資料６（３）

# 大飯発電所敷地内の破砕帯の評価について

平成２４年６月１０日

原子力安全・保安院

１．　耐震設計審査指針の改訂に伴う関西電力株式会社大飯発電所３，４号機耐震安全性に係る審議資料（抜粋）

・・・・ｐ．　３

２．　Ｆ－６破砕帯（台場浜露頭の写真）

・・・・ｐ．２８

３．　関西電力株式会社大飯発電所の原子炉の設置変更（３，４号炉の増設）に係る安全性について（安全審査書）（抜粋）

・・・・ｐ．２９

４．　耐震設計審査指針の改訂に伴う関西電力株式会社大飯発電所３，４号機耐震安全性に係る評価について（基準地震動の策定及び主要な施設の耐震安全性評価）（抜粋）

・・・・ｐ．３４

（合同Ｃ２５－３より抜粋）

合同Ｃ２５－３
（合同Ｃ２４－１０改）

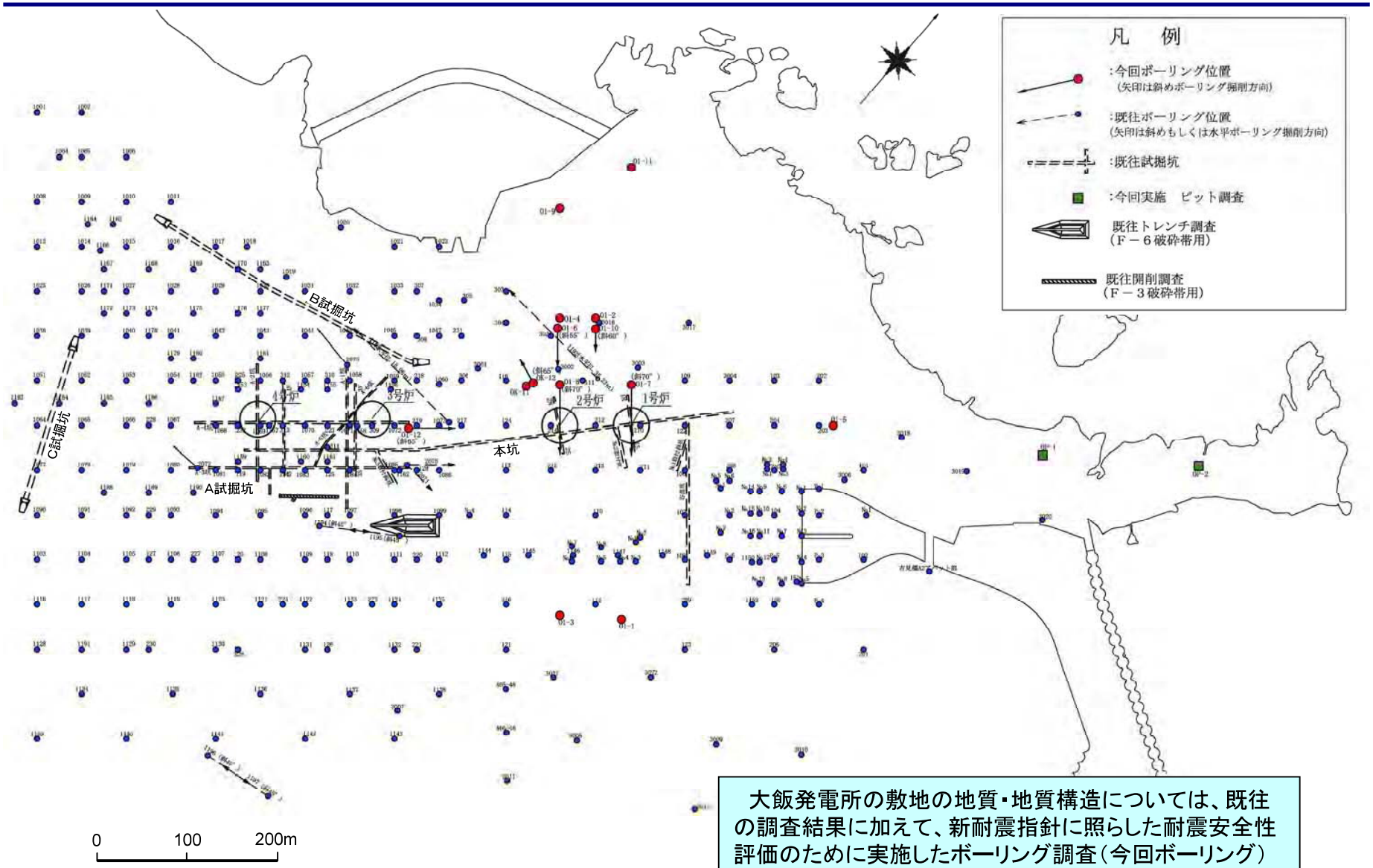
# 新耐震指針に照らした耐震安全性評価

## 美浜発電所、高浜発電所、大飯発電所　敷地の地質・地質構造

平成22年4月28日
関西電力株式会社

# 大飯発電所

# 大飯発電所　敷地内地質調査位置図

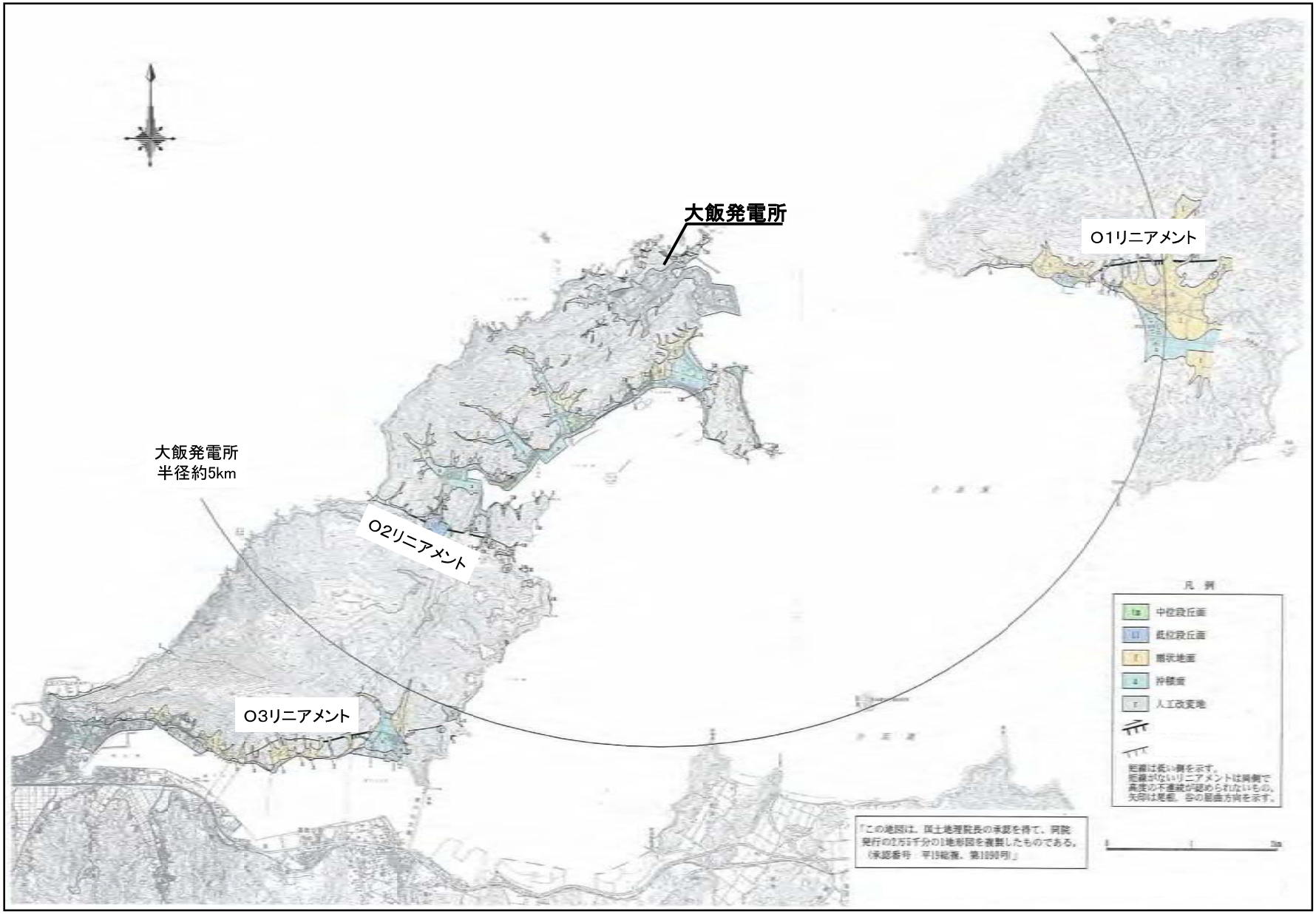



大飯発電所の敷地の地質・地質構造については、既往の調査結果に加えて、新耐震指針に照らした耐震安全性評価のために実施したボーリング調査（今回ボーリング）等を合わせて検討を行った。

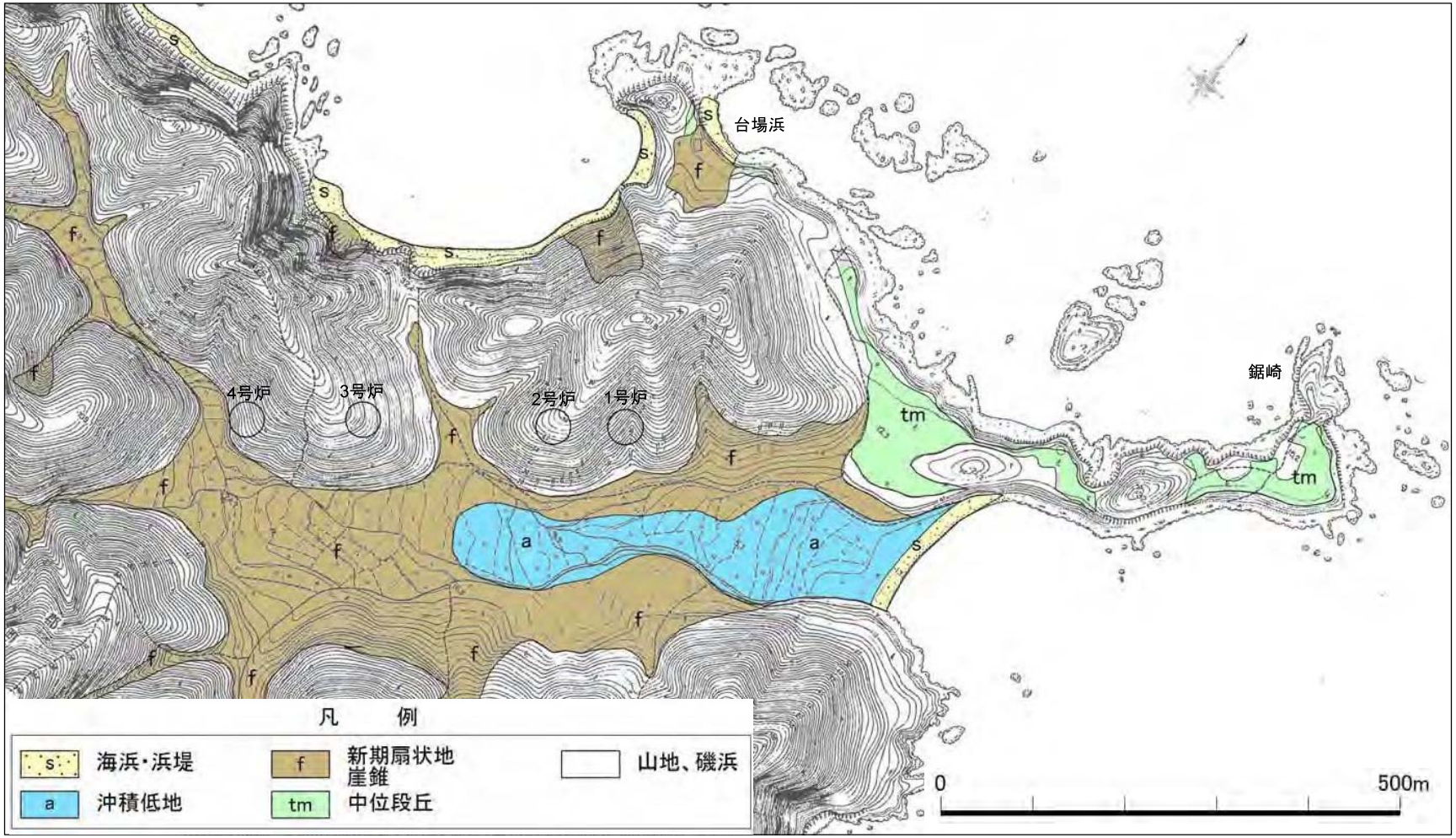
なお、破砕帯については、設置許可申請書に記載されたものを対象とした。

# 敷地近傍リニアメントに関する地形判読結果（大飯発電所）

合同C4-2
p.38に加筆

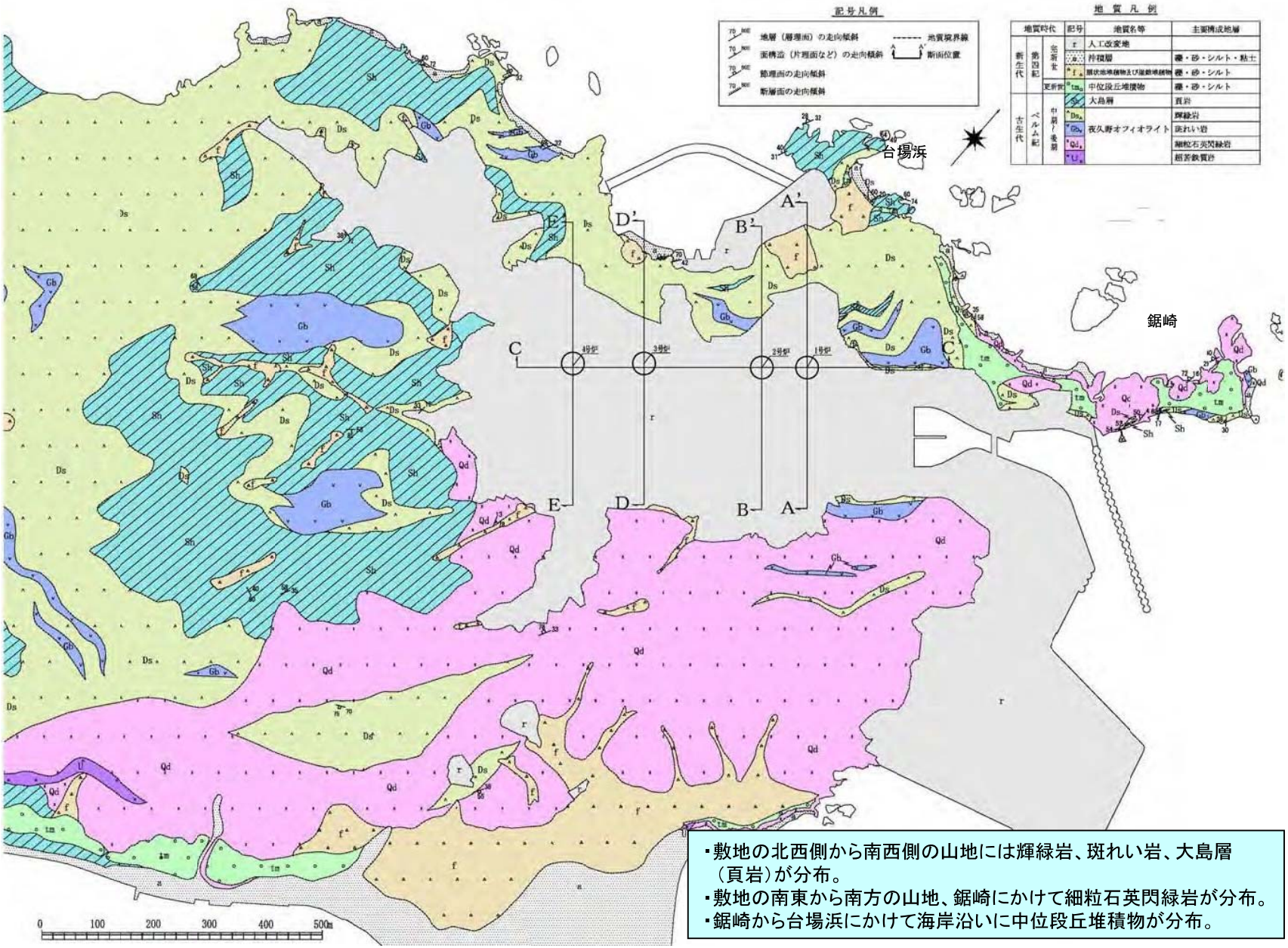


# 大飯発電所　敷地の地形



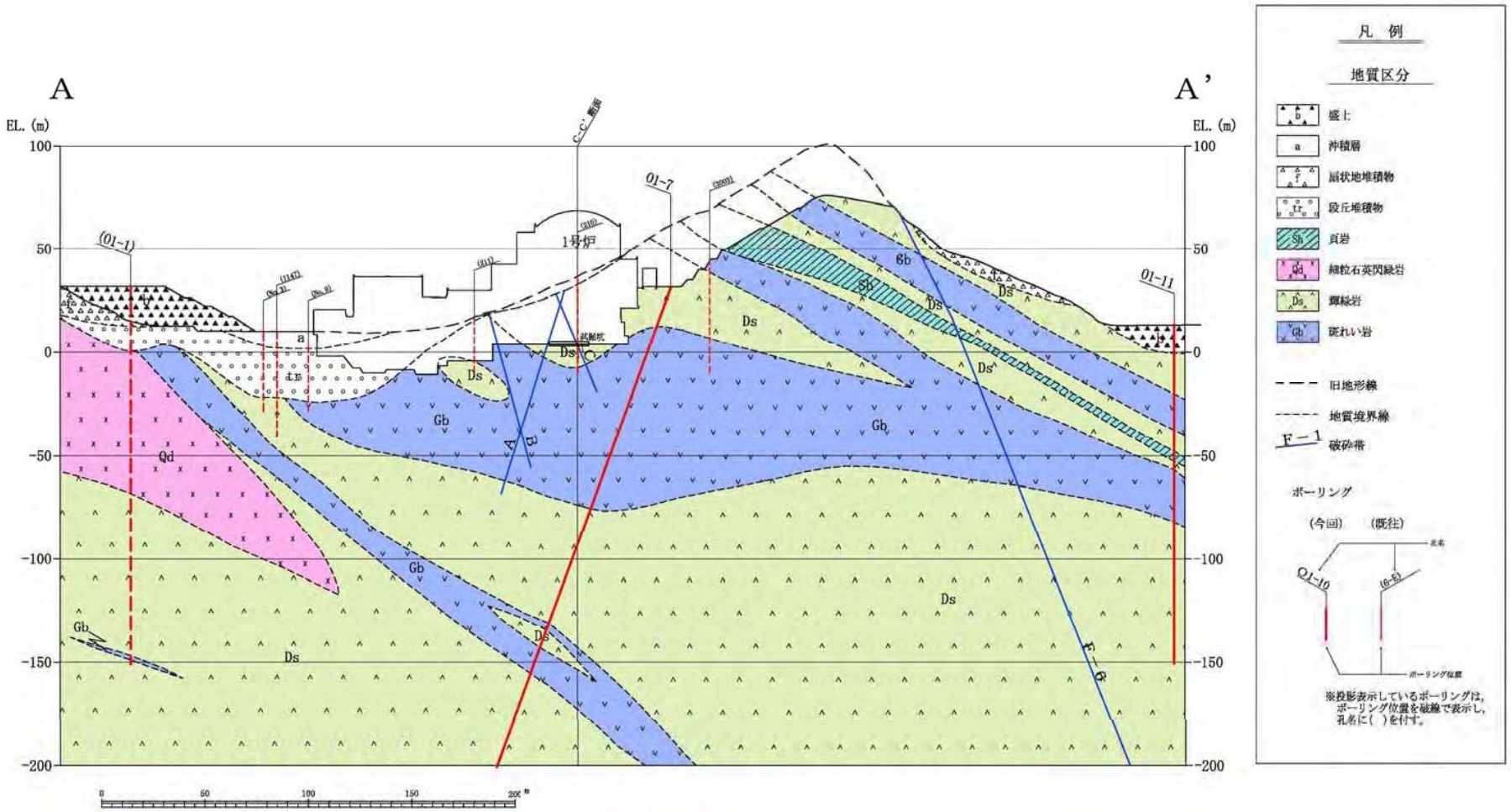

・敷地の地形は主として山地からなり，中央部には山に挟まれた谷が南西から北東にかけて延び、海に面している。
・敷地中央の谷には沖積低地、新期扇状地や崖錐が分布する。
・鋸崎から台場浜にかけての海岸沿いには，狭小な段丘地形が認められる。
・リニアメントは判読できない。

# 大飯発電所　敷地の地質

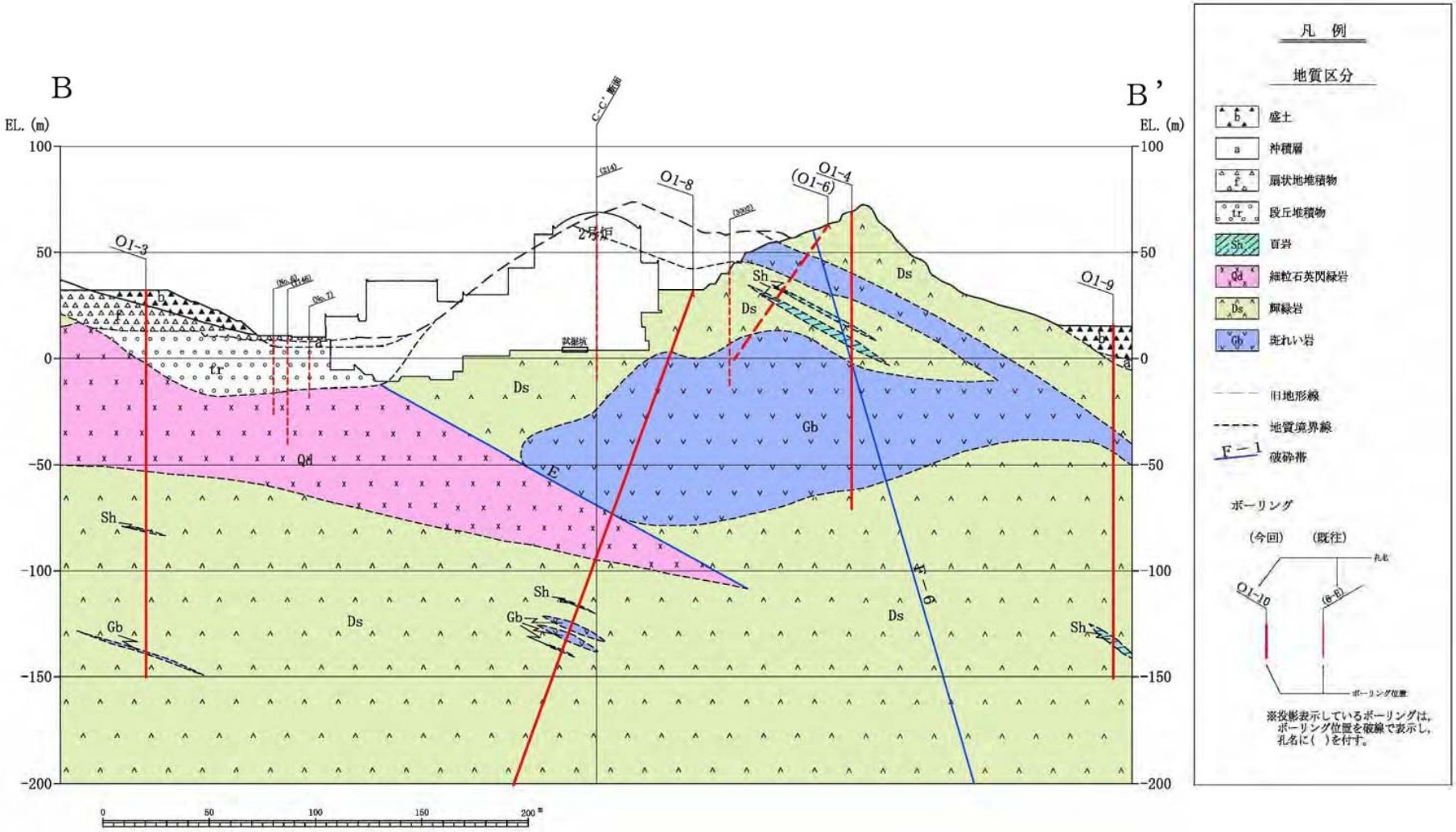



・敷地の北西側から南西側の山地には輝緑岩、斑れい岩、大島層（頁岩）が分布。
・敷地の南東から南方の山地、鋸崎にかけて細粒石英閃緑岩が分布。
・鋸崎から台場浜にかけて海岸沿いに中位段丘堆積物が分布。

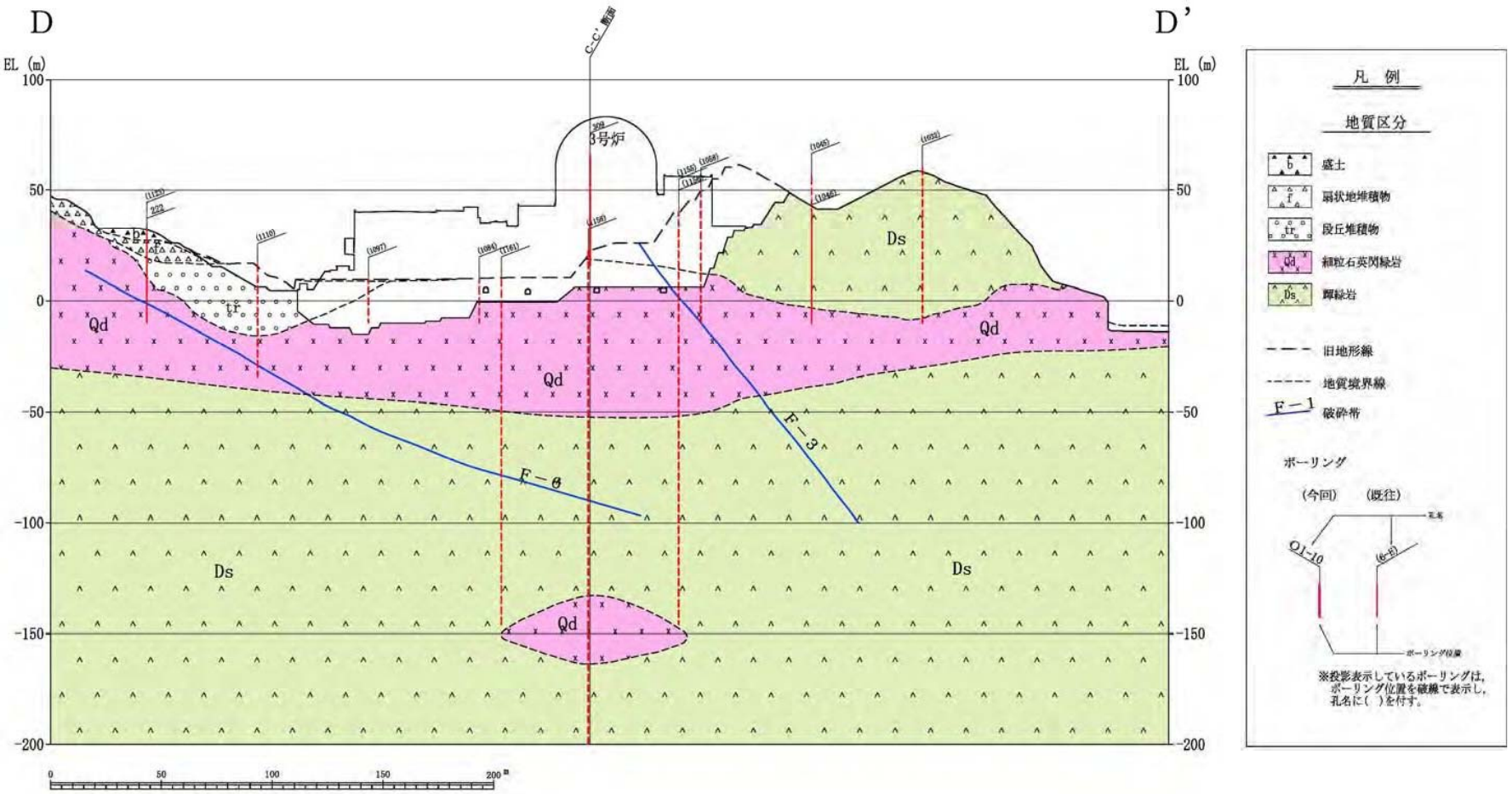
# 大飯発電所　地質断面図（1号炉：A－A’）



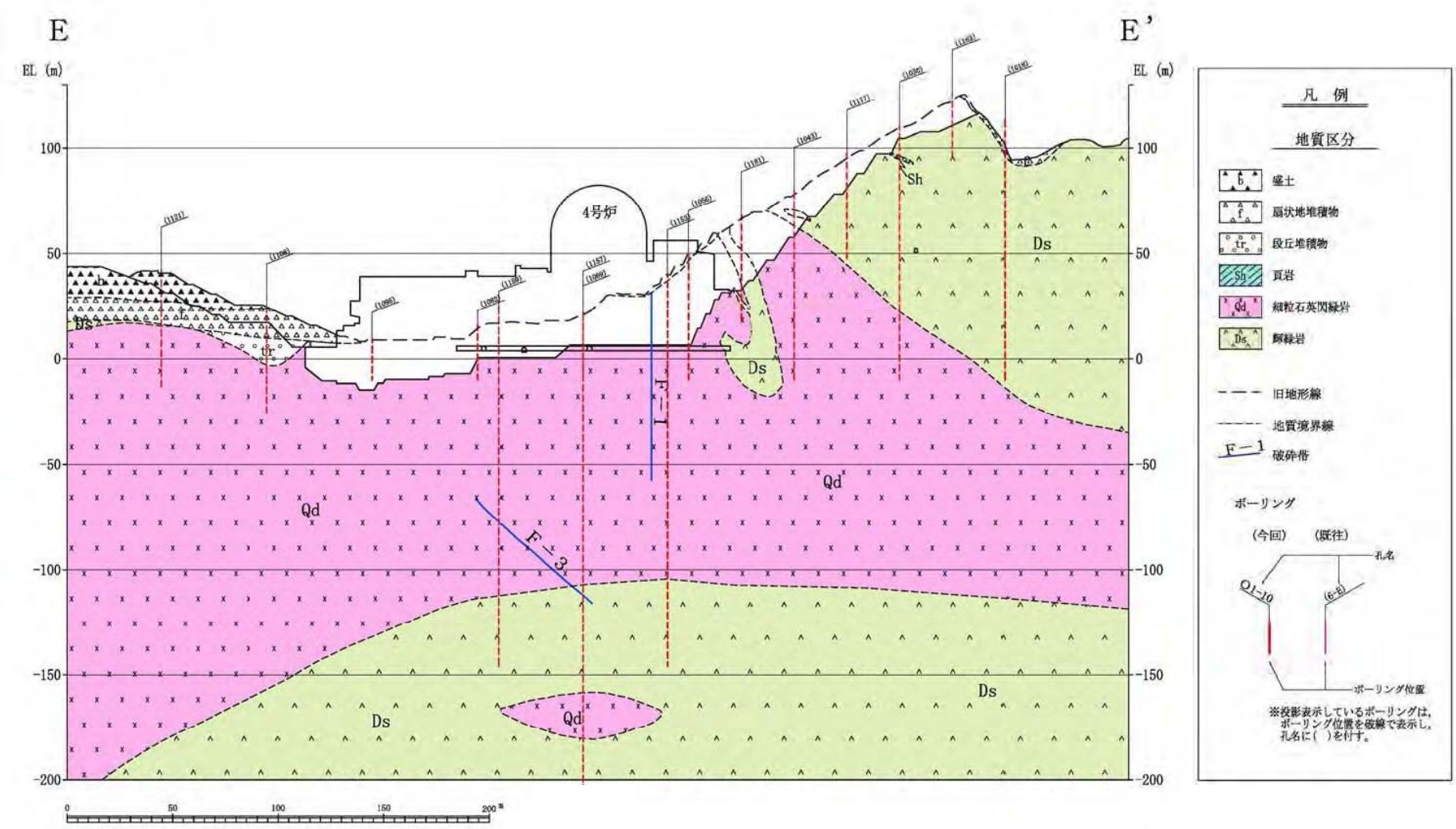
# 大飯発電所　地質断面図（2号炉：B－B’）



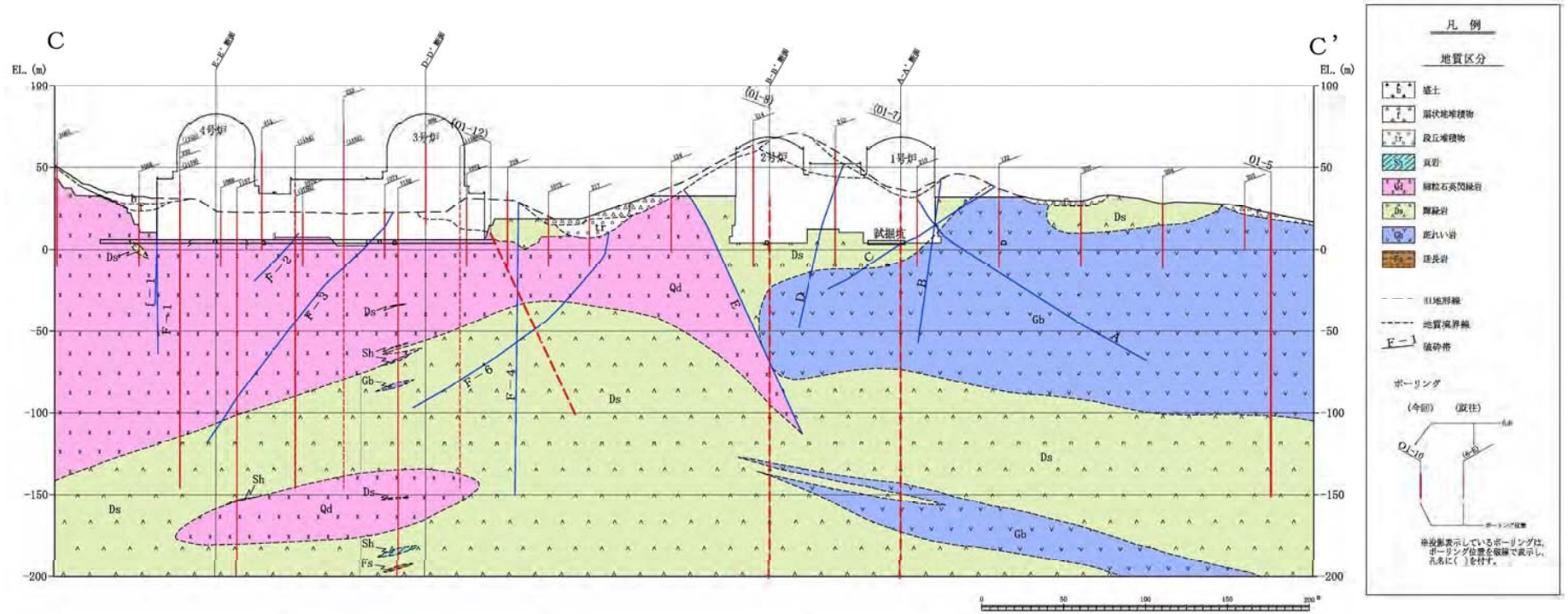
# 大飯発電所　地質断面図（3号炉：D－D’）



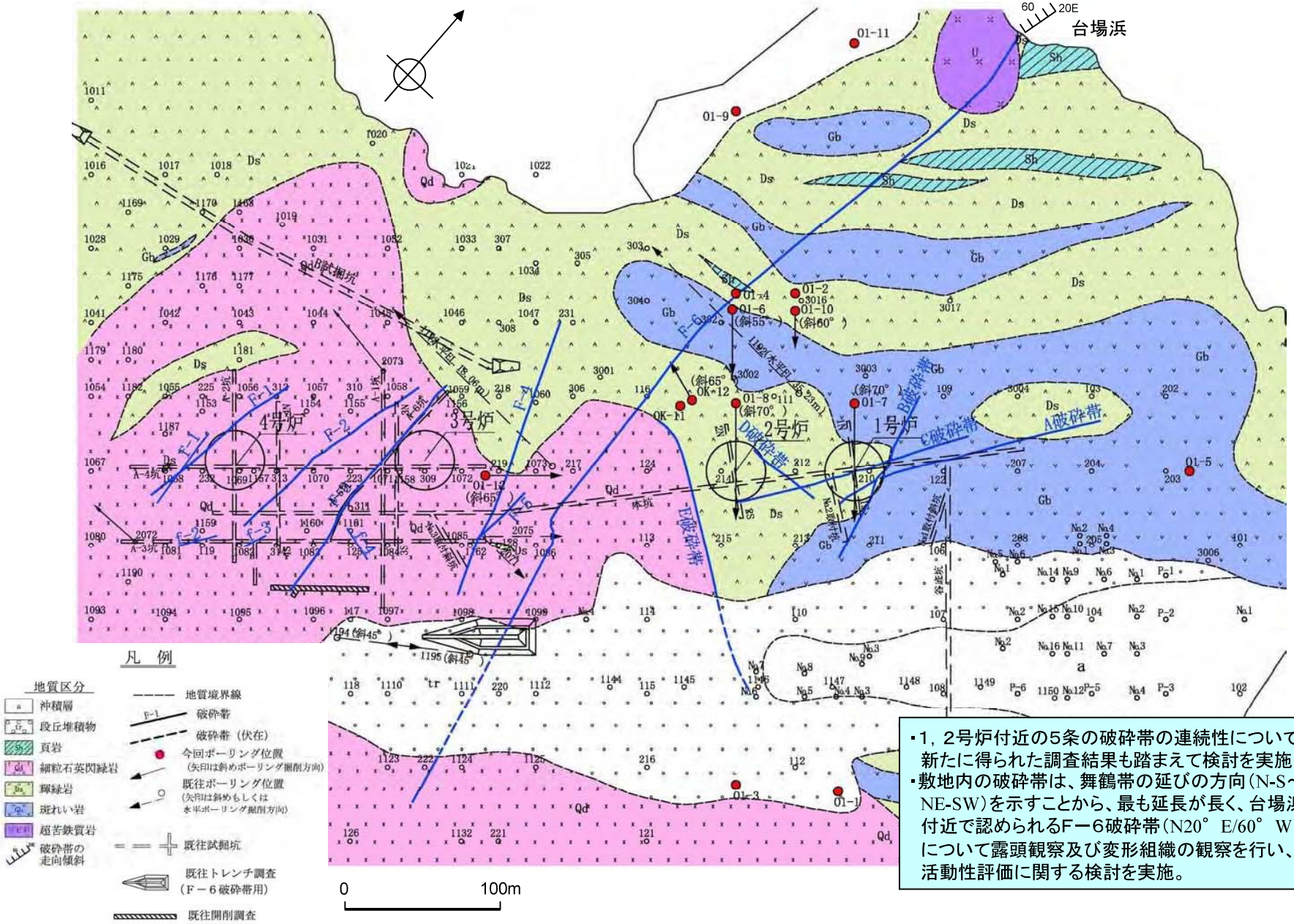
# 大飯発電所　地質断面図(4号炉:E－E’)



# 大飯発電所　地質断面図（1～4号炉：C－C’）

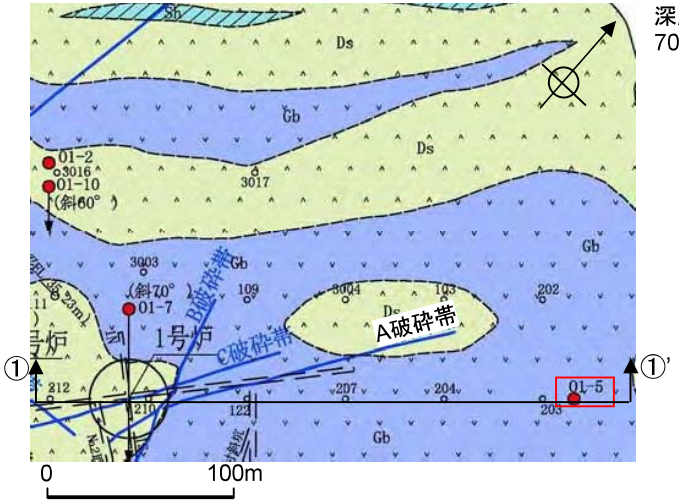


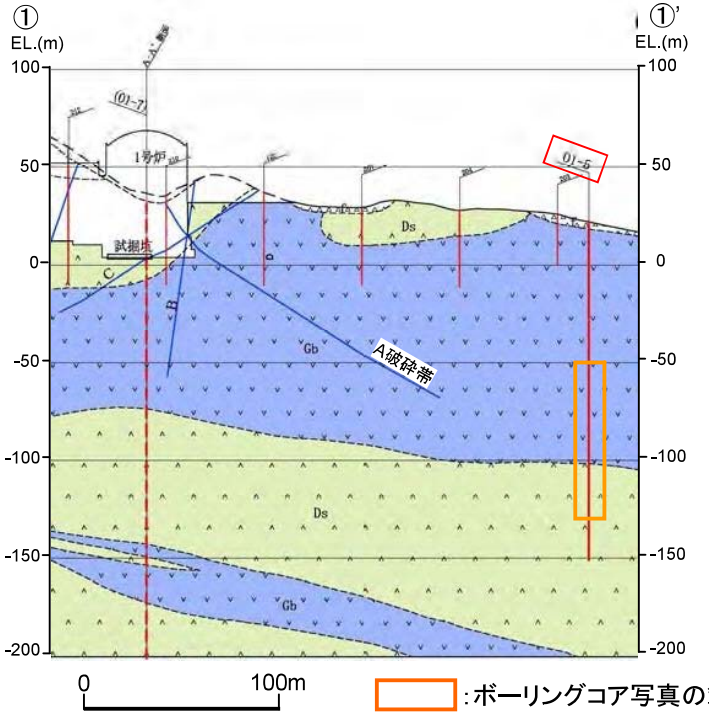
# 大飯発電所　地質水平断面図（EL+3m）



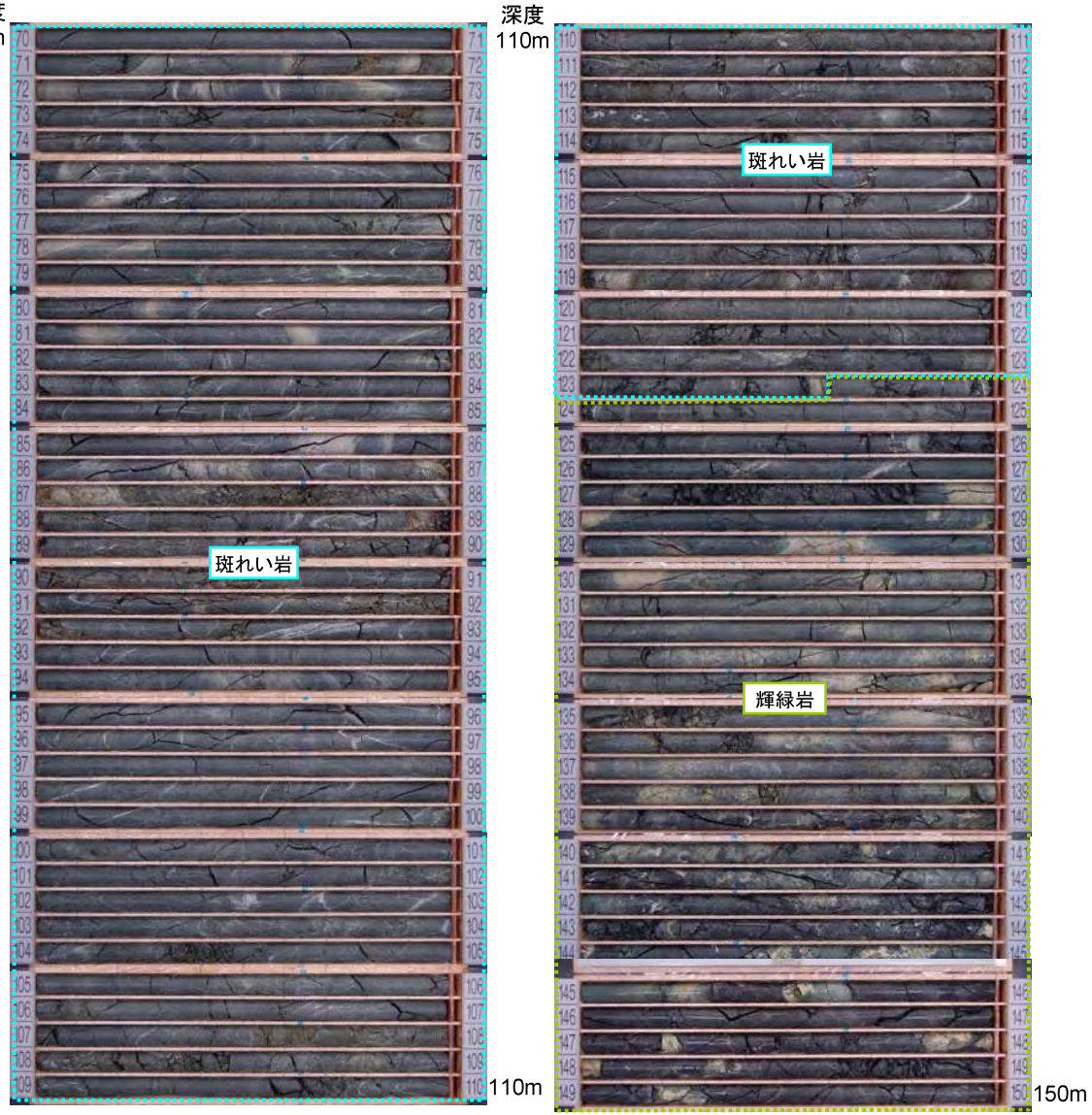

・1，2号炉付近の5条の破砕帯の連続性について、新たに得られた調査結果も踏まえて検討を実施。
・敷地内の破砕帯は、舞鶴帯の延びの方向（N-S～NE-SW）を示すことから、最も延長が長く、台場浜付近で認められるF－6破砕帯（N20°E/60°W）について露頭観察及び変形組織の観察を行い、活動性評価に関する検討を実施。

# ボーリング調査結果（O1-5孔：A破砕帯延長部付近）



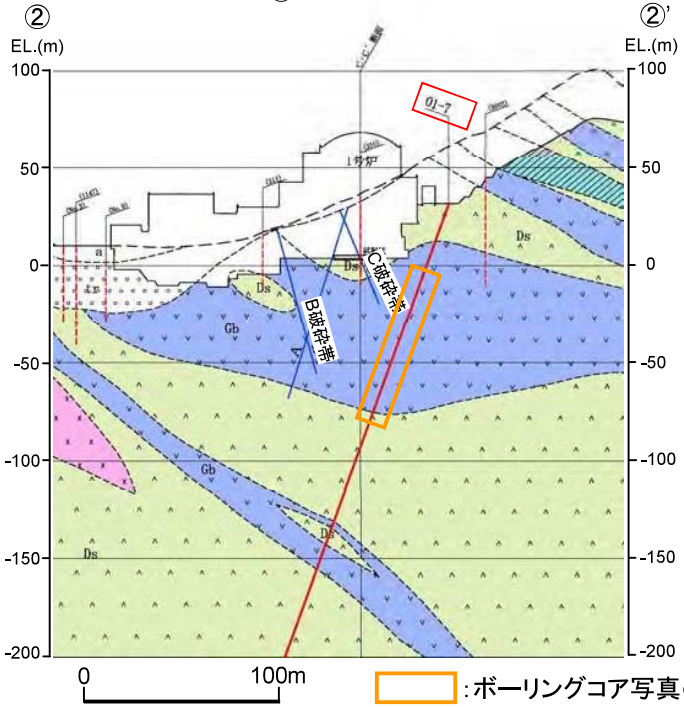

:ボーリングコア写真の範囲



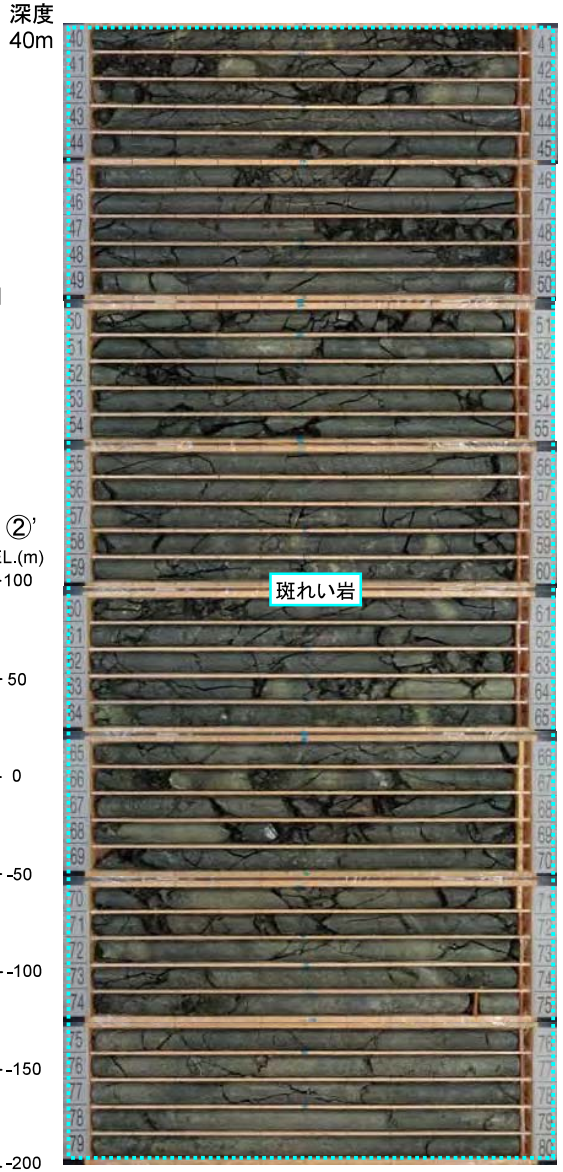

O1-5孔では、A破砕帯の延長部（深度約130m）付近では破砕帯は認められない。

# ボーリング調査結果（O1-7孔：B破砕帯・C破砕帯延長部付近）

※EL+3mの水平地質断面図

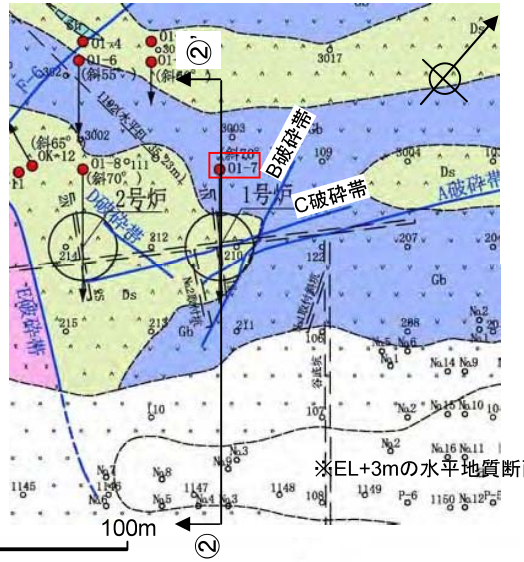



:ボーリングコア写真の範囲

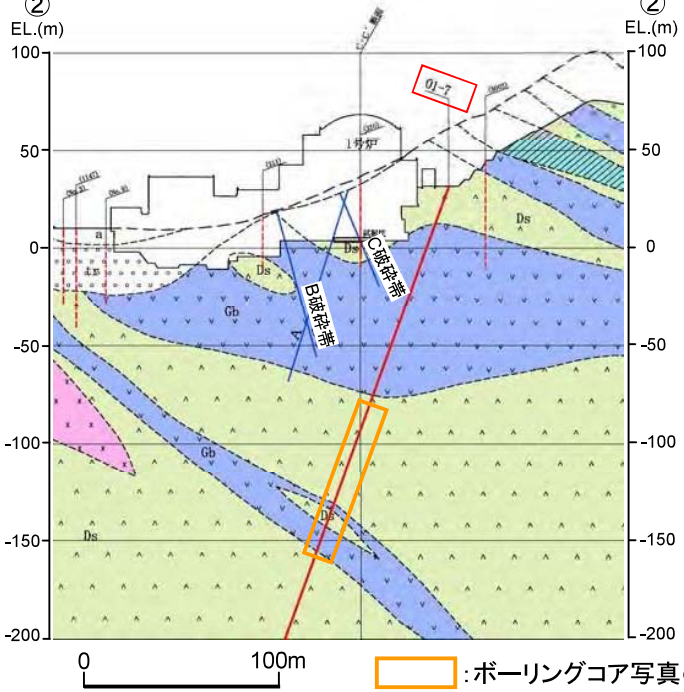


O1-7孔では、C破砕帯の延長部（深度約80m）付近では破砕帯は認められない。

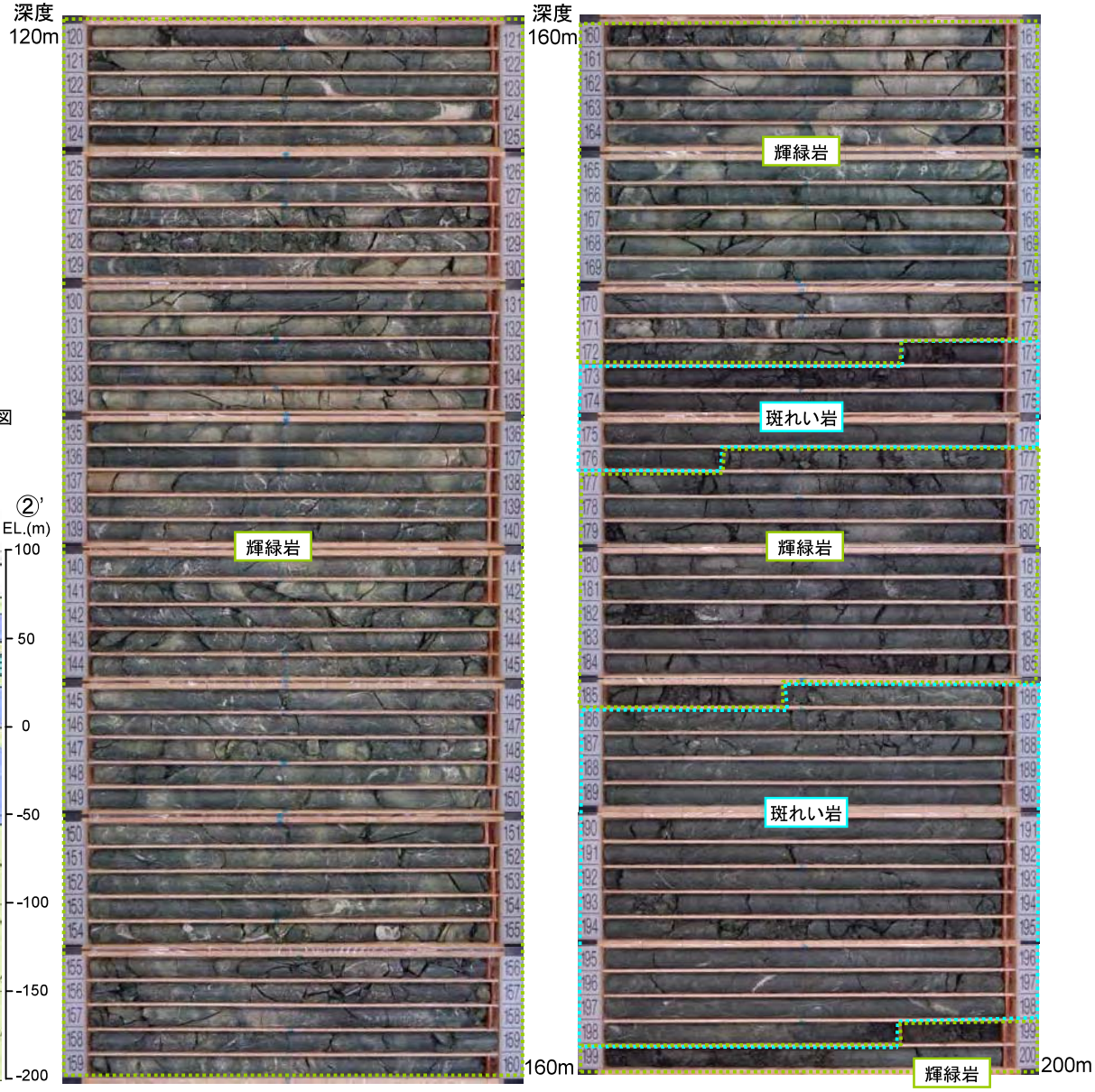
# ボーリング調査結果（O1-7孔：B破砕帯・C破砕帯延長部付近）




※EL+3mの水平地質断面図

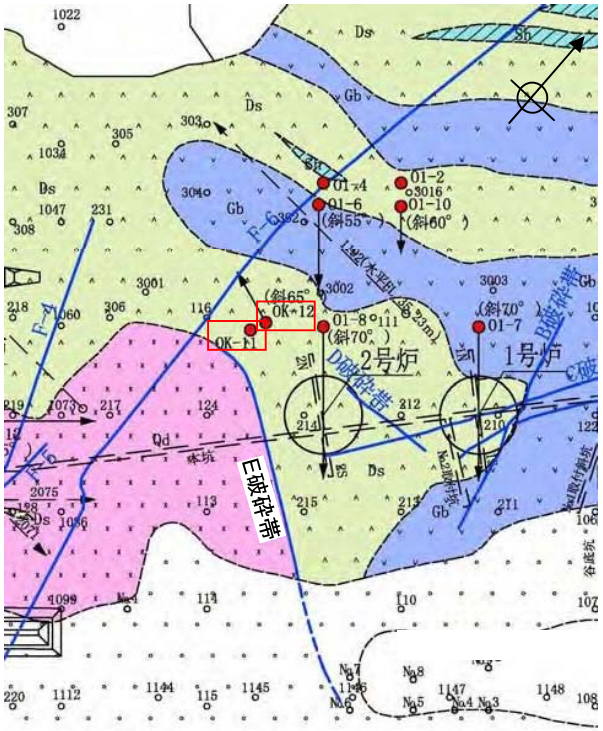



:ボーリングコア写真の範囲




O1-7孔では、B破砕帯の延長部（深度約150m）付近では破砕帯は認められない。

# ボーリング調査結果（OK-11・OK-12孔：E破砕帯延長部付近）




※E破砕帯の走向傾斜：N54° W/62° NE
※EL+3mの水平地質断面図

0 100m

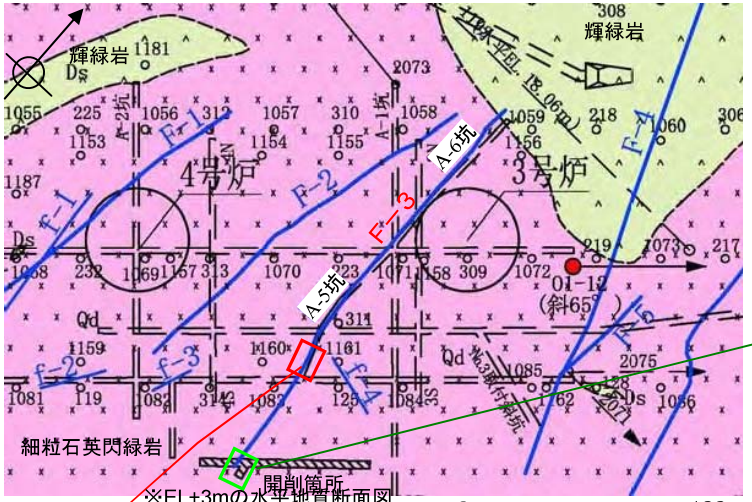
●OK-11（30～50m）

●OK-12（40～60m）

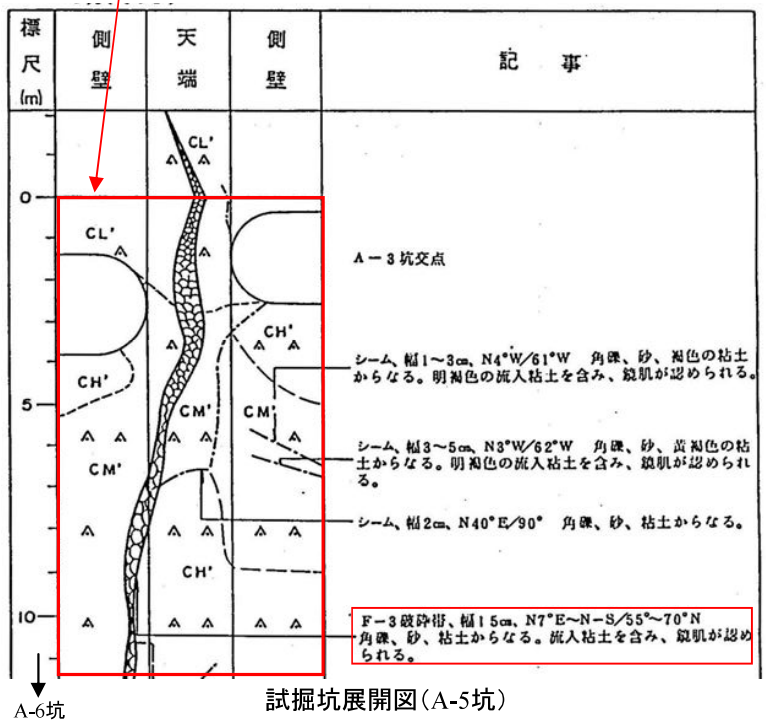
E破砕帯の延長部（OK-11：深度約40m、OK-12：深度約50m）付近では破砕帯が認められない。

【1，2号炉付近の破砕帯に関する評価】
・今回実施したボーリング調査の結果、A破砕帯、B破砕帯、C破砕帯、E破砕帯については、各破砕帯の延長部付近では破砕帯が認められない。
・以上から、1，2号炉付近の破砕帯は、いずれも短いものであり、分布も極めて狭い範囲に限られると考えられる。

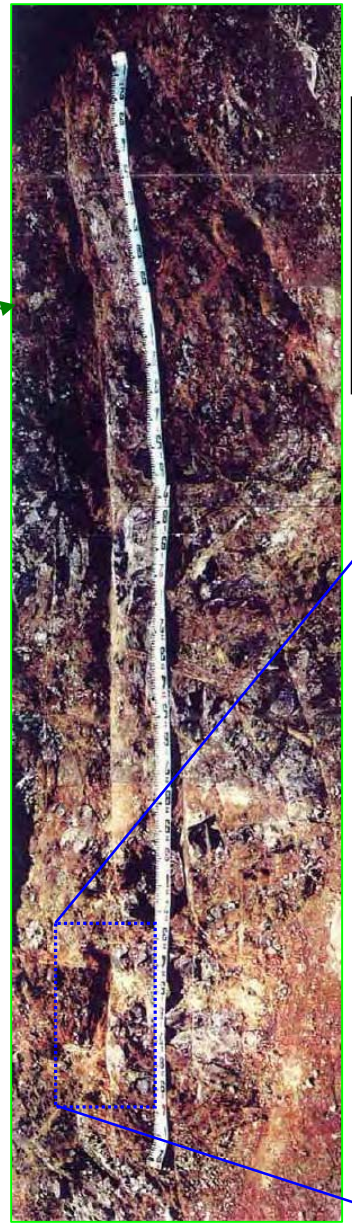
# 3，4号申請当時の評価




※EL+3mの水平地質断面図



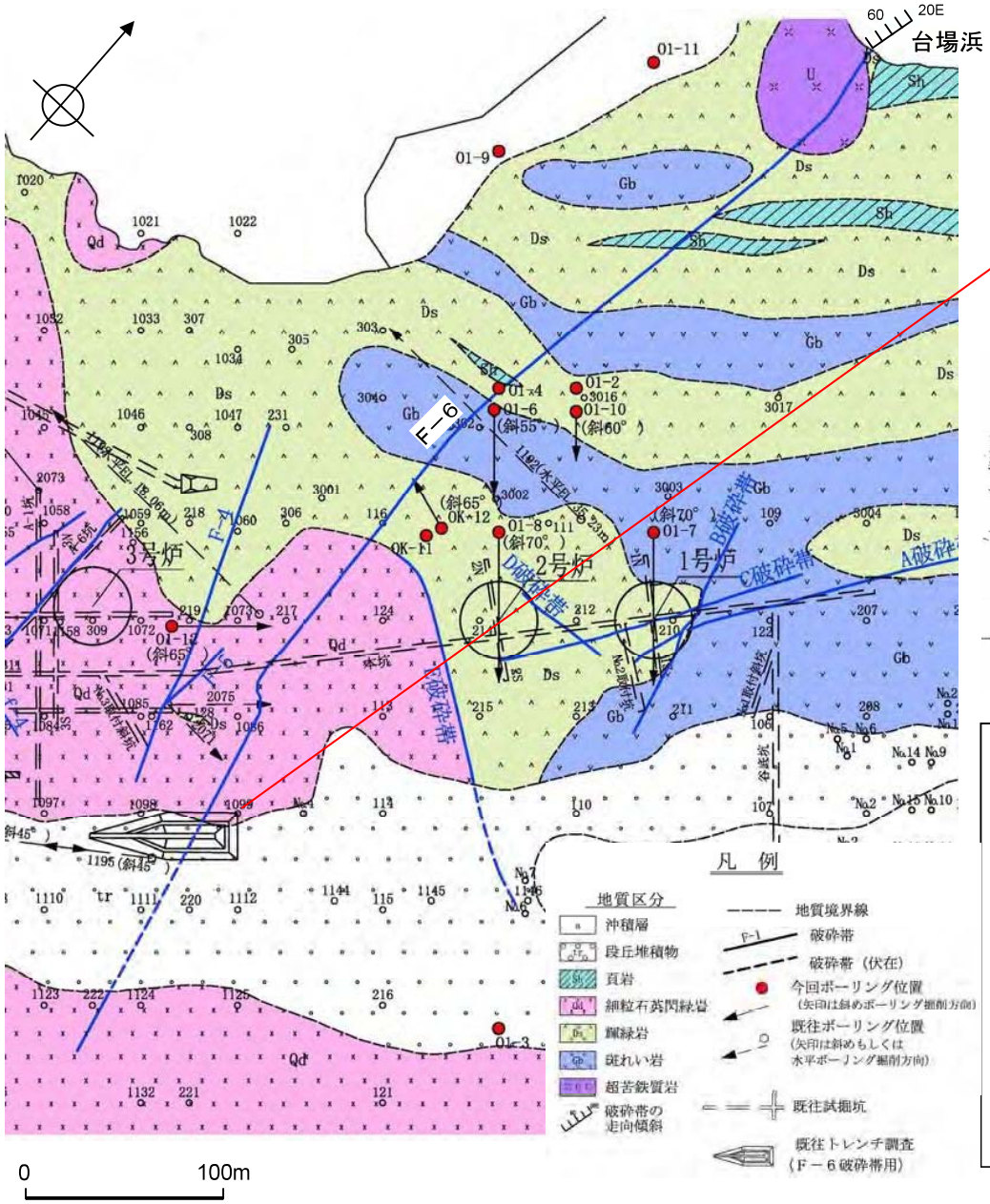

試掘坑展開図（A-5坑）

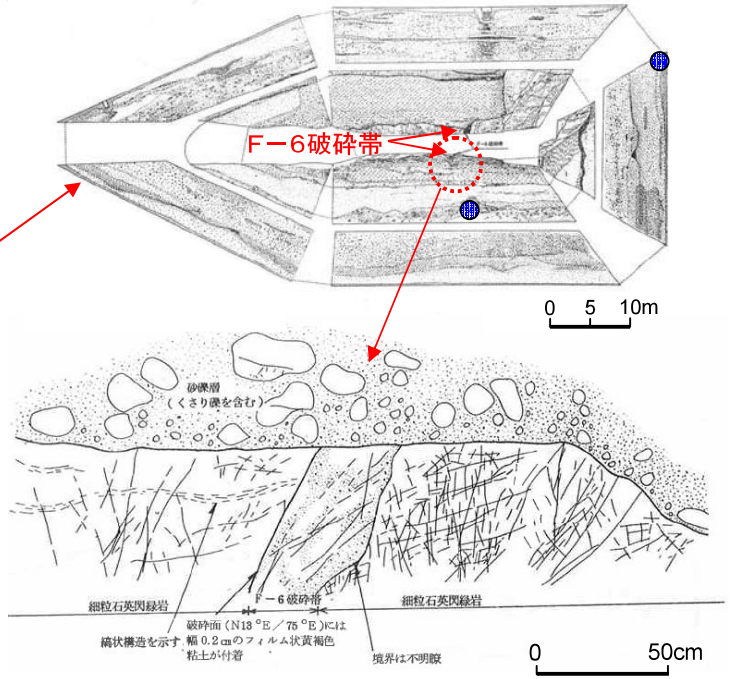


F－3破砕帯写真（開削箇所）

【F－3破砕帯に関する評価】
設置許可申請書では、「F－3破砕帯は3号原子炉格納施設基礎底面をN-S方向に横切る破砕帯であるため、その性状及び連続性をより詳細に調査するために破砕帯の走向方向に追跡坑（A-5坑、A-6坑）を掘削した結果、破砕帯は走向・傾斜N30° W～N7° E/42～80° Wの範囲内で幅1～50cmの膨縮をくり返しているが、破砕帯追跡坑の南側で実施した開削箇所では幅は徐々に縮小し、最終的には消滅している。」と評価。

# 3，4号申請当時の評価

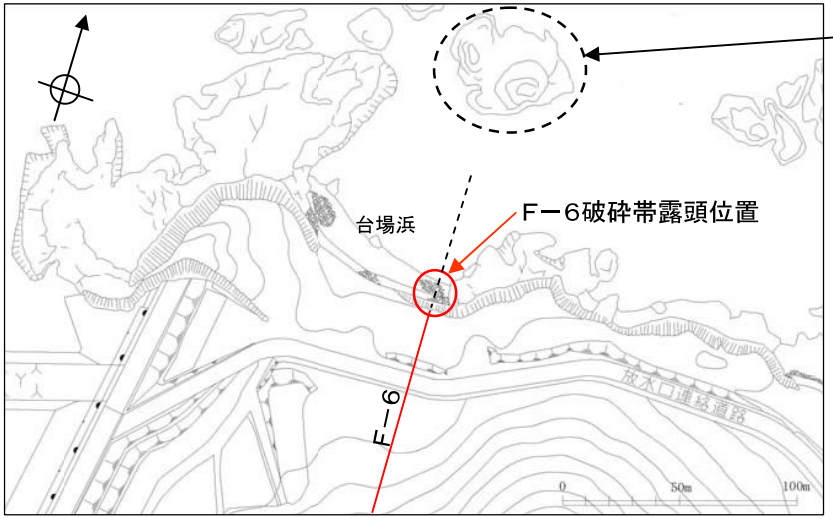


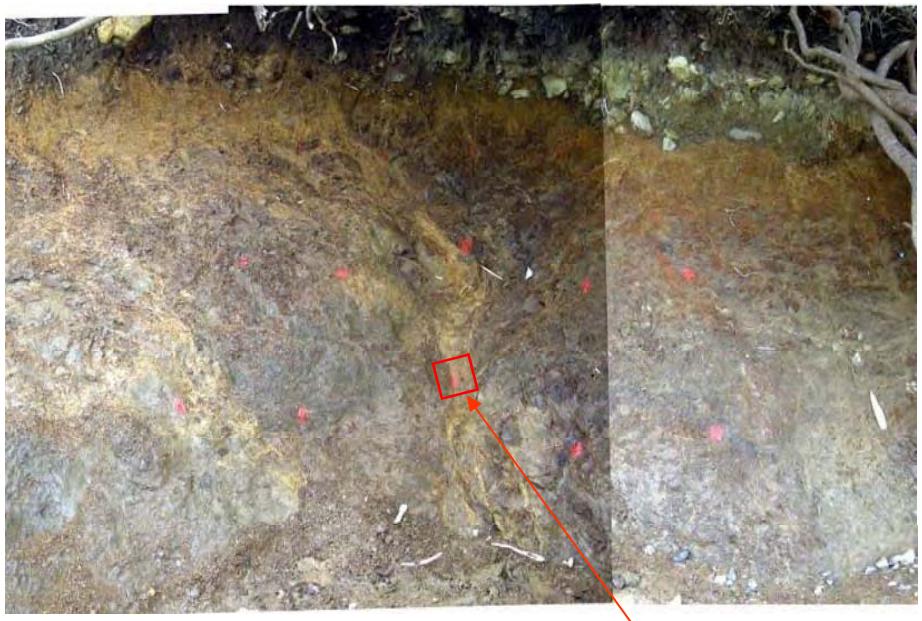

【F－6破砕帯に関する評価】

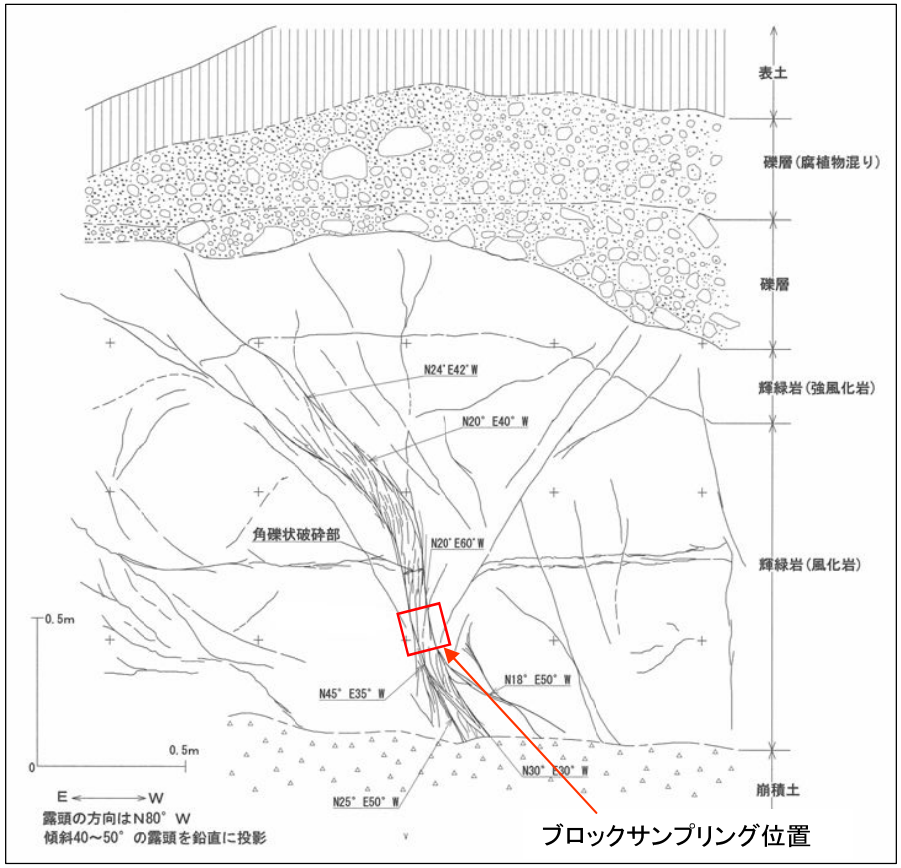
- 設置許可申請書では、「原子炉設置位置付近で認められた10条の破砕帯のうち、f－4破砕帯を除く全ての破砕帯の走向はN-S～NE-SW方向であり、舞鶴帯の延びの方向とほぼ一致するため、これらの破砕帯は舞鶴帯の形成と密接に関連して形成された古い破砕帯と考えられる。」と記載している。
- また、10本の破砕帯のうちで最も延長の長いF－6破砕帯についてトレンチ調査を実施し、「F－6破砕帯は中位段丘相当の段丘堆積物に覆われ、この段丘堆積物に変位を与えていないとから、少なくとも段丘堆積物堆積後は活動していないものと考えられる。」と評価。
- 台場浜の輝緑岩中に認められる破砕帯は、「走向・傾斜及び性状から判断して、F－6破砕帯に連なると考えられるが、北側の延長線上にある岩礁には破砕帯が存在しないことを確認している。」と記載。

# 台場浜海岸露頭の検討結果（Ｆ－６破砕帯）



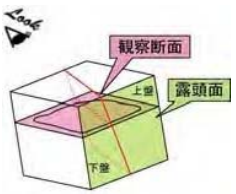

Ｆ－６破砕帯は台場浜北方の岩礁では認められない。



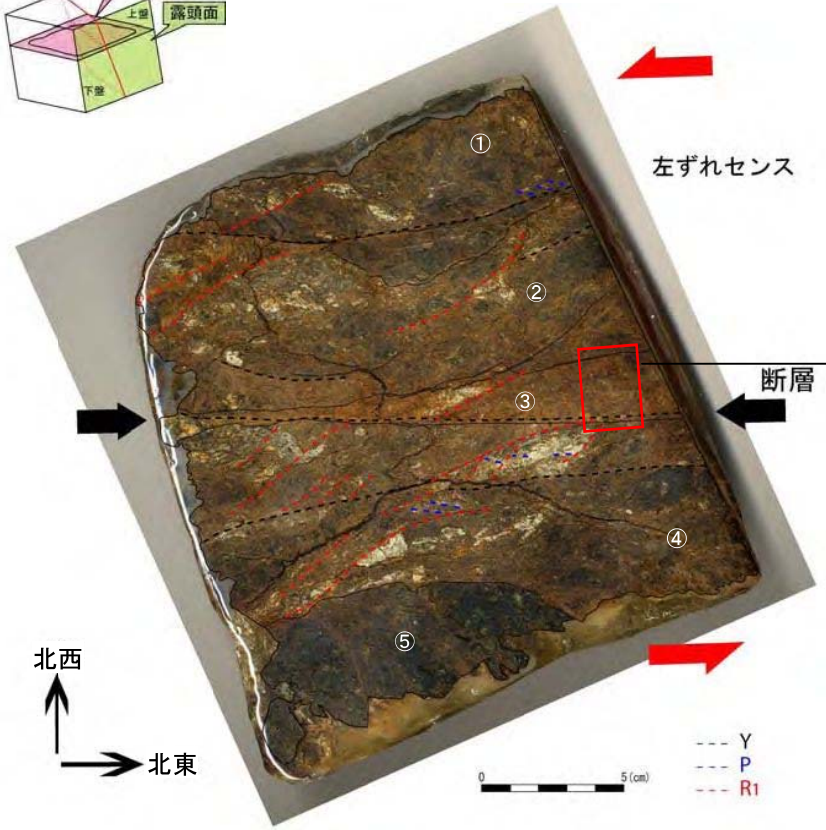




Ｆ－６破砕帯の断層面は湾曲し、破砕部は固結ないし半固結し、明瞭な粘土状破砕部を伴わない。

# 変形組織の観察（F－6破砕帯）

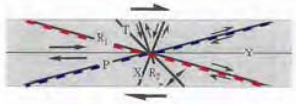



研磨片（横ずれ成分観察用）




①角礫状破砕部（原岩組織を残す）
②角礫状破砕部
③砂状～シルト状破砕部
④角礫状破砕部
⑤角礫状破砕部（原岩組織を残す）

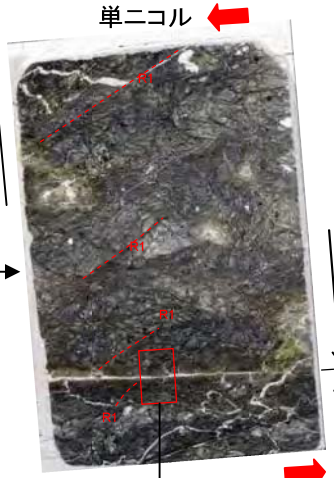
研磨片観察結果
・角礫状及び砂状～シルト状破砕部からなる。
・P面とR1面の関係から左ずれセンスを示す。



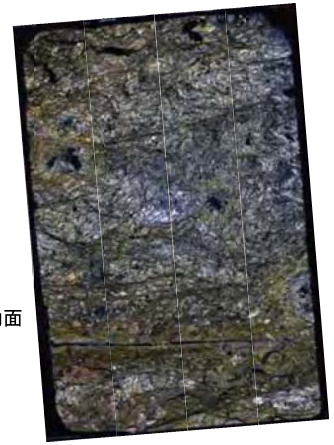
せん断センスを示す複合面構造
（狩野・村田、1998）

薄片（横ずれ成分観察用）

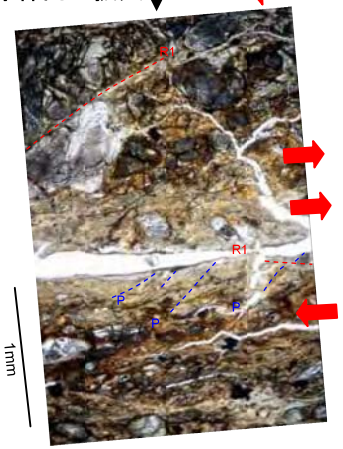
単ニコル




直交ニコル



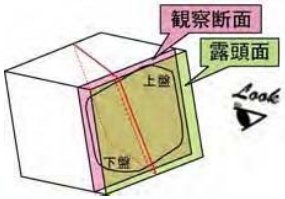
赤枠内の拡大

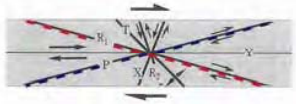


薄片観察結果
・面状カタクレーサイトからなる。
・P面とR1面から左ずれ及び右ずれセンスを示す。

# 変形組織の観察（F－6破砕帯）

研磨片（縦ずれ成分観察用）

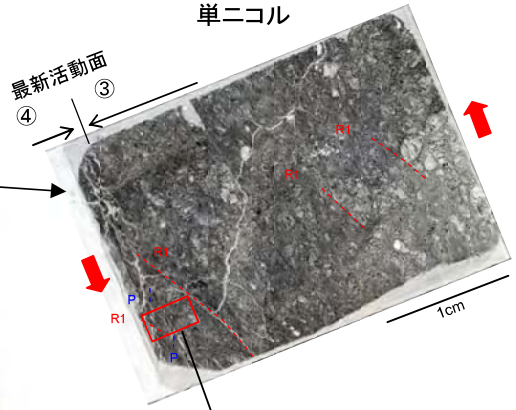


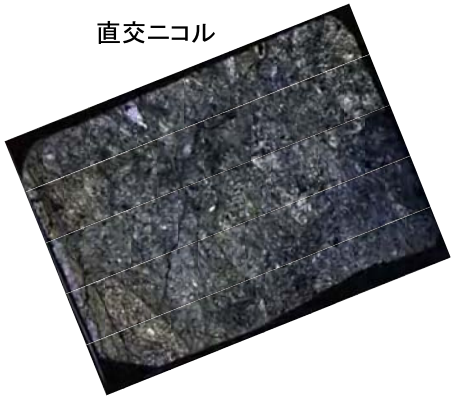
せん断センスを示す複合面構造
（狩野・村田、1998）

薄片（縦ずれ成分観察用）

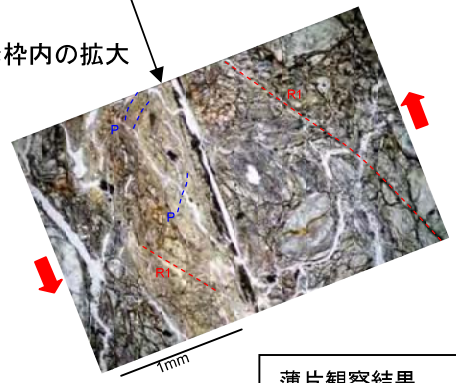
単ニコル




直交ニコル



赤枠内の拡大



①角礫状破砕部（原岩組織を残す）
②角礫状破砕部
③砂状～シルト状破砕部
④角礫状破砕部
⑤角礫状破砕部（原岩組織を残す）

薄片観察結果
・面状カタクレーサイトからなる。
・P面とR1面の関係から逆断層センスを示す。

研磨片観察結果
・角礫状及び砂状～シルト状破砕部からなる。
・P面とR1面の関係から逆断層センスを示す。

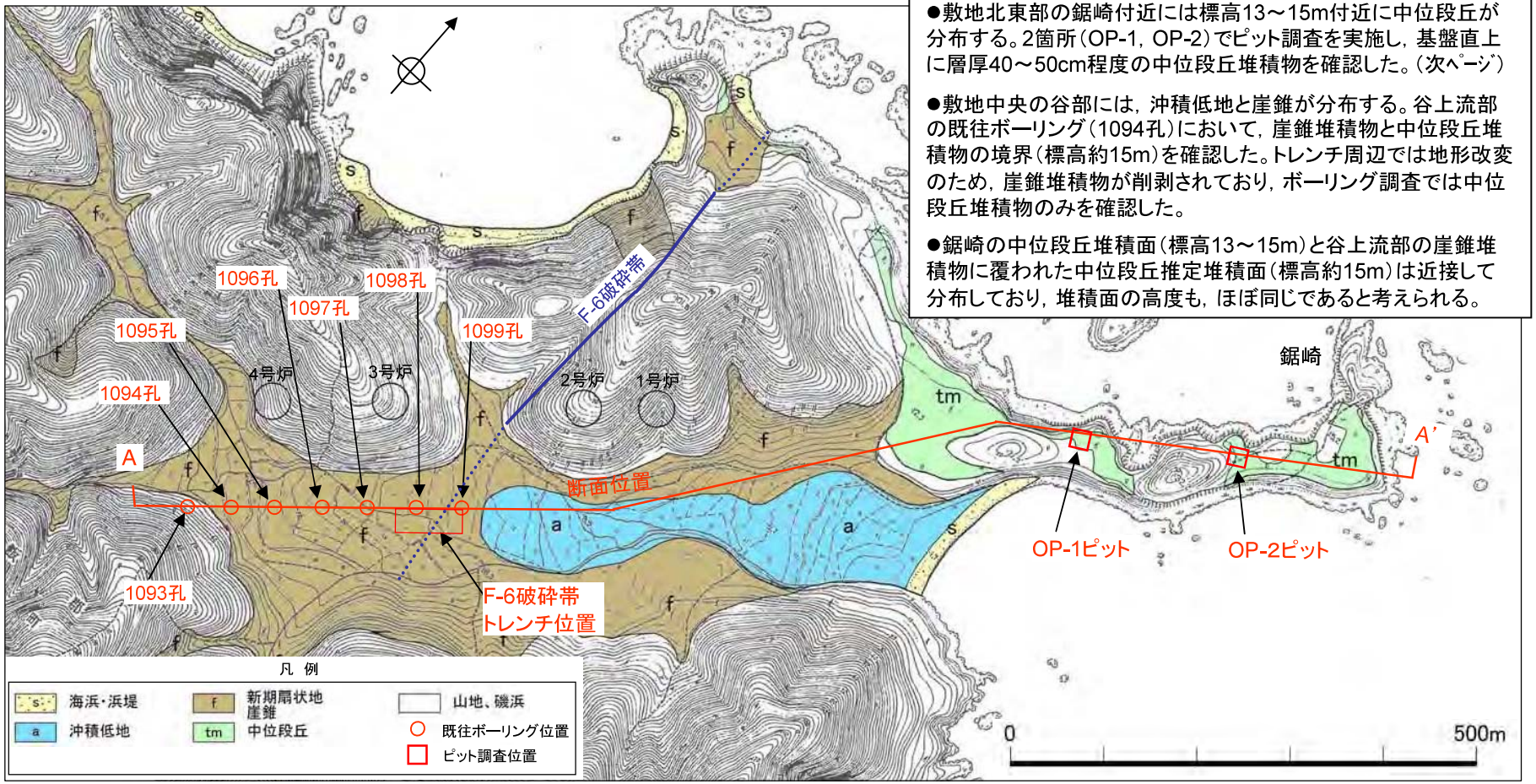
破砕部がカタクレーサイトからなることから，後期更新世以降の活動を示唆する断層ではないと判断した。

# F－6破砕帯上載層の検討

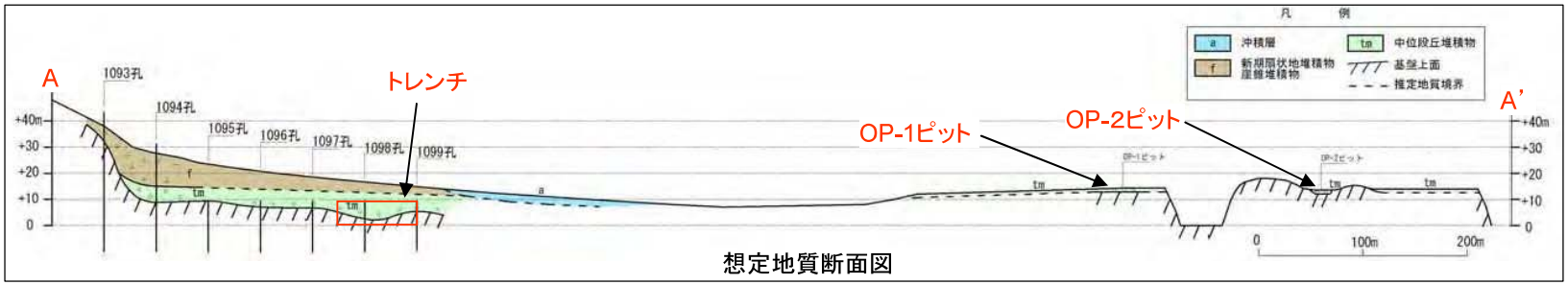
●敷地北東部の鋸崎付近には標高13～15m付近に中位段丘が分布する。2箇所（OP-1，OP-2）でピット調査を実施し，基盤直上に層厚40～50cm程度の中位段丘堆積物を確認した。（次ﾍﾟｰｼﾞ）

●敷地中央の谷部には，沖積低地と崖錐が分布する。谷上流部の既往ボーリング（1094孔）において，崖錐堆積物と中位段丘堆積物の境界（標高約15m）を確認した。トレンチ周辺では地形改変のため，崖錐堆積物が削剥されており，ボーリング調査では中位段丘堆積物のみを確認した。

●鋸崎の中位段丘堆積面（標高13～15m）と谷上流部の崖錐堆積物に覆われた中位段丘推定堆積面（標高約15m）は近接して分布しており，堆積面の高度も，ほぼ同じであると考えられる。




地形区分図



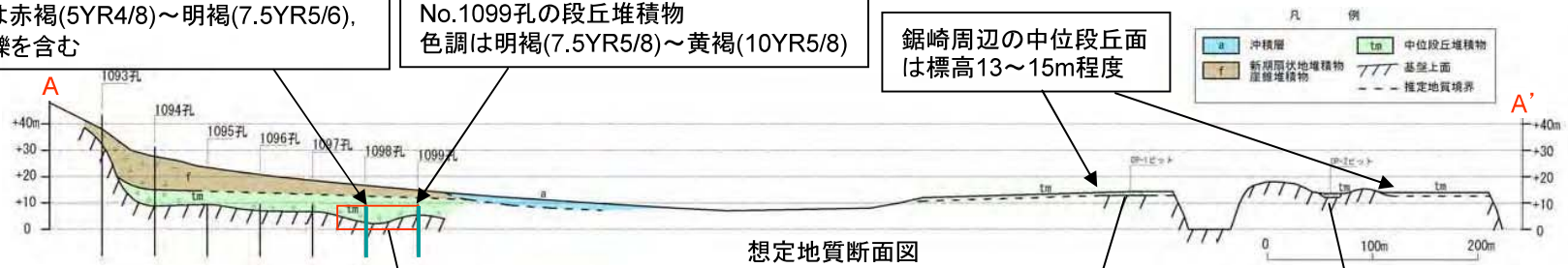

想定地質断面図

# F－6破砕帯上載層の検討

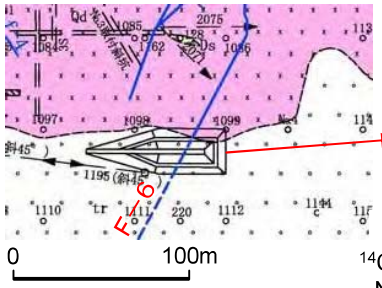
No.1098孔の段丘堆積物
色調は赤褐(5YR4/8)～明褐(7.5YR5/6),
くさり礫を含む

No.1099孔の段丘堆積物
色調は明褐(7.5YR5/8)～黄褐(10YR5/8)

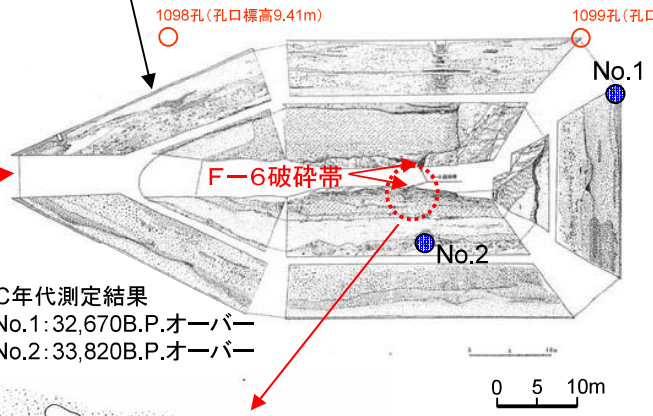
鋸崎周辺の中位段丘面
は標高13～15m程度



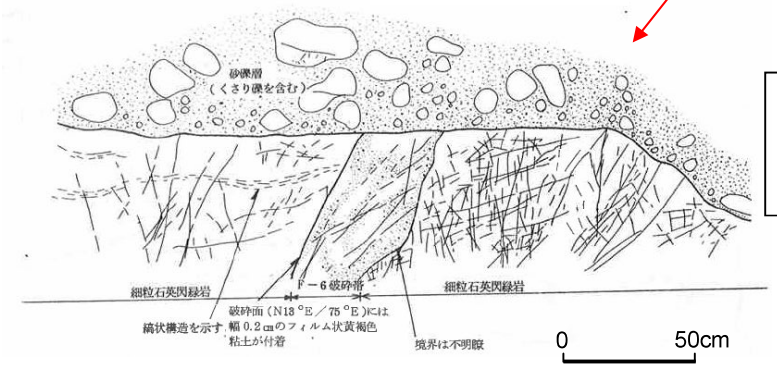

想定地質断面図




※EL+3mの水平地質断面図




$^{14}$C年代測定結果
No.1：32,670B.P.オーバー
No.2：33,820B.P.オーバー




近接するボーリング
の記載から砂礫層
は赤褐～明褐，黄
褐色を呈する。

OP-1ピット

OP-2ピット

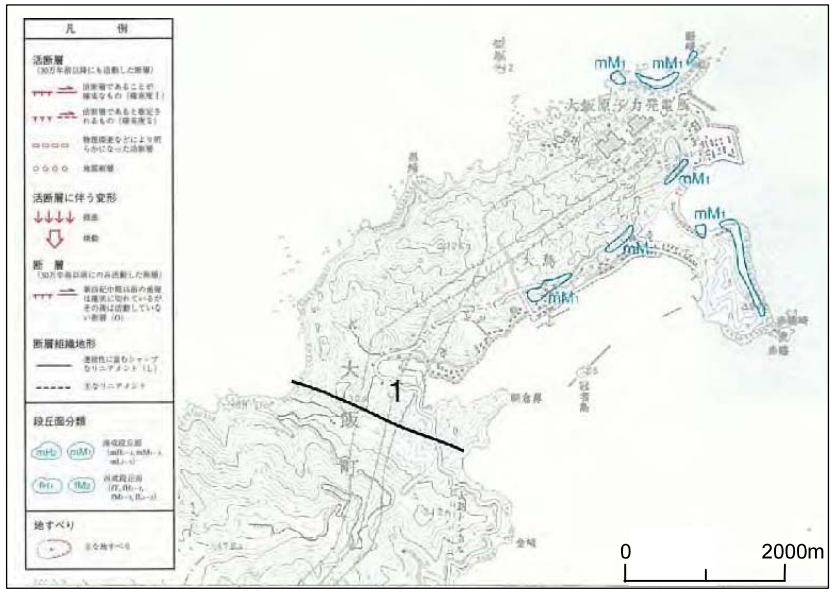
AT：姶良Tnテフラ（約2.6～2.9万年前：町田・新井，2003）
K-Tz：鬼界葛原テフラ（約9.5万年前：町田・新井，2003）

鋸崎でのピット調査で確認された中位段丘堆積物は，層厚40～50cm程度の砂礫層で，全体として風化しており，色調は赤褐(7.5YR4/6)を呈する。最上部付近でATの降灰層準を，基底面付近でK-Tzの降灰層準を確認。

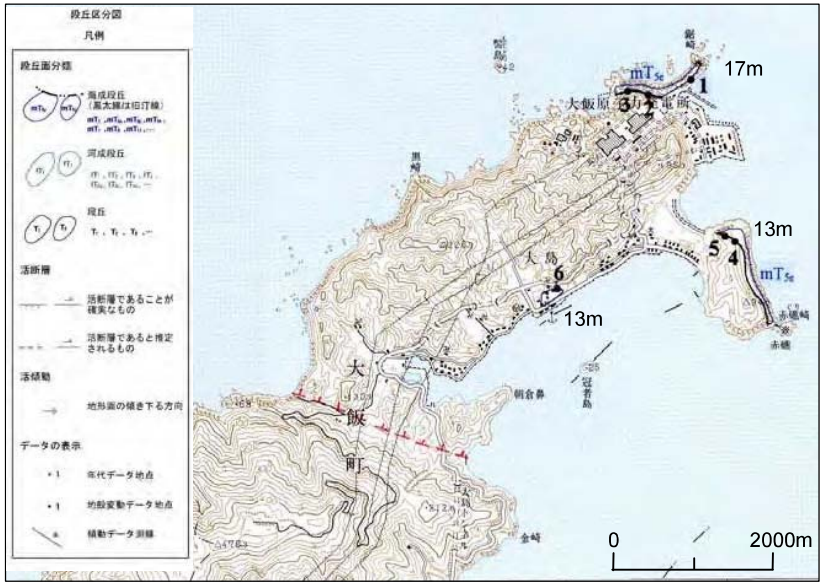
設置許可申請書におけるF－6破砕帯の活動性に関する評価は、以下のとおりまとめられている。

- トレンチ調査の結果、F－6破砕帯の上部は堆積物に覆われている。
- この堆積物は、旧地形面の標高が鋸崎灯台付近の段丘面高度に連続すると考えられること及び鋸崎灯台付近の中位段丘相当層と同様にかなり風化していること等から中位段丘相当の段丘堆積物と考えられ、破砕帯はこの段丘堆積物に変位を与えていない。

3，4号炉設置許可申請当時に実施したトレンチ調査で認められたF－6破砕帯上部の堆積層と、鋸崎付近に分布する堆積層とは、色調などの性状や分布高度から、同じ中位段丘堆積物と判断。




近畿の活断層




日本の海成段丘アトラス

中位段丘分布図（当社調査結果）

- 「近畿の活断層」及び「日本の海成段丘アトラス」では、大島半島北部付近に海成の中位段丘面が図示されている。
- 岡田（1978）※は、「鋸崎から台場浜にかけて旧汀線高度約15mの海岸段丘面が認められる。この段丘堆積物は層厚1～2mと薄く、主に亜角～亜円礫からなる。全体として風化しており、地表面付近には層厚40～50cmの赤褐色（7.5YR,4/6）が認められるので、この段丘面は下末吉相当面と考えられる。」と記載している。
- 当社が作成した中位段丘分布と、文献の記載状況とは概ね整合している。

# ま と め

【敷地の地形】

・変動地形・リニアメントは判読されない。

【敷地の地質・地質構造】

・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）が分布し、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。

・原子炉設置位置付近で認められる破砕帯の走向はN-S～NE-SW方向であり、舞鶴帯の延びの方向とほぼ一致するため、これらの破砕帯は舞鶴帯の形成と密接に関連していると考えられる。

・鋸崎から台場浜にかけて海岸沿いに中位段丘堆積物が分布。

【断層の活動性】

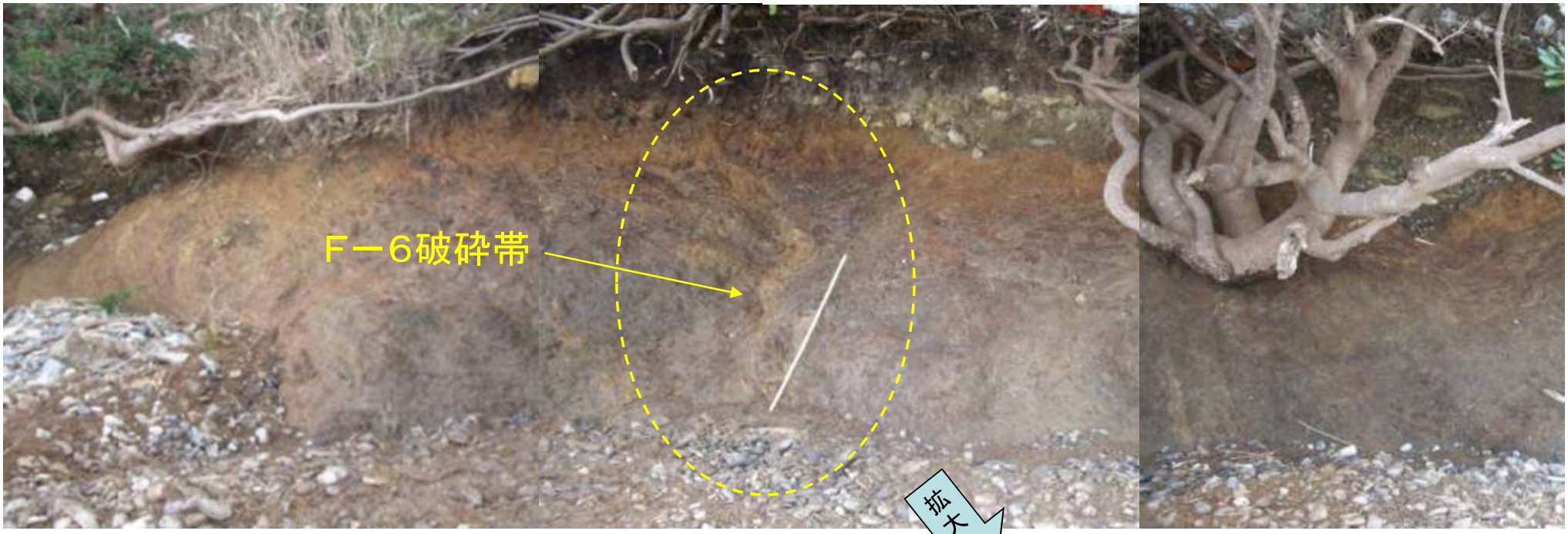
**最も延長が長く、露頭を確認できるＦ－６破砕帯について検討した結果、以下の状況から少なくとも後期更新世以降に活動したものではないと判断される。**

・台場浜の海岸付近で露頭観察を行った結果、断層面は湾曲し破砕部は固結ないし半固結し、明瞭な粘土状破砕部を伴わない。

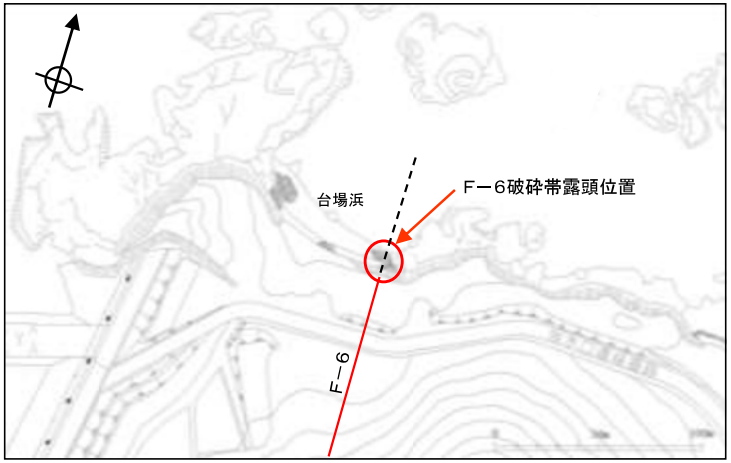
・変形組織の観察を行った結果、破砕部がカタクレーサイトからなる。

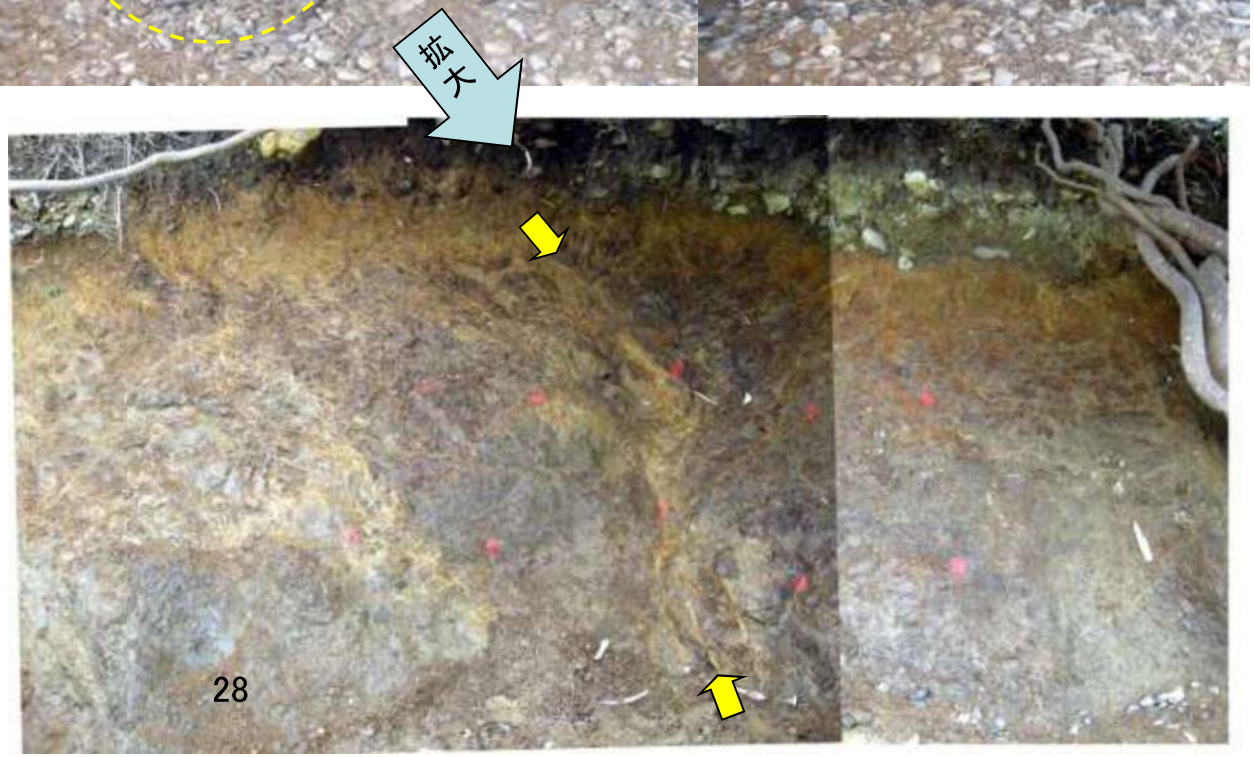
・設置許可申請書では、トレンチ調査により、Ｆ－６破砕帯は中位段丘相当の段丘堆積物に変位を与えていないと評価しており、今回、Ｆ－６破砕帯上載層について検討した結果、色調等の性状や分布高度から、鋸崎付近に分布する中位段丘堆積物と同じである判断される。

# 大飯発電所　Ｆ－６破砕帯（露頭の写真）




## Ｆ－６破砕帯露頭位置図



# 関西電力株式会社大飯発電所の原子炉の設置変更（３，４号炉の増設）に係る安全性について

（安全審査書）

昭和62年2月

通商産業省

## 1.3 地　盤

### 1.3.1 敷地の地盤

原子炉施設の設置予定位置付近の地盤は、地震時等に崩壊し、施設の安全性に影響を与えることがあってはならない。

このため、審査に当たっては、関連資料の検討のほか地表地質調査、ボーリング・コアの確認、試掘坑調査等の現地調査を行った。

調査結果によれば、敷地の地盤は、大部分が夜久野複合岩類（II）に属する細粒石英閃緑岩と輝緑岩からなり、両者の関係は基本的には貫入関係であると考えられる。

原子炉基礎底面下では細粒石英閃緑岩が広く分布し、その下に輝緑岩が分布している。両者の境界は南西方向に約２０°傾斜している。

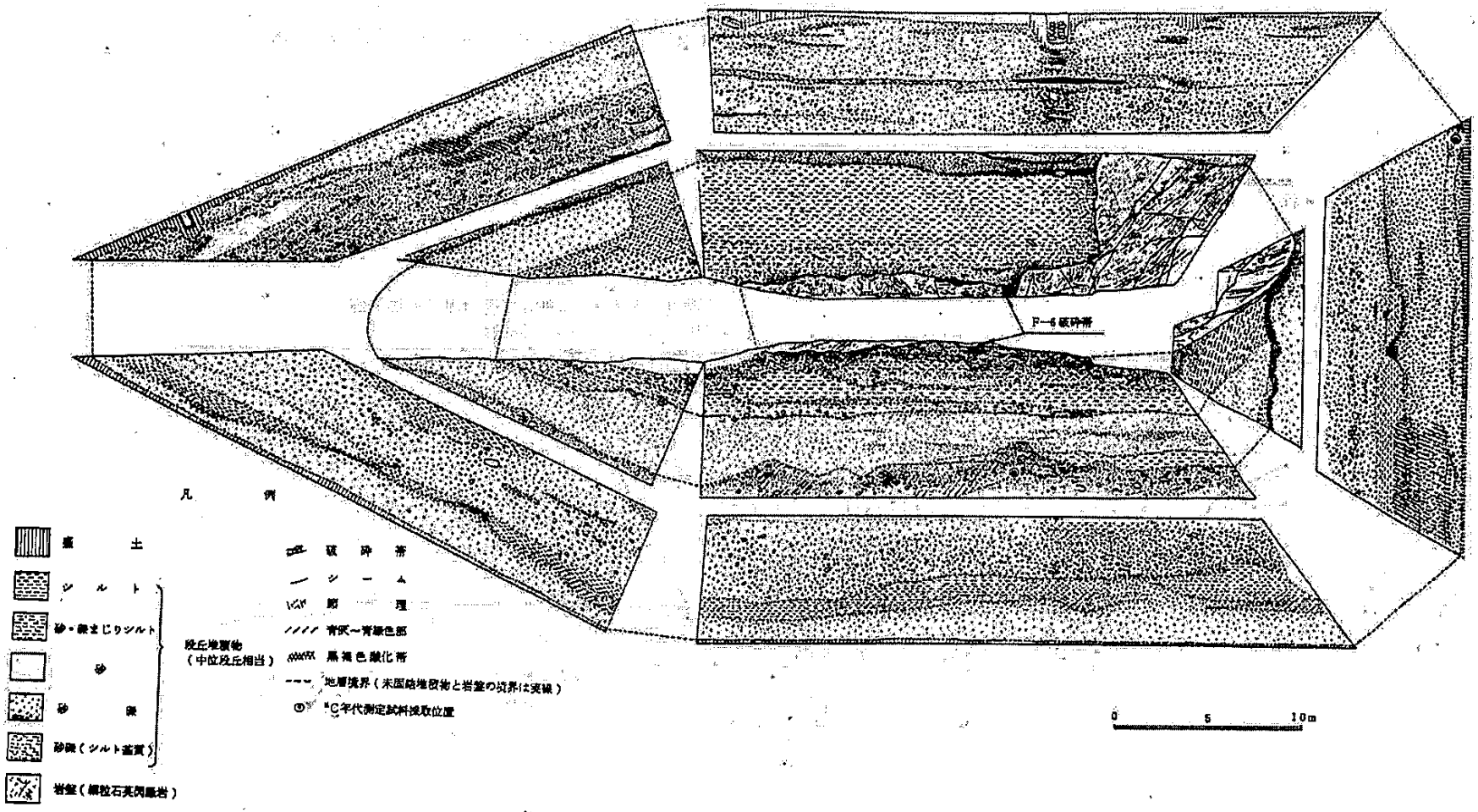
原子炉施設の設置予定位置付近の地盤には、ボーリング調査、試掘坑調査等により、１０本の破砕帯の存在が確認されている。

これらの破砕帯については、最も延長の長い破砕帯について実施したトレンチ調査結果及び試掘坑内での破砕帯物質の分析結果等からいずれの破砕帯も中位段丘を切るような新しい時代のものではないと推定でき、これらの破砕帯の活動性が安全評価上問題となるものではないと判断する。

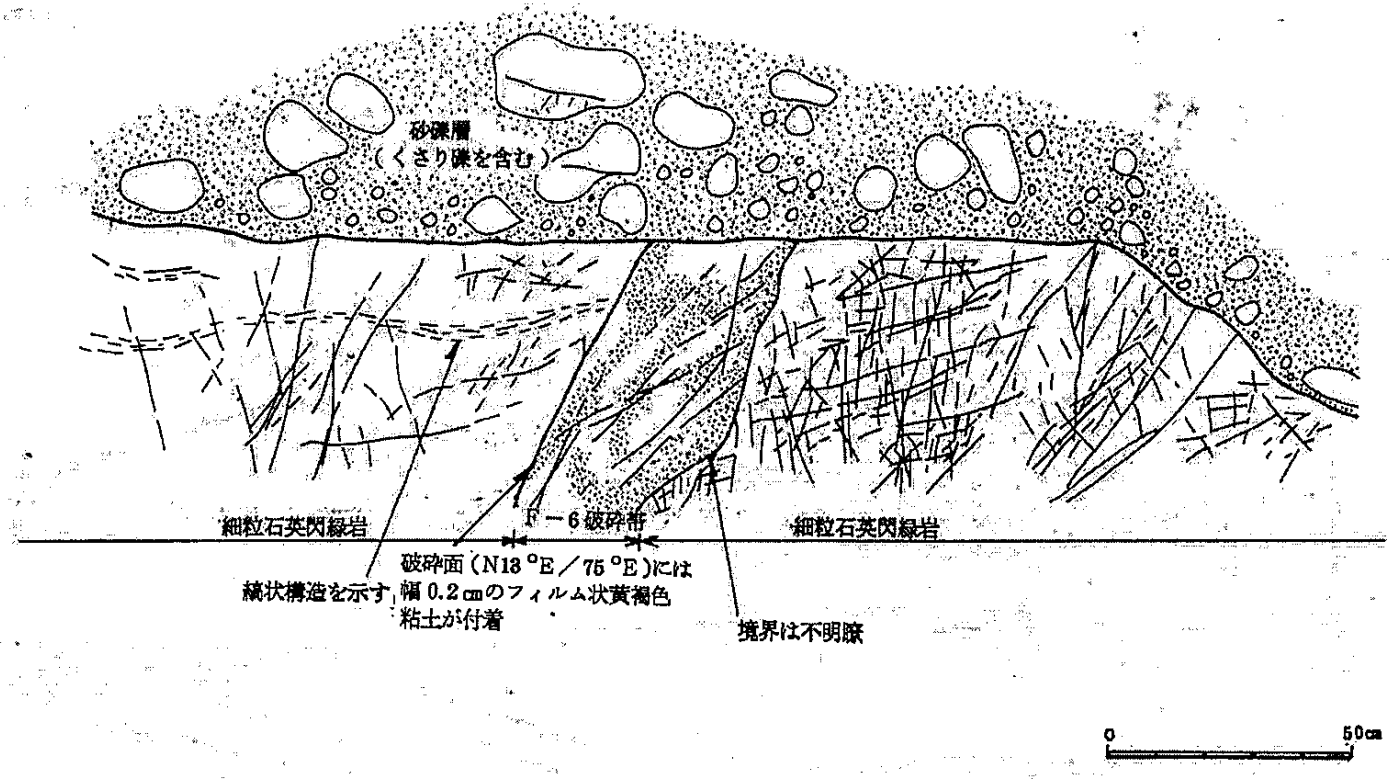
さらに、岩盤及び破砕帯については、分布状況、強度特性、変形特性等の詳細な調査・試験が行われている。

原子炉施設の設置予定位置周辺斜面は、これらの調査・試験の結果に基づいてなされた安定解析結果から、地震時においても崩壊が生じることはないものと認められ、安全上差し支えないものと判断する。

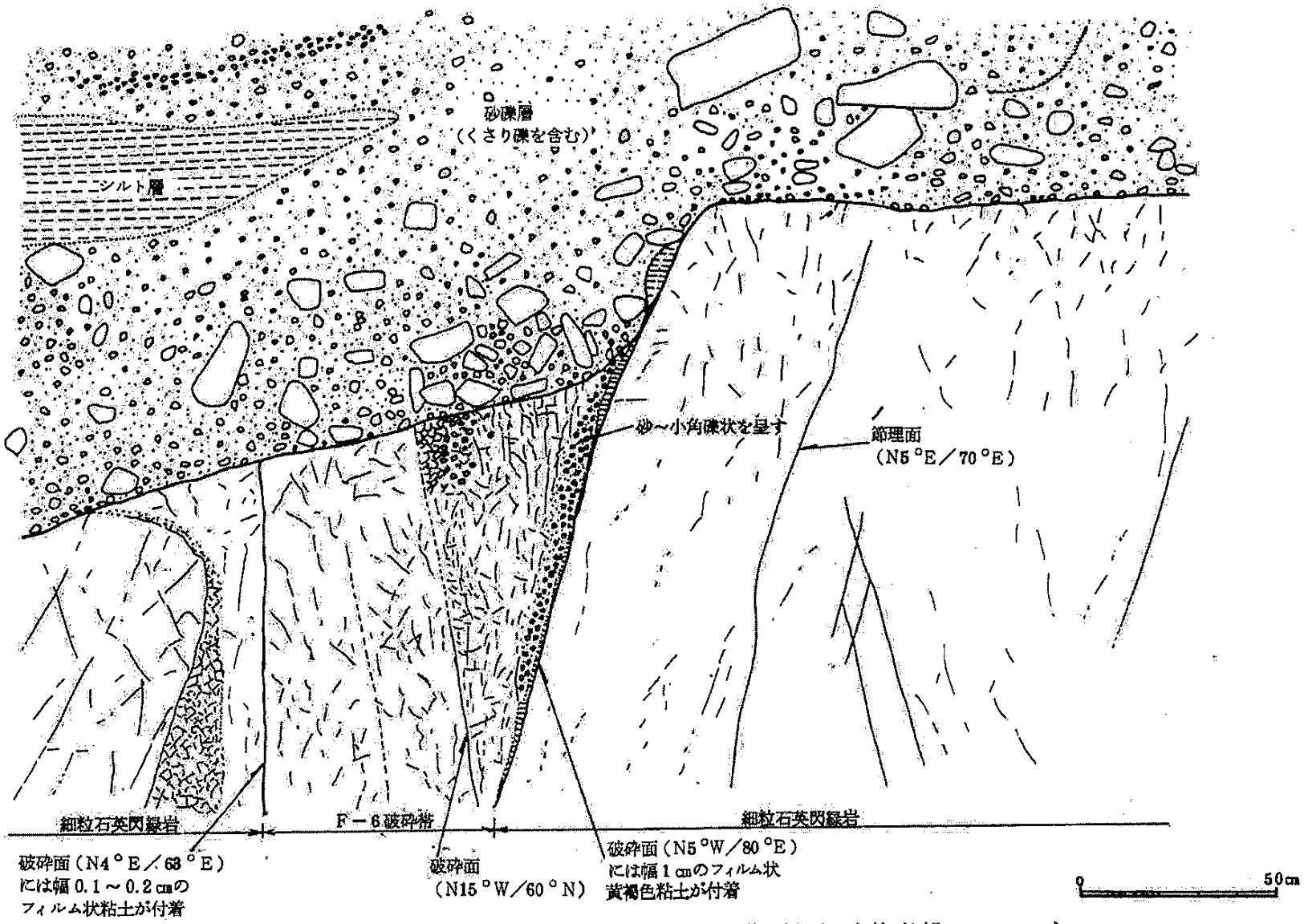
以上のことから、原子炉施設の設置予定位置付近の地盤は、地震




第3.4.24図　トレンチ地質展開図（その1）




第3.4.24図　トレンチ地質展開図（その2）（南東側側壁基底部スケッチ）




第3.4.24図　トレンチ地質展開図（その3）（北西側側壁基底部スケッチ）

耐震設計審査指針の改訂に伴う

関西電力株式会社　大飯発電所３，４号機

耐震安全性に係る評価について

（基準地震動の策定及び主要な施設の耐震安全性評価）

（抜粋）

平成 22 年 11 月 29 日

原子力安全・保安院

断層の長さをFO-A断層南端からFO-B断層北端までの35kmとした。

FO-C断層については、関西電力は、海上音波探査結果から、複数の測線で後期更新世以降の地層に変形が認められるが、その両側では変位・変形がないことを確認し、長さを約2.5kmとしている。また、小浜湾内で確認されたFO-C断層については、孤立した短い活断層としている。

合同Cサブグループでは、関西電力が実施した調査及び評価の妥当性について検討を行い、当院は、合同Cサブグループの検討結果を踏まえ、これらの関西電力の評価は妥当であると判断した。

断層の評価結果などを図7.1.1、図7.1.5及び表7.1.1に示す。

（２）敷地の地質・地質構造

関西電力は、地形調査、地表地質調査、ボーリング調査等の結果、敷地の地質は、古生代ペルム紀の夜久野オフィオライト（輝緑岩、斑れい岩、細粒石英閃緑岩等）及び大島層（頁岩）と中位段丘堆積物等の第四系で構成されるとしている。また、地形調査の結果、敷地にはリニアメントは判読できないとしている。

関西電力は、敷地に認められる破砕帯の走向はN-S～NE-SWが卓越し、そのうち最も延長が長いF-6破砕帯について活動性評価に関する検討をしている。

その結果、F-6破砕帯は、台場浜付近の海岸露頭の観察結果によると断層面は湾曲し、破砕部は固結ないし半固結し、明瞭な粘土状破砕部が認められず、本露頭でブロックサンプリングを行い変形組織の観察を行った結果、破砕部は地下深部で形成されたカタクレーサイトからなるとしている。

また、設置許可申請では、当時実施したトレンチ調査により、F-6破砕帯は上載層である中位段丘相当の段丘堆積物に変位を与えていないと評価しているが、中位段丘相当とする根拠が明確でないため、F-6破砕帯上載層について今回検討した結果、色調等の性状や分布高度から上載層は鋸崎付近に分布する段丘堆積物と同じであるとし、鋸崎付近の火山灰分析結果から中位段丘堆積物であるとしている。

以上のことから、F-6破砕帯は後期更新世以降に活動したものではないとしていた。

合同Cサブグループでは、F-6破砕帯の上載地層の年代について、もう少し広い範囲で中位段丘に関する文献等を確認し、データの補強が必要と

指摘した。

これを受け、関西電力は、大島半島北部における段丘の分布調査と段丘堆積物の火山灰分析の結果から、大島半島北部に分布する段丘が中位段丘のみであり、いずれも最終間氷期に相当するとした。また、文献においても敷地周辺に最終間氷期に形成された中位段丘が広く分布するとされていることから、鋸崎付近に分布する中位段丘堆積物が最終間氷期の地層と判断され、F-6 破砕帯の上載地層についても最終間氷期の地層と判断されるとした。

合同Cサブグループでは、関西電力が実施した調査及び評価の妥当性について検討を行い、当院は、合同Cサブグループの検討結果を踏まえ、これらの関西電力の評価は妥当であると判断した。

（3）地震動評価

新耐震指針では、基準地震動 Ss の策定方針として、「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」及び「震源を特定せず策定する地震動」について、敷地の解放基盤表面における水平方向及び鉛直方向の地震動として策定することを要求している。

合同Cサブグループは、関西電力による「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」及び「震源を特定せず策定する地震動」について、合同Cサブグループにおける敷地周辺の地質・地質構造に係る検討結果、新耐震指針、バックチェックルール、「新潟県中越沖地震を踏まえた原子力発電所等の耐震バックチェックに反映すべき事項の中間とりまとめについて」（平成 19 年 12 月 27 日）及び中越沖地震知見反映事項を踏まえ検討を行った。

合同Cサブグループにおける検討内容及びその検討結果に基づく当院の評価は以下のとおりである。

1）解放基盤表面の設定

関西電力は、解放基盤表面は基礎岩盤の試掘坑内弾性波試験結果より S 波速度が 2,200m/s である標高 0m に設定している。

合同Cサブグループの検討を踏まえ、当院は、関西電力による解放基盤表面の設定は妥当なものと判断した。