関西電力株式会社 大飯発電所の
敷地内破砕帯の評価について
[図表類]

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会合

大飯発電所　敷地の地質

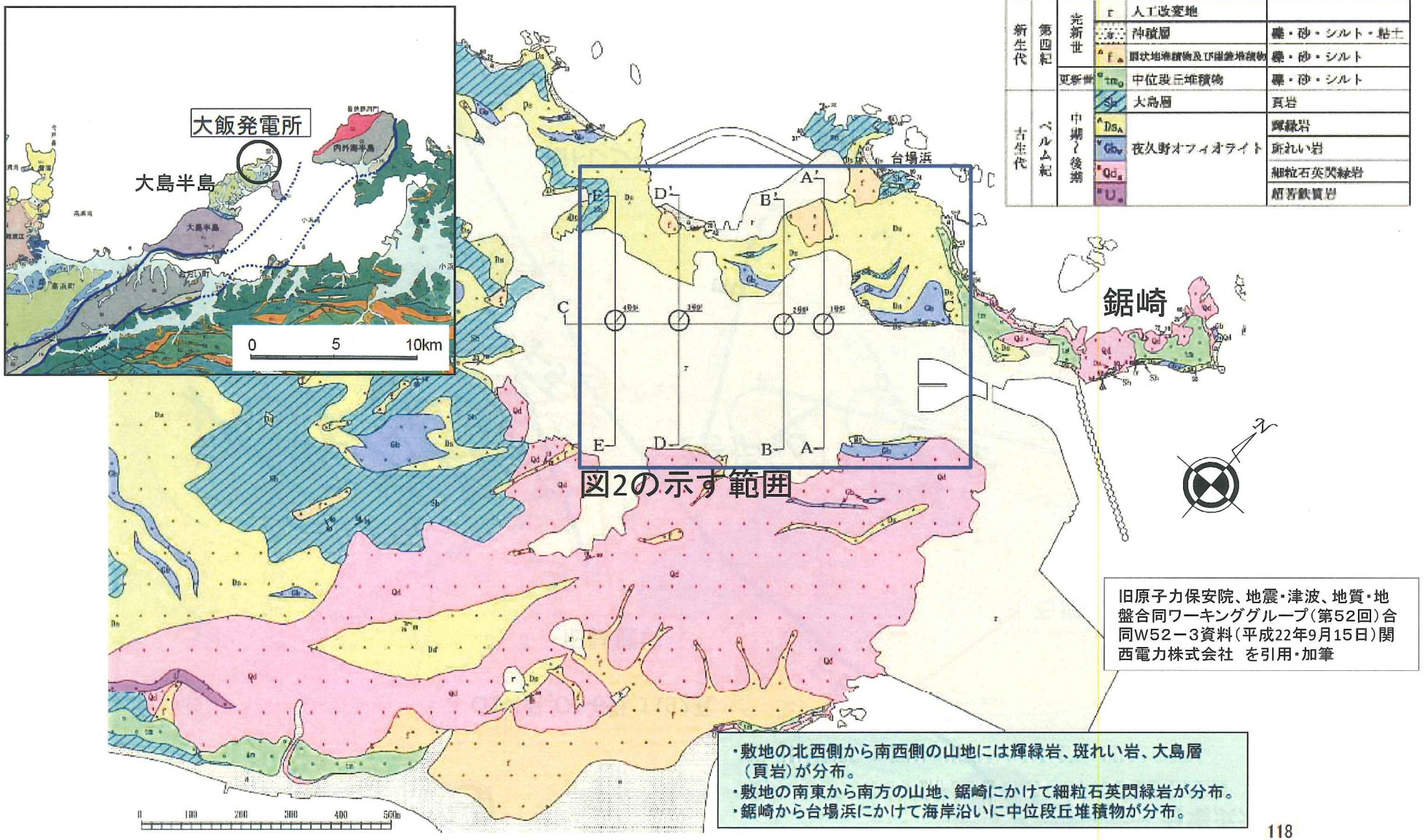


図1　大飯発電所　敷地の地質

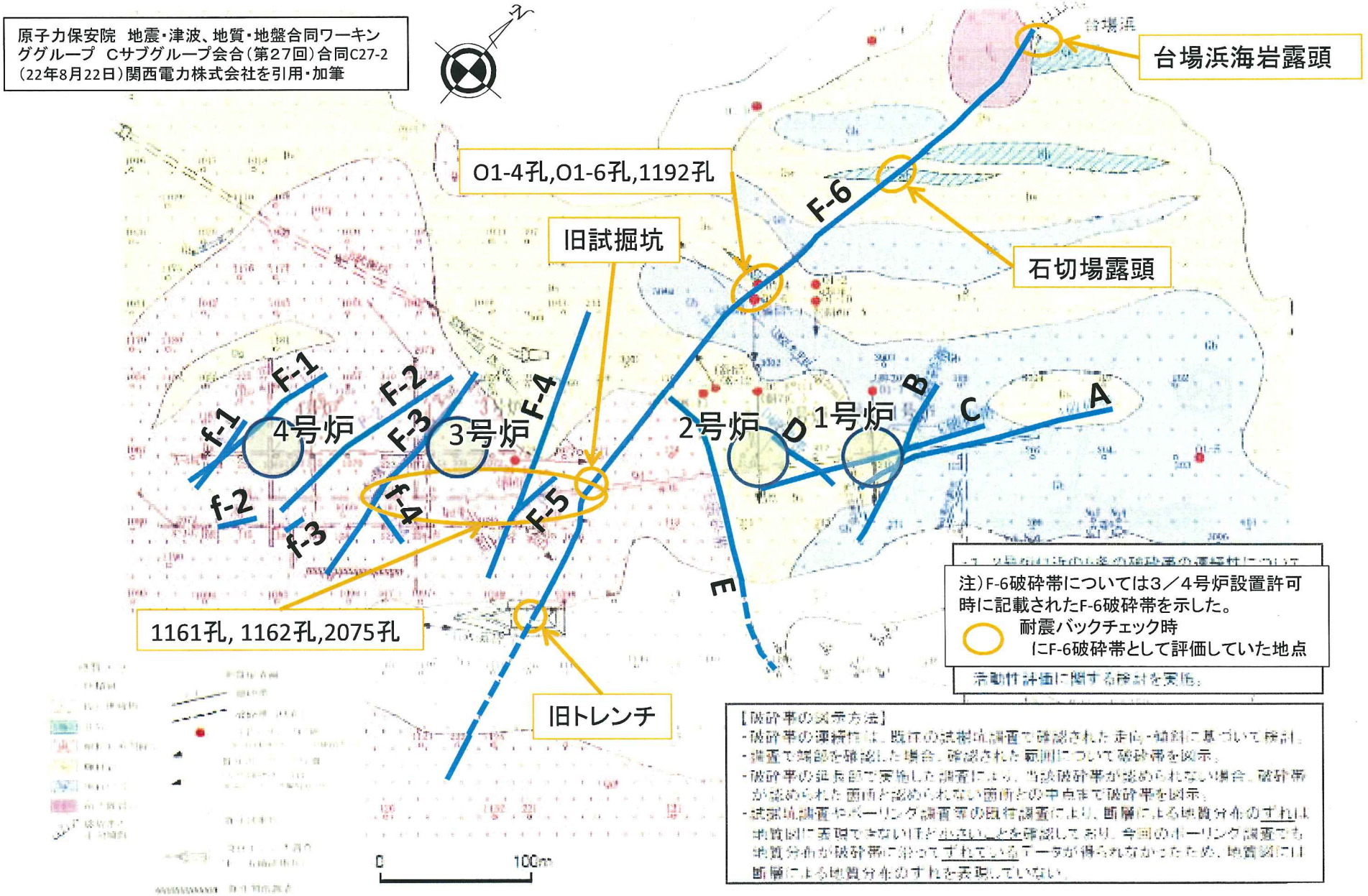
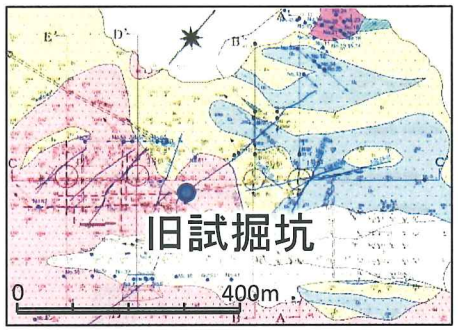
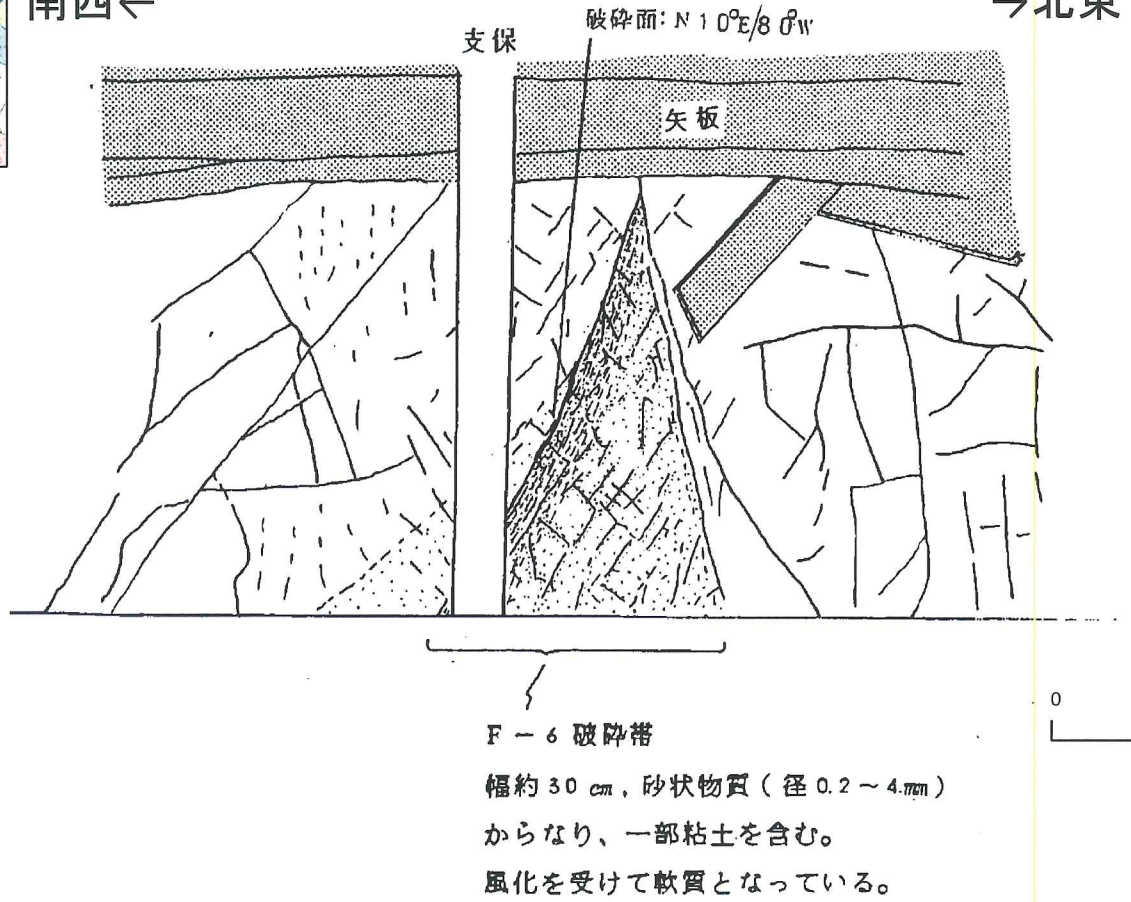


図2　大飯発電所　敷地内の主要破砕帯（標高3mにおける分布）



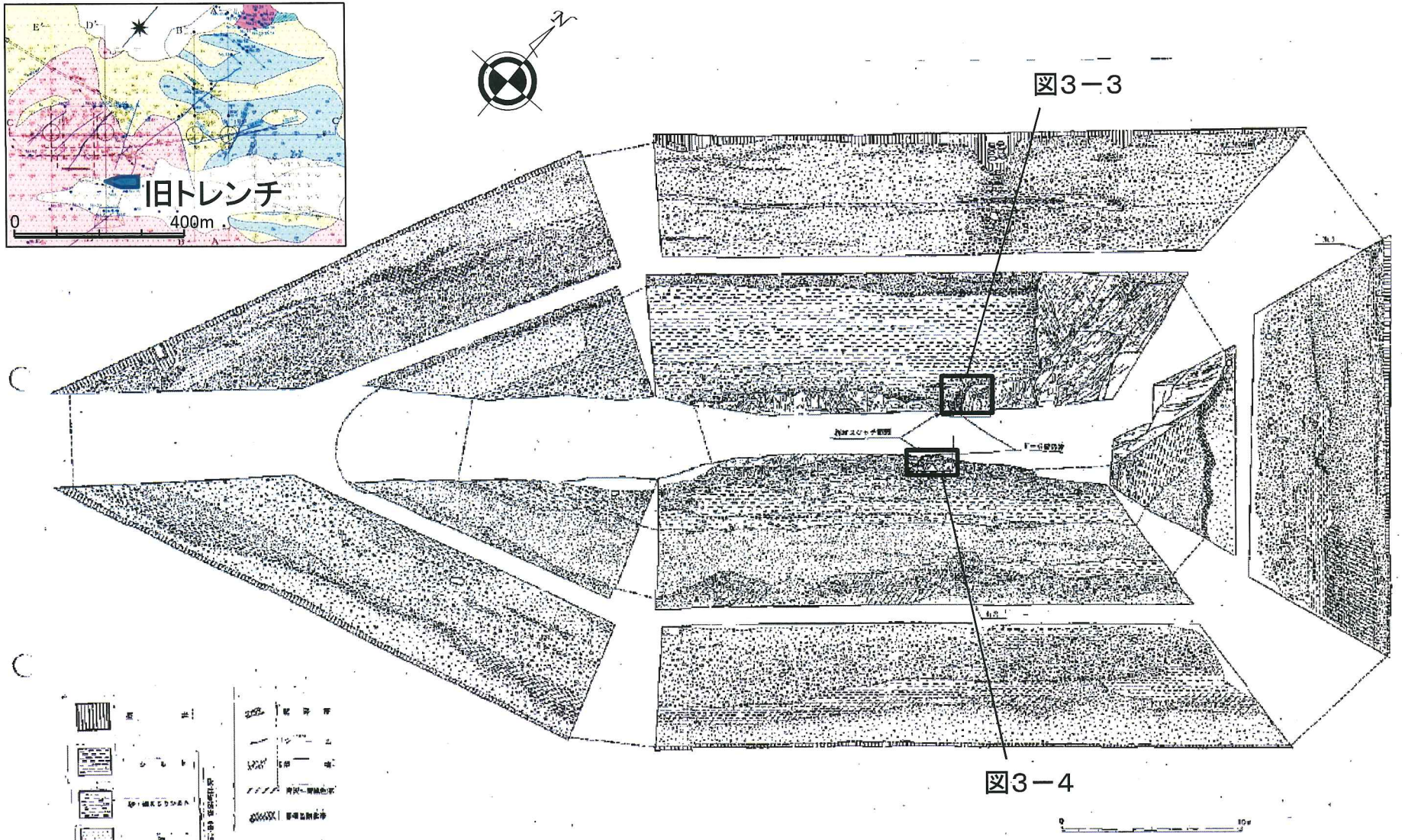
南西←

→北東



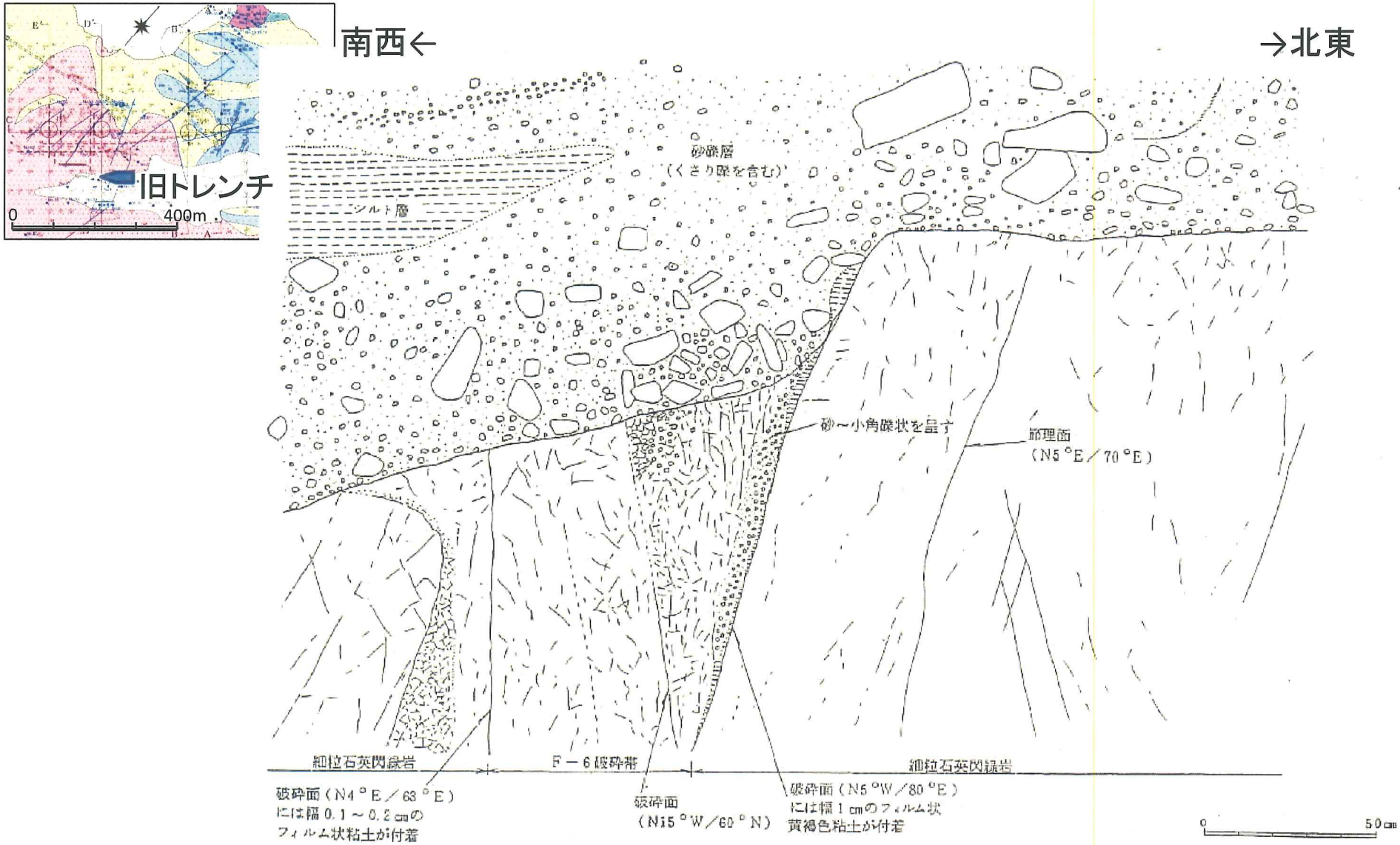
大飯発電所(3,4号炉増設)敷地の地質・地質構造.（昭和60年4月）
原子力発電技術顧問会(基本設計)地盤耐震部会資料、通商産業省を引用

図3－1　大飯発電所　F-6破砕帯旧試掘坑北側壁面スケッチ



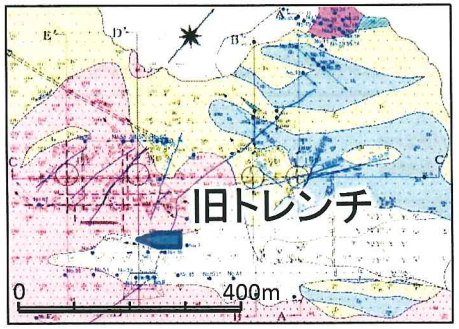
大飯発電所(3,4号炉増設)敷地の地質・地質構造.（昭和60年4月）
原子力発電技術顧問会(基本設計)地盤耐震部会資料、通商産業省を引用

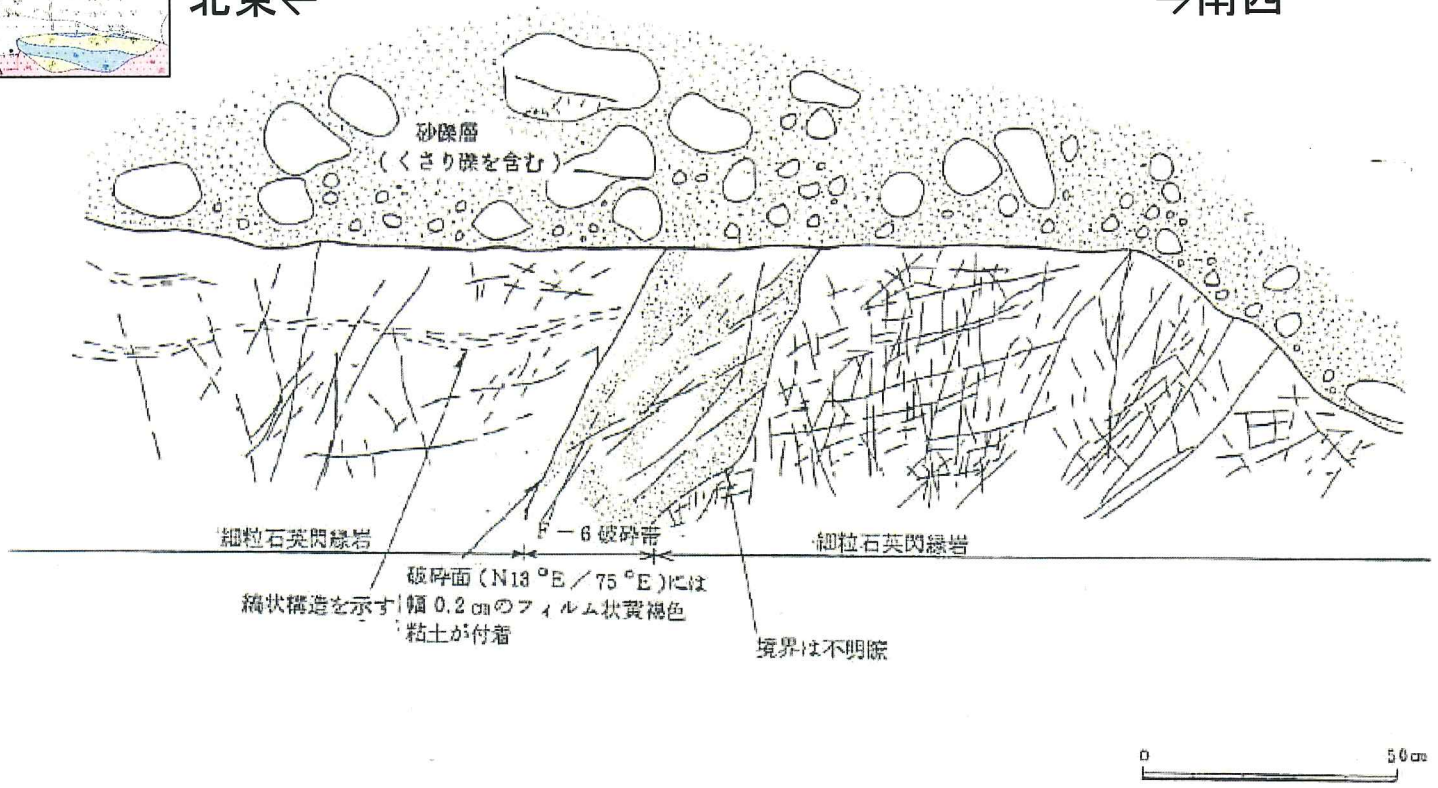
図3－2　大飯発電所　F-6破砕帯旧トレンチスケッチ(全体)



大飯発電所（3,4号炉増設）敷地の地質・地質構造．（昭和60年4月）原子力発電技術顧問会（基本設計）地盤耐震部会資料、通商産業省を引用

図３－３　大飯発電所　F-6破砕帯旧トレンチスケッチ（北西側壁面における破砕部の拡大）





大飯発電所（3,4号炉増設）敷地の地質・地質構造.（昭和60年4月）
原子力発電技術顧問会（基本設計）地盤耐震部会資料、通商産業省を引用

図3－4　大飯発電所　F-6破砕帯旧トレンチスケッチ（南東側壁面における破砕部の拡大）

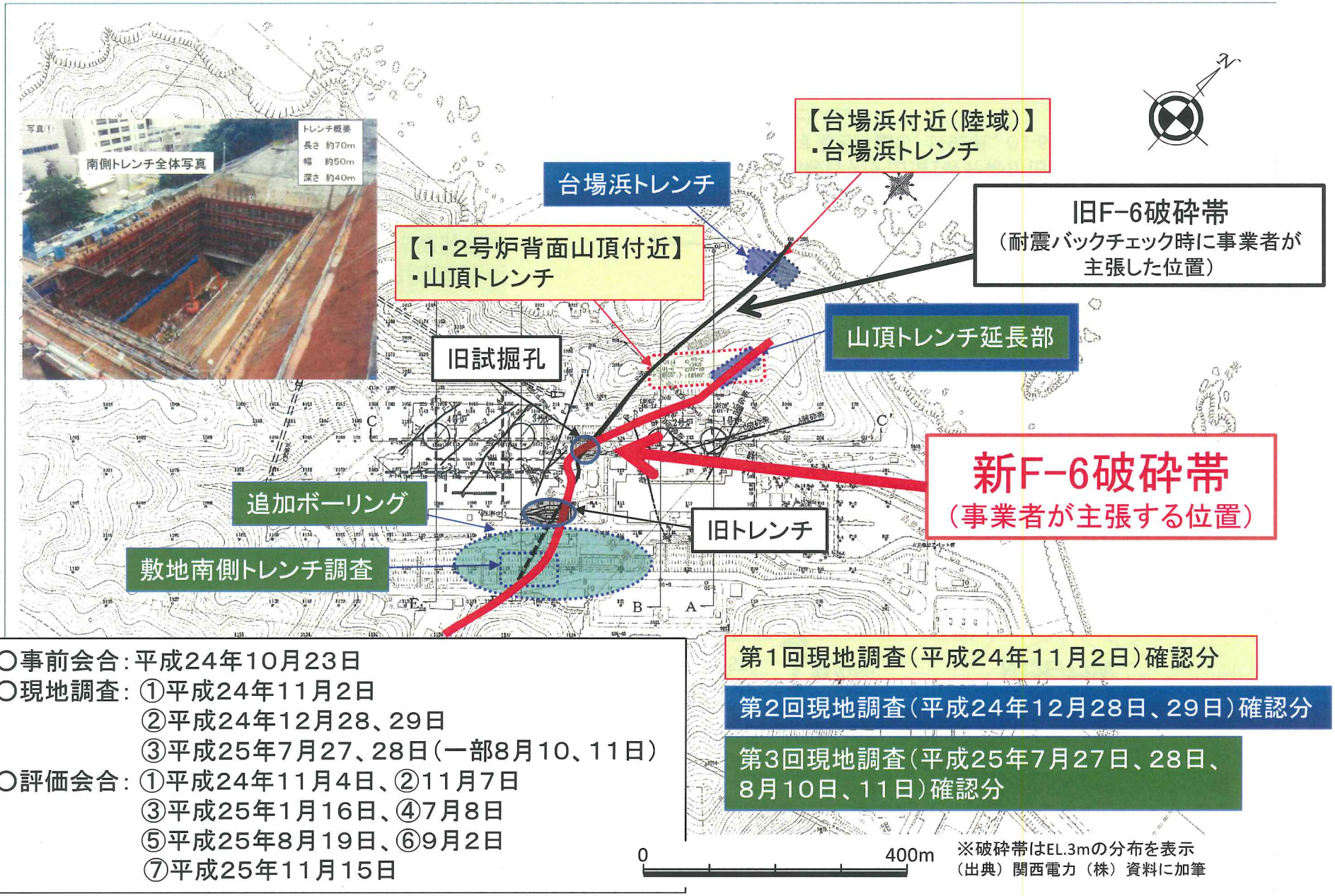
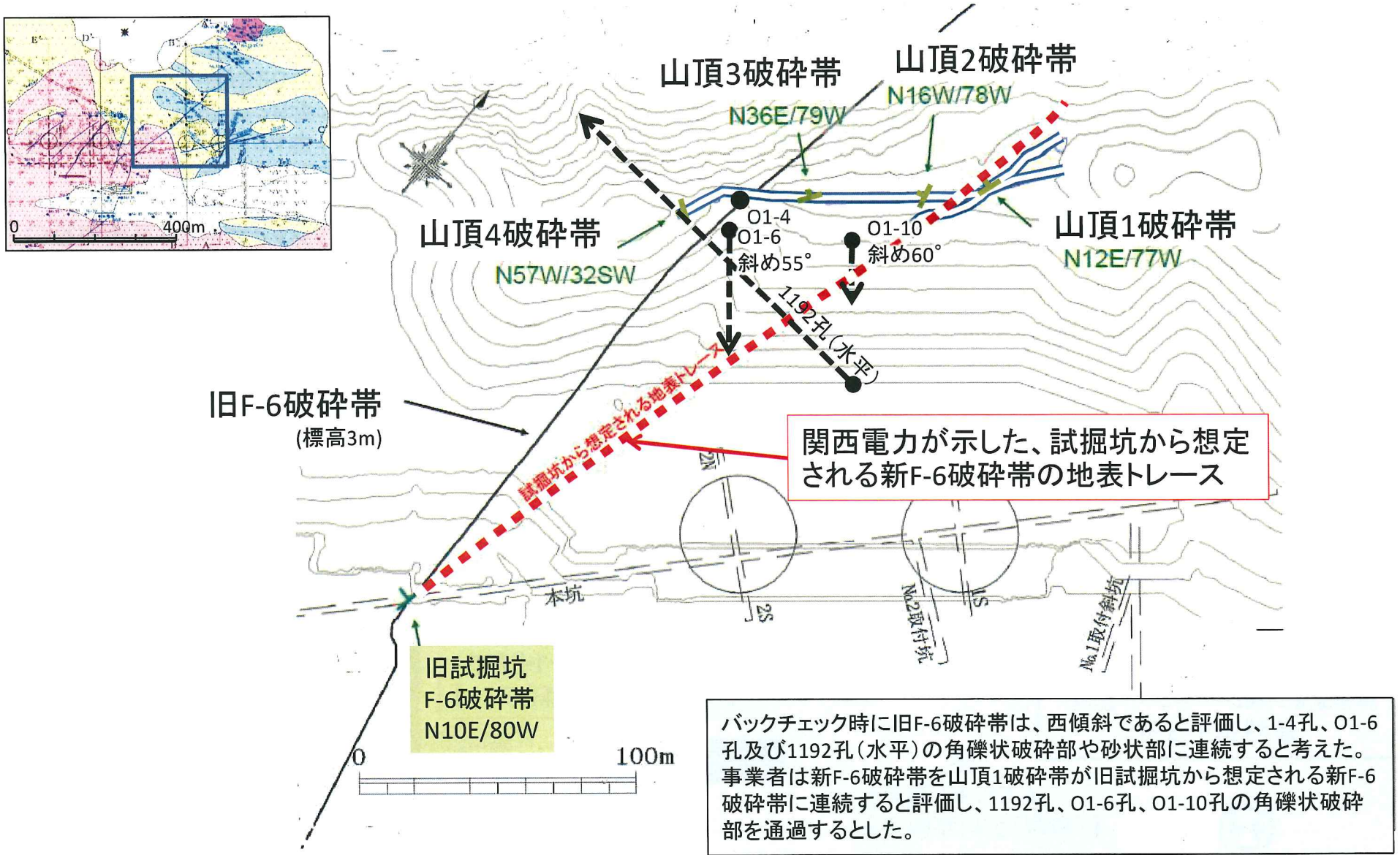


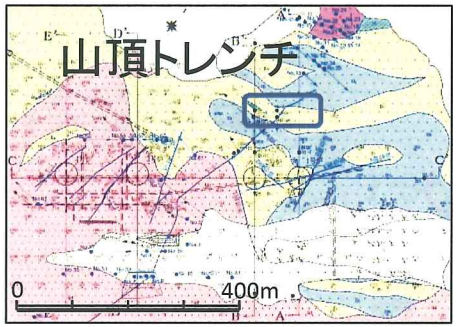
図4　大飯発電所敷地内破砕帯の調査に関する有識者会合による調査箇所



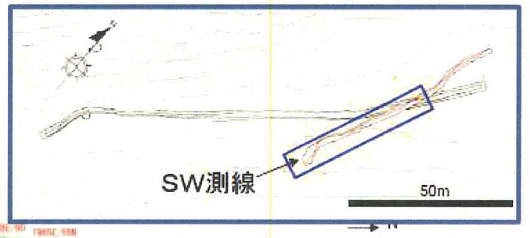
バックチェック時に旧F-6破砕帯は、西傾斜であると評価し、1-4孔、O1-6孔及び1192孔(水平)の角礫状破砕部や砂状部に連続すると考えた。事業者は新F-6破砕帯を山頂1破砕帯が旧試掘坑から想定される新F-6破砕帯に連続すると評価し、1192孔、O1-6孔、O1-10孔の角礫状破砕部を通過するとした。

大飯発電所敷地内破砕帯の追加調査ー最終報告ー(平成25年7月25日)関西電力株式会社 を引用・加筆

図5 旧試掘坑から山頂トレンチ間の連続性

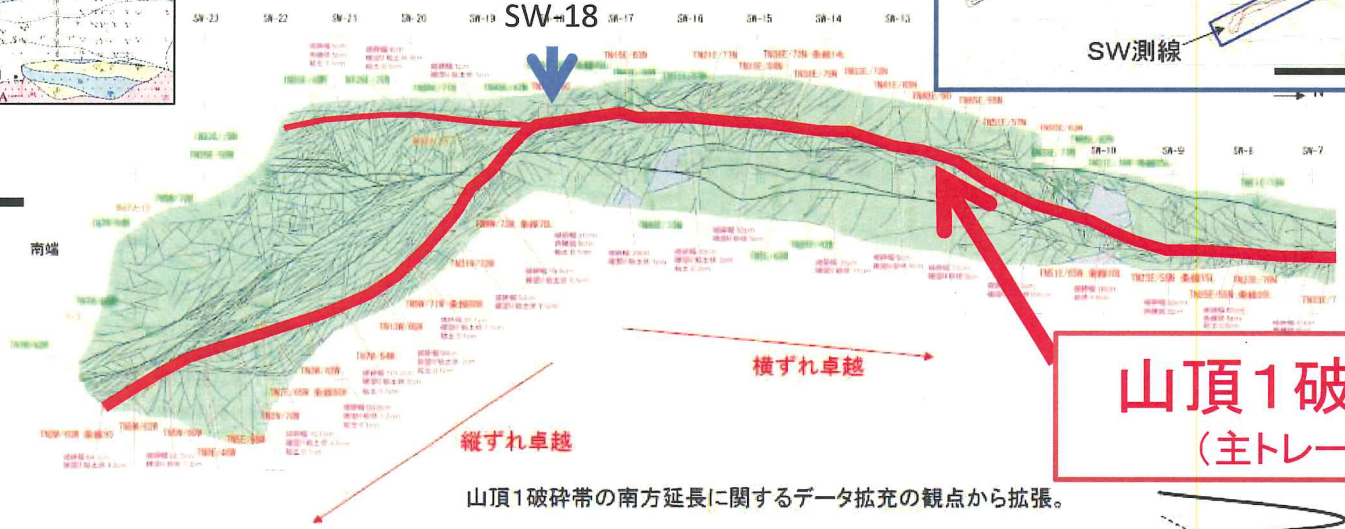


山頂1破砕帯の主トレースはSW-18付近で枝分かれし、走向をN-S方向に変えながら南へ延びる



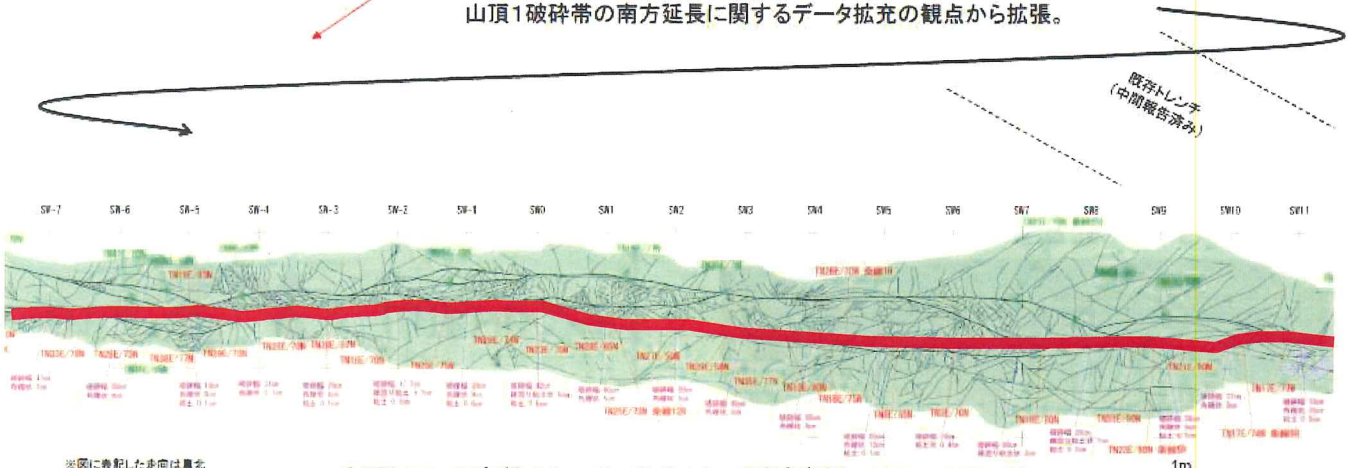
南側

北側



山頂1破砕帯
（主トレース）

山頂1破砕帯の南方延長に関するデータ拡充の観点から拡張。

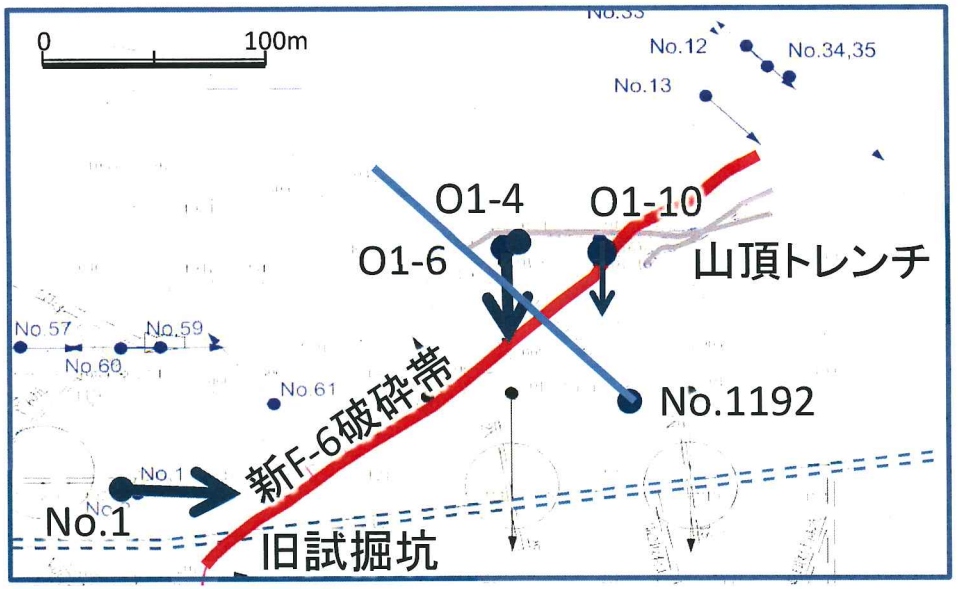


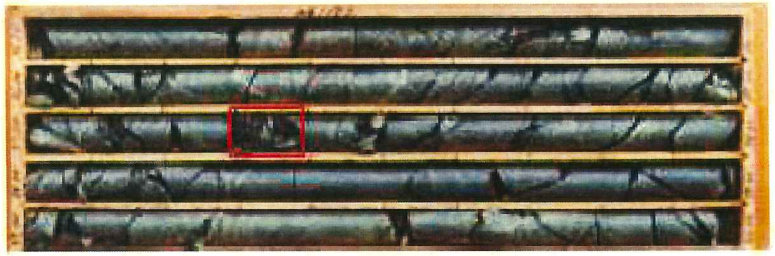
※図に表記した走向は真北

山頂トレンチ底盤スケッチ　その1（SW測線南側、SW11～SW-24）

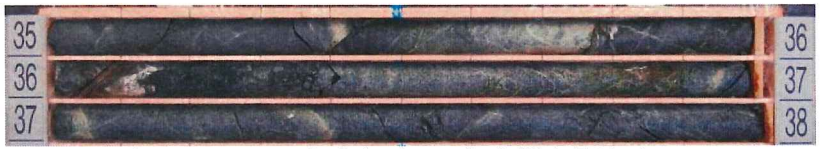
大飯発電所敷地内破砕帯の追加調査ー最終報告ー（平成25年7月25日）関西電力株式会社　を引用・加筆

図6　山頂トレンチの山頂1破砕帯周辺スケッチ

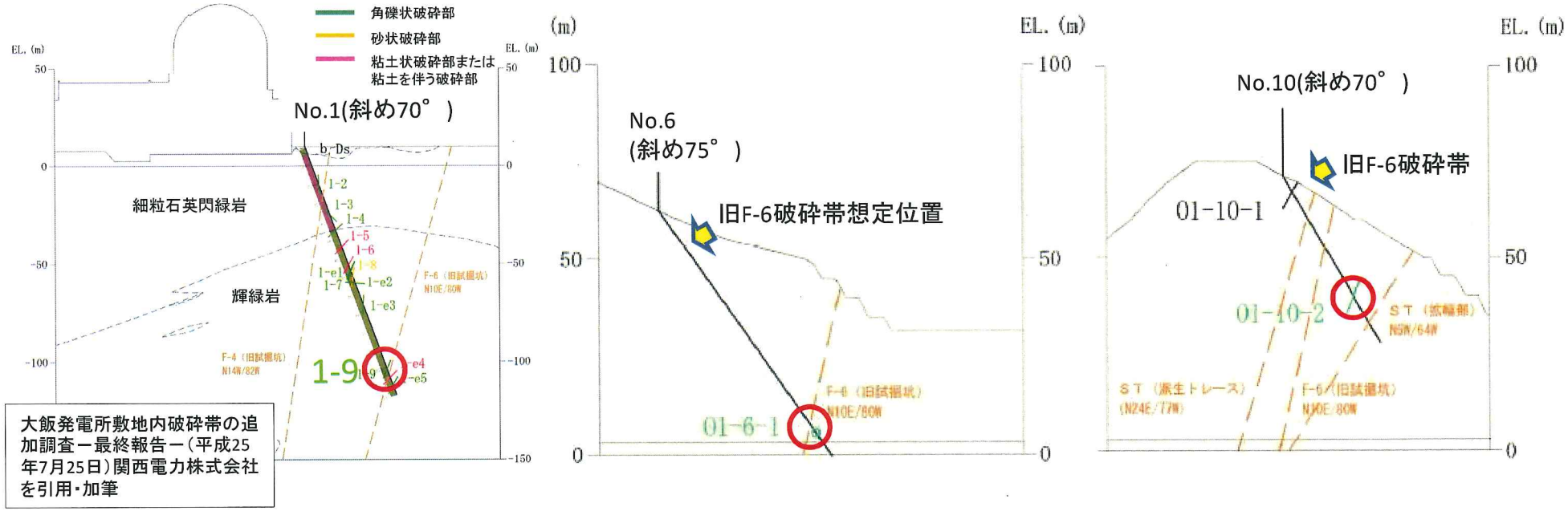




No.1192孔コア写真　掘進長37.30～37.35m 幅6cm角礫混じり粘土（BHTVなし）

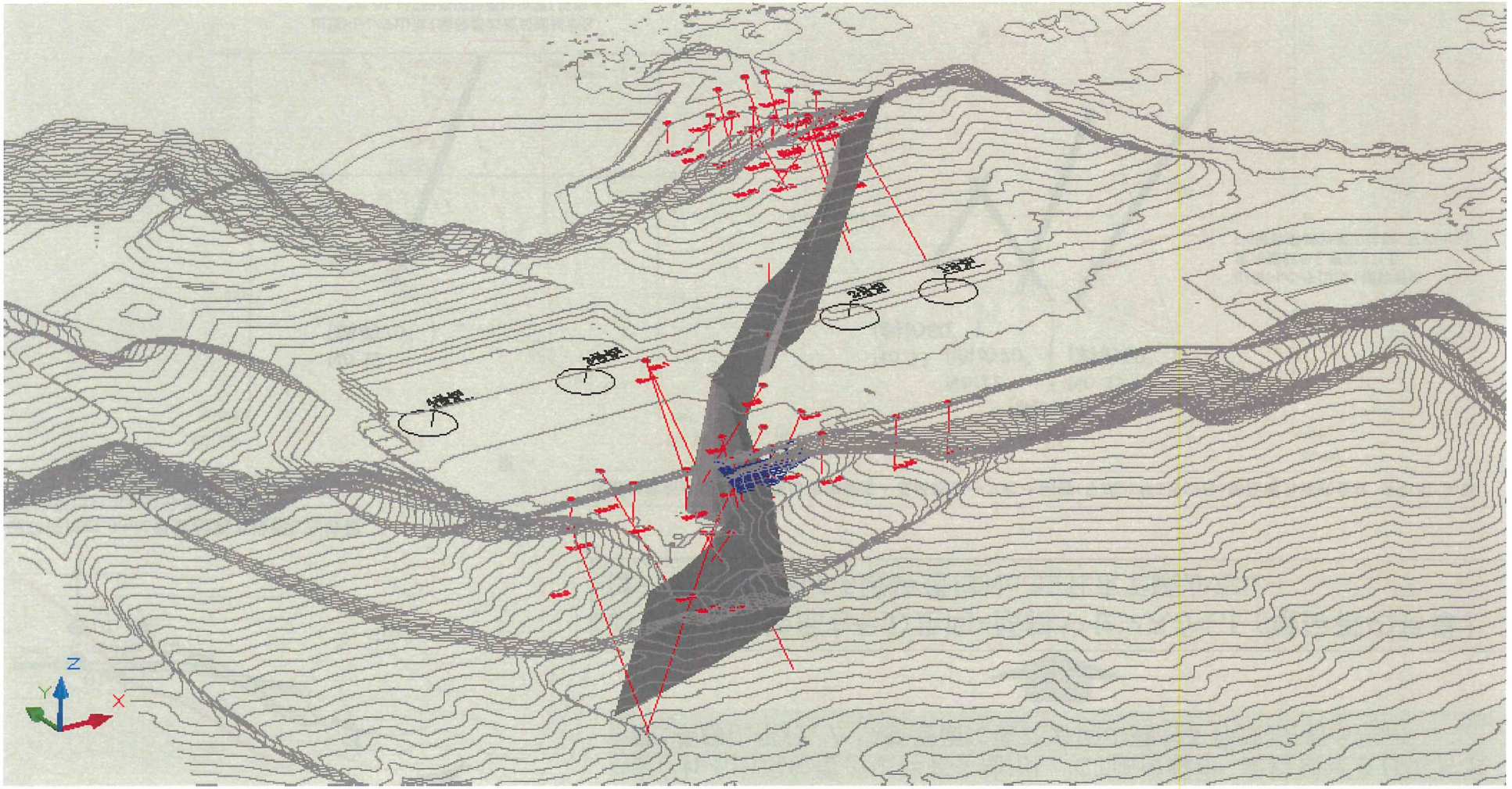


O1-10孔のO1-10-2破砕部（F-6破砕帯と評価）



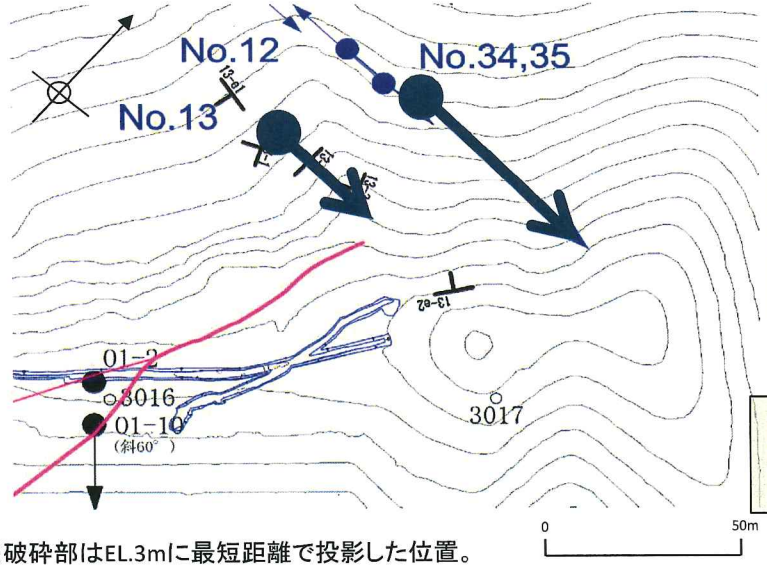
大飯発電所敷地内破砕帯の追加調査ー最終報告ー（平成25年7月25日）関西電力株式会社を引用・加筆

図7　旧試掘坑から山頂トレンチの新F-6破砕帯に関する検討（No.1, O1-6, O1-10,1192孔）



大飯発電所敷地内Ｆ－６破砕帯の追加調査 －Ｆ－６破砕帯の連続性検討結果－（平成25年7月8日）関西電力株式会社 を引用

図８　新Ｆ－６破砕帯の三次元的な分布（南側から望む）



※破砕部は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孔では、5箇所、No.35孔では、2箇所の破砕部が認められた。

・山頂トレンチで認められた山頂①破砕帯（F-6破砕帯）の走向・傾斜から想定される出現位置の破砕帯を抽出し、CT画像解析、条線観察及び薄片観察（条線に平行、かつ断層面に直交方向の薄片を作成）を行った。

いずれの破砕部もその走向・傾斜やセンスからF-6破砕帯の特徴とは一致せず、新F-6破砕帯はNo.35孔まで続かない

大飯発電所敷地内破砕帯の追加調査ー最終報告ーコメント回答（平成25年8月19日）関西電力株式会社　を引用・加筆

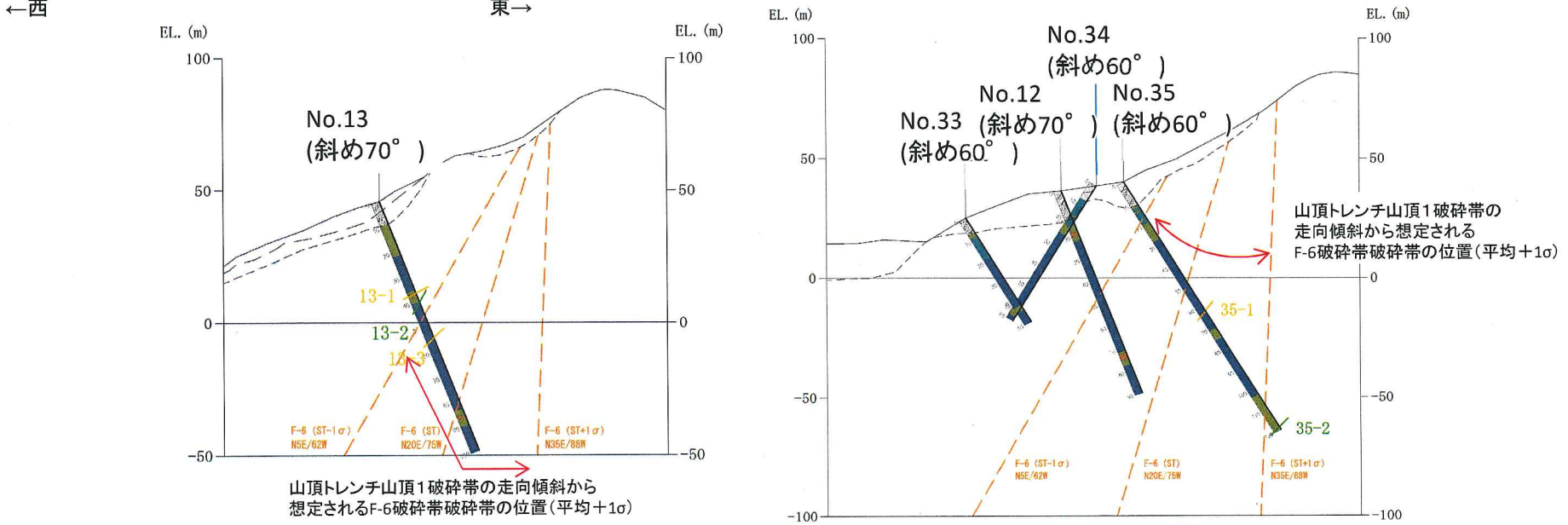
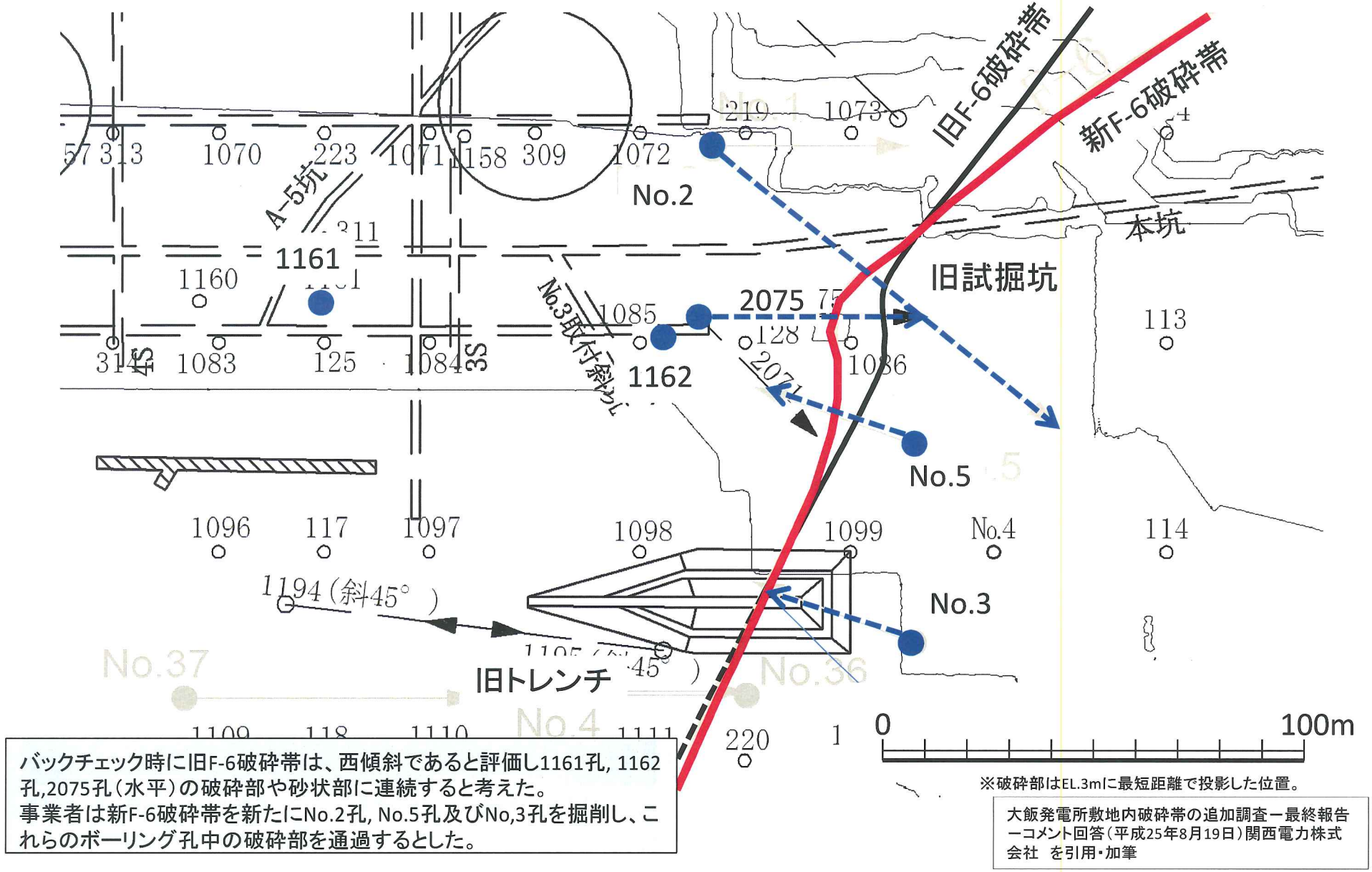


図9　山頂トレンチより北側の新F-6破砕帯に関する検討（No.13孔, No. 35孔）



バックチェック時に旧F-6破砕帯は、西傾斜であると評価し1161孔, 1162孔,2075孔（水平）の破砕部や砂状部に連続すると考えた。
事業者は新F-6破砕帯を新たにNo.2孔, No.5孔及びNo,3孔を掘削し、これらのボーリング孔中の破砕部を通過するとした。

大飯発電所敷地内破砕帯の追加調査ー最終報告ーコメント回答（平成25年8月19日）関西電力株式会社　を引用・加筆

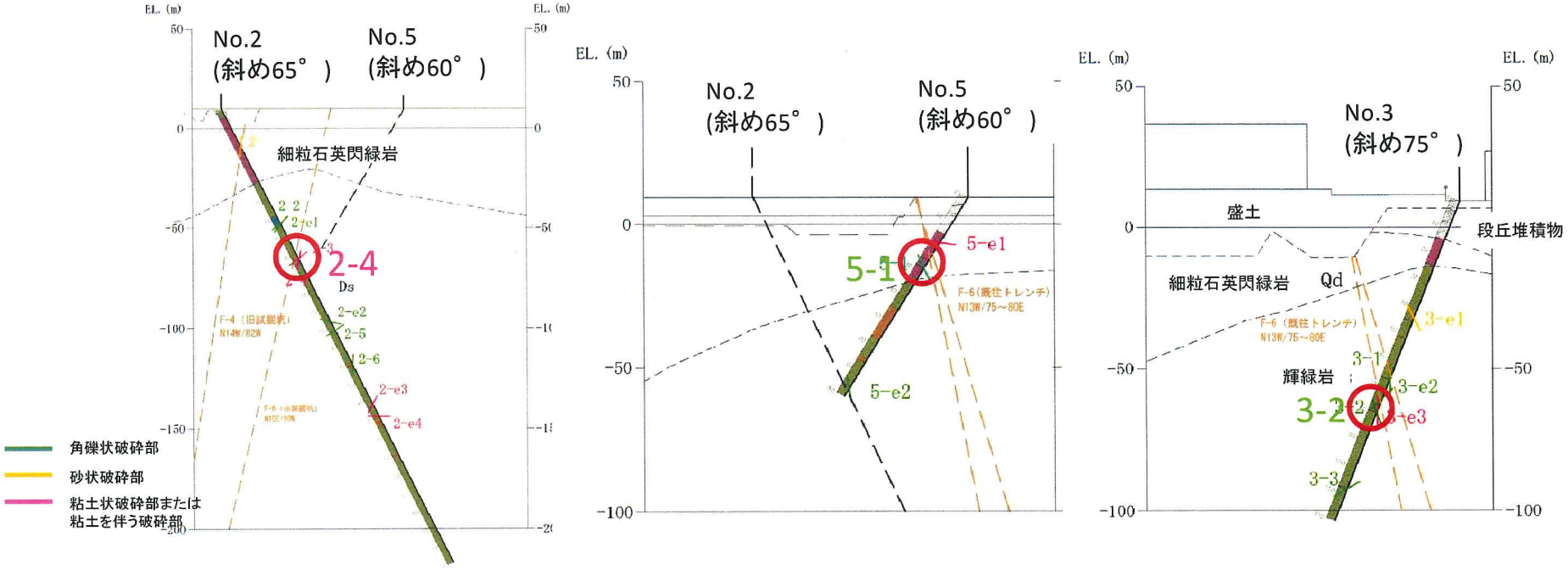
図10－1　旧試掘坑から旧トレンチ間の新・旧F-6破砕帯に関する検討（検討地点位置図）

No.2孔（孔口標高：EL.9.77m、掘進方向：88°、掘進角度：65°、掘進長：250m）

深度83.20～83.50m　輝緑岩中の粘土伴う角礫状破砕部（N28E/81W）。破砕帯幅：15cm、粘土幅：0.5mm

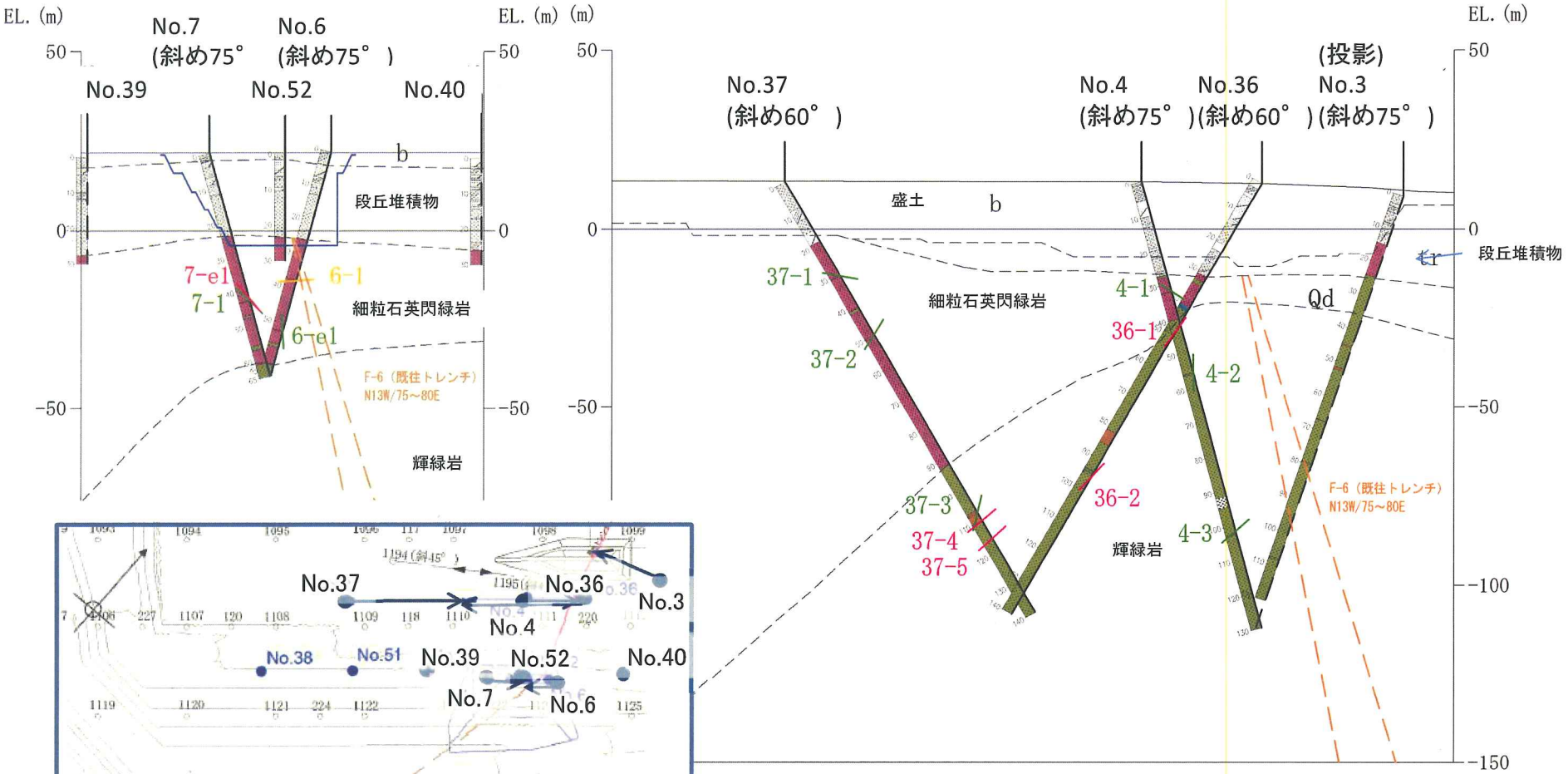
No.5孔（孔口標高：EL.9.40m、掘進方向：249°、掘進角度：60°、掘進長：80m）

深度28.50m　細粒石英閃緑岩中の角礫状破砕部（N15E/71E）。
破砕帯幅：5～7cm、粘土幅：0mm、固結



大飯発電所敷地内破砕帯の追加調査ー最終報告ーコメント回答（平成25年8月19日）関西電力株式会社　を引用・加筆

図10－2　旧試掘坑から旧トレンチ間の新F-6破砕帯に関する検討（No.2孔, No.5孔, No3孔）

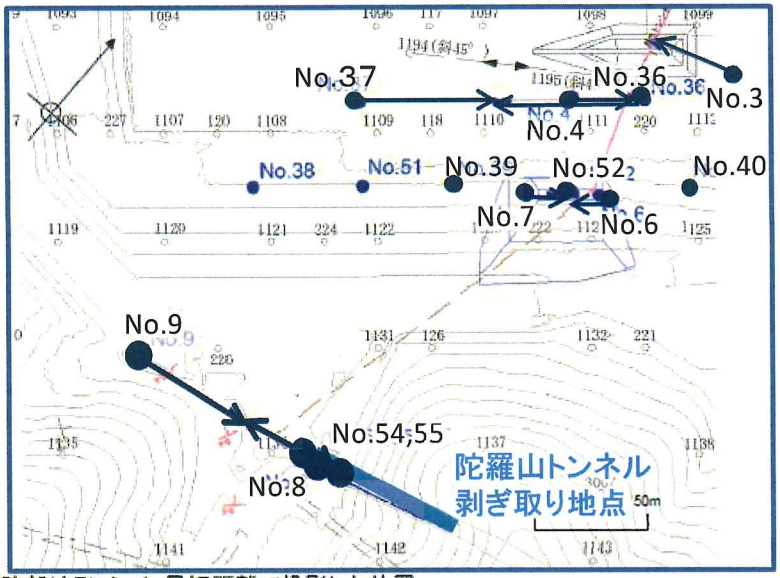


※破砕部はEL.3mに最短距離で投影した位置。

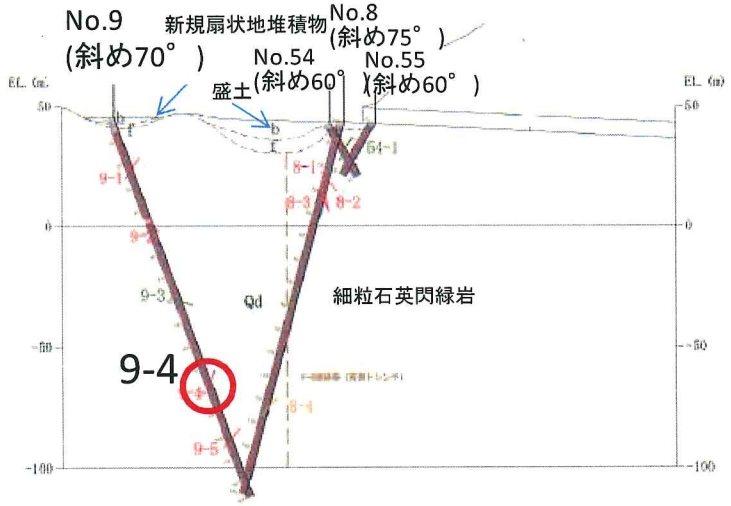
旧トレンチと南トレンチの間では、ボーリングでは新F-6破砕帯と考えられる破砕部は見られなかった。

大飯発電所敷地内破砕帯の追加調査－最終報告－（平成25年7月25日）関西電力株式会社　を引用・加筆

図11－1　旧トレンチから南側トレンチ間における新F-6破砕帯に関する検討



※破砕部はEL.3mに最短距離で投影した位置。

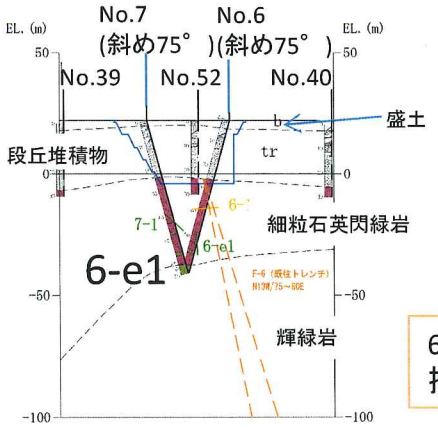


b:盛土、tr:未固結堆積物、Qd:細粒石英閃緑岩、Ds:輝緑岩

No.9孔では5箇所の破砕部が認められる
関西電力は最新面でのせん断のセンスなどから9-4破砕部を新F-6破砕帯として評価

9-4破砕部

深度116.45～116.65m　細粒石英閃緑岩中の固結した角礫状破砕部(N27E/76W)。
傾斜30°、幅14cm。下端に連続性の悪い幅5mm以下の灰色細粒部を挟在する。

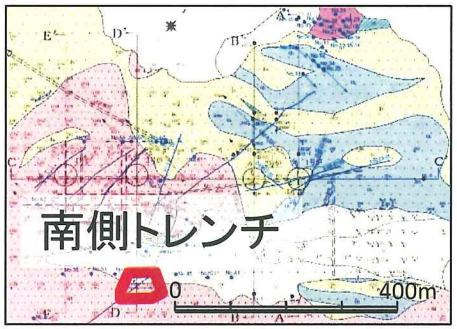


6-e1破砕部を新F-6破砕帯に隣接する破砕部として評価

大飯発電所敷地内破砕帯の追加調査－最終報告－
(平成25年7月25日)関西電力株式会社　を引用・加筆

図11－2　南側トレンチより南方における新F-6破砕帯に関する検討

大飯発電所敷地内破砕帯の追加調査ー最終報告ー（平成25年7月25日）関西電力株式会社　を引用・加筆



南側トレンチにおいて3条の破砕帯が確認された。

関西電力が新F-6破砕帯とした破砕帯

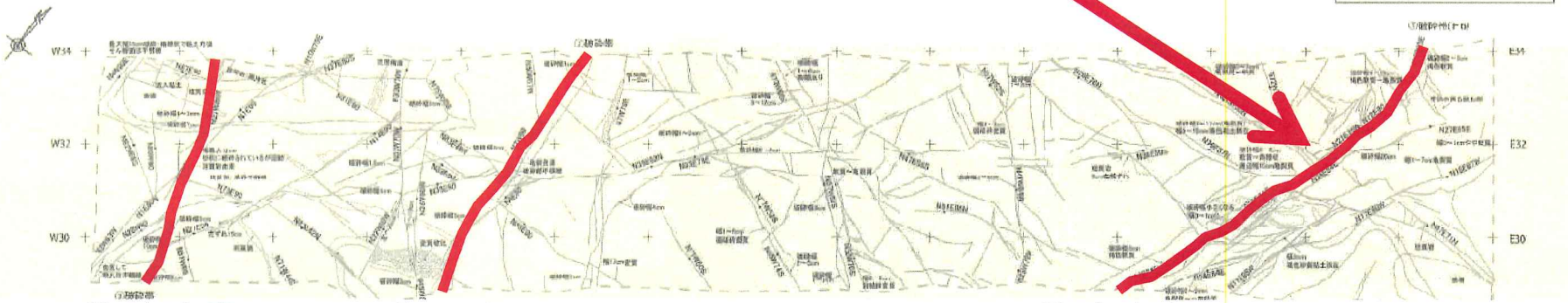


図12　南側トレンチ底盤で確認された破砕帯

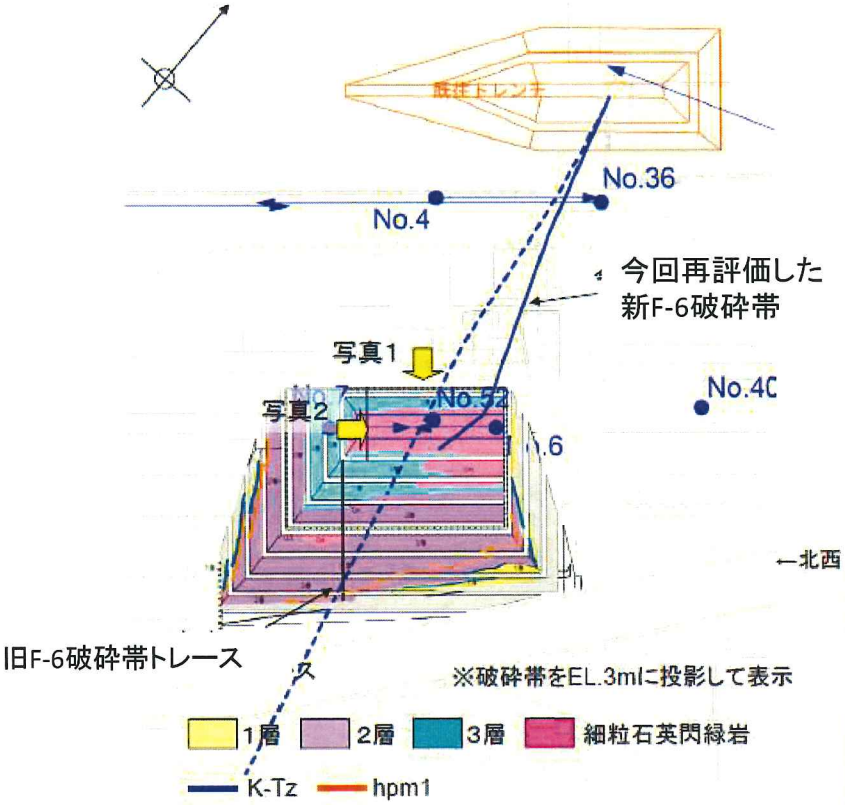


写真1（南側法面、堆積層）

写真2（F－6破砕帯付近）

関西電力は南側トレンチ内の破砕帯の一つ（①破砕帯）を新F-6破砕帯としている。

大飯発電所敷地内破砕帯の追加調査－最終報告－（平成25年7月25日）関西電力株式会社　を引用・加筆

図13　南側トレンチ付近における新F-6破砕帯に関する検討

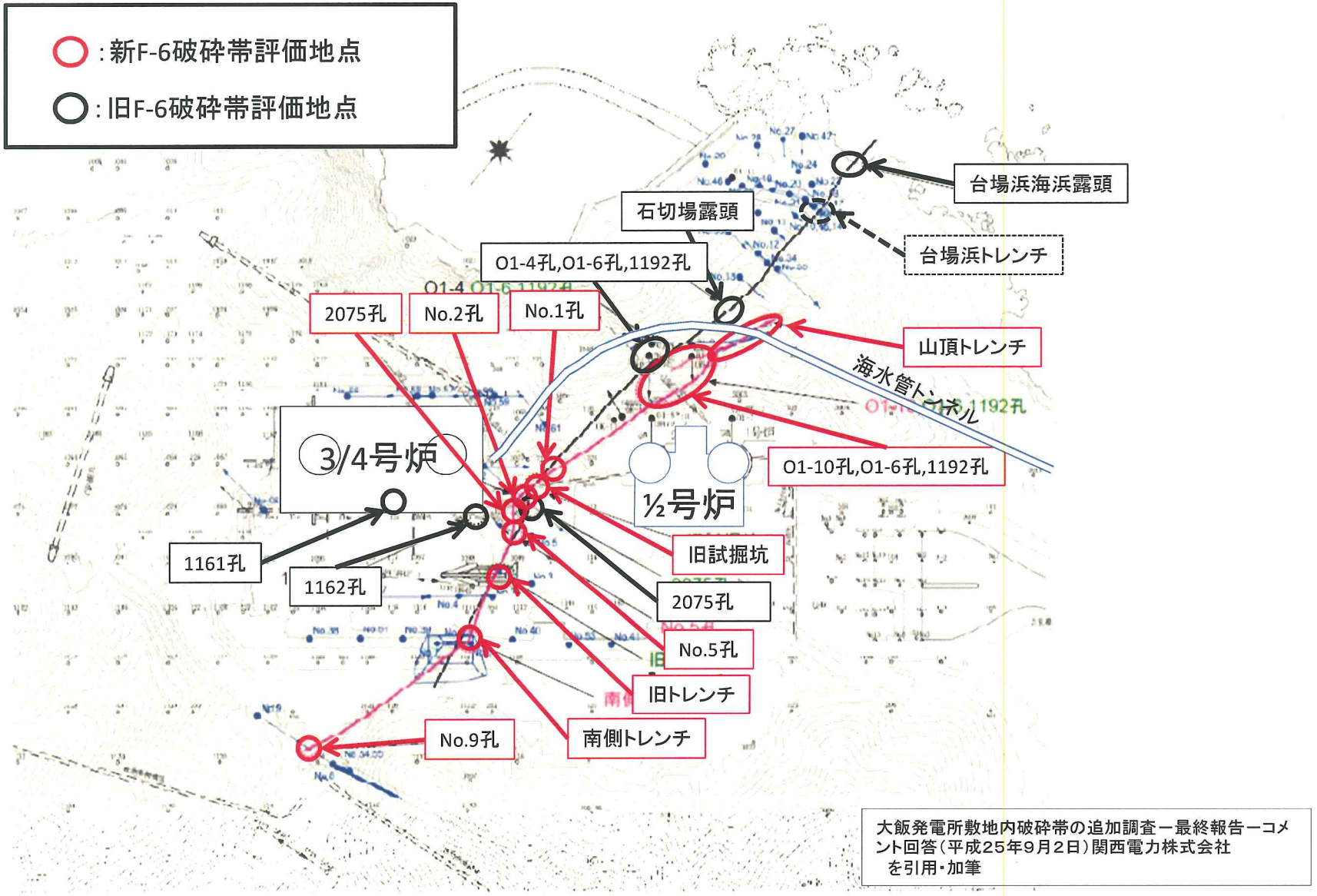
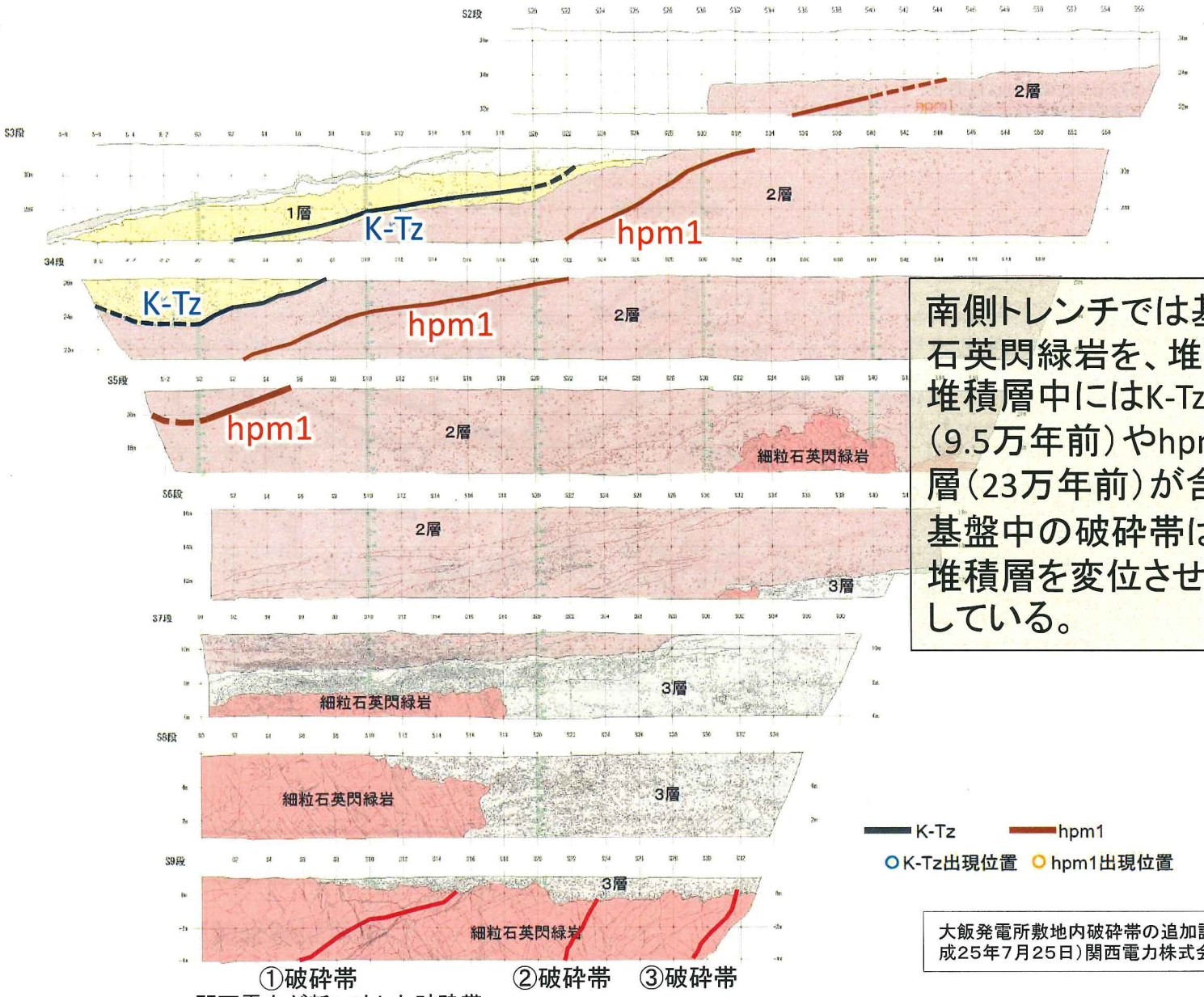


図14　大飯発電所敷地内の新F-6破砕帯確認地点（標高3mにおける分布）

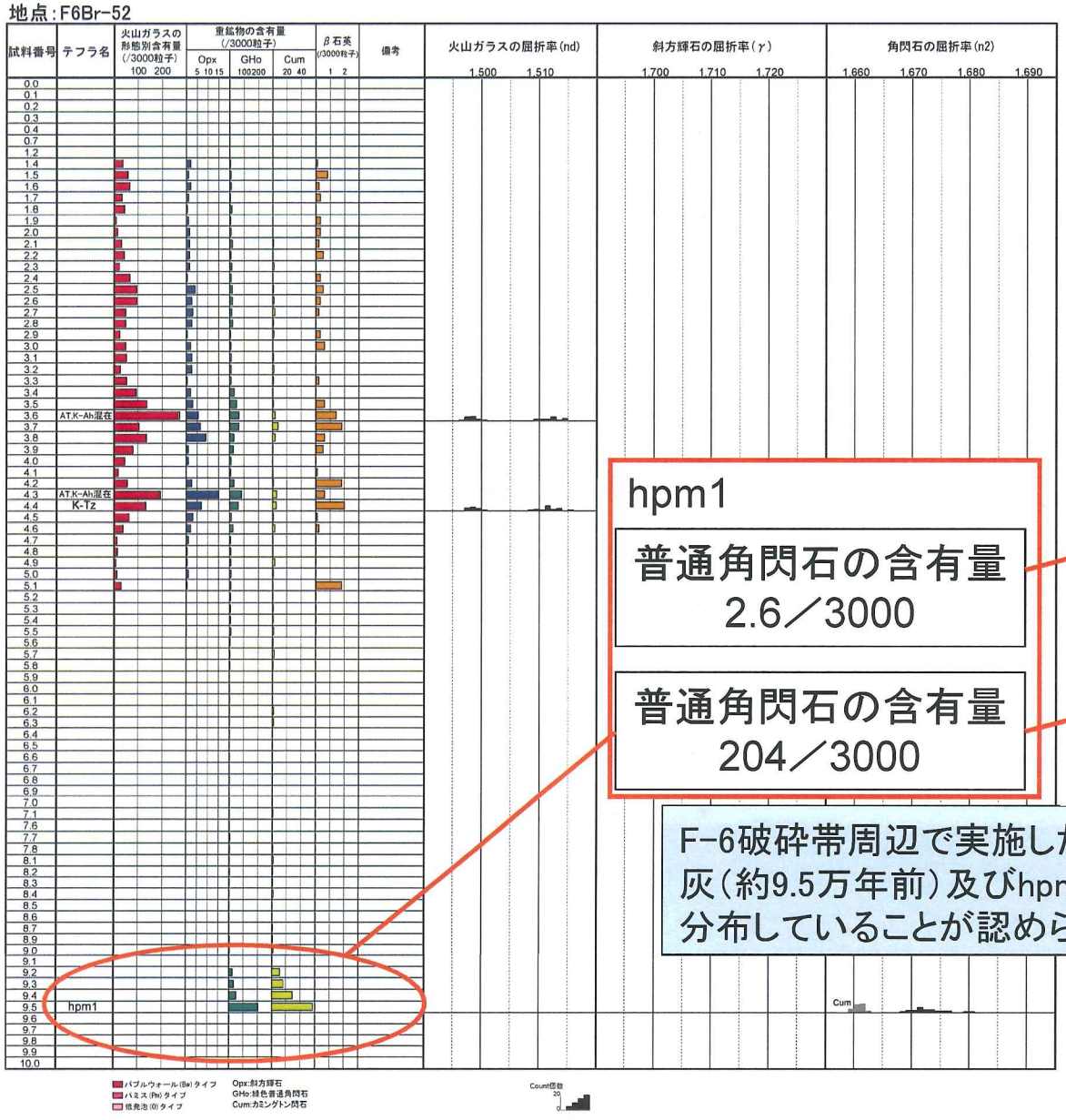
東←　　→西

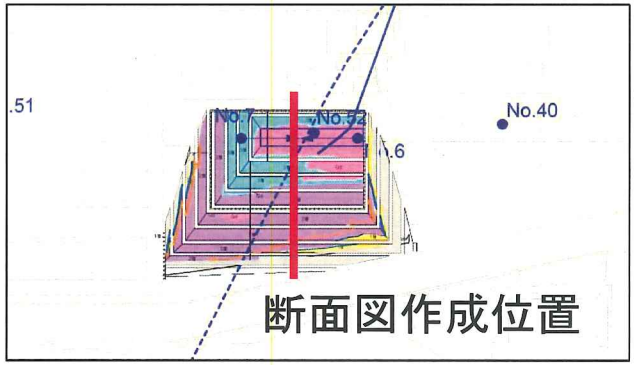


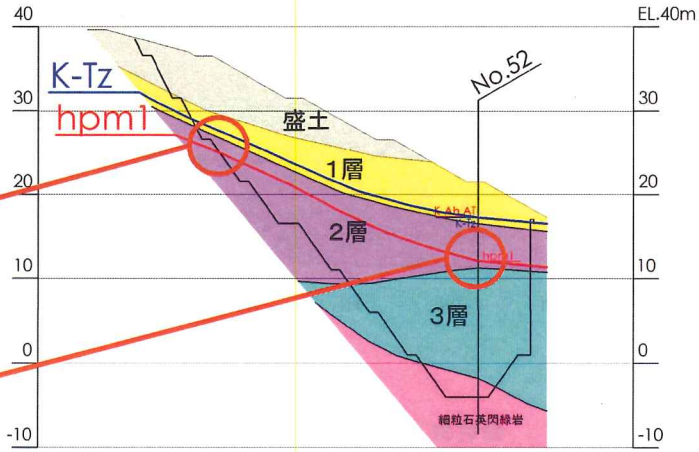
南側トレンチでは基盤の細粒石英閃緑岩を、堆積層が覆い、堆積層中にはK-Tz火山灰層（9.5万年前）やhpm1火山灰層（23万年前）が含まれる。基盤中の破砕帯はいずれも堆積層を変位させていないとしている。

大飯発電所敷地内破砕帯の追加調査ー最終報告ー（平成25年7月25日）関西電力株式会社　を引用・加筆

図15－1　南側トレンチのスケッチ（南側法面）及び地質層序







hpm1

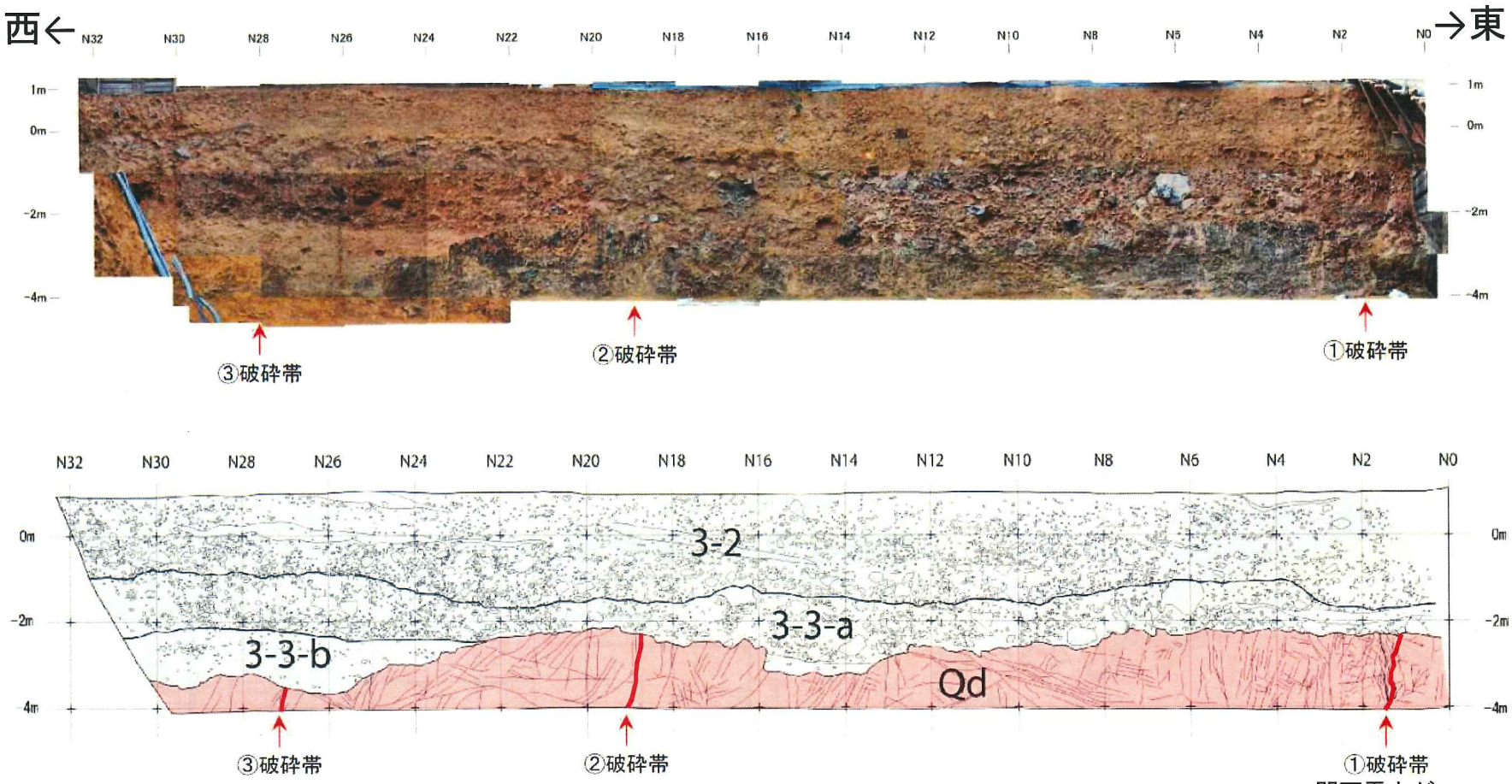
普通角閃石の含有量
2.6／3000

普通角閃石の含有量
204／3000

F-6破砕帯周辺で実施した群列ボーリング調査の結果、K-Tz火山灰（約9.5万年前）及びhpm1火山灰（約23万年前）の降灰層準が広く分布していることが認められた。

大飯発電所敷地内破砕帯の追加調査ー最終報告ー（平成25年7月25日）関西電力株式会社　を引用・加筆

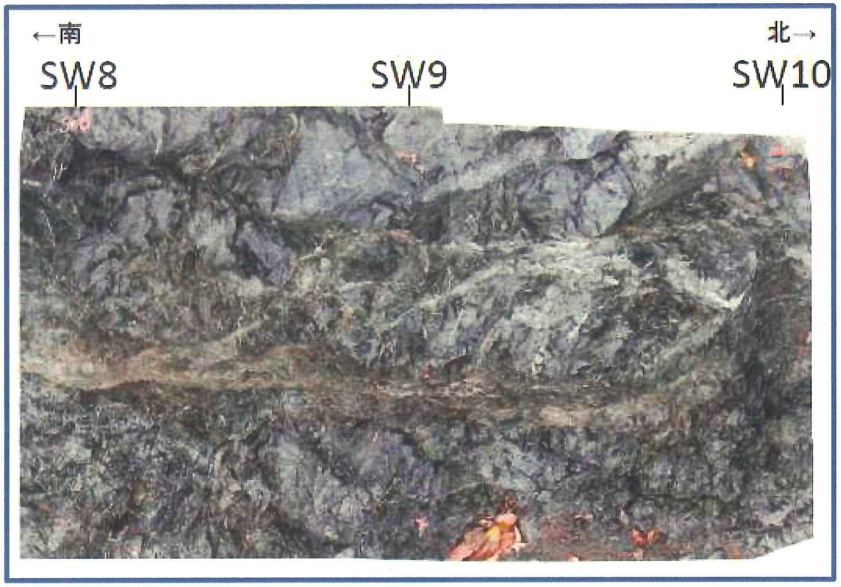
図15－2　南側トレンチ周辺における火山灰産出状況

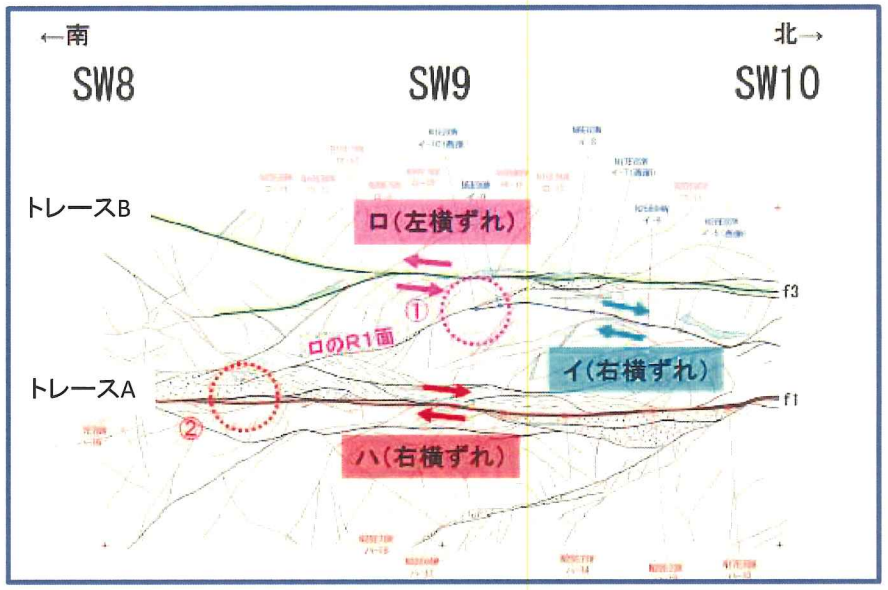


活動ステージハー1、ハー2の両方の応力場を反映した運動センスを有する②破砕帯は、hpm1火山灰（約23万年前）の降灰層準を含む2層の下位である3層に不整合で覆われ、変位変形を及ぼしておらず、後期更新世以降活動していない。

大飯発電所敷地内破砕帯の追加調査ー最終報告ーコメント回答（平成25年9月2日）関西電力株式会社を引用

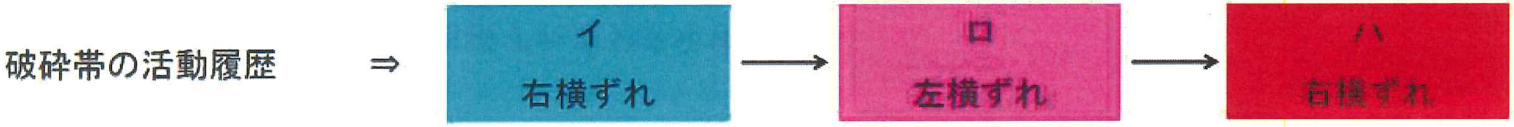
図16　南側トレンチ（北側法面）②破砕帯（ハー1、ハー2）と堆積層との関係





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面
ロ：トレースB周辺に多く見られる左横ずれせん断面
ハ：トレースB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。



大飯発電所敷地内破砕帯の追加調査－最終報告－概要版
（平成25年8月19日）関西電力株式会社　を引用・加筆

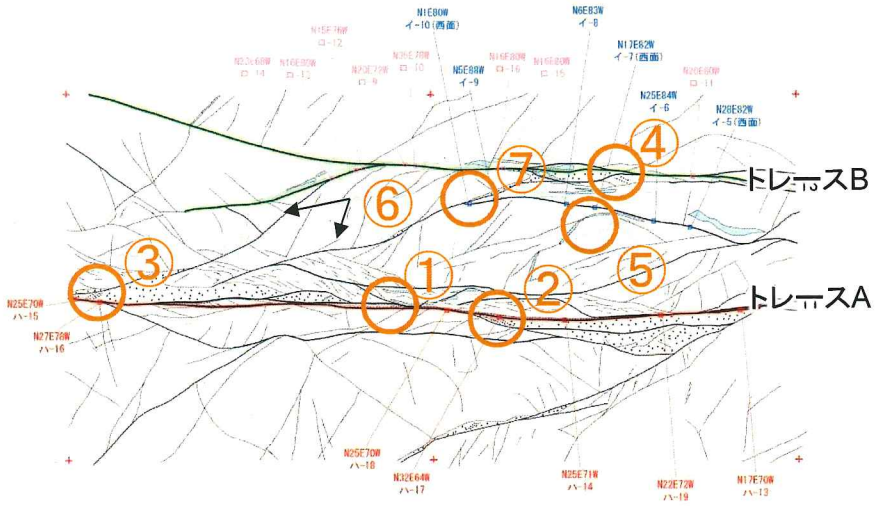
図17－1　新F-6破砕帯活動時期の前後関係

←南　北→

SW8　SW9　SW10

・トレースAに沿って，砂混じり粘土中に右横ずれ成分を示すPフォリエーション（母岩の粒子からなる）が認められ（①），
　砂混じり礫中には右横ずれ成分を示すPフォリエーション（母岩と石英の粒子からなる）およびR1面（②）と，
　左横ずれ成分を示すPフォリエーション（母岩と石英の粒子からなる）およびR1面（③）が発達する。
・トレースBに沿って左横ずれ成分を示すPフォリエーション（母岩の粒子からなる）とR1面が認められる（④）。
・トレースAとトレースBの間には，右横ずれを示す石英の引きずり構造（⑤）と左横ずれ成分を示すR1面（⑥）が認められる。
・引きずり構造に沿うせん断面は左横ずれ成分を示すR1面にせん断される（⑦）。

SW8　SW9　SW10



以上より、
左横ずれ成分を持つステージ「ロ」以降に右横ずれ成分を持つステージ「ハ」の運動があったと考えられる。

大飯発電所敷地内破砕帯の追加調査－最終報告－概要版（平成25年8月19日）関西電力株式会社　を引用・加筆

図17－2　山頂トレンチにおける活動ステージ区分

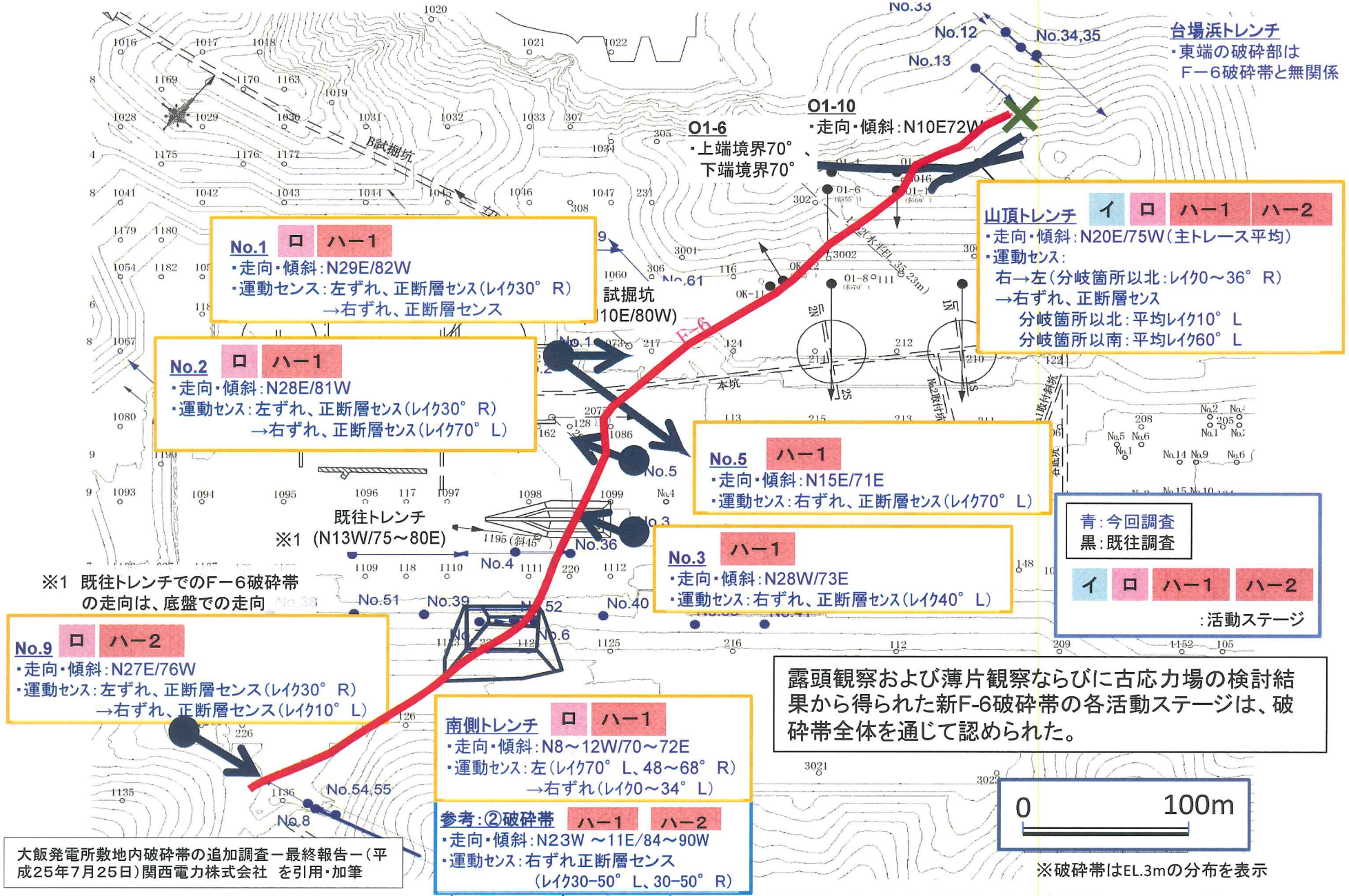
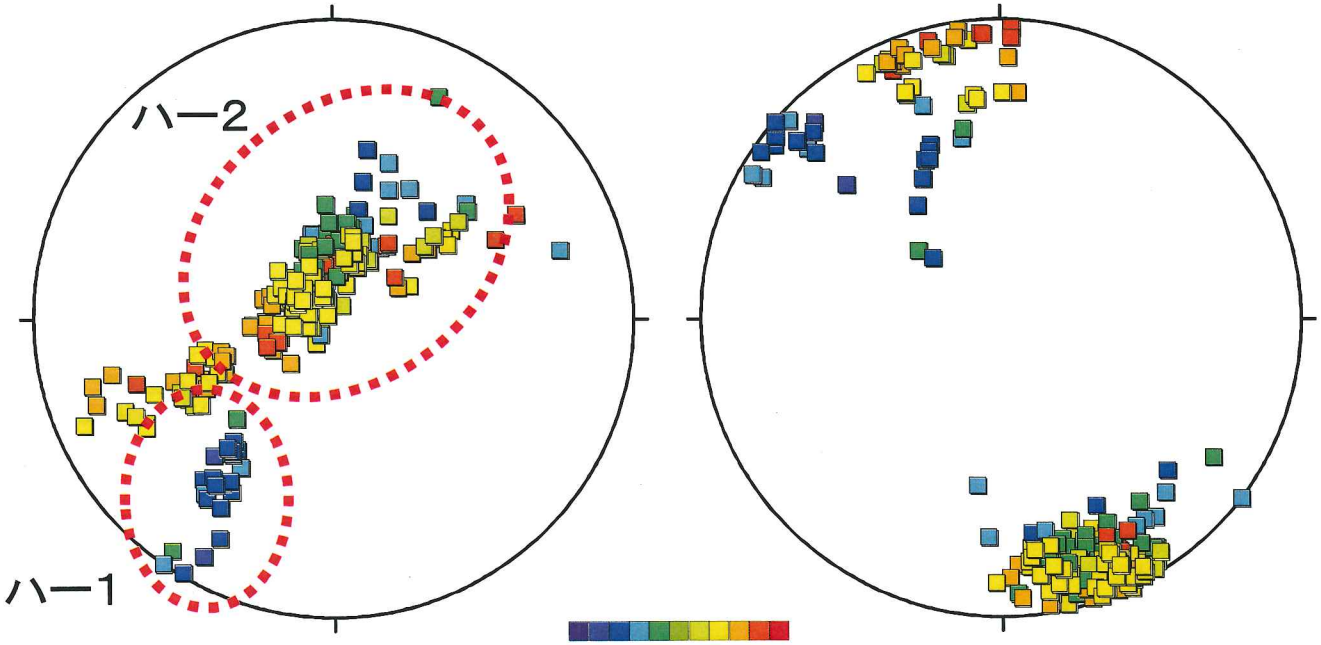


図18－1 トレンチ・ボーリング試料解析による運動方向と対応する活動ステージ

「活動順序認定」の検証

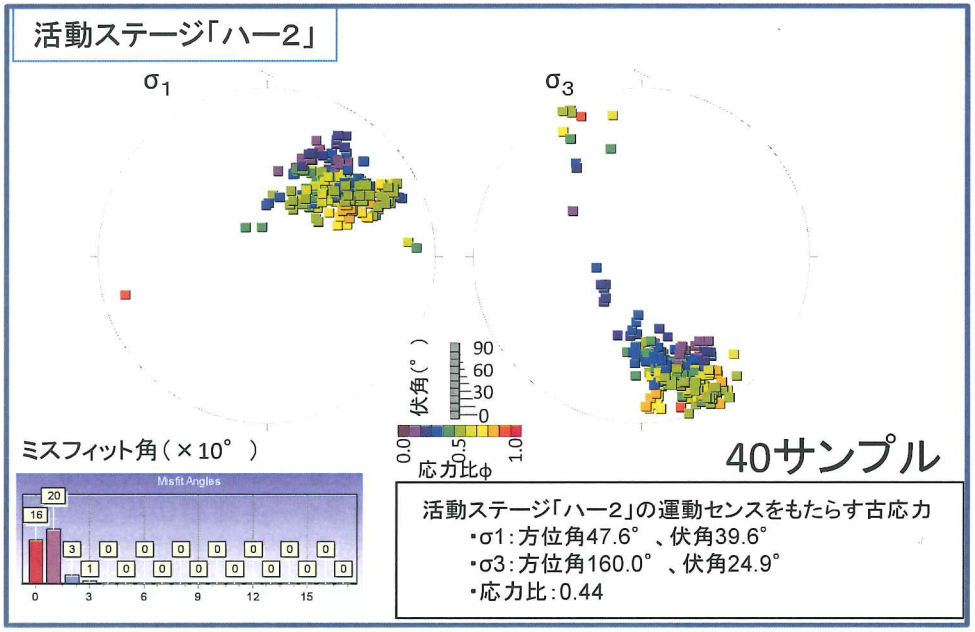
関西電力がハとしたデータすべてを用いた.

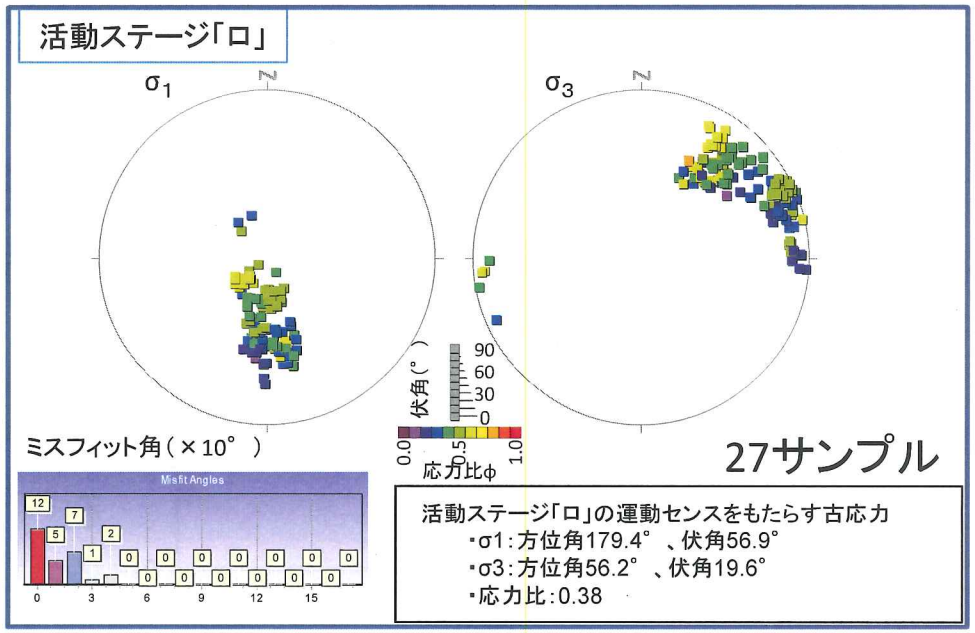


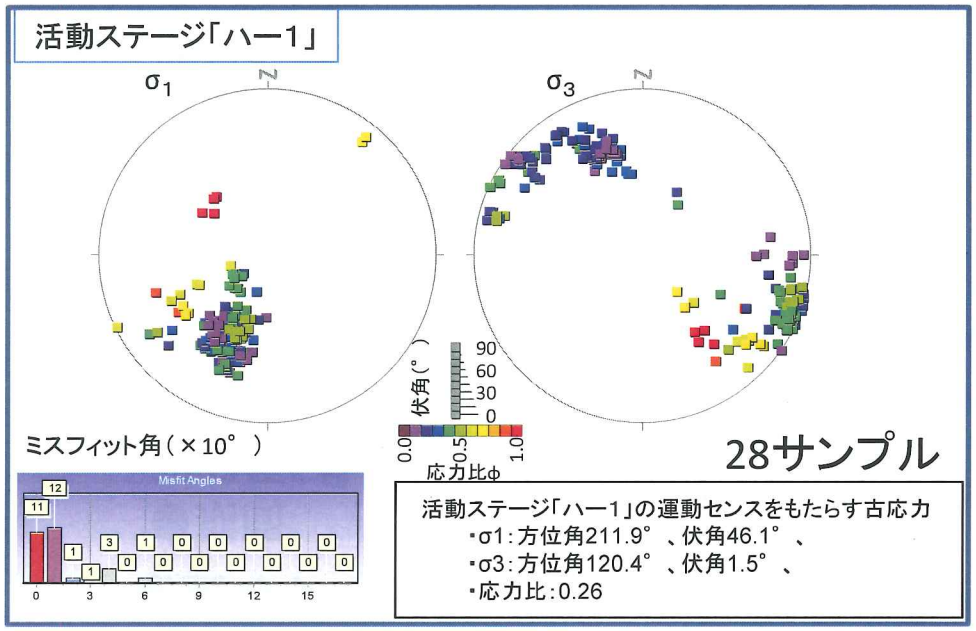
$$\phi = \frac{\sigma_2 - \sigma_3}{\sigma_1 - \sigma_3}$$

南側トレンチ等を踏まえた大飯原発敷地内破砕帯評価。
大飯発電所敷地内破砕帯の調査に関する有識者会合
第5回評価会合
平成25年8月19日（重松先生説明資料）に加筆・修正

図18－2　活動ステージ「ハ」の応力に関する検討







下半球等積投影図

※断層組み合わせ数k:5
強調ファクター:8

$$\text{応力比}\phi = \frac{\sigma_2 - \sigma_3}{\sigma_1 - \sigma_3}$$

Φ=0:軸性圧縮応力、φ=1:軸性伸張応力

大飯発電所敷地内破砕帯の追加調査 ーコメント回答ー、
平成25年11月15日、関西電力株式会社より作成

図18－3　新F-6破砕帯に関する古応力に関する検討結果

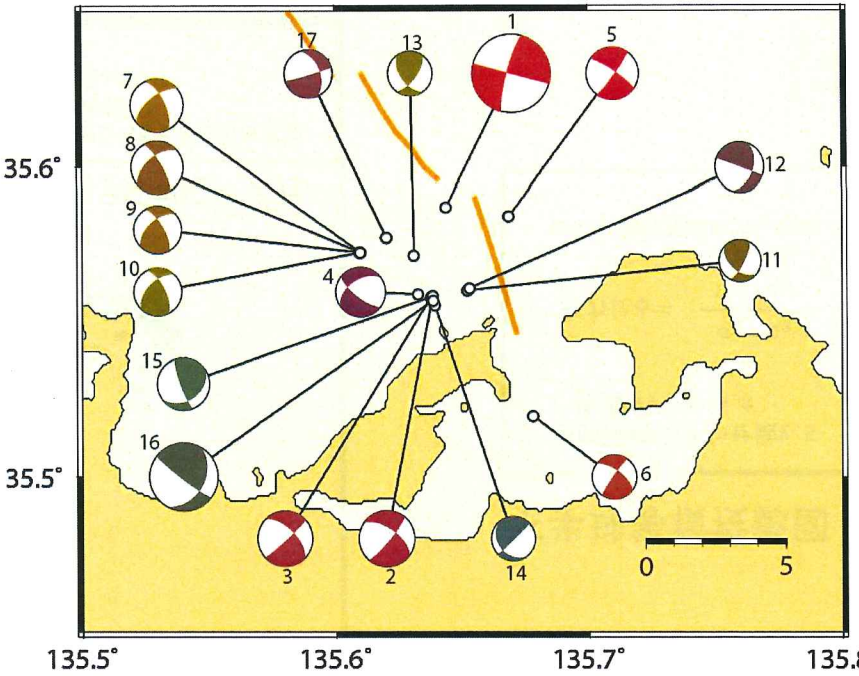
- 地震のデータに基づく.

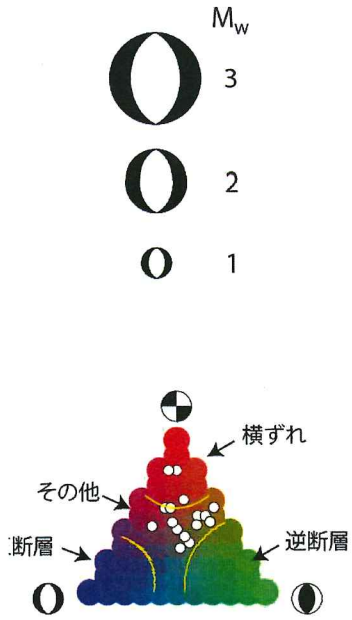
●期間
2002年6月～2012年8月

●マグニチュード
0.0～2.7

●解析地震数
29イベント

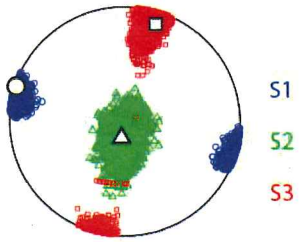
●使用した地震観測点
防災科研(Hi-net)、気象庁、産総研

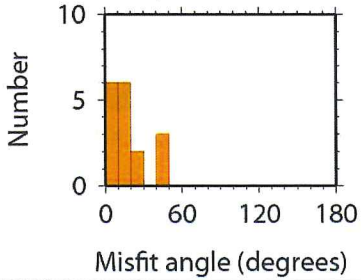


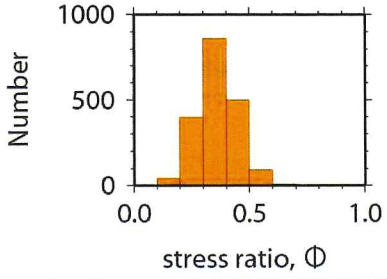


謝辞:気象庁一元化震源、ならびに、防災科学技術研究所(Hi-net)、気象庁、産業技術総合研究所の波形データを利用しました。
解析は産総研の今西和俊主任研究員によるものです.

大飯原発敷地内破砕帯調査について、平成24年11月4日、
大飯発電所敷地内破砕帯の調査に関する有識者会合
第1回評価会合、重松委員作成資料より作成





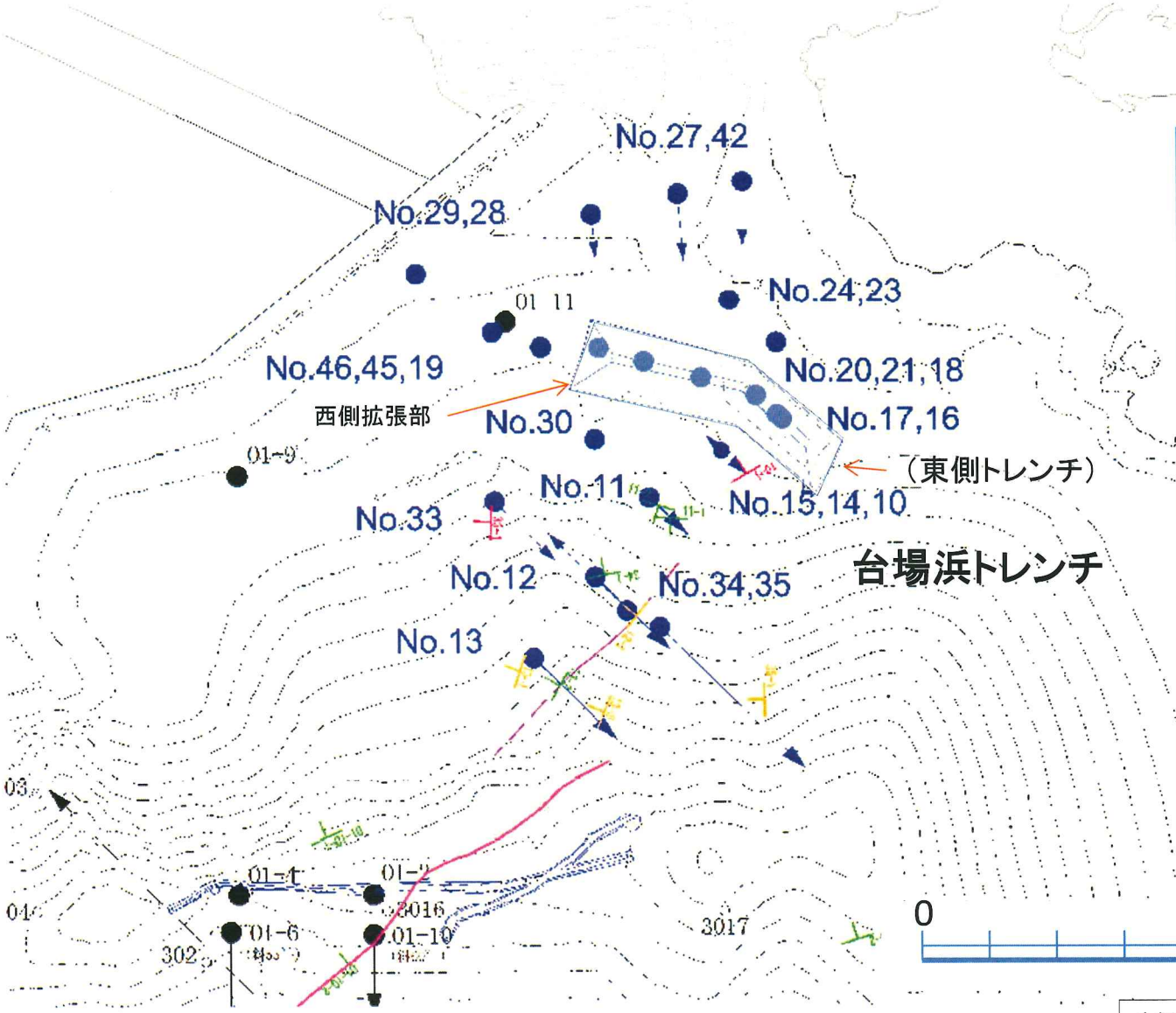


最近の地震データに基づくと大飯発電所周辺の応力場はWNW-ESE方向の圧縮応力場であると考えられる。

図18－4　新F-6破砕帯に関する古応力に関する検討結果(現在の応力場)

大飯発電所敷地内破砕帯の追加調査ー最終報告ー（平成25年7月25日）関西電力株式会社　を引用・加筆

図19　南側トレンチ底盤の②破砕帯に関する条線観察地点

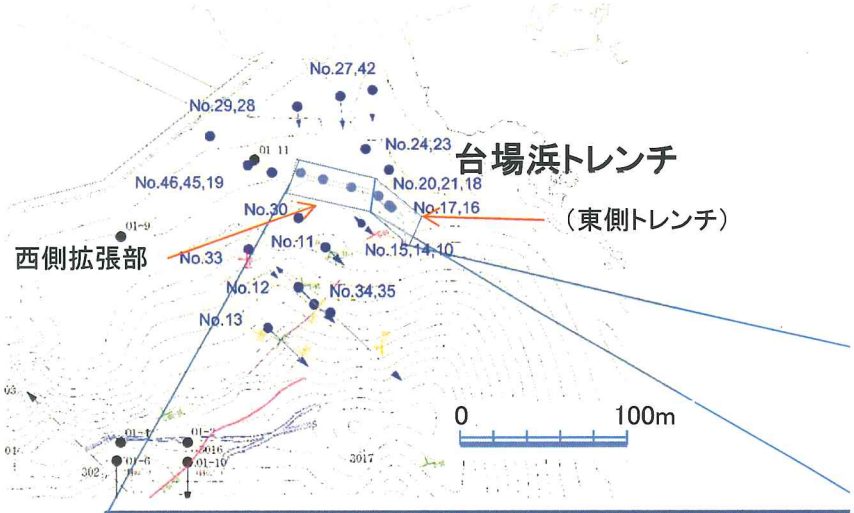


台場浜付近の
主なボーリング孔一覧

孔名	孔口標高	掘進角度	掘進長
No.10	15.38m	70°	30m
No.11	21.36m	70°	45m
No.12	36.41m	70°	90m
No.13	45.77m	70°	100m
No.14	15.38m	90°	15m
No.15	15.38m	70°	19m
No.16	5.29m	90°	4m
No.17	5.17m	90°	12m
No.18	4.52m	90°	15m
No.19	12.97m	90°	30m
No.21	3.93m	90°	18m
No.23	10.73m	90°	20m
No.24	10.65m	90°	26m
No.33	25.04m	60°	50m
No.34	38.47m	60°	65m
No.35	45.77m	70°	120m
No.45	13.24m	90°	25m

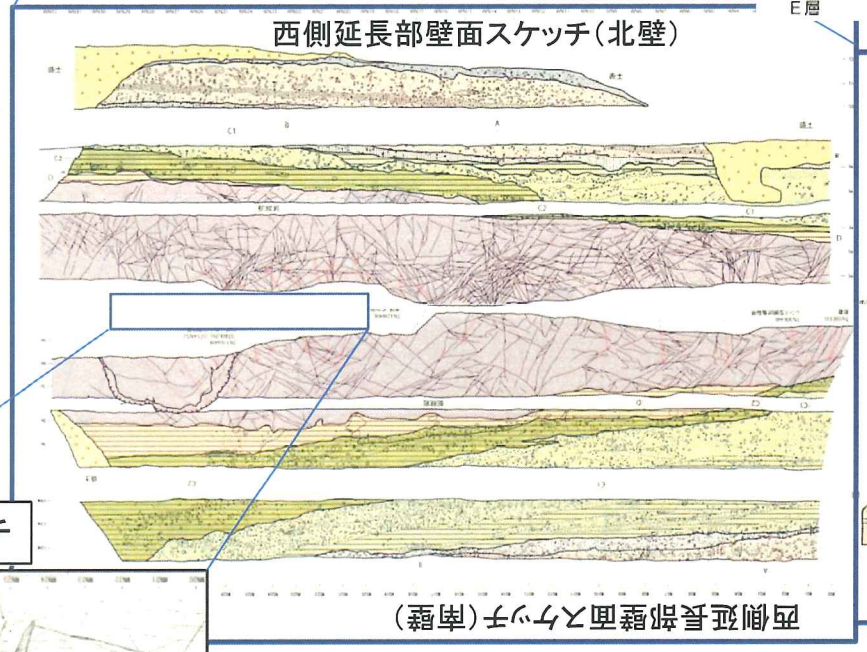
大飯発電所敷地内破砕帯の追加調査ー最終報告ー（平成25年7月25日）関西電力株式会社　を引用・加筆

図20－1　関西電力による台場浜付近の調査結果（ボーリング位置図）



地質層序表

東側トレンチ		西側トレンチ		層　相	年　代
A層		A層		角礫を主体とする崖錐堆積物	
B層		B層		細礫の角礫を主体とし，腐植に富む崖錐堆積物	10,060±40 yBP（14C） 9,550±40 yBP（14C）
C層	C1層	C層	C1層	角礫層とシルト層の互層，シルト層優勢 角礫層の基質はシルト質	最上部に AT（約 27ka） 最下部に K-Tz（約 95ka）
	C2層		C2層	角礫層とシルト層の互層，角礫層優勢 角礫層の基質はシルト質	
D層	D1層	D層		砂質シルト層	Hpm1(約230ka) :GHo0.1/3000, β石英0.6/3000 角閃石の屈折率1.6685-1.777
	D2層			超苦鉄質岩のくさり礫を含むシルト層	
	D3層			超苦鉄質岩のくさり礫を多量に含むシルト質砂礫層，下位のE層起源の円礫を含む	Ata-Th(約240ka) :β石英0.9/3000
E層				円礫主体の砂礫（海浜礫）	



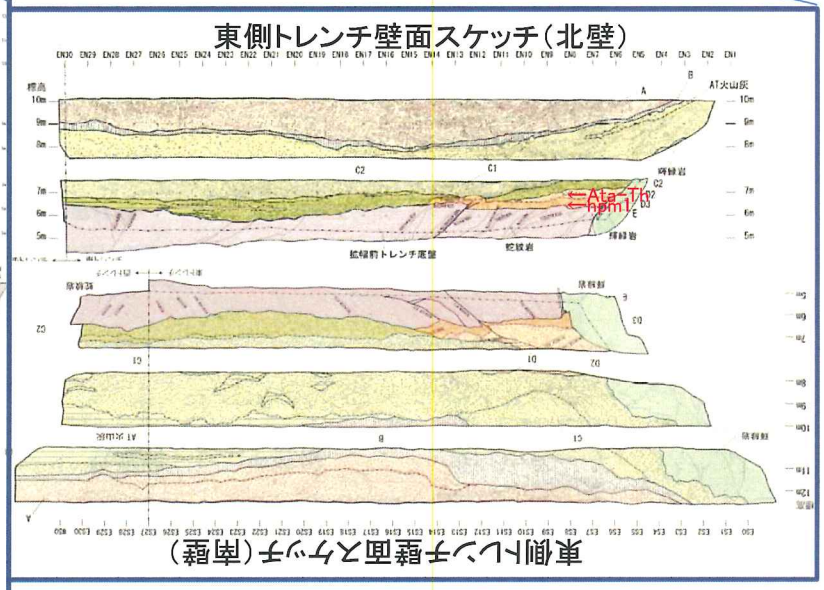
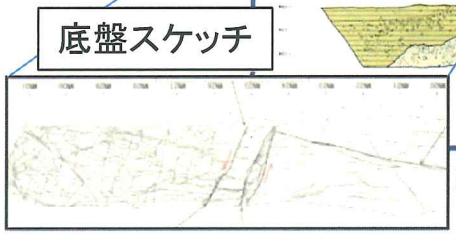


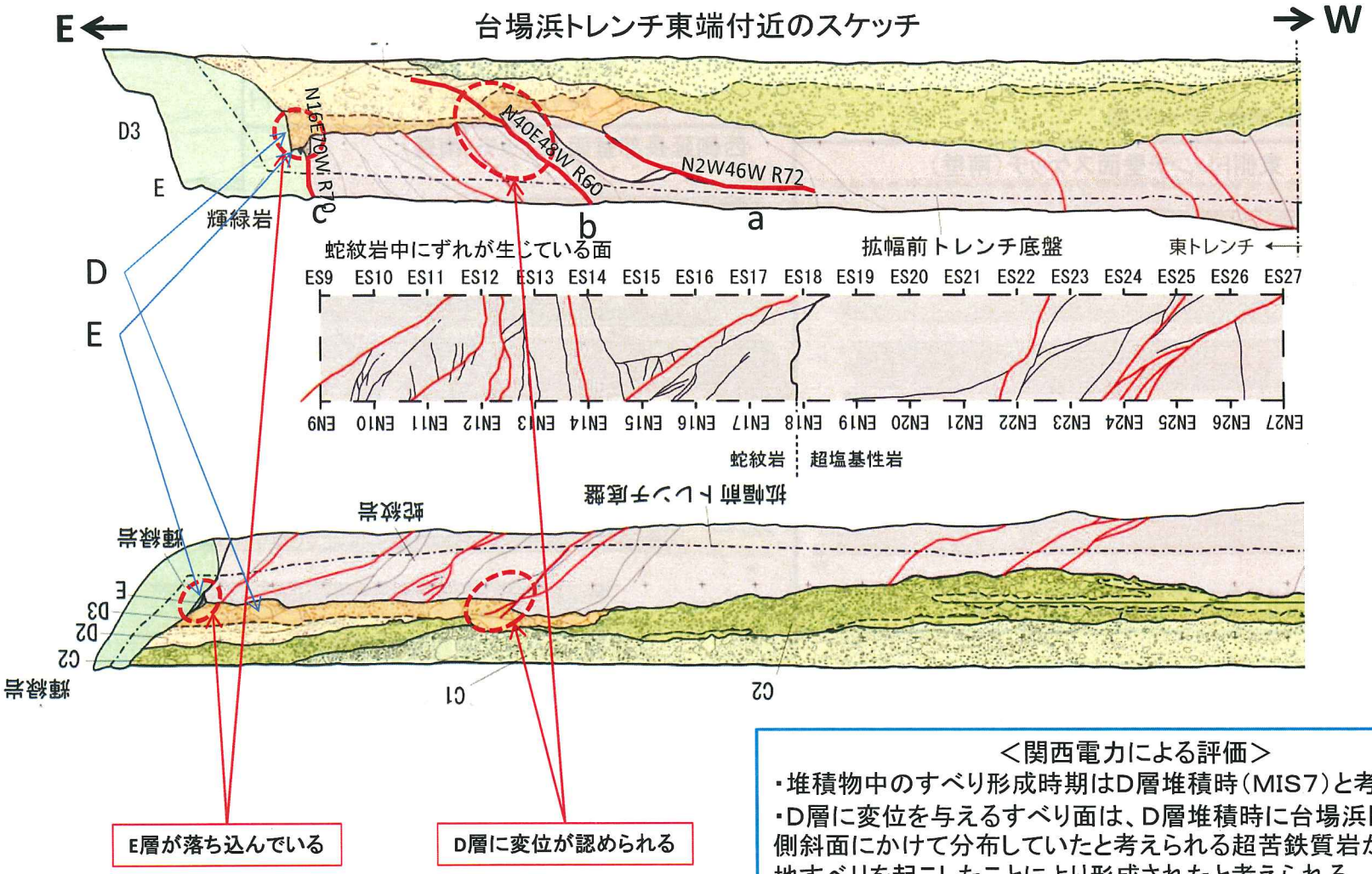
図20－2に詳細壁面スケッチを掲載



トレンチ西側拡張部分の破砕部（N5W80W）。左横ずれ成分を持つ

大飯発電所敷地内F－6破砕帯の追加調査－現地調査資料集－（平成24年12月28日関西電力株式会社）【 を引用・一部加筆

図20－2　関西電力による台場浜付近の調査結果（トレンチ調査）



＜関西電力による評価＞

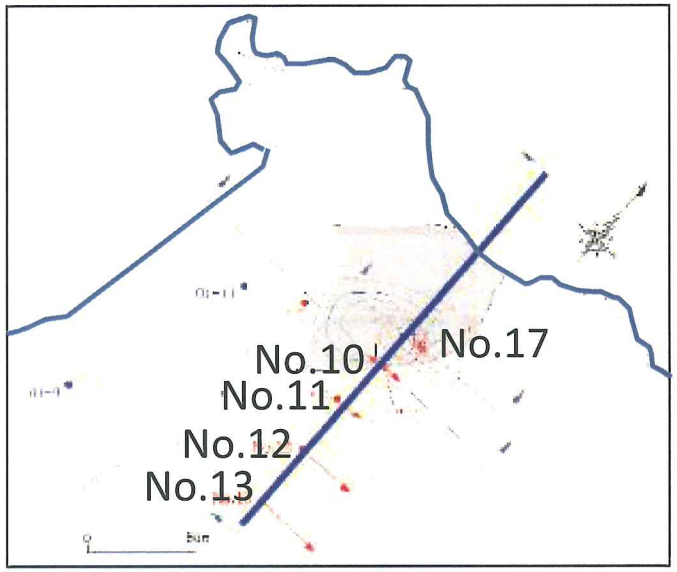
・堆積物中のすべり形成時期はD層堆積時（MIS7）と考えられる。

・D層に変位を与えるすべり面は、D層堆積時に台場浜トレンチ南側斜面にかけて分布していたと考えられる超苦鉄質岩が地すべりを起こしたことにより形成されたと考えられる。

以上から、蛇紋岩中のすべり面及び蛇紋岩と輝緑岩の境界の破砕部は地すべりに起因するものであり、活断層ではない。

大飯発電所敷地内Ｆ－６破砕帯の追加調査－現地調査資料集－（平成24年12月28日関西電力株式会社）【 を引用・一部加筆

図20－3　関西電力による台場浜付近の調査結果（トレンチ東端付近スケッチ）



関西電力は、周辺のボーリング調査の結果から、トレンチ内で見られる破砕部は、蛇紋岩の分布域内に限定された地すべりであるとした。

大飯発電所敷地内F－6破砕帯の追加調査
現地調査資料集、平成24年11月7日　関西電力株式会社を引用・修正

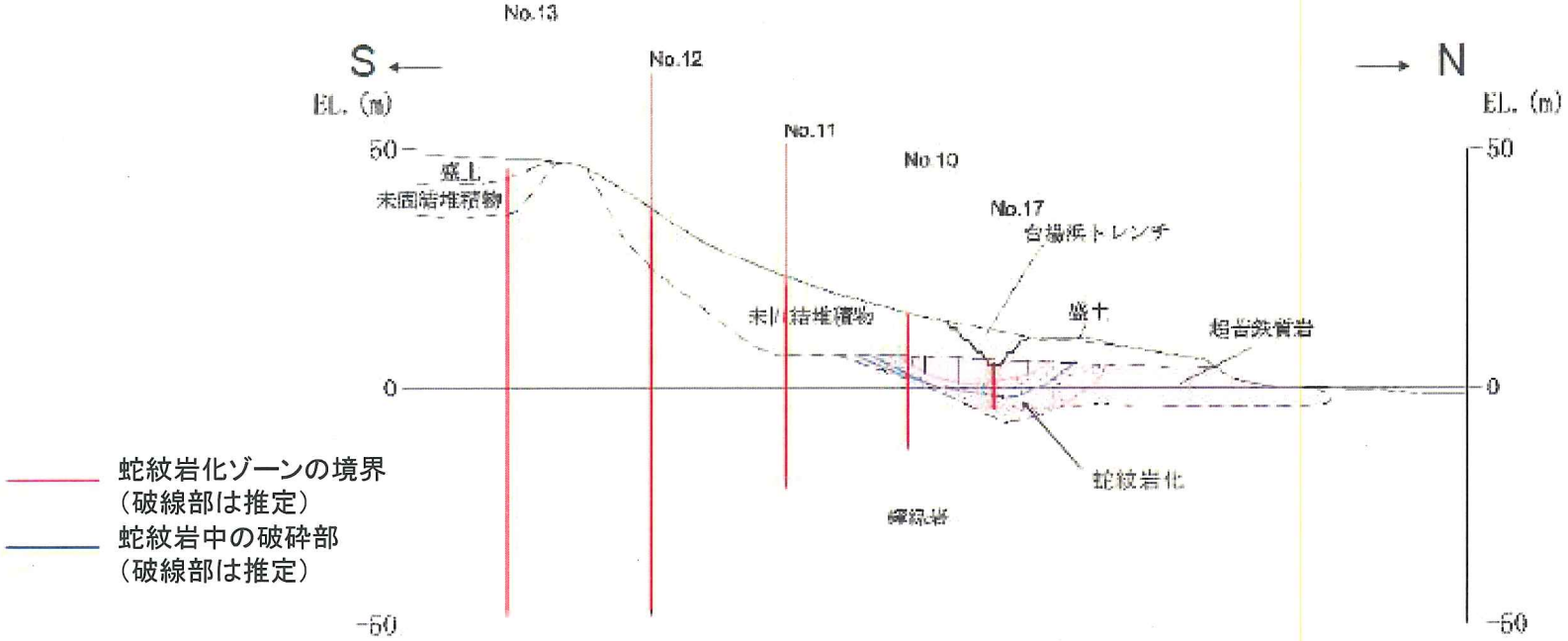


図20－4　関西電力による台場浜付近の調査結果（ボーリング調査結果1）

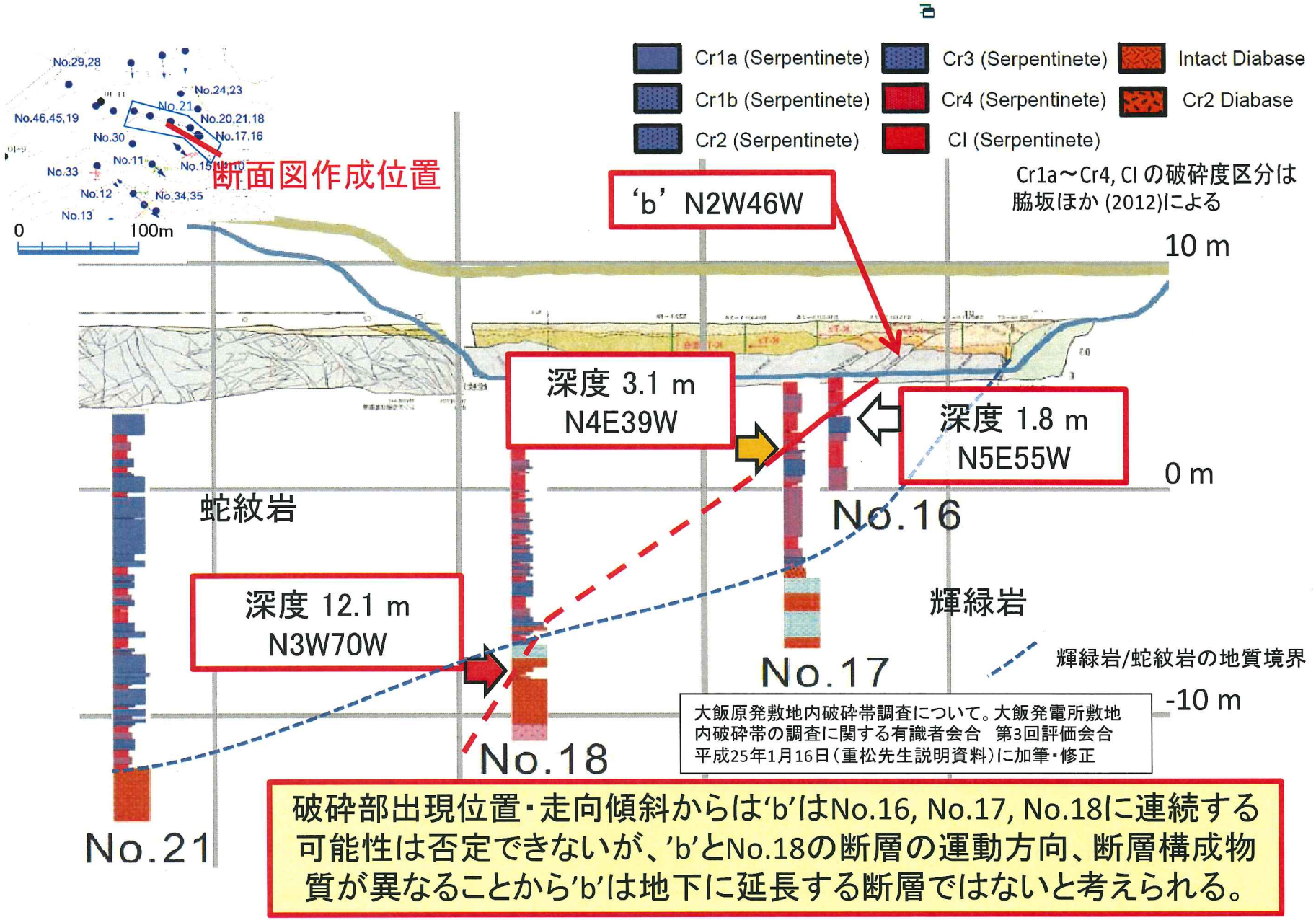
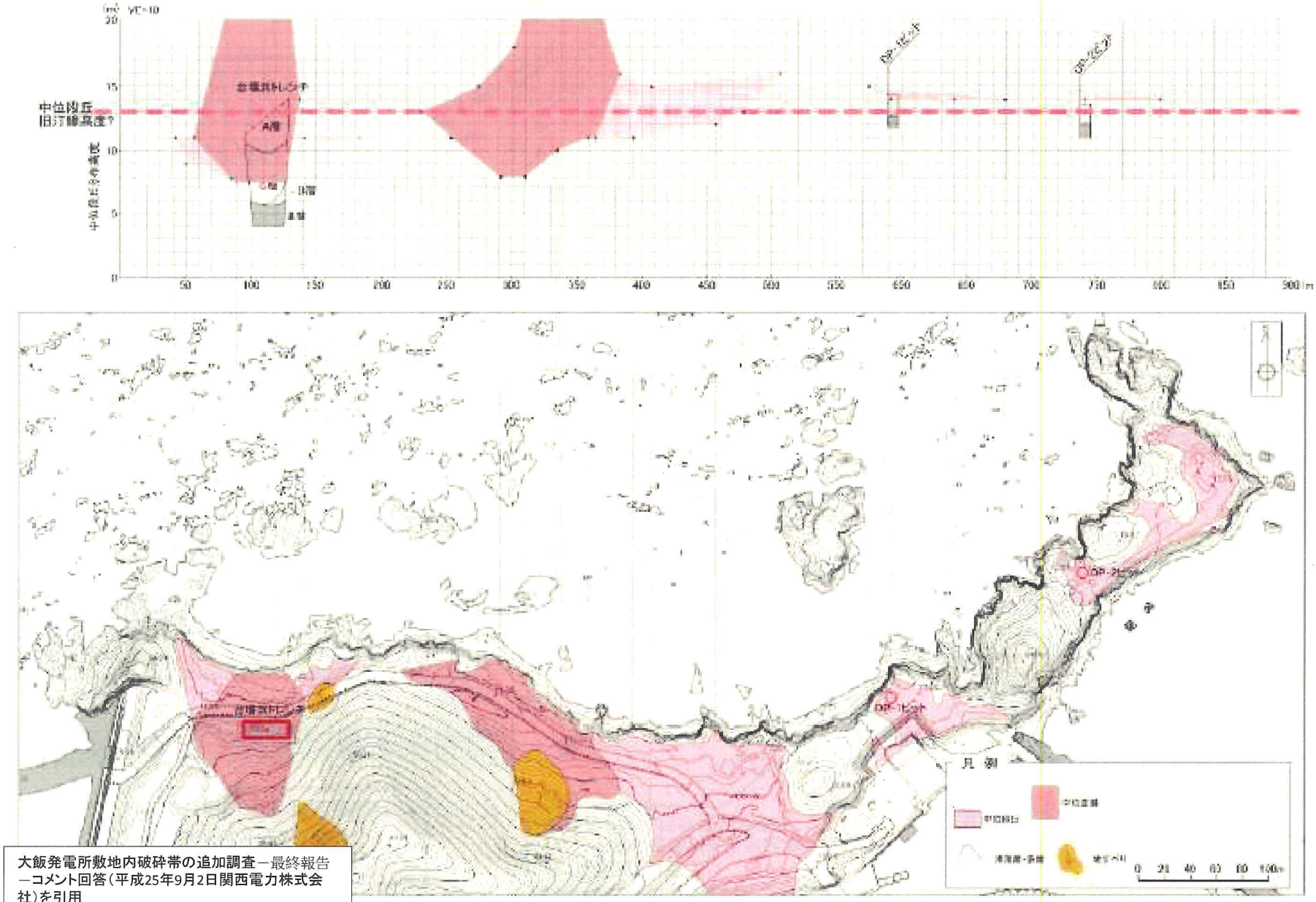
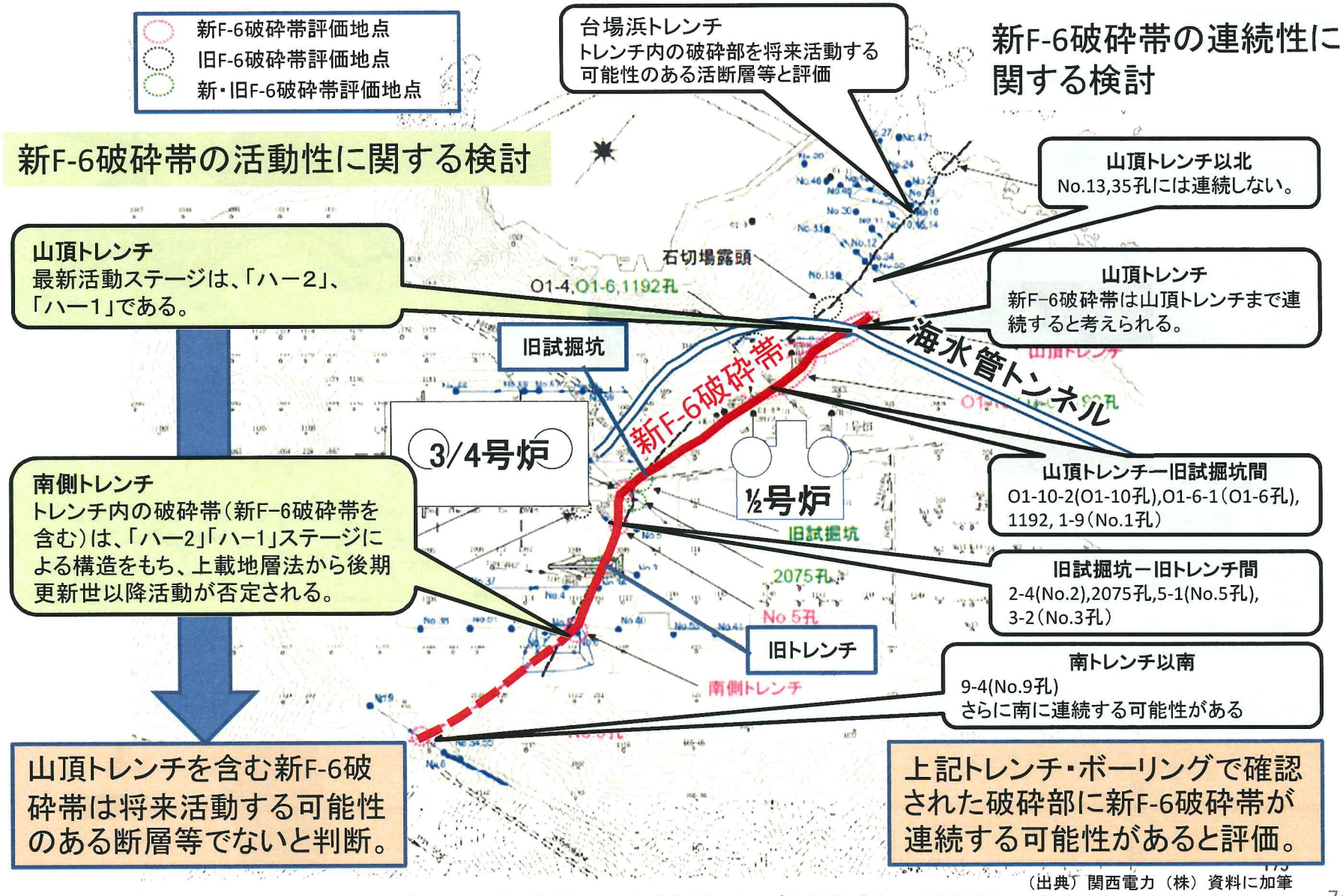


図20－5　有識者会合による台場浜付近の調査結果（ボーリング調査結果2）



大飯発電所敷地内破砕帯の追加調査－最終報告－コメント回答（平成25年9月2日関西電力株式会社）を引用

図21　関西電力による台場浜～鋸崎周辺の地形分類調査結果



（出典）関西電力（株）資料に加筆

図22　新F-6破砕帯の連続性及び活動性の評価のまとめ