

大飯発電所
「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」の
改訂に伴う耐震安全性評価結果

(原子力安全・保安院での審議状況の反映)

平成22年11月25日
関西電力株式会社

はじめに

平成18年9月20日付「「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」等の改訂に伴う既設発電用原子炉施設の耐震安全性の評価等の実施について」(平成18・09・19原院第6号)等に基づき、当社は大飯発電所1～4号機の耐震安全性評価を実施しており、これまでに平成20年3月31日付「大飯発電所 耐震安全性評価結果の中間報告について」(関原発第534号)、および平成21年3月31日付「大飯発電所 耐震安全性評価結果中間報告書(追補版)の提出について」(関原発第622号)を提出してきた。

本報告書は上記の報告内容に対する原子力安全・保安院における審議状況を反映し、一部補正したものである。

1章 敷地周辺・敷地近傍・敷地の地質・地質構造

2章 基準地震動 S_s の策定

3章 安全上重要な建物・構築物の耐震安全性評価(略)

4章 安全上重要な機器・配管系の耐震安全性評価(略)

1章 敷地周辺・敷地近傍・敷地の地質・地質構造

目次

第1章 敷地周辺・敷地近傍・敷地の地質・地質構造

1. 調査の概要	1-2
2. 敷地周辺の地形、地質・地質構造	1-11
2-1 概要	1-12
2-2 三方断層	1-21
2-3 熊川断層	1-32
2-4 上林川断層	1-49
2-5 FO-A断層、FO-B断層、FO-C断層	1-70
2-6 活断層の傾斜角	1-92
3. 敷地近傍の地形、地質・地質構造	1-98
3-1 敷地近傍の地形調査結果	1-99
3-2 O1リニアメント	1-101
3-3 O2リニアメント	1-115
3-4 O3リニアメント	1-131
4. 敷地の地形、地質・地質構造	1-142
5. FO-A～FO-B断層の活動に伴う地盤変位・傾斜に関する検討	1-168
引用文献	1-196

1. 調査の概要

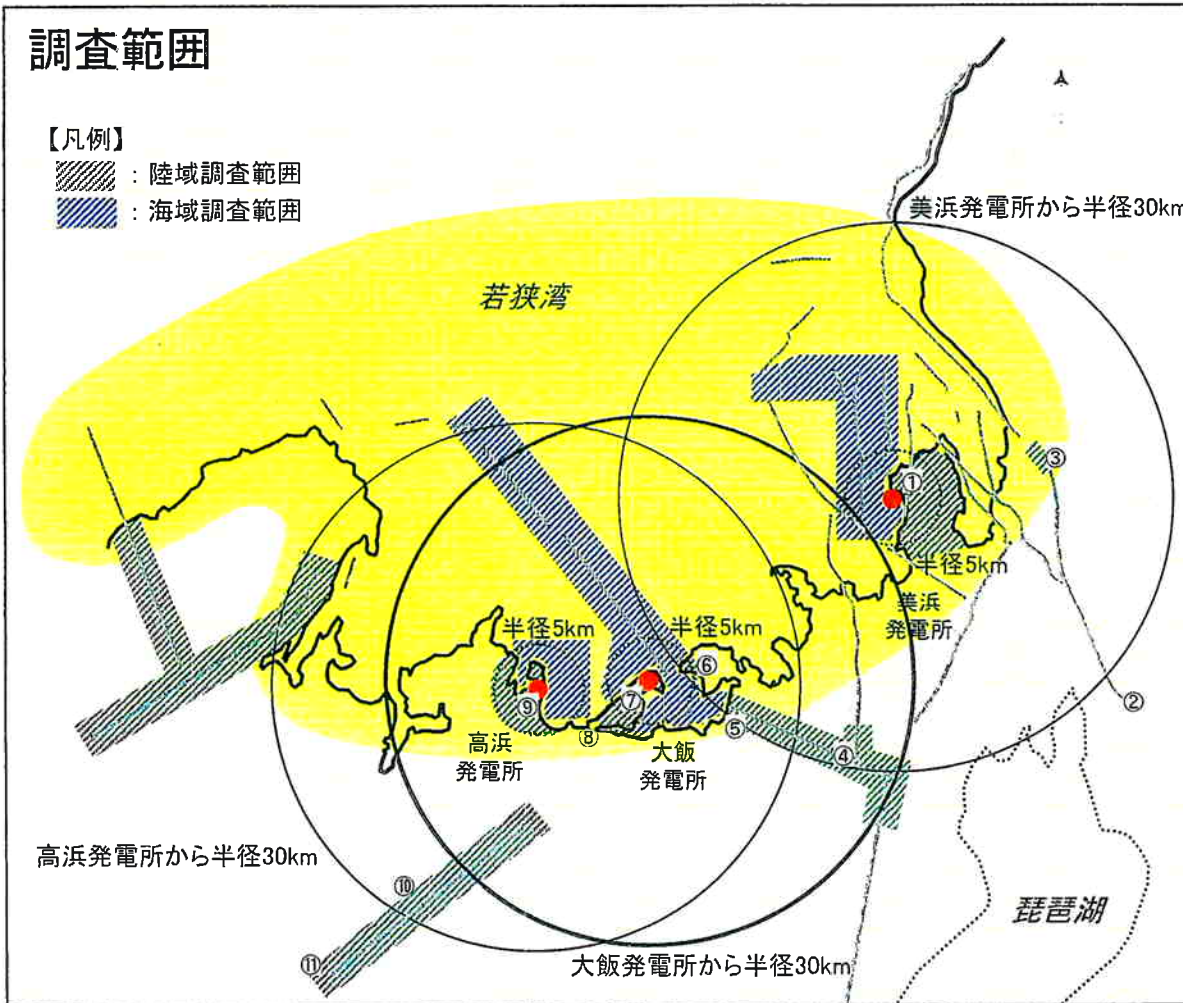
地質調査の概要

既存のデータに加えて、新耐震指針を踏まえ、変動地形学的調査・詳細地表地質調査・地球物理学的調査等を適切に組み合わせて調査を実施

調査範囲

【凡例】

- : 陸域調査範囲
- : 海域調査範囲



美浜発電所周辺については、日本原子力発電(株)において敦賀3, 4号機の申請時の調査および追加調査が実施されており、その調査データを使用した。
また、美浜発電所の敷地近傍陸域については、日本原子力発電(株)、(独)日本原子力研究開発機構と協調して実施した。

分類	調査項目	範囲
変動地形学的調査	空中写真判読	半径約30km
	航空レーザ測量	①, ⑥, ⑩
	踏査(剥ぎ取り含む)	特に、
詳細地表地質調査	ボーリング調査	①, ②, ③, ④, ⑤, ⑦, ⑪
	トレンチ調査・ピット調査	①, ④, ⑦, ⑨, ⑪
地球物理学的調査	航空重力探査	
	反射法地震探査	②, ⑤, ⑧, ⑪
	海上音波探査	ジオパルス・マルチ
	既存記録再解析	前面海域
	他機関記録再解析	前面海域周辺海域

変動地形学的調査

下表に示す変動地形・リニアメント判読基準に基づき、敷地周辺陸域において、空中写真判読により判読できる直線あるいはゆるやかな弧状に配列する変動地形の可能性のある地形をリニアメントとして抽出した。

判読に際しては、変動地形学的調査の観点から、地形発達過程を考慮しながら行った。

リニアメントの成因としては、地形の切断・屈曲、撓曲、傾動・逆傾斜等、現在の地殻変動に起因するものと、既に活動が終息した断層、地質構造、堆積構造等を反映した活断層とは無関係の地形に分けられる。

変動地形・リニアメント判読基準

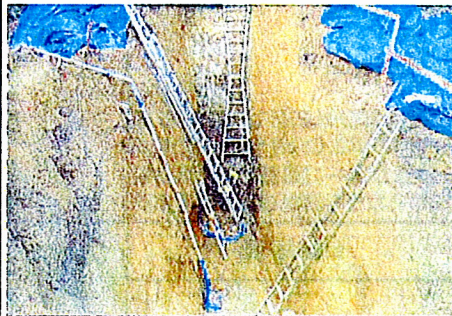
分類 (ランク)	山地・丘陵内		段丘面、扇状地等の平坦面上	
	崖・鞍部等	尾根・水系の屈曲	崖・溝状凹地	撓み・傾斜面
A	・新鮮な崖等の連続からなり、山地高度・丘陵高度に一樣な高度差が認められるものでかつ、延長上の段丘面に同方向の崖が認められるもの。	・尾根・水系が長い区間で同方向に屈曲し、かつ屈曲は鮮明であり、河川の規模と屈曲量との相関あるいは閉塞丘、風隙等の特異な地形が認められるもの。	・崖、溝状凹地等からなり、方向が水系の側刻方向と異なり、かつ、 (1)時代の異なる複数の段丘面に連続し、古い段丘面ほど比高が大きいもの。 (2)崖面が段丘面の傾斜方向とは逆向きを示すもの。 (3)山地・丘陵内の明瞭な崖等に連続するもの。	・撓み量、傾斜角が大きく、延長が長いものあるいは延長は短い、撓み量、傾斜角が大きく、段丘面の傾斜方向とは逆向きであるもの。
B	・崖等の連続からなり、山地高度・丘陵高度に一樣な高度差が認められるもので、 (1)地形形態は鮮明であるものが、段丘面との関係が不明なもの。 (2)地形形態はやや不鮮明であるが、延長上の段丘面に同方向の崖が認められるもの。	・尾根・水系が同方向に屈曲し、かつ屈曲は鮮明であり、 (1)連続区間も長い、河川の規模と屈曲量との相関あるいは閉塞丘、風隙等の特異な地形のいずれも認められないもの。 (2)連続区間は短い、河川の規模と屈曲量との相関あるいは閉塞丘、風隙等の特異な地形のいずれかが認められるもの。	・崖、溝状凹地等からなり、方向が水系の側刻方向であるが、 (1)時代の異なる複数の段丘面に連続し、古い段丘面ほど比高が大きいもの。 (2)崖面が段丘面の傾斜方向とは逆向きを示すもの。 (3)山地・丘陵内の明瞭な崖等に連続するもの。	・撓み量、傾斜角は小さいが、段丘面の傾斜方向とは逆向きのもの。 ・撓み量、傾斜角が大きい、延長は短く、段丘面の傾斜と同方向であるもの。
C	・崖等の連続からなり、山地高度・丘陵高度に一樣な高度差があるが、地形形態は一部で不鮮明かあるいは不連続となるもの。	・尾根・水系が同方向に屈曲するが、河川の規模と屈曲量との相関が認められないもので、 (1)連続区間は長い、屈曲は不鮮明なもの。 (2)屈曲は鮮明であるが、連続区間が短いもの。	・崖、溝状凹地等からなり、比高が小さく、一部で不鮮明かあるいは不連続となるもの。	・撓みの形態が不鮮明あるいは傾斜角は小さく、段丘面の傾斜と同方向であるもの。
D	・崖等の連続からなるが、山地高度・丘陵高度にみられる高度差は局所的で一樣でないもの。	・尾根・水系が同方向に屈曲しているが、連続区間が極めて短いもの。	・崖、溝状凹地等からなり、不鮮明なもの。	・撓みの形態が不鮮明あるいは傾斜角は小さく、短いもの。

陸域における詳細な地質調査

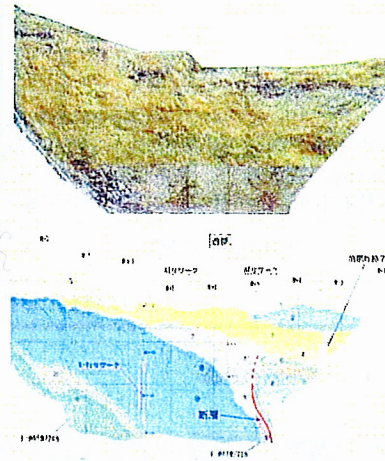
陸域における地質調査において、地表地質踏査については、表土を剥ぎ取る等してデータ採取を行うなど、調査(データ)密度の向上に努めた

必要に応じて

トレンチ調査

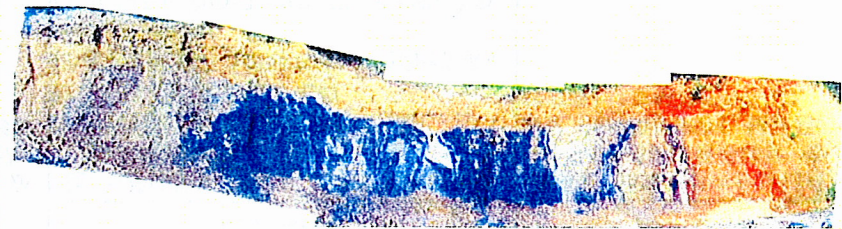


トレンチを掘り、断層を直接確認し、活動時期等について評価
(例：熊川断層)



断層の存否や性状を直接確認し、
年代試料分析から活動時期を評価

剥ぎ取り調査



(例：O2リニアメント)

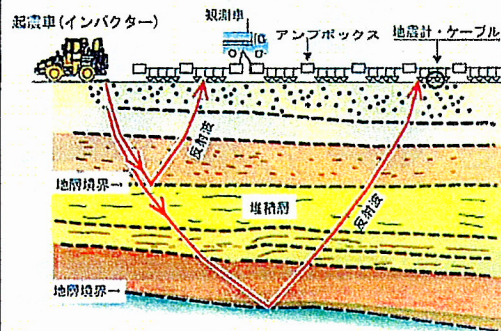
地表を剥ぎ取り、断層を直接確認し、活動時期等について評価



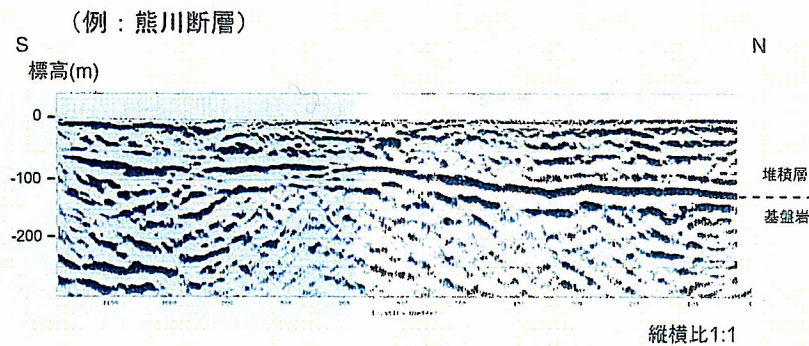
断層の存否や性状を直接確認し、
年代試料分析から活動時期を評価

陸域における詳細な地質調査

反射法地震探査

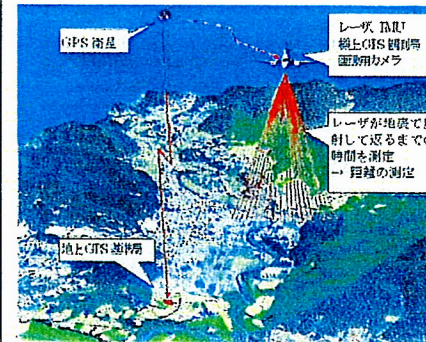


起震車で地面に振動を与え、この振動を受振器で観測し、振動の到達する時間を解析して非破壊的に地下の構造を推定



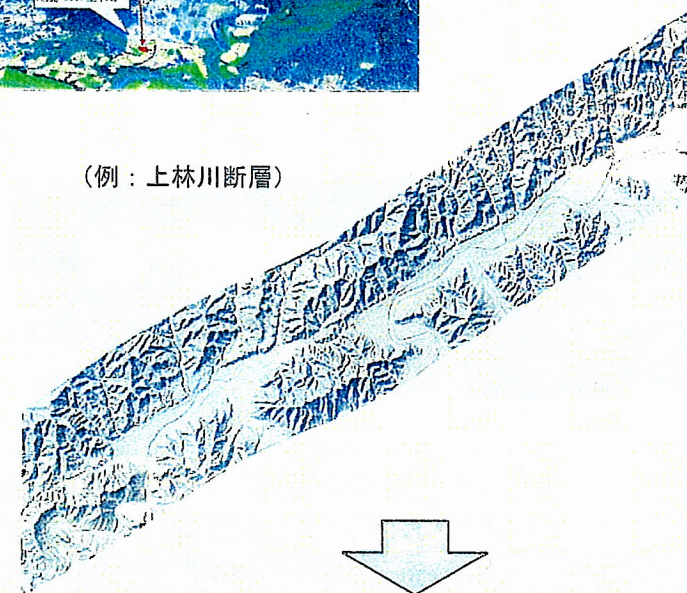
地表面下の情報を捉え、
断層の存否の評価に活用

航空レーザー測量



航空機から地上に向けてレーザーパルスを照射し、地上から反射し戻ってくるレーザーを受信し、地表面を3次元で計測

(例：上林川断層)



精密な微地形情報を把握し、
変動地形の評価に活用

海域における詳細な地質調査

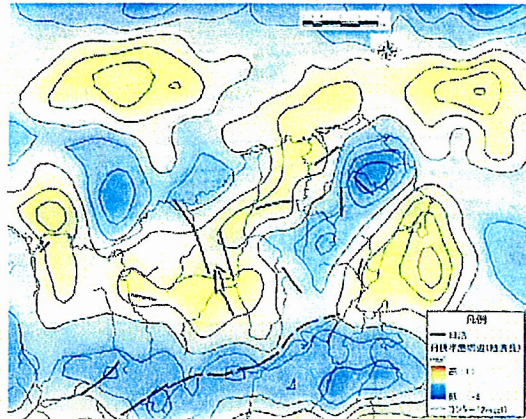
航空重力探査



航空重力探査により、陸域から沿岸域を経て海域にかけての重力異常の変化を明らかにする。

長波長成分を除去(フィルター処理)することにより、地震発生層上面の起伏を捉える。

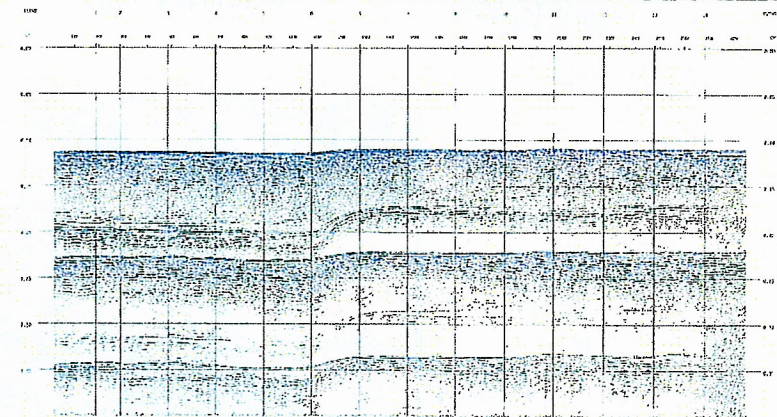
(例：郷村断層，山田断層)



地下構造の
情報捉えて、
起震断層の
長さの評価
に活用

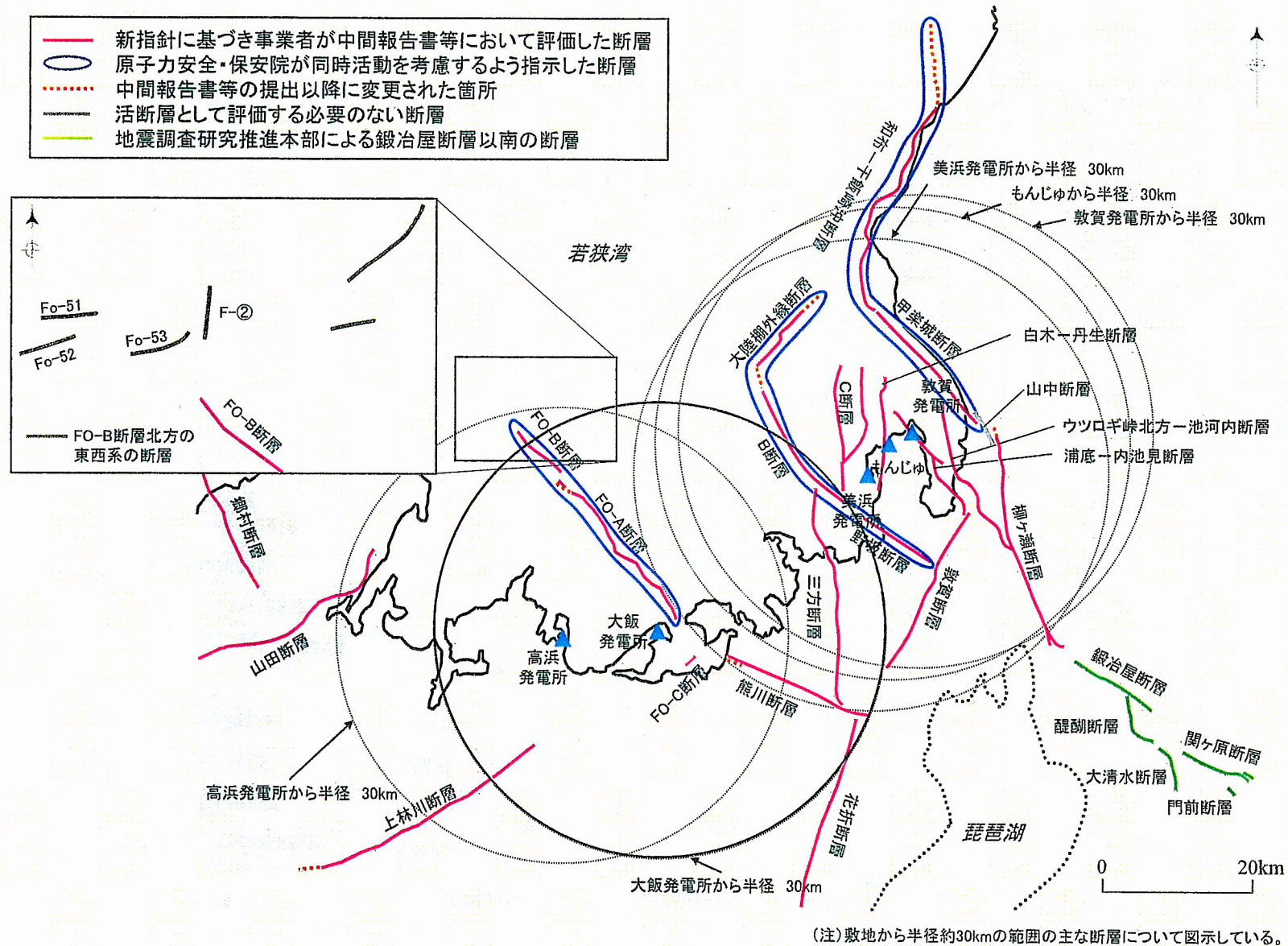
海上音波探査

最新の調査技術(ジオパルス・マルチチャンネル音波探査)を用いて、高精度の調査を実施。



海底下の情報を捉え、断層の存否
や活動性評価

若狭湾周辺の主な断層の分布



※原子力安全・保安院「活断層等に係る評価の中間的整理(案)」(平成21年8月31日)より

若狭湾周辺の主な断層評価一覧表

断層	断層長さ	地震動評価上の長さ	その他(断層の性状)		
			断層のタイプ	走向	隆起方向
① めらかれいざき 和布一干飯崎沖断層	約42km	※1 ※2	逆	N-S~NE-SW	東
② かぶらぎ 甲楽城断層	約19km		左横ずれ	NW-SE	東
やまなか 山中断層	活断層でない		—	—	—
③ やながせ 柳ヶ瀬断層	約31km		同左	左横ずれ	N-S~NNW-SSE
④ ウツロギ峠北方— いけのこうち 池河内断層	約23km	同左	左横ずれ	N-S~NW-SE	西
⑤ うらそこ うちいけみ 浦底一内池見断層	約18km	同左	左横ずれ	NW-SE	東
⑥ つるが 敦賀断層	約23km	同左	右横ずれ	NE-SW	東
⑦ しらき にゅう 白木一丹生断層	約15km	20km ※3	逆	N-S	東
⑧ C断層	約18km	同左	逆	N-S	東
⑨ のさか 野坂断層	約12km	※1	左横ずれ	NW-SE	南, 一部北
⑩ B断層	約21km		左横ずれ	NW-SE	北東
⑪ たいりくだながいせん 大陸棚外縁断層	約14km		右横ずれ	NE-SW	南東
⑫ みかた 三方断層	約27km	同左	逆	N-S	東
⑬ くまがわ 熊川断層	約18km	22.9km ※4	左横ずれ	WNW-ESE	南
⑭ FO-A断層	約24km	※1	左横ずれ	NW-SE	南西
⑮ FO-B断層	約11km		左横ずれ	NW-SE	南西
⑯ FO-C断層	約2.5km	20km ※6	右横ずれ	NE-SW	北西
⑰ かんばやしがわ 上林川断層	26km以上	39.5km ※7	右横ずれ	NE-SW	北
⑱ ごうむら 郷村断層	約34km	同左	左横ずれ	NW-SE	西
⑲ やまだ 山田断層	約33km	同左	右横ずれ	NE-SW	北

※1: 合同Cサブグループにおいて、同時活動を考慮して地震動を評価すべきと指摘。

※2: 合同Cサブグループにおいて、基準地震動Ssの妥当性確認の観点から、和布一干飯崎沖断層・甲楽城断層・柳ヶ瀬断層及び鍛冶屋断層～関ヶ原断層(120km)について念のため同時活動を考慮するよう指摘。

※3: 断層モデルを用いた評価において、断層面積から算定した地震規模がM6.8以上になるように設定。

※4: 小浜湾内において、後期更新世以降の断層活動による変形の可能性が否定できない反射面の落差が更新世以降の地層に認められた地点も熊川断層の一部として設定。

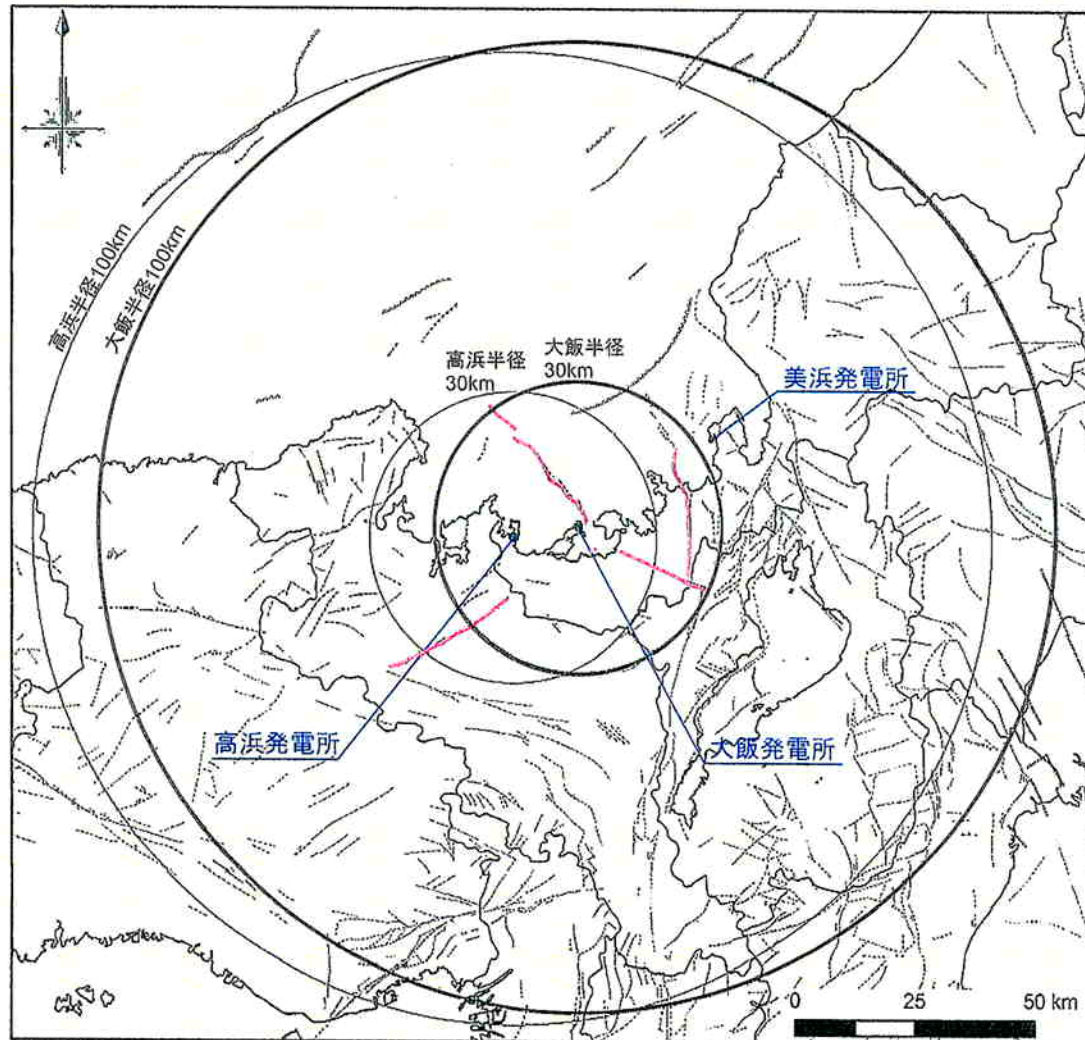
※5: FO-A断層及びFO-B断層は、その特徴が類似しており近接してほぼ同一直線状にあることから、一つの断層として設定。

※6: 孤立した短い活断層として評価。

※7: 調査により断層の南西端を特定することは難しいことから、断層の延長を確実に否定できる福知山付近まで延伸して設定。

* 断層のタイプ、走向、隆起方向は主たるものを記載

大飯発電所周辺の断層



活断層研究会編「新編日本の活断層(1991)」

(活断層に関する主な文献)

- ・岡田・東郷編(2000)
「近畿の活断層」
- ・池田他編(2002)
「第四紀逆断層アトラス」
- ・中田・今泉編(2002)
「活断層詳細デジタルマップ」
- ・海上保安庁水路部発行
5万分の1沿岸の海の基本図「若狭湾東部」(1980)
5万分の1沿岸の海の基本図「若狭湾西部」(1980)
- ・地質調査所発行
50万分の1活構造図「岡山」(1985)
50万分の1活構造図「金沢」(1985)
50万分の1活構造図「京都(第2版)」(2002)
20万分の1海洋地質図「ゲンタツ瀬海底地質図」(2000)
20万分の1海洋地質図「経ヶ岬沖海底地質図」(1993)

等

凡例

陸上活断層

- 活断層である事が確実なもの(確実度Ⅰ)
- - - - 活断層である事が推定されるもの(確実度Ⅱ)
- 活断層の疑いのあるリニアメント(確実度Ⅲ)
- 地震断層
- 伏在断層

海底活断層

- 活断層であることが確実なもの
- - - - 活断層であると推定されるもの
- ~~~~~ 活撓曲

~~~~~ 30km圏内の主な断層  
(審議のポイントに挙げられている断層)

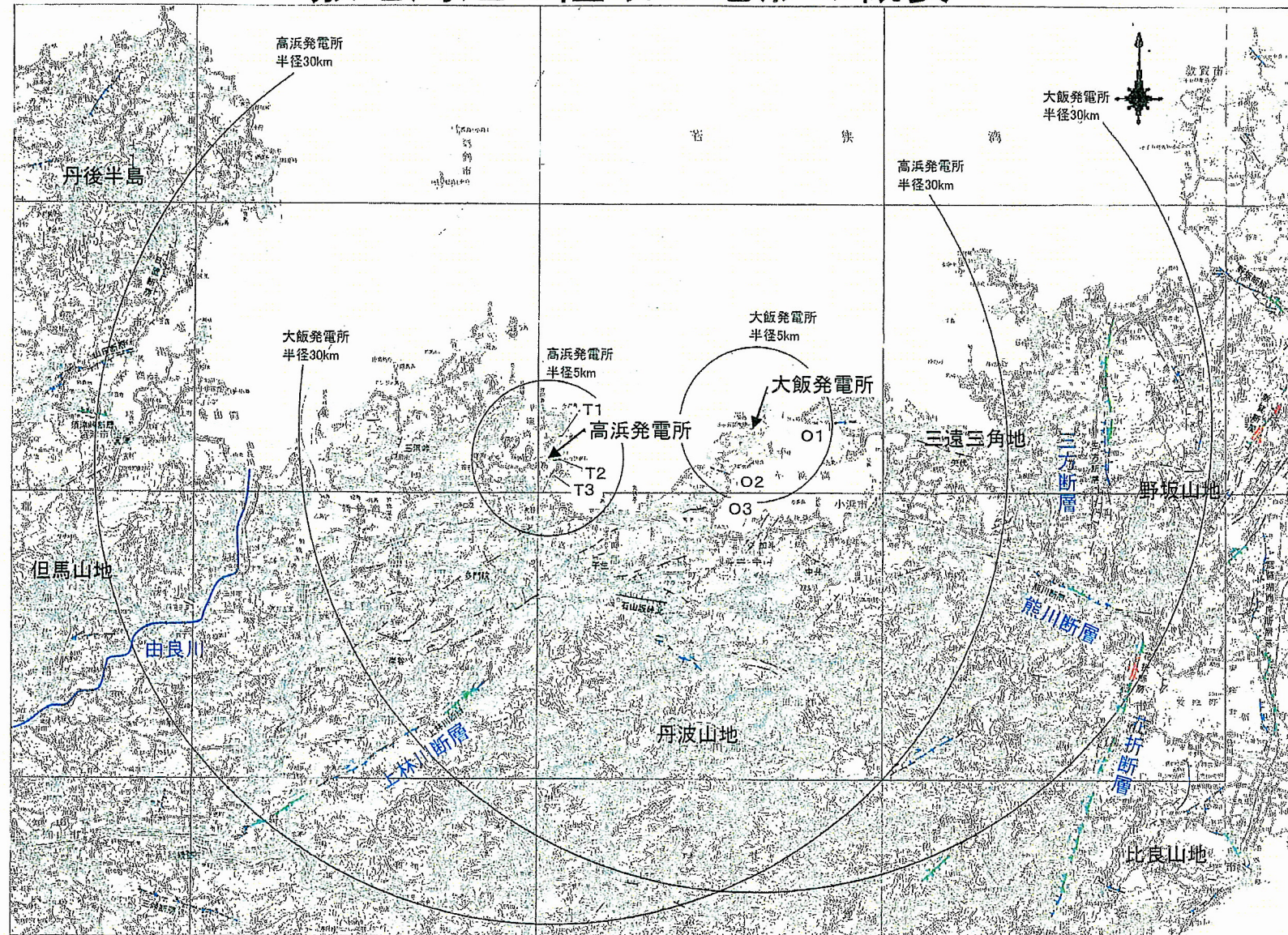
敷地から30km以遠の活断層については、断層長さと敷地からの距離を考慮すると、30km範囲内の活断層による影響を上回るものではない。

## 2. 敷地周辺の地形、地質・地質構造



## 2-1 概 要

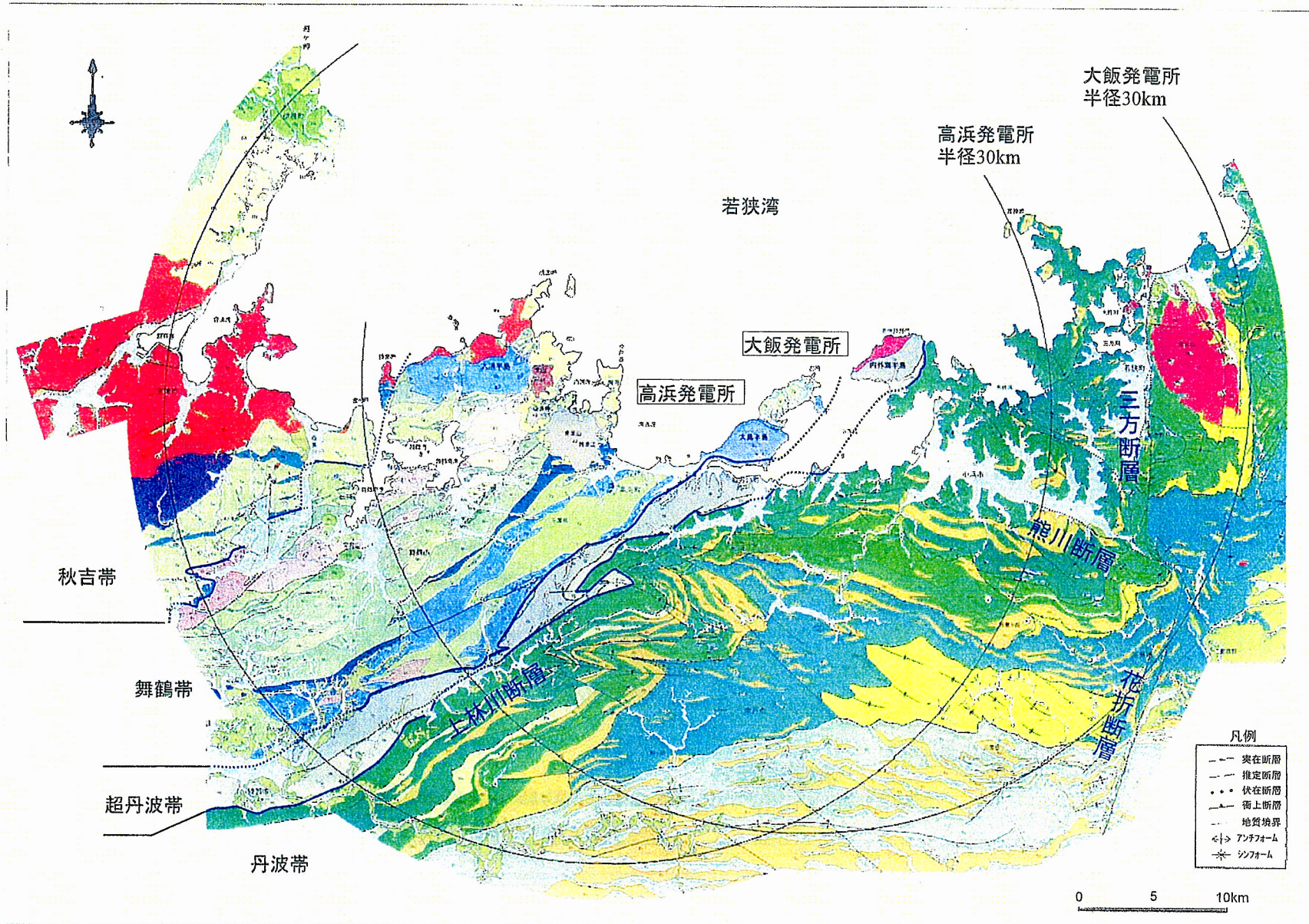
# 敷地周辺の陸域の地形の概要



|  |      |                                 |
|--|------|---------------------------------|
|  | Aランク | 短線は地形的に低い側を、矢印は地形の屈曲方向を示す。      |
|  | Bランク |                                 |
|  | Cランク | 短線がないリニアメントは両側で高度の不連続が認められないもの。 |
|  | Dランク |                                 |



# 敷地周辺の陸域の地質の概要





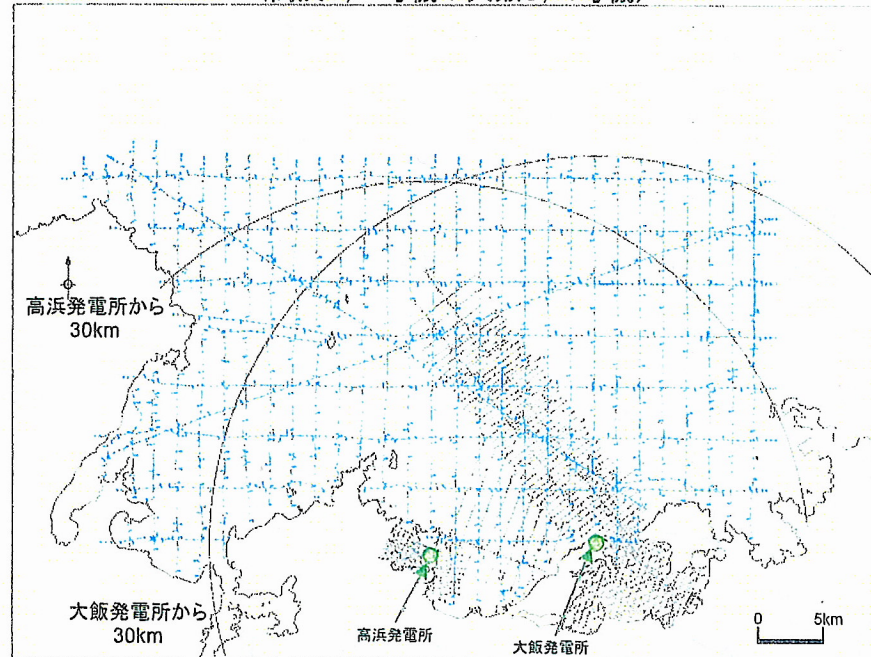
# 陸域の地質層序

| 地質年代                    |                 |           |          |                                          |                   |       |       |                            |        |       |                                  |            |
|-------------------------|-----------------|-----------|----------|------------------------------------------|-------------------|-------|-------|----------------------------|--------|-------|----------------------------------|------------|
| 新生代                     | 第四紀             | 完新世       | a        | 沖積層、新期扇状地堆積物及び崖錐堆積物                      | No                | 能登野層  | Ko    | 古琵琶湖層群                     |        |       |                                  |            |
|                         |                 | 更新世       | t        | 段丘堆積物(低位段丘堆積物・中段段丘堆積物・高位段丘堆積物)及び古期扇状地堆積物 |                   |       |       |                            |        |       |                                  |            |
|                         | 新第三紀            | 鮮新世       | In       | 伊根層群                                     | Qd                | 石英閃緑岩 | A2・A3 | 青葉山安山岩類<br>大山安山岩           | Uc     | 内浦層群  |                                  |            |
|                         |                 | 中新世       | Ht       | 北但層群 丹後層                                 |                   |       |       |                            |        |       |                                  |            |
|                         |                 |           | Ha       | 北但層群 網野層                                 |                   |       |       |                            |        |       |                                  |            |
|                         |                 |           | Ho       | 北但層群 豊岡層                                 |                   |       |       |                            |        |       |                                  |            |
|                         |                 |           | Hy       | 北但層群 八鹿層                                 |                   |       |       |                            |        |       |                                  |            |
|                         | 古第三紀            | G6        | 宮津花崗岩    | G3                                       | 蘇洞門花崗岩類           | G7    | 江若花崗岩 | G5                         | 雲谷山花崗岩 |       |                                  |            |
|                         | 白亜紀             | 後期        | R1       |                                          | 音海流紋岩             |       |       |                            |        |       |                                  |            |
|                         |                 | 前期        |          |                                          |                   |       |       |                            |        |       |                                  |            |
| 中生代                     | ジュラ紀            |           |          |                                          |                   |       |       |                            |        |       |                                  |            |
|                         | 三疊紀             | Sd        | 志高層群     | Nb                                       | 難波江層群<br>(荒倉層を含む) | G1    | 舞鶴花崗岩 | 丹波帯中・古生層及び古屋層<br>コンプレックス区分 |        |       |                                  |            |
| 古生代                     | ペルム紀            | 下見谷層      |          | 夜久野オフィタイト                                |                   | 舞鶴層群  |       | 超丹波帯                       |        | Fu    | 古屋層                              |            |
|                         |                 | Sa        | 頁岩・砂岩    | Yg                                       | 緑色岩類・頁岩           | Ms    | 砂岩    | Hk                         | 水上層    |       | S                                | 周山コンプレックス  |
|                         |                 | Sb        | 緑色岩類・凝灰岩 | Yf                                       | 珪長岩               | Mm    | 頁岩    | Oi                         | 大飯層    |       | K                                | 雲ヶ畑コンプレックス |
|                         |                 |           |          | Yd                                       | 石英閃緑岩             | Mg    | 緑色岩類  | Kz                         | 上月層    |       | H                                | 灰屋コンプレックス  |
|                         |                 |           |          | Yb                                       | 変斑れい岩             | Ou    | 大浦層   |                            |        |       | T                                | 鶴ヶ岡コンプレックス |
|                         |                 |           |          | Yu                                       | 超苦鉄質岩類            | Os    | 大島層   |                            |        |       | Y                                | 由良川コンプレックス |
|                         |                 |           |          |                                          |                   |       |       |                            |        |       |                                  |            |
|                         |                 |           |          |                                          |                   |       |       |                            |        |       |                                  |            |
|                         | 石炭紀             | 大江山オフィタイト |          |                                          |                   |       |       |                            |        |       | 岩 相<br>(コンプレックスの記号に<br>岩相の記号を付記) |            |
|                         | デボン紀～<br>オルドビス紀 | Oe        | 超苦鉄質岩類   | Yr                                       | 変花崗岩<br>(紫銅花崗岩)   |       |       |                            |        | x     | 混在岩                              |            |
| 新生代第四紀更新世～<br>新第三紀～古第三紀 |                 |           | D        | 岩脈                                       | DI                | ドレライト | An    | 安山岩                        | De     | デイサイト | Ry                               | 流紋岩        |
|                         |                 |           |          |                                          | Di                | 閃緑岩   | Gp    | 花崗斑岩                       |        |       |                                  |            |

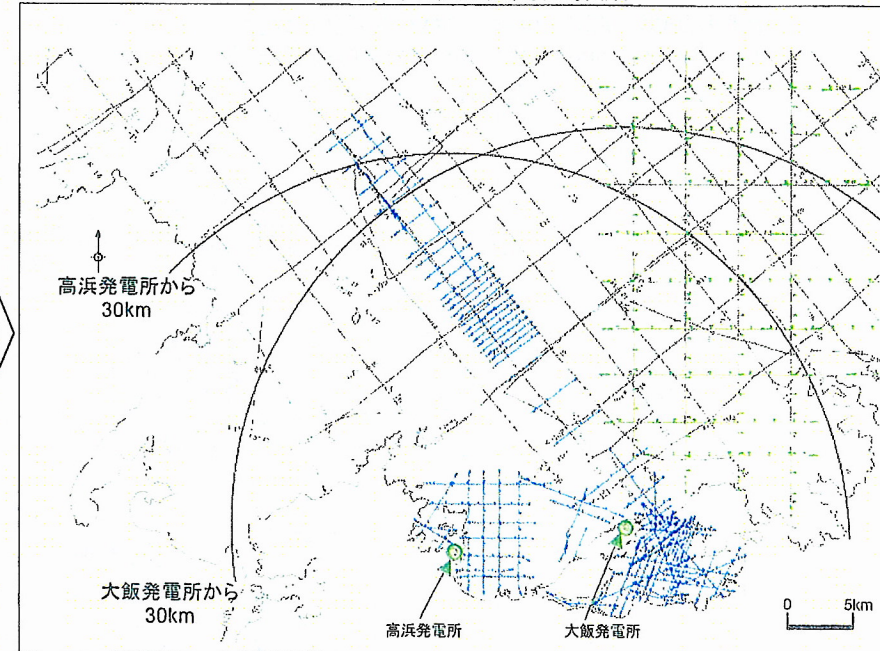


# 敷地前面海域の調査測線

これまでの調査  
(高浜3, 4号機+大飯3, 4号機)



今回の調査  
(当社調査, 他機関再解析)



| 調査者 |                                                 | 調査手法                                                                                      |
|-----|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| 事業者 | 関西電力㈱                                           | (高浜3,4号機)<br>・スパーカー・シングル<br>(大飯3,4号機)<br>・スパーカー・シングル<br>(今回の調査)<br>・ジオパルス・マルチ<br>約1,020km |
|     | 日本原子力発電㈱                                        | ・ウォーターガン・シングル<br>約430km                                                                   |
| 他機関 | 海上保安庁水路部<br>(現 海洋情報部) 約1,220km                  | ・スパーカー・シングル                                                                               |
|     | 地質調査所<br>(現 (独)産業技術総合研究所<br>活断層研究センター) 約1,620km | ・エアガン・シングル                                                                                |

凡 例

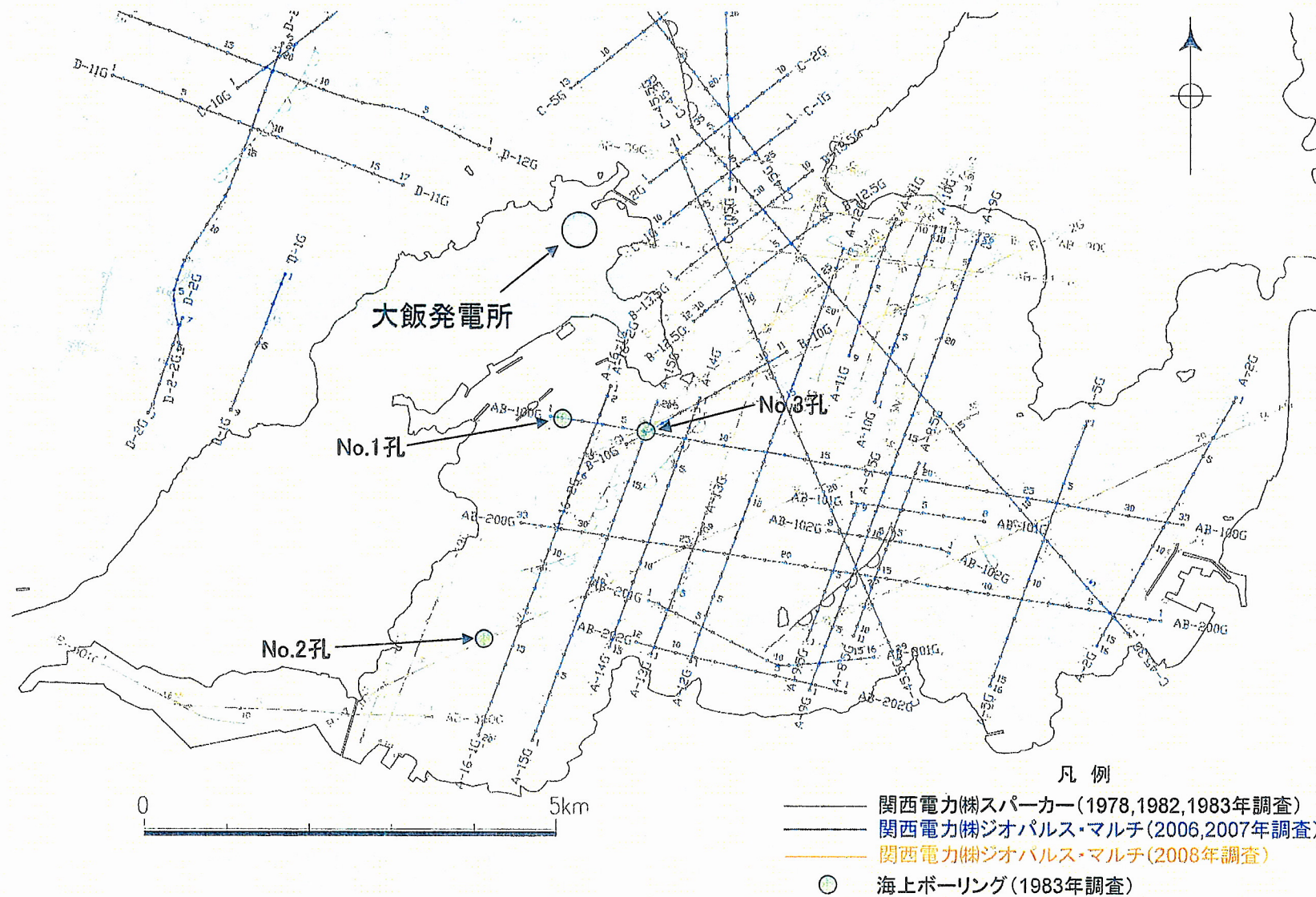
- 関西電力㈱スパーカー (1978, 1982, 1983年調査)
- 関西電力㈱ジオパルス・マルチ (2006, 2007, 2008年調査)
- 海上保安庁水路部スパーカー (1979年調査)
- 地質調査所エアガン (1987年調査)
- 日本原子力発電㈱ウォーターガン・シングル (1998年調査)

## 【今回の調査の特徴】

- 敷地近傍および断層周辺について、測線をより密に配置した調査
- 最新の技術を用いた海上音波探査を実施
- 他機関の記録の再解析も実施

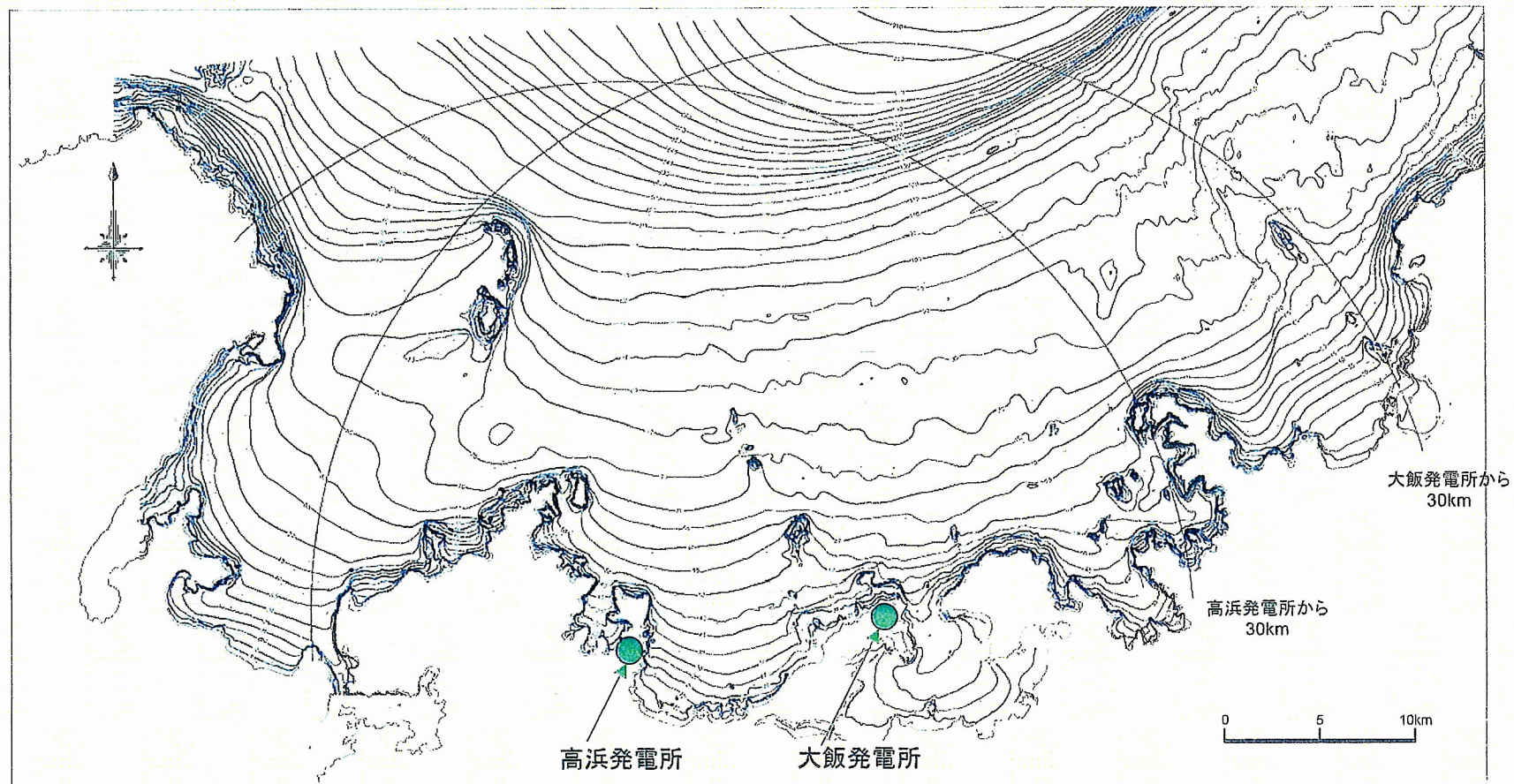


# 敷地前面海域の調査測線(小浜湾付近)





## 敷地前面海域の海底地形

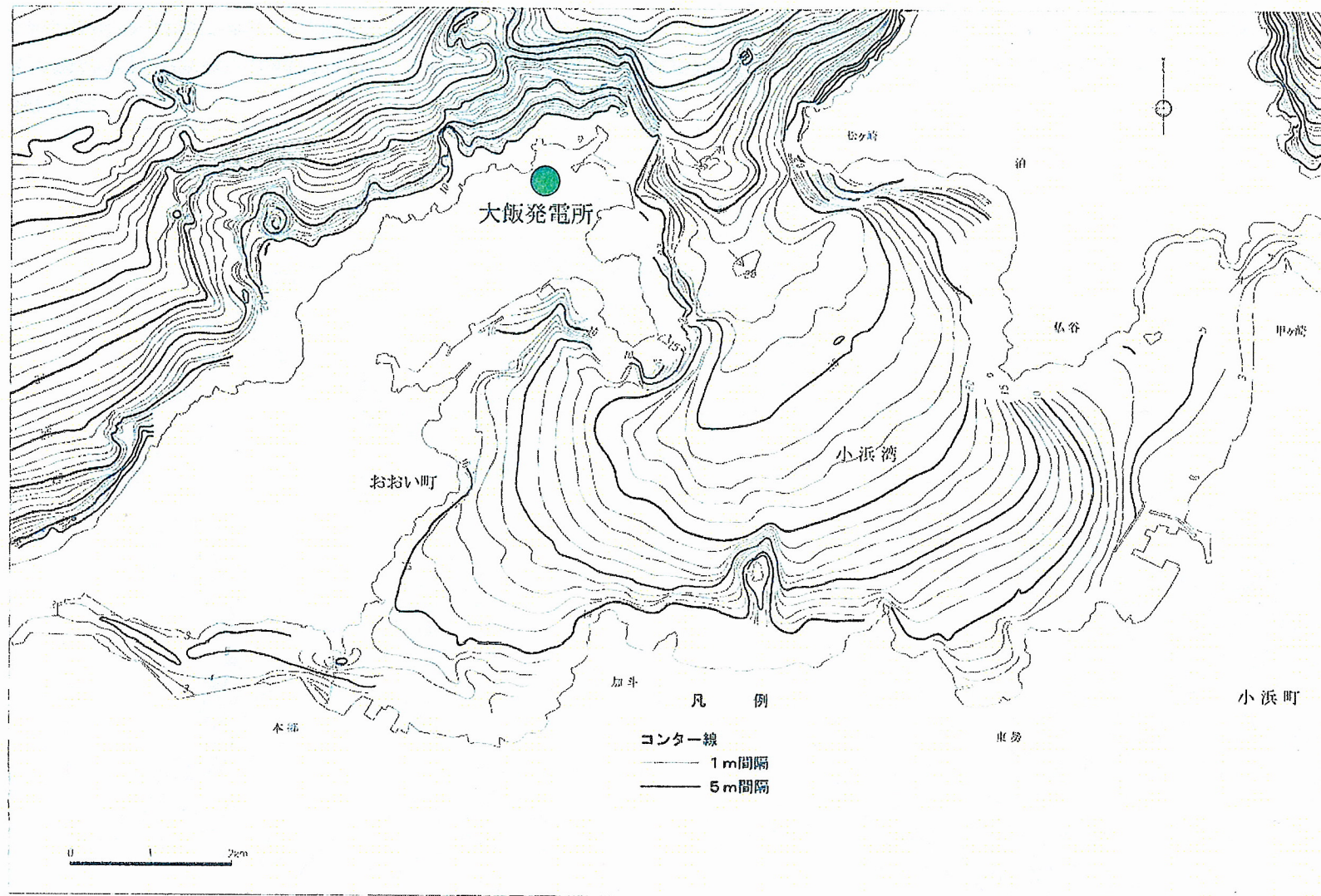


### ●海底地形

- ・海岸線の大部分がリアス海岸を呈し、水深約120～130m付近の傾斜変換部を境として、大陸棚と斜面に分けられる。
- ・大陸棚は敷地前面海域の大部分を占め、極めて緩やかに傾斜する平坦面で形成される。(一部で礁、堆、谷状地形等の起伏あり)



## 小浜湾内の海底地形



### ●海底地形

- ・海底地形は全体として起伏に乏しく平滑であり、湾口にむけて緩やかに傾斜している。
- ・最深部は湾口付近にあり、水深約30mに達する。



# 海域の地質層序

海上音波調査(既往・今回)  
海上ボーリング(既往)

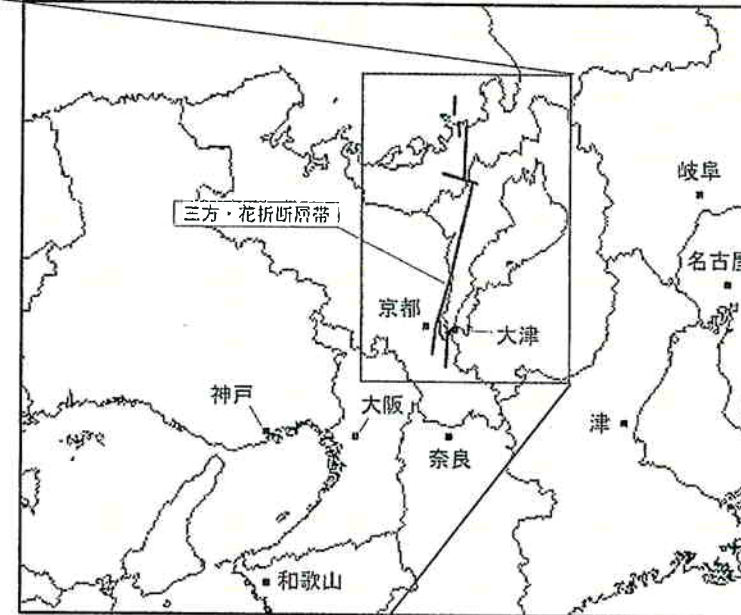
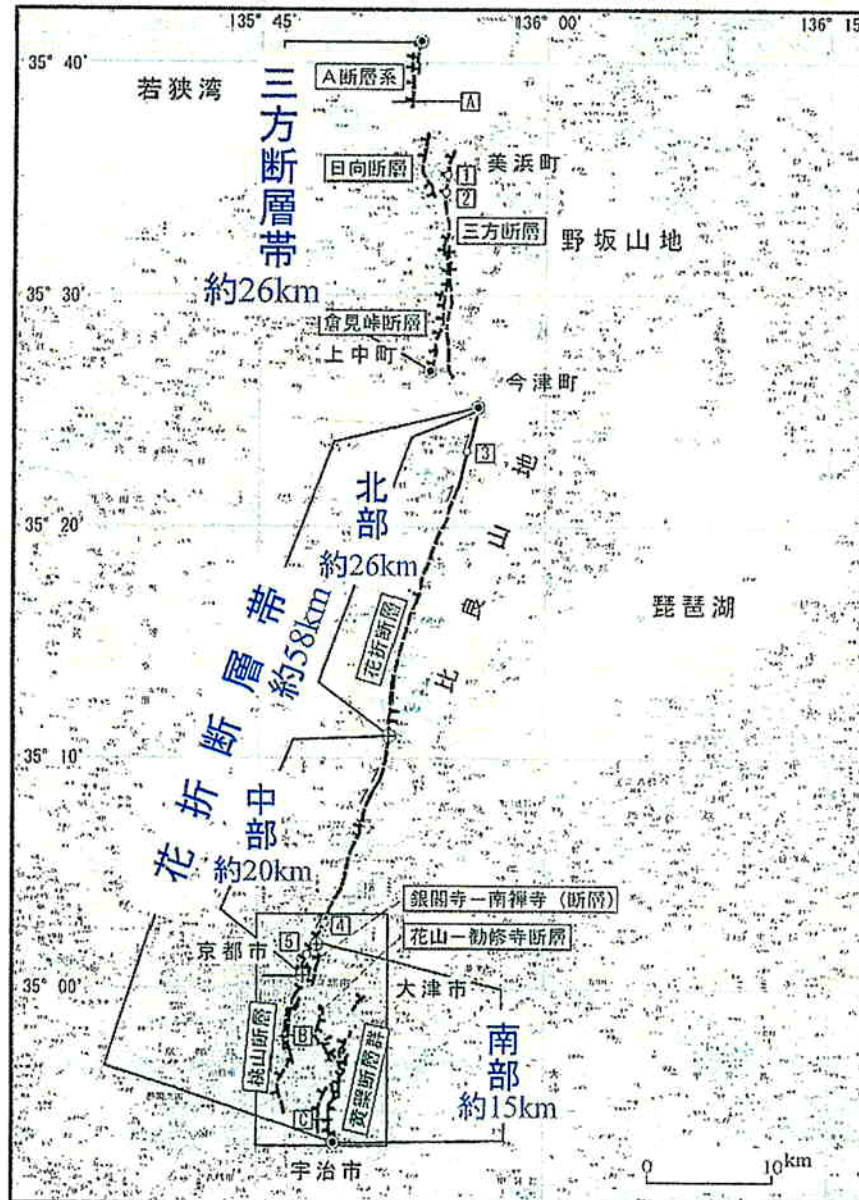
文献調査

| 区分   |       |    | 陸 域               | 海 域                        |                  |                  |                 |                |                 |                  |               |       |                |
|------|-------|----|-------------------|----------------------------|------------------|------------------|-----------------|----------------|-----------------|------------------|---------------|-------|----------------|
| 文献名  |       |    | 関西電力(株)           | 関西電力(株)                    | 日本原電(株)          | 海上保安庁水路部         |                 | 地質調査所          |                 | 福井県              | 田中・小草         |       |                |
| 地質時代 |       |    | 敷地周辺              | 敷地前面                       | 敦賀発電所            | 若狭湾西部<br>(1980)  | 若狭湾東部<br>(1980) | 経ヶ岬沖<br>(1993) | ゲンタツ瀬<br>(2000) | 柳ヶ瀬断層帯<br>(1997) | 山陰沖<br>(1981) |       |                |
| 第四紀  | 完新世   |    | 沖積層<br>新期扇状地堆積物   | A                          | A                | I <sub>w</sub>   | I <sub>w</sub>  | T2 F.          | T2 F.           | P <sub>1</sub>   | e             |       |                |
|      | 更新世   | 後期 | 古期扇状地堆積物<br>段丘堆積物 | B                          | B                | II <sub>w</sub>  | II <sub>w</sub> |                |                 | P <sub>2</sub>   |               |       |                |
|      |       | 中期 | 能登野層              | C                          | C <sub>1</sub>   |                  |                 |                |                 | P <sub>3</sub>   |               |       |                |
|      |       |    |                   |                            | C <sub>2</sub>   |                  |                 |                |                 | P <sub>4</sub>   |               |       |                |
|      | 前期    |    | C <sub>3</sub>    |                            | III <sub>w</sub> | III <sub>w</sub> | T1 F.           | T1 F.          |                 | d <sub>2</sub>   |               |       |                |
| 新第三紀 | 鮮新世   | 後期 |                   | C <sub>4</sub>             |                  |                  | D               |                | H2 F.           | HF.              | H2 F.         |       | d <sub>1</sub> |
|      |       | 前期 |                   |                            |                  |                  |                 |                | H1 F.           |                  | H1 F.         |       |                |
|      | 中新世   | 後期 | 石英閃緑岩             | R                          | R                | IV <sub>w</sub>  | IV <sub>w</sub> | K2 F.          | K2 F.           | B                | c             |       |                |
|      |       | 中期 | 青葉山安山岩類<br>大山安山岩  |                            |                  |                  |                 |                |                 |                  |               | K1 F. | K1 F.          |
|      |       |    | 内浦層群<br>北但層群      |                            |                  |                  |                 |                |                 |                  |               |       |                |
|      |       | 前期 |                   |                            |                  |                  |                 |                |                 |                  |               |       |                |
|      | 先新第三紀 |    |                   | 花崗岩，流紋岩<br>丹波帯，超丹波帯<br>舞鶴帯 |                  |                  | V <sub>w</sub>  | V <sub>w</sub> |                 |                  |               |       |                |



## 2-2 三方断層

## 地震調査研究推進本部の公表内容



『三方・花折断層帯の長期評価について』※

(平成15年3月12日公表)

地震調査研究推進本部の「三方・花折断層帯の長期評価について」において、三方断層帯と花折断層帯に区分して評価している。

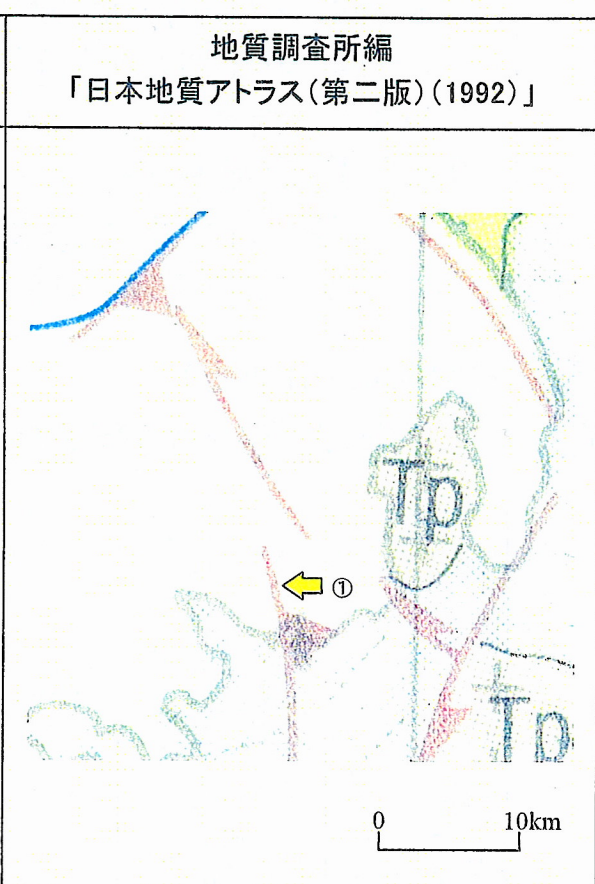
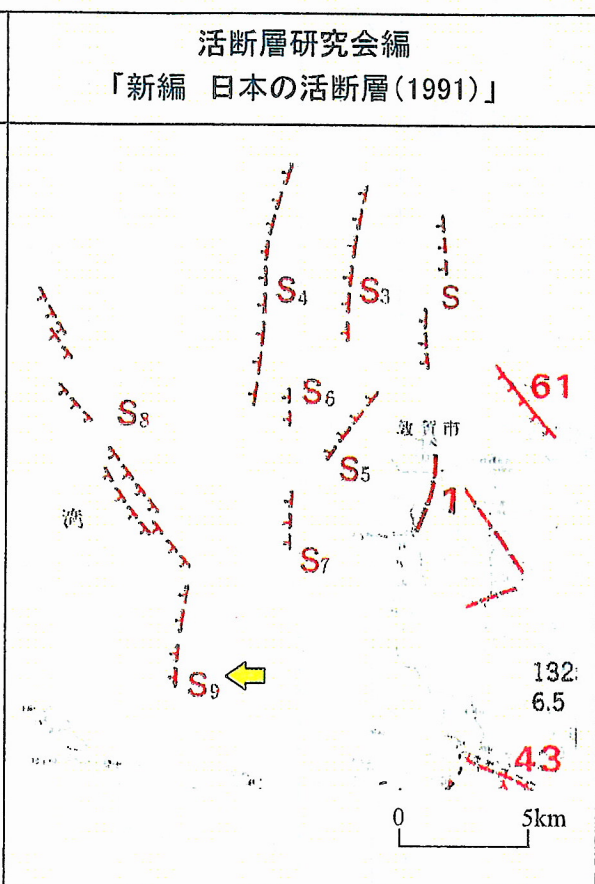
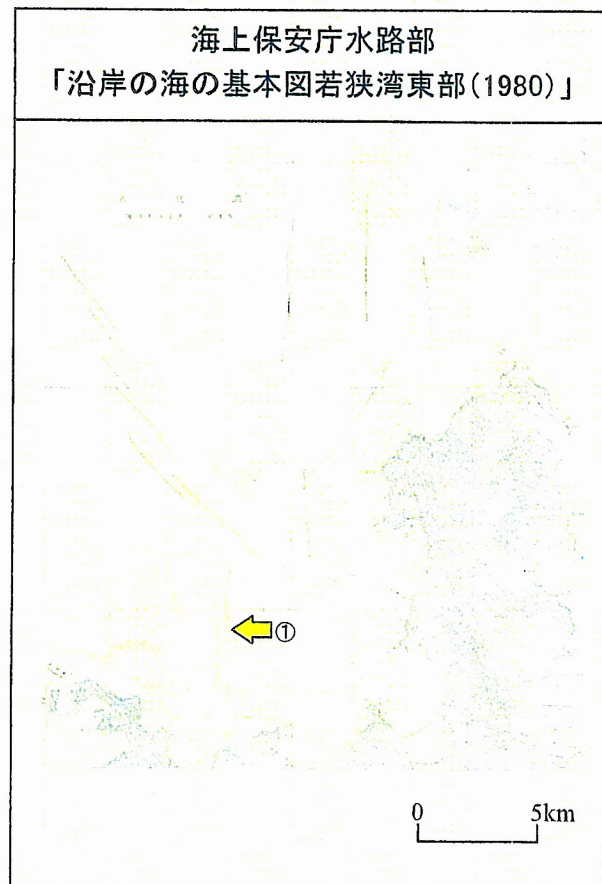
三方断層帯: 約26km, M7.2

花折断層帯: 約58km, M7.8

※ 地震調査研究推進本部地震調査委員会(2003): 三方・花折断層帯の長期評価について



# 三方断層(海域のA断層)に関する主な文献



| 断層名    | 長さ     | 分類             | 変位の向き |
|--------|--------|----------------|-------|
| ① 名称なし | 約5.5km | 推定断層<br>推定伏在断層 | 東側隆起  |

| 断層名                  | 長さ  | 確実度 | 変位の向き |
|----------------------|-----|-----|-------|
| 若狭湾断層群S <sub>9</sub> | 4km | Ⅱ   | 東側隆起  |

| 断層名    | 長さ               | 分類  | 変位の向き         |
|--------|------------------|-----|---------------|
| ① 名称なし | 約6km<br>(海上部を図読) | 逆断層 | 東傾斜<br>(東側隆起) |

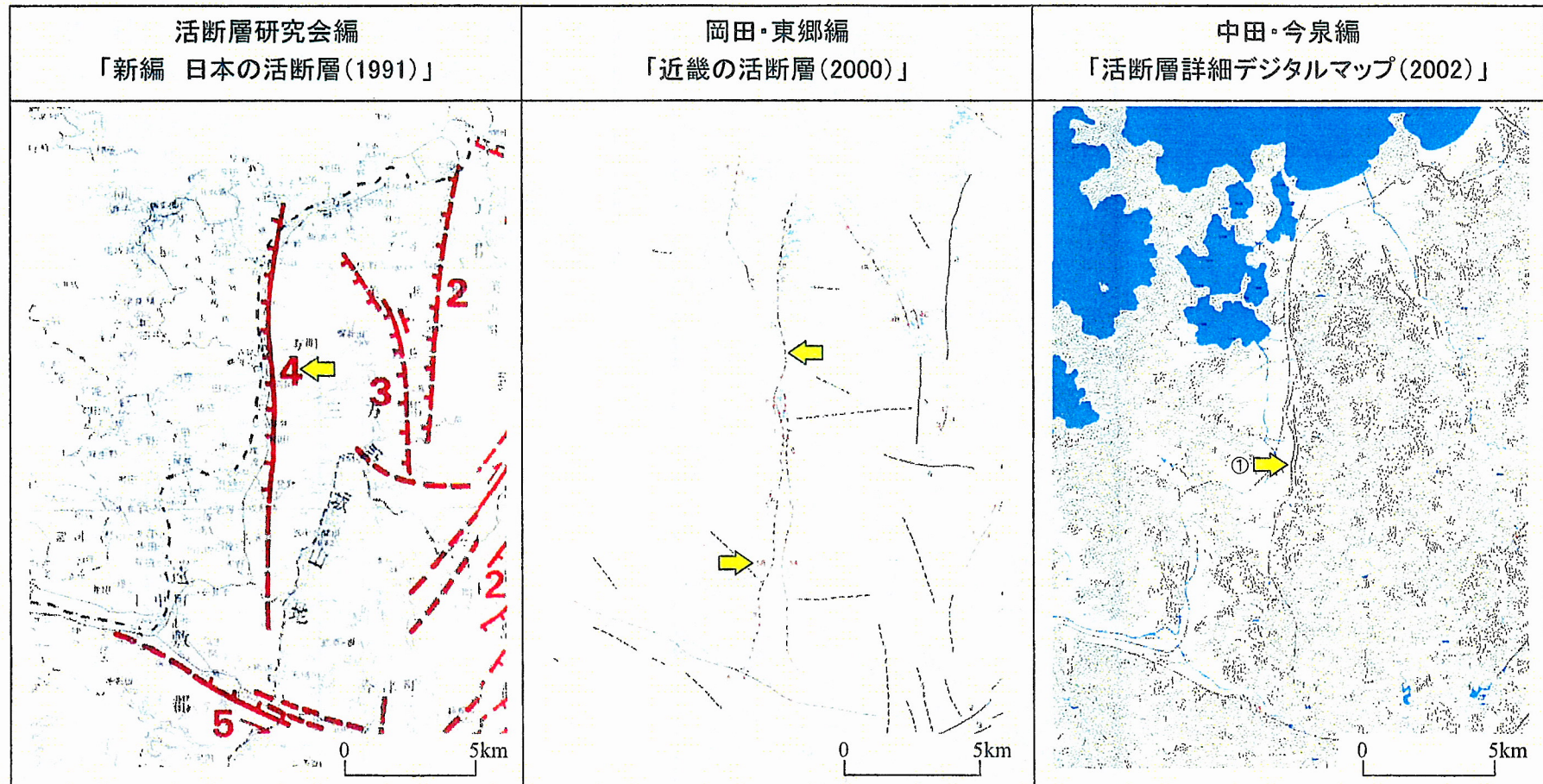
断層(顕在):地質構造が海底面に現れているもの[太線]  
断層(伏在):地質構造が海底面に現れていないもので、構造運動が海底下のある層準までに終わっているもの[細線]  
推定断層:海底地形、周辺陸上地質等から推定される地質構造[破線]

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もの

逆断層、正断層、横ずれ断層、未区分の断層に分類し、図示



# 三方断層(陸域)に関する主な文献



| 断層名    | 長さ   | 確実度    | 変位の向き |
|--------|------|--------|-------|
| 4 三方断層 | 15km | I, III | 東側隆起  |

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

| 断層名       | 長さ   | 確実度    | 変位の向き |
|-----------|------|--------|-------|
| 5A+7 三方断層 | 18km | I ~ II | 東側隆起  |
| 5B 倉見峠断層  | 6km  | II     | 東側隆起  |

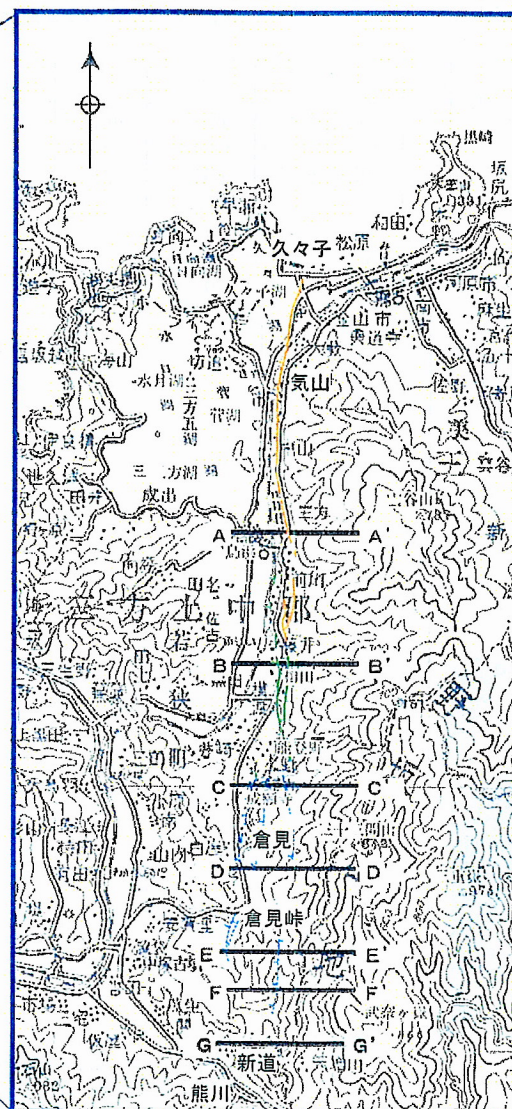
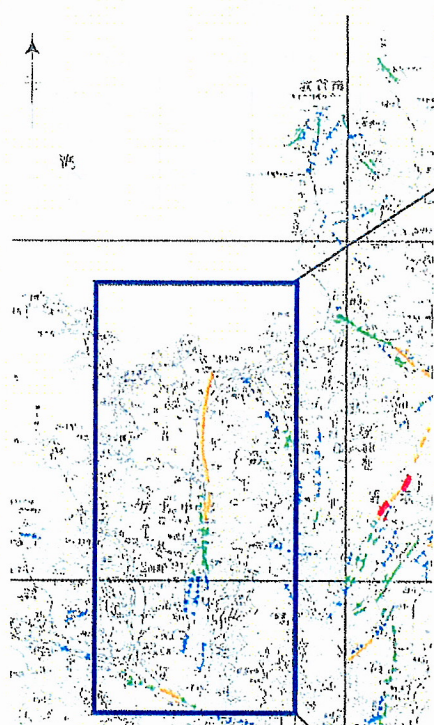
確実度 I : 活断層であることが確実なもの  
 確実度 II : 活断層であると推定されるもの

| 断層名     | 長さ            | 分類           | 変位の向き |
|---------|---------------|--------------|-------|
| ① 三方断層帯 | 約18km<br>(図読) | 活断層<br>推定活断層 | 東側隆起  |

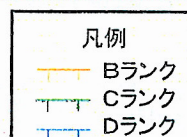
活断層: 過去に繰り返し動いてきた跡が地形に現れ、今後も活動を繰り返すと考えられる断層  
 推定活断層: 地形的な特徴により活断層の存在が推定されるが、現時点では明確には特定できないもの



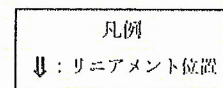
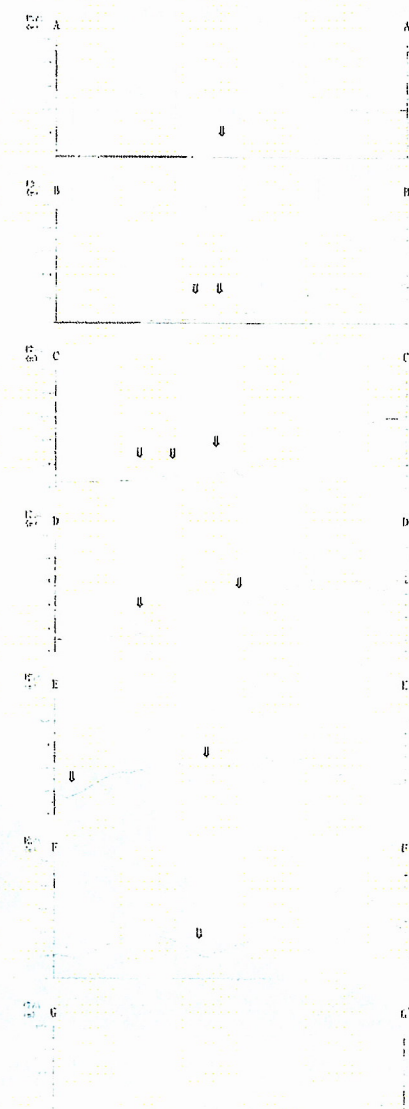
# 三方断層の調査結果概要（三方断層周辺の地形）



- ・久々子から熊川にかけて、西側が低地（沈降）、東側が野坂山地（隆起）となっており、その境界にリニアメントが判読される
- ・リニアメントを境に山地高度の差は、気山付近から倉見付近で大きいですが、倉見峠より南で認められなくなる



0 4km



0 1km

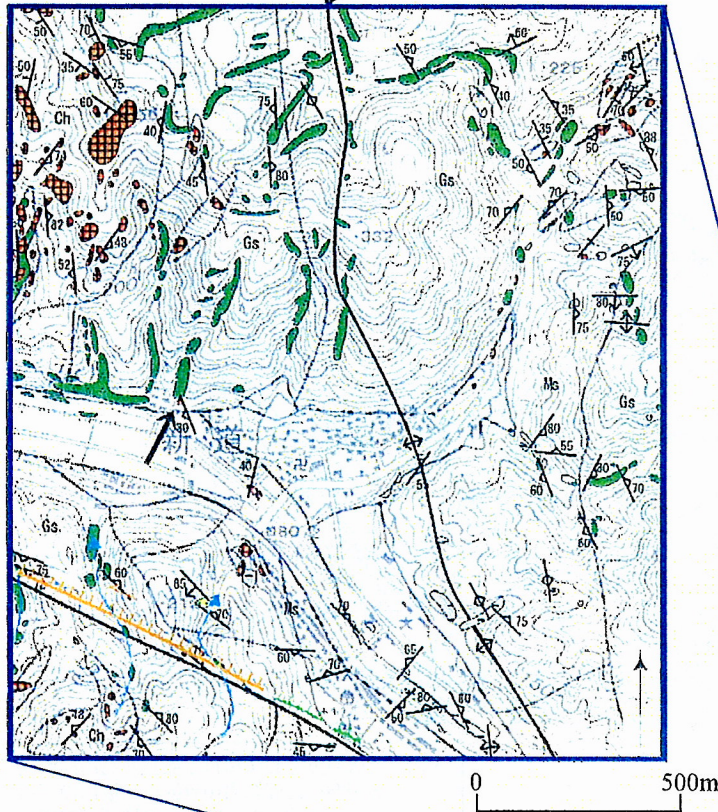


# 三方断層の調査結果概要（南端部他）

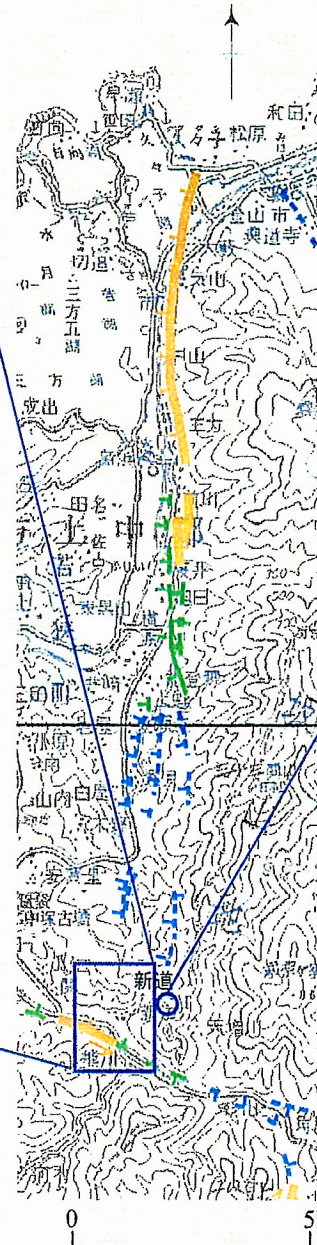
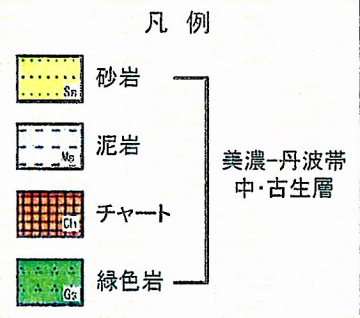
【詳細ルートマップ】

西方リニアメント延長部

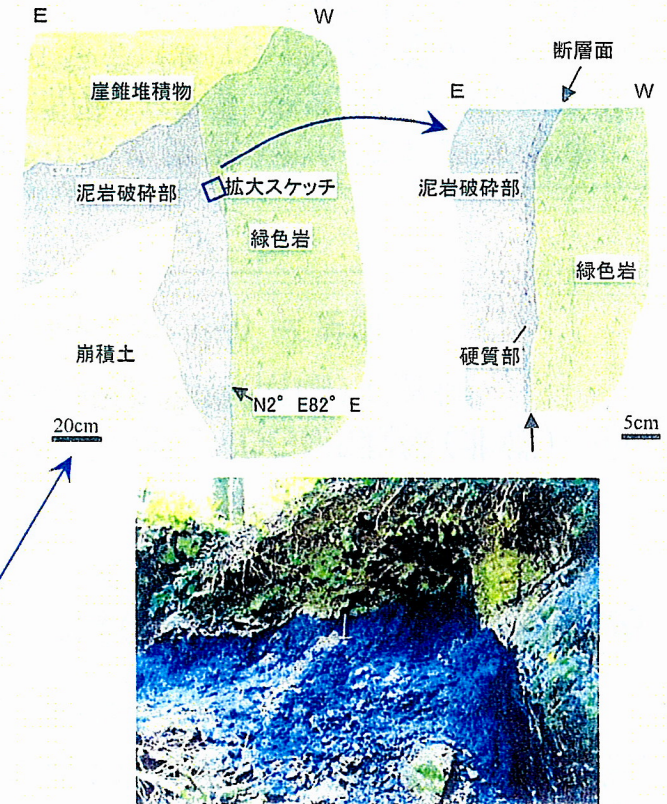
リニアメント延長部



リニアメント延長部に緑色岩が広く分布し、顕著な破碎は認められない



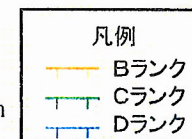
【新道南東方の断層露頭】



断層面は湾曲している

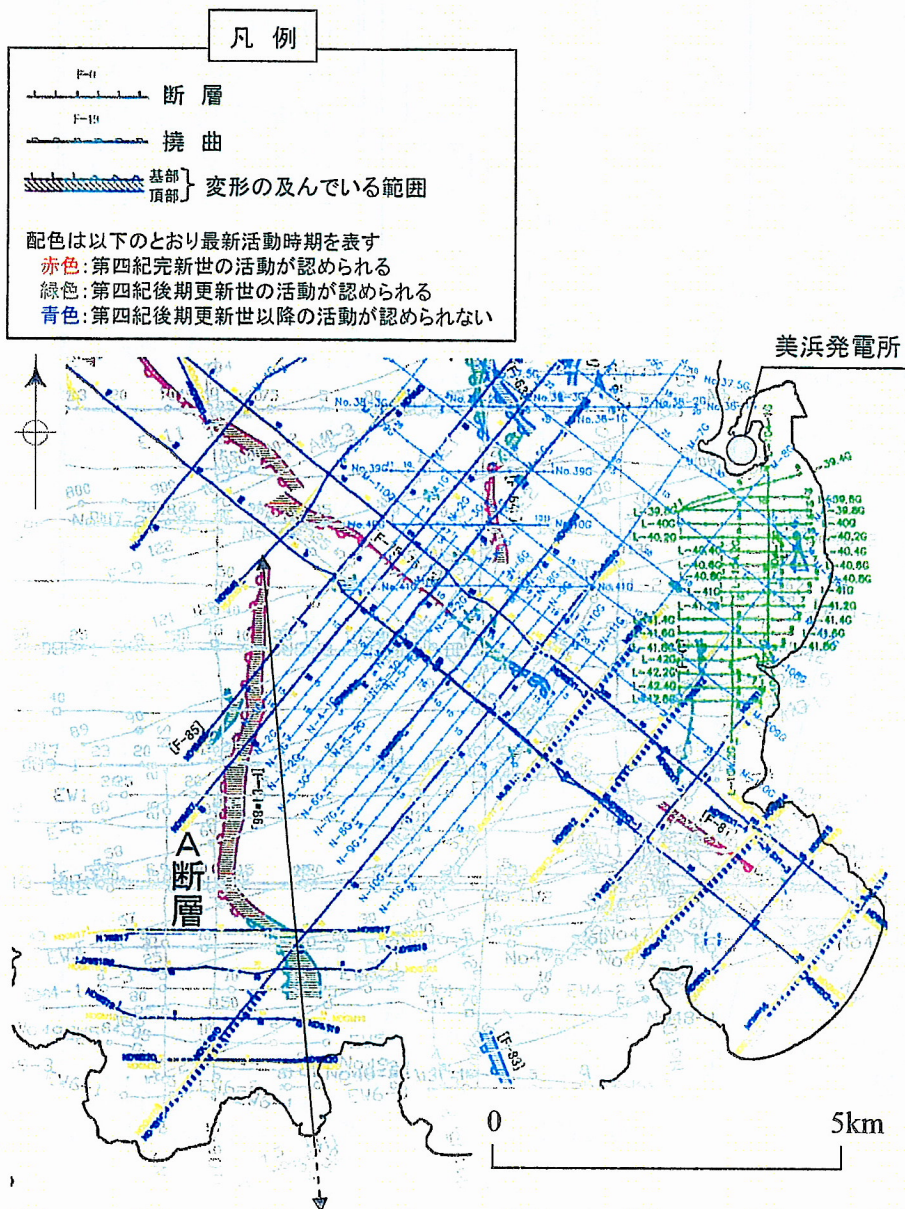


少なくとも後期更新世以降の活動はないと判断





## 三方断層(A断層)北端の評価の見直し経緯



〔南端〕新道北東方の断層露頭  
(後期更新世以降の活動はないと判断)

## これまでの評価

- ① 海上音波探査記録で、B層以浅の地層に変位・変形が認められない(後期更新世以降の活動が認められない)と評価した測線を北端とした。

〔北端は、事業者で実施した記録(NDGM5)〕

- ② 北端では、R層(音響基盤)の東側隆起が認められなくなり、累積変位量が終息する。



- 三方断層の長さは、NDGM5測線(北端)～新道北東方の断層露頭(南端)で評価

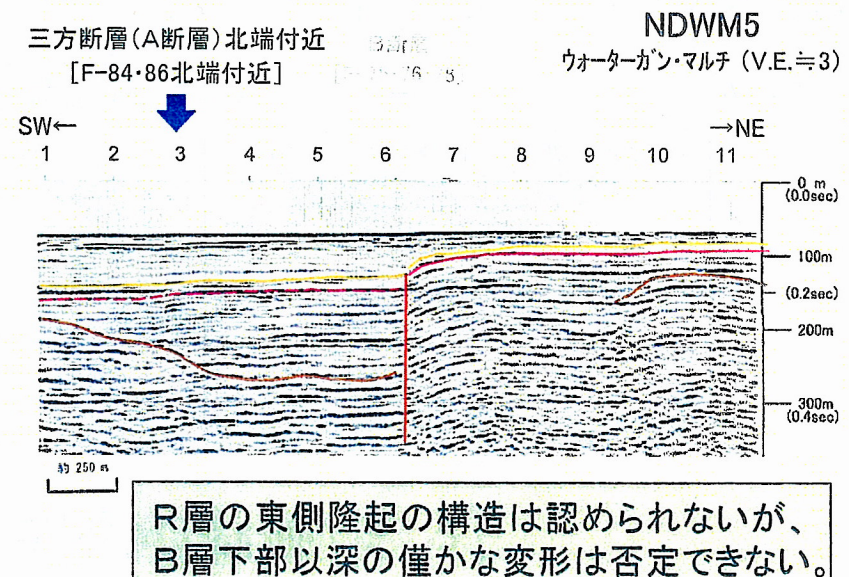
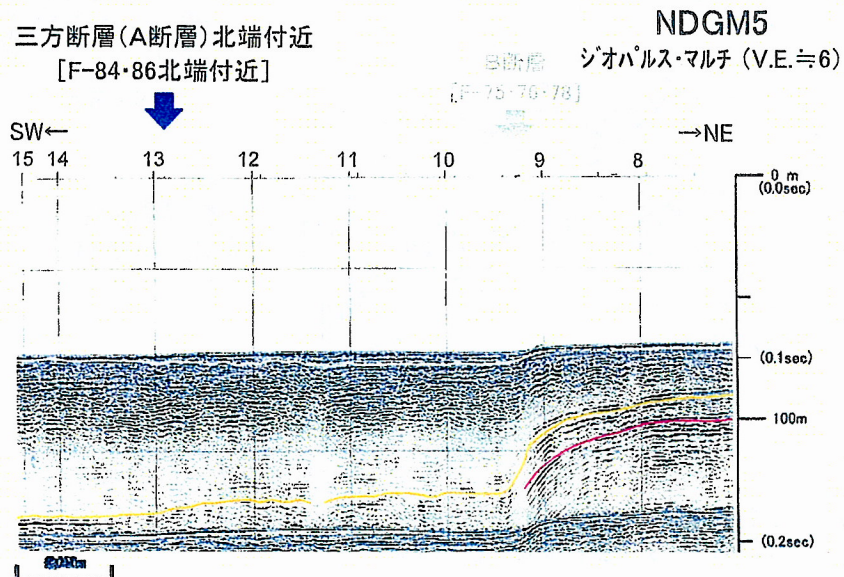
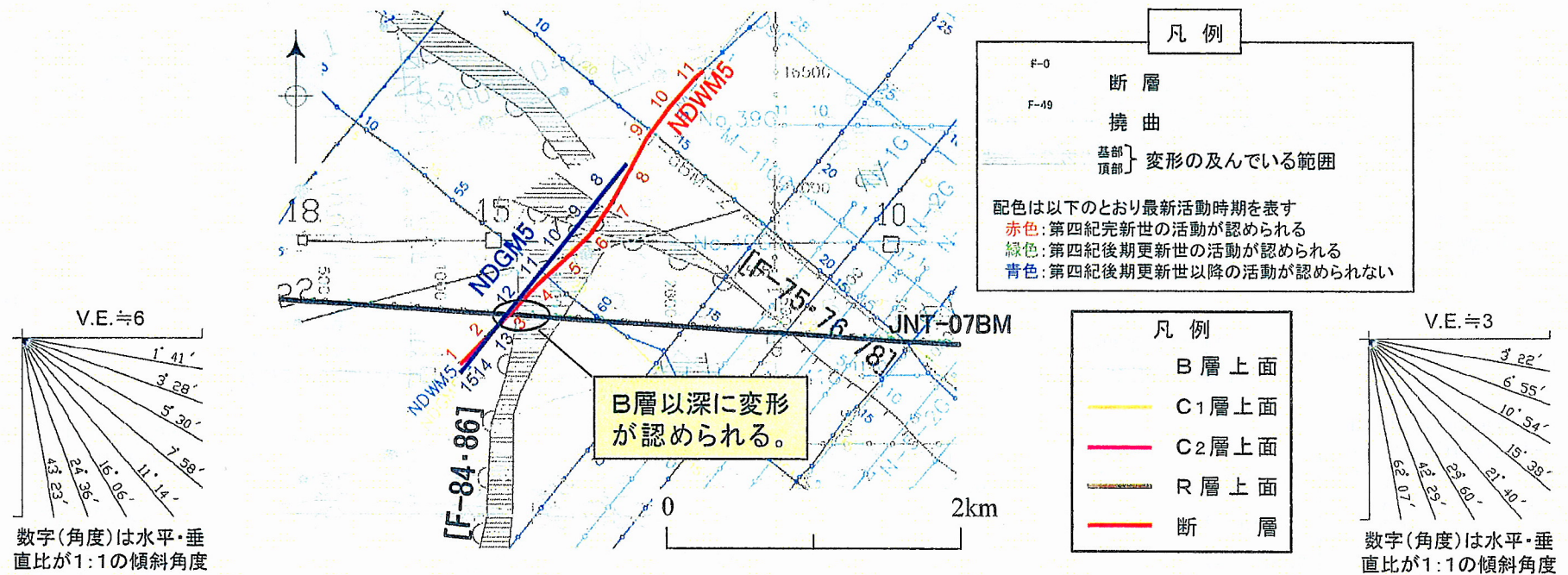
〔約27km (26.1km) = 左図 ←→〕



クロスチェックのため実施された海上音波探査において、三方断層(A断層)の北端で後期更新世以降の活動が否定できない変形構造が認められたことから、三方断層(A断層)の北方延長位置の記録を再確認し、より確実な端部を検討。

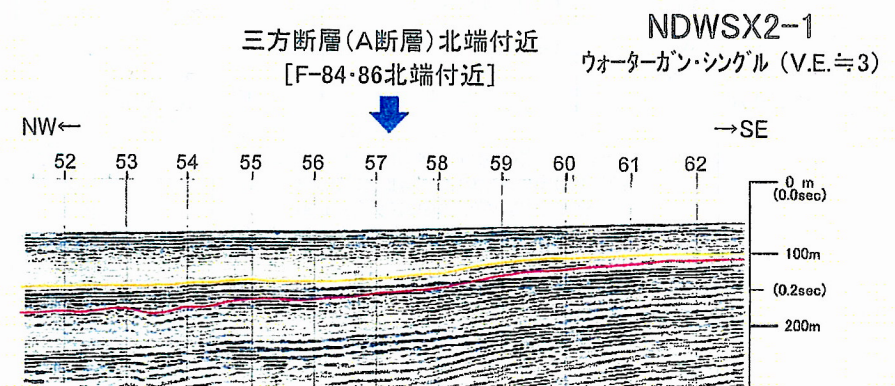
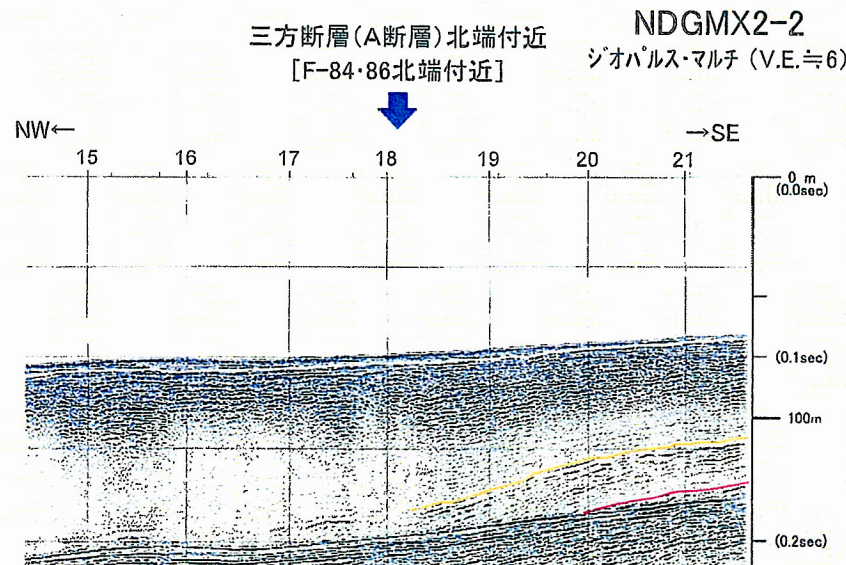
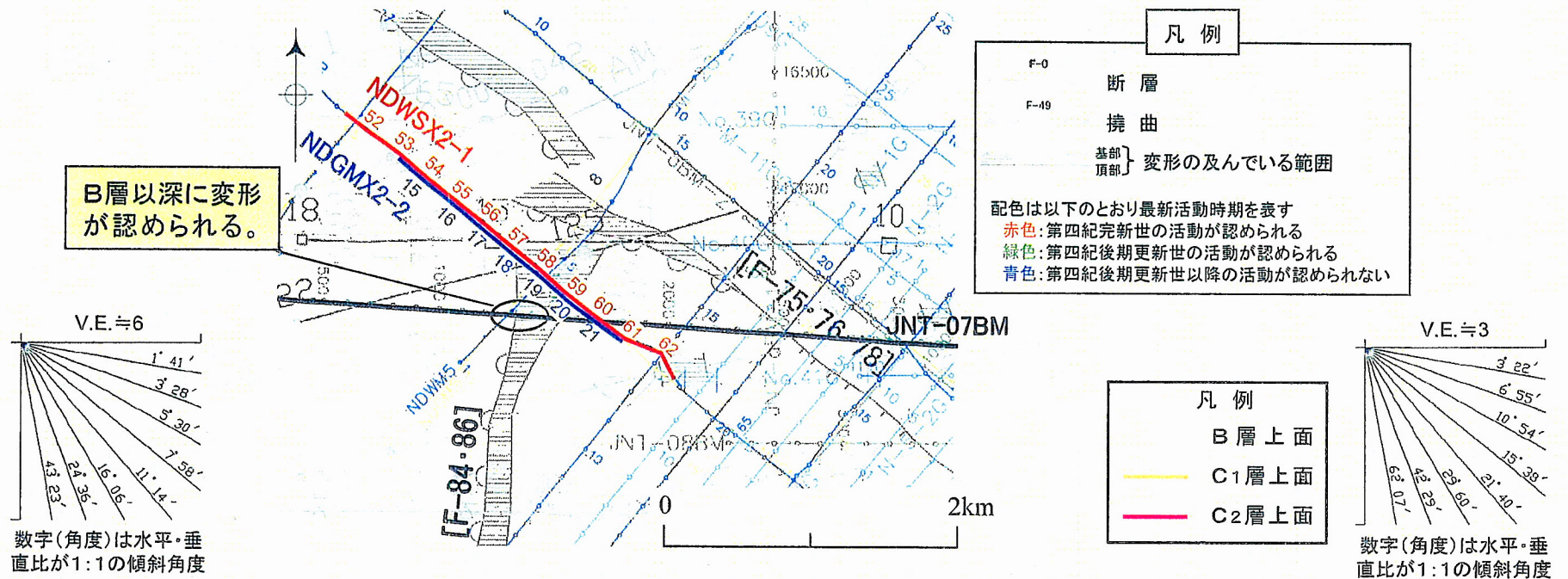


# 三方断層(A断層)の北端の評価(1/3)





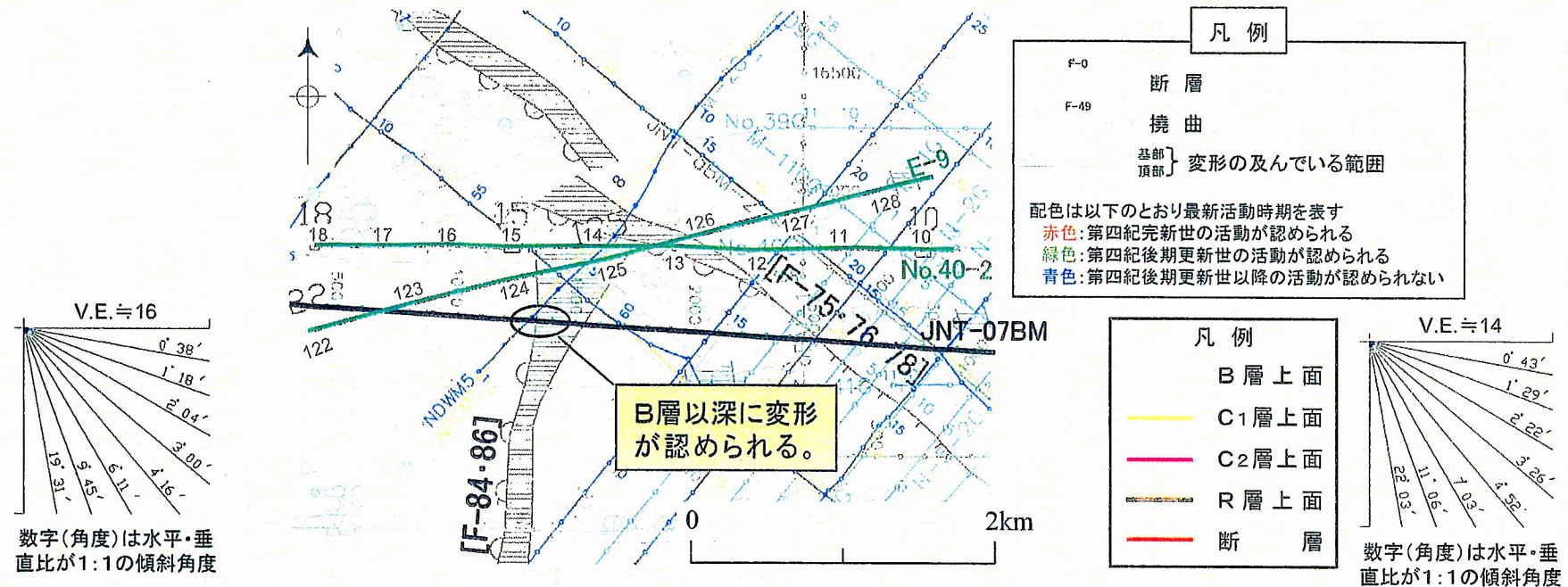
# 三方断層(A断層)の北端の評価(2/3)



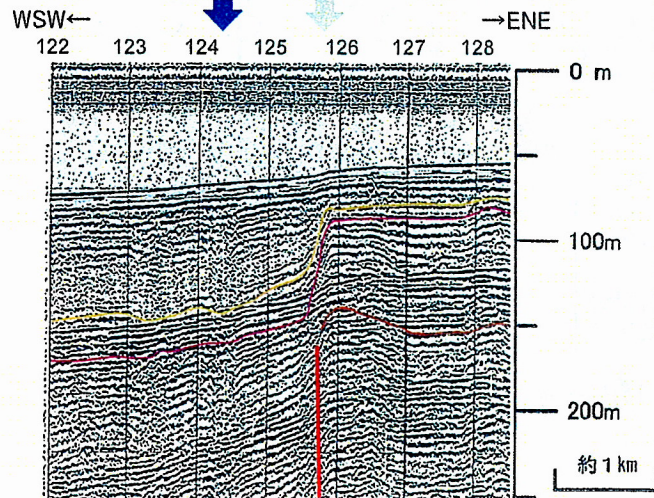
B層下部以深の僅かな変形は否定できない。



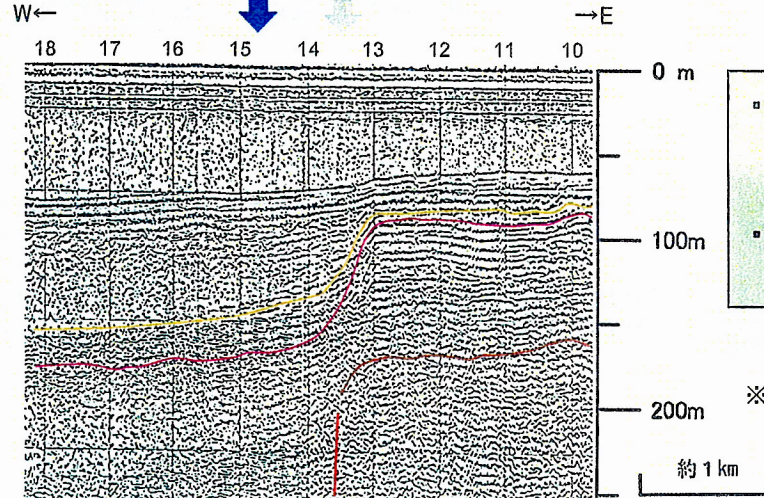
# 三方断層(A断層)の北端の評価(3/3)



三方断層(A断層)北端付近  
[F-84・86北端付近] [F-75・76・73]  
スパーカー (V.E.≒16)



三方断層(A断層)延長位置  
[F-84・86延長位置] [F-75・76・73]  
海保スパーカー (V.E.≒14)

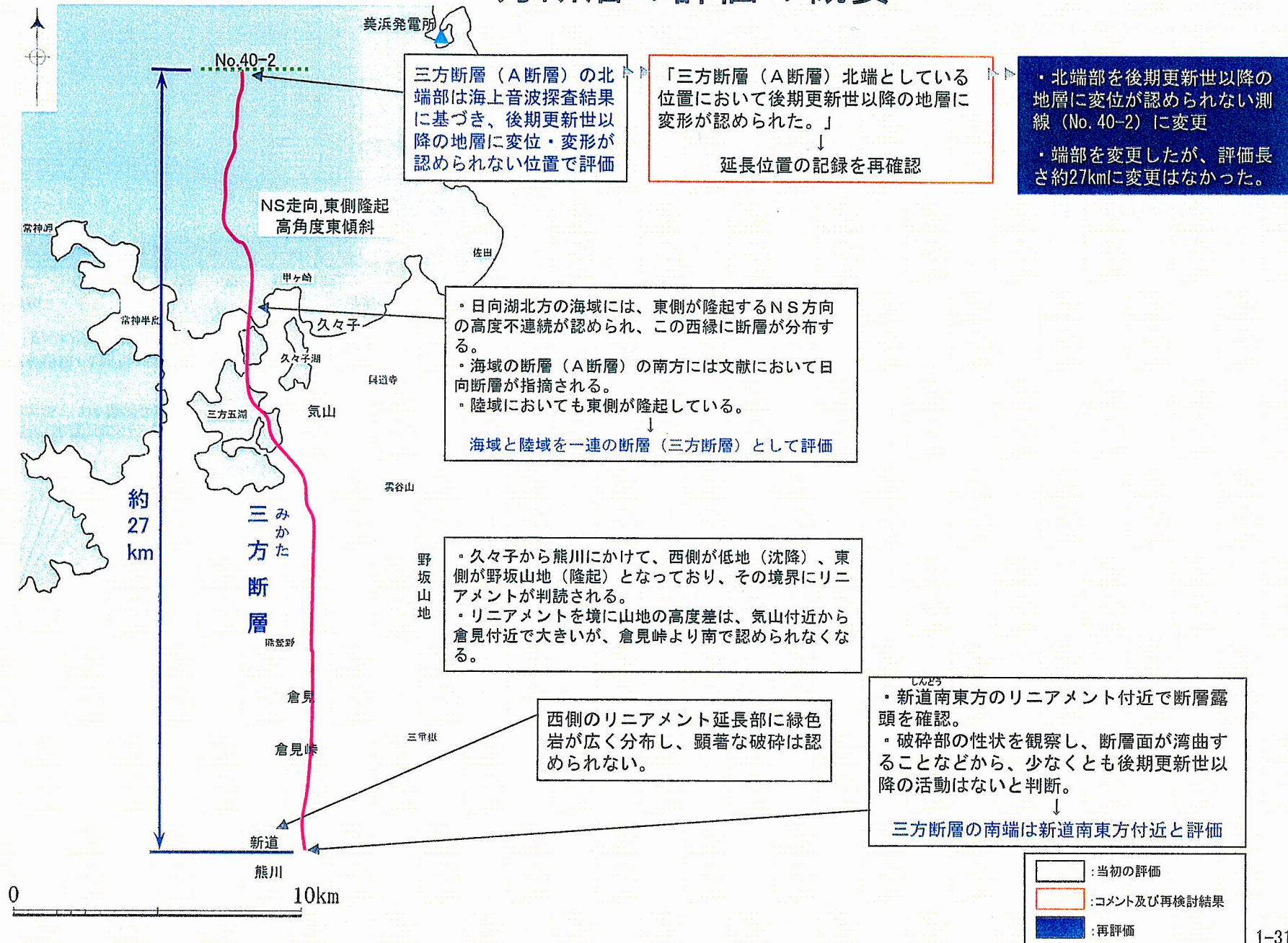


・E-9測線は、断層北端付近が音波散乱層の影響で不明瞭である。  
 ・No.40-2測線では変形は認められない。

※海上保安庁水路部(1980): 沿岸の海の基本図(5万分の1) 若狭湾東部



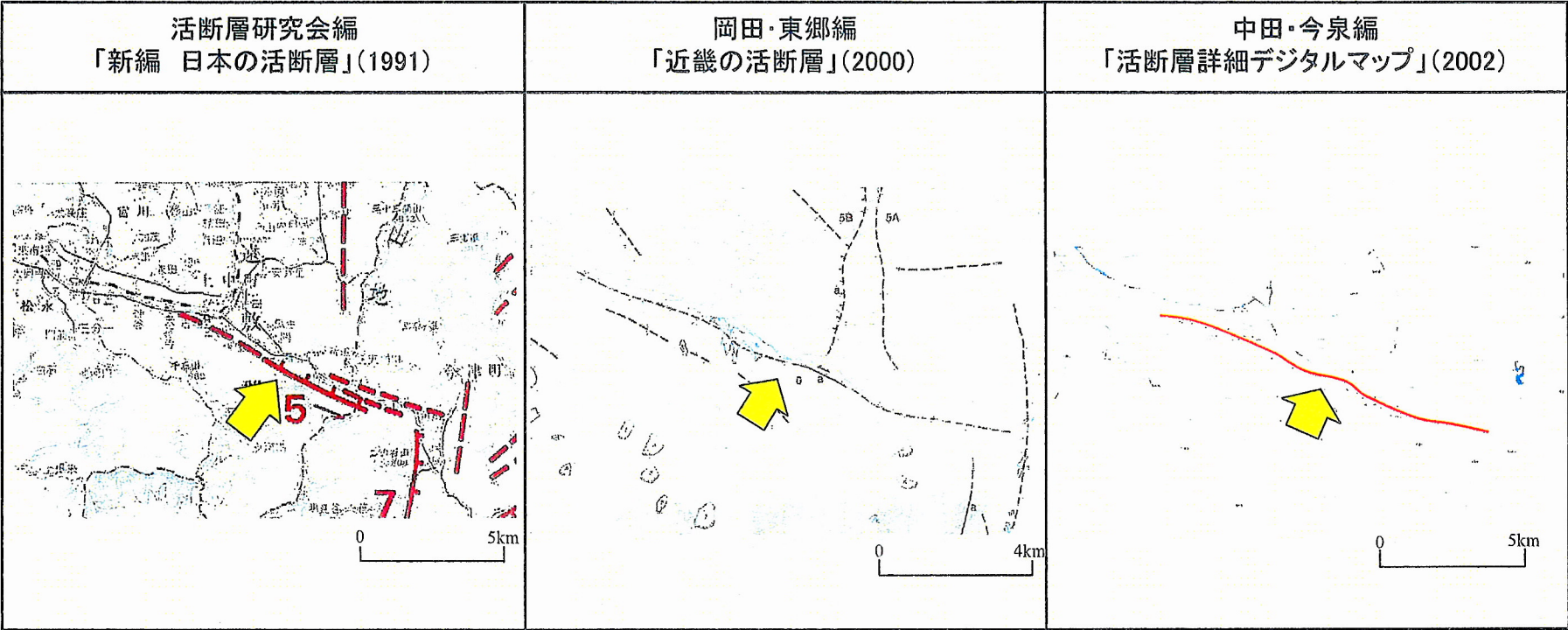
# 三方断層の評価の概要



## 2-3 熊川断層



# 熊川断層に関する文献



| 断層名    | 長さ  | 確実度 | 変位の向き        |
|--------|-----|-----|--------------|
| 5 熊川断層 | 9km | I   | 左横ずれ<br>南側隆起 |

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

| 断層名    | 長さ   | 確実度 | 変位の向き |
|--------|------|-----|-------|
| 6 熊川断層 | 12km | I   | 左横ずれ  |

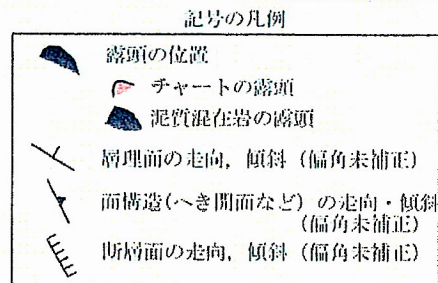
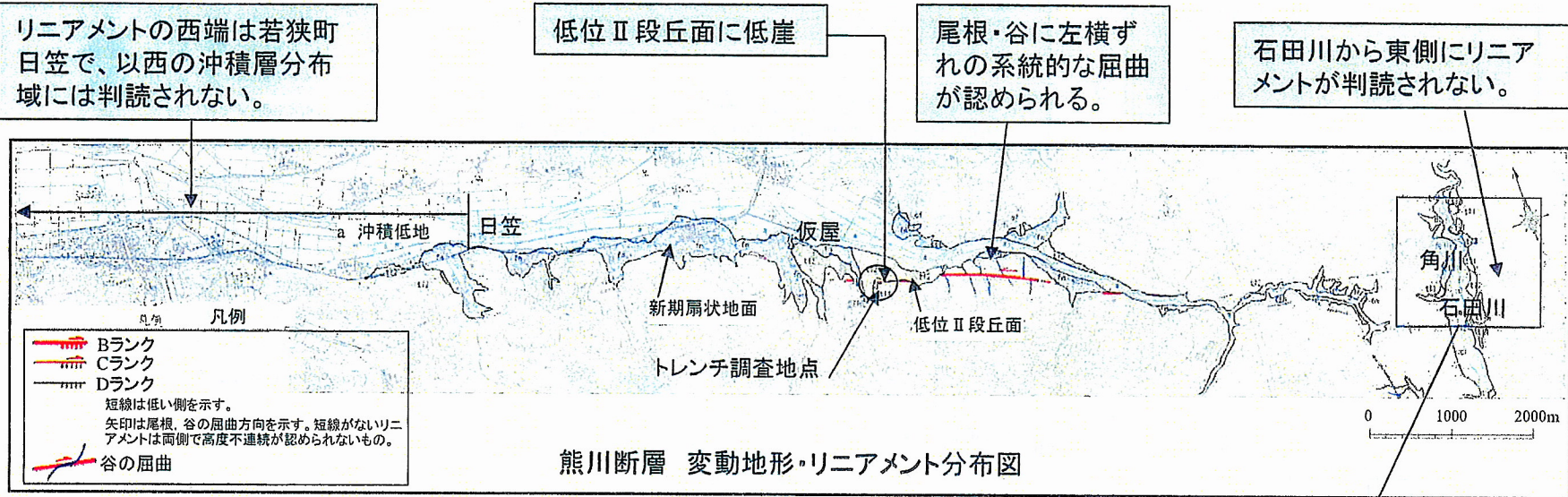
活断層の確実度  
 確実度Ⅰ：活断層であることが確実なもの  
 確実度Ⅱ：活断層であると推定されるもの  
 断層組織地形  
 連続性に富むシャープなリニアメント (L)  
 主なリニアメント

| 断層名   | 長さ           | 分類  | 変位の向き        |
|-------|--------------|-----|--------------|
| 熊川断層帯 | 12km<br>(図読) | 活断層 | 左横ずれ<br>南側隆起 |

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

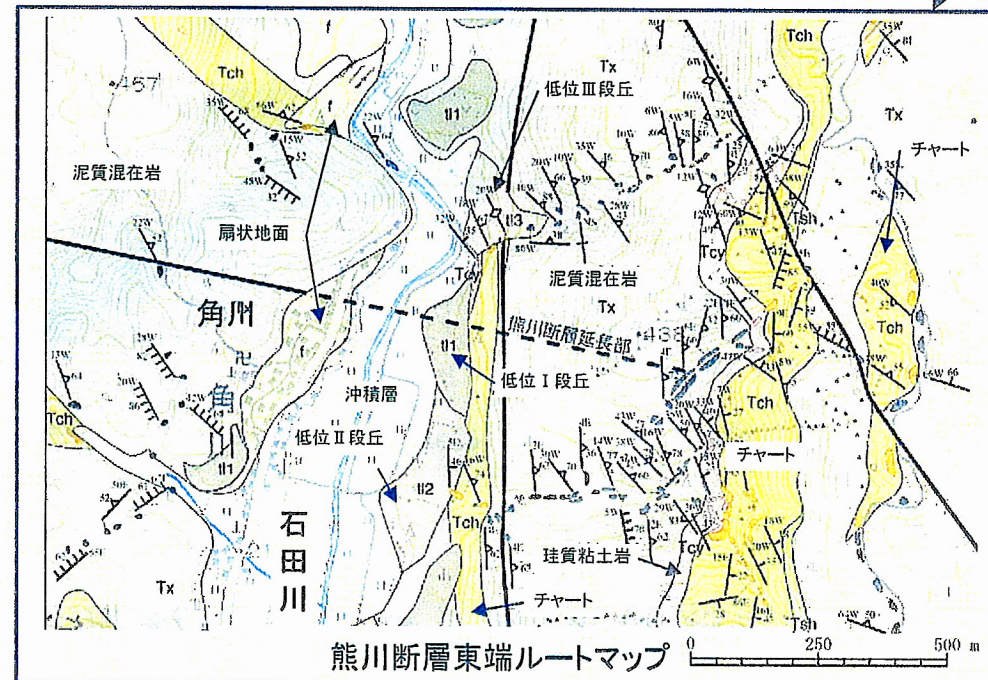


# 熊川断層に関する地形調査結果及び東端付近の地表地質調査結果



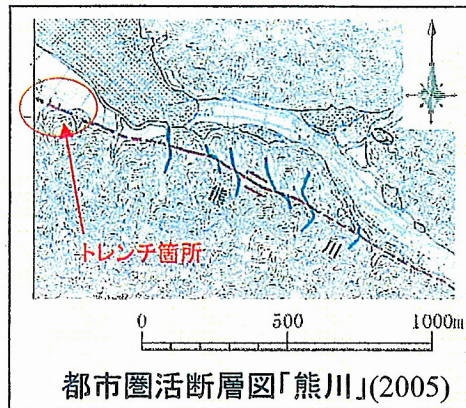
- ・ リニアメント延長部に健岩露頭が密に分布し、断層は認められない。
- ・ 岩盤中のへき開や層理面はNNW方向が卓越。
- ・ NNW方向に延びるチャートには変位が認められない。

熊川断層は、石田川から東方には延びない。





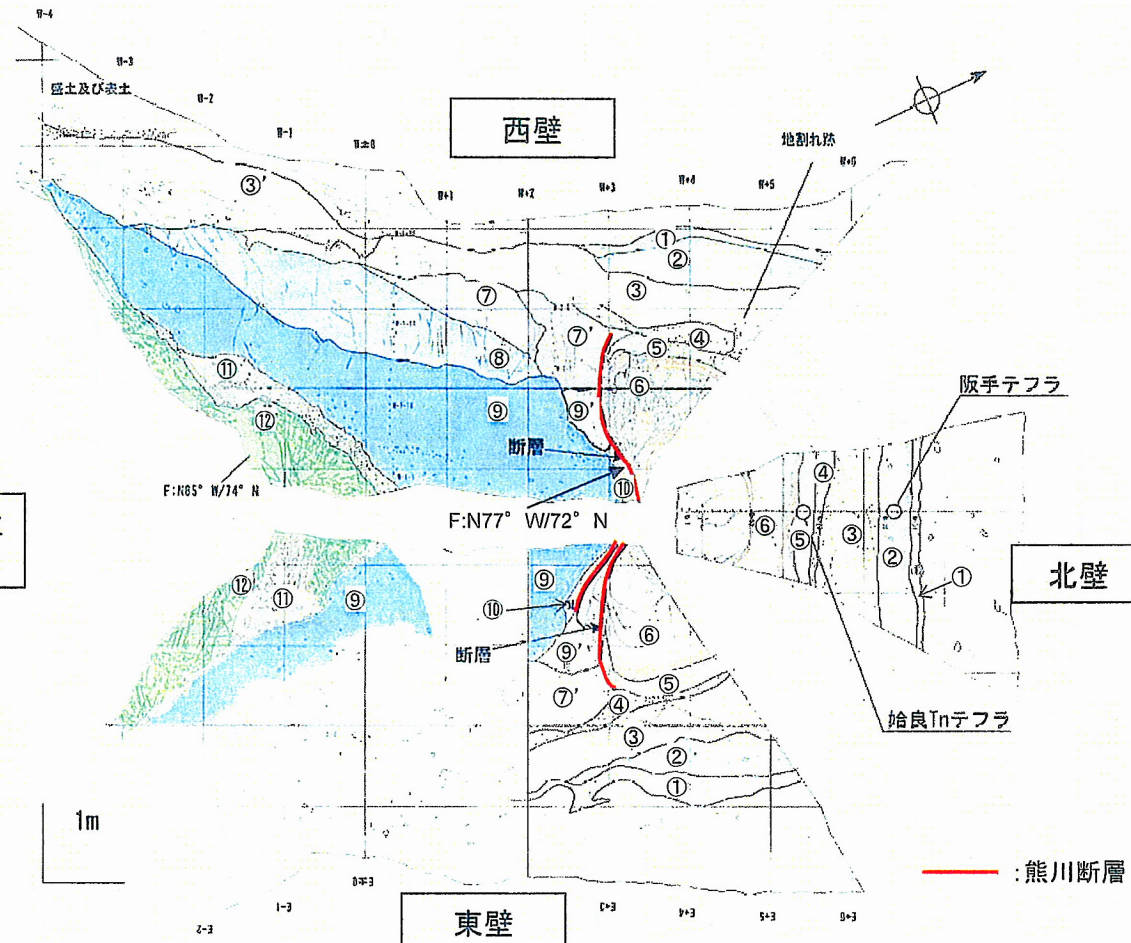
# 熊川断層の活動性(トレンチ調査結果)



トレンチ調査位置は、仮屋東方の低位段丘面と山地斜面末端の境界。

## 凡例

- |    |                             |
|----|-----------------------------|
| ①  | ① 層: 暗灰褐色砂混じり砂質シルト          |
| ②  | ② 層: 淡灰色軟質シルト～粘土            |
| ③  | ③ 層: 黄褐色砂混じり砂質シルト           |
| ③' | ③' 層: 褐色砂混じりシルト             |
| ④  | ④ 層: 赤褐～黄褐色砂混じり砂質シルト～シルト質砂礫 |
| ⑤  | ⑤ 層: 淡褐色シルト                 |
| ⑥  | ⑥ 層: 淡黄褐～赤褐色シルト             |
| ⑦  | ⑦ 層: 赤褐～黄褐色砂混じりシルト          |
| ⑦' | ⑦' 層: 黄白～赤褐色シルト             |
| ⑧  | ⑧ 層: 赤褐～黄白色シルト              |
| ⑨  | ⑨ 層: 赤褐～黄白色シルト              |
| ⑨' | ⑨' 層: 赤褐～黄白色砂混じりシルト         |
| ⑩  | ⑩ 層: 赤褐色砂混じりシルト             |
| ⑪  | ⑪ 層: 暗赤褐色角礫層                |
| ⑫  | ⑫ 層: 淡灰色チャート                |



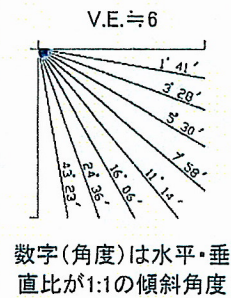
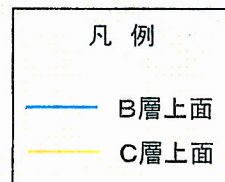
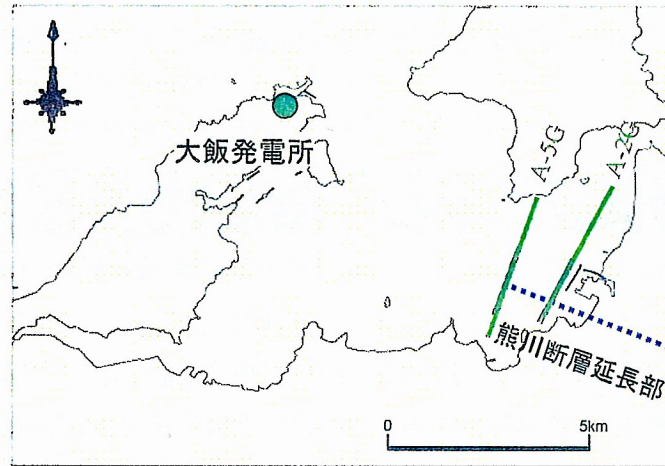
熊川断層は、下位の⑨'層、⑦'層、⑥層、⑤層に変位・変形を与え、④層に覆われる。

火山灰分析結果より、⑤層からは始良Tnテフラ(AT: 約2.6～2.9万年前: 町田・新井, 2003)を、②層からは坂手テフラ(約1.6万年前: 東郷他, 1997)を検出。

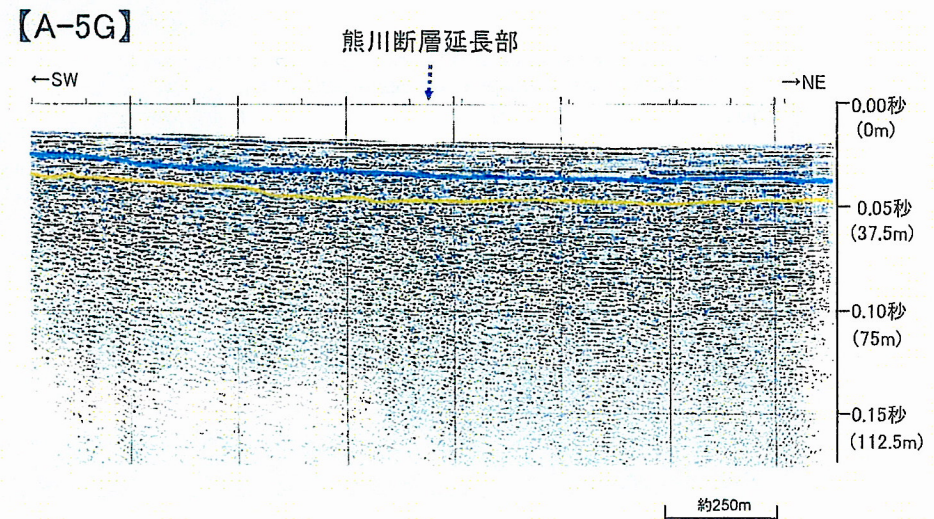
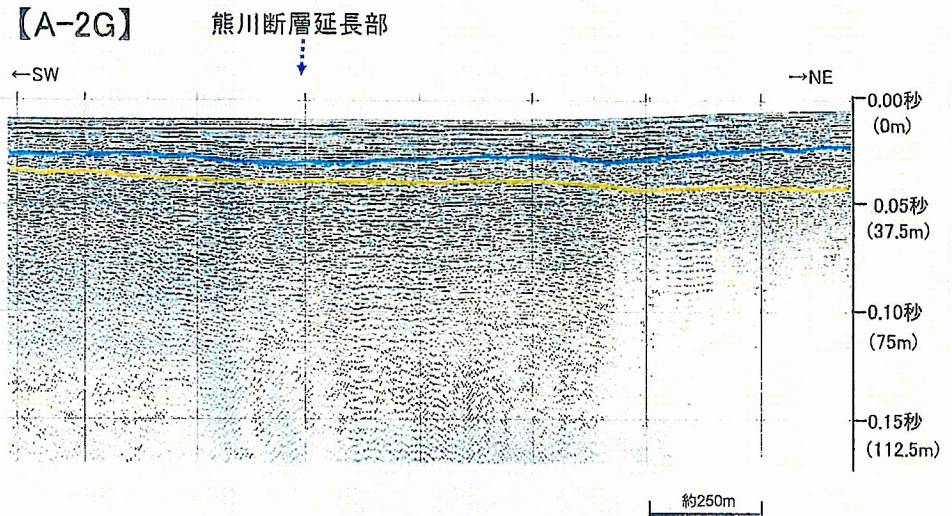
最新活動時期は、始良Tnテフラ降灰時以降かつ坂手テフラ降灰時以前である。



# 熊川断層の小浜湾内への連続性に関する検討結果



小浜湾において実施した海上音波探査の結果、熊川断層延長の海域には、後期更新世以降の地層に変位・変形が認められない。





# 熊川断層の当初の評価



## 断層の活動性

- ・後期更新世以降の活動あり。
- ・最新活動時期は、始良Tnテフラ降灰時(約2.6~2.9 万年前)以降かつ阪手テフラ降灰時(約1.6万年前)以前。

長さ約20kmの活断層と  
評価

## 断層の連続性

- ・西端: 北西延長海域において、後期更新世以降の地層に変位・変形が認められないことから海岸線とする。
- ・東端: リニアメントが石田川から東側には判読されないこと、東側延長部には健岩が密に分布し断層が認められないこと、さらにNNW方向に延びるチャートに左ずれの変位が認められないことから、角川付近とする。

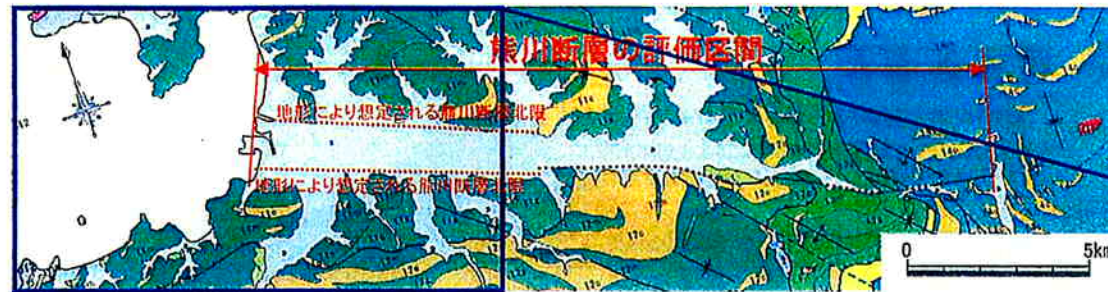
### 【コメント】

- ①小浜湾付近の陸上の断層の位置を明瞭にし、海上音波探査結果により西端を評価する場合、断層の延長位置が特定しにくいのであれば、幅を考慮して記録の確認をすること。
- ②測線A-2Gでは、音波散乱層のすぐ南側に判断の難しい撓みが認められる。

熊川断層西端付近における補足調査及び海上音波探査記録の再検討を実施



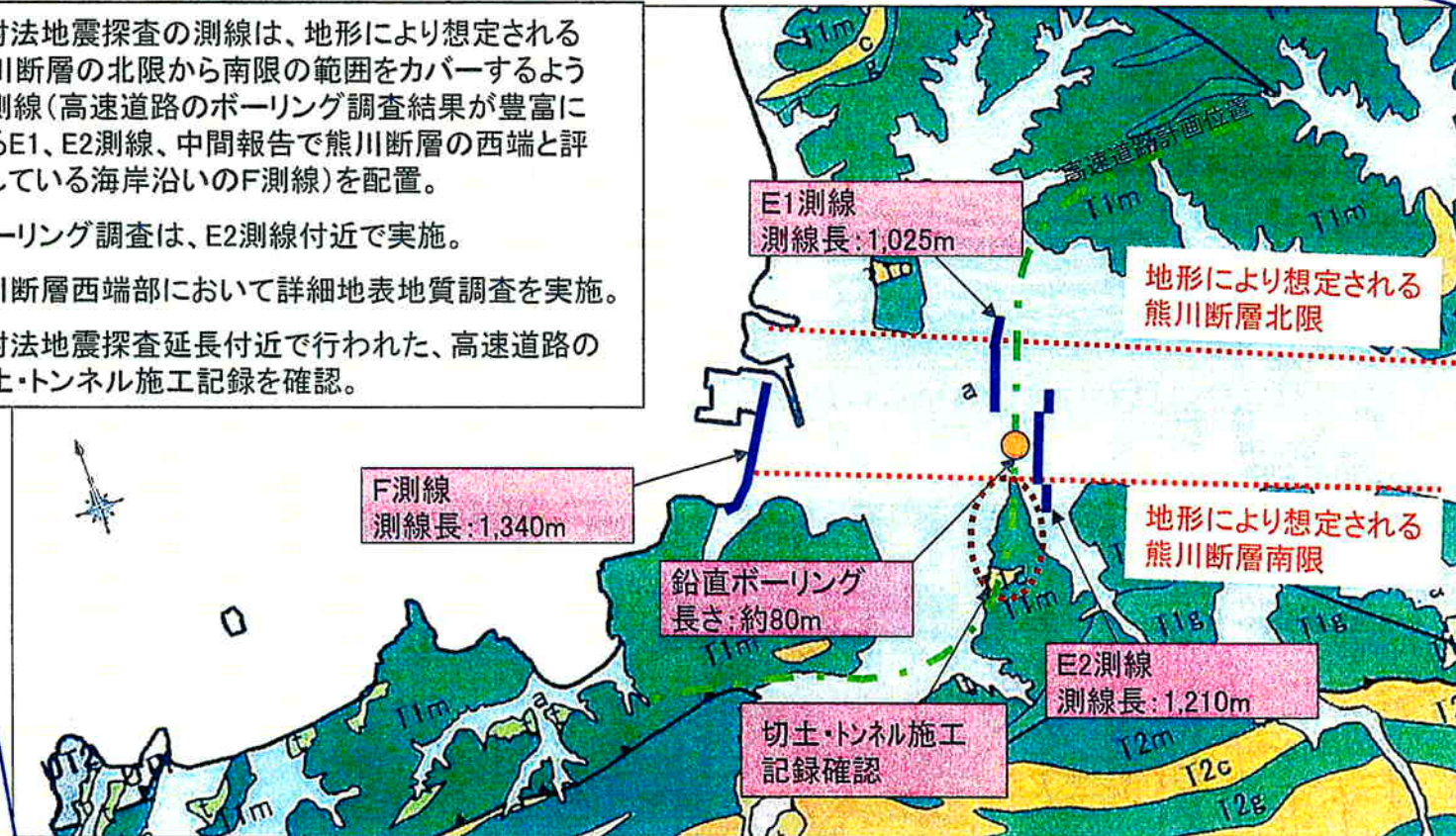
## 補足調査位置（熊川断層西端）



### 【補足調査】

- ① 反射法地震探査：P波（E1、E2、F測線）
- ② ボーリング調査（1本）
- ③ 地表地質調査（熊川断層西端部）
- ④ 高速道路施工記録確認

- ・ 反射法地震探査の測線は、地形により想定される熊川断層の北限から南限の範囲をカバーするように測線（高速道路のボーリング調査結果が豊富にあるE1、E2測線、中間報告で熊川断層の西端と評価している海岸沿いのF測線）を配置。
- ・ ボーリング調査は、E2測線付近で実施。
- ・ 熊川断層西端部において詳細地表地質調査を実施。
- ・ 反射法地震探査延長付近で行われた、高速道路の切土・トンネル施工記録を確認。

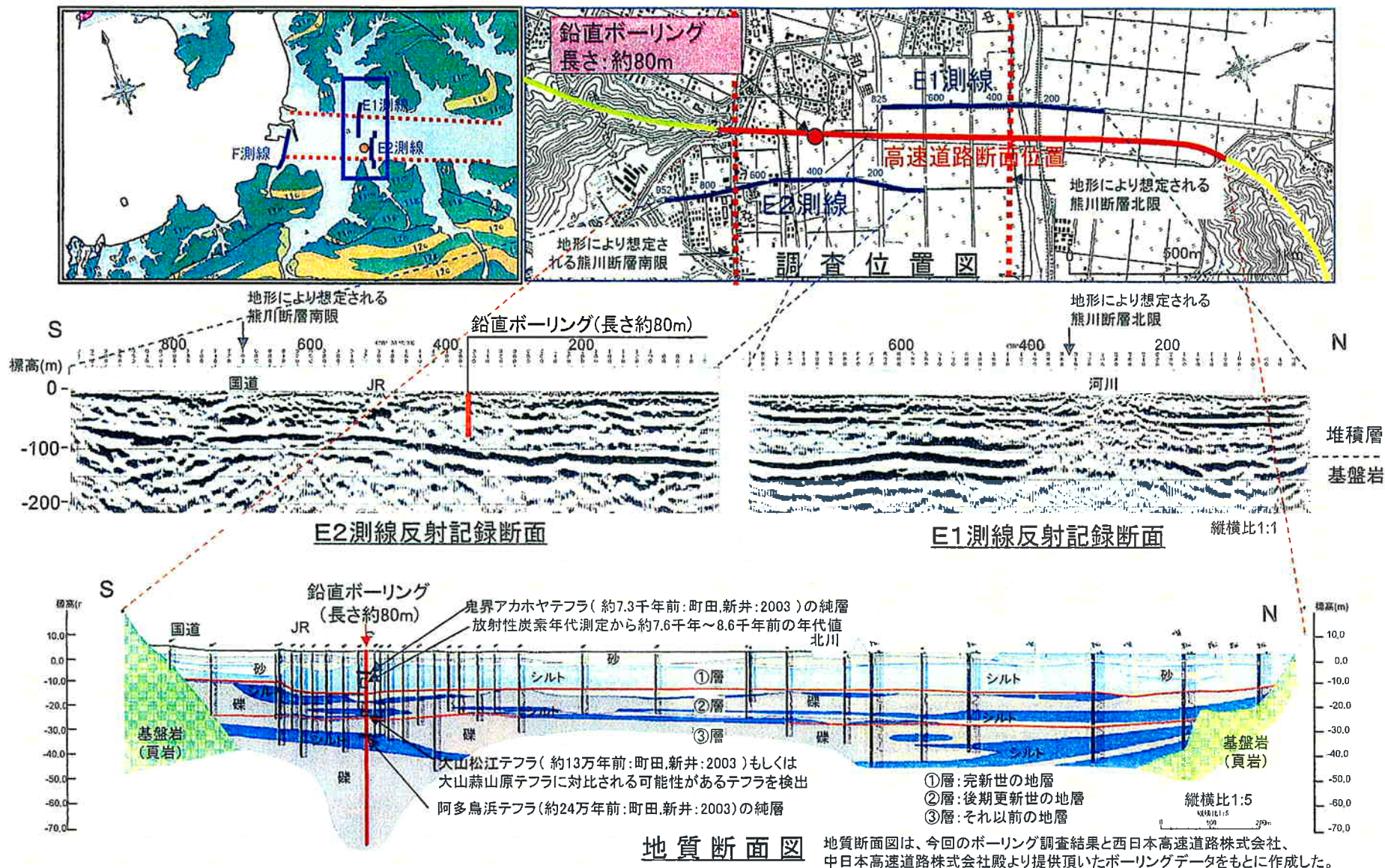


### 地質凡例

- 第四系  
a: 沖積層、新时期  
状地堆積物及び  
崖錐堆積物
- 丹波帯中・古生層  
周山コンプレックス  
T1m: 混在岩  
T1c: チャート  
T1g: 緑色岩類  
雲ヶ畑コンプレックス  
T2m: 混在岩  
T2c: チャート  
T2g: 緑色岩類



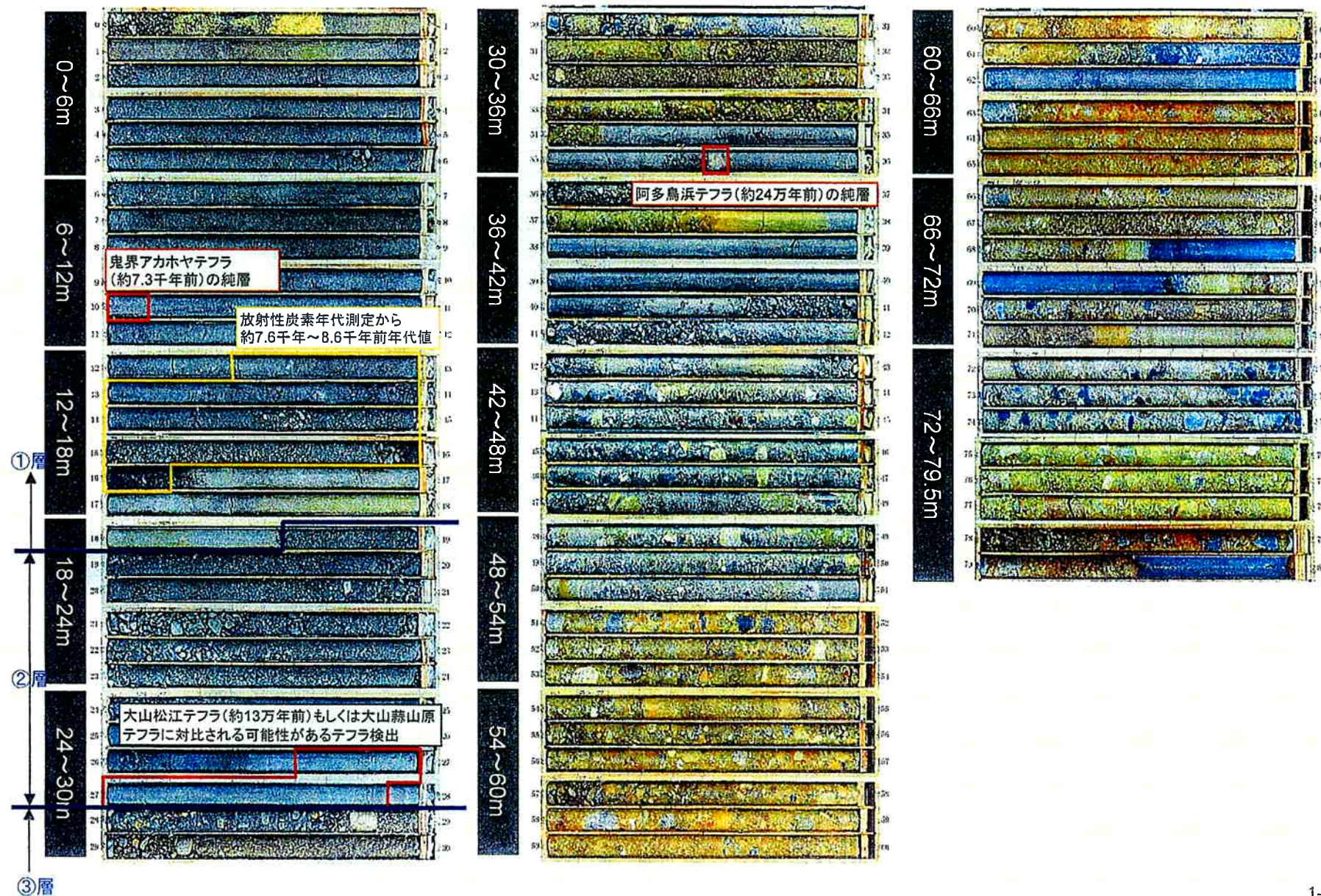
# 反射法地震探査・ボーリング調査結果(熊川断層西端)



反射法地震探査およびボーリング調査の結果、E1、E2測線において、  
堆積層に断層による変位・変形は無いと判断した。

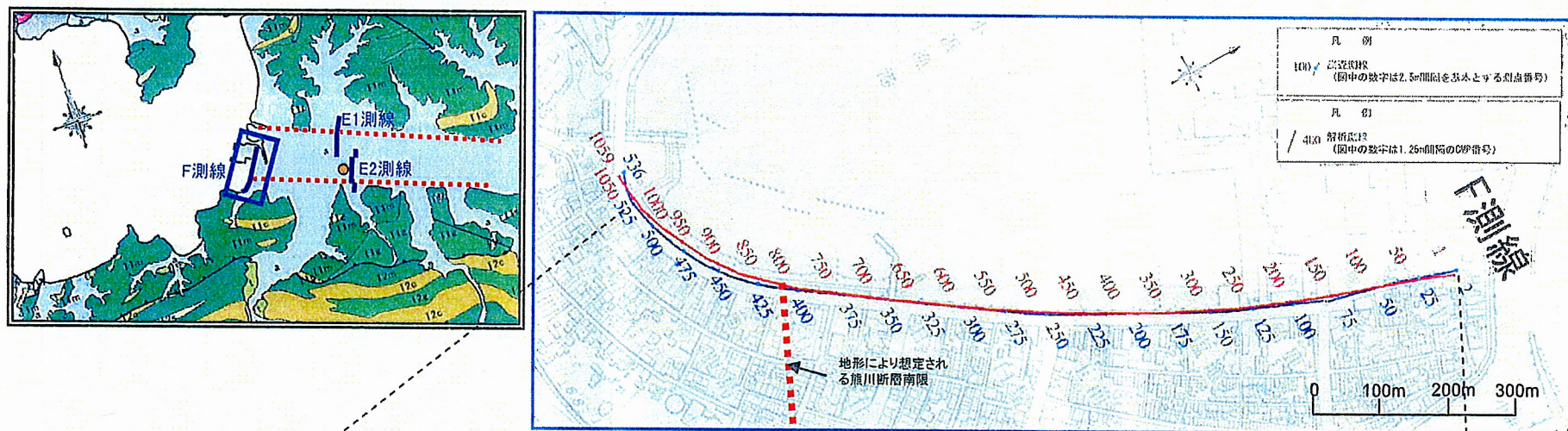


# ボーリング調査結果(熊川断層西端)

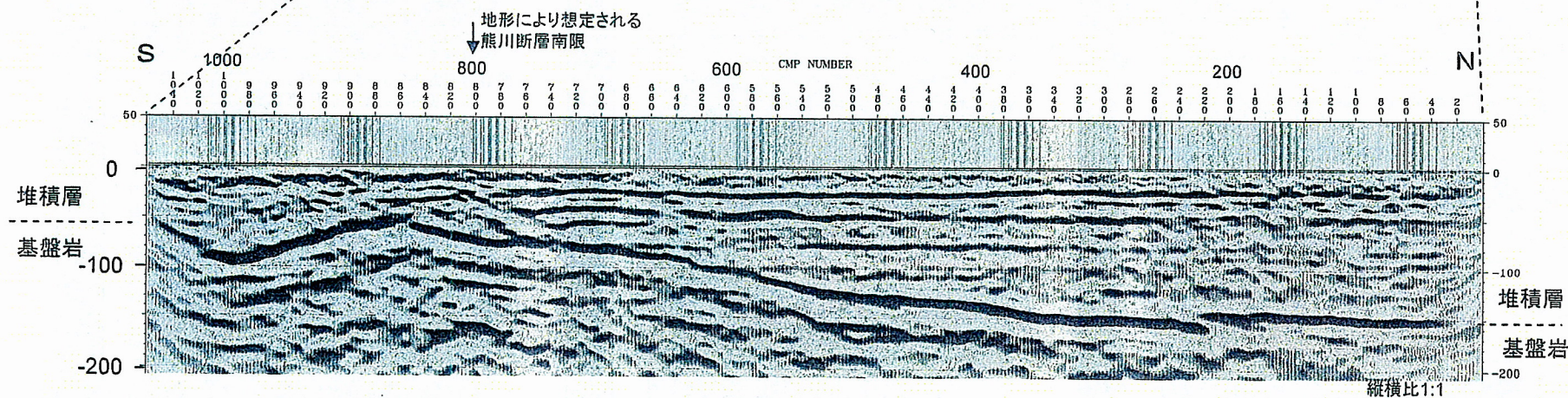




# 反射法地震探査結果(熊川断層西端)



調査位置図

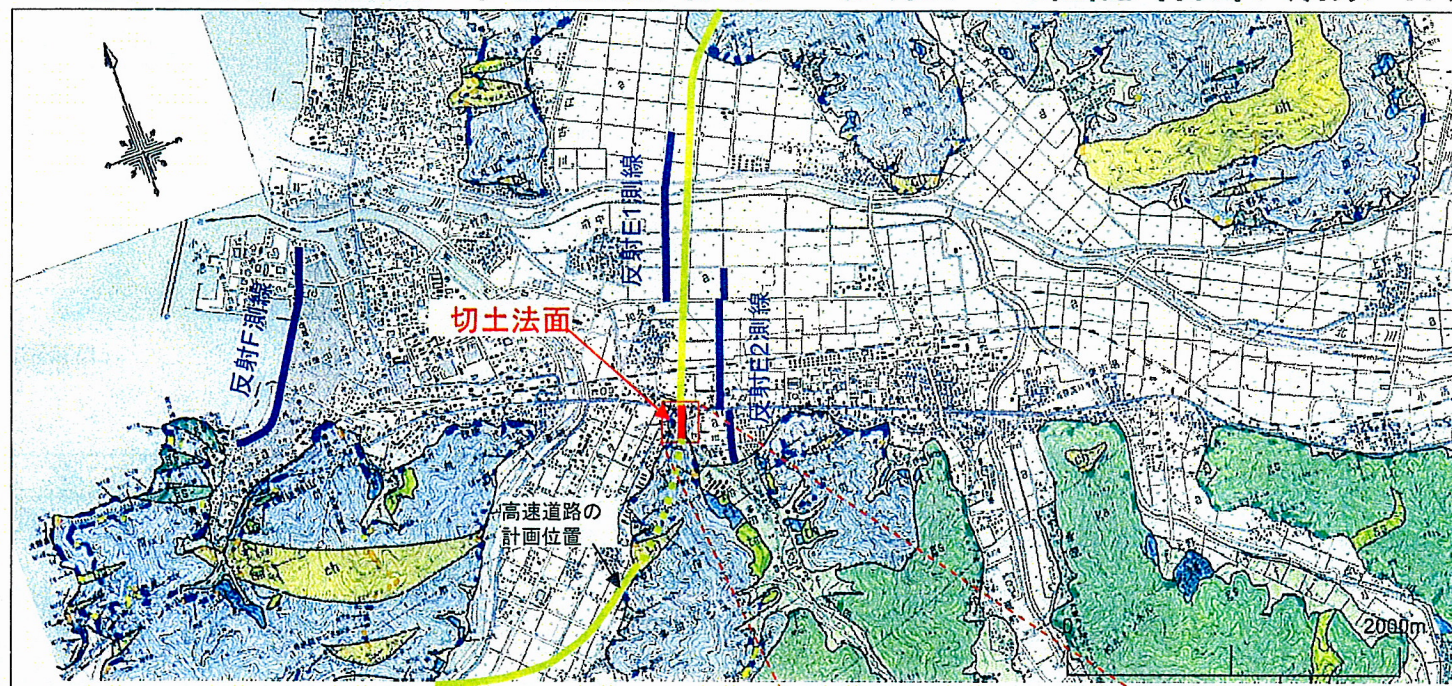


反射記録断面 (F測線)

反射法地震探査の結果、F測線において、基盤岩上面(想定)や堆積層中に断層による変位・変形が認められない。



# 地表地質調査と高速道路切土法面の確認結果(熊川断層西端)

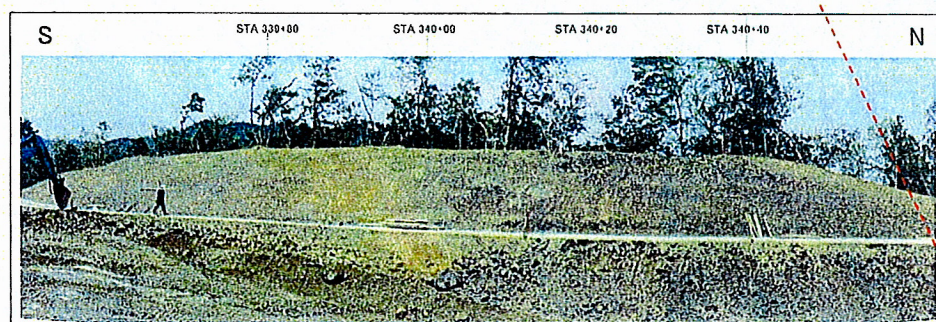


凡例

|          |     |
|----------|-----|
| 沖積扇      | 丹波帯 |
| 段状地堆積物   |     |
| 低位段丘堆積物  |     |
| 中位段丘堆積物  |     |
| 混在岩      | 丹波帯 |
| 砂岩       |     |
| チャート     |     |
| 緑色岩類     |     |
| 層理面の走向傾斜 |     |
| 面構造の走向傾斜 |     |
| 割れ目の走向傾斜 |     |
| 断層面の走向傾斜 |     |

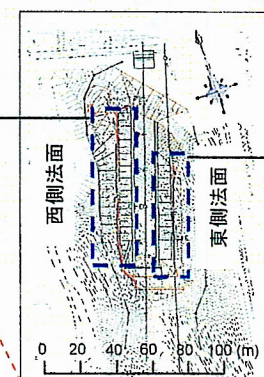
地表地質調査の結果、熊川断層に相当する断層は認められない。

熊川断層西端部の地質図



西側法面写真(長さ約90m、高さ約12m)

反射法地震探査E2測線付近の高速道路切土法面の記録を確認した結果、断層は認められない。



切土法面平面図

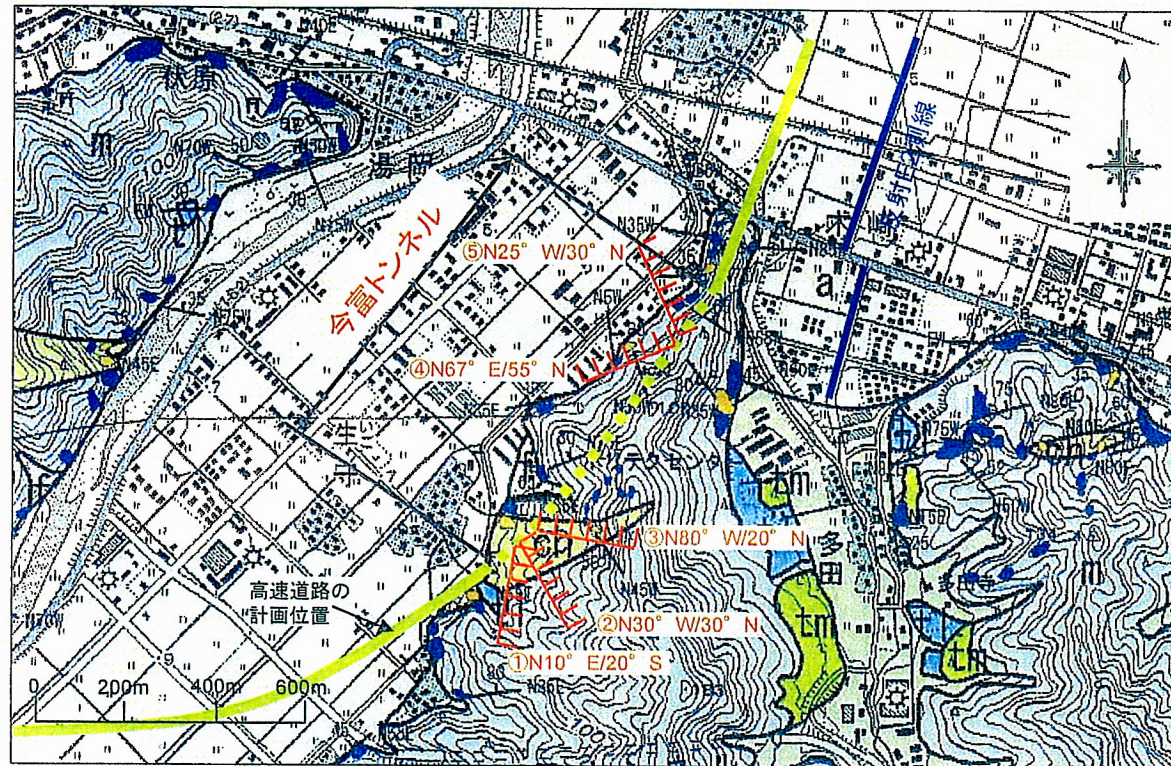
切取法面平面図および写真は、西日本高速道路株式会社殿より提供いただいた今富トンネル施工記録より掲載。



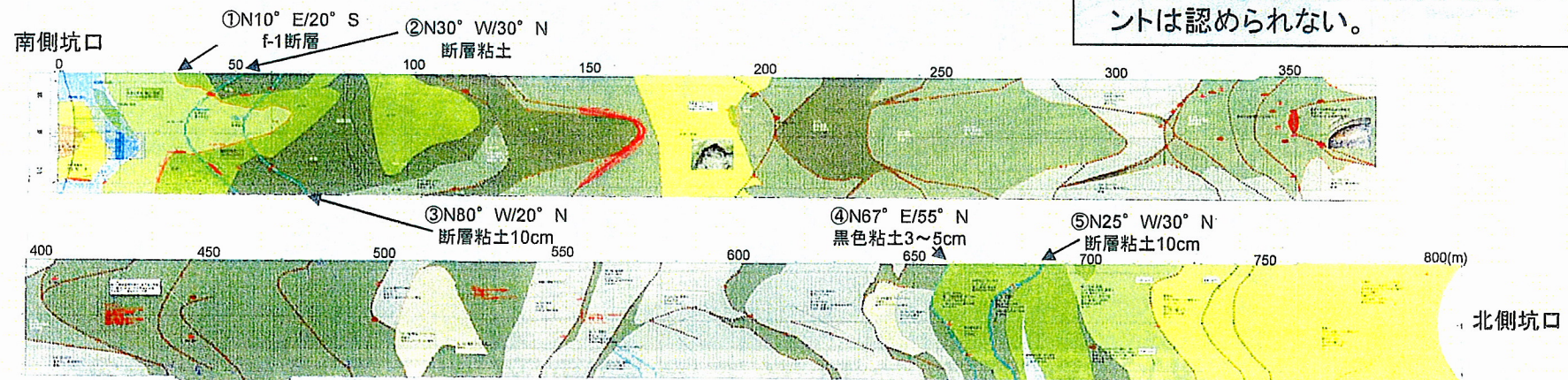
東側法面写真(長さ約70m、高さ約12m)



# 高速道路今富トンネル施工記録の確認結果(熊川断層西端)

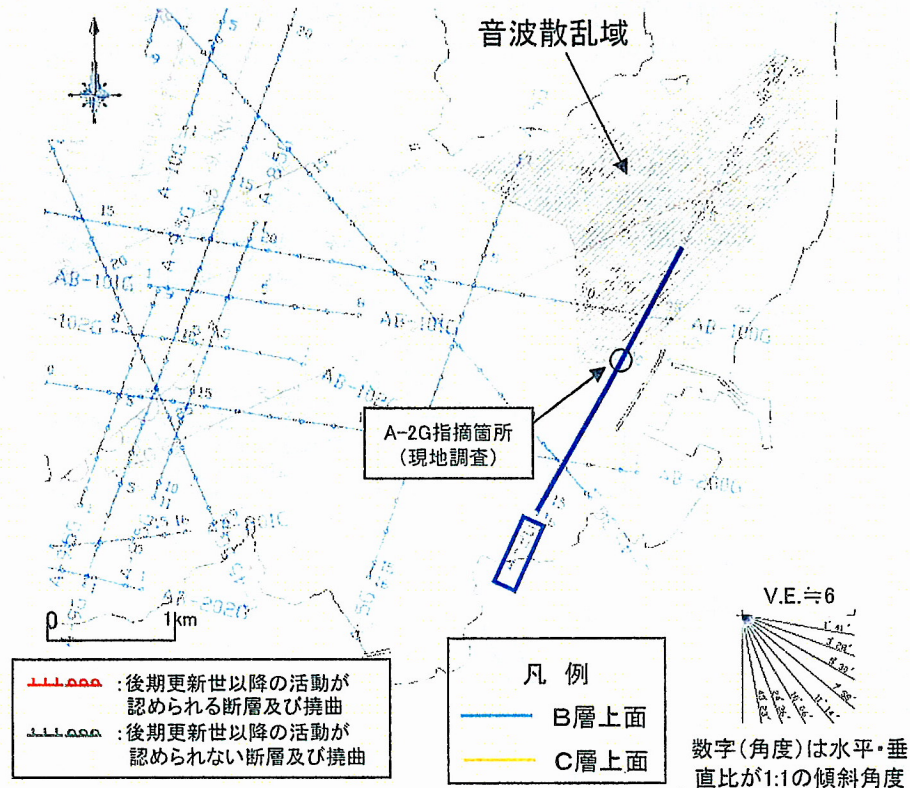


- ・反射法地震探査E2測線付近の今富トンネル展開図には5条の断層及び断層粘土が記載されている。
- ・その断層の走向傾斜は熊川断層の走向傾斜(WNW方向、高角度)と調和的でないことから、熊川断層に相当する断層ではないと判断した。
- ・なお、これらの断層に対応するリニアメントは認められない。



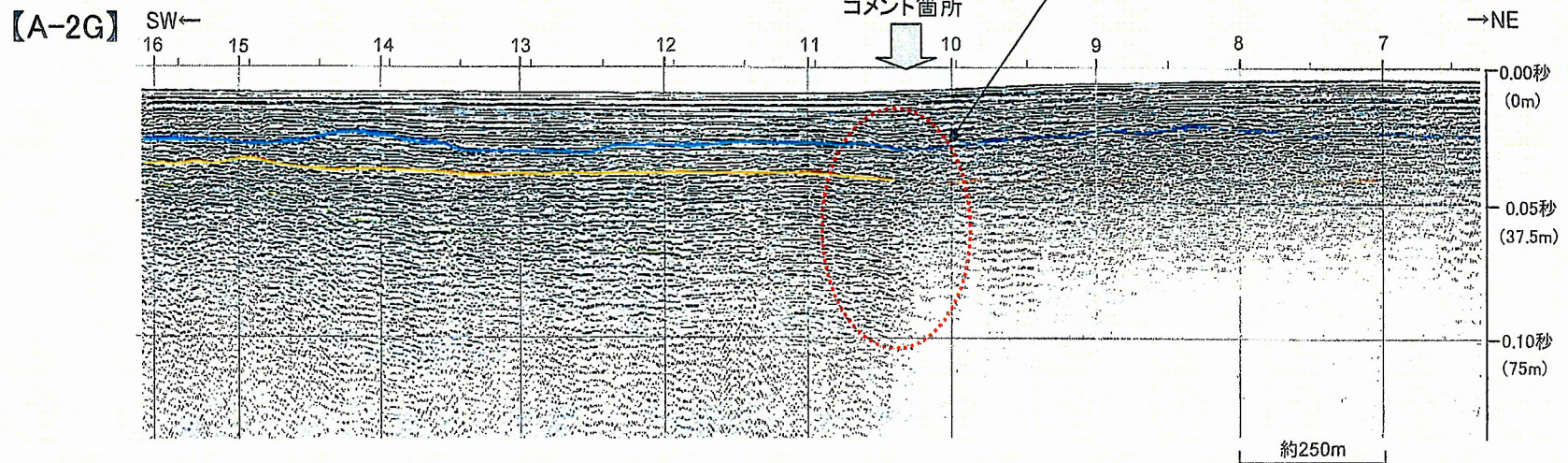


## 測線A-2Gで認められる曲がりについて



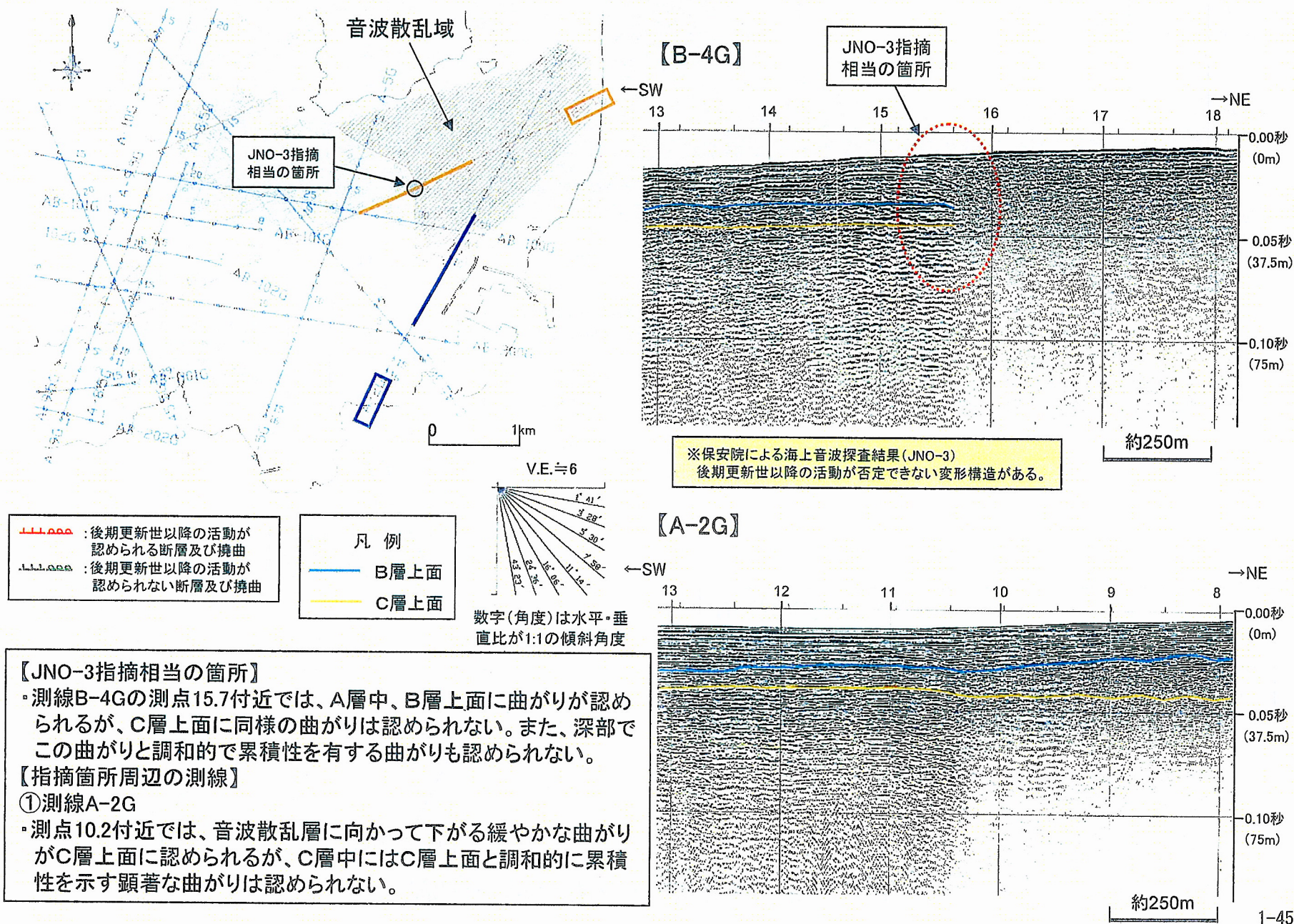
測点10.2付近では、音波散乱層に向かって下がる緩やかな曲がりC層上面に認められるが、C層中にはC層上面と調和的に累積性を示す顕著な曲がりは認められない。

音波散乱層のすぐ南側に判断の難しい撓みあり。(Cサブ現地調査コメント)



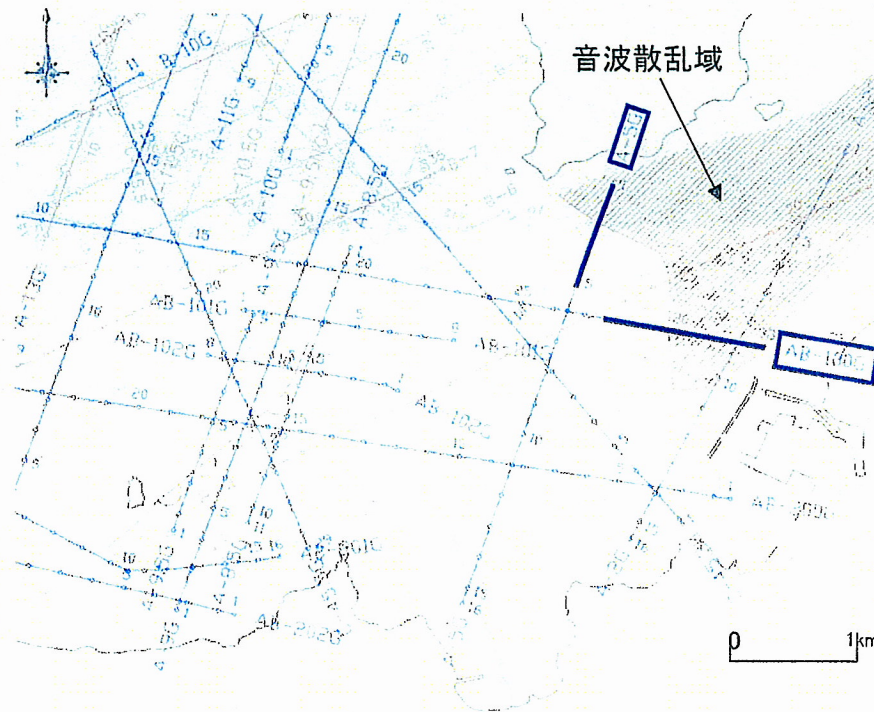


# 保安院調査(小浜湾内)を受けた検討－反射断面図B-4G(測線JNO-aに相当)に関する検討－





# 保安院調査(小浜湾内)を受けた検討－反射断面図B-4G(測線JNO-aに相当)に関する検討－



## 【指摘箇所周辺の測線】

### ②A-5G

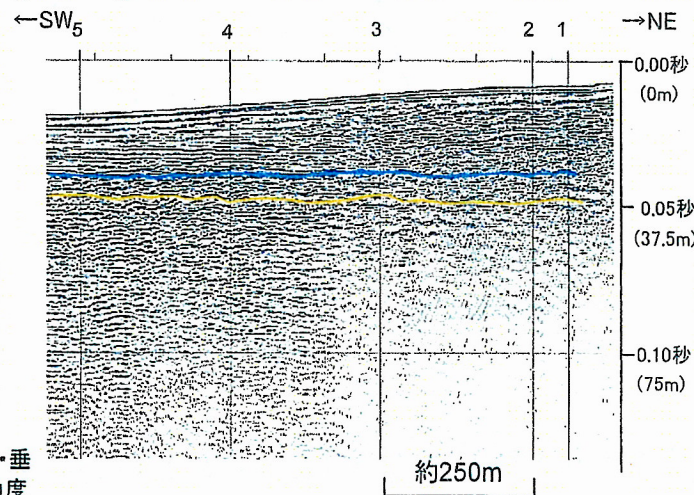
測点3.2付近では、音波散乱層周辺部で反射面の曲がりは認められない。

### ③AB-100G

測点29.7付近では、音波散乱層に向かって下がる極めて緩やかな曲がりがC層上面に認められるが、C層中にはC層上面と調和的に累積性を示す顕著な曲がりは認められない。

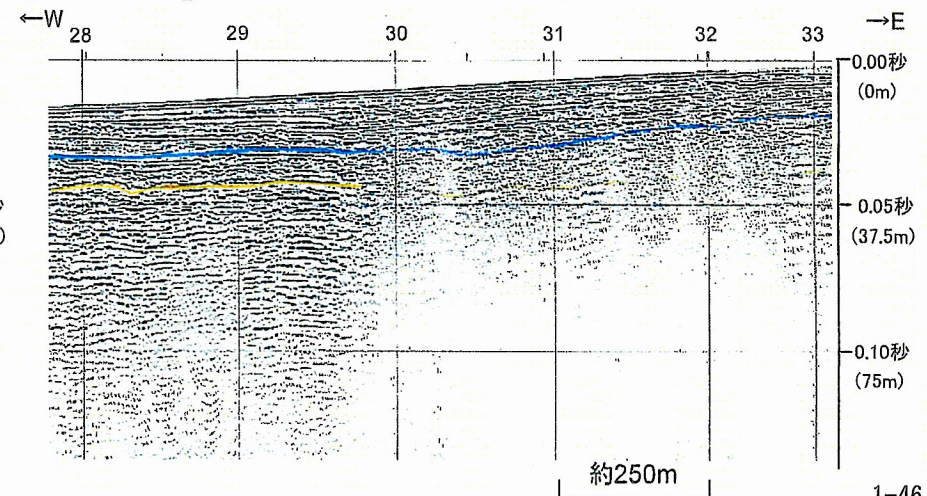
- 音波散乱層の分布域周縁部では曲がりが認められる箇所と認められない箇所がある。
- 曲がりが認められる箇所においても、深部から累積性を有する曲がりは認められない。

## 【A-5G】



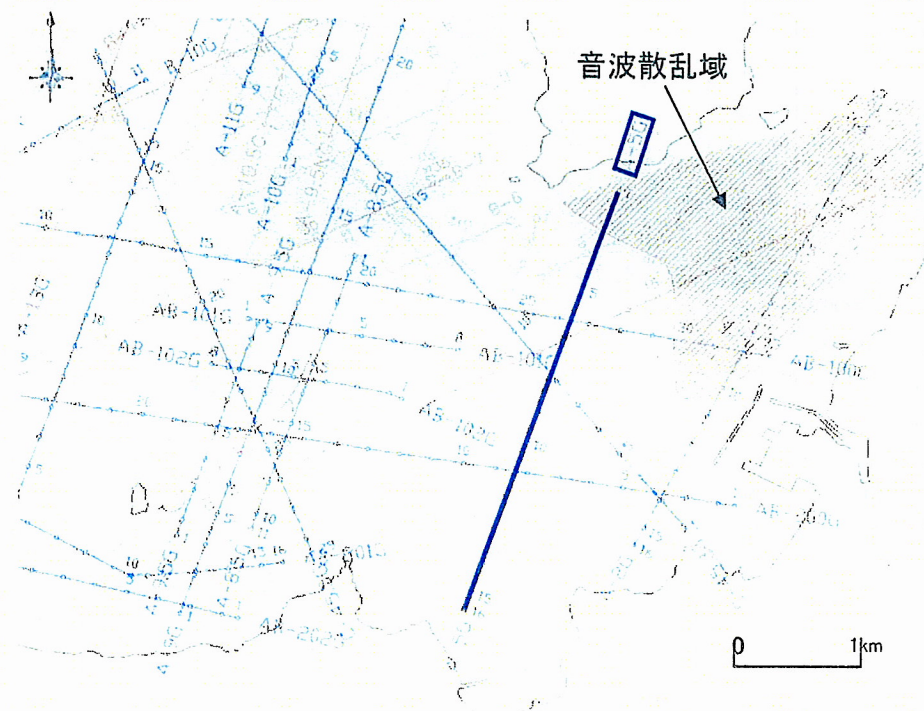
数字(角度)は水平・垂直比が1:1の傾斜角度

## 【AB-100G】





# 保安院調査(小浜湾内)を受けた検討－反射断面図B-4G(測線JNO-aに相当)に関する検討－

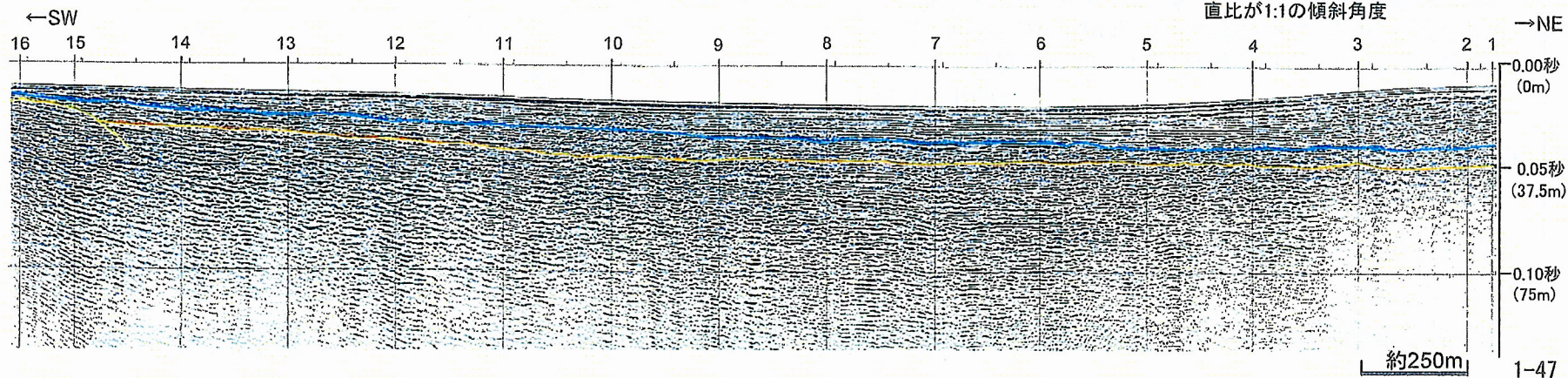


## 【検討結果】

- ・保安院が変形構造を指摘した箇所付近において当社が実施した海上音波探査結果では、後期更新世以降の地層に断層による変位・変形は認められない。
- ・指摘箇所の周辺において実施した海上音波探査結果からも、後期更新世以降の地層に断層による変位・変形が認められない。

熊川断層の西端は小浜市和久里付近とするが、地震動評価においては本地点も熊川断層の一部と考え、念のため後期更新世以降の地層に断層による変位・変形が認められない測線A-5Gまで延伸させた場合について検討を行う。

## 【A-5G】





# 熊川断層の評価の概要

