

1. 大飯発電所敷地内破砕帯調査の経緯

2. 大飯発電所の概要

3. 敷地内破砕帯の調査

(1) 調査の概要

(2) F-6破砕帯の連続性について

① F-6破砕帯の特徴の整理

② 連続性の検討

(3) F-6破砕帯の活動性について

① 粘土鉱物分析による検討

② 上載地層法による検討

4. まとめ

断層性状の評価に関する事例

-大飯発電所の敷地内破砕帯調査について-

平成26年3月19日

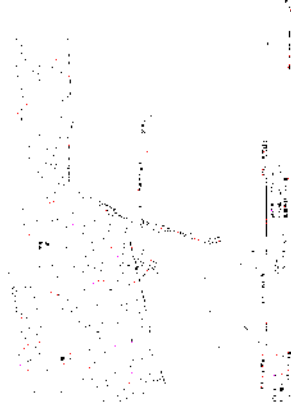
関西電力株式会社

1. 大飯発電所 敷地内破砕帯調査の経緯

大飯発電所の敷地内破砕帯調査の経緯

- 旧原子力安全・保安院では、平成23年東北地方太平洋沖地震後に耐震バックチェック再開の一環として、全国の原子力発電所敷地内の破砕帯について評価を改めて整理。
- 大飯発電所については、専門家から活動性はないのではという意見が多数あったが、3/4号炉設置許可申請時にF-6破砕帯を対象として掘削されたトレンチの北西側壁面スケッチにおいて、**F-6破砕帯箇所**で**基盤上面に段差が認められること**等に関し、活動性を完全に否定するためには現状の資料では十分ではなく、現地での直接確認が必要との意見が大勢であった。
- これを踏まえ、旧原子力安全・保安院は、**F-6破砕帯の性状の直接確認、破砕帯の長さの確認を指示**。

(「関西電力大飯 発電所の敷地内破砕帯調査について」平成26年2月12日
原子力規制委員会 大飯 発電所敷地内破砕帯の調査に関する有識者委員会 一(一部加筆)

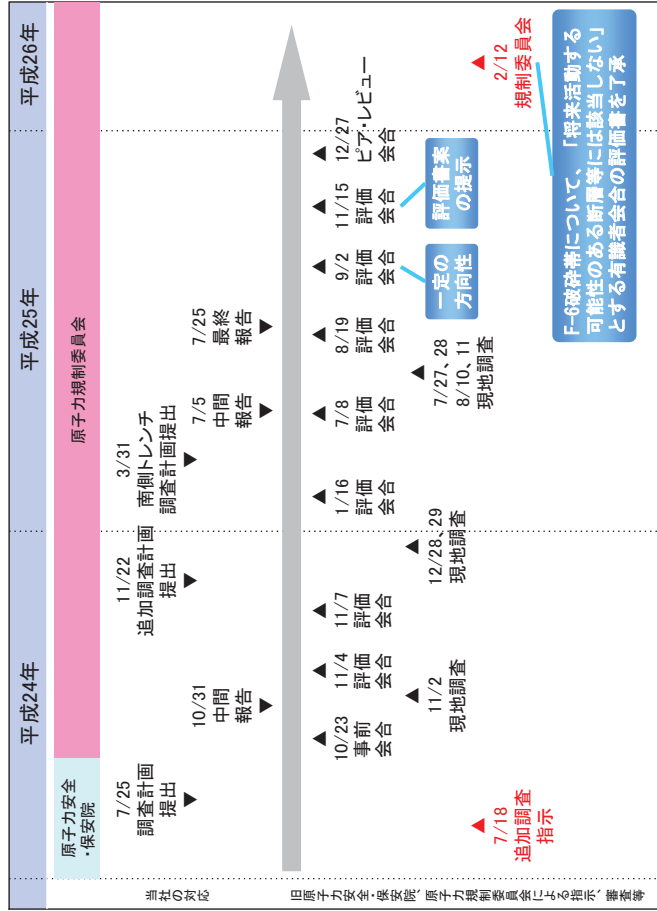


既往トレンチF-6破砕帯スケッチ(北西側削壁面スケッチ)
(3.4号炉設置許可申請書)

既往トレンチF-6破砕帯スケッチ(南東側削壁面)
(3.4号炉設置許可申請書)

2. 大飯発電所の概要

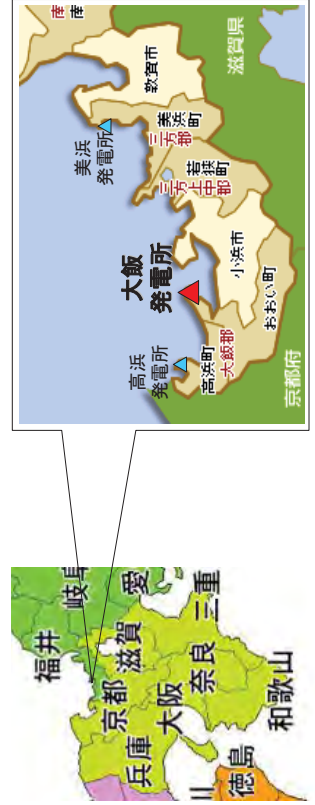
大飯発電所の敷地内破砕帯調査の経緯



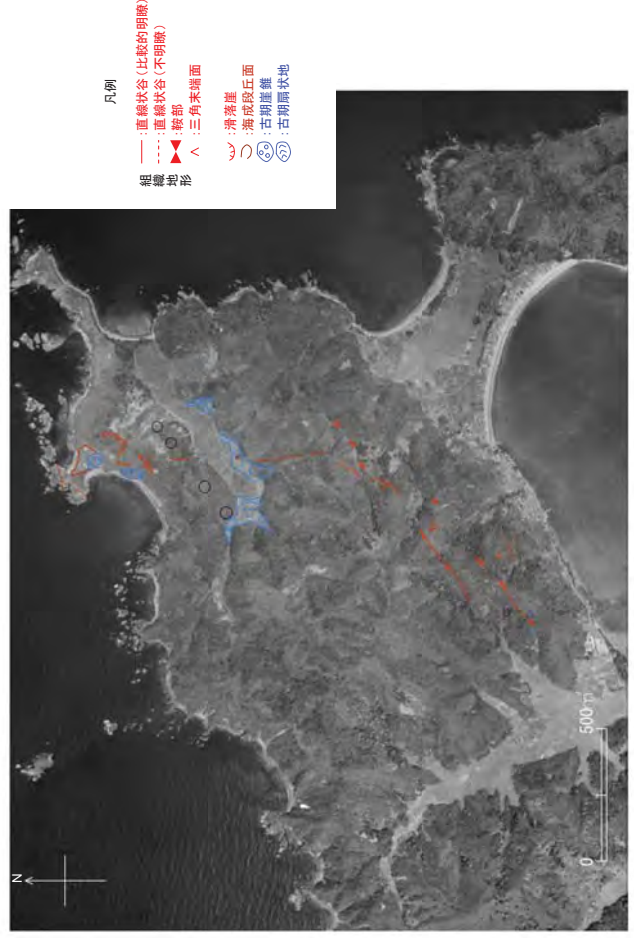
大飯発電所の概要



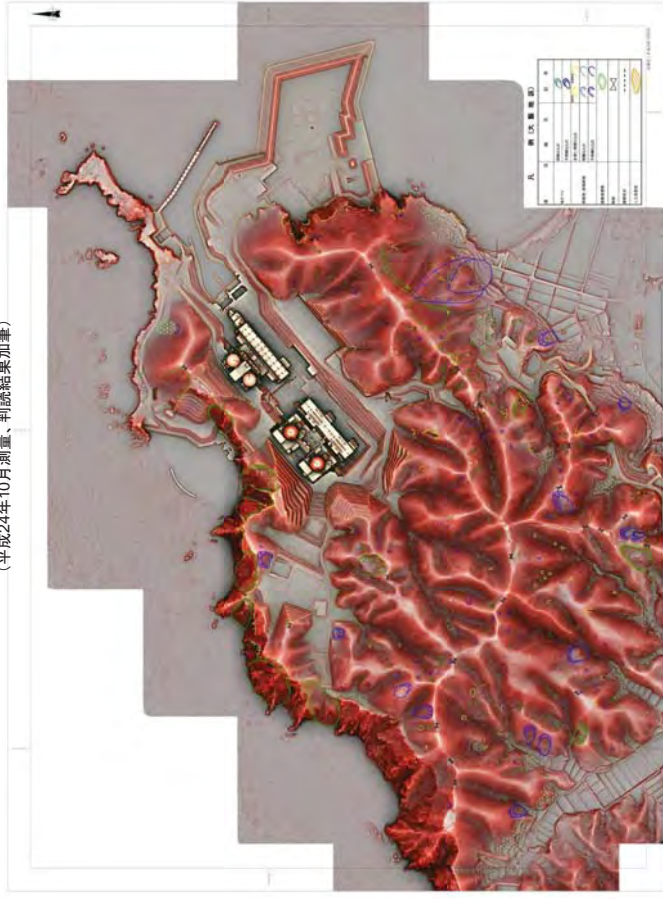
号機	原子炉	定格出力	運転開始
1号機		117.5万kW	昭和54年3月
2号機	加圧水型	117.5万kW	昭和54年12月
3号機	軽水炉 (PWR)	118万kW	平成3年12月
4号機		118万kW	平成5年2月



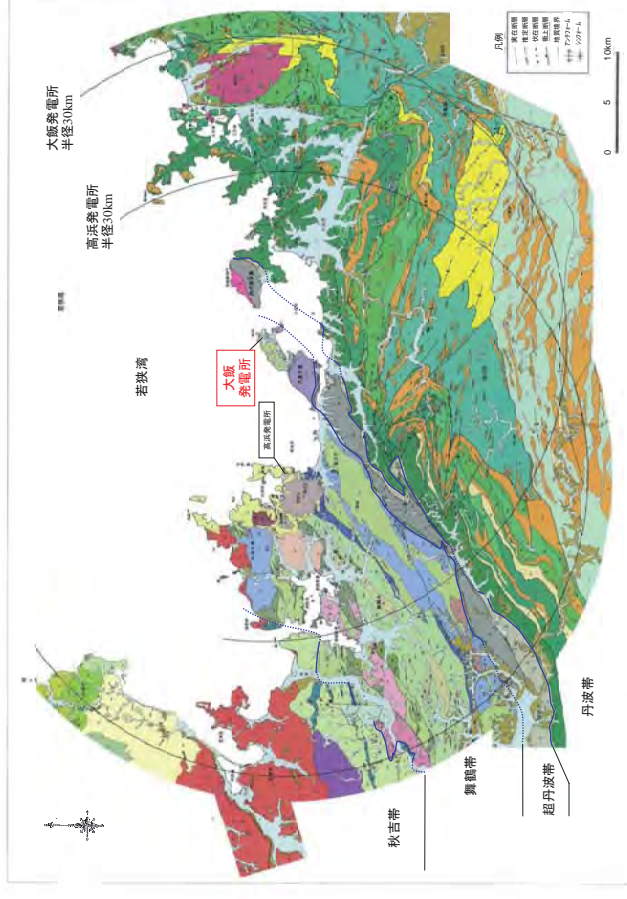
発電所建設以前の敷地の航空写真
(国土地理院1963年撮影2万分の1写真のネガから5千分の1の写真を今回作成。判断結果加筆)



航空レーザー計測によるDEMから作成した赤色立体地図 (平成24年10月測量、判読結果加筆)



敷地周辺の陸域の地質の概要

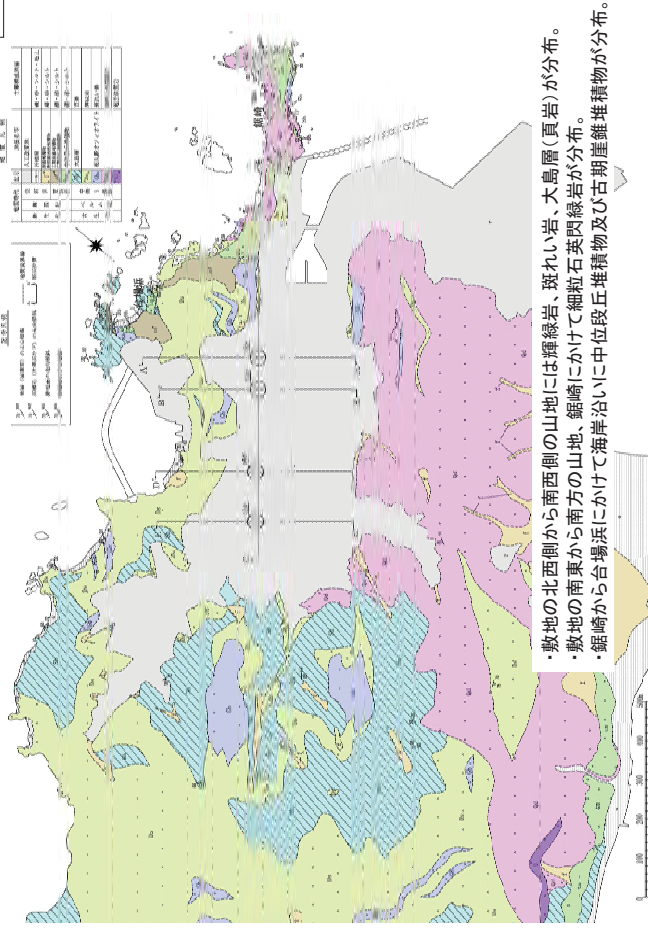


陸域の地質層序

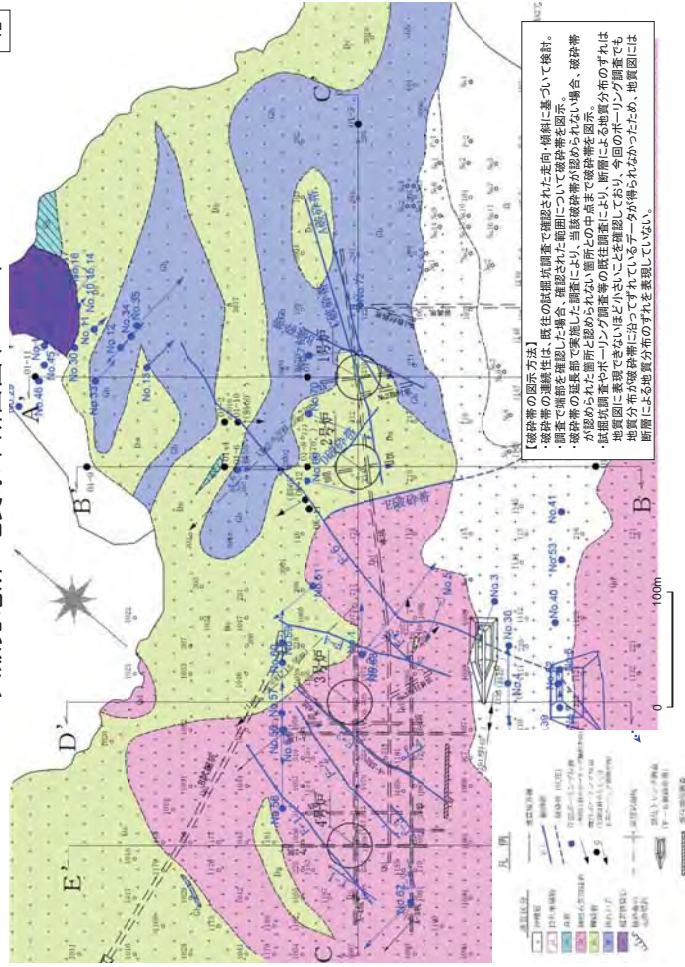
文献調査・地表地質調査

地質年代	新第三紀	中生代	古生代	新第三紀～古生代
第四紀	更新世 Y Yh	白堊紀 C Ca	石炭紀 C C1, C2, C3	新第三紀更新世 De, Da
第三紀	新第三紀 T, T1, T2	白堊紀 C, Ca	石炭紀 C, C1, C2, C3	新第三紀更新世 De, Da
中生代	白堊紀 C, Ca	白堊紀 C, Ca	石炭紀 C, C1, C2, C3	新第三紀更新世 De, Da
古生代	新第三紀 T, T1, T2	白堊紀 C, Ca	石炭紀 C, C1, C2, C3	新第三紀更新世 De, Da

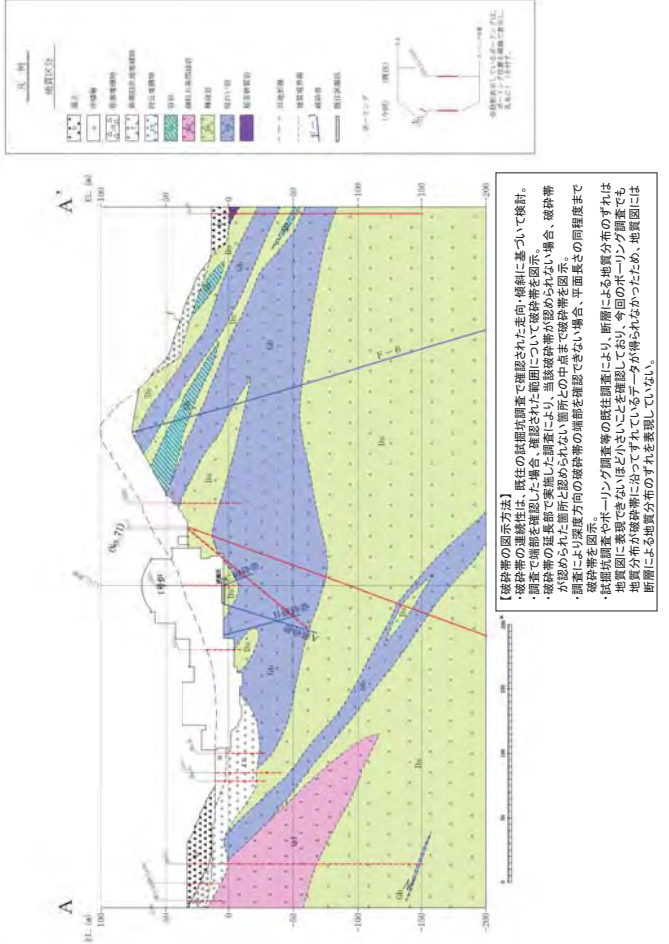
大飯発電所 敷地の地質



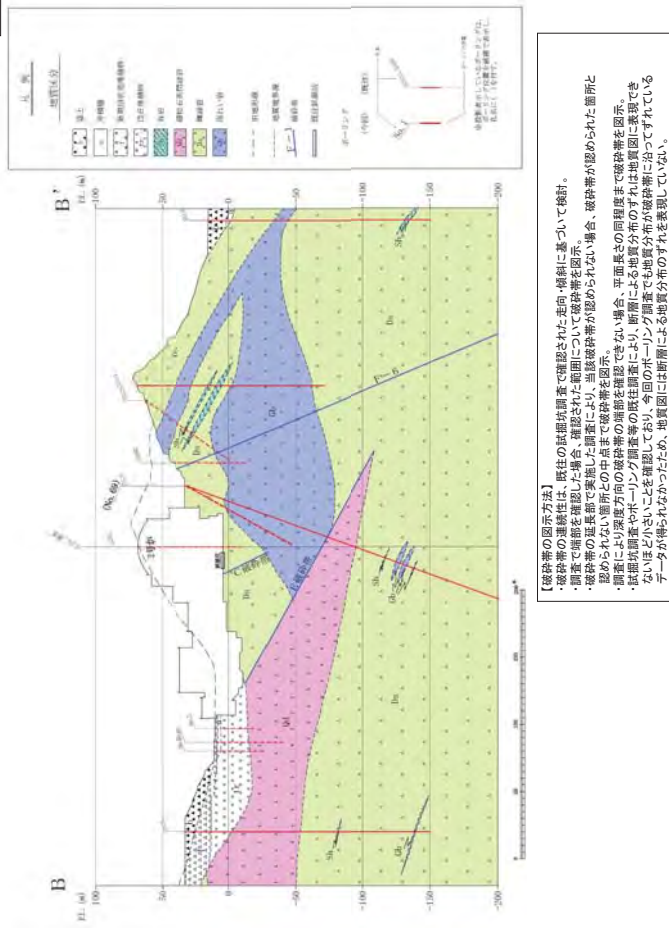
- 敷地の北西側から南西側の山地には輝緑岩、斑れい岩、大島層(頁岩)が分布。
- 敷地の南東から南方の山地、鋸崎にかけて細粒石英閃緑岩が分布。
- 鋸崎から台場浜にかけて海岸沿いに中位段丘堆積物及び古期崖線堆積物が分布。



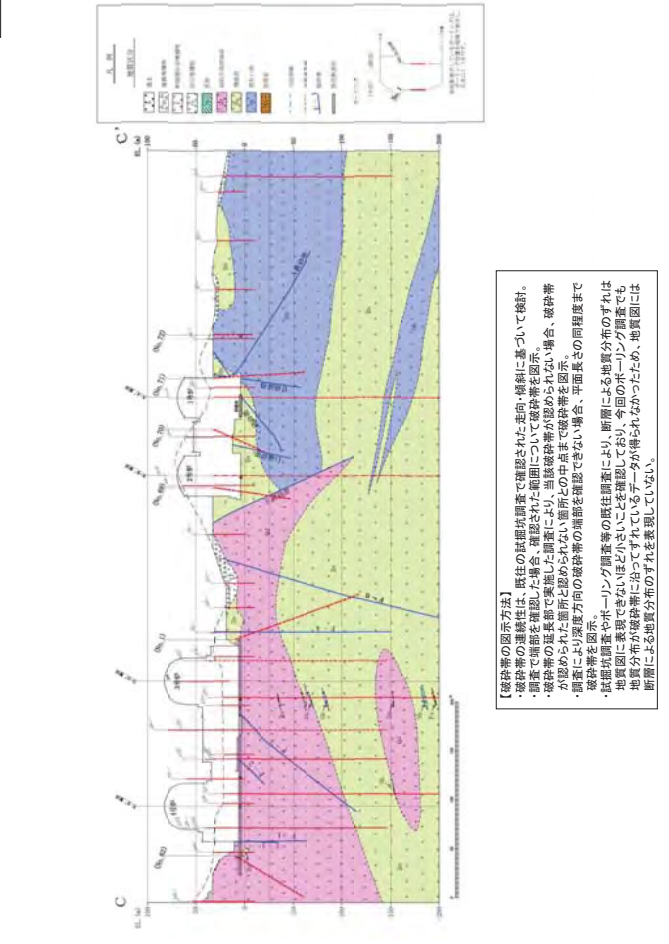
【破砕帯の図示方法】
 ・破砕帯の連続性は、既往の探鉱坑調査で確認された走向・傾斜に基づいて検討。
 ・調査で連続性を確認した範囲については破砕帯を図示。
 ・破砕帯の延長部で実施した調査により、当該破砕帯が認められない場合、破砕帯が認められた箇所と認められない箇所との中間まで破砕帯を図示。
 ・探鉱坑調査やボーリング調査等の既往調査により、断面による地質分布のずれは地質図に表現できないほど小さいことを確認しており、断面による地質分布のずれは地質図に表現できないほど小さいことを確認しており、今回のボーリング調査でも地質分布が破砕帯に沿って示されているデータが得られたため、地質図には断面による地質分布のずれを表現していない。



【破砕帯の図示方法】
 ・破砕帯の連続性は、既往の探鉱坑調査で確認された走向・傾斜に基づいて検討。
 ・調査で連続性を確認した範囲については破砕帯を図示。
 ・破砕帯の延長部で実施した調査により、当該破砕帯が認められない場合、破砕帯が認められた箇所と認められない箇所との中間まで破砕帯を図示。
 ・探鉱坑調査やボーリング調査等の既往調査により、断面による地質分布のずれは地質図に表現できないほど小さいことを確認しており、今回のボーリング調査でも地質分布が破砕帯に沿って示されているデータが得られたため、地質図には断面による地質分布のずれを表現していない。



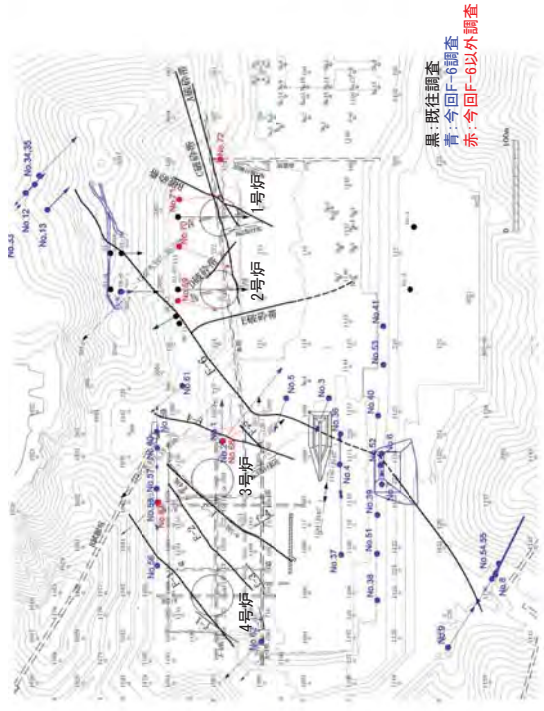
【破砕帯の図示方法】
 ・破砕帯の連続性は、既往の探鉱坑調査で確認された走向・傾斜に基づいて検討。
 ・調査で連続性を確認した範囲については破砕帯を図示。
 ・破砕帯の延長部で実施した調査により、当該破砕帯が認められない場合、破砕帯が認められた箇所と認められない箇所との中間まで破砕帯を図示。
 ・探鉱坑調査やボーリング調査等の既往調査により、断面による地質分布のずれは地質図に表現できないほど小さいことを確認しており、今回のボーリング調査でも地質分布が破砕帯に沿って示されているデータが得られたため、地質図には断面による地質分布のずれを表現していない。



【破砕帯の図示方法】
 ・破砕帯の連続性は、既往の探鉱坑調査で確認された走向・傾斜に基づいて検討。
 ・調査で連続性を確認した範囲については破砕帯を図示。
 ・破砕帯の延長部で実施した調査により、当該破砕帯が認められない場合、破砕帯が認められた箇所と認められない箇所との中間まで破砕帯を図示。
 ・探鉱坑調査やボーリング調査等の既往調査により、断面による地質分布のずれは地質図に表現できないほど小さいことを確認しており、今回のボーリング調査でも地質分布が破砕帯に沿って示されているデータが得られたため、地質図には断面による地質分布のずれを表現していない。

3. 敷地内破砕帯調査

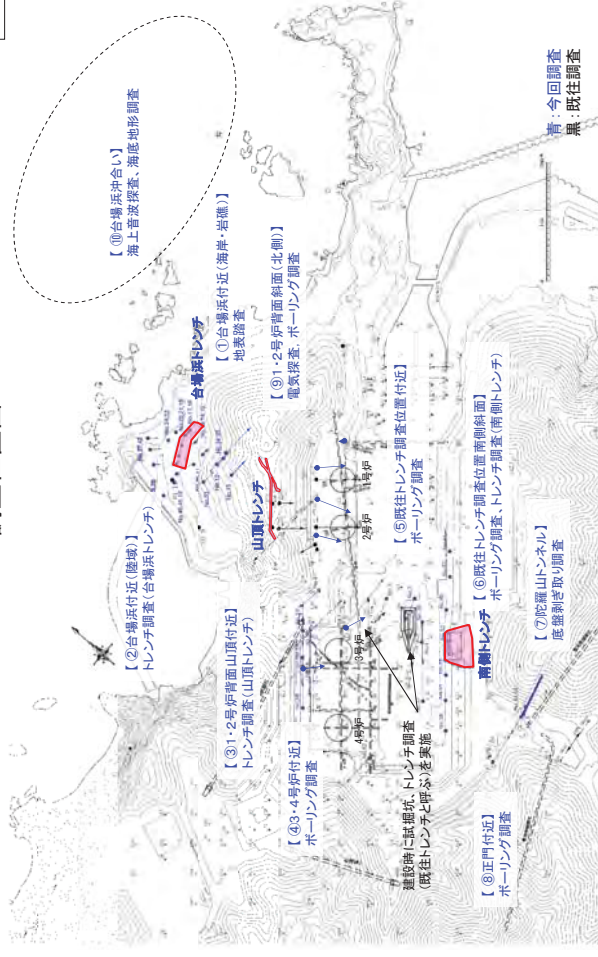
敷地内の破砕帯



・敷地内には、建設当時および耐震バックチェック時の調査により、A～E、F-1～6、f-1～4の破砕帯が確認されており、いずれも後期更新世以降の活動はないと評価している。
 ・このうち、最も規模の大きいF-6破砕帯が代表と判断しており、建設時のトレンチ調査等により、活動性がな
 いことを確認している。

(1) 調査の概要

調査位置図



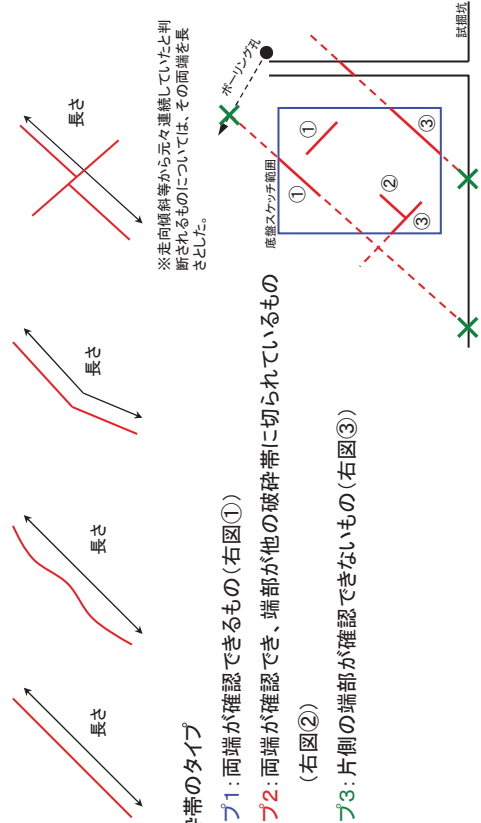
・H24.7の旧原子力安全 保安院の指示を受け、敷地内F-6破砕帯の
 連続性・活動性の評価のために、上記の調査を実施した。

幅と長さの関係を踏まえた破砕帯の特性把握

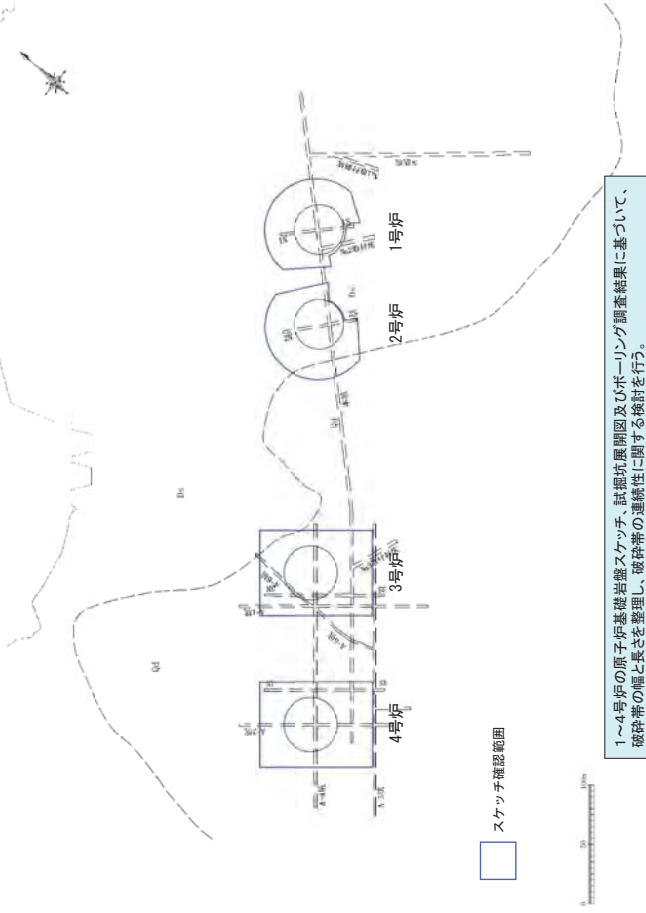
- 原子炉基礎岩盤スケッチ及びその他調査結果を用いた破砕帯の幅と長さの関係に関する検討破砕帯の幅と長さの関係に関する検討
 - ⇒連続性に乏しい破砕帯の幅の把握
- 破砕帯の幅と長さの関係を踏まえた大飯発電所における破砕帯の特性把握

破砕帯の幅と長さの関係に関する検討方法

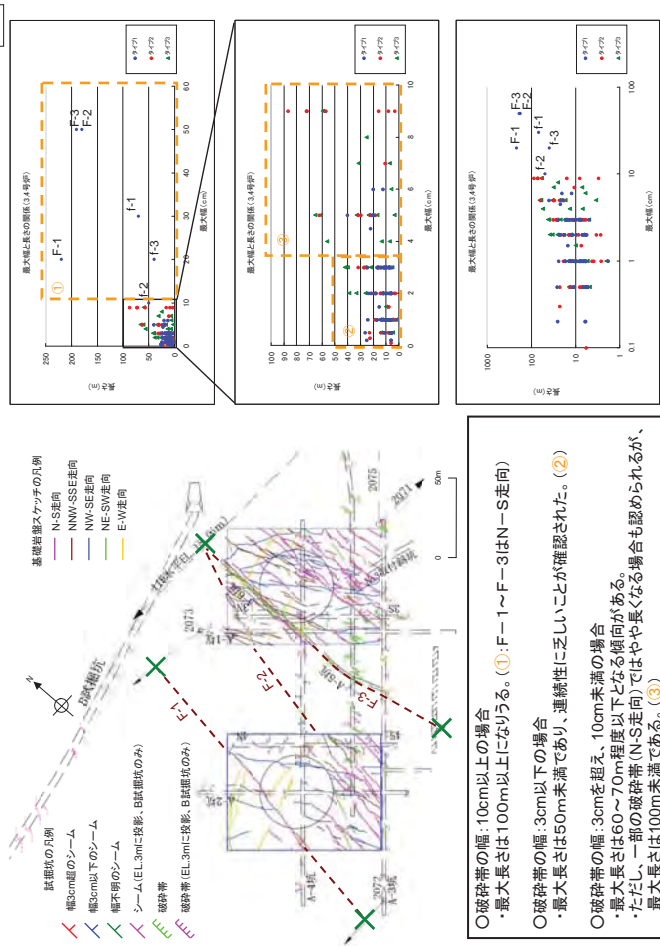
- 破砕帯の幅は、原子炉基礎岩盤スケッチ及び試掘坑展開図に記載されている最大幅を用いた。
- 破砕帯の長さは、以下のように図読により計測した。

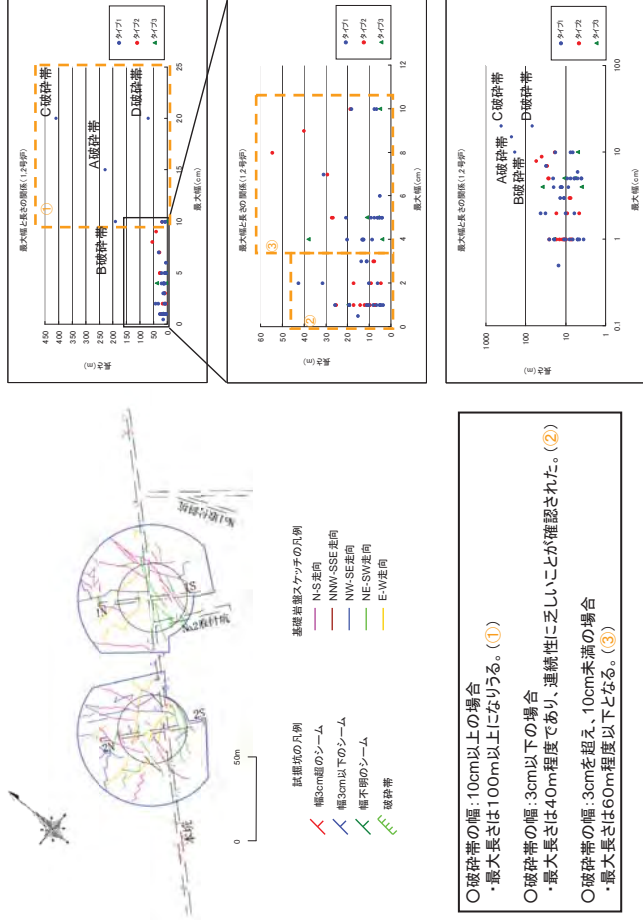


原子炉基礎岩盤スケッチ及び試掘坑位置図



破砕帯の幅と長さの関係(3、4号炉基礎岩盤スケッチ及びその他調査結果を統合)





(2) F-6破砕帯の連続性について

- ① F-6破砕帯の特徴の整理
- ② 連続性の検討

破砕帯の幅と長さの関係に関する検討結果のまとめ 及び大飯発電所における破砕帯の連続性検討

【原子炉基礎岩盤スケッチを用いた破砕帯の幅と長さの関係に関する検討結果のまとめ】

- ・幅3cm以下の破砕帯の最大長さは、50m未満。
- ・幅3cmを超え、10cm未満の破砕帯の最大長さは、100m未満。
- ・幅10cm以上の破砕帯の最大長さは、100m以上になりうる。



【破砕帯の幅と長さの関係を踏まえた大飯発電所における破砕帯の連続性検討】

- ・幅3cm以下の破砕帯は連続性に乏しいため、**幅3cm以上の破砕帯を対象に連続性を検討する。**

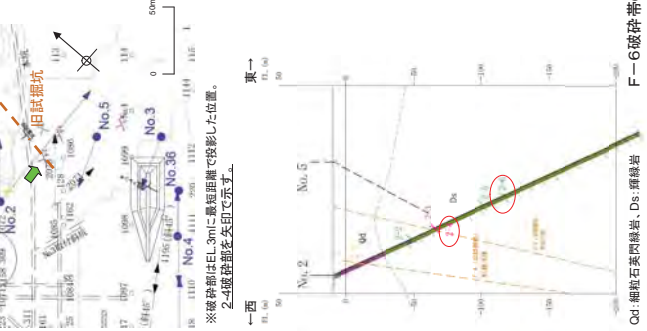
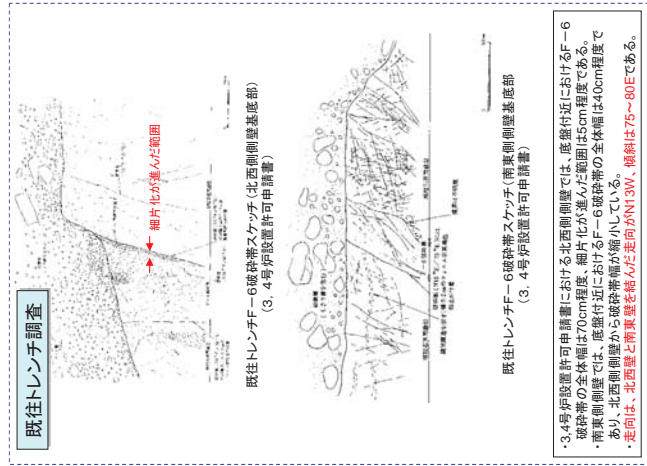
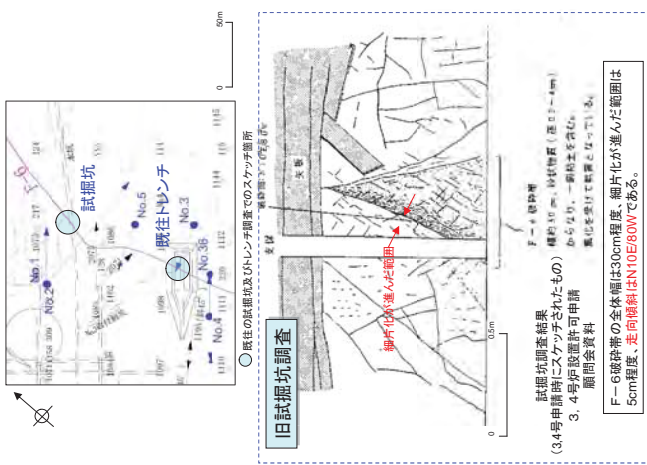
※ただし、各破砕帯の端部位置の確認には、幅3cm以下の破砕帯を含めて検討する。

① F-6破砕帯の特徴の整理

- ・既往調査結果(旧試掘坑、既往トレンチ)およびその周辺で実施したボーリングにより、F-6破砕帯の特徴(走向、傾斜、運動センス)を確認

破砕帯の走向・傾斜

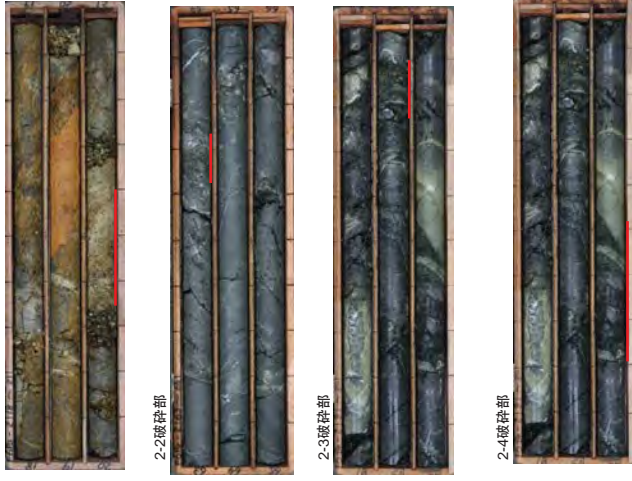
- ・旧試掘坑付近: NNE-SSW走向で高角西傾斜
 - ・既往トレンチ付近: NNW-SSE走向で高角東傾斜
- 運動センス
- ・右ずれ・正断層センス



試掘番号	試掘深度(m)	試掘層	試掘層の性状	方位	傾斜	傾斜幅(mm)	傾斜角(°)	試掘層中の有無(有無)	試掘層の性状(有無)
2-1	20.50	Qd	細粒石英質凝結岩	38 W	30 SW	20	20	0	1-2
2-2	63.70	Ds	角閃状破砕岩	17 W	50 W	10	5	0	X
2-3	82.81	Ds	粘土伴角閃状破砕岩	25 E	43 W	10	10	15	X
2-4	83.51	Ds	粘土伴角閃状破砕岩	20 E	51 W	15	15	05	F-6破碎帯 F-6破碎帯 F-6破碎帯
2-5	122.28	Ds	角閃状破砕岩	23 W	38 W	6	—	0	X
2-6	141.28	Ds	粘土伴角閃状破砕岩	25 E	47 W	15	15	1	X
2-6	141.28	Ds	粘土伴角閃状破砕岩	33 E	73 NW	15	15	1	X

※1: 傾斜角はNo.1, No.5時。

【F-6破碎帯の抽出】
No.2孔では、連続性検討対象の破碎帯(幅3cm程)が6箇所認められた(上表)。
旧試掘坑で認められたF-6破碎帯の走向傾斜はN10E/80Wであり、この特徴と類似するものが2箇所(2-4, 2-6)認められた。
これらの破碎帯のうち、2-4はF-6破碎帯の出現が想定される位置に近接しているが、2-6は想定される位置から離れている。
以上より、2-4をF-6破碎帯として抽出。
【F-6破碎帯の特徴把握に関する検討】
2-4は幅15cmの粘土伴角閃状破砕帯からなる。薄片を作成し、CT画像解析、糸線観察及び薄片観察(糸線に平行、かつ断面面に直交方向のレイアウト)の各々が実施された。F-6破碎帯の走向は、F-6破碎帯の走向と一致している。薄片観察の結果、最前面のF-6面は緑泥石層を剪断していない。
【その他の破碎帯に関する検討】
F-6破碎帯以外の5箇所の破碎帯は、2-1破碎帯は破碎孔で認められる(No.1孔、1-2破碎帯)。これらの破碎帯は、その特徴からF-6破碎帯と判定される。その他の破碎帯のうち、CT画像解析により傾斜10cm以上のもの(2-3, 2-6)があるが、破碎孔に連続しない。上記を除いた破碎帯は、幅が小さく破碎帯とも認められない。



2-1破碎帯
深度20.35~20.60m 細粒石英質凝結岩中の凝湿り砂状破砕帯(N38W/85SW)。連続性のない不明瞭な白色粘土は認められるが断層ガウジは、F-6破碎帯。

2-2破碎帯
深度83.7m 凝結岩中の幅10cm程の角閃状破砕帯(N17W/45W)。断層に若干細粒分混し断層ガウジは認められない。

2-3破碎帯
深度82.78~82.90m 凝結岩中の幅約10cmの粘土伴角閃状破砕帯(N25E/43W)。82.81mに幅15mmの灰色の細粒部を挟み、その下層側幅5cm間には角閃帯の中を細粒に幅1mm以下の断層部が入る。

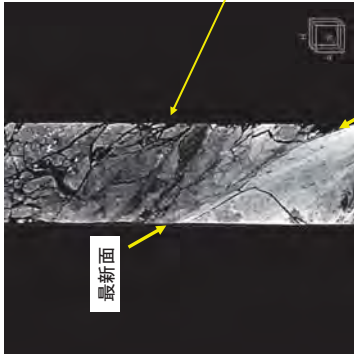
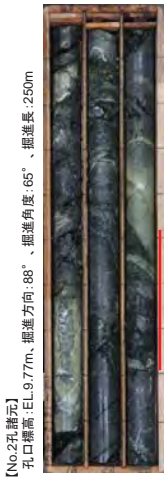
2-4破碎帯
深度83.20~83.50m 凝結岩中の幅約15cmの角閃状破砕帯(N28E/61W)。83.45mに幅0.5mmの灰色の細粒部を挟み、その周囲幅3~5cmは細片化する。83.40mまでは割れ目細片が原岩組織を呈し、割れ目沿いが細片化する。F-6破碎帯。



2-5破碎帯
深度122.32~122.58m 幅6cm、傾斜10°の凝結岩中の凝湿り砂状破砕帯(N23W/38W)。

2-6破碎帯
深度141.08~141.20m 凝結岩中の角閃状破砕帯(N26E/57W)。
深度141.08~141.27m 凝結岩中の砂状破砕帯(N25E/43W)。
141.08mに傾斜20°、幅1mm以下の灰色細粒部を挟む。

32 既往調査箇所周辺のボーリング調査例 (No.2孔) CT画像



逆断層変位成分
が推定される

正断層変位成分が推定される

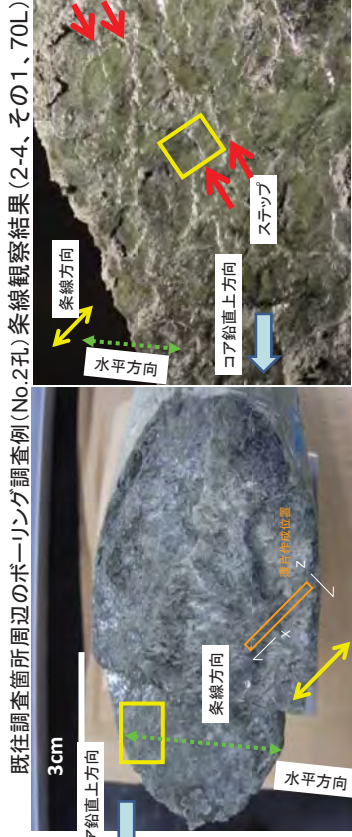


右横ずれ変位成分が推定される

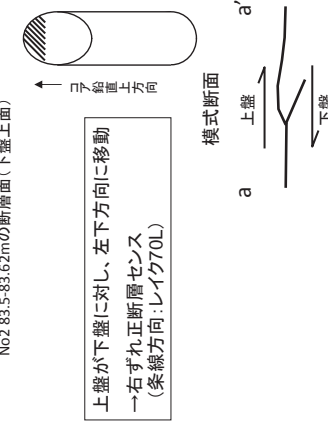


断層面に垂直、条線方向(レイク70L)に平行な断面

33



断層面上に見られるステップ



No.2 83.5-83.62mの断面(下盤上面)

条線方向

水平方向

コア鉛直上方向

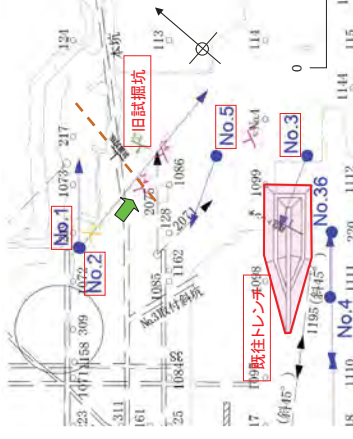
ステップ

ステップ

3mm

34

既往調査箇所周辺におけるF-6破砕帯の特徴の整理



①破砕帯の走向・傾斜

- ・旧試掘坑付近: NNE-SSW走向で高角西傾斜
- ・既往トレンチ付近: NNW-SSE走向で高角東傾斜

②運動センス

- ・右ずれ・正断層センス

以上によって明らかになったF-6破砕帯の特徴を踏まえ、F-6破砕帯の連続性検討を行った。

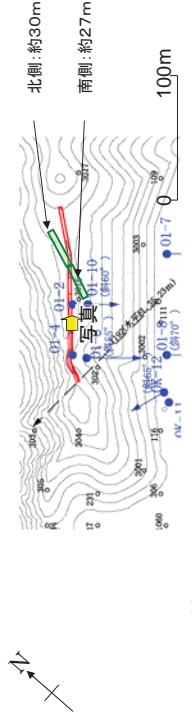
35

②連続性の検討

- ・ボーリング調査、トレンチ調査を実施し、F-6破砕帯の出現が想定される位置において、上記で確認した走向、傾斜、運動センスと類似する特徴を示す破砕帯の有無を検討

F-6破砕帯の連続性の検討(山頂トレンチ)

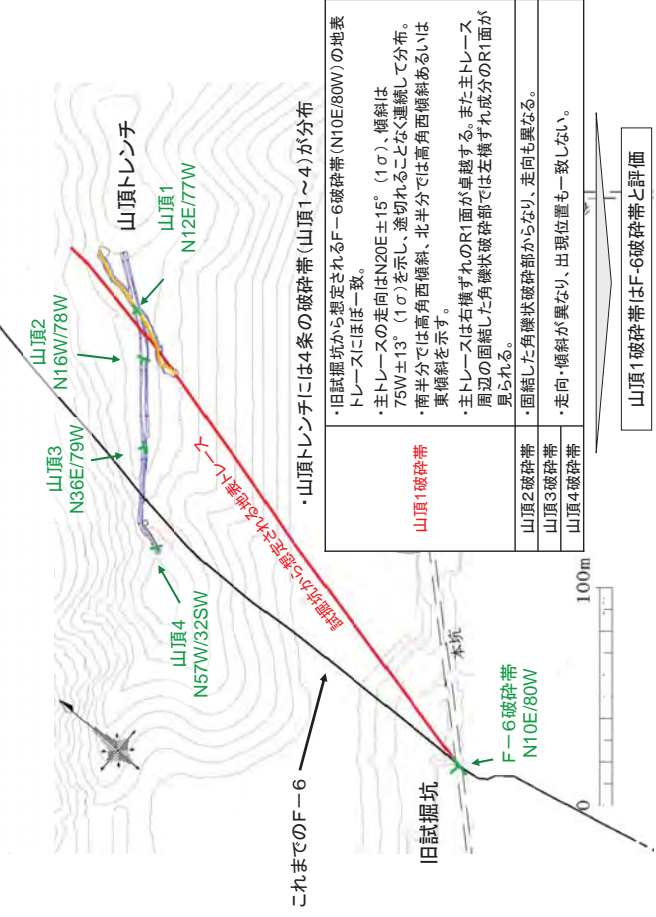
36



トレンチ調査で認められたF-6破砕帯の連続性に関するデータ補充を目的として、F-6破砕帯に沿って北側へ約30m、南側へ約27m追加のトレンチ調査を実施。

山頂トレンチに分布する破砕帯とF-6破砕帯との関係

37



これまでのF-6

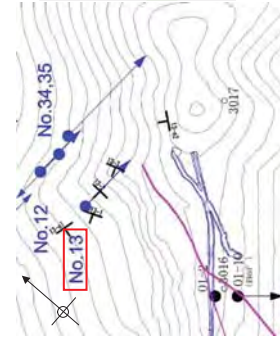
山頂トレンチには4条の破砕帯(山頂1~4)が分布

- ・旧試掘坑から想定されるF-6破砕帯(N10E/80W)の地表トレースにほぼ一致。
- ・主トレースの走向はN20E±15°(1σ)、傾斜は75W±13°(1σ)を示し、連続することなく連続して分布。
- ・南半分では高角西傾斜、北半分では高角西傾斜あるいは東傾斜を示す。
- ・主トレースは右横ずれのR1面が卓越する。また主トレース周辺の固結した角礫状破砕帯では左横ずれ成分のR1面が見られる。
- ・固結した角礫状破砕帯からなり、走向も異なる。
- ・走向・傾斜が異なり、出現位置も一致しない。

山頂1破砕帯はF-6破砕帯と評価

F-6破砕帯の連続性の検討(北端)No.13孔

38



※破砕帯はEL.3mに最短距離で投影した位置。
破砕帯はEL.3mの分布を表示

[No.13孔詳況]
孔口標高:EL.45.77m、掘進方向:53°、掘進角度:70°、掘進長:100m

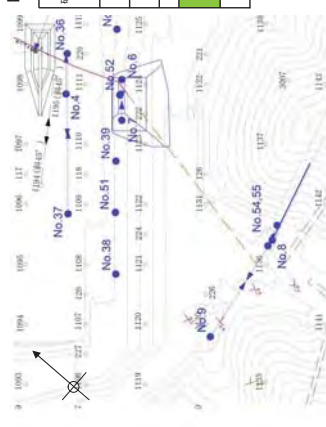
破砕帯 番号	位置 深度 (m)	層位	破砕帯の性状	走向	傾斜	破砕帯幅 (cm)		充填物	破砕帯の性状	走向	傾斜	充填物	充填物 の性状	深度 (mm)	変位の レイク (mm)	変位の レイク (mm)
						上層	下層									
13-1	19.75	Ds	角礫状破砕帯	75 W	79 SW	2	-	0	50R	-	-	-	-	-	-	-
13-1	36.60	Ds	砂状破砕帯	21 W	31 W	15	6	0	50L	修正 (南側)	-	-	-	-	-	-
13-2	40.30	Ds	角礫状破砕帯	11 W	62 W	6	-	0	45~ 55R	修正 (南側)	-	-	-	-	-	-
13-3	54.82	Ds	層状角礫状破砕帯	18 W	47 W	7	-	0	68R	修正 (南側)	-	-	-	-	-	-
13-2	76.48	Ds	角礫状破砕帯	39 E	44 W	0.5	-	0	46R	修正 (南側)	-	-	-	-	-	-

Ds: 粗粒石炭質砕岩

- ・No.13孔では、5箇所の破砕帯(幅3cm以下)の2条を含むが認められた(上表)。
- ・山頂トレンチで認められたF-6破砕帯の走向はN20E±15°、傾斜は75W±13°であり、**深度87m付近で出射が想定されるが、深度76.48m位置には破砕帯が認められず、**
- ・13-2の出現想定位置は、上記F-6破砕帯の1σの振れ幅を考慮すると近接しており、走向・傾斜も類似している。
- ・したがって、13-2はF-6破砕帯の可能性のある破砕帯として抽出し、CT画像解析、糸線観察を行った結果、**右ずれ・逆断層セ恩斯、レイク45°~55Rの糸線が読み取れた。**
- ・F-6破砕帯の最新断面は右ずれ・正断層セ恩斯であり、No.13孔に隣接する山頂トレンチの北側では低角度の糸線(SWI5.10地点・レイク10L)が見られるが、13-2はこれらの特徴と整合しない。
- また、後述するF-6破砕帯の古応力場に基づいて検討した結果、**F-6破砕帯の運動履歴と対応した応力場の新断面に対する理論的な最大せん断すべり方向と掘削すべり方向にほぼ一致しない。**
- ・13-3及び13-2は、F-6破砕帯の出現想定範囲内に位置するが、走向・傾斜が大きく異なる。
- ・13-2を除く糸線観察の結果、中角・高角(50L・49R~88R)のレイクの糸線が読み取れた。
- ・以上より、**F-6破砕帯はNo.13孔まで延伸しない。**

F-6破砕帯の連続性の検討(南端)No.9孔

39



※破砕帯はEL.3mに最短距離で投影した位置。

[No.9孔詳況]
孔口標高:EL.45.15m、掘進方向:52°、掘進角度:70°、掘進長:167m

破砕帯 番号	位置 深度 (m)	層位	破砕帯の性状	走向	傾斜	破砕帯幅 (cm)		充填物	破砕帯の性状	走向	傾斜	充填物	充填物 の性状	深度 (mm)	変位の レイク (mm)	変位の レイク (mm)
						上層	下層									
9-1	22.35	Oa	粘土層	15 E	96 W	5	-	<3	-	-	-	-	-	-	-	-
9-2	46.70	Oa	粘土層破砕帯	2 E	57 E	8	-	<2	-	-	-	-	-	-	-	-
9-3	81.55	Oa	角礫状破砕帯	30 W	20 NE	5	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-
9-4	106.65	Oa	粘土層	27 E	30 W	14	14	<5	30R ⇒10L	修正 (南側)	-	-	-	-	-	-
9-5	141.40	Oa	角礫状破砕帯	46 E	64 NW	30	35	3	56R	修正 (南側)	-	-	-	-	-	-

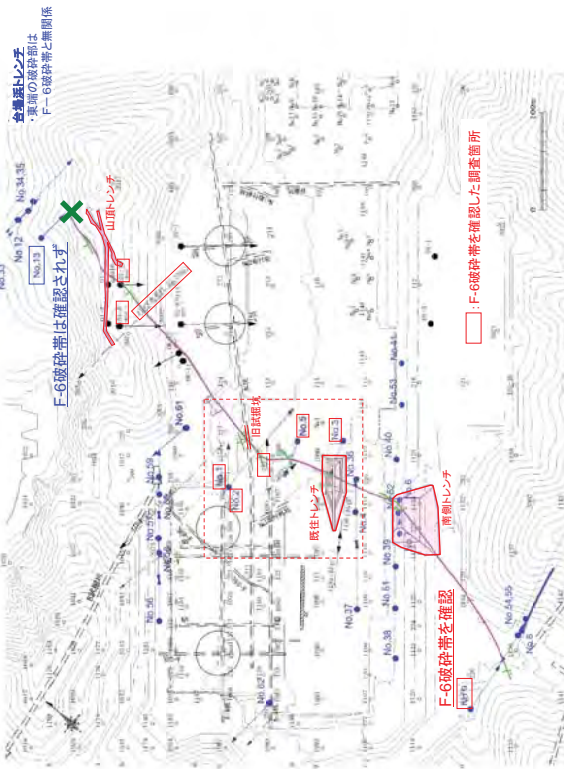
Oa: 細粒石英質砕岩

- ・南側トレンチで認められたF-6破砕帯の走向傾斜は、底盤南側でNNE-SSW、高角度で東傾斜、西傾斜が混在しており、正門付近の谷を通過すると想定される。
- ・No.9孔では、連続性検討対象の破砕帯(幅3cm超)が5箇所認められた。**走向・傾斜がこの特徴と類似するものが(9-4)認められた。**
- ・したがって、9-4をF-6破砕帯の可能性のある破砕帯として抽出し、CT画像解析、糸線観察及び薄片観察(糸線に平行、かつ断面面に直交方向の薄片を作成)を行った結果、**最新断面では右横ずれ・正断層セ恩斯、レイク10L、最新断面に近接したせん断面では左ずれ・正断層セ恩斯、レイク30Rの糸線も読み取れた。**
- ・以上より、**9-4はF-6破砕帯として評価。**

F-6破砕帯の南端はNo.9孔以南へ続く模様

b: 盛土、tr: 未固結堆積物、Oa: 細粒石英質砕岩、Ds: 粗粒石炭質砕岩

F-6破砕帯の連続性の検討 まとめ



・F-6破砕帯は、No.13孔～No.9孔にかけて連続する
長さ**650m**以上の破砕帯であることを確認した。

(3)F-6破砕帯の活動性について

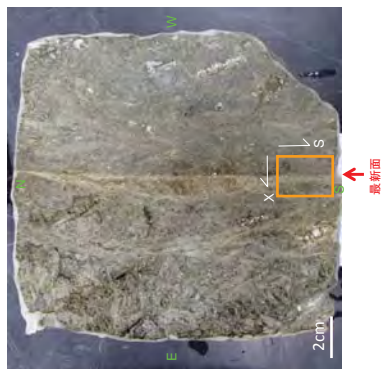
- ①粘土鉱物分析による検討
- ②上載地層法による検討

①粘土鉱物分析による検討

・F-6破砕帯について、研磨片、薄片観察による変形組織の観察を実施し、最新活動面の粘土鉱物を詳細に確認

・粘土鉱物の同定に当たっては、X線回折分析(XRD)も使用

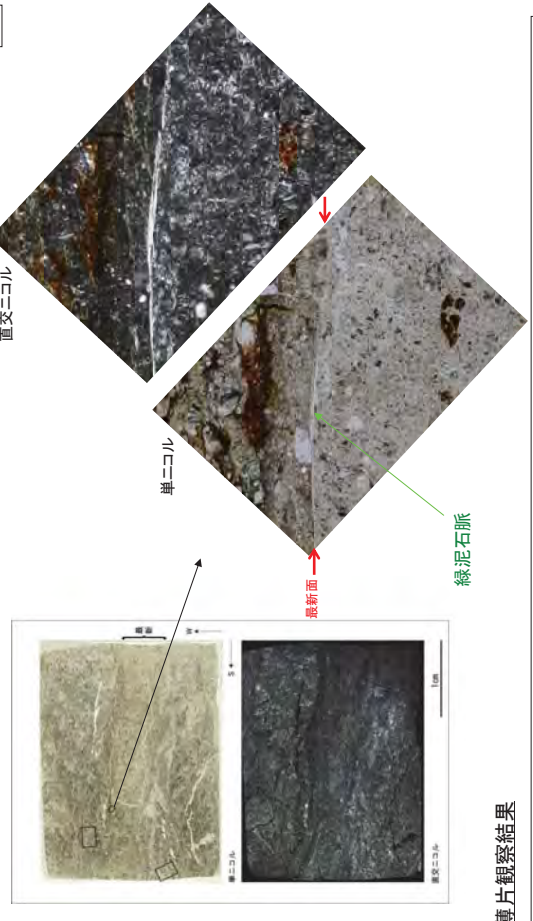
薄片観察評価例(山頂トレランチ)



- ・SW9～10の主トレース上で試料S4-9をサンプリングした。
- ・最新面の性状を確認するために、試料S4-9を水平にカットし、試料中で認められる最新面上で薄片を作成・観察した。

薄片観察評価例(山頂トレンチ)

44



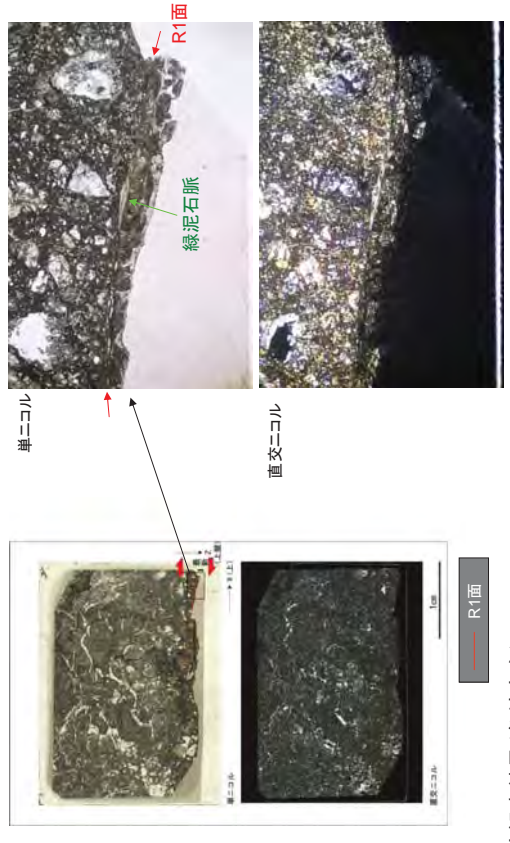
薄片観察結果

- 薄片中には、**上部と下部にカタクレーサイトが認められ、中央部に粘土混じり細粒部(最新部)がみとめられる。**
- **最新部と上部のカタクレーサイトとの境界は、Y面(最新面)により境界付けられている。最新部と下部のカタクレーサイトとの境界はやや不明瞭であり、凹凸がある。**
- **最新面には緑泥石の結晶が脈状に充填しており、その結晶は破砕されていない。**
- **周辺の破砕部の割れ目にも緑泥石脈が発達しており、破砕されていない。**

山頂トレンチF-6破砕帯 薄片観察結果(SW9~10, 主トレース, その2)

薄片観察評価例(ボーリングNo.2孔)

45



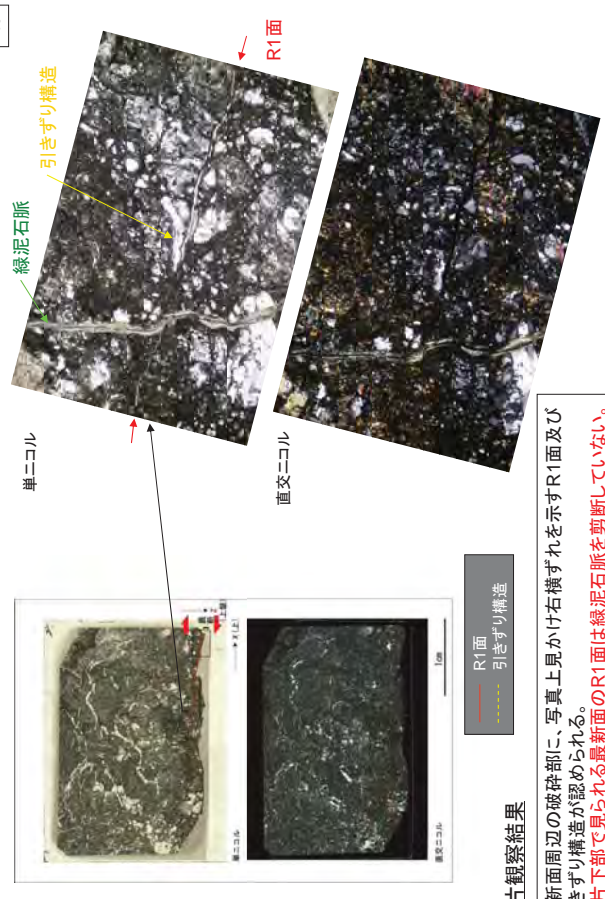
薄片観察結果(糸線方向)

- 最新面は、薄片の下端に位置する。最新面周辺の破砕部に、写真上見かけ右横ずれを示すR1面が認められる。
- **薄片最下部で見られた最新面のR1面は緑泥石脈を切断していない。(右上写真)**
- 最新面の走向・傾斜がN28° E・81° Wで、糸線のレイク角が70° であることから、最新活動は正断層成分と右横ずれ成分を伴うことがわかる。

No.2孔 薄片観察結果(2-4, その1, 70L切断面)

薄片観察評価例(ボーリングNo.2孔)

46



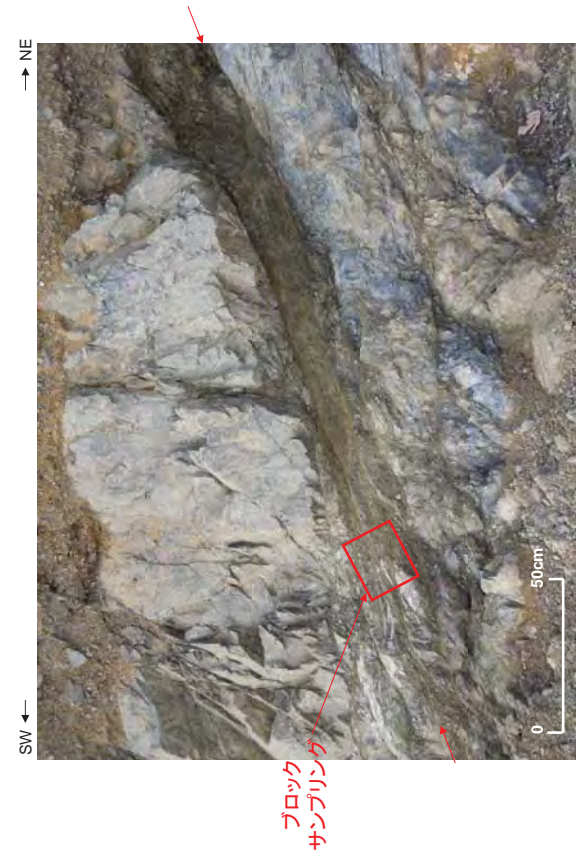
薄片観察結果

- 最新面周辺の破砕部に、写真上見かけ右横ずれを示すR1面及び引きずり構造が認められる。
- **薄片下部で見られる最新面のR1面は緑泥石脈を切断していない。**
- 最新面の走向・傾斜がN28° E・81° Wで、糸線のレイク角が70° であることから、最新活動は正断層成分と右横ずれ成分を伴うことがわかる。

No.2孔 薄片観察結果(2-4, その2, 70L切断面)

X線回折分析の例(山頂トレンチ)

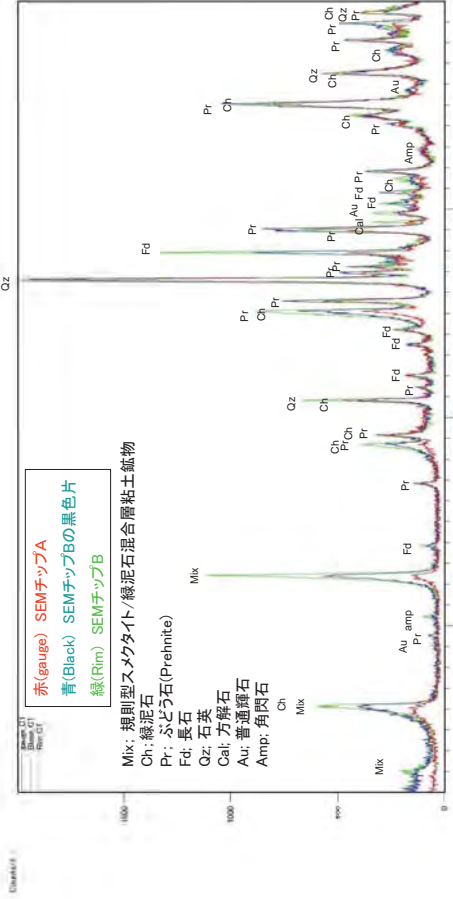
47



- 山頂トレンチ東側の輝緑岩と頁岩の境界に破砕帯が認められる。
- 走向傾斜・N12E/77W

1・2号炉背面山頂付近トレンチ(東側)調査結果 露頭拡大写真(頁岩と輝緑岩の境界の破砕帯)

XRD PW0600/60 (Phillips, 理研分析装置)
40kV-50mA
Mask 15 mm, DSSS/RS = Program(15), Pre(15), 0.2 mm
Step 0.6(6), 2 / min



X線回折分析の結果、高温下で形成される規則型スメクタイト(緑泥石)混合層粘土鉱物、緑泥石、ぶどう石(Prehnite)が多く含まれることを確認した。

山頂トレンチの破砕帯(頁岩と層緑岩の境界の破砕帯) X線回折結果(不定方位、試料S1-1)

【参考】SEM観察による評価の例
(今回はF-6破砕帯以外の破砕帯を対象)

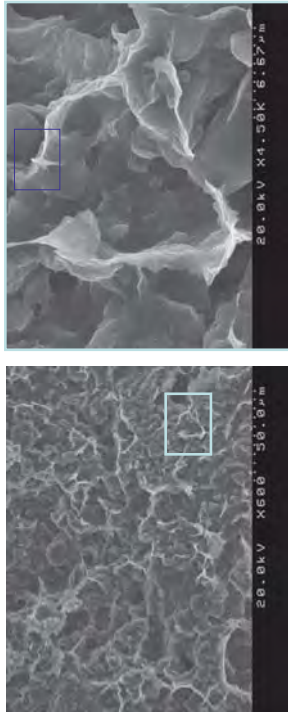


No.8 31.30mの断面(下盤上面)

-No.8の31.30mで認められる破砕帯の最新面(下盤上面)から試料を採取し、SEMを用いて最新面上を詳細に観察した。

8-2 SEM観察結果(その1)

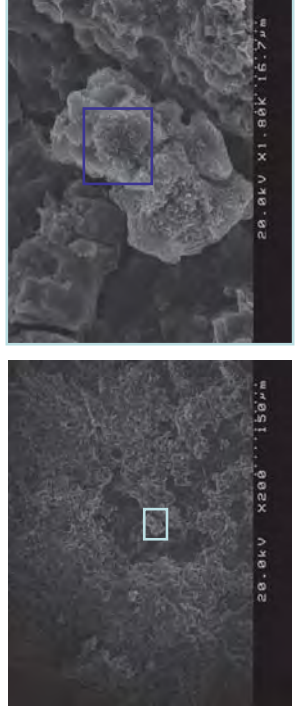
SEM観察による評価の例



- ・最新面上に網目状の粘土鉱物が認められる。
- ・網目状の鉱物は連結しており、結晶成長後に連結を切る断層活動は起こっていない。

8-2 SEM観察結果(その3)

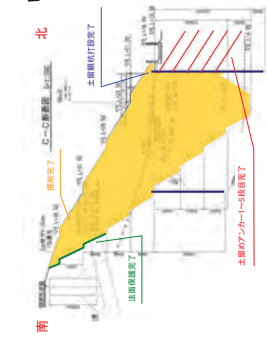
SEM観察による評価の例



- ・長石表面に粘土鉱物が生成。
- ・球状の集合体を作る。
- ・粉砕による細片化は認められない。

8-2 SEM観察結果(その2)

F-6破砕帯に関する南側トレンチ調査概要



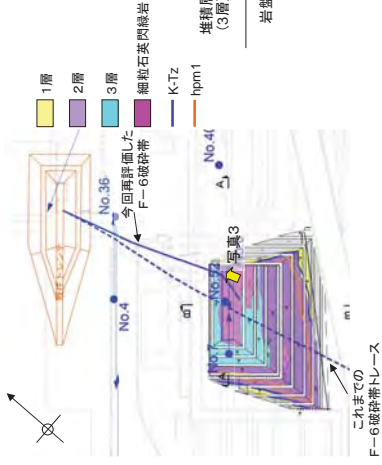
②上載地層法による検討

・F-6破砕帯について古応力場の検討
⇒ 多重逆解法を用いて活動ステージを検討をした結果、古い順に「イ」→「ロ」→「ハ-2」→「ハ-1」→「ハ-1」に分類。

・南側トレンチを掘削し、活動ステージ「ハ-1」のF-6破砕帯はhpm1(約23万年前)の降灰層準を含む上載地層に変位変形を及ぼしていないことを確認。

F-6破砕帯は少なくとも後期更新世以降に活動していないことを確認

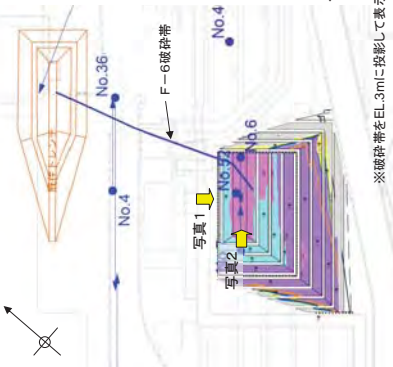
南側トレンチ調査結果(北側法面におけるF-6破砕帯付近の詳細写真)



・トレンチ東端の破砕帯は、北壁における幅が10~40cm程度、走向がN8~12W、傾斜が70~72Eである。

・上記特徴及び最新活動時の運動センス(右積ずれ、正断層センス)がF-6破砕帯の特徴と一致していること、及び既往トレンチからの連続性の観点から、トレンチ東端の破砕帯をF-6破砕帯として評価。

南側トレンチ調査結果



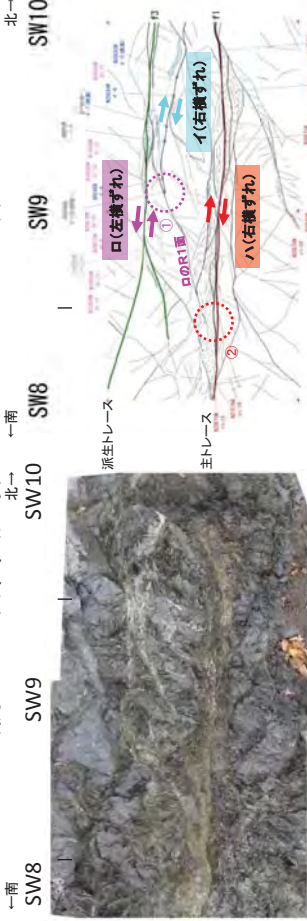
・トレンチ南側法面に見られる堆積層は、層相、色調及び火山灰分析の結果から3つに大別される。

・火山灰分析の結果、1層よりK-Tz(約9.5万年前)火山灰、2層上部よりhpm1火山灰(約23万年前)が検出された。

・トレンチ東端付近の基礎岩中に、全体幅が10~40cm程度のF-6破砕帯が出現した。

・F-6破砕帯は、上載層に変位・変形を与えていない。

活動ステージの検討 (例: F-6破砕帯(山頂トレランチ: SW8~SW10))



イ: 石英脈の引きずりに特徴付けられる弱いせん断構造を有する右横ずれせん断
 ロ: 派生トレース周辺に多く見られる左横ずれせん断
 ハ: 主トレース周辺に多く見られる右横ずれせん断面(最新活動面)

【観察例】

- ①: ロのR1面が、イのY面を切る。
- ②: ハのY面沿いの構造が、ロのR1面を切る。



破砕帯の活動履歴

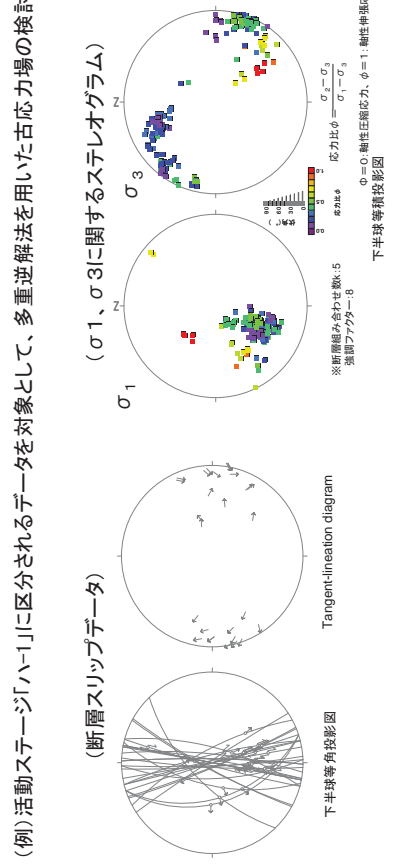


※: 多重逆解法を用いた活動ステージの検討の結果、活動ステージ「ハ」は古い順で「ハ-2」、「ハ-1」に分類され、本地点の活動ステージは「ハ-2」に相当することが分かった。

多重逆解法を用いた活動ステージの検討

山頂トレランチ、南側トレランチ、各ボラーリング等において確認された破砕帯における運動センサについて、多重逆解法※を用いて各活動ステージに対応した古応力場の検討を行った。

※多重逆解法: 不均一な断層スリッパデータ(異なる応力で動いた断層が混在しているデータ)または発震機構データから、複数の応力を分離する手法



(例) 活動ステージ「ハ-1」に区分されるデータを対象として、多重逆解法を用いた古応力場の検討

F-6破砕帯の連続性・活動性に関する検討結果



※破砕帯はEL.3mの分布を表示

活動ステージ検討結果(その1)

No.	名称	位置	傾斜				方位				活動性	備考			
			1	2	3	4	1	2	3	4					
No.1	山頂トレランチ	北緯34°45'N 東経139°50'E	45°	75°	90°	135°	135°	135°	135°	135°	135°	135°	135°	135°	135°
No.2	南側トレランチ	北緯34°40'N 東経139°50'E	45°	75°	90°	135°	135°	135°	135°	135°	135°	135°	135°	135°	135°
No.3	北側トレランチ	北緯34°55'N 東経139°50'E	45°	75°	90°	135°	135°	135°	135°	135°	135°	135°	135°	135°	135°
No.4	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
No.5	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
No.6	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
No.7	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
No.8	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
No.9	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
No.10	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
No.11	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
No.12	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

ハ-1
ハ-2
口
その他

番号	詳細位置	入土深度	検出層	検出物	検出時期	検出結果	検出位置	検出時期	検出結果	検出位置	検出時期	検出結果	検出位置	検出時期	検出結果	検出位置	検出時期	検出結果
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

ハ-1
 ハ-2
 □
 その他

4. まとめ

①粘土鉱物分析による検討

・ポーリング、トレンチにおいて確認されたF-6破砕帯について粘土鉱物分析による検討の結果、**最新活動面の粘土鉱物(緑泥石)の結晶が破砕されていないこと等を確認。**

(参考: F-6破砕帯以外の破砕帯を対象)
 SEMIにより最新活動面上の粘土鉱物の結晶が壊れていないことを確認
 ⇒結晶成長後に断層活動は生じていないと考えられる。

②上載地層法による検討

- ・多重分析法を用いてF-6破砕帯の活動ステージについて検討した結果、古い順に「イ」→「ロ」→「ハ-2」→「ハ-1」に分類された。
- ・南側トレンチ調査結果より、**F-6破砕帯の最新の活動ステージ「ハ-1」はhpm1火山灰(約23万年前)の降灰層準を含む地層に変位変形を及ぼしていない**ことから、少なくとも後期更新世以降の活動していないことを確認。

F-6破砕帯の連続性・活動性に関する検討結果

- ・F-6破砕帯は、No.13孔～No.9孔以南にかけて連続する長さ6550m以上の破砕帯である。
- ・南側トレンチ調査の結果、F-6破砕帯はhpm1火山灰(約23万年前)の降灰層準を含む地層に変位変形を及ぼしていない。
- ・ポーリングで認められたF-6破砕帯の最新面によって緑泥石脈が剪断されていない。また、山頂トレンチで認められたF-6破砕帯の最新面には緑泥石の結晶が脈状に充填しており、その結晶は破砕されていない。
- ・多重分析法を用いてF-6破砕帯の活動ステージについて検討した結果、古い順に「イ」→「ロ」→「ハ-2」→「ハ-1」に分類された。



・F-6破砕帯は将来活動する可能性がある断層ではない。
 ・F-6破砕帯の最新の活動ステージ「ハ-1」はhpm1火山灰(約23万年前)の降灰層準を含む地層に変位変形を及ぼしていない。

- ・大飯発電所敷地内破砕帯についてはF-6破砕帯以外の破砕帯も含め、活動性が無いことを改めて確認した。
- ・敷地内破砕帯については、変位を許容しないことから、評価対象となる破砕帯の規模も問題となる。一般に規模が小さい破砕帯は、連続性・活動性ともにそもそも乏しいと考えられ、これら进行评估することは非常に困難である。
- ・活動性の評価に関しては、上載地層法が基本とされているが、規模の小さい破砕帯についてどのくらいの分解能があるか、上載地層法に限らない断層性状などに基づく評価法等の確立が課題である。
- ・また、規模、活動性が小さい破砕帯については、評価法の高度化だけでなく、影響評価の観点から、考慮対象要否の判断を行うことも合理的であると考えられる。