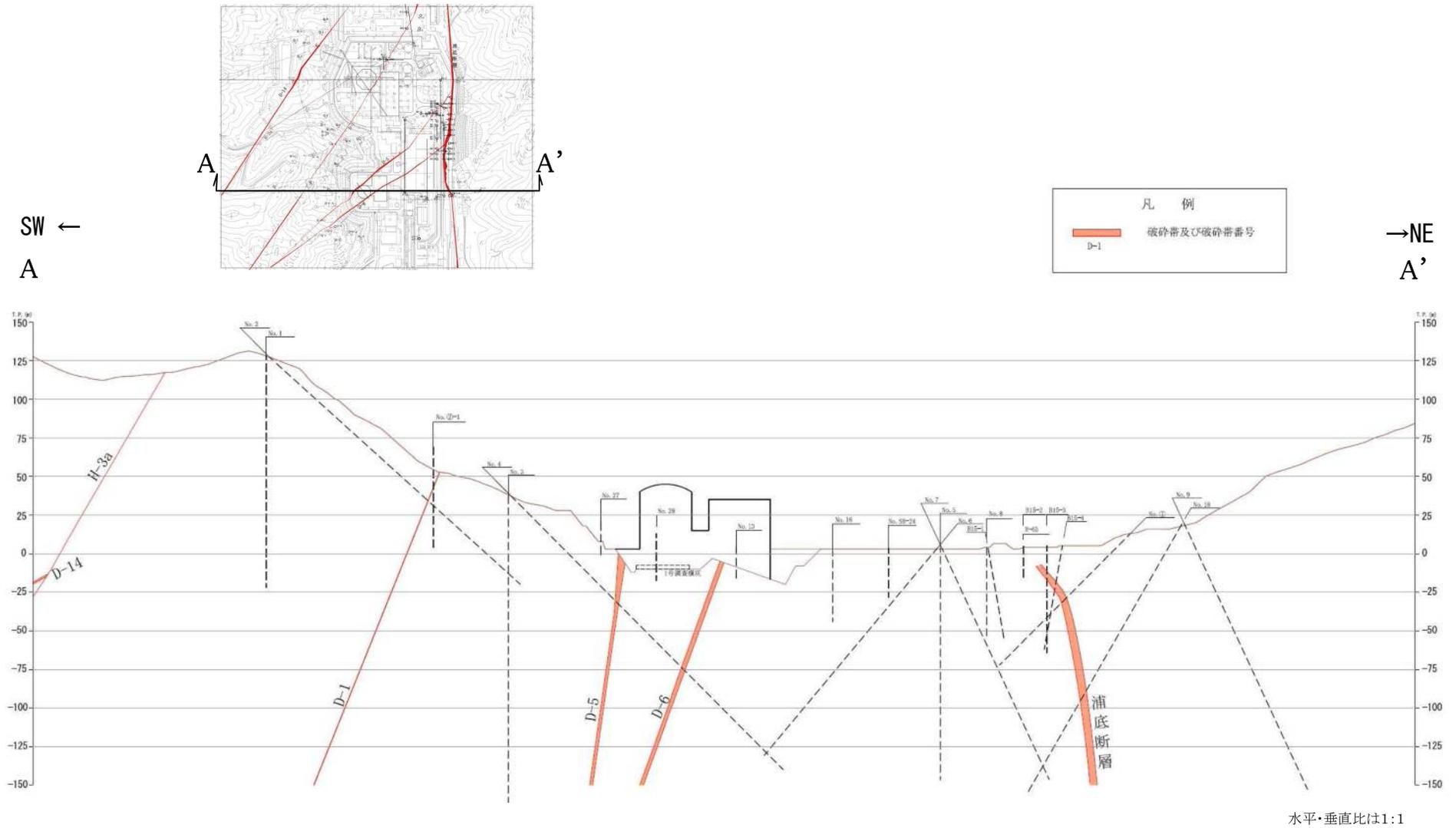


水平・垂直比は1:1

・破砕帯は、高角度で西側に傾斜するものが多い。

1号機地質断面図 A-A'断面
※追加調査結果反映前

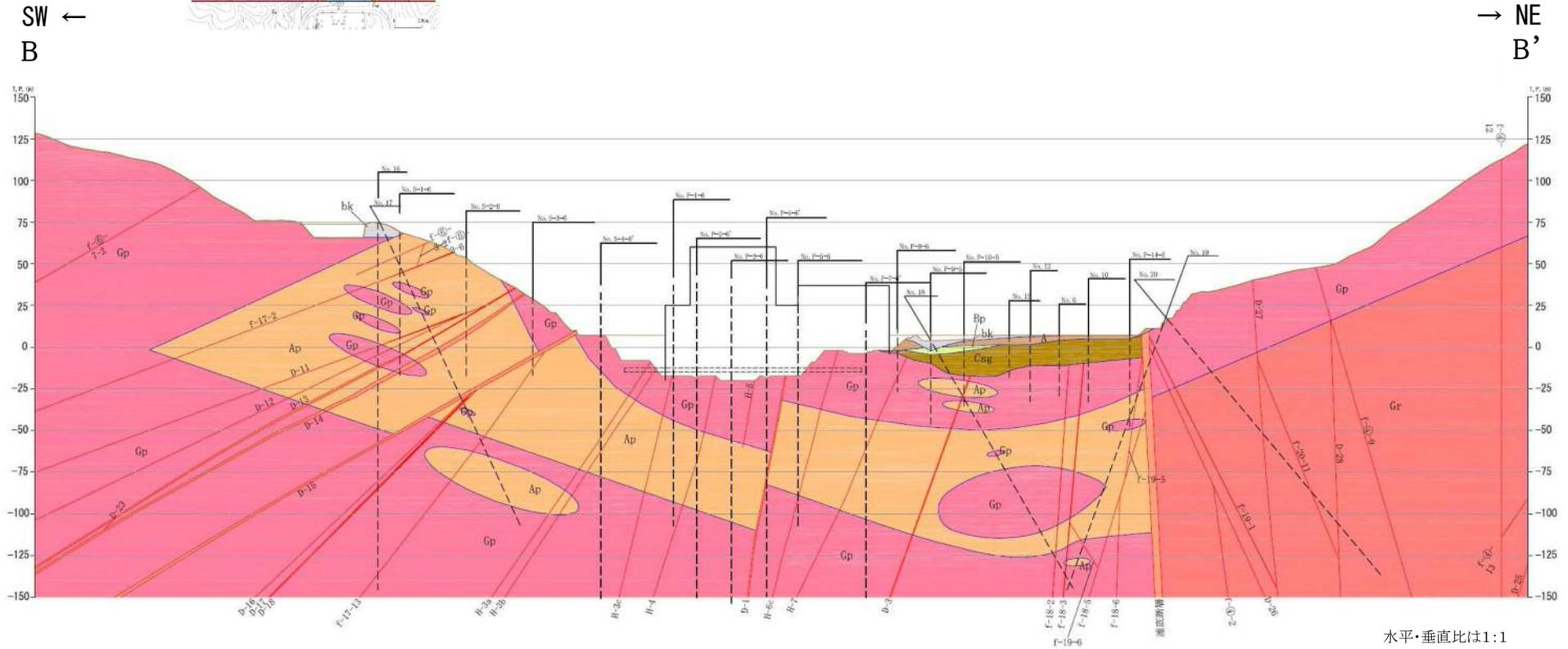
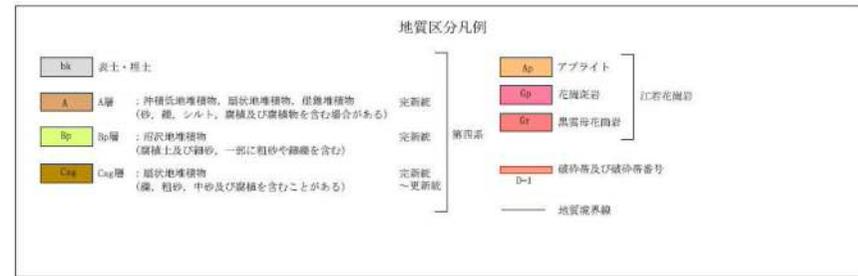
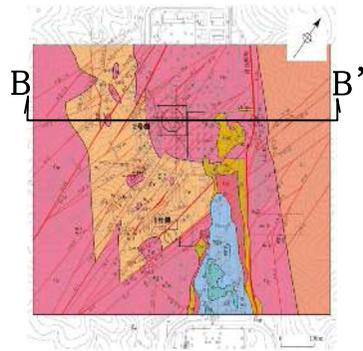
追加調査結果による主要破砕帯の分布断面図（1号機側）



主要破砕帯分布断面図 A-A'断面

※ 平成25年6月末時点の追加調査結果を反映

地質断面図 (2号機側)

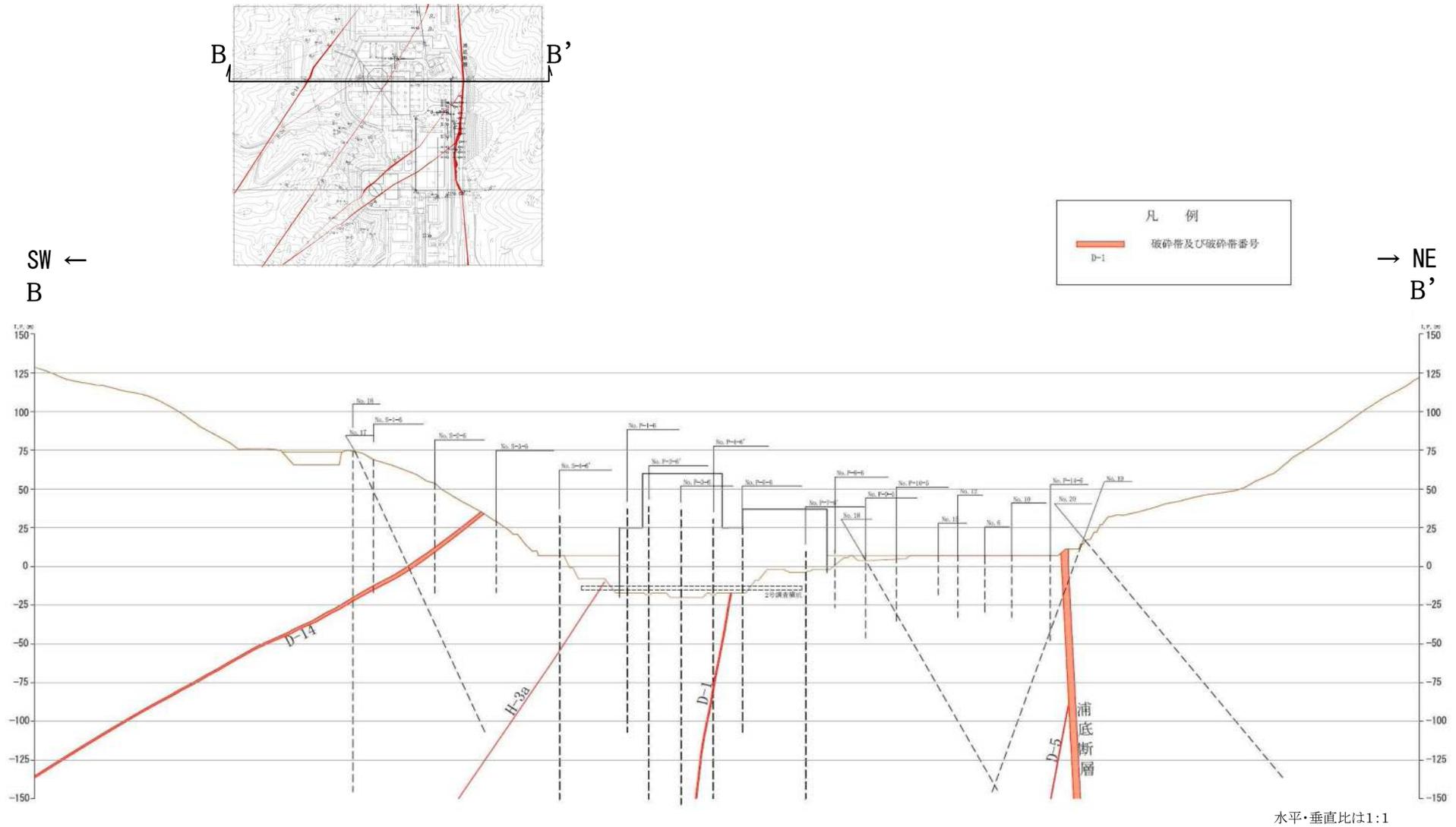


水平・垂直比は1:1

・破砕帯は、高角度で西側に傾斜するものが多い。

2号機地質断面図 B-B' 断面
※追加調査結果反映前

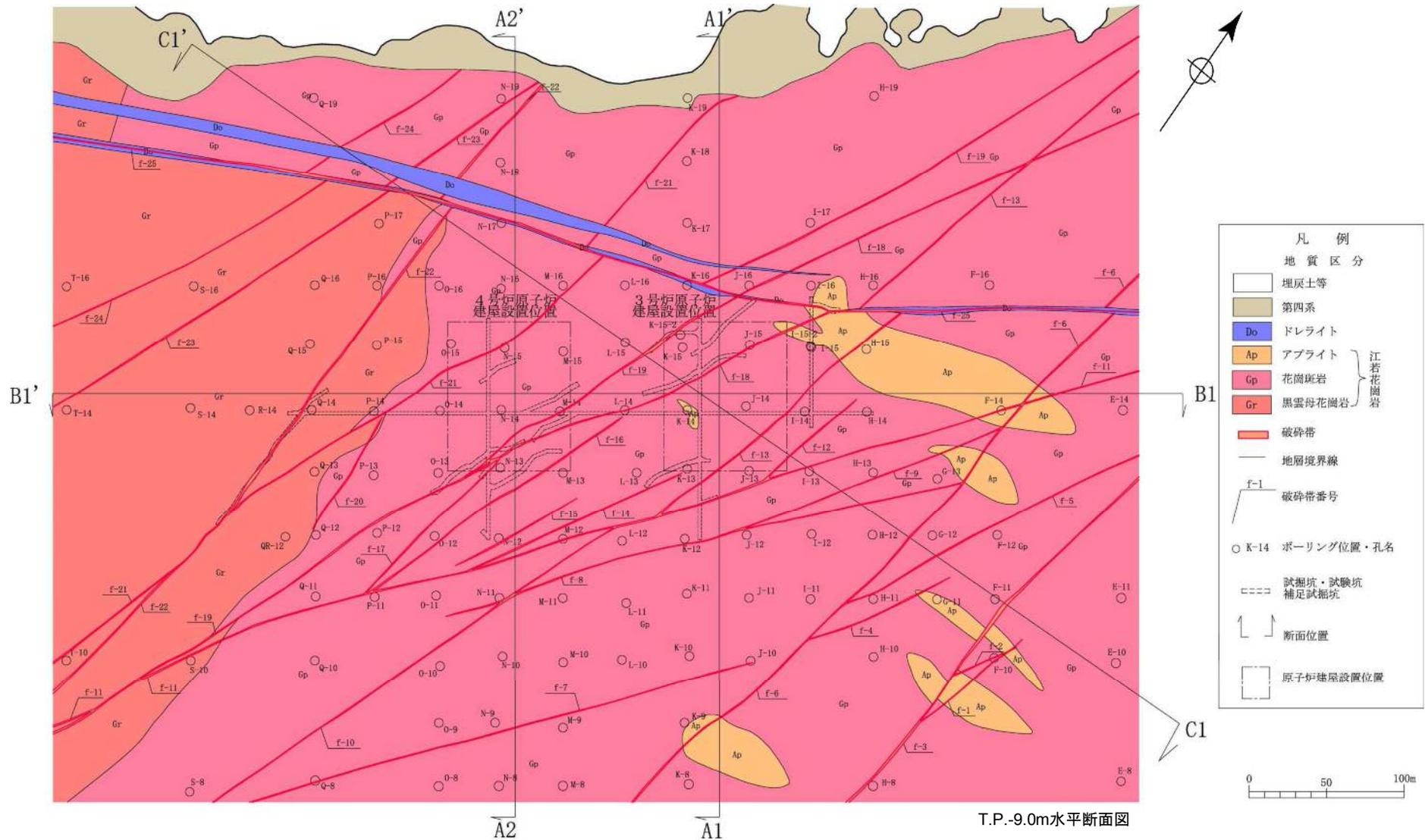
追加調査結果による主要破碎帯の分布断面図（2号機側）



主要破碎帯分布断面図 B-B'断面

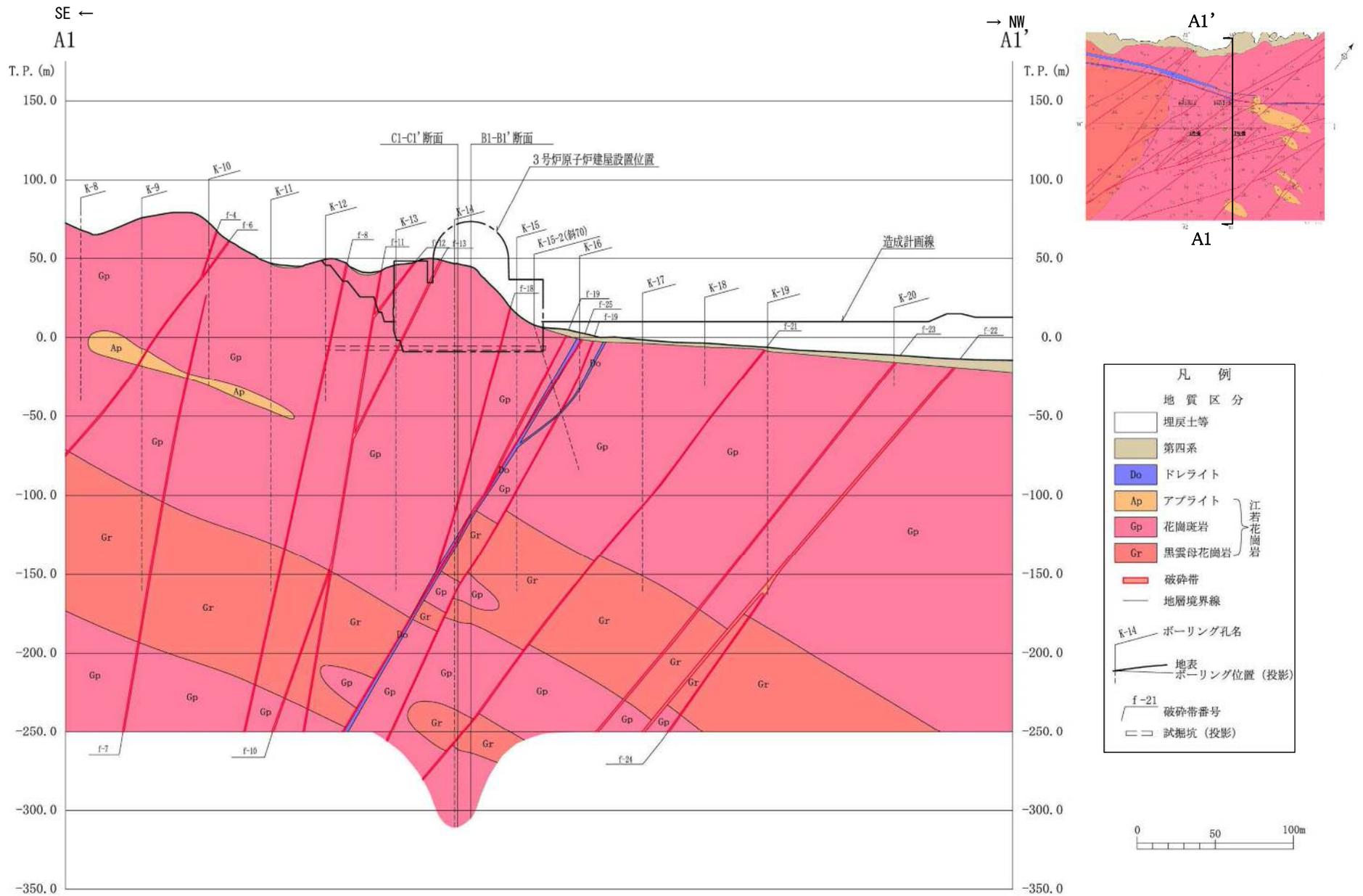
※ 平成25年6月末時点の追加調査結果を反映

地質平面図（3，4号機側）



・破砕帯は、N-S～NE-SW方向のものが卓越している。
 ・ドレライト中にはENE-WSW方向の破砕帯が認められ、N-S～NE-SW方向の破砕帯に変位を与えている。

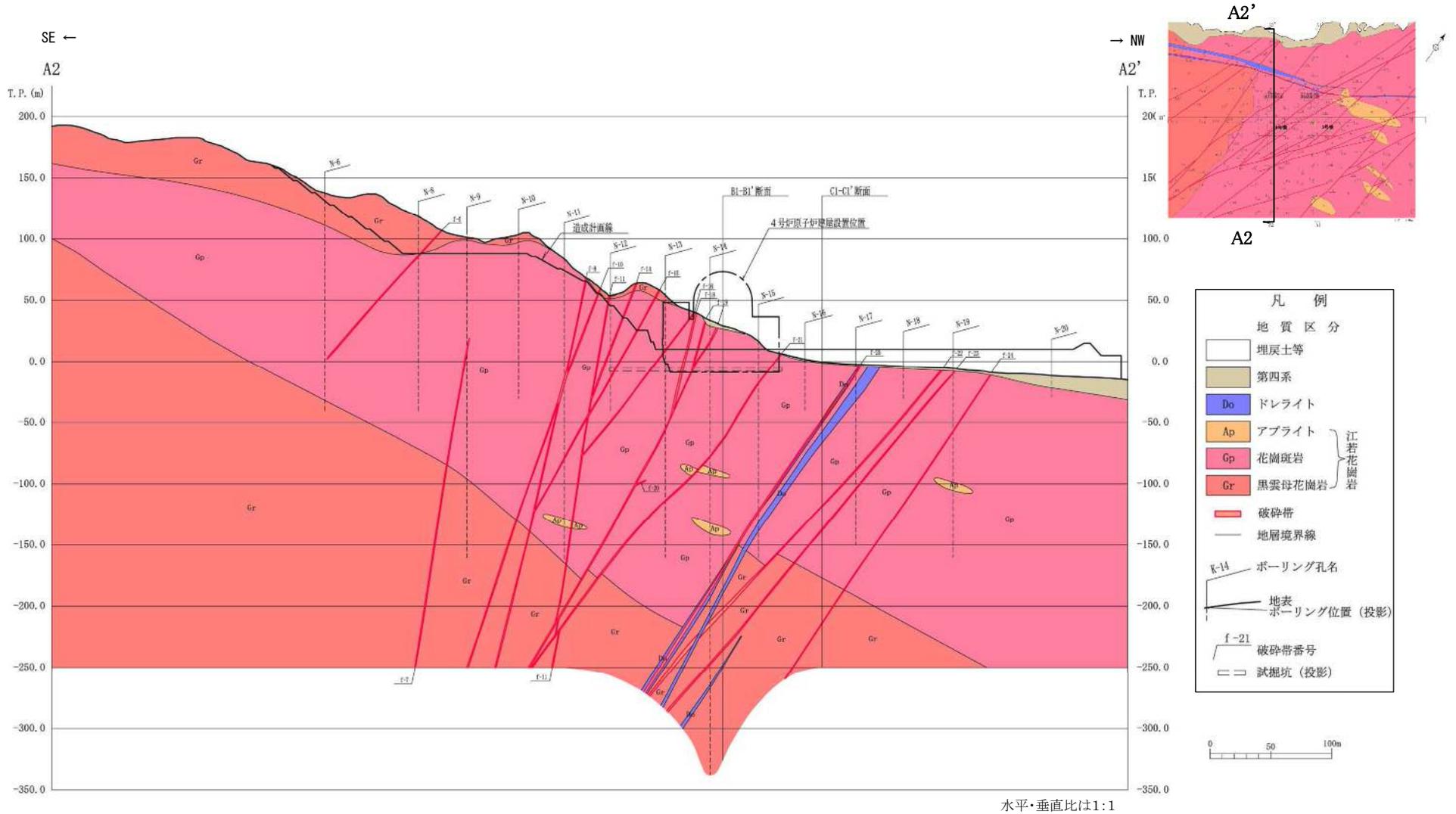
地質断面図（3号機側）



・破碎帯は、高角度で東側に傾斜している。

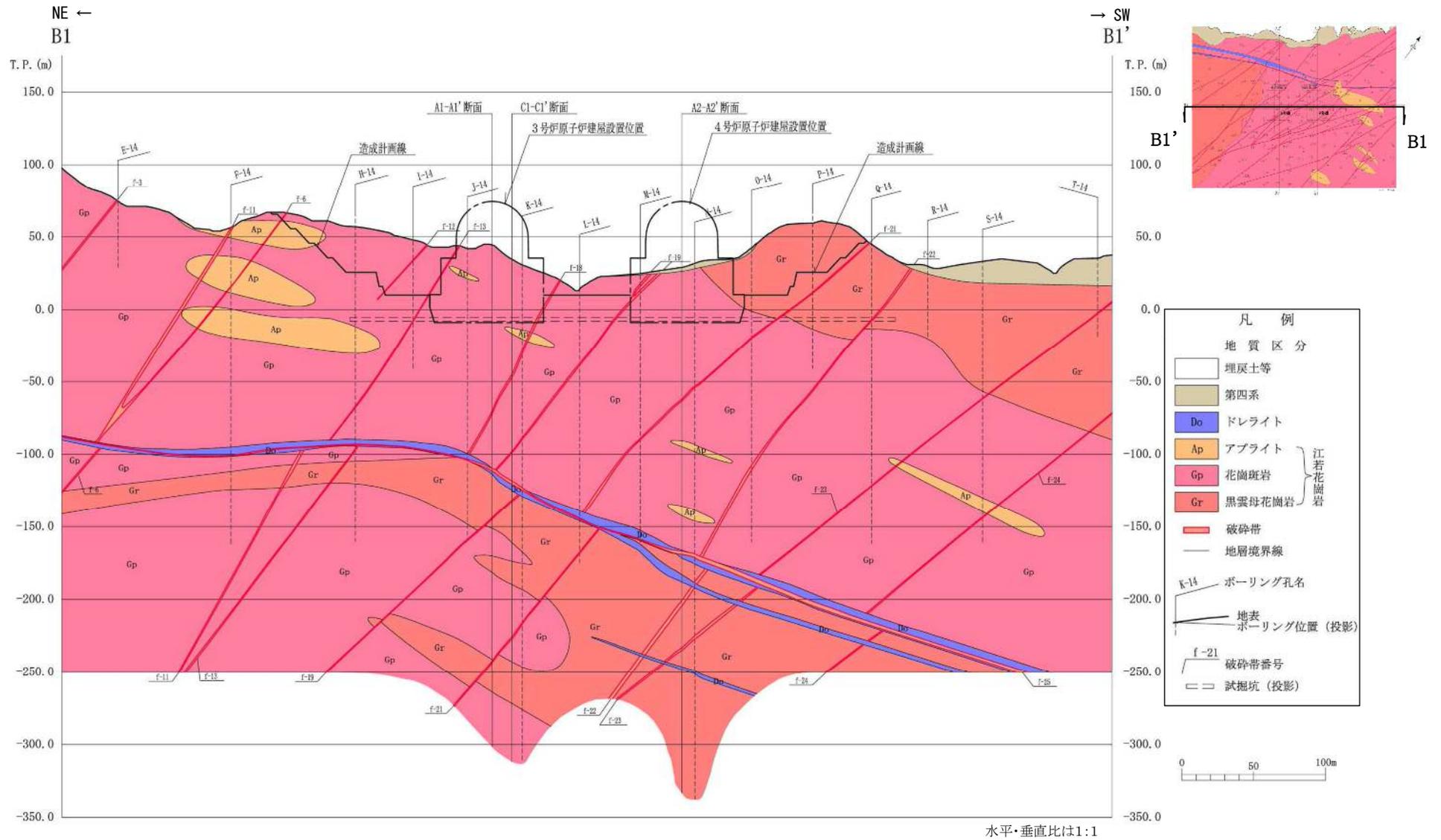
水平・垂直比は1:1

地質断面図（4号機側）



・破碎帯は、高角度で東側に傾斜している。

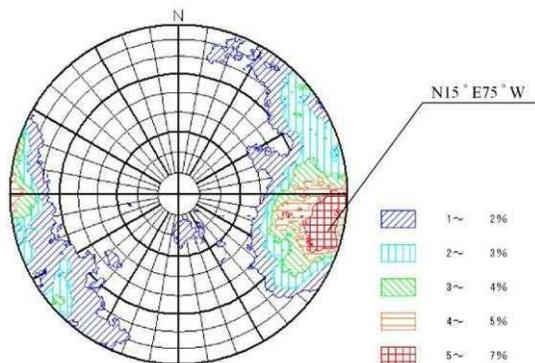
地質断面図（3, 4号機側）



・破碎帯は、東側に傾斜している。

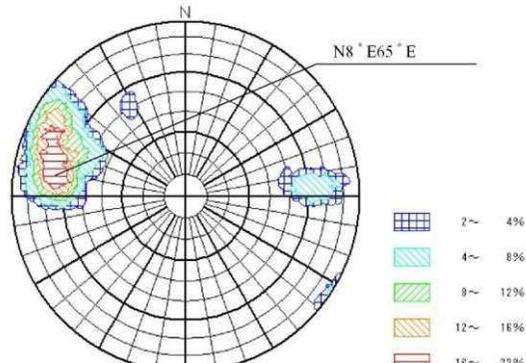
破碎帯

1, 2号機側破碎帯



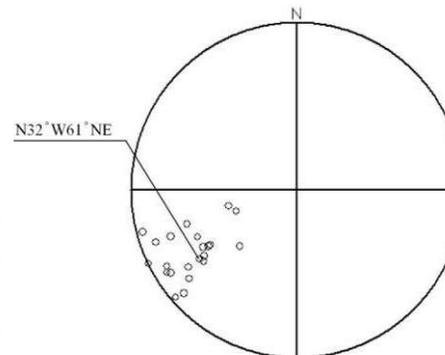
バックチェックボーリングのうち、浦底断層下盤側 データ総数 883

3, 4号機側破碎帯



3・4号機地表破碎帯 N=16
3・4号機設置位置破碎帯 N=142

浦底断層

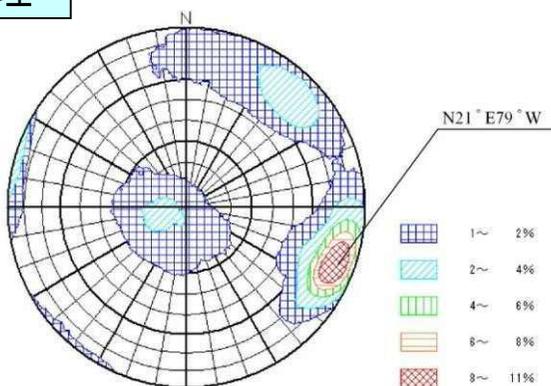


浦底断層の走向・傾斜

・浦底断層を除く破碎帯については、主にN-S～NE-SW方向で、高角度西傾斜のものであり、節理の卓越方向と調和的である。
・浦底断層は、概ねNW-SE方向で鉛直～高角度東傾斜である。

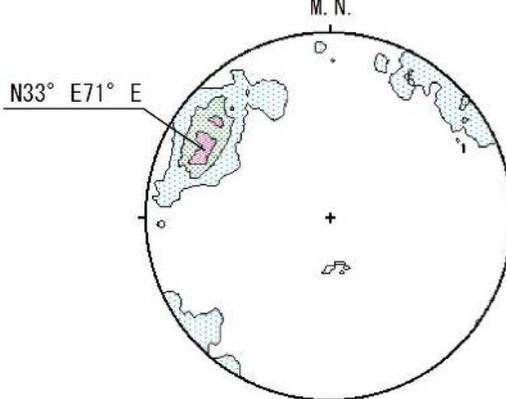
節理

1, 2号機側節理



バックチェックボーリングのうち、浦底断層下盤側

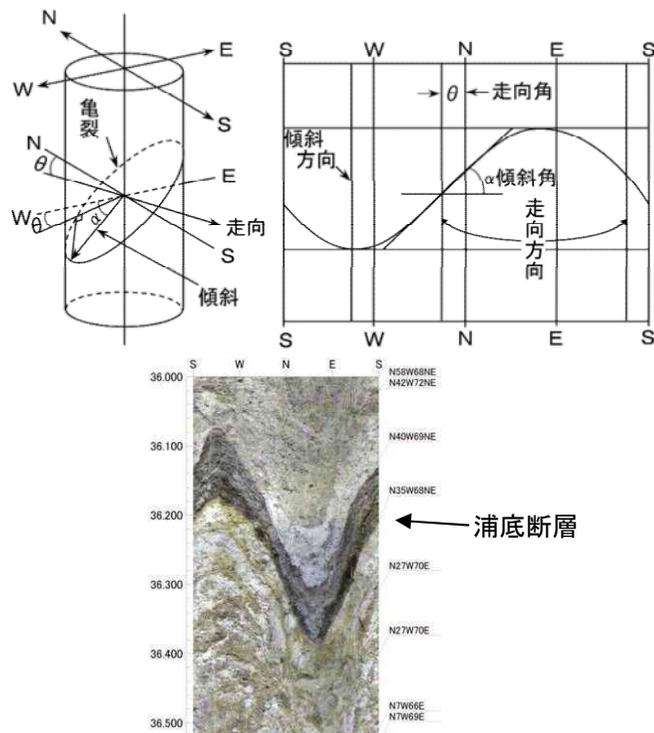
3, 4号機側節理



地表の節理 N=427

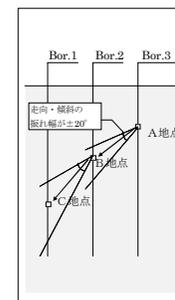
・節理の走向はN-S～NE-SW方向、NNW-SSE方向、E-W方向のものが分布。このうち、N-S～NE-SW方向のものが卓越する。
・傾斜については、1, 2号機側は高角度西傾斜のものが多く、3, 4号機側は高角度東傾斜のものが卓越する。

- ①確認した破砕帯について、走向・傾斜及び破砕帯の性状に基づき延長。
 - － 走向・傾斜については、BHTV、地表地質調査、試掘坑調査等で計測した値を用いる。
 - － 屈曲させる合理的理由がない場合、直線的に延長させることを基本とする。
 - － なお、地表で連続することが確認される破砕帯については、その限りではない。
- ②延長した位置に「走向・傾斜が類似する破砕帯がある場合」及び「走向・傾斜が不明な破砕帯がある場合」には連続するものとして評価。
 - － 走向・傾斜が局所的に変化することも想定して連続させる(ここでは走向・傾斜の振れ幅を $\pm 20^\circ$ 程度とした)。
 - － 延長した位置において「破砕帯の有無が不明である場合」には、そのまま延長させる。
- ③延長した位置に「破砕帯が認められない場合」及び「走向・傾斜が異なる破砕帯がある場合」には、それ以上延長させない。

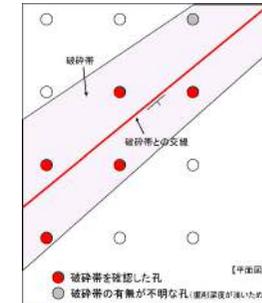


BHTVによる破砕帯の走向・傾斜の計測の一例

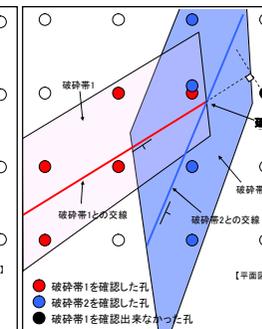
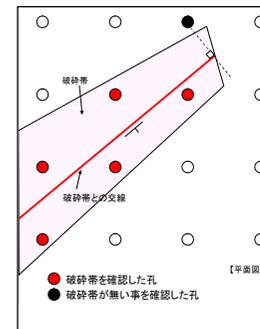
①, ② 破砕帯の連続性検討



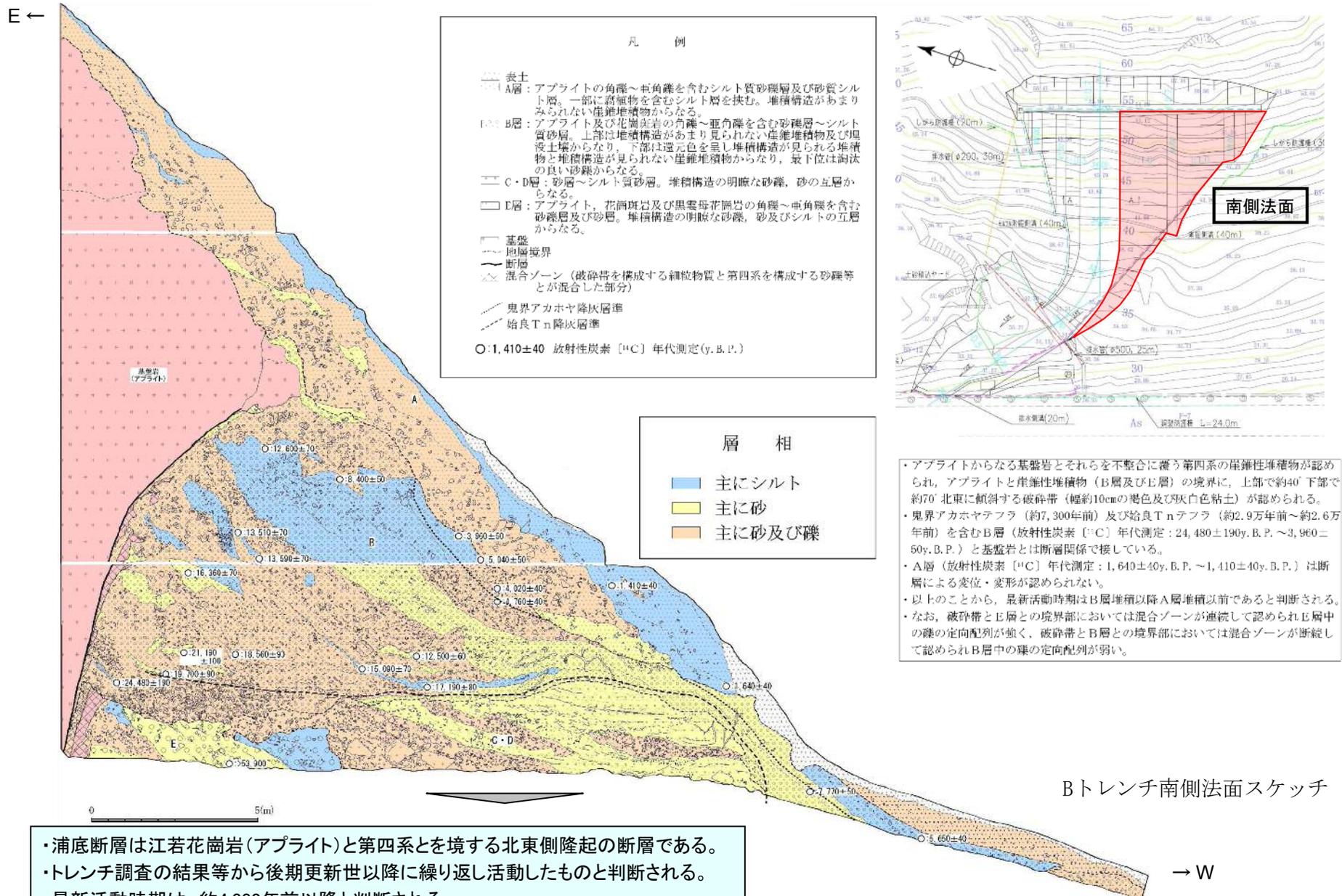
② 破砕帯の延長



③ 破砕帯を延長させない



連続性評価の考え方の模式図



- ・浦底断層は江若花崗岩（アプライト）と第四系とを境する北東側隆起の断層である。
- ・トレンチ調査の結果等から後期更新世以降に繰り返し活動したものと判断される。
- ・最新活動時期は、約4,000年前以降と判断される。
- ・断層ガウジ中の粘土状部は、複数の色調を呈し、縞状に分布。
- ・低地側に倒れこんだ破砕部を背後の断層が変位させている。

- ・アプライトからなる基盤岩とそれらを不整合に覆う第四系の崖堆積物が認められ、アプライトと崖堆積物（B層及びE層）の境界に、上部で約40°下部で約70°北東に傾斜する破砕帯（幅約10cmの褐色及び灰白色粘土）が認められる。
- ・鬼界アカホヤテフラ（約7,300年前）及び始良Tnテフラ（約2.9万年前～約2.6万年前）を含むB層（放射性炭素〔¹⁴C〕年代測定：24,480±190y. B. P. ～3,960±50y. B. P.）と基盤岩とは断層関係で接している。
- ・A層（放射性炭素〔¹⁴C〕年代測定：1,640±40y. B. P. ～1,410±40y. B. P.）は断層による変位・変形が認められない。
- ・以上のことから、最新活動時期はB層堆積以降A層堆積以前であると判断される。
- ・なお、破砕帯とE層との境界部においては混合ゾーンが連続して認められE層中の礫の定向配列が強く、破砕帯とB層との境界部においては混合ゾーンが断続して認められB層中の礫の定向配列が弱い。

